

# AIを活用した建設生産システムの 高度化に関する研究

---

国土技術政策総合研究所  
社会資本マネジメント研究センター

研究期間：平成29年度～令和2年度

# 1. 背景・課題(1)

- 人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況下、建設現場の生産性向上により、建設労働者の給与確保、週休2日の実現等からなる働き方改革の推進は喫緊の課題。
- 国土交通省では建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」の取り組みを推進。
- i-Constructionでは、ICTの活用による生産性向上が大きな柱であるが、これにより建設現場から得られるビッグデータを効果的に活用していくためには、近年技術の進展が著しいAIやIoTの活用が必要。
- 建設現場の課題である、熟練技能者の経験による技・ノウハウ・勘の伝承を効果的に実施し確実に品質を確保する観点から、AIやIoTの効果的な活用方策の研究が必要。
- ビッグデータを管理し連携するため、時空間的なデータ管理を考慮した3次元情報基盤の構築が不可欠。

# 1. 背景・課題(参考)

- 「i-Construction～建設現場の生産性革命～」(平成28年4月 i-Construction委員会)
  - 調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスやサプライチェーンにおいて活用される3次元データ等のビッグデータを集積・分析・活用するためのデータシステムを構築し、データに基づいた的確な現場管理による更なる生産性の向上や維持管理・更新等に有効活用することを目指す。
  - これら集積したデータを分析することによって、例えば、「施工履歴データによる建設現場の見える化・効率化」や「事故や異常発生時に、同種・類似のリスクを有する施設の特定」など施設の管理段階での活用を始め、「熟練技能労働者による手際よく精度が高い施工技術の分析」等による技術のデータ化、継承など様々な活用が可能となる。
- 「第4期国土交通省技術基本計画」(平成29年3月国土交通省)
  - 本計画の1つ目の柱は、人を主役とするIoT、AI、ビッグデータ等の活用である。近年急速に進展するこれら技術を社会資本の時間スケールとの違いに十分留意し、すべての技術政策で賢く使うことを検討する。IOT、AI、ビッグデータ等の導入は、人を主役とすることで「人の力」を高め、「新たな価値」を創造する。

# 1. 背景・課題(参考)

- 「世界最先端IT国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」(平成29年5月閣議決定)
  - 調査・測量から、設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、平成37年度までに建設現場の生産性の2割向上を目指す。
  - 平成31年度までに、橋梁・トンネル・ダム等の工種に加え、維持管理を含む全てのプロセスにおいてICT、3次元データ等を利用するための基準類を整備するとともにプラットフォームを構築し、オープンデータ化を推進。
- 「経済財政運営と改革の基本方針2017」(平成29年6月閣議決定)
  - 事業実施の際の施工効率等をも高める「i-Construction」の取組について、地方公共団体への展開、幅広い工種や維持管理等への拡大を進めるとともに、AI、ドローン等の先端技術の開発・導入や各プロセスへの3次元モデル導入等を進める。
  - 中長期的な現場の担い手を確保するため、社会保険未加入対策や適切な賃金水準の確保、若者や女性の活躍推進等の取組を進めるとともに、適正な工期設定や施工時期の平準化を通じて、週休2日の実現や長時間労働の是 4
  - 正等の働き方改革の取組を進める。

# 1. 背景・課題(参考)

- 「未来投資戦略2017」(平成29年6月閣議決定)
  - 【目指すべき社会像】日本全国津々浦々で、ICT・ロボット・センサー等を活用することにより、道路、橋、ダムといったあらゆる建設現場の生産性が向上(2025年度までに2割)している。
  - 【変革後の生活・現場のワンシーン】これまで習得するのに何年もかかったノウハウもICT建機により短期間で身につけられるようになる。週末返上でとりかかっていた工事も、熟練工の長時間労働にしわ寄せせずに、土日の休日をきちんと確保することが可能となっている。

## 2. 技術研究開発の目的

本研究は、IoT(モノのインターネット)等を使って施工現場から収集されるビッグデータを、近年飛躍的に進化したAI(人工知能)を用いて解析し、調達、施工管理等の高度化の実現を図るものである。

### 【働き方改革の実現】

- 1.賃金の引き上げを施工状況に即した適切な歩掛を用いた積算により促進
- 2.週休2日の確保を適切な工期設定により実現

### 【建設現場の2割の生産性向上の実現】

- 1.技能者の育成促進を習熟すべき操作要素の抽出により実現
- 2.維持管理業務の高度化・効率化を構造物の3次元モデルの活用により促進

### 【生産性向上に不可欠な民間投資を誘発】

- 1.民間の現場カイゼン投資をICT建機データが誰でも使える環境の創出により誘発
- 2.労働生産性向上の民間投資を生産性の高い会社の取組みを評価することにより誘発

# 3. 技術開発の必要性

## ① **業務へのAI適用**における課題

- AIを活用することで生産性向上に寄与することができる業務プロセスの把握ができていない。
- AI活用の前提となる様々なビッグデータの収集と活用の仕組みが整っていない。

## ② **調達の高度化**における課題

- 適正な工期設定は、週休2日等の休暇確保等を図るうえで必要不可欠。
- 施工状況に即した適切な歩掛を用いた積算は、適切な賃金水準を確保するうえで必要不可欠。

## ③ **施工管理の高度化**における課題

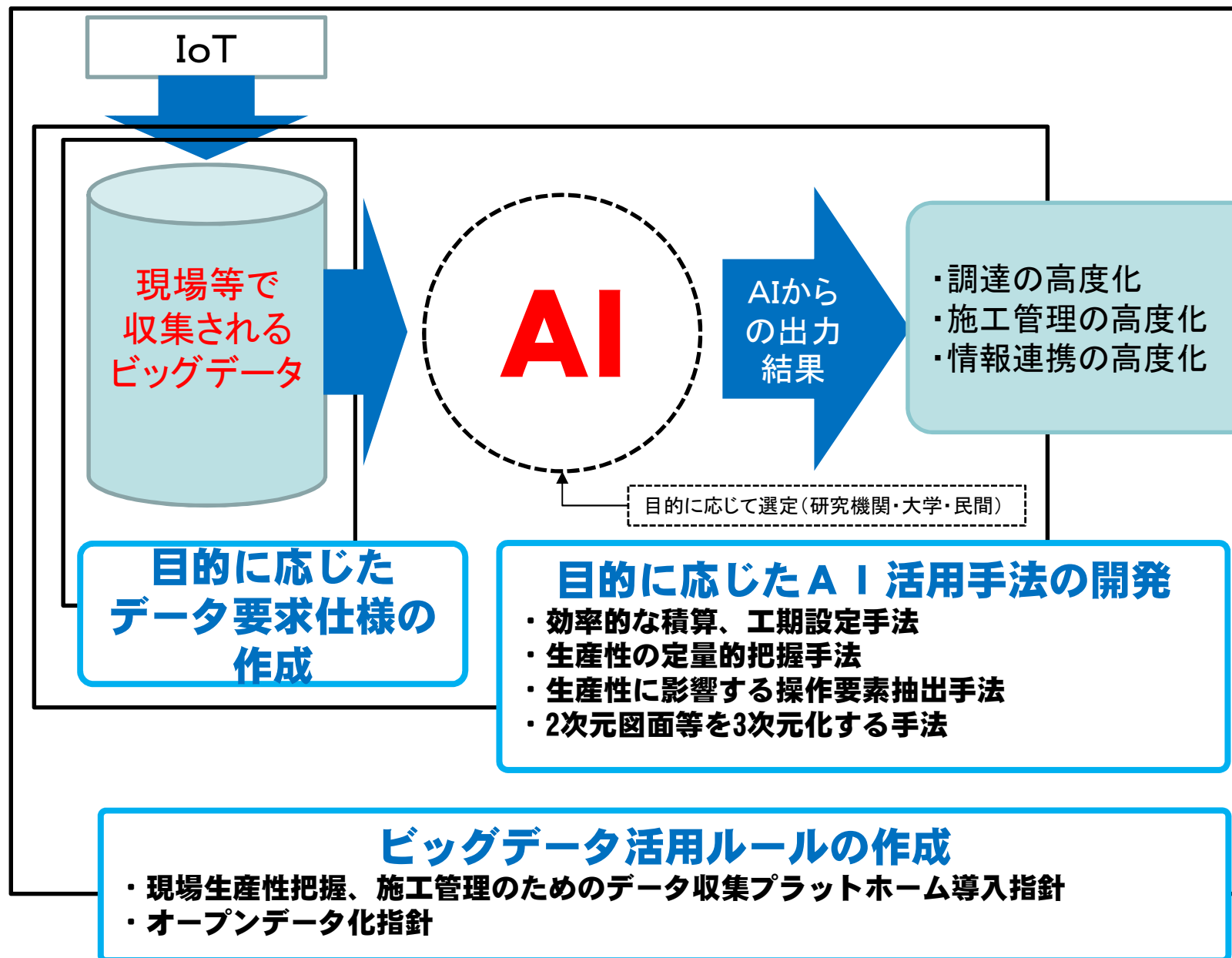
- 熟練オペレータの高齢化に伴う離職により、建設現場の生産性低下が懸念。
- ICT施工で発生している多くのセンサー情報・施工情報が工事全体での生産性向上に十分に活かされていない。

## ④ **情報連携の高度化**における課題

- 施工中に収集・蓄積されるビッグデータを管理・連携する仕組みが未確立。
- CIMを用いた情報連携の仕組みが構築されつつあるが、2次元CADで設計された既存構造物のCIMモデル（3次元モデル＋属性情報）構築には追加コストが発生

# 4. 技術研究開発の全体像

業務実態分析と AI活用可能性の調査





# 4-2. 課題に対応した個別研究①

## ① 業務プロセスへのAI適用性の検討

### 【研究内容】

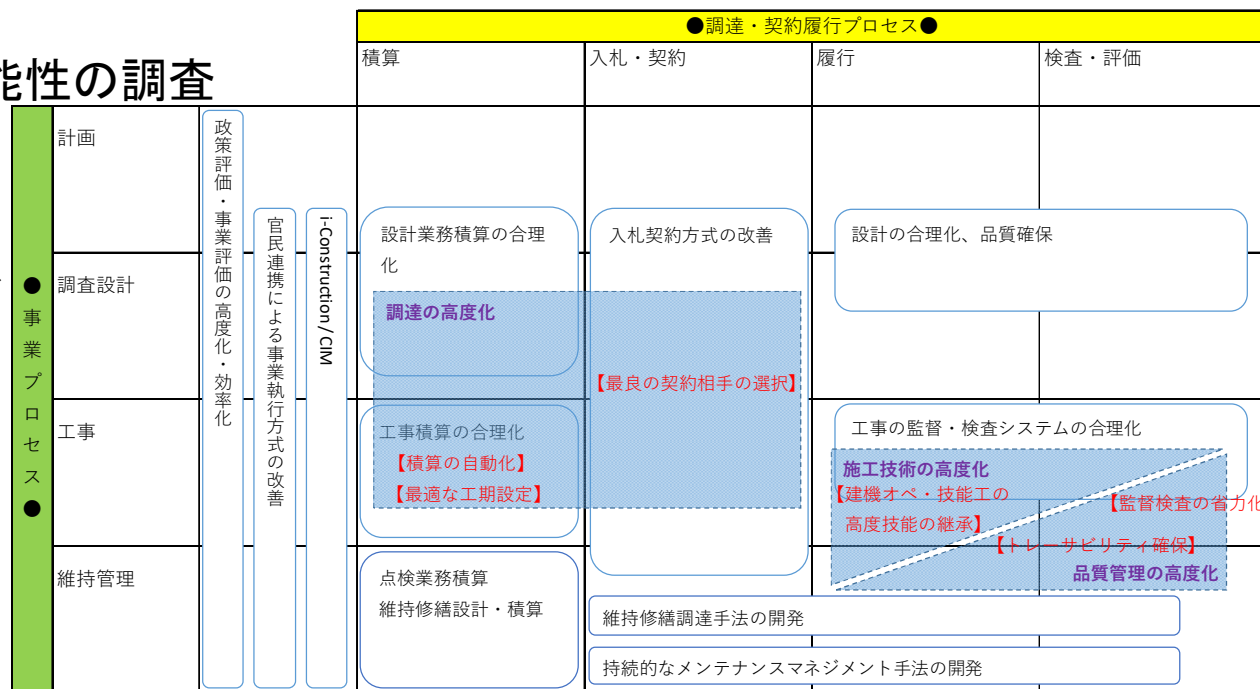
1. 業務実態分析
2. AI活用及びデータ収集可能性の調査

### 【最終的な成果】

1. AI導入による業務プロセス高度化の適用領域の抽出
2. ビッグデータの収集とAIの活用における標準的なプロセスの策定

### 【期待される効果】

1. 建設生産システム全体の業務プロセスの生産性向上
  - (1) AIとビッグデータを活用することで、より高度で的確な判断が効率的に実施可能となることが期待。
  - (2) 業務プロセスの一部をAIに代替することによる生産性の向上により、より創造性の高い他の業務への展開が可能となる。
2. 建設生産プロセスにおけるビッグデータ活用による建設産業のイノベーション創出
  - (1) AIとビッグデータを基盤とした建設産業のマネジメントシステムの改革。
  - (2) 産学官の連携により建設生産プロセスの高度化に特化したAIの開発促進。



## 4-2. 課題に対応した個別研究②

### ② 調達的高度化

#### 【研究内容】

1. AIを用いて工事現場の動画、建設技能者等に装着したセンサーのデータから、歩掛、生産性の把握に必要なデータを自動抽出することにより、様々な施工状況に即した歩掛や生産性の定量的な把握を目指す。
2. AIを用いて過去の工期設定データのデータベースから、工種の組合せ、施工内容、地域特性等の条件が類似している工事のデータを抽出することにより、適切な工期を自動設定するシステムを構築し、適切な工期設定の実現を目指す。

#### 【期待される効果】

1. 適切な賃金水準を確保するために必要不可欠な、様々な施工状況に即した歩掛を用いた積算が可能となる。
2. 週休2日等の休暇確保等を図るために必要不可欠な、適切な工期設定が、多くの公共工事で可能となる。
3. 生産性の高い会社の取組を評価することにより、生産性の向上に必要な民間投資を誘発することが期待できる。

## 4-2. 課題に対応した個別研究③

### ③ 施工管理の高度化

#### 【研究内容】

- 運転時の建設機械から収集されるデータの活用
  - ・ICT建設機械の現場センサーデータの収集
  - ・センサーデータと対応する運転操作に関するデータの収集
  - ・データをAIにより相関分析し、生産性と関連性の強い操作要素を抽出

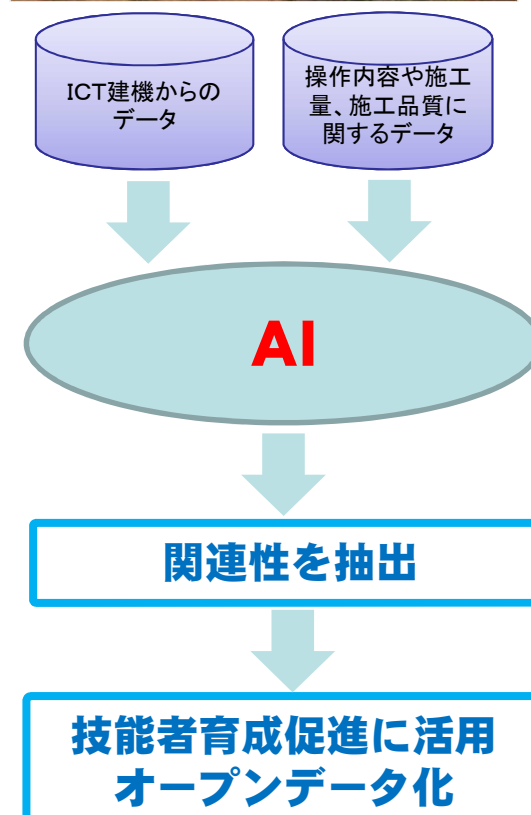


#### 【最終的な成果】

- 技能者育成に活用するための、生産性に影響する操作要素を抽出する技術の開発
- 現場カイゼンに資するデータを、オープンデータとして官民で共有する仕組みの整備

#### 【期待される効果】

- 技能者の育成促進を習熟すべき操作要素の抽出により実現
- 民間の現場カイゼン投資をICT建機データが誰でも使える環境の創出により誘発



# 4-2. 課題に対応した個別研究④

## ④ 情報連携の高度化

### 【課題及び解決の方向】

- i-Constructionの取組みにより収集したビッグデータや解析結果を蓄積・管理する仕組みが未整備

⇒ CIMの3次元モデル上で情報を連携・蓄積・管理



- 膨大なメンテナンス需要が見込まれる既存構造物を対象とする場合、CIMモデル構築に追加コストが発生

⇒ AI技術を用いて、2次元CAD図面を3次元化する技術を開発

### 【研究内容】

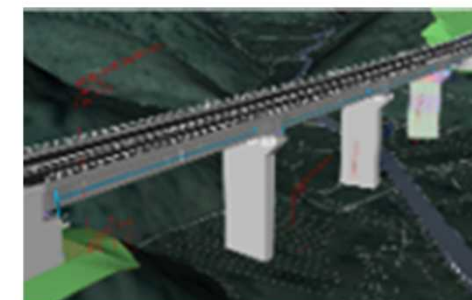
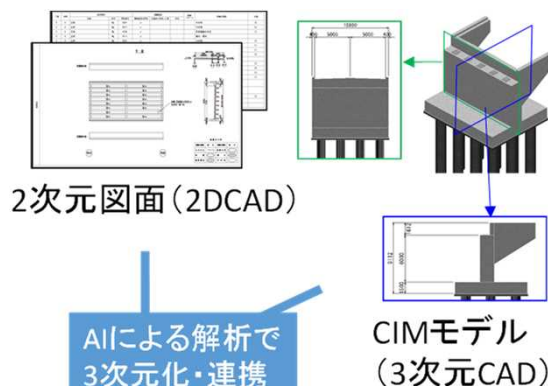
- 既存構造物の2次元CADからCIMモデルを構築する技術の開発
- 2次元CADでは欠損している情報の補完技術の開発
- CIMモデルの活用方法案の作成(既存構造物の補修・補強等)

### 【最終的な成果】

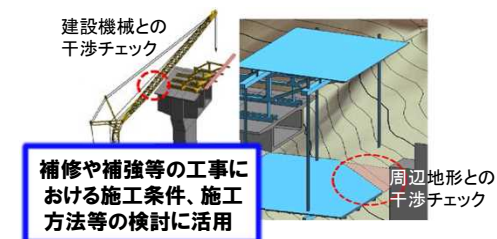
- 2次元CADを3次元化し、CIMモデルに変換する技術
- 2次元CADと3次元CADの連携技術
- 構築したモデルの活用方法案

### 【期待される効果】

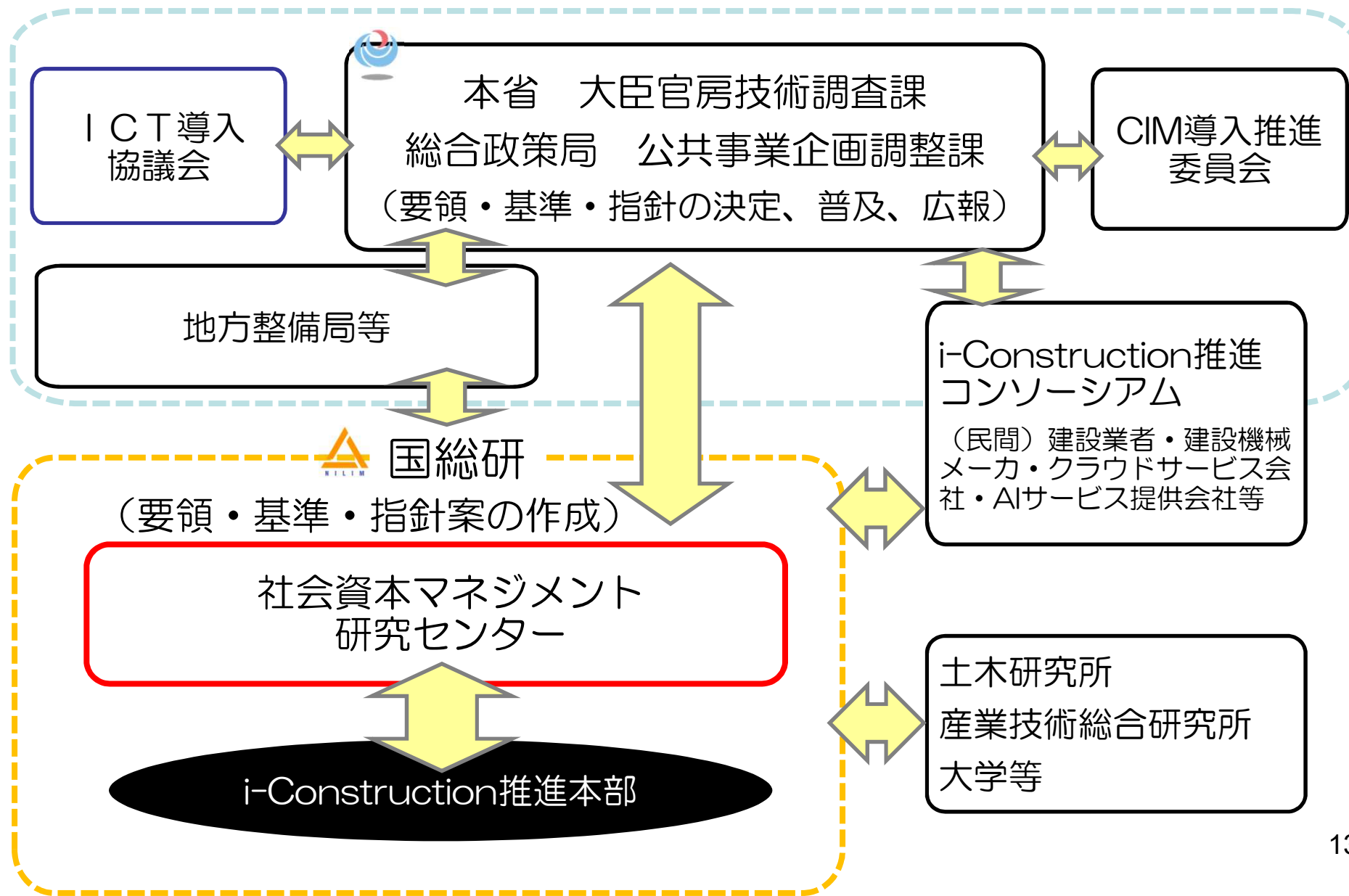
- 既存構造物のメンテナンスに係るCIMモデル構築コストの低減と最新のIoT技術の現場導入を促進する環境の実現
- 補修や補強等の工事における施工条件や施工方法等の検討、不具合部分の発見等に活用
- 将来的には、防災・減災シミュレーション等の基盤情報として活用



1つの3次元モデルとして連携



# 5. 技術研究開発の体制



# 6. スケジュール

検討内容	H29/H30	H31(R1)	R2
①業務プロセスへのAI適用性の検討	業務実態分析とAI活用可能性の調査 (以下のそれぞれの内数)		
②調達の高度化	AI活用手法の検討(建設現場の作業量把握、工期設定)		
	ビッグデータ活用ルール作成に向けたデータ試行取得、検討		
	データ要求仕様の検討		
	(20. 7)	(3.4)	(3.4)
③施工管理の高度化	AI活用手法の調査(生産性に影響する操作要素抽出手法等)		
	ビッグデータ活用ルール作成に向けたデータ試行取得		
	データ要求仕様の検討		
	(20. 9)	(3. 4)	(3.4)
④情報連携の高度化	AI活用手法の開発、検討(2次元CADの3次元化技術)		
	開発技術の適用条件の明確化		
	(30. 8)	(16. 6)	(15.9)
予算(百万円)	72. 5(百万円)	23. 4(百万円)	22. 7(百万円)

画像解析から  
建機の動作内容峻別を行う  
AI開発用学習データの  
官民共有方策の提案

- ・本総プロについては、研究期間4年間(H30-33年度)として事前評価を受けたが、H29年度補正予算より採択されたため、研究期間はH29年度末より始まり、研究期間4年目はR2年度となる。
- ・また、本研究に対し、官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)「革新的建設・インフラ維持管理技術/革新的防災・減災技術」の研究開発がAdd-On施策として実施されており、連携した実施や成果の共有を行っている。



## 7. 研究開発の進捗状況・目標達成の見通し

### ① 業務プロセスへのAI適用性の検討

1. AI導入による業務プロセス高度化の適用領域の抽出
  - H30年度に、課題②～④に関し、それぞれの取り組み工種や対象の絞り込みを実施。
2. ビッグデータの収集とAIの活用における標準的なプロセスの策定
  - R2年度にAI活用及びデータ収集可能性の調査を実施予定

### ② 調達の高度化

1. AIを用いて工事現場の動画、建設技能者等に装着したセンサーのデータから、歩掛、生産性の把握に必要なデータを自動抽出することにより、様々な施工状況に即した歩掛や生産性の定量的な把握を目指す。(当初)
  - H30年度に建設現場の施工状況データの取得を実施。
  - R元年度に取得した施工状況データを教師データへの加工を実施予定。
  - R2年度に鉄筋の組立等の施工量を自動判別する技術開発予定。
2. AIを用いて過去の工期設定データのデータベースから、工種の組合せ、施工内容、地域特性等の条件が類似している工事のデータを抽出することにより、適切な工期を自動設定するシステムを構築し、適切な工期設定の実現を目指す。(当初)
  - H30年度に工期データ収集結果から教師データを作成。
  - R元年度に教師データを基に適切な工期・工程を算定するシステム開発を実施予定。

## ③ 施工管理の高度化

1. 技能者育成に活用するための生産性に影響する操作要素を抽出する技術の開発(当初)
  - H30年度及びR元年度に、ICT建設機械の現場センサーデータの収集試行、当該建設機械のセンサーデータに同期する建機の動画データの撮影も併せて撮影(2現場で実施)
  - また、一部建設機械メーカーが提供するICT建設機械の現場センサーデータから動作を判別するシステムに関して、当該動作判別結果と動画との整合確認(技術調査)
  - R2年度は、建機動画データの追加取得を実施予定
  
2. 現場カイゼンに資するデータをオープンデータとして官民で共有する仕組みの整備(当初)
  - R元年度は、施工現場の改善に寄与するAIの開発や活用を企図する民間事業者等への学習用データの活用に関する意見公募を実施。
  - R2年度は、意見公募の結果をもとに、「1.」でR2年度に行うこととしている追加取得する建機の動画データを用いて、画像解析から建機の動作内容峻別を行うAIの開発等を企図する事業者へのデータ提供を想定した画像データ要求仕様の検討を実施予定
  - また、当該データの官民活用に向けた実施方策にかかる、民間事業者等との具体化検討を予定
  
- 当該研究を通じた成果として、現場カイゼンに資するデータをオープンデータとして官民で共有する仕組みの試行に向けた枠組みを提案する。



## ④ 情報連携の高度化

### 1. 2次元CADデータの3次元化技術の開発

- H30年度は、2次元CADから外形形状を再現した3次元モデルを半自動的に構築する技術を開発
- R元年度は、2次元CADから鉄筋等の内部構造を再現した3次元モデルを構築する技術を開発予定

### 2. 属性情報を3次元モデルに付与する技術の開発

- H30年度は、2次元CADから抽出した表と図面の対応関係を解析する技術を作成
- R元年度は、2次元CADから抽出した表中の属性情報を3次元モデルに付与する技術を開発予定

### 3. 開発技術の適用条件の明確化

- H30年度は、2次元CADから構築した3次元モデルや抽出した表の情報が正しいかどうかを評価する手法を検討
- R元年度は、属性情報を付与した3次元モデルを用いて、構築したモデルの物理的な正確性を検証予定
- R2年度は、上記1と2の成果も含め、開発技術の適用条件を整理し、複数の橋梁形式の2次元CADデータによる試行を実施するとともに、開発技術を容易に利用するためのアプリケーションの開発やマニュアルを作成予定

## 8. 技術研究開発の成果とその活用方針

### 成果（アウトプット）

1. AI導入後のTobeモデルの提案
2. 現場実態を反映した適切な積算・工期設定
3. 生産性に影響する操作要素を抽出し、技能者育成促進に活用
4. 一般化される操作要素について、オープンデータとして官民で共有
5. 3次元モデルへの変換技術の開発
6. 構築したモデルの活用方法案の作成

### 社会に与える効果（アウトカム）

#### 【働き方改革の実現】

1. 賃金の引き上げを施工状況に即した適切な歩掛を用いた積算により促進
2. 週休2日の確保を適切な工期設定により実現

#### 【建設現場の2割の生産性向上の実現】

1. 技能者の育成促進を習熟すべき操作要素の抽出により実現
2. 維持管理業務の高度化・効率化を構造物の3次元モデルの活用により実現

#### 【生産性向上に不可欠な民間投資を誘発】

1. 民間の現場カイゼン投資をICT建機データが誰でも使える環境の創出により誘発
2. 労働生産性向上の民間投資を生産性の高い会社の取組みを評価することにより誘発

# 9. 事前評価時の指摘事項に対する対応状況

事前評価時の指摘	対応状況
<ul style="list-style-type: none"><li>・本研究課題がどのように建設生産性向上につながるのかについて、明確にして実施すべきである。</li><li>・社会に与える効果(アウトカム)の達成プロセスを明確にして実施すべきである。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・本研究課題では、生産性向上の基礎となる、施工等の現状把握やその分析を行うためのツールの開発促進に注力することとしている。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・現場におけるデータ収集の方法など、研究の具体性をより明確にして実施すべきである。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・現場でのデータ収集は現場ごとに様々な課題が想定されることから、現場条件に応じて実施するとともに、現場で得られた知見を基に収集方法を含めとりまとめた。</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>・技術開発における体制については、データサイエンティスト等の専門家と連携して研究を進める必要がある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ICT建設機械のデータ等の活用に関しては、民間事業者への意見公募スキーム等を構成し、AI開発事業者等との意見交換も進めている。</li></ul>