

5Gの特性を活かした 高技能工員の労働環境改善・ 労働安全確保・技術伝承 の実現

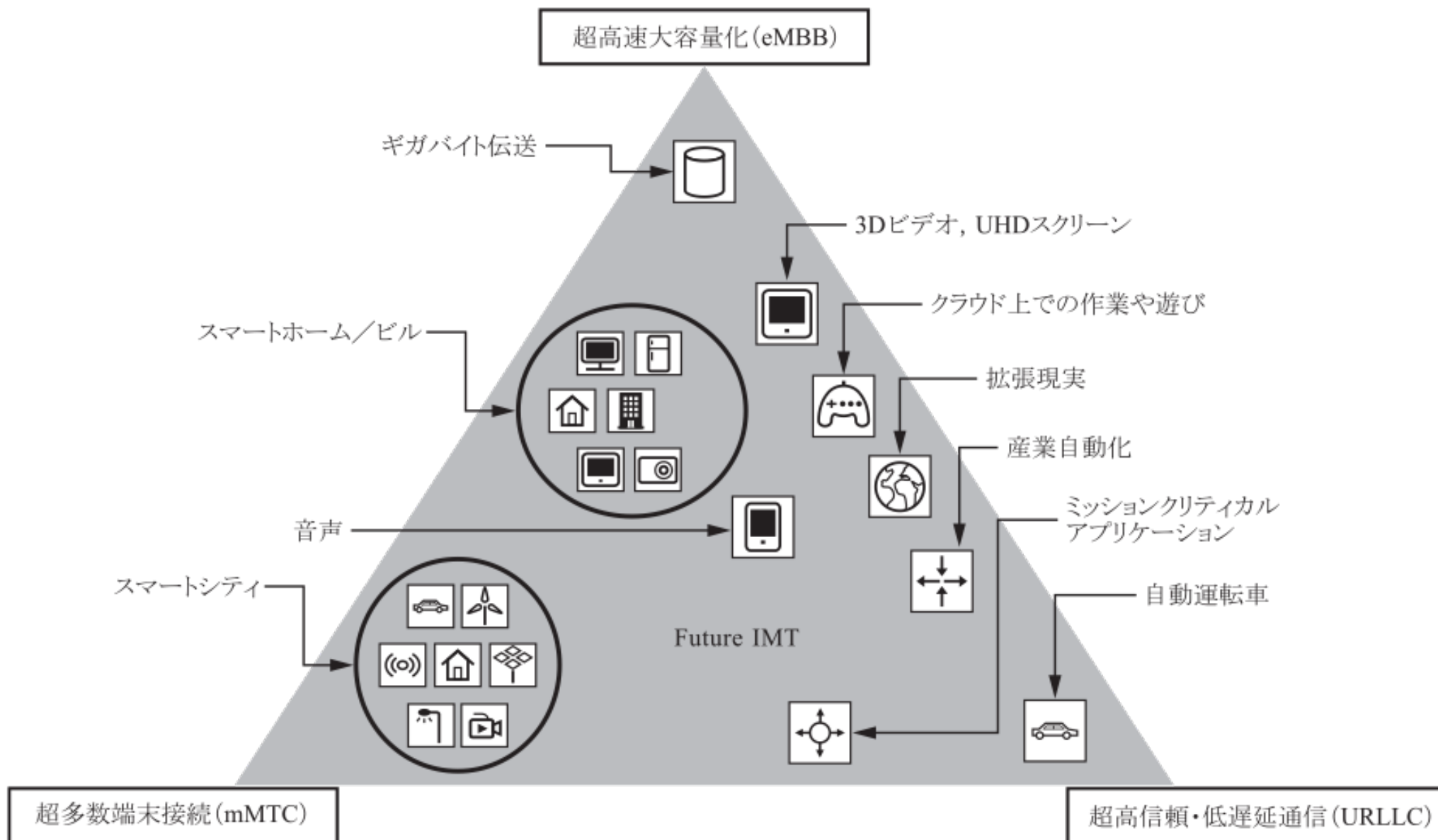
愛媛大学 大学院理工学研究科
兼 南予水産研究センター
教授 小林 真也

今日の資料について

ダウンロードできるようにしました。
URLは、後ほど御案内します。

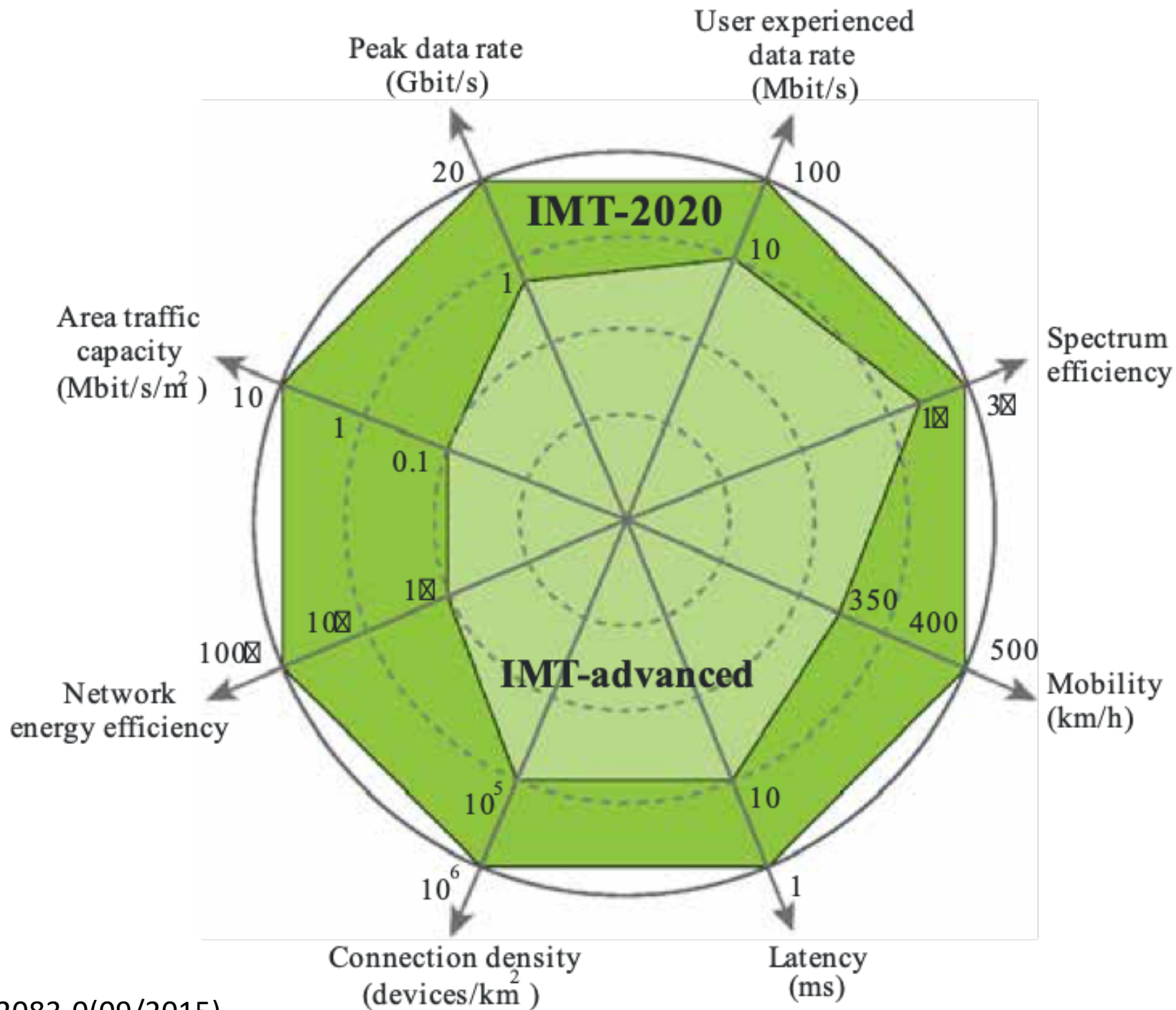
イントロ

5Gの特徴をおさらい



ITU-R M,2083-0(09/2015)

IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond
 (日本語訳版 - 電子情報通信学会誌 Vol. 101, No. 11, 2018, PP1047)



5Gの3つの特徴

- 超高速大容量化 eMBB
- 超低遅延通信 URLLC
- 超多数端末接続 mMTC

5Gの3つの特徴

- 超高速大容量化 eMBB
- 超低遅延通信 URLLC
- 超多数端末接続 mMTC

本質を理解する為には、
英語の略記に注意する必要がある。

超高速大容量化 eMBB

enhanced Mobile Broadband

ITU-R M.2083-0では、“Enhanced mobile broadband”と書かれており、日本語の「超高速」と比べ、両者の違いはほとんど無い。強いて言えば、“mobile”が強調されているが、我が国において、5Gは、新しい携帯電話の技術として受け入れられているので、違いがあるとは言えない。

ピークデータレートでは、4Gの1 Gbit/sから、5Gでは、その20倍にあたる20 Gbit/sを目指している。（当面の5Gサービスでは、10 Gbit/sとされている）。

超低遅延通信 URLLC

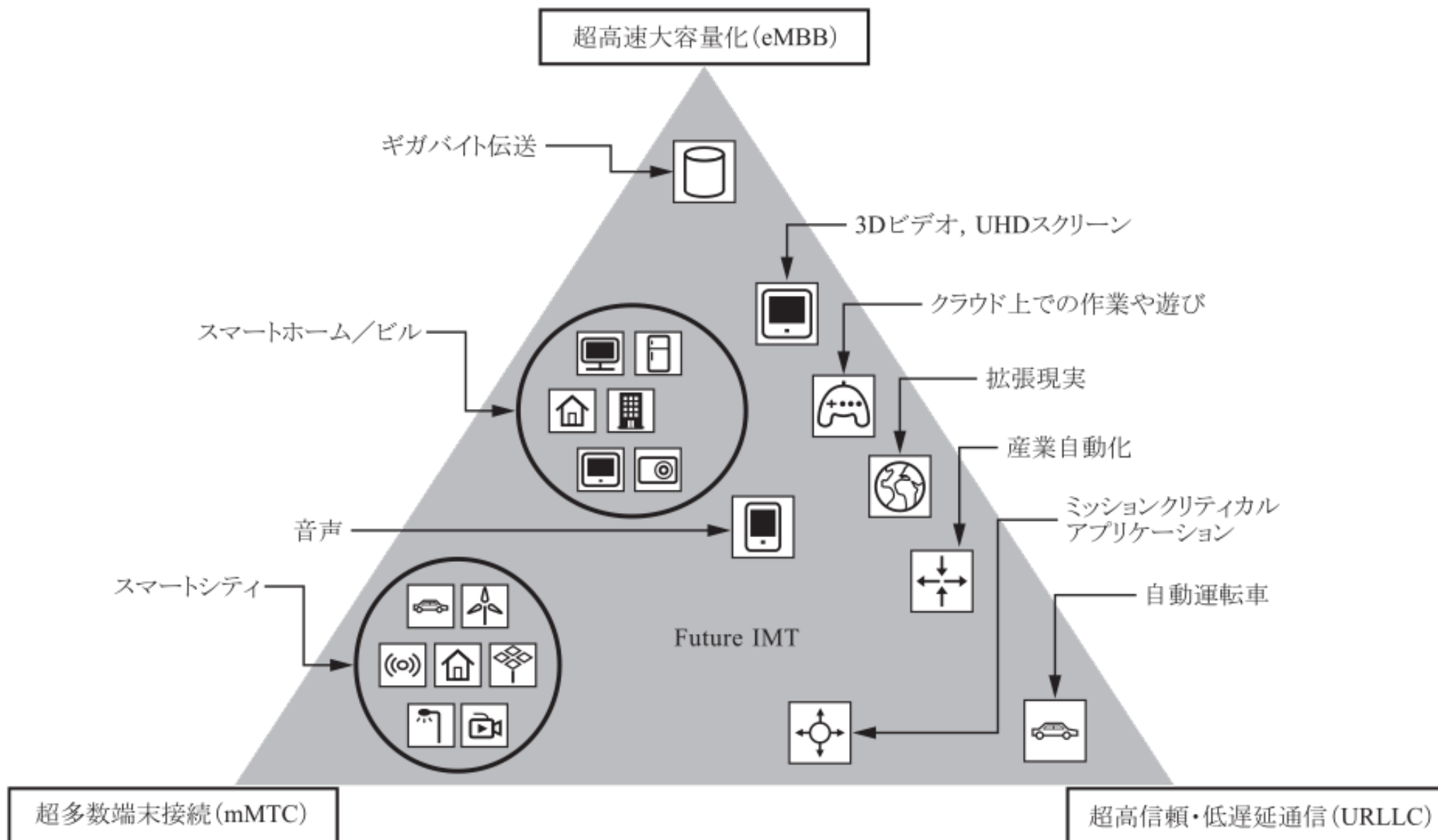
Ultra-Reliable and Low Latency Communications

無線区間での遅延は、4Gでは、10ms程度であったものが、5Gでは1msへと、10分の1に短縮される。

日本語の「超低遅延」がもたらす印象は、ITU-R M.2083-0で示された特徴を十分に表していない。

ITU-R M.2083-0では、低遅延 (low latency) であることに加え、「高信頼性」(Ultra-reliable) であることが謳われている。

5Gは、当初より、製造業や製造プロセスにおける無線制御、遠隔医療手術、スマートグリッドにおける配電自動化、輸送の安全性などのスループット、遅延、および可用性などの機能に対する厳しい要件が求められるユースケースに対応できる信頼性を備えることを念頭に研究、開発が行われてきた。



ITU-R M,2083-0(09/2015)

IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond
 (日本語訳版 - 電子情報通信学会誌 Vol. 101, No. 11, 2018, PP1047)

突然ですが

地デジになってから、
時報が流れなくなっているのに
気づいてますか？

大容量化は遅延の改善にも貢献

4Kや8Kなど高精細画像伝送は、単位時間あたりの情報量が多い。従って、通信回線の容量にあわせ圧縮と伸張が行われている。この圧縮・伸張は、圧縮率が高いほど、必要とされる情報処理の量が増え、時間がかかる。

つまり、送信側での圧縮（エンコード）、受信側での伸張（デコード）も含めた伝送の遅延の改善は、下位レイヤの遅延の改善だけでは不十分。

圧縮・遅延を含めた上位レイヤで、通信を捉え、そこで行われる情報処理の処理量・処理時間も含めた改善が必要となる。

大容量化は、圧縮率の低減に貢献し、その処理量・処理時間の縮減に繋がることから、上位レイヤでの通信として捉えた際の遅延の短縮にも貢献する。

遅延の改善は 情報処理の高度化をもたらす

無線区間の遅延は4Gの10msから5Gで1msへと短縮されるが、10msと1msの違いなど、瞬きの時間が100-150msである人間にとっては、そのような短い時間の違いなど、どちらでも良いのではとの意見もあるが...

アプリケーション層の立場からすると、9msの意味は大きい。アプリケーション層での遅延を4Gと同程度で良いならば、5Gを利用することで、9msの時間で、なにがしかの処理が行える。

遅延の改善が高度なサービス、新しいサービスを実現する可能性を高めてくれる。

超多数端末接続 mMTC

massive **Machine Type** Communications

ITU-R M.2083-0では、
「超多数の端末」だけでは無く、
“machine type”という文言が入っています。

M2M, IoTを現実のものとするために必要とされる
性能を提供するという役割・使命が、最初から与
えられているが伝わってきます。

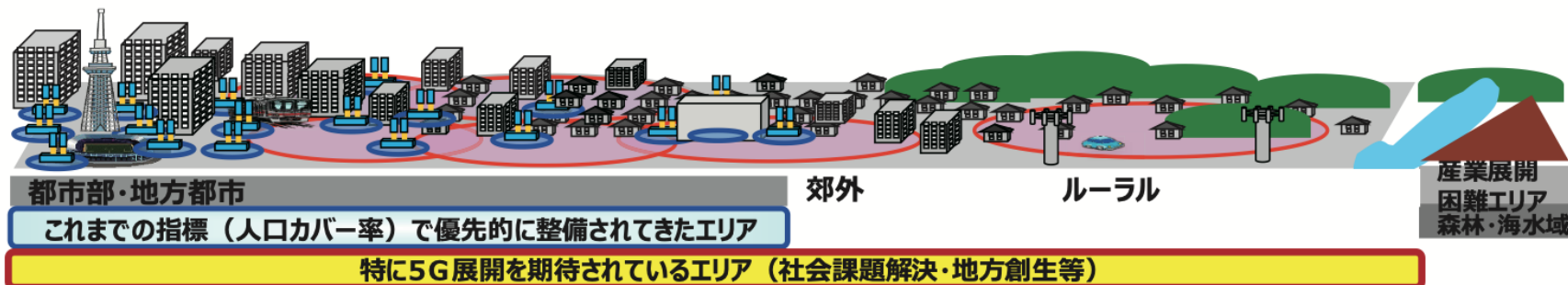
基本的考え方

- 5G時代は“人だけ”から“あらゆるモノ”がサービスの対象となる。
⇒都市部・地方部を問わず「産業展開の可能性のある場所」に柔軟にエリア展開できる指標を設定することが重要。
- 5Gに地域課題解決や地方創生への活用が期待される。
⇒地方での早期エリア展開を評価する指標を設定することが重要。



開設指針指標ポイント

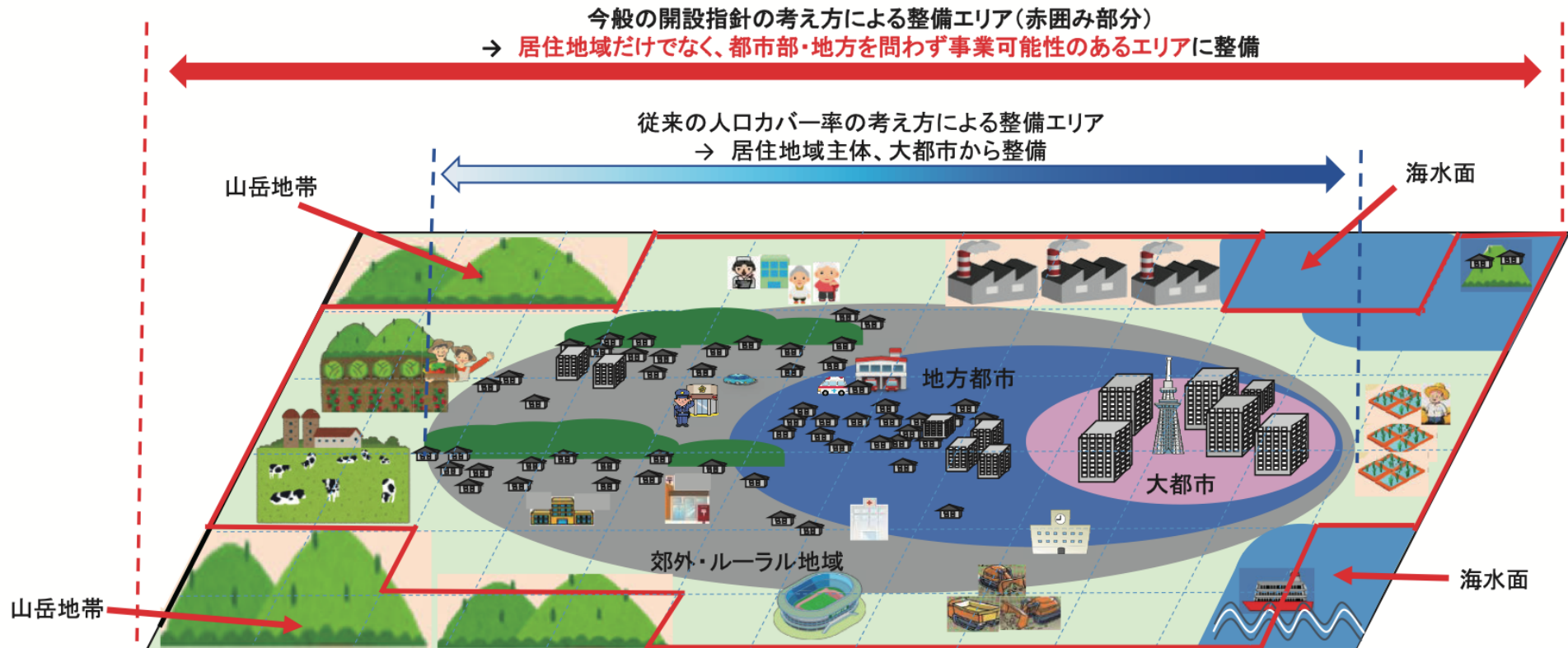
- 従来の人口等のカバレッジの広さを評価する指標に代わって、以下のような点を評価する指標を設け、都市部だけでなく地方部への早期の5G展開の促進を図る。
 - ① 「全国への展開可能性の確保」 → 5Gを展開する可能性を広範に確保できているかを評価
 - ② 「地方での早期サービス開始」 → 全都道府県におけるサービス開始時期を評価
 - ③ 「サービスの多様性の確保」 → 全国における特定基地局の開設数や5G利活用に関する計画を評価



5Gの広範な全国展開確保のイメージ

- 全国を10km四方のメッシュ（国土地理院発行の2次メッシュ）に区切り、都市部・地方部を問わず事業可能性のあるエリア※を広範にカバーする。
※対象メッシュ数：約4,500

- ① 全国及び各地域ブロック別に、**5年以内に50%以上のメッシュで5G高度特定基地局を整備**する。
(全国への展開可能性の確保)
 - ② 周波数の割当て後、**2年以内に全都道府県でサービスを開始**する。
(地方での早期サービス開始)
 - ③ **全国でできるだけ多くの特定基地局を開設**する。
(サービスの多様性の確保)
- (注) MVNOへのサービス提供計画を重点評価(追加割り当て時には提供実績を評価)



※ 5G用周波数の特性上、1局でカバーできるエリアが小さく、従前の「人口カバー率」を指標とした場合、従来の数十倍程度の基地局投資が必要となるため、人口の少ない地域への5G導入が後回しとなるおそれ。

100万端末/km² ってピンとききますか？

100万端末/km² = 1 端末/m²

6畳間に10個の端末
(4Gだと1個)

我が家で 端末数を数えてみました。

有線LAN:6, 無線LAN:20, その他の無線:14

総務省からは,

5Gで家庭に100個の端末が入ってくると紹介されています。

ちなみに, 日本の1住宅当たり延べ面積は, 92.06m²です。

(総務省 統計局「平成30年住宅・土地統計調査 調査」)

5G利活用アイデアコンテスト 受賞内容の紹介

5Gの特性を活かした 高技能工員の労働環境改善・ 労働安全確保・技術伝承の実現

分野:産業・経済

提案者名:愛媛大学大学院理工学研究科
分散処理システム研究室

発表者名:小林 真也



現状と課題

我が国にとって、造船業の中心は四国であり、また、造船業は、四国の重要な地場産業で、四国の第二次産業の中核の一つである。大規模造船所に限定しても、今治、西条、丸亀、多度津、高知に存在し、瀬戸内対岸である、広島、山口にも存在する。今後も、安定的、かつ、十分な賃金を伴う雇用を地域にもたらすことで、地域の経済と発展を支えていく主要産業である。

造船業における課題は、高齢化にともなう、専門的スキルを持つ作業者の不足と技術の継承である。

特に、造船所の基幹工作機器である、クレーンの運転手の不足は、深刻な問題となりつつある。

船体内部での玉掛作業は、運転台から見えず、神経をすり減らす作業で、玉掛作業員をはじめとする工員の安全確保に問題がある。特に、運転初心者にとっては、精神的な負担をもたらす作業である。

高所運転室は食事や用便に不自由し、強風時の揺れや、持続的機械振動があった。

現状と課題

地域活性化の効果

我が国にとって、造船業の中心は四国であり、また、造船業は、四国の重要な地場産業で、四国の第二次産業の中核の一つである。大規模造船所に限定しても、今治、西条、丸亀、多度津、高知に存在し、瀬戸内対岸である、広島、山口にも存在する。今後も、安定的、かつ、十分な賃金を伴う雇用を地域にもたらすことで、地域の経済と発展を支えていく主要産業である。

造船業における課題は、高齢化にともなう、専門的スキルを持つ作業者の不足と技術の継承である。

高齢化がもたらす課題

特に、造船所の基幹工作機器である、クレーンの運転手の不足は、深刻な問題となりつつある。

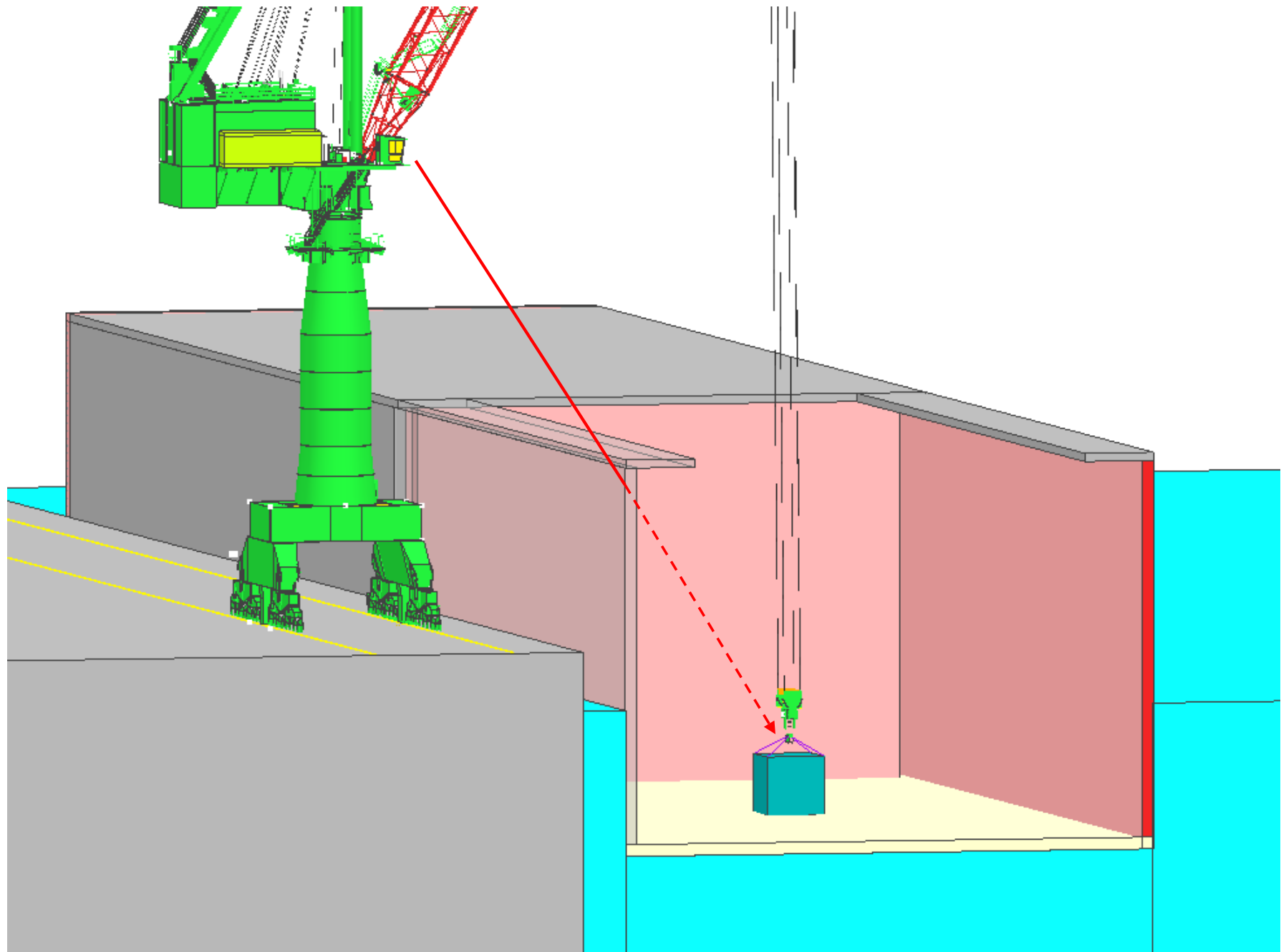
対象の重要性

作業の難しさ

船体内部での玉掛作業は、運転台から見えず、神経をすり減らす作業で、玉掛作業員をはじめとする工員の安全確保に問題がある。特に、運転初心者にとっては、精神的な負担をもたらす作業である。

高所運転室は食事や用便に不自由し、強風時の揺れや、持続的機械振動があった。

労働環境の陰しさ



クレーン運転台を高所から、地上に降ろし、運転手に、高品質な映像と音響を提供する事で、危険で、環境が厳しい、そして孤独なクレーン運転作業を、安全で、快適、そして、チームワークと連携が行える作業とする。

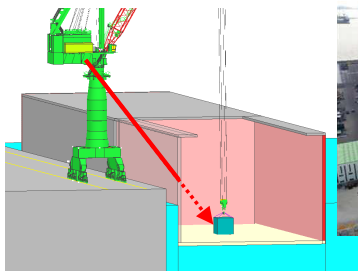
これにより、スキルを持った運転手の不足とスキル伝承の課題を解決し、さらに、運転手のみならず、玉掛作業員をはじめとする、クレーン周辺の工員の安全の確保と効率化を実現する。



高所運転台(60m)
課題: 揺れ, 孤独,
食事・用便



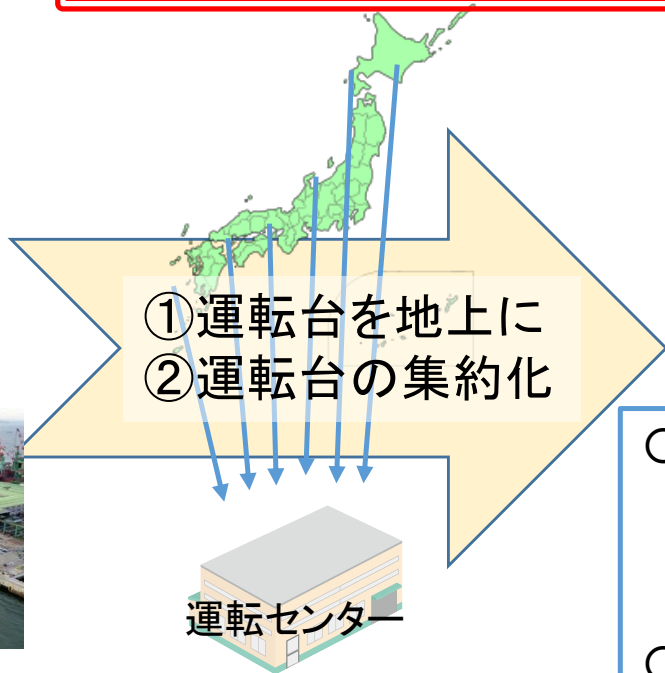
見通せない玉掛作業現場
課題: 労働災害



全国に分散した運転台
課題: 交代要員の確保,
技術伝承



5Gが、運転に必要な臨場感を実現



シフト表

	12月1日			12月2日			12月3日			12月4日			12月5日		
	1勤	2勤	3勤	1勤	2勤	3勤	1勤	2勤	3勤	1勤	2勤	3勤	1勤	2勤	3勤
小林															
遠藤															
藤橋															
黒田															
田中															
吉本															
梶井															
荒木															
高市															

- ① 運転台を地上に
- ② 運転台の集約化



- 運転台の地上化・集約化の効果
 - ・労働環境改善
 - ・人員確保, 交代の容易化
 - ・スキル伝承の実現
- 高品質画像・音響伝送の効果
 - ・玉掛作業やクレーン足もとの目視確認の実現による安全確保
 - ・事故, 障害発生記録の蓄積による原因分析と改善

5Gが、リアルタイム制御を実現

5Gが、死角を解消

技術課題に挑む

• 船体は電波にとっても障害物

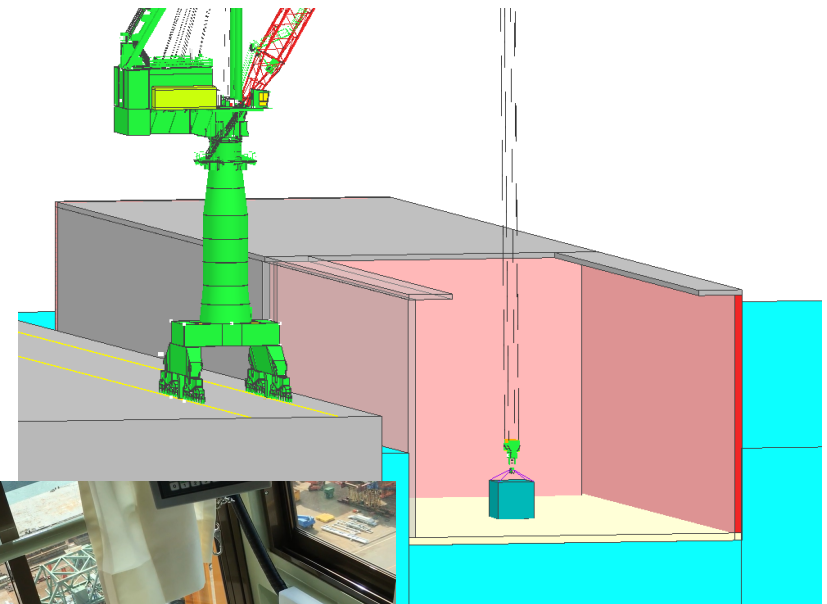
船底が運転台から見通せないのと同様に、玉掛作業場からの5G電波にとっても、船体は障壁となる。

⇒ アーム先端部に反射板を付け、玉掛作業場と基地局の間の伝搬実現を目指す。

• 複数のカメラ・マイクからの情報の同期

遠隔運転に必要な画像や音響は、遅延が少ない事はもちろん、同期していないと、運転が困難になる。

⇒ 遅延特性の計測と、許容量の定量化
さらには、運転席への映像・音響を許容範囲内で同期させる方法を確立する。



解決される課題・新に生み出される価値

• 労働環境の改善

地上遠隔運転室であれば、**運転手の交代が容易で、短時間の休憩や交代、緊急対応が容易**となる。

• 運転手の効率的業務実現と技術伝承

遠隔運転により、**運転台の集約**が可能となり、小規模企業連合体が、**運転手の共有**を行う事で、シフト勤務に必要な**運転手数を減らし、高齢者でも就労可能な短時間・交代勤務**もできる。

運転手が少ない地方においても、クレーンの設置が可能となる。

また、**運転台が地上に降り、運転手が集約できると、初心者がベテラン運転手のスキルを身近に接することができ、技術の伝承が可能**となる。

• 労働安全の改善

揺れをもたらす強風から逃れ、**死角のないクレーン操作を実現する事は、運転手のみならず、玉掛作業者をはじめとする、現場工員の安全性を確保し、運転者の精神的負担を軽減**する。

また、データの蓄積が、**事故・障害発生時の原因分析**を可能とする。



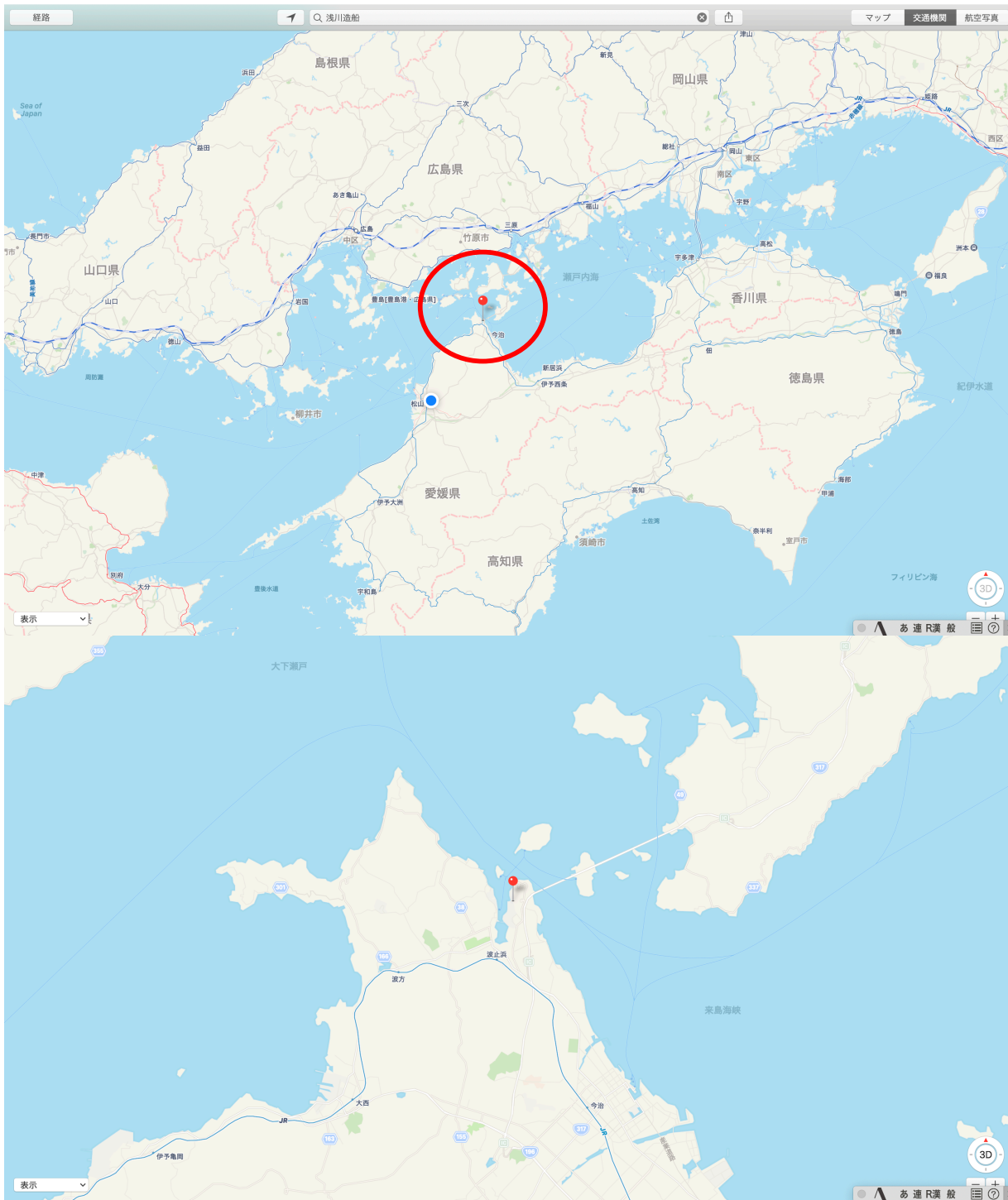
運転台を60mから地上へ！

労働環境改善・労働安全確保・技術伝承を実現

5G×地域×産学で『地に足の着いた』取り組み推進

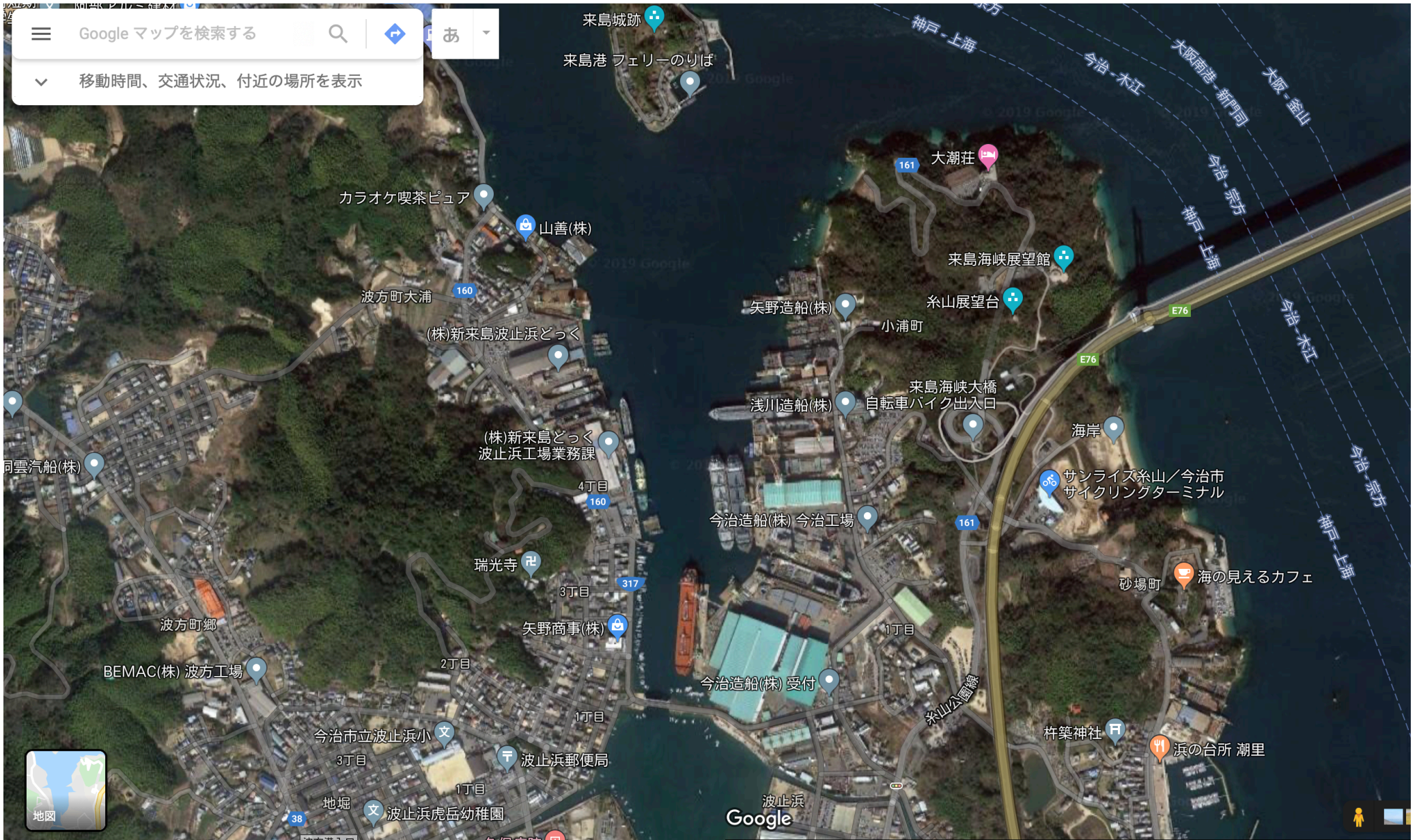
総合実証実験の概要

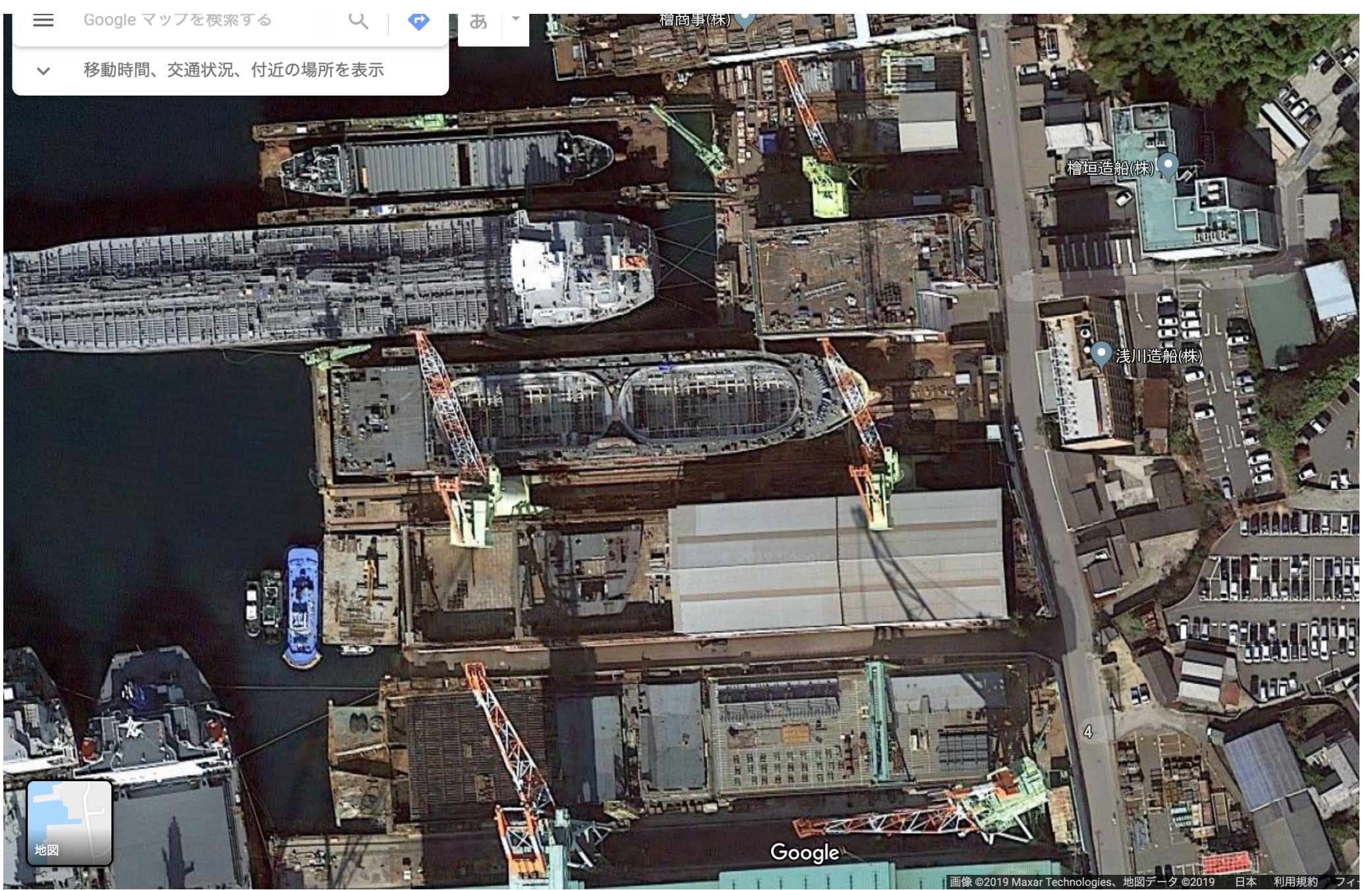
- 実施主体:もちろん 総務省
請負者:株式会社 NTTドコモ
共同実施者:愛媛大学, 愛媛県,
住友重機械搬送システム株式会社, 浅川造船株式会社
- 期間
2019年12月7日-8日
7日:地上試験
8日:本試験
- 現場
浅川造船(愛媛県今治市)
- 試験内容:「超高速通信」の有効性を実証確認
5G基地局試験装置を5Gエリア確保のために複数用意し、5G
ユーザ端末試験装置を運転台からの死角が撮影できる位置
に配置してカメラを接続し、5G通信を介してもう一台の5Gユー
ザ端末試験装置に接続されたクレーン運転台のディスプレイ
に高精細映像を送信することで、クレーンの玉掛作業におけ
る運転台からの死角を解消することを可能とする5G性能を評
価し、その効果を明らかにする。



実施場所

浅川造船 愛媛県今治市



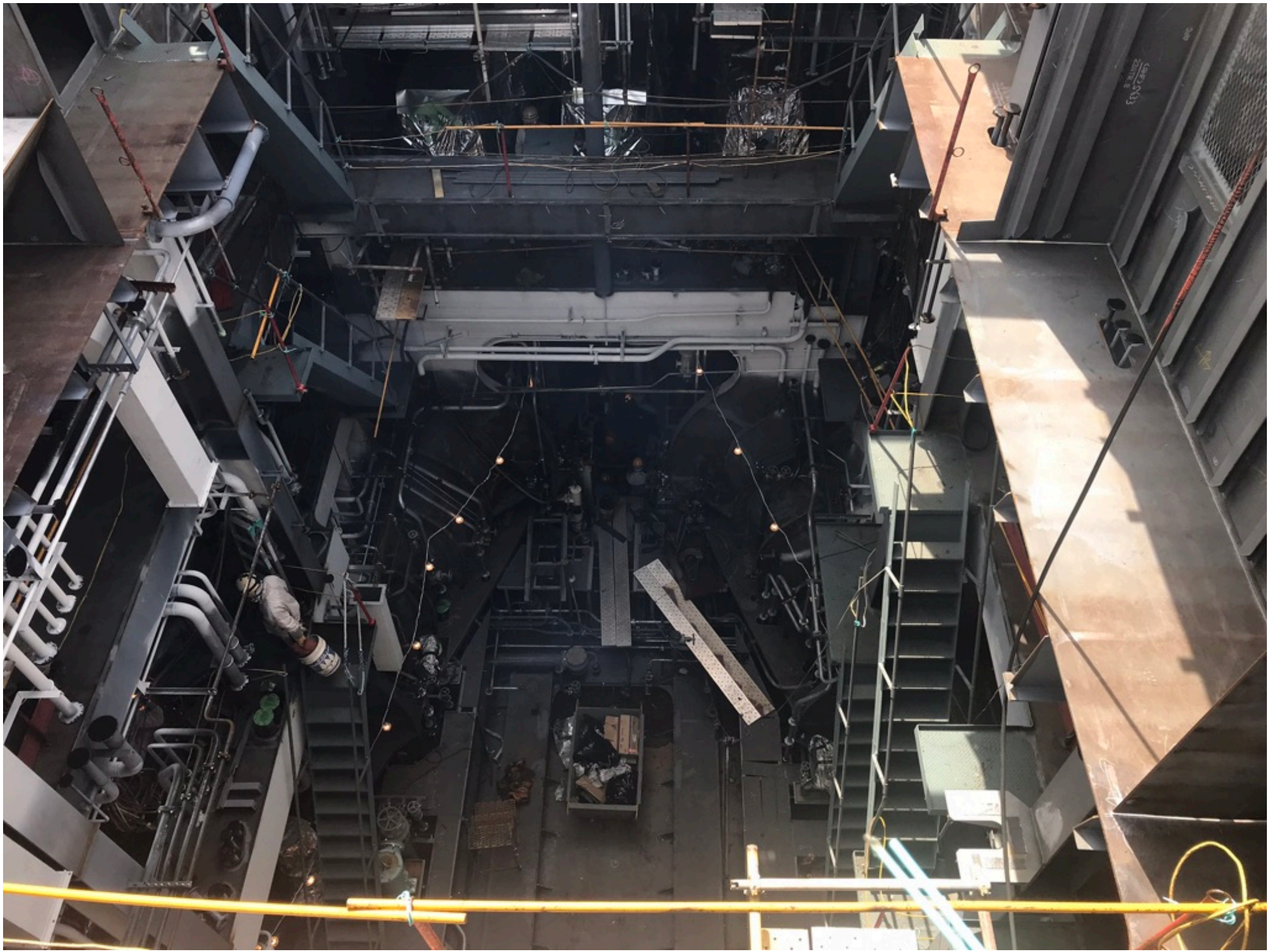




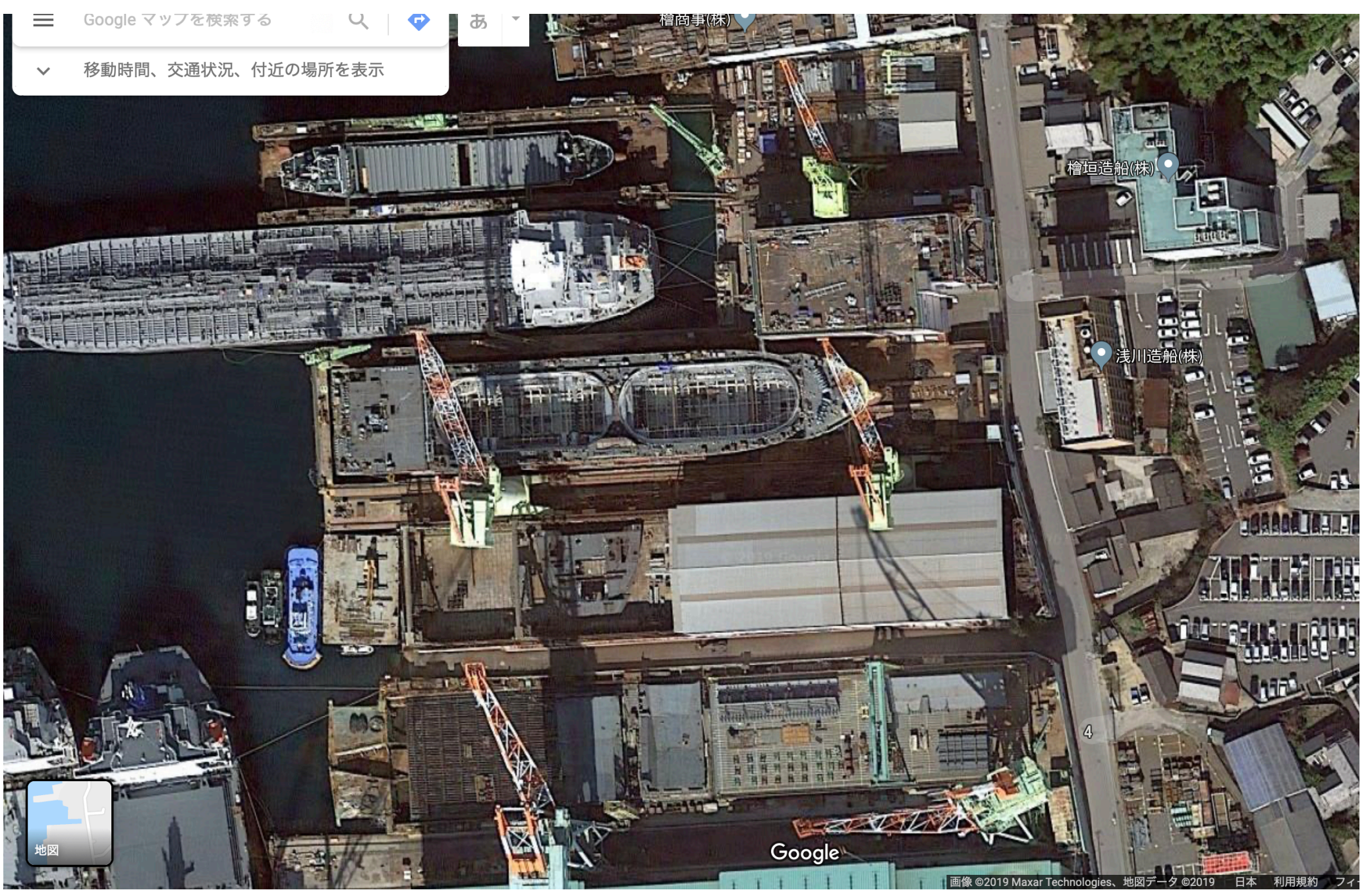


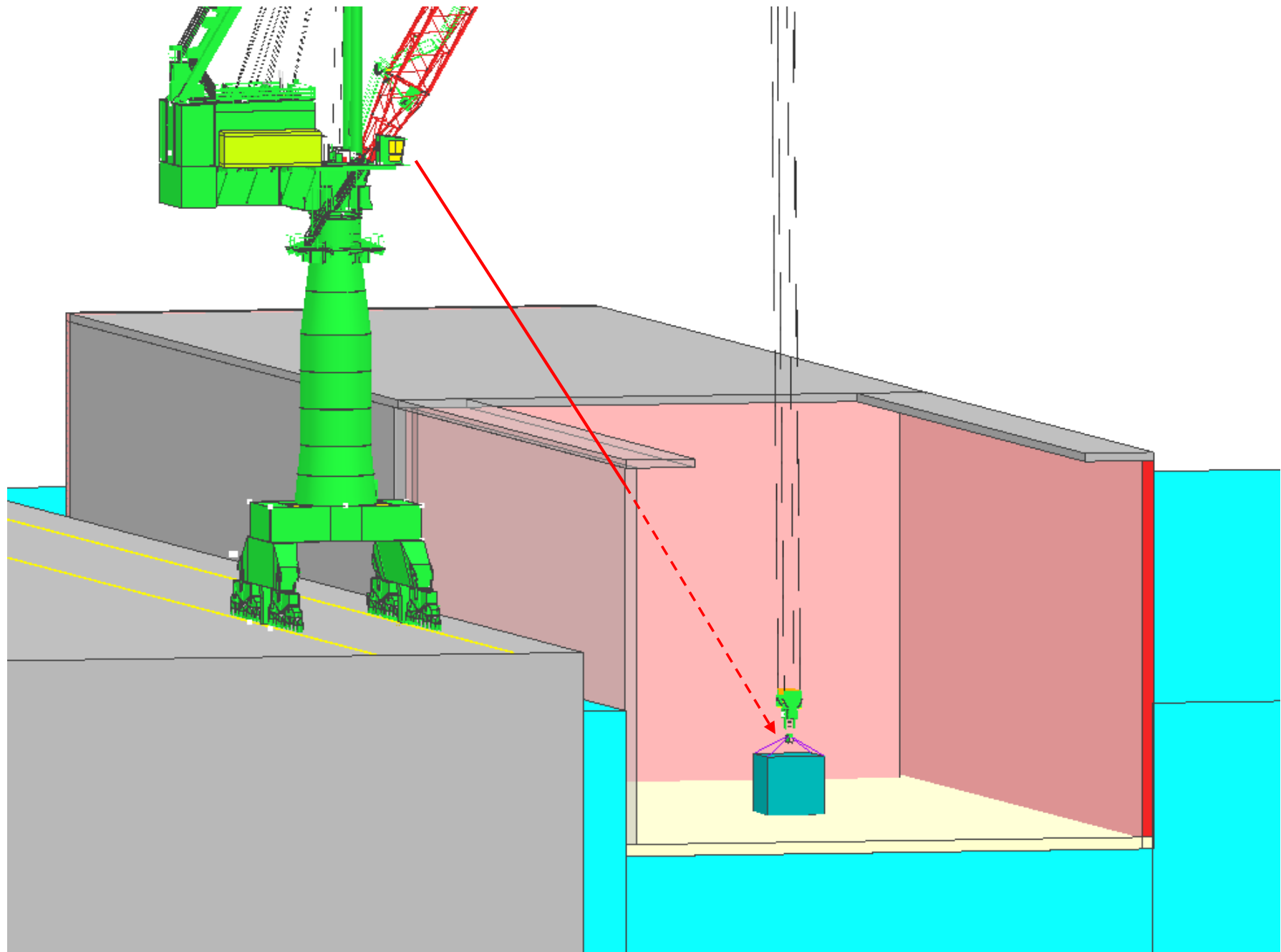














高精細映像に基づき運転
することで工員の安全を確保





<https://www.dropbox.com/s/s6a9ts4o5ndenq5/20191204.pdf?dl=0>

QRコードは 正しかったでしょうか！

サイバーセキュリティシンポジウム道後2020
(SEC道後)

に是非お越しく下さい
2月28-29日@愛媛大学

QRコード自体がホンモノか、
埋め込まれている文字列(URL)の確認など、
メール添付ファイルに対する警戒心と
同じレベルを持ってください。



<https://www.dropbox.com/s/s6a9ts4o5ndenq5/20191204.pdf?dl=0>