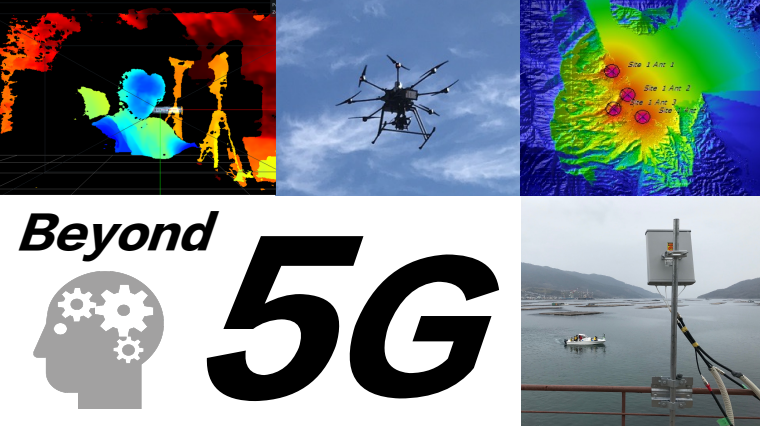




Beyond
5G

スマートIoT推進フォーラム 情報通信におけるソフトウェア化と民主化の進展

2021/9/27

東京大学 総長特任補佐
東京大学 次世代サイバーインフラ連携研究機構・機構長
東京大学大学院 工学系研究科 教授
中尾彰宏

情報通信の民主化

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。

情報通信の進化が「自分事」になることが革新を生む！

B5GのR&Dにおける公共財としての大学の役割

1. 新世代の情報通信技術の先導的研究
2. 学術界の繋がりを活用する国際連携
3. 未来社会協創を実現する若手人材育成
4. 情報通信の迅速な革新推進のための民主化アプローチ
5. キャンパス・テストベッドによる新技術の苗床

B5GのR&Dにおける公共財としての大学の役割

過去の実績

2011-2014 NICT委託研究【新世代ネットワーク】
ネットワーク仮想化・スライス技術を産学連携6社で推進

1. 新世代の情報通信技術の先導的研究

過去の実績

2. 学術界の繋がりを活用する国際連携

2016-2019 総務省委託研究【5GPagoda】
5Gスライシング技術を日欧連携産学11社で推進

現在進行中

3. 未来社会協創を実現する若手人材育成

東京大学・連携研究機構

現在進行中

4. 情報通信の迅速な革新推進のための民主化アプローチ

Local5Gの実証
Local6Gからの6G

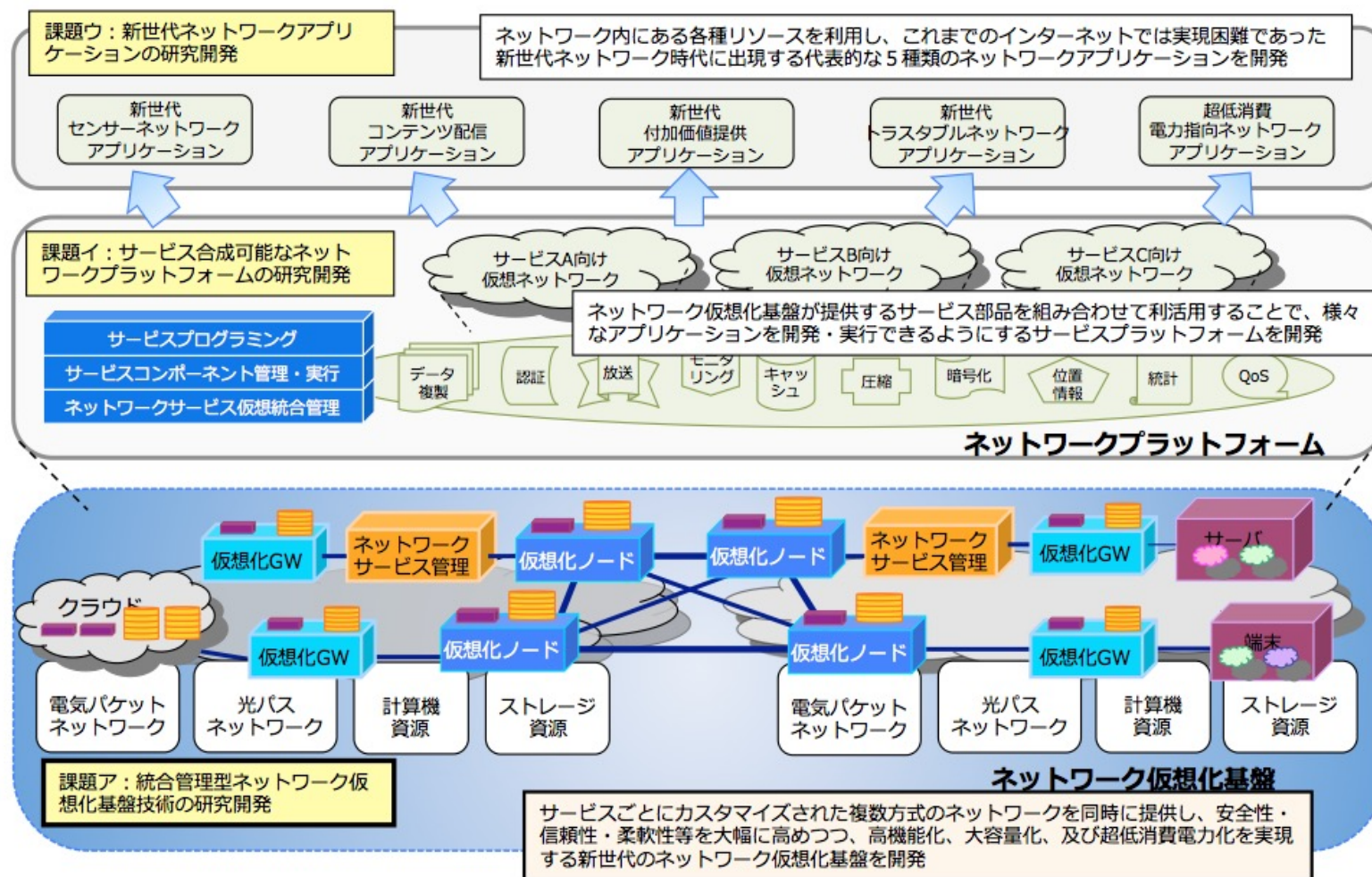
5. キャンパス・テストベッドによる新技術の苗床

構想・予定

B5G基金を活用する研究成果の
キャンパス展開

NICT ネットワーク仮想化委託研究(2011-2014)

■ 課題ア・イ・ウの位置づけ



主要な成果

- ・ 情報通信基盤に「仮想化」という概念を定義し国内外に学術分野を確立
- ・ 産学連携で諸外国と対等に渡り合える「仮想化技術」(SDN/NFV)の素地を形成
- ・ 国際標準化に貢献ITU勧告 SG13 (Y.3000-)
- ・ 「新世代」のネットワークにおける産学官連携のモデルケースの確立

2. 新世代の情報通信技術の先導的研究

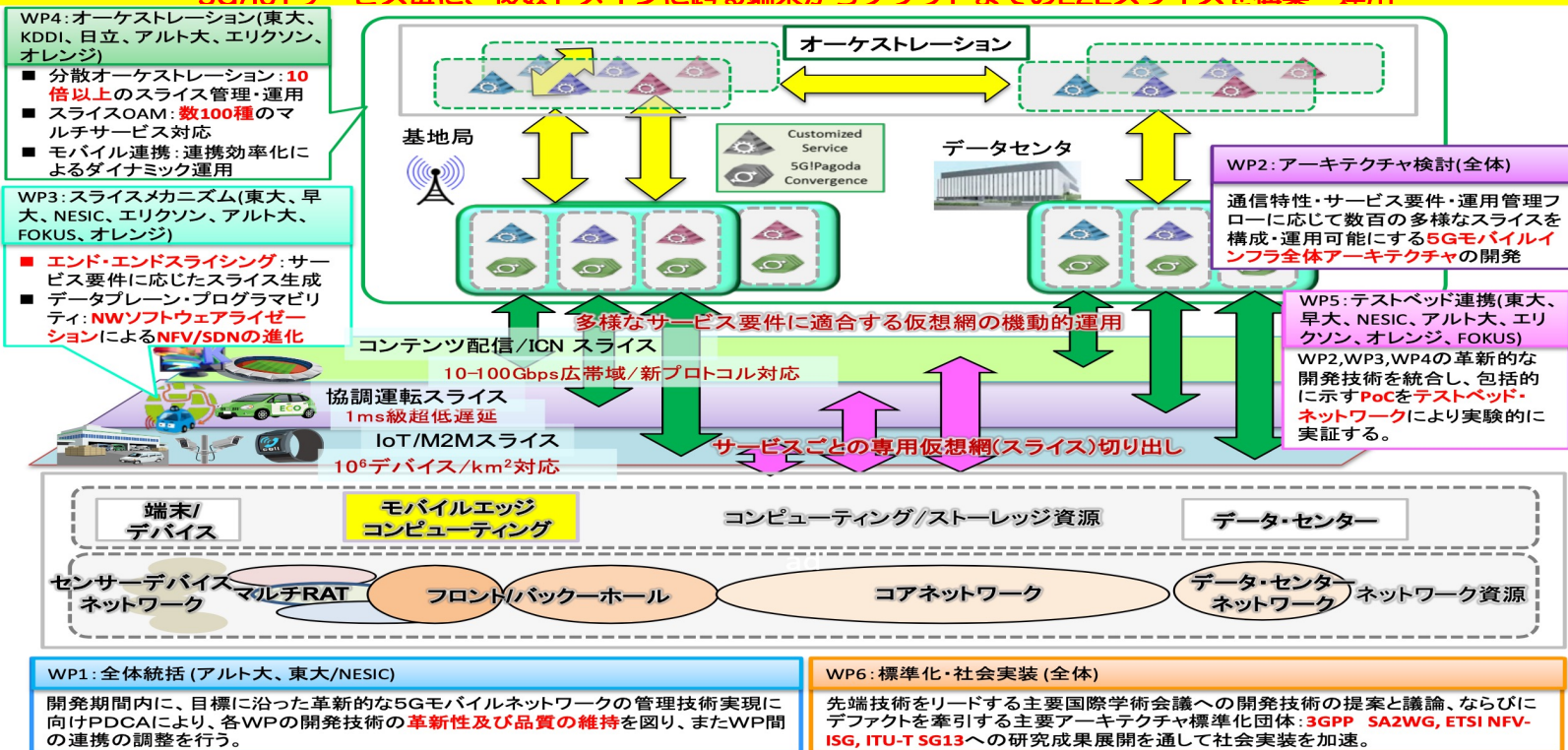
5G Pagoda 「サービスに応じたスライス動的生成・管理機能の実証と標準化を目的とする日欧連携5G移动通信基盤テストベッドの研究開発」

(日本側:5組織、欧州側:6組織) (PI 中尾彰宏 22,500千円)

日欧連携により、技術開発項目の定義、テストベッドにおける検証、標準化の検討を実施し、国際標準を獲得

- (1) スライスアーキテクチャの実現と有無線統合エンドツーエンドスライス構築機構
- (2) データプレーンプログラム可能性と先進的プロトコルの収容
- (3) スケーラブルスライス運用管理

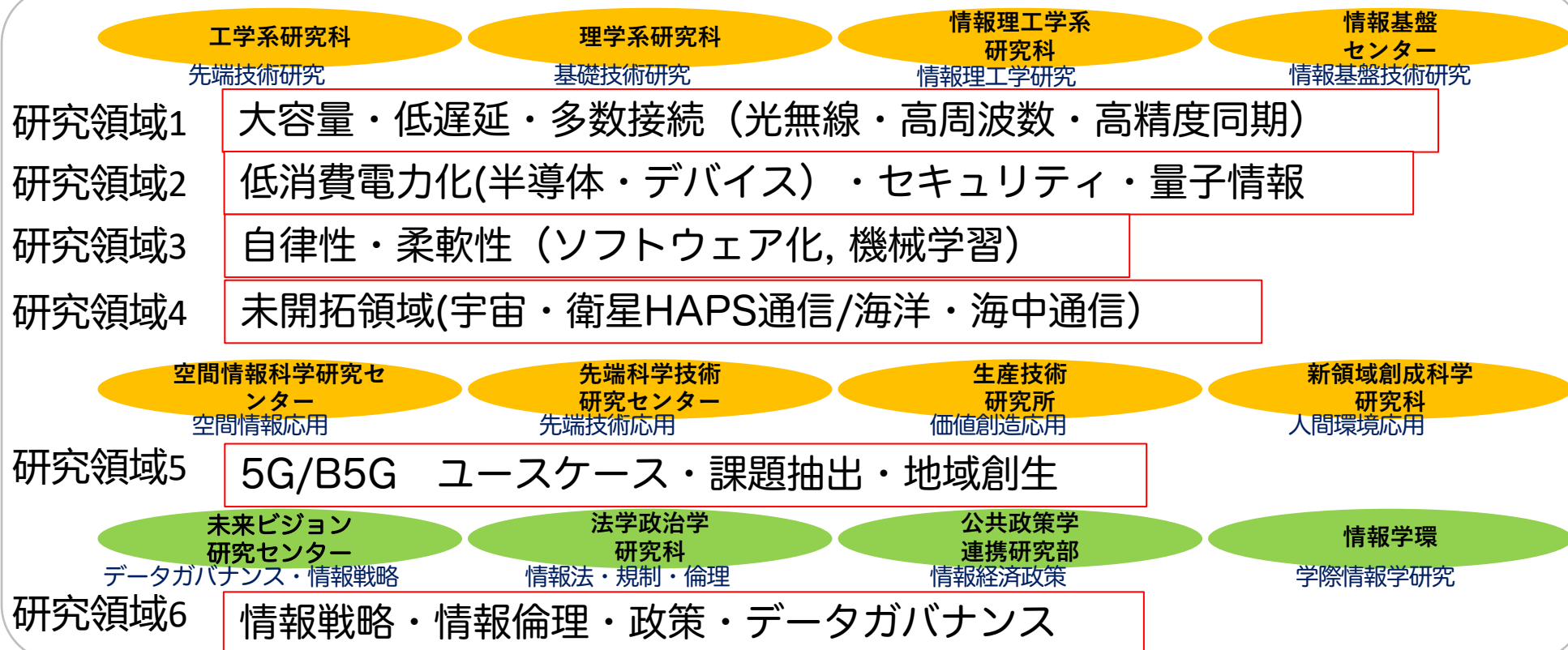
5G/IoTサービス毎に、複数ドメインに跨る端末からクラウドまでのE2Eスライスを構築・運用



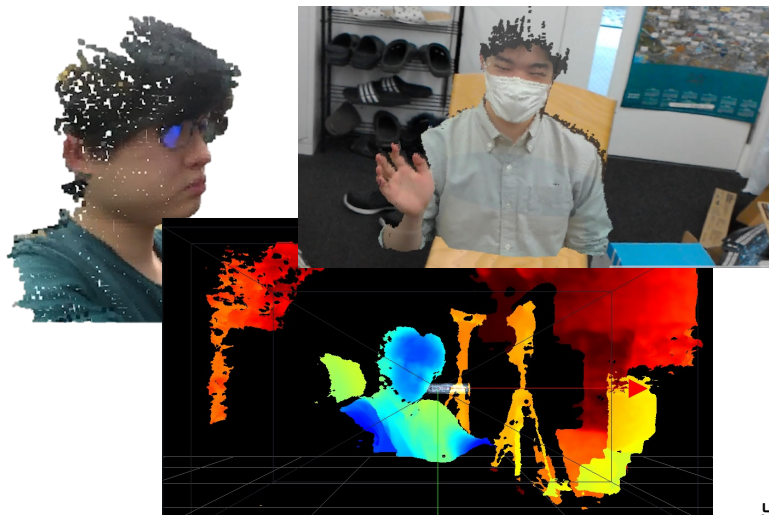
主要な成果

- ・ 移动通信基盤の「スライシング」の学術分野を確立
- ・ 総務省から研究奨励賞を受賞
- ・ 5Gにおけるスライシングの国際標準化に多大な貢献 (3GPP 94件・ITU 13件)
- ・ 日欧連携による欧州主要大学企業 (Oulu大学・Aalto大学・Orange Ericsson等) との連携
- ・ フィンランド6GFlagshipとの連携のための人脈形成

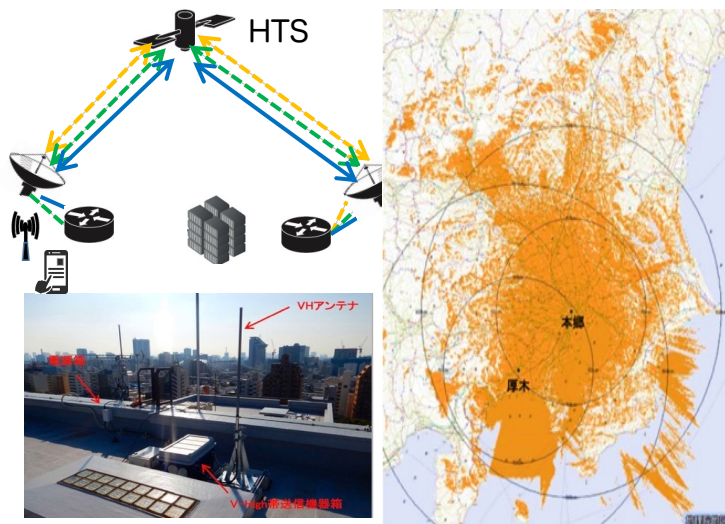
サイバー空間を現実世界（フィジカル空間）と一体化させる知識集約型社会のバックボーンとして中核的な役割を担う5G/Beyond5Gをはじめとする次世代サイバーインフラ実現のための連携研究に取り組む。多様な観点から本学の総合知を活かし、技術の研究開発だけではなく、カーボンニュートラル・グリーンリカバリーなどの地球環境へ配慮、誰も取り残すことのない包摂性と高度な倫理と技術の社会受容性・合意形成の考慮を含む横断的アプローチで次世代サイバーインフラの構築を加速し我が国の国際連携・産学官民連携を牽引するフラッグシップとなる組織を目指す



大容量・低遅延・多数接続
(光無線・高周波数・高精度同期)

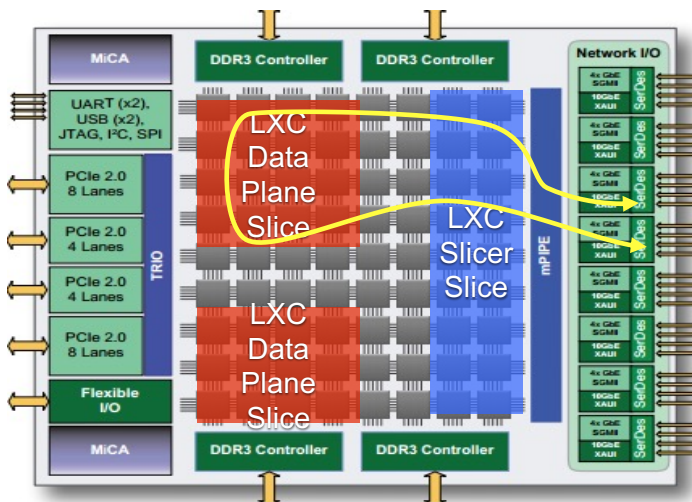


未開拓領域
宇宙・衛星HAPS通信 海洋・海中通信



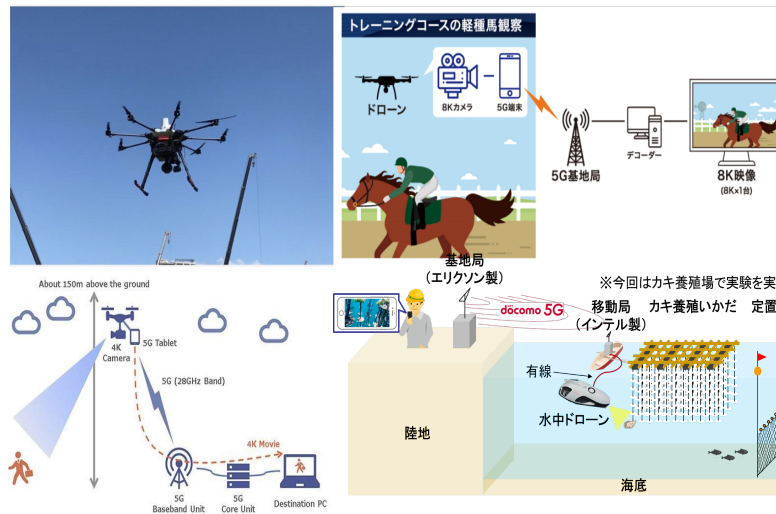
ソニーセミコンダクタ・東京大学の共同研究 (公知論文より引用)

低消費電力化(半導体・デバイス)
セキュリティ・量子情報



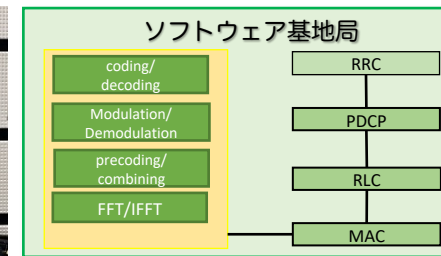
出典: https://www.mellanox.com/related-docs/prod_multi_core/PB_TILE-Gx72.pdf

5G/B5G ユースケース
課題抽出・地域創生

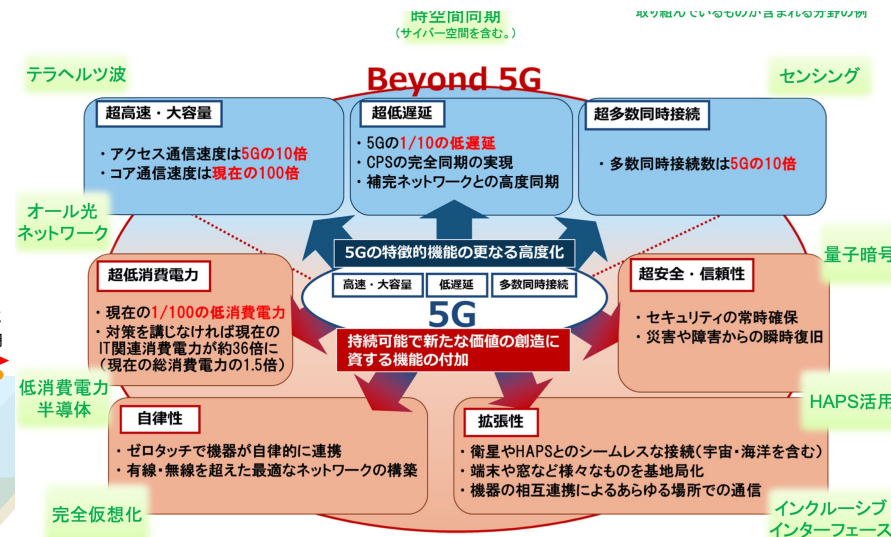


株式会社NTTドコモ・東京大学の共同研究 (図・写真の再利用許諾済み)
KDDIと東京大学の総務省の5G総合実証試験の一環 (図・写真の再利用許諾済み)

自律性・柔軟性
(ソフトウェア化, 機械学習)



情報戦略・情報倫理
政策・データガバナンス



出典: 総務省Beyond5G戦略懇談会資料より

工学系を中心とする5G/Beyond5Gの研究教育の推進: 海外組織からリモートクロスアポイント*による講師招聘を予定

学内に新しい組織・講義・講座を設置し、リモートクロスアポイントの受け皿を整備

- 次世代サイバーインフラ連携研究機構（令和3年4月設立予定・工学系を責任部局とする学内12部局の横断的組織）
- システム創成学専攻講義（秋学期開講）（企業・政府高官・海外大学からの講義）
- 社会連携講座（4月以降順次設置）

主な海外連携先

Oulu University

フィンランド王立科学院が300億円を投じて立ち上げた6Gの研究開発プロジェクト6G Flagshipを牽引

2019年3月に「6G Wireless Summit」を主催し、世界各国の著名な研究者が発表を行っている。

2019年9月に白書「Key Drivers and Research Challenges For 6G Ubiquitous Wireless Intelligence」を公表

Aalto University

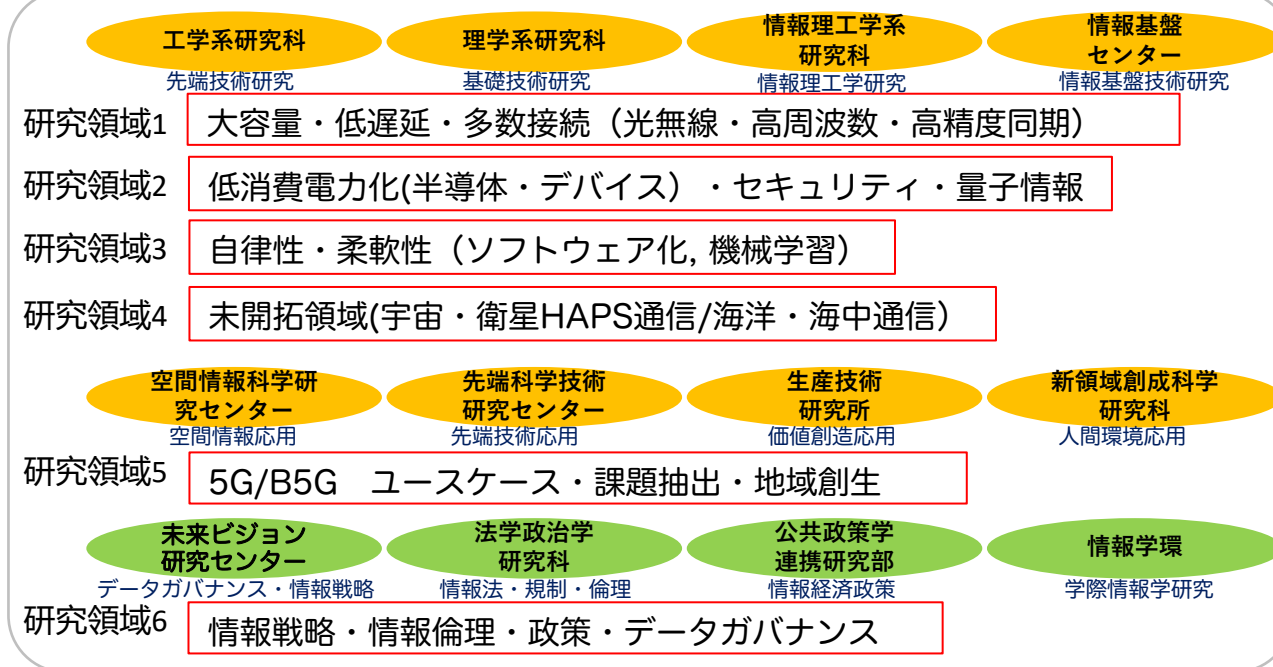
5Gに関する日欧プロジェクト 5G Pagodaを東大と共同で実施
現在は フィンランド王立科学院の6G フラッグシッププロジェクトと連携する

Northeastern University

米国でNSFが120億円を投じて
4つの都市をまるごとテストベッドとして用いることで
5G/6Gのリビングラボ的な研究を推進する
「PAWRプロジェクト」の中心推進機関

*リモートクロスアポイント：上質な教育・研究を行う国内外の教員等が、**本学教員として、リモートでの講義（単位付与）、学生への教育研究指導、科研費等による研究活動を行える仕組み**
第6回国立大学法人の戦略的経営実現に向けた検討会議資料（2020年7月28日）にて総長が提案

次世代サイバーインフラ連携研究機構



東京大学公開シンポジウム NGCIキックオフシンポジウム 10/5 13:00-

The poster features a light gray background with a collection of stylized, flat-design human figures in various professional and casual attire (suits, lab coats, dresses, etc.) scattered across the right side. On the left, the text is arranged in a clean, modern layout. The main title 'NGCI Democratic Day' is prominent, with 'NGCI' in a smaller font above 'Democratic Day'. Below this, Japanese text describes the event as a kick-off symposium for the Next Generation Cyber Infrastructure (NGCI) project, organized by the University of Tokyo and a consortium of research institutions. The date and time '2021.10.5 TUE 13:00 START' are highlighted in a dark blue box.

NGCI All you need is
Next Generation Cyber Infrastructure

Democratic Day

東京大学・次世代サイバーインフラ連携研究機構キックオフシンポジウム
「NGCI Democratic Day」を開催します。
次世代サイバーインフラの在り方に関する日本初のシンポジウムです！

2021.10.5 TUE 13:00 START

<http://democratic.jp>

先端技術ニュースプラス

+ 連載をフォロー

東大中尾研とNEC系がソフトウェア基地局、ローカル5G向けに格安

堀越 功 日経クロステック

2021.07.05

東京大学大学院工学系研究科の中尾彰宏教授と東京大学発ベンチャーであるFLARE Wireless、NECネットエスアイは2021年7月から、ローカル5Gの実証利用を念頭に、企業や自治体向けに格安なソフトウェア基地局の提供を始める。中尾研究室が開発してきたソフトウェアベースの無線基地局装置を活用し、共同で事業展開する。格安なソフトウェア基地局を企業や自治体に提供することで、ローカル5Gの普及加速につなげる。



[画像のクリックで拡大表示]
提供するソフトウェア基地局「FW-L5G-1」。一般的なサーバーで動作する
(出所：NECネットエスアイ)

次世代サイバーインフラニシアティブ



THE UNIVERSITY OF TOKYO

<https://www.u-tokyo.ac.jp/adm/fsi/ja/index.html>

未来社会協創推進本部

2017年7月、東京大学は、総長を本部長とする「未来社会協創推進本部」を設置しました。その目的は、東京大学憲章に示した「世界の公共性に奉仕する大学」としての使命を踏まえ、地球と人類社会の未来への貢献に向けた協創を効果的に推進することです。



次世代サイバーインフラニシアティブ
登録プロジェクト

座長：中尾彰宏

<https://www.u-tokyo.ac.jp/adm/fsi/ja/projects/cyber/>

情報通信産業における産業構造の変革

- 情報通信民主化 Democratization

ステークホルダーの多様化による革新の可能性
規制緩和・政策立案の重要性

- ソフトウェア化/プログラマブル化へ

カスタム性・プログラム性によるTime-to-Marketの短縮
SoCの進化によるハード・ソフトの良いところ取り
「Software Defined B5G」

- 「苗床」（テストベッド）の重要性

大学キャンパスを利活用するリビングラボ
Half-baked Technologiesを日常的に試す環境が必要

ステークホルダーを増やし革新の確率を最大化、Time-to-Marketの短縮を制するものが勝者となる

目的：Local6G（民主化された究極のカスタム性を具備する）情報通信システムプラットフォームの研究開発

課題：究極のカスタマイズ性を持つ民主化された通信システムプラットフォームは存在しない

6Gでは、未開拓領域の通信や新たなユースケースに対応するため、課題解決のために超柔軟なカスタムソリューションが迅速・安価に創造・展開可能な民主化が必要である。いわば誰もが自分で構築できる「かゆいところに手が届く」情報通信基盤技術の提供が必要である

Before:



5Gまではソフトウェア化により構成要素レベルで柔軟なソリューションが出来つつある

- ・ SDRを駆使するローカル5Gソフトウェア基地局
- ・ データプレーン改変可能な有線・光無線技術
- ・ クラウド・ネットワーク仮想化オーケストレーション技術

After:

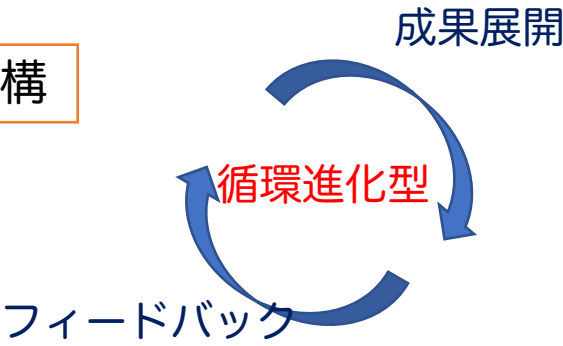
要素技術をすべて統合し、あらゆる無線領域に対応可能かつ
有無線通信がエンドツーエンドで「簡単に」「カスタム化」創造可能（民主化可能）

ローカル6Gの研究開発

東京大学・次世代サイバーインフラ連携研究機構

- ・ ソフトウェア化・ネットワークスライス技術
- ・ **カスタム半導体設計**
- ・ 究極カスタム化プラットフォーム設計
- ・ ソフトウェア無線技術

連携



東大構内のテストベッドへの成果展開
リビングラボ

次世代サイバーインフラ連携研究機構・リビングラボ構想

- 連携研究機構が牽引する次世代サイバーインフラの学術分野は今後の社会連携に非常に重要である
- キャンパスを社会の縮図としてリビングラボとして次世代サイバーインフラの最新技術を活用する新たな方法論による社会実装を図る

未踏科学データによる価値を
未来社会へ迅速に横展開する際の
合意形成・社会受容性のボトルネックを解消

未踏科学データガバナンス

次世代サイバーインフラ最新技術
リビングラボによる成功モデル構築

地域創生とグローバル化

DX推進エキスパートサービス

最新技術を地域・国際に展開する
モデルを構築し横展開
叡智を呼び込む双方向性グローバル化

次世代サイバーインフラ技術による
教育研究のDX推進モデル提供
ワンストップ相談窓口

成果：大学を成功モデルケースとするDXの先駆例として社会連携により現代社会へ横展開・未来社会のDXを推進する

まとめ

- 6G Flagshipでもテストベッド5GTNを構築して5G/6Gの最新技術の有用性を確認する活動を主要な1つとして挙げている
- 米国では PAWR（110 億円規模）、EMPOWER（2.5億円規模）のような産学官連携 R&Dプロジェクトが Beyond 5G の研究を推進している.
- 特に後者では US-EU が連携し、大学が自治体と地場産業とコンソーシアムを組み、「都市をまるごとテストベッド」を構築し、ユースケース駆動でBeyond 5G 基盤技術の開発を実施している.
- わが国でも、大学が公共財として、社会に貢献する観点から、大学キャンパスや都市の一部をBeyond 5G テストベッドを構築して産学連携による未来社会の創成に取り組む必要がある