社会資本のストックマネジメントの推進に向けて

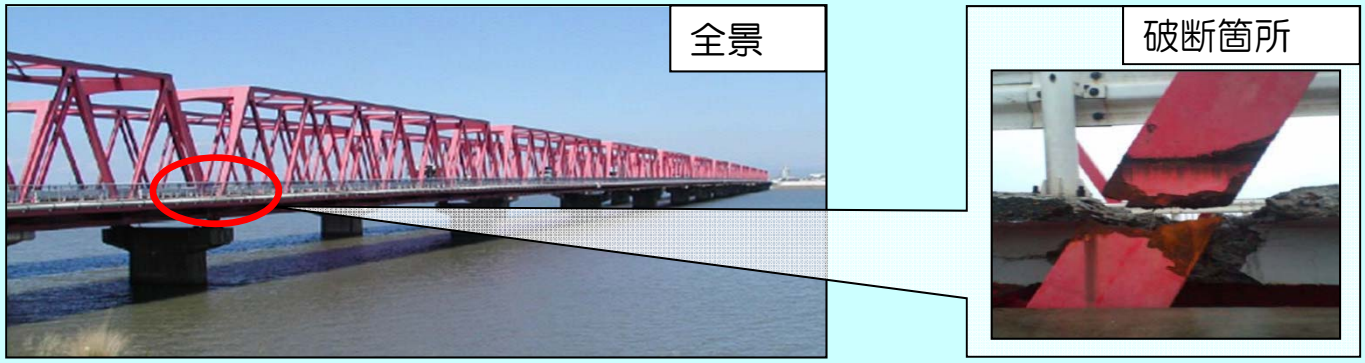
国土交通省国土技術政策総合研究所
研究総務官
兼　総合技術政策研究センター長
岸田 弘之

本日お話すること

- 社会資本ストックの現状
- ストックマネジメント研究会
- 分野横断的に進めている研究（予防保全総プロ）
- ストックマネジメント推進に向けた各分野における取り組み事例　（①下水道 ②道路構造物 ③河川 ）
- 今後の方向性

破損した社会資本の一例

道路橋の損傷事例「鋼トラス橋のコンクリート埋設部材破断」



一般国道23号 木曽川大橋（三重県）橋梁形式：鋼トラス橋　架設竣工年：1963年

埋設管破損による道路陥没

建物外壁の落下

高齢化する社会資本ストック

建設後50年以上経過する社会資本の割合

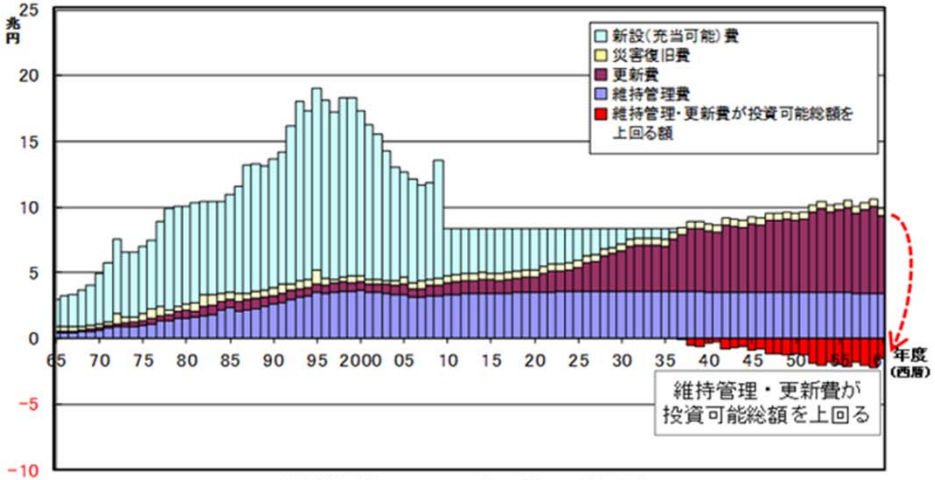
	2010年度	2020年度	2030年度
道路橋	約8%	約26%	約53%
〔約15万5千橋（橋長15m以上）〕			
河川管理施設（水門等）	約23%	約37%	約60%
〔約1万施設〕 ※設置年が不明な施設は50年以上経過した施設として整理			
下水道管きょ	約2%	約7%	約19%
〔総延長：約42万km〕			
港湾岸壁	約5%	約25%	約53%
〔約5千施設〕			

資料出典；総合政策局公共事業企画調整課，2012年5月

維持管理・更新費の推計例

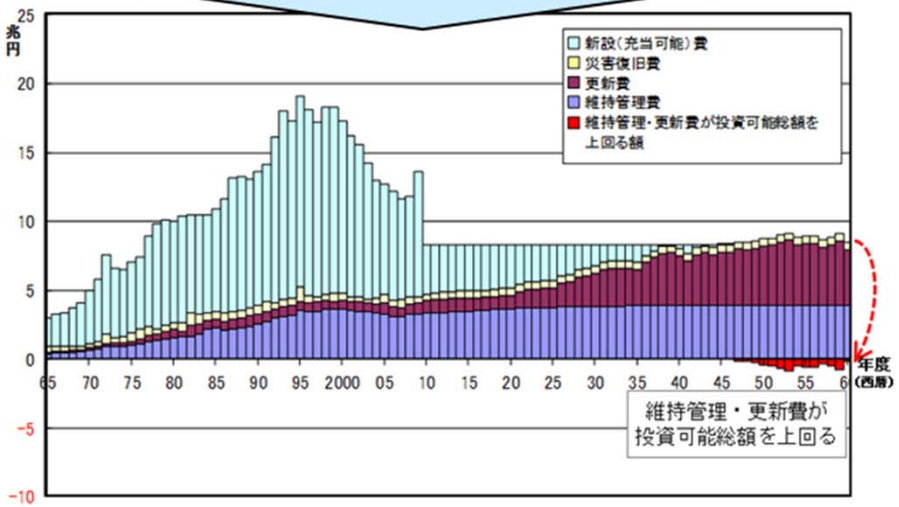
- 高度経済成長期に集中投資した社会資本の高齢化
- 高齢化に伴う事故、災害、維持管理・更新費の急増

つくったものを長持ちさせて大事に使う「ストック型社会」への転換



維持管理・更新費の推計
（従来通りの維持管理・更新を続けた場合）

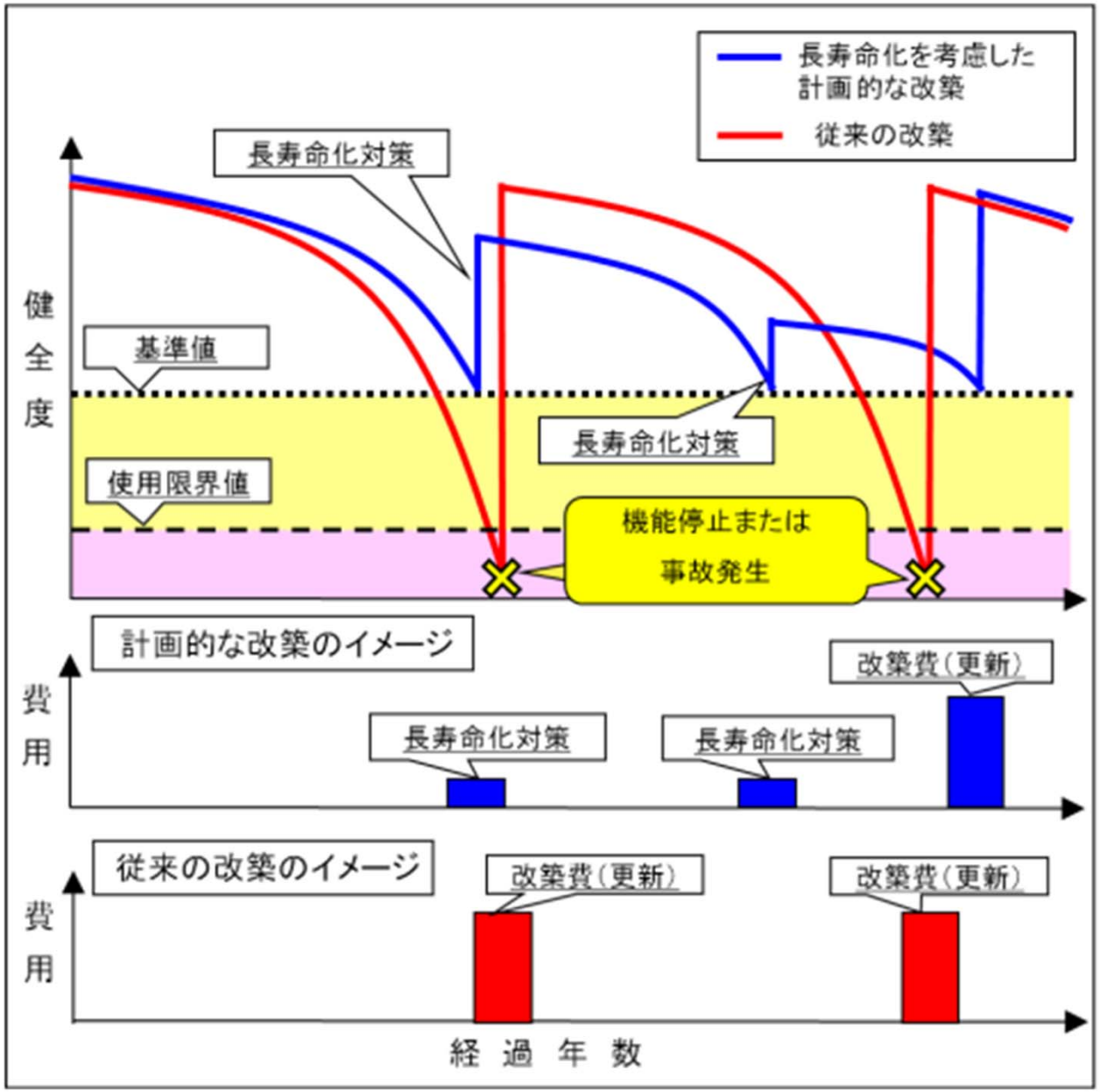
予防保全の取組



維持管理・更新費の推計の例
（予防保全の取組みを先進地方公共団体並みに全国に広めた場合）

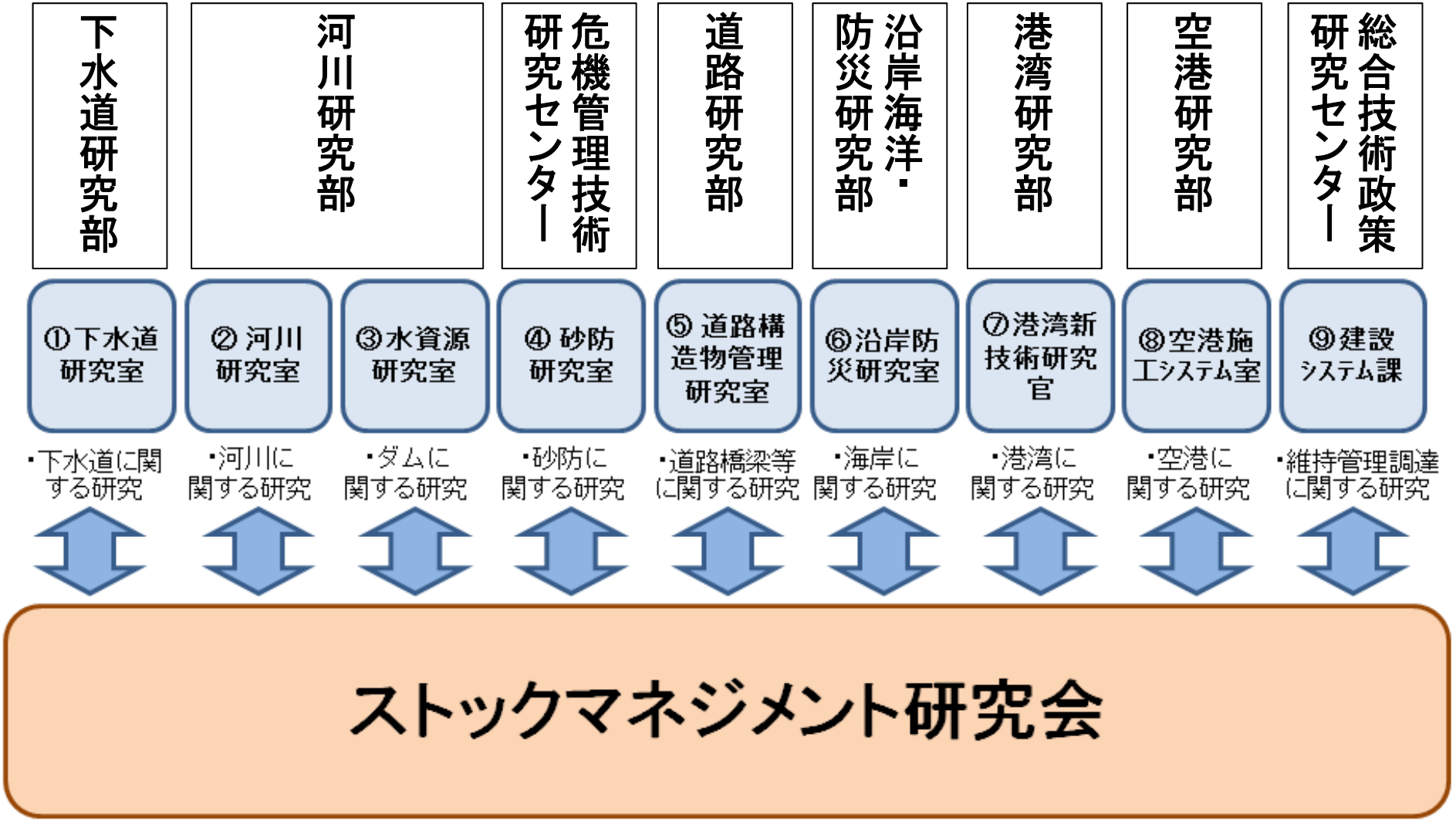
出典：国土交通白書2010

予防保全における長寿命化対策のイメージ



国総研内の連携　ストックマネジメント研究会

- 研究会の構成（関係研究部）



国総研内の連携　ストックマネジメント研究会

- 研究対象施設

主に物流・快適性向上のための施設

・下水道施設
・道路施設（舗装、橋梁、トンネル）
・港湾施設（係留施設）
・空港施設（滑走路、誘導路）

主に防災のための施設

・河川施設（堤防、護岸）
・ダム施設
・海岸施設
・砂防施設（砂防ダム）

ストックマネジメント研究会

- 研究会の目的

○ 各事業分野の
　研究に関する情報交換
○ 情報共有を通じたさらなる
　研究推進への支援
○ 情報発信

・社会基盤施設が、持続的に機能することを確実なものとするため、維持管理体制の速やかな確立が必要

・各施設におけるストックマネジメントの現状、研究開発状況等を横断的に確認

・ストックマネジメントのあり方、情報交換、議論を行う場として設置

研究開発課題体系図（研究会とりまとめ）

分類	小分類	研究開発課題
施設の性状把握	損傷劣化メカニズムの解明	損傷劣化メカニズムの解明
	点検・診断手法の確立	点検・診断手法の開発 点検・診断マニュアルの策定
	補修工法の開発・評価	補修工法の開発及び評価
	健全度評価指標の策定	健全度評価指標の策定
	損傷劣化の予測	損傷劣化予測技術の開発 損傷劣化メカニズムや既存施設のデータに基づいた耐用年数の決定
データベースの構築・活用	既存施設のデータ蓄積更新	既存施設のデータ蓄積
	データベースの活用	データベースの構築 データ更新マニュアルの策定
維持管理計画の策定	管理水準の設定	管理水準の策定
	維持管理計画の策定	維持管理計画の策定 長寿命化技術の開発, 効率的な更新技術の開発
人的・予算的制約への対応	体制の確立	人材育成・確保 効率的な維持管理体制の確立
	入札契約・積算	実態を考慮した積算体系構築 適正な入札契約制度の構築
	更新の集中回避	複数ストックのマネジメント手法の開発

各施設におけるストックマネジメント進捗状況（研究会とりまとめ）

施設名			性状把握					現状把握		計画策定		人的対応
			劣化メカニズム	点検・診断手法	補強工法	健全度指標	劣化予測	データ蓄積	DB運用	管理水準	維持管理計画	体制の確立
主に物流・快適性向上のための施設	下水道	管渠	●	●	○	○	○	○	○	●		
		処理場	●	●	○			○	○	●		
	道路	舗装	●	●	●	●	●	○	●	●		
		橋梁	○	●	●	●	○	○	○	○		
		トンネル	●	●	●	○		●	○	●		
	港湾	防波堤・岸壁・臨港交通施設	●	●	●	○	○	○	○	○	○	
		航路・泊地	●	○	○	○	○	○	○	○	○	
	空港	滑走路	●	●	●	●		○	○	●		
主に防災のための施設	河川	堤防	○	○	●			○		○		
		護岸	●	○	○							
		水門・樋門・樋管	○	○	●			●	○			
		ダム	○	●	●			●	○	●		
	砂防	堰堤・山腹工・集水井等	●	●	●			○				
	海岸	堤防・護岸等	●	○	○	○		○		●		

【凡例】 ● 進捗度（中） ○ 進捗度（低） 《空白》 未着手、詳細不明

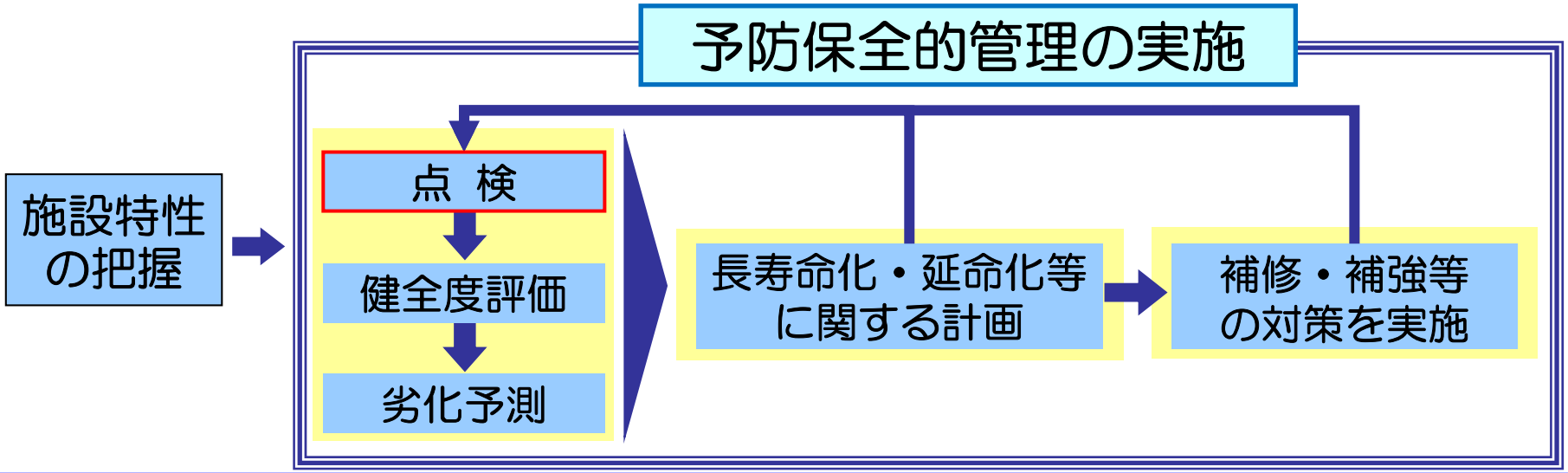
社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発（H22～24年度）

限られた予算と人員、膨大な資産とその高齢化に対し、
これまでの「事後的管理」から「予防保全的管理」へ転換

施設の長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減

基本的な考え方

これまでの「事後的管理」から『予防保全的』管理へ転換



研究開発の概要1（課題）

1. 構造物の目視困難な部位の点検・診断技術の開発

2. 目視では評価が困難な構造物の変状の点検・監視・診断技術の開発

目視困難な部位の例

コンクリート部材内部の局部的な腐食に対する対策の遅れにより、
破断事故が発生。コンクリートを壊さないと内部がわからない。

人が入れない場所での腐食

外壁材の落下

下水道管の破損

床下の腐食

目視・打診等試験者の技能（経験則）による評価に頼っている。
技能により差が発生し、また有能な技能者も少ない。時間、コストもかかる。

研究開発の概要2（課題）

1．構造物の目視困難な部位の点検・診断技術の開発

2．目視では評価が困難な構造物の変状の点検・監視・診断技術の開発

・漏水危険箇所は、延長・箇所数から多大な労力を要し、また、巡視の技量の違いにより発見が困難な場合がある
・構造物の重大な変状は、パトロールや通行者からの通報等主に目視により把握しており、軽微な状態での把握が困難

河川巡視による目視点検

川裏での法すべり

橋台の移動
（目視点検により異常が判明）

橋台背面の段差
（目視点検により異常が判明）

下部工の沈下・傾斜
（目視点検により異常が判明）

線形（曲線）の変化
（測量して異常が判明）

点検・監視技術の研究開発の方向性

これまでの点検・監視

目視可能な部位の目視による点検・監視が中心

「見えるところを見る」から
「診るべきところを診る」へ

これからの点検・監視

予防的保全のためには、これまでの点検・監視に加えて、目視困難な部位、評価困難な変状の点検・監視、診断を行うことも必要不可欠

目視困難な部位等を点検・診断するための技術・評価基準

目視困難な変状等を点検・監視・診断するための技術・評価基準

研究開発技術（全体像）

実用段階

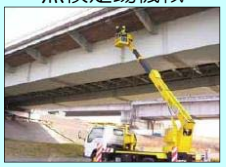
開発途上（点検）
【今回の取り組み内容】

今後施設別に体系化

一部実用

橋　梁

疲労、中性化、塩害　　近接目視
点検足場機械

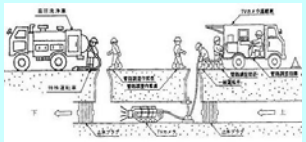


RC建築

タイル剥離
取付治具の腐食・劣化　　打音検査
赤外線検査

下水管

腐食、不等沈下、荷重
による破損　　潜水目視
ＴＶカメラ調査



木造建築

蟻害（シロアリ）
腐朽（腐朽菌）　　目視検査
触診検査

土構造物

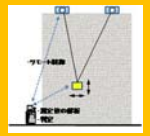
浸透、漏水、法すべり
侵食、沈下　　近接目視
ボーリング調査

Ⅰ.目視困難な部位の点検・診断技術

①非破壊検査による点検診断技術
②画像・データによる点検診断技術

超音波による
点検のイメージ

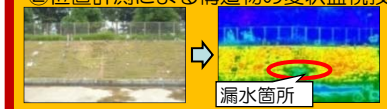
点検箇所の例
（埋込部の腐食）


点検装置のイメージ

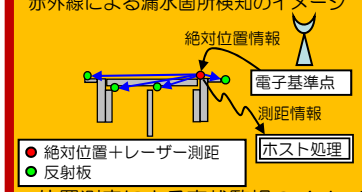
画像データ・記録のイメージ

Ⅱ.目視では評価が困難な変状の点検・監視技術

①赤外線を活用した点検診断技術
②位置計測による構造物の変状監視技術



赤外線による漏水箇所検知のイメージ



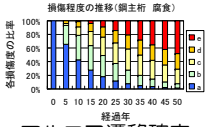
位置測定による変状監視のイメージ

今後施設別に体系化

橋の性能の定量的評価

桁端の板厚減少
程度と耐荷力

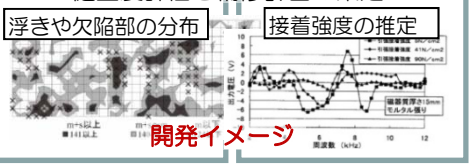
疲労曲線、塩分浸透・中性化予測式
腐食予測式



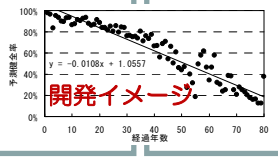
マルコフ遷移確率

タイル、設備等外装材の
健全度評価と補修計画の策定

浮きや欠陥部の分布　　接着強度の推定

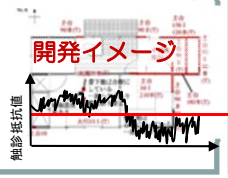


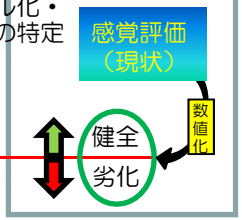
経過年数、腐食等
による健全率評価



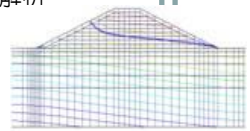
経過年数、水質等
による健全率予測

触診抵抗値のデジタル化・
劣化判定のしきい値の特定





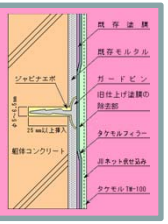
安定解析


飽和不飽和浸透流解析

一部実用

当て板、ひびわれ注入、
炭素繊維接着、等

ピンネット
工法
樹脂注入
工法
被覆･埋戻
し工法



管更正工法等
非開削工法

部材交換、土壌処理

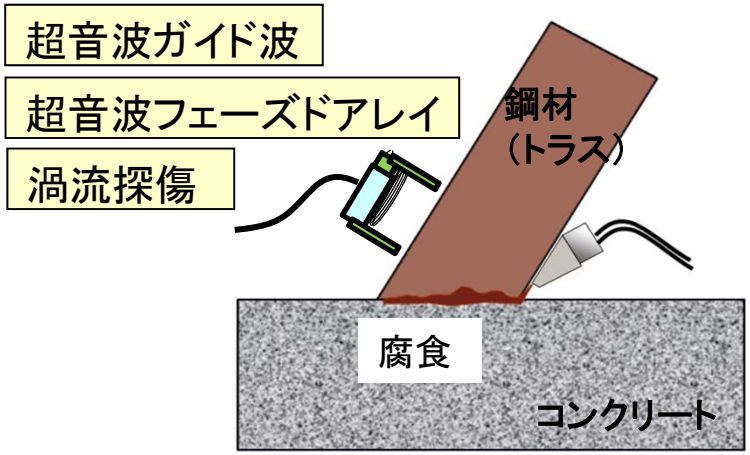
強化対策

個別部位等の　点検・診断 → 施設別の健全度評価 → 施設別の劣化予測 → 補修補強

構造物の目視困難な埋込部・遮蔽部を対象とした非破壊検査法の開発

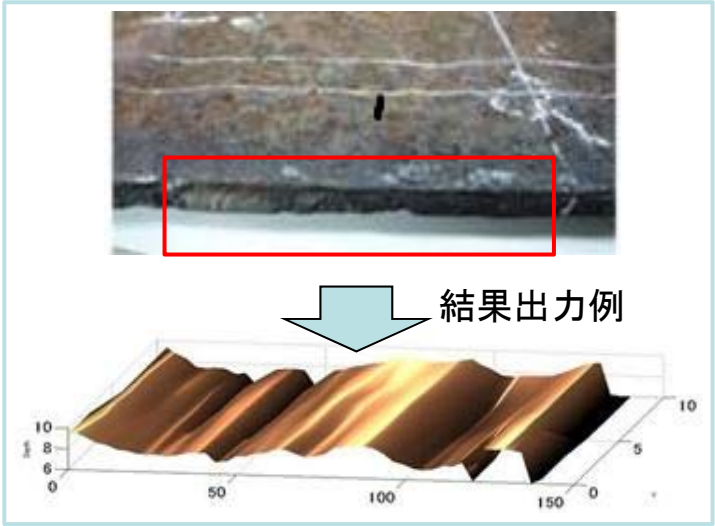
1. 非破壊検査法によるコンクリート埋込部の鋼材腐食の診断手法の開発

- 産業分野で利用されている非破壊検査技術を、社会基盤施設の点検・診断技術に応用
- 目視困難な部位の可視化手法を開発



開発対象のイメージ図

鋼材内部の腐食形状を可視化することが可能となる



2. 箱桁内部等の狭隘部の診断手法の開発

人が侵入困難な橋梁部材内部等の狭隘部の目視点検を実現するため、大型構造物で最も一般的なボルト径寸法の孔（Φ22mm）から進入できる構造物内視鏡を開発

外壁面の遠隔診断を目的とした壁面走行型外壁診断装置の開発

1. 壁面走行型外壁診断装置の開発
2. 外装材の浮きの定量的な評価手法の開発

- 検査コストを低減し、検査実施率・頻度を向上させ、損傷発生前に手当てする予防保全を推進
- 定量的な評価を可能とする外壁診断（打音法）を整備

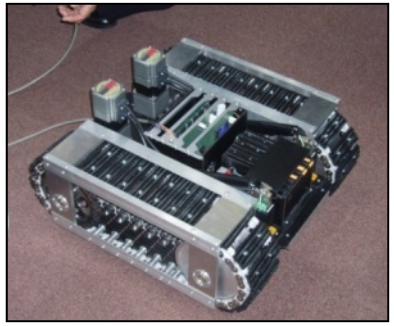
従来の問題点

・足場等の設置が必要（コスト高）
・赤外線法は，測定時の環境条件や部位の影響を受ける。画像判読に個人差が生じやすい。

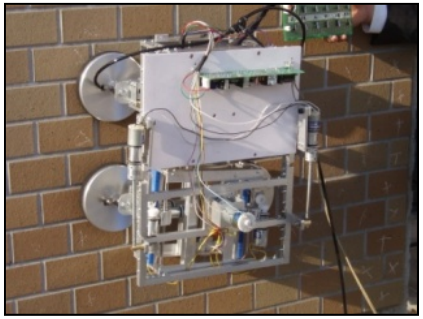
従来の打診検査

試作機

開発の経過



第１期１号機：クローラータイプ



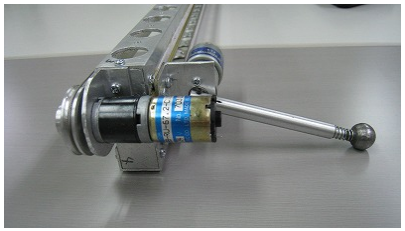
第２期１号機：
独立足歩行タイプ（４脚・前部起上り型）

第２期３号機：
独立足歩行タイプ（８脚・前部回転型）

＜壁面走行装置＞

・8つの脚を4脚ずつ交互に動かし壁面を歩行
（開発当初のクローラタイプから独立歩行に変更）

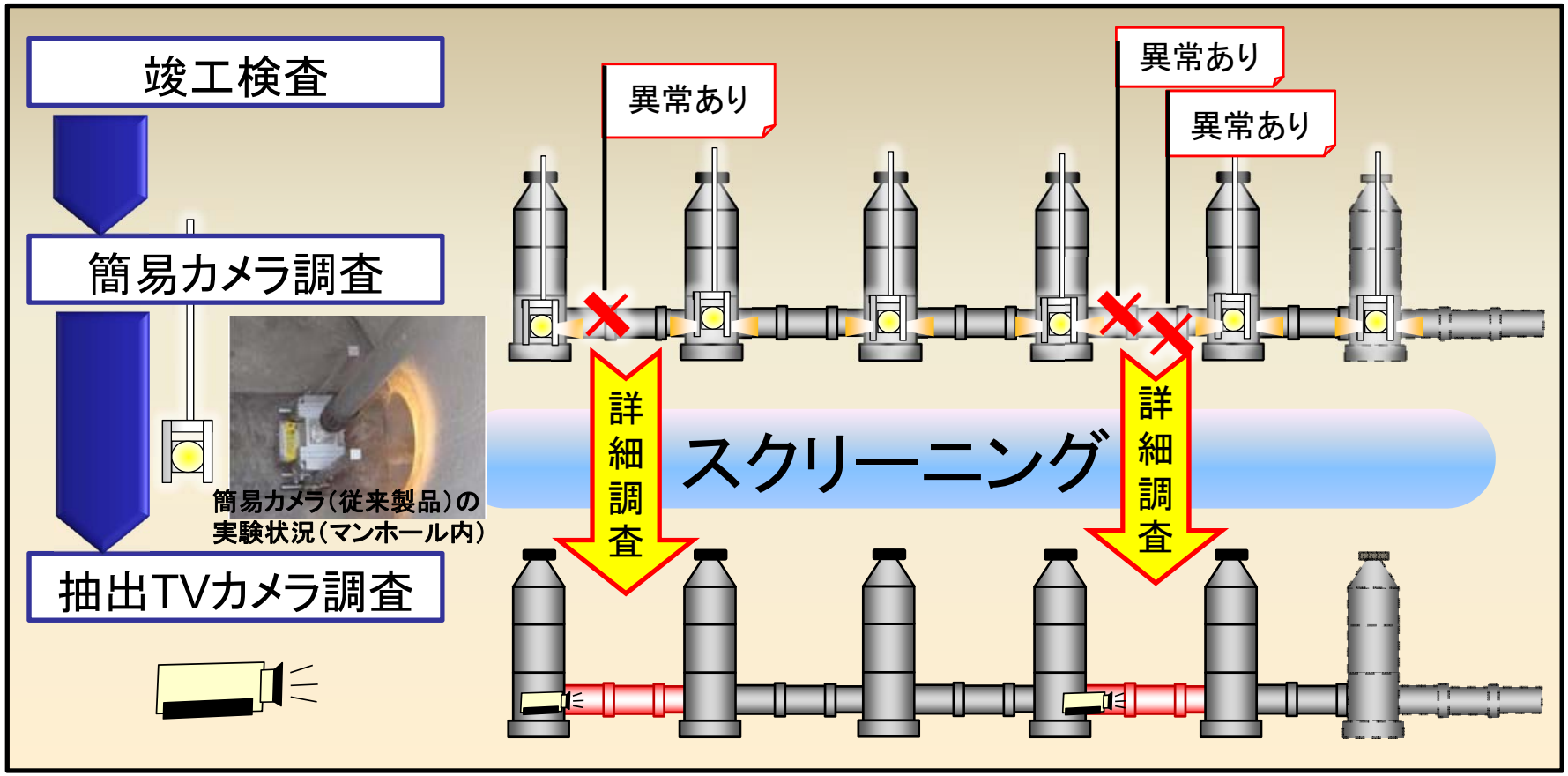
・調査速度　10～20m^2/hour（目標）
＝ 検査員による調査と同程度



打撃部（鉄球約15mm）
打音データをAD変換/解析し，剥離等の状態を診断

老朽化した管路のTVカメラ調査によるスクリーニング手法の検討

- 簡易カメラ調査によるスクリーニング手法（短期間で大まかな全線状況確認手法）を開発
- 詳細調査（TVカメラ調査）の必要箇所が抽出できるため、効率的・経済的な調査が可能



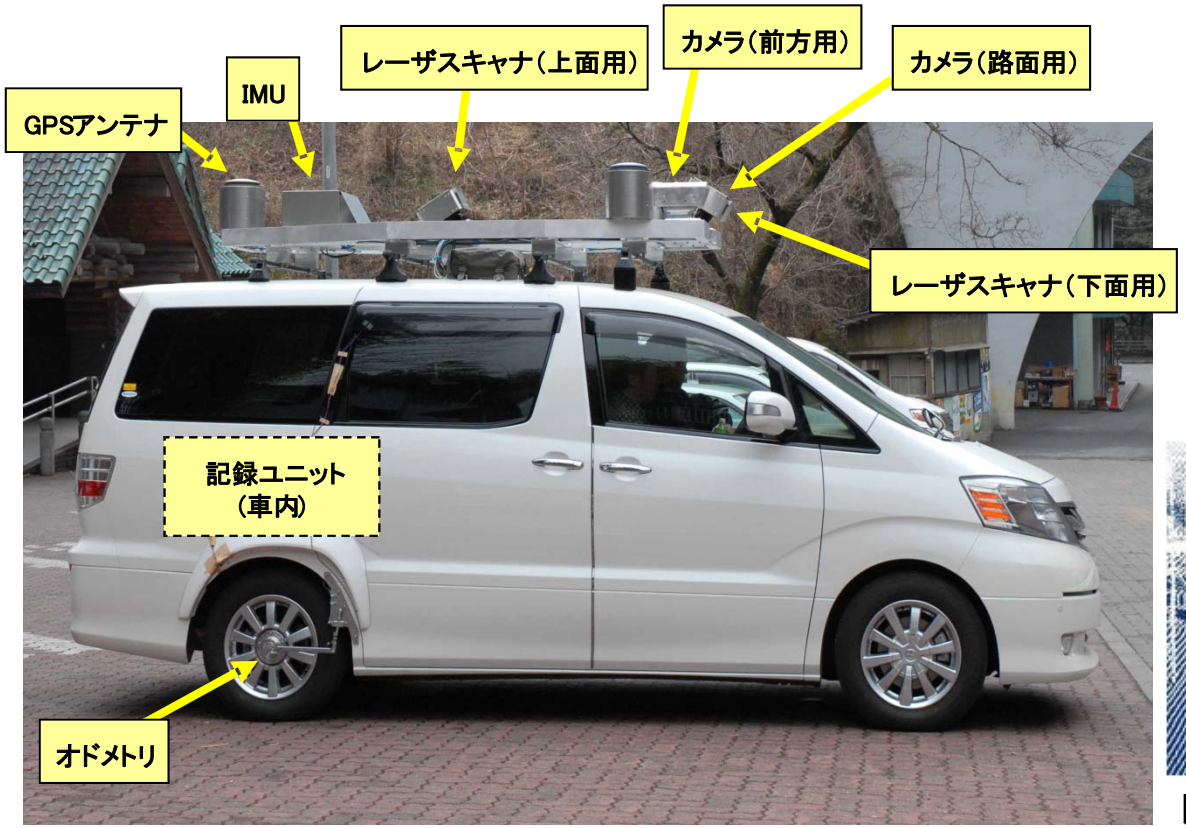
【現状】 下水管きょの年間調査延長は、総延長の約1%（1回／100年）にすぎない

※出典：国総研資料No.543（下水道統計より算出）

【目標】1回／10年～1回／7年程度（日本下水道協会　維持管理指針）

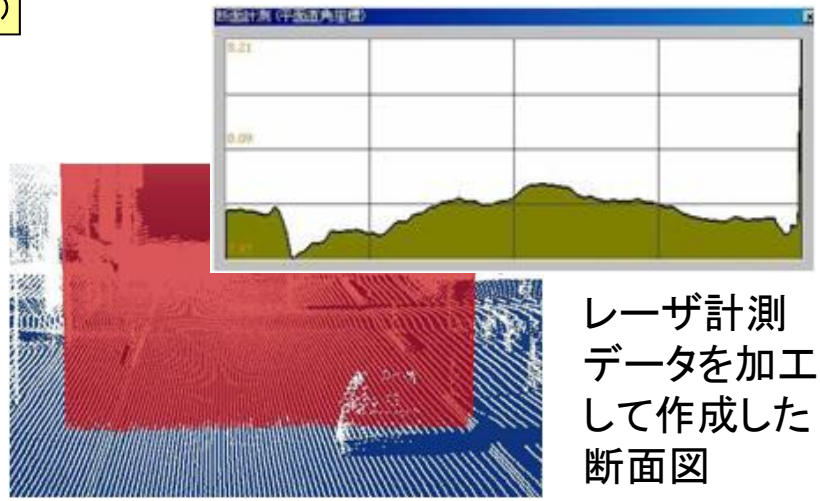
高精度GPS移動計測装置による道路陥没予兆発見手法の検討

- 道路陥没の兆候から下水道管渠の破損等を効率的に発見する技術を確立する
- 高精度GPS移動計測装置搭載車で走行しながら（速度40～60km/h程度）、路面の三次元データを計測し、計測結果の経時変化を捉えることで道路陥没の兆候を把握する



（三菱電機HPより）

計測イメージ



レーザ計測データを加工して作成した断面図

レーザ計測データの投影図

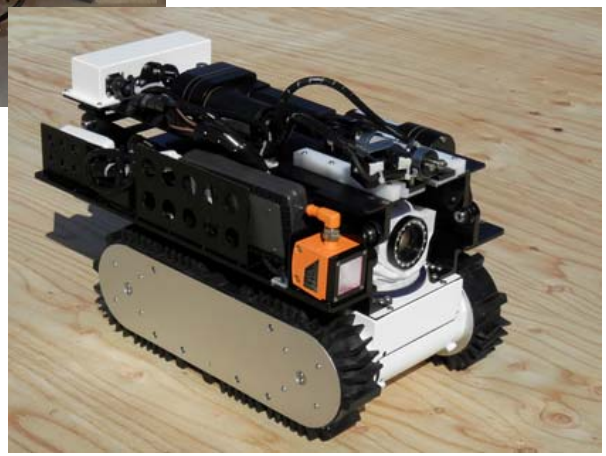
木造建築物床下部材を対象とした劣化診断装置の開発

- 木造建築物床下部材を対象とした劣化診断装置の開発
- 既存住宅の認定に際した現況検査手法の例示、並びに維持保全計画に基づく維持管理点検手法として整備する

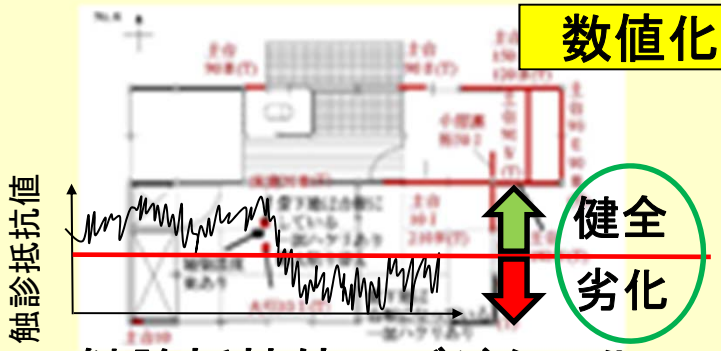
従来の問題点

感覚評価（現状）

床下空間は狭小
（高さ35cm以下）



開発した試作機



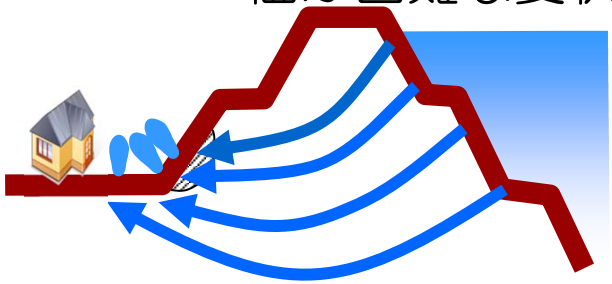
触診抵抗値のデジタル化・
劣化判定のしきい値の特定

赤外線サーモセンサーを活用した河川堤防法面の点検・診断技術の検討

- 赤外線サーモセンサーを活用し、現状では検知が困難である堤防湿潤部の範囲を定量的に把握する点検・診断技術及び評価基準を開発
- 各種技術基準等へ反映させ、予防保全的管理の推進を図る

現状の例

目視のみでは迅速な評価が困難な変状



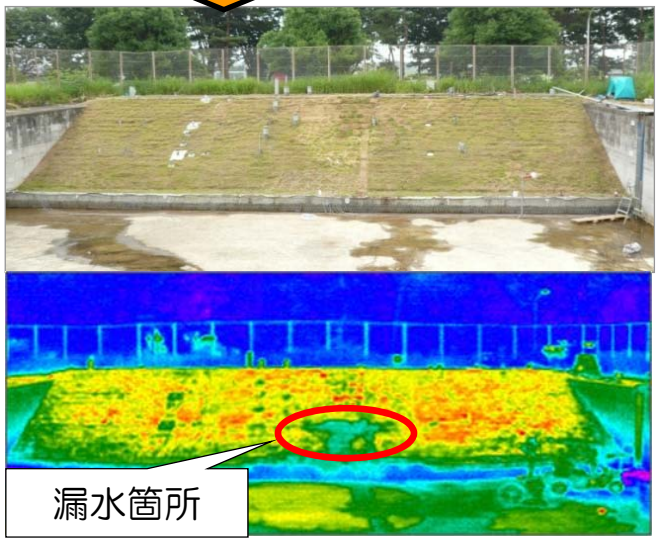
堤防の漏水

川裏での法すべり

従来手法

河川巡視による目視点検

開発後



赤外線を活用した漏水箇所の同定イメージ（実験施設での例）

- 従来からの人手、目視による変状監視に加え、赤外線サーモセンサーによる検知を行い、 迅速・簡便に変状を検知する

位置計測による構造物の監視・変状探知手法の検討

1. GPSによる絶対位置計測により、橋梁等構造物の突発的、致命的変状を迅速・簡便に把握する監視・変状探知手法の検討
2. デジカメ及びITVの画像処理による相対位置計測により、突発的、致命的変状を迅速・簡便に把握する監視・変状探知手法の検討

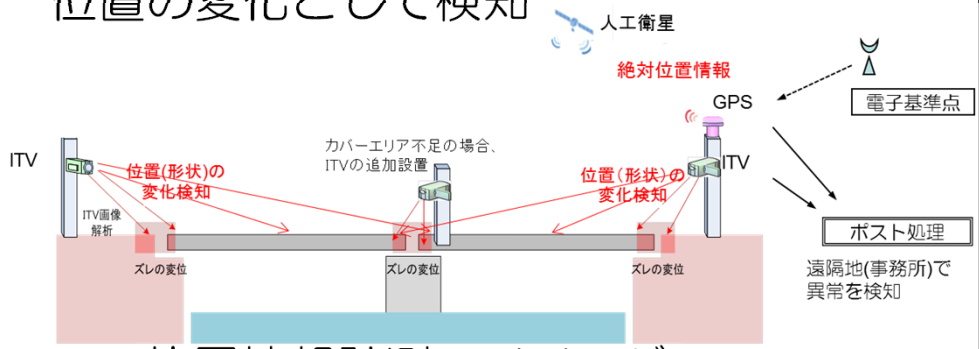
従来手法

道路パトロールによる通常点検

目視点検

開発後　1.

例：橋台取付部の異常を位置の変化として検知

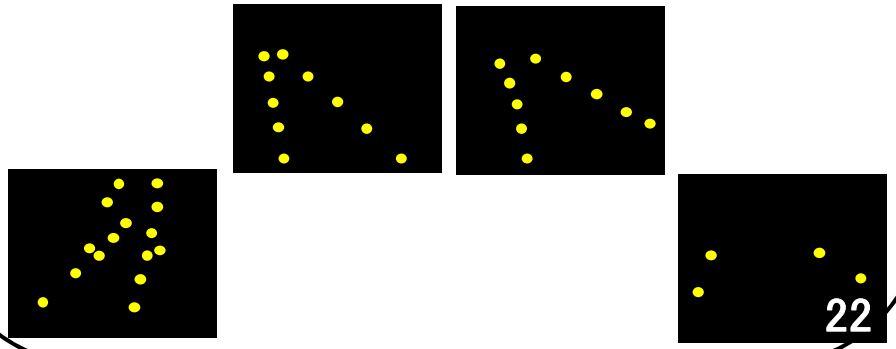


位置情報計測のイメージ

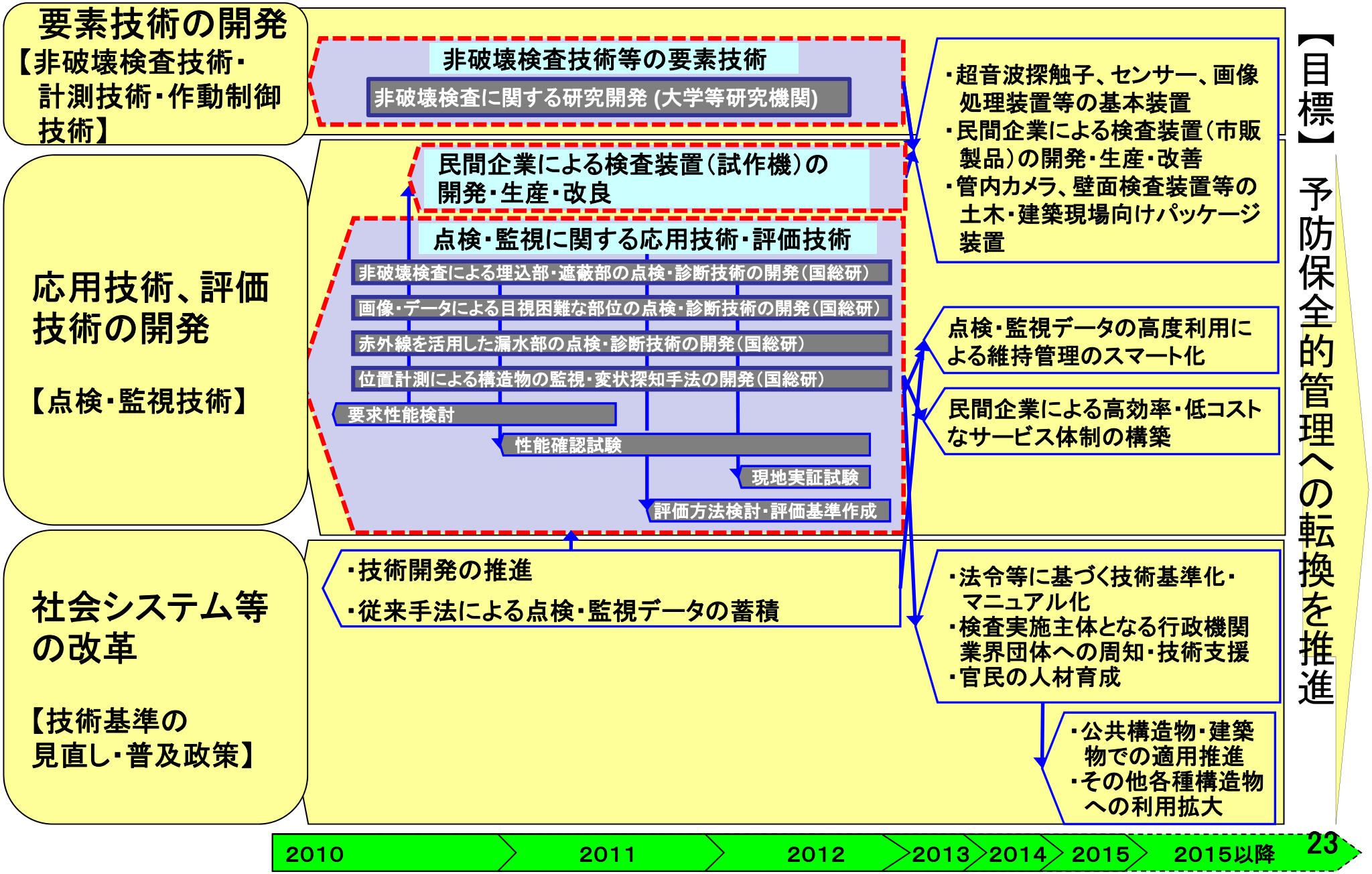
- 従来からの人手、目視による変状監視に加えＧＰＳ等位置計測による変状監視により、迅速・簡便に異常を検知する。

開発後　2.

監視カメラを用いた監視手法のイメージ



予防保全的管理を推進するためのロードマップ



ストックマネジメント推進のための取り組みの事例

１．下水道管路のストックマネジメント
（下水道研究部）

２．道路構造物群の戦略的な維持管理・更新技術
（道路研究部）

３．河道・河川管理施設の点検・管理手法の高度化
（河川研究部）

４．維持修繕工事の入札契約・積算体系に関する研究
（総合技術政策研究センター）

1．下水道分野におけるストックマネジメント推進に向けた取り組み（今後の方向性）

- 事後対応型から予防保全型への転換
- 精度の高い劣化予測や低コストな点検技術の開発、工事品質の確保
- 長寿命化計画の策定推進とアセットマネジメントへの発展

予防保全型管理への転換

・道路陥没実態調査、陥没リスク評価

要素技術の開発

・健全度評価・劣化予測技術（塩ビ、鉄筋コンクリート管）
・将来改築事業量（管きょ）の推計
・塩ビ管調査方法確立、劣化診断の標準化

長寿命化対策工事の品質確保

※ 管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)H23.12

地方公共団体への支援

↓

ストックマネジメント手法の確立、導入

※下水道施設のストックマネジメント手法に関する手引き（案）H23.9

↓

アセットマネジメントへの発展

資産評価（現在価値）、資金調達、人材育成等＋合意形成

（要素技術の開発事例）　下水道管路施設アセットマネジメント支援ツール

下水道管きょ劣化データベース

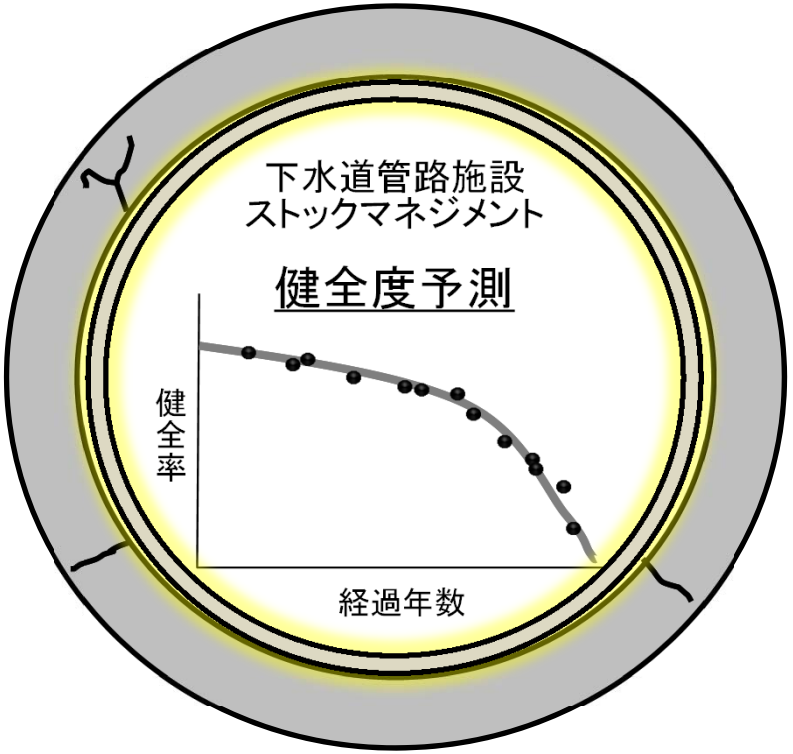
各都市の下水道台帳

健全度予測に必要なデータ

- 経過年数
- 管　種
- 健全度（TVカメラ調査結果）
- 管　径
- 排除方式など

□：必須データ
□：必要に応じ

古い管きょがない
管種に偏り
TV調査結果がない
etc･･･

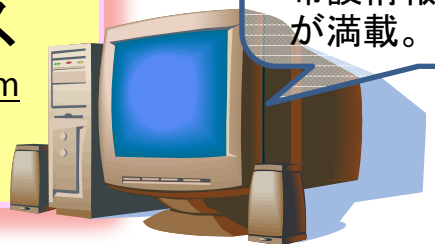


国土技術政策総合研究所

管きょ劣化データベース

http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/index.htm

で補完



✓ 12都市10万ｽﾊﾟﾝデータを収録！
✓ 布設情報や劣化情報が満載。

２．道路構造物分野におけるストックマネジメント推進に向けた取り組み（今後の方向性）

- **「計画的管理」** <u>現状を把握し適切に対策</u>
  - ・データに基づく合理的で計画的な管理の実現
    - → 点検要領の整備と点検の実施（＝適切な管理のための第一歩）
- **「戦略的管理」** <u>将来を予測し合理的に対策</u>
  - ・将来予測に基づく、予防保全と長寿命化の実現
    - → 統計処理予測システム（BMS）の確立に向けた検討
      （＝将来予測の信頼性には、解消困難な大きな限界がある）
- **「無理なく無駄なく賢い管理」** <u>スマート・インフラ・メンテナンス・マネジメント</u>
  - ・人と科学のベストミックス
    - → 不確実性、知見の限界、予測の限界を「人と科学」で克服
  - ・点検の最適化と「点検と監視」のベストミックス
    - → 目視の限界、予防の限界、間歇点検の限界を「体系」で克服

道路構造物の点検・監視に関する要領等整備状況

<table>
<tr><th rowspan="2">目　的</th><th rowspan="2">分　類</th><th colspan="8">主たる対象</th><th rowspan="2">方向性と課題</th></tr>
<tr><th colspan="7">本体各部</th><th>特定部位</th></tr>
<tr><td rowspan="4">現状把握
（事後保全）
＋
予防保全</td><td rowspan="3">定期点検</td><td colspan="8">日常点検</td><td rowspan="4">□外観目視の限界克服
・非破壊検査の活用・精度向上

□バラツキ・不確実性克服
・診断技術、人材
・臨床研究</td></tr>
<tr><td colspan="8">初期点検</td></tr>
<tr><td colspan="8">定期点検（5年毎）</td></tr>
<tr><td>個別点検</td><td>疲労</td><td>塩害</td><td>ASR</td><td>洗掘</td><td>水中</td><td>PC</td><td>地中</td><td>第三者被害予防点検（主に「うき」・「剥離」）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">危機管理</td><td>異常検知</td><td colspan="8">モニタリング・常時監視</td><td>□間歇チェックの限界克服
□予測・予防の限界克服
・技術開発</td></tr>
<tr><td>事前措置</td><td colspan="7">適宜（防水、部分塗装、疲労対策、・・・）</td><td>剥落防止
など</td><td>□予測の限界克服</td></tr>
</table>

※ 着色箇所 ； 要領等整備済み

３．河川分野におけるストックマネジメント推進に向けた取り組み（今後の方向性）

- 「計画型維持管理」への移行
  - 河川維持管理の具体的な内容を定める河川維持管理計画を作成（河川砂防技術基準維持管理編の策定[H23.5.11付]）
  - 水門・樋門等の河川構造物の長寿命化計画の策定指示[H24.6.6通知]
- 河道・河川管理施設の点検・管理手法の高度化
  - 各種河川構造物にかかる劣化予測に関する技術検討・フォロー（河川構造物管理研究タスクフォースの立上げ）
  - 新たな点検・維持管理手法の開発（河川技術研究開発制度による技術開発など）
  - 河道管理基本シートを用いた管理手法の提案、河川堤防の目視点検の効率・効果的な手法の検討（点検結果に基づいて補修等の実施の判断ができるツールの提供→PDCAサイクル型維持管理の推進に寄与）
- データベースの構築・活用
  - 河川事務所データベースを基幹とした、既存の施設情報等の一元的なデータベースの構築（河川維持管理DBの構築）
  - 河川構造物等の災害復旧支援体制とデータベースを活用した被災情報・原因分析結果の蓄積（類似被災情報の復旧対策検討の利用、被災原因分析結果の蓄積による知見の集積、技術基準改定の活用）

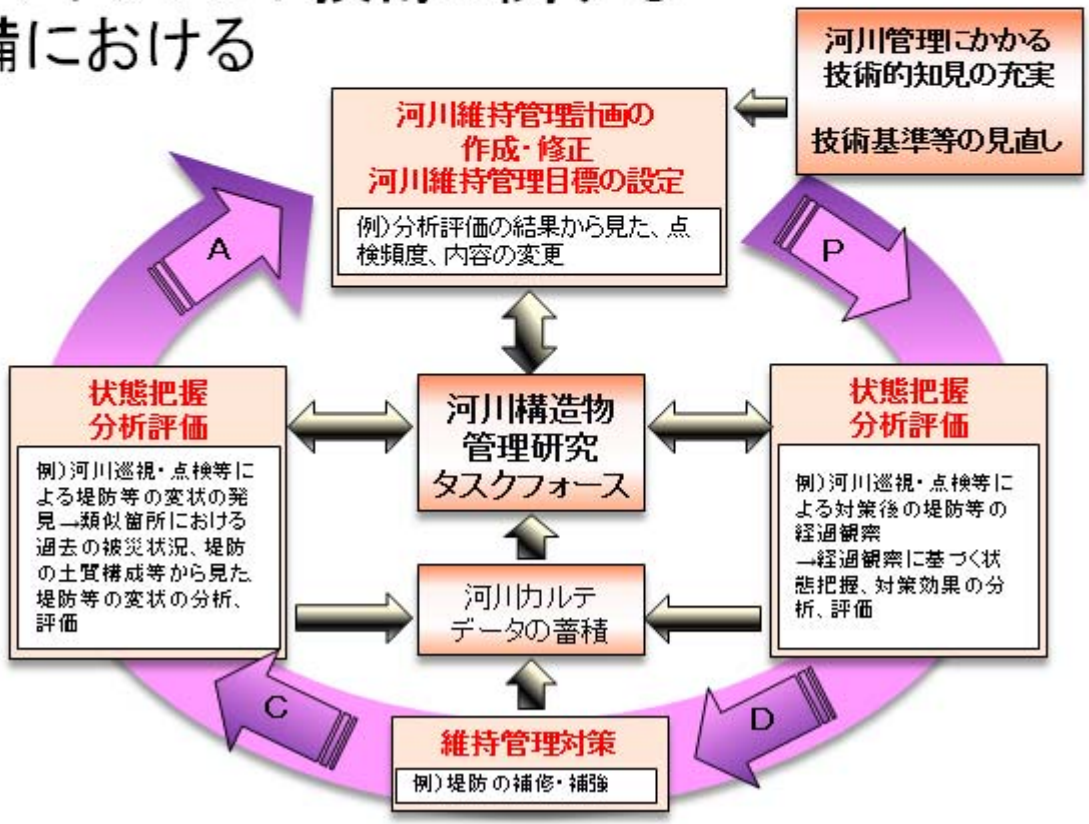
河川構造物管理研究タスクフォース

目的

◆各種河川構造物にかかる劣化予測に関する技術検討及びそのフォロー

◆河川構造物の中長期マネジメント技術に関する研究及び社会資本整備における他研究のフォロー

◆実務レベルにおける点検・劣化診断等に関する技術助言及び中長期コスト予測等に関する行政への助言



河川構造物管理研究タスクフォース

組織横断的体制

河川研究室（堤防）

新材料チーム（鋼材・新材料）

先端技術チーム（機械）

地質チーム（基礎）

基礎材料チーム（コンクリート）

施工技術チーム（擁壁、矢板）

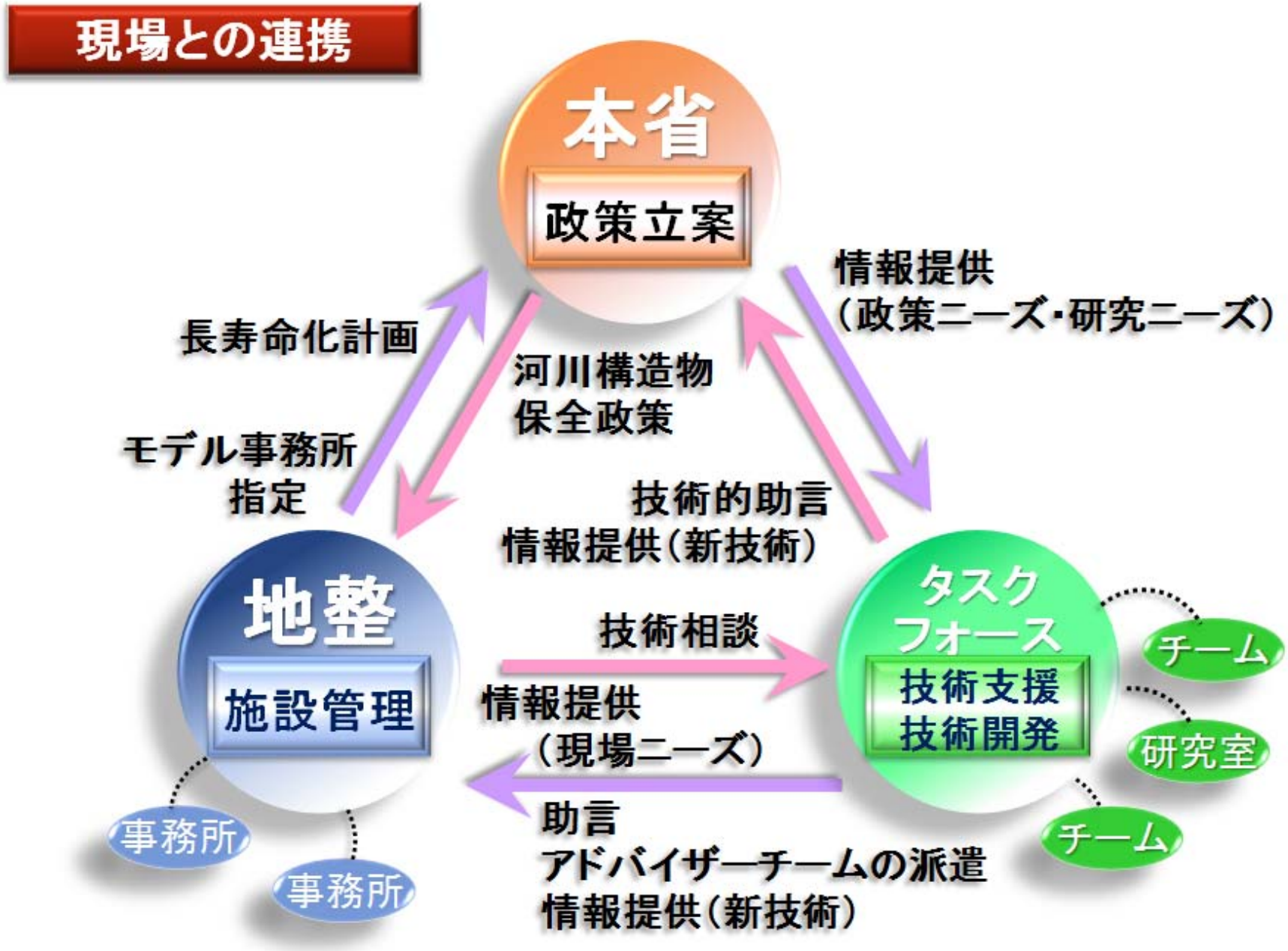
水理チーム（護岸）

土質・振動チーム（浸透・耐震）

河川環境課河川保全企画室

公共事業企画調整課施工安全企画室

河川構造物管理研究タスクフォース



4. 維持修繕工事の入札契約・積算体系に関する研究（今後の方向性）

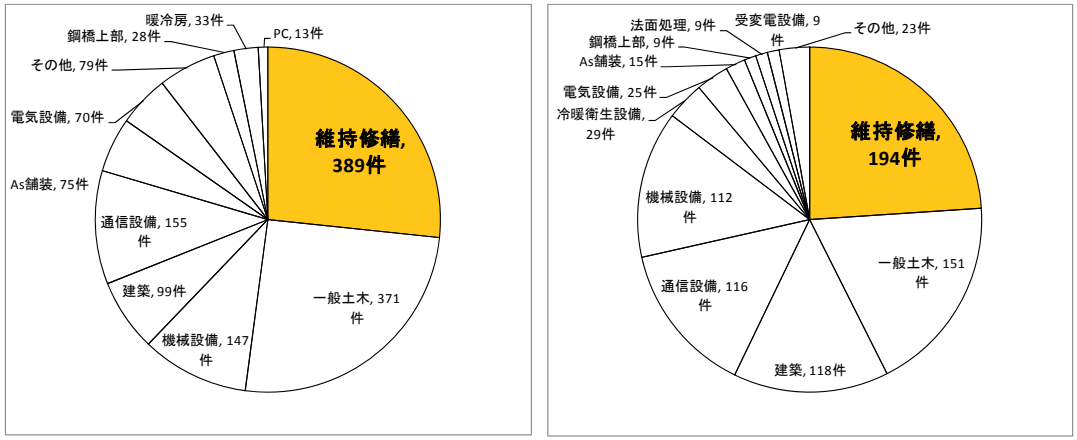
社会資本のストックマネジメントを安定的に実行し得る持続可能な維持管理調達システムの実現をするために

- 契約や積算上における不確実性に起因するリスク要因の取り扱い手法等に関する調査研究を実施
- これまでの施策（契約方式，工事価格の適正化に向けた取り組み等）の効果や課題を検証し、維持管理におけるより良い調達方法について検討

＜研究の背景＞

・ 不調・不落工事件数の約1／4 は維持修繕工事

→ 契約方法、積算上の問題が一因となっていることが推測される



工種別不調・不落工事件数（左：平成21年度，右：平成22年度）

5. 安全で美しい快適な国土を、賢くマネジメントしていくために

1. 国土マネジメントのための、各分野におけるストックマネジメント技術の強化

➡ 先進技術の分析と活用を通じて深化。役立つ技術の共有・普及

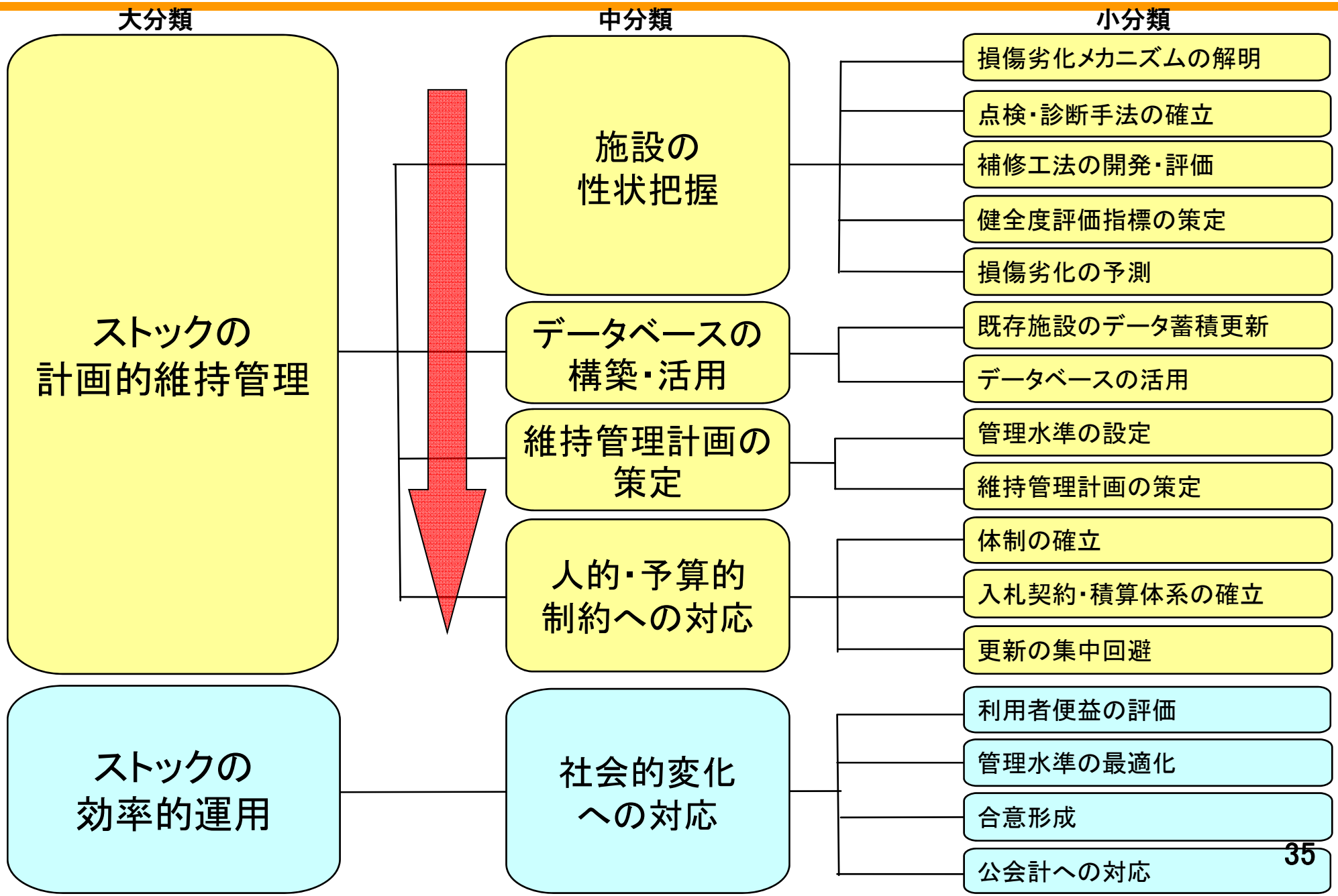
2. 予防保全的な視点に関する取り組みの展開

➡ 新たな点検・監視技術や簡易なストックマネジメント手法など、予防保全的管理のための技術ツールの開発

3. 維持管理のさらなる効率化・高度化

➡ 計画段階から設計、施工、維持管理、更新までの情報を、より効率的に管理するための情報蓄積・情報活用技術の開発

4. 既存施設の維持管理の最適化に向けた取り組みの推進

➡ ストックの計画的維持管理から、効率的な運用（社会資本のアセットマネジメント）へ

既存施設の維持管理の最適化に向けた取り組みの推進