

報告書

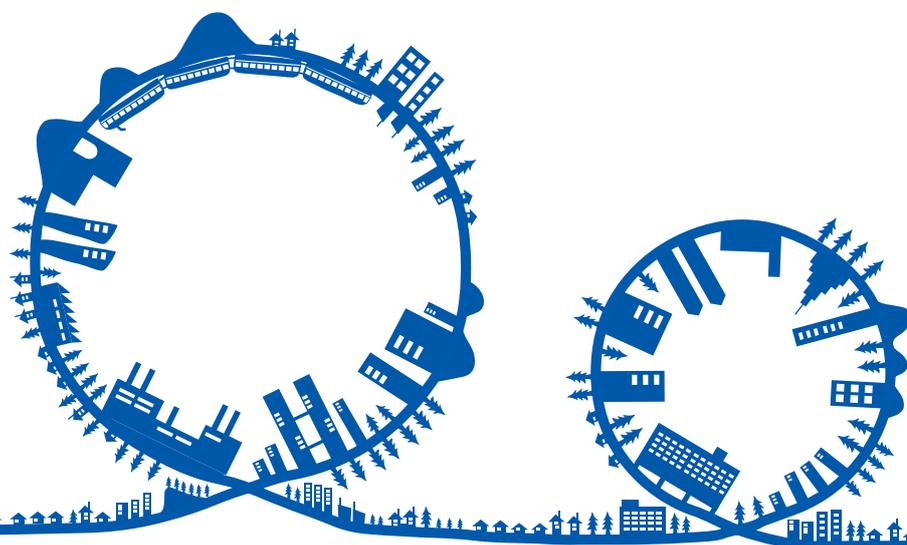
実践的高度防災担当者養成プログラムの策定

平成 26 年度「成長分野等における中核的人材養成等の戦略的推進」

2015 02

豊橋技術科学大学

安全安心地域共創リサーチセンター



目 次

1. 事業概要	
1.1 事業目的	・・・ 3
1.2 前年度の成果概要と今年度の成果目標	・・・ 3
1.3 実施体制	・・・ 3
1.4 事業推進メンバー	・・・ 4
1.5 実施状況	・・・ 6
(1) 「三河港湾防災・減災連絡会」の設置	
(2) 平成26年度「地域地震防災コース」の開講	
(3) 防災シンポジウムの開催	
1.6 本報告書の構成	・・・ 9
2. 産学官コンソーシアムの活動と事業評価	
2.1 「三河港湾防災・減災連絡会」の設置	・・・ 11
2.2 連絡会の議題と検討事項	・・・ 12
(1) 第1回連絡会	
(2) 第2回連絡会	
2.3 事業評価	・・・ 20
(1) 評価方法	
(2) 評価項目の内容	
(3) 連絡会委員による事業評価結果	
①コースの枠組み ②コースプログラムや作成した教材	
③現地見学会 ④連絡会の設置	
3. H26 人材養成プログラムの実施結果	
3.1 前年度からの変更点	・・・ 25
(1) 連絡会の設置	
(2) 開催時間帯と実施会場	
(3) コースプログラム	
3.2 コース参加者の課題意識	・・・ 26
(1) 参加者の内訳	
(2) 参加者の立場	
(3) 参加動機	
(4) 業務上の課題意識	
3.3 H26年度「地域地震防災コース」の実施内容	・・・ 32
(1) 参加者数の推移	
(2) 講義内容と受講生の反応	
① Basic コース ② Advance コース	

(3) 見学会の開催	
①豊田市防災学習センター	②名古屋大学減災館
③岡崎市防災展示コーナー	④企画に対する意見
3.4 コース教材の業務等への活用実態	・・・ 41
(1) 前年度の教材の活用方法（前年度受講生へのアンケートに基づく）	
(2) 今年度の教材の活用意向（Basic・Advance 共通）	
3.5 次年度に向けた課題と展望	・・・ 44
(1) コース運営について	
(2) コース内容について	
(3) アンケート結果について	
3.6 防災情報共有サイトの立ち上げ	・・・ 45
4. 防災シンポジウムの開催	
4.1 防災シンポジウムの概要	・・・ 46
趣旨／開催概要／プログラム	
4.2 センター事業紹介	・・・ 48
4.3 基調講演・話題提供	・・・ 48
4.4 パネルディスカッション	・・・ 49
資料編	
資料－1 東三河防災・減災連絡会 配付資料	・・・ 57
資料－2 H26「地域地震防災コース」配付資料	・・・ 74
－ Basic コース教材	
－ Advance コース教材	
－ Basic コース授業カルテ	
－ Advance コース授業カルテ	
－ 受講者アンケート	
資料－3 シンポジウム配付資料	・・・ 194
資料－4 その他センター事業	・・・ 222

1. 事業概要

1.1 事業目的

南海トラフを震源とするM9クラスの巨大地震の発生を前提として、各地で地域防災力を高めるための取り組みが試みられている。我が国有数の貿易港である三河港湾では、地震による複合災害が懸念されている。とりわけ港湾に隣接する企業等では、人的被害と経済的損失を最低限に抑えると同時に事業継続のための備えが急務となっている。

本事業（平成26年度「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進事業」）は、こうした企業等に勤務する防災担当者を防災の中核的人材に押し上げるためのモデル養成プログラムの策定を目的として実施するものであり、平成25年度からの継続事業である。

1.2 前年度の成果概要と今年度の成果目標

平成25年度は、人材養成プログラムの導入及びその後の普及に向け、アンケートによるニーズ調査、シンポジウム開催による先進エリアの防災への取り組み状況と課題共有を行った後、事前対策～発災時対応、そしてその後の早期復旧に向けたプロセスに高い意識とリーダーシップを持って継続的に取組める企業・自治体等の中核的な人材を養成するためのプログラムとして『地域地震防災コース』を試行導入した。

当該コースには、東三河港湾の企業を中心とした59名を受講生として受け入れ、うち、一定条件を満たした55名の受講生に修了証を授与した。事前アンケートとシンポジウム開催をコースの試行導入と関連づけて行ったことで、対象者のニーズと当大学における教員の研究シーズとの相関を事前の会議で検討し、教材作成やコース運営に反映することができ、受講生からのモデル養成プログラム策定に向けた試みへの評価は概ね高評価であった。

その一方、前年度試行導入したコースでは、受講生によっては提供したプログラムにおける個々の講義の内容が、易しすぎたり難しすぎたりして受講生のレベルとのミスマッチが生じていた。そのため、それを調整する「地域連携協議会」の役割や効力を強化する必要性が指摘された。

本年度は、BasicコースとAdvanceコースという2種類のコースを用意し、受講生ごとに自分のレベルに沿った内容の講義を受講できるようコースの内容を拡充すると同時に、受講生が、学習内容を体験をとおして正確に理解し、深めることできるようワークショップや現地視察等を取り入れた。さらに、前年度の「地域連携協議会」に当たる組織の活動を推進し、職域プロジェクトの上位組織としての位置づけを明確化することによって、より実務への応用可能性の高いプログラム策定を進めた。

1.3 実施体制

H25年度の実施体制（図1-1）を見直し、本年度は図1-2のように実施体制を変更した。前年度からの変更点は以下の3点である。

- 1) 人材養成の対象を「三河港湾を中心とする企業・自治体等」に絞った
- 2) 上記に伴い、実施にあたってニーズとシーズの調整を行う協議会の名称を「地域連携協議会」から「三河港湾防災・減災連絡会」に変更し、協力関係機関の範囲も限定した
- 3) 上記の協議会の上位に、策定したモデル養成プログラム及びその成果をより広く普及させる組織として、新たに「社会人の学び直し地域連携協議会」（実施段階で「社会人キャリアアップ連携協議会」に名称変更）を設置し、それらの運営と調整に関わる専任コーディネータを置いた



図 1-1 H 25 年度実施体制

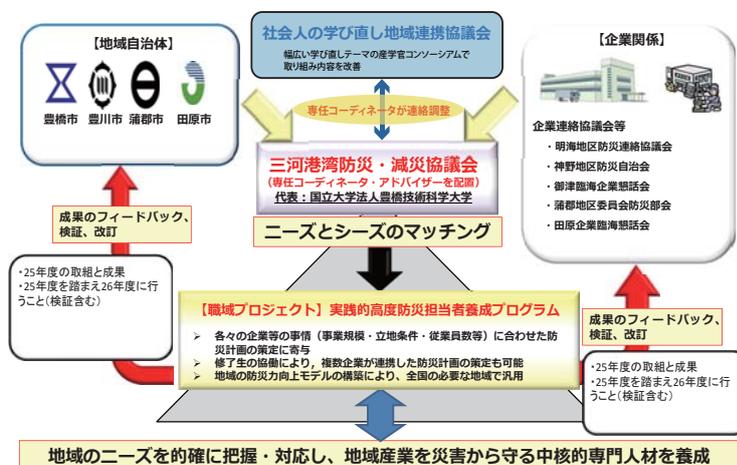


図 1-2 H 26 年度実施体制

本事業では、防災人材のモデル養成プログラムの開発・普及に向けた骨子づくりや事業全体の評価を担う「産学官コンソーシアム」と、コース自体の企画・運営～成果のとりまとめを担う「職域プロジェクト」とに1名ずつ専任の担当者を置き、事業実施に関わる各組織の構成メンバーと調整し事業を進めた。

1.4 事業推進メンバー

前述のとおり本事業は、「産学官コンソーシアム」と「職域プロジェクト」とに分かれている。

表 1-1 に示すのは、「産学官コンソーシアム」の事業に関わる「三河港湾防災・減災連絡会」の構成メンバーである。メンバーは、事業の推進を担う豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンターのセンター長・副センター長を筆頭に、今年度は人材養成の対象範囲を三河港湾部としたことから、港湾部の工業地域に立地する企業がエリアごとに集まってつくる5つの企業団体（蒲郡地区委員会防災部会（蒲郡）・御津臨海企業懇話会（豊川）・神野地区防災部会（豊橋）・明海地区防災企業議会（豊橋）・田原臨海企業懇話会（田原））の代表者とそれら各企業団体の事務局を担当している各市の関係部局の担当者を中心として呼びかけを行った他、本事業の連絡調整担当者と事務局担当者、そして成果のその後の事業化及び普及・啓発を担う役割として前年度から協力を得ている（株）サイエンス・クリエイトからの担当者で構成した。なお、図 1-3 は上記の補足情報として、対象とする三河港湾及び企業団体をもつ5つの工業地域の地理的關係を衛星画像上に示したものである。

表 1-1 「三河港湾防災・減災連絡会」構成メンバー

氏名	所属	職名	役割等
斉藤大樹	豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター	センター長	代表
中澤祥二	豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター	副センター長	副代表
増田 明	豊橋市産業部産業政策課	課長補佐	
佐藤 実	豊橋市産業部港湾活性課	課長補佐	
松井誠治	豊川市産業部企業立地推進課	課長補佐	
木全啓介	蒲郡市企画部企画広報課	主幹	
加納達也	田原市政策推進部企業立地推進室	副主幹	
古海盛昭	(株)デンソー豊橋製作所	所長	明海地区防災 連絡協議会代表
三富啓正	トビー海運(株)	取締役管理本部長	神野地区防災自治会代表
遠山 繁	(株)エクシム愛知工場	工場長	御津臨海企業懇話会代表
西尾 啓	竹本油脂(株)	生産本部 安全・環境・品質部 部長	蒲郡地区委員会 防災部会代表
渡辺悦男	愛知海運産業(株)	総務部安全課長	田原臨海企業懇話会代表
森高朋樹	(株)サイエンス・クリエイト	事業部課長	
穂苅耕介	豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター	研究員	職域プロジェクト担当
上田歳彦	豊橋技術科学大学社会連携推進本部	コーディネーター	コンソリアム担当
小柳津幹生	豊橋技術科学大学研究支援課	副課長	事務局



図 1-3 対象とする三河港湾と工業地域の立地 (下図: google earth)

続いて表1-2に示すのは、「職域プロジェクト」の推進に関わるメンバーである。職域プロジェクトは、災害リスク研究コア・環境リスク研究コア・生活リスク研究コアの3つの研究コアからなる豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンターに所属する教員のうち、主にセンター長、副センター長、事業推進の役職を帯びたメンバーと事務局担当者として協議・調整の上、実施した。

1.5 実施状況

表1-3は、事業の実施スケジュールに対して実施した事業内容を時系列にまとめたものである。

今年度事業は、人材養成のモデルプログラム作成に向け、人材養成プログラムの企画運営に関わる「三河港湾防災・減災連絡会」の設置・運営、人材養成コース「地域地震防災コース」の実施、プログラムの中間評価としてシンポジウムを開催した。実施項目別の実施内容は次の通りである。

表1-2 職域プロジェクト推進メンバー（2014年12月時点）

○ 災害リスク研究コア

氏名	所属	役職	氏名	所属	役職
齊藤 大樹	建築・都市システム学系	教授 センター長	中澤 祥二	建築・都市システム学系	教授 副センター長 (14.12～)
河邑 眞	建築・都市システム学系	教授	松井 智哉	建築・都市システム学系	准教授 事業推進
三浦 均也	建築・都市システム学系	教授	加藤 茂	建築・都市システム学系	准教授 副センター長 (14.12～)
河村 庄造	機械工学系	教授	関下 信正	機械工学系	准教授
足立 忠晴	機械工学系	教授	松本 幸大	建築・都市システム学系	助教
飯田 明由	機械工学系	教授	松田 達也	建築・都市システム学系	助教
青野 雅樹	情報・知能工学系	教授	増田 幸宏	建築・都市システム学系	客員准教授
石田 好輝	情報・知能工学系	教授		芝浦工業大学環境システム学科	准教授

○ 環境リスク研究コア

氏名	所属	役職	氏名	所属	役職
井上 隆信	建築・都市システム学系	教授 コアリーダー	平石 明	環境・生命工学系	教授
藤原 孝男	建築・都市システム学系	教授	渋澤 博幸	建築・都市システム学系	准教授 事業推進
宮田 譲	建築・都市システム学系	教授 事業推進	後藤 尚弘	環境・生命工学系	准教授
角田 範義	環境・生命工学系	教授	岡辺 拓巳	建築・都市システム学系	助教 事業推進

○ 生活リスク研究コア

氏名	所属	役職	氏名	所属	役職
松本 博	建築・都市システム学系	教授 コアリーダー	中内 茂樹	情報・知能工学系	教授
廣島 康裕	建築・都市システム学系	教授	泉田 英雄	建築・都市システム学系	准教授
大貝 彰	理事・副学長		浅野純一郎	建築・都市システム学系	准教授
松島 史朗	建築・都市システム学系	教授	垣野 義典	建築・都市システム学系	准教授 事業推進
寺嶋 一彦	機械工学系	教授	近藤 恵美	建築・都市システム学系	助教
福田 光男	電気・電子情報工学系	教授	松尾幸二郎	建築・都市システム学系	助教 事業推進
滝川 浩史	電気・電子情報工学系	教授	水谷 晃啓	建築・都市システム学系	助教 (14.11～)
澤田 和明	電気・電子情報工学系	教授	幸島 一樹	建築・都市システム学系	助教 (14.10～) 事業推進
岡田美智男	情報・知能工学系	教授			

○ 事務局

氏名	所属	役職
齊藤 翔	建築・都市システム学系	研究員
穂苅 耕介	安全安心地域共創RC	研究員 企画調整担当者（職域プロジェクト）
上田 歳彦	総務課地域連携係	社会連携コーディネータ 連絡調整担当者（産学官コンソーシアム）
松井 雅世	安全安心地域共創RC	事務補佐員
小柳津幹生	研究支援課	副課長
柴田 珠子	研究支援課研究センター係	係長

(1) 「三河港湾防災・減災連絡会」の設置

事業の企画・運営から評価までを担う組織として、対象とする5つの企業団体の代表者と団体事務局となっている各行政機関の事務局担当者で構成される「三河港湾防災・減災連絡会」を設置した。5月末に関係する企業団体代表者と事務局担当者を訪問し、連絡会の設置と連絡会への参加の承諾を得て、CARMに事務局を設置、7月末に第1回連絡会を開催した。連絡会は「地域地震防災コース」の実施検討段階、実施直後の評価段階、そして次年度の事業継続のあり方を議論する今年度事業の見直し段階に各1回ずつ開催し、それ以外での個別の懸案事項はメールでの審議とした。

(2) 平成26年度「地域地震防災コース」の開講

人材養成のモデルプログラム策定のため、前年度に導入、実施した「地域地震防災コース」を今年度も継続して実施した。今年度は、前述の連絡会を設置し、コースの実施に関する企画調整を行った他、前年

表1-3 事業の実施状況

事業の実施スケジュール

	産学官コンソーシアム	職域プロジェクト
5月		事業計画書提出→文科省(5月末) 「三河港湾防災・減災連絡会」設置準備 ⇒関係団体への説明/承諾を得る
6月	「三河港湾防災・減災連絡会」設置	
7月	第1回連絡会開催 (人材養成プログラム案の検討)	委託契約締結(=文科省) 人材養成プログラム案の作成
8月		教材作成 人材養成コース実施会場の選定・確保 人材養成コースの受講生の募集 他大学への情報収集(教材作成等のため)
9月	(随時メール等で意見交換)	
10月		人材養成コース開講(10~11月) シンポジウムの開催準備 コース実施中間報告のとりまとめ
11月		
12月	第2回連絡会開催(12.9) 人材養成プログラム中間評価 シンポジウム開催(12.9)	シンポジウムの開催(12.9) 人材養成プログラム中間報告
1月	各企業・自治体での取組みについて (調査依頼・まとめ)	人材養成成果報告とりまとめ (職域報告書案作成)
2月	第3回連絡会開催 職域成果報告書案の検討 コンソ成果報告書の作成	成果報告書作成 (業者印刷)
3月	第4回連絡会開催(各企業・自治体の防災事業や課題についての意見交換)	成果報告書の提出⇒文科省

事業の実施内容

- 5/13(水) 東海圏減災研究コンソーシアム(情報収集)
- 5/19(月) CARMスタッフMTG
- 【関係団体への説明】
- 5/20(火) 田原市政策推進部企業立地推進室/豊橋市産業部港湾活性化課
蒲都市企画部企画広報課
- 5/21(水) 豊川市産業部企業立地推進課
- 5/22(木) 豊橋市産業部産業政策課/(株)サイエンス・クリエイト
- 6/12(木) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 8/4(金) 東海圏減災研究コンソーシアム(情報収集)
- 7/9(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 7/30 三河港湾防災・減災連絡会 10:00 -
- 8/6(水) 東海圏減災研究コンソーシアム(情報収集)
- 8/27(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 9/24(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 【地域地震防災コース】Basic & Advance
- 10/07 基礎から学ぶ地震と防災(講師:斉藤大樹)
- 10/09 地盤の液化化-メカニズム・被害・対策-(三浦均也)
- 10/14 基礎から学ぶ建物の地震対策(中澤祥二)
- 10/16 建物の耐震診断と耐震補強(松井智哉)
- 10/22(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 10/28 県内3市の防災関連施設をめぐるバスツアー
- 11/04 基礎から学ぶ津波・高潮(加藤茂)
- 11/06 防災まちづくりと地域防災力(大貝彰)
- 11/11 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営(垣野義典)
- 11/13 事業継続計画の策定とマネジメント(増田幸宏)
- 12/3(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 12/4(木) 東海圏減災研究コンソーシアム(情報収集)
- 12/9 三河港湾防災・減災連絡会 10:30 -
- 12/9 シンポジウム 13:00 - 17:00 @豊橋商工会議所
『防災・減災のための備えと行動〜今、何ができるか〜』
- 12/25(木) 東海圏減災研究コンソーシアム(情報収集)
- 1/7(水) CARMスタッフMTG 10:00-12:00
- 2/中 三河港湾防災・減災連絡会 ※メール審議
- 3/末 三河港湾防災・減災連絡会 ※時間帯・会場未定

度のコース受講生へのアンケート調査結果を参考にコースの再編成を行うと同時に、前年度受講生から要望の多かった防災先進地の視察も実施した。実施に関して、スタッフミーティングを月1～2回のペースで開催し、準備作業を都度共有した。また、東海圏の6つの大学（名古屋大学、名古屋工業大学、岐阜大学、三重大学、静岡大学、豊橋技術科学大学）が参画している東海圏減災研究コンソーシアムにて、各大学で取り組んでいる人材養成プログラムについて情報収集を行った（表1-5）。

（3）防災シンポジウムの開催

今年度実施した「地域地震防災コース」の結果を踏まえ、次年度以降の取り組み展望を議論するシンポジウムを開催した（表1-6）。定員150名として自治体・企業等の防災担当者だけでなく一般の参加者

表1-4 防災人材養成プログラム

Basic コース		Advance コース	
開催日	テーマと担当講師	開催日	テーマと担当講師
10/07	テーマ：基礎から学ぶ地震と防災 講師：斉藤 大樹（建築・都市システム学系・教授）	10/09	テーマ：地盤の液状化－メカニズム・被害・対策－ 講師：三浦 均也（建築・都市システム学系・教授）
10/14	テーマ：基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 講師：中澤 祥二（建築・都市システム学系・教授）	10/16	テーマ：建物の耐震診断と耐震補強 講師：松井 智哉（建築・都市システム学系・准教授）
11/04	テーマ：基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂（建築・都市システム学系・准教授）	11/06	テーマ：防災まちづくりと地域防災力 講師：大貝 彰（豊橋技術科学大学 理事・副学長）
11/11	テーマ：基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 講師：垣野 義典（建築・都市システム学系・准教授）	11/13	テーマ：事業継続計画の策定とマネジメント 講師：増田 幸宏（建築・都市システム学系・客員准教授）

施設見学会

11/13	テーマ：県内3市の防災関連施設をめぐるバスツアー 見学地：名古屋大学減災館、豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー
-------	--

表1-5 東海圏減災研究コンソーシアム・リエゾン会議日程

開催日	会場	出席者	議題
5.13	安保ホール	岐阜大（村岡・水谷）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、名大（鷺谷・護・阪本）	立場の理解／情報共有／今後の活動方針固め
7.04	名古屋大学 減災館	岐阜大（村岡）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、静大（牛山）、名大（鷺谷・護・阪本）	人材リスト作成／共通テーマの設定（1）
8.06	安保ホール	6大学の部会長及びリエゾン教員	部会長・リエゾン合同会議
12.04	安保ホール	岐阜大（村岡・大野）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、名大（鷺谷・護・阪本）	拡大幹事会 成果のとりまとめ／次期計画案づくり（1）
12.25	安保ホール	岐阜大（村岡・大野）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、名大（護・阪本）	成果のとりまとめ／次期計画案づくり（2）
1.06	安保ホール	岐阜大（村岡・大野）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、名大（護・阪本）	成果のとりまとめ／次期計画案づくり（3）
1.16	安保ホール	岐阜大（村岡）、三重大（平林）、名工大（檜尾）、豊橋技科大（穂苅）、名大（護・阪本）	成果のとりまとめ／次期計画案づくり（4）

表 1-6 シンポジウム概要

実施日時	実施会場	内 容
12.9 13:00-17:20	豊橋商工会議所 9階大ホール	<p>テーマ：防災・減災のための備えと行動 ～今、何ができるか～</p> <p>登壇者：開会挨拶 大西 隆（豊橋技科大） 基調講演 源栄正人（東北大学） 事業紹介 上田歳彦（豊橋技科大） 話題提供 鷺坂浩孝（豊橋市） 渡辺悦男（愛知海運産業／田原臨海企業懇話会） 天野明夫（大成建設（株））</p> <p>パネルディスカッション コーディネーター 斉藤大樹（豊橋技科大）</p> <p>閉会挨拶 中澤祥二（豊橋技科大） 総司会 穂苅耕介（豊橋技科大）</p> <p>参加費：無料、定員：約150名 主 催：安全安心地域共創リサーチセンター 後 援：東海圏減災研究コンソーシアム・国土交通省中部地方整備局・経済産業省中部経済産業局 豊橋市・豊川市・蒲郡市・田原市・豊橋商工会議所・(株)サイエンス・クリエイト 蒲郡地区委員会防災部会・御津臨海企業懇話会・明海地区防災協議会・神野地区防災自治会 田原臨海企業懇話会・東三建設業協会・自然災害研究協議会中部地区部会</p>

も募り、リサーチセンターの人材養成事業の報告後、地域行政の防災担当者、臨海企業からの代表者、外部から招へいた専門家でパネルディスカッション形式による議論を行った。

1.6 本報告書の構成

本報告書では、産学官コンソーシアムの活動報告と職域プロジェクトでの取り組み報告とをあわせて行う。まずはじめに事業の企画・運営～評価の役割を担う組織として設置した「東三河港湾防災・減災連絡会」の設置と活動状況の報告を行い（2章）、次に、今年度の「地域地震防災コース」の実施内容と受講生に対して実施したアンケート結果を報告し（3章）、最後に、今年度の「地域地震防災コース」の取り組み成果を踏まえて議論したシンポジウムの開催内容を報告する（第4章）。

2. 産学官コンソーシアムの活動と事業評価

2.1 「三河港湾・防災減災連絡会」の設置

今年度は、事業の企画・運営から評価を担う組織「三河港湾・防災減災連絡会」（図2-1）を設置した。構成メンバーは、前章の表1-1に示す通りである。

三河港には、300を越える企業の事業所が立地している。東三河エリアには大きく分けて「蒲郡」・「御津」・「大塚」・「神野」・「明海」・「田原」の6つの企業団地が主として港湾部の堤外地エリアに存在する。そのうち「大塚」を除く5つの企業団地にそれぞれ防災活動を行う団体を立ち上げており、5つの企業団地内に立地している事業所の多くがこれに所属している。いずれの団体も企業団地を管轄している行政機関が事務局として団体の運営や活動のサポートを行っている。

設置にあたり、CARM事務局と産学官コンソーシアムの担当で、5つの企業団体（蒲郡地区委員会防災部会・御津臨海企業懇話会・神野地区防災自治会・明海地区防災連絡協議会・田原企業臨海懇話会）と各企業団体の事務局を担っている行政担当課（蒲郡市企画部企画広報課・豊川市産業部企業立地推進課／産業部港湾活性課・田原市政策推進部企業立地推進室）を訪問し、参加の了承を得た。また、本事業の成果を運用していく機関の候補として、社会人の学び直しを企画・運営している（株）サイエンス・クリエイト（第3セクター）にも呼びかけを行い、本事業への賛同を得た。

連絡会の事務局は、産学官コンソーシアムの担当者とCARMの事務局で担い、連絡会開催日の調整、会場の手配、議事資料の用意、議事録の作成等を行った。会議の議長は、CARMのセンター長（斉藤大樹）が務め、CARM事務局が進行管理を行った。



図2-1 三河港湾防災・減災連絡会の実施体制

2.2 連絡会の議題と検討事項

連絡会は全3回開催した。うち、1回目と2回目に会議、3回目がメールによる審議の機会を設けた。連絡会の開催時期は、「地域地震防災コース」の開催前の7月下旬と開催後の12月上旬、そして事業のとりまとめ段階の2月上旬とした。

(1) 第1回連絡会

開催日：2014年7月30日（水）10:00～11:30

会場：ライフポートとよはし

出席者：古海、三富、遠山、西尾、渡辺、森高、増田、
松井、木全、斉藤、中澤、穂苺、上田、小玉

欠席者：佐藤、加納



写真2-1 事業の進め方に関する意見交換

連絡会第1回は、まず構成メンバー同士での顔合わせ、産学官コンソーシアムの担当者から事業内容と事業の進め方について説明をし情報共有を行った後、職域プロジェクト担当者から今年度の人材養成コースカリキュラムの企画案について説明を行い、その後、その内容に対する審議と連絡会の活動のあり方について意見交換を行った。当日の議事次第及び配付資料は次の通りである。

1) 名簿確認（代表挨拶、自己紹介）

2) 事業説明

事業の目的・概要・事業の必要性 等

3) 事業の進め方（日程）

産学官コンソーシアムの活動と職域プロジェクトの活動

三河港湾防災・減災連絡会の開催日程（第1回、第2回、第3回）

4) 人材養成コースカリキュラムの検討

コース内容、実施日程、場所 等

ベーシックコース アドバンスコース

防災・減災関連施設見学会：名古屋大学減災館 他 等について

5) その他

【配付資料】

1) 議事次第

2) 連絡会構成員名簿（第1章表1-1に同じ）

3) 事業計画書

4) 取り組み概要（イメージ）（図2-2）

5) 実施スケジュール（第1章表1-3の「事業スケジュール」の表に同じ）

6) 人材養成カリキュラム（「地域地震防災コース」）日程・プログラム（案）（図2-3）

実施目標

- ・大規模災害への日頃からの万全の備え
- ・地域の企業等の対応格差の解消
- ・災害前後の実践的対応方策の学習、習得

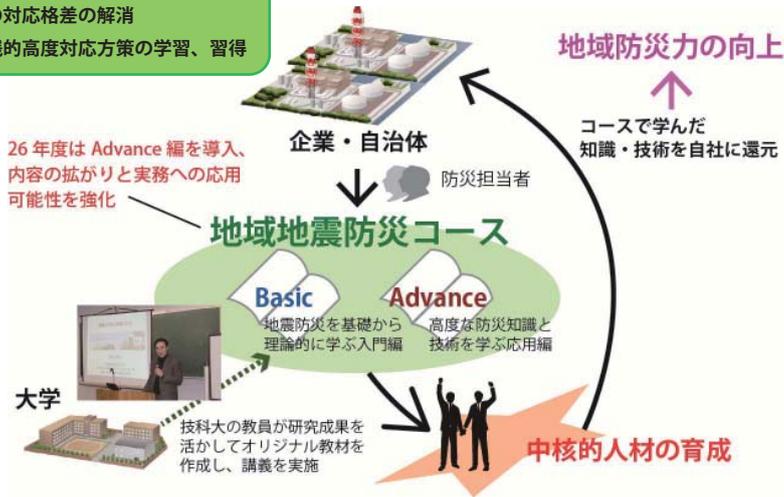


図 2-2 人材養成カリキュラムの取り組み概要 (イメージ)

□ プログラム

■ ベーシック編 (2013年度)

会場：ライブポートとよはし/カモメリア

2月5日(水) 18:00-20:00

(1) 基礎から学ぶ地震と防災 講師：齊藤大樹 (建築・都市システム学系・教授)

地震はなぜ起こるのか/なぜ建物は崩壊するのか/高い建物と低い建物とはどちらが安全か/強度型か靱性型か/免震構造とは何か/津波にどう備えるか/地域防災力をいかに高めるか

2月12日(水) 18:00-20:00

(2) 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二 (建築・都市システム学系・教授)

振動学の基礎/耐震設計法の歴史と新耐震設計法の考え方/耐震診断法のあらし/耐震診断結果の読み方/耐震補強法の種類/免震工法・制振工法の考え方

2月19日(水) 18:00-20:00

(3) 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂 (建築・都市システム学系・准教授)

津波と高潮の違い/津波を知る/三河湾内での津波の伝播/高潮を知る/三河湾奥部の低平地/沿岸防災上の課題/愛知県の沿岸災害に対する対応状況/愛知県の高潮・津波の浸水想定結果

2月26日(水) 18:00-20:00

(4) 基礎から学ぶ地震への備えと行動 講師：増田幸宏 (建築・都市システム学系・准教授)

B C PとB C M/B C P策定にあたってのポイント/まちづくり防災/災害時の安全な帰宅/波瀬継続のメカニズム/帰宅計画を策定するために/避難所の運営



59名が受講し、3/4回以上受講した55名に修了証を授与

■ ベーシック編 (2014年度)

会場：未定

10月7日(火) 18:00-20:00

(1) 基礎から学ぶ地震と防災 講師：齊藤大樹 (建築・都市システム学系・教授)

地震はなぜ起こるのか/なぜ建物は崩壊するのか/高い建物と低い建物とはどちらが安全か/強度型か靱性型か/免震構造とは何か/津波にどう備えるか/地域防災力をいかに高めるか

10月14日(火) 18:00-20:00

(2) 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二 (建築・都市システム学系・教授)

振動学の基礎/耐震設計法の歴史と新耐震設計法の考え方/耐震診断法のあらし/耐震診断結果の読み方/耐震補強法の種類/免震工法・制振工法の考え方

11月4日(火) 18:00-20:00

(3) 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂 (建築・都市システム学系・准教授)

津波と高潮の違い/津波を知る/三河湾内での津波の伝播/高潮を知る/三河湾奥部の低平地/沿岸防災上の課題/愛知県の沿岸災害に対する対応状況/愛知県の高潮・津波の浸水想定結果

11月11日(火) 18:00-20:00

(4) 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 講師：垣野義典 (建築・都市システム学系・准教授)

どこに避難するか/避難生活の種類/避難所の運営方法/もし小学校に避難することになったら避難所にもとめられる機能・設備

■ アドバンス編

会場：未定

10月9日(木) 18:00-20:00

(1) 地盤の液状化-メカニズム、被害、対策- 講師：三浦均也 (建築・都市システム学系・教授)

地盤地盤工学/地盤の液状化/生メカニズム/被害の分類/地盤調査/液状化対策

10月16日(木) 18:00-20:00

(2) 建物の耐震診断と耐震補強 講師：松井智哉 (建築・都市システム学系・准教授)

鉄筋コンクリート構造/耐震診断/耐震補強

11月6日(木) 18:00-20:00

(3) 防災まちづくり(仮) 講師：大貝 彰 (理事/副学長)

キーワード1/キーワード2/キーワード3...

11月13日(木) 18:00-20:00

(4) 事業継続計画の策定とマネジメント 講師：増田幸宏 (建築・都市システム学系・客員准教授)

事業継続計画(B C P)/生活継続計画(L C P)/地域継続計画(D C P)
リスクマネジメント/クライシスマネジメント/レジリエンス

図 2-3 人材養成カリキュラムの日程・プログラム案 (7月30日時点)

意見交換では、1)「地域地震防災コース」の日程会場、2)現地見学会の開催、3)コースのプログラム、4)三河港湾防災・減災連絡会について委員間で次のような意見が交わされた。以下、発言者を◇=企業、◆=行政、○=大学の委員として分けて記載する。

1)「地域地震防災コース」の日程・会場について

- ◇ライフポート等で開催された場合、蒲郡からは参加しにくい。
- ◇対象とする範囲が広域なので、真ん中あたりのライフポートやカモメリアでもいいかなと思う。
- ◇駐車場さえあればどこでもいい。
- ◇ターゲットが部署や会社を取りまとめる立場の人間だとすると、結局、業務として（出張扱いで）参加することになる。内容がよければ参加者は主催者に合わせて参加する。
- ◇業務として参加するので、開始時間はもう少し早いほうがよい。
- ◆市役所の担当者も業務として参加できたほうがよい。
勤務時間内の方が「行って来い」といいやすい。
- ◇昨年度とやり方を変えてみて、前よりも駄目ならば戻して考えるということではどうか。
- 大学としてもそれぞれの予定さえ合えば、15:00～17:00に変更してもよいと思う。

2)「現地見学会」について（候補：減災館@名古屋大学）

- ◇業務として参加することになると思うので、平日の方が参加しやすい。
- ◇企業としては、人命を守ることを第一に考えて防災に取り組んでいる。案に出ているような施設よりも企業で独自にがんばって防災に取り組んでいるところを見に行くほうが、自分のところもがんばろうと思うのではないか。
- 名古屋大学の減災館は、建物も中身も様々なアイデアが詰め込まれたいい施設だと思う。
ただ、バスをチャーターしてそれだけを見に行くというのも物足りないので、もう少し内容を検討したい。

3)コースのプログラムについて

- ◇講義ごとに、「この講義は○○に役立ちます」というものが添えてあると参加する側もイメージができる。
- 大学の教員が教えられることは理論中心で、現場ですぐに実装できますという話はあまりできない。ただ、企業の工場にセンサをつけさせていただいて測らせていただくとか、今後、協力して研究を進めるという展開もあるので、現場の実情を踏まえていくことを少しずつでもやっていきたい。
- ◇企業としては、災害のよりリアルな状況をイメージしたい。被害想定としては、現在は液状化対策が課題となっている。そういう状況になった時の被害をどの程度イメージできるか。
- ◆コースプログラムでまだ確定していない箇所もあるので、その枠を少しもらって、市の職員が取り組み状況を話すというのはどうか？
- ◇コースを受講した方がその後企業でどう活かしたかを把握する作業も必要ではないか。

4) 三河港湾防災・減災連絡会について

- ◇この場はいま大学のやることに意見をいう場という感じになっているが、私はこの場を産学官連携の話し合いの場にできればよいと思う。
- 負担が一気にかけると途中で息切れしてしまう。まずは第3回のメール会議を集まって議論する場にする、会議を1回増やすぐらいのことから考えたい。
- ◇企業としては、外の地域の自治体や企業がどのような取り組みをしているか知りたい。
- ◆たくさん組織がつくられて会合が開かれているが、それは特定の地域ごとであって、横のつながりはあまりない。
- 12/9に豊橋市の商工会議所でシンポジウムを企画している。そこでは自治体や企業の方にパネラーで出ていただきたいと思っている。また、負担のかからない範囲で、ワークショップを企画して横のつながりづくりの場をどこかに入れられないか考えたいと思う。

以上の議論を踏まえ、以下のことについて検討する事とした。

1) 「地域地震防災コース」の日程・会場

- ・講義時間帯を15:00-17:00とする。
- ・「ライフポート」あるいは「カモメリア」を第一候補に会場を確保する。

2) 「現地見学会」について

- ・平日開催とする。
- ・「減災館」だけではなく、防災によく取り組んでいる企業への訪問等、いくつかの対象地をまわることも検討する

3) コースのプログラムについて

- ・市の取り組み紹介やワークショップ等をプログラムに組み込むことを検討する。

4) 三河港湾防災・減災連絡会について

- ・港湾エリアの企業・自治体の防災担当者が集まっているこの場を活かせるよう負担のかからない範囲で開催回数、開催方法などを検討する。

最後に、豊橋技術科学大学より8/26までにコース公募のチラシを作成・配付していく事について報告があり、各自治体の広報掲載、各企業協議会等での周知方法等について、8/26に開催される御津臨海企業懇話会にてチラシ配付ができる様にする事、各自治体の広報掲載について、それぞれの自治体広報の原稿提出期限に合わせて依頼することで合意した。

(2) 第2回連絡会

開催日：2014年12月9日（火）10:30～11:40

会 場：豊橋商工会議所 5階 502室

出席者：古海、三富、遠山、西尾、渡辺、森高、増田、佐藤、松井、木全、大羽（加納氏の代理）、
齊藤、中澤、穂苺、上田、小柳津

オブザーバー：壁谷、中島（以上、中部経済産業局）

連絡会第2回は、人材養成カリキュラムの実施結果を共有し、限られた予算の中で自主的に取り組みを継続していくための課題等について意見交換の場を持った。

また、連絡会第1回にて、防災・減災に関わる産学官連携の場の構築への意見を受け「取組の共有化」の方法に関する提案を行った。さらに、港湾企業の連携によるBCPの普及を推進している中部経済産業局より、取り組み紹介が行われた。当日の議事次第及び配付資料は次の通りである。



写真2-2 人材養成コース実施結果の報告

- 1) 人材養成コース実施結果について
参加状況、受講者アンケート結果について
実施結果、今後の取組等について
- 2) 各地域・自治体での取組の共有化について
- 3) 中部経済産業局の取組について
- 4) その他

【配付資料】

- 1) 議事次第
- 2) H26「地域地震防災コース」実施結果について
(図2-4 (抜粋) ※完全版は資料編を参照)
- 3) 各地域・自治体での取組の共有化について (提案) (図2-5)
- 4) 中部経済産業局の取組に関する資料 (資料編に添付)

コース運営について

時間帯変更によって参加者は「業務として」参加しやすくなったとの声が多かった
 会場は公共交通機関でもアクセスしやすい会場を検討する必要がある
 連絡会が発足したが、位置づけや役割について意見交換が必要

コース内容について

Advanceコースを開設し、前年度受講生を中心に多くに参加してもらえた
 (ただし、次年度はAdvance受講生の行く場がない)
 見学会は概ね好評だったが、企業の取組み事例を見学したいという声もきかれた
 参加者同士の情報交流機会はその必要性を感じていたものの機会を設けることができなかった

アンケート結果について

同一企業団地からの参加者の参加動機、課題意識に共通する傾向がみられた
 (先進的に取組みを進めている団地ではタイトなコミュニティがつくられつつある)
 メカニズムを講義するコースに対し、防災を先進的に実践する企業の取組み事例の紹介や
 実用化できる知識を求める受講生の声が多かった
 (⇒大学がニーズ全てを満足させられないのである部分までの線引きとその先の連携が必要)

図 2-4 「地域地震防災コース」実施結果(抜粋)

2. 各地域・自治体での取組の共有化について

第1回連絡会 風景写真より
 三河港消防・防災連絡会について
 この場はいま大学のやることに意見という感じになっているが、私はこの場を産学官連携の話し合いの場とできればよいと思う。
 ○負担が一気にかかると途中で息切れしてしまう。まずは第3回のメール会議を集まって議論する場に、会議を1回増やすぐらいのことから考えたい。
 ◇企業としては、外の地域の自治体や企業がどのような取組みをしているか知りたい。
 ◆たくさん組織がつくられて会合が開かれているが、それは特定の地域ごとであって、横のつながりはあまりない。
 ○12/9に豊橋市の商工会議所でシンポジウムを企画している。そこでは自治体や企業の方にパネラーを出ていただきたいと思っています。

↓ 防災情報の交流と共有化の提案

1) 「東三河防災情報アーカイブ」(仮称)の立ち上げ : 豊橋技術科学大学 安全安心共創リサーチセンターWEBページに設置
 2) 3月に連絡会(第4回)
 ・今年度の事業報告書ご説明
 ・防災活動の経験交流

「東三河防災情報アーカイブ」のイメージ
 TOPページ
 東三河防災情報アーカイブ
 新着情報
 企業団地
 自治体
 連絡会について

各団体の取組紹介ページ
 ・地区企業懇話会
 ◆トピックス(新着情報)
 ◆今年度の防災取組
 ◆防災マニュアル作成の取組
 ◆マニュアル作成の取組
 紹介写真 紹介写真
 ◆立地条件など、地域の課題(基本情報)

事例の詳細ページ
(又は各団体のホームページ)

お問い合わせ
 年度内に、上記のようなイメージで、本学のホームページに掲載していきたいと存じます。
 1月末位までに情報を頂きたく、別途依頼をさせていただきます。

「東三河防災情報アーカイブ」(仮称)への情報提供のお願い

団体・機関名	お名前
WEB掲載情報	
項目	取組内容やWEBのURLを記載下さい /写真等、資料あれば別途添付ください
1) トピックス(新着情報)	
2) 今年度の防災取組	
3) 防災マニュアル作成の取組	
4) BCPマニュアル作成の取組	
5) 立地条件など、地域の課題(基本情報) 地区が立地する防災圏での立地条件・標高や防潮堤、避難想定場所等	
6) その他記載を希望される情報	

図 2-5 各地域・自治体での取組の共有化について(提案)

意見交換では、①「地域地震防災コース」の実施結果、②各地域・自治体での取組の共有化提案について委員間で次のような意見が交わされた。以下、発言者を◇=企業、◆=行政、○=大学の委員として分けて記載する。

①「地域地震防災コース」の実施結果について（図2-4）

- 今年度は Advance コース 4 コマとバスツアーを追加で開設し、コースの拡充ができた。来年度以降も今年度の内容を基本メニューにしながら、ご意見頂いた交流会等の実施など拡充も考えていく。今後予算的な裏付けは必要だが、大きな無理が生じないようにしながらできるだけ長く継続していきたい。
- ◇見学会は大学や自治体の体験施設や取組事例を実際に確認できて大変勉強になった。

②各地域・自治体での取組の共有化について

- 新着情報、防災活動紹介までをお願いし、防災マニュアル、BCP、基礎情報などは各機関で内容はお任せでいいのではないかと。もしくはいずれかの機関で事例を先にご紹介頂き、例にならって記載頂くのも良いのではないかと。
- 新着情報などアップされたらニュースレター（メーリングリスト）で配信して、WEB ページ閲覧を促すという仕掛けで運用して欲しい。
- 「東三河防災情報アーカイブ」（仮称）の名称はいかがか？
- その他、養成コースの教材や CARM や東海圏防災・減災研究コンソーシアムの活動を紹介するとか、皆さんからは関係する活動など情報共有につながるツールに発展させていければ良い。
- ◇2009 年の台風での高潮以来、マニュアルや計画に沿った準備してきている。地震、津波はいつ来るかは分からないが、高潮は毎年来ると想定して準備している。
- 提案された項目について当方の事例を提示できるので協力したい。
- TOP ページバナーについては、自治体の WEB サイトに直接飛べるリンク先を紹介頂く。
- 例示をしながら 1 月末位で依頼するのでご協力をお願いしたい。

また、今年度事業について各委員から一言ずつ次のようなコメントをいただいた（以下、発言順）。

（株）サイエンス・クリエイト

防災コース継続頂き次年度はぜひ参加したい。

御津臨海企業懇話会

アーカイブの活用の次に情報収集や見学の場の紹介を頂ければ活用していきたい。

豊川市産業部企業立地推進課

3 カ年の取組で来年度は地域の BCP を作っていくステップになるので、中部経済産業局様には講師依頼等、ご相談したい。アーカイブについてもこちらも他の活動を知りたいので情報提供で協力したい。

明海地区防災連絡協議会

地域の企業での対応格差があっては減災の実効を伴わないことになるので個社のレベルを上げていく取組が重要。人材育成等協力をお願いしたい。

神野地区防災自治会

港湾活性化との取組みを始めたばかりなので個々の企業の意識を高めていく必要がある。連携の取組みには少し時間がかかる。自分の会社では2009年高潮災害以来、BCP策定を進めており2015年3月でいったんの完成を考えている。地震防災コースの知見を活用し取り入れて策定している。

豊橋市産業部港湾活性化課

神野防災会のBCP策定にあたり、豊橋市等の被害想定を提示しながら進めて頂いている。

豊橋市産業政策課

サイエンス・クリエイトと連携して中小企業向けにBCP策定講座を今年度実施。策定にはもう一段の具体的な講座内容が必要で、現在メニューの策定中である。

蒲郡市企画部企画広報課

被害想定や危険地域マップなどで啓発活動をしながらか、避難場所の具体化などプラン策定を進めている。

蒲郡地区委員会防災部会

個々の防災意識を高めていくために今後も大学の地震防災コースを活用したい。

田原臨海企業懇話会

BCPは一企業では作れないので、できれば事例を提供頂いて策定につなげたい。

田原市政策推進部企業立地推進室

アンケートにもあったが防災活動でのマンネリ化はありそう。年間数回やってきたが、今回は大学の講習会を活用させて頂いた。今後は、企業懇話会と自治体との連携で人材を活用できる形にしていく必要がある。防災意識を高める上で、企業の持つ組織力を活用頂いて高めていければと考える。

豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター

来年以降、予算面での課題はあるがこの地域の大学の役割として防災コースを継続していくので、引き続き活用頂きたい。

以上の意見交換及びコメントを受け、本事業の報告書完成時期にあわせて次回連絡会を開催すること、提案した防災情報の共有化サイトの立ち上げが概ね好評だったことから、連絡会各委員からの情報提供を受け、安全安心地域共創リサーチセンターで、企画を具体化していくことで合意した。

2.3 事業評価

(1) 評価方法

産学官コンソーシアム全体としての評価を行うため、各委員に事業評価シートを配付し、事業における各実施項目に対する評価を得た。用いた事業評価シートの配付・回収方法は次の通りである。

配付日：12月3日（水）

配付数：10枚（委員のうち企業団体・自治体からの代表者に対して配付）

配付方法：事業評価シートを作成し、メール添付にて各委員にデータで配付

回収方法：1）メールでの返信 2）12月9日（火）の連絡会開催時に回収

(2) 評価項目の内容

評価項目は、以下4つのグループからなる全22項目である。図2-6に示している通り、各委員にはそれぞれの項目に対して5段階評価で評価してもらい、具体的な問題点や改善提案がある場合は、各項目欄の自由記入枠に記入してもらった。

[事業評価項目] (全22項目)

① コースの枠組みに関する事項（5項目）

- ・実施時期の設定
- ・実施期間の設定
- ・実施曜日の設定
- ・開催時間帯の設定
- ・実施会場の設定

② コースプログラムや作成した教材に関する事項（7項目）

- ・コースの分け方
- ・講義の回数
- ・1回あたりの講義時間
- ・1テーマあたりの講義時間
- ・テーマの編成
- ・講義のスタイル
- ・コースの教材

③ 現地見学会に関する事項（5項目）

- ・企画の実施
- ・日程
- ・移動手段
- ・対象地
- ・交流機会

④ 連絡会の設置・運営に関する事項（5項目）

- ・連絡会の設置
- ・連絡会の役割
- ・開催頻度
- ・メンバー構成
- ・今後の方向性

『地域地震防災コース』の実施および『三河港湾防災減災連絡会』の設置等に関する事業評価シート

平成26年度「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業

ご出席の皆さまに置かれましては、本事業の連絡会委員として本事業にご協力いただきありがとうございました。おかげさまで本年度に予定しておりました事業が概ね終了しましたので、取り組みのひと区切りとして、また次年度の取組みに向け、今年度を実施しました事業の評価をお願いしたいと思っております。ご協力をよろしくお願い致します。

2014.12.09 豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター

■ 下記に所属・氏名をご記入の上（無記名可）、(1)～(4)の項目について事業評価をお願い致します。

所属	
氏名	

5段階評価の目安

- 5：満足 特に改善の必要なし
- 4：やや満足 満足感はあるが多少の改善がほしい
- 3：可もなく不可もなく 満足というわけではないが不満もない
- 2：やや不満 不満が残る、いくつかの改善が必要
- 1：不満 抜本的に基本路線の見直しが必要

(1) コースの枠組みについて

評価項目	あなたの評価（5段階評価）					具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
	5	4	3	2	1	
(1) 実施時期の設定 (今年度は秋口～実施)	5	4	3	2	1	
(2) 実施期間の設定 (今年度は10～11月の2ヶ月間で実施)	5	4	3	2	1	
(3) 実施曜日の設定 (今年度は火曜日と木曜日に実施)	5	4	3	2	1	
(4) 開講時間帯の設定 (今年度は15:00-17:00に実施)	5	4	3	2	1	
(5) 実施会場の設定 (今年度は全編カモメリアで実施)	5	4	3	2	1	

(2) コースプログラムや教材について

評価項目	あなたの評価（5段階評価）					具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
	5	4	3	2	1	
(1) コースの分け方 (今年度はBasic編とAdvance編)	5	4	3	2	1	
(2) 講義の回数 (今年度はBasic 4回、Advance 4回)	5	4	3	2	1	
(3) 1回あたりの講義時間 (今年度は1回の講義あたり120分)	5	4	3	2	1	
(4) 1テーマあたりの講義時間 (今年度は1テーマあたり120分)	5	4	3	2	1	
(5) テーマの編成 (今年度は避難所運営、液状化等を追加)	5	4	3	2	1	
(6) 講義のスタイル (基本的にPowerPointによる座学講義)	5	4	3	2	1	
(7) コースの教材 (今年度も前年度と同じ解説付き教材)	5	4	3	2	1	

裏面につづく→

図2-6 配付した事業評価シート（抜粋）

(3) 連絡会委員による事業評価結果

連絡会委員10名から提出された事業評価を表2-1に整理した。以降では、グループ別に評価結果をみる。

①コースの枠組み

(5)「実施会場」の項目で評価のばらつきがでた。連絡会第1回のコースの検討段階では、コースの中身の質がよければ会場はどこでもよいとの意見があり、前年度に利用した豊橋市内の施設を利用したが、端にある蒲郡地区からはやはり通にくいとの意見が出された。前後のコメントから交通量が多くなり渋滞の発生しやすい15:00-17:00に開講時間帯を設定したことも関係していることがうかがえる。

会場への通いやすさが、受講申込者数に関わっているようであれば、実施する会場をこれまでの会場と

表 2-1 連絡会委員による事業評価の結果

評価項目	回答者 No.										Ave	改善してほしい点	
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10			
① コースの枠組みについて	(1) 実施時期の設定 (今年度は秋口～実施)	5	4	3	5	5	3	4	5	4	4	4.2	
	(2) 実施期間の設定 (今年度は10～11月の2ヶ月間で実施)	5	4	3	5	5	3	4	5	4	4	4.2	○講義の回数は適当だが、半日とか1日に集約してほしい。
	(3) 実施曜日の設定 (今年度は火曜日と木曜日に実施)	4	4	3	5	5	3	4	3	4	3	3.8	○BasicとAdvance(週2日)の受講は困難。 ○特に開催曜日にはこだわらなくても良いと思う。
	(4) 開講時間帯の設定 (今年度は15:00-17:00に実施)	4	2	3	5	5	2	4	3	4	4	3.6	○渋滞等で帰るのに時間がかかるので開講時間帯を早めてほしい。
	(5) 実施会場の設定 (今年度は全編カメラアリアで実施)	4	3	3	5	5	2	5	3	2	3	3.5	○蒲郡からは遠い(全体のことを考えれば仕方ないが) ○できれば蒲郡方面での実施も希望したい。 ○会場から遠いエリアの方は行き帰りに苦労されたのではないかと。 ○もう少し広い会場でも良いのでは?出入りがしにくい。 ○交通の利便性の良い場所がベターではないかと?
② コースプログラムや教材について	(1) コースの分け方 (今年度はBasic編とAdvance編)	4	5	3	5	5	1	4	5	4	3	3.9	○Advanceコースからの参加ができないこと。
	(2) 講義の回数 (今年度はBasic4回、Advance4回)	5	5	3	5	5	2	5	5	4	4	4.3	
	(3) 1回あたりの講義時間 (今年度は1回の講義あたり120分)	4	4	3	5	5	3	4	3	4	4	3.9	
	(4) 1テーマあたりの講義時間 (今年度は1テーマあたり120分)	4	4	3	4	5	2	4	3	4	4	3.7	○内容に対して時間が不足している。 ○90～100分程度が望ましい。 ○時間増が必要。
	(5) テーマの編成 (今年度は避難所運営、液状化等を追加)	4	4	5	5	5	4	3	3	3	4	4.0	○「まちづくり」「BCP」のテーマが基礎コースにあると良い。 ○重複した内容は避けた方が良いと思う。
	(6) 講義のスタイル (基本的にPowerPointによる座学講義)	5	4	3	5	5	4	3	3	4	4	4.0	○動画を適当に取り入れるると良い。 ○ビデオ教材により中心付近の席はスクリーンが見えにくかった。
	(7) コースの教材 (今年度も前年度と同じ解説付き教材)	5	5	3	5	5	4	3	3	4	4	4.1	
③ 現地見学会について	(1) 企画の実施 (「現地視察」機会の提供に対する評価)	5	3	5	5	3	-	-	5	5	-	4.4	
	(2) 日程 (今年度は平日1日かけて実施)	5	3	5	5	3	-	-	5	4	-	4.3	
	(3) 移動手段 (今年度は貸切バスで移動)	5	3	5	5	3	-	-	5	5	-	4.4	
	(4) 対象地 (今年度は被災館と2つの市役所施設)	5	3	5	5	-	-	-	5	5	-	4.7	
	(5) 交流機会 (見学会とその後の懇話会に対する評価)	-	3	5	3	-	-	-	5	-	-	4.0	
④ 連絡会の設置について	(1) 連絡会の設置 (連絡会を設置したことに対する評価)	5	5	5	5	4	-	4	4	-	-	4.6	
	(2) 連絡会の役割 (今年度はコースへの意見と広報だった)	4	5	4	5	4	-	-	3	-	-	4.2	○国や県が主催する同種の会合と比較して、フランクな意見が出るのでこれらの会合との情報交換を推進するとよいと思います。
	(3) 開催頻度 (今年度はメール審議含む4回)	4	5	4	4	4	-	3	3	-	-	3.9	○年間通して開催してほしいと思います(一時期集中ではなく) ○回数を減らしてほしい。
	(4) メンバー構成 (今年度は企業団地と事務局から各1名)	5	5	4	5	4	-	4	3	-	-	4.3	
	(5) 今後の方向性 (次年度に向けた会の方向性に対して)	5	5	4	5	4	-	-	3	-	-	4.3	

【自由意見】

「東三河防災情報アーカイブ」は大変ありがたい取り組みです。今後、企業懇話会として協力したいと思います。また、他地域団体や自治体の取組み情報を「知る」だけでなく、「体感」したいところです。アーカイブに参加される各団体の取組みにオープン参加できるような仕組みづくりを進められることを期待しています。
(養成コース受講生にも取組みへの参加案内を配信するとよいと思います) (企業懇話会委員)

「企業・自治体を対象に災害時に活躍できる防災担当者を育成する」と謳っているが、防災に関する基礎的な知識の習得に留まっており、活躍するための判断材料の習得の視点が不足している。発災後に活躍するだけでなく、事前の防災・減災の取組に関する内容が少ない。BasicとAdvanceの内容の組み合わせができていないので、Basicの方が内容が高度であることがあった。講義の中で意見交換や団体の事例紹介ができるような時間をとってもらいたい。それが交流につながるものであり、交流しようといってもなかなかできるものではない。研究テーマの発表会と勘違いしているのではないかと。趣旨が講師に理解されていないのではないかと。災害時にどういう状況になるのかのイメージづくりができる内容がもっとあると良いのではないかと。(自治体委員)

東三河港湾の企業・自治体を対象とした防災担当者の養成が目的となっているが、防災・減災に関する一般的な知識であり、特殊な内容という感じがなかった。一般的な知識の習得の場として公の施設大ホール等を利用しての講演会スタイルに変更し、大勢の方に参加していただくとういのではないかと。(企業懇話会委員)

授業カルテの回答には時間がかかり、休憩中の10数分では回答できず、つい講義をききながら資料をめくっている自分が何のために出席しているのか情けなく思いました。このような人ばかりではないと思いますが、講義が終わると皆帰りたいのは理解できます。講義終了後に回答の時間をつくって頂きたいです。(企業懇話会委員)

変更し、例えば通にくいとの声のある蒲郡地区に設定することを試みれば、新規受講生の開拓にもつながるかも知れない。ただその場合も開講時間帯は13:30-15:30など少し早めに設定しておく必要があるだろう。(1)「実施時期」、(2)「実施期間」は概ね高評価であり、(3)「実施曜日」については「こだわらなくても良い」との意見もあった。他方、業務として参加するとはいえ、週2日や週1日を2ヶ月間続けるのは困難であるようで、開講日を「1日や半日に集約してほしい」との意見もみられた。

②コースプログラムや作成した教材

コースプログラムに関しては、(4)「1テーマあたりの講義時間」に対し、時間を増やしてほしいとの意見が出されたが、一方で1回あたりの時間は90～100分を望む意見もあった。今年度はすべてのテーマを1テーマあたり一律120分(1回の講義)としたが、受講した人からすれば、なかには時間を増やし講義を2回に分けるなどしたほうがよいテーマもあったようだ。また、(1)「コースの分け方」について、今年度はBasicコースを受講した人を対象とするAdvanceコースを用意したが、Advanceコースに含まれているテーマの方に興味があるのでどうにかならないかという相談もいくつかあった。いくつかのテーマを選択して受講できるようにすることも検討する必要があるのかも知れない。

上記、5段階評価のアンケートではディティールに関する評価を主としたが、自由記入欄には、コースそのもののあり方への意見もあった。すなわち、防災人材が「活躍するための判断材料の習得の視点の不足」、「事前の防災・減災の取り組みに関する内容が少ない」、「Basic編の方が内容が高度であることがあった」、「意見交換や団体の事例紹介ができるような時間をとってよいか」、「趣旨が講師に理解されていないのではないか」といった事務局の企画・運営への指摘も認められた。

③現地見学会

現地見学会に関しては、いずれの項目でもAverage4.0以上の高評価であった。チャーターした貸切バスで県内で先進的に防災を進めている名古屋大学、豊田市、岡崎市の施設を1日かけて見学した。県内の防災・減災への取り組み事情に詳しい名古屋大学減災連携研究センターセンター長の福和伸夫教授からの協力を得、豊田市と岡崎市では市職員、名古屋大学減災館では福和先生ご本人から丁寧な施設解説とあわせた防災への取り組み実績等の丁寧な紹介があった。

企画の本編以外にも、バスでの移動中には産学官コンソーシアム担当者が防災クイズを用意し、行程終了後は参加者同士の交流を深める懇親会も開かれた。今回の見学会参加者のほとんどは民間企業からであったのに対し、見学対象が公的機関の施設に偏ったため、参加者からは「次は企業の先進的な事例」という声もきかれたが、通常の座学による講義とは違った試みとして高い評価が得られた。

④連絡会の設置

連絡会の設置に関する事項も概ね高評価であった。ただ、今年度は事業の進捗とあわせた3回のみの実施であったことから、「現状においてはまだ的確な評価ができない」とする未記入票もあった。初動期ということもあり、意見交換のやり方に関する提案や開催頻度に対する要望もいくつか見られた。一方で、幸い連絡会第2回で大学から提案された東三河地域の防災に関する人材や情報の共有サイト(「東三河防災情報アーカイブ(仮称)」)の立ち上げに好意的な意見も見られる(自由記入欄)。次年度以降の連絡会の運営方法や取り組み内容・取り組み課題についての検討は今年度中の議論が必要である。また、提案次年度以降に連絡会の活動を継続する場合、その役割は事業評価にとどまらず、それぞれが東三河地域の防災力を高めることに寄与する当事者として事業推進の役割を担うことが求められる。

3. H 26 年度人材養成プログラムの実施結果

3.1 前年度からの変更点

「地域地震防災コース」は、前年度に引き続き2回目の開催である。今年度は、前年度の試行導入時に顕在化した企画・運営体制やプログラム実施時の問題や課題に対して、以下(1)～(3)を前年度企画から変更して試みた。

(1) 連絡会の設置

第2章での報告のとおり、今年度は人材養成プログラムの導入のための企画検討や事業評価を担う「三河港湾防災・減災連絡会」を設置した。「地域地震防災コース」の企画・運営に関する事前相談などもこの連絡会を通じて行った。

(2) 開催時間帯と実施会場

今年度は、実施会場の検討を「三河港湾防災・減災連絡会」で行い、豊橋市港湾活性課を置く市の公共施設である「カモメリア」(図3-2:豊橋市神野地区)を会場とした。会場の貸与については港湾活性課から便宜を図っていただいた。検討段階では、その都度会場を変えていくつかの会場で開催することも視野に入れていたが、連絡会の委員から業務時間内に仕事としていくことができ、業務時間にいくだけの質を伴う講義であれば会場はどこでもよいとの意見があり、講師側の会場へのアクセスのしやすさ等も踏まえ、同会場で全ての講義を開催する決定をした。



図3-1 参加者募集チラシ

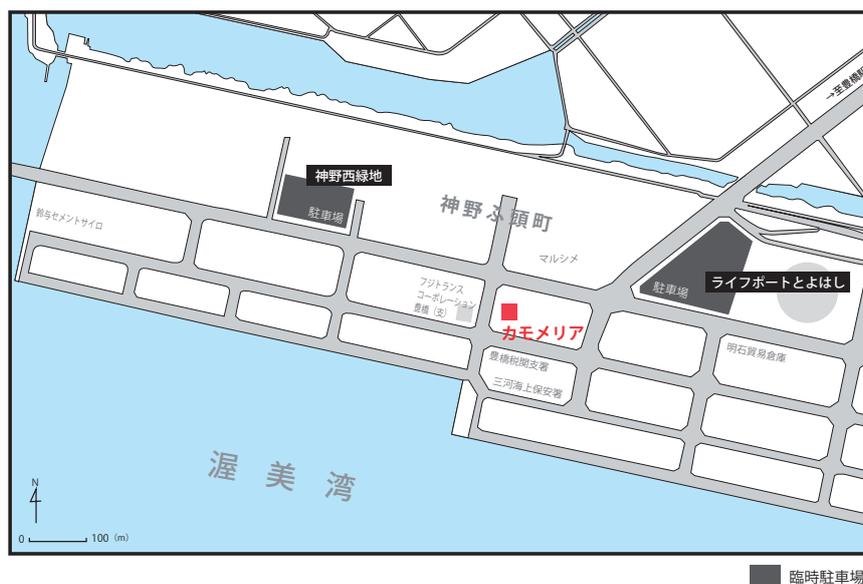


図3-2 「地域地震防災コース」会場の位置

25年度 (2.5～2.26)

Basic コース

1 基礎から学ぶ地震と防災	講師：斉藤大樹
2 基礎から学ぶ建物の地震対策	講師：中澤祥二
3 基礎から学ぶ津波・高潮	講師：加藤 茂
4 基礎から学ぶ地震への備えと行動	講師：増田幸宏



26年度 (10.7～11.14)

Basic コース

1 基礎から学ぶ地震と防災	講師：斉藤大樹
2 基礎から学ぶ建物の地震対策	講師：中澤祥二
3 基礎から学ぶ津波・高潮	講師：加藤 茂
4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営	講師：垣野義典

Advance コース

1 地盤の液状化-メカニズム・被害・対策-	講師：三浦均也
2 建物の耐震診断と耐震補強	講師：松井智哉
3 防災まちづくりと地域防災力	講師：大貝 彰
4 事業継続計画の策定とマネジメント	講師：増田幸宏

(Basic コースを受講された方のみ対象)

+

県内3市の防災関連施設見学会 (希望者のみ)

5

図3-3 コースプログラムの変更点

また、その決定に伴い、開催時間帯を前年度の18:00～19:30から参加者が業務時間に仕事として受講することを想定した日中の15:00～17:00へと変更、さらに講義時間も90分講義から120分講義へと変更した。

(3) コースプログラム

前年度の地震防災、建物の耐震化、津波・高潮、事業継続計画の4つの講義に加え、新たに「地盤の液状化」、「耐震診断と耐震補強」、「防災まちづくりと地域防災力」、「避難方法と避難所運営」の4つの講義を追加した(図3-3)。当初は、前年度の4講義をBasicコースと位置づけ、新たに追加する4つの講義をまとめて「Advanceコース」とする予定だったが、前年度受講生から事業継続計画へのニーズが多かったため、地震防災の基礎を講義するBasicコースの4回目を避難所運営に関する講義に変更し、かわりに事業継続計画に関する講義をAdvanceコースに引き上げ、内容も基礎～一定の知識のある上級者にも対応するものとした。また、今年度は座学だけでなく、実際の防災への取り組み現場で見聞きする機会として施設見学会をとり入れた。

3.2 コース参加者の課題意識

ここからは、Basic, Advanceそれぞれのコース初回に参加者に対して実施したアンケートをもとに、今年度コースの参加者の内訳と受講申込動機をみる。

(1) 参加者の内訳

今年度「地域地震防災コース」の延べ参加者数は94名(Basicコース53名、Advanceコース41名)、実参加者数は82名であった。うち、企業からの参加者は60名、自治体等からの参加者は22名である。表3-1に各参加者の所属をエリア別に整理した。港湾防災に取り組む企業の防災担当者、自治体関係者を主

表3-1 「地域地震防災コース」参加者の所属（エリア別）

■ 企業

蒲郡市 (5)	臨海 (5)	(株) 富士機エクラタ 竹本油脂 (株) 蒲郡港営施設 (株) 飯島精密工業 (株) 日新鋼管 (株) 蒲郡工場		
豊川市 (4)	臨海 (3)	天狗缶詰 (株) (株) エクシム愛知工場 (株) メイチュウ	内地 (1)	新東工業 (株) 豊川製作所
豊橋市 (41)	臨海 (18)	神野 (6)	内地 (23)	ミカワリコピー販売 (株) 日東電工豊橋事業所 中部ガス (株) 中部電力 (株) (有) 山建コンサルタント 松下食品 (株) ティージー (株) 三菱レイヨン (株) 豊橋事業所 (株) サラコーポレーション ガステックサービス (株) シンフォニアテクノロジー (株) アスモ (株) 豊橋工場 豊橋海底ケーブル陸揚局 豊橋信用金庫 (有) アルマック豊橋
		明海 (12)		
田原市 (10)	臨海 (10)	豊通スマルティングテクノロジー (株) 愛知海運産業 (株) トヨタ自動車 (株) 田原工場 日本エア・リキード (株) 田原工場 アイシン・エイ・ダブリュ (株) 新明工業 (株) 田原工場 (株) 協豊製作所		

企業合計 60 (うち臨海 36、内地 24)

■ 自治体関係・法人

自治体関係 (16)	市役所 (12)	新城市・蒲郡市・豊橋市・豊川市・浜松市
	その他 自治体関係 (4)	三河海上保安署 愛知県東三河総局新城設楽振興事務所 愛知県東三河建設事務所 豊橋港湾施設運営協議会
法人 (6)	社団法人 (2)	(社) 日本貨物検数協会 (公社) 東三河地域研究センター
	NPO法人 (3)	NPO法人愛知ネット NPO法人表浜ネットワーク
	学校法人 (1)	愛知大学

自治体関係・法人合計 22

な対象者としていたが、内地の企業、港湾部に接していない奥三河の自治体からの参加もあった。企業からの参加者は、内地からの参加者に中小企業からの参加者もみられたが、大企業からの参加者がそれ以外のほとんどを占めた。会場を豊橋に置き、広報も豊橋を中心に行ったためか、豊橋市内の企業・自治体からの参加者が多く、全体3分の2以上を占めた。とりわけ、東三河北部からの参加者は昨年度に引き続き少なかった。

(2) 参加者の立場

当初の予定通り、自治体関係者は当然のこと、主な対象者としていた臨海企業だけでなく内地側の企業を含め、コース申込者のほとんどが「業務として」の立場で参加していた(図3-4)。

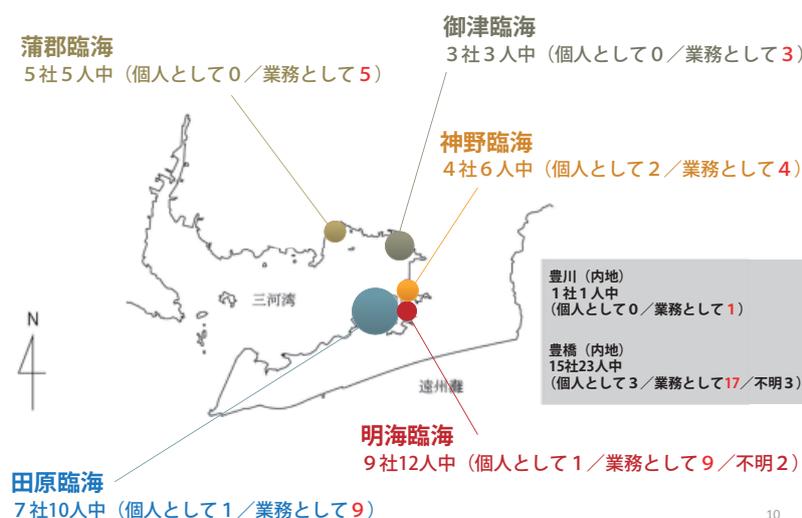


図3-4 参加者の立場

(3) 参加動機

次に参加動機をみる。「臨海企業」、「内地企業」、「自治体関係」に分類し、エリア別に整理した。

まず、「臨海企業」からの参加者の参加動機をみる(図3-5)。御津、神野、明海の3地区からの参加者の主たる参加動機には、BCPや防災マニュアルの策定または改善に関する記述がみられた。蒲郡地区には、知識習得や防災への取り組み意識・手法の獲得、田原地区には、防災意識の維持・向上や地震・津波への備えに関する記述がみられた。

前提として、田原、明海の両地区は、防災への取り組みを率先して実施した地区であり、神野、御津の両地区は、地区として防災に取り組む独自体制を整えつつある地区、蒲郡地区は、これから企業—自治体間での情報交換の頻度を高め、地区としての体制をこれから整えていこうとしている地区である。

こうした地区ごとの事情を踏まえつつ結果をみると、防災への取り組み初期段階の地区の参加者からは、取り組みの取っ掛かりを得ようとする傾向がみられるのに対し、率先して防災への取り組みを行ってきた地区からの参加者からは、すでにある計画や実践事項をカスタマイズするための知識を得ようとする傾向がみられた。また、蒲郡地区からの参加者に防災意識に関する記述がみられるが、田原地区からの参加者にも同様に防災意識に関する記述がみられ、知識習得やいくつかの実践過程での防災担当者の取り組み意識の維持・向上も本コースの参加動機のひとつになっていることがうかがえた。

御津臨海 BCPの策定・マニュアルの改訂

蒲郡臨海

業務上の防災知識の必要性
防災への取組み意識や手法の習得

グループ会社がBCP活動を開始し、地震防災の知識が必要になった業務上、地震防災の知識が必要になったため
蒲郡地区の「防災部会」の活動に活かすため
会社で地震に対してどう取り組んだらよいかを知りたくて参加した
防災に対する意識が低いから

田原臨海

防災知識の習得と実践
防災意識の維持・向上
地震・津波への備え

地震に関する基礎知識の習得
多くの知識を得ておくことが、地震防災に役立つと考えた
防災・減災に関する知識を習得して業務に活用したい
全従業員の防災意識を高める方策を知りたいため
地震防災に対する意識の維持と向上のため
最近、毎年の防災訓練がマンネリ化している
工場が海に面したところにあり、津波などに備える必要があると考えた
大規模地震・津波対応を進める中で推進したい企画の説得力をつけることと企画そのものの質を上げるために参加した

BCPの策定を考えたい

会社で地震発生時の対応を取り決めているが、さらに情報を集め、よりよいマニュアルをつくりたい

神野臨海

BCPの策定
災害時対応の正確な理解

BCPのため
BCP作成に活かしたいため
ふ頭に会社があるので地震・津波の知識を得たい
地震・津波発生時の的確な対処方法を、理論的に理解し、実践に役立てていきたい
海の仕事をしている会社のため今後の社員保護や経営、建物と拠点の考え方を本気で考えなければならぬと思った

明海臨海

BCP・マニュアルへの反映
防災知識の向上と実践

当社のBCP構築の情報として活用したい
津波対策、BCPIに関する知識不足を改善するため
社内の防災対策とBCPに反映するため
地震防災の知識を向上させ、防災マニュアル・BCPを実際に使えるものにするため
工場の防災訓練の計画・実施に役立てたい
会社にていかに従業員を守るかを検討するため
地震や津波を理解し、発信する力が必要と考えたため

図 3 - 5 参加動機（臨海企業）

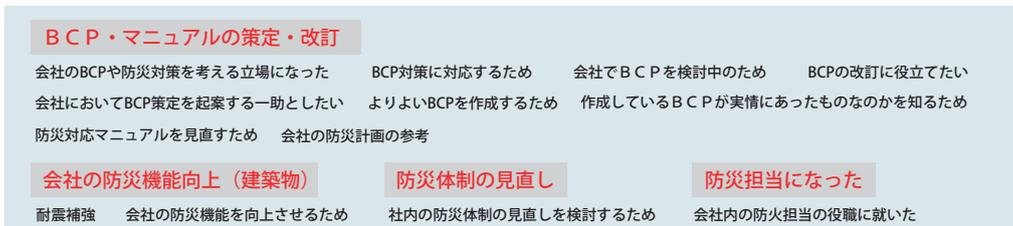


図 3 - 6 参加動機（内地企業）

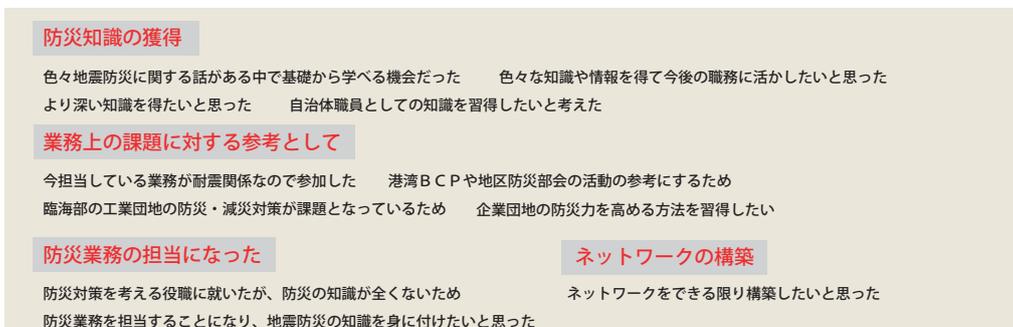


図 3 - 7 参加動機（自治体関係）

続いて、「内地企業」と「自治体関係」からの参加者の参加動機をみる。

「内地企業」からの参加者の動機に多く見られたのは、BCPの策定あるいは改善に関する記述である。内地のため「臨海企業」におけるいくつかの企業からの参加者にみられた津波避難対策に関する記述はない一方、このグループでは耐震補強に関する記述がみられた。

「自治体関係」からの参加者には、行政の防災担当としての業務を遂行するために必要な知識獲得を主たる参加動機にしている傾向がみられた。また、「臨海企業」、「内地企業」グループにも記述がみられたが、他部署からの異動等で業務に役立てられる防災知識を基礎から学ぶ必要性が生じた参加者も一定数いることがわかった。

(4) 業務上の課題意識

「業務として」参加した参加者に対し、本コースへの参加動機と業務における課題との関係をきいた。図3-8～図3-10は、その結果を先の結果と同様にグループ別に整理したものである。

「臨海企業」グループは、津波、液状化への課題意識が地区ごとにある程度共通している点が顕著であった。また、参加動機にもみられた防災に対する危機意識の低さやマンネリ化への課題意識がここでもみられた。

対して「内地企業」はBCPの策定と地震発生時の行動、地域連携に対する課題意識がみられた。また、課題が何であるかを把握できていない参加者も認められた。「自治体関係」の場合、臨海の企業立地等に当たっている参加者は津波対策、内地で地震対策にあたっている参加者は耐震化など、自治体によって、あるいは担当課によって課題意識は異なっていた。

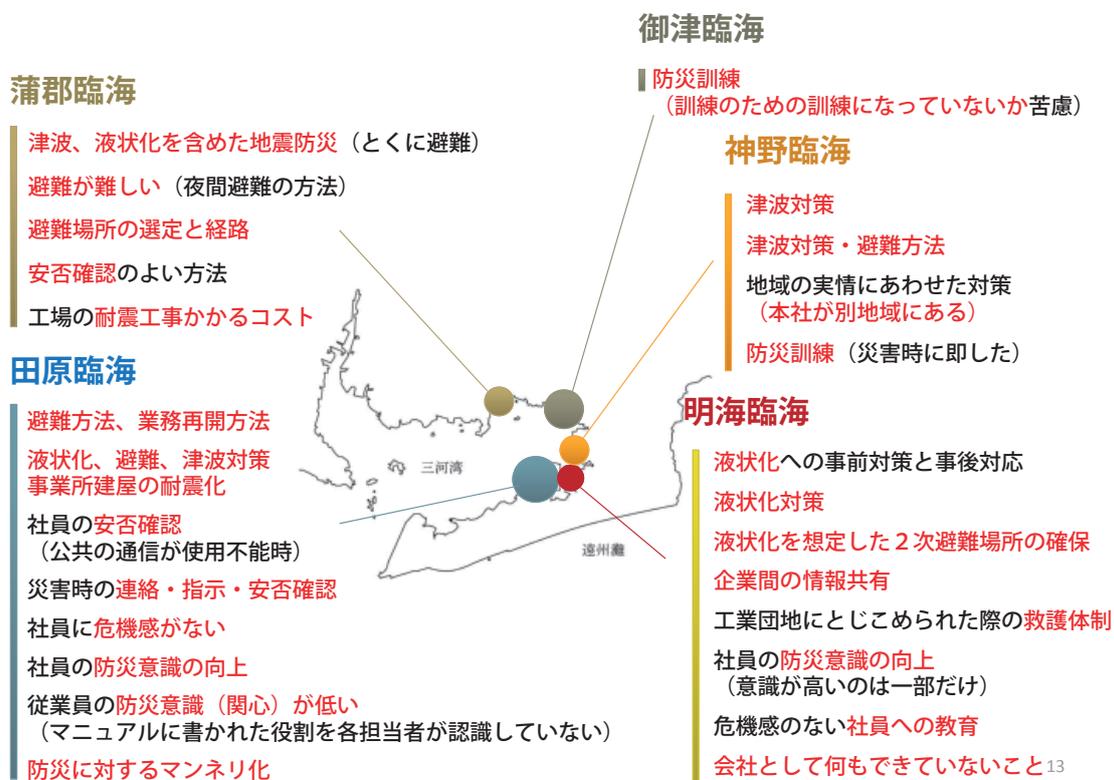


図3-8 業務上の課題意識 (臨海企業)

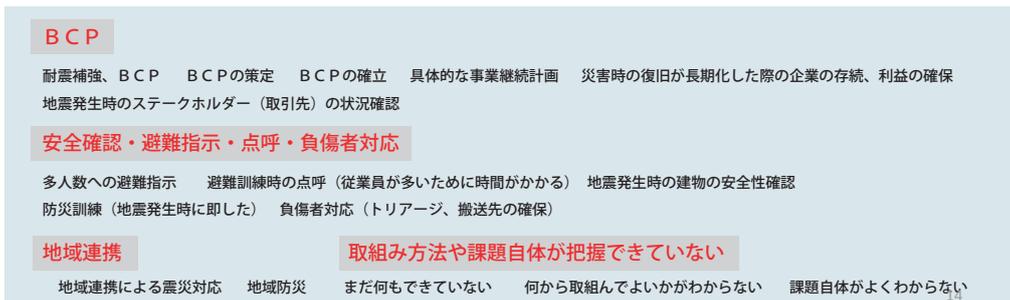


図 3-9 業務上の課題意識（内地企業）

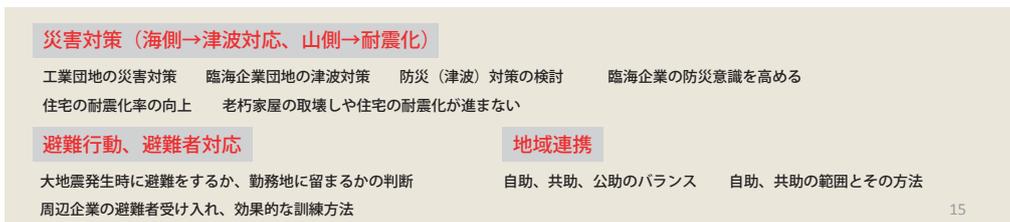


図 3-10 業務上の課題意識（自治体関係）

上記結果に対し、前年度のテーマ（地震メカニズム、地震による建物被害、津波・高潮、事業継続計画）と今年度新たに追加した4つのテーマ（避難方法と避難所運営、地盤の液状化、建物の耐震診断と耐震補強、防災まちづくりと地域防災力）とで、参加者のもっているそれぞれの課題意識とテーマ的にはある程度対応している。地区ごとあるいは個別企業ごとに対策の進展度が異なるが、どのようなステージでの取り組み課題に対する意識なのか、またそれがコースを経たことでどのようになっていったかを、今後のコースの実施と並行して把握していく必要があるだろう。

3.3 H26年度「地域地震防災コース」の実施内容

(1) 参加者数の推移

コースへの申込者数は、Basic コース 57 名、Advance コース 44 名であったのに対し、実質的な参加者数は Basic コース 53 名、Advance コース 41 名であった（コースに 1 度も参加しなかった申込者を除いた数）。コースの参加者数の推移を図 3-8 に整理した。テーマごとの参加者のばらつきは少なく、各回 8 割以上の申込者が講義を受講した。

前年度と同様に、各コース 4 回中 3 回以上の出席で修了証を授与することにしていたところ、Basic コースは参加者 53 名中 51 名 (96.2%)、Advance コースは参加者 41 名中 36 名 (87.8%) がその条件をクリアした。前年度の 58 名と今年度の 87 名とを合わせ、修了生は延べ 145 名となった。

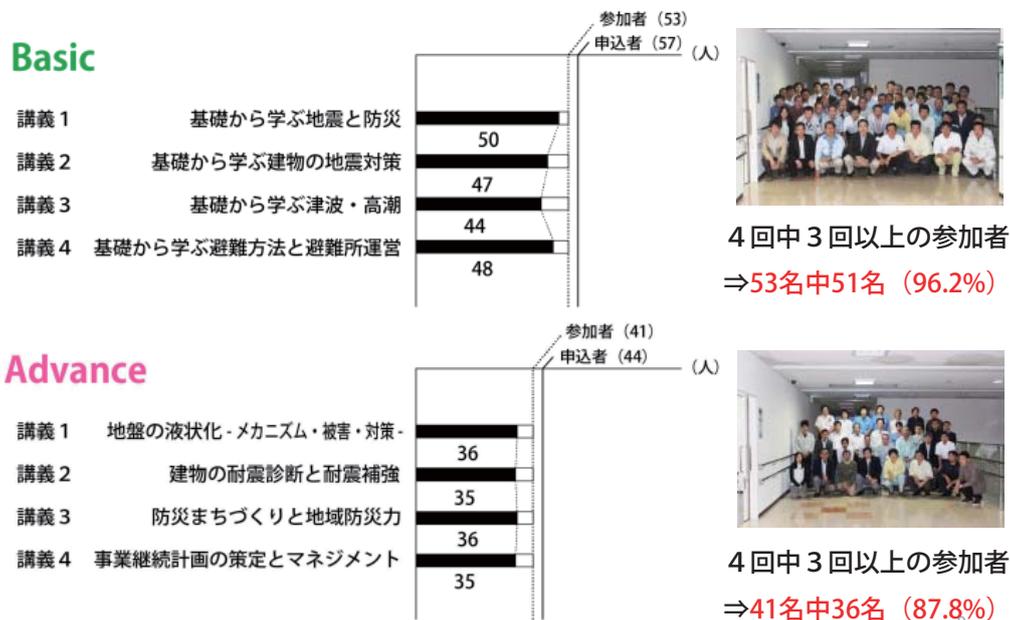


図 3-8 参加者数の推移

(2) 講義内容と受講生の反応

① Basic コース

Basic コースは、前年度に実施した 4 つのテーマから 3 つを引き継ぎ（講義 1～3）、講義 4 に「避難」のテーマを加えた全 4 テーマで実施した。開催日は、10 月 7 日（火）、10 月 14 日（火）、11 月 4 日（火）、11 月 11 日（火）の 4 日間である。4 回それぞれの講義内容と講義に対する受講者の反応は次の通りである。

■ 講義内容（テーマ・目次）

講義 1：「基礎から学ぶ地震と防災」

講師 齊藤大樹（安全安心地域共創リサーチセンター長／建築・都市システム学系 教授）

テキスト目次

1. 地震はなぜ起きるのか？
2. なぜ建物は地震で崩壊するのか？
3. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？



写真 3-1 講義 1 基礎から学ぶ地震と防災



写真 3-2 講義 2 基礎から学ぶ建物の地震対策



写真 3-3 講義 3 基礎から学ぶ津波と高潮



写真 3-4 講義 4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営

4. 強度型か靱性型か？
5. 免震構造って何？
6. 津波にどう備えるか？
7. 地域防災力をいかに高めるか？

講義 2 : 「基礎から学ぶ建物の地震対策」

講師 中澤祥二 (建築・都市システム学系 教授)

テキスト目次

1. 振動学の基礎 (質点系の応答／共振現象／応答スペクトル)
2. 耐震診断法と耐震補強法
(耐震診断法のあらまし／耐震診断結果の読み方／耐震診断法の種類など)
3. 免震・制震 (制振) 工法 (免震工法・制振工法の考え方)

講義 3 : 「基礎から学ぶ津波・高潮」

講師 加藤 茂 (建築・都市システム学系 准教授)

テキスト目次

1. 津波と高潮の違い
2. 津波を知る
(津波の高さ／津波の特性／津波が高くなる地形の特徴／沿岸域や港湾内での津波など)
3. 高潮を知る
(我が国における主要な高潮災害／三河湾奥部の低平地／沿岸防災上の課題など)
4. 現代の都市 (堤防に守られた町)
(沿岸災害に対する対応状況／伊勢湾・三河湾における高潮への検討内容など)

講義 4 : 「基礎から学ぶ避難方法と避難所運営」

講師 垣野義典 (建築・都市システム学系 准教授)

テキスト目次

1. 大災害が起こったら、実際に避難所ではどのようなことが起こるか
2. 阪神淡路 (1995)、東日本大震災 (2011) の例
3. 東三河ではどんな準備が進んでいるでしょうか?
4. 避難所運営のしかた・ポイント
5. 円滑な避難所運営にむけて

■講義に対する受講生の反応

Basic コースの各講義に対する受講生の反応を抜粋し、表 3-2 にまとめた。Basic コースは、各講師が

表 3-2 各講義に対する受講生の反応 (Basic コース)

<p>講義 1 : 基礎から学ぶ地震と防災 (齊藤大樹)</p> <p>○地震発生メカニズムと耐震・免震について理解ができた、IS 値のことをもっとよく知りたい。</p> <p>○防災やBCPを考える上でハード面は個社の範囲ということであまり考えていなかったが、免震化の大切さを学ぶことができてよかった。</p> <p>○一般的な防災セミナーと異なり、アカデミックな内容が新鮮だった。</p> <p>○科学的に地震について教えてもらえてよかった、発災対応訓練はやっていないので今後、会社の避難訓練のなかで取り組みたいと思っている。</p> <p>○得られたことを発災対応訓練、社内防災訓練に活かしたい。</p> <p>○資料やスライド、動画などとてもビジュアルとしてわかりやすかった、基本事項の復習ができて会社でも活かしたいと思った。</p> <p>○用意された資料が他の人に伝えるのにも役立つものになる、話が細かい話ではなく、防災全般にわたっていることが有意義。</p>
<p>講義 2 : 基礎から学ぶ建物の耐震対策 (中澤祥二)</p> <p>○専門的内容で若干理解しにくいところもあった、ただ、具体例も多く、全般的には非常に分かりやすく、勉強になった。</p> <p>○耐震設計の考え方、耐震診断の考え方などなんとなく対策として知っていたことが理屈で理解できた。</p> <p>また、非構造部材のリスクがあることがわかり、会社に戻って、リスクとなるものを抽出したいと思った。</p> <p>○避難時の安全な通路を確保する上で建物内の天井や壁パネルの耐震対策も十分に検討していかなければならないことがわかった。</p> <p>○耐震設計法についてまとめて知ることもできた、今までが勉強不足。</p> <p>耐震設計、診断について、何を考えて診断をしているのかを知ることができ、結果だけでなく、過程にも関心ももてた。</p> <p>○体育館の事例が出てきたのは、避難所として使う場合があるということで、構造材とともに非構造材の耐震化が必要だということは非常に共感できた、とくに公共施設の耐震化はそういうところを考えていく必要がある。</p>
<p>講義 3 : 基礎から学ぶ津波と高潮 (加藤 茂)</p> <p>○情報を正確につかんだ上で減災に対応する手段を想定して準備することが大切だと思った。</p> <p>○津波・高潮の違いが明確に理解できた、私の居場所は高潮の危険度が高いため、BCPや減災等、できることをしたい。</p> <p>○台風 18 号の際には弊社も被害を受けた、実際に起きた事例での解説はわかりやすかった従業員教育でも使いたい。</p> <p>○三河湾沿岸では津波以上に高潮の方が大変になりそうだと感じた、弊社は社屋が奥まった場所にあるので直接の影響は少ないかもしれないが、社外に出るものいかにしてこの情報を伝え身を守ってもらうか考えてもらいたいで、社員へのフィードバック方法を考えたい</p> <p>○津波と高潮の違いがわかり、たいへん勉強になった、標高が高くても川が近くにある場合はそのリスクを検討すべきだと感じた、今後は津波・高潮発生時の行動を考えたい</p> <p>○津波と高潮の違いについて理解することができた、防災については構造物に依存しない減災がやはり重要だと感じた。</p>
<p>講義 4 : 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 (垣野義典)</p> <p>○避難所運営に関して知識不足を感じた。リーダーシップを発揮できる人が必要不可欠であること、避難所において共同生活をしていくのはかなりたいへんであることがわかった。</p> <p>○避難所運営の講義は今までに受けたことがなかったため、とても興味深きかせてもらった。</p> <p>○避難が必要な災害を経験したことがないので、本日の話は想像の外側にあったが、あたらめて大変なことだと感じた、事前準備する必要性を痛感したため、会社での備蓄も含めて検討したい。</p> <p>○これまでの講義の中で最も考えさせられる内容だった、言い方を換えれば最もこれまでの対策方法に対して改善のしがいのある内容だった。静岡の HUG を購入し工場のトップにやってもらったが、重ねていきたいと思った。企業のみであれば維持できそうな秩序もそれ以外の人が入ってくることで簡単に破たんしてしまうことが理解できた、心の準備だけでもしておきたい。</p> <p>○ライフラインに関わる仕事をしているため、避難所運営というよりは事業継続と置き換えて話をきき、運営方法の難しさを感じた。特にお客様対応をどのように実践するか、また業務を運営するのはどこなのか、問題は多い。</p>



写真 3-5 講義風景

教材のつくり方や講義の解説を工夫し、地震防災に関する様々なメカニズムの正しい理解を促している。これに対し、受講生からの反応にもその大切さへの気づきや再認識が読み取れる。自社の立地環境や施設環境などを都度年頭に講義を聞いている様子が認められる。内容に対する理解と興味（テーマによっては危機感）を示す受講生が多くみられ、教材あるいは講義内容は職場での防災の在り方を考えるきっかけとして本コースが役立っていることがうかがえる。

② Advance コース

Advance コースは、前年度に実施した4つのテーマのうち受講生からの要望が多かった「BCP」のテーマに新たに3つのテーマを加えた全4テーマで実施した。開催日は、10月9日（木）、10月16日（木）、11月6日（木）、11月13日（木）の4日間である。4回それぞれの講義内容と講義に対する受講者の反応は次の通りである。

■講義内容（テーマ・目次）

講義 1：「地盤の液状化－メカニズム・被害・対策－」

講師 三浦均也（建築・都市システム学系 教授）

テキスト目次

1. 液状化の背景と歴史
2. 液状化のメカニズム
3. 液状化による被害とその分類
4. 液状化の調査
5. 液状化の防止対策



写真 3-6 講義 1 地盤の液状化



写真 3-7 講義 2 建物の耐震診断と耐震補強



写真 3-8 講義 3 防災まちづくりと地域防災力



写真 3-9 講義 4 事業継続計画の策定と
マネジメント

講義 2 : 「建物の診断と補強」

講師 松井智哉 (建築・都市システム学系 准教授)

テキスト目次

1. 耐震改修促進法
2. 耐震診断 (構造耐震指標 I_s 値)
3. 耐震改修 (補強工法の種類 / 改修事例 / 改修費用)

講義 3 : 「防災まちづくりと地域防災力」

講師 大貝 彰 (豊橋技術科学大学 理事・副学長)

テキスト目次

1. 地域防災力について学ぶ
(世帯レベルの防災意識 / 一般住民の防災対応能力 / 自主防災組織の災害時対応能力など)
2. 防災まちづくりの進め方
(活動のきっかけづくり / 課題の理解と共有化 / 計画づくりなど)
3. ポイントとまとめ

講義 4 : 「事業継続計画の策定とマネジメント」

講師 増田幸宏 (豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター 客員准教授)

テキスト目次

1. 災害に対するレジリエンス
2. レジリエンス向上のポイント
3. 災害に強い建物を実現するために

表 3-3 各講義に対する受講生の反応 (Advance コース)

<p>講義 1：地盤の液状化 - メカニズム・被害・対策 - (三浦均也)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○発生現象～対策まで一貫して話を聞けることは今までになく、断片的に持っていた知識をつなぐことができ有意義だった。 ○船町に当社の施設があり、一時期、液状化の対策を考えた際に、コストがネックであることをいわれたが、本日はそのことがよくわかった ○弊社も液状化が想定される地域に立地しているので防災知識の向上に大変役立った。 ○構造物に対する液状化という大きな問題について、分かりやすい説明がきけてよかった、コストとの兼ね合いで選択と集中で対応していくということは何事にもつながる話として聴くことができた。 ○今まで漠然と液状化の現象を認識していたが、本日具体的な説明がきけてよかった、一方で、津波と液状化が複合的に起こった際に液状化がどのぐらい避難に影響を及ぼすかイメージがまだできない。
<p>講義 2：建物の耐震診断と耐震補強 (松井智哉)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○耐震の種類と必要性がよくわかった、先週の液状化対策と同様にコストがかかるが、実行すれば効果があることがわかった。 ○耐震補強の考え方や方法がよく理解できた、補強にかかる費用が示されており、具体性があったよかった。 ○耐震改修に関する法律から耐震診断と改修方法の流れがうまくストーリーになっていてわかりやすかった、建物の材質や構造ごとの改修方法も難しい数式もなく、対処法も納得できる内容だった。 ○建物の耐震診断についてよくわかった、改修工事を行う上で、どの方法をとったらよいかをよく検討した上で実施していきたいと思った。 ○木造住宅の補強等については担当部署でやっているのを知っていることが多かったが、非木造の建物についてのそれはよく知らなかったもので、知ることができてよかった。
<p>講義 3：防災まちづくりと地域防災力 (大貝 彰)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○あくまでも自主的に継続的にまちづくりに取り組むことの重要性が理解できた、少しずつだが継続的に取り組みを進めたいと思う。 ○地域コミュニティでの取組でも誰かがぶつかる壁など、失敗例も紹介してもらえると、企業の中でのBCPなどにも活かせると思った。 ○防災まちづくりのきっかけをつくることと継続性を保つことが難しいと感じる。 ○防災訓練はシナリオ型のものしかやっていたが、他の方法を試みて、実際にどこまで対応できるのか実践してみたいと思う。 ○自治会で防災を担当しており参加したが、会社でも防災業務を担当しており、来月地震発生から3～6時間以内のタイムラインを作成してBCPの訓練を立案中である、このようななかで、「補完性の原理」に関するお話は大変参考になった。 ○地域防災力の面からの説明であったが、まとめのところで述べられていたように、企業のリジリエンス向上、強化にも活かせると思った。ソフト面からの視点の事例が多く、大変よかった。
<p>講義 4：事業継続計画の策定とマネジメント (増田幸宏)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○次週より、BCPの再策定を行う予定である、今回の講義の考え方を参考にしたい。 ○これまでレジリエンスについては、単に「災害に負けない、立ち向かっていく力」という理解でいたが、減災を目的に色々な対策を講じることで「落ち込み」や「復旧時間」を短縮可能になることがわかり、現在計画しているBCP訓練の立案の参考になった。 ○改めてBCPのポイントを勉強することができた、リソースから発想すること、一番大事なりソースは時間ということを念頭に、現在会社で取り組んでいるBCPの整備に役立てたいと感じた。 ○当社でもBCPを総務部門で作成している。セミナーの中で、経営トップ層が率先して取り組むことが大切ということを認識した。営業、物流の各部門も一緒に重要リソースの維持確保できる対策を準備したいと思う。 ○起こり得るリスクを洗い出して備えることが大切だと考えていたが、自治体の場合は最優先事項と切り捨てる事項を明確に区別することが困難でありそこが課題。また、従業員全員が発災後の行動計画を把握し実践できることが理想だが、これも現実的にはなかなか難しい状況なので、今回の講義を参考にもう一度検討してみたいと思う。

■講義に対する受講生の反応

表 3-3 は、Advance コースの各講義に対する受講生の反応を抜粋したものである。ただ内容が高度化したというのではなく、防災担当者が実務の現場での実践に活かすことを考慮した具体的な事例や対策方法を示しているところに工夫がある。受講生からのコメントもその点に対する反応が多かった。実務の現場ですでに取り組み課題としている内容に近いテーマの講義はもちろんのこと、そうでないテーマについてもきいた内容をそのまま受け取るのではなく、自らの取り組み課題に引き寄せたり置き換えたりしながら講義を受講している受講生もみられる。こうしたことを踏まえると、受講生参加型の実務演習の講義があってもよいのかも知れない。次年度の課題である。

(3) 見学会の開催

今年度の「地域地震防災コース」では、自然災害のメカニズムとそれに対する防災対策のしくみや技術を、教材に基づいて理論的に学習することと併せて、それら学習内容を仮想体験や具体的な実装例を間近でみることを通してコースにおける理論的学習効果を高めるため現地視察（バスツアー）を企画した（図3-9）。

東海圏減災研究コンソーシアムでのつながりのある名古屋大学の福和伸夫先生（名古屋大学減災連携研究センター）に視察先での講演及び周辺の防災施設に関する情報提供を依頼し、先進的な災害対策技術を実装し東海圏の災害対策拠点としての役割も担う名古屋大学「減災館」の他、コースにて理論的に学習する自然災害の脅威とそれに対する対処方法を身をもって体験できる施設（豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー等）を視察した。

■日時・視察対象

日 時：平成26年10月28日（火）9:00～18:30

対象施設：名古屋大学減災館

豊田市防災学習センター

岡崎市防災展示コーナー

参加者：企業等の防災担当者等27名（定員40名）

参加費：1000円（弁当代込み）

主催：安全安心地域共創りサーチセンター

■当日スケジュール

- 8:45 豊橋駅集合
- 9:00 豊橋駅出発
- 10:30-11:45 豊田市防災学習センター
- 12:25-15:00 名古屋大学減災館
- 16:10-17:10 岡崎市防災展示コーナー
- 18:30 豊橋駅到着

定員40名
(申込順)

『地域地震防災コース』スピノフ企画
県内3市の防災関連施設をめぐるバスツアー

今年度の「地域地震防災コース」では、自然災害のメカニズムとそれに対する防災対策のしくみや技術を、教材に基づいて理論的に学習することと併せて、それら学習内容を仮想体験や具体的な実装例を間近でみることを通してコースにおける理論的学習効果を高めるため現地視察（バスツアー）を企画しました。
先進的な災害対策技術を実装し、東海圏の災害対策拠点としての役割も担う名古屋大学「減災館」の他、コースにて理論的に学習する自然災害の脅威とそれに対する対処方法を身をもって体験できる施設（豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー等）を視察します。

開催日時
2014年10月28日（火）9:00～18:30（8:45に「豊橋駅」集合）
※集合場所の詳細は、申込者に別途お知らせします。

見学対象施設
名古屋大学減災館、豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー

定員・対象・参加費
定員：40名（先着順） 対象：企業・自治体に勤務されている方
参加費：1,000円（弁当代含む）※当日お支払い下さい。

スケジュール

- 8:45 豊橋駅集合
- 9:00 豊橋駅出発
- 10:30 1 豊田市防災学習センター（センター職員による各体験コーナーの案内）
- 11:45 5 案内で昼食
- 12:25 1 名古屋大学減災館（福和伸夫先生（名古屋大学減災連携研究センター長）による施設案内）
- 15:00 5
- 16:10 1 岡崎市役所（防災展示コーナー）（防災危機管理課による出前講座）
- 17:10 5
- 18:30 豊橋駅到着

到着後、豊橋駅周辺で懇談会も予定しています。

参加希望者は、添付の申込書をお使いください。

図3-9 現地見学会チラシ

■各施設に対する参加者の感想

①豊田市防災学習センター

○三次元画像を用いたハザードマップは分かりやすい。各種体験コーナーは気軽に利用できるのがいい、特に煙脱出体験は初めて見たので参考になった。防災用品で、光触媒で殺菌する「メデタンク」については知らなかったもので、使えるかどうか検討してみる予定。

○体験学習をしながら防災意識を高められる施設。暴風体験、地震体験、消火体験、煙脱出体験と臨場感ある体験が味わえる施設が身近にあることに豊田の方が羨ましく思った。今回行った3施設の中では一番簡単で解りやすい施設だった。



写真3-10 職員による体験施設の案内 @豊田市防災学習センター

○実際の災害にあった時の模擬体験を行い、災害を身近に感じる事が出来て良かった。防災品の展示も興味深い物が多く参考としたい。

○消防の観点から様々な体感コーナーで感じることがができる施設は見学者として非常にわかりやすかった。社員研修などに活用したく思った。

○色々な想定実体験ができて大変有意義だった。もう少し近くに、このような施設があると良いと思った。

②名古屋大学減災館

○福和センター長の話は新発見の数々で本当に良かった。企画された技科大に本当に感謝。私個人で年内にもまた一般見学に行こうと思う。

○減災館はすごい！防災センターであり研究施設であり地域連携の教育普及施設でもある。こんなに何でも詰め込んで良いのか？とってしまった。福和教授のトークも辛口でとても楽しく、活動のヒントが一杯だった。

○貴重な福和先生の講義は、わかりやすかつ個人的な防災意識の欠落を反省させるものだった。様々な施設見学・体感コーナーも貴重な経験として大切と思ったが、やはり専門家における危機意識に対する欠落部分を再度考えさせられる講演は非常に参考になった。

○センター長の福和先生の講義は迫力があつた。減災館の免震構造を写真ではなく自分の目で見ることもとても良かった。

○福和先生のお話は大変分かりやすいものだった。逃げてたり避けたりするしかない時代を生きた先人の知恵にこそ学ぶものが有り、現在起きている事象も過去の歴史を踏まえて考えるべきと教えてくれた。

一般的な企業は利益を上げることから始まる。利益が上がらなければ成り立たない。それは間違いないことだが、利益だけを追求すれば、「利便性の良いところに立地させる」「コストを掛けない建物を作る」等、自社に置き換えて考えてもとにかく安全を軽視して考えた計画によってできている物が多く有るように思った。

事業を継続する長期的視野に立って考えるならば、今後の設備投資等については震災等に対して耐えうる費用を盛り込んで考えることをしなければならないと改めて考える機会を得た。家庭でも同様だと思った。



写真3-11 消火器を使った消火体験
@豊田市防災学習センター



写真3-12 福和先生による講義
@名古屋大学減災館



写真3-13 防災実装化した施設の見学
@名古屋大学減災館

③岡崎市防災展示コーナー

○過去に水害があったためか、洪水対策に力を入れている点が東三河4市とは異なり、目新しく感じた。

防災展示コーナーは入り口近くにかかなりのスペースを使用して、市の取組み姿勢がうかがわれる。豊田市と同じく、三次元画像を用いたハザードマップは分かりやすい。

○市としての強い取り組みを感じる事が出来た。(特に近年被災者が出ている水害に対して)

○市政における市民に対する啓蒙活動の確立に努められている部分を羨ましく感じました。特に市の作成するビデオは教育にも非常に役に立つと思います。

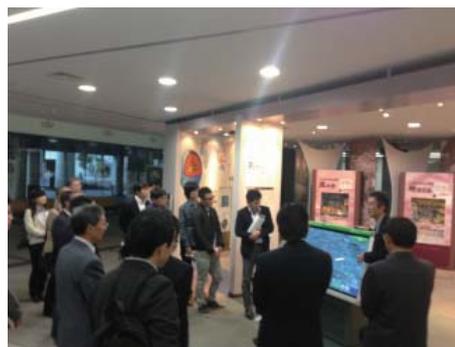


写真3-14 玄関の最も目立つ場所に設置された展示コーナー
@岡崎市防災展示コーナー

④見学会に対する意見

○来年については、豊橋市と同じく海に面していて干拓地がある地域(西三河や知多など)を訪問したらどうでしょうか。

○臨海企業関係者が意外と少なく、少し残念だった。皆さん既に見学済ということなら良いが、興味が無いという事だと心配である(たぶんお忙しくて都合がつかないだけとは思いますが)。

○災害の怖さの再認識、新しい設備・対応策や過去の災害の教訓が学ぶ事が出来て良かった。バスの最初の自己紹介やクイズは緊張感が取れ良かった。ツアー参加者の名簿があればもっと懇親が深められたと思う。

○1日で防災全般の知識や意識、危機感がずいぶん向上したと感じています。「企業防災」という狭い観点では直接参考出来る部分は少なかったのですが、どこかで「企業」に対することに触れてもらえるとさらによかったと思います。

○東海地震では表浜に高い津波が想定されています。実際に赤羽の港などの現地にてどの程度の津波が想定されており、どのような非難経路で何処に避難するのかを見てみたいと思いました。

3.4 コース教材の業務等への活用実態

「地域地震防災コース」の教材は、講義を受けた防災担当者が自らの防災知識向上のためのツールとしてだけでなく、職場職員の防災教育にも使えるツールとして作成している。ページごとに視覚的にわかりやすい挿絵と解説文でレイアウトし、1つの内容が1つのシートで完結するよう心掛けた。そのため、必要に応じて部分的に取り出して活用することも可能にしている。教材の配付方法については、現在は紙媒体での配付としているが、別のメディアを通じた配付も検討している。

今年度はコース2年目の実施になるため、前年度から引き続き受講した参加者に対して（1）前年度の教材の活用方法に関する調査を実施した。また、今年度受講した参加者にも（2）今年度の教材の活用意向に関する調査を実施した。分析に使用したデータはいずれも講義時に行ったアンケート調査から得たものである。（1）に関しては、前年度受講生が参加している Advance コースの初回、（2）に関しては、Basic コース、Advance コースそれぞれの最終回に実施した。

（1）前年度の教材の活用方法（前年度受講生へのアンケートに基づく）

まず、前年度からの受講生 22 名の教材活用方法をみる（図 3-10）。集計の結果、多くが「個人的範囲での防災知識の向上」への活用（63.6%）であり、次いで「教材を使った部署内での勉強会」での活用（40.9%）であった。「社内や地域での災害対策の実践」に活用した受講生も 27.3% みられた。業務への活用とは別に「住

全体の集計結果

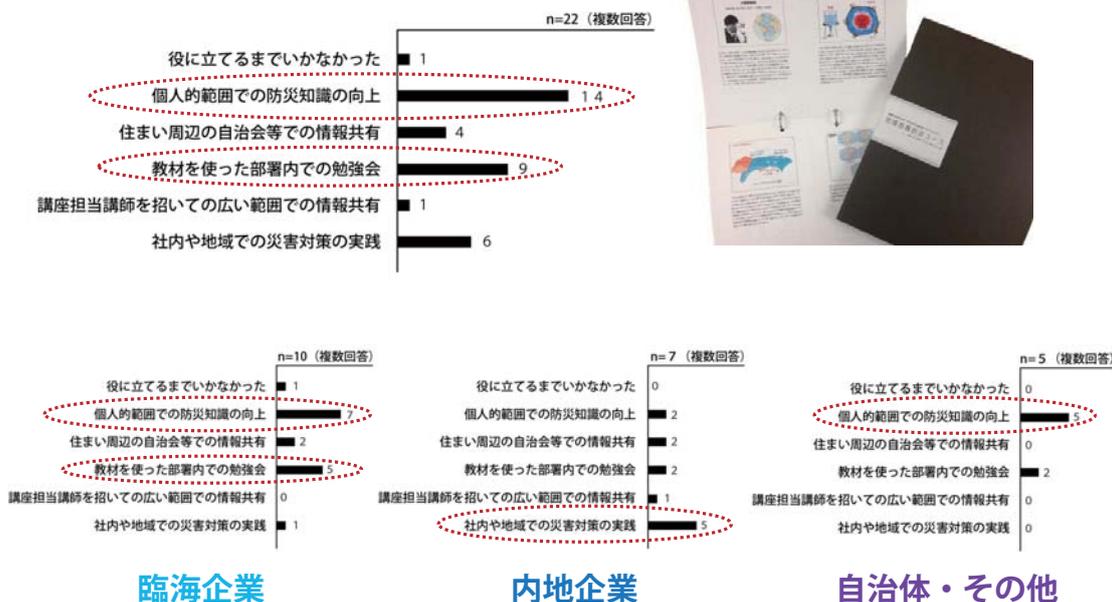


図 3-10 前年度の教材の活用方法

まい周辺の自治会等での情報共有」として活用した受講生もみられ（18.2%）、教材そのものが役に立たなかったとする受講生はわずか1名であった（4.5%）。

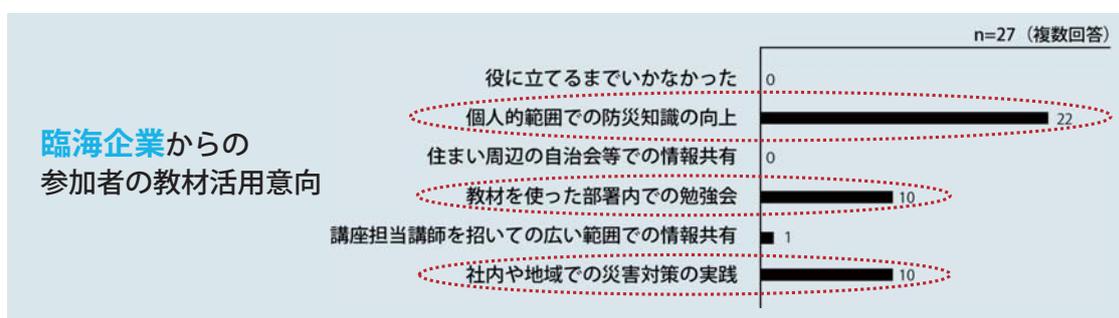
グループ別に集計すると、「臨海企業」、「自治体・その他」のグループは、全体の集計結果と同じ「個人的範囲での防災知識の向上」と「教材を使った部署内での勉強会」での活用にも票が集まった。「内地企業」

グループに関してはそれ以外の2グループとは異なり、「社内や地域での災害対策の実践」に最も票が集まった。コースの実効性を評価する際、教材を活用した講義がその後どのような形で防災の実践に活かされていったかについては次年度以降も追跡してみていく必要があるだろう。

(2) 今年度の教材の活用意向 (Basic・Advance 共通)

続いて、今年度の受講生82名に対して実施した教材の活用意向をみる。有効回答票数は64であった。この調査では活用意向を具体的に記入する記載欄を設けた。「臨海企業」、「内地企業」、「自治体・その他」にグループ分けし、集計を行った。

図3-11は、「臨海企業」グループの集計結果である。「個人的範囲での防災知識の向上」のために活用する意向(81.5%)が最も多く、次いで「教材を使った部署内での勉強会」と「社内や地域での災害対策の実践」(いずれも37.0%)への活用であった。「役にたてるまでいかなかった」とする回答や「住まい周辺の



【教材に関する意見】

知識向上の上で役立ったテーマ

耐震のしくみ、方法
 会社が臨海地域のため、津波・高潮の話が参考になった
 高潮と津波の話と避難所運営の話は具体的な危機感を持つことができてよかった

会社と自宅が沿岸地域にあるため津波・高潮による浸水や液状化について、切実な問題として受け止めながら、知識や新しい情報を得ることができた

地盤の液状化は知識向上に役立った、また、BCPも課題が見えたという点で役に立った

有事の際に様々な判断をすることになると思うが、そのための知識が増えたことが今後の役に立つと思う

教材の活用

液状化の資料を従業員教育で活用した

高潮と避難所運営に関する内容は、会社内に伝達したい

社内での災害対策

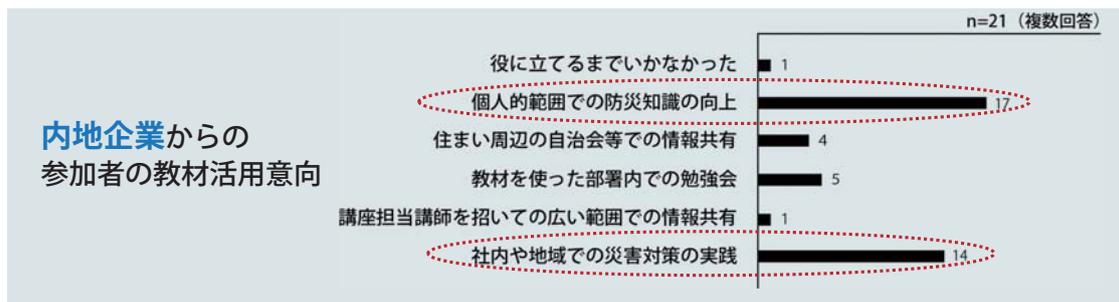
避難所の使い方を予め決めておく必要があると感じた
 BCPを作成する上で基礎的知識を得ることができた
 得た知識を活用し社内の防災訓練に役立てたい

社内では一部の人が防災意識が高くないため、BCPを作成し、それをもとに教育するつもりである、その前に管理者側の教育指導を行いたい

図3-11 今年度教材の活用意向 (臨海企業)

自治会での情報共有」への意向はなかった。最も回答の多かった「個人的範囲での防災知識の向上」に関しては、臨海部での対策に関するテーマ(「津波・高潮」、「液状化」、「避難」等)を役立ったとする意見がみられた。教材についてはすでに「従業員教育で活用した」という回答があった。災害対策の実践については、「避難所運営」、「BCP作成」、「防災訓練」への意向がみられた。

「内地企業」グループの集計結果(図3-12)は、「個人的範囲での防災知識の向上」と「社内や地域での災害対策の実践」への教材活用意向が最も多かった他、業務以外(「住まい周辺の自治会等での情報共有」)の活用意向もみられた。具体的な回答として、BCPのテーマに対する災害対策の実践意向がいくつかみられた。



[教材に関する意見]

知識向上の上で役立ったテーマ

なかなか個人として知りえないことも多く参考になった
 避難方法の講義は役に立った

事業継続計画の策定とマネジメントが最も役に立った、
 他のテーマも防災知識の向上につながって有意義だった

耐震補強については正直知識不足だったが、今回のことで少しは理解できた（もう少し行政の取り組み内容が知りたいと思った）

講師を招き広く情報共有したいテーマ

避難所運営の話はとても実践的だったため、会社の中で講演していただきたいと思った

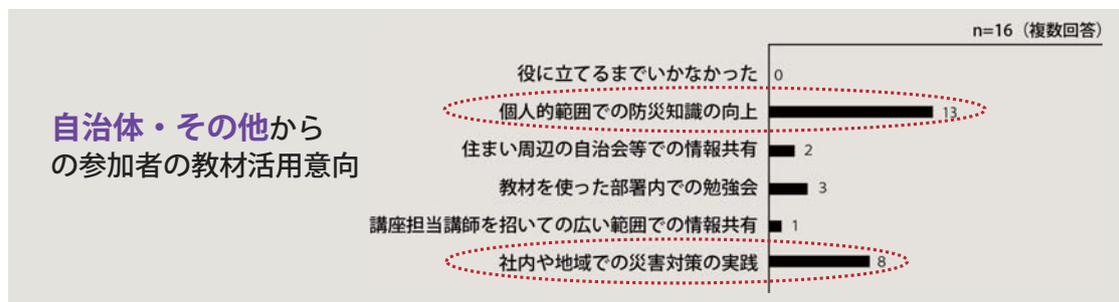
社内での災害対策

現在つくっているBCPを深めていくなかで、今回得られた
 情報はかなり大きかった

来月に事務所でBCP訓練をはじめて実施する予定だが、
 他社の訓練実績なども知りたいと思った

地域連携の話とBCPの話は会社で役に立てたい

図 3 - 12 今年度教材の活用意向（内地企業）



[教材に関する意見]

知識向上の上で役立ったテーマ

避難所運営について
 BCPの策定とマネジメントについて

様々な情報と視点を学べてたいへん有意義だった

多方面の話があり、個人的な知識向上には役に立った避難所運営については、
 自分が市職員として行動する可能性があるので参考になった

教材の活用

今回いただいた資料を職場内で共有し、興味のある人に対して情報を提供していきたい

社内での災害対策

地区の自主防災部会で活かしたいと考えている
 避難所運営のテーマは行政の立場上役立つと思った

地震対策について、地元の自主防災会の訓練に幾つか取り

図 3 - 13 今年度教材の活用意向（自治体・その他）

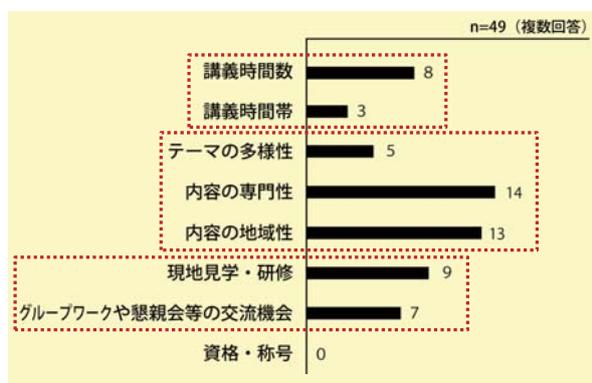
「自治体・その他」のグループの教材活用意向も「内地企業」のそれとほぼ同じ傾向の結果となった（図3-13）。コースでは企業・自治体からの参加者を募っているが、実際は参加者のほとんどが企業からの参加者のため、講義の軸足は企業防災に取り組む防災担当者養成のための情報となっている。そのため、「自治体・その他」からの参加者にとって、必ずしも役に立つ情報ばかりではなかったが、この結果をみる限り、「役に立てるまでいかなかった」とする回答はなく、いくつかのテーマ（「避難所運営」、「BCP」等）は、知識向上、あるいは災害対策の実践に活用役に役立つものであったことがうかがえる。

3.5 次年度に向けた課題と展望

図3-14は、各コースの最終回で受講生に対して実施した次年度以降のコースに対する要望に関するアンケート結果をまとめたものである。有効回答票数は49であった。この結果を踏まえ、次年度に向けた課題と展望を述べる。

1) コース運営について

時間帯を夜から日中に変更したことで参加者からは「業務として」参加しやすくなったとの声が多かった。変更によって人が集まらなかった場合には元の時間帯に戻せばよいとのことだったが、次年度以降も日中の勤務時間帯での開催が望ましい。ただ、遠方からの参加者によっては夕方の交通渋滞に巻き込まれるな



グループワークや現地見学・研修について

- 各社のBCPの取り組み状況など情報共有できる機会があるとよい
- 自社のBCPをつくる実務講習はどうか？
- 参加者それぞれがある程度の情報を持ち寄ってつくりあげる講習
- 関係する自治体と意見交換ができる場があってもよいと思う
- 様々な立場の人が集まっていたが、話す機会がなかった
- 少人数で意見交換できるような状況もあるとよい
- 参加者間でコミュニケーションをとれる機会があったら良い
- バスツアーはまたやって欲しい

講義時間数・講義時間帯について

- ひとつひとつの項目に対する講義時間がもっとあったほうがよい
- 講義の回数、時間、時間帯ともに現状のままだとよいと思う
- 時間帯が昨年度から変更になったため参加しやすくなった

テーマの多様性・内容の専門性・地域性について

- 専門的分野からの内容の濃いものがあるとよい
- アドバンスコースのさらに上のコースを期待したい
- 企業の体験事例や具体的なBCPマニュアルの策定事例
- 過去の地震・津波を振り返る内容があるとよい
- 企業と地域との関わり方・連携
- 被災しにくい事業所の工夫や取組み、備えの講義があると良かった
- 安否確認方法や夜間での災害時の避難方法、BCPの作成手順など
- 現場ですぐに使える実践的な内容をもっと増やしてほしい

その他

- コースの開催場所は交通の便が悪く、公共交通機関で通うことが大変だった、次回以降の開催場所は検討してほしい
- ぜひ継続してほしい、費用の面は、会費制にして会場費用や資料、事務用品代も参加者負担にすればよいと思う

図3-14 次年度以降のコースに対する要望

どの不具合があるため、日中のなかで開催時間帯を早めるなどの措置を検討する必要がある。コース会場についても検討の余地があることは連絡会での議論のとおりである。

2) コース内容について

今年度は Advance コースを開設し、前年度からの受講生を中心にほぼ定員として定めた数通りの参加があった。このようなコースの目的や内容に共感し、継続して参加している受講生が、知識や技術を自社に持ち帰って防災担当者としての業務にそれらを活かすことができればよいが、現行のこのコースのプログラムでは、その一連のプロセスすべてを十分にフォローできない。

今年度は、防災の実装化事例を現地について見学する企画を組んだ。本章の実施結果のとおり、今年度の会は概ね好評であったが、企業からの参加者が多い分、やはり企業の防災実装事例への見学要望もあがっている。研究成果を基盤とした講義に対して、参加者からは実践への応用可能性の高い防災手法や技術を求める声も挙がっている。連絡会で産学官それぞれの取り組み情報を共有するためのプラットフォーム型の Web サイトの設置が提案されていることも踏まえ、大学だけで企画・運営全般を担うのではなく、大学で担いきれない部分に関しては、産官との連携の体制を整えていく必要がある。参加者同士が情報交換できる場づくりも必要であるが、人材養成プログラムの目標やすじ道が参加者で十分に共有できるものになっていないため、まずは上記体制を整えることが先決だろう。

3) アンケート結果について

アンケートをみると、同一地区からの参加者は、参加動機や課題意識などに共通するものがみられた。ここ数年で合同で会合・勉強会や防災訓練等を開催する企業団地が増えてきた。先進的に取り組みを行ってきた地区では、意識や課題を共有し、タイトなコミュニティが出来ている。ただ、団地ごとに特色があり、防災対策へのアプローチもそれぞれの団地の立地や構成企業あるいは構成メンバーによって異なるため、団地ごとの取り組みを一本化するのではなく、それぞれにある情報や活動を水平的につなぐしくみが必要である。コースづくりにおいては、こうした課題にも向き合っていかなければならないだろう。

3.6 防災情報共有サイトの立ち上げ

最後に、以上の「地域地震防災コース」受講生へのアンケートの結果及び、防災の取り組みをお互いに知る機会がほとんどないことや防災への取り組みに対して企業間・自治体間に格差が発生していることなどの課題に対し、連絡会において、日頃の防災の取り組みを紹介し、交流を深めることができる Web サイトの立ち上げが企画され、職域プロジェクトでその具体化を引き受け、具現化した。

防災への取り組み情報を関わる地区で持ち寄って共有するそのプロセス自体が重要であるとの思いからサイト名を「つながる防災－東三河防災情報アーカイブ－」とした。立ち上げたばかりで現段階ではまだ記事が充実していないが、今後はこのサイトを活用し、人材養成のコースプログラムと連動した産学民連携の場を構築していきたいと考えている。

4. 防災シンポジウムの開催

4.1 防災シンポジウムの概要

前章で実践した人材養成プログラム「地域地震防災コース」の取り組みを踏まえ、防災リーダーとして災害時に活躍できる企業・自治体等の中核的立場の人間を対象とした人材育成プログラムの作成に力を入れていることを広くアピールすると同時に、その目的の先にある東三河地域の地域防災力向上に必要なこれからの研究課題や社会的実装のための手法を議論するため、内外から研究者や企業防災担当者、実務者を招へいし、防災シンポジウムを開催した。開催概要は以下のとおりである。

■ 趣旨

愛知県豊橋市を含む東三河地域は、南海トラフ巨大地震や巨大台風による高潮など、自然災害の脅威にさらされている。こうした中、豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンターでは、学内の総力を結集し、地域社会の災害への予防力・防御力を向上させるための取り組みを行っているところである。

本シンポジウムでは、センターのこれまでの取り組みを再整理し、防災・減災分野における大学と地域の連携の在り方、防災人材の育成方法、センターの先進的な災害対策技術の地域への実装・展開方法などを取り上げ、いつ起きるか分からない巨大地震に対して、今、何ができるかを議論するものである。シンポジウムの実施に当たっては、地域・企業・自治体等において災害時に活躍できる防災の担い手の育成を視野に、積極的に参加を呼び掛ける。

■ 開催概要

タイトル：防災シンポジウム

防災・減災のための備えと行動

～今、何ができるか～

日時：2014年12月9日（火）13:00～17:20

会場：豊橋商工会議所9階大ホール

（愛知県豊橋市花田町石塚42-1）

参加費：無料

定員：150名

主催：豊橋技術科学大学

安全安心地域共創リサーチセンター

後援：東海圏減災研究コンソーシアム・国土交通省 中部地方整備局

経済産業省 中部経済産業局・豊橋市・豊川市・蒲郡市・田原市・豊橋商工会議所
（株）サイエンス・クリエイト・蒲郡地区委員会防災部会・御津臨海企業懇話会
明海地区防災協議会・神野地区防災自治会・田原臨海企業懇話会・東三建設業協会
自然災害研究協議会中部地区部会・環境共生技術研究会



図4-1 シンポジウムチラシ



写真4-1 シンポジウムが行われた豊橋商工会議所9階大ホール

■ プログラム

13:00	開会挨拶	大西 隆（豊橋技術科学大学長）
13:10	センター事業紹介	上田歳彦（豊橋技術科学大学社会連携推進本部コーディネーター）
基調講演		
13:40	東日本大震災の実態と教訓～求められる連携と協働～	源栄正人（東北大学災害科学国際研究所教授）
14:50	パネルディスカッション	
	▼話題提供	
	1) 豊橋市の被害想定と防災・減災対策	鷺坂浩孝（豊橋市防災危機管理監）
	2) 命を守り安全に自宅に帰すー田原臨海企業懇話会の防災対策ー	渡辺悦男（田原臨海企業懇話会代表／愛知海運産（株））
	3) 地域のレジリエンスについてー施設や企業単位のBCMSから地域での視点へー	天野明夫（大成建設（株）営業推進本部）
	▼ディスカッション	
	コーディネーター	斉藤大樹（安全安心地域共創リサーチセンター長）
17:00	閉会挨拶	中澤祥二（安全安心地域共創リサーチセンター副センター長） [総合司会] 穂苅耕介（安全安心地域共創リサーチセンター研究員）

4.2 センター事業紹介

本シンポジウムのプログラムに沿い、大西隆豊橋技術科学大学長からの開会挨拶後（写真4-2）、本事業の産学官コンソーシアム担当者である上田歳彦（豊橋技術科学大学社会連携推進本部コーディネーター）から昨年度から実施している人材養成プログラムの報告が行われた（写真4-3）。人材養成プログラムに参加した企業ニーズとシーズとの関係、教材の活用先等、受講生へのアンケートの分析結果等に基づいて次年度以降の取り組み課題と展望が示された。



写真4-2 学長による開会挨拶



写真4-3 人材養成プログラムの実施結果報告

4.3 基調講演・話題提供

基調講演では、源栄正人教授（東北大学災害科学国際研究所）が、東日本大震災を間近で体験した様子と専門家として最前線で震災後の地域復興に従事した経験に基づく教訓について熱弁をふるった。

また、話題提供では、地域行政として災害時の危機管理を担う鷺坂浩孝氏（豊橋市危機管理監）、三河港湾に立地する田原臨海企業を代表して渡辺悦男氏（田原臨海企業懇話会／愛知海運産業（株））、地域の防災対応力を高める装置としてのBCPのあり方を提示する天野明夫氏（大成建設（株）ライフサイクルケア推進部）が、それぞれの立場から講演を行った（写真4-4）。

基調講演：「東日本大震災の実態と教訓～求められる連携と協働～」

源栄 正人（東北大学災害科学国際研究所 教授）

話題提供：「豊橋市の被害想定と防災・減災対策」

鷺坂 浩孝（豊橋市危機管理監）

「命を守り安全に自宅に帰すー田原臨海企業懇話会の防災対策ー

渡辺 悦男（田原臨海企業懇話会／愛知海運産業（株））

「地域のレジリエンスについてー施設や企業単位のBCMSから地域への視点へー」

天野 明夫（大成建設（株）営業推進本部ライフサイクルケア推進部）



写真4-4 それぞれの専門的あるいは実践的な立場からの基調講演と話題提供
(源栄教授 (左上)、鷲坂氏 (右上)、渡辺氏 (左下)、天野氏 (右下))

4.4 パネルディスカッション

パネルディスカッションでは、基調講演者、話題提供者をパネリストとして迎え、シンポジウムに参加した一般参加者から講演者に対する質問票を集め、会場からの意見を交えて行った。コーディネーターは齊藤大樹センター長（安全安心地域共創リサーチセンター長）が務めた。

- パネリスト：
- 源栄 正人（東北大学災害科学国際研究所 教授）
 - 鷲坂 浩孝（豊橋市危機管理監）
 - 渡辺 悦男（田原臨海企業懇話会／愛知海運産業（株））
 - 天野 明夫（大成建設（株）営業推進本部ライフサイクルケア推進部）
- コーディネーター：齊藤 大樹（安全安心地域共創リサーチセンター長）

※ディスカッションでは以下の議論が行われた。

「震度」の過信は禁物、だがそれに代わる指標の提示は難しい

齊藤：会場の参加者から“震度が必ずしも被害の大きさを表す指標に適していないということですが、他に震度に代わるような尺度はあるのでしょうか”という質問がきています。

源栄：震度という計測震度から決めた指標が一人歩きしてしまうと誤解を招く。

齊藤：地震動の破壊力を表すものとして、震度以外の指標を市として用意されるようなお考えがあるのか。

鷺坂：計測する度数を表すものとして、震度以外に表すことは難しい。入力する指標によって色々な地図はできる。ただ、それ果たして効果的かどうかは考えなければいけないと思う。国の示す指標が震度という形ででているため、愛知県、そして豊橋市もそれにならっている。行政として震度以外の指標の用意は、なかなか難しいと考えている。

源栄：どういう情報を伝達するか、研究の最先端ではどういう風になっているかという、例えば、医学の脳波や心電図などはQRコードを使ってやりとりし、目的に応じてフィルターをかけて情報出しをしている。

私は将来的にリアルタイムで揺れている波の情報を扱いたいと思っている。30階建て、50階建て、10階建て、5階建て、色々な高さのビルがあるが、すべて同じ震度で論じられるわけがない。

この辺のスペクトル情報を共有して、10階建てのビルの方にはこういう情報を流すということが、将来の科学技術に合ったやり方だと思う。

齊藤：次の質問です。“津波が予測される時、豊川などの川を遡上していくことをシミュレーションなどで被害想定が出ているのか”

鷺坂：豊川を津波が遡上することは調査の中でデータとして取り込んでいる。豊橋市役所裏の沖野地区も、一部浸水の色がついている。

齊藤：出先で津波が発生した時に、どのビルが津波避難ビルなのか、豊橋市はわかるようになっているのでしょうか？

鷺坂：市のホームページに一覧表を置いている。またそのような施設には、津波避難ビルというシートを張り付けようという動きを来年度しようとしている。さらに携帯電話のアプリを情報システムとして活用しようと思っている。

家具の転倒防止におけるもう1つの留意点

齊藤：源栄先生の揺れが長く続くと家具の留め金が外れるという話が印象的だったのですが、普通の家具の留め方ではだめだとすると代わりにどうすればいいのでしょうか？

源栄：今の家具の留め方は転倒モーメントに対する力だけで設計している。それに対して抜け出さないように作った時にチェックをしなければならない。固定した部分とその中間部では違う。面外に少しでも“がさん”がはらむと強度がなくなる。揺れが繰り返したときに弱くなり抜け出してしまう。それは力だけの設計じゃないということ。小さいレベルで何回も揺すられると壊れるという考え方と一緒に概念を入れ込んでいかなければならない。このへんは基準に入れ込むことが難しい。

M9クラスになると5分、10分続く揺れも起こり得るため、それに対しても考えなければいけない。

齊藤：これからそのような新しい金具が開発されることもあるのですか。

源栄：業者にそのようなことをお伝えしたいと思っている。

リーダー不在時の役割と行動

齊藤：次は渡辺さんへの質問です。田原臨海の企業の取り組みで、避難訓練以外に共同で行っている活動はありますか？

渡辺：活動というよりは、そこに住んでいる人がどれだけ意識を高く持つかということが大事だと思う。ここに来る途中、電柱にいまここが海拔何メートルか表示されていたが、結局そこに所属している人がそういう物事に意識を払えるかが大事ということで、そのための勉強をやっているし、今後も

やっていきたい。

齊藤：これは渡辺さんと天野さんへの質問になると思いますが、被災時にリーダーシップをとる人が同時に被災者でもあるという状況で、必ずしも予定通りの被災時の行動がとれない事態が発生することがあると思うのですが、被災者でもあり、かつ事業継続に従事しなければいけない責任者でもある場合はどのようにクリアしていけばいいのか。

渡辺：臨海企業懇話会では避難訓練を行っている。〇〇地区では▲▲という避難場所に集まるようにという感じになっている。避難訓練を何回もやっていけば、リーダーが不在の場合でも、ここに来ると何をやればいいのかを自ずと理解している人が出てくると思う。そういうことも含めて、避難訓練を時折実施して意識を高めていくしかない。

天野：災害は365日24時間いつ起こるかわからないので、あらかじめ決めておいた役割の人がそこにいるとは限らない。そういう意味で権限移譲をきちんとしておかなければならない。役割に対して人をあてがうのではなくて、その場にいる人が役を何でもできるようにそこまで訓練することが必要。



写真4-5 会場の一般参加者からの質問を交えたディスカッション

BCPとISO

齊藤：天野さんにはBCPに関する話をたくさんいただきました。各社ごとに違うBCPとISOというそれよりも大きな指示系統の枠組みをどう連携させるのか？2つの関係がまだ腑に落ちないのですが。

天野：各社固有のBCP、またそれらを共有化するような動きの間の調整は非常に難しい。ただそれに、ネガティブになる効果ではなくプラスになる要素として、BCPの仕組みもあるし、ISOの仕組みもある。プラス要素のひとつは言語が共通化されていること。確かにBCPは各社各様に名前を付けたり、固有名詞がみんな違うことがほとんどだが、それをISOのルールに従ってつけると共通化される。そうすると、それだけでも会話ができる。これからは受圧する力を標準化して高めなければいけない。

備蓄は何日分必要か

齊藤：こまごまとした質問になりますが、家庭の備蓄品は当初3日間と言われていたのが、東日本大震災後は1週間くらい備蓄することになりました。企業単位で考えると、何日分想定して備えればよいのでしょうか。

天野：3日間や72時間というのは復電するまでに要する時間。東日本大震災では被災エリアが非常に広域であったため、影響が長く続いたが、通常で考えると、3日あれば被災しなかったエリアからの救済物資が届くといわれている。

鷺坂：豊橋市では、7日間お願いしますと言っている。その理由は、南海トラフ巨大地震が起きると静岡県から大阪あるいは中国地方まで被害を被り、物流の機能が麻痺してしまうため。水など必要最小限のものでもいいので、各家庭で7日間くらいは備蓄しておいてほしい。また、企業の皆様もできる範囲でお願いしたい。

源栄：備蓄に関して東日本大震災では滑稽なことがあった。石巻のある病院では倉庫に備蓄が置いてあったが、鍵がなくなり取り出せなくなった。置く場所も同時に考えなくてはならない。

天野：備蓄の問題から派生して大事なことは災害時の協定や協力関係である。例えば、災害時で見られたことだが、スーパーやコンビニなどに置いてあった品物を提供する。また大きな施設の売店にある食料なども開放する協定も必要である。

源栄：コンビニの盗難が大変だった。東北はまだ安全だったが地域によってはわからない。

天野：日本はその点では非常に治安が良かったと世界からも注目されてはいるが、実際泥棒はあった。

斉藤：私が聞いた例では、あるコンビニは地域の備蓄のために災害時にはあえて一旦販売をやめるという協定を結んでいるということを知ったことがある。

斉藤：私はぜひ豊橋市以外から来られた源栄先生と天野さんにこの東三河地域での防災への取り組みに対するアドバイスがほしいと思っています。

源栄：先ほどのBCPの問題からですが、BCP関連の雑誌で最初に話題になったのが、完全に浸水した工場が1週間で通常に戻った事例。これはサプライチェーンを利用した協力関係。サーバーも離れたところに置いておかなければならない。自治体間も離れたところにサーバーを持っていないと、みんな失ってしまう。

天野：この東海地区が機能なくなると日本は壊滅の危機に瀕する。この地区はインフラも国内で一番整備されている。最悪の場合に備えてのBCPで言えば、姉妹協定などの提携関係の自治体との連携を高め、代替の拠点を設けることが必要。

源栄：協定は日常機能と結びついていないといけない。福島県のいわきと会津の関係は、海の幸山の幸で効果があった。女川と成尾温泉が沿岸部を助けたが、普段から付き合いがあった。大崎市は、伊達家の親戚筋で付き合いのある北海道の釧別と四国の宇和島と協定を結んでいた。

あと、自治体から生の意見として聞こえてくるのが、震災が起きたときに、取り合いになるため、近くの自治体ほどやりにくいものはないという意見。離れている自治体を大事にする方がよい。福島県と宮城県の間で市長からは、放射能の汚染度は県境とは関係ないのに、手当がかなり違うという話を聞いた。

斉藤：天野さんは臨海を対象としたマネジメントの実例をお持ちですか？

天野：港湾施設のリスク評価をすると、液状化問題であったり、港湾施設そのものが脆弱であったりして、見積もりをとるととても一企業には不可能ということがある。リスクとしては認識できても、それに対する手当はできていないという問題がある。

「ナビゲーション時代」において大学に求められる役割

斉藤：液状化は深刻な問題で、継続時間が長いと液状化の範囲が広がる。一企業ではなかなか対処できないため、自治体でなんとかしてくれというような話にもなるかもしれない。他方、私は大学の立



写真 4-6 源栄先生、天野氏からのアドバイスを受け
地域性を活かした取り組みのあり方を議論

場を日ごろ考えており、他の企業、自治体と何も営利目的のない第三者的な立場で大学がある。大学には研究や知識をできるだけ皆さんに還元していく役割もあると思うが、豊橋技術科学大学に期待することを一言ずつお願いします。

源栄：研究と実務はどういう関係なのか。工学は社会のニーズに答える。それによって、研究したものを前よりも一段高い成果にして社会に戻す。これを繰り返して、スパイラルアップしていく。そういう人間を評価していくシステムが大事。これが工学研究に求められる。大学の持っているもので、少しでも社会の要求を満たして世の中を豊かにする必要がある。これからは解析と実験を突き合わせしながらナビゲーションしていく時代である。

鷺坂：大学にはこの地域にあった研究成果を実装、使えるようにしていただくことを期待している。豊橋にある貴重な知的財産であるため、それを研究で終わらせず、実装していただくことを期待している。

源栄：地域性は万国共通。東北と東海・東南海・南海の巨大地震を議論するときに、何が違って、何が同じなのかと。この議論をしておかないと、マイナス効果になりかねない。共通の部分と地域独特の部分に分けた議論が重要。そういう意味で、東日本大震災の教訓、情報の発信の仕方もある考えなければならない。

渡辺：豊橋技術科学大学は東三河にある唯一の理系工学系の大学であり、遠くにある大学には、東三河を見てもらうことは難しい。この地域がどうなるのかどうしていけばいいのか、産学官が一緒になってよりよい地域にできればいいかなと、そういう部分を担ってほしい。

天野：地域との連携を活かして、地域ならではのニーズに合わせ、地に足がついた形で成果を出していただきたい。

以上

資料編

平成 26 年度 「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業
工業（防災都市システム学）分野における中核的専門人材の養成 産学官コンソーシアム

第 1 回 三河港湾防災・減災連絡会

日 時：平成 26 年 7 月 30 日（水） 10：00～

場 所：ライフポートとよはし

議 題

1. 名簿確認（代表挨拶，自己紹介）

2. 事業説明 : 資料 1

- ・事業の目的・概要
- ・事業の必要性 等

3. 事業の進め方（日程） : 資料 2

- ・コンソーシアム「三河港湾防災・減災連絡会」の活動と
- ・職域プロジェクトの活動：「地域地震防災コース」
- ・三河港湾防災・減災連絡会の開催日程（第 1 回、第 2 回、第 3 回）

4. 人材養成コースカリキュラムの検討 : 資料 3

- ・コース内容，実施日程，場所 等

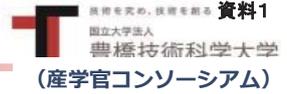
ベーシックコース

アドバンスコース

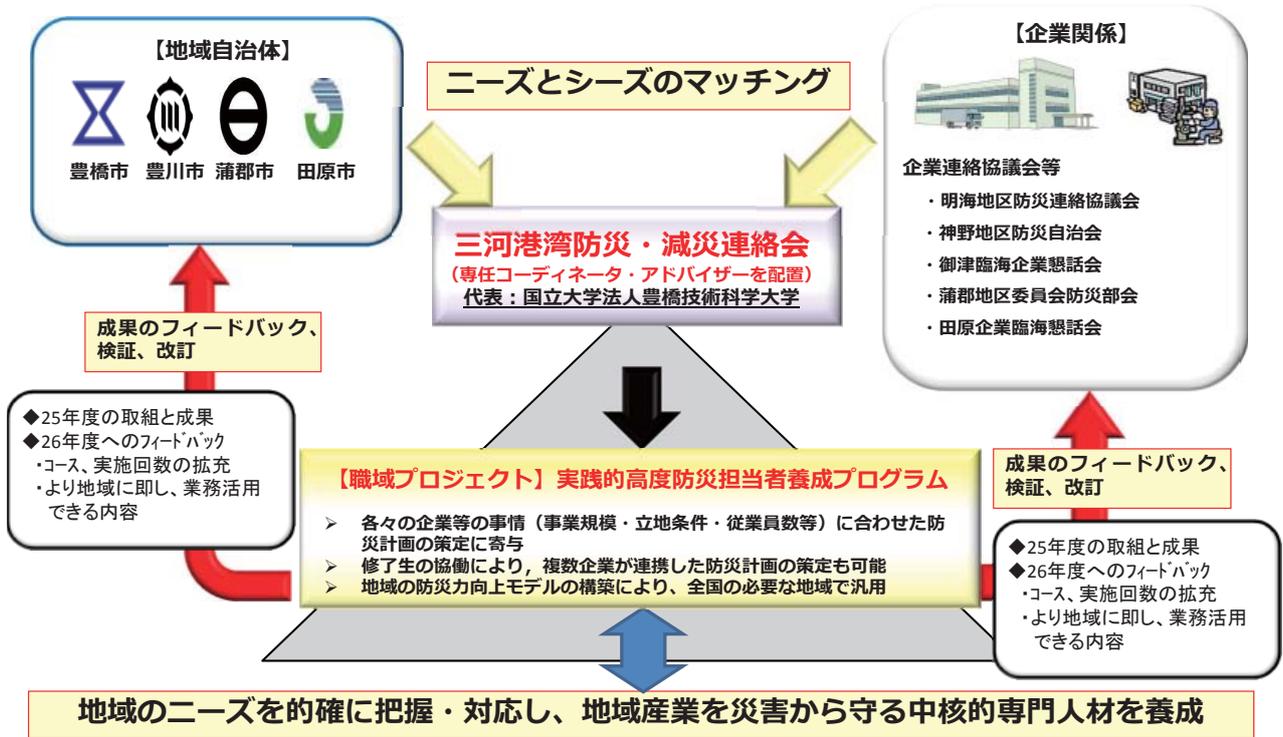
防災・減災関連施設見学会 : 名古屋大学減災館 他
等について昨年度受講生意見等を参考として意見交換

5. その他

工業（防災都市システム学）分野における中核的専門人材の養成



職域プロジェクト実施のための本学と地域の具体的な連携・協働体制



資料2

平成26年度 中核的専門人材養成の戦略的推進事業 実施スケジュール表

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
コンソーシアム (三河港湾防災・減災連絡会)		三河港湾防災・減災連絡会設置		第1回連絡会開催 ・人材養成70%以上の確約 (日程: 8/19(土)内容等)	意見交換(随時 メール等)			第2回連絡会開催(12/9) ・人材養成70%以上の確約 シンポジウム開催(12/9)		第3回連絡会開催 ・人材養成70%以上の確約 シンポジウム開催(2/10)	実施報告書提出 → 文書
職域プロジェクト (豊橋技術科学大学 安全安心地域共創部)	事業計画書提出→文科省(5月 末) 三河産業防災・減災協議会設置 → 関係団体への取組/承認		第1回打ち合わせ(10次開催) ・人材養成70%以上の確約 (日程: 8/19(土)内容等)	【資料作成】 ①人材養成コース実施場所の選定・調整 ②人材養成コース設置 ③人材養成等の実施/大学等への調整		④人材養成コース開設(10月~11月) ⑤教材作成 ⑥教材作成等の自治体/大学等への調整 ⑦シンポジウム開催準備 ⑧コース実施中関係者のとりまとめ		シンポジウム開催(12/9) ・人材養成70%以上の確約	人材養成成果報告書とりまとめ (随時 報告書作成)	成果報告書作成 (最終確認)	

三河港湾防災・減災連絡会 開催日程(案)

- 第1回連絡会** 平成26年7月30日(水)10時～ 場所: ライフポートおよびし
 想定議題 1. 事業説明
 2. 事業の進め方について
 3. 人材養成コースカリキュラムの検討
 ・昨年実施のベーシックコース(4回)、今年度より開始予定のアドバンスコース(4回)の内容について
 ・ワークショップ及び防災・減災関連施設見学会について
 4. その他
- 第2回連絡会** 平成26年12月9日(火)11時～ 場所: 豊橋商工会議所
 想定議題 1. 人材養成コース実施報告
 2. アンケート結果(速報版)報告
 3. 成果の活用に関する事業交換
 ・組織内、地域内での講習教材としての活用、防災訓練、BCP策定への活用等
 4. その他
 ※ 13:00～ GARMシンポジウム「防災・減災のための備えと行動 ～今、何ができるか～」
 ・基調講演 東北大学教授 藤本正人氏
 ・質疑応答
 ・パネルディスカッション
- 第3回連絡会(2月開催)** メールによる会議を予定
 想定議題 1. 事業成果報告
 2. 事業評価(簡単な事業に対するコメント)
 3. その他

※連絡会の会議時間は、1時間程度を予定しています。

2014年度 『地域地震防災コース』 スケジュール及びプログラム構成案

2014.07.30 (水) 10:00-

□ スケジュール

- ・10月と11月の2ヶ月間、「ベーシック編」4回と「アドバンス編」4回を並行して実施。
- ・ベーシック編は地震防災の基礎を広く学べる内容、アドバンス編はテーマを絞り込んだ専門性の高い内容。
- ・ベーシック編50名、アドバンス編50名を受け入れる。
(※ただしアドバンス編の申込みは、前年度のベーシック編受講者、または今年度のベーシック編申込者に限る)
- ・会場候補は、ライフポートとよはし、カモメリア、豊橋技科大、御津町商会館、蒲郡商工会議所など
- ・講義時間は、毎回18:00～20:00 (2時間) を予定 (会場に来られなかった人のためにメディア配信も検討中)

10月

日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

11月

日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23/30	24	25	26	27	28	29

- ベーシック
- アドバンス
- この期間内のどこかに
見学会/ワークショップ/懇親会を入れる

□ プログラム

■ ベーシック編 (2013年度)

会場：ライフポートとよはし/カモメリア

2月5日 (水) 18:00-20:00

- (1) 基礎から学ぶ地震と防災 講師：齊藤大樹 (建築・都市システム学系・教授)
地震はなぜ起こるのか/なぜ建物は崩壊するのか/高い建物と低い建物とはどちらが安全か
強度型か靱性型か/免震構造とは何か/津波にどう備えるか/地域防災力をいかに高めるか

2月12日 (水) 18:00-20:00

- (2) 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二 (建築・都市システム学系・教授)
振動学の基礎/耐震設計法の歴史と新耐震設計法の考え方/耐震診断法のあらまし/
耐震診断結果の読み方/耐震補強法の種類/免震工法・制振工法の考え方

2月19日 (水) 18:00-20:00

- (3) 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂 (建築・都市システム学系・准教授)
津波と高潮の違い/津波を知る/三河湾内での津波の伝播/高潮を知る/三河湾奥部の低平地/
沿岸防災上の課題/愛知県の沿岸災害に対する対応状況/愛知県の高潮・津波の浸水想定結果

2月26日 (水) 18:00-20:00

- (4) 基礎から学ぶ地震への備えと行動 講師：増田幸宏 (建築・都市システム学系・准教授)
BCPとBCM/BCP策定にあたってのポイント/まちづくり防災/
災害時の安全な帰宅/渋滞継続のメカニズム/帰宅計画を策定するために/避難所の運営



59名が受講し、3/4回以上受講した55名に修了証を授与

■ ベーシック編 (2014年度)

会場：未定

10月7日 (火) 18:00-20:00

- (1) 基礎から学ぶ地震と防災 講師：齊藤大樹 (建築・都市システム学系・教授)
地震はなぜ起こるのか/なぜ建物は崩壊するのか/高い建物と低い建物とはどちらが安全か
強度型か靱性型か/免震構造とは何か/津波にどう備えるか/地域防災力をいかに高めるか

10月14日 (火) 18:00-20:00

- (2) 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二 (建築・都市システム学系・教授)
振動学の基礎/耐震設計法の歴史と新耐震設計法の考え方/耐震診断法のあらまし/
耐震診断結果の読み方/耐震補強法の種類/免震工法・制振工法の考え方

11月4日 (火) 18:00-20:00

- (3) 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂 (建築・都市システム学系・准教授)
津波と高潮の違い/津波を知る/三河湾内での津波の伝播/高潮を知る/三河湾奥部の低平地/
沿岸防災上の課題/愛知県の沿岸災害に対する対応状況/愛知県の高潮・津波の浸水想定結果

11月11日 (火) 18:00-20:00

- (4) 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 講師：垣野義典 (建築・都市システム学系・准教授)
どこに避難するか/避難生活の種類/避難所の運営方法/もし小学校に避難することになったら
避難所にもとめられる機能・設備

■ アドバンス編

会場：未定

10月9日 (木) 18:00-20:00

- (1) 地盤の液状化-メカニズム, 被害, 対策- 講師：三浦均也 (建築・都市システム学系・教授)
地盤地震工学/地盤の液状化/生メカニズム/被害の分類/地盤調査/液状化対策

10月16日 (木) 18:00-20:00

- (2) 建物の耐震診断と耐震補強 講師：松井智哉 (建築・都市システム学系・准教授)
鉄筋コンクリート構造/耐震診断/耐震補強

11月6日 (木) 18:00-20:00

- (3) 防災まちづくり (仮) 講師：大貝 彰 (理事/副学長)
キーワード1/キーワード2/キーワード3・・・

11月13日 (木) 18:00-20:00

- (4) 事業継続計画の策定とマネジメント 講師：増田幸宏 (芝浦工業大学システム理工学部・准教授)
事業継続計画 (BCP) /生活継続計画 (LCP) /地域継続計画 (DCP)
リスクマネジメント/クライシスマネジメント/レジリエンス

自社に持ち帰って活かしたい技術・知識／コースへのリクエスト (1/2)

番号	※立場	勤務先等で実践してみたいこと	講義テーマに対するリクエスト
2	B	BCPの関係でBIAをしっかりと行い、今のマニュアルが正しいか判断したい。	人命を第一に考えると、安否確認と人員点呼がネックになる。どうやれば迅速にできるか、アイデアがほしい。
3	A	設備の耐震対策を進めていこうとしている。また、非構造部材の耐震対策を実施していきたいと思っている。	製造工場床下の空隙30～40mmに対してどう対応すればよいか？また、津波被害として浸水30cmと想定されているが、工場への浸水防止をどのように対応すればよいか？
4	B	理論の裏付けのもとで防災計画の構築を行ってきたい。	
6	B	社員の帰宅計画の策定、社内避難所の収容人数の確認確保を行いたい。	具体的なBCP作成におけるポイント、フォーマットがあればさらに良い。
7	B	BCPの作成と帰宅情報収集（徒歩帰宅できる従業員とできない従業員の把握）を行いたい。	
8	B	第3回と第4回の講義内容は、社内の関係者に伝達したい。	潮位によって津波の高さがかわるのであれば、通常の津波高さを言うときの潮位（基準）はいくらなのか？なぜ明確に言わないのか？
9	A		BCPの具体的な策定方法
10	B	現状のBCP、防災計画を総点検し、計画どおりに実施できないケースや時間目標の設定などのスタディにトライしたい。	リーダーに要求される（必要な）能力はどのようなものか知りたかった。
11	B	BCPの策定に取り組みたい。	スマホやインターネットなどのITツールの活用と依存リスクについて一般市民向け公開講座
14	B	BCP策定に取り組みたい。	BCPの実例（イメージではなく実際に策定されているものをみたい）
16	A	顧客に耐震等の重要性を説明したい。	
17	B	従業員教育に活用したい。	
18	B	耐震診断と耐震補強をしたい。	
19	B	BCPの策定を行いたい。	
20	B	10月ごろに防災対応訓練を計画してみたい。	応急的復旧技術（道路・建物）、生き抜くための備え
22	B	資料を使って従業員に周知情報共有したい。	他の事業所の取り組みや問題点
23	B	災害時における自社の取り組み方針を確認しようと思った。	
24	B	これまで当社が推進してきた通信システムのBCPについて本講座で得た知識を反映し、より充実したものにした。特に明海エリアのBCPを検討したい。	
25	B	講義で学習した数値や具体例を活用して会社のMTG時に紹介をしていきたい。	
26	A	BCP作成をしたい。また、地震時の設備への影響の評価と耐震性の向上に取り組みたい。	
27	A	まずは資料を見直して自分の知識を深めたい。	
29	B	帰宅可能者と帰宅困難者を実名でリストにして作成すべきであると思った。トイレの重要性を再度感じ、準備しようと思った。	
32	B	BCPの運用に活かしたい。	
34	B	受講した内容を勤務先で実践することは困難。（もっと基礎から教えてほしい）	
35	B	帰宅困難者の対応に活用したい。	
36	B	地震に関する理論的な説明や防災の実際についての勉強会を開きたい。	
37	A	BCPの重要性を全ての浜松市職員に理解させたい。	
40	B	BCP策定を推進していきたい。	
41	B	社内でのBCP作成を実践していきたい。	
42	B	専門家に耐震診断を依頼することを考えたい。津波と高潮についての知識を使い従業員教育を進めたい。	
44	A	地域への防災講座の中で、地震と津波の知識を伝えるだけでなく、自分が、または、地域が何をしなければならぬか、被災した後の生活がどのようなものか伝えることを重点に見直していきたい。	
46	B	各営業店での徒歩帰宅困難者の把握と各職員の避難場所の事前把握を行いたい。	

※A＝個人として参加、B＝組織（部署）の代表者として参加

自社に持ち帰って活かしたい技術・知識／コースへのリクエスト (2/2)

番号	※立場	勤務先等で実践してみたいこと	講義テーマに対するリクエスト
48	B	弊社では基本的に防災訓練等を「勤務時間外に発生した」という設定でしかやっていない。色々な状況を想定し、状況にあわせて考えていかなければならないと強く思った。そういったことを考え、会社で何かできればと思う。	現場で使える知識とは少し志向が違うが、女性向け？主婦向け？に同じような講義をしてはどうか。
51	B	B C Pについて議論し、実践しようと思う。	
52	A	とても重要かつ興味深い知識なので有効に活用できればよいが、もう少し理解しやすいように説明できる知識を身につけたい。	建物が地震を受ける時の動きなどを一般の人に理解できるような説明の仕方や知識を知りたい。
54	B	第4回目の講義は会社のB C P策定を進める上で役立つので実践してみたい。	B C P策定の具体的な取り組みを詳しく知りたい。
55	A	建物は高い方が揺れやすいというのは間違いで周期によって揺れやすい高さがあることを子供に見せたい。HUGは、体験すると非常に運営の大切さがわかると思うので自治会（自主防）でやってみたい。	小学生がやっているような通学路での危険箇所を地図に落としてMAPをつくる等のまず地域を知り、想定される災害を知るといった中で、各地震や津波を体験できる場を設けてみてはどうか（このコースとは別に）。家族で参加できる講義があればいいと思う。
57	A B (両方)	B C Pについては皆でつくっていききたい（または組織の上の者に投げかけたい）。話にあった全員の自宅と勤務先の距離と時間を調べ、方針や指針を決めていききたい。	B C Pのつくり方をもっとわかりやすく詳しく講義して欲しい。
58	A	津波・高潮についてその場に応じた対応を考えたい。	地域に応じた具体的な対応
59		神野地区では平成22年に神野地区防災自治会を設置したが、そこで得られた知識を共有したい。	
60	A	知識の深さ・幅を広げることができた。勤務先もあるが地域での活動で発災対応訓練をしてみたいと考えている。今回資料をとじたファイルが今後活用できると思う。	東三河の各地域の特性に応じた講義

※A＝個人として参加、 B＝組織（部署）の代表者として参加

受講後感想／充実させてほしいコンテンツ (1/2)

番号	※立場	その他の意見・感想	コースに対するリクエスト
2	B		C) 内容の専門性、D) 内容の地域性
3	A		B) テーマの多様性、D) 内容の地域性
4	B		D) 内容の地域性
6	B		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修 H) その他（防災対策の具体的事例の紹介）
7	B		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修 G) 資格・称号
8	B		C) 内容の専門性、D) 内容の地域性 G) 資格・称号
9	A	多くのテーマの中から選択して基礎から応用まで専門的に学べるようなコースだとよい。	B) テーマの多様性、C) 内容の専門性
10	B	スーパー台風を想定した防災対策スタディをテーマとする講座・講演会はできませんか？	B) テーマの多様性、E) 現地見学・研修
11	B		B) テーマの多様性、D) 内容の地域性 E) 現地見学・研修
13	A		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修 F) 懇親会等の交流機会
14	B		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修
16	A	大変参考になった。	D) 内容の地域性
17	B	バロポイントの解説付き資料が大変わかりやすい。時間的にお腹が空くのでおやつがうれしかった。	D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修
18	B	入門としてよかった。今度は発展版をお願いしたい。	A) 講義時間数、C) 内容の専門性
19	B		A) 講義時間数、E) 現地見学・研修
20	B		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修、 G) 資格・称号
22	B		C) 内容の専門性、D) 内容の地域性 E) 現地見学・研修
23	B		D) 内容の地域性
24	B	また同様の講座が開催されたら受講したい。	B) テーマの多様性、C) 内容の専門性、 D) 内容の地域性
25	B		D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修、 H) その他（実習）
26	A		A) 講義時間数、E) 現地見学・研修
27	A	お忙しい中、講義していただきありがとうございます。	A) 講義時間数、E) 現地見学・研修
29	B	4回すべてに参加した。お菓子もありがたかった。参加してよかった。	B) テーマの多様性、D) 内容の地域性
30	B		B) テーマの多様性、E) 現地見学・研修、 F) 懇親会等の交流機会
32	B		B) テーマの多様性、D) 内容の地域性
34	B	話が全体的に長く、ポイントのインパクトがない。ダラダラ話をしている感じもつたない。	A) 講義時間数、D) 内容の地域性
35	B	他人事だと思っている地域の人に意識させるよい方法があれば知りたい。	B) テーマの多様性、D) 内容の地域性 H) その他（名札があると交流しやすい）
36	B	大変勉強になった。今度は春夏あたりで計画して下さい。	D) 内容の地域性、G) 資格・称号
37	A	今回の講座は大変勉強になった。興味あるテーマがあればまた参加したい。	A) 講義時間数、B) テーマの多様性、 E) 現地見学・研修
40	B	もう少し長い時間をかけて勉強をしたかった。	A) 講義時間数、E) 現地見学・研修 F) 懇親会等の交流機会
41	B	ありがとうございました。	B) テーマの多様性、D) 内容の地域性
42	B	4日間大変勉強になった。社内で活かしていきたい。ありがとうございました。	C) 内容の専門性、D) 内容の地域性 E) 現地見学・研修
44	A		B) テーマの多様性、D) 内容の地域性
45	B		E) 現地見学・研修

※A=個人として参加、 B=組織（部署）の代表者として参加

受講后感想／充実させてほしいコンテンツ (2/2)

番号	※立場	その他の意見・感想	コースに対するリクエスト
46	B		B) テーマの多様性、C) 内容の専門性
47	A		D) 内容の地域性
51	B		B) テーマの多様性、C) 内容の専門性
52	A	学校の授業のようでどこか懐かしい感じがした。	D) 内容の地域性、E) 現地見学・研修
53	B	これぐらいの人数であれば、グループワークのようなものを取り入れても面白いのではないかと思った。	B) テーマの多様性、E) 現地見学・研修 F) 懇親会等の交流機会
54	B	実際の行動に移せる具体的な取り組みを多く紹介してほしい。	B) テーマの多様性、D) 内容の地域性 E) 現地見学・研修
55	A	4回でだが、色々な観点から学べてよかった。継続して学べるとよい。ありがとうございました。	B) テーマの多様性、E) 現地見学・研修 H) その他（土曜日とかで18:30～20:00とかでやってほしい）
56	A	一般住宅への耐震工事、耐震診断の必要性を説明するために参考になるテキスト、資料等があれば教えてほしい。	B) 講義時間数、C) 内容の専門性 E) 現地見学・研修
57	A B (両方)	第2回、第3回の内容をもっと詳しくききたかった。	A) 講義時間数、B) テーマの多様性、 G) 資格・称号
58	A		B) テーマの多様性、D) 内容の地域性、 E) 現地見学・研修
59			E) 現地見学・研修
60	A	この地域で活動がはじまったことを期待したいと思う。	B) テーマの多様性、C) 内容の専門性 D) 内容の地域性

※A＝個人として参加、 B＝組織（部署）の代表者として参加

平成26年度 「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業
工業（防災都市システム学）分野における中核的専門人材の養成 産学官コンソーシアム

第2回 三河港湾防災・減災連絡会

日 時：平成26年12月9日（火） 10：30～11：30
場 所：豊橋商工会議所 5階 502室

次 第

●連絡会代表挨拶

●議事

1. 人材養成コース実施結果について ：資料1
 - 1) 参加状況，受講者アンケート結果について
 - 2) 実施結果，今後の取組等について

2. 各地域・自治体での取組の共有化について ：資料2

3. 中部経済産業局の取組について ：資料3

4. その他



H26年度
『地域地震防災コース』実施結果について
(受講生へのアンケートに基づく)

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター
研究員 穂刈 耕介

防災人材養成コースの概要

企画・運営体制
実施目標とイメージ
コースプログラム・工夫とこだわり
前年度からの変更点

企画・運営体制 H26年度の実施体制

●自治体
蒲郡市企画部企画広報課
豊川市産業部企業立地推進課
豊橋市産業部産業政策課
産業部港湾活性化課
田原市政策推進部企業立地推進室

代表者
●企業連絡協議会等
蒲郡地区委員会防災部会
御津臨海企業懇話会
神野地区防災自治会
明海地区防災連絡協議会
田原企業臨海懇話会

三河港湾
防災・減災連絡会
(事務局：豊橋技術科学大学)
ニーズとシーズのマッチング

コースの実施
幅広い学び直しテーマの
産学官コンソーシアムで
取組内容を改善

実施目標とイメージ

実施目標
・大規模災害への日頃からの万全の備え
・地域の企業等の対応格差の解消
・災害前後の実践的対応方法の学習、習得

地域防災力の向上
↑
コースで学んだ
知識・技術を自社に還元

企業・自治体
防災担当者

地域地震防災コース
Basic Advance

大学
技術大の教員が研究成果を
活かしてオリジナル教材を
作成し、講義を実施

中核的人材の育成

カリキュラム完成による中核的人材養成のモデル形成 (イメージ)

コースプログラム

開講初年度は、基礎から地震防災を学ぶBasicコース4回を実施
2期目となる今年度は、テーマを絞ったAdvanceコース4回と
県内の防災関連施設の見学会を追加

25年度 (2.5~2.26)
Basic コース
1 基礎から学ぶ地震と防災 講師：青柳大樹
2 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二
3 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 俊
4 基礎から学ぶ地震への備えと行動 講師：増田幸宏

26年度 (10.7~11.14)
Basic コース
1 基礎から学ぶ地震と防災 講師：青柳大樹
2 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二
3 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 俊
4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 講師：佐野真典

Advance コース
1 地震の活断層メカニズム・被害・対策 講師：三浦均也
2 建物の耐震診断と耐震補強 講師：佐井智哉
3 防災者としての地域防災力 講師：久保 彰
4 事業継続計画の策定とマネジメント 講師：増田幸宏

(Basic コースを受講された方のみ対象)
+
県内3市の防災関連施設見学会 (希望者のみ)

工夫とこだわり

- 仕事帰りに立ち寄りやすい
企業団地近くの会場 を確保
(時間に余裕のない実務者でも参加してもらえるよう配慮)
- 技科大各教員が講義ごとに
オリジナルテキスト を作成
(図・解説を1セットにし、読者のわかりやすさを重視。
東三河地域の事情に即した内容を盛り込む)
- 授業カルテやQ&Aシート**を用い、
講義のフォローアップを徹底
(講義の要点がわかるカルテを配付するとともに、
不明・疑問点等に当たるQ&Aシートでフォロー)
- 一定条件を満たした受講生に
修了証書 を授与
(個人を対象として3/4回以上出席者に授与)
- 面識のない受講生同士が知り合い、
情報交換できる場をセッティング
(横のネットワークづくりの場も企画)

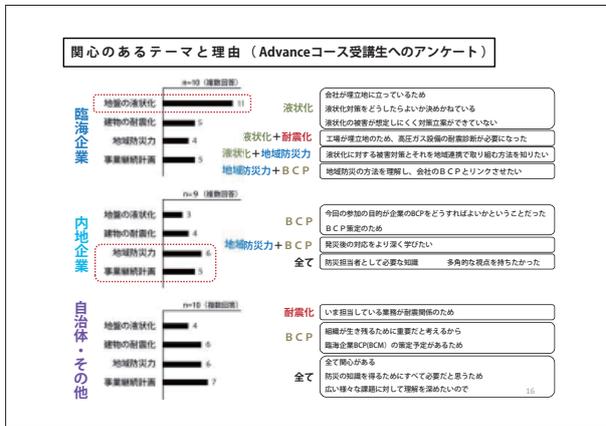
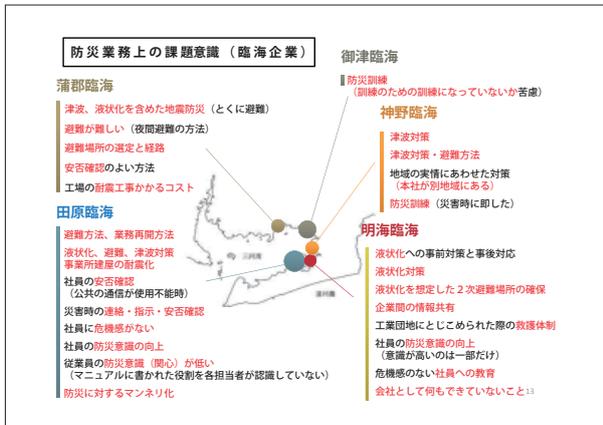
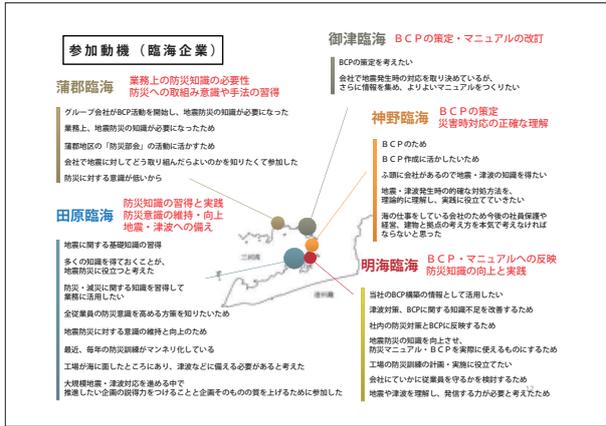
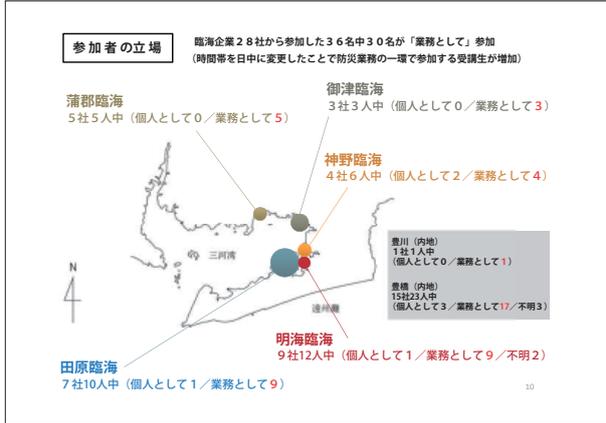
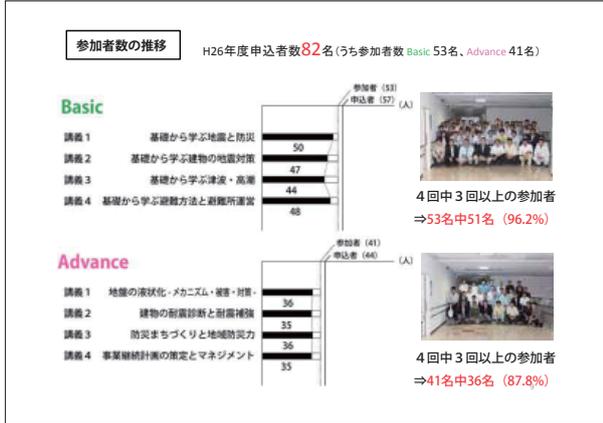
ライフポートとよはし
カメラリア
配布したオリジナルの
テキストとファイル
受講生が手元に聴講する受講生
講義毎に理解度を確認
するシートを配付
第1期は59名中58名に修了証書を授与

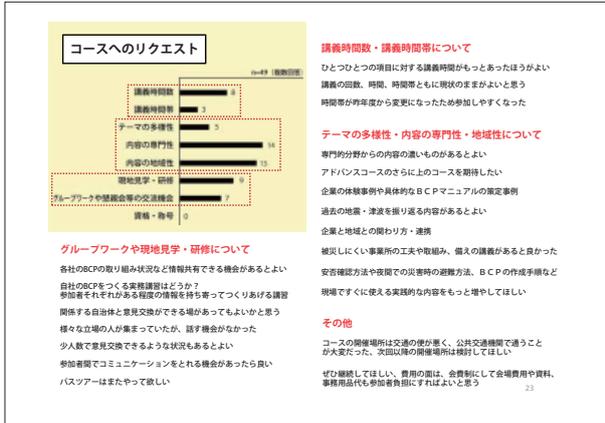
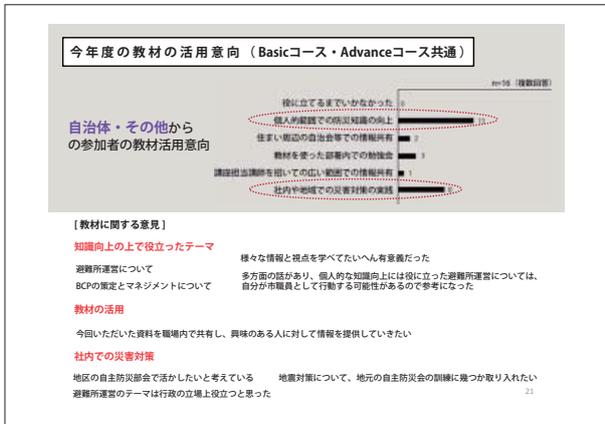
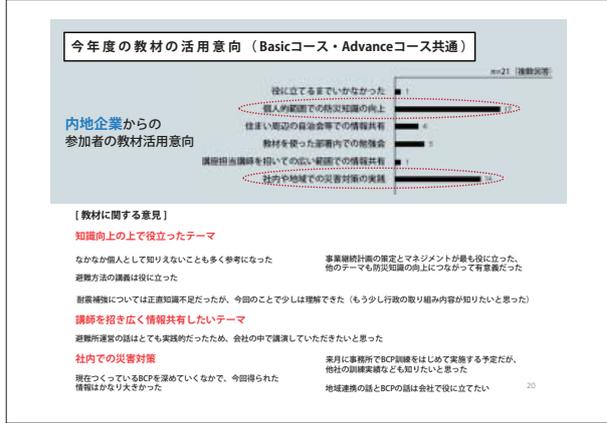
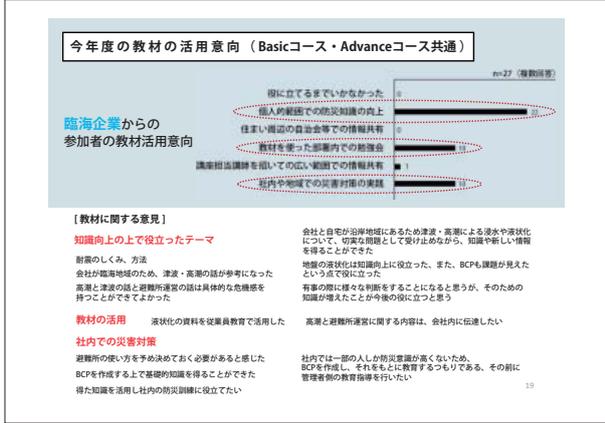
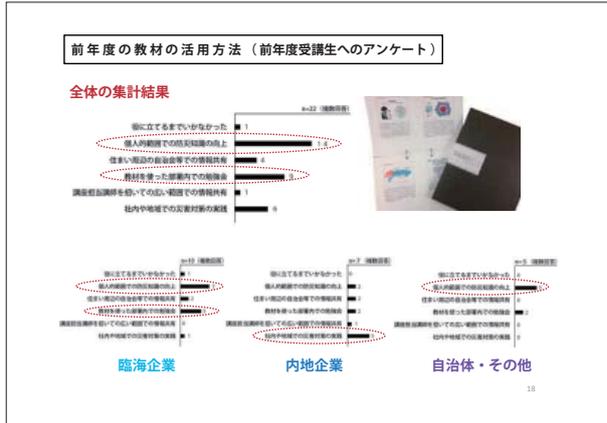
前年度からの変更点

- 連絡会の発足
防災人材養成に関わるニーズとシーズと調整するプラットフォーム組織
- 開催時間帯の変更
夕方以降開催から日中開催へ(*会場については大きな変更なし)
- コースプログラムの変更
入門編のBasicコースに対してテーマを絞ったAdvanceコースを開講
- 施設見学会の企画
名古屋大学減災連携研究センター等の協力を得、バスツアーを企画

参加者数と参加の立場

参加者数の推移
参加者の立場





アンケート結果に対する所感

25

コース運営について

時間帯変更によって参加者は「業務として」参加しやすくなったとの声が多かった
会場は公共交通機関でもアクセスしやすい会場を検討する必要がある
連絡会が発足したが、位置づけや役割について意見交換が必要

コース内容について

Advanceコースを開設し、前年度受講生を中心に多くに参加してもらえた
(ただし、次年度はAdvance受講生の行く場がない)
見学会は概ね好評だったが、企業の取組み事例を見学したいという声もきかれた
参加者同士の情報交流機会はその必要性を感じていたものの機会を設けることができなかった

アンケート結果について

同一企業団地からの参加者の参加動機、課題意識に共通する傾向がみられた
(先進的に取組みを進めている団地ではタイトなコミュニティがつけられつつある)
メカニズムを講義するコースに対し、防災を先進的に実践する企業の取組み事例の紹介や
実用化できる知識を求める受講生の声が多かった
(⇒大学がコース全てを満足させられないのである部分までの繰引きとその先の連携が必要)

26

2. 各地域・自治体での取組の共有化について

資料2

平成26年度 中核的専門人材養成の戦略的推進事業 実施スケジュール 12月～3月

	12月	1月	2月	3月
コンソーシアム (三河港湾防災・減災連絡会)	第2回連絡会開催(12/9) ・人材養成プログラム中間評価 シンポジウム開催(12/9)	各地域・自治体での取組共有 (情報提供依頼) 連絡会取組報告まとめ	第3回連絡会開催(メール) ・職域成果報告書案の確認 ・コンソ成果報告書案の確認	第4回連絡会開催 :各事業所、自治体の 防災事業や課題につ いての意見交換 実績報告書提出 → 文科省
職域プロジェクト (豊橋技術科学大学 安全安心地域共創RC)	シンポジウム開催(12/9) ・人材養成プログラム中間報告	人材養成成果報告とりまとめ (職域 報告書案作成)	成果報告書作成 (業者印刷)	

三河港湾防災・減災連絡会 開催日程(案)

- 第1回連絡会** 平成26年7月30日(水)10時～ 場所:ライブポートとよはし
 想定議題 1. 事業説明
 2. 事業の進め方について
 3. 人材養成コースカリキュラムの検討
 ・昨年実施のベーシックコース(4回)、今年度より開始予定のアドバンスコース(4回)の内容について
 ・ワークショップ及び防災・減災関連施設見学会について
 4. その他
- 第2回連絡会** 平成26年12月9日(火)10:30～11:30 場所:豊橋商工会議所
 想定議題 1. 人材養成コース実施結果について
 ・アンケート結果報告
 ・今後の取組等について意見交換
 2. 各地域・自治体での取組の共有について
 3. 中部経済産業局の取組について
 4. その他
- ※ 13:00～ CARMシンポジウム 「防災・減災のための備えと行動 ～今、何ができるか～」
- 第3回連絡会(2月開催)** メールによる会議を予定
 想定議題 1. 事業成果報告の確認
 2. その他
- 第4回連絡会(3月開催)** 平成27年3月後半で日程調整
 想定議題 1. 各事業所、自治体の防災事業や課題についての意見交換
 2. その他

※連絡会の会議時間は、1時間程度を予定しています。

2. 各地域・自治体での取組の共有化について

第1回連絡会 議事要旨より

三河港湾防災・減災連絡会について
 ◇この場はいま大学のやることに意見をいう場という感じになっているが、私はこの場を産学官連携の話し合いの場にできればよいと思う。

○負担が一気にかかると途中で息切れしてしまう。まずは第3回のメール会議を集まって議論する場にする、会議を1回増やすぐらいのことから考えたい。

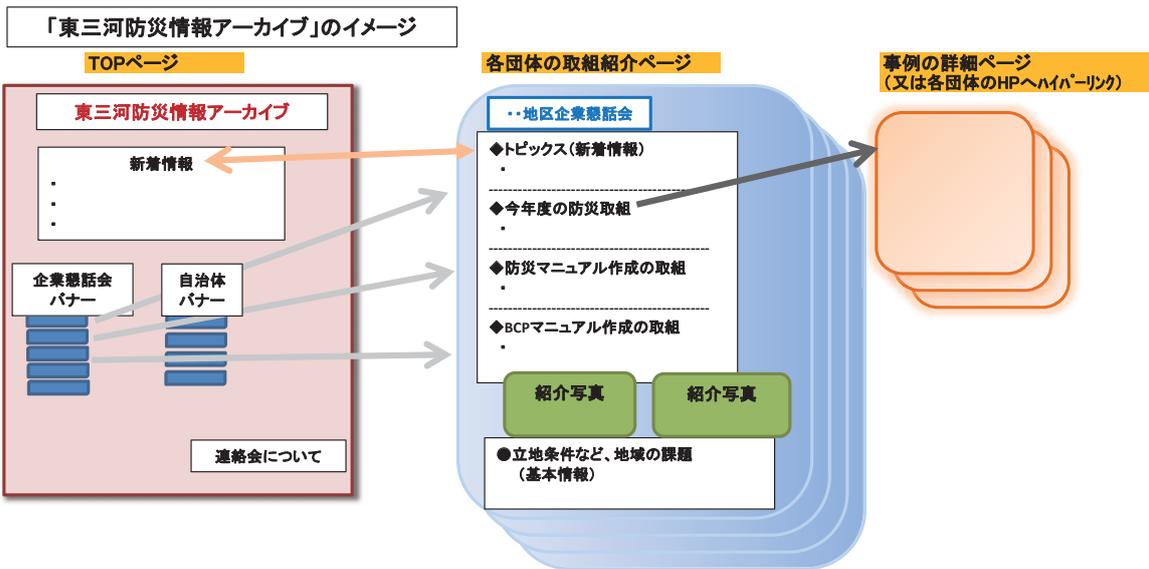
◇企業としては、外の地域の自治体や企業がどのような取り組みをしているか知りたい。

◆たくさん組織がつくられて会合が開かれているが、それは特定の地域ごとであって、横のつながりはあまりない。
 ○12/9に豊橋市の商工会議所でシンポジウムを企画している。そこでは自治体や企業の方にパネラーで出ていただきたいと思っています



防災情報の交流と共有化の提案

- 1)「東三河防災情報アーカイブ」(仮称)の立ち上げ : 豊橋技術科学大学 安全安心共創リサーチセンターWEBページに設置
- 2)3月に連絡会(第4回)
 - ・今年度の事業報告書ご説明
 - ・防災活動の経験交流



お願い
 年度内に、上記のようなイメージで、本学のホームページに掲載していきたいと存じます。
 1月末位までに情報を頂きたく、別途依頼をさせていただきます。

「東三河防災情報アーカイブ」(仮称)への情報提供のお願い

H26.12.9

団体・機関名	お名前
WEB掲載情報	
項目	取組内容やWEBのURLを記載下さい ／写真等、資料あれば別途添付ください
1) トピックス(新着情報)	
2) 今年度の防災取組	
3) 防災マニュアル作成の取組	
4) BCPマニュアル作成の取組	
5) 立地条件など、地域の課題 (基本情報) 地区が立地する防災面での立地条件: 標高や防潮堤、避難想定場所等	
6) その他記載を希望される情報	

三河港湾防災・減災連絡会#2

『地域地震防災コース』の実施および『三河港湾防災減災連絡会』の設置等に関する事業評価シート

平成26年度「成長分野における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業

ご出席の皆さまに置かれましては、本事業の連絡会委員として本事業にご協力いただきありがとうございました。おかげさまで本年度に予定しておりました事業が概ね終了しましたので、取り組みのひと区切りとして、また次年度の取組みに向け、今年度を実施しました事業の評価をお願いしたいと思っております。ご協力をよろしくお願い致します。

2014.12.09 豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター

■ 下記に所属・氏名をご記入の上（無記名も可）、(1)～(4)の項目について事業評価をお願い致します。

所属	
氏名	

5段階評価の目安

- 5：満足 ————— 特に改善の必要なし
 4：やや満足 ————— 満足感はあるが多少の改善がほしい
 3：可もなく不可もなく ——— 満足というわけではないが不満もない
 2：やや不満 ————— 不満が残る、いくつかの改善が必要
 1：不満 ————— 抜本的に基本路線の見直しが必要

(1) コースの枠組みについて

評価項目	あなたの評価（5段階評価）					具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
	5	4	3	2	1	
(1) 実施時期の設定 (今年度は秋口～実施)	5	4	3	2	1	
(2) 実施期間の設定 (今年度は10～11月の2ヶ月間で実施)	5	4	3	2	1	
(3) 実施曜日の設定 (今年度は火曜日と木曜日に実施)	5	4	3	2	1	
(4) 開講時間帯の設定 (今年度は15:00-17:00に実施)	5	4	3	2	1	
(5) 実施会場の設定 (今年度は全編カモメリアで実施)	5	4	3	2	1	

(2) コースプログラムや教材について

評価項目	あなたの評価（5段階評価）					具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
	5	4	3	2	1	
(1) コースの分け方 (今年度はBasic編とAdvance編)	5	4	3	2	1	
(2) 講義の回数 (今年度はBasic4回、Advance4回)	5	4	3	2	1	
(3) 1回あたりの講義時間 (今年度は1回の講義あたり120分)	5	4	3	2	1	
(4) 1テーマあたりの講義時間 (今年度は1テーマあたり120分)	5	4	3	2	1	
(5) テーマの編成 (今年度は避難所運営、液状化等を追加)	5	4	3	2	1	
(6) 講義のスタイル (基本的にPowerPointによる座学講義)	5	4	3	2	1	
(7) コースの教材 (今年度も前年度と同じ解説付き教材)	5	4	3	2	1	

裏面につづく→

(3) 現地視察について

評価項目	あなたの評価（5段階評価）	具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
(1) 企画の実施 (「現地視察」機会の提供に対する評価)	5 4 3 2 1	
(2) 視察日程 (今年度は平日1日かけて実施)	5 4 3 2 1	
(3) 移動手段 (今年度は貸切バスで移動)	5 4 3 2 1	
(4) 視察対象地 (今年度は減災館と2つの市役所施設)	5 4 3 2 1	
(5) 交流機会 (見学会とその後の懇親会に対する評価)	5 4 3 2 1	

(4) 連絡会の設置・運営について

評価項目	あなたの評価（5段階評価）	具体的な問題点や改善提案等ありましたら下記の欄にご記入ください。
(1) 連絡会の設置 (連絡会を設置したことに対する評価)	5 4 3 2 1	
(2) 連絡会の役割 (今年度はコースへの意見と広報だった)	5 4 3 2 1	
(3) 開催頻度 (今年度はメール審議含む4回)	5 4 3 2 1	
(4) メンバー構成 (今年度は企業団地と事務局から各1名)	5 4 3 2 1	
(5) 今後の方向性 (次年度に向けた会の方向性に対して)	5 4 3 2 1	

評価項目は以上になります。ご記入ありがとうございました。

評価項目以外で、コースあるいはこの連絡会についてご意見等ありましたら以下の自由記入欄にご記入ください。

[自由記入欄]

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

昨年度に引き続き、今年度も豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンターを中心として、東三河港湾の企業・自治体を対象に、災害時に活躍できる防災担当者を養成するためのコースを開講します。

今年度は、昨年度のBasicコース（4回）に加え、新たにAdvanceコース（4回）を増設しました。昨年度受講された方も、新規に受講される方も奮ってご参加ください。

平成26年度

地域地震防災コース

参加費無料 受講生募集!!

Basic 1 10/07 (Thu)
Basic 2 10/14 (Thu)
Basic 3 11/04 (Tue)
Basic 4 11/11 (Tue)
Advance 1 10/09 (Thu)
Advance 2 10/16 (Thu)
Advance 3 11/06 (Thu)
Advance 4 11/13 (Thu)

今年度は
東海圏の防災関連施設等への見学会も予定しています
※詳細は申込者に別途ご案内いたします

Basic コース

- 10/07 基礎から学ぶ地震と防災 講師：斉藤大樹（建築・都市システム学系 教授）
- 10/14 基礎から学ぶ建物の地震対策 講師：中澤祥二（建築・都市システム学系 教授）
- 11/04 基礎から学ぶ津波・高潮 講師：加藤 茂（建築・都市システム学系 准教授）
- 11/11 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営 講師：垣野義典（建築・都市システム学系 准教授）

Advance コース

- 10/09 地盤の液状化・メカニズム・被害・対策 講師：三浦均也（建築・都市システム学系 教授）
- 10/16 建物の耐震診断と耐震補強 講師：松井智哉（建築・都市システム学系 准教授）
- 11/06 防災まちづくりと地域防災力 講師：大貝 彰（豊橋技術科学大学 理事・副学長）
- 11/13 事業継続計画の策定とマネジメント 講師：増田幸宏（安全安心地域共創RC 客員准教授）
（芝浦工業大学システム工学部 准教授）

10月

日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

11月

日	月	火	水	木	金	土
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23/30	24	25	26	27	28	29

時間： 15:00～17:00（初回と最終回は17:30まで） 対象： 企業・自治体に勤務されている方 定員：各コース50名

会場： ポートインフォメーションセンター（カモメリア）2F研修室（豊橋市神野ふ頭町3-29） 応募締切：平成26年9月26日（金）

申込方法：裏面の「申込書」をお使いください お問い合わせ：Tel 0532-81-5157 / メール kouza@carm.tut.ac.jp（担当：穂苅）

CARM 豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター ※本コースは、平成26年度「成長分野等における中核的専門人材養成等の戦略的推進」事業（文部科学省）です。



定員40名
(申込順)

『地域地震防災コース』スピノフ企画

県内3市の防災関連施設をめぐるバスツアー

今年度の「地域地震防災コース」では、自然災害のメカニズムとそれに対する防災対策のしくみや技術を、教材に基づいて理論的に学習することと併せて、それら学習内容を仮想体験や具体的な実装例を間近でみることを通してコースにおける理論的学習効果を高めるため現地視察（バスツアー）を企画しました。

先進的な災害対策技術を実装し、東海圏の災害対策拠点としての役割も担う名古屋大学「減災館」の他、コースにて理論的に学習する自然災害の脅威とそれに対する対処方法を身をもって体験できる施設（豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー等）を視察します。


 開催日時

2014年 **10** 月 **28** 日 (火) 9:00～18:30 (8:45に「豊橋駅」集合)

※集合場所の詳細は、申込者に別途お知らせします。


 見学対象施設

名古屋大学減災館、豊田市防災学習センター、岡崎市防災展示コーナー


 定員・対象・参加費

定員：40名（先着順） 対象：企業・自治体に勤務されている方

参加費：1,000円（お弁当代含む）※当日お支払い下さい。


 スケジュール

8:45	豊橋駅集合
9:00	豊橋駅出発
10:30	豊田市防災学習センター （センター職員による各体験コーナーの案内）
11:45	
12:25	名古屋大学減災館 （福和伸夫先生（名古屋大学減災連携研究センター長）による施設案内）
15:00	
16:10	岡崎市役所（防災展示コーナー） （防災危機管理課による出前講座）
17:10	
18:30	豊橋駅到着

到着後、豊橋駅周辺で懇親会も予定しています。

参加希望者は、添付の申込書をお使いください。



基礎から学ぶ地震と防災

目次

1. 地震はなぜ起きるのか？
2. なぜ建物は地震で崩壊するのか？
3. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？
4. 強度型か靱性型か？
5. 免震構造って何？
6. 津波にどう備えるか？
7. 地域防災力をいかに高めるか？

1



我々は、川が流れを変えたり火山が噴火をしたりすることで地形が変わることを知っています。また、太古の氷河期に海面が下がって日本列島が大陸と陸続きになり、ナウマン象が大陸から渡ってきたことも、化石などによって知ることができます。ですから、2つの大陸で同じ動物の化石が発見されたときに、大陸の間をつなぐ陸地(陸橋)があったのではないかと推測するのは、それほどおかしな考えとは思われません。皆さんも、アトランティクス大陸(大西洋)やムー大陸(太平洋)、レムリア大陸(インド洋)など、大洋に存在したといわれる幻の大陸の伝説を聞いたことがあるでしょう。この科学的な説明として、ちょうどリンゴが乾燥して表面に皺ができるように、高温だった地球が次第に冷えて収縮したため、大陸を繋いでいた陸地が沈んで海になり、陸地にできた皺が山脈になったという学説が長い間信じられていました。これを「地球収縮説」といいます。

2



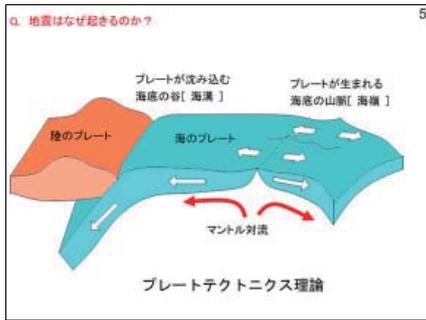
そんな中、100年ほど前に、人々の常識を覆すような別の学説が現れました。それによると、大陸の間には陸橋ではなく、大陸そのものが動いて互いに離れていったのです。これを「大陸移動説」といいます。確かに、大西洋を挟むアフリカ大陸と南アメリカ大陸の海岸線の凹凸は、まるでジグソーパズルのように形が似ていてもとは繋がっていたようにも見えます。その説を提唱したのは、ドイツの気象学者アルフレート・ヴェーゲナーです。ヴェーゲナーは、著書「大陸と海洋の起源」の中で、生物学・気象学・地質学などのおびただしい資料を駆使して理論の正しさを証明しようとしてきました。しかし、残念ながら、「地球収縮説」を覆すような決定的な証拠を示すことができませんでした。「大陸移動説」はあまりにも斬新過ぎて、当時の科学者には受け入れられず、ヴェーゲナーの死後、次第に忘れられていったのです。

3



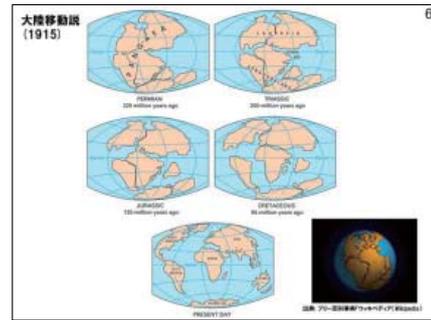
冷めた味噌汁を温めたときに、下に溜まった味噌が火山の噴火のように沸き上がって、また下に沈んでいく様子を見たことがあると思います。このように、暖められた液体が軽くなって上昇し、温度の低いものが下降して循環的な流れが生じることを対流といいます。地球の中心部には、約6000度という高温の鉄の固まり(コア)があり、その外側の岩石(マントル)は長い時間をかけて流体のように対流運動をしていると考えられています。マントルの外側には、地球を囲む薄い岩石の層(地殻)があります。また、地球上には、ちょうど剥いたミカンの皮のように、地殻を乗せた薄いプレートが何枚もあり、マントル対流にともなう年間数センチ程度の速度で移動しています。「大陸移動説」を提唱したヴェーゲナーは、大陸が移動する原動力を地球の自転による遠心力と月や太陽の引力(潮汐力)ではないかと考えていましたが、実は、地球内部のマントル対流が大陸を動かしていたのです。

4



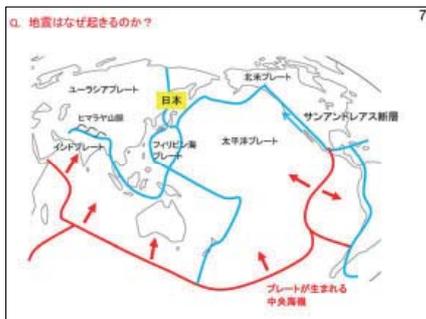
マンデル対流によって動いているのは大陸だけではなく、海洋もプレートに乗って動いています。大陸のプレートは比重の小さい花崗岩で出来ていますが、海洋のプレートは比重の大きい玄武岩で出来ているため、両者がぶつくと、海洋のプレートが下に潜り込んでマンデルに沈んでいきます。沈み込むプレートの反対側では、それを捕うように、海底の割れ目から新しいプレートが次々と生産されています。プレートが沈み込む海底の谷を海溝(かいこう)といい、プレートが生まれる海底の山脈を海嶺(かいれい)といいます。このようなプレートの動きを説明する理論をプレートテクトニクスといい、地球物理学の標準的な理論になっています。現在では、そうしたプレートの動きを人工衛星により正確に測定することができます。

5



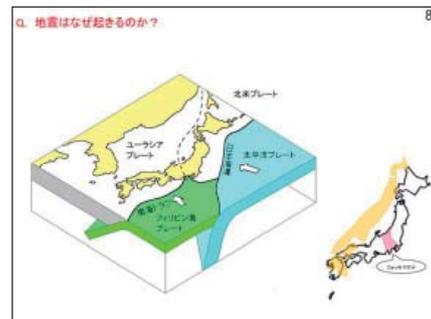
ヴェーゲナーは、地球にははじめに一つの大陸しかなく、それが分裂・移動して現在の各大陸になったのだと考えました。彼は、最初の大陸をギリシャ語で「すべての陸地」という意味でパンゲアと名づけました。プレートテクトニクスによれば、パンゲアが分裂した場所が現在の中央海嶺に当たります。分裂した大陸は数億年をかけてやがてひとつにまとまり、また分裂するというサイクルを繰り返すと考えられています。

6



太平洋の東側の南米沖には、南北に走る中央海嶺があり、そこで生まれた太平洋プレートは年間8cmほどの速度で北西に移動してユーラシアプレートの下に潜り込んでいます。これは、大陸プレートと海洋プレートが衝突する典型的な例です。一方、大陸プレートと大陸プレートが衝突する場合もあります。かつてインドは独立の大陸でしたが、ユーラシアプレートに衝突して下に潜り込みながら押し上げた結果、海底が折り曲げられて8,000mの高さに持ち上がりました。これがヒマラヤ山脈です。実際にエベレストの頂上では深海に棲むウミユリの化石が見つかっています。

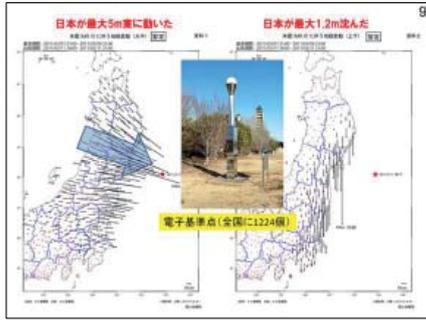
7



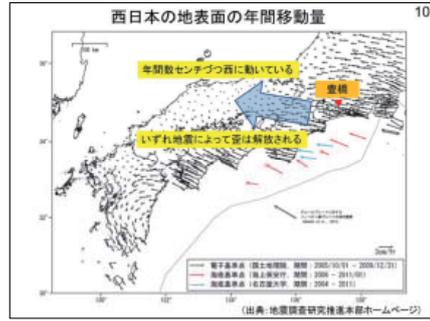
プレートがぶつかり合う境界やプレートの内部に徐々に歪が蓄積されると、ついには岩盤が破壊されて衝撃波が発生します。この現象を地震といい、衝撃波を地震波といいます。破壊される面を断層といいます。断層ができて、歪がたまるたびに同じ場所で破壊が起こりやすくなります。日本に地震が多いのは、日本列島が4枚のプレートがぶつかり合う世界でも類のない場所に位置しているからです。海洋プレートが沈み込む海溝のうち、とくに深さが6,000mより浅いものをトラフと呼びますが、日本列島の東には日本海溝があり、南には南海トラフがあります。

日本列島に分布する活断層の分布を見ると、ちょうど中部地方と近畿地方にたくさんの活断層が分布していることが分かります。まるで、日本列島をくの字に折り曲げてきたひび割れのようにも見えます。実際、2千万年前の太古の昔には日本列島は南北に真っ直ぐであったのが、徐々に折り曲げられたと言われています。折り曲げられた位置には大規模な地殻変動のあとが残されており、折り目の窪みには新しい地層が堆積しています。この地域をラテン語で「おおきな窪み」を意味するフォッサマグナと呼びます。

8

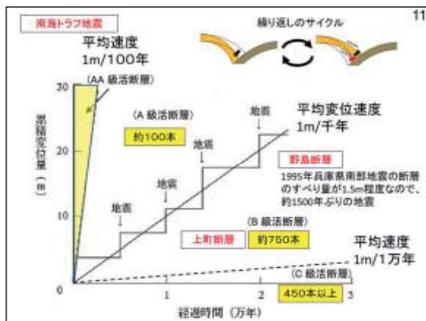


東日本の太平洋沖には日本海溝があり、太平洋プレートが年間約10cmずつ潜り込んで、ぐいぐいと日本列島を西に押しめています。西に押された日本列島は、ついにはプレートの境目(断層)が破壊して、東に押し戻す動きが起きます。東日本大震災をもたらした地震(東北地方太平洋沖地震)では、たまりにたまった歪が一気に解放されて、日本列島が最大5mほど東に動きました。また、地面も1m以上沈んだ場所がありました。こうした地面の動きは、全国に張り巡らされた電子基準点によるGPS観測から正確に求めることができます。



一方、西日本の南には南海トラフがあり、フィリピン海プレートが年間数センチ程度のスピードで潜り込んで、ぐいぐいと日本列島を北西に押しめています。豊橋市の付近では、年間3センチほど北西に押されていることが分かります。過去70年大きな地震が起きていないので、単純計算で2m以上も押されたこととなります。この歪はまだ開放されていません。たまりにたまった歪が一気に解放されることは時間の問題なのです。

南海トラフ地震が本当に起きるのか疑う人もいます。しかし、地面の歪は確実に蓄積されています。いずれ歪を開放するために地震が起きることは間違いないのです。



岩盤に歪が蓄積されて限界に達すると断層面が破壊して地震が起きます。その後、再び歪が蓄積されるまで地震が起かない静穏な期間が続きます。地震のたびに断層がずれていくので、時間と断層のずれの累積値の関係は階段状に増加していくような右上がりのグラフになります。グラフの平均的な傾きを平均変位速度といい、この値によって活断層の活動度をAA級、A級、B級、C級に分類します。

淡路島の野島断層はB級に分類されており、1995年阪神淡路大震災(兵庫県南部地震)での断層の平均すべり(ずれ)量が1.5m程度なので、約1500年ぶりの地震であったと考えられています。日本の内陸にはAA級の活断層はなく、A級の活断層が約100、B級の活断層が約750、C級の活断層が約450あることが確認されています。C級の活断層は確認が難しく、実際にはもっと数が多いと考えられています。

フィリピン海プレートは年間数センチの速度で南海トラフに沈み込んでおり、南海トラフの断層は活動度の高いAA級に分類されます。過去に起きた東海・東南海・南海地震での断層のすべり量は4~6mであることから、移動速度で割ると、80~150年間隔で地震が起きることになります。



地震で激しく地面が揺れると、立っていることが難しくバランスを崩して転ぶことがありますが、大げになることはめったにありません。一方、人間よりもずっと頑丈に作られているはずの建物が、地震の揺れで倒壊することがあります。なぜ人は平気なのに頑丈な建物は壊れてしまうのでしょうか。こんな疑問から、地震のときに建物に作用する力について考えてみましょう。

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

重さは質量 × 加速度

体重(下向きの力) = 質量 × 重力加速度(地球では9.8m/秒²)

体重(下向きの力) 60kgf
地球
a

10kgf
月
a

月の(重力)加速度は地球の1/6

人に作用する力として、もっとも身近なものは地球の引力です。みなさんの体重は、身体に働く地球の引力の大きさを表しています。もし地球よりも引力の小さい月の上で体重を計ったら、体重計の数値はずっと小さな値になります。このことを理解するために、「体重」を「質量」と「重力加速度」の積で表します。質量は物に固有の値ですが、重力加速度は地球と月では値が異なります。月の重力加速度は地球の約1/6なので、体重も約1/6になります。

13

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

横からの加速度による力

加速度と速方向の力(慣性力)が働く
F = m × a
列車
バス
加速度の向き

加速度と速方向の力(慣性力)が働く
F = m × a
列車
バス
加速度の向き

どちらの慣性力が大きい？

加速度は下向きにだけ働くとは限りません。バスに乗っているときに、バスが急発進すると身体が後ろに倒れそうになります。また、バスが急停止すると、こんどは身体が前に倒れそうになります。乗っている人に加速する(あるいは減速する)方向と逆の力が働きますが、この力を「慣性力」といい、体重と同じように物体の質量と加速度の積で表されます。すなわち、加速度が大きいほど、また質量が大きいほど、働く慣性力は大きくなります。ですから、バスが急停止すると、太った人の方がやせた人よりも大きな慣性力がかかるので、自分の体を支えることが難しくなります。

14

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

どちらの慣性力が大きい？

さて、最初の質問に戻しましょう。地震で地面が揺れると、地面に立っている人よりも建物の方がずっと質量が大きいので、建物にはそれだけ大きな慣性力が働きます。つまり、地震の揺れで人が平気なのに建物の方が壊れてしまうのは、建物が慣性力を支えきれなくなるためです。一般に建物は重力を支えるために上下に強い構造ですが、地震による左右の慣性力には弱い構造です。

そのため石や煉瓦を積み上げた構造(一般に組積造といいます)は、地震で崩れやすく、日本のような地震国には適していません。

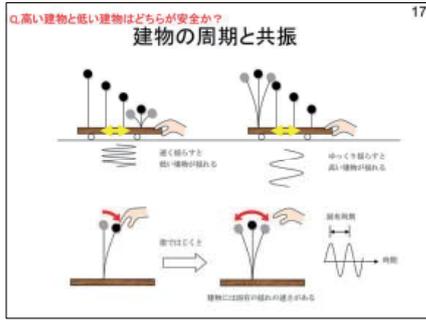
明治維新のあと、西洋風の煉瓦造建物が数多く建てられました。1891年の濃尾地震や1913年の関東大震災で煉瓦造建物が大きな被害を受けたため、その後、煉瓦造を建てることは法律で厳しく規定され、日本から姿を消しました。

15

Q. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？

高い建物と低い建物は、どちらが地震に対して安全でしょうか。地震の揺れによって働く慣性力を考えると、質量の大きい高い建物の方が不利に思えます。しかし、慣性力は質量と加速度の積ですから、建物の揺れによって生じる加速度の大きさも考えなくてはなりません。

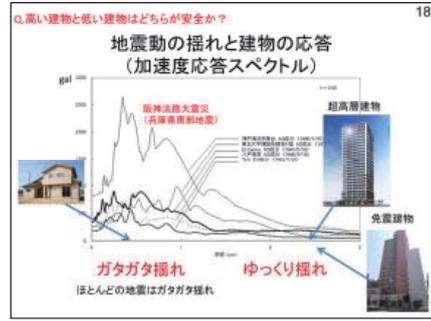
16



建物の高さや揺れやすさの違いを理解するために、車の付いた台の上に背の高さの違う板を並べた簡単なおもちゃを用意します。台をつかんで細かく前後に動かすと、低い板が激しく揺れて、高い板はあまり揺れません。今度はゆっくりと台を動かすと、背の高い板が揺れ出しますが、低い板はびくとも動きません。

その謎を解くために、今度は板の先を指ではじめてみます。背の低い板は細かく揺れて、背の高い板はゆっくりと揺れます。それぞれの板は、固有の揺れの速さを持っており、ひと揺れにかかる時間を「固有周期」といいます。台の揺れの周期が自分の固有周期に近いと、その板は反応して大きく揺れ始めます。この現象を「共振」といいます。

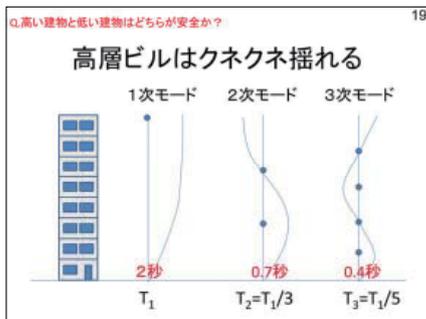
さて、建物の固有周期は階数の10分の1程度の秒数です。5建ての事務所ビルなら固有周期は0.5秒、40階建ての超高層ビルなら固有周期は4秒程度になります。通常の地震による地面の揺れは細かく激しい揺れなので、固有周期の長い超高層建物はあまり共振しません。そのため、揺れの加速度が小さくなり、結果として建物に作用する慣性力も小さくなります。これが、地震の多い日本でも超高層建物を建てることのできる大きな理由です。



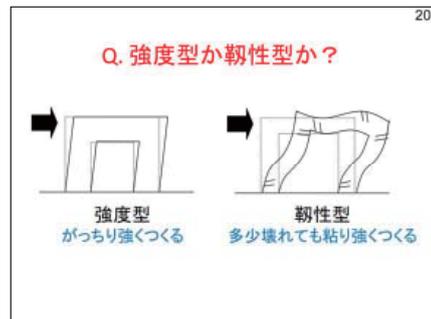
固有周期ごとに建物の揺れの最大加速度をプロットしたグラフを「加速度応答スペクトル」といいます。様々な地震動について加速度応答スペクトルを求めてみます。

このグラフから、①スペクトルの山はおおむね固有周期1秒以下にあり、固有周期の短い中低層の建物が大きく揺れること、②逆に固有周期が1秒を超えるような高層建物や免震建物の揺れは小さくなるのが分かります。

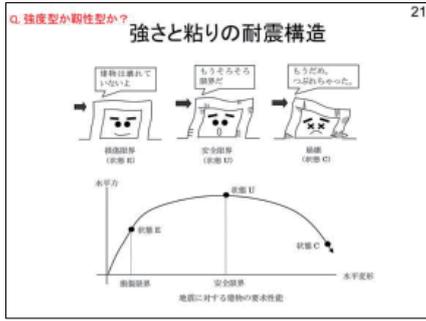
戦前戦後にかけて、研究者の間で、地震に対して建物を剛に造るべきか柔らかに造るべきかで大論争になりました。これを「柔剛論争」といいます。確かに建物を柔らかに造ると固有周期を長くすれば応答を小さくできます。当時は地震動の性質がまだよく分からず、建物も低層のものが多かったこともあり、地震に対しては建物を壁や筋交いで固めて剛構造とする考えが主流を占めました。柔構造の実現には超高層や免震構造のような高度な建設技術が必要だったのです。



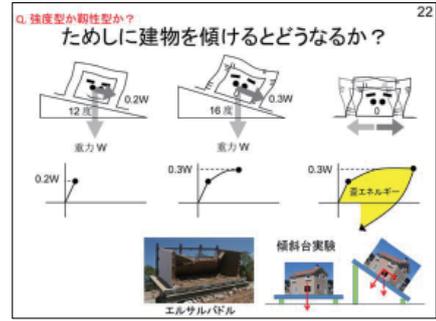
建物は階数が増えると、途中で折れ曲がるようなクネクネとした揺れをすることがあります。その揺れの形は建物に固有であるため、固有振動モードといいます。揺れの固有周期が長い順番に1次モード、2次モード、3次モード...と階数分のモードが存在します。超高層建築物では、おおむね固有振動モードの形はサイン関数に、各次の固有周期と1次固有周期の比は波長の比(1, 1/3, 1/5, ...)になります。つまり、1次モードの固有周期が2秒の超高層建物は、2次モードの固有周期は約0.7秒(2秒の1/3)、3次モードの固有周期は約0.4秒(2秒の1/5)です。ガタガタとした細かい地震では、短い固有周期の高次モードが励起されて、建物はくねくねと揺れます。一方、ゆっくりとした揺れでは、長い固有周期の1次モードが励起されて、高層階が大きく揺れます。



地震で建物が倒れないようにするには、どのような構造がよいでしょうか。ひとつの方法は、柱や梁をがっちり強く作って地震が来てもびくともしない構造にすることです。しかし、めったにこない地震のために、お金をかけて強く作るのは不経済かもしれません。そこで、地震のときには多少壊れてもよいこととして、せめて建物が倒れないように、柱や梁をねばり強く作ります。具体的には、木造の接合部に金具を用いたり、鉄筋コンクリート部材の鉄筋を密に入れたりします。このように「強さ」と「粘り」の組み合わせで地震に耐える仕組みが耐震構造の基本的な考えです。

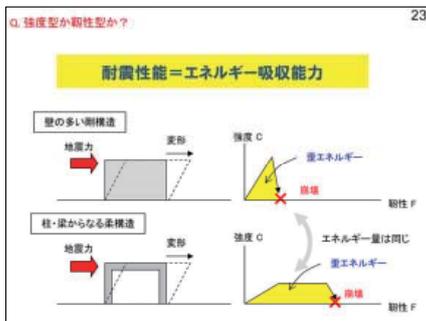


建築基準法では、耐震規定における基本的な考え方として、稀に起こる中小地震に対しては建物が損傷せずに継続して使用できること(図の状態E)を、極めて稀に起こる大地震に対しては建物の損傷は許容する(状態U)ものの、人命にかかわる倒壊・崩壊(状態C)が起こらないことを、それぞれ建物が確保すべき最低限の水準としています。つまり、中小地震に対しては「強さ」で、大地震に対しては「粘り」で抵抗するという、耐震構造の考え方です。

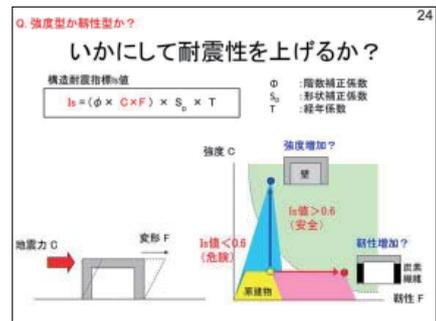


試しに、建物を台の上に乗せて、ゆっくりと台を傾けてみましょう。すると、徐々に重力が建物の横方向に働き始めます。柱・梁からなる一般的な建物は、角度が12度(重力の0.2倍の横力)まで損傷しませんが、16度(重力の0.3倍の横力)を超えると壊れ始めます。思ったよりも小さい角度なのに驚くのではないですか。しかし、粘りがある建物は一気に倒壊せず、やがて逆向きの揺れによって元に戻ろうとします。このとき、力を保持したまま塑性変形が進むことで振動エネルギーが歪エネルギーとして消費され、揺れが減衰します。粘りのある建物は、自ら壊れることでダンパーと似た効果を発揮するのです。

実際に建物を載せた台を傾けて実験する施設がエルサルバドルにあります。この台を傾斜台といい、日本の技術協力で供与した装置です。比較的安全に建物の耐震性を確かめることができます。

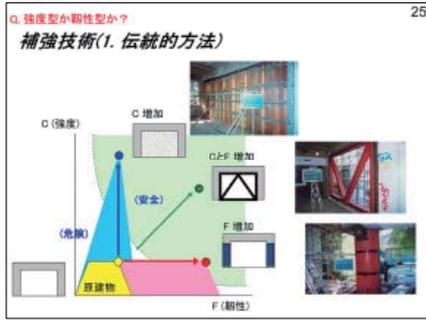


地震に対する建物の構造には、建物を頑丈につくる強度型と多少壊れても潰れずに変形する靱性型の2つの型があることを学びました。たとえば、壁の多い剛構造は、強度が高いものの塑性後の変形能(靱性)はあまりありませんが、柱と梁だけの柔構造は、強度が小さくても塑性後の変形能があります。このとき、力と変形の関係が描く面積(これを歪エネルギーといいます)が同じであれば、耐震性能は同等であるとみなすことができます。



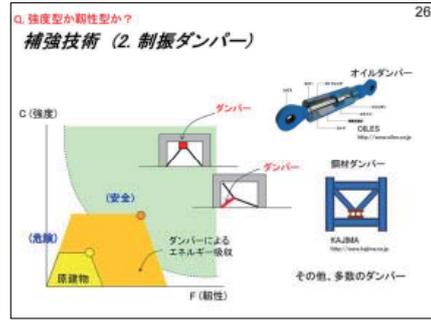
建物の耐震診断では、構造耐震指標 I_s 値を使って耐震性のあるなしを診断します。 I_s 値は、強さの指標 C と変形能の指標 F の掛け算から求める値で、吸収できる歪エネルギーに対応しています。もっとも簡易な1次診断で I_s 値が0.8、少し複雑な2次診断で I_s 値が0.6を下回る場合には、大地震時に建物が倒壊する危険があると診断されます。 I_s 値を上げる(歪エネルギーを増やす)には、壁を増やして強度上げる強度型補強や柱に鋼板や炭素繊維を巻きつける靱性型補強など、いくつかの方法があります。

公立小中学校の場合、 I_s 値が0.3を下回るかなり危険な建物については、政府が耐震補強費用を補助する制度があります。全国のほぼ全ての公立小中学校は耐震診断を終えていますので、皆さんのお子さんが通う学校の I_s 値を確認してはいかがでしょうか？なお、1981年以降に建設された学校は十分な耐震性が確保されていると考えられるので耐震診断の必要はありません。



建物の耐震補強技術のうち、伝統的な方法について説明しましょう。

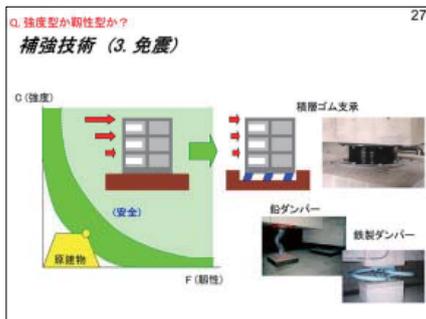
強度を上げる方法として、開口部を鉄筋コンクリート造の壁で完全に塞いでしまう方法がよく使われます。また、変形能(靱性)を増やす方法として、柱を鉄板や炭素繊維で覆う方法があります。また、両者の中間的な方法として、鉄骨の筋交い(ブレースといいます)を入れる方法があります。とくに、学校の教室のように、南向きの窓を外光を入れない場合には、この方法がよく使われます。



建物の内部に特殊な装置を入れて、振動エネルギーを吸収する方法もあります。この装置を制振ダンパーといいます。建物の歪エネルギーに制振ダンパーのエネルギー吸収分が加わることで、建物の耐震性能が向上します。

粘性系ダンパーとして広く用いられているオイルダンパーでは、オイルが充填されたシリンダーの中をピストンが移動するときに、その速度に比例した抵抗力を発生します。車に振動を抑えるショックアブソーバーと同じ原理です。力と変形の関係は楕円状になり、振動エネルギーを吸収します。何度繰り返しても性能が変わらない優れた性能を持っています。

鉄や鉛などからなる鋼材ダンパーは、ある程度変形が進むと塑性化して耐力が頭打ちになり、急激に柔らかくなります。力と変形の関係は四角形に近い形状になり、振動エネルギーを吸収します。ただし、何度も塑性化を繰り返すと硬くなり(歪硬化)、やがて破断(疲労破壊)することから、鋼材ダンパーは地震のあとに取り換えが必要ながあります。



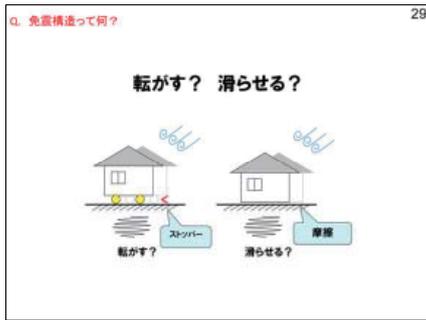
文化財に指定されている伝統建築物では、勝手に壁を増やしたり、ダンパーを設置することは許されません。そのような場合に建物の耐震性能を向上させる方法として、免震構造を採用する方法があります。免震にすることで地震力が減り、建物の耐震性能はそのままでも、要求されるは値が下がって安全になります。

一般的な免震構造は、建物の重さを支えて固有周期を伸ばす積層ゴム支承と、エネルギーを吸収するダンパー(オイルダンパーや鋼製ダンパーなど)からなります。

既存の建築物を免震化するためには、ジャッキで建物を支えながら地下を掘って免震装置を入れる基礎を作る必要があり、他の補強技術に比べると工事の費用や時間がかかります。



ここでは、簡単な思考実験をしながら、免震構造の仕組みを理解しましょう。まず、地震のときに建物が揺れない方法をいろいろ考えてみましょう。たぶん、究極の方法は、建物を空中に浮かべてしまうことでしょう。現在の技術では、リニアモーターカーのように、磁石の力で電車を浮かすことができるので、あながち夢物語ではないかもしれません。でも、もし建物が空中に浮かんでいたら、出入りが大変そうです。それに、風が吹いてきたら、速くに飛ばされてしまうかもしれません。



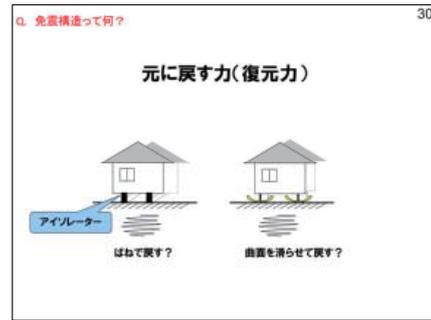
とりえず、建物を浮かすのはあきらめて、別の方法を考えましょう。

例えば、建物の下に転(ころ)を敷くのはどうでしょう。あるいは、建物をつるつるの台の上に乗せて、地震のときに滑らせてはどうでしょう。いずれも、地震のときには、建物が転がったり滑ったりすることで、建物に伝わる横力を小さくすることができます。例えば、滑らせる場合には、建物には摩擦力(自重×接触面の摩擦係数)以上の横力は働きません。皆さんもご存知の鎌倉の大仏様も、仏像と台座の間にはステンレス版が敷かれており、地震のときに仏像が滑るように工夫されています。

このように、建物を転がしたり滑らせたりする方法は、建物の揺れを小さくするのに有効と言えます。しかし、前述したように、台風のように強い風が吹いて、建物が動いてしまっただけではありません。どうすれば風で建物が動かないようにできるでしょう?

台風が来ることは、天気予報で事前に分かります。そこで、台風が来たときには建物をストッパーで固定しておき、台風が去ったあとにストッパーを外す方法が考えられます。また、建物を滑らせる場合には、摩擦係数を調整して、台風の手で建物は動かず、やや大きい地震のときだけ動くようにする方法もあるでしょう。

29

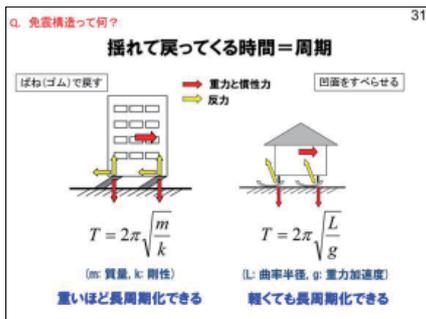


これで風の問題は何とか解決できそうです。しかし、建物を転がしたり滑らせたりする方法では、地震後に建物が移動してしまい、元の位置から大きくずれてしまうかもしれません。では、地震の後でも建物が元に位置に留まるようにするには、どのような工夫ができるでしょう?

たとえば、建物と基礎をばねで繋いでおいて、建物が移動したときに、ばねの力で元の位置に戻してはどうでしょう。建物の自重を支えて、かつ水平方向に変形できるように、ばねとしては、軟らかいゴムのような土台がよさそうです。あるいは、凹面に建物を載せて、その上を滑らせるという方法もあります。建物が滑っても、自重の力で元の位置に戻ります。

この2つの方法は、建物が左右に揺れながら元の位置に戻るという点で共通しています。左右に揺れるときの、ひと揺れにかかる時間を周期といいます。地震の激しい揺れと共振しないように、免震構造では、建物の揺れの周期(固有周期)を十分に長くすることが重要です。

30



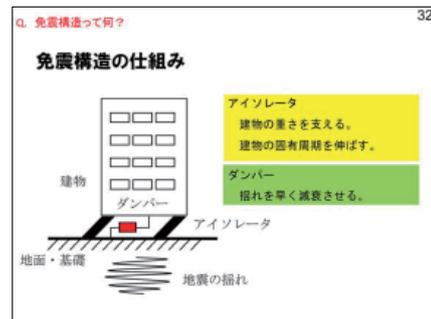
では、さっそく、それぞれの方法の固有周期を求めてみましょう。

「ばねで戻す」方法では、固有周期は重さの平方根に比例します。つまり、重たい建物ほど固有周期を長くすることができます。また、ばねの剛性の平方根に逆比例します。つまりゴムのような剛性の小さい(柔らかい)ばねで支えることで周期を長くできます。

一方、「凹面を滑らせる」方法は、固有周期は凹面の曲率半径の平方根に比例します。つまり、平らな凹面ほど固有周期を長くすることができます。重さには関係がないので、軽い住宅の免震に適しています。また、両方を併用することもよく行われます。

このように、建物と地盤とを完全に切り離さず建物の固有周期を伸ばすことで地震動の揺れを建物に伝わらないようにする装置(ゴムの土台や凹面など)をアイソレータ(免震支承)といいます。

31

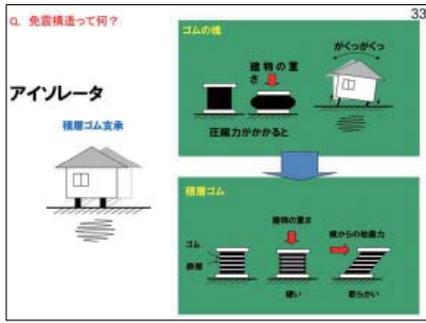


建物をゴムの土台で支えたり凹面を滑らせたりすることで、地震後に建物を元の位置に戻すことができそうです。しかし、いずれの方法も、地震が終わったあとに、建物はある固有周期でゆっくりと左右に揺れ続けます。これでは、建物が倒れなくても、中に住んでいる人は酔いのように気分が悪くなります。

そこで、建物の揺れを早く減衰させるダンパーを追加しましょう。すでに説明したように、ダンパーは、振動に伴ってエネルギーを吸収する装置です。ダンパーを用いることで、建物の揺れを徐々に小さくすることができます。

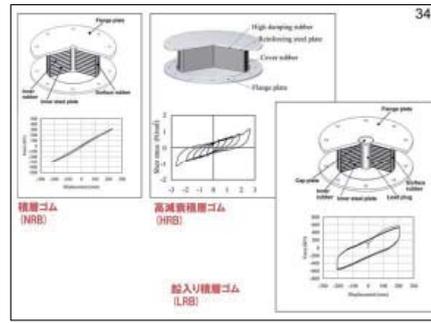
以上のように、免震構造では、建物の重さを支えて固有周期を長くするアイソレータと揺れを減衰させるダンパーを併用することで、効果的に地震時の建物の揺れを小さくできます。

32



1969年にマケドニアの首都スコピエに、ゴムの土台を使った世界で最初の免震建物が建設されました。ただ、ゴムの固まりは水平方向だけでなく上下方向にも軟らかいため、地震のときには水平の揺れと上下の揺れが組み合わさって建物が傾くロックング振動が起きる問題がありました。そこで、鉛直方向には硬く、水平方向には軟らかいゴム支承として、積層ゴム支承が考え出されました。積層ゴムは、厚さ数ミリの薄いゴムの層と鋼板とを交互に重ね合わせて接着した構造をしています。こうすることで、鉛直方向の変形に伴うゴムの横への膨らみを鋼板が拘束し、建物の重さによる上下変形を小さく抑えることができます。一方で、水平方向の力に対しては、ゴムのせん断変形を鋼板は拘束しませんが、軟らかく変形します。この積層ゴムの発明によって、実用に耐える免震構造が実現しました。

33

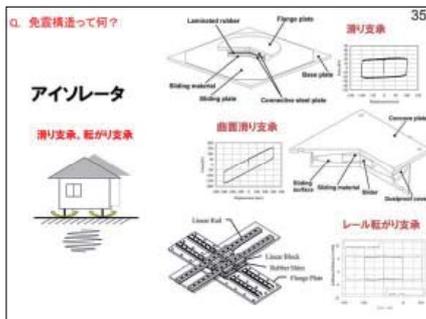


積層ゴムの材料には、天然ゴムが多く使われます。天然ゴム系積層ゴムは、ゴムが弾性的に変形するため力と変形の関係は面積を描かず、減衰性能はありません。

積層ゴムの材料に、粘性を高める特殊なゴムを配合したものが高減衰型積層ゴムです。見かけは天然ゴム系積層ゴムと変わりませんが、力と変形の関係は面積を描くので、振動エネルギーを吸収することができます。

鉛プラグ入り積層ゴムは、積層ゴムの中央に円筒状に鉛が圧入されており、水平変形に対して、鉛の棒が塑性変形することでエネルギーを吸収します。いわば、ダンパーを内蔵した積層ゴムといえるでしょう。

34

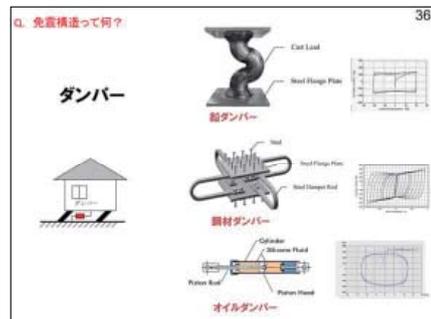


建物を転がしたり滑らせたりする方法も、地震の揺れを建物に伝えにくい有効な方法です。

転がり支承の例としては、平面または凹面の上に鋼球やローラーを配置して転がすものなどがあります。転がり支承は、比較的小きな力でも動き出す一方、揺れを減衰させる機構を持たないため、他のダンパー類と組み合わせて使用されます。

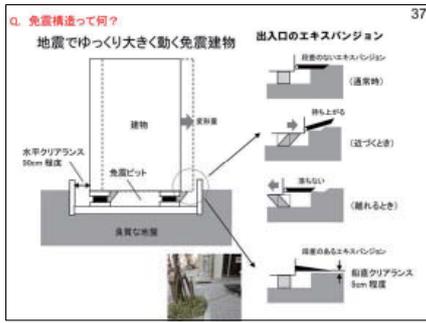
滑り摩擦支承では、支承にかかる水平力が摩擦による抵抗力を超えたときに、建物が滑り出します。このとき、履歴ループは四角形を描き、エネルギーが消費されます。つまり、滑り摩擦支承は、アイソレータとダンパーの両方の機能を兼ねています。ただし、支承の摩擦力は軸力の大きさに依存するため、安定した摩擦力を得るためには、建物の揺れに伴う軸力変動に注意することが必要です。

35



免震装置に使われるダンパーは、比較的大きな変形に追従できることや、どの方向にも変形できるように、形状には様々な工夫がなされています。

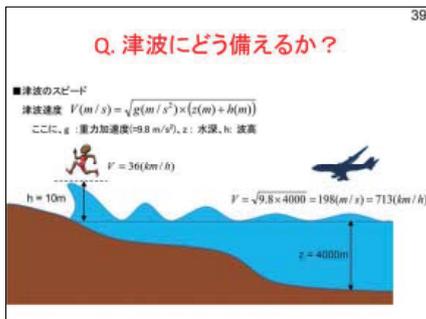
36



免震構造では、免震層が変形できるように建物の周囲に障害物のない空間(水平クリアランス)を設ける必要があります。マンションやビルの免震では、通常は地下に免震ビッドがあるため、建物周囲に手すりや植栽を設けることでビッドへの人の落下を防ぎます。また、出入口には建物と一緒に動く蓋(エキスパンション)を設けます。戸建て免震住宅の場合には、免震ビッドがないため、人が挟まれないように周囲の塀などと十分に距離を置く必要があります。また、積層ゴムは水平変形とともに僅かに沈むことや温度変化による伸び縮みがあることから、鉛直にも隙間(鉛直クリアランス)が必要です。なお、免震建物の出入口には、周囲の人々に地震時に動くことを知らせる表示板を設けることが義務付けられています。



地震国であるイランの北部には、丸太を縦横に組み合わせた基礎をもつ高床式の建築物があります。この構法は数百年前にさかのぼると言われており、地震の際には丸太が転がって建物の揺れを減らすそうだから、立派な免震構造です。似た工夫が、やはり地震国であるアルジェリアにもあります。首都アルジェの旧市街地カスバにある18世紀の寺院には、地震力を減らすために煉瓦造のアーチと柱との間に木造の丸太が差し込まれています。



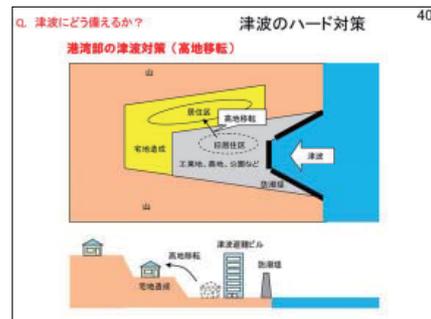
東日本大震災では、2万人近い犠牲者の約9割が津波により亡くなりました。

津波の速度は水深と波高により決まります。太平洋の平均深さは約4000メートルで、この深さを伝わる津波の速度は時速約713kmというジェット機並みのスピードになります。陸地に近づいて水深が浅くなると速度は遅くなりますが、後の津波が追いつくので全体が盛り上がりします。さらに、入り組んだ湾では左右から波が重なって波高が増します。仮に陸上での津波の高さを10mとすると、その速度は時速36kmとなり、100m走の陸上選手並みのスピードで津波が追ってくるのです。

津波の破壊力はどのくらいでしょう。

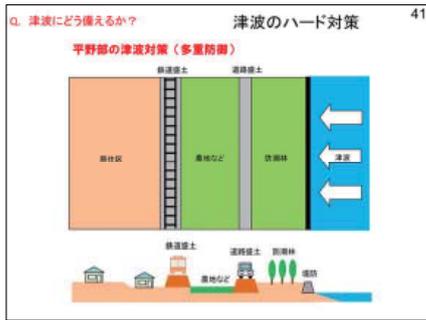
仮に水深が50cmでも、玄関のドアには約100kgの力が働くので、人の力で開けることは困難です。木造住宅は水深が2mを超えると全壊すると言われています。津波に耐える鉄筋コンクリート造でも、水に浸かってしまうと窓やドアを破壊して津波が侵入してきます。

我々は津波にどのように備えればよいのでしょうか？



津波被害をなくす効果的な方法は、津波が到達しない高地に住居を移転することです。東北の三陸海岸には、過去に何度も大津波が襲撃しています。そのたびに被災集落の多くが高地移転を試みましたが、海沿いの村落の多くは漁業を営んでいるため、やがて生活に便利な海辺に戻ってしまい、次の大津波で被災する悲劇が繰り返されてきました。高地移転を成功させるには、海辺までの交通路を整備するなど、生活の利便性を失わないようにすることが重要です。

高地移転をせずに、津波を防ぐために強固な堤防を築いた例もあります。岩手県宮古市田老地区にある堤防は、海抜10m、長さ2.4kmの規模を誇り、日本の万里の長城とまで言われましたが、津波はその堤防を乗り越えて町を襲いました。堤防を過信せず、高台への避難路を確保するなどの対策を行うことが重要です。



近くに高台のない平野部では、土地利用を制限するとともに、海岸堤防や砂丘、防潮林、道路盛土などで津波の勢いを減衰させる多重防壁が必要です。

重たい鉄筋コンクリート造の建物は、津波で流されずに残るケースが多いことから、沿岸にあるホテルや集合住宅、病院などを津波避難ビルとして指定し、津波に対する一時的な避難場所として利用する取り組みが進められています。

41



沿岸にいて地震の揺れを感じたら、あるいは津波警報が出たら、できるだけ早く高台に避難しましょう。東日本大震災では、高齢者の避難を助けようとして、点呼を取って児童を集団避難させようとして、津波に巻き込まれて犠牲になった人が大勢いました。また、車で避難しようとする、渋滞に巻き込まれて津波から逃げられなくなる危険性があります。基本は、津波が来たら周りに構わずに逃げる、大声で周りに避難を呼びかけること、できるだけ徒歩で逃げる、高台を目指すこと、近くに高台がない場合には津波避難ビルに逃げることです。避難ビルがあっても、地震でエレベーターが止まると高齢者や車いすの障害者の避難には時間がかかります。どうすれば短時間で避難ができるのか、防災訓練などを通して地域ぐるみで支援方法を考えましょう。津波は繰り返します。第1波が終わっても、しばらくは避難場所に留まってください。

平成23年に制定された「津波防災地域づくりに関する法律」では、都道府県知事に対して最大クラスの津波に対する浸水区域や水深を設定して公表することを義務付けています。そこで作られる津波ハザードマップは、避難場所、避難路などを整備するときの基礎となるものです。例えば、予想される津波の浸水深が10mの区域には、少なくとも5階建て以上の津波避難ビルが必要になります。

42



大地震が発生すると広い範囲の地域が一度に被災します。水道・電気・ガスなどのライフラインが使えなくなると、生活の継続に支障が出ます。公共交通機関が止まることで、帰宅困難者が発生し、道路が渋滞すると、消防や救急が間に合わない事態が起きます。地震災害に備えるには、自分と家族を守る「自助」と、地域で助け合う「共助」、そして国や自治体からの救助や支援を受ける「公助」の3つの取り組みが重要です。

国や自治体の助けはすぐには来ません。災害のときに頼りになるのは周辺住民や企業同士の「共助」です。普段から地域ぐるみで防災訓練を行い、防災の知識の普及や啓発に努めましょう。防災訓練は、お互いが知り合う貴重な機会です。

43



豊橋市は、以前から東海地震や東南海地震の発生が心配されており、防災活動が熱心に行われてきました。工学院大学の久田先生からお借りしたスライドで、その活動を紹介します。なお、この活動には豊橋技術科学大学も参加しています。

通常の防災訓練では、あらかじめ設定されたシナリオ通りに組織として整然と行動することが求められます。しかし、実施の地震では、シナリオ通りにいくことはまずありません。時々刻々と変化する状況に応じて、各自が臨機応変に対応する必要があります。

そこで、2006年に豊橋市の山田町で行われた防災訓練では、住民に予告せずに被害看板を街中にランダムに設置し、訓練の中で被害看板に応じた対応を取る方法が取られました。この方法を「防災対応訓練」といいます。

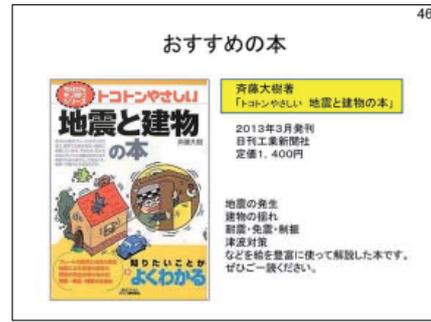
44



たとえば、防災訓練の参加者は、街中で火災の看板を発見したら、すぐに初期消火の行動を開始します。同時に、被害の状況を自治会に報告して、自治会は報告をまとめた被災マップを作成します。マップには、どこで火災が発生しているか、どの建物が倒壊しているかといった情報がまとめられていて、その情報は豊橋市の防災拠点に集められます。

このような訓練が過去に行われていますが、残念ながらその後、継続はされていません。どうすれば、こうした活動が継続できるのか、皆さんと一緒に考えてみたいと思います。

以上で、第1回目の講義を終わります。お疲れ様でした。



最後に借越ですが、講義の内容をもう少し丁寧に書いた本を紹介します。ぜひ一読ください。

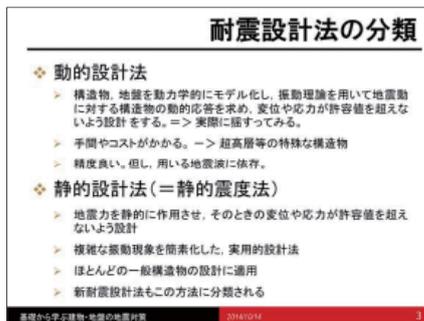


1



この講義では、基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策に関して学びます。まず、(1)耐震設計や耐震診断の基礎となる振動学について、質点系の応答、共振現象、応答スペクトルなどについて説明します。つぎに、(2)耐震設計法では、地震被害と耐震設計法の歴史を概観するとともに、新耐震設計法の基本的な考え方を説明します。また、(3)新耐震設計法以前に建てられた建物耐震性能を評価する耐震診断法の概要や耐震診断結果の読み方を説明します。(4)耐震補強工法の種類、(5)新しい免震工法、制振工法の考え方を説明します。

2

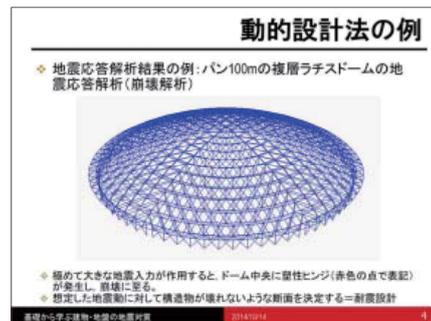


まず、現在行われている耐震設計法としてどのようなものがあるかを見てみましょう。大きく分けると、(1)動的設計法と(2)静的設計法(=静的震度法)に分けることができます。

動的設計法では、構造物、地盤を動力学的にモデル化し、振動理論を用いて地震動に対する構造物の動的応答を求め、変位や応力が許容値を超えないよう設計をします。つまり、コンピュータを用いて実際に揺ってみます。この方法は精度が良いですが手間やコストがかかります。そこで、超高層建築や大型の空間構造(名古屋ドーム等)などの特殊な構造物の設計に用います。

静的設計法(=静的震度法)は地震力を静的に作用させ、そのときの変位や応力が許容値を超えないよう設計する方法です。複雑な振動現象を簡素化した、実用的設計法と言えます。ほとんどの一般構造物の設計に適用されています。新耐震設計法は静的設計法に分類されます。

3



動的設計法では、まず、構造物、地盤を動力学的にモデル化し、振動理論を用いて地震動に対する構造物の動的応答(変位、部材に作用する力・応力)を求めます。通常、動的応答を求めるにはコンピュータを用いた数値シミュレーション(地震応答解析といいますが)を行う必要があります。

一例として、スパン100mの複層ラチスドームの地震応答解析(崩壊解析)の例を示します。このようなドームに極めて大きな地震動(水平方向の地震動、通常、設計で考えられている地震動の2倍)が作用した場合、アニメーションに示すような崩壊を起こしてしまいます。実際には、想定した地震動に対して構造物が壊れないような断面を求めする必要があります。このような断面を求めることを耐震設計といえます。

4

静的震度法

◆ 静的震度法: 建物重量(W)の何割かの重さ(k×W)が水平力(つまり地震力)として作用

◆ 現在の耐震設計(1次設計)ではk = 0.2程度

構造物の応答(加速度応答)を考慮して地震力(水平震度k)を適切に定めることが重要。

5

静的震度法は、建物重量(W)の何割かの重さ(k×W)が水平力(つまり地震力)として作用するというものです。この割合(k)を水平震度と呼んでいます。後述しますが、現在の耐震設計(1次設計)ではk = 0.2程度を考えています。つまり、地震力としては建物自身の重さの20%の力を想定していることになります。

建物重量(W)は建物の質量(m)と重力加速度(g)の積で与えられます。地震力(=慣性力)(P)は質量(m)と地震による建物の加速度(a)の積ですから、水平外力(P)は、 $P = a/g \cdot W$ と表すことができます。このことから、 $k = a/g$ と考えることができます。水平震度k=0.2を想定することは、地震時の建物の応答加速度が $a = k \times g = 0.2 \times 980 \text{ cm/s}^2 = 200 \text{ cm/s}^2$ であることに対応します。構造物の応答(加速度応答)を考慮して地震力(水平震度k)を適切に定めることが重要です。

耐震設計法の歴史(1)

◆ 地震被害と耐震設計法の見直し

西暦	事項	備考
1923	関東地震	・家屋全倒壊12万8千、半壊12万6千、損失44万 ・死者9万9千、行方不明4万3千
1924	市街地建築物法(1920)の改正	・設計荷重として水平震度0.1 ・許容応力度の安全率(鋼2.0、コンクリート3.0) ・木造には筋かいを入れること(量の記述なし)
東南海地震(1944)、南海地震(1946)、福井地震(1948)		
1950	建築基準法	・設計震度は0.2以上とする ・短期許容応力度(鋼・降伏応力度、コンクリート:圧縮強度の2/3) ・木造:床面積に応じた必要質量規定
1964	新潟地震(M7.5)	・揺動による被害は少ない ・地盤の液状化、川岸町アパートの転倒

6

地震被害と耐震設計法の見直しの関連を概観してみます。

川岸町アパートの転倒: 新潟地震

<http://www.aiesc.aichi.co.jp/houya/kyu/nigata/index.html>より引用

7

新耐震設計法以前の震度法の問題点を列挙しておきます。

震度法は許容応力度設計法が基本であり、大きな地震動に対して構造物の安全性を保障することができません。大地震に対して部材がまったく降伏しないように設計することも可能ですが、部材の断面が大きくなりコストの面からも不経済になります。このため、大きな地震に対しては部材の降伏を許した設計体系を導入する必要があります。

部材が降伏するといっても構造全体が崩壊してしまつては困ります。そのため、降伏してもすぐに崩壊しないような粘り強い構造物を作る必要があります。その意味では構造物の粘り強さ(=靱性(じんせい))といえます)を考慮した耐震設計法が必要です。

また、耐震設計法は構造物の動的挙動を十分に反映する必要があります。例えば、1) 建物は剛体ではない(=地動に比べて応答は増幅すること)、2) 構造物の各階の応答増幅を考慮する必要があること、3) ねじれ振動(偏心がある場合)を考慮すること、4) 地盤の影響を考慮することが必要です。

耐震設計法の歴史(2)

◆ 地震被害と耐震設計法の見直し

西暦	事項	備考
1968	十勝沖地震(M7.9)	・各地の震度は最大V程度 ・一般の木造建築の被害少 ・RC 造に被害多(短柱のせん断破壊)
1971	建築基準法改正	・鉄筋コンクリート構造設計規準の改正 ・RC 軸筋間隔を30cm→15cm ・木造:基礎の強化(一体のコンクリート造)
1972 →1976	建設省耐震総合プロジェクト	・超高層建築物設計の技術を一般の構造物へ ・ねばりの定量化
1978 6	宮城県沖地震(M7.4)	・補強コンクリートブロック塀の倒壊 ・非構造部材(ガラス、外壁)の破壊・落下 →構造だけでなく非構造の耐震性を考える必要
1981	建築基準法改正(新耐震設計法)	・2段階の設計法(1次設計、2次設計) ・建物の構造形式や高さに応じた耐震設計

8

地震被害と耐震設計法の見直しの関連を概観してみます。

現在では、1981に施行された新耐震設計法で構造物は設計されています。この後は新耐震設計法を中心に耐震設計法の概要を説明していきます。

震度法の問題点

- ❖ 許容応力度設計法が基本
 - 弾性範囲内の設計
 - 大きな地震動に対して部材の降伏を考慮していない
- ❖ 構造部材の粘り強さを考慮していない
 - 降伏してすぐに崩壊しないような粘り強い構造物はOK
 - 降伏してすぐに崩壊に至る構造物は注意が必要
 - 降伏によるエネルギー吸収を考慮する必要がある
- ❖ 構造物の動的挙動を考慮していない
 - 建物は剛体ではない(地震に比べて応答は増幅する)
 - 構造物の各階の応答を考慮していない
 - わねれ振動(偏心がある場合)を考慮していない
 - 地盤の影響

新耐震設計法以前の震度法の問題点を挙げておきます。

震度法は許容応力度設計法が基本であり、大きな地震動に対して構造物の安全性を保障することができます。大地震に対して部材がまったく降伏しないように設計することも可能ですが、部材の断面が大きくなりコストの面からも不経済になります。このため、大きな地震に対しては部材の降伏を許した設計体系を導入する必要があります。

部材が降伏するといっても構造全体が崩壊してしまは困ります。そのため、降伏してすぐに崩壊しないような粘り強い構造物を作る必要があります。その意味では構造物の粘り強さ(=靱性(じんせい))といえます)を考慮した耐震設計法が必要です。

また、耐震設計法は構造物の動的挙動を十分に反映する必要があります。例えば、1) 建物は剛体ではない(=地震に比べて応答は増幅すること)、2) 構造物の各階の応答増幅を考慮する必要があること、3) わねれ振動(偏心がある場合)を考慮すること、4) 地盤の影響を考慮することが必要です。

新耐震設計法の考え方

- ❖ 2段階設計法の採用
 - 1次設計と2次設計(保有水平耐力の検討)
- ❖ 終局強度型設計法(2次設計)の採用
- ❖ 動的応答特性の導入
 - 荷重の高さ方向の分布を建物の固有周期に応じて決定(Ai分布)
 - 固有周期と地盤の固さに応じ低減(Rt)
 - 粘り強さに応じ低減(Ds)
 - 平面的、立面的バランスの悪さに応じ割増(Fes) (Ds, Fesは2次設計のみ)

ここでは、1981年に施行された新耐震設計法の概要を説明します。新耐震設計法の特徴は、1) 1次設計と2次設計の2段階設計法が採用されています。特に、2) 大きな地震に対して構造物の塑性化を考慮した終局強度型設計法(2次設計)の採用されたことが大きな進歩と言えます。また、3) 構造物の動的な挙動の特性の導入として、a) 荷重の高さ方向の分布を建物の固有周期に応じて決定(Ai分布)、b) 固有周期と地盤の固さに応じ低減(Rt)、c) 粘り強さに応じ低減(Ds)、d) 平面的、立面的バランスの悪さに応じ割増係数(Fes)の導入が挙げられます。

1次設計と2次設計

- ❖ 1次設計
 - 比較的頻度の高い中小地震動に対してほとんど被害が無いこと(建物降伏以前にとどまること)を目標とする。
 - 中小地震: 震度5弱、地表最大加速度80~100cm/s²をイメージ(応答倍率を2倍とすると、160~200cm/s²; 設計震度0.16~0.2に相当)
 - 許容応力度設計(弾性設計)
- ❖ 2次設計
 - 極めてまれにしか起こらない大地震動に対しても重大な損傷がなく崩壊しないことを目標
 - 構造物がある程度壊れることを認める。但し、崩壊や転倒は避ける。人命を必ず守る。(弾性設計では極めて不経済?)
 - 大地震動: 震度6以上、地表最大加速度300~400cm/s²(応答倍率を2.5倍とすると、750~100cm/s²; 設計震度0.75~1.0に相当)
 - 終局強度を確認

1次設計は比較的頻度の高い中小地震動に対してほとんど被害が無いこと(建物降伏以前にとどまること)を目標とした設計です。ここでの中小地震とは震度5弱、地表最大加速度80~100cm/s²程度をイメージしています。構造物の応答倍率を2倍程度とすると、建物の応答加速度は160~200cm/s²、設計震度にして0.16~0.2に相当となります。許容応力度設計(弾性設計)により構造物の耐震安全性を確かめます。

2次設計は極めてまれにしか起こらない大地震動に対しても重大な損傷がなく崩壊しないことを目標としています。この設計では、構造物がある程度壊れることを認めるものの、建物の倒壊は避け、人命を必ず守るとしています。ここでの大地震動は震度6以上、地表最大加速度300~400cm/s²(応答倍率を2.5倍とすると、750~100cm/s²; 設計震度0.75~1.0)に相当します。建物の保有終局層せん断力(保有水平耐力)を算定し、大地震時を想定した設計層せん断力(必要水平耐力)と比較することにより、その耐震安全性を検討します。

部材の降伏と破断

- ❖ 弾性状態は力の大きさと変形がほぼ比例関係の状態
- ❖ 「1次設計」「弾性設計」は構造材の量を増やし、強い材料を使うことにより、構造材が「降伏」しないように(弾性範囲にとどまるように)設計します。

鉄筋を両側から引っ張った場合を想像してみましょう。

引っ張る力が小さい場合、力の大きさと変形がほぼ比例関係の状態を「弾性状態」といいます。弾性状態では作用している力を取り除く(除荷する)と元の形に戻ります。

引っ張る力をどんどん大きくすると、力の大きさが一定以上になったとき、それ以上力を大きくしても鉄筋がどんどん伸びていきます。通常、このように伸びた鉄筋は作用している力を取り除いても元の形に戻らなくなります。この状態を「塑性状態」といい、「弾性状態」から「塑性状態」に移行することを「降伏」といいます。

さらに鉄筋を伸ばすと、最後には「ブチン」と切れてしまいます。これが破断です。

ここでは鉄筋の例を示しましたが、建物においても地震力と変形にはこのような関係があります。

前述の「1次設計」「弾性設計」は構造材の量を増やし、強い材料を使うことにより、構造材が「降伏」しないように全体を設計することなのです。

1次設計

- ❖ 許容応力度設計
 - 荷重を支える主要な部材(構造材)を確認し、適切なモデル化を行う。
 - 主要な部材(構造材)に働く力(応力度)を求める(構造解析)。
 - 各部材に作用する力(応力度)が許容応力度以下になるように部材断面を決める。
- ❖ 許容応力度
 - 許容応力度は破壊強度を安全率で割った応力度(安全側に見積もった値を設計では利用します。)
 - 長期許容応力度(常時の鉛直荷重用の検討で使用)と短期許容応力度(地震時や暴風時、積雪時用の検討で使用)
 - 材料と応力の作用状態(引張、圧縮、曲げ)に応じて、行政や学会で細かく決められています。

許容応力度は、破壊強度を安全率で割った応力度です。つまり、設計では安全側に見積もった破壊強度(=許容応力度)を利用します。

許容応力度には、長期と短期があります。長期許容応力度は、常時の鉛直荷重に対して、また、短期許容応力度は、地震時や暴風時、積雪時に対して、検討を行うための応力度です。

許容応力度は材料と応力の作用状態(引張、圧縮、曲げ)に応じて、行政や学会で細かく決められています。

地震力の定め方

$$Q_i = C_i \times \sum W$$

Q_i : 層せん断力
 $\sum W$: 当該階よりも上層の重量の和
 C_i : 層せん断力係数

地震力(慣性力)は、質量と加速度の積で求められます。力の釣合を考えるとある階に作用するせん断力 Q_i (横方向に加わる力)は当該階よりも上の層に作用している地震力の総和と等しくなります。そこで、 Q_i は当該階よりも上の層の重量 $\sum W$ と層せん断力係数 C_i の積として表されます。

設計基準では C_i の設定方法が定められています。つぎに、具体的に C_i がどのように定められるかを見てみましょう。

層せん断力係数 C_i

- ❖ 層せん断力係数 C_i

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

Z : 地震地域係数
 R_t : 振動特性係数
 A_i : 地震層せん断力分布係数
- ❖ 標準層せん断力係数 C_0
 - 1次設計では $C_0=0.2$
 - 2次設計では $C_0=1.0$

層せん断力係数 C_i は、上式に示すように、地震地域係数 Z と振動特性係数 R_t 、地震層せん断力分布係数 A_i および標準層せん断力係数 C_0 の積で求めることになります。標準層せん断力係数 C_0 は「1次設計では $C_0=0.2$ 」、「2次設計では $C_0=1.0$ 」とすることが建築基準法に定められています。

地震地域係数 Z

- ❖ 地震地域係数 Z は、その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度および地震活動の状況に応じて国土交通大臣が1.0から0.7までの範囲で定めた係数

地震地域係数 Z は、その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度および地震活動の状況に応じて国土交通大臣が、1.0から0.7までの範囲内で定めた係数であり、国土交通省告示によって定められています。なお、詳細は「 Z の数値、 R_t 及び A_i を算出する方法並びに地震が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準を定める件」(建設省告示 昭和55年11月27日 建設省告示第1793号)を参照してください。

振動特性係数 R_f

◆ 振動特性係数 R_f は、建物の固有周期 T による地震力の違いと、建物の建つ地盤の性質による地震力の違いとを組み合わせて表した係数

$$R_f = \begin{cases} 1 & (T < T_c) \\ 1 - 0.2 \left(\frac{T}{T_c} - 1 \right)^2 & (T_c \leq T < 2T_c) \\ \frac{1.6T_c}{T} & (2T_c \leq T) \end{cases}$$

地盤種別	T_c [sec]
第1種 非常に固い(断崖など)	0.4
第2種 その他	0.6
第3種 非常に柔らかい(埋立地など)	0.8

基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 2016/04/14 17

振動特性係数 R_f は、建物の固有周期 T による地震力の違いと、建物の建つ地盤の性質による地震力の違いとを組み合わせて表した係数であり、上式のように定められています。

地盤種別は「第1種地盤」、「第2種地盤」、「第3種地盤」の3種類あり、それぞれの地盤について振動特性係数 R_f 曲線が定められています。

「第1種地盤」は「岩盤、硬質砂れき層その他主として第三紀以前の地層によって構成されているもの。または、同程度の地盤周期を有するもの。」と定義されています。このような硬い地盤の固有周期は短く、固有周期の短い建物が大きく揺れる一方、固有周期の長い建物はあまり揺れません。

「第3種地盤」は「腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層(盛土がある場合においてはこれを含む)で、その深さが概ね30m以上のもの。沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さが概ね3m以上であり、埋め立てられてから概ね30年経過していないもの。」と定義されています。このような柔らかい地盤の固有周期は長く、地盤はゆっくり揺れます。固有周期の短い建物はあまり揺れませんが、固有周期の長い建物(超高層ビル、免震構造)は大きく揺れます。

「第2種地盤」はそれ以外の地盤を表します。

地震層せん断力係数分布 A_i

◆ A_i は層せん断力係数の建物高さ方向の分布を表す値

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\alpha_i} - \alpha_i \right) \frac{2T}{1+3T}$$

$$\alpha_i = \frac{\sum W_j}{W}$$

◆ W : 地上部より上の全重量
◆ $\sum W_j$: その層より上の重量
◆ T : 設計用1次固有周期

基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 2016/04/14 18

A_i は層せん断力係数の建物高さ方向の分布を表す値で式のように表されます。

建物の振動特性として、下層部よりも上層部の方が振幅や応答加速度が大きくなる性質があり、 A_i 分布はこの性質を考慮して設定されています。 A_i 分布は最下層では1.0になります。また、上層へいけばいくほど、加速度応答倍率は大きくなるので、地震層せん断力分布係数は1.0よりも大きくなります。

耐震設計で重要な事項

- ◆ 耐震要素の高さ方向のバランス
⇒ 剛性率
- ◆ 耐震要素の平面的なバランス
⇒ 偏心率
- ◆ 粘りのある崩壊メカニズムの形成
⇒ 保有水平耐力

基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 2016/04/14 19

耐震設計を行う上で重要なポイントがいくつかあります。ここでは次の3点を紹介いたします。

1番目は、耐震要素の高さ方向のバランスをとることに注意することです。耐震設計では剛性率として確認を行います。

2番目は、耐震要素の平面的なバランスをとることに注意することです。耐震設計では偏心率として確認を行います。

3番目は、粘りのある(靱性(じんせい)の高い)崩壊メカニズムを形成するように設計することです。耐震設計では、保有水平耐力を計算する際に構造物の粘り強さを考慮しています。

剛性率

- ◆ 地震エネルギーは、建物の弱いところに集中する傾向がある
- ◆ 剛性率は、各層の剛性のバランスの程度を示す指標
- ◆ 剛性率は1.0に近いほど良い
- ◆ 設計では、各層の剛性率が0.6以上であることを確認

基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 2016/04/14 20

地震エネルギーは、建物の弱いところに集中する傾向があります。剛性率は、各層の剛性のバランスの程度を示す指標です。剛性率は1.0に近いほど良く、設計では、各層の剛性率が0.6以上であることを確認します。

偏心率

- ◆ 偏心率は、耐震要素の配置について、平面的なバランスを示す指標
- ◆ 偏心率は0に近いほど耐震要素の平面的バランスが良い。
- ◆ 設計では、各階の偏心率が0.15以下であることを確認

■ 重心: 建物の質量中心位置
 ■ 剛心: 層せん断力に対する反力の作用位置。反力は、層せん断力と同じ大きさで、反対向きに、水平剛性の中心位置に働く。
 ■ ねじれ振動は、建物の重心位置と剛心位置が離れていて偏心しているとき起こる。

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/04 21

偏心率は、耐震要素の配置について、平面的なバランスを示す指標です。偏心率は0に近いほど耐震要素の平面的バランスが良く、設計では、各階の偏心率が0.15以下であることを確認する必要があります。

保有水平耐力の検討

- ◆ 「保有水平耐力 (Q_u) ≥ 必要保有水平耐力 (Q_{un})」を検討する。
- ◆ Q_u は建物が実際に保有している水平耐力(どれぐらいの地震力に耐えられるか?)

$$Q_{un} = D_s \times F_{es} \times Q_{ud}$$

$$Q_{ud} = W_i \cdot Z \cdot R_i \cdot A_i \cdot C_0$$

Fes: 形状係数
 Ds: 構造特性係数
 Qud: Co=1.0としたときの層せん断力

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/04 22

保有水平耐力の検討では、「保有水平耐力 (Q_u) ≥ 必要保有水平耐力 (Q_{un})」であることを確認します。

保有水平耐力 Q_u は建物が実際に保有している水平耐力(どれぐらいの地震力に耐えられるか?)です。 Q_u は崩壊メカニズム仮定して求める場合や解析プログラムを用いて計算します。

必要保有水平耐力 (Q_{un})は上式から求めます。ここで、 F_{es} は形状係数、 D_s は構造特性係数、 Q_{ud} は $Co=1.0$ としたときの層せん断力を表しています。

構造特性係数 : D_s

- ◆ 強さ(耐力)とねばり(変形能力)
- ◆ 実際の建物に水平力(地震力)をだんだん作用していくと、変形が大きくなりながらだんだん損傷を起していきます。

耐震性能 = 耐力 × 変形能力
 (力 × 距離 = エネルギー、仕事に対応)

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/04 23

実際の建物に水平力(地震力)をだんだん作用していくと、変形が大きくなりながらだんだんに損傷を起していきます。水平力に耐える能力(耐力)が高いがあまり変形せずに壊れてしまう建物Aや水平力に耐える能力(耐力)があまり高くないがかなり変形をして崩壊に至る建物Bもあります。降伏してから崩壊に至るまでの変形の大きさ(=変形能力)をねばり、靱性(じんせい)といいます。建物Bは靱性の高い(=変形能力の高い)構造物といえます。

さて、耐力と変形の関係式で囲まれる面積は地震時の入力エネルギーを消散(消費)する能力を表していると考えられています。耐震設計では、この面積の大きさから構造物の耐震性能を評価します。もし、建物Aと建物Bにおいてこの面積が同じであるならば、たとえ耐力が異なっていたとしても同じ耐震性能であると考えます。

構造特性係数 : D_s

- ◆ 構造特性係数 D_s は建物の変形能力を数値化したものであり、変形能力が高いほど小さくなる。
- ◆ 新耐震設計法では、骨組みの形状や性状に応じた構造特性係数 D_s が定められています。通常、鉄骨造では $D_s = 0.25 \sim 0.5$ 、鉄筋コンクリート造では $D_s = 0.3 \sim 0.55$ の値をとります。

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/04 24

一般の(ねばりのある)建物aに大きな地震力が作用すると図に示すような台形の面積は、地震時の入力エネルギーを消散(消費)する能力を表していると考えられています。これに対して、面積が同じとなる(=耐震性能が同じとなる)弾性の建物bを考えることができます。そこで、大地震動時に、弾性構造物を受ける最大応答層せん断力を基準(1.0とする)にして、ねばりのある構造物を受ける最大応答層せん断力の比を構造特性係数と称し、通常 D_s 値と呼んでいます。

構造特性係数 D_s は建物の変形能力を数値化したものであり、変形能力が高いほど小さくなります。また、構造特性係数は必要保有水平耐力を低減するための低減係数と捉えることもできます。ねばりのある構造物であれば、必要保有水平耐力の低減率を大きく、すなわち、構造特性係数を小さくするように設定されています。

新耐震設計法では、骨組みの形状や性状に応じた構造特性係数 D_s が定められています。通常、鉄骨造では $D_s = 0.25 \sim 0.5$ 、鉄筋コンクリート造では $D_s = 0.3 \sim 0.55$ の値をとります。

耐震診断法

- ❖ **耐震設計と耐震診断**
 - 耐震設計：今から建てる建物について、法律で定められた耐震性能を満たすように構造計画・構造設計を行う。
 - 耐震診断：すでに建っている建物について、その耐震性能を評価し、耐震改修が必要かどうかを判断する。
- ❖ **耐震診断の必要性**
 - 新耐震基準で設計されていない(＝旧耐震基準で設計された)建物については耐震性を再検討する必要がある。

さて、これまで「耐震設計」の基本的な考え方を見てきましたが、それでは、最近よく耳にする「耐震診断」とはどう違うのでしょうか？

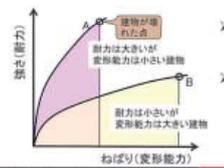
耐震設計は今から建てる建物について、法律で定められた耐震性能を満たすように構造計画・構造設計を行うことを言います。これに対して、耐震診断はすでに建っている建物について、その耐震性能を評価し、耐震改修が必要かどうかを判断することを言います。

特に、新耐震基準で設計されていない(＝旧耐震基準で設計された)建物については耐震性を再検討する必要があります。

25

耐震診断の考え方

❖ **耐震性能**
 = 「①強さ」×「②ねばり」×「③形のよさ」
 ×「④劣化の度合い」



- 「①強さ」、「②ねばり」、「③形のよさ」までは耐震設計と同じ
- 「④劣化の度合い」は、耐震診断に特有。鉄筋のさび、コンクリートのひび割れや中性化などによる経年劣化を考慮

耐震診断における耐震性能の考え方は耐震設計とほぼ同じです。耐震性能は「①強さ」、「②ねばり」、「③形のよさ」、「④劣化の度合い」から評価できると考えられています。「①強さ」、「②ねばり」、「③形のよさ」までは耐震設計と同じですが、耐震診断では建物の経年劣化を考慮する必要があります。これは耐震設計が「新築建物」を対象としているのに対して、耐震診断では「既存建物」を対象としているからです。

「④劣化の度合い」は、鉄筋のさび、コンクリートのひび割れや中性化などによる経年劣化を考慮しています。

26

木造住宅の耐震診断

- ❖ **耐震診断の種類**
 - 建物の構造種別や形(木造住宅、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、公共建物(学校校舎)、広い空間を覆う体育館など)に応じて、より適切に耐震性能を評価できるように様々な耐震診断基準があります。
 - 費用や緊急度、求められる精度などに応じた診断法

木造住宅	木造住宅の耐震診断と補強方法 (日本建築防災協会)	一般診断法、 精密診断法
鉄筋コンクリート造	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準(日本建築防災協会)	1次、2次、3次診断
鉄骨造	既存鉄骨造建築物の耐震診断指針(日本建築防災協会) 他	
公共建築物	官庁施設の耐震診断基準(建築保全センター)	
体育館	屋内運動場等の耐震性能診断基準(文部科学省大田宮原文化施設企画部) など	

建物の構造種別や形(木造住宅、鉄筋コンクリート造、鉄骨造、公共建物(学校校舎)、広い空間を覆う体育館など)に応じて、より適切に耐震性能を評価できるように様々な耐震診断基準があります。

費用や緊急度、求められる精度などに応じた診断法があります。例えば、木造住宅の耐震診断では精密診断の方が精度が高い(より詳細に耐震性を評価できる)かわりに、計算は複雑となります。上の表に構造種別と耐震診断基準の関係を示します。

27

鉄骨造および体育館の耐震診断

- ❖ **耐震設計(保有水平耐力の検討)**
 - 「保有水平耐力(Q_u)」は必要保有水平耐力(Q_{req})を検討する。
 - Q_uは建物に実際に保有している水平耐力
 - F_{es}は形状係数、D_sは構造特性係数、Q_{ud}は層せん断力
 - 保有水平耐力の検討では、C₀ = 1.0

$$Q_u \geq Q_{req} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

$$= \boxed{D_s} \cdot F_{es} \cdot W_i \cdot Z \cdot R_t \cdot A_j \cdot \boxed{C_0}$$

$1/D_s = F$ $C_0 \Rightarrow I_{S0}$
 F: 靱性指標 I_{S0}: 耐震性能の目標値

ここでは、工場や体育館などで用いられて鉄骨構造の耐震診断について概略を説明します。先ほど説明した耐震設計(保有水平耐力の検討)を思い出してください。保有水平耐力の検討では「建物に実際に保有している水平耐力(Q_u)」が「必要保有水平耐力(Q_{req})」以上となることを検討することでした。また、保有水平耐力の検討では大きな地震(C₀ = 1.0)を想定しています。具体的な式で表すと上式のようになります。

鋼構造の耐震診断では、(1)構造特性係数D_sの逆数を靱性指標Fと読み替える。(2)C₀を耐震性能の目標値と考えます。式を变形すると、次ページのような式となります。

28

鉄骨造および体育館の耐震診断

◆ 耐震設計(保有水平耐力の検討)

- 「保有水平耐力(Q₀)≧必要保有水平耐力(Q_{req})」を検討する。
- Q₀は建物が実際に保有している水平耐力
- F_sは形状係数、D_sは構造特性係数、Q_{ud}は層せん断力
- 保有水平耐力の検討では、C₀ = 1.0

Is 構造耐震指標

$$\frac{F_s \cdot Q_{0i}}{F_{cs} \cdot W_j \cdot Z \cdot R_i \cdot A_i} \geq I_{S0}$$

1/D_s = F C₀ ⇒ I_{S0}

F: 靱性指標 I_{S0}: 耐震性能の目標値

鋼構造の耐震診断では、青い四角で囲った部分を構造耐震性能指標Isと呼びます。このIsは建物を持っている耐震性能(地震に耐える能力)です。耐震診断ではこのIs値と耐震診断の目標値Is0を比較することになります。

ところで、Is0はC0と同じであったことを考えると、新耐震設計以後(1981年以降)に建設された保有水平耐力の検討を行った建物のIsはC0 = 1.0以上になることとなります。

耐震性能を表す指標

◆ 構造耐震指標Is

$$I_{si} = \frac{E_{0i}}{F_{cs} \cdot Z \cdot R_i} \quad E_{0i} = \frac{F_i \cdot Q_{0i}}{W_i \cdot A_i}$$

◆ 保有耐力に係る係数q

$$q_i = \frac{Q_{0i}}{0.25 \cdot W_j \cdot A_i \cdot (F_{cs} \cdot Z \cdot R_i)}$$

以上、耐震診断において耐震性能を表す指標として、構造耐震指標Isは上のよう式で表されます。また、耐震診断では保有耐力にかかわる係数qも算出します。

鋼構造の判定基準

鋼構造の判定基準

(1) Is ≥ 0.6かつq ≥ 1.0	(2) (1)および(3)以外	(3) 0.3 > Is または 0.5 > q
-----------------------	-----------------	--------------------------

耐震の危険性が低く、原則として補強の対象としない

耐震の危険性があるため、補強が必要

耐震の危険性が高い

◆ 体育館については、鉄骨造(1)から(3)と同じ(ただし、(1)の0.6を0.7に読み替える)重要度係数1.1を考慮、0.6 × 1.1 = 0.66 → 0.7と解釈。

◆ 原則、Is ≥ 0.6かつq ≥ 1.0となるように耐震補強を計画する必要があります。

耐震診断結果では、(1) 構造耐震性能指標Isと(2) 保有耐力に係る係数qが必ず提示されます。将来、地震が発生すると予想される地域では建物の重要度に応じて判定基準を大きく設定する必要もあるかもしれませんが、ただし、耐震補強のコストとの兼ね合いもあります。

鋼構造の耐震診断における判定基準は上表のようになります。原則、Is ≥ 0.6かつq ≥ 1.0となるように耐震補強を計画する必要があります。

体育館の耐震診断における判定基準については、一般的な鉄骨造の(1)から(3)とほぼ同じですが、(1)の0.6を0.7に読み替えることになっています。小中学校の体育館は非常に公共性が高く、高い耐震性が要求されるとし、重要度係数1.1を考慮、0.6 × 1.1 = 0.66 → 0.7としています。

耐震診断結果では、(1) 構造耐震性能指標Isと(2) 保有耐力に係る係数qが必ず提示されます。将来、地震が発生すると予想される地域では建物の重要度に応じて判定基準を大きく設定する必要もあるかもしれませんが、もちろん、耐震補強のコストとの兼ね合いもあります。

ポイント：靱性指標

◆ ねばり強さと靱性指標

- 構造要素のねばり強さを表す指標。ねばり強い部材ほど大きな値
- 構造特性係数Ds値の逆数に対応

◆ 鉄骨筋かい部材の靱性指標

- 接合部の状態(非保有耐力接合 or 保有耐力接合)で靱性指標が大きくなる。

鉄骨軸組み筋かい部材の靱性指標	
保有耐力接合	非保有耐力接合
2, 2	1, 3

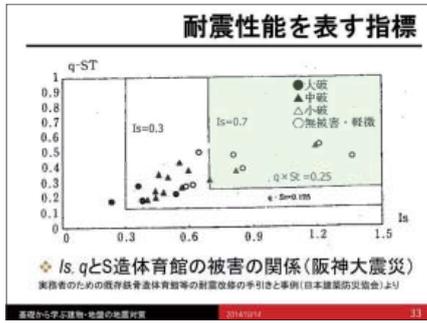
筋かい材

保有耐力接合は部材の変形能力が十分に発揮できるように接合部の強度に余裕を持たせた接合法です。古い建物では保有耐力接合となっていないものも多く、鋼材の変形能力が十分に発揮できず靱性の低い建物も多くあります。

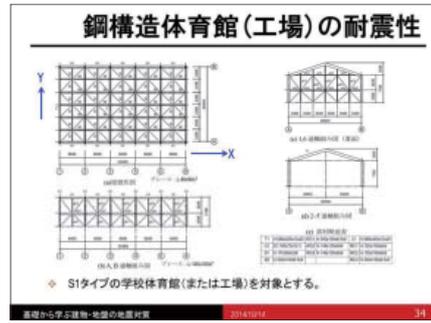
鋼構造の耐震診断におけるポイントの1つとして靱性指標Fが挙げられます。靱性指標Fは構造要素のねばり強さを表す指標であり、ねばり強い部材ほど大きな値を取ります。また、耐震設計における構造特性係数Ds値の逆数にほぼ対応した値となります。

鋼構造の代表的な耐震要素である筋かい部材の靱性指標を見てください。鉄骨筋かい部材の靱性指標は接合部の状態(非保有耐力接合 or 保有耐力接合)で靱性指標が大きく異なります。

ここで、保有耐力接合は部材の変形能力が十分に発揮できるように接合部の強度に余裕を持たせた接合法です。古い建物では保有耐力接合となっていないものも多く、鋼材の変形能力が十分に発揮できず靱性の低い建物も多くあります。



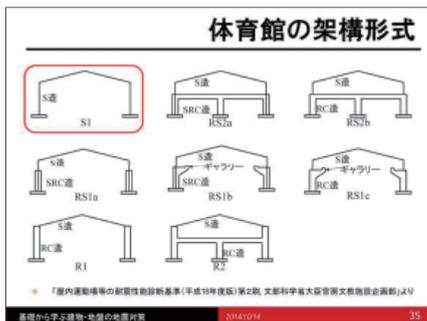
以上、耐震診断において耐震性能を表す指標として、構造耐震指標 I_s は上のような式で表されます。また、耐震診断では保有耐力にかかわる係数 q も算出します。



つぎに、具体的に鋼構造体育館(または工場)が地震時にどのように揺れるかを見てみましょう。ここで対象とするのは純鉄骨造(S1タイプ)とします。工場などでもこのような構造形式の建物が良く見られます。

地震動は水平方向に入力されます。X方向(これを桁行方向といいます)への地震入力に対しては桁面のブレース(筋かい)で抵抗します。

Y方向(これをスパン方向といいます)への地震入力に対しては山形フレームや妻面のブレースで抵抗します。中央部の山形フレームに作用する力を妻面ブレースに伝達するためには屋根面のブレースがある程度強くないと力が伝達できません。

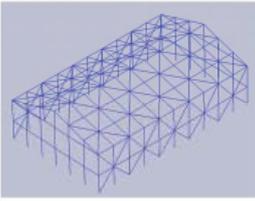


体育館の架構形式は様々なものがあり、屋内運動場等の耐震性能診断基準では上図のように分類されています。



つぎに応答性状の様子(アニメーション)を見ながら、体育館の地震時の応答を観察してみましょう。

応答性状:妻面ブレースなし



- ◆ 妻面ブレースが無い場合、主フレームは一緒に変形する。
- ◆ 屋根面ブレースにはせん断変形、それに伴う応力は発生しない。
- ◆ 水平変位が大きくなる。
- ◆ 上下の非対称振動はそれほど大きくなさそう。
- ◆ 主フレームが降伏する。

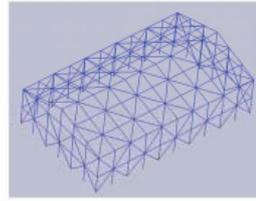
高層から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/10/14 37

このモデルは妻面ブレースが無い体育館をイメージしています。この場合、主フレームは一緒に変形している様子が確認できます。このため、屋根面ブレースにはせん断変形(ひし形になるような変形)、それに伴う応力は発生していません。また、妻面ブレースが無いため、建物全体の水平変位が大きくなります。

上下の非対称振動はそれほど大きくなさそうです。

主フレームが降伏します。なお、図中の赤い印が部材を表します。

応答性状:妻面ブレースが先に降伏

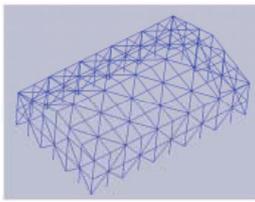


- ◆ 妻面ブレースが早期に降伏する場合、屋根面にある値以上のせん断力は作用しないので、屋根面ブレースはあまり降伏しない。(CmとCtの関係が重要)
- ◆ 水平変形と主フレームの降伏は抑えられる。
- ◆ 妻面ブレースへ座屈拘束ブレースを入れると、水平応答も抑えられる。

高層から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/10/14 38

このモデルは妻面に筋かい(ブレース)を設置して、耐震性を高めた体育館をイメージしています。ただし、屋根面の筋かい(ブレース)より細い筋かいを妻面に入れ、妻面の筋かいが先に降伏するようにしています。この場合、屋根面にある値以上のせん断力は作用しないので、屋根面ブレースはあまり降伏しません。また、水平変形と主フレームの降伏は抑えられる。また、妻面のブレースを座屈拘束ブレースのような制振部材を導入するとさらに効果的に変形を抑制することができます(制振工法で後述します)。

応答性状:屋根面ブレースが先に降伏



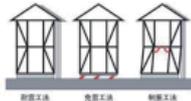
- ◆ 妻面ブレースの耐力が大きい場合、屋根面のせん断変形が大きくなり、屋根面ブレースが降伏し、桁行き方向の梁も屈曲化する。
- ◆ 屋根面のせん断変形による屋根性上材の損傷が心配。

高層から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/10/14 39

このモデルは妻面にさらに断面の大きな筋かい(ブレース)を設置して、耐震性を高めた体育館をイメージしています。屋根面の筋かい(ブレース)より太い筋かいを妻面に入れているため、屋根面の筋かいが先に降伏するようになります。妻面ブレースの耐力が大きい場合、屋根面のせん断変形が大きくなり、屋根面ブレースや桁行き方向の梁が降伏します。屋根面のせん断変形による屋根性上材の損傷が心配ですし、屋根性上げ材の修復を考えると大変な気がします。

免震・制振(制震)工法

- ◆ 耐震
 - ▶ 地震や風などにより生じる建物の揺れを柱、梁、壁などの主要構造部材で負担する在来工法建物
- ◆ 制振工法
 - ▶ 建物中に制振装置(部材)を導入し、建物の振動を抑制する構法
- ◆ 免震
 - ▶ 建物の上部構造と基礎構造の間に免震装置を導入し、大地震時の揺れを免震装置によって吸収し、建物の揺れを大幅に減らす工法。建物を地震被害から守ると同時に、室内の什器・備品を揺れから守ることができる。



高層から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/10/14 40

構造物の地震対策としては、次の3つの考え方があります。

「耐震」は地震や風などにより生じる建物の揺れを柱、梁、壁などの主要構造部材で負担する在来工法建物です。

「制振工法」は建物中に制振装置(部材)を導入し、建物の振動を抑制する新しい構法です。

「免震工法」は建物の上部構造と基礎構造の間に免震装置を導入し、大地震時の揺れを免震装置によって吸収し、建物の揺れを大幅に減らす工法です。建物を地震被害から守ると同時に、室内の什器・備品を揺れから守ることができます。

大規模ドームへの適用事例

◆制振工法(下部構造に座屈拘束ブレース)、免震工法(中間層免震)

(a) 下部降伏型ドーム (b) 中間層免震

(a) 下部構造に座屈拘束ブレースなどの制振ダンパーを導入
(b) 上部構造と下部構造の間に免震層を導入

上部屋根架構への地震入力が大きく低減され、**屋根架構を弾性範囲とするような損傷制御設計が可能**

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/01/04 41

ここでは大規模なドームを例に挙げ、制振工法や免震工法の有効性を見てみましょう。制振工法(下部構造に座屈拘束ブレースなどの制振ダンパーを導入)、免震工法(中間層免震:上部構造と下部構造の間に免震層を導入)の例を示します。このような工法を用いることにより上部屋根架構への地震入力が大きく低減され、屋根架構を弾性範囲とするような損傷制御設計が可能となります。

下部構造に座屈拘束ブレースを導入したドームの例

しもきた克雪ドーム 下部構造の座屈拘束ブレース

参考: 結澤治: 制振ブレースによる応答制御「しもきた克雪ドーム」, シェル・空間構造の震害と応答制御, 2.2.4節, 丸善, 2006

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/01/04 42

下部構造に座屈拘束ブレースを導入したドームの例として、「しもきた克雪ドーム」の例が挙げられます。下部構造中に座屈拘束ブレース(右の写真のオレンジ色の部材)が導入されています。

スパン100mの単層ラチスドームの例

下部構造のブレースが強く、弾性的な場合(下部構造の耐震性が高い場合) 下部構造のブレースが降伏する場合(座屈拘束ブレースを導入した場合)

参考: 加藤史郎, 中澤祥二: 下部構造エネルギー吸収型単層ラチスドームの地震動的耐震性状, 日本建築学会構造系論文集, No.548, pp.81-88, 2007.10

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/01/04 43

地震応答結果(アニメーション)を見ながら、制振工法の有効性を見てみましょう。この構造物は下部構造に支えられたスパン100mの単層ラチスドームです。左図は下部構造のブレースが強く、弾性的な場合(下部構造の耐震性が高い場合)の結果を示し、右図は下部構造のブレースが降伏する場合(座屈拘束ブレースを導入した場合)を示しています。下部構造の座屈拘束ブレース降伏することにより、上部ドームへの地震入力が低減し、ドームの損傷が抑制されることがわかります。

免震層を導入したドームの例

きらら元気ドーム 免震層

参考: 人見春義: 免震支索を持つドーム「きらら元気ドーム」, 新シェル・空間構造セミナー・シェル・空間構造の高震と応答制御, 日本建築学会, 2002.11

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014/01/04 44

免震層を導入したドームの例として、「きらら元気ドーム」の例が挙げられます。下部柱頭に設置された免震装置の写真です。

免震層を導入したドームの例

▶ スパン300mの巨大ドームの耐震性能を確保するために上部ドーム構造と下部構造の中間層に免震層を導入した例

非免震ドーム 中間層免震ドーム

参考: 加藤史臣, 中澤祥二, 釘越博晶, 大杉文哉, 向山洋一 入力減衰型支持機構を有する大スパンドーム構造物の地震応答性状, 日本建築学会構造系論文集, No.518, pp.57-64, 1998.4

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014.10.14 45

地震応答結果(アニメーション)を見ながら、免震工法の有効性を見てみましょう。この構造物はスパン300mの巨大ドームの耐震性能を確保するために上部ドーム構造と下部構造の中間層に免震層を導入した例です。左図は免震層が導入されていないモデル(非免震モデル)、右図は免震層が導入されたモデル(免震モデル)です。非免震モデルでは水平動によるドームの上下逆対称振動が顕著に表れます。これに対して、免震モデルでは、免震層の変形は大きくなりますが、ドームの応答はかなり小さくなるのがわかります。

非構造部材等の耐震対策

◆ 非構造材とは

- 梁や柱、筋かい、耐震壁などの地震に対抗する要素(構造材)以外の仕上げ材(外壁パネルやサッシの窓ガラス、天井材)などをさします。

◆ 非構造材の耐震対策

- 落下したり倒れたりすることで大きな被害を及ぼす恐れのあるものは、耐震対策を十分にとっておくことが大切
- 建物の構造材が無被害であっても非構造材の損傷(配管の損傷、機器の転倒)によって生産活動(機能)が停止する場合があります

想定される非構造体の被害の事例

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014.10.14 46

これまでは、梁や柱、筋かい、耐震壁などの地震に対抗する要素(構造材)に対する耐震性能を議論してきましたが、構造材以外の非構造の耐震安全性も検討する必要があります。非構造材は構造材以外の仕上げ材(外壁パネルやサッシの窓ガラス、天井材)などをさします。建物の構造材が無被害であっても非構造材の損傷(配管の損傷、機器の転倒)によって生産活動(機能)が停止する場合があります。上図は想定される非構造体の被害の事例を表しています。落下したり倒れたりすることで大きな被害を及ぼす恐れのあるものは、耐震対策を十分にとっておくことが大切です。

釧路空港の被害事例(2003年十勝沖地震)

出典: 口一之の天井が崩壊、事業上閉鎖状態となった釧路空港(2003年9月)【釧路新聞社】

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014.10.14 47

この事例は、2003年の十勝沖地震で、釧路空港の天井が崩壊し、事業が閉鎖された事例です。これは非構造部材の耐震対策が不足していたことが原因とされています。

天井の耐震対策

◆ 東日本大震災の被害を受けての基準改定等の動向

天井耐震対策に係る基準

基礎から学ぶ建物・地震の地震対策 2014.10.14 48

これまでは、梁や柱、筋かい、耐震壁などの地震に対抗する要素(構造材)に対する耐震性能を議論してきましたが、構造材以外の非構造の耐震安全性も検討する必要があります。非構造材は構造材以外の仕上げ材(外壁パネルやサッシの窓ガラス、天井材)などをさします。建物の構造材が無被害であっても非構造材の損傷(配管の損傷、機器の転倒)によって生産活動(機能)が停止する場合があります。上図は想定される非構造体の被害の事例を表しています。落下したり倒れたりすることで大きな被害を及ぼす恐れのあるものは、耐震対策を十分にとっておくことが大切です。



大規模空間に設置された吊り天井の脱落被害再現実験(独立行政法人 防災科学技術研究所)などが行われ、実際の天井の被害がどのように発生するかについて研究がなされています。これらの研究に基づいて安全な天井の設計法が提案されつつあります。



この講義では、基礎から学ぶ建物・地震の地震対策に関して学びました。この講義では主に耐震設計法では、地震被害と耐震設計法の歴史を概観するとともに、新耐震設計法の基本的な考え方を説明しました。また、新耐震設計法以前に建てられた建物耐震性能を評価する耐震診断法の概要や耐震診断結果の読み方を説明しました。さらに、新しい免震工法、制震工法の考え方を説明しました。ご清聴ありがとうございました。



1

	事前の予測	防護施設の働き	避難の可能性
津波	地震は予測不可能。ただし、内湾では津波来襲までに時間がある(三河湾内の場合1時間程度)	事前に地震が伴うため、施設(堤防や水門、排水ポンプ、その管理施設等)が機能しない可能性あり	道路や建物の倒壊の程度による
高潮	台風経路、規模などからある程度予測可能。	想定範囲内の高潮であれば防護は可能。降雨が多い場合は河川氾濫なども重なって、複合災害に繋がる可能性あり	河川の氾濫の程度による

津波と高潮の違い

・津波は地震によって発生するため、地震の予測が不可能な現状においては、津波の発生も予測は不可能である。ただし、内湾の場合、外洋から伝播してくるまでに多少時間があるため、避難する時間は確保できる。地震が先に発生するため、防護施設の機能低下は大きな問題である。

・高潮は台風によって発生する。日本の台風予測精度は非常に高いため、その予測結果(経路や規模など)から高潮の発生はある程度予測可能である。加えて、天文潮位(満潮・干潮)の予測も高精度であるため、発生した高潮が災害に繋がる可能性があるかどうかも予測することが可能である。台風による降雨やそれに伴う洪水(増水)の発生のタイミングが災害発生のポイントとなる。

2

	発生要因	特徴	時間スケール
津波	海底地震等による海面の上昇(or 低下) →水面変化の伝播	地震は予測不可能。ただし、津波来襲までに時間がある場合もある。地震被害を伴う。	～1時間 (ただし、連続して来襲)
高潮	台風による気圧低下(吸い上げ効果)と強風による吹き寄せ(吹き寄せ効果)による水位上昇	台風経路、規模などからある程度予測可能。高波、洪水、強風などを伴う。	数時間

どちらも海岸に近づくほど(水深が浅くなるほど)大きくなる性質がある

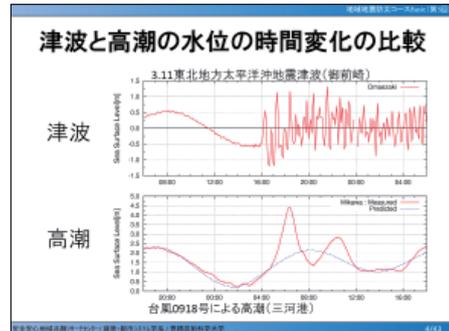
津波と高潮の違い(2)

・津波の発生要因は、地震動による水面変化とその伝播である。それが沿岸部(水深の浅い地域)に到達することで波高が増大する。

・高潮の発生要因は、台風による気圧低下に伴う海面の吸い上げと、強風による吹き寄せ(海水の風下側への移動)である。この2つの効果によって海面が異常に上昇する。

津波も高潮も、水深が浅くなるにつれて水位上昇量(≒波高)が大きくなるため、沿岸部は危険である。

3



津波と高潮の比較

・津波は1波が数十分から1時間程度の周期を持っている。

・高潮は、その周期は台風の移動速度に大きく影響され、多くの場合、数時間程度の周期となる。

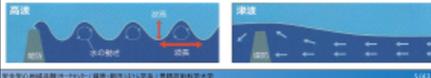
水位の時間変化を比べてみると、その差は歴然である。

どちらも、天文潮位に上乘せられる(水位変化=天文潮位+(津波または高潮))ため、その時の潮位が災害の発生及びその規模に大きく影響する。

4

津波と(普通の)波との違い

- ・ 波浪と津波の違い
 - 波長
数m～数百m/数km, 数十km, 数百km
 - 運動
水面変動による往復運動/水塊の移動, 流れ
 - 力
波力, 繰り返し作用/流れによる流体力, ある程度の時間継続して作用



津波と普通の海の波との違い

普段我々が海で見ている波は、周期は数秒からせいぜい数十秒である。一方、津波は前出のように数十分以上で、普通の波に比べて非常に長い。“周期が長い”ということは“波長(1波の長さ)が長い”ということでもある。

津波や高潮は“長波”と言われる波であり、その名の通り非常に長い。普通の波の波長は数m～数百mであるのに対して、津波はkmのオーダーである。

したがって、たとえ数mの津波であっても波形勾配(波高/波長)が非常に小さく(波高 $H=10m$, 波長 $L=10km$ の場合, $H/L=0.001$)、非常に緩やかな水位の上昇となる。(ただし、沖合)

水の運動では、普通の波は行ったり戻ったりの往復運動である(海水浴で浮き輪で浮かんでいる場合を思い出せばよく分かる)。一方、津波の周期の時間スケールで見れば普通の波と同じ往復運動ともみながせるが、我々が感じる時間スケール(数秒～数分、数十分)では水塊の移動で、ほとんど流れである。

普通の波は潜ってしまえばあまり影響を受けないが、津波の場合は水面から水底まで一様に動く(水底でも力を受ける)のが特徴である。

台風30号(Haiyan)による高潮(フィリピン)



高潮の脅威

災害の脅威としては、津波は水塊が押し寄せてきて、全てのものを押し流してしまうダイナミックなイメージがあるのに対して、高潮は徐々に水位が増加し、浸水も徐々に広がる比較的確やかなイメージを持っている人も多いと思われる。

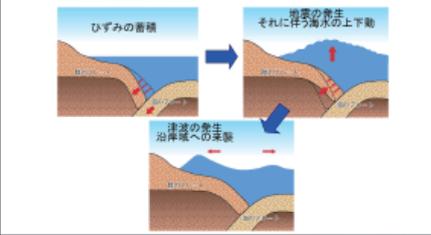
しかし、昔から高潮は風津波(または気象津波)とも呼ばれており、その様子は津波によく似た場合もある。

昨年、発生した台風30号によるフィリピンでの高潮の様子を見ると、まさに“風津波”であることが理解できる。

高潮も、決して穏やかな災害ではなく、津波と同様、激しい現象である。

津波を知る : Tsunami

- ・ 津波の発生メカニズム

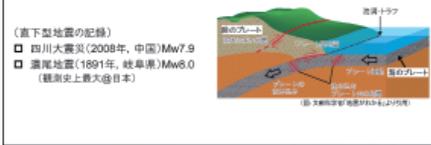


津波を知る

津波は、多くの方がご存じのとおり、海底地震によって海底面が変動し、それに伴って海面も変動することで発生し、それが沿岸域に到達することで災害へとつながる。

地震の発生メカニズム

- ・ 地震の種類
 - 海溝型地震(プレート境界地震)
東北地方太平洋沖地震, 東海地震, 東南海地震, 南海地震
 - 直下型地震(プレート内地震)
兵庫県南部地震, 新潟県中越地震



(直下型地震の記録)
 □ 四川大震災(2008年, 中国) Mw7.9
 □ 濃尾地震(1991年, 岐阜県) Mw6.0
 (観測史上最大揺れ日本)

津波に關係する地震

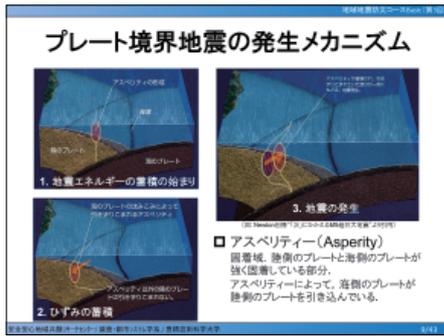
地震には大きく分けて、大陸プレートの境界で発生するプレート境界地震と、プレートの内部で発生するプレート内地震がある。

日本海溝などの海洋の底に存在する深い溝は大陸プレートの繋ぎ目(境界)に位置するため、プレート境界地震は海溝型地震とも呼ばれる。

一方、プレート内部で発生した地震は、比較的浅いところで発生し、我々が住んでいる場所の直下で発生することがあり、直下型地震とも呼ばれる。

プレート境界は比較的大陸から離れているため、陸上にいる我々が感じる震度(揺れ)はそれほど大きく感じられないが、直下型地震は真下で起きるため非常に大きな揺れを伴い、揺れによる被害が大きい。

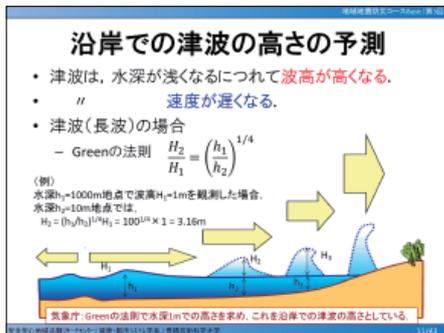
津波の発生に關係する海溝型地震の場合、(後ほど述べるが)揺れよりもマグニチュードが大きく影響する。



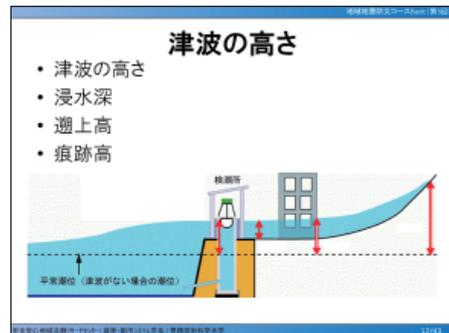
“アスベリティー”
中央防災会議の南海トラフ地震の震源域の発表によって、最近耳にするようになった言葉である。
“固着域”と訳され、プレート間の固着している(くっつき具合の高い)部分を示す言葉である。
単に海洋プレートによって大陸プレートが引き込まれるだけでなく、この固着域の大きさや分布によっても地震発生の様子が異なる。
中央防災会議の震源モデルでも、この固着域の配置パターンも考慮されている。



アウターライズ地震
巨大地震が発生した後に、発生する大規模な余震の1つで、大陸プレートの下に海洋プレートが潜り込んでいる海溝の外側(アウター)で起きる地震のこと。
アウターライズ地震として有名なのは、1896年に起きた明治三陸沖地震の37年後(1933年)に起きた昭和三陸地震がある。
また、アウターライズ地震は震度が4や5でも大きな津波を引き起こす危険性があるとされている。



津波の高さ
津波の特性としては、水深が浅くなると波高が高くなり、波の進むスピード(波速)は遅くなる。
水深が浅くなるにつれて波長が短くなるため、1波が持つ水の量が同じならば、縦方向に大きくなる。
津波の波高変化は、Greenの法則で大凡予測することができる。この式からもわかるように、波高の変化は水深比の逆数の1/4乗となり、水深が浅いほど急激に大きくなる。
また、津波などの長波(高潮も同じく長波)の波速Cは、 $C = \sqrt{gh}$ (g :重力加速度、 h :水深)で表されるため、沿岸域に進んでくると水深が小さくなり、波速も遅くなる。すると、後ろの波(後から岸に向かってくる波)の方が早いので、前の波に追いつくため、益々波高は高くなる。



津波の高さ
津波の高さとして用いられる言葉には、
・津波の高さ(波高)
・浸水深
・遡上高
・痕跡高
などがある。
時々、これらが混同して使われていることがある。
特に“津波の高さ”は様々な意味で使われているように思われる。
テレビ等で“津波の高さが30m”などと報道されたときは、いわゆる“波高”(波の谷から峰までの高さ)ではなく、遡上高もしくは痕跡高を示している。
こういった言葉、特に“津波の高さ”を聞いた時には、注意が必要である。

津波の特性

- 津波の速さ

$$C = \sqrt{gh}$$

$$= \sqrt{g(h + \eta)}$$
 (狭くなると)

(例) 水深4,000m (太平洋の真ん中) では
 $C = (9.8 \times 4,000)^{1/2} = 200(\text{m/s}) = 720(\text{km/h})$

 水深が浅くなるほど速度が遅くなるため、陸地に近づくと後から来る波が前の津波に追いつき、波高が徐々に高くなる。
- 30cmでも津波は危険！
 - 津波の高さが0.2mを超えると、流速が0.3m/sを超えることになる。(海水浴場の安全基準)
 - 0.2～0.3m/s程度以下は避泳可
 - 0.3～0.35m/s程度で避泳注意・部分禁止となることが多い。

津波の特性

前述のとおり、津波の波速 C は $C = \sqrt{gh}$ で表される。
 なので、平均水深が約4000mと言われている太平洋上では、平均的な速度として200m/s=720km/hで伝播していると考えられる。
 この速さはジェット機の巡航速度に近いものである。
 したがって、日本から約17,000km離れた地球の裏側のチリ沖で津波が発生すると、23.6時間(約1日)後に日本に到達することになる。
 津波は発生が地震等によるものであれば、たとえ波高が30cmでも津波である。
 津波は前述のとおり長波なので、水面から水底まで一様に動くため、水深30cmの流れ(川)のようなものである。
 一般に、津波の高さが20cmを超えると、その流速は30cm/sを超え、この流速は人が転倒する可能性が高くなる流れである。

津波が高くなる地形の特徴

網の先鋒(遠浅地形の扇状的な発達)

遠浅で浅瀬が舌状に突き出している場所

網を囲りこんだ浅瀬

奥に深く狭い地形(リアス式海岸)

V字型の奥

津波が高くなる地形

津波が沿岸域に押し寄せると、その地形に対応した伝播・変形をする。
 津波に限らず海の波は、等深線(深さが同じ地点を結んだ線、地形図の等高線、天気図の等気圧線のようなもの)に直角になるように進んでくるので、浅瀬が張り出した地形や岬の先端などに津波のエネルギーは集中しやすい(=波高が高くなる)。
 また、V字型の湾やリアス式海岸のように奥に行くほど狭くなる地形では、湾口から侵入した津波が狭い湾奥部に集中し、甚大な被害を引き起こすと考えられる。

沿岸域や港湾内の津波

- 砕波
 - 構造物への波力の増加
- 河川遡上(波状段波、砕波段波)
 - 内陸部への津波の侵入、河川構造物の被災、破堤・越流等による被害の拡大
- 港湾内への侵入
 - 港湾構造物の被災、共振(津波波高の増大)、船舶や漁業等への被害の増加

沿岸部での津波

津波は沿岸部に来襲すると、水深が非常に浅くなるため砕波(波が砕けること)する。普通の波が海岸堤防などの構造物に作用する場合、水の深さのみで決まる静水圧($p = \rho gh$)を考慮することで設計等への対応は可能であるが、波が砕波すると水塊が衝突する力が加わり、構造物へ作用する力が大きくなる。つまり、構造物の倒壊の可能性が高くなる。
 また、河口から津波が河川に侵入し、河川を遡って内陸部まで侵入する可能性もある。港湾内での被害も避けられない。
 津波の来襲は沿岸部で様々な被害をもたらす可能性がある。

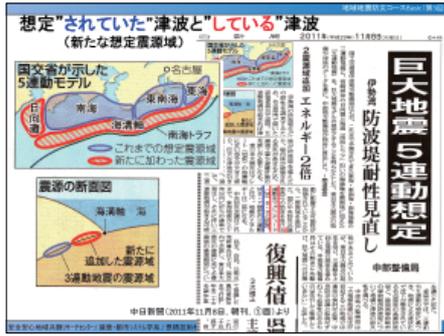
津波の港湾・海岸構造物への作用

- 沿岸防災施設の被災パターン
 - 水位差による力(浸水の浮力・破壊)
 - 衝突の衝突力(船体の衝突)
 - 流れによる力(構造物の洗掘)
 - 洗い流れ力(地盤の洗掘)

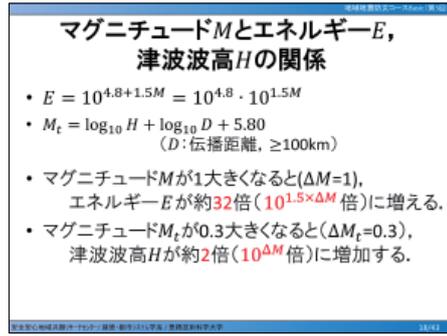
① 構造物前後の水位(水位)差
② 砕波等による衝突力
③ 流れによる抵抗力
④ 流れによる洗掘力

構造物の被災パターン

東日本大震災でも数多くの海岸構造物が被災したが、それらは大きく分けて4パターンに分類される。
 ①水位差による倒壊・・・海水が越流したときに、海側と陸側で水位差(海側>陸側)が生じることで、構造物に過大な水圧が生じ、それによって構造物が倒壊する。
 ②衝突力による倒壊・・・津波が構造物全面で砕波し、その水塊が構造物に衝突した場合、過大な力(衝撃砕波圧など)が作用し、それによって構造物が倒壊する。
 ③流体力による倒壊・・・津波に伴う強力な流れ(津波の流速や氾濫流など)により、構造物(主に基礎部分など)が倒壊する。
 ④洗掘力による倒壊・・・海水が越流したときに、構造物の上から落下するように急激な流れ(射流)が発生し、それによって構造物の陸側地盤が洗掘されることで、構造物が倒壊する。(東日本大震災で数多く見られた)。



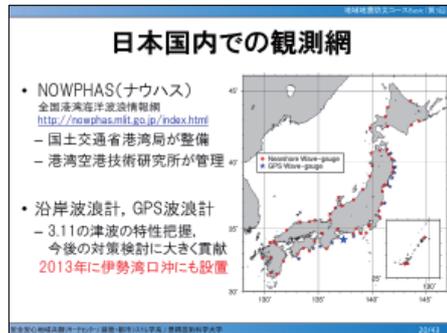
これまで想定されていた津波と現在想定している津波
 これまでは東海・東南海・南海地震の3運動地震とそれによる津波を想定していた。マグニチュード8.7。
 東日本大震災以降、上記3地震+日向灘、南海トラフの海溝軸で発生する地震を追加した5運動の想定に変更した。マグニチュード8.9。
 防波堤等の海岸構造物の耐震性や性能の見直しが必要となる。
 愛知県は、県が管理する海岸線全体の構造物の点検を実施済み(H23~24年度)
 日本全国で、これまでの対策の見直しが迫られた。



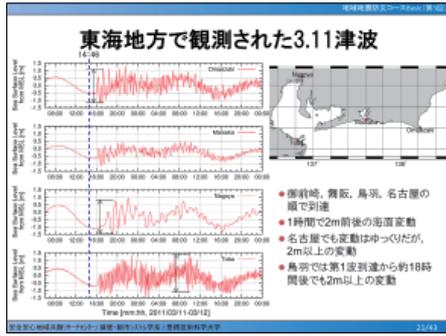
マグニチュード、地震エネルギー、津波波高の関係
 地震エネルギーとマグニチュードの関係、津波波高とマグニチュード(と伝播距離)の関係はこれらの式で与えられる。
 これらを変形すると(詳細は省略)、マグニチュードが1増加すると、地震によって発生したエネルギーは32倍に増加し、マグニチュードが0.3増加しただけで、その地震によって発生する津波の波高は2倍になることがわかる。
 ここで M_t は津波マグニチュードと呼ばれる津波の規模を示すパラメータであるが、遠地津波の場合は地震マグニチュード M と津波マグニチュード M_t はほぼ等しいことがわかっている。
 マグニチュードと地震エネルギー、それによって発生する津波の波高は線形の関係(片方が倍になったら、もう一方も倍になる)ではなく、マグニチュードの増加に比べて格段に増加するため、地震速報等で知り得るマグニチュードの情報から、その危険度を各自が想像することが重要である。

津波波高(m)	1	2	4	8	16	32
木造家屋	部分的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊
石造家屋	持ちこたえる	(資料なし)	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊
鉄筋コンクリートビル	持ちこたえる	(資料なし)	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊	全面的倒壊
漁船	被害発生	被害発生	被害率50%	被害率100%	被害率100%	被害率100%
防潮林	被害軽微、津波軽減	部分的被害	部分的被害	部分的被害	部分的被害	部分的被害
養殖筏	被害発生	被害発生	被害発生	被害発生	被害発生	被害発生
沿岸集落	被害発生	被害発生	被害率50%	被害率100%	被害率100%	被害率100%

津波による被害状況
 過去の津波被害調査から、1993年に首藤らがまとめた津波波高と家屋被害等の関係である。
 現在、中央防災会議が公表している津波の予測結果では、愛知県沿岸では20m以上、三河湾内でも最大で4mの津波が来襲すると予測されている。
 想定された“最大級”の津波が発生すると、三河湾岸でもかなりの被害が発生することが予想される。



日本における観測網
 国土交通省は日本各地に沿岸波浪計を多数設置し、NOWPHAS(The Nationwide Ocean Wave information network for Ports and Harbour)を構築している。
 NOWPHASによって、日本沿岸の海象情報が、常時、取得されている。その情報はホームページで随時公開されている。
 3.11の時には、青森県から福島県の沿岸に配置(水深100~400m、岸からの距離10~20kmの地点)されたGPS波浪計によって、津波の実波形が計測され、3.11津波の特性の解析や今後の対策の検討に貴重な情報を与えることとなった。
 2013年6月に、伊勢湾口沖にも設置。



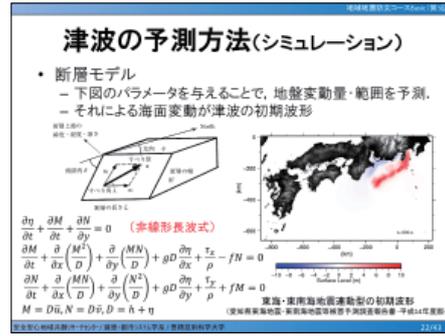
東海地方での3.11津波

東海地方に設置された検潮所においても、3.11津波は観測されていたので紹介する。御前崎、舞阪、鳥羽、名古屋と震源からの距離に対応した順で、津波の第1波が観測されている。

外洋に面した御前崎と鳥羽では、非常に細かな振動が観測されている。

一方、舞阪は検潮所が浜名湖内に設置されているため、変動の大きさは小さくなっていたが、それでも通常の潮位データとは明らかに異なる水位変動を示していた。伊勢湾の一番奥にある名古屋検潮所においても、変動はゆっくりだが2m以上の変動が観測されていた。

その後、1日以上経過しても通常の水位変動とは異なる変動が続いており、今回の津波の規模(エネルギー)の大きさを示している。



津波のシミュレーション

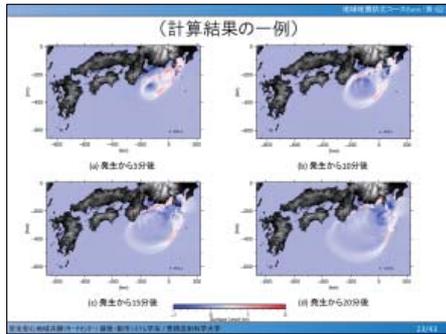
津波のシミュレーションは、断層モデルで海底地盤の変動量と範囲を求め、それによる海面変動を津波の初期波型として、その後の伝播を計算する。

津波の伝播シミュレーションには非線形長波方程式が用いられる。しかし、水深が50mよりも深い領域では、非線形項を無視したシンプルな線形長波方程式が用いられる(詳細は省略)。

皆さんがテレビ等でよく目にする太平洋上に伝播する津波のシミュレーション結果(アニメーションなど)は線形長波方程式による計算結果である場合が多い。

このシミュレーションは、家庭にあるPCでも十分に解くことのできる比較的簡単なシミュレーションである。

ただし、海底地形や津波の初期波型などの条件が入手できればですが、

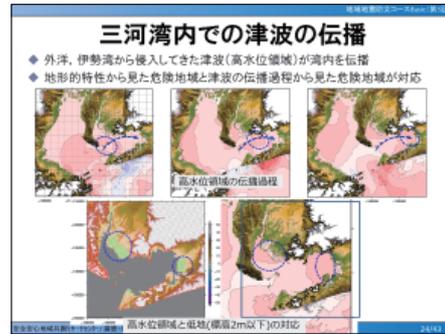


計算結果の一例

これは、我々の研究室で平成14年度に愛知県が想定・公表した東海・東南海地震連動型の場合の津波の伝播を計算した結果である。

駿河湾から紀伊半島沖に伸びる東海地震と東南海地震の震源から、赤色の高水位領域(=津波)が伝播の様子が示されている。

約20分後には瀬美半島の先端まで第1波が到達していることが、この計算結果からも分かる。



三河湾内での津波伝播の様子(数値シミュレーション結果より)

H14年度に愛知県が想定・公表した東海・東南海地震連動型の場合の津波伝播の計算結果である。伊勢湾口から侵入した津波は、非常に狭い知多半島と瀬美半島の間(中山水道)を通して、さらに三河湾内に侵入している。津波は一色から形原、豊橋と時計回りに伝播していく様子が見取れる。

三河湾沿岸の地形的特徴と比較してみると、一色周辺はゼロメートル地帯が広がっており、その後到達する豊橋港周辺域も低地が広がっている。

津波という外洋からのインパクト(災害誘因)だけでなく、それを受ける土地的要因(地形特性)も考慮して、災害を想定することが重要である。

伊勢湾口、三河湾口の2つの狭い入口で外洋と繋がった三河湾は、直接、津波の影響を受けることは少ないと考えられるが、津波(や高潮などの沿岸災害)に対して脆弱な部分もあることを認識しておく必要がある。

高潮を知る : Storm Surge

□ 台風や低気圧の影響によって、沿岸域の水位が天文潮によるものよりも異常に高くなる現象 → **気象潮**

□ 高潮の主要な発生要因

- (1) 気圧低下による海水面の吸上げ (suction)
- (2) 風による海水の吹き寄せ

⇒ 発生した海面上昇は、台風や低気圧の移動に伴って、**長波**として伝播する。

気圧による吸上げ・・・水深には関係しない。
吹き寄せ・・・水深と沿岸地形に大きく影響される。(水深に反比例)

高潮を知る

高潮とは、天文潮位よりも水位が異常に高くなる現象のことを言う。
天文潮位は天体運動(遠心力や万有引力など)によって生じる大規模な水位変化のことである。天文潮位は、その周期が約8時間から18.6年にまで及び約390種類の成分(分潮)から構成されており、理論的に求めることができる。その予測結果は気象庁のホームページなどで公開されている。その水位変化(潮位差)は、海岸構造物を設計する際に参考にされる重要な情報である。
しかし、台風や強い低気圧が発生・接近してくると、
①気圧低下によって、海水が吸い上げられる(吸い上げ効果)
②強風によって海水が風下側に吹き寄せられ、風下側が閉鎖性海域だと逃げ場がなく水位が上昇する
この現象は、台風や低気圧の動きに伴う数時間以上の時間スケールになるとともに、浅い海域(浅海域)で顕著となるため、長波としての特性を持つ。吹き寄せによる水位上昇は、その海域の水深に反比例するため、浅い海域ほど危険となる。

$$\Delta\eta = \frac{\tau_s}{\rho gh} L$$

$\Delta\eta$: 水位上昇量, τ_s : 海上風による海面せん断力, ρ : 水の密度,
 g : 重力加速度, h : 平均水深, L : 湾の大きさ(海上風の作用距離)

台風の統計(1951~2013年)

- 年間発生数: 26.2個
- 年間日本上陸数: 2.8個
- 年間日本接近数: 11.5個

台風の統計

気象庁が整理している過去の台風情報を整理した結果である。
台風は、平均して毎年26個程度発生している。そのうち日本には約3個が上陸している。日本に被害をもたらす台風としては、10~20号などの番号をよく耳にする。
2009年の三河湾に高潮被害をもたらした台風は18号であった。
昨年、フィリピンに大きな被害をもたらした台風は30号であった。

(台風)

台風には国際的に名前を付けるルールがある。例えば、
2009年の台風18号: Melor, 2013年30号: Haiyan, 1959年15号(伊勢湾台風): Vera
熱帯低気圧が、最大風速が約34ノット(17m/s)以上に発達すると、台風と呼ばれる。(気象庁)

高潮の危険地域

- 湾口(開口部)が台風の襲来方向に開いている湾や内海。
- 太平洋岸の場合は、台風の進路が湾の西側を通る。(湾が**危険半円域**に入る)
- 湾の軸が台風の進路と一致する。(湾奥に向かって強風が吹く)
- 水深が比較的浅い海域。

特に高潮の多い地域

- 大坂湾: 1924.9.21 室戸台風, 1950.9.03 ジェーン台風, 1951.9.19 第2室戸台風
- 有明海: 1985.8.30 台風第13号
- 八代湾: 1993.9.24 台風第16号
- 九州南部: 1945.9.17 技術台風
- 伊勢湾: 1959.9.26 伊勢湾台風
- 三河湾: 2009.9.15 台風18号
- 東京湾: 1917.10.01 台風

高潮発生の危険地域

高潮に対して危険となる条件としては以下のものがある。
・湾口が台風の襲来方向に向いている。
・台風が湾の西側を通過する。
・湾軸と台風の進行方向が一致する。
・水深が浅い
台風は南または南西から襲ってくるため、日本では太平洋岸の湾はどれも高潮発生の危険性がある。
特に三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)、有明海・八代海、瀬戸内海は危険である。
台風は中心に向かって反時計回りの強風を伴っているため、進行方向と風向が一致する台風の西側は、風がさらに強くなるため、台風の西側は危険半円域と呼ばれる。水深が浅い海域が危険であることは前述したとおりである。
高潮の発生には、台風の経路が非常に重要な要因である。

台風の進路

(愛知県作成、伊勢湾台風との比較)

(共通事項)
伊勢湾台風: 名古屋港は台風の経路のすぐ右手側
台風18号: 三河湾は台風の経路のすぐ右手側

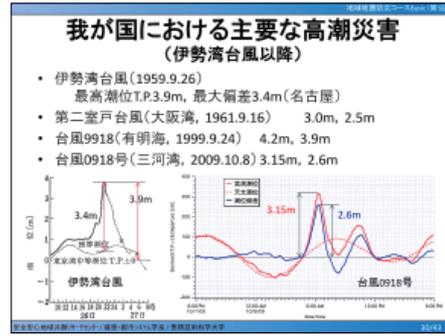
(主な被害)
三河湾: 輸出自動車の冠水、空コンテナの浮遊散乱
田原市内: 市内河川(汐川)の溢水、家屋の浸水 (床上浸水:46棟、床下浸水:90棟)

台風経路の例

伊勢湾台風(1959年)と2009年台風18号の経路の比較図である。
伊勢湾台風は、紀伊半島先端の潮岬に上陸し紀伊半島を縦断したため、伊勢湾が台風の東側(危険半円域)になり、沿岸部、特に湾奥部の名古屋港周辺に甚大な被害をもたらした。
2009年の台風18号は、伊勢湾台風よりも東側を通り、紀伊半島の東端を通過した後、渥美半島の先端、知多半島の先端を通過して、三河湾の西部を縦断した。このとき、伊勢湾は台風の西側に位置していたため、伊勢湾台風のような被害は生じなかった。しかし、三河湾の湾奥では異常な水位上昇が生じ、自動車の冠水や空コンテナの浮遊散乱などの被害が生じた。
僅かな経路の差が、高潮発生に大きく影響していることが分かる。



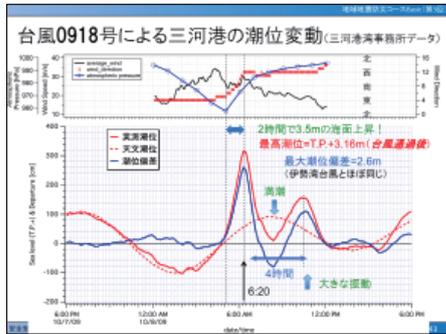
台風18号による被災状況



我が国における高潮災害

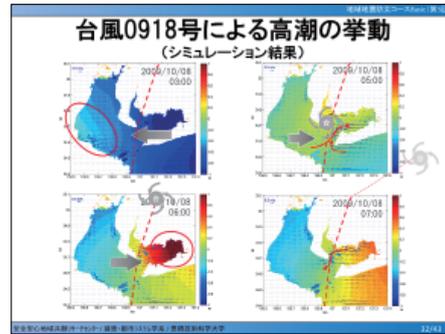
ここでは、2009年の台風18号による高潮を例として、三河湾での高潮の特徴を述べる。日本は、これまでに幾つもの高潮災害を経験してきた。中でも伊勢湾台風は甚大な被害を生じ、その後の海岸防衛に大きく影響を及ぼした。伊勢湾台風では、到達水位としてT.P.+3.9m、その時の偏差3.4mが記録された。一方、2009年台風18号では三河湾で到達水位T.P.3.15m、偏差2.6mであった(名古屋港での偏差:約1.0m)。実は伊勢湾台風とき、三河湾では到達水位T.P.3.3m、偏差2.6mが記録されており、水位だけを見れば台風18号は三河湾にとって伊勢湾台風の再来にも等しい高潮現象であった。

T.P.(Tokyo Pale):東京湾平均海面
海抜:平均海面からの高さ(近くの港湾などの平均海面を用いることが多い、“海抜〇〇メートル”などの表記)
標高:基準面から測った高さ
海面を基準とする場合が多いので、海抜=標高の場合も多い。
東京湾平均海面を基準とすれば、海抜=T.P.



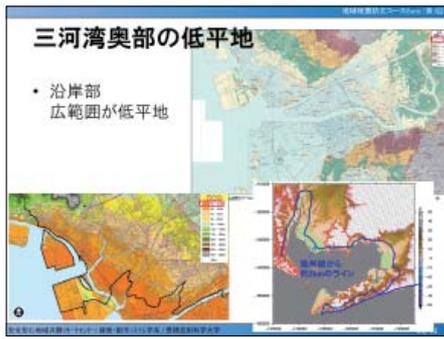
台風18号による三河港での高潮

上図の気圧変化の様子からも分かるように、この高潮は台風が最も接近した時に発生したのではなく、台風が通過しそれによって風向が急変した時に発生している(台風通過後)。台風が最も接近した午前5時頃は殆ど偏差(天文潮位からのズレ)は生じていなかったが、その後わずか2時間で3.5mも上昇した。天文潮汐であれば約0.6cm/分(3時間で約1m)の上昇速度であるが、このときは約3cm/分と非常に早い水位上昇であった。また、最初の水位上昇の後、約4時間後に最初ほど大きくないものの再び水位上昇しており、その偏差も1mを超えるものであった。これらから分かることとしては、
1. 外力のピークと高潮のピークがずれている。したがって、台風が中心が通過して安心した時に高潮が発生しているため、浸水等の災害だけでなく2次災害発生危険性もある。
2. 最強風時ではなく、風向が急変した後に高潮が発生している。従来の“強風による吹き寄せ”だけでは説明できない、三河湾独自の高潮の発生メカニズムがある。
3. 最初の高潮から数時間後に再度水位上昇が発生しており、これも三河湾での高潮の特徴と考えられる。
4. このときは高潮(第1、2ピーク)の発生時刻と満潮時刻がずれていたが、2時間ずれていたらもっと深刻な被害が生じた可能性がある。



三河湾での高潮の挙動

台風18号による高潮の再現計算の結果を示している。台風が接近しているとき(03:00)は、東風によって伊勢湾側の水位が上昇し、風向の急変する台風通過後の吹き返しによって伊勢湾側に貯まった水塊が三河湾へ流入し、それが三河湾奥まで到達した。三河湾は平均水深が約9m(伊勢湾中央部は30m以上)と非常に深いので、大量の水塊によって水位が急激の上昇し、三河湾で観測されたような異常な高水位になったと考えられる。三河湾奥の渥美湾と北部の衣浦湾との間でも水塊のやり取りがあり、台風接近時(05:00前)に水位上昇を引き起こした衣浦湾の水塊は、伊勢湾側からの流入によって風向が変化した後も水塊が流出することができず高水位を維持した。その後、吹き返しの風による吹き寄せと伊勢湾側からの流入が治まった後に、三河湾の水位と同時に低下した。この高潮は、伊勢湾-三河湾間での海水交換、三河湾の形状特性によって引き起こされた三河湾での特徴的な高潮であったと言える。沿岸災害への対策・対応を考えるためには、こういった現象の地域特性を理解することが重要である。

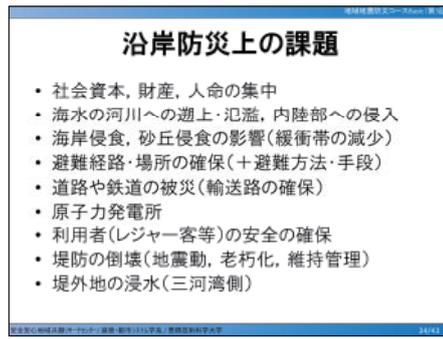


三河湾奥部の地形特性

豊橋市と豊川市が公開している標高マップである。
これらからも分かるように三河湾奥部には低平地が広がっている。
臨海部だけでなく、市街地が広がっている内陸部においても、津波や高潮による浸水災害の危険性は十分認識しておく必要がある。

潜在的危険地域が多いことを認識することが必要である。

- ・標高10m以下の土地が中の約30%にも及ぶ。
- ・沿岸部(海岸線から約2km以内)に限れば、内湾部は殆どが10m以下の地域である。



沿岸防災上の課題

- 様々な課題が散在すると思われる。
- ・対象とする地域・場所、守る者が人かモノか。
 - ・“人”を守ることは最優先事項であるが、来訪者やレジャー客などにはどのように対応すべきか？
 - ・モノの場合、全てを守りきることはほぼ不可能。ではその優先度、重要度は？
 - ・被害の拡大や2次災害をどう防ぐか？
 - ・災害からの回復を早めるためにはどうすればよいか？

模範解答や正解は無いのではないだろうか？
自分の身に降りかかる災害・災難として、個々人が具体的に考えることから始めることが必要ではないだろうか？
例えば、
・今、地震が起きたら皆さんはどうしますか？
・地震がおさまったら、次はどうしますか？
などなど。



我々を取り巻く現状：堤防に守られた町

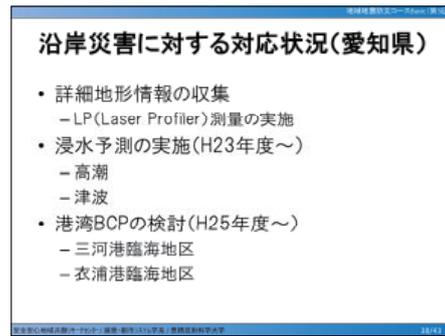
我々は、堤防に守られた環境に住んでいる。堤防のすぐ脇に住宅地が広がっていることは、決して稀な風景ではない。
現在はこれらが機能している、もしくはこれらにお世話になることなく生活できているだけかもしれない。



でも、堤防があるから安全かと言えば...
2009年台風18号が通過した時の柳生川

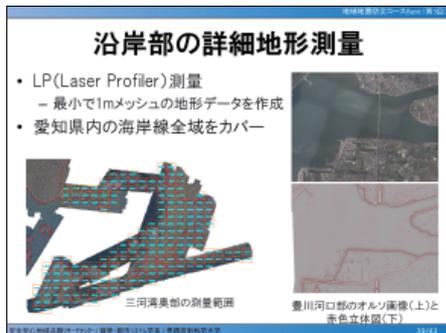


堤防が機能しないと大惨事を引き起こすことは、3.11で多くの人々が体験し、我々もその光景を目の当たりにした。



東日本大震災以降、愛知県は独自に様々な取り組みを行ってきたので、その一部(私の知る範囲)を紹介する。

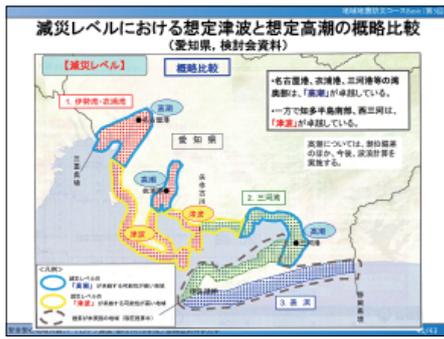
- ・詳細地形情報の収集
- ・浸水予測の実施
- ・港湾BCPの検討



・詳細地形情報の収集
海岸線から約2kmの範囲の詳細な地形測量を実施し、そのデータベースを作成した。この測量は航空機から地上に向けてレーザーを照射することで実施する測量であり、高さ方向にはセンチメートルのオーダー計測精度を有している。(国土地理院:概ね±15cm)
国土地理院が平成15年から整備を開始し、東海地方では名古屋周辺(濃尾平野)が平成15～18年に公開されていたが、県独自に最新情報を取得した。各市町村へは利用申請によって公開されている。
また、このデータは国土地理院が整備を目指している全国沿岸部の詳細地形データベースの一部として提供されている。



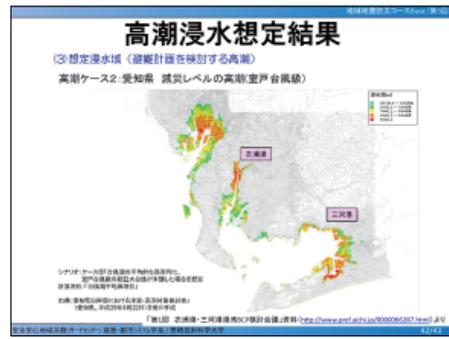
高潮浸水予測
高潮に対しては、防護レベル(構造物で人命と財産を守る)と減災レベル(最低限、人命を守る)に対して台風と海水位レベルの想定を行い、その条件に対する発生高潮と浸水範囲の予測を行っている。
防護レベルが伊勢湾台風をベースとした4ケース、減災レベルが室戸台風をベースとした2ケースの計6ケースを想定している。
室戸台風は、日本に上陸した既往最大の台風であり、伊勢湾台風よりも災害発生ポテンシャルは高いと考えられる。
この2つの台風に対して、過去の実績に基づき様々な台風経路を想定し、愛知県の海岸線を3領域にゾーニングし、各領域で高潮が最大となる条件について検討を行っている。



ゾーニングと想定災害の概略

海岸線は、①伊勢湾、衣浦湾エリア、②三河湾エリア、③表浜エリアの3領域に分けて考えられた。

①は湾が南北方向に位置し、②は湾が東西方向に位置する、③は外海に面している。各領域は、それぞれ津波と高潮に対して、地域特性(地形特性)に対応した危険性を有しており、その地域性を考慮した対策・対応が求められている。



高潮浸水想定結果

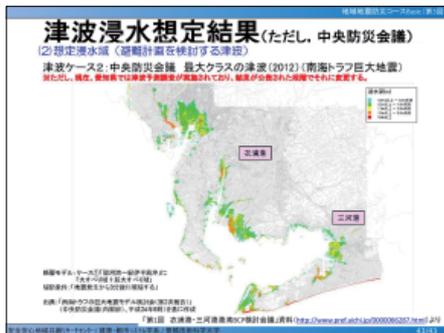
減災レベルのシナリオケース⑤における高潮浸水の予測結果を示している。

名古屋港、衣浦湾、三河湾とも広い範囲での浸水が予測されており、この結果を踏まえた避難計画等が現在、検討されている。

この検討結果は、ホームページ等でも公開されている。

避難計画や詳細なハザードマップに関しては、各市町村で作成するよう政府は指示している。

港湾における避難やBCP(事業継続計画)は、今年度より検討会が立ち上げられ、議論が開始された。



津波浸水想定結果

津波に関しても浸水想定を行っているが、中央防災会議の情報公開が遅れているため、県の予測結果の公開も遅れている。

先の港湾BCPは、最新の津波浸水結果も踏まえた検討を行う予定である。

津波や高潮の発生を防ぐことは不可能である。

したがって、発生した時に我々が安全を確保できるための方策を考えること、また発生した場合にどのように行動すべきかを考えることが防災対策であると考えます。

そのためにも、津波や高潮の現象そのもの、それらによって発生する可能性のある災害を正しく理解すること、それを周囲に伝えること、がまず最初に必要なことであると私は考えている。



大災害がおきると、多くの建物が使えなくなったり、電気、水道、ガスが使えなくなります。また情報をどう得ればよいか？水・食料は？寝る場所、トイレは・・・？といった、普段あまり考えないことを考えなければならなくなります。

ここでは「長期にわたって避難生活をするようになったら？」という視点から、色々な問題点、今後の準備について説明してゆきます。

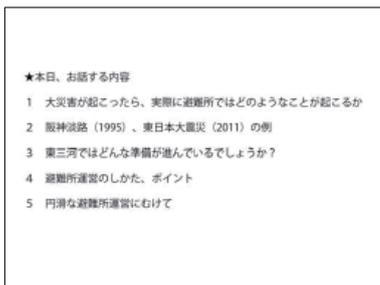
※ 石巻では、津波で沿岸から流された石油タンクが小学校に衝突、大炎上をおこしました。写真を見るとわかりますが、1階よりも3階の窓がないのは火災によるものです。

1



大勢が殺到したら、どう運営するか、今から考えておく必要があります。

2



- 目次
- Q1: 事態がおちついたものの、水、電気、ガスが使えない・・・。災害が起こって、長期化するどうなるでしょうか？
- Q2: 「そうだ、学校へ行こう」どうして学校が避難所になるのでしょうか？
- Q3: 「そうだ、とりあえず避難所へ行こう」向かった先の避難所では何が問題になるのでしょうか？
- Q4: 津波にあった避難所はどうなったのでしょうか？
- Q5: 大災害にそなえ、避難所運営の準備はどれくらいすすんでいるのでしょうか？
- Q6: では現状ではどのような準備が行われているのでしょうか？ 1
- Q7: では現状ではどのような準備が行われているのでしょうか？ 2
- Q8: では今後、どのような準備を行ってほしいのでしょうか？ 1
- Q9: では今後、どのような準備を行ってほしいのでしょうか？ 2

3



いくつもの自治体へのヒアリングでは、「被災時に、市町村職員はどう対応するのか？」という質問に対して、

「水などの備蓄は進んでいないが、私有地にある井戸を表示したマップを配布している」
 「簡易の発電機を各避難所においている」
 「避難所（学校など）には、256食のカンパンを常備しているが、とても足りない」
 「市の職員が、すぐに避難所に飛んでくる体制はない」
 「今までは、2～3日は、自力でなんとか頑張ってくださいよと言ってきました。でも南海トラフ大地震クラスだと、一般市民の方には一週間は自力で頑張ってくださいとお願いしたい」
 といった、職員の声も聞かれます。

1995年1月17日におこった阪神・淡路大震災では、多くの家屋が倒壊し、体育館などの公共施設だけでは避難者が収容できませんでした。1995年1月20日の段階で32万人の避難者（食料供給数より）がうまれ、1079カ所の避難所が開設されました。
 その1週間後の段階でも、1000人が殺到した避難所（小中学校）は52校あり、3000～4000人が避難した学校もありました。

4



「避難所」と聞いて、学校が真っ先に思い浮かぶ人も多いのではないのでしょうか？

避難所の中でも特に注目すべきは学校です。学校施設の防災機能に関する実態調査（国立教育政策研究所 2013）によれば、全国の公立学校のうち、95.2%の小・中学校（約2万8千校）が地方自治体により避難所に指定されています。

では、どうして学校が避難所に指定されやすいかといいますと・・・

- ・ 地域の中でなじみがある。色々な人が知っている、もしくは子どもが通っている、通っていた。
- ・ 水道やトイレなど、大勢の人間が生活できる最低限の基盤がある（家庭科室、保健室、給食室も）
- ・ 大きな広い場所（グラウンド、体育館）で、大勢の人・物を受け入れられる

といった理由があります。

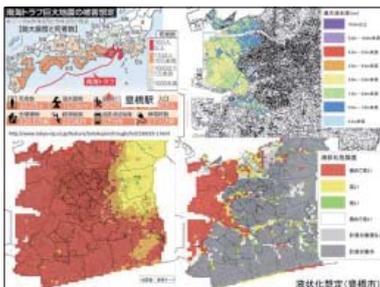
5

最近の大地震

	阪神・淡路大震災	東海地震	東北地方太平洋沖地震
発生年・月・日	1995年1月17日	2004年10月23日	2011年3月11日
発生年・月・日	1995年1月17日	17時56分	14時46分
震源の深度	深7.2	深7.2	深7.2
震源の位置	震下部	震下部	震下部
死者数	8434人	98人	179886人
避難者	11万6472人	11万3000人	28万人

最近の大地震の傾向をみてみると、それぞれ起こる地形、場所によって被害の性格が違ってくるのがわかります。

6



では南海トラフ巨大地震の被害はどのようなのでしょうか？

- 1 震度7・・・家の中で家具が飛び跳ねまわる状況になります。
- 2 津波がじわじわやってきます
- 3 駅の西側では、広範囲に液状化

これら1～3が複合した災害が起きると予想されています。

7



★防災ラジオ

豊橋防災ラジオとは、エフエム豊橋（84.3MHz）電波を使用して、スイッチが切れていても緊急情報を24時間、いつでも最大音量で受信できるラジオです。なお、エフエム豊橋を受信できる市販のラジオでも、スイッチの入った状態であれば、同内容の緊急情報を聞くことができます。

通常は8000円ほどですが、市の補助をうけているので、1台1500円で購入できます。

★防災アプリ

スマートフォン用の防災関連ソフトが無料で手に入ります。

8



揺れよぶるのは、天井の崩落

9



揺れがおさまった間に、自宅の外へ

玄関のドアはへしやけて開かない状態
窓を蹴破って外へ・・・その前にやっておくこと！

- 1 ガスの元栓をしめる
- 2 プレーカーをおとす
- 3 水道が生きていれば、水をためる

都市火災予防において、また生活環境の確保に絶対必要です。

10



豊橋市では、古い住宅の倒壊、火災による死者数も試算されています。

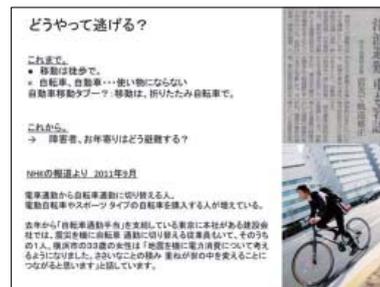
1995年1月17日、阪神淡路大震災
・・・避難所運営がクローズアップされる契機に

1995年1月20日の段階で、
32万人の避難者（食料供給数より）
1079カ所の避難所開設

一週間後の段階で・・・

1000人が殺到した避難所 52校
(3000～4000人が避難した学校も)

11



移動手段も考えておく必要があります。

大災害時には、自動車で逃げることは危険とされる一方、やはりどうしても
自動車で逃げる人が続出するでしょう。
結果、通れない道にはまりこむと、渋滞、もしくは津波による被害にあうこ
ともあります。

まずは自転車や徒歩という選択肢もありますが、ではお年寄りはどうやって
逃げるのか？という問題もあります。

答えがあるわけではなく、その土地、その状況にあわせるしかありません。
大事なことは、選択肢がいくつ頭に入っているか、ということでしょう。

12



どこに、どんな建物があるかも把握しておく必要があります。

13



豊橋では広範で液状化が occurs.

結果、堤防が下がる可能性もあり、津波の浸水域については注意が必要です。

14

	消防車台数	ポンプ車1台 当たりの人口	救急車台数	救急車1台 当たりの人口	人口
愛知	319台	23400人	219台	34000人	746万人
岐阜	162台	19000人	126台	16800人	211万人
三重	141台	15400人	104台	18200人	188万人
静岡	174台	22000人	137台	28000人	383万人
長野	160台	13500人	117台	18400人	218万人
福井	75台	10900人	48台	17000人	81万人
滋賀	67台	21100人	58台	24400人	141万人

※全国平均は消防車1台あたり15500人、救急車1台あたり17000人、人口100万人あたり

出典：中日新聞

愛知県および豊橋市の防災力をみてみると、人口に対してあまりに救急車、消防車の数がたりません。

大災害時には、その時まわりに居る人たちと協力するしかありません。

15



16



内閣府は、南海トラフ地震対策として、避難所の受け入れは弱者を優先する「トリアージ」（選別）を提言しています。東日本大震災では、避難所に被災者が殺到し、食料が不足したり治療が遅れるケースが多く報告されました。

また、100人分の水や食料を、1000人を超える避難者で分ける事態も起こりました。

どんな人を優先的にケアするか、といった問題が起こるとともに、

「優先する条件は？優先するかどうか、誰が決めるのか？」

といった難しい課題が残されたままです。

17



大きな災害にでくわしたあとは、「情報交換を」、「人があつまる場所へ」、「避難所指定の場所へ」と思うのでは無いでしょうか。そして「そうだ、テレビで見たことがある！避難所となっている学校に行ってみよう」、と思う人も多いのではないのでしょうか。ところが、向かった先の避難所では、色々な問題が待ち受けています。例えば・・・深夜に大地震が起こった場合・・・

「暗くて寒い。体育館に入りたが、カギがない！誰かカギを持っていないのか？」
「こんな時だもの。カギが無いなら、ガラスを割って入っちゃおう！」
といった、いわゆる「不法侵入」が起こったケースもめずらしくありません。

何より、町中から人があつまる避難所では、誰が仕切り役（リーダー）をつとめるかも決まっていないので「無秩序状態、カオス状態」になってしまいます。そしてカオス状態なので、避難所に殺到した人々は、順次落ち着ける場所を探して占領していきます。足腰不自由なお年寄りが、かたい床の上に座り込んで寝泊まりするケースも多々報告されています。当然プライバシーに気遣っている余裕もありません。さらに、学校の場合は、校内の勝手を知っているのは教師です。どうしても教師の負担が大きくなります。

18



東日本大震災では、これまでの大地震に加え、津波の被害が甚大でした。

津波をうけた学校では、1階および体育館がまったく使えなくなりました。1階には海水、土砂が流れ込み、海水が引くのには数日かかったため、校舎全体が使えない、もしくは2階以上の教室や廊下が避難所になりました。

水道が復旧しない、修復できない場所では、「おむつ」を利用した仮設トイレを設置した所もありました。

現在、ほぼ全ての避難所は閉鎖されていますが、侵入を防ぐ意味もこめて、津波をうけた1階の窓や入り口は封鎖されています。

19



津波被害をうけた学校では、体育館がつかえなくなり、2階以上が避難所になります。

体育館は、ブルーシートをひいて、炊き出しや配給、備蓄場所になりました。

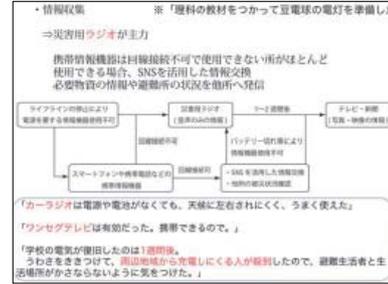
津波を受けるか否かで、その学校の使い勝手が全く変わるので。

20



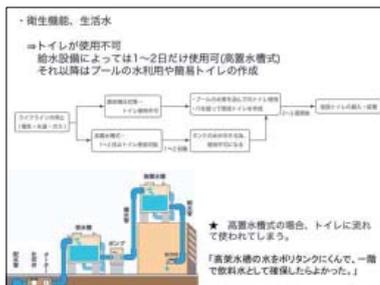
衛生機能では、過去の震災でも問題になったトイレに関して、給水設備によつては最初の1〜2日は使用できる学校もありました。また、保健室の簡易医療空間利用や高齢者等への対応として1階教室やトイレ付近への優先的入居などがありました。

21



情報機能としては災害用ラジオが主力となり、携帯情報機器が使用できる場合はSNSの活用による必要物資の情報や避難所の状況を他所へ発信した学校もありました。

22



衛生機能では、過去の震災でも問題になったトイレに関して、給水設備によつては最初の1〜2日は使用できる学校もありました。また、保健室の簡易医療空間利用や高齢者等への対応として1階教室やトイレ付近への優先的入居などがありました。

高置水槽式の場合、トイレに流れて使われてしまうので、「高置水槽の水をポリタンクにくんで、一階で飲料水として確保したらよかった。」という意見もありました。

23



避難所開設中、毎日すべての避難者が使用するトイレは、断水による洗浄水の不足、汚れ、つまりにより使用が制限され、避難者の健康面、精神面に大きな支障をきたしました。また避難生活時は、電力の使用が制限されるため、情報取得手段がテレビ、仮設電話に頼られました。それらが体育館近くになかったため、避難者が情報取得しづらい状況になったところもありました。避難所運営では、教職員が大きな役割を果たしましたが、宿直業務、休日出勤など、多大な負担が生じました。

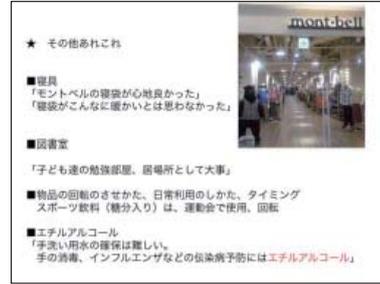
24



被災直後は多くの人が車で避難をし、校庭が駐車スペースになりましたが、津波被害で学校再開に向けての作業に支障をきたした学校もありました。他にも、ペット専用スペースや喫煙所、避難者や子ども達の為の交流場が適宜設置されました。

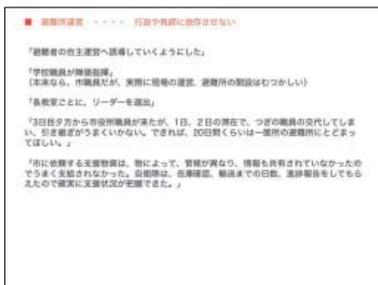
・その他必要になった機能

- ⇒避難者が飼っている**ペット専用**のスペース
- 喫煙者**の為のたばこスペース
- 避難者や子ども達の為の交流場、遊び場



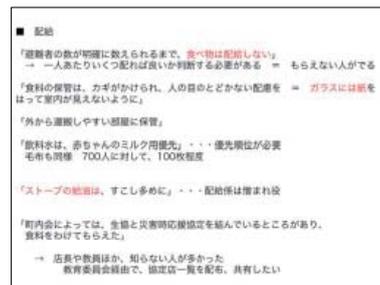
★ その他あれこれ

- 器具
「モンベルの寝袋が心地良かった」
「寝袋がこんなに暖かいとは思わなかった」
- 図書室
「子ども達の勉強部屋、居場所として大事」
■物品の回転のさせかた、日常利用のしかた、タイミング
スポーツ飲料（糖分入り）は、運動会で使用、回転
- エチルアルコール
「手洗い用水の確保は難しい」
手の消毒、インフルエンザなどの伝染病予防にはエチルアルコール



避難所運営は、市役所職員、学校の教師、自治会（市民自身）のうち誰が陣頭指揮をとるのが良いのでしょうか？

基本的に市町村では、避難生活者たちで、自主運営を進めています、実際もそのように運営されました。



物資の配給はむづかしい問題を含んでいます。

- 人数分あるのか？
- 公平性をたもつのか？
- 人数分なければ、どう配布するのか？

配給役になる人は憎まれ役にもなりやすいのです。

ヒアリングの内容：

■議題1：被災する学校（避難生活）

- ・大津波や大震災の経験など、学校自身の被害を受けているか
- ・子どもの避難生活はどんなことを想定して、どんなことを行っているか
- ・どのような被害が想定されているか
- ・避難生活がなくなった場合の対応

■議題2：被災した学校（避難生活）

- ・避難生活がなくなった場合の対応
- ・避難生活がなくなった場合の対応
- ・避難生活がなくなった場合の対応

■議題3：避難生活

- ・避難生活がなくなった場合の対応
- ・避難生活がなくなった場合の対応
- ・避難生活がなくなった場合の対応

東三河ではどんな準備が進んでいるのでしょうか？
30校を超える小中学校の教師、校長先生にヒアリングしました。

質問：避難所になるときに必要になる部屋はどこか？

基本的には**体育館→特別教室→普通教室**。
どの部屋を避難所とするかは、建築指導課が判定し、避難所を認定する

居住スペースはどこになってもいい
エアコンのある部屋はコンピュータ室と保健室

本部：職員室、医務室：保健室 普通教室は残すように市から言われた。

避難所になった時のことはどうなるかわからない。

本部をどこにするか、医務の部屋は保健室だけでは小さいから、別に医務室も必要になってくる。仮設のものがないと対応できない
居住スペースは2.3F。職員室は使いたくない。防災無線は職員室にある。校長室に移動させて校長室を本部にする？

考えたことはない。

基本的に**体育館**、取寄りきらなかったら**特別教室**。

体育館を主力に考えている学校が多いのですが、なかには「市職員が決める」と答えた学校もありました。

「教室、職員室、保健室、特別教室は使わずに、確保したい」「家庭科室、理科室、職員室は絶対に使わない」

という意見もあります。

質問：学校再開時に授業を行う教室はどこになるか（体育館で授業もできる）

普通教室：13 臨時教室：2 不明：5

普通教室

2クラスを1教室に入れて授業を行う

普通教室でやる。
クラスの編成を変えるかもしれない。柔軟に考えていく。

考えていない。特別教室よりも普通教室のほうが授業しやすい
避難者が戻ってきたら校区市民館の方へ移動してほしい

通常授業を行う教室

教室が一番最後になるが季節にもよる。夏は扇風機があるところなど。

テラス/バイクテラス。体育館に入れるくらいの避難者数ならば、体育館に避難者、普通教室で授業。人数との相談。普通教室でやりたい。

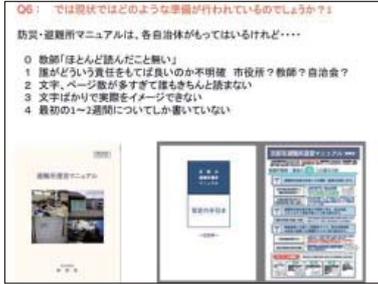
ほとんどのが普通教室で行うことを想定しています。
しかし、避難生活者にとっては体育館よりも、普通教室の方がプライバシーが守りやすく使い勝手が良いといえます。

Q5：大災害にそなえ、避難所開設の準備はどれくらいすすんでいるのでしょうか？

過去の大災害（阪神 [ym]、中越 [moel]、東日本 [yml]）における避難所開設の準備状況

過去の大災害	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
1. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
2. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
3. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
4. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
5. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
6. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
7. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
8. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
9. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
10. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
11. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況
12. 避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況	避難所開設の準備状況

- ①避難者が殺到し、避難所を転々とするようになりました。まずは、各避難所にやってくる避難者数、収容可能人数を想定しておく必要があります。しかし、例えば愛知県内でもこれらの想定をしている学校は稀でしょう。
- ②避難所を運営するには、運営拠点の設置が必要です。事務手続き、ミーティングなどを行うためです。ところが、避難者が殺到すると、教室や廊下まで避難生活場所になってしまいます。結果、スムーズな運営が行えない一歩となります。ここは思い切って、あらかじめ「この部屋を、運営拠点場所に予定しておきます」と事前に決めておくのが良いでしょう。また、「避難者は、体育館といくつかの教室を優先して入ってもらおう」と、避難生活場所を決めておくことも重要です。
- ③高齢者等、身体の不自由な人への配慮も重要です。過去の災害では、一階が先に占領されていきました。結果、お年寄りが、上階の生活しにくい場所に追いやられてしまう事態も発生しました。事前に、身体の不自由な人に、



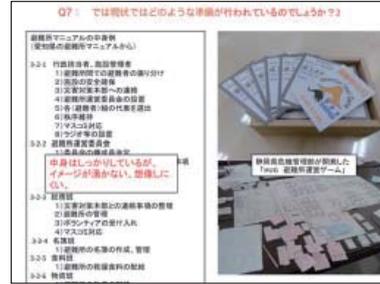
各自治体で作成した「避難所運営マニュアル」をご覧になったことがあるでしょうか？

実際は、きちんとノウハウ化されています。例えば愛知県避難所運営マニュアルは100ページを超える、随分としっかりしたものです。

ところが防災・避難所マニュアルは、各自治体もってはいますが・・・

- 0 教師「ほとんど読んだこと無い」
- 1 誰がどういう責任をもてば良いのか不明確 市役所？教師？自治会？
- 2 文字、ページ数が多すぎて誰もきちんと読まない
- 3 文字ばかりで実際にイメージできない
- 4 最初の1～2週間についてしか書いていない

というのが、マニュアルを目にした人達（市役所、教師、自治会の人々）の本音です。



避難所マニュアルの中身をみてみましょう。例えば、愛知県の避難所マニュアルはしっかりしていて、広範囲の問題に対応できるようになっています。

しかし、いかがでしょうか？なかなか読み込んで理解するのは難しいのではないのでしょうか？

そんな中、最近では、静岡県危機管理部が開発した「HUG 避難所運営ゲーム」が注目をあつめています。

ボードゲーム方式で、色々なハプニングに対応せねばならず、とっさの判断力が求められます。避難所運営が実感できるとともに、その難しさがわかるのではないのでしょうか？

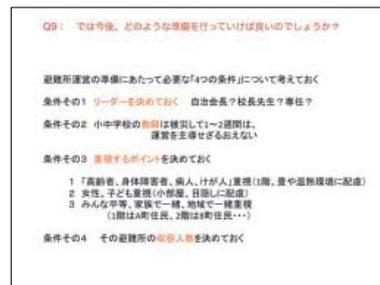


まずできることとしては・・・
1 避難所運営マニュアルを5期（時系列）にわけ、それぞれの際期における問題を整理しなおすといふでしょう。それぞれの時期で、大事になるポイントが違うからです。

- ① 被災する瞬間（避難行動期 = まずは命を守るために！）
- ② 被災して1～3日間（自助による避難生活期です。体育館の使い方がなんとと言っても大事になります。）
- ③ 1週間後（救援生活期です。グラウンド、プール、校舎など学校全体の使い方が大事になります。）
- ④ 1ヶ月後（学校が授業を再開します。授業の場所と避難生活場所をうまくわけなければなりません。）
- ⑤ 3～6ヶ月後（ゆっくり避難所を閉鎖してゆきます。）

2 避難所マニュアルを、イラスト、イメージを加えて編集し直す必要があります。マニュアルの簡易や、ポスター、冊子版など 3種を用途にあわせて使い分けるのはどうでしょうか？

3 あらかじめ、各学校が避難所になったときの「間取り」を考えておくといふでしょう。



最後に、避難所運営の準備にあたって必要な「4つの条件」をあげたいと思います。この4つの条件を考えておくと、運営の初動をスムーズに行うことができるでしょう。

- 条件その1 まず、避難所開設にあたって、頭指揮を誰がとるのか、自治会、学校、自治体の間で明確しておく必要があります。
- 条件その2 小中学校の教師は「被災して1～2週間は、運営を主導せざるおえない」と認識してもらうことが必要です。やはり学校の使い勝手、部屋の配置が一番よく知っているのはその学校の教師です。開設当初は、どうしても教師の尽力が不可欠になります。
- 条件その3 重複するポイントを決めておきましょう。避難所運営のポイントを決めておくといふことは、避難所運営のポイントを決めておくといふことです。
 - 1 「高齢者、身体障害者、病人、けが人」重視タイプ 1階や、畳・温熱環境がととのった部屋を優先的にお年寄りや身体の不自由な人の部屋として確保する
 - 2 女性、子どもの環境重視タイプ 小部屋を割り当てたり目隠しをして、女性や子どものための環境を確保しておく
 - 3 みんな平等、家族で一緒、地域で一緒重視タイプ 1階はA町住民、2階はB町住民など階で避難場所をわけると、みんな分け隔て無く同じ条件で、

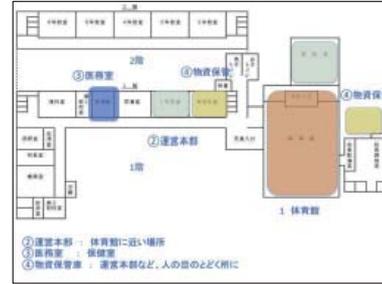
Q10: では今後、どのような準備を行ってほしいのでしょうか?

5 円滑な避難所運営にむけて

14のルール

- ① 居住スペース … 体育館、普通教室、特別教室の順に開放
- ② 運営本部 … 体育館に近い場に
- ③ 医務室 … 個別保健室を利用
- ④ 物資保管所 … 運営本部や居住スペースに近い場に
- ⑤ ボランティア待機所 … 運営本部近くに
- ⑥ 要介・授衣室 … 主に特別教室を利用して設置
- ⑦ 高齢者・身体障害者対応室 … 1階で長のある場を優先して指定
- ⑧ 遗体安置所
- ⑨ 仮設トイレスペース … 体育館または校庭市民館等に近い場所に
- ⑩ 炊き出し場所 … 道路側付近できるだけ居住スペースから離れた場所に
- ⑪ たばこブース … 居住スペースに近く、屋根のある屋外空間に
- ⑫ たばこブース … 敷地外に近く児童・生徒の目に触れない場所に
- ⑬ 避難者・こども達の為の交流の場
- ⑭ 職員室、校長室などの教職員部屋 … 避難所運営では使用しない

そこで、円滑な避難所運営にむけて、建物の使い方について14のルールを設定してみます。



- 1 体育館を主戦力にします。
- 2 運営本部は、体育館の近くにおきます。
- 3 医務室は、保健室をそのまま活用するとよいでしょう。
- 4 大量に物資が届いた場合は、専用の保管場所が必要です。人の目がとどく場所、人通りの多い場所に置くのも一案です。



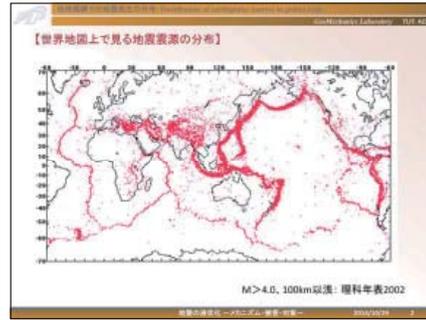
- 11 炊き出しブースは居住スペース近く、屋根有りが理想です。
- 12 たばこブースは、学校が避難所となる場合は、「子どもの健全育成の場所」という名目上、敷地外が選ばれます。
- 13 交流場所：図書室などは、多世代が交わって生活する憩いの場となります。
- 14 学校は、授業再開にむけて準備が必要になります。職員室、校長室は、教師の基地として残します。



講義では以下の項目について、写真、動画も用いて順に説明します。

- ・ 液状化の背景と歴史
- ・ 液状化のメカニズム
- ・ 液状化による被害とその分類
- ・ 液状化の調査
- ・ 液状化の防止対策

1



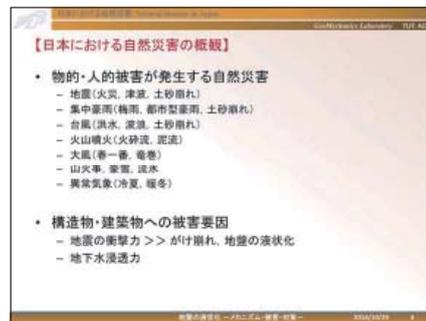
地震は世界中で起きているわけではありません。地震活動の活発な地域はとも限定されているのが実際です。世界には地震を体験しないで生活している人が多いことに改めて気が付かれます。
地震の発生メカニズムはプレートテクトニクスで説明できますが、日本では世界でも有数の地震活性度高い地域に位置している。したがって、日本では地震災害が重大な関心事で、市民生活や経済活動に及ぼす影響も大きくなっています。建設工学では、「耐震技術を考慮しない設計はあり得ない」という宿命を背負っている、ということに改めて感じる必要がある。

2



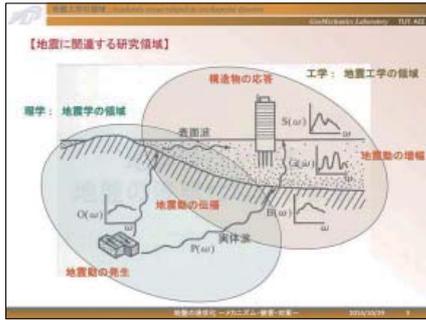
主な被害地震（地震の中でも震度が大きく、被害をもたらしてきた地震）を列挙しています。括弧内は亡くなった方の人数ですが、これほどの数の人が一度に亡くなることは、日本では戦争を除けば地震だけであり、その被害の深刻さが理解できます。赤で示した地震は中でも特に液状化による被害が大きかったものである。液状化による被害は近年より大きくなる傾向にあります。

3

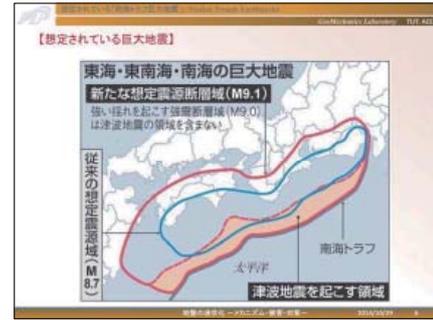


日本を取り巻く多くの自然災害の中でも、地震は最大のもです。衝撃力による家屋の倒壊だけでなく、関連する火災、津波、土砂崩れによっても被害が拡大します。構造物への被害を考える中でも、地震の衝撃力による被害は最大のもであると言えます。

4



地震、地震災害に関わる研究している学問分野は多岐に及んでいます。「地震の発生」「地震の伝播」は主に地質学、地球物理学といった理学部系統の学問分野と科学者が取り組んでいます。一方、沖積地盤による「地震動の増幅」や「構造物の応答」は土木工学、建築学などの工学部に属する学問分野と研究者・技術者が取り組んでいます。近年は特に地震に関する情報伝達や避難生活の環境への取り組みが盛んに行われるようになり、学問分野を超えた取り組みが目立っています。



2003年に中央防災会議で想定され、被害予測された東海・東南海・南海3連動型地震の震源域が示されています。2011東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、2013年にはマグニチュード9クラスの南海トラフ巨大地震が拡大して想定され、被害想定が行われました。現在は自治体レベルでの検討が進められているところです。東海地域は非常に深刻な状況にあることが改めてわかります。



愛知県が2013年に発表した、3連動地震に関する「過去地震最大モデル」による震度および液状化危険度の予測調査結果です。これらの予測結果には、震源からの距離だけでなく、地盤条件が大きく影響していることがよく分かります。



東北地方太平洋沖地震で記録された液状化発生地点の分布です。地盤の条件が液状化の発生に強く影響していることが分かります。液状化の発生する条件は何か、これは講義での重要なポイントの一つです。



9



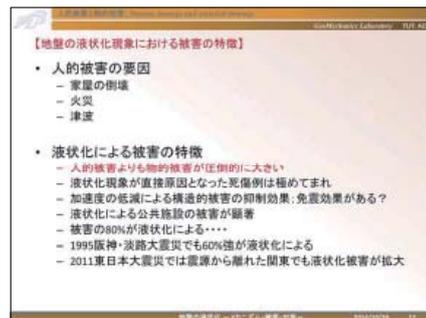
液状化に直接関連の無い地震被害の例。
阪神淡路大震災では、橋梁や建屋などの鉄筋コンクリート造の構造物に、衝撃力による被害が発生しました。

10



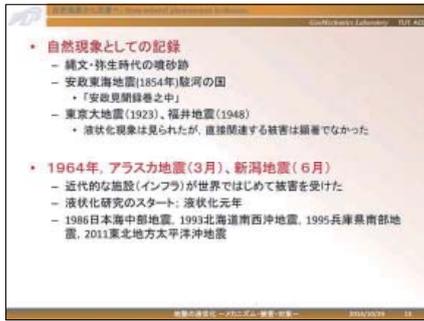
液状化に直接関連の無い地震被害の例。
2003年十勝沖地震では長い周期の振動に応答した石油関連施設で火災が生じました。2004年スマトラ地震では津波により生活の場が破壊され、多くの人命が失われました。

11



人的被害は家屋の倒壊、火災、津波などによって引き起こされます。地盤の液状化による人的被害は極めて小さく、物的被害が相対的に大きくなる傾向があります。公共施設（インフラ、ライフライン）への被害が大きく、経済的な被害額において過半を占める場合も少なくありません。液状化した地盤は剛性が低くなるため、一種の免震装置として作用する側面があります。このために構造物は沈下したり傾斜したりしますが、その場合でも衝撃力により構造的に倒壊には至らないケースが多いからです。

12



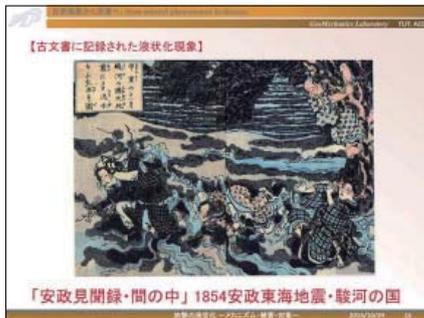
液状化現象は自然現象として、古くから地震のたびに知られてきたはずですが、1923年関東大震災や1948年福井地震においても液状化現象が発生したことが記録されていますが、1964年アラスカ地震と新潟地震以降、自然災害として強く認識されるようになりました。両地震を契機に日米両国がリードして地盤の液状化現象の研究が勢力的に進められてきました。液状化研究元年と言われる1964年アラスカ地震、1964年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震、1995年阪神・淡路大震災、2011年東北地方太平洋沖地震においてもインフラや家屋などに液状化による物的被害を拡大させています。

13



弥生時代中期の遺跡の発掘作業で発見された地盤の液状化現象の痕跡です。液状化現象は自然現象で、太古の昔から条件が満たされれば発生し続けてきました。

14



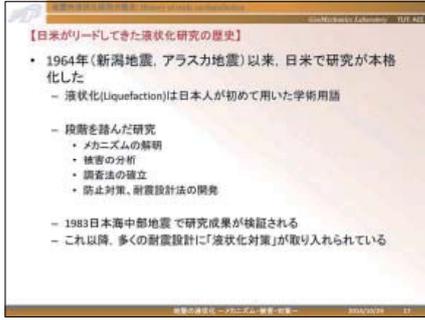
古文書「安政見聞録-間の中」に記録された1854年安政東海地震に関する部分です。今の静岡県で発生した地盤の液状化現象と逃げ惑う人々の様子が活写されています。

15



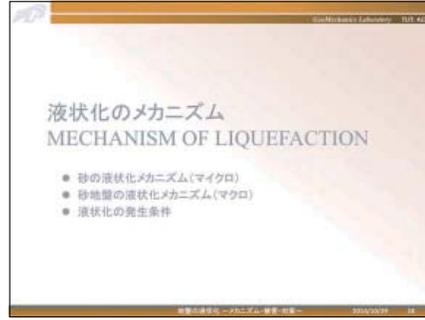
1964年新潟地震の際に新潟空港に居合わせたカメラマンの弓納氏によって撮影された動画です。近代的な施設を襲った地盤の液状化現象の深刻さと重要性を、初めて広く知らしめている。地盤地震工学における第一級に貴重な資料です。地震の発生とともに、滑走路のエプロンには吹き出した泥水が流れ出して一面を覆った。空港ビルは、液状化して支持力を失った1m以上も地盤へ沈み込んでいきました。

16

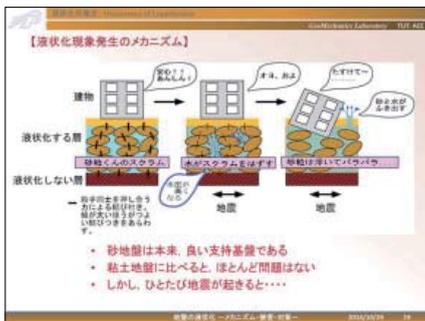


アラスカ地震と新潟地震が発生した1964年以來、地盤の液状化現象は日米がリードする形で進められ、「メカニズムの解明」「被害の分析」「調査法の確立」「防止対策、耐震設計法の開発」が段階を踏んで進められてきました。日本では、1983年の日本海中部地震において新潟地震以來続けられてきた液状化研究の成果が検証されることとなり、それ以降多くの構造物に対する耐震設計に「液状化対策」が取り入れられるようになりました。

17

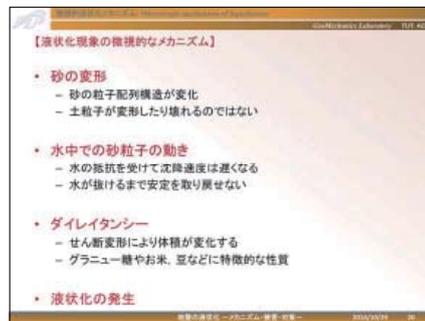


18



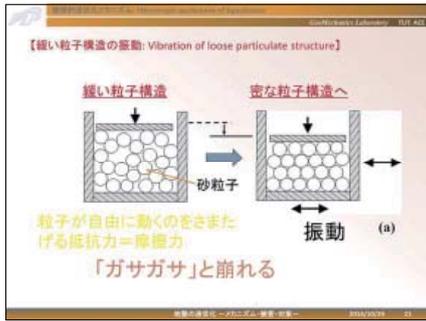
砂地盤は沈下量が小さく、支持力も大きいので、一般には良好な地盤と考えられます。これは、砂粒子が安定した配列構造を形成し、荷重が良好に伝達されるからです。しかし、一旦地震動が作用すると、砂粒子の配列構造は壊れやすく液状化現象を示すこととなります。

19

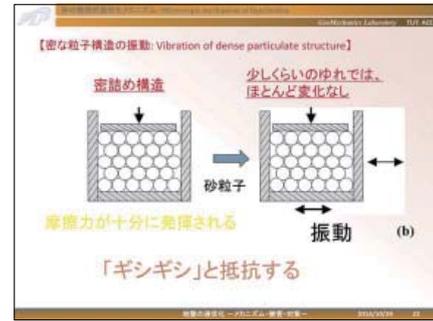


まず、液状化現象を微視的な視点(ミクロな視点)から考察します。
・砂の変形
これは、砂粒子が壊れたり変形することではなく、粒子配列や砂同士の噛み合わせが変化することです。
・水中での砂粒子の動き
空気中では速やかに落下する砂粒子も、水中では水の粘性抵抗により動きが緩慢になります。このことにより、砂粒子が配列構造を再構築するのに時間がかかり、液状化現象が持続する原因になります。
・ダイレイタンスー
これは、砂に限らず、グラニュー糖やお米、豆などの粒子が集合して構成している物質(粒状体)に固有な現象です。振動や変形を与えると、体積が変化することを示します。液体や気体で金属などの個体では見られない性質です。緩い地盤は振動を受けると体積が収縮しますので、液状化現象が発生します。液状化現象によって地盤が沈下するのはこのためです。

20



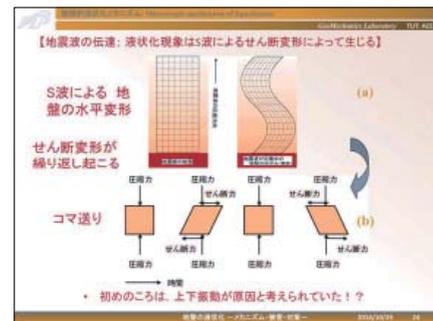
緩い地盤は、振動を受けると粒子の配列構造を容易に変え、体積が収縮します。この過程で液状化現象が発生するのは。



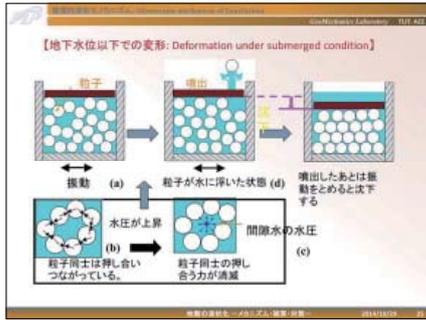
一方、密な地盤では強い振動を受けても粒子の配列構造はあまり変化しません。したがって、密な地盤では液状化現象が発生しないと言えます。



光弾性実験の動画です。
樹脂でできた円柱を土粒子に見立てて土粒子の配列構造と力の伝達、振動を受けた時のそれらの変化を視覚的に見ることが出来ます。半透明な樹脂は力を受けて密になると、光の進む速度が遅くなります。これにより単色光の干渉が起こり光の縞模様が形成されます。これにより力の伝達状況を縞模様の連続から知ることが可能になります。このような実験は機械工学でも用いられてきたものですが、現在では、コンピュータシミュレーションによりより詳細な解析が可能になっていますが、この動画では液状化現象のメカニズムを見事に視覚化しています。
地盤が地下水で飽和していると振動を受けてもすぐには体積が変化しません。この実験では体積を一定に保ちながら振動を加えて、繰り返しせん断変形を与えています。密な地盤では、繰り返し変形を受けても粒子の配列構造は変化しないので力の伝達構造が失われることはありません。したがって、密度が大きい地盤では液状化が起こりにくいことが理解できます。
一方、いくつかの粒子を抜いて作成した緩い地盤では、空隙への粒子の移動が連鎖的に生じます。結果的に粒子配列構造は大きく変化し、力の伝達構造が失われます。このようなメカニズムを正しく理解することが、被害を分析し、被害を防止する対策を策定するための第一歩になります。



光弾性実験から、地盤に液状化現象を起こすのは図示のような水平方向の繰り返しせん断変形であることが分かりました。構造物にとっても横波(S波、主要動)は危険な振動モードですが、地盤の液状化にとっても地盤の水平方向繰り返し振動が危険であることが理解できます。



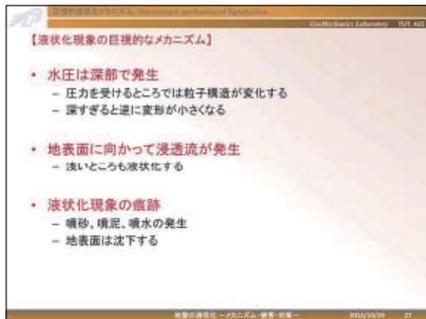
砂地盤が地下水で飽和されている場合には、土粒子の配列構造が変化して体積が収縮しようとする。その過程では水圧が上昇し、地下水は地表面に吹き出してきます。これが液状化地盤で見られる泥水の噴出であり、砂が一掃になって吹き出てきます。

25



この動画は、液状化した地盤の土と液状化しなかった地盤の土の特徴を明らかにしています。液状化現象の危険度が高い地盤は粒子寸法の揃ったきれいな砂で構成されていることが理解できます。

26

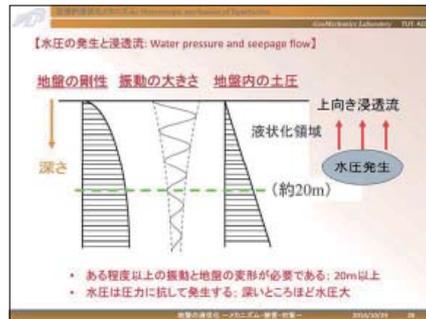


次に、地盤の液状化現象を巨視的な視点(マクロな視点)から考えてみます。

- ・ 水圧は深部で発生
 - 圧力を受けるところでは粒子構造が変化する
 - 深すぎると逆に変形が小さくなる
- ・ 地表面に向かって浸透流が発生
 - 浅いところも液状化する
- ・ 液状化現象の痕跡
 - 噴砂、噴泥、噴水の発生
 - 地表面は沈下する

次に、地盤の亀裂や弱点から吹き出します。この地下水には砂や泥が紛れ込んでいますので、「噴砂、噴泥」というような表現が使われます。地表面ではこれが観察されると、地盤で液状化現象が発生した証拠になります。このようにして地下水が抜けるとそれに相当する量だけ地盤が沈下します。

27



地盤が液状化するの通常20mの深さまでと考えられています。このことは、液状化対策によって液状化現象の発生を防止するには20mまでの範囲を対象にしなければならぬことを意味しています。液状化対策には多大の経費が必要になる要因になっています。

28



動画は、運輸省(現、国土交通省)の研究所で行われた地盤の液状化現象の再現実験を記録したものです。振動台の上に液状化する条件を満たした地盤を作成し、その上に種々の構造物を配置しています。振動台では観測された地震動を正確に再現することができます。

電柱や重畳構造物は地盤中に引き込まれ、沈下します。一方、軽い構造物は浮力を受けて浮上します。どちらも深層な被害になります。

間隙水圧が深いところで発生し、地表面に向かって地下水と土が循環することが分かれます。

29



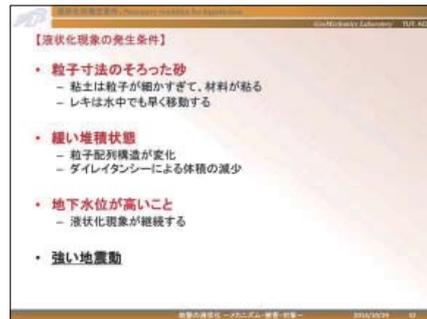
液状化の痕跡(証拠)を示す。噴砂、噴泥です。日本海中部地震で見られたものです。

30



阪神淡路大震災ではポートアイランドで大規模な液状化が発生し、地表面には大量の地下水が噴出しました。直後はまるで洪水のような状況でした。

31



ここで、地盤が液状化するための3条件をチェックします。

- ・粒子寸法がそろったきれいな砂であること
- ・そのような砂が緩い状態で堆積していること
- ・地下水位が高いこと

これら3条件を満たさず地盤が、所定の強い地震動を受けると地盤は液状化します。3条件のうち一つでも克服することができれば、液状化の発生を防ぐことができます。

32



阪神淡路大震災の直後に撮影された衛星写真です。黄土色に見えているのは吹き出した噴砂で、ポートアイランドと六甲アイランドでは広範囲に液状化現象が発生していることをうかがい知ることができます。

33

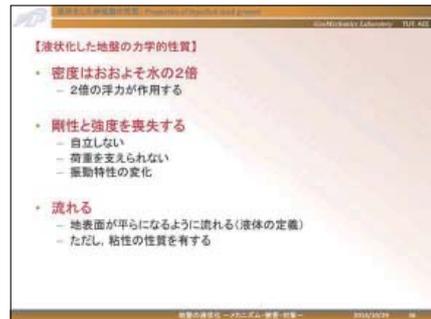


地盤の液状化が発生する条件を満たす地盤は、豊橋市にも広く分布しています。臨海立地が液状化すると産業活動への影響が深刻になります。また、豊川、柳生川、梅田川の流域も液状化の危険度が高く、住宅地やライフライン、インフラへの影響が深刻です。

34



35

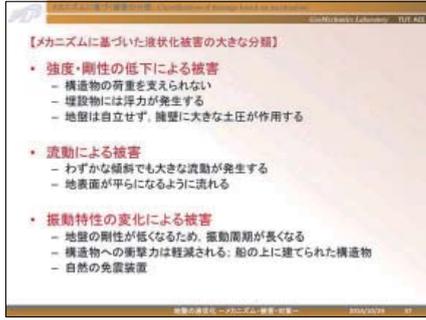


通常は固体の性質を示している地盤は、液状化すると液体としての性質を示すようになる

- ・密度はおおよそ水の2倍
これは、浮力が2倍になり、比較的軽質な地中構造物や埋設物には2倍の浮力が作用することを意味する。
- ・剛性と強度を喪失する
盛土など土構造物は自立しない
地盤に作用する構造物の重量などを支えきれない、すなわち支持力を発揮できない。
- 地盤は常時においては固体として弾性波速度に依存した振動特性を示す。しかし液状化すると、液体としての周期の大きな振動特性を示すようになる。
- ・流れる
液体は重力によって流動し表面は水平になろうとします。液状化した地盤の同じ性質を示し、地表面が傾斜している場合には地盤は側方に流動します。

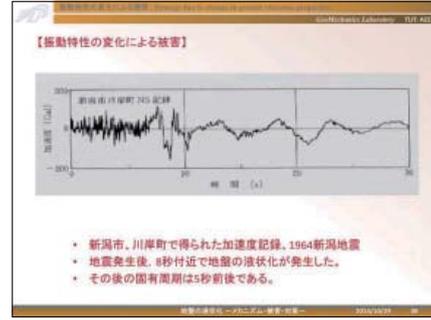
これらの3つの性質は、液状化による被害を考える要点となります。

36

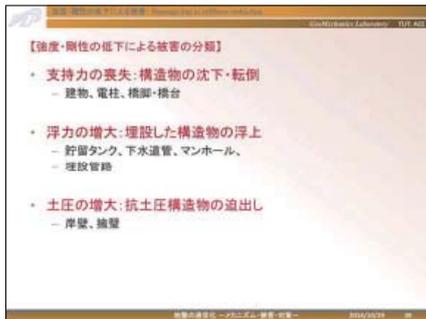


液状化による被害を以下の3つのカテゴリーに分類して考えることができます。

- ・強度・剛性の低下による被害
 構造物の荷重を支えられなくなるので、重量構造物は沈下します。地中の構造物で軽いものは、浮力により浮上します。
- ・流動による被害
 比較的緩やかに傾斜した地盤でも、相当量の水平変位が生じます。平らな地盤に盛土をした場合も同様です。表面が水平になろうとするのは、液体の基本的な性質です。
- ・振動特性の変化による被害
 地盤の剛性(バネ)が小さくなるので、振動周期伸びます。あたかも船の上に構造物を作ったかのような挙動をします。このことにより、構造物への衝撃力は一般に減少しますが元々周期の長い構造物は共振する可能性があり、別な危険性があります。



新潟市の川岸町に建てられていたアパートに取り付けられていた震度計で、任型地震の時に記録された加速度の時刻歴です。教科書等でもよく紹介されている。地盤の液状化により大きく沈下したり転倒したアパート群です。地盤が液状化する前後では振動特性が大きく異なっています。8秒付近で地盤は液状化に至り、それ以降では周期が5秒まで長くなっています。加速度自体は小さくなっていますが、同じように長い周期をもつ構造物にはむしろ大きな被害が生じるのです。

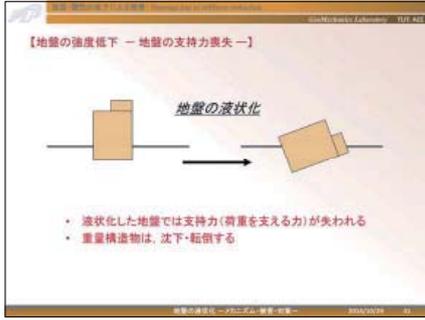


地盤の強度・剛性の低下による被害の分類

- ・支持力の喪失：構造物の沈下・転倒
 液状化した地盤では、構造物などの荷重を支える支持力が失われるため、杭で支持されていない構造物や電柱などは大きく沈下し、地盤に引き込まれます。新潟地震では、川岸町に建てられていたアパート群が沈下したり、転倒したりしました。
- ・浮力の増大：埋設した構造物の浮上
 液体のようになり支持力を失った地盤では、浮力が発生します。浮力は水の2倍も大きいので、コンクリート製の貯水槽やマンホールでも中が空洞であれば浮上します。
- ・土圧の増大：抗土圧構造物の迫出し
 剛性や強度が減少したり失われた地盤では、擁壁などに作用する土圧が増大します。港湾の岸壁や盛土の擁壁などはこれにより押し出されてしまいます。



新潟地震で被害を受けた川岸町のアパート群です。教科書等でもしばしば紹介されているものです。アパートが大きく沈下したり、転倒しています。



液化化した地盤では支持力が減少するので、重量構造物は大きく沈下しますが、重量が偏心している場合にはその際に転倒します。

41



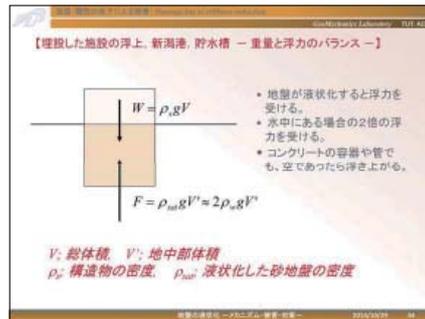
同じく、新潟地震で被災した新潟市川岸町のアパート群です。アパートの底が見えてしまうほど大きく転倒しました。液化化現象がまだ自然災害として意識されていなかった当時としては、砂地盤は粘性土地盤に比べると常時においては安定で比較的良好地盤として認識されていたので、杭基礎は用いられていませんでした。しかし、一旦液化化すると、このようなことが起きるのです。もう一つ注目すべきは、これだけの被害が発生したにも関わらず、上部工への被害は軽微で転倒後にも窓が開いたようです。負傷者も少なかったようです。これは、液化化しが地盤が制振装置として作用したことを教えてくれます。

42



新潟地震で被災した新潟港の貯水槽です。コンクリート製であったにもかかわらず、中に水がほとんどなかったので、浮力により浮上してしまいました。浮上量は人間の背丈以上です。

43



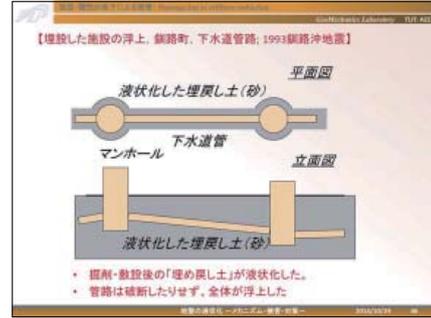
液化化した地盤における埋設構造物の浮上量は、浮力との釣り合いから計算することができます。

44



釧路沖地震において被災した釧路町の下水道、マンホールです。マンホールは1.4mも浮上したので、見たときは驚きました。これも液状化した地盤の浮力により浮上したものです。

45



この下水道は復旧される際に現状を保存しながら調査されました。周辺の地盤はシルト質で、液状化するような地盤ではなかったのですが、この場合は管路やマンホールを敷設する際に、埋戻しに使われた砂質土が液状化したのでした。

46



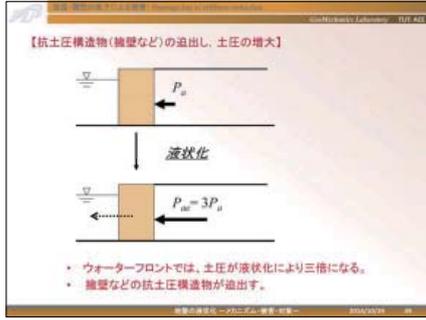
このような下水道路のでき城下による被害は、現在でも全国の自治体で繰り返して発生しています。

47



これは北海道南西沖地震で見られた液状化による埋設物の被害です。工場脇の薬品貯蔵タンクが地震時にはほぼ空であったため、液状化した地盤からの浮力で浮き上がってしまいました。

48



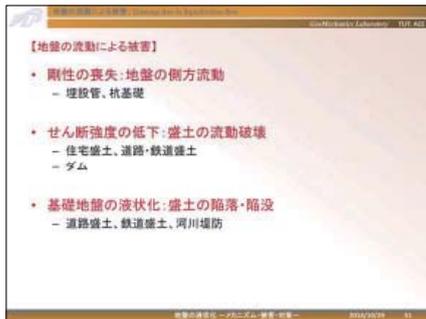
この絵は、地盤が液状化する前後で変化する土圧を示しています。港湾岸壁を考えると、外から作用する水圧との差し引きで考えると、液状化後は土圧の大きさが3倍にも達します。

49



阪神淡路大震災で被災したポートアイランドの岸壁です。岸壁は大きく迫り出し、背後の地盤は沈下しました。荷役用のクレーンが載っているレール(杭に支持されている)がきわどく残っています。

50



地盤の流動による被害の分類

- ・剛性の喪失:地盤の側方流動
 - ・河岸や岸壁の背後では液状化した地盤が大きく側方に変位することがあります。これにより埋設管や杭基礎は大きな水平力を受けて破損します。
- ・せん断強度の低下:盛土の流動破壊
 - ・盛土の締固めが十分でない場合、盛土自体が液状化します。盛土は流動化して側方に流れます。
- ・基礎地盤の液状化による流動:盛土の陥落・陥没
 - ・盛土が液状化しない場合でも、その基礎地盤が液状化すると盛土はブロック状に壊れ、地盤に沈み込みます。

51



傾斜した地盤では液状化した地盤は低い方へ流れます。地盤が傾斜して入る水平な場合でも、河岸や海岸の護岸が土圧の増大によって変位すると、流動化した背後地盤が側方に流れます。

52



阪神淡路大震災後におけるポートアイランドの様子です。地盤が比較的平らな場合には地盤沈下を明瞭に観察することができます。液状化した地盤では、液状化した層厚の数パーセントが沈下量として観察されます。地下水が浅い場合には沈下量に相当する泥水が噴出してきます。杭基礎の近くでは大きな段差が見られます。

53



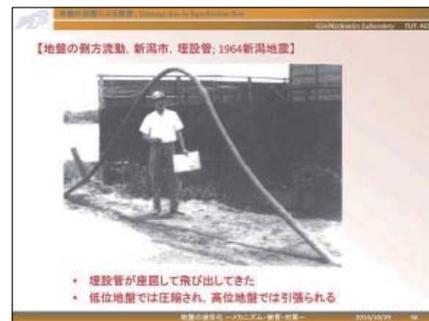
新潟地震前後の高緯写真から、地盤の変位量を推定したものです。信濃川の河岸では最大5mもの移動量が認められます。

54



新潟地震前後の航空写真から万代橋橋台付近の地盤の側方変位の様子が観察できます。地震前には、河岸道路は左右に真っ直ぐ通っています。新潟地震では一部が信濃川に崩落するなど、大きな変位が観察されました。橋台には杭基礎が使われていたためその変位量はわずかでしたが、復旧した道路は大きく湾曲し、道路幅に相当する水平変位が生じていたことが分かります。

55



新潟地震において被災した埋設管です。埋設した地盤が液状化し窪地に向かって流動化したため、埋設管は圧縮されて産屈し、地表面から飛び出してきました。

56



信濃川河岸の側方流動の様子です。液状化した地盤には河岸に平行な亀裂が複数走り、河川に向かって流動化していることが分かります。



新潟地震における信濃川に架かった昭和大橋も大きく被災しました。新潟市は地震の10年ほど前の大火で失った市街地の復興のため、予算を投じて社会基盤の整備を行っていましたが、昭和大橋もその一つで地震発生のおよそ1か月前に完成しました。架橋地点では、河床も含めて地盤が液状化し側方に流動したため、杭基礎を採用した橋脚は側方に変位しました。これにより、複数の橋桁が落下しました。現在ではこのような形式の橋脚は使われなくなっています。



阪神淡路大震災では六甲大橋が被災して、橋桁が落ちました。これは橋脚付近の地盤が液状化して側方に変位したことが原因でした。

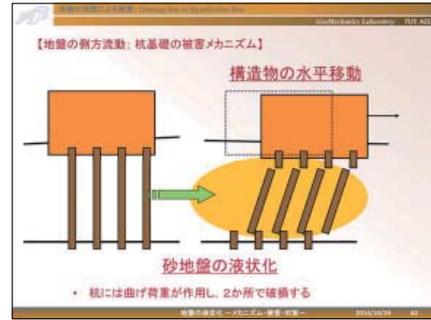


六甲大橋の橋脚付近の亀裂の様子は、被害のメカニズムを教えてください。海側に押し出す方向に流動化した地盤が変位したために橋脚には大きな水平力が作用し、これが原因で橋脚が水平に変位して橋桁が落下したと考えられています。



新潟地震では、ビルの基礎杭も被害を受けました。これは被災したビルをおよそ30年後に建てる際に基礎の調査をした時のものです。ビルは地震時に1m以上変位していることが確認されていました。このとき、杭には先端と杭頭が固定された条件で水平変位が生じたため、ほとんどの杭が2か所で曲げ破壊していました。

61



液状化して流動化し、水平に変位した地盤における基礎杭の被災メカニズムを示しています。杭先端と杭頭は固定条件になるため、曲げモーメントは両端付近で大きくなるので、2か所で曲げ破壊が生じるのです。

62



釧路沖地震では種々の盛土が被害を受けました。前後を切土して沢地に建設された道路盛土では、地下水が盛土内に浸潤するので、盛土自体が液状化することがあります。液状化した地盤は斜面を流下しました。

63



釧路沖地震では、標茶町で開発された住宅地でも液状化による被害が発生しました。住宅盛土が崩壊し複数の住宅が大破しました。

64



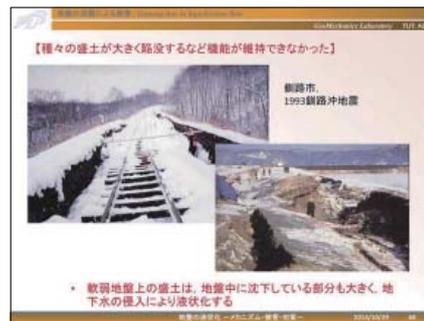
被災した住宅地の開発の歴史です。台地の外延部で沼地に面しているところでした。ここでは図示されているように切土と盛土によって平坦な宅地を造成したところで、通常の工法によって建設されました。盛土部は沢地を埋め立てて建設されています。



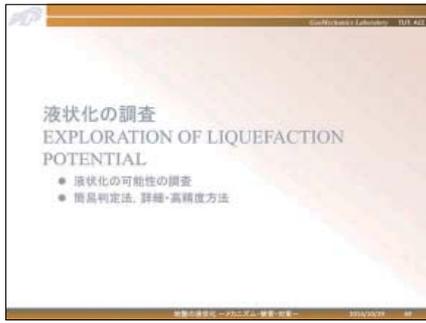
造成図の断面と平面図上にプロットした住宅の被災度を示しています。地盤調査で分かったように、盛土部では沢から流れ込んだ地下水が侵入して、比較的高い地下水位が保たれていました。また、被災した家屋のほとんどは盛土部に建設されたもので、切土部ではライフラインも含めて被害は軽微でした。盛土が液状化したために流動化し、側方流動しているのが観察されました。



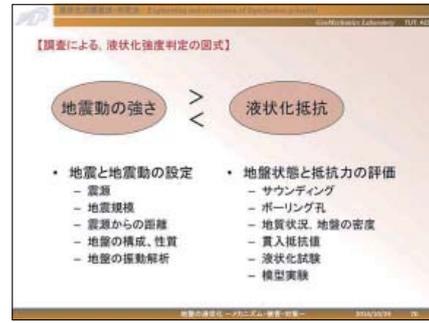
この地域は翌年に北海道東方沖地震によってふたたび被災するのですが、このときは地表面が雪に覆われることもなく、液状化の証拠と言える噴砂の痕跡が盛土上で見られました。



釧路沖地震では、液状化した地盤上の盛り土にもいくつかの被害が見られました。軟弱地盤上に建設された盛土は沈下して一部が地下水以下になっていることがしばしばあります。この場合、盛土の底部だけが液状化し、上部はブロック状に崩壊することがあります。

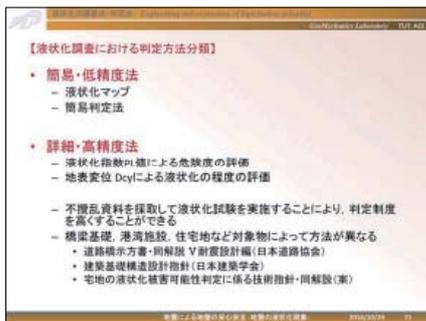


69



地盤や土構造物が液状化する可能性は、基本的には「地震動の強さ」と「液状化抵抗」の比較によって評価します。

70

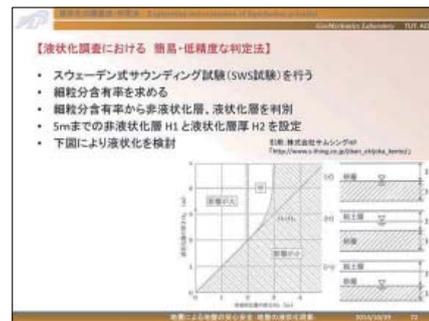


液状化の調査と判定法の体系は、「簡易・低精度法」、「詳細・高精度法」に分類できます。

「簡易・低精度法」は地盤柱状図から読み取れる地盤構成やサンディングの結果から判断するもので、本格的な調査の予備調査として、あるいは「液状化マップ」など広範囲な地域の調査にしばしば用いられます。「詳細・高精度法」は地盤調査で得られる地盤構成とN値などの指標、さらに想定する地震動の指標を用いて、ある指数を算定して評価する方法です。

重要構造物に対しては、「不撓乱試料を採取して液状化試験を実施する」、「振動解析など詳細な計算を実施する」などの方法によって精度を上げることができます。液状化の判定は施工条件や要求性能が対象によって異なるので、調査対象と目的ごとに判定法が用意されています。

71



「簡易・低精度法」による評価手順を示しています。

72

【液状化調査における 詳細・高精度な判定法】

- 電気式静的コーン貫入試験(CPT)またはボーリング調査によって、土質、先端抵抗、周面抵抗、間隙水圧から土の液状化抵抗を求める
- 地表面での影響の程度PLと地表変位Dcy
- PLから液状化危険度、Dcyから液状化の程度を判別

引用: 日本建築学会編『土質工学基礎講座 特殊地盤調査』
http://www.fing.co.jp/kan_ri/shi_kai_junko/

「詳細・高精度法」による評価手順を示しています。

73

【液状化調査における FL法】

- 各深度における液状化抵抗率FL値の計算

$$FL = R / L$$

R: 液状化抵抗比 L: 繰り返しせん断応力比

- FL値を総合することによる流動化指数PL値の算定

$$PL = \sum_{i=1}^n (F_i \cdot W(z_i) \cdot \Delta z_i)$$

$$F_i = \begin{cases} 1 - FL_i & FL_i < 1.0 \\ 0 & FL_i \geq 1.0 \end{cases} \quad W(z_i) = 10 - 0.5z_i$$

FL_i: 第i番目の層のFL値
 z_i: 第i番目の層の中央の深さ(m)
 Δz_i: 第i番目の層の厚さ(m)

指標FLは所定の深度における地層の液状化強度で、これを地層全体に渡って総合することによって指標PLを計算します。

74

【液状化調査における FL法】

PL 値と液状化の程度との関係(大阪府, 1997)

PL 値	液状化の程度
0~3	液状化はほとんどなし、被害なし
5~10	液状化の程度は小さい、構造物への影響はほとんどない
10~20	液状化は中程度、構造物によっては影響の出る可能性がある
20~35	激しい液状化、噴砂が多く、直接基礎の建物が傾く場合あり
35以上	非常に激しい液状化、大規模な噴砂と構造物の被害

計算された指標PLの値に対する評価です。評価はこのようにアナログ的なものになっています。

75

【液状化調査における Dcy法】

- 地表変位Dcy

$$Dcy = \sum (\gamma_{eq} \cdot H)$$

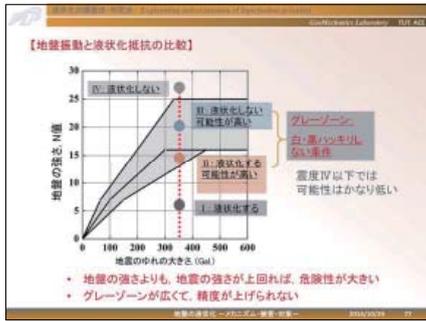
γ_{eq}: 繰り返しせん断ひずみ H: 各層の層厚

- 地表変位Dcyと液状化の程度の関係

Dcy(cm)	液状化の程度
0	なし
5以上	軽微
5を超え10以下	小
10を超え20以下	中
20を超え40以下	大
40を超える	甚大

液状化による地盤の範囲を表す指標Dcyを用いて評価する場合の評価法です。詳細は省略しています。

76



横軸を地震の強度に、縦軸を地盤の強さの指標N値として示した液状化強度の判定指標の一例です。当たり前ですが、液状化の判定は想定する地震の強さによって異なる結果になります。したがって、想定地震をどのように設定するか、これも評価精度を上げるためには難しいところです。

【液状化により被害を受ける可能性が大きい地盤・構造物】

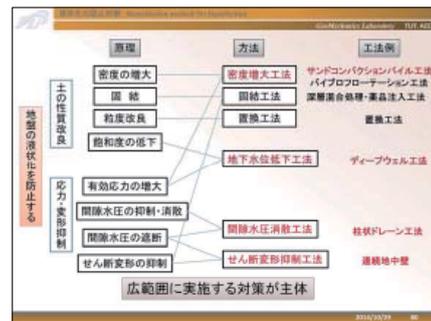
- **細く堆積した砂地盤**
 - 河川域、氾濫原、滞り、海岸や湖岸
 - サンスイ地名による判定
 - 明海、地盤、江島、老津、清水、白河、高洲、赤沢、康町
 - 牛川、下地、船町、北島、舟原
- **港湾地域における埋め立て地盤**
 - 人工地盤は密度が不足
 - 対策を指定なし地盤は被害を繰り返し受けやすい
- **地下水位が高い各種盛土**
 - 沢地形における住宅盛土、道路・鉄道盛土
 - 河川堤防、ダム

身近な地盤の液状化危険度を評価するには、まず地盤構成などから可能性のある地盤を適切に抽出することが大切です。地質・地形は大事な要素ですが地域の開発が進むと地形が分からない場合もあります。地名は古くからの地形を教えてくれる場合も多く、「サンスイ地名」は案外役に立ちます。河川に由来する砂の堆積形に加えて、港湾・臨海地域の埋め立て地盤は海溝型の強い地震動を受けやすいこともあり、対策をしていない場合には例外なく液状化する可能性が高いと判断すべきです。各種の盛土も地下水の状況によっては液状化する可能性が高くなります。

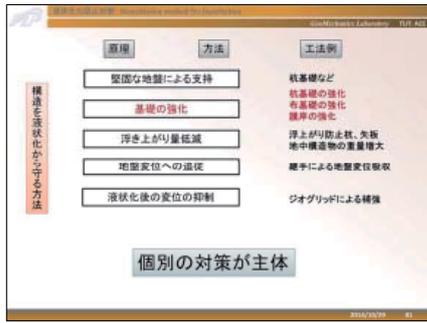
液状化の防止対策:
REMIEDIATION METHOD FOR LIQUEFACTION

- 地盤の液状化を防止する
 - 地盤や土構造物を守る
 - 液状化が発生する原因(条件)を取り除く
- 構造物を液状化から守る
 - 地盤の液状化を許すが...
 - 構造物がびくともしないようにする
 - 構造物が動いても壊れないようにする

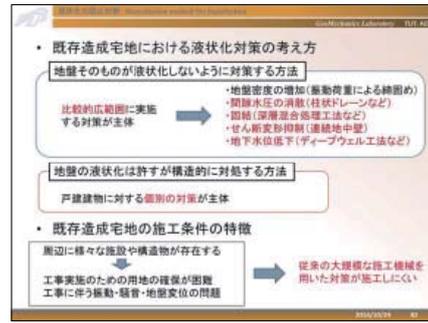
液状化の防止対策は、多く分けて2種類に体系化することができます。「地盤の液状化を防止する」と、「構造物を液状化から守る」ことです。それぞれについて考えてみます。



「地盤の液状化を防止する方法」は、「土の性質を改良する方法(地盤改良)」と「応力・変位を抑制する方法」からなります。これらは広範囲に実施する場合に有効なものです。



「構造物を液化化から守る方法」の体系です。個別の構造物に対する対策が主体になります。



液化化対策は多岐に及びますが、「地盤の液化化を防止する方法」のうち既存の構造物に対して有効なものはそれほど多くはありません。市街地においては建築物や公共施設が近接している場合も多く、用地の確保が困難なことや振動・騒音の防止の面から特に実施できる対策は限られてきます。



「地盤の密度増加する方法」は直接的で、効果の高い対策工法です。臨海部に埋立地を造成する場合には、振動と砂の圧入によって地盤の密度を増加させるサンドコンパクションバイブル工法が多用されます。
 「地盤を固結する方法」は、埋め立て材料にセメント等を混ぜ込んだり、種々の薬品を注入する工法が主体です。薬品を注入する工法は騒音・振動が少ないので、既存の構造物に対する市街地での対策にも活用できます。
 「間隙水圧の発生を抑制・低下する方法」は柱状に配置した種々の材料によって排水を強化する工法が主体です。礫材を用いるグラベルドレーン工法はその代表的なものです。



動画は、地盤の締め固めによる液化化対策の効果を調べる振動台実験の様子を示しています。
 密度に差がある2種類の盛土に地震動を作用させ、その変形挙動の違いを見せてくれます。地盤を締め固める方法により密度を増加させる方法は直接的で効果も高い方法です。



ドレーン工法として開発された、化学製品を用いた液状化防止工法の効果を振動台で確認しています。液状化のプロセスで発生する間隙水圧を速やかに抜くことで、地盤の液状化を防止することができます。

85



「ディープウェル工法」は地下水位を低下させることによって、液状化の発生条件を克服することを目指した工法です。既存の工法に対して適用されることがある工法です。地盤中に連続地中壁を建設する工法は変形(振動)を抑制することにより液状化の危険度を低下させ、液状化する場合でも地盤の流動化や水平変位を防止できることを目指した工法です。

86



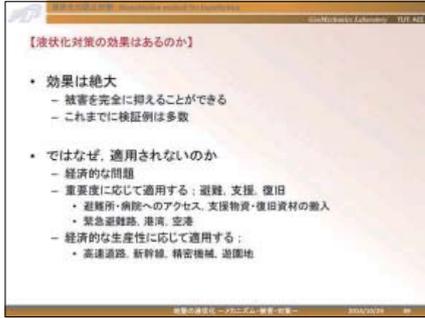
浦安市では、市街地の液状化対策として、既存の住宅の間に連続地中壁を建設する方法が検討されました。市街地の広い範囲を一括して対策する方法として期待されています。

87



個別住宅の液状化対策のメニューが地盤工学会から示されています。これらの中でも、既存の住宅に適用できるものは限られています。

88



液状化対策が効果があることは数々の事例で確かめられています。ではなぜ、液状化対策が進まないのか。これは液状化現象の費用が高いことが原因しています。「構造物や用地の重要性」、「用地や建物の経済的な生産性」に応じて選択的に液状化対策を実施することが現実的な対応のようです。

89



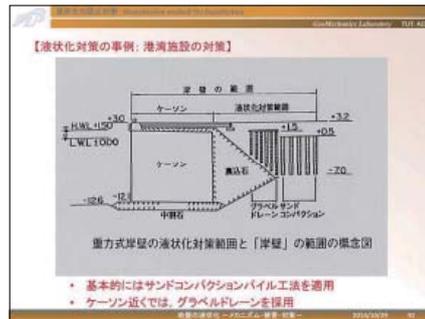
阪神淡路大震災においてポートアイランドで見られた事例です。遊園地内は液状化対策が取られていたため被害はほとんど見られませんでした。用地の外では液状化現象による噴砂・噴泥で埋め尽くされていました。

90



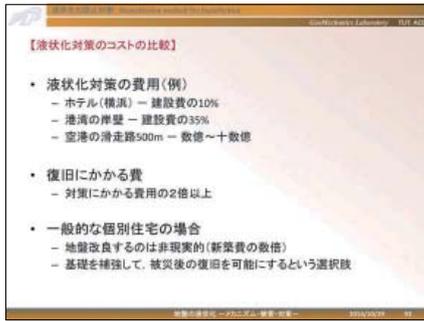
釧路沖地震で見られた釧路港岸壁における液状化対策の効果です。地盤条件や水深等も類似している隣接する埠頭においてです。液状化対策が取られていなかった古い埠頭では液状化により被害が発生し、荷役機械の機能が停止し、車両の移動にも制限が生じました。一方、日本海中部地震以降に建設された液状化対策を施した新しい埠頭では被害は軽微で、荷役機械の機能にも影響はほとんどありませんでした。

91

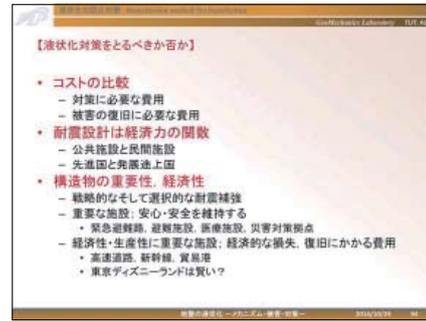


埠頭の液状化対策では、サンドコンパクションパイル工法とグラベルドレーン工法が併用されました。

92



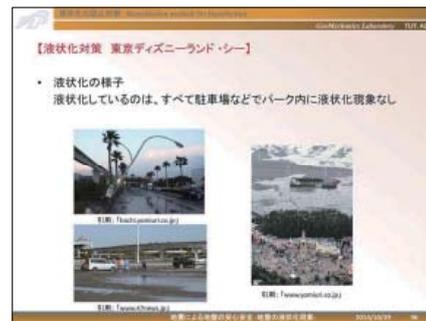
液状化対策に必要な費用の例です。



液状化対策を徹底することは経済的に困難であるため、戦略的・計画的に液状化対策を実施する必要があります。



東日本大震災では関東の臨海地域で大規模な液状化が発生し、市民生活や経済活動に支障が生じました。その中で、ディズニーリゾートの液状化対策は戦略的で、効果的に機能したことが評価されています。ホームページには、公園内には徹底してサンドコンパクションバイブル工法による液状化対策が行われたことが紹介されています。



公園内では液状化対策を実施していましたが、公園外の駐車場は液状化対策をせずにいました。液状化が発生するような大規模な地震の際には、少なからず営業は停止されるので、これも経済的な視点から正しい判断であったと評価されています。



ホームページ上で紹介されている公園内の軽微な被害状況です。

97



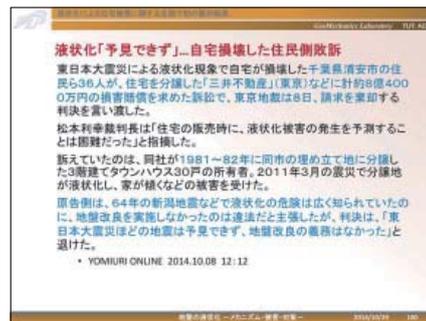
遊園地を造成するさいに実施したサンドコンパクションバイブル工法の様子です。

98



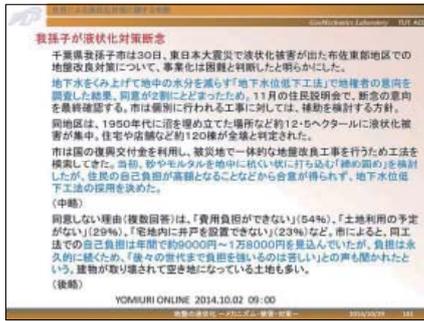
赤い部分は公園外の駐車場と一般の住宅街で液状化対策が取られていなかった箇所です。被害にもはっきりと差が見られました。

99



浦安市の集合住宅で、住民が起こした開発者に対する被害の賠償と復旧を求めた裁判で住民が敗訴したことを伝える新聞記事です。

100



我孫子市が住民に提案していた集団的な液状化対策が、経済的な面から住民に拒否されていることを告げる新聞記事です。

建物の診断と補強

建築・都市システム学系
松井智哉

1

内容

- 耐震改修促進法
- 耐震診断
構造耐震指標Ia値
- 耐震改修
補強工法の種類
改修事例
改修費用

2

耐震改修促進法

耐震改修促進法（建築物の耐震改修の促進に関する法律）

目的：地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命、身体及び財産を保護するため、建築物の地震に対する安全性の向上を図る。

1995年兵庫県南部地震



倒壊した木造住宅
一層で崩壊したRC造建築物

耐震基準	倒壊率
1981年以前	34%
1981年以降	75%
1981年以前	37%
1981年以降	13%
1981年以前	14%
1981年以降	17%
1981年以前	18%
1981年以降	3%

1981年以前の旧耐震基準で建てられた建築物の被害が大きい

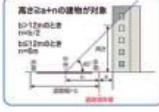
建築物の耐震改修の促進に関する法律。いわゆる、耐震改修促進法は、1995年の阪神淡路大震災で建物を含む構造物が甚大な被害を受けたことを契機に策定・施行された法律です。この法律は、地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命、身体及び財産を保護するため、建築物の耐震改修の促進のための範囲を講ずることにより建築物の地震に対する安全性の向上を図り、公共の福祉の確保に資することを目的としています。

1981年に耐震基準の改定が行われましたが、被害調査の結果、1981年以前に建てられた建物が、それ以降に建てられた建物よりも被害の程度が大きいことが明らかとなりました。それにより、既存建物、特に1981年以前の旧耐震基準で建てられた建築物の耐震診断、耐震改修の必要性が高まりました。

3

耐震改修促進法

- 1995年12月耐震改修促進法 制定
 - ・1981年施行の新耐震基準を満たさない特定建築物（既存不適格建築物）の耐震診断・改修を行う（努力義務）
 - 《特定建築物とは・・・》
学校、病院、百貨店など多数の人が利用する建物
- 2006年12月耐震改修促進法 改正
 - ・特定建築物の対象を拡大
小学校、老人ホーム、オフィスビルなど追加
危険物の貯蔵施設
 - ・倒壊により道路（緊急輸送道路、避難路）を閉塞させる建築物
 - ・診断・改修に関わる優遇措置
助成制度の拡充
税制優遇・各種制取の緩和

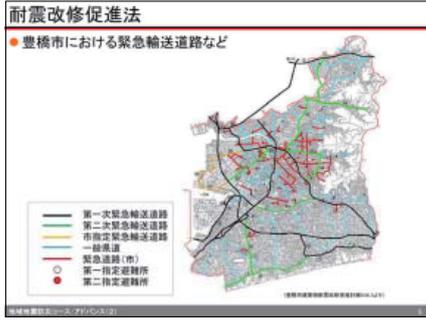


1995年12月の耐震改修促進法では、多数の人が利用する旧耐震基準で建てられた建物を「特定建築物」として、所有者に耐震診断（耐震性の確認）、必要に応じて（耐震性能が新耐震基準を満たさない場合）耐震改修を実施することを努力義務として規定しています。

続いて、2006年12月に耐震改修促進法は改定されました。ここでは、特定建築物の範囲の拡大とともに、耐震診断・改修に関わる優遇措置が加わりました。

特定建築物の範囲の拡大では、小学校、老人ホーム、オフィスの貯蔵施設が追加されました。また、倒壊により緊急輸送道路、避難路となる道路を閉塞する恐れのある建築物が追加されました。これは、図に示すように、道路の幅が12mを超える場合は道路の中心から建物までの距離以上の高さ、道路の幅が12m以下の場合は、6m以上の高さの建物が対象となります。

4



この図は豊橋市の緊急輸送道路などを示しています。
 緊急輸送道路とは、地震災害の警戒宣言時および発災時には、救助・救急・医療・消火活動および物資輸送などの緊急車両が優先的に通行する道路であり、国、県、市が一定の選考基準に従って指定するものです。
 緊急輸送道路は4種類あり、例えば、第一次緊急輸送道路は、重要港湾、空港および広域物流拠点等を通称し広域の緊急輸送を担う道路です。第二次緊急輸送道路は、第一次緊急輸送道路と市町村役場、主要な防災拠点(行政機関、公共機関、警察署、消防署等)を連絡する道路です。
 避難所も図に示していますが、豊橋市には第一指定避難所と第二指定避難所があります。
 第一指定避難所は、災害時に被害を受け自分の家などを失い居住できなくなったとき、または被害を受ける恐れのある場合に避難する場所としており、校区市民館と地区市民館併せて70施設が指定されています。
 第二指定避難場所は、第一指定避難所が収容能力を超えた場合に開設する避難所とされており、市内の小中学校等の90施設が指定されています。

東日本大震災のような巨大地震の発生により、南海トラフの巨大地震や首都直下型地震の切迫性が指摘され、建築物の耐震化を着実に進め、人的・経済的被害を可能な限り軽減する必要性が高まってきました。
 そこで、2013年11月に耐震改修促進法はさらに改定されました。
 ここでは、耐震診断・改修の努力義務の対象となる建築物を、旧耐震基準により建てられた(現行の耐震基準に適合しない)全ての建築物を対象範囲を拡大しました。また、今まで耐震診断・改修が努力義務だった特定建築物のうち、不特定多数が利用する大規模施設や避難弱者が利用する建築物の耐震診断の義務化とその結果を公表することが規定されました。
 一方で、耐震化の円滑な促進のための措置として、改修計画の認定の対象工事の規制を緩和するとともに、認定を受けた建築物について容積率または建ぺい率の規制を緩和することができるものとした。
 また、耐震診断や耐震改修の補助率や、耐震改修を実施する場合の所得税の控除について拡充されている。

豊橋市の耐震化率

● 豊橋市における耐震性がある住宅の割合 (平成25年4月時点)

分類	全数	新耐震住宅 (耐震性あり)		新耐震以前住宅 (耐震性なし)		耐震性のある住宅 (①+②)		割合
		新耐震住宅	新耐震以前住宅	新耐震以前住宅	新耐震以前住宅	新耐震以前住宅	新耐震以前住宅	
木造	82,100	54,600	13,610	13,870	68,230	83.1%		
木造以外	59,300	48,000	9,310	1,990	57,310	96.6%		
合計	141,400	102,600	22,940	15,860	125,540	88.8%		

耐震化率、耐震性がある(耐震基準を満たす)と診断あるいは統計的に推計される建築物の戸数を全戸数で割ったもの

● 耐震化の現状
 住宅 78.8% (平成15年) → 88.8% (平成25年)
 特定既存不適格建築物(公営) 50棟 (平成19年) → 8棟
 特定既存不適格建築物(民間) 488棟 (平成19年) → 330棟

● 目標耐震化率
 平成27年度 90% (平成18年度閣議決定)
 平成32年度 95% (平成22年度閣議決定)

改修促進法の制定から20年ほどになりますが、建築物の耐震化は進んできています。
 豊橋市における耐震性がある住宅の割合を表に示しています。いわゆる耐震化率と呼ばれるものですが、耐震化率は、耐震性があると診断、統計的に推計される建築物の戸数を全戸数で割った割合で表されます。平成15年の時点では、住宅の耐震化率は78.8%でしたが、平成25年4月の時点で耐震化率は88.8%になっており、耐震化が進んでいることが確認できます。また、平成27年までの目標耐震化率は90%としており、概ね達成できそうな数字になっています。ちなみに平成32年度には、耐震化率を95%とすることを目標に掲げられています。
 耐震化された住宅の内訳は、新築が約14,500棟、建て替え棟による耐震化が約9,900棟、補助などを受けた耐震化が約1,000棟となっており、耐震改修などした1割の物件が補助などを利用しています。
 特定建築物についても既存不適格建築物は減少してきており、公共の建築物は8棟、民間の建築物は330棟となっています。

豊橋市の耐震診断・改修に関わる補助制度(一部抜粋)

● 耐震診断費の補助・助成

- 新耐震以前の木造住宅の無料耐震診断を実施 (耐震診断費用) 規模にもよりますが、木造住宅の一般的な耐震診断費用は15~25万円程度
- 新耐震以前の非木造住宅の耐震診断費に対して補助 費用の2/3、上限8.6万円

● 耐震改修費の補助

- 市の無料診断の判定値が「1.0未満」と判定された木造住宅の判定値を0.3以上アップ、かつ1.0以上とする耐震改修工事費に対して補助 (耐震改修費用) 最も多い木造住宅の耐震改修費用は150~200万円程度
- 耐震解体工事費の補助(建て替え) 市の無料診断の判定値が「0.7未満」と判定された木造住宅の解体工事費に対して補助 解体工事費の2/3、上限20万円

などがあります。

人が居住する住宅は、地震時に人命を守るとともに、地震後の住居を確保するためにも、耐震性を確保しておくことは非常に重要です。そのために耐震診断を実施し、安全性を確認し、耐震改修を促進させるために、各自自治体では補助制度を差えています。
 耐震診断・改修に関わる補助制度の例として、豊橋市における補助制度を一部抜粋して示しています。
 耐震診断に対する補助、耐震改修に対する補助、耐震解体工事に対する補助などがあります。
 耐震診断の補助については、新耐震以前の木造住宅の耐震診断は無料で実施できるようにになっており、耐震化率の目標値に向けて耐震改修の促進につながるかと考えられます。
 規模にもよりますが、一般的な木造住宅の耐震診断費用は15~25万円程度といわれています。

耐震改修の促進に向けて

旧耐震基準による全ての建物に対して、耐震診断・耐震改修の努力義務があります

まずは、1981年以前の建物かどうか確認

1981年以前の建物
→耐震診断・耐震改修の検討を
→補助・助成制度を活用

9

耐震診断の考え方(復習)

耐震診断による耐震性能
= (強さ×ねばり強さ) × 形よさ × 劣化の度合い

耐震診断における建物の耐震性能の考え方ですが、基本的には建物の強さ、ねばり強さ、形よさ、経年劣化の度合いの4項目を考慮して考えるようになっていきます。

ここで特に重要なのは建物の強さである「強度」と、変形に対するねばり強さである「靱性」です。
 建物は、地震を受けたときに、その地震動による慣性力が水平地震力として作用します。それにより、変形が発生します。
 右の図において、×印まで変形すると建物は崩壊すると仮定すると、その崩壊までに、力(強度)と変形(靱性)の関係で表される色のついた網掛け部分の面積分の地震エネルギーを吸収することができると思えることができます。
 例えば、強度は大きい靱性は小さい建物Aと強度は小さい靱性が大きい建物Bの網掛け部分の面積、エネルギー吸収能力が同程度だとすると、2つの建物の耐震性能は同程度とみなすことができます。耐震診断では、このような考え方を基本として建物の耐震性能をIs値という簡単な指標で表すことができるようにしています。

10

耐震診断について

●鉄筋コンクリート構造の場合

構造耐震指標 Is値

$$I_s = (\phi \times C \times F) \times S_0 \times T$$

φ:階数による補正係数
C:強度指標
F:靱性指標
S₀:形状指標
T:経年指標

鉄筋コンクリート構造の場合を例にして、耐震診断で判断される建物の耐震性能について示します。
 建物の耐震性を表す指標として、構造耐震指標 Is値が使われます。Is値は上の式のように算定されます。強度指標Cは建物の強さ、靱性指標Fは建物のねばり強さを表す指標であり、それらを掛け合わせて求められています。また、それ以外の指標として、階数による補正係数、建物の不整形性を考慮した低減係数となる形状指標(建物が矩形であったり形であったり、建物の片方に壁が偏っていたり)、建物の老朽化を考慮した低減係数となる経年指標(建築年数やひび割れの有無)があります。これらも掛け合わせられることとなります。
 このIs値は、左の図に示す建物が壊れる点までの性能を簡単に数値化したもので、崩壊するか否かを評価した値になります。つまり、ある大きさの地震が来たとき崩壊しなかったけど損傷を受けることは十分あり得えます。

右の図は、被害地震をまだ経験していない既存鉄筋コンクリート造建築物と1968年十勝沖地震および1978年宮城県沖地震で中破以上の被害を受けた建築物の第2次診断結果を比較したものです。Is値にして0.6以上の建物には中破以上の被害は生じていないことがわかります。また、これよりIs値が低い建物になるにしたがって被害を受ける可能性が高くなり、診断結果はばらつきが存在することもわかります。
 このようなことから、建物が必要とするIs値は0.6以上であることを目安の1つにしています。

11

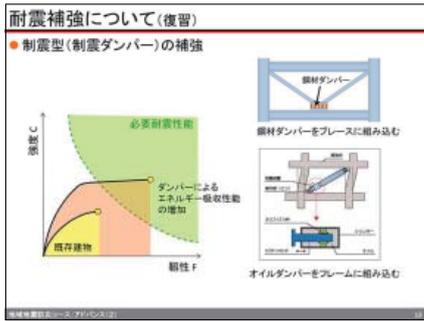
耐震補強について(復習)

●強度型の補強と靱性型の補強

耐震診断におけるIs値より、既存の建物が必要とする耐震性能を満足していなければ、耐震改修・補強を検討することになります。
 既存建物の耐震性能を向上させる方法として、主に4つの考え方があります。強度型、靱性型、制震型、免震型の4つです。

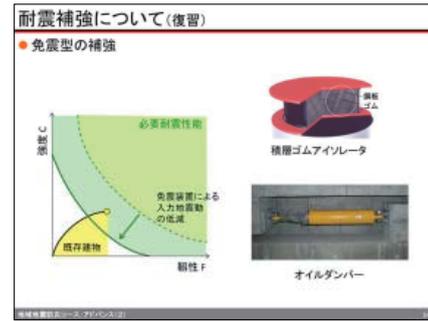
強度型は、図に示すように既存建物の強度を増加させる方法です。靱性型は図に示すように既存建物の靱性を増加させる方法です。このような方法により必要とする耐震性能をもつようにさせます。

12



制震型の補強は、制震ダンパーを用いて建物のエネルギー吸収性能を増加させる方法です。
 図に示すように、強度と靱性の関係から得られる面積を増大させることで耐震性能を向上させる考えです。
 制震ダンパーは、ブレースやフレームに組み込まれて設置するなどの工法があります。

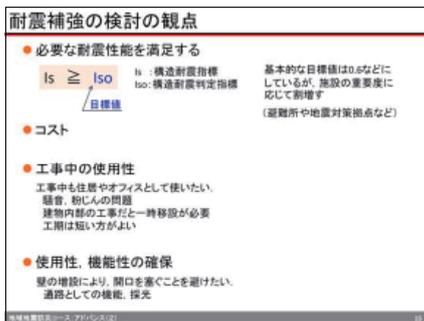
(右下图) 矢作建設工業 : <http://www.yahagi.co.jp/group/seismic/index.html> (2014.10)



さらに免震型は、地盤と建物の間に免震装置を設置することによって地盤から伝わる地震力を弱める方法です。

一般的な免震装置は、「アイソレーター」と「ダンパー」で構成され、「アイソレーター」は、周期の短い揺れを、長い周期の揺れに変える役割を持っています。そして「ダンパー」は、ゆっくりした揺れに変わった建築物を、早く止める役割をもつエネルギー吸収装置です。

(右図) 日本免震構造協会 : http://www.jssi.or.jp/menshin/m_kenchiku.html (2014.10)



以上のような耐震補強の考え方により、どのような耐震改修を検討していくこととなりますが、その中でいろいろな検討事項が出てきます。

まずは、耐震性能をどの程度、向上させるかです。耐震改修後の建物の I_s 値を目標とする I_{so} 値である構造耐震判定指標より大きくする必要があります。その構造耐震判定指標は一般的には0.6などが設定されていますが、学校施設は0.7としたり、避難所や地震対策拠点などは施設の重要度を勘案して1.25倍あるいは1.5倍に割増したりします。

おそらく一番悩ましい問題はコストだと思います。安価な工法を選択して少なくとも倒壊は免れるような補強とするのも1つの選択肢です。あるいは、今後の供用期間が長いので地震後も継続使用が可能のように耐震性能を向上させることも選択肢の1つです。

次に工事中の使用性です。

改修工事中も住居やオフィスとして使用できないと困る場合も多いです。その場合、騒音や粉じん、振動が多いと居住性が損なわれますのでなるべくそれらが少ない工法が望ましいです。また、建物内部の工事だと一時移設が必要ですので工期が短い工法がよいと考えられます。そのようなことから、建物の外側だけで工事で耐震改修を行う工法もあります。

最後に使用性、機能性の確保です。

例えば、壁を増設する補強工法は比較的安価に強度を向上させることができる工法ですが、開口を塞いでしまいます。それにより通路としての機能や採光性が損なわれますのでそれ以外の工法の選択を検討することになります。

耐震補強の種類

● RC造・鉄骨造(木造以外)¹⁾

補強の種類	補強部位	主な特徴	工法・材料など
RC壁の増設	フレーム	強度・靱性を向上 開口を塞ぐことになる	現場打ち壁 (アンカー・鉄アンカー) プレキャスト
RC壁の増打ち	壁	強度・靱性を向上	
ブレース補強	フレーム	強度・靱性と靱性を向上 採光、通風性は確保	鉄骨ブレース コンクリート系ブレース
鋼板巻き立て	柱	靱性を向上	
連続繊維巻き	柱	靱性を向上 重機を使用せず施工が容易	炭素繊維 アラミド繊維 ポリエステル繊維
柱壁増設	柱	強度・靱性を向上	
横断スリットの新設	柱	靱性を向上	

ここでは、RC造・鉄骨造といった木造以外の建築物を対象とした耐震補強・改修の工法をまとめてみました。

それぞれの工法に特徴がありますので、長所、短所を踏まえて採用する工法が検討されます。

耐震補強の種類			
● RC造・鉄骨造(木造以外)2			
補強の種類	補強部位	主な特徴	工法・材料など
外付け補強	フレーム	強度・剛性を向上 建物を使いながらの補強	壁 ブレース フレーム
パッシブ補強	フレーム	強度・剛性を向上 建物を使いながらの補強 外にスペースが必要	
免震	建物	地震力の低減	天然ゴム系積層ゴム 滑り支承 配り支承
制震ダンパー	フレーム	エネルギー吸収性能の向上	粘弾性体ダンパー 摩擦ダンパー 低降伏点鋼ダンパー

RC壁の増設

既存のフレームにRC壁を増設して剛性・強度を向上させる
開口を塞ぐことによる
他の工法と比べると比較的安価に強度を確保



- アンカー耐震補強壁
あと施工アンカーにより
既存躯体に接合
一般的な工法
- 無アンカー耐震補強壁
あと施工アンカーを用い
ないで振動・騒音が少
ない(エポキシ樹脂等による
接着接合)
- プレキャスト耐震補強壁
現場でコンクリートを
打設する必要がない
工期短縮

ここから少し具体的な耐震補強・改修工法を示していきます。

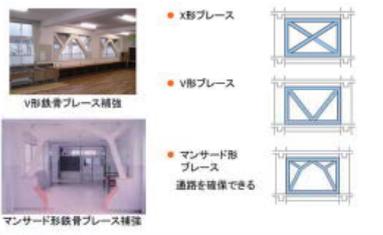
RC壁の増設による補強工法です。これは写真に示すように既存フレームの中にRC壁を増設して剛性・強度を高める方法です。その他の工法に比べると比較的安価に強度を確保できるのが特徴です。この工法にはいくつかタイプがあります。一般的なのは、既存フレームにあと施工アンカーを使って接合させるアンカー耐震補強壁で、壁部は現場打ちになります。この場合、あと施工アンカーの工事による振動・騒音などの問題が出てきます。

その問題を低減させる工法として無アンカー耐震補強壁工法があります。これはあと施工アンカーではなくエポキシ樹脂などによる接着接合になります。

さらにプレキャスト耐震補強壁があり、これは壁パネルを工場で作成して既存フレームに取り付ける工法で、現場でコンクリートを打設する必要がなく、工期を短縮できるメリットがあります。

ブレースの増設

既存のフレームにブレースを増設して剛性・強度・靱性を向上させる
採光・通風性は確保できる



- X形ブレース
- V形ブレース
- マンサード形ブレース
通路を確保できる

こちらは、ブレース補強です。既存フレームに鉄骨ブレース、コンクリート系ブレースを取り付けることにより、剛性・強度・靱性を向上させることができます。また、完全に開口を塞ぐRC壁の増設異なり、採光性、通風性を確保できます。ブレースの形状は、X形、V形などがあります。マンサード形のブレースですと左下の写真のように通路を確保できるタイプとなっています。

また、RC梁壁の増設と同じように、あと施工アンカーによる接合とアンカーを用いない接合があります。

(写真)文部科学省:耐震補強工法事例集

外付け補強

既存のフレームの外側に補強部材を取り付けることにより強度・剛性・靱性を向上させる
内部を使用しながらの工事が可能
外観のリニューアルも可能



- 壁補強
- ブレース補強
- フレーム補強

などがあ

の外付け補強は、名前のとおり建物の外側に補強部材を取り付けて補強を行う工法を指します。

建物の外に補強部材を取り付ける工法のため、内部を使用しながらの工事が可能な点が一番の特徴です。補強部材のタイプは、壁、ブレース、フレームがあり、フレーム補強の場合は、左下の図のように窓が隠れることもなく機能を維持できることもあり、開口機能や工事中の利用が強く望まれる集合住宅などに適した工法です。また、直接構造躯体に取り付ける工法と、バルコニーや外廊下を介して取り付ける工法、床スラブを新設して取り付ける工法などがあります。

(写真)文部科学省:耐震補強工法事例集

繊維シート巻き立て補強、鋼板巻き立て補強

RC柱の柱に繊維シートあるいは鋼板を巻くことにより靱性を向上させる

繊維シートの種類

- 炭素繊維シート
- アラミド繊維シート
- ポリエステル繊維

繊維シートをエポキシ系あるいはウレタン系接着剤などで接着させる
引張強度は鉄よりも強い
施工が柱の工法に比べると容易
材料が軽量のため重機を用いず資材の搬入ができ、人力で施工ができる。

ポリエステル繊維シート補強
炭素繊維シート補強

こちらは繊維シート巻き立て補強、鋼板巻き立て補強です。これまで示した強度を高める補強工法と異なり、特に靱性を向上させることを目的とした工法です。
写真に示すようにRC柱に対して、エポキシ樹脂などの接着剤を用いて、繊維シートあるいは鋼板を巻いて接着させます。柱に過大な力(変形)が加わると脆性的なせん断破壊をして上の階を支えられなくなる恐れがあります。繊維シートを巻いて柱を拘束することにより靱性を向上させ、そのような被害を防ぐための工法です。
この工法は、資材が軽量のため重機を用いず搬入でき、施工も人力でできるため、他の工法に比べると施工が容易で安価になります。

(写真)繊維補修補強協会: <http://www.fir-st.com/index.html> (2014.10)

制震装置による耐震改修

制震ダンパーを用いて建物のエネルギー吸収性能を増加させる
制震ダンパーは、ブレースやフレームに組み込まれて設置

ダンパーの種類

- オイルダンパー
- 鋼製ダンパー
- 摩擦ダンパー
- 粘弾性ダンパー

設置形状

- ブレース型
- 筒柱型

ブレース型の補強
筒柱型の補強
住宅への適用例

制震装置による耐震改修は、先に述べたようにダンパー等の制震装置でエネルギーを吸収し、建物全体の地震時の揺れを低減させる工法です。
装置ダンパーは、図に示すように間柱やブレースに組み込まれて、建物の内部あるいは外側に取り付けられます。

(右図)飛鳥建設: https://www.tobishima.co.jp/technology/architecture/seishin_index.html (2014.10)

免震装置による耐震改修

地盤と建物間に免震装置を設置することによって地盤から伝わる地震力を弱める
免震装置は「アイソレータ」とダンパーで構成

アイソレータは建物を支え、地震のときに建物をゆくゆくと移動させます
ダンパーは揺れ続ける建物を早く止める働きをします

天然ゴム系積層ゴム支床
鋼材ダンパー
滑り支床
鉛ダンパー

免震装置による耐震改修は、地盤と建物間に免震装置を設置することによって地盤から伝わる地震力を弱める方法です。
一般的な免震装置は、「アイソレータ」と「ダンパー」で構成され、「アイソレータ」は、周期の短い揺れを、長い周期の揺れに変える役割を持っています。そして「ダンパー」は、ゆっくりした揺れに変わった建築物を、早く止めるためのエネルギー吸収装置です。
免震装置による耐震改修は、東京駅舎、名古屋市役所などの事例がありますが、まだまだ事例は少ないようです。その理由としては、免震装置の価格、免震装置を置く免震ピット(地下階のようなもの)が必要、大きな変形に対して追従できる設備配管が必要などによりコストが高いことが挙げられます。

(写真)日本免震構造協会: http://www.jssi.or.jp/menshin/m_kenchiku.html (2014.10)

改修工事の事例1

建物概要

- 構造形式: RC造
- 規模: 5層建て
- 建築年: 昭和45年

工事概要

- 工事費: 約2000万円
- 期間: 4ヶ月
- 施工: 矢作建設工業

工法概要

- 外付けフレーム工法 (CESRet工法)
- 柱10本(5横面)

改修前後の μ 値 (X方向)

階	改修前	改修後
5	1.35	1.35
4	0.76	0.76
3	0.69	0.69
2	0.54	0.68
1	0.46	0.63

出入り口の確保
美観を維持

建築物には様々な形状、条件があり、それに応じて改修の方法も多数考えられ、費用も一概にはいえるものではありませんが、いくつかの改修事例を紹介していきます。
こちらは、居住しながらの工事が可能で、通路の機能や窓の採光性など損なわない外付けフレーム工法を採用した工法である。

(参考資料)愛知建築地震災害軽減システム研究協議会:耐震改修事例集: <http://www.aichi-gensai.jp/> (2014.10)

改修工事の事例2

● 建物概要
構造形式: RC造
階数: 3階建て
建築年: 昭和40年

● 工事概要
工事費: 約1100万円
期間: 9ヶ月
施工: 矢作建設工業

● 工法概要
外付けフレーム工法
(CSRC工法)
柱4本(2横面)

● 改修前後のR値 (X方向)

階	改修前	改修後
3	1.68	1.68
2	1.31	1.31
1	0.41	0.74



出入りを確保し、美観を維持

こちらも同様に、内部を使用しながらの工事が可能で、通路の機能や窓の採光性など損なわない外付けフレーム工法を採用した工法である。

(参考資料) 愛知建築地震災害軽減システム研究協議会: 耐震改修事例集:
<http://www.aichi-gensai.jp/> (2014.10)

25

改修工事の事例3

● 建物概要
構造形式: SRC造
階数: 10階建て
建築年: 昭和49年

● 工事概要
工事費: 約2億4000万円
期間: 7ヶ月
施工: 矢作建設工業

● 工法概要
外付けフレーム工法
(ビタコラム工法フレーム型)
柱128本

● 改修前後のR値 (南北方向)

階	改修前	改修後
5	0.46	0.87
4	0.43	0.85
3	0.45	0.78
2	0.41	0.77
1	0.37	0.63



改修前 改修後

少し規模が大きな建物の改修の事例です。

(参考資料) 愛知建築地震災害軽減システム研究協議会: 耐震改修事例集:
<http://www.aichi-gensai.jp/> (2014.10)

26

改修工事の事例3

● 建物概要
構造形式: RC造
階数: 14階建て
建築年: 昭和37年

● 工事概要
工事費: 約6億3000万円
期間: 1年2ヶ月
施工: 竹中工務店

● 工法概要
RC耐震壁増設
(接合工法、増し打ち工法)
鉄骨ブレース増設
格子状鋼板パネル増設
SRC造外付けフレーム増設
柱RC巻き立て
構造スリット

● 改修前後のR値 (南北方向)

階	改修前	改修後
5	0.66	0.87
4	0.43	0.85
3	0.45	0.78
2	0.41	0.77
1	0.37	0.63



外観



格子状鋼板パネル工法



RC増し打ち工法

機能性や美観を損なわないように、多種類の工法を適所に配置した工法である。

(参考資料) 愛知建築地震災害軽減システム研究協議会: 耐震改修事例集:
<http://www.aichi-gensai.jp/> (2014.10)

27

耐震補強の種類

● 大スパン構造(体育館、工場など)、鉄骨造

補強の種類	補強部位	主な特徴	工法・材料など
ブレース補強	フレーム	強度・剛性と靱性を向上	鉄骨ブレース コンクリート系ブレース
水平ブレース補強	屋根	強度・剛性を向上 屋根を介して水平力の伝達	鉄骨ブレース
リブプレート補強	柱梁接合部	柱梁の接合部、柱の継手部を補強	
方柱補強			
プレート補強			
巻きコンクリート補強	柱脚	柱脚部の補強	
天井の補強	天井	天井の破損や脱落防止	天井の吊り具を補強

ここでは、体育館、工場などの大スパン構造、鉄骨造を対象とした耐震補強・改修の工法をまとめてみました。

28

柱梁接合部の補強

柱梁接合部の周辺を鋼板、方杖を用いて剛性・強度を高めることにより、柱梁接合部やその周辺の溶接部の破断を防止する結果として、別の部材の強度・剛性が耐震性能が決定する

リブプレートによる補強
方杖補強(挟み込み接合の例)

補強部材の接合には溶接接合、ボルト接合
火気を使えない現場では溶接接合ではなく挟み込み接合が採用されることもある

ここでは鉄骨造における柱梁接合部の補強方法について示しています。
これは、写真のような柱梁接合部を鋼板(リブプレート)や方杖材を用いて剛性・強度を高める工法です。補強により、柱梁接合部やその周辺の溶接部の破断を防止することができます。それにより別の部材の強度・剛性が耐震性能が決定され、結果として建物全体の耐震性能が向上させることとなります。
補強部材の接合には、溶接接合やボルト接合が一般的で安価ですが、火気厳禁の現場や、ボルト孔を開けにくい現場では、右図に示すような挟み込み金物を用いた挟み込み接合が採用することも選択肢としてあります。例えば、燃えやすいものが周辺にある現場や、振動が常時生じている現場などです。

(左写真)文部科学省:耐震補強早わかり 地震に負けない学校施設-耐震補強事例集
(右図)矢作建設工業: <http://www.yahagi.co.jp/solution/resist/achieve.html> (2014.10)

水平ブレースによる屋根の補強

屋根を水平ブレースにより強度・剛性を向上させる
地震時の屋根の変形・損傷を抑えるとともに、天井材の落下を防ぐ。
屋根を介してブレースや補強壁に地震力を伝達させる。

地震による変形
ブレースで補強しても...
屋根の水平剛性が弱いと中央の部分で変形が大きくなる

水平ブレース
水平ブレースによる屋根面の補強

体育館のようなスパンが大きな建物においては、屋根を補強する場合もあり、水平ブレースにより強度・剛性を向上させます。
これは、地震時の屋根の変形・損傷を抑えるとともに、天井材の落下を防ぐためです。また、屋根の剛性が低いと右図のように、建物中央が、端部よりも大きく変形することになります。
この場合、建物の端部で壁やブレースを用いて補強したとしても、地震力に対して補強部材が有効に働いていないこととなります。そのようなことで補強が必要になってくる場合もあります。

(左写真)文部科学省:耐震補強早わかり 地震に負けない学校施設-耐震補強事例集

耐震補強の種類

● 木造

補強の種類	補強部位	主な特徴	工法・材料など
耐力壁の増設		強度、剛性を向上	構造用合板
筋かいの増設		強度、剛性を向上	木材筋かい 金属筋かい
外付け補強		強度・剛性を向上 内装を使いながらの補強	ブレース フレーム
基礎の補強	基礎	基礎を支えにする	RC梁増打ち
床(2階以上)の補強	床	建物全体で地震力に抵抗できるようにする	方杖、火打梁
接合部の補強	接合部	柱と梁の接合部が外れて倒壊することを防ぐ	接合金物
屋根を軽くする	屋根	屋根を軽くして地震力の低減	
免震	建物	地震力の低減	

ここでは、木造住宅を対象とした耐震補強・改修の工法をまとめてみました。

耐力壁による補強

耐力壁を増設して建物の強度を増やします。
耐力壁:柱の間に斜めの筋かいを入れた壁や、構造用合板を釘で打ち付けた壁などです

筋かい
合板

耐力壁がバランスよく配置されていないと
こちら側が大きく揺れる

片側に壁が少ない

壁が少ない所に壁を増やします

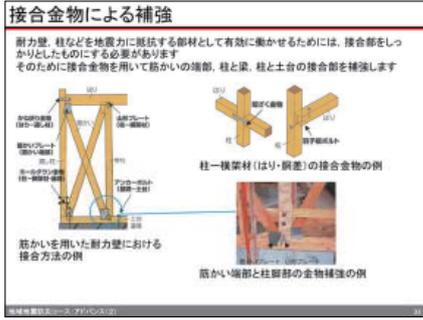
種類	壁基準耐力 (kN/m)
土壁(厚40~50mm)	1.5
筋かい材(15×90mm, 金物で固定)	2.4
構造用合板	5.2

地震により倒壊した建物の多くは、耐力壁の量が少なかったと言われてます。まずは、耐力壁を増やして、地震の揺れに対する抵抗力を大きくすることが耐震補強の基本となります。

耐力壁とは、木造建物の柱と柱の間に、斜めの筋かいを入れた壁や、構造用合板を釘で打ち付けた壁などを指します。

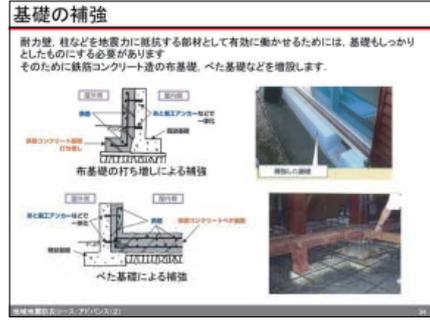
一般診断法で用いられる壁基準耐力の例を示しています。壁基準耐力は壁の長さ1mあたりの壁の強さとなります。厚さや取付の条件によって変わってくる値ですが、土壁で1.5、筋かい材で2.4、構造用合板で5.2となっています。構造用合板の補強が比較的強度を確保しやすい補強工法となっています。

しかし、壁の量が十分にあっても、壁の位置が建物の片側に偏っていたり、バランスよく配置されていないと、地震に対して強い建物にはなりません。例えば、南面に大きな開口を有していたり、1階の一部を駐車スペースにして、壁を配置できていないと、建物がねじれて壁が少ない構面で大きく変形して倒れてしまいます。そのようなことから、壁の少ないところに耐力壁を設置する必要があります。



耐力壁、柱などを地震力に抵抗する部材として有効に働かせるためには、接合部をしっかりとしたものにする必要があります。接合部がしっかりとしていなければ、地震力によって筋かいや柱が外れて倒壊する恐れがあります。

(図、写真)豊橋市：命を守る家づくり～木造住宅の耐震対策のすすめ～



木造住宅の基礎も大事な構造要素です。接合金物の話と同様に、耐力壁などが有効に働くためには基礎もしっかりとしたものにしておく必要があります。既存の布基礎に鉄筋が入っていないか、大きなひび割れがある場合には、基礎が壊れ上部建物が倒壊することも考えられます。そのような場合には、新たに鉄筋入りの基礎を造り、基礎を丈夫にします。基礎の種類としては、土台の下にある既存の布基礎の横だけに基礎を打ち増しする方法と、それに加えて、建物の床下全体を鉄筋コンクリートを敷き詰めるべた基礎があります。

(図)豊橋市：命を守る家づくり～木造住宅の耐震対策のすすめ～
(写真)遊覧県：木造住宅耐震改修事例集～住まいを強くする～



住宅は重ければ重いほど大きい地震力を受けます。これは、重量×地震動による速度＝建物に作用する水平力 となるためですが、逆に、重量が軽ければ軽いほど建物を受ける地震力は小さくなります。そのため耐震改修においては、屋根を粘土瓦で葺いている場合は、軽い瓦に葺き替えることで地震力を小さくすることも改修方法の一つです。屋根の軽量化により、耐震性能の向上あるいは必要とする壁量を少なくすることができます。

(図)豊橋市：命を守る家づくり～木造住宅の耐震対策のすすめ～



こちらは木造住宅の耐震改修費用を示したものです。耐震改修工事費は、住宅の規模や状態によって異なってきます。費用は100万円未満で済むものから500万円ほどかかるものまで幅がありますが、最も多い工事費用は100～150万円になっています。また、半数以上の工事は約187万円以下で行われています。構造耐震指標I_s値がかなり小さい場合、新耐震基準を満足する性能にするために費用が高くなる可能性があります。しかし一度に耐震改修をするのではなく、段階的に改修を実施するの一つの方法です。例えば、I_s値が0.2ほどの弱い建物があるとする。まずは耐力壁などの設置でI_s値を0.7にもっていき、次の耐震改修では、屋根の葺き替えを実施してI_s値を1.2までもっていきという方法です。少しでもいいのでできる範囲で耐震化を進めることは、地震が起こった時の損失を軽減させることにつながります。

工事ごとの費用の目安

- 耐力壁(外壁)
 - 13~15万円/幅910mm 平均14.7万円/幅910mm
- 耐力壁(室内壁)
 - 9~12万円/幅910mm 平均12.1万円/幅910mm (室内)
 - 平均10.7万円/幅910mm (押入れ)
- 屋根
 - 1.5~2万円/m² 平均1.8万円/m² (鋼板瓦)
 - 平均1.5万円/m² (スレート瓦)
- 基礎
 - 4~5.5万円/m 平均4.4万円/m (打ち増し)
 - 平均5.3万円/m (新設)
- 接合部
 - 4~6万円/4か所 平均5万円/4か所

耐震改修の工事ごとの費用の目安を示します。
 リフォームを兼ねて耐震改修を実施した場合は、耐震改修自体の費用はやや安くなる傾向があります。

改修工事の事例1

- 補強方法
 - 既存の壁補強(耐力壁) 23ヶ所
- 建物概要
 - 階数: 2階建て
 - 1階: 約53m²
 - 2階: 約39m²
 - 建築年: 昭和56年
- 改修前後の%値

	1階X方向	1階Y方向	2階X方向	2階Y方向
改修前	0.58	0.68		
改修後	1.03	1.24		
- 工事費用

基礎ひび割れ補修	180,000	
壁の補強	1,776,000	23ヶ所
屋根費	156,000	
工事費合計	2,112,000	

*工事費額は参考としてください

主に壁補強で耐震改修を実施した工事事例です。

(参考資料)滋賀県:木造住宅耐震改修事例集~住まいを強くする~

改修工事の事例2

- 補強方法
 - 既存の壁補強(耐力壁) 2ヶ所
 - 既存の基礎補強 32m
- 建物概要
 - 階数: 2階建て
 - 1階: 約53m²
 - 2階: 約27m²
 - 建築年: 昭和53年
- 改修前後の%値

	1階X方向	1階Y方向	2階X方向	2階Y方向
改修前	0.47	0.80	0.70	1.09
改修後	1.06	1.27	1.01	1.57
- 工事費用

基礎補強工事	1,470,000	32m
壁の補強	223,000	2ヶ所
屋根費	84,000	
工事費合計	1,777,000	

*工事費額は参考としてください

主に基礎補強で耐震改修を実施した工事事例です。

(参考資料)滋賀県:木造住宅耐震改修事例集~住まいを強くする~

改修工事の事例3

- 補強方法
 - 既存の壁補強(耐力壁) 30ヶ所
 - 屋根の軽量化 160m²
- 建物概要
 - 階数: 2階建て
 - 1階: 約108m²
 - 2階: 約47m²
 - 建築年: 昭和47年
- 改修前後の%値

	1階X方向	1階Y方向	2階X方向	2階Y方向
改修前	0.40	0.40		
改修後	1.23	1.39	2.67	3.93
- 工事費用

基礎補強工事	2,050,000	160m ²
壁の補強	4,145,000	30ヶ所
屋根費	210,000	
工事費合計	6,405,000	

*工事費額は参考としてください

主に基礎補強と屋根の軽量化で耐震改修を実施した工事事例です。
 屋根を日本瓦(土葺き)から平屋根スレート葺きに改修しています。

(参考資料)滋賀県:木造住宅耐震改修事例集~住まいを強くする~

耐震補強工法および事例に関する情報

- 文部科学省
文部科学省のホームページ
「耐震補強事例」
「耐震補強年わか」 地震に負けない学校施設—耐震補強事例集—
学校施設の補強例が掲載。全体工事費、補強部分の概算も記載。
- 愛知建築地震災害軽減システム研究協議会
<http://www.aichi-gensai.jp/> (2014.10)
「木造住宅 低コスト 耐震補強の手引き」
- 建築防災協会
<http://www.kenchiku-bosai.or.jp/> (2014.10)
「誰でもできるわが家の耐震診断」

41

その他の情報

- 愛知県防災局 愛知県防災学習システム
<http://www.quake-learning.pref.aichi.jp/> (2014.10)

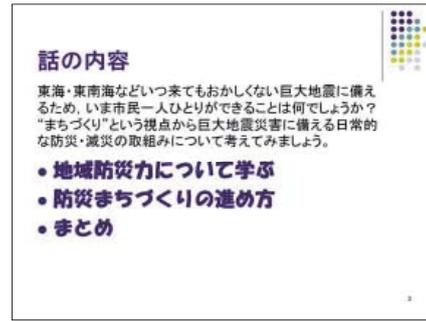


こちらは、愛知県防災学習システムです。
「防災マップ」の中では、過去地震最大モデルの地震が発生したときの、愛知県内の震度分布、液状化危険度、津波浸水深などを見ることができます。
「建物倒壊シミュレータ」では、木造2階建て住宅の簡単な情報を入力すると、地震に倒壊するかしないかアニメーションを見せてくれます。

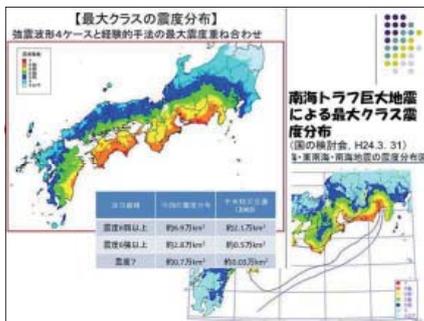
42



1



2



こちらは、東日本大震災以降に被害想定を見直し、国の検討会が平成24年に発表した東海・東南海・南海地震の震度分布です。
一部隠れてしまっている図は、それ以前(2003年)の震度分布図となります。見直された震度分布図をみてみます。赤色が震度7、オレンジ色が6強、黄色が6弱を示しています。
愛知県はほぼ全域で震度6弱以上が想定されています。
豊橋をみると更に高く、震度7が想定される割合が多いです。
表は、2003年に公表されたものと比べていますが、より震度の大きい範囲が増えていることが分かります。

3



この表は、愛知県の試算結果で、東三河5市の被害想定をまとめたものです。県全体では、建物全壊・焼失棟数約382,000棟、死者数は約29,000人となっています。東三河5市では、建物全壊・焼失棟数、死者数共に県全体の20%以上を占めています。

このような状況から、住民の地震防災に対する意識、具体的に何らかの行動を始めたいという意識は確実に高まっています。しかし、何に取り組みばよいのか、行動につなげる手がかりがないのが実情です。

4

被害想定のアウプットとその要因

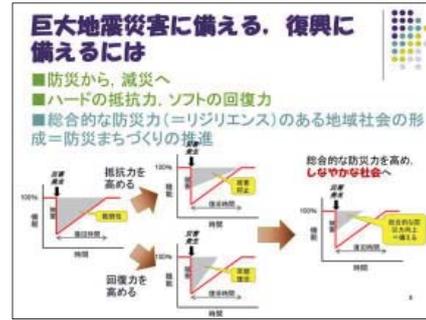
1. 全壊・焼失棟数

	揺れ	液状化	浸水・津波	急傾斜地崩壊等	火災	合計
豊橋市	約34,000	約400	約20	約20	約13,000	約47,000
愛知県	約236,000	約28,000	約2,300	約500	約116,000	約380,000

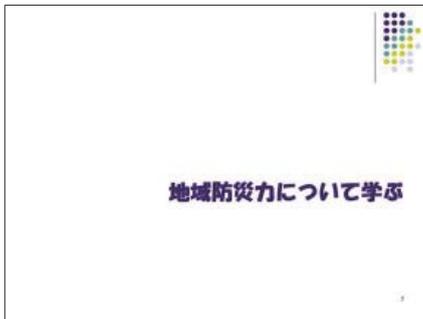
2. 死者数

	建物倒壊等	浸水・津波	急傾斜地崩壊等	火災	ブロック塀・白蟻蟻の転倒等	合計
豊橋市	約2,100	約200	*	約500	*	約2,800
愛知県	約15,000	約6,000	約50	約2,400	*	約23,000

豊橋に着眼して詳細な被害想定を確認してみます。
 建物の全壊・焼失棟数は約47,000棟で、揺れによる倒壊、火災による焼失がほとんどです。
 そのため、死者数も建物倒壊による被害が2,100名、火災が500名と、総計の2,800名に対し多くの割合をしめています。
 浸水・津波による死者数は約200名です。
 東日本大震災では津波による被害が甚大であったため、東日本以降では、津波への対応がクロスアップされてきました。
 しかし、今回の被害想定を踏まえると、豊橋においては、津波よりも、揺れや火災への対応を重視し、安全な市街地の形成を促進させるべきであると考えられます。



このような建物・人的被害を限りなく無くしていくため、巨大地震災害に備える、復興に備えるには、2つの考え方があります。
 1つは、「防災から減災へ」という考え方で、防災とは、被害を出さないことを目指す総合的な取組みですが、巨大地震災害から被害を0に防ぐには限界があります。そこで近年では、被害を最小限に、被災しても可能な限り早期復旧を目指すという「減災」の考え方に変化してきています。
 もう1つは、「ハードの抵抗力、ソフトの回復力」を向上させるという考え方で、図中のグラフは、縦軸を都市機能(被害の程度)、横軸を時間(復旧時間)としたものです。
 左のグラフから現状とし、道路復員の拡幅や老朽建物の建替えなどのハード整備により抵抗力を高めると、中央上のグラフのように、災害発生時の被害が軽減します。避難訓練や避難所運営訓練などのソフト面の活動が充実することで回復力を高めると、中央下のグラフのように、早期復旧につながります。
 ハードとソフトの両面から取組むことで、総合的な防災力を高め、右のグラフのように被害が少なく、早期復旧が可能な「しなやかな社会」を形成していくことにつながります。
 このように、総合的な防災力(=レジリエンス)の高い地域社会の形成を目指した防災まちづくりの推進が求められています。



防災まちづくりと地域防災力

防災まちづくりとは・・・

- ハードの市街地整備とソフトの自主的防災の取組みの両面から地域コミュニティの総合的な防災性能を高めていく日常的な取組み

↓

地域防災力とは・・・

- 災害時・復旧復興期にコミュニティとしてどれだけ対応する力を持っているか

まず、防災まちづくりとは、ハードの市街地整備とソフトの自主的防災の取組みの両面から、地域コミュニティの総合的な防災性能を高めていく日常的な取組のことです。
 ハードの市街地整備を推進し、地震災害に対するまちの安全性向上にとって効果的な手段ですが、お金と時間を膨大に必要とし、なかなかすぐにはいきません。
 まずは、住民主体で、比較的金と時間をかけずに取り組めることとして、ソフトである地域防災力の向上が挙げられます。
 この、地域防災力を簡潔にまとめると、「地域コミュニティの持つ防災力で、災害時・復旧復興期にコミュニティとしてどれだけ対応する力を持っているか」と表現することができます。

地域防災力充実強化の法律ができた

「消防団を中核とした地域防災力の充実強化に関する法律」(H25.12.3成立, 13日公布)

- 地域防災力**：地域における防災体制とその能力の強化
- 基本認識**：多様な主体が連携協力して取組むことが重要
- 目的**：中核的役割を果たしている消防団の強化、住民の意識高揚、自発的な活動への参加促進、活動の活性化により、防災体制の強化を図る

地域防災力の向上は、国レベルで問題視されており、そのための取組みが進められています。

例えば、地域防災力の充実強化を目的に「消防団を中核とした地域防災力の充実強化に関する法律」が平成25年に定められました。

このなかで、地域防災力は「地域における防災体制とその能力」とされ、これを強化するための基本認識としては、「多様な主体が連携協力して取組む事が重要」とされています。

そこで、この法律では、災害発生時の初期対応の際に中核的役割を果たしている消防団の強化、住民の意識高揚、自発的な活動への参加促進、活動の活性化により、防災体制の強化を図る事を目的に掲げています。

地域防災力充実強化の制度(1)

「地区防災計画ガイドライン」(H26.3)

- 目的**：地域防災力を高めて、地域コミュニティを維持・活性化すること
- 内容**：「災害時に、誰が、何を、どれだけ、どのようにすべきか」を地区の特性に応じて、自由な内容で計画を策定する
- 基本認識**：多様な主体が連携協力して、自助・共助・公助の役割分担を意識して取組むことが重要

更に、地域防災力の充実強化を目的に「地区防災計画ガイドライン」という制度が平成26年3月に定められました。

地域防災力を高めて、地域コミュニティを維持・活性化することを目的に掲げ、地域住民が主体となって、「災害時に誰が、何をどれだけ、どのようにすべきか」を地区の特性に応じて、自由な内容で地区防災計画を策定する活動を支援する制度です。

ここでも、先ほどの法律と同様に、地域防災力を高めるための基本認識として「多様な主体が連携協力して、自助・共助・公助の役割分担を意識して取組む事が重要」と記述してあります。

地域防災力充実強化の制度(2)

「地区防災計画ガイドライン」(H26.3)

左の図が、地区防災計画のイメージとなります。

多様な主体が連携協力して、災害時に誰が、何をどれだけ、どのようにすべきか検討し、地区防災計画(案)を作成していきます。

その計画案を市町村へ提案することで、これまで各自治体(市町村)が主体で定めた地区防災計画に盛り込まれるという流れになります。

地域防災力とは

防災力とは・・・

- 人的・物的被害をできるだけ抑える力
- 災害時にみんなが協力し合える力
- 災害からできるだけ早期に復興できる力

このような地域防災力を高めていくためには、地域での**自主的な取組みを継続的に実施**していくことが最も重要。

ハード面の街の安全性(耐震化・避難路整備など)も高める取組みにも繋がります。

ここで、これまでの整理も踏まえ、少し具体的に地域防災力を説明します。

防災力とは

人的・物的被害をできるだけ抑える力、災害時にみんなが協力し合える力、災害からできるだけ早期に復興できる力、の3つの力を総合した力を指します。

このような、地域防災力を高めていく地域での自主的な取組みを継続的に実施していくことが、防災まちづくりにおいて最も重要です。

地域防災力を高めていくことで、地域住民の防災に対する意識が向上し、市街地整備に向けた地域全体の機運が高まるなど、ハード面の、建物の耐震化や避難路の整備など、まちの安全性の高める取組みにも繋がります。

しかし、「自主的」、「継続的」という点がボトルネックとなり、地域防災力を高める取組みは思うように進まないという現状があります。

地域防災力の3要素と5大項目	
要素	大項目
個人としての防災力	①世帯レベルの防災意識 ②一般住民の災害時対応能力
組織としての防災力	③自主防災組織（自治会あるいは自主防災会）の災害時対応能力
地域コミュニティの活力	④地域コミュニティの基礎的能力 ⑤地域コミュニティ力向上のための活動充実度

既往研究や文献 専門家へのヒアリングによる

防災まちづくりの「自主性」や「継続性」の向上を支援するためにも、地域防災力を構成する要素を整理し、それを客観的に評価できる技術が必要ではないかと考え、当研究室では「地域防災力評価ツール」を開発しています。
こちらの表は、ツール開発の際に地域防災力を構成する要素を整理したものです。要素としては、個人としての防災力、組織としての防災力、地域コミュニティの活力の3つに分ける事ができます。

個人としての防災力とは、①世帯レベルの防災意識、②一般住民の災害時対応能力で、近隣住民の救助や初期消火活動など、迅速な行動が期待される個人レベルでの災害対応能力のことです。

組織としての防災力とは、③自主防災組織の災害時対応能力で、救出救護活動や避難誘導活動など、組織としての対応能力のことです。

地域コミュニティの活力とは、④地域コミュニティの基礎的能力、⑤地域コミュニティ力向上のための活動充実度で、日常からの近隣住民との付き合いや自治会としての活動等の地域コミュニティの充実度のことです。

地域防災力の高いまちを育てていくためには、三つの要素を構成する大項目①～⑤を向上させる取り組みを継続的に実施していくことが重要で、このような備えが、大震災での被害を最小限に抑えることに繋がります。

これから、この①～⑤の具体的な内容をみていきます。

13

①世帯レベルの防災意識
<ol style="list-style-type: none"> 1. 防災訓練への参加経験 2. 消火器等の防災資機材の使用方法を理解しているか 3. 防災資機材の設置場所を知っているか 4. 家庭内の備えは
<p>防災資機材とは</p> <ul style="list-style-type: none"> ・情報伝達用(メガホン、簡易無線機) ・初期消火用(消火器、可搬ポンプ、バケツ) ・救助用(バール、スコップ、チェーンソー、ジャッキ) ・救護用(担架、救急セット) ・避難生活用(給水袋、避難袋、ビニールシート、照明器具、発動発電機) ・炊出し用品(移動式炊飯器、鍋) ・防災倉庫 など

大項目①：世帯レベルの防災意識

世帯レベルの防災意識の高さを把握する指標としては、こちらの4項目が重要です。

1. 防災訓練への参加経験
2. 消火器等の防災資機材の使用方法を理解しているか
3. 防災資機材の設置場所を知っているか
4. 家庭内の備えは

防災資機材とは、以下のようなものを指します。

- ・情報伝達用(メガホン、簡易無線機)
- ・初期消火用(消火器、可搬ポンプ、バケツ)
- ・救助用(バール、スコップ、チェーンソー、ジャッキ)
- ・救護用(担架、救急セット)
- ・避難生活用(給水袋、避難袋、ビニールシート、照明器具、発動発電機)
- ・炊出し用品(移動式炊飯器、鍋)
- ・防災倉庫 など

14

①世帯レベルの防災意識
<ol style="list-style-type: none"> 1. 防災訓練への参加経験 2. 消火器等の防災資機材の使用方法を理解しているか 3. 防災資機材の設置場所を知っているか 4. 家庭内の備えは
<p>家庭内の備えとは</p> <ul style="list-style-type: none"> ・家具の固定 ・非常食の用意 ・避難地の確認 ・非常灯の用意 ・風呂水のためおき ・非常時の連絡方法の確認 ・耐震性の確認 など

家庭内の備えとは、以下のようなものです。

- ・家具の固定
- ・非常食の用意
- ・避難地の確認
- ・非常灯の用意
- ・風呂水のためおき
- ・非常時の連絡方法の確認
- ・耐震性の確認 など

15

②一般住民の災害時対応能力
<ol style="list-style-type: none"> 1. 地域で実施する防災訓練の回数は？ 2. 防災訓練に参加する住民の割合は？ 3. シナリオ型防災訓練の回数は？ 4. 発災対応型防災訓練の回数は？ 5. 意思啓発活動の回数は？ 6. 意思啓発活動への参加人数は？ 7. 防災教育活動の回数は？ 8. 防災点検マップ作成の経験は？ 9. 災害図上訓練の経験は？ 10. 起震車による仮想体験は？

大項目②：一般住民の災害時対応能力

この能力の高さを把握する指標としては、こちらの10項目が重要です。

1. 地域で実施する防災訓練の回数は？
2. 防災訓練に参加する住民の割合は？
3. シナリオ型防災訓練の回数は？
4. 発災対応型防災訓練の回数は？
5. 意思啓発活動の回数は？
6. 意思啓発活動への参加人数は？
7. 防災教育活動の回数は？
8. 防災点検マップ作成の経験は？
9. 災害図上訓練の経験は？
10. 起震車による仮想体験は？

16



用語の解説(1)

■シナリオ型訓練

決められた手順通り対応する防災訓練のことです。一般的にこの訓練がよく実施されています。
従来の避難訓練、救護訓練、消火訓練(消火器、バケツリレー)、炊き出しなどがこれに相当します。



用語の解説(2)

■発炎対応型訓練

災害発生直後に臨機応変に対応できるよう、事前に訓練時間や訓練内容等を知らせずに訓練を実施し、避難や消火、救出救護活動等を疑似体験する防災訓練のことです。

例えば、東京都北区の事例では、まちなかで火災被害看板を発見した現場の住民が、速やかに街頭消火器を集めると同時に、スタンドパイプを消火栓に接続し、看板前までホースを延長して模擬放水訓練を実施しています。
(上段写真)

また、訓練が始まる直前に被災状況を掲載した看板をまちなかの電柱にとりつけ、訓練開始後、住民がそれらを見つけた場合にはその現場周辺にある消火器や救出用機材などを使って初期消火などを模範的に行っています。
(下段写真)



用語の解説(3)

■発炎対応型訓練2

豊橋市の事例では、災害時要援護者宅を訪問して安否確認を行い、地域内の一時集合場所までの避難を支援する活動を実施しています(上段写真左)。

地域内の一時集合場所での災害時要援護者の安否確認情報を集約する活動を実施しています(上段写真右)。

地域の住民が協力して地域内に設置した被害看板の情報を収集し、避難所で速やかに集約する活動を実施しています(下段写真左)。

速やかに避難所をたちあげ、避難者情報を住民が協力して集約する活動を実施しています(下段写真右)。

この訓練を実施することで、災害発生直後に臨機応変に対応できる訓練は出来ませんが、準備が充実したデモットもあります。



用語の解説(4)

■意識啓発活動

一人ひとりが防災に関心をもち、自らの問題として受け止めるよう働きかける活動のことです。

例えば、防災講話、ビデオ等の視聴、地震による被害状況や地震時の心得を示したパネル展示などが挙げられます。

用語の説明 (5)

一 防災点検マップの作成

防災の視点でまち点検を行い、いざというときに役立つ消火器や消火栓、水利の場所、ブロック塀や狭い道路など避難の妨げになるもの、あるいは一時的な避難地となりえる場所、また火災の延焼を防ぐ公園や空地、駐車場など点検マップを作成します。

これを地域の防災情報として共有することで、防災意識の向上につながり、災害時の初動活動や応急活動などにも役立てることができます。



まち点検の様子 (写真左) 地域点検マップの例 (東京都八王子市) (写真右)

用語の解説 (5)

■防災点検マップの作成

防災の視点でまち点検を行い、いざというときに役立つ消火器や消火栓、水利の場所、ブロック塀や狭い道路など避難の妨げになるもの、あるいは一時的な避難地となりえる場所、また火災の延焼を防ぐ公園や空地、駐車場など点検マップを作成します。これを地域の防災情報として共有することで、防災意識の向上につながり、災害時の初動活動や応急活動などにも役立てることができます。

用語の説明 (6)

一 災害図上訓練とは

地図を使って防災対策を検討する訓練。通常、災害図上訓練は、Disaster(災害)、Imagination(想像力)、Game(ゲーム)の頭文字を取って、DIG(ティグ)と呼ばれます。

紙地図の上に、修正がしやすいように透明のビニールシートをかけて、参加者が議論しながら、想定される被害や地域社会で可能な対応を地図上にマジックペンなどで書き込みをしていくという方法。例えば、

「どのような被害がどこでどのくらい予想されているのか?」「まちの構造はどうなっているのか?」「危険な場所や注意しなければならない施設はどこにあるのか?」「近所に手助けが必要な人はいないか?」「いざとなったら頼りになる人はどこにいるのか?」などを地図に落としこみ、まちや地域の防災力を確認していきます。

そして、地図上に広がる自分たちのまちに起こりえる被害をイメージしながら、被害を少しでも軽減するために、今後このまちをどう変えていけばよいかを参加者全員で議論し、自分たちのまちの防災対策を考えていきます。



用語の解説 (6)

■災害図上訓練

地図を使って防災対策を検討する訓練のことです。

通常、災害図上訓練は、Disaster(災害)、Imagination(想像力)、Game(ゲーム)の頭文字を取って、DIG(ティグ)と呼ばれます。

一般的には、紙地図の上に、修正がしやすいように透明のビニールシートをかけて、参加者が議論しながら、想定される被害や地域社会で可能な対応を地図上にマジックペンなどで書き込みをしていくという方法が採られています。

具体的には、以下の項目などを地図に落としこみ、まちや地域の防災力を確認していきます。

- 「どのような被害がどこでどのくらい予想されているのか?」
- 「まちの構造はどうなっているのか?」
- 「危険な場所や注意しなければならない施設はどこにあるのか?」
- 「近所に手助けが必要な人はいないか?」
- 「いざとなったら頼りになる人はどこにいるのか?」

そして、地図上に広がる自分たちのまちに起こりえる被害をイメージしながら、被害を少しでも軽減するために、今後このまちをどう変えていけばよいかを参加者全員で議論し、自分たちのまちの防災対策を考えていきます。

用語の説明 (7)

一 災害図上訓練とは2



DIGの例 (左: 紙地図上に透明のビニールシートを掛け、地域で想定される被害などを書き込んでいる様子。右: 地震時に地域内で出火した場合、火災延焼範囲をイメージしながら、避難所までの避難経路や要援護者の救助活動について検討している様子) (東京都北区)

用語の解説 (7)

■災害図上訓練2

東京都北区の例
紙地図上に透明のビニールシートを掛け、地域で想定される被害などを書き込んでいる様子 (写真左)

地震時に地域内で出火した場合、火災延焼範囲をイメージしながら、避難所までの避難経路や要援護者の救助活動について検討している様子 (写真右)

③ 自主防災組織の災害時対応能力

1. 災害時に自主的に防災活動を行う住民の割合は?
2. その住民の平均年齢は?
3. 防災活動に積極的な役員の割合は?
4. 自主防災会の予算の有無
5. 防災資機材の保有状況を的確に把握している役員の割合は?
6. 行政主催の研修会等への防災リーダーの参加度合いは?
7. 役員の地区内危険箇所の把握の程度は?
8. 地区内の災害時要援護者の所在地の把握は十分か?
9. 役員の任期は?
10. 応急救護の資格をもつ人の割合は?

大項目③: 自主防災組織の災害時対応能力

この能力の高さを把握する指標としては、こちらの10項目が重要です。

1. 災害時に自主的に防災活動を行う住民の割合は?
2. その住民の平均年齢は?
3. 防災活動に積極的な役員の割合は?
4. 自主防災会の予算の有無
5. 防災資機材の保有状況を的確に把握している役員の割合は?
6. 行政主催の研修会等への防災リーダーの参加度合いは?
7. 役員の地区内危険箇所の把握の程度は?
8. 地区内の災害時要援護者の所在地の把握は十分か?
9. 役員の任期は?
10. 応急救護の資格をもつ人の割合は?



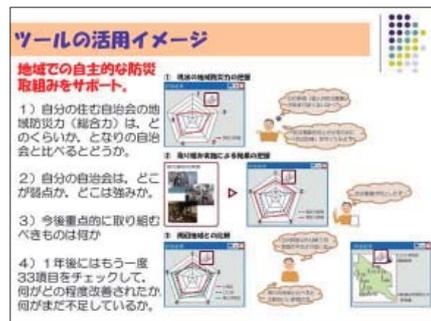
基本情報を入力した後、大項目別に33の質問に回答していきます。
左図は評価項目回答画面です。
2回目以降は、右図のように、前回の結果と比較することが可能です。



回答後、結果が表示されます。
結果は、33項目それぞれについては数値(右上)、5つの大項目についてはレーダーチャート(左下)、総合的な地域防災力については棒グラフ(右下)で確認することができます。



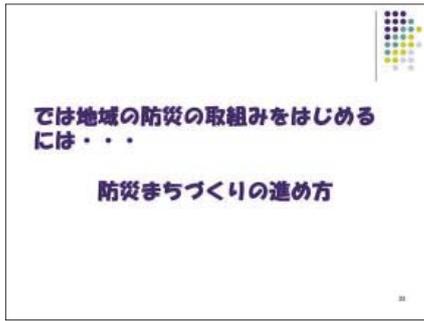
他の自治会や市の平均値と東三河の平均値と比較することも可能です。
比較することで、自分の住む地域の優れている点や課題を把握することができます。今後の地域ではどのような取組みを進めていけばよいのか、計画を立てる作業が容易となります。



地域防災力評価ツールの活用イメージ

- 1) 自分の住む自治会の地域防災力(総合力)は、どのくらいか、となりの自治会と比べるとどうか。
- 2) 自分の自治会は、どこが弱点か、どこは強みか。
- 3) 今後重点的に取り組むべきものは何か
- 4) 1年後にはもう一度33項目をチェックして、何がどの程度改善されたか、何がまだ不足しているか。

このようにツールを活用していくことで、地域での自主的かつ継続的な防災の取組みを支援できます。



33



ここからは内容を変えて、防災まちづくりの進め方について説明します。
こちらの図は、愛知県の「地域組織のための防災まちづくりガイド」に用いられている、防災まちづくりの進め方を示す概念図です。
PDCAサイクルを用いた7つのステップで構成されています。

この流れは、大きくは、①活動のきっかけづくり、②現状・課題の理解と共有、③対策を考えるアクションプラン（行動計画）作り、の3つに分けることが出来ます。

34



まず、活動のきっかけをつくる事が重要です。
そのためにも、まずは行政が地域へ情報提供を行うことが重要です。その情報としては、市が公開しているハザードマップやまちなかの燃えやすさ、建物の倒れやすさ、避難のしにくさ等を客観的に示すデータ(例えば、当研究室で開発した町丁目単位の災害危険度評価結果やなど)が考えられます。
その情報提供を踏まえ、行政が地元組織へ防災まちづくり実施の呼びかけを行い、地元説明会を開催していくという流れが一般的です。

このようなきっかけ作りでは、地区の災害危険性を理解し、安全性向上に向けた取り組みの必要性をみんなで共有することが重要です。

きっかけづくりとしては、その他、防災訓練、災害図上訓練、出前講座、勉強会等が挙げられます。

35



その後、②地区の現状・課題の理解と共有化を行います。
このステップは大きく「まちを知る」と「課題を整理する」の2つに分けることができます。

地区の防災上の問題点・課題を共有し、みんなが共通認識を持つため、ワークショップ形式で、タウンウォッチング等の手段でまちの現状を把握し、点検マップづくり、課題整理図づくり等の手段で課題を整理するという流れが一般的です。

こちらの写真はタウンウォッチングの様子を示しています。
このようなタウンウォッチングでの点検項目としては、以下のようなものが考えられます。

防災上の問題として、狭隘道路、袋小路、老朽建物、危険なブロック塀、空家など
災害時に役立つものとして消火器、消火栓、消防水利、緑、生垣、空地、公園、駐車場など

ここで、ワークショップ形式を採用した理由は、住民が主体的に作業に関わる事ができ、手足を動かす事で主体性を生み、共同作業で問題意識を共有化しやすい事で、重要なポイントです。

36



この写真は豊橋市の二川・大岩地区で実施したタウンウォッチングの様子です。地域の特性を踏まえながら設定した以下の点検項目をチェックしていき、地図に落とし込んでいきました。

点検項目

(防災上役立つ)

- ・消火器・消火栓・有効水利・オープンスペース・緑・生垣・井戸

(問題もの)

- ・ブロック塀・空家・道路の幅・行き止り道路・駐車状況・電柱の位置・建物老朽化度・etc.



当研究室では、防災点検マップづくりを支援するツールを開発しています。図はそのツールの画面です。タウンウォッチングで確認した情報を、注意が必要なもの、消火活動に利用できるもの、災害時に役立つ資機材等に分類し、表示される電子マップ内に入力していきます。インターネット環境の整ったPCからこのツールを利用することができ、豊橋市の複数の自治会はこのツールを活用した取組みを実施しています。

一般的な紙ベースの点検マップと比較しての電子マップのメリットとしては、以下の点が挙げられます。

- ・グループごとの入力作業の結果が自動的に町内全体の電子マップとして完成する
- ・その場で印刷して持ち帰ることができる
- ・一旦完成したマップはいつでもどこでも閲覧可能
- ・随時更新が可能
- ・消火器の使用期限などを付加情報とすると、町内の防災設備の維持・管理に役立つ



二川・大岩地区では点検マップ作成に加え、ハザードマップや当研究室で開発した町丁目単位の災害危険度評価結果(建物倒壊危険性、延焼危険性避難行動困難性)や、災害危険性につながる、建物構造、建築年代、道路復員等のまちの基本的な情報を確認していき、災害危険性が高い場所とその原因をみんなで理解していきました。



「まちを知る」の次は「課題を整理する」ステップに移ります。

手段としては、点検マップの作成が代表的です。

左上の点検マップの写真は東京都北区の事例です。タウンウォッチングの結果として、地図上に歩いたルート、問題もの、宝ものをチェックした「位置」と「内容」と「写真」を整理しています。

その後、このような点検マップを基に、問題と感じたことなどの意見を出し合い、地区の防災上の課題を整理し、課題整理図を作成していきます。

右下の図は二川・大岩地区で実際に作成した課題整理図になります。



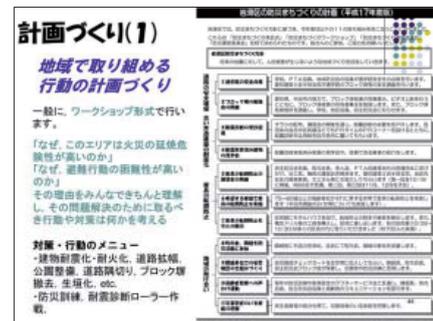
これらの写真は課題整理の様子を示すものです。
 タウンウォッチングや勉強会で得た情報を確認しながら、思ったこと、感じたこと、気づいた点などを参加者にポストイットに記入してもらい、大きな紙に印刷した地図上に貼り付けてもらうという一般的な流れで実施しました。



こちらの図は、二川・大岩地区の取組みで作成された課題整理図を拡大したものです。
 建物に関する問題点、道路に関する問題点など場所を落とし込みながら、関連するもので問題点をグルーピングして整理することがポイントです。



現状・課題の理解と共有の次は、対策を考えるアクションプランづくり(対策を考える)プロセスが必要です。
 これらの写真は、二川・大岩地区で取り組んだ際の様子です。
 まちの災害危険性の高い場所、その場所は何が問題なのか、パソコンで表示させながら確認し、問題を解決するための方策をワークショップ形式で検討していききました。



その行動計画作りは、大きく「地域で取り組める行動の計画づくり」と「行政ともにつくる計画づくり」の2つに分けることが出来ます。
 まずは地域で取り組める行動の計画作りが重要です。

一般に、ワークショップ形式で取組み、「なぜ、このエリアは火災の延焼危険性が高いのか」、「なぜ、避難行動の困難性が高いのか」、その理由をみんなできちんと理解し、その問題解決のために取るべき行動や対策は何かを考えていきます。

こちらの図は、平成17年に岩滑区で作成された防災まちづくり計画の概要をまとめてあるものです。
 人的被害が生じないような地域づくりを目標に掲げ、道路の安全性確保、古い木造建築の耐震化、家具の転倒防止、地域の助け合いの4つの大項目、11の取組みを定めています。
 道路や建物のハード性能の向上に向けた行動、自助や共助といったソフト面の向上に向けた行動をバランスよく組み込んでいる良い例です。



しかし、地域で出来ることには限界があります。その際には、地域が主体的に取り組みつつ、行政と協働で取り組んでいくこと(行政とともに作る計画づくり)が、活動を推進する上で重要です。特にハード整備については行政の協力なしでは難しい場合が多いです。

古い木造建物が密集し、復員4m未満の狭隘道路の割合が高い場所では、都市計画法の地区計画制度や密集市街地事業制度の適用を前提に、ハードの市街地整備を中心に考える計画づくりを目的に行う場合もあります。その場合、住民と行政の協働でワークショップ形式で、地区の整備計画案づくりに取り組んでいきます。

こちらの図は、二川・大岩地区で実施した「行政とともに作る計画づくり」で作成した計画になります。



行政とともに作る計画づくりにおいては、ハード整備によって現状のまちの危険性がどの程度改善されるのか把握し、整備の必要性を関係者間で共有することが重要です。

当研究室では、現状のまちの災害危険性、仮想整備を行い整備後のまちの災害危険性を定量的に評価することが可能なツールを開発しています。

こちらの図は延焼シミュレーションツールという、まちの燃えやすさを評価することが可能なツールの画面です。

出火点の位置と数、風向、風速を任意に設定でき、設定した条件の基、放火炎2時間まで出火点から火がどのように燃え広がるのかシミュレーションできます。

このシミュレーションの結果を、なぜ、延焼するのか？なぜ、延焼の程度が違うのか？どんな市街地の場合に危険性が高くなるのか？という視点で見ていきます。

すると、木造住宅の密集度が高い場所や狭隘道路がある場所では延焼が進み、空地や耐火造の建物は延焼しづらく延焼遮断帯の役割を果たしていることがわかります。そのため、木造住宅の耐火化や共同建替え、道路拡幅、公園整備等の整備が効果的であると判断できます。

そのような整備案をツールに入力し仮想整備を行い、シミュレーションを実行すること、これを繰り返すことで、どのような整備がより効果的か検討することができます。

延焼シミュレーションはあるケースの延焼の様子を示しているため、定量的なまちの燃

えやすさとは言い難い面もあります。そこで、まちの燃えやすさを定量的に評価することが可能な延焼危険性評価ツールも開発しています。

図のような延焼シミュレーションを設定した対象エリア内全ての燃える可能性のある建物(木造・防火木造)を出火点とし、各出火点について風速3m、東西南北4方向それぞれ10回のシミュレーションを行い、その全ての結果を総合し平均値を算出したものです。

こちらのツールについても延焼シミュレーションと同様に、仮想の市街地整備(建物耐火化、道路拡幅、公園整備等)を入力し、延焼抑止効果をもみるという実践例で説明することが可能です。

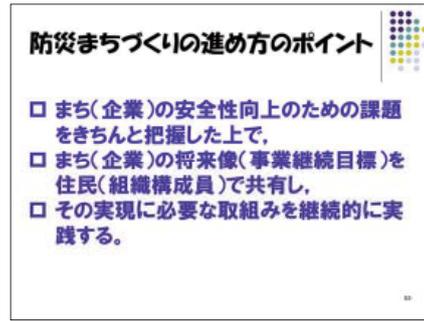


避難行動、消火活動、救出救護活動といった災害時の行動困難性、言い換えれば、いざというときの行動のしにくさを建物単位で評価することが可能なツールも開発しています。

こちらの図はそのツールの画面で、建物の構造、年代、道路の幅員、道路ネットワークデータを使って、道路閉塞状況を仮想的に設定し、建物単位で避難所に辿り着けない確率(非到達確率)と辿り着けた場合の避難所までの移動距離を求めます。



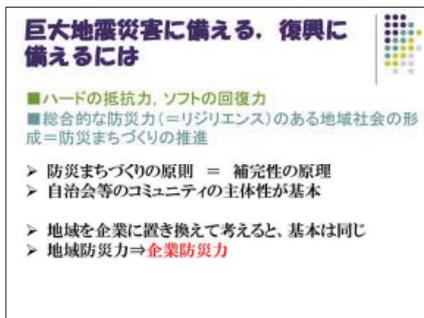
52



防災まちづくりの進め方のポイントを簡潔に整理すると、以下のようにまとめることができます。

安全性向上のための課題をきちんと把握した上で、まちの将来イメージ(将来像)をみんなで合意・共有し、その将来像の実現に必要な取組みを継続的に実践すること。

53



巨大地震災害に備える、復興に備えるには、ハードとソフトの両面から取組み、総合的な防災力を高め、被害が少なく、早期復旧が可能な「しなやかな社会」を形成していくことが重要です。

そのためにも、総合的な防災力(=レジリエンス)の高い地域社会の形成を目指した防災まちづくりの推進が求められています。

まちづくりの原則は、補完性の原理とも言えます。

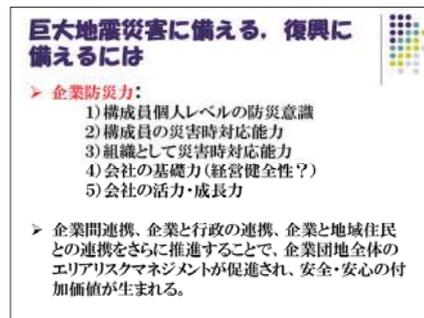
これは、まずは自分たちの地域で出来ることを整理し主体的に取組み、地域のみで出来ないことは規模の大きな主体(校区、自治体、県、国)と連携協力した取組みを進めていくことです。

自治会等のコミュニティの主体性が基本となります。

地域を企業に置き換えて考えると、基本は同じであると考えられます。まずは各企業の個人が防災について考え、職場のチーム、部署、各企業、周辺の企業と規模の大きな主体間で連携協力した取組みを進めていくことが重要です。

この場合、地域防災力ではなく、企業防災力という言葉になります。

54

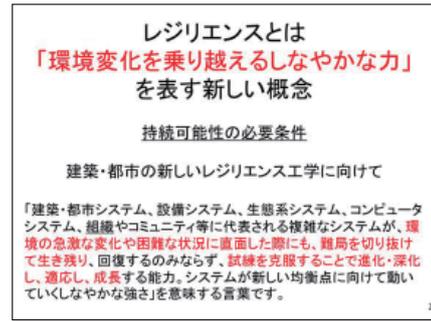
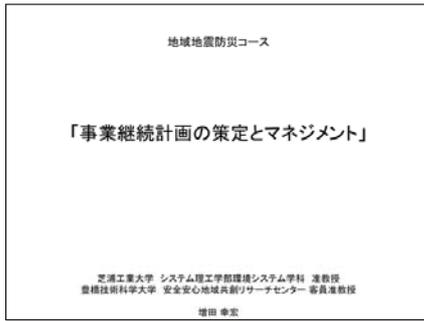


この「企業防災力」を構成する要素としては、以下のようなものになります。

- 1) 構成員個人レベルの防災意識
- 2) 構成員の災害時対応能力
- 3) 組織として災害時対応能力
- 4) 会社の基礎力(経営健全性?)
- 5) 会社の活力・成長力

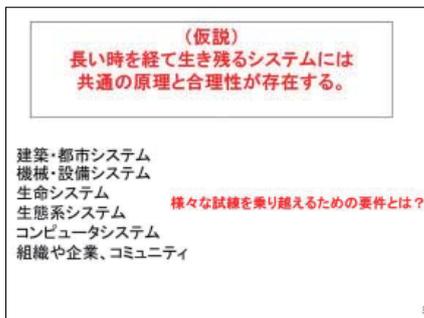
企業間連携、企業と行政の連携、企業と地域住民との連携をさらに推進することで、企業団地全体のエリアリスクマネジメントが促進され、安全・安心の付加価値が生まれます。

55



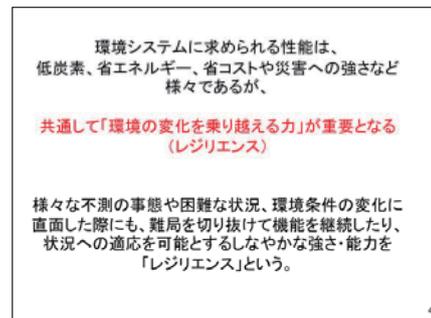
レジリエンスとは「環境変化を乗り越えるしなやかな力」を意味する言葉です。
持続可能性の必要条件となる重要な概念です。

2



様々な試練を乗り越えるための共通の要件とは何でしょうか？
長い時を経て生き残るシステムには共通の原理と合理性が存在するのではないのでしょうか。

3



環境システムに求められる性能は、低炭素、省エネルギー、省コストや災害への強さなど様々ですが、共通して「環境の変化を乗り越える力」が重要となります。

4

様々なレジリエンスのタイプ・かたち - 建築・都市のレジリエンス工学として体系化

図1 災害に対するレジリエンスの考え方
: 予防力、抵抗力、助復力の向上に加えて、被災後の継続力と、被災からの回復力を高めることが重要となる

図2 外乱の影響を緩和する機構
: 外乱(自然の震動)の影響を緩和し、系の状態を一定範囲内に維持する能力がレジリエンスの視点では重要となる

5

レジリエンスには、様々なタイプ・かたちがあります。

様々なレジリエンスのタイプ・かたち - 建築・都市のレジリエンス工学として体系化

図3 船の復原力
: 船が傾いても転覆せずに直立状態に戻ろうとする「復原力」が設計上の重要なポイントとなる

元の状態からはずれたときに、
如何に体制を立て直すことができるか？

6

レジリエンスには、様々なタイプ・かたちがあります。(2)
元の状態からはずれたときに、如何に体制を立て直すかという視点が重要です。

様々なレジリエンスのタイプ・かたち - 建築・都市のレジリエンス工学として体系化

図4 レジームシフト
: 許容量以上の影響を受けた場合に安定点が変化する

図5 多様な要素間の関係性やバランスを丁寧に読み解く姿勢、センスも重要になってくる

7

レジリエンスには、様々なタイプ・かたちがあります。(3)
要素間のバランスを丁寧に読み解く姿勢、センスも重要になってきます。

日本経済新聞から

環境変化に強いしなやかな産業に(社説 日経新聞)

多様性を認める組織は強い(平野明 内閣府副大臣)

変化を糧に成長できる企業が生き残る
(ロンドンビジネススクール教授リンダ・グラットン)

「買収した100年企業から学んだのは、環境変化に対応できる研究開発力の重要さだ」。永守氏は米エマソン・エレクトリックのモーター部門買収などの経験を通じ、こう確信したという。(日本電産 永守重信氏)

ドイツが買い取り価格を大幅に引き下げた際に明らかになったのは、需要の急減に太陽電池メーカーが対応できなかったということだ。日本で同じことになれば莫大な需要を皆で食い合うことになる。国内にしがみつくのは醜い。海外市場を取り込むしかない(ソーラーフロンティア会長 玉井裕人氏)

日航「アムール」経営」拡大 稲盛和夫氏(京セラ創業者)

8

組織のレジリエンスについて、レジリエンスの視点で考察すると理解が深まる事例です。日本経済新聞からの抜粋です。

- 産業競争力懇談会(COCON)は2013年3月にレジリエントエコミーの提言を行い、社会インフラ、産業・エネルギー、情報通信等に関わる官民の役割分担を意図した報告書をまとめている。
- 日本建築学会の「巨大災害の軽減と回復力の強いまちづくり特別調査委員会」からは「レジリエントな日本を目指して-建築学会の挑戦-」と題する報告書が2013年度末にまとめられた。
- 阪神淡路大震災から10年目の年にあたる2005年に神戸で開催されたWorld Conference on Disaster Reduction(国連防災世界会議)にて採択された「Hyogo Framework for Action 2005-2015」において、Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters(災害に強い国・コミュニティの構築)が謳われた。
- 世界経済フォーラムが主催するダボス会議の2013年のテーマが「Resilient Dynamism」であった。
- 国土強靱化(ナショナル・レジリエンス)

レジリエンスに関する国内外の主要な動向です。

災害に対する「レジリエンス」

災害に対する「レジリエンス」についてご説明を致します。

東日本大震災から学んだこと

(防災)
命を守る

(事業継続マネジメント)
組織を守る
地域社会を守る

組織や地域の社会的・経済的機能を守る

東日本大震災から学んだ教訓の一つは、組織や地域社会を守ることの重要性です。

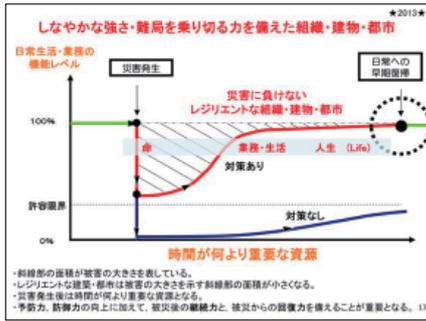
災害や停電など、様々な危機に対して
組織を強くする

そのための方策がBCP・BCM

災害や停電など、様々な危機に対して組織を強くする、そのための方策がBCP・BCMです。

<div data-bbox="258 280 683 598" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>組織が何に依存しているのか 組織を構成する骨格はどのようになっているのか 何を代替可能で、何は代替不可能なのか</p> <p><u>こうした事項を見直し明らかにするプロセス</u></p> <p>今日のセミナーを考えるきっかけのひとつとして 頂けましたら幸いです。</p> </div> <div data-bbox="239 618 700 669" style="font-size: small;"> <p>組織が何に依存しているのか、組織を構成する骨格はどのようになっているのか、何を代替可能で、何は代替不可能なのか、こうした事項を見直し明らかにするプロセスが重要です。</p> </div>	<div data-bbox="900 280 1324 598" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>はじめに</p> <p>「災害に強い」 英語にすると？</p> </div> <div data-bbox="877 618 1208 640" style="font-size: small;"> <p>「災害に強い」英語にするとどのような言葉になるでしょうか？</p> </div>
---	---

<div data-bbox="258 1254 683 1572" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>新幹線の座席には、何故シートベルトが付いていないのか？</p> <p>「はやぶさ」は何故もどってくる事ができたのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「安全」の意味 誰のための安全か、誰が判断・評価するのか ・リスクマネジメント + クライシスマネジメント、エマージェンシーマネジメント ・リスクの種類に着目するか、リソースに着目するか ・問題が起きないようにすること、問題が起きたらどうするか (想定外、想定外、想定内) <p>目的: 災害に強い組織、建物や都市をつくること</p> <p>「災害に強い」：共通の認識とモノサシを持つ</p> </div> <div data-bbox="258 1592 671 1626" style="font-size: small;"> <p>「災害に強い」ということについて、共通の認識とモノサシを持つ事が重要です。</p> </div>	<div data-bbox="900 1254 1324 1572" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>「災害に強い」 英訳すると(レジリエント)</p> <p>災害に負けない強さ</p> <p>災害に強く、安全・安心な社会とは、どのようなことを意味するのか。</p> <p>本当の強さとは、「困難な状況に負けないこと」</p> <p>困難な時期を乗り越え、乗り越える力、 難局を乗り越える力 を建築・都市が備えること</p> <p style="font-size: x-small;">大きな災害や事故に見舞われた時に、私たちの組織や地域社会は、いくら入念に防災対策を講じていたとしても、程度の差こそあれ影響や被害を受けることは避けられない</p> <p style="font-size: x-small;">しかしながら、痛を負いながらも堪え忍び、厳しく困難な時期を何とか乗り越え、乗り越える力こそが、重要になる</p> </div> <div data-bbox="877 1592 1337 1626" style="font-size: small;"> <p>本当の強さとは、「困難な状況に負けないこと」であり、困難な時期を乗り越え、乗り越える力、難局を乗り越える力 を建築・都市が備えることが重要です。</p> </div>
--	--



- ・斜線部の面積が被害の大きさを表しています。レジリエントな建築・都市は被害の大きさを示す斜線部の面積が小さくなります。
- ・災害発生後は時間が何より重要な資源となります。
- ・予防力、防御力、抵抗力の向上に加えて、被災後の継続力と、被災からの回復力を備えることが重要となります。

★2013★

組織のレジリエンスとBCM, BCP

事業継続マネジメント(Business Continuity Management)

組織への潜在的な脅威、及びそれが顕在化した場合に引き起こされる可能性がある事業活動への影響を特定し、主要な利害関係者の利益、組織の評判、ブランド、及び価値創造の活動を保護する効果的な対応のための能力を備え、**組織のレジリエンスを構築するための枠組みを提供する包括的なマネジメントプロセス。**

(JIS 22301:2013)

このような考え方に基いて「組織のレジリエンス」を高めるためのマネジメントプロセスが事業継続マネジメント(BCM)であり、各組織が作成する一連の計画が「事業継続計画」(BCP)です。

防災や危機管理に携わる人間が、それぞれの立場でレジリエンスやBCPへの理解を深めることが重要であると考えています。

地域社会が切実に求める「災害に強い組織」とは、被害の最小化に加えて、被災から立ち直る回復力を備えた組織である。

日常生活への早期復帰こそが住民や企業の求める切実なニーズであり、そのようなしなやかな強さを備えた組織が「レジリエンスの高い」組織である。

地域社会が切実に求める「災害に強い組織」とは、被害の最小化に加えて、被災から立ち直る回復力を備えた組織です。日常生活への早期復帰こそが住民や企業の求める切実なニーズであり、そのようなしなやかな強さを備えた組織を「レジリエンスの高い」組織とすることができます。

「事業継続マネジメント」(BCM: Business Continuity Management)

「事業継続計画」(BCP: Business Continuity Plan)

重要業務の維持・継続方策や
事業中断時に於ける事業再開、早期復旧のための方策・手順を定めておくこと

- ・災害発生時に係る損害や損傷を最小限にとどめる
- ・最重要業務の機能を最低限維持・継続する
- ・復旧までなんとかこぎ着ける

十分な事前の準備と発災後の適切な危機管理によって、組織にとっての被害を最終的に最小限にとどめる

十分な事前の準備と発災後の適切な危機管理によって、組織にとっての被害を最終的に最小限にとどめる事が重要です。

2011/8/11

ポイント①

発災後の対応力を高めることが重要

21

レジリエンスを高めるための、ポイントを3項目、追ってご説明を致します。

21

ポイント① 「リスク」と「危機」 ★2013★

レジリエンス向上には
Risk managementとCrisis & Emergency Managementの両方の視点が不可欠

•Risk Management: **非常事態発生前の準備・対応** (確率的評価)
 →リスクの種類を特定し差別化に対応する
 個々の危険源(ハザード)に対する概念(〇〇に対するリスク)
 原因を特定できないもの(想定外)には対応できない
 リスクと特定し、問題が起きないようにすること、問題が起きたらどうするか
 回避、低減、保存、転嫁
 確率と被害額の掛け合わせ
 費用対効果
 不確実性は常に付いてまわる

•Crisis Management, Emergency Management: **非常事態発生時・発生後の危機対応**
 →想定内外を問わず、発生した重大な危機に対応する
 想定を超える重大な事態に対応する
 不測の事態への対応
 結果への対応・対応

22

レジリエンス向上には、事前の準備に基づく対策としてのリスクマネジメントと、発生した危機への対応を考えるクライシスマネジメントの両面が不可欠です。

22

★2013★

1. できる限り問題・被害が発生しないように事前に対策を立てる。
(起こらないようにする)
2. 問題・被害が発生したらどうするかを、事前に考える。
(起きたらどうするかを事前に考える)

実際に、災害や問題が発生した際に、進行している事態を正確に把握、迅速に対処し、事態の適切な収拾をはかる。

**発災後の行動に備えて
環境を事前に整えておく**

23

「できる限り問題・被害が発生しないように事前に対策を立てること」に加えて、「問題・被害が発生したらどうするかを事前に考える」ことが併せて重要であり、発災後の行動に備えて環境を整えておくが重要です。

23

指揮を執る側の行動(人間の要素を加味)

平常時の30%くらいの頭の働き

24

対応にあたる人間側の要素を加味して実効性を確認する必要があります。

24

長期戦になる

25

短期戦ではなく、長期戦に対応できる仕組みづくりが重要です。

25

ポイント②

頼りにしているものに
頼れなくなったらどうするか？

26

ポイントの2番目は、平常時に組織を支えているもの、頼りにしているものに頼れなくなったらどうするか？を考えることです。

26

ポイント②

「事業継続マネジメント」(BCM: Business Continuity Management)
「事業継続計画」(BCP: Business Continuity Plan)

その本質は、

「人」「もの」「情報」「資金」「企業の信頼・ブランド」

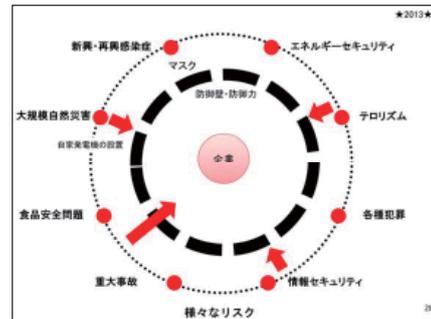
こうした重要なリソースを非常事態においても
如何にマネジメントするか

リソースの管理能力が鍵

そして被災後に一番大事なリソースは時間

27

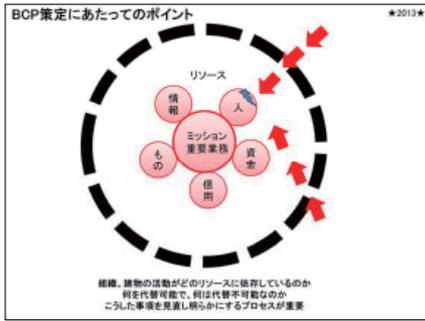
本質は、「人」「もの」「情報」「資金」「企業の信頼・ブランド」こうした重要なリソースを非常事態においても如何にマネジメントするかということです。



28

まずは、様々な個々のリスクに対して防御力を高めるための取り組みが基本になります。

28



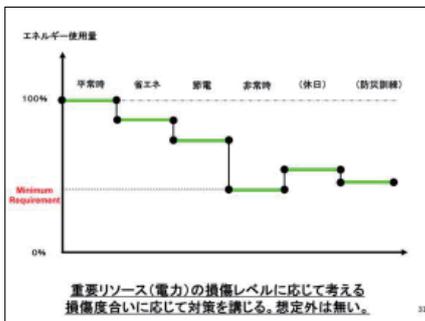
災害の種類に関わらず、例えば工場の従業員の出勤率が50%となる状況、電力供給が一定期間停止する状況というような事象に着目して対応するならば、その原因が何かは問われません。個々の様々な事象への対策を強化する過程において、組織の依存するリソースの管理能力を高めていくことで、最終的には災害の種類に関わらず重要業務を維持するための冷静な対応が可能となります。

また、重要リソースの損傷レベルに応じて対策を講じることで、例えば電力供給に制限がかかる状況について、電力供給量を平常時の100%から0%まで段階的に区分し、制約を受ける程度に応じて対策を立てておくことで、原則想定外の事態を無くすることができることも重要なポイントです。このようにリソース管理に着目することが重要なポイントです。

インフルエンザであろうと、地震であろうと、津波であろうと、
例えば「人」というリソースが制約される状況をマネジメントすることに変わりはない。

エネルギーについても、震災であろうと、計画停電であろうと、
「電力」というリソースが制約される状況をマネジメントすることに変わりはない。

地震、テロ、SARS、ハリケーン、インフルエンザ、津波、洪水など災害の種類に過度に
右往左往するのではなく、人、物、情報、資金、ブランドなど重要リソースを守るために
どうしたらよいかということから発想することが重要です。



重要リソース(電力)の損傷レベルに応じて考えることが重要です。
損傷度合いに応じて対策を講じることで、想定外は無くなります。

「エネルギー・水の消費の構造・実態を把握する」

→無駄を省く(省エネ:平常時)

→最重要の部分は死守する(BCP:非常時)

非常時・災害時と平常時は表裏一体

非常時・災害時と平常時は表裏一体の関係にあります。



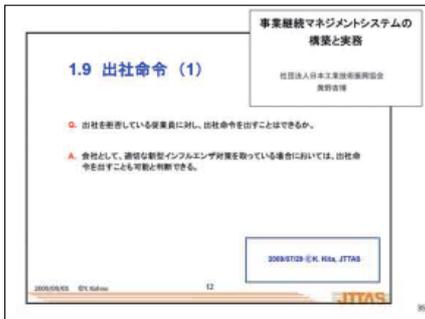
原因ではなく結果事象で考えることが重要です。

33



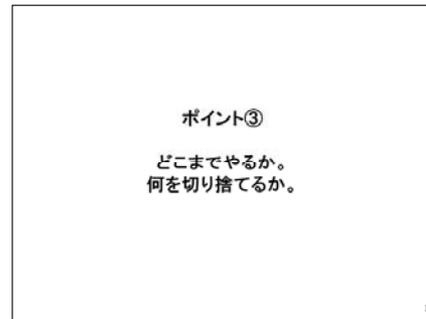
対応にあたる人間・組織の間で基礎となる統一的な状況認識を持つことが重要です。

34



本事例のように、法務上の観点も重要となります。

35



36

ポイント③

目標と要求を明確にする。決定する。

- ・最低限、何を守らなくてはならないのか。(重要業務)
- ・組織な何に依存しているのか。(重要リソース)
- ・どこまで許容できるのか。(許容限界)
- ・いつ、どの時点までに、どの程度回復させなくてはならないのか。(目標復旧時間・レベル)
- ・何を切り捨ててよいのか。

ビジネス影響度分析
(BIA: Business Impact Analysis) 説明責任

RTO(目標復旧時間 Recovery Time Objective)

RLO(目標復旧レベル Recovery Level Objective)

37

BCM, BCPの議論に置いては、目標と要求を明確にすることが不可欠です。

★2013★

「事業継続計画」(BCP)の策定において重要となる項目

- 事業影響度分析、BIA (Business Impact Analysis) 活動、及びその活動に対して事業の中断・損害が及ぼし得る影響を分析するプロセス。
- 目標復旧時間、RTO (Recovery Time Objective) インシデントの発生後、次のいずれかの事項までに要する時間。
 - ・製品又はサービスが再開される
 - ・事業活動が再開される
 - ・資源が復旧される
- 目標復旧時点、RPO (Recovery Point Objective) 再開時に事業活動が実施できるようにするために、事業活動で使用される情報がどの状態まで復旧されなければならないかを示す時点。

(参考)インシデント(Incident)
中断・損害、損失、緊急事態又は危機になり得る又はそれらを引き起こし得る状況

(出典: JIS 22301:2013, JIS 22300:2013)

「事業継続計画」(BCP)の策定において重要となる項目は、事業影響度分析(Business Impact Analysis)、目標復旧時間、RTO(Recovery Time Objective)、目標復旧時点、RPO(Recovery Point Objective)です。

事業影響度分析(BIA: Business Impact Analysis)によって、組織にとつての重要業務は何か、その業務を遂行するための重要リソースは何か、業務は何に依存して成立しているのか、そしてその重要リソースが制約・制限されたらどのような影響が生じるかを検討します。BIAが対策予算・投資の合理的な枠組みを与えることとなります。

顧客、株主、地域社会等のステークホルダーとの関係の中で、どこまでの被害は許容できるのか(許容限界)、いつ、どの時点までに、どの程度回復させなくてはならないのか(目標復旧時間・目標復旧レベル)、最低限何を死守してはいけないのか、逆にやむを得ない場合には何を切り捨ててよいのかを定めることとなります。このように目標と要求性能を明確に示すことが重要となります。

38

従来の防災や感染症対策
リスクマネジメント

危険源 リスクの種類	〇〇に被害	(地震防災)	耐震補強
地震	〇〇の被害	(感染症対策)	マスクの配付
インフルエンザ	〇〇に被害	(停電対策)	非常用発電設置
停電	〇〇に被害	(台風対策)	風雨対策
台風	〇〇に被害	想定外!	
????			

39

従来の防災や感染症対策、リスクマネジメントの考え方を図示したものです。

BCPやBCM

その重要リソースが もし制約・制限されたら?	重要リソースは? 列に依存しているのか?	重要業務は? ?
人(経営陣、技術者、...)	もの(機材、工場、材料、部品、...)	〇〇〇の製造
資金	〇〇〇の供給	
情報(顧客情報、図面情報、技術情報、...)		
社会的信用・ブランド		

40

重要業務は何か、重要業務を支えるリソースは何か、その重要リソースがもし制約・制限されたらどうするのか? と逆から考えていきます。

LCP(Life Continuity)への展開

超高層住宅の災害時の居住継続性の確保と日常生活への早期復旧は日本の大都市におけるこれからの安全・安心の社会構築に不可欠な要素です。東日本大震災は「超高層住宅難民」という問題を提起しました。災害時における生活継続と日常生活への早期復旧のためのプログラムをLCP (Life Continuity Plan) と定義し研究開発に着手しました。

超高層住宅の災害時の居住継続性の確保と日常生活への早期復旧は日本の大都市におけるこれからの安全・安心の社会構築に不可欠な要素です。東日本大震災は「超高層住宅難民」という問題を提起しました。災害時における生活継続と日常生活への早期復旧のためのプログラムをLCP (Life Continuity Plan) と定義し研究開発に着手しました。

平常時、非常時を通じて重要な情報を住民と共有するシステム

災害に負けないまちづくりの事例です。災害時の生活継続を目指したまちづくりを進めています。平常時、非常時を通じて重要な情報を住民と共有するシステムを開発・導入しました。

建物の機能が維持されることで、業務や生活の継続が可能となる。

重要業務拠点・重要生産拠点、生活の拠点となる建物の機能維持を支援する (Building Function Continuity)

病院は病院として機能する
大学は大学として教育・研究機関としての社会的役割を果たす
住宅は暮らしの場として機能する

災害時においても建物の機能が維持され、重要な業務や住民の生活が継続できるといことは、被災地域や被災者の生活を守り、迅速な復旧を確実に推進していくために欠かせないものとなる。それが被災後にどれくらい大きな力を発揮しているかを確認してはならない。

社会的・経済的役割を担う業務拠点や生産拠点となる建物の機能維持が重要な課題です。業務や生活の拠点となる建築物の対応が、その重要性に比して見落とされ、避難訓練、耐震補強や非常用発電機の設置のみが断片的に検討されがらです。建物の機能が維持されることで、はじめて事業や生活の継続が可能となります。非常時において人命や建物への直接的な被害を軽減することは当然最優先されるべき事ですが、建物が機能停止することによる被害を回避することの重要性も忘れてはいけません。

災害時においても様々な組織や建物の機能が維持され、業務が継続されるということは、被災地域や被災者の生活を守り、迅速な復旧を確実に推進していくために欠かせないものとなるからです。今後は建物機能を適切に維持する (Building Function Continuity) という評価の視点を広く共有することが必要です。

災害に強い建物を実現するために

- ・構造体として健全である
- ・適切・正常に機能する **「火災や倒壊等の恐れが無い状況で」**
使用者が使い続けられる
必要な機能・サービスを提供し続ける
社会的な役割を果たす
(官公庁、防災拠点、データセンター、病院、公共施設、工場、生産拠点)

特に建物での火災や構造躯体への大きな損傷が無い状況において、建物が適切・正常に機能する方向に舵取りを行うことが重要です。このことが建物を使用者が使い続けられるかどうか、建物が必要な機能・サービスを提供し社会的な役割を果たせるかどうかの分岐点となります。

■建物管理の重要性

被災後にはライフラインの供給停止や設備系統の被害等、重要リソースの制約を受ける中でも、被害状況と建物使用者のニーズを正確に把握しながら適切な対応を取る危機管理のプロセスが重要となる

建物の管理の方法を見直さなくてはならない

非常時においては様々な情報が錯綜する中で本当に必要な情報が不足し、対応にあたる人間も含め大変混乱した状況に陥る

問題が発生してから対応を考えるということでは説明責任を果たせない

そのために、建物管理のあり方を改善することが鍵であり、重要な役割を果たすと考えています。建物の防災センターや、組織の危機管理センター、災害対策本部の役割は大変重要になります。

図は建物管理者による災害対応現場のイメージです。非常事態が発生してから場当たり的に対応方法を検討するというだけでは、重要な責務を担う建物においてその説明責任を果たすことはできません。過去の都市型震災の事例として阪神・淡路大震災時における中央監視システムの警報情報に関する調査を行った結果でも、発生時刻において建物内で各種の異常状態が発生し多量の警報が発生している状況が確認されました。非常時においては様々な情報が錯綜する中で本当に必要な情報が不足し、対応にあたる人間も含め大変混乱した状況に陥ることが想定されます。このような状況下で適切な判断と行動を行うことは困難です。

建物機能継続計画の策定項目と手順 (例) ★2013★

～災害時における建物の機能を維持するための総合的な災害対策の推進

【1】被害を予測・低減し、最小限に抑えるための対策

- ・平常時における建物の利用状況や設備情報とあわせて把握する
- ・建物及び各設備系統の脆弱性とリスクを分析・評価し対策を講じる
- ・「防災マニュアル」を策定し、平常時における適切な行動と緊急・応急対応の方策を定める
- ・訓練と教育を重ねることによって計画実施の精度を向上させる

【2】重要機能を継続するための対策

- ・組織の事業継続計画を確立する(経営層、重要業務部門、総務部門、施設管理部門の意思疎通)
- ・災害時における建物の利用のめいれした主要な用途を付けて把握する(重要業務と重要施設用途を特定)
- ・最低限の生存機能レベルと継続時間(災害復旧)を確認する
- ・重要な執務空間におけるエネルギー・水の需要量を把握する(発災後の必要リソースの把握と管理)
- ・エネルギーと水の供給経路や供給方法を検討する(限られたリソースを適切に配分する)
- ・備蓄(燃料、水)、代替・代替手段(発電機、燃料、設備、システム)を確保する
- ・対応人員、連絡手段を確保する
- ・発災時に被害状況を把握するための確認項目、確認手順と確認手段を定めておく
- ・適切な情報収集、状況把握と情報共有を行うための方策を定めておく
- ・適切な指示、命令、協議を行うための方策を定めておく
- ・発災後の経営陣、重要業務部門、総務部門、施設管理部門の連携の方策を定めておく

【3】迅速に回復・復旧するための対策

- ・回復復旧時間と目標復旧レベルを定める(目標を関係者間で共有する)
- ・リソースの調度度合いに応じて復旧の手順を定める
- ・燃料、水、資機材、部材、設備、システム、エンジニアの調達・手配の段階を定める
- ・地域連携・協力的対応の可能性を検討する

災害に強い建物の計画・設計から運用に至る一連の検討項目と手順を「建物機能継続計画」としてまとめたものです。建物機能継続計画の策定項目と手順例を示しています。この中で、青字の部分は大変難しい課題です。発災後に、的確に災害情報を扱うことが重要です。

建物管理の重要性 ★2013★

災害発生時に、早い段階で、何が起きたのか、現状はどうなっているのか、状況を正確に把握することが鍵となる。

- ・重要業務空間が使えないのか、建物を使ってよいのか、いけないのか
- ・揺れによる被災の程度はどの程度なのか
- ・機能不全の原因はどこにあるのか、影響範囲はどこまで及ぶ恐れがあるのか
- ・異常警報の意味するところは何か
- ・あとどの程度の時間、どのレベルで機能が維持できるのか
- ・事業継続、生活継続と早期復旧のために、今何をすべきなのか、何をしないではいけないのか

**迅速かつ的確に
建物の利用可能性を見極めるための方策や支援システムが必要**

今後は建物管理の方法を見直すことが重要です。災害への対応は常に時間経過のなかで考えることが重要であり、災害発生後は時間が何より重要な資源となります。発災後の早い段階で、何が起きたのか、現状はどうなっているのか、状況を正確に把握することが重要となります。例えば、オフィスビルや病院であれば、重要業務空間が使えないのか、機能不全の原因はどこにあるのか、異常警報の意味するところは何か、今何をすべきなのか、的確に判断し、建物利用可能性を見極めることが重要になります。



BC(Building Continuity)支援システムの機能概要です。



超高層マンションへのシステムの設置イメージです。

大規模災害時にどのような状況が想定され、
自分はどうな行動を起こすべきかを具体的に
把握している住民は少ない

耐震性の強化に加え、
情報提供の機能を充実させるシステム

逃げないですむまちづくり

大規模災害時にどのような状況が想定され、自分はどうな行動を起こすべきかを具体的に把握している住民は少ないが現状です。

地域連携・面的対策の可能性を検討する

都心部の業務集積地域等に立地する建物においては、個々の建物における建物機能継続計画を策定し、その課題を踏まえた上で、地域における連携の可能性を検討する。地域連携により、平常時から各種職種の担当者間の人的ネットワークが形成されたとともに、以下の点で効果的な取り組みを行うことが期待される。

- ・ライフライン強化がしやすい（面的対策の重要性）
- ・広域災害時に希少となる人的・物的資源の確保について調整・協力が可能
- ・地域連携により各建物の防災能力の補完・向上が可能となる
- ・災害時に重要情報の収集や、地域としての情報発信に共同で取り組むことができる。
- ・周辺からの避難者、帰宅困難者への対策がより計画的・効果的に行える
- ・災害時の支援物資のボランティアの受け入れなどについて地域での十分な調整が可能となる
- ・企業の社会的責任、地域貢献と有効に連携させることができる
- ・地域価値を向上させる

(参考・出典) 地域安全学会、事業継続推進機構、
経済産業省中部経済産業局

地域連携・面的対策の可能性についても検討することが重要です。

■経済産業省 中部経済産業局
新たな産業防災・減災のあり方検討会(平成23年度)

地域連携BCP策定ポイント集の作成
「地域一帯となった企業の防災力・減災力の向上による”災害に強いものづくり中部”の構築のために」

「地域内連携」
「地域間連携」

地域連携BCP策定ポイント集

「地域内連携」
「地域間連携」

51

経済産業省 中部経済産業局の「地域連携BCP策定ポイント集」にポイントがまとめられています。事例集としても活用できます。

公益社団法人 ロングライフビル推進協会 (略称:BELCA)

BCP対応ビル指針

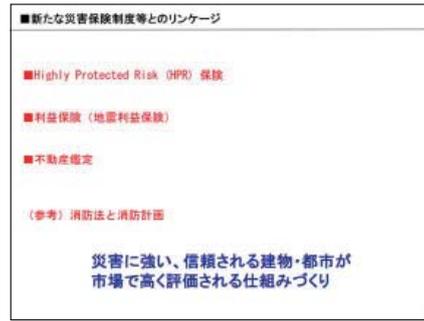
対象ビルの構造体、非構造部材及び建築設備の
BCP対応グレードの評価

52

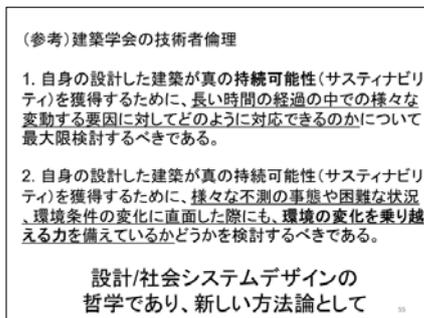
ロングライフビル推進協会(略称:BELCA)では、BCP対応ビル指針をまとめています。今年度中に発表予定です。



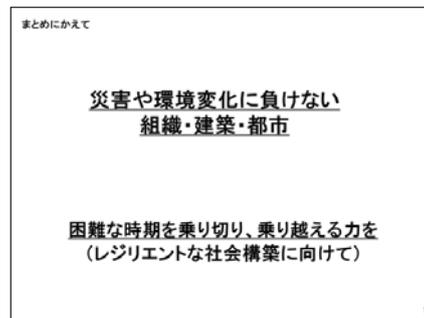
レジリエンスを評価する指標づくりが工学的には重要なテーマとなります。図はその考え方の枠組みを示しています。予防力、抵抗力、防衛力の評価指標としては、頑強にねばり強く(Robust)、予備・余裕を持たせる(Redundant)といった性能が、継続力の評価指標としては問題解決に必要な人材・資源・システム・代替手段の豊富性・多様性(Resourceful)と柔軟性(Flexible)、自立性(Independent)という性能が重要となります。緊急事態対応力の評価指標としては、正確さ(Accurate)と迅速さ(Rapid)が鍵となります。



災害に強い、信頼される建物・都市が市場で高く評価される仕組みづくりが重要です。



真の持続可能性(サステナビリティ)を獲得するためには、長い時間の経過の中で様々な変動する要因に対する対応力が重要となります。



本講義では、災害や環境変化に負けない組織・建築・都市を構築するために、困難な時期を乗り越り、乗り越える力が重要であるということ、レジリエンスというキーワードをお話をさせていただきました。

申込番号() 氏名()

授 業 カ ル テ

ベーシックコース(講義1) 基礎から学ぶ地震と防災 講師:齊藤大樹

日時: 2014年10月14日

1. 地震はなぜ起きるのか?

- 大陸を動かしている原動力は、地球内部の(①)である。
- 地球の表面には地殻を載せた(②)が何枚もあり、それがぶつかり合うことで地震が発生する。
- 南海トラフでは、おおよそ(③)年間隔で地震が起きている。

- ① マントル
- ② プレート
- ③ 80~150

2. なぜ建物は地震で崩壊するのか?

- 地震によって地面が揺れた時に建物に働く力を(④)といい、建物の質量と(⑤)の掛け算となる。
- 超高層建物は(⑥)が長いので、地震動の揺れと(⑦)しない利点がある。

- ④ 慣性力
- ⑤ 加速度
- ⑥ 固有周期
- ⑦ 共振

3. 強度型か靱性型か?

- 建築基準法では、中小地震では建物を損傷させず、大地震では損傷を許すものの(⑧)しないように設計する。
- 力と変形の関係が描く面積を(⑨)といい、この量によって耐震性の程度を測ることができる。

- ⑧ 倒壊・崩壊
- ⑨ 歪エネルギー

4. 免震構造って何?

- 免震構造には、建物の重さを支える(⑩)と揺れを減衰させる(⑪)の2つの装置を使う。

- ⑩ アイソレータ
- ⑪ ダンパー

5. 津波にどう備えるか?

- 津波被害をなくすには、住居を(⑫)に移転することが効果的である。
- 平らな土地を津波で守るには、津波の勢いを減衰させる(⑬)が効果的である。

- ⑫ 高台
- ⑬ 多重防壁

6. 地域防災力をいかに高めるか?

- 街中に置かれた被害看板を見て臨機応変に対応する防災訓練を(⑭)訓練という。

- ⑭ 発災対応

番号() 氏名()

授 業 カ ル テ

講義2 基礎から学ぶ建物・地盤の地震対策 講師:中澤祥二

日時: 2014年10月14日

1. 耐震設計法の考え方、新耐震設計法の歴史

- 耐震設計法の分類としては、動的設計法と(①)がある。
- (①)では、建物の重量Wに(②)をかけて水平地震力としている。(②)の値は0.2程度である。
- 1981年に建築基準法の改正がなされ(③)設計法が採用された。この設計法は2段階設計法が採用されている。

- ① 静的震度法
- ② 水平震度
- ③ 新耐震

2. 新耐震設計法

- 新耐震設計法の(④)は中小地震動に対してほとんど被害が無いことを目標とし、許容応力度設計(弾性設計)を行う。
- (⑤)は建物の固有周期による地震力の違いと、建物の建つ地盤の性質による地震力の違いとを組み合わせで表した係数
- 剛性率は耐震要素の高さの方向のバランスを表す係数であり、(⑥)は平面的なバランス(ねじれ振動)を表す係数
- (⑦)は建物が実際に保有している水平耐力(どれぐらいの地震力に耐えられるか?)を表している。

- ④ 1次設計
- ⑤ 振動特性係数
- ⑥ 偏心率
- ⑦ 保有水平耐力

3. 耐震診断および耐震補強

- すでに建っている建物について、その耐震性能を評価し、耐震改修が必要かどうかを判断することを(⑧)という。
- 耐震診断では、耐震性能を決める要因として「強さ」、「ねばり」、「形のよさ」、「(⑨)」がある。
- 耐震診断では耐震性能を表す指標として「(⑩)」が採用されている。

- ⑧ 耐震診断
- ⑨ 劣化の度合い
- ⑩ Is値 構造耐震指標

授業に対する意見・感想など

番号 () 氏名 ()

授 業 カ ル テ

講義3 基礎から学ぶ津波・高潮 講師・加藤 茂

日時：2014年11月04日

1. 津波と高潮の違い

- 津波は主に地震によって発生するため、その発生予測は (①可能, 不可能) であるが、高潮は台風などの気象擾乱によって発生するため、その発生予測は (②可能, 不可能) である。
- その周期を比較すると、一般的に津波の周期の方が高潮の周期よりも (③短い, 長い)。
- 高潮はその挙動から (④) 津波とも呼ばれている。

- | |
|------------|
| ① 不可能 |
| ② 可能 |
| ③ 短い |
| ④ 風(または気象) |

2. 津波の基礎知識

- 津波は (⑤) 地震が引き金となって発生する。
- 津波は沿岸部に近づくにつれて波高が高くなり、波速は (⑥) くなる。
- マグニチュードが 0.3 増加すると、津波波高は約 (⑦) 倍になる可能性がある。
- 津波は浅瀬の張り出した地形や (⑧) の先端などに集中しやすい。

- | |
|----------------|
| ⑤ プレート境界型(海溝型) |
| ⑥ 遅 |
| ⑦ 2 |
| ⑧ 岬 |

3. 高潮の基礎知識

- 高潮とは、水位が (⑨) 潮位よりも異常に高くなる現象である。
- 高潮の主な発生要因は、気圧低下による海面の吸い上げと強風による海水の (⑩) である。
- 湾が台風経路の東側の (⑪) 域に入ると、高潮が発生しやすくなり危険度が増す。
- 高潮は、水深が (⑫)浅い, 深い) 湾ほど大きくなる。

- | |
|--------|
| ⑨ 天文 |
| ⑩ 吹き寄せ |
| ⑪ 危険半円 |
| ⑫ 浅い |

避難所運営チェックシート（2014年版） 記入日： 年 月 日

学校名： 記入者：

No.	チェック欄	キーワード	項目	項目の説明、チェックする理由、理想の設定
0 事前準備でチェックすること				
1	<input type="checkbox"/>	開設準備	避難所を開設する時、陣頭指揮をとる人（リーダー）は決まっていますか？	自治会、教師、市町村職員の役割をはっきりさせておく と、混乱が少なくなります。過去の避難所では、学校内部 の勝手を知っている教師が陣頭指揮にありました。
2	<input type="checkbox"/>		避難所を開設する時、誰が解錠するか決まっていますか？	解錠できる人がはっきりわかっていると、緊急時の連絡が スムーズです。カギは複数の人が持っているとう安心です。
3	<input type="checkbox"/>		避難所を解錠できる人を、町内の人々は知っていますか？	解錠できる人が不明もしくは到着が遅れると、解錠前にガ ラスや扉を壊して校舎内に避難者が入ってしまう場合があ ります。
4	<input type="checkbox"/>		体育館の面積 ÷ 2.0㎡/人 = 体育館では最大で（ ）までの収容が理想です。	
5	<input type="checkbox"/>		校舎の面積 ÷ 2.0㎡/人 = 校舎内では最大で（ ）までの収容が理想です。	
			※ 校舎の面積には、体育館を含めません。	※ 2.0㎡は、一人一人が寝そべることができ、私物がおける 面積として採用しました。
① 震災直後～3日（自助、共助による生命確保）に大切なこと				
6	<input type="checkbox"/>	連絡	派遣職員への連絡は完了しましたか？	通信機器の場所を確認
7	<input type="checkbox"/>		教職員、児童、生徒の安否確認完了しましたか？	
8	<input type="checkbox"/>	安全確認	体育館の屋根の崩落、校舎の構造体の破損を目で確認しましたか？	学校施設の安全を確認し、「立ち入り禁止」の張り紙をす れば、屋根の崩落など2次災害を防止できます。
9	<input type="checkbox"/>		特別教室で、備品・薬品が錯乱していませんか？	
10	<input type="checkbox"/>	手続き	避難者登録の名簿は準備できていますか？	不特定多数の人が避難してくるので、避難者の人数確認にも 役立ちます。
11	<input type="checkbox"/>		避難者受け入れのため、校門の鍵の解錠は完了しましたか？	
12	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	避難者受け入れの受付場所は決まりましたか？	校門から見やすい場所が理想です。
13	<input type="checkbox"/>		体育館の使い方レイアウトは決まっていますか？	体育館のどの場所を、誰が、何人で使うかあらかじめ決め ておくと、混乱が少なくなります。
14	<input type="checkbox"/>		体育館において、避難者が通る通路を確保できましたか？	避難者が殺到すると、足の踏み場も無くなるることがありま す。人が通る通路は確保しておくとう良いでしょう。
15	<input type="checkbox"/>		校舎内で、避難者を受け入れる部屋は決まっていますか？	体育館が満員の場合、校舎内を開放する必要があります。
16	<input type="checkbox"/>	運営	班分け、班長は決定しましたか？	大勢の避難者が円滑に生活するためには、班分けが有効で す。一班は、最大で40人が目安です。
17	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	高齢者、身体障害者用の部屋を確保できていますか？	身体の弱い方、妊婦さんには、できるかぎり1階に部屋を 確保することが重要になります。暖房、畳をそなえ、ス ロープ、水道、トイレが近いことが理想です。
18	<input type="checkbox"/>		保健室を利用して、医務室を設置しましたか？	けが人や体調不良の人への対応場所です。
19	<input type="checkbox"/>		避難所運営の拠点は設置できましたか？	避難所全体の管理をおこなう拠点が必要になります。
20	<input type="checkbox"/>		更衣室、女性や妊婦さんが使用できる部屋を確保しましたか？	特別教室が適当です。
21	<input type="checkbox"/>	備蓄品	食料・水・毛布の数は把握していますか？	避難者数と備蓄品のバランスを把握することが大事です。
22	<input type="checkbox"/>	役割	誰が、備蓄品を配りますか？	教師は、避難者と行政から中立の立場。過去には、教師が 避難者数を把握し、備蓄品を配布する場合があります。

23	<input type="checkbox"/>	備蓄品	備蓄品を誰から配るか、順番は決まっていますか？	避難者が殺到すると、取り合いになったり、立場の弱い人に行き渡らなくなります。高齢者から優先的に配布するなど、あらかじめ順番を決めておくとトラブルが減ります。
24	<input type="checkbox"/>	設備	トイレに水を準備していますか？	断水時は、プールの水をトイレ排水に利用することが有用です。
25	<input type="checkbox"/>		グラウンドに、簡易のトイレ場を設置しましたか？	断水時、トイレが詰まる可能性があります。やむおえず、グラウンドの脇に溝をほり、トイレ代わりの場所を作ることも重要です。

② 被災して3日以降に大切なこと（自助・共助による避難生活期：体育館が重要になります）

26	<input type="checkbox"/>	情報伝達	避難所内のルールについて、決まっていますか？	喫煙場所、静かにする場所、立ち入り禁止場所など、ルールを決めることが重要です。
27	<input type="checkbox"/>		避難所内のルールを周知するため、張り紙をしましたか？	
28	<input type="checkbox"/>		掲示板を設置しましたか？	
29	<input type="checkbox"/>	運営	避難している人達の役割は決めましたか？	1総務班 2名簿班 3食料班 4物資班 5救護班 6衛生班 7連絡・広報班 8そのほか 役割分担が必要です。
30	<input type="checkbox"/>		一日のタイムテーブルは作りましたか？	物資配給の時間、就寝時間、電力利用・停止時間など、一日のタイムスケジュールがあると、生活が楽になります。
31	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	救援物資の置き場所は決まりましたか？	グラウンドに救援物資が届くので、グラウンドから近い場所に置き場所を確保するのが理想です。
32	<input type="checkbox"/>		炊き出し場所は確保できましたか？	グラウンドもしくは雨にぬれにくい場所が理想的です。
33	<input type="checkbox"/>		仮設電話の置き場所は確保できましたか？	
34	<input type="checkbox"/>		ゴミの集積所は設置できましたか？	大量のゴミがあるので、グラウンドのわきに簿実置き場を設置しましょう。
35	<input type="checkbox"/>		ベットの置き場所を確保しましたか？	ベットと一緒に避難する人もいます。
36	<input type="checkbox"/>	設備	携帯用トイレ、仮設トイレの設置場所は決まりましたか？	
37	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	ご遺体を安置する場所は必要ですか？	避難者がご家族を亡くされている場合、亡くなった方を安置できる部屋の確保が求められます。

③ 一週間後に大切なこと（公助・救援生活期：グラウンド、プール、校舎など、各空間の動線を含めた学校全体の使い方が重要）

38	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	生活場所8種類の設置はできていますか？	避難生活が長期になると、生活に必要な場所がふえてきます。1.居住場所 2.更衣場所 3.洗濯・物干し場所 4.喫煙所 5.図書、テレビコーナー 6.荷物置き場 7.駐車場 8.子どもの遊び場
39	<input type="checkbox"/>		高齢者、身体障害者用の環境を確保できていますか？	トイレや水道などに近い場所が確保できていると、負担が軽減されます。
40	<input type="checkbox"/>		仮設風呂、仮設トイレの設置場所は決まっていますか？	仮設風呂の利用時間も決めておくと、生活がスムーズです。
41	<input type="checkbox"/>		炊き出しを行う場所は決まっていますか？	炊き出しの時間も決めておくと、生活がスムーズです。
42	<input type="checkbox"/>		仮設電話、テレビ、（冬の場合は暖房）の設置場所は決まっていますか？	体育館近くにあると便利です。
43	<input type="checkbox"/>		体育館、教室などでの仕切りの設置	プライバシー確保のため、仕切りなどが設置できると生活が楽になります。
44	<input type="checkbox"/>		ボランティアの詰め所は確保できていますか？	ボランティアが多数援助におとずれる場合、ボランティアの拠点および仮眠場所の確保が必要になります。

④ 一ヶ月後に大切なこと（学校の教育機能再開期：授業空間と避難生活空間を、いかに分離するかが重要）

45	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	授業場所の確保はできていますか？	授業場所が足りない場合、5種類の授業の行い方があります。①学級編成（50人学級など）を行う ②午前・午後の2部にわける ③近くの学校、公民館などを間借りする ④屋外・グラウンドを利用する ⑤特別教室を活用する
46	<input type="checkbox"/>		避難生活場所は、一人あたり2.0～3.0㎡以上確保できていますか？	避難生活者のストレスを軽減するために、一人が占める面積を確保するとともに、プライバシーを守りやすいよう、教室を開放することも一案です。
47	<input type="checkbox"/>		高齢者、身体障害者用の部屋を確保できていますか？	できるかぎり1階に部屋を確保することが理想です。
48	<input type="checkbox"/>		避難生活場所と、授業場所の動線をわけられていますか？	避難者の動線と、学校関係者・子どもの動線をわけると、授業と避難生活が混ざらずにすみます。

⑤ 3ヶ月後に大切なこと（避難所の縮小期）

49	<input type="checkbox"/>	部屋の使い方	避難生活場所と、授業場所の動線をわけられていますか？	避難生活者が、生活部屋を移動しなくてすむことが理想です。
----	--------------------------	--------	----------------------------	------------------------------

申込番号 () 氏名 ()

授 業 カ ル テ

アドバンスコース(講義1) 地盤の液状化－メカニズム・被害・対策－ 講師:三浦均也

日時: 2014年10月9日

1. 液状化現象の背景

- ・ 日米における液状化研究の契機となったのは1964年に発生したアラスカ地震と (①) である。
- ・ 液状化現象は砂地盤における自然現象であるが、近年は (②) としての色彩が強くなり、種々の構造物が広範囲に被害を受ける。
- ・ 液状化現象においては人的被害よりも (③) が際立って大きい。

- ① 新潟地震
- ② 自然災害
- ③ 物的被害

2. 液状化現象が発生する条件

- ・ 3条件は、「粒子寸法の揃ったきれいな砂」「(④) 堆積した地盤」「(⑤) 地下水位」である。
- ・ この条件が満たされたところに、強い地震が作用すると液状化現象が発生する。
- ・ 液状化現象は地表から (⑥) mまでの範囲で発生するとされている。

- ④ 緩く(ゆるく)
- ⑤ 高い
- ⑥ 20

3. 液状化した地盤の性質

- ・ 間隙水圧が上昇すると、剛性と (⑦) が減少するので、地盤の支持力が低下し、擁壁に作用する土圧は (⑧) する。
- ・ 液状化した地盤は密度が水の2倍ある液体のように振る舞うので、(⑨) により種々の埋設物は浮上する被害を受ける。
- ・ 液状化した地盤の固有周期は長くなるので、免震装置のように役割を果たすので構造物への (⑩) はむしろ抑制される。

- ⑦ 強度
- ⑧ 増大
- ⑨ 浮力
- ⑩ 衝撃力

4. 液状化対策について

- ・ 液状化対策は、「液状化の発生を防止する方法」と「個別に (⑪) に対処する方法」に大別できる。
- ・ 地盤の密度を増大させる工法は液状化防止効果が大いだが、(⑫) に適用するのが困難である。
- ・ 液状化対策には種々の選択肢があり効果は絶大である。しかし、広く適用できないのは主に (⑬) な問題による。
- ・ 液状化対策は (⑭) と (⑮) を考慮して、戦略的に適用することが重要である。

- ⑪ 構造的
- ⑫ 既設構造物
- ⑬ 経済的
- ⑭ 重要性
- ⑮ 経済性

申込番号 () 氏名 ()

授 業 カ ル テ

講義2 建物の診断と補強

講師: 松井智哉

日時: 2014年2月16日

1. 耐震改修促進法について

- ・ 1981年施行の耐震診断基準いわゆる新耐震基準を満足しない建築物を (①) という。
- ・ 病院、百貨店、小学校など多数の者が利用する建物は耐震診断改修が優先して実施されることが望まれるが、そのような建物を (②) という。
- ・ (②) には、地震によって倒壊したときに減災上、重要である (③) や (④) のような道路を閉塞させる恐れのある建築物も含まれる。
- ・ 2013年の改定では、(②) のうち、不特定多数が利用する大規模施設や避難弱者が利用する建築物の (⑤) の義務化とその結果を公表することが規定されました。

- ① 既存不適格建築物
- ② 特定建築物
- ③ 緊急輸送道路
- ④ 避難路
- ⑤ 耐震診断

2. 耐震診断と耐震改修について

- ・ 耐震診断において建物の耐震性能を表す指標として、(⑦) 指標 I_s 値が用いられる。
- ・ 建物の耐震性能を上げる主な考え方は4つあり、(⑧) を向上させる方法、靱性を向上させる方法、制震ダンパーなどにより (⑨) を増加させる方法、免震装置などにより地震力を低減させる方法です。
- ・ (⑩) 工法は、建物の外に補強部材を取り付ける工法のため、内部を使用しながらの工事が可能であり、補強部材によっては開口機能を損なうことがないので集合住宅などに適した工法です。
- ・ 木造住宅においては、耐力壁や柱などを地震力に抵抗する部材として有効に働かせるためには、(⑪) をしっかりとしたものにする必要があります。(⑪) がしっかりとしていなければ、地震力によって筋かいや柱が外れて倒壊する恐れがあります。
- ・ 木造住宅の耐震改修の費用は、100万円未満で済むものから500万円ほどかけるものまで幅がありますが、最も多い工事費用は (⑫) 万円程度になっています。

- ⑦ 構造耐震
- ⑧
- ⑨
- ⑩ 外付け補強
- ⑪ 接合部
- ⑫ 100~150

申込番号 () 氏名 ()

授業カルテ

講義1 防災まちづくりと地域防災力ー巨大地震に備える地域の取り組みー 講師:大貝彰

日時: 2014年11月6日

1. 巨大地震災害に備える, 復興に備えるには?

- ・被害を出さない (①) の考え方から, 被害を最小限に, 被災しても可能な限り早期復旧を目指す (②) へ。
- ・老朽建物の建替えなどによる (③) の抵抗力, 避難訓練などの活動充実度による (④) の回復力の向上が重要。
- ・ハードとソフトの両面から取り組むことで, 総合的な防災力= (⑤) のある地域社会を形成することが重要。

①:防災 ②:減災

③:ハード ④:ソフト

⑤:レジリエンス

2. 防災まちづくりとは? 地域防災力とは?

- ・防災まちづくりとは, ハードの市街地整備とソフトの自主的防災の取組み両面から地域コミュニティの総合的な防災性能を高めていく (⑥) な取組みのことである。
- ・地域防災力とは, 簡潔にまとめると, 災害時・復旧復興時に (⑦) としてどれだけ対応する力を持っているか。
- ・地域防災力を高めていくためには, (⑧) な取組みを (⑨) に実施していくことが最も重要。

⑥: 日常的

⑦:コミュニティ

⑧:自主的 ⑨:継続的

3. 地域防災力の3要素と5大項目

- ・3要素は, (⑩) としての防災力, (⑪) としての防災力, (⑫) の活力が挙げられる。
- ・5大項目とは, 世帯レベルの防災意識, 一般住民の災害対応能力, (⑬) の災害時対応能力, 地域コミュニティの基礎的能力, 地域コミュニティ力向上のための (⑭) が挙げられる。

⑩~⑫:個人, 組織, 地域
コミュニティ

⑬:自主防災組織

⑭:活動充実度

4. 防災まちづくりの進め方

- ・大きくは, 活動のきっかけづくり, (⑮) の理解と共有化, (⑯) を考えるアクションプラン作りに分けられる。

⑮:現状・課題 ⑯:対策

5. 企業としての防災まちづくりの進め方のポイント

- ・まち (企業) の安全性向上のための課題をきちんと把握した上で, まち (企業) の将来像 (⑰) を住民 (⑱) で共有し, その実現に必要な取組みを継続的に実施すること

⑰:事業継続目標

⑱:組織構成員

6. 企業防災力とは?

- ・企業防災力を構成する要素としては, 構成員個人レベルの (⑲) , 構成員の災害時対応能力, 組織としての (⑳) , 会社の基礎力, 会社の活力・成長力の5つの要素が挙げられる。

⑲:防災意識

⑳:災害時対応能力

番号 () 氏名 ()

授業カルテ

講義4 事業継続計画の策定とマネジメント 講師:増田 幸宏

日時: 2014年11月13日

事業継続計画(BCP)の策定において何が重要か?

- 1. 「事業継続計画」(BCP) の策定において重要となる項目は, (①) , (②) , (③) の3つである。

① 事業影響度分析

② 目標復旧時間

③ 目標復旧時点

- 2. 過去の失敗を繰り返さないためにもリスクの種類に応じて対策を徹底させることが重要であるが, 災害の種類のみに過度に左右されることなく, 組織や建物の機能を支えている (④) を守るためにどうしたらよいかという発想を持つことが重要である。

④ 重要リソース

- 3. (④) の (⑤) の度合いや (⑥) を受けるレベルに応じて対策を講じることで, 原則想定外はなくなり, 災害後の結果に応じた冷静な対応をとることが可能となる。

⑤ 損傷

⑥ 制約

- 4. 災害時の情報共有は非常に重要であり, 対応にあたる人間・組織間で基礎となる統一的な (⑦) を持つことが重要である。

⑦ 状況認識

【講義 1】地域地震防災コース受講者アンケート

(申込番号)

(氏名)

Q 1 今回の『地域地震防災コース』にどのような立場で参加されましたか？

A 個人として B 業務として

Q 2 今回の『地域地震防災コース』に参加された理由をできるだけ詳しくお聞かせください。

.....

.....

.....

.....

Q 3 あなたの会社（部署）が現在抱えている災害対策上の問題や取り組み課題をお聞かせください。
(個人として参加されている方は興味の対象や問題意識をお聞かせください)

.....

.....

.....

Q 4 本日の講義（『基礎から学ぶ地震と防災』）を受講した感想（質問・意見・要望等を含む）をお聞かせください。

.....

.....

.....

Q 5 個人情報の掲載に関する下記 2 点につきまして、もし差支えあるようでしたらチェックボックスにチェックしてください。

1) 受講者名簿の作成・配付（配付範囲は受講者間に限る）
本コースでは、受講者同士の横のつながりを深めるため、受講者名簿の作成・配付を考えていますが
お名前、ご所属の名簿への掲載を拒否される場合は、右のボックスにチェックをお願いいたします。 チェック
ボックス

2) Web 等の情報発信媒体への顔写真の掲載
本コースの活動経過や記録を Web や SNS を通じて発信する際、
顔写真の掲載を拒否される場合は、右のボックスにチェックをお願いいたします。 チェック
ボックス

【講義 4】地域地震防災コース受講者アンケート

(申込番号)

(氏名)

Q 1 本日の講義「基礎から学ぶ避難方法と避難所運営」（講師：垣野義典）に対する感想（意見・要望・質問等を含む）をお聞かせください。

.....

.....

.....

.....

.....

Q 2 「地域地震防災コース」Basicコースの教材や講義内容をどのような方面に役に立ったと考えますか？
下記の選択肢にチェックの上（複数選択可）、役に立った（あるいは不足していた）テーマ・内容についてお聞かせください。

【役に立った（あるいは不足していた）テーマ・内容】

役立てるまでにはいかない

個人的範囲での防災知識の向上

住まい周辺の自治会等での情報共有

教材を使った部署内等での勉強会

講座担当講師を招いて広い範囲での情報共有

社内や地域での災害対策の実践

Q 3 コースに対するリクエストがありましたら下記選択肢にチェックの上（複数選択可）、具体的にお聞かせください。

講義時間数 【具体的なリクエスト内容】

講義時間帯

テーマの多様性

内容の専門性

内容の地域性

現地見学・研修

グループワークや懇親会等の交流機会

資格・称号

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター主催 シンポジウム

防災・減災のための 備えと行動

今、
何が
できるか

13:00-13:10 開会挨拶

大西 隆 (豊橋技術科学大学長)

13:10-13:40 センター事業紹介

上田 歳彦 (豊橋技術科学大学社会連携推進本部コーディネーター)

13:40-14:40 基調講演

東日本大震災の実態と教訓～求められる連携と協働～

源栄 正人 (東北大学災害科学国際研究所教授)

14:50-17:00 パネルディスカッション

14:50-16:00 話題提供

豊橋市の被害想定と防災・減災対策

鷺坂 浩孝 (豊橋市防災危機管理監)

命を守り安全に自宅に帰すー田原臨海企業懇話会の防災対策ー

渡辺 悦男 (田原臨海企業懇話会代表/愛知海運産業(株))

地域のレジリエンスについてー施設や企業単位のBCMSから地域での視点へー

天野 明夫 (大成建設(株) 営業推進部ライフサイクルケア推進部)

16:10-17:00 ディスカッション

コーディネーター

源栄 正人 + 鷺坂 浩孝 + 渡辺 悦男 + 天野 明夫 and 斉藤大樹 (安全安心地域共創リサーチセンター長)

17:00 閉会挨拶

中澤 祥二 (安全安心地域共創リサーチセンター副センター長)

総合司会 穂苅 耕介 (安全安心地域共創リサーチセンター 研究員)

※終了後、17:20～商工会議所の地下1階で意見交換会(会費:3,000円)を開催します。

日時

12月09日(火)

13:00 - 17:00

会場:豊橋商工会議所 9F 大ホール

参加費:無料 定員:150名(申込制)

申込方法:裏面の参加申込書に必要事項をご記入の上、FAXまたはメールにてご連絡ください。

申込先:安全安心地域共創リサーチセンター (FAX 0532-44-6568 / E-mail carm@office.tut.ac.jp) 問い合わせ:0532-81-5157 (担当:穂苅)

主催:豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター

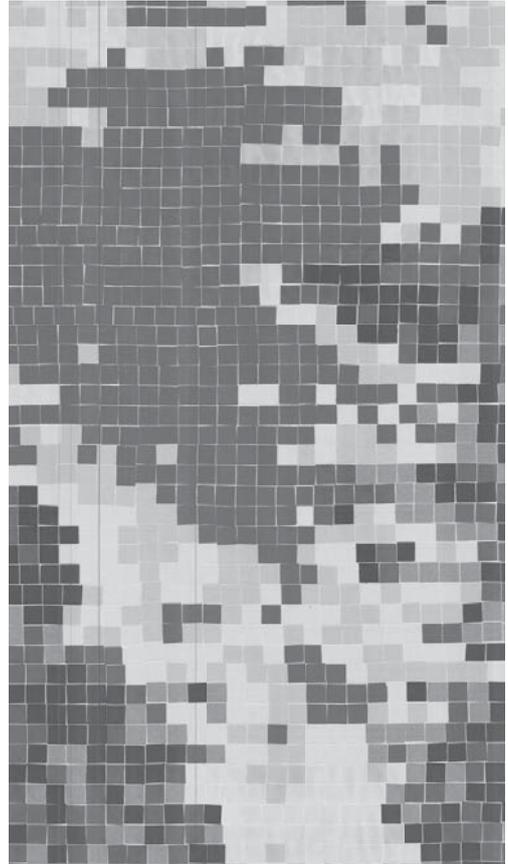
後援(予定):東海圏減災研究 Consortium、国土交通省中部地方整備局、経済産業省中部経済産業局・豊橋市・豊川市・蒲郡市・田原市・豊橋商工会議所・(株)サイエンス・クリエイト・東三建設業協会
蒲郡地区委員会防災部会、御津臨海企業懇話会、明海地区防災協議会、神野地区防災自治会、田原臨海企業懇話会、自然災害研究協議会中部地区部会、環境共生技術研究会

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター主催 シンポジウム

防災・減災のための備えと行動 ～今、何ができるか～

2014年12月9日(火) 13:00～17:00 豊橋商工会議所9F大ホール

後援：東海圏減災研究コンソーシアム・国土交通省中部地方整備局・経済産業省中部経済産業局
豊橋市・豊川市・蒲郡市・田原市・豊橋商工会議所・(株)サイエンス・クリエイト・東三建設業協会
蒲郡地区委員会防災部会・御津臨海企業懇話会・明海地区防災協議会・神野地区防災自治会・田原臨海企業懇話会
自然災害研究協議会中部地区部会・環境共生技術研究会



趣旨

愛知県豊橋市を含む東三河地域は、南海トラフ巨大地震や巨大台風による高潮など、自然災害の脅威にさらされている。こうした中、豊橋技術科学大学安全安心地域共創リサーチセンター（CARM）では、学内の総力を結集し、地域社会の災害への予防力・防御力を向上させるための取り組みを行っているところである。

本シンポジウムでは、センターのこれまでの取り組みを再整理し、防災・減災分野における大学と地域の連携の在り方、防災人材の育成方法、センターの先進的な災害対策技術の地域への実装・展開方法などを取り上げ、いつ起きるか分からない巨大地震に対して、「今、何ができるか」を議論するものである。シンポジウムの実施に当たっては、地域・企業・自治体等において災害時に活躍できる防災の担い手の育成を視野に積極的に参加を呼び掛ける。

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター長
齊藤 大樹

(本シンポジウムは、平成26年度「成長分野等における中核的人材養成等の戦略的推進」事業（文部科学省）として実施しています。)

プログラム

13:00-13:10	開会挨拶	大西 隆 (豊橋技術科学大学長)
13:10-13:40	センター事業紹介	上田歳彦 (豊橋技術科学大学社会連携推進本部コーディネーター)
13:40-14:40	基調講演 東日本大震災の実態と教訓 ～求められる連携と協働～	源栄正人 (東北大学災害科学国際研究所教授)
14:50-17:00	パネルディスカッション ⇒パネラーによる話題提供 豊橋市の被害想定と防災・減災対策	鷺坂浩孝 (豊橋市危機管理監)
	命を守り安全に自宅に帰す －田原臨海企業懇話会の防災対策－	渡辺悦男 (田原臨海企業懇話会代表/愛知海運産業(株))
	地域のレジリエンスについて －施設や企業単位のBCMSから地域での視点へ－	天野明夫 (大成建設(株)営業推進本部ライフサイクルケア推進部)
	⇒ディスカッション	基調講演者+話題提供者+コーディネーター 齊藤大樹 (豊橋技術科学大学 CARM センター長)
17:00	閉会挨拶	中澤祥二 (豊橋技術科学大学 CARM 副センター長) [総合司会] 穂苅耕介 (豊橋技術科学大学 CARM センター研究員)

- 4 -

もくじ

■ 趣旨・プログラム	3
■ もくじ	5
■ 登壇者のプロフィール	6
■ 豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンターの取り組み	7
センター事業紹介 (上田歳彦 (前掲))	
■ 基調講演・話題提供資料	17
[基調講演] 東日本大震災の実態と教訓 ～求められる連携と協働～ (源栄正人 (前掲))	19
[話題提供] 豊橋市の被害想定と防災・減災対策 (鷺坂浩孝 (前掲))	35
[話題提供] 命を守り安全に自宅に帰す－田原臨海企業懇話会の防災対策－ (渡辺悦男 (前掲))	41
[話題提供] 地域のレジリエンスについて－施設や企業単位のBCMSから地域での視点へ－ (天野明夫 (前掲))	47

- 5 -

登壇者のプロフィール

大西 隆(おおにし たかし) 豊橋技術科学大学長

1948年生まれ、東京大学大学院博士課程修了、長岡技術科学大学助教授、AIT助教授、MIT客員研究員、東京大学助教授、同教授、同先端科学技術研究センター教授、東京大学大学院教授などを経て、14年4月より現職。工学博士。東京大学名誉教授、日本学術会議会長、内閣府総合科学技術会議議員などを兼務。専門は国土計画、都市計画。主たる著書は『政水のまちづくり都市計画制度』（編著、ぎょうせい、2004年）、『逆都市化時代』（単著、学芸出版社、2004年）、『東日本大震災復興まちづくり最前線』（編著、学芸出版社、2013年）など。

上田 彦彦(うへだ としひこ) 豊橋技術科学大学 総務課地域連携係社会連携コーディネーター

1957年奈良県生まれ、81年東北大学理学部物理学専攻物理学(半導体光電子分光学)、同年ミノルタカメラ(株)入社(現コニカミノルタ(株))事務機器等の光学系の開発・設計及び光学系の生産技術開発に従事後、14年より現職。気象予報士、防災士などの資格を有する。

源栄 正人(もとさか まさと) 東北大学災害科学国際研究所

1952年茨城県生まれ、71年茨城県立水戸第一高等学校卒業、75年東北大学工学部建築学科卒、77年同大学大学院修了、77年4月～96年3月にかけて鹿島建設株式会社にて研究と実務に従事した後、96年東北大学工学研究科助教授、99年東北大学工学研究科教授などを経て、2012年より東北大学災害科学国際研究所災害リスク研究部門地域地震災害研究分野教授、工学博士。地震工学並びに地震防災が専門。構造物と地盤の振動/波動問題に関する研究をベースに、地盤環境調和型地震対策や早期地震警報システムの研究に取組み、国際的な最先端の研究と地域に根ざした研究により多大な社会貢献を果している。東日本大震災では、日本建築学会の災害調査のまとめ役や日本建築学会東北支部災害調査連絡会委員長などの役職を務めるとともに、大きな被害を受けた東北大学の「東日本大震災を踏まえた東北大学の施設整備検討会」の座長や内務部の被災都市である宮城県大崎市震災復興懇話会会長・市民会議の座長を務めた。

鷲坂 浩孝(さざさか ひろたか) 豊橋市危機管理監

1977年4月豊橋市役所卒職、水道局、税務部、教育委員会、企画部、文化市民部を経て、企画課長、広域推進課長、教育部次長 の任を務めた後、平成24年4月に現職・危機管理監を拝命し現在に至る。

渡邊 悦男(わたなべ えつお) 愛知海運産業(株)総務部安全課/田原臨海企業懇話会代表

1962年遼東郡赤羽根町(現田原市赤羽根町)生まれ。85年大学卒業後、他の企業に2年勤務、87年愛知海運産業(株)入社、海運事業部配属、港湾荷役、倉庫関係の現場管理、安全管理を主な業務として従事。02年総務部総務課配属後、09年に総務部安全課設立と同時に配属され、社内全体の安全管理、安全活動の計画立案主導。防災関係の担当として従事。現在に至る。

天野 明夫(あまの あきお) 大成建設(株)営業推進本部ライフサイクルケア推進部

1969年都立日比谷高校卒業、2年後に早稲田大学に入学、75年同大学理工学部卒業、77年同大学院修士、83年博士(後期課程単位取得退学)、その後早稲田大学システム科学研究所助手・同研究員、大学では一貫して社会システム及びシステム設計及び評価問題を研究。88年1月大成建設に転出、05年よりFM計画室長として製造業を中心とした事業継続計画(BCP)策定支援活動に取組み、10年6月に同社定年後も業務を継続。現在は同社営業推進本部主事。認定FP(ファイナンサー)、CFP(ファイナンシャルプランナー)国内インストラクター。近年は医療施設を専門に事業継続計画(BCP)策定支援活動に注力。早稲田大学特別研究員、慶應義塾大学兼任講師などを兼務。

齋藤 大樹(さいとう たいき) 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系 教授/安全安心地域共創リサーチセンター長

1990年東北大学大学院工学研究科博士課程修了、その後、東北大学工学部建築学科助手、米国イリノイ大学土木系客員研究員、建設省建築研究所第3研究部主任研究員、JICA長期専門家派遣(ルーマニア、地震工学)、(独)建築研究所構造研究グループ上席研究員、(独)建築研究所国際地震工学センター上席研究員、(財)全国建設研修センター・建築耐震技術研修講師、筑波大学大学院システム情報工学科非常勤講師、政策研究大学院大学連携助教授、同大学連携教授、名古屋大学減災連携研究センター客員教授等に従事し、12年11月より豊橋技術科学大学建築・都市システム学系教授、13年4月より安全安心地域共創リサーチセンター長を兼任。工学博士。千葉大学大学院工学研究科非常勤講師、建築研究所国際地震工学センター特別客員研究員などにも兼務。専門は構造工学、地震工学。

中澤 祥二(なかざわ しょうじ) 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系 教授/安全安心地域共創リサーチセンター副センター長

1993年豊橋技術科学大学建設工学課程卒業、95年同大学大学院修士課程建設工学専攻修了、95年同大学 大学院博士課程機械・構造システム工学専攻入学、97～99年日本学術振興会特別研究員採用(DC2)(98年の学位取得後にPDに資格変更)、98年同大学大学院博士課程機械・構造システム工学専攻修了、博士(工学)。その後、99年豊橋技術科学大学建設工学系助手、07年同大学建設工学系助教授(2007/04/01)、08年同大学建設工学系准教授、岐阜工業高等専門学校建築学科准教授、09年豊橋技術科学大学建設工学系准教授、10年同大学建築・都市システム学系准教授を経て、14年1月より現職。専門は構造力学。

穂苅 耕介(ほかり こうすけ) 豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター研究員

1981年長野市生まれ。芝浦工業大学システム工学部卒業、千葉大学大学院工学研究科修了、07年京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻入学、在学中に大阪産業大学人間環境学部非常勤講師、(公社)ひょうご震災記念21世紀研究機構研究調査本部主任研究員、地域建設業の参画するまちづくり事業等に従事した後、13年に学位を取得(博士(工学))、同年10月より現職。専門は都市・地域計画。

- 6 -

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンターの取り組み

- 7 -

事業紹介 上田歳彦①

<p style="text-align: center;">センター事業紹介</p> <p style="text-align: center;">研究活動 防災連携活動 防災人材育成活動</p>  <p style="text-align: center;">国立大学法人 豊橋技術科学大学 社会連携推進本部 コーディネータ 上田 歳彦</p>	<p style="text-align: center;">1) 研究活動</p>
<p style="text-align: center;">安全安心地域共創リサーチセンター</p> <p style="text-align: center;">CARM カーム</p> <p style="text-align: center;">Research Center for Collaborative Area Risk Management</p> <p>研究活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆災害リスク研究コア <ul style="list-style-type: none"> 地震災害などの自然災害に対する防災・減災・復興のあり方に関する研究 ◆環境リスク研究コア <ul style="list-style-type: none"> 水質汚染、大気汚染、気象変動等の対応と環境管理の在り方に関する研究 ◆生活リスク研究コア <ul style="list-style-type: none"> 室内の人の健康、食の安全、障害者への対応など、生活や社会に関わる研究 <ul style="list-style-type: none"> ● 地域リスクの評価とリスク管理法 ● リスクモニタリング技術の開発 ● 災害現象のシミュレーション技術の開発 ● 災害情報の共有化と情報管理手法の開発 ● 建築・社会基盤施設の耐震化・長寿化 ● 産業の事業継続と地域防災計画 ● リスクコミュニケーションツールの開発 	<p style="text-align: center;">2) 防災連携活動</p>

事業紹介 上田歳彦②

<p>◆防災・減災のための連携活動</p> <p style="text-align: center;">東海圏減災研究コンソーシアム (平成25年3月3日設立)</p>  <p>東海圏の6大学の防災センターが互いに連携して自然災害を軽減するための研究を強力に推進し、安全・安心な地域社会の実現を目指す</p>	<p>中部地方整備局との連携</p> <p>日時:平成26年8月31日(日)9:00~11:30 場所:豊橋技術科学大学 環境防災棟202(CARM会議室) 主催:南海トラフ巨大地震対策中部ブロック協議会</p> <p>南海トラフ巨大地震が発生したとの想定で、中部地方整備局が実施する防災訓練の情報連絡訓練に参加</p> <p>訓練の概要 ①シナリオの定刻通り中部地方整備局災害対策本部と交信 ②災害対策本部に対して豊橋地域の情報を提供</p> 
<p>東三河地域防災協議会との連携</p> <p>東三河地域(8市町村)の災害に対する安全性確保に資する地域密着型防災対策・技術の調査及び研究を行い、その結果に基づき(災害に強い地域づくりの推進)を目的として、平成15年7月に設立しました。(会長:佐原豊穂市長)</p> <p>平成26年5月7日(水)、豊橋市役所にて東三河地域防災協議会の研究成果発表会が開催されました。</p> <p>・同協議会からの委託で行われた研究の一つとして、本学の建築・都市システム学系垣野義典准教授から「機能・設備面からみた学校の避難所運営に関する研究」についての報告が行われました。</p> <p>・研究成果の発表後には、本学安全安心地域共創リサーチセンター(CARM)の斉藤大樹センター長から同リサーチセンターの取組について発表が行われました。</p>   <p>垣野准教授の研究成果発表(協議会からの委託研究)</p> <p>斉藤センター長のCARM取組紹介</p>	<p style="text-align: center;">三河港湾防災・減災連絡会 代表:国立大学法人豊橋技術科学大学</p> <p>【産学コンソーシアム】</p> <p>【地域自治体】 豊橋市 蒲川 豊田市 田原市</p> <p>【企業関係】 企業連絡協議会等、豊橋地区防災連絡協議会、神野地区防災協議会、御油地区企業連絡会、豊橋地区企業防災協議会、田原企業連絡協議会</p> <p>【ニーズとシーズのマッチング・連絡会での防災活動の経線交流】</p> <p>【地域プロジェクト】 実践的防災担当者養成プロジェクト</p> <p>地域のニーズを的確に把握・対応し、地域産業を災害から守る中核的専門人材を養成</p>

地域の自治防災活動への協力

青森センター長が顧問を務める御津臨海企業懇話会において合同防災訓練を実施

【目的】
巨大地震発生に伴う津波避難を想定した合同防災訓練

【訓練日】
平成26年11月12日(水) 15:00~16:30

【対象】
三河湾臨海企業用地 御津1区・御津2区(豊川市御津町御幸浜・佐藤浜地内)

実施事務局: 豊川市産業部企業立地推進課
参加者: 青森センター長、穂苅研究員



センター事業のPR活動

10月31日(金)・11月1日(土)に豊橋市で開催されたものづくり博2014in東三河の学校出展者ブースにおいて、当センターの取り組みを紹介

展示内容: 活動紹介パネル、震動模型・免震構造物の模型等

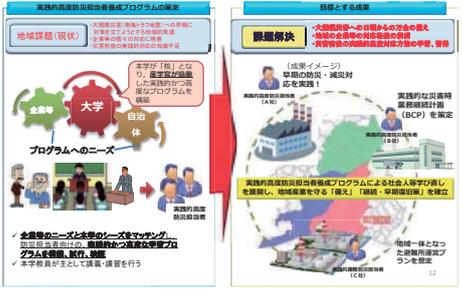


3) 防災人材育成活動

◆防災人材育成活動

工業（防災都市システム学）分野における中核的専門人材の養成

＞ 地域課題解決のため、本学の技術・教育機能を活用し、社会人等の「実践的防災担当担者」を養成



CARM主催 企業・自治体向け人材養成講座

地域地震防災コース

コースの特色

- 豊橋技術科学大学の地震防災に関する研究・技術開発力を活かした講義。
- 東三河地域の企業・自治体等で災害時に活躍できる防災人材の育成に特化。
- 地震・津波・液状化等の現象の理解や、被害予測のための調査・分析、災害発生後の業務継続や早期復旧のための基礎知識などをわかりやすく解説。

実施目標とイメージ

実施目標

- ・大規模災害への日頃からの万全の備え
- ・地域の企業等の対応格差の解消
- ・災害前後の実践的防災対応力の学習・習得



カリキュラム完成による中核的人材養成のモデル形成(イメージ)

コースプログラム

開講初年度は、基礎から地震防災を学ぶBasicコース4回を実施
2期目となる今年度は、テーマを絞ったAdvanceコース4回と
県内の防災関連施設の見学を追加

25年度(2.5~2.28)

Basic コース

- 基礎から学ぶ地震の防災
- 基礎から学ぶ津波の防災
- 基礎から学ぶ液状化の現象
- 基礎から学ぶ被災後の復旧と行動

26年度(10.7~11.14)

Basic コース

- 基礎から学ぶ地震と防災
- 基礎から学ぶ津波の防災
- 基礎から学ぶ液状化の現象
- 基礎から学ぶ被災後の復旧と行動

Advance コース

- 地震の復旧化・防災・対策・対策
- 津波の復旧化・防災・対策・対策
- 防災まちづくりと地域防災力
- 事業継続計画の策定とマネジメント

県内3市の防災関連施設見学会(希望者のみ)

工夫とこだわり

- 仕事得にくい立ち寄りやすい **企業団地近くの会場** を確保
(時間に余裕のない企業でも参加してもらえるよう配慮)
- 技科大各教員が講義ごとに **オリジナルテキスト** を作成
(図+解説1ページに、視覚的わかりやすさを重視。東三河地域の事例に合わせた内容を取り込む)
- 授業カルテやQ&Aシート**を用い、講義のフォローアップを徹底
(講義の要点がわかるカルテを配布するとともに、不明・疑問点等に反応するQ&Aシートでフォロー)
- 一定条件を満たした受講生に **修了証書** を授与
(講義を対象として、4回以上出席者に授与)
- 面識のない受講生同士が知り合い、情報交換できる場をセッティング
(様のネットワークづくりの場を企画)



<p>前年度からの変更点</p> <ol style="list-style-type: none"> 連絡会の発足 防災人材養成に関わるニーズと調整するプラットフォーム組織 開催時間帯の変更 夕方以降開催から日中開催へ（*会場については大きな変更なし） コースプログラムの変更 入門編のBasicコースに対してテーマを絞ったAdvanceコースを開設 施設見学会の企画 名古屋大学減災連携研究センター等の協力を得、バスツアーを企画 <p style="text-align: right;">17</p>	<p>参加者数と参加の立場、 参加にあたっての課題認識、関心のあるテーマ</p> <hr/> <p style="text-align: right;">18</p>																				
<p>参加者数の推移 H26年度申込者数82名(うち参加者数 Basic 53名、Advance 41名)</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Basic</p> <table border="1"> <tr><th>講座</th><th>参加者数</th></tr> <tr><td>講座1 基礎から学ぶ地震と防災</td><td>50</td></tr> <tr><td>講座2 基礎から学ぶ建築物の地震対策</td><td>47</td></tr> <tr><td>講座3 基礎から学ぶ津波・高潮</td><td>44</td></tr> <tr><td>講座4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営</td><td>48</td></tr> </table> <p>4回中3回以上の参加者 ⇒53名中51名(96.2%)</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>Advance</p> <table border="1"> <tr><th>講座</th><th>参加者数</th></tr> <tr><td>講座1 地震の液化・メカニズム・被害・対策</td><td>35</td></tr> <tr><td>講座2 建築物の耐震診断と耐震補強</td><td>35</td></tr> <tr><td>講座3 防災まちづくりと地域防災力</td><td>35</td></tr> <tr><td>講座4 事業継続計画の策定とマネジメント</td><td>35</td></tr> </table> <p>4回中3回以上の参加者 ⇒41名中36名(87.8%)</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">19</p>	講座	参加者数	講座1 基礎から学ぶ地震と防災	50	講座2 基礎から学ぶ建築物の地震対策	47	講座3 基礎から学ぶ津波・高潮	44	講座4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営	48	講座	参加者数	講座1 地震の液化・メカニズム・被害・対策	35	講座2 建築物の耐震診断と耐震補強	35	講座3 防災まちづくりと地域防災力	35	講座4 事業継続計画の策定とマネジメント	35	<p>受講者数と受講生の内訳</p> <p>豊橋市地産部(神野・明倫)の企業を中心に 東三河圏域エリアに開催する企業から最も多く参加</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>第1期生</p> <p>参加者数 60名</p> <p>企業 40名 自治体 14名 その他 6名</p> <p>海部(3) 豊川(4) 豊川(1) 豊橋(2) 豊橋(2) 田原(3) 豊橋(2) 浜田(1) 浜田(1) 豊川(1) 浜田(0) 岡交(2) 浜松(1)</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>第2期生(Basicコース)</p> <p>参加者数 53名</p> <p>企業 60名 自治体 16名 法人 0名 (うち臨海部36 浜田市 豊川市 NPO(3) 内地24) 豊橋市 新城市 その他(3) 豊橋(5) 豊川(4) 浜松市 12名 豊橋(4) 田原(10) その他の自治体関係 4名</p> </div> </div> <p style="text-align: right;">20</p>
講座	参加者数																				
講座1 基礎から学ぶ地震と防災	50																				
講座2 基礎から学ぶ建築物の地震対策	47																				
講座3 基礎から学ぶ津波・高潮	44																				
講座4 基礎から学ぶ避難方法と避難所運営	48																				
講座	参加者数																				
講座1 地震の液化・メカニズム・被害・対策	35																				
講座2 建築物の耐震診断と耐震補強	35																				
講座3 防災まちづくりと地域防災力	35																				
講座4 事業継続計画の策定とマネジメント	35																				

<p>参加の立場と参加にあたっての課題認識</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>第1期</th> <th>第2期(Basicコース)</th> <th>第3期(Advanceコース)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個人として 19名</td> <td>個人として 7名</td> <td>個人として 6名</td> </tr> <tr> <td>業務として 36名</td> <td>業務として 40名</td> <td>業務として 28名</td> </tr> <tr> <td>両方の立場で参加 1名</td> <td>両方の立場で参加 2名</td> <td>両方の立場で参加 2名</td> </tr> <tr> <td>不明 3名</td> <td>不明 8名</td> <td>不明 9名</td> </tr> </tbody> </table> <p>第2期では、開講時間を第1期の18:00-20:00から16:00-17:00に変更したこともあり、「個人として」よりも「業務として」コースを受講する参加者が増加</p> <p>参加者の課題意識 (第2期受講生へのアンケートより抜粋)</p> <ol style="list-style-type: none"> 訓練、避難計画 ・実際の災害時に適切な行動がとれる訓練方法 ・津波、液化での避難場所と臨海の理立地エリアでの適切な避難方法 事前の被災対策 ・事前対策、液化対策と事前対策(耐震改修や液化対策等)にかかるコスト BCPの策定、見直し 教育 その他 ・社員の防災意識の向上: 従業員への危機意識の低下、防災に対するマナー化 ・会社としてまだ何もできていない(用から採扱てよいかわからない) <p style="text-align: right;">21</p>	第1期	第2期(Basicコース)	第3期(Advanceコース)	個人として 19名	個人として 7名	個人として 6名	業務として 36名	業務として 40名	業務として 28名	両方の立場で参加 1名	両方の立場で参加 2名	両方の立場で参加 2名	不明 3名	不明 8名	不明 9名	<p>関心のあるテーマと理由 (Advanceコース受講生へのアンケート)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>企業</th> <th>理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>臨海企業</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 企業が想定しているため 建築物の耐震化: 液化対策を知らなければならない決まっている 地域防災力: 液化化+耐震化 事業継続計画: 液化化+地域防災力 </td> </tr> <tr> <td>内地企業</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 今の参加の目的が企業のBCPをうすればよいということだった 建築物の耐震化: BCP策定のため 地域防災力: 被災後の対応をより深く学びたい 事業継続計画: 防災計画策定に必要な知識、多発的な被害を減らしたかった </td> </tr> <tr> <td>自治体・その他</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 小規模にしている企業が影響を減らすため 建築物の耐震化: 耐震化を推進するために重要だと考えるから 地域防災力: 地震発生時の対応の策定不足があるため 事業継続計画: 全ての知識をまとめるためにすべてを学ぼうという思い、様々な課題に対して理解を深めたかった </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">22</p>	企業	理由	臨海企業	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 企業が想定しているため 建築物の耐震化: 液化対策を知らなければならない決まっている 地域防災力: 液化化+耐震化 事業継続計画: 液化化+地域防災力 	内地企業	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 今の参加の目的が企業のBCPをうすればよいということだった 建築物の耐震化: BCP策定のため 地域防災力: 被災後の対応をより深く学びたい 事業継続計画: 防災計画策定に必要な知識、多発的な被害を減らしたかった 	自治体・その他	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 小規模にしている企業が影響を減らすため 建築物の耐震化: 耐震化を推進するために重要だと考えるから 地域防災力: 地震発生時の対応の策定不足があるため 事業継続計画: 全ての知識をまとめるためにすべてを学ぼうという思い、様々な課題に対して理解を深めたかった 					
第1期	第2期(Basicコース)	第3期(Advanceコース)																											
個人として 19名	個人として 7名	個人として 6名																											
業務として 36名	業務として 40名	業務として 28名																											
両方の立場で参加 1名	両方の立場で参加 2名	両方の立場で参加 2名																											
不明 3名	不明 8名	不明 9名																											
企業	理由																												
臨海企業	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 企業が想定しているため 建築物の耐震化: 液化対策を知らなければならない決まっている 地域防災力: 液化化+耐震化 事業継続計画: 液化化+地域防災力 																												
内地企業	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 今の参加の目的が企業のBCPをうすればよいということだった 建築物の耐震化: BCP策定のため 地域防災力: 被災後の対応をより深く学びたい 事業継続計画: 防災計画策定に必要な知識、多発的な被害を減らしたかった 																												
自治体・その他	<ul style="list-style-type: none"> 地震の液化: 小規模にしている企業が影響を減らすため 建築物の耐震化: 耐震化を推進するために重要だと考えるから 地域防災力: 地震発生時の対応の策定不足があるため 事業継続計画: 全ての知識をまとめるためにすべてを学ぼうという思い、様々な課題に対して理解を深めたかった 																												
<p>コース教材の業務等への活用</p> <p>前年度の教材の活用方法(前年度受講生へのアンケート) 今年度の教材の活用方法(Basic-Advance共通)</p> <p style="text-align: right;">23</p>	<p>前年度の教材の活用方法 (前年度受講生へのアンケート)</p> <p>全体の集計結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>活用方法</th> <th>臨海企業</th> <th>内地企業</th> <th>自治体・その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>役に立って活用できた</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>個人所属での防災知識の向上</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>住まい・業場の自主防災等の推進</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>教材を使った研修会での開催</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>講師が研修会を企画している(近い)研修での開催</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>社内や地域での災害対策の実践</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">24</p>	活用方法	臨海企業	内地企業	自治体・その他	役に立って活用できた	10	10	10	個人所属での防災知識の向上	10	10	10	住まい・業場の自主防災等の推進	10	10	10	教材を使った研修会での開催	10	10	10	講師が研修会を企画している(近い)研修での開催	10	10	10	社内や地域での災害対策の実践	10	10	10
活用方法	臨海企業	内地企業	自治体・その他																										
役に立って活用できた	10	10	10																										
個人所属での防災知識の向上	10	10	10																										
住まい・業場の自主防災等の推進	10	10	10																										
教材を使った研修会での開催	10	10	10																										
講師が研修会を企画している(近い)研修での開催	10	10	10																										
社内や地域での災害対策の実践	10	10	10																										

基調講演・話題提供資料

- 17 -

基調講演 源栄正人①

豊橋技術科学大学防災シンポジウム
2014/12/09

東日本大震災の実態と教訓
～求められる連携と協働～

振動被害 津波被害

大崎市立古川東中学校 東松島市立崎瀬第2中学校

災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science
源栄正人

災害科学国際研究所
の紹介

災害科学国際研究所
IRIDeS
International Research Institute of Disaster Science

- 分離融合による実践的防災学の推進
- 災害科学による国際貢献

自己紹介～最近の活動

- 招待講演 EEW/SHMシステムの開発
地域展開
- USC, California, 2009
- AGU conference, SF, USA
- 10 years memorial conference of Kocaeli Turkey earthquake
- UC Berkeley, USA, 2012
- Riverside City, USA, 2013
- 学校における防災教育
- 小中学校、高等学校

河北新報-2009/11/1

今、取り組んでいること:リアルタイム地震観測システムの地域展開～実験観測と理論解析の対応、システム化による地震防災情報のナビゲーション

東北大学災害科学国際研究所 EEW/SHMシステムの構成

リアルタイム地震観測システムの地域展開(宮城県内～岩手・秋田)

リアルタイム地震観測システムの海外展開(ベトナム)

- 19 -

巨大地震による継続時間の長い揺れ



NHK MEGAQUAKE III「揺れが止まらない～長時間地震動」
(2013年4月14日放送)より

3. 11巨大地震における地盤と建物の揺れ



仙台放送(30/12/2012)

**3. 11巨大地震における免震建物の揺れ
(右巻赤十字病院)**



長い継続時間の揺れが続いたが構造や設備に被害はほとんどなかった。

講演内容 (I)

- はじめに
 - 地震防災～先達の教え
 - 産官学連携による防災研究成果普及と活動
 - 大震災を振り返る
 - ～学会関連活動、社会貢献活動、学内震災対応など
- 東日本大震災の概要
- 津波による建物被害と建物に作用した力
- 観測地震動の特徴と建物の振動被害
 - * 短周期大加速度記録
K-NET 築館 (PGA:2,700 cm/s/s)
 - * 長い継続時間の揺れと建物被害
 - * 同一観測点での1978年宮城県沖地震との比較

講演内容 (II)

- 仙台市域における地盤条件による地震動の違いと建物被害
 - * 沖積平野部の被害(若林区卸町)
 - * 丘陵地の揺れと被害(東北大学青葉山キャンパス)
- その他特徴的な建物被害
 - 杭基礎建物の被害
 - * 天井材の落下被害
 - * 造成宅地の被害
- 地震動特性と建物被害に関するまとめ
- 東日本大震災の教訓～ハード・ソフト

付録: 地震防災の基礎知識

**地震防災～先達の教え
～細分化社会を襲った巨大地震**



夏目漱石 (1867-1916)

明治期に英国に留学し、進化する社会の細分化によってやたら職業が増えているとして危惧し、「針で井戸は掘れない」(道楽と職業)



寺田寅彦 (1878-1935)

「防災の父」寺田寅彦随筆集より
「天災と国防」(昭和9年)
✓ 人間社会の進化=分化
✓ 小部分の破壊が全体の破壊に成りかねない
✓ 下等動物は再生能力がある!

**1978年宮城県沖地震の教訓
山本壮一郎宮城県知事の講演より**



山本壮一郎

- 都市の近代化が地震の被害を拡大
- 情報の的確で迅速な提供が大事
- 個人個人の家庭の対応策の必要性
- 安全な空間を一箇所はつくれ
- 地質の再調査は防災体制の基本
 - …5年かけて「宮城県地震地盤図」作成
- 地域コミュニティの必要性
- 実態に合った地震保険の国への要請

当時の宮城県知事

最後に、古代中国の荘子の「機心なき耕夫の話」の引用

便利になった社会において、自主性・創造性を失わずに、道具をうまく使いこなす

**先達の教え～宮城県沖地震の教訓
一耐震構造の発展**



志賀敏男先生(恩師)

- 壊れた建物と壊れなかった建物の「際」に着目
- 床面積に対する壁量と柱量で被害を説明、壁の威力
 - ➡ 「志賀マップ」の提唱
- 現行の既存建物の耐力評価や耐震診断法成立の契機となり、新耐震設計法の考え方に大きく影響。
- 防災対策の基本は弱点の把握とその解消

最終講義「強さと粘り」
仙台市域のサイスマック・マイクロゾーニングを期待したい…恩師からの書翰

防災分野の産官学組織連携における「学」の役割

宮城県沖地震対策研究協議会設立総会資料より

- 地域防災力の評価手法の検討
 - * ハザード、災害抵抗力、災害対応力
- 最新の科学的知見を活用して地域防災力の向上に対する各種技術支援、防災教育・人材育成支援
 - * 地域防災情報共有プラットフォーム
 - * 災害予測シミュレーション
 - * 高精度ハザードマップの作成
 - * 耐震性能の地域分布評価手法
 - * リアルタイム地震・津波情報の地域防災への活用研究

研究機関：「目先にとられない基礎研究も大切」「無用の用」、「突拍子もないこと」を自由な発想。

防災分野の産官学組織連携における「官」の役割

宮城県沖地震対策研究協議会設立総会資料より

- 地域の被害想定に基づく防災対策の策定・実施（災害評価に立脚した対策）
- 防災関連情報データを有効に活用するための各種データ（自然情報：地震、地盤、社会情報：建物現況、人口分布）基本データの整理、共有化
- 住民や企業に対する防災教育の実施
- 住民からの防災対策に対するニーズの的確な把握

行政機関：「実際に役に立つこと」をやる。
そのための予算措置を行う

防災分野の産官学組織連携における「産」の役割

宮城県沖地震対策研究協議会設立総会資料より

- 「学」の技術支援に対応した製品開発、各企業の得意とする技術力で製品開発を行い防災力の向上に貢献
- 要素技術（ハード、ソフト）の開発、要素技術を組み合わせたシステム開発
- 市場ニーズに対応した製品・技術開発
- 低コストで高品質の製品開発・競争力の強化

民間企業：「儲かること」をやって社会貢献

防災分野に必要な学際連携と社会連携

連携により、相乗効果が単独ではできない機能を果たす

防災分野で産官学が連携する上での問題点

- 予算措置(官、共通)
- 行政の縦割り(官)
- 防災専門職のいない行政の実情(官)
- 営利企業としてのコンサルタント会社(産)
- 実務を理解しない研究者(学)
- 「防災」は「防災学」として体系化ができていない(学)
- 詳細地盤情報の公開による社会的インパクト（共通）など

産官学連携による防災研究成果普及と事業の推進事例(文部科学省PT)

迫りくる宮城県沖地震に備えた地域防災情報の共有化と防災力向上戦略

- 1 GISを用いた防災情報共有プラットフォームの構築
 - 平常時：リアルタイム双方向情報共有ユーザーの層別化(管理者、専門ユーザー) - 一般ユーザー向けホームページの開設
 - 被災時：一般市民
- 2 地震リスクの地域内格差の明確化と防災力向上戦略の展開
 - 地震リスク → 定量評価 → 地域格差の明確化 → 防災マップ作成を通じてリスクコミュニケーション → 調査改善の優先度評価 → 災害シミュレーションCGの作成
- 3 緊急地震速報・地震観測情報の防災対策への利用
 - 平常時：防災訓練、防災教育、大揺れ前情報 → 身の安全確保、機嫌シャットダウン
 - 大揺れ前 → 地震発生 → 大揺れ → 震動後 → 観測情報DB → 早期地震動分布推定、早期地震被害推定、震災復旧支援システム
 - 被災時：被災情報DB → 応急危険度判定支援

地震早期警報システム(訓練教育機能付加)

東日本大震災を振り返る(I)

- 建物被害調査とそのまとめ
 - 震災翌日からの初動調査&日本建築学会東北支部の調査活動 → AIJ災害調査速報とその英語版
- 地震観測情報発信とデータ公開(東北大学DCRC観測網) → CD-Rで公開
- 地震動と建物被害の分析 → 国内外のシンポジウム、Soils and Foundations, JAEE論文集等
- 緊急地震速報の利活用の国内外への情報発信
 - 学校や半導体工場における利用の実感
 - 「教室の窓」座談会、文科省への提言、H24-H26で新たに1,500校への導入に至った執筆：今を生きる(東北大学出版会)(分担執筆)2012 東日本大震災を分析する(明石書店)(分担執筆)2013等

東日本大震災を振り返る(II) ~社会活動

- 大崎市震災復興懇話会(会長)、大崎市震災復興市民会議(座長)
 - 「連携と協働」をテーマに7年間にわたる復旧・再生・復興計画を策定
 - 自治体間連携-東京都台東区、東北横断道路沿いの市町、伊達家の親戚(当別、宇和島)
- 仙台市宅地審議会委員
 - 9つの造成宅地(5,728箇所)の被害とその復旧対策等に関する技術的支援
- 文部科学省:東日本大震災における学校等対応調査委員会委員
 - 岩手・宮城・福島3600校へのアンケート調査に基づく今後の対応支援

東日本大震災を振り返る(III) ～被災地の総合大学(東北大学)

- 東日本大震災を踏まえた東北大学の施設整備検討会(座長)
 - 耐震化率88.5%で学内での犠牲者ゼロ
 - 施設関連被害538億円
 - 研究教育備品関連被害245億円
1億円以上30件、1000万円以上400件
- 研究教育機器転倒防止(地震対策)WG座長ガイドラインの作成(一般什器、実験機器)技術指針の作成

東日本大震災の被害概要

東日本大震災の被害概要

死亡 16,900名
負傷 3,400名
家屋倒壊 156.9万棟
東北地方の人口が急激に減少

地震動による被害と津波による被害

地震動 津波

大崎市立古川東中学校 東松島市立鳴瀬第2中学校

3.11地震は津波被害だけではなく

東北地方太平洋沖地震の特徴(I)

- 1万8千余名の命を奪った。避難の問題が顕在化
- 450kmx200kmにおよぶ断層長さで最大48m、陸域に近いところでも5m以上滑った。
- 岩手県では最大40m程度の津波、仙台平野部でも10m前後の津波が襲来
- 揺れが終わってから津波の到来まで三陸沿岸部で30分、石巻湾で40分～50分、仙台平野部では1時間以上。
- 3分以上に及ぶ長い揺れ、1978年の宮城地震とそれを上回る揺れが2回襲った。

東北地方太平洋沖地震の特徴(II)

- 宮城県域は、4月7日の余震が被害を拡大した。
- 宮城県域は1978年宮城県沖地震、2008年岩手宮城内陸地震など被災地、いわば、過去の地震の被災地を襲った巨大地震
- 津波被害と内陸部の沖積平野の市街地の振動被害、宅地被害などの地盤災害
- 丘陵地における地震動の増幅に起因する耐震補強建物の被害が発生した
- 建物躯体ばかりでなく非構造・設備の被害
- 原子力災害

被災地の広域性と多様性 被害を受けたのは沿岸部だけではない!

- 巨大地震(M9.0)に伴う被災地の広さ
- 合併を繰り返してきた現在の行政単位の弊害として、各々の市町村のなかに多様性が存在するという難しさ
- 被災地の分類
沿岸部/内陸部/原発近隣の3つに大分類。
製造品出荷額等から工業集積の実態を概観すると、3県で内陸部を含めた上位都市は、いわき市、郡山市、福島市、仙台市、北上市、石巻市、釜ヶ崎町、会津若松市、白河市の順であり、内下線を付した市で臨海型の集積を形成。
商業年間商品販売額から商業集積に着目すると、3県で内陸部を含めた上位都市は、仙台市、郡山市、盛岡市、いわき市、福島市、石巻市、会津若松市、大畑市、矢巾町の順。

被災教育においても被災地の多様性を考慮した対応が必要

被災地域の広域性と多様性
復興における各自自治体固有の課題の存在

震源におけるすべり量と津波の高さ

NIED資料より

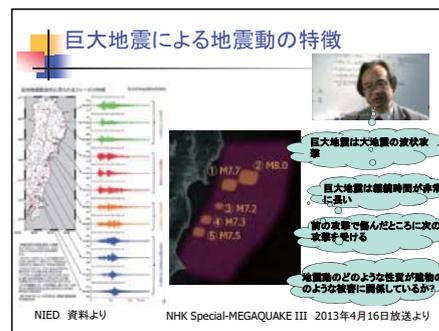
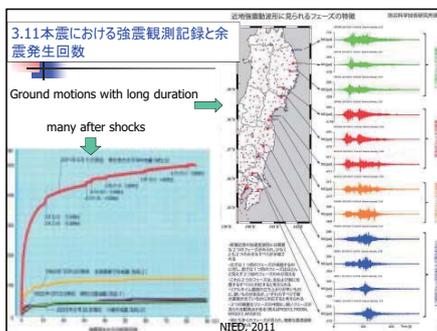
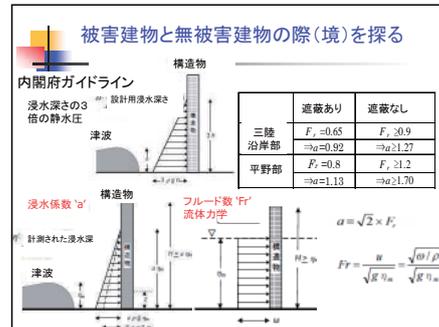
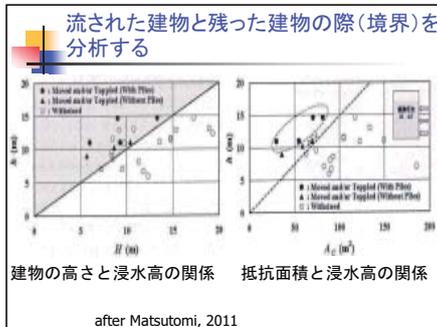
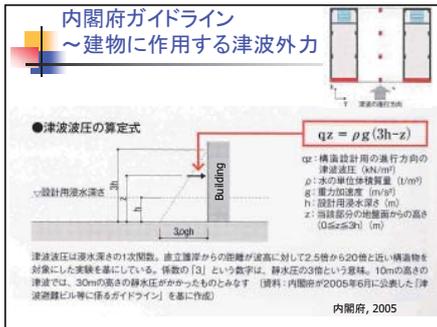
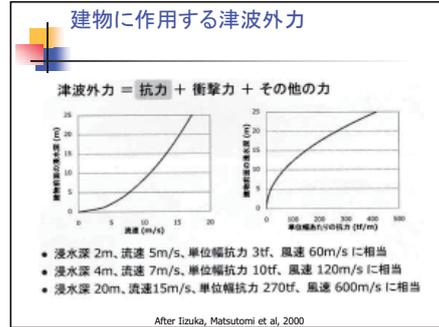
赤: 浸水高(m)、青: 潮上高(m)

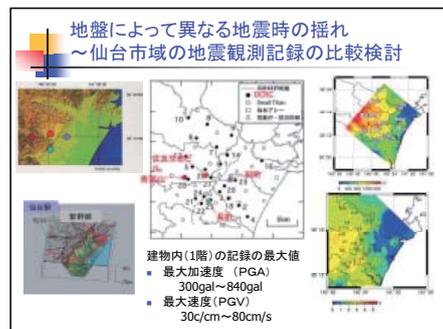
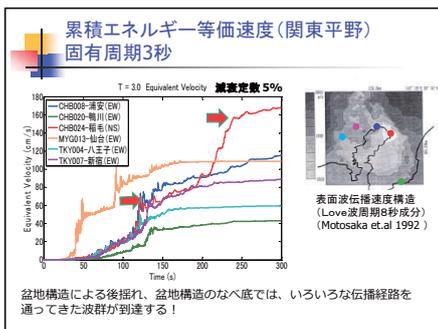
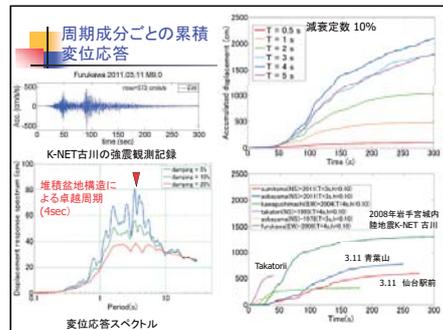
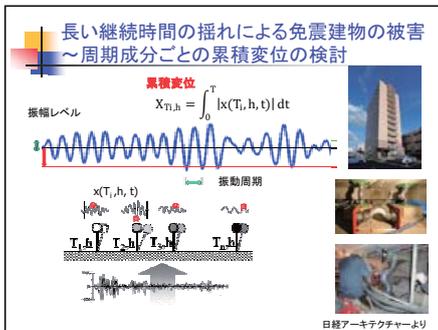
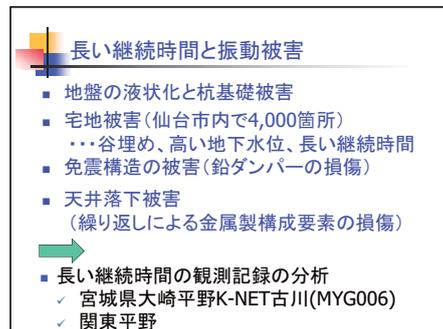
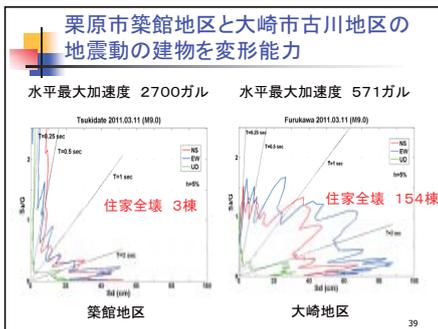
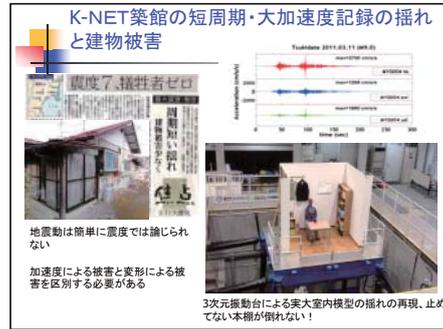
東日本大震災合同学会災害調査報告書より

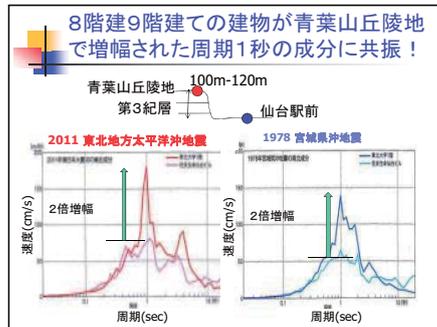
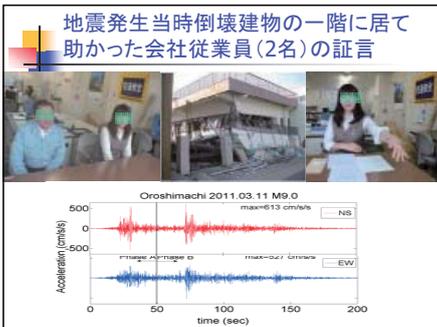
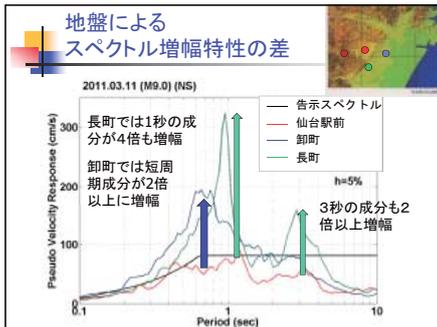
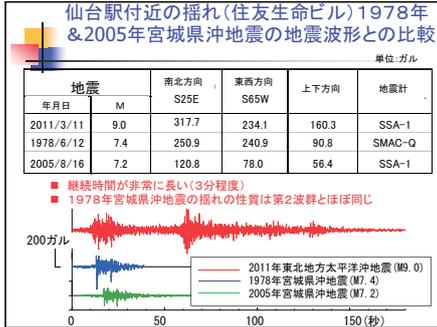
*最大すべり量は48m
*断層面深部の陸に近い領域でのすべりは比較的小さいが、宮城県沖では海溝軸から陸に近い領域まで5m以上のすべりが推定された。

津波浸水域における建物被害～転倒したRC造建物(宮城県女川町)

地震動による杭基礎の被害を受けたところに津波が襲来、推定力に対する抵抗力なし&浮力に対する抵抗力なし!







動画で見る1階と9階の揺れの違い ～観測記録に基づく実大室内模型の揺れ

9階の揺れ

1階の揺れ

揺れの大きさが3倍違う

青葉山キャンパスは大きな被害 電子・応物系1号館

建物被害(3研究棟大破)、設備被害は大きかったが、けがが人なし! エレベータの落下!
緊急地震速報! +揺れの性質?

教訓: 構造躯体と非構造・設備とのバランス、ペントハウス被害に伴うエレベータの落下被害、閉じ込め問題も含め要検討

上部構造と基礎構造のバランスの必要性 ～明暗を分けた1978年宮城県沖地震の杭基礎被害建物

マンション(仙台市宮城野区)

長町郡山市営住宅

傾斜角 1/45

1978年宮城県沖地震で傾斜、その後ジャンクアップして耐震補強

補修

補強

教訓: 基礎の補強工事を行っていた建築物のアスペクト比の大きな建物の変動軸力に対する健全性とどまった建物は傾斜し解体に至った。

天井被害

水平動ばかりでなく、上下動による地震荷重の適切な評価が必要...
...大げんたぎのイメージの必要性

繰り返し荷重に対する天井材の健全性
...釘抜きのイメージの必要性

天井材の耐震設計においては、地盤、建物躯体、屋根を通して地震波が伝わることを考えた地震荷重の設定が不可欠。
...共振現象に対する配慮

天井材に作用した地震エネルギーが水平に伝播することがないことを確認...天井が波打つ現象を避ける

設備・配管工事との連携・調整も必要。

教訓: 構造躯体と非構造・設備とのバランス

白石市市庁舎の講事室

→ 基準法の改正(2014年4月)

宅地被害～(仙台市の9つの造成団地で5,728か所)

仙台市青葉区折立

仙台市青葉区西花巻

原因: 谷埋め、高い地下水位、長い継続時間の地震動

教訓:
1) 家屋と宅地のバランス、谷埋め・高い地下水位の宅地支持地盤
2) 対策工事における住長の合意形成

東日本大震災における地震動と建物被害から学んだ課題

- 耐震基準の進化と耐震改修は効果があったが、基礎構造と上部構造、構造躯体と非構造・設備のバランス
- 地震動の地盤条件による差は顕著
 - * 耐震補強建物の被害 → 地盤環境調和型耐震対策
 - * サイスマック・マイクロゾーニング
- 観測された大加速度記録と被害状況(築館)
 - * 被害を論じるときの地震動指標
- 巨大地震の長い継続時間と多発する余震による繰り返し回数が建物被害に及ぼす影響
- 地震を経験した建物の残存耐震性能の適切評価
 - * 今回の地震被害分析における過去の地震の影響
 - * 今回の地震による被災建物の残存性能

今後の地震対策に向けて ～耐震設計へのインパクト

- 仙台市の地盤構造と耐震設計
 - 必要耐力: 6-9層で3倍の差、15層-20層で2倍の差
 - ...マイクロ・ゾーニングでどこまで差をつけるか
 - ゾーニング: 中心部の洪積台地に対し、東部沖積平野、北部沖積平野、南部平野部(長町地区)、青葉山・八木山等丘陵地
- 共振現象を考慮した耐震設計
 - 地盤の卓越周期を考慮した耐震設計
 - ...表層地盤ばかりでなく、深部構造(超高層・免震)
 - ...表層地盤増幅係数(Gs)の検証と活用規制強化
 - 構造躯体の振動特性を考慮した非構造材・設備の耐震設計...応答スペクトル法

今後の地震対策に向けて ～耐震設計へのインパクト(続き)

- 巨大地震による長い継続時間の観測記録の分析
 - 長周期地震動は、単なる距離減衰ではなく、地震の道「地震道」(飯田判治)
 - 盆地内表面波(盆地生成・盆地透過)に対する考慮の必要性
 - Multi-pathsで盆地に吸いこまれる! なべ底で継続時間が長くなる。
 - 大崎平野、関東平野、大阪平野における長周期地震動の分析
 - ...減衰10%でも一方向20mを超える累積変位
- 累積変位、累積エネルギーに対する構造要素・非構造要素の健全性

東日本大震災の課題・教訓 ～今後の地震対策に向けて

<ハード面>

- 施設の耐震化
 - これまでの耐震化は確かに効果があった。
 - 躯体中心であったが、非構造・設備など、建物全体としての総合的耐震性からはまだ不十分
- 防災システム・防災技術の有効利用
 - 地震・津波警報システム
 - 防災技術普及のための防災教育
 - 警報と連動した安否確認システムの展開
 - 通信手段の確保(衛星電話など)

<ソフト面>

- 避難計画と防災訓練の問題
 - 地震に対する訓練はできていたが、津波に対する避難計画ができていなかった学校があった。
 - 地域と学校が連携した避難訓練が重要。
 - 地震津波警報を利用した時系列での避難訓練、緊急地震速報と連動した安否確認システムの利用訓練

総合的な地震対策の必要性

- ✓ 分化する社会においてホーリスティックな地震対策が求められる!
- ✓ 学問領域を超えた連携の必要性・・・「融合」
- ✓ 弱点を補う自治体連携、国際連携・・・「連携と協働」



「防災の父」寺田寅彦随筆より
「天災と国防」(昭和9年)
 ✓ 人間社会の進化=分化
 ✓ 一部分の破壊が全体の破壊に成りかねない
 ✓ 下等動物は再生能力がある!

1878-1935
科学と芸術の融合

おわりに～考えてみませんか リスク管理と危機管理のミスマッチ!?

- 災害対策に投入される費用割合の実態を調べてみよう!?
- ✓ 防災・減災の費用・・・事前対策・・・リスク管理
- ✓ 復旧・復興の費用・・・事後対策・・・危機管理
- ✓ 発展途上国の支援の立場からみた効率
- リスク管理と危機管理の関係から見た法体系の現状は?
- どの職業、どの業界が防災・減災(リスク管理)と復旧・復興(危機管理)にどのように関係しているのか?
- 地震保険と再保険(リスクの海外移転)、保険制度との対応
 - ✓ 東日本大震災保険加入率17% vs. NZクライストチャーチ81%
 - ✓ 我が国では、地震保険に対する政府の補助がある。欧米、特に英連邦とは異なる!?
- 多段階リスク管理とそれに対応した危機管理体制づくり
 - 事前対策に費用をかけて被害を少なくした者が損をする社会であってはならない!?

ご清聴ありがとうございました



源栄正人写真コレクションより

豊橋市の被害想定と防災・減災対策

2014.12.09 豊橋技術科学大学
安全安心地域共創リサーチセンター シンポジウム

豊橋市の被害想定と防災・減災対策

豊橋市危機管理監 髙坂 浩孝

調査対象とした地震・津波

項目	過去地震最大モデル	理論上最大想定モデル
概要	・南海トラフで繰り返し発生している地震・津波のうち、発生したことが明らかで大きいもの(宝永地震、安政東南海地震、安政南海地震、昭和東南海地震、昭和南海地震の5地震)を重ね合わせたモデル。 ・本市の地震・津波対策を検討する上で重要な想定とした。	・南海トラフで発生する恐れのある地震・津波のうち、千年に一度、あるいはそれよりもっと発生頻度が低いもの。 ・「命を守る」という観点で想定外をなくすことを念頭に地震対策を講じることが不可欠であることから、あらゆる可能性を考慮して想定した最大クラスの地震・津波モデルとして設定。

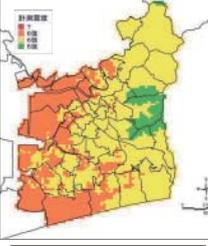
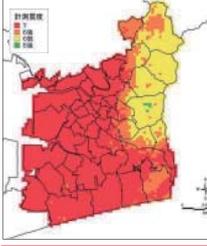
愛知県内の被害想定と同じ考え方

地震・津波の規模等

項目	過去地震最大モデル		理論上最大想定モデル	
地震の規模	内閣府にて検討中(愛知県に準ずる)		マグニチュード9.0(津波9.1)	
最大震度	震度6強		震度7	
津波到達時間 (津波高さ30cm)	三河湾側	太平洋側	三河湾側	太平洋側
	最短77分	最短7分	最短77分	最短4分
最大津波高	2.7m	6.9m	2.9m	19.0m
留意事項	・一定の条件のもとに本市の被害について想定。実際には、必ずしも想定どおりのものとなるとは限らない。 ・本市全体で被害が最大となるケースを中心に想定結果を示す。			

※1 愛知県が内閣府と方針等について相談しながら検討した震源及び波源モデル
 ※2 高さ30cmの津波が地震発生後、陸域に最短で到達するまでの時間。
 ※3 最大津波高は、東京湾平均海面(T.P.±0m)から想定津波水位までの高さの最大値。
 最大津波高には、初期潮位として三河湾岸における朔望平均高潮位(T.P.+1.0m)を加味して算出。

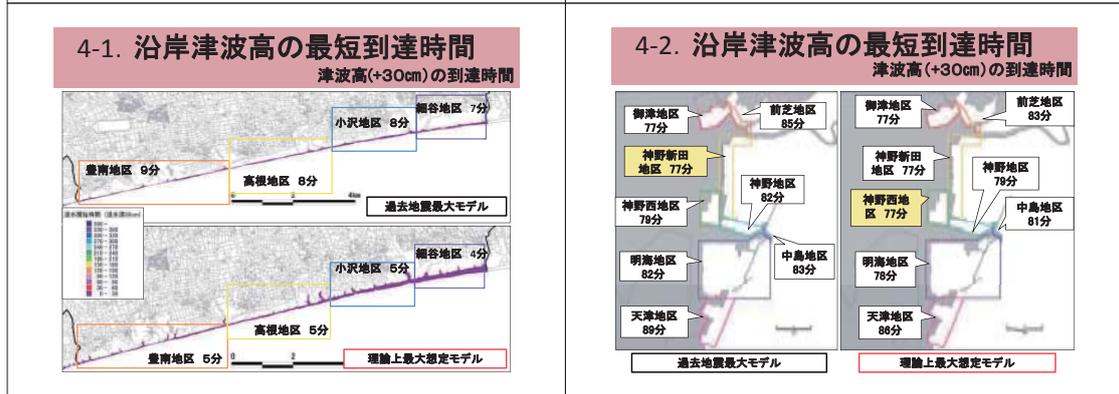
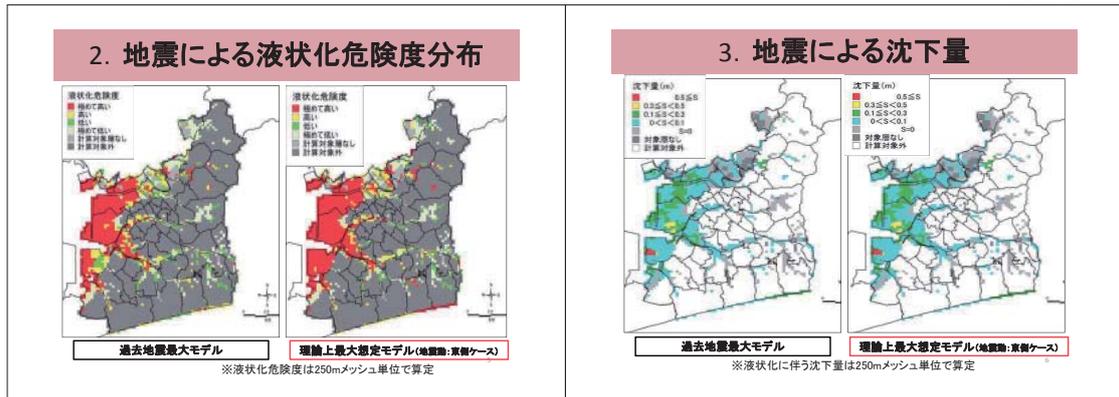
1. 震度分布

過去地震最大モデル 理論上最大想定モデル(地震時:東側ケース)

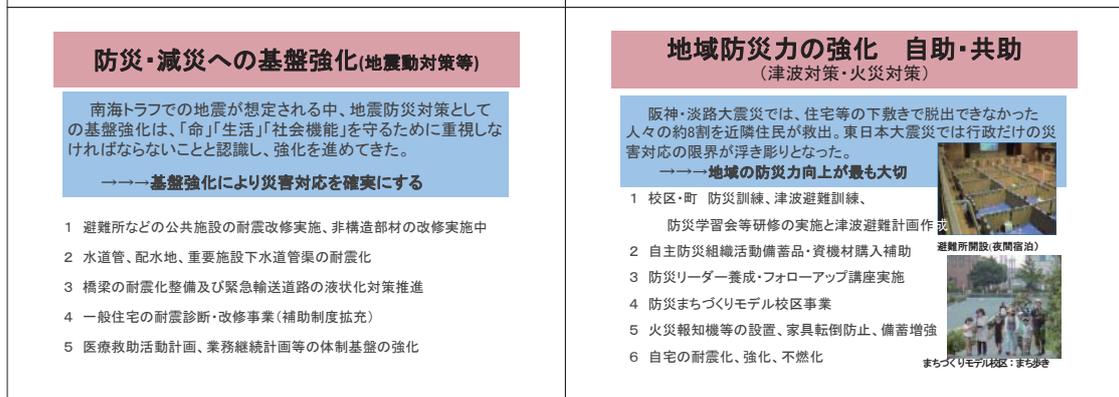
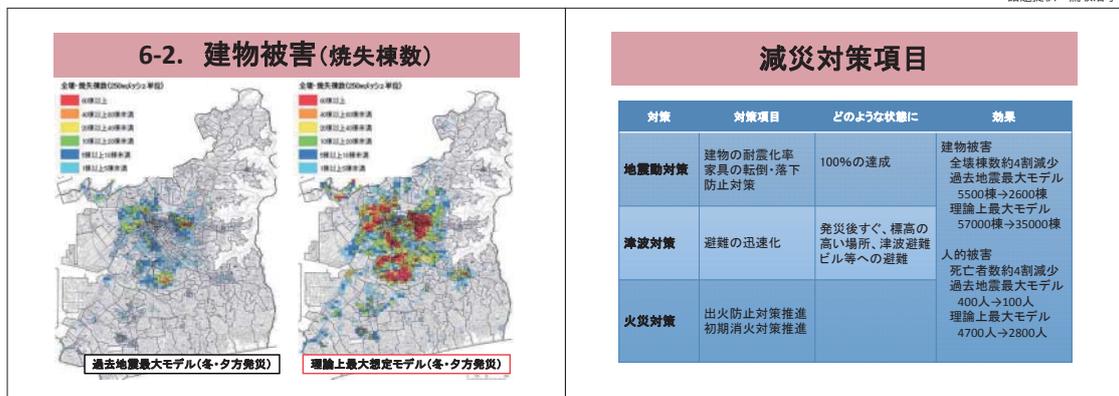
※計測震度は250mメッシュ単位で算定

話題提供 鷗坂浩孝②



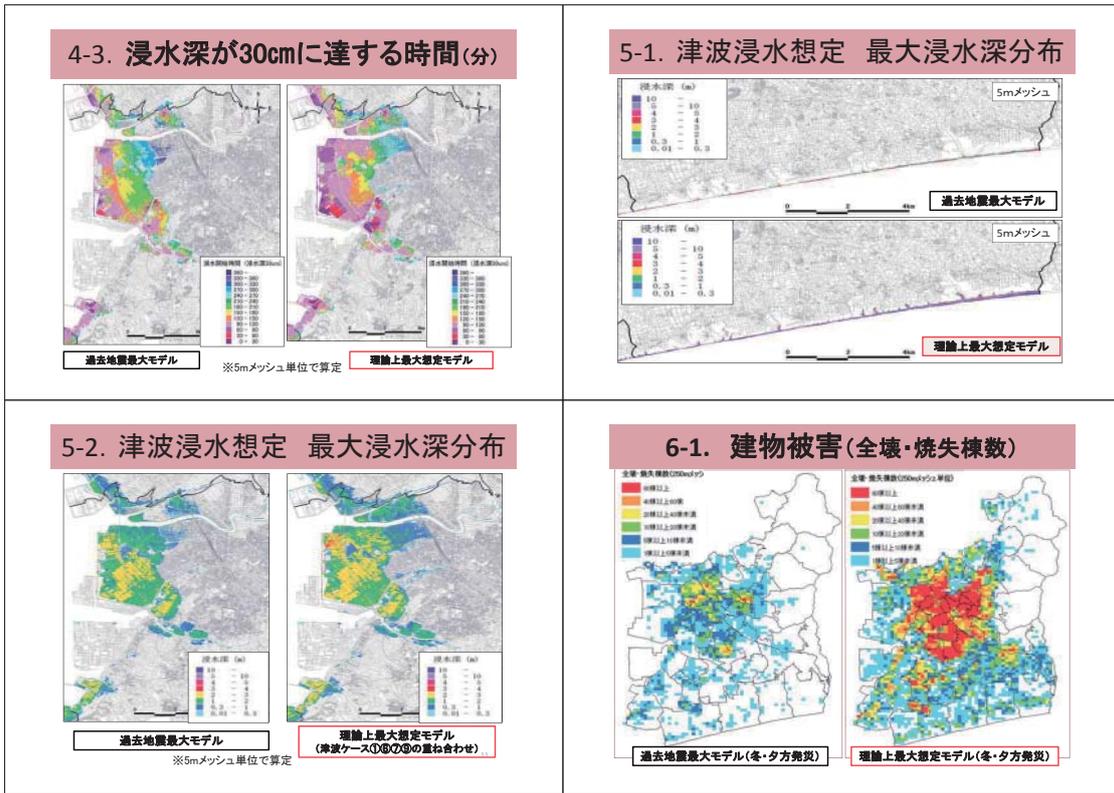
- 36 -

話題提供 鷗坂浩孝②



- 37 -

話題提供 鷺坂浩孝③



話題提供 鷺坂浩孝④

災害対応力の強化

多様な災害への対応としては、守るべきことを明確にする必要があります。「命」「生活」「社会機能」を守るべきことと認識し、防災・減災対策の推進、災害対応の強化を図る必要がある。

→ 防災・減災事業の展開と対応能力の向上

- 1 情報伝達手段の複線化(同報系防災無線、ラジオ、携帯メール)
- 2 地形案内(各種地図作成、海拔表示各種看板設置)
- 3 避難所拡大(学校教室、私立高校、民間施設、福祉施設、民間マンション等)
- 4 備蓄の拡充(備蓄品、備蓄倉庫、飲料水、日常生活用水等)
- 5 各種応援・協力協定(中核市等、各種機関・業界等)

今後の取組

H27.3頃

- ・地域防災計画改訂
- ・地震対策(減災)アクションプラン策定
- ・防災ガイドブック作成・配付

H27年度以降

- ・津波避難計画策定
- ・南海トラフ特措法津波避難対策緊急事業計画策定
- ・国土強靱化地域計画策定

正しく恐れ、しっかり備える

図面類、被害量等のデータは、豊橋市防災危機管理課のホームページにて公開しています。

HP: <http://www.city.toyohashi.lg.jp/16594.htm>
E-mail: bousaikikanri@city.toyohashi.lg.jp

(問合せ先)
豊橋市役所
防災危機管理課
電話: 0532-51-3116

話題提供 渡邊悦男①

田原臨海企業懇話会の防災対策

『命を守る、安全に自宅に帰す』

【たはらソーラー・ウインド発電所】
 ■最大出力60MW ■出力8MW
 ■年発電量約57,000MWh
 (一般家庭約19,000世帯分)
 ■2014.10.8竣工

田原臨海企業懇話会防災部会

会社の紹介

創業: 昭和25年8月
 従業員数: 264名(正社員数)

事業内容:
 海運事業部(物流業全般)
 港海運送貨、倉庫業、倉庫業、内航・自動車運送取扱、船舶代理店業
 クレーンリース業、船内作業員 等
 燃料事業部
 燃料油販売全般、LPガス販売、生保・損保保険代理店 等
 建設事業部
 土木工事業、建築業、建材販売 等
 企画開発事業部
 マリーナ事業、ボート販売、自動車整備業、中古車販売
 部品製造事業部
 工場等設備製作・移動、産業用機械部品製作 等
 (関連会社)
 田原運輸株式会社
 一般区域貨物自動車運送業 等

【1】 所在と組織構成

【1】 所在と組織構成

田原臨海企業懇話会

平成4年、臨海部の環境整備と会員相互の連携強化を目的に設立(68社)

田原臨海企業懇話会 防災部会

- 平成17年 代表幹事会を設置(任意)
 - 任意で指定した4つのブロックから代表幹事(4社)を選出、様々な防災活動を展開する。
- 平成26年 防災部会設置
 - 防災部会、ブロック幹事(4社)を田原臨海企業懇話会へ位置づける。(要綱等作成)

- 会員相互の連携
- 環境整備・美化活動の実施(植樹、清掃活動等)
- 研修会活動の実施など

- 41 -

話題提供 渡邊悦男②

【1】 所在と組織構成

田原臨海企業懇話会 防災部会

【ブロック幹事の役割(田原臨海企業懇話会防災部会設置推進要綱)】
 (ブロック幹事の役割)
 第5条 ブロック幹事は、第4条に定める事業の推進のほか、次の役割を持つ。
 (1)災害時におけるブロック内の事業所の統括及び平常時における情報共有
 (2)災害対策本部からの情報伝達及び情報収集
 (3)避難時における避難ルートの選択・指示
 (4)その他必要な事項

【1】 所在と組織構成

田原臨海企業懇話会 防災部会

○ 避難場所エリアによりブロック幹事を設ける

区	ブロック幹事
Aブロック	盛岡建設業株式会社
Bブロック	宇治川建設株式会社
Cブロック	宇治川建設株式会社
Dブロック	宇治川建設株式会社

【2】 取組の経緯等

1. 東海地震、東南海・南海地震への対策

(背景)
 ○ 平成14年東海地震地震防災対策強化地域指定
 ○ 平成15年東南海・南海地震防災対策推進地域指定

災害対策基本法・防災基本計画の改正
 東海地震強化計画、東南海特措法の制定 など

東海地震、東南海地震の発生確率高!

(課題)
 ○ 産業の集積地、田原市だけでなく国の経済も左右する工業地帯
 ○ 臨海地域(低地)という特性もあり、津波・液状化対策の必要性
 ○ 臨海就業者約1万5千人の内、市外からの従事者が約60%
 ○ 個人・事業所・企業体それぞれの防災意識低

【2】 取組の経緯等

2. 市とのパートナーシップ

市の方針として → 市内・県外を問わず、法人を含む全ての市民を自然災害から守る対策を講じる。

企業として → 企業として出来ること、企業体として出来ることを進める。

連携

田原市 ↔ 田原臨海企業懇話会

【連携した様々な対策を推進】
 ○ 防災組織の設立 ○ 情報伝達網の整備 ○ 情報伝達手段の整備
 ○ 避難場所の指定 ○ 避難ルートの設定 ○ 帰宅支援対策の検討
 ○ 訓練の実施(実動訓練、模擬訓練)
 ○ 企業の防災力の向上(非常持出袋、防災備品の整備)
 ○ 防災意識の向上(講演会・セミナー・ワーキング等) など

- 42 -

話題提供 渡邊悦男③

【3】具体的な取組

方針：「従業員の安全確保」を第一に！

- ① 迅速・確実・安全な避難体制の確立
(情報伝達手段、伝達体制の確立等)
- ② 安全・安心な避難場所等の確保
(避難ルート・避難場所の設定、マップ作成等)
- ③ 事業者及び懇話会の災害対策能力の向上
(各社の防災機能の向上、マニュアル等の整備 BCPの作成等)
- ④ 防災教育・人材育成・防災意識の向上
(訓練の実施、講演会・セミナー開催・参加等)

【3】具体的な取組

① 迅速・確実・安全な避難体制の確立 (情報伝達手段・体制)

市災害対策本部
↑ (情報収集・伝達等)

【伝達手段】

- 電話 (NTT、携帯、衛星携帯)
- FAX・メール
- 防災無線 (デジタル260MHz)

【3】具体的な取組

① 迅速・確実・安全な避難体制の確立 (情報伝達)

【伝達手段】

臨海地区に防災行政無線局を増設
広域型屋外子局:3箇所、回転灯付屋外子局:3箇所

【3】具体的な取組

② 安全・安心な避難場所等の確保 (避難ルート・避難場所)

○ 避難路・避難場所の確保 (避難シミュレーション (豊橋技術科学大学))

- 43 -

話題提供 渡邊悦男④

【3】具体的な取組

② 安全・安心な避難場所等の確保 (避難ルート・避難場所)

○ 避難路・避難場所の確保 (避難シミュレーション (豊橋技術科学大学))

高針避難所：800
震災に到着した避難者の経過時間：00時12分44秒
震災に到着した避難者の経過時間：00時24分44秒

【3】具体的な取組

② 安全・安心な避難場所等の確保 (避難ルート・避難場所)

田原市臨海地区
災害時 徒歩帰宅支援ルートマップ

各ブロックから避難場所へ安全に避難可能なルートを表示

【3】具体的な取組

② 安全・安心な避難場所等の確保 (避難ルート・避難場所)

災害発生時へ安全に帰宅可能な帰宅ルートを把握

【3】具体的な取組

② 安全・安心な避難場所等の確保 (避難ルート・避難場所)

「笠山農村公園」
↓
「笠山防災公園」

- 44 -

話題提供 渡邊悦男^⑤

<p>【3】具体的な取組</p> <p>③ 事業者及び懇話会の災害対策能力の向上 (各社の防災能力の向上、マニュアル等の整備、BCPの作成等)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 災害リスクワーキングの開催 (H29～) <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害リスクの検討 (発災後から時系列) <ul style="list-style-type: none"> → 避難対策、救助対策等に役立つ。 ・ 自社、地域への影響の検討 <ul style="list-style-type: none"> → 企業BCPの策定等に役立てる → 地域との信頼関係を築く。 ○ 地元自治会との意見交換会の開催 <ul style="list-style-type: none"> ・ 共助支援の検討 <ul style="list-style-type: none"> → 重機、食料・飲料水等の提供 → 土木・技師、医師・看護師等マンパワーの強力 ・ 地域との信頼関係の構築 <ul style="list-style-type: none"> → 災害時だけでなく日常における情報共有等 	<p>【3】具体的な取組</p> <p>④ 防災教育・人材育成・防災意識の向上 (訓練・講習会・セミナーの開催等)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 防災部会 <ul style="list-style-type: none"> ・ 各ブロック幹事により開催 (4回/年) ・ 事業計画の策定 ・ 訓練計画の策定 ・ その他防災関係調整等 ○ 企業防災ワークショップ <ul style="list-style-type: none"> ・ 全67社により開催 (2回/年) ・ 防災に関する勉強会等を開催 ・ 訓練、実技等の実施 ・ その他セミナー参加等 
<p>【3】具体的な取組</p> <p>④ 防災教育・人材育成・防災意識の向上 (訓練・講習会・セミナーの開催等)</p>  <p>自治会との合同避難訓練</p>	<p>【3】具体的な取組</p> <p>④ 防災教育・人材育成・防災意識の向上 (訓練・講習会・セミナーの開催等)</p> <p>【津波体験講演会 (むすび塾)】 講師: 垣上陸亨氏 (東北電機製造(株) (多賀城市)) 演題: 「会社の被害と避難」</p> <p>語りへ</p>  <p>地震発生・避難時のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 正確かつ迅速な情報入手 ・ 避難経路や避難経路等の状況把握 ・ 決断力 ・ 多様な場面を想定した避難訓練の実施 ・ 避難方針や避難経路等のルール化

- 45 -

話題提供 渡邊悦男^⑤

<p>【3】具体的な取組</p> <p>④ 防災教育・人材育成・防災意識の向上 (訓練・講習会・セミナーの開催等)</p>  <p>【HUG研修会】 避難所運営ゲーム</p> <p>【国・県・市施策に関する勉強会】 経済産業省中部経済産業局 国土交通省中部地方整備局</p>	<p>【3】具体的な取組</p> <p>■ その他の取組</p>  <p>非常用防災用品 非常用防災用品 ソーラー式避難誘導灯(アインカム電機) 避難場所の周知ステッカー 防災情報の周知ステッカー</p>
<p>【4】今後の取組として</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 方針「従業員の安全確保」対策の充実 <ul style="list-style-type: none"> ・ 個々の事業所、懇話会全体の防災能力の向上 ・ 国・県・市・大学などと連携した防災対策の推進 ・ 地域 (自治会等) と一体となった防災対策の推進 ・ 従業員一人ひとりの防災意識の向上 ■ 具体的な取組として <ul style="list-style-type: none"> ・ 情報伝達手段の充実 (衛星携帯電話等の整備) ・ 避難路、避難経路等の充実 (合同訓練の実施) ・ 防災意識の向上 (関係機関と連携したワークショップ等の開催) ・ 滞留者対策の推進 (一時滞在施設の検討 (企業版避難所)) ・ 臨海企業災害対策本部機能の検討 ・ 本部マニュアル、避難マニュアル等の作成 ・ 各事業所BCP作成 など <p>現状対策の持続的な推進</p> <p>↓</p> <p>対策の充実 新課題の克服</p> <p>↓</p> <p>災害に強い企業基盤づくり</p>	<p>ご静聴ありがとうございました</p>

- 46 -

話題提供 天野明夫①

<p>豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター主催 シンポジウム</p> <p>大成建設 For a Lively World</p> <p>地域のレジリエンスについて ～施設や企業単位のBCMSから地域での視点へ～</p> <p>天野 明夫 大成建設株式会社 ライフサイクルケア推進部 FM推進室</p>	<p>Agenda</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 防災からレジリエンスへ 2. BCMSの重要性 3. リスク想定とシミュレーション技術 4. 地域単位のレジリエンスへ 5. 明日に向けて 						
<p>1. 防災からレジリエンスへ ～災害対策でのパラダイム・シフト～ ～しなやかな回復～</p>	<p>3. 11 後のパラダイム・シフト 「防災」から「減災」・「事業継続」へ</p> <p>⇒ ⇒ 考え方の進化 ⇒ ⇒</p> <table border="1"> <tr> <td>従来からの 考え方</td> <td>現在の 考え方</td> <td>新しい 考え方</td> </tr> <tr> <td>防災 = 消防</td> <td>強靱性 ・ 災害に強い (被害低減)</td> <td>しなやか ・ 災害に 負けない</td> </tr> </table> <p>Taisei Corporation</p>	従来からの 考え方	現在の 考え方	新しい 考え方	防災 = 消防	強靱性 ・ 災害に強い (被害低減)	しなやか ・ 災害に 負けない
従来からの 考え方	現在の 考え方	新しい 考え方					
防災 = 消防	強靱性 ・ 災害に強い (被害低減)	しなやか ・ 災害に 負けない					

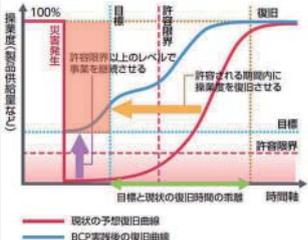
- 47 -

話題提供 天野明夫②

<p>「事業継続」: レジリエンスの向上</p> <p>Taisei Corporation</p>	<p>予防力の向上</p> <p>Taisei Corporation</p>
<p>回復力の向上</p> <p>Taisei Corporation</p>	<p>総合的な防災能力の向上</p> <p>Taisei Corporation</p>

- 48 -

話題提供 天野明夫③

<p style="text-align: center;">レジリエンス的な対応</p> <ul style="list-style-type: none"> > 発生確率を減らす <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 被害低減をめざす > 回復を早くする <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 応援・受援力の強化 ⇒ 応援・受援業務の標準化 <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>	<p style="text-align: center;">2. BCMSの重要性</p> <p style="text-align: center;">～BCPからBCMSへ～</p> <p style="text-align: center;">～ ISO 22301 の発効 ～</p> <p style="text-align: center;"><small>Taisei Corporation</small></p>
<p style="text-align: center;">BCPの概要</p>  <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>	<p style="text-align: center;">「守るもの」と「守る時間」を明確にする</p> <p style="text-align: center;">お客様に対する約束</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>守るもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重要業務 ・優先順位 <p>効き目の高い投資</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>守る時間</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目標復旧時間 ・目標水準 <p>適切な投資配分</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">従来の防災計画とは別物</p> <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>

話題提供 天野明夫④

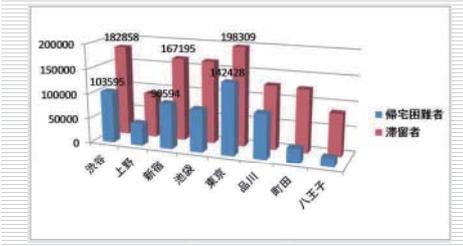
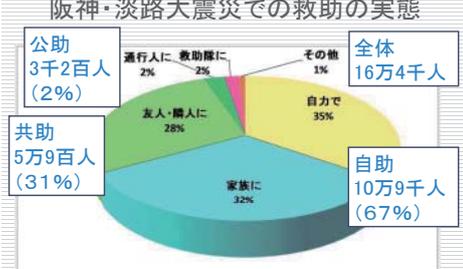
<p style="text-align: center;">事業継続計画(BCP)からBCMSへ</p> <ul style="list-style-type: none"> 2005 内閣府 事業継続ガイドライン 2006 中小企業庁 BCP運用指針 2006 BS25999-1 2007 中央省庁BCPガイドライン 2007 BS25999-2 2008 国内でBS25999-2 認証開始 2012.5 ISO22301発行 <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>	<p style="text-align: center;">ISO 22301認証取得の意義</p> <p>要求事項規格</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BCMSに関する国際標準 ・ 用語・概念・方法論の標準 <p>対外的には</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 規格適合をアピールできる ・ 国際的にも取引条件となり得る <p>内部では</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 継続的な深化・推進の拠り所 <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>
<p style="text-align: center;">3. リスク想定とシミュレーション技術</p> <p style="text-align: center;">～ リスクの想定 ～</p> <p style="text-align: center;">～ 津波のシミュレーション技術 ～</p> <p style="text-align: center;"><small>Taisei Corporation</small></p>	 <p style="text-align: right;"><small>Taisei Corporation</small></p>

話題提供 天野明夫

<p>津波対策モデル (T-Buffer)</p>  <p>津波対応施設 施工事例</p> <p>Taisei Corporation</p>	<p>4. 地域単位のレジリエンスへ</p> <p>～ 個(単体)から共(地域)へ ～</p> <p>～ 自助・共助・公助の考え方 ～</p> <p>Taisei</p>
<p>地域活動継続計画(DCP)の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> ● DCP(District Continuity Plan)とは地域としての活動や機能を継続するための地域での協定等を言う。 ● 「生き残る街」「逃げ出さなくても良い街」を「企業間の共助」で図る <p>東京駅周辺・防災隣組より</p> <p>Taisei Corporation</p>	<p>地域活動継続計画(DCP)の実態</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 安心・安全は地域に対する究極の評価基準である ● 地域>街区>ビル <p>のポテンシャルを高める</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 帰宅難民対策が大きな比重を占める <p>Taisei Corporation</p>

- 53 -

話題提供 天野明夫

<p>滞留者と帰宅困難者の想定数</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>地区</th> <th>帰宅困難者</th> <th>滞留者</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>渋谷</td> <td>103535</td> <td>182858</td> </tr> <tr> <td>上野</td> <td>49594</td> <td>167195</td> </tr> <tr> <td>新宿</td> <td>107428</td> <td>198309</td> </tr> <tr> <td>池袋</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>東武</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>品川</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>有明</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>八王子</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Taisei Corporation</p>	地区	帰宅困難者	滞留者	渋谷	103535	182858	上野	49594	167195	新宿	107428	198309	池袋			東武			品川			有明			八王子			<p>地域活動継続計画(DCP)の実態</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 建物(躯体+二次部材)の耐震化 ● 高層建物の長周期振動対策、EVの耐震対策 ● 共用部+専有部への非常用電源確保 ● 備蓄品(食料・飲料水・トイレ)の確保 ● 帰宅難民対策も大きな比重を占める <p>Taisei Corporation</p>			
地区	帰宅困難者	滞留者																													
渋谷	103535	182858																													
上野	49594	167195																													
新宿	107428	198309																													
池袋																															
東武																															
品川																															
有明																															
八王子																															
<p>阪神・淡路大震災での救助の実態</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>救助方法</th> <th>人数</th> <th>割合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>公助</td> <td>3千2百人</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>共助</td> <td>5万9百人</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>自助</td> <td>10万9千人</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>1%</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>家族に</td> <td>32%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>友人・隣人に</td> <td>28%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>通行人に</td> <td>2%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>救助隊に</td> <td>2%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>全体</td> <td>16万4千人</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Taisei Corporation</p>	救助方法	人数	割合	公助	3千2百人	2%	共助	5万9百人	31%	自助	10万9千人	67%	その他	1%	1%	家族に	32%		友人・隣人に	28%		通行人に	2%		救助隊に	2%		全体	16万4千人		<p>地域防災の担い手</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 待っていても防災機関は助けにこない ■ 「企業間の共助」が必要 <ul style="list-style-type: none"> ■ BCMSの連携を ■ 「自主防災」の強化がさらに重要 <ul style="list-style-type: none"> ■ 防災リーダーの育成 <p>Taisei Corporation</p>
救助方法	人数	割合																													
公助	3千2百人	2%																													
共助	5万9百人	31%																													
自助	10万9千人	67%																													
その他	1%	1%																													
家族に	32%																														
友人・隣人に	28%																														
通行人に	2%																														
救助隊に	2%																														
全体	16万4千人																														

- 54 -

話題提供 天野明夫⑨

現状は？ バラバラ！

1. 同じビル内でも、BCPは各社により異なる
 - 被害想定がバラバラ(停電・断水・通信・交通)
 - 合同訓練が困難
 - ⇒ 統括防災管理者制度の充実
2. 同じ工場団地でも、BCPは各社により異なる
 - ⇒ 防災協議会の充実
3. 市区町村内での組織間連携が困難
 - ⇒ 地域内連携の強化とICSの導入

話題提供 天野明夫⑦

ICSが各BCMSをつなぐ

県のICS ICSが上位
BCMSは従

A市のICS B町のICS

ICS(インシデント・コマンドシステム)

ICSは統合されるほど力を発揮

危機対応チームリーダー
(インシデント・コマンド)

- 実行班
- 計画情報班
- 後方支援班
- 総務班

5. 明日に向けて

～ 顔の見える 地域コミュニティの創造 ～

話題提供 天野明夫⑩

自助・共助のための前提

- 施設・企業単位での災害対策
- 地域での共助を拡大
- 基盤としての
平時の地域コミュニティ活動

実効ある運用

巨大災害はめったに起きないが、
ひとたび起きると甚大な被害

研修・訓練を通じて
実効性を高める

平時に出来ないことは
有事には出来ない

非常時の実践力を鍛える

非常時の実践力を鍛える

まなぶ学習 learn	何をしていたかわからない	⇒	言われれば分かる
ならう訓練 Drill	分かっているが出来ない	⇒	やれば出来る
ためす演習 Exercise	日常化していない	⇒	普段からやっている

話題提供 天野明夫^①

<p style="text-align: center;">地域コミュニティの在り方</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 地域住民の互いの交流 □ 日頃からの付き合い □ 互いに顔の見える関係 <p style="text-align: center;">⇒ 自治体に課せられた課題</p> <p style="text-align: right;"><small>Taisei CORPORATION</small></p>	<p style="text-align: center;">AISEI TECHNOLOGY</p> <p style="text-align: center;">テクノロジーの交差点で未来が生まれる。 本誌編集が豊橋技術科学大学アISEIプロジェクトに寄贈されています。編集し、本誌発行に当たり、 大分県豊橋工業大学へご寄付をさせていただきます。</p> <p style="text-align: center;">技術をもつては 大成就</p> <p style="text-align: right;"><small>Taisei CORPORATION</small></p>
---	---

本資料は、以下のシンポジウム申込者に対して配付しています。

豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター主催 シンポジウム
「防災・減災のための備えと行動 ～ 今、何ができるか ～」
2014年12月9日（火）13:00～17:00 豊橋商工会議所9F大ホール

資料作成：豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター
作成日：2014年12月8日（月）
住 所：〒441-8580
豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 環境防災実験棟 201（事務室）
連絡先：0532-81-5157（事務室）

南海トラフ巨大地震対策中部ブロック協議会
広域連携防災訓練 参加報告

日 時：平成 26 年 8 月 31 日（日）9:00～11:30
場 所：豊橋技術科学大学 環境防災実験棟 202
主 催：南海トラフ巨大地震対策中部ブロック協議会
参 加 者：斉藤センター長、穂苅（研究員）、小玉（研究支援課）

概 要：内閣府が公表したM9 クラスの南海トラフ巨大地震が、平成 26 年 8 月 30 日午前 7 時 30 分に発生したとの想定の下で行われた、各縣市、防災関係機関等と中部地方整備局災害対策本部とを通信ネットワークで繋ぐ情報収集・伝達訓練に豊橋技術科学大学を代表してCARMセンターから上記の 3 名が参加し、以下の訓練を行った。

- ①シナリオの定刻通り中部地方整備局災害対策本部と交信
- ②災害対策本部に対して豊橋地域の情報を提供



ものづくり博 2014 in 東三河に出展

10月31日(金)・11月1日(土)(ともに10:00～17:00)に豊橋市で開催されたものづくり博2014in東三河の学校出展者ブースにおいて、当センターの取り組みを紹介しました。

<http://www.monohaku.info/event/monohaku-seminar.pdf>

日時：平成26年10月31日(金)10:00～17:00

平成26年11月1日(土)10:00～17:00

場所：豊橋市総合体育館

主催：東三河広域経済連合会(事務局：豊橋商工会議所)

参加者：斉藤センター長、穂苅(研究員)、樋口、平松(斉藤研究室)

出展内容：活動紹介パネル、振動模型・免震構造物の模型等



報告：御津臨海企業懇話会合同防災訓練への参加

斉藤センター長が顧問を務める御津臨海企業懇話会（会長：遠山繁（(株) エクシム愛知工場長））において合同防災訓練が行われました。

▼訓練日・対象・避難場所等の概要

【目的】

巨大地震発生に伴う津波避難を想定した合同防災訓練

【訓練日】

平成 26 年 11 月 12 日(水) 15 : 00～16 : 30

【対象】

三河港臨海企業用地 御津 1 区・御津 2 区（豊川市御津町御幸浜・佐脇浜地内）

【初期対応・1次避難】

各企業内

【2次避難】

御津南部小学校、三河臨海緑地高台、近隣企業

【講評】

豊川浄化センター 2 階会議室

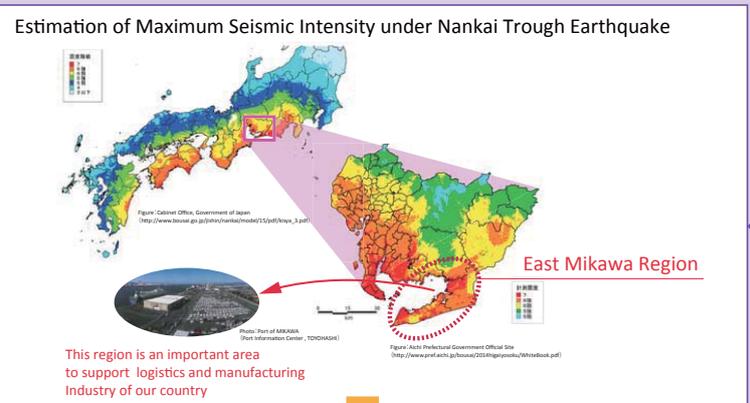
実施事務局：豊川市産業部企業立地推進課

参加者：斉藤センター長，穂苅(研究員)

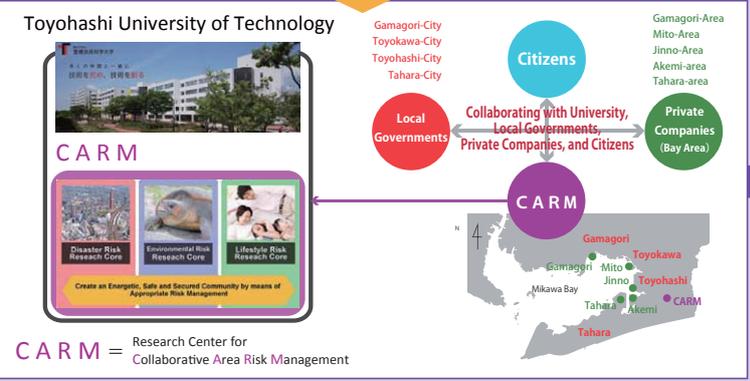


Toyohashi University of Technology

Area Risk Management of East Mikawa Region in Japan to Prepare for Nankai Trough Earthquake



Risk Management



Research and practice

Mikawa Bay coastal district is a center of manufacturing industry and a strategic point of land and sea transport



<ul style="list-style-type: none"> ◇ Mechanism of earthquake ◇ History of natural disasters 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Seismic design of structures ◇ Seismic retrofitting techniques
<ul style="list-style-type: none"> ◇ Mechanism of tsunami and storm surge ◇ Protection against tsunami 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Risk management and BCP ◇ Evacuation drill ◇ Management of shelter space

Regional Risk Management

- Routine preparations for the large scale disaster
- Eliminating the gap of disaster management ability among companies
- Dissemination of advanced countermeasure methods against disasters

Disaster Prevention Manager A: By utilizing the techniques learned in the training course, I will diagnose the seismic safety of buildings.

Disaster Prevention Manager B: By utilizing the knowledge learned in the training course, I will make a Business Continuity Plan.

Disaster Prevention Manager C: By collaborating with trainees, I will make an evacuation drill against Tsunami.

Improvement of risk management capabilities in regional scale by means of training program for advanced disaster prevention managers

防災・減災に関する国際研究のための東京会議（平成 27 年 1 月）発表ポスター

本報告書は、文部科学省の平成 26 年度「成長分野等における中核的人材養成等の戦略的推進」事業の成果をまとめたものです。

報告書 実践的高度防災担当者養成プログラムの策定
平成 26 年度「成長分野等における中核的人材養成等の戦略的推進」

作成日 2015 年 1 月 30 日

編集 国立大学法人 豊橋技術科学大学 安全安心地域共創リサーチセンター (CARM)
(〒 441 - 8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 環境防災実験棟 201 室)
