

5G・Local5Gの更なる普及への戦略提案

東京大学工学系研究科 教授
中尾彰宏

注)



スライド中のこのアイコン表示は個人的な戦略提案を意味します

前提：5Gは人類の基本的活動を支える「社会基盤」である

- 最近のモバイル情報通信に繋がる端末数が爆発的に増大しており、障害が大規模化[1][2]している
- 通話だけではなくありとあらゆる社会経済活動に支障が生じ、生命維持のリスクも生じている
- 5GからBeyond5Gに向けては**情報通信インフラが社会基盤として機能することは明らかである**
- **国家の重要社会基盤として5Gの普及展開は、国民の安全と安心を守るために必須であると認識すべき**
- **全てのステークホルダーが一丸となって5Gの普及に戦略的に取り組むべき**
- **5Gは無線・有線を含めたトータルのインフラの整備とユースケース支援を考えるべき**

[1]ZDNet Japan, “NTT ドコモ、通信障害で 6 つの原因と見解--復旧手順に認識のズレ,” <https://japan.zdnet.com/article/35179239/>, 2021.

[2]KDDI 株式会社, “7 月 2 日に発生した通信障害について,” <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2022/07/29/6183.html>, 2022.

5G普及展開の「3つの鍵」と「ステークホルダー」

1. 5Gのエリア展開の加速（通信事業者・政府視点）

- 公衆網5G（特にミリ波）は新たな割当方式を導入（新サービスの展開に応じた戦略的なエリア構築を可能とする条件付オークション）
- ローカル5Gの周波数拡大（特にミリ波NSAアンカーバンド）
- 公衆網5G・ローカル5Gとの設備共用の推進

2. 端末・チップ価格・ローカル5G基地局の低廉化と普及（基地局・端末・チップベンダー・政府視点）

- ミリ波SAチップの戦略的低廉化
- 普及型の5G端末やローカル5G基地局の研究開発投資

3. ユースケース 拡大（全ステークホルダー）

- 情報通信の民主化・ローカル5G実証事業へのさらなる投資拡大
- 「隣の芝が青く見える」戦略
- 大学キャンパス5G楽園リビングラボ構築

5G整備状況

- 全国の5G人口カバー率は、2022年3月末で93.2%。

※目標：2023年度末 95%、2025年度末 97%、2030年度末 99% 【デジタル田園都市国家インフラ整備計画（2022年3月）】

- 都道府県別の5G人口カバー率は、2022年3月末で全ての都道府県で70%を超えた。

※目標：2025年度末 各都道府県90%程度以上 【デジタル田園都市国家インフラ整備計画（2022年3月）】

全国の5G人口カバー率

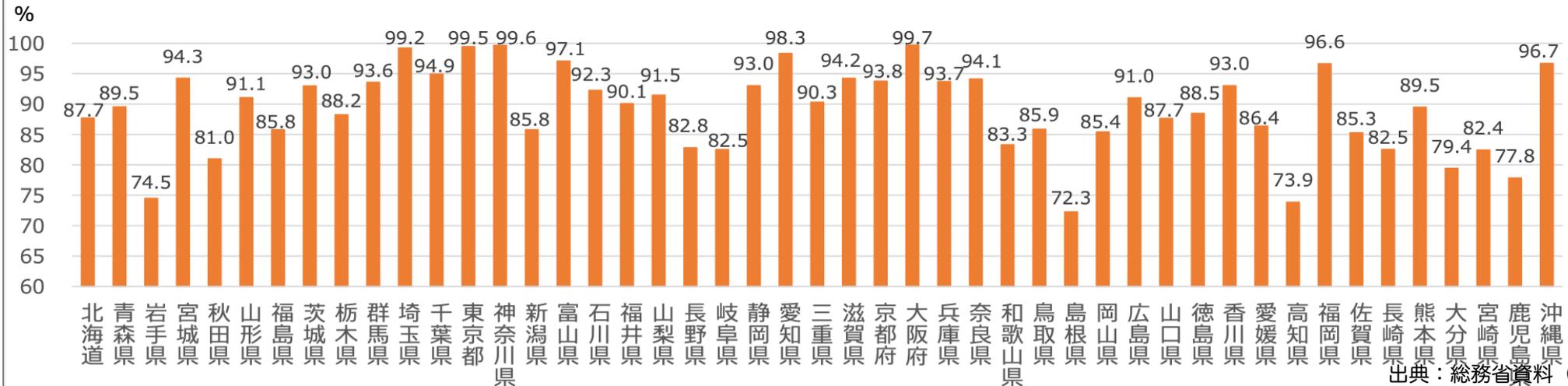
(2022年3月末)

93.2%

※ 携帯キャリア4者のエリアカバーを重ね合わせた数字
小数点第2位以下を四捨五入

都道府県別の5G人口カバー率

(2022年3月末)

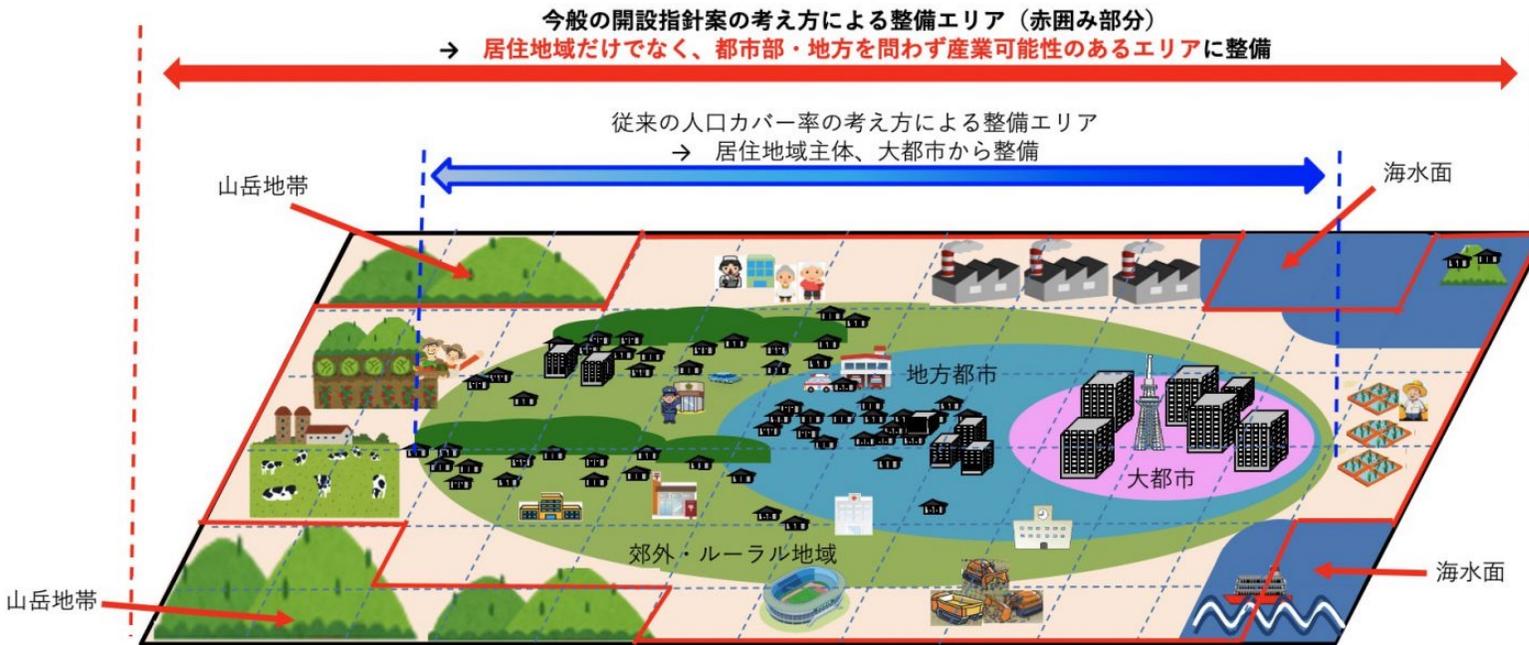


出典：総務省資料（許諾済み）

5G基盤展開率とは？

5Gではセンシングなど産業用途での活用や地域創生に利活用が期待されているため
人口カバー率から基盤展開率へと指標を変更

基盤展開率：全国を10km四方のメッシュに区切り、そのうち山岳地帯や海水面などを除いた事業可能性のある4500のメッシュに対して、その地域の基盤となる「5G高度特定基地局」を整備する割合



※ 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。

全国を10km四方のメッシュに区切り、都市部・地方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

- 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。(全国への展開可能制の確保)

- 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)

- 全国でできるだけ多くの基地局を開設する。(サービスの多様性の確保)

全国5G基盤展開率の現状

- 5G高度特定基地局を開設するメッシュ 4,374メッシュ
- 5G高度特定基地局を開設しないメッシュ 90メッシュ

※ ■ は、陸地がほとんどないエリア、山岳地帯、国立公園のメッシュ等



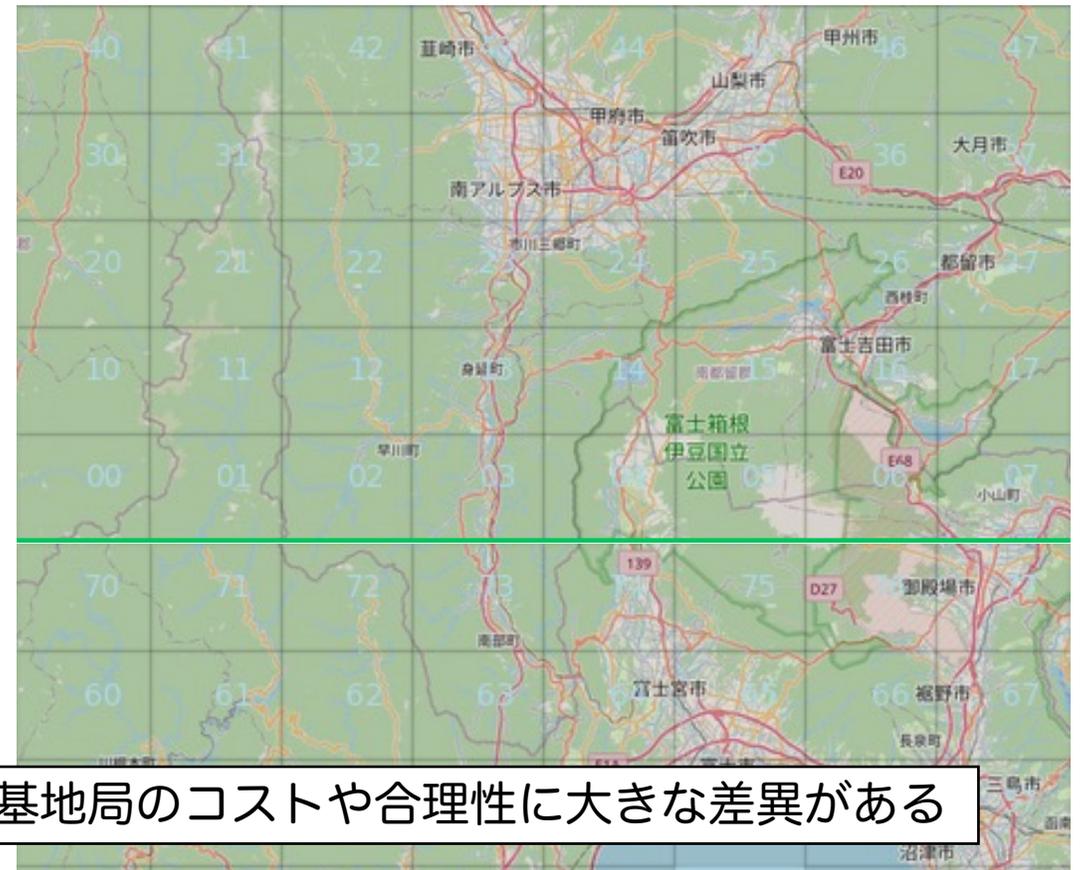
認定4者の計画をあわせると、2023年度末の5G基盤展開率は98.0%となり、日本全国の事業可能性のあるエリアほぼ全てに5G基盤が展開される。

全国2次メッシュ（約10km四方）の実際

東京都付近の2次メッシュ



山梨県富士山付近の2次メッシュ

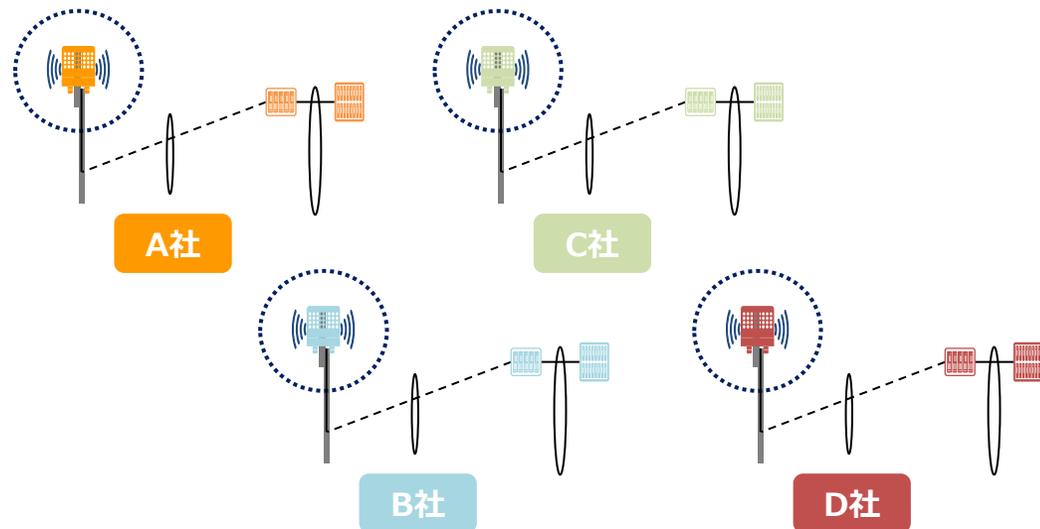


5G高度特定基地局の考え方は、電波伝播距離が大きくカバーエリアで「面」を作りやすいSub6ではある程度合理的かもしれないが、電波伝播距離が小さく「スポット」で利用が想定されるミリ波ではメッシュに優先度を付け、都市部の輻輳回避を優先し、長期的に地域もカバーするなどカバレッジ条件を緩和し、新サービスの展開に応じた戦略的なエリア構築を可能とする条件付オークションへの転換が必要。5Gは有無線統合で考えるべきで郊外はファイバー敷設のコストへの考慮も必要。

5 G 基地局設備共用の戦略展開（インセンティブ付与）

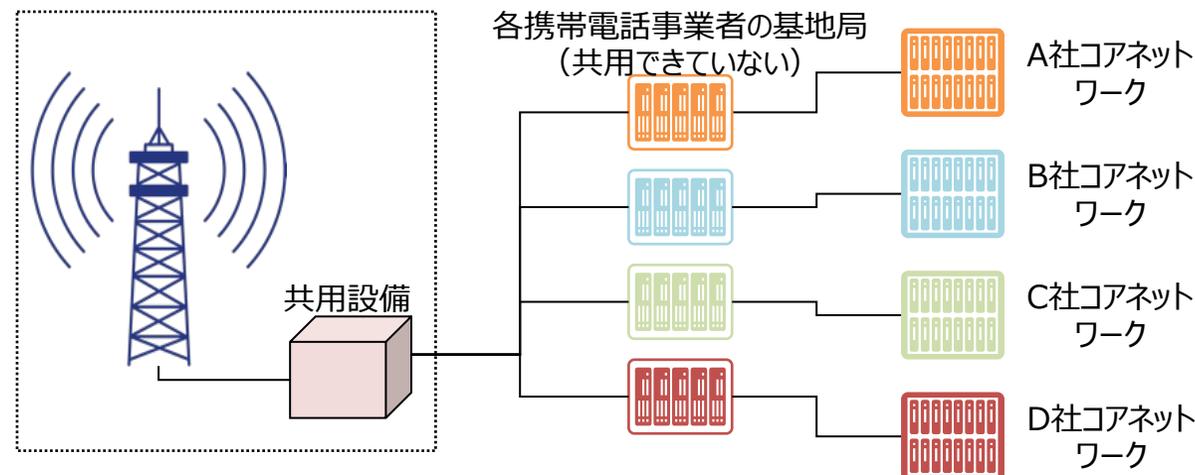
Before

【課題】4事業者の周波数を送信できる共同アンテナ及び4事業者の各端末と通信を行うための制御技術の開発が必要



After

【結果】共同アンテナ1台で、4事業者の周波数の送信等が可能



- ▶ 基地局を共用する場合には、一つの無線局で同時に発射する周波数が広がるため、無線局の共用には、対応する機器及び複数社分の電波を制御するための技術が必要。
- ▶ 広帯域な無線通信システムの構成技術、ネットワーク接続管理・制御技術の研究開発を行うことで、周波数利用効率の高い基地局の早期導入を図る。

- ローカル5Gと公衆網5Gの設備共用を推進
- ローカル5Gの敷設への支援（機器提供・インフラ提供）した場合のインセンティブ付与（地域へのローカル5G普及を促進した貢献に対するインセンティブなど）

「隣の芝が青く見える」戦略

- コストがかかるインフラ整備は、一朝一夕に全国展開は難しいことに留意
- 国民全員が、5G（ローカル5G）が重要社会基盤であること、旧世代からのGameChangeであることへの理解が必須



- 総務省ローカル5G実証事業は国民理解を促進する上で秀逸の施策の一つでさらなる投資が必須であるが「継続性」「常時性」を重視すべき
- 一般の方々に理解いただくために、「百聞は一見にしかず」で、普段、一般の方々が容易にアクセスできる場所に一極集中投資で「5G楽園」を創り、5Gのインフラ利用を常時実体験する機会を提供
- 5Gの素晴らしさをみた（隣の芝生が青く見えた）一般の方々（企業・自治体・大学）が自分の「庭」に5Gのインフラ整備をするための投資加速を期待

例えば、「大学キャンパス5Gリビングラボ構想」

DevShowcase@NakaoLab

中尾研究室実験室
(工学部3号館 235 室)



NAKAO LAB

- 次世代サイバーインフラの産学協創の「場」
- 学生教育のPBLに活用
ローカル5G (Sub6-SA)
本免許取得済み



キャンパス全体を
5G楽園リビングラボへ進化



中高生のための研究室オープンハウス開催 2022/11/3



情報通信の基礎、ローカル5G基地局、それをを用いる高精細映像モニタリング、画像解析による物体認識、水中ドローンや5Gをもちいた地域連携2件、LPWAを用いた地域の環境モニタリングなどを2.5時間にわたり紹介

「工学部のリアル2」同様に、情報通信に非常に興味を持っていただき質問が絶えませんでした！

「情報通信の民主化」によるユースケース拡大

現在、情報通信の基本的なサービスを提供する主体が多様化する
「情報通信の民主化 (Democratization)」が起こりつつあると考えられる。

“The action of making something accessible to everyone.”

つまり、情報通信の実現は全国通信事業者だけではなく、
すべての国民が主体となって基本的なサービスを提供できることを意味する
一般事業者、自治体、大学、などが最新の情報通信の運用主体となる可能性がある。

ローカル5Gでは、一般事業者が免許制の5G電波利用が可能になったことに大きな意義がある



ローカル5G周波数割当の拡大と実証事業投資の拡大、情報通信を「自分事」と捉えるステークホルダーを増やすことで、ユースケース拡大と周波数利用拡大を促進

Local5G オープンラボ@本郷キャンパス（中尾研究室）

ミリ波（n257）NSA ローカル5G基地局は、アンカーバンド(B41)がBWAと干渉するため地下で利用



ローカル5Gミリ波NSA基地局はアンカーバンドに対する考慮が必要。地下や閉空間に限定される場合も多い。
また、期待されているミリ波SAの端末は公衆網5G用であっても、現時点でほとんど市販がない。



- (1) ローカル5G用のミリ波NSA基地局には全国で使えるアンカーバンドを割り当てる
- (2) ミリ波SAの端末に利用する通信モジュールの低廉化に期待（チップベンダーの戦略的低廉化）

富士山で災害対策・減災活用を想定したローカル5Gシステムと衛星インターネットアクセスサービスを接続する技術実証に成功

報道発表 東京大学、山梨県富士山科学研究所が連携！

<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/press/pr2022-11-25-002>

<https://businessnetwork.jp/article/11789/>



山梨県富士山科学研究所
国際シンポジウム2022

参加費
無料

事前
申込み

同時
通訳付

どなたでもご参加いただけます



富士山地域DX

山岳観光と次世代通信

中尾 彰宏 (東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻 教授)

Matti Latva-aho (フィンランド・オウル大学工学部 教授)

齋藤 明光 (環境省 富士五湖管理官事務所 国立公園管理官)

竹澤 寛 (東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻 特任専門職員)

吉本 充宏 (山梨県富士山科学研究所 主幹研究員)

講演者

日時 2022.11.20日

13:30~16:30 (予定)

会場

zoomによる
オンライン開催

事前申込み制
11/10 (木) まで

▼お申込み
はこちらから



お申込み

QRコードまたは
研究所ホームページ

お問合せ

山梨県富士山科学研究所 広報・交流担当
☎0555-72-6201 ✉kouruu@mfri.pref.yamanashi.jp

最新情報は研究所ホームページをご覧ください。▶<https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/>

主催 山梨県富士山科学研究所

国際シンポジウム2022 プログラム

日時：2022年11月20日(日) 13:30~16:30 会場：zoomによるオンライン開催

司会進行：亀谷 伸子 (山梨県富士山科学研究所 研究員)

13:30~13:45 ▶ 開会の挨拶 入倉 由紀子 (山梨県知事政策局DX推進グループ DX推進監)
▶ 趣旨説明 本多 亮 (山梨県富士山科学研究所 主任研究員)

13:45~14:00 ▶ 講演1) 「富士箱根伊豆国立公園の観光利用が抱える課題」
齋藤 明光 (環境省 富士五湖管理官事務所 国立公園管理官)

14:00~14:15 ▶ 講演2) 「富士山の火山防災における課題」
吉本 充宏 (山梨県富士山科学研究所 主幹研究員)

14:15~14:30 ▶ 講演3) 「富士山の通信実証から見えた課題」
竹澤 寛 (東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻 特任専門職員)

休憩

14:45-15:35 ▶ 講演4) 「社会に貢献する5Gと次世代通信」
Matti Latva-aho (フィンランド・オウル大学工学部 教授)

15:35-16:25 ▶ 講演5) 「富士山DXへの提言」
中尾 彰宏 (東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻 教授)

16:25~16:30 ▶ 閉会の挨拶 藤井 敏嗣 (山梨県富士山科学研究所 所長)

岩手県との情報学・情報通信技術に係る技術交流及び学术交流のための連携協定締結式

2022/3/14 オンライン記者発表@東大・岩手

“ローカル5G”活用の連携協定 岩手県と東京大学<盛岡市>

3/15(火) 12:47 配信



MIT 岩手めんこいテレビ



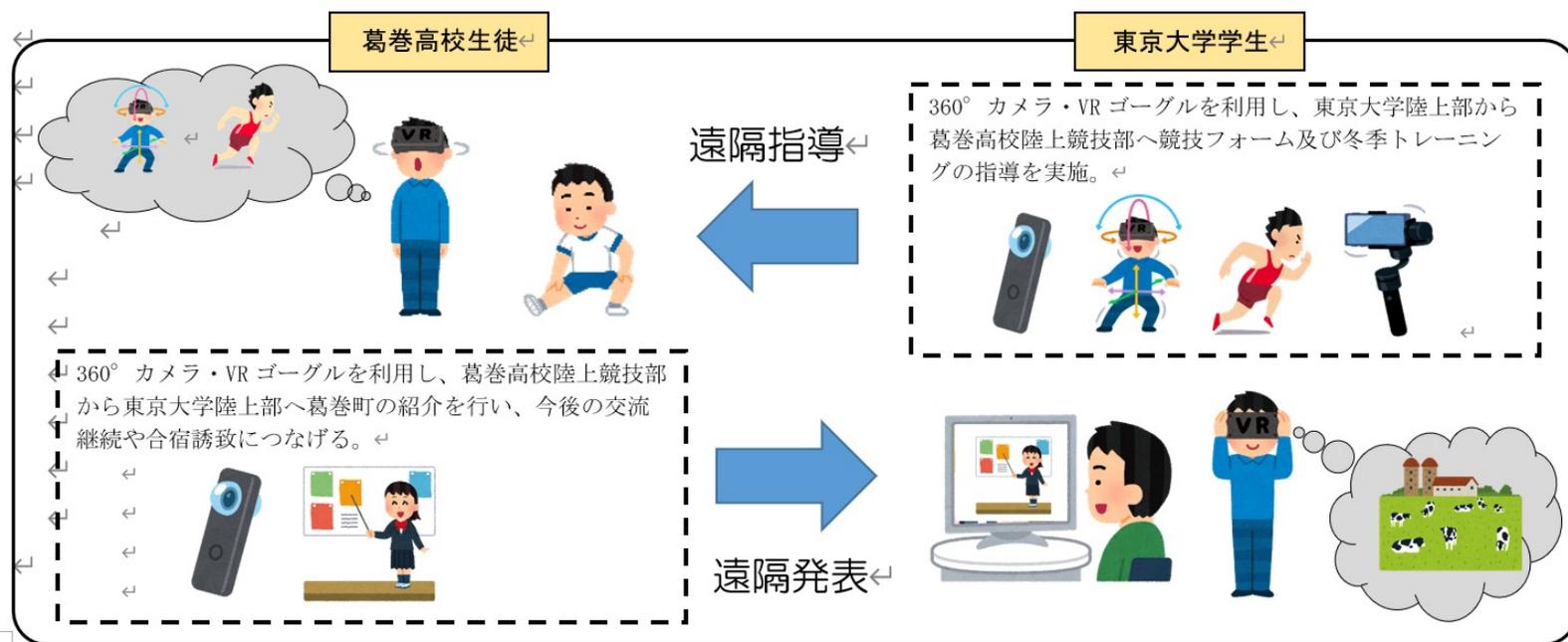
葛巻高校陸上部と東大陸上部の交流 遠隔コーチング

□ーカル5 G等を活用した地域課題解決岩手モデル構築実証

(東京大学陸上運動部と葛巻高校陸上競技部の遠隔交流) 令和4年3月3日(木)

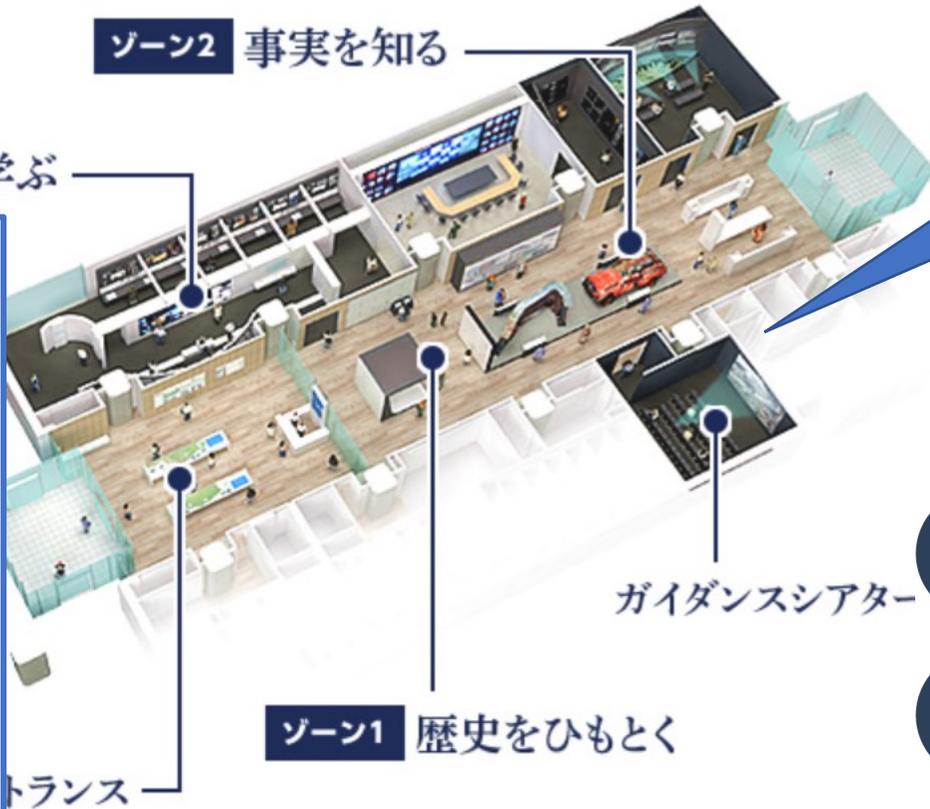
□ーカル5 G/5G活用の大学生、高校生の遠隔交流

- ・東京大学陸上運動部による遠隔陸上競技指導
- ・葛巻高校の魅力発表



東日本大震災津波伝承館へのローカル5G整備

ゾーン1~3をローカル5Gエリア化



東京大学発ベンチャーのローカル5G基地局を整備

可搬性  5Gシステムに必要な要素すべてを1つの汎用サーバに実装し、可搬性を実現

省エネ  消費電力150W以下、市販のポータブル電源等で稼働可能

準同期対応  ソフトウェア実装で無線部分のカスタマイズ性が高く3つのTDD準同期パターンにも対応

【東日本大震災津波伝承館について】

◎どんな施設?

先人の英知に学び、東日本大震災津波の事実と教訓を世界中の人々と共有し、自然災害に強い社会を一緒に実現することを目指します。

そして、東日本大震災津波を乗り越えて進む姿を、支援への感謝とともに発信していきます。



令和3年度総務省「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」

8件

ローカル5G
普及研究会
採択案件数

実証件名	代表機関	主たる実施地域
中山間地域でのEVロボット遠隔制御等による果樹栽培支援に向けたローカル5Gの技術的条件及び利活用に関する調査検討 ^{※1}	東日本電信電話株式会社	北海道浦臼町
フリーストール牛舎での個体管理作業の効率化に向けた実証事業 ^{※1}	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所	北海道常呂郡訓子府町
ローカル5Gを活用した遠隔型自動運転バス社会実装事業	一般社団法人 ICTまちづくり共通プラットフォーム推進機構	群馬県前橋市
新型コロナからの経済復興に向けたローカル5Gを活用したイチゴ栽培の知能化・自動化の実現 ^{※1}	東日本電信電話株式会社	埼玉県深谷市
道路における災害時の被災状況確認の迅速化および平常時の管理・運営の高度化に向けた実証	中央復建コンサルタンツ株式会社	埼玉県越谷市
空港における遠隔監視型自動運転に向けた通信冗長化設計による映像監視技術の実現	東日本電信電話株式会社	千葉県成田市
スタジアムにおけるローカル5G技術を活用した自由視点映像サービス等新たなビジネスの社会実装	三菱電機株式会社	東京都文京区
ローカル5Gを活用した鉄道駅における線路巡視業務・運転支援業務の高度化	住友商事株式会社	東京都目黒区
ローカル5GとAI技術を用いた鉄道駅における車両監視の高度化	京浜急行電鉄株式会社	東京都大田区
ローカル5Gネットワーク網を活用したコンサート空間内におけるワイヤレス映像撮影システムの構築	株式会社stu	東京都渋谷区
大型複合国際会議施設におけるポストコロナを見据えた遠隔監視等による安心・安全なイベントの開催	株式会社野村総合研究所	神奈川県横浜市
5G及びデータフュージョンによる熟練溶接士の技能の見える化及び遠隔指導の実証	PwCコンサルティング合同会社	神奈川県横浜市
大都市病院における視覚情報共有・AI解析等を活用したオペレーション向上による医療提供体制の充実・強化の実現	トランスコスモス株式会社	神奈川県川崎市

令和3年度総務省「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」

6件

ローカル5G
普及研究会
採択案件数

ローカル5Gを活用した山間部林業現場での生産性向上および安全性向上のための実用化モデル検証	となみ衛星通信テレビ株式会社	富山県南砺市
富士山地域DX「安全・安心観光情報システム」の実現	NPO法人中央コリドー情報通信研究所	山梨県富士吉田市
ローカル5Gを活用した高速道路トンネル内メンテナンス作業の効率・安全性向上に関する開発実証	株式会社協和エクシオ	岐阜県美濃市
ローカル5Gを活用した操船支援情報の提供および映像監視による港湾内安全管理の取組み	株式会社ZTV	三重県鳥羽市
港湾・コンテナターミナル業務の遠隔操作等による業務効率化・生産性向上の実現	西日本電信電話株式会社	大阪府大阪市
高速道路上空の土木建設現場における、安全管理のDX化に求められる超高精細映像転送システムの実現	清水建設株式会社	大阪府高槻市
スマートシティにおける移動体搭載カメラ・AI画像認識による見守りの高度化	株式会社長大	奈良県三郷町
プラントの遠隔監視によるガス漏れ等設備異常の効率的検知の実現	広島ガス株式会社	広島県廿日市市
中小企業における地域共有型ローカル5GシステムによるAI異常検知等の実証(ユタカ社工場) ^{※2}	株式会社愛媛CATV	愛媛県松山市
中小企業における地域共有型ローカル5GシステムによるAI異常検知等の実証(ツウテック社工場) ^{※2}	株式会社愛媛CATV	愛媛県東温市
共生社会を見据えた障がい者スポーツにおけるリモートコーチングの実現	株式会社電通九州	福岡県田川市
ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現	株式会社正興電機製作所	長崎県壱岐市
ローカル5Gを活用した災害時におけるテレビ放送の応急復旧	株式会社地域ワイヤレスジャパン	沖縄県浦添市

5G普及展開の「3つの鍵」と「ステークホルダー」

1. 5Gのエリア展開の加速（通信事業者・政府視点）

- 公衆網5G（特にミリ波）は新たな割当方式を導入（新サービスの展開に応じた戦略的なエリア構築を可能とする条件付オークション）
- ローカル5Gの周波数拡大（特にミリ波NSAアンカーバンド）
- 公衆網5G・ローカル5Gとの設備共用の推進

2. 端末・チップ価格・ローカル5G基地局の低廉化と普及 （基地局・端末・チップベンダー・政府視点）

- ミリ波SAチップの戦略的低廉化
- 普及型の5G端末やローカル5G基地局の研究開発投資

3. ユースケース 拡大（全ステークホルダー）

- 情報通信の民主化・ローカル5G実証事業へのさらなる投資拡大
- 「隣の芝が青く見える」戦略
- 大学キャンパス5G楽園リビングラボ構築