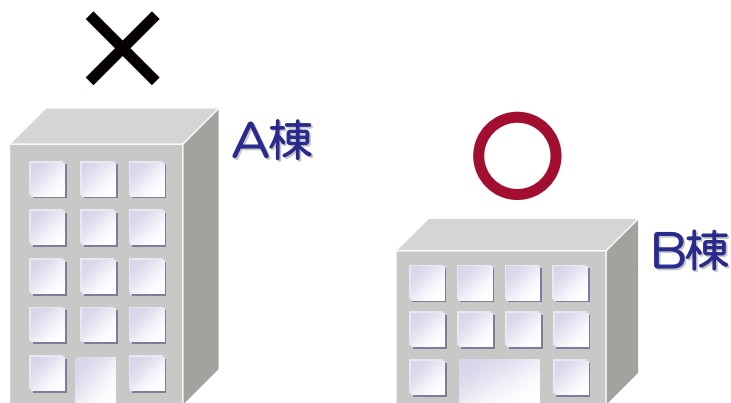


地震リスクマネジメントの活用と 東日本大震災の教訓

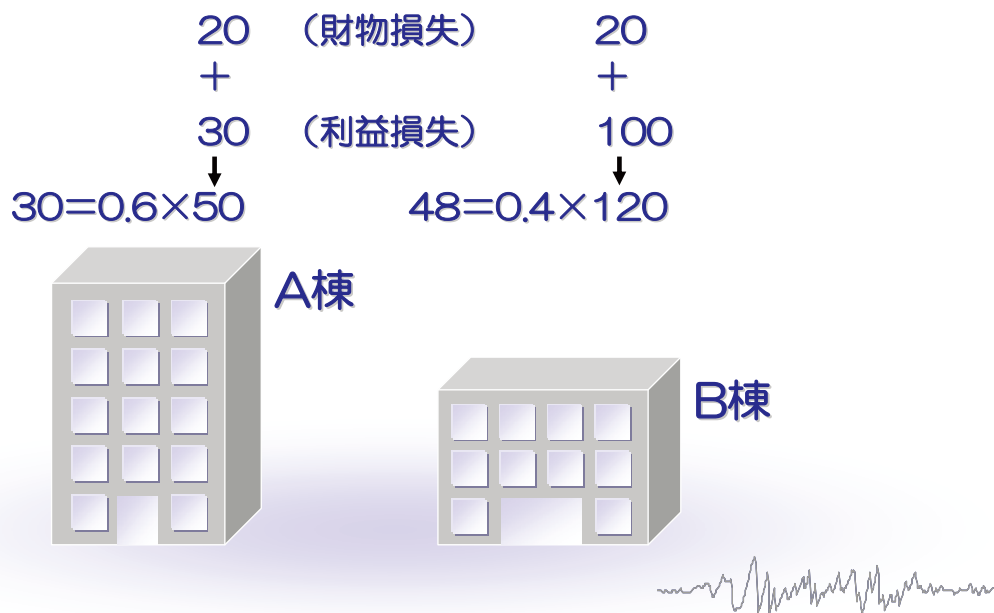
株式会社 篠塚研究所
中村孝明

耐震診断と地震リスクマネジメント 耐震診断

安全レベルを定める、これを超えるか、超えないか、



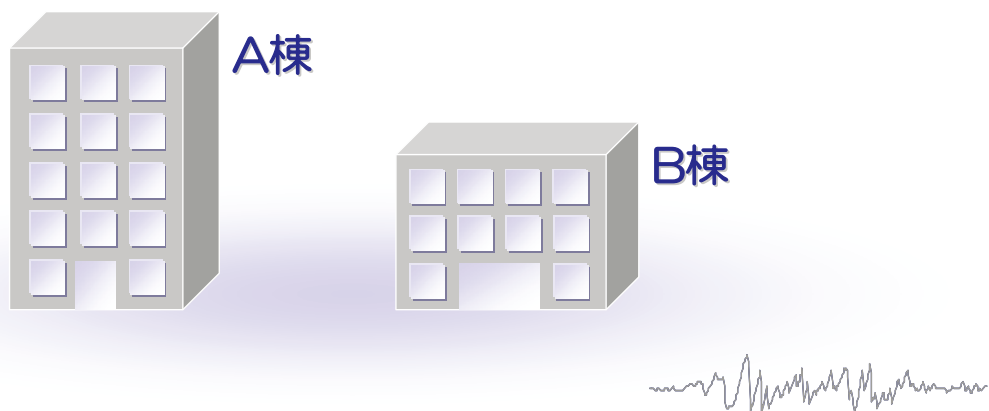
地震リスクマネジメント→リスクを定量化 Risk=P×C



利益損失=事業停止日数×日当りの売上

耐震診断と地震リスクマネジメント リスク低減を目標に地震対策を考える

・ 現状	0.6×50	+	0.4×120	= 78
・ A補強	0.2×50	+	0.4×120	= 58
・ B補強	0.6×50	+	0.2×120	= 54
・ A補強と機能分散	0.2×90	+	0.4×80	= 50



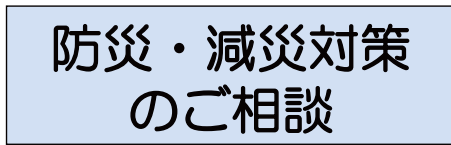
定量化されたリスク情報に基づき、企業としての損得を総合的に診る。

地震リスクマネジメント(Seismic Risk Management)

SRMは、企業の経営リスクの管理という視点から、効果的な対策の意思決定支援を行います。

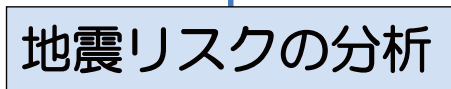
科学的根拠, 判りやすい, ブラックボックスを設けない

Consultation



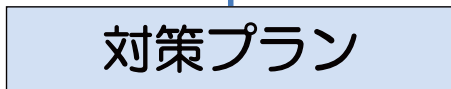
地震対策は必要?
どこまでやればよいの?
2週間以内に再開できる?

Assessment



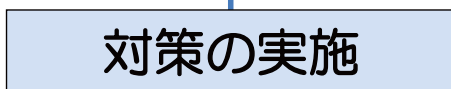
シナリオ地震を設定、
財物損失、操業停止期間、
利益損失などを定量化
財務影響分析

Plan



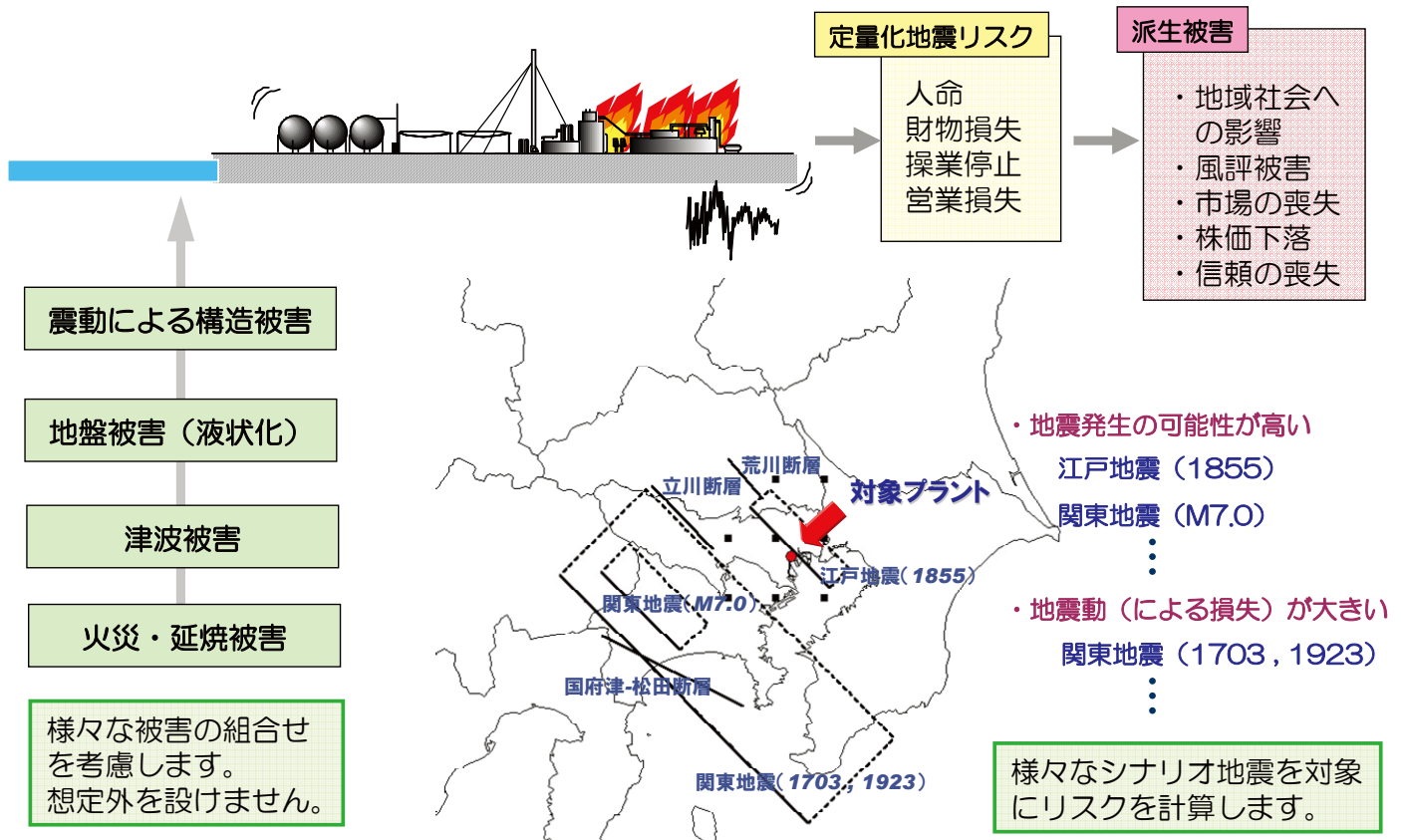
受容リスク
限られた予算
費用効率

Do



ハード対策
ソフト対策
金融対策

様々な地震, 様々な被害を考える



様々な地震対策を総合的に検討する

リスクを低減する対策

地震対策は、
 ・生産活動の継続性
 ・経済性、派生被害の防止
 ・財務計画
 を踏まえ、検討する必要があります。

地震リスクを転嫁する対策

金融対策

- ◇地震保険
- ◇キャプティブ保険
- ◇保険デリバティブ
- ◇キャットボンド
- ◇リスクスワップ
- ◇コミットメントライン
- ◇コンティンジェントデット

ハード対策

- ◇施設の改修、補強
- ◇設備機能の増強
- ◇バックアップ機能の整備
- ◇備品・食料の備蓄
- ◇防消火設備の増強
- ◇生産・在庫調整

ソフト対策

- ◇防災マニュアルの整備
- ◇机上シミュレーション
- ◇防災教育・訓練・演習
- ◇緊急点検項目の整備
- ◇防災対策本部の機能の明確化
- ◇緊急連絡網、安否確認の方法
- ◇風評・マスコミ対策
- ◇人的支援体制の構築
- ◇資材・IT機器の優先確保
- ◇公助・協同の仕組み整備

7

想定地震のリスクを一覧で見る

NEL：財物損失の平均値

RTE：操業停止期間の平均値

PML：財物損失の90%非超過値（この値を超える可能性は10%）

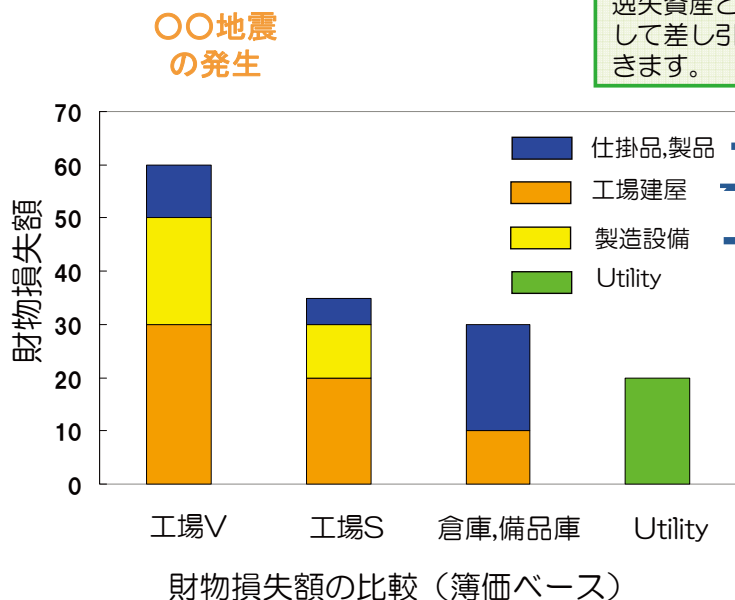
No.	震源名	マグニチュード	財物損失				事業停止 RTE (日)	年間発生 確率	累積 確率
			NEL (率)	PML (率)	NEL (億円)	PML (億円)			
1	(139.70, 35.70)	M7.0	0.157	0.486	234.8	728.7	34.0	0.01%	0.01%
2	(139.90, 35.70)	M7.0	0.124	0.377	185.3	565.5	26.4	0.01%	0.02%
3	(139.70, 35.50)	M7.0	0.111	0.337	166.6	505.7	23.6	0.01%	0.03%
4	(139.70, 35.70)	M6.5	0.097	0.293	145.4	438.9	20.5	0.03%	0.06%
5	(139.90, 35.50)	M7.0	0.092	0.278	138.5	417.1	19.5	0.01%	0.07%
6	1703.1923 関東	M8.0	0.086	0.257	128.4	385.8	18.0	0.14%	0.21%
7	(139.90, 35.70)	M6.5	0.071	0.213	106.6	318.9	14.9	0.03%	0.24%
8	関東平野北西縁断層帯	M8.0	0.070	0.210	105.5	315.7	14.7	0.00%	0.24%
9	(139.70, 35.50)	M6.5	0.062	0.185	92.8	276.9	12.9	0.03%	0.27%
10	(139.70, 35.70)	M6.0	0.052	0.154	77.7	231.6	10.8	0.09%	0.36%
11	(139.90, 35.50)	M6.5	0.048	0.144	72.7	216.6	10.1	0.03%	0.39%
12	立川断層帯	M7.4	0.043	0.130	65.2	194.3	9.1	0.04%	0.43%
13	(139.50, 35.70)	M7.0	0.039	0.116	58.5	174.2	8.1	0.01%	0.44%
14	(139.90, 35.70)	M6.0	0.034	0.102	51.3	153.1	7.1	0.09%	0.53%
15	(139.50, 35.50)	M7.0	0.033	0.099	49.8	148.7	6.9	0.01%	0.54%
16	(139.70, 35.50)	M6.0	0.028	0.085	42.5	126.9	5.9	0.09%	0.63%
17	(139.70, 35.90)	M7.0	0.025	0.074	36.9	110.4	5.2	0.01%	0.64%
18	(139.90, 35.90)	M7.0	0.022	0.067	33.6	101.0	4.7	0.02%	0.66%
19	(139.90, 35.50)	M6.0	0.020	0.061	30.2	90.8	4.2	0.09%	0.75%
20	1855 江戸	M7.0	0.016	0.050	24.6	74.3	3.5	1.54%	2.28%
∴	∴				∴			∴	

上位100地震以上のリスクを計算

8

財物損失は簿価上の除去損と再調達ベースの2面で見ると

財物損失額は、シナリオ地震が発生した場合に、予想される被害を修復するための費用と、簿価上の資産の逸失額を意味します。



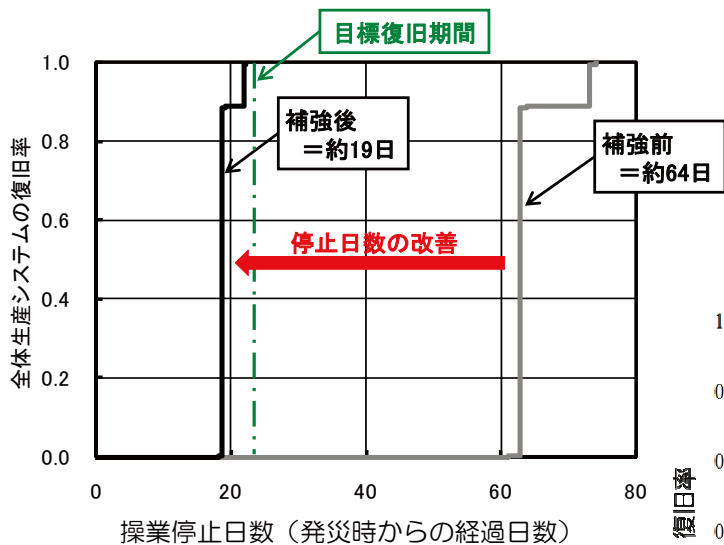
逸失資産として差し引きます。

流動資産	285
現金・現預金	100
買取手形・売掛金	80
有価証券・その他	5
棚卸資産	90
その他	10
有形固定資産	500
建物・土地	300
設備機器	200
その他	-
無形固定資産・投資等	44
投資有価証券	10
子会社株式・出資	10
創立費	24
開発費	5
資産合計	829

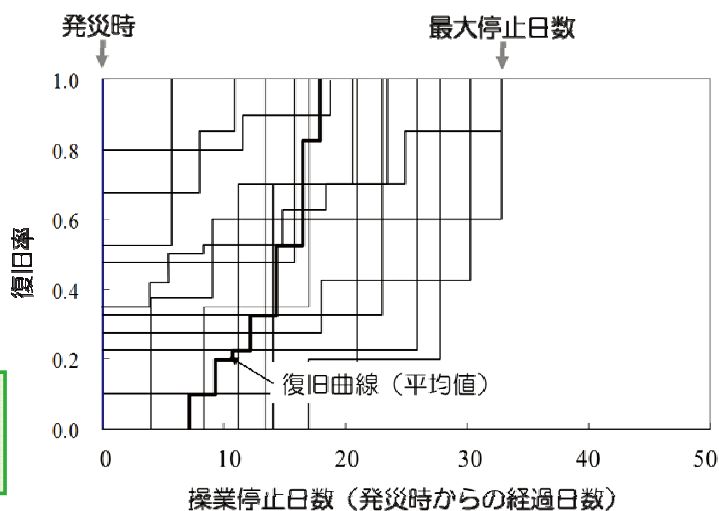
復旧費用を流動資産から差し引き、固定資産に加えます。

操業停止期間は復旧曲線で見ると

— 復旧曲線 (Recovery Curve) —



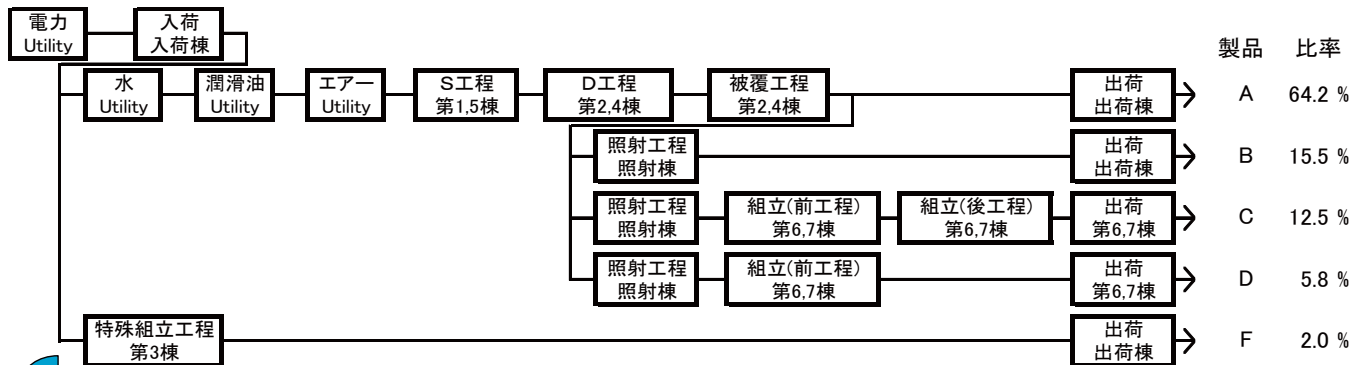
復旧曲線は、予想される無数の復旧プロセスの平均値を描いた曲線です。最悪を想定した復旧曲線も計算されます。



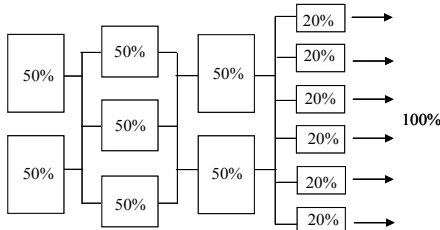
復旧曲線は、生産システムが完全復旧するまでの、経時的なプロセスを描いた曲線です。復旧曲線の左側面積が操業停止期間となります。

生産プロセスをシステムとしてモデル化する

生産システムモデルは、製品、製品種別売上、製造工程、設備構成、生産管理、受発注システム等に関する情報を集め、実状に即し、作成します。



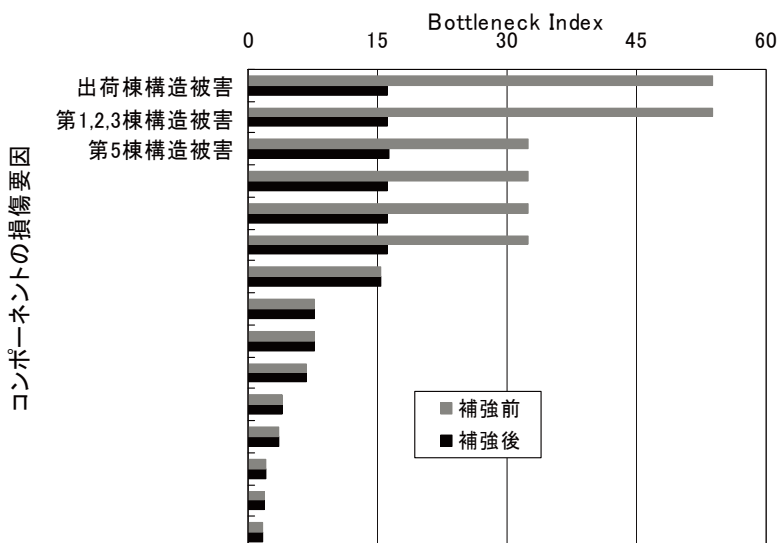
さらに細かく評価する場合があります。



製造装置個々の生産能力（一日当りの生産量など）を考慮します。
 ・生産システムの冗長性が分かります。
 ・性能能力の余剰は早期復旧に貢献します。

操業停止や復旧遅延の原因を見つける

—Bottleneck Index—



B.I. = 重要性×耐震性×修復性
 どの部位を優先的に耐震化すべきかが分かります。

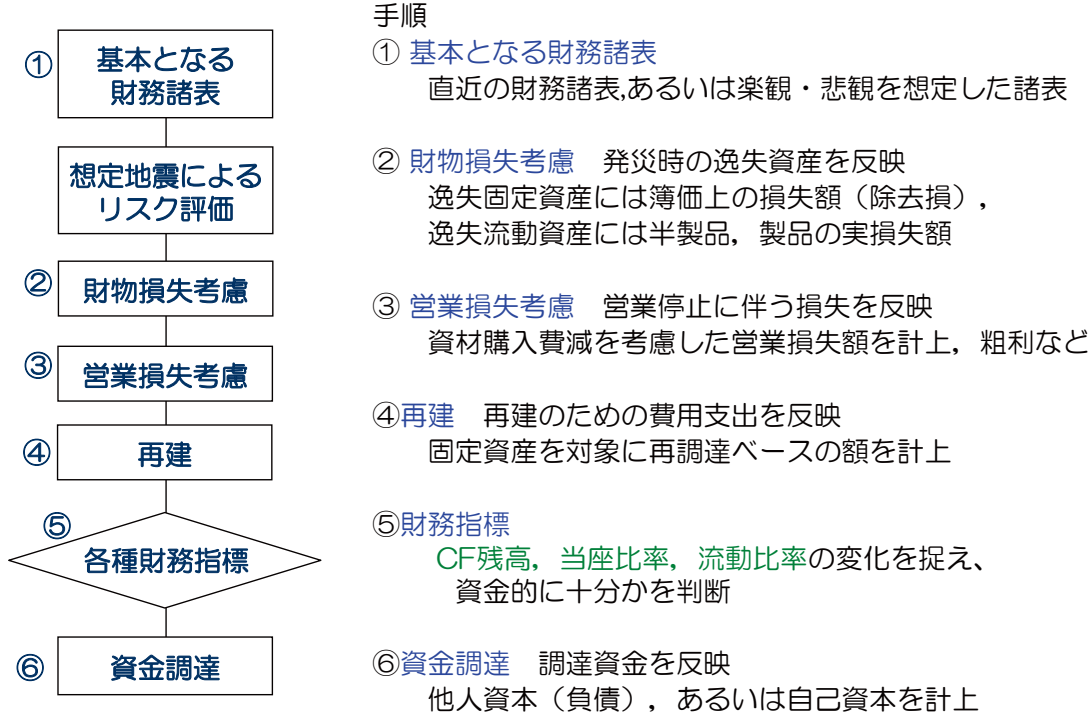
重要性：生産システムへの影響度
 耐震性：脆弱性（耐震性能）
 修復性：再調達日数、復旧難易度

利益損失は、操業停止期間に日あたりの売上（粗利）を乗じ求めます。

利益損失 = 操業停止日数日 × 日あたりの売上

地震リスクを財務諸表に取り込み、経営リスクとして見る

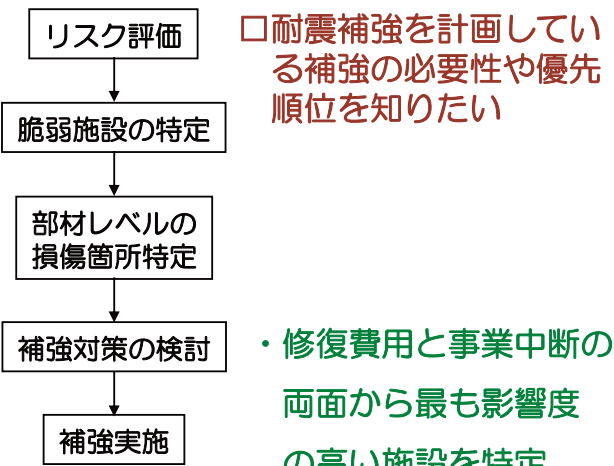
財務3表（P/L, B/S, CF）を連結させ、一括して計算します



製造業のリスク評価・マネジメントの実施例(1)

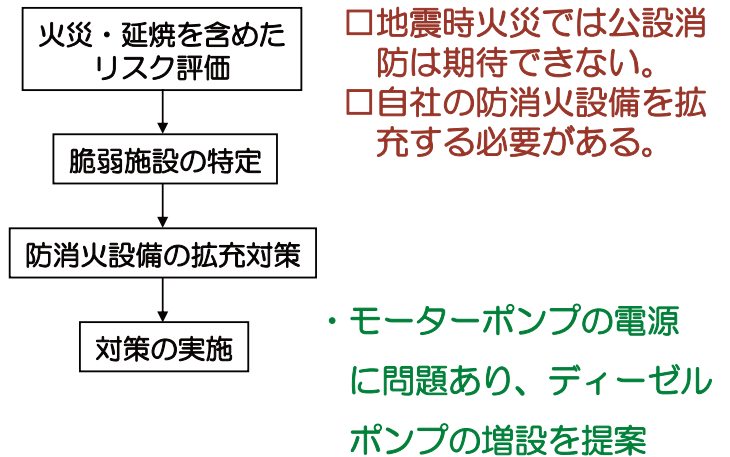
製造業A社の場合

補強対策を想定



石油精製B社の場合

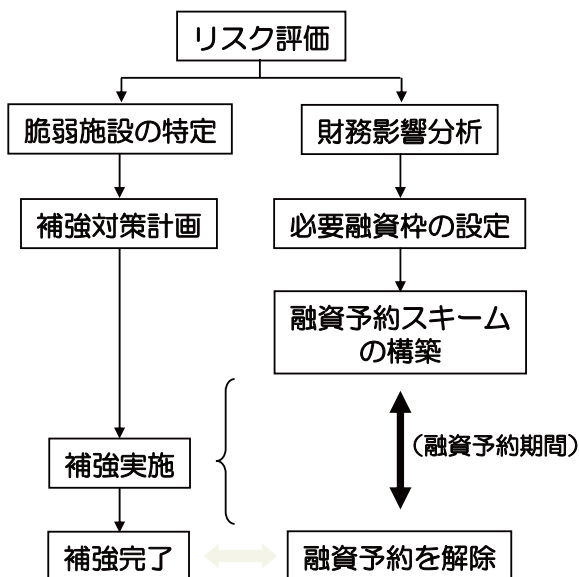
発災時の火災・延焼を憂慮



製造業のリスク評価・マネジメントの実施例 (2)

製造業C社の場合

発災時融資予約ならびに補強対策を想定



- 数年計画で耐震補強を計画しているが、補強完了前に地震が発生すると、企業経営に甚大な影響を与える。
- 補強の優先順位を知りたい。
- 補強完了前に被災した場合、事業継続を確実なものとするための必要資金の調達を検討したい。

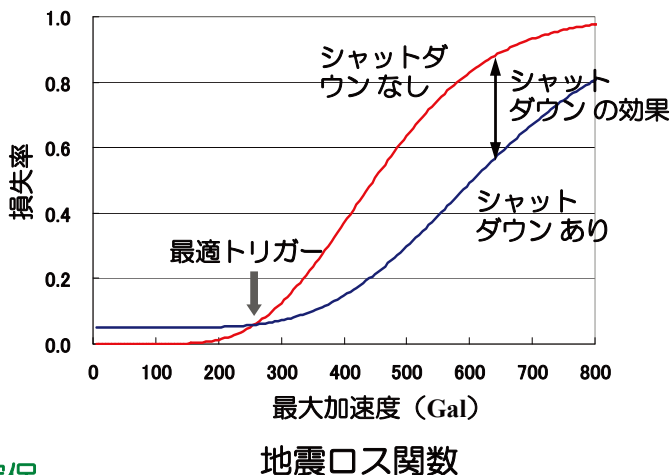
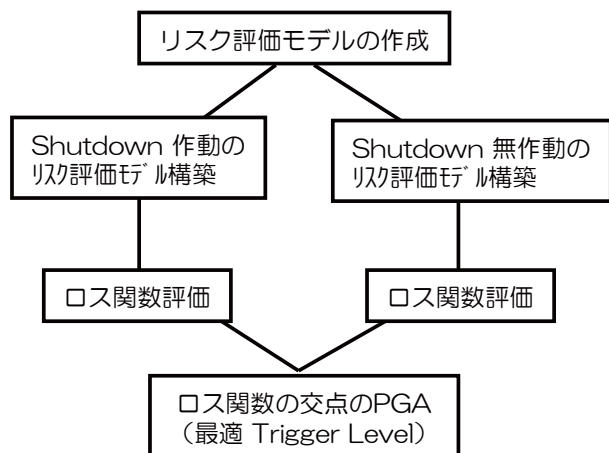
- ・修復費用と事業中断の両面から最も影響度の高い施設を選定、補強の必要性と優先順位
- ・財務影響分析を行い、発災時に必要な資金を評価

15

製造業のリスク評価・マネジメントの実施例 (3)

石油精製D社の場合

- 地震災害時のシャットダウンシステム導入にあたり、トリガーレベルを知りたい
- 被害がない場合にシャットダウン（誤動作）すると、運転までに大きなロスがある
- 最適なトリガーレベルを求めたい



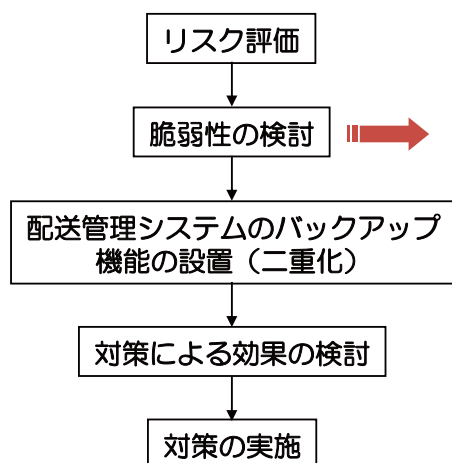
- ・最適トリガーレベルは〇〇〇Gal
- ・シャットダウンシステムの信頼性確保

16

製造業のリスク評価・マネジメントの実施例(4)

清涼飲料水の製造販売A社の場合

- 物流停止が2週間以上続くと市場を失う
- 製造工場は耐震完備、物流拠点が問題
- 耐震補強を行う用意がある



- ・ 建屋・配送機器等は堅牢、配送停止への寄与は小さい
- ・ 配送管理システムが脆弱、2重化が必要
- ・ 電力の復旧は3日程度
- ・ 本社との通信に支障なし

17

東日本大震災の教訓

東日本大地震は、未曾有の広域被災

- ◆ インフラなど、ネットワークの冗長性は期待できない。
- ◆ 一箇所の復旧の遅れが、物流や情報の遮断を長期化する。
- ◆ 人・物・エネルギーは行き渡らず、被災者から見れば時間ばかりが経過する。
- ◆ 企業努力の及ばないところで、事業停止を余儀なくされ、また長期化する。

私たちの社会は高度に組織化されたネットワーク社会。インフラを含めた社会全体が一定の防災性能を持つ必要がある。

18

技術の細分化と市民の関心

社会・技術の変遷

- ◆ 構造物の巨大化と複雑化
- ◆ 技術分野の細分化
- ◆ 社会システムの高度化

施設あるいは仕組み
全体の安全性を
説明できない

市民の関心

- ◇ 身の安全，安否確認，資産保全
- ◆ ライフラインはいつ再開するの
- ◆ 企業活動はいつ再開できる
- ◆ いつになったら元の生活に戻れる

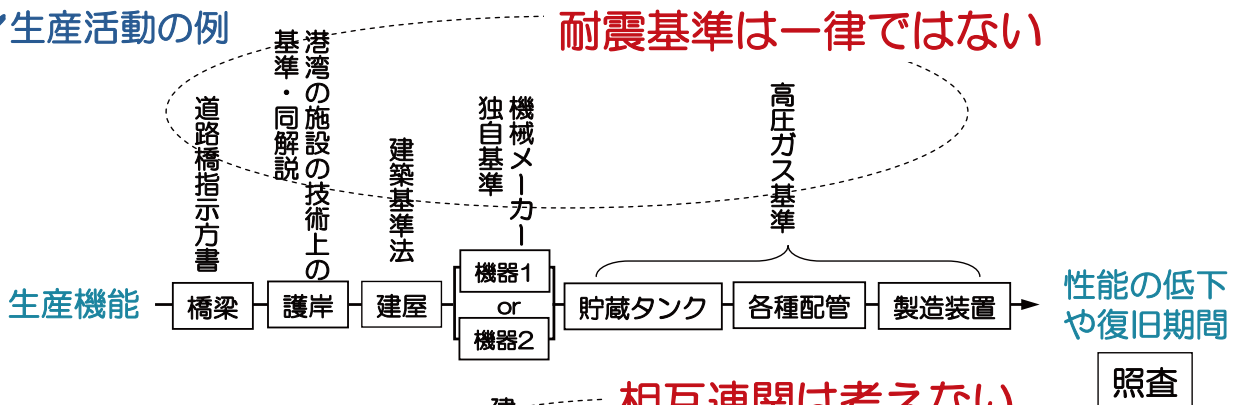
関心事は、
復旧・復興
までの時間

- ✓ 総体としての安全性を示す。
- ✓ 施設機能の復旧期間を示す。

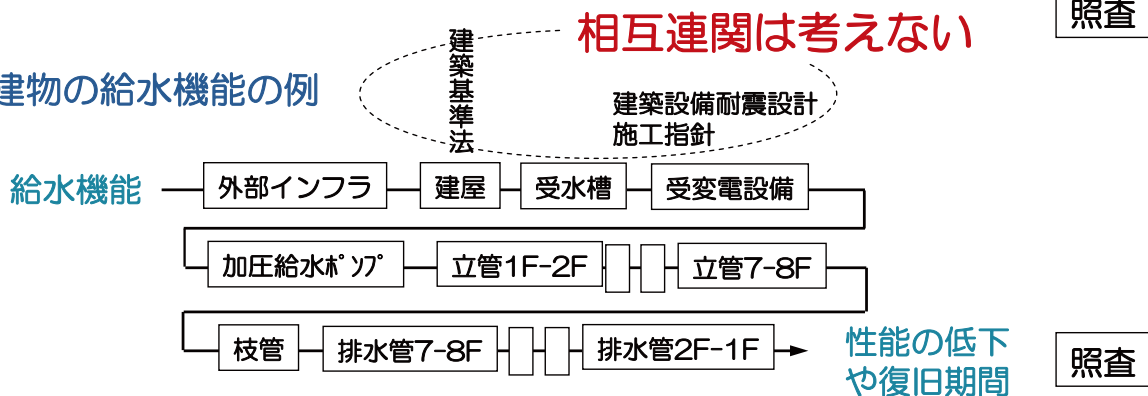
19

複数の耐震基準，機能としての相互関連は？

✓ 生産活動の例



✓ 建物の給水機能の例



20

設計とリスク評価の発想の違い

設計

個々の構造物を対象に、一定レベルの安全性を確保し、全体を作り上げる。つまり、個をしっかりと作れば全体はよくなる、という発想。

リスク評価

施設全体のリスクを計算し、それが十分か、受容できるかを検討する。不十分なら、どの個が問題かを探り出し、そこを補強、改修する、という発想。

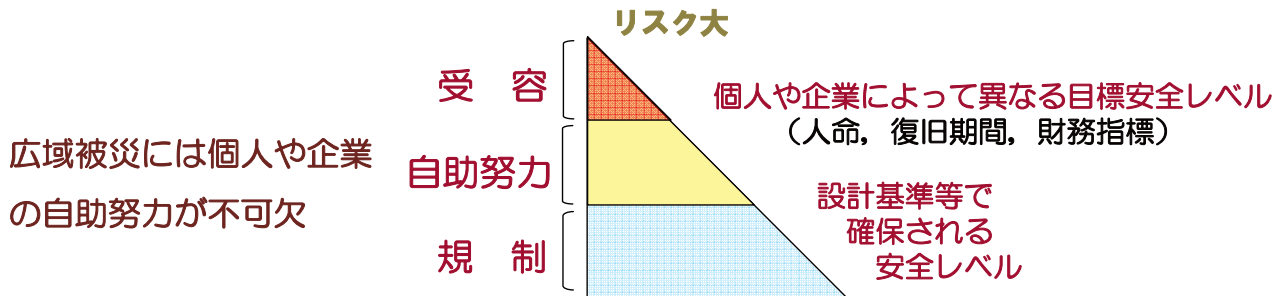
設計は個を見る ↔ リスク評価は総体を見る

高度に組織化された社会では、総体を見る。
機能がいつ復旧するかを定量化する。

21

耐震基準と目標安全レベルの差異を認識

建築基準法は必要最低限の強度を確保するもので、稀な大地震では人命は確保するものの、多少の被害は許容する。施設の機能維持や早期復旧を目的としたものではない。



防災・減災は目標安全レベルを確保すること

- I 受容できるリスクを明確化
- II 最悪地震の発生を前提にリスクを計算
- III 受容できるリスク以下になるように、対策を考える

22

巨大地震への企業の備え

Bottleneck Index
= 重要度 × 耐震脆弱性 × 復旧難易度

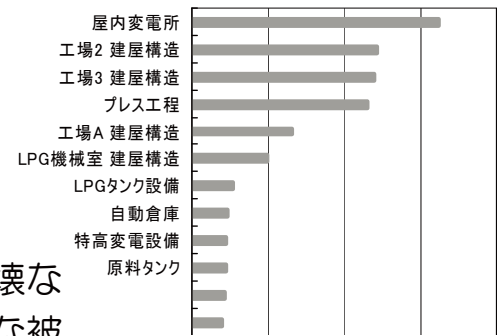
「自己完結型の復旧を目指す」

—自己完結型の復旧戦略—

✓ 建物の倒壊、調達に時間が掛かる製造装置の損壊など、他者の手を借りなければ復旧できない致命的な被害を回避する。

✓ 建物の補強、製造装置や釣り設備の支持、各種Utilityの耐震化、代替の生産機能の準備など ハード対策を確実に行う。

✓ 復旧曲線の計算過程で求められる、ボトルネック指標は対策を検討する上で有効な判断情報



23

巨大地震（広域被災）への備え

「地震リスクを持ち寄る，共有する」

事業所や工場、物流拠点やデータセンター、さらに鉄道や道路、港湾や空港施設等のインフラ、電力や情報通信等のライフラインなど、民間資本から社会資本にいたるまで、それぞれの組織、立場で、大地震が発生した際に予想される被害や復旧期間（地震リスク）を推計する。

—地震リスク情報を互いに持ち寄る利点—

✓ 互いの依存度や影響範囲を把握できる。

✓ 原料や中間品等の輸送経路、発注先の地域分散、自家発電を含めた電力確保、情報通信機能の多重化など、様々な備えを検討することができる。

✓ 耐震性に関する過不足を指摘し合うことができる。

24

まとめ

地震リスクマネジメントの活用と東日本大震災の教訓

- ・ 総体としての安全性を見る。
耐震設計のみならず、リスク評価を、
- ・ 国民の関心は、「元の生活にいつ戻れるか」。
インフラから製造業まで、復旧期間の評価手法の整備を、
- ・ 企業の関心は、早期の操業再開。
受容できるリスクを明らかにし、自己完結型の復旧戦略を、
- ・ 広域被災に対する地域の防災・減災
地震リスク情報を持ち寄り、共に考えては、

地震リスクマネジメントを有効に活用しては、