

Beyond5Gの技術動向と衛星通信への期待

2021/3/2

東京大学 総長特任補佐
東京大学大学院情報学環 副学環長
東京大学 教授
中尾彰宏

中尾彰宏

- 東京大学総長特任補佐
- 大学院情報学環・副学環長
- 東京大学 教授

- 学術会議連携会員(2020-)
- Beyond5G推進コンソーシアム・国際委員会委員長
- 第5世代モバイル推進フォーラム(5GMF)
ネットワーク委員会委員長
- スペースICT推進フォーラム
5G/Beyond5G連携技術分科会委員長
- 総務省 地域情報化アドバイザー
- 総務省 総合通信基盤局 電気通信市場検証会議委員
- Broadband Association 理事・Local5G普及研究会 委員長
- 株式会社FLARE NETWORKS 取締役・最高技術顧問



東京大学理学部物理学科卒

東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻修士修了

Princeton University, Computer Science, Ph.D.

Beyond 5G推進コンソーシアム Beyond 5G Promotion Consortium

Beyond 5G推進コンソーシアム

Beyond 5G推進コンソーシアムでは、「[Beyond 5G推進戦略](#)」を産学官の連携により強力かつ積極的に推進するため、戦略に基づき実施される具体的な取組の産学官での共有や、取組の加速化と国際連携の促進を目的とする国際カンファレンスの開催を行います。

<https://b5g.jp>

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000484.html

Beyond 5Gに求められる機能等

※ 緑字は、我が国が強みを持つ又は積極的に取り組んでいるものが含まれる分野の例

時空間同期
(サイバー空間を含む。)

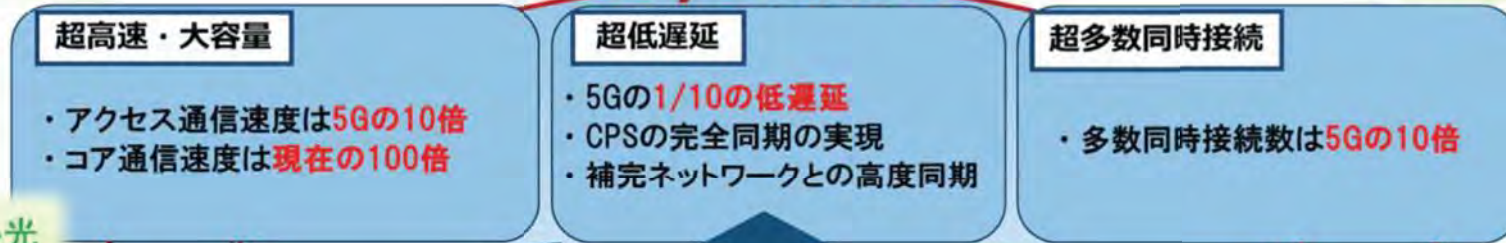
テラヘルツ波

センシング

Beyond 5G

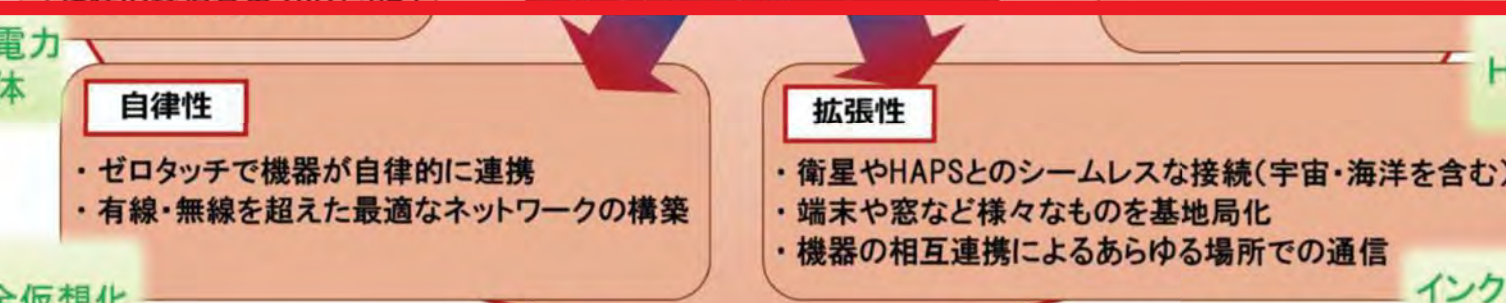
オール光
ネットワーク

量子暗号



低消費電力
半導体

HAPS活用



完全仮想化

インクルーシブ
インターフェース

出典：総務省Beyond5G戦略懇談会資料より

Beyond5G/6Gに向けた情報通信の進化

- 人間の基本的な社会活動は相互のコミュニケーションに支えられている。日常生活の平時はもちろんのこと、**被災時や緊急時の有事における1ビットのデータ（安否確認）通信**であっても情報通信の重要性は疑う余地がない。近年、移動通信が進化し、グローバルに情報通信が可能となったが、今でも、通信ができない地域や、通信ができない状況は多くある。コロナ禍でさらに情報通信の果たす役割の重要性は疑う余地がなくなっている。
- 「**万物を繋ぐ**」ことができる「**最新の高度情報通信技術**」を「**安価に**」「**高度専門知識なく**」「**自らの手で創る**」ことで「**未開拓領域**」においても情報通信の利活用のイノベーションを創出することを目指すべき。
- 万物を繋ぐコミュニケーションを完全にするために、ありとあらゆる技術を駆使して、**未開拓領域の情報通信を一つでも多く可能とする研究を推進すべき。**

6G=通信の基本に立ち返ること

東京大学における取り組み：未来社会協創を実現する若手人材育成

国際連携による最先端・情報通信分野（5G・Beyond5G）の研究・教育

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

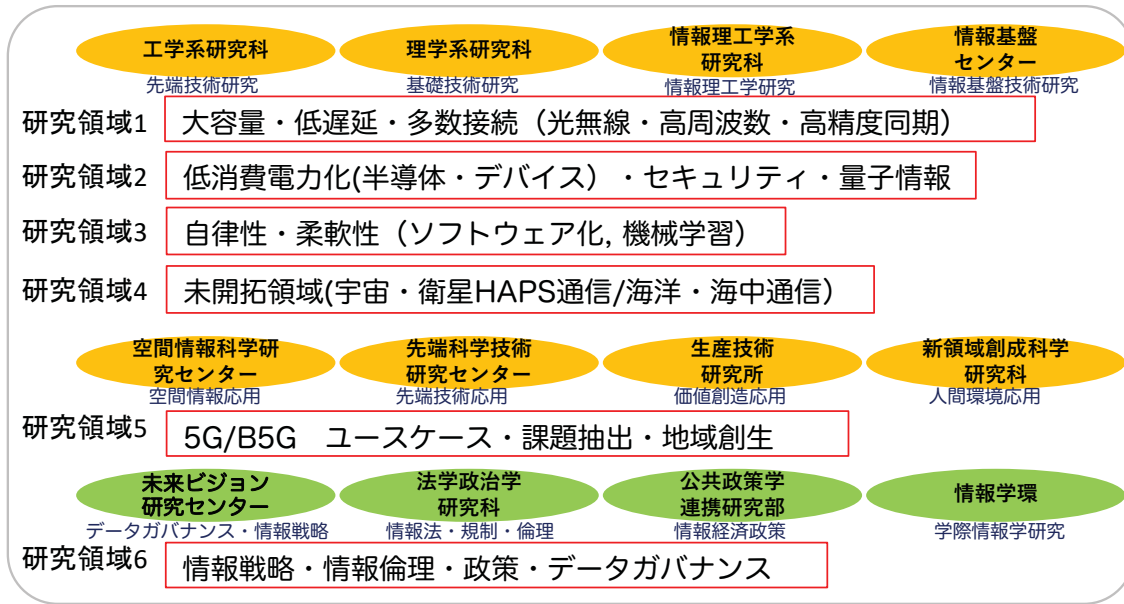
5Gに関する日欧プロジェクト 5G Pagodaを東大と共同で実施
 現在は フィンランド王立科学院の6G フラッグシッププロジェクトと連携する

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

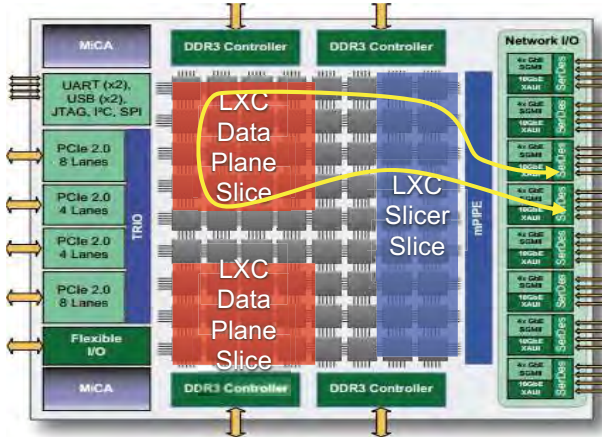
次世代サイバーインフラ連携研究機構



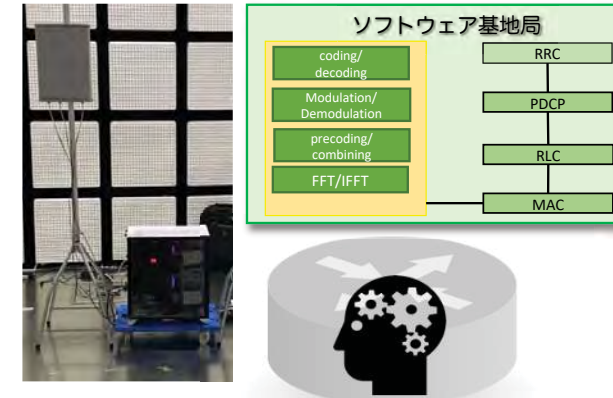
大容量・低遅延・多数接続
(光無線・高周波数・高精度同期)



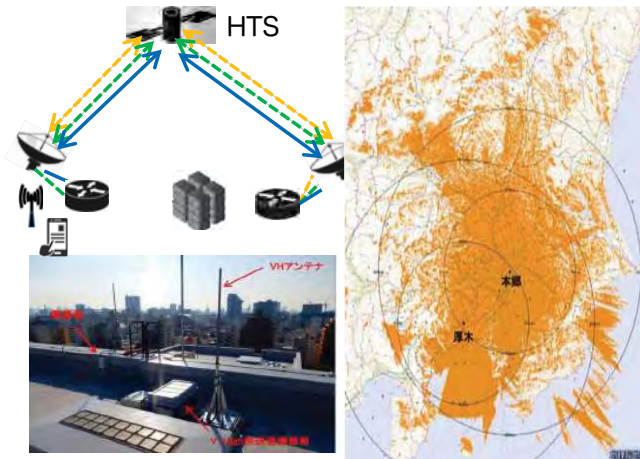
低消費電力化(半導体・デバイス)
セキュリティ・量子情報



自律性・柔軟性
(ソフトウェア化, 機械学習)



未開拓領域
宇宙・衛星HAPS通信 海洋・海中通信



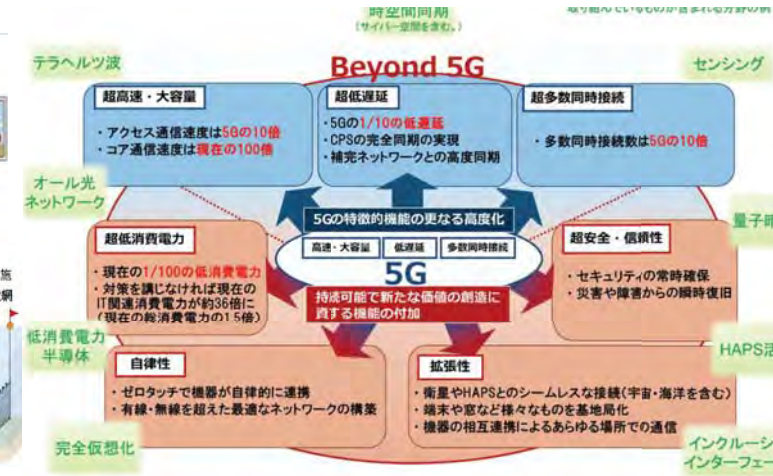
ソニーセミコンダクタ・東京大学の共同研究 (公知論文より引用)

5G/B5G ユースケース
課題抽出・地域創生



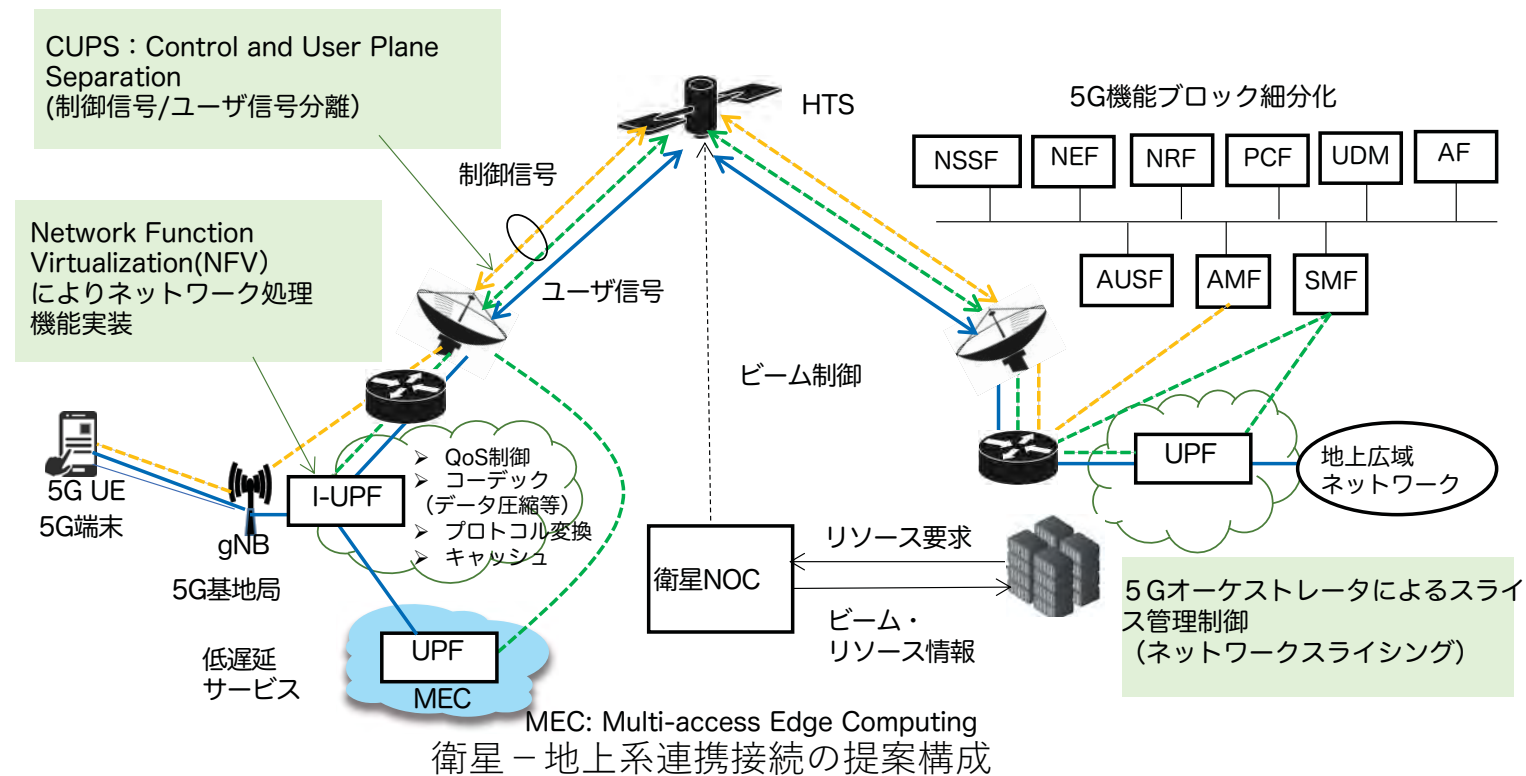
株式会社NTTドコモ・東京大学の共同研究 (図・写真の再利用許諾済み)
KDDIと東京大学の総務省の5G総合実証試験の一環 (図・写真の再利用許諾済み)

情報戦略・情報倫理
政策・データガバナンス



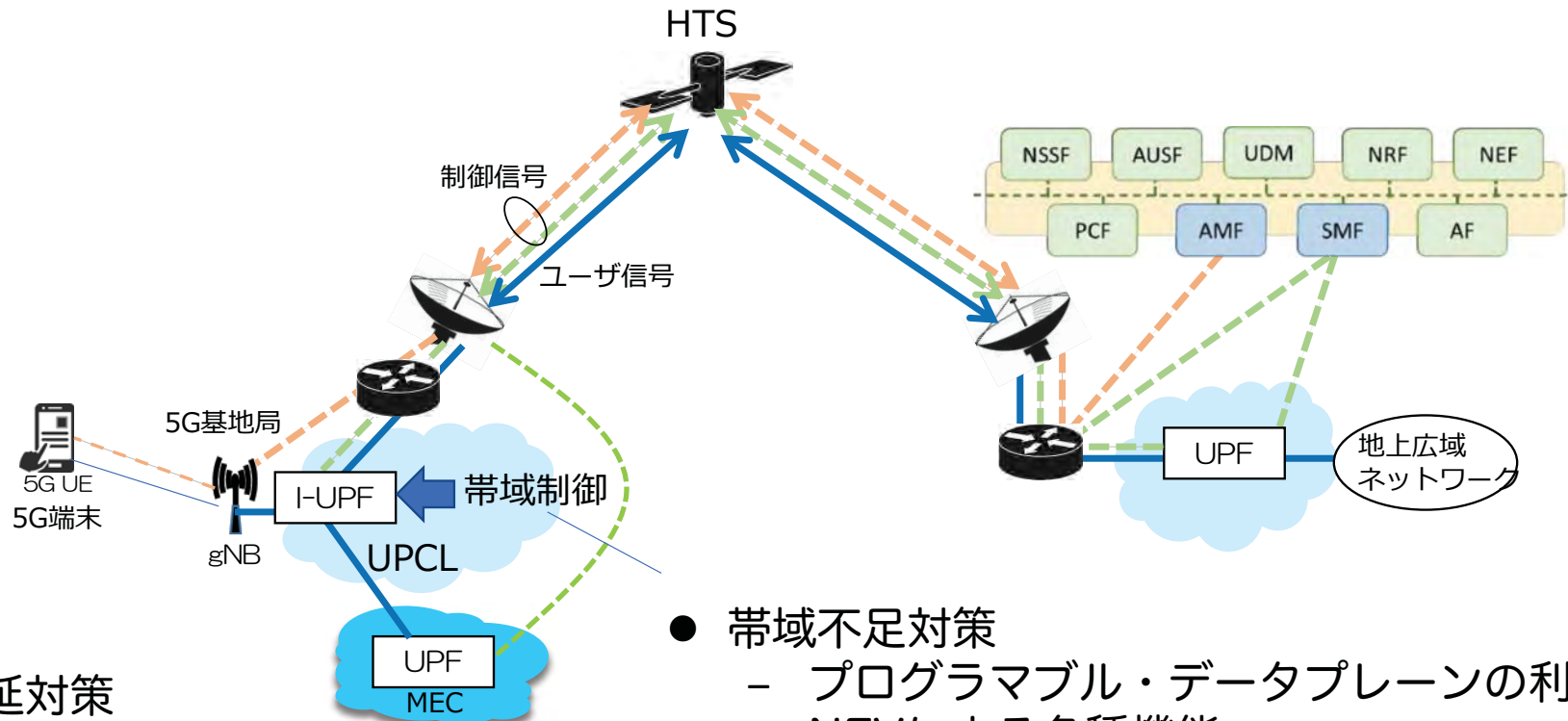
出典：総務省Beyond5G戦略懇談会資料より

衛星通信ネットワーク区間の遅延（約 500msec）や、衛星通信と地上網との伝送速度差（約 100 倍）、衛星通信と地上網（5G、IoT 等）との通信プロトコル等の大幅な違いにより、衛星通信と地上網との接続における TCP/IP 通信における実効伝送速度の低下や、エンド to エンドの適切な通信が出来ない点が課題



HTSと5Gの両者の柔軟なシステム技術の融合により技術課題が解決され、多様なサービスの高効率なネットワーク収容により経済性の高いシステムが可能となる

Satellite Communication System :R&D of Satellite and 5G/Beyond5G (2020- NICT+UTokyo)



● 遅延対策

- エッジコンピューティング処理
- キャッシュ
- 機能分散

● 帯域不足対策

- プログラマブル・データプレーンの利用
- NFVによる各種機能
(優先制御/QoS制御/データ圧縮機能/プロトコル変換)
- ネットワーク・スライシング

ネットワークスライシングとは？

過去の総務省委託研究成果 (2016-2019)

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移動通信基盤テストベッドの研究開発」(2016-2019)

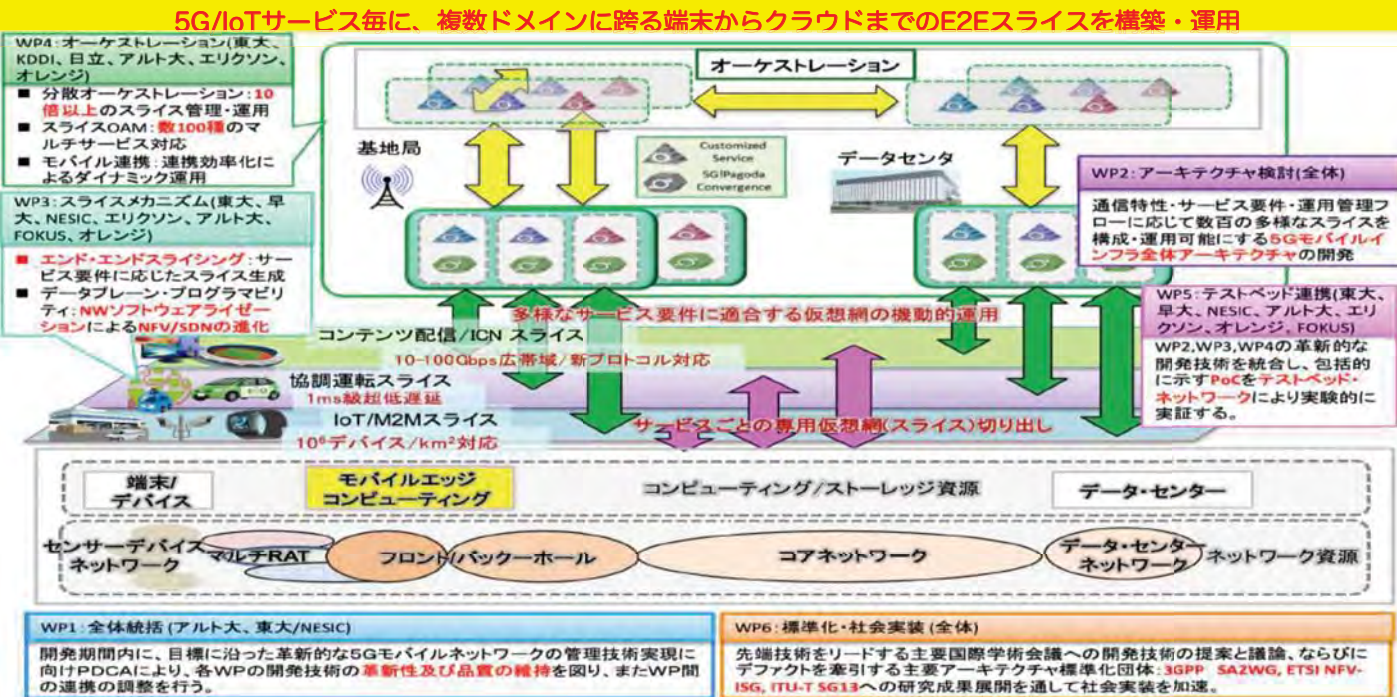
(日本側:5組織、欧州側:6組織) (PI 中尾彰宏 22,500千円)

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

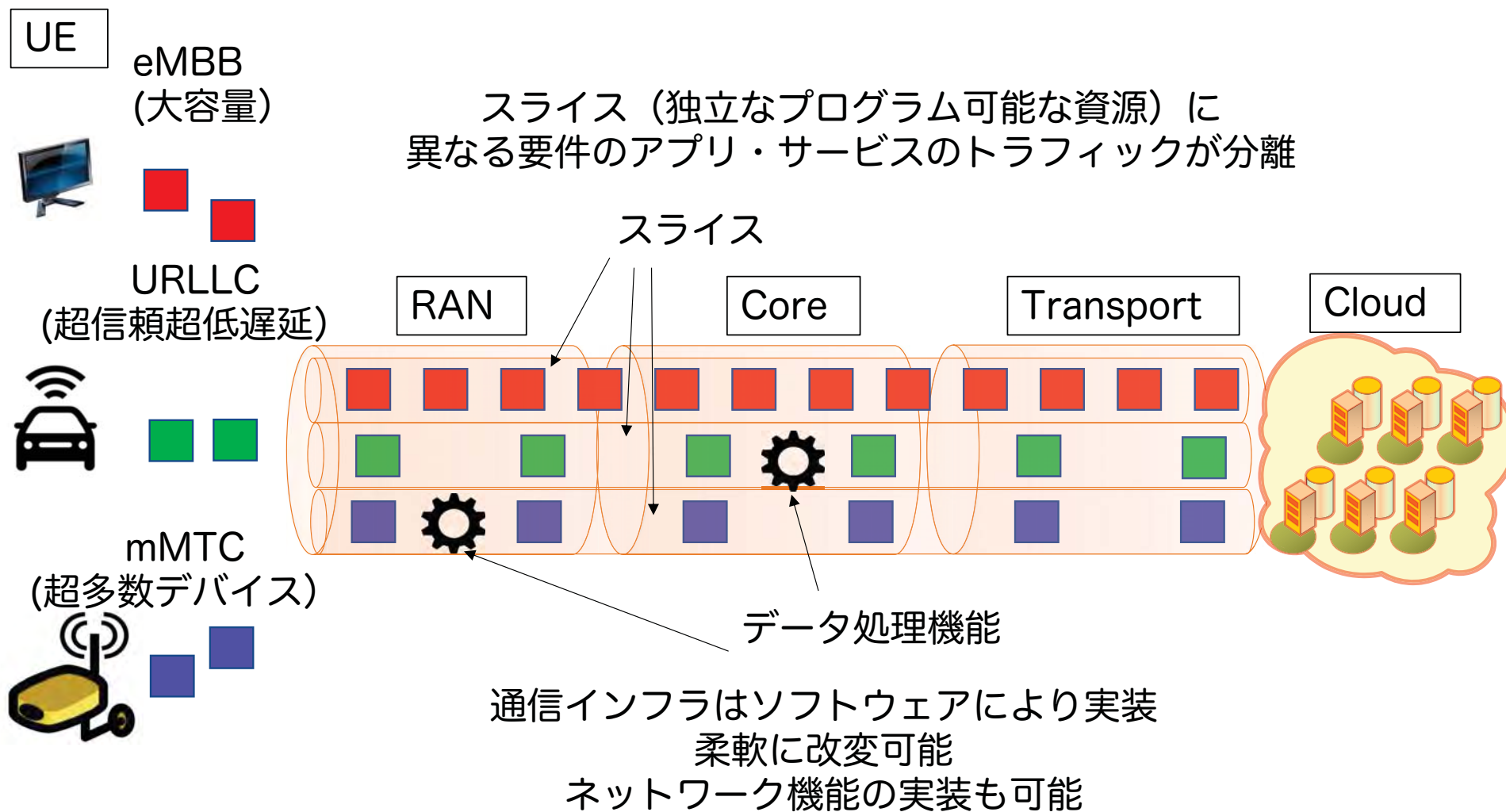
- (1) スライスアーキテクチャの実現と有無線統合エンドツーエンドスライス構築機構
- (2) データプレーンプログラム可能性と先進的プロトコルの収容
- (3) スケーラブルスライス運用管理

主要な成果

- 移動通信基盤の「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



Network Slicing/Softwarizationのある通信インフラ(近未来)

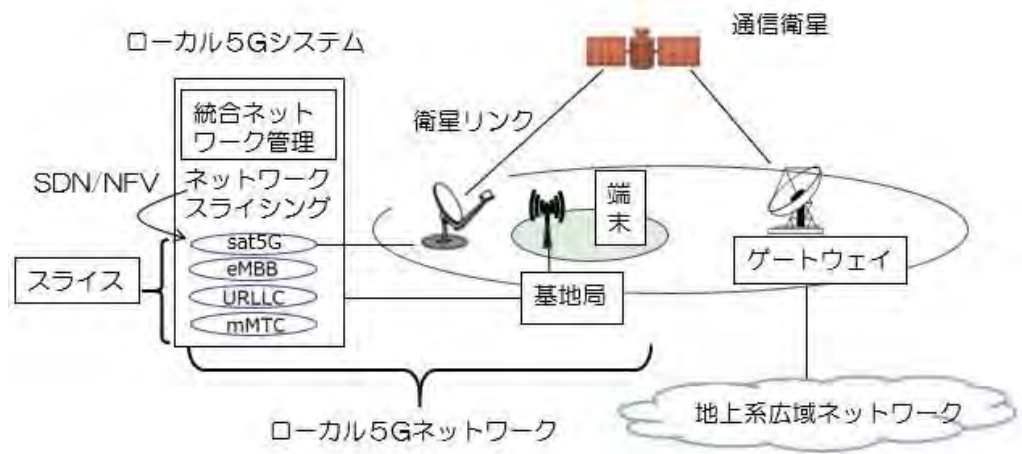


『Beyond 5Gにおける衛星-地上統合技術の研究開発』を受託

2020年11月2日報道発表



- 日本無線株式会社【代表研究者】**
 - ・ 日欧共同トライアルによる研究開発
 - ・ ESAテストベッドによる衛星-地上接続実証実験
- スカパーJSAT株式会社【研究分担者】**
 - ・ 日欧共同トライアルによる研究開発
 - ・ 日欧接続によるネットワーク運用性の評価
- 国立大学法人 東京大学【研究分担者】**
 - ・ ローカル5G/バックホールの研究開発



・ 衛星通信連携のためローカル5Gバックホール連携接続の研究開発
 東京大学中尾研究室で研究開発している SDN/NFV、ネットワークスライシング
 及び統合的なネットワーク管理技術を活用し、Beyond 5Gにおいてローカル5Gのトラフィックを衛星地上接続の
 バックホールで効率的にネットワーク収容する技術の確立を目標とします。