



都市高速道路におけるデータベースの構築と今後の展開

～戦略的なアセットマネジメントの取組み～

2014年2月27日

日本高速道路インターナショナル株式会社

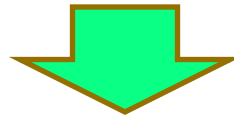
坂井康人

効率的な維持管理手法の構築

- 阪神高速道路の現状
- 構造物点検とデータベース
- ロジックモデル
 - 土木施設の維持管理における定量的指標、管理水準の設定
- 橋梁マネジメントシステム
 - 最適補修戦略の策定
- 階層的なマネジメントサイクル
 - 内部統制の重要性
 - 予算執行、政策評価のマネジメントシステム（ロジックモデル、BMS）
- データベースの高度化

背景

- ・構造物の高齢化に伴う維持管理費増大の懸念
- ・ますます厳しくなる維持管理費の予算
- ・合理的な社会資本資産の運用と利用の大きな流れ
- ・維持管理の必要性や意義に対する理解を得ることの重要性の高まり（アカウンタビリティ）



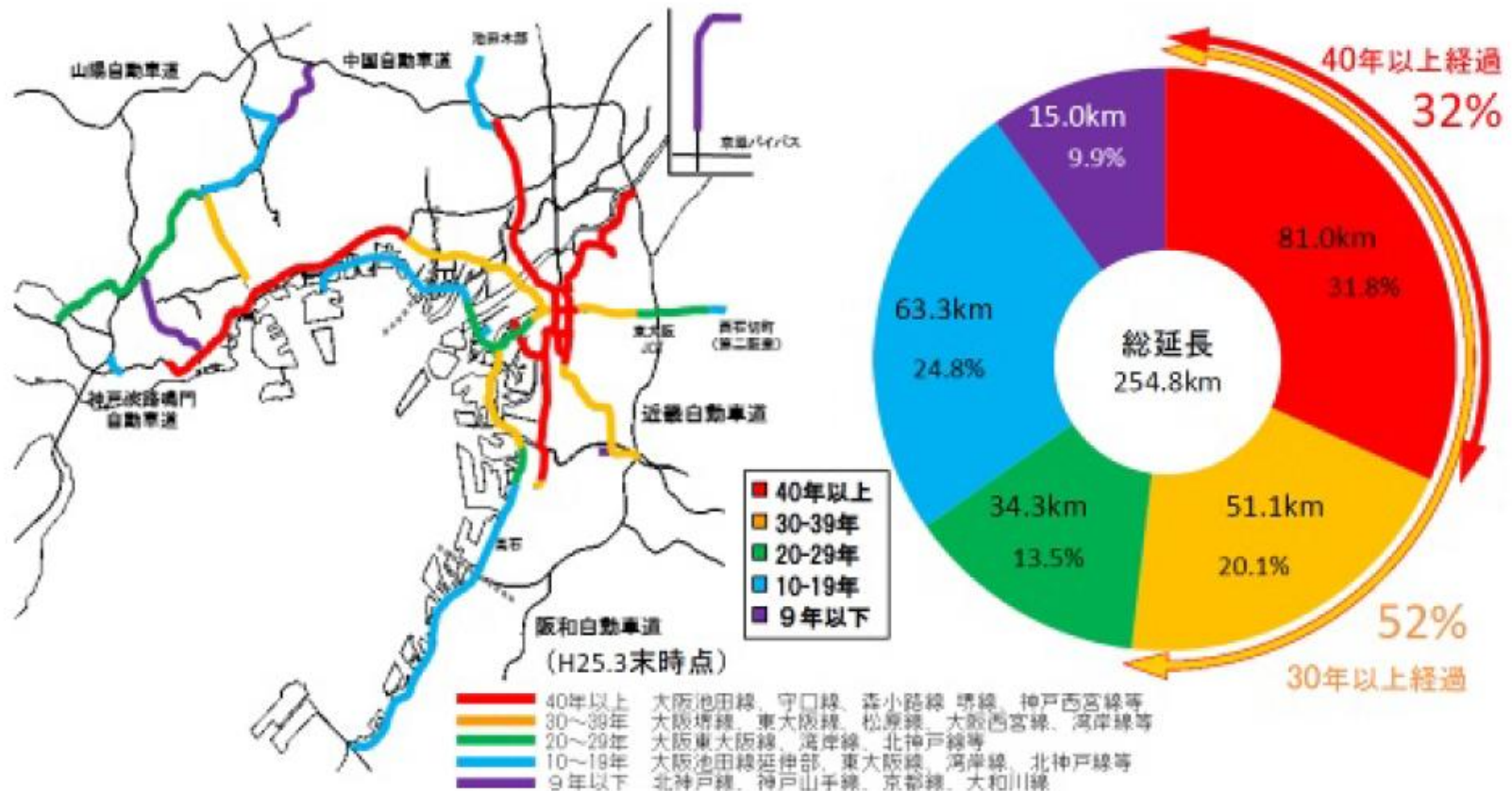
高速道路管理者特有の背景

- 民間会社としての経営の合理化、透明化の要求
- 膨大な資産量の効率的な取扱い
- 様々なステークホルダーへの説明責任
- 客観的な数値指標、適正な管理水準の提示
 - ・蓄積されたデータの有効活用
 - ・必要予算の算出、最適補修時期と補修箇所提案

徐々に進化していく構造物の高齢化

- ・大阪市、神戸市、京都市域における都市高速道路、供用延長254.8km
- ・供用後40年以上を経過した延長は、既に約30%、償還満了時には50年を超える延長は90%に達する。

【阪神高速道路の供用からの経過年数】



戦略的維持管理

あるべき姿

長期にわたり安全・安心・快適を提供



具体的シナリオ

効率的・抜本的・予防的維持修繕

戦略的維持管理

管理水準明確化

劣化予測精度向上
橋梁マネジメントシステム
ロジックモデル

更なる進化

技術開発
ノウハウの伝承



制約条件

管理費抑制、老朽化の進行

阪神高速のアセットマネジメント

アセットマネジメントシステム＝資産管理システム
阪神高速の資産＝道路構造物(主に橋梁)

■ 情報の蓄積・管理

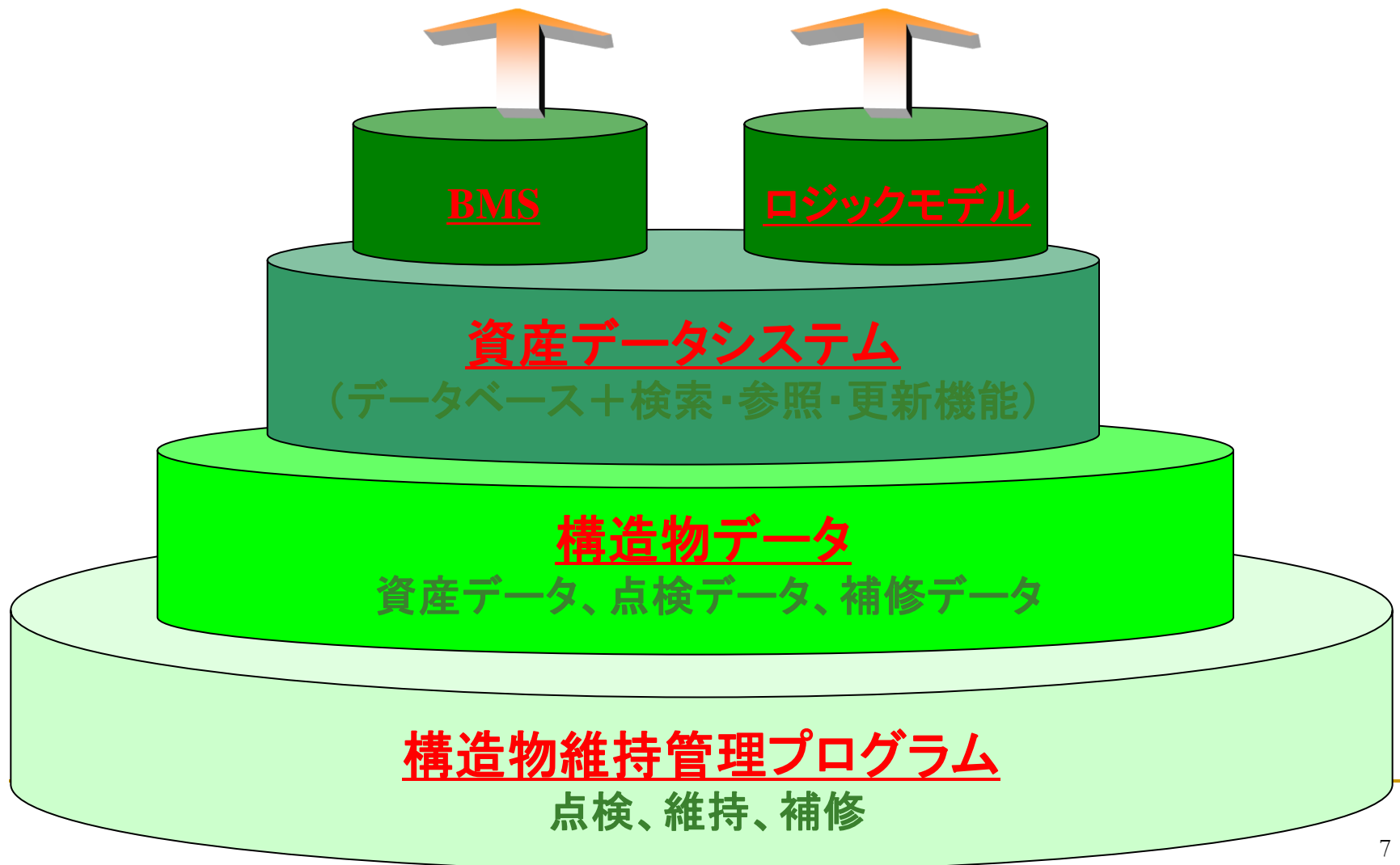
- ・構造物の現況把握 → 構造物点検
- ・データベースシステム → 保全情報管理システム

■ 情報の活用

- ・橋梁マネジメントシステム → H-BMS
- ・維持管理マネジメントシステム → ロジックモデル

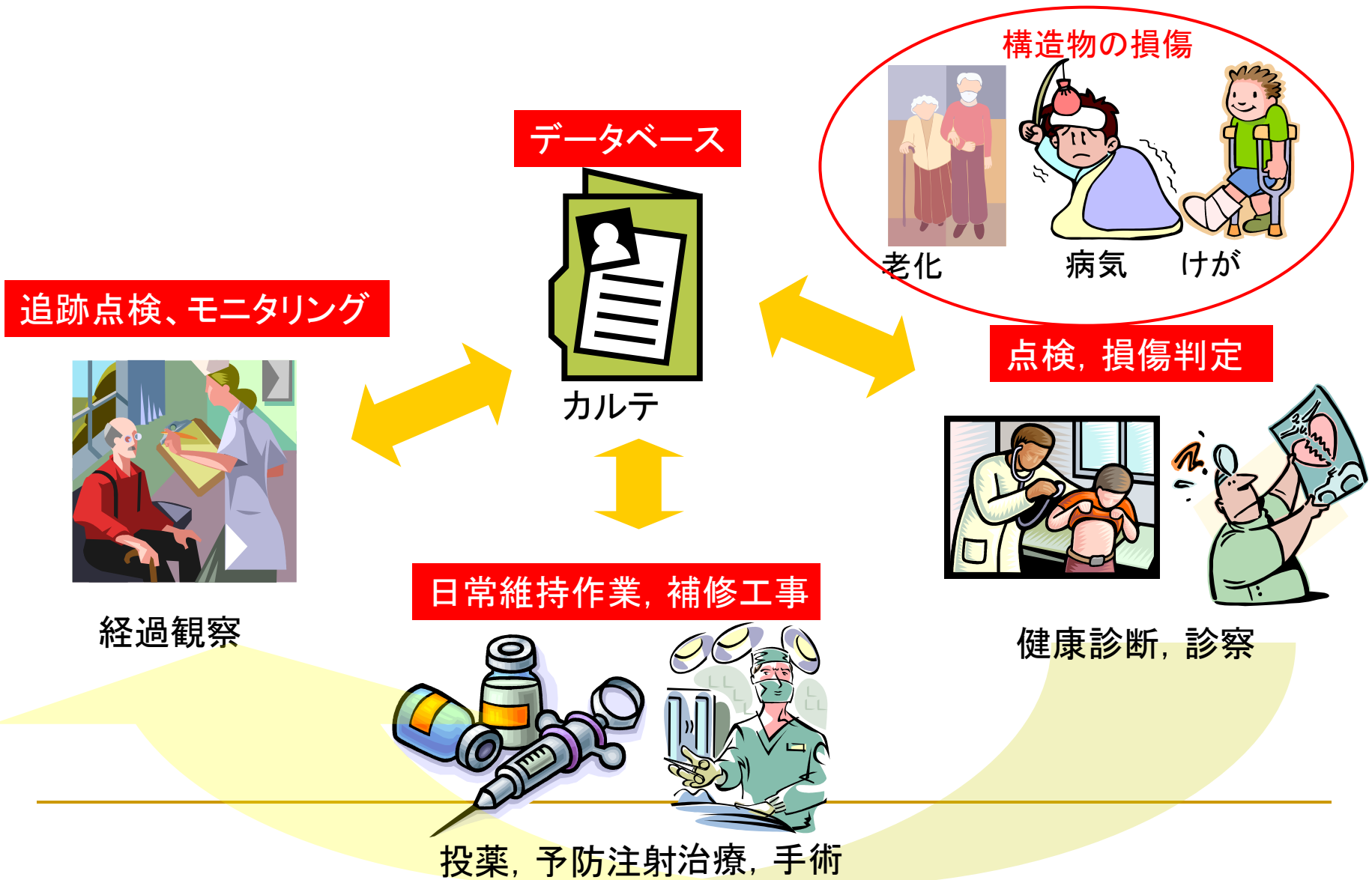
階層的なアセットマネジメントシステム

予算・計画・実行の適正化・合理化



点検の重要性

道路の維持管理は人間の健康管理と同じ概念

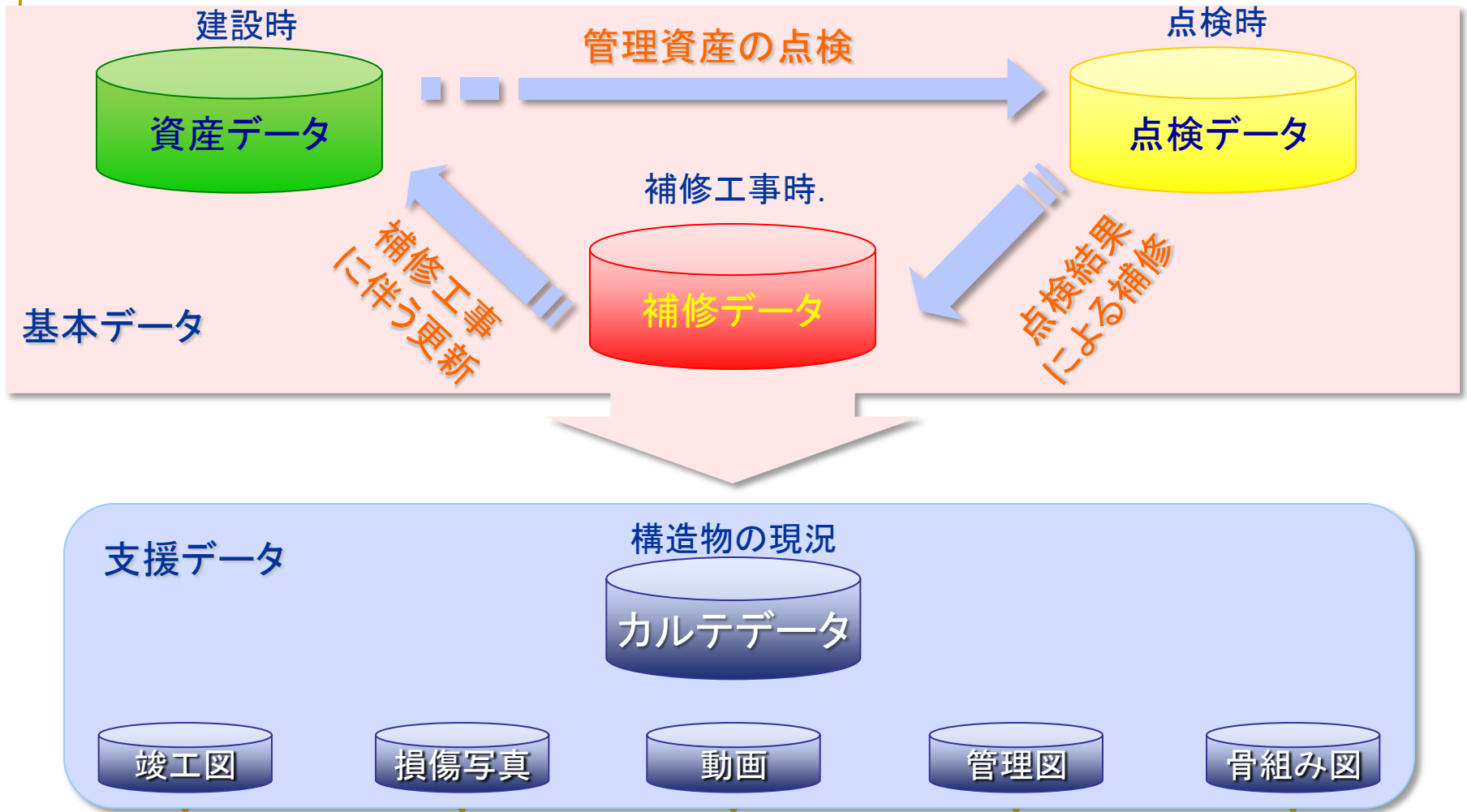


点検の種類

目的や対象構造物に応じて、様々な構造物の点検が定常的に実施。

| 点検種別 | | 目的 | 対象構造 | 点検頻度 | 点検方法 |
|------|------|--|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 初期点検 | | 新設または改築構造物の維持管理を行う上での基礎資料を得る。 | 橋梁、トンネル、土工部、付属物 | 供用前に1回 | 原則的に遠望目視 梁工のみ接近目視 |
| 日常点検 | 路上点検 | 道路構造物を常に良好な状態に保全し、安全かつ円滑な交通の確保及び第三者損害の防止を図る。 | 舗装、伸縮継手 | 本線部 3回/週 ランプ部 1回/2週 | 点検車からの目視 /自動計測 |
| | 路下点検 | | 橋梁下部 | 3~6/年(交通量等で変化) | 地上からの目視 |
| | | | 橋梁下部 | 1回/年 | 検査路からの目視 |
| 定期点検 | | 機能低下の原因となる損傷を早期発見し、今後の補修計画立案のための基礎資料とする。 | 橋梁全般、カルバート | 1回/5 or 8年 | 接近目視 |
| | | | 舗装 | 本線1回/3年 ランプ1回/6年 | 自動計測車 |
| | | | 土工部 | 全般 1回/8年 カルテ点検 1回/年 | 接近目視 |
| | | | トンネル | 全般 1回/8年 カルテ点検 1回/2年 | 接近目視 |
| 臨時点検 | | 災害や事故等の緊急時に損傷の有無や程度を確認し、必要な対策を立てるための基礎資料とする。 | 構造物全般 | 必要に応じて随時 | |

データベースの構築

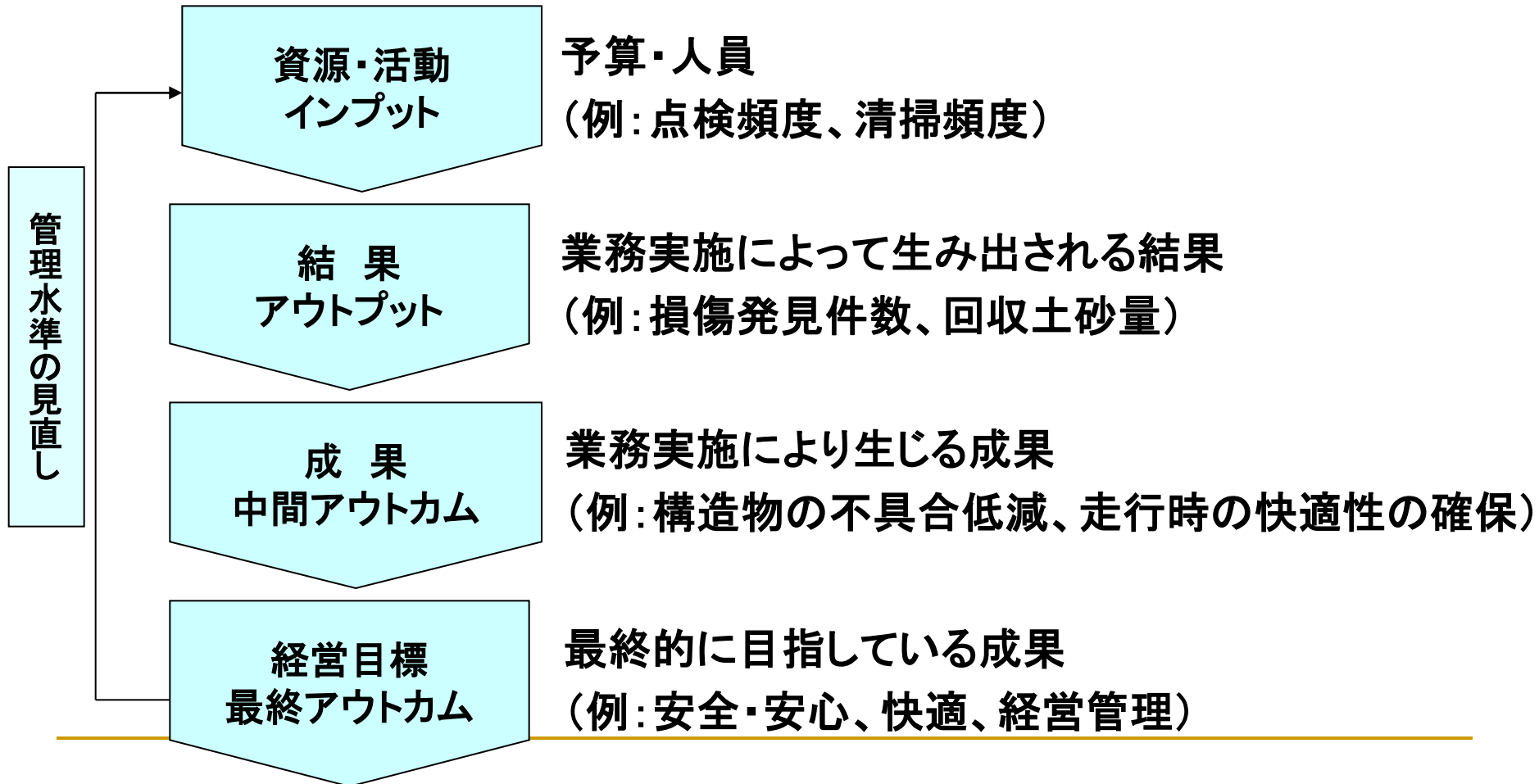


- ① 構造物資産等の維持管理情報の一元管理が可能
- ② 必要な情報のタイムリーな提供と利用が可能

ロジックモデル

ロジックモデルの概要

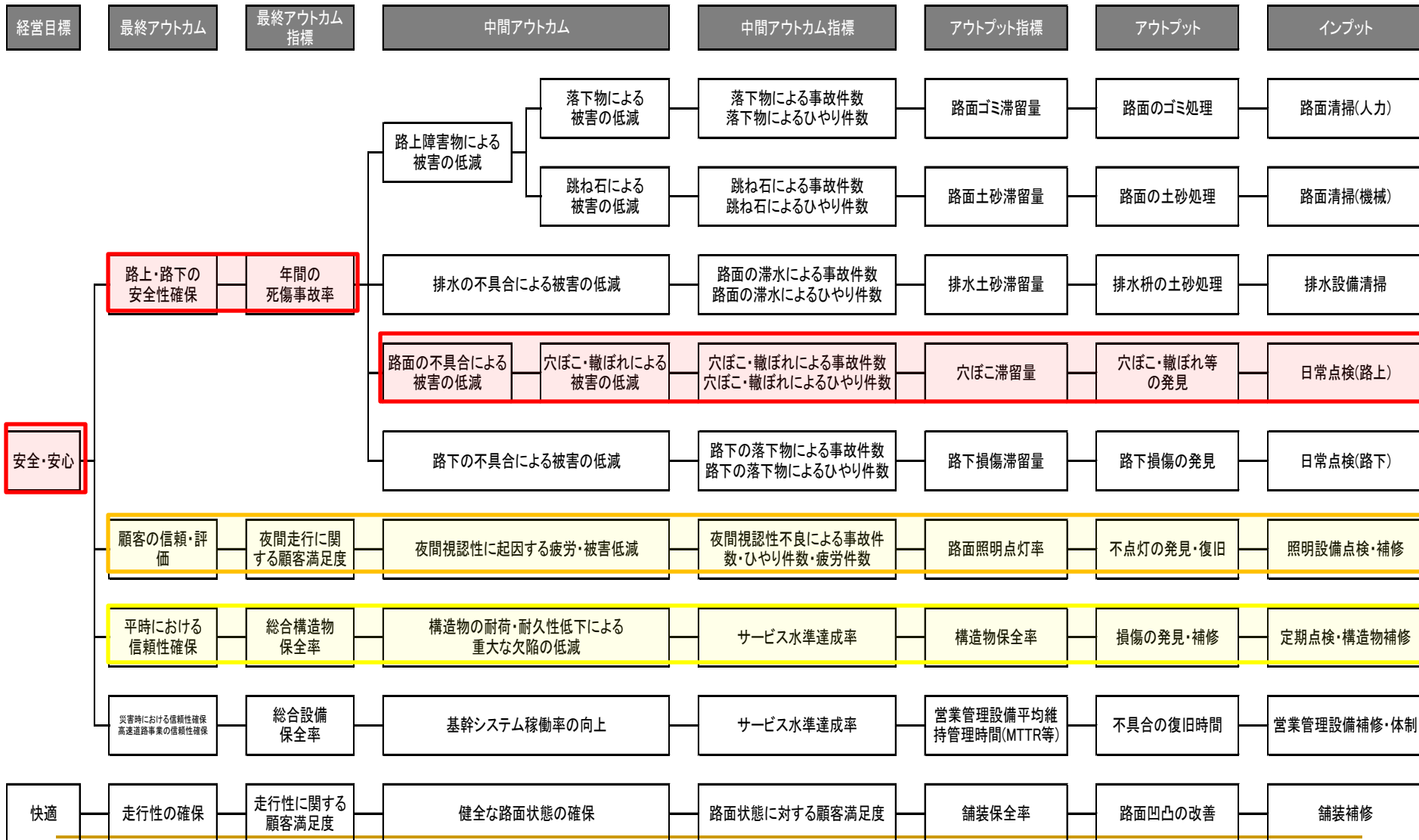
ロジックモデル: 最終的な成果を設定し、**インプット、アウトプット、アウトカム**を**指標化(数値化)**し、それを実現するために何を行う必要があるのかを体系的に示したもの



ロジックモデルの利点

- 執行評価 → 施策評価 → プログラム評価（総合評価）
- 様々なステークホルダーが維持管理プログラムの流れを考える共通の土俵を提供。
- 施策の成果を指標を用いて客観的に評価が可能。
 - 成果が達成したかしなかったか？
- 成果が達成できない場合の問題点の所在を容易に特定。
 - 何が問題か？
- 成果を達成するための様々な要因とそれらの関係、また関与している組織の関係を特定・表示でき、それに至るまでのプロセスの明確化。具体的には、インプットの評価を関連するアウトプットやアウトカムの変化に基づいて行うことが可能。
 - 目標を実現させるために何を行うべきか？
- 内部での意志統一、外部説明のためのツール。

ロジックモデルの概要(抜粋)



アウトプット指標の例

■ 舗装保全率

$$\text{舗装保全率(\%)} = \frac{\text{管理延長のうち、MCIが4以上の延長(km)}}{\text{管理延長(km)}}$$

■ 構造物保全率

$$\text{構造物保全率(\%)} = 1 - \frac{\text{Aランク以上の損傷がある径間・橋脚数}}{\text{全径間・橋脚数}}$$

■ 路面照明点灯率

$$\text{路面照明点灯率(\%)} = 1 - \frac{\text{不点灯日数(日)}}{\text{全灯具数} \times 365 \text{日}}$$

アウトプット指標の例

■ 受配電・通信設備平均復旧時間

$$\text{受配電・通信設備平均復旧時間} = \frac{\Sigma (\text{障害発生時刻} - \text{復旧時刻})}{\text{障害発生件数}}$$

■ 交通管制設備平均復旧時間

$$\text{交通管制設備平均復旧時間} = \frac{\Sigma (\text{障害発生時刻} - \text{復旧時刻})}{\text{全径間・橋脚数}}$$

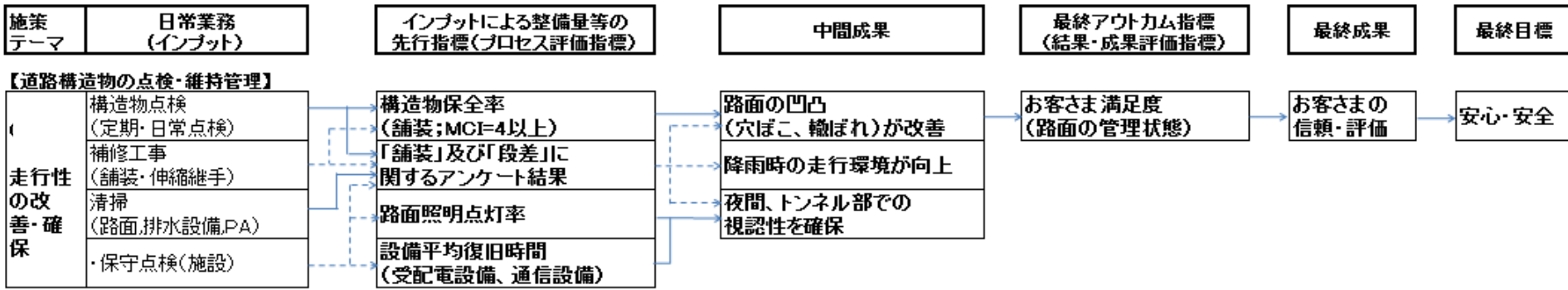
■ 路上損傷平均復旧時間(MTTR)

$$\text{路上損傷平均復旧時間} = \frac{\Sigma (\text{損傷発見時刻} - \text{復旧時刻})}{\text{路障害発生件数}}$$

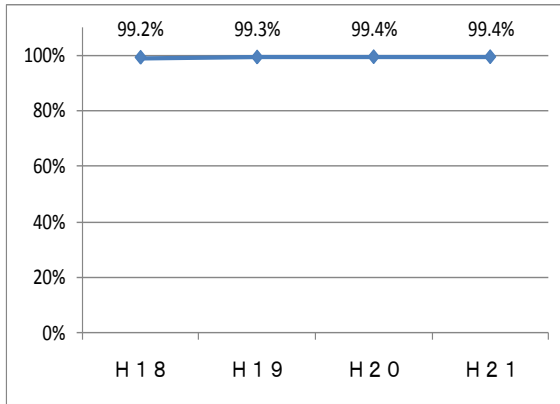
適用事例;ロジックモデルの構築範囲

- 土木部門: 構造物点検(日常点検、定期点検)・補修、
路面清掃
- 電気部門: 照明設備点検・補修、受配電通信設備点検・
補修、交通管制設備点検・補修
- 建築部門: 料金所点検: 補修、PA清掃
- 機械部門: 軸重計点検・補修、トンネル換気、防災設備
点検・補修
- その他: 事故処理体制、緊急維持工事体制、緑地帯管理

ロジックモデル(政策評価ツール)の導入

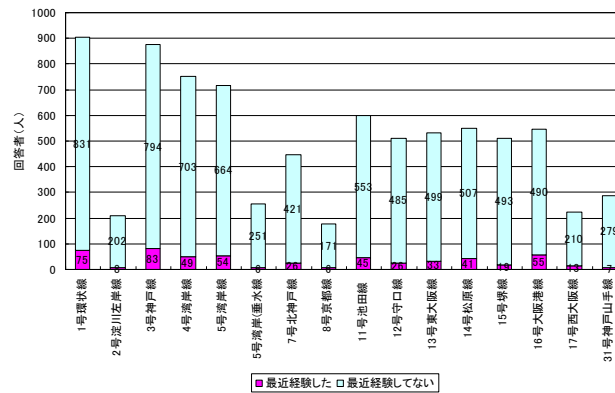


【プロセス評価】 (Process Evaluation)



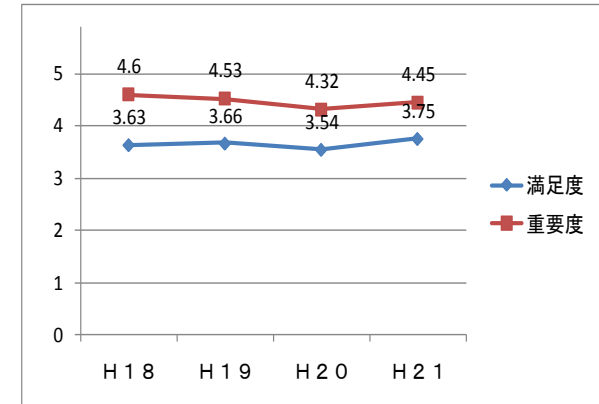
舗装保全率
(現行水準は維持)

【最終アウトカム指標】 (Final Outcome Indicators)



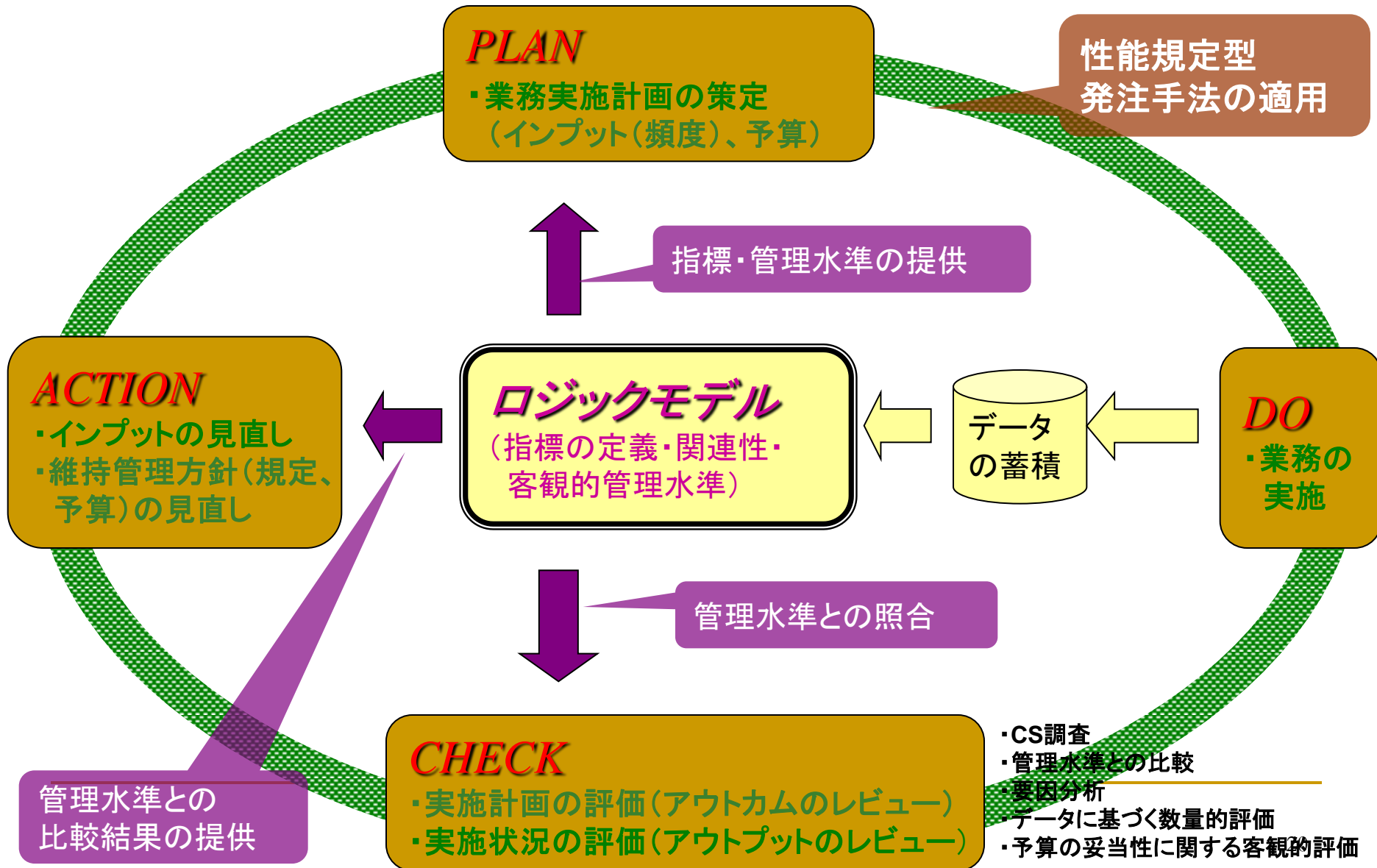
お客さまアンケート
(ホッとする体験によるヒヤリ経験)

【最終成果】 (Final Results)



お客さま満足度
(路面の管理状況)

ロジックモデルを活用した維持管理PDCAサイクル



橋梁マネジメントシステムを用いた管理手法

BMSの活用場面

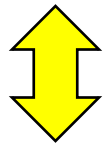
■対象工種

舗装、塗装、伸縮継手、床版、コンクリート構造物、鋼構造物、支承

■中長期的(経営マネジメント)

利用者: 経営者、本社レベル

- ・長期的な管理水準と必要費用の予測(リスク分析)
- ・財務分析、中期予算計画の策定



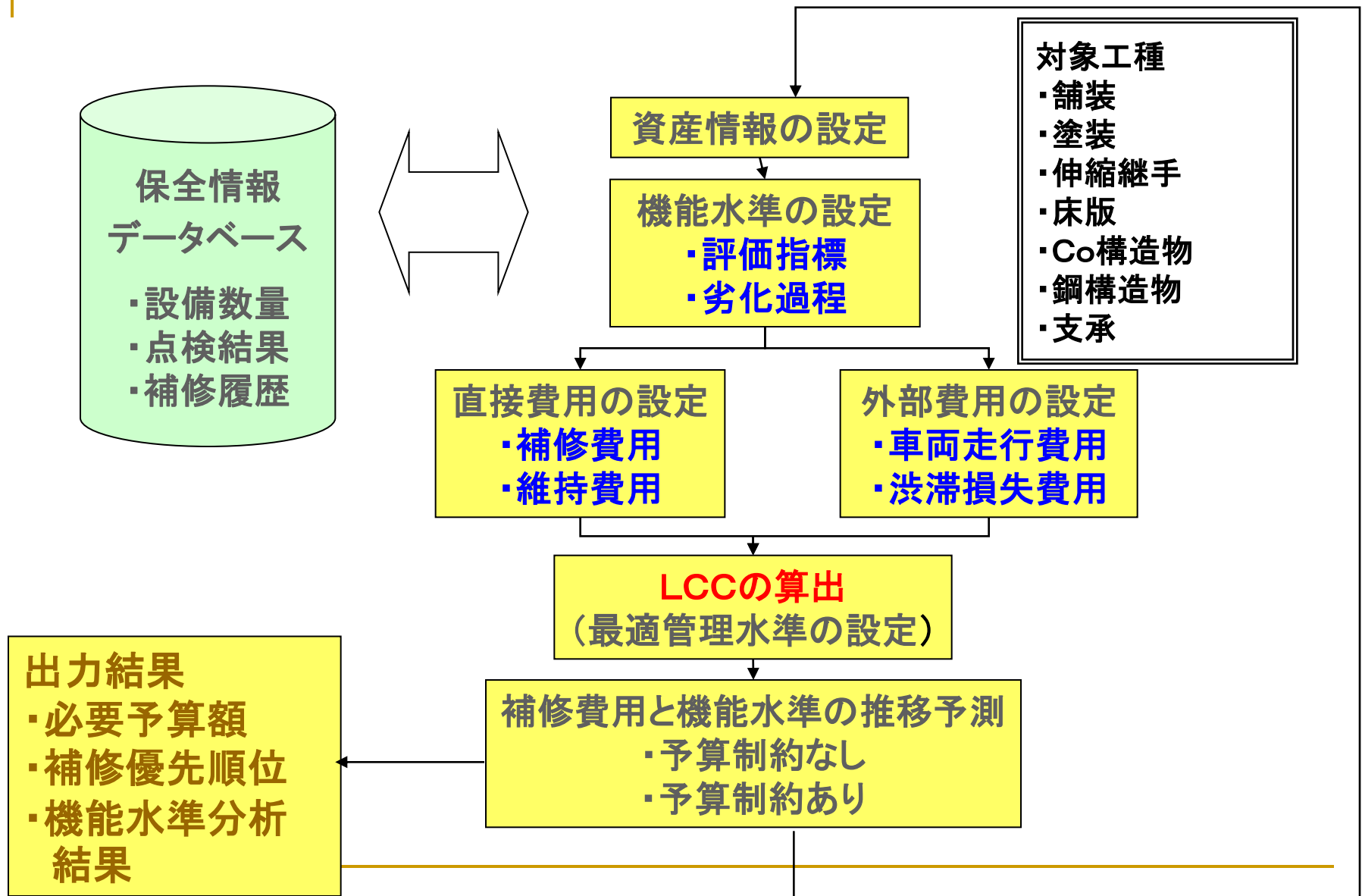
目的に応じて機能を仕分け

■短期的(実施マネジメント)

利用者: 現場レベル

- ・補修箇所・補修工法の選定(損傷マップ)
- ・相対評価による早期劣化箇所の抽出

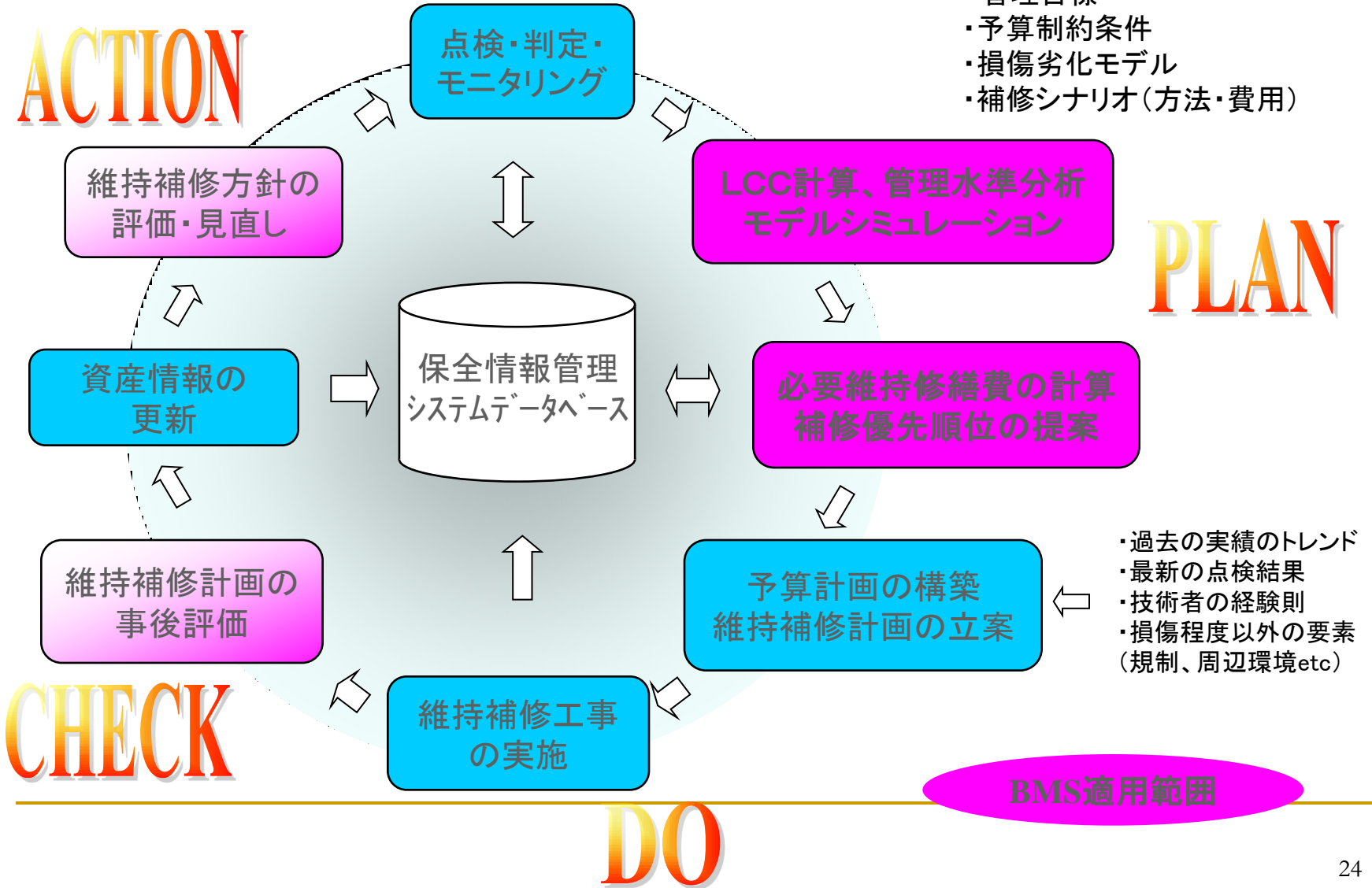
BMSの構成及び計算手順



BMSを活用した構造物管理手順

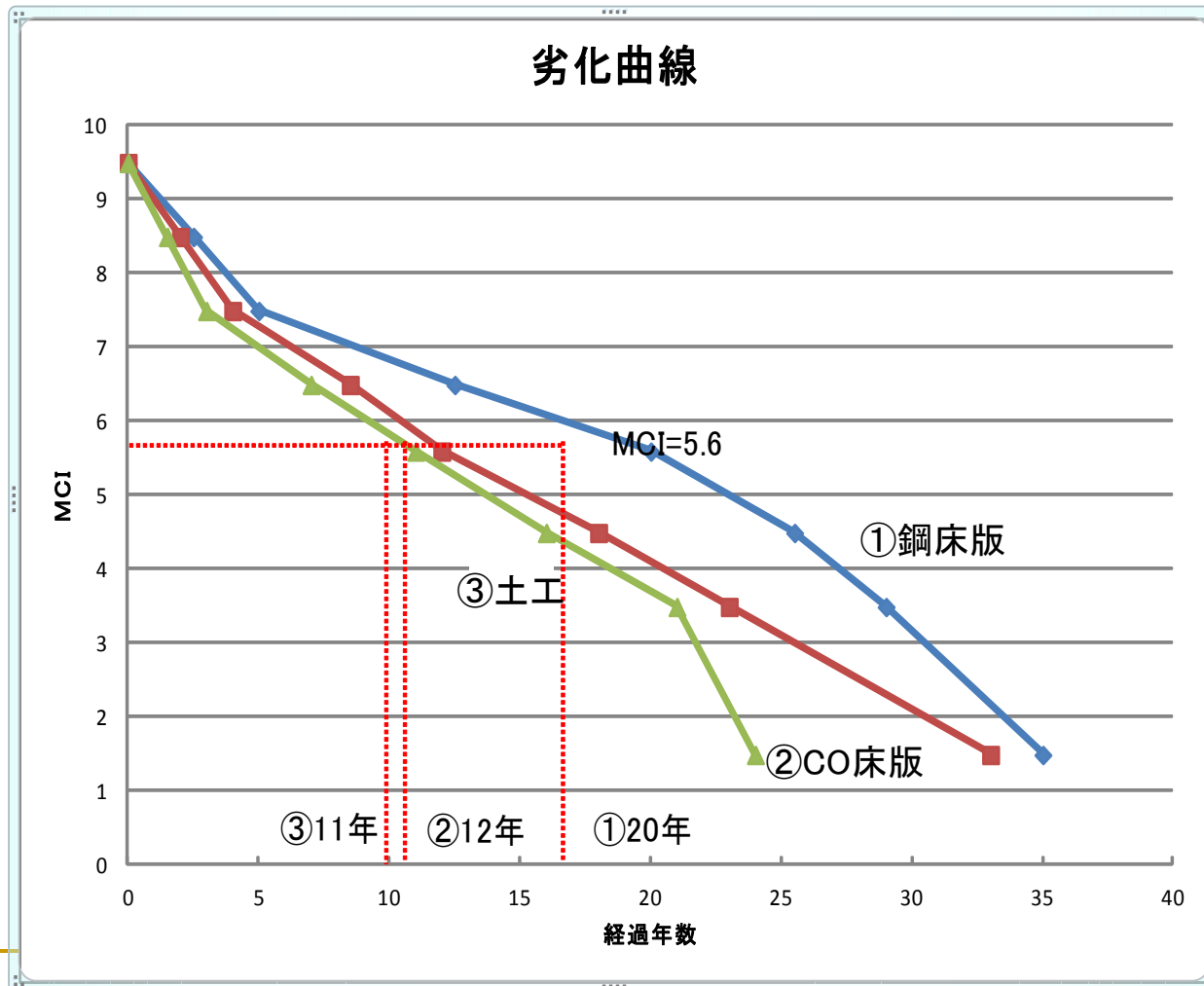
ACTION

PLAN



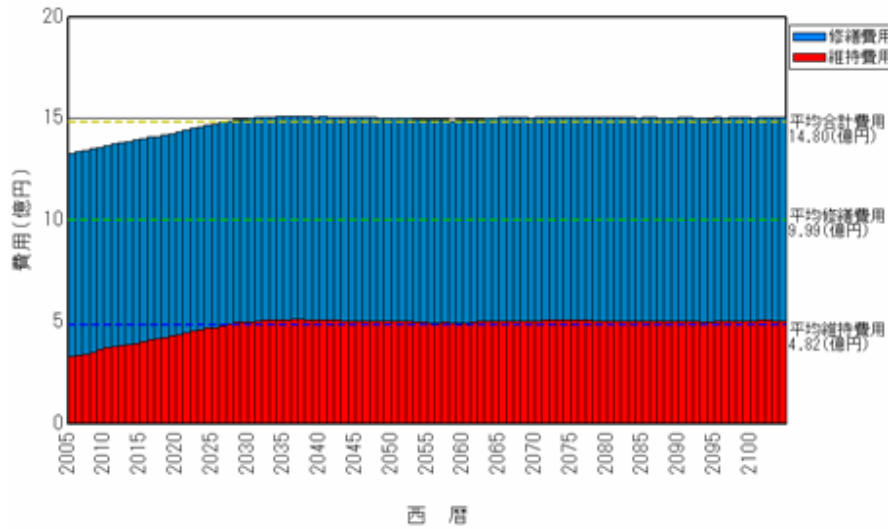
構造物の劣化予測

保全情報管理システムに蓄積されている、点検・補修データに基づき構造物の劣化予測を実施

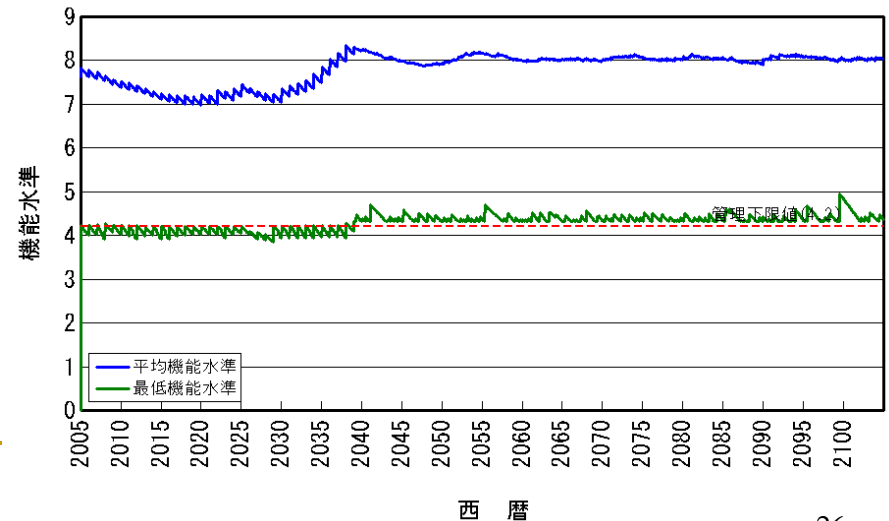
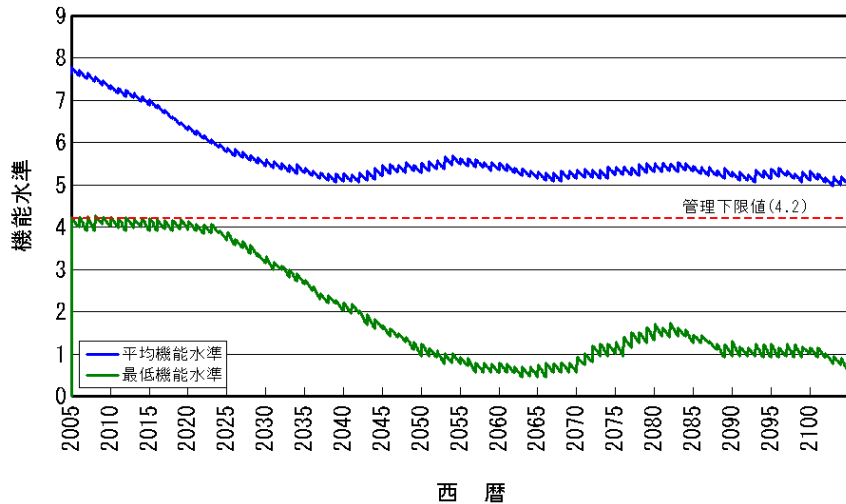
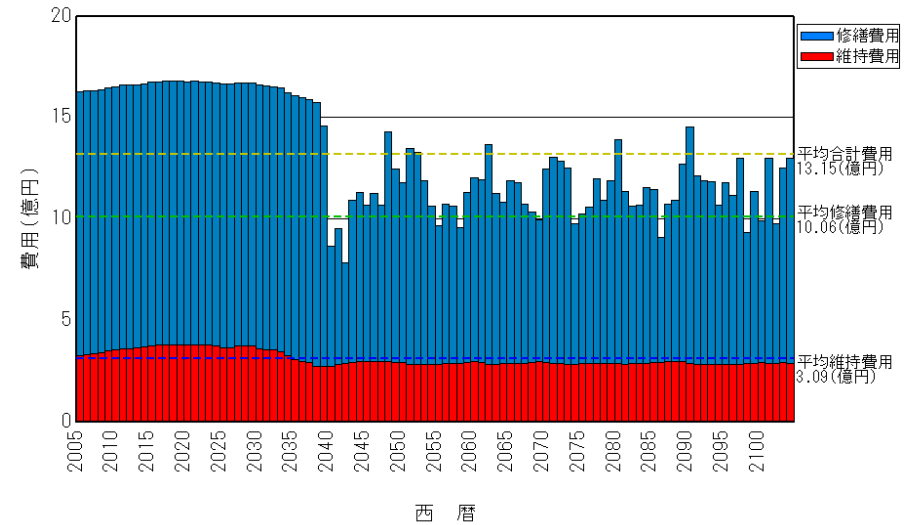


BMS出力結果(費用・機能水準の推移)

予算制約額 A億円/年



予算制約額 A+α 億円/年



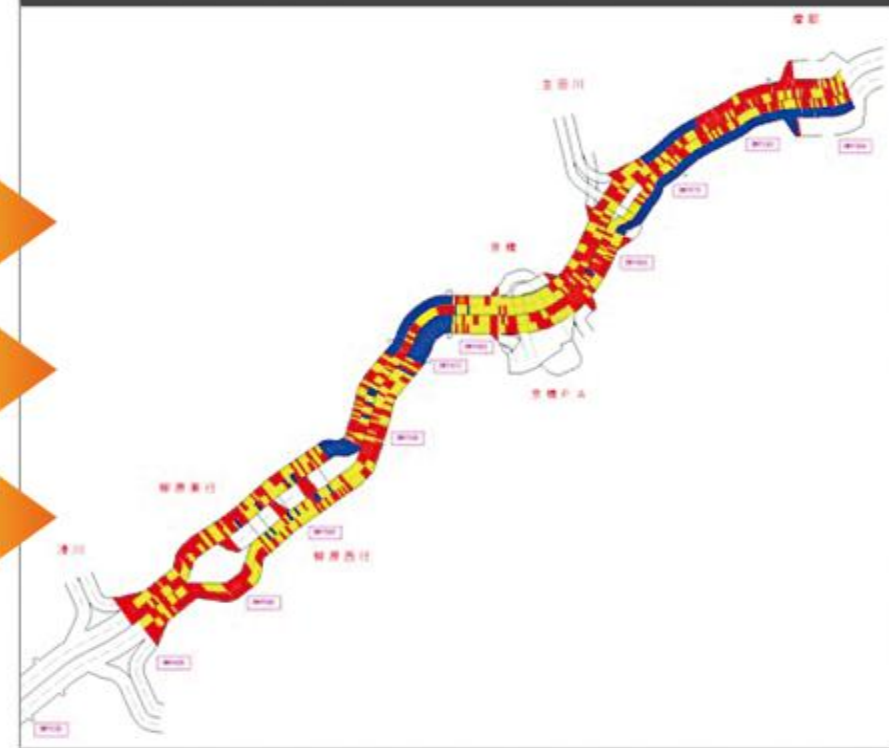
BMS出力結果(損傷マップ)

大規模補修工事等の計画策定にあたり、BMSによりアウトプットされた舗装の劣化予測マップを適用。
補修状況を評価指標とマップにより継続的にモニタリング。

平成20年



平成20年 + α 年後



■ 表基層打換え補修が必要 ■ 表層打換え補修が必要 ■ 補修不要

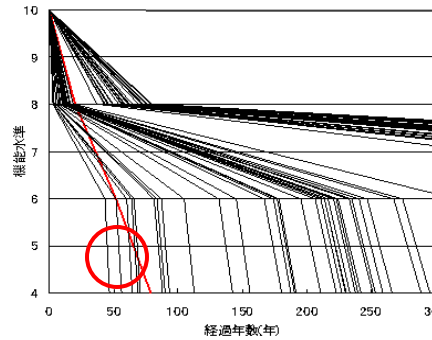
劣化速度に応じた管理方針の構築

■劣化モデル

劣化速度のバラツキを径間毎に相対評価

→ 劣化の早い径間が判明

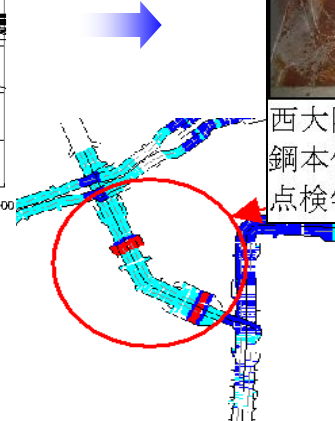
- ・ 要因分析
- ・ 劣化曲線のグループ化



小←供用年数→大



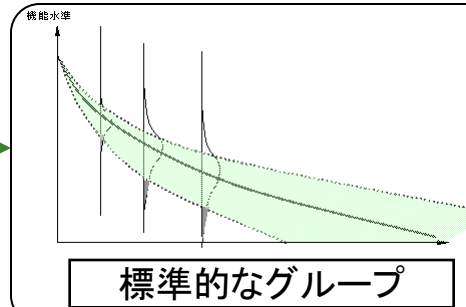
西大阪 S-7
鋼本体さび・腐食 A
点検年度：2004



■管理方法

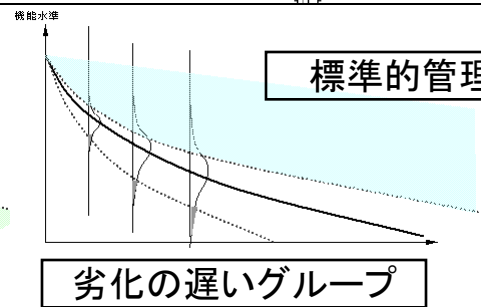
劣化の早いグループに対する対策検討
標準的なグループ等との管理の差別化

標準的なグループ



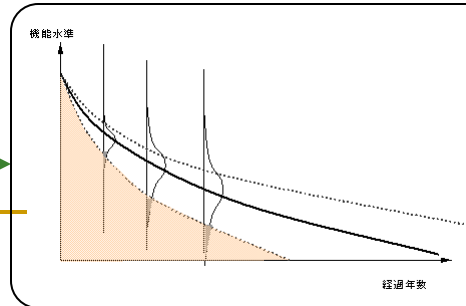
標準的なグループ

標準的管理



劣化の遅いグループ

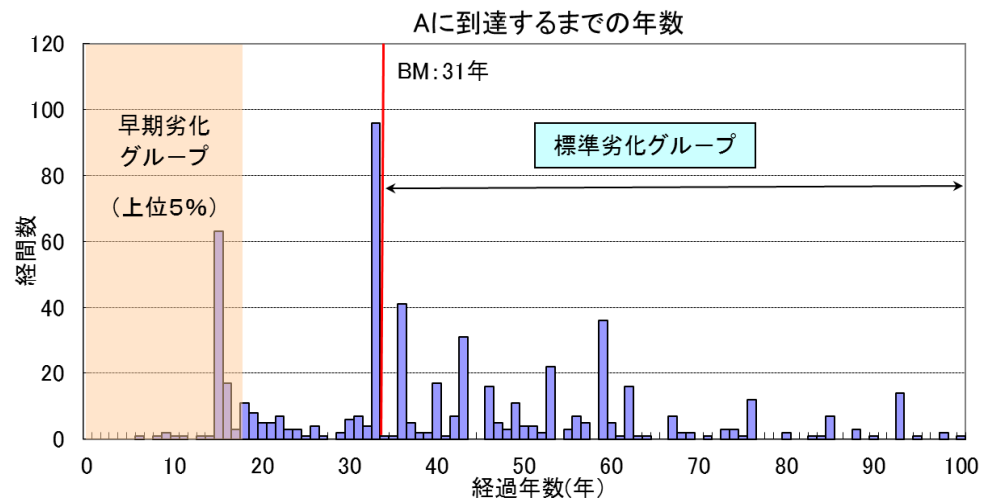
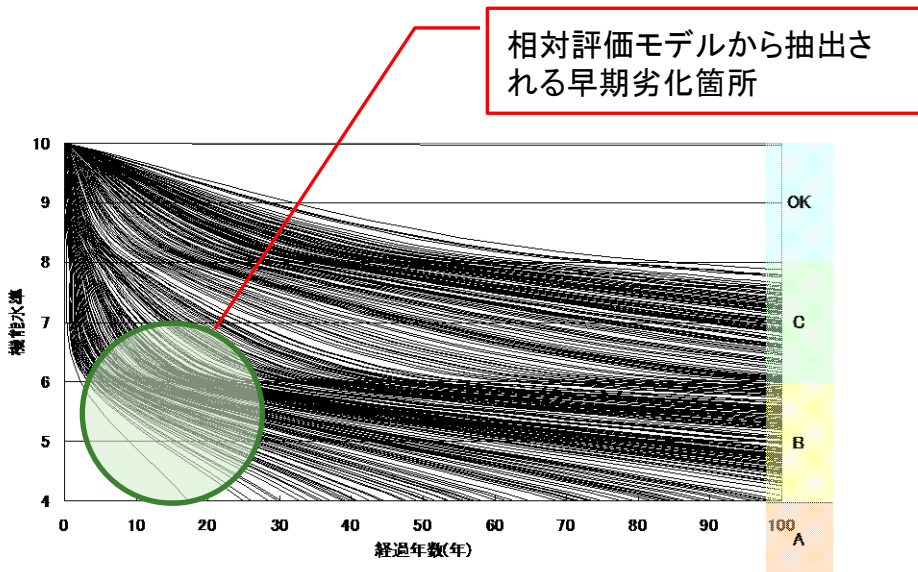
劣化の早いグループ



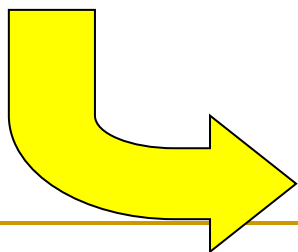
技術委員会等によって
対策方法の検討

重点施策箇所の抽出(コンクリート構造物)

相対評価モデルから抽出された早期劣化箇所について、損傷写真、現場確認等を行うことにより損傷分析を実施し、**重点課題箇所を絞り込み** ⇒ **全社的な重点施策箇所**



相対評価による劣化予測(コンクリート構造物)

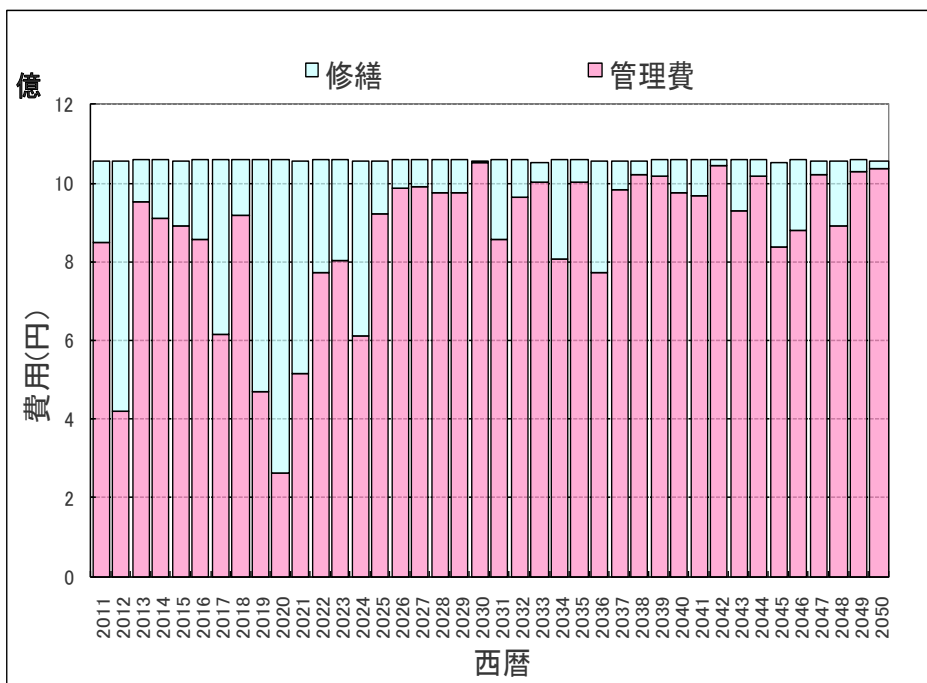


補修費用、構造物保全率の予測

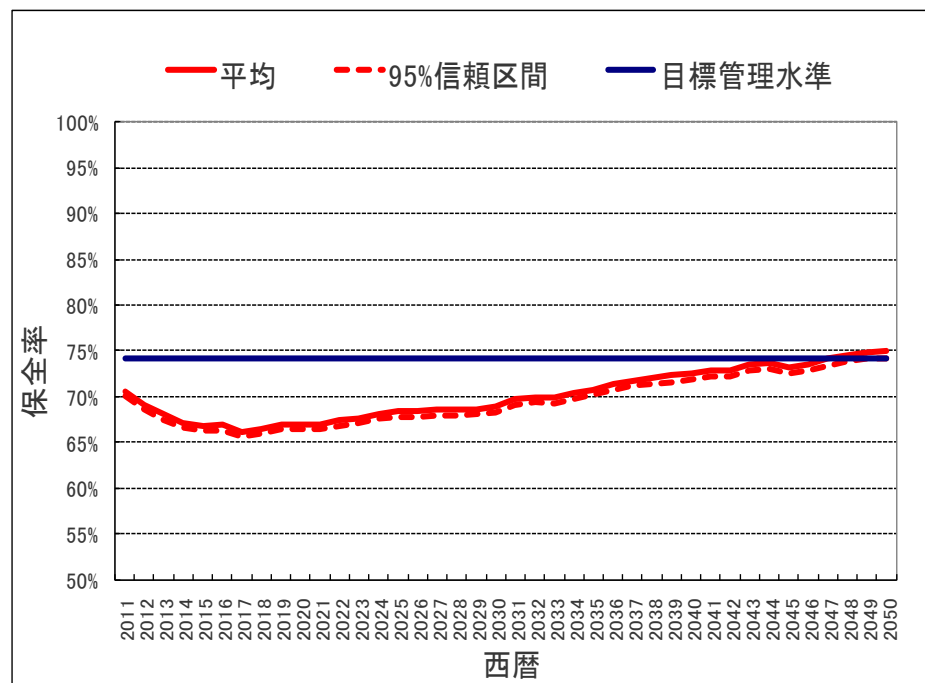
- 蓄積した点検結果や補修履歴データから処理した劣化曲線を用いて、将来の劣化進行を予測



今後必要な補修費用と構造物保全率を試算



費用の推移_伸縮継手



管理水準の推移_伸縮継手

階層的なマネジメントサイクル

内部統制の階層性

行政経営マネジメント

より高い成果を効率的に実施するために、P「定量的な目標設定」、D「施策」、C「達成状況分析」、A「評価・見直し」のサイクルを構築し、政策評価システムを核とした道路行政運営の仕組み。

- ・業績・評価(アウトプット・アウトカム)による内部統制
- ・顧客主義への転換

■ 内部統制の階層性

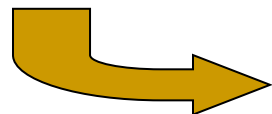
- ・企業がその業務を適正かつ効率するために社内に構築され、運用される体制及びプロセス
- ・資本金5億以上の公開企業：会社法の規定により内部統制の枠組みを構築

■ 階層的マネジメントサイクルの構築

- ・「経営者層」、「管理者層」、「担当者層」
- ・情報共有 ⇒ データベースも情報共有の一つ

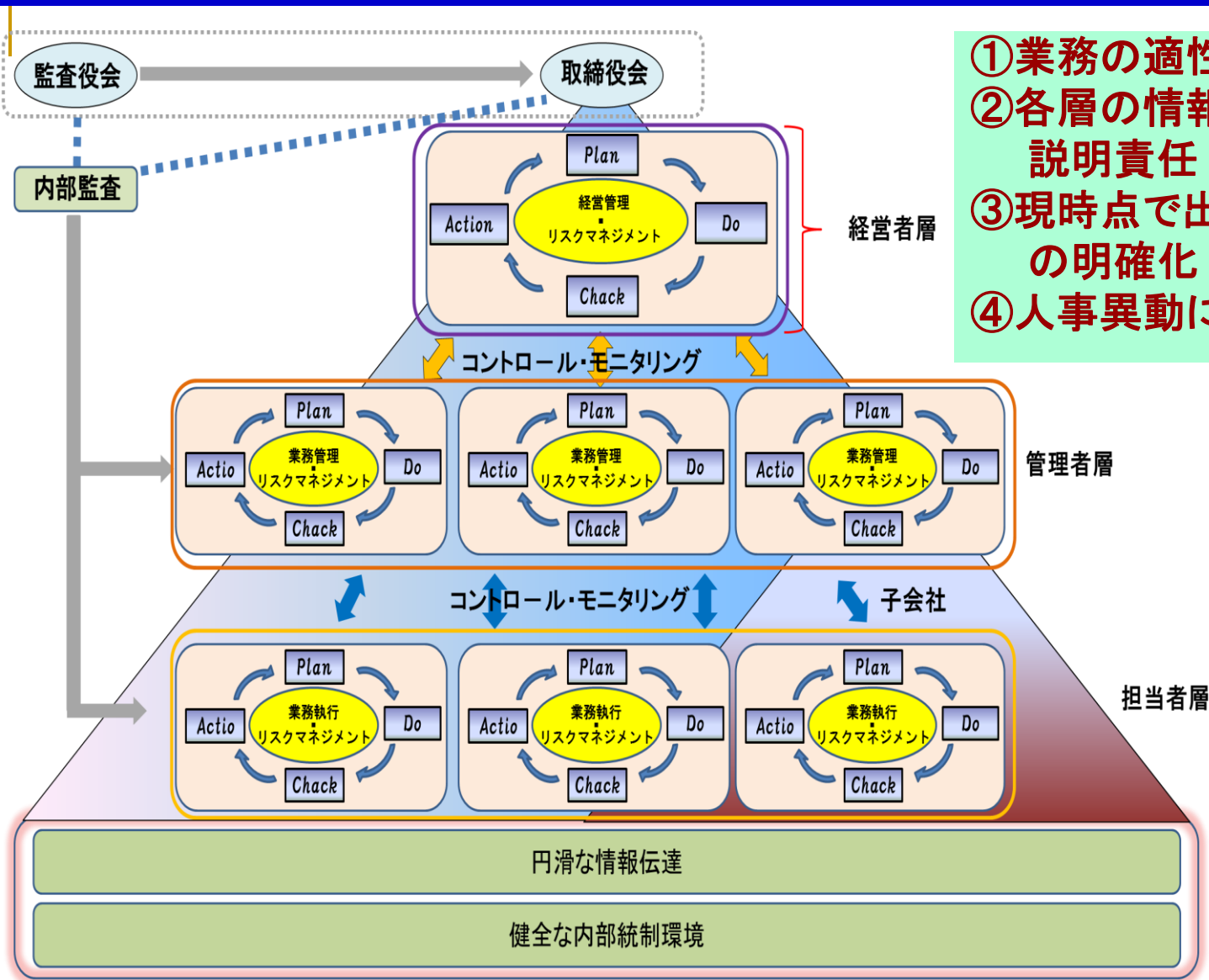
■ 予算執行、政策評価のマネジメントシステム

支援ツール



ロジックモデル、BMS

内部統制の考え方を導入

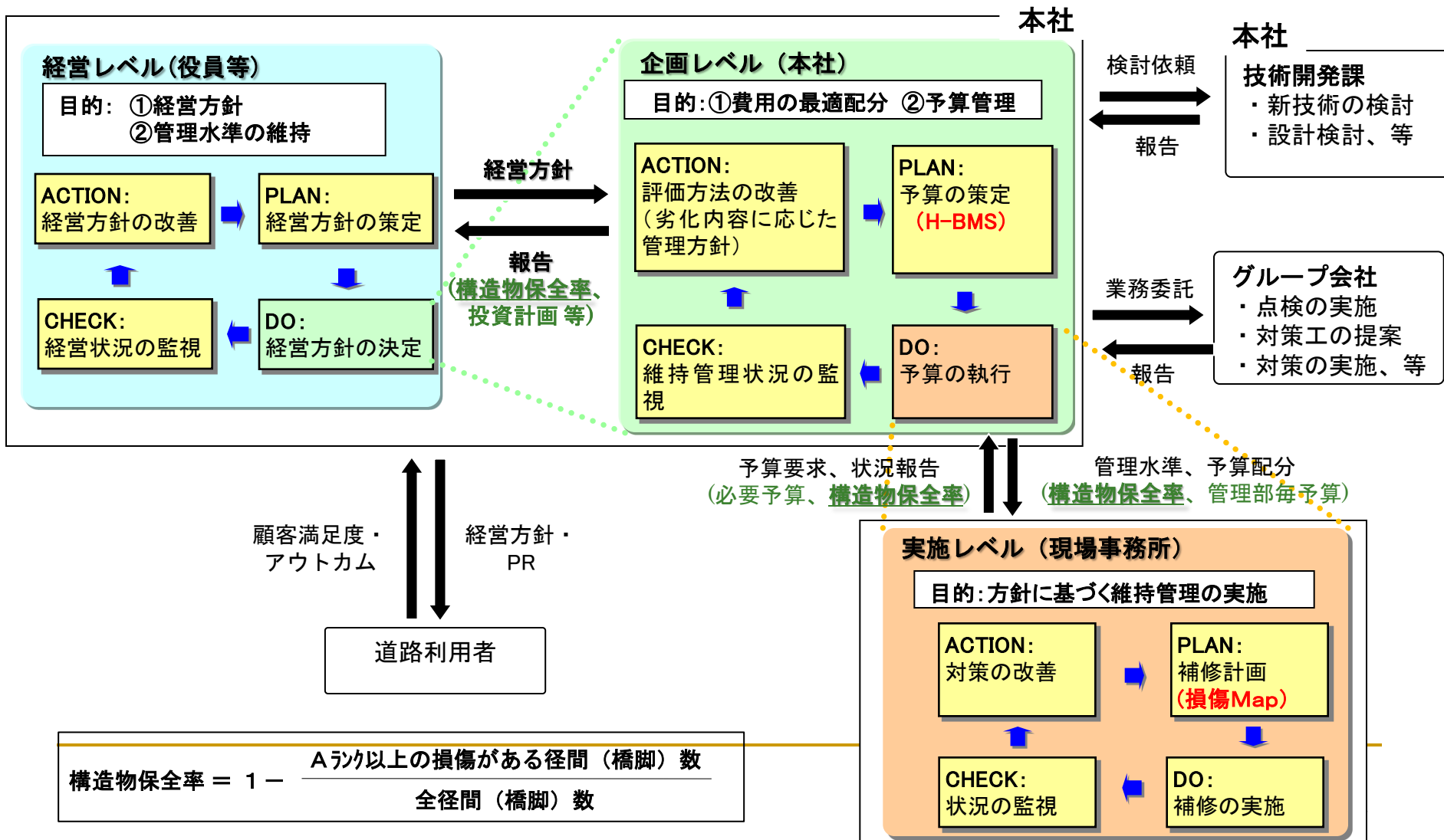


- ①業務の適性を確保
- ②各層の情報を円滑に伝達、説明責任
- ③現時点で出来ていないことの明確化
- ④人事異動に伴う陳腐化防止

リスクマネジメントと一体となって機能する階層的マネジメントサイクル

階層的なマネジメントサイクル

ロジックモデル及びH-BMSを活用した維持管理マネジメントの枠組みの確立を図るとともに、継続的に改善可能な業務プロセス



- 継続的改善（問題箇所の発見と技術的検証）：
ライフサイクル費用評価
- 技術的改善：試験的施工とフォローアップ体制
- 政策的評価：ライフサイクル費用の継続的改善
とサービス水準の持続的向上

データベースの高度化



点検結果、補修情報

補修設計登録

条件設定 ▶ 損傷一覧 ▶ 損傷履歴一覧

▶ 損傷履歴一覧画面の案内メッセージです。

点検年度切替

現在点検年度：H21

移動先点検年度：

移動表示

| 工種 | 路線 | 管理番号 | 構造物区分 | 構造型式 |
|----|----|-------|-------|------|
| 橋脚 | 環状 | 環P-90 | RC構造 | |

損傷図形

応急処置後の「判定区分」と「対策区分」を再判定し、登録

補修後、応急処置後の状況写真を登録

| 損傷ID | 部材 | 点検年度 | 損傷位置 | | ネット設置種別 | 詳細路下条件 |
|----------|------|------|--------|-----|---------|--------|
| | | | 位置1 | 位置2 | | |
| pc000481 | RC構造 | | RC鉄筋腐食 | | | |

最上行を [編集](#) [削除](#) [追加](#)

| 区分 | 処置内容 | 実施年月日 | 工事・業務名 | 写真 | 設計資料 | 状況/備考 | 判定区分 | 対策区分 | 補修担当部署 |
|--------|------|-----------|-------------|----|--------------------|--------------------------|------|------|--------|
| 補修完了 | | H22.08.02 | 保全工事(21-大管) | | 表示 | | OK | | |
| 対策区分変更 | | H22.08.02 | | | 表示 | | A | T1b | 調査点検課 |
| 点検 | | H21.10.01 | | | 表示 | 上部 L=100mm(防錆処 置済) | A | T4a | |

補修設計の関連ファイルを登録

一覧に戻る

前の損傷番号

次の損傷番号

維持管理指標の把握

構造物保全率

補修対応率

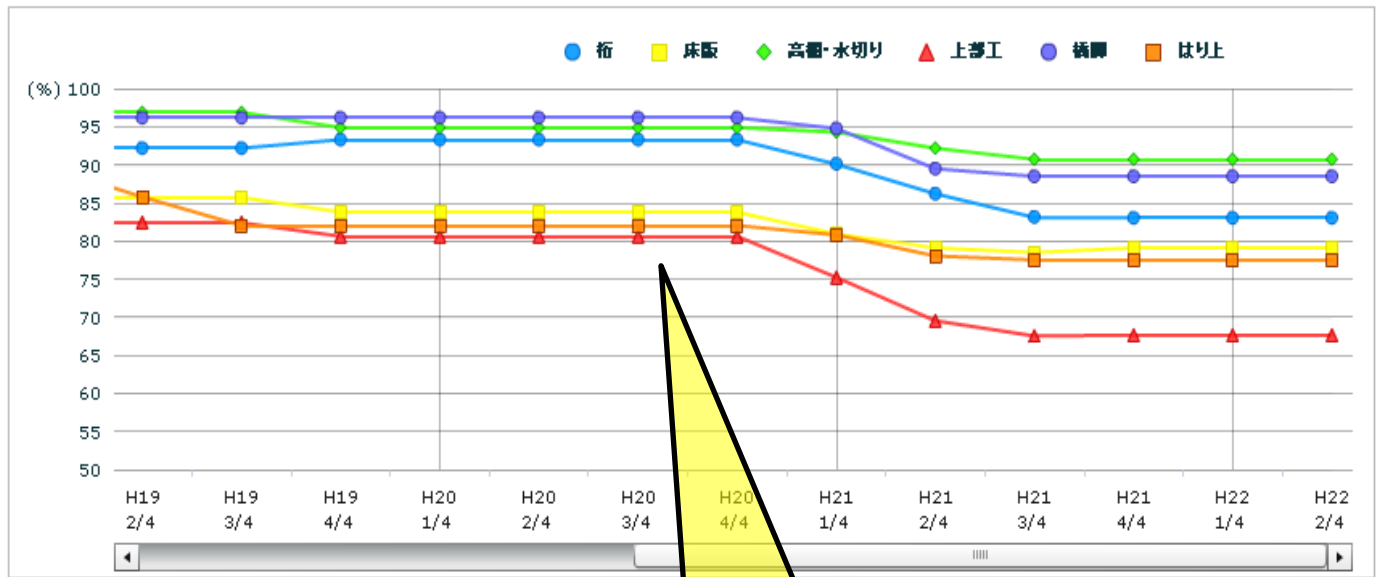
表示開始年度: 年度以降

▼上記内容で表とグラフ更新▶

○ 工種

◎ 路線

上記内容でグラフ更新▶



▼右記内容で表更新

管内

路線

▼指定日挿入 年 月 日

最新四半期計算

最新四半期計算

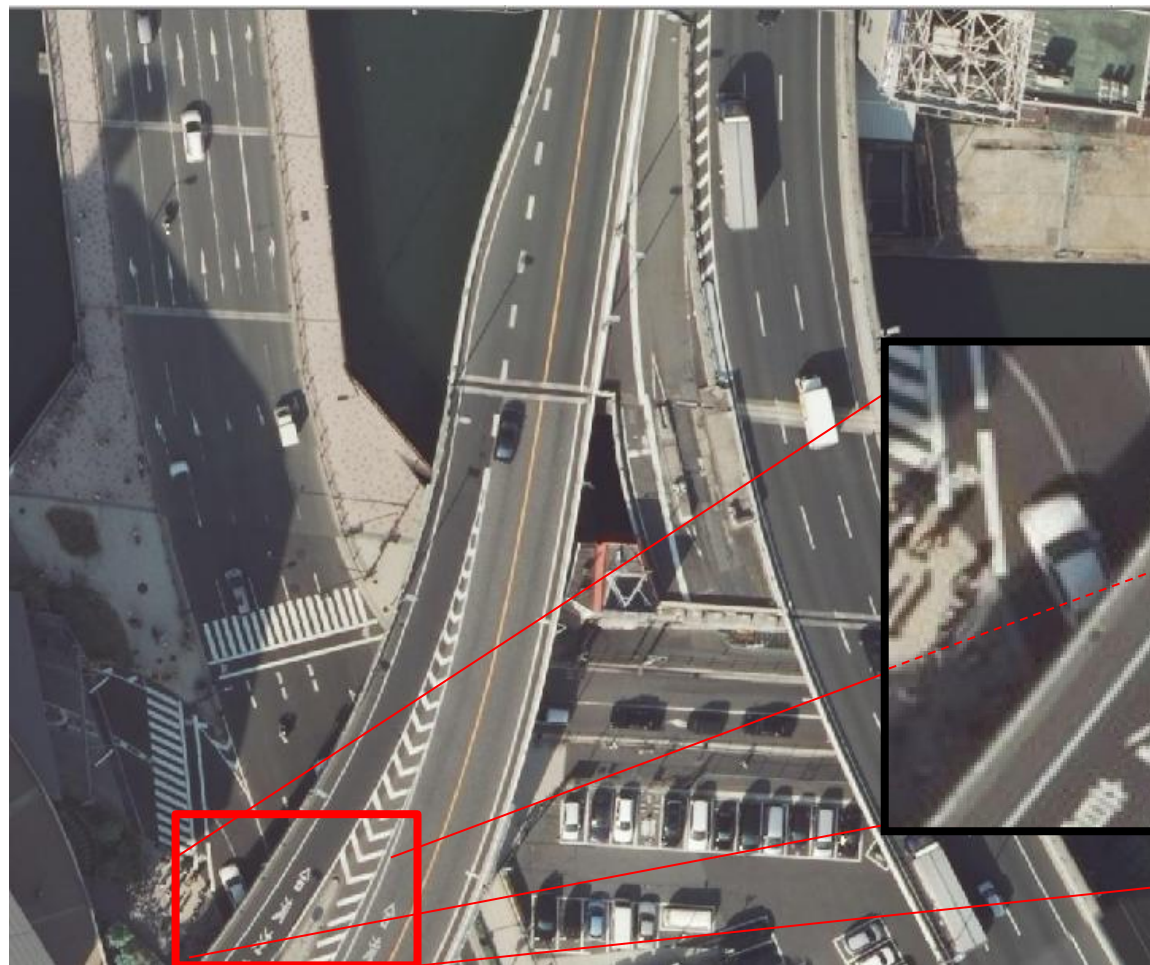
最新削除

| 年度 | 四半期 | 上部工(径間) | | | | | | | | | 橋脚(基) | | | はり上(基) | | | | | |
|--------|-----|------------|----------------|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|------------|-------|-------|-------|
| | | 桁(径間) | | | 床版(径間) | | | 高欄・水切り(径間) | | | 資産 構造物数 | S・Aランク 構造物数 | 構造物 保全率 | 資産 構造物数 | S・Aランク 構造物数 | 構造物 保全率 | | | |
| | | 資産 構造物数 | S・Aランク 構造物数 | 構造物 保全率 | 資産 構造物数 | S・Aランク 構造物数 | 構造物 保全率 | 資産 構造物数 | S・Aランク 構造物数 | 構造物 保全率 | | | | | | | | | |
| 平成22年度 | 第2 | 9,893 | 1,287 | 86.9% | 5,672 | 989 | 82.6% | 9,299 | 596 | 93.6% | 9,854 | 2,443 | 75.2% | 8,709 | 815 | 90.6% | 9,778 | 1,957 | 80.0% |
| 平成21年度 | 第4 | 9,833 | 1,290 | 86.9% | 5,672 | 993 | 82.5% | 9,299 | 596 | 93.6% | 9,854 | 2,451 | 75.1% | 8,709 | 815 | 90.6% | 9,778 | 1,957 | 80.0% |
| 平成20年度 | 第1 | 9,833 | 1,162 | 88.2% | 5,672 | 923 | 83.7% | 9,299 | 525 | 94.4% | 9,854 | 2,254 | 76.1% | 8,709 | 770 | 91.2% | 9,778 | 1,902 | 80.5% |
| 平成19年度 | 第3 | 9,833 | 901 | 90.8% | 5,672 | 742 | 86.9% | 9,299 | 427 | 95.4% | 9,854 | 1,836 | 81.4% | 8,709 | 599 | 93.1% | 9,778 | 1,529 | 84.4% |

構造物の損傷度、維持管理状況を把握する「構造物保全率」と「補修対応率」を四半期ごとに自動算出し、関係者で情報共有

航空写真の活用と不具合情報の見える化①

航空写真より構造一般図、損傷個所を抽出。さらに日常・定期点検で発見された損傷に関わらず不具合情報全てをプロットし、可視化を図る。



区画線、路面表示なども識別可能



航空写真の活用と不具合情報の見える化②

航空写真より構造一般図、損傷箇所を抽出。さらに日常・定期点検で発見された損傷に関わらず不具合情報全てをプロットし、可視化を図る。

The image displays a software interface for disaster management, titled "総合防災システム：南海トラフ地震". The interface is divided into several sections:

- Top Menu:** Includes options like "ホーム", "印刷・出力", "検索・計測", "被害措置", "概略図", "被害予測", "気象・地震", and "マイレイヤ".
- Toolbar:** Contains icons for "地図の回転...", "スケール指定...", "緯度経度指定...", "ボックスズーム", "表示板", "メール投稿", "社員参集", "走行映像画面", "詳細地図", and "土建図検索".
- Main View (Left):** Shows a detailed structural plan of a building with various components labeled, such as "土佐堀出口", "環P-50", "土佐堀出口P-5", and "環P-75". A scale bar indicates 40m.
- Main View (Right):** Shows a map view of the same area, overlaid with a red grid and various data points. Labels include "阿波橋入口", "信濃橋入口", "信濃橋出口", "四ツ橋交通基地事務所", and "信濃橋出口P-10". A scale bar indicates 40m.
- Callout Box:** A yellow callout box with a pointer to the map view contains the text: "桁骨組み図のみを切り出し、ベースマップとする。" (Extract only the frame structure diagram and use it as the base map).
- Bottom Panel:** Includes a "コンテンツ" (Content) list with "概略図" and "詳細図" options, and a "プレビュー" (Preview) area.

At the bottom of the interface, there is a note: "選択するには、図形をクリックし、属性内容を確認するには、図形をダブルクリックします。地図の移動はドラッグします。" (To select, click the shape. To check the attribute content, double-click the shape. To move the map, drag it.)

おわりに

- ・アセットマネジメントの原点は構造物点検
- ・点検データがロジックモデル、BMSのベース
- ・ロジックモデルを用いてマネジメントサイクルを重ね、顧客満足度調査を行うことによる、継続的な業務改善の推進
 - ⇒ 必要に応じてインプット、アウトプット、アウトカム指標の見直し、点検頻度の見直し
- ・役員、本社、現場が一体となった情報共有
- ・方法論の継承(ナレッジマネジメント)