Research
Initiative for
Advanced
Infrastructure with
ICT

社会連携講座の活動成果の概要
2009-2013

2014.4

東京大学大学院情報学環
「情報技術によるインフラ高度化」社会連携講座
http://www.advanced-infra.org/

目次

＜社会連携講座について＞

- 社会連携講座の概要 3
- 社会連携講座に関するこれまでの取り組み 4
- インフラ・イノベーション研究会の概要 5

＜講座研究の概要＞

1．インフラ管理に関する現状分析

- インフラ管理に関する主な課題と対応策 7
- 「情報技術によるインフラ高度化」施策体系 8
- インフラ高度化のためのシステムの全体像 9
- 点検業務の制度的枠組み 10
- 点検業務における運営実態の比較・分析 11
- 点検業務で取り扱う情報 12

2．点検等現場業務におけるICTの可能性

- 点検業務における情報技術の活用可能性 13
- センサ等を活用したICTの先進事例 14
- インフラ分野におけるセンサ等を活用した先進事例 15
- ICTの技術分野と収集データの有効活用 16
- 現場データの活用に関するプレスタディ（データマイニング） 17

3．インフラ管理におけるデータ活用

- 将来像の実現に向けたデータ分析の活用 18
- 点検データを活用したデータ分析の手順と方法 19
- データ分析結果の解釈と評価 20
- データ分析結果の実業務での活用 21
- データ分析結果の活用方法の検討 22
- バランススコアカード（参照モデル）と管理指標(案) 23
- ダッシュボードによるインフラ管理指標の活用 24

4．点検等現場業務の将来像（ver.2014.3）＞

- 点検業務の課題と ICTを活用した改善の方向（ver.2014.3） 26
  - 1）点検員の現場作業の効率化と履歴管理（案） 27
  - 2）構造物特性を踏まえた点検業務の合理化（案） 28
  - 3）技術的判断の支援と技術伝承（案） 29
  - 4）点検データ等の経営・マネジメントへの活用（案） 30
  - 5）オープンデータ活用による維持管理の高度化（案） 31

社会連携講座について

社会連携講座の概要

ICTの活用によるインフラの高度化をテーマに、日本を代表するインフラ企業等と東京大学が新たな講座を設立

1. 社会連携講座の名称等

和文：「情報技術によるインフラ高度化」社会連携講座
英文：Research Initiative for Advanced Infrastructure with ICT
―設置期間：平成21年4月1日～平成26年3月31日
URL：http://www.advanced-infra.org/

2. 講座の目的

情報技術を活用した施設管理等に関するマネジメントを高度化するとともに、新たな情報基盤を活用した新たなビジネスを創出し、インフラ・イノベーションの実現を目指す。

また、こうした目的を達成するため、シーズとニーズ、技術と運用、理論と実践といった様々な知識や経験を結合し、新しい価値を生み出す実践的な研究プラットフォームの確立を目指す。

3. 社会連携講座の構成員（平成25年3月現在）

東京大学大学院情報学環、首都高速道路株式会社、東京地下鉄株式会社、東日本旅客鉄道株式会社、株式会社日立製作所

研究協力機関：総務省、経済産業省、国土交通省、独立行政法人土木研究所、東京都、日本電信電話株式会社、アビームコンサルティング株式会社

4. 担当教員（平成25年3月現在）

坂村健教授（兼任）,石川雄章特任教授,越塚登教授（兼任）,門間正挙特任講師,田中克直特任講師（兼任）,湧田雄基特任助教（兼任）,二宮利江特任研究員（兼任）,鎌田貢特任研究員（兼任）

5. 研究テーマ

1）情報活用による施設マネジメントの高度化

業務分析による維持管理業務の合理化、コードによる補修履歴の適切な管理、センサー等を活用した非常時の対応などの情報活用による施設マネジメントの高度化等

2）情報インフラの多面的活用

施設管理等の目的で設置した情報基盤や業務管理用データを利用者へのサービスにも活用するなど、情報インフラの多面的な活用による新たなビジネスの可能性等

3）実践的な研究プラットフォームの運営方法

意見交換等の場の運営、関連研究DB等の運用、共通課題に関する共同研究など、知識や経験を結合し新しい価値を生み出す実践的な研究プラットフォームの運営方法

6. 運営方針

学術と社会の発展の推進及び教育研究の進展・充実を図ることを目的とし、共同研究が着実に実施されるよう、参加者の相互協力のもと次の方針に基づいて運営される。

(1) 幅広い知識や経験が交流し、新しい価値が生み出されるよう努める
(2) 主体的かつ積極的に研究に関与し、協働して研究を推進するよう努める
(3) 研究成果を積極的に公表するとともに、その成果の実現に向けて努める

7. 期待される効果

公物・施設・空間管理分野と情報技術分野において、様々な知識や経験が交流し結合することにより、研究領域の発展、社会的便益の向上、新ビジネスの創出等に繋がる。また、本講座を核とする産・学・官の横断的な人的・知的なネットワークが生まれる。

社会連携講座とは（東京大学HP）

公益性の高い共通の課題について、民間企業または独立行政法人などから受け入れる共同研究の一環として、学部及び研究科などの研究を行う大学院組織などにおかれる講座。学術と社会の発展の推進、および東京大学における教育研究の推進・充実を図ることを目的とする。

インフライノベーション研究会

社会連携講座を中核として、様々な方が参加できるオープン＆フェアな交流の場。研究会の目的・活動などに賛同し協力する企業や団体に参加していただき、幅広い知識や経験を共有し、交流を深めることで新しい価値を生み出すことを目的とする。

社会連携講座に関するこれまでの取り組み

中核となる**講座研究を計画的に実施**するとともに、施策体系に基づく**関連研究も**外部資金等を活用して**積極的に推進**

講座研究

H21	H22	H23	H24	H25
<Advanced Infrastructureのコンセプト> **・社会的課題の解決を新しいﾋﾞｼﾞﾈｽに** ｺｽﾄ&CO2↓安全・安心↑事業創造,国際貢献 **・Advanced Infrastructure 実現のstep** 1.経営方針の転換 ⇒ 2.ビジネスの創出 ⇒ 3.機能・役割の再定義 **・社会インフラ全体の最適化に向けて** **・「情報技術によるインフラ高度化」施策体系** **・インフラ高度化のためのシステム全体設計**	**<点検等現場業務の効率化>** **・点検業務における共通事項の比較・分析** ①組織と役割②点検業務ﾌﾛｰ③損傷評価基準④点検種別と点検方法⑤点検記録簿 等 **・点検業務における情報技術の活用可能性** ①点検体制の充実・人材育成②情報の有効活用③現場作業の支援 **・バランス・スコアカードと評価指標** ①BSC戦略マップ②経営目標と評価指標	**<センシング情報等の有効活用>** **・センサ等を活用したICTの先進事例** **・現場情報の活用の視点とICTによる対応策** **・点検等現場業務の将来像** ①点検員の現場作業の効率化,②構造物特性を踏まえた点検方法の合理化,③個別点検実施判断等技術的判断の支援,④点検関連データの経営・マネジメントへの活用,⑤常時監視(センサ等)設備の活用 **・点検データを用いたデータマイニング**	**<現場情報の活用による点検等現場業務の効率化>** **・点検関連データ分析** ①複数の視点からの点検着目点の抽出②劣化発生時期に着目した構造物の弱点の抽出③劣化に影響を与える外延要因の抽出 **・データ分析結果の活用方法の検討/実業務への適用** **・点検等現場業務の将来像の見直しとその実現に向けた検討手順**	**<点検データ等を活用したインフラ管理指標の提案>** **・業務上有効なインフラ管理指標** **・現場情報のインフラ管理指標への活用可能性** ①活用可能な現場情報の抽出,①点検データ等による指標の表現方法,点検業務の実施手順と情報の流通状況 **・インフラ管理指標の提案** ①インフラ管理指標(案),②バランス・スコアカード,③マネジメントダッシュボード

関連研究

「情報技術によるインフラ高度化」施策体系

1)点検・維持管理等現場業務の効率化
:現場業務で発生する情報の流れに着目した点検作業等の効率化と質の向上を実現する

2)技術力の維持と安全性の向上:膨大な実績データ等の蓄積・解析による安全性の向上と技術力維持のメカニズムを構築する

3)効率的な施設運営:サービス水準やエネルギー消費等の計測・解析・制御による効率的な施設運営を実現する

4)情報共有基盤の構築と活用:各社が所有する情報を共有可能な情報基盤の仕組みと業務支援、空間サービス等の活用を実現

5)現実空間と情報空間の連携:現実空間と情報空間を連携させた新しいサービスとそれを支える情報技術、ﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙを実現

関連研究

- 合理的な事業マネジメントシステム(国交省) → 「問合せシステム」運用 → 道路維持管理業務の効率化(国交省) → 運用
- 「新しい社会基盤維持管理」 みまもり、アセット、e-ﾗｰﾆﾝｸﾞ(総務省)
- 「情報技術を活用した都民協働型道路保全支援システム」(東京都道路整備保全公社) → 都民協働型道路管理支援システム
- 「位置認識・画像解析による安全性向上」現場点検業務最適化基盤(経産省:NEXCO東日本) → 被災地インフラ復旧支援(経産省) → 運用
- 「行動観察手法による点検業務の改善」(NEXCO東日本) → オープンPFを用いた人材育成(SCD)
- 「ICTによる環境負荷低減」 スマートレジデンス(総務省) → スマートシティに係るビジネスモデル(Abeam)
- ICT基盤の適用可能性(PASCO)
- 「地域活性化を支えるe空間サービス」 → 「地域活性化支援」(リビングくらしHOW) → 東北観光博情報提供(観光庁)

研究会

インフラ・イノベーション研究会の企画・設置 研究会の位置付け/考え方 目的,運営方針,活動内容,主催及び参加団体等	**定例会開催**:①点検・維持管理等現場業務の効率化,②技術力の維持と安全性の向上,③効率的な施設運営,④情報共有基盤の構築と活用,⑤現実空間と情報空間の連携	**定例会開催**:①現場作業の支援(作業、技術支援),②現場作業の支援(センサの活用),③情報の有効活用(蓄積・流通),④情報の有効活用(分析・加工),⑤点検体制の充実、人材育成	**定例会開催**:①維持管理データの有効活用,②情報の流通による価値創造,③現場作業の効率化ーICT機器の活用による作業支援ー,④データ活用による経営・マネジメント支援,⑤東日本大震災復興支援におけるICTの活用	**定例会開催**:①社会資本の維持管理の課題と対応,②社会資本の維持管理の課題とICTの活用,③防災とICT,④ﾃﾞｰﾀ等の有効活用による維持管理の高度化,⑤ｲﾝﾌﾗにおけるｵｰﾌﾟﾝﾃﾞｰﾀの活用

インフラ・イノベーション研究会の概要

インフラ・イノベーションの実現にむけて、知恵/経験の結合を促すオープンな価値創造の場を社会連携講座が主催

1. 研究会の名称等
「インフラ・イノベーション」研究会

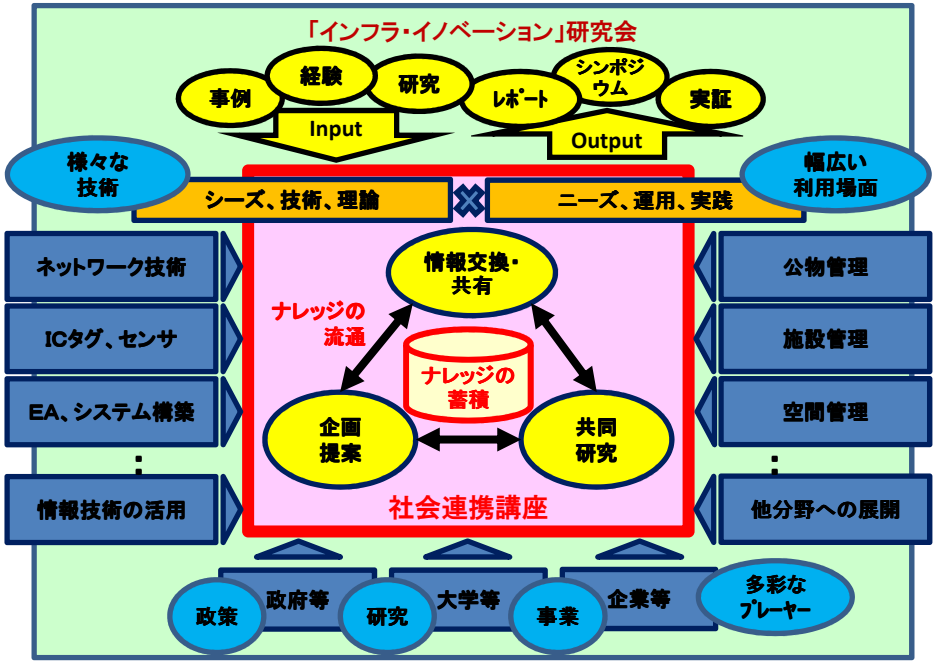
2. 研究会の目的
公物・施設・空間管理分野と情報技術分野におけるシーズとニーズ、技術と運用、理論と実践といった様々な知識や経験を結合し、新しい価値を生み出すこと、産・学・官の横断的な人的・知的なネットワークを創りだすことを目的とする。

3. 運営方針
社会・経済の発展及び関連産業の活性化に資するため、イノベーションが促進されるよう、参加者の積極的な参加・協力のもと次の方針に基づいて運営される。
(1)多様な主体が参加できるオープン＆フェアな環境を整備するよう努める
(2)幅広い知識や経験が交流し、新しい価値が生み出されるよう努める
(3)研究会における取り組みが実用化され、幅広く展開されるよう努める

4. 活動内容
研究会の活動内容は次の通り。なお、参加者の提案・意見等を踏まえて随時見直しを行う。
(1) 講演会等：講演会等を定期的に開催
(2) 交流会：研究会参加企業・団体等により、新規プロジェクトの可能性等について意見交換
(3)上記の他、情報発信など研究会の目的に寄与する活動

5. 主催及び参加団体等
本研究会は、東京大学「情報技術によるインフラ高度化」社会連携講座が主催する。
社会連携講座設置企業、研究協力機関、関連する共同研究契約等締結企業・団体及び本研究会の目的・活動等に賛同し協力する企業・団体等が参加する。

6. 開催実績
平成22年6月から平成26年2月まで合計20回開催（1回/2月に開催）



平成22年度の開催実績
①点検・維持管理等現場業務の効率化：
現場で使える情報技術の視点から、新しい取り組みの紹介と現場に導入するための課題を考える。
②技術力の維持と安全性の向上：
情報流通による人材育成の可能性と、技術力の維持に必要なスキルの体系化について考える。
③効率的な施設運営：
情報技術を活用した電力・交通・水道等の効率的な運営とインフラ企業にとっての意味を考える。
④情報共有基盤の構築と活用：
位置情報基盤の現状と課題を明らかにし、期待される活用分野・具体的サービスについて考える。
⑤現実空間と情報空間の連携：
現実空間と情報空間の連携による新しいビジネスの可能性、インフラ高度化との関係を考える。

平成23年度の開催実績
①現場作業の支援（作業、技術支援）：
行動観察や最新のIT機器の活用により、作業の利便性や効率化、安全性を向上させる可能性について考える。
②現場作業の支援（センサの活用）：
社会インフラ構造物の維持管理へのセンサの活用や新たなビジネスへの展開等について考える。
③情報の有効活用（蓄積・流通）：
維持管理に関する情報の蓄積、流通に必要な技術や手法等について、課題や活用策等について考える。
④情報の有効活用（分析・加工）：
情報技術による業務改善や、画像解析の活用事例等により、点検業務等への活用とメリットについて議論する。
⑤点検体制の充実、人材育成：
社会インフラの維持管理に対し、産官学民連携の事例等を通じ、点検体制や人材育成のあり方について考える。

平成24年度の開催実績
①維持管理データの有効活用：
維持管理現場で発生するデータについて、その活用による維持管理業務の合理化の可能性について考える。
②情報の流通による価値創造：
企業でも個人間でされている技術情報の流通とその価値について、制度上の課題や解決方法及びICTシステムの活用について考える。
③現場作業の効率化：
ICTを活用した現場作業の効率化について、最新のICT技術やその現場作業の効率化への活用方策等について考える。
④データ活用による経営・マネジメント支援：
現場から収集したデータの経営、マネジメントへの活用について、経営の観点からデータを利用方法やICTシステムの可能性について考える。
⑤東日本大震災復興支援におけるICT活用
老朽化したインフラの維持管理や災害対応に向けたICTシステムの活用を、震災後のインフラ復旧支援事業の取り組みを参考に考える。

平成25年度の開催実績
①社会資本の維持管理の課題と対応：
政府が「社会資本のメンテナンス戦略」で講じる施策、企業での技術者育成の取り組み等を題材に、インフラ維持管理の課題と対応を考える。
②社会資本の維持管理の課題とICTの活用：
トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会報告への対応、CIMの取組み状況を踏まえ、維持管理におけるICTの活用を考える。
③防災とICT：
巨大災害に対する自治体の防災の取組み、被災状況の情報収集が期待される合成開口レーダ等を参考に、防災とICT活用を考える。
④データ等の有効活用による維持管理の高度化：
マイクロジオデータを用いたサービスの実証や住民からの問合せ情報の業務活用など、インフラ管理におけるデータ活用の可能性と課題を考える。
⑤インフラにおけるオープンデータの活用：
政府のオープンデータ戦略や技術標準の取組み、利活用モデルの実証実験等を参考に、インフラ管理におけるオープンデータの活用の可能性を考える。

講座研究の概要

インフラ管理に関する主な課題と対応策

ヒアリング等で抽出したインフラ管理に関する約130の業務課題を8業務に分類し、その課題解決に向けた33の対応策を提示

＜1. 広報・広聴＞

【主な課題】

- 工事等への批判が多い、必要性が理解されていない
- どう広報して良いかわからない
- 広報活動が少ない、実施していない
- 中長期的な課題（インフラの状態・費用の増大等）が認識されていない

【対応策】

- 社会に対する情報提供の機会の提供
- インフラの状況・必要費用等の研究

＜2. 中長期的更新・改修＞

- 劣化予測・メカニズムがわからない → 劣化予測手法の開発
- 構造物の耐用年数（寿命）がわからない → 劣化予測手法の開発、劣化メカニズムの解明
- 設備機器の更新時期（寿命）がわからない → 劣化メカニズムの解明、設備毎の耐用年数（補修基準）の設定
- アセットマネジメントの方法がわからない → アセットマネジメント、LCC等の研究
- 中期的に予算が不足する恐れがある → アセットマネジメント、LCC等の研究
- 投資平準化の計画・方法がわからない → アセットマネジメント支援システム構築
- 設備更新の優先順位がわからない → 補修計画（優先順位）に関する研究
- 長寿命化、予防保全の方法がわからない → 長寿命化、予防保全技術の開発

＜3. 短期的補修・修繕＞

- 大量の老朽インフラの補修方法が不明 → 補修・修繕方法の検証・見直し（水準・メリハリ）
- 維持管理予算の不足 → 損傷状態・修繕履歴等の分析と対策検討
- 管理レベルにメリハリをつける方法が不明 → 安全基準・技術基準等の分析・改善
- 設備機器の補修頻度・時期がわからない → 新しい種類の損傷の補修方法の研究
- 新しい種類の損傷への対策がわからない → 各種基準の現場での運用実態の分析
- 損傷物の増加に現場の対応が追付かない → 施設（位置等）情報・工事情報等の共有方策
- 他企業等との工事調整に時間がかかる → 施設（位置等）情報・工事情報等の共有方策

＜1. 広報・広聴＞

✓インフラ管理の課題が一般的に認知されつつあるが十分ではない

✓インフラの状態に関する情報提供が十分とは言えない

＜2. 中長期的更新・改修＞

✓中長期的投資の考え方・理論が確立していない

✓中長期計画に必要な技術的根拠が確立していない

✓長寿命化、予防保全の方法が確立していない

＜3. 短期的補修・修繕＞

✓大量の老朽インフラの補修方法が確立していない

✓新しい種類の損傷への対処方法が確立していない

✓損傷の増加に現場が追付かない対応が不十分

＜8. 利用者サービス＞

✓施設管理部門と窓口部門とのコミュニケーションがとれていない

✓バリアフリーなどが十分でない

✓非常時の対応（情報提供等）が十分でない

広報・広聴	中長期的更新・改修	短期的補修・修繕
利用者サービス	インフラ管理	点検・分析・評価
技術・ITの開発活用	技術力維持・人材育成	日常的な維持管理

＜4. 点検・分析・評価＞

✓大量の老朽インフラの点検方法が確立していない

✓新しい種類の損傷・老朽化の状態把握・評価が難しい

✓専門技術者の減少、スキル低下

✓点検データが有効活用されていない

＜7. 技術・ITの開発・活用＞

✓有用な技術・システムを知らない。活用方法を知らない。

✓機器やシステムが有効に活用されていない

＜6. 技術力維持・人材育成＞

✓技術・ノウハウの伝承方法が確立していない

✓外注先等の技術力の評価が難しい

＜5. 日常的な維持管理＞

✓大量の老朽インフラの維持管理方法が確立していない

✓設備の状態管理（監視等）の現場業務が非効率

✓業務・組織間で有用な情報が流通していない

＜4. 点検・分析・評価＞

- 適切な点検項目・精度がわからない → 点検・監視項目・測定方法等の分析・改善
- 点検方法・測定方法が確立していない → 点検・監視項目・測定方法等の分析・改善
- 点検箇所の増大による点検漏れの恐れ → 点検・監視業務の検証・見直し（水準・メリハリ）
- 専門技術者が少なくなると点検ができない → 点検・監視業務の検証・見直し（水準・メリハリ）
- 点検・判断のスキルが低下している → 遠隔監視・自動計測等のシステム開発
- 場所（高所・遠隔等）により点検ロスが多い → 遠隔監視・自動計測等のシステム開発
- 目視不能・困難な場所の点検が難しい → 非破壊検査の機器開発
- 損傷状態・老朽化の把握・評価が難しい → 損傷状態の解析と評価方法の研究
- 安全性・健全性等の指標が確立していない → 損傷状態の解析と評価方法の研究
- データの分析・活用方法がわからない → 点検・修繕履歴等現地データの活用方法
- データの管理・更新が不十分で信頼性がない → 点検・修繕履歴等現地データの活用方法
- 現場で必要な情報が見られない,時間がかかる → 点検、履歴管理等業務支援システム改善
- 蓄積した情報が多すぎて使われていない → 点検、履歴管理等業務支援システム改善
- 情報の入力、更新が面倒（二度手間等） → 点検、履歴管理等業務支援システム改善

＜7. 技術・ITの開発・活用＞

- 技術の活用方法を知らない → 情報インフラの共同利用ルール等の整備
- 有用な技術・システムを知らない → 情報インフラの共同利用ルール等の整備
- システム等の使い方がわからない → 技術動向（IT等）の調査
- システムが有効に活用されていない → 技術動向（IT等）の調査
- システム等のコストが高い → 機器等の標準化・共通化によるコスト削減
- 情報が利用しにくい、使い勝手が悪い → 機器等の標準化・共通化によるコスト削減
- トップダウンで現場の意見が反映されない → 機器等の標準化・共通化によるコスト削減

＜6. 技術力維持・人材育成＞

- 技術・ノウハウの維持に対する方針が決まっていない → 技術伝承の場・技術者育成方策の提供
- 技術・ノウハウの伝承方法が決まっていない → 技術伝承の場・技術者育成方策の提供、ナレッジ（事例、ノウハウ等）蓄積・流通システム
- 事例やノウハウを学ぶ機会がない → ナレッジ（事例、ノウハウ等）蓄積・流通システム
- 外注先等の技術力の評価が難しい → 資格制度、試験制度等の分析・共通化

＜5. 日常的な維持管理＞

- 大量のインフラ管理の方法がわからない → 維持管理方法の検証・見直し（水準・メリハリ）
- 非常時・緊急時の円滑な対応策（情報伝達等）が確立されていない → 非常・緊急時の情報連絡システムの改善
- 設備の状態管理（異常発見等）が非効率 → （遠隔監視・自動計測等のシステム開発）
- 業務に手戻り等のロスがある → 現場状況管理等業務支援システム改善
- 現場状況の把握に時間がかかる → （施設（位置等）情報・工事情報等の共有方策）
- 補修頻度の増加に人員が足りない → 工事調整、立会い等現場業務の効率化
- 業務・組織間で有用な情報が流通していない → 共同利用可能な情報の流通ルールの整備
- データの信頼度・新鮮度が低い → 共同利用可能な情報の流通ルールの整備

「情報技術によるインフラ高度化」施策体系

「業務ー資源」のマトリクス上に33の対応策を配置し、評価の高い対応策を中心に総合的な施策体系を構築

	中長期的更新・改修	短期的補修・修繕	点検・分析・評価	維持管理
計画	✓アセットマネジメント、LCC等の研究	✓補修・修繕方法の検証・見直し(水準・ﾒﾘﾊﾘ)	✓点検・監視業務の検証・見直し(水準・ﾒﾘﾊﾘ)(人と機械の分担等)	✓維持管理方法の検証・見直し(水準・ﾒﾘﾊﾘ)
	✓補修計画(優先順位)に関する研究			
人材組織			✓資格制度、試験制度等の分析・共通化	
		a.技術力評価・管理/人材育成ｼｽﾃﾑ		
	b.ﾅﾚｯｼﾞ(事例、ﾉｳﾊｳ等)蓄積・流通ｼｽﾃﾑ			
ﾉｳﾊｳ基準	✓劣化予測方法の開発 ✓劣化メカニズムの解明 ✓設備毎の耐用年数(補修基準)の設定	✓状態・修繕履歴等の分析と対策検討 ✓安全基準・技術基準等の分析・改善 ✓各種基準の現場での運用実態の分析	✓(新しい種類の)損傷状態の解析と評価方法 ✓点検項目、測定方法等の分析・改善(ﾏﾆｭｱﾙ)	✓非常・緊急時の情報連絡システムの改善 ✓維持管理項目、確認方法等の分析・改善(ﾏﾆｭｱﾙ)
	✓点検・修繕履歴等の現地データの活用方法			
情報／IT	✓アセットマネジメントの支援システム構築		d.点検、履歴管理等業務支援システムの改善 g.遠隔診断・点検支援ｼｽﾃﾑ	e.現場状況管理等業務支援ｼｽﾃﾑ改善 f.遠隔監視・自動計測ｼｽﾃﾑ
	✓技術動向(IT等)調査		✓標準化・共通化によるコスト削減	
		h.施設(位置等)情報共有システム／工事情報等の共有システム		
		✓情報インフラの共同利用ルール／共同利用可能な情報の流通ルールの整備		
技術開発	✓長寿命化、予防保全技術の開発	✓新しい種類の損傷の補修方法の研究	✓非破壊検査の機器開発	g.自動制御機器,ｼｽﾃﾑ等の開発

2)技術力の維持と安全性の向上

4)情報共有基盤の構築と活用

1)点検・維持管理等現場業務の効率化

3)効率的な施設運営

施策の概要

1)点検・維持管理等現場業務の効率化：現場業務で発生する情報の流れに着目した点検作業等の効率化と質の向上を実現する。(コア研究：業務改善支援スマートデバイス)

2)技術力の維持と安全性の向上：膨大な実績データ等の蓄積・解析による安全性の向上と技術力維持のメカニズムを構築する。(コア研究：社会基盤ナレッジクラウド)

3)効率的な施設運営：サービス水準やエネルギー消費等の計測・解析・制御による効率的な施設運営を実現する。(コア研究：ユビキタス・インテリジェント・ネットワーク)

4)情報共有基盤の構築と活用：各社が所有するインフラ情報を共有可能な情報基盤の仕組みと業務への活用を実現する。(コア研究： 空間情報利活用ビジネスプラットフォーム)

5)現実空間と情報空間の連携：現実空間と情報空間を連携させた新しいサービスとそれを支える情報技術、ビジネスモデル等を実現する。(コア研究：e空間ビジネスモデル)

分類	対応策	重要	取組	情報	実践	連携	評価
1	インフラの状況・必要費用等の明確化	8	5	×	○	○	○
1	社会に対する情報提供の機会の提供	8	2	×	○	○	○
2	劣化予測方法の開発	9	2	×	△	△	×
2	劣化メカニズムの解明	6	2	×	×	△	×
2	設備毎の耐用年数(補修基準)の設定	5	4	×	△	△	×
2	アセットマネジメント、LCC等の研究	8	4	×	×	×	×
2	アセットマネジメントの支援システム構築	5	3	△	×	×	×
2	補修計画(優先順位)に関する研究	7	3	×	△	×	×
2	長寿命化、予防保全技術の開発	9	3	×	△	△	×

分類	対応策	重要	取組	情報	実践	連携	評価
3	補修・修繕方法の検証・見直し(水準,ﾒﾘﾊﾘ)	8	3	×	△	△	×
3	損傷状態・修繕履歴等の分析と対策検討	8	―	△	○	△	△
3	安全基準・技術基準等の分析・改善	7	1	×	△	△	×
3	各種基準の現場での運用実態の分析	7	4	△	○	△	△
3	新しい種類の損傷の補修方法の研究	7	3	×	△	○	×
3	施設(位置等)情報,工事情報等の共有方策	8	1	○	○	○	○
4	点検・監視項目、測定方法等の分析・改善	8	4	△	○	△	△
4	点検・監視業務の検証・見直し(水準,ﾒﾘﾊﾘ)	8	1	△	○	△	△
4	非破壊検査等の機器開発	8	3	×	○	△	×
4	点検、履歴管理等業務支援ｼｽﾃﾑ改善	7	4	○	○	△	△
4	新しい種類の損傷状態の解析と評価方法	4	1	×	△	△	×
4	点検・修繕履歴等現地データの活用方法	8	3	○	○	○	○

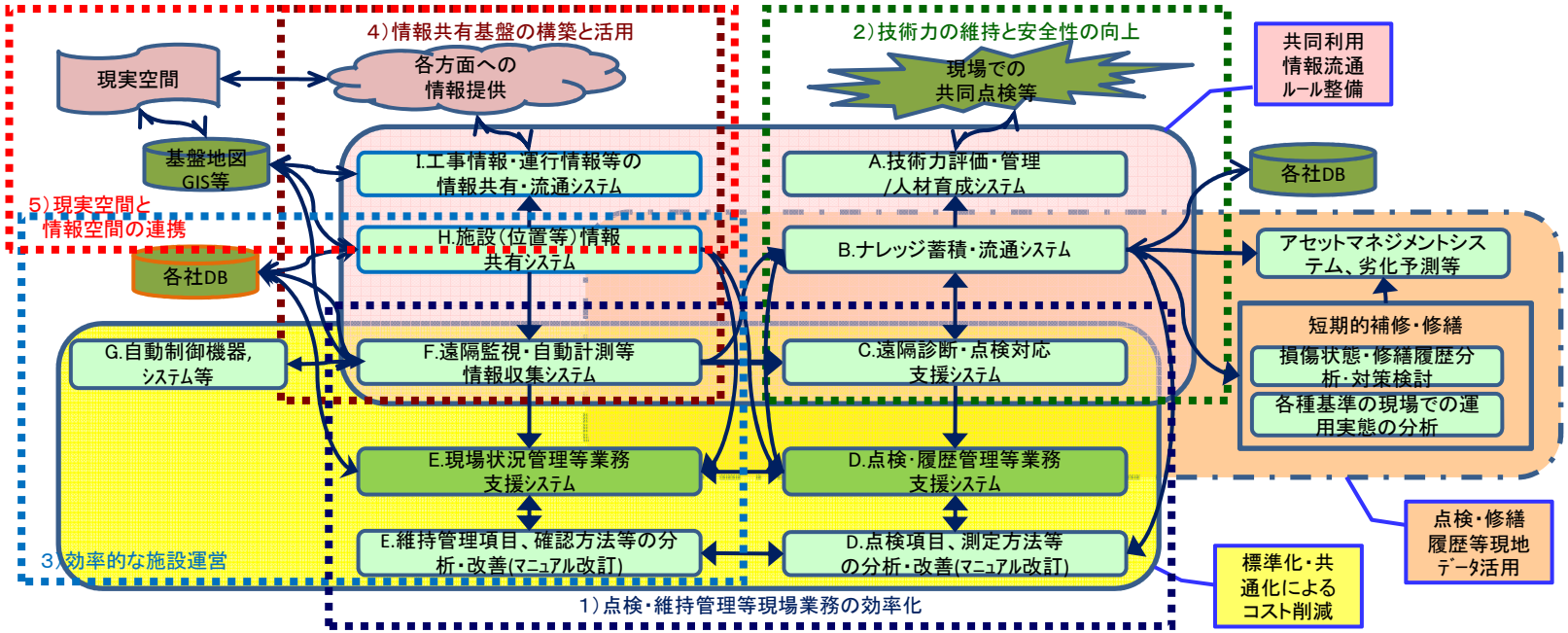
分類	対応策	重要	取組	情報	実践	連携	評価
5	維持管理方法の検証・見直し(水準・ﾒﾘﾊﾘ)	8	3	△	○	△	△
5	非常・緊急時の情報連絡システムの改善	6		△	△	△	×
5	工事調整、立会い等の現場業務の効率化	―		△	○	○	×
5	遠隔監視・自動計測等のシステム開発	9	5	○	○	○	○
5	現場状況管理等業務支援ｼｽﾃﾑ改善	7	4	○	○	△	△
5	共同利用可能な情報の流通ルールの整備	8	2	○	○	○	○
6	技術伝承の場・技術者育成方策	9	2	△	○	△	△
6	ﾅﾚｯｼﾞ(事例、ﾉｳﾊｳ等)蓄積・流通ｼｽﾃﾑ	8	2	○	○	○	○
6	資格制度、試験制度等の分析・共通化	4	4	×	△	○	×
7	技術動向(IT等)の調査	6	3	○	×	×	×
7	情報インフラの共同利用ルール等整備	5	2	○	○	○	×
7	機器等の標準化・共通化によるコスト削減	9	―	○	○	○	○

(凡例)
重要：対応案の重要度を数値化
取組：企業の取組状況を数値化
情報：情報技術が関連している
実践：研究成果が実践的である
連携：複数の主体が連携する

RIAII © 2014

インフラ高度化のためのシステムの全体像

既存システムを考慮しつつ、「情報技術によるインフラ高度化」施策体系を具体化するシステムの全体像をデザイン



対応策	概要
A. 技術力評価・管理/人材育成システム	維持管理・点検・評価・分析に必要な技術力を標準化し、ナレッジ蓄積・流通システム内データを整理する。同時に標準化された技術力獲得可能な学習シナリオを持つe-Learningシステム（ナレッジ蓄積・流通システムにマウント）を構築し、作業員の技術力を育成、管理する。
B. ナレッジ蓄積・流通ｼｽﾃﾑ	企業毎に異なる維持管理および点検データ構造を標準化し、流通可能な形式を定め、情報流通のためのプラットフォーム（データベースを含む）を構築する。このシステムは、位置、構造物、作業者、時間、状況などに関連性の高い情報の検索および分析ツールを含む。
C. 遠隔診断・点検対応支援ｼｽﾃﾑ	点検結果の評価に対するセカンドオピニオンあるいは高度スキル保持者の診断を得るために、双方向動画配信可能な遠隔診断・点検対応支援システムを構築し、安全性の向上やコスト削減効果について検証する。
D. 点検・履歴管理等業務支援ｼｽﾃﾑ	技術者のスキルが必要となる目視点検において、技術者の判断・作業を支援するため、ITを活用した点検結果や対応履歴等を管理・活用する仕組みを研究する。併せて、点検項目、測定方法等の分析・改善を研究する。

対応策	概要
E. 現場状況管理等業務支援ｼｽﾃﾑ	現場業務で発生する課題の多くを占める情報の流れ（入手・加工・蓄積・伝達）に着目し、情報技術（ICタグ、PDA等）導入により現場業務効率化への支援方策を研究する。併せて、維持管理項目、確認方法等の分析・改善を研究する。
F. 遠隔監視・自動計測等システム	点検出来ない箇所やしにくい箇所等の点検について、ITを活用した自動監視・データ計測方法を研究する。対象物を遠隔監視するカメラやセンサーを複数箇所設置し、画像や計測データを遠隔で集中監視、蓄積するシステムを開発する。
G. 自動制御機器、ｼｽﾃﾑ等	センサー等から得られるやサービス水準やエネルギー消費等の状況を計測・解析し、最適な状況に自動的に制御する機器、システム及びネットワークを研究する。
H. 施設（位置等）情報共有ｼｽﾃﾑ	電子地図や道路基盤地図情報を利用し、各企業の保有する施設の位置情報を記載した電子地図の管理システムを構築し、企業間で共同利用するシステムを構築する。
I. 工事情報等の情報共有、流通システム	工事情報や運行情報等を関係管理者で共有・流通することにより、施設情報システムと連携し、各社の施設の影響を確認できるシステムを構築する。

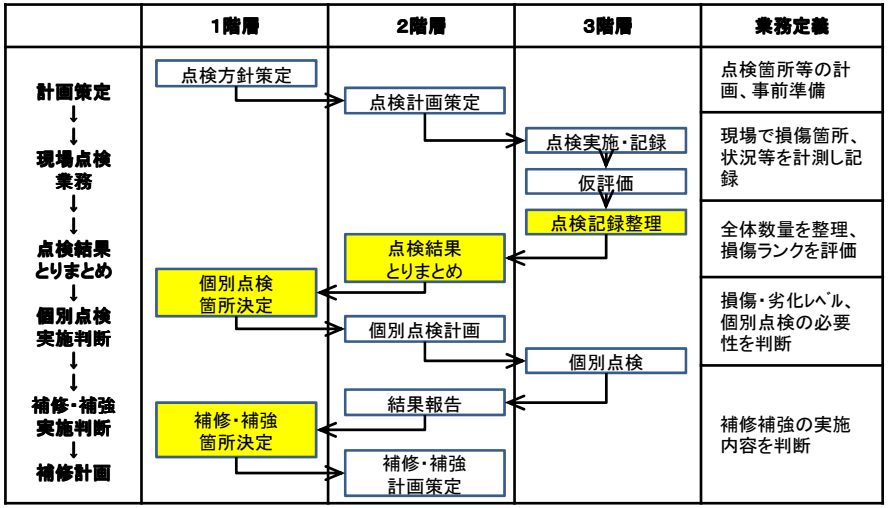
点検業務の制度的枠組み

国及び社会連携講座参加企業の点検マニュアル等を参考に点検業務の制度的枠組みを整理

各企業における点検種別の定義：点検業務は「日常点検＝構造物等の安全性を日常的に点検・確認する点検」と「定期点検＝構造物の変状（損傷）等を詳細に把握するために定期的に行う点検」、及びこれら以外の点検種別として「特別な状況時に実施する点検等（「特別点検」という）」に分類できる。

	定期点検	日常点検	特別点検
首都高速	近接目視や簡易な点検機器で構造物等の損傷等の状況を定期的に把握する「接近点検」が対象 頻度：1回/5年実施	車上から高速道路上や高架下を点検する「巡回点検」及び徒歩で高速道路上や高架下を点検する「徒歩点検」が対象 頻度：2～3回/週～1回/月（巡回）、2回/年～1回/5年（徒歩）	大地震、暴風雨時及び事故発生時等の臨時に実施する点検
東京地下鉄 JR東日本	構造物の変状等を抽出するために定期的に実施する「通常全般検査」が対象 頻度：1回/2年実施	通常全般検査で安全性を確認	災害による変状が発生した場合等、必要と判断された場合に行う検査
東京電力	洞道の場合の「変状点検」が対象 頻度：1回/6～9年実施	地上の異常有無等について定期的に確認する「巡視」が対象 頻度：1回/6ヶ月以内	
NTT	定期点検 頻度：1回/5年以内実施	他の作業と並行した点検を行っている「日常点検」が対象	

点検業務フロー：点検計画策定から補修・補強計画策定までの一連の手順を「点検業務」と定義する。点検業務では、3段階で意思決定（点検結果とりまとめ、個別点検実施判断、補修・補強実施判断）が行われている。



点検マニュアル等の整理項目：「橋梁定期点検要領（案）（国土交通省）」をベースに点検内容を分類すると、概ね共通の項目で整理が可能（「整理項目」という）である。
この整理に基づき、各企業の点検マニュアル等を分析し各項目の概要を定義した。

整理項目	項目の概要
点検種別	定期点検、日常点検等の点検の種別
点検頻度	点検種別による点検の頻度、回数等
点検箇所	点検対象構造物毎の点検する部位、部材等
損傷種類	構造物が健全な状態から性能が低下している理由
業務手順	点検を実施する際の業務の流れや具体的作業手順
点検体制	点検種別毎の点検に要する人員構成、スキルレベル
損傷評価基準	点検箇所における損傷種類毎の損傷の程度を示す評価基準
対策区分	損傷状況に応じた箇所、損傷種類毎の対策区分
点検方法	損傷種類に応じた点検方法（目視、打音等）及び必点検機器
記録（情報）	点検結果の記録の方法、様式
その他	各企業の特徴的な方法、技術等

点検マニュアル比較表（橋梁）：各企業の点検マニュアルにおける「点検箇所」「損傷種類」に着目してマトリクスを作成し、共通性が高い損傷種類を「頻出7損傷」（腐食、亀裂、ゆるみ・脱落、防食機能劣化、ひび割れ、剥離・鉄筋露出、変形・欠損）として整理した。

		鋼構造							コンクリート構造				
構造	部位	腐食	亀裂	ゆるみ/脱落	破断	防食機能劣化	異常音/振動	変形/欠損	ひび割れ	剥離/鉄筋露出	漏水/遊離石灰	変色/劣化	漏水/滞水
上部構造	主桁	5	5	5	1	5	3	4	4	4	2	3	3
	横桁	5	5	5	1	5	3	4	4	4	2	3	3
	縦桁	5	5	5	1	5	3	4	4	4	2	3	3
	床版	4	4	4	1	4	3	3	2	2	1	2	2
	対傾鋼	4	4	4	1	4	3	3	0	0	0	0	0
下部構造	横構	4	4	4	1	4	3	3	0	0	0	0	0
	橋脚	2	3	2	1	3	2	2	4	4	2	3	3
	橋台	0	1	0	0	0	0	0	4	5	2	3	3
支承部		3	4	3	2	3	1	5	0	0	0	0	0

点検業務における運営実態の比較・分析

点検業務に共通する項目について、各企業の業務分析、ヒアリング等から運営実態の比較・分析を実施

組織と役割：点検に関する意思決定は、事業実施等の経営的意思決定と損傷の判定や予習・補強方法等の技術的意思決定に分類が可能。全ての企業において「意思決定（1階層）」「点検結果総括（2階層）」「現場検査（3階層）」の3階層で構成されている。

企業	組織	内部組織			グループ会社等
		本社	支社	現場	
首都高速	組織名称	本社	局		請負者
	経営	大規模のみ			
	技術				
東京地下鉄	組織名称	本社	事務所	区	グループ会社
	経営	大規模のみ			
	技術				
JR東日本	組織名称	本社	支社	センター	グループ会社
	経営	大規模のみ			
	技術				
東京電力	組織名称	本社	支社・支店		グループ会社
	経営				
	技術				
NTT	組織名称	本社	支店		グループ会社等
	経営				
	技術				

意思決定（1階層）　点検結果総括（2階層）　現場検査（3階層）

損傷評価基準：各企業の損傷評価基準は、6段階に整理することで共通の尺度で比較できる。補修の必要性の観点からは、ランクⅠ～Ⅲの損傷への対応が重要。また、点検においては、判断の幅が大きいランクⅡ、Ⅲの評価が重要である。

	評価	首都高速		東京地下鉄、JR東日本		東京電力		NTT
Ⅰ	緊急に対応	A	緊急	A A	緊急	ランク A	即補修（3ヶ月以内目安	施設毎に評価基準を設定
Ⅱ	早急に対応	B	1年以内着手	A 1	早急	ランク B	補修（1年以内を目安）	
Ⅲ	必要な時期に対応		5年以内完了	A 2	必要な時期に措置	ランク C	計画的に補修（3カ年中計ベース）	
Ⅳ	監視が必要	C	次回点検時までOK	B	監視	ランク D	補修不要（必要に応じて簡易な手入れ）	
Ⅴ	次回点検時までOK			C	次回点検時までOK			
Ⅵ	異常なし	D	異常なし	S	なし			

各企業の点検方法の比較（定期点検）：全企業が、目視が最良の点検方法と認識しており、目視を中心に点検を実施している。経験者の目視は、目で見るだけでなく五感を使用して総合的に状況を捉えているため、目視を単純に情報技術に置き換えることは困難である。

	首都高速	東京地下鉄	JR東日本	東京電力	NTT	国交省
亀裂	✓目視 ✓スケール ✓テストハンマー ✓クラックゲージ ✓野帳 ✓チョーク ✓黒板 ✓懐中電灯 ✓ヘッドランプ	✓目視 ✓ハンマー ✓コンベックス ✓ノギス ✓クラックゲージ	✓目視 ✓双眼鏡 ✓点検ハンマー ✓コンベックス	✓目視	✓目視	✓目視 ✓テストハンマー
ひび割れ						
腐食		✓目視	✓目視 ✓ノギス	✓目視	✓目視	✓目視 ✓ノギス
防食機能劣化		✓目視	✓目視	✓目視	✓目視	✓目視 ✓テストハンマー
剥離・鉄筋露出		✓目視 ✓ハンマー	✓目視 ✓双眼鏡 ✓ハンマー	✓目視 ✓ハンマー	✓目視 ✓ハンマー ✓スケール	✓目視 ✓写真

個別点検における使用機器と測定内容：目視を中心とした「定期点検」において、一定の損傷が発見された場合には、損傷種類に応じ機器を使用した個別点検を実施し、詳細な損傷の程度や健全度を測定する。

点検方法		測定内容	分類	
			A	B
超音波系	超音波板厚計	板厚の測定	○	
	超音波探傷試験	亀裂の判別、欠陥の位置の判別	○	
	超音波法	コンクリートのひび割れ深さを測定		○
電磁波系	電磁波レーダ	コンクリート中の鋼材（鉄筋等）を探査	○	
	電磁誘導法	コンクリート中の鉄筋位置、かぶり厚を測定	○	
	赤外線	コンクリートのひび割れ、浮き、空洞等を調査		○
電気系	自然電位法	鉄筋の腐食面積を測定		○
	インピーダンス測定	塗膜劣化度	○	
画像系	カメラ	遊離石灰の面積測定		○
	画像解析	塗膜劣化面積、ひび割れ幅・長さ（幅0.2mm以上）		○
音・振動系	反発度法	コンクリートの圧縮強度を推定		
その他	BMCシステム（耐荷力評価）		○	
	過流探傷試験	表面及び表層部の欠陥（特に亀裂）		○
	磁粉探傷	部材表面、または表面付近の亀裂の検出		○
	浸透探傷	金属及び非金属材料の亀裂		○
コア採取系			○	

※分類は、測定内容が各企業の損傷評価基準と「A：一致しない」、「B：一致する」を示す
損傷評価基準と一致する「B」の機器は、一定の条件を満たせば、定期点検にも応用可能と想定

点検業務で取り扱う情報

点検業務の流れに沿って、各プロセスで用いられる情報の内容と利用方法を整理

点検業務の流れ：①点検記録簿整理 → ②点検結果とりまとめ → ③個別点検実施判断 → ④補修・補強実施判断

①点検記録簿情報

企業間で名称は異なるが、概ね同様の内容が記録されており、企業間に共通する情報の内容に分類できる。記録された情報は、単独ではなく、複数の情報がセット（情報群）で利用されており、5つの情報群に分類できる。

情報群	情報の内容	首都高速	東京地下鉄	JR東日本	東京電力	NTT
構造物ID	名称	○	○	○	○	○
	構造寸法	○		○	○	○
	竣工年月					○
点検体制	点検会社	○	○	－	○	○
	責任者		○	○		
	実施者	○	○	○		○
点検結果	点検実施日	○	○	○	○	○
	損傷部位	○	○	○	○	○
	損傷種類	○		○		
	損傷単位・数量	○		○		
損傷評価	損傷評価ランク	○	○	○	○	○
視覚情報	損傷写真	○		○	○	○
	損傷スケッチ	○	○	○	○	

②点検結果とりまとめ情報

点検結果とりまとめ情報は、現場点検記録簿の情報を加工・集計し、ある一定の区間・組織単位で情報群をとりまとめている。各企業の評価指標と密接に関連しているため、企業の考え方・目的に応じて様々な角度から集計・分析を行っている。

使用情報		情報の加工方法	関連する評価指標（想定） 経営	マネジメント	現場
構造物ID	名称	構造物、組織単位で調査区間を集約	橋梁種別毎、構造物毎、とう道・洞道単位		
	構造寸法、竣工年月	構造物寸法等は代表的な値を記載	エリア別施設経年数（老朽化進行度）		－
点検体制	点検会社	点検結果のとりまとめでは、全企業で使用されていない	－	箇所当り必要人員	点検時間
	責任者等				
点検結果	損傷部位	部位毎の損傷の合計数、調査箇所の合計数等を示す	延長当り損傷箇所数	点検項目数	－
	損傷種類	変状の概略、損傷種別の平均数等の損傷の傾向を示す	－	損傷種類別箇所数	
	損傷単位・数量	損傷評価ランク別の数量を示す	重大損傷率	損傷基準別施設数	
損傷評価	損傷評価ランク	損傷評価ランク別の数量等を区間別・構造物別など複数の視点で集計	区間別、構造物別損傷数		－
視覚情報	損傷図面・スケッチ	全体の損傷状況が一覧できるように画像を整理する	－（1径間毎、洞道単位、筋金単位、変状毎の評価ランクの根拠）		
	損傷写真	個々の損傷状況を正確に把握する（写真・スケッチ）	－（個々の損傷個所の評価ランクの根拠）		

過去の点検計画、点検必要箇所、過去の点検実績等を点検計画の策定に反映

	首都高速	東京地下鉄	JR東日本	東京電力	NTT
対象構造物データ	・対象構造物諸元	・対象構造物諸元	・対象構造物諸元	・構造物位置図 ・対象構造物諸元	・対象構造物諸元
過去の点検結果	・定期点検結果	・過去の点検結果	・過去の点検結果	・過去の点検結果	・過去の点検結果
実施費用	・使用しない	・個別点検費用 ・予算計画書	・予算計画書	・個別点検費用 ・予算計画書	・個別点検費用
点検者考察	・使用しない	・個別点検方法 ・補修方法	・個別点検方法	・劣化要因の考察 ・対応方法	・補修・補強範囲
その他	鋼構造物の疲労損傷のみ			・土質データ	
個別点検実施結果	・定期点検結果 ・個別点検結果	・調査報告書	・調査報告書	・耐力評価結果	・調査報告書
外部情報	・社外専門家への相談もある	・社外専門家への相談	・社外専門家への相談	・必要に応じ有識者の情報	（特になし）
実施費用	使用しない	・補修・補強費用 ・予算計画書	・補修・補強費用 ・予算計画書	・補修・補強費用 ・予算計画書	・補修・補強費用 ・予算計画書
補修・補強方針	・社内マニュアル	・調査報告書 ・社内マニュアル	・社内マニュアル	・社内マニュアル参照文書	・社内マニュアル ・個別検討

③個別点検実施判断情報

個別点検実施判断情報は、現場点検記録簿及び点検結果とりまとめ情報に加え、「対象構造物」「過去点検結果」「実施費用」「点検者考察」等の情報が追加される。「過去の点検結果」情報では、損傷評価判断の横並び、優先順位の線引きを目的に、損傷の進行度合い等に着目した統計的分析を行っている。

④補修・補強実施判断情報

補修・補強実施判断情報は、個別点検実施判断情報に加え、「個別点検実施結果」「外部情報」「実施費用」「補修・補強方針」等の情報が追加される。この段階では、具体的な補修・補強方法や必要な費用の妥当性を判断するため、外部情報や過去の事例を参考にして最終的な判断を行っている。外部情報では、外部の専門家のアドバイスや他社の事例等、点検結果だけでなく総合的な情報が必要となる。

損傷箇所の補修・補強を実施。施工内容を施設管理DBに記録

点検業務における情報技術の活用可能性

点検業務における情報技術の活用可能性を、「情報の有効活用」、「現場作業の支援」の2つの視点から整理

情報の有効活用

◆ 点検業務は、意思決定の各過程において、現場で記録する現場点検記録簿の情報と前段階の情報を基に、判断に必要な情報を追加し組み合わせて意思決定を行っている。
◆ 判断に必要な情報は、意思決定の段階が進むにつれて、より詳細で専門性が高くなる。

＜点検業務＞		＜追加利用情報＞	＜情報の利用形態＞
点検計画策定	過去の点検実績から点検計画を策定	過去の点検計画、点検必要箇所、過去の点検実績	・必要点検箇所を整理した上で、過去の点検計画に基づき、計画を策定 ・発注手続き・決裁等の事務的資料が多い
現場点検業務	現場で損傷の箇所、状況等を計測し記録	構造物ID、点検体制、点検結果、損傷評価、視覚情報	・記録される情報は各企業で概ね同様の内容 ・「点検結果」の記録方法は、「記述式」と「チェック式」の2種類に大別される ・点検者に要求するスキルレベルが異なる
点検結果とりまとめ	点検結果をとりまとめ、全体数量を整理、損傷ランクを仮評価	損傷状況、損傷数量、点検結果集計・分析	・一定の区間・組織単位で情報群をまとめる ・各企業の評価指標と関連しているため、目的に応じて様々な角度から集計・分析を行う
個別点検実施判断	損傷・劣化レベル、個別点検の必要性を判断	対象構造物ﾃﾞｰﾀ、過去の点検結果、実施費用、点検者考察	・損傷評価判断、優先順位付け等を目的に、損傷の進行度等による統計的な分析を行う ・過去の判定事例等を参考に技術的な考察を行い、補修等の必要性についても判断する
補修・補強実施判断	補修・補強の実施内容を判断	個別点検実施結果、外部情報、実施費用、補修・補強方針	・外部情報や過去の事例等を参考にして最終的な判断を行う ・外部の専門家のアドバイスや他社の事例等、損傷～補修等の複合的な情報が必要となる

◆ 情報の蓄積・流通：企業間を超えて情報を流通させることで技術者の判断支援を図る
◆ 情報の分析・加工：現在ある情報を有効に活用するため、データマイニング等により分析・加工し、点検方法の効率化を図る

	情報の蓄積・流通	情報の分析・加工
現状・課題	✓ 過去の点検・補修結果の情報が十分に活用されていない ✓ 個人の経験に基づいた情報が多く、他の技術者への引継が難しい ✓ 参考事例等の外部情報の収集に時間を要する	✓ 過去の点検・補修結果の情報が十分に活用されていない ✓ 企業の考え方や目的に応じて様々な角度から集計・分析をp行っている。 ✓ 標準的な指標がないため比較・分析できない。
情報技術の可能性	✓ 企業毎に異なる維持管理および点検データ構造を標準化し、流通可能な形式を定め、情報流通のためのプラットフォーム（データベースを含む）を構築する ✓ ネットワーク技術を利用して、企業間で連携した経験知や知識の記録、社内外での多種多様な情報の共有、技術者間の連携強化を図り、様々な技術情報の蓄積・共有の強化を図る	✓ 過去の点検結果を分析することで、重要な損傷箇所の傾向等を特定し、スキルレベルの低い技術者でも可能な点検方法・記録方法とする ✓ 点検結果の写真・テキスト等を分析し、損傷の進行の予測精度、判断の正確性を向上する。 ✓ 類似事例検索等の機能により過去の判定事例等を参照することで技術的な判断の支援を行う ✓ 各企業の点検結果の加工・修正の方法を比較することで、経営指標や現場のマネジメント指標の学習につながる
	・検索エンジン／高速大容量DB／情報流通基盤	・マイニング／画像・音声解析

現場作業の支援

◆ 現場作業では、情報技術の可能性として、現場技術者の作業を支援する技術及び技術的な判定を支援する技術に大別できる

＜点検業務＞	＜課題、ニーズ＞	＜情報技術の活用方法＞
点検計画策定	・様々な過去の資料が必要となる。 ・業務委託に関する手続きに時間を要する	・過去の点検実績を把握し、点検方法を見直し ・実態に即した合理的な点検計画を立案
点検実施・記録	・図面と現地の照合に時間を要する ・紙に記録するのが手間、狭い場所で記録しにくい	・位置情報を活用した点検箇所ナビゲーション ・重要な損傷個所の傾向を分析し点検着目点を明確化
仮評価	・技術者の経験等による判断のバラツキ ・熟達者は外延的な要因も考慮して判断	・過去の類似事例(環境、判定等)の検索 ・比較 →類似事例の中の必要情報を選別する ・遠隔にいるエキスパートからの助言
記録・整理	・事務所でのデータ入力に時間がかかる ・データの誤入力の可能性がある	・測定値、写真、判定結果を自動的に記録 ・現場入力端末と記録管理DBのシステム連携
常時監視	・各部門が目的別にセンサを設置 ・費用対効果が乏しい ・何をセンシングしてよいかわからない。	・センサ情報等の外部提供によるコストシェア ・重要な状況変化特定し、的を絞って兆候を自動的に通報

◆ 作業支援：ICタグ、AR等による現場端末の高度、センサ等による自動計測等により点検作業の効率化を図る
◆ 技術支援：端末高度化、遠隔支援等により判定支援を行い安全性の向上を図る

	作業支援	技術支援
現状・課題	✓ 点検図面と現地の照合に時間を要する。 ✓ 現場で点検結果を記録するのに手間がかかる。 ✓ 点検しにくい箇所の点検に時間がかかる。 ✓ 事務所で記録簿を整理するのに時間がかかる誤記入の恐れがある。	✓ スキルを持った技術者が減少していく。 ✓ 目視点検は技術者の経験等によるばらつきがあるため、複数技術者の確認でカバーしている ✓ 技術者のスキルにより判断にばらつきが生じる ✓ 何をセンシングしてよいかわからない
情報活用の可能性	✓ ICタグやAR技術等により、損傷位置の発見や図面の照合作業等の作業時間を短縮する。 ✓ PC等の活用により過去の点検結果図面等の携行が不要となり、機動性が向上する。 ✓ PDA等の点検結果入力システムの導入により、入力作業の簡素化、誤記入の防止を図る。 ✓ 点検しにくい箇所に自動計測機器を導入し、異常の早期発見、予測精度の向上を図る。 ✓ 現状の定期点検と新たな計測方法の組み合わせにより、点検業務のメリハリ・簡素化を図る。	✓ PDA、AR（拡張現実技術）等により、現地において他の類似事例等を参照可能とすることで、判断のバラツキを抑える。 ✓ 遠隔診断可能事案を設定することで、スキルの低い技術者に遠隔地から判定支援を行う。 ✓ 熟達者の保有している経験知、各種センシング情報等の関連性を分析し、センシング情報を活用した現場点検業務の技術支援の仕組みを構築する。
	IF・AR等端末高度化／センサ／高速通信	IF・AR等端末高度化／遠隔支援

センサ等を活用したICTの先進事例～取得・流通・蓄積・応用～

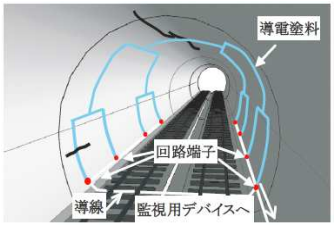
センサ等を活用したICTの先進的な活用事例を、情報の取得・流通・蓄積・応用の視点から整理

＜A. 取得：センサ・センシング方式＞

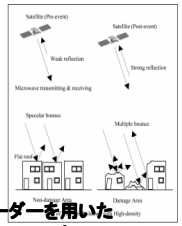
表：計測方式の類別年表（矢部ら、2006）

方式	手動	半自動	全自動
世代	第1世代	第2、3世代	第4、5、6世代
導入年代	1950年代～	第2、3世代：1950年代～ 第3世代：1980年代後半～	第4、5：1980年代後半～ 第6世代：1990年代後半～
概要	計測機器を現場に持ち込んで測定作業を行う方式。測定データが印字された記録紙を回収する方式も含む。	現場にセンサおよびデータロガーを設置して、一定期間データを現場に蓄え、定期的にデータを回収する方法。	センサデータをデータロガーにより収録するとともに、遠隔地から通信設備を介して即時的に収集する方法。
データの集約度	観測員の派遣時のみの記録。 （間欠的データ、一部れ族データを含む）	蓄えたデータを一定期間毎に収集することにより、連続したデータを確保可能。 （連続データ）	遠隔監視所で即時的にデータを収集し、表示・記録・蓄積することが可能。 （連続＋即時データ）
省力化の程度	観測員の労力が大。	若干の観測員の労力が必要。	省力化が実現
機器コスト	安価である。	データ収集装置に費用がかかる。	通信設備を含め導入コストが高い。
データ単価	高価	中間的価格	安価
データ活用の利便性	観測からグラフ化までの時間を要し、観測結果を踏まえた測定対象の総合把握まで時間を要する。	データ収集までに時間を要し、即時性に欠ける。	即時的にグラフ化が可能であり、迅速な把握と解析作業が実現。
適応性	小規模な観測や保全対象の重要度が低い場合など。	即時性の必要はないが、観測対象を連続的に把握する場合。	大規模な観測、即時性が必要な場合、あるいは保全対象の重要度が高い場合。

センサ・センシング方式に関する研究事例



導電塗料を用いたトンネル内ひび割れセンシング（矢部ら、2006）

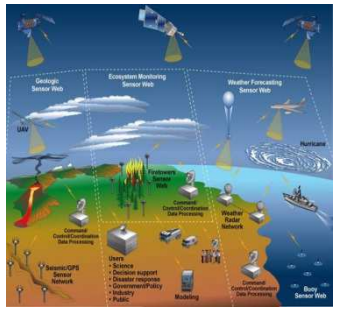


SAR（合成開口）レーダーを用いた構造物センシング(Matsuokaら, 2004)

＜B. 流通：センサおよびセンサネットワーク＞

センサネットワーク研究

■ Sensor Web (Kevin Delin, NASA, 1997)



センサネットワーク研究の原点となった提案：Sensor Web

1990年代末頃に提案されたSensor WebやSmart Dustといったコンセプトにより、センサネットワークの研究は開花した。以来、環境モニタリングなどの取り組みやすい研究課題を発端とし、医療、災害、セキュリティ等の実用的なセンサモニタリング技術を対象としながら、技術が進歩した。

センサネットワークの要素技術

1．センサーノード

センサー技術、プロセッサ技術
・多様な使用目的に対応する高感度化、認識率向上、自己メンテナンス、耐環境、小型化
電源
・電源の効率化、省消費電力化
無線技術
・センサー同士の無線方式、相互干渉、無駄な電力使用の防止

2．ネットワーク

センサーノード制御
・センサーノード位置検出、センサー同期、最適ノード配置、大規模ノード管理
ネットワーク制御
・無線制御、アドホックマルチホップ技術

3．上位アプリケーション

ミドルウェア
・センシングデータ処理、データ保管、マイニング、セキュリティ
システム運用
・ノード管理、遠隔保守運用
アプリケーション開発
・アプリケーションの開発環境、アプリケーション同士の連携

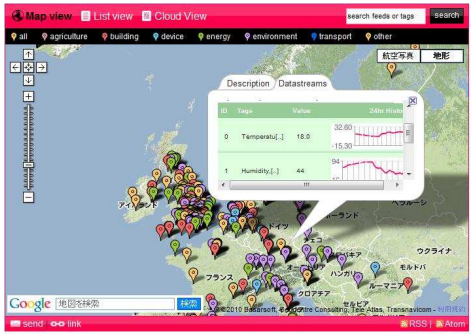
センサネットワークにおける要素技術・研究課題

引用： 総務省、ユビキタスセンサネットワークの実現に向けて～最終報告(2010)

＜C. 蓄積：汎用センサプラットフォーム＞

汎用センサプラットフォームの代表例

■ Patchube (2009)



Patchubeのweb表示例

ユーザが、世界各地で登録したセンサデータをweb上で簡単に閲覧することができる。
Patchube対応のセンサが発売もされており、センサを買ってくればすぐにセンサデータを提供することも可能。このように、センサデータを共有しようとする考え方が近年における汎用センサプラットフォームにおいて広がっている。

一般ユーザにより開発されたPatchube対応のアプリケーションの例

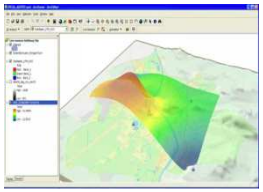
センサデータインプット用 （一例を抜粋）
・Data Logger
　i-phoneアプリ。i-phone上でfeedの登録やグラフの確認が可能
・PachTweet
　Twitterからのダイレクトメッセージ(数字、文章)をfeedに送ることが可能
・CurrentCost2Pachube
　CurrentCostと呼ばれる電気使用量を測る機器を取り付けることで、feedに送ることが可能

センサデータアウトプット用 （一例を抜粋）
・Pachube viewer
　Android端末用のPachubeビューア
・PachuBlog
　ブログやウェブサイトに、feedのグラフデータを貼り付けられる
・PuchuDial
　センサデータをダイアル状のガジェットとしてブログなどに貼り付け
・Pachube2SketchUp
　FeedのデータをSketchUp(Googleのドローソフト)にリアルタイム表示
・Trails
　位置とデータの変化を地図上に表示したものを、ブログなどに貼り付け可能
・Earth Browser
　Google Earth上にfeed情報を表示

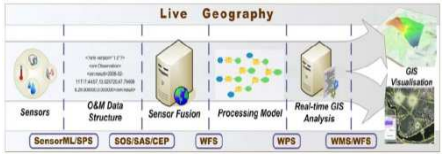
＜D. 応用：可視化＞

地図上における三次元的なデータ表示例

■ Live Geography, MIT SENSEable city Lab. 2009.



センサデータの表示例

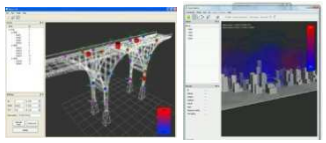


Live Geographyの処理の流れ

※引用：A GIS-based tool for storage, selection and visualization of time series 4D marine datasets Visualisation of Sensor Data from Animal Movement

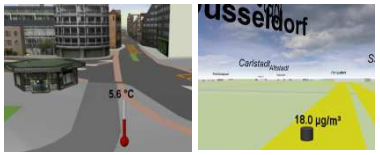
三次元構造モデル上におけるセンサデータ表示例

■ Sensor Explorer (the ubiquitous computing group, 2009)



センサ値を構造物の三次元モデル上に表示した例

※引用：http://www.ubicomp.nileu.edu.eg/index.html (viewed 2012/3/11)



センサ値を都市の三次元モデル上に表示した例

※引用：Integration and Visualization of dynamic Sensor Data into 3D Spatial Data Infrastructures in a standardized way (Alexander Zipf et.al., 2009)

インフラ分野におけるセンサ等を活用した先進事例

モニタリングにおける既存の取り組み

●構造物モニタリングの研究は、おおまかに以下の4つに分類することができる。（参照：Charles R. Farrar and Keith Worden, “An introduction to structural health monitoring”, Phil. Trans. R. Soc. A, 365, pp. 303-315, 2007.）

- □ 非破壊評価（Non-Destructive Evaluation: NDE）
  構造物モニタリングのためのセンサ自体の研究や計測手法に関する研究。
- □ 状態モニタリング（Condition Monitoring: CM）
  構造物の観測に関して、常時観測（リアルタイムモニタリング）や遠隔観測（リモートセンシング）等の研究。
- □ 損傷/劣化予測（Damage Prognosis: DP）
  構造物の損傷や劣化をセンサパタン等から推定する研究。
- □ 確率統計的工程管理（Statistical Process Control: SPC）
  構造物モニタリングでは、構造物のメンテナンスを行うタイミングを最適化するために、センシングデータと構造物メンテナンス実績との間の因果関係を確率統計的に分析するなどの研究。

●応用事例としては、航空機等の移動体構造物のモニタリング/メンテナンスや、道路/橋梁/ビルディング等のモニタリング/メンテナンスに関する事例が数多く存在する。

- □ 構造物モニタリング：Illinois Structural Health Monitoring Project（ISHMP）
- □ センサ/ネットワーク：UECS(Ubiquitous Environment Control System)/Field Server
- □ リアルタイムモニタリング制御：SUPREME（シュープリーム、東京ガス）

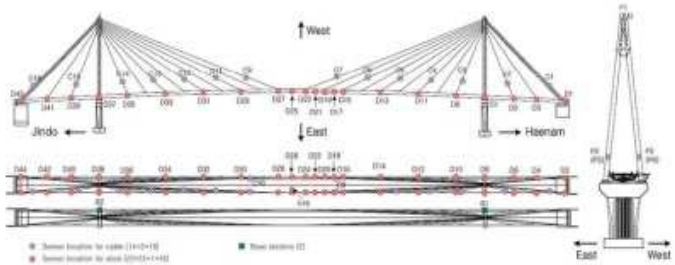
⇨ **診断支援、データ分析による、新しい知見・外延要因の抽出**

センサネットワーク研究をベースとし構造物モニタリング

・Illinois Structural Health Monitoring Project（ISHMP）
米国イリノイ大学を中心とした研究開発チームにより研究開発され、2002年から運用が開始された橋梁モニタリングシステム。センサネットワーク研究が実用化された代表的な例。
ワイヤレスセンサでリアルタイムに橋梁を観測したセンサデータのモニタリングが可能となっている。

対象とする橋梁

開発されたセンサノード

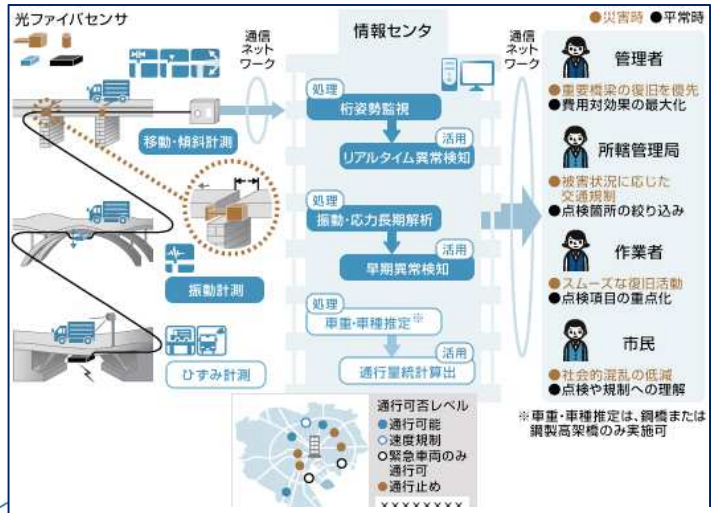


センサの配置

この他にも、橋梁を対象としたモニタリングの実用化事例は多数存在する。
・Wind and Structural Hearth Monitoring System (WASHMS)（香港）／・Rio-Antirrio橋（ギリシャ）
・ミヨー高架橋（フランス）／・Fatih Sultan Mehmet橋（トルコ）

自動的に通報等を行うネットワークを包括した橋梁モニタリングシステム

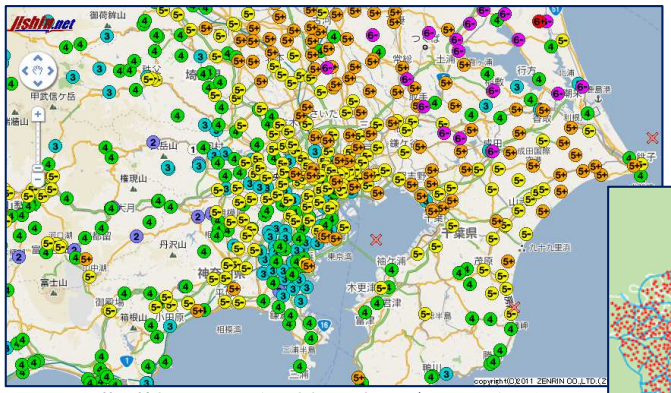
・BRIMOS（首都高速、NTTデータ、東工大）
センサによる常時監視技術をベースに、収集したデータから、損傷状況を判定し、いちはやい修復等の対応に活かすことができるシステム。橋桁や橋脚の姿勢および振動を長期継続監視し、橋梁劣化の早期発見や、災害時のリアルタイム異常検知、平常時の早期異常把握を実現。



引用：http://www.nttdata.co.jp/services/s090421.html (viewed 2012/3/11)

◆地震等の振動を検知するセンサ～アクチュエータを含むシステム

・超高密度リアルタイム地震防災システム（SUPREME）（東京ガス）
東京ガスの供給エリアで、約4000ヶ所の地区ガバナ（整圧所）全てに地震センサーを設置。地区ガバナの自動しゃ断装置と連動させ、設定したSI値を感知すると自動的にガスをしゃ断する。
従来、作業員が個々の地区ガバナに出向き、ガスの供給を停止しており、大規模地震時には、停止作業に40時間程度かかると想定されていた。SUPREMEの導入により、わずか15分に短縮された。



地震センサ
(Siセンサ)

地震センサの配置箇所（赤い点）

○地震の基本情報（地震名、検知時刻、震度、マグニチュード など）
○観測情報（観測点名、SI値、震度相当値、GAL値）
○地図情報（震度分布図、液状化分布図など）

引用：http://eee.tokyo-gas.co.jp/safety/jishin.html、http://www.jishin.net/point.html

ICTの技術分野と収集データの有効活用

収集データを活用した様々な取り組みが行われている。最近では、利用可能なオープンデータも多い。

＜E. 診断支援＞

①エキスパートシステム
「～ならば・・・である」といった熟練者の論理的記述が可能な判断を抽出し、形式化する、人工知能技術の産業応用事例。代表的な応用事例は、医療診断における医師の暗黙知の抽出、大規模システムにおける呼称診断等

②機械学習/パタン認識
入力となる多次元データを多次元空間で分割し判定する機能。代表的な応用事例は、カメラ等の顔認識、検索エンジンのパタン学習、スパムメール検出基準の学習、金融市場の変動予測、音声認識のパタン認識等

③統計分析
ログ分析や検索などの一部の大規模データを対象とした基礎的な分析で多く活用される。代表的な応用事例は、強調フィルタリングを活用した推薦、ベイズ統計/ベイジアンネットワーク等を活用したヒヤリハットパタン分析等

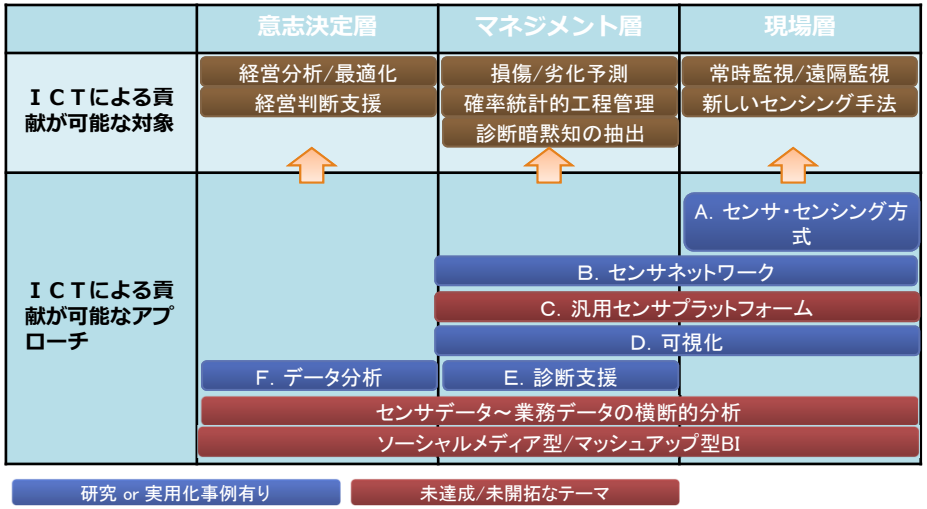
＜F. データ分析＞

①データマイニング
暗黙的に集められたデータ群から意味のある情報を取り出す技術。データベースシステムが普及してから、実用的なデータ分析パラダイムとして広く応用例に適用されるようになった。

②ビジネスインテリジェンス（BI: Business Intelligence）
データマイニングやデータ分析等のデータの取り扱いに関するコンピューティング技術を用い、ビジネスに関するデータ分析等を実施する。主要なアプリケーションは、統計分析、データマイニング、プロセスマイニング、ビジネスパフォーマンスの管理、テキストマイニング、予測分析等。

③ビッグデータ／分散データベース分析
通常のデータベースシステムで取り扱いが困難な量のデータのこと、そうしたデータを分析する手法/システム。
代表的事例：Google, Yahoo, e-bay, Google BigQuery Service, 気象分析, ゲノミクス

各層の業務に対応したICTの技術分野



各企業におけるセンシング等の現状

■各企業では、構造物の維持管理以外でも様々な情報をセンシングしている。
■センシング対象の視点から4つに分類

・資産状態情報：橋梁、トンネル等の自己保有資産の変状等を測定している情報（例：ひずみ、きれつ、腐食等）

・環境情報：自然等の外部環境を測定している情報（例：気象、地震、地盤等）

・オペレーション情報：企業の本来業務（道路管理、運行管理等）を管理していく上で測定している情報

・施工情報：構造物等の施工時の変化・影響等を測定する情報（例：挙動、沈下量、変位等）

企業が保有するセンサデータ／業務データの横断的分析による新しい可能性

センシング対象	対象物等	主な測定内容	利用企業 A	B	C	D
資産状態	橋梁	ひずみ	○		○	
		変位	○		○	
		きれつ・ひび割れ	○	○	○	
		さび、腐食	○	○	○	
		塗膜厚さ・劣化状態	○	○		
		剥離・鉄筋露出	○		○	
	トンネル	ひび割れ		○	○	○
		変位	○			○
		剥離・鉄筋露出		○		○
	法面等	地盤変位	○		○	
	マンホール	亀裂				○
		浸水検知				○
環境	自然環境	地震	○	○	○	
		気温	○	○	○	
		雨量（雪含む）	○	○	○	
		風向・風速	○	○	○	
	人工	煤煙		○		
		騒音		○		
管理対象物（オペレーション）	道路管理	交通量	○			
		速度	○			
		軸重	○			
		車重	○			
	鉄道管理（車両）	速度		○	○	
		車重		○	○	
		車内温度			○	
	鉄道管理（軌道）	軌道変位		○	○	
	鉄道管理（運行）	旅客数			○	
		不審者監視		○	○	
		脱線		○		
		踏切			○	
施工	洞道・トンネル等	変位等	○			○

利用可能なオープンデータ

	情報の種類	管理の状況	管理者
ストック系	①気象情報（雨・風・気温・日照時間　等）	・観測所毎の数値をHP上で公開（http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html）	気象庁
	②地震情報（震度、震源）	・1926年から2日前（※）までの有感地震の震源と全国の各地の震度を公開（http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/shindo_db/shindo_index.html）	気象庁
	③河川情報等（水位・雨量・流量等）	・観測所毎に数値をHP（水文・水質DB）上で公開（http://www1.river.go.jp/）	水管理・国土保全局
	④地質情報	・kunijibanとしてボーリング柱状図をHPで公開（xml）（http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/service.html?pos=）	（独）土木研究所
	⑤基盤地図情報	・HPで公開（http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html） ・JPGISがベース　（1/2500、1/25000、数値標高モデル等）	国土地理院
	⑥国土数値情報（地形、土地利用、公共施設、道路、鉄道等）	・国土数値情報としてHPで公開（http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/） ・ベクトル、メッシュ化データ多数、JPGIS準拠データあり	国土政策局
リアルタイム系	①気象情報（レーダ雨量、アメダス等）	・HPで配信（レーダ降水ナウキャスト等）（http://www.jma.go.jp/jma/menu/flash.html）	気象庁
	②河川情報（水位、雨量、流量等）	・HPで配信（川の防災情報）（http://www.river.go.jp/）	水管理・国土保全局
	③気象情報全般（地震含む）	・数値情報の配信サービス（有料）（http://www.jmbac.or.jp/hp/online/f-online0.html）	（財）気象業務支援センター
	④交通情報（渋滞、事故・規制情報等）	・配信サービス（有料）（http://www.jartic.or.jp/）	（財）日本道路交通情報センター
民間サービス	高密度環境センサーネットワーク事業	・全国9000か所（目標）に気象観測センサーを設置。配信（有料）	NTTドコモ
	高密度地震情報配信サービス	・供給エリア内約4000か所に地震計を設置。観測データの配信サービスを実施（有料）	東京ガス
	気象情報提供（予測含む）サービス	主に気象業務支援センターの情報を活用し、事業者や個人にデータの加工を行ったうえで配信（有料）	気象協会・ウェザーニューズ等

現場データの活用に関するプレスタディ(データマイニング)

プレスタディの位置付け

＜プレスタディの目的＞
環境情報等のセンシング情報等と点検関連情報との関連をマイニングの手法を用いて分析することにより、劣化現象や劣化に影響を及ぼす外延要因等を推定することが可能と思われるため、H24～25年度研究のプレスタディとして、各企業から提供されたサンプルデータによるマイニングを実施し、研究の妥当性を検証するとともに次年度以降の研究計画立案の参考とする。
＜プレスタディの進め方＞
使用する分析ツールは、DATAFRONT(日立製作所)として、日立製作所が実施する。
年度内に各企業のご意見等を踏まえたプレスタディを複数回実施し、連携講座において、出力結果の内容・考察等についての議論を行う。
次年度以降の詳細分析にあたり、傾向や感触を概略に把握し、各企業の分析のターゲットを絞る。

表:プレスタディ用データの種類

企業名	データの種類	データ数	データ項目	提供内容等
首都高速	橋梁の点検データ	1.5万	66項目	首都高管内における1事務所の管理範囲(約60km)の過去5年間の損傷データ
JR東日本	橋梁の検査データ	6.5万	71項目	東京23区内の橋梁の点検データ
NTT	マンホールの点検データ	4.5万	63項目	東日本エリアのマンホールの点検データ

データマイニングの実施手順

○ 一般的な統計分析とは異なる新たな知識(規則性、理由、関係性)の抽出を目指す。
○ データマイニングの実施経験を積むことで、分析にあたっての留意点や課題を明らかにする。
・データの質により、分析実施前の事前準備に相当な時間を要する
・目標設定、ケース分類等により、分析に要する費用は大きく変動する

表:データマイニング分析手順

手 順	内 容(具体例)	所要時間
①分析目標の設定	・橋梁の損傷評価毎(3ｹｰｽ)の影響要因が知りたい(首都高速) ・橋梁の損傷評価毎(4ｹｰｽ)の影響要因が知りたい(JR東日本) ・マンホール上蓋の不良あり・なしの原因(規則性)が知りたい(NTT)	(事前準備) 10～20時間 /1企業
②パラメータ情報の抽出	DBの登録項目、位置、建設年度、環境情報 (対象地域・期間の降水量、気温等)	
③データ加工処理方法の整理	損傷評価は、ランクをそのまま使用 (損傷評価ランクには、ノウハウが含まれている)	
④加工処理プログラム作成及び実行	加工処理プログラムを作成し、加工処理を実行して分析に必要なデータを作成	
⑤分析の実施	加工処理プログラムが出力した加工済みデータを入力として分析プログラムを実行する 相関の高い項目は、マニュアル等の損傷評価基準に含まれている可能性があるが、ノウハウのようなものも含まれている可能性がある	(実運用) ～1時間/1ｹｰｽ
⑥考察	分析結果について、企業の状況を加味した考察を実施	

データマイニングに使用する情報

○ データマイニングに使用する項目は、各企業から提供いただいたプレスタディ用データのうち、明らかに関連性があると思われる項目等を整理したもの
○ その結果、各企業とも17項目となり、分析に有用と思われる項目は概ね1/4程度に減少

表:データマイニング分析項目

	首都高速	JR東日本	NTT
1	経過年数	形式/材質	不良経験あり(ALL)
2	構造物	支間	不良経験あり(上蓋)
3	路線名	構造種別	不良経験あり(受枠)
4	横端部	重点・一般検査箇所	不良経験あり(周辺舗装)
5	桁端部	変状部位	支店名
6	部位1	左右	道路種別①
7	損傷タイプ	起点終点	道路種別②
8	前回判定2	X方向	標準特殊変形区分
9	二次判定	Y方向	MH形
10	高架下条件	表裏	号数
11	主桁最大高さ	変状内容	MH建設年規格
12	主桁本数	ﾗﾝｸ	MH構造種別
13	主桁径間長	全面積	首部構造
14	累積大型車交通量	桁面積	首部長集計
15	累積雨量	桁外側面積	鉄蓋建設年
16	累積日照時間	経過年数グループ	鉄蓋種類
17	気温0℃以下合計日数	補修履歴	鉄蓋形

プレスタディにおける考察

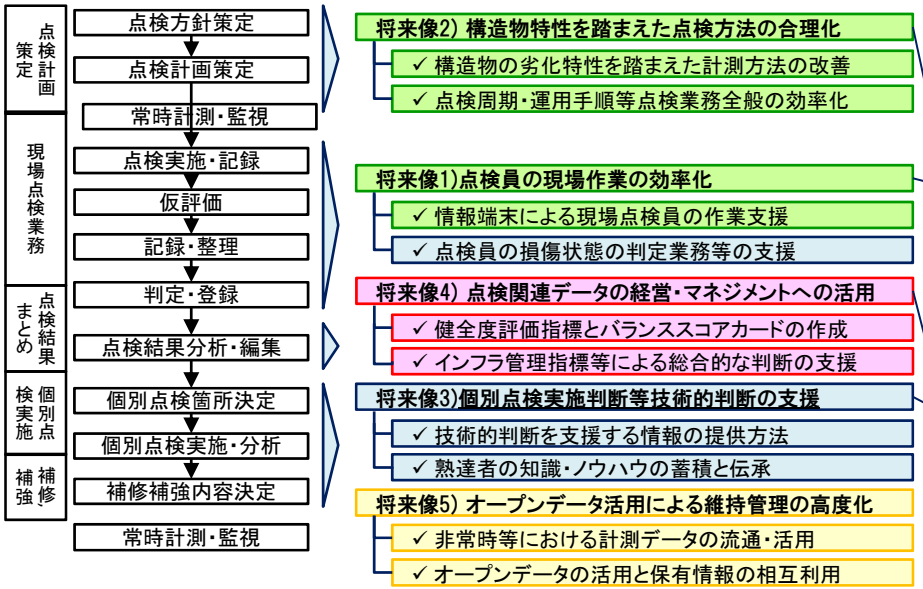
○ 分析の項目は、大きく「時間」、「場所」及び「構造」に分類することが出来るため、分析の目的を絞ることにより、不要な項目を削除できるため目的に沿った結果が得られやすい
○ 関連性を期待する項目や加工した項目を追加して分析することが有効であることから、他企業の分析結果等を参考に、分析に有効と思われる項目を見出すことが必要

表:企業毎の分析結果に対する主な考察

階 層	主な考察	ｷｰﾜｰﾄﾞ
現場層	・経過年数が一番古いグループの構造物の劣化が一番激しいわけではないことから、何らかの要因(点検時の着目点等)の抽出の可能性が見込める ・構造諸元や設置環境により、損傷の傾向が異なっていることから、構造上の弱点等の抽出が見込める ・設置地域による傾向が出ているため、環境情報を追加して分析してくことが有効	点検着目点 弱点
ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ層	・環境情報やオペレーション情報と損傷評価の関係が結果として抽出されていることから、構造物の劣化に影響を及ぼす外延要因抽出の可能性が見込める ・経過年数が大きいと損傷ランクが悪くなる傾向が出ていることから、時間的な劣化要因の傾向把握(劣化予測につながる)の可能性が見込める ・健全なデータとの比較が有効	外延要因 劣化予測
経営層	・施設健全度の把握が必要(具体的に点検結果を健全度評価への反映が難しい) ・健全度がランクで決まるので、損傷が進む部位、要因が特定できれば健全度評価指標の可能性が見込める	健全度評価

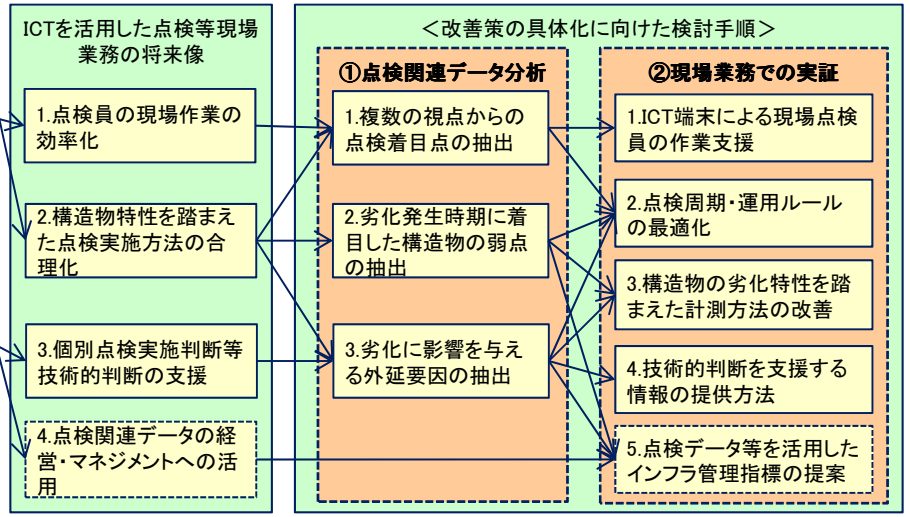
将来像の実現に向けたデータ分析の活用の視点

ICTを活用した点検等現場業務の将来像(vre2014.3)



将来像の実現に向けたデータ分析の活用手順(想定)

◆ 将来像の実現に向けて、①点検関連データを分析し、点検着目点や構造物の弱点、外延要因を明らかにした上で、②現場業務での実証につなげる手順を設定



①点検関連データ分析の成果目標・分析手順

	複数の視点からの点検着目点の抽出	劣化発生時期に着目した構造物の弱点の抽出	劣化に影響を与える外延要因の抽出
目的	・重要な損傷が発生しやすい部位、損傷種類等の傾向を把握し、現場での作業の改善提案を行う	・各構造物の弱点を見出すことで特性に合わせた計測方法を検討し、点検方法の改善提案を行う	・構造物の劣化に影響を及ぼす外延要因を抽出し、技術的な判断の際に役立てる仕組みを提案する
成果目標	・点検着目点(重要損傷が発生し易い部位等)の抽出 ・点検着目点に関する知見の整理	・構造物の弱点、劣化要因の抽出 ・センサ等による適切な計測方法の仮説提案	・劣化に影響を及ぼす要因の抽出と代表事例の整理 ・外延要因の表示・利用方法の検討
分析手順	①対象構造物の絞込み ②分析目的(目的変数)設定:部位、位置、種類等、現場点検員の視点で網羅的に分析目的を設定 ③出力ルール抽出:目的変数に応じて、他の情報をパラメータとする	①対象構造物の絞込み ②分析目的(目的変数)設定:経過年数別に損傷の発生傾向を検討 ③出力ルール抽出:経年別の損傷傾向を抽出、必要に応じ外部情報もパラメータに追加	①対象構造物の絞込み ②分析目的(目的関数)設定:外延要因の影響を受けやすいと思われる部位、損傷種類を設定 ③出力ルール抽出:網羅的な検討に外延要因をパラメータとして追加
調査	・現場点検作業の実態調査 ・点検着目点と関連する知見の整理	・センサ活用等の事例調査 ・弱点の計測方法及び得失の検討	・判断に使用している情報・事例の調査 ・外延要因の扱いの整理

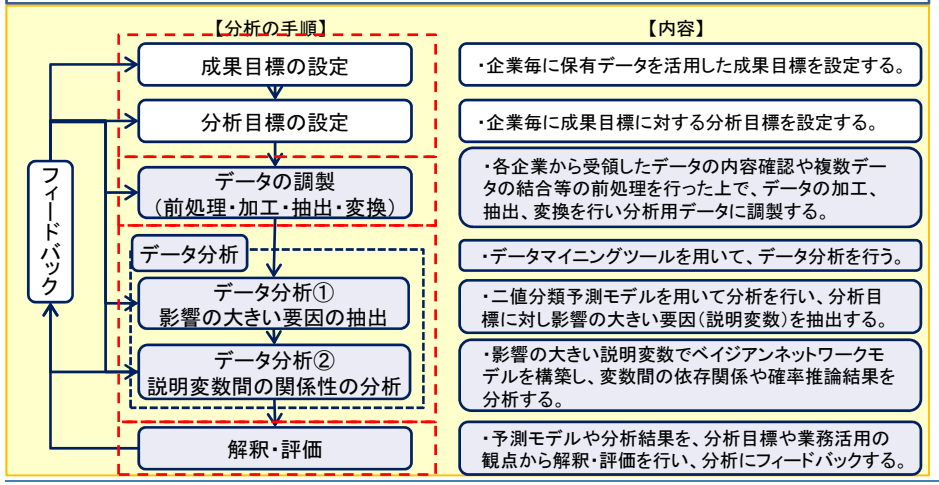
②現場業務での実証における成果目標・検討手順

	ICT端末による現場点検員の作業支援	点検周期・運用ルールの最適化	劣化特性を踏まえた計測方法の改善	技術的判断を支援する情報提供方法
目的	・位置情報を活用した作業の自動化、ガイド機能を実現	・構造物特性や損傷傾向を踏まえた点検業務の効率化	・構造物の弱点に応じた計測方法による点検作業の軽減	・技術的判断における熟達者の知見を可視化する環境整備
成果目標	・位置認識技術を活用した点検端末のプロトタイプの実証 ①点検記録の一部自動化 ②要注意箇所の注意喚起	・点検業務・運用ルールの改訂方針(案)の提示 ①現場点検作業等の運用改善 ②点検マニュアル等のルール	・センサ等の機器活用による計測方法改善方針(案)の提示 ①センサ等による計測方法 ②機器を活用した点検方法	・技術判断支援情報提供ツールのプロトタイプの実証 ①外延要因等の抽出、可視化 ②判断支援情報の表示方法
検討手順	①現在の点検作業の分析/改善ポイント(想定)の抽出	①点検業務量・コスト等の分析/改善ポイントの抽出(仮説)	①センサ等活用業務の抽出/活用可能な機器の評価・選定	①外部情報入手,利用方法検討/判断支援情報の抽出
	②点検現場での端末の試用/実際の点検業務のログ収集	②改訂方針(素案)の作成/統計的根拠の検討	②改善効果及びコストの試算/プロトタイプの試行設置運用	②判断業務でのツールの試用/情報連携機能の確認
	③端末の評価(ユーザビリティ等)/業務ログの分析,改善点抽出	③改善効果のシミュレーション/改訂方針(素案)のリバイス	③プロトタイプの評価/実運用に係るコストの分析	③ツールの評価(ユーザビリティ等)/情報連携機能の企画提案

点検データを活用したデータ分析の手順と方法

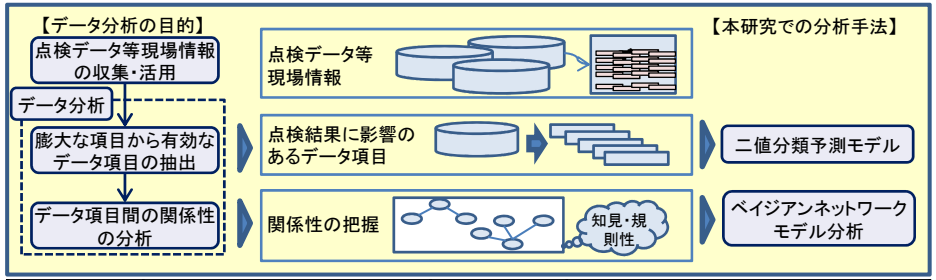
データ分析の手順

◆ データマイニングによる分析は、データベースから有用な知識を抽出するプロセス（KDD: knowledge discovery in database）知識発見プロセス）により実施する。
◆ データマイニングの分析結果に関する解釈・評価をフィードバックし、分析目標や使用データ、データ加工を改善することで、予測モデルや分析結果の有効性・妥当性を高める。



データ分析の目的と手法

◆データマイニングの分析手法は、多種多様であるため、ひとつの手法だけで全体を俯瞰することは難しい。本研究では、二つの分析手法を組合せて分析を行った。



目的	内容	本研究での分析手段	分析方法の特色
影響の大きい要因の抽出	どのようなデータ項目が施設の損傷などの点検結果に影響しているのかを見つけ出す	二値分類分析モデル【KXEN（K2R）】	膨大なデータ項目・量から、分析目的（目的変数）に対して貢献度の大きい順にデータ項目（説明変数）を抽出できる
要因間の関係性の確認	点検結果に影響しているデータ項目間の依存関係を把握することにより、現場情報から、損傷発生条件の推定など新たな知見や規則性の獲得を行う	ベイジアンネットワークモデル【BayoNet（version5.0）】	「条件」と「結果」の間の定性的な関係性を「グラフ構造（ネットワーク図）」、定量的な関係を「条件付き確率」で表した確率モデル。データ間の関係を視覚的に理解できる。

分析対象のデータ

◆ 企業から提供を受けた構造物に関する点検データや保有施設のデータ及び関連データによりデータマイニングを実施する。点検データは、点検結果の記録が目的であり、分析に有効と思われるデータは別のデータベースに蓄積されている場合もある。
◆ 点検データや関連データを分析に適したデータに処理する「データの調製」を行ったうえで分析を行った。調製結果は下表のとおり（分析の進展により、各企業とも対象データを変更している）

【当初のデータ分析】

企業名	データの内容	データ調製後	
		データ数	項目数
NTT	マンホールの点検データ	約14万件	23項目
JR東日本	橋梁の検査データ	約30万件	32項目
	橋梁の建設年データ		
	運行情報データ		
首都高速	橋梁の点検データ	約1.5万件	17項目
	橋梁の諸元データ		
	交通量データ		
	気象データ		

【最終のデータ分析】

データの内容	データ調製後	
	データ数	項目数
マンホールの点検データ（データ項目の拡充）	約0.9万件	26項目
橋梁の検査データ	約57.6万件	19項目
橋梁の建設年データ		
運行情報データ		
橋梁伸縮装置の点検データ	約1.0万件	39項目
橋梁伸縮装置の諸元データ		
交通量データ		

成果目標／分析目標の設定

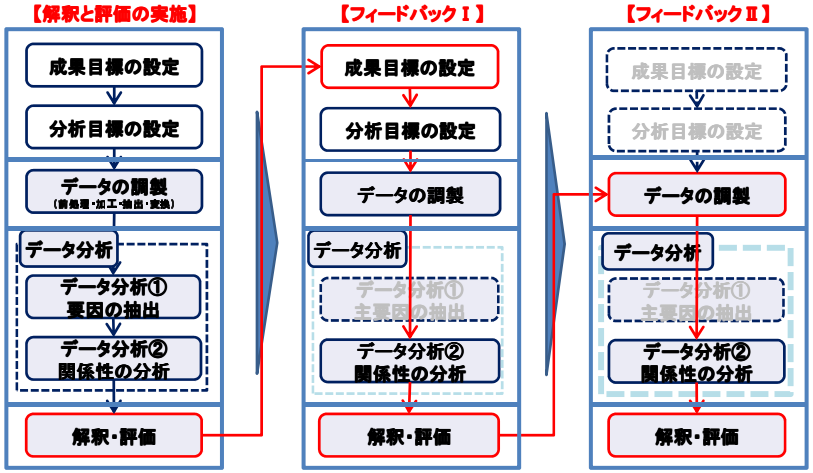
◆ 企業の実情とデータの内容を踏まえて、企業毎に成果目標及び分析目標を設定した。
◆ データ分析の結果の有効性を確認し、成果目標及び分析目標の設定にフィードバックした結果、当初に設定した目標そのものも見直されることとなった。

企業名	NTT	JR東日本	首都高速
成果目標【当初】	歩道設置マンホールの点検周期の見直し	損傷の発生要因を踏まえた効率的な検査業務	構造物の特性を踏まえた効率的な点検方法
分析目標【当初】	マンホール鉄蓋の不良発生要因の把握	対象構造物（橋梁上部工）の損傷の要因把握	構造物の種類による特徴的な損傷要因の推定
成果目標【最終】	マンホール本体点検のプライオリティ付け	現場検査時のポイントの提示	橋梁伸縮装置の点検・補修業務の効率化
分析目標【最終】	○マンホール地表面と本体損傷の関係把握 マンホール本体の損傷要因をFEM解析等の危険度判定条件を含めて分析するとともに、地表面の点検結果（不良有無等）との関連性を分析し、本体が損傷状態と推定される設置条件を明らかにする。	○橋梁上部工の損傷要因の把握 在来線の鋼橋上部工を対象として、「損傷なし」と「損傷有り」のデータを比較し、どのような要因で損傷が発生しているか把握するとともに、熟達者の経験を加味して、損傷が発生し易い条件を明らかにする。	○ジョイントの損傷傾向（時期内容）の把握 ジョイントに関する経過年数及び損傷内容と他の条件（メーカー、種類、路線等）との関係性を分析し、各地（路線、場所等）のジョイントで損傷が発生する時期及び内容を推定する。

データ分析結果の解釈と評価

データ分析結果の解釈と評価の手順

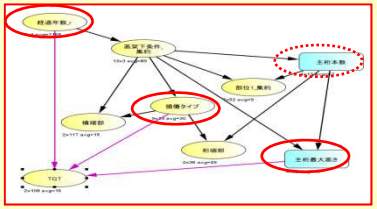
◆ 設定した基本BNモデルを用いて、①説明変数の抽出と分析対象組合せの決定、②確率推論結果の整理とBNモデルでの検証、の手順により、分析結果の解釈と評価を行った。
◆ 解釈と評価の結果を踏まえて、業務内容に応じた「成果目標」の見直しや分析対象の絞り込みによるデータの調製などのフィードバックを行い、データ分析結果の業務への活用を検討した。



①説明変数の抽出と分析対象組合せの決定

◆ 設定されたBNモデル（基本BNモデルなど）について、モデルの構造や目的変数の確率推論結果から、目的変数へ強く影響を与えている説明変数を抽出。
◆ 抽出された説明変数及び目的変数（損傷や評価ランク）へ影響を与えている可能性のある説明変数から、分析対象となる説明変数の組合せを決定。

■目的変数へ影響を与えている説明変数を抽出
✓ BNモデルの直上の説明変数の確認



✓ BNモデルの目的変数の確率推論による影響の大きい説明変数

確率推論結果における説明変数の変化	上蓋不良経験がある場合に、ない場合と比較して多かった項目		※不良経験ありで多かったものの数値 初期割合	不良経験あり①	不良経験なし②	①－②
① 鉄蓋種類補正	[redacted]	が多い	11.01%	33.54%	9.82%	23.72%
② 鉄蓋形	[redacted]	が多い	67.16%	72.45%	66.92%	5.53%
③ 首部構造	[redacted]	が多い	20.55%	24.85%	20.32%	4.53%
④ 道路種別1	[redacted]	が多い	31.53%	34.08%	31.39%	2.69%
⑤ 占有位置	[redacted]	が多い	49.63%	51.63%	49.52%	2.11%
⑥ MH建設年規格	[redacted]	が多い	61.97%	63.87%	61.88%	1.99%
⑦ 首部長集計	[redacted] m	が多い	26.94%	27.69%	26.90%	0.79%
⑧ MH形	[redacted]	が多い	75.88%	76.20%	75.86%	0.34%

■分析対象となる説明変数の組合せ
✓ 説明変数を①設置や環境に関する条件、②構造に関する条件に分類
✓ BNモデルの直上変数や推論の上位の変数などと、専門家の知見による目的変数への影響が想定される説明変数から、組合せを検討する。

設置条件／環境条件		構造条件 変数D	変数E	変数F
変数A		×	○	△
変数A	変数B	○	×	×
変数A	変数C	×	○	×

✓ 例えば、構造的には、部位、損傷種類、設置年等の変数を選び、環境的には、交通量、設置位置等の変数を選んで、BNモデルに適用して妥当性の評価を行う。

②確率推論結果の整理とBNモデルでの検証

◆ 説明変数の組合せごとに、分析するBNモデルでの確率推論結果により出現確率（不良施設である確率）を整理する。あわせて、通常の出現割合（構築データにおける出現割合）も整理する。
◆ BNモデルの確率推論結果について、閾値（ある数値以上の場合、不良施設と取扱う値）を設定したうえで、検証用データ(※)や他地区の点検データに当てはめることで、正解率・空振り率・見逃し率・点検必要施設割合などにより検証を行った。

■説明変数の組合せごとの確率推論結果整理
✓ 分析対象とした説明変数の組合せについて、BNモデルでの確率推論結果による出現確率（組合せごとの目的変数の発生確率）を整理

組合せ	（道路規格）	（構造種別）	確率推論結果による不良出現確率
			原データでの出現割合：7%
変数 A×B	国道	5号MH	26.3%
	国道	3号MH	21.5%
	都道府県道	5号MH	19.5%
	・・・	・・・	16.3%
	・・・	・・・	11.2%

✓ モデル初期状態の出現確率を考慮し、ルール設定上必要な閾値を検討 （例：予測確率15%を閾値とし、それ以上は、不良有との予測結果と取扱う）

※検証用データ：点検データ等分析用のデータは、すべてモデルの設定に用いず、80%のデータで設定する。検証用データとは、残り20%のデータを指す

■BNモデルの検証
✓ BNモデル構築時の検証データを用いて設定閾値における確率推論結果を集計し評価。

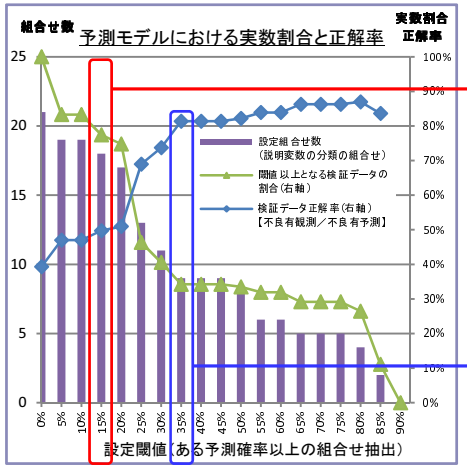
検証結果（15%以上＝不良有）		観測値（検証データでの値） 不良有	不良無	計
予測値	不良有	999	410	1409
	不良無	419	1548	1967
	計	1418	1958	3376

✓ 構築データでの不良出現割合＝39.5%

このモデルの確率推論結果を集計すると、15%閾値の場合で次のとおりとなる。（⇔構築データでの出現確率と比較し評価する。）
✓ 不良正解率（不良有のみを点検した際の正解率）
999 / 1409 ＝ 70,9% ⇔ 39.5%
✓ 空振り（不良有と予測するが、実際は不良無）
410 / 3376 ＝ 12.1%
✓ 見逃し（不良無と予測するが、実際は不良有）
419 / 3376 ＝ 12.4%
✓ 点検必要施設割合（不良有を点検する割合）
1409 / 3376 ＝ 41.7%

検証における閾値の設定例

◆ 閾値の設定を変化させることにより、対象となる組合せ数と正解率の数値が変化する。
◆ 例えば正解率の上昇の傾向と組合せ数の減少の傾向から、不良個所を効率的に発見できる閾値を見出せる可能性がある。



✓ 構築データでの不良出現割合＝39.5%

点検施設数を多くする閾値の設定

検証結果（15%以上）		観測値（検証データでの値） 不良有	不良無	計
予測値	不良有	1846	1776	3622
	不良無	57	1164	1221
	計	1903	2940	4843

✓ 不良正解率 ＝ 1846 / 3622 ＝ 51.0%
✓ 施設点検率 ＝ 3622 / 4843 ＝ 74.8%
⇒見逃し率も低減できた
✓ 見逃し率 ＝ 57 / 4843 ＝ 1.2%

不良正解率が高く、実数の多い閾値の設定

検証結果（35%以上）		観測値（検証データでの値） 不良有	不良無	計
予測値	不良有	1349	309	1658
	不良無	554	2631	3185
	計	1903	2940	4843

✓ 不良正解率 ＝ 1349 / 1658 ＝ 81.4%
✓ 施設点検率 ＝ 1658 / 4843 ＝ 34.2%

データ分析結果の実業務での活用

データ分析結果の実業務での活用

- ◆ これまで十分に活用されていなかった点検データについて、「データ分析結果の解釈と評価」、「分析結果の活用方法の検討」により、データ分析の結果を実業務に活用可能なことを提示
- ◆ 点検業務の効率化、技術支援・技術伝承、マネジメント判断支援など、各企業の成果目標に合致した実業務での具体的な活用方法を提案。

企業 / 項目	NTT	JR東日本	首都高速
成果目標	＜点検業務の効率化＞ ✓一律の点検基準・周期でなく、点検データ等から設備状態を推定し、メリハリのある点検手法を実現したい	＜技術支援・技術伝承＞ ✓検査実施時に、検査実施者が損傷を適切に判断できるような、技術的な支援をしたい	＜マネジメント判断支援＞ ✓点検業務の効率化（重点個所の設定、見落し防止） ✓設置条件を踏まえ優先度を考えた点検・補修計画
分析内容	✓設備点検データに、構造解析条件を加味したデータ調製 ✓本体点検を対象に、不良有無の推定を実施し、影響のある説明変数を抽出 ✓変数の組合せによる推定結果を閾値で評価	✓検査結果のほか、諸元情報や運行情報を分析対象とするよう、データ調製 ✓構造種別ごとに、変状内容と部位、諸元、運行情報の関係を分析 ✓重大な損傷の発生確率の高い条件の組合せを整理	✓点検結果の他、諸元情報（メーカーや設置年月）を分析対象とするデータ調製 ✓特定形式の伸縮装置について、設置車線やメーカー、交通量区分との関係を分析 ✓重大な損傷が発生し易い条件の組合せを整理
業務での活用	✓本モデルを適用することで、劣化予測による損傷の出現確率は、一律に点検する出現割合の1.6倍。（優先的に点検） ⇒点検効率が1.6倍に	✓検査の着目点について、検査データから推定する出現確率を付記して検査時の注意を喚起（技術的な根拠） ⇒暗黙知の可視化	✓同一の損傷評価ランクの対象物について、設置条件等から発生割合の大きい損傷を抽出（判断支援情報） ⇒点検・補修計画策定支援

NTTの分析結果と活用方法

①構造解析結果

企業内での実験や構造解析による劣化要因

設備データ	
【構造】	【環境】
埋設深さ	埋設位置
大きさ	道路種別
形状	交通量
構造種別	土質
経過年数	

②設備点検データの調製

設備点検データ

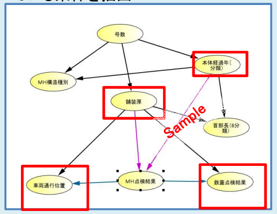
設備点検データに構造解析条件を加味したデータ

分析可能なようにデータの調製を実施

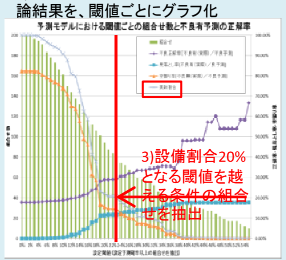
支社名	建設年規格	首部長集計	占有位置	本体点検	検査日
九州	S45基準	100～110cm	車道交差点	不良	2010/2/16
九州	S45基準	50～60cm	車道路肩	良	2010/2/16
関西	H2基準	50～60cm	車道路肩	良	2011/7/16
関西	H2基準	130～140cm	車道路肩	不良	2007/2/27
関西	基準不明	50～60cm	車道路肩	良	2008/11/21
関西	基準不明	50～60cm	車道路肩	良	2007/4/18
北海道	H2基準	70～80cm	車道路肩	良	2010/2/16
北海道	H2基準	43～50cm	歩道	良	2006/10/23
…	…	…	…	…	…

③データ分析

1)データ分析により劣化に影響を与えている条件を抽出



2)抽出された変数の組合せごとの推論結果を、閾値ごとにグラフ化

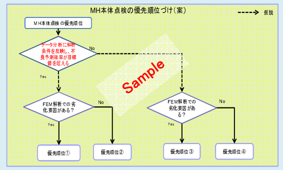


④劣化の可能性が高い条件

5年に1度に相当する20%の施設割合について、劣化の可能性の高い組合せ条件を設定⇒劣化予測確率が通常の出現割合の1.6倍とできた

本体経過年（分類）	舗装区分	車両通行位置	鉄蓋点検結果	不良予測確率
3_31~35年	市町村道	側壁の端	不良	59.77%
3_31~35年	市町村道	側壁の端より1m	不良	59.73%
4_36~40年	市町村道	側壁の端	不良	54.26%
4_36~40年	市町村道	側壁の端より1m	不良	54.22%
3_31~35年	市町村道	側壁の端より2m	不良	47.42%
4_36~40年	市町村道	MH直上	不良	46.82%
2_21~30年	市町村道	側壁の端より1m	不良	44.56%
3_31~35年	市町村道	その他	不良	41.91%
4_36~40年	市町村道	側壁の端より2m	不良	41.87%
3_31~35年	市町村道	側壁の端	良	38.64%
3_31~35年	市町村道	側壁の端より1m	良	38.61%

⑤業務フローへの適用



劣化の可能性の高い組合せ条件のマンホールを優先的に点検することで、メリハリのある点検を実施

JR東日本の分析結果と活用方法

①データの調製

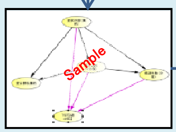
設備検査データ　設備取得年データ　運行データ

分析可能なようにデータの調製を実施

支社名	変状内容	変状部位	経過年	通過トン数	損傷ランク
高崎	破損	沓本体	26.5	38.200	C
大宮	欠食	縦桁支点部	28.33	31.525	A
高崎	可動不良	沓本体	86.58	20.600	B
仙台	き裂	沓本体	88.33	39.280	S
盛岡	変形	横構支点部	37.67	28.067	A
新潟	欠食	補剛材支点部	39.33	34.764	A
長野	破損	ソールプレート	47.33	28.067	C
千葉	破損	横構支点部	49.33	34.764	C
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…

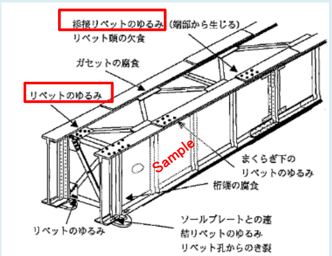
②データ分析

1)構造種別ごとに分析を実施



2)分析結果より損傷ランクが高くなる組合せなどを整理

③重点検査項目への追加情報提示



番号	部材	部位、部品	変状名	ランクⅡ損傷の発生確率	経過年数別発生確率
①	主桁	フランジ	亀裂	24%	90年以上（45%） 50～70年（35%）
②	主桁	リベット・ボルト	緩み	15%	90年以上（32%） 70～90年（20%）
③	支承部		支点沈下	60%	50～70年（75%） 30～50年（70%）

予測モデルに基づく発生確率などの提示

首都高速の分析結果と活用方法

①データの調製

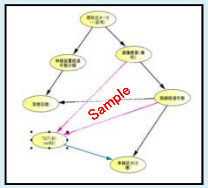
伸縮装置点検データ　伸縮装置諸元データ

分析可能なようにデータの調製を実施

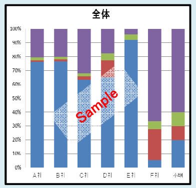
取替回数	路線名	二次判定	損傷概要	メーカー	伸縮装置経過年数分類
	高速3号渋谷線	B1	異常音	A社	3_6~9年
	高速八重洲線	B1	異常音	A社	3_6~9年
	高速3号渋谷線	B1	異常音	A社	3_6~9年
	高速1号羽田線	B1	アンカーボルトの緩み・欠損	D社	1_3年以内
	高速2号目黒線	B1	異常音	D社	1_3年以内
	高速都心環状線	B2	ゴム損傷・剥離	D社	7_18年以上
	高速6号向島線	B2	ゴム損傷・剥離	D社	1_3年以内
	高速6号三郷線	B2	ゴム損傷・剥離	D社	1_3年以内
	高速川口線	B2	ゴム損傷・剥離	D社	7_18年以上
	高速5号池袋線	B2	ゴム損傷・剥離	A社	2_3~6年
	高速5号池袋線	B2	アンカーボルトの緩み・欠損	A社	2_3~6年
	高速神奈川1号横羽線	B2	ゴム損傷・剥離	A社	2_3~6年
…	…	…	…	…	…

②データ分析

1)特定形式の伸縮装置について、経過年数・損傷概要、メーカーとの関係を分析



2)分析結果よりメーカーや車線別、損傷概要別の二次評価ランク発生予測を実施



③損傷の可能性が高い条件へ暗黙知の取り込み

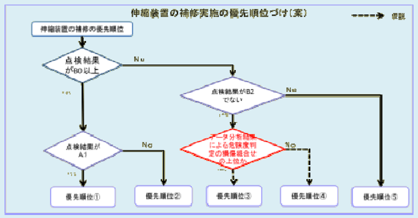
補修対応の必要な二次判定ランクの発生確率が高い条件（例：メーカーや車線、経過年数）の組合せ結果に、マニュアル等で整理された対処が必要な損傷概要を組合せ、早急に点検や補修が必要な条件の組合せを整理する。

損傷概要からの危険度判定（暗黙知）

本体経過年（分類）	舗装区分	車両通行位置	鉄蓋点検結果	不良予測確率
3_31~35年	市町村道	側壁の端	不良	59.77%
3_31~35年	市町村道	側壁の端より1m	不良	59.73%
4_36~40年	市町村道	側壁の端	不良	54.26%
4_36~40年	市町村道	側壁の端より1m	不良	54.22%
3_31~35年	市町村道	[illegible]直上	不良	52.43%
3_31~35年	市町村道	側壁の端より2m	不良	47.42%
4_36~40年	市町村道	MH直上	不良	46.82%

④損傷概要に応じた点検・補修優先度の設定

優先順位が不明確であった同一損傷評価ランクの伸縮装置について、諸元や設置環境などの条件の組合せによる点検等の実施優先度を示せる可能性を提示



データ分析結果の活用方法の検討

分析結果の業務での活用イメージ

◆データ分析結果の解釈と評価結果やフィードバックの状況から、幅広い分析目的（成果目標）、場面・手段を対象に、分析結果の業務での活用イメージについて検討を実施。
◆分析目的は、点検等現場業務の将来像の一部である「現場での点検・補修業務の効率化」、「構造物の特性、損傷の進行を考慮した的確な点検業務」、「点検ポイントの提示、実施判断等の技術支援」の3つの観点から検討。

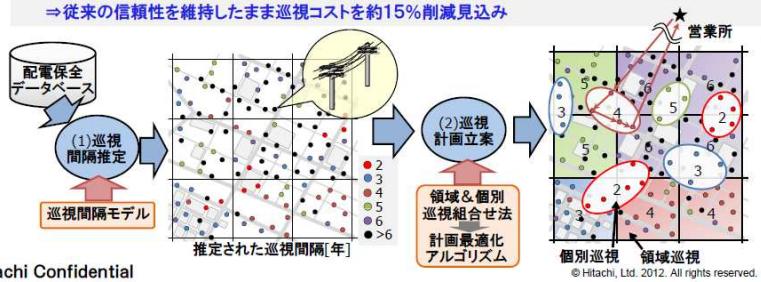
場面・手段 / 分析目的	事業計画・業務計画	マニュアル等ルール	判断支援・業務支援ツール
現場での点検・補修業務の効率化	✓抽出した各種条件に合致する対象構造物、部位等を優先的、効率的に点検する手順を設定 ✓FEM解析等の工学的観点、経過年数等の統計的観点から点検必要箇所を設定	✓点検の優先度の高い設備・構造物の抽出条件を明らかにし、ルール化 ✓現在の点検方法について、有効なデータを効率的に記録するよう記録方法を改善	✓IT機器の導入により点検記録作業の簡略化、業務のガイド、判断の支援等の実施
構造物の特性、損傷の進行を考慮した的確な点検業務	✓構造物や路線・地区等の視点から、損傷発生の全体的な傾向を可視化し、業務計画の参考へ ✓劣化傾向の分析をもとに、点検計画を一定の間隔ではなく、コンディションベースで設定	✓発生確率の高い損傷とその条件を分析し、モニタリング対象として位置づけ、モニタリング ✓統計解析、モニタリング結果等をもとに損傷傾向（弱点）に応じた点検方法をルール化	✓分析で明らかとなった構造上重要な部位を対象に、センサーによるモニタリング ✓構造物の特性を踏まえてモニタリング結果を分析し、適切な点検時期を推定
点検ポイントの提示、実施判断等の技術支援	✓補修計画等の後工程を考慮した最適な点検方法、点検手順などを設定	✓損傷の発生確率や条件を明らかにし、マニュアルの目次構成や記載内容に反映 ✓熟達者の暗黙知である損傷評価基準を統計的に裏付け、「技術的判断支援の参考資料」へ	✓注意が必要な損傷（発生率が高い、重要部位等）の環境条件等を特定し、損傷内容と比較表示するなど注意喚起。 ✓経営、マネジメント、現場の参考となる指標を分析により抽出し、状態を可視化

◆ データ分析により高い確率で損傷が予測される構造物の設置条件等を抽出し、点検の優先順位を設定
◆ 抽出した条件に合致する対象構造物を優先的、効率的に点検する手順を設定。

■ 配電設備の保全コストを最小化する計画最適化技術

現状の課題：配電設備の巡視の効率化によるコストの削減
・配電設備：電柱，変圧器等 → 膨大な設備が広域に配置
・従来の保全方法：2種類の設備巡視
- 領域巡視：管理区毎に定期的な巡視を実施（数年毎） ⇒低効率で巡視コスト大
- 個別巡視：災害時等に管理区を跨いで行う不定期な巡視

開発技術：従来業務を大きく変えず，かつ信頼性を落とさずに巡視コストを最小化する計画を立案
(1) 巡視間隔予測：過去の改修履歴から最適な巡視間隔を推定する「巡視間隔モデル」
(2) 巡視計画立案：従来方法を大きく変えないでコストを削減する「領域＆個別巡視組合せ法」
巡視コストモデルによる最適化問題定式化
領域と個別巡視の最適な組合せを見つける「計画最適化アルゴリズム」
⇒従来の信頼性を維持したまま巡視コストを約15%削減見込み

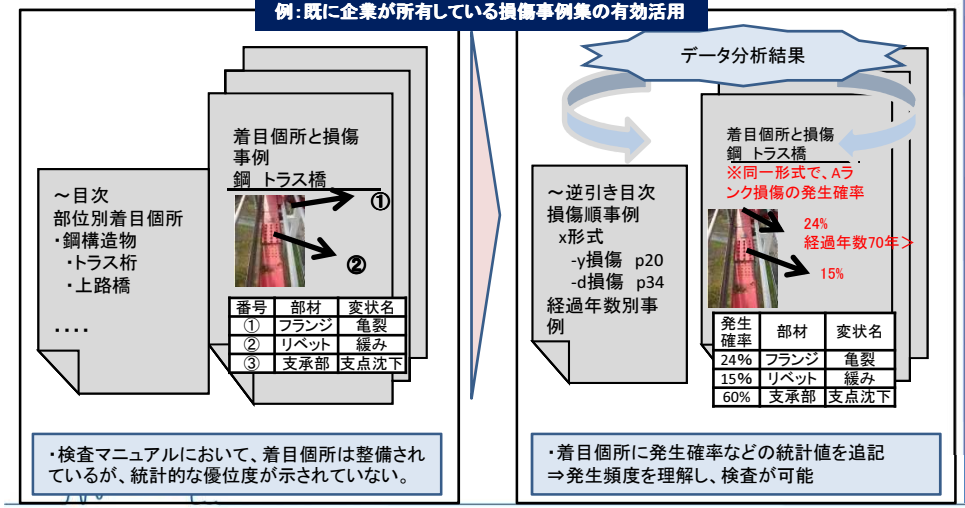


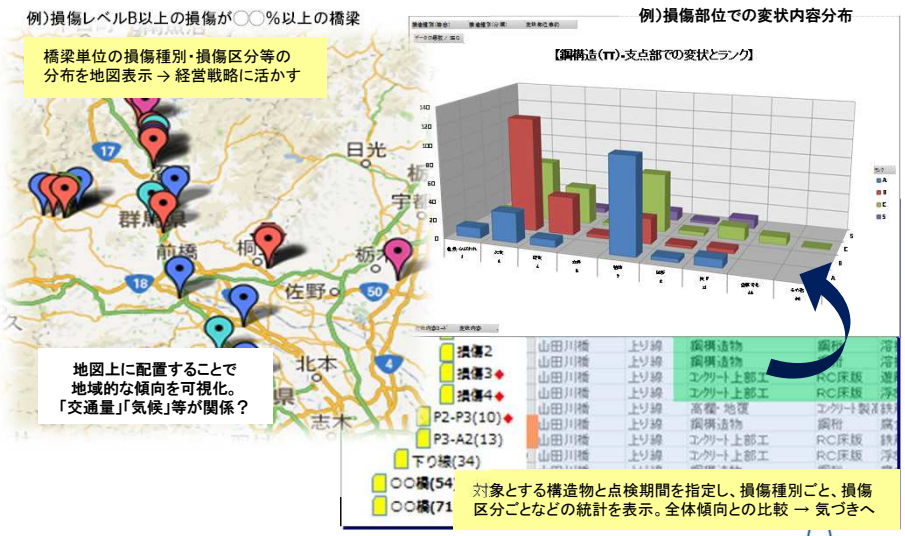
Hitachi Confidential
© Hitachi, Ltd. 2012. All rights reserved.

◆ データ分析により発生確率の高い損傷と発生条件を整理。
⇒点検時に注意すべき個所・現象に関する分析結果の値、統計値等の記載
◆ 発生確率等を考慮しマニュアルの目次構成や記載内容を見直す。
⇒発生確率の高い順の逆引き目次の作成

◆ データ分析により、経営、マネジメント、現場の各層の業務に参考となる指標を抽出する。
◆ 抽出した指標の状態（頻度、レベル、経年、場所等）を可視化する（図示、グラフ化）。

例：既に企業が所有している損傷事例集の有効活用

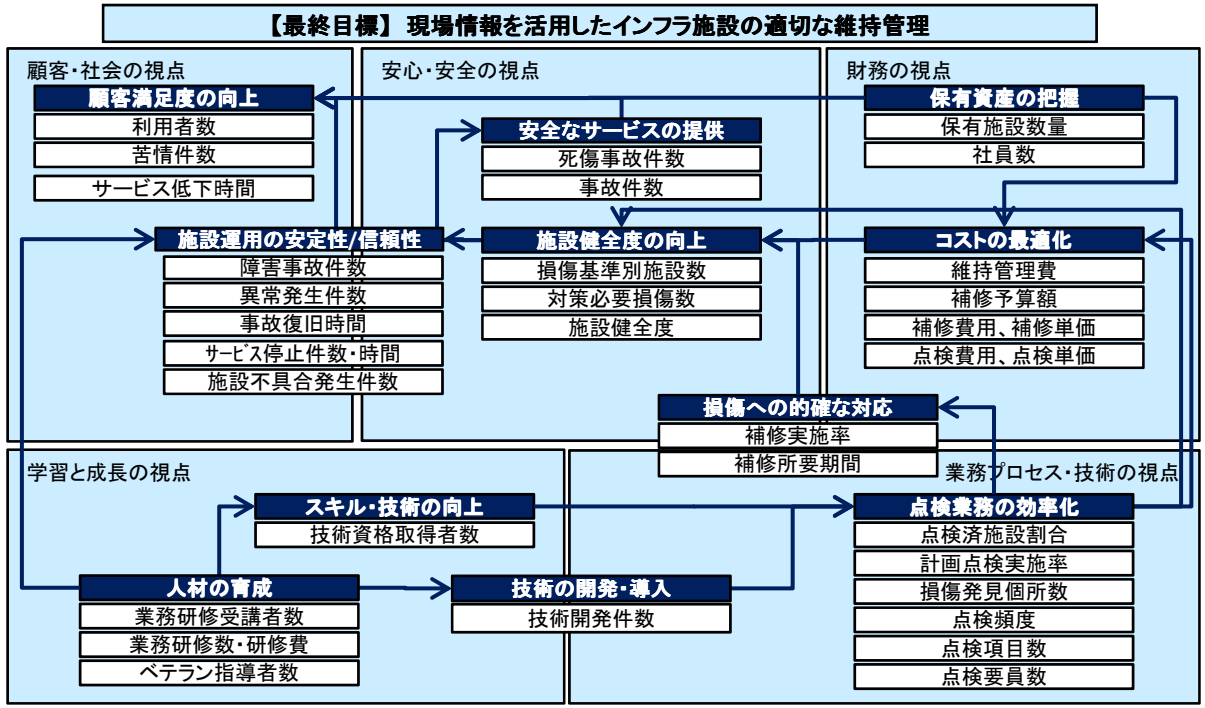




バランス・スコアカード（参照モデル）と管理指標（案）

経営目標と管理指標の関係性を整理することで、現場情報を経営・マネジメントに活用することが可能となる

- ✓ インフラの維持管理では、一般的な「財務」、「顧客・社会」、「業務プロセス」、「学習と成長」の視点に「安全・安心」の視点を追加している。
- ✓ 管理指標をモニタリングすることで施策による効果が把握できる。また、複数の企業に共通する指標を用いれば各社間のベンチマークが可能となる。



視点	経営目標	重要成功要因	管理指標（案）
顧客・社会	顧客満足度の向上	利用者数の増加	利用者数
		苦情件数の削減	苦情件数
		サービス低下の削減	サービス低下時間
安心・安全	安全なサービスの提供	人身事故の削減	死傷事故数
		事故件数の削減	事故件数
	施設運用の安定性/信頼性	設備管理に伴う障害事故の防止	障害事故件数
			異常発生件数
		事故復旧の迅速化	事故復旧時間
		サービス停止時間の削減	サービス停止件数・時間
			施設不具合発生件数
	施設健全度の向上	施設状態の正確な把握	損傷基準別施設数
			対策必要損傷数
		施設健全度の向上	施設健全度
	損傷への的確な対応	補修時期、補修方法の最適化	補修実施率
			補修所要期間

視点	経営目標	重要成功要因	管理指標（案）
財務	保有資産の把握	基本情報の把握	保有施設数
			社員数
	コストの最適化	維持管理経費の適正化	維持管理費
		補修費用の適正化	補修予算額
		補修費用の最適化	補修費・補修単価
		点検費用の最適化	点検費・点検単価
業務プロセス・技術	点検業務の効率化	点検計画の適正執行	点検実施済施設割合
			計画点検実施率
		損傷発見率の向上	損傷発見箇所数
		点検計画の適正化	点検頻度
			点検項目数
			点検要員数
	技術の開発・導入	技術開発の促進	技術開発件数
学習と成長	スキル・技術向上	資格取得者の増加	技術資格取得者数
	人材の育成	教育プログラムの有効活用	業務研修受講者数
		研修の充実	業務研修コース数
		OJT教育の充実	ベテラン指導者数

管理指標（案）	管理指標（案）の定義
顧客満足度の向上	
利用者数	サービスを利用している人数
苦情件数	利用者等からの苦情の件数
サービス低下時間	提供するサービスに支障が生じた時間
安全なサービスの提供	
死傷事故数	利用者の死傷事故件数
事故件数	保有施設で発生した利用者が関係する事故件数
施設運用の安定性/信頼性	
障害事故件数	サービスに支障が生じる施設管理上の事故件数
異常発生件数	保有施設で発生した異常事態の件数
事故復旧時間	事故に伴うサービス停止から復旧までの時間
ｻｰﾋﾞｽ停止件数・時間	サービスの停止件数と停止時間
施設不具合発生件数	サービスに影響する施設障害等の発生件数
施設健全度の向上	
損傷基準別施設数	損傷が発生した施設の損傷基準別の箇所数
対策必要損傷数	補修等の対策が必要な損傷の数
施設健全度	重大損傷数等による対象施設の状態表示
損傷への的確な対応	
補修実施率	補修済み箇所数／補修が必要な損傷個所数
補修所要期間	対策必要損傷に対する補修実施までの期間
保有資産の把握	
保有施設数量	維持管理が必要な保有施設の数量
社員数	自社企業及び関連企業の社員数
コストの最適化	
維持管理費	施設の維持管理に要する費用（人件費、委託費等）
補修予算額	対象施設等に対し当該年度の補修に要する予算
補修費・補修単価	対象施設全体の補修費、1か所あたり補修費
点検費・点検単価	対象施設全体の点検費、1回あたり点検費
点検業務の効率化	
点検済施設割合	点検実施済み施設数／点検対象施設数
計画点検実施率	年間点検実施済み施設数／年間点検予定施設数
損傷発見箇所数	一定期間の点検で発見された損傷基準別の箇所数
点検頻度	対象施設に係る点検実施の間隔
点検項目数	対象施設に係る点検時の確認項目数
点検要員数	点検業務に従事する職能別、技能別の人数
技術の開発・導入	
技術開発件数	補修や点検業務の効率化に資する技術開発の件数
スキル・技術の向上	
技術資格取得者数	点検業務に有効な技術資格の取得者数
人材の育成	
業務研修受講者数	社内の業務研修の受講者数
業務研修コース数	社内の業務研修のプログラムの数
ベテラン指導者数	業務拠点毎のベテラン指導者数

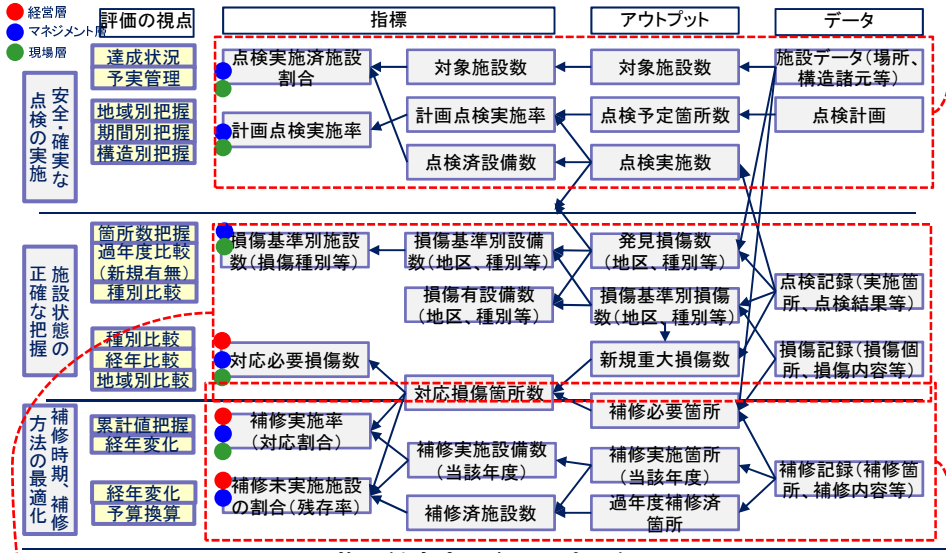
注）本研究で提示するバランス・スコアカード（参照モデル）及び管理指標（案）は、
社会連携講座参加企業等の公開情報、企業との意見交換等を通じて抽出された経営目標と評価指標を基に、データの活用状況等を考慮して、東京大学が作成したものである。

ダッシュボードによるインフラ管理指標の活用

現場と経営を繋ぐインフラ管理指標（案）とデータの加工手順を整理するとともに、ダッシュボードによる活用方法を提示

データ加工手順の定型化

◆共通的な算出方法と評価の視点を整理し、インフラ企業に共通すると考えられる、インフラ管理指標の現場情報からの加工手順と評価の視点を定型化した。

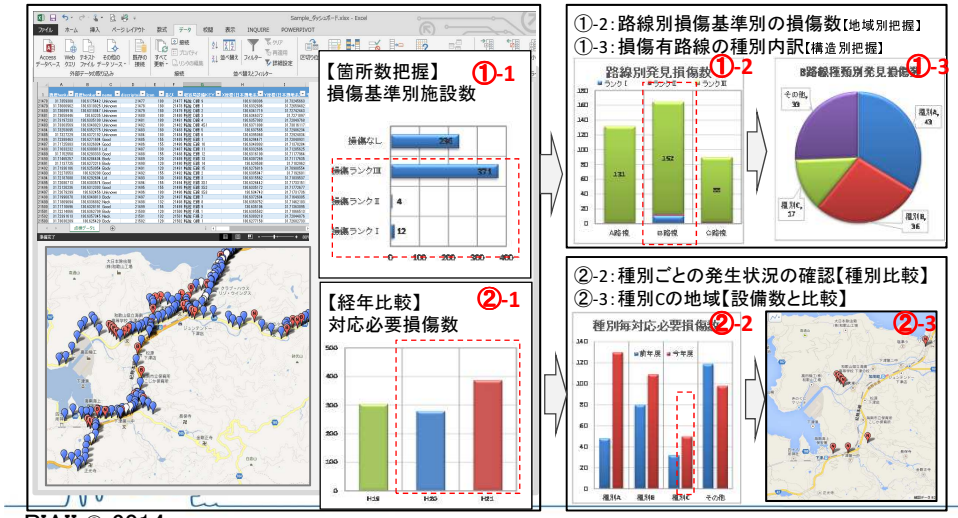


点検業務の効率化の表現例

①点検進捗率を前年同時期と比較し、今年度の点検の達成状況を比較
②路線別の実施状況を示し、点検計画の実施上の課題点を抽出

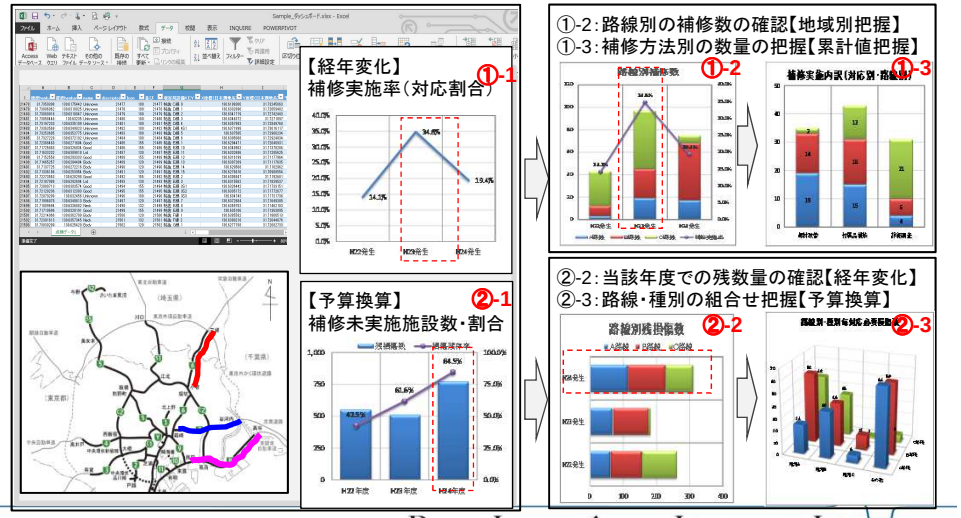
施設健全度の向上の表現例

①点検結果を損傷評価別に表示し、対策の必要な施設数を把握
②対応必要損傷数の年度別の発生状況を表示し、経年の発生状況を把握



損傷への的確な対応の表現例

①補修実施率の経年変化を表示し、補修対応状況を把握する
②補修未実施施設数を経年で表示し、対応傾向を把握する



点検等現場業務の将来像(ver2014.3)

□ 点検業務の課題とICTを活用した改善の方向(ver2014.3)

1) 点検員の現場作業の効率化と履歴管理(案)

2) 構造物特性等を踏まえた点検業務の合理化(案)

3) 技術的判断の支援と技術伝承(案)

4) 点検データ等の経営・マネジメントへの活用(案)

5) オープンデータ活用による維持管理の高度化(案)

点検業務の課題とICTを活用した改善の方向(ver2014.3)

点検業務の手順に沿って業務課題とICTを活用した改善の方向を示し、業務場面に応じた将来像のコンセプトを提示

		＜業務内容＞	＜現状・課題＞	＜ICTを活用した改善の方向＞
点検計画策定	点検方針策定	構造物の健全度等から点検方針を策定	・ベテラン技術者減少により点検の効率化が急務 ・定期点検と個別点検の役割の見直し	・点検業務の課題を踏まえて、点検要領を見直し ⑥ ・点検業務の実態に即した合理的な運用をルール化
	点検計画策定	過去の点検実績から点検計画を策定	・業務委託に関する手続きに時間を要する ・点検業務の実態が正確に把握できていない ・的確な計画作成には過去の資料が必要となる	
現場点検業務	常時計測・監視	要注意箇所等の変化を常時監視	・費用対効果が得られない ・何をセンシングしてよいかわからない	・目視等が困難な個所の点検を計測機器に代替 ⑤ ・センサ情報等の外部提供によりコストをシェア ・重要な状態変化を特定し、的を絞って兆候を察知
	点検実施・記録	現場で損傷の箇所、状況等を計測し記録	・図面と現地の照合に時間を要する ・技術レベルにより、点検漏れ、見落としがある ・紙に記録するのが手間、狭い場所で記録しにくい	・位置情報を活用した点検箇所のナビゲーション ・重要な損傷箇所の傾向を分析し着目点を明確化 ・個別点検用の機器を活用した簡易な点検方法
	仮評価	損傷・劣化レベル(緊急度等)を仮評価	・技術者の経験等によって評価にバラツキがある ・熟達者は外延的な要因をも考慮して判断している	・過去の類似事例(環境、判定等)の検索・比較 ⑦ ・遠隔にいるエキスパートからの助言
	記録・整理	測定値、写真、判定結果を記録、整理	・データの誤入力の可能性がある ・事務所でのデータ入力に時間がかかる	・測定値、写真、判定結果を自動的に記録、整理 ・現場入力端末と記録管理DBとのシステム連携
	判定・登録	記録から損傷・劣化レベルを判定	・熟達者の判断理由等は詳細な記録が残らない ・登録された点検データが有効に利用されていない ・判定の参考となる情報の入手に手間がかかる	・測定値以外の各種情報(暗黙知)を自動的に入力 ④ ・過去の損傷事例、判定結果等の検索・比較等による技術支援
点検結果分析・対応方針検討	点検結果分析・整理	点検結果をとりまとめ、全体数量を整理	・評価指標が確立しておらず標準的な水準が不明 ・分析の視点が企業ごとに異なる	・点検結果と各種のデータを分析し、経営指標、マネジメント指標として活用する ・各企業の指標・数値を比較し運営の参考とする
	対応方針検討	点検結果の全体像から対応方針を検討	・点検結果だけで補修の優先順位が決まらない ・総合的な観点から対応方針を判断する必要ある	② ・対策の優先順位付けの参考となる指標を設定 ・点検結果の全体像と関連情報を広域的に一覧表示する等方針検討に必要な情報を提供する
個別点検実施	個別点検箇所決定	損傷・劣化レベル、個別点検の必要性を判断	・担当者の経験により判断にバラツキがある ・実質的に補修・補強に関する知識が必要 ・周辺環境を含め構造物全体の状況が把握し難い	・事例DB等による過去の判定事例等の蓄積、類似事例の検索、情報流通の仕組みを構築する ・データマイニング等により判断に必要な影響要因を抽出し、可視化する仕組みを作る
	個別点検実施・分析	個別点検用の機器を用いて点検を実施	・過去の点検・補修結果が十分活用されていない ・個別点検方法の適切な選定が難しい	・個別点検の分析に用いた点検結果を含む各種情報を自動的に記録し再利用可能な形式に整理 ③
補修・補強業務	補修補強内容決定	補修・補強の実施内容を判断	・個人の経験等に基づく知見が多く、伝承が難しい ・参考事例等の外部情報の収集に時間を要する	・熟達者の経験・知識の蓄積、社内外の情報流通の基盤を構築し企業の枠を超えた人材育成を促進 ・適合する補修技術の情報を収集 ・補修作業・結果を自動的に記録
維持管理	常時計測	外部環境変化等を常時計測	・各部門で目的別にセンサ等を設置している ・費用対効果が乏しい	・センサ情報等を部門間で流通させ有効活用 ・センサ情報等の外部提供によりコストをシェア ・ビッグデータの分析により新しい情報価値を創出

＜点検等現場業務の将来像＞

将来像2:構造物特性を踏まえた点検方法の合理化
○構造物の弱点に合わせたセンサ等を活用した計測方法の採用、運用の見直し等により、安全性を確保しつつ点検作業を軽減する
- ✓ 構造物の劣化特性を踏まえた計測方法の改善
- ✓ 点検周期・運用手順等点検業務全般の効率化

将来像1:点検員の現場作業の効率化と履歴管理
○重要な損傷が発生しやすい部位、損傷種類等の傾向を把握し、位置情報を活用した点検端末等により現場作業の支援を行う。
- ✓ 情報端末による現場点検員の作業支援
- ✓ 点検員の損傷状態の判定業務等の支援

将来像4:点検データ等の経営・マネジメントへの活用
○点検データを元に健全度評価、維持管理水準等を設定し、経営・マネジメント・現場をつなげる管理指標として活用する。
- ✓ 健全度評価指標とバランススコアカードの作成
- ✓ インフラ管理指標等による総合的な判断の支援

将来像3:技術的判断の支援と技術伝承
○劣化に影響を与える要因等の技術的判断における熟達者の知見を体系的に蓄積し、外部情報を含めて可視化できる環境を整備する
- ✓ 技術的判断を支援する情報の提供方法
- ✓ 熟達者の知識・ノウハウの蓄積と伝承

将来像5:オープンデータ活用による維持管理の高度化
○企業が保有する計測データやオープンデータを活用して、インフラの管理・運用に関する迅速かつ的確な判断を支援する
- ✓ 非常時等における計測データの流通・活用
- ✓ オープンデータの活用と保有情報の相互利用

1）点検員の現場作業の効率化と履歴管理（案）

（ver2013.3）

重要な損傷が発生しやすい部位、損傷種類等の傾向を把握し、現場での作業の改善提案を行う

基本的考え方

○点検員が実施している点検業務の流れに沿って、ICTを活用して効率化された現場作業の将来像を描く。
・位置情報等を活用した支援端末により、作業の効率化と点検漏れの防止、点検履歴の管理を行う
・過去の点検結果の分析から得られる知見を反映した損傷評価のバラツキの是正、点検記録内容の見直し

データ/ICTの活用方法

①有効な点検データの抽出と効率的な記録方法への改善
・既存の点検データや構造物諸元データから損傷の判断や評価に有効なデータを抽出し、効率的に記録できるよう点検項目等の記録方法を改善する
②優先度の高い点検箇所の明確化とマニュアル等への反映
・点検データ等の分析により、優先度の高い点検箇所の特徴（損傷の発生条件,着目点等）を明らかにし、特徴に応じた点検方法をマニュアル等に反映する
③ICT機器の導入による点検記録作業の簡略化と履歴管理
・点検支援端末により現場記録作業の簡素化、業務内容のガイドを行う。点検記録DBによりデータを効率的に蓄積し活用するとともに作業履歴を管理する
④業務上の制約条件下における効率的な点検実施計画の設定
・②で抽出した優先度の高い点検箇所と業務上の制約条件を設定し、移動コスト最小等の目的に応じた最適な点検実施計画を設定する

実現に向けた課題

○重要な損傷が発生し易い部位や損傷種類等、目視の際に確認すべき点検着目点の明確化
○橋梁等の閉鎖空間における精度の高い位置認識と実務への適用
○スキルレベルによる損傷の見落とし、評価のバラツキを抑えるための技術支援方策の確立
○点検業務における点検員の作業負担を増加させない各種情報（ログ）の蓄積ルール・手法の確立

作業	現在	将来
①点検の実施	点検時には現在位置の正確な把握が難しいため、損傷を発見した場合に位置把握のため図面と現場を照合している。	点検者の位置認識が可能なシステム（位置センサ等）を用い、点検着目点を含めた自動的な点検ルート/手順をガイドする
②損傷の発見	新たな損傷の発見は、技術者の能力に依存している。正確な位置の把握ができないため、損傷箇所を見落とすことがある。	重要損傷が発生し易い部位・損傷種類を明らかにし、チェック方式とすることで、健全状態の記録を含め点検漏れを防ぐ。
③損傷の仮評価	損傷評価は各企業の基準によって実施されており、仮評価の結果は技術者のスキルによりバラツキを生じている。	AR等のICT技術を活用し、過去の点検結果、評価結果の比較・参照により、損傷レベルの正確な評価を支援する。
④点検結果の記録	点検現場は閉鎖空間で劣悪な環境であるため、現場での記録作業の負担が大きい。事務所での再入力に時間がかかる。	時間情報、センサによる正確な位置情報等、記録が必要な情報の一部を自動的に取得が可能となり、作業が簡素化される。また、健全な状態を含め点検履歴が管理される。
⑤判定の支援	スキルレベルによって仮評価のバラツキがあるため、熟達者の経験をもとに関係者の合議により評価を設定する。	損傷写真・データについて、画像解析技術等により過去の判定事例から推奨を提示し、評価のばらつきを是正する。
⑥結果の分析・活用	熟達者の経験や知識を頼りに、現場での点検作業を計画しているため、最適な作業計画となっているか疑問である。	点検業務のログ（担当・時間・ルート等）を蓄積・分析することで、合理的な点検計画を策定し作業員の負担を軽減する。

イメージ図

2）構造物特性等を踏まえた点検業務の合理化（案）

（ver2013.3）

構造物の弱点、損傷傾向等に合わせた点検・計測方法を検討し、点検業務の改善提案を行う

基本的考え方

○目視を中心に一律の点検頻度で実施している現在の定期点検方法について、構造物特性を踏まえ、メリハリをつけた点検方法の将来像を描く
・目視を中心とした定期点検において、センサ等を活用することにより点検方法（目視、点検間隔）を見直す
・個別点検や常時監視との役割分担を視野に入れる

データ/ICTの活用方法

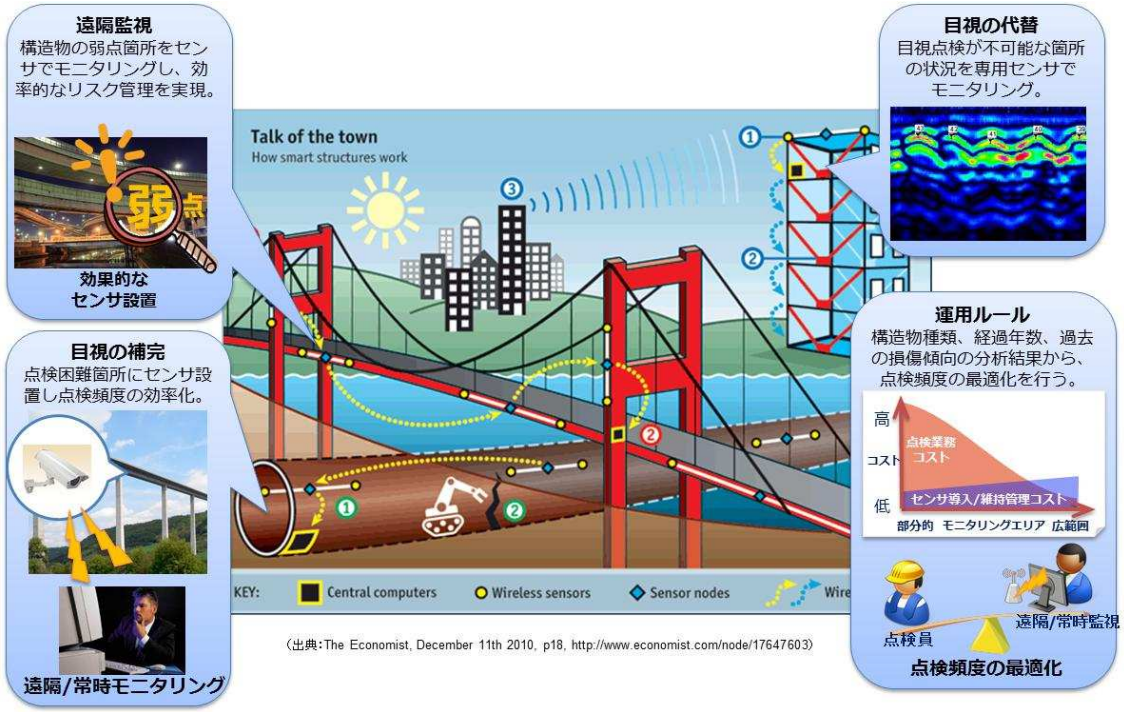
①構造物特性、損傷傾向等を踏まえた点検方法の効率化
・構造物特性、部位、損傷傾向等を分析し構造物の弱点を抽出するとともに、損傷の発生頻度や重大性を考慮した、的確で効率的な点検方法を設定する
②センサー等による重要箇所の状態把握と計測データの活用
・損傷の進行が速い箇所、点検が難しい箇所等にセンサーを設置して状態監視を行う。詳細点検や補修の判断における計測データの活用方法を開発し、実証運用することでICTの有効性と信頼性を検証する。
③点検・計測データの分析結果を踏まえた点検ルールの見直し
・計測データを含めたデータ分析により損傷傾向（部位、頻度、進行速度、環境条件等）を把握し、リスク管理・予防保全等の観点から計測データを活用した点検ルールを検討し、適用可能性を評価する。
④コンディションベースによる点検周期、点検方法の最適化
・上記②、③の検討結果を踏まえて、全て一律の点検基準・周期でなく、重要箇所へのセンサーの設置等を含む、構造物や損傷の特性に合った適切な点検周期・方法を設定する

実現に向けた課題

○一番損傷が出やすい箇所や重要損傷の予兆の損傷となる弱点部位の抽出
○センサの設置方法（場所・方法等）及び費用の明確化
○センサの技術的な理解（計測項目、費用、精度、信頼性等）の向上
○点検方法を見直しするための判断に必要な根拠（統計的裏付け、信頼性等）とオーソライズの方法

合理化方法	現在	将来
①常時監視	構造物の異常を事前に察知するために、どの箇所をどのようにセンシングしてよいかわかっていない。	構造物の特性（弱点等）に合わせたセンサを設置し、損傷を監視することで、構造物の重大損傷の兆候を察知する。
②目視の補完	目視を基本として実施しており、亀裂などの長さ、腐食の広がり等、各企業の損傷評価基準に基づき、評価を実施している。	点検しにくい箇所（高所、閉所等）に目視を補完するセンサ等を設置することで、目視による点検回数を減らす。
③目視の代替	目視点検結果により詳細な調査が必要と判断した場合に限り、必要な器具を用いた詳細の調査を再度実施する。	点検できない箇所（構造物の内部、化粧版裏等）に、目視より有効な計測機器等による正確な情報収集に切り替える。
④運用ルール	点検頻度は一律であることから、重要な現象を見過ごすと次の点検までに損傷が進捗してしまう恐れがある。一方、劣化の進行が遅い箇所も同等のコストがかかっている。	構造物の種類や経過年数等、過去の損傷傾向等の知見を反映し、損傷の進行度合いに応じてメリハリをつけ弾力的に運用する。
⑤点検要領改訂	定期点検は、目視を中心に実施することとし、点検方法・頻度等は、構造物毎の特性によらず一律となっている。	構造物の特性を反映することで、目視点検の一部をセンサ等による情報収集へ代替、センサ等活用による目視点検間隔の見直し等、構造物の特性に合わせて点検要領を見直す。

イメージ図



（出典：The Economist, December 11th 2010, p18, http://www.economist.com/node/17647603）

3）技術的判断の支援と技術伝承（案）

（ver2013.3）

劣化要因の推定と対策の検討など、技術的判断を支援し技術を伝承する仕組みを提案する

基本的考え方

○マネジメント層が実施する技術的な判断支援に必要な情報とその提供方法における将来像を描く。
・熟達者がどのような知見により判断を行っているかという情報（知見）の専門性に着目し、現状及び将来像を整理

ﾃﾞｰﾀ/ICTの活用方法

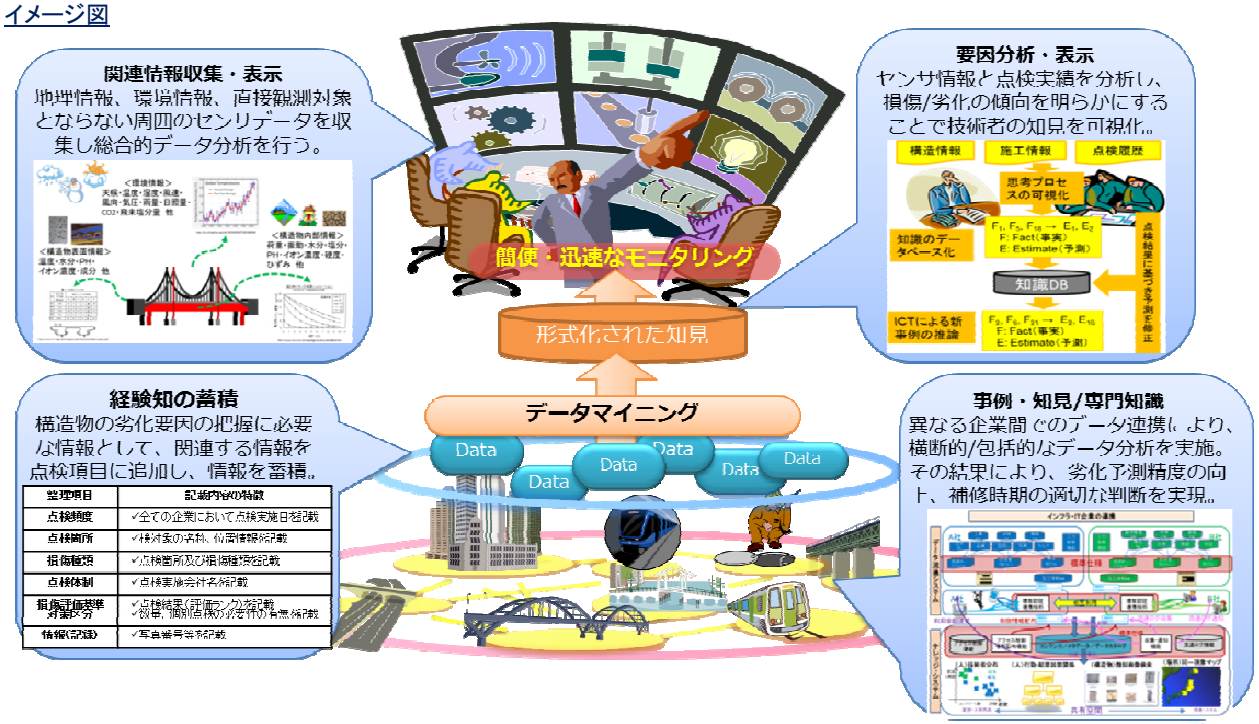
①点検データ等の分析結果を活用した技術資料の充実
・点検データ分析から見出される知見、数値的裏付け、代表事例等を体系的に整理するとともに、経験的なデータ・知見を技術資料に反映して専門家間で共有し、技術の伝承に活用する
②熟達者の暗黙知・思考プロセスの可視化と伝承方法の体系化
・点検マニュアル、点検・補修記録等の情報と熟達者の言動などから暗黙知、思考プロセスを可視化するとともに、技術を習得するための学習・研修方法を体系化し、OJTを通じて評価・改善を行う
③損傷評価、補修方法等技術的判断を支援する仕組みの構築
・損傷評価、補修方法等の判断に必要となる関連情報を整理し、思考プロセスに応じて必要となる情報・ノウハウを定義するとともに、プロトタイプシステムの試行を経て技術的判断を支援するシステムを構築する
④ナレッジ（マニュアル、事例等）を蓄積・流通する仕組みの構築
・各企業が保有するナレッジ（マニュアル、事例、ノウハウ等）を整理し、一定の条件下で企業間でナレッジが蓄積・流通可能なルール、システムを整備する

実現に向けた課題

○現場データを用いた構造物の劣化に影響を及ぼす外部からの影響要因の抽出
○外延要因、事例及び知見等の蓄積・可視化による技術の伝承
○企業内の個別システム間の情報連携＜企業システムの関係性（データ内容、連携方法等）が不明なため、様々なデータを利用した分析が困難＞
○企業が保有する技術的な情報（事例、基準、人材等）の他機関への提供

支援方法	現在	将来
①関連情報表示	熟達者の目視点検は、五感で感じた目視以外の何らかの情報を直感的に把握して評価を行っている。	構造物の劣化に影響を及ぼす地域特性や環境情報を、グラフ、地図等で表示することで、判断支援情報として活用
②経験知の蓄積	熟達者の知見・過去の経験は、個人の記憶としてとどめており、そのノウハウ等が記録簿に記載されていない。	熟達者の点検評価時の情報（位置、時間、天候、参考文献、判断理由等）を蓄積・分析することで業務ノウハウを可視化・蓄積する
③要因分析・表示	技術的判断は、技術者の保有する様々な外的要因や過去の事例等を総合的に判断しているが、その思考過程は明らかでない。	点検結果やセンシング情報等や外延要因を分析し、損傷や劣化の傾向を明らかにすることで、技術者の思考過程を可視化する
④事例・知見	目視点検の結果により、個別点検を実施し、構造物の劣化状況を詳細に把握することから、点検技術者は、実質的に補修・補強の必要性の判断（仮説）が必要となる。	構造物の劣化要因の把握に必要な情報を点検項目に追加するとともに、関連する様々な事例情報を蓄積することで、類似事例等検索が容易となる。関連する外部情報を取り入れる。
⑤専門知識	高度な専門知識となる劣化予測、補修・補強の判断は、熟達者の経験や知見以外にも、必要に応じ、外部の専門家の意見を求める。情報収集に多くの時間が費やされている。	企業間での情報連携により、劣化予測精度の向上に必要な情報収集や、適切な補修時期の判断に活用する。専門家の間で必要な情報が流通する環境を整備する。
⑥マニュアル等	技術的な知見をマニュアル等にまとめているが、必ずしも有効に使われていない。技術伝承できる形式となっていない。	技術資料に現場データ等の情報を記載することで、立体的な技術資料とする。技術伝承のための手法を確立する。

イメージ図



整理項目	記録内容の特徴
点検頻度	✓全ての企業において点検実施日を記載
点検箇所	✓検対象の名称、位置情報を記載
損傷種類	✓点検箇所及び損傷種類を記載
点検体制	✓点検実施会社名を記載
損傷評価基準 対象区分	✓点検結果（評価ランク）を記載 ✓数値、画像（損傷状況を示す）有無を記載
情報（記録）	✓写真番号等を記載

4）点検データ等の経営・マネジメントへの活用（案）

（ver2013.3）

点検データ等を活用し、経営層・マネジメント層・現場層をつなげる維持管理指標を新たに設定する

基本的考え方

○現場から収集したデータを経営・マネジメントに活用するための管理手法における将来像を描く。
・ヒト・モノ・金の管理の視点から点検関連データの活用方法を整理する。
・点検関連データ等を活用した経営・マネジメント・現場層が一体となったインフラ管理の方法を構築する

データ/ICTの活用方法

①健全度や管理水準等のインフラ管理指標の体系化と運用管理
・現場と経営を繋ぐ、構造物の健全度、管理水準等を示すインフラ管理指標をバランススコアカードの視点から体系化し、試行運用、ベンチマーク等を行う。
②現場データ等を活用した構造物の健全度等の各種指標の設定
・個々の損傷状態と構造物の諸元について、路線・地区、環境等の視点との関係により、構造物等の所有資産の健全度や技術的判断に関する指標を設定する
③点検結果と補修結果の関連性分析による補修判断指標の設定
・点検データの損傷有無の推定と補修実施状況や方法の関係性を把握することで、個別の損傷に対する適切な補修実施が可能な判定指標を設定する
④点検・補修・環境データ等の可視化による補修計画策定の支援
・点検データ、補修データ、環境データや運行情報及び分析結果等を用いて補修優先度を検討するとともに、これらの情報を広域的に一覧表示することで、合理的な補修計画の策定を支援する
⑤インフラ管理指標、環境情報等による総合的な判断の支援
・構造物健全度、インフラ管理指標、環境情報等をマネジメントの視点から関連性、一覧性をもって確認できるシステムを整備する

実現に向けた課題

○1損傷単位の評価から構造物全体の評価を表す指標の設定
○適切な維持管理水準の明確化
○企業の経営指標等の実態及びデータの使用方法
○各企業の経営指標情報の内容把握及び提供

管理手法	現在	将来
①オペレーション管理	現在の点検では、構造物の結果についての記録しか蓄積しておらず、点検業務（オペレーション）に関する記録（稼働、時間等）は蓄積されていない。	点検業務（オペレーション）全体を分析するデータ（稼働、時間、費用等）を収集し、個別指標を整備・管理することで適切な点検計画を策定する
②構造物管理	現場の点検員は、点検記録簿に様々な点検結果を記録し、DBに蓄積しているが、蓄積されているデータがどのように活用されているか、現場層に理解されにくい	点検データが各層の業務でどのように利用されているかを明らかにするとともに、その結果が現場にフィードバックされる仕組みを構築する
	現在の点検方法では、1損傷単位での評価を実施しており、構造物全体がどのような状況か判断する指標は存在していない。	センサデータを含めた現場からの情報を基に、構造物全体の状態を評価する健全度評価指標により、経営的な視点から、補修箇所・方法を選定する
③資産管理	補修・補強の判断は、構造物の状況から判断されており、利用者サービス、投資計画など総合的な視点からは行われていない。	バランス・スコアカードを作成することにより、経営・マネジメント・現場層が一体となったインフラ管理指標の体系が確立する
④ベンチマーク	構造物の状態を評価する指標は各社内の基準で管理されているため、適切な維持管理の水準が不明である。	健全度評価指標により、インフラ管理水準を明確化し、企業間でのベンチマークを行う。
⑤補修計画等	点検結果だけでなく、様々な要因を考慮した上で補修計画を立案する必要があるが、判断に利用可能な情報が限定されている	点検データに加え、補修データ、環境データ等を広域的に一覧表示し、総合的な視点から合理的な補修計画を策定する

イメージ図

5) オープンデータ活用による維持管理の高度化(案)

(ver2014.3)

オープンデータを活用し、インフラの維持管理業務における迅速かつ適切な判断を支援する

基本的考え方

○各企業が保有するデータに加え、オープンデータ(*1)や他社が保有するセンサ情報等を活用することで、迅速・網羅的な状況把握と高度な分析・判断を実現する。
・非常時等に各社の計測データを流通可能な仕組みを構築し、社会全体の適切な初動対応を実現する。
・オープンデータの活用や保有データの相互利用により、データ利用の効率化と維持管理の高度化を実現する。

(*1):オープンデータとは、データを単にインターネット上に公開するだけでなく、多様な情報流通を実現するため、コンピュータから読み込める形式で公開することをいう。

データ/ICTの活用方法

【システム及び要素技術】

①データ収集の効率化
・データボキャブラリ(*2)の定義、オープンデータAPIの設計/実装を行い、データ収集/アクセスの様式を共通化。

②データ活用の効率化
・情報流通プラットフォームの設計/実装を行い、データの管理、流通、活用が効率的に行える環境を整備。
・データカタログサイト/開発者サイト等を立ち上げ、一定のルールの下にデータの相互利用を行い、データの可視化やBIツール開発等を協力して実施する。

③業務応用の高度化
・自社データにオープンデータや他社の保有データを加えて、ビッグデータ分析を行い、予防保全など維持管理における高度な分析/判断を支援する。

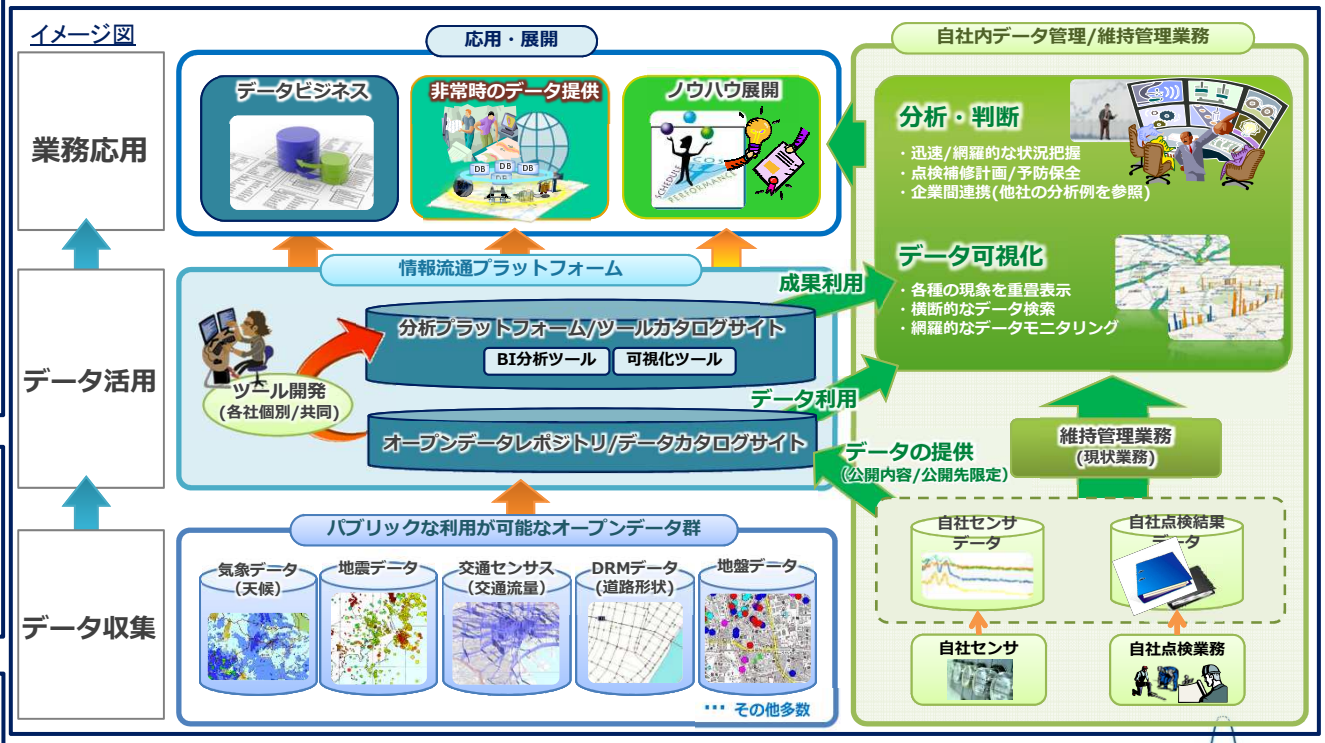
④データ利用条件の整備
・情報流通プラットフォームのプロトタイプ、各社の保有データのサンプルを用いた現場実証を実施する。
・CCライセンス(*3)等データオープンに向けた方針決定

(*2):データ交換等を行うために必要な、データの仕様等を示す辞書のようなもの。
(*3):CCライセンス(クリエイティブ・コモンズ・ライセンス)とは、データ流通についてのライセンス表示/再配布/営利利用を規定する著作権ルール。

実現に向けた課題

○情報流通の有効性(費用対効果等)の整理
○具体的なサービス・共有情報、適用場面の整理
○各種データボキャブラリの整理/標準化検討
○情報流通プラットフォームとしての技術要件の定義
○データ利用に係るライセンス整理、関係者の合意
○データオープン化に係る管理体制整備

研究テーマ(想定)

○オープンデータを活用した応用事例に関する研究
○応用事例における効果の検証

情報の流れ	現在	将来
①データ収集	環境情報は、活用可能なデータが公共に向け、提供されている。	様々なデータ/データアクセス様式が標準化/共通化され、大規模なデータを対象とした効率の良いデータ提供/データ収集を実現。
	各団体が個別に点検実施し点検データ収集を行っている他、各団体の自己負担でセンサやセンサデータ収集を行っている。	各団体が保有しているデータを相互に利用し、管理負担を低減。
②データ活用	収集するデータの内容は各団体が設定し、収集したデータの蓄積/管理は、各団体により個別に行っている。	多様なデータを蓄積/管理する情報流通プラットフォームを構築し、関係団体間で容易にデータを管理・流通できる環境を構築する。
	収集したデータのモニタリング/分析/可視化は、各企業・団体により個別に開発・運用を行っている。	情報流通プラットフォームを活用し、オープンデータに企業情報を加えた幅広いデータによる迅速かつ的確な状況把握/分析/可視化を実現。
③業務応用	各団体が、それぞれ定めた一律の基準により個別にデータの分析/判断を行い、点検補修計画策定/予防保全を行っている。	大規模なデータの分析結果を業務応用し、緊急度/重要度、投資効率等を考慮した合理的な点検/補修/予防保全を実施。
	各団体毎に、自社の保有データを活用した状況把握/判断等の業務応用のノウハウを蓄積している。	他の団体の分析/維持管理事例を参照し、分析の幅を広げるとともに、得られた知見を他の団体等に提供する(ノウハウ展開)。
	各団体とも非常時の対応基準を保有しており、団体内のセンサ値等のデータに基づく状況把握や安全確認対応等を行っている。	非常時には、蓄積したデータや、保有するリアルタイムなセンシング情報を関係機関に提供し、社会全体の適切な初動対応を実現する。