

# 社会インフラ用ロボットに係わる取組

独立行政法人 土木研究所  
技術推進本部 先端技術チーム



# 独立行政法人土木研究所のロボット関連研究への取組

過去の主な研究(旧土木研究所機械研究室)

建設機械の自動化に関する調査試験

(昭和47～49年度)

エレクトロニクス利用による建設技術高度化システムの開発

(昭和57～62年度)

建設機械の制御システムに関する研究

(平成3～9年度)

※ともにブルドーザの自動制御技術

近年～現在

○ロボット等によるIT施工システムの開発

(平成15～21年度)

○大規模土砂災害等に対する迅速かつ安全な機械施工に関する研究

(平成22～27年度)

○機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究

(平成22～26年度)

# ロボット等によるIT施工システムの開発 1/4

## 油圧ショベルによる掘削作業の自動制御技術に関する研究

### 研究の背景と目的

- (1) 危険苦渋作業を伴う工事が多い
  - ・労働人口当たり死亡者数は、他産業平均の約4倍
  - ・重機関連事故約1/4、接触・挟まれ等の危険解消が必要
- (2) 既存の遠隔操作システムの精度・効率の限界
- (3) 就業者の高齢化、若年労働者・熟練者不足

情報化・ロボット技術活用により、安全・効率的・低コストで容易に利用可能な技術を開発・普及

- (4) 情報技術が活用しにくく、生産性低い
  - ・建設業の労働生産性は、他産業平均の約6割

業務の効率化、コスト低減、品質向上のための技術開発

- (5) 国土交通省技術基本計画(H15-19)の重点プロジェクトの1つ「建設ロボット等による自動化技術の開発」

### 達成状況

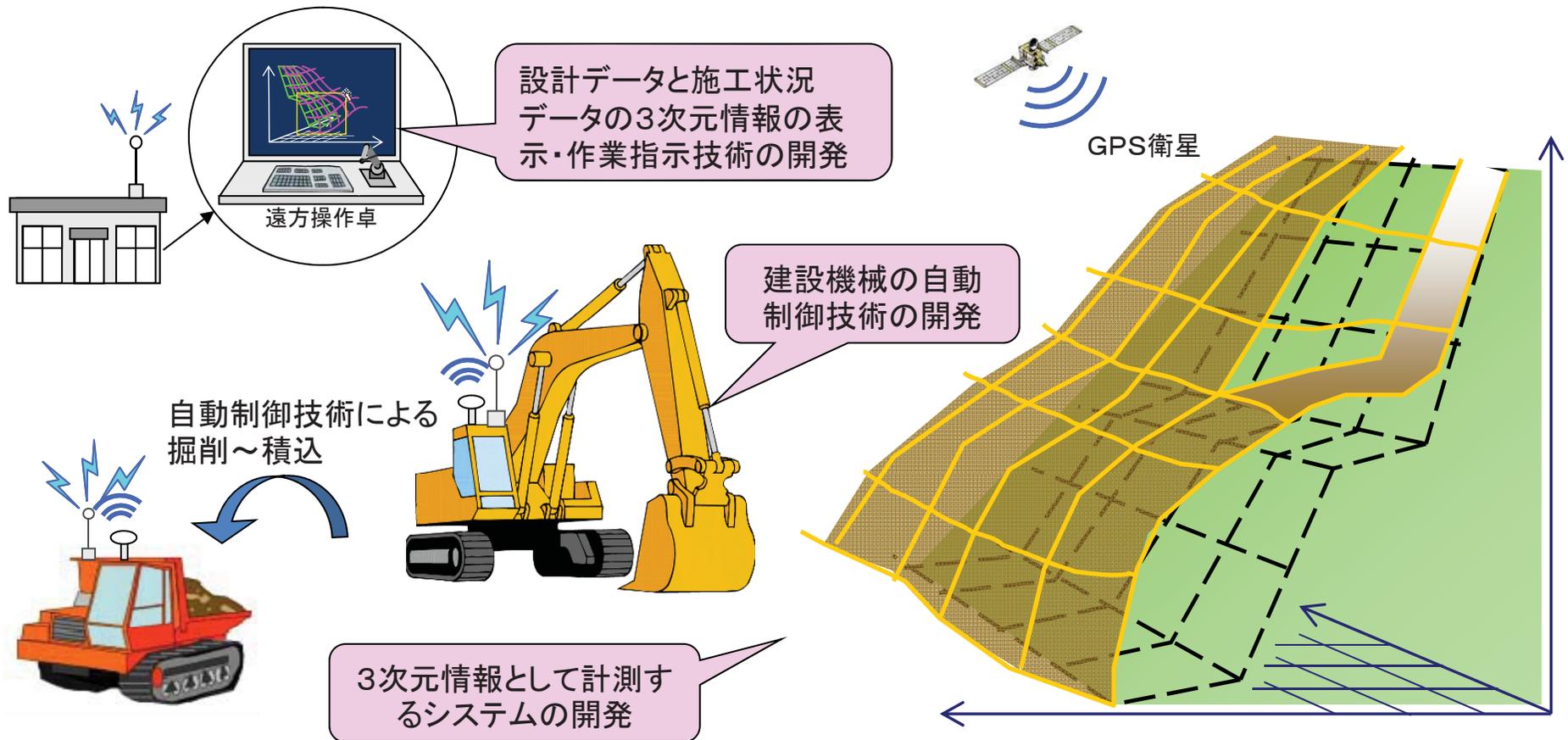
#### オペレータの施工精度と速度と概ね同等の自律作業

- ・施工精度は10cm(計測精度5cm、制御精度5cm)
  - ・掘削サイクルタイムは荒堀20秒、仕上げ30秒
  - ・掘削・積込サイクルタイムは荒堀40秒、仕上げ50秒
  - ・障害物に対応した回避動作(モデル事象駆動の実現)
- クローラダンプへの積込・放土に時間と揺れの課題

# ロボット等によるIT施工システムの開発 2/4

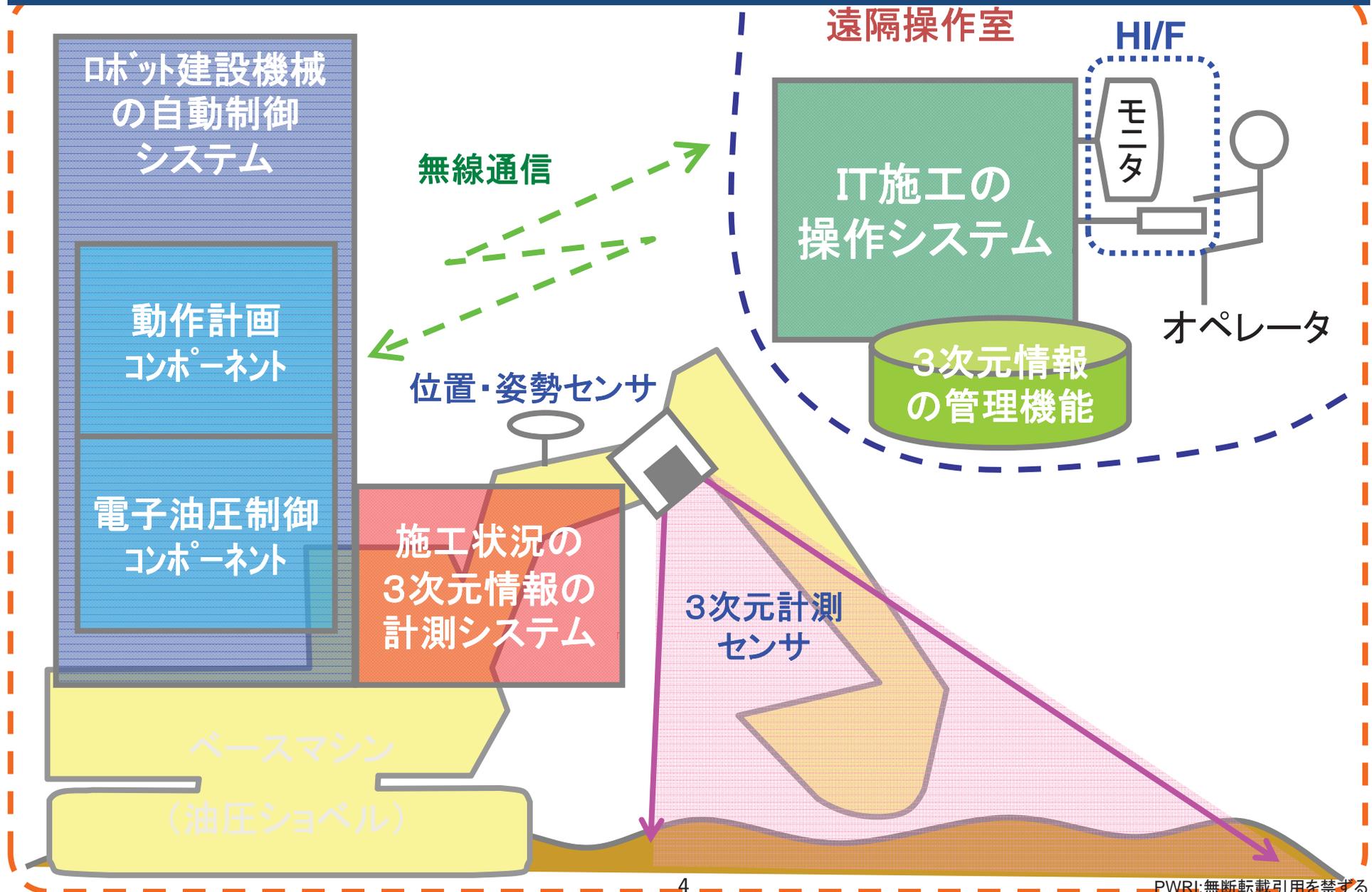
(油圧ショベルによる掘削作業の自動制御技術に関する研究)

建設機械のIT施工技術の実用化を目的に、その基盤となる要素技術として、IT施工の操作システム(3次元情報の管理機能)、施工状況の3次元情報の計測システム、建設機械の自動制御システムを開発し、これらの要素技術を実装した実機(プロトタイプ)によりIT施工技術について検証した。



# ロボット等によるIT施工システムの開発 3/4

## システム構成



# ロボット等によるIT施工システムの開発 4/4 プロトタイプによる検証状況



①初期位置



②掘削



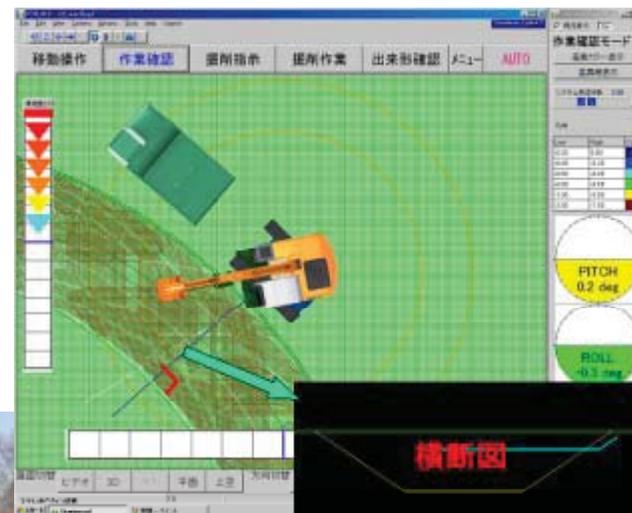
③引上げ



④放土



⑤放土終了



横断面



要素技術を装備した実機(プロトタイプ)



自動掘削作業終了後の出来形

# 大規模土砂災害等に対する迅速かつ安全な機械施工に関する研究 1/2

## 被災箇所への事前調査技術

### ①現場の調査技術の研究

- ・現場での雨水の状況や軟弱地盤等の状況把握を無人の機器により事前に調査する技術(建設機械の遠隔操作システムの導入を検討する際の現場情報の収集システム)について調査研究を行う。
- ・対象現場の条件に対応した有線・無線等の通信の選定方法について適用条件と特性について調査研究を行う。

### ②現場状況に応じた使用機械・調査実施手順の提案

- ①の調査結果に基づいた陸路及び空路の有効性及び活用の可能性の確認を目的とした事前調査手法を提案する。



東北大学・千葉工大のフィールド調査ロボット成果イメージ:浅間山での実験状況

# 大規模土砂災害等に対する迅速かつ安全な機械施工に関する研究 2/2

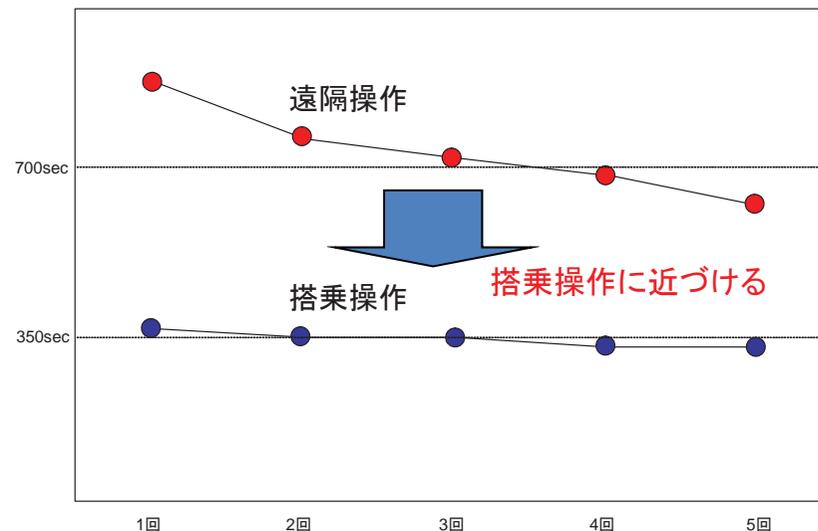
## 作業効率向上のための支援システムの提案

- ①作業効率向上に関連する知覚情報(視覚、聴覚、触覚、嗅覚など)の中から最も影響の高いと考えられる視覚情報を主眼に、オペレータへの画像の提示方法に関する研究を行う。
- ②臨場感や運動視差といった知覚情報等を有効に活用した遠隔操作支援システムを構築し、より搭乗操作での知覚内容に近づけることによるオペレータへの影響について、作業効率の変化などに関して実験により検証する。

### 迅速かつ安全な機械施工の実現



臨場感等を与え、作業効率を搭乗操作に近づける



# 機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究 1/5

## 社会的要請と研究の必要性

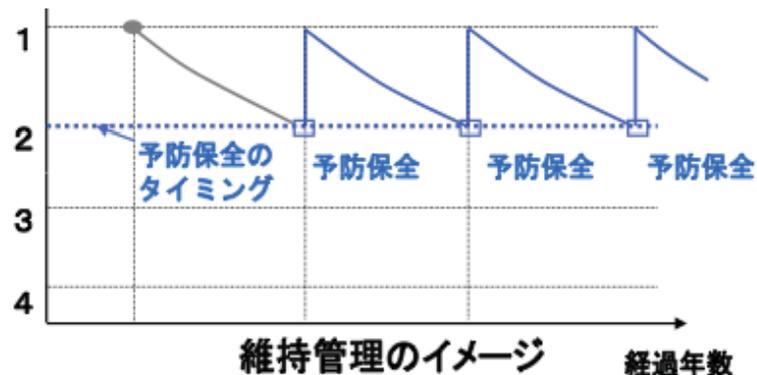
### 現状の実態

#### 橋梁点検要領に基づき点検を実施

平成16年3月 国土交通省 国道・防災課

初回: 供用後2年以内 2回目以降: 原則5年以内に1回

損傷程度 損傷状況の把握・対策区分の判定



建設後50年以上を経過する社会資本の割合を現在から20年後と比較した場合、道路橋では約8%から約53%に急増し、今後、維持管理費・更新費が増大することが見込まれ、厳しい財政状況を鑑みると整備に支障を来すことが予想される。

東日本大震災を受け、災害に強い国土づくりの必要性が重視される

平成24年度より「社会資本メンテナンス戦略小委員会」社整審・交政審計画部会に設置

計画期間中の重点目標として「社会資本の的確な維持管理・更新を行う」ことが挙げられている。

点検・評価技術者不足へのサポートは必須

橋梁の点検評価において、具体的な判断・判定をするための技術支援は急務なものとなっている。

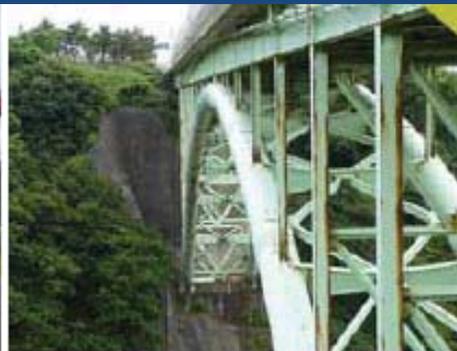
機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究 (H22ー)

# 機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究 2/5

## 橋梁点検が難しい箇所



アーチ橋



トラス橋



複数の構造物が隣接



床板状況が確認不可



桁と添架物の組合せ部



床板狭部



支承部



桁構造狭部



端横桁背面、胸壁前面



落橋防止壁による支承部

### 点検に係るニーズ

#### 1. 点検ツール

未確認部位や不可視部の具体的な箇所<sup>①</sup>の整理と橋梁において損傷状況を踏まえた検討が必要  
(トラス橋、桁下、狭箇所、支承細部、)

未確認部位や不可視部の具体的な箇所へのアプローチツールの開発  
数値・ビジュアル等による比較評価が可能となるツール開発

#### 2. 点検車

橋梁規格の整理→15m以下の橋梁への対応

橋梁構造の把握と必要機能の再検討→交通規制の制限解消

点検時間の短縮に関する検討→ツールとの連携が必要

#### 3. 点検手法

点検手法に損傷状況の評価を含む検討が必要

点検手法については、ツールとの連携を図った具体的な手法の提示が必要

### 結果分析・評価に係るニーズ

点検後に損傷状況の評価を行ううえで、前回の点検データとの比較及び周辺環境の橋梁に与える影響を把握しておく必要がある。従って、点検ツール開発時に診断を含めた機能を付加しておく必要がある。

1. 診断に必要な点検箇所の把握→現行の点検要領に基づく点検箇所の他に損傷状況の整理が必要

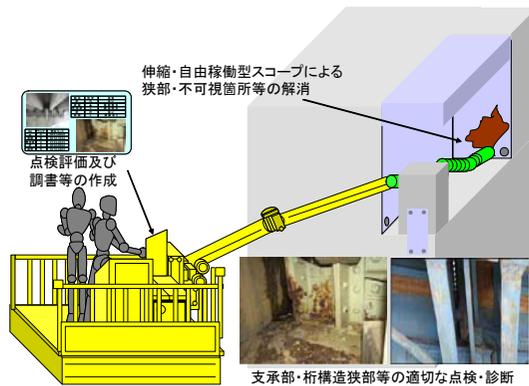
2. 点検ツール開発のアプローチに基づきツールを開発

3. 現行の判定基準に基づくデータ取得の确实性を検証・調査

4. 橋梁を構成する部材等の損傷状況によって判定基準の見直しを進めるとともに診断手法を構築

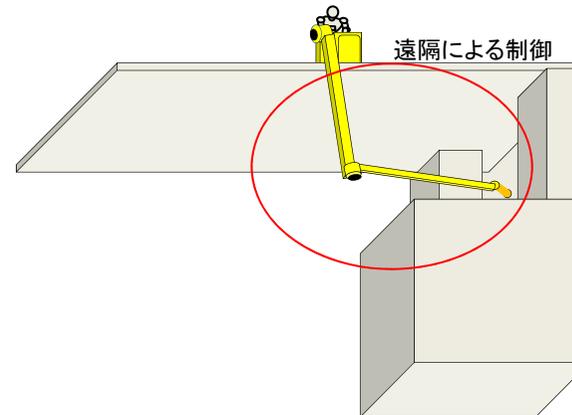
# 機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究 4/5

## 不可視部等の具体的な箇所へのアプローチツールの開発

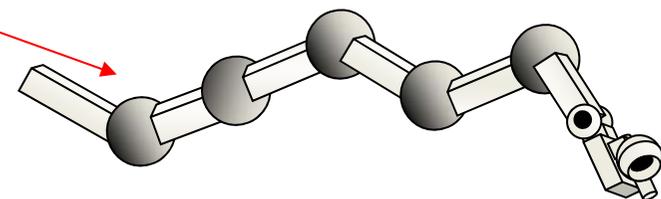
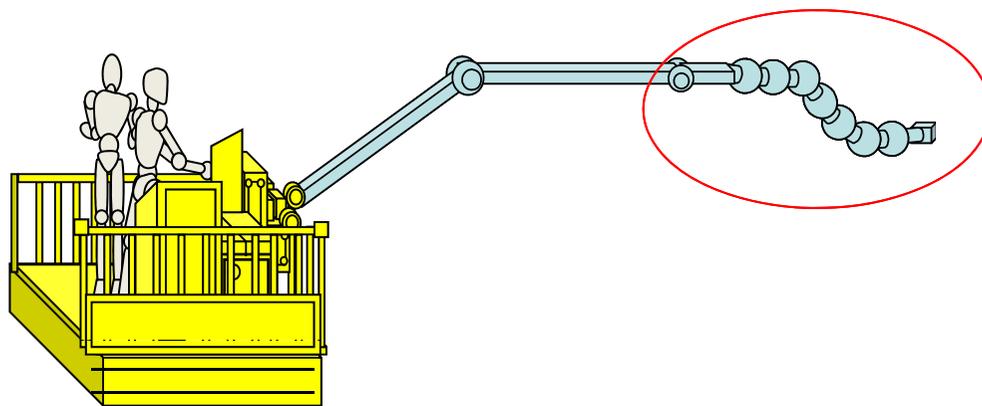


当初計画段階イメージ

研究開始時の成果イメージに対して、  
ほぼ同様なスタイルでのアプローチツールの仕様を決定



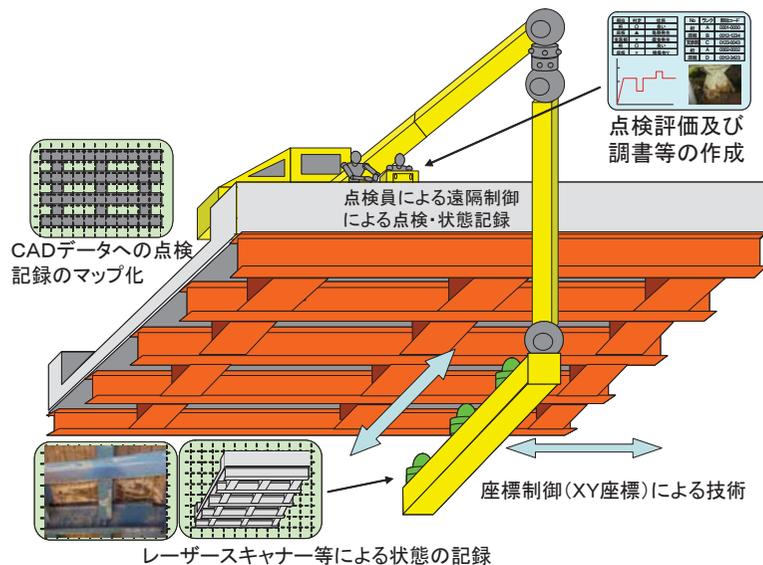
アプローチツール技術(仕様)



狭隘部、不可視部へのアプローチを考  
慮したツールの具体的な構造・機構を研  
究開発し、仕様を作成。

# 機能的な橋梁点検・評価技術に関する研究 5/5

## 点検結果の数値・ビジュアル等による評価技術に関する研究開発



当初計画段階イメージ

研究開始時の成果イメージに対して、より点検結果を整理し易いようにインターフェースを含め検討した。



点検結果を整理するうえで必要となるシステム

Androidタブレット

不可視部アプローチシステム  
【岸和田北高架橋 - A1橋台①】

設置位置撮影 特徴点撮影

アプローチツール写真取込

不可視部アプローチシステム

写真番号 5 経緯番号 5

形材名 橋脚 要素番号 0301

損傷種類 剥離・鉄筋露出

損傷程度 c

×100 鉄筋露出: 500(mm) x 100(mm)

アプローチツールを利用し、点検時に状況を確認した記録をシステムによって整理・DB化される。