

無線中継・反射板WG 成果紹介

Vice Chair 東北大学 川本 雄一

無線中継・反射板WG 概要

- 体制

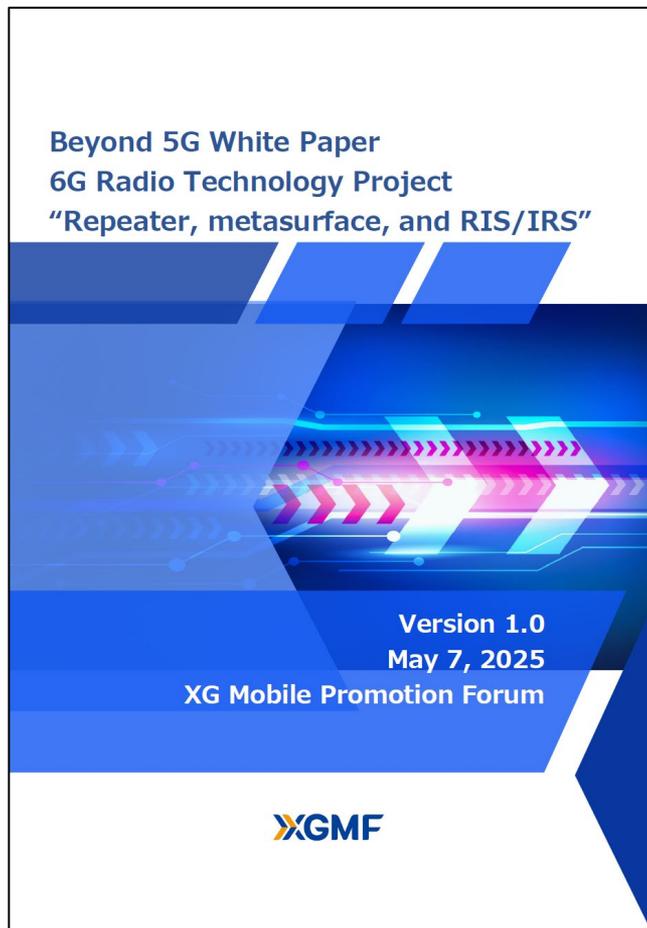
- ✓ Chair : 阪口 啓 (東京科学大学)
- ✓ Vice Chair : 川本 雄一 (東北大学)

- 参画機関 (白書Editorメンバのみ抜粋)

- 東京科学大学
- 東北大学
- KDDI総合研究所
- 京セラ
- VIAVI
- パナソニックシステムネットワークス研究所
- 積水化学工業
- NTT研究所
- 電気興業
- 大日本印刷
- 東京大学
- NTT ドコモ
- ATR

ホワイトペーパー概要

- タイトル : Repeater, Metasurface, and RIS/IRS
- 章構成 : 全6章 (全208ページ, 英文)
 - 1章 : Introduction
 - 2章 : Use cases and scenarios
 - 3章 : Technology trend survey
 - 4章 : Standardization survey
 - 5章 : Recent activities in Japan
 - 6章 : Summary



Section II

Use cases and scenarios

II. ユースケース・シナリオ 全体概要

論文・プレスを中心に調査を行い、中継器、メタサーフェス、およびIRS/RISに関するユースケース・シナリオを網羅的に整理

本章のコンテンツ一覧

● 中継器

1. オペレーティングモード
 1. 再生中継
 2. 非再生中継
 3. ビームフォーミング
2. ユースケース
 1. カバレッジ拡大
 2. 周波数利用効率改善
 - MIMO、適応変調、ビーム制御
 3. その他
 - 信頼性改善、電力効率改善

● メタサーフェス・IRS/RIS

1. オペレーティングモード
 1. パッシブ
 - 反射、透過、etc...
 2. アクティブ・ハイブリッド
 - 送信、受信、送受信
2. ユースケース
 1. カバレッジ拡大
 2. 周波数利用効率改善
 - MIMO、Beam Manipulation
 3. その他
 - 信頼性改善、物理層セキュリティ、センシング精度改善、電力効率改善、etc...

● 動作環境・設置シナリオ

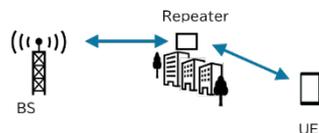
1. 動作環境
 - 屋内、屋外、ハイブリッド
2. 設置シナリオ
 - 固定設置、可搬型

中継器の代表的なユースケース

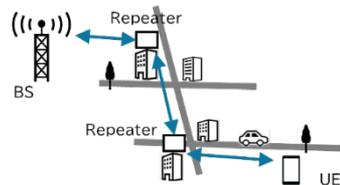
- オペレーティングモード
 - 再生中継/非再生中継/ビームフォーミング
- ユースケース
 - カバレッジ拡大
 - 建物等の遮蔽に対して、中継器によるエリア形成、複数中継器によるマルチホップも可能
 - MIMO
 - 非再生中継によるMU-MIMO、非対称アンテナ配置によるLoS-MIMO
 - その他（適応変調、ビーム制御、など）

カバレッジ拡大

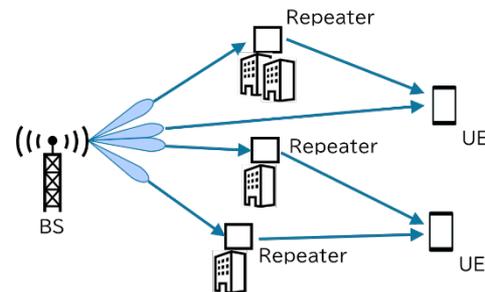
- シングルホップ



- マルチホップ



MU-MIMO



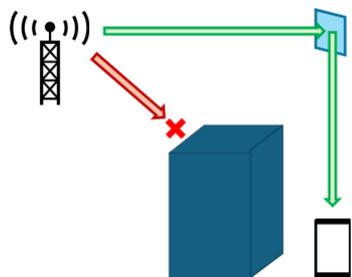
LoS-MIMO



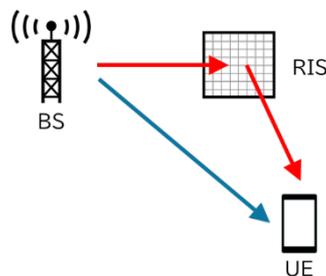
メタサーフェス・IRS/RISの代表的なユースケース

- オペレーティングモード
 - パッシブ：反射/透過/吸収/オムニ
 - アクティブ：送信/受信/送受信
- ユースケース
 - カバレッジ拡大
 - 建物等の遮蔽に対して、メタサーフェス・IRS/RISを介したパスを形成することによるエリア構築
 - MIMO
 - IRS/RISを介したパスを形成することで、MIMOの空間多重数を改善
 - Beam Manipulation
 - IRS/RISのビーム方向や焦点位置の制御、およびカービングビームの形成等、柔軟なビーム制御により周波数利用効率を改善

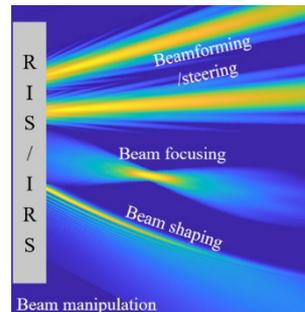
カバレッジ拡大



MIMO



Beam Manipulation

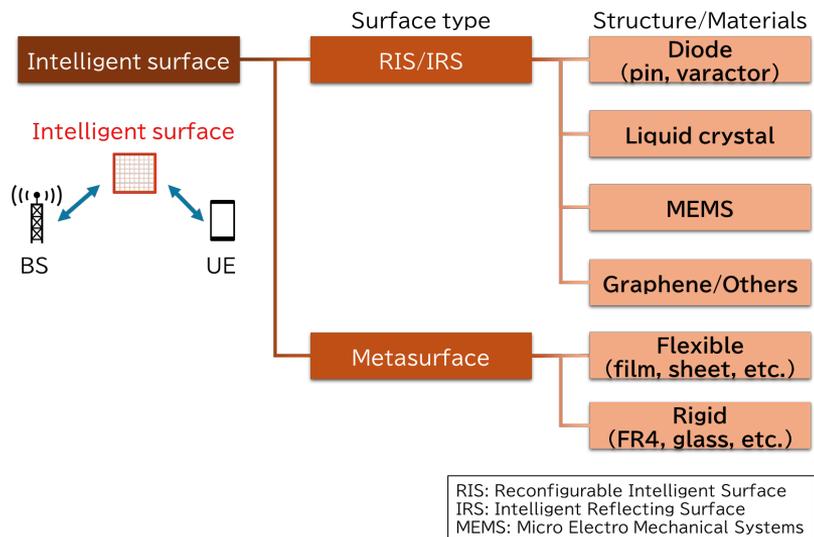
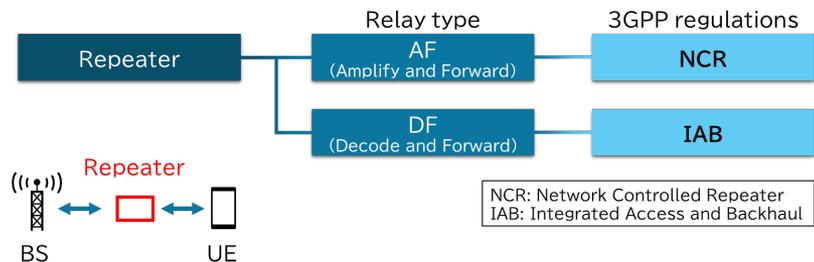


Section III

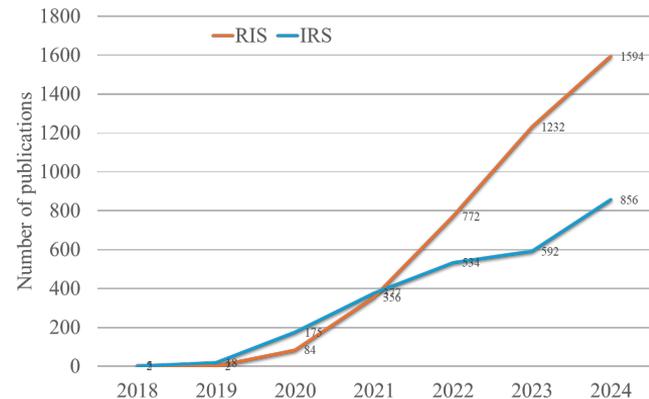
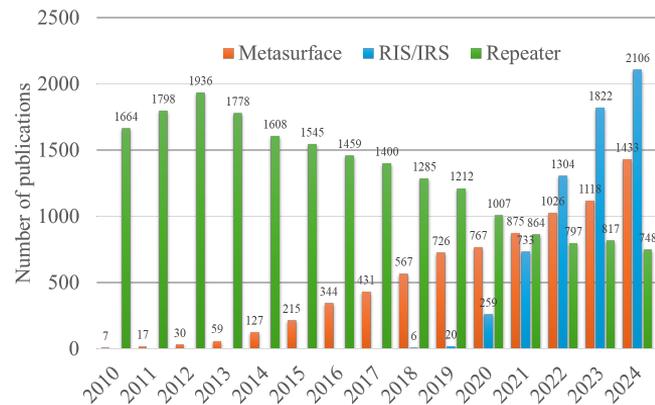
Technology trend survey

技術動向

Categories



Publication Trends



Section IV

Standardization survey

標準化動向のまとめ

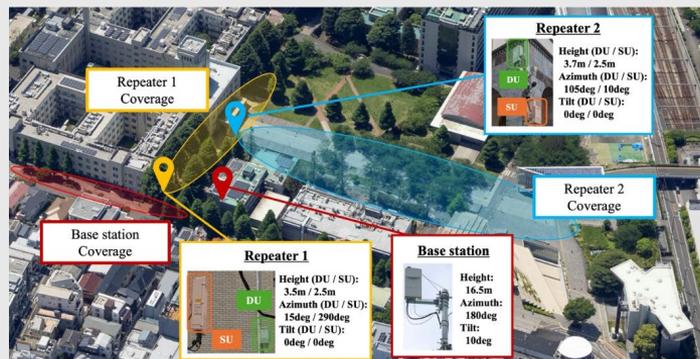
- **NCR**
 - ✓ 3GPP Release 17より議論が始まり、Release 19よりTSにて策定が開始
 - ✓ FR1/FR2をサポートし、C/U-Planeが分離。特に、C-Plane側の制御機能が強化
- **IAB**
 - ✓ Rel-16：IABの基本アーキテクチャが提案。E2Eの接続性とコアネットワークの管理の重要性が強調。
 - ✓ Rel-17：マルチホップ通信の機能が拡張され、新しいIABノードが導入。さらに、QoSの管理が強化。
 - ✓ Rel-18：AIと自動化技術の統合でNW管理の効率化。
- **RIS/IRS**
 - ✓ 3GPP：2021年6月に開催されたRel.-18 workshopでRISをSIに含める提案がなされたものの、合意には至らず。
 - ✓ ETSI：RISに関するIndustry Specification Group (ISG) を2021年9月に設立。RISに関するpre-standardization researchを実施し、複数のGroup Report (GR) を出版。
 - ✓ ITU-R：Report ITU-R M.2516-0 (11/2022)およびRecommendation ITU-R M.2160-0 (11/2023)において、IMTシステムやビームフォーミングの性能改善に資する技術としてRISに言及。

Section IV

Recent activities in Japan

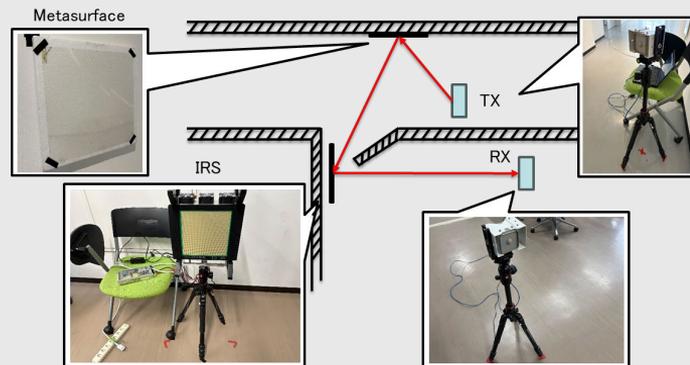
各機関の具体的な取組

東京科学大学大岡山キャンパスにおける
5Gミリ波基地局とリピータのテストフィールド



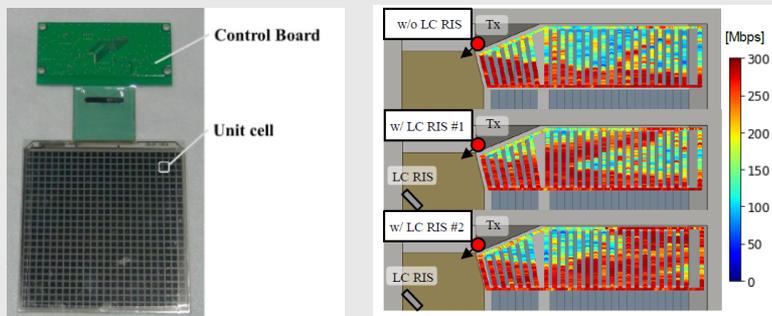
Science Tokyo

東北大学における
60GHz帯対応IRSを利用したフィールド実証



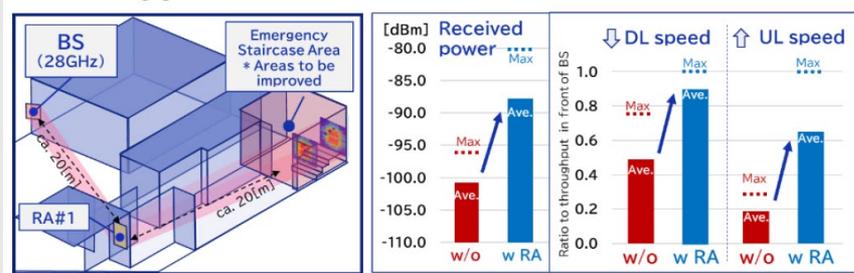
Tohoku Univ.

液晶IRSを用いた実証実験



KDDI Research Inc.

ローカル5Gオープンラボにおける
ミリ波リフレクタレーの検証



Dai Nippon Printing Co., Ltd.

おわりに

- ホワイトペーパーについて
 - 5章の個別取り組み紹介も多岐にわたっており，ご参考ください
 - 引用大歓迎です．関連の皆様はぜひご活用ください．
- WGの今後の活動
 - 各種講演
 - ISAP2025
 - APWCS2025
 - 新規技術に関する勉強会
 - 実証実験の企画
 - PJ提案に向けた連携