

「幅」を持った社会システムについて

国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会

平成26年2月3日

- 目 次 -

■ 「幅」を持った社会システムについて

- | | | | |
|---------------------|------|---|------|
| ①「幅を持ったシステム」の概念について | p 1 | — | p 2 |
| ②幅をもった社会システム | p 3 | — | p 9 |
| ③参考資料 | p 10 | — | p 11 |

①-1 「幅を持ったシステム」の概念について

- 個々の要素が効率的に機能する「個別最適」の視点は重要であるが、複数の要素が重なりあう社会システムでは、個々の効率化が行きすぎることによってかえって機能低下を起こす可能性もあり、個々の要素をつなぎ合わせた「系」(システム)を踏まえた「全体最適」の評価も必要である。
- インフラ、設備などの整備・管理では、災害等の危機時においても安全・安心であるため、ハード・ソフト施策を連携させてカバーしあう、個別最適と全体最適が両立する「幅を持った社会システム」の構築を目指していく。

個別最適・全体最適とは



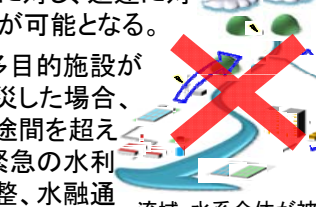
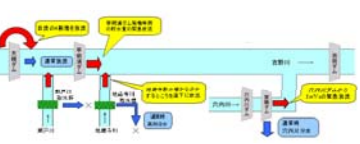
個別最適(部分最適)

- ◆システムや組織(特に企業)の一部のみが最適化された状態であることを意味する語。局所最適 とも言う。
- ◆一部(例えば、企業では部署レベル)では最適化されていても、全体としては最適化されていない 場合や、かえって負の影響が大きくなる場合もあるとして、一般的には個別最適ではなく全体最適 を目指すべきだと考えられることが多い。

★個別最適を求めつつ、機能不全に陥らないための全体最適の例

[制約条件(例) 条件1:災害時の最低限の機能確保 , 条件2:費用対効果 ≥ 1 , 条件3 , 条件4]

$$\text{目的関数: } f(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i = (c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n) \rightarrow \max$$

<p>robustness</p> <p>施設自体を耐震化。耐震性を向上させることで最低限の機能の確保。</p>  <p>パイプライン側上部に特殊なネットを敷き、施設を強化 トンネルの補強 出典:農林水産省、水資源機構</p>	<p>redundancy</p> <p>送水管が被災した場合、代替水源、代替ルートを活用し、送水機能を確保。</p>  <p>水道施設、工業用水施設が被災</p>	<p>elasticity</p> <p>流域・水系全体が被災した場合は、他地域からの応援が不可欠となるが、事前に相互応援協定を締結しておくことで、危機事象に対し、迅速に対応が可能となる。</p> <p>多目的施設が被災した場合、用途間を超え、緊急の水利調整、水融通を実施。</p>  <p>流域・水系全体が被災</p>	<p>resiliency, tenacity</p> <p>渇水が発生した場合、取水制限やダム底水の活用などにより、長く持ちこたえる。</p>  <p>吉野川における特別措置(イメージ)</p>
---	---	---	--

全体最適

- ◇システムや組織(特に企業)の全体が最適化された状態であることを意味する語。
- ◇一部のみが最適化されていることを指す「個別最適」と対比される語であり、システムや組織の理想像として挙げられることが多い。

①-2 「幅を持った」の概念について ～全体最適・個別最適の事例～

- 「全体最適」には、利益や効果を最大にする視点や、機能不全に陥らないようにする視点などがある。
- 個別最適の組み合わせが全体最適とはならない例として、個々に合理的な行動とることが、思わぬ悪い結果や不都合が生じる「合成の誤謬(ごびゅう)」がある。
- システム全体としては、機能不全に陥らない柔軟・臨機応変・包括的に対応するため、個々の施設や取り組み同士が十分に連携しあうことによって、「幅」を持たすことが重要である。
- 個別最適と全体最適、全体最適の視点間の両立にあたっては、調整するための幅が必要である。
※ここでの「幅」は、経営学でいう構造的に入ってしまう「スラック」とは異なり、計画的・組織的にあらかじめ構じる性格と考えている。

【合成の誤謬】

「囚人のジレンマ」(右図)

共同で犯罪を犯したと思われる囚人A・Bに対して別々に取り調べ、二人には次のルールを伝える。

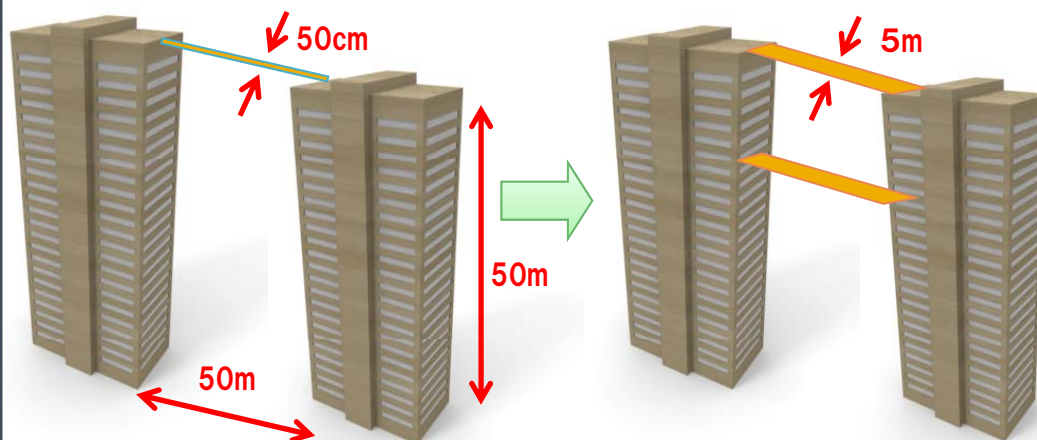
(ルール)

- ・2人とも黙秘したら、2人とも懲役2年
- ・1人だけが自白したらその場で釈放。自白しなかった方は懲役10年
- ・2人とも自白したら、2人とも懲役7年

A \ B		B	
		黙秘	自白
A	黙秘	(2年 / 2年) 全体最適	(10年 / 0年) Bにとっての個別最適
	自白	(0年 / 10年) Aにとっての個別最適	(7年 / 7年) Bにとっての個別最適

「個別最適」の組み合わせが「全体最適」とはならない

【機能不全に陥らないシステムのイメージ】

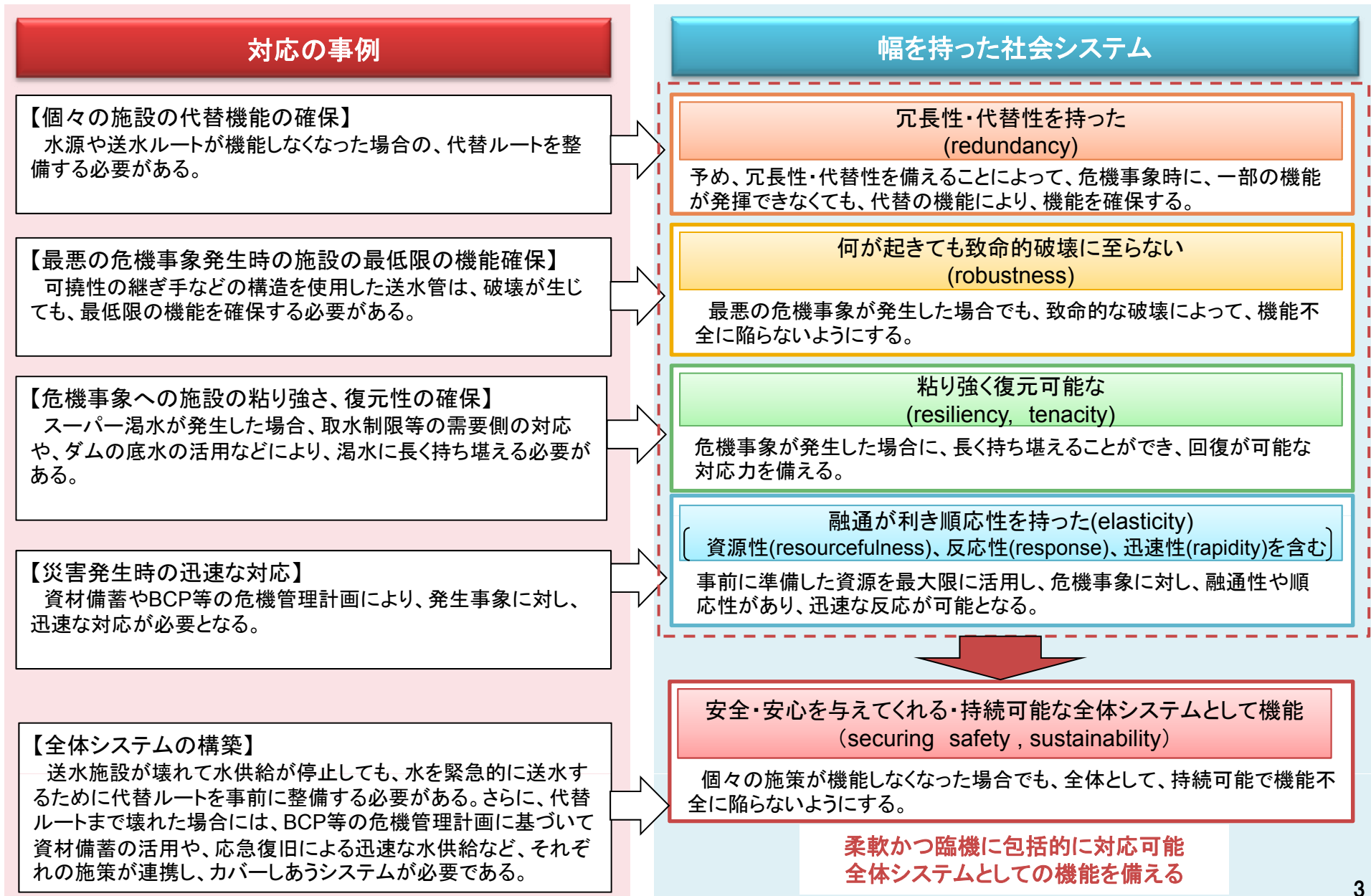


- ◆二つの独立したビル(社会資本)が、一本の通路(ハード整備)によって結合され、一体の構造物(一つのシステム)として機能。
- ◆しかしながら、50cmの板を誰が安全に安心して渡ることができるか。実質的にシステムとして機能をしていない。
- ◆5mの幅の板を渡すことにより、誰もが安全に安心して渡ることができるシステムとして成立する。
- ◆さらに、もう一本追加すると、その冗長性は向上する。

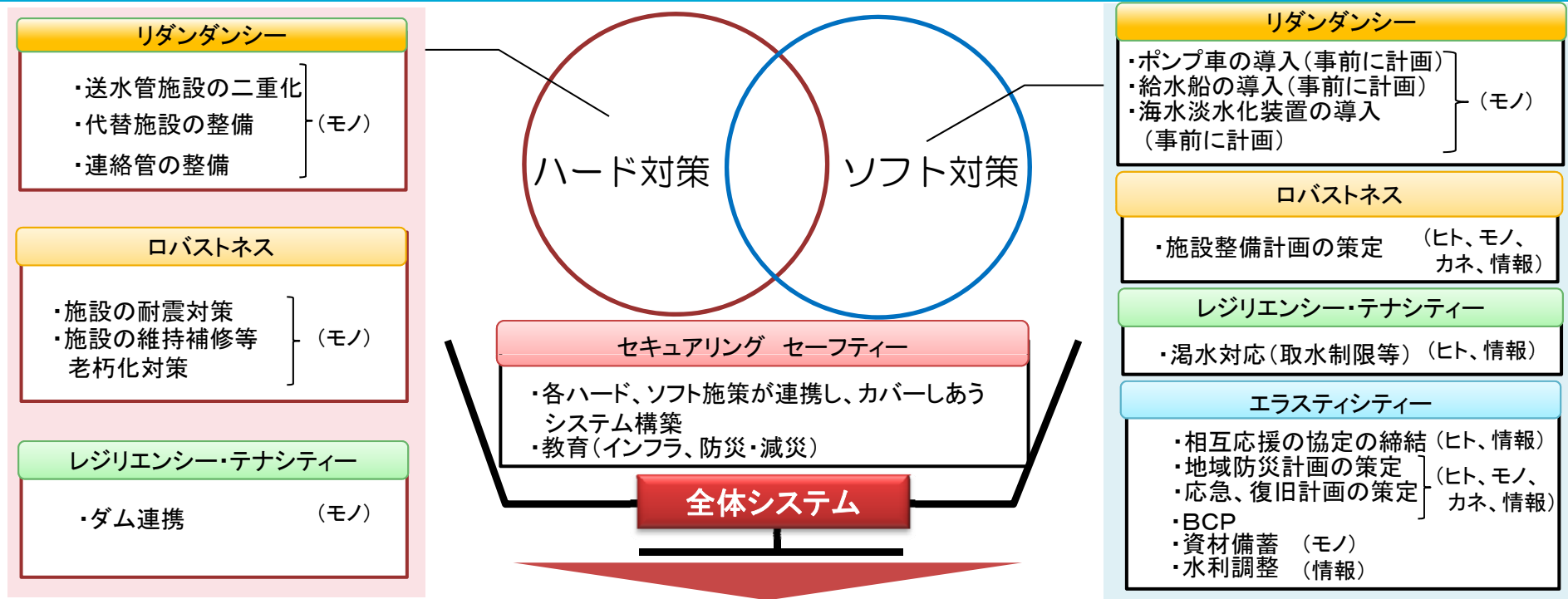
「幅を持った」システムが必要

②-1 幅をもった社会システム

【幅を持った社会システムの実現に向けた対応の考え方】



②-2 幅をもった社会システム ～大規模災害への対応(ハード対策・ソフト対策・全体システム)～



段階	対策	ハード対策	ソフト対策	全体システム
事前予防		<ul style="list-style-type: none"> 施設の耐震対策 広域連絡管の整備 施設の維持補修等老朽化対策 上下流の施設の一体整備 幹線水路の二重化 等 	<ul style="list-style-type: none"> 地域防災計画 BCPの策定 相互応援の協定の締結 資機材の備蓄 インフラ教育、防災・減災教育 施設整備計画の策定 	<p>それぞれのハード対策、ソフト対策がつなぎ合わさり、1つの全体システムとして、機能を確保</p> <p>(例) 地域防災計画及びBCPの策定、相互応援の協定の締結、幹線水路の二重化、緊急連絡管の接続、河川管理者や関係利水者等との水利調整を経た水融通など、事前予防、応急対応、復旧対応の体制を整えとともに、ハード対策とソフト対策を組み合わせることで、水供給システムの機能の確保</p>
応急対応 (最低限の水供給を確保)		<ul style="list-style-type: none"> 代替施設での対応 緊急連絡管の接続 等 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ車、給水船、海水淡水化装置の導入 水利調整 	
復旧対応 (本格的な水供給を迅速に確保)		<ul style="list-style-type: none"> 被災施設の復旧 代替施設での対応 緊急連絡管の接続 等 	<ul style="list-style-type: none"> 復旧計画の策定 ポンプ車、給水船、海水淡水化装置の導入 水利調整 	

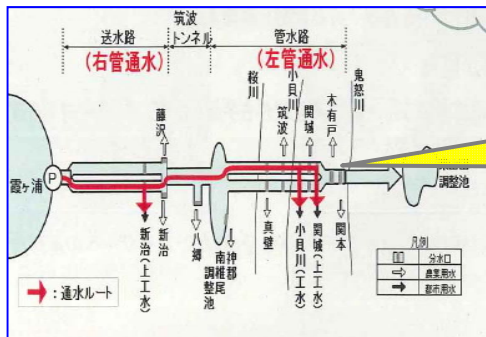
②-3 幅をもった社会システム ～冗長性・代替性を持った (redundancy)～

○予め、冗長性・代替性を備えることによって、危機事象時に、一部機能が発揮できなくても、代替の機能により、機能を確保する。

(ハード対策)

○送水管の二重構造による被災後の機能確保(霞ヶ浦用水地区)

- ・霞ヶ浦用水地区において幹線水路が被災し7日間にわたり送水が停止。
- ・被災した幹線水路は二重構造であり、双方の管が被災したが、健全な既設機器類を損傷が少なかった片側の管路に集約し、復旧を急ぐことで、応急復旧する期間は短縮。

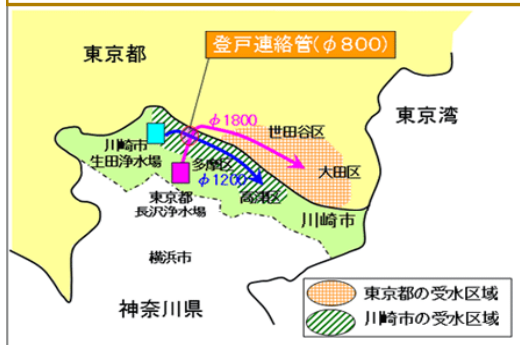


約30万人の生活
に影響するため、
7日間で通水再開

○連絡管の設置

東京都の浄水場が機能停止した場合には、川崎市より東京都の配水区域に水を供給するための連絡管を整備。

緊急時に北九州市と福岡都市圏の間で水道用水を相互融通することを目的として、緊急連絡管を整備



↑東京・川崎 登戸連絡管



↑北部福岡緊急連絡管事業

(ソフト対策)

以下のような取組について、事前に相互応援協定の締結や、計画に盛り込むなどの対策を実施。

○海水淡水化施設 (宮城県女川町)

水道等のライフラインが破壊された宮城県女川町江島において、海水淡水化装置と技術職員を派遣。本復旧まで長期に渡り、島民の生活用水を確保。海水淡水化装置は1年6ヶ月稼働。



海水淡水化装置設置状況

町職員への技術指導状況

○水の海上輸送 (阪神大震災の事例)

<新日本製鉄堺工場からの工業用水の応援送水実績>

- 期間 H7年2月2日～4月8日(ほぼ毎日)
- 送水量 海上輸送71,822m³、(陸上輸送 200m³)
- 対象企業 12社

②-4 幅をもった社会システム ～何が起きても致命的破壊に至らない (robustness)～

○最悪の危機事象が発生した場合でも、致命的な破壊によって、機能不全に陥らないようにする。

(ハード・ソフト対策)



パイプライン側上部に特殊なネットを敷き、施設を強化



橋脚に鉄筋を追加

出典：農林水産省資料



高強度炭素繊維グリッド、ポリマーセメントモルタルによりトンネル補強



サイホン内に鋼管を挿入し補強

出典：水資源機構資料



柔軟に曲がる管を使用することにより、耐震化を図る

出典：日本ダクティル鉄管協会HP

	ストック量	取り組み
農業水利施設	<ul style="list-style-type: none"> 農業用排水路の総延長：約40万km以上 基幹的な農業用排水路の総延長：約5万km ダム、頭首工、用排水機場等：約7千箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ストックマネジメントに関する基本的な考え方をまとめたほか、これらを実施するための事業制度を導入 基幹的水利施設の機能診断済みの割合を約4割(H22)→約7割(H28)とすることとして取り組み 頭首工の耐震に係る基準は整備済み 管水路の耐震に係る基準は整備中
上水道施設	(上水道施設) <ul style="list-style-type: none"> 導水管及び送水管延長：約4万5千km 配水管延長：約56万km 浄水施設数：約1万6千箇所 	(上水道施設) <ul style="list-style-type: none"> 地震対策等の推進(基幹施設の耐震化、水道事業体間の緊急用連絡管、基幹病院等への配水管整備等) 水道施設の備えるべき耐震性能要件を、明確化(工業用水道施設) 改築事業制度の中で耐震整備を実施
国土交通省所管ダム施設	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通省所管ダム施設数：約550箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ダム用ゲート設備等点検・整備・更新検討マニュアル(案)を策定し、運用中。 一部ダムでは堆砂対策について排砂等を実施。
下水道施設	<ul style="list-style-type: none"> 下水道管延長：約45万km 下水処理場数：約2,200箇所 	<ul style="list-style-type: none"> ストックマネジメントに関する手引きを取りまとめたほか、これらを実施するための事業制度を導入。 耐震に係る基準については整備済み 地震対策等の推進(基幹施設の耐震化、防災拠点や避難地と下水処理場を接続する管きよ整備等)

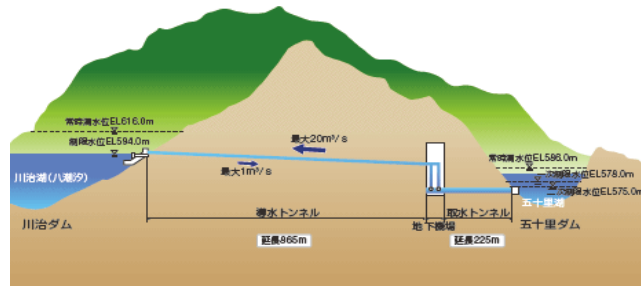
②-5 幅をもった社会システム ～粘り強く復元可能な (resiliency・tenacity)～

○危機事象が発生した場合に、長く持ち堪えることができ、回復が可能な対応力を備える。

(ハード対策)

○鬼怒川上流ダム群連携施設

五十里ダムと川治ダムを導水路で結び、渇水等に備え、より有効な水運用を図っている。



↑五十里ダムと川治ダムのネットワーク図



出典：国土交通省関東地方整備局鬼怒川ダム統合管理事務所HPをもとに、水資源部で編集

(ソフト対策)

○渇水対応 (平成25年 取水制限の状況)

	上水	工水	農水
利根川水系	10%	10%	10%
豊川水系	28%	40%	40%
吉野川水系	50%	50%	50%

<節水対策>

- 国土交通省の庁舎等における節水PR (電光掲示板、垂幕、横断幕、ポスター、チラシ、ステッカー等)
- 道路情報板による節水PR
- 国土交通省の工事現場における節水
- ホームページ等での渇水情報発信
- 関連団体への文書による節水協力要請、節水徹底の要請
- 農業用水における番水、反復利用等
- 農業用水の管理や営農に対する技術指導

<代替水源の活用>

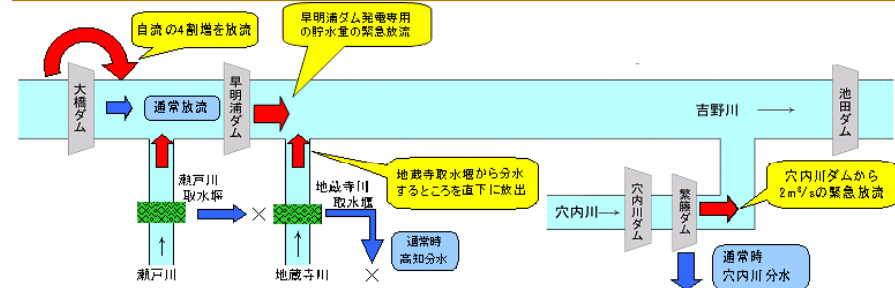
- 一般国道の路面清掃等において、下水再生水及び地下水を活用
- 地方公共団体への文書による下水再生水活用の協力要請

<円滑な渇水調整に向けた取り組み>

- 渇水対策連絡協議会等での取水制限の協議
- 発電用水の緊急放流の要請

○渇水対応 (ダムの底水の活用)

平成17年渇水においては、早明浦ダム及び長安口ダムの枯渇による社会経済活動への影響を極力軽減するための緊急措置について、関係者は協議、調整の上、ダムの底水からの緊急放流といった対策を実施。



↑吉野川における特別措置(イメージ)

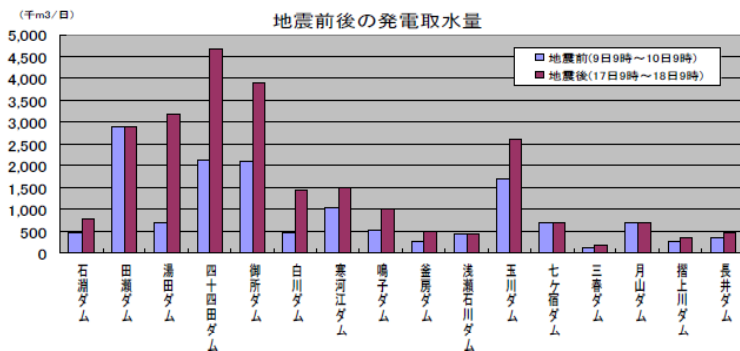
②-6 幅をもった社会システム ～融通が利き順応性を持った (elasticity)～

○事前に準備した資源を最大限に活用し、危機事象に対し、融通性や順応性があり、迅速な反応が可能となる。

(ソフト対策)

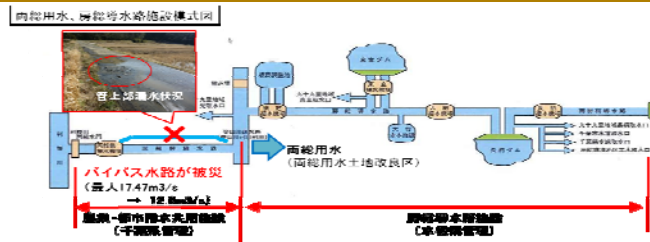
○ダム操作の工夫による増電

- 東北地方太平洋沖地震により発電施設等が被災し、電力供給が逼迫しているなか、水力発電所の発電能力を最大限活用できるよう、ダムを弾力的に運用。
- 東北地方整備局の直轄管理ダムを弾力的に運用し、水力発電の取水量を16ダム合計で約1.7倍に増量。



○水利使用の調整 (両総用水地区の事例)

- ・東日本大震災により、農業用水・都市用水共用施設が被災し、水路の復旧までの間(3月11日～4月末)、最大導水(17.47m³/s)に対して12.0m³/sしか導水できない状態となった。
- ・関係者間で節水に伴う調整会議を2回開催。水利権比率をもって水利使用の調整を実施。(都市用水:3.0m³/s、農業用水9.0m³/s)



○資材備蓄(福岡導水施設の事例)

- ・平成19年5月に福岡導水施設において地盤沈下等により管材の破断が発生。通常であれば復旧に約4ヶ月かかるところを、施設管理者が**管材を備蓄**していたことにより**通水再開までの期間を7日間に短縮**。
- ・仮に事前のリスク管理がなければ、**被害額は約40億円と想定**される。

○BCP・相互応援協定(徳島県の事例)

徳島県企業局地震対策事業継続計画<<工業用水道事業編>>



事前の対策

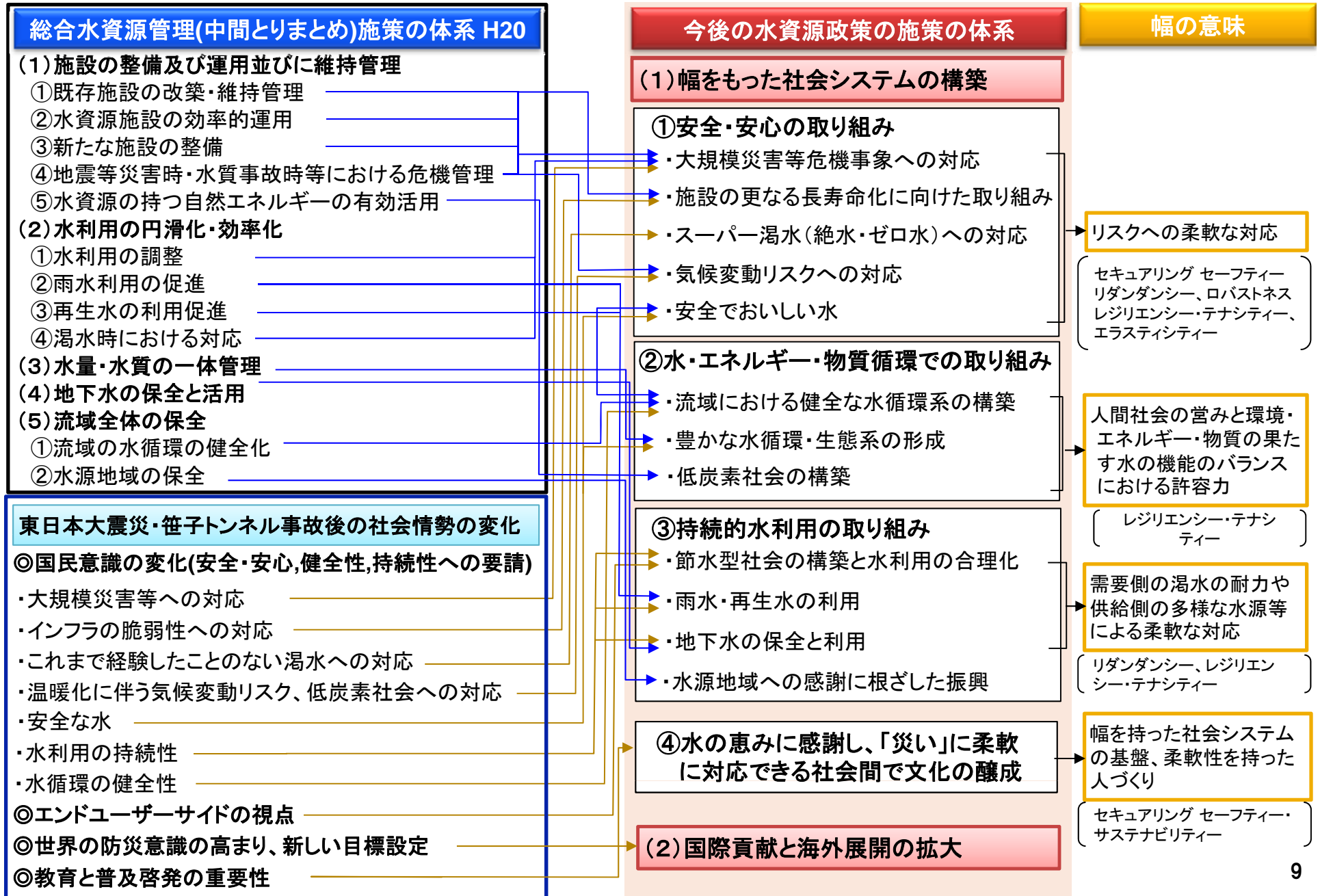
- 相互応援に関する協定
 - ・四国4県における工業用水道被災時の相互応援に関する協定
 - ・鳥取県と徳島県との工業用水道被災時の相互応援に関する協定

- 【協定の内容】
 - ・応援態勢の整備
 - ・応援の要請等
 - ・物資等の携行
 - ・情報の交換
 - ・経費の負担等
 - ・公務災害補償に関する請求手続き
- ・関係機関等との連携
- ・訓練
- ・技術研修の相互協力
- ・技術資料の相互保管

○資機材の備蓄

東日本大震災の被災率を踏まえ、管路等を備蓄

②-7 幅をもった社会システム ～幅をもった水資源の利用と管理～



③-1【参考資料】レジリエンスの言葉の用例

日本学術会議 2012.5

「G8サミットに向けた共同声明: 災害に対するレジリエンス(回復力)の構築」

「災害に対するレジリエンスをシステム及びその構成部分が重大なショックによる影響を適時かつ効率的に予測し、吸収し、対応し、あるいはそこから回復することが可能であること」

MCEER(米国地震工学研究学際組織)

災害レジリエンスは、重要インフラの損傷確率の低減、損傷に起因する被害の縮小、災害前の機能への回復時間の短縮の3つによって特徴づけられる。

Robustness(頑強性)、Redundancy(冗長性)、Rapidly(迅速性)、Resourcefulness(臨機応変性)が基本要素

産業競争力懇談会(COCN)

政策提言「レジリエントエコノミーの構築」
(COCNの定義)

リスクが顕在化し、社会システムや事業の全部又は一部の機能が停止しても、全体としての機能を速やかに回復できる強靭さ

世界経済フォーラム(ダボス会議)「グローバル・リスク2013」特別レポート

「グローバル・リスクに対する国家的レジリエンス(強靭性)の構築」

【レジリエンスの暫定的定義】

「①“外力による被害”から迅速に回復し、②可能な限り大きな外力に耐え忍び、かつ、③外力による被害を最小化させられる能力」を意味する。構成要素として、

- ①頑健性(ロバストネス)
- ②冗長性(リダンダンシー)
- ③資源性(リソースフルネス: 社会力・産業力)
- ④反応性(レスポンス: 被害を最小化する)
- ⑤回復性(リカバリー: 迅速に回復する)

ナショナル・レジリエンス懇談会資料

「ナショナル・レジリエンスの確保について」

京都大学大学院教授 藤井聡(内閣官房)

- ・強靭性＝粘り強さ(致命傷回避・被害最小化)
＋しなやかさ(迅速な回復)
- ・過剰な「効率化」(短期利益の追求)は、全体の脆弱化
→停滞(利益喪失)をもたらす

国土強靭化とは、国家・地域社会・企業が想定すべき「全てのリスク」に対し、

- ①致命傷の回避(例: 被害最小化)
- ②バックアップの確保(例: リスク分散)
- ③機能の迅速な回復(例: 実効的なBCP(事業継続計画)など)を可能にすること。

③-2【参考資料】マージン・バッファの言葉の用例

マージン(margin)

○デジタル大辞林

1. 原価と売値との差額、利ざや
2. 委託証拠金
3. ページの欄外、余白

○日本語WordNet(英和)

1. 許容差
2. 必要最低限を越えた量
3. ページ上のテキストを囲む余白
4. 客が証券の買入れ金を仲買業者から借りるときに仲買業者にあらかじめ預けておく担保額

○研究社 新英和中辞典

【名詞】

1. (ページなどの)余白, 欄外, マージン
2. (時間・経費・活動などの)余裕
3. (誤りなどの)余地
4. 元値と売り値の開き, 利ざや, マージン

【動詞】

1. ページに余白を設ける

○ライフサイエンス辞書

- | | |
|---------|-------|
| 1. 縁 | 5. 余裕 |
| 2. 周縁部 | 6. 限度 |
| 3. 周辺部分 | |
| 4. 余分 | |

○斎藤和英大辞典

- | | |
|--------|---------|
| 1. 余裕 | 5. 値開き |
| 2. 証拠金 | 6. 開き |
| 3. 鞄 | 7. 余白 |
| 4. 縁 | 8. 欄外 等 |

バッファ(buffer)

○デジタル大辞林

1. 緩衝器。緩和物
2. バッファ記憶装置※の略

※コンピューターで、動作の異なる二つの処理システム間で、データ処理速度や処理を行う時間の違いを調整するため、一時的に記憶を蓄える装置。

○研究社 新英和中辞典

【名詞】

1. (鉄道車両などの)緩衝器
2. 緩衝物
3. 緩衝国
4. 【電子計算機】バッファ

【動詞】

1. 〈衝撃などを〉やわらげる, 緩和する.
2. 緩衝物となる.
3. 守る, かばう 等

○ハイパー英語辞書

【名詞】

1. (通例鉄道の)緩衝器
2. 和らげるもの
3. 緩衝剤
4. 準備金

【動詞】

1. 〈衝撃などを〉やわらげる, 緩和する.
2. 安定させる, 同一レベルに保つ 等