
サステナビリティを支えるFM ー建築・都市・地域のレジリエンスー

2015.02.19

FM戦略企画研究部会

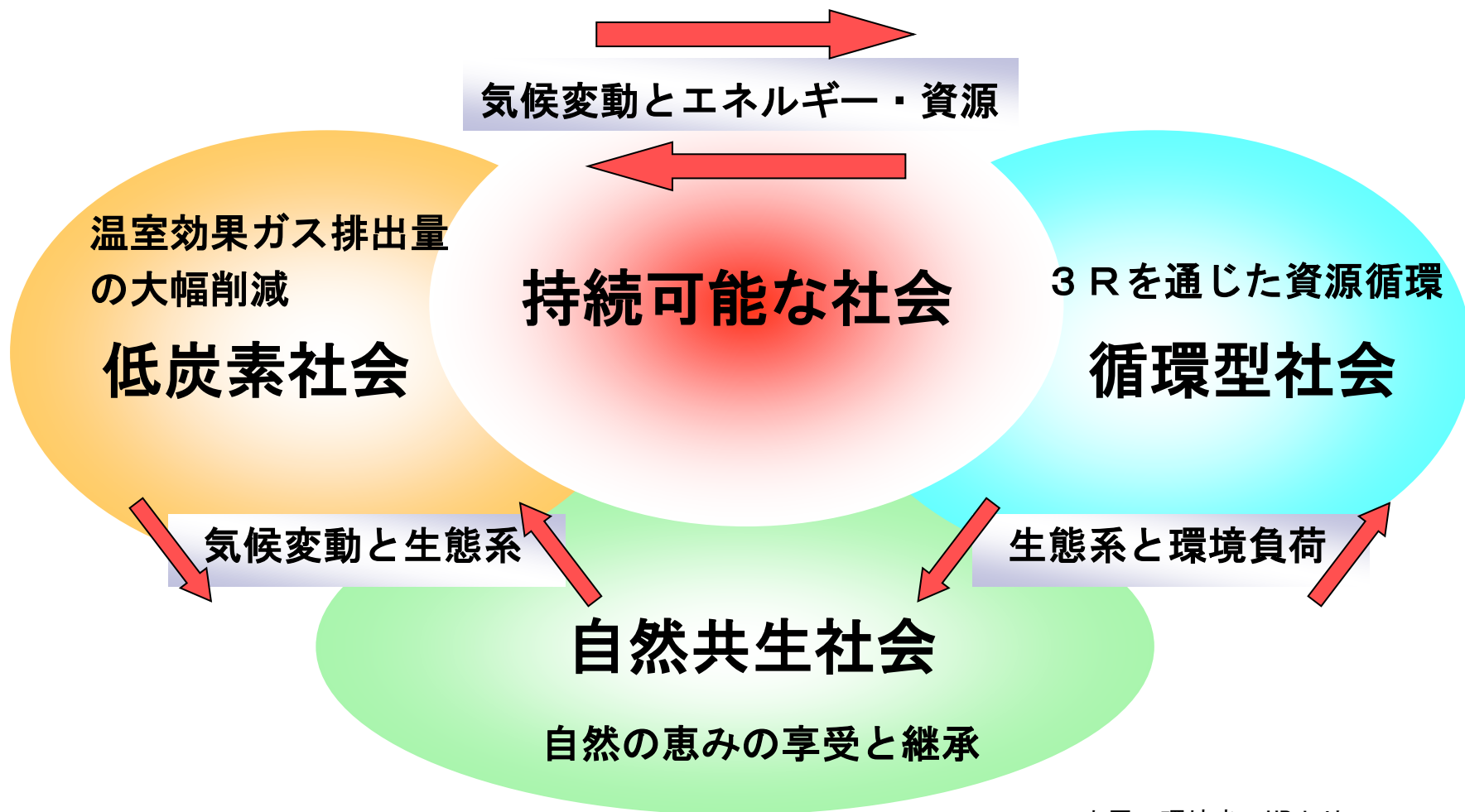
高藤 眞澄 ((株)NTTファシリティーズFMアシスト)
増田 幸宏 (芝浦工業大学)
氏家 徳治 ((株)エコクリエイト)

FM戦略企画研究部会の研究経緯

- 「経営に貢献するFM戦略」として「環境」にフォーカス
- **研究テーマ／環境対応とFM戦略**
⇒環境経営・環境不動産・環境未来都市：サステナビリティとFM戦略
- サステナビリティの実現－低炭素化 & 資源循環 & 自然共生
⇔ **第2次循環型社会形成推進基本法**
- 「環境対応」のみならず、「経済価値」「社会価値」を含めた「都市」のサステナビリティを維持する総合的な価値創出を目指している**環境未来都市構想**に注目
- 最近の大規模自然災害等に直面して、サステナビリティには「レジリエンス」が不可欠と認識
- **「レジリエンス」の定義**：「企業や組織、建築・都市システム、生態系等に代表される複雑システムが、不測の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、深化し、適応し、成長する能力」を意味する新しい概念です。
- **私達の仮説**：「レジリエンスは、非常時のみならず平常時における最適対応やイノベーションを実現する戦略能力の向上をもたらす！」

社会のサステナビリティ

持続可能な社会に向けた統合的取組：第2次循環型社会形成推進基本法
巨大ストレスへの対応は???



発表の構成

- 主旨：
建築・都市・地域のサステナビリティをレジリエンスの視点から検討⇔
レジリエンスに関する個別事例等の紹介、レジリエンス評価のための全体
フレーム(案)の紹介、さらに、建築・都市・地域のレジリエンスを考察する。
将来は、建築・都市・地域のレジリエンスに関わるマネジメント項目を整理
の上、今後の街づくりや地域再生の検討とそのマネジメントの在り方、更
には、都市の評価システムの充実に貢献したい。
- I 建築・都市・地域のレジリエンス:個別事例(講演会・勉強会報告)
はじめに:様々なレジリエンスのタイプ・かたち
 - ① エネルギーシステムのレジリエンス
 - ② 都市環境のレジリエンス
 - ③ 災害に対するレジリエンス
 - ④ 事業継続と組織のレジリエンス
 - ⑤ 災害瓦礫処理と資源循環
 - ⑥ 早期復興と仮設コミュニティ
- II レジリエンス全体フレーム(案):WEF「グローバルリスク報告書2013」
- III レジリエンス全体フレーム(案)に基づく建築・都市・地域のレジリエンス
- IV まとめ:考察と今後の検討

FM戦略企画研究部会での研究事例や講演内容を紹介

I 建築・都市・地域のレジリエンス 個別事例

「建築・都市のレジリエンス」

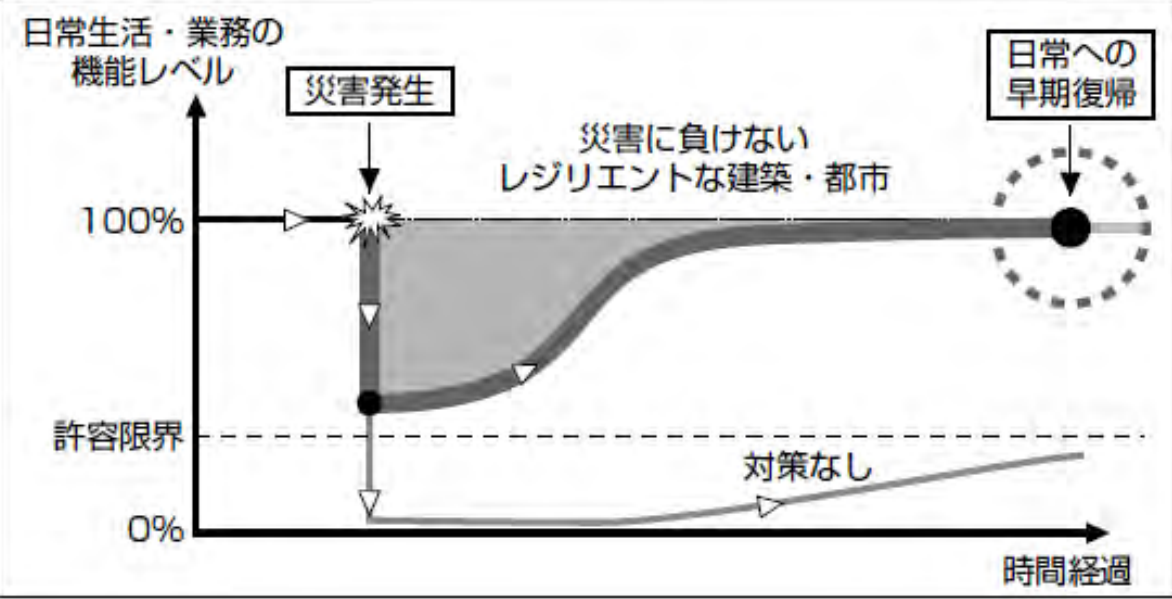
– Sustainability (持続可能性)の新しい視点

増田 幸宏(芝浦工業大学)

レジリエンス (Resilience) とは 「環境変化を乗り越えるしなやかな力」 を表す新しい概念

持続可能性の必要条件

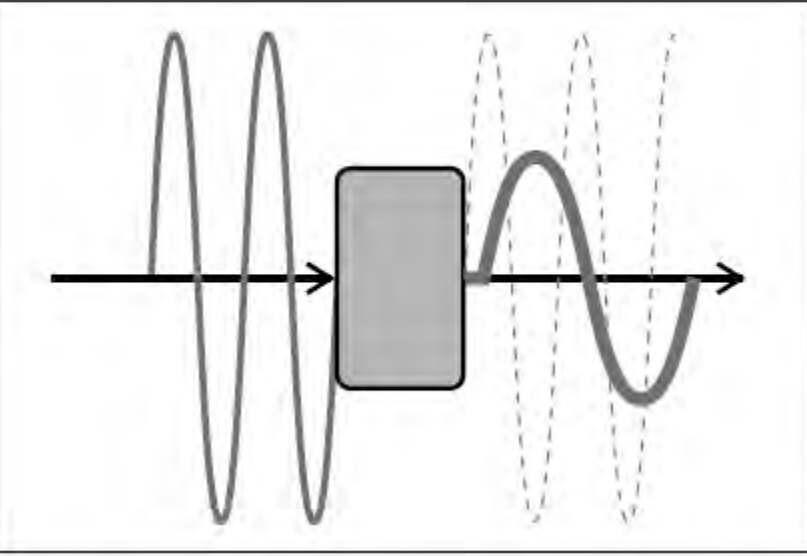
「建築・都市システム、設備システム、生態系システム、コンピュータシステム、組織やコミュニティ等に代表される複雑なシステムが、**環境の急激な変化や困難な状況に直面した際にも、難局を切り抜けて生き残り、回復するのみならず、試練を克服することで進化・深化し、適応し、成長する能力。**システムが新しい均衡点に向けて動いていくしなやかな強さ」を意味する言葉です。



①災害に対するレジリエンスに関連

図1 災害に対するレジリエンスの考え方

: 予防力、抵抗力、防御力の向上に加えて、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



②エネルギーシステムのレジリエンスに関連

図2 外乱の影響を緩和する機構

: 外的環境の変動の影響を吸収し、系の環境を一定範囲内に維持する能力がレジリエンスの視点では重要となる

様々なレジリエンスのタイプ・かたち

省エネルギー性能や居住者の温冷感、熱的快適性に関わる建築の熱的性能においては、外気温の変動による影響をできる限り緩和し、室内環境を一定の状態に保つ機能が重要であり、外部環境との境界となる建築の外皮性能や断熱性能が重要である。

外的環境の変動の影響を緩和し、系の環境を一定範囲内に維持する能力がレジリエンスの視点では重要となる。生物も恒常性（ホメオスタシス）を有しており、例えば体温調整機能や体液の酸性度を安定化させる化学的な緩衝系の機構、血中イオン濃度の平衡状態を保つ仕組み等が知られている。

エネルギーシステムのレジリエンスでは、地震災害や長期停電等の非常時のみならず、燃料単価や需給状況等の変動に対して、供給の安定性と継続性をどう確保できるかという能力が重要となる。

様々なレジリエンスのタイプ・かたち

③都市環境のレジリエンスに関連

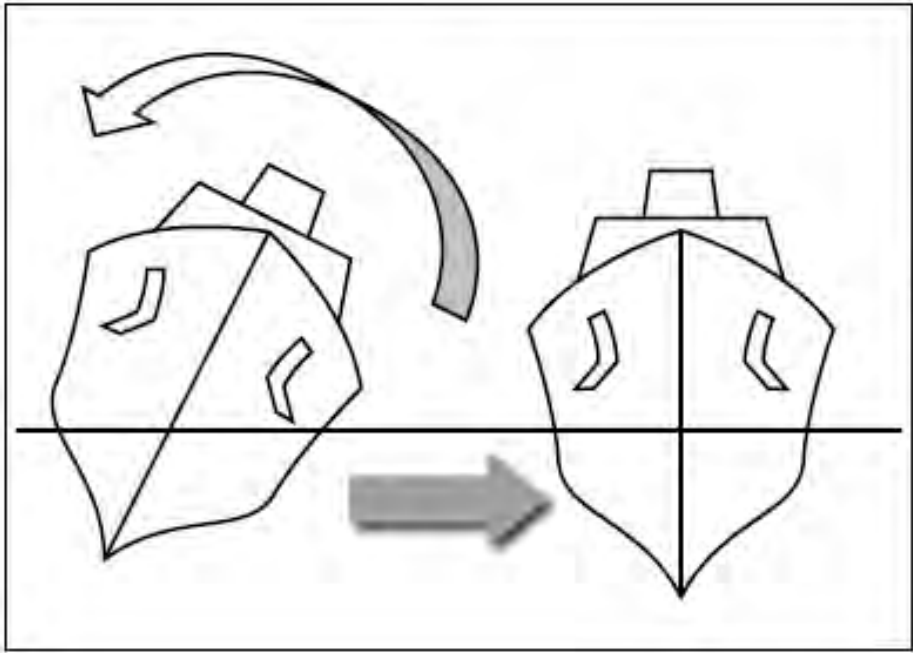


図3 船の復原力

: 船が傾いても転覆せずに直立状態に戻ろうとする「復原力」が設計上の重要なポイントとなる

元の状態からはずれたときに、
如何に体制を立て直すことができるか？

様々なレジリエンスのタイプ・かたち

金融機関や交通システムをはじめ、社会インフラとして重要な役割を果たす様々なコンピュータシステムでは、システムの更新や統合、サイバー攻撃等に対して、たとえ問題が発生したとしても致命的な障害を回避し、全体としての機能を維持継続する性能が重要となる。

人間に関連する分野として、心理学におけるレジリエンスでは、辛い出来事に深く傷ついたり、落ち込んだとしても、自分らしさを取り戻していく、元気な姿を取り戻す立ち直りの様子を表す

土木工学の関連では、洪水時に遊水池に洪水流を導く越流堤の役割も、あえて弱い部分を設けることで全体的な視点で災害時の被害を最小化するレジリエントな仕掛けと言えるだろう。

現在進行中の震災復興の課題は、何を守り何を残すことができればよいのか、地域やコミュニティのレジリエンスとは何かという問題をまさに私たちに突きつけているように思う。

様々なレジリエンスのタイプ・かたち

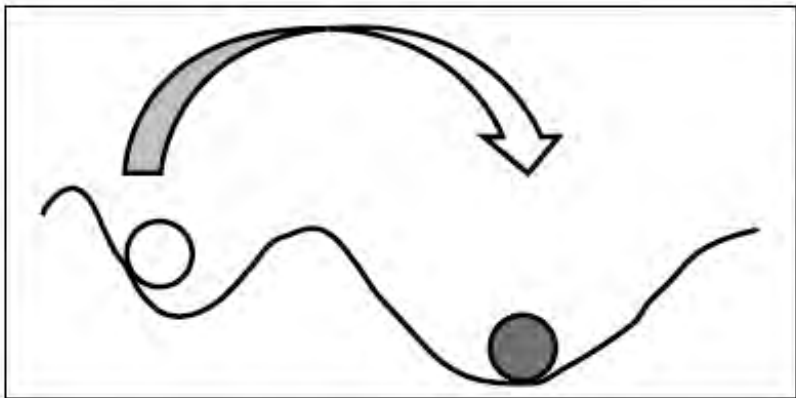
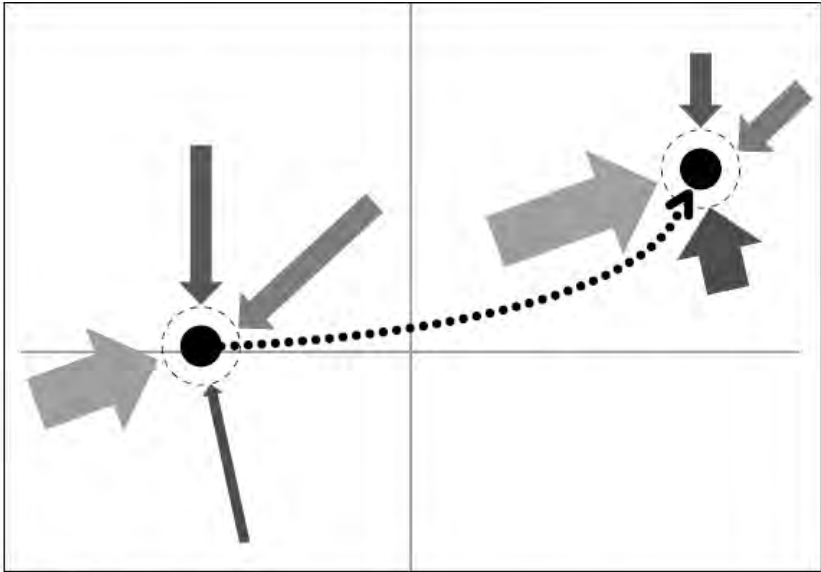


図4 レジームシフト
: 許容量以上の影響を受けた場合に安定点
が変位する



多様な要素間の関係性や
バランスを丁寧に読み解く姿勢、
センスも重要になってくる

図5 均衡点の変位
: 様々な要素の影響のバランスを読み解くことや、時間の経過に応じた動的な挙動の扱いが重要になる

①エネルギー供給システムの レジリエンス

エネルギー供給システムのレジリエンス

運用の柔軟性や代替性、多様性を持つシステムは、平常時と非常時の両面で合理的なシステムとなり、災害時に強だけでなく、省エネ・省コストの観点からも有益なシステムとなる。

例) 非常時・災害時のBCPを考慮したエネルギー分散型熱源システムの一例

1) 停電時でも稼働可能なコジェネシステム(ブラックアウトスタート対応)

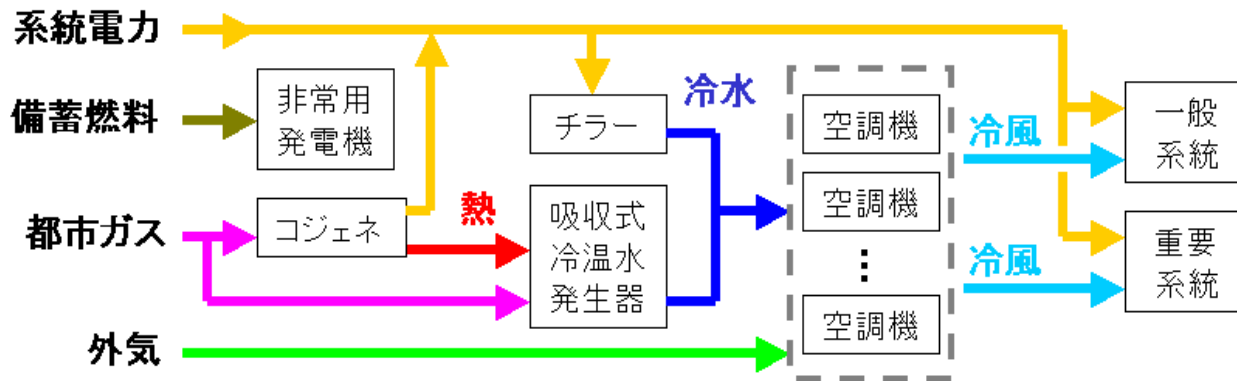
大災害などで長期停電となったときは、非常用発電機の燃料補給も困難となるため、ガスインフラでも発電できるコジェネシステムが有効である。

2) 吸収式と電気駆動熱源の複合熱源システム

電気駆動熱源に加えて、ガスで稼働できる吸収式冷凍機があると、その分空調で消費する電力量を削減でき、備蓄燃料の消費を抑制できる。

3) 空調停止ができない系統への外気利用冷房

外気冷房が可能なシステムとなっている場合、夏期ピーク時以外は、外気を用いて冷房することができ、備蓄燃料の消費を抑制できる。



BCPを考慮したエネルギー分散型熱源システムの一例

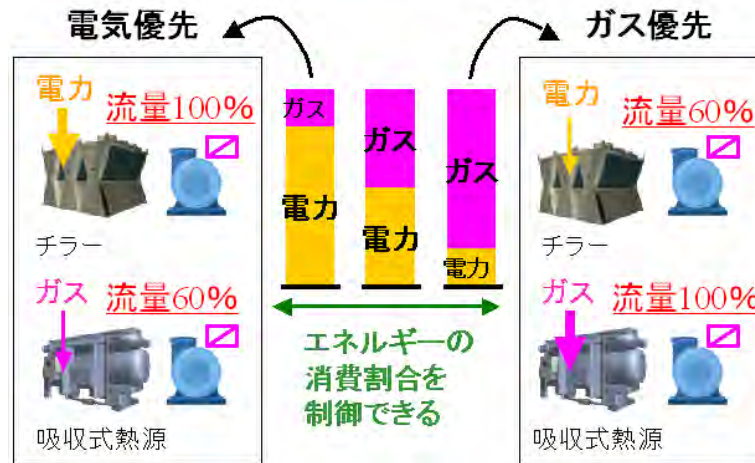
参考資料) 空気調和・衛生工学会 省エネルギー委員会
建築・設備の省エネルギー技術指針(非住宅編)追補, 2013(主査 山羽基)
1.1 増田・野間担当部分

エネルギー供給システムのレジリエンス

エネルギー分散型熱源システムは、非常時だけでなく、通常運用時にも大きなメリットがある。

- ・吸収式冷温水発生器と電気駆動熱源の複合熱源システムとした場合、熱源に流れる流量や出口温度に違いを持たせることで、電気とガスの消費割合をコントロールすることができる。
- ・電力単価がガスに比べて安く、契約電力超過の懸念がないときは、2次側の流量要求に応じてガス熱源の通過流量を優先的に絞ることで、電気使用割合を高めることができる。
- ・また逆に、電気熱源の通過流量を優先的に絞ることで、電気使用割合を小さくすることもできる。

このように、2次側が同じ熱負荷であっても、処理するエネルギー配分を変更し、省エネ・省コストに貢献できる。



電気とガスの負荷配分制御

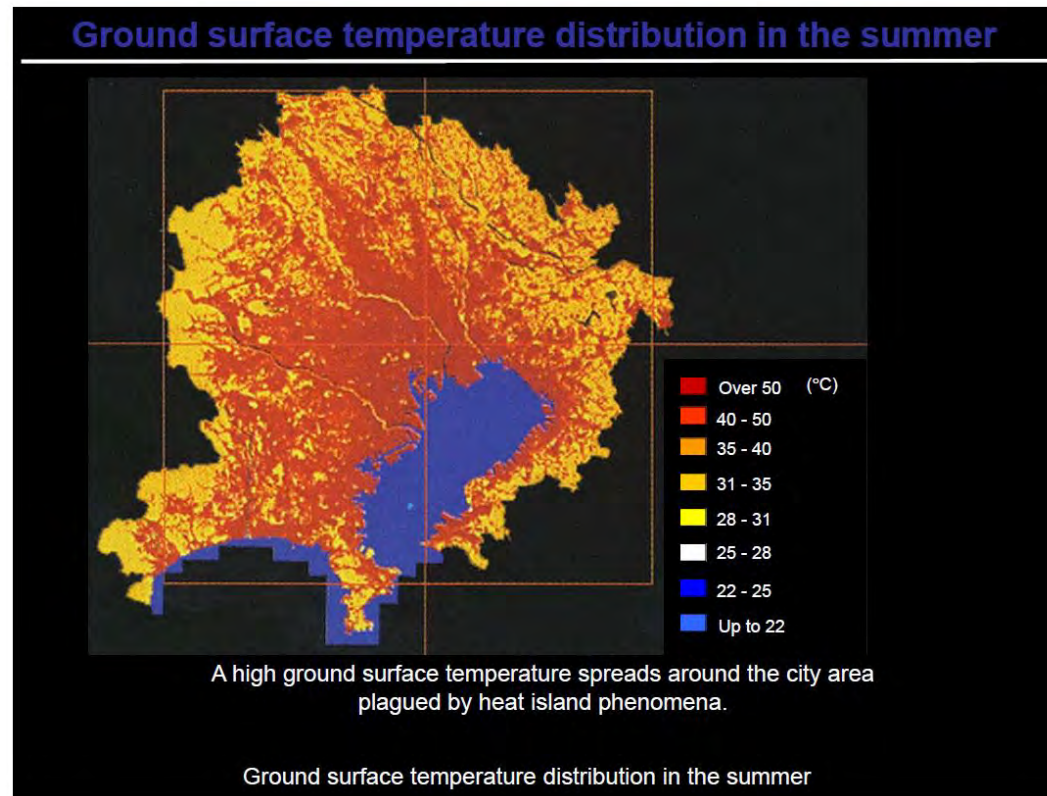
エネルギー供給システムのレジリエンス

- ✓ 本事例のように、受け入れるエネルギーを多様化したシステムは、長期停電などの非常時に強い建物となり、さらに、通常運用時も省エネ・省コストに貢献することができる。
- ✓ このように、地震災害や長期停電等の非常時のみならず、エネルギー・燃料単価や需給状況の変動等、様々な環境条件の変化、不測の事態等に直面した際にも、難局を切り抜けて機能を継続する能力、状況へ適応する能力、従前への速やかな回復を可能とする能力、システムとして更に深化・成長する能力が重要である。**システムの有するこのようなしなやかな強さや対応能力を「レジリエンス」という。**
- ✓ 建築・都市機能の維持・継続のためには、**地域エネルギーシステムのレジリエンス**が重要であり、地域エネルギーシステムの有する頑強さ(Robust)、予備・余裕度、(Redundant)、手段や資源の豊富性・多様性(Resourceful)や柔軟性(Flexible)、自立性(Independent)、対応の正確さ(Accurate)と迅速さ(Rapid)といった性能が鍵となる。

② 都市環境のレジリエンス

都市環境のレジリエンス：環境リスク／都市の高温化

都市環境のレジリエンスでは、環境や気候の変動に対して、適切な状態を維持するために、都市が多様な調節機能を持ち得るかが重要である。



都市の高温化（ヒートアイランド現象）

自然の循環系と都市環境のレジリエンス

近年、国土交通省総合技術開発プロジェクト等で重点的に解明が進んだのが「風の道」の活用である。

レジリエンスの視点から着目したいのは、風の吹くメカニズムである。温度差や圧力差があると風の流れが発生する。状態の差を解消しようとする方向に流れが生じることは自然の原理である。それが循環系の流れをデザインする上での重要な基礎となる。このような**自然の本来の回復機能や、自律的な調整機能を取り戻す**ことが重要である。

“Kaze-no-michi” for urban planning

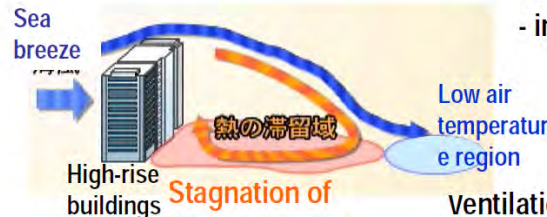
K. Kagiya and Y. Ashie
National Institute for Land and Infrastructure Management
and Building Research Institute
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, JAPAN



Type-1
Ventilation path - along ground level



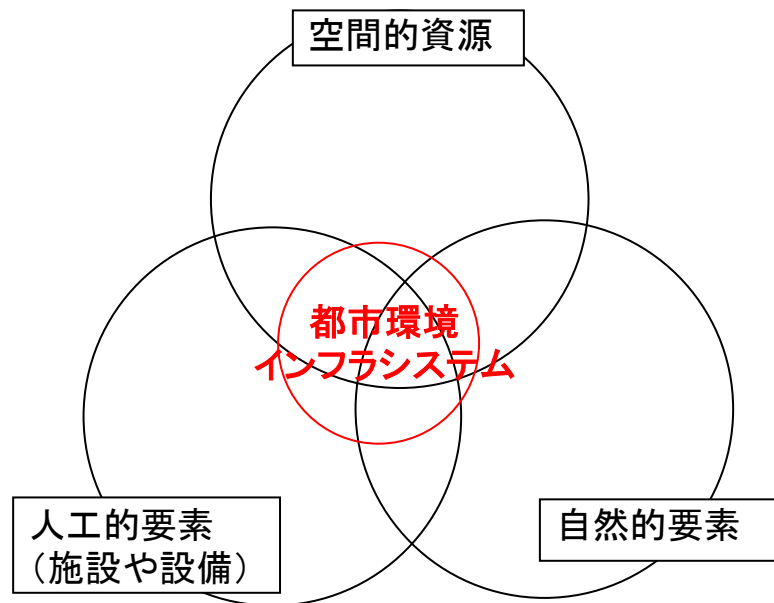
Type-2
Ventilation path
- induced by streets and rivers



Type-3
Ventilation path
- induced by high-rise buildings

「都市の環境インフラシステム」の考え方

都市の中に環境の調整機能を多様な形で盛り込んでいくことが大事である。そのような役割を担う施設・空間を、「都市の環境インフラシステム」と総称している。



自然的要素	風・水・緑・土(土壌)等
人工的要素	エネルギー施設(地域冷暖房施設や自然エネルギー利用システム等)、散水施設、噴水施設、水資源活用システム(地下水利用システムや中水・工業用水のネットワーク)、舗装材(保水性舗装等)、建築設備、建築外装材・建材等
空間的資源	【公共的空間】道路、学校、公共施設、公開空地、街区公園、河川、面的水路、堀、運河、調整池、溜池、地下空間等 【民有地】鉄道、駅舎、大規模平面駐車場、工場施設、大規模舗装面を有する施設、再開発予定地域、開発未利用地、耕作放棄地

③ 災害に対するレジリエンス

(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

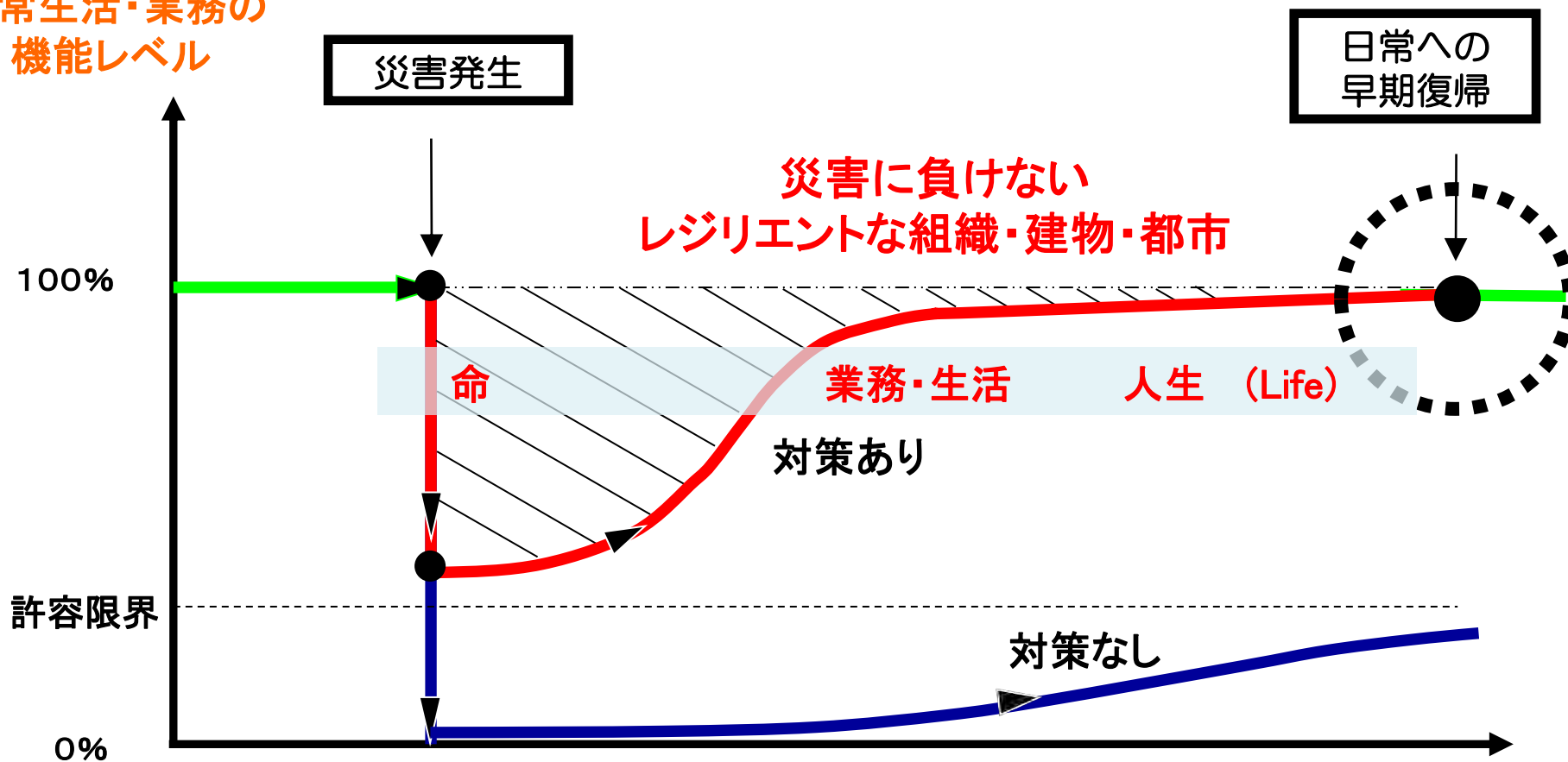
事業継続マネジメント(Business Continuity Management)

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)

しなやかな強さ・難局を乗り越える力を備えた組織・建築・都市

日常生活・業務の
機能レベル



時間が何より重要な資源

- ・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, 防御力の向上に加えて, 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。

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な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）

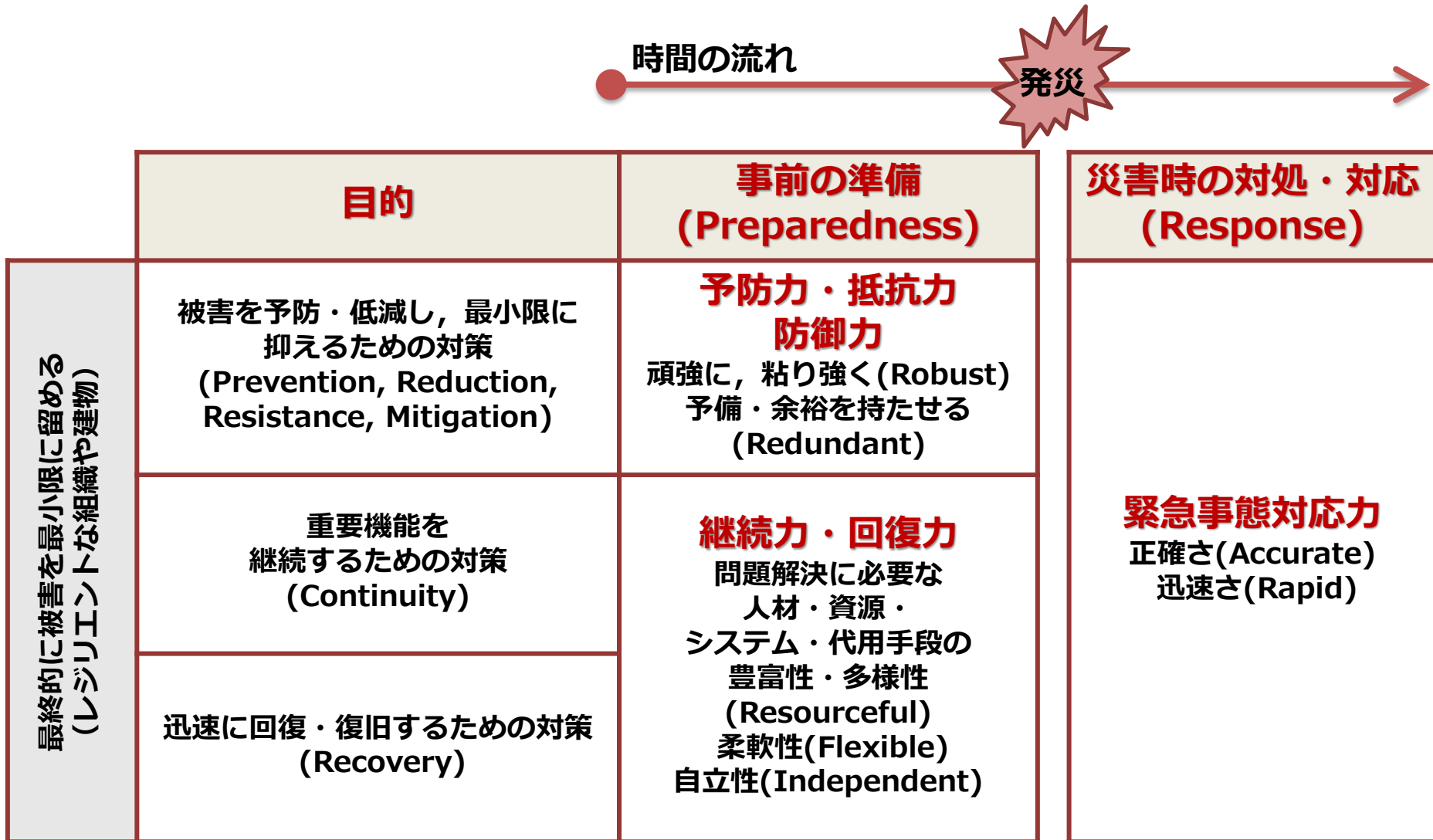
- ・広域災害時に希少となる人的・物的資源の確保について調整・協調が可能
- ・地域連携により各建物の防災能力の補完・向上が可能となる
- ・災害時に重要情報の収集や、地域としての情報発信に共同で取り組むことができる。
- ・周辺からの避難者、帰宅困難者への対策がより計画的・効果的に行える
- ・災害時の支援物資やボランティアの受入れなどについて地域での十分な調整が可能となる
- ・企業の社会的責任、地域貢献と有効に連携させることができる
- ・地域価値を向上させる

（参考）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

「東海地域の新たな産業防災・減災を考える検討会」：地域連携BCP

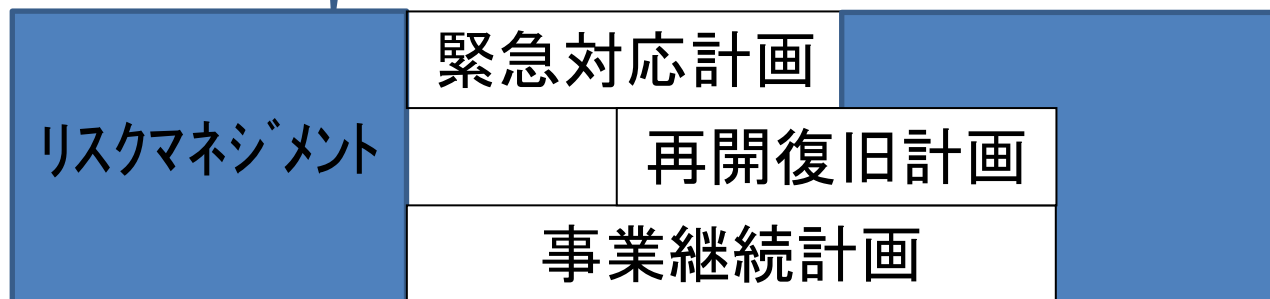
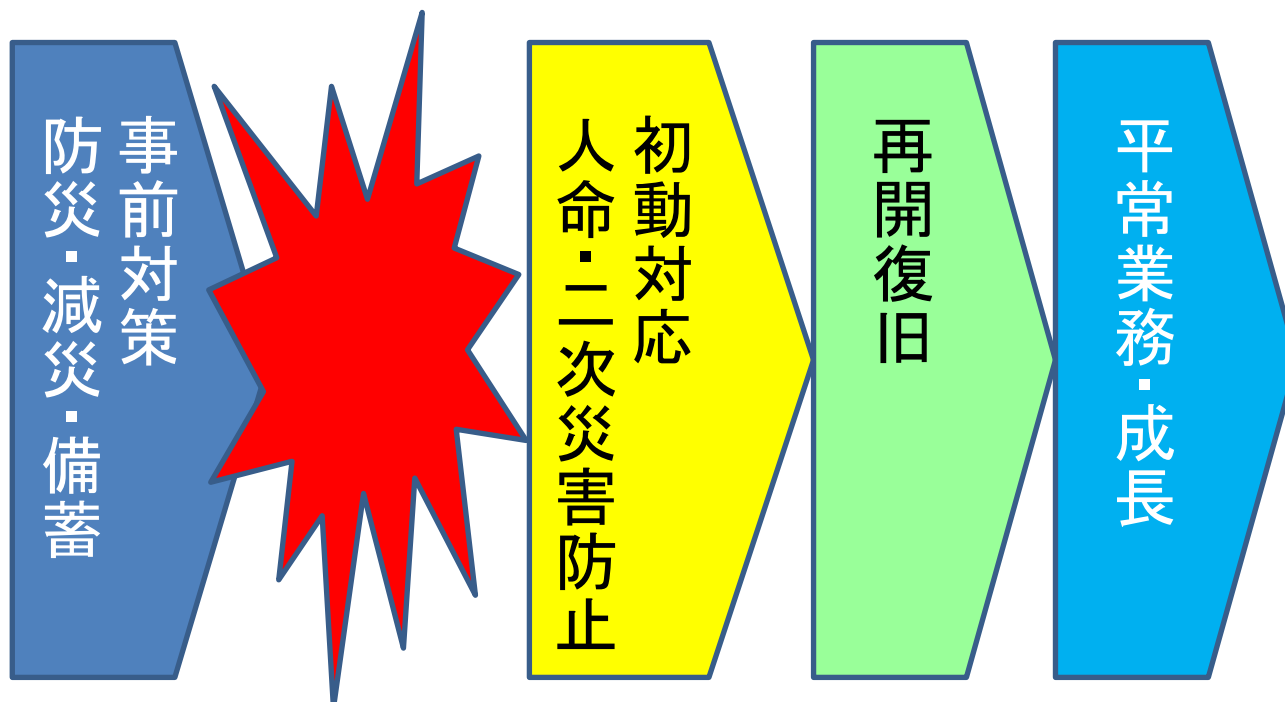
「災害に対するレジリエンス」に対する評価の枠組み



上倉秀之氏((株)セノン)の講演内容の一部

④ 事業継続と組織のレジリエンス

レジリエンスと事業継続



- ・事前対策が重要
- ・事案発生に対する対応は事案ごと
- ・全ての事案への対応が必要だが、現実には困難
- ・レジリエンスの高い組織への転換

レジリエンス向上の取り組み

「事業継続」＝経営戦略

- ビジネスインパクト分析により、緊急時の事業の優先順位を決定
- 緊急時の代替え戦略として業務委託・業務提携

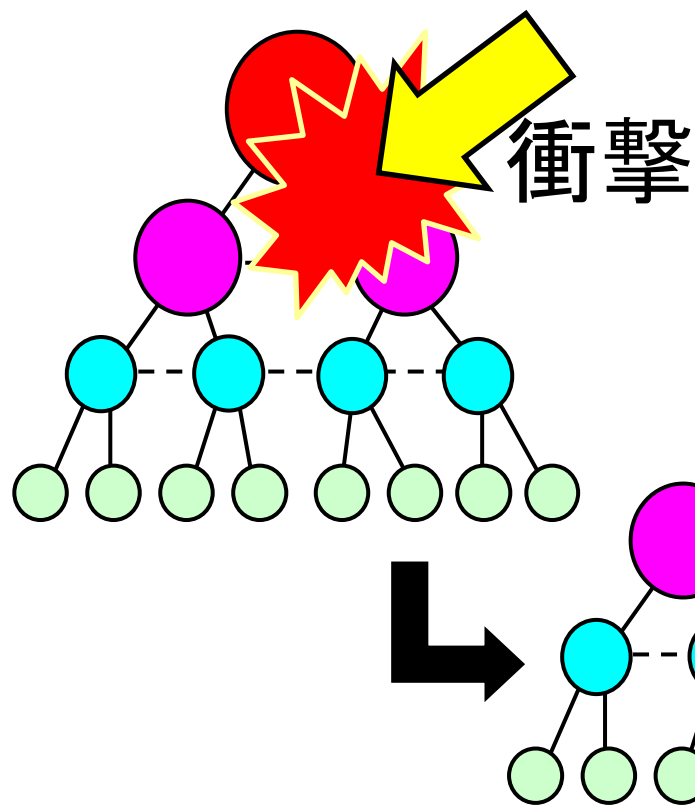


- 市場性・成長性から**平時に事業の取捨選択**を決定
- **事業戦略として業務委託・業務提携**

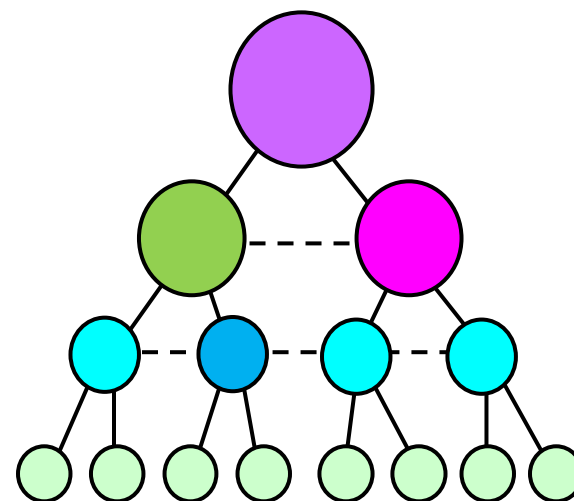
「防災・災対」の枠を超えると、**企業経営そのものに繋がる。**

組織における「レジリエンス」の例

■ T組織の特性



他のリーダーが登場




リーダーを失い一時組織は停滞

レジリエンスが高い組織の構築

- ◆組織の**目的と目標が明確**になって、組織内に浸透している。
- ◆対応すべき**「任務」が、時間と場所によって明確**になっている。
（次にやることが判っている）
- ◆**権限が委譲**されており、積極行動による結果責任に対する組織の寛容性が高い。
- ◆業務の効率化が図られ、簡単な**マニュアル**になっている。
- ◆緊急時対応の**訓練**が行われている。
- ◆業務に要する**資機材と資金**が確保されている。

レジリエンスは組織戦略

- 「自律分散型リーダーシップ」が不可欠
 - 組織文化としての柔軟性と、積極的寛容性が必要
- 
- 業務がプロジェクトごとに管理できる組織体制
 - ワークスタイルや業務環境、気質の**変革が必要**
- A社は、業務組織ごとに短期間で活動と会計を把握し、改善。
 - B社は、工場内に「余裕」を作り急な増産や生産移転に対応

事業継続

- 顧客重視
- 代替え
- 財務

減災・災対

- 人命重視
- 事前準備
- 訓練

レジリエンス

- 組織価値
- 意思決定
- ワークスタイル

2014日本建築学会大会PD報告
災害時のレジリエンス対応技術と資源ストック利活用の接点

⑤ 災害ガレキ処理と資源循環

2014日本建築学会大会PD報告

- テーマ: 災害時のレジリエンス対応技術と資源ストック利活用の接点
- 全体コンセプト:
建築物群の「持続性」をライフサイクルを通じた「品質保証」と捉えて、設計段階—使用・維持保全段階における「品質・信頼性・安全性」への取組み・
3RVシステム(3R: 頑強性(Robustness)・冗長性(Redundancy)・回復性(Resilience)／V: 脆弱性(Vulnerability))が必要である。
- PDの主旨:
 - 1) 建築物群を資源ストックと捉え、平常時に「品質と価値」を永く維持保全すること
 - 2) 災害時には早期復旧・復興に向けた瓦礫処理＝再資源化技術と再生資源の利活用が必要である。

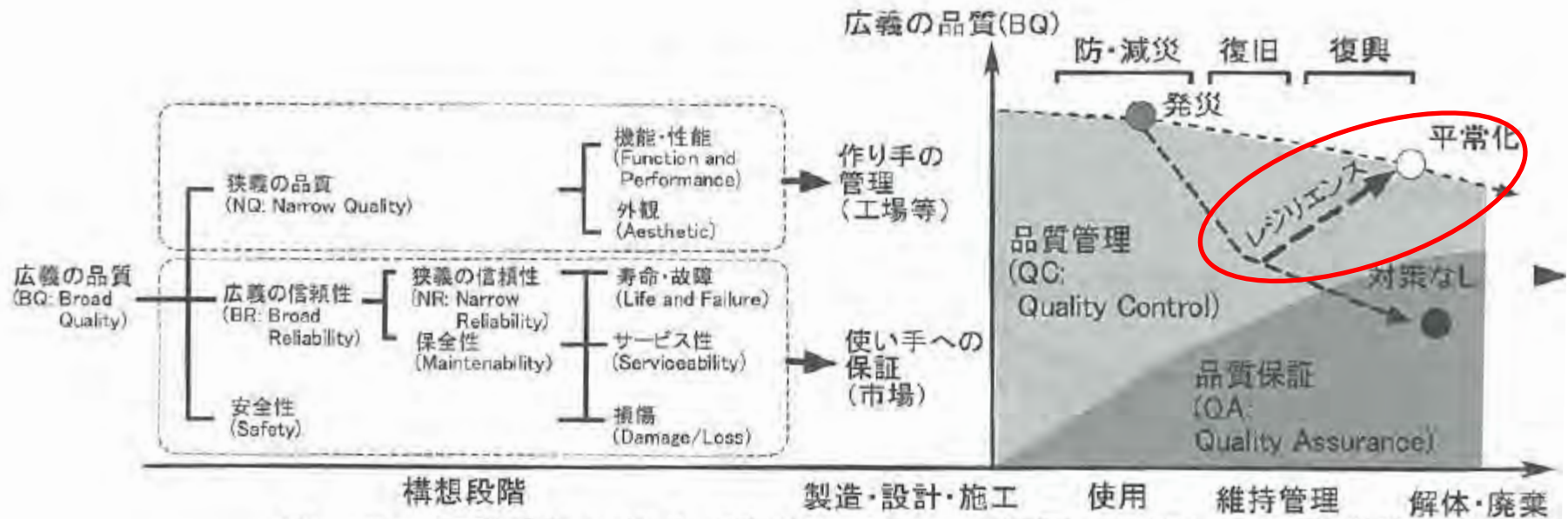
2014日本建築学会大会PD報告：平常時と災害時の「品質」

◆平常時における品質と価値および災害時を含めた品質と価値

品質：生産プロセスにおける「**品質管理**」と使用期間における所与の要求品質を維持する「**品質保証**」

広義の「品質」：狭義の品質＋広義の信頼性＋安全性＝**使用時の保証**

資源ストックの長寿命化とLC全体の品質保証：**災害時への備えの必要性**



図—2 平常時における「広義の品質」の管理・保証による健全性確保への

東日本大震災・災害廃棄物処理

災害廃棄物全体の処理状況（13道県 239市町村）

東日本の太平洋沿岸部を中心に、13道県にわたり災害廃棄物約2千万トン、津波堆積物約1.1千万トンが発生しました。目標期日（平成26年3月末）までに、岩手県・宮城県を含む12道県231市町村において、災害廃棄物及び津波堆積物の処理が完了しました。福島県の一部地域においては、継続して処理を実施中しています。

災害廃棄物の8割強にあたる約1,606万トン、津波堆積物のほぼ全量にあたる約999万トンが再生利用されています。

▶ 災害廃棄物処理の状況

	都道府 県数	市町 村数	災害廃棄物等 発生量 (千トン)	処理の内訳 (千トン)		
				再生利用	焼却	埋立
災害廃棄物	13	239	20,188	16,062 [82%]	2,384 [12%]	1,232 [6%]
津波堆積物	6	36	11,016	9,990 [99%]	—	114 [1%]

環境省HPより

東日本大震災・災害廃棄物処理：東松島市

- 木材、プラスチック、タイヤ、紙、布、畳、石・コンクリート類、家電4品目(エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機)、その他の家電、鉄類、有害ゴミ、処理困難物、土砂の14品目の分別に決定⇨**分別による再資源化**
- 東松島市の災害廃棄物処理業務には**毎日1,500人が従事**、うち900人が震災で職を失ったり、解雇、就職取り消し、被災で生業の農業、漁業に従事できない方々⇨**雇用の創出**
- 「いつまでも悲しんでばかりいられない。生かされた者として、生き延びた者として自立することが大事」
「がれきの山を見ると3.11を思い出す。早く片付けたい」
「私たちでも復興の役にたってますよね」⇨**被災者の共同作業による復興**
- 東松島市の**災害廃棄物の発生量は通常年の100年間分**



手選別で19品目に分別しています



分別仮置き

2014日本建築学会大会PD報告：ガレキ処理と資源循環

◆竹尾健一氏(大成建設)の報告

表2 再生利用の内訳(東北3県)(単位:千t)

	再生資材 利用	セメント 原燃料	熱回収
岩手県	2,528	1,008	13
宮城県	9,433	16	67
福島県	1,845	0	53

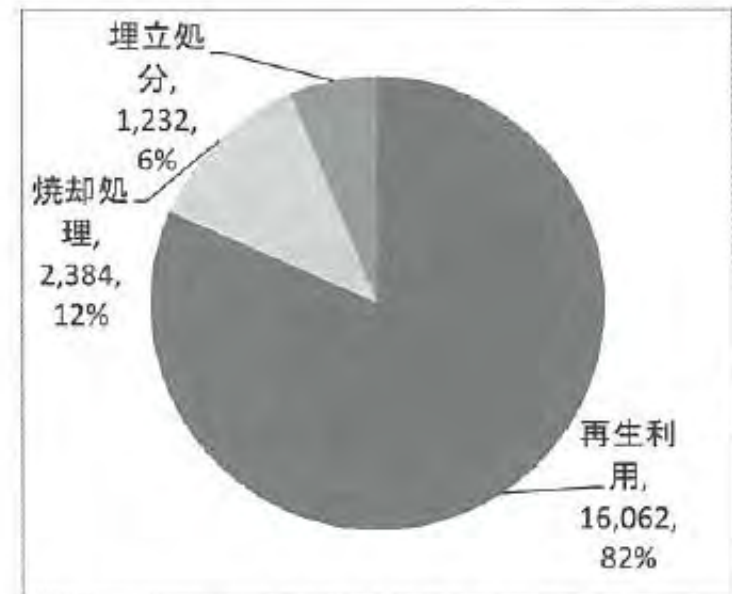


図3 災害廃棄物の処理の内訳

◆石川嘉崇氏(電源開発)の報告:セメント産業の貢献

平常時の貢献

セメント 1tあたりの廃棄物・副産物の使用量(原単位) 486kg

高炉スラグ、石炭灰、汚泥スラッジ、建設発生土、木くず等の受け入れ

災害時の貢献

岩手県の大手セメント工場による震災瓦礫の早期受け入れ・処理

宮城県にはセメント工場無しのため処理施設の新設のうえ処理を実施

濱田 甚三郎氏(NPO復興まちづくり研究所)講演内容一部

⑥ 大規模災害被災地の 早期復興と仮設コミュニティ

1.仮設市街地(集落)とは何か

(1) その定義

地震等の自然災害で都市の市街地や農漁村の集落が大規模な災害に見舞われた場合、被災住民が被災地内または近傍にとどまりながら、協働して市街地や集落の復興をめざしていくための、復興までの暫定的な生活を支えるために設置する仮の市街地や集落である。

(仮設市街地研究会)

(2) 仮設市街地(集落)の4原則

①地域一括原則



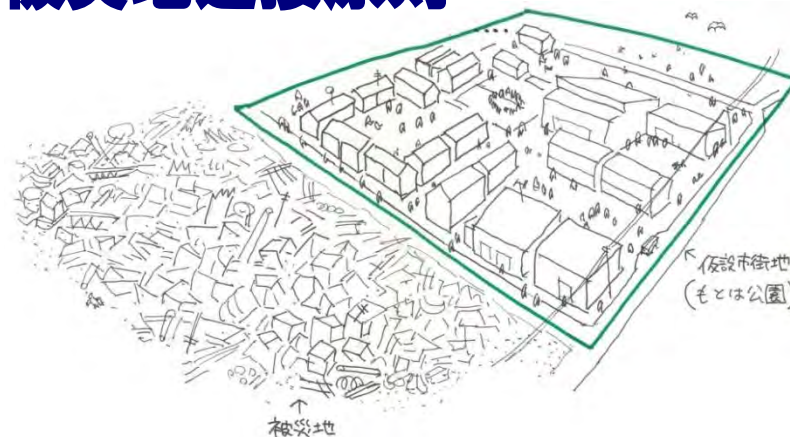
仮設市街地・集落に、被災した地区の人々が
まとまって住む。

③被災者主体原則



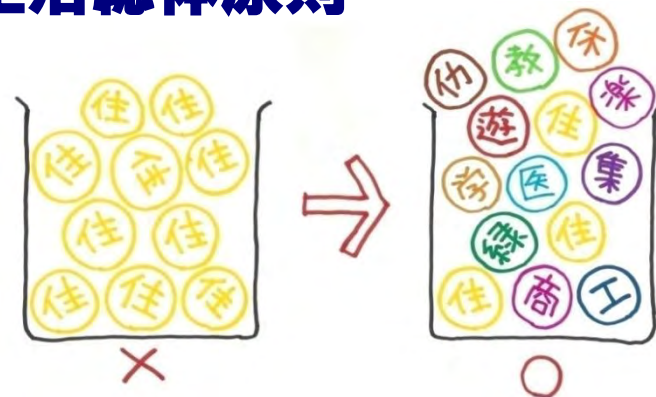
仮設市街地・集落を、被災者ともども
みんなで作る。

②被災地近接原則



仮設市街地・集落を、被災地のすぐ近くにつくる。

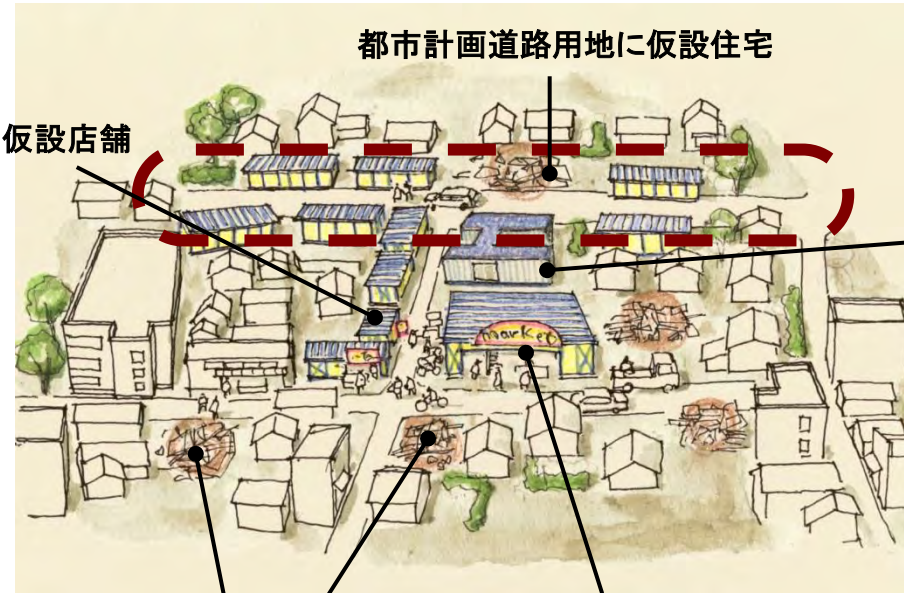
④生活総体原則



仮設市街地・集落に、住宅だけでなく
多種の施設を入れる。

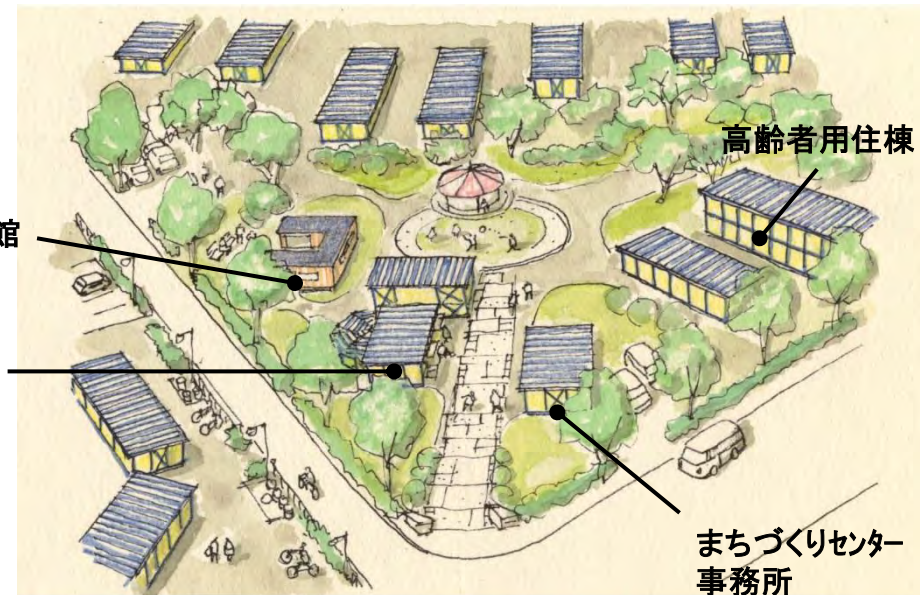
(3) 仮設市街地はどんなイメージか。

(分散型のイメージ)



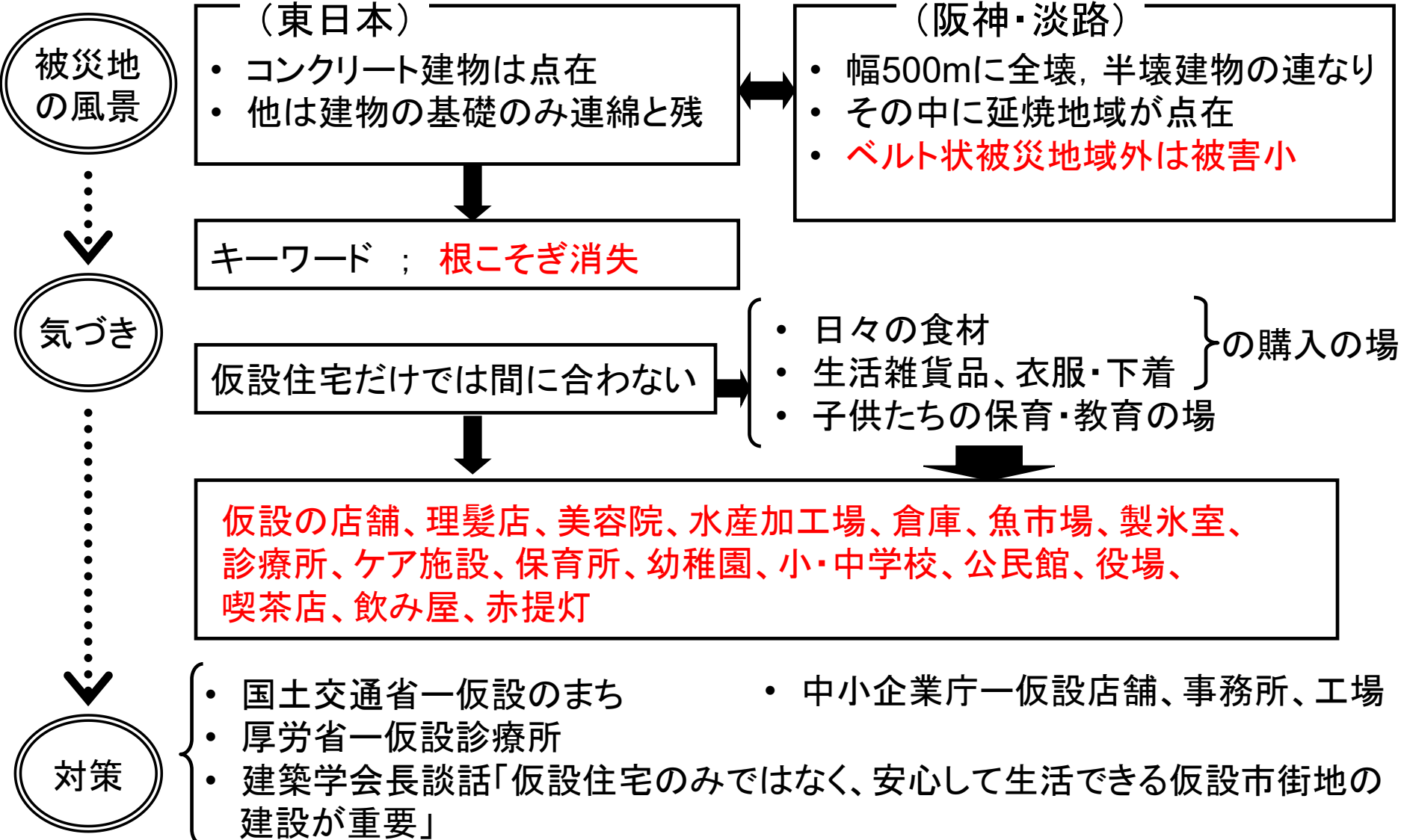
コンテナ利用の
仮設工場

(一団型のイメージ)



既存公園を利用した地区センター部分

(4)なぜ東日本で仮設市街地(集落)が必要か



(5) 仮設市街地・集落づくりの提言

○2011年3月25日～7月28日の間、6つの提言の発信

○提言の主要なポイント

1. 仮設住宅単体の供給ではなく、「仮設市街地・集落」を整備する。
2. 仮設住宅の入居は抽選方式でなく、「地区ごと」「集落ごと」に入居できるようにする。
3. 「仮設市街地・集落」に仕事の間を設ける。
4. 「仮設市街地・集落」は「復興基地」、「復興拠点」とする。
5. 仮設住宅に世話人を配置してコミュニティづくりの促進をはかる。
6. 被災地近接、地域一括を実現するため、仮設住宅間の住み替えを進める。
7. 被災した平場に新たに本格的な仮設市街地整備を進める。

(6) 復興状況の地域差の理由

○被害の大きさ(浸水域にかかる世帯数 7割超)

- ・岩手県陸前高田市 71.8%、大槌町 81.1%
- ・宮城県石巻市 72.8%、東松島市 80.3%、女川町 79.5%、南三陸町 82.6%

○行方不明者の多さ(2011年9月段階)

- ・岩手県陸前高田市 399人、釜石市 208人、大槌町 596人
山田町 222人
- ・宮城県石巻市 759人、気仙沼市 392人、女川町 411人
南三陸町 343人

○役所の被災

- ・全壊・死者多し — 大槌町、陸前高田市、南三陸町
- ・全壊 — 女川町

○行政のミスリード

- ・名取市閑上地区、石巻市雄勝地区

○市町村合併の弊害 — 中心市街地 ⇔ 漁村

(7) そもそも復興とはどういうことか

- 東京都震災復興マニュアル(2003.3)では、
 - ・復興とは、「震災によって大きな変容を迫られた社会の中で、被災者が生活の変化にうまく適応するための営み」
- 大規模災害からの復興に関する法律(2013.6)
 - ・大規模災害からの復興は「国と地方公共団体とが適切な役割分担の下に地域住民の意向を尊重しつつ協同して、当該災害を受けた地域における生活の再建および経済の復興を図るとともに、災害に対して将来にわたって安全な地域づくりを円滑かつ迅速に推進することを基本理念として行うものとする」
- 阪神・淡路大震災から神戸は復興したか(震災から19年)
 - ・人口・住宅戸数は増加(転出を上回る転入あり)
 - ・空き地は埋まらない
 - ・新長田の再開発は未完
 - ・いまだに復興祭が実施されず(関東大震災では7年後に復興祭)

(8) 早期復興で重要な条件は何か

「私は復興事業の第一は、**人間の復興**でなければならないと主張する。人間の復興とは、大災によって破壊せられた生存の機会の復興を意味する。今日の人間は、生存するために生活し、営業し、労働せねばならぬ。すなわち生存機会の復興は、**生活・営業及び労働機会**(これを総称して営生という)**の復興を意味する。**

道路や建物は、この営生の機会を維持し、擁護する道具立てに過ぎない。それらを復興しても本体たり実質たる営生の機会が復興せられなければ、何にもならないのである。」

(関東大震災の折、経済学者;福田徳三の言説)

(9) 阪神と東日本の早期復興に関する相違点

(阪神の場合)

- **住宅再建が焦点**
- 産業は構造的な衰退傾向 → 大阪のベッドタウン化

(東日本の場合)

- **住宅再建 + 仕事の回復が焦点**

• 浸水地 低地の建築制限
 盛土工地区画整理 } 水産加工場等の建設の遅れ

• 高台移転 — 港との距離
• 防潮堤 — 海との遮断 } 土木事業の先行

• 合意形成に支障 } 住民参加の未成熟

(10) 早期復興を可能とする事前対策は？

- 減災まちづくりの推進
- 防災訓練(避難、応急対策)
- 震災復興訓練(想像力の喚起)
 - －東京での震災復興まちづくり訓練の実施－
- 地区のまちづくり組織の育成(まちづくり協議会)
- 仮設市街地づくりの事前準備
 - －土地確保、シャドウプランづくり－

WEFダボス会議2013レポートの一部紹介

Ⅱ レジリエンス全体フレーム(案) グローバルリスク報告書2013

グローバルリスク報告書2013:はじめにー1



我々は目前に迫る多様なグローバルリスクに対する弾力性 (Resilience) を高める必要があると考えています。

本報告書は、世界各地の専門家1,000人以上を対象とした大規模な調査を基に、急速に変化し、複雑化する世界の情勢を把握しようとする意思決定者に方向性を示し、情報を提供することを目的としています。

クラウス・シュワブ
世界経済フォーラム創設者兼会長

グローバルリスク報告書2013: 国家の弾力性測定

近年、『ハーバード・ビジネス・レビュー』は、グローバルリスクの考察にも応用できる簡潔で実用的な分類法を発表しました¹。カプラン教授とマイクス教授によって提案されたリスクの分類は3種類あります。

第1のリスク分類は、プロセスの寸断や従業員によるミスなどの「予防可能」なリスク。

第2のリスク分類は、潜在的な報酬と天秤にかけた後に企業が自ら進んで取る「戦略的」リスク。

第3のリスク分類は、本報告書が「グローバルリスク」と呼ぶ「外的」リスク。

私どもはグローバルリスクに対する国家の弾力性の測定に向けての第一歩を踏み出しました。5つの国家レベルのサブシステム(経済、環境、ガバナンス、インフラ、及び社会)を、堅牢性(robustness)・冗長性(redundancy)・臨機応変性(resourcefulness)・対応力(response)回復力(recovery)という5つの要素レンズを通して見ることにより、グローバルリスクに対する国家の弾力性を全体的に評価する定性的・定量的指標の使用を検討しています。

リー・ハウエル
マネージングディレクター
リスク・レスポンス・ネットワーク

国家の弾力性評価＝5つのサブシステムにおける5つの構成要素の評価

図23：国家の弾力性の枠組み（試作版）



出典：World Economic Forum

レジリエンス(弾力性)の定義

工学の領域での定義では、**弾力性とは、「ストレスを受けた後により素早く元の状態に戻り、より大きなストレスに耐え、ある一定のストレス量による障害が少なくすむ」ための能力である。**

システムにおいては「混乱が生じた場合にシステムの機能を維持すること」である。本報告書における「弾力性の高い国」の暫定的定義は、その活動の継続性を維持しつつ、1)環境の変化に適応し、2)突然のショックに耐え、3)以前のものであれ新たなものであれ望ましい平衡状態に戻る能力を有する国、ということになる。

この定義を構成する3つの要素は、回復可能性(危機の後に迅速な回復を遂げる能力)と適応性(環境の変化に対する適時な適応)の両方を包含している。

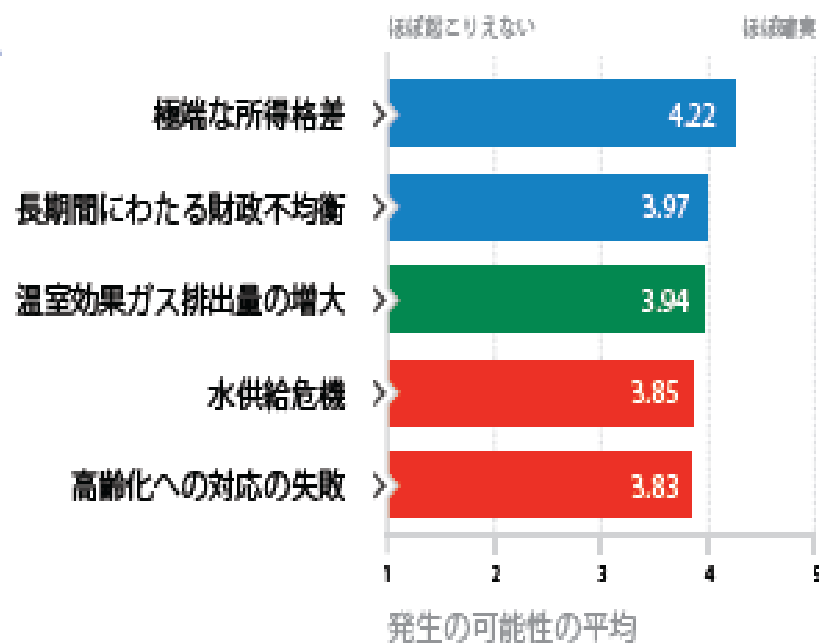
図21: 有効な対策に関する知識がほとんどない予測不能なリスクには、弾力性が最も適切

リスクの予測可能性	高	予測戦略よりも弾力性を重視	予測戦略を利用
	低	弾力性を強化	予測戦略よりも弾力性を重視
		少ない	多い
		リスクとその有効な対処法に関する知識の量	

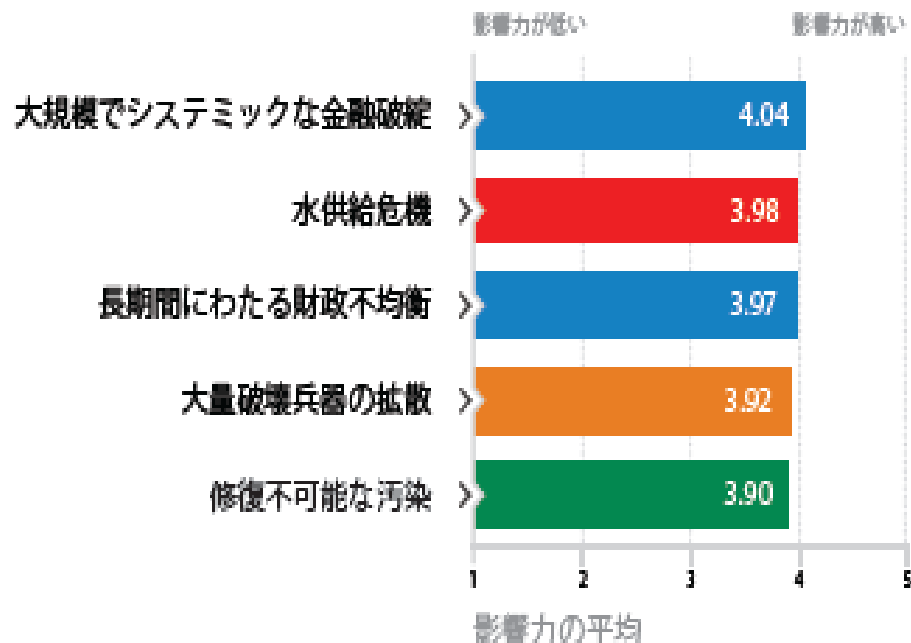
出典: Comfort, L. K., Boin, A., & Demchak, C. C. *The Rise of Resilience, in Designing Resilience: Preparing for extreme events*. Pittsburg: University of Pittsburgh Press, 2010をもとに編集

グローバルリスク発生の可能性と影響：上位5位

今後10年で発生の可能性が最も高いグローバルリスクとして回答者が指摘したのは、「**極端な所得格差**」である。また、実際に発生すれば最も大きな影響をもたらす可能性のあるリスクとして、「**大規模でシステミックな金融破綻**」が挙げられた。影響と発生の可能性の両方のランキングで上位5位に入ったリスクは他に2つある。「長期間にわたる財政不均衡」と「水の供給危機」である（下の図4を参照）。



発生の可能性



影響力

国の全体的な弾力性を測定するための枠組みの試作版を提示することにある。この枠組みでは、国は5つの中核的サブシステムで構成されている。

- 1. 経済サブシステム:** マクロ経済環境、モノとサービスの市場、金融市場、労働市場、持続可能性および生産性などの側面を含む。
- 2. 環境サブシステム:** 天然資源、都市化、生態系などの側面を含む。
- 3. ガバナンス・サブシステム:** 制度、政府、リーダーシップ、政策、法の支配などの側面を含む。
- 4. インフラストラクチャ・サブシステム:** 重要インフラ（通信、エネルギー、輸送、水、医療）などの側面を含む。
- 5. 社会サブシステム:** 人的資本、医療、地域社会、個人などの側面を含む。

図22:弾力性の高いシステム
弾力性とは…

ストレスを受けた後により素早く元の状態に戻り、より大きなストレスに耐え、ある一定のストレス量による阻害が少なくてすむ	混乱が生じた場合にシステムの機能を維持する	危機に耐え、危機から回復し、危機に対応して再び組織化する能力
物体の場合	システムの場合	適応性の高いシステムの場合

A. 堅牢性

堅牢性は、信頼性という概念を包含しており、混乱と危機を吸収し、それらに耐える能力を指す。弾力性のこの構成要素の根底にある前提は、**フェールセーフ(二重安全)機構と防火壁(ファイアーウォール)**が設計上、国の重要ネットワークに組み込まれており、かつ

その国の意思決定の指揮系統が状況の変化に対応して**モジュール化**されれば、国の一部へのダメージが広範囲に波及する可能性が低くなる、の2点である。

B. 冗長性

冗長性とは、**余剰能力とバックアップシステム**を持ち、混乱が生じた場合に中核機能を維持できるように備えてあることを意味する。この構成要素の前提は、国の重要インフラと制度の設計に、目標達成と目的遂行のための多種多様な手法、政策、戦略またはサービスが重複して組み込まれていれば、ストレスや一部のインフラの障害に直面しても国が崩壊する可能性が低くなるということである。

C. 臨機応変性

臨機応変性とは、危機に適応し、柔軟に対応し、可能であればマイナスの影響をプラスの影響へと変える能力を意味する。**システムの適応性**が高いということは、弾力性に影響する能力の実現に不可欠な柔軟性を備えていることを意味する。弾力性のこの構成要素の根底にある前提は、産業界と地域社会がそれぞれのネットワーク内部で信頼を

構築することができ、**自己組織化する能力**を持っていれば、より大きな国レベルの制度やガバナンスシステムが難局に陥ったり崩壊したりした場合に、自主的に対応し不測の難題を解決するための解決策を見つめる可能性が高まるということである。

D. 対応力

対応力とは、危機に直面したときに**素早く動く能力**を意味する。弾力性のこの構成要素においては、国家が社会のあらゆる部分から**関連情報を収集**し、その関連データと情報を**他者に伝達**する効果的な方法を持っているかどうかということに加え、意思決定者が新たに出現しつつある問題を素早く認識する能力が評価される。

E. 回復力

回復力とは、危機や事象が発生した後にある程度の正常性を取り戻す能力を意味する。これには、**システムが柔軟性と適応性**を発揮して、リスク出現後の新たな状況や状況の変化に対処すべく進化する能力も含まれる。弾力性のこの構成要素においては、情報を公共政策やビジネス戦略に反映させる国家の能力と戦略、ならびに**状況の変化に適応**するための行動を取る意思決定者の能力が評価される。

FM戦略企画研究部会の検討内容

Ⅲ レジリエンス全体フレーム(案) に基づく建築・都市・地域への視点

レジリエンス全体フレーム(案)を都市等に適用

**① 建築・都市・地域の
レジリエンス検討**

都市・地域のサブシステム

◆ 都市・地域を構成するサブシステム例

【経済】

- ・地域経済
- ・産業と雇用
- ・地域資源
- ・サプライチェーン

【環境】

- ・自然環境
- ・環境資源
- ・資源循環
- ・エネルギー

【ガバナンス】

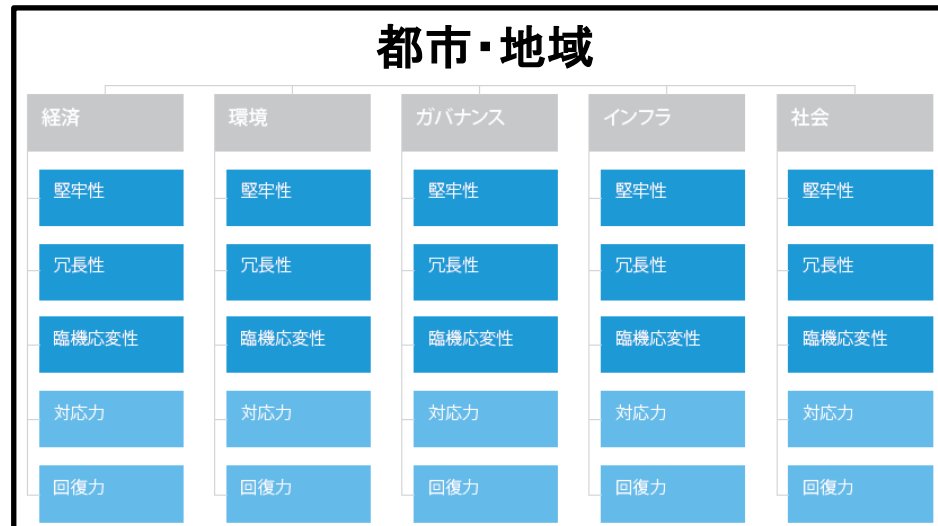
- ・行政システム
- ・自治組織
- ・治安秩序
- ・情報公開

【インフラ】

- ・都市インフラ
(交通・水・E・ICT)
- ・社会インフラ
(病院・福祉・学校)

【社会】

- ・地域社会
- ・人口と構成
- ・コミュニティ
- ・社会NW



都市・地域に対するリスク

◆ 都市・地域に対するリスク例(経済・環境・ガバナンス・インフラ・社会)

【経済】

- ・金融破綻
- ・**財政赤字増大**
- ・格差拡大
- ・**地域産業衰退**

【環境】

- ・気候変動
- ・**異常気象**
- ・水食料危機
- ・**地域災害**

【ガバナンス】

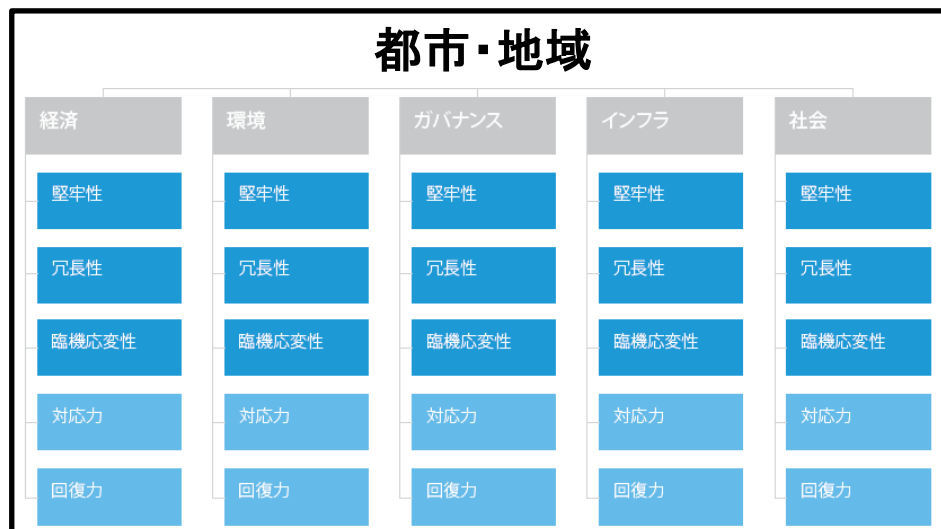
- ・**ガバナンス崩壊**
- ・テロ
- ・**制度劣化**
- ・**公共サービス崩壊**

【インフラ】

- ・地政学的リスク
- ・世界物流停滞
- ・サイバー攻撃
- ・**インフラ老朽化**
- ・**社会基盤劣化**

【社会】

- ・**パンデミック**
- ・耐性菌
- ・誤情報拡散
- ・**コミュニティ劣化**
- ・**人口減&高齢化**



都市・地域におけるリスクへの対応



【経済】

- ・BCP
- ・SCM
- ・地産地消
- ・地域資源活用

【環境】

- ・省エネ&省資源
- ・エネルギー供給SYSの多様化
- ・資源循環
- ・都市の環境インフラ

【ガバナンス】

- ・情報収集と公開
- ・自律型指揮系統
- ・地方分権化
- ・自立コミュニティ
- ・自助共助公助
- ・地域連携
- ・事前復興計画とタイムライン設定

【インフラ】

- ・都市インフラ強靱化
- ・社会インフラ強靱化
- ・ソフト強靱化(メンテ モニタリング BCP)
- ・代替措置(空輸 ガスボンベ 井戸 可搬型設備)

【社会】

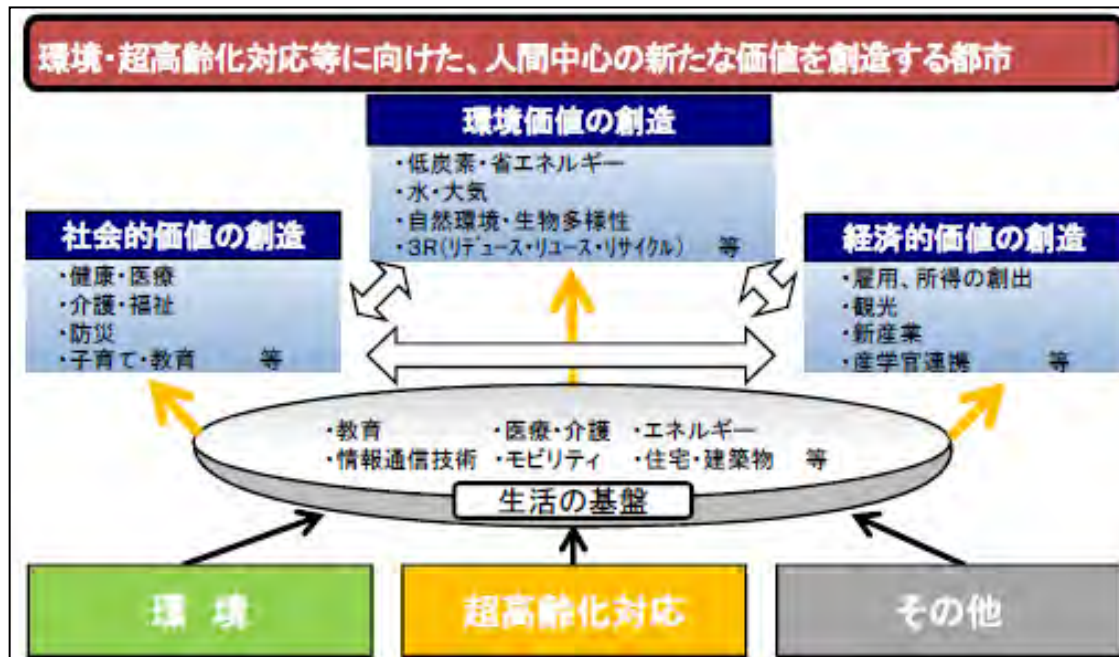
- ・社会基盤サービス(医療 介護 教育 警察 消防 物流 避難施設)のBCP
- ・拠点施設強靱化
- ・サービス要員確保
- ・避難計画&訓練
- ・仮設コミュニティと復興拠点用地

環境未来都市構想の検討

② 環境未来都市のレジリエンス

環境未来都市構想

- 「環境未来都市」構想は、
 - 2010年6月に閣議決定された新成長戦略の21の国家プロジェクトの1つ
 - 2013年6月に閣議決定された「日本再興戦略」においても、「国家戦略特区の実現」の中で「従来の特区制度やこれと相互に連携している環境未来都市などの施策については、今後とも着実に進めていく」。
- 本構想は、環境・超高齢化対応等に向けた人間中心の新たな価値を創造する都市を実現することを目指しており、人類共通の課題に挑戦し世界に先駆けて解決モデルを提示するもの。



新たな価値
創出 =
レジリエンス

国土強靱化
計画へ反映

CASBEE-都市の検討

③ 都市の評価システムと レジリエンス

都市評価システムーCASBEE-都市

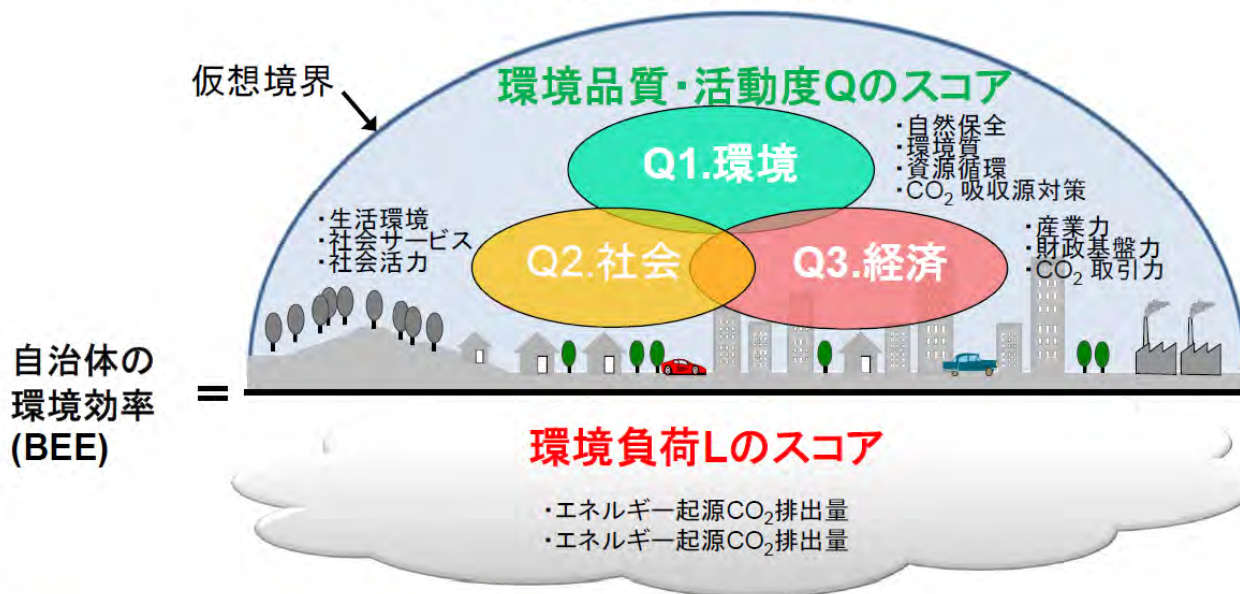
- 低炭素化対策だけでなく、都市の暮らしやすさや魅力という観点も含めて、都市の環境性能を総合的に評価する
- 都市の環境性能を、環境、社会、経済のトリプルボトムラインで総合的に評価するシステム

3rd International Forum on the "Future City" Initiative at Kitakyushu International Conference Center on 5 October 2013

環境・社会・経済の3つの価値を統合した CASBEE-都市による環境モデル都市の評価

伊香賀俊治

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科 教授
CASBEE研究開発委員会 総括幹事



レジリエンス評価を加えることにより、
都市のサステイナビリティ評価が充実

FM戦略企画研究部会の活動予定

IV まとめ：考察と今後の検討

建築・都市・地域のレジリエンスの考察：個別事例のまとめ

【様々なレジリエンスのタイプ・かたち⇔建築・都市のレジリエンス工学体系化へ】

◆都市インフラとレジリエンス

- ・エネルギー供給インフラの多様性・多重性のあるシステム構築による最適エネルギーミックスの実現とシステムの信頼性向上

◆都市環境とレジリエンス

- ・都市の「環境インフラ」による都市環境の品質向上とともに、環境資源循環や環境再生による環境負荷増大の抑制と環境調節機能の向上

◆災害に対するレジリエンス

- ・災害に負けない都市づくりには、人命の安全と組織や地域社会の機能維持が不可欠であり、そのためにはBCP・BCMによる「予防力・防御力＋回復力」および「緊急事態対応力」向上と組織全体のレジリエンス構築が必要である。

◆事業継続と組織(ガバナンス)のレジリエンス

- ・BCPは組織体制の機能に依存、経営戦略としての自己組織化能力を有する組織構築

◆災害瓦礫処理・資源循環技術とレジリエンス

- ・資源循環技術が災害瓦礫処理を促進し、早期復興へ繋がる⇒資源循環インフラ構築

◆都市のコミュニティとレジリエンス

- ・仮設コミュニティ提案は早期復興の必要条件として、共同体による活動の重要性を示唆

建築・都市・地域のレジリエンスの考察：FM戦略の視点

Sustainability and Resilience

－芝浦工大 増田 幸宏氏講演資料より

- 【1】強・用・美の観点から、真に優れた都市環境には独特の調和のリズムが存在する。
- 【2】長い時を経て生き残るシステム（生態系や人間環境システム）には共通の原理と合理性が存在する。



◆建築・都市・地域のレジリエンス評価におけるFM戦略の視点(案)

- 【1】平常時と非常時の一体性
- 【2】ライフサイクルとリスクマネジメント
- 【3】想定外ストレスへの対応
- 【4】災害歴史の継承(社会的記憶)

<レジリエンス構築のレイヤー(案)>

- ◆ 技術：新たな設計思想と条件設定
- ◆ 時間：平常時・非常時・災害時
- ◆ 運用：モニタリングと運用管理
- ◆ 人・組織・管理：柔軟な運用管理体制

建築・都市・地域のレジリエンスの考察：FM戦略の視点

1. 平常時と災害時の一体性の視点

◆平常モードの機能効用：堅牢性・冗長性・可変性

【経済】

- ・サプライチェーン
- ・市場
- ・BCP

【環境】

- ・省エネ
- ・省資源
- ・自然共生 & 利用
- ・資源循環

【ガバナンス】

- ・分権
- ・コミュニケーション
- ・情報公開 & 共有

【インフラ】

- ・インフラ & 社会基盤の信頼度
- ・選択性の拡大
- ・保全性向上

【社会】

- ・社会基盤施設
- ・コミュニティ活動
- ・事前復興計画

◆非常モードの機能効用：対応力・回復力

- ・代替機能
- ・一時休止
- ・早期開始

- ・環境影響の緩和
- ・生存環境の維持
- ・災害瓦礫処理

- ・自立的自己組織化
- ・全員参加
- ・横断的統制

- ・重要拠点維持
- ・生存環境維持
- ・早期復旧復興

- ・避難復興拠点
- ・コミュニティ共助
- ・仮設コミュニティ

建築・都市・地域のレジリエンスの考察：FM戦略の視点

2. ライフサイクル&リスクマネジメントの視点

◆サブシステムにおける5つのレジリエンス評価項目を要求品質項目と捉えて、ライフサイクル&リスクマネジメントを検討する。

【LCM】

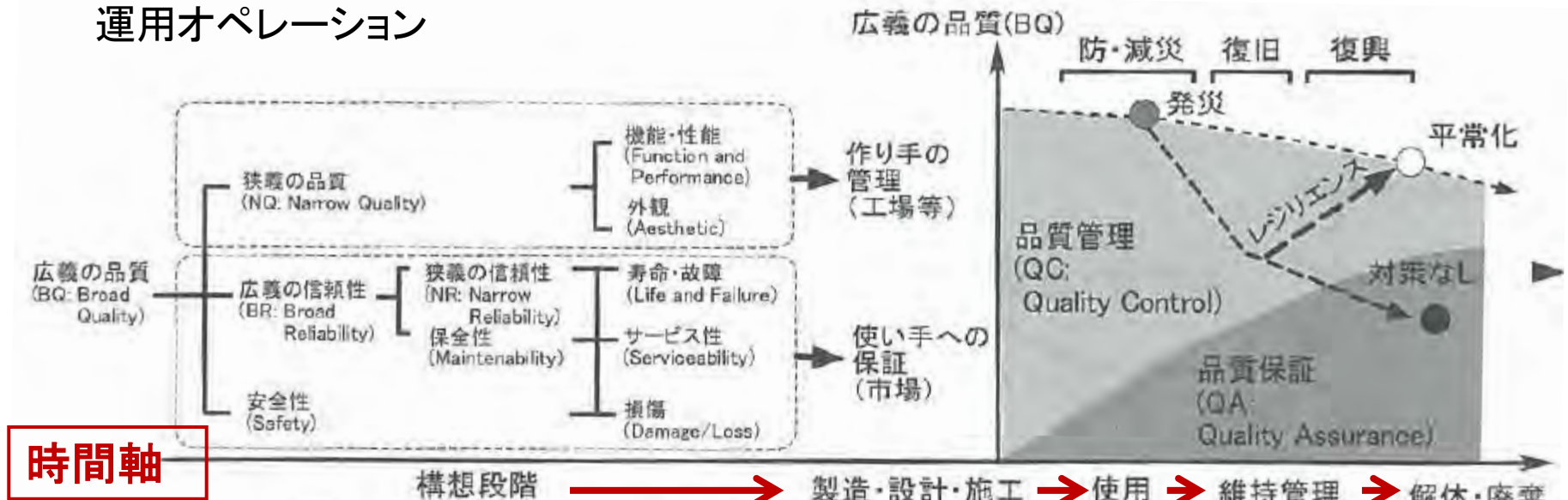
- ・計画&設計段階
- ・実施&構築段階
- ・運用段階：維持保全 & 運用オペレーション

【5つのサブシステム】

経済・環境・ガバナンス・
インフラ・社会

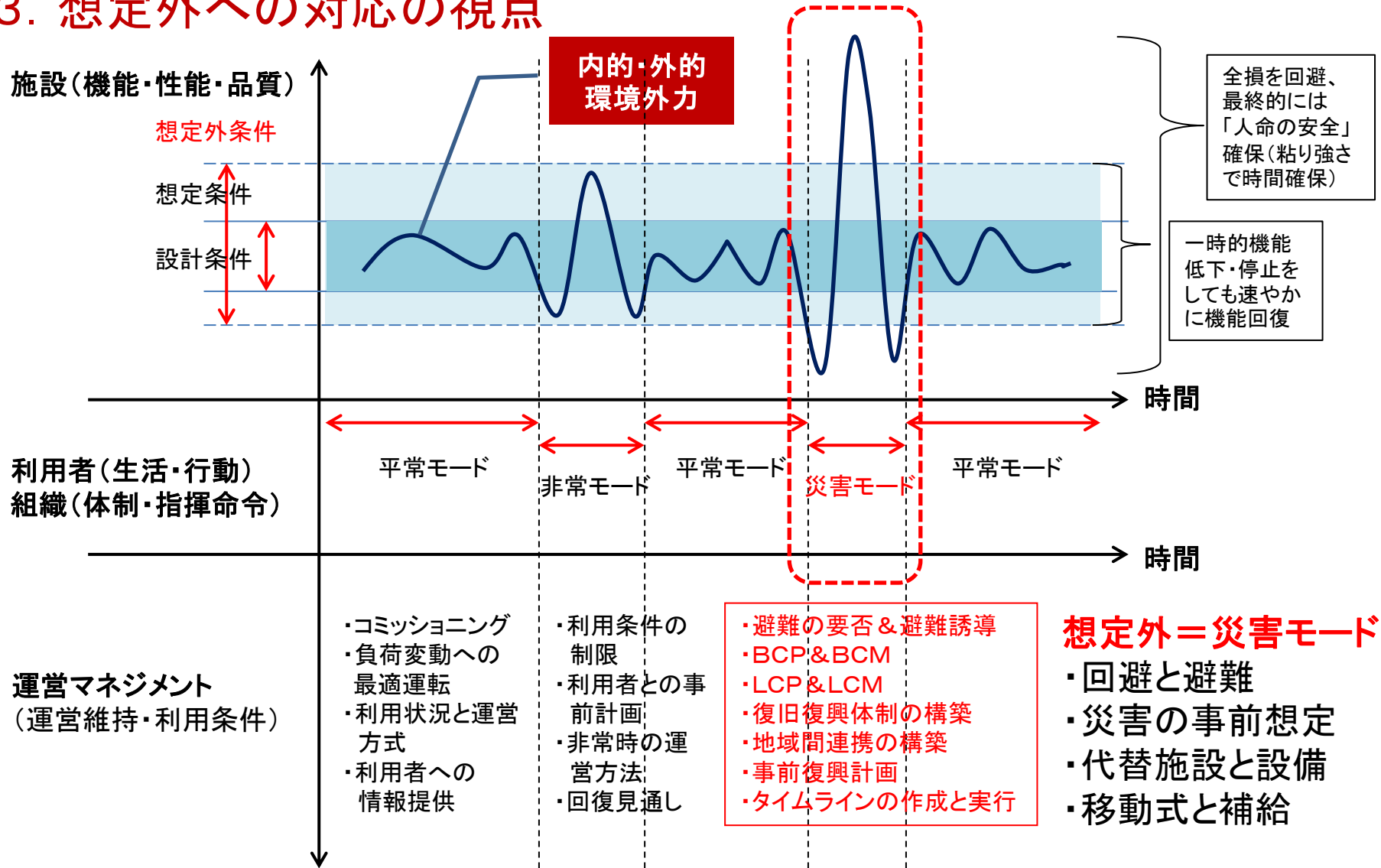
【レジリエンス評価項目】

堅牢性・冗長性・臨機応変性・
対応性・回復力



図—2 平常時における「広義の品質」の管理・保証による健全性確保への

3. 想定外への対応の視点

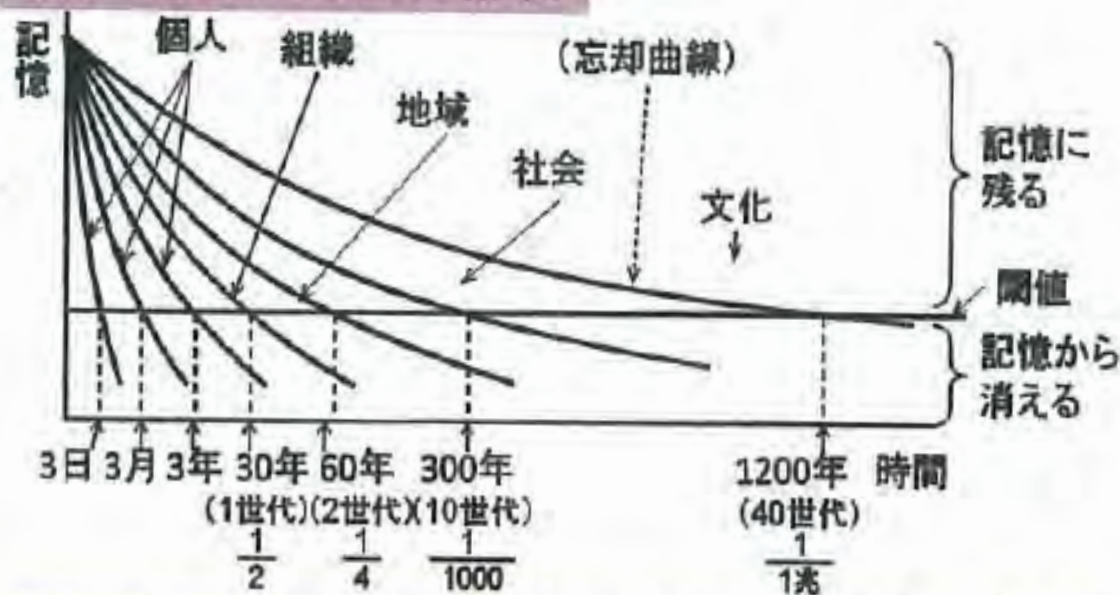


4. 災害歴史への視点

- ・レジリエンスと災害歴史－災害に学び、対策を積み重ねること、**社会の記憶**として引き継ぐことがレジリエンスにつながる。⇒石碑、伝承、教育訓練など

図2 危険についての知識を社会で共有する

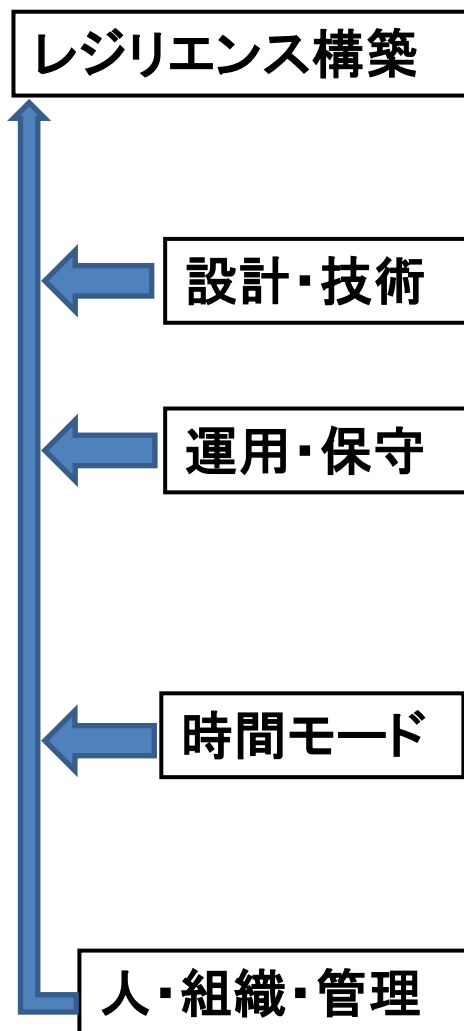
失敗・事故・災害の記憶



災害の記憶の減衰・消滅～3日,3月,3年,30年,60年,300年,1200年～
大災害は頻度が低く、発生の間隔が長いため、災害の記憶が社会から消える。

＜畑村洋太郎:危険学プロジェクト＞より

建築・都市・地域のレジリエンスの考察：レイヤ検討



◆レジリエンスの経済性(投資効果等)

- ・リスク損害額評価による多様なリスク損害に対する投資効果の定量化
- ・建築等のレジリエンス向上による資産価値評価向上への期待
- ・レジリエンスによる新たな価値創出の可能性

◆レジリエンスと設計思想

レジリエンスは、設計思想を変革する可能性がある⇒従来の効率性主体から冗長性や臨機応変性など5つの要素への総合的対応策を追求。

◆レジリエンスとオペレーション(運用・保守)

- ・ソフト面の重要な項目としてオペレーションの充実強化、メンテナンス、センサー技術とICTを活用した常時モニタリングと非常時の損傷診断、非常時訓練とシミュレーション、情報共有、などが重要。
- ・タイムライン(災害予見時の減災のための事前防災計画書)作成運用。

◆レジリエンスと時間(多元的価値創出)

- ・レジリエンス向上施策の多目的化や非常時機能とともに平常時機能を向上させる施策による多様な価値創出を図ることが重要である。
(平常時:公園・グランド整備⇔非常時:仮設コミュニティ・復興拠点化)

◆レジリエンスと人&組織&マネージメント

- ・レジリエンスは、ハードとソフトの両面を有するとともに、人・組織のレジリエンスが求められる。また、時間軸を内包したダイナミックなマネージメントが必要である。

建築・都市・地域のレジリエンス：今後の展開

◆ 検討テーマ：建築・都市・地域のレジリエンスとFM戦略

1. エリアマネジメントにおけるレジリエンス

- ・ FM戦略の視点から建築およびエリアマネジメントにおけるレジリエンスの向上への施策と事例研究を「レジリエンス評価フレームワーク」を活用し、研究する。事例研究対象は、既存市街地のエリアマネジメント、大規模再開発プロジェクト、スマートシティなど。

2. 環境未来都市の取組みをレジリエンスの視点から検証

- ・ 環境未来都市については、持続可能性を向上させる取組みとして注目しているが、国土強靱化地域計画の重ね合せによるレジリエンス向上への取組みが期待される。各都市の取組みに関する研究を継続する。

cf) 第4回環境未来都市推進国際フォーラム

平成26年12月6日(土) 宮城県東松山市にて開催

テーマ：「レジリエンス向上と環境未来都市」

3. 国土強靱化地域計画の取組みの確認

- ・ 国土強靱化地域計画の先進事例をレジリエンスの視点から検証する。

FM戦略企画研究部会メンバーリスト(2014.12末)

No.	お名前		会社名
1	高藤 眞澄	たかふじ	(株)NTTファシリティーズFMアシスト
2	氏家 徳治	うじいえ	(株)エコクリエイト
3	大月 弘行	おおつき	フューチャーマネジメント研究所
4	櫻村 弘子	かしむら	一級建築士事務所 オーク・ヴィレッジ
5	上倉 秀之	かみくら	(株)セノン
6	小永井 耕一	こながい	三井不動産ビルマネジメント(株) 南三陸町に派遣
7	佐藤 雅則	さとう	(株)安藤・間 建築事業本部 技術統括部
8	佐野 愛	さの	大和リース(株) 環境緑化事業部
9	鈴木 晴紀	すずき	(株)PRE-CRE戦略研究所
10	千田 文二郎	せんだ	大和リース(株) 環境緑化事業部
11	武田 正浩	たけだ	森ビル(株) 環境推進室
12	塚田 敏彦	つかだ	(株)NTTファシリティーズ総合研究所
13	天神 良久	てんじん	(株)ケーデーシー
14	野呂 弘子	のろ	日本郵政(株)不動産部門 施設部
15	萩原 芳孝	はぎわら	(株)久米設計 プロジェクトマネジメント部
16	原山 坦	はらやま	(有)原山総合研究所
17	古阪 幸代	ふるさか	三機工業株式会社
18	増田 幸宏	ますだ	芝浦工業大学
19	宮下 昌展	みやした	(株)エムケイ興産
20	用田 恭裕	もちだ	(株)セノン
21	森田 良一	もりた	(株)イトーキ FMデザイン企画推進部
事務局	三宅 玲子	みやけ	JFMA

最も強いものが生き残るのではなく、
最も賢いものが生き延びるでもない。
唯一生き残るのは、変化できる者である。
(チャールズ・ダーウィン)

ご清聴ありがとうございました！

FM戦略企画研究部会