

目次

防災基礎講座

地震防災概論	5
東三河の防災リスクと防災対策	21
世界の防災 途上国の地震被害と技術協力	24
東三河の災害リスクと企業防災	33

経営（事業）をまもる人材の育成講座

企業とレジリエンス	47
BCP の基本マインド	61
BCP 作成実務とシミュレーション	65
企業の事業継続計画とマネジメント	75

建物（施設）をまもる人材の育成講座

建物の地震対策は必要か～地震リスクの考え方～	89
建物はどうやって耐震化するのか	101
建物の設備を守るにはどうしたらよいか	109
地域地盤特性と関連する地盤災害	117
臨海部産業施設の強靱化と課題	141

生命（生活）をまもる人材の育成講座

企業と連携した防災プロジェクト～「防災＋クリエイティブ」のいくつかのプロジェクトのご紹介～	151
災害時における避難の課題と対策	157
自主避難の課題：近年の災害の状況をふまえて	165

防災基礎講座

地震防災概論

齊藤 大樹

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

1

地震防災概論



齊藤 大樹

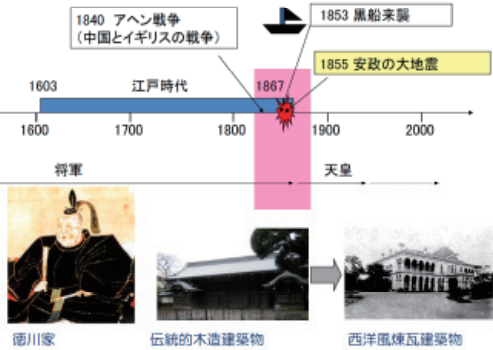
豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系 教授
安全安心地域共創リサーチセンター(CARM)長

2

Q. 地震はなぜ起きるのか？

3

西洋文明への移行期



1840 アヘン戦争 (中国とイギリスの戦争)

1853 黒船来襲

1855 安政の大地震

1603 江戸時代

1600 1700 1800 1867 1900 2000

将軍 天皇

徳川家 伝統的木造建築物 西洋風煉瓦建築物

4

なます絵



5

要石はどこにある？



鹿島市

つくば市

東京

鹿島神宮

要石


6

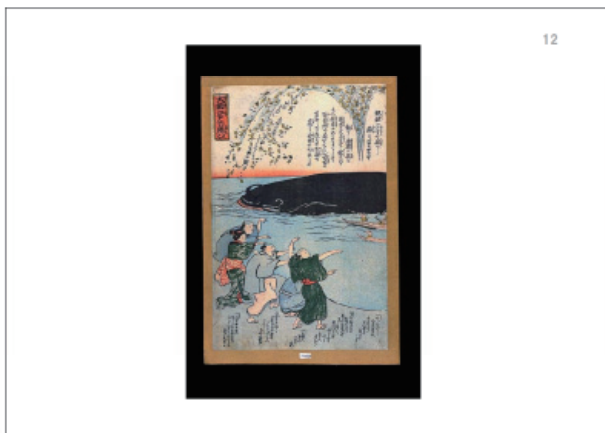
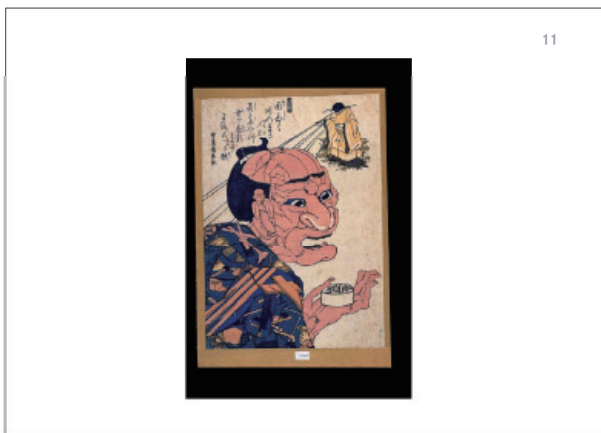


7



8





14

煉瓦は西洋文明の象徴だった
しかも火災に強い

明治6年(1873年)銀座煉瓦街

明治23年(1890年)浅草凌雲閣

15

1891年 濃尾地震(M8.0)
1923年 関東大震災(M7.9)

明治6年(1873年)銀座煉瓦街

明治23年(1890年)浅草凌雲閣

16

Q. 地震はなぜ起きるのか?

大陸移動説
アルフレート・ヴェーゲナー(1880-1930)

Q. 地震はなぜ起きるのか? 17

Q. 地震はなぜ起きるのか? 18

大昔 現在

うそつき!

化石の分布を調べてみよう 19

Q. 地震はなぜ起きるのか? 20

幻の大陸があった(地球収縮説)

Q. 地震はなぜ起きるのか? 21

なぜ大陸は移動するのか?
ヴェーゲナーさんの心残り

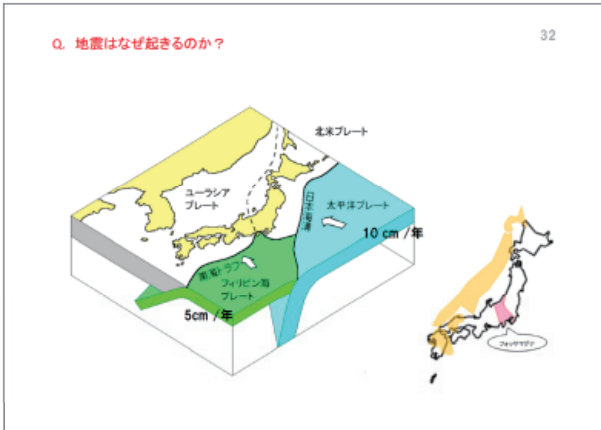
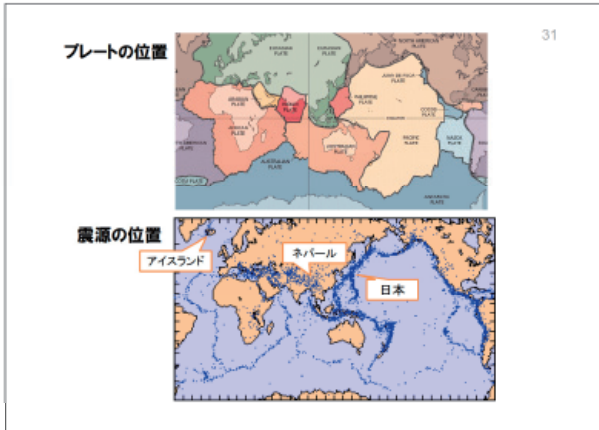
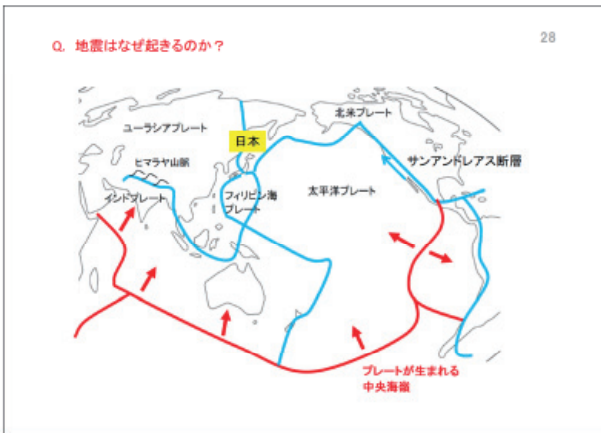
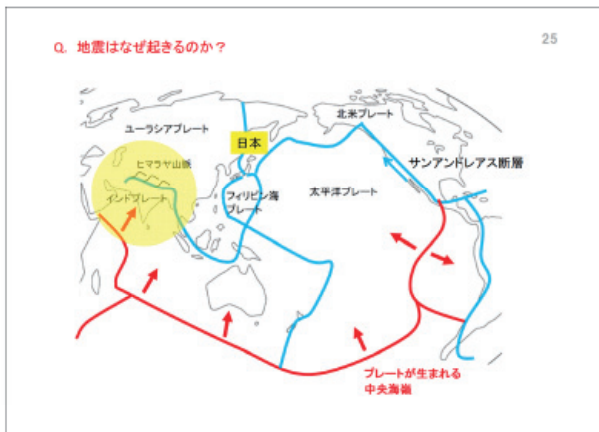
対流

Q. 地震はなぜ起きるのか? 22

マントル対流が大陸を動かす

大陸移動説 (1915) 23

Q. 地震はなぜ起きるのか? 24



33

Q. 地震はなぜ起きるのか？

プレートの衝突によって地震は起きる

34

日本が最大5m東に動いた

日本が最大1.2m沈んだ

35

電子基準点がとらえた日本の地殻変動(水平)

36

西日本の地表面の年間移動量

年間数センチづつ西に動いている

豊橋市

いずれ地震によって歪は解放される

(出典:地震調査研究推進本部ホームページ)

37

2015.09.16 阿蘇山

火山フロント

2014.09.27 御嶽山 死者・行方不明 63

4年後

3年後

2015.05.29 口永良部島

2016.04.16 熊本地震

4年後

5年後

2016.02.05 桜島

38

富士山噴火

火山フロント

5年前

869年 貞観地震

2年後

鳥海山噴火

9年後

関東巨大地震

9年後

南海トラフ巨大地震

5年後

39

南海トラフ(理論上最大想定)が来たら、豊橋市のほぼ全域が震度7になる。

1995年 阪神淡路大震災での震度7の揺れ

40

2016年4月 熊本地震

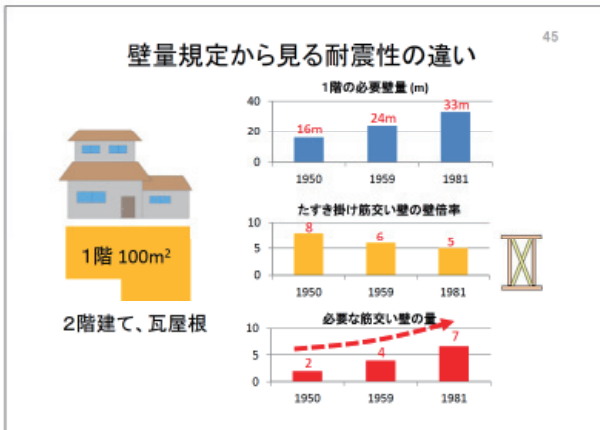
益城町住宅被害① ~1階層崩壊~



44

木造の耐震規定の変遷

年	事項	木造
1950	建築基準法制定	壁量規定の導入
1959	建築基準法改定 (防火規定の強化)	壁量規定の強化
1971	建築基準法施行令改正 (帯筋規定の強化)	無筋または鉄筋コンクリート造の布基礎とする
1981	建築基準法施行令改正 (4)	壁量規定の見直し 精選用合板など面材を張った壁を追加
1995	阪建	接合金物等の奨励
2000	建	地耐力に応じた基礎(杭、べた、布) 地耐力の調査が事実上義務化(SSW調査) 筋交いのサイズにより金物を指定 出隅等の柱脚にホールダウン金物を義務化 耐力壁のバランス計算(四分割法、偏心率)
2001	品	耐震等級の導入





50

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

51

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

加速度を感じていますか？

52

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)

F = m × a ニュートンの第2法則

53

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

力は 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)

月の(重力)加速度は地球の1/6

54

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？

質量によって力は変わる

F = m × a

↑ 軽い(質量)は加速度は同じ
 ↓ 重い(質量)は加速度は同じ

55

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

加速度と逆方向の力(慣性力)が働く

F = -m × a

56

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

加速度と逆方向の力(慣性力)が働く

F = -m × a

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？ 57

どちらの慣性力が大きい？

$F = m \times a$

Q. なぜ建物は地震で崩壊するのか？ 58

どちらの慣性力が大きい？

59

慣性力を減らして建物を強くする **減築**

中学校(茨城県水戸市) H18年耐震補強

4階撤去、屋根新設費用を加味しても、約6千万円削減し、5900万円で工事を行うことができた。

60

Q. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？

Q. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？ 61

揺らしてみよう！

Q. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？ 62

建物の固有周期

$T = 0.1 \times \text{階数(秒)}$

T = 0.8 sec T = 0.2 sec

Q. 高い建物と低い建物はどちらが安全か？ 63

地震動の揺れと建物の応答 (加速度応答スペクトル)

ガタガタ揺れ ゆっくり揺れ

64

どうしたら建物は地震に強くなるか？

65

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

がっちり型 やわらか型

66

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

力と変形の関係

水平力 水平変形

67

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

ずーっと力がかかると倒れてしまう

F D

風や雪にはよくない

68

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

地震の揺れは元に戻る

F D

69

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

地震に対する建物の強さ
= 力(強度) × 変形(靱性)
= 仕事(またはエネルギー)

壁の多い剛構造 柱・梁からなる柔構造

地震力 変形 強度 C 靱性 F

歪エネルギー エネルギー量は同じ 歪エネルギー

70

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

吸収エネルギーを増やして地震に強くする

強度 C 変形 F

強度増加? 靱性増加?

(安全) (危険)

原建物 改良建物

71

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

補強技術(1. 伝統的方法)

C (強度) F (靱性)

C 増加 CとF 増加 F 増加

(安全) (危険)

原建物

72

ブレースによる補強事例
(豊橋技術科学大学)

ブレースによる補強事例
(豊橋商工会議所)

筋交いと金物による補強
(木造住宅)

補強技術 (2. 制振ダンパー)

75

オイルダンパー
その他、多数のダンパー

ダンパーによるエネルギー吸収

耐力曲線 F (靱性)

オイルダンパーによる耐震グレードアップ
鉄骨造, 54階建て, 高さ216m, 建設年 1979, 東京 → 2009年補強

76

288 オイルダンパー
(大成建設)

東京スカイツリーの心柱制震

77

固有周期約10秒で、関東平野の堆積が感念されること(南関東地震)として設計。

主を付加質量とバネを、本塔(免)心柱は直径柱の避難階段。この部分は心柱脚する158個の引しているタワー(震用の柱。=

い周波数帯、多くで、転倒モーメントで地震時最大40%、応答加速度で地震時最大50%低減。(大林組)

デュアル・フレーム・システム(揺れの差利用)

78

コア壁と周辺フレームを制震装置で連結

デュアル・フレーム・システム 原理図

難波グランドマスターズタワー (大林組)

補強技術 (3. 免震)

79

建物にブレースとかダンパーを付けたくない

積層ゴム支承
鉛ダンパー
鋼製ダンパー

耐力曲線 F (靱性)

Q. 免震構造って何？

80

地面から浮かせる？

風船で浮かす？ 磁力で浮かす？

Q. 免震構造って何？ 81

転がす？ 滑らせる？

ストッパー 転がす？

摩擦 滑らせる？

Q. 免震構造って何？ 82

滑り免震の例

鎌倉の大仏：1960年の改修の際に、ステンレスの板が基礎に敷かれた

Q. 免震構造って何？ 83

元に戻すには？

滑らせる？

Q. 免震構造って何？ 84

元に戻す力(復元力)

アイソレーター ばねで戻す？

曲面を滑らせて戻す？

Q. 免震構造って何？ 85

揺れて戻ってくる時間=周期

ばね(ゴム)で戻す → 重力と慣性力 戻力 凹面をすべらせる

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

(m: 質量, k: 剛性) 重いほど長周期化できる

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

(L: 曲率半径, g: 重力加速度) 軽くても長周期化できる

Q. 免震構造って何？ 86

アイソレータ

積層ゴム支承

ゴムの塊

建物の重さ ↓ がくっつく

圧縮力がかかると

積層ゴム

ゴムの塊

建物の重さ ↓ 横からの地震力

硬い 軟らかい

87

免震の積層ゴムはこんなに変形する

Q. 免震構造って何？ 88

ダンパー

鉛ダンパー

鋼材ダンパー

オイルダンパー

Cast Lead, Steel Flange Plate, Steel, Steel Flange Plate, Steel Damper Rod, Cylinder, Shimona Fluid, Piston Rod, Piston Head

Q. 免震構造って何？ 89

免震構造の仕組み

アイソレータ
建物の重さを支える。
建物の固有周期を伸ばす。

ダンパー
揺れを早く減衰させる。

Q. 免震構造って何？ 90

地震でゆっくり大きく動く免震建物

出入口のエキスパンション

91

ビタワの免震装置

アイソレータ
天然ゴム系積層ゴム
径60cm～100cm

アイソレータ
弾性すべり支承
径30cm

ダンパー
鉛ダンパー
径26cm

14基
6基
6基

92

もし免震構造でなかったら？ 免震構造では？

震度7相当の直下地震

93

東京駅の免震改修

丸の内駅舎は1923年大正関東地震(M7.9)でも被害を受けなかった強靱な鉄骨煉瓦造の躯体。しかし、今後の更なる安全と未来への継承を目的として、免震化工事を実施。現行基準の地震動で免震設計。

● 免震ゴム(約352台) ● オイルダンパ(約158台)
丸の内駅舎地下平面図 (鹿島建設)

94

災害拠点となる免震構造

東日本大震災での石巻市の死者3269名、行方不明者442名

免震構造の石巻赤十字病院は、石巻市で唯一、被災を免れた総合病院として、発生1時間で態勢を整え、震災3日間で2800人を受け入れた。

95

過信は禁物 放置された装置の不具合

96

津波は大丈夫？

97

海で地震が起きると津波も来る

つなみだ！

98

つなみ 津波クイズ

津波のスピードは、海が深い場所と浅い場所とどっちが速い？

99

こんなに早い津波のスピード？

■津波のスピード
津波速度 $V(m/s) = \sqrt{g(m/s^2) \times (z(m) + h(m))}$
ここに、g：重力加速度(=9.8 m/s²)、z：水深、h：波高

100

地球の反対側からやってくる津波

101

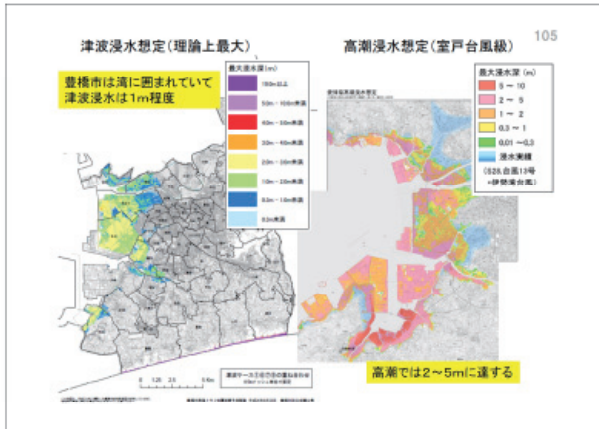
鉄筋コンクリート建築物を倒す津波の力 (東日本大震災での女川町の被害)

102

103

104

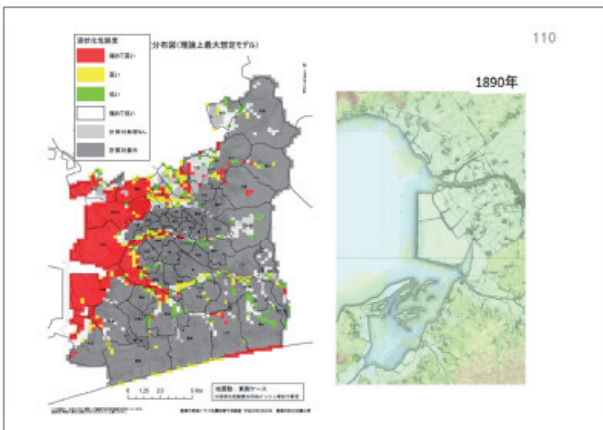
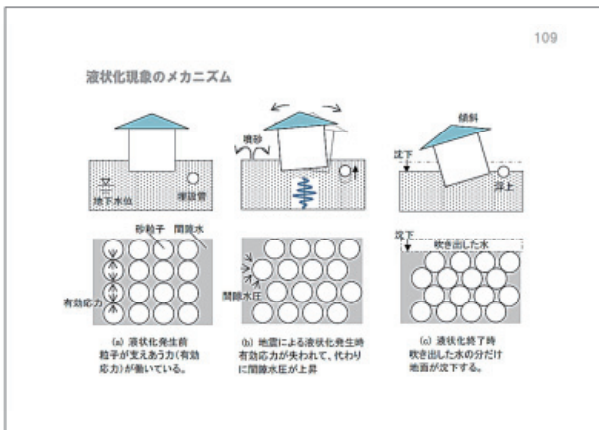
浸水深が2階軒高以上の場合は、ほとんどの木造建築物は流失
浸水深が1階床上程度までの場合は、ほとんどの木造建築物は残存



105

106

液状化は大丈夫？



東三河防災カレッジ (H29年10月~H30年2月) 豊橋技術科学大学 CARM 主催

経営を守る人材の育成 建物を守る人材の育成 命を守る人材の育成

防災基礎講座

さらに興味がある方は

齊藤大樹著 「トコトンやさしい 地震と建物の本」

2013年3月発行 日刊工業新聞社 定価1,400円

地震の発生 建物の揺れ 耐震・免震・制振 津波対策 などを経験豊富な使って解説した本です。ぜひ一読ください。

東三河の防災リスクと防災対策
世界の防災 途上国の地震被害と
技術協力

齊藤 大樹

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

名執 潔

豊橋技術科学大学
安全安心地域共創 RC

豊橋技術科学大学 CARM 安全安心地域共創リサーチセンター
Research Center for Collaborative Area Risk Management

三河湾防災カレッジ

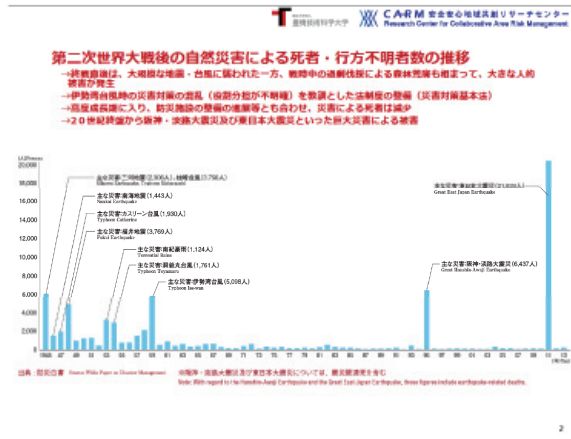
防災基礎講座 東三河の防災リスクと防災対策

豊橋技術科学大学 特任教授 名執 潔

東三河地域の歴史的地震・津波被害

発生年月日	震源及び発生メカニズム	概要
慶長9(1604)11/24	濃尾地震(M8.4)	三河湾沖で3~4mの津波。家屋倒壊、死者等の被害。太平洋沖では3~7mの津波で船の傾倒等の被害。
寛政7(1796)6/25	三河(M5~6)	三河湾沖で浅層(浅海)で大津波発生。高田の多くの人が亡くなる被害。
寛政7(1796)6/25	濃尾地震(M8.3)	濃尾で大津波。人家が傾倒し被害。三河湾沖に3~4mの津波。豊橋の被害大。太平洋沖では2~3mの津波。
天正10(1582)11/29	伊勢地震(M6.2)	津波発生。家屋倒壊、人と家畜の死傷大。
享和9(1809)7/19	三河湾沖で浅層・深層で2~3m。太平洋沖では5~6mの津波。	
安永8(1793)7/10	濃尾地震(M8.3)	三河湾沖で3~5mの津波。豊橋に被害。豊橋は倒壊への被害大。太平洋沖では6~10mの津波。高田死傷。一時茶屋に侵入の死者等の被害。
享和5(1805)7/22	三河湾島原沖方沖(M6.8~7.0)	震源で2~3mの津波。太平洋沖は震源に200kmの離れた被害。
享和5(1805)7/22	濃尾地震(M8.3)	三河湾沖で3~4mの津波。高田が被害。豊橋に倒壊による死者あり。船に被害の被害大。太平洋沖では6~10mの津波。死者あり。家屋倒壊、山崩れ、農作物の被害。
享和5(1805)7/22	紀伊半島沖(M6.4)	三河湾沖で津波発生。太平洋沖では津波。
安永8(1793)7/10	濃尾地震(M8.3)	太平洋沖で3mの津波。
寛政19(1807)12/7	濃尾地震(M8.0)	琵琶湖湖底沖で地震発生。三河湾沖で1m。太平洋沖で1~1.5m程度の津波発生。津波による被害あり。
寛政20(1808)1/13	三河湾(M7.1)	三河湾沖で1m程度の津波。被害小。津波では倒壊に海水入り。0.7m程度の被害。
寛政21(1809)12/21	三河湾沖(M6.1)	三河湾沖で津波発生。被害なし。
享和5(1805)7/22	伊勢半島沖(M6.2~6.5)	津波が襲来(5/24)Lが三河湾沖で津波は長く。豊橋沖で若干の家屋倒壊。太平洋沖では2m程度の津波が上る。
享和5(1805)7/22	伊勢半島沖(M6.1)	5/28に津波発生(20cm)。5/29に三河湾沖で10cmの津波を襲来。人的被害なし。
享和5(1805)7/22	三河湾(M8.0)	巨震の太平洋沖で155cmの津波を襲来。人的被害はないが、漁船が遭難し溺死。

出典：東三河地域防災協議会「豊橋東三河地域における地震による津波の歴史と対策」



1923年以降三河湾沿岸4市（豊橋、豊川、蒲郡、田原）で震度4以上を観測した地震

地震の発生日時	震源地名	震源	マグニチュード	最大震度
2017/03/03 09:56:15	濃尾	34km	M4.9	4
2005/08/10 23:57:18	三重県南東沖	44km	M7.4	5
2005/08/10 19:07:05	三重県南東沖	38km	M7.1	5
2001/02/23 02:32:29	静岡県西部	32km	M3.0	4
2000/11/03 14:51:39	三重県南部	30km	M5.7	5
1997/07/05 06:08:53	愛知県東部	35km	M5.9	5
1948/05/28 16:13:28	濃尾	35km	M6.1	4
1948/05/13 20:44:43	瑞井半島北	==	M7.1	6
	紀伊半島	==	M6.7	4

出典：気象庁地震データベースCARM作成



- 豊橋技術科学大学 CARM 安全安心地域共創リサーチセンター
Research Center for Collaborative Area Risk Management
- ### 「自然災害」と「災害」について
- 国際的災害データベースGLIDEの対象：
Drought干ばつ, Earthquake地震, Epidemic疫病, Extreme temperature極端気温, Flood洪水, Industrial Accident産業事故, Insect infestation虫害, Mass movement地滑り, Miscellaneous accidentその他事故, Storm台風・暴風, Transport accident交通事故, Wildfire野火, Volcano火山, Complex Disasters複合災害
赤字が（通常）自然災害とされるハザード
 - 「災害対策基本法」の対象：
暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生ずる被害をいう。
→自然災害だけでなく、人の行為による事故も災害

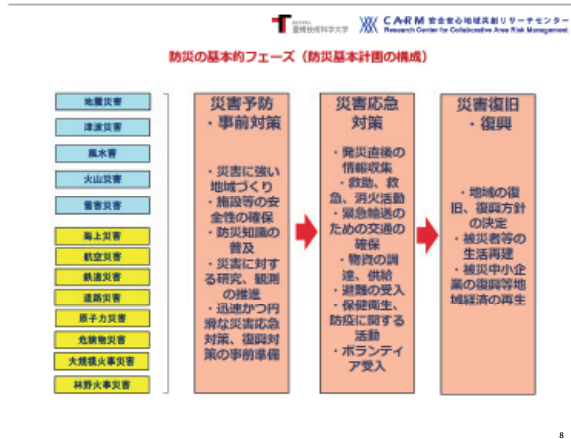
豊橋技術科学大学 CARM 安全安心地域共創リサーチセンター
Research Center for Collaborative Area Risk Management

アジア諸国における自然災害対策

中央・地方政府における防災法制の整備・組織の編成・計画の策定には一定の進捗

国	法制度の名称
バングラデシュ Bangladesh	災害対策法 (2005年) The Disaster Management Act, 2005
ブータン Bhutan	災害対策法 (2013年) Disaster Management Act of Bhutan, 2013
カンボジア Cambodia	災害対策法 (2012年に国会に提出) Law on Disaster Management was drafted and will be submitted to the National Assembly for enactment by 2014
インド India	災害対策法 (2005年) The Disaster Management Act, 2005
インドネシア Indonesia	災害対策法 (2007年) Disaster Management Law, 2007
モルディブ Maldives	災害対策法 (2013年) Disaster Management Act (draft), 2013
モンゴル Mongolia	防災法 (2003年) The Law on Disaster Protection, 2003
ミャンマー Myanmar	自然災害対策法 (2013年) Natural Disaster Management Law, 2013
ネパール Nepal	災害法 (1982年、改正1992年) Disaster Calamity Act, 1982 revised 1992
パキスタン Pakistan	災害法 (2007年) National Disaster Management Ordinance, 2007
フィリピン Philippines	フィリピン防災・減災法 (2010年) Philippine Disaster Risk Reduction and Management Act of 2010
スリランカ Sri Lanka	スリランカ防災対策法 (2005年) The Law on Disaster Management Act, 2005
タイ Thailand	防災・減災法 (2009年) Disaster Prevention and Mitigation Act, 2007

出典：ADRIC調べ



防災基礎講座：名執潔 テキスト



豊橋技術科学大学における実践の例

平成28年度 大規模地震等に対する地理空間情報を活用した地域連携型防災対策のあり方検討業務

○調査の目的
大規模地震への備えとして、防災に関する地理空間情報等の自治体間で広域的な共有のあり方について検討する。さらに、平成27年の熊本地震でも明らかになったように、大規模災害時には自治体の機能取崩れ能力が低下するため、自治体以外の主体との情報共有のあり方について検討し、実証実験を行う。

○調査の概要
豊橋をはじめとする東三河地域は、南海トラフ地震による甚大な被害が懸念される。このため、豊橋技術科学大学が、東三河地域の8市町村で構成される「東三河地域防災協議会」と連携し、災害に関する地理空間情報等の整備状況や自治体間の広域的な共有のあり方について検討する。
また、三河湾沿岸は4市にまたがり工業地帯が展開しているが、いずれも堤外地のため、立地企業は大規模災害時の対応、特に自治体との情報共有や従業員の安全な避難について取組意欲を持っている。以上を踏まえ、三河湾の工業地帯の一つである明海地区の企業で構成される「明海地区防災連絡協議会」と、沿岸4市と連携し、災害時の被災状況や避難経路の地理空間情報を共有する実証実験を実施する。

東三河地域の概要

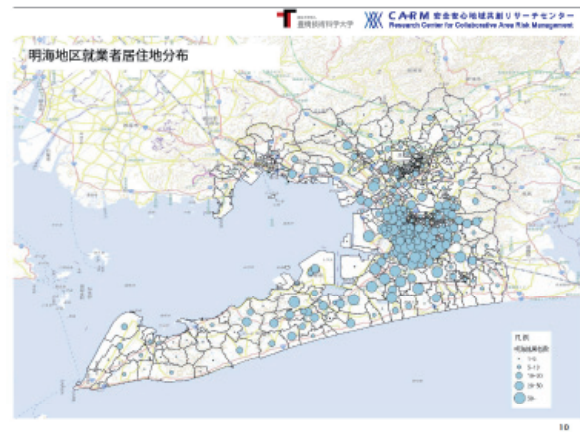


豊橋市による南海トラフ地震の震度推定



二次被災が懸念される地域の概要





<p style="text-align: center;">世界の防災 途上国の地震被害と技術協力</p>  <p style="text-align: center;">齊藤 大樹 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(CARM)長</p>	<p style="text-align: right;">2</p> <p>海外の地震での日本人犠牲者</p> <p>2005年10月8日パキスタン地震 (M7.7) イスラマバードの高層アパートにおいて、国際協力機構(JICA)専門家の榎原寛さん(当時36)と長男の輝ちゃん(2)が死亡。</p> <p>2011年2月22日のニュージーランド地震 (M6.1) クライストチャーチにあるカンタベリー・テレビ(CTV)の入ったビルが倒壊し、このビルに入居していた語学学校に通う日本人留学生28名が死亡。</p> <p>2011年11月9日のトルコ・ワン地震 (余震M5.6) 6階建てのホテルが倒壊し、NPO法人「難民を助ける会」の宮崎洋さん(当時41)が死亡。</p> <p>日本の地震での外国人犠牲者</p> <p>阪神淡路大震災では、外国人の犠牲者は約180名(神戸新聞) 東日本大震災では、外国人の犠牲者は約20名(4月時点)</p>
<p style="text-align: right;">3</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> <p>煉瓦とは？</p> <p>日干し煉瓦(アドベ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料:土(粘土) ・構法:土をこねて四角に固め、天日で1週間ほど干す。 ・雨の少ない土地に多く、一般に貧しい住宅に用いられる。 <p>焼成煉瓦</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粘土を型に入れ、窯で焼き固めたもの  	<p style="text-align: right;">4</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> 
<p style="text-align: right;">5</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> 	<p style="text-align: right;">6</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> <p style="text-align: center;">三重苦が被害を拡大</p> <ul style="list-style-type: none"> ・材料が土や石 ・経済力がない ・地震が多い
<p style="text-align: right;">7</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> <p style="text-align: center;">アルジェリアの石積建物の地震被害</p> 	<p style="text-align: right;">8</p> <p>途上国の地震被害と建物の特徴</p> <p style="text-align: center;">インドネシアのレンガ造建物の被害</p> <p>農村部の住宅に多い。質の悪いレンガの壁と木造の屋根組みからなる。</p> 

途上国の地震被害と建物の特徴 9

組積造の被害例：ペルーのアドベ造住宅

一般的な住宅や店舗に多い。アドベ造の壁と木のプレートに土を盛った屋根からなる。



途上国の地震被害と建物の特徴 10

組積造の被害例：インドのアドベ造建物

雨の少ない貧困な農村部に多い。



途上国の地震被害と建物の特徴 11

アドベ造の被害（2003年12月26日 イラン・バム地震）

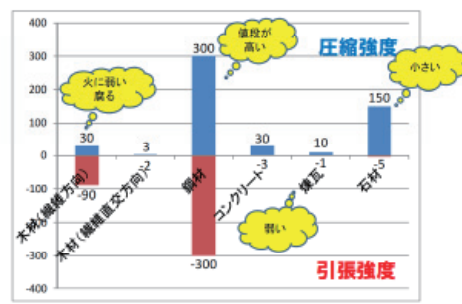
死者31,000名以上



ほとんどがアドベ造。粉々に崩壊するため、下敷きになった人の多くが圧死または窒息する危険性が高い。

途上国の地震被害と建物の特徴 12

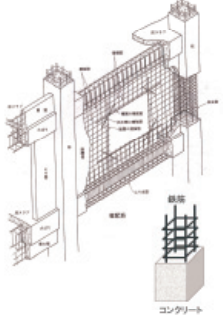
どんな材料を使うか？



材料	圧縮強度	引張強度
木（縦向き方向）	30	3
木（横向き方向）	30	3
レンガ	300	-300
コンクリート	30	-10
煉瓦	150	-5
石材	150	-5

途上国の地震被害と建物の特徴 13

鉄筋コンクリート造とは



- コンクリート**
 - セメント、砂、砂利、水から成る
 - レンガの倍近い強度
 - ひび割れが起きやすい
- 鉄**
 - 強度が高い（コンクリートの約10倍）
 - 錆びる。熱に弱い。
 - 材料が高価である。
- 鉄筋コンクリート（約140年前に発明）**
 - 圧縮はコンクリートが負担
 - 引張り力は鉄筋が負担
 - 鉄筋をコンクリートが錆び、熱から守る

途上国の地震被害と建物の特徴 14

鉄筋コンクリート造の長所と短所

長所

- 他の建設材料（木やレンガなど）に比べ、強く長持ちする。
- 比較的材手が手に入りやすく、安い。
- 大きな断面が自由に作れる。
 - インフラ施設（橋、港湾、ダムなど）
 - 比較的大きな建築物（アパート、オフィスビルなど）

短所

- 自重が大きい。
- 施工には厳しい管理が必要で、工期が長い。
- 解体や建て替えが難しい。

途上国の地震被害と建物の特徴 15

途上国に多い鉄筋コンクリート造

- 柱・梁・床が鉄筋コンクリート造で、壁部分がレンガの構造。
- 外壁、間仕切りにはレンガが使われる



途上国の地震被害と建物の特徴 16

鉄筋コンクリート造の被害例：ルーマニア


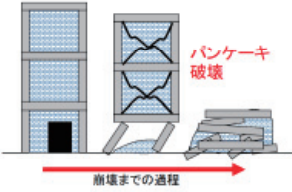


煉瓦造よりも高層の建物
1棟あたりの死者が多い

1977 ルーマニア地震（死者1,570人）

途上国の地震被害と建物の特徴 17

鉄筋コンクリート造の被害例：ギリシャ

1999 アテネ地震(死者140人)

途上国の地震被害と建物の特徴 18

鉄筋コンクリート造の被害例：トルコ




- 施工が悪い。コンクリートの強度不足
- 鉄筋が少ない。柱、梁が一体化していない。
- 1層が弱く、下から壊れる。壁が少ない(店舗やガレージ)。

1999トルコ地震(死者1万5千人)

途上国の地震被害と建物の特徴 19

鉄筋コンクリート造の被害例：インド



バンケーキ破壊

2001インド西部地震(死者約1万人)

途上国の地震被害と建物の特徴 20

鉄筋コンクリート造の被害例：アルジェリア



2003 アルジェリア地震(死者2,268人)

途上国の地震被害と建物の特徴 21

鉄筋コンクリート・プレハブ構造

- ・ 工場生産した鉄筋コンクリート造パネルを現場で組み立てる。
- ・ ロシアおよび周辺の旧共産主義国に多い。




途上国の地震被害と建物の特徴 22

プレハブ構造の被害例：アルメニア



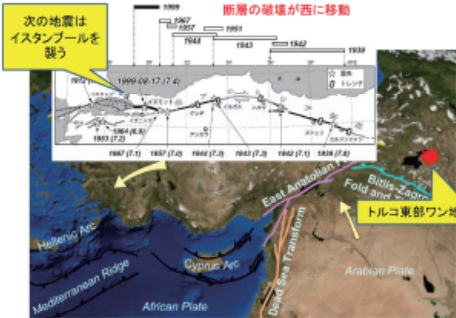
1988 アルメニア・スピタク地震(死者10万人)

途上国の地震被害と建物の特徴 23

最近の地震被害：2011年10月23日 トルコ東部ワン地震

次の地震はイスタンブールを襲う

断層の破壊が西に移動



トルコ東部ワン地震

途上国の地震被害と建物の特徴 24



バンケーキ破壊

写真：時事通信HPより

25

途上国の地震被害と建物の特徴

トルコ中東工科大学 CANBAY博士のレポート(10月27日)より

ワン市で倒壊した建物は6棟だけである。
広い部屋をつくるために1階の壁や柱を勝手に取り除いたという噂がある。

多くの建物は外装などの表面的な被害にとどまっている。
建設方法はイスタンブールなどの大都市と変わらない。
柱の横方向の鉄筋が少ないなど、構造的な欠陥がある。



外壁の被害



横方向の鉄筋の間隔が広い
(日本は10~15cm)

26

途上国の地震被害と建物の特徴

なぜ途上国では耐震化が進まないのか？

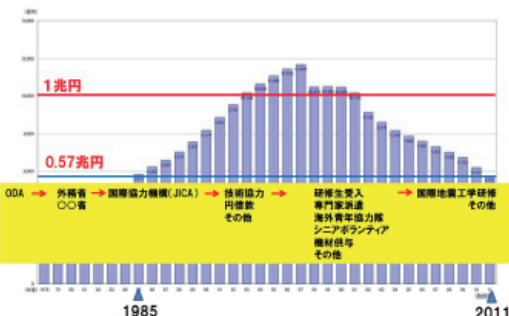
- 社会的・経済的障害
- 市民の防災意識の欠如
- 建築士、請負業者、現場従事者の技術・理解不足
- 耐震建築基準の遵守意識の欠如
- 多数を占める不法建築
- 行政による建築監視技術の不足

27

地震防災分野における技術協力

28

日本のODA予算の推移



ODA → 外務省 → 国際協力機構(JICA) → 技術協力(内閣府) → 研修生受入(外務省) → 国際地震工学研修(その他)

1兆円

0.57兆円

1985 2011

29

地震防災分野における技術協力

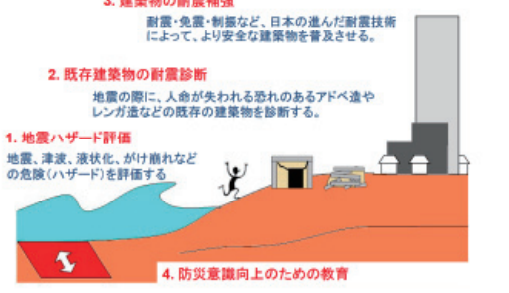
JICA地震防災センタープロジェクト(1986-2012)

国名	名称(機関等略称)	相手機関	協力期間
インドネシア	人間居住研究所 RRIHS	科学技術省 RESTDA	1986-1993
ペルー	日本・ペルー地震防災センター CISMID	ペルー国立工科大学 UNL	1986-1993
危地馬拉	構造物群の地震災害軽減技術プロジェクト	ナリ・ホルリカ大学	1988-1994
メキシコ	メキシコ地震防災プロジェクト GENAPRED	国立自治大学 UNAM	1990-1997
トルコ	トルコ地震防災研究センター(EDCEN) ITU	イスタンブール工科大学	1993-2000
旧エジプト	地震学研究協力(NRIAG)	天文地球物理研究所	1993-1996
カザフスタン	アルマイ地帯防災リスク削減プロジェクト	国立地震研究所	2000-2003
ルーマニア	ルーマニア国地震災害軽減計画 INGERD	地震災害軽減センター	2002-2010
エルサルバドル	建設住宅普及技術助成 Taishinプロジェクト	住宅都市開発庁	2000-2010

30

技術協力の流れ

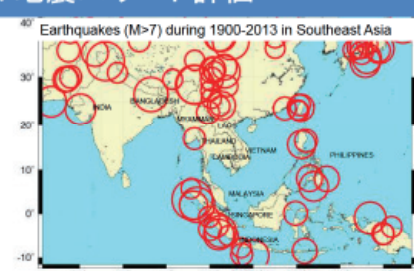
1. 地震ハザード評価
地震、津波、液状化、がけ崩れなどの危険(ハザード)を評価する。
2. 既存建築物の耐震診断
地震の際に、人命が失われる恐れのあるアドベ造やレンガ造などの既存の建築物を診断する。
3. 建築物の耐震補強
耐震・免震・制震など、日本の進んだ耐震技術によって、より安全な建築物を普及させる。
4. 防災意識向上のための教育



31

1. 地震ハザード評価

Earthquakes (M>7) during 1900-2013 in Southeast Asia

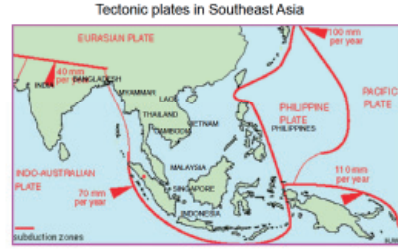


(Catalog of Damaging Earthquakes in the World, ISEE, BRI)

32

東南アジア地域のプレート

Tectonic plates in Southeast Asia



東南アジア地域の活断層
Active faults in Southeast Asia

高地震リスク 中地震リスク 低地震リスク

日本 / 台湾 / ミャンマー / バングラデシュ / タイ / マレーシア
インドネシア / フィリピン / 中国 / ラオス / ベトナム / シンガポール / カンボジア

地震ハザード評価に係わる技術協力

- 活断層の評価
- 過去の津波痕跡
- 地盤評価
- 過去の歴史地震の評価
- 地震観測網の整備など
- 将来の被害予測(地震、津波、液状化、土砂災害など)

2. 既存建築物の耐震診断

高品質
高機能
経済被害

低品質
簡素
人命被害

どのように耐震性を評価するのか？ — 構造実験 —

引き倒し実験
傾斜台
反力壁による静的加力
振動台実験

どのように耐震性を評価するのか？ — 構造解析 —

有限要素法 動的骨組解析 個別要素法

部材の力と変形の数値モデル

どのように耐震性を評価するのか？ — スクリーニング法 —

簡単な方法により、地域の建物を一斉に(スクリーニング)評価する

1. 壁率の計算 (壁の長さ×床面積の比率を方向別に計算)
2. 被害度曲線

被害度
大破・崩壊 アドベ造 レンガ造 RC造
中破
小破
無被害

地震動強さ(震度や加速度)

既存建築物の耐震診断に係わる技術協力

既存建築物の

- 構造実験の実施
- 構造解析の実施
- スクリーニングの実施

により、脆弱性(どこが弱点か)を明らかにする。

その国で使われている

- 耐震設計法の改良
- 施工管理や品質の向上

3. 建築物の耐震補強

高品質
高機能
経済被害

低品質
簡素
人命被害

免震や制振など高度な補強
壁の増設など通常の補強
イラストがたくさん入った正しい施工方法のガイドブック

41

Q. 強くするか? 柔らかくするか?

補強技術(1. 伝統的方法)

C (強度) C 増加 CとF 増加 F 増加

(安全) (危険)

原建物 F (靱性)

42

補強技術 (2. 制振ダンパー)

C (強度) (安全) (危険)

原建物 耐力曲線 F (靱性)

ダンパーによるエネルギー吸収

ダンパー

オイルダンパー

その他、多数のダンパー

43

補強技術 (3. 免震)

建物にブレースとかダンパーを付けたくない

C (強度) (安全)

原建物 耐力曲線 F (靱性)

積層ゴム支承

鉛ダンパー

鋼製ダンパー

44

建築物の耐震補強に係わる技術協力

- その国に適した既存建物の耐震補強技術の開発
- 新しい耐震補強技術(制振や免震など)の普及

安全な耐震補強技術や田舎の大工さん向けの分かりやすい施工ガイドラインなども必要。

45

防災意識向上のための教育普及

- 学生・技術者の教育
- 研究者の交流プログラム
- ワークショップやデモンストレーションの実施
- 現地語によるマニュアルやガイドラインの出版

による知識や技術の共有・普及

- 一般住民を対象とした防災訓練

により防災意識を高める。

46

国際地震工学研修 ((独)建築研究所 国際地震工学センター)

- ① **地震工学通年研修(1960~)**
1960年 UNESCOの協力で国際研修を東京大学で開始
1962年 地震学、地震工学の国際研修を建築研究所で実施
1974年 JICA 発足以後、研修をJICA 研修の一環として実施
2006年 「津波防災コース」を新設
(2005年度から、修士号学位を授与)
- ② **グローバル地震観測研修(1995~)**
核実験探知に必要な地震観測技術や核実験を識別するデータ解析技術を得得し、CTBT(包括的核実験禁止条約)体制・国際監視制度において重要な役割を果たせる人材を育成
- ③ **中国耐震建築研修(2009~2013)**
2008年に中国で起きた四川大地震への復興支援策としてJICA「耐震建築人材育成プロジェクト」の一環で、中国耐震建築研修を年間20名の構造技術者を対象に実施。

47

地震防災分野における技術協力

研修修了生の数と出身国

—50年の蓄積—

41- 31-40 21-30 11-20 1-10

● 地震の国際・多国地域防災連携 (2008~2009, 第2, 5, 6)


○ 研修修了生の数 (2009年3月末現在, 統計国・地域から1,481名)

48

東日本大震災の教訓

東日本大震災の教訓 49

そのとき研修生は？



ペルーの研修生がYouTubeに投稿した映像

東日本大震災の教訓 50

被災地への視察(女川)



東日本大震災の教訓 51

被災地への視察(釜石湾)



東日本大震災の教訓 52

被災地への視察(陸前高田市)



東日本大震災の教訓 53

JICAホームページより

3日間の被災地現場研修を終え、プライユディ研修員は、「被害の大きさに、津波の威力、恐ろしさを痛感した。インドネシアの災害時に支援の手を差し伸べてくれた日本で、たくさんの方が犠牲になったこととても悲しく思う。それでも、日本は津波防災の分野で世界をリードする国であり、防波堤、防潮堤や迅速な警報、避難で被害を防いだ部分も多い。インドネシアは災害に対してはるかに脆弱(ぜいじやく)であり、研修で日本の優れた技術や知識を吸収し、必ず母国の防災に生かしたい」と話した。



インドネシアの気象庁で地震観測と津波予報、警報発出業務を担当するプライユディ研修員

2010.2011 津波防災コース



インドネシア、バンダアチエを襲った津波 (YouTube)

東日本大震災の教訓 54

岩手県灾区考察報告

加油岩手！ 加油日本！

「どんな災害にも負けない建物を設計するのは難しいかもしれないが、それでも、考え得るよりよい方法で建物を造るという大きな課題が、自分たちに突き付けられた」
(李剛 研修員)

津波方舟



李剛(中国、河北)
2011 中国耐震建築研修

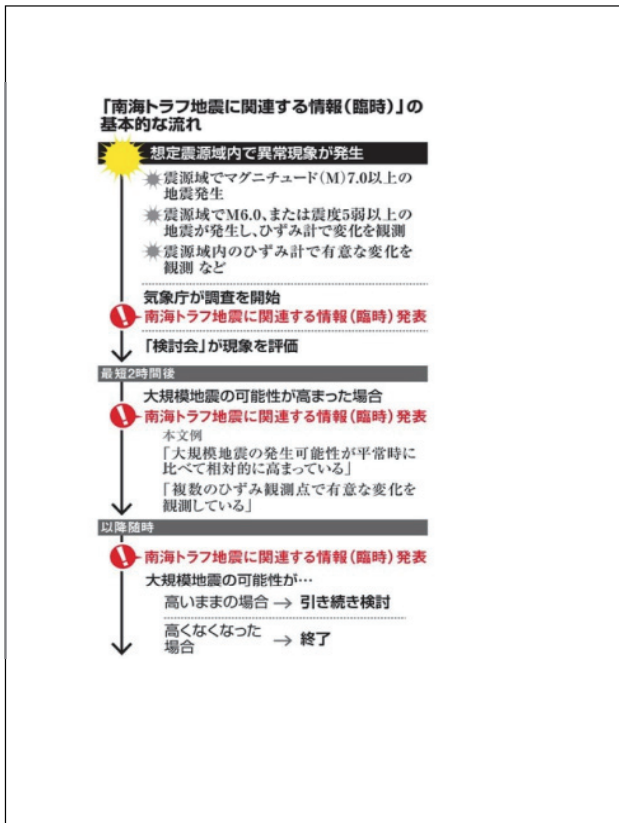
55

おわりに

確かめられた世界との絆。ともに災害に立ち向かう世界へ



ルーマニアの首都ブカレストの通りで



東海地震対策について

東海地震の切迫性について

東海地震
東海地域の想定震源域では概ね100～150年の間隔で大規模な地震が発生しているが、東南海地震(1944)でひずみが解放されず、安政東海地震(1854)から157年間大規模な地震が発生していないため、積重なひずみが蓄積されていることから、いつ大地震が発生してもおかしくないといわれている。
東海地震は唯一直前予知(地震の前兆現象をとらえる)の可能性があり、予知された場合には事前避難・交通規制等の対策を講じる。

東南海・南海地震
おおむね100～150年の間隔で発生しており、今世紀前半での発生が想定されており、関東から九州にかけての広域防災対策を早急に確立していく必要がある。

年	地震名	規模	死者	行方不明者
1906年	大正東海地震 (M7.9)			
1970年	大正東海地震 (M8.0)			
1944年	安政東海地震 (M8.4)			
1946年	東南海地震 (M7.0)	死者・行方不明者1,223人		
2011年	南海地震 (M9.0)	死者1,330人		

157年経過

東海地震?

確率領域 (震源域がしめる範囲)

東海地震の発生の仕組み

① ひずみの蓄積
② ひずみで観測
③ 地震が発生する。

東海地震の想定震源域

東海地震の発生メカニズム

東海地震の予知の仕組み

①地震発生前には、上側と下側のプレートが固着している状態で「はがれ」が生じ、種々な予り(前兆すべり)が始まる。
②その「前兆すべり」に伴うひずみの変化をひずみ計で監視し、ひずみ計の状況等に応じて「東海地震」に関連する情報を発表する。

ひずみの変化
ひずみ計
固着部分のはがれ

東海地震の予知の仕組み

東海地震予知が困難なケース
・「前兆すべり」の規模が小さく、ひずみの変化がひずみ計の検出限界以下の場合
・「前兆すべり」の成長が極めて急激で情報発表できないまま東海地震が発生する場合
・「前兆すべり」が沖合いで発生し、それに伴うひずみの変化が陸域に整備されているひずみ計でとらえられない場合
等

大規模地震対策特別措置法 (昭和53年6月:制定)

関係部局府県事務
内閣府
中央防災会議
地震防災対策強化地域
【基本計画】法第5条
【強化計画】法第6条
【応急計画】法第7条、8条
【民間事業者】
【地震対策】
【災害対策】
【復興対策】

地震防災対策強化地域(東海地震)

地震防災対策強化地域図
平成23年4月1日現在
(8都県17市町村)

東海地震に関する情報発表の流れ

～異常現象の検知から警戒宣言まで～

異常現象の検知
異常現象の進行
警戒宣言
東海地震に関する調査情報(臨時)
東海地震注意情報
東海地震予知情報

「東海地震に関連する情報」と主な対応

情報名	情報の発表基準	政府の主な対応	国民への影響
東海地震予知情報	東海地震の発生のおそれがあると思われる場合 東海地域における3箇所以上のひずみ計での有意な変化が、前兆すべりによるものと認められた場合など	警戒宣言 地震災害発生本部設置 救助・救急・消火部隊の派遣への派遣 数値値をすぐに派遣できる体制の整備 必要な交通規制の実施	住民等の避難 交通の進入禁止 一般車両の進入規制
東海地震注意情報	異常現象である可能性が高まった場合 東海地域における3箇所以上のひずみ計での有意な変化が、前兆すべりによるものと予断がないと認められた場合など	必要職員の出発中情報連絡体制の確保 消防隊等の派遣 救助・救急・消火部隊や救護隊の派遣準備 物資の供給や交通規制に備えた準備	長距離行列車と貨物列車の進入禁止 不要不急の旅行・出張等の自粛
東海地震に関連する調査情報(臨時)	通常とは異なる変化が観測され、その発生原因についての調査が行われる場合 東海地域における少なくとも3箇所のひずみ計で有意な変化が観測された場合など、東海地域との関連性について調査が認められた場合など	連絡要員の確保	通常と変化なし

東三河の災害リスクと企業防災

穂苅 耕介

豊橋技術科学大学
安全安心地域共創 RC

三河港振興会蒲郡地区委員会
御津臨海企業懇話会
明海地区防災連絡協議会
田原臨海企業懇話会

東三河防災カレッジ 防災基礎講座 第3講
東三河の災害リスクと企業防災



東三河の企業防災と安全安心地域共創リサーチセンター
豊橋技術科学大学 CARM 特任助教 穂苅耕介

CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災

安全安心地域共創リサーチセンターの目標

自然災害だけでなく、環境害や生活害を含めた地域リスクの軽減化に寄与する研究の推進
安全安心で活力ある地域社会の形成に貢献する先進的な統合学術研究拠点の形成

人材難、資金難、設備不足
一人材育成を活動の目玉に



CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災

防災人材の育成として企業に着目すること
「市民」が対象だと地域社会貢献とされるのに、「企業」が対象だとなぜ地域社会貢献とされないのか
「市民」への奉仕＝高い社会貢献？

地域地震防災コース



CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災

「企業防災」担当者の問題点（※）

- ・少人数による孤立化
- ・主要な業務ではない（担当者のスキル次第）
- ・予算がない
- ・地震がこない（対策のルーティン化）
- ・モチベーションが続かない

※アンケートより

センターが関わることで

- ・他の企業の防災担当者との交流促進
- ・担当者のスキルアップに貢献
- ・東三河の地域特性や企業ニーズを踏まえた多様性のある人材育成プログラムを提供
- ・単発ではなく継続的に地域と関係する

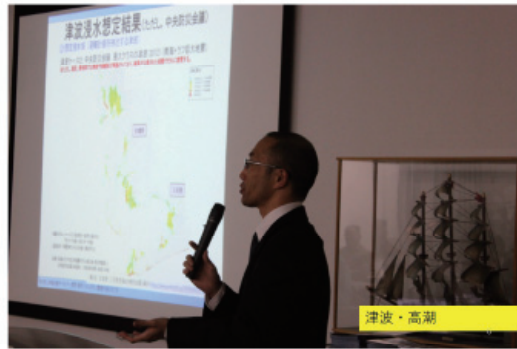


CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災



建物の地震対策

CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災



津波水想定結果（※）, 中央防災会議

津波・高潮

CARMと人材育成活動 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災



地震への備えと行動

防災力を高めるプラットフォームづくり 防災基礎講座 第3講 東三河の災害リスクと企業防災

防災力を高める「プラットフォーム」をつくる

よりよいプログラムづくりのため、災害から地域をまもるため、防災のことについて話をする場をつくる



防災力を高めるプラットフォームづくり 防災基礎講座 第3講 第二河の災害リスクと企業防災

「プラットフォーム」という用語の意味

「駅などで乗客が降り降りする一段高くなった場所」
「基盤」、「場」(『広辞苑』(第六版) 2008)


建築・都市計画分野における導入例

ア. 情報プラットフォーム

情報の生成・収集・蓄積・流通・共有・利用等をわらしたデータベースを仮想空間上に構築することにより、情報統合する目的で導入される

イ. 人材交流プラットフォーム

住民組織、非営利組織、企業などの組織や個人が、平等な立場で対話できる場を介して利害や価値観の違いを乗り越え、地域の課題解決のための多様な主体とのネットワーク構築と新たな活動創出を目的として導入される



防災力を高めるプラットフォームづくり 防災基礎講座 第3講 第二河の災害リスクと企業防災

「人材交流プラットフォーム」既存導入例

「まちづくりラウンドテーブル」(八尾市) 2001年4月～

地区の居住者、事業者、小中学校教員、行政職員等、様々な立場の人が組織の代表者としてではなく個人として月1回程度定期的に集まり、地域の話題について話し合う場(久陣浩【2002】)



八尾市における「まちづくりラウンドテーブル」の位置づけ(久陣浩【2002】)

防災力を高めるプラットフォームづくり 防災基礎講座 第3講 第二河の災害リスクと企業防災

「人材交流プラットフォーム」既存導入例(拠点形成型)

親睦地区の取り組みに近い

「UDCK」(柏市) 2006年10月～

TX沿線の都市空間形成を目的とし、その地域の自治体、住民、企業、大学等の構成団体と地域外の協力団体からの参加者による任意団体(前田英寿【2010】)



UDCKの体制(前田英寿【2010】)

種別	構成団体
協賛	柏市、東大、千葉大、大千代大、大千代大、前橋工業大学、田中地産ふるさと協議会、首都圏都市協議会
協力団体	千葉商大、柏市都市振興公社、藤井野田1社、山本、アットネット、イベント1社、広福P社、市民活動NPO
運営	委員長(大学教員)、副委員長3名(大学教員、市民)、委員(構成団体から各1名)
運営機構	センター長、副センター長、ディレクター6名(大学教員、専任者、広福P社からの出向者、NPOからの出向者等)
スタッフ	受付(嘱託職員)、随時(柏市職員、大学教員と学生)

UDCKの概念図(前田英寿【2010】)

防災力を高めるプラットフォームづくり 防災基礎講座 第3講 第二河の災害リスクと企業防災

「人材交流プラットフォーム」既存導入例

UDCKまちづくりスクール



スクールを通じた分野横断的な人材交流、実践的なまちづくりへ

出典：UDCK (<http://www.udck.jp/>)

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会

I 三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会とは

【設立経緯と活動概要】

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会は蒲郡市浜町地区の立地企業を中心に構成される自主防災組織です。当地区における平成21年の台風18号による高潮被害や東日本大震災の発生があったこと、及び、浜町地区は遠外地で高潮時、津波襲来時に浸水・冠水の恐れがある場所にもかかわらず、住民不在のため地域防災計画に盛り込まれていないこと。以上のことから平成24年1月18日に三河港振興会蒲郡地区委員会の中に三河港蒲郡地区の防災に関する認識を深めるとともに、災害時の連絡体制構築やこの地域の防災体制強化を図ることを目的に防災部会が設立されました。


現在は防災の研修会、各会員企業へのアンケート調査等を行い、これまで実施できていなかった避難訓練を今期中に行いたいと考えております。

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会

【組織構成】

- ①役員 会長、副会長2名、理事2名
- ②顧問 豊橋技術科学大学(齊藤教授)
- ③オブザーバー 三河港湾事務所(関)、三河港務所(泉)三河海上保安部、愛知県企業庁企業誘致課、蒲郡警察署
- ④参与 蒲郡市北本港漁協長他

※会員数26社(正会員43社、賛助会員42社・平成29年10月現在) 会員数が多いため、4ブロックに分けて各役員企業にブロック長をお願いしています。



蒲郡市浜町地区航空写真(H27.1.18)

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会

II 浜町地区の問題点

- ①浜町地区内の一時的避難所は、蒲郡市下水道浄化センターのみ
- ②企業内に一時的避難施設を設けている企業はごく一部
- ③港湾施設における港湾施設従事者の非難計画の把握が必要
- ④市の一時避難所へ避難する場合、各企業からの徒歩での所要時間の把握ができていない
- ⑤浜町地区内の道路全般に対し、液状化の発生想定ができていない(調査未実施)

これらの問題点を今後の防災訓練に生かすため、本年7月各社にアンケート調査を行いました。集計結果は12月開催の防災部会総会にて報告を予定しています。

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会

III 今までの主な活動

- 平成23年度 三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会設立 非常時情報伝達網を整備
- 平成24年度 総会、臨時総会各1回開催 情報伝達訓練の実施(FAXによる)
- 平成25年度 総会開催(H26.2.4)
- 平成26年度～平成27年度 役員会のみ開催(総会、研修会及び避難訓練は未実施)
- 平成28年度 防災部会研修会を開催(H29.3.6)
- 平成29年度 浜町地区防災力向上に関するアンケートを実施(7月) 総会開催(H29.12.22を予定)

三河港振興会蒲郡地区委員会防災部会

IV 今後の活動方針(目標)

定期総会及び総会後の研修会 …… 年1回
 勉強会 …… 年1回
 避難訓練 …… 年1回

研修会は蒲郡地区により特化した内容とし、避難訓練は各事業所から一時避難所までの徒歩による避難訓練のみならず、各業務地(岸壁等)からの避難訓練を実施したいと考えている。



平成29年3月6日開催防災研修会の様子

御津臨海企業懇話会のあゆみ

1. 御津臨海企業懇話会とは

【設立経緯と活動概要】
御津臨海企業懇話会は、豊川市御津1区2区工業団地の立地企業、団体で構成される自主防災組織です。平成21年の台風18号による当地域への大規模な高潮被害や東日本大震災の発生などをきっかけに、平成23年10月に設立されました。現在は南海トラフ巨大地震を想定した合同防災訓練の実施や、地域連携BCPの策定作業などを中心に活動を行っています。本会は、立地企業が相互の連携強化を図り、防災に関する認識を深めるとともに、地域の環境整備や産業振興を図ることなどを目的としています。

【組織構成】①役員②顧問③アドバイザー
①会長、副会長2名、理事、会計、監事
②豊橋技術科学大学（齊藤教授）
③三河港湾事務所（国）、三河港務所（県）、防災対策課（市）など
※会員数34社・1団体（H29.8.1現在）



TOYOKAWA 1

御津臨海企業懇話会のあゆみ

2. 防災対策への取組み（3つのステップ）

【ステップ1】
比較的時間をかけずに実施できること
～各企業における5つの取組みの推進～
①従業員への「わが家の防災計画」の作成推進
②従業員の防災メールの登録100%の推進
③役割分担の明確化
④大規模災害時の避難場所の明確化
⑤原則徒歩による避難の申し合わせ

【ステップ2】
企業間の調整に時間を要すること
～地区全体の防災力の強化～
①企業間での情報共有化の推進
②危険箇所マップの作成
③地区全体での避難訓練の実施

【ステップ3】
究極的なこと
～地区全体の事業継続～
①御津地区事業継続計画（BCP）

●災害からの被害を軽減するため、「自助・共助・公助」の理念に基づき活動しています。



TOYOKAWA 2

御津臨海企業懇話会のあゆみ

3. 主な活動内容

①定期総会、研修会……年1回（5月）
②防災作業部会……年数回
③要望活動……年1回（8月）

平成24年度 危険箇所マップ、情報共有マップの作成
1区2区2社による合同防災訓練の実施
平成25年度 御津1区2区合同防災訓練の実施
平成26年度 御社BCP作成導入議決の実施（防災コンサルタントによる）
御津1区2区合同防災訓練の実施
平成27年度 地域連携BCP作成研修会の実施（中部経済産発局による）
御津1区2区合同防災訓練の実施
平成28年度 地域連携BCP作成研修会の実施（BCP作成企業による）
防災施設見学会の実施（名古屋大学「減災館」など）
御津1区2区合同防災訓練の実施
平成29年度 地域連携BCP作成作業



TOYOKAWA 3

御津臨海企業懇話会のあゆみ

4. 行政による活動支援

【御津臨海企業懇話会 事務局】
豊川市産業部企業立地推進課 ☎0533-89-2287（豊川市役所内）

①防災用屋外スピーカーの設置 ②防災行政無線戸別受信機の普及 ③避難用高台の造成



TOYOKAWA 4

ご静聴ありがとうございました。



TOYOKAWA 5

2017/10/16

2017/10/16

明海地区産業基地における 「大規模災害リスク」と「防災対策企業連携」

1. 明海地区産業基地のご紹介
2. 総合開発機構のご紹介
3. 明海地区の立地環境と災害リスク
4. 活動紹介
5. 今後の進め方

2017年10月17日
平成29年度 東三河防災カレッジ 防災基礎講座
明海自治会事務局：総合開発機構 業務G 清水厚祐

2. 総合開発機構のご紹介

＜会社概要＞
 商 号：株式会社総合開発機構
 設 立：1966年6月22日（東洋で創立50年）
 事業所：本社 豊橋市新大宮2丁目3番地の1
 明海事業所 豊橋市昭陽町4番地1
 資本金：25億円
 役員及び従業員数：21名（男性17名、女性4名）

＜株主構成＞
 豊橋市、中川町、麻績日本酒造株式会社、三島酒造株式会社、名産物振興会、明海地区工業振興会、東三河地区工業振興会、東三河地区工業連合会（主たる株主）

＜主な事業＞
 産業地開発、住宅開発、農産物の流通、製造業の付随設備、物流倉庫の付随設備、明海地区企業交流

＜グループ企業＞
 総合機構株式会社（明海事業所）/ 総合ポートサービス株式会社（豊橋代理店）/ 興利ビル管理株式会社（ビル管理業）

1. 明海地区産業基地のご紹介

＜概要＞
 敷地面積：約660ha
 立地企業：100社超
 製造品出荷額：4.9千億円/年
 従業員数：約12,000人
 主な活動：
 建設業の運用
 地区防犯活動（学協防レベlin1号）
 530活動
 交通安全活動
 地区防災対策
 災害の軽減
 機能の強化

3. 明海地区の立地環境と災害リスク

「番外地」であり内陸部に建設する企業、全て「備」（地震対策済み）で繋がった立地環境。

液一状一化 津波高さ2.7m
 震度7 揺れて高い
 地盤沈下0.6m

＜A社への課題＞
 人員数等の公的支援の遅れも想定され、自分たちで対応するしかない環境
 出社従業員が帰宅困難となる恐れ

1

2

2017/10/16

2017/10/16

4. 活動紹介

テーマ別活動概要	開催地区	主催者
I 震災直後に対する迅速な対応による死亡被害の低減	○救護所運営体制確立 ○救護責任者の決定	○東三河赤十字会
II 災害発生時「安全安心」及び「迅速な事業復旧」に向けた企業防災の連携	○連携伝達ルート明確化 ○企業防災を推進する「情報共有」	○インターネット連携提供 ○企業を支援したインフラ構築
III 大規模災害発生後の復旧作業に際しての連携強化と「完全ゼロ」BCP実現に向けた取り組み	○企業間連携強化 ○企業を支援したインフラ構築	○企業間連携強化 ○企業を支援したインフラ構築

＜活動紹介＞
 (1) アンケート調査（BCP有無の実態把握、相互協力体制整備、訓練・転居禁止実施状況）
 (2) 企業防災力向上のための勉強会、情報提供
 (3) 訓練
 (ア) 津波避難訓練
 (イ) 津波避難訓練
 (ウ) 津波避難訓練
 (4) 津波避難訓練

4. 活動紹介

＜訓練事例2＞情報伝達訓練（H29）＞

【目的】
 被災直後の「製造業の安全確保・緊急対応」「事業復旧」に際し必要な情報を共有する。

【訓練】
 大規模災害発生後2時間経過後想定し、明海地区防犯本部（ダンソー）・インフラ・ライフライン復旧情報窓口を開設。MCA訓練等を用いて情報の収集・発信をする。

【参加】
 約40社、100人
 従業員が約100名/年程度電力/中継電力/中継地歩留め/愛知県企業庁/豊橋市

3

4

4. 活動紹介

＜訓練事例1＞津波避難訓練（H25）＞

【きっかけ】
 津波避難アンケート実施の結果、自社収容不可能な施設に、避難期待する人数が約1,000人いる事が分かった。

【目的】
 明海地区内「助け合い」を基礎とし、地区内各グループに分け、避難場所の確保に不可欠な事業所従業員を協力して避難場所確保に努める。

【参加】
 約60社、1,300人

5. 今後の進め方

○明海地区連携BCPの確立を目指して

＜訓練事例＞
 「従業員数の減少」による課題を認識して6555
 Step1 防災対策向上に向けての意識調査
 Step2 機軸事業用施設防災力の確認
 Step3 各企業「防災推進責任者」選出
 Step4 防災訓練指導

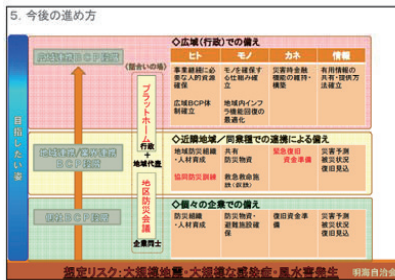
立行所との連携：地域連携BCP確立の前進

・明海地区防犯本部の活用による事業所救命情報の確立
 ・情報伝達方法（上り情報・下り情報）確立
 ・インフラリスク調査及び対策
 ・復旧活動の支援体制確立 など
 ・企業BCP確立に向けた取組支援

明海地区防犯本部の組織「ヘパネット」

明海地区連携BCP活動確立

2017/10/16



ご清聴ありがとうございました

東三河防災カレッジ

東三河の災害リスクと企業防災

講演 概要

太平洋 伊勢湾 三河湾

- 田原市の紹介
- 田原臨海企業団地の概要
- 南海トラフ地震等の被害想定
(企業団地のリスク想定)
- 具体化された取り組み
- 今後の取り組み

田原臨海企業懇話会 防災部

1 田原市の紹介

◆人口・世帯数 (H29.4)

- 63,174人
- 22,025世帯

◆行政面積

- 191.12km²

◆産業別就業人口

- 第1次産業 33.3%
- 第2次産業 28.9%
- 第3次産業 37.4%

◆ふるさと大使◆

- 佐藤敬信 (トヨタ自動車田原工場陸上部監督)
- 白井文吾 (中部日本新聞社代表取締役会長)
- 山田寛久 (全国司法書士法人連絡協議会理事ほか)
- 太田 剣 (ジャズサクセス奏者)
- 尾川とも子 (プロクライマー)
- 小川泰弘 (東京ヤクルトスワローズ 投手)
- 金子大樹 (横浜光ボクシングジム プロボクサー)
- 金田 哲 (よしもとクリエイティブエージェンシー 芸能人)
- 光浦康子 (プロダクション人カガ 芸能人)
- 大久保佳代子 (プロダクション人カガ 芸能人)

キャベソウ

1 田原市の紹介 (農業)

花きの種類別出荷量 (2012)

- ◆輪菊 348,435千本
- ◆スプレーギク 67,500千本
- ◆アルストロメリア 9,842千本

野菜の種類別出荷量 (2012)

- ◆キャベツ 126,705t
- ◆ブロッコリー 9,011t
- ◆スイートコーン 2,560t
- ◆セルリー 2,418t

農業産出額市町村別順位 (2016)

- ◆田原市 約820億円 (全国第1位)

2 田原臨海企業団地の概要①

昭和39年の工務指定以降、田原1区 (田原1区区画を含む)、田原2区、田原4区と埋立造成事業が始まり昭和50年代に、トヨタ自動車田原工場の操業を契機に自動車関連企業、東京製鐵などが進出。

- 面積 約 1,100ha
- 立地企業数 約 70社
- 従業員数 約 15,000名
- 製造品出荷額等 約 2兆536億円

田原4区 田原1区区画 田原1区

田原通片 田原湾岸埠

東京製鐵田原工場 アイシンAWR田原工場 トヨタ自動車田原工場

田原2区

2 田原臨海企業団地の概要②

太陽光発電 + 風力発電

発電規模 146MW 敷地面積 202ha

風力発電 発電規模 38MW 施設数 19基

約65,200世帯分の年間発電量に相当

田原4区風力発電所 エコドライブライン発電所 田原臨海風力発電所

エコドライブ第二発電所 エコドライブ第一発電所

3 南海トラフ地震による被害想定①

南海トラフ地震の想定震源域

南海トラフ地震の想定震源域

南海トラフ地震の想定震源域

陸のプレート

フィリピン海プレート

10年 南海地震(1944年) M8.0 東南海地震(1944年) M7.9

147年 安永南海地震・東海地震(1854年) M8.4

102年 室永地震(1777年) M8.4

慶長地震(1650年) M7.9

空台城

今後、30年以内に発生する確率は70%と予測

3 南海トラフ地震による被害想定②

南海トラフ巨大地震による田原市の被害予測等 (平成27年3月時点)

最大震度 : 7 (M9.0(津波はM9.1)を想定)

津波高は最高: 2.1m (津波高30cm 最短到達: 6分)

津波浸水面積: 3,138ha

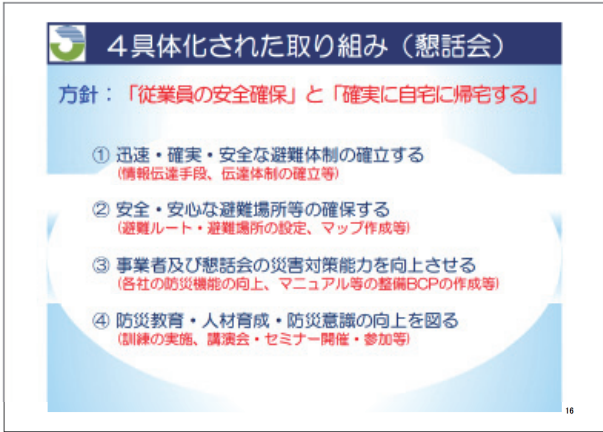
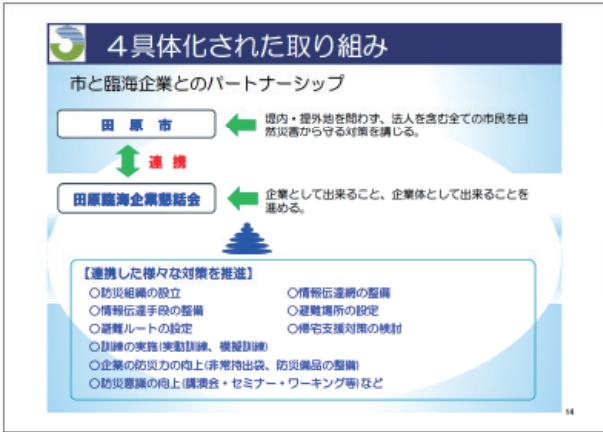
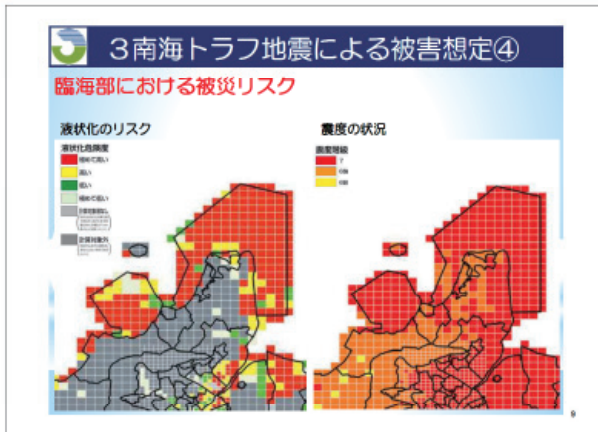
建物被害 : 全壊約12,400棟(市全体の約3分の1)
内訳一揺れ約10,300棟、液状化約10棟、津波約800棟、火災等約1,500棟

人的被害 : 死者約1,500人(人口約64,000人の内)
内訳一建物倒壊約500人、津波約1,000人、火災等約50人

3 南海トラフ地震による被害想定③

臨海部周辺で懸念される被害

田原市(西) 防災マップ



4具体化された取り組み（懇話会）


田原臨海企業懇話会 防災部会

平成17年：4つのブロックから代表幹事を選出し代表幹事会を設置
 平成26年：防災部会設置(田原臨海企業懇話会防災部会設置推進要綱)
 平成29年：Aブロックを2つに分け、新たに代表幹事を設置

【ブロック幹事の役割】

- (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

現在のブロック幹事企業（5社）	
A-1	愛知海運産業㈱
A-2	㈱F.T.S 田原工場
B	トヨタ自動車㈱ 田原工場
C	アイシン・エイ・ダブリュ㈱ 田原工場
D	東京製罐㈱ 田原工場



4具体化された取り組み（懇話会）

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)

- 災害リスクワーキングの開催(H22~)
 - ・ 災害リスクの検討(発災後から時系列)
 - 避難対策、救助対策等に役立っている。
 - ・ 自社、地域への影響の検討
 - 企業BCPの策定等に役立っている。
 - 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
 - ・ 共助支援の検討
 - 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
 - 災害時だけでなく日常における情報共有等



4具体化された取り組み（懇話会）

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)

- 防災部会
 - ・ 各ブロック幹事により開催
 - ・ 事業計画・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
 - ・ 全社対象により開催
 - ・ 防災に関する勉強会等を開催
- 避難訓練等の開催
 - ・ (平成28年10月14日合同訓練開催)
- 市・大学等主催の研修会への参加





4具体化された取り組み（懇話会）

情報連絡網の整備

市災害対策本部
 (情報収集・伝達等)
 (伝達手段)
 ○電話(固定、携帯、衛星)
 ○FAX・メール
 ○防災無線(デジタル260MHz)
 ※使えるものは何でも

田原臨海企業懇話会 ブロック幹事企業	
A-1	愛知海運産業㈱
A-2	㈱F.T.S 田原工場
B	トヨタ自動車㈱ 田原工場
C	アイシン・エイ・ダブリュ㈱ 田原工場
D	東京製罐㈱ 田原工場

ブロック情報連絡網
 各企業防災担当者へ情報伝達



4具体化された取り組み（懇話会）

安全・安心な避難場所の確保 (携帯できる帰宅支援ルートマップ作成)

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



4具体化された取り組み（懇話会）

安全・安心な避難場所の確保

伊豆川駅避難ステーション

費用面へ安全に帰宅可能な推奨ルートを記載



4具体化された取り組み（懇話会）

< 企業版「避難所」の設置 >

【(帰宅困難者対策に)これまでの取り組み】

- 田原臨海部の従業員(最大1万5千人)を、安全に自宅へ帰宅させる。そのために、「帰宅支援ルートマップ」を作成(2019年度)
 - E23.11以降、随時見直しを繰り返して配布・啓発。
- 【問題点等】
- 企業の中では、本社やサプライヤー等との連絡、業務の復旧活動等により、帰宅出来ない従業員もいる。
- 存在するにいたり、自社内へ滞在場所を確保することが困難な会社もある。
- 市指定避難所は、基本的に一泊する市民の被災者を想定し設置。臨海企業従業員分は想定していない。

【企業版「避難所」の設置】

- 災害時には、帰宅しなくても帰ることが出来ない臨海企業従業員のための一時的【仮設】避難所。その数は各社で確保する。応急収容施設として位置づける。(株式会社要員数を想定し、予防計画(各社の避難計画、緊急避難計画(マップ等)へ位置づける。)
- 備前・啓発
 - ・帰宅支援ルートマップへの位置づけ、全従業員へ配布する。
 - ・避難所の実施をしっかりと周知する。
 - 避難所としての機能強化
 - ・食料、水、毛布等、避難所としての防災機能の強化を検討する。
 - ・懇話会としての協働事業として検討する。(市へ支援制度の創設について要望する等。)





4具体化された取り組み（懇話会）

市防災本部
 田原臨海企業懇話会

1週間
 24時間
 1ヶ月

情報収集・提供・指示
 復旧活動
 民間賃貸住宅等を出賃貸出法による仮設仮設住宅として確保

【臨時避難所】
 各社要員数等の実施各社の仮設仮設の確保

【仮設仮設】
 各社で仮設仮設 緊急時の対応 業務の復旧 業務の復旧 備前・啓発

企業版避難所
 田原臨海企業懇話会
 企業版避難所
 田原臨海企業懇話会
 企業版避難所
 田原臨海企業懇話会



4具体化された取り組み（懇話会）

■ その他の取組（各事業所の取組）

非常時対応服
非常時対応品
ソーラー式避難所用のアイシンAW発電機
避難所での防犯カメラ設置
防災情報発信用 津波防災広報

4具体化された取り組み（懇話会）

田原臨海企業に関する防災状況調査の実施（H29. 7）

回答企業：35社（回答率53.8%） ※従業員が専任する企業65社対象
従業員男女比：男性96.6% 女性 4.4%
市外通勤者：57.7%

災害発生時の入居方法（避難部屋）

11	29	23
アレビ・ラジオ	非常災害用	電話・メール

防災設備の有無

5	11	15
している	一部のみの	していない

定泊施設方法

5	15	15
定めている	定めていない	

PCの設置の有無

8	10	14
している	していない	不明

防災訓練実施

8	27	27
している	していない	不明

非常時担当者

8	17	17
いる	いない	分からない

避難の避難情報

7	25	25
している	していない	分からない

防災員の育成

5	20	20
している	していない	不明

災害時の社内ルール

12	18	18
定めている	定めていない	

5今後の取り組み（懇話会）

■ 方針：「従業員の安全確保」対策の充実

- 個々の事業所、懇話会全体（事業所間の協力）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

■ 今後の取り組み

- 情報伝達手段の充実（衛星携帯電話等の活用促進）
- 避難路、避難経路等の充実
 - （合同訓練の実施、帰宅支援ルートマップ作成）
- 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）、非常食確保促進）
- 臨海企業災害対策本部機能の検討（救助機能の充実）
- 本部マニュアル、避難マニュアル等の作成（作成支援）
- 各事業所BCP作成促進

現状対策の持続的な推進
人・モノ・知恵・協力
対策の充実
新課題の克服
災害に強い企業基盤づくり



経営（事業）をまもる
人材の育成講座

企業とレジリエンス

増田 幸宏

芝浦工業大学
システム工学部

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト


<p>H29年度東三河防災カレッジ</p> <p>「企業とレジリエンス」</p> <p>芝浦工業大学 システム工学部 准教授</p> <p>国立大学法人 愛媛大学 産学連携科学研究センター 副センター長 一般社団法人 レジリエンス協会 副会長 国土強靱化貢献団体認証 認証審査委員会 副委員長</p> <p>増田 幸宏</p>	<p>先を見通すことが難しい現代社会を 生き抜くために</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世の中は非常に複雑になってきており、 未来を見通すことが困難になってきている。 ・10年、20年先を予測することは不可能に近い。 ・意思決定者がコントロールしきれない様々な不確実性が存在する。 <p>2</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>
<p>災害(自然災害、人為的災害)</p> <p>政治、経済、国際情勢</p> <p>社会(人口減少、少子高齢化等)</p> <p>技術革新</p> <p>等々</p> <p>(事業継続の取り組みは、単純な災害対応計画ではない。)</p> <p>3</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>組織が生き残り、</p> <p>かつ社会的な役割・責任を果たし続けるためには、</p> <p>事業継続を脅かす危機事象と真剣に向き合うことが不可欠</p> <p>4</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>
<p>様々な環境条件の変化や不測の事態に直面した際にどのように切り抜けるのか、外乱や変動要素、リスクにどう対応するのか、対応力をどのように高めていくのか、時代の大きなうねりをどのように乗り越えていくのか、真実なものをどうつきあっていくのか、様々なバランスをどのように保つのか。</p> <p>その大きな指針となる 新しい「レジリエンス」の視点が重要</p> <p>5</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>「さまざまな擾乱からの回復力」¹⁾</p> <p>擾乱(じょうらん)： 入り乱れて騒ぐこと、また、秩序をかき乱すこと、騒乱。</p> <p>(出典：デジタル大辞典 https://kotobank.jp/word/%E9%97%A2%E5%85%B1-433622)</p> <p>出典・参考文献 1) システムのレジリエンス さまざまな擾乱からの回復力、情報・システム研究機構領域融合センター・システムズ・レジリエンスプロジェクト(著)、近代科学社、2016</p> <p>6</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>
<p>様々なレジリエンスのタイプ・かたち –レジリエンス学として体系化 (参考)</p>  <p>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</p> <p>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？</p> <p>図の出典：一般社団法人日本熱供給事業協会 協会誌「熱供給」連載記事より</p> <p>7</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>様々なレジリエンスのタイプ・かたち –レジリエンス学として体系化 (参考)</p>  <p>図5 弾力性のあるボールの弾み に定額が戻っていく様子 ：将来的不確定性を立体的な視点で把握することが重要である</p> <p>図の出典：一般社団法人日本熱供給事業協会 協会誌「熱供給」連載記事より</p> <p>8</p> <p>芝浦工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト

「複雑かつ変化する環境下での組織の適応できる能力」²⁾

出版・参考文献
2) JIS Q 22300:2013/JIS Q 22300:2012(Societal security -Terminology)の対応JIS規格)

9


 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

ISO 22300 (JIS Q 22300)

Resilience (レジリエンス)


adaptive capacity of an organization in a complex and changing environment

複雑かつ変化する環境下での組織の適応できる能力

NOTE Resilience is the ability of an organization to manage disruptive related risk

注記 レジリエンスは、中断・阻害を引き起こすリスクを運用管理する組織の力である

10



 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

想定外、不透明… そんな時こそレジリエント銘柄
編集委員 鈴木亮
2018.11.14 9:30 | 日本経済新聞 電子版

マーケットにはサプライズが付き物だ。事前の予想が外れることも多い。サプライズは市場に急変をもたらす。投資家が両手を縛ることもある。英国の査問委員会（E U）離脱しかり、米国のトランプ大統領誕生しかりだ。想定外、不透明、先が見えないマーケット。そんな時代だからこそ、経営環境の変化に柔軟に対応し、それをチャンスに変えたかたが企業が目立つ。


レジリエンス（resilience）もとは心理学用語で回復力、反発力、弾力などの意味がある。この意味が広まったのは、ピーター・D・ビーダーセン著「レジリエント・カンパニー」がきっかけだ。本書の中でビーダーセン氏は「危機に直面し経営環境が変わっても、柔軟に対応して回復する力がある企業」をレジリエント・カンパニーと定義づける。具体例としてフェイスブック、ユニリーバ、GEなどを挙げている。

円高の影響などで減益が続いた日本の4-9月期決算だったが、中にはレジリエント銘柄と呼んでもいいような企業もあった。環境変化に素早く対応し、ピンチをチャンスに変えた企業だ。代表例が日本電産だろう。パソコン用からスマートフォン用へ、さらに自動車用へと、主力のモーターがどこで一番売れるのか、環境変化に



日本電産は自動車・ロボット・航空機のモーター (100%) だ。 (出典: 日本経済新聞 電子版 2018年11月14日)

11


 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology


レジリエンスとは

「厳しい環境変化を乗り越えるしなやかな力」

持続可能性(Sustainability・サステナビリティ)の必要条件

組織やコミュニティ、環境システム、コンピュータシステム、生態系システム、建築・都市システム等に代表される複雑なシステムが、環境の急激な変化や困難な状況に直面した際にも、難局を切り抜けて生き残り、回復することのできる能力と考えることができます。さらには、試練を克服することで進化・適応し、成長する能力であり、システムが新しい局面に向けて動いていくなややかな強さを意味する言葉として捉えることができます。

12



 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

「災害に対するレジリエンス」 評価の枠組み (例) (参考)

時間の流れ → 発生

組織的に事業継続計画に備える (Resiliency)	発生時の被害を最小限に抑えるための対策 (Prevention, Reduction, Resistance, Mitigation)	事前の準備 (Preparedness and Readiness)	災害時の対応・対応 (Response)
	重要機軸を維持・継続するための対策 (Continuity)	予防力・抵抗力 防御力 深層に、頼り強く(Robust) 予備・余裕を持たせる (Redundant)	
	目標期限内に回復・復旧するための対策 (Recovery)	継続力・回復力 問題解決に必要な人材・資金 システム・代替手段の豊富性・多様性 (Resourceful) 柔軟性(Flexible) 自立性(Independent)	
			対応力 実行力 正確さ(Accurate) 迅速さ(Rapid) 実効性(Effective)

13



 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

組織のレジリエンスとBCM

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)

14


 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

国土強靱化

強さ しなやかさ


"災害に強い" から "災害に負けない" へ

困難な状況に負けない

難局を乗り切る力 を組織・社会が備えること

入念に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ことを前提に、備え負いながらも堪え忍び、難局を乗り切り、乗り越える力を備えることが重要になる。

15


 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology


レジリエンスを高めるために

ポイント①

目標を明確にする。

何をどこまでやるか。
何を諦めるか。

16


 芝浦工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

目標を明確にする。

- ・最低限、何を守らなくてはならないのか。(重要業務)
- ・どこまで許容できるのか。(許容限界)
- ・重要業務は何に依存しているのか。(重要リソース)

・いつ、どの時点までに、どの程度回復・再開させなくてはならないのか。(目標復旧時間・レベル)

組織の重要戦略

説明責任

17

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

目標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・被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稼働される
・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)

18

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

レジリエンスを高めるために

ポイント②

**依存している資源(リソース)が
制約をうけたらどうするかを考える。**

(原因となる災害やリスクの種類を問わず)

19

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

重要リソースの制約の度合いに応じた戦略・対策を講じる。

- ✓ 重要業務を絞り込む
- ✓ 重要業務を支えているリソースの制約を考える
- ✓ リソースが制約を受ける度合いに応じて、次の一手を整理する

例)インフラエネルギーであろうと、地震であろうと、津波であろうと、
「人」というリソースが制約を受ける状況をマネジメントすることに変わりはない。

例)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を受ける状況をマネジメントすることに変わりはない。

(原因ではなく結果事象で)

原則、想定外は無い。

20

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

危機事象発生時の情報共有の重要性

**状況認識の統一：
COP (Common Operational Picture)**

対応にあたる人間・組織の間で
基礎となる統一な状況認識を持つことが重要

被害状況、活用可能な資源、組織間連携、地域連携

21

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

レジリエンスを高めるために

ポイント③

発災後の対応力を高めることが重要

22

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

「リスク」と「危機」

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)
個別のリスク対策は変わらず重要。
2. 問題・被害が発生したらどうするかを、事前を考える。
(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、事態の適切な収束をはかる。

**発災後の行動に備えて
環境を事前に整えておく**

23

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

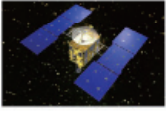
**長期戦になる覚悟
(時間の概念)**

時間が何より重要な資源 (時間との戦い)

24

近畿工業大学 システム理工学部 情報科学研究所
College of Systems Engineering and Science, Shikane Institute of Technology

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト

<p>(参考)</p> <p>小惑星探査機「はやぶさ」は何故もどってくる事ができたのか？</p>  <p>出典 宇宙航空研究開発機構 http://www.jaxa.jp/projects/ast/mnase/c/</p> <p>難局を乗り越えて、ミッションを達成</p> <p>25 筑波工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>レジリエンスを高めるために</p> <p>ポイント④</p> <p>実効性を点検するために、 教育・訓練を定期的に行い、必要な改善を行う (実際に助けるかどうかを確認する)</p> <p>26 筑波工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ どの組織も多くの課題を抱えている。 ✓ 自らの重要業務と目標復旧時間を的確に把握し、事業継続戦略・対策を着実に実施し、訓練を繰り返す、継続的改善により前進を続けることが重要。 ✓ 訓練は新たな成長の原動力になる。 ✓ 組織の強靱さを高めることが組織の成長に繋がる。 <p>山積する課題の中でも、前を向いて歩み続ける力こそレジリエンス (文章の量や形式ではなく)</p> <p>優れた現場の皆様が多様な取り組みを 範例として広く共有していくことができると考えています。</p> <p>27 筑波工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>重要リソースが制限を受ける状況下では、 活動に様々な制約がかかります。</p> <p>そのような中でも、如何に重要業務の継続や目標復旧時間までの事業再開を達成し得るのかを検証し、その実現可能性を向上させるように、発災後の対応に備えた環境を事前に整えておくことが重要です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 重要業務を絞り込む ✓ 重要業務を支えているリソースの制約を考える ✓ 目標復旧時間までの事業再開を達成し得るのかを検証する <p>28 筑波工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>
<p>日本経済新聞から</p> <p>環境変化に強いしなやかな産業に(社説 日経新聞)</p> <p>多様性を認める組織は強い(平将明 内閣府副大臣)</p> <p>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ダ・グラットン)</p> <p>「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)</p> <p>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、<u>需要の急減に太陽電池メーカーが対応できなかった</u>ということだ。日本で同じことになれば残った需要を皆で食い合うことになる。国内にしがみつくのは難しい。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)</p> <p>日航「アメリバ経営」拡大 稲盛和夫氏(京セラ創業者)</p> <p>29</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 産業競争力懇談会(COCON)は2013年3月にレジリエントエコノミーの提言を行い、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) <p>30</p>
<p>中間まとめ</p> <p>事業継続の取り組みを通じて、 組織が困難な状況にも負けない本当の強さとしなやかさを身につける</p> <p>31 筑波工業大学 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology</p>	<p>災害に対する「レジリエンス」</p> <p>32</p>

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

33

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

34

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

35

「災害に強い」
英語にすると？

36

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？
「はやぶさ」は何故もどってくる事ができたのか？

- ・「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、想定越、想定内)

目的: 災害に強い組織、建物や都市をつくること

「災害に強い」: 共通の認識とモノサシを持つ

37

「災害に強い」 英訳すると(レジリエント)

災害に負けない強さ

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。

本当の強さとは、「**困難な状況に負けないこと**」

**困難な時期を乗り越り、乗り越える力、
難局を乗り越る力 を建築・都市が備えること**

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、
いくら急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

しかしながら、傷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り、乗り越える力こそが、重要になる

38

しなやかな強さ・難局を乗り越る力を備えた組織・建物・都市

日常生活・業務の機能レベル

100%

許容限界

0%

時間は何より重要な資源

・斜線部の面積が被害の大きさを表している。
・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る。
・災害発生後は時間が何より重要な資源となる。
・予防力、防弾力の向上に加えて、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る。39

- ▶ 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。

40

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト

<p>「事業継続マネジメント」(BCM: Business Continuity Management) 「事業継続計画」(BCP: Business Continuity Plan)</p> <p>重要業務の維持・継続方策や 事業中断時における事業再開、早期復旧のための方策・手順を定めておくこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・復旧までなんとかかき着ける <p>十分な事前の準備と発災後の適切な危機管理によって、組織にとつての被害を最終的に最小限にとどめる</p> <p>41</p>	<p>ポイント①</p> <p>発災後の対応力を高めることが重要</p> <p>42</p>
<p>ポイント① 「リスク」と「危機」</p> <p>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</p> <p>・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個別に対処する 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、保身、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</p> <p>・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処する 想定を超える重大な事態に対処する 不測の事態への対応 結果への対応・対応</p> <p>43</p>	<p>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)</p> <p>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)</p> <p>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、事態の適切な收拾をはかる。</p> <p>発災後の行動に備えて 環境を事前に整えておく</p> <p>44</p>
<p>事前復興計画</p> <p>事前防災行動計画(タイムライン)</p> <p>45</p>	<p>指揮を執る側の行動(人間の要素を加味)</p> <p>誰がどのように</p> <p>平常時の30%くらいの頭の働き</p> <p>災害情報(防災・減災情報)の伝達・共有方策</p> <p>46</p>
<p>長期戦になる</p> <p>47</p>	<p>ポイント②</p> <p>頼りにしているものに 頼れなくなったらどうするか?</p> <p>48</p>

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

49

50

BCP策定にあたってのポイント

51

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。

**重要リソース(電力)の損傷レベルに応じて考える
損傷度合いに応じて対策を講じる。想定外は無い。**

52

原因ではなく結果事象で

P社の事例より

53

災害時の情報共有

状況認識の統一：
COP(Common Operational Picture)

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

被害状況、活用可能な資源、組織間連携

54

「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

55

2015/9/1付 日本経済新聞 朝刊 より引用

BCPの導入が日常業務の改善につながるケースもある。広告制作のアドピア(東京・港)はBCPを通じ、部署を超えて業務スケジュールを共有する体制を構築。その結果、情報管理や責任の所在の明確化などの徹底につながった。従業員の緊急連絡網も現在、3カ月ごとに更新している。

事業継続マネジメントシステムの構築と実務
社団法人日本工業技術管理協会
奥野吉博

1.9 出社命令 (1)

Q. 出社を拒否している従業員に対し、出社命令を出すことはできるか。

A. 会社として、適切な新型コロナウイルス対策を取っている場合においては、出社命令を出すことも可能と判断できる。

2020/07/29 ©K. Kita, JTAS

2020/09/01 ©K. Kohno 12

JTAS

57

災害対策は
「大は小を兼ねない」 (工学院大学 久田 嘉孝先生)

最大級の被害のみの想定は危険

指揮命令系統が混乱する状況の注意点

電気、ガス、水道全て使えない

電気は使える
ガスは使える
水道は使える
エレベータは使える

隣の街区はライフラインが生きている

11

ポイント③

どこまでやるか。
何を切り捨てるか。

60

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)
- ・組織な列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)

61

「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・阻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・阻害、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)

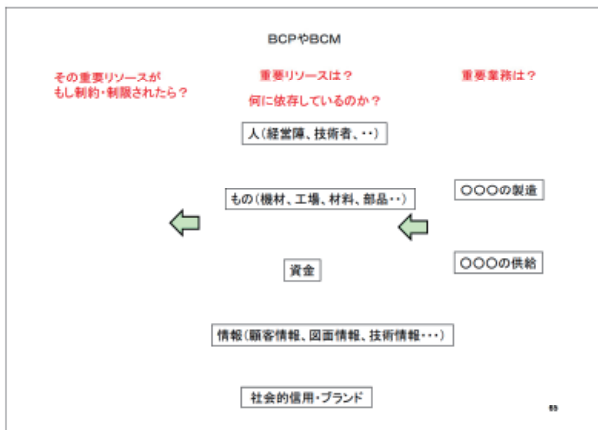
オーバースペックをなくす

21

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!)	
???	〇〇に被害	(想定外!)	

64



「災害時の生活継続を目指したまちづくり」

研究目的

発災後の対応力・実行力を高めることが鍵

- ✓ 建物・地域の管理機能を強化する（建物管理者）
- ✓ 情報提供・共有の機能を充実させる（住民・在館者）

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

研究目的

【実装1】建物管理者向けのシステム

地震災害時の生活継続計画（LCP）を支援する「統合モニタリングシステム（建物機能継続性を即時評価するBuilding Continuity支援システム）」

【実装2】住民・在館者向けのシステム

地域・コミュニティで共有する「防災・減災情報システム（非常時情報揭示システム）」

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

■建物管理の重要性

研究背景(建物管理者の視点)

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るのか使えないのか、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
- ・機能不全の原因がどこにあるのか、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、何をしなくてはいけないのか

迅速かつ的確に
建物の利用可能度を見極め判定する方策や支援システムが必要

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

研究背景(建物管理者の視点)

建物管理者による災害対応現場のイメージ(従来)

非常時においては様々な情報が錯綜する中で必要な情報が不足し、対応にあたる人間が大変混乱した状況に陥る

建物管理のあり方を見直すことが
レジリエンスを高めるための鍵であり、
重要な役割を果たす

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

研究背景(建物管理者の視点)

現在の防災センターは火災対応の拠点

- 現在一定の条件を満たす建物では、火災時に対応するために防災センターを設置することになっているが、この防災センターでは地震時には十分な情報を得ることができない。
- 現在は火災対応が中心の防災センターを、今後は総合的な災害対応拠点として機能強化をすることが求められている。
- 機能強化には様々な方法があるが、そのひとつは、災害対応を考慮して建物管理システムの機能を高めることである。

特に、防災センターで高層建物の被害状況(高層部を含めた全体像)を把握することは難しい

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

研究背景(建物管理者の視点)

災害時の情報共有

状況認識の統一

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

筑波大学
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト

研究背景(住民の視点)

「逃げないですむまちづくり*」が重要

(*工学院大学 久田嘉章先生、技報堂出版 株式会社)

建物の中にとどまることの重要性

地震の際の原則は待機すること。

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究背景(住民の視点)

- ✓ 新しい建物は十分な耐震強度を有しているため、周囲に火災や水害などの命の危険が無い場合、地震災害時には「建物にとどまる」ことが重要な行動原則となります。
- ✓ 建物の安全性が確認された場合には、地震が発生した後に、慌てて屋外へ飛び出す必要はありません。
- ✓ 大都市においては、高層ビルやマンションからパニック状態に陥った大勢の人が一斉に外に避難してしまうことで2次災害の危険性も高まります。

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究背景(住民の視点)

- ✓ 発災後には、今おかれている状況を確認し、建物内で冷静に生活を維持・継続していくことが重要です。
- ✓ 本システムでは、地震発生時に建物の安全性を診断し、さらに建物で使えるライフラインの情報を提供します。自宅での被災生活をサポートすることを目的としています。

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究背景(住民の視点)

■西宮久地区第一種市街地再開発事業

実装対象



約2.5ha、全1,233戸のスケールで動く2棟組合同開発。

出典: <http://www.nishitomihaa.jp/>

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究背景(住民の視点)

出典: <http://www.nishitomihaa.jp/>

実装対象



埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究背景(住民の視点)

■システムによる支援のポイント

住民が必要とする情報

- 避難するべきかどうか
「この建物にいれば大丈夫」というメッセージを送ることで、発災後の混乱を回避する。
- 生活継続に必要な情報
時間の経過に応じて、生活に必要な情報を提供する。

平常時、非常時を通じて地域の重要な情報を住民・来街者と共有するシステムとして活用

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究概要

レジリエンスセンター 防災センターの機能を拡張

【1】統合モニタリングシステム
Building Centrality実装システム

- 建築設備系・ライフライン系
- 災害対応用モニタリングの機能強化・付帯点追加
- 中央監視システム
- ビル管理システム
- 加圧設計
- 構造ヘルスモニタリングシステム
- 防災設備
- 防災設備
- エレベーター・階段設備
- 機械式駐車場

【2】コミュニティで共有する防災・減災情報システム

- 建物管理側と地域内の住民を繋ぐシステム
- 電子情報板
- 管理システム
- 電子情報板
- デジタルサイネージ

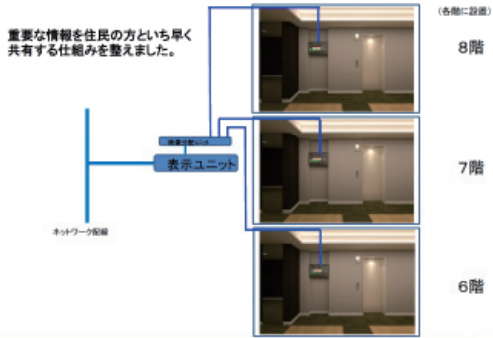
システム構成図

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

研究概要

■情報伝達の電子情報板(デジタルサイネージ)を設置

重要な情報を住民の方といち早く共有する仕組みを整えました。



(各階に設置)

8階

7階

6階

ネットワーク配線

埼玉工業大学 システム理工学部 情報科学研究室
 College of Systems Engineering and Science, Saitama Institute of Technology

大規模災害時にどのような状況が想定され、自分はそのよ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



災害時に冷静な判断を引き出し、適切な行動を促すことが重要

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology



平常時
発災時
発災後
復旧

平常時
発災時
発災後
復旧

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology

コミュニティ情報

イベント情報
「避難所」と「避難場所」の違いをご存じですか？

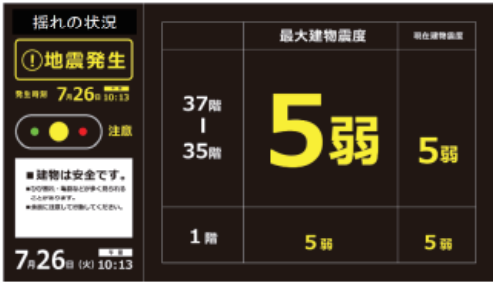
地域情報
「避難所」と「避難場所」の違いをご存じですか？

エレベーター
エレベーターの稼働状況

9:01 地震発生

平常時の画面例

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology



揺れの状況
地震発生
7月26日 10:13

最大建物震度
37階
35階
5弱

現在建物震度
5弱

1階
5弱

発災時の画面例

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology

ライフライン

異常
ガス異常
制限
注意
運転中

7.26 地震発生

発災後の画面例

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology

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、平常時から各組織の担当者間の人的ネットワークが形成されるとともに、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・協調が可能
- ・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
- ・災害時の支援物資や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

86

■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

一帯一帯となった企業間の防災・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

近畿工業大学 システム工学部 情報科学研究室
College of Systems Engineering and Science, Shikibu Institute of Technology

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

88

経営（事業）をまもる人材の育成講座：増田幸宏 テキスト

<p>■新たな災害保険制度等とのリンク</p> <ul style="list-style-type: none"> ■Highly Protected Risk (HPR) 保険 ■利益保険 ■不動産鑑定 <p>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</p> <p style="text-align: right;">99</p>	<p>(参考)建築学会の技術者倫理</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 自身の設計した建築が真の持続可能性(サステナビリティ)を獲得するために、長い時間の経過の中での様々な変動する要因に対してどのように対応できるのかについて最大限検討するべきである。 2. 自身の設計した建築が真の持続可能性(サステナビリティ)を獲得するために、様々な不測の事態や困難な状況、環境条件の変化に直面した際にも、<u>環境の変化を乗り越える力を備えているかどうか</u>を検討するべきである。 <p style="text-align: center;">設計/社会システムデザインの 哲学であり、新しい方法論として</p> <p style="text-align: right;">90</p>
<p>まとめにかえて</p> <p style="text-align: center;">災害や環境変化に負けない 組織・建築・都市</p> <p style="text-align: center;">困難な時期を乗り越り、乗り越える力を (レジリエントな社会構築に向けて)</p> <p style="text-align: right;">91</p>	<p>まとめにかえて</p> <p style="text-align: center;">組織が生き残るために サバイバル</p> <p style="text-align: right;">92</p>

BCP の基本マインド

細川 栄一

東京海上日動火災保険（株）

エキスパート（株）

大規模災害の備え。災害に強い人、企業創り

BCPの基本マインド

2017.10.31 東三河防災カレッジセミナー
エキスパート株式会社 細川 栄一

プロフィール



細川 栄一 56歳 札幌生まれの旭川、神奈川県から いての6型

○趣味 ゴルフ サッカー(プレー、観戦) フィッシング 登山 自転車 DIY 等
ゴルフ場でのセルフサービスのネイチャーランドを作ること

○仕事 サッカーチームのオーナーになる
若い人たちが私の仕事にあこがれて、優秀な人材がこの業界にあふれること

○会社 エキスパート株式会社 神奈川県 代表取締役
NPO法人 RSPフットボールJAPAN 理事長

○資格等 事業継続推進機構事業継続(BCP)管理技士
日本防災インシヤルプランナー協会 協会会長
JISPA防災インシヤルプランナー協会 認定講師
新型インフルエンザ BCP研究部 認定講師
新設型インシヤルプランナー協会 認定講師
消防用防止認定講師
リスクコミュニケーションセッション「RSPフットボール」代表
ハイパースキュー Team 0-MAT-VIA 代表
後援員資格ライセンス、上級救命技術認定者、普通自動車免許、重引免許、
小形船舶2級、準同乗建設機械免許、保険資格-損害-大学通称、生保-大学通称、損害O
防災ブックアップ(生きて帰ろう)「天災からの21の警告」発行
エンターテイナーから東証1部上場企業の経営企画室室長 幅広い経験を武器に新しい
エンターテインメントを構築する。東京大学医学部客員講師や災害現場でのレスキュー
活動等、現場を重んじた行動で数回コンサルティングが同業者や顧問先から評価を
得ている。BCP啓蒙で全国を駆けめぐり、コンサルタントの新しい生き方に挑戦中。

今、何が起きようとしているのか？

東海地震	30年以内	87%	の発生確立
東南海地震	30年以内	70%	の発生確率
南海地震	30年以内	50%	の発生確率
3連動地震	3連動地震による被害の巨大化		
南海トラフ地震	被害想定を確認してみましょう		
断層地震	阪神、熊本、鳥取 想定外の発生		
大水害	頻繁に起きるようになった水害		
パンデミック	新型ウイルス、感染症		

BCPとは？

Business Continuity Plan
事業継続計画
「大災害時等でも事業の中断をさせない。
また、中断しても目標復旧時間までに
業務を再開させること」を目的にした
事前計画。

なぜBCPが必要なのか？

- 32万人以上の死亡想定
- 経済損出220兆円

自身・家族・従業員の生命維持
直接倒産-被災が原因、事後の賠償問題
間接倒産-サプライヤーの倒産、自粛
シェアの減少・企業評価の低下

BCP策定のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> ・業務の重要性・優先との明確化 ・企業の強み弱みの理解 ・取引先からの信頼性向上 ・企業イメージの向上 ・成長戦略としての位置付 ・従業員満足度の向上 ・次世代への体制整備 ・永続的な発展と存在価値 ・安全配慮義務 	<ul style="list-style-type: none"> ・あるとすればコスト

BCP策定の要-安全配慮義務「人を守る」

- ・各種災害(津波・水害・土砂災害・延焼火災・危険物取扱施設)の想定
- ・立地状況を理解した上での各種の被害想定把握
- ・立地状況を理解した上での各種の被害想定告知
- ・建物の耐震性とその安全性または危険性の告知
- ・災害種別に応じた避難の必要性の有無把握
- ・避難開始の基準や適切な避難経路/場所の選定
- ・設備の転倒防止策など、適切な耐震対策
- ・各種情報の収集から通知/周知までの仕組みづくり
- ・防災計画/避難行動マニュアルの実効性/実行性
- ・防災計画/避難行動マニュアルの従業員等に周知徹底
- ・防災管理責任者およびその代替者の選定
- ・防災教育研修や防災訓練の定期的な実施

BCPある、なしでどう違う 鉄腕を比べてみるよ

<p>A社 RSP策定し、PDCAが 回っている企業</p>	<p>B社 BCPのない企業</p>
--	------------------------

ちよつとだけシミュレーション①

■地震速報が鳴り、大地震発生。
 ■潜った机から出てみると、会社内部がひどいことになっている。社内に声をかけるが返事の無い者もいる。社内を調べると、事務の田中さんが頭から血を流し、右足がコピー機の下敷きになって潰れている。田中さんの適切な処置をしながら、次の指示を出しなさい。

ちよつとだけシミュレーション②

■本社女性社員が帰宅したいと騒ぎ出す。子供(少学5年女子、幼稚園年長)のことが心配で強烈なパニックを起こしている。帰宅させるべきか？一人だけ帰すわけにもいきまい。気が付くと一人の事務スタッフの姿が見当たらない。
 ■本社営業社員(車使用)が2名会社に戻らない。安否はどうなってる？どうやって安否確認をする？

御巣鷹JAL123便墜落事故

御巣鷹山の真実！！！！！！！！
 乗客乗員 名
 死亡者 名
 企業社長 名(全員死亡)
 ○○食品、○○球団等
 企業存続 社破たん
 役員の死亡リスクがどれだけ高いか
 BC的なソリューションは？

BCPを完成させるためには

- ①TOPが心身健全である事
- ②TOPがきちんとBCPを理解すること
- ③優先業務の選択
- ④従業員教育と訓練
- ⑤従業員の家族への指導
- ⑥救命等レスキューノウハウの吸収
- ⑦継続的な訓練
- ⑧PDCAの実施をブラッシュUP
- ⑨これでもか！繰り返し、訓練の実施

3つの約束

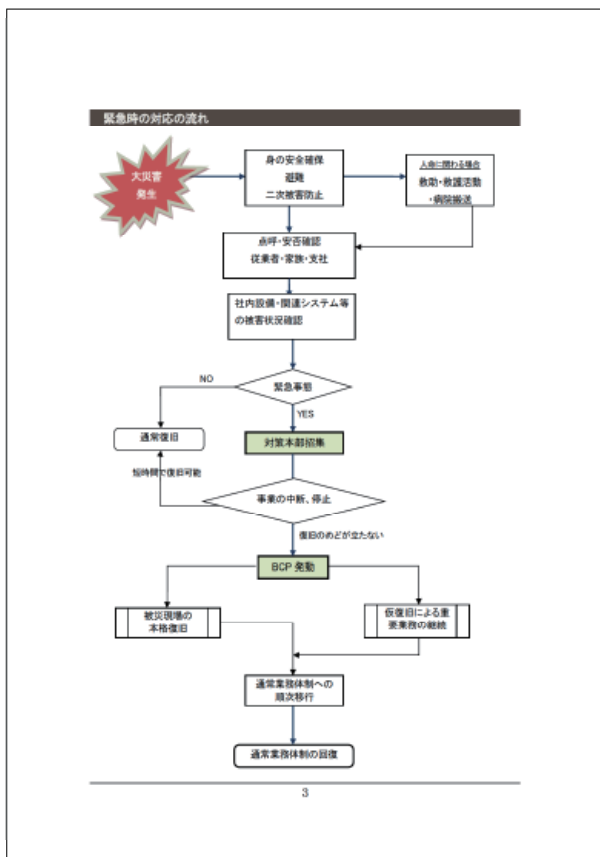
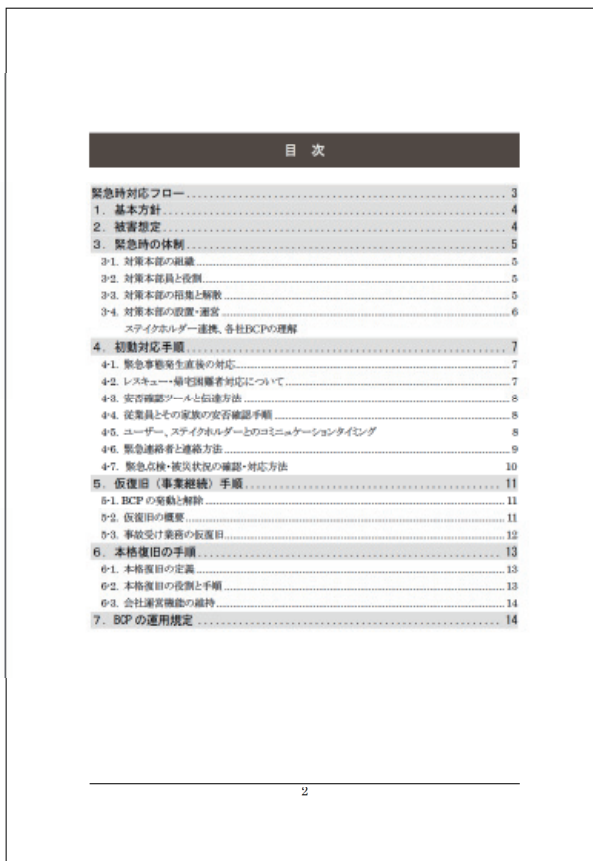
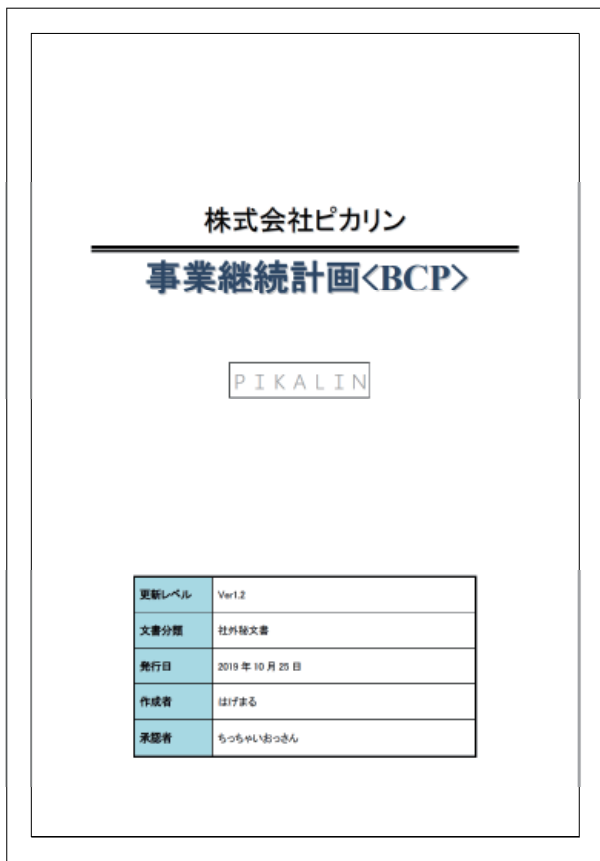
- ①会社は、従業員に対して、日頃から防災意識や救急スキルを高める教育をすること
- ②従業員は家族に対して、日頃から防災意識や救急スキルを高める教育をすること
- ③すべての人が救命士である環境構築を、国や行政が積極的に推進すること

BCP 作成実務とシミュレーション

細川 栄一

東京海上日動火災保険（株）

エキスパート（株）



1. 基本方針	
事業名	〇〇業
想定する災害	南海トラフ大地震(震度6強以上)を想定
BCPの目的	・従業員と家族、お客様、地域住民の安全確保 ・お客様への迅速な保険金支払いと生活支援 ・事業中断による事業継承の過失と顧客離れの回避
対象範囲	・全社
BCPを発動（復旧）する業務	1. 〇〇業務、〇〇の供給使命 2. 債権管理

2. 被害想定	
対象	想定される被害の内容
人員	50%の社員は出社不能
電話	固定・携帯いずれも3日間通信不能
電気・ガス・水道	・電気:震災後5日間使用不可 ・ガス・水道:震災後全期間使用不能
道路・公共交通機関	・周辺道路:3日間通行不能 ・公共交通機関はすべて7日間絶
情報システム・ネットワーク	・ITシステム2日間全面停止 ・インターネット接続の停止と混乱
情報資産	・顧客データ消失・紛失(震災前日と当日) ・顧客データ消失・紛失(震災前日と当日追加)
CA機器	停電・故障により使用不可
建物・施設内	・建物への立入は可 ・エレベーター5日間使用不能

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

3. 緊急時の体制

3-1. 対策本部の組織

3-2. 対策本部長と役割

役名	内容	責任者	携帯番号
対策本部長	参集要否・指揮命令・意思決定	社長	080-0000-0000
副本部長	本部長不在時の統括指揮	専務	080-0000-0000
事故・顧客対応	事故受け方の確率	営業部長	080-0000-0000
ネット・施設復旧	IT・通信・電気系の復旧	オフィス	080-0000-0000
財務・債権管理	事務・経理担当の管理	オフィス	080-0000-0000
地域支援	近隣代理店の事業復旧支援	会員	080-0000-0000

3-3. 対策本部の招集と解散

招集	<ul style="list-style-type: none"> 地震速報の入予(震度5強以上) 事業活動の停止を余震なくされた時点
解散	通常の事業体制で再開可能となった時点

3-4. 対策本部の設置・運営

設置場所	設置手順	責任者名	携帯番号
候補1: 本社会議室	対策本部招集後直ちに設置	Pさん	080-0000-0000
候補2: 本社営業室	本社会議室が利用できない場合、対策本部招集後2時間以内設置	Pさん	080-0000-0000
候補3: 社長自宅	本社会議室が利用できない場合、対策本部招集後6時間以内設置	Qさん	080-0000-0000

用途	対策本部運営に必要なツール(内訳・数量)
基本要件	全員BCPを携行/電気・インターネットが使用可能
対策本部業務利用用	ノートパソコン3台、モバイル2台
連絡手段	携帯電話担当各1台/衛星電話1台
予備電源	充電器1台/携帯用バッテリー2台/発電機1基
文具・備品等	ホワイトボード、ポストイット、ノート、文具、ラジオ
非常時用備品	食料・水・毛布を対策本部スタッフ+3名分

4. 初期対応手順

4-1. 緊急事態発生直後の対応

項目	手順
就業時間内 (社内)	<ol style="list-style-type: none"> 身の安全を確保する 各自が他社員・家族の安否・職場状況を確認し、上司に報告 上司や防災担当の指示に従い(非常時出立)品を携行→避難場所への避難 社長・専務・上司の呼び出しの指示により帰宅・社内待機する
就業時間内 (外出中)	<ol style="list-style-type: none"> 身の安全を確保する 可能な限り会社に安否を報告し、帰宅や帰宅等の指示を確認 帰宅した場合は、家族の安否・出社可否・連絡先等を会社に報告 各自が他社員・家族の安否・職場状況を確認し、会社に報告する
就業時間外 (週末・休日)	<ol style="list-style-type: none"> 自分・家族の身の安全を確保する 安否状況や避難場所を緊急災害時規定に照らし上司に報告する 各自が他社員・家族の安否・職場状況を確認し、上司に報告する 必要に応じて該当地域の各避難場所への避難を開始する

4-2. レスキュー・帰宅困難者対応について

救助・救護	社員・訪問者を問わず、負傷者を見かけたら、救急搬送を請うる(要訓練) 重要な負傷者は救急病院へ搬送(〇〇大学病院:電話〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇)
要援護者	社員・訪問者を問わず、要援護者(病人・ハンディのある人、高齢者・妊婦等)を見かけたら、積極的に避難支援を行う(要訓練)
帰宅・出社困難者	以下のルールをおらかじめ社員に周知しておくこと 社内にいる者→社内待機(夕方以降は翌朝まで社員にとどまること) 外出中の者→訪問先または最寄りの避難所で待機 在宅者→自宅待機 帰宅困難者用非常時備品: 食料・水・毛布等(詳細は別付の非常時備品リストを参照)

4-3. 安否確認ツールと伝達方法

安否確認手段	<ul style="list-style-type: none"> 固定電話/公衆電話(+NTT災害用伝言ダイヤル171) 携帯電話(+携帯電話会社災害用伝言板) インターネット/PC/携帯端末/電源が使用可能 (Line, Skype, Twitter, Facebook 等) 近隣の場所(徒歩、自転車、バイク) 遠方で緊急を要しない場合(集団による連絡) 通信手段が断絶の場合、インフラも。
伝達方法	<ul style="list-style-type: none"> 中継連絡地点(支援代理店、地方の拠点・取引先・親戚)の活用など

4-4. 従業員とその家族の安否確認手順

社内	<ul style="list-style-type: none"> 管理者は従業員の安否を確認する 従業員は家族の安否を確認する 従業員本人が家族の安否を確認できない状況下では、管理者が代行確認を行う 管理者が不在または重傷の場合は、上司または役員が確認する 安否不明者に限っては継続的にコンタクトを試み、逐一状況を報告する
会社外・外出・出張先	<ul style="list-style-type: none"> 不在者(出勤・休暇中)に対して安否・所在確認を行うと共に被害状況を確認する 不在者自身は自身の安全を確保し、会社に報告する。連絡困難な場合は災害用伝言板サービス+171等を利用し、本社または支援代理店、地方拠点への連絡を試みる。
在宅時	<ul style="list-style-type: none"> 交通機関の確認と出社・帰宅・移動の可否を判断し、防災管理者へ連絡する 車の場合は道路状況を確認し、出社・帰宅・移動の判断をし、防災管理者へ連絡する
出社・自宅待機等の判断	<ul style="list-style-type: none"> 原則として全社員出社する(出社不能の者は会社より連絡) 交通機関のハレ、ライフラインが断たれる場合は帰宅、自宅待機とする 防災管理者および役員は可能な限り出社する。被害の程度により出社できない場合は、必ず上司もしくは会社へ連絡する 現状確認→対策本部で復旧要員の招集を判断し、指示。

4-5. ユーザー・保険会社との緊急時コミュニケーションタイミング

連絡のタイミング	伝達先	メッセージ内容	担当
被災状況確認後	保険会社担当営業・事務担当	安否状況の確認、被害状況の確認と報告、事業継続の状況報告と対策	
復旧開始時点	保険会社担当営業・事務担当・損害担当・ユーザー		
復旧完了時点	保険会社担当営業・事務担当・損害担当・ユーザー		
全期間を通して	ご契約書	ERPでの安否報告、状況報告、簡易事故受付	

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

4.6. 緊急連絡者と連絡方法

区分	連絡者	連絡方法とアドレス等	連絡内容	担当
□供給先	担当 〇〇ゆき	テレホンシー		
□供給先	担当 〇〇〇利伸	携帯メール LINE SNS		
□仕入れ先	担当 松野〇〇	携帯メール LINE SNS		
□仕入れ先	担当 米生〇〇〇	携帯メール LINE SNS		
□支援企業	担当 鈴木〇〇	携帯メール LINE SNS		
□支援企業4	担当 〇〇 要	携帯メール LINE SNS		
□大口顧客	担当 〇〇おお美	携帯メール LINE SNS		
□大口顧客	担当 〇シシア	携帯メール LINE SNS		
□行先	担当			
□その他	担当			

4.7. 緊急点検被災状況の確認・対応方法
緊急点検および被災状況の確認には、下表および添付シート「被災状況調査シート」を活用する。

点検項目	点検対象	確認方法	対応方法	担当
□火災	重要箇所 設備等	煙や火の発生有無を 目視で確認	消火器具による初期消火→1 19番通報→安全な場所へ 避難	全員
□負傷・火傷	社員および部 外者	建物内外での負傷や 火傷者の有無	安全確認後、避難誘導→応 急手当を行い、重症の場合は 病院へ (119 番または〇〇大学付 属病院 (03-0000-1111))	防災管理 委員
□棚・備品・ OA機器・窓	棚・備品・ OA機器・ 窓・照明	棚や備品の転倒・落下、 ガラスや蛍光灯の落下、 破損・飛出を日 視で確認	安全区（必要に応じて ヘルメット、ゴーグルも）着 用の上、点検する OA機器の修理は業者へ 連絡	全員
□電気	照明、OA機 器、プレー カ、電気設備	通電状態にあるかどうか の各々確認→故障で 確認	状況が把握できない場合に 停電の場合は復旧後に 復旧確認を依頼 業者は停電対応フローに 従う	総務課員
□通信設備	電話、FAX、 インターネット	通信が可能かどうかを各 種機器で確認	状況が把握できない場合に 復旧確認を依頼 業者は復旧後に 復旧確認を依頼	総務課員
□閉じ込め	エレベーター 非常扉	エレベーターの呼びかけの 声で確認	閉じ込められた人がいた場 合は、ただちにビル管理 担当者、セキュリティ サービスに連絡	防災管理 委員
□基幹システム の動作	販売管理系 顧客データベ ース	転倒、外観の損傷の 有無、通電の有否、電 源投入時に正常起動 するか	機種の状態をわかる範囲で 記録し、情報セキュリティ 委員に報告、修理が必要な場 合は業者へ連絡	情報SIS 課員
□情報資産	各主要顧客 顧客データ 契約書	基幹システムの動作確認 と並行して確認 紙文書類は散見や破 損	データの喪失・破損・た だちに外部データセンター からバックアップを取寄せ 紙文書類の破損・複製 を依頼する （紙入）を 取り寄せる	全課長 担当者
□その他				
□その他				

5. 復旧（事業継続）手順

5.1. BCPの発動と解除

発動	緊急が戻または被害状況調査の結果、被災により事業に関わる重要な業務の停止し て復旧のめどが立たない」と判断した時点でBCPを発動する（復旧手順を実行に移 す）
解除	通常の業務体制で業務が可能になった時点でBCP（復旧の体制）を解除し、通常 の体制に戻る

5.2. 復旧の概要
・災害で事業が中断した場合、下記の業務・工程を優先して所定の目標復旧時間内に所定の復旧レ
ベルで立ち上げるものとする。

順位	目標復旧 時間	復旧する 業務・工程名	復旧 レベル	復旧手順の概要	責任者
1	34時間	〇〇製造、出荷	80%	ラインが使用可能であれば、点検作 業後に稼働開始。不可動であれば手 順書に従い作業。	Aさん
2	34時間	〇〇製造、出荷	50%		Bさん
3	24時間		20%		
4					
5					

5.3. 事故受け等業務の復旧

部署名:	本社事務所	業務名:	事故受付等
目標復旧時間:	24時間	目標復旧レベル:	40%
責任者名: (部署名)	()	Eメール:	
		携帯電話:	

経営資源	経営資源の最小要件	要件	代替資源の調達	要件
場所・拠点	①通常の稼働場所 1F事務所	備考	②代替稼働場所	備考
人員	通常人員(氏名・人数等)	勤務制	代替人員名(氏名・人数等)	勤務制
	16名		8名	2交代
通信設備	①機種・設備名 電話 PC	仕様	②代替機能確保の手順	仕様
情報システム	①基幹システム名 〇〇システム 顧客管理システム	仕様	②代替機能確保の手順 手書き報告、メール、手持ち 出力済み顧客リストの活用	仕様
情報資産	①重要データ・文書名 データベース	備考	②重要データ・文書の回復手順	備考
報告報告	① 報告報告→他部署	数量	②代替連絡先名	数量
		備考		備考
		数量		数量

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

6. 本格復旧の手順

6-1. 本格復旧の定義

本格復旧	仮復旧と並行、またはやや遅れて着手し、通常の業務が行える状態にまで完全に回復するための活動
開始/終了	被災現場の安全が確認された時点で着手する
終了	被災した部署ごとの正常稼働の稼働をすべて終えた時点で終了する

6-2. 本格復旧の役割と手順

復旧対象	担当部署	実行者	本格復旧の概要	稼働方法
建物・施設	社長	〇〇 課長 (携帯番号)	以下の管理元・業者に連絡し、修理・調整を依頼すること。 連絡：〇〇不動産(電話番号) エレベーター：〇〇メンテナンス(電話番号)	
情報システム				
通信・ネットワーク				
OA機器 備品類				
その他				

13

6-3. 会社運営機能の維持

・仮復旧および本格復旧の活動に臨まれているが、社員は、可能な限り以下の会社運営機能の維持に当たるとする。（ただし、自宅や家族の被災、公共交通機関の途絶により出社が困難な社員は、対策本部または上司に相談のうえ、自宅の復旧・家族の介護・自宅待機を優先してよい）

活動項目	内容	責任者	勤務要件
人事対応	スタッフの福利厚生、ケア・労務管理		
経理処理	支払処理、支出・資金調達が等		
総務・庶務	総務関係の諸作業		
営業・顧客対応	顧客・取引先への対応		

7. BCPの運用規定

事務局(運用管理責任者)は、BCPの運用管理規定を関係者に周知させること。

管理責任者	Eメール:
-------	-------

項目	内容
配布	本計画は所定・使用を認められた者(対策本部要員・役員他)に配布する。 ①本宅・本社共用に各1部 ②役員・対策本部要員に各1部、それぞれの自宅に各1部、代替地に1部
取扱い	配布された本計画は職場と自宅に各1部保管し、机上や車内などに放置しない、許可なくコピーしたり外部に持ち出したりしないこと。
返却	本計画の所蔵者はその所蔵資格を失った時点(メンバー脱退、退社など)で速やかに返却すること。会社は従業員に対し配布された本計画の返却を求める権利を有する。
異動し	本計画および付随リスト等は定期的に見直しを行い、最新の状態を維持すること。
テスト	最低年1回、必要な経営資源の調査・リストアップ・稼働テストを行うこと。
教育と訓練	年間実施計画に基づきBCP、レスキューについての教育と訓練を行うこと。

14

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

事業継続戦略のポイント

『復旧戦略』 お金をかけることで強化ができる
 ex. 耐震補強を行う、通信設備を導入する、社内備品を充実する、転居する等

被害を想定し
 ↓
 被害を減らす方法の導入（減災対策）
 ↓
 従来のやり方で復旧を早める
 ↓
 重要業務の継続、再開

『代替戦略』 お金をかけなくてもできる対策（価値の提供）
 ex. 普段とは違った仕事のすすめかた、方法を準備し実行する。

復旧は困難と前提
 ↓
 代替手段を準備する
 ↓
 従来の違うやり方で再開を早める
 ↓
 重要業務の継続、再開

EXPERT

【様式12-2】(No.)

従業者連絡先リスト【従業者家族用】

【様式12-1】に記載のある各従業者の家族連絡先を以下に整理する。
 (【様式12-1】における各従業者家族の番号を、本ページ上部の【No. 】に記入すること)
 複数の場合はコピーして使用する。

No. 1

フリガナ	性別	血液型	続柄	妻	36才
氏名	女	B	生年月日	昭和55年9月2日	才
自宅住所 本人自宅住所と同じ					
携帯電話			携帯メール		
自宅指定避難場所 相模原市立星が丘小学校					
勤務・通学先	名称				
	住所				
	電話				
	指定避難場所	青山学院大学 相模原キャンパス			
上記以外の緊急時連絡先	〇〇〇〇 実母 080-0000-0000				
安否確認方法・帰宅条件等	〇〇〇〇 姉 000-0000-0000				
安否確認方法・帰宅条件等	災害時伝言ダイヤル171				
安否確認方法・帰宅条件等	ラインメール 災害時緊急帰宅者				

No. 2

フリガナ	性別	血液型	続柄	長女	才
氏名	女	B	生年月日	平成15年 月 3日	才
自宅住所 本人自宅住所と同じ					
携帯電話			携帯メール		
自宅指定避難場所 相模原市立星が丘小学校					
勤務・通学先	名称				
	住所				
	電話				
	指定避難場所				
上記以外の緊急時連絡先	〇〇〇〇 実母 080-0000-0000				
安否確認方法・帰宅条件等	〇〇〇〇 姉 000-0000-0000				
安否確認方法・帰宅条件等	災害時伝言ダイヤル171				
安否確認方法・帰宅条件等	〇〇〇〇 中学グループメール				
安否確認方法・帰宅条件等	災害時保護者引き渡し(回数5以上)				

エクシード株式会社
 経営継承推進部 2017年11月版

バックアップリスト

情報資産	更新頻度	
データファイル		
文書類		
社外の保管場所	住所	
	担当者	電話番号

緊急物資リスト

●非常用持出品リスト
 以下は非常用持出品にあらかじめ収納、またはすぐに収納できるようにしておくこと。

目的・用途	内容
食糧品	
重要書類	
ツール	
非常用持出品の保管場所	内容物のチェック

●備蓄品リスト
 以下は災害発生から3日間を生き延びるための最低限の備蓄品リストである。

目的・用途	内容
食・水	
衣・寝	
救・護	
ツール	
その他・多目的用途	
備蓄品の保管場所	内容物のチェック

※ 保存食料やミネラルウォーターなど消費期限のあるものは、年一回のチェックの際に全員で消費し、入れかえること。

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

シートA(重要業務と目標達成時間の決定)

①下欄に2017年までの重要業務を記入します。

②重要業務の目標達成時間を決定します。

No.	業務名	業務実行の 優先順位	業務実行の 開始時期	業務完了の 時期	担当者	備考
1	新規事業の企画・開発	高	2017年10月	2018年3月	田中	
2	新規事業の導入	中	2018年4月	2018年6月	田中	
3	新規事業の営業	低	2018年7月	2018年9月	田中	
4	新規事業の顧客サポート	低	2018年10月	2018年12月	田中	
5	新規事業のマーケティング	低	2019年1月	2019年3月	田中	
6	新規事業の財務管理	低	2019年4月	2019年6月	田中	
7	新規事業の人事管理	低	2019年7月	2019年9月	田中	
8	新規事業の法律相談	低	2019年10月	2019年12月	田中	
9	新規事業のITシステム	低	2020年1月	2020年3月	田中	
10	新規事業のセキュリティ	低	2020年4月	2020年6月	田中	
11	新規事業の環境対策	低	2020年7月	2020年9月	田中	
12	新規事業の社会貢献	低	2020年10月	2020年12月	田中	

※詳しくは資料D(重要業務と目標達成時間の決定)を参照してください。

シートB(重要業務達成とリスク評価/リスク対策)

重要業務	達成率	リスク評価	リスク対策
新規事業の企画・開発	100%	低	定期的な進捗確認
新規事業の導入	80%	中	導入時のトラブル対応
新規事業の営業	60%	高	営業活動の強化
新規事業の顧客サポート	50%	中	顧客サポート体制の構築
新規事業のマーケティング	40%	高	マーケティング戦略の見直し
新規事業の財務管理	30%	中	財務管理システムの導入
新規事業の人事管理	20%	高	人事管理システムの導入
新規事業の法律相談	10%	中	法律相談体制の構築
新規事業のITシステム	0%	高	ITシステム導入の遅延
新規事業のセキュリティ	0%	高	セキュリティ対策の強化
新規事業の環境対策	0%	中	環境対策の実施
新規事業の社会貢献	0%	低	社会貢献活動の実施

2017-12-28 現在

BCP訓練実施計画表

項目	内容	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
会社全体のBCP	総務部	◎											
営業部のBCP	営業部		◎										
開発部のBCP	開発部			◎									
サポート部のBCP	サポート部				◎								
総務部のBCP	総務部					◎							
人事部のBCP	人事部						◎						
財務部のBCP	財務部							◎					
IT部のBCP	IT部								◎				
その他										◎			

2017-12-28 現在

実務予習計画表

項目	内容	担当	実施予定	実施状況	実施	評価	備考
1	社員への教育と研修	自営業員を研修員として育成、研修内容の作成と配布	2018/03	Aさん			
2	業務プロセスの改善	業務プロセスの改善、導入後の評価	-	Bさん			
3	ノートPCのセキュリティ対策	ノートPCのセキュリティ対策、セキュリティポリシーの策定	2018/03	Cさん			
4	顧客管理システム	顧客管理システムの導入	2018/03	Dさん			
5	営業活動の記録	営業活動の記録、営業活動の効率化	2018/03	Gさん			
6	仕入先契約の見直し	仕入先契約の見直し、仕入先との交渉	2018/03	Hさん			
7	防災対策の強化	防災対策の強化、防災訓練の実施	2018/03	Iさん			

■BCP成熟度チェックシート(簡易版)

項目	現状	目標
1 緊急時の連絡・通報体制が確立しているか	Yes	Yes
2 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	Yes
3 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
4 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	No
5 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
6 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	Yes
7 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
8 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
9 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
10 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	No
11 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
12 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	Yes
13 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
14 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
15 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	No
16 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	No	Yes
17 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
18 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
19 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes
20 緊急時の連絡体制が24時間体制になっているか	Yes	Yes

事業継続性現状評価

現状: 緊急時の連絡体制、顧客サポート体制、顧客管理システム、財務管理システム

目標: 緊急時の連絡体制、顧客サポート体制、顧客管理システム、財務管理システム

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

緊急連絡リスト(従業員)

●緊急通報リスト

警察署 (110)	電話会社
消防署 (119)	電力会社
救急車 (119)	ガス会社
指定病院	水道局

保険会社	その他
ビル管理会社	
警備会社	

●従業員連絡リスト

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

名前	
携帯電話	
自宅電話	
Eメール	
住所	
連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済

災害発生・対応・復旧記録シート

日付	時刻	活動・進捗状況	記録者
2019/4/23	1023	震度7大地震発生	〇〇ゆき
	1024	田中弘樹、フラック転倒により負傷、応急手当を施し病院に徒歩で向かう。	〇〇ゆき
	1033	余震あり、安全確保の行動指示、指定避難場所への避難を指示するも、山下達郎が帰宅する	〇〇まりあ

重要経営資源リスト

製品名	(製品名)	
基本仕様		
メーカー名	種 類	
電話/Fax	必要数量	
販売店1	販売店2	
電話/Fax	電話/Fax	

製品名	(製品名)	
基本仕様		
メーカー名	種 類	
電話/Fax	必要数量	
販売店1	販売店2	
電話/Fax	電話/Fax	

製品名	(製品名)	
基本仕様		
メーカー名	種 類	
電話/Fax	必要数量	
販売店1	販売店2	
電話/Fax	電話/Fax	

製品名	(製品名)	
基本仕様		
メーカー名	種 類	
電話/Fax	必要数量	
販売店1	販売店2	
電話/Fax	電話/Fax	

※上記は該当などのハード製品を対象としたものです。ソフトウェア等については型式の代わりにバージョン番号を、基本仕様の代わりにライセンス番号等の項目欄を設けます。

経営（事業）をまもる人材の育成講座：細川栄一 テキスト

重要顧客・取引先リスト

顧客/取引先名			
社 名	〒		
電話番号		FAX 番号	
担当名		Eメール	
その他連絡手段		連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済
取扱い次第		コメント	

顧客/取引先名			
社 名	〒		
電話番号		FAX 番号	
担当名		Eメール	
その他連絡手段		連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済
取扱い次第		コメント	

顧客/取引先名			
社 名	〒		
電話番号		FAX 番号	
担当名		Eメール	
その他連絡手段		連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済
取扱い次第		コメント	

顧客/取引先名			
社 名	〒		
電話番号		FAX 番号	
担当名		Eメール	
その他連絡手段		連絡状況	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未済
取扱い次第		コメント	

被害状況チェックシート

＜基本データ＞	
災害の種類： <input type="checkbox"/> 地震（程度： ） <input type="checkbox"/> 火災（一部・半壊・全壊） <input type="checkbox"/> 水害（浸水・土石流）	
被災の日時： 年 月 日 AM/PM ； ～ ；	
評価担当者： / /	
評価立会者： <input type="checkbox"/> 契約 <input type="checkbox"/> 警察 <input type="checkbox"/> 税金 <input type="checkbox"/> その他（ ）	

＜被災状況サマリ＞	
人的被害： <input type="checkbox"/> 死者 名 <input type="checkbox"/> 重傷者 名 <input type="checkbox"/> 軽傷者 名 計（ ）名	
建物への立入り： <input type="checkbox"/> 不可 <input type="checkbox"/> 一部可能（二次災害の危険あり・要許可）	
<input type="checkbox"/> 一部可能（二次災害の危険なし） <input type="checkbox"/> 立入り困難なし	

最も被害の大きな場所・業務：
 That 状況：
 所見：

総合評価レベル
深刻・高・中・低

＜施設全体・共用部分のダメージ＞	
ライフライン： <input type="checkbox"/> 電気（程度： ） <input type="checkbox"/> 電話（程度： ） <input type="checkbox"/> 水道（程度： ） <input type="checkbox"/> ガス（程度： ）	
施設内： <input type="checkbox"/> 壁（ ） <input type="checkbox"/> 天井（ ） <input type="checkbox"/> フロア（ ） <input type="checkbox"/> 窓ガラス（ ）	
<input type="checkbox"/> 扉（ ） <input type="checkbox"/> エレベーター（ ） <input type="checkbox"/> その他（ ）	

＜倉庫エリアのダメージ＞						
業務名 (影響名)	従業員	装置・システム テム	PC・周辺機 器	ネットワーク	電話・FAX	器具・備品 その他 ()

企業の事業継続計画と
マネジメント

小野 高宏

三菱商事インシュアランス（株）

東三河防災カレッジ 実践力養成講座

企業の事業継続計画とマネジメント

2017年11月16日

三菱商事インシュアランス
リスクコンサルティング室

組織を取り巻く環境

社会の変化、グローバル化、IT化、地球温暖化・環境問題・異常気象、地震変動活発化、社会的責任拡大、ステークホルダー

相対的なリスク対応能力の低下
組織・従業員の意識とスキル維持だけでは不十分
経営者の資質が問われることに

どのようなリスクがあるのか

- 社会リスク**: 暴力団、理不尽な要求・脅迫、財政難、テロ、メディア対応失敗、風評、疫病・伝染病、インターネットやマスコミによる批判・中傷
- 戦略リスク**: M&A、合併・吸収、製品開発、海外進出
- 政治リスク**: 戦争、内乱、政変
- ハザード(自然災害)リスク**: 地震、噴火、津波、台風、風災、高潮、水害、洪水、落雷
- オペレーショナルリスク**: 火災、爆発、停電、設備故障、交通事故、経営事故、列車事故、設備不備による事故、盗難、労災事故
- 環境リスク**: 環境賠償責任、環境汚染、廃棄物処理
- 財務リスク**: 資金運用、株値変動、金利変動、貸し倒れ
- 労務リスク**: 過労死、自殺、出張中の事故、職員の士気の低下
- 法務・倫理リスク**: 不正・不行為、株主代表訴訟、商標情報漏洩、セクハラ、情報目的外使用、職員アルバイトの不祥事
- 情報システム・情報管理リスク**: コンピュータウイルス、サイバーテロ、オペレーションミス、プログラムミス、情報漏洩、個人情報漏洩、HP改竄、内部告発

優先すべきリスク

優先すべきリスク	全体			1,000名以上			1,000名未満		
	2010年	2011年	2012年	2010年	2011年	2012年	2010年	2011年	2012年
海外拠点の運営に係るリスク	—	9位	2位	—	4位	1位	—	9位	3位
地震・風水害等、災害対策の不備	2位	1位	1位	2位	1位	2位	4位	1位	1位
財務報告の虚偽記載	8位	8位	4位	8位	5位	3位	6位	7位	8位
子会社ガバナンスに係るリスク	—	10位	4位	—	8位	3位	—	16位	8位
海外取引に係るリスク	—	15位	7位	—	13位	3位	—	16位	14位
製品、サービス品質のチェック体制の不備	2位	8位	6位	7位	9位	8位	1位	8位	7位
情報漏えい	1位	2位	3位	1位	2位	6位	2位	2位	2位
顧客対応の不備	5位	4位	10位	12位	5位	8位	4位	4位	11位
業務運用ミスによる多額損失の発生	9位	5位	13位	8位	10位	8位	10位	4位	15位
過労死、長時間労働等の労働問題の発生	14位	13位	8位	17位	11位	10位	12位	13位	5位
大規模システムダウン・情報逸失	6位	3位	8位	3位	3位	11位	8位	3位	4位

調査・監査法人トーマツ

分析資料6: 優先すべきリスク 企業規模別

図6: 優先して着手が必要と思われるリスク 企業規模別傾向

リスク	2010年	2011年	2012年	2010年	2011年	2012年	2010年	2011年	2012年
海外拠点の運営に係るリスク	7%	20%	15%	15%	15%	20%	44%	30%	12%
地震・風水害等、災害対策の不備	20%	20%	44%	32%	32%	30%	17%	24%	30%
財務報告の虚偽記載	2%	1%	5%	4%	5%	4%	1%	1%	3%
子会社ガバナンスに係るリスク	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
海外取引に係るリスク	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
製品、サービス品質のチェック体制の不備	9%	13%	14%	13%	12%	25%	4%	11%	11%
情報漏えい	7%	9%	5%	7%	9%	11%	11%	11%	8%
顧客対応の不備	13%	9%	15%	14%	12%	20%	9%	8%	34%
業務運用ミスによる多額損失の発生	13%	15%	10%	14%	13%	13%	12%	13%	19%
過労死、長時間労働等の労働問題の発生	11%	5%	7%	9%	9%	7%	10%	3%	5%
大規模システムダウン・情報逸失	15%	15%	10%	14%	12%	12%	8%	22%	10%
情報漏洩	9%	9%	6%	9%	11%	9%	11%	11%	8%
地震・風水害等、災害対策の不備	3%	4%	9%	5%	4%	7%	3%	4%	11%
過労死、長時間労働等の労働問題の発生	20%	21%	10%	20%	21%	12%	21%	22%	7%
情報漏洩	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	11%
大規模システムダウン・情報逸失	16%	9%	10%	10%	10%	11%	13%	8%	7%

調査・監査法人トーマツ

リスクの特定と評価

経営への影響大、発生頻度高 → 経営への影響小、発生頻度低

除去、起こりやすさを下げる、結果を変える・影響を下げる、共有・移転、保有、回避

リスクマネジメントの流れ ISO31000

<お客様の課題・ニーズ>

経営レベル

潜在リスクは？
優先順位は？
担当部署は？体制は？

保険に加入する
→ どのカバー
→ 保険金額
→ 保険料

リスクへの対応

発生頻度・確率を下げる → 被害・影響度を下げる波及範囲を縮小

起きないように → 起きてしまっても

再発防止 → 費用対効果

最適な手段

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト

事業継続計画とは

- BCP（事業継続計画：Business Continuity Plan）
 - 重要な事業や業務を継続・復旧するための計画
 - 行動要領、被害最小化策、実施手順書 など
- BCM（事業継続マネジメント：Business Cotinuity Management）
 - BCPを維持・改善・管理するためのプロセス
 - BCPの実施、運用、教育、訓練、点検、是正、見直しなど

海外での事例

証券会社M社の例 - 2001年9月11日 NY テロ

- 世界貿易センタービルに旅客機が衝突後、3～5分で対策本部、指令センターを立ち上げ隣接する4棟のビルから、9000人を退避。
- 翌日から、業務を再開した。（同業他社は、翌週になって再開）

大手メーカーN社の例 - 2000年3月、米国

- 携帯電話用半導体の大手メーカーP社の米国半導体工場で火災発生。
- 半導体チップの供給を受けているN社は、火災による工場停止の情報を受け直後にBCPを発動、代替サプライヤーに連絡、代替部品を確保。
- ライバルのE社は代替部品の確保が遅れたため、生産を継続できなくなり、マーケットシェアを大きく落とした。

事業継続の概念

■ 事業継続とは？

- 製品の供給停止・サービスの途絶が起きた際に、事前に定められた時間までに、重要な製品またはサービス提供をお客様が必要とする水準以上で、再開すること。

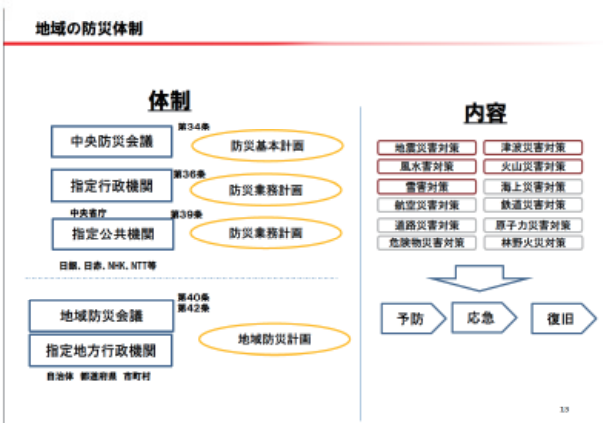
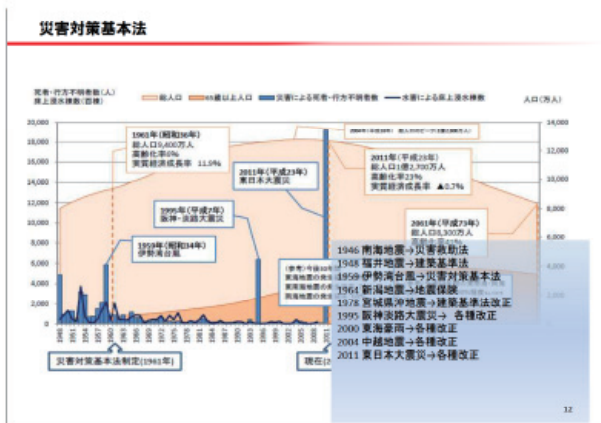
■ お客様は誰なのか。

- それは必ずしも100%の復旧レベルとは限らない
- それはいつまでなのか。

策定する理由

BCPは重要な事業や業務を必要水準を維持しながら継続・復旧させる手順や計画であり、組織に重要な戦略の一つ。

- ① 首都直下型地震や南海トラフ地震といった大規模災害に対し、行政から地域経済の維持が要請されている。雇用の確保、社会機能維持、早期復旧などの観点。
- ② サプライチェーン途絶の関係で取引先等から、あるいは企業のリスクマネジメントの点から親会社、株主等のステークホルダーから、BCPを構築していることを求められることが一層強化している。監査、取引条件、SLA、地域住民や消費者に対するCSR活動の一環。
- ③ 2012年5月にBCMS事業継続マネジメントシステムが国際標準ISO22301として発行されたこと。



愛知県 愛知県地域防災計画

一 地震・津波災害対策計画

（平成24年3月31日現在）

愛知県防災会議

第2編 災害予防

第1章 防災協働社会の形成推進

■ 基本方針

- 自然災害からの安全・安心を確保するためには、行政による活動はもとより、県民一人ひとりの自衛活動も不可欠である。県民が主体的に活動することにより、災害時の被害を軽減し、災害後の復興を促進する役割を担うことが期待される。
- 大規模な災害発生に備えて、行政による活動と民間活動との連携を強化し、被災地でもできる限り迅速な対応を図る。また、自らの安全を確保した上で活動を行う（支援）として協力する体制の構築を図る。
- 被害を最小にとどめ被害拡大を防止するため、災害発生直後から、被害を軽減するための活動を実施し、被災者の生活の安定を図る。また、被災者の生活の安定を図るため、被災者の生活の安定を図るための活動を実施し、被災者の生活の安定を図る。
- 広域連携の推進
 - 1) 広域連携の推進
 - 2) 広域連携の推進
 - 3) 広域連携の推進
 - 4) 広域連携の推進
 - 5) 広域連携の推進
 - 6) 広域連携の推進
 - 7) 広域連携の推進
 - 8) 広域連携の推進
 - 9) 広域連携の推進
 - 10) 広域連携の推進
 - 11) 広域連携の推進
 - 12) 広域連携の推進
 - 13) 広域連携の推進
 - 14) 広域連携の推進
 - 15) 広域連携の推進
 - 16) 広域連携の推進
 - 17) 広域連携の推進
 - 18) 広域連携の推進
 - 19) 広域連携の推進
 - 20) 広域連携の推進

企業防災の推進

【被災日誌】：今後10年間で経済成長を遂げる。 業務継続の取組の推進（内閣府）

BCPを策定している企業の割合を大企業でほぼ全、中堅企業において過半を目標とする。

出所：地震防災取組について 中央防災会議 2005年3月

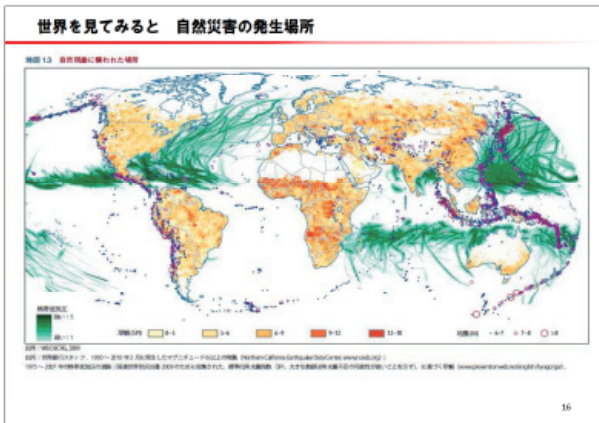
2005年 経済産業省 事業継続計画策定ガイドライン
2005年 内閣府 事業継続ガイドライン（2013年に改訂）
2006年 中労庁 BCP策定活用指針

■ 新築・インフラ工事に伴う
■ 業界団体、商工団体、地方公共団体によるガイドライン公表、セミナー、支援

大企業

中堅企業

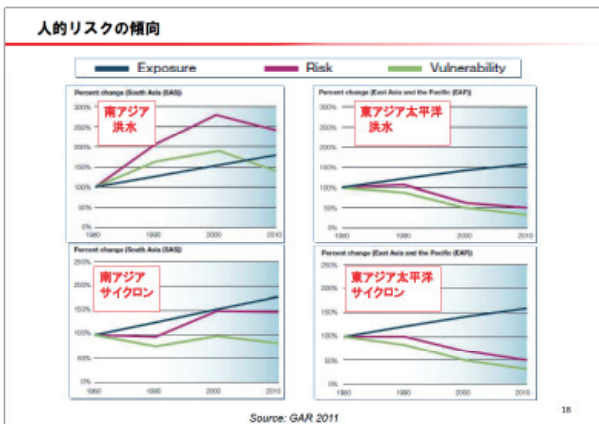
内閣府調査



被害者の多かった自然災害 2005-2011

年月	国	場所	災害の種類	犠牲者数
2010.1	ハイチ	Port-au-prince etc.	地震	232,570
2008.5	ミャンマー	Ngathayau etc.	台風	138,366
2003.5	中国	Wenchuan	地震	87,470
2005.8	パキスタン	Bagh etc.	地震	73,388
2010.4	ロシア	Moscow etc.	異常気象	55,736
2011.3	日本	Iwate, Miyagi, Fukushima etc.	地震	20,319
2009.5	インドネシア	Yogyakarta	地震	5,738
2010.9-10	ハイチ	Artibonite etc.	疫病	5,592
2008.7-8	ジンバブエ	Shurima etc.	疫病	4,276
2007.11	パングラデシュ	Khana-Brial coast etc.	台風	4,234
2010.4	中国	Yuhu	地震	2,938
2002.2	アンゴラ	Luanda etc.	疫病	2,254
2010.8	パキスタン	Khyber Pakhtunkhwa	洪水	1,985
2005.8-9	英国	Loudiana etc.	台風	1,833
2010.8	中国	Zhoaqu	土石流	1,783

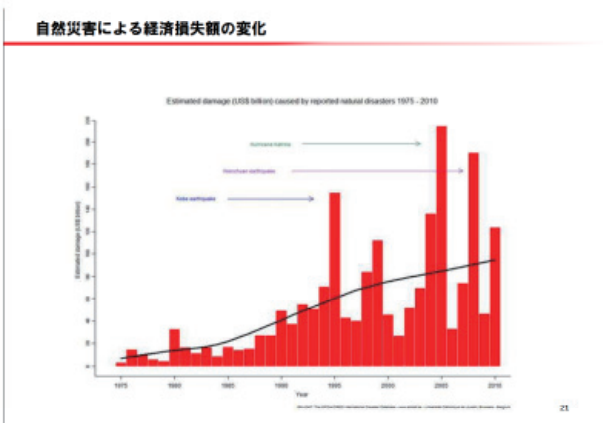
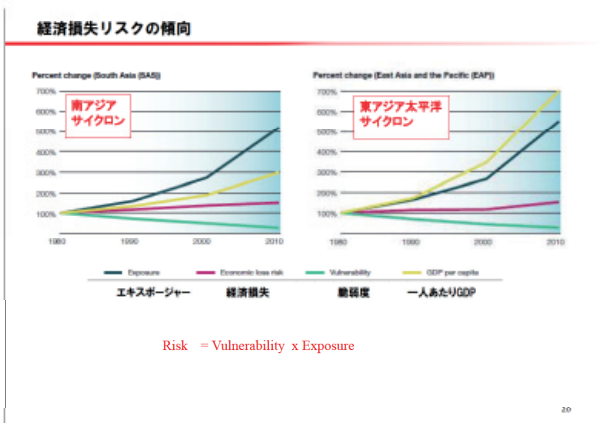
Source: CRED EM-DAT



被害額が多い自然災害 2005-2011

年月	国	場所	災害の種類	被害額(百万USD)
2011.3	日本	Iwate, Miyagi, Fukushima etc.	地震	210,000
2005.8-9	英国	Loudiana etc.	台風	115,000
2008.5	中国	Wenchuan	地震	85,000
2011.8-12	タイ	Bangkok etc.	洪水	40,000
2010.2	マリ	Concepcion	台風	30,000
2008.9	米国	Texas etc.	台風	30,000
2008.1-2	中国	Zhejiang etc.	異常気象	21,100
2010.5-8	中国	Fujian etc.	洪水	18,000
2005.9-10	米国	Louisiana etc.	台風	16,000
2005.10	米国	Florida etc.	台風	14,300
2007.7	日本	Niigata	地震	12,500
2008.6	英国	Ilfracombe etc.	洪水	10,000
2010.7-8	パキスタン	Khyber Pakhtunkhwa	洪水	9,500
2010.1	ハイチ	Port-au-prince	地震	8,000
2011.4	英国	Alabama etc.	台風	7,500

Source: CRED EM-DAT

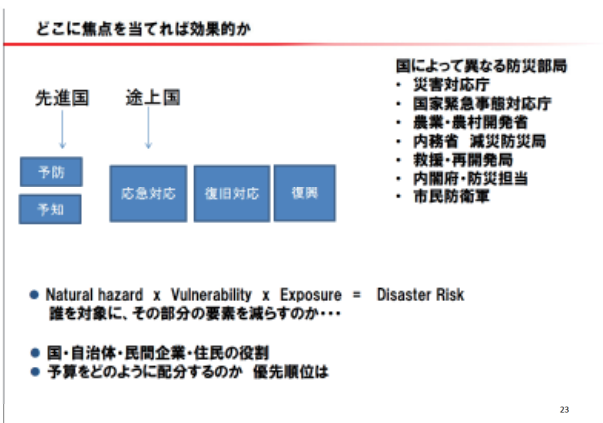


自然災害にどのように対処するのか

- 自然災害と自然現象
- 災害、被害をもたらす要因
 - 社会の脆弱性 土地利用計画、インフラ都市整備の不備、急速な都市化、スラム化、貧困、住民の意識・知識不足、組織対応力低下
 - 環境・生態系の悪化
 - 気候変動による異常気象・台風の巨大化
 - 地震変動の活発化

どうしたら自然災害による被害を軽減できるのか。

- 発生そのものを止めることは不可能
- 災害が起こる前に災害に対する脆弱性とエクスポージャーを下げて災害リスクの軽減を目的とした対策を講じておく。
Disaster Risk Reduction (DRR)
- Natural hazard x Vulnerability x Exposure = Disaster Risk



経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト

自然災害なのか、人災なのか

年	ハイチ	ドミニカ共和国	キューバ
2002	65	3	6
2003	88	18	
2004	5,422	773	4
2005	88	12	20
2006	16	2	2
2007	163	175	1
2008	698	13	7

出所：EM-DAT

出典：National Geographic

アジア太平洋経済協力（APEC）での取組み

• APEC取組

中小企業 BCM 事業継続計画 ガイドブック

- 事業の重要性
- BCM計画
- BCM計画の策定
- BCM計画の実施
- BCM計画の維持・更新
- BCM計画の評価

世界防災会議 平成27年3月 仙台市

• 仙台枠組み

IV. 優先行動、優先行動

優先事項1: 災害リスクの理解

- ★関連データの収集・分析管理活用
- ★災害が複合的に発生する可能性を含めた災害リスク評価
- ★地理空間情報の活用、防災教育、普及啓発、サブライチェーン

優先事項2: 災害リスク管理のため災害リスクガバナンス

- ★全てのセクターにわたる防災の主流化、防災戦略計画の採択
- ★関係ステークホルダーとの政府調整場 関係ステークホルダーとの政府調整場、ステークホルダーへの責任と権限ステークホルダーへの責任と権限付与

優先事項3: 強靱化に向けた防災への投資

- ★ハード・ソフト対策を通じた防災への官民投資
- ★土地利用、建築基準

優先事項4: 効果的な応急対応に向けた準備の強化とより良い復興 (Build Back Better)

- ★災害予警報、事業継続、避難場所・食糧資機材の確保、避難訓練
- ★復旧・復興段階における基準類、土地利用計画の改善を含めた災害予防策
- ★国際復興プラットフォーム (IRP)

要求される理由

BCPは重要な事業や業務を必要水準を維持しながら継続・復旧させる手順や計画であり、組織に重要な戦略の一つ。

- ①
- ② サプライチェーン途絶の関係で取引先等から、あるいは企業のリスクマネジメントの点から親会社、株主等のステークホルダーから、BCPを構築していることを求められることが一層強化している。監査、取引条件、SLA、地域住民や消費者に対するCSR活動の一環。
- ③

サプライチェーンによる連鎖倒産の事例

「東日本大震災」関連 正常時値 (2010年4月1日現在)

直接損害 修理費用

間接損害 逸失利益 営業継続費用

東日本大震災関連倒産 震災後月別推移

日社の関連と被害

＜会社概要＞

＜被害状況＞

＜被害の発生＞

＜被害の発生＞

＜被害の発生＞

＜被害の発生＞

企業が想定するリスク調査

	地震	洪水	火災	噴火	インフルエンザ	停電	テロ							
*more than 5 answers	Earthquake	Tsunami	Hurricane / Wind storm	Flood	Snow	Fire	Wildfire	Volcano eruption	Drought	Insect infestation	Pandemic / Epidemic	Blackout	Terrorism	Nuclear
Australia	1	0	2	3	0	1	0	0	2	0	1	2	1	0
Bahrain	3	0	0	3	0	2	0	0	1	1	3	2	0	2
Darussalam	10	0	1	9	0	5	2	10	2	1	6	5	9	1
Indonesia	27	10	2	3	0	11	0	1	0	0	4	13	3	3
Japan	5	1	3	2	1	8	0	0	0	0	1	4	0	2
Korea	5	4	3	15	2	9	5	3	4	4	7	8	4	3
Malaysia	5	2	2	1	0	3	0	1	0	1	2	0	0	0
New Zealand	54	14	15	47	0	41	4	15	11	10	11	32	14	5
The Philippines	42	11	38	40	13	76	16	5	13	13	20	67	32	19
Russia	6	5	4	9	1	17	1	2	1	2	17	17	12	4
Singapore	29	9	19	17	3	21	1	2	3	3	11	22	6	11
Chinese Taipei	12	10	7	20	2	10	3	4	5	3	5	9	14	8
Thailand	5	3	2	5	0	4	2	1	0	0	1	3	3	1
Viet Nam														

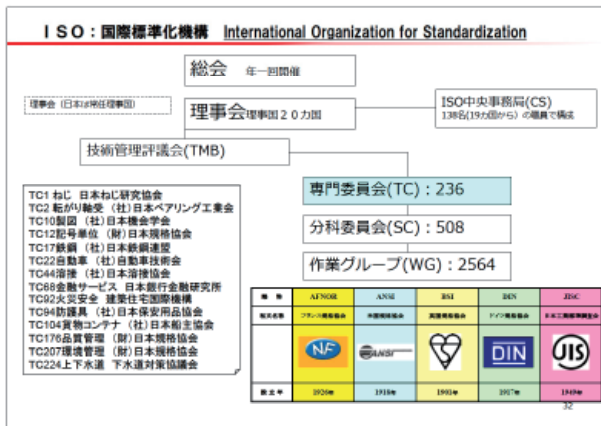
APEC アジア太平洋経済協力調査2011より

要求される理由

BCPは重要な事業や業務を必要水準を維持しながら継続・復旧させる手順や計画であり、組織に重要な戦略の一つ。

- ①
- ②
- ③ 2012年5月にBCMS事業継続マネジメントシステムが国際標準 ISO22301として発行されたこと。

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト



ISO TC223 ⇒ TC292 セキュリティ&レジリエンス

規格番号	タイトル	備考
ISO 22301	事業継続マネジメントシステム 要求事項	JIS 22301:2013
ISO 22313	事業継続マネジメントシステム ガイドライン	JIS 22313:2013
ISO/TS 22317	ガイドライン：事業影響度分析 (BIA)	
ISO/TS 22318	ガイドライン：サプライチェーン継続	
ISO 22330	ガイドライン：人的資源	
ISO 22331	ガイドライン：事業継続戦略	
ISO 22398	ガイドライン：災害	JIS22398:2014



ISO22301 8章 運用

8.1 運用の計画及び管理
組織は、次に示す事項の実施によって、要求事項を満たすため、及び 6.1 で決定した活動を実施するために必要なプロセスを計画し、実施し、管理しなければならない。

8.2 事業影響度分析及びリスクアセスメント

8.2.1 一般
組織は、事業影響度分析及びリスクアセスメントのために、次の内容を含む正式に文書化したプロセスを確立し、実施し、維持しなければならない。

8.2.2 事業影響度分析
組織は、事業継続及び復旧の優先順位付け、目的及び達成目標を設定するために、正式に文書化した評価プロセスを確立し、実施し、及び維持しなければならない。このプロセスは、組織の製品・サービスを支える活動が中断・阻害された場合の影響の評価が含まれていなければならない。

8.2.3 リスクアセスメント
組織は、組織に事業の中断・阻害を引き起こすインシデントのリスクを体系的に特定し、分析し、評価するために正式に文書化したリスクアセスメントプロセスを確立し、実施し、維持しなければならない。

8.3.1 決定及び選択
戦略の決定及び選択は、事業影響度分析及びリスクアセスメントのアウトプットに基づかなければならない。

8.3.2 資源に関する要求事項の設定
組織は、選択した戦略を実施するための資源に関する要求事項を設定しなければならない。

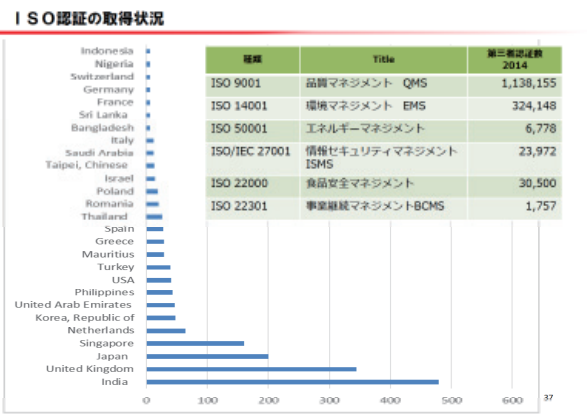
8.3.3 評価及び検証
対応が必要である特定されたリスクに対して、組織は次のような事前対策を考慮しなければならない。

8.4 事業継続手順の確立及び実施

8.4.1 一般
組織は、事業影響度分析で設定された復旧の目標に基づいて事業の中断・阻害を引き起こすインシデントに対応し、事業活動を継続するための事業継続手順を確立し、実施し、維持しなければならない。組織は、事業活動の継続及び事業の中断・阻害を引き起こすインシデントへの対応を継続するための準備(必要取組みを含む)を文書化しなければならない。

ISO 22301:2017

Item No.	Section	Version	Category	Adopted	Withdrawn	Repealed	Amended	Superseded	Withdrawn	Repealed	Amended	Superseded
1	Scope	02	Publication	X								
2	Normative references	02	Publication	X								
3	Terms and definitions	02	Publication	X								
4	Context of the organization	02	Publication	X								
5	Leadership	02	Publication	X								
6	Planning	02	Publication	X								
7	Support	02	Publication	X								
8	Operation	02	Publication	X								
9	Performance evaluation	02	Publication	X								
10	Improvement	02	Publication	X								



レジリエンス認証制度

小野高宏監修 小野高宏監修 小野高宏監修

「レジリエンス認証」とは

01

02 取得のメリット

03 JIS Q 22301

レジリエンス認証

レジリエンス認証とは、自然災害や社会情勢の変化など、さまざまなリスクに企業が対応し、事業活動を継続するための能力を評価する認証制度です。

取得のメリット

03 JIS Q 22301

レジリエンス認証

レジリエンス認証とは、自然災害や社会情勢の変化など、さまざまなリスクに企業が対応し、事業活動を継続するための能力を評価する認証制度です。

管理者責任 安全配慮義務

東日本震災において従業員が被害を受けて企業が提訴される事例

- 「社員の避難誘導に際し安全配慮義務を怠った」とは支店長に適切な教育を施していなかったことが原因として、死亡・不明者の遺族がA銀行を提訴
- 遺族から「津波避難指導を怠った」として、バイト先のBコンビニを提訴

【企業の地震対策】

この判決では「会社は従業員の生命及び健康など、地震や津波といった自然災害の危険からも保護されるよう配慮すべき義務を負う」ということを明確に示した。

今後、企業は安全配慮義務に沿って、地震や風水害に対して建物や設備だけでなく、避難や備忘・誘導を指示する立場にあり、その判断やそのタイミングを誤れば、責任が生じることがあるということを確認する必要があります。想定される被害レベルを把握し、ハード面に加えてソフト面の地震対策強化が必要。

安全配慮義務の分類

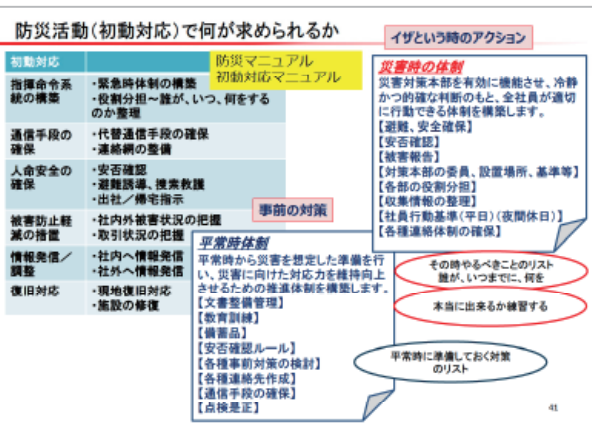
- 〈物的環境〉 施設に安全策を設ける義務 道具や手段に安全なものを選択する義務 機械などに安全装置を設置する義務
- 〈人的環境〉 施設に安全監視員などの人員を配置する義務 安全教育を提供する義務

労働契約法5条 使用者は労働契約に伴い、労働者の安全を確保する義務を負う。

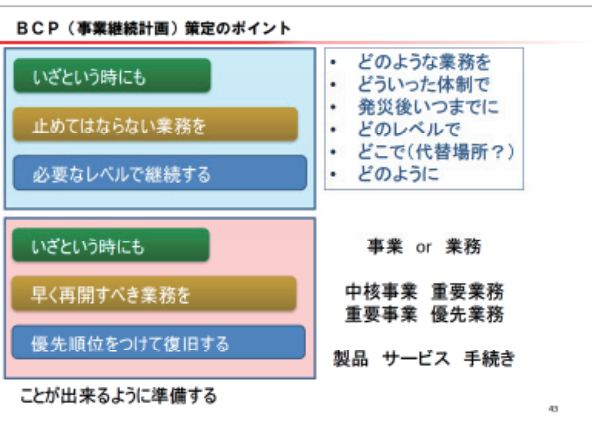
民法709条 一般不法行為責任 施設管理者などは施設の安全性に配慮する義務を負う。

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト

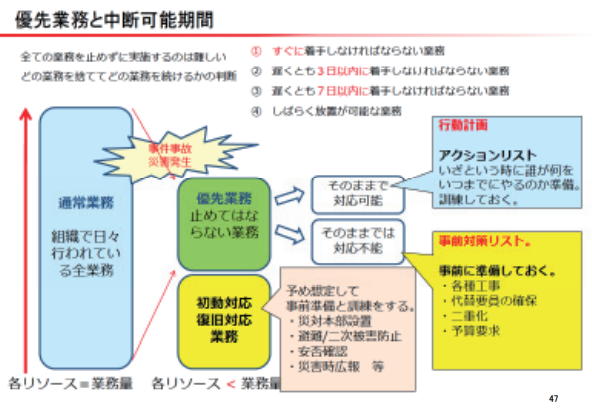
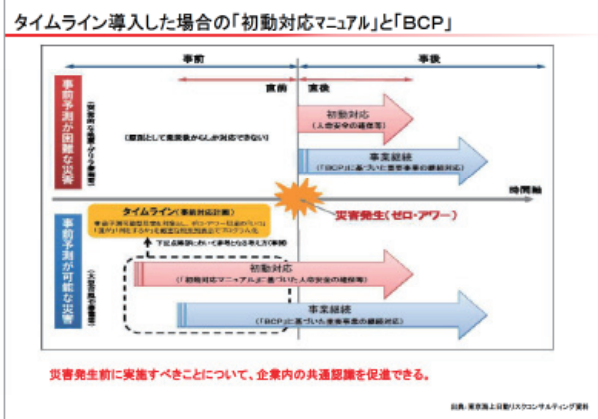
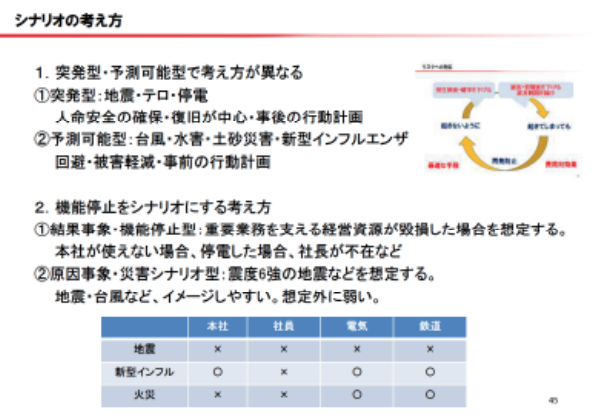
事業継続活動と防災活動（初動対応）		
	防災活動(初動対応)	事業継続活動 BCP
主な目的	・ 身体・生命の安全確保 ・ 物的被害の軽減	・ 災害などの場合は・・・左記に加え、優先的に継続・復旧すべき重要業務の継続または早期復旧
考慮すべき事象	・ 拠点がある地域で発生することが想定される災害	・ 自社の事業中断の原因となり得るあらゆる発生事
重要視される事項	・ 以下を最小限にすること 発着者数 損害額 従業員等の安全を確保し、被災者を救助・被害を受けた拠点を早期復旧すること	・ 左記に加え、重要業務の目標復旧時間・目標復旧レベルを達成 経営及び利害関係者の影響を許容範囲内に抑制 収益を確保し企業として生き残ること
活動、対策の検討の範囲	自社の拠点ごと ・ 本社ビル、工場、データセンター等	全社的（拠点横断的） ・ サプライチェーン等依存関係のある主体 委託先・調達先・供給先等
取組の単位、主体	・ 防災部門、総務部門、施設部門等、特定の防災関連部門が取り組む	・ 経営者を中心に、各事業部門、調達・販売部門、サポート部門（経営企画、広報、財務、総務、情報システム等）が横断的に取り組む
戦略・対策の領域	拠点の損害抑制と被災後の早期復旧の対策（耐震補強、備蓄、二次災害の防止、救助、救護、復旧工事等）	・ 代替業務（代替拠点の確保、拠点や設備の二重化、OEMの実施等） 現地復旧戦略（防災活動の拠点の対策と共通する対策が多い）



- 防災活動のマニュアルに盛り込むべき項目**
1. 屋外の避難場所:
 2. 安否確認の手順:
 3. 対策本部のメンバー構成 (設置場所、設置基準):
 4. 各部の役割分担:
 5. 社員の行動基準(平日、夜間休日):
 6. 社員・取引先への連絡体制:
 7. マニュアルの見直し、平常時の体制の事務局
 8. 研修・訓練の実施予定(記録)



業界	特徴	BCP構築上のポイント
製造業	・ 生産ライン・在庫倉庫の修理に時間がかかる ・ 一時的にサプライチェーンが風く密接であることから、一企業の業務停止が他企業に及ぼす影響が大きい	・ 製造拠点の復旧が最重要 代替拠点での生産可能性について検討する必要あり 同業他社との相互支援 取引先・仕入先の分類
銀行	・ 金融庁、日銀からのBCP構築の要請あり ・ オンラインで他行と接続されているため、一行的停止の影響が他行に及ぶ	・ 業務のシステム依存度が高い 銀行間決済システムは、当日中の復旧が求められる
不動産	・ ビル賃借業の場合、ビルの健全性の維持は入居企業の事業継続のための必要条件	・ 緊急対応業務の重要性が高い 建物の健全性確保が第一
小売・コンビニ	・ 災害時には、近隣居住者への物資供給拠点となる ・ 商品販売以外の機能(銀行ATMや公共料金支払い等)の比率が増大	・ 多店舗における機能維持の考え方 近隣店舗・商店街単位での検討が必要
物流	・ 業種を問わず、サプライチェーンの要となる	・ 近年の物流のハブとスプーク化に伴い、ハブとなる物流拠点の重要性が増加



経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト



48

STEP1 基本方針の確認

- 事業継続の取組みはどこを目指すのか？ そもそもなぜ取組を行うのか？**
 - 自社のミッションに照らし、社会機能を維持するために必要な〇〇の供給は緊急時でも止めない。
 - サプライチェーンの一員として供給責任を果たす。
 - 地域の経済へ貢献し、社員の生活を守る。
- 目標地点に到達するために、どのような進め方をするのか？**

適用範囲はどこまでか？

 - マーケットシェア、売上高、利益率、評判
 - 取引先、協力会社にも協力を依頼する。
 - 部門、工場、全社の単位で検討する。
- 上記の検討を進めるにあたり、誰が主体的に検討を行うのか？**

取組体制の明確化 スケジュールなど

 - タスクチームを組んで、年内に検討を実施。
 - 総務部が主体となって取り組む。

49

STEP2 重要事業の選定と事業影響度分析

- 重要事業：検討対象事業・商品・サービス選定**
検討の対象とする事業、商品、サービスを絞り込む

<重要事業の選定基準の例>
売上高 収益性 マーケットシェア 成長性 ブランド力
顧客への供給責任(契約内容) 顧客のニーズ 公共性 等

- 重要事業の目標復旧期間と許容停止期間を検討**
許容できる停止期間を検討する

- 取引先の業務に与える影響を考慮
- 取引先や消費者、社会からの期待を考慮
- 在庫、契約
- 自社の子持ち資金の状況を考慮

MTPD: Maximum Tolerable Period of Disruption
RTD: Recovery Time Objective

50

STEP2 重要事業の選定と事業影響度分析

- 業務の整理**
どのような業務があるのか把握
各部門で実施している業務を洗い出す

- 中断に伴う業務影響の整理**
各業務において、業務中断による影響先を検討する

- 許容停止期間の検討**
中断時間のタイムリミットを定める

部門	業務1	業務2	業務3	業務4	業務5	業務6	業務7	業務8	業務9	業務10
営業部										
生産部										
倉庫										
総務部										
経理部										
開発部										
品質管理										
販売										
その他										

- 優先業務の選定**
事業継続を達成するために、早期に再開すべき業務を選定する

STEP2 重要業務の選定 / 影響度分析 ワーク用

部門	優先	業務内容	影響先	影響度	許容停止期間					
					当日	1日	3日	1W	2W	

52

STEP3 リスクアセスメント

- 優先業務に必要な社内・社外における経営資源の特定
- どの資源が使えなくなるかを知る

- 人材** (特にスペシャリスト)
- 社内インフラ**
 - 業務を実施しているオフィス
 - その他
- 公共インフラ/関連ユーティリティ**
 - 電気・ガス・水・燃料・通信等
- 設備**
 - PC・FAX等OA機器
 - 工場のライン・製造設備
- 委託先・協力会社**
 - 運送会社
 - 乙仲業者等
 - メンテ業者
- システム関連**
 - 各種基幹システム等
 - 社内共通ネットワーク基盤
 - メール等
- 在庫**
 - 自社の在庫
 - 客先の在庫
- その他書類・帳票類**
 - 手帳簿・チェックリスト・・・
 - 各種帳票・・・

53

STEP3 リスクアセスメント ワーク用

業務内容	許容停止期間	社内/経営資源	その他

54

自社のリスクを知る

<https://disportal.gsi.go.jp/hazardmap/>
わがまちハザードマップ～地域のハザードマップを入手する～

55

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト

被災シナリオ～首都直下型地震

- 電力: 直後は都区部の約5割が停電。供給能力が5割程度で1週間程度不安定な状況が継続。
- 通信: 固定電話、携帯電話とも9割の通話規制が1日以上継続。メールは遅配する。復旧までに1週間。
- 上下水道: 都区部で5割が断水。完全復旧までに1か月。
- 鉄道: 地下鉄は1週間、私鉄・JRは1ヶ月程度運行停止する可能性。
- 道路: 主要路線は2日でガレキの除去、その後は緊急交通路となる。2週間で復旧。一般道はガレキ、放置車両などで交通マヒになる。
- 銀行システム: 中断はしない。
- 燃料: 非常用発電(重油)、軽油、ガソリンが不足。

首都直下地震対策検討WG最終報告 平成25年12月19日より

STEP3 リスクアセスメント

① 想定シナリオの検討

項目	優先業務のシナリオとリスクの対応状況			
	優先業務 ① (主要業務/重要)	優先業務 ② (重要業務/重要)	優先業務 ③ (重要業務/重要)	優先業務 ④ (重要業務/重要)
電力	停電/減少	停電/減少	特設機	特設機
上水道	断水/減少	断水/減少	特設機	特設機
下水道	断水/減少	断水/減少	特設機	特設機
鉄道	運休/減少	運休/減少	特設機	特設機
道路	通行止め	通行止め	特設機	特設機
通信	通信規制	通信規制	特設機	特設機
銀行	中断	中断	特設機	特設機
燃料	不足	不足	特設機	特設機

② 経営資源のアセスメント(評価)

- 経営資源に注目して、被災するリスクがないか確認。
- 業務上の用途などに注目し、対策の要否を判断。

対策は必要? Yes/No
どんな対策?

BCP事業継続計画ガイドブック 2013

フォーム4-2 事業継続戦略ロードマップ (個人別)

リスク	発生可能性	被害	目的	目標 (計画/2013)			対策の要否
				3月	12月	2013	
電力	○○○	大	業務継続				○
通信	○○○	大	業務継続				○
水道	○○○	大	業務継続				○
鉄道	○○○	大	業務継続				○
道路	○○○	大	業務継続				○
燃料	○○○	大	業務継続				○

STEP4 事業継続戦略・対策検討

① 対策が必要な経営資源への対応

- 人的資源: 交代勤務、相互トレーニング、採用
- 物的資源: 部品、原材料の新規調達先の確保
- 金銭資源: 運転資金対策、倒産対策、売却サイト延長、保険
- 情報資源: クラウドの活用、サーバー二重化

▼事業に必要な経営資源が被災した場合の打開策・代替手順
PC使用不能 ⇒ 手作業に切り替える
電話使用不能 ⇒ 無線機を準備する

▼そもそも経営資源が被災する可能性を低減するための事前対策
耐震補強・固定する。二重化する。
資格者を増やす

▼打開策・代替手順を行うための事前準備 作業手順書の準備

▼その他
契約内容の見直し 在庫の積み増し
社内絡みに進捗を設定 属人化の解消
組織の連絡報告ルールの見直し
別の拠点で対応

② 事業戦略を見直す。

STEP4 事業継続戦略検討 事前対策検討

どのレベルで検討するのか。

- ◆ 現場レベルで早期復旧を検討
 - 緊急時の代替策・応急対応策
 - 事前対応策
- ◆ 現地復旧以外の対策を検討
 - 緊急時の代替策・応急対応策
 - 事前対応策

● 代替拠点で生産・対応
● 外部購入・外部生産委託OEM対応 等

STEP4 事業継続戦略 対策検討

ワーク用

課題	優先業務	対策・戦略の内容	検討の方向性	担当部門	備考

STEP 5 BCP計画書とりまとめ

事業継続計画BCP 構成

第一章 総則

1. 目的
2. 基本方針
3. 適用範囲
4. 文書体系
5. 用語と定義

第二章 事業継続に関する対応に係る基本事項

6. 事業中断時の体制
7. 情報連絡

第三章 事業継続戦略

8. 事業継続戦略
 - 1) 概要
 - 2) 特長
 - 3) 優先業務の方針

別紙
1. 優先業務 時系列一覧表

どの業務を優先的にやるべきか 優先業務を実行する手順は何か

STEP 1 取組みの上げ
STEP 4 事業継続戦略検討

STEP 4 事業継続戦略検討

STEP 2 業務停止影響分析
STEP 3 リスクアセスメント
STEP 4 事業継続戦略検討

STEP 6 行動計画 と 事前対策

行動計画	事前対策
<ul style="list-style-type: none"> 自社の事業継続性に対して、求められている事項の確認、調整 重要な製品・サービスの供給先、供給元との情報収集、調整 必要な契約の集約、更新 取引先、消費者、従業員、株主、地域住民、地方公共団体などに対する情報発信 	<ul style="list-style-type: none"> 被災状況、調達先やサブライアーの状況等の確認 取引先との関係性、入手可能性の確認、被災時状況に考慮し調達先や調達先との連携 被災先での被災可能性や被災後対応の状況確認 代替拠点やOEMその他の提供先の状況確認
<ul style="list-style-type: none"> 実施する範囲や対策の決定 	<ul style="list-style-type: none"> 実施する代替拠点の範囲を決定 (現地、代替拠点、OEM等提供先活用等) 範囲に基づき実施する主要な対策の決定
<ul style="list-style-type: none"> 業務の継続・再開 	<ul style="list-style-type: none"> 業務の継続・再開に向けた各対策の実施 臨時子機の確保 業務の再開・復旧の状況把握

● 本社・拠点、代替拠点の確保 (マニュアル、パソコン、電話回線、机、各種書類、事務用品、設備)、各種関係機関、法務対策
● ライフライン(水、電気、通信)の代替対策 (自家発電、多重冗余地など)
● 調達先リストの二重化、記録、サブ・バックアップ策
● 重要な契約、立書の見直し/バックアップ策
● 調達先(原材料、部品、運輸)の他社サービスや販売先の確保
● 被災先との交渉と協定の締結(OEM、交換協定の締結等) 在庫の確保や分散化
● 代替先との確保、トレーニング
● 緊急時対応策 損害保険手配
● 無償品、援助品提供等の調達

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト


STEP 6 対策の実施・BCPの定着化（教育・訓練）

① 課題に対する対策の確実な実施
方針が導かれた対策について、何時まで、具体的に何を実施するのかを決める。実施状況をモニタリングする。

② 教育・訓練で予定通り動けるか確認

- 認識 認識を持つ
- 知る 知識を持つ、実際に作業してみる、知識を応用して、判断をする
- 理解する 繰り返し、知識の確認を行うことで確実に理解をする。
- 考えて行動する 実際に作業を繰り返し、動作・作業を早く、確実にこなすように練習する。

社内セミナー
研修
グループ討議
ロールプレイ
実技



64

STEP 6 対策の実施・BCPの定着化（教育・訓練）


教育・訓練の実施方法の例

項目	実施方法（例）
教育	1. 基礎知識の提供 ・ 事業継続の概念や必要性、想定する発生事象（インシデント）の概要など ・ 講義、eラーニング等
	2. 自社のBCMの周知 ・ 講義、ワークショップ、eラーニング等
	3. 最新動向の把握 ・ 専門文献や記事の購読 ・ 外部セミナー、専門講座、ワークショップ等への参加等
訓練	4. 代替業務の事前育成・確保 ・ クロストレーニング：欠勤者が出た場合にその重要業務の代替を可能とするため、他の重要業務の担当者お互いに相手方の業務を訓練する
	5. BCP、マニュアルの内容の理解促進 ・ 内容確認（ウォークスルー）：BCPやマニュアルに基づき、役割分担、手順、代読先への移動、確認業務の確認等を机上訓練などにより行う
	6. 手順書、マニュアルの周知 ・ 反復訓練（ドリル）：重要な動作等を繰り返し行うことで身に付ける実地訓練で、避難訓練、消防訓練、バックアップシステム稼働訓練、対策本部運営訓練などがある

事業継続ガイドライン第二版（2013年8月改定） 内閣府発行 65

STEP 6 対策の実施・BCPの定着化（教育・訓練）

企業のBCPに関する教育・訓練の実施状況（内閣府調査）



平成25年度 企業の事業継続及び防災の取組に関する実態調査（平成25年7月） 内閣府発行 65

STEP 6 対策の実施・BCPの定着化（教育・訓練）

企業が実施している教育訓練の例

- ・ 自社が建設の浸水想定区域内にあり、実際に津波避難場所まで避難する訓練を実施。
- ・ 津波避難場所を知らない従業員が多かったため、まずは全員に周知。
- ・ 水が引くまで一晩以上待機する必要があるため、水や食料等の携行品について検討中。

～対策本部立ち上げ訓練～

- ・ 大地震の発生直後を想定し、マニュアルに従って、実際に対策本部の設置場所に集合し、立ち上げの手順を確認。
- ・ 対策本部活動に必要な資機材も実際のレイアウトに並べてみて、不足がないかどうか確認。

～従業員向け研修～

- ・ 自社のCPやマニュアルの内容を研修で周知。
- ・ 新入社員研修に組み込み、入社時の受講を徹底。
- ・ 管理職や重要業務の担当者には、より高い災害対応力を身に付けてもらったため、役割に応じた研修プログラムを実施。

その他・・・

- ・ 無線・衛星携帯電話の通信連絡訓練
- ・ 帰宅・帰宅訓練
- ・ 机上状況判断訓練
- ・ リアルタイム型シミュレーション訓練 等

67

STEP 6 対策の実施・BCPの定着化（教育・訓練）

ワーク用

項目	誰に対して	実施の検討(案)	時期など
教育			
訓練			

68

損害保険について

項目	損害賠償額	損害額	損害割合
総計	154億円	17億円	11%
自賠	154億円	17億円	11%
火災	154億円	17億円	11%
地震	154億円	17億円	11%
津波	154億円	17億円	11%

原状復帰処理サービス

1. 大災からの早期復旧は時間との戦いです

2. ベルフォア社は火災、洪水などの事故や災害で被害を受けた機械や電気設備、建物等の復旧に特化したサービスです

3. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。また、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

4. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

5. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

6. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

7. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

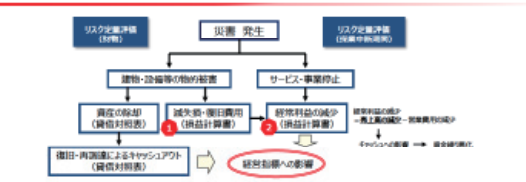
8. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

9. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

10. ベルフォア社は、電圧の上昇や電圧変動による被害を防ぐために、被害拡大防止と迅速な復旧を目的としたサービスを提供しています。

69

財務インパクト評価



項目	被災前(A)	2017年3月31日時点(B)	A-B
売上高	30,000	28,200	-1,800
営業利益	4,000	4,700	700
経常利益	3,000	3,700	700
純利益	2,000	2,700	700
現金・預金	1,000	1,000	0
固定資産	10,000	9,800	-200
負債	10,000	10,000	0
純資産	10,000	9,800	-200
総資産	20,000	19,800	-200
負債比率	50%	51%	1%
自己資本比率	50%	49%	-1%

火災保険
地震保険
営業継続費用保険
取引信用保険 等

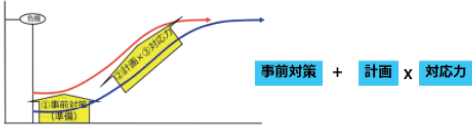
70

防災活動の対策レベルチェック

1. 事業所内の安全箇所や屋外への安全な避難方法、一時集合場所、最終避難場所を従業員全員が認識している。
2. 夜間・休日に地震が発生しても24時間以内に従業員（パート、アルバイト含む）の安否確認を完了できる。
3. 社長、幹部に連絡が取れない場合、次の権限者を知っている。
4. 自社拠点や協力会社の被災状況について収集する手段や方法が決まっている。
5. 被害状況を確認する順序や危険箇所、危険物がある場合の二次災害の防止方法が周知されている。
6. 事務所のサーバーシステム被災に備えて、重要なデータ等をバックアップしている。
7. 転倒や損傷により事業に重大な影響を与える機器の固定、耐震化措置を実施している。
8. 建屋は地震に対して安全だ。（1981年以降の竣工）
9. 災害時の応急対応や帰宅困難時の備蓄品を確保している。
10. 施設設備破損や事業中断した際の固定費（給与など）の備えをしている（保険・自己資本）。

71

経営（事業）をまもる人材の育成講座：小野高宏 テキスト

事業継続BCPの対策レベルチェック	さいごに
<ol style="list-style-type: none"> 1. 自社の事業中断を引き起こす主要なリスクについて把握している。 2. 災害時に継続、または優先的に復旧すべき重要な業務や製品を選定している。 3. 災害時に中断した重要業務の復旧や製品供給開始までの目標復旧時間を設定している。 4. 主要な建屋、機械、設備などが受ける被害やライフラインの被害を想定している。 5. 重要業務が受ける被害想定に基づき、生産の再開や業務復旧に欠かせない主要な生産設備や情報システムなどの事業リソースを把握している。 6. 事業所が被災した場合に災害対策本部や幹部社員が集合する場所を設定している。 7. 災害発生後、主要取引先や関係会社の情報を共有する連絡体制やツールは準備できている。 8. 重要な製品やサービスの供給に必要なサプライヤーの代替性を確保している。 9. BCPの実効性を確保するための訓練やBCPについての教育を行っている。 10. 経営層が定期的にBCPを見直している。 <p style="text-align: right; font-size: small;">東京海上自動車火災保険株式会社 資料の一部編載</p>	<p>効果を高めるための3要素</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ いかにか被害を少なくするか ……①事前対策 ■ いかにか早く復旧するか ……②計画 ■ いかにか確実に実行するか ……③人・組織の対応力  <p>事前対策 + 計画 x 対応力</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 最初から100点は求めない ✓ トップの関与が必須 ✓ 継続的に検討する仕組み・部署が必要
72	73

建物（施設）をまもる
人材の育成講座

建物の耐震対策は必要か
地震リスクの考え方

中澤 祥二

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

建物の地震対策は必要か？ 地震リスクの考え方

❖ 建築・都市システム学系
❖ 中澤 祥二
❖ nakazawa@ace.tut.ac.jp

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 1

講義内容

- ① リスクとは
- ② なぜ、リスク分析(マネジメント)が必要か？
- ③ リスクマネジメントとリスク分析
- ④ 地震リスク分析
- ⑤ 地震リスク分析の例
- ⑥ 地震PML(新しい耐震性能指標)
- ⑦ まとめ

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 2

①リスクとは

「リスク」という言葉は普段何気なく日常的に使っています。工学的にはどのように定義するのでしょうか？本章では、「リスク」という言葉の定義を明確にします。

「リスク」=「期待損失」=「損失額×発生確率」

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 3

リスクー純粋危険と投機的危険

リスクは、地震のように損害のみを生じる
純粋危険 (pure risk=全て負けいくさ)

と

損害と利得の両方を生じる可能性を持つ
投機的危険 (speculative risk)

の2つに大別される


建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 4

確率に対する人間の感覚

❖ 会社員が飛行機で出張するときの気持ち

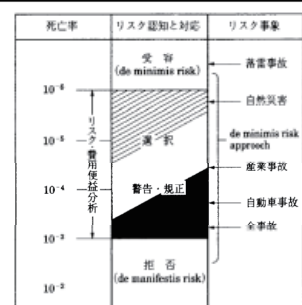
飛行機事故による**損害(C)**は極めて大きい、でも、事故の**発生確率(P)**は統計的に極めて小さい。だから、飛行機に乗って出張しようと思う

飛行機事故の発生確率が0.1%= 10^{-3} あつたら、飛行機には乗らない



建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 5

リスクの社会的受容レベル



死亡率 | リスク認知と対応 | リスク事象

10⁻⁵ | 受容 (de minimis risk) | 落雷事故

10⁻⁴ | 選択 | 自然災害

10⁻⁴ | リスク費用係数分析 | de minimis risk approach

10⁻³ | 警告・規正 | 産業事故

10⁻³ | 拒否 (de manifestis risk) | 自動車事故

10⁻² | | 全事故

リスクの社会的受容レベルによる経験的規制のアプローチ

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 6

リスク(期待損失額)をどう表すか？

$$R = \sum (P_i \times C_i)$$

リスク = 期待損失額

被害の発生確率

被害に伴う損失の大きさ

❖ 何故Σかというと、出張の時、自宅から空港までの乗り物(自動車、電車、モノレールなど)も使うからトータルで考えないといけないから。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 7

期待値(平均値(expectation))



JAN 23

1枚の100円玉を投げて、表が出たらもらえるという賭けの期待値は

$$100 \times 0.5 + 0 \times 0.5 = 50$$

50円

でも実際の結果は

100円か、0円

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 8

宝くじの場合は、「当せん金」×「当せん確率」の合計が期待値

等級	当せん金 (a)	当せん本数	当せん確率 (b)	a × b
1等	200,000,000円	2本	0.00002%	40円
前後賞	50,000,000円	4本	0.00004%	20円
組違い賞	100,000円	198本	0.00198%	2円
2等	10,000,000円	3本	0.00003%	3円
3等	1,000,000円	40本	0.0004%	4円
4等	100,000円	100本	0.001%	1円
5等	3,000円	100,000本	1%	30円
6等	300円	1,000,000本	10%	30円
夏祭り賞	50,000円	3,000本	0.03%	15円
			期待値→	145円

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 9

② なぜ、リスク分析(マネジメント)が必要か？

土木、建築の分野では、耐震設計や耐震診断から構造物の耐震安全性が評価されています。これらの評価方法は主に構造体の強度を評価するものであり、地震後の機能維持性能に関してはあまり考慮されていないのが現状です。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 10



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

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 12



耐震診断とは？

❖ 既存構造物の、地震に対する安全性を検討すること

❖ 1995年兵庫県南部地震をきっかけに、1996年、診断の努力義務を定めた法律も整備すなわち耐震改修促進法

(「建築用語辞典」より)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 14

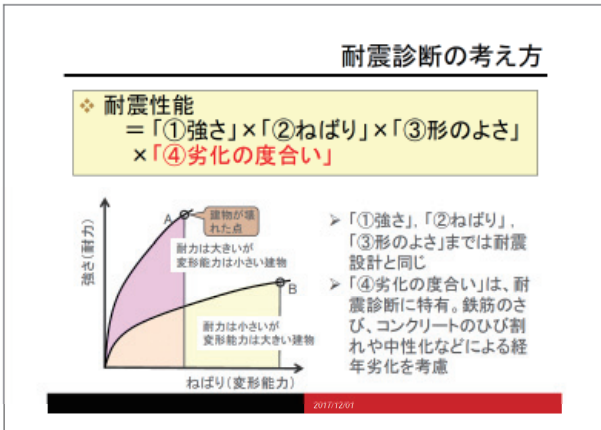
いろいろな耐震診断

❖ 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	官庁施設の総合耐震診断基準(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(文部科学省大臣官房文教施設企画部) など	

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01



耐震指標値(Is値)

- ❖ 建物の耐震性能を表す指標をIs指標値 (Seismic Index of Structure)という
- ❖ Is値が大きいくほど耐震性が高い
- ❖ 過去の地震事例との関係から目標性能を定める

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 17

耐震指標値(Is値)

❖ 構造耐震判定指標Isoは、以下の式で求められる。

$$Iso = E_s \times Z \times G \times U$$

Es: 耐震判定基本指標

第1次診断用	0.8
第2次診断用	0.6
第3次診断用	0.6

Z: 地域指標
地震活動度や想定する地震動の強さによる補正係数

G: 地盤指標
表層地盤の増幅特性、地形効果、地盤と建物の相互作用による補正係数

U: 用途指標
建物の用途による補正係数

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 18

耐震診断の結果

- ❖ 構造耐震指標 Is : 建物を持つ性能
- ❖ 構造耐震判定指標 Iso : 必要と考えられる性能

Is ≥ Iso → 安全

Is < Iso → 疑問あり

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 19

現行の耐震性能評価法で表せない部分

- ❖ 非構造材の損失
- ❖ 設備の損害
- ❖ それに伴ない、本来、有すべき機能の損失
- ❖ 例えば、天井落下により、避難施設や重要施設(たとえば空港)として使用不可能になることなど。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 20

望ましい耐震性能評価

施主(市民)にわかり易い指標

- ❖ 地震の大きさと被害金額(期待損失額) (あるレベルの地震動は確率で表されるので、期待値となる)
- ❖ 耐用年数内に発生する地震に対する期待損失額? ⇒ 耐震補強をやるかどうか? 地震保険は? の判断

建物の機能維持についても考慮できる指標

- ❖ 「仕上」、「設備」、の損傷により機能維持ができない場合がある。
- ❖ 重要な構造物の機能損失による「経済的な損失」、「社会的な損失」
文教施設(学校、体育館)、産業施設(工場)、病院、
ライフライン(発電所、鉄塔)
- ❖ BCP(企業継続計画)のための判断指標

個人住宅についても、大地震に対して「人命保護(ただし財産喪失)」ではなく、「財産・機能の保護」が望ましい。ただし、どの程度投資すればいいのだろうか? ⇒ 地震リスクアナリシス

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 21

損失の発生過程(企業、工場)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 22

地震リスクマネジメントの終局的な目的

1. 一般の人に「わかる言葉」で話す
2. 意思決定が可能な情報を提供

これらを満足するために、一番手っ取り早いのは、「お金」

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 23

③ リスク分析(リスクマネジメント)とは?

本章では、リスク分析(リスクマネジメント)の基本的な考え方を説明します。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 24

(地震)リスクアナリシスとリスクマネジメント

❖リスクアナリシス(リスク分析)とは？
「あらかじめ想定されるリスクを分析する方法」

❖リスクマネジメントとは？
「あらかじめ想定されるリスクを分析して、それによる損失を予防・軽減する手法」

ここでは、地震に関するリスク分析方法を主に説明する。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
25

リスクマネジメント・プロセス

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
26

地震リスクマネジメントの手順

❖まず、現況リスクを定量的に示す
(地震リスクアナリシス)

❖そのリスクを低減する手段を提案
(地震リスクマネジメント)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
27

リスクの分析(リスクの顕在化)

- ❖地域の想定地震や活断層を調べる
- ❖地盤の状態や液状化危険度を知る
- ❖予想される震度(ゆれの強さ)を知る
- ❖建物倒壊の危険性や延焼の危険性を知る

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
28

リスクマネジメントの概要

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
29

"雨降り"についてリスクマネジメントを考えてみよう！

リスクアナリシス

- ❖どんな損失がありうるか？(リスクの洗い出し)
- ❖予想される雨による損失の発生確率Pは？
- ❖それぞれの損失の大きさCは？
- ❖ $P \times C = \text{損失期待値} R$ でリスクを定量化(数値化)

↓

リスクマネジメント

リスクを最も効果的に低減できる対策は何か？

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
30

イベントツリーで表現する

<外出したときの雨降りによる被害>

- 1.傘が壊れる
- 2.スーツが濡れる
- 3.靴が汚れる

これらは単独で起きるとは限らない

イベントツリーで表現する

シナリオ分析

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
31

1. 起こりうる被害の種類を考える

雨降りの時の被害形態の分類

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
32

2. 被害が起きる確率Pを考える

1mmの雨降りの時の被害確率

傘が壊れる	スーツが濡れる	靴が汚れる	発生確率P
壊れない	濡れない	汚れない	0.38 無被害
壊れる	濡れない	汚れない	0.25 靴だけ
	濡れる	汚れない	0.16 靴だけ
壊れる	濡れない	汚れる	0.11 靴も服も
	濡れる	汚れる	0.10 傘も靴も服も
壊れる			0.01 壊れる
			足すと1.0

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 33

傘が壊れる確率(破壊確率)

❖ 雨の強さVと傘が壊れる確率の関係は？

損傷度曲線(フラジリティカーブ)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 34

構造物の応答と耐力の評価方法

❖ 100galの地震で構造物が壊れる確率

普通の設計では平均値だけで判断

対象物の保有耐力

地震、構造物の非線形性を考慮した振動解析による応答

100galの模擬地震波(複数波)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 35

被害調査に基づく建物被害関数の例

木造：建築年代別被害関数(全半壊)

図 14 木造の建築年代別被害関数(全半壊)

村尾祐, 山崎文雄, 自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会構造系論文, No.527, pp.109-116, 2001

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 36

2. 被害が起きる確率Pを考える

20mmの雨降りの時の被害確率

傘が壊れる	スーツが濡れる	靴が汚れる	発生確率P
壊れない	濡れない	汚れない	0.02 無被害
壊れる	濡れない	汚れない	0.19 靴だけ
	濡れる	汚れない	0.05 靴だけ
壊れる	濡れない	汚れる	0.41 靴も服も
	濡れる	汚れる	0.30 傘も靴も服も
壊れる			0.38 壊れる
			足すと1.0

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 37

各損傷モードの損傷度曲線

被害の発生確率P

雨の強さV

100,300,500,700gal

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 38

3. 被害モードと損失Cを考える

物的損失

傘が壊れる → 傘を買い換える	2,000円
スーツが濡れる → クリーニングに出す	1,200円
靴が汚れる → 靴磨きしてもらう	500円

例えば、「傘とスーツと靴」の損失は、
2,000+1,200+500=3,700円となる

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 39

営業損失評価

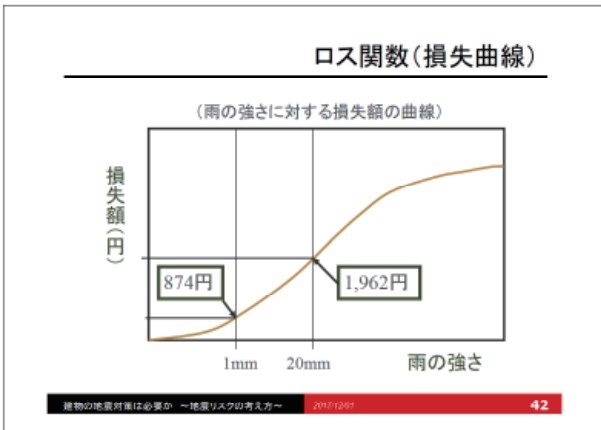
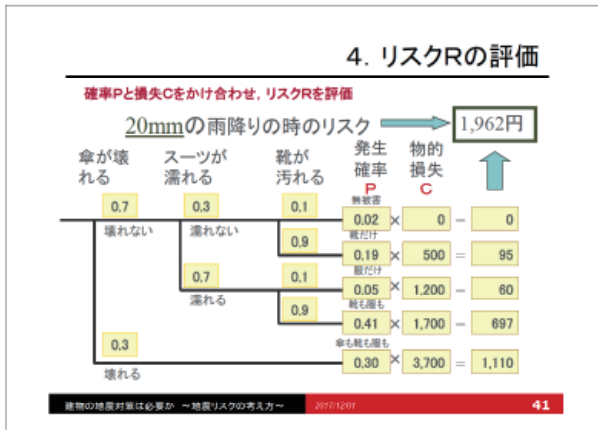
営業損失

傘が壊れる → 傘を買いに行く	2時間
スーツが濡れる → クリーニングに行く	20分
靴が汚れる → 靴磨きをする	15分

営業損失額の評価

時給いくら？

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 40



5. リスクを最も効果的に低減できる対策は？

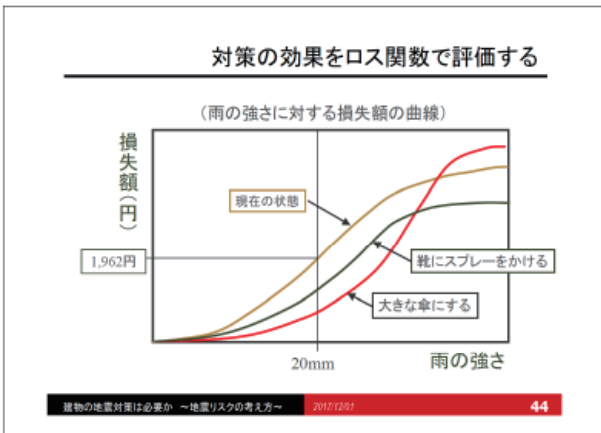
雨降りの場合

- ❖ 大きな傘にする
- ❖ 靴にスプレーをかける
- ❖ レインコートを着る

地震リスクの場合

- ❖ 耐震補強をする
- ❖ レトロフィット免震する
- ❖ 転倒防止策を施す

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 43



④ 地震リスク分析とは？

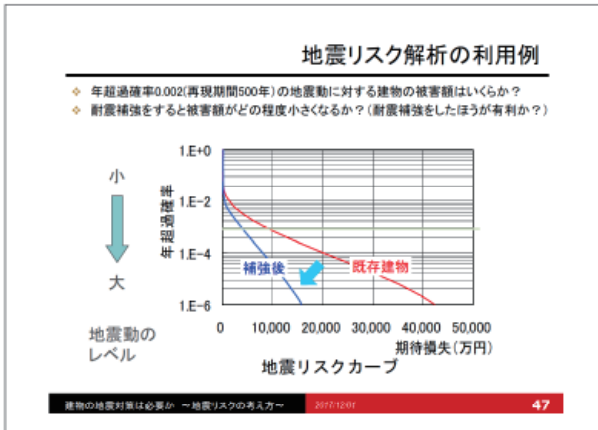
本章では、地震のリスクに注目し、建築・土木構造物の地震リスク分析の基本的な考え方を説明する。地震リスク分析に必要な①損傷度曲線、②地震ロス関数、③地震ハザード曲線について説明する。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 45

地震リスク解析の概要

地震リスク解析では、構造物の応答評価を行い、地震ロス関数を算する。また、建設地点の地震環境から地震ハザード曲線を求め、(1)地震リスク曲線、年間期待損失額を算定する。また、この値を用いてライフサイクルコストや耐震補強法の比較を行うことができる。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 46



地震リスク分析に必要な情報は？

- ❖ **地震ロス関数**
地震動の強さを表す指標 (PGV,PGA) と期待損失額の関係を表す関数
- ❖ **地震ハザード曲線**
対象地域において、地震動の強さ (PGV,PGA) の地震動が発生する確率を表す関数
⇒ 荷重指針等を参考に定める

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017.12.01 48

建物の脆弱性を知る

- ❖ 過去の地震被害事例から被害率を知る
 - ❖ 被害率曲線(フラジリティカーブ)
 - ❖ 構造種別によるフラジリティ
 - ❖ 建設年代によるフラジリティ
 - ❖ Is値によるフラジリティ
- ❖ 地震応答解析より、脆弱性を評価する
 - ❖ 応答解析データベースを参照する
 - ❖ 対象建物の応答解析を行なう

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
49

被害調査に基づく建物の損傷度曲線の例

木造：建築年代別被害関数(全半壊)

図 14 木造の建築年代別被害関数(全半壊)

村尾邦彦、山崎文雄、自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数、日本建築学会構造系論文集、No.527, pp.193-196, 2000.1

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
50

損傷度曲線を表す関数

- ❖ 対数正規累積分布関数が利用
- ❖ MS Excelの関数LOGNORMDISTが利用可能

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
51

損傷度曲線を表す関数

- ❖ 書式
 - LOGNORMDIST(*x*, 平均, 標準偏差)
 - x* ;関数に代入する値(地震動の大きさ)
 - 対数平均 ;ln (*x*) の平均値
 - 対数標準偏差 ;ln (*x*) の標準偏差
- ❖ 使用例
 - LOGNORMDIST(4,3.5,1.2) = 0.039084

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
52

損傷度曲線を表す関数

- ❖ 最大地動速度 (PGV)と「全壊」が発生する確率の関係(損傷度曲線)は、対数平均4.9, 対数標準偏差0.447の対数正規分布で表される。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
53

ハザード(hazard)

- ❖ 偶然；危険、冒険；[ゴルフ]ハザード
- ❖ バイオ・ハザードという映画があった
- ❖ 建物にとって地震、台風、洪水などの自然災害、外力をハザード

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
54

建設地の揺れやすさを知る

- ❖ 自治体、地震調査研究推進本部などの地震マップなどから「予想される震度」を読み取る
- ❖ 自分で計算する

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
55


⑤ 地震リスク分析とは？

本章では、地震のリスク分析の例として、戸建て住宅のリスク分析(免震住宅と耐震住宅の比較)について説明する。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01
56

免震・制振（制震）工法

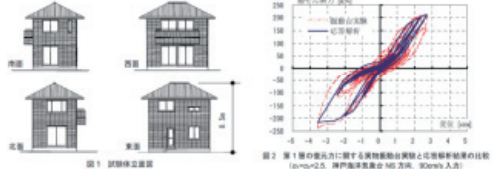
- ❖ **耐震**
 - 地震や風などにより生じる建物の揺れを柱、梁、壁などの主要構造部材に負担する在来工法建物
- ❖ **制振工法**
 - 建物中に**制振装置（部材）**を導入し、建物の振動を抑制する構法
- ❖ **免震**
 - 建物の上部構造と基礎構造の間に**免震装置**を導入し、大地震時の揺れを免震装置によって吸収し、建物の揺れを大幅に減らす工法。建物を地震被害から守ると同時に、室内の什器・備品を揺れから守ることができる。



耐震工法 免震工法 制震工法

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 57

戸建て住宅の実物振動台実験

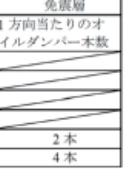


- ❖ 実大振動台実験の結果を基に建物の構造特性をモデル化
- ❖ 履歴モデルは、**スリップ型+バイリニア型履歴を重ね合わせる**
- ❖ 耐力壁単体の静的加力実験から得られた履歴×α倍
= 実物振動台実験から得られた履歴 (αは2.0~2.5)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 59

解析ケース

- ❖ 実物振動台実験は、「耐震3B」に対応（耐力修正係数2.5）
- ❖ 耐力修正係数を2.5、2.0とし、耐震等級1と耐震等級3を考慮
折ケース（主構造体、非構造体の耐力比、オイルダンパー本数）

解析ケース	上部構造		耐力修正係数 α	免震層 1方向当たりのオイルダンパー本数	
	主構造体の耐力比	非構造体の耐力比			
耐震1A	0.667 (=1.0/1.5)	1.0	1.667		
耐震1B	0.667 (=1.0/1.5)	1.5	2.167		
耐震3A	1.0	1.0	2.000		
耐震3B	1.0	1.5	2.500		
免震1	1.0	1.5	2.500		2本
免震2					4本

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 60

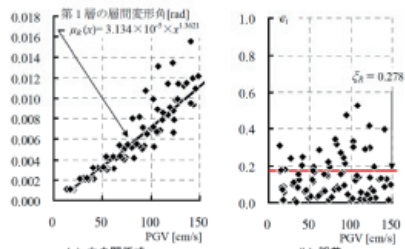
損傷度曲線の求め方

- ❖ 地震損傷度曲線は**弾塑性地震応答解析**から求める。
- ❖ 入力地震動データを用意する。
- ❖ 地動最大速度PGVと最大変形の関係（中央関係式）を算定する。
- ❖ 損傷状態（無被害、小破、中破、大破、崩壊）の基準、対応する修復費用の設定する。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 60

中央関係式（第1層の層間変形）

- ❖ 弾塑性応答解析結果から、入力地震動の大きさと最大応答値の関係（中央関係式）を求める。また、中央関係式と応答のばらつきも分析。



(a) 中央関係式 (b) 散差 σ_δ

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 61

損傷状態の基準、修復費用の設定

構造物体および変位依存型非構造材の損傷状態と修復費用（層間変形角）

損傷状態	小破	中破	大破	崩壊
最大層間変形角	1/200	1/120	1/60	1/30 以上
修復費用	~1/120	~1/60	~1/30	
修復費用	0.05	0.1	0.5	1.0

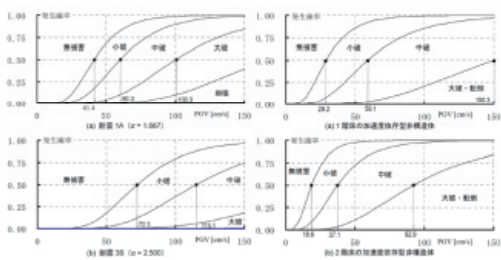
加速度依存型非構造材の損傷状態と修復費用（床加速度）

損傷状態	小破	中破	大破・転倒
最大床応答加速度	200	400	1000 cm/s ² 以上
修復費用	0.02	0.1	1.0

本研究では、「Federal Emergency Management Agency, HAZUS99 technical manual, 1999」を参考に設定

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 62

損傷度曲線の例



(a) 耐震1A (α=1.000) (b) 耐震3B (α=2.500)

(c) 1層目の加速度依存型非構造体 (d) 2層目の加速度依存型非構造体

第1層の構造体のSFC 加速度依存型のSFC(耐震)

入力地震動の大きさに対する構造物の損傷状態の発生確率がわかる。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 63

地震ロス関数の求め方

- ❖ **イベントツリー**
「主構造、変位依存型非構造体」と「加速度型非構造体」に分ける。
- ❖ **地震ロス関数の算定例**
「主構造、変位依存型非構造体」と「加速度型非構造体」に分ける。

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考えかた～ 2017/12/01 64

イベントツリー

❖ 「構造躯体および変位依存型非構造材」と「加速度依存型非構造材、内容物」に分けて、考える。

構造体	内容物	内容物	総率	費用
1階	1階	1階	P_{11}	C_{11}
2階	2階	2階	P_{21}	C_{21}
3階	3階	3階	P_{31}	C_{31}
4階	4階	4階	P_{41}	C_{41}
5階	5階	5階	P_{51}	C_{51}
6階	6階	6階	P_{61}	C_{61}
7階	7階	7階	P_{71}	C_{71}
8階	8階	8階	P_{81}	C_{81}
9階	9階	9階	P_{91}	C_{91}
10階	10階	10階	P_{101}	C_{101}
11階	11階	11階	P_{111}	C_{111}
12階	12階	12階	P_{121}	C_{121}
13階	13階	13階	P_{131}	C_{131}
14階	14階	14階	P_{141}	C_{141}
15階	15階	15階	P_{151}	C_{151}
16階	16階	16階	P_{161}	C_{161}
17階	17階	17階	P_{171}	C_{171}
18階	18階	18階	P_{181}	C_{181}
19階	19階	19階	P_{191}	C_{191}
20階	20階	20階	P_{201}	C_{201}
21階	21階	21階	P_{211}	C_{211}
22階	22階	22階	P_{221}	C_{221}
23階	23階	23階	P_{231}	C_{231}
24階	24階	24階	P_{241}	C_{241}
25階	25階	25階	P_{251}	C_{251}
26階	26階	26階	P_{261}	C_{261}
27階	27階	27階	P_{271}	C_{271}
28階	28階	28階	P_{281}	C_{281}
29階	29階	29階	P_{291}	C_{291}
30階	30階	30階	P_{301}	C_{301}

構造体	内容物	内容物	総率	費用
1階	1階	1階	P_{12}	C_{12}
2階	2階	2階	P_{22}	C_{22}
3階	3階	3階	P_{32}	C_{32}
4階	4階	4階	P_{42}	C_{42}
5階	5階	5階	P_{52}	C_{52}
6階	6階	6階	P_{62}	C_{62}
7階	7階	7階	P_{72}	C_{72}
8階	8階	8階	P_{82}	C_{82}
9階	9階	9階	P_{92}	C_{92}
10階	10階	10階	P_{102}	C_{102}
11階	11階	11階	P_{112}	C_{112}
12階	12階	12階	P_{122}	C_{122}
13階	13階	13階	P_{132}	C_{132}
14階	14階	14階	P_{142}	C_{142}
15階	15階	15階	P_{152}	C_{152}
16階	16階	16階	P_{162}	C_{162}
17階	17階	17階	P_{172}	C_{172}
18階	18階	18階	P_{182}	C_{182}
19階	19階	19階	P_{192}	C_{192}
20階	20階	20階	P_{202}	C_{202}
21階	21階	21階	P_{212}	C_{212}
22階	22階	22階	P_{222}	C_{222}
23階	23階	23階	P_{232}	C_{232}
24階	24階	24階	P_{242}	C_{242}
25階	25階	25階	P_{252}	C_{252}
26階	26階	26階	P_{262}	C_{262}
27階	27階	27階	P_{272}	C_{272}
28階	28階	28階	P_{282}	C_{282}
29階	29階	29階	P_{292}	C_{292}
30階	30階	30階	P_{302}	C_{302}

(a) 構造体および変位依存型非構造体 (b) 加速度依存型非構造体

$P_{12} = 1 - P_{11}$
 $P_{22} = P_{21}, C_{22} = 1.0$

地震ロス関数の算定例

❖ 「構造躯体および変位依存型非構造材」に較べて「加速度依存型非構造材」の損傷が大きい。
❖ 耐震3日(対象モデル)の構造躯体の損傷は小さいことが確認できる。

年間期待損失額の算定

❖ 年間期待損失額とは一年間に発生する地震被害の期待値

地震の強度 × 地震の発生確率 → 地震の強度 (年間期待損失額)

地震ロス関数 × 地震の年間発生確率 → 地震ハザード曲線の微分

地震ハザード曲線の仮定

❖ 2つの地点(Site A, Site B)を設定(2004年度版荷重設計指針より)
❖ 500年再現期待値のPGVは79.6cm/s, 39.8cm/s

地震ハザード曲線 × 地震ハザード曲線の微分

年間期待損失額とLCCの求め方

❖ 「構造体および変位依存型非構造材」の年間地震リスク(年間損失額)は耐力の増加によって大きく低減
❖ 「加速度依存型非構造材」の損失は耐力の増加によってあまり低減されない。 → 免震が有効

(a)構造体および変位依存型非構造材 (b)加速度依存型非構造材
年間地震リスク密度関数(地点A)

ライフサイクルコストの比較

ライフサイクルコストの比較($\gamma_1=1.0, \gamma_2=0.3, \gamma_3=0.1$)

❖ 耐震住宅および免震住宅の上部構造の初期コストは一定($\gamma_1=1.0$)
❖ 免震化による初期コストの増加は10%($\gamma_2=0.1$)
❖ 加速度依存型非構造材の再調達コストが構造躯体等のコストの30%($\gamma_3=0.3$)

⑥ 地震PML

❖ 最後に、新しい耐震性能指標として近年、注目されている地震PMLの考え方を説明します。

新しい耐震性能指標 地震PML

- ❖ 地震リスクの客観化について
- ❖ 建物相互間の耐震格付け
- ❖ 証券を買う側の意思決定情報

建物のオーナーや投資家は、
難しい表やグラフは見ない

↓

単一の指標が便利

地震PML

- ❖ 地震により生じる建物の物的被害額を、「建物全体に対する損失率」として表す。
- ❖ 特に、**再現期間475年の大地震による90%非超過確率の損失率**を、**予想最大損失率(PML)**と言う

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 73

「90%非超過確率の損失率」とは？

- ❖ 100棟の内、90棟はその損失率を超えない

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 74

「最悪の地震」とは何か？

- ❖ 建物の寿命を50年とし、「50年間に10%の確率で発生するであろう地震」を「最悪の地震」とする

↓

- ❖ 平均的に建物が475年に一度以上遭遇する地震（場所によって違う）
- ❖ **再現期間475年**
(年超過確率 = $1/475 = 0.21\%$)

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 75

なぜ475年か？

- ❖ 地震の発生をポアソン過程とみなせるときt年間の間に少なくとも1回以上発生する確率Pは

$$p = 1 - e^{-\nu t}$$

νは平均発生回数

- ❖ 50年間に1回以上起こる確率が10%の地震の平均発生率は、次式で考えられる

$$0.1 = 1 - e^{-\nu \cdot 50}$$

νは0.21%となる

- ❖ この逆数を考えると再現期間 $T = 1/\nu = 475$ 年

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 76

「再現期間475年の地震」とは何か？

- ❖ 再現期間475年（年超過確率=0.21%）
- ❖ 50年間に10%の確率で発生するであろう地震
- ❖ 475年に1度の地震なら、自分が生きている間にはこないと考えるのは間違いではないでしょうか？

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 77

PML(Probable Maximum Loss): 予想最大損失率

$$PML = \frac{\text{予想最大損失額}}{\text{再調達価格}} \times 100$$

- ❖ 再現期予想最大損失額は、確率値であり必ずそれだけ壊れると言うわけではない
- ❖ 構造物、仕上げだけではなく、設備被害も含まれる

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 78

PML「予想最大損失」

PML (%)	リスクレベル	被害の想定
0～10	低い	軽微、容易に修復可能、非構造材などの被害
10～20	比較的低い	構造被害は軽度で部分的、短期間の営業停止
20～30	中程度	相当の構造被害、調査、補修のための営業停止が必要
30～50	高い	部分崩壊を含む重大な構造被害、大きな経済的損失
>50	きわめて高い	崩壊の可能性がある重大な構造被害、建物の全面的な補修、あるいは建て替えの必要が生じうる

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 79

まとめ

- ① リスクとは
- ② なぜ、リスク分析(マネジメント)が必要か？
- ③ リスクマネジメントとリスク分析
- ④ 地震リスク分析
- ⑤ 地震リスク分析の例
- ⑥ 地震PML(新しい耐震性能指標)
- ⑦ まとめ

建物の地震対策は必要か ～地震リスクの考え方～ 2017/12/01 80

建物はどうやって耐震化するのか


松井 智哉

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

【建物（施設）をまもる人材の育成講座】

建物はどうやって耐震化するのか

建築・都市システム学系
松井智哉



Dec. 8th, 2017

内容

- 耐震改修促進法
- 耐震診断
構造耐震指標I_値
- 耐震改修
補強工法の種類
改修事例
改修費用

建物に関する法律

1919年 市街地建築物法 制定
日本で最初の建築に関する法律
まだ耐震計算の規定はなかった。
関東大地震（1923年）
煉瓦造、木造の被害は多い。
鉄筋コンクリート造の建物は被害が少ない。
→ 鉄筋コンクリート造を推奨



鍛屋煉瓦街

1924年 市街地建築物法 改正
耐震計算の義務化
世界で初めての耐震設計の法律



RC造建物(東京會館)の被害

建築基準法

1950年 建築基準法 制定
市街地建築物法では大都市のみに適用されていたのに対し、日本全国の建物に適用。
新潟地震（1964年）
地盤の液状化現象による被害が目目される



液状化現象により傾いた集合住宅

十勝沖地震（1968年）
脆性的なせん断破壊によって
建物が倒壊に至る



RC柱のせん断破壊による建物の倒壊

宮城県沖地震と建築基準法施行令改正(新耐震)

宮城県沖地震（1978年6月12日）
マグニチュード7.4、仙台市などでは最大震度5を観測した。



全半壊した建物は7,400戸、得られた地震記録は1,040cm/secで当時世界最大を記録

1981年 建築基準法施行令改正(新耐震基準)
改正の要旨：建築物の耐震基準を強化し、震度5強程度の中規模地震では建物を軽微な損傷に止め（一次設計）、震度6強から7程度の大規模地震では一定の損傷は許しつつも倒壊は免れさせる（二次設計）設計を施すことを、世界に先駆けて義務づけた。

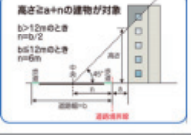
耐震改修促進法

● 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、百貨店など多数の者が利用する建物


● 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
税制度・各種制限の緩和



耐震改修促進法

兵庫県南部地震（1995年1月17日）



倒壊した木造住宅

一層で倒壊したRC造建築物

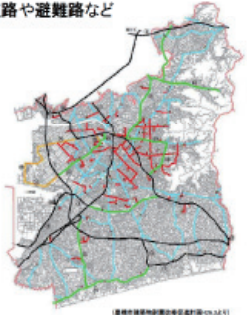
震度	被害率
震度5弱	34%
震度5強	37%
震度6弱	35%
震度6強	14%
震度7弱	22%
震度7強	5%

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

1995年12月25日 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。

耐震改修促進法

● 豊橋市における緊急輸送道路や避難路など




- 第一緊急輸送道路
- 第二緊急輸送道路
- 市指定緊急輸送道路
- 一般街道
- 緊急道路（市）
- 第一指定避難所
- 第二指定避難所

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松井智哉 テキスト

耐震改修促進法

- 2013年11月耐震改修促進法 改正
 - ・耐震診断・改修の努力義務の対象となる建物の範囲拡大
旧耐震基準による全ての建物が対象
マンションなどを含む住宅、小規模建築
 - ・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 建築物などの耐震診断の義務化とその結果の公表
幼稚園、小中学校、老人ホーム、ホテル、図書館など
 - ・改修計画の認定の対象工事の緩和
→建築基準法の規定の緩和・特例措置(容積率、建ぺい率)
 - ・耐震性の表示制度の創設
耐震性の確保されている旨の認定を受けた建築物は表示することができる
(表示されなければ耐震性がないということではない)

《避難弱者とは...》
高齢者、障害者、幼児、子供、日本語がわからないなど外国人



第三回防災カレッジ 10

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
 - ・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13.4万円
 - ・特定建築物の耐震診断費に対して補助
- 耐震改修費の補助
 - ・耐震診断の判定値が「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
耐震補強工事費の23%、設計費の2/3、上限90万円
 - ・2回に分けて段階的に耐震改修工事を行う場合の補助金制度あり
- 耐震解体工事費の補助(建て替え)
 - ・耐震診断の判定値が「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

《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15～25万程度

《耐震改修費用》
最も多い木造住宅の耐震改修費用は150～200万程度

《判定値》
0.7～1.0 → 倒壊する可能性がある

《豊橋市ホームページより(2018.03.11)》

第三回防災カレッジ 11

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①)		新耐震以前住宅 (耐震性あり② 耐震性なし)		耐震性のある住宅 ①+②	割合
		数	割合	数	割合		
木造	82,100	54,600	13,630	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%	

《豊橋市建築物耐震診断促進計画(2011.12.1)》

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(公共) :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)

第三回防災カレッジ 10

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

第三回防災カレッジ 11

内容

- 耐震改修促進法
- 耐震診断
構造耐震指標Is値
- 耐震改修
補強工法の種類
改修事例
改修費用

第三回防災カレッジ 10

建物の倒壊

- 6階建て鉄筋コンクリート造建物の震動実験



TCR 00:00:10:02

第三回防災カレッジ 11

建物の倒壊

- 木造住宅の震動実験

1981年以前に建てられた2棟の木造住宅を移築した補強あり住宅[左]と補強なし住宅[右]

入力地震波: 1995年兵庫県南部地震JR震取観測波 100%



TCR 00:00:13:12

第三回防災カレッジ 14

建物の倒壊

- 4階建て鉄骨造建物の震動実験



JR震取100%

TCR 14:30:13:26

第三回防災カレッジ 14

耐震診断の考え方

耐震診断による耐震性能
 = (強度 × ねばり強さ) × 形によき × 劣化の度合い

変形
地震力
地震動
強度(強度)
ねばり強さ(靱性)

建築物が壊れる点
強度は大きい
靱性は小さい建物A
強度は小さい
靱性は大きい建物B

第三回勉強会レポート 13

耐震補強について

● 強度型の補強と靱性型の補強

強度 C
靱性 F
必要耐震性能
強度の増加
強度と靱性の増加
靱性の増加
既存建物
壁の増設
強度の増加
鉄骨ブレースの増設
強度と靱性の増加
縦横シート巻き立て
靱性の増加

第三回勉強会レポート 19

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 I_s 値
 $I_s = (\phi \times C \times F) \times S_D \times T$

ϕ : 階数による補正係数
 C : 強度指標
 F : 靱性指標
 S_D : 形状指標
 T : 経年指標

強度 C
靱性 F
建築物が壊れる点
強度は大きい
靱性は小さい建物A
強度は小さい
靱性は大きい建物B

I_s 値が 0.6 以上の建物には中破以上の被害は生じていない
 I_s 値と被害の対応にはばらつきがある。

第三回勉強会レポート 18

耐震補強について

● 制震型(制震ダンパー)の補強

強度 C
靱性 F
必要耐震性能
ダンパーによるエネルギー吸収性能の増加
既存建物
鋼材ダンパーをブレースに組み込む
オイルダンパーをフレームに組み込む

第三回勉強会レポート 20

耐震補強について

● 免震型の補強

強度 C
靱性 F
必要耐震性能
免震装置による入力地震動の低減
既存建物
積層ゴムアイソレータ
オイルダンパー

第三回勉強会レポート 21

目標とする耐震性能

最低限、建物が倒壊しないことを目標とするか
 地震後でも継続して利用できる程度の被害にとどめることを目標とするか
 I_s 値 0.6 は、あくまで倒壊しないであろう耐震性能の目安である

建物の倒壊
建物の倒壊
集合住宅の非構造壁の被害
2016年熊本地震による被害

第三回勉強会レポート 22

耐震補強の検討の観点

● 必要な耐震性能を満足する
 $I_s \geq I_{so}$
 I_s : 構造耐震指標
 I_{so} : 構造耐震判定指標
 目標値
 基本的な目標値は 0.6 などになっているが、施設の重要度に応じて耐増す
 (避難所や地震対策拠点など)

● コスト

● 工事中の使用性
 工事中も住居やオフィスとして使いたい。
 騒音、粉じんの問題
 建物内部の工事だと一時移設が必要
 工期は短い方がよい

● 使用性、機能性の確保
 壁の増設により、開口を塞ぐことを避けたい。
 通路としての機能、採光

第三回勉強会レポート 23

内容

- 耐震改修促進法
- 耐震診断
 構造耐震指標 I_s 値
- 耐震改修
 補強工法の種類
 改修事例
 改修費用

第三回勉強会レポート 24

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・剛性を向上 開口を高くことになる	現場打ち壁 (アンカー・無アンカー) プレキャスト
RC壁の増打ち	壁	強度・剛性を向上	
ブレース補強	フレーム	強度・剛性と靱性を向上 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
袖壁増設	柱	強度・剛性を向上	
構造スリットの増設	柱	靱性を向上	

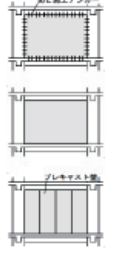
第三回施設見学レポート 25

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
開口を高くことになる
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
ないので振動・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



第三回施設見学レポート 27

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
バットレス補強	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 弾り支承 転がり支承
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

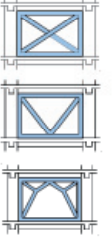
第三回施設見学レポート 26

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



第三回施設見学レポート 28


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

などがある



また、集合住宅などのバルコニーや外廊下を介して取り付ける工法、スラブを新設して取り付ける工法もある

第三回施設見学レポート 29

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
- 間柱型



ブレース型の補強



間柱型の補強



住宅への適用例



住宅への適用例

第三回施設見学レポート 31


繊維シート巻き立て補強、鋼板巻き立て補強

RC造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

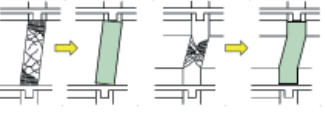
繊維シートをエポキシ系あるいはウレタン系接着剤などで接着させる
引張強度は鉄よりも強い
施工が他の工法に比べると容易
材料が軽量のため重機を用いず資材の搬入ができ、人力で施工ができる。



ポリエステル繊維シート補強



炭素繊維シート補強




第三回施設見学レポート 30

免震装置による耐震改修


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
免震装置はアイソレータ(支承)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っくりと移動させます


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承



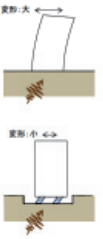
鋼材ダンパー



滑り・転がり支承



鉛ダンパー



第三回施設見学レポート 32

免震装置の挙動

耐震構造 免震構造

揺れに耐える 揺れを伝えない

第二回施設リニューアル

改修工事の事例2

- 建物概要**
構造形式: RC造
規模: 3階建て
建築年: 昭和40年
- 工事概要**
工事費: 約1300万円
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 (CESRet工法)
柱4本(2横面)

改修前後の μ 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

出入口を確保し、美観を維持

第二回施設リニューアル

改修工事の事例1

- 建物概要**
構造形式: RC造
規模: 5階建て
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	0.65

出入口の確保 美観を維持

第三回施設リニューアル

改修工事の事例3

- 建物概要**
構造形式: SRC造
規模: 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 μ 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

第三回施設リニューアル

改修工事の事例4

- 建物概要**
構造形式: RC造
規模: 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 (接着工法, 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 μ 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

外観

格子状鋼板パネル工法 改修後

RC壁増し打ち工法 改修後

第三回施設リニューアル

柱梁接合部の補強

柱梁接合部の腐辺を鋼板、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の防止になる。
結果として、別の部材の強度・剛性で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

第三回施設リニューアル

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	
方杖補強			
プレート補強			
床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
バットレス補強	フレーム	強度・剛性を向上 建物を歪めないための補強 外にスペースが必要	RC壁、鉄骨フレーム、 制震フレーム

第二回施設リニューアル

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・損傷を抑えとともに、天井材の落下を防ぐ。
屋根を介してブレースや増設壁に地震力を伝達させる。

地震による変形

水平ブレース
水平ブレースによる屋根面の補強

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

第三回施設リニューアル

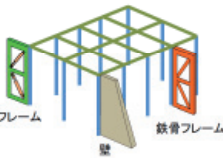
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松井智哉 テキスト

パトレス工法による補強

壁などの地震力に抵抗する部材を建物の外周の直交方向に設置して剛性・強度を確保する。
内部を使用しながらの工事が可能。
パトレスを設置できる敷地が必要。



パトレス
パトレス工法による補強



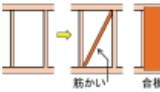
制震フレーム
鉄骨フレーム
壁

建物の周辺に、RC壁、RCフレーム、鉄骨フレーム、制震フレームを設置
外付け補強のため、工場などの事業を停止させずに耐震補強が可能

第二回改修カレッジ 41

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

耐力壁がバランス良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

一般診断法で用いられる壁基準耐力の例

種類	壁基準耐力 (kN/m)
土塗り壁(塗厚40~50mm)	1.5
筋かい材(15×90mm, 全周で固定)	2.4
構造用合板	5.2

第三回改修カレッジ 42

耐震補強の種類

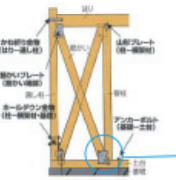
● 木造

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 金属製筋かい
外付け補強		強度・剛性を向上 内部を傷めない補強	ブレース フレーム
基礎の補強	基礎	基礎を支える	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	


第三回改修カレッジ 42

接合金物による補強

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
そのために接合金物を用いて筋かいの端部、柱と梁、柱と土台の接合部を補強します



筋かいを用いた耐力壁における接合方法の例



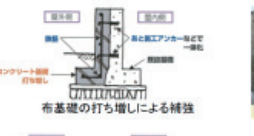
柱-横梁材(はり・梁差)の接合金物の例

筋かい端部と柱脚部の金物補強の例


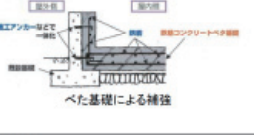
第三回改修カレッジ 43

基礎の補強

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、基礎もしっかりとしたものにする必要があります
そのために鉄筋コンクリート造の布基礎、べた基礎などを増設します。



布基礎の打ち増しによる補強

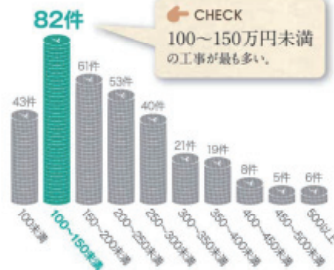
べた基礎による補強

第三回改修カレッジ 44

耐震改修費用(木造住宅)

82件

CHECK
100~150万円未満の工事が最も多い。



耐震改修工事費(万円)	件数
100未満	43件
100~150未満	82件
150~200未満	61件
200~250未満	53件
250~300未満	40件
300~350未満	21件
350~400未満	19件
400~450未満	8件
450~500未満	5件
500以上	6件

耐震改修工事費(万円)
(木造住宅における耐震改修費用の集計結果※)

第三回改修カレッジ 45

屋根を軽くする

屋根の瓦を軽いものに置き替えて重量を軽くすることによって、地震力を小さくさせて耐震性能を向上させる



重たい日本瓦(粘土瓦) → 置き替え → 軽いスレート瓦(セメント系など)金属瓦

軽量化
→ スレート瓦で40%程度
→ 金属瓦で20%程度になる

- ・耐久性が良い
- ・防水性、遮音性、断熱性が良い
- ・安価である
- ・表面は劣化しやすい

第三回改修カレッジ 46

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(銅板瓦)
 - 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

第三回改修カレッジ 46

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松井智哉 テキスト

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62m²
 2階: 約39m²
 建築年: 昭和56年

● 改修前後のI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
 諸経費 156,000
 工事費合計 2,112,000
* 工事費用は参考としてください

第二回防災カレッジ 48

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I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
 屋根の軽量化 2,050,000 160m²
 壁の補強 4,145,000 30ヶ所
 諸経費 210,000
 工事費合計 6,405,000
* 工事費用は参考としてください

第二回防災カレッジ 51

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59年

● 改修前後のI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
 諸経費 84,000
 工事費合計 1,777,000
* 工事費用は参考としてください

第二回防災カレッジ 50

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」
 「耐震補強早わかり 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/> (2017.12)
 「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/>
 「誰でもできるわが家の耐震診断」

第三回防災カレッジ 52

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/> (2016.10)

第二回防災カレッジ 48

建物の設備を守るには
どうしたらよいか

齊藤 大樹

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

建物（施設）をまもる人材の育成講座：齊藤大樹 テキスト

<p style="text-align: right;">1</p> <h2 style="text-align: center;">建物の設備を守るにはどうしたらよいか</h2>  <p style="text-align: center;">齊藤 大樹</p> <p style="text-align: center;">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(CARM)長</p>	<p style="text-align: right;">2</p> <h2 style="text-align: center;">2004年10月 新潟県中越地震 三洋電気の事例</h2> <p style="text-align: center;">http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20110314/190316/?rt=ncnt</p>  <p>子会社である新潟三洋電子の半導体工場が被災。地震保険に未加入だったことから、500億円超の被害が同年度決算にほぼそのまま損失として計上された。</p> <p>2011年(平成23年)に株式交換によりパナソニックの完全子会社となった。この前後数年間で社員のほとんどは社外に去った。</p>
<p style="text-align: right;">3</p> <h3 style="text-align: center;">新潟三洋電子の半導体工場の被害</h3>  <p>クリーン・ルーム内の露光装置は数十cm移動し、テスターは転倒した。マスクは保管棚ごと倒れて散乱し、ブローブ・カードが破損した。最終的に生産ライン5本のうち、200mmライン1本を失い、設備損失は423億円、半導体ビジネスの機会損失は310億円に上った。</p>	<p style="text-align: right;">4</p> <h3 style="text-align: center;">新潟三洋電子の半導体工場の被害</h3>  <p>ガス・ポンペを収納しているシリンダ・キャビネットは、倒れなかったものの、キャビネットを床に固定しているアンカーが抜け、筐体が移動していた</p>
<p style="text-align: right;">5</p> <h3 style="text-align: center;">新潟三洋電子の半導体工場の被害</h3>  <p>洗浄装置は、装置の調整足に引っ掛けるタイプの金具が外れたり、曲がったりした。また、塩ビの排気ダクトは溶接部分が割れた。</p>	<p style="text-align: right;">6</p> <h3 style="text-align: center;">新潟三洋電子の半導体工場の被害</h3>  <p>液体や電力を扱うプラントでは、超純水プラントでイオン交換樹脂が入った重さ約100kgのステンレス容器(デミナー)が転倒した。</p>

7

その後の対応(装置の固定方法について)

今後(現在実施中)の地震対策の分類

分類	対策震度	対象設備等
Aランク	震度6強	シリンダ・キャビネット、エレクタ機、特殊高圧ガス使用設備、重心の高い設備(コントローラ)
Bランク	震度5強	自動洗浄装置、マニュアル洗浄ドラフト、石英保管庫
Cランク	震度5弱	塗布・現像装置、ステップドライ、エッチャ、スパッタ
Dランク	震度5以下	上記以外の設備

固定金具の強度を上げ、Aランクは震度6強(600gal)に耐える

厚さ 8mm以上

補強板

調整用のみの固定はしない

新型金具(フレーム止め)

クレーニング下の付属用C金具

装置の固定方法は、地震時の危険性に応じて装置をA～Dの4ランクに分け、Aランクに関しては600gal(震度6強)の揺れに耐えるようにした。

8

▶ 筐体は移動、転倒させない
▶ ボンベは固定具から外れないようにする
▶ 万一外れても、転倒させない

ケミカル・アンカーを施工

ボンベ固定用のロック機能付製品ベスト(機、高圧ガス用)

扉開放防止カンヌキ(片開き扉用)

ボンベ固定用のチェーンカ、カフビタ(一般ガス)

扉開放防止バネ付錠(片開き扉用)

シリンダ・キャビネットは、強度が高いケミカル・アンカーで固定した。また、キャビネット内のボンベを固定する方法として、毒性ガスや腐食性ガスに関してはロック機能付きのステンレス(SUS)ベルトを使った。キャビネットの扉には、両開き扉では開放防止用のカンヌキを新たに設置し、片開き扉ではバネ錠を付けた。

9

配管をタンクの架台に固定しないようにした。これまでは架台に配管を固定していたが、今回の地震では壊れた部分があったためである。

タンクの揺れと配管の揺れは異なるので、揺れの違いを吸収できるフレキシブル配管を設置した。

架台に配管も固定

接続部補強なし

架台に配管を固定しない十字型補強を入れる、フレキ配管を使う

フレキ配管

天井

天井材 一般天井の構造

補強がないため野縁が落下

ボルトによる補強

野縁の落下を防止するための補強用のボルトナットで固定する。

フレームとつり下げ金具の固定は、従来は挟み込むだけの構造だったが、今回はボルトで固定する方法に変えた。

10

2007年7月 新潟県中越沖地震 株式会社リケン の事例

自動車部品、産業用機械部品の製造を主とするピストンリングの最大手

地震で破壊された柏崎工場の中

同工場の操業停止を受け、自動車メーカー12社もほぼ全面的に生産停止となった。

内閣府防災情報 http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h21/11/special_03.html

11

設備の被害パターン

1. 置いているものの転倒

屋上、ペランダの立型水槽

2. 吊っているものの落下




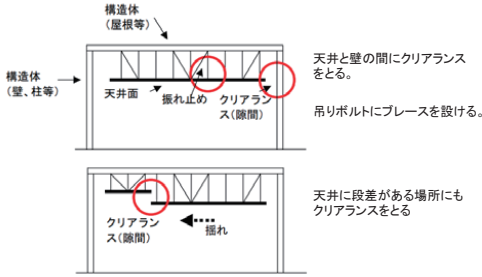
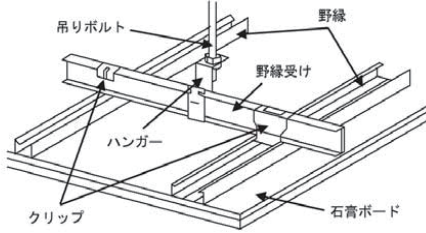
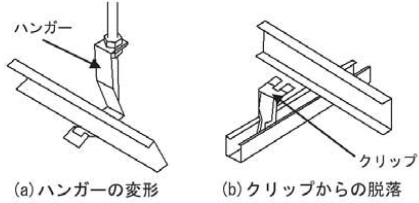
天井のダクト・配管

12

置いているものの転倒防止

コンクリートアンカーの 施工方法

金属拡張アンカー おねじ形

<p style="text-align: right;">13</p>  <p style="text-align: center;">金属系アンカー 本体打ち込み式 グリップ アンカー GAタイプ</p> <p style="text-align: right;">(YouTube)</p> <p style="text-align: center;">金属拡張アンカー めねじ形</p>	<p style="text-align: right;">14</p>  <p style="text-align: right;">(YouTube)</p> <p style="text-align: center;">ケミカル・アンカー</p>
<p style="text-align: right;">15</p> <p style="text-align: center;">吊っているものの落下防止</p>  <p style="text-align: right;">(YouTube)</p> <p style="text-align: center;">振れ止め</p>	<p style="text-align: right;">16</p> <p style="text-align: center;">天井の振れ止め基準</p> <p>2003年十勝沖地震における空港ターミナルビル等の天井の被害 国住指第2402号「大規模空間をもつ建築物の天井の崩落対策について(技術的助言)」</p>  <p style="text-align: center;">天井の振れ止め基準</p> <p>天井と壁の間にクリアランスをとる。 吊りボルトにブレースを設ける。</p> <p>天井に段差がある場所にもクリアランスをとる</p>
<p style="text-align: right;">17</p>  <p style="text-align: center;">クリップとハンガーの損傷</p>	<p style="text-align: right;">18</p>  <p style="text-align: center;">ハンガーとクリップの変形・はずれ</p>

建物（施設）をまもる人材の育成講座：齊藤大樹 テキスト

<p style="text-align: right;">19</p> <p style="text-align: center;">耐震クリップの例</p>  <p style="text-align: right;">(YouTube)</p>	<p style="text-align: right;">20</p> <p style="text-align: center;">室内(家庭、事務所)の被害パターン</p> 												
<p style="text-align: right;">21</p> <p style="text-align: center;">室内(家庭、事務所)の被害パターン</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">家具の挙動</th> </tr> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">被害傾向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具への転倒による火災発生 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具上への落下による火災発生 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人・物への被害 ○ 避難通路の障害 </td> </tr> </tbody> </table>	家具の挙動			被害傾向						<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具への転倒による火災発生 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具上への落下による火災発生 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人・物への被害 ○ 避難通路の障害 	<p style="text-align: right;">22</p> <p style="text-align: center;">どこに取り付ける？</p> 
家具の挙動													
被害傾向													
													
<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具への転倒による火災発生 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人、物への重大な被害 ○ 避難通路の障害 ○ 火気器具上への落下による火災発生 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 周囲の人・物への被害 ○ 避難通路の障害 											
<p style="text-align: right;">23</p> <p style="text-align: center;">家具転倒防止器具設置の落とし穴</p>  <p style="text-align: right;">(YouTube)</p>	<p style="text-align: right;">24</p> <p style="text-align: center;">起震車を用いた家具の転倒実験 2017年10月</p> <p style="text-align: center;">豊橋技術科学大学 教授 齊藤 大樹 修士課程 大塚 拓実 学部4年 庄司 このみ</p> <p style="color: red; text-align: center;">起震車は豊橋市からお借りしました。ここに感謝いたします。</p>												

<p style="text-align: right;">25</p> <h3>起震車について</h3>  <p>【車体全体】 長さ 約7.3m 幅 約2.3m 高さ 約3.4m</p>  <p>【起震車の室内】 横 約2.59m 奥行 約1.78m 高さ 約1.87m</p> <p>豊橋市役所の起震車</p> <p>【地震波の種類】 震度2～7の他に、再現地震波（三河、十勝、兵庫など）想定地震波（東海・東南海など）</p>	<p style="text-align: right;">26</p> <h3>家具（試験体）について</h3> 
<p style="text-align: right;">27</p> <h3>転倒防止器具（つっぱり棒2種類、ストッパー）</h3>  <p>つっぱり棒：2本タイプ</p>  <p>つっぱり棒：面タイプ</p>  <p>ストッパー（くさび）</p>	<p style="text-align: right;">28</p> <h3>本棚（30 c m幅） 東海・東南海波</h3>  <p>対策なし</p>
<p style="text-align: right;">29</p> <h3>本棚（30 c m幅） 東海・東南海波</h3>  <p>ストッパー</p>	<p style="text-align: right;">30</p> <h3>本棚（30 c m幅） 東海・東南海波</h3>  <p>つっぱり棒（2本タイプ）</p>

建物（施設）をまもる人材の育成講座：齊藤大樹 テキスト

<p style="text-align: right;">31</p> <p>タンス（45 cm幅） 東海・東南海波</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 対策なし ストッパー </p>	<p style="text-align: right;">32</p> <p>タンス（45 cm幅） 東海・東南海波</p>  <p style="text-align: center;">つっぱり棒（2本タイプ）</p>
<p style="text-align: right;">33</p> <p>つっぱり棒（2本タイプ） 東海・東南海波</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 本棚（30 cm） 大きさ・重さの違い タンス（45 cm） </p>	<p style="text-align: right;">34</p> <p>タンス（45 cm幅） 東海・東南海波</p>  <p style="text-align: center;">つっぱり棒（面タイプ）</p>
<p style="text-align: right;">35</p> <p style="text-align: center;">実験結果のまとめ</p> <p>対策なし ➡ 転倒する ストッパー 多少耐えるが転倒する</p> <p>つっぱり棒（2本タイプ） →家具の大きさ(重さ)によっては 耐えきれない場合もあり</p> <p>つっぱり棒（面タイプ） →水平移動するが転倒しない</p>	<p style="text-align: right;">36</p> <p>震度7だと、家具の転倒対策を行っていたとしても危険な場合がある。</p> <p style="text-align: center; background-color: #ffc000; padding: 5px;">対策をしている場合でも安心できない！</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤家具が転倒する可能性のある場所にベッドなどを置かないようにする。 ➤地震を感じたら、危険な家具から離れる。

<p style="text-align: right;">37</p> <h3 style="text-align: center;">家具を押さえてはいけない</h3> 	<p style="text-align: right;">38</p> <h3 style="text-align: center;">家具を押さえてはいけない</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>押せる力には限界がある</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>揺れの慣性力は自分にもかかる</p>  </div> </div> <p style="font-size: small;">(注) 床の摩擦係数には、静止状態から動きだすときの静摩擦係数と、滑っているときの動摩擦係数があり、前者の方が大きな値となります。その値は床の材質や、履物によっても異なります。</p>
<p style="text-align: right;">39</p> <h3 style="text-align: center;">ちょっと変わった工法 (キャスター止め)</h3>  <p style="text-align: right; font-size: small;">(YouTube)</p>	<p style="text-align: right;">40</p> <h3 style="text-align: center;">ちょっと変わった工法(床免震)</h3>  <p style="text-align: right; font-size: small;">(YouTube)</p>
<p style="text-align: right;">41</p> <h3 style="text-align: center;">豊橋技術科学大学 室内被害シミュレーションツール</h3> 	

地域地盤特性と関連する地盤災害

松田 達也

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト

地域地盤特性と関連する地盤災害

東三河防災カレッジ
—建物(施設)をまもる人材の育成講座—
2017年12月22日(金)16:00-18:00
穂の国とよはし芸術劇場PLAT研修室

松田達也 (Tatsuya Matsuda)

豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系
地盤・防災講座: 地盤力学(三浦-松田)研究室
Toyohashi Univ. of Technology, Dept. of Architecture and Civil Engineering
Division of Geotechnology and Disaster Prevention, GeoMechanics Laboratory

地域地盤特性と関連する地盤災害と題して、お話しします

1

地域地盤特性と関連する地盤災害

- 日本列島の成り立ちと地形・地質構造
- 地盤力学への誘い
- 地形・地質・地盤と災害

今日は、主にいかに示す内容について、順にお話しします

2

日本列島の成り立ちと地形・地質構造

まず、日本列島の成り立ちと地形・地質構造についてです。

3

地質年代

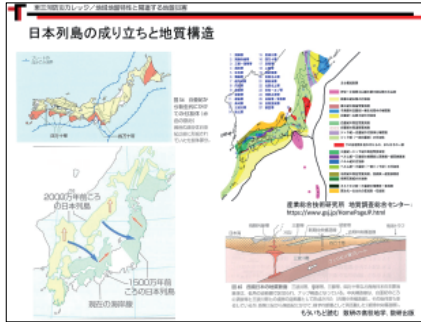
地質年代表 (Geological Time Scale) の概要:

- 第四紀 (Quaternary):** 氷河期、間氷期、現代氷河期。地質学的には、氷河の进退による地形形成、土壌形成、海成層の堆積などが特徴的。
- 第三紀 (Tertiary):** 中新世、上新世、第四紀。地質学的には、地殻変動による地形形成、火山活動、哺乳動物の進化などが特徴的。
- 白垩紀 (Cretaceous):** 中生代。地質学的には、大陸移動による地形形成、中生代植物の繁栄などが特徴的。
- 白垩紀以前 (Pre-Cretaceous):** 中生代以前。地質学的には、地殻変動による地形形成、中生代以前植物の繁栄などが特徴的。

こちらは、地質年代を示した図です。我々、工学が対象とするのは主として第四紀に形成された地質です。

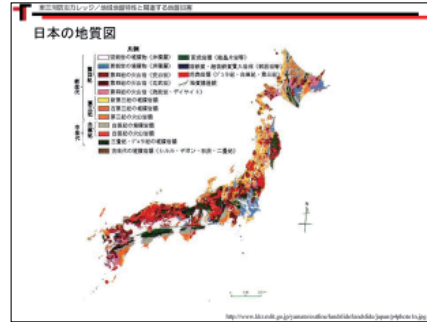
4

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



2000万年前の日本は山陰地方ではユーラシア大陸に接岸しており、中部地方を境に分断されていました。その後、プレート運動に伴い、徐々に現在の位置へと移動したとされています。主な地質構造としては、特に南海トラフ沿いにおいて、フィリピン海プレートの上に白亜紀以降の付加体である四万十帯があり、その後の火山等の活動によって形成された地質が表層を覆っている状態です。

5



詳細な地質図はこちらになります。

6



さらに、詳細な情報が知りたい場合は産業総合技術研究所地質調査総合センターの「地質図Navi」を見ることで地域の地質を把握することができます。

7



白亜紀以降の地質は火山で形成されたとお話しましたが、形成過程により様々な岩石が産出されています。特に、マグマが固化してできた岩石を火成岩といい、その中には、火山岩と深成岩に大きく分類されます。火山岩は、マグマが地表や地表付近で急速に冷えて固結したものをいい、深成岩はマグマが地下深くにおいてゆっくりと固結したものを言います。特になじみが深いのは、花崗岩ではないでしょうか。

8

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト

岩石の侵食・風化・運搬・堆積

侵食：
河川などの流水や降雨、風、波、氷河などの作用により地表が削られる。

物理的風化：
地下深部から上昇した岩石は圧力低下に伴い膨張する。一方で、温度低下に伴い収縮する。その結果、岩石表面に向かって引張力が作用し、地表面に平行な割れ目が形成される。また、割れ目に水が進入し、凍結膨張することで割れ目が進行する。
※結晶化に伴う風化を塩類風化という。

化学的風化：
鉱物が水に溶解することによって進行（溶食作用）。

生物的風化：
地表付近の生物活動の影響を受け破壊・変質する。

運搬・堆積：
侵食や風化により砕屑粒子へと変化し、流水や風、波の駆動力により運搬され、駆動力が低下すると堆積する。

砕屑(さいせつ)粒子	
名称	粒径 (mm)
巨礫	256以上
大礫	64~256
中礫	4~64
細礫	2~4
砂	0.075~2
シルト	0.005~0.075
粘土	0.005以下

そのように形成された岩石は、長い年月をかけて侵食・風化が進行し、運搬・堆積します。侵食とは、河川などの流水や雨、風、波、氷河などの作用により地表が削られることを言います。風化とは、主に3つの要因に分類され、それぞれの要因において岩石が破壊、溶解、変質する現象です。そのような作用を受けた岩石は、細かくなります。細かくなった岩石は砕屑粒子と呼ばれ、それぞれの大きさを名称が変わります。その後、流水や風、波などの駆動力により運搬され、駆動力が低下すると堆積します。

土の生成と種類

地形営力：流水、氷河、マスマーブメント、風の総称
地球表面：岩石の風化+植物の腐敗堆積による有機質土

残積土	風化作用	真砂土	
運搬土	運搬作用	重力	崩積土
		流水	河成土
	堆積作用	風力	海成土
		風力	湖成土
		風力	風積土 (関東ローム・レス(黄土))
植積土	植物腐朽作用	火山性堆積土(しらす)	
	堆積作用	水積土	

定積土：
岩石の風化作用によって生成された残積土と植物の分解によって生成された植積土

先ほどのような作用を総称して地形営力といいます。

土の生成と種類

真砂土(マサ土)：花崗岩が風化

珪砂：花崗岩・珪石が風化

蛭目粘土(カオリン質粘土+石英粒子)：花崗岩が風化

こちらに示すのは、我々が属する地盤工学が主に取り扱う第四紀に生成された砕屑粒子です。後程説明しますが、広島において発生した土砂災害においてマスメディアで取り上げられたので、ご存じの方も多いかと思いますが、花崗岩が風化したものに真砂土という試料があります。その他、砂・砂礫に分類される珪砂や粘土があります。

土の生成と種類

ビート(泥炭)：植物が枯死し堆積(植物組織が残っているもの)⇔黒泥

関東ローム、崩積土

シルス：火山性堆積土

黒ボウ土

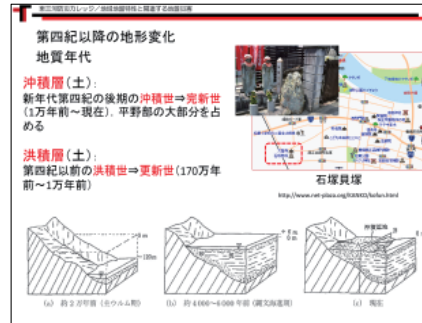
中部地方では見られませんが、我が国においては地域により様々な地盤材料があり、北海道では、植物が枯死して堆積したビートと呼ばれる地盤材料があります。ウイスキー(スコッチ)にはなくてはならないものとされています。関東では、関東ロームが堆積しています。九州では火山灰が堆積して形成されたシルスが堆積しています。このように地域によって、様々な地質があります。

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



こちらには、約2万年前の日本列島を示しています。氷期のため、海岸線が今よりも海側にあり本州はほぼひとつにまとまっています。

13



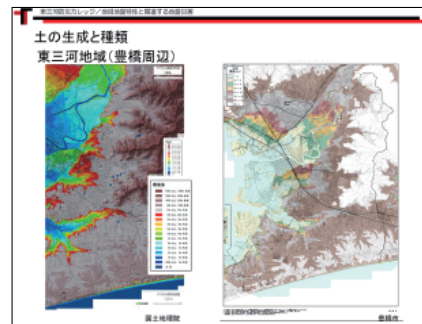
先ほど示した約2万年前の最終氷期には図の(a)に示す状態でした。そのときに形成されていた地表構造は洪積世に形成されていることから洪積層といいます。その後、約4000年～6000年前の縄文時代では海進期であり、内陸まで海水面上昇していました。そのときに、山地より重力により運搬された土砂等が海底面に細く堆積し、現在の低地が形成されました。その名称は、沖積層と呼ばれています。

14



こちらは我が国の沖積層分布を示しております。ほぼ、大規模河川沿いに沖積層が広がっています。また、主要都市は沖積層上に位置していることがわかります。その理由は、土地が平坦で立地しやすいこと、海岸に面しているため、物流が容易であることなど様々な理由が挙げられ、経済拠点・生活拠点として活動しやすいことが理由と考えられます。しかし、地盤・地質から見ると、非常に若い地盤であり、軟弱地盤であること、低地であるために災害の危険性が高いことが挙げられます。

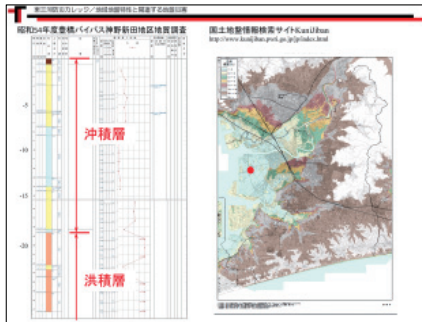
15



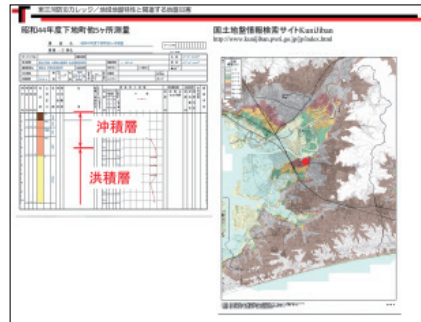
例えば、豊橋を中心に見ていきましょう。こちらは、標高図を示しており、豊川沿いは土地が非常に低いことがわかります。そのため、沖積層が堆積していると考えます。そこには、市役所をはじめ、病院など災害時の拠点になる施設、また、人口集約が生じています。

16

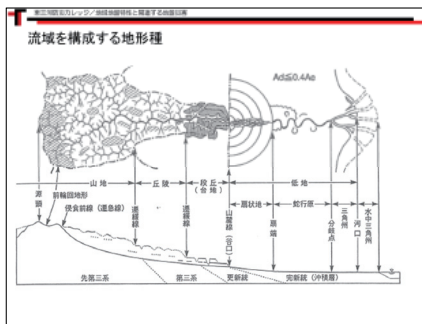
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



例えば、海側における地質調査結果をみると沖積層が約20m堆積していることがわかります。



一方で、標高が高くなるに従い、沖積層の厚さが減少しているのがわかります。以上で日本の成り立ちと地形・地質構造については終わります。

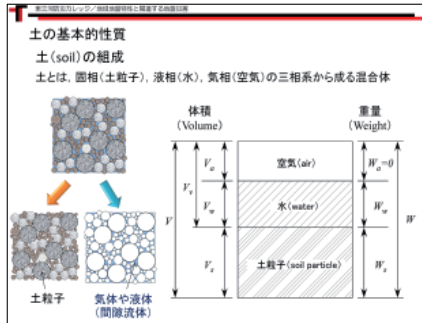


以上にお話した地形を流域で表すとこちらの図のとおりになります。

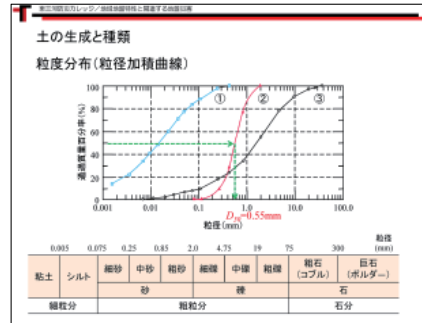
地盤力学への誘い

次に、特に工学が対象としている沖積層にある地盤材料について、その特徴を具体的に、大学で実施している講義資料をもとに説明いたします

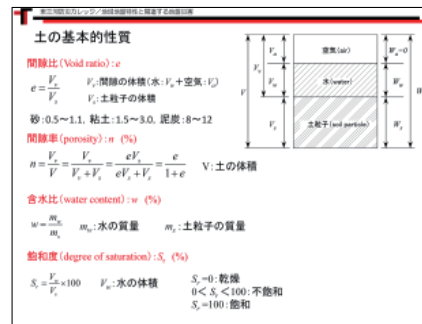
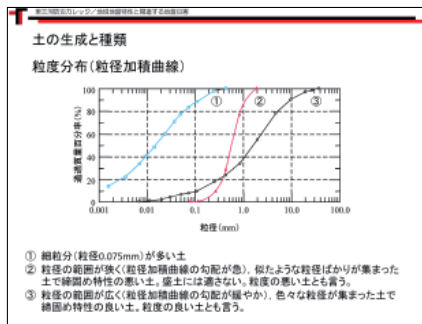
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



土の組成を示しています。土は、土粒子、水、空気の三相からなる混合物です。



前章でお話しした砕屑粒子についての分類方法について説明します
土に含まれる土粒子に対し、粒径ごとの質量が全質量に対してどの程度含まれているかという粒度分布図(粒径加積曲線)を示します。
試験では、ふるい分けを行います。
粒度分布をもつて、全質量の50%の質量に該当する粒径を平均粒径とし、その土の粒径とします。例えば、②の試料は平均粒径が0.55mmとなり中砂に分類されます。



さきほど、土は三相から成る混合物とお話ししました。そのうち、間隙がどの程度あるのか、また、間隙に含まれる流体が、水なのか空気なのか、それぞれどの程度の割合で含まれているのかということが重要になります。
間隙比・間隙率は土試料における間隙の割合を示す指標です。含水比は、土試料に含まれる水の量を示します。飽和度は、間隙における空気と水の割合を示します

土の密度と単位体積重量

土粒子密度 ρ_s と土粒子比重 G_s
土粒子自体の密度 (岩石の密度に近い)

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

湿潤密度と湿潤単位体積重量 【湿潤密度】
【湿潤単位体積重量】

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{G_s \rho_s (1+w)}{1+w} = \rho_s \frac{G_s(1+w)}{1+e}$$

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{G_s \gamma_w (1+w)}{1+e} = \gamma_w \frac{G_s(1+w)}{1+e}$$
 粘性土: 1.5~1.7g/cm³, 砂質土: 1.8~2.0g/cm³

乾燥密度と乾燥単位体積重量
土粒子の質量を全体の体積で除した値で、土の締固め特性を表す
【乾燥密度】
【乾燥単位体積重量】

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \rho_s \frac{G_s}{1+e}$$

$$\gamma_d = \frac{W_d}{V} = \gamma_w \frac{G_s}{1+e}$$
 乾燥状態

飽和密度と飽和単位体積重量
【飽和密度】
【飽和単位体積重量】

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} = \rho_s \frac{G_s}{1+e}$$

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V} = \gamma_w \frac{G_s}{1+e}$$
 飽和状態

全スライドで示した土の基本的性質に伴い、地盤の密度が変化します。

土(粘土)の工学的性質: 土のコンシステンシー

土にせん断力が加わると変形が生じるが、土の抵抗は土中に含まれる水の割合 つまり含水比の影響を受ける。特に、細粒分を多く含む土は、その影響が非常に大きい。このように、含水比によって土の変形が変化する状態を総称して土のコンシステンシーという。

土は含まれる水量によって、固状状態、半固状状態、塑性状態、液状状態に分けられる。これらの状態の境目の含水比を、それぞれ収縮限界(w_p)、塑性限界(w_L)、液性限界(w_u)という。種類と含水比の関係を示した図をコンシステンシー限界という

塑性指数 (I_p): 塑性状態にある含水比範囲を示す。 $I_p = w_u - w_p$

次に土の工学的性質の代表的な性質を説明します。
基本的性質の水の割合について、特に粘土のような細かい粒子を含む地盤材料では、水の割合によって、変形特性が変わります。

土の工学的分類: 締固め特性

盛土等の土構造物の造成では、強度、支持力、透水性などの改善を目的として土の締固めが行われる。同じ方法・エネルギーで締め固めても、締固め度(締固めの程度)は土の含水比により異なる (Proctor, 1933)。

	砂質土	細粒分を多く含む粘性土
最適含水比 w_{opt} (%)	8~20	30~70
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.7~2.1	1.1~1.3

次に土の締固め特性について説明します。特に、盛土や堤体は土の締固め特性により強度が変化するため、非常に重要なパラメータとなります。こちらに示すグラフは、乾燥密度と含水比の関係を示します。乾燥密度が高いということは土粒子が密に詰まっているということを示します。粘土より砂質土の方が少ない含水比で密度が高くなるということがわかります。例えば、該当するものとして真砂土のような材料は盛土材としてよく用いられます。

地下水浸透の重要性

次に土中の水の流れについてお話しします

土中の水の流れ(浸透)と浸透破壊

地盤中を水が流れるとき、土に働く力(単位体積の地盤内の土粒子に働く物体力)を透水力(Seepage force)という。

透水力(Seepage force)

$$j = \frac{A \cdot \Delta u}{A \cdot L} = -\frac{A \cdot \gamma_w \cdot \Delta h}{A \cdot L} = \gamma_w j$$

Δu : 間隙水圧の差
A: 土供試体の断面積

透水力または間隙水圧が大きくなると地盤は破壊する

地盤の浸透破壊に対する照査

- ①透水力による力のつり合い ⇒ 有効(水中)重量 γ を用いる
- ②間隙水圧による力のつり合い ⇒ 全(飽和)重量 γ_{sat} を用いる

地盤中を水が流れるとき、土に働く力(単位体積の地盤内の土粒子に働く物体力)を透水力(Seepage force)といいます。この透水力が大きくなると土粒子を動かし、地盤を破壊させます

土中の水の流れ(浸透)と浸透破壊

有効応力の概念

土に作用する応力: 全応力(Total stress), σ
 $\sigma' = \sigma - u$: 有効応力の原理
 土骨格に作用する応力: 有効応力(effective stress), σ'
 間隙水に発生する応力(圧力): 間隙水圧(pore water pressure), u

静止土圧・静水圧

土要素内における力の伝わりを示した図です。例えば、間隙が水で満たされた飽和土では、土粒子のみ合わせにより発揮される有効応力と間隙水に発生する間隙水圧で外力を受け持ちます。有効応力が変化することで、地盤が変形します。

土中の水の流れ(浸透)と浸透破壊

Pressure head Potential head Total head

$$i = \frac{h_1 - h_2}{L} \Rightarrow u = \gamma_w h_2 = \gamma_w h_1 + \gamma_w i L = (\gamma_w + \gamma_w i) h_1$$

$$\sigma' = \sigma - u = \gamma_w h_1 - (\gamma_w + \gamma_w i) h_1 = (\gamma' - \gamma_w i) h_1$$

Pressure head Potential head Total head

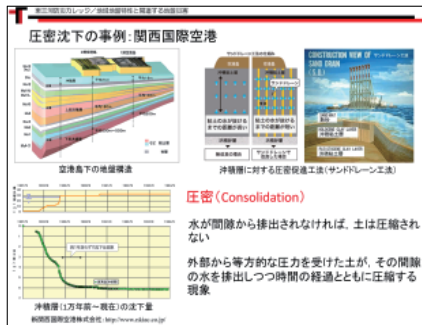
Pressure head Potential head Total head

浸透による地盤の破壊例を示します。例えば、片方の水位を上昇させると、地盤材料には上向きの透水力が作用します。これが土粒子間のみ合わせにより発揮される応力より勝ると地盤が壊れてしまいます。

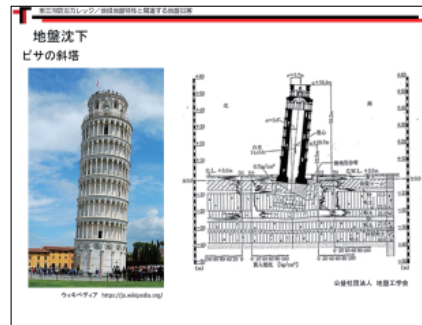
土中の水の流れ(浸透)と浸透破壊

これは、実際に地盤が透水力により破壊の様子を捉えた動画です

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



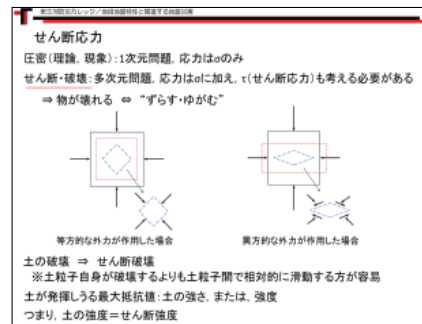
次に圧密という現象について説明します。沖積層において、海側に近い地域では、粘土が緩く堆積しています。そこに建物を建設すると沈下が進みます。土に外力が作用した場合、土粒子の剛性は水より大きいので、水が間隙から排出されなければ土は圧縮されません。砂の場合は、水が抜けやすいため沈下が早く進みますが、粘土の場合は水が抜けにくいので、外力が作用直後に沈下が発生せず、時間の経過とともに徐々に沈下します。このような特性を圧密と呼びます。



海外でもどのような現象が発生しており、ピサの斜塔の傾きもその原因によるものです。

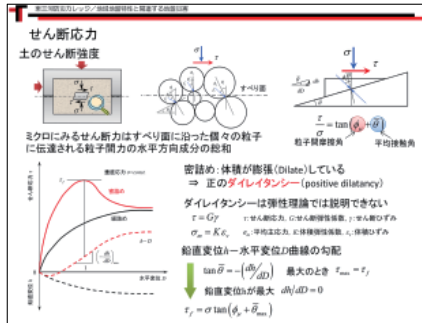


次に土のせん断特性について説明します。

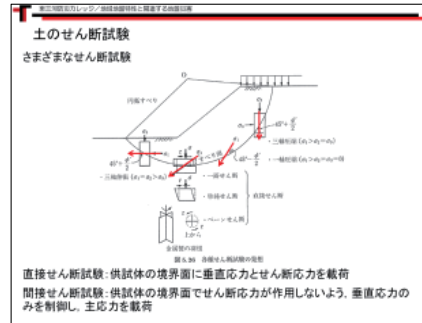


先ほど説明した圧密では、沈下(変形)は生じますが、破壊することはありません。土が破壊するには、せん断現象が重要になります。

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



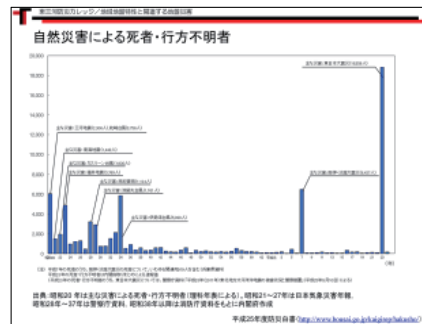
土のせん断特性について実験結果をもとに説明します。下のグラフは上記のような箱に試料を入れて、せん断力を作用させた実験結果になります。ここからわかることは、地盤の密度によって発揮されるせん断強度がことなるということです。また、粒子材料の特徴でもあります、密な試料はせん断により体積が膨張する現象が発生します



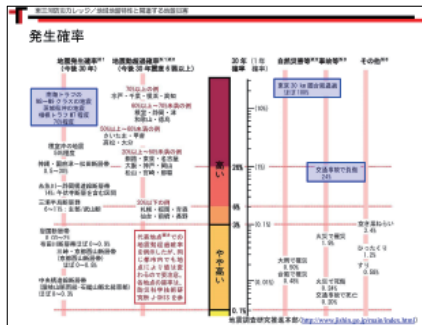
例えば、斜面が滑る現象をみると、それぞれの位置で地盤に作用する外力が複雑に変化するため、様々な状態でせん断特性を把握する必要があります。地盤工学ではこれまでに様々な実験方法が提案されています。

地形・地質・地盤と災害

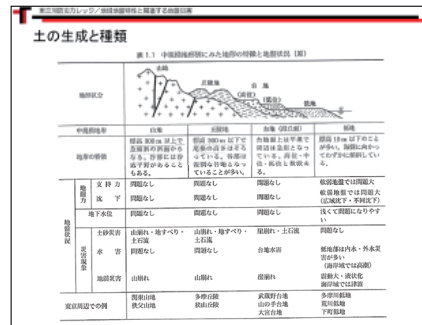
次に地形・地質・地盤と災害について説明します



こちらは自然災害による死者・行方不明者数を示しています。やはり、我が国では地震により多くの尊い命が奪われます。また、近年では台風・豪雨等による被害も多発しています。



また、南海トラフ地震については、非常に高い確率であることがわかるかと思いますが



先ほどまで説明してきた地形別に地震のみではなく、発生が懸念される地震災害について説明していきます

山地・丘陵地の地盤災害

まず、山地・丘陵地の地盤災害について

山地・丘陵地の地盤災害
— 斜面災害 —

斜面災害についてお話しします

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト

第三回防災ワークショップ 被災地復興特性に資する知識習得

斜面災害

- 日本列島は、地球を覆っている十数枚のプレートのうち4枚のプレートの衝突部であるため地震や火山が多く、地質は脆弱である。
- 国土の約70%が山地で急峻であり、平地が少なく、山地や丘陵地に多くの人々が住んで、道路・鉄道等の交通網も発達している。
- 温帯モンスーン帯に位置するため、降雨量が多く、梅雨期や台風に伴って豪雨が頻発する。

↓

斜面災害が多発

建設院土木研究所 解説書 <http://www.jreco.or.jp/guide/0304010101.htm>

我が国においては地盤が脆弱で、また、地震・降雨(量)が多いことから、斜面災害が多発します

45

第三回防災ワークショップ 被災地復興特性に資する知識習得

斜面災害における土砂移動現象

斜面における土砂移動現象

- 侵食
 - 水食
 - 風食
- 斜面運動
 - 崩落
 - 落石
 - 崩壊
 - 岩盤崩壊
 - 表層崩壊
 - 深層崩壊
 - 滑動
 - 地すべり
 - 流動
 - 土石流

自然の傾斜地を「斜面」
人工の切盛土による傾斜地を「法面」

斜面災害は表に示すような現象があります。特に土砂崩壊、地すべり、土石流について説明します。

46

第三回防災ワークショップ 被災地復興特性に資する知識習得

斜面崩壊と地すべりの区分

	斜面崩壊	地すべり
地質	地質との関係は少ない	特定の地質・地質構造において多く発生する(第三紀層、礫層等、温泉地帯に多い)
土質	砂質土(真砂土、ヨナ、シラス)が多い	主として粘性土をすべり面として滑動
地形	20°以上急傾斜地に多い(凹谷等)	5~20°の緩傾斜地に多い
誘因	降雨(降雨強度により影響が大)	地下水による影響が大
規模	移動面積は小さく、深さは浅い	移動面積が大きく、深さは深い
移動状況	移動速度は速い。乱れる(原型は保たない)。突発的に移動。再移動は少ない。	比較的緩やかに移動。乱されず、原型を保持のまま。長時間連続的に移動。断続的に動く(再移動が多い)。

建設院土木研究所 解説書 <http://www.jreco.or.jp/guide/0304010101.htm>

こちらは、斜面崩壊と地すべりについて比較した表になります。地質、地形、誘因がそれぞれ異なります。規模や移動状況についても大きく異なることがわかります。以降、順次、説明します

47

第三回防災ワークショップ 被災地復興特性に資する知識習得

斜面崩壊とは

斜面表層の土砂や岩石が地中のある面を境にして滑り落ちる現象。山崩れ、がけ崩れ、あるいは一般に土砂崩れと言われているものはこれに相当する。

特徴

- 地すべりと比較し規模が小さい。
- 斜面が崩れる速度が非常に速い。
- 急な斜面を有する箇所での発生が多い。
- 発生原因として地震や豪雨などが挙げられる。

予兆

- 斜面のひび割れ変形がある。
- 地下水やわき水が止まる。
- 異様な音やにおいがある。
- 多量の濁った水が噴き出す。

斜面崩壊は、斜面表層の土砂や岩石が地中のある面を境にして滑り落ちる現象をいい、山崩れ、がけ崩れ、あるいは一般に土砂崩れと言われているものはこれに相当します。

48

斜面崩壊とは

斜面崩壊は、**表層崩壊**と**深層崩壊**に分類される。

崩壊の深さで分類

表層崩壊

- すべり面の深さは2m程度。
- 土と岩の境目で崩れることが多い。
- 短く強い雨で起こる。一度の雨で何百箇所も起こる場合がある。

深層崩壊

- 岩盤中の不連続面で崩れることが多い。
- 長く多い雨で起こる。一度に起こる数は数十箇所以下くらい。

国土交通省

斜面崩壊には、表層崩壊と深層崩壊の二つに分類されます。

斜面崩壊とは

	表層崩壊	深層崩壊
地質	移動土層は表層の風化土層であることが多い。どのような地質でも発生する。	特定の地質や地質構造で多く発生し、付加体 ^{*)} での発生頻度が大きい。
表候	ほとんどない。	ある場合がある。非火山地域ではクレープ、多重山塊、クラック、東海小崩壊、ほらみだし、地下水位変動etc
深さ	浅い(約2m以内)	深い
土質	表層土	基盤を含む
植生の影響	あり	なし
規模	小規模(比高 ^{**})小	大規模(比高 ^{**})大

*) プレート内込み込みによってプレート上の種族物(はね)が、プレートに付加された後、種族物(はね)からなる地層。
**) 定積した地層の高度差、崩壊高さの比、崩壊高さより、崩壊からの比高で表わす(比高)の二乗(比高)に比例。

それぞれの崩壊に関して、主な特徴を示しています。

地すべりとは

斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象。

特徴

- 一般的に移動土質量が大きい。
- 完全に停止させることは困難。
- 0.01mm~10mm/dayと非常に緩やかだが、突然数m動くこともある。

予兆

- 地表面の凹凸の発生
- 岩石や小崩壊の発生
- 樹木のクラックや押し出し。

地すべりとは、斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象を言います。

土石流とは

水、土砂、巨礫が混合して一体となって“かゆ状”になり、急勾配の溪流(山地の小河川)を流下する現象。

特徴

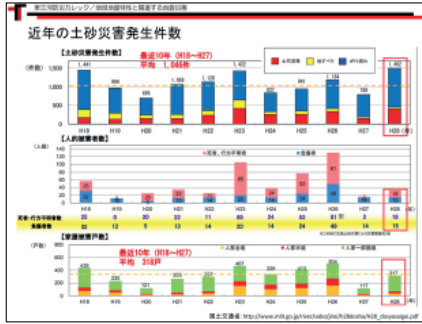
- 速度が大きい。石礫型土石流は約5~10m/s、泥流型土石流は約10~20m/sである。
- 巨礫や流木を多量に含むため、家屋に衝突すると大きな衝撃力が発生する。
- 発生は突発的で、確かな前兆現象は明らかでない。

予兆

- 溪流に大量の雨水がしみこんでいるとき。
- 溪流の流水が急激に濁りだす。
- 異様な山鳴りがする。

土石流とは水、土砂、巨礫が混合して一体となって“かゆ状”になり、急勾配の溪流(山地の小河川)を流下する現象を言います。

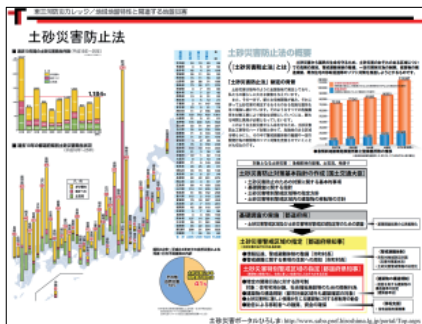
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



こちらは近年の土砂災害の件数を示しており、主にがけ崩れと土石流が非常に多く発生していることがわかります。また、毎年のように人的被害や物的被害は発生しています



土砂災害の事例として、広島県で発生した土砂災害が挙げられます。広島県では真砂土が堆積しており、その真砂土が降雨により水分を多く含んだことにより、土砂が流動したこと、また、それに伴って、巨礫の移送されたことにより、住宅地に流動し、被害が拡大したと言われています。



土砂災害に対して、被害軽減対策とし、土砂災害防止法が制定されており、土地利用規制がされています



この土砂災害防止法は平成11年に発生した広島災害を機に制定されています。広島県では過去より多くの土砂災害が発生していることがわかります。

東北地方太平洋沖地震・岩手県内陸地震に関する地図①

地震による斜面災害の特徴

1. 発生する現象の規模が大きい。
2. 降雨→表層崩壊、地震→岩盤崩落や岩崩落(深層崩壊)。
3. 雨が降っていないにもかかわらず土石流が発生する可能性がある。
4. 震度5強以上のところで多発。

1964年9月 長野西部地震 御嶽山山腹
崩壊土砂量 約3600万立方メートル

2008年6月 岩手・宮城内陸地震災害 荒砥沢
移動土砂量 約6700万立方メートル

<参考>
2014年8月 広島県土砂災害 安芸野地区
移動土砂量 推計50万立方メートル

次に地震による斜面災害についてお話しします。主な特徴として、規模が大きいことが挙げられます。また、地震後発生する降雨によって土石流が発生する可能性があります。また、震度5強以上で発生する可能性が高くなります。

東北地方太平洋沖地震・岩手県内陸地震に関する地図②

地震による斜面災害の特徴

1. 発生する現象の規模が大きい。
2. 降雨→表層崩壊、地震→岩盤崩落や岩崩落(深層崩壊)。
3. 雨が降っていないにもかかわらず土石流が発生する可能性がある。
4. 震度5強以上のところで多発。

東北地方太平洋沖地震における土砂災害

岩手県南部から長野県北部にかけて計768箇所の斜面変動が認められた。本震によるものが崩壊365箇所、地すべり51箇所、土石流1箇所。余震・誘発地震によるものが崩壊24か所、地すべり24か所、土石流1か所。

例えば、東北地方太平洋沖地震では、岩手県南部から長野県北部にかけて計768箇所の斜面変動が認められました。本震によるものが崩壊368箇所、地すべり51箇所、土石流1箇所。余震・誘発地震によるものが崩壊24か所、地すべり24か所、土石流1か所、確認されています。

東北地方太平洋沖地震・岩手県内陸地震に関する地図③

地震による斜面災害の特徴

1. 発生する現象の規模が大きい。
2. 降雨→表層崩壊、地震→岩盤崩落や岩崩落(深層崩壊)。
3. 雨が降っていないにもかかわらず土石流が発生する可能性がある。
4. 震度5強以上のところで多発。

2008年 岩手・宮城内陸地震 東栗駒山山腹

最大幅約250m 最大長約150m
崩壊土砂量約55万立方メートル

崩壊土砂は雪解け水を呑み、残雪も巻き込んで流動化。雨は降っていないものも土石流となって流れ下った。

2008年に発生した岩手・宮城内陸地震では最大幅約250m 最大長約150m、崩壊土砂量約55万立方メートルの土砂崩壊が発生し、雪解け水により土石流となり流下した事例があります。

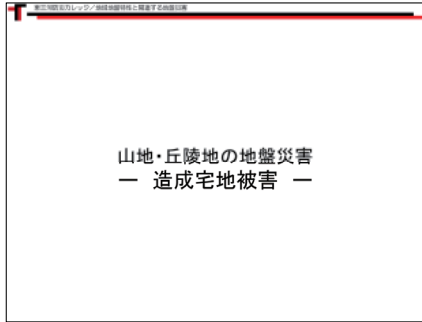
東北地方太平洋沖地震・岩手県内陸地震に関する地図④

地震による斜面災害の特徴

1. 発生する現象の規模が大きい。
2. 降雨→表層崩壊、地震→岩盤崩落や岩崩落(深層崩壊)。
3. 雨が降っていないにもかかわらず土石流が発生する可能性がある。
4. 震度5強以上のところで多発。

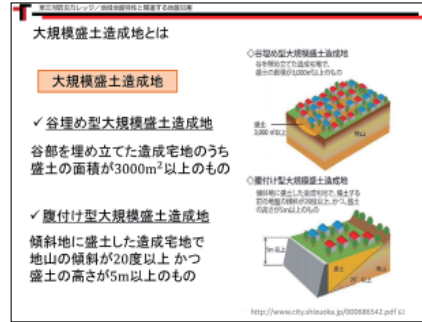
東北地方太平洋沖地震では、震度5強以上のところで、斜面災害が多く発生しています。

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



次に造成宅地被害について説明します

61



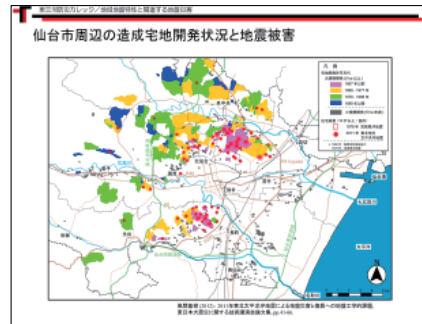
丘陵地は凸凹形状をしているため、地山を掘削して、その土砂を谷に埋めて、フラットな地形を造成し宅地とする。大規模盛土造成が行われています。また、擁壁等で土留めをつくり、土砂を盛る腹付け型大規模盛土造成が行われています。

62



東北地方太平洋沖地震において確認された造成地の被害形態を示します。大きく3つに分けられ、(1)滑动崩壊・変形被害、(2)沈下被害、(3)擁壁被害が発生しています。

63



こちらは、仙台市周辺の造成宅地開発状況と地震被害の分布を示します。造成年代に応じて、被害の偏りが見られます。

64

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト

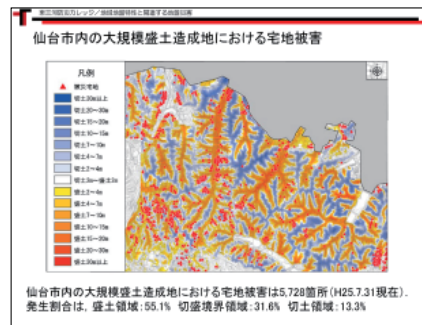
東北学院大学リサーチ 地域防災研究センター 地震防災研究センター 震害調査研究センター

造成年代による被害分析

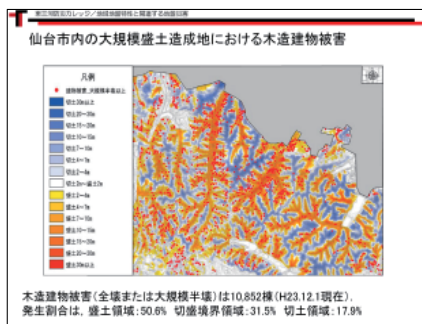
造成年代	1978年 宮城県沖地震		2011年 東北地方 太平洋沖地震	
	宅地数	被災数 被災率	宅地数	被災数 被災率
～ 1967	34	13 (38%)	23	48%
1968 ～ 1977	58	0 (0%)	16	28%
1978 ～ 1988	37	— (—%)	4	11%
1989 ～	21	— (—%)	1	5%
小規模造成、その他	—	— (—%)	20	— (—%)
計(～ 1977)	92	13 (14%)		
計(全体)	164		64	(27%)

① 1978年宮城県沖地震で被害を受けた地域は、1968年新都市計画法施工前の場所。
 ② 1978年に被害を受けた場所は、東日本大震災でも再び被害を受けている場所が多い。
 ③ 古い造成年代の開発地域ほど被害率が大きい。
 → 1968年以前は宅地造成に関する法体系が整備されていなかった。
 → 1981年の建築基準法の改正により建物の耐震化があった。

こちらは、造成年代と被害件数を表で表したものです
 これより、1968年以前は宅地造成に関する法体系が整備されていなかったため、宅地造成管理が十分ではなかったことが懸念されます。また、1981年の建築基準法の改正により建物の耐震化があったことが、被害の有無につながったと考えます。



こちらは仙台市内の大規模盛土造成地における盛土(もりど)、切土(きりど)分布と被害箇所のプロットをしています
 仙台市内の大規模盛土造成地における宅地被害は5,728箇所(H25.7.31現在)発生しており、発生割合は、盛土領域:55.1% 切盛境界領域:31.6% 切土領域:13.3%となっています

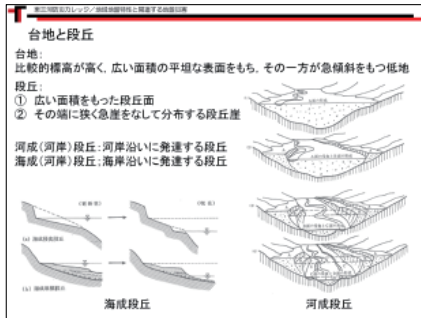


こちらは切土・盛土の分布と木造被害箇所を示しております。木造建物被害(全壊または大規模半壊)は10,852棟(H23.12.1現在)発生しており、発生割合は、盛土領域:50.6% 切盛境界領域:31.5% 切土領域:17.9%となっています。

台地の地盤災害

次に台地の地盤被害について説明します

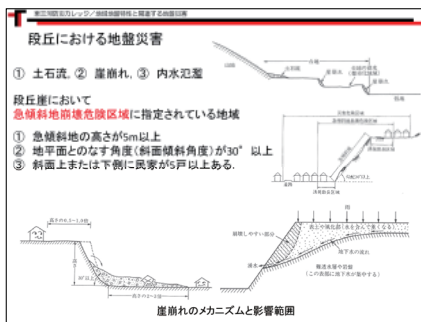
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



台地とは比較的高く、広い面積の平坦な表面をもち、その一方が急傾斜をもつ低地をい。その中でも① 広い面積をもった段丘面、② その端に狭く急崖をなして分布する段丘崖を有するものを段丘といいます。段丘には河成段丘と海成段丘があります



こちらは旧新城市内にある段丘を示しており、豊川両岸に広がっています

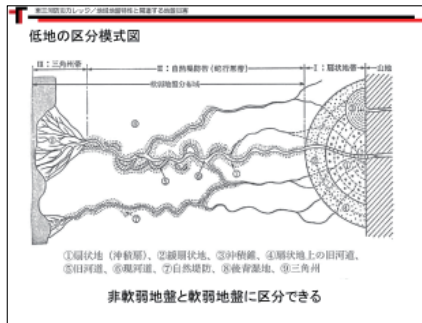


段丘に絞って地盤災害を示すと、① 土石流、② 崖崩れ、③ 内水氾濫が懸念されます。また、段丘崖において急傾斜地崩壊危険区域に指定されている地域があります



最後に低地の地盤災害について説明します

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



低地の区分模式図を示しておりますが、主に9つに区分することができます。また、それらを大きく非軟弱地盤と軟弱地盤に区分できます

地盤区分	文法記号	評定方法	地下水位（深い）が不明な場合	調査地盤	総合評価
a. 扇状地	◎	◎	◎ (地質による)	△	◎
b. 扇状地	○ (△)	○ (△) (地質による)	○ (△) (地質による)	○	○
c. 扇状地	◎	◎	◎	△	◎
d. 土砂降下等による地盤の軟弱化	◎	◎	△	△	△
e. 扇状地の地盤	×	×	×	×	×
f. 三角州	×	×	×	△	△
g. 扇状地	×	×	×	△	△
h. 扇状地上の旧河道	×	×	×	×	×
i. 旧河道	×	×	×	×	×
j. 親河道	×	×	×	×	×
k. 自然堤防	△	△	△	△	△
l. 後背基地	△	△	△	△ (×)	△
m. 三角州	×	×	×	△	△
n. 扇状地	×	×	×	△	△
o. 扇状地上の旧河道	△	△ (×)	△	× (調査なしや不明)	△
p. 親河道	◎ (○)	◎ (○)	◎ (○)	◎	◎

こちらは非軟弱地盤と軟弱地盤の区分、また、その区分ごとに宅地・土木構造物基礎としての地盤評価を示します。これを見ると軟弱地盤では不適な場合、多くの場合不適とされています

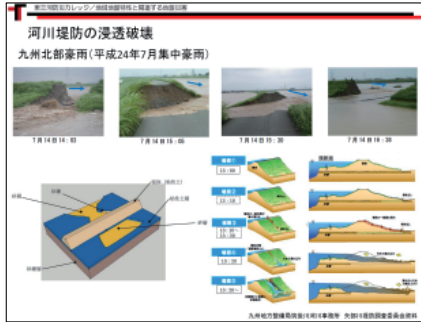


その理由として、被害と関連付けながら示します。まず、洪水被害です

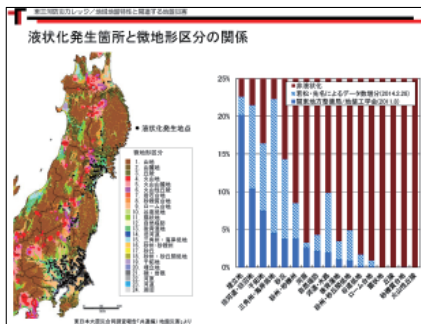
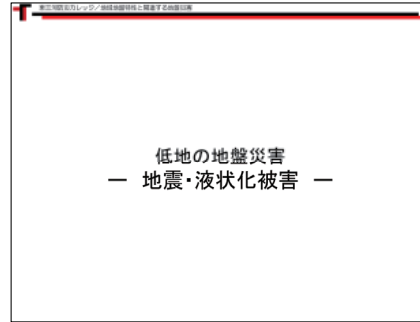


こちらは豊川平野の治水地形分布図を示しています。この図より地形状態を把握することができます。

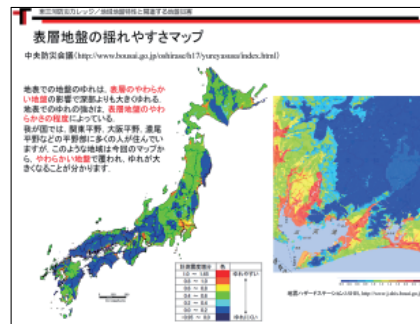
建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



例えば、自然堤防下に旧河道があるため、浸透破壊により自然堤防が破壊する可能性も考えられます。こちらは、九州北部豪雨によって発生した堤防の破壊事例ですが堤防下に砂礫層の旧河道がありそこへ浸透流が発生したため、堤防が破壊した可能性が指摘されています。

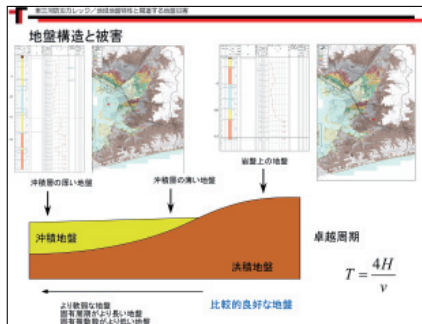


こちらは、東北地方太平洋沖地震によって液状化が発生した位置と微地形区分図の関係を示しています。低地で特に軟弱地盤に分類される土地では、液状化が多く発生していることがわかります。



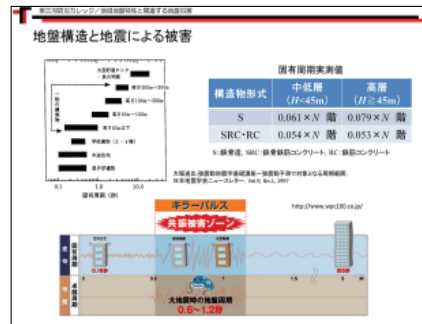
こちらは、地表地盤の揺れやすさマップを示します。地表での地盤のゆれは、表層のやわらかい地盤の影響で深部よりも大きく揺れます。地表でのゆれの強さは、表層地盤のやわらかさの程度によって変化します。

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



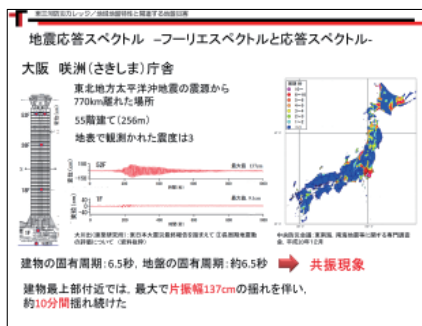
例えば、東三河地域では豊橋市内でもその揺れの特徴は変わります。例えば、海側では揺れが大きく、ゆっくり揺れます。台地、丘陵地へ向かうに従い、揺れが細かく、早く揺れることとなります。

81



例えば、地盤の揺れやすさ(卓越周期)と建物の揺れやすさ(固有周期)が比較的近い場合、建物の揺れが共振現象により増幅され、被害が大きくなることが予想されます。

82



例えば、東北地方太平洋沖地震では、大阪 咲洲(さきしま)庁舎において、建物最上部付近では、最大で片振幅137cmの揺れを伴い、約10分間揺れ続けた事例があります。

83



最後に、地盤被害ではありませんが、低地として津波・高潮被害を示します。

84

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



東日本太平洋沖地震で津波の威力は重々承知かと存じますが、こちらは波高1mの津波がブロックに作用する様子を示しており、非常にインパクトが大きいです。例えば、50cmの津波浸水深さが人間に作用した場合、人は立っていることが出来ません

85

	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(暖い上げ効果)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けば(水深が浅くなるほど)大きくなる性質がある

東北学院大学 津波・高潮編 加藤豊隆(香川県立大学) 講義資料

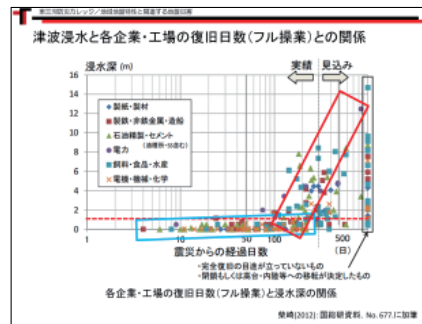
こちらは津波と高潮の特徴を比較したのですが、高潮も非常にインパクトが大きいものです。

86



こちらは、サマール島南東部のヘルナニにおいて海から数百メートル離れたところでの撮影動画ですが、高潮は風津波といわれており、津波と同様は威力を有しています

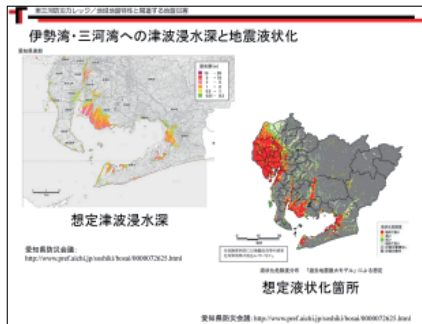
87



こちらは東北地方太平洋沖地震により発生した津波の浸水深と各企業・工場の復旧日数(フル操業)の関係を示したものです。浸水深1mを境に復旧日数が大きく変わることがわかります。河川洪水による浸水についても同様のことが言えると思います

88

建物（施設）をまもる人材の育成講座：松田達也 テキスト



東三河地域においては南海トラフ地震において津波浸水深が想定されていますが、同時に液状化被害も想定されています。



このように南海トラフ地震では、両者の影響で避難が難しくなる可能性があるため、それを想定した対応が望まれます

参考文献

- ・ 地形工学入門 地形の見方・考え方：今村遼平著、鹿島出版会
- ・ もういちど読む数研の高校地学：数研出版編集部、数研出版
- ・ クイズ 土はなぜ崩れるのかII 実例で学ぶ災害や事故の防ぎ方：日経コンストラクション、日経BP社
- ・ 基礎土木工学シリーズ15 土質力学：松岡元著、森北出版
- ・ 図説わかる 土質力学：菊本統・西村聡・早野公敏著、学芸出版社

謝辞

本資料は、以下の個人・団体からご提供頂きました資料または、ダウンロードした資料を参考に作成させていただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

公益社団法人 地盤工学会
 地盤構造物耐津波研究委員会(菊池喜昭委員長、東京理科大学)の最終報告資料
 ・ 津波水理WG(主査：富田孝史、港湾空港技術研究所)
 ・ 洗掘・侵食WG(主査：池谷毅、鹿島建設)
 ・ 津壁(複合災害)WG(主査：水野健太、若葉建設)
 ・ 防波堤・防波堤WG(主査：宮田喜典、防衛大学校 前田健一、名古屋工業大学)

平成26年度地盤工学会中部支部イブニングセミナー 前田健一 教授講演資料
 第9回 東北港湾における津波・震災対策技術検討委員会 資料3 抜粋
 防波堤の耐津波設計ガイドライン 国土交通省港湾局
 港湾における防波堤(胸壁)の耐津波設計ガイドライン 国土交通省港湾局
 国土交通省 海岸管理のあり方検討委員会：
http://www.mlit.go.jp/river/shimgikai_blog/kaigankanriocarikata/
 東三河防災カレッジ メカニズム学習講座 津波・高潮編 加藤茂教授(豊技大)
 愛知県防災会議：<http://www.pref.aichi.jp/soshiki/bosai/0000072625.html>
 地盤工学会中部支部 南海トラフ委員会地域啓発活動講演資料 中井健太郎准教授(名大)

臨海部産業施設の強靱化と課題

濱田 政則

早稲田大学
アジア防災センター

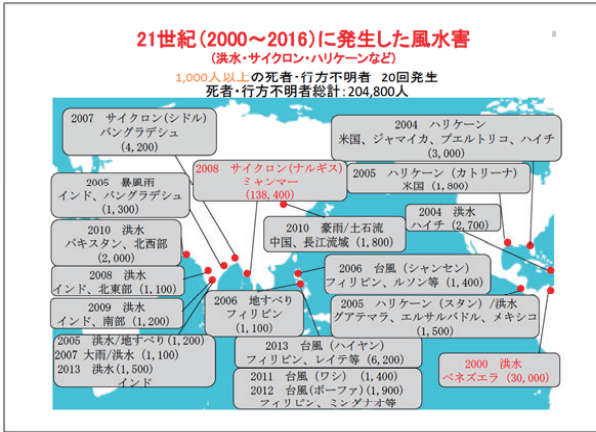
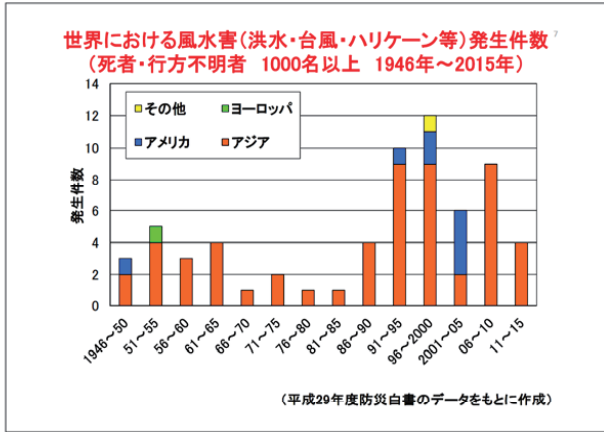
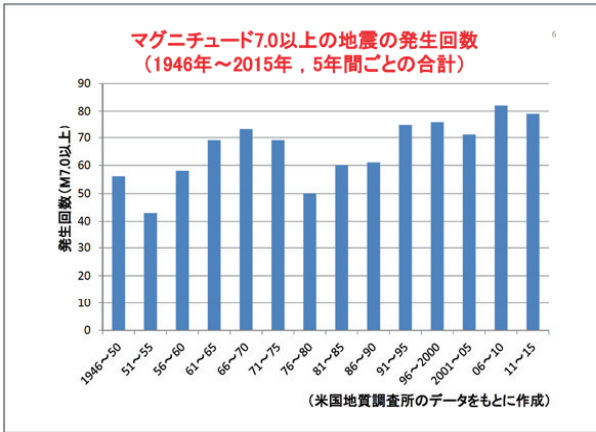
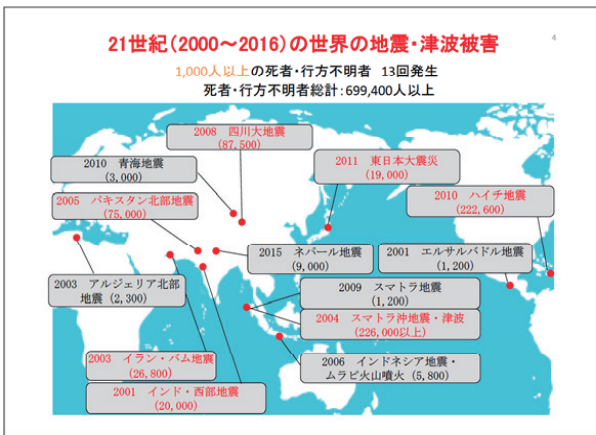
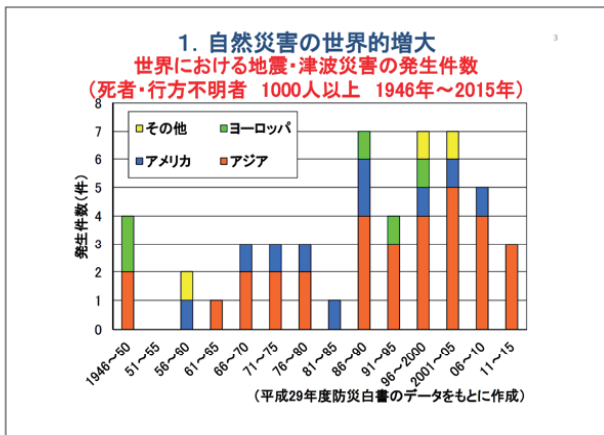
臨海部産業施設の強靱化と課題

アジア防災センターセンター長
早稲田大学 名誉教授
濱田 政則

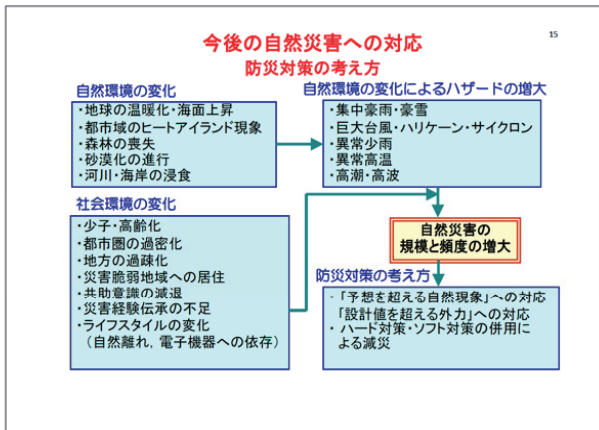
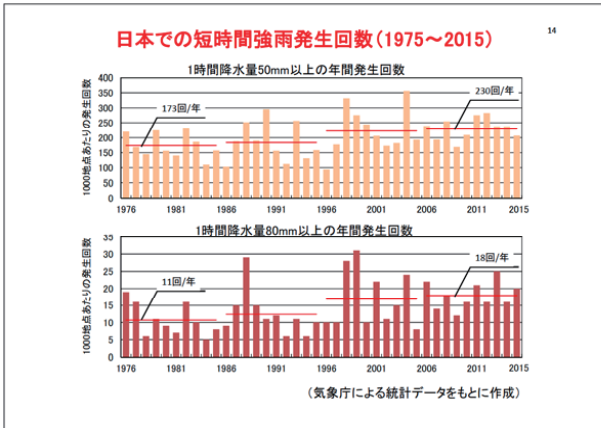
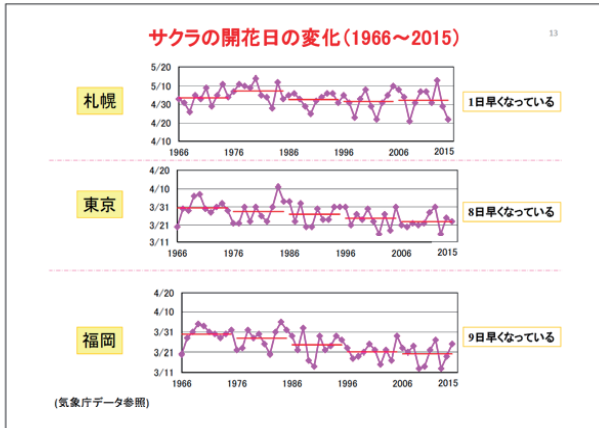
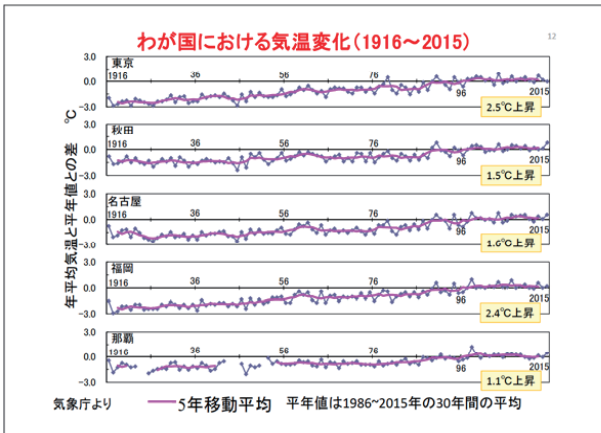
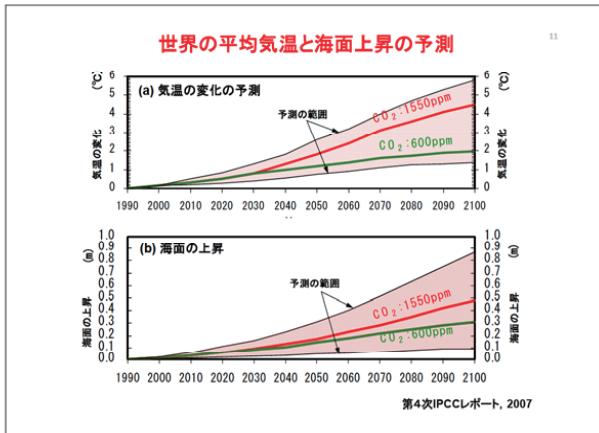
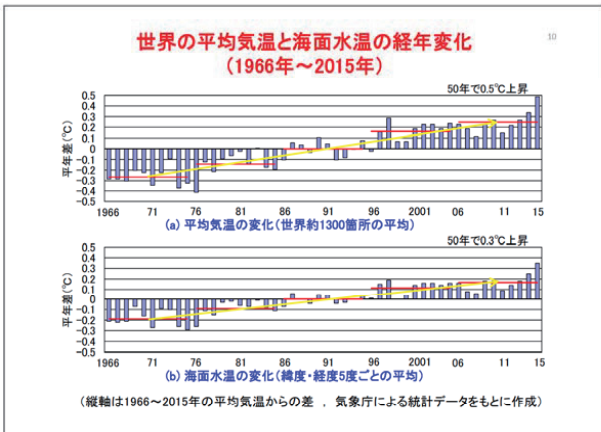
2018年1月10日
東三河防災カレッジ

内容

1. 自然災害の世界的増大
2. 臨海部産業施設の強靱化と課題
 - ・既往地震による臨海部産業施設の被害
 - ・臨海部強靱化の現状と課題




建物（施設）をまもる人材の育成講座：濱田政則 テキスト



2. 臨海部産業施設の強靱化と課題 17

2-1 既往地震による臨海部産業施設の被害

①液状化による被害(支持力減少による構造物の沈下・傾斜)



1995年 兵庫県南部地震

1983年 日本海中部地震 秋田市
(タンクの傾斜)

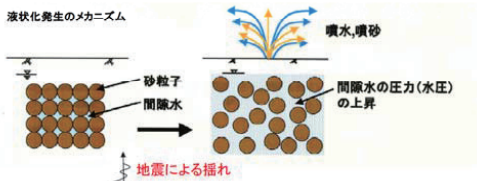
液状化による防油堤の被害 18

(2011年東北地方太平洋沖地震)




液状化発生のメカニズムと噴砂・噴水 19

液状化発生のメカニズム



砂粒子
間隙水
間隙水の圧力(水圧)の上昇
地震による揺れ
噴水、噴砂



1983年 日本海中部地震
1990年 フィリピン・ルソン島中部地震

地盤の液状化による被害(地中構造物の浮上) 20



1983年 日本海中部地震(ガソリタンクの浮上)
1990年 フィリピン・ルソン島中部地震
1964年 新潟地震(浄化水槽の浮上)
2000年 新潟県中越地震(マンホールの浮上)
1993年 釧路沖地震

地盤の液状化による被害(盛土・堤防の被害) 21



1983年 日本海中部地震(五明光の道路)
1983年 日本海中部地震(八郎潟の干拓堤防)
1964年 新潟地震(越後線盛土)
1995年 兵庫県南部地震(淀川の堤防)

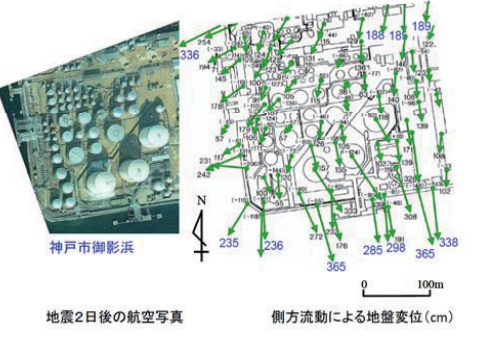
地盤の液状化による被害(護岸の被害) 22



1983年 日本海中部地震(秋田港)
1983年 日本海中部地震(秋田港)
1995年 兵庫県南部地震(六甲アイランドの護岸)
1995年 兵庫県南部地震(長田区)

②液状化地盤の側方流動 23

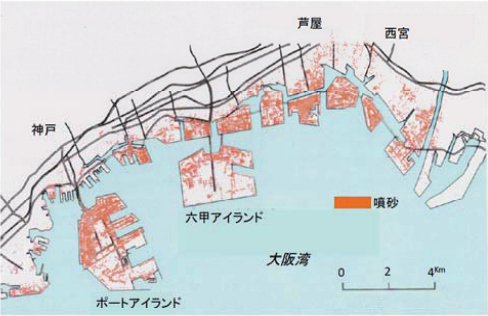
(1995年兵庫県南部地震、神戸市 御影浜)



神戸市御影浜
地震2日後の航空写真
側方流動による地盤変位(cm)

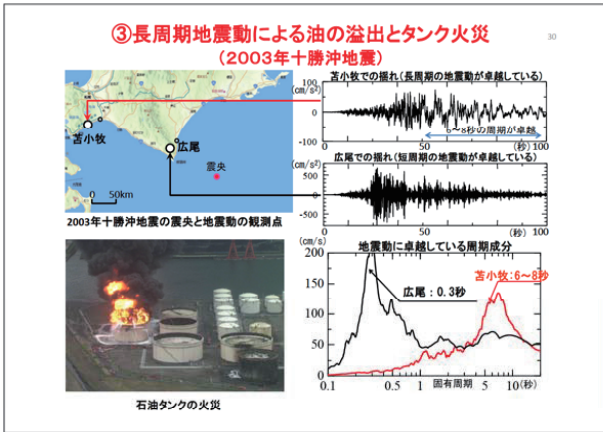
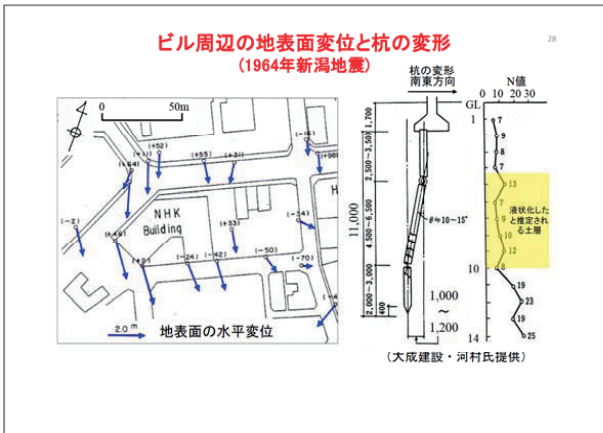
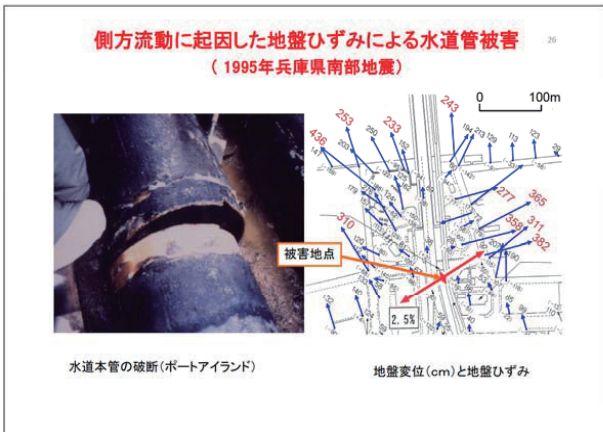
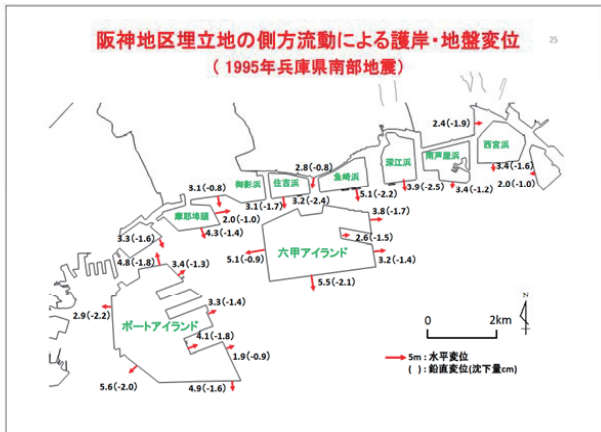
阪神地区埋立地の液状化発生地域 24

(1995年兵庫県南部地震)



神戸 六甲アイランド ポートアイランド 大阪湾
噴砂

建物（施設）をまもる人材の育成講座：濱田政則 テキスト



⑤津波による被害 (2011年東北地方太平洋沖地震)

千葉市球形タンクの爆発
仙台港石油精製工場
気仙沼市タンクの流出
気仙沼市海上火災

津波によるタンクの流出 (2004年 インド洋大津波、スマトラ島 バンダアチェ)

About 300m

2-2 臨海部産業施設の被害予測と対策(東京湾の事例)

東京湾の埋立地とその歴史 (貝塚真平編をもとに加筆)

①護岸の安定性と液状化の予測 (東京湾埋立地の事例)

川崎市水江地区

②液状化と側方流動の予測 (東京湾北部地震を想定)

液状化層の厚さ
護岸の水平変位
地盤の水平変位

③長周期地震動によるタンク内容物の溢出予測 (東海・東南海連続発生を想定)

タンクの直径	タンクの総数	内溶液が溢流するタンク
~24m	203	13 (6.4%)
24~34m	136	27 (19.9%)
34m~60m	118	18 (15.3%)
60m~	159	6 (3.8%)
総数	616	64 (10.4%)

東京湾には若小牧で火災を起した。浮屋根式タンクが600基あり、東海・東南海地震が連続発生した場合、このうち64基より内容物が溢出するという結果になった。

④コンビナート被災の社会的影響 海域への危険物等への流出

(国土交通省:臨海部の被災影響に関する検討委員会,平成19年度)

流出地点:京浜臨海地区(川崎市直下地震) 原油流出量:12,000kl

- ・湾内には平均的に約200隻の中・大型船舶が航行しているが航行停止になると予想される
- ・基幹的防災拠点への救急物資・人員および復旧・復興物資の海上輸送が不可能になる
- ・海上火災発生の可能性も否定出来ない
- ・流出原油の回収に時間を要し、航路閉鎖が長期間に及ぶ可能性(約2ヶ月)がある

東京湾のLNG発電所への影響

東京湾には現在12のLNG火力発電所があり、首都圏の電力供給の拠点となっている。東京湾での船舶航行が不能になった場合LNGの供給が停止し、電力の供給能力が大幅に低下して、復旧・復興に重大な影響を与える。

建物（施設）をまもる人材の育成講座：濱田政則 テキスト

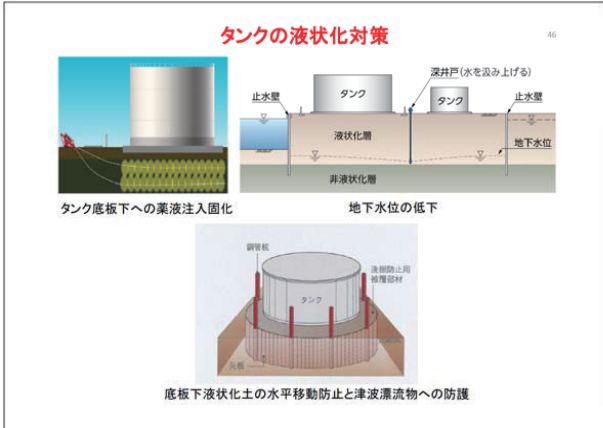
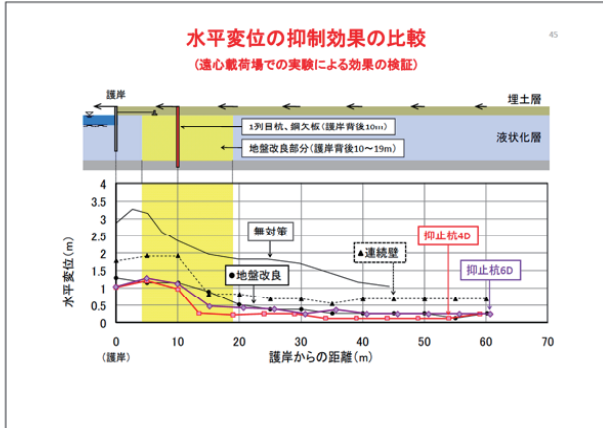
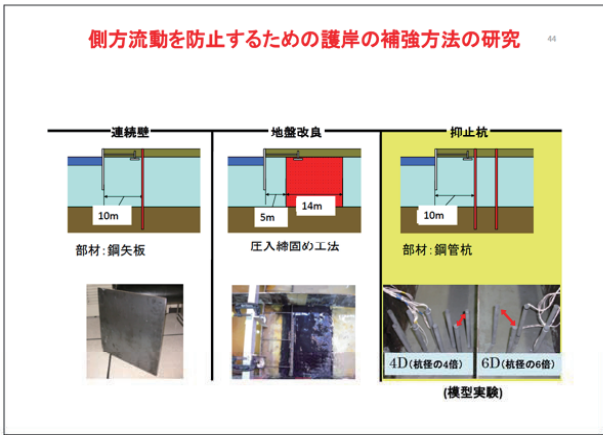
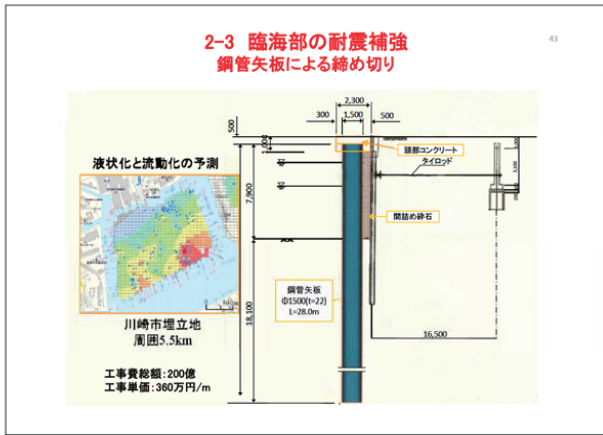
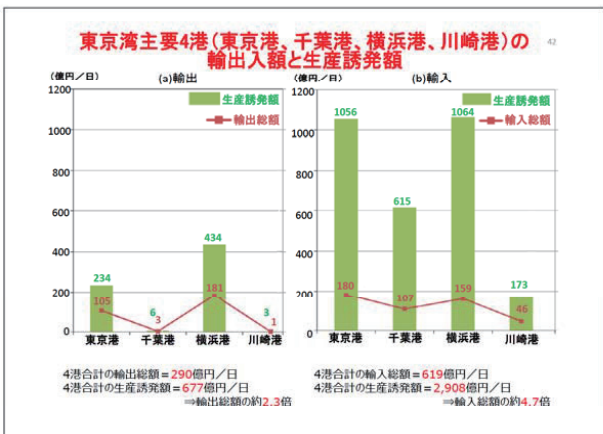
液状化と側方流動による港湾荷役施設の被害の影響 (1995年兵庫県南部地震)

ボートアイランドの液状化と側方流動
(水平変位=2.9m, 鉛直変位=1.6m)

ガントリークレーンの倒壊

・神戸港の荷役施設(クレーン)61基のすべてが被災した。
 ・神戸港の復興事業は2005年まで約10年間を要した。
 ・兵庫県南部地震による港湾施設の甚大な被害が原因となって、コンテナ取扱量で世界5位であった神戸港は震災後23位に、その後整備事業の遅れもあって2011年で49位にまで落ち込んでいる。

ガントリークレーンの傾斜と沈下



- ### 2-4 国土強靱化に向けた国の動き 国土強靱化法案の基本方針(2013年12月制定)
- (強しなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法)
- 人命の保護が最大限に図られること。
 - 国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けにくいこと。
 - 国民の財産および公共施設の被害を最小化すること。
 - 迅速な復旧・復興を図ること。



建物（施設）をまもる人材の育成講座：濱田政則 テキスト



国土交通省の施策

臨海部の地震被災影響検討委員会(平成19年)提言

- ・大規模地震により地盤が液状化した場合、護岸の水平移動や倒壊により、石油類が海上に流出することが懸念される。また護岸近傍のタンクおよび配管の損傷により内容液が流出する危険性があり、その対策が必要である。
- ・ガソリン、灯油、軽油は引火性が強く、火災、爆発の危険性があり、船のエンジンはもちろんのこと、付近のあらゆる火気を断つ必要がある。船舶の航行制限を行わざるを得ない状態になり、海上からの緊急物資船や復旧対策支援船が入港できない事態が懸念される。
- ・このため国は被災直後の経済活動と国民生活を守るため、埋立護岸の耐震化に必要な費用の一部を補助する制度を確立する必要がある。

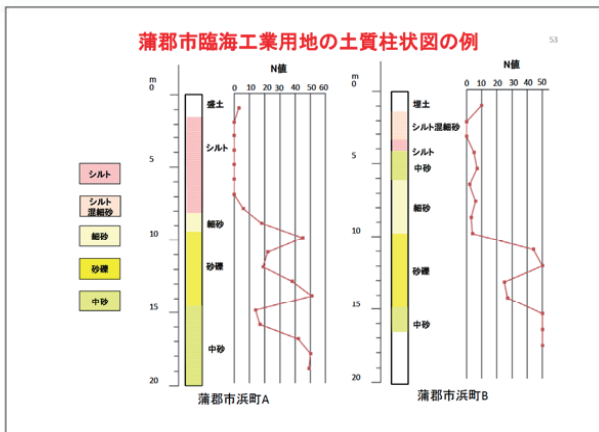
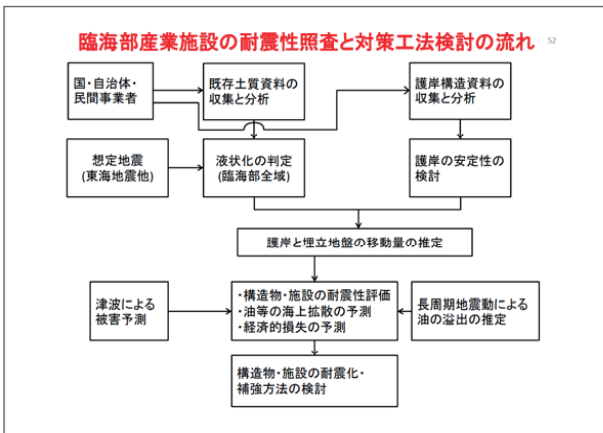
民有護岸の強靱化に関する無利子貸付及び法人税の特例措置

- ・油や土砂流出によって航路の機能に影響を及ぼす恐れのある護岸等の補強に対し、無利子、無担保で費用を貸し付け、さらに補強によって増えた資産価値に対する税を減免する。

臨海部産業施設強靱化に向けての課題

- ・広域(埋立地全域、湾全域)における強靱化の必要性
- ・国・自治体のリーダーシップ
- ・リスク情報の共有化
- ・民有護岸と公有護岸の混在
- ・広域に及ぶ被害と社会的影響の予測
- ・地域防災計画への反映、地域社会への情報開示
- ・わが国全体での総額費用の推算
- ・中小事業所、石油事業以外(石油・化学、鉄鋼、エネルギー等)への支援の拡大
- ・臨海部産業施設の老朽化度合の調査と対策

民有護岸と公有護岸の混在と災害の広域化の危険性



生命（生活）をまもる
人材の育成講座

企業と連携した防災プロジェクト
～「防災+クリエイティブ」のいくつかの
プロジェクトのご紹介～

永田 宏和
NPO 法人プラス・アーツ

NPO法人プラス・アーツ <http://www.plus-arts.net/> order@plus-arts.net
 プラス・アーツホームページ（グッズ購入ページ）：http://www.plusarts.net/?page_id=5335

プラス・アーツ 防災教材のご紹介

防災カードゲーム「なまずの学校」改訂版

紙芝居を楽しみながら学ぶ防災ゲーム

地震などの災害で発生する様々なトラブルを紙芝居形式で出題し、トラブルを解決するのにもっともふさわしいと思う「なまずカード(アイムカード)」を出してもらい得点を競うゲームです。阪神・淡路大震災を体験された方々へのヒアリング内容を元に、東日本大震災を体験された方々へのヒアリング内容を新たに追加したリニューアル版です。

価格：3,800円(税抜)

入手方法：プラス・アーツHPよりご購入

対象年齢：8才以上（小学校中学年～） 推奨人数：3~6人
 改訂版協力：公益社団法人セーブ・ザ・チルドレン・ジャパン
 制作：NPO法人プラス・アーツ



防災カードゲーム「みんなで遊んで たすカルテット」

子どもが身を守るための知識を身につけるカードゲーム

東日本大震災の教訓をもとにしたカードゲームです。「地震」「自分を守る」「サバイバル」など、10つのテーマ×4枚ずつの計40枚で構成されており、同じテーマのカードを4枚揃えていきます。カードを集める過程で、カードに着かれたキーワードや解説を読み、防災について大事なことを学ぶことができます。

価格：800円(税抜)

入手方法：プラス・アーツHPよりご購入

対象年齢：5才以上（幼稚園年長～） 推奨人数：4~5人
 企画：NPO法人プラス・アーツ/公益社団法人セーブ・ザ・チルドレン・ジャパン
 監修：吉川肇子（慶應義塾大学商学部教授）
 イラスト・デザイン：サタケシュンケ



とっさのひとこと 防災編

3コママンガで被災者の気持ちや状況を学ぶ

東日本大震災の被災者約50名へのヒアリングから生まれた教材です。被災者が経験した震災当時「苦労したこと」や「役立つしたこと」の中から、子どもに伝えたい内容を厳選し、3コママンガに落とし込みました。最後の吹き出しにはゼリフが入っており、そこに「人々」と「こと」を考へることを通して、被災者の気持ちや状況を理解してもらいます。いざという時にその学びを使い、子どもたちが主体的に行動できる手伝いをする教材です。

価格：無料

入手方法：プラス・アーツHPよりダウンロード

対象年齢：8才以上（小学校中学年～）
 企画・制作：公益社団法人セーブ・ザ・チルドレン・ジャパン/NPO法人プラス・アーツ
 監修：吉川肇子（慶應義塾大学商学部教授）
 イラスト・デザイン：北谷和葉



間違い探し紙芝居 「めざせ！キッズ防災博士！～家でのそなえ編～」

防災上の間違いを見つけながら進める、参加型紙芝居

ある家族が、「防災博士」とともに「地震に対する備え(家具の転倒防止、防災グッズの備蓄等)」をしていくというストーリー。通常の紙芝居とは異なり、ストーリーの中にあえて防災上の「間違い」を入れ、子どもたちが自身に指摘してもらい仕組みになっています。「お話を聞くだけ」という受け身になることなく、自ら考え、発見するという参加型の紙芝居です。

価格：レンタルのみ（送料負担）

入手方法：AIGホールディングスよりレンタル（03-5400-3946）

対象年齢：5才以上（幼稚園年長～）
 企画・制作：AIGジャパン・ホールディングス株式会社/NPO法人プラス・アーツ
 監：中川真直



防災すごろく「GURAGURA TOWN」

買い物遊びをしながら学ぶ防災すごろくゲーム

「GURAGURA TOWN」は、町の中で買い物しながらゴールを目指す防災すごろくゲームです。ゲームの途中で出題される「地震クイズ」に手持ちのアイテムカードで答え、災害時のトラブルを解決するために有効な方法を学んでもらいます。

価格：3,500円(税抜)

入手方法：プラス・アーツHPよりご購入

対象年齢：8才以上（小学校中学年～） イラスト・デザイン：加藤智子
 推奨人数：2~4人 協力：apod
 企画・制作：NPO法人プラス・アーツ 監修：吉川肇子、矢野亮也



防災カードゲーム「シャッフル」

災害時に役立つ知識の手順を学ぶカードゲーム

消火器の使い方や災害用伝言ダイヤルの使い方など、災害時に役立つ知識の手順を、ゲームを通して遊びながら自然に身につけることができるカードゲームです。具体的には、様々な防災の知恵・技の手順がイラストで描かれた4枚のカードをゲームのの流れの中で「プレーヤーが考えながら正しい順番に並べ直す」ルールになっており、そうした行為を通して手順を覚えられるよう工夫しています。

価格：1,429円(税抜)

入手方法：全国書店またはプラス・アーツHPよりご購入

対象年齢：9才以上 協力：東京ガス株式会社
 推奨人数：3~8人 発行：株式会社災害教育エデュケーション
 プロデュース：NPO法人プラス・アーツ



152

生命（生活）をまもる人材の育成講座：永田宏和 テキスト

地震イツモノート

阪神淡路大震災の被災者167人に聞いたキモチの防災マニュアル

多くの犠牲者を出した1995年1月17日の阪神・淡路大震災。この本は、その被災者167人の体験や考えをもとに作られました。世界有数の地震国「日本」暮らしに暮らす限り、私たちは地震とつきあいながら生きていかなければなりません。だから「モンモ」ではなく「イツモ」。『地震イツモノート』は、防災を生活の一部として考え、心構えしていくことの大切さ、コトバ・イラストから体感していく、新しい防災マニュアルです。

い・つ・も・く・わい 阪神淡路大震災を前に、被災者に聞いた地震の「イツモ」を、作成しました。親子のための地震イツモノートは、新キャラクターの「イツモ君」が登場し、ナビゲーションしてくれるともわかりやすい防災学習本です。親子で一緒に読んでほしい一冊です。

ハードカバー版 文庫版 親子向け版

価格(税別) 1,429円 560円 1,200円

著者：地震イツモプロジェクト 著者：地震イツモプロジェクト 著者：地震イツモプロジェクト
 監修：伊藤直子、アーツ 監修：伊藤直子、アーツ 監修：伊藤直子、アーツ
 発行：地震ITSUMO 発行：地震ITSUMO 発行：地震ITSUMO

プラス・アーツ 防災関連書籍・マニュアル

防災マニュアルブック & 緊急時連絡ガイドブック

防災マニュアルブックと緊急時連絡ガイドブックの両方をセットにした防災マニュアルブックです。

価格(税別) 925円/部

防災体験プログラム マニュアルBOOK

「イザ!カエルキャラバン」のノウハウをわかりやすく、凝縮したマニュアル冊子(複製CD付)です。

価格(税別) 1,429円

地震イツモマニュアル

「すぐできる防災」を紹介した実践的マニュアル1冊

価格(税別) 1,100円

著者：地震ITSUMOプロジェクト 著者：地震ITSUMOプロジェクト
 監修：伊藤直子、アーツ 監修：伊藤直子、アーツ
 発行：地震ITSUMO 発行：地震ITSUMO

自宅快適避難グッズリスト

講座に出てきた防災グッズの名前をかいてみよう!

グッズ名	メモ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

その他必要な防災グッズに関しては
 地震ITSUMO.comを参照ください。
<http://www.jishin-itsumo.com> 地震ITSUMO講座

自宅快適避難 最新防災グッズ12選

このカタログの12品、NPO法人プラス・アーツのサイトが独自のサーチによって選出したおすすめ商品で、各商品の機能を保証するものではありません。また、時期によっては、価格が変わる可能性があります。購入の際は必ず最新資料としてご利用いただきますようお願いいたします。

品名	写真	メーカー/商品名	特徴	対応地域(※1)(※2)(※3)	価格(税別)	※4(※5)
のり		防災避難用品 粘着テープ	100%の粘着力で、地震発生時に家具の固定、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	1,040円 (10個入り)	2024年10月
防災服		防災服	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	324円 (10個入り)	2024年10月
あらゆる状況に対応できる		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	510円 (10個入り)	2024年10月
ラップ		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	1,060円 (3本セット)	2024年10月
地震発生時の対応		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	3,300円 (10個入り)	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	900円 (10個入り)	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	1,050円 (10個入り)	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	4,770円	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	3,600円	2024年10月
本		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	870円 (2本セット)	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	2,420円 (10個入り)	2024年10月
LEDランヘッドライト		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	2,030円	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	1,450円	2024年10月
防災用品		防災用品	地震発生時に着用することで、家具の転倒防止に効果的。また、地震発生時の家具の固定、家具の転倒防止に効果的。	50~100歳以上の高齢者・高齢者への対応	700円 (10個入り)	2024年10月

地震ITSUMO

※1: 地震ITSUMOのサイトが独自のサーチによって選出したおすすめ商品で、各商品の機能を保証するものではありません。
 ※2: 時期によっては、価格が変わる可能性があります。購入の際は必ず最新資料としてご利用いただきますようお願いいたします。
 ※3: 地震ITSUMOのサイトが独自のサーチによって選出したおすすめ商品で、各商品の機能を保証するものではありません。
 ※4: 地震ITSUMOのサイトが独自のサーチによって選出したおすすめ商品で、各商品の機能を保証するものではありません。
 ※5: 地震ITSUMOのサイトが独自のサーチによって選出したおすすめ商品で、各商品の機能を保証するものではありません。

地震ITSUMO講座

阪神・淡路大震災や東日本大震災の被災者への聞き取り調査から学んだ「被災地と向き合う防災の技や知識」を、実践を交えて分かりやすくお伝えします。備えておくことができる家具転倒防止対策や、あまり知られていない防災グッズの最新事情など、個人の自助力を高める知識が満載の実践講座です。

1. 地震のメカニズム

地震はどのように起こるのか?—地震の2つのタイプ「活断層型地震」「プレート塊界型地震」を詳しく解説。また、その脅威が「おぼれ続けている」「首都直下地震」とは、いつ、どこで、起こる地震で、どんなタイプの地震なのかを詳しく解説。最後に、「首都直下地震」をイメージするうえで最も参考になる10年前に発生した「阪神・淡路大震災」の被災地の写真をスライドで観ながら、南関東エリアに「首都直下地震」が襲った場合の被災地のイメージをざっくりつかんでもいいです。



2. 家具転倒防止対策

阪神・淡路大震災時に家の中の家具が倒壊して怪我をした人の一番の原因は家具の転倒だった、という事実を踏まえて、家の中の家具の転倒防止方法を詳しく解説するプログラムです。「L型金具」や「ベルト式固定器具」「ポール式固定器具」「ストッパー式固定器具」など様々なタイプの家具転倒防止器具を紹介するとともに、器具の効果を実験映像で紹介。また、器具を使っただけでなく、家具で手軽にすぐ取り入れられる方法で、ひと通りすべての家具の転倒防止方法を伝授する講座です。



3. 応急手当—身の回りのものでできる応急手当ワークショップ

心臓蘇生の方法やAEDの使い方など専門的な救急救命の技は地元消防局や赤十字社が実施している専門的な講座を受講してもらうと、本講座で展開しているのは、身の回りにあるようなものを使って、災害時に臨機応変に対応できる応急手当の方法を学ぶプログラムです。内容的には「直接圧迫止血法」「骨折の手当」の2つに絞って教えます。



家に帰ってすぐできる 家具の転倒防止

◎ 合わせワザですぐできる

ストッパー式器具で、家具が前に倒り出さないようにする。

家具と天井との隙を、つばばし棒などで固定する。

OR

家具の下にすべり止めマットを敷く。

家具と天井の隙間を役ボール箱などでつめる。

=

ボール式 + ストッパー式 OR マット式

組みあわせれば、転倒防止に効果的！

◎ 家具の配置の工夫

リビング

テレビが倒れて、窓ガラスが割れる。

子ども部屋

倒れても窓ガラスに当たらない方向におく。テレビを固定する。

寝室

寝る位置に家具が倒れてこないよう配置。また、重い家具は置かない。

◎ その他の家の中の防災対策

※ 転倒防止フィルムのかかりやすいレースカーテンを引いておく。

※ ガラス製棚の上に飾り、棚裏までくっつき、スリッパを突っ刺すことも大禁忌です。

※ 重いものを下に、軽いものを上に収納し、家具を倒れにくくする。

※ 液晶テレビはストッパー式器具や粘着マットでテレビ台と固定する。

災害時に本当に役立つ 防災グッズの豆知識

◎ 防災達人になるためのこだわりグッズ

さらに

懐中電灯

さらに

ヘッドライト

さらに

LEDランタン

両眼を照らすランタンを室内用照明に。乾電池も忘れずに、使用時間が長くて明るいのがおすすめ。

さらに

軍手

さらに

皮手袋

ケガをしないためにもやぶれにくく、丈夫な皮手袋がおすすめです。

さらに

ウェットティッシュ

さらに

口拭き用ウェットティッシュ

口拭き用ウェットティッシュを災害時に活用。食器が拭ける等多用途。

◎ 知って得する多機能防災グッズ

新聞紙

紙をビニール袋をかきまわして乾かして、折り畳んで袋に入れておく。

ガムテープ

家族や知人にマグネットなどを預けず使用。

ラップ

食器に食品をかぶせて湯沸しの水の蒸気防止。

大判ハンカチ

避難時に役立つ。三角巾がわりに。

ポリ袋

調理、衣の運搬などに多用途に有効。

レジ袋

手拭紙の乾燥防止に。

レインコート

避難時に役立つ。

災害時にもおいしくてあたたかい食事を サバイバル×キッチン

◎ 備えておきたい非常食・調理器具

飲料水

1人1日2~3 X 3日 X 家族数の準備を

レトルト食品、缶づめ

口に合う好みの食品を。

カセットボンベ

1本で約60分使用可能

乾物

ミネラル・食物繊維の補給のために。

カセットコンロ

災害時にも温かいものを食べたい。そんな時にカセットコンロは必需品です。

1ヶ月で15~20本必要!

※1日30分~45分程度で

◎ 7日間備蓄を実現するための知恵

〈冷蔵庫・冷凍庫の食材を活用〉

冷蔵庫に食材を買い置きし、冷凍庫にもこまめに買い置き。野菜、冷凍食品等の備蓄を。

食パンの保存等は冷凍庫により長期間保存可能。

停電時、クーラーボックスや保冷剤を活用して食材の備蓄を。

※ 氷は溶かして凍結庫として活用可能。

〈ローリングストック法で備蓄した非常食を活用〉

ローリングストック法

定期的（1ヶ月に1、2度）に食べて、食べた分を買い置きし換えていく方法。食べながら購入するため、消費期限が短いレトルト食品等も非常食として扱えます。

缶づめ

野菜や果物の缶詰で栄養を。

フリーズドライ食品

（スープ類）

スープ類は食感が無い時でも摂取可能。

乾麺

（ラーメン・パスタ等）

炒め時間の短いもの。

※ 上記の日数・組み合わせは一例です。ローリングストック法等で7日分の非常食を備えておくことで安心です。

二重三重の準備が必要!! サバイバル×トイレ

◎ トイレが使えなくなった時の対策と備え

断水時

（下水道使用不可）

お風呂の残り湯など、溜め置きの水で直接流す。マンションなどの集合住宅の場合は、下水道の下で流さないかの確認が必要です。

4人家族の場合 約240L/日必要です。

1000L X 4 X 3日 X 100%

下水道使用不可

水洗トイレは使わず、携帯トイレなどを使用する。

◎ 備えておく非常用トイレの量

水道が復旧するまで1ヶ月以上かかる場合も考えられます。できるだけ多く用意しておきましょう。

1人1日 6回 X 家族の人数 X 7日分 = 4人家族の場合 168回分

携帯トイレや携帯トイレ、漏洩防止などを備蓄しておく。

◎ 非常用トイレを使うコツ・選ぶコツ

使うコツ

便器にゴミ袋を敷きその上から設置。非常用トイレだけを交換すれば、水が便に落ちません。

選ぶコツ

3つの機能がポイント!

- 吸収
- 消臭
- 消菌

◎ 備えておく便利なトイレグッズ

- 消毒薬
- ウェットティッシュ
- 消臭剤
- トイレ用ペーパー
- おしりふき
- 保管用密閉袋
- 除菌洗剤
- LEDランタン

◎ 非常用トイレが足りなくなったら

ゴミ袋+新聞紙

ゴミ袋や新聞紙などを活用して、便器に工夫をして使用する。

◎ 家の便器が使えないときは

ダンボールトイレ

ダンボールなどを利用して、簡易的なトイレをつくる。

生命（生活）をまもる人材の育成講座：永田宏和 テキスト

たくさんのファミリーで賑わう 楽しく学ぶ防災訓練



イザ！カエルキャラバン！
MESSAGE FROM 1995 AT KOBE

イザ！カエルキャラバンは、子どもを中心とする若いファミリー層を対象に、災害時に必要な「知識」や「技」を身につけてもらうための、全く新しいタイプの防災訓練システムです。ゲーム感覚で楽しみながら「消火」「救護」などを学べるワークショッププログラムを開発し、これらのプログラムに子どもたちや保護者を対象とするファミリー層が積極的に参加する機会や交換プログラム「かえりこぼれ」のシステムを組み込みました。このシステムによって、これまでなかなか防災訓練に参加しなかった若いファミリー層が積極的にプログラムに参加するようになりました。2005年神戸で開催された震災10周年の記念事業として立ち上げ、2006年以降は全国各地で開催され、海を渡ったインドネシアやタイ、エスワティニでも開催されています。

イザ！カエルキャラバン！の仕組み

Start

① 目的も楽しみも学びも「楽し」に
あらゆる防災訓練の中でも「楽し」に学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

Point

② 遊びながら学ぶ「楽し」に
「かえりこぼれ」を通じて、楽しみながら学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

③ 目的も楽しみも学びも「楽し」に
あらゆる防災訓練の中でも「楽し」に学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

④ 目的も楽しみも学びも「楽し」に
あらゆる防災訓練の中でも「楽し」に学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

「防災ワークショップ事例」

多岐にわたる防災ゲーム
防災訓練の中でも「楽し」に学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

防災ワークショップ
「かえりこぼれ」を通じて、楽しみながら学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

防災ワークショップ
「かえりこぼれ」を通じて、楽しみながら学ぶことで、子どもは自然と学びが身に付き、学びが楽しくなる。

イザ！カエルキャラバン！ホームページ <http://kaeru-caravan.jp>

子どもたちの生きる力を育む 避難生活体験キャンプ

災害時に必要なことは、ほぼキャンプで学べる。



**レッドベア
サバイバル
サバイバル
サバイバル**

キャンプの前半では、様々なサバイバルワークショップを体験し、災害時に役立つ知識や技を学びます。

キャンプの後半には、サバイバルワークショップで学んだ知識や技をしっかりと身につけていくのを試すドリルに挑戦します。基本スキルがあれば、知識や技をマスターした証として「バッチ」が渡されます。

ワークショップで学んだ知識や技を復習するトライアルに成功すれば、知識や技をマスターした証である「バッチ」が渡されます。

キャンプを通して、様々な種類のバッチを集めるために、子どもたちは真剣にプログラムに挑みます。

1日目

① ナット作り ② 非常食コンテスト(昼食) ③ サバイバルワークショップ ④ 夜更しごはん(夕食) ⑤ キャンプファイター ⑥ 就寝

2日目

① 朝顔/サバイバル体験 ② 朝顔/サバイバル体験 ③ ロープワークチャレンジ ④ サバイバルキャンプ(昼食) ⑤ 就寝

<http://red-bear.org/>

NPO法人プラス・アーツ 地震ITSUMO講座 概要

4. 防災グッズ - 自宅生活お役立ち 10品目確認クイズ

家庭内に常備しておくべき防災グッズ 10品目とは？—確認クイズ形式でそれら 10品目を覚えてもらうとともに、それぞれのグッズにまつわる最新の防災情報をあわせて伝えるプログラムです。大地震が起こると避難所に人が殺到し、収容しきれないことが想定されています。地震後1週間を自宅で自由過ごすために必要な防災グッズを、用途と共に紹介する実用的なプログラムです。



5. 災害時の連絡方法

災害時の安否確認に必要な各種連絡方法は、あの手この手をしっかりと覚えておくことが重要です。ツイッターやフェイスブックなど SNS も有効であることは東日本大震災や海外の大震災で実証されていますが、一部の利用者に限られていることは否めません。比較的に一般的な「災害用伝言ダイヤル(171)」や「災害用伝言板サービス」「災害用ブロードバンド伝言板」といった連絡方法をその細部まできちんと知ったうえで使えるように準備しておくことが重要です。このプログラムでは、あまり知られていないそれぞれの連絡方法の特徴をクイズ形式で確認していきます。



6. 災害時のトイレ

過去の災害において、避難先状況に陥ったトイレ問題について解説します。共用のトイレはすぐに汚れていってしまうこと、管理が行き届かず不衛生になりがちです。家庭で備蓄できる携帯トイレや身辺なものであるトイレのつくり方など、いざという時に備えておきたい対策についてお伝えします。



7. 災害時の食料

先日中央防災会議が発表した南海トラフ巨大地震対策の最終報告の中で、家庭の備蓄を「1週間以上」の量にすることが推奨されました。これまでの「3日分」を大きく上回る備蓄を実現するために、今回は特に「食糧や水の備蓄」にスポットを当て、日々の暮らしの中でできる備蓄の仕方を紹介します。



NPO法人プラス・アーツ 地震ITSUMO講座 概要

参加費：防災テキストブック&マニュアルブック

講座で伝えた知識や技をまとめたツールを参加費として参加者にお渡しします。講座で覚えたことを、家庭や職場でおさらいすることができ、実践につながるためのツールです。




●所要時間の目安

- ★最低限コース = 3テーマ実施 約1時間~1時間半程度
- ★標準コース = 4~6テーマ実施 約2時間程度
- ★充実コース = 全てのテーマを実施 約3時間程度

災害時における避難の課題と対策

杉木 直

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系

1

災害時における避難の課題と対策

杉木 直

豊橋技術科学大学
建築・都市システム学系 准教授

2

本日の講座内容

- 1.東日本大震災時の避難実態
- 2.逃げることができない人の心理
- 3.防災教育
- 4.避難シミュレーション

3

1.東日本大震災時の避難実態

①東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 調査地域：青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県
太平洋側62市町村
- 調査対象：浸水区域内に居住している個人（約60万人）より約1.5%でサンプリング（9,574人）
- 調査時期：2011年9月下旬～12月末
- 調査方法：調査員によるヒアリング方式

②「東日本大震災」調査結果（株式会社ウェザーニューズ）

- 調査地域：全国、被災地（青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県）の沿岸
- 調査対象：全国88,604人、被災地9,316人
- 調査時期：2011年3月14日～4月10日
- 調査方法：Web、携帯サイト、スマホアプリでのアンケート

4

1.東日本大震災時の避難実態

◆津波（最大波）到達までの避難行動の有無

津波（最大波）到達までの避難の有無について
（対象：4,421人）

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 津波が来る前に避難行動を開始した人は全体の約6割、約4割は到達までに避難行動を開始できなかった

5

1.東日本大震災時の避難実態

◆避難開始時刻と行動

津波（最大波）到達までの避難行動の有無について
（対象：4,421人、62市町村）

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 避難の用意、避難を目的とした行動が地震発生直後が多い
- 一方で家族、親戚、知人の探索や被害状況確認のための行動も多く、直後で約4割、30分経過後でも約1割を占める

7

1.東日本大震災時の避難実態

◆津波からの避難開始までの時間

津波（最大波）到達までの避難の有無について
（対象：2,769人、5,199市町村）

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 津波が来る前に避難行動を開始した人の約8割は30分以内に避難を開始
- 地震発生10分経過後は2度目以降の避難を開始した人が増加

6

1.東日本大震災時の避難実態

◆津波からの避難行動以前の行動目的

津波（最大波）到達までの行動目的（平均値）
（対象：2,769人、5,199市町村）

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 家族、親戚、知人の安否確認（様子見）が約3割を占める

8

1.東日本大震災時の避難実態

◆年齢と避難時の交通手段

避難時 移動手段分布（全体）
（津波（最大波）到達直前の避難のみ 対象：2,769人、2,769市町村）

年齢	徒歩	自転車	バイク	車	その他
全年代	45.4%	1.1%	0.0%	51.2%	0.0%
10代	59.3%	0.8%	0.0%	44.7%	0.0%
20代	40.0%	1.0%	0.1%	48.0%	0.0%
30代	43.2%	1.2%	1.0%	53.6%	0.0%
40代	40.2%	0.2%	0.2%	53.2%	0.0%
50代	38.8%	1.5%	0.2%	57.8%	0.0%
60代	38.7%	1.4%	0.0%	60.0%	1.4%

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 徒歩と車による避難がほぼ半々
- 若い人ほど車で避難した割合が高い

1.東日本大震災時の避難実態

◆避難所要時間と避難速度

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 避難所要時間は徒歩は平均11.2分、車は平均16.2分
- 避難速度は、徒歩は平均2.3km/h、車は平均9.0km/h

1.東日本大震災時の避難実態

◆地震発生から津波発生の情報を確認するまでの時間

<全国>

- 全国平均：16.6分
- 海岸近くに住む人の平均：16.1分

<被災地>

- 被害が多く発生したエリアの平均：平均16.4分

資料：「東日本大震災」調査結果（株式会社ウェザーニューズ）

- 情報確認までの時間は全国、被災地ともに16分程度
 - 津波到達時間は早いところでは15～20分
 - 情報を知ってから逃げても間に合わない
 - 迅速な避難行動の開始が重要
- 女性より男性、年齢が高いほど情報入手までの時間が短い傾向

1.東日本大震災時の避難実態

◆避難路の問題点

資料：東日本大震災の津波被災状況調査結果（国土交通省）

- 「信号が点灯してなかった」、「渋滞して車が動けない状態だった」との回答が多い

1.東日本大震災時の避難実態

◆津波情報の入手手段

資料：「東日本大震災」調査結果（株式会社ウェザーニューズ）

- 全国では約5割がテレビより津波情報入手
- 被災地ではラジオの割合が増加、青森・岩手・宮城では最も多い
- 年齢が高いほど携帯メール、年齢が低いほど携帯サイトの利用率が高い傾向

1.東日本大震災時の避難実態

◆大津波警報・津波警報の発表を受けての行動

資料：「東日本大震災」調査結果（株式会社ウェザーニューズ）

- 海岸近くに住む人の45%、被災地の33%が退避行動に移れず
- 全国の8%、被災地の13%が「発表されていたことを知らなかった」→情報伝達の課題

1.東日本大震災時の避難実態

◆東日本大震災ではなぜ多くの犠牲者がでたのか？

- 想定に縛られ、十分な避難をしなかった
 - 過去の津波では大丈夫だった
 - ハザードマップの浸水想定区域外は安全
 - 防潮堤があるから大丈夫
- 身体的理由により避難することができなかった
 - 高齢者の死に割合が高い理由
 - 高齢者をはじめとする災害時要支援者の避難に関する課題
- 状況的に避難することができなかった
 - 警察官、消防署・消防団員、行政職員、鉄道事業者等
 - 介護施設職員、要介護者を抱える家族
 - 災害時要支援者の避難を支援する人々の命を守る方策の必要性

資料：片田敏季「人が死なない防災」

1.東日本大震災時の避難実態

◆東日本大震災の被災状況

資料：内閣府 防災白書 2011

- 東日本大震災における死因の9割以上が津波による溺死
- 人口構成に対する60歳以上の死者割合が非常に高い

2.逃げるできない人の心理

正常化の偏見

+

認知不協和

+

情報収集行動

↓

逃げない住民

2.逃げるができない人の心理 17

◆2003年宮城県沖地震時の気仙沼市民の避難行動

- ・気仙沼は明治三陸津波（1896年）で512人の死者、昭和三陸津波（1933年）、チリ津波（1960年）でも犠牲者を出し、住民の防災意識は非常に高い地域
- ・2003年宮城県沖地震：震度5強
→12分後に津波被害の恐れなしとの情報が発表されるまでは、情報がない空白の時間が存在
- ・住民の避難状況

避難した81%
避難しなかった19%

津波による被害を避けるため 23%
津波による被害を避けるため 21%
地震の揺れが怖くつぎに 32%
命を奪うと 12%
加齢後の被害を避けるため 7%
近所の人たちが避難するのを見て 0.0%

資料：片田敬孝「人が死なない防災」

2.逃げるができない人の心理 19

◆認知不協和

- ：矛盾する二つの認知をした場合に自分にとって不都合な方の認知を変えようとする心理
- ・避難勧告が発令されたら避難しなければならないことは誰でも知っている
- ↓
- ・実際に避難勧告が出ると、「今がその時」とは思えない
- ・頭では理解しているが、行動が伴わない
- ↓
- ・このような状況下での人間の行動
：逃げていない自分を正当化する理由を探す
→簡単に見つかる
前の津波警報・避難勧告の時も津波は来なかった、隣も逃げていない、テレビで何の情報も流れていない

2.逃げるができない人の心理 18

◆正常化の偏見

：人間を行動に移させない非常に基本的な要因の一つ
→人は死を前提にものを考えない

地震時、津波を恐らうか?
思い浮かべた 19%
思い浮かべた 87%

津波は来ると思ったか?
来ないと75%
来る可能性は低いと 20%
来ると思った 27%
来る可能性は高いと 38%

仮に津波が襲来した場合、身に危険が及ぶと思っただろうか?
身に危険が及ぶと思っただろうか 11%
身に危険が及ぶ可能性が高いと思っただろうか 24%
身に危険が及ぶ可能性が低いと思っただろうか 20%
どちらともいえない 21%

資料：片田敬孝「人が死なない防災」

- ・大半の人が津波が来るかもしれないと思っていた
- ・しかし、自分の身の危険を感じているのは約3割

2.逃げるができない人の心理 20

◆情報収集行動

- ：不安を打ち消すために情報を取得しようとするため避難行動に移ることができない
- ・大丈夫であると自信を持って逃げなかったのではなく、不安でしようがない
- ↓
- ・情報を取得しようとする
：津波が来るならテレビが教えてくれるはず
：津波の恐れなしとの情報が流れるまでテレビの前で待っている状態
- ↓
- ・実際に津波が来る状況下では、非常に危険な行動

地震直後に取らなかった情報
津波 41%
地震 29%
その他 28%

資料：片田敬孝「人が死なない防災」

2.逃げるができない人の心理 21

◆避難率優先者の必要性

- ・では、どうゆう状況であれば逃げたか?
↓
- ・近所の人たちが避難しているのを見たら：64%
- ・町内会役員や近所の人が逃げるぞと声をかけてくれたら：73%
- 資料：片田敬孝「人が死なない防災」
- ・「今がその時」と思えない状況下で、率先して「逃げるぞ!」という避難率優先者がいることで避難率は大きく向上する
- ・地域防災、自主防災組織などにおいて、「行動を起こす人」を作ることの重要性

3.防災教育 23

◆「釜石の奇跡」に学ぶ防災教育のポイント

- ①災害現象の正しい理解
 - ・津波は波ではない
→海水面が10m程度持ち上げられる海からの大洪水
- ②想定にとらわれない
 - ・東日本大震災時の津波は「想定外」だったのか?
：「あり得ることとしての想定」と、防災行政における想定の違い
 - ・隙隙のない大災害を「想定」することは無意味
 - ・世界一の防波堤である「港口防波堤」による防災意識の低下
 - ・鶴住居小学校や、当初の避難場所は津波ハザードマップ上では津波浸水想定区域外

3.防災教育 22

◆東日本大震災時における「釜石の奇跡」

- ・群馬大学（現：東京大学）の片田敬孝教授による大震災以前の数年間にわたる釜石市での津波防災教育
→小中高生のほとんどが地震発生直後に率先して避難し、多くの子供たちの命が救われた
- ・当初予定されていた避難場所（後に浸水）にたどり着いた後で、より高い場所への避難を子供たちの提案で実施し難を逃れた
- ・学校管理下の児童・生徒は全員無事、管理下になかった5名が犠牲となり、生存率は99.8%

3.防災教育 24

- ・耐震補強済みの鉄筋コンクリート3階建ての小学校の3Fに誘導したままだったら多くの犠牲者
- ・ハザードマップを「信じない」教育
：想定された一つの例であり、この通りにならない可能性を考えておかなければならない
- ・津波警報や避難勧告が当たらず、避難が空振りになったときをどうとらえるか?
・「また外れた、逃げなければよかった」
→「今回は当たらずよかった」
- ・「逃げておけばよかった」といつの日か思うことがないように

3.防災教育 25

③最善を尽くす

- いかなる状況下においても最善を尽くすことしかできない
→自然の摂理に向かい合う謙虚な姿勢
- 「ごさいしょの里」（あらかじめ決められていた避難所）
→介護福祉施設→国道45号沿いの石材店とより安全な場所への避難を続けたことによりぎりぎり生き延びた

④避難率先者としての役割

- 「津波が来るぞ！逃げるぞ！」とあって率先避難者の役割を果たした釜石東中学校のサッカー部員
→他の中学生が避難→それを見た小学生が避難
→子供たちが逃げるのを見た高齢者が逃げた
- 「正常化の偏見」ととらわれてしまう人間の心理を、「集団同調」の心理で打破

3.防災教育 26

⑤子供を通じて親を巻き込む教育

- 学校での教育→家に帰って親子で避難を考える機会
- 「津波でんでんこ」の実践
 - 津波の時は点でばらばらに逃げる
 - 家族の絆がかえって被害を大きくする
 - 子供から親に「僕は絶対に避難するから、お父さん、お母さんも必ず避難してね」と伝える
→家族間の信頼の形成

⑥自然の恵みの享受とリスク

- 豊富な海産資源を糧として、海沿いの街で生計を立てるということは、同時にその場所でのリスクを受けること

4.避難シミュレーション 27

◆避難シミュレーションの目的

- 避難計画の検証
：避難所、津波避難ビル、避難路
- 多様な想定状況下での避難の実行可否
：被災規模、発災時間帯（昼間、夜間）、季節
- 各人がとる避難行動の結果の理解
：避難開始のタイミング、避難手段

4.避難シミュレーション 28

◆豊橋市を対象とした津波避難シミュレーションの構築事例

- 自動車による避難
東日本大震災以降、自動車による避難が容認された
↓
交通渋滞が発生し、円滑に避難できない可能性がある
- 避難者がどのような世帯に所属しているかを考慮
所属する世帯の構成により避難手段や避難速度が異なる
：高齢者のみ世帯、高齢者と若い人が同居している世帯、子供がいる世帯

4.避難シミュレーション 29

◆検討フロー

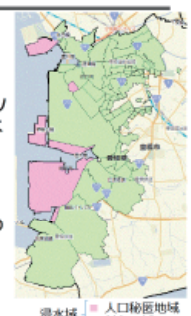
```

    graph TD
      A[世帯マイクロデータの作成] --> B[津波避難シミュレーションの実行]
      B --> C[シミュレーション結果の分析]
    
```

4.避難シミュレーション 31

◆世帯マイクロデータ推計に用いるデータと対象地域

- 世帯サンプルデータ
平成23年第5回中京都市圏パーソントリップ調査の世帯票データより世帯属性、個人属性のデータ
- 周辺分布データ
平成22年国勢調査データの性別年齢階層別人口、人員別世帯数のデータ
- 対象地域
豊橋市の津波浸水地域のうち、人口秘匿地域ではないゾーン



4.避難シミュレーション 30

◆世帯マイクロデータ推計手法

- 所属世帯の情報を含むデータが必要
→世帯マイクロデータ推定

```

    graph TD
      A[世帯サンプルデータ] --> B[各世帯構成員の性別、年齢、続柄]
      C[周辺分布データ  
人員別世帯数] --> B
      B --> D{周辺条件を満たしている}
      D -- YES --> E[世帯マイクロデータ]
      D -- NO --> C
    
```

4.避難シミュレーション 32

◆世帯マイクロデータ推定結果の一例

世帯人員数	本人・男	子・男	子・女	孫・男	孫・女	父	母	その他・男	その他・女
2	35	35							35
2	75	75							70
3	50	50							45 20
3	20	20							25 55
3	70	70							60 30

65歳以上を高齢者と定義

世帯構成による区分
 ●非高齢者のみ世帯
 ●高齢者のみ世帯
 ●高齢者と非高齢者からなる世帯

100mメッシュごとに分割し避難シミュレーションの基礎データとして利用

4.避難シミュレーション 33

◆避難手段別シミュレーション手法

- ・ 徒歩避難
各出发点から最寄りの避難所までの最短経路で避難
徒歩速度: 高齢者 0.94km/h
非高齢者 2.34km/h
- ・ 自動車避難
前方車の有無によって行動を変えるマルチエージェントシミュレーション
交通渋滞を考慮した最寄りの避難所までの最短経路で避難
非渋滞時の走行速度: 30km/h

4.避難シミュレーション 35

◆シミュレーションケースの設定

ケースNo	徒歩	自動車
ケース1	高齢者のみ世帯	非高齢者のみ世帯 + 高齢者と非高齢者からなる世帯
ケース2	高齢者のみ世帯 + 非高齢者のみ世帯	高齢者と非高齢者からなる世帯

◆避難開始時間の設定

- ・ 東日本大震災時の避難開始時間分布に基づき車両を発生

資料：東日本大震災「津波被災状況調査結果」より

4.避難シミュレーション 34

◆出发点及び避難所の設定

- ・ 出发点：100mメッシュの重心座標
- ・ 避難所：豊橋市が定める避難所および津波避難ビル

4.避難シミュレーション 36

◆シミュレーションの様子

- ・ 避難世帯数 非高齢者のみ世帯 13,523世帯 高齢者と非高齢者からなる世帯 12,272世帯

4.避難シミュレーション 37

◆自動車避難の結果

- ・ 20分から25分にかけて大幅に台数が減少しており渋滞が発生していると考えられる
- ・ 分布形がほぼ同じであるため、特定の箇所や時間帯で渋滞が発生するものと考えられる
- ・ 高齢者と非高齢者からなる世帯では、ケース1の避難完了数が736世帯少なく、有効な渋滞緩和策が必要であると考えられる

4.避難シミュレーション 39

◆累計避難割合

- ・ 高齢者の避難割合が40%以下であり、徒歩による避難は現実的でない
→ 自動車による避難を行えるよう地域でのルールづくりが必要
- ・ ケースによる避難割合には数%の違いが生じなかった
→ 避難所の容量や道路閉塞を考慮すると避難割合に差がでる可能性有

4.避難シミュレーション 38

◆メッシュ別避難割合

- ・ 南側地域の避難割合が著しく低く、新たな避難所を設置する必要がある

4.避難シミュレーション 40

◆今後の改良の方向性

- ・ 高齢者の免許や自動車の保有率
- ・ 避難所の設置位置や収容人数、収容車両台数
- ・ 建物倒壊による道路閉塞
- ・ 自動車の存在による歩行速度への影響
- ・ より詳細な避難者分布の推定
 - ・ 建物データの利用
 - ・ 居住する住宅のタイプ
- ・ 地震発生時刻によって異なる人口分布の推定

4. 避難シミュレーション

41

◆地域におけるルール作りへの活用

- 車で逃げる必要がある人と世帯
/車で逃げなくても避難可能な人と世帯
- 近所に住む高齢者を乗せて避難するという選択と
仕組み作り
- どこに逃げるのが安全か？
- 1次避難から2次避難への移行

自主避難の課題：近年の
災害の状況をふまえて

本塚 智貴
人と防災未来センター

平成29年度東三河防災カレッジ

自主避難の課題

近年の災害の状況をふまえて

2018.2.1
人と防災未来センター
主任研究員 本塚 智貴

益城町の災害対応 益城町の被害状況

表1. 熊本地震による人的被害

	熊本地震	益城町	熊本地震に占める比率
死者	248	40	16.1%
行方不明者	0	0	0.0%
重傷者	1,185	134	11.3%
軽傷者	1,550	31	2.0%

表2. 熊本地震による益城町の家屋被害状況(種数ベース)

町内の住宅総数(棟)	被害状況		
	大規模	半壊	一部壊壊
10,742	3,009	791	2,442
	28.2%	7.4%	22.7%

表3. 熊本地震による益城町の家屋被害状況(罹災証明書交付件数ベース)

罹災証明書交付総数(件)	罹災区分別内訳		
	大規模	半壊	一部壊壊
12,370	2,545	1,007	2,887
	20.7%	8.1%	23.3%

図1. 熊本地震による益城町の家屋被害状況

参考文献: 益城町「平成20年前半地震被害益城町による対応の検証報告書」(1429年11月)

益城町の災害対応 益城町の被害状況

- 熊本県の全体での概況
県全体で最大避難者183,882人、避難所6,241箇所(4/17)
- 益城町における避難所課題
想定外の避難者発生、避難施設被災
→ 安全・公益性の高い施設へ避難
益城町避難者数(県本部会議資料より)
ピーク時避難者: 18,050人/10カ所(1,805人/1カ所 (4/17, 14:30))
避難所収容想定: 7,200人/16カ所(450人/1カ所)
指定避難所: 12カ所(被災前より避難所に指定)
小学校、保育所、総合体育館等の町施設、安全確認できず、遅れて開設
後指定避難所: 10カ所(被災後に避難所に指定)
県施設や民間施設に避難者: 避難所指定し町職員を派遣→救助法対象

指定避難所以外の避難所: 26カ所(避難所状態になったが避難所指定なし)
→ 地区公民館や自治施設、福祉施設等の施設内・敷地内

益城町の災害対応 益城町の被害状況

表4. 益城町における町有建築物の耐震化の現状(1429年度)

町有建築物	総数	新耐震基準	旧耐震基準	未耐震	未調査	耐震性有	耐震性無
特定建築物	90	63	27	12	10	85	84.4%
特定建築物以外	35	25	10	5	4	34	87.1%
総合運動場	1	0	1	0	0	0	0.0%
小中学校	13	7	6	2	4	13	100.0%

表5. 住宅の耐震化の現状(1429年度)

	総数	新耐震基準	旧耐震基準	未耐震	未調査	耐震性有	耐震性無
戸建	9050	5182	4488	800	582	5882	65.0%
共同住宅	400	328	72	0	283	383	95.8%
計	10050	5510	4560	800	865	6265	62.3%

→ 小中学校は耐震性が確保されていた
特定建築物では「中央公民館」のみ耐震性が確保されておらず

参考: 益城町「益城町建築物耐震改修促進計画」1424

益城町の災害対応 益城町の被害状況

小中学校の被害状況
校舎→EXPJ破損、上下水道管破損、建具変形による開閉不良(共通)
広安小学校 給食到着場、図工室等昇降口傾斜、相撲場倒壊
広安西小学校 土間、階段のひび割れ、遊廊下陥没、段差、照明破損
雄野小学校 土間、階段のひび割れ、外部モルタル破損
津森小学校 土間、階段のひび割れ、内外部モルタル破損
益城中央小学校 ガラス22枚破損、管理棟昇降口前柱脚破損、相撲場倒壊
益城中学校 増築した普通教室棟傾斜、遊廊下破損、土間、階段のひび割れ、校舎周辺の地盤陥没
木山中学校 遊廊下破損、土間、階段のひび割れ、モルタルの浮き

体育館
広安小学校 天井ジョイント金物外れ、床中央沈み
広安西小学校 屋根面ブレースゆるみ、外壁クラック
雄野小学校 特になし
津森小学校 ブレース全体変形、天井ボード落下、外壁ボード割れ
益城中央小学校 外壁目地埋めモルタル破損、レール等変形
益城中学校 水平ブレース変形、ステージ天井破損、校舎との遊廊下破損
木山中学校 壁面鉄骨ブレース変形、照明カバー外れ

益城町の災害対応 益城町の被害状況

町立生涯学習・スポーツ施設等の状況
益城町公民館 講堂の天井崩落、外構傾倒
四葉婦人記念館 施設半壊、ガラスケース全壊、一部資料破損
益城町文化会館 事務所部分傾倒、外構及び東側法面崩壊、ホワイエ天井破損
ミナテラス 施設周辺地盤沈下、内壁に亀裂多数、図書館内照明落下
保健福祉センター 建物周辺地盤沈下、外壁クラック、排水側溝破損、内壁石膏ボードクラック、雨水・下水管破損、窓サッシの歪み、東側法面土止めモルタル破損
男女共同参画センター 敷地内地盤陥没複数、外壁・内壁クラック、玄関ガラス戸破損、体育館フロア全面陥没、ガス配管破損、上下水道管破損、建具変形
益城町総合体育館 メインアリーナ天井部材等崩壊、施設周辺地盤沈下、給排水設備破損
総合運動公園 トラック亀裂、サッカー場内隆起、テニスコート隆起/陥没
益城町町民体育館 天井部分崩落、2階ガラス破損
益城町町長グラウンド ナイター照明倒壊、液状化
津森町長グラウンド 倒壊家屋が進入路を塞ぐ、グラウンド内にひび割れ
雄野町長グラウンド 特になし
福田町長グラウンド グラウンド内にひび割れ、法面崩壊
広安町長第1グラウンド 法面の地割れ、崩壊
その他、公園にも被害者

益城町の災害対応 益城町の被害状況

- インフラ・ライフラインの被害
- 1) 道路
町道の全長212,109mのうち、35,560mに損壊(約17%)
里道・水路の被害は、13,090m
河川堤防の損壊、地盤沈下、倒壊家屋による閉塞も
- 2) 上・下水道
町内全域にわたり被害、町浄化センターも被災
上水道復旧(5月25日)、下水道復旧(5月20日)
- 3) 電気
町内全域で停電、仮復旧に5日間程度(4月19日に停電解消)
電源車の横転や電柱倒壊の被害も
通電火災防止等の理由から復電させていない事例も
- 4) 電話
携帯電話も発災当初は混雑、不通もあったが早期に復旧
公衆無線LANサービス(wifi00000.JAPAN)の無料開放も実施(4月15日)
- 5) ガス
都市ガス(4月30日)、プロパンガス(安全センサー解除ですぐに復旧)

益城町の災害対応 避難所

表6. 益城町地域防災計画上の避難所 7,260名/33,000人、14箇所

避難対象地区	第1避難所		第2避難所		第3避難所	
	避難所名	収容人員	避難所名	収容人員	避難所名	収容人員
熊野	公民館熊野分館	200	熊野小学校	500	第2保育所	100
広安	広安西小学校	1000	広安小学校	1000	保健福祉センター	300
小室	ひろやす児童館	200				
木山	益城町総合体育館	2000	益城町公民館	400	益城幼稚園	100
福田	公民館福田分館	200	第3保育所	100	益城町総合体育館	2000
津森	公民館津森分館	200	津森小学校	500	第3保育所	100
その他	益城町役場	100				

表7. 4月16日 本震前の避難所の使用状況

避難対象地区	第1避難所		第2避難所		第3避難所	
	避難所名	使用状況	避難所名	使用状況	避難所名	使用状況
熊野	公民館熊野分館	使用せず	熊野小学校(庫中)	体育館使用せず	第2保育所	使用せず
広安	広安西小学校	使用	広安小学校(庫中)	体育館使用せず	保健福祉センター	使用
小室	ひろやす児童館	使用せず				
木山	益城町総合体育館	アリーナ	益城町公民館	一部壊壊	益城幼稚園	使用せず
福田	公民館福田分館	使用せず	第3保育所	使用せず	益城町総合体育館	アリーナ
津森	公民館津森分館	使用せず	津森小学校	使用せず	第3保育所	使用せず
その他	益城町役場	x	ミナテラス	使用	グランメッセ熊本	使用

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

益城町の災害対応 避難所

表8. 4月21日の避難者数 7,346名/33,000人 10箇所

避難対象地区	第1避難所	第2避難所	第3避難所
避難所名	収容人員	避難所名	収容人員
飯野	公民館飯野分館	飯野小学校	第2保育所
広安	広安小学校	広安小学校	保健福祉センター
小峯	ひらやす児童館		
木山	益城町総合体育館	益城町公民館	益城幼稚園
福田	公民館福田分館	第5保育所	第5保育所
津森	公民館津森分館	津森小学校	第3保育所
その他	ホテルエミナス	中央小学校	ホテルエミナス
	2000	250	2000

→ 避難者数は最大で16,050人(4/17)
事前指定でない避難所(一部見指定)に約60%の避難者が避難
ホテルエミナスとの交渉は区長が行う

益城町の避難所位置と避難者数(最大)

益城町の避難所で見えた課題

- 行政職員主体の運営
避難者の自主運営に移せない
→ 行政職員が役場に不在
- 避難所環境の改善の難しさ
一度、避難してしまうと移動が困難
避難所内の人間関係など
- 多様な個人ニーズの存在
ペット同伴避難、車中泊

指定外避難所や軒先避難者への対応

災害のためのコミュニティである
自主防災組織は災害時に機能せず

日常の延長にある
自治会が被災者への物資配給の要となった

→ 災害は日常の延長線上にある

指定外避難所や軒先避難者への対応

消防団の活躍

- 避難所運営
- 夜警
- 初期の被害状況把握
- 物資の配給(ポンプ車の活用)
- (24時間届く)支援物資の受け取り

災害時の役割が決まっていた??

過去の災害からの課題と取り組み

- 過去の災害での状況・課題
 - 阪神・淡路大震災: 4割は事前指定の避難所以外の避難所
→ 公共施設、公園、駐車場、空地、公営住宅、個人住宅、ホテル、社宅など
 - 新潟中越地震: 屋外避難者の発生と震災関連死亡
→ エコノミークラス症候群
 - 東日本大震災: 避難所の劣悪環境と震災関連死亡
 - 熊本地震: 移動する避難者への対応
車中泊と情報を元に支援を求めて移動する避難者
- 現在の全国的な取り組み状況
 - 指定緊急避難場所・指定避難所の見直し
 - 避難所の生活環境対策、避難所運営ガイドライン

熊本地震以前の避難所課題

日	イベント	直接死	関連死
1995.01.17	阪神・淡路大震災	5,500	900
2004.10.23	中越地震	16	52
2007.07.16	中越沖地震	11	4
2011.03.11	東日本大震災	16,000	3,500
2011.03.12	長野県北部地震	0	3
2016.04.14	熊本地震	50	189

→ 災害による直接死より間接死(災害関連死)が増えている

熊本地震の関連死は約8割が高齢者

自主設置型の仮設災害対応拠点におけるアダプティブ・ガバナンス

インドネシアのPOSKOを事例として

写真出典 山本 博之、インドネシア被災地の現状と今後の課題：津波後のアジェに見る外部社会と被災社会の交わりの形、国立民族学博物館調査報告 19, pp.71-82, 2017.12.24

17 研究の背景

■ 災害対応とアダプティブ・ガバナンス

災害後対応においても、**固定的な主体が固定的な価値観で対応するのではなく、短期間社会側の仕組みを順応的に変化させ、多様な主体が協働することによって災害後対応が可能なのでは？**

本研究におけるアダプティブ・ガバナンスの定義

自然災害による自然および社会環境の変化に対して、人々が適応しつつ、試行錯誤しながら様々な主体が関わり順応的に対応を行うこと

18 研究の背景

■ 有事に臨機応変に対応できるような仕組み

災害に対して無防備でいるのではなく、事前に何らかの備えをしておくことは重要
+
事後の柔軟な災害対応が可能
↓
災害に対してレジリエントな社会

国外に目を向けると、日本と同じく自然災害が頻発しているインドネシアにおいて、様々な自然災害時に事前の準備的なものではなく、事後の対応が見られる

災害多発国で、こうした**事後の対応**が**広範囲**で行われているということは、注目に値するのでは？

19 研究の背景

■ 自主設置型の仮設災害対応拠点

災害の種類に関係なく『POSKO』と呼ばれる拠点を設置
『POSKO』はインドネシア語の『Pos』(拠点)と『Komando』(命令/指令)の合成語とされており、元は、インドネシア軍の指令本部

災害時だけでなく選挙や地域の祭りなど何らかの出来事が発生した際に、**主体となる個人・組織によって自主的に設置される仮設の拠点**であり、とくに災害対応拠点としての側面が知られている

看板を掲げるだけで『POSKO』として認識されており、仮設の災害対応拠点として利用されている

写真名: 災害時に設置されたPOSKO (10/12)
http://www.liputan6.com/71822/indonesia-selaku-kegiatan-pengelolaan-bencana.html
写真名: Lebaran時に設置されたPOSKO (10/12)
http://sekondopasar.wordpress.com/2012/06/

20 研究の背景

■ 自主設置型の仮設災害対応拠点

災害対応の場としては、**場所、空間、設置者・運営者**も定まっておらず、一見いいかげんなものにも見え、運営に失敗すると機能しない可能性も

しかし、むしろ定まったものがなく**仮設**のものだからこそ、多少失敗しても、形や体制を変え、増減しながら対応することも可能

スピーディに立ち上げられるこのような仮設災害対応拠点を機能させるためには、**適切な場所・空間・環境の選択とアダプティブ・ガバナンスが重要**なのでは？

図: POSKOの特徴

21 研究の背景

■ 研究上の課題

研究目的: 災害対応のレジリエンス課題に対する自主設置型の仮設災害対応拠点の有効性を明らかにする

I: 自主的に設置された仮設災害対応拠点としてのPOSKOのアダプティブネス

- POSKOの果たした役割
- 避難生活との対応
- 災害の種類への対応

II: 自主的に設置された仮設災害対応拠点としてのPOSKOを機能させるガバナンス

- POSKOを機能させるガバナンス
- 設置する主体の違い
- 防災体制の整備との関係

※ 研究上の課題と主要な関係

	2章	3章	4章	5章
I				
a.	POSKOの果たした役割	利用の歴史	農村(現地滞在)	都市(現地滞在)
b.	避難生活との対応	-	地震	火山噴火災害
c.	災害の種類への対応	-	地震	地震
II				
a.	POSKOを機能させるガバナンス	-	地縁組織	行政組織
b.	設置する主体の違い	-	地縁組織	行政組織
c.	防災体制の整備との関係	防災体制整備経緯	-	体制下

22 インドネシアにおける災害対応

■ インドネシアの地方行政

インドネシアには2層の地方政府が存在、第一レベルの地方政府が州 (Provinsi) その下位に第二レベルの地方政府である県 (Kabupaten) と市 (Kota) 郡 (Kecamatan) は、県・市内に置かれる行政区であり、県・市行政機構の一部区 (Kecamatan) は、郡の下に置かれる行政区であり県・市行政機構の一部

村 (Desa)

基本的に農村部に存在するもので、都市部にはほとんど存在しない
区の担行政機能に代わる、地縁的・慣習的なコミュニティであり、地方自治体はないが「固有な自治」が認められた単位
村は複数の集落 (Pemukuhun) で、集落は RT/RW によって構成されている

RT (Rukun Tetangga), RW (Rukun Warga) : (日本の隣組、町内会に相当)
RTはおよそ30~50世帯、RWはおよそ6~15のRTで構成
RTは、日常生活における地縁組織の1つで、RTの組長は市役所の窓口業務を担い、出生、死亡届、居住証明書を管理する
RTでは日常的に道路や溝の掃除、夜警、薬剤散布、葬式の手伝い等が行われている

自治体関係組織(2000)、インドネシアの地方自治、自治体関係(2002)、『アジア・パシフィックと地球コミュニティの動向』—グローバル・2008年中心に於いて

23 インドネシアにおける災害対応

■ インドネシアの地方行政

図: インドネシアにおける行政組織と地縁組織

※ 資料提供: Badan Pusat Statistik (中央統計局) Statistik Indonesia 2007による 2006年度の調査

24 インドネシアでのPOSKO利用の歴史

■ POSKO利用の歴史

POSKOは、インドネシア軍のベースキャンプが起源とされており、1949年にはインドネシア軍の記録として、存在が確認でき、1980年代や1990年代にインドネシア国内で紛争や暴動が発生した際に、紛争者間の仲介や地域の安全確保を目的として軍や警察によってPOSKOが設置・利用されてきた

1990年代から自然災害時に設置されるようになり、2000年あたりから自然災害後のPOSKOの利用が大きく広がっており、近年の大きな自然災害の後には多くのPOSKOが設置されている

POSKOは、被災者支援の場となり、シェルターや共同の炊事場として利用される中で、災害対応のベースキャンプとしてだけでなく、『Kordinasi』(調整)や『Koperasi』(共同)の場となり、住民共通の災害多発の手段として利用されるようになっていった

近年では、POSKOが地域住民との接点の場になり得ると判断され、選挙や祭りの際に、政党や企業といった主体が、自らの目的を達成するために設置し、利用している

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ ジャワ島中部地震の概要
 2006年5月27日：ジャワ島中部地震発生 (M6.3)
 死者： 5,700名以上
 負傷者： 37,000名以上
 倒壊家屋：約14万戸
 Canden村における住宅の倒壊率は96.3%
 被災者は自宅が全壊しても自宅周辺に留まり
 現地復興がなされた

2006年10月初頭（震災の4ヶ月後）：
 POKMASとよばれるグループごとに、
 インドネシア政府による住宅再建支援が交付され
 はじめ、共同作業による住宅再建が始まる
 2007年5月（震災後およそ1年）：
 被害を受けた住宅の6割の修復および再建が完了

一 集落が壊滅的な被害を受け、住む場所を失った
 状態で、どのように被災 地に留まり、支援を
 受け、生活を継続することが出来たのだろうか

写真：被災直後の様子 (Ibo Priyanto撮影)




図 被災直後の様子 (Ibo Priyanto撮影)

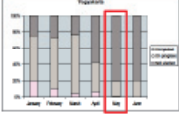


図 被災直後の様子 (Ibo Priyanto撮影)

Source: TTN Monthly Report, June 2007

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ Canden村の概要
 Yogyakarta特別州 Bantul県 Jetis郡 Canden村
 立地：ジャワ島中部Yogyakarta市の南約10km
 → ジャワ島中部地震で被害の大きかった地域の1つ
 面積：約5.4km²
 人口：11,407人、世帯数3,245世帯
 Canden村は15の集落(Pedukuhan)で構成
 1つの集落は4-6のRTで構成

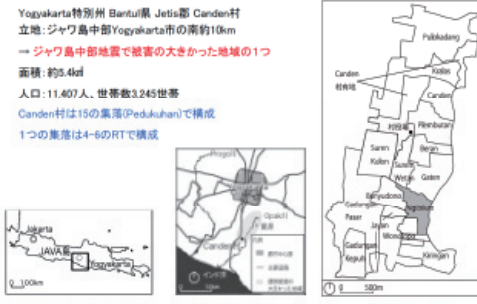


図 ジャワ島中部地震の震源と被災対象地の位置

図 Canden村と各集落の位置関係

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOの設置場所
 村レベルで1ヶ所、集落レベルでは63ヶ所の
 計64ヶ所のPOSKOを設置

POSKOには、POSKO UtamaとPOSKO RTがある

POSKO Utama：村・集落のPOSKOを統括
 POSKO RT：RTレベルのPOSKO

POSKO RTは1つのRTもしくは複数のRTごとに設
 置

十分な広さがあり、支援を受け集落内への支援の
 分配のしやすい道路沿いに位置する広場や個人
 の店に設置



図 Canden村内のPOSKO分布

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOの機能

機能	POSKO Utama	POSKO RT
避難場所	○	○
診療の場	○	○
共同の炊事場	○	○
支援物資の受け取りおよび配給の場	○	○
情報集約の場	○	○
会議の場	○	○

POSKOの設置はすべての集落で初めての経験（知識はTV等で知っていた）

POSKOの主な機能としては、避難の場(SH)・診療の場(H)・共同の炊事場(K)・支援物資の受け取りおよび配給の場(Su)・情報集約の場(I)・会議の場(M)の6点
 →すべての集落において共通

機能によって利用期間が違う

機能	POSKO Utama	POSKO RT
避難場所	1-2	1-2
診療の場	1-2	1-2
共同の炊事場	1-2	1-2
支援物資の受け取りおよび配給の場	1-2	1-2
情報集約の場	1-2	1-2
会議の場	1-2	1-2

図 POSKOの設置と機能別の利用期間

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOの規模・形態

POSKOの規模/形態としては集村を利用したバラックのようなものを一時的に利用し、最終的にはテントを利用

個人住宅にPOSKOを設置した事例でも住宅だけでなく全ての事例でテントを利用

テントは集落内の個人が所持していたものやNGOや政府支援のものを利用

POSKOの規模は約100人～450人




図 POSKOの設置と機能別の利用期間

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOの運営体制

POSKO RTはそれぞれのRTのみで運営

POSKO RTを複数のRTで運営

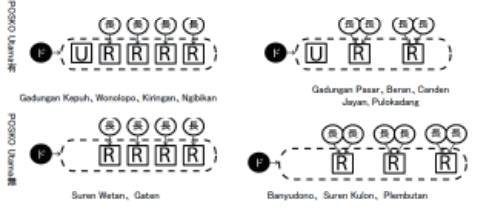


図 POSKOの運営体制

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOにおけるルール

運営者によってPOSKO内でのルールを定めているPOSKOがほとんど

Canden集落とKiringan集落を除く13集落では、
 『個人的に支援を受け取った場合は、1度POSKOに支援を入れ、POSKOから各世帯に配分する』というルール

ルールのあった13集落のうち8集落においては
 『個人的な支援の呼びかけや路上における支援の呼びかけも禁じられた

運営上の最大の問題は嫉妬であり、いかに公平に支援を配るかに注意が払われていた

集落に届けられた支援に関する情報は、ノートやボードにまとめられ、POSKOを利用する誰もが支援の内容について知ることができるように工夫しており、一部の人が支援を独占することを防ぐ

集落やRT内でお金を出し合っしてテントや必要な物資を購入したという事例もみられた

ジャワ島中部地震時のPOSKO

■ POSKOの利用期間

機能	POSKO Utama	POSKO RT
避難場所	1-2	1-2
診療の場	1-2	1-2
共同の炊事場	1-2	1-2
支援物資の受け取りおよび配給の場	1-2	1-2
情報集約の場	1-2	1-2
会議の場	1-2	1-2

POSKOの設置時期は殆どの集落において地震発生から5日以内

設置時期と各集落へ届いた最初の支援の前後関係を比較すると、POSKOがなくとも何らかの支援がすべての集落へ届いていたが公平な分配にはいたっていなかった

利用期間は、各集落およびPOSKOの機能によって違う

震災後1年ですべてのPOSKOが閉鎖

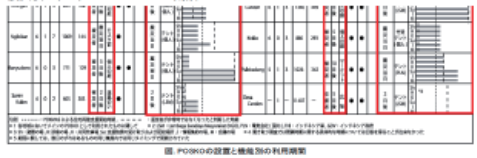


図 POSKOの設置と機能別の利用期間

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

ジャワ島中部地震時のPOSKO 33

Nglikan集落RTは、地域コミュニティ主導による集落の復興に取り組み、すべての住民による共同作業によってインドネシア政府による公約の施策が決まる前、地震から約4ヶ月に独自の形式をもった65戸の恒久住宅の再建が終了

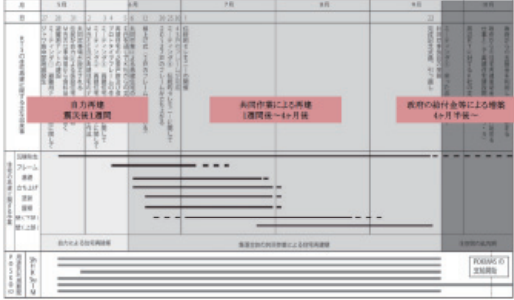
再建に関わった建築家のEko Prawoto氏によって再建過程が記録されていた



写真：再建された住宅 (Eko Prawoto撮影)


図：Nglikan集落の集落図（2010年調査時）

ジャワ島中部地震時のPOSKO 34

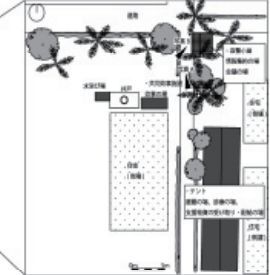


図：Nglikan集落の住宅再建過程

ジャワ島中部地震時のPOSKO 35



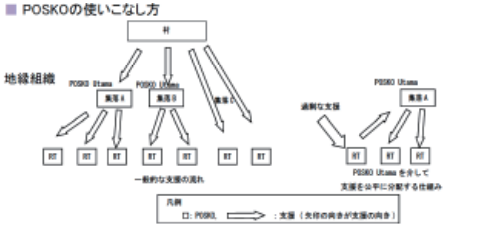
図：RTsとPOSKO RTsの位置



図：POSKO RT配置図

ジャワ島中部地震時のPOSKO 36

■ POSKOの使いこなし方



図：POSKO Utamaを介して支援を分配する仕組み

複数のPOSKOの運営に関わるドックがいることでPOSKOが連携

集落レベルのPOSKO Utamaを利用することで、異なるRTの住民間に不公平が起こらないように支援の調整をしていた

西スマトラ地震時のPOSKO 37

都市は、農村に比べ地域内のつながりが希薄となりがち
都市部での災害は、同時に多く人が被災することから地域が混乱

→ 適切な運営がなされなければ機能しない可能性のあるPOSKOは、都市部においても機能していたのか

防災体制の整備が進められており、災害後の対応にも平時からの防災組織である防災庁が大きな役割を担うことになっている

→ 2009年西スマトラ地震はインドネシアで初めて国家防災庁が主導して災害対応が行われた事例

■ 本章の目的


インドネシアにおいて全域的に都市部に大きな被害の発生したことが知られている2009年西スマトラ地震の被災地であるPadang市を対象とし、全域的に都市部に被害が発生した際のPOSKOの役割とPOSKOを機能させるガバナンスを明らかにする

西スマトラ地震時のPOSKO 38

■ 2009年西スマトラ地震の概要

Padang市は西スマトラ州の州都で、スマトラ島西部に位置する港湾町
16世紀から交易の中心地で、オランダの植民地時代に鉄道と道路が建設され急速に発展

2009年9月30日、現地時間17時16分にPadang市でM7.6の地震が発生
Padang市およびPadang市の北に位置するPadang Pariaman県において大きな人的および物的被害が発生



図：対象地と西スマトラ地震の震源

表：西スマトラ地震による被害

地名	死者	負傷者	被災者	被害総額 (千ドル)
Padang Barat	1,114	12,478	4,544	11,000
Padang Selatan	1,224	12,880	2	2
Padang Utara	2,111	20,811	11	200
Padang Barat Daya	82,717	88,489	29	120
Padang Pariaman	19,988	89,898	13,794	14,800
Padang Pariaman Barat	18,281	17,289	3	128
Padang	62,841	112,828	11,784	1,241
Padang Barat	20,111	80,841	148	100
Padang Selatan	12,828	8,841	101	10
Padang Pariaman Barat	7,848	78,218	1,248	1,048
Padang Pariaman	18,848	11,218	1,128	1,008
Padang Pariaman Barat	18,848	88,218	1,148	1,148
合計	245,848	882,818	11,648	17,100

死者1,117名、重傷者1,214名、負傷者は1,688名
約11万棟が倒壊

→ 特に、中高層の官公庁や業務商業等のビルといった近代的な建築物に多くの被害を及ぼしたことが特徴

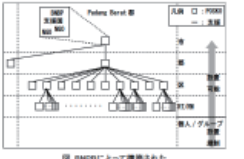
道路や電力、通信網といったインフラをはじめ、病院や学校など主要な施設が被害

給水施設にも大きな被害→断水状態

西スマトラ地震時のPOSKO 39

■ 西スマトラ州政府による災害対応と仮設災害対応拠点の設置規制

『防災法（2007）』に基づき、BNPB（国家防災庁）がインドネシア政府の代表として西スマトラ州政府と調整を行いながらも、主体的に復旧・復興計画の策定に参画し、事業自体も主体となって実施



図：BNPBによって構築されたPOSKO群の運営体制

体制が未完成的段階での被災
一斉制約りと同時進行での災害対応
→ 震後約1ヶ月を緊急フェーズとした

災害緊急時のためのガイドライン[REGULATION OF THE HEAD OF THE NATIONAL DISASTER CONTROL NUMBER 10 OF 2008]により、支援と情報の流れを1本化し、運営の違いによる支援格差を防ぐために個人やグループが自由にPOSKOを設置することを規制した
支援者であるNGO組織や各国市のPOSKO内に事務所を構えた

地震によって公的機関の建物に大きな被害が発生したことから、被災当初は行政の混乱状態が続き、政府からの支援が本格的に始まったのは被災から3日後

西スマトラ地震時のPOSKO 40

■ Padang市内に設置された災害対応拠点としてのPOSKOとその役割

■ POSKOの設置場所
BNPBが規制したこともあり、市・郡・区・RT/RWレベルのPOSKOが中心
調査範囲内で、合計120ヶ所
(Padang Barat郡内では31ヶ所)設置

規制されてはいたはずの個人/グループおよびNGO等の支援者によるPOSKOも多数設置

市レベルのPOSKO: 4ヶ所
知事宅、総合病院、Haji Agus Salim Stadium, Masjid Nurul Iman
郡レベルのPOSKO: 2ヶ所
区レベルのPOSKO(図4-3赤丸): 12ヶ所



図：Padang Barat郡内に設置されたPOSKOの位置と運営主体

Padang市では区レベルにおいて、地域コミュニティによって被災地全域をカバーするPOSKOが共通で設置されている点に注目

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

西スマトラ地震時のPOSKO

- Padang市に設置されたPOSKOを機能させるガバナンス
- 設置の際の運営者の判断
 - 区レベルのPOSKO
 - Padang Barat郡ではすべての区で区の役場に区レベルのPOSKOを設置
 - 区長の判断もしくは、各RT/RW長とのミーティングによって決定
 - ・区の役場が都市部における行政組織の末端の施設
 - ・区の住民にとって場所がよく認知されており、アクセスしやすい
 - ・物資の受け入れ・配布に便利
 - ・区の情報を集めやすい

西スマトラ地震時のPOSKO

- Padang市に設置されたPOSKOを機能させるガバナンス
- 運営者がPOSKOに求めた役割
 - 区レベルのPOSKO
 - POSKOの機能としては、炊事、会議、支援の受け入れおよび分配(物資)、医療、情報拠点(情報)の5つが挙げられ、全てのPOSKOにおいて支援の受け入れおよび分配と情報拠点としての機能が共通
 - シェルターとしての機能は、今回の調査地域では個人/グループレベルのPOSKOを除いて確認することが出来なかった
 - 一家を失った被災者の多くは自身の敷地内にテントを設置して生活
 - 被災者の受け皿としては、被災地域に多くあるモスクを一時的に利用

西スマトラ地震時のPOSKO

- 閉鎖の際の運営者の判断

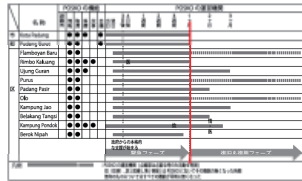


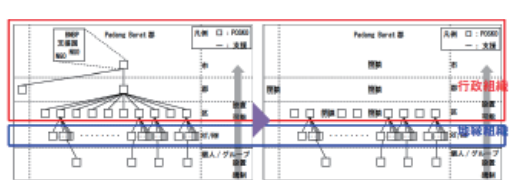
図 運営主体別のPOSKOの機能と運営体制

時期は、被災から1ヶ月後の緊急フェーズの終了とともに市レベルのPOSKOが閉鎖されたこともあり、運営機関の1つの目安
しかし、殆どの区(8/10)では市レベルのPOSKOの閉鎖後も運営者独自に状況を判断して、最長で3ヶ月あまりは運営
また、震災後1年以上たっても支援物資が区に届くことがあり、その際にPOSKOとして機能できるように体制を現在も残している地域もみられた

西スマトラ地震時のPOSKO

- 考察

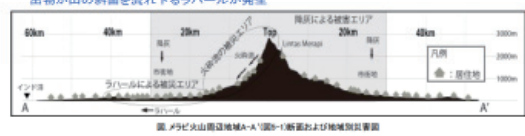
防災庁主導の災害対応が行われていたとはいえ、行政組織の末端である区では区長の判断によって、独自に状況を判断してPOSKOを運営することが可能であったと考えられる。
防災庁の定めた緊急フェーズに縛られることなく、区レベルでPOSKOが独自に運営を続け、地縁組織であるRT/RWが設置したPOSKOと連携することによって、区内の住民の状況にあわせて災害対応を行うことが可能となっていたと考えられる。



2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

- 対象地における災害による被害

2010年10月26日に噴火した。火砕流が山腹の集落を襲い、Mbah Marjanと呼ばれ信仰を集めていたメラピ火山のゲートキーパーを含む約40人が死亡した
26日以降は小康状態が続いたが、11月4日から5日にかけて最大規模の噴火をし、12月初めまで断続的な噴火を繰り返した
噴出された火山灰はYogyakartaの市街地にも降り注ぎ、空港が閉鎖される等被害は拡大した。また、インドネシアの雨期とも重なったことから大量の水分を含んだ火山灰などの噴出物が山の斜面を流れ下るラハールが発生



国土地理院HP: http://www.gsi.go.jp/cols/spacer-topik-090429-merapi_jkpa.html
1/25000現地地図
井口直人(2011)、災害レポート2010年インドネシア・メラピ火山噴火による、消防科学と情報 No.104 2011年春、pp.42-44

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

- メラピ火山の経過と避難

メラピ火山周辺地域では、防災対策が以前から行われており、火山研究観測技術センターによってモニタリングされ、緊急時に避難勧告が出されていた
2010年は、9月から火山性地震が増加し、9月20日にレベル2、10月21日にレベル3と警戒レベルを徐々に引き上げ注意が喚起されていた
10月24日には火山性地震が90回に達したことから警戒レベルを最高レベルに引き上げられ、10月25日には山頂から10kmの範囲に居住する約7万人の住民が避難
10月26日に噴火、11月3日以降は、断続的に火砕流が発生し、警戒区域は山頂から15kmまで拡大
行政は避難者の支援を効率的に行う為に、大規模な施設に公式のPOSKOを設置し、避難者を受け入れる体制を整えた
また、非公式POSKOに関しても設置場所と避難者数の把握が試みられた
11月5日には警戒区域は20kmまで拡大され40万近い住民が避難
さらに、11月11日に災害対策庁がラハール対策として、川の両岸から最低500m離れるように呼びかけた

NOO職員に対するアンケート調査
井口直人(2011)、災害レポート2010年インドネシア・メラピ火山噴火に学ぶ、消防科学と情報 No.104 2011年春、pp.42-44

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

- 避難者と仮設災害対応拠点間の移動

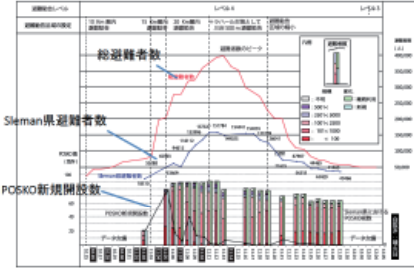
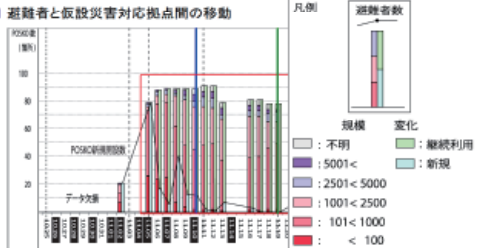


図 Sleman県におけるメラピ火山噴火による避難者数およびPOSKOの状況 (資料を元に筆者作成)

Sleman県の行政資料(1/3, 6-14, 17-20, 22, 24-30計27日)→POSKO名称、避難者数等記載
SNSでの更新(18/2-19/2)→避難者数、POSKOの設置、名称、避難者数(11/1-16/1)→16日付迄記載
Sleman県の行政職員に対するアンケート調査→避難者数等記載、メラピ火山の噴火日

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

- 避難者と仮設災害対応拠点間の移動



11月5日から29日にかけて、POSKOの総数には大きな変化はないが、10日までは新規開設数も多く、開設と閉鎖が繰り返されており、現場が混乱していた様子がうかがえる
当初は1000人以下のPOSKOが多く設置→徐々に1001人～2500人規模が増加
避難者数が減少を始める19日以降、POSKOがすぐに閉鎖されるのではなく、徐々に規模を小さくしていた

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ 避難者と仮設災害対応拠点間の移動

図 Mt. Merapi における POSKO の規模と設置場所 (11月8日) (JINBP のデータを一部修正)

幹線道路に面している場所で、メラピ火山から20km~25kmの範囲に集中していた。規模は、1,001~2,500人のものが多い。POSKOの開設にあたっては、学校施設や役場等では避難者が来る以前に開設を決めている事例が多く、集落や宗教施設では、POSKO設置場所周辺に避難者が増加してきたことから開設を決めた。

JINBPの資料: POSKOの位置、名称、避難者数

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ 行政開設による公式のPOSKOに対して指摘された限界

現地調査で得られた関係者の意見は以下のようなものである。
「Java Tengah州政府とYogyakarta特別州政府、各地方政府レベルの連絡は不足しており、2006年にジャワ島中部地域の被害を受けたYogyakarta特別州政府は比較的迅速に対応できていたが、被災経験の少ないMagelang県やSolo州は対応が遅かった。」(J/NGO組織スタッフ)
「POSKOの容量を越えた避難者が発生し、満員で避難できない。」(S/NGO職員)
「公式POSKO以外では政府の支援を受けることが出来ず、Magelang県の農村部に設置されたPOSKOには支援がほとんどない。」(J/NGO組織スタッフ)
「マスメディアの情報は、センセーショナルな事例に集中し、避難者が必要とした情報を得ることは出来ず、避難した住民が危険を顧みず居住地に戻りやすくなることにつながった。」(J/大学教員)

図 行政開設による公式POSKOに対して指摘された限界 (アリンガ調査を元に筆者作成)

写真: 公式POSKOの様子
Jaganatuz HP: <http://jaganatuz.wordpress.com>

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ Jalin Merapiの設立背景と地域住民との関わり

2006年のジャワ島中部地震後のメラピ火山の噴火の際、主要マスメディアが報じる内容は、噴火とハザードの物理的な被害の情報に特化していた。そこで、2006年10月のコミュニティラジオと5つのNGOによって、地域の情報集約およびメラピ火山の早期警戒に関する情報を地域住民に提供することを目的に、インフォメーションシステムネットワークとしてのJMが設立された。地域での防災教育も行っていった(JICA兵庫とも共同でワークショップも開催)。

図 メラピ火山と各コミュニティラジオの位置 (Webサイトの情報を元に筆者作成)

写真: ワークショップの様子 (撮影: Jalin Merapiスタッフ)
Jalin Merapi HP: <http://merapi.combine.or.id/>

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ Jalin Merapiの設立背景と地域住民との関わり

それぞれのコミュニティラジオ局では、トランシーバー等を利用してフィールドから情報を収集し、ラジオ番組を通じて地域住民へ提供
JMが集めた情報は、JMのWebサイトにも掲載され、海外からもアクセスが可能
Webサイトでは主に携帯電話からのSMSによって投稿された情報とメラピ地域の情報(観光情報等)が扱われていた

写真: ラジオ局の様子 (2006年4月20日) (撮影: Jalin Merapiスタッフ)

写真: Jalin Merapi Webサイト (2007年11月) (Webサイトの情報を元に筆者作成)

Jalin Merapi HP: <http://merapi.combine.or.id/>

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ 広域避難時の災害対応拠点としてのPOSKO JMとその役割

図: Jalin MerapiのWebサイト (左: 2007年、右: 2010年11月15日) (Webサイトの情報を元に筆者作成)

①: ボランティアフォーム、②: ドネーションフォーム、③: 寄付と使用用途、④: POSKOと安全な場所の地図、⑤: 言語切替(Indonesia語/英語)、⑥: SMS、⑦: twitter、⑧: Facebook、⑨: ラジオストリーミング、⑩: メラピの情報

Jalin Merapi HP: <http://merapi.combine.or.id/>

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ POSKO JMを機能させるガバナンス

JM本体の活動は、NGO組織のCOMBINEのスタッフ20名を中心となり、Webを通じて集まった総勢2,000名近いボランティアが活躍
JMでは、Yogyakarta市の間に位置するCOMBINEの本拠をメインPOSKOとし、各地に自主的に設置されたPOSKOの運営をエリア単位で支援することとし、1エリアに1つずつPOSKO JMを設置し、ボランティアの中からリーダーを選出し、リーダーが現場で物事を判断して活動し、本部へ毎日報告

図 コミュニティラジオ局とPOSKO JMの位置 (アリンガ調査を元に筆者作成)

写真: ボランティアの様子 (2010年11月18日) (撮影: Jalin Merapiスタッフ)

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

■ POSKO JMを機能させるガバナンス

当初は4エリアで対応していたが、被害の拡大から、より支援が必要なエリアを細分化し、POSKO JMを増設(最終的に本部を含め12ヶ所)することで対応

図 エリア分割のイメージ

エリアでカバーすることによって、設置と閉鎖が繰り返され避難者がPOSKO間を移動しても対応することが可能となった

POSKO JMの設置の際には、POSKO JMを介して隣接するエリアに通信が届くように設置場所を決定
POSKO JMには計20のモデムがレンタルされ、モデムとラップトップPCを利用したネット接続が可能になっていた

POSKO JMは民家や空きオフィスを利用 軒先に机を設置してスタッフが常駐して対応

写真: POSKO JMの様子 (2010年11月21日) (撮影: Jalin Merapiスタッフ)

2010年メラピ火山の噴火災害時のPOSKO

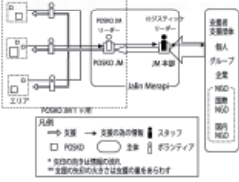

■ POSKO JMを機能させるガバナンス

POSKO JMでは、ボランティアが直接現場をまわり独自に情報を収集
情報はPOSKO JMで集約され、POSKO JMから本部へと伝達
午後にはPOSKO JMに届けられた支援物資を情報をもとに各POSKOへ分配
収集された情報は、コミュニティラジオを通してPOSKOへと避難している避難者にも届けられる
孤立しているPOSKOからは、避難者、POSKO運営者、支援者からTwitter、Facebook、Mail、電話、HPといった複数のツールを利用して支援要請(各5名のボランティアが24時間体制で受付)
JMのロジスティックリーダーが、これらの組み合わせによって支援の再分配を行うことで、支援の不足しているPOSKOに対し、本場に必要とされている支援が届くよう調整
POSKO JMはメラピ火山の噴火が落ち着いた後も利用され続け、2011年の3月に一斉に閉鎖

図 ネットワークの基本的な仕組み (アリンガ調査を元に筆者作成)

→ ボランティアがいればPOSKO JMを機能させることが可能

生命（生活）をまもる人材の育成講座：本塚智貴 テキスト

<p>2010年メラビ火山の噴火災害時のPOSKO 57</p> <p>■ 考察</p> <p>JMではPOSKO JM1ヶ所をネットワークの基本パッケージとする体制と、地域をエリアにわけ必要に応じてPOSKO JMを設置することでネットワークを形成しており、これが被害拡大に対するしなやかな対応につながっていたと考えられる</p>  	<p>まとめ 58</p> <p>■ 災害対応におけるレジリエンス課題に対するPOSKOの有効性</p> <p>事前に決められていた対応だけでなく、POSKOは地域の状況にあわせて目的を実現するために設置され、エリア内の情報を把握し、リソースを片寄りなく利用するための仕組みであり、設置者がPOSKOの機能および設置場所をカスタマイズすることで多様性に対して対応することが可能であった。</p> <p>■ POSKOを機能させるガバナンス</p> <p>どこかのレイアにおいて全体をもれなくサポートしており、その際に複数のレイアにまたがって、統括POSKOとブランチPOSKOの運営に関わる主体がいることによってPOSKOがゆるやかに連携し、POSKO単体ではなく地域としてPOSKOを機能させており、それぞれのPOSKOが役割分担し、可能な範囲の中で機能を発揮している。</p> <p>■ 共通認識としてPOSKOがある意義</p> <p>ある主体が従前のつながりのない地域へ支援をする際の窓口となり、インドネシアで共通に認識されているPOSKOがあることによって、従前に主体が認識されていなくても、POSKOが災害対応拠点として認知されることによって活動を展開することが可能となっていた。</p>
<p>まとめ 59</p> <p>■ 事例を通じて確認された主体によるPOSKOの使いこなし</p> <p>ジャワ島中部地震</p> <ul style="list-style-type: none"> ・POSKO Utamaを利用することでRT間の支援格差を防ぐ <p>2009年西スマトラ地震</p> <ul style="list-style-type: none"> ・行政主導の体制の中で、行政組織の末端の区が地縁組織RT/RWと連携し、独自に状況を判断して対応 <p>2010年メラビ火山噴火災害</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NGO組織のJMがエリアを細分化し、POSKO JMの基礎単位を増設することによってPOSKOの運営支援ネットワークを形成 	<p>まとめ 60</p> <p>■ 考察</p> <p>POSKO自体は簡便な仕組みであるが、インドネシアにおいて一般に認知されており、適切に運営されることによって、有効に機能していたことが確認できた。</p> <p>強固堅牢なハードの整備をするのではなく、「POSKO」という共通認識を持っていることが、災害対応へのレジリエント課題に対して有効であると考えられる。</p>
<p>まとめ 61</p> <p>■ 考察</p> <p>日本での展開可能性は？</p> <p>東日本大震災時の 石巻・明友館（笑う、避難所・奇跡の避難所）</p> <p>避難民136人が事故や大きなケガもなく、また、さしたるもの事もないままに避難生活を送った。明確なルールはなく、酒やたばこも自由、住民の生活空間を仕切るダンボールなどないにもかかわらず</p> <p>明友館の唯一のルール「うんこしたら水で流す」</p> <p>「人間らしい生活を取り戻すことを目標にやっていますか」(糸数さん)</p> <p>「もう3月中には支援を始めていました。まだ、明友館の生活も十分ではなかったけど、食べる物がなんとかなったからね。困っている人がそこにいるんだから、助けんの当たり前でしょ」(千葉さん)</p>	<p>まとめ 62</p> <p>■ 考察</p> <p>日本での展開可能性は？</p> <p>東日本大震災時の 石巻・明友館（笑う、避難所・奇跡の避難所）</p>  
<p>63</p> <p>ご静聴ありがとうございました</p> <p>財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構 人と防災未来センター 主任研究員 博士(工学)</p> <p>本塚 智貴</p> <p>〒651-0073 神戸市中央区臨海通1-5-2 tel. 078-262-5074 / 090-9650-0255(本人携帯) e-mail motozukat@dr1.nip motozuka0924@gmail.com</p>	

本書は、文部科学省の平成 29 年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果をまとめたものです。

報告書（資料編）平成 29 年度 実証講座「東三河防災カレッジ」使用教材
東三河地域の防災力向上のための地域連携強化による人材養成事業
平成 29 年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」
職域プロジェクト A（地域版学び直し教育プログラム等の開発・実証）

作成日 2018 年 2 月 6 日

編さん 穂苅耕介 尾崎由香

発行 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 (Tel. 0532-81-5157)
