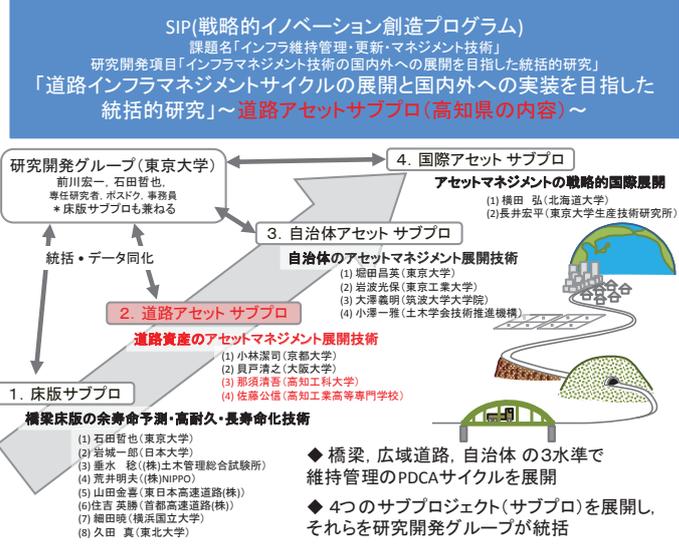


地方自治体における道路資産のメンテナンスサイクル及びマネジメントサイクル汎用システム開発と展開

高知工科大学 社会マネジメントシステム研究センター長
「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」道路アセットサブプロ幹事 那須清吾

(構成員: 高木方隆、佐藤公信、工藤徹郎、前田慎一)



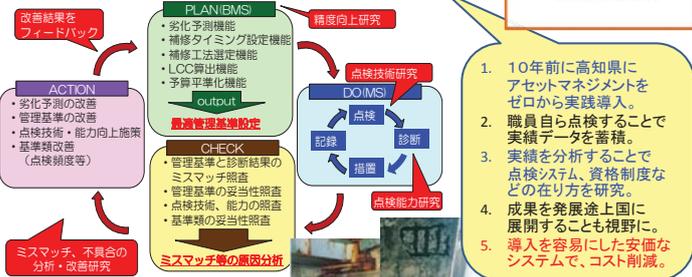
県職員による橋梁点検、アセットマネジメントの運用・改善(2004～2015)の汎用化

高知県の道路アセットマネジメントシステム(運用中)

- 対症療法的な維持管理から、自治体も導入出来るシステムで。
- 点検システムの整備、改善、県職員の技術向上のマネジメント。

開発目標: 地方自治体の実装課題を踏まえた実効性のある定期点検、劣化予測の仕組みと、基準類の改善に向けたマネジメントサイクル確立と汎用化、途上国への実装。

マネジメントサイクルにより、段階的に進化する仕組み



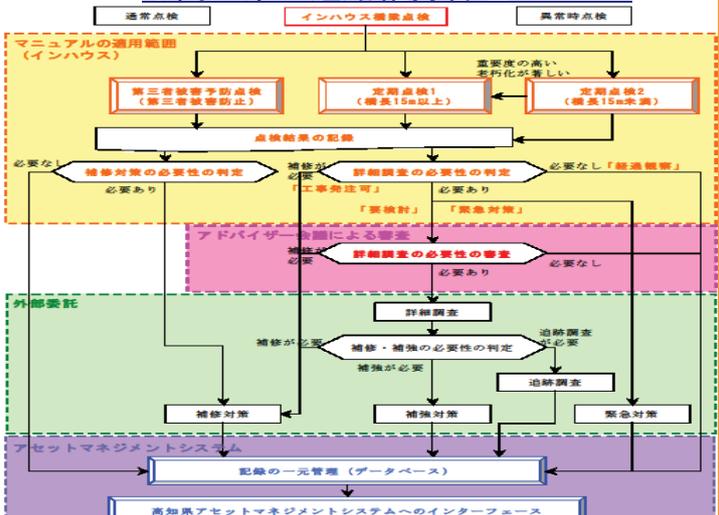
高知県 職員橋梁点検マニュアル(案)



(定期点検 ⇒ 健全度評価 ⇒ 対応の判断基準)

平成18年 3月

高知県の道路維持管理システム



職員による橋梁点検マニュアルの策定

高知県

(1) マニュアル策定の目的

高知県の職員による橋梁点検マニュアルの策定・運用・改善(2004～2015)

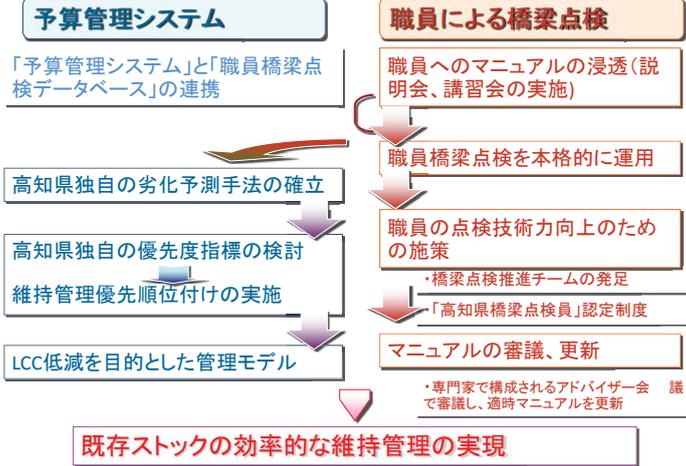
- 対症療法的な維持管理からの脱却、および、地方自治体でも導入しているシステム構築
- 橋梁点検データベースシステムの整備、および、技術的支援組織の組織化
- マネジメントサイクルでのシステム改善、県職員技術向上

(2) マニュアルの特徴

- ① 職員点検の位置付け
 - ・「定期点検」と「第三者被害予防点検」を実施
- ② 点検コストの縮減と管理者責任の両面から内容を精査
 - ・対象橋梁、点検項目、点検頻度、損傷評価基準などについて高知県独自の考え方を採用
- ③ スキルアップを目指した資料の充実
 - ・劣化のメカニズムや損傷の発生要因、発生しやすい部位等を記載した「参考資料」および「点検実施事例集」の作成

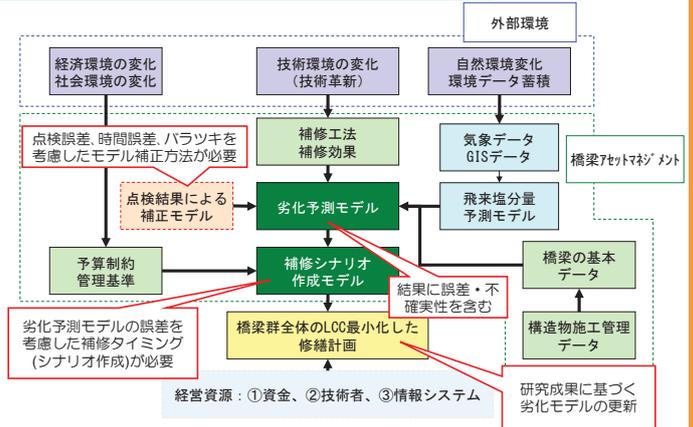
取り組み(含、将来像)

高知県



■アセットマネジメントシステムの課題(1)

アセットマネジメントシステムの課題構造

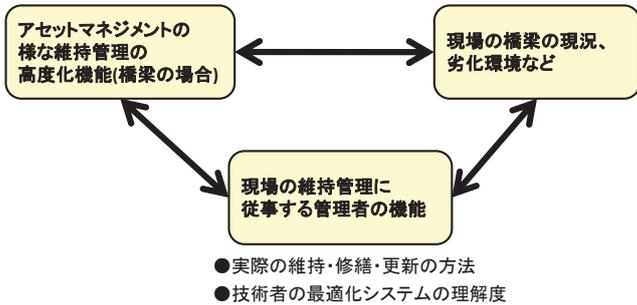


■アセットマネジメントシステムの課題(2)

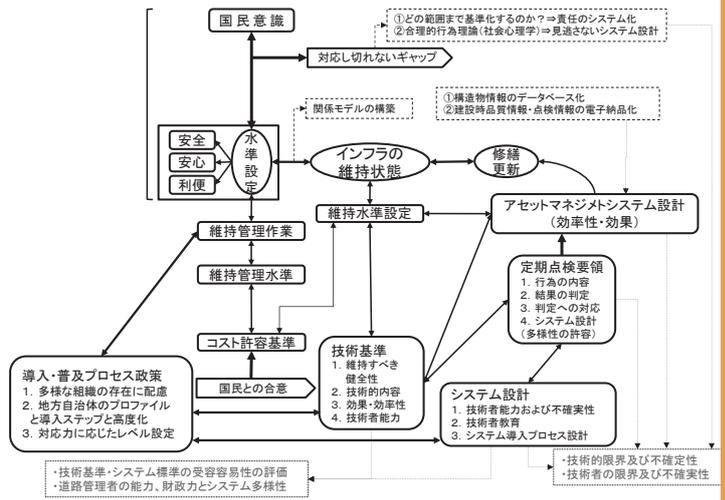
●アセットマネジメントの3要素のミスマッチ

○アプリケーションの役割分担 ⇔ ○電子情報基盤の役割分担

- 最適化システムの精度
- 最適化システムの必要機能
- 飛来塩分などの劣化環境の把握精度
- 個別橋梁の状態の把握精度
- 橋梁の建設時情報



■維持管理の構造とシステム設計

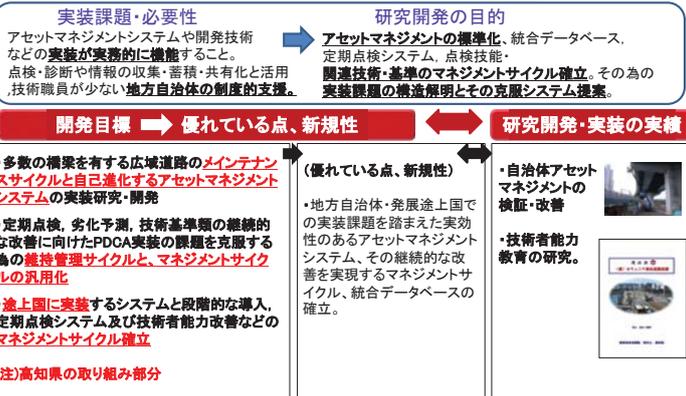


1. 道路アセットサブプロ

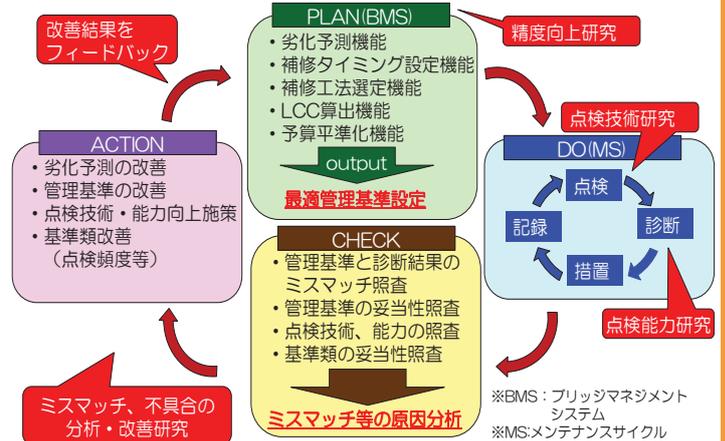
道路資産のアセットマネジメント展開技術(高知県)

実装過程でアセットマネジメントおよび構成要素が段階的に進化する仕組み。

国内外における広域道路アセットマネジメントの実装、継続的改善。



2. マネジメントサイクルにより、構成要素が段階的に進化する仕組み



(参考)過去の判定ミス等の把握・改善に関わる基礎検討

研究一覧

目標	概要
1) 橋梁定期点検における技術者能力改善効果の計測手法検討	高知県の橋梁定期点検（職員点検）において、 アドバイザー会議で実施された専門家点検との比較結果を用いて、これまで高知県が実施してきた能力改善の取組（講習会・研修など）により、技術者能力がどの程度改善しているかを検証するための基礎検討を実施する。
2) 橋梁点検の損傷見逃し・評価ミス分析	橋梁点検において発生する 点検・判定ミスの発生要因を網羅 するため、専門家点検と職員点検の比較結果から、点検ミス要因を一覧として取りまとめる。
3) 技術者能力開発プロセスのあり方検討	1)、2)のアウトプットイメージを踏まえ、技術能力が定期点検システムにより改善するプロセスのあり方を検討。

高知県定期点検システムにおける各種取組の実施状況

	橋梁定期点検	マニュアル	点検技術講習会 (座学・現場)	アドバイザー会議
H17	—	策定(H18.3)	—	—
H18	○	—	○	—
H19	○	—	○	—
H20	○	—	○	—
H21	○	—	○	○*
H22	○	—	○	○
H23	○	改定(H24.3)	○	○
H24	○	改定(H25.3)	○	○
H25	○	—	○	—

3. 道路アセットサブプロ(これまでの成果概要)

地方自治体のメンテナンスシステム確立と、改善の為のマネジメントサイクルおよび統合データベース開発

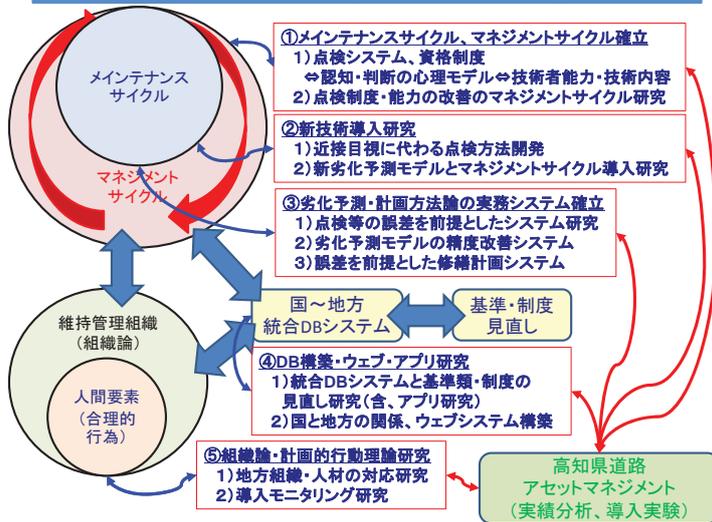
研究題目:「アセットマネジメント実装研究による統合データベース、定期点検システム、技術者の能力確保に関するシステム、技術基準類の為のマネジメントサイクル研究」(高知県)

- 1) 高知県「社会資本維持管理の電子化小委員会」を拡充し、SIP研究・実装を推進する体制を確立。
- 2) 高知県の定期点検データおよびシステム・職員点検能力改善などの実践データを分析し、**技術者能力・橋梁点検での損傷評価ミスの分析方法、BMS改善の為のマネジメントサイクルの分析要素を提案。**
- 3) 定期点検に義務付けられた**近接目視と同等の精度の遠隔点検制御システムの開発の為、空撮用小型ヘリや分候放射計等を導入。**

(高知工科大学、高知高専)

本研究の成果は、地方自治体におけるマネジメントサイクルによる**定期点検システムおよびメンテナンスサイクルの改善システム**、および、国との垂直統合データベースによる**技術基準類・制度の改善システム**である。今後、**国との研究内容に関する相互情報提供の合意に基づいて、統合データベースの具体化(含、技術基準類見直しに必要なアプリ)に向けた検討方法を早急に協議する。**

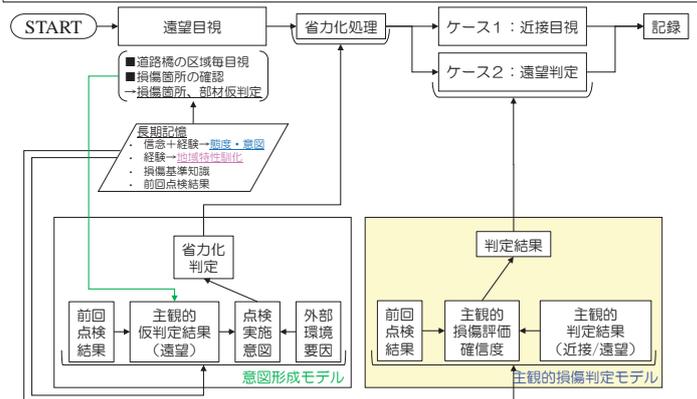
4. 道路アセットサブプロ(高知県での研究構成)



①定期点検システム、資格制度の為の構造モデル確立(高知県)

点検プロセス

- ・「点検技術者」の能力分析を行うため、点検実施プロセスを明示
- ・標準プロセスとして明示



高知県 土木部 道路課, 高知工科大学 地域連携機構 社会マネジメントシステム研究センター

16

②新技術導入研究(高知県での研究構成)

UAVを活用した橋梁点検支援システムの構築



購入したUAVの試験飛行

(研究内容)

- ① 飛行テストおよびハイビジョン、赤外線カメラのテストも終了している。
- ② 未購入の点検対象物との位置関係測定の為の距離・角度の計測機器を購入して、実際の点検を開始する。
- ③ 劣化の種類および程度を設定し、写真撮影を実施し、近接目視との差異について確認するとともに、最適な画像処理方法の選択を実施する。
- ④ 室内実験にて、写真撮影の画像処理後のデータにより、コンクリートのひび割れ長さやひび割れ幅の確認精度を確認する。

デジタル写真測量による橋梁の三次元モデル



画像認識技術によるひび割れの進行状況把握実験

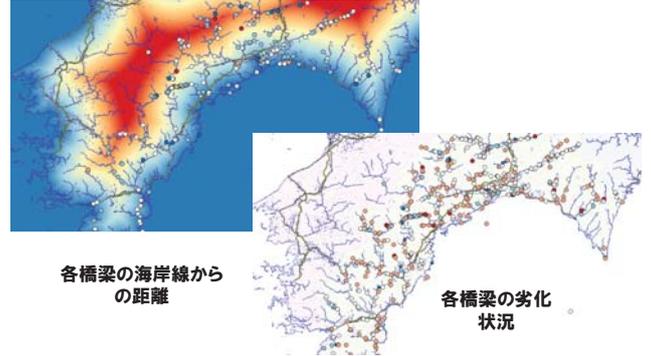


②新技術導入研究(高知県での研究構成)

GISを活用した橋梁の環境情報の取得と劣化の要因分析

(研究内容)

- ①GIS上に環境情報および劣化情報をリンクさせて、多変量解析により関係性を分析する仕組みは整備できている。
- ②今後、データ蓄積により環境情報の精度向上、劣化との因果関係分析データを収集する。



各橋梁の海岸線からの距離

各橋梁の劣化状況

③劣化予測・計画方法論の実務システム確立(高知県)

1. 本研究で目標とするシステム

- 本研究で開発している劣化予測システムは、構造物の面的な劣化分布を表現できるシステムとなっている。さらに、点検結果で得た劣化分布を基に劣化予測(劣化速度や劣化分布)を補正できるシステムを目標としている。

研究課題

- 点検結果は、高知県職員が実施し、劣化度を判断しているが、ひび割れの測定誤差や職員の判断に誤差が生じる。この点検結果の誤差を考慮する必要がある。
- 劣化は経時的に変化しており、点検で発見したひび割れがいつその状態になったか等、点検時とひび割れ発生時の時間的誤差が生じる。

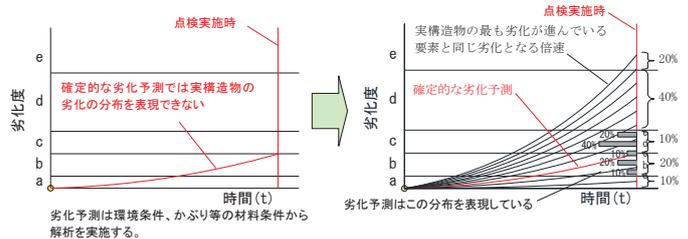
点検誤差は存在するが、その特定は完全には困難であることを前提に、①誤差分布の可能性を反映した劣化予測モデル構築と、これに基づく修繕計画立案を、②予測の不確実性を前提とした最適修繕計画の立案方法を確立する。

③劣化予測・計画方法論の実務システム確立(高知県)

2. ばらつきを考慮した劣化予測の概要

2. 1 劣化予測におけるばらつきの考慮方法

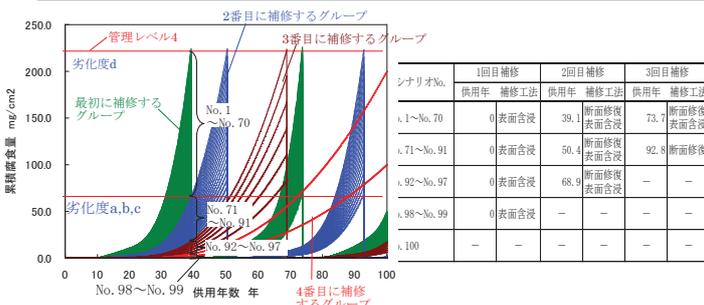
- 確定的な劣化予測を「0倍速」～「実構造物の最も劣化速度が早い要素と同じ劣化速度となる倍速」までばらつかせる



ばらつかせるだけでは、実構造物の劣化分布と整合しない。点検結果を用いて実構造物の劣化分布に補正する

2. 2 飛来塩分量を350mg/m²とした場合

実橋における解析と検証



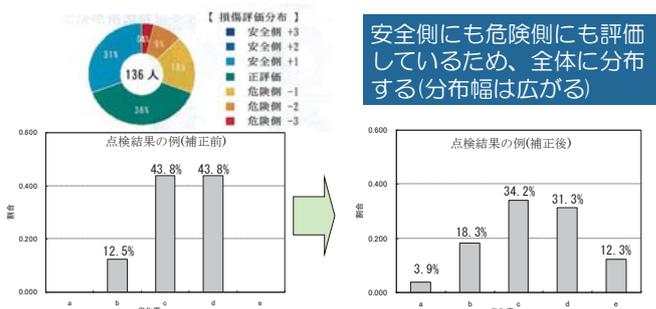
環境条件が普通の場合は予防保全あり、管理レベル4で一定、補修工法は断面修復工法と表面含浸工法の併用を採用。

③劣化予測・計画方法論の実務システム確立(高知県)

3. 点検結果の誤差

3. 1 測定誤差の考慮

- 高知県職員と専門家が判定した劣化度を比較し、職員の測定誤差の傾向を分析して誤差を補正する。補正した劣化度分布となるように劣化予測を補正するシステムとする。



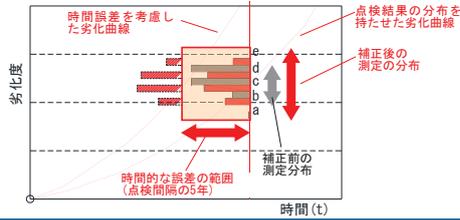
今後、劣化の種類毎に誤差の傾向分析を整理し、システムに反映する。

③劣化予測・計画方法論の実務システム確立(高知県)

3. 点検結果の誤差

3.2 誤差ボックスの概念

- 劣化分布をばらつかせた劣化予測は、その劣化分布を点検結果と整合する様に補正する。
- 誤差ボックスとは職員点検の点検結果を補正した測定の分布と、いつその分布になったかの時間誤差の範囲を示す。



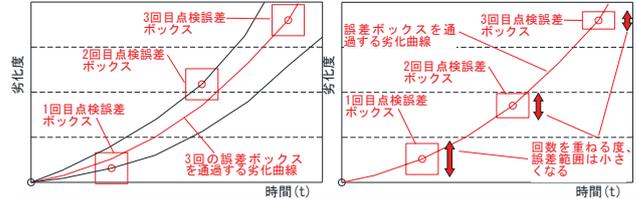
点検結果の測定の分布は、補正することにより範囲が広がる。よって、職員の技術が向上し測定精度が向上すれば、誤差ボックスの縦の範囲は小さくなる。

③劣化予測・計画方法論の実務システム確立(高知県)

3. 点検結果の誤差

3.3 劣化予測精度と誤差ボックス

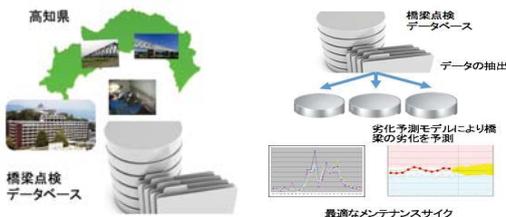
- 点検を実施する度、誤差ボックスが作成される。誤差ボックスの範囲を通る劣化予測が、実際の構造物の劣化と整合していることとなり、劣化予測の精度向上に繋がると考えられる。
- 誤差ボックスは、高知職員の点検技術が向上することにより、測定誤差が小さくなるため、時間の経過(技術の向上)にともない、測定誤差範囲は小さくなる。



今後、点検(補正)回数及び、点検技術者の点検精度向上を劣化予測に反映し、劣化予測精度向上への影響を検証する。

④DB構築・ウェブ・アプリ研究(高知県)

道路アセットマネジメントデータベース及びアプリケーションの研究開発展開



[背景]

インフラ維持管理において、点検および保守に関するメンテナンスサイクルには、未だ点検精度向上、メンテナンスの最適化等見直しの余地が残されている。

[目的]

インフラの中でも、特に橋梁維持管理の見直しをサポートするアプリケーションを開発し、点検精度の向上、コスト最適化を提案するアプリケーションを開発し提供する。

[解決方法]

高知県が過去10年に渡り蓄積している。高知県の橋梁点検データベースの情報を利用し、本プロジェクトにおいて高知工科大学が提案する橋梁の劣化予測モデル、点検時の構造物判定に関する社会心理モデルを実際に適応し、個々の橋梁に最適なメンテナンスサイクルを提案する統合データベースシステムを構築し、定期的なデータベースの更新と行った運用を行う。

④DB構築・ウェブ・アプリ研究(高知県)

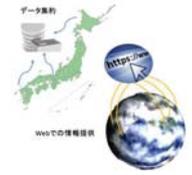
[予想される結果]

インターネットを通して、構築したアプリケーションへアクセス可能とする。

インフラ維持管理の最適化がなされ、点検精度向上および不要な保守の低減が期待できる。まずは、提案システムの日本全体への展開を視野に入れる研究を進め、高知県以外の有用性確認後、日本以外の国を選定し、試験導入を行う。

[課題]

地方自治体～地方支援組織～国総研のウェブ上での統合システムを機能させるために、基準類・制度において必要とされるデータ解析内容を把握する必要がある。



⑤組織論・計画的行動理論研究(高知県)

1)人材の対応研究

- 点検作業や点検記録など、技術者がその能力や現場における制約条件によってどの様に対応するかについて、実績データやインタビューに基づいて主として心理学モデルによって明らかにする。

2)組織の影響研究

- 組織の方針や目標、制度から受ける影響を考慮した場合の組織内における技術者の行為について分析する。
- また、組織の対応能力や限界についても確認する。

3)導入モニタリング研究

- 本研究で構築したシステム導入の試行結果をモニタリングし、段階導入等の地方自治体における方法論について検証する。