

省リソースで高再現性な 電波ヒトセンシングの試験基盤

岩手大学 工学部 理工学科

電気電子・情報通信コース

助教 村田 健太郎

2026年3月3日

従来技術とその問題点

■ ヒトセンシング技術の社会的的重要性

□ 高齢者の孤独死や幼児の置き去り

□ 新型コロナウイルス感染爆発



☹ 常時監視による**プライバシー侵害**

☹ 医療崩壊による**医療サービス提供困難**

意識されることなく遠隔かつ容易にヒトをセンシングすることが必要

従来技術とその問題点

■ 既存無線機器を用いた電波ヒトセンシング

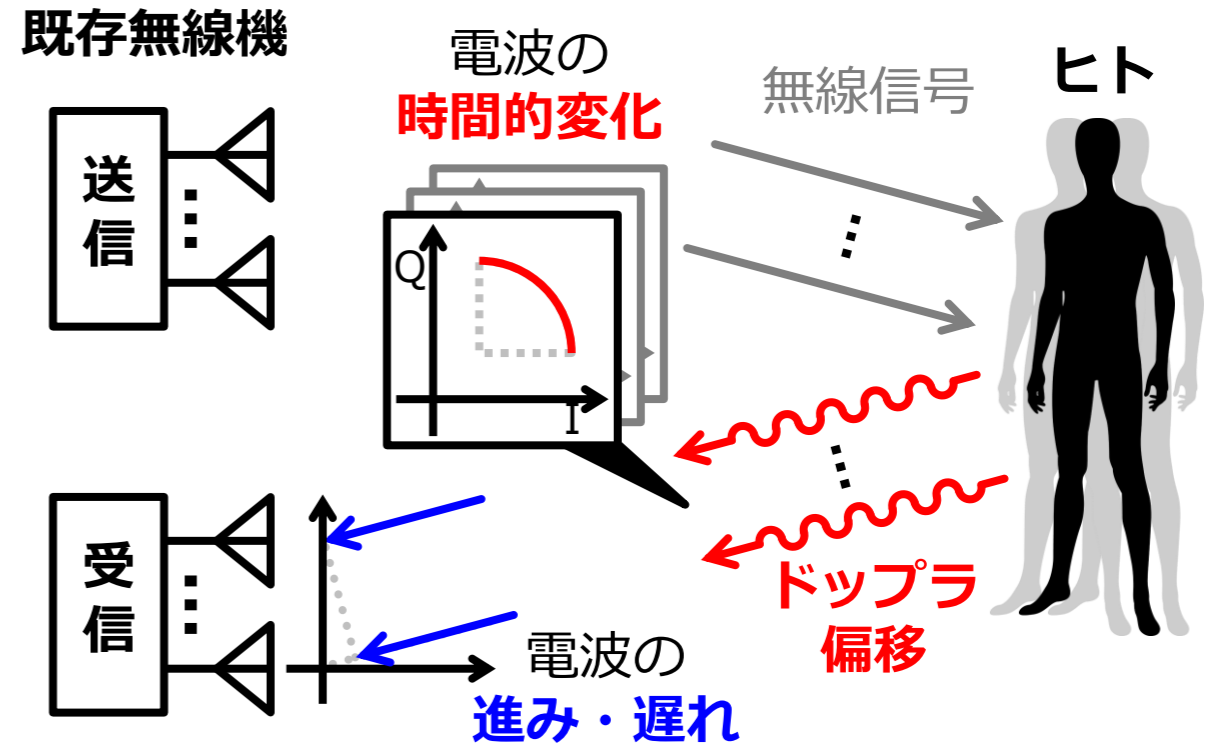
□ なぜヒトをセンシングできるのか？

- ヒトの生体活動により電波に**ドップラ偏移 (時間的変化)**が発現

→ **生体的 (呼吸・心拍) ・行動的情報**を推定可能

- ヒトで反射し到来する電波に**(位相の) 進み・遅れ**が発現

→ **幾何的情報 (位置・体格)**を推定可能



非侵襲・非拘束・非接触にヒトにまつわる様々な情報をセンシング可能

従来技術とその問題点

■ 電波ヒトセンシング技術の研究開発実績

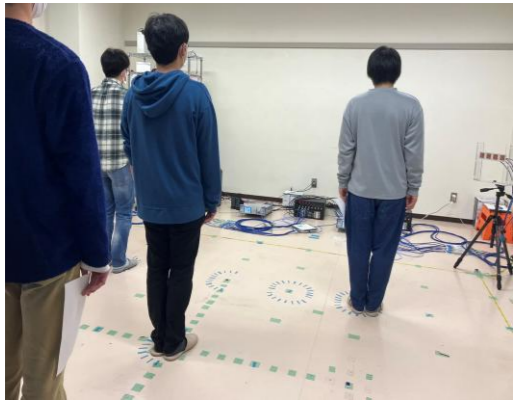
N. Shiraki et al., IEEE Sens. J., vol. 23, no. 23, pp. 28863-28871, Dec. 2023
D. Sasakawa et al., IEEE Sens. J., vol. 18, no. 8, pp. 3183-3189, Apr. 2018
N. Honma et al., IEEE Sens. Lett., vol. 9, no. 9, pp. 1-4, Sep. 2025
K. Murata et al., IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 74, no. 1, pp. 1135-1153, Jan. 2026

□ 屋内測位

□ 個人識別

□ バイタル測定

□ 無線電力伝送への応用



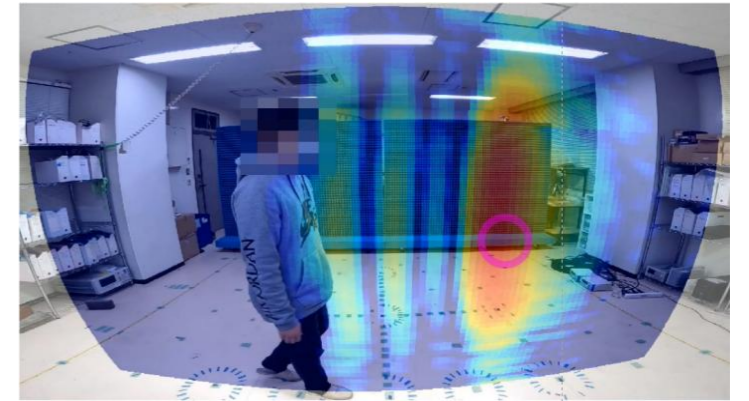
☺ 多人数の
同時測位



☺ 高精度の
個人識別



☺ 呼吸・心拍を
遠隔で測定可能



☺ 電波ばく露回避と
高効率給電の両立

実試験を通じて多種多様な電波ヒトセンシング技術の実証に成功

従来技術とその問題点

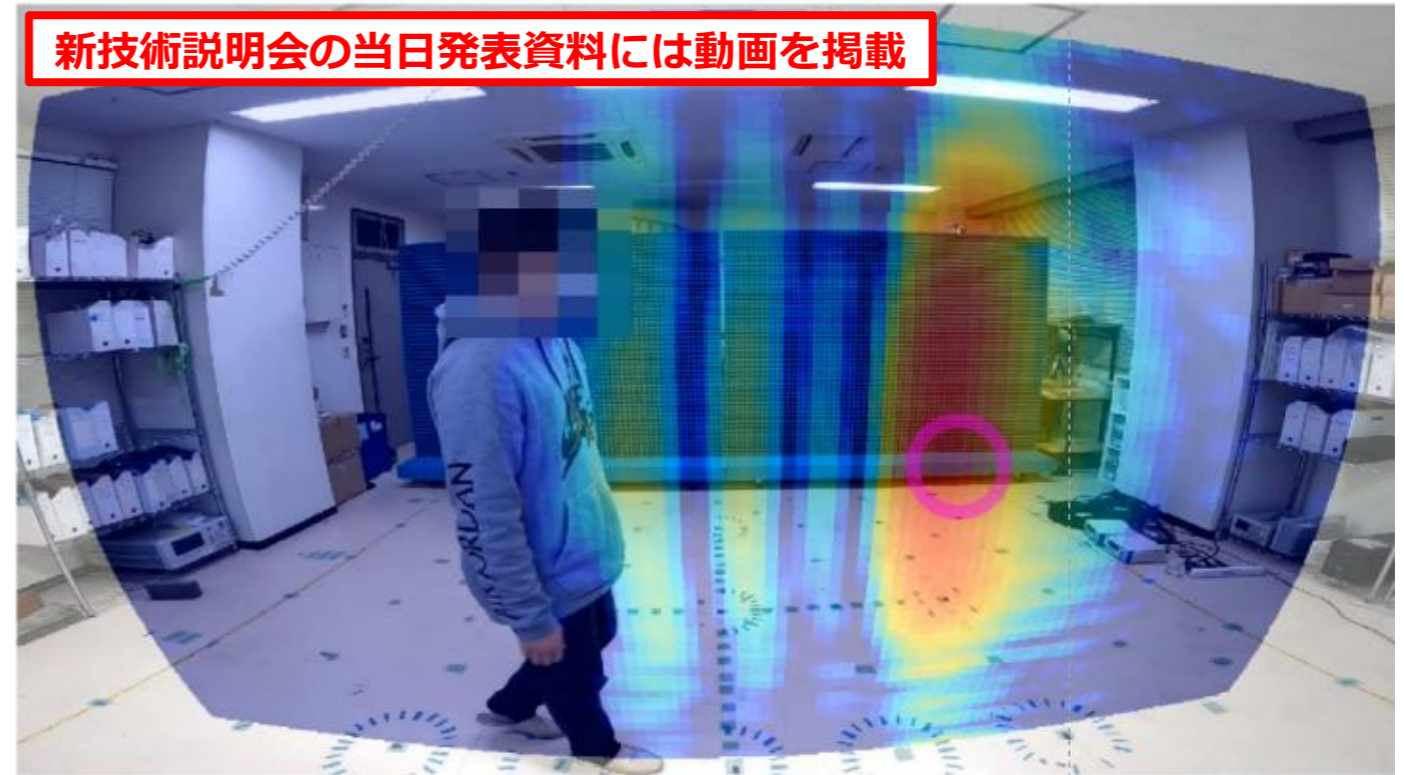
■ 電波ばく露回避無線電力伝送のデモ動画

K. Murata et al., IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 74, no. 1, pp. 1135-1153, Jan. 2026

国際ジャーナルIEEE TMTTに論文掲載
無料公開中！こちらのQRコード・URLから
どなたでも全文ご覧いただけます



URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/11195967>

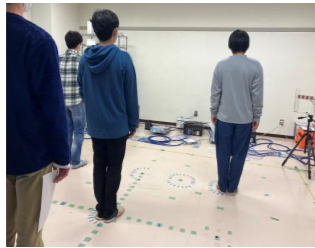


世界初、電波ヒトセンシングを統合した無線電力伝送技術の実証に成功！

従来技術とその問題点

■ 電波ヒトセンシング試験の問題

□ 被験者を対象とした試験



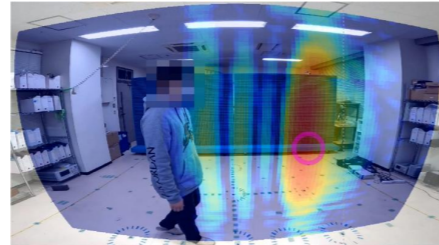
人的・時間的リソース増大



身体的拘束



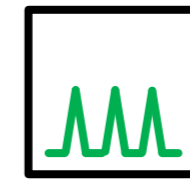
医療機器装着



電波ばく露のリスク

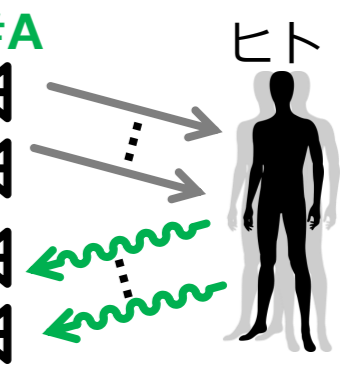
◆ 実験 1 回目

バイタル
測定値



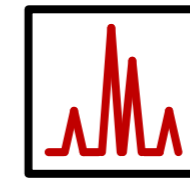
正常値

無線機#A



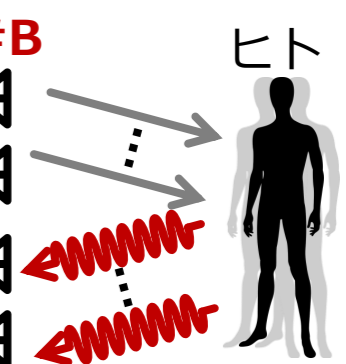
◆ 実験 2 回目

バイタル
測定値



異常値

無線機#B



無線機の異常か
ヒトの異常か
判断がつかない

⊗ ヒトを対象とする研究特有の問題

⊗ バイタル非再現性により平等なベンチマーキング困難

電波ヒトセンシングの研究開発・実用化におけるボトルネック

従来技術とその問題点

■ 被験者に代わる評価試験系

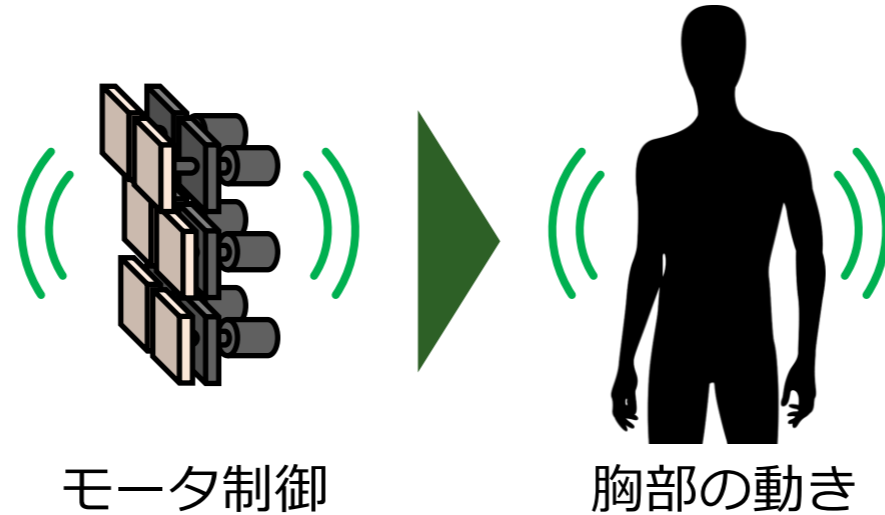
□ 人体ファントム



☺ ヒトの電気的特性や体格を再現

☹ 運動を模擬不可

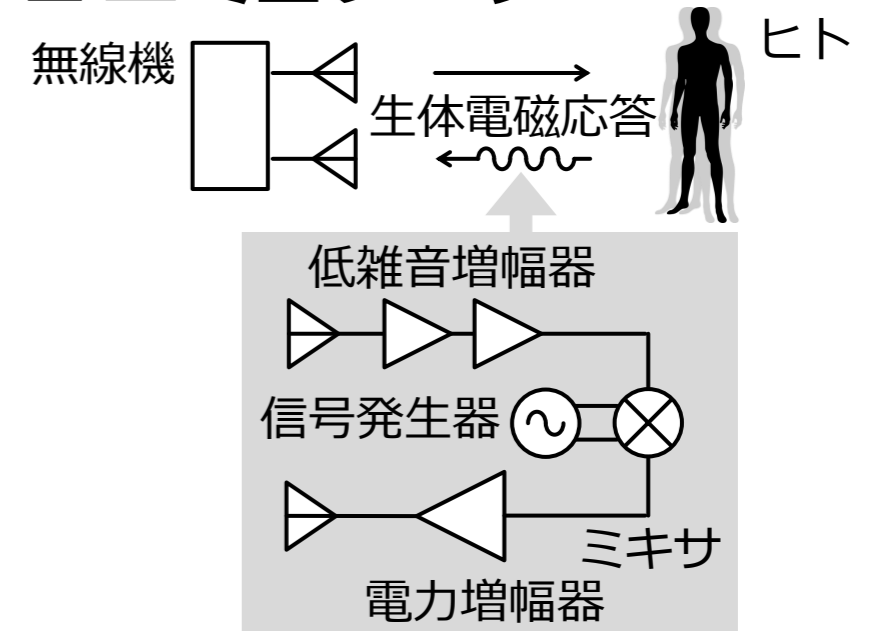
□ 機械ファントム



☺ バイタル由来の胸部の動きを再現

☹ 複雑な動きを模擬不可

□ エミュレータ



☺ 生体電磁応答を電子的に再現

☹ 高コスト・高消費電力

動的な生体電磁応答再現に伴う試験系の複雑・肥大化とリソース消費の増大

新技術の特徴・従来技術との比較

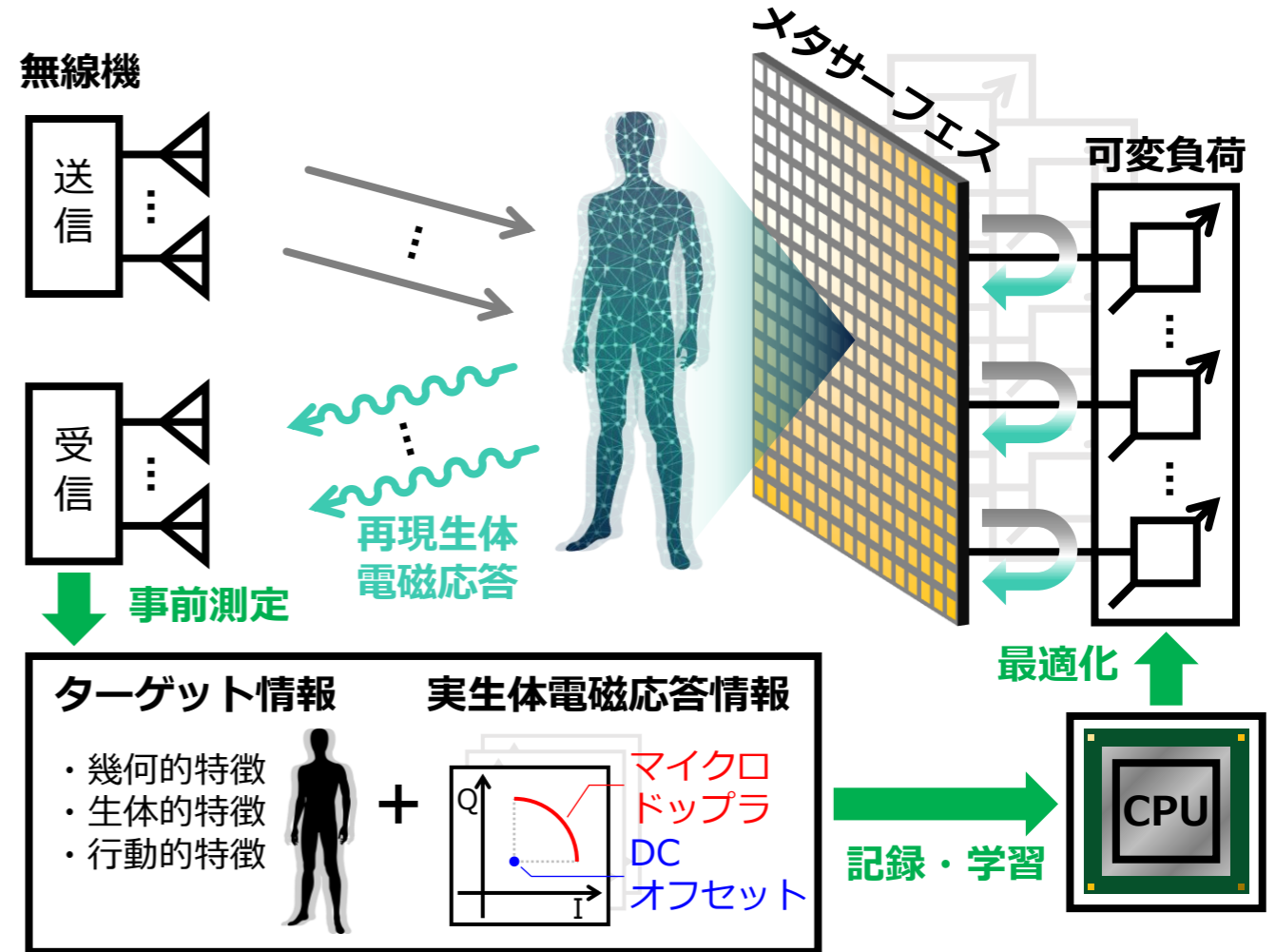
■ 新技術：LiePH

生体模倣インテリジェント電磁ファントム

村田他, 信学通誌, vol.18, no.2, pp.172-189, Sep. 2024

- メタサーフェス
- 配列アンテナ素子の負荷制御により簡易かつ受動的な構成で電波伝搬特性を制御可能
- 試験系の低コスト・低消費電力化
- 生体電磁応答再現法
- ターゲット存在時の生体電磁応答を事前測定
- 生体電磁応答を再現するよう負荷最適化
- 任意の生体電磁応答を
誰でも・何処でも・何度でも再現可能

LiePH: Life-emulating intelligent electromagnetic PHantom



高再現性・高精度・低コストな電波ヒトセンシング用試験系を提供可能

新技術の特徴・従来技術との比較

■ 新技術LiePHのコア技術

① 生体電磁応答再現アルゴリズム

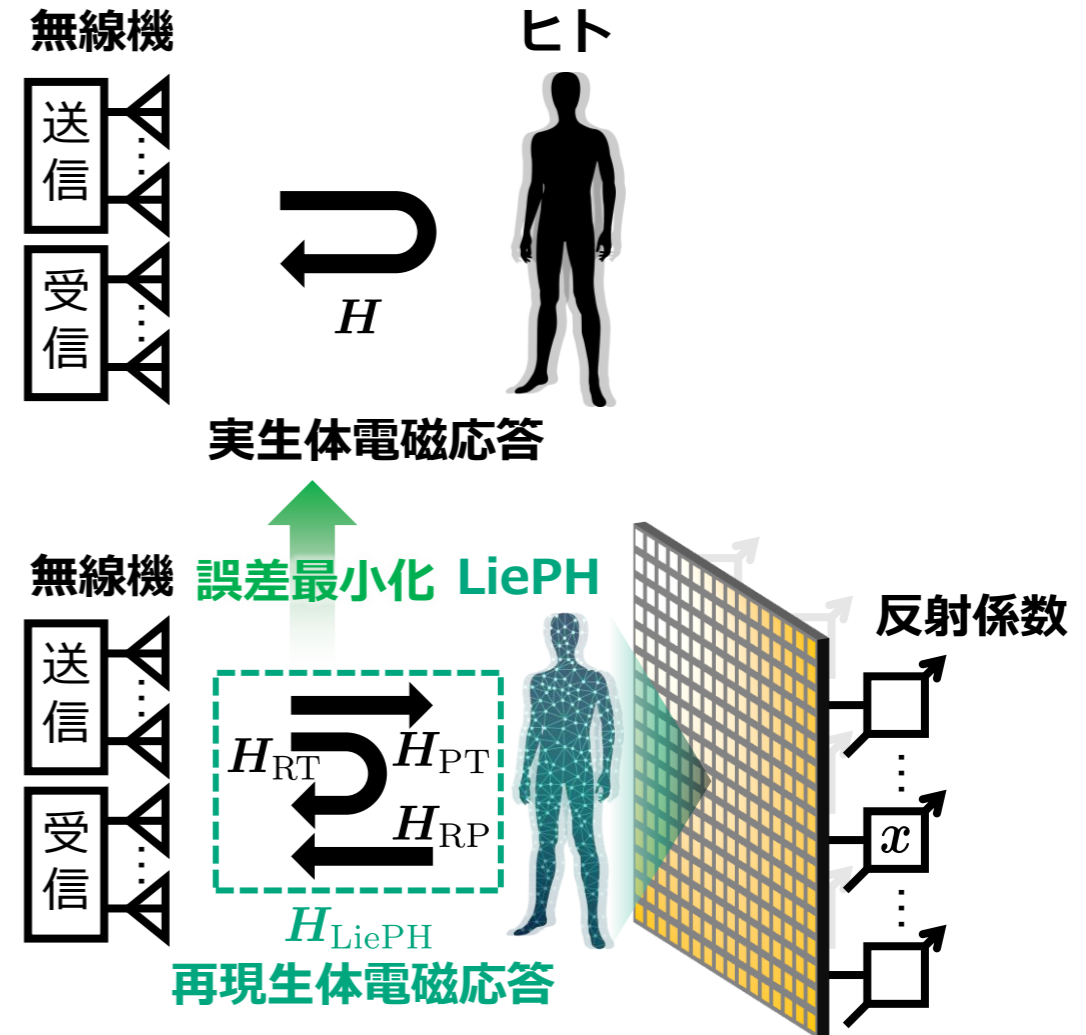
- 事前記録した生体電磁応答を再現するようメタサーフェスを最適制御

□ 最適化アルゴリズム

- LiePHによる再現生体電磁応答を予測し誤差を最小化するように反射係数を最適化

$$\min_x \left\| \underset{\text{実生体電磁応答}}{H} - \left(\underset{\text{再現生体電磁応答}}{H_{RT}} + H_{RP} \text{diag}(x) H_{PT} \right) \right\|_F$$

s.t. $|x_m| \leq 1 \quad \forall m$



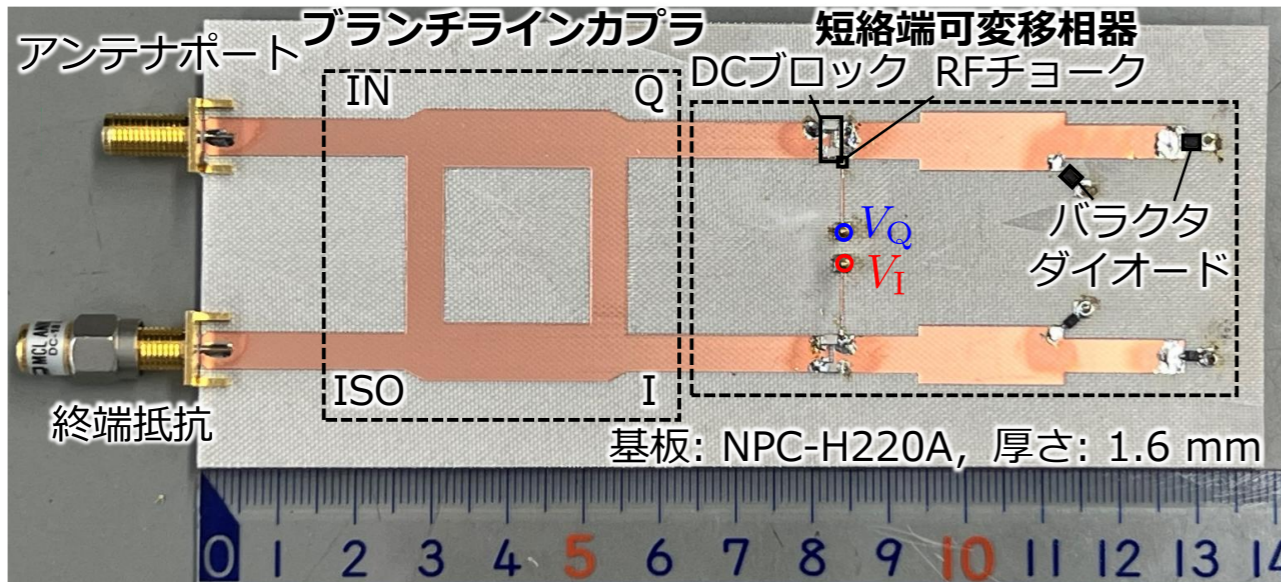
事前記録された生体電磁応答を原理上完全に再現可能

新技術の特徴・従来技術との比較

■ 新技術LiePHのコア技術

② 生体電磁応答再現ハードウェア

- メタサーフェス素子の反射係数の振幅と位相を独立かつ連続的に制御可能



□ 試作回路の反射係数特性

- 緑色の領域が制御可能範囲

挿入損失
約2.0dB

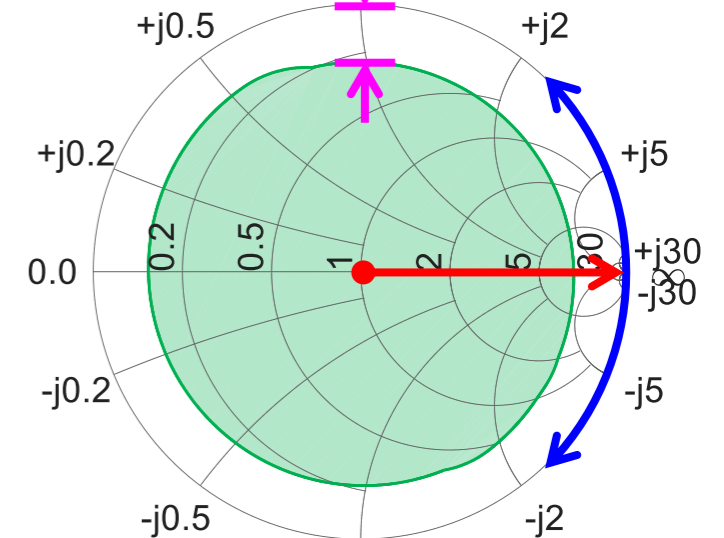
半径方向の変化

→ 電波の振幅変化

角度方向の変化

→ 電波の位相

(遅れ・進み) 変化

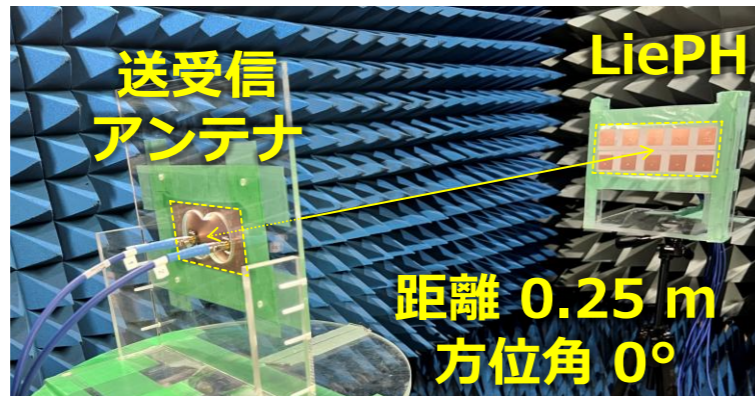
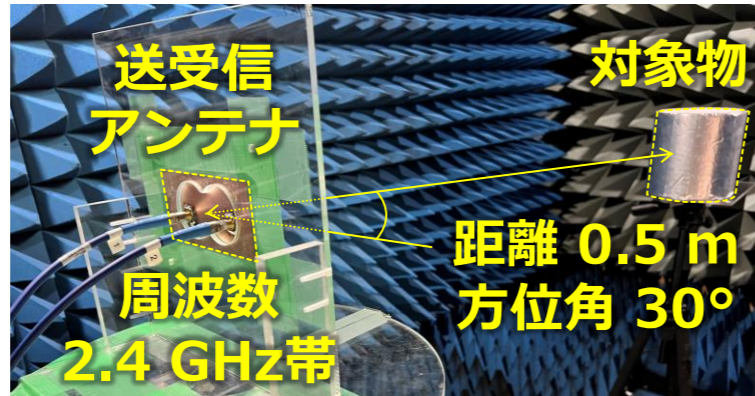


低損失 (2.0 dB) かつ自由度の高い電波伝搬特性の制御が可能

新技術の特徴・従来技術との比較

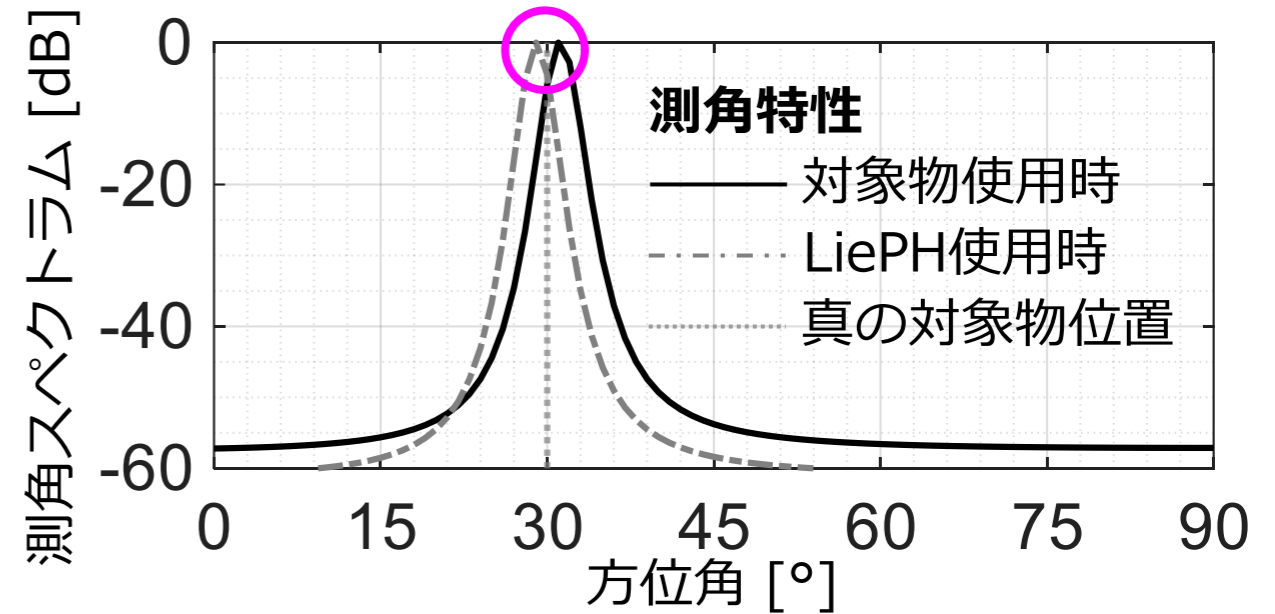
■ 対象物の空間的電磁応答の再現実験

□ 実験条件



□ 実験結果：対象物測角特性

推定した対象物方向が合致 → 空間的電磁応答を再現

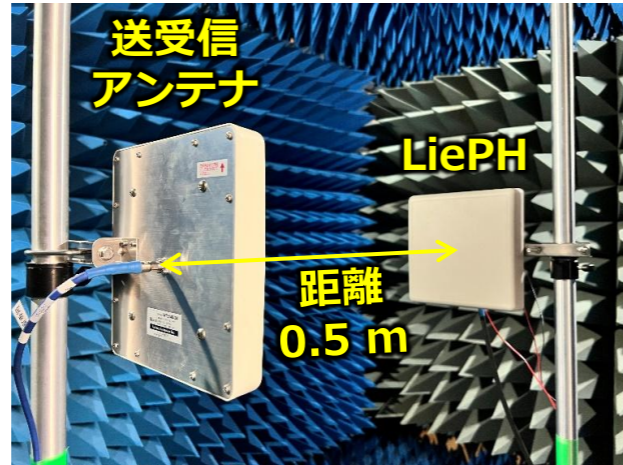
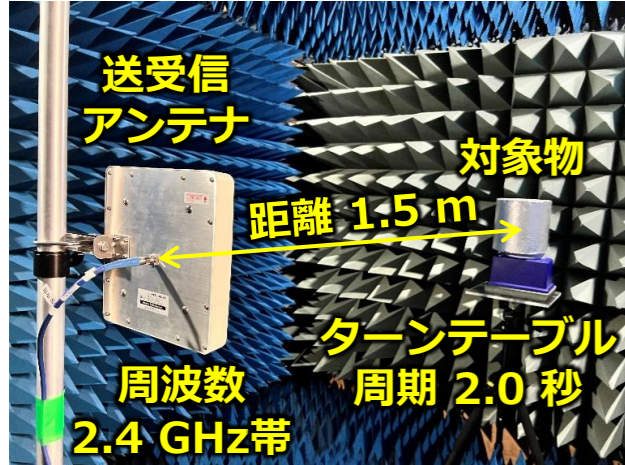


角度誤差約2°の高精度な空間的電磁応答（=対象物位置）の再現に成功

新技術の特徴・従来技術との比較

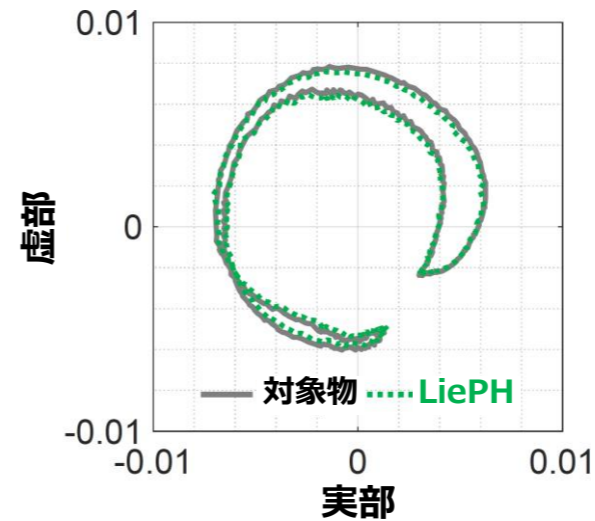
■ 対象物の時変動電磁応答の再現実験

□ 実験条件

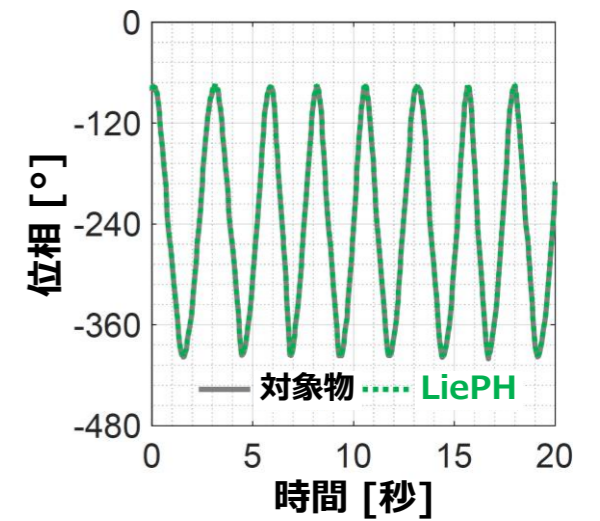


□ 実験結果：対象物時変動特性

◆ 複素信号特性



◆ 位相特性



約2~3 秒周期の変動に合致 → 時変動電磁応答を再現

時変動電磁応答 (= 対象物変位) の再現精度99.99%を達成

※正規化二乗平均平方根誤差0.00263%

新技術の特徴・従来技術との比較

■ 従来の電波ヒトセンシング試験系との比較

技術	空間的再現	時間的再現	再現精度	コスト
人体ファントム	可	不可 ※半固定式のため	低 ※半固定式により 時間的再現が不可のため	数100万円～数1000万円 ※市場調査に基づく情報
機械ファントム	可	可	低 ※ヒトの複雑な動きを機械的に 厳密に模倣することが困難なため	数100万円～数1000万円 ※市場調査に基づく情報
エミュレータ	可	可	中 ※シミュレーション値に基づく 再現のため	～数億円 ※市場調査に基づく情報
新技術 LiePH	可	可	高 ※実測値に準拠した生体電磁応答再現 アルゴリズムおよびハードウェア による再現のため	数100万円以下 ※プロトタイプ開発費に基づく情報

高再現性・高精度・低コストな電波ヒトセンシング用試験系を提供可能

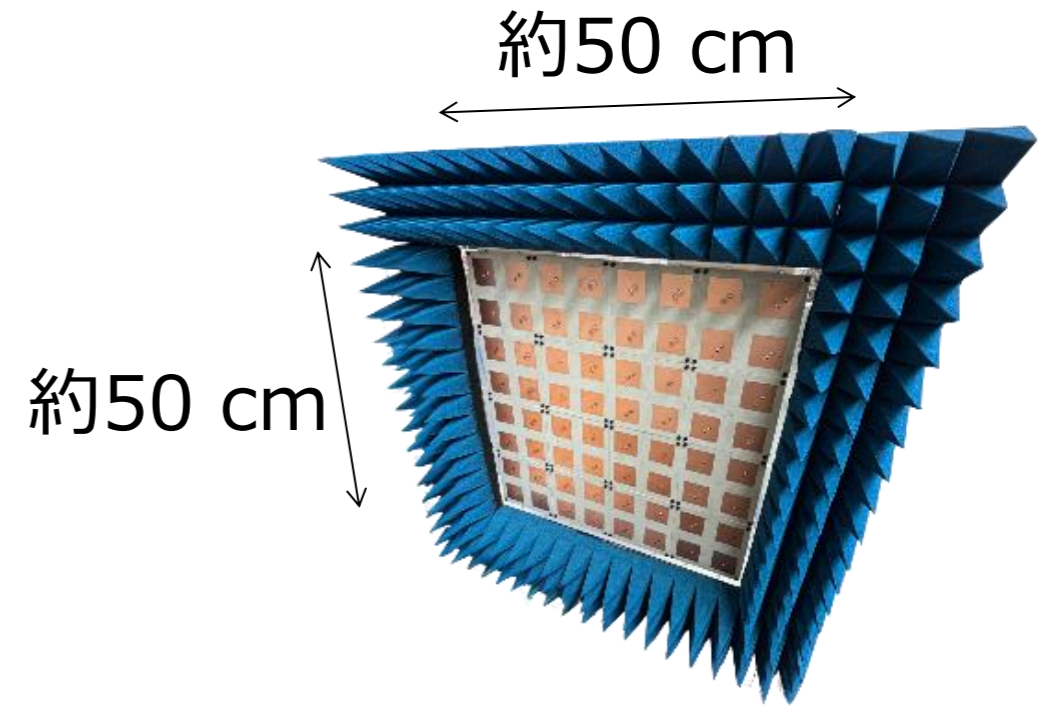
➔ R&Dの門戸を広げ、大学・スタートアップと共に早期社会実装へ

想定される用途

- 車載レーダやヘルスケア・医療介護施設向け電波センシング製品の標準化試験への適用
- VR、ゲーミング、遠隔医療システムなど、ヒト中心無線通信デバイスの通信品質評価に向けて任意の電波伝搬環境を再現する技術として活用
- 新たな電波利用型生体インターフェースへの応用
- ヒト存在の欺瞞技術として安全保障分野への応用

実用化に向けた課題

- ヒト半身用プロトタイプを開発し、原理実証中。再現性劣化の主要因は特定済み。
- 高精度電波センシングの試験要求水準（精度99.9%※提案者定義）達成に向け、特定済みの誤差要因を解消する。
- 標準化・実用化に向け、ヒト全身用へのスケールアップ、多層基板実装による薄型・軽量化と広帯域化技術の確立により、実運用上の制約解消と適用シーンの拡張を図る。



ヒト半身用LiePH
プロトタイプ
(MWE2025展示品)

社会実装への道筋

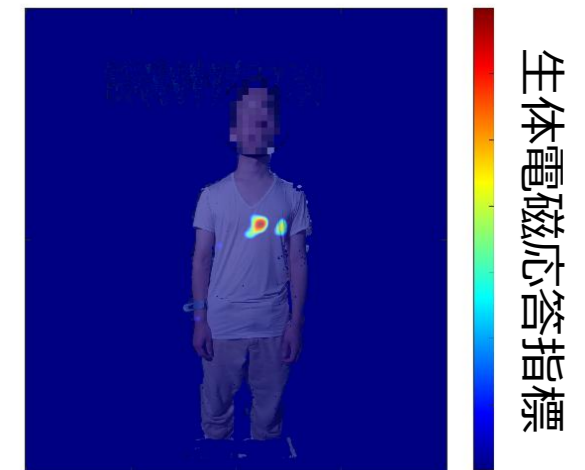
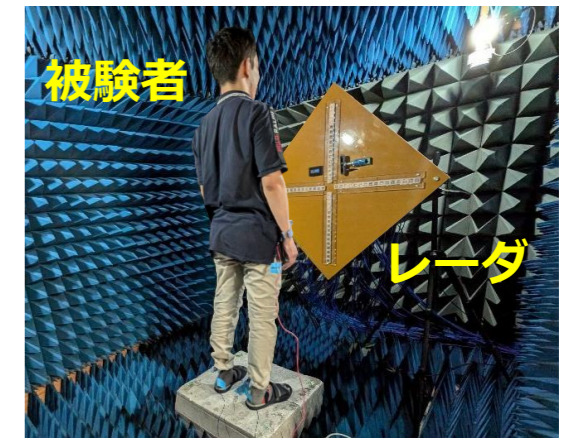
時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> 生体電磁応答を再現するメタサーフェス制御アルゴリズム、およびハードウェアの原理構築 	<ul style="list-style-type: none"> 特許出願済
現在	<ul style="list-style-type: none"> ヒト半身用プロトタイプの開発および原理実証 	<ul style="list-style-type: none"> JKA機械振興補助事業採択 MWE2025・市場ニーズ調査 科学研究費助成事業等に応募
1年後	<ul style="list-style-type: none"> 主要誤差要因（特定済）への対策 再現精度99.9%を実現 <p>※提案者の定義する高精度試験要求水準</p>	<ul style="list-style-type: none"> 総務省FORWARD等の大型競争的資金獲得
2年後	<ul style="list-style-type: none"> ヒト全身用プロトタイプへのスケールアップ 多層基板実装による薄型・軽量化 広帯域化（数百MHzオーダ） 	<ul style="list-style-type: none"> 評価用標準サンプルの提供開始 特定顧客との共同実証推進
3年後	<ul style="list-style-type: none"> 広帯域化（数GHzオーダ）による適用アプリケーションの拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 電波センシング評価装置としての試験サービス提供 標準化団体への提案（国内・国際標準化）

企業への期待

- 未解決課題の広帯域化への対応（具体策あり）。
- レーダ製品およびメタサーフェス開発に実績のある企業との共同研究を希望。
- 電波センシングのR&Dや新規事業を検討中の企業へ、本技術の導入を提案。
- 電波センシング関連制度の標準化推進に向けた連携。
- 本技術の新たなニーズ・応用先（安全保障分野等）の開拓。

企業への貢献、PRポイント

- 大学とスタートアップの容易な参画を可能とするR&Dプラットフォームを提供し、電波センシング技術の高度化と、迅速な社会実装を支援。
- 生体電磁応答現象の解明を通じ、電波センシング性能の更なる向上が期待。
- 生体×電波の新たなインターフェース開発や電波センシングの欺瞞対策を通じ、新領域での価値を創出。
- 電波センシングの理論体系から応用展開まで幅広く研究しております。お気軽にご相談ください。



心拍に由来する
生体電磁応答マップ

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 電波伝搬制御システム
- 出願番号 : 特願2024-229426
- 出願人 : 岩手大学
- 発明者 : 村田健太郎、本間尚樹

産学連携の経歴

- 2019年-2020年 科学研究費助成事業（研究活動スタート支援）
- 2020年-2022年 科学研究費助成事業（若手研究（1回目））
- 2020年-2024年 文部科学省世界で活躍できる研究者戦略育成事業TI-FRIS
- 2021年 いわて戦略的研究開発推進事業採択課題（可能性試験ステージ）
- 2023年-2025年 科学研究費助成事業（若手研究（2回目））
- 2023年-2025年 総務省戦略的情報通信研究開発推進事業
- 2024年 いわて戦略的DX・GX等研究開発推進事業（シーズ育成ステージ）
- 2024円-2026年 総務省電波資源拡大のための研究開発
- 2025年 JKA機械振興補助事業
- 2025年-2026年 いわて戦略的DX・GX等研究開発推進事業（応用研究ステージ）
- 2025年-2027年 成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech事業）

お問い合わせ先

岩手大学

研究支援・産学連携センター

知的財産ユニット

T E L 019-621-6494

e-mail iptt@iwate-u.ac.jp