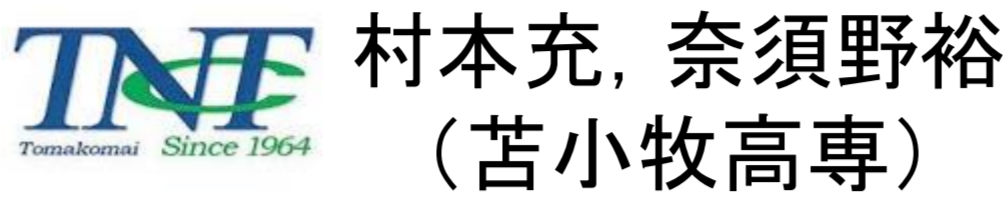
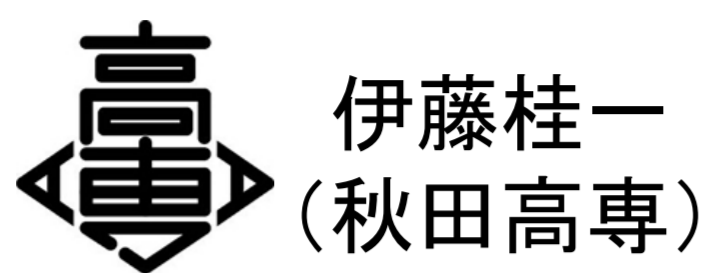




5G・IoT応用と地域課題解決のためのアンテナおよび伝搬の大規模電磁界解析



◆研究概要

本研究の背景

5Gの本格的なサービスが開始され、28GHz帯が自営網として使用可能となるなど、見通し電波しか届かないと言われるミリ波および準ミリ波の活用が期待されている。特に北海道エリアでは、これら5G・IoTのスマート農畜水産業への適用が期待される一方で、道路や水道管の凍結や雪崩など地域特有の課題がある。

本研究の目的

- 5Gで用いる高い周波数帯のエリア改善
- 空中に存在するWi-Fiや移動通信用の電波をワイヤレス電力伝送によってエネルギーに変換するエネルギーハーベスティングによる電力不足の解消、
- アンテナ伝搬技術を応用することによる地域特有課題の解決

◆研究内容(1) 最先端の無線技術

5GおよびIoT対応ミリ波アンテナの最適設計の高性能化と大規模モデル設計

概要

IoTにおけるセンシング用途を目的としたミリ波アンテナの最適設計を行った。アプリケーションを想定したアンテナ設計に対してトポロジー最適化を用いたアンテナ用レンズの設計および超薄型化、FSSと組み合わせた高機能化に取り組んだ。設計はFDTD法ベースで行い、比較的規模の大きいモデルでも最適化できることを確認した。

主な成果

76GHz 帯ミリ波導波管スロットアレーアンテナに装荷する誘電体カバーの形状設計をトポロジー最適化によって行ってきた。半球型のレンズ構造に比べてトポロジー最適化で設計したレンズ構造は大きな利得の改善と不要放射の抑制が可能であることがわかった[4],[5]。

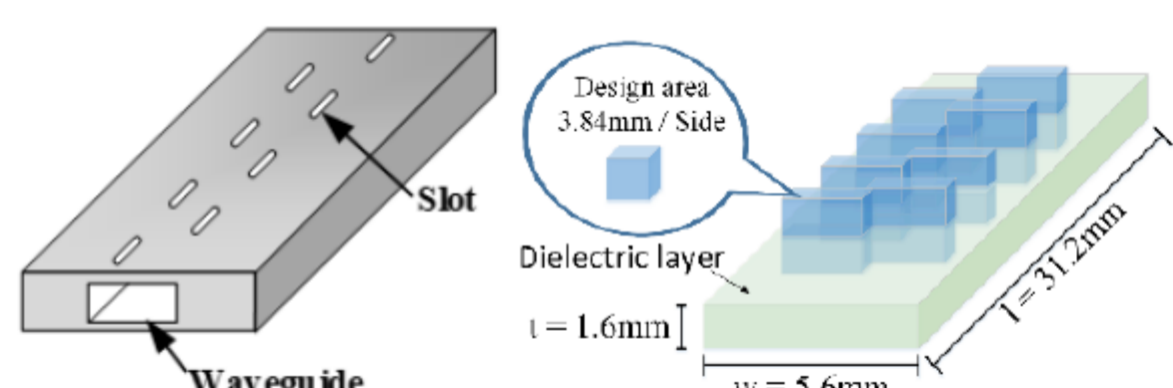


Fig.1 Antenna model and design area

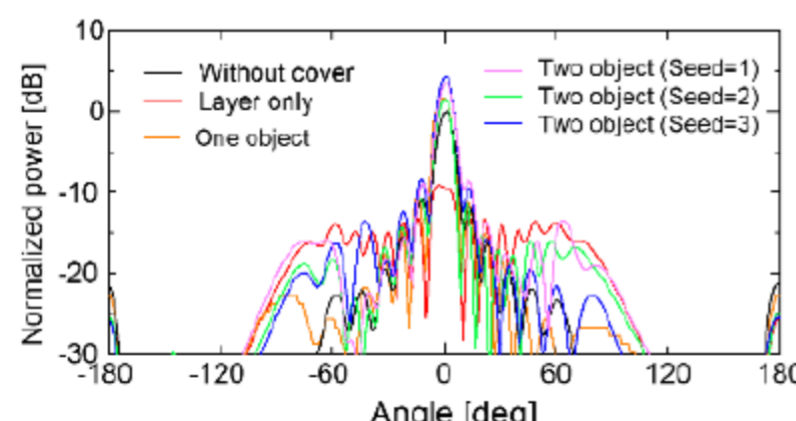


Fig.2 Comparison of radiation patterns (Weight=10)

発表文献

- [1] 戸賀瀬駿, Hanna SALMINEN, 田中将樹, 伊藤桂一, “ミリ波導波管スロットアレーアンテナ用誘電体カバーのGAを用いた形状設計”, 令和2年度電気関係学会東北支部連合大会, H05(2020-8)
- [2] 船木誠哉, 新井場貴寛, 田中将樹, 伊藤桂一, “FSSを組み合わせた周波数選択性スロットアンテナの開発”, 令和2年度電気関係学会東北支部連合大会, H03(2020-8)
- [3] 滝田和真, 新井場貴寛, 田中将樹, 伊藤桂一, “トポロジー最適化を用いたミリ波アンテナ用誘電体カバーの形状設計”, 令和2年度電気関係学会東北支部連合大会, H06(2020-8)
- [4] Kazuma Takita, Takahiro Niba, Masaki Tanaka, and Keichi Itoh, “Shape Design of Novel Dielectric Cover for Millimeter-Wave Antenna Using Topology Optimization”, 5th International Conference on “Science of Technology Innovation” 2020 (STI-Gigaku2020), STI-6-8, p.129(2020-10)
- [5] 滝田和真, 戸賀瀬駿, 田中将樹, 伊藤桂一, “ミリ波導波管スロットアレーアンテナ用誘電体カバーのトポロジー最適化を用いた形状設計”, 電子情報通信学会技術研究報告, EST2020-62, pp.51-55(2021-1)
- [6] 戸賀瀬駿, 田中将樹, 伊藤桂一, “ミリ波導波管スロットアンテナ用薄型誘電体レンズの設計”, 令和3年東北地区若手研究者研究発表会, R3-C-02, p.65(2021-3)
- [7] 船木誠哉, 佐藤裕汰, 田中将樹, 伊藤桂一, “FSSを組み合わせた周波数選択性スロットアンテナの設計”, 令和3年東北地区若手研究者研究発表会, R3-C-04, p.69(2021-3)

メタヒューリスティクスを活用した到来方向推定とアンテナ設計の確立

概要

5G移動通信環境における電波の到来方向推定として、染色体数可変GAやPSOを用いることによる近傍波や近接波において従来法に比べて推定精度を改善できることを示した。また、染色体数可変GAを用いたアンテナの自動設計を行った。2方向のアンテナ素子を設置することを可能として従来よりも自由度の高い設計が可能となることを示した。

主な成果

PSOのパラメータc1, c2を可変させた場合の到来方向推定精度を確認し、パラメータの最適化を行うことによりパラメータと推定精度の関係を確認することができた[8]。

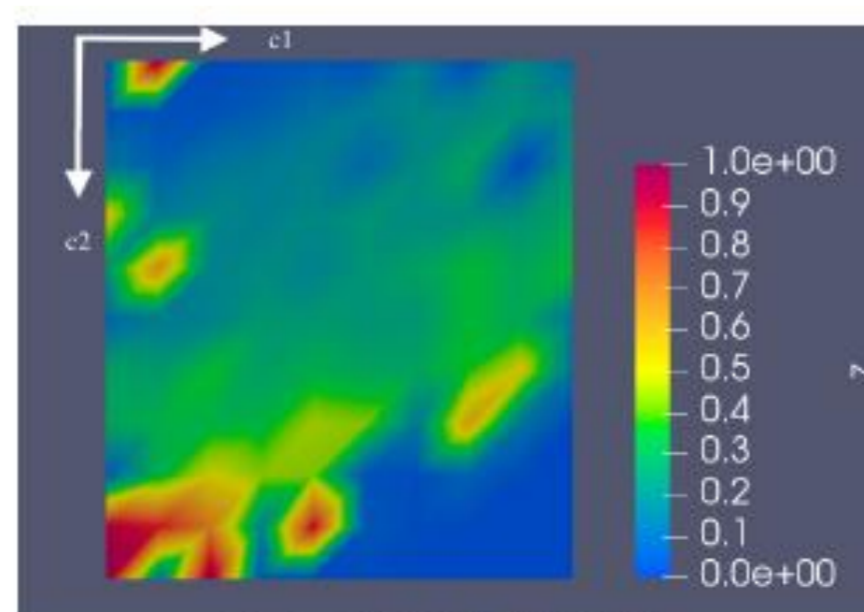


Fig.1 到来方向推定精度

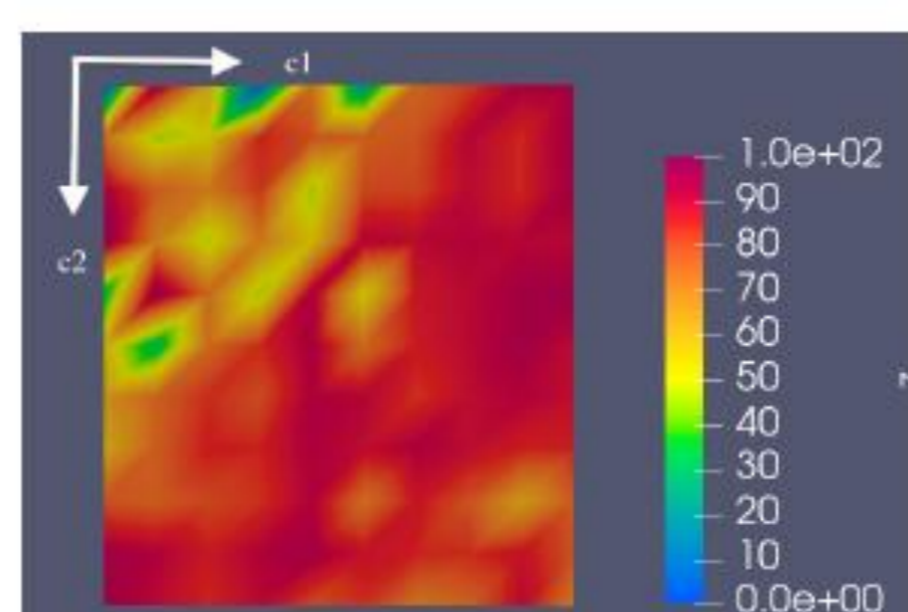


Fig.2 推定成功回数

発表文献

- [8] 古家 駿, 大島 功三, 村本 充, “粒子群最適化を用いた到来方向推定におけるパラメータと推定精度の関係に関する一考察”, 令和2年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 1 (2020.11)
- [9] 林 優太, 大島 功三, 村本 充, “染色体数可変GAによる近傍波の到来方向推定精度向上の一検討”, 令和2年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2 (2020.11)
- [10] 古家 駿, 大島 功三, 村本 充, “粒子群最適化を用いた到来方向推定精度の改善に関する研究”, 第26回高専シンポジウムオンライン, PELE-19 (2021.1)
- [11] 古家 駿, 大島 功三, 村本 充, “最適化手法を用いた電波到来方向推定に関する検討”, 令和2年度電子情報通信学会北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 1-03 (2021.2)
- [12] 林 優太, 大島 功三, 村本 充, “染色体数可変GAによる近傍波の到来方向推定精度の評価”, 令和2年度電子情報通信学会北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 1-06 (2021.2)
- [13] 林 優太, 大島 功三, 村本 充, “近傍波の到来方向推定における信号数増加による影響に関する一検討”, 第26回高専シンポジウムオンライン, PELE-11 (2021.1)



5G・IoT応用と地域課題解決のためのアンテナおよび伝搬の大規模電磁界解析

ワイヤレス電力伝送によるエネルギーハーベスト

概要

Wi-Fiなどの通信用電波をワイヤレス電力伝送によってエネルギーに変える手法として、八木宇田アンテナの導波器の原理を応用する手法を提案してきた。今年度は、導波器をマルチセクタ配置することにより、電力の伝わるエリアを広げられることを明らかにした。また、八木宇田アンテナは、効率を高くするためには、通常素子の配置および素子の形状が限定される。本研究では素子を折り曲げて誘電体に埋め込むことにより、1/2ダイポールを用いる場合と同様にLEDを点灯できること、および、そのワイヤレス電力伝送効率を明らかにした。

発表文献

- [14] Tamami Maruyama, "Energy harvesting by applying Multi-Sector Yagi-Uda Rectenna," 2020 International Symposium on antennas and propagation, ISAP 2020.
- [15] 丸山珠美、木村 太、葛西俊太、中津川征士: "マルチセクタ八木宇田アンテナに基づくエネルギーハーベストに関する研究", 信学技報, vol. 120, no. 278, WPT2020-27, pp. 7-10, 2020年12月.
- [16] 丸山珠美: "折り曲げダイポールによるLEDアクセサリのワイヤレス電力伝送効率解析", 信学技報, vol. 120, no. 7, WPT2020-8, pp. 41-43, 2020年4月.
- [17] Tai Kimura, Tamami Maruyama and Masashi Nakatsugawa: "Novel bent dipole rectenna with transparent dielectric material for energy harvesting using WPT," 2020 Asian Wireless Power Transfer week, 2020AWPT.



(a) Photograph

(b) Design parameters

Fig.1 The bent dipole antenna with rectifier embed into transparent dielectric material.



(a) Illuminated by Wi-Fi tethering

(b) Illuminated by leaky wave from microwave oven

Fig. 4 Illumination experiments of the proposed accessory-shaped rectennas by feeding electric energy through energy harvesting.

◆ 研究内容 (2) 地域課題の解決

水素生成における触媒形状最適化

概要

水素を生成する手法の一つとしてマイクロ波加熱による手法が挙げられる。マイクロ波加熱の特徴として、触媒の形状によって加熱効率が変ることから触媒形状の最適化が必要となる。水素生成のためのマイクロ波加熱において、触媒の設置位置の違いによる最適化をスパコンを用いて行った

発表文献

- [18] 西川 拓次, 大島 功三, 村本 充, 大宮 学, "5 GHz帯における下水道管内部の伝搬特性に関する検討", 令和2年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 6 (2020.11)
- [19] 脇 修平, 大島 功三, 村本 充, "十字路を含む下水道管内部の電波伝搬特性に関する研究", 令和2年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 7 (2020.11)
- [20] 西川 拓次, 大島 功三, 村本 充, 大宮 学, "水面反射を考慮した下水道管内部の電波伝搬特性に関する一検討", 第26回高専シンポジウムオンライン, PELE-10 (2021.1)
- [21] 脇 修平, 大島 功三, 村本 充, "偏波を考慮した十字路を含む下水道管内部の電波伝搬特性の解析に関する研究", 第26回高専シンポジウムオンライン, PELE-17 (2021.1)
- [22] 脇 修平, 大島 功三, 村本 充, "寸法変化を考慮した十字路を含む下水道管内部の電波伝搬特性の解析に関する研究", 令和2年度電子情報通信学会北海道支部学生会インターネットシンポジウム, 1-05 (2021.2)



Fig.1 マイクロ波加熱装置 (四国計測工業μReactor®)

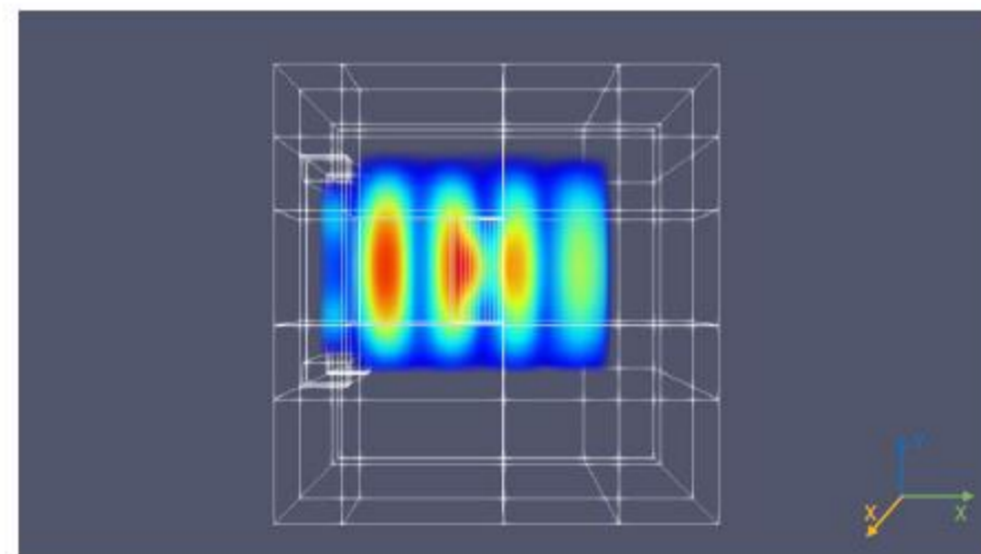


Fig.2 空のマイクロ波加熱装置にマイクロ波を照射したときの電界強度分布

融雪装置最適設計研究

概要

短時間で融雪を可能とする漏れ波導管をモルタルブロックの下に埋め込むマイクロ波融雪装置を、広いエリアで低コストで構築するため、左手系導波管と右手系導波管を組み合わせ、給電方向を逆にしても電波の向きが等しくなるような、導波管配列を考案しその電気特性をシミュレーションにより明らかにした。

発表文献

- [23] Yuji Koita, Kazusa Ohno, Tamami Maruyama and Masashi Nakatsugawa: "Novel Design of Right- and Left-handed Waveguide Arrays for Snow Melting with Microwave Radiation," 2020 Asian Wireless Power Transfer week, 2020AWPT.
- [24] 小坂 侑司, 大野 寿紗, 葛西俊太, 丸山珠美, 中津川征士, 玉山泰宏: "マイクロ波融雪のための2.4GHz帯右手系及び左手系導波管配列", 信学技報, vol. 120, no.416, WPT2020-49, pp. 79-82, 2021年3月.
- [25] 小坂 侑司, 大野 寿紗, 丸山珠美, 中津川征士: "マイクロ波融雪のための右手系左手系交互配列導波管" 電子情報通信学会2020年ソサイエティ大会, B-20-11, 2020年9月.
- [26] Kazusa Ohno, Yuji Koita, Tamami Maruyama and Masashi Nakatsugawa: "Investigation on the effects of snow characteristic difference for electric coupled WPT using discontinued rails as a feeder," 2020 Asian Wireless Power Transfer week, 2020AWPT.
- [27] 大野 寿紗, 小坂 侑司, 丸山珠美, 中津川征士: "廃線レールをフィーダーとする電界結合 WPT に対する誘電体の影響," 電子情報通信学会2020年ソサイエティ大会, B-20-10, 2020年9月.

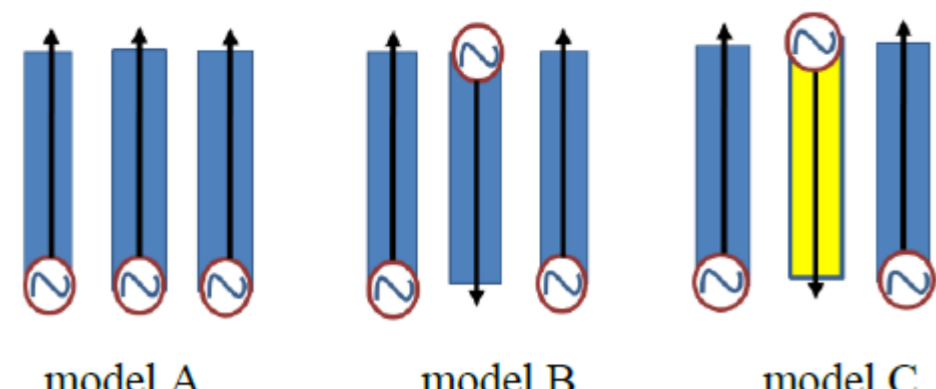
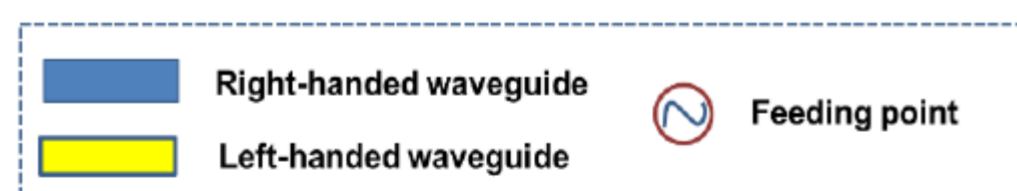


Fig.4 Waveguide array models

