

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

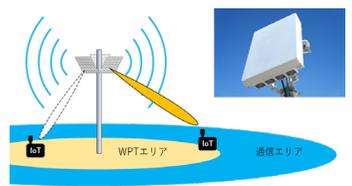
- ◆研究開発課題名 完全ワイヤレス社会実現を目指したワイヤレス電力伝送の高周波化および通信との融合技術
- ◆受託者 ソフトバンク株式会社、国立大学法人京都大学、学校法人金沢工大
- ◆研究開発期間 令和3年度から令和6年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和3年度から令和4年度までの総額390百万円(令和4年度192万円)

## 2. 研究開発の目標

B5G/6Gへのワイヤレス電力伝送(WPT)拡張機能実装を目指し、2025年までにミリ波ワイヤレス電力伝送とミリ波通信の連携・融合の基礎検討を完了し、爆発的普及が見込まれるIoTデバイスへの電力利用インフラ構築の礎とする。

## 3. 研究開発の成果

**【目標】B5G/6Gへのミリ波ワイヤレス電力伝送(WPT)拡張機能実装**



**研究開発項目1:**  
ワイヤレス電力伝送の高周波化・アンテナの大開口化

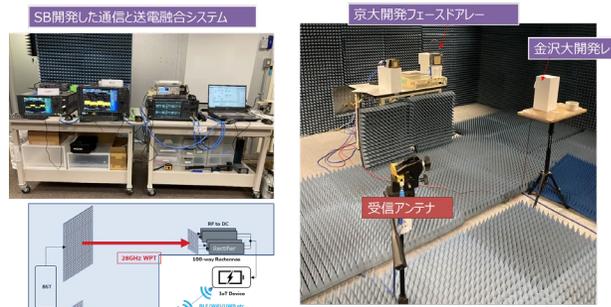
**研究開発項目2:**  
ワイヤレス電力伝送と通信の連携および融合

**研究開発項目3:**  
通信電波の利用

数100 $\mu$ W-数10mWの電力を受電

- ✓ Tx EIRP: 60 dBm ~ 75 dBm
- ✓ Rx rectenna array: 100 elements (+20dB)
- ✓ Distance: 10m (81 dB Loss @ 28GHz)

**【項目1成果】世界最高効率レクテナ及び多素子簡易アンテナ開発**



SB開発した通信と送電融合システム  
京大開発フェーストレー  
金沢大開発レクテナ

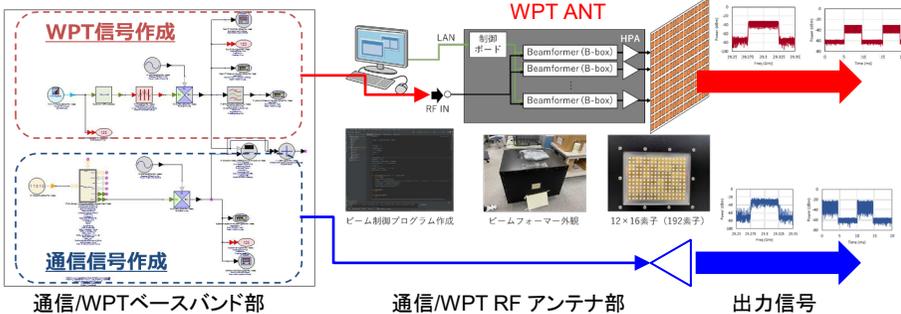
Wire antenna  
Small loop antenna  
Alumina ceramic substrate (5.0x5.0mm<sup>2</sup>)  
ESD protection  
DC output  
Flip-chip assembly (Face-down)  
GaAs MMIC (400x400 $\mu$ m<sup>2</sup>)

金工大GaAs弱電レクテナ

結合試験の様子  
京都大類フレネルレンズアンテナ

- ✓ Wire-loopアンテナを用いるレクテナの検証: 整流効率としてトップ性能を実現
- ✓ 超簡易制御可能なWPTアンテナの検証: サーボモータによる2次元のビーム制御を実現
- ✓ SBベースバンド部・京大簡易アンテナ・金工大レクテナ結合試験の実施完了

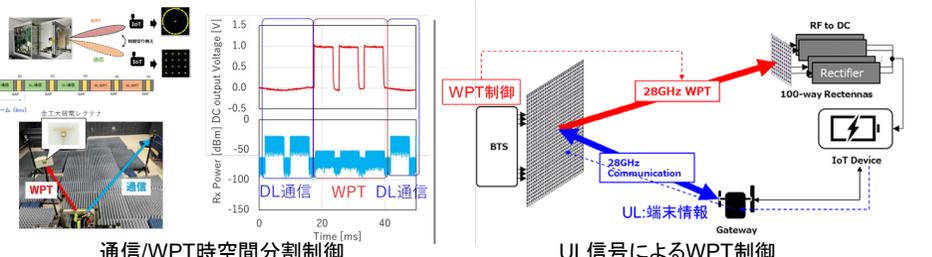
**【項目2成果】WPT出張局を構築するためのアンテナ・ベースバンド部開発**



通信/WPTベースバンド部  
通信/WPT RF アンテナ部  
出力信号

- ✓ 224素子WPTビームフォーマを用いたWPT実証試験完了: 0.1mW/レクテナ@5mのDC電力の受電を確認
- ✓ 通信・WPTアンテナ間連携システム実現に向けたベースバンド部実証完了: 通信/WPTの時分割出力の検証(WPT: Zadff-Chu系列/通信: 64QAM)

**【項目3成果】通信・WPT融合アンテナ及びULによるWPT制御システム開発**



通信/WPT時間空間分割制御  
UL信号によるWPT制御

- ✓ TDDでの通信/WPTの時間分離、フレーム連動によるビーム制御実証試験の完了
- ✓ WPT受電情報をULによりフィードバックし、出力電力を制御可能なことを確認完了

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

| 国内出願       | 外国出願       | 研究論文     | その他研究発表    | 標準化提案・採択 | プレスリリース<br>報道 | 展示会      | 受賞・表彰    |
|------------|------------|----------|------------|----------|---------------|----------|----------|
| 13<br>(10) | 10<br>(10) | 8<br>(6) | 85<br>(56) | 0<br>(0) | 14<br>(8)     | 0<br>(0) | 4<br>(4) |

特許出願、論文発表等の成果について、当初の計画を上回る成果を上げることができた※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。  
特に重要な成果の抜粋を下記に示す：

[1] Y. Nakamoto 2022 *Wireless Power Week (WPW)*, Bordeaux, France, 2022, pp. 21-24  
 [2] N. Hasegawa, et. al., 2022 *Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)*, Yokohama, Japan, 2022, pp. 348-349  
 [3] Y. Nakamoto, et. al., 2022 *Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)*, Yokohama, Japan, 2022, pp. 345-347  
 [4] 角谷 直哉 他, 信学技報, vol. 122, no. 411, MW2022-165, pp. 48-53, 2023年3月.  
 [5] A. Mugitani, et.al., *IEEE Access*, vol. 10, pp. 53433-53442, 2022.  
 [5] W. Shao, et. al., "Aperture-Coupled Beam-Scanning Patch Array With Parasitic Elements Using a Reconfigurable Series-Fed Phase-Shifting Structure et. al.," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*( Early Access ), pp.1-5

5. 今後の研究開発計画

【京都大学】

2023年度以降は、近傍界領域でのアンテナ効率劣化を解消するためにフォーカスビーム等のビームフォーミング技術について議論し、大開口アンテナへの機能実装を目指す。さらに、2022年度までに開発を完了した簡易制御可能な多素子アンテナを用い、ビームフォーミング技術の実証をおこなう(研究開発項目1-b)。

【金沢工業大学】

2023年度以降は、0.18μm GaAsレクテナおよびアレー化の評価を継続して行う(研究開発項目1-e)。さらに45nm SOICMOSレクテナおよびアレー化の評価を継続して行う。これにより多素子化による伝送距離の延伸の効果を確認する(研究開発項目1-d、1-e)

【ソフトバンク】

2023年度以降の研究開発として、研究開発項目1-eでは多素子レクテナの多元接続手法について継続して検討する。特に、入力電力分布による効率劣化をキャンセルするようなマトリックススイッチング回路の試作・実証を実施する。研究開発項目2-cでは通信基地局の出張局としてWPTアンテナをシステムに組み込む。2023年度以降の研究開発では、開発した75dBmビームフォーマと通信アンテナを連携するベースバンド装置を用い、電波伝搬試験を含む通信/WPT時分割連携システム実証を実施する。研究開発項目3-aではミリ波通信アンテナの拡張機能としてWPTを実装する。2023年度以降の研究開発では、画像検出及び近距離通信による受電デバイスの位置検出機能をアンテナシステムに実装し、受電デバイスの位置に応じたビームフォーミング制御を実証する。さらに、通信/WPTの時間リソースをアクティブに最適化可能なアンテナシステムを検討する。