

第10回社会実装促進会議・土木学会SIPインフラ技術報告会
SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術 技術交流会

2018年7月19日（木）10：30～17：00

ベルサール飯田橋ファースト Hall A・Hall B

講演会（第2部）15：00～17：00（15：15～15：30）Hall B

社会インフラマネジメント におけるAIの活用

大阪大学 大学院工学研究科

環境・エネルギー工学専攻

教授 Ph.D.

矢吹 信喜

Nobuyoshi Yabuki

1

はじめに

- 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）は、2014年度に10個の課題で開始
- その中の一つである「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」において、ニーズとシーズをマッチングさせて、インフラの事故を未然に防ぎ、予防保全によるインフラのライフサイクルコストの最小化を目指して、研究開発を実施中
- 一方、人工知能（AI）は、SIP開始後の短期間に長足の進歩を遂げ、2010年代後半から第三次ブームとなっており、様々な分野で活用が開始
- インフラ維持管理・更新・マネジメント技術のプログラムの中の各研究課題においても、AIを利用した研究は散見されるものの、断片的で局所的な改善に留まっている
- そこで、インフラ維持管理におけるAIの革新的な活用を加速化し、各研究課題を横断的に組織化し、インフラ維持管理を起点としたSociety 5.0実現の戦略立案と実データによる試行を行うことを主目的として、2017年度に「AIのインフラ維持管理への活用検討プロジェクトチーム」を発足した。

Nobuyoshi Yabuki

2

AI活用検討会議メンバー（2017年度）

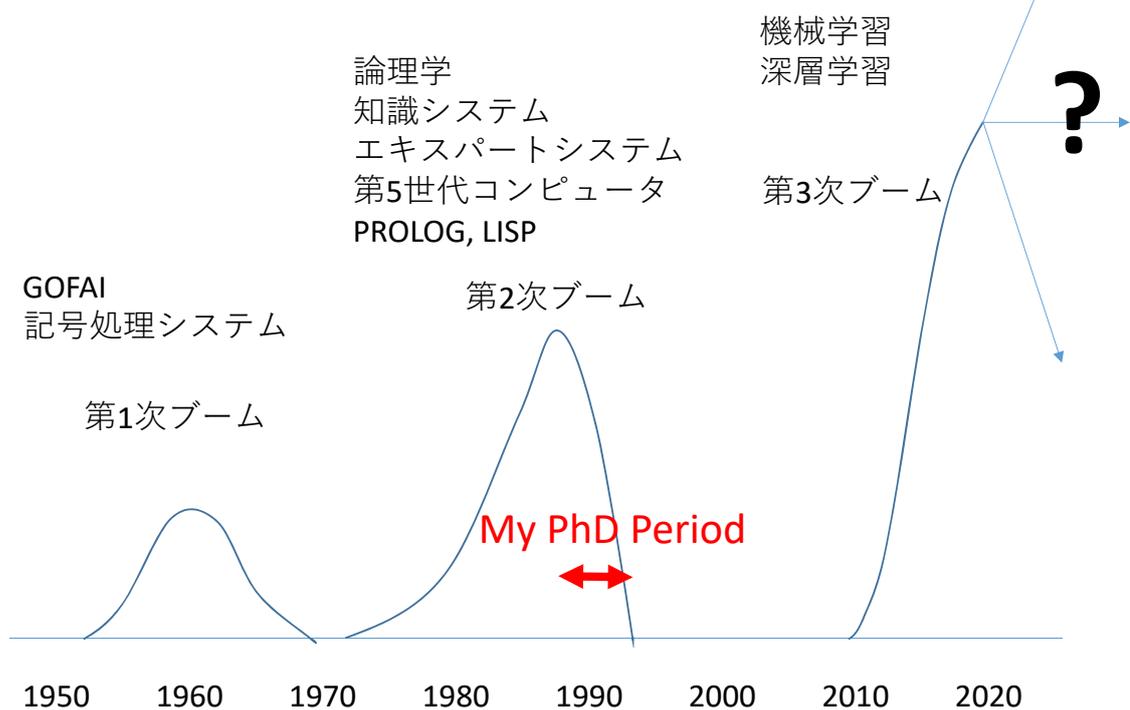
氏名	所属		役職	備考
矢吹信喜	大阪大学	大学院工学研究科 環境／エネルギー工学専攻	教授	S I P 研究者
櫻井彰人	慶應大学	理工学部 管理工学科	教授	S I P 研究者
石田哲也	東京大学	工学系研究科社会基盤学専攻	教授	S I P 研究者
広兼道幸	関西大学	総合情報学部	教授	S I P 研究者
田中泰司	東京大学	生産技術研究所人間・社会系部門	特任准教授	S I P 研究者
全邦釘	愛媛大学	大学院理工学研究科	准教授	S I P 研究者
野村泰稔	立命館大学	理工学部都市システム工学科	講師	外部有識者
小泉圭吾	大阪大学	大学院工学研究科 地球総合工学専攻	助教	外部有識者
湧田雄基	東京大学	情報学環ユビキタス情報社会基盤研究センター/社会連携講座	特任助教	S I P 研究者
宮本崇	山梨大学	大学院医学工学総合研究部 工学部土木環境工学科	助教	外部有識者
水谷大二郎	東北大学	災害科学国際研究所	助教	外部有識者
宮森保紀	北見工業大学	工学部 社会環境工学科	准教授	外部有識者
西尾真由子	横浜国立大学	都市イノベーション研究院	准教授	外部有識者
北根安雄	名古屋大学	大学院工学研究科 土木工学専攻	准教授	外部有識者
福土直子	大阪大学 社会人Dr	国際航業（株）技術サービス本部 事業推進部		
西本吉伸	電源開発（株）	茅ヶ崎研究所	所長	
尾留川剛	電源開発（株）	茅ヶ崎研究所	課長	
阿部雅人	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
金氏真	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
信田佳延	J S T	イノベーション拠点推進部	技術主幹	S I P 幹事
三浦悟	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
和田祐二	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
松村隆爾	J S T	イノベーション拠点推進部	技術主幹	事務局
渡邊賢一	J S T	イノベーション拠点推進部	主査	事務局

人事異動などで現在とは異なる人もいる

Nobuyoshi Yabuki

3

人工知能 (AI: Artificial Intelligence)



Nobuyoshi Yabuki

4

ディープラーニング (Deep Learning)

- 従来の機械学習ではデータの属性を人間が全て明示的に拾い出す必要があったが、ディープラーニングでは、属性そのものを機械が勝手に想定しながら学習活動を実施
- そのため、大量の様々な学習用データが必要
- インフラ維持管理にAIを活用するためには、大量のデータの収集が必要
- 一体どのようなデータをどれだけ集めると、どんなことがわかるのか、という道筋を明らかにしていくことが重要
- 単純にひび割れやさびを画像から特定するのがAIだと判断してはAIの可能性を限定してしまい危険
- インフラ維持管理は、非常に多くの種類の情報と様々な専門分野の知識が複雑に絡み合わせた総合的なエンジニアリング・マネジメントであり、日々、熟練技術者らはその仕事を、五感と頭脳を駆使して判断している
- 従って、当PTにおいては、実際の構造物の維持管理における膨大な数のデータを、情報入手し、利用して、それらの間の膨大な数の相関関係をAIに判断させて、仮説を検証中

Nobuyoshi Yabuki

5

AI活用検討会議の目標

プロジェクトチームは次に掲げる事項を行う。

1. 将来において、インフラ維持・管理にAI技術をどのように適用するかの提言。
2. 実データを用い、AI技術の各種インフラ維持管理技術への適用法を示す。
3. AIの技術をインフラ・維持管理に適用し、各種課題を解決。
4. AIをインフラに適用した論文を収集、分類、データベース化し、より高度な活用に応ずる。

Nobuyoshi Yabuki

6

インフラのAI活用ビジョンについての提言（案）

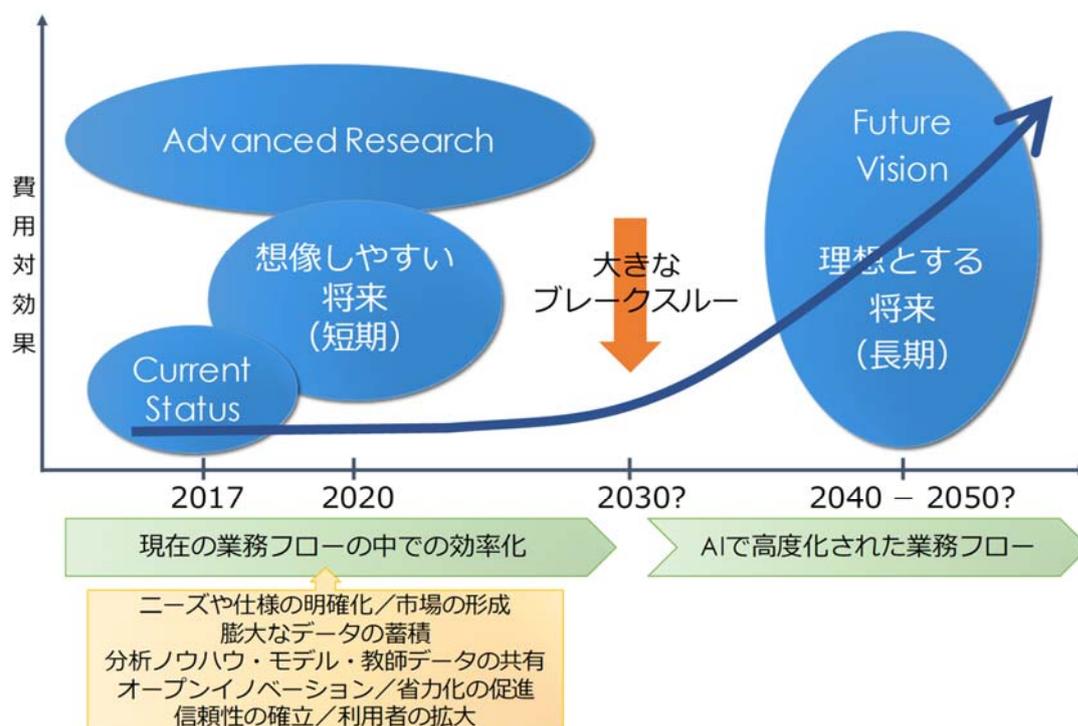
次期SIPへのキーワード

- AI 活用方針
 - AI と技術者の配置にメリハリを付ける
 - 維持管理費低減へのシナリオ
- AI を活用した構造物管理のフレームワーク
 - 点検・モニタリング, 3次元計測, 構造解析, アセットマネジメント
 - SIP 開発技術（ノウハウ, データモデル）と IoT, ビッグデータの活用
 - マルチモーダル解析による現状把握, 将来予測
- AI を前提とした社会制度の設計
 - 説明責任
 - 他分野（防災, 都市計画など）との協働
- 社会実装に必要な要素
 - 投資判断技術, 補修技術
 - 劣化予測技術
 - 人材育成, 裾野の拡大
- 継続的な技術モニタリングと開発サイクル
 - 土木構造物の維持管理サイクルとデータ分析（データサイエンス）サイクルの連携
- 物理現象の解明と計測
- AI 活用の方向性
 - 個別タスクの効率化から AI を前提としたマネジメントサイクルへの変化
 - 人が見てもわからなかったことの解決
 - データのもつ次元に時間軸を追加した時系列分析, 変化抽出

Nobuyoshi Yabuki

7

AI活用ビジョンの短期と長期の考え方



Nobuyoshi Yabuki

8

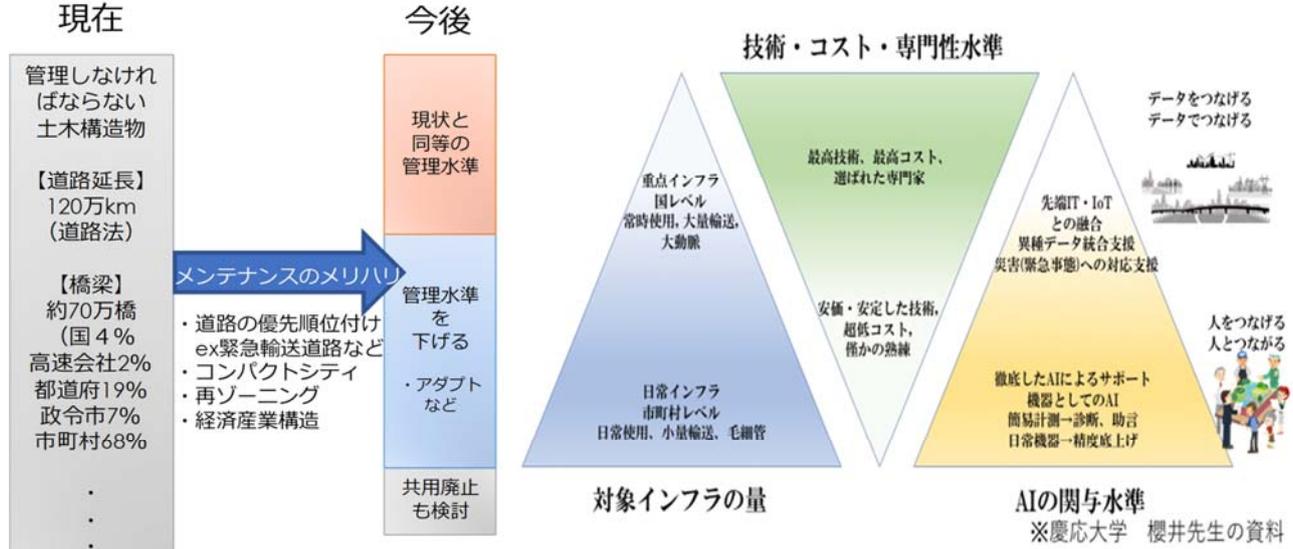
短期ビジョン：想像しやすい将来でのAI活用の方向性

技術シーズの変化	
データ	データが多い、複雑度の少ない分野からAI活用が進む <ul style="list-style-type: none"> 蓄積された橋梁点検のデータや自動運転で得られたデータからAI活用が進む 構造物の劣化状況把握は点検（損傷検出）から一部モニタリング（異常検出）へ移行 ノウハウ蓄積は損傷度判定から始まり、工法判定から劣化予測へ拡大 類似案件抽出、技術者教育、判断支援などへ順次活用が進む AIと現場ニーズとのマッチングが進み、適用範囲が広がる
技術の融合	AIとその他ICTのコラボで維持管理が高度化 <ul style="list-style-type: none"> AIによる異常検出とIoT（新センサ・新通信規格） → 一部の点検がモニタリングへ移行 AIによるマルチモーダル解析とビッグデータ技術 → 予測精度の向上 AIによる物体認識と可視化技術（AR/VR/MR）とGNSS補正情報 → 現場確認から遠隔操作へ
ビジネス判断の変化	
投資	投資額の小さい技術や潜在市場の大きい分野からAI活用が進む <ul style="list-style-type: none"> 室内から現場へ：室内での判読や劣化予測 → 現場でのスクリーニングなど 画像から音声や点群へ：画像からの変状抽出 → 音声による異常検知、形状変化抽出など
省力化	簡単な現場作業から省力化・無人化が進む <ul style="list-style-type: none"> AIの異常検出とIoTにより、現場での施設管理作業は室内での監視作業に変わる AIのエッジ化/フォグ化により、従来室内で実施していた損傷判定などを現場で実施 自動運転やロボットの活用により、無人で行う点検や補修工事の監督を室内で実施
社会環境の変化	
教育	知識ベースの蓄積とカスタマイズされた教材や環境によって技術者育成の効率が上がる <ul style="list-style-type: none"> 知識型AIにより、研究論文や業務報告書、事例などが効率的にデータベース化される 生徒の学習進捗や短所長所に合わせた教材がリアルタイムでカスタマイズされる 教師の成績評価の自動化や推奨学習リソースの提案がされる AIにより最適化された体験型教育環境が一般化される
利用者	UXの向上によって適用範囲や利用者層が広がる <ul style="list-style-type: none"> 土木技術者にとって有用性や効果があり、ニーズが満たされるようになる 信頼性や理解しやすいなどの向上により、利活用が進む 手順の簡略化や操作性が改良された環境やアプリの登場により、利活用の敷居が低くなる *UX: User Experience、ユーザーが得られる体験や経験
ELSI	AIの倫理的、法的、社会的問題の解決により社会受容が進む <ul style="list-style-type: none"> 悪意のあるデータベース構築、差別的判断をするモデルの構築などは倫理的に許されない AIによる判断で起きた事故の責任の所在、学習モデルの知的財産権の所在などの明確化により、AIビジネスが加速する AIにより職を失った労働者の生活保障と再教育やAI導入により生じる経済格差などの社会問題は避けられない *ELSI: Ethical, Legal and Social Issues、倫理的、法的、社会的問題

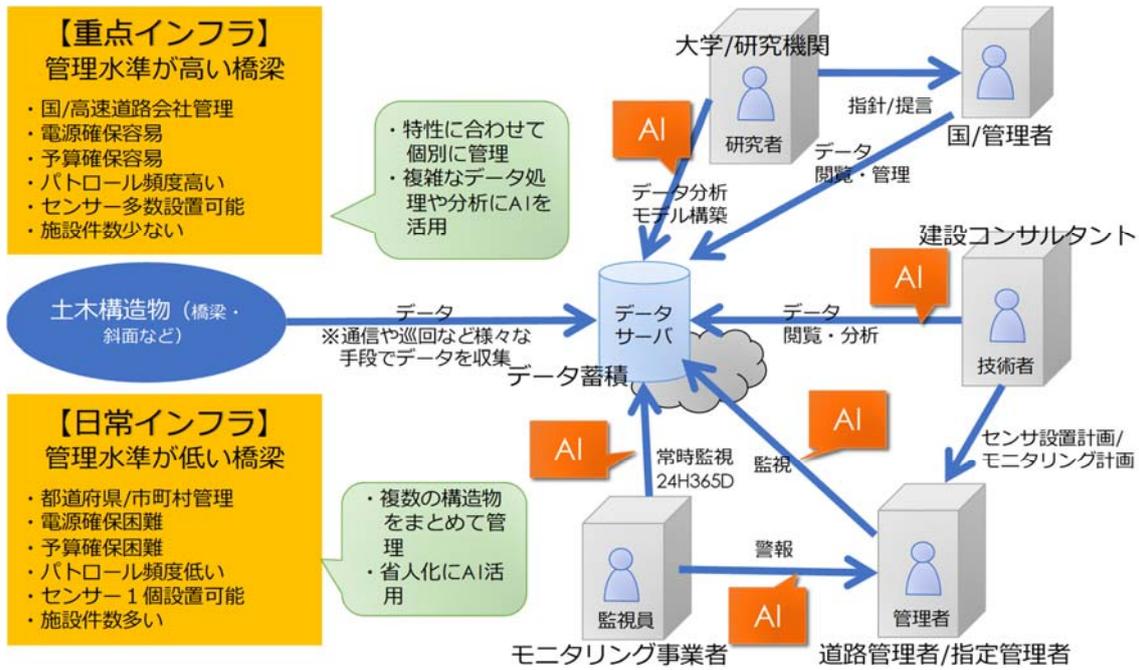
9

AIを活用したメリハリのある管理方針

重点インフラに対しては、AIによる、専門技術の更なる高度化
 日常インフラに対しては、AIによる、非専門家の専門家化

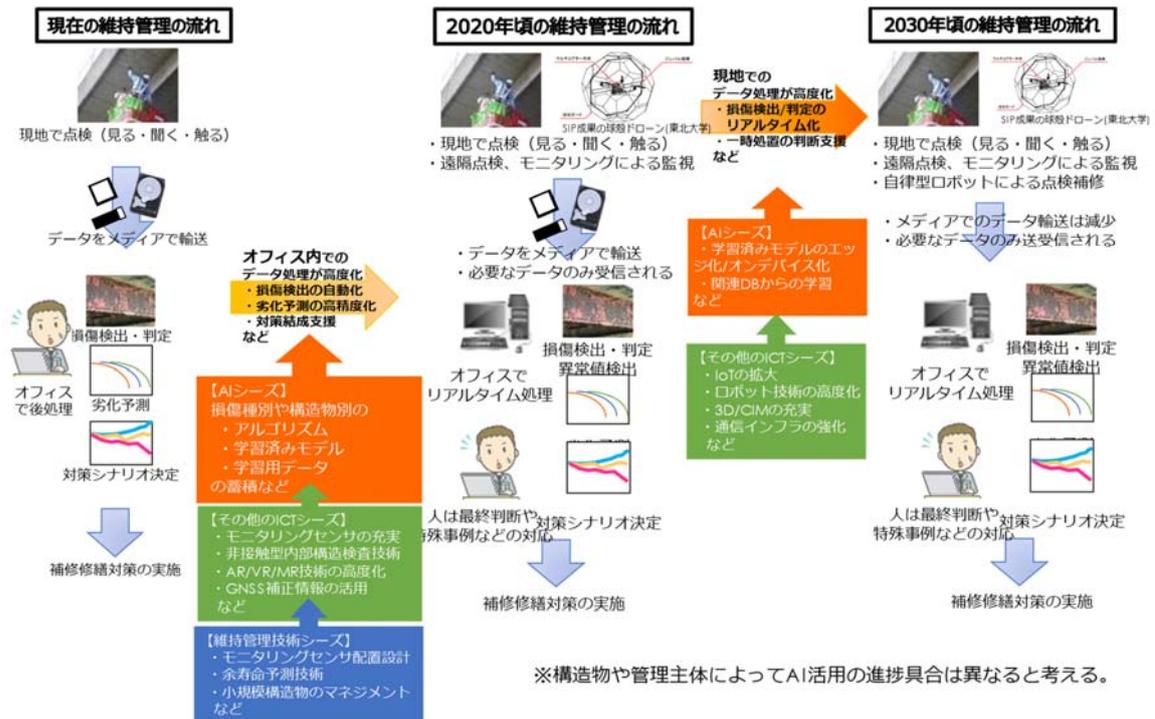


就業者数：
 H9年度 685万人（ピーク時）
 H28年度 492万人（▲28.2%）
 ※国土交通省資料より



重点インフラと日常インフラのモニタリングの違い

インフラ維持管理でのAIの段階的な適用拡大



現在から短期的な視点で見たAI点検モニタリングの適用例

技術者の育成とAI利用者の拡大

- 技術者教育の面では、文献や事例のデータベース化が進むことにより、AIによって教材のカスタマイズや評価の自動化などが可能となる。
- また、類似事例の検索へAIが適用されることにより、より効率的に対策工法や判断を行えるようになる。
- これは、既存の知見を学ぶ良い機会となる。
- 利用者拡大の側面では、AIのUX（User Experience：ユーザーが得られる体験や経験）の向上により利用者が拡大する。
- 使いやすいAIアプリの登場で利用者が増加し、スマートフォン、タブレット、パソコンなどの複数のデバイスで屋内外を問わず使用することができ、また、異なるデバイスで登録した損傷記録も一元管理される。
- 転記漏れや転記ミスがなくなり、エラー対応や手戻り作業などに使用していた時間は別の作業に当てられる。
- また、信頼性の向上や要領等維持管理マニュアルの内容が反映されるなどのお墨付きが付くことによって、よりAI活用が拡大する。

社会受容に向けたAI活用の信頼性の確立

信頼性の確立

インフラ維持管理AIの信頼性の確立
AIの得意なところを知る
<ul style="list-style-type: none"> • 定量的で網羅的な処理 • 膨大なデータからルールなどの発見
AIの限界を知る
<ul style="list-style-type: none"> • データ化された現象は扱えるがデータ化されていない物理現象は扱えない
物理現象による解釈と現場の暗黙知のAIへの導入
<ul style="list-style-type: none"> • 物理現象から説明できるような指標と分析手法の構築 • データサイエンティストと維持管理技術者の連携



AI分析サイクルと維持管理サイクルの連携

AIの倫理的, 法的, 社会的問題

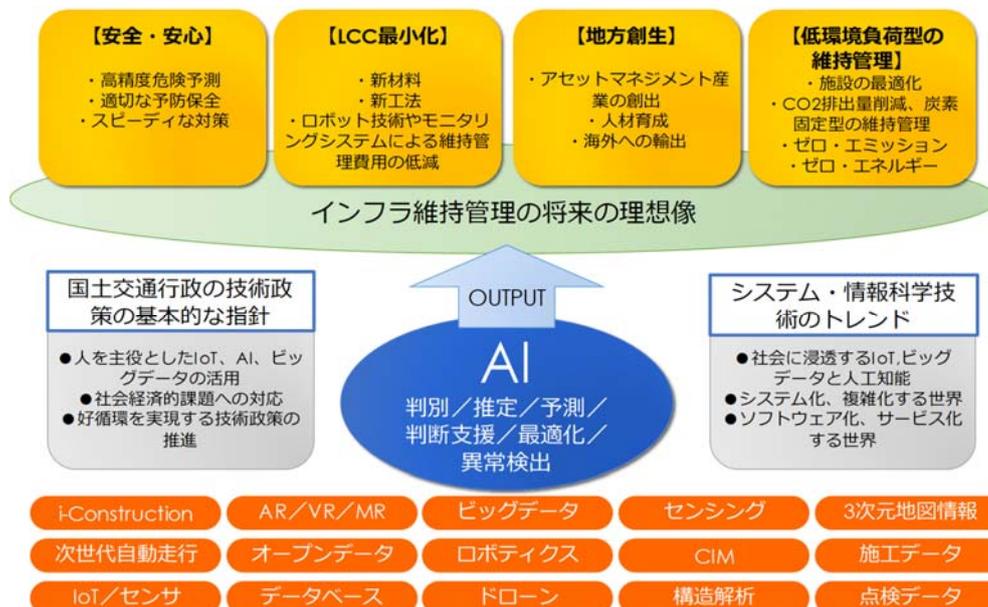
- AIのELSI (Ethical, Legal and Social Issues : 倫理的, 法的, 社会的問題) については, 世界のリーダーたちが急激に発達するAIの危険性について懸念を表明
- AIは人間が悪意を持って学習させればそのように動作
- 法整備に関しては, インフラ維持管理の管理者やモニタリング事業者などの責任の範囲の明確化が必要
 - AIが選定した補修工法が不適切だったことが原因で起きた事故の法的処理
 - AIの診断モデルを構築した場合の知的財産権の取り扱い
 - 機械学習の各種考案者, 所有者, 学習実施者, 使用者などの権利の範囲
- 社会的問題については, AIにより職を失う労働者の存在
 - インフラ維持管理においてはもともと少ない技能者や技術者の不足を補う策の1つとしてAI活用が検討されているという経緯があるが, 技能者や技術者は研修などの再教育を継続的に受け, AIでは代替できない, より複雑な工程に携わることができるようになる必要がある.

Nobuyoshi Yabuki

15

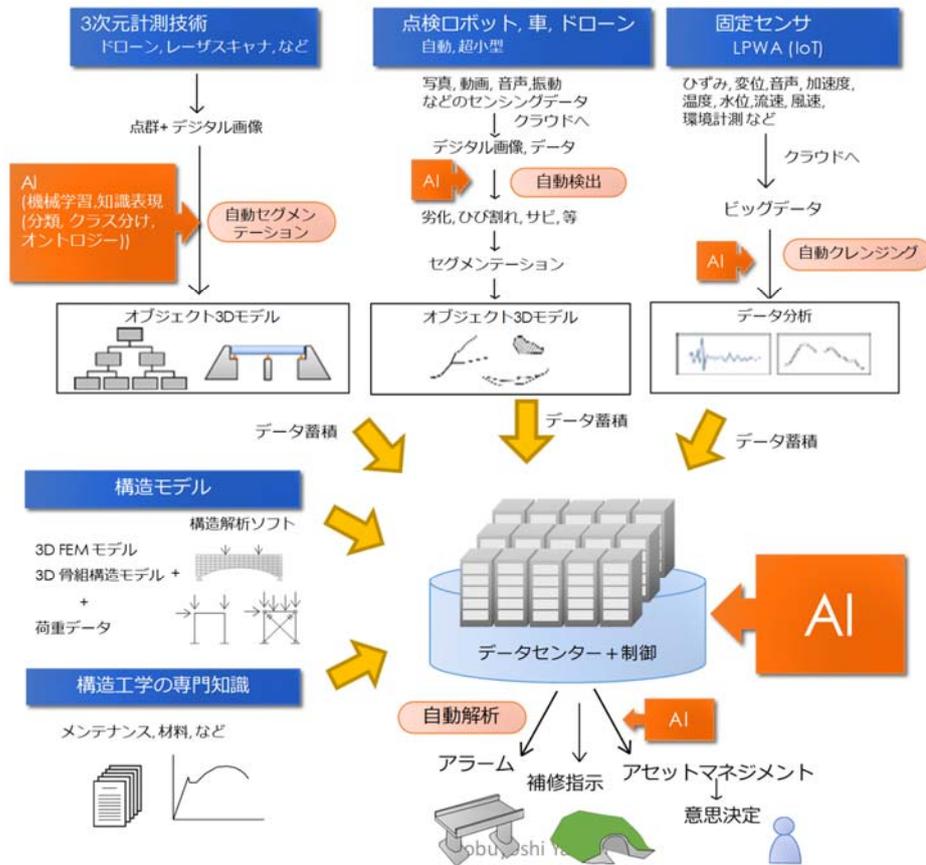
AI活用によるインフラ維持管理分野のイノベーション

- AI活用によるイノベーションによって, 高度な効率化・省力化と新たな維持管理ビジネスの創出が行なわれるには, AI適用事例の蓄積を中心として, ニーズ側の国土交通行政とシーズ側のシステム情報分野の基礎研究および応用技術のマッチングが重要
- また, オープンイノベーションやその他ICT技術との融合によって, イノベーションは促進され, 安全・安心, LCC最小化, 地方創生, 低環境負荷型の維持管理などが期待



16

長期ビジョン：AIを活用した構造物管理のフレームワーク



17

今後の検討事項

- 短期ビジョンと長期ビジョンについて述べた。
- AI活用においてブレークスルーを起こすには、データやAIノウハウの蓄積だけでなく、社会受容性の創出やオープンイノベーションによる周辺ICTとの連携など短期ビジョンの早期実現が重要と考える。
- 長期ビジョンを見据えた短期ビジョンを早期に実現するための目標や課題設定について引き続き検討を行う予定である。

AI活用検討会議メンバー（2017年度）

氏名	所属		役職	備考
矢吹信喜	大阪大学	大学院工学研究科 環境／エネルギー工学専攻	教授	S I P 研究者
櫻井彰人	慶應大学	理工学部 管理工学科	教授	S I P 研究者
石田哲也	東京大学	工学系研究科社会基盤学専攻	教授	S I P 研究者
広兼道幸	関西大学	総合情報学部	教授	S I P 研究者
田中泰司	東京大学	生産技術研究所人間・社会系部門	特任准教授	S I P 研究者
全邦釘	愛媛大学	大学院理工学研究科	准教授	S I P 研究者
野村泰稔	立命館大学	理工学部都市システム工学科	講師	外部有識者
小泉圭吾	大阪大学	大学院工学研究科 地球総合工学専攻	助教	外部有識者
湧田雄基	東京大学	情報学環ユビキタス情報社会基盤研究センター/社会連携講座	特任助教	S I P 研究者
宮本崇	山梨大学	大学院医学工学総合研究部 工学部土木環境工学科	助教	外部有識者
水谷大二郎	東北大学	災害科学国際研究所	助教	外部有識者
宮森保紀	北見工業大学	工学部 社会環境工学科	准教授	外部有識者
西尾真由子	横浜国立大学	都市イノベーション研究院	准教授	外部有識者
北根安雄	名古屋大学	大学院工学研究科 土木工学専攻	准教授	外部有識者
福土直子	大阪大学 社会人Dr	国際航業（株）技術サービス本部 事業推進部		
西本吉伸	電源開発（株）	茅ヶ崎研究所	所長	
尾留川剛	電源開発（株）	茅ヶ崎研究所	課長	
阿部雅人	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
金氏眞	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
信田佳延	J S T	イノベーション拠点推進部	技術主幹	S I P 幹事
三浦悟	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
和田祐二	J S T	イノベーション拠点推進部	フェロー	S I P 幹事
松村隆爾	J S T	イノベーション拠点推進部	技術主幹	事務局
渡邊賢一	J S T	イノベーション拠点推進部	主査	事務局

人事異動などで現在とは異なる人もいる

Nobuyoshi Yabuki

19