

マイクロ波を用いる
無線電力伝送用
受電レクテナの開発

世界最高の電力変換効率達成

2020年9月23日

金沢工業大学

伊東健治

研究体制

B-②

エネルギー伝送システムへの応用を見据えた基盤技術
「持続可能スマート社会実現のためのWPTシステム基盤技術」

代表研究開発機関：名古屋大学
研究責任者：天野 浩

個別テーマ1

ワイヤレス電力伝送高速スイッチングデバイスの開発

内容

MHz帯ワイヤレス電力伝送システム用高性能縦型GaNデバイスの開発

名古屋大学

富士電機株式会社

個別テーマ2

MHz帯電力伝送システム基盤技術の開発

内容

MHz帯ワイヤレス電力伝送システムの基盤技術開発および機能検証

MHz帯電力伝送共通基盤技術の開発

名古屋大学

シャープ株式会社

産業技術総合研究所

古河電気工業株式会社

MHz帯電力伝送共通基盤技術の開発

長岡技術科学大学

芝浦工業大学

株式会社ダイヘン

ポニー電機株式会社

個別テーマ3

ワイヤレス電力伝送高周波デバイスの開発

内容

マイクロ波帯ワイヤレス電力伝送用高性能GaNデバイスの開発

名古屋工業大学

名古屋大学

三菱電機株式会社

個別テーマ4

マイクロ波帯電力伝送システム基盤技術の開発

内容

マイクロ波帯ワイヤレス電力伝送システムの基盤技術開発および機能検証

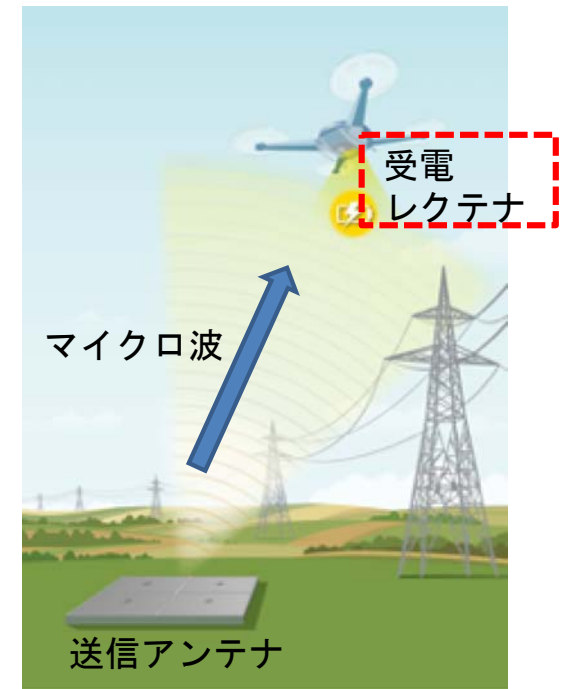
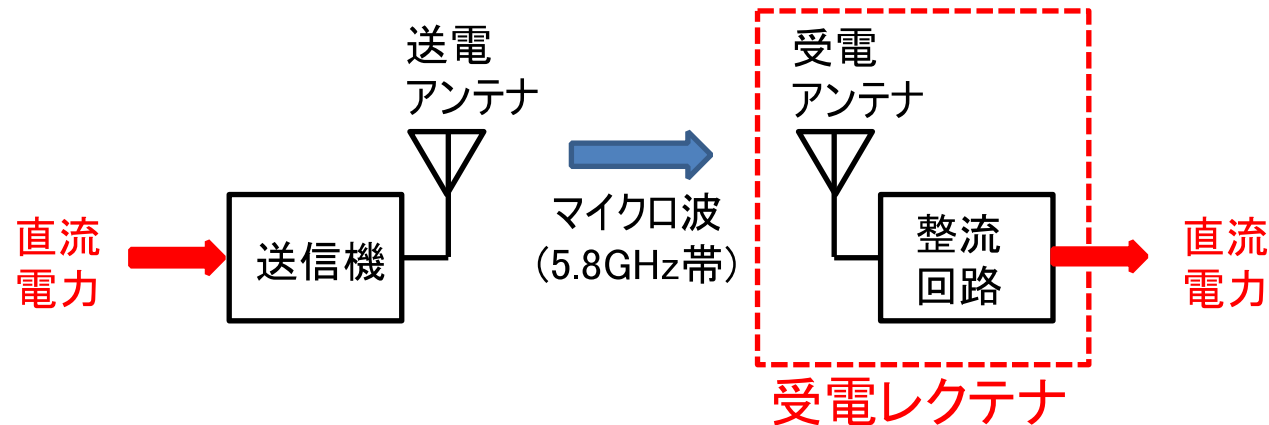
名古屋大学

名古屋工業大学

金沢工業大学



受電レクテナの役割と研究の狙い



受電レクテナ: 長距離の無線電力伝送に適するマイクロ波伝送の受電素子

- ・受電アンテナと整流回路からなる。マイクロ波電力を直流電力に変換。
- ・多数のレクテナを配置し、所望電力を得る:

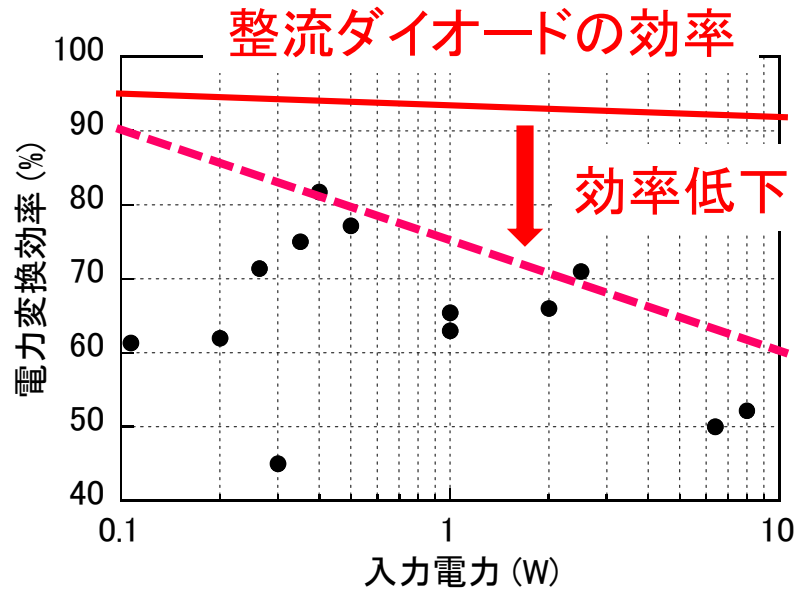
[例] 1W受電レクテナ × 電力効率70% × 100素子 = 70W

研究の狙い: 受電レクテナの大電力化・高効率化

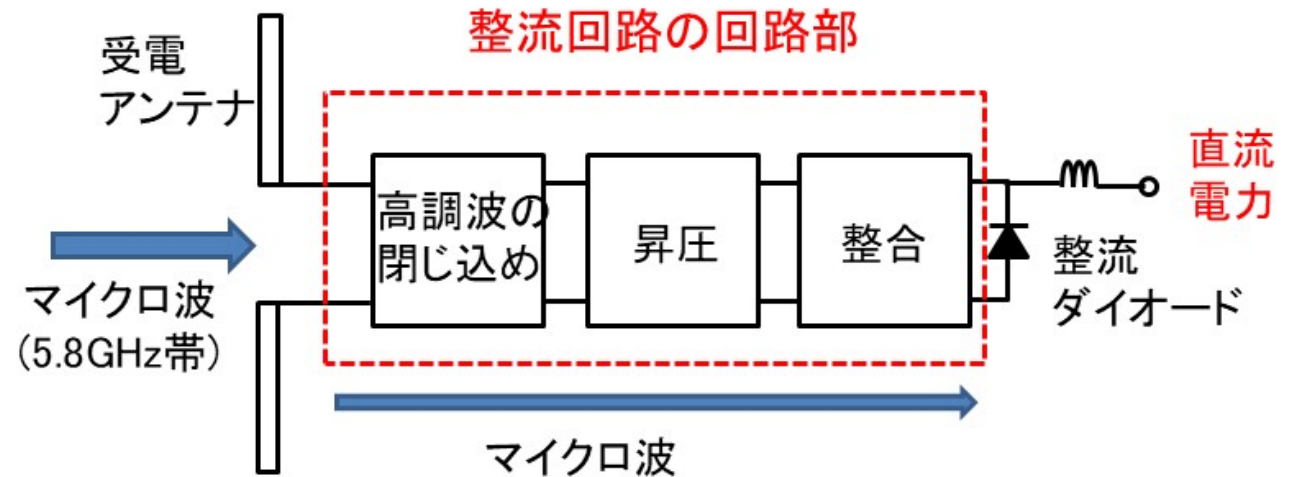
[例] 10W受電レクテナ × 電力効率80% × 9素子 = 72W

→ 受電システムの小型・軽量化、低コスト化、低消費電力化。

今回の研究の視点(従来の受電レクテナの問題点)

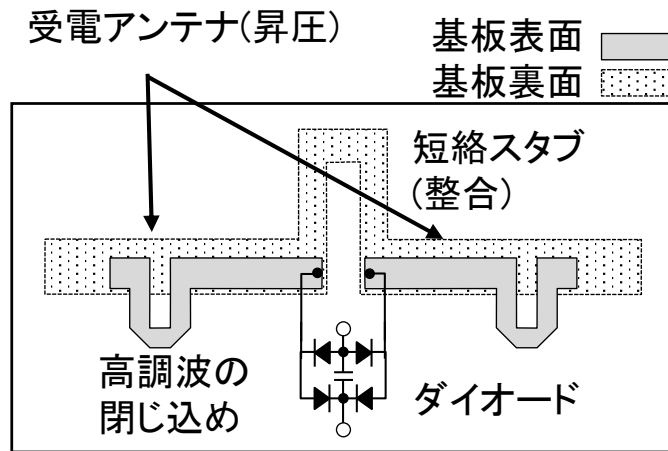


整流回路の電力変換効率



- (1) 整流回路の電力変換効率は、整流ダイオードの効率よりも低下。大電力であるほど顕著。この効率低下は、「整流回路の回路部」の損失に起因。
- (2) 高調波の閉じ込め、昇圧、整合などの機能を有する回路部により、アンテナからのマイクロ波電力を整流用ダイオードに印加。しかし回路の損失によりダイオードに届く前に減衰し効率が低下します。
- (3) 今回、この「整流回路の回路部」を不要とし、受電アンテナに整流ダイオードを直接接続。「整流回路の回路部」の損失を抑制し、高効率化。

本研究による5.8GHz帯受電レクテナ



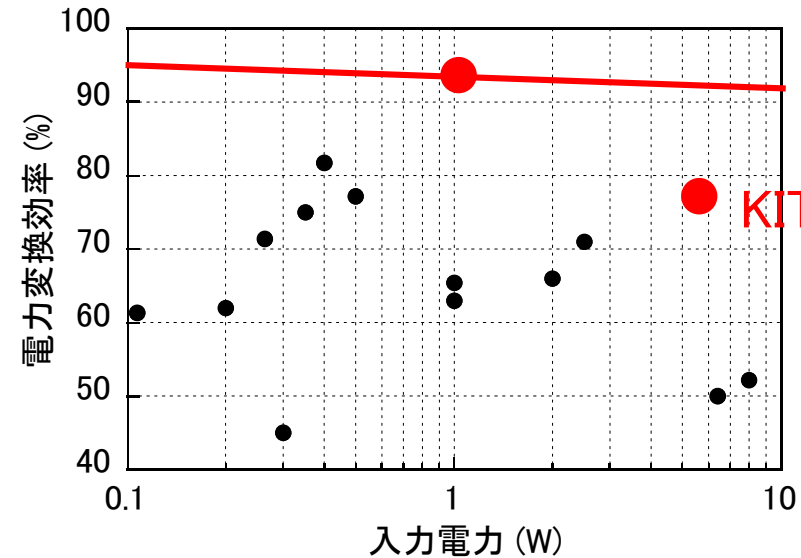
直流出力



直流出力

受電レクテナの構成と写真
(大きさ: 32mm x 11mm)

KIT(本研究)



整流ダイオード
の効率

KIT(発表済)

- (1) 新たな構造の受電アンテナにより「整流回路の回路部」の機能を実装。アンテナ効率の劣化は1%未満。受電アンテナに整流ダイオードを直接接続。回路損失を抑制。
- (2) 整流用ダイオードとして三菱電機により開発されたGaAsダイオードを使用。良好な高周波特性。
- (3) マイクロ波電力1W入力時92.8%の電力変換効率を実現。世界トップ性能。回路損なしの整流ダイオードの効率を実現。
- (4) 別途開発したGaAs整流器IC(7/15発表済)は76.6%@5Wを実現。金沢工大大学院生が設計。

今後の研究の流れ

	2018	2019	2020	2021	2022
名大・名工大 三菱電機	 GaN HEMT構造検討				
金沢工大	 受電レクテナ方式検討 (既存GaAsデバイス)			10W GaN HEMT レクテナ検討	

早期社会実装に向けたコンカレント研究

- (1) 既存GaAsデバイスを用いた受電レクテナ方式検討(今回の発表)
- (2) 今回開発した受電レクテナに、名大のGaN HEMTを適用し
大電力化を狙う(次のステップ)。

【学会発表情報】

学会名: マイクロ波研究会/アンテナ・伝搬研究会 9月24日(オンライン開催)

論文タイトル: 先端短絡スタブ装荷ダイポールアンテナを用いる高効率レクテナ

著者: 坂井尚貴, 野口啓介, 伊東健治(金沢工大)

【関連する学会発表情報1】

学会名: 無線電力伝送研究会/電子通信エネルギー技術研究会10月7日(オンライン開催)

論文タイトル: ノーマリオフGaN HEMTを用いたレクテナ用ゲーテッドアノード型ダイオードの電気的特性

著者: 高橋英匡, 安藤裕二(名大), 土屋洋一, 分島彰男(名工大), 林 宏暁, 柳生栄治(三菱電機), 桔川洸一, 坂井尚貴, 伊東健治(金沢工大), 須田 淳(名大)

【関連する学会発表情報2】

学会名: 電子情報通信学会ソサエティ大会9月15日(オンライン開催)

論文タイトル: E-PHEMT ダイオードを用いる 5.8GHz 帯倍電圧整流器 MMIC

著者: 小松郁弥, 坂井尚貴, 伊東健治(金沢工大)

(マイクロ波研究会/アンテナ・伝搬研究会 9月24日においても、本内容を報告します。)

先鋭的な電波研究を支える日本有数の研究環境



電波に関わる研究者(出身企業):

教授 牧野滋 アンテナ (三菱電機)

教授 廣田哲夫 マイクロ波回路 (NTT)

教授 伊東健治 マイクロ波回路 (三菱電機)

教授 野口啓介 アンテナ

研究員 坂井尚貴 無線電力伝送

大型電波暗室: 1、小型電波暗室: 2

無線電力伝送用電波暗室: 1



- ・ミリ波までのアンテナ/回路の測定機器,
- ・大電力波源 (200W, 2.4GHz, 5.8GHz)
- ・集積回路組み立て用ダイボンド、ワイヤボンド設備
- ・企業と同じアンテナ・回路解析ソフトウェアを保有

教育としての研究:

先鋭的な研究課題を取り組むなかで、学生は理論検討・シミュレーション・製作・検証・改善・論文発表のサイクルを経験。



伊東健治 略歴

- 1983年3月 同志社大学 工学部 電子工学科 卒業
- 1983年4月 三菱電機株式会社入社(情報電子研究所 配属、衛星通信・レーダ用マイクロ波回路を担当)
- 1997年3月 東北大学 工学研究科 後期博士課程 修了, 博士(工学)
- 1997年10月 情報技術総合研究所から通信システム統括事業部へ異動(携帯電話事業を担当)
- 2003年10月 モバイルターミナル製作所 第一技術部長
- 2009年9月 金沢工業大学工学部 教授

学会活動、受賞:

IEEE FELLOW

第50回オーム技術賞(世界初の第三世代携帯電話用ダイレクトコンバージョン受信機開発)

著書:

モバイル通信の無線回路技術(電子情報通信学会, 共著)

無線通信の基礎技術(オーム社、共著)

マイクロ波伝送・回路デバイスの基礎(オーム社、共著)



金沢工業大学の概要

■学部・大学院

【学部】

工学部、情報フロンティア学部、建築学部
バイオ・化学部の4学部

【大学院】

工学研究科9専攻、心理科学研究科1専攻
虎ノ門大学院 1 専攻

■学生数

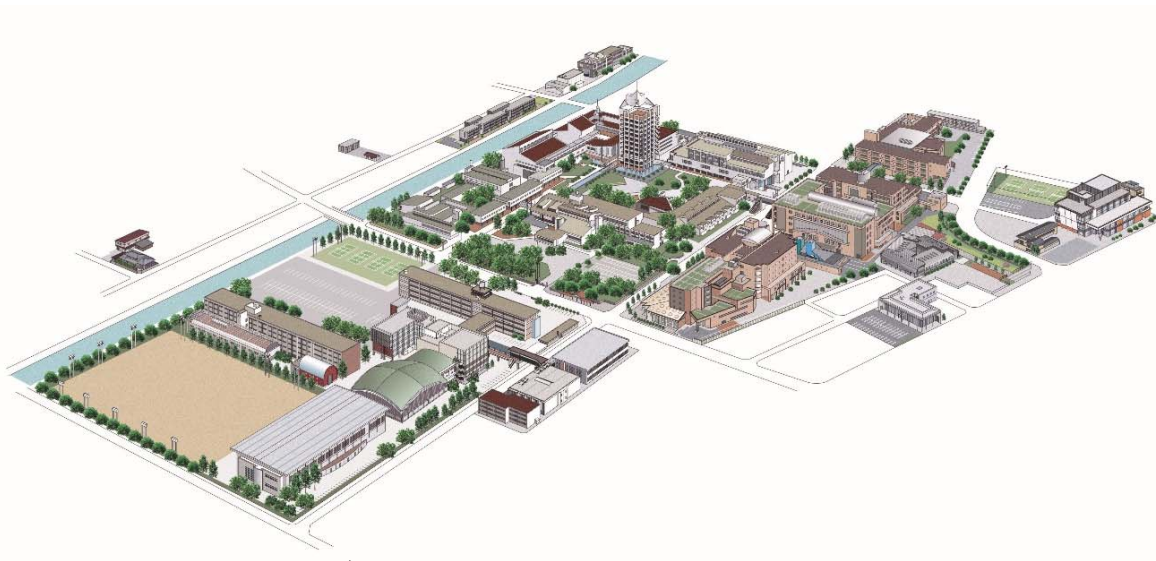
学部 6,415名（男子5,628名、女子787名）

大学院生 518名（男子459名、女子59名）

在学生の75%が県外出身者

■研究所

国内 32研究所、海外 5研究所



扇が丘キャンパス
(メインキャンパス)



やつかほりサーチキャンパス
(14の研究所が集積)



白山麓キャンパス
(実証実験キャンパス)

社会実装型のプロジェクト教育研究が特長

学生自身が社会性のある研究課題を発見し、解決していく
「プロジェクトデザイン教育」が特長。

アイデアは具体化し、実験、検証、評価。

社会に組み込み研究を深める社会実装型の教育研究を行う。



夢考房

アイデアを具体化できる
学部1年次から利用可能



Challenge Lab

社会性のある研究課題に
研究室の枠を超えて取り組む

問い合わせ先:
金沢工業大学 広報課長 山川亮太郎
電話:076-246-4784
E-mail: yamakawa.r@neptune.kanazawa-it.ac.jp