

企業の津波防災 ～津波DIGテキスト～

目 次

はじめに	1
1 対象とする地震	2
1. 1 海溝型地震が発生する場所	
1. 2 西日本の地震	
1. 3 南海トラフ地震	
2 被害事例	5
2. 1 海溝型地震での被害の発生	
2. 2 東日本大震災での揺れと津波	
2. 3 東日本大震災での産業等の被害	
2. 4 東日本大震災での首都圏の被害	
2. 5 その他の地震での被害	
3 地域を知る	1 3
4 被害想定	1 4
4. 1 揺れ、津波、液状化	
4. 2 広域被害	
4. 3 近隣の被害	
4. 4 会社施設など	
4. 5 社員・家族の被害	
4. 6 協力会社	
5 予防対策	1 9
5. 1 耐震対策	
5. 2 津波対策	
6 初動対応	2 1
6. 1 家庭での対応	
6. 2 職場での対応	
6. 3 被災社員支援計画	
7 復旧対応	2 4
8 事業継続計画	2 6
9 啓発・訓練	2 7
9. 1 社員啓発	
9. 2 訓練	
9. 3 協力会社の防災力向上	
1 0 課題と改善計画	2 8
1 1 長期的な計画（移転）	2 9
1 1. 1 移転の事例	
1 1. 2 移転計画の考え方	
おわりに	3 1

※途中ページから先頭ページに戻るとき：[Home]、Shift+Ctrl+（[PageUp]または[↑]）



はじめに

(1) 本書の目的と検討手順

本書の目的と検討手順について説明します(図0-1)。

図0-1 本書の目的と検討手順

目 的

津波を伴う海溝型地震を対象に、企業が防災計画を検討することを目的とする。
特に、今世紀前半に発生する可能性が高い南海トラフ地震を対象として検討を進める。

手 順

主な手順は下記の通り

- ・正しい知識を身に着ける
- ・自社関係の被害想定を検討する
- ・予防対策を検討する
- ・対応計画(初動、復旧)を策定する
- ・自社の課題を整理し、改善策を実行する

本書は、企業が災害図上演習を用いて津波防災計画を検討する方法を紹介することを目的としています。

検討手順の概要は下記の通りです。

- ①地震や津波に関する正しい知識を身に付ける。
- ②被害を想定する
- ③予防対策を検討する
- ④対応計画を検討する
- ⑤自社の課題をまとめ改善計画を立てて実行する

(2) 災害図上演習の概要

災害図上演習の概要について説明します(図0-2)。

図0-2 災害図上演習DIGとは

災害(Disaster)図上(Imagenation)演習(Game)

地図を使っの作戦会議(自衛隊)

1997年三重県で地域防災に活用

阪神淡路大震災での自衛隊の現地本陣

二重県地震被害想定を担当

地域防災の研修手法として定着

DIGの発展

企業防災(BCP)の検討手法に発展

自衛隊会社・本社

休日の工事(保安の意思決定訓練)

災害図上演習は、自衛隊で行われている地図を用いた作戦検討手法を小村隆史氏(常葉大学准教授)他が地域防災向けにアレンジし、1997年に三重県内で行ったのが始まりです。

災害(Disaster)図上(Imagination)演習(Game)の頭文字をとってDIG(ディグ)と呼ばれて、地域防災力を高める手法として全国に広まりました(以下、災害図上演習をDIGと言います)。DIGは大規模交通事故やサリンテロ、爆破テロ、感染症対策などをテーマに、災害対応のプロ向けの検討にも用いられています。2003年頃からは企業でも敷地図や建物図面などを用いて、実践的な防災計画を検討する手法として活用が始まりました。また、DIGを通じて災害対応ができる人材や組織が育成されることも大きな特徴です。

(3) 経営者の役割

図0-3は旧・新日本製鉄の社内報に掲載された東日本大震災に関する教訓です。災害時の経営者の意思決定の大切さは多くの企業で語られています。

図0-3 東日本大震災での企業の教訓の例

【災害時には制約がある中で連続して決断を迫られる】

緊急時における対応策の優先順位

- ①社員・家族の命を守る
- ②社外への被害の拡大の防止
- ③地域への協力・貢献
- ④設備の復旧

代表取締役社長(当時) 進藤孝生様

新日報 再生に向けて始動! 釜石製鉄所

図0-4はそのような教訓を踏まえた経営者の役割(平常時・災害時)です。平常時における防災計画・BCPの検討においては経営者の熱意が重要です。

図0-4 経営者の役割

平常時の役割は?

- 防災計画、BCPの推進に理解があり、会社として積極的に取り組むことを会社の経営方針として表明しているか?
※防災計画、BCPの推進は平時には利益を生まないため、担当者が熱心に取り組むことが難しい。
- 防災計画やBCPを検討・推進するチーム(全社横断的な組織や担当者)が明確で、積極的に取り組んでいるか?
※災害時には本部事務局となる方々の育成をかねます。

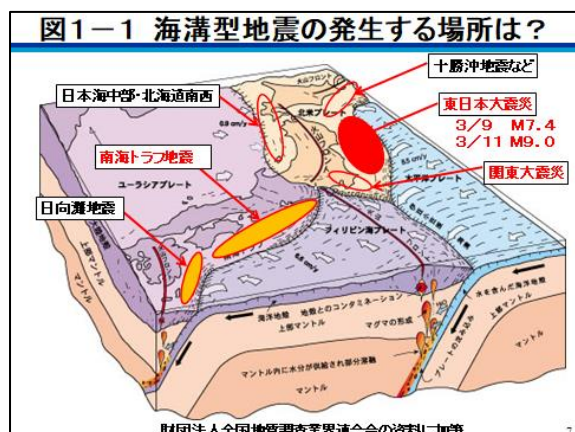
災害時の役割は?

- 災害の全容と自社の役目を理解でき、災害対応の方針や目標復旧時間などの重要事項を決定できるか?
- 顧客や地元自治体への説明や協力の取り付けができるか?
- 災害対応にあたる社員や協力会社を鼓舞できるか?

1 対象とする地震

1. 1 海溝型地震が発生する場所

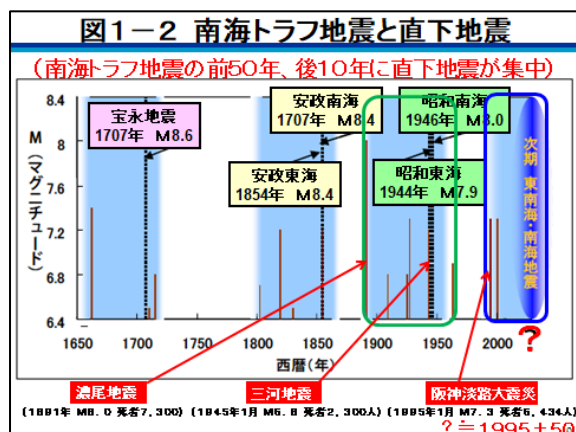
海溝型地震が発生する場所はわかっています。海側のプレートが陸側のプレートの下に沈み込む場所です（図1-1）。



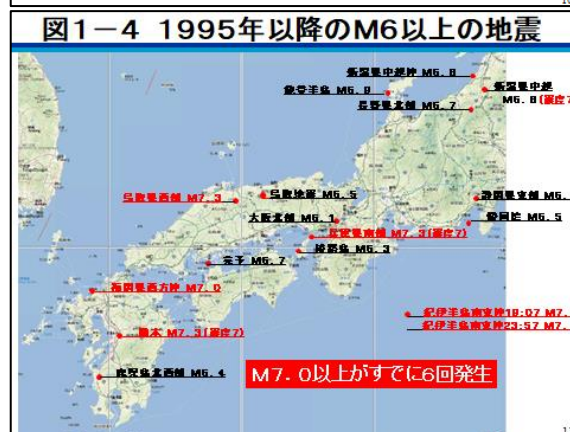
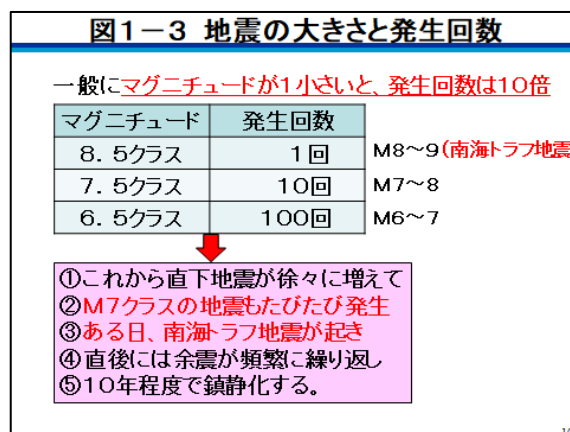
しかし、いつ、どれぐらいの大きさに発生するかはわかりません。東日本大震災は想定していた宮城県沖地震（3月9日M7.4）の2日後（3月11日）にM9.0の大地震として発生しました。大きな海溝型地震が発生すると、大きな津波が発生します。

1. 2 西日本の地震

西日本に大きな被害を及ぼす地震には、南海トラフ地震と大きな直下地震があります。南海トラフ地震が発生する前50年、後10年に直下地震が多発する傾向があります（図1-2）。次の南海トラフ地震に向けては1995年の阪神淡路大震災がその直下地震の第1号と考えられます。

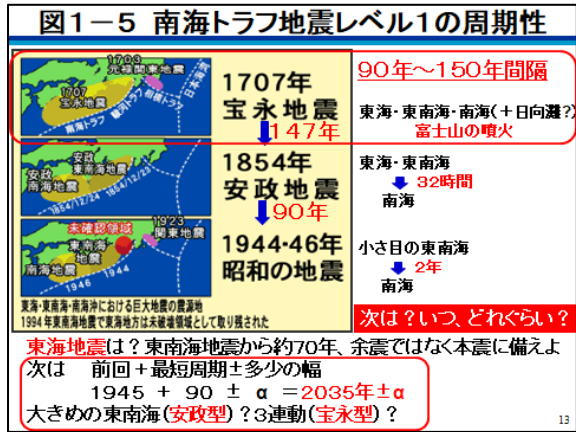


西日本における大きな地震の発生回数は図 1 - 3 のように、M6～7クラスの直下地震がたびたび発生し、阪神淡路大震災から50年後（2045年）ごろに南海トラフ地震が発生すると思われます。図 1 - 4 は1995年の阪神淡路大震災以降に西日本で発生したM6以上の地震ですが、M7以上の地震がすでに6回発生しています。

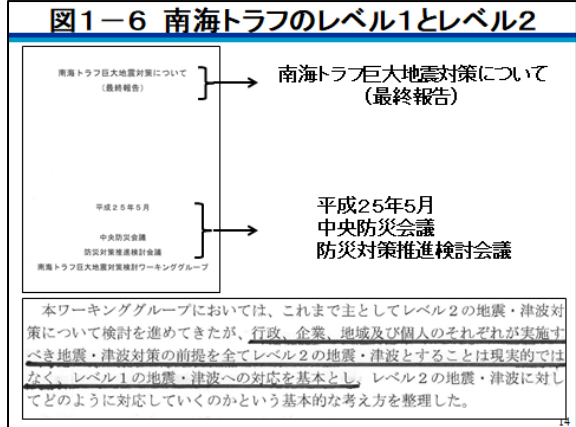


1. 3 南海トラフ地震

南海トラフ地震ですが、図 1－5 のように周期的（90 年～150 年）に発生しています。これを南海トラフ地震レベル 1 と言います。



これに加え、東日本大震災の経験を踏まえて、M9クラスのレベル2（起こりうる最大クラス）が設定されました（これを南海トラフ巨大地震と言います）。内閣府・中央防災会議はレベル1とレベル2について平成25年（東日本大震災の2年後）の最終報告書で図1-6の様に発表しています。

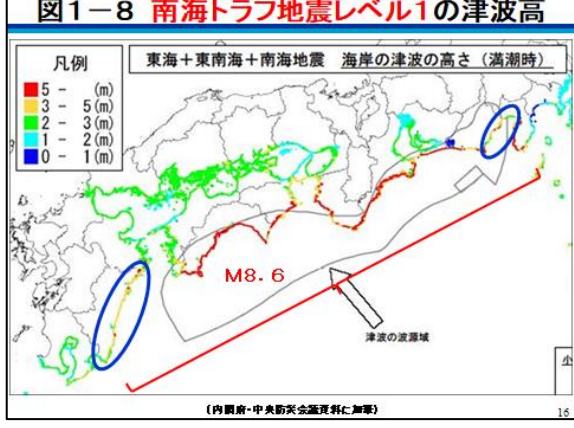
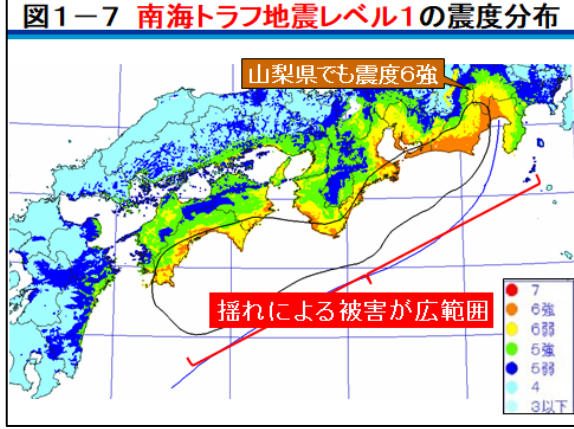


言い換えると、津波防災対策はレベル1を基本とし、津波避難の目標高さを念のためにレベル2の津波高とせよと言う事になります。

なお、最近ではレベル2の「半割れ（安政地震タイプ）」や「一部割れ（いつ起きてもおかしくないと言われ続けた東海地震タイプ）」も議論されるようになりましたが、まずはレベル1で最大の被害を生じる3連動（+富士山の大噴火）の宝永地震タイプ（M8.6程度）に備えるべきだと思います。

なお、発生時期ですが、再現期間を最短の90年に置くと次の南海トラフ地震は1945年+90年=2035年ごろとなります。前項（1.2）では阪神淡路大震災から50年=2045年ごろと述べましたが、どちらにしても今世紀前半には起きる

のではないかと思います。
南海トラフ地震（宝永タイプ）の震度分布と最大津波高を図1-7、8に示します。

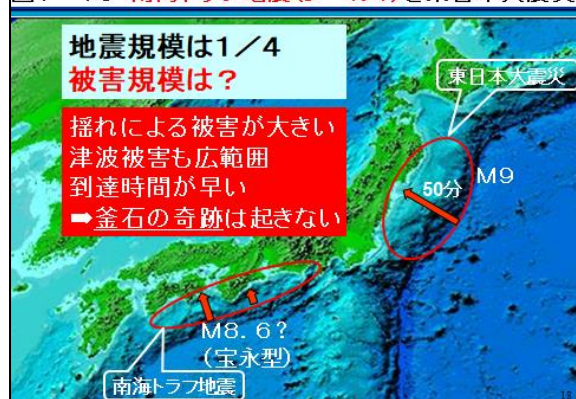


揺れの大きな地域は伊豆半島の西側から四国の南部まで広範囲ですが、山梨県にも震度6強が広がります。津波は伊豆半島の西側から宮崎県の沿岸まで広がりますが、静岡市付近（駿河湾）と宮崎県沿岸の津波高はほとんど同じです。図1-9は約20年前の東海地震の津波シミュレーションですが、同様の津波が宮崎県にも襲来すると予測されています。



東日本大震災と南海トラフ地震（レベル1）を比べると図1-10のようになります。

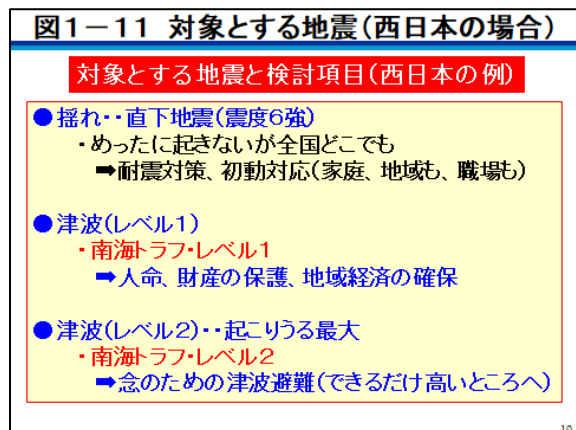
図1-10 南海トラフ地震(レベル1)と東日本大震災



マグニチュードは0.2違うとエネルギーは2倍違いますので、南海トラフ地震レベル1 (M8.6) は東日本大震災 (M9.0) と比べると地震の規模 (エネルギー) は1/4です。しかし、被害については

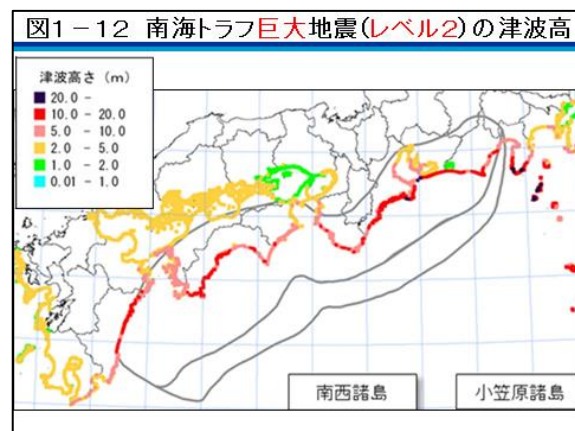
- ・南海トラフ地震は揺れによる被害が大きい (キラーパルスを含む可能性がある)
- ・津波は東日本大震災と比べると高さが低い、それでも5m以上の範囲は広い
- ・津波の到達時間が短い (避難する時間が短い) という特徴があります。

従って、西日本で対象とすべき地震をまとめると図1-11のようになります。



なお、南海トラフ巨大地震 (レベル2) の予想津波高は図1-12です。

※レベル1の地震は「巨大」を付けずに南海トラフ地震と言っています。



津波避難高さはこれを目標と考えるわけですが、津波到達時間は東日本大震災よりも短く、近所にレベル2の高さの避難場所がない場合がありますが、あきらめることなく、レベル1の津波高以上で極力高いところへ避難してください。南海トラフ巨大地震 (レベル2) は「起こりうる最大」で、「起こりうる最大」とは過去に起きたことはありませんし、今後もそう簡単に起こるものでもありません。

参考) 日向灘地震

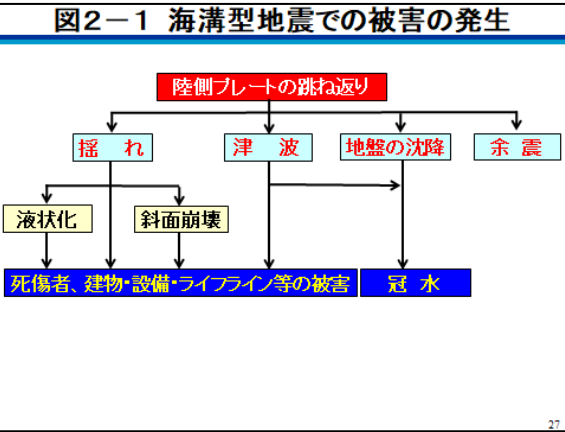
南海トラフ巨大地震 (レベル2) では日向灘地震も連動して起きるとされていますが、日向灘地震は過去に南海トラフ地震と連動した記録がありません。従って、宮崎県沿岸付近 (鹿児島県北部～大分県南部) では日向灘地震が単独で起きることも想定する必要があります。

日向灘地震については「4.1 揺れ、津波、液状化」で説明します。

2 被害事例

2. 1 海溝型地震での被害の発生

図 2-1 は海溝型地震が発生してから被害が生じる仕組みの説明です。
なお、津波被害の発生過程については図 2-5、6、7、8 で説明します。



海溝型地震は、海側のプレートに引きずり込まれ続けた陸側プレートが跳ね返ることによって発生します。その時に大きな揺れが発生するとともに、陸側プレートが海水を持ち上げることで津波が始まります。そして同時に陸側プレートの内陸側が一部沈降して地盤沈下が発生します。

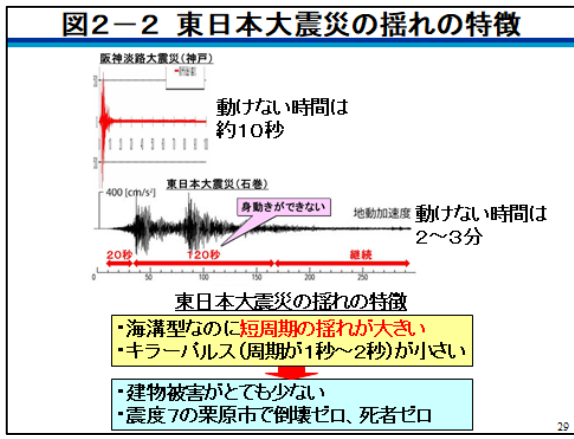
揺れは液状化や斜面崩壊を発生させ、大きな揺れとともに建物などに大きな被害を与え、死傷者が出ます。津波は陸上に遡上すると、同様に建物などに大きな被害を与え、死傷者が出ます。さらに地盤沈下も影響して広範囲に冠水が生じ、農地が塩水により長期に耕作不能となります。

※脱塩処理

農地が塩水をかぶると、塩分の被害だけでなく、土の通気性や透水性が極度に悪化して作物が育たなくなります。改善策は客土(土を入れ替える事)か、または農地の脱塩処理(塩分を抜くことで、日本では干拓事業の中で技術を培ってきました)を行いますが、改善までは時間がかかります。

2. 2 東日本大震災での揺れと津波

(1) 揺れによる被害



阪神淡路大震災と東日本大震災の揺れを比較します(図2-2)。阪神淡路大震災では強烈な揺れがいきなり始まり約10秒で終わりました。一方、東日本大震災は強い揺れが長時間継続し、身動きできない時間が2〜3分続きました。揺れる時間は地震断層の破壊した大きさで決まりますので、大きな地震ほど長く揺れます。

一般的に海溝型地震はゆったりと揺れる長周期の揺れが大きいと言われていますが、東日本大震災では「ガッガッガッ」と揺れる短周期成分が大きく、建物に被害を与えるような地震動成分(キラーパルスと言われている)は小さく、震度7を記録した栗原市でも倒壊家屋が1棟もありませんでした。

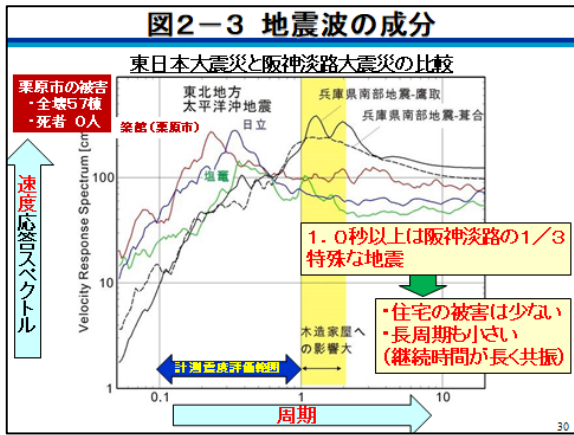


図2-3は速度応答スペクトルというもので、周期ごとの地震の大きさをあらわす物差しと思ってください。阪神淡路大震災は木造建物や低層ビルの被害が大きい周期1秒〜2秒の地震波(キラーパルス)が大きかったのですが、東日本大震災ではキラーパ

ルスはなく建物被害がほとんどありません。
それでも仙台市は震度6強でしたので、非木造でも旧耐震の耐震性の低い建物が倒壊しました（図2-4）。



また、長周期の地震動についても実は阪神淡路大震災の方が大きいのですが、長周期地震動は遠くまで減衰することなく届くことと、東日本大震災では長い時間揺れたことで、東京の高層ビルで共振現象が起きて大きく揺れました。次の首都直下地震や南海トラフ地震では、東京の高層ビルは東日本大震災の時よりもっと大きく揺れると思います。

(2) 津波による被害

海溝型地震でプレートが跳ね返り、海面を押し上げることで大きな津波が発生します。図2-5が地震発生前の状況です。海側プレートが陸側プレートを引き込んでいきます。

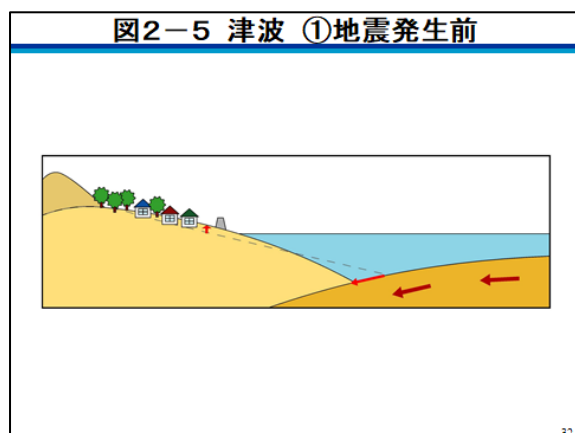
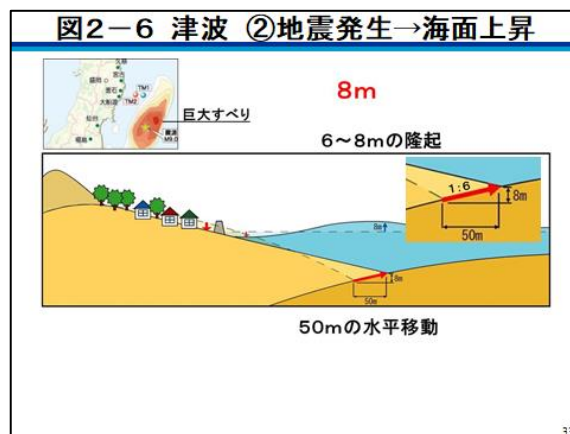
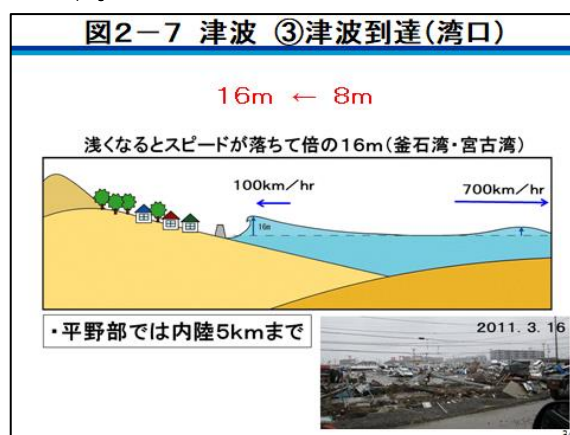


図2-6では陸側プレートが反発（東日本大震災では約50mの巨大な滑りが発生）して海面を大きく押し上げて大きな津波が発生しました。



沖合の津波が陸地に近づいて水深が浅くなり、スピードが低下すると海面が上昇します（図2-7）。釜石湾や宮古湾の湾口では16m程度になりましたし、南三陸町でも3階建ての防災庁舎の屋上をこえたので地盤標高を加えて15m程度だと思います。



更にリアス式海岸の湾奥の斜面では倍以上の高さまで駆け上がって（遡上して）います（図2-8）。宮古市では、小堀内漁港で38m、「これより下に家を建てるな」の石碑がある姉吉では40mにまで遡上しました。

図2-8 津波 ④斜面を遡上



図2-9は震災前の南三陸町で、図2-10は被災後の写真です。海拔15m以下の地域は甚大な被害で、小学校(標高40m)、中学校(標高50m)、高校(標高30m)は無被害で、標高20~40mの旭ヶ丘団地も無被害でした。一方、低地の住宅街、志津川病院、防災庁舎や、標高13mの特養・慈恵園などが大きな被害を受けました。

図2-9 被災地の例(南三陸町・被災前)

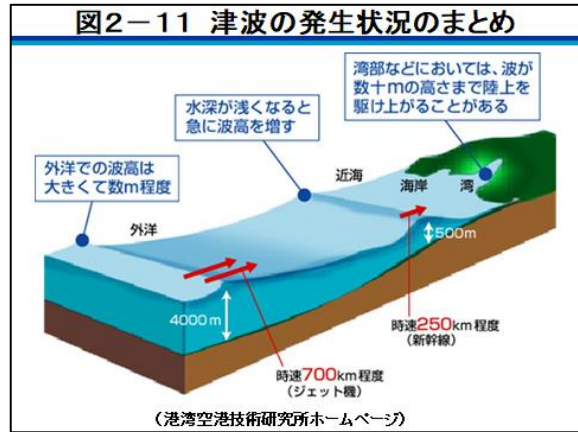


図2-10 被災地の例(南三陸町・被災後)



このような津波の発生状況をまとめると図2-11のようになります。

図2-11 津波の発生状況のまとめ



2. 3 東日本大震災での産業等の被害

(1) 電力

産業にとって最も重要なインフラである電力ですが、発電所や変電所、送電線、配電線に大きな被害を受けました。東北電力の発電施設については、揺れと津波により、太平洋岸の東通・女川の2カ所の原発が停止、多くの火力発電所も津波被害を受けました。図2-12は南相馬市にある原町火力発電所の被災状況です。図2-13は東北電力の発電所の被害状況で、太平洋側の発電所が壊滅的な被害を受けた一方、日本海側に総発電量の半分の火力発電所があり、これと北海道電力からの融通と合わせて早期に復旧しました。

図2-12 発電所の被害(原町火力)

原町火力発電所: 復旧まで約2年



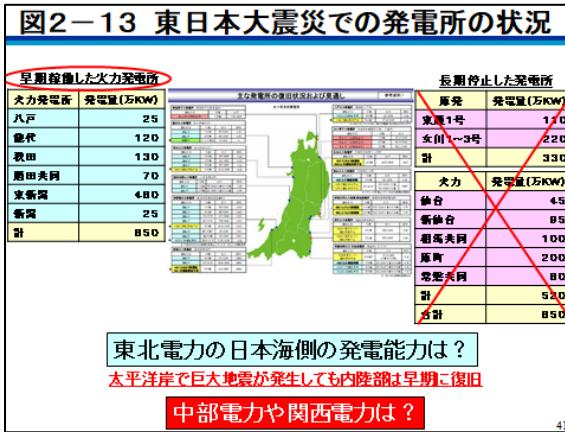
揚炭機被害

重油タンク被害



(被害状況写真/東北電力)

40



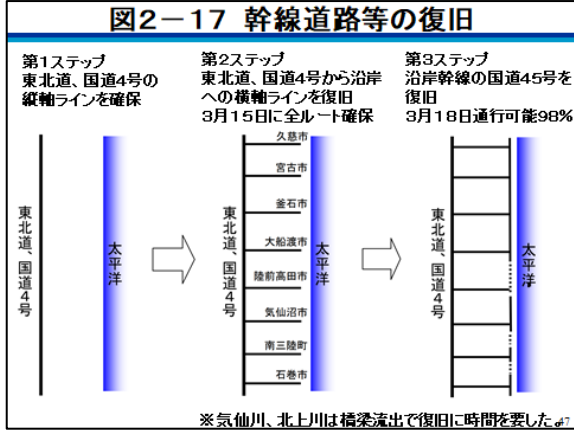
※東北電力が早期に復旧したので、海溝型地震に対する全国の自治体の被害想定では、発電所被害による長期停電は無いものとして被害想定が行われています。南海トラフ地震などでは、各電力会社の発電所の位置を考慮して被害想定を行う必要があります（「4. 2 広域被害」を参照）。

また、変電所や送電施設の被害も大きく（図2-14、15）、迂回路のない仙台港の南側の工場では半年間停電しました。



(2) 幹線道路や港湾

幹線道路の啓開（道路を切り拓くこと）は、先ず縦軸（東北自動車道と国道4号）を確保し、次に横軸（縦軸と沿岸の市町村を結ぶ主要道路）を通して、最後に沿岸部の主要道路（国道45号など）の復旧が行われました（図2-16、17）。



沿岸に近い道路の啓開では、道路啓開作業と同時に、ご遺体の収容作業も行われましたが、地元の建設会社が自らは被災した中で必死の活動をしたとのこと。図2-18は生活道路の啓開とガレキ撤去の様子です。



港湾も大きな被害を受けました(図2-19、20)。応急復旧は早く、最初に釜石港が震災4日後の3月15日に災害対策用の利用を開始、仙台港も翌3月16日に災害対策用の利用を開始しました。仙台港では3月18日には一般利用も始まり、4月半ばにはトヨタ自動車の搬送も始まりました。なお、これも地元自治体からの「復旧開始の狼煙(のろし)として」の要望があったとのことでした。



(3) 産業被害

沿岸の製造業や物流施設なども大きな被害を受けました。一例を紹介します。



図2-21は日本製紙石巻工場で、海に面した側は津波高8m、浸水深6mの津波に襲われました。幸い、勤務中の社員は全員が工場裏の日和山に避難して無事でしたが、建物・設備に大きな被害を出しました。復旧の最初の作業は敷地内のガレキ撤去でしたが、41名のご遺体の収容が行われました。復旧に当たっては「復旧開始の狼煙(のろし)として」という地域の希望もあって各社とも必至の復旧作業を行っています。



図2-22は仙台空港の南の岩沼臨空工業団地の中の物流センターです。岩沼臨空工業団地では津波高4m、浸水深2m程度で建物に致命的な被害はなく、ほぼ全ての企業が現地再開を果たしています。一方で、沿岸部にあって大きな被害を受け、内陸側へ移転した企業もあります(「11 長期的な計画(移転)」を参照)。

2. 4 東日本大震災での首都圏の被害

(1) 震度と液状化

東京湾岸の震度は図2-23のように震度5弱～5強でしたが、東京湾沿岸で激しい液状化が発生しました。液状化は地盤が柔らかく地下水位の高い所で発生しますが、図2-24は千葉県習志野市で、この地域はかつて海や干潟だったところを埋め立てた場所です。

図2-23 東日本大震災での東京湾岸の震度

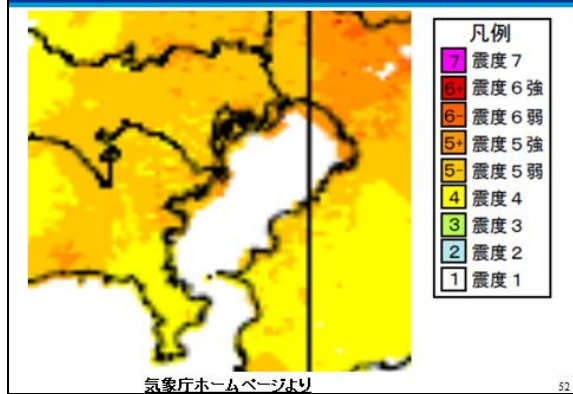


図2-24 東日本大震災での液状化被害(習志野市)



都心でも液状化の危険地帯があります。図2-25は縄文時代の海岸線と標高5m以下の地域ですが、よく一致していることがわかります。標高5m以下の地域が液状化危険区域と考えて良いと思います。同様に図2-26は中部、図2-27は関西の状況です。

図2-25 標高5m以下の範囲(東京)



図2-26 標高5m以下の範囲(中部)

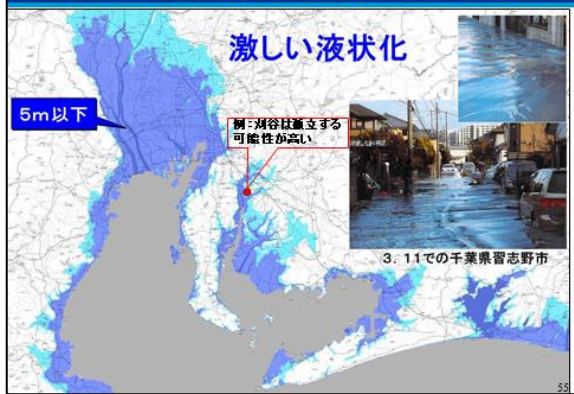
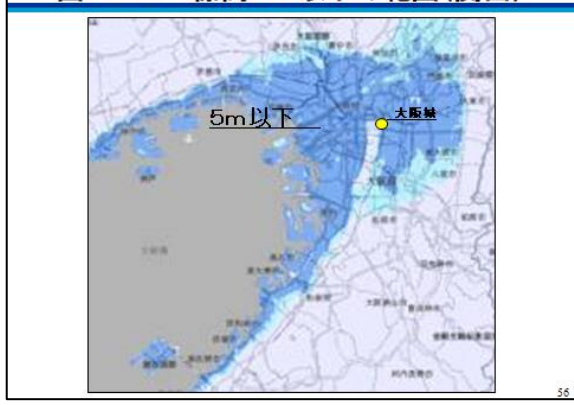


図2-27 標高5m以下の範囲(関西)



(2) 電力被害

図2-28は東日本大震災における東京湾沿いの火力発電所の被害状況です。揺れで東京電力では東京湾岸の火力発電所12カ所のうち5カ所が停止し、Jパワーでも磯子火力発電所が停止しました。幸い大きな被害ではなく、半日～1日で復旧しました。

図2-28 東日本大震災での発電所被害



なお、東京電力は東京湾岸以外でも福島第1原発が事故を起こし、福島第2原発や柏崎原発が停止しました。また、火力発電所も広野火力が津波被害で半年停止(図2-29)し、常陸那珂火力や鹿島火力も復旧に時間がかかったことから首都圏での計画停電が長期化しました。

図2-29 発電所の被害(広野火力)



(3) その他の被害

図2-30は市原市の石油プラントの火災です。

図2-30 東日本大震災でのプラント被害(市原市)



その他、高層ビルでも大きな揺れに襲われました。高層ビルを揺らす長周期地震動は、震源近くでは大きくはなかった(前出の図2-3)のですが、長周期地震動は減衰することなく遠くまで届きますし、さらに東日本大震災の揺れは数分間続きましたので、高層ビルで共振が起きたものと考えられます。南海トラフ地震では長周期地震動がもっと大きいと予想されますので、東京でも図2-31に示すように振幅4mの揺れが10分以上継続すると考えられています(減衰装置=ダンパーが設置されていない場合)。

図2-31 南海トラフ地震レベル1による高層ビル



2. 5 その他の地震での被害

図2-32は1946年12月の昭和南海地震(M8.0)での高知市の地盤沈下です。海溝型地震では前出の図2-6の示したように、跳ね返るプレートの内陸側付近で沈下する可能性があります。地震規模がもっと大きければ、もっと大きく沈下するでしょう。

図2-32 地盤沈降(昭和南海地震 高知市)

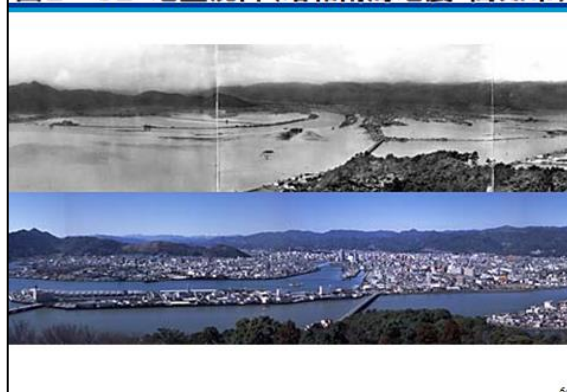


図2-6 津波 ②地震発生→海面上昇

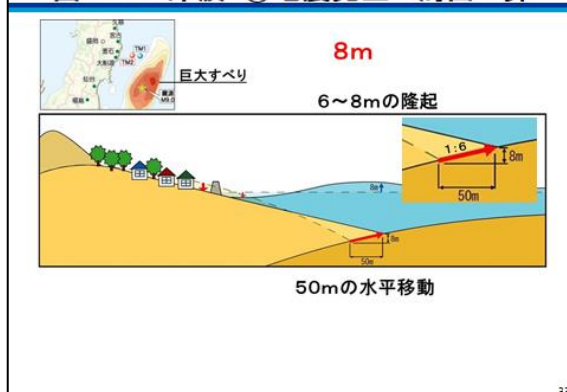


図2-33は1964年6月の昭和の新潟地震(M7.5)での、液状化による信濃川堤防の決壊と津波の遡上の様子です。大きな河川の堤防が液状化で潰れてなくなる可能性があります。



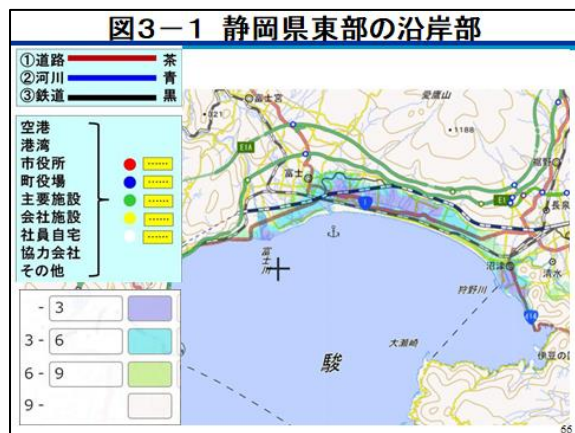
図2-34は1995年1月の阪神淡路大震災での淀川河口近くの堤防（震度6弱）の崩落です。この時は堤防の決壊には至りませんでしたが、もっと

揺れが大きければ、このようなゼロメートル地域では地盤沈下と河川堤防の崩壊で、津波の前に河川水が流入して浸水被害が発生する可能性があります。



3 地域を知る

地域を知るために用いる地図の範囲は目的に応じて決めます。例えば、図3-1は静岡県東部の沿岸部、図3-2はそれを拡大した富士市の沿岸部（田子の浦港付近）です。



地図のサイズはD I Gの1班当りの参加人数によって決めると良いと思います（標準的にはA0地図を用いています）。この地図に地域の特徴（道路、鉄道、海岸線、河川など）を色塗りし、公共施設や自社の拠点などをカラーの○シールを用いて表示します。表示する内容も自由に決めて構いません。図3-1、2では津波のリスク把握するために標高図を重ね書きしています。

参考：大判地図の入手方法

災害図上演習で用いる地図の入手方法ですが、地図の範囲で異なります。

1）町会～小学校区～市区町村の範囲

市町村の防災関係部署に相談して、都市計画図やハザードマップなどを利用しています。この場合、地図はほとんどの場合無料で入手できます。地図販売会社に地図の印刷を依頼することも稀にありますがその場合は有料です。

2）都道府県単位またはさらに広域の地図

地図の販売会社に有料で依頼しています。

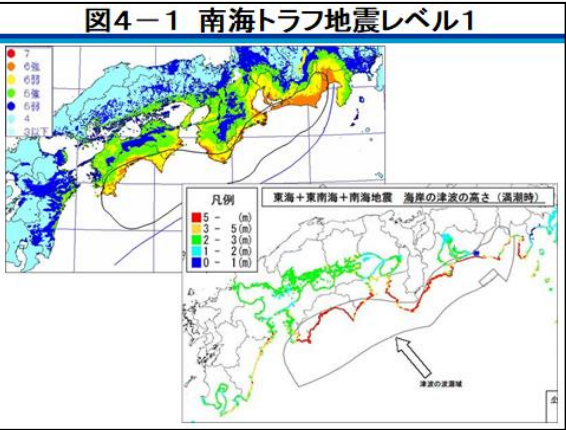
※地図のデータ作成と印刷費用は、地図の大きさや、カラーかモノクロか、地図表面のコーティングの有無などによって値段が異なります。目安はA0で1枚あたり1万円～3万円です。

4 被害想定

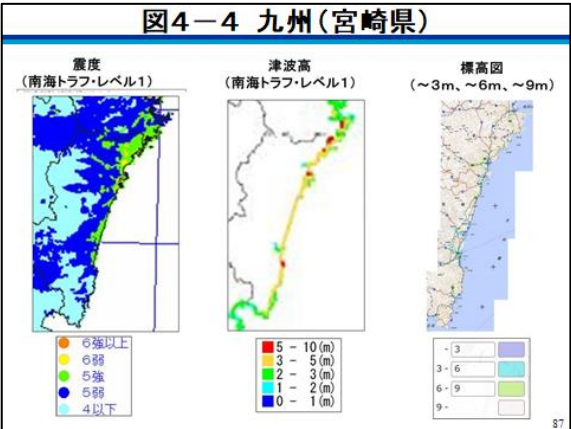
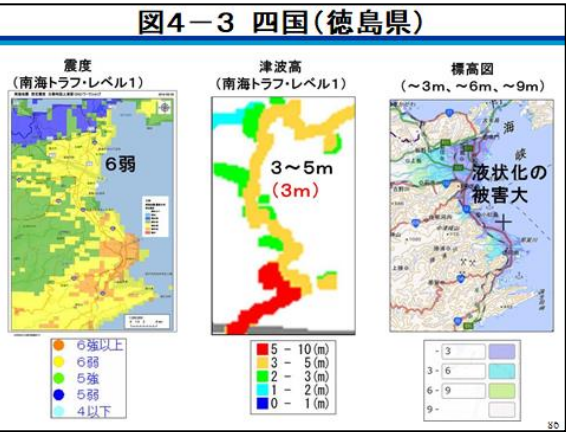
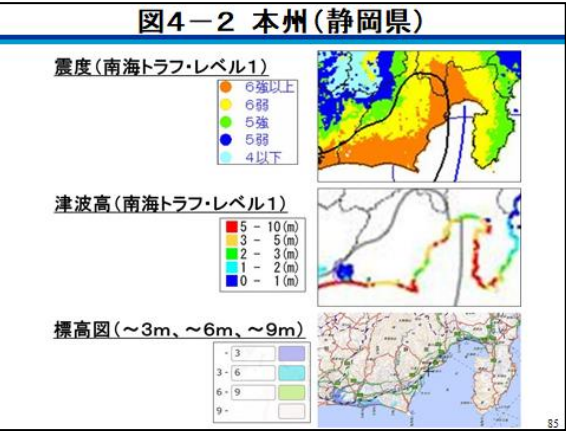
4. 1 揺れ、津波、液状化

(1) 震度と液状化

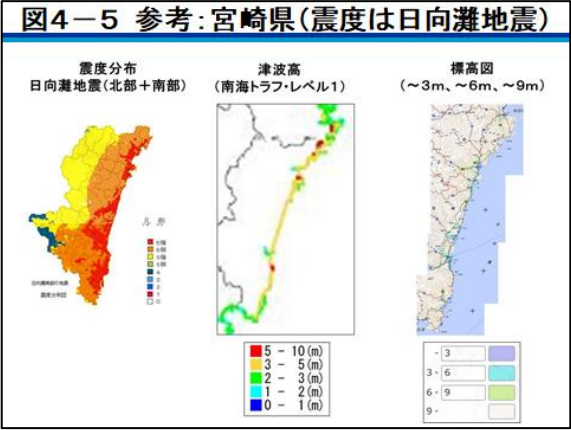
南海トラフ地震レベル1の震度と津波高さは図4-1の通りです。



この時、本州（静岡県）、四国（徳島県）、九州（宮崎県）の震度、津波高、地盤標高を図4-2、3、4に示します。



※宮崎県の場合、南海トラフ地震レベル1と大きめの日向灘地震M7.6前後では津波の高さはほぼ同じです(津波到達時間は南海トラフ地震20分に対して日向灘地震は半分の約10分です)。震度は南海トラフ地震レベル1よりも日向灘地震M7.6の方がはるかに大きく、日向灘地震で地震・津波対策を検討することがあります、その場合は図4-5をお勧めしています。



4. 2 広域被害

(1) 電力被害

南海トラフ地震レベル1での電力被害を考えます。

まず首都圏では、東日本大震災よりも建物に被害を与える地震動が大きく、長周期地震動も大きいと考えられますので、停電や計画停電は東日本大震災と比べて同等以上の被害があると思われます。

図4-6 首都圏の発電施設

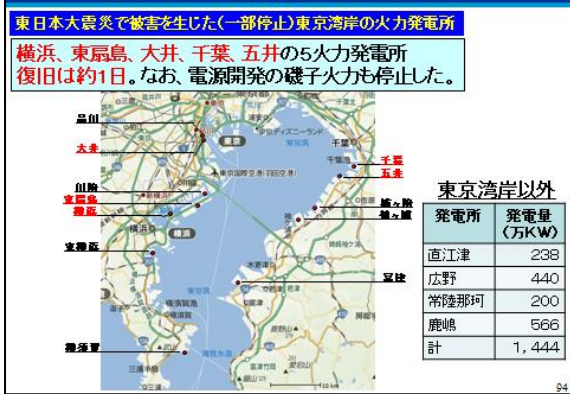


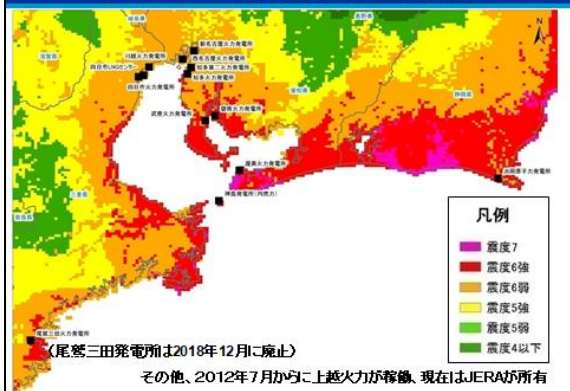
図4-8 関西地方の発電施設



中部では太平洋側にほぼすべての火力発電所（日本海側は北陸電力）がありますが、大きな揺れ、液状化、津波で被害を受けてほとんどの火力発電所が停止すると思われます。また、浜岡原発も緊急停止し、長期に停電すると思われます。

なお、東京電力からは周波数変換装置の容量分しか支援を受けることができません（今までは120万kWでしたが、2021年4月に210万kWに増強され、将来は300万kWまで増強される予定です）。

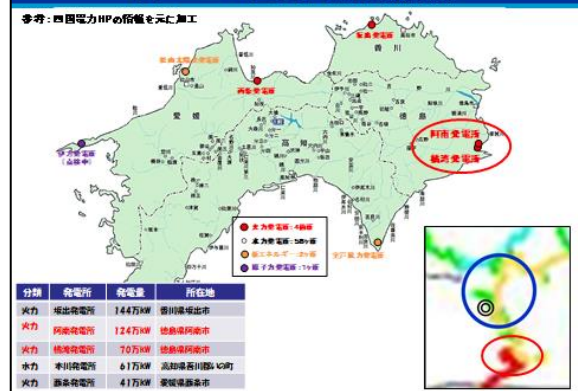
図4-7 中部地方の発電施設



関西では日本海側にいくつかの原発があります。大きな揺れや津波は発生しませんが、南海トラフ地震が発生すれば、稼働中の原発は安全確認のため一旦停止すると思われます。火力発電所については、そのほとんどが瀬戸内海沿岸～大阪湾沿岸～紀伊水道沿岸部にあり、大きな揺れと津波で、ほとんどが被害を受けか、または安全確認のため一旦停止すると思われます。しかし、紀伊水道沿岸部を除いて、津波被害は小さく早期に復旧し、中国電力等からの電力融通を受けて早期に計画停電～復旧すると思われます。

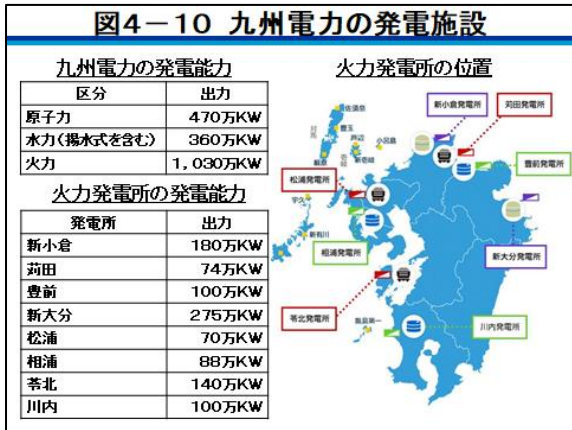
次に四国ですが、四国には5カ所の火力発電所と1カ所の原発がありますが、徳島南部の橘湾にある四国電力の2カ所の火力発電所と、Jパワーの橘湾火力発電所（関西へ200万kWを送電）が大きな揺れと津波で停止すると思われます。瀬戸内海に面した伊方原発も緊急停止します。瀬戸内海に面した残り2カ所の火力発電所は一時停止した後、安全が確認でき次第、運転を再開すると思われますが、長期に計画停電となると思われます。

図4-9 四国の発電施設



最後に九州ですが、2カ所の原発（九州北部の玄海原発と南部の川内原発）が緊急停止しますが、火力発電所は主に九州北部にあり、揺れや津波の影響は小さく、一時停止するとしても早期に、復旧すると思われます。

図4-10 九州電力の発電施設



以上を前提に各地域の停電期間や計画停電期間を予想すると図4-11となります。

図4-11 南海トラフ地震での電力復旧は？

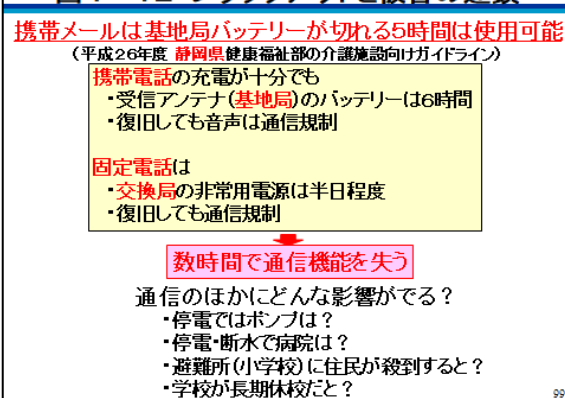


もちろん、被害が予想以上であれば停電はもっと長期化し、被害が小さければ早期に復旧します。ただし、揺れや津波被害がある沿岸部では電柱や電線などの被害が大きく、道路状況などで復旧作業着手も遅れることから、発電所が復旧しても電力を使用できるまでには時間を要すると思われます。

(2) 被害の連鎖

広域停電(ブラックアウト)が起きると被害の連鎖が始まります。市民に影響が大きい被害としては、先ずポンプの運転停止で断水が始まります。また通信機能も図4-12のように、携帯基地局やNTTの交換局の非常用バッテリー切れで通信不能に陥ります。そうすると社員の安否確認システムも電力復旧まで使用できなくなりますので、システムに頼らない安否確認計画も必要になります。

図4-12 ブラックアウトと被害の連鎖



想定外に陥らないためには、このような知識と想像力が必要です。

※最近では、都市部においては携帯電話の基地局のバッテリーは24時間稼働できるように改善されていますが、全国的にはまだまだです。

(3) 南海トラフ地震レベル1の被害想定

南海トラフ地震レベル1での標準的な被害想定をまとめると、図4-13となります。誰かに頼るのではなく、自分の地域については自分である程度の被害想定を行なえる能力が参謀(経営者をサポートする方々)に求められます。

図4-13 南海トラフ地震レベル1の被害想定(私)

項目	被害概要	備考
揺れ	山梨から四国まで広範囲に大揺れ、6弱	死傷者多数
津波	伊豆半島から宮崎県まで大きな津波	死傷者多数
液状化	液状化が広範囲に発生	
電気	四国、関西、中部、関東で広域停電、復旧に数週間	
通信	広域停電で数時間で停止、復旧に数週間	
ガス	広域停電、埋設管被害で長期に共用停止	
上水道・下水道	広域停電、埋設管被害で長期に共用停止	
幹線道路	橋梁などで座落、応急復旧後も交通規制	
生活道路	低地帯は液状化被害、復旧まで長期	
鉄道	各地で脱線や広域停電で長期に停止	
港湾	岸壁やヤードに被害、アクセス路も被害	
空港	滑走路に液状化・沈下、アクセス路も被害	
自衛隊	津波警報発令で活動範囲が限定	
緊急消防援助隊	津波警報発令で活動範囲が限定	
ボランティア	被災範囲が広く、本格活動まで2週間~1ヵ月	
病院	停電・断水で病院機能低下、重傷者が殺到	
学校	停電、断水、避難者殺到で教育再開の見込み立たず	

4. 3 近隣の被害

津波が遡上してきた場合、浸水深が1~2mであれば図4-14のようになります。

図4-14 近隣では(津波が遡上)



浸水深が3～6m程度であれば、図4-15のように非木造でも下層階に大きな被害が出ます。また、もしも津波が河川堤防を越えてくると堤防を下ってくる急激な流れ(射流)で図4-16の様な被害となります。

図4-15 近隣では(津波が遡上)



図4-16 近隣では(津波が遡上)



津波が遡上してきた場合の会社近隣の被害予測方法を、静岡県を例に説明します。基本的には前出の図3-1、2を用います。ただし、地図ではよくわからない場合は、地図や航空写真(図4-17)に主要施設や代表的な地点の標高を書き込み、被害状況を検討し、その結果を図4-18のようにまとめます。

図3-1 静岡県東部の沿岸部



図3-2 富士市沿岸部



図4-17 静岡県の例(富士市沿岸部)

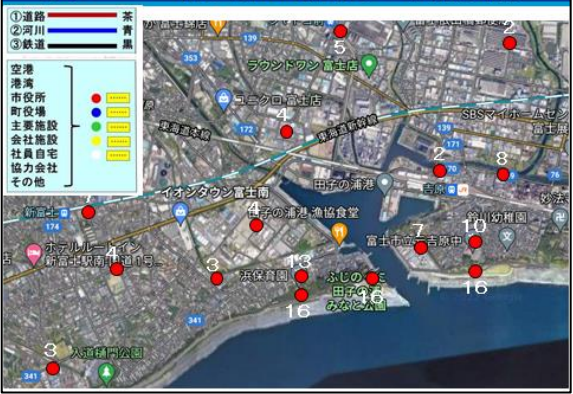


図4-18 近隣の状況

予想される状況	備考
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	

4. 4 会社施設等

同じように、会社の敷地図面や建物平面図を用いて、津波が遡上してきた時の会社の被害を予測して図4-19の様にまとめます。被害の内容は揺れと津波による建物や各種設備（屋外タンクやインフラ設備）の損傷や、海水に浸水することによる屋内や地下の設備の被害などがあります。

図4-19 会社施設など	
会社施設	状況
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	

4. 5 社員・家族の被害

前出の図3-1、2などの地図を用いて社員の住居を確認し、被害を想定し、図4-20のようにまとめます。なお、家庭での津波避難などについては「6. 1 家庭での対応」で説明します。

図4-20 社員・家族の被害の予想	
社員・家族の被害の予想	
浸水域の社員数	人
社員数+家族数	人
予想死者数	人
※東日本大震災での死者は被災者の4% ※協力会社の社員・家族の被害も同様	

4. 6 協力会社

同様に協力会社についても、図3-1、2を用いて被害を想定して図4-21の様にまとめます。

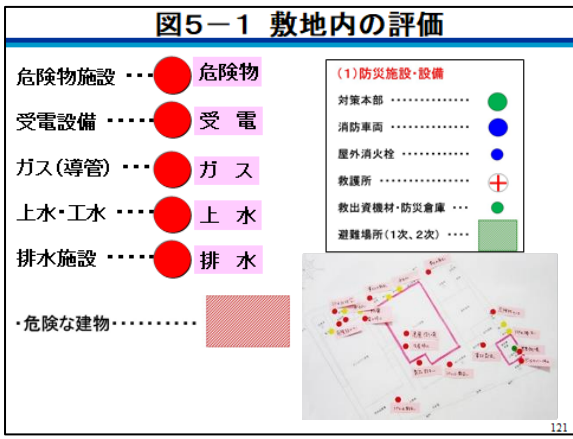
図4-21 協力会社	
協力会社	状況
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	

5 予防計画

5. 1 耐震対策

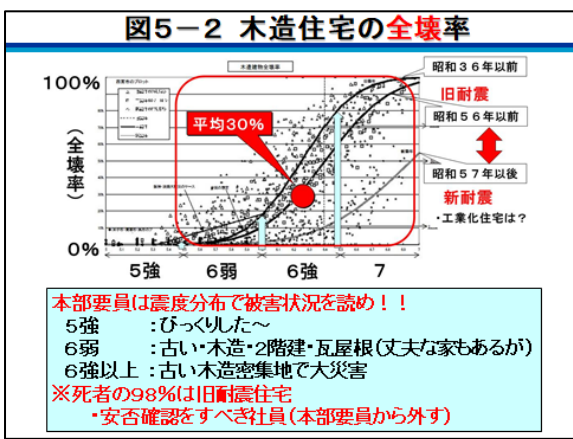
(1) 敷地内の危険性の評価

敷地図を用いて、敷地内のインフラ設備や排水設備などの耐震性を評価します(図5-1)。



(2) 建物の耐震対策

次に建物の耐震性ですが、最初に社員の住宅の評価のためにも木造建物について説明します。木造建物の全壊率を図5-2に示します。旧耐震の木造建物でも震度5強では全壊はほとんどありませんが、震度6弱から全壊が出始め、6強になると全壊率が急激に高まり、震度7になると全壊率は60%を超え、ほぼすべての建物が住居不能になります。また震度6弱～6強では全壊建物の10%程度が倒壊します。阪神淡路大震災では多くの方が亡くなりましたが、実は死者のほとんどが旧耐震住宅にお住まいの方でした。



続いて非木造建物の全壊率を図5-3に示します。非木造建物は木造建物に比べて強いですが、非木造建物が被災すると大きな被害を出しますので、旧耐震建物は耐震改修を行う必要があります。なお、地震発生後の非木造建物への立入り判断ですが、図5-4のように、新耐震またはI s 0.6程度の耐震補強を行っていても、震度が大きい場合、倒壊はなくても中破(半壊)以上になって立ち入りができなくなることもあります

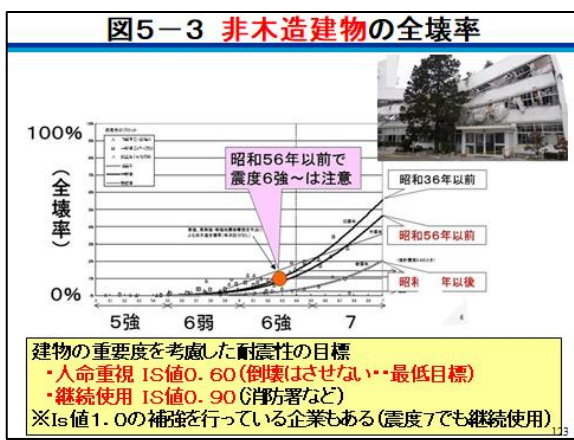


図5-4 非木造建物の耐震性と立ち入り判断					
昭和57年以降の建物、及びIS=0.6の耐震補強を行った建物					
ランク	軽微	小破	中破	大破	倒壊
被害状況	RC造 SRC造	二次壁の損傷もほとんど無い	二次壁にせん断ひび割れ	柱・配管壁にせん断ひび割れ	柱の鉄筋が露出・変形 建物の一部または全体が倒壊
地震規模	中地震 震度5強程度	IS=0.6	IS=0.6	IS=0.6	IS=0.6
地震規模	大地震 震度6弱以上	IS=0.6	IS=0.6	IS=0.6	IS=0.6
立ち入り不可					
・被害なし～軽微:継続使用可 ・小破(一部損壊):死者はない。小規模の修復工事で継続使用可。 ・中破(半壊):死者はない。大規模修復工事が必要 ・大破(全壊):死者はないが、解体(建替え) ・倒壊:死者が発生。解体(建替え)					

津波に備えて、津波避難に使う建物の立入り判断の簡易な手順を決めておく必要があります。基本は、津波避難中に余震が起きても倒壊しないことです。

(3) 設備や内外装

建物に続いては内外装や設備の耐震性です。図5-5に示すようなフロアの平面図を用いて危険性の把握を行います。あわせて避難路や避難スペースについても検討します。

図5-5 設備・内外装(建物の平面図)



なお、後述の初動対応の検討のために、死傷者や出火の可能性がある場所についても検討しておいてください。

耐震性については図 5-6 のようにまとめ、あわせて予防対策についても検討します。

図5-6 揺れによる被害と予防対策

予想される被害	予防対策
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
・	
死傷者数＝ 人	
出火件数＝ 件	

5. 2 津波対策

続いて津波対策ですが、ここでは浸水範囲外への移転は除きます。津波対策には大規模なものから小規模のものまでいろいろあります。

例えば

- ・会社敷地や重要設備を守るための防潮壁や止水版の設置
- ・地下や1階にある設備を2階などに移す
- ・重要設備の基礎を嵩上げる
- ・津波避難場所を確保する

などです。

図 5-7 は工場を約 5 m のコンクリート壁で囲んだ事例です。工場の出入り口には閘門と同じ止水ゲートが設置されています。また図 5-7 の後方には民間企業が費用負担した防潮堤（一条堤）がありま

す。防潮堤の天端標高は約15m、延長は17.5kmで総工費は330億円です。費用は民間企業が協力して負担しました、また、行政と協力して、民間の敷地内に津波避難タワーを設けたところもあります（図5-8）。

図5-7 予防対策の事例(浜松市)

浜松市沿岸の一条堤(2020年3月完成)
(高さは約15m、延長17.5km、総費用330億円)

一条工務店の工場
(周囲をコンクリート壁で囲んでいる)



図5-8 予防対策の事例(石巻市)

工業団地の津波避難タワー
※周囲に住宅は無い



このように、自社でできる津波対策を検討し、図5-9のように取りまとめます。もちろん、自社だけではなく、近隣の企業と協力して予防対策を検討することも大切です。

図5-9 津波被害と予防対策

[illegible]

6 初動対応

6. 1 家庭での対応

初動対応での津波避難を検討する前に、図 6－1 を用いて「避難」について説明します。

図6－1 避難とは

避難とは？…二つの意味があります

一つ目は
危ない場所にいる方が安全な場所に行くこと
安全な場所を避難場所といいます。
・洪水避難場所(高いところ)
・土砂災害避難場所(安全なところ)
・大規模火災では…広域避難場所(広いところ)

二つ目は
家を失ったり、ひとりでは生活ができないひとが頼る所
・避難所(収容避難所、指定避難所)
安全な場所の丈夫な建物にて、避難しないで済むことが最善です。避難率ゼロが防災です。
避難は次善の策です。
メディアは避難率100%を良しとする。

最初に、「避難」とは危ない場所にいる方が安全な場所に移ることです。この「安全な場所」を避難場所と言います。ですから、安全な場所の丈夫な家に住み、避難しないで済む防災がベストで、避難しなければならないこと（減災）がベストではありません。

もう一つは避難所で、家を失った方が頼る場所を言います。これも、避難所に行くことが防災ではなく、避難所に行かなくとも自宅で生活ができる事がベストです。

そうはいつでも、現在は多くの人が生活には便利だが安全ではない場所に住んでいるのも事実です。従って津波警報が出るような大きな地震の場合の行動は図 6－2 となります。自宅が津波に対して安全な場合と危険な場合に分けて行動フローを示しました（図 6－3、4）。

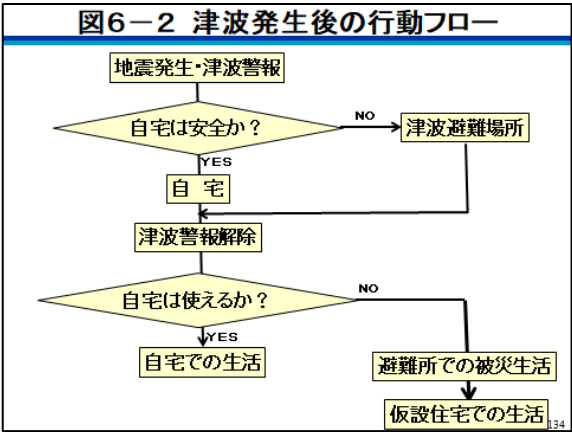


図6－3 津波に対して自宅が安全な場合

在宅勤務者	
対応フロー	備考
身の安全の確保	危険なところから離れる(自宅内で)
家族の安全確保	声掛けなど、必要なら救出も
沿岸部に津波警報	自宅は安全
共助	ご近所の様子、救出、初期消火など
被災生活準備	自宅の片付け、被災生活準備
待機	安否確認システムへの登録
通勤路等の確認	職場や通勤路は安全か
出社	事前の定められた場所またはリモートワーク

※ 自宅が被災した場合は地域の避難所へ(急いでの出社に及ばず)
※ 出社場所は事前に定めたとおり。

図6－4 津波に対して自宅が危険な場合

在宅勤務者	
対応フロー	備考
身の安全の確保	危険なところから離れる(自宅内で)
家族の安全確保	声掛けなど、必要なら救出も
沿岸部に津波警報	自宅が危険として
津波避難開始	ご近所への声掛けなど(できる範囲で)
津波避難継続	数時間～2日(東日本大震災)
津波警報解除	自宅が無事ならば帰宅
避難所生活	避難所運営への参加(共助)
仮設生活	みなし仮設や仮設住宅生活
自宅再建など	自宅再建または災害公営住宅へ

※ 自宅が被災した場合は地域の避難所へ(急いでの出社に及ばず)
※ 出社場所は事前に定めたとおり。

次に、津波に対する自宅の安全性の確認や、津波避難場所の確認方法を説明します。

先ず、図 6－5 に示す方法で自宅の標高を調べます。

「地理院地図」で検索し、表示された地図を拡大して中央にある「十」を自宅の場所に合わせると、画面の左下に標高（T P.）が表示されます。

図6-5 標高の調べ方



図6-8 津波避難場所の調べ方(徳島県)



図6-9 津波避難場所の調べ方(宮崎県)

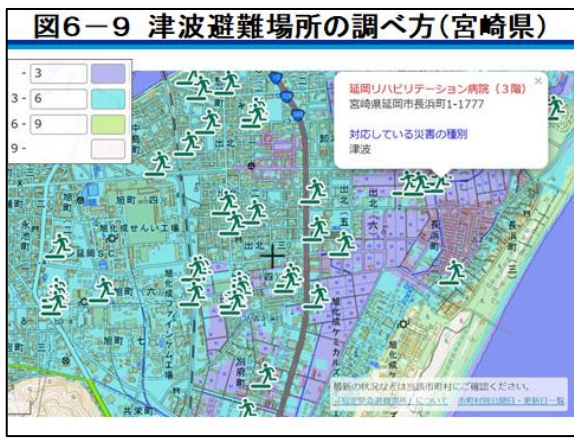


図6-6 津波避難場所の調べ方



6. 2 職場での対応

地震発生からの職場での標準的な初動対応例を図6-10に示します。

図6-10 初動対応例

地震発生～津波避難
・身を守る
・初動対応(救出救護、初期消火、操業停止協定、点呼)
・津波避難(建物安全確認、避難)
津波避難～津波警報解除(東日本大震災では津波警報解除まで48時間)
・家族との連絡など
・一時滞在準備～滞在(飲食、トイレ、情報共有)
津波警報解除～帰宅
・帰宅路確認・確保(自分たちでがれきの撤去、遗体安置)
・方面別帰宅の準備
・帰宅開始
帰宅後
・家族の安全確認
・被災生活準備(在宅？避難所？)
帰宅しなかったら
・地域支援活動
・被災社員支援
・出社(休日)

津波避難が必要な場合は、東日本大震災と違って南海トラフ地震は津波到達時間が短いので、「近くの高い場所(建物)」への避難が基本です。また、津波に襲われた後は津波避難場所の周囲は浸水またはガレキに囲まれていますので、津波警報が解除されてもすぐに降りることはできません。主要道は行

続けて、図6-6に示した手順で作業を進めると、自宅近くの津波避難場所を見つけることができます。

パソコンを用いて、本州(静岡県)、四国(徳島県)、九州(宮崎県)での津波避難場所を検索した結果を図6-7、8、9に示します。

図6-7 津波避難場所の調べ方(静岡県)



政と協定を結んでいる建設会社が啓開（道路を切開くこと）しますが、敷地内や主要道に至る道は自分たちで協力して啓開する必要があります。

また、帰宅にあたっては支援が必要な方（要支援者、負傷者、女性など）と一緒に、方面別に協力して帰宅してください。帰宅後は自宅や地域が被災している可能性もあります。これらを考慮して図6-10を参考に図6-11のように初動対応を整理してください。

図6-11 初動～津波避難～帰宅～

職場	本部	
・		地震発生～津波避難
・		
・		
・		
・		津波避難～津波警報解除
・		
・		
・		
・		津波警報解除～帰宅
・		
・		
・		
・		帰宅後

6. 3 被災社員支援計画

旧・新日鐵釜石製鐵所（現・日本製鐵・東日本製鐵所（釜石地区））では、グループ社員・家族の中からも多数の死亡者・行方不明者を出し、グループ社員の約2割が住居を失いました。通信手段がない中で、地域ごとに安否確認チームを編成し、被災場所や避難所を巡り、グループ社員とその家族約6,000名の安否確認に奔走し、3週間を要したとのこと（図6-12）。

図6-12 釜石製鐵所の対応(東日本大震災)

- 社員・家族の被害
釜石製鐵所のグループ社員・家族の中からも多数の死亡者・行方不明者を出し、グループ社員の約2割が住居を失った。
- 社員・家族の安否確認
安否確認班を編成し、地域ごとにチームを組み、通信手段がない中、被災場所や避難所巡り、グループ社員とその家族約6,000名の安否確認に奔走した。
- 地域での活動
多くの社員やOBが、各地域の自治会、消防団などの地域活動や避難所で重要な役割を果たした。

東日本大震災だけでなく、今までの大災害での企業の被災社員支援活動をまとめると図6－13となります。

図6-12 釜石製鐵所の対応(東日本大震災)

- 社員・家族の被害
釜石製鐵所のグループ社員・家族の中からも多数の死亡者・行方不明者を出し、グループ社員の約2割が住居を失った。
- 社員・家族の安否確認
安否確認班を編成し、地域ごとにチームを組み、通信手段がない中、被災場所や避難所巡り、グループ社員とその家族約6,000名の安否確認に奔走した。
- 地域での活動
多くの社員やOBが、各地域の自治会、消防団などの地域活動や避難所で重要な役割を果たした。

総務・人事部門だけでは手が回らず、会社全体で被災従業員支援センターを立ち上げての対応計画と訓練が必要です。

7 復旧対応

津波被害からの復旧対応の基本的な考え方を図7-1に示しました。

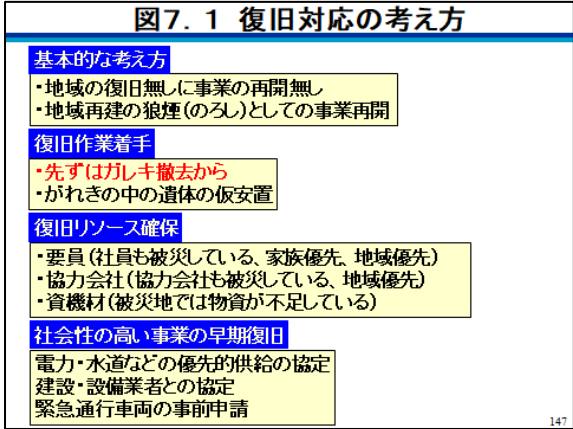


図7.3 目標復旧時間が4週間≒1か月では

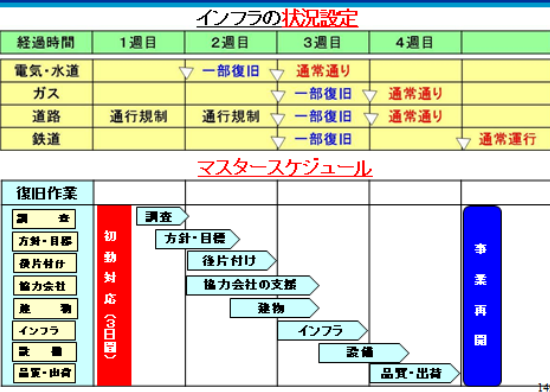
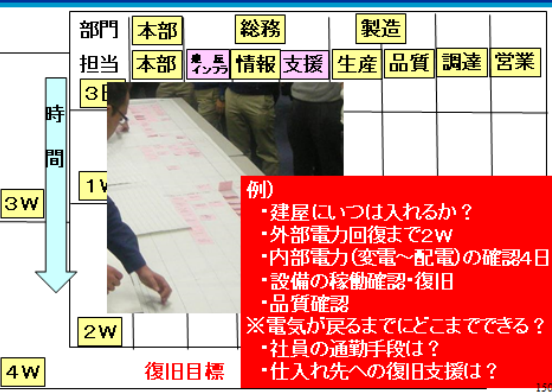


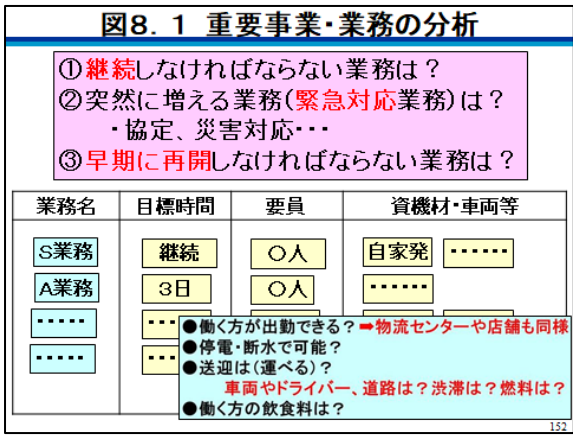
図7.4 目標復旧時間が4週間≒1か月では



8 事業継続計画

被害を受けた建物や施設・設備の復旧に加えて、社会的使命の高い事業・業務や、行政等と協定を結んでいる事業・業務は継続または早期再開しなければなりません。

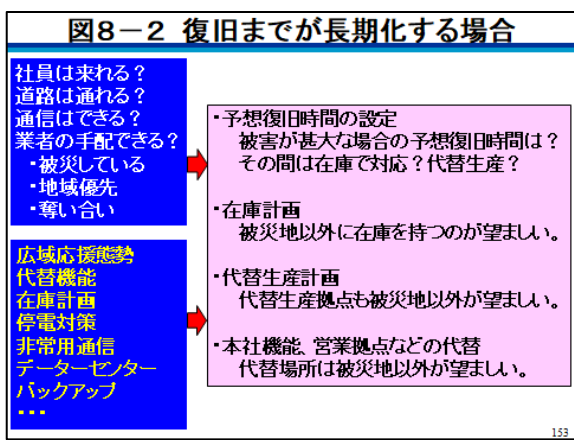
先ずは図8-1のように重要な事業・業務を分析します。企業は自社の重要な事業・業務を直感的に理解しているはずで



事業・業務の重要度の分析では、ランクA・B・Cの他にコロナ対応の過程で「エセンシャルワーカー」で理解が広まったように、生命にかかわる事業・業務や社会的機能を維持するために必須の事業・業務があります。それをランクSとします。

次にそれぞれの事業・業務についてリソースなどを分析・把握します。

続いて、事業や業務の継続ができない場合や、復旧に要する時間が目標復旧時間を大幅に超える場合の対策を検討します。製造業であれば全国での流通在庫の確保や代替生産を検討します。業務については本社機能や営業機能などの継続方法を検討します(図8-2)。

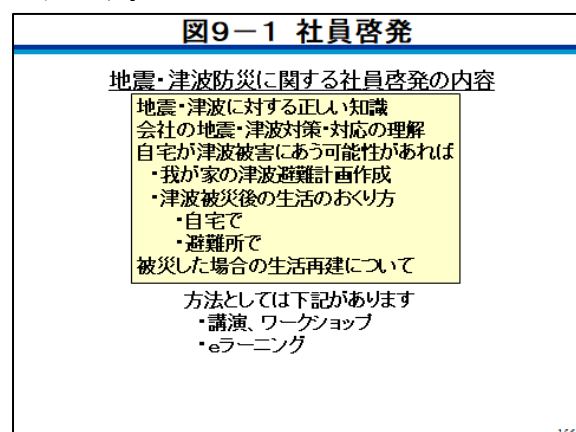


9 啓発・訓練

9.1 社員啓発

地震津波防災に関する社員啓発内容と方法を図9-1に示します。

津波への正しい知識、会社の防災計画の理解、我が家の防災（津波避難計画、被災生活のおくり方など）が柱です。

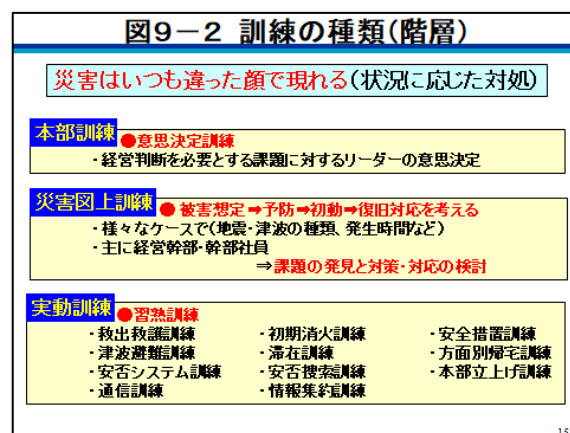


9.2 訓練

訓練は、大きく分けて3階層となります。ベースは全社員を対象に、習熟を目的とした実動訓練です。実動訓練には図9-2に示すように多くの種類がありますので、数年に分けて、かつ繰り返し行う必要があります。その上に幹部社員を中心に行う災害図上訓練があります。地震・津波だけでなく、災害の種類や発生時間を変えて、被害想定～予防対策～初動対応～復旧対応の検討を行い、自社の課題を抽出して改善計画を検討します。

その上に、経営者や事業部門長などの意思決定訓練があります。災害時に基本方針に従って意思決定を行う訓練ですが、時系列で被害や対応状況を読み上げていく訓練（シナリオ訓練）の中で、要所で実際に意思決定を行っていただくのが良いと思います。

目標復旧時間の設定、優先事業（商品）の確認、戦力配分（他事業部門からの応援）などです。



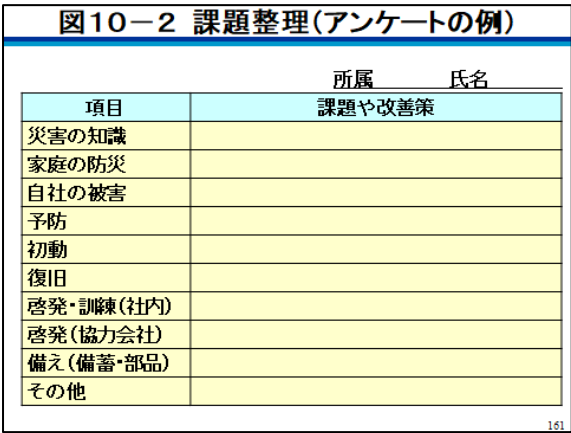
9.3 協力会社の防災力向上

自社の防災力向上だけでなく、協力会社や仕入れ先の防災力向上も必要です。図9-3は協力会社や仕入れ先向けに災害図上演習の機会を設け、各社それぞれに防災対策・対応の検討をしていただいている様子です。ほぼ1日で各社の防災計画の骨子を作成していただくことが可能です。

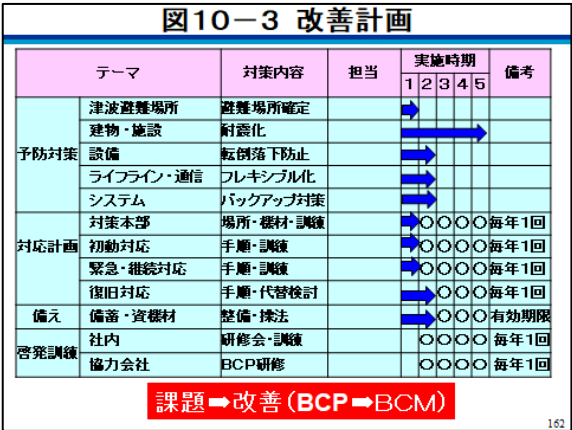


10 課題と改善計画

D I Gのまとめとして、自社の課題を抽出し整理します。ワークショップ形式では図10-1のように整理して各班の発表会を行い、参加者全員で共有するようにします。アンケートによる場合は図10-2のようなアンケートを回収し、取り纏めた上で参加者にフィードバックします。



防災やB C P（事業継続計画）に関する事務局は、この課題の取りまとめ結果に基づいて改善計画案（図10-3）を作成し、防災委員会またはB C P委員会に諮ってください。



改善計画が本当の意味でのB C P（P l a n＝計画）です。分厚い書類を作成することがB C Pではありません。そしてこの改善計画の進捗状況を毎年継続して（年度末などに）確認して改善を進めていくことがB C M（マネジメント）で、B C Pに終わりはありません。

1 1 長期的な計画（移転）

1 1. 1 移転の事例

東日本大震災後に移転を行った企業の事例を2つ紹介します。

1つ目は段ボール製造の大手、レンゴー（株）仙台工場です。仙台港の北側にあった仙台工場は東日本大震災の津波（津波高5 m（浸水深3 m））に襲われ、1階部分が壊滅的に被災しました。津波に対する安全性や事業の拡大を考慮して、宮城県内の内陸部の大和町に新工場を建設し、震災翌年の4月に再開しました。移転先は仙台市北15 kmの工業団地で、トヨタ自動車東日本の工場の近くです。



2つ目はマルハニチロの石巻工場です。石巻の沿岸部の旧北上川沿いにあり、近くには震災遺構となった門脇小学校があります。襲来した津波は津波高は6 m、浸水深は4 mで、従業員は日和山と工場屋上へ避難しましたが、工場は大きな被害を受けました。その後、規模を縮小して復旧しましたが、工場が旧北上川の堤防の嵩上げ工事範囲に入るため、移転を決定し、石巻市内の内陸側の津波浸水範囲外に移転、2017年4月に稼働を開始しました。一見して、近代的で、以前よりも規模が大きいと思われます。

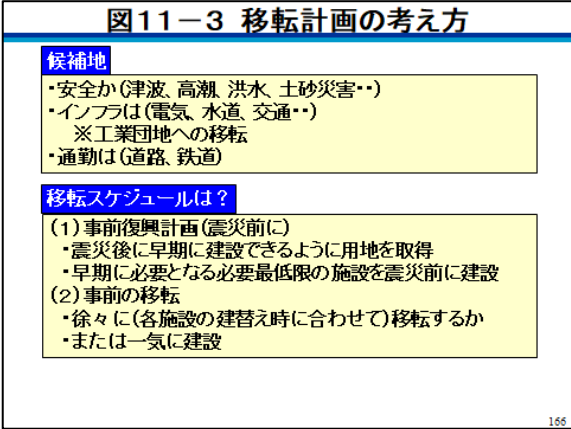


2つの工場とも、移転にあたっては下記が考慮されています。

- ・安全な場所
- ・従業員の通勤（遠隔地ではないこと）
- ・地域貢献（レンゴーは宮城県内、マルハニチロは石巻市内が適地選定で重要視されたとのことです）

1 1. 2 移転計画の考え方

移転計画には事前復興計画と事前の移転計画があります（図11-3）。



事前復興計画は、災害後の復興計画を災害前の平常時に計画しておくことです。用地の取得など災害後では時間がかかることは、可能な範囲で事前に準備を進めておきます。

事前の移転計画には、徐々に移転する場合と、一気に移転場合があります。徐々に移転する場合は

事前復興計画と重なる場合もあります。

移転先は、図11-4に示すような標高図を用いて、津波に対する安全性に加えて、河川氾濫、土砂災害などを考慮し、さらにインフラ整備の容易さ、従業員の住まいと通勤、材料や製品の搬入や出荷などを考慮して検討します。



おわりに

最後に図0-1, 4を再掲します。

本書の目的は津波防災に対して、正しい知識を身に付け、自ら考え、自ら決断できる能力を高める事を目的としました。

とくに経営者の役割が重要です。平時の内に災害時に備えて、予防（危機に陥らないこと）と参謀となる人材の養成（被害の最小化と早期復旧を計画できる人材の養成）が大切です。そのために災害図上演習が有効と思います。

図0-1 本書の目的と検討手順

目的

津波を伴う海溝型地震を対象に、企業が防災計画を検討することを目的とする。
特に、今世紀前半に発生する可能性が高い南海トラフ地震を対象として検討を進める。

手順

主な手順は下記の通り

- ・正しい知識を身に着ける
- ・自社関係の被害想定を検討する
- ・予防対策を検討する
- ・対応計画（初動、復旧）を策定する
- ・自社の課題を整理し、改善策を実行する

3

図0-4 経営者の役割

平常時の役目は？

□防災計画、BCPの推進に理解があり、会社として積極的に取り組むことを会社の経営方針として表明しているか？
※防災計画、BCPの推進は平時には利益を生まないため、担当者が熱心に取り組むことが難しい。
□防災計画やBCPを検討・推進するチーム（全社横断的な組織や担当者）が明確で、積極的に取り組んでいるか？
※災害時には本部事務局となる方々の育成をかねます。

災害時の役目は？

□災害の全容と自社の役目を理解でき、災害対応の方針や目標復旧時間などの重要事項を決定できるか？
□顧客や地元自治体への説明や協力の取り付けができるか？
□災害対応にあたる社員や協力会社を鼓舞できるか？

終



災害対策研究会ホームページ
<http://www.saitaiken.com/>

企業の津波防災

～津波 DIG のテキスト～

第1版発行：2022年2月

災害対策研究会代表

（一社）地域安全学会顧問

宮本 英治