

# 土木研究所における インフラロボット×AIの社会実装への取組み

国立研究開発法人 土木研究所  
先端技術チーム 上席研究員  
新田 恭士



国立研究開発法人 土木研究所

Public Works Research Institute 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 <http://www.pwri.go.jp/>

国交省の次世代インフラロボットの導入施策について



国立研究開発法人  
土木研究所

## 災害調査用・無人化施工用ロボットの例



レーザースキャナー

飛行型  
(レーザースキャナ搭載)



飛行型  
(カメラ搭載)



搭乗型



搭乗型 / 空圧式人  
工筋肉



クローラー型  
(被災トンネル調査)



クローラー型  
(土砂災害調査、貫入試験  
装置搭載)

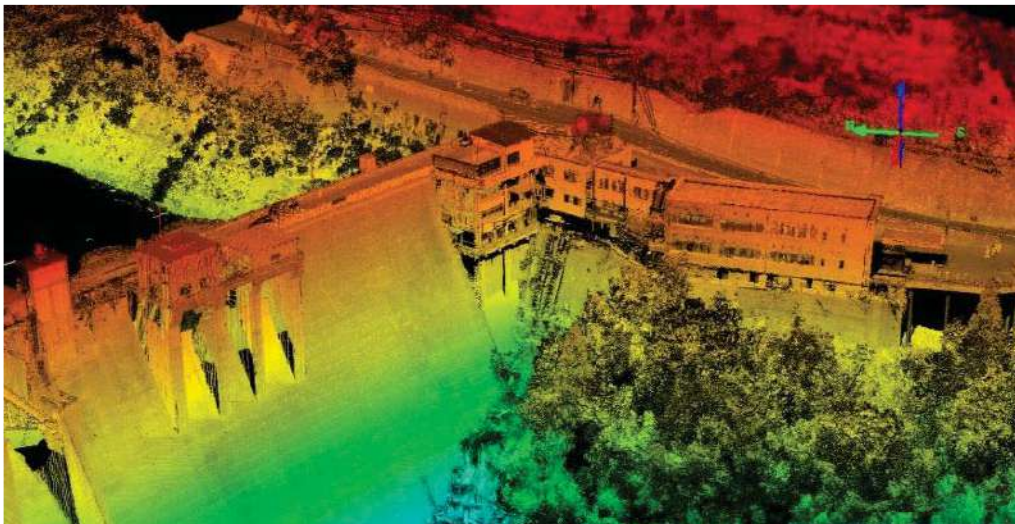


自律施工型  
(振動ローラー)



コントロール室

# レーザースキャナ搭載型UAV



中日本航空株式会社



レーザースキャナー



ルーチェサーチ株式会社

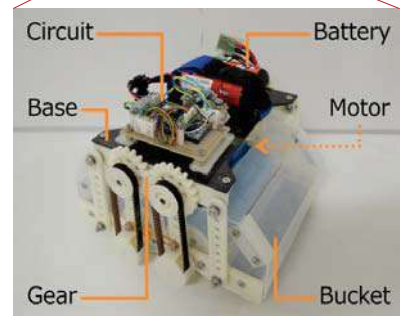
# 高性能型UAV



産業技術総合研究所らによる



複数UAV機による3次元地形モデル



土砂サンプリング装置 4

## 排水用ロボット の利用場面

(栗平地区(奈良県吉野郡十津川村地先))



クレーンにより揚程を変えて流量や起動時間等を検証

排水管

吐出側エア吸込防止

・揚程を変えて排水作業を行い、排水量やポンプ排水とサイフォン排水の切替え等を検証

5

## 無人化施工 (施工用ロボット) の利用場面

《活用が期待される場面》

- ▶ 土石流や土砂崩落後の作業員が立ち入ることのできない危険な場所において、一般的な建設機械を迅速に遠隔操作化して無人化施工を実施
- ▶ 作業員が建設機械に搭乗して行う通常作業に近い品質・効率を実現

土石流



土砂崩落



### ロボット事例



(株) フジタ



(株) 富士建



(株) フジタ



(株) 熊谷組



コーワテック (株)



大成建設 (株)

# 災害復旧用無線遠隔操縦ロボット

～汎用の油圧ショベルに簡易に取付け可能な遠隔操縦ロボット～



～空気圧駆動式ラバーアクチュエータによる汎用建機用遠隔操縦システム  
(コーワテック社)



ロボQⅡ 運転席搭載状況  
(フジタ)



ロボQⅡ 搭載油圧ショベル  
(俯瞰画像装置)



ロボット搭載中も人が操作可能

## インフラ用ロボットの重点導入分野について

### 5つの重点分野

次世代社会インフラ用ロボットとして、「現場検証・評価」及び「開発支援」を行う5つの重点分野と対象技術

#### I 維持管理

##### ① 橋梁

- ・近接目視を支援
- ・打音検査を支援
- ・点検者の移動を支援



##### ② トンネル

- ・近接目視を支援
- ・打音検査を支援
- ・点検者の移動を支援



##### ③ 水中(ダム、河川)

- ・近接目視を代替・支援
- ・堆積物の状況を把握



#### II 災害対応

##### ④ 災害状況調査

(土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)

- ・現場被害状況を把握
- ・土砂等を計測する技術
- ・引火性ガス等の情報を取得
- ・トンネル崩落状態や規模を把握

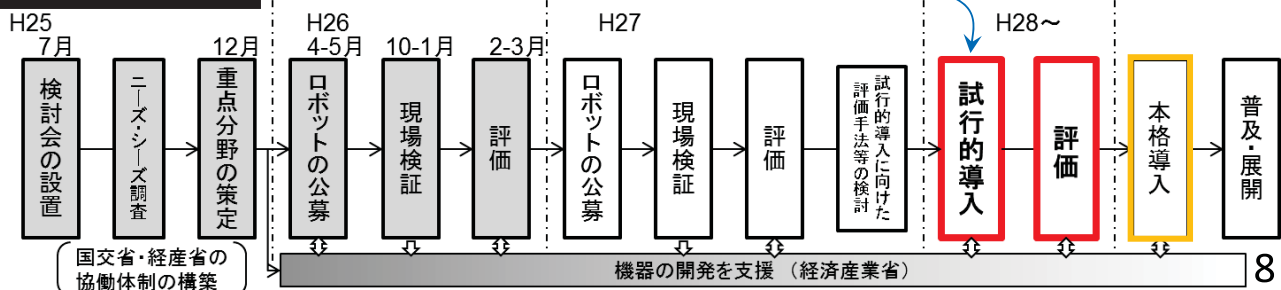


##### ⑤ 災害応急復旧 (土砂崩落、火山災害)

- ・土砂崩落等の応急復旧
- ・排水作業の応急対応する技術
- ・情報伝達する技術

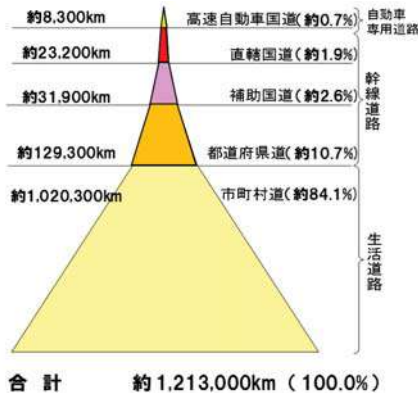


### 実施フロー

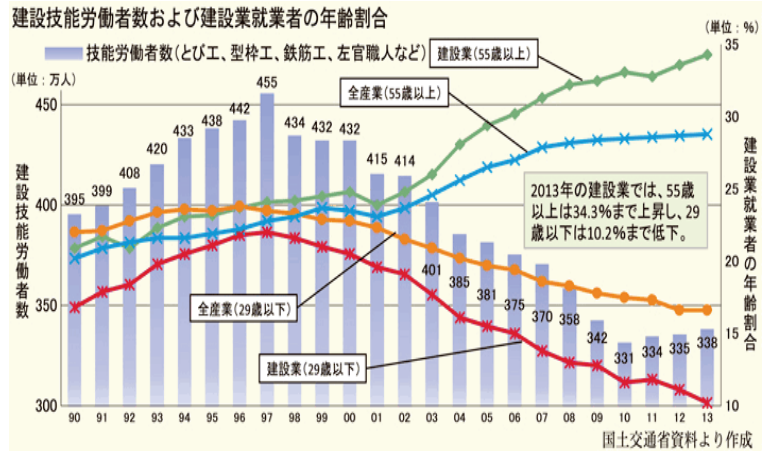


建設技能労働者数は、今後10年間で全体の1/3に相当する130万人が65歳以上となり離職する見込み。一方、国内に道路橋は全国に約70万橋、道路トンネルは約1万本が存在する。橋梁について、うち7割以上となる約50万橋が市町村が管理していることから、維持管理における生産性向上は喫緊の課題。

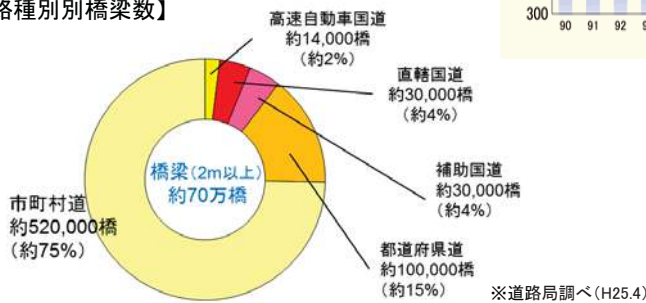
【日本の道路種別と延長割合】



【高齢化社会の到来と建設業の労働力減少】



【道路種別別橋梁数】



## 点検と補修



近接目視点検



破断した鋼材、上下が完全に分離している

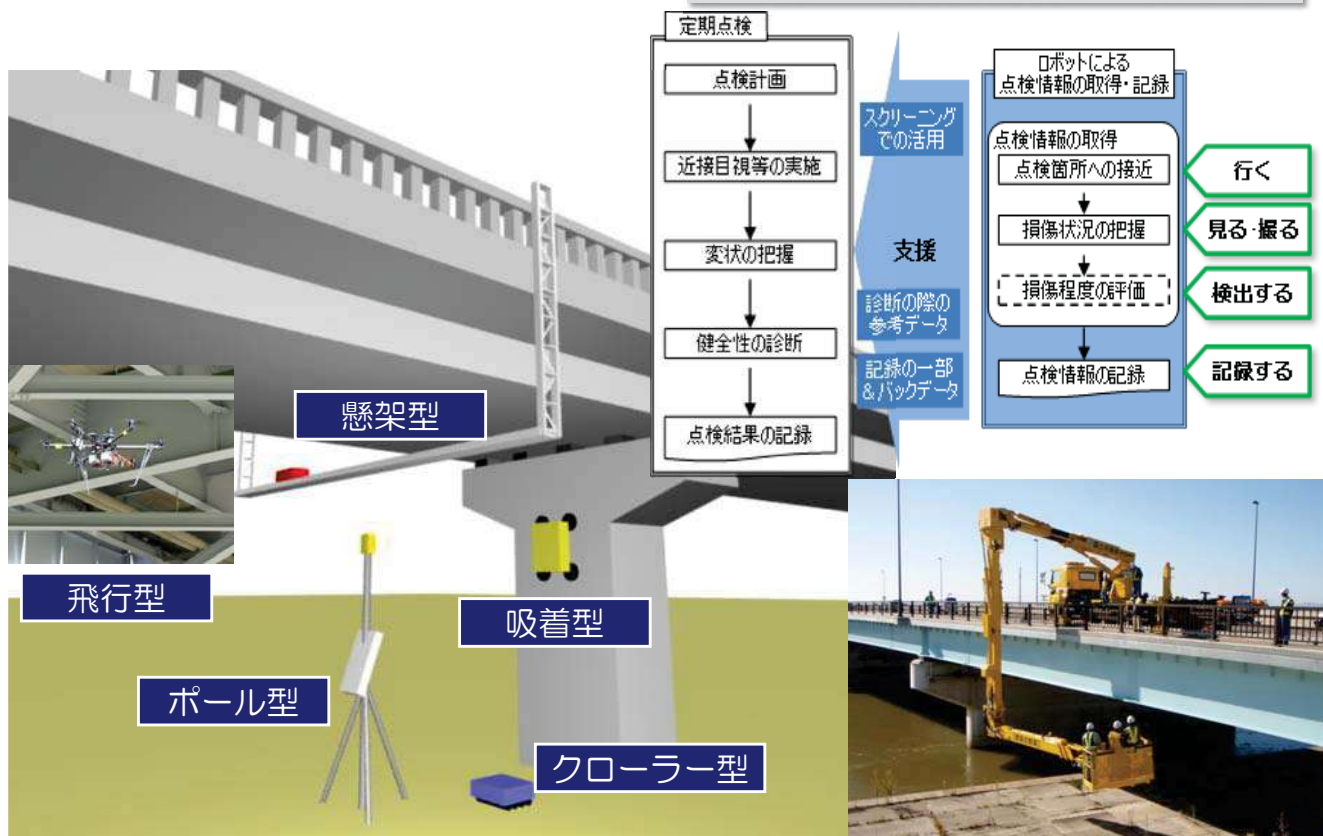


破断が発見された翌日に緊急対策工事に入った



修繕後の状況(当て板補修・開口部設置)

## 《橋梁点検ロボットの利用場面》



試行的導入対象橋梁（橋脚高さ50m、径間長100m、桁高10m～3m）

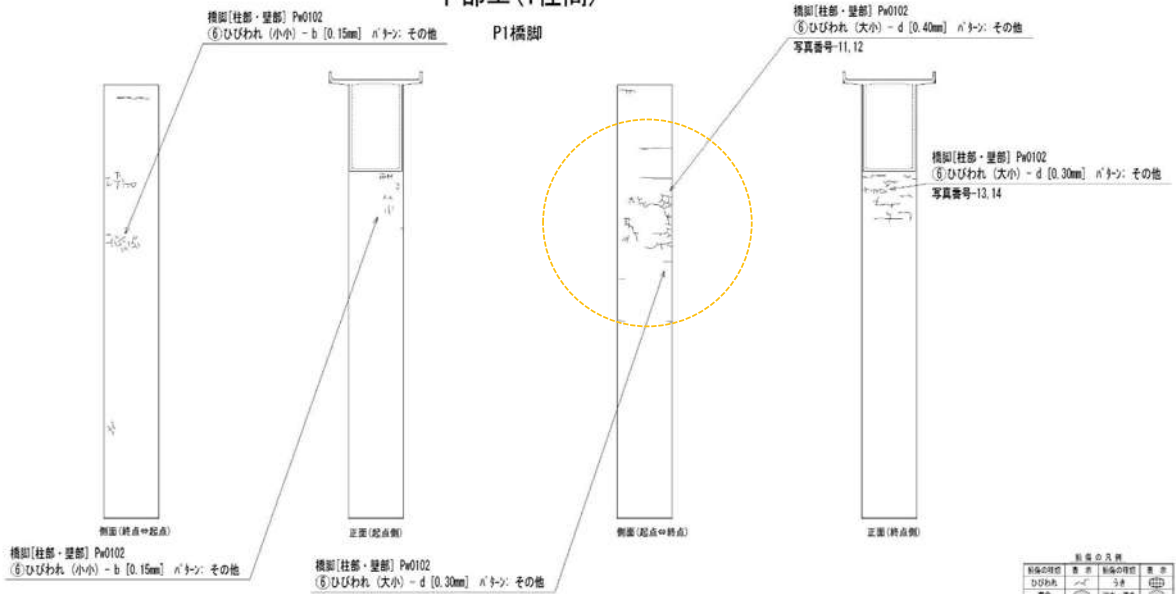


- ①ロープアクセスの状況
- ②梯子での箱桁内の点検
- ③大型橋梁点検車での点検

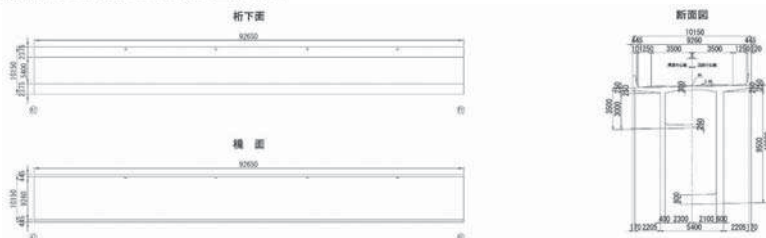


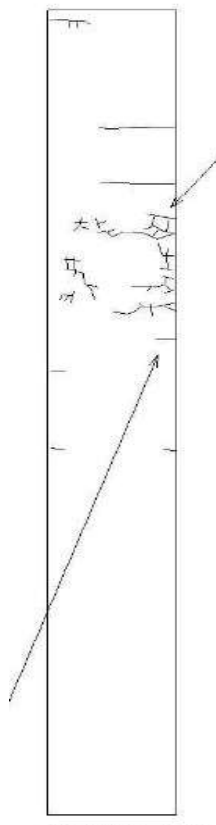
## 損傷図（橋脚）

### 下部工(1径間)



※特記なき凡例のみのひびわれは、ひびわれ幅0.20mm以下を示す。





側面(起点⇄終点)

橋脚[柱部・壁部] Pw0102

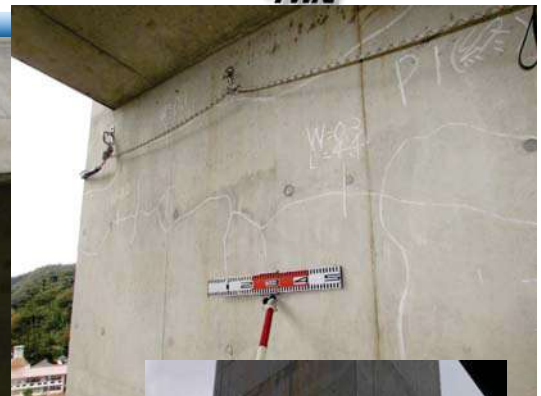
⑥ひびわれ(大小) - d [0.40mm] パターン: その他

写真番号-11, 12



高所作業に従事する点検員は、  
スケールやチョークを持参し近  
接目視で損傷を確認している。

## 橋梁点検(ロープアクセス)における計測と記録の状況



高所作業に従事する点検員は、スケールやチョークを持参し、一連の作業をこなしているが、ロープ上から近接撮影した写真等を元に、後日、位置関係を整理し調査にまとめている。



# 走行型高速3D計測システムによるトンネル点検

画像、レーザ、レーダをフル活用し点検・診断を支援

## 装置の外観

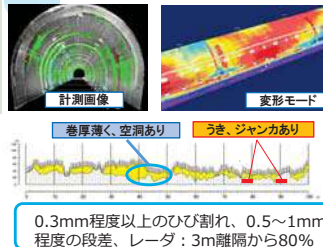


インフラメンテナンス国民会議 登録技術

開発者：  
パシフィックコンサルタンツ  
計測検査、ウォールナット

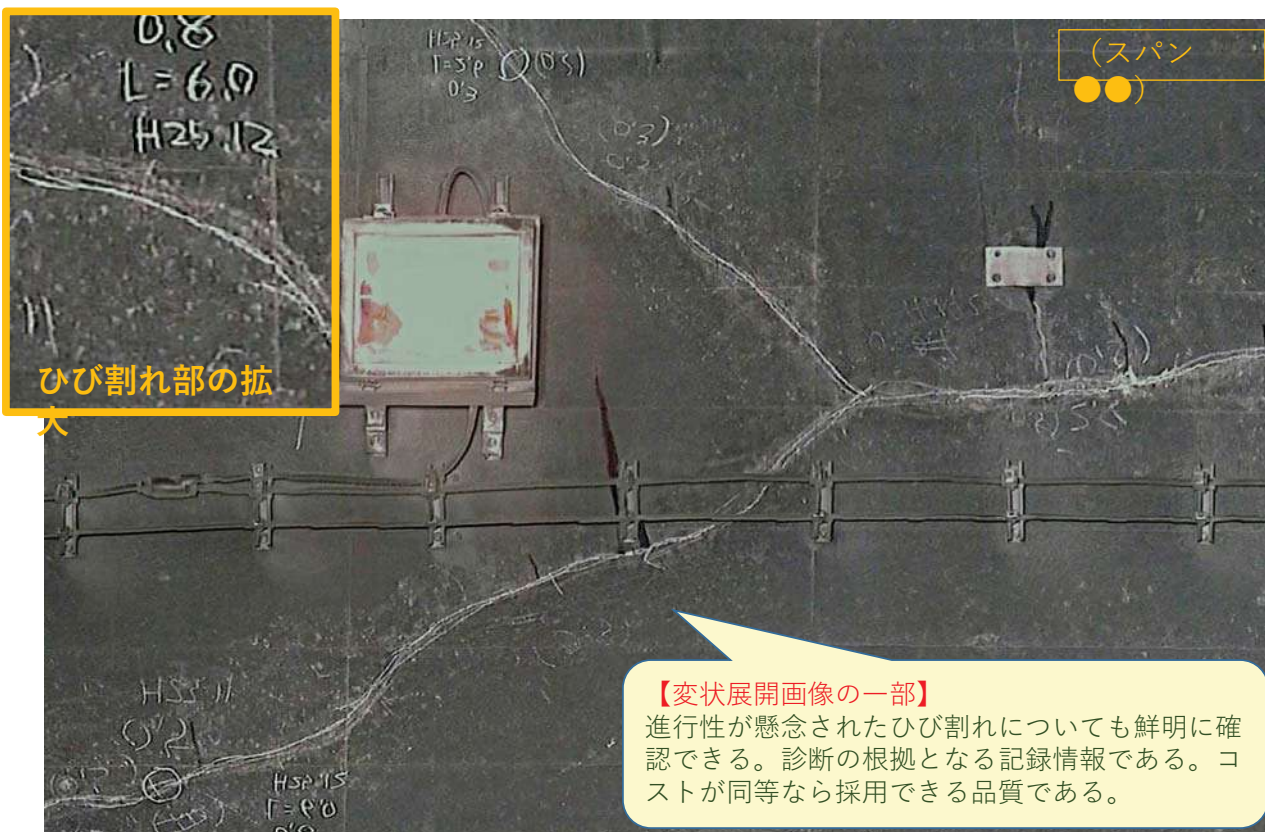


## 測定結果の事例



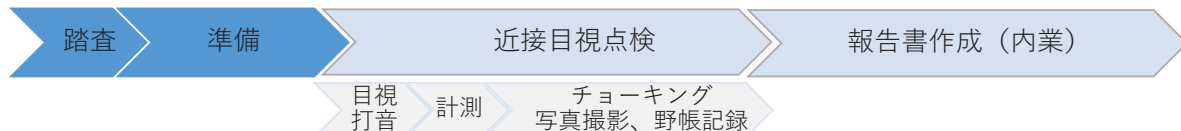
- ・ 時速50~70km/hで走行しながら計測レーダは3m離隔、非接触型
- ・ 画像から変状展開図、レーザ点群から変形モードを算出、非接触レーダ探査から巻厚不足、背面空洞の有無および内部欠陥を検出
- ・ 従来点検時に併せて、画像、レーザ、レーダ計測を実施し、変状原因、巻厚不足、背面空洞を考慮した総合的な健全度診断を実施
- ・ 走行計測は、これまでに1,000km以上実施

## 【現状の技術水準】時速40kmで計測した変状展開画像



画像：中外テクノス（現場検証2016）

## 【従来点検の進め方】



近接目視点検では、点検員が手の届く範囲に近づき、目視確認、打音（ハンマ等）、現地での計測・記録（チョーキングと写真撮影、野帳への記録）を実施。



## 【ロボット手法(当面)】 ※近接目視には及ばないが、一定程度以上の変状は確実に確認できるレベル。



点検員による近接目視点検では、点検員が手の届く範囲に近づき、目視確認、打音までは行うが、写真撮影の省略、及びロボットで十分計測可能な変状については、人による計測とチョーキングも省略することで効率化が実現する。

## 【ロボット手法(近い将来)】 ※近接目視で確認できる全ての変状をロボットで確認できるレベル。



ロボットによるスクリーニング後の近接目視点検では、点検範囲の絞り込みが行ったうえで、点検員が手の届く範囲に近づき、目視確認、打音までは行うが、写真撮影とチョーキング（軽微な変状を除き）を省略することで、大幅に効率化が実現する。

## 性能要求(リクワイアメント)の概要(トンネル)

		評価項目	
精度	A-1	覆工展開画像の記録	点検員が当該技術により取得した覆工展開画像を見て、別紙に定義する画像の判読精度(変状等を判読できる画像であること、変状と誤認しない画像であること)を有している。
	A-2	写真台帳の自動整理	変状写真台帳に写真番号、変状部位(対象箇所、部位区分)、変状種類を自動で整理できる機能を有する。
	A-3-1	変状展開図の作成支援	当該技術により取得した覆工展開画像に基づき、変状展開図を自動作成することができる。
	A-3-2		
効率性	B-1	規制時間の短縮	当該技術を導入したことによる現場規制時間の短縮
経済性	C-1	コスト(外業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(外業)
	C-2	コスト(内業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(内業)
	C-3	コスト(外業+内業)	当該技術を導入したことによる従来技術とのコスト比率(外業+内業)

