



土木における通信関連の課題と5Gの期待

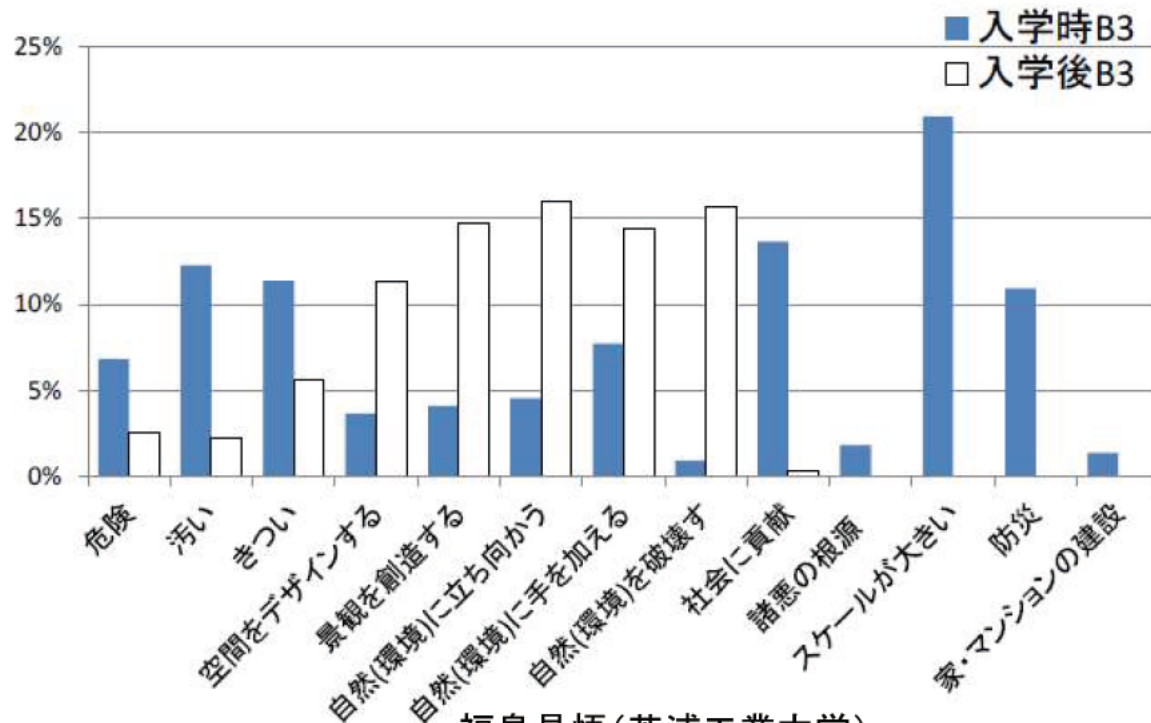
— 建設施工における通信の活用 —

(株)大林組 技術研究所
古屋 弘



建設工事(特に土木)は前近代的である・・・と思われる

一般的なイメージ



その他

福島晶悟(芝浦工業大学),
第40回土木学会関東支部技術研究発表会

1. 施工の信頼性が低そう : 工業製品に比べ精度が低そう
2. 生産性が低い
3. 不適切な競争環境 : 談合, ダumping, 政治の介入
4. 他産業に比べ国、大学、民間の協力体制は弱く、活性化していない



ICTの活用は一つの解決策・・・積極的に現場導入されつつある

ICT(Information and Communication Technology)

→ マシンコントロールに代表されるが
機械施工, 計測機器をネットワーク化

そのメリットは・・・

1. 機械化施工を活用することによる施工の効率化
2. 建設現場での高度で正確な管理を可能とする
 - 施工時の状況変化に柔軟かつ正確に対応
 - 品質の向上
3. メンテナンスへの活用
 - 迅速かつ正確なデータ取得と活用 : 各種センサ, 通信, データベース
4. 災害時における情報の活用も可能
 - メンテナンスのみならず, 災害時こそ有効なツールとなり得る
5. 建設分野における自動化(ロボット化)の推進
 - 省力化への対応
 - 魅力ある建設業へのアピール



施工現場をシステム化 → ICT施工
ICT建機を組み合わせ統合管理

ICT施工管理システムへの発展



建設機械の3次元マシンコントロール

3次元デジタル設計データを重機のコントロールシステムに入力し、TSやGNSSを用いた計測技術により、施工の効率化や施工精度の確保を実現している。

- 所要の施工精度となるようにオペレータを支援（モニタ表示等）する「マシンガイダンス技術(AMG)」
- 油圧制御技術を組み合わせることで、3次元デジタル設計データに従って土工板を自動制御する「マシンコントロール技術(AMC)」



ブルドーザやグレーダ等のマシンコントロール（敷均し）

油圧ショベルのマシンガイダンス

ICT施工機械

3DMC GPS
+ Bulldozer

Expressway construction

3DMC MMGPS
Motor patrol

Urban road construction

3DMC GPS
+ Drag shovel (Backhoe)

Reservoir construction

3DMC MMGPS
Asphalt Finisher

Urban road pavement

車載システム

無線アンテナ



コントロールボックス



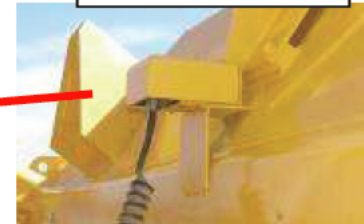
GNSSアンテナ



無線ユニット



チルトセンサ



GNSSボックス



PPC/EPC
ハイブリッドバルブ



自動/手動SW



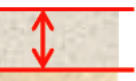
情報化施工導入の効果 (1/3) - 施工精度の向上 -

【GPS Antenna】



ブルドーザ

敷均し厚さの管理



【Tilting Sensor】

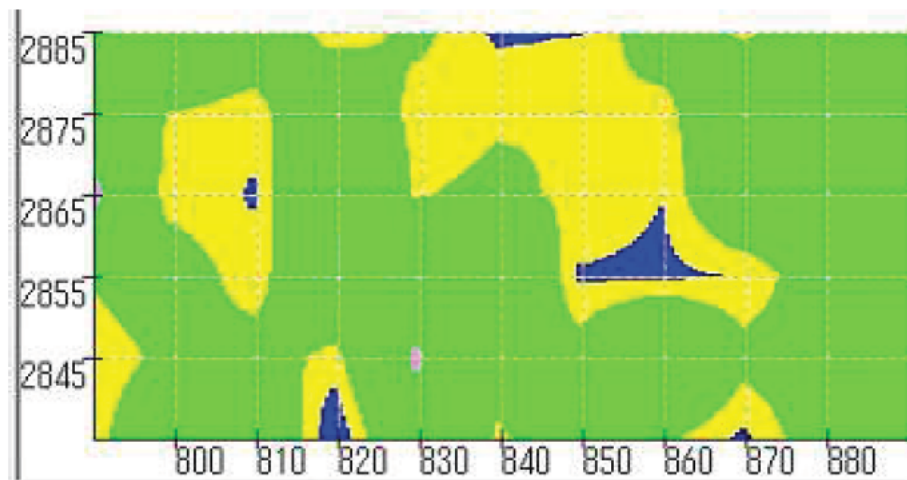




情報化施工導入の効果 (2/3) - 施工精度の向上 -

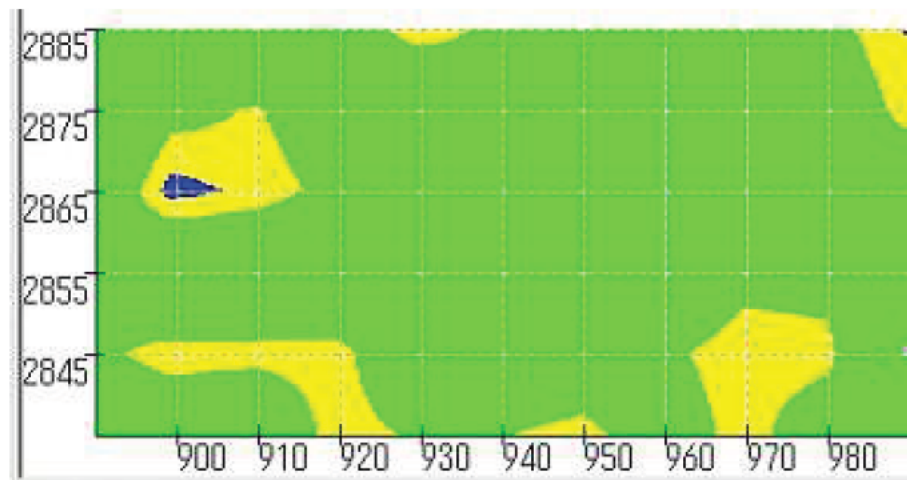
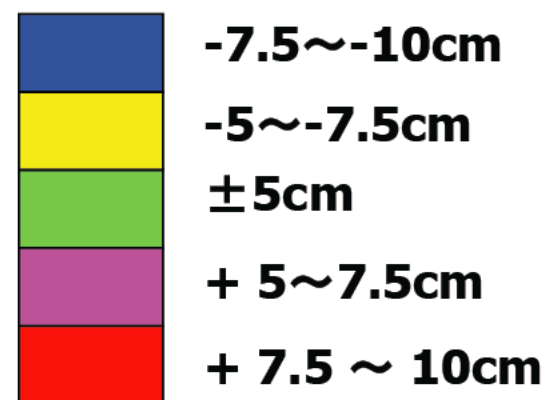


情報化施工導入の効果 (3/3) - 施工精度の向上 -



Site A **マニュアル制御**

敷均し厚 < ±5cm 59%

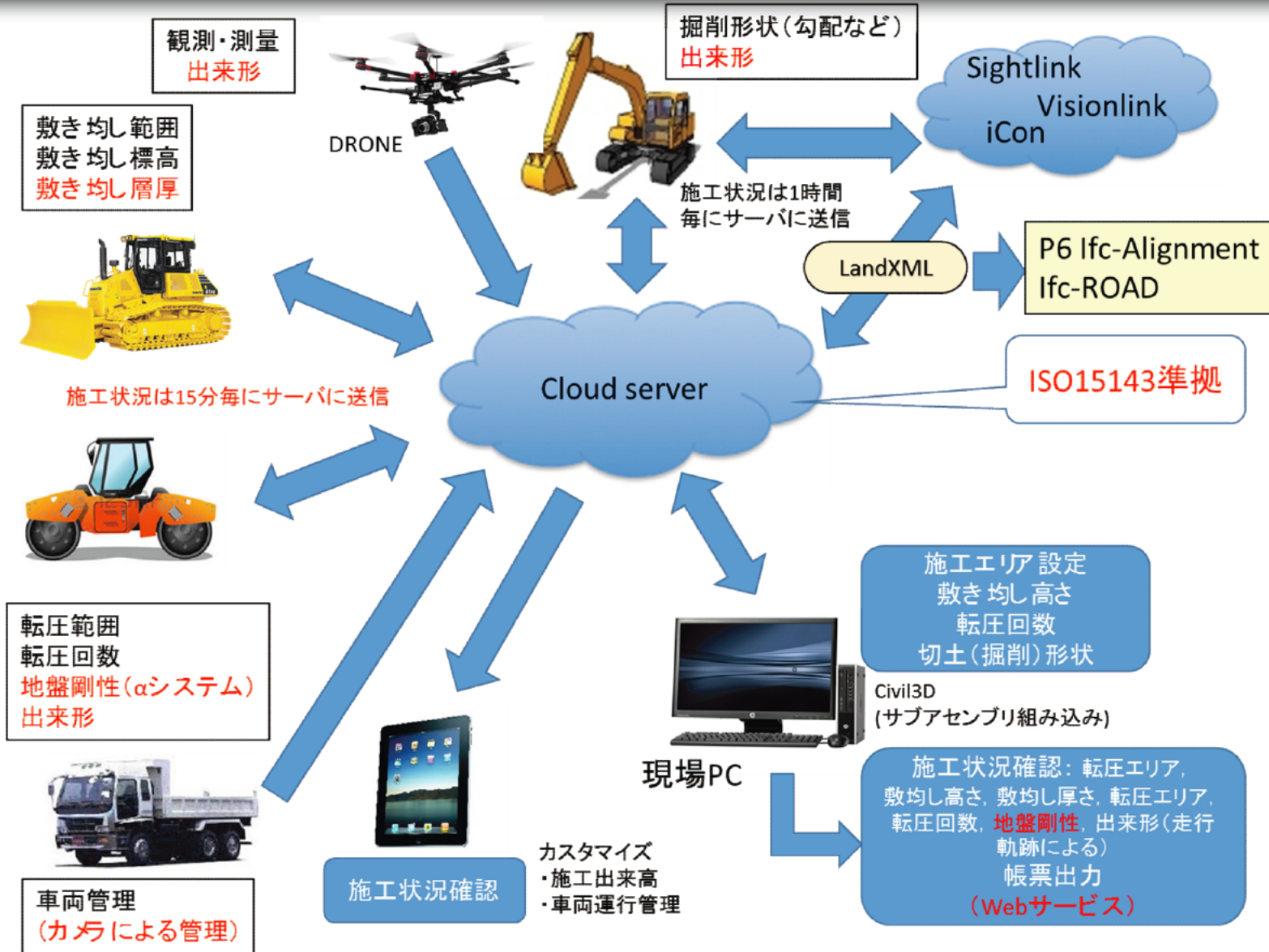


Site B **自動コントロール**

敷均し厚 < ±5cm 77%



ICT建設機械をネットワーク化 - 施工管理システムとして確立-





マシンガイダンスシステムの課題

システム概要



振動ローラー



車載PC(データ表示)

課題

1. ネットワークの構築

- 必ずしも商用通信が使える環境ではない
- 無線LANの到達問題 : 出力, 混信
- 速度が確保できないことを前提としたシステム構築を行わざるを得ない

2. 車載PC : 悪環境にさらされるPC

- ネットワークの制約条件から車載PCで演算を行う

振動, 粉塵, 盗難



災害対応から日本が海外に誇れる建設ロボット
通信が非常に重要

無人化施工の開発と進展

近年の災害 (3. 11)





建設ロボットの開発の契機

雲仙普賢岳の災害復旧



Mt. Hugen in Unzen erupted on 17. Nov. 1990.



無人化施工システム

無線通信による遠隔操縦

Unmanned Bulldozer



Unmanned Wheel Dump Truck



Unmanned Backhoe



Control Room



2Km or more

Unmanned Communication Relay Vehicle



Unmanned Crawler Dump Truck



- ✚ Interference of Radio wave among plural machines
- ✚ Grasp of the site conditions
- ✚ Correspondence to the situation beyond supposition



Unmanned Camera Vehicle



必要な機器（車載カメラ群）



3Dカメラ

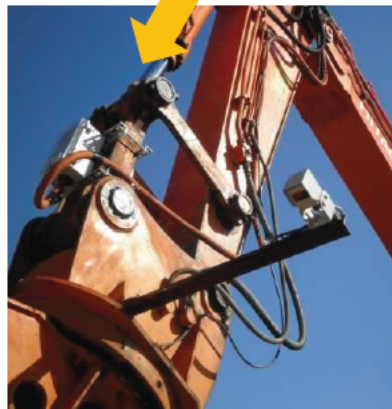
全方位カメラ

先端カメラ



3Dカメラ

3Dカメラによる画像
(操縦室)



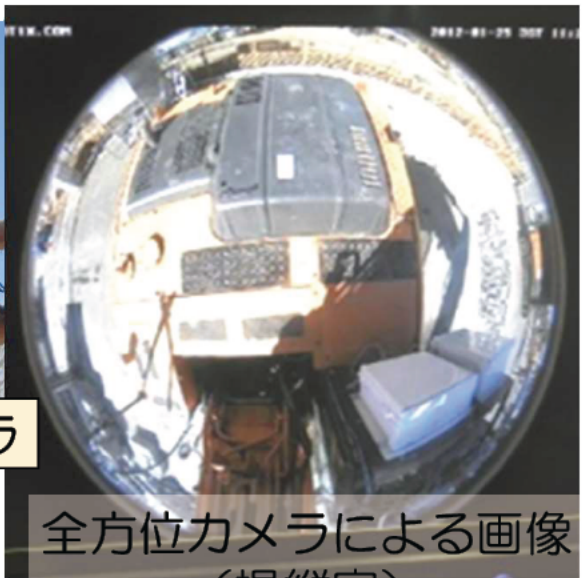
先端カメラ



先端カメラによる画像
(操縦室)



全方位カメラ



全方位カメラによる画像
(操縦室)

必要な機器 (遠隔操縦室)

(1) 3Dモニタ
(ハイビジョン映像)



操作室



(2) 体感装置付運転席



コントローラ



(3) 重機周辺の音響情報の再生装置



無人化施工(遠隔操縦)の課題

課題

1. ネットワークの構築

- 必ずしも商用通信が使える環境ではない
→ 無線LANを現場で構築
- 無線LANの到達問題 : 出力, 中継局の設置
- 高解像度の画像が必要であるが, 現状では実現できない
→ 通信速度

2. 遅延問題

- 遠隔操縦では遠隔操縦オペレータの疲労問題から200ms程度以内の遅延に納めたい

3. 多数の重機の稼働

- 混信問題



遠隔操縦ロボット





新しい通信はこれらを解決してくれるかもしれない

5Gに期待すること



新しい建設システム

建設機械のICT化 (Machine Guidance, Machine Control)

- ・建設現場環境の改善による労働者の増加(労働者不足の改善)
- ・熟練工不足をICT技術でカバーし高品質な施工を実現
- ・将来的には自動化、自律化による更なる改善を目標

リアルタイム見える化(効率化、施工管理)

- ・ICT(センサー等)を活用し作業状況をリアルタイムに把握し品質の確保(高品質化)
- ・作業だけでなく現場監督/責任者もリアルタイムに状況把握し高度な施工管理
- ・将来的には収集データをリアルタイムに高度分析しさらなる改善を目標

遠隔見える化

- ・現場職員が施工管理を行うことに加え、専門技術者の遠隔監視による高度な管理
- ・発注者が状況をリアルタイム確認しフィードバックする事で顧客満足向上
- ・災害現場などでの特殊作業を専門技術者が遠隔地から制御



Presented by Dr. Furuya

Thank You !

