



NAKAO LAB

# ユーザと共に創る Local 5G 社会実装

2025/10/15

東京大学大学院工学系研究科  
中尾研究室  
竹澤 寛

「情報通信・情報科学」の学術に基づき  
「未来社会を支える次世代サイバーインフラの創成」に取り組んでいます

東京大学大学院工学系研究科 教授 中尾彰宏



★なぜ次世代サイバーインフラは重要なのか？

最近の大規模な通信障害で我が国の社会経済活動に大きな支障が出たことは記憶に新しいでしょう。

社会経済活動や生命の維持のために情報通信を基礎とするサイバー世界を支えるインフラ「次世代サイバーインフラ」が重要です。これからの国家の命運を左右する「人類のライフライン（生命線）の研究開発」と言っても良いでしょう。

★どんな技術が必要なのか？

(サイバーとは、コンピュータやそのネットワークに関するという意味)

大容量・超低遅延・超多数接続に加えて、低消費電力、安全性（量子通信）、拡張性（宇宙・海洋）、自律性（機械学習・AI）などの通信の特徴を飛躍的に進化させる次世代の情報通信技術（Beyond5G/6G、ローカル5Gなど）が必要です。

★例えば、どんな価値を創造するのか？



超臨場感通信

物理的な移動制約を解消し  
その場にいるような臨場感を与えます



国土の通信カバー率100%へ

現在の通信カバー率は70%  
残り30%の不感地帯で生命維持に支障  
端末が直接、低軌道衛星に繋がる通信を提供

ローカル5Gのフィールド実証



安全・安心な地域社会

今まで通信が脆弱で遭難者続出している  
富士山地域にローカル5Gを導入し生命維持  
技術の社会受容性をたしかめながら  
地域創生から社会経済の底上げを実現



AIによる堅牢ライフライン

柔軟にプログラム可能な通信機器  
計算と通信を融合させて  
AIを用いて障害予測・自動回復

★グローバルで研究活動を推進

人類にとって情報通信がもたらす「価値」はグローバルで共通。価値を創造する知恵を得るために国際連携を積極的に進めます。 2

# 国際連携、产学研官連携プロジェクトを推進

## 委託研究

- NICT 繼続的進化を可能とするB5G IoT SoC及びIoTソリューション構築プラットホーム
- NICT HARMONY: クロスレイヤ/マルチドメイン AI 統合による 6G モバイルシステム最適化の研究開発
- NEDO : ポスト5G情報通信システムの開発国内産業発展を加速するローカル5G基地局の省エネ化及び可搬性向上に向けた開発

## 国際連携

- 先端国際共同研究推進事業 「トップ研究者のためのASPIRE」(2024-2029)

## 社会連携講座

- 企業 5社との大型共同研究講座 (NEC, NTT東日本, NTT, 京セラ, 首都高速, NEC ネッツエスアイ)

## 地方自治体

- 広島県 「課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」
- 山梨県 「富士山地域DX 安全安心観光情報システム」
- 愛媛県 (今治市) 「市民大学講座」

## 企業共同研究

- 10社以上

# 产学連携社会実装の成果: ローカル5Gを容易に展開可能な一体型小型5G基地局



東京大学、NECグループ  
ローカル5G 可搬・自律運用可能な通信ソリューションを開発



商用化

NECグループより  
販売・フィールド展開中

2024 Interop にて  
**Best of Show Award** グランプリ受賞  
さまざまな現場で実装に向けて実証が加速



- ローカル5G爆発的普及の救世主
- オールインワン・コア一体型 ローカル5Gシステム
- 国産：安全保障の確保
- 小型ながら高品質：TDD2、3に対応し、アップリンク 700Mbps以上  
多接続500台以上
- Release17 RedCap (Reduced Capability) 低成本・低消費電力の中性能5G端末対応

<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/press/pr2023-03-31-001>

[https://f2ff.jp/2024/interop/award/winner/?\\_ga=2.150817460.364030637.1718167308-839236177.1717590680](https://f2ff.jp/2024/interop/award/winner/?_ga=2.150817460.364030637.1718167308-839236177.1717590680)

## ■特徴

- ローカル5Gの基地局・5Gコア・MECを一体化
- ソフトウェアベース、迅速に機能アップデートが可能
- 省スペース・低消費電力
  - 出力 : 1 W × 4 Port
  - サイズ : (幅) 130×(高さ) 189×(奥行) 357mm
  - 重量 : 約6.2 kg
  - 消費電力 : 約90W AC100V
  - 準同期方式に対応(TDD1/2/3)

# ローカル5G: ユーザ主導による次世代通信ユースケース探索の主要要素

## ①【ユーザ主導と社会実装】

### ・ユーザ主導によるユースケースの探索

ユーザが自らの課題・価値創出視点からユースケースを定義・検証する取り組み。

### ・ユーザ自身の手によるネットワーク運用管理

エンドユーザがネットワーク構成や性能を自律的に最適化できる環境。

### ・API連携による価値創出の経済圏

APIを通じて通信機能やデータを共有し、企業・自治体・個人が新しい価値を共創する仕組み。

## ②【レジリエント・セキュアな基盤】

### ・レジリエンス(強靭性)

災害や障害に強く、迅速な復旧が可能な社会インフラ。

### ・免許(ライセンス)帯域の活用

安定した品質・セキュリティを担保する専用通信帯域の利用。

### ・専用周波数帯

産業・公共用途に特化した高信頼通信環境。

### ・運用セキュリティ

現場・ユーザ自身による安全な運用と情報保護体制の確立。

## ③【AIと最適化による高度化】

### ・AI統合型RAN(AI-RAN)

無線アクセスネットワークにAIを統合し、動的最適化と自律運用を実現。

### ・アップリンク最適化

映像・センサデータなどの上り通信を効率化し、遅延・品質を改善。TDD2、3の制度化に期待。

### ・クロスレイヤシグナリング(階層横断的制御連携)

無線・ネットワーク・アプリ層を統合制御し、総合的な性能向上を図る。

## ④【標準化・未来への展開】

### ・6G標準化へつながるカスタマイズ

現場発の要求を標準化に反映し、6G時代の社会実装型通信を形成。



# WX推進戦略アクションプラン



ローカル5G普及に関する  
重要なアクション

陸・海・空・宇宙など

あらゆる空間における電波利用の急拡大への対応

Rapid expansion

<どこでも使えるように>

## 5Gインフラ整備の推進

- 「5Gならでは」の通信を実感してもらうための5Gの新しい整備目標を設定

## NTN等の実現に向けた制度整備

- 2024年内を目指し、携帯電話と衛星の直接通信の技術基準等を整備
- HAPS(上空の基地局)の2026年導入に向け、2025年度内に制度整備
- ローカル5G等の上空・海上利用のための制度整備を2024年度から順次実施

## 電波産業の活性化

- 電波を宇宙空間で積極的に受信する場合など、IoTの宇宙利用における制度的な課題の把握を速やかに実施
- 地域の多様なユースケースに対応するための地域BWA・ローカル5G等の活性化方策について速やかに検討、順次実施

デジタルビジネス拡大の源泉となる電波の適正な利用を確保するための電波利用料制度

- 電波利用料の料額や電波利用共益事務の見直しに関する法案を早期に国会に提出

re-Allocation

<手軽に使えるように>

## 電波利用拡大に向けた免許制度

- 混信防止を担保しつつ、ローカル5G等の手続が簡素化等された新たな免許制度を速やかに検討・整備
- より簡易な手續で取得可能な資格創設を速やかに検討
- 技術基準への適合性担保のための仕組みの簡素化等を速やかに検討

## 社会実装も見据えた研究開発等の推進

- 手續が簡素化された新たな実験試験局のための制度改正を2025年度内を目指し実施

## デジタル技術活用による手続効率化

- 電子申請等の段階的な義務化とともに、電子免許状等を導入するための制度整備を速やかに実施

周波数ひっ迫の中で需要が急増する

電波の柔軟な利用のための移行・再編・共用

<スピーディーに使えるように>

## 周波数移行・再編の加速

- 国が主体となる周波数移行・再編の新たなスキームを2025年内に導入
- 高周波数帯における条件付オークションの導入を目指し、関連法案を早期に国会に提出

## 周波数共用・調整の促進

- 運用調整機関の活用による干渉調整を実施しやすくする方策を速やかに検討
- AFC(周波数調整の自動化)の検討を進め、無線LANの周波数拡張に向けた技術的条件を2025年度中を目標にとりまとめ

Dependable/  
Reliable

インフラとしてのワイヤレスネットワークを  
安全・安心に、安定して利用できる環境の整備

<いつでも使えるように>

## 自然災害への対応

- 携帯電話基地局の耐災害性強化策を速やかに検討
- 災害対策用移動通信機器の更なる整備及びその貸出し体制の拡充に向けた検討を2024年度内に開始

## 電波の適正利用の推進

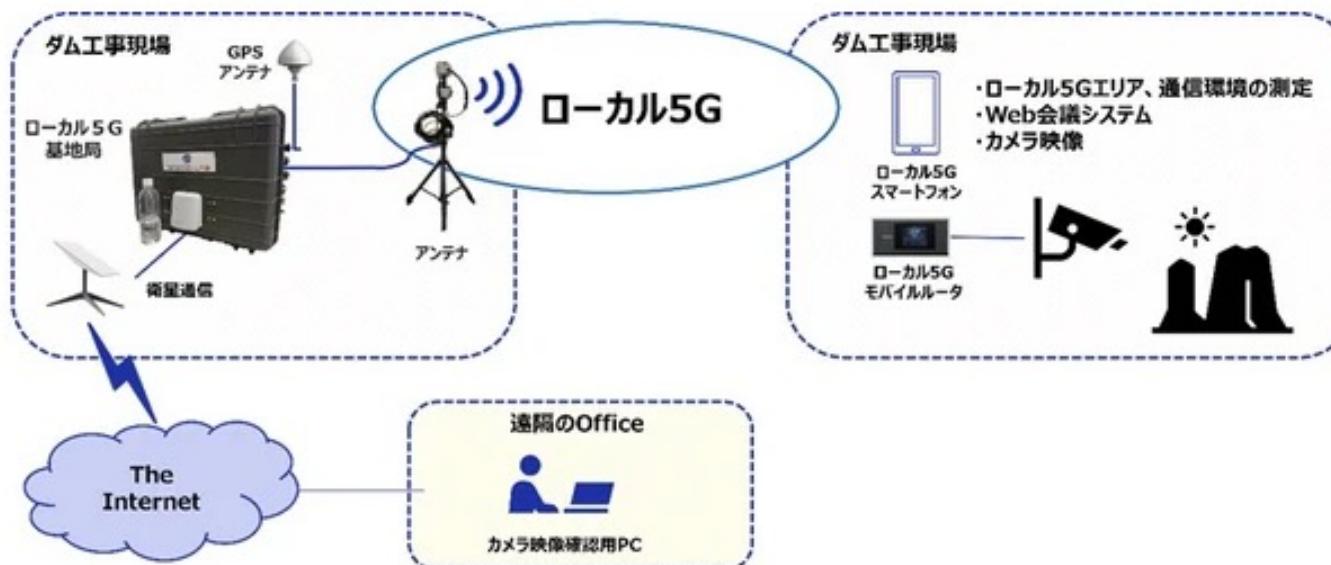
- 意図せず発射される混信等の増加に対応するため、2025年度にかけて移動監視の在り方に関する調査検討を実施
- 水上の構造物等による重要無線通信の遮断を防ぐための制度整備を2024年度内に検討し、速やかに実施

spectrum user fee  
① income/② outlay



## <東京大学、安藤ハザマが連携> 山岳エリアのダム建設現場においてDX推進を目的とする ローカル5Gと衛星通信連接の実証に成功

国立大学法人東京大学大学院工学系研究科（所在地：東京都文京区、研究科長 加藤 泰浩、同研究科中尾研究室教授 中尾 彰宏、以下「東京大学」）、株式会社 安藤・間（本社：東京都港区、代表取締役社長 国谷 一彦、以下「安藤ハザマ」）は両者の共同研究契約に基づき、2023年10月19日、山岳エリアのダム建設現場において、遠隔臨場、工事関係者間の円滑なコミュニケーションなどの現場の効率的な安全管理や施工管理に、DXを推進することを目的としたローカル5Gシステムと低軌道衛星回線の連接ネットワークの実証に成功いたしました。



本実証実験におけるネットワークの接続構成（イメージ）

通信環境が脆弱なダム工事現場において工事進捗管理、安全管理等の観点でDX化





→L5Gアンテナ

L5G基地局↓

↓スターリング

L5Gとスターリングの場所



L5Gエリア測定  
のヒートマップ

暖色系が電波が  
強いエリア



↑測定のスループット  
ダウンロード255Mbps  
アップロード109Mbps



# 東京大学、山梨県富士山科学研究所、山梨県警が連携 富士山 5合目で噴火を想定した初動対応訓練を実施

2024年6月4日

## 訓練の目的

富士山開山期間中は、5合目以上に多数の登山客や観光客が訪れており「噴火の兆候が認められた場合」や「噴火した場合」は、住民を含む大勢の人命を守るために、迅速かつ適切に避難誘導する必要がある。そのため、開山期を前に富士山5合目、6合目において、登山者、観光客を対象とした実践的な避難誘導等の初動対応訓練を関係機関と連携して実施し、夏山シーズンに噴火の兆候が見られた場合における事態対処能力の向上を図る。



## 富士山地域における情報通信インフラの脆弱性

- 富士山は観光地のため登山客が多く、また、遭難者が多い場所にも関わらず通信インフラが不十分
- ・普段の登山者の安全対策かつ、噴火や遭難等の緊急時に迅速に展開できる通信インフラが必要
  - ・緊急時に迅速に対応するため、リアルタイムに映像音声での情報伝達が可能な大容量通信が必要

# 訓練から見えた課題

## ①自営網によるインフラ冗長化の有用性

訓練当日は悪天候の影響で既設のFWAを使用した通信が不通となり、バギーに搭載の衛星通信を利用することで訓練を続行した。今回発生した悪天候による通信障害は、1つは有線の重要性と、もう1つは重要拠点におけるプライベート回線や冗長性の重要性を示唆する。

## ②フェーズフリーなデジタルシステムの活用

Web会議ツール等を現場に持ち込んだ初めての訓練であった。迅速な展開性、運用性の観点で、定期的な訓練実施による、リアルタイム情報伝達の習熟度向上が必要である。



注1：本実証は、2021年6月3日に東京大学大学院工学系研究科と山梨県の間で締結された、富士山の火山防災対策に関する連携協定、およびNGCI（注2）の活動として2024年6月4日に実施。

注2：NGCI次世代サイバーインフラ連携研究機構

東京大学が発足した研究機構。サイバー空間を現実世界（フィジカル空間）と一体化させる知識集約型社会のバックボーンとして中核的な役割を担う5G/beyond5Gをはじめとする次世代サイバーインフラ実現のための連携研究に取り組み。

# 噴火災害発生時における ドローンの運用の構想図

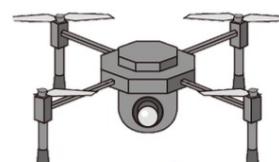
緊急用務空域



消防・警察  
ヘリコプター



人的被害の及ぶ範囲



ドローン

噴煙

噴石

火碎流

溶岩流

噴火口周辺・流下方向

前線基地

<8 km

映像伝達

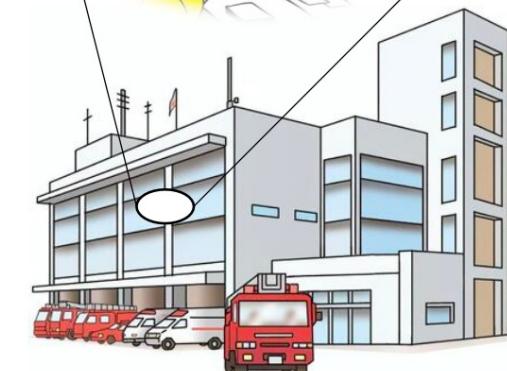
ローカル  
5G

現地対策本部



スター・リンク

状況把握  
指示・発令



災害対策本部

# 災害対策・減災活用を想定したローカル5G × NTN × ドローン

河北新報 ONLINE 2024年11月16日-17日

孤立地区を救え 石巻でも災害対応訓練「みちのくアラート」 陸自東北方面隊

2024年11月17日 12:00

石巻かほく



海自の揚陸艇から大型重機を陸揚げする訓練=16日前午前10時30分ごろ、石巻市渡波長浜

<https://kahoku.news/articles/20241116khn000037.html>

© 2025 Akihiro NAKAO, All Rights Reserved.

報道関係各位

2024年11月19日

株式会社 FLARE SYSTEMS



## FLARE SYSTEMS、「みちのくALERT 2024」に参加し 大規模災害時の救援活動を支援するシステムのデモを実施

株式会社 FLARE SYSTEMS（フレアシステムズ）（代表取締役：中川貴之、本社：東京都文京区、以下「FLARE SYSTEMS」）は、「みちのく ALERT 2024（宮城県）」（注1、以下「みちのく ALERT」）に参加し、ローカル 5G を活用した災害時の応急救援活動を支援するシステムのデモンストレーションを実施しました。



ローカル5G・衛星通信による災害時の自営ネットワーク、  
ドローンによる映像取得、リアルタイム映像伝送により

災害時の円滑な救援活動を支援

指揮所への映像伝送

災害時の自営ネットワーク

孤立地帯での映像取得



# ローカル5Gを含む次世代通信技術とアバター技術を活用した 「遠隔区民サービス：窓口DXの推進」の実証を産官学連携で実施

大田区本庁舎内だけでなく千束特別出張所にもnewmeを配置し、一拠点から複数箇所のnewmeを遠隔操作して「遠隔区民サービス」の実証を行います。

1名のオペレーターが遠隔で複数拠点の行政窓口業務を担うことで、区内業務DX化と窓口サービスの満足度向上を検証します。オペレーターは「newme」を切り替えながら、窓口案内やフロアマネージャー業務を担当することで、混雑状況に応じた柔軟な対応や、少人数による複数拠点運営の有効性を検証します。



日程：	<b>2025年10月20日～11月14日</b> ※予定 ※千束特別出張所での実証は10月27日開始
アバター設置場所：	大田区役所本庁舎と千束特別出張所の2ヶ所（東京都大田区）
アバター操作場所：	avatarin(株)オフィス（東京都中央区）
実施内容：	1名のオペレーターが複数拠点の「newme」を切り替えて、フロアマネージャー業務（窓口案内、手続きサポート、問い合わせ対応）を実施
期待される効果：	区内業務DX化 窓口サービスの満足度の向上 行政業務における新たなBPOモデル構築

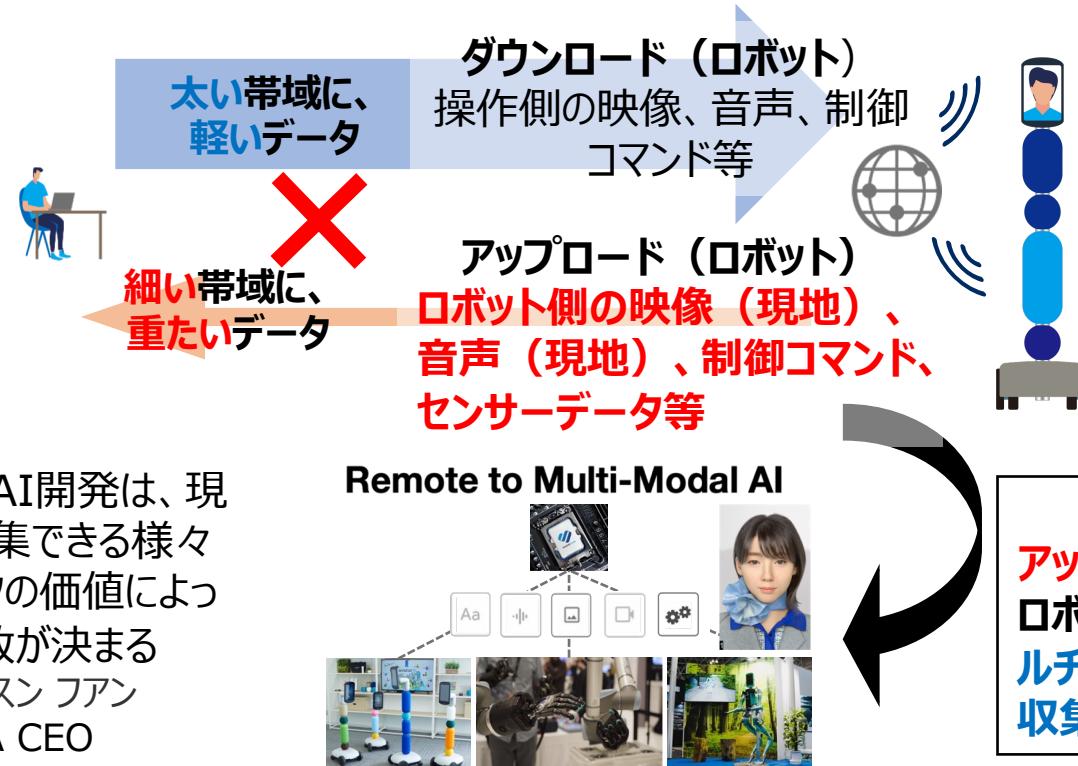
# 通信インフラの課題と期待

現状の通信インフラは、一般ユーザーに合わせて、下り回線を重視した運用。そのため、上りの回線速度が重視されるロボットのサービス運用や今後の技術開発（特にAI向けのデータ収集）に関して課題がある状態。

## 操作側



## 通信



## ロボット側



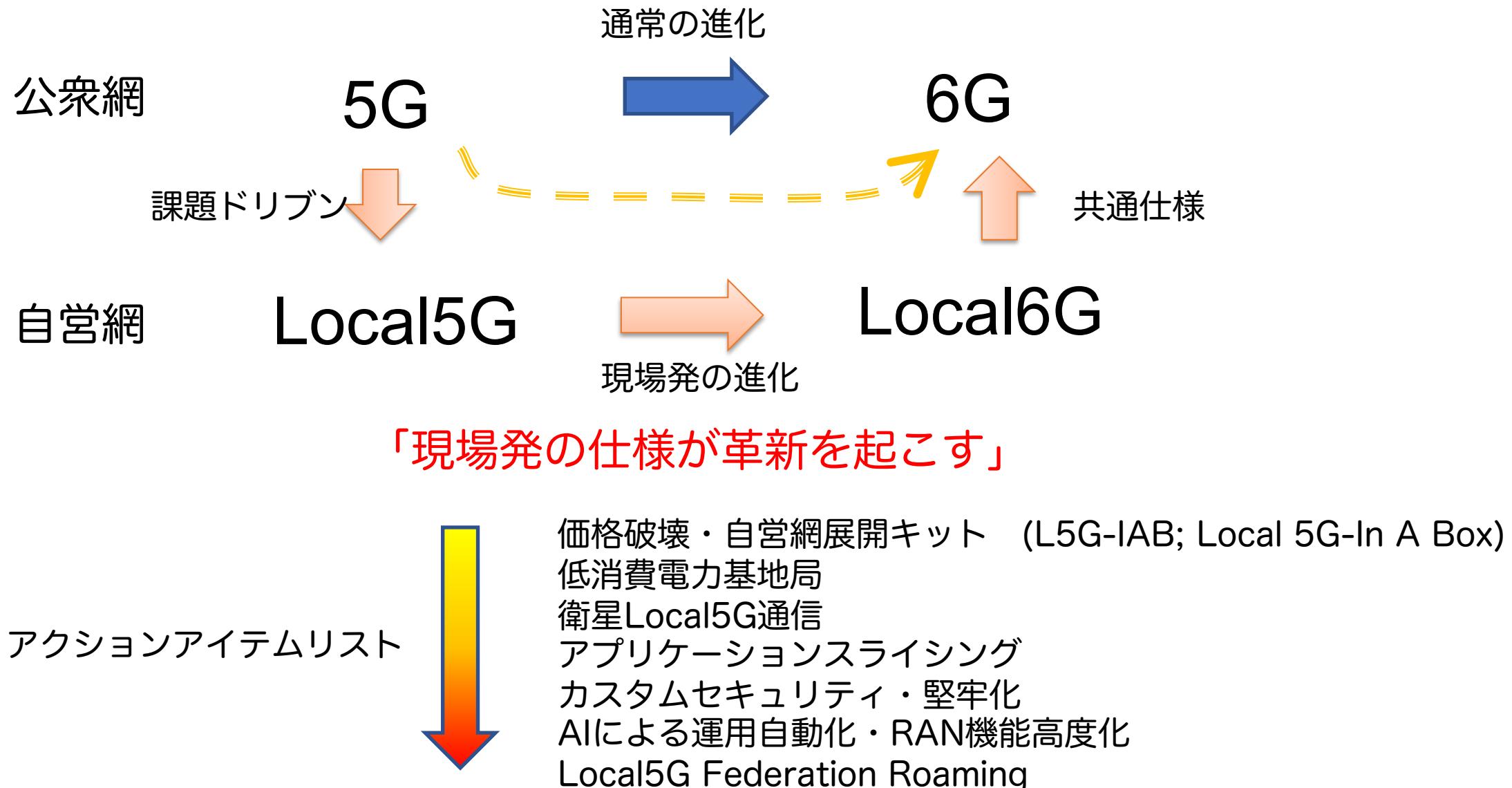
今後のAI開発は、現場で収集できる様々なデータの価値によって、勝敗が決まる  
←ジェンスン フアン  
NVIDIA CEO

**通信の課題**  
アップロードの回線速度不足しているため、  
ロボットが安定して稼働できない。また、マルチモーダルAIの開発に必要なデータが、  
収集しづらい状態となっている。

人が多い場所でアバターロボットを運用する場合においては、  
ローカル5Gの運用（同期・準同期・非同期）が極めて有用



# 6Gは「情報通信の民主化」Local6G から始まる



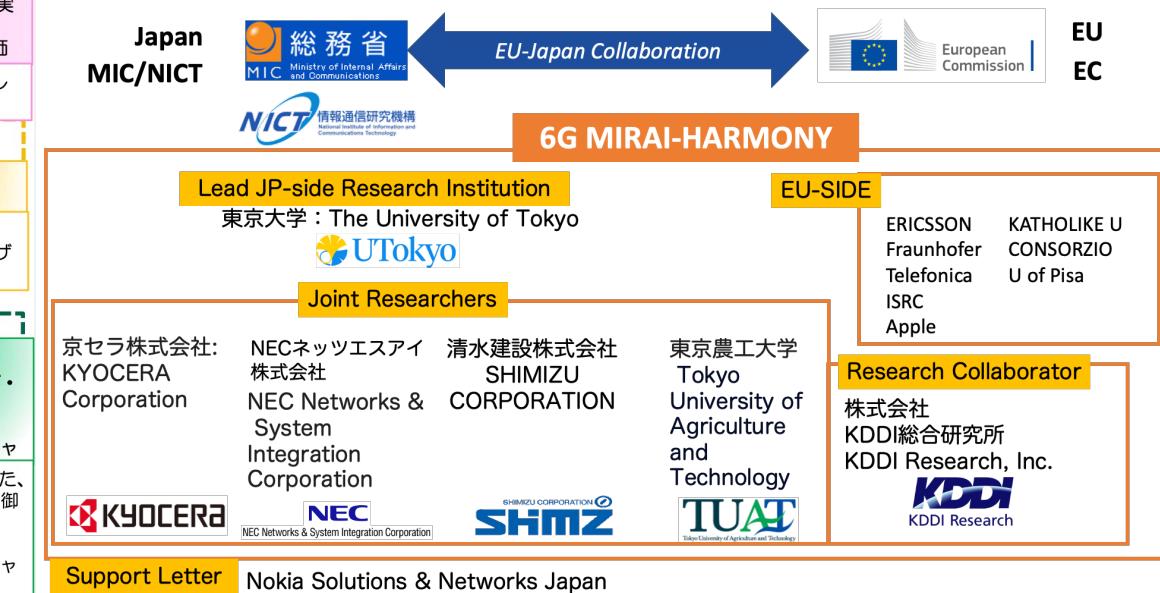
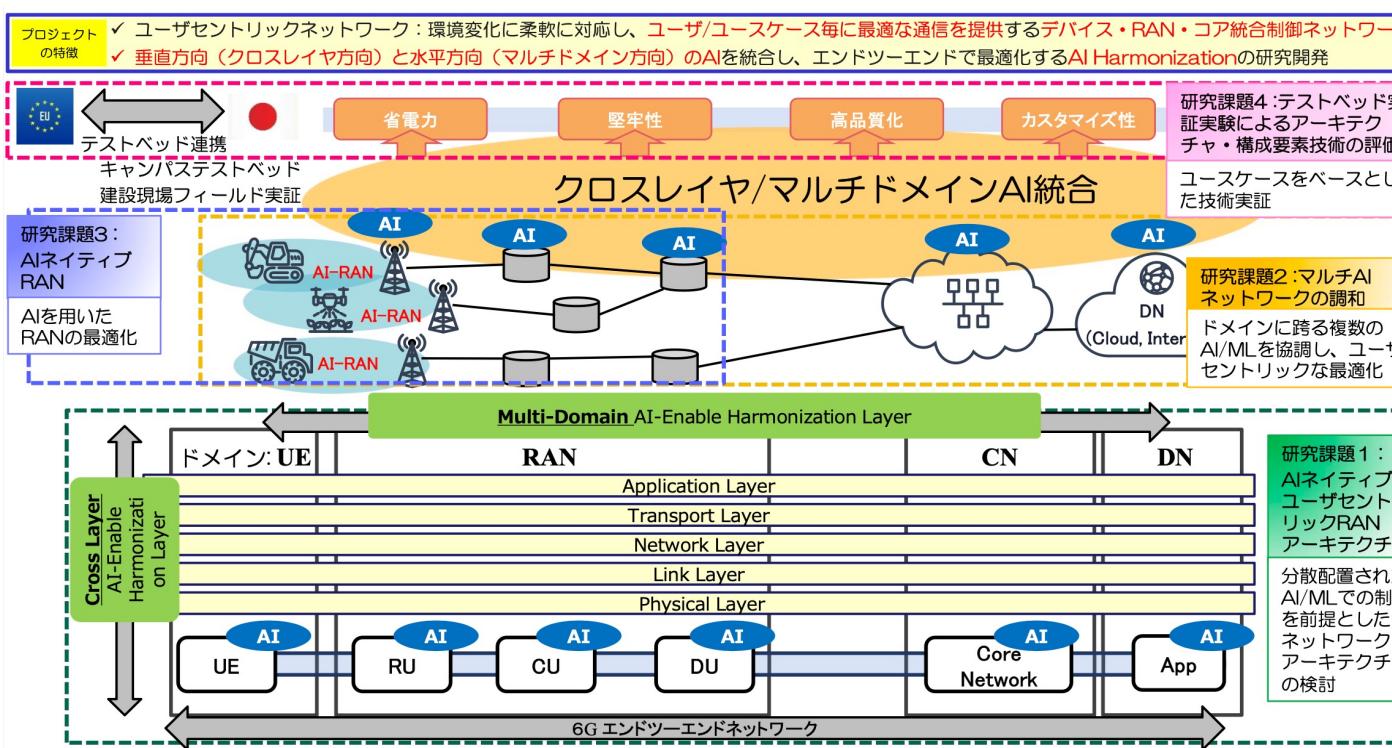
# 日欧連携プロジェクト 6G MIRAI-HARMONY:

クロスレイヤ/マルチドメインAI統合による6Gモバイルシステム最適化の研究開発

研究開発課題名：ユーザセントリックな通信を実現するAIネイティブな無線ネットワークに関する研究開発

## 副題：6G MIRAI-HARMONY: クロスレイヤ/マルチドメインAI 統合による6G モバイルシステム最適化の研究開発

- 6Gに向けたAI活用の活用として、現在の応用範囲は自己最適化や効率化などの狭い領域にとどまっている
  - AI技術はUE、RAN、CN、DNなどの異なる領域（ドメイン）に分散している
  - ICTにおけるAIの可能性を最大限に引き出すためには、分散したAI技術を調和・統合することが不可欠
  - 垂直統合（クロスレイヤ方向）と水平方向（マルチドメイン方向）のAIを統合するメカニズムの確立を目指す



# キャンパステストベッド構想：国際連携、产学官連携プロジェクトを加速

新たな発想をとにかく迅速に社会実装しフィードバックを早回しする戦略

- キャンパスを社会の縮図とする技術の社会受容性検証
- 総合大学として最先端の多様な学術が集約(文理融合)
- B5Gネットワークアーキテクチャ技術の苗床(Local6Gから6G)
- 若手人材育成(Project Based Learning)と中堅シニア産学人材循環

