

2009年11月12日

Risk
Management

事業継続リスクの可視化とリスクカーブ分析

応用オール・エム・エス 株式会社
高杉 剛

OYORMS
応用オール・エム・エス 株式会社

東京都港区赤坂3-11-15 赤坂桔梗ビル4階 〒107-0052
Tel.03-5575-7189 Fax.03-5575-7197
<http://www.oyorms.co.jp/>

本日の講演内容

I -(a). 代替オフィスの立地選択

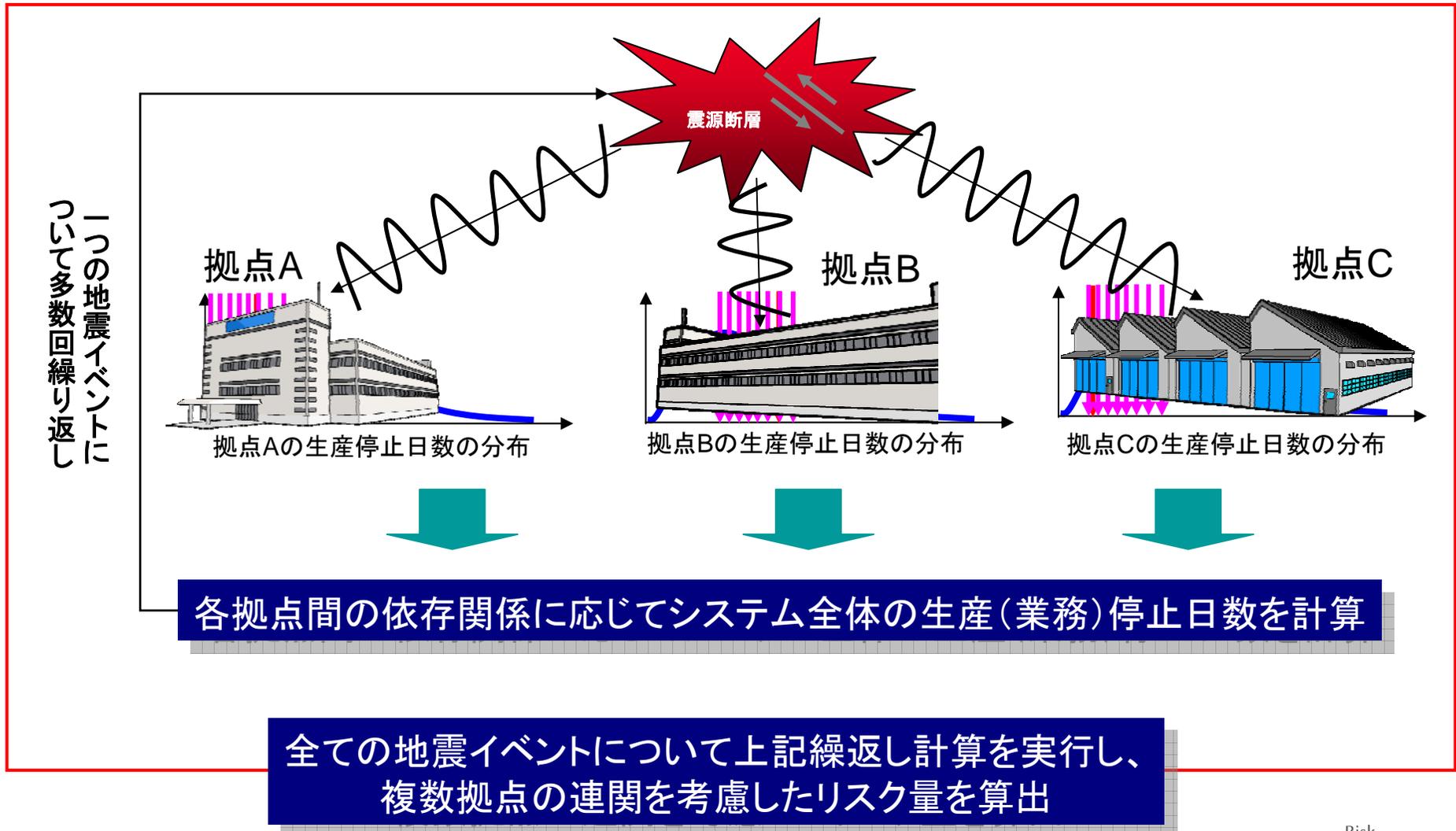
I -(b). サプライチェーン被災リスクの定量評価

II -(a). 地震被災による財務インパクト評価

II -(b). 財務インパクト評価とリスクファイナンス

III. パンデミックリスクの定量評価

分析方法の概要



このセクションの概要

- 個々の拠点の機能中断リスクの評価のみならず、拠点間の業務の依存関係を考慮したシステム全体の機能中断リスクの定量評価。
- 例えば、本社の代替オフィスを選定する場合、本社とバックアップサイトの業務分散状況を考慮することで、最も業務中断量の少ないサイトを選定することが可能となる。
- 同様の方法で、既存データセンターに加え新規のデータセンターを設置する際に、地震で同時にシャットダウンする確率を最小にするデータセンターの選定が可能となる。

代替オフィスの選択 (1/7)

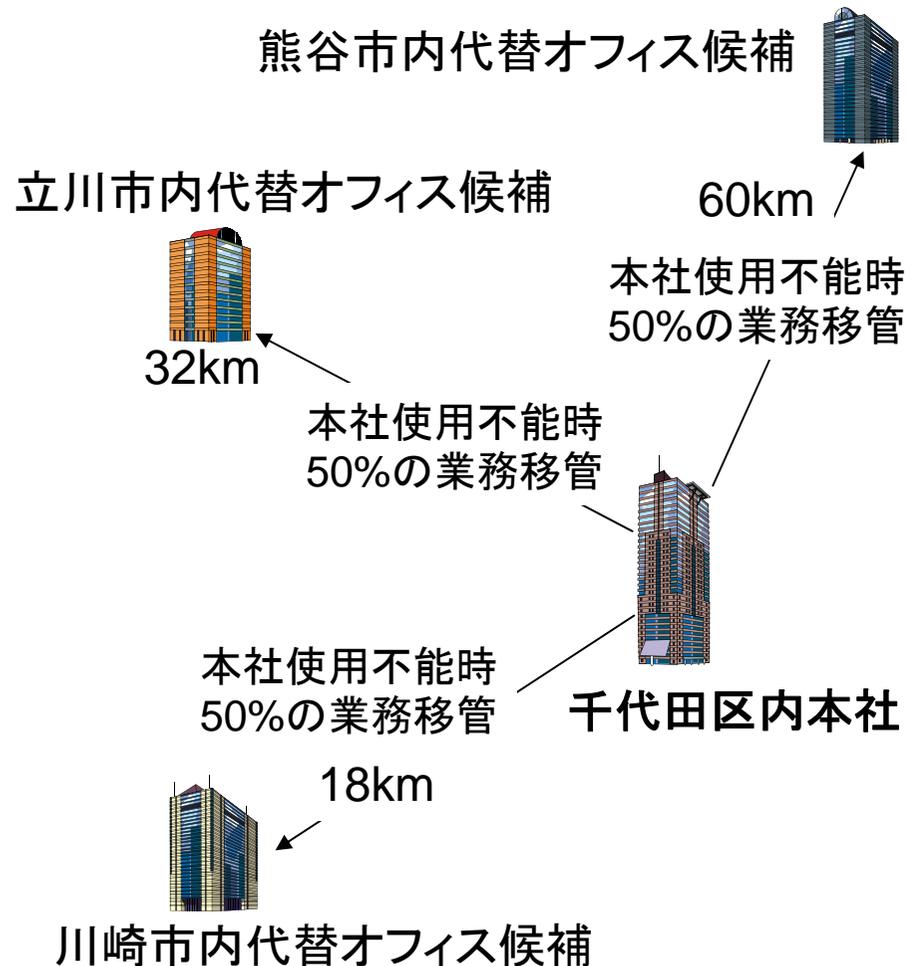
<前提条件>

- 千代田区に本社、代替オフィスの設置を検討中。
- 代替オフィス候補地は川崎、立川、熊谷の各市内。
- 本社機能がダウンした際に、代替オフィスに本社機能の50%を移管する。

<目標>

- 本社と各候補地の3通りの組合せで中で最も業務中断量が小さくなる代替オフィスを選定する。

代替オフィスの選択 (2/7)



業務中断量の計算例

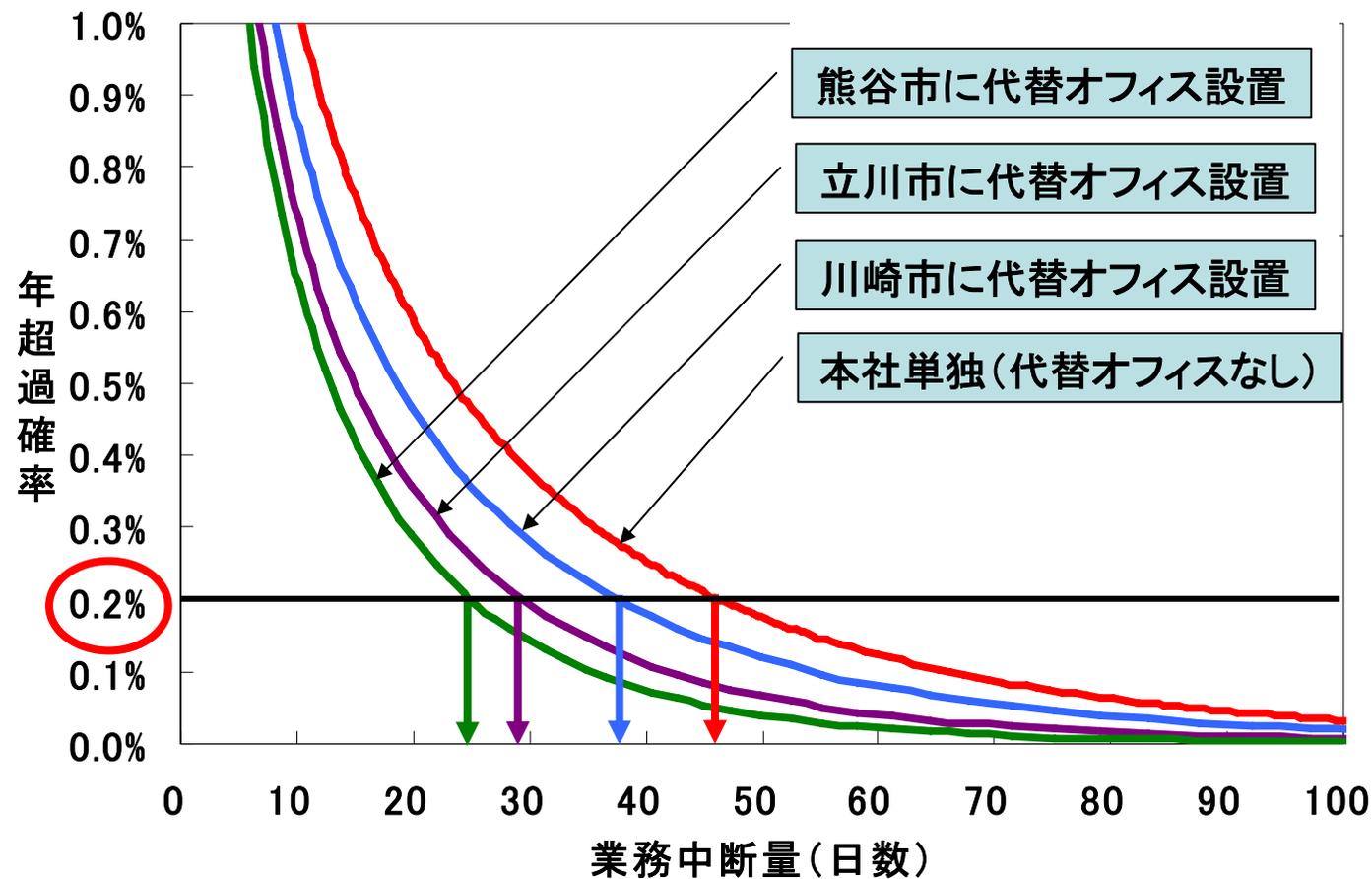
ある地震によって、

- ❑ 本社3日間の業務中断
 代替オフィスは無被害
 ⇒業務中断量=3日×0.5=1.5日
- ❑ 本社3日間の業務中断
 代替オフィスは1日間の業務中断
 ⇒業務中断量=1日+0.5×(3-1)日
 =2日間
- ❑ 本社3日間の業務中断
 代替オフィスは5日間の業務中断
 ⇒業務中断量=3日

代替オフィスの選択 (3/7)

【各候補地に代替オフィスを設置した場合の業務中断日数】

～本社建物と各代替オフィスは**通常の耐震性**～



代替オフィスの選択 (4/7)

【各組み合わせの業務中断日数】

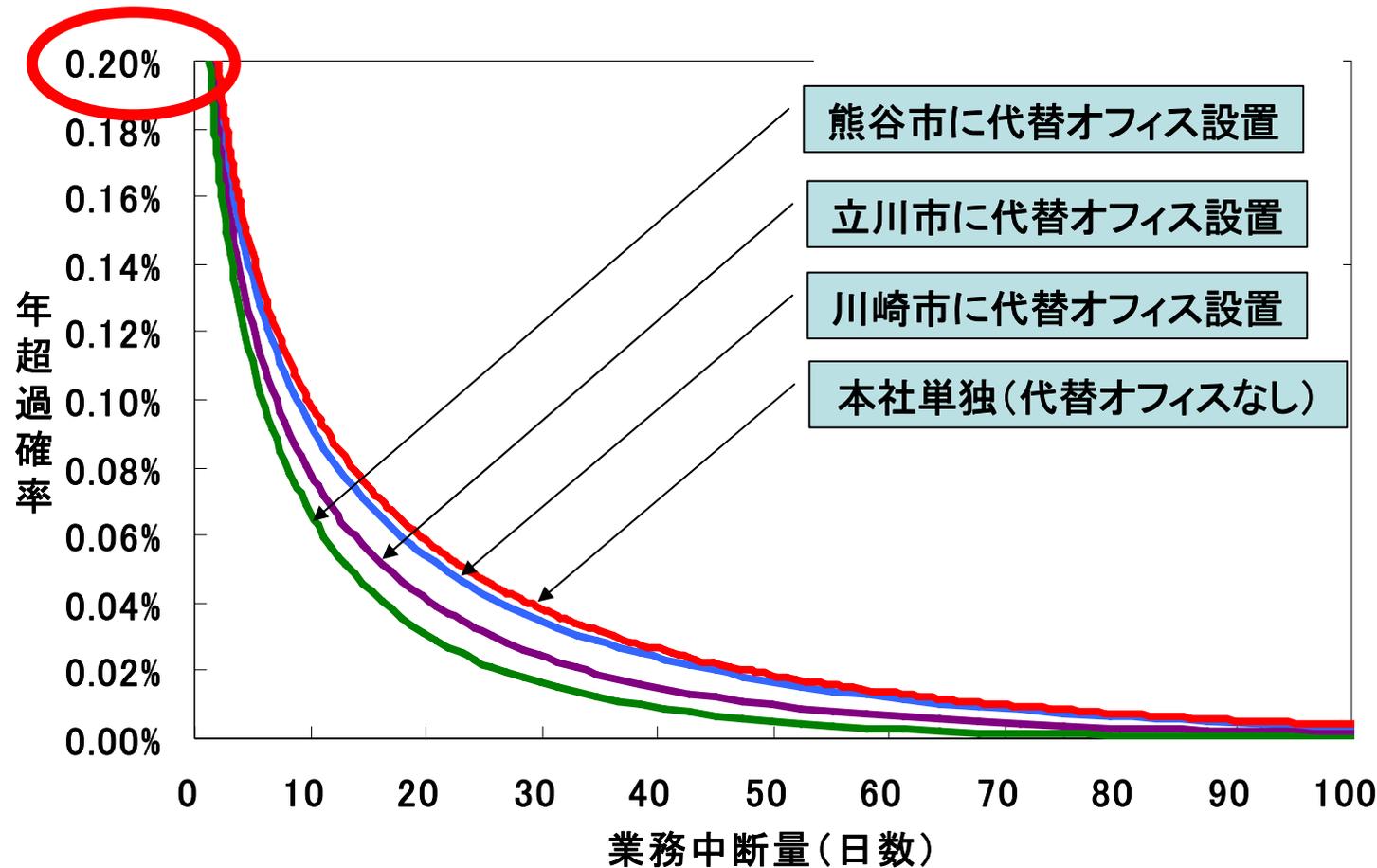
～本社建物と各代替オフィスは**通常の耐震性**～

超過 確率	再現 期間 (年)	業務中断量(日数ベース)			
		千代田区 - 川崎市	千代田区 - 立川市	千代田区 - 熊谷市	代替 オフィスなし (本社単独)
0.10%	1,000	55	42	35	66
0.20%	500	38	29	25	46
0.50%	200	19	15	13	23
1.00%	100	8	7	6	10

代替オフィスの選択 (5/7)

【各候補地に代替オフィスを設置した場合の業務中断日数】

～本社建物は**高い耐震性**、各代替オフィスは**通常の耐震性**～



代替オフィスの選択 (6/7)

【各組み合わせの業務中断日数】

～本社建物は**高い耐震性**、各代替オフィスは**通常の耐震性**～

年超過 確率	再現 期間 (年)	業務中断量(日数ベース)			
		千代田区 - 川崎市	千代田区 - 立川市	千代田区 - 熊谷市	代替 オフィスなし (本社単独)
0.10%	1,000	8.9	7.1	5.9	9.8
0.20%	500	1.8	1.5	1.3	2.0
0.50%	200	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00%	100	0.0	0.0	0.0	0.0

代替オフィスの選択 (7/7)

【代替オフィス設置時の業務中断日数短縮幅】
～再現期間500年における業務中断量の比較～

	代替オフィス候補地		
	川崎	立川	熊谷
本사가通常耐震性の場合	46日⇒38日 9日	46日⇒29日 17日	46日⇒25日 21日
本사의耐震性が高い場合	2日⇒1.8日 0.2日	2日⇒1.5日 0.5日	2日⇒1.3日 0.7日
代替オフィスと本사의直線距離	18km	32km	60km

本日の講演内容

I -(a). 代替オフィスの立地選択

I -(b). サプライチェーン被災リスクの定量評価

II -(a). 地震被災による財務インパクト評価

II -(b). 財務インパクト評価とリスクファイナンス

III. パンデミックリスクの定量評価

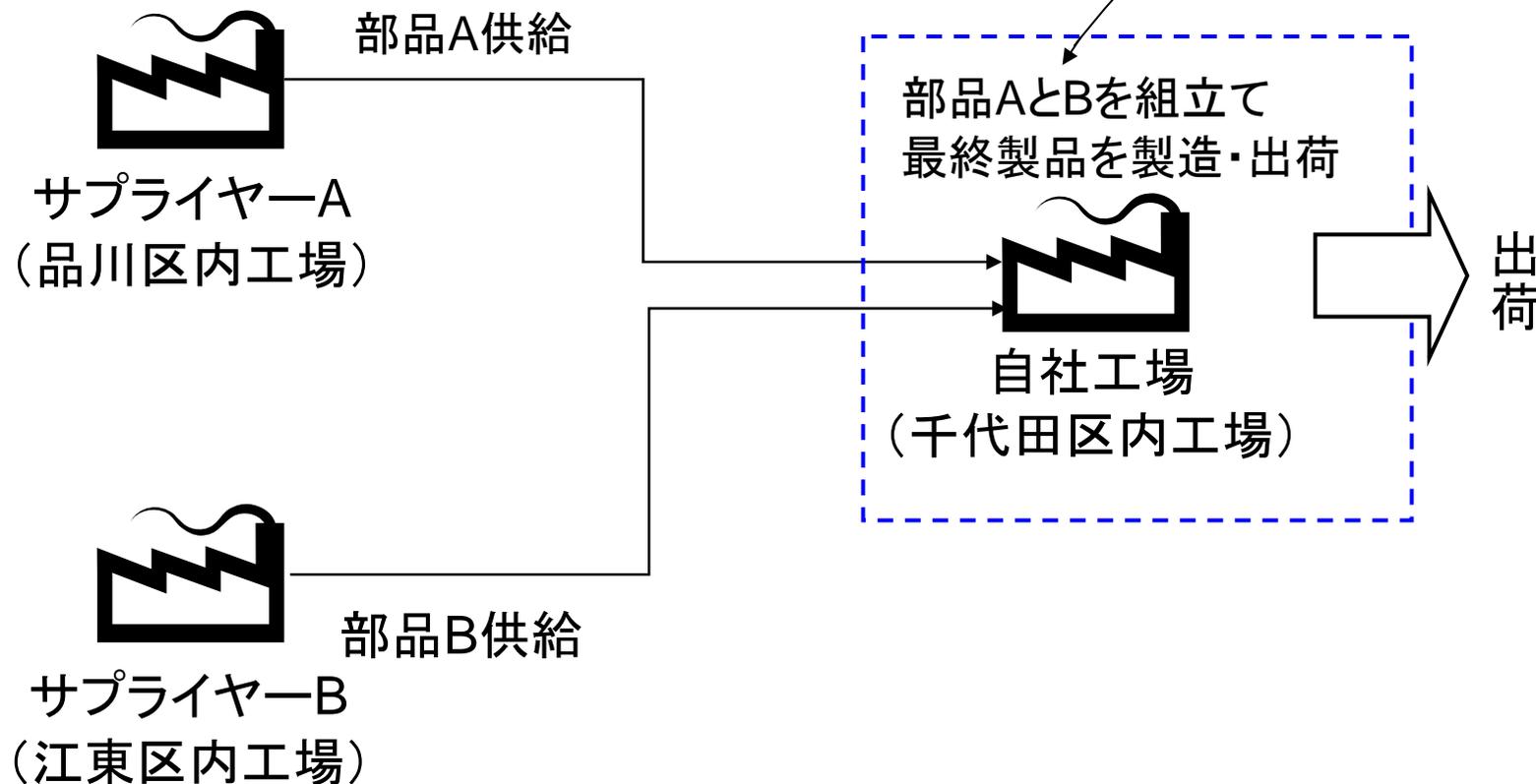
このセクションの概要

- サプライチェーンの被災による生産停止が地震被害の中でクローズアップされてきています。
- 事業所単体の分析時に比べ、サプライチェーンの被災リスクを分析に含めることで生産停止リスクは増加します。
- しかし、適切な対策を行うことでサプライチェーン被災による生産停止リスクは管理することが可能になります。

サプライヤー被災の影響 (1/3)

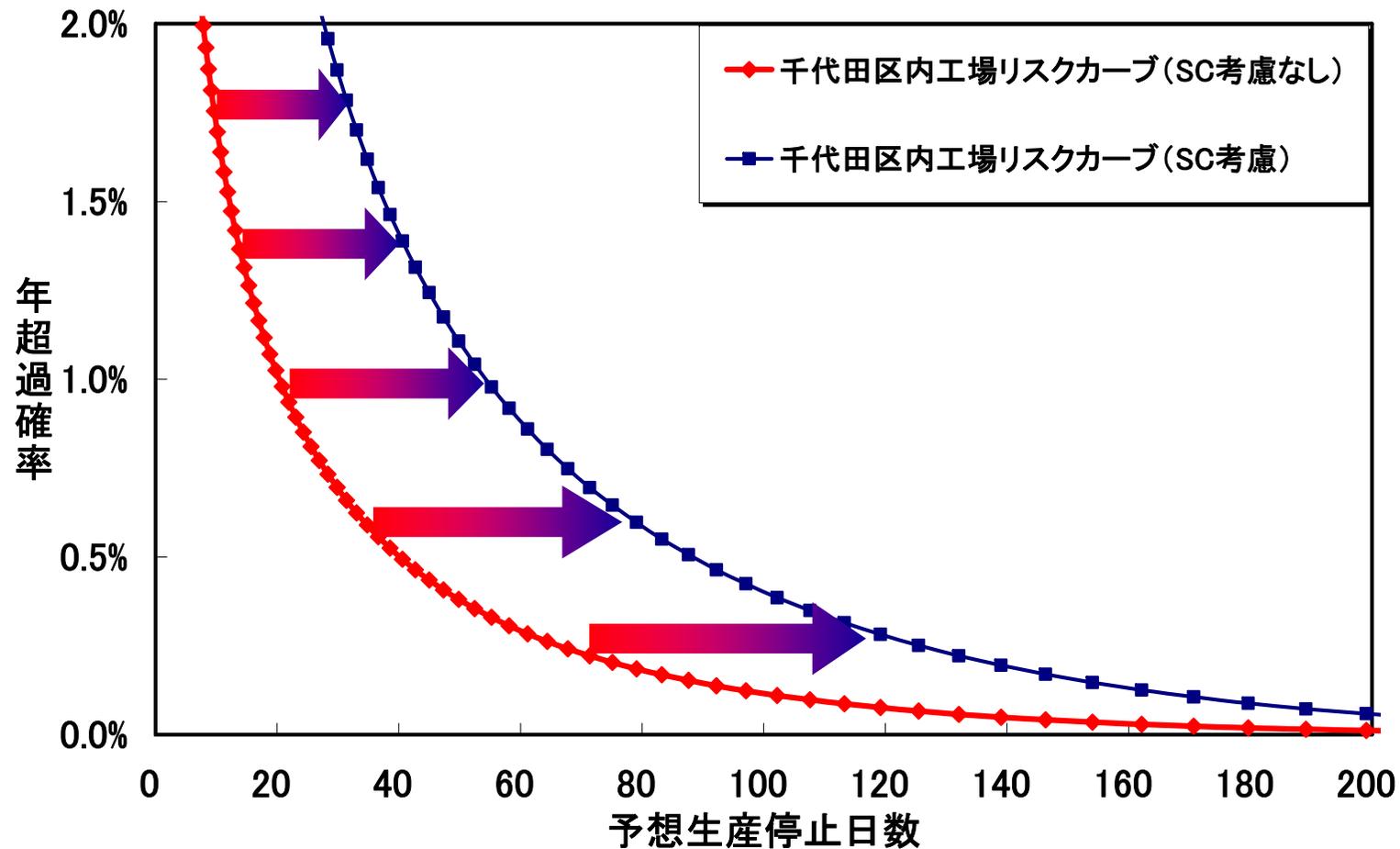
サプライチェーンの現状

部品AとBが供給されなければ、
自社が操業可能であっても生産は停止



サプライヤー被災の影響 (2/3)

【サプライチェーン(SC)を考慮した場合の生産停止リスクの変化】



サプライヤー被災の影響 (3/3)

【各再現期間における千代田区内工場の生産停止日数】
～サプライチェーン(SC)考慮有無の違い～

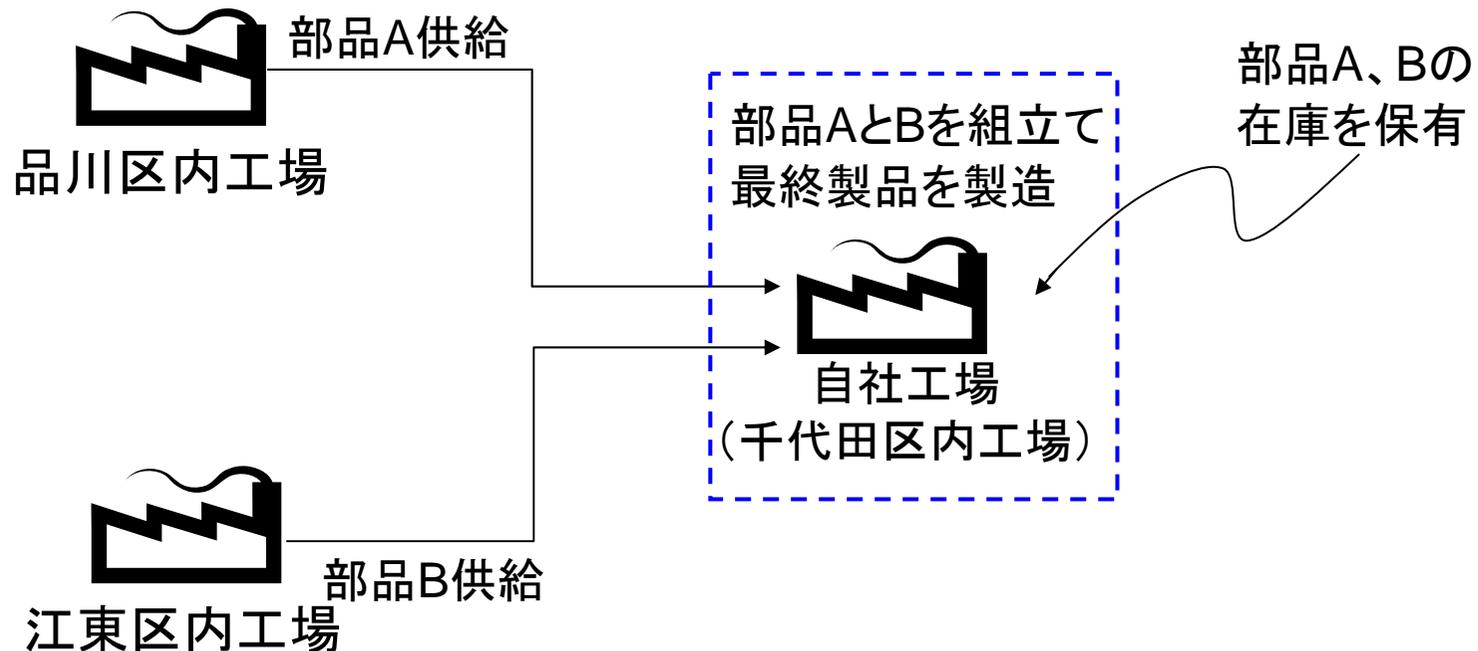
年超過 確率	再現 期間 (年)	千代田区内工場生産停止日数	
		SCを考慮しない 場合	SCを考慮した 場合
0.10%	1,000	107	174
0.20%	500	76	138
0.50%	200	40	88
1.00%	100	20	54
2.00%	50	8	28

目標復旧時間の設定

- サプライチェーンの影響を考慮すると、再現期間500年(50年で約10%、年間で約0.2%の確率)で4ヶ月以上の事業中断が発生する。
- BCMの当面の目標として、「再現期間500年における事業中断日数を**2ヶ月以内**」に設定する。
- 上記目標を達成するために**サプライチェーン被災に起因する事業中断リスクと自社工場(千代田区内工場)に起因する事業中断リスク**に対する施策をそれぞれ検討。

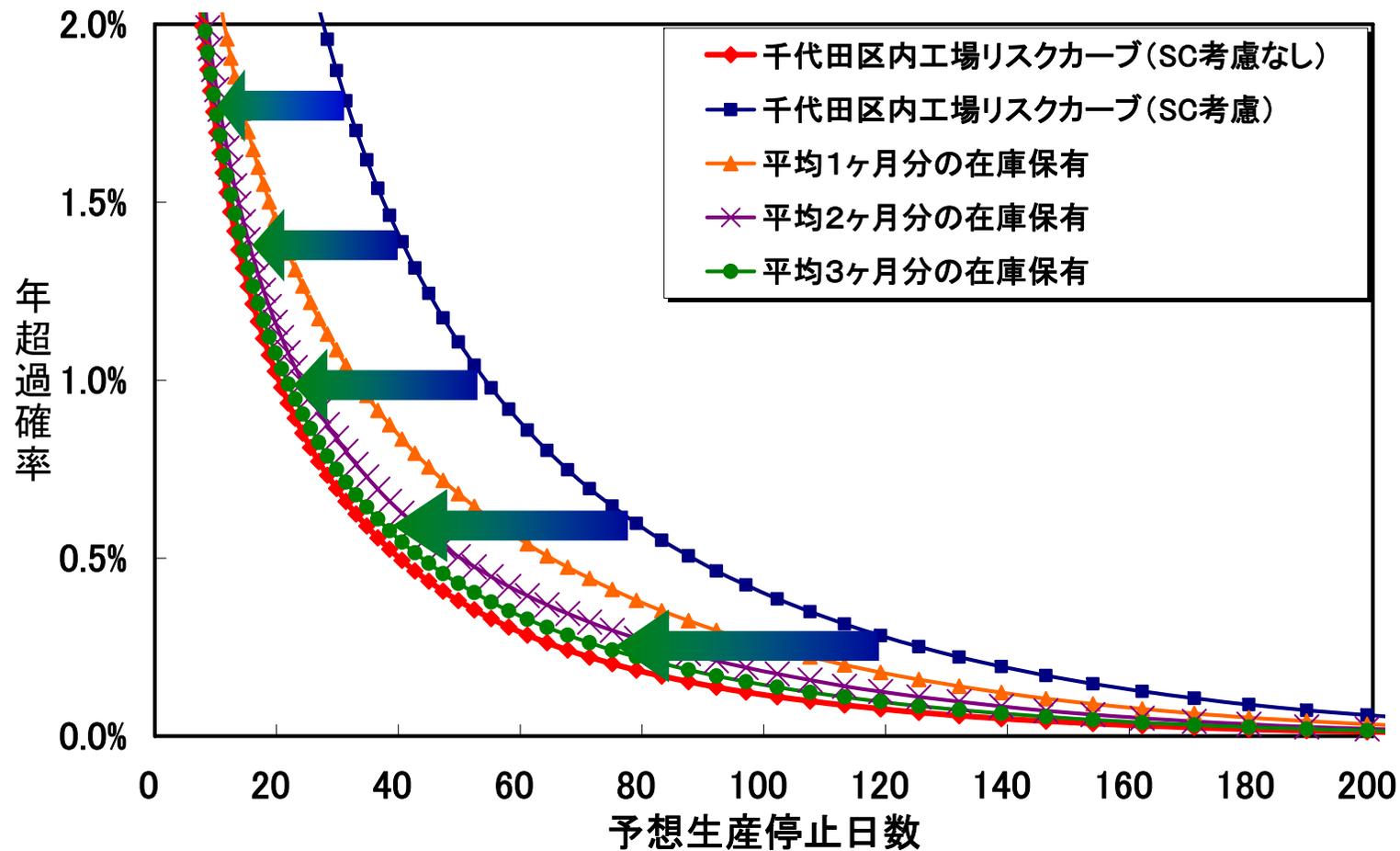
保有する部品在庫によるリスクの変化(1/2)

部品A、Bの在庫が千代田区内工場にあれば、千代田区内工場が復旧し次第、品川・江東区内工場の復旧を待たずに、生産を再開することができる。



保有する部品在庫によるリスクの変化(2/2)

【リスクカーブでみる部品在庫保有によるリスク低減効果】

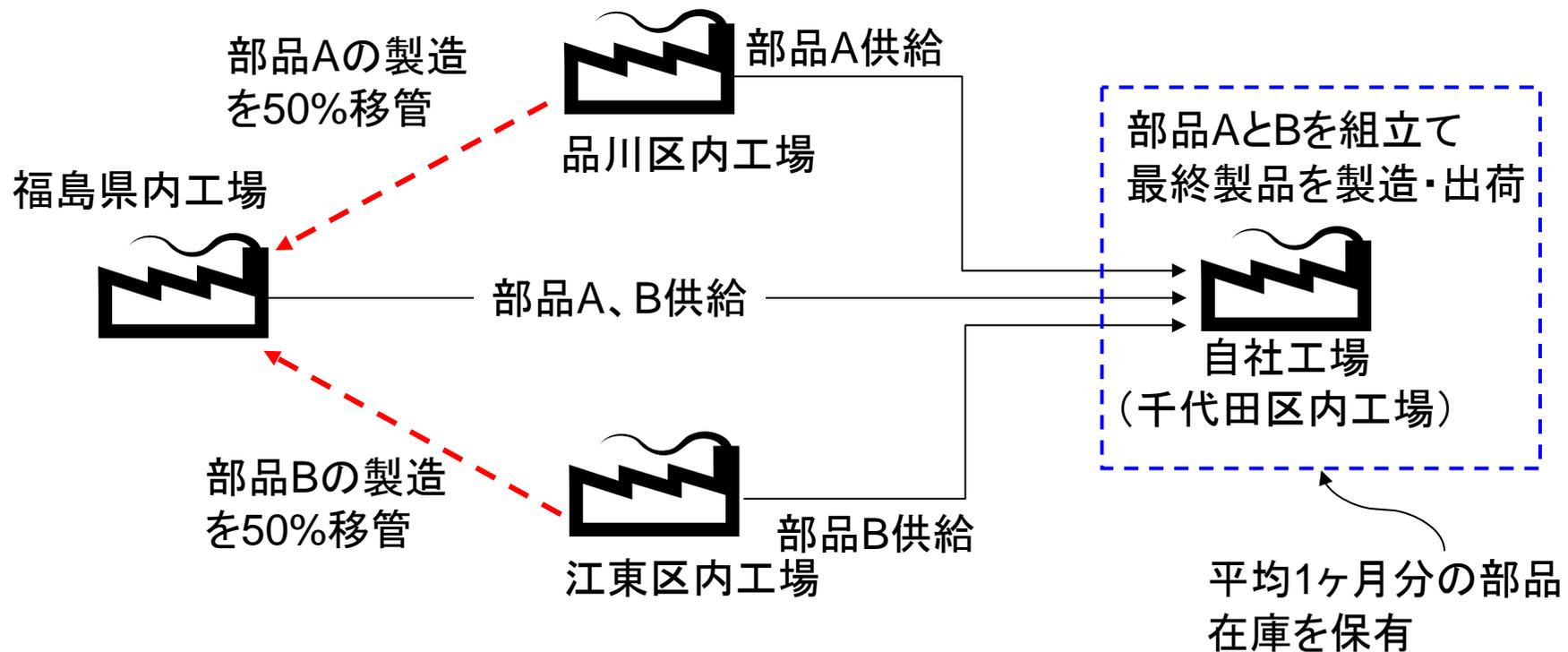


対策の検討

- 部品在庫を多く保有すれば確かにサプライチェーンのリスクは減少する。
- しかし、何か月分もの部品在庫を抱えるのは非効率であり、現実的ではない。
- 妥当な部品在庫レベル(以下では平均1ヶ月とする)と他の方法との組み合わせを検討
 - ✓**対策1**: 部品在庫の保有と部品生産拠点の分散化
 - ✓**対策2**: 部品在庫の保有と部品生産拠点の耐震補強

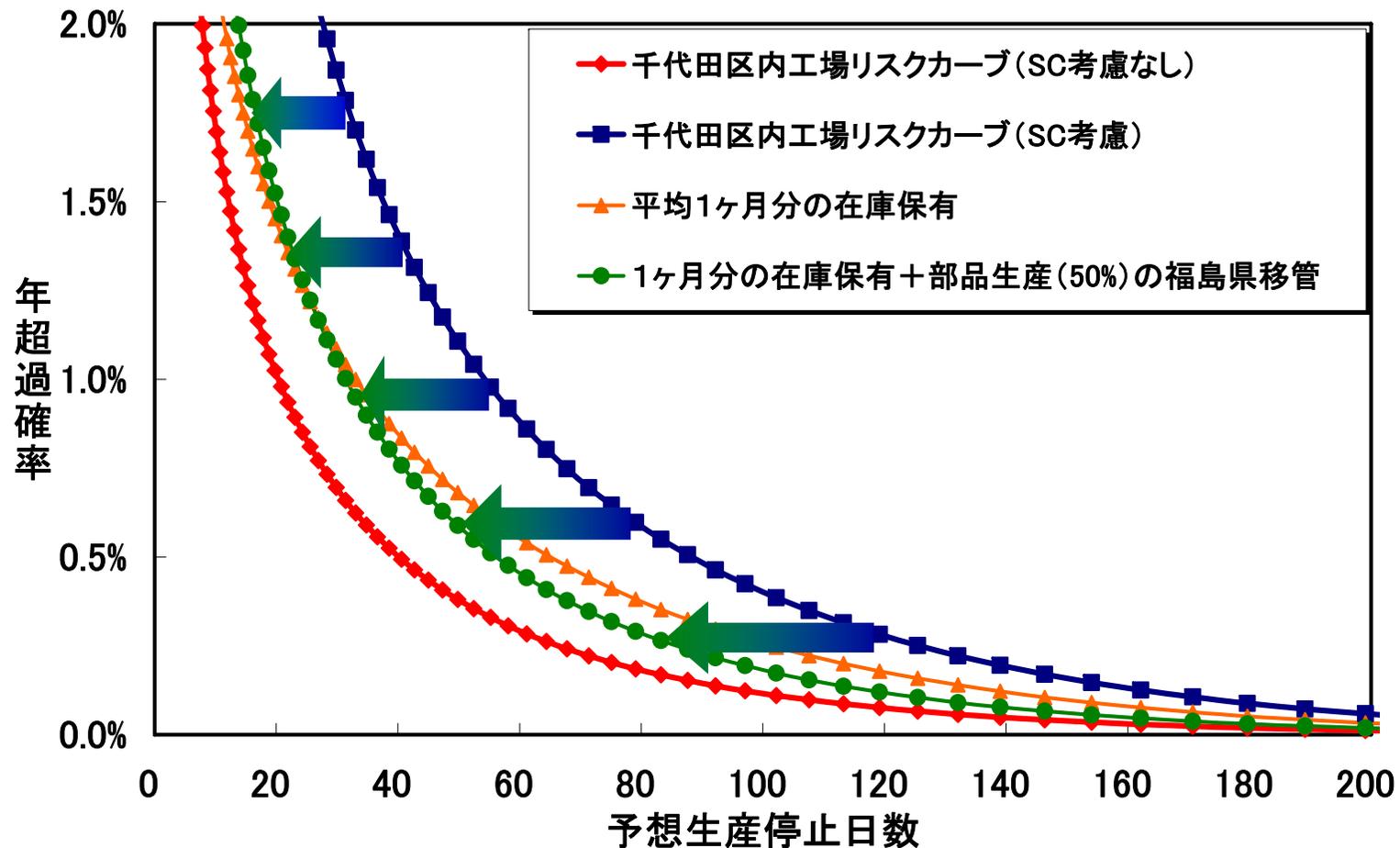
対策1: 在庫保有と生産拠点の分散化(1/2)

品川・江東区内工場の生産機能の50%を福島県内に移管する。したがって、両工場が被災しても、部品AおよびBは福島県内から一部供給可能となる。

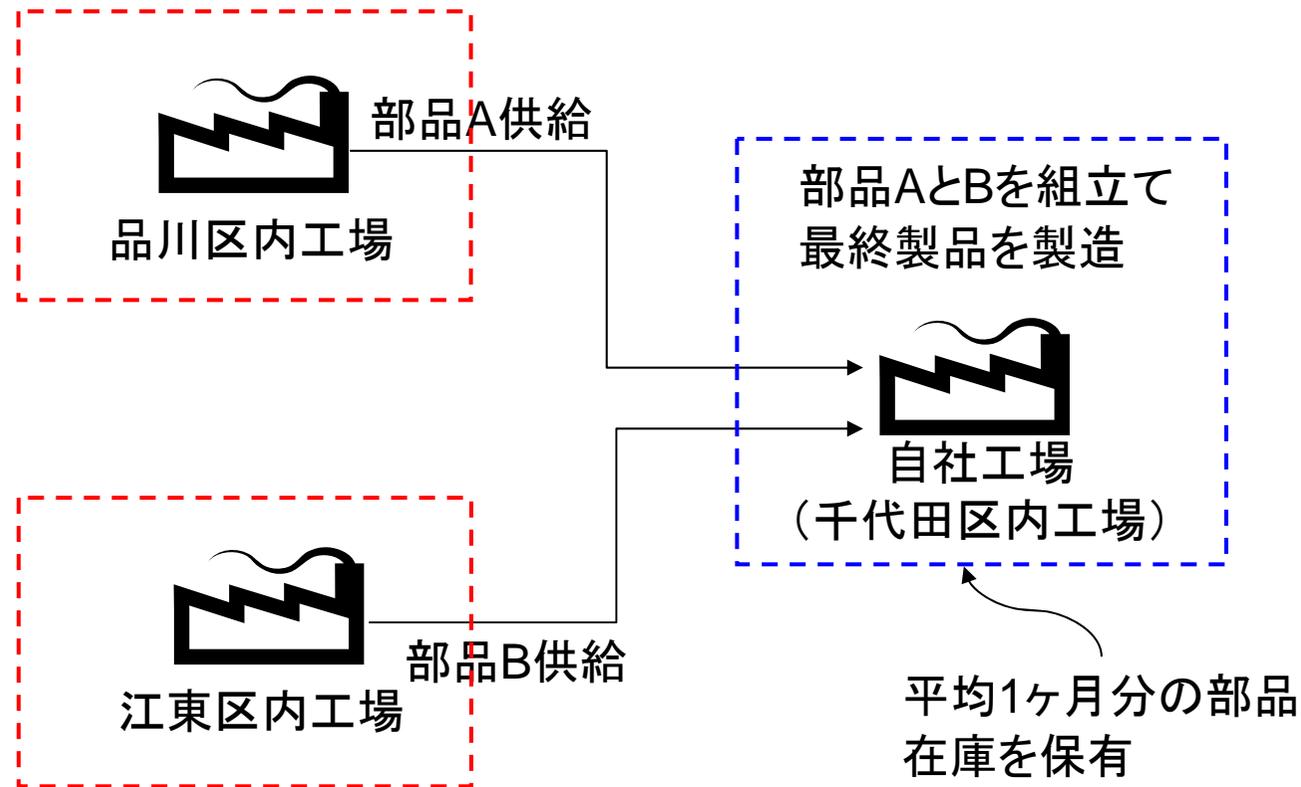


対策1: 在庫保有と生産拠点の分散化(2/2)

【リスクカーブでみる部品生産拠点の分散のリスク低減効果】



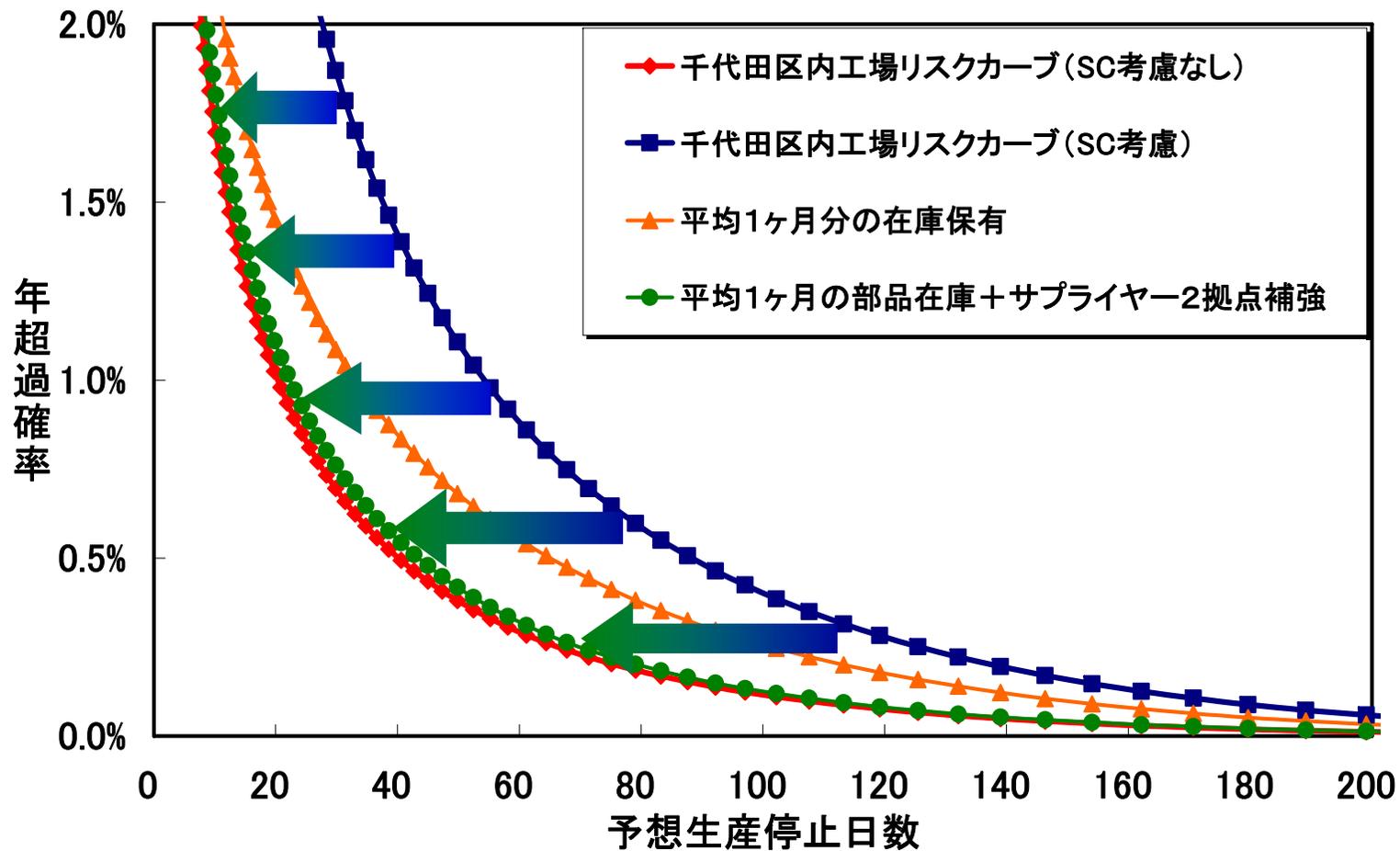
対策2: 在庫保有と生産拠点の耐震補強(1/2)



品川・江東工場を耐震補強・生産設備床固定

対策2: 在庫保有と生産拠点の耐震補強(2/2)

【リスクカーブでみる部品生産拠点の耐震化によるリスク低減効果】



対策効果の比較検討(1/2)

対策2を実行すれば、サプライチェーン被災に起因する
事業中断リスクをほぼ無くすることが可能

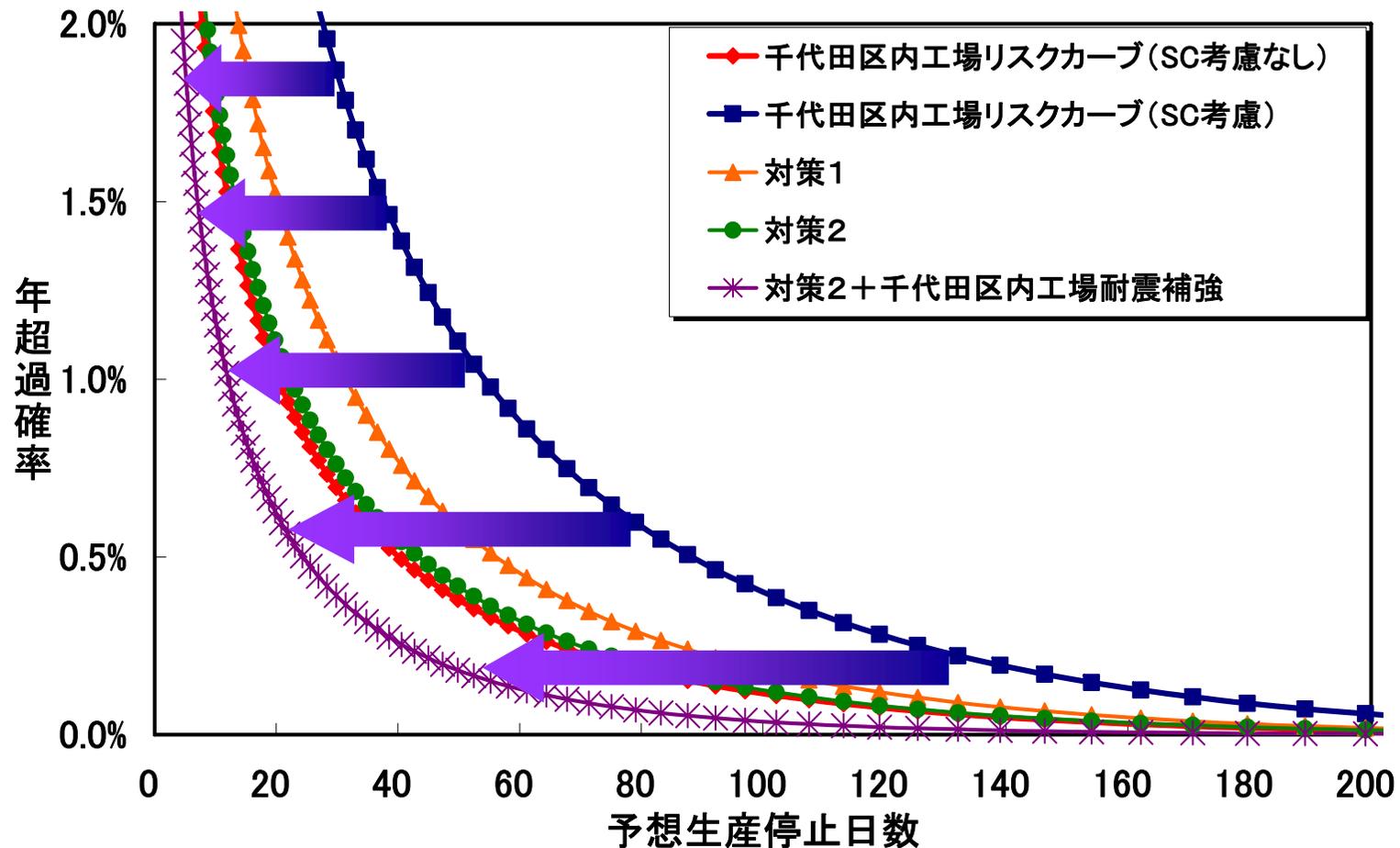
年超過 確率	再現 期間 (年)	千代田区内工場生産停止日数			
		SC考慮	対策1 実行後	対策2 実行後	SC考慮 なし
0.10%	1,000	174	128	110	107
0.20%	500	138	96	79	76
0.50%	200	88	56	43	40
1.00%	100	54	31	22	20
2.00%	50	28	14	9	8

対策効果の比較検討(2/2)

- **対策2**の実行によってサプライチェーンに起因する事業中断リスクはほぼ無くすることが可能となった。
- 目標復旧時間に到達しない残りの要因は自社工場(千代田区内工場)。

自社工場の耐震補強効果(1/2)

【リスクカーブでみる自社工場の耐震化によるリスク低減効果】



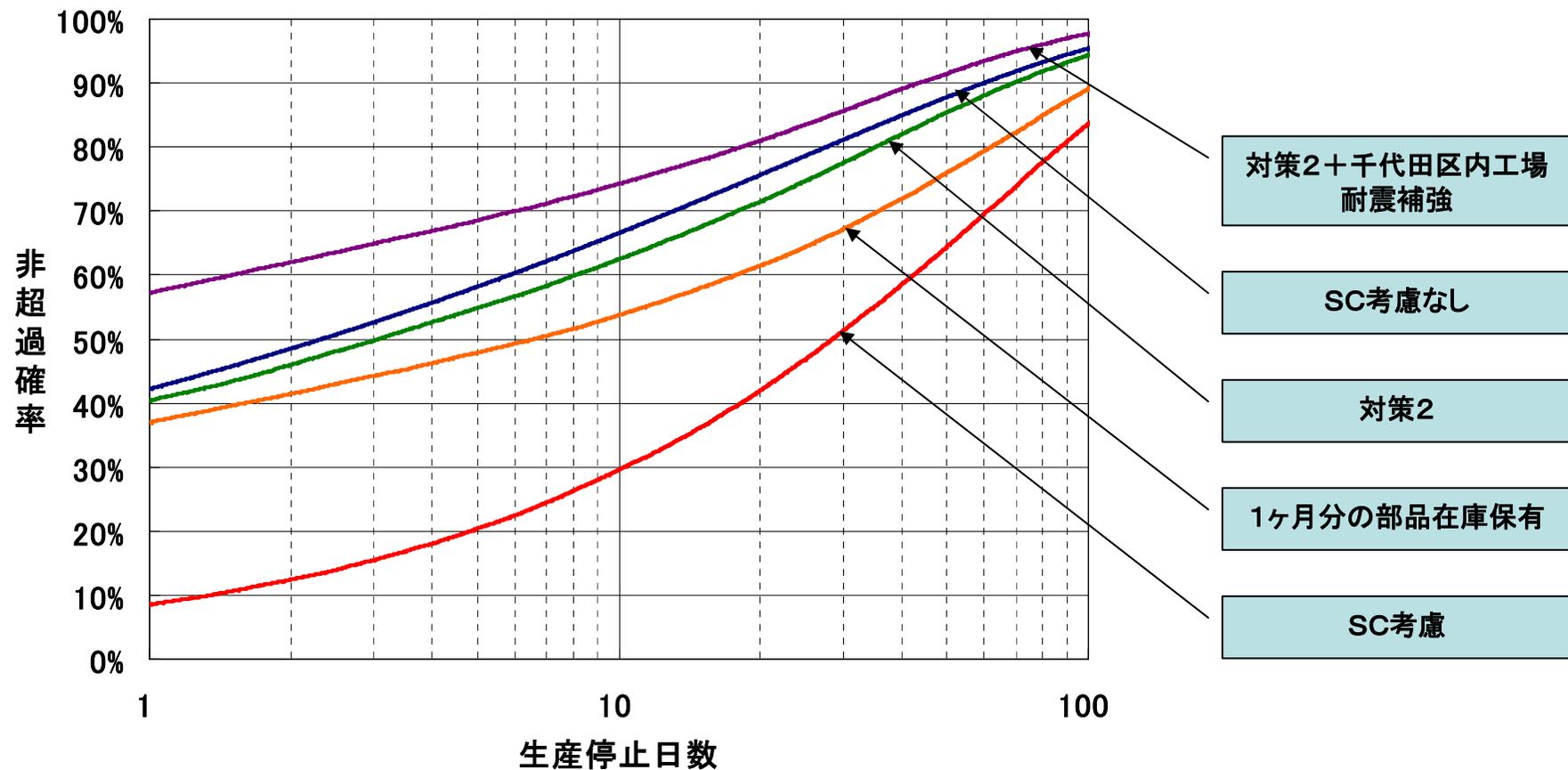
自社工場の耐震補強効果(2/2)

サプライチェーンに起因する事業中断リスクに対して対策2を、自社工場に起因する事業中断リスクに対して耐震補強を実施すれば目標復旧時間は達成可能

年超過 確率	再現 期間 (年)	千代田区内工場生産停止日数			
		SC考慮	対策2 実行後	SC考慮 なし	対策2+ 千代田区内 工場耐震補強
0.10%	1,000	174	110	107	68
0.20%	500	138	79	76	47
0.50%	200	88	43	40	24
1.00%	100	54	22	20	12
2.00%	50	28	9	8	5

東京湾北部地震(M=7.3)発生時のリスク比較 (1/2)

【千代田区内工場の生産停止日数とそれを超えない確率の関係】
 ～東京湾北部地震(M=7.3)発生時～



東京湾北部地震(M=7.3)発生時のリスク比較 (2/2)

【千代田区内工場の生産停止日数が**7日以下**になる確率】
～東京湾北部地震(M=7.3)発生時～

SC考慮	24%
1か月分の在庫保有	51%
対策2	58%
SC考慮なし	62%
対策2+千代田区内工場の耐震補強	71%

本日の講演内容

I -(a). 代替オフィスの立地選択

I -(b). サプライチェーン被災リスクの定量評価

II -(a). 地震被災による財務インパクト評価

II -(b). 財務インパクト評価とリスクファイナンス

III. パンデミックリスクの定量評価

地震リスクと企業の財務諸表

1. 損益計算書

- 操業停止による売上高の減少
- 有形固定資産の除却・修理費の損失処理
- 当期純利益の減少

2. キャッシュフロー計算書

- 営業利益減による営業キャッシュフローの減少
- 災害復旧投資による投資キャッシュフローの増加
- フリーキャッシュフローの減少

3. 貸借対照表

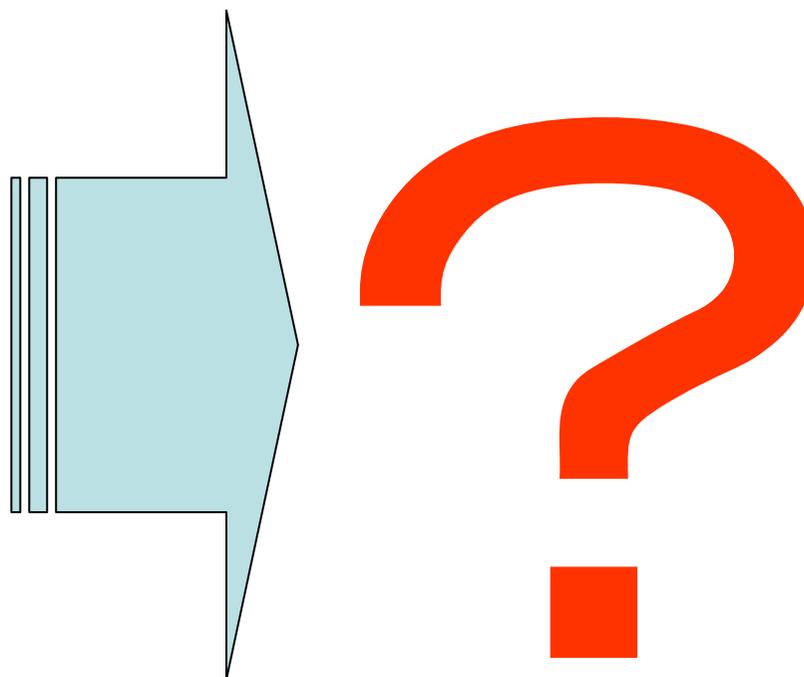
- 手元現預金の減少
- 株主資本の減少
- 最適資本構成からの乖離

損益計算書 ～今期末予想～

今期末の連結損益計算書(予想) (地震なし)

金額単位:百万円

売上高	50,000
製品製造原価	42,000
売上総利益	8,000
販売費及び一般管理費	5,050
販管費	5,050
支払保険料	0
震災時借入予約コミットメント・フィー	0
営業利益	2,950
受取利息・配当金	200
支払利息・割引料	200
有価証券売却損益・評価損益	0
経常利益	2,950
その他特別損益	0
震災事由有形固定資産・棚卸除却損	0
災害修繕費用	0
地震保険金受取	0
税引前利益	2,950
法人税	1,174
当期純利益	1,776



地震リスク分析対象エクスポージャーと分析諸前提(例)

地震リスク分析対象エクスポージャー

金額単位: 百万円

今期売上高(予定):	40,000
当期総製造費用(除減価償却費):	35,000
変動費比率対当期総製造費用(除減価償却費)	50.0%
減価償却費	1,736
期首棚卸残高	7,000
当期販管費(除減価償却費)	5,000
変動費比率対販管費(除減価償却費)	50.0%
減価償却費	40
分析対象有形固定資産(EQ)簿価:	13,000
分析対象有形固定資産(EQ)再調達価額:	45,000
実効税率	39.8%

地震による有形固定資産損失の費用処理

除却割合	20%
修理割合	80%
うち、資本的支出に該当する割合	15%

以下では、有価証券・固定資産の売却、運転資本の増減はゼロと仮定する。
また、有価証券の評価損益や為替差損も分析対象外とする。

地震リスクの定量分析結果

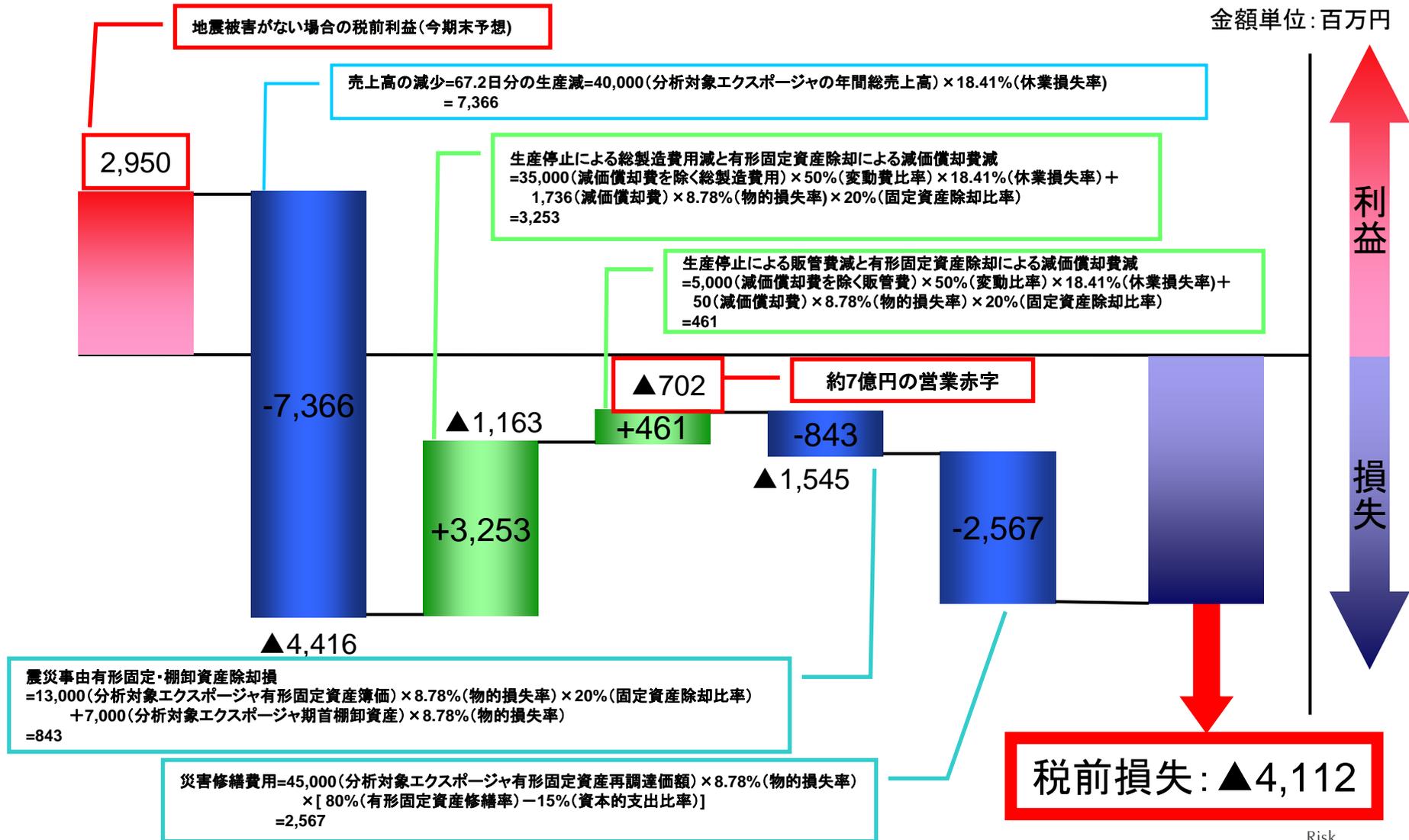
再現期間500年（年超過確率0.2%）における直接損失と休業損失

金額単位：百万円

	損失率	損失額	
直接損失	8.78%	4,564 (再調達価額ベース)	1,755 (簿価ベース)
休業損失	18.41%	7,366 (売上高ベース)	67.2日分 (生産停止日数)

損益計算書への影響～再現期間500年相当の被災時～

金額単位：百万円

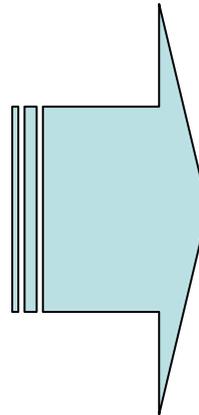


損益計算書 ～再現期間500年相当の被災時～

今期末の連結損益計算書
(地震なし)

金額単位:百万円

売上高	50,000
製品製造原価	42,000
売上総利益	8,000
販売費及び一般管理費	5,050
販管費	5,050
支払保険料	0
震災時借入予約コミットメント・フィー	0
営業利益	2,950
受取利息・配当金	200
支払利息・割引料	200
有価証券売却損益・評価損益	0
経常利益	2,950
その他特別損益	0
震災事由有形固定資産・棚卸資産除却損	0
災害修繕費用	0
地震保険金受取	0
税引前利益	2,950
法人税	1,174
当期純利益	1,776



今期末の連結損益計算書
(再現期間500年相当の地震被害あり)

金額単位:百万円

売上高	42,634
製品製造原価	38,747
売上総利益	3,887
販売費及び一般管理費	4,589
販管費	4,589
支払保険料	0
震災時借入予約コミットメント・フィー	0
営業利益	▲702
受取利息・配当金	200
支払利息・割引料	200
有価証券売却損益・評価損益	0
経常利益	▲702
その他特別損益	0
震災事由有形固定資産・棚卸資産除却損	843
災害修繕費用	2567
地震保険金受取	0
税引前利益	▲4,112
法人税	0
当期純利益	▲4,112

キャッシュフロー計算書への影響

金額単位: 百万円

	(地震なし) 予想 期末	(地震あり) 予想 期末
営業キャッシュフロー	4,826	▲ 250
税金等調整前当期純利益(+)	2,950	▲ 4,112
減価償却費(+)	3,050	3,019
貸倒引当金増加額(+)	0	0
売掛金増加額(-)	0	0
仕入債務の増加額(+)	0	0
受取利息・配当金(-)	200	200
支払利息・割引料(+)	200	200
有価証券売却・評価損益(評価益▲)	0	0
有形固定資産売却損益(売却益▲)	0	0
投資有価証券売却損益(売却益▲)	0	0
棚卸資産増加額(-)	0	0
退職給付債務引当金増加(+)	0	0
固定資産・棚卸資産除却損(+)	0	843
小計	6,000	▲ 250
利息・配当金の受取(+)	200	200
利息・割引料の支払(-)	200	200
法人税等の支払額(-)	1,174	0
地震保険金受取(+)	0	0
投資キャッシュフロー	▲ 2,900	▲ 4,282
有価証券取得・売却による純支出(-)	0	0
有形固定資産取得・売却による純支出(-)	2,900	2,900
投資有価証券取得・売却による純支出(-)	0	0
貸付による純支出(-)	0	0
除却分有形固定資産(EQ)復旧投資(-)	0	790
災害修繕費資本的支出(-)	0	592
財務キャッシュフロー	▲ 1,500	▲ 1,500
短期借入金の純増(+)	▲ 500	▲ 500
長期借入金の純増(+)	▲ 800	▲ 800
震災時長期借入予約(+)	0	0
社債発行による純増(+)	0	0
配当金の支払(-)	200	200
キャッシュフロー合計	426	▲ 6,033

当期純利益減による営業CF減:
+4,826 ⇒ -250

災害復旧投資による投資CF増:
-2,900 ⇒ -4,282

トータルCFは大きく後退:
+426 ⇒ -6,033

貸借対照表への影響

金額単位: 百万円

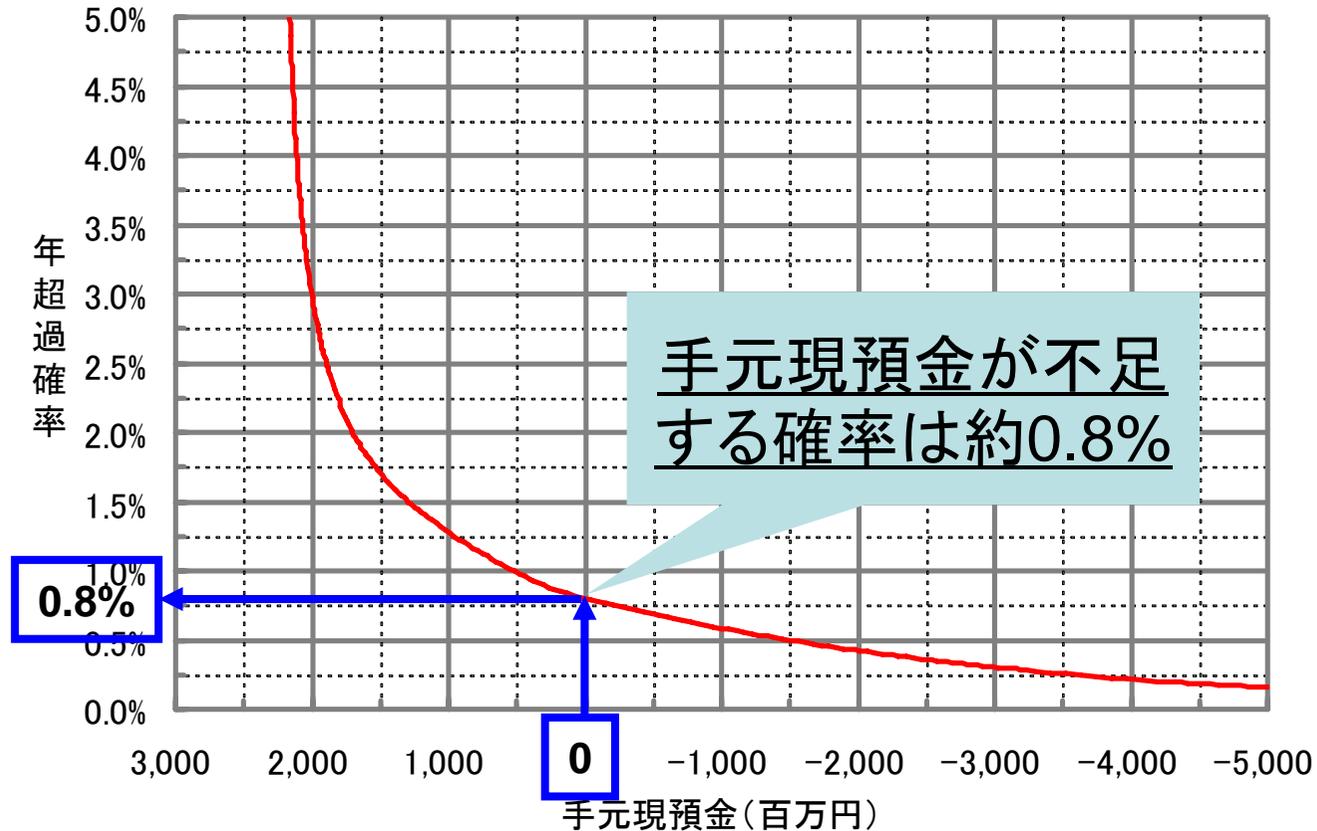
	期首	(地震なし) 予想 期末	(地震あり) 予想 期末
資産合計	42,800	43,076	37,803
流動資産	17,800	18,226	11,767
現金及び預金	1,800	2,226	▲ 4,233
受取手形	2,000	2,000	2,000
売掛金	4,500	4,500	4,500
棚卸資産	7,000	7,000	7,000
有価証券	1,000	1,000	1,000
その他流動資産	1,500	1,500	1,500
固定資産	25,000	24,850	26,036
有形固定資産(EQ)	15,000	11,850	11,653
有形固定資産(NonEQ)	5,000	5,000	5,000
無形固定資産	800	800	800
投資有価証券	3,000	3,000	3,000
その他固定資産	1,200	1,200	1,200
新規取得有形固定資産	0	3,000	3,790
災害修繕費資本的支出分	0	0	592
負債合計	34,760	33,460	33,460
流動負債	21,800	21,300	21,300
支払手形	1,800	1,800	1,800
買掛金	7,000	7,000	7,000
短期借入金	5,000	4,500	4,500
その他流動負債	8,000	8,000	8,000
固定負債	12,960	12,160	12,160
社債	1,000	1,000	1,000
長期借入金	9,000	8,200	8,200
退職給付債務	2,760	2,760	2,760
その他固定負債	200	200	200
資本	8,040	9,616	3,728
資本金	3,000	3,000	3,000
資本準備金	1,500	1,500	1,500
利益剰余金	3,000	4,576	▲ 1,312
その他有価証券評価差額金	900	900	900
自己株式・調整勘定等	▲ 360	▲ 360	▲ 360

手元現預金の大幅な不足:
22億円⇒42億円の不足

株主資本の大幅な毀損:
96億円⇒37億円

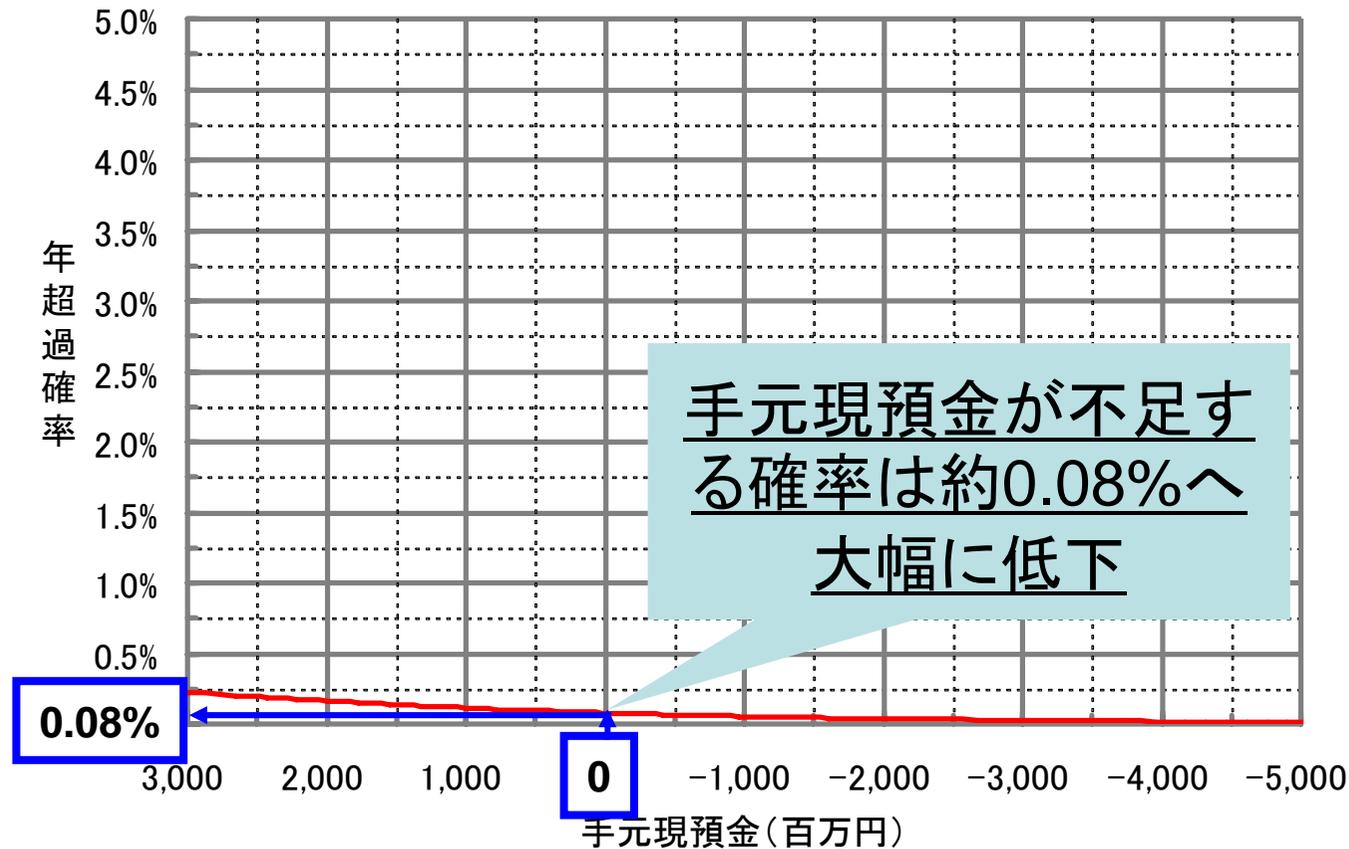
財務安全性指標の低下
自己資本比率: 22.3% ⇒ 10.0%
流動比率: 85.6% ⇒ 55.2%
D/Eレシオ: 1.42 ⇒ 3.67

手元現預金のリスクカーブ ~リスクファイナンスなし~

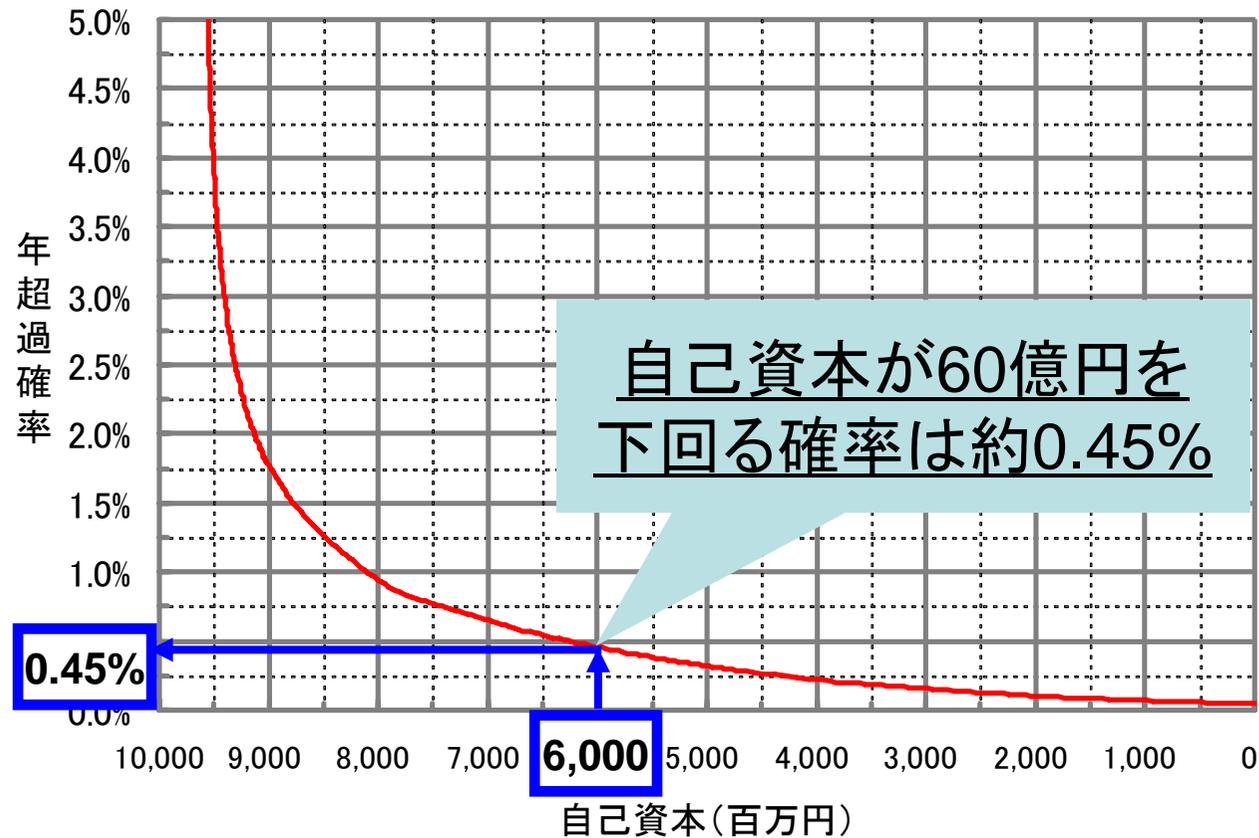


手元現預金のリスクカーブ ～リスクファイナンスあり～

免責5億、支払い限度額30億円の保険契約および40億円の
コミットメントライン適用後の手元現預金リスクカーブの変化

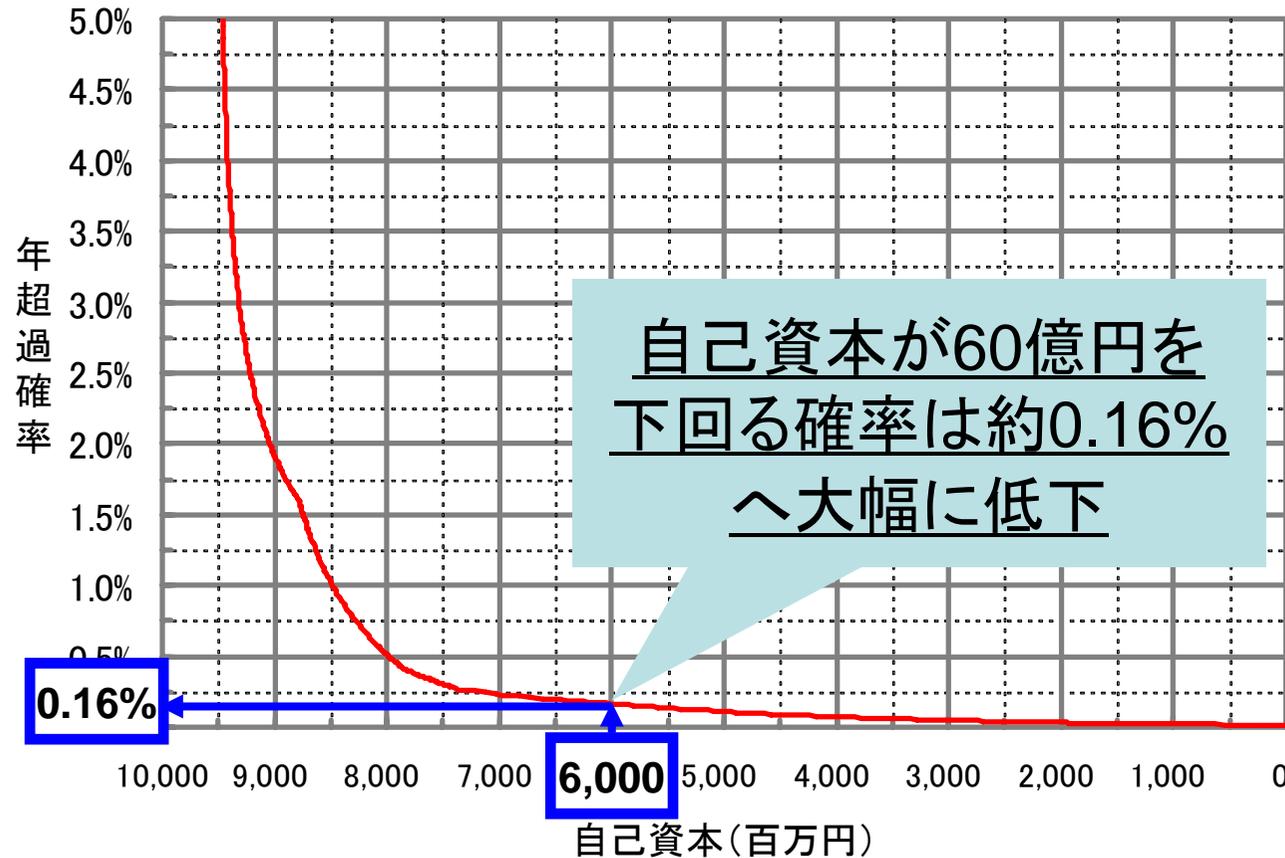


自己資本のリスクカーブ ～リスクファイナンスなし～



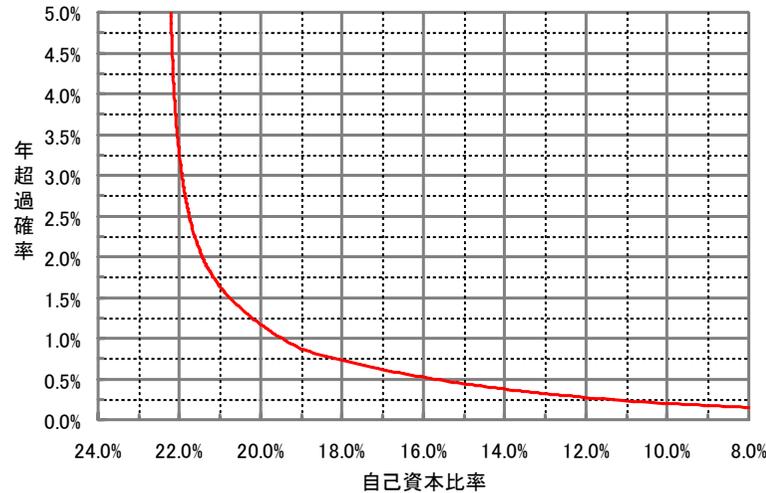
自己資本のリスクカーブ ～リスクファイナンスあり～

免責5億、支払い限度額30億円の保険契約適用後の
自己資本リスクカーブの変化

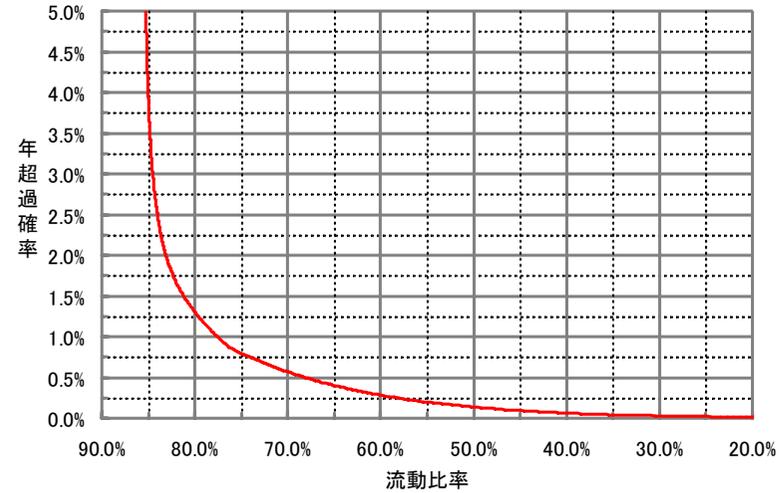


主な財務安全性指標のリスクカーブ

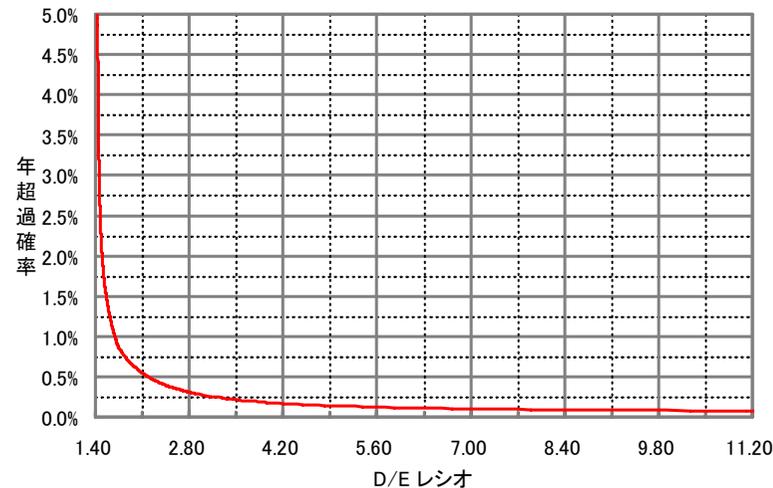
自己資本比率のリスクカーブ



流動比率のリスクカーブ



D/Eレシオのリスクカーブ



各リスクカーブから読取った
再現期間500年(年超過確率0.2%)
における財務安全性指標

自己資本比率	10.0%
流動比率	55.2%
D/Eレシオ	3.67

本日の講演内容

I -(a). 代替オフィスの立地選択

I -(b). サプライチェーン被災リスクの定量評価

II -(a). 地震被災による財務インパクト評価

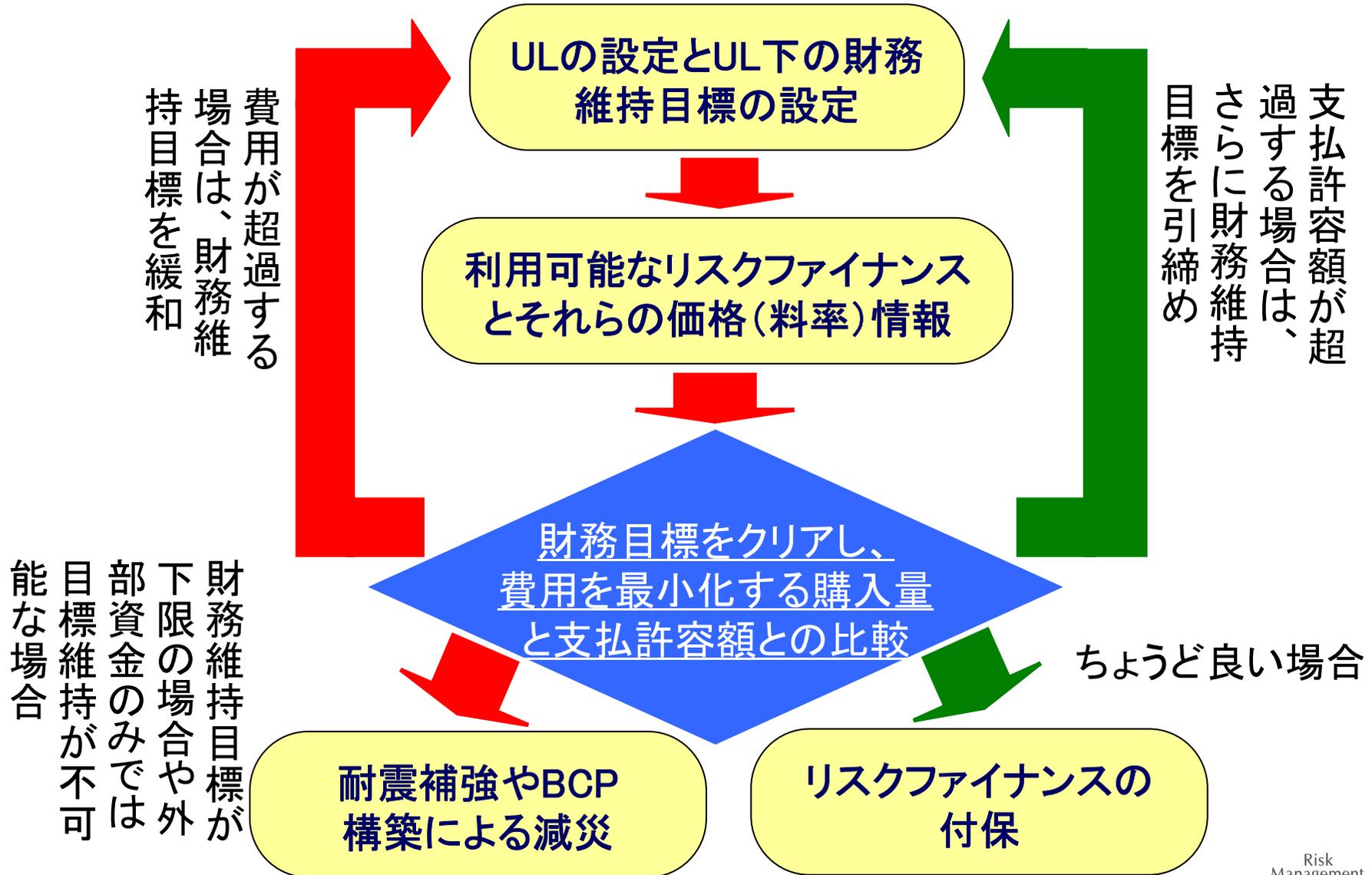
II -(b). 財務インパクト評価とリスクファイナンス

III. パンデミックリスクの定量評価

リスクファイナンス検討のために

- **非期待損失水準 (Unexpected Loss、以下UL)の設定**
 - リスクカーブ上の年超過確率(0.1%、0.2%、0.5%.....)における損失水準
 - 特定の地震イベントによる損失水準(平均損失、90%タイル損失.....)
- **UL下において維持すべき財務目標の設定**
 - 手元現預金、自己資本量
 - 安全性指標(自己資本比率等)
- **ファイナンス費用の最適化**
 - 利用可能なリスクファイナンスとそれらの価格(料率)情報
 - 上記財務目標を充たし、且つ、リスクファイナンスの費用を最小化する購入量を決定する

リスクファイナンスの最適化ステップ



ケーススタディ

【II-(a). 財務インパクト評価】で例にあげた企業は、年超過確率0.2%の損失によって、

- 手元現預金が約42億円の不足
- 自己資本が約37億円へと低下

年超過確率0.2%における損失額をULとし、このときの財務維持目標を、

- 手元現預金は15億円以上
- 自己資本は60億円以上

とする。また、利用可能なリスクファイナンスは、

- 新価ベースの財物地震保険
- 被災時の融資予約（Commitment Line、以下CL）

である。

なお、以下では、簡単化のため、保険料率は全レイヤーにおいて一律5%、コミットメントライン・フィー（CLフィー）はCL上限金額の1%であるとする。

最適化問題① ベースラインケース

最小化目標： 保険料率 × 財物保険支払限度額
+ CLフィー(率) × CL上限金額

制約条件： UL下の手元現預金 ≥ 15億円
UL下の自己資本 ≥ 60億円

- 最適解(財物保険支払限度額, CL上限金額)=(2,428, 3,461)百万円
- 財物保険:25億円、コミットメントライン:35億円を付保。このときの費用は1億6千万円。
- 1年間で0.2%の確率で発生するULの下で、手元現預金≥15億、自己資本≥60億を確保する費用として1億6千万円は支払許容額と比較してどうか？

最適化問題② ベースラインケースの制約条件緩和

ベースラインケースの制約条件を緩和し、UL下の財務維持目標をそれぞれ10%減額し、手元現預金 \geq 13.5億円、自己資本 \geq 54億円とする。

最小化目標： 保険料率 \times 財物保険支払限度額
+ CLフィー(率) \times CL上限金額

制約条件： UL下の手元現預金 \geq 13.5億円
UL下の自己資本 \geq 54億円

- 最適解(財物保険支払限度額, CL上限金額)=(1,801, 3,911)百万円。
- 財物保険:18億円、コミットメントライン:40億円を付保。このときの費用は1億3千万円。
- UL下の財務維持目標をそれぞれ10%減額(制約条件の緩和)することで約3千万円のコスト減。

最適化問題③ ベースライン+自己資本比率制約($\geq 17\%$)

ベースラインケースに制約条件、UL下の自己資本比率 $\geq 17\%$ を追加する。

最小化目標： 保険料率 \times 財物保険支払限度額
+ CLフィー(率) \times CL上限金額

制約条件： UL下の手元現預金 ≥ 15 億円
UL下の自己資本 ≥ 60 億円
UL下の自己資本比率 $\geq 17\%$

- 最適解(財物保険支払限度額, CL上限金額)=(3,779, 2,165)百万円。
- 財物保険: 38億円、コミットメントライン: 22億円を付保。このときの費用は約2億1千万円。
- 自己資本比率 $\geq 17\%$ の財務維持目標(制約条件)を加えることで約5千万円のコスト増となる。

自己資本比率制約の 違いによるリスクファイナンスコストの変化

UL下の自己資本比率制約	手元現預金≥15億、自己資本≥60億、及び左の自己資本比率制約をみたす最小コスト
ベースラインケース (14.0%)	1.56億円
15.0%	1.74億円
16.0%	1.93億円
17.0%	2.11億円
18.0%	リスクファイナンスのみでは達成不可能

ベースラインケースの自己資本比率である14%から自己資本比率の制約条件を1%上げていくことに約1千8百万円のコスト増

最適化問題④ ベースライン+自己資本比率制約(≥18%)

- この企業はいかなる場合であっても自己資本比率18%を上回っていないなければならない。しかし外部のリスクファイナンスだけでは毀損した資本を十分に回復できない(営業利益の減少を填補する保険カバーがされていない!)ため、不可能である。
- そこで、この企業はUL下の損失額を抑えるという戦略をとり、比較的簡易に実行できる、**主要生産装置固定の徹底**と生産活動の早期再開のための**BCP**を構築した。その結果、UL下の財務リスクは次のように低減された。
 - 手元現預金: 約42億円の不足 ⇒ 約23億円の不足
 - 自己資本: 約37億円 ⇒ 約55億円
 - 自己資本比率: 10.0% ⇒ 14.2%

最適化問題④ ベースライン+自己資本比率制約($\geq 18\%$)

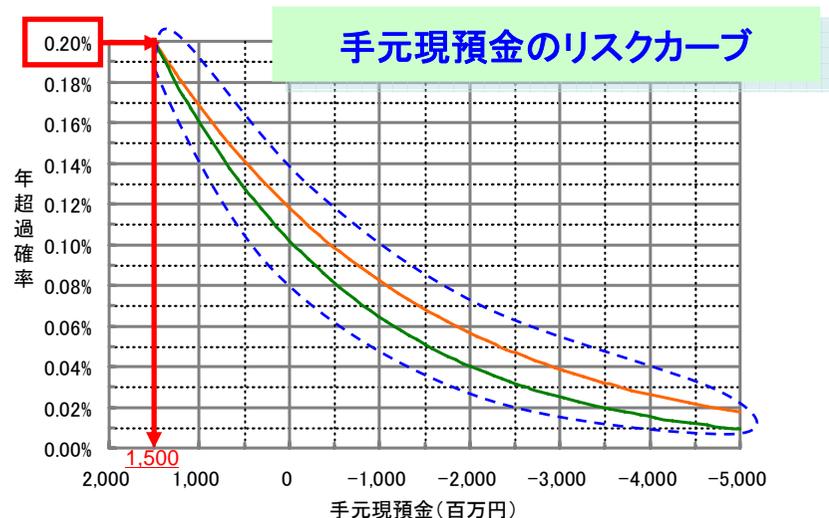
ベースラインケースに制約条件、UL下の自己資本比率 $\geq 18\%$ を追加する。

最小化目標： 保険料率 \times 財物保険支払限度額
+ CLフィー(率) \times CL上限金額

制約条件： UL下の手元現預金 ≥ 15 億円
UL下の自己資本 ≥ 60 億円
UL下の自己資本比率 $\geq 18\%$

- 最適解(財物保険支払限度額, CL上限金額)=(2,324, 1,652)百万円。
- 財物保険:24億円、コミットメントライン:17億円を付保。このときの費用は約1億4千万円。
- 自己資本比率 $\geq 18\%$ を追加したにも関わらず、ベースラインケースのコスト1億6千万円を下回る。

耐震補強・BCP+リスクファイナンス

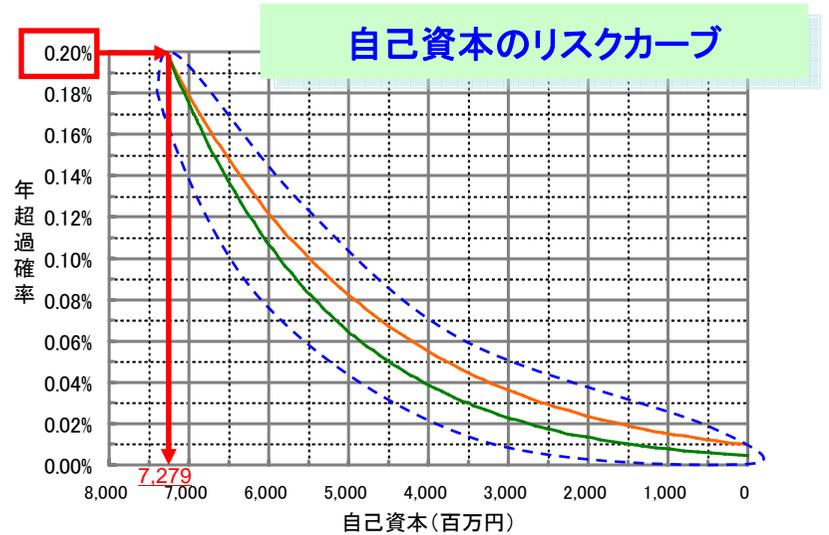


年超過確率0.2%のUL下で、

- 手元現預金 \geq 15億円
- 自己資本 \geq 60億円
- 自己資本比率 \geq 17.0%

をみたくリスクファイナンスを付保した場合。

- 補強・BCP+リスクファイナンスの場合のリスクカーブ
リスクファイナンス費用: **1.2億円**
- リスクファイナンスのみの場合のリスクカーブ
リスクファイナンス費用: **2.1億円**



- リスクファイナンス費用の違いは明らか。
- 年超過確率0.2%における手元現預金量と自己資本量は同じでも、それを超えるようなテール部分のリスクにおいては「**補強・BCP+リスクファイナンス**」戦略は優位性をもつ。

本日の講演内容

I -(a). 代替オフィスの立地選択

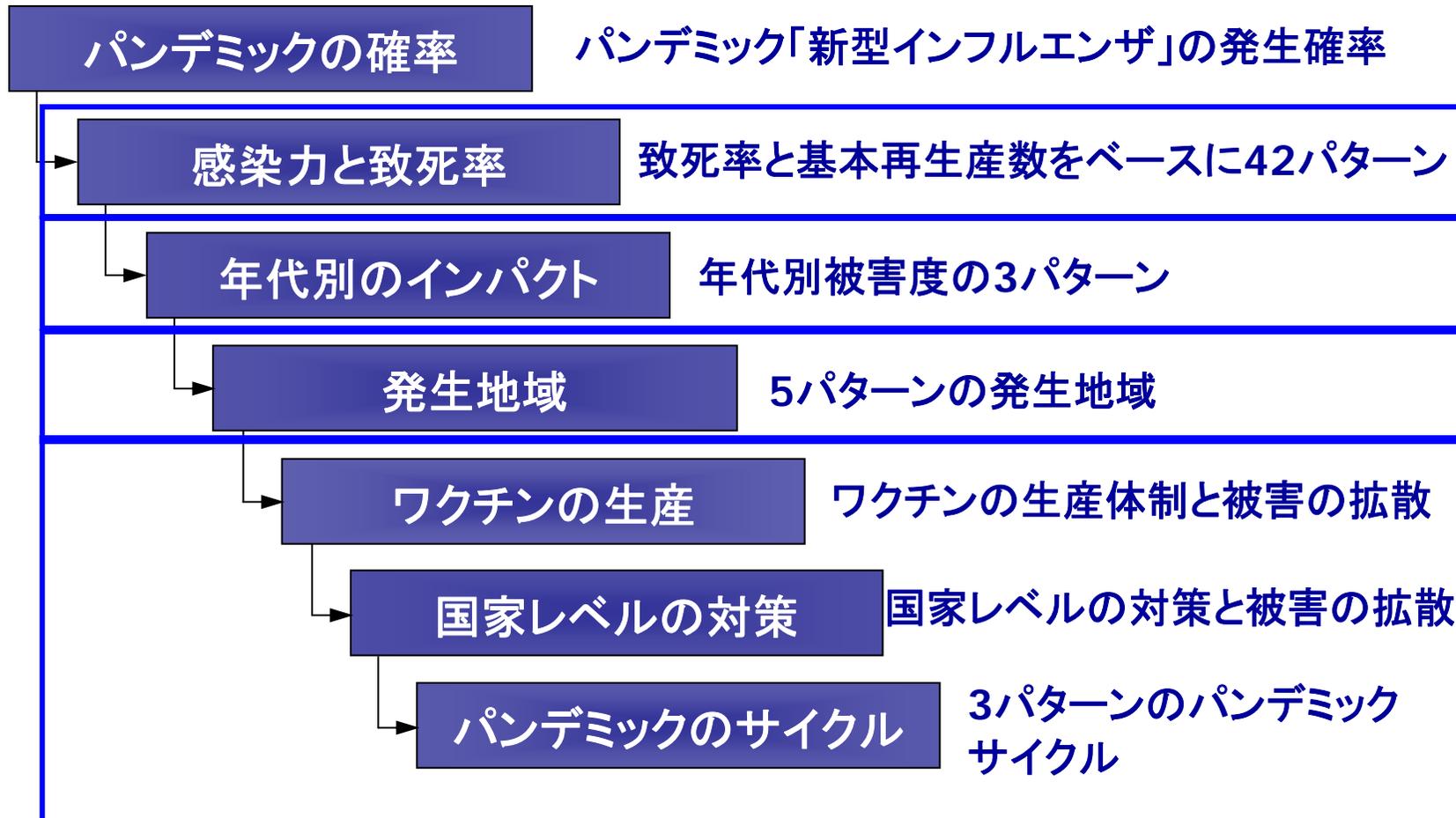
I -(b). サプライチェーン被災リスクの定量評価

II -(a). 地震被災による財務インパクト評価

II -(b). 財務インパクト評価とリスクファイナンス

III. パンデミックリスクの定量評価

パンデミックリスク評価モデルの構造

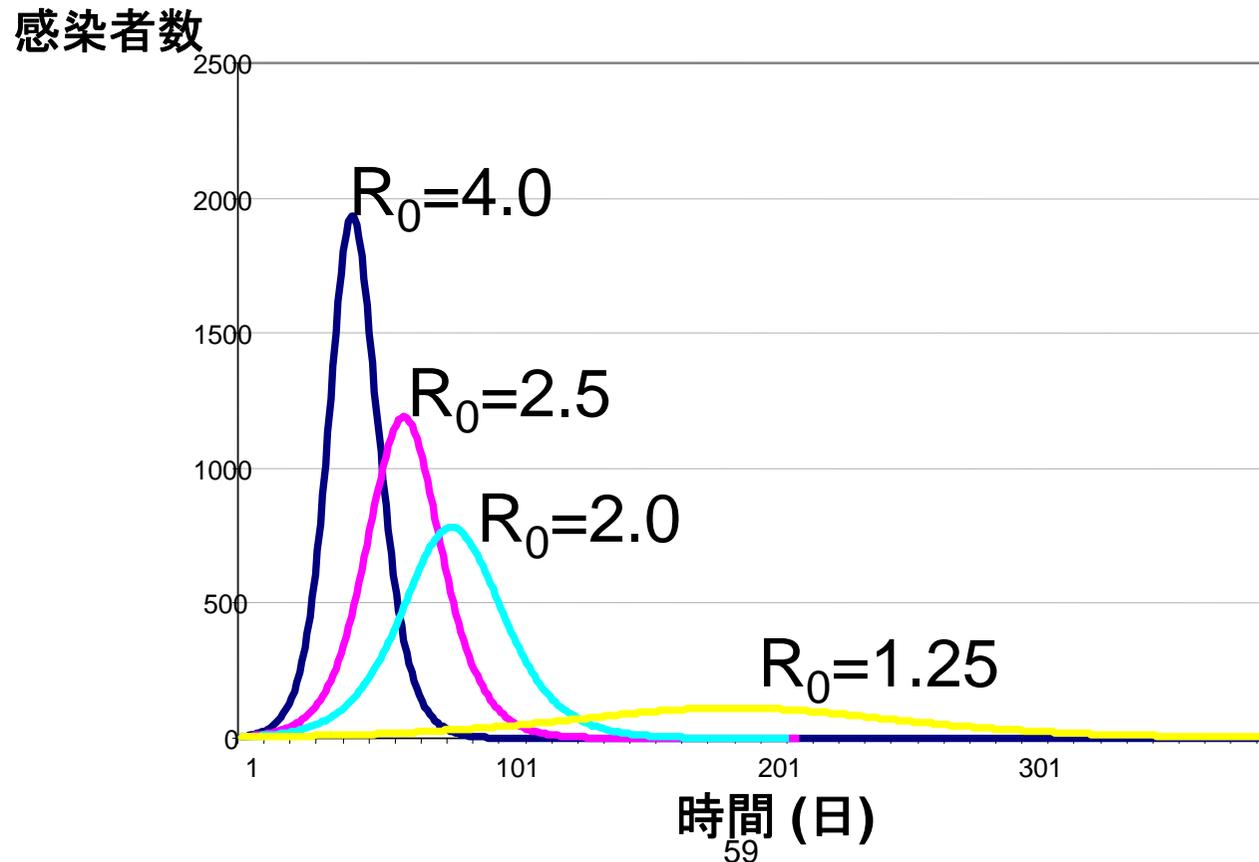


パンデミック発生の年確率

- 20世紀に入りインフルエンザの世界的大流行は1918年、1957年、1968年に起きている。それ以前では1889年の流行が知られている
- 大流行は不規則に起こる。過去の流行の間隔は、必ずしも次の大流行の時期を示唆するものではないが、経験的には120年間に4回、年確率は3.3%を基準とする

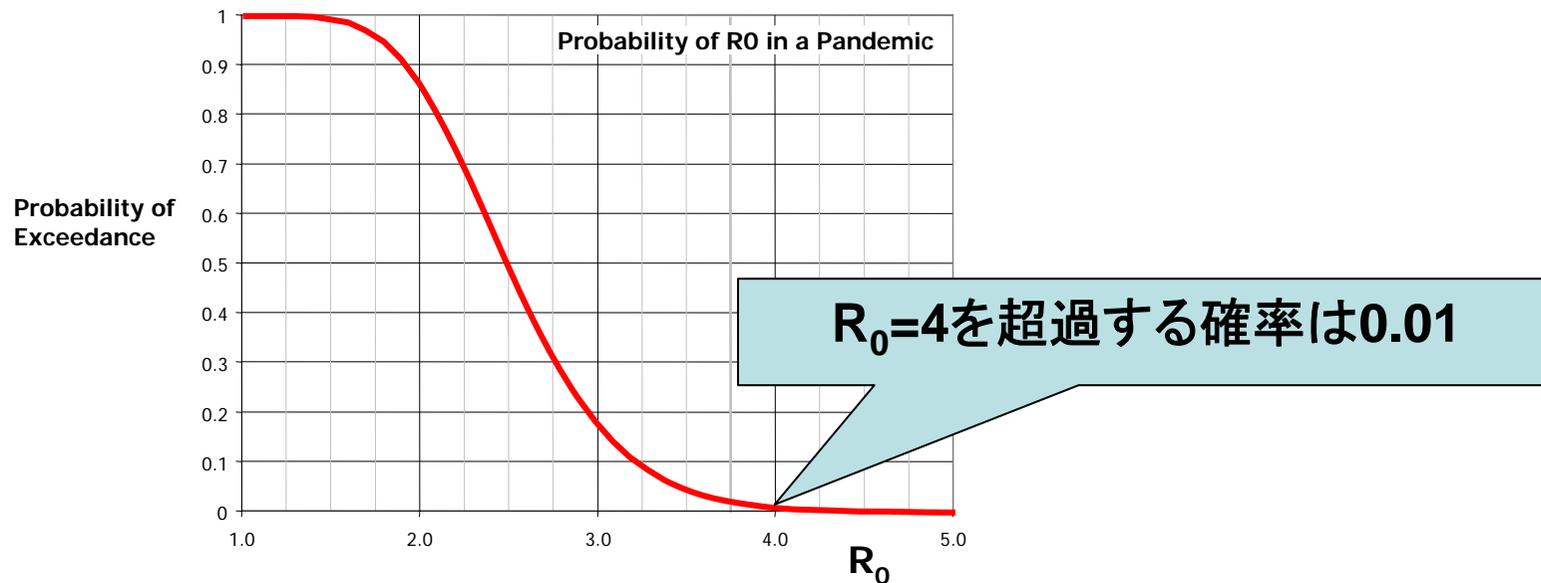
基本再生産数(R_0)

- 基本再生産数: 一人の感染者がある人口集団内で「再生産」する二次感染者の数
 - ✓ $R_0 > 1 \Rightarrow$ 感染拡大 $R_0 < 1 \Rightarrow$ 感染減衰



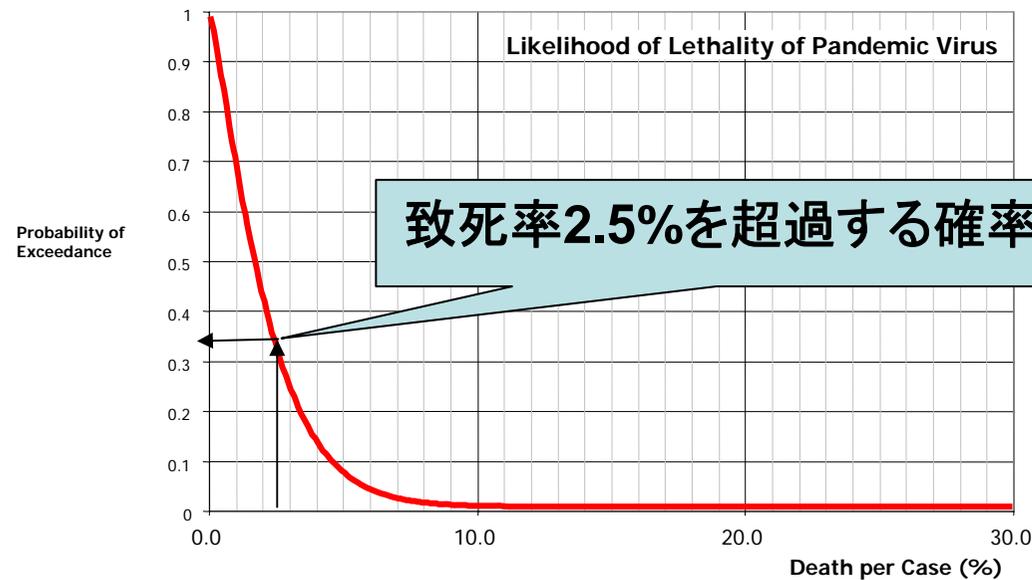
基本再生産数(R_0)のモデル化

- 感染拡大をもたらす要因が多く、基本再生産数のばらつきは大きい。
- 対数正規分布がこの可変性を表現するのに適当。
- 専門家の判断により、メディアンを2.5、 R_0 が4.0の超過確率を1%と設定する対数正規分布を適用。
- 分布は感染拡大の最低限の出発点の1.0で切断されている。

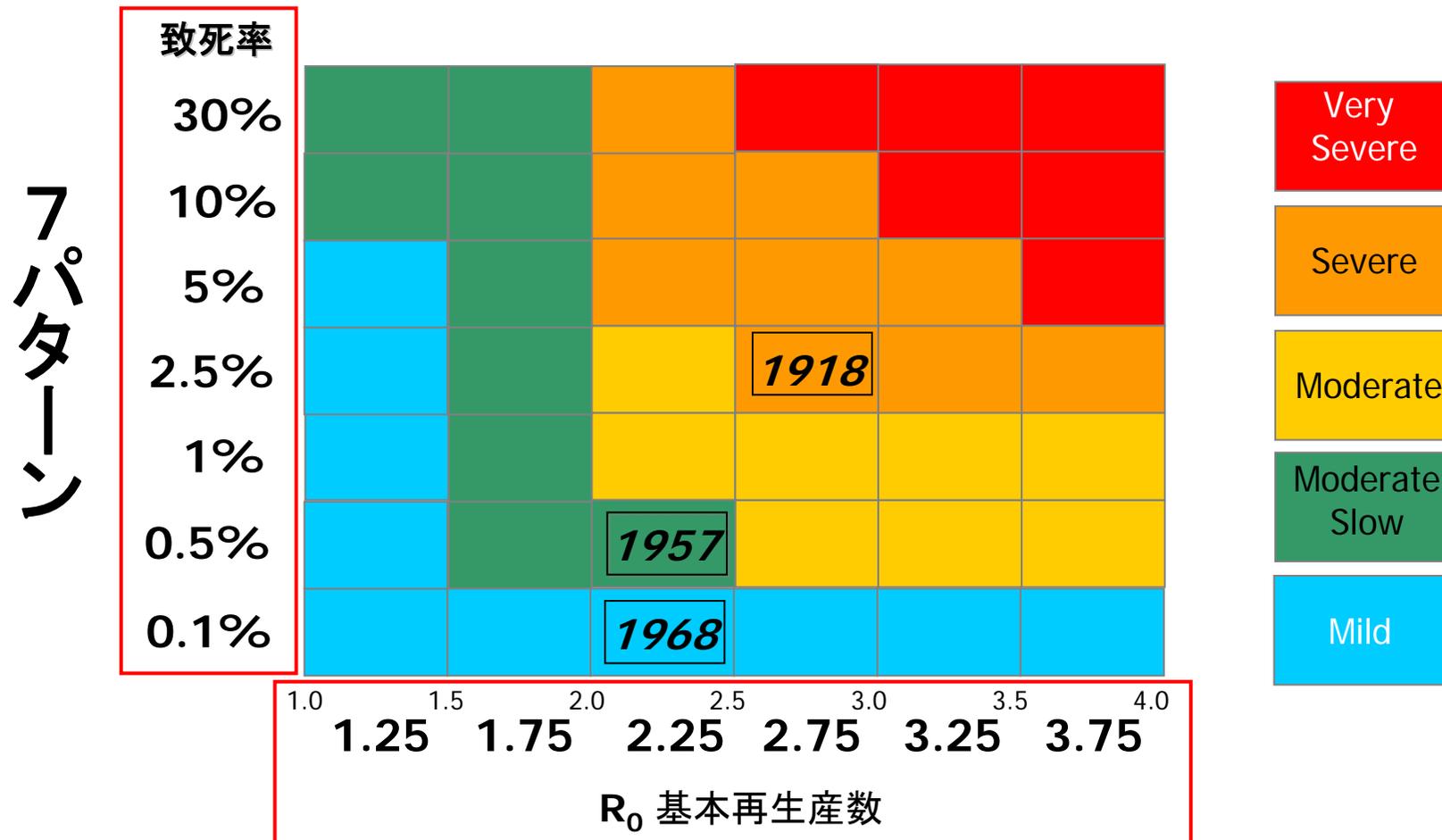


致死率のモデル化

- 致死率はワイブル分布を使用
- 1918年のスペイン風邪の致死率(2.5%)を超える確率が1/3と仮定
- 感染力と致死率はトレードオフ

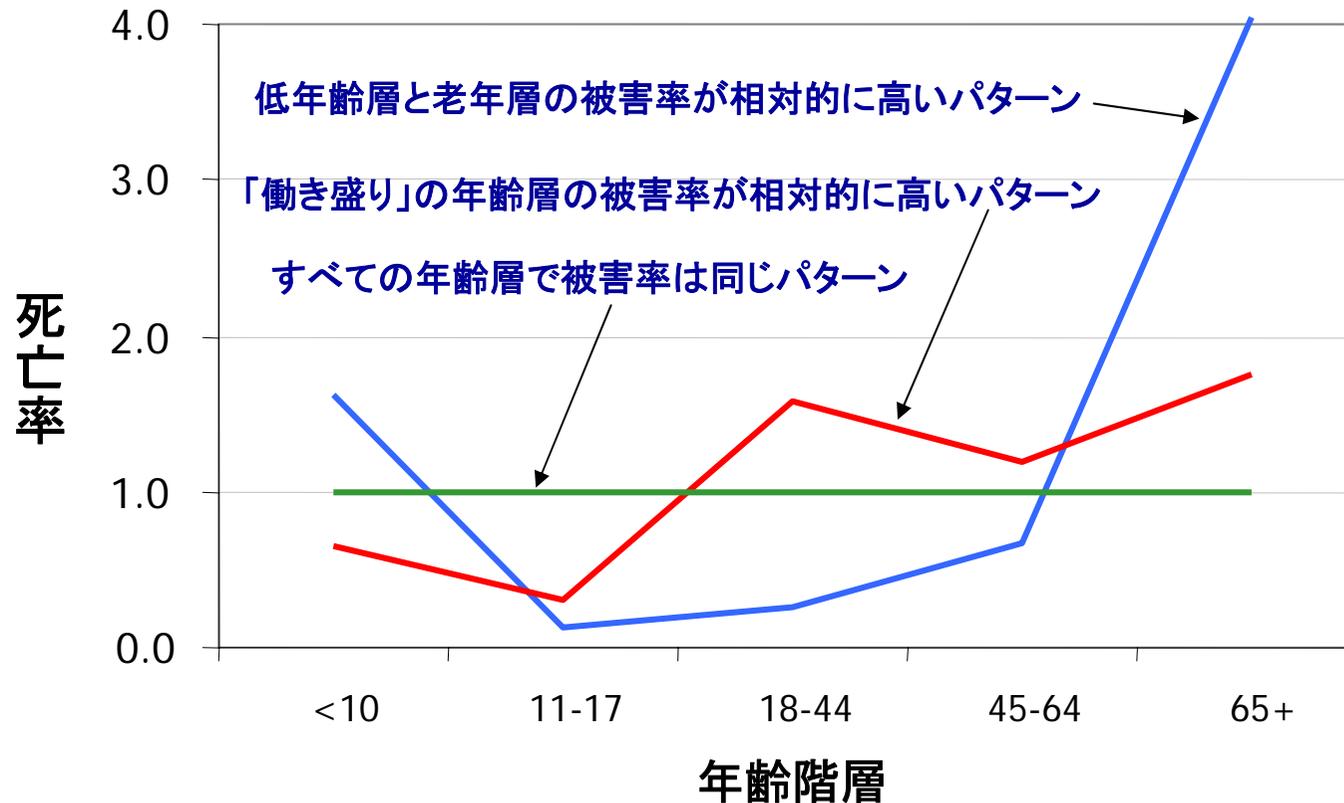


基本再生産数と致死率のパターン



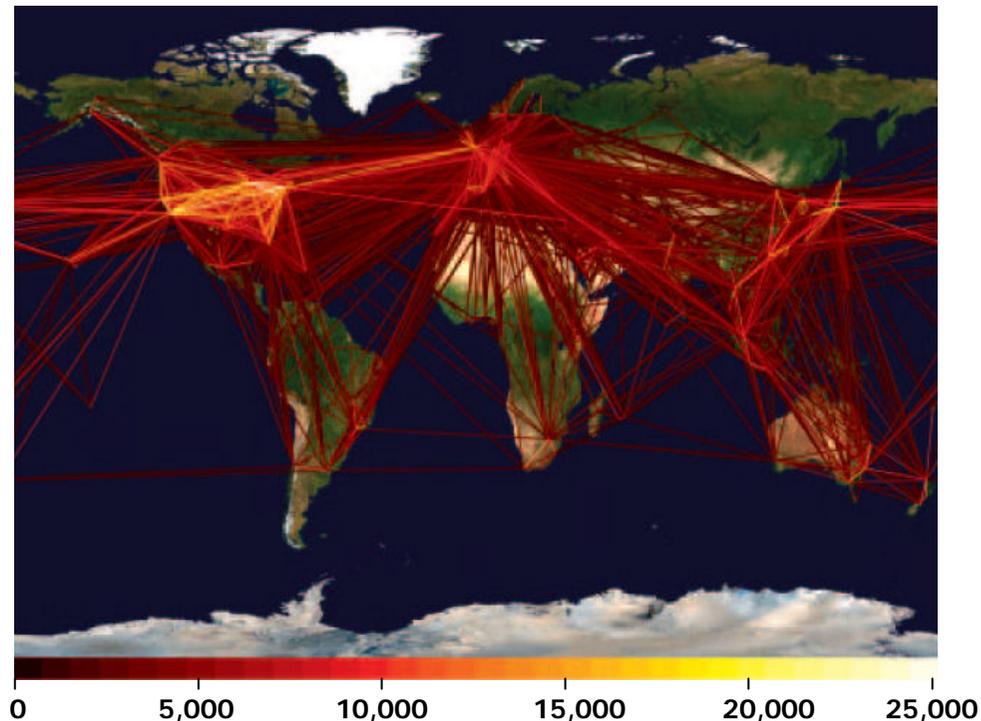
6パターン

年齢構成と被害率のパターン



- 免疫機能の過度な反応による‘サイトカイン症’は働き盛りの人に被害をもたらすなど、ウィルス特性により各年齢階層に与える被害は異なる

国際的な拡散モデル



国際空港間の一日の乗客数

■ 5パターンの発生地域

- 1 東南アジア発展途上国
- 2 日本、香港、台湾
- 3 ロシア、バルカン、東欧
- 4 西欧諸国
- 5 アフリカおよびその他地域

■ 地域により異なる発生確率

■ 伝染・拡散率をモデル化

■ 伝染の抑制、回避、封じ込め等の各国の対策を考慮

パンデミックサイクル

- 抗ウィルスワクチンの製造・供給
- 国家レベルの対策
 - ✓ 水際の検疫体制
 - ✓ 社会的行動規制: 学校・企業閉鎖、国内の移動規制
 - ✓ 医療制度
- 上記二つの要因により、パンデミックのライフサイクルを以下の3パターンにモデル化
 - ✓ 1年目に流行のピーク
 - ✓ 2年目に流行のピーク
 - ✓ 1年目に流行のピークが来るものの遅い減衰

パンデミックリスク分析

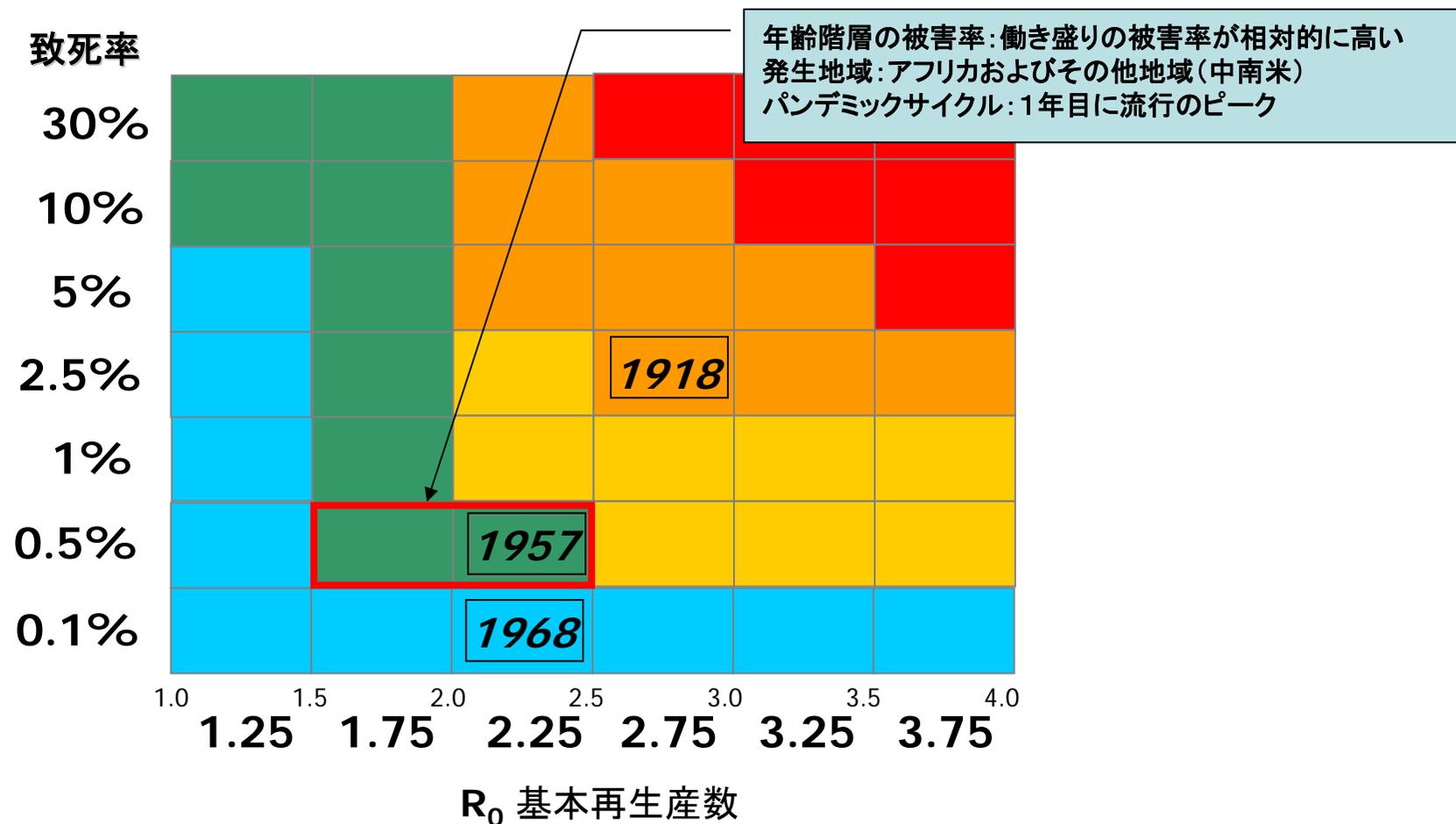
■ パンデミックイベント

- ✓ 基本再生産数7パターン×致死率6パターン=42パターン
- ✓ 年齢階層の被害率パターン=3パターン
- ✓ 発生地域=5パターン
- ✓ パンデミックサイクル=3パターン
- ✓ 合計 $42 \times 3 \times 5 \times 3 = 1890$ のパンデミックイベント

■ アウトプット

- ✓ イベントごとの死亡者、入院者、通院者数生命保険会社の総支払保険金額
- ✓ リスクカーブ

《参考》 現在のパンデミックイベント



ご清聴、ありがとうございました。

応用オール・エム・エス株式会社
災害リスク事業部
高杉 剛

〒107-0052 東京都港区赤坂3-11-15 赤坂桔梗ビル4F
TEL: 03-5575-7189
E-mail: tsuyoshi.takasugi@oyorms.co.jp