

## 3眼カメラ配筋検査システム「写らく」の開発



土木学会 技術開発賞  
国土技術開発賞 入賞  
日本建設機械施工大賞 最優秀賞  
エンジニアリング協会功労者賞  
田中賞選考委員会 かけはし賞  
オープンイノベーション大賞 国土交通大臣賞  
みちのく i-Construction 奨励賞



## 計画・受注から施工・施設管理までをデジタルで

計画

技術提案

着前検討

個別検討

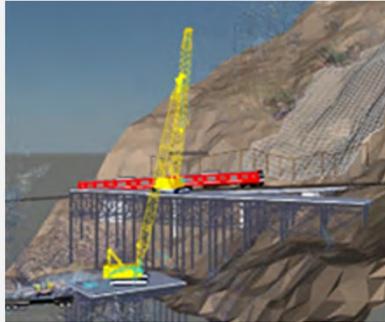
施工

運用

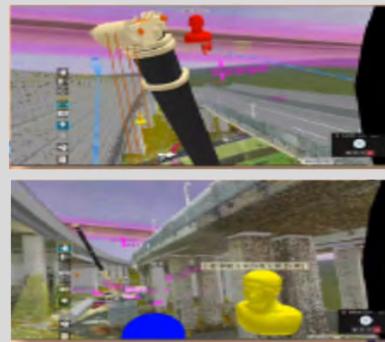
### Shimz XR Vision

サイバー・コンストラクション

フィジカル・コンストラクション



BIM・CIM施工検討



VR現場把握

Management  
デジタルで管理する



スマートコントロールセンター

Shimz Smart  
Site Civil



全自動施工ロボット

Automated  
Construction

自律・自動・協調施工



サイバー空間 ⇄ フィジカル空間

Connected CPS  
Construction

CIMと連動した生産システム

技術提案  
シミュレーション

プロジェクト  
リスク抽出

発注者・協力業者  
関係者 合意形成

工種別リスク抽出

工程・手順ロードマップ

材料・注文・支払・歩掛り

フロントローディング

データプラットフォーム

デジタルデータ

# サイバーコンストラクションの例

## ①新東名高速道路 川西工事（発注者：中日本高速道路(株)）：

「東名高速との離隔70cm！ 遠隔参加型VRを用いた施工検討の効率化・高度化」

→令和2年度 i-Construction大賞優秀賞



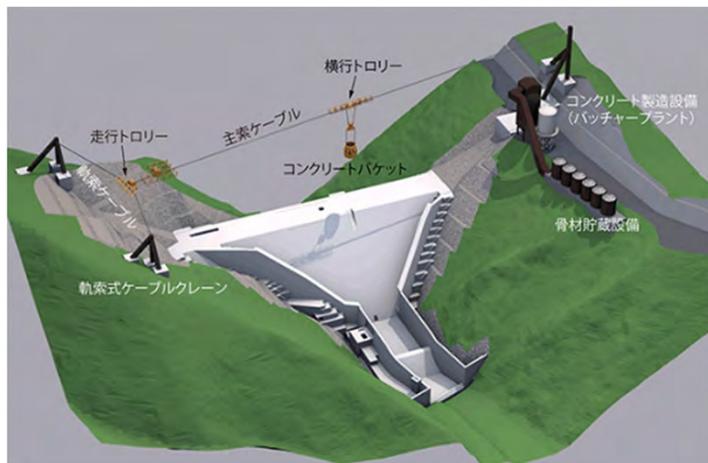
## ②相鉄・東急直通線、新横浜駅他（発注者：独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構）

「デジタルツールをフル活用した現場管理の可視化・高度化」

→令和3年度 i-Construction大賞優秀賞

### 駅舎全体3次元モデル化（CIMモデル化）





① **ダムコンクリート自動打設システム**  
令和元年度日本建設施工機械大賞最優秀賞  
令和元年度土木学会賞技術開発賞  
第21回国土技術開発賞 優秀賞



② **山岳トンネル覆工自動施工システム**  
令和2年度日本建設施工機械大賞最優秀賞  
第9回ロボット大賞国土交通大臣賞



③ **3眼カメラ配筋検査システム**  
令和3年度日本建設施工機械大賞最優秀賞



④ **ラクツムを用いた3Dプリンティングシステム**  
令和4年度日本建設施工機械大賞最優秀賞  
エンジニアリング協会功労者賞  
土木学会吉田研究奨励賞

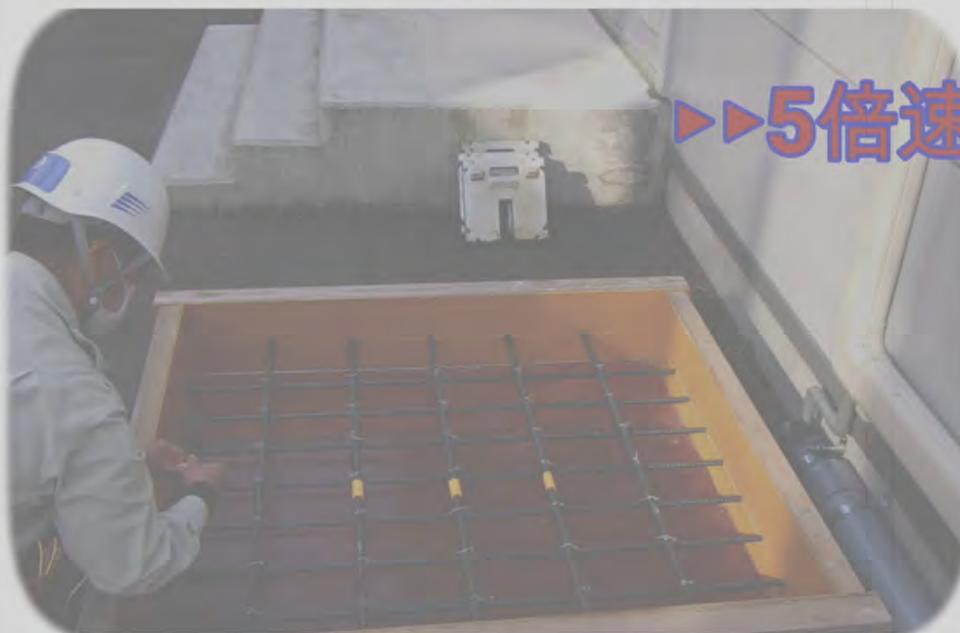
## 配筋検査の効率化による生産性・安全性向上



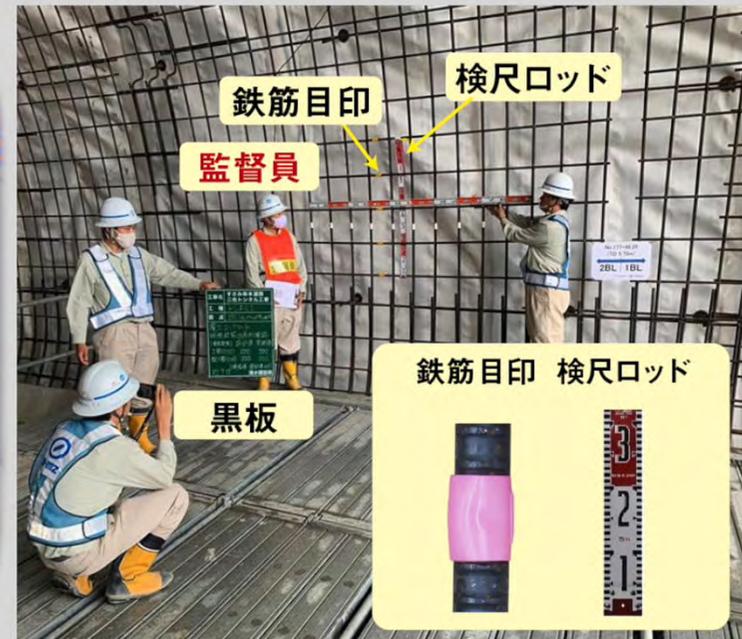
2022年4月から（株）カナモトからレンタルを開始。  
使用できる事業者様を拡大しつつ展開中。

配筋検査は**構造物規模にかかわらず**，多くの人員・時間を要しており，**省人化・省力化**が求められていた。

## 【現場での配筋計測作業】

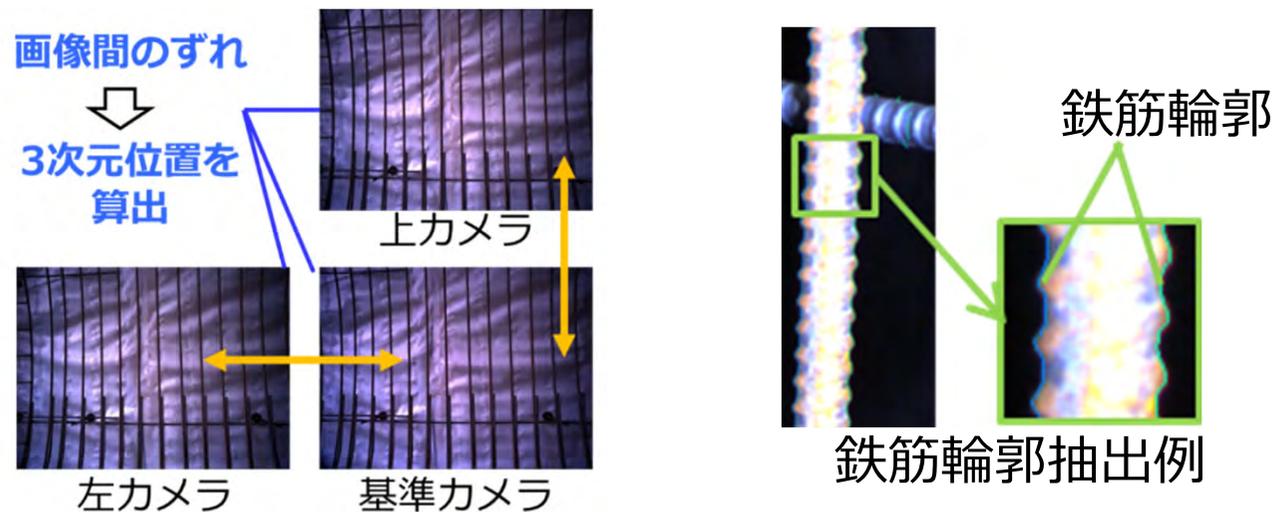


従来の配筋検査手順



現場の配筋検査

# システムの概要



全ての鉄筋輪郭の3次元位置情報を抽出

# カメラ配置を変更した検討結果



縦横3眼

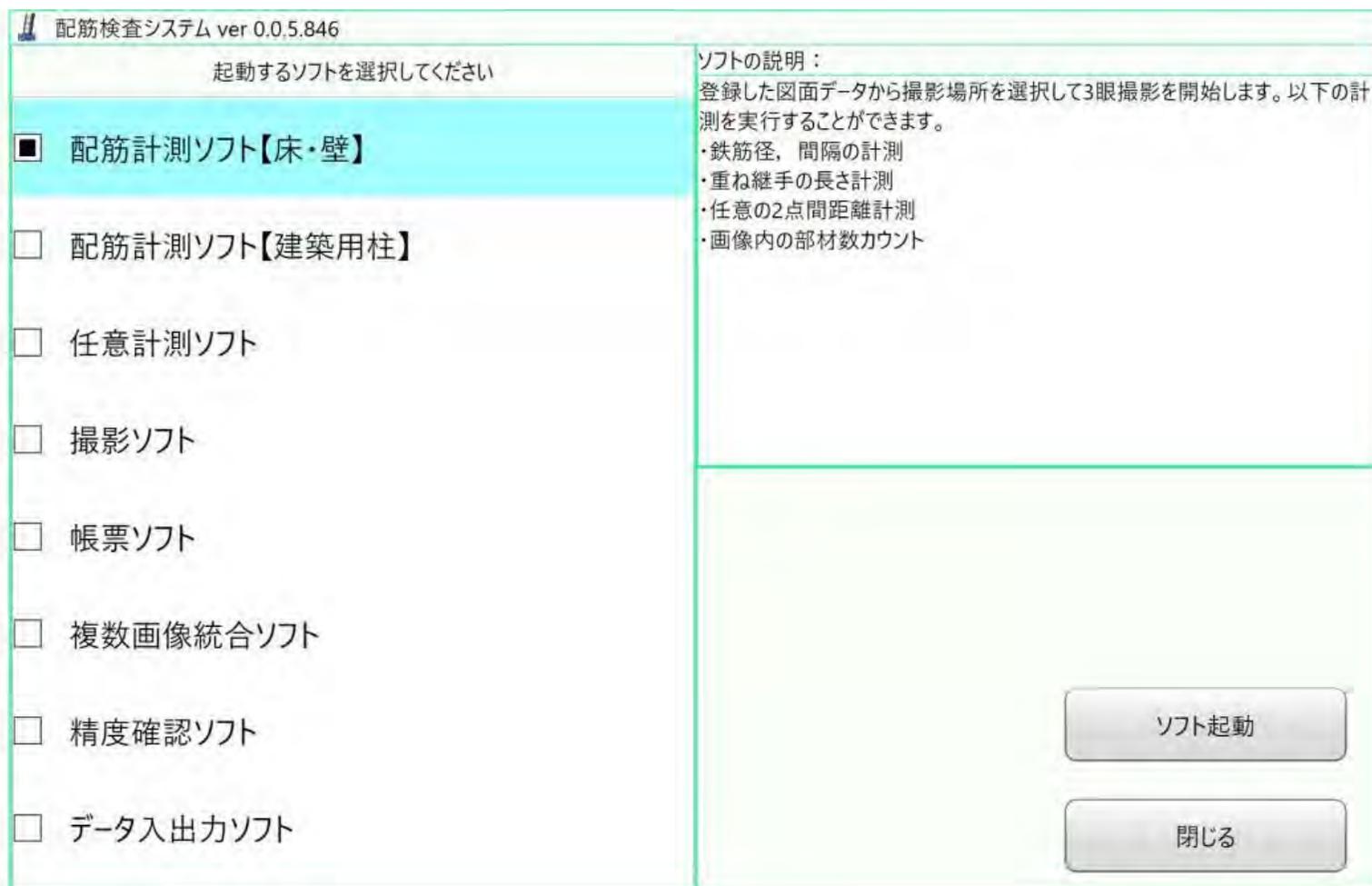


横2眼

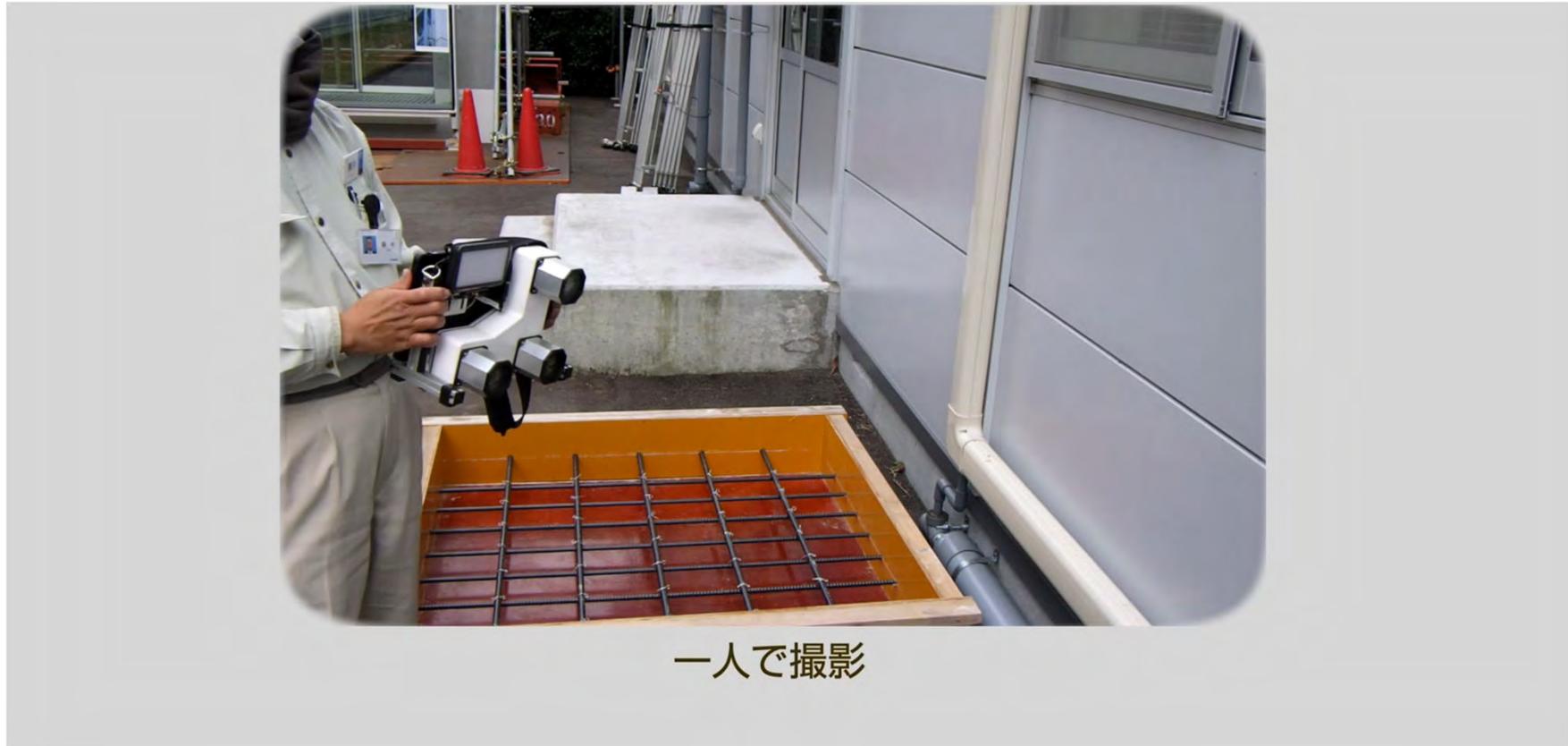


縦2眼

基線方向に対して平行方向の鉄筋，横2眼では横鉄筋，  
縦2眼では縦鉄筋の未検出などの精度低下  
→**3眼カメラを採用**

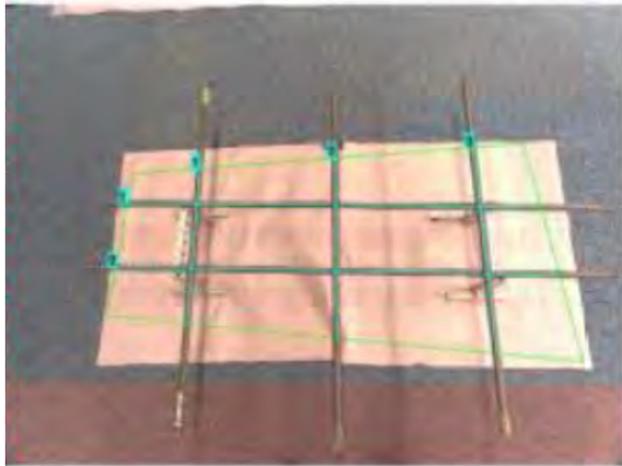


非常に扱いは簡単

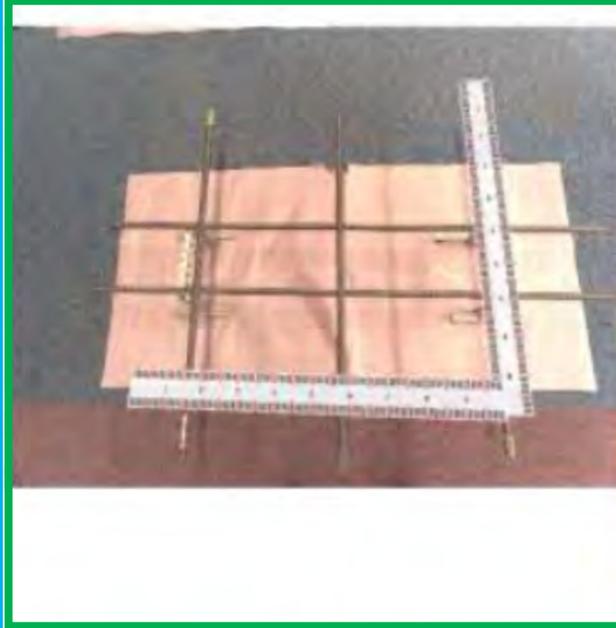


一人で撮影

## 検査結果



## 電子ロッド



## 電子黒板

工事名	サンプル②	
工種名		
検査位置	検査位置①	
検査日	2022年3月30日	
設計ピッチ	(縦) 400	(横) 200
設計規格	(縦) D19	(横) D19
鉄筋本数	(縦) 3	(横) 2
実測ピッチ	(縦) 411	(横) 193
実測規格	(縦) —	(横) —
自由記述		

<縦鉄筋径>				
番号	設計値	測定値	修正値	正誤判定
1	D19	D19	---	○
2	D19	D19	---	○
3	D19	D19	---	○

<横鉄筋径>				
番号	設計値	判定結果	修正値	正誤判定
1	D19	D19	---	○
2	D19	D19	---	○

<縦鉄筋ピッチ>				
番号	設計値	測定値	修正値	正誤判定
1-2	400	412.5	---	○
2-3	400	410.3	---	○

<横鉄筋ピッチ>				
番号	設計値	測定値	修正値	正誤判定
1-2	200	193.2	---	○

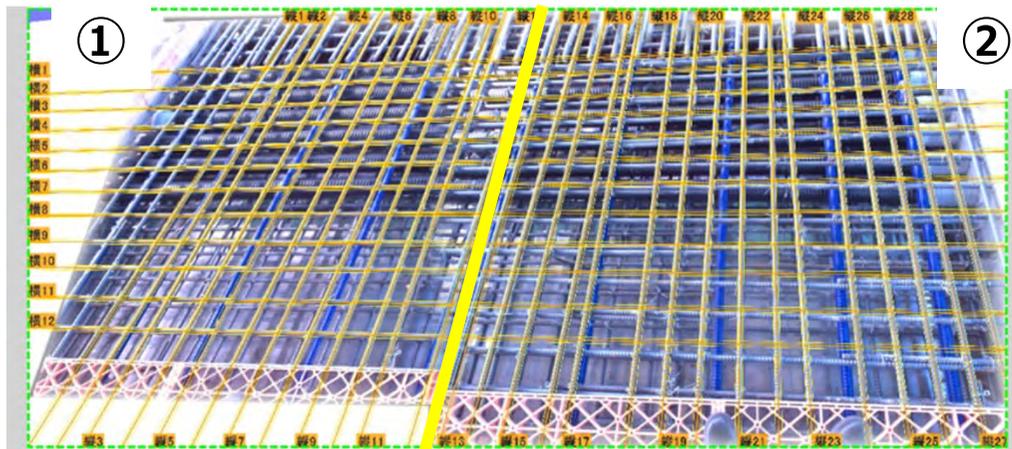
検査結果，電子ロッド，電子黒板などが同時に一つのJPEGファイルで出力。写真と帳票の鉄筋番号が照合可能。



電子黒板&電子ロッド



スパーサー算定&電子ロッド



複数画像の統合



ロールマーク

# システムの特長 (①高い計測精度)



建築RC造



建築S造



鉄道上部工



鉄道下部工



開削トンネル



山岳トンネル



発電所

# システムの特長 (①高い計測精度)



ブレス、段取り筋



曲面鉄筋



スターラップで2本分を計測 斜角鉄筋



暗くなった



明るさ調整(40ルクス)



フック&たわみ

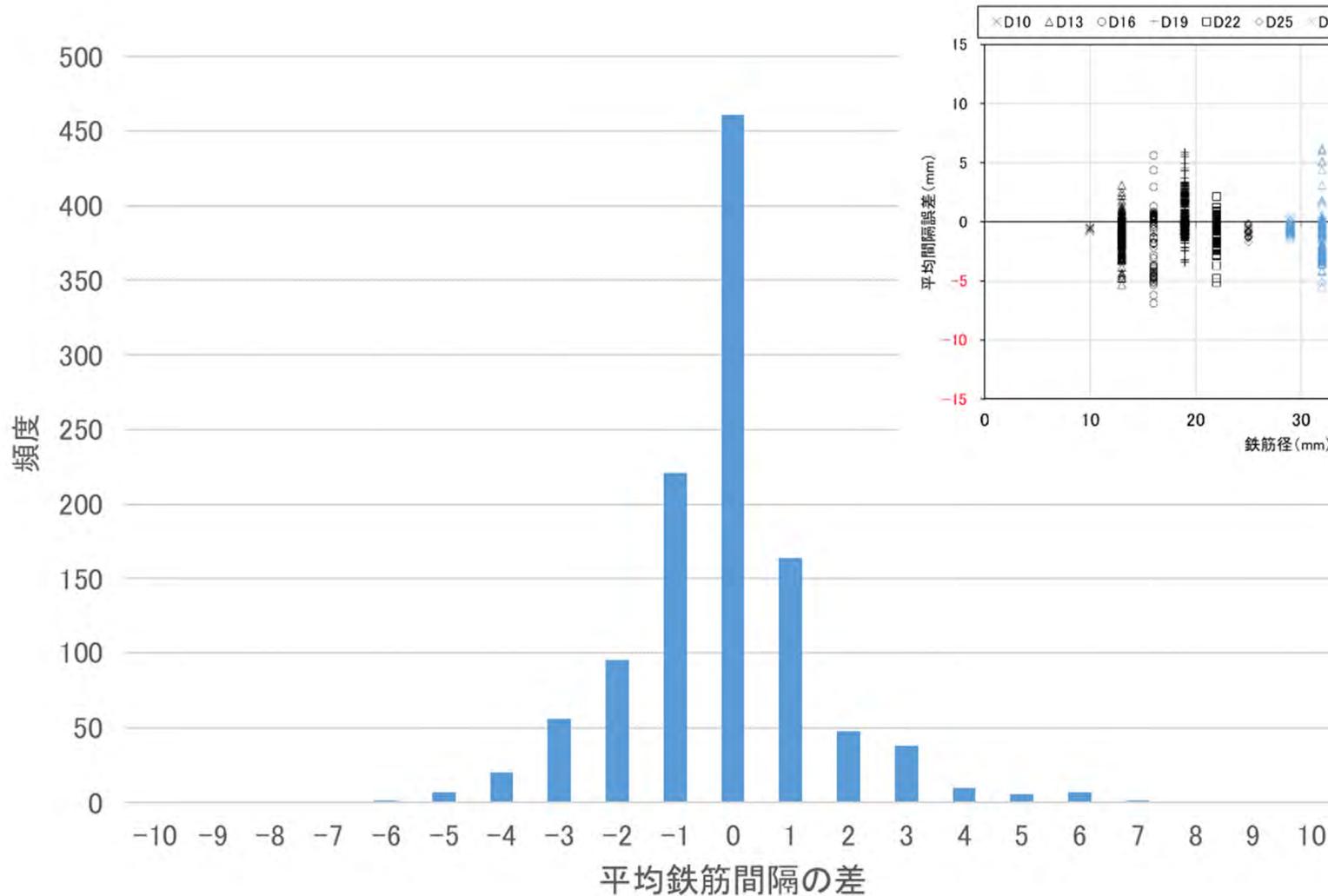


勾配鉄筋

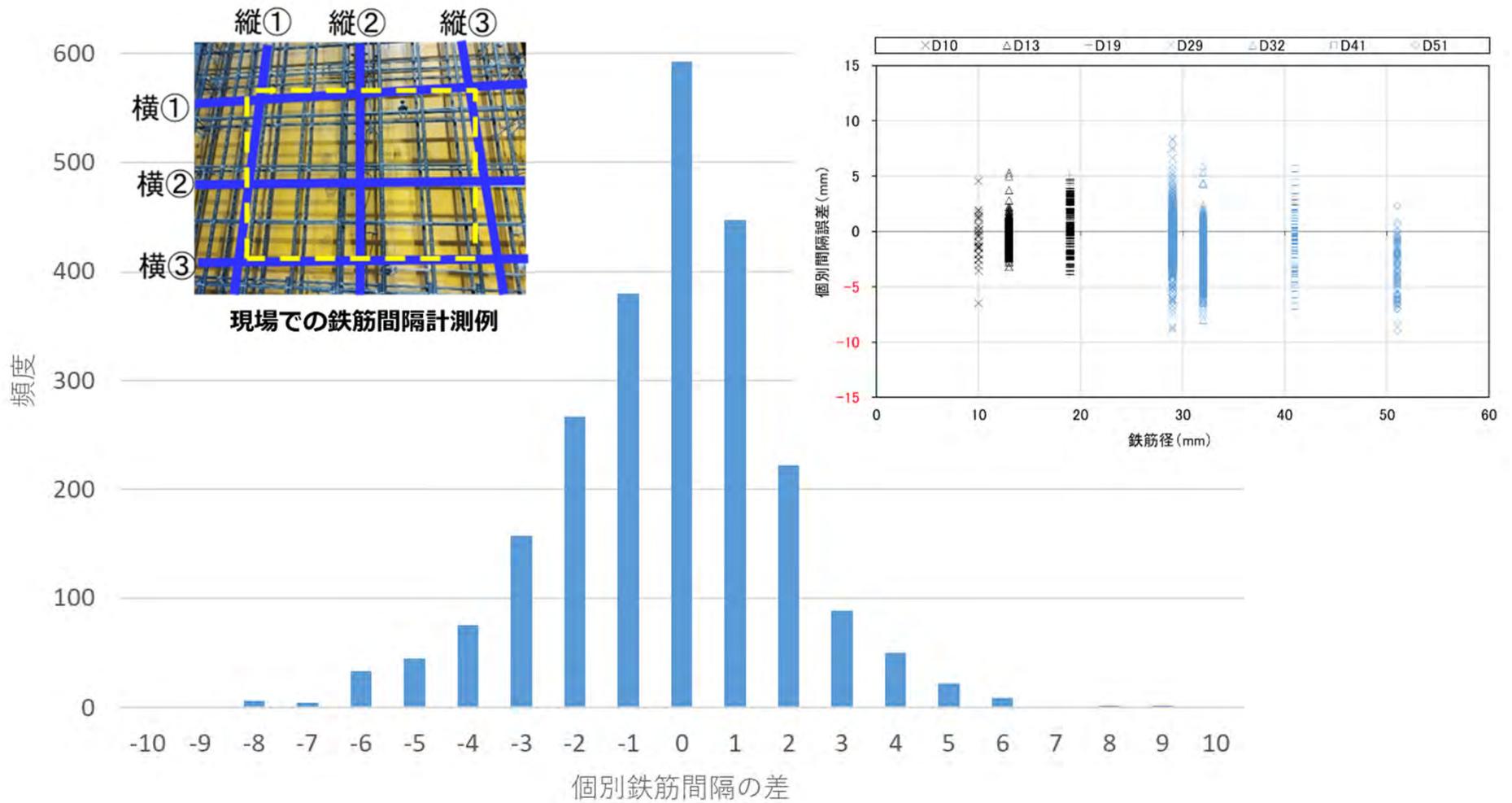


寒い&雨&狭い

日射や天候条件, 配筋仕様の異なる**30現場**, **60回以上**の現場実証.



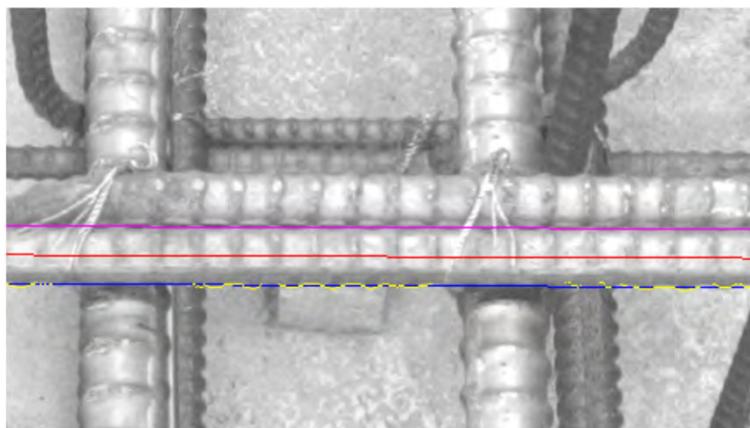
±5mm (99.0%)



±5mm (97.6%)

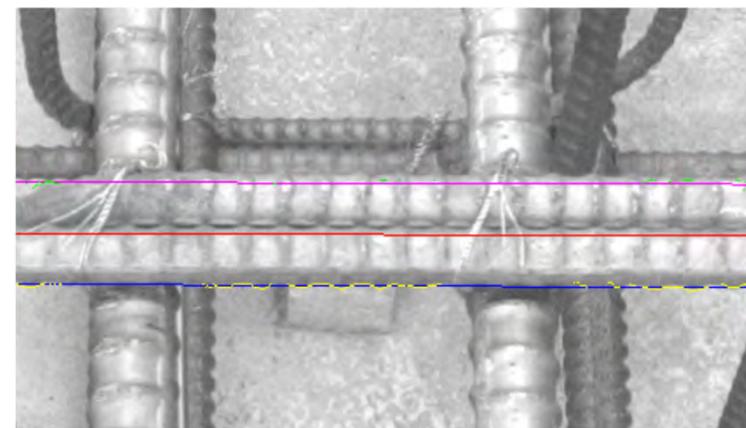
# 鉄筋径の判定正解率

	鉄筋本数	鉄筋検出率	過検出鉄筋本数	未検出鉄筋本数	鉄筋規格判定正解率
縦鉄筋	10,890	100.00%	8	0	89.42%
横鉄筋	7,644	99.99%	16	1	84.29%
全体	18,534	99.99%	24	1	87.30%



改善後の鉄筋位置

更なる精度向上を目指す



改善前の鉄筋位置



雨天時



暗所部



寒冷地

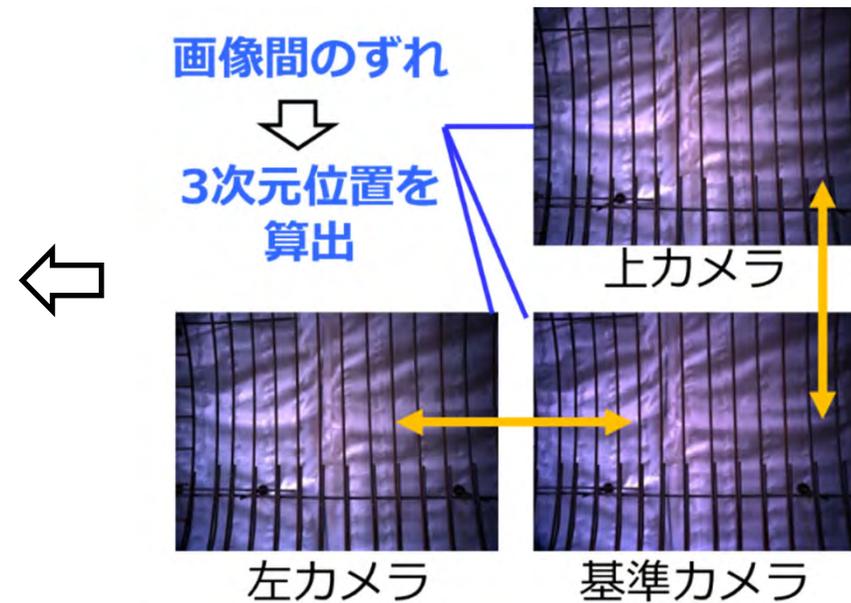
- 帳票作成まで7秒，重量3キロ，幅30cmで，現場作業の支障にならない。
- 防水機能や照明があるため雨天時や暗所，寒冷地でも使用可能。
- システムのカメラと Web 会議システムを利用して遠隔臨場が可能。

2020年7月21日 11時57分

<鉄筋本数>  
縦: 5本  
横: 3本

<平均ピッチ>  
縦: 201.6mm  
許容範囲内 (200±22mm) **合格**  
横: 297.5mm  
許容範囲内 (300±19mm) **合格**

<鉄筋径> (設計値)						<鉄筋ピッチ> (設計値)					
縦: D22			横: D19			縦: 200			横: 300		
番号	判定値	修正値	測定値	番号	判定値	修正値	測定値	番号	判定値	修正値	測定値
縦1	D22	---	23.4	横1	D19	---	19.5	縦1-縦2	210.3	---	---
縦2	D22	---	23.1	横2	D19	---	21.3	縦2-縦3	193.2	---	---
縦3	D22	---	23.8	横3	D19	---	20.3	縦3-縦4	202.9	---	---
縦4	D22	---	23.9					縦4-縦5	200.0	---	---
縦5	D22	---	23.6								



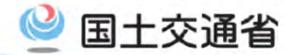
- 結果を改ざんするには、3枚のカメラ画像の編集が必要で編集作業は極めて困難である。
- 検査結果データが後から編集されたかを判定できるように、ハッシュ関数を用いた改ざん検知処理を行っている  
→改ざん防止が図れ、高い信頼性を有する。

## ●2019年度PRISM採択

- 試行現場** ①北陸地方整備局:妙高大橋架替下部その4工事  
②関東地方整備局:川崎港臨港道路東扇島水江町線主橋梁部 (MP5・6) 橋梁下部工事

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための

革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト 公募概要



### II. データを活用して土木工事における品質管理の高度化等を図る技術

- 土木工事の施工において、データを取得し、当該データを活用して現行の品質管理手法を代替することが見込まれる品質管理手法（現行基準における試験方法や数値等の代替手法、監督・検査・確認の代替手法、書類の削減・簡素化等を含む。）の提案を求める。



## ●2019年度 追加公募 PRISM採択

- 試行現場** ③東北地方整備局：東根川橋上部工工事  
④東北地方整備局：国道45号線新思惟大橋上部工工事

### II. データを活用して品質管理の高度化等を図る技術

- 土木工事の施工にあたり、データを取得し、当該データを活用することにより現行の品質管理手法を代替することができると見込まれる技術（現行基準における試験方法や数値等の代替手法、監督・検査・確認の代替手法、書類の削減・簡素化及びこれらを通じて品質自体の信頼性を高める手法等を含む。）の提案を求める。ただし、当該手法を現場実装する際に、国土交通省が規定する各種基準が隘路になっているものに限る。

### 両者で、A評価

A：試行は十分な成果があり、技術の導入効果や社会実装の実現性について高く評価できる

## ●現場適用のための基準改定と技術認証に向けた動き

- ・ 2019.12.5 : 国交省ヒアリング 1 : **実用化に近い技術として選定。**
- ・ 2020.1.24 : 川崎臨港橋脚視察
- ・ 2020.1.30 : 国交省ヒアリング 2 : 改訂すべき基準の議論。 **改定案の提案依頼。**  
→ **配筋検査システムの現場での実運用のため審議**



- ・ **2020.7月末** ○「画像による配筋間隔計測結果の精度検証手順（案）」の作成
- ・ **2020.9月前半** ○清水建設に以下の資料の作成・提出を依頼
  - (1) 精度検証手順（案）要求事項の証明資料
  - (2) 画像による配筋間隔計測手順書（案）○国総研にて、精度を有していることを確認  
**○東北地整と清水建設との協議**
- ・ **2020.9月後半** ○画像計測による配筋間隔の検査を実施



川崎臨港視察状況

## 二色トンネル工事 (近畿地方整備局)

→遠隔臨場との親和性が高いことを確認.



しみずまんすりー 2020.10 vol.888より

## ウェアラブルカメラ装着



省人化,リモート・非接触により, 新型コロナ感染対策にも有効

## ①東根川橋上部工工事 (東北地方整備局)

## 発注者段階確認に 初採用(2020年9月)



# システムの効果

配筋箇所	作業場所	従来検査				システム検査	
		作業時間	人工	人工・時間	作業内容	人工	人工・時間
橋梁上部工 (上床版4カ所, 下床版4カ所, 側壁2カ所)	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書ひな型作成	1	1:00
	現場	5:00	2	10:00	・配筋自主検査	1	2:00
	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書記入 (自主検査用)	1	1:00
	現場	2:00	3	6:00	・段階確認 (配筋検査, 写真撮影, 片付け)	1	1:00
	小計			20:00			5:00
削減率(%)	75						

- ・ **生産性向上**

→3名から1名への**省人化**により, **全作業時間の75%を削減**

- ・ **安全性向上**

→**現場作業時間の85%を削減**, 非接触での検査,  
省人化により**新型コロナウイルス感染症対策**にも有効.

- ②国道45号線新思惟大橋上部工工事 (東北地方整備局)  
→発注者段階確認も含めて日常的に使用.



- ③妙高大橋架替下部その4工事 (北陸地方整備局)→自主検査



- 安全性向上** ・ 足場など鉄筋から離れた**安全な位置からの検査**  
・ マグネットや検尺ロッドなどの**落下の危険性除去**

## ◆i-Constructionの推進

**○検査の省力化**  
3次元測量を活用し出来形検査の効率化を実現。

ステレオカメラによる遠隔からの配筋検査



システムによる撮影で鉄筋間隔、鉄筋径の確認が可能  
クラウドを活用することで検査結果を遠隔からリアルタイムに確認

PC上で寸法計測

## ◆新型コロナ対策

**●画像解析によるさらなる省力化**  
・画像解析により、タブレット端末で撮影した鉄筋の間隔等を計測  
・遠隔臨場の技術と組合わせて、更なる省力化

<令和2年度試行中> 遠隔臨場  
施工者3名

<今後> 遠隔臨場+画像解析  
施工者1名

ウェアラブル端末 (映像・音声) 鉄筋 ものさし  
目印

ウェアラブル端末 (映像・音声) 鉄筋出来形 確認システム

黒板

双方向通信 (映像・音声)

執務室

発注者 監督員

リモート・非接触で鉄筋間隔などを把握。

5

## ◆今後の建設生産・管理

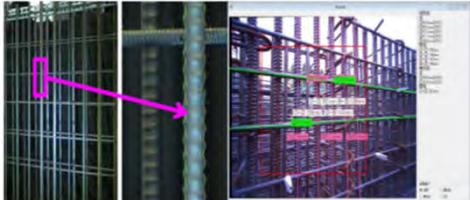
<10年後には、例えば、>

- ・データ活用を前提とした効率的な**施工管理、検査、納品**
- ・性能を満たした**技術を認証**できる仕組み
- ・受発注者が過去の**成果やデータをクラウド上で確認**できる仕組みを構築

オンラインで対応可能なものは遠隔検査  
(データはクラウド上のモデルに紐づけて保存)



撮影状況 システムイメージ(ステレオカメラ)



画像中の特徴から鉄筋位置を検出 計測結果はリアルタイムでシステムの画面上に表示

6

国土交通省 建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会資料 (令和2年12月24日)  
<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/13yuusikisya.html>

## 国土交通省：アクションプランに位置付ける個別施策集より引用



令和5年度からの社会実装に向け、ハード・ソフトを改良し業界全体の生産性・安全性向上に貢献できるように準備.

おわり



動画やリーフレットがあります。