

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

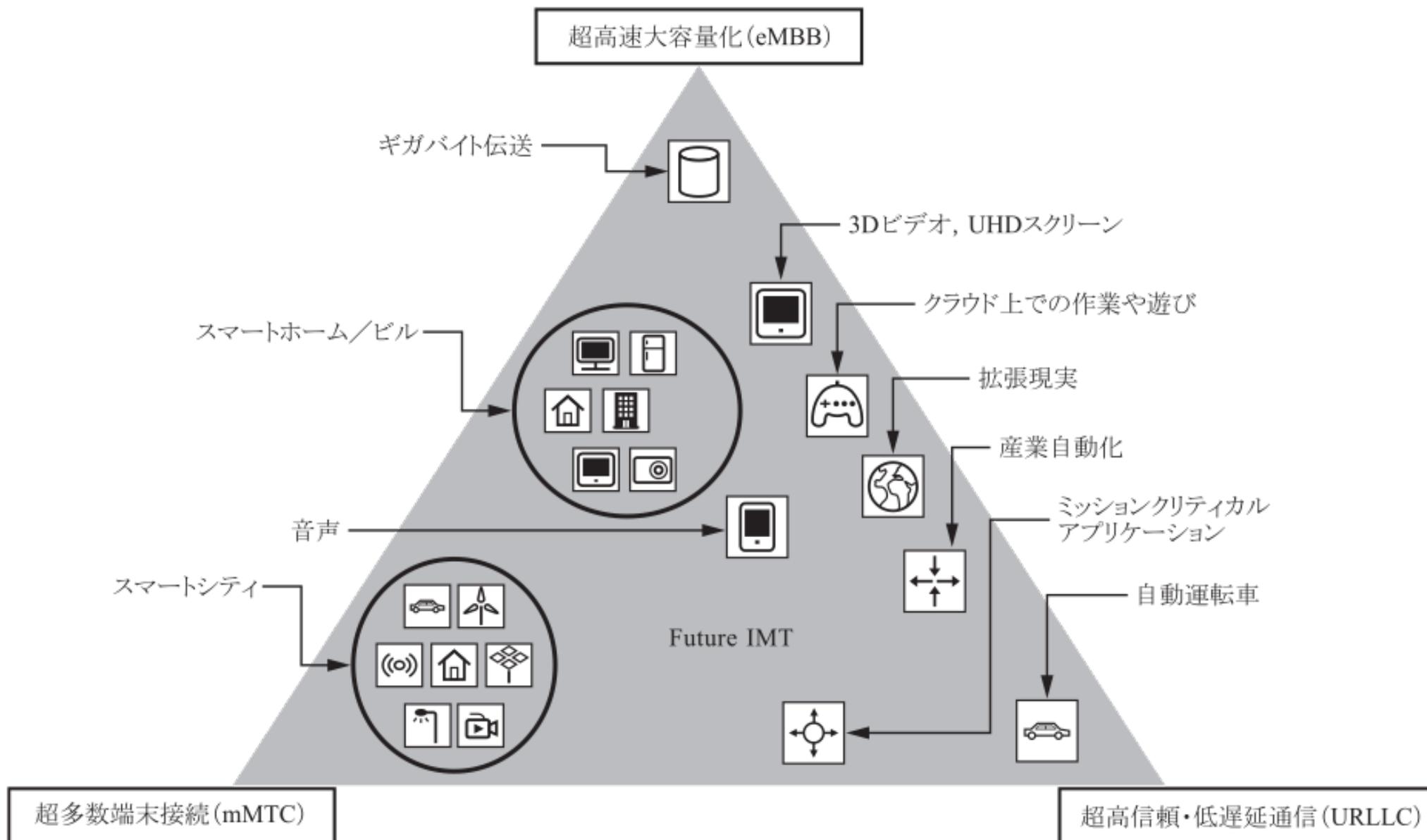
愛媛大学 大学院理工学研究科
兼 南予水産研究センター
教授 小林 真也

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。

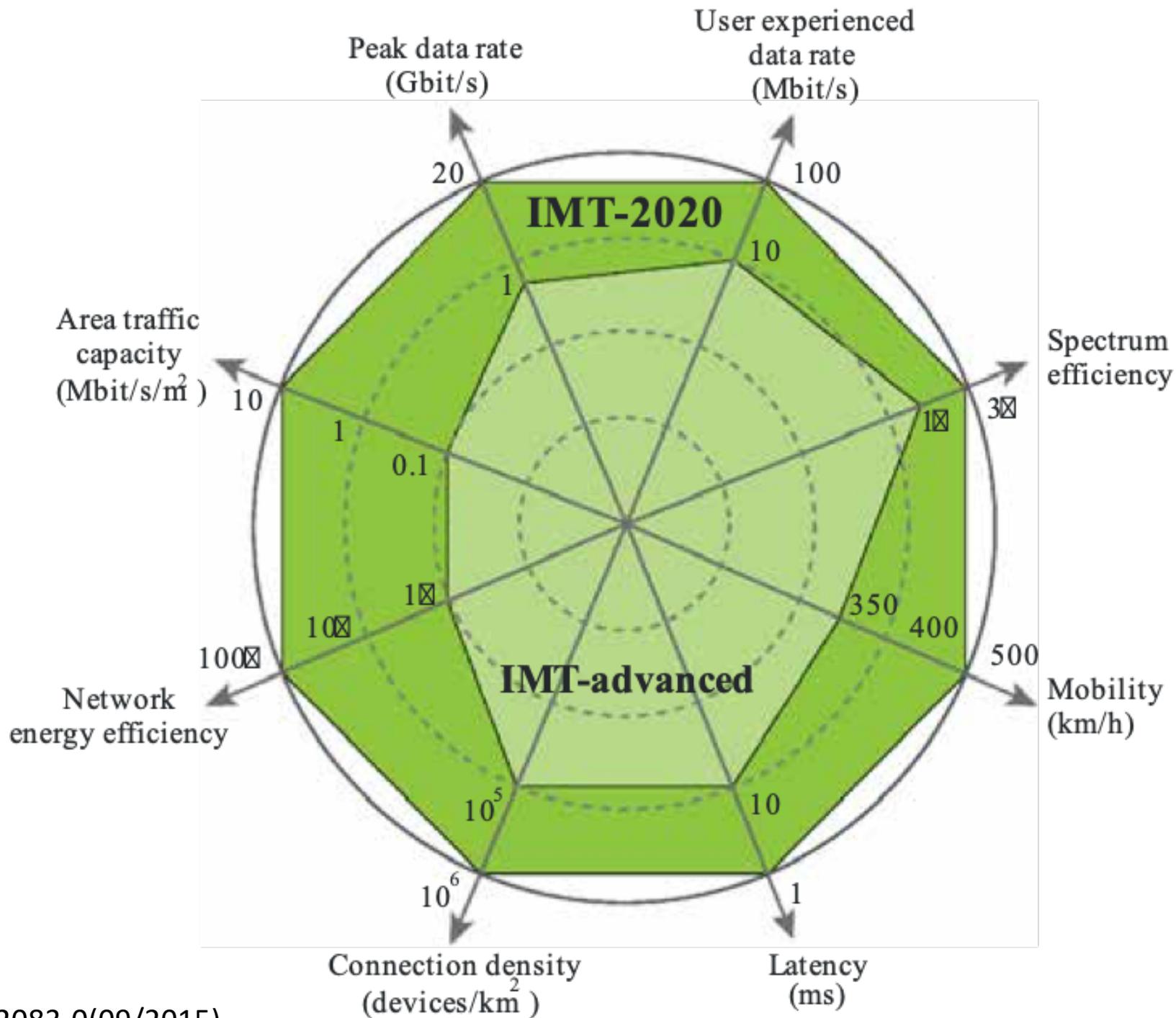
イントロ

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

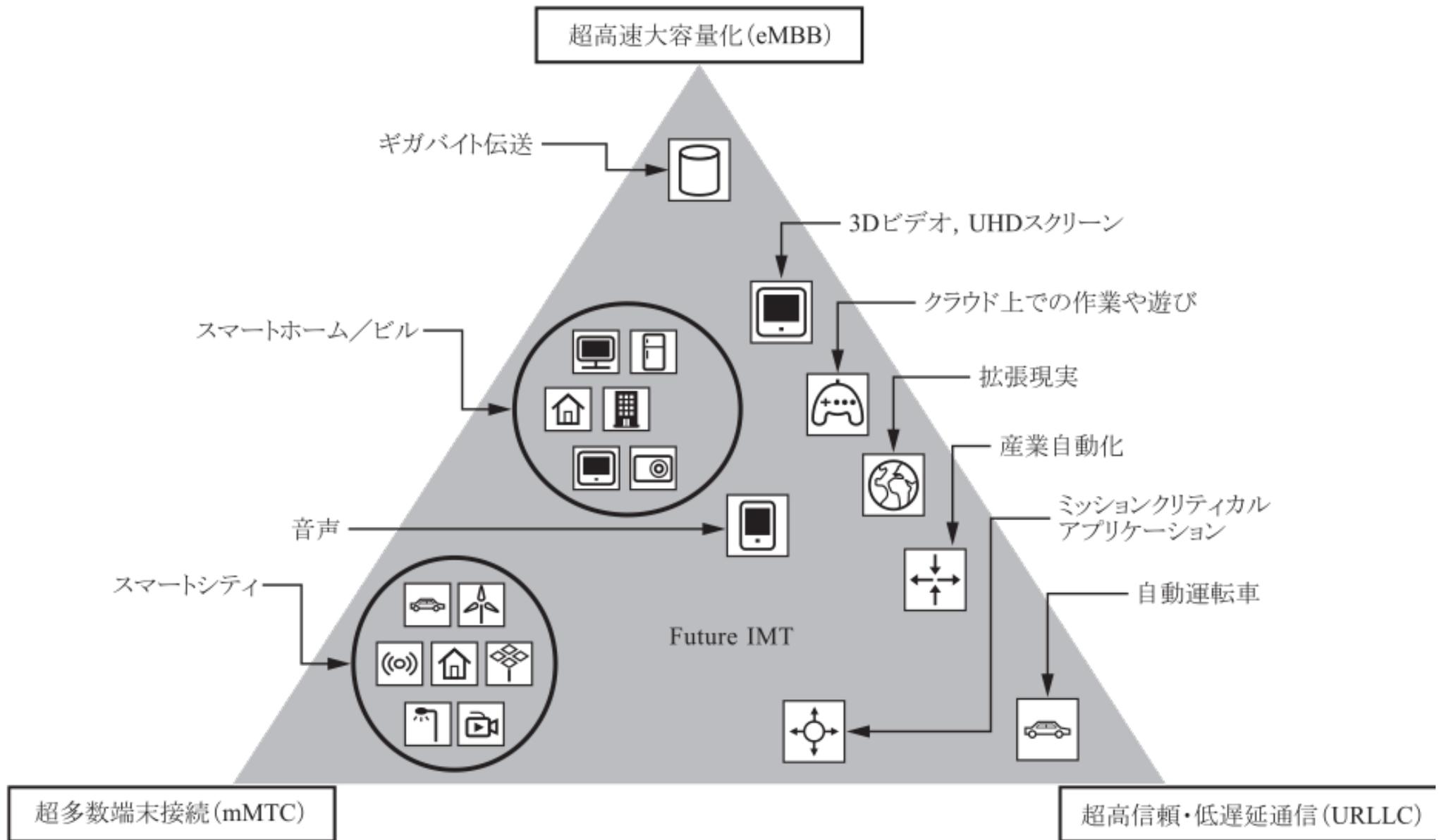
Ultra-Reliable and Low Latency Communications

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。

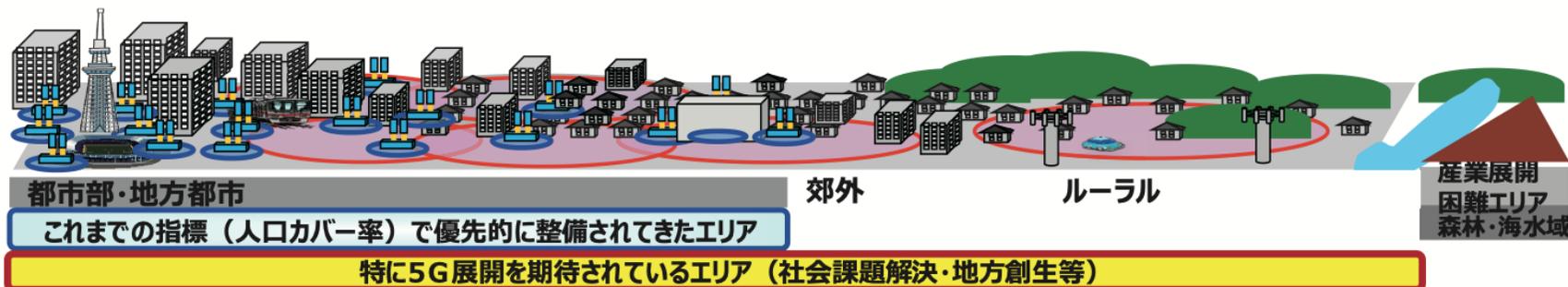
基本的考え方

- 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

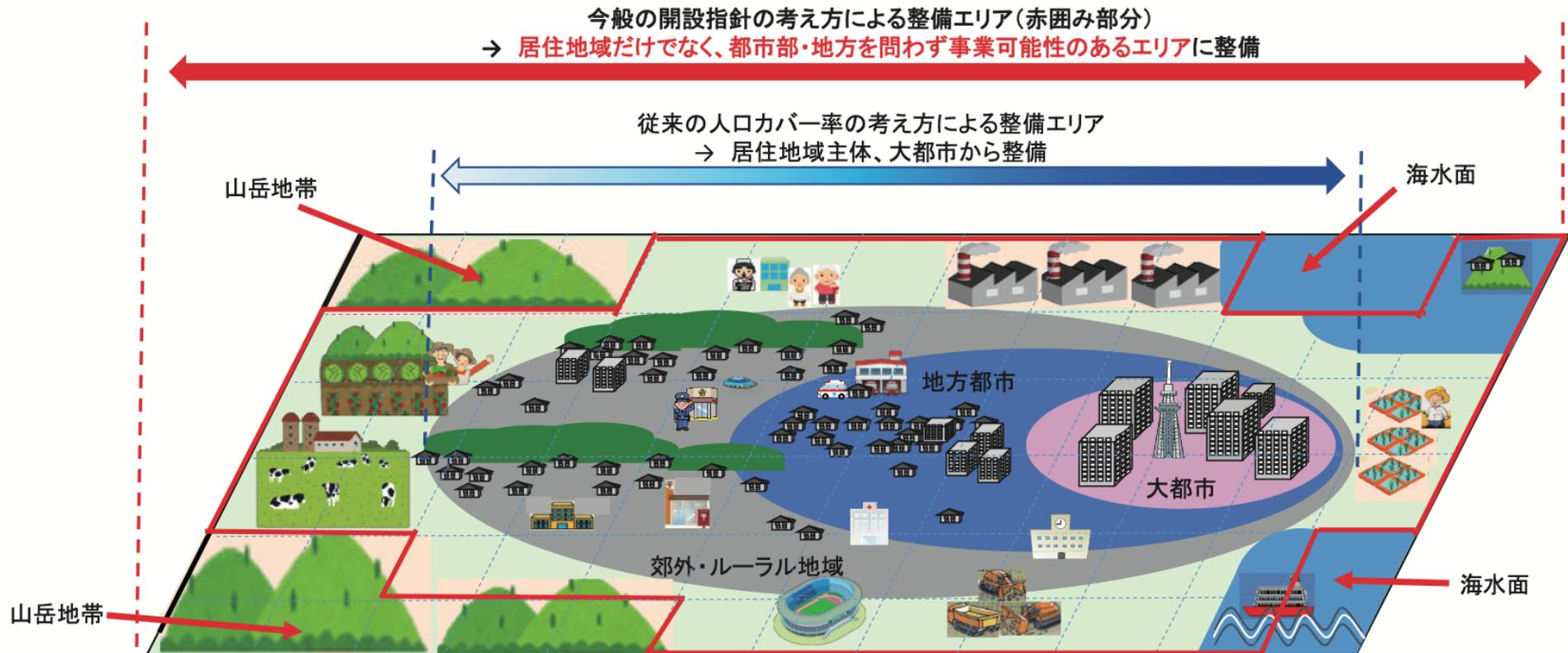
- 従来の人口等のカバレッジの広さを評価する指標に代わって、以下のような点を評価する指標を設け、都市部だけでなく地方部への早期の5G展開の促進を図る。
 - ① 「全国への展開可能性の確保」 → 5Gを展開する可能性を広範に確保できているかを評価
 - ② 「地方での早期サービス開始」 → 全都道府県におけるサービス開始時期を評価
 - ③ 「サービスの多様性の確保」 → 全国における特定基地局の開設数や5G利活用に関する計画を評価



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。

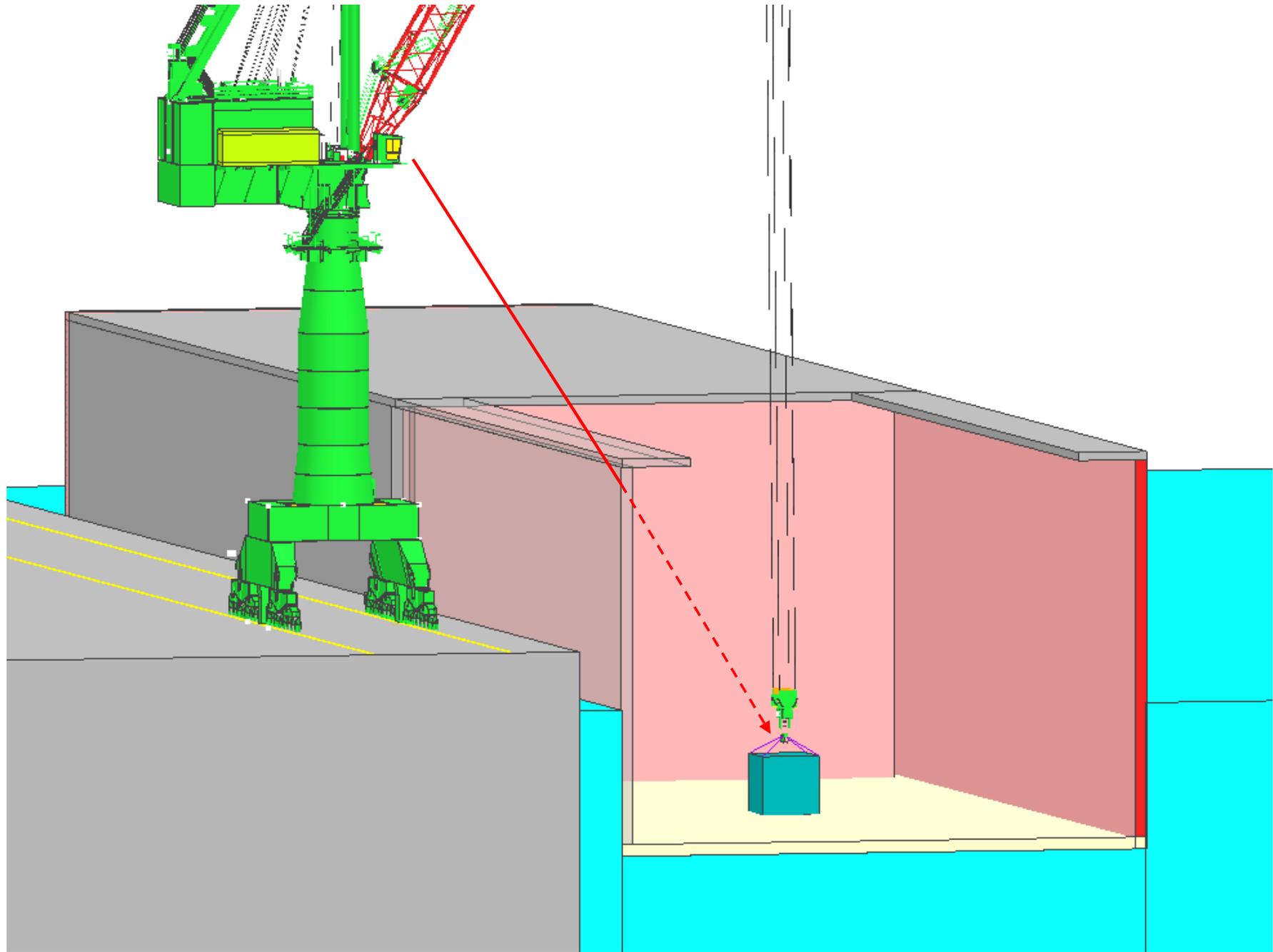
対象の重要性

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。

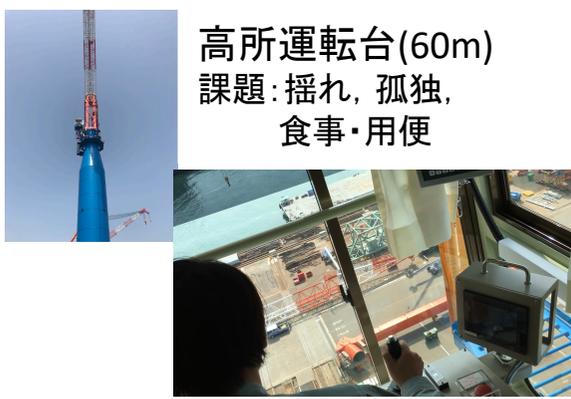
労働環境の陰しさ



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。

5Gが、運転に必要な臨場感を実現



高所運転台(60m)
課題: 揺れ, 孤独,
食事・用便



シフト表

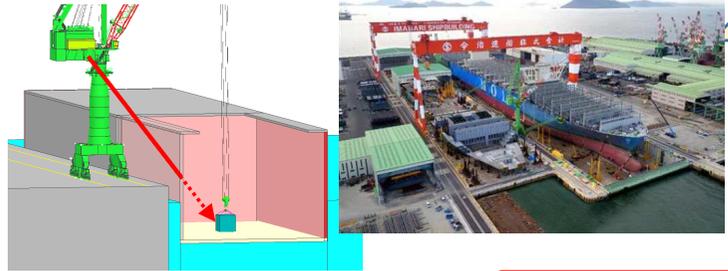
	12月1日			12月2日			12月3日			12月4日			12月5日		
	1勤	2勤	3勤												
小林															
遠藤															
藤橋															
黒田															
田中															
吉本															
梶井															
荒木															
高市															

- 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

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、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

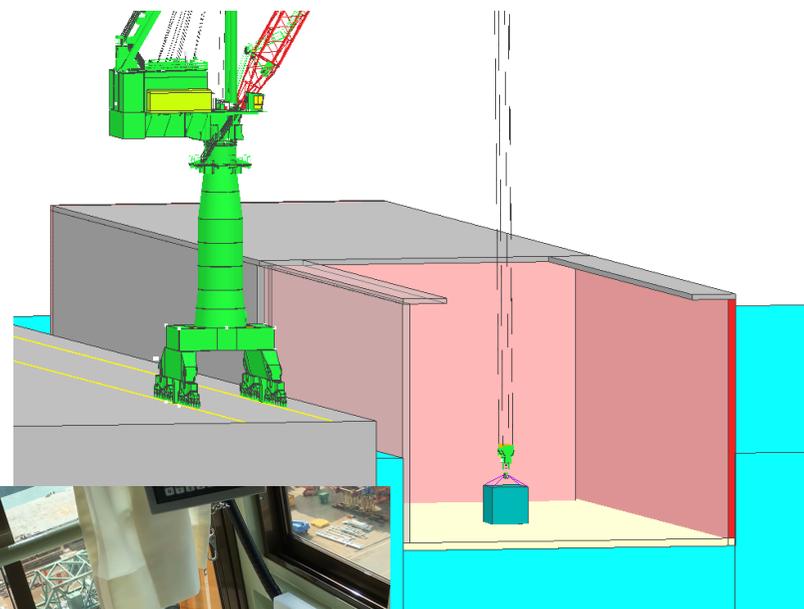
船底が運転台から見通せないのと同様に、玉掛作業場からの5G電波にとっても、船体は障壁となる。

⇒ 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。



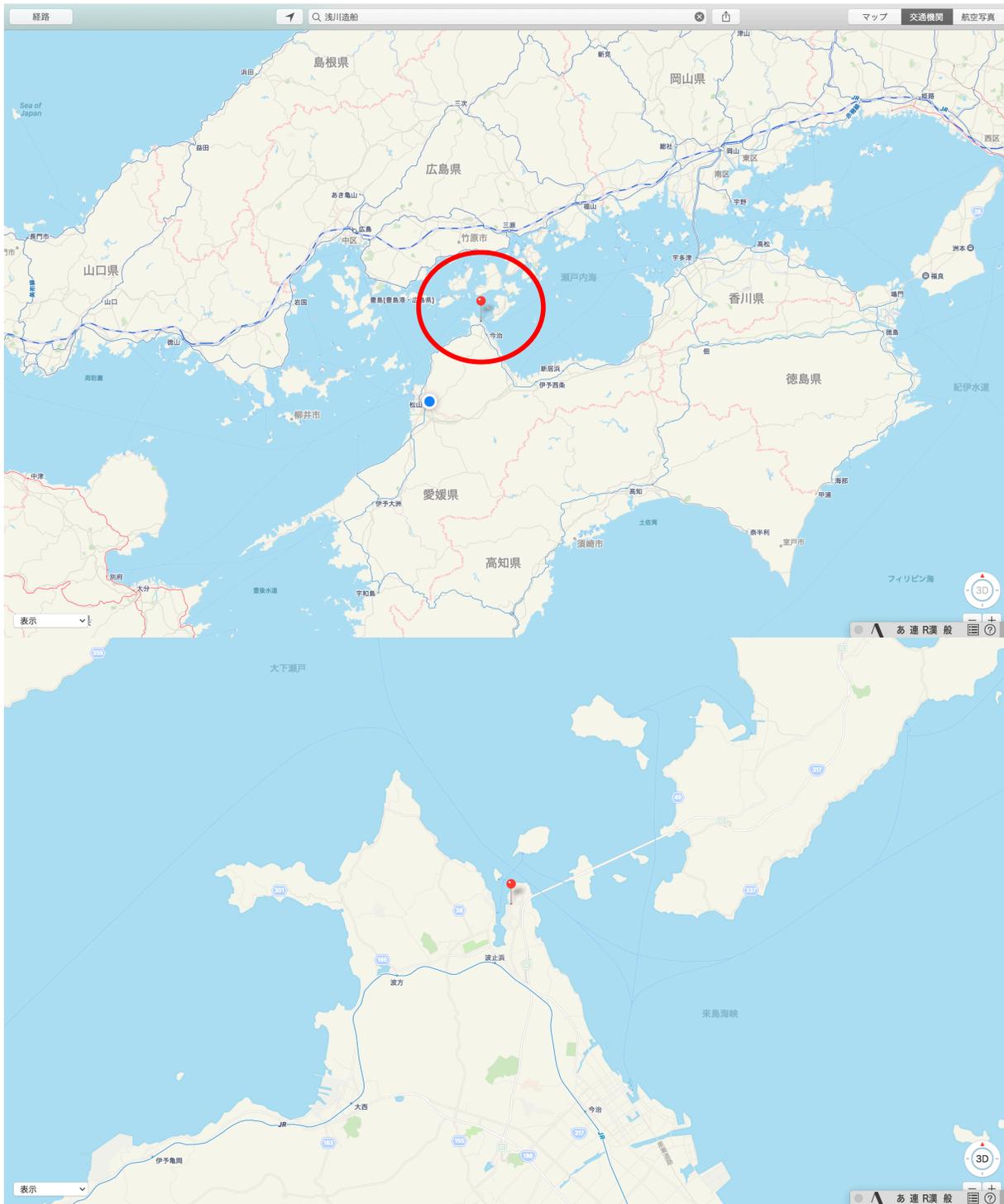
運転台を60mから地上へ！

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

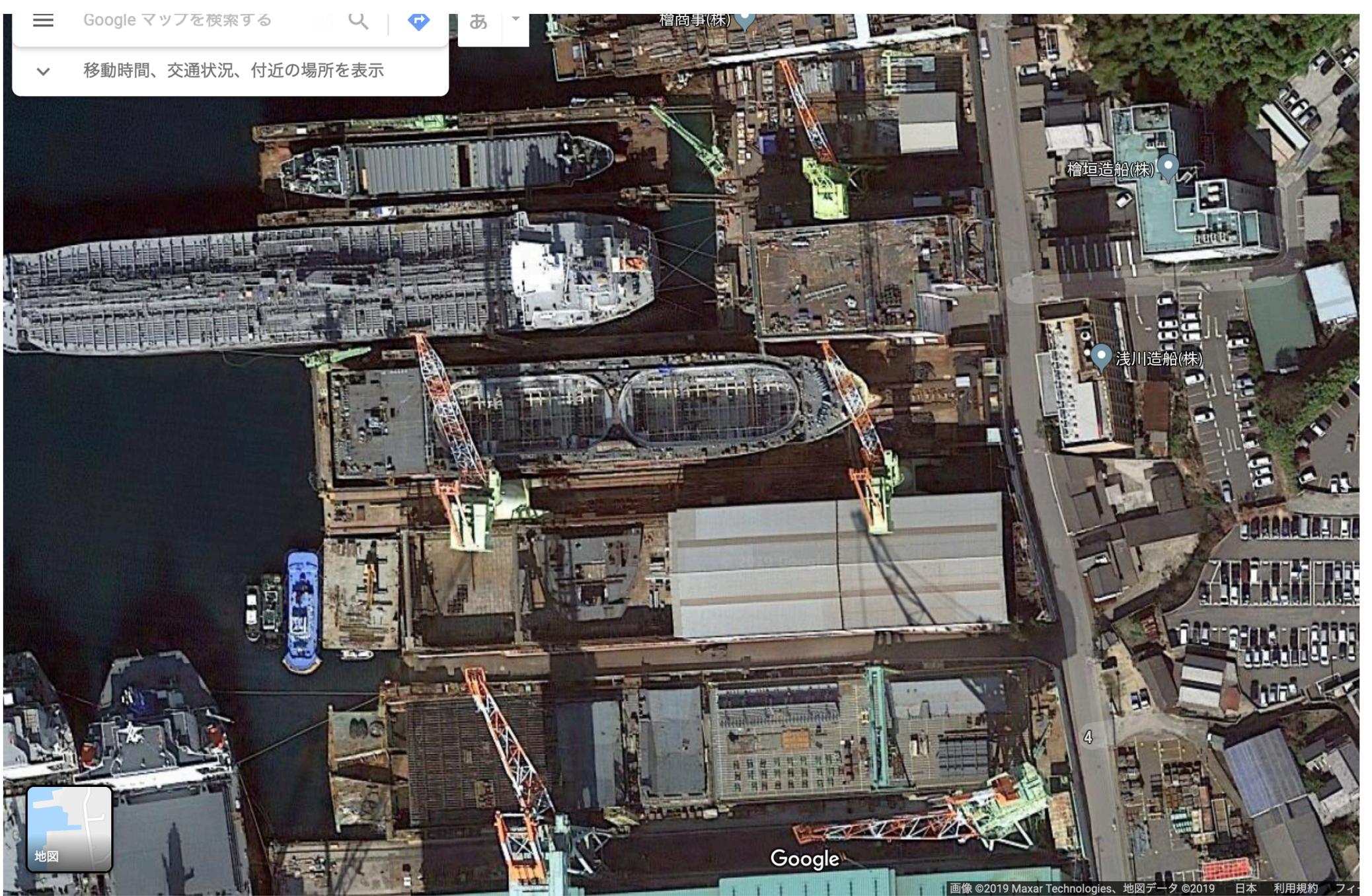
総合実証実験の概要

- 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





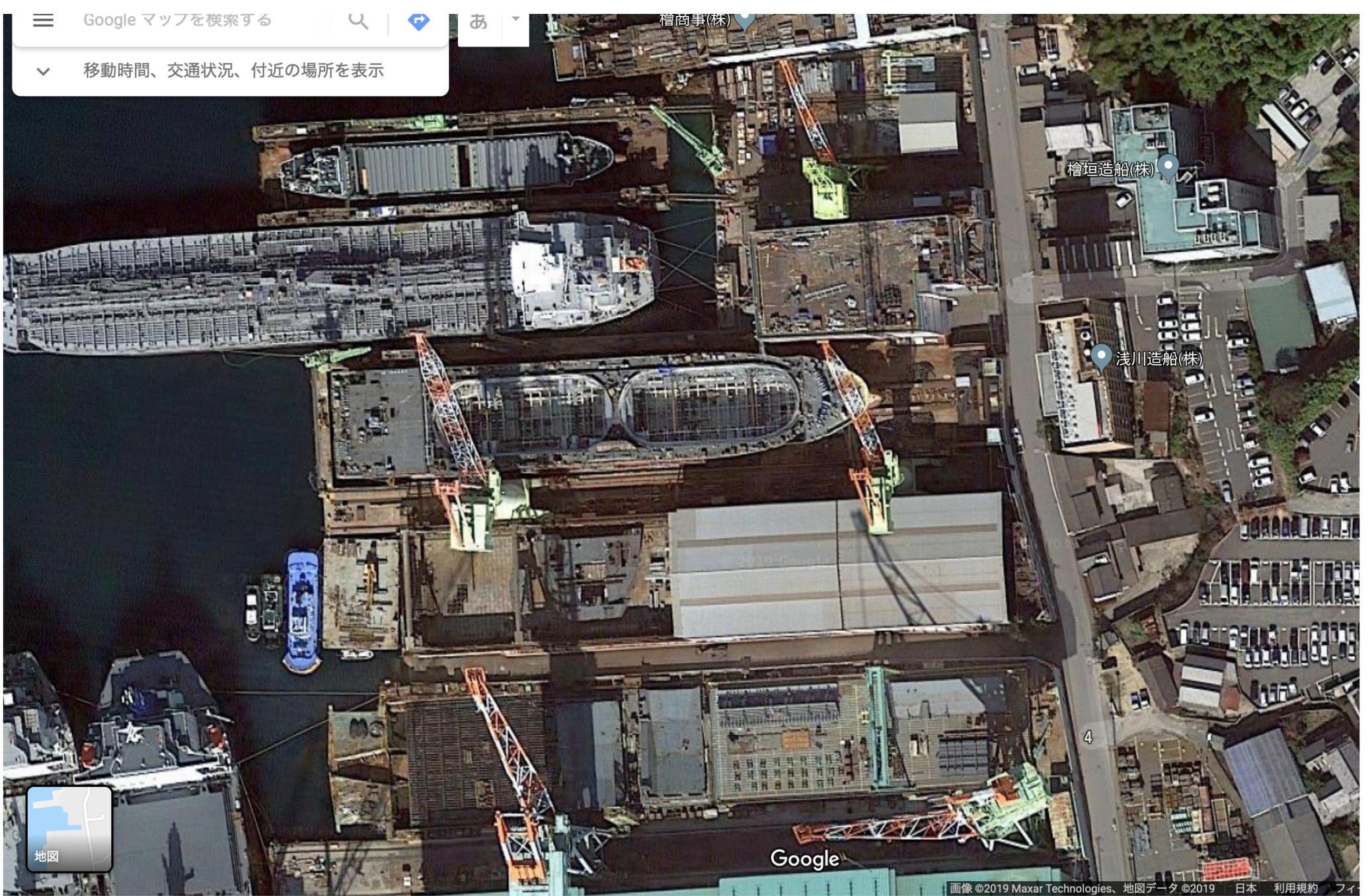


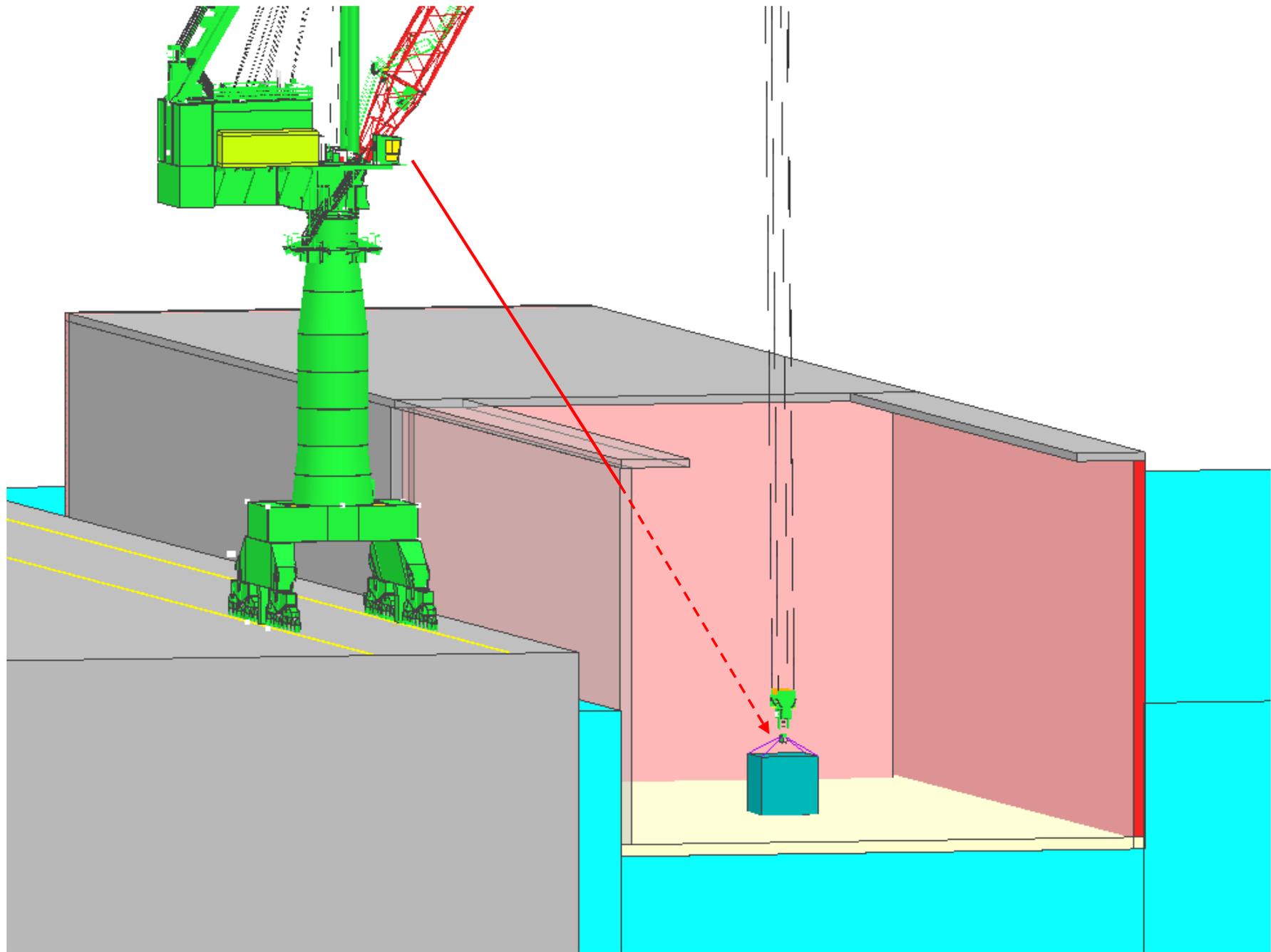














<https://www.dropbox.com/s/s6a9ts4o5ndenq5/20191204.pdf?dl=0>

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>