

<基本計画書>

不要電波の高分解能計測・解析技術を活用したノイズ抑制技術の研究開発

1. 目的

ドローンやロボット等、広域低電力無線通信や高速・大容量通信等の無線通信機能を備える機器の稠密化により通信トラヒックが急激に増加し周波数がひっ迫する見通しである。今後、さらなる機器の増大により周波数のひっ迫が進み、ドローン等の機器の制御に用いられる無線 LAN や GNSS 等の通信ネットワーク（制御用通信）等に悪影響を及ぼし安定運用が困難になることが懸念されている。また、機器の小型化・高周波駆動化・高密度実装化が進み、機器内のスイッチングデバイス（高周波電源モジュールや高速デジタル制御モジュール等）等のノイズ源が機器内のアンテナに近接配置され、電磁干渉による受信感度劣化の問題が増えることが懸念されている。

そのため、本研究開発では、極薄でありながらノイズを効果的に抑制する基板集積化ノイズ抑制技術、および無線設備等における不要電波等の発生源や抑制設計手法を高度に計測・解析する技術を開発する。本技術を活用し、ドローン等の静止及び動作状態における機器内部のノイズ発生と不要電波(700 MHz～30 GHz の帯域内)干渉を対策することにより、高密度実装化した無線設備等において従来と同等の受信感度を確保することで、制御用通信の安定化や通信特性の維持・改善によるトラフィック抑制が期待され、周波数の有効利用に貢献する。

2. 政策的位置付け

「電波政策 2020 懇談会報告書」（平成 28 年 7 月）

第 3 章 制度見直しの方向性

(2) 電波利用共益事務の在り方

②次期における電波利用料の用途

(オ) 電波資源拡大のための研究開発、周波数ひっ迫対策のための技術試験事務

(中略)

e) 電磁環境・測定分野：

安心・安全な電磁環境の維持に向けたワイヤレス電力伝送(WPT)システム等の機器から発せられる漏えい電波の解析・低減技術、近年の測定器や無線設備の多様化に対応し様々な機器から発射される電波が技術基準に適合していることを確認するために必要な測定技術の開発及び試験を実施する。

(後略)

3. 目標

ドローン等の機器に搭載し不要電波の発生を予防する基板集積化ノイズ抑制技術及び不要電波の高分解能計測・解析技術を確立するとともに、高分解能計測・解析の結果をノイズ抑制設計へフィードバックし高性能化を図るための連携も行い、機器の内部におけるノイズ発生と不要電波干渉（700 MHz～30 GHz の帯域内）を抑制する。

これらの取組により、高密度実装化した機器においても従来と同等の受信感度（例えば無線 LAN・IEEE802.11ac では-80dBm 以下、GNSS では-130dBm 以下）を確保し、制御用通信の安定化や通信特性の維持・改善によるトラフィック抑制等を通じて、周波数の有効利用に貢献するとともに、研究開発の成果（例えば、研究開発により得られた不要電波の計測データ等）を広く展開し、様々な分野における不要電波の抑制に寄与することを目指す。

4. 研究開発内容

(1) 概要

高密度実装化した無線設備等においても従来と同等の受信感度を確保するため、不要電波の発生を予防する基板集積化ノイズ抑制技術、および無線設備等における不要電波の高分解能計測・解析技術を確立する。

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

無線設備等における不要電波の発生と内部干渉を計測するためのプローブ技術を開発する。また、不要電波のプローブ技術と機能連携した、不要電波の高分解能（量子化・デジタル化した際の観測信号の分解能）計測による広帯域データをリアルタイム解析する手法、および着目する無線通信に干渉する帯域の不要電波を検知して高分解能データを収集する手法を開発する。さらに、高分解能データと通信シミュレーションを統合し、着目する無線通信への干渉及び通信性能への影響を評価する技術を開発する。

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

高い透磁率を有し基板内蔵化のための熱プレスプロセスに対応可能な薄い磁性体を開発し、基板内のノイズ発生源近傍に集積化させることで不要電波の発生を予防する技術を開発する。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

社会利用の促進が期待されるドローンやロボット、IoT 機器等の無線を利用する機器の稠密化が進み、不要電波の発生と干渉が課題となっており、これらの

機器は、自己位置推定の劣化(GNSS 受信障害)、及び通信の途絶による遠隔制御の不能(IEEE802.11 あるいは LPWA 受信障害)が生ずる可能性が指摘されている。

以下の取組により、高分解能計測技術基盤を確立するとともに、イとの連携を通じて、機器の内部や近傍における不要電波の発生と内部干渉の対策を高度化する必要がある。

(a) 不要電波のプロープ技術の研究開発

ドローン等の動作状態における不要電波の発生と内部干渉を計測するためのプロープ技術を開発し、700 MHz～30 GHz の帯域内において 6 GHz 以上の広い周波数範囲で不要電波を記録するとともに、無線通信が干渉しやすい周波数帯域における特徴的な不要電波を低ノイズフロア (-170dBm/Hz 以下) で記録する。さらに、無線設備等のイミュニティ(内部干渉への耐性)の評価にも応用するため、記録した不要電波に対する無線設備等の応答を実験評価する。

(b) 不要電波の高度解析技術の研究開発

不要電波のプロープ技術と機能連携した不要電波の高度解析技術により、ドローン等の動作状態の変化に対応した不要電波の追従性や、着目する無線通信に干渉する不要電波を抽出し、不要電波の発生と内部干渉を評価する。このために、不要電波の広帯域計測データを解析する手法、および、着目する無線通信に干渉する不要電波の高分解能データと通信シミュレーションを統合し、着目する無線通信への干渉及び通信性能への影響を評価する技術を開発する。

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

急速に普及する広域低電力無線通信や高速・大容量通信の無線設備等は高密度実装が進む一方で、FPGA 等の高速プロセッサに電源を供給するコンバータ等に不可欠なインダクタンス素子は、高周波化に伴い増加するコア損失の影響等により磁性体を用いない空芯コイルが用いられるが、スイッチングノイズの高周波成分等に起因する漏えい電磁波が増加することが懸念される。また、機器の小型化等に伴って、機器内のノイズ源(高周波電源モジュールや基板内蔵化が進む高周波インダクタ等)が機器内のアンテナに近接配置され、電磁干渉による受信感度劣化の問題が増えることが予想される。

現在、小型電子機器の受信感度対策として、ノイズ抑制シートが広く用いられているが、ノイズ抑制シートを用いた後付のノイズ対策では、部品の基板内蔵化が進む高密度実装化に対応できない。また、従来の磁性金属粉末がバインダー中に分散された複合構造のノイズ抑制シートは、比較的低い透磁率に止まるとともに、バインダーが熱プレス時の高温に耐えられないものが多い。

このため、高い透磁率を有し、かつ基板内蔵化のための熱プレスプロセスに対応可能な薄い磁性体を基板内のノイズの発生源近傍に集積させ、不要電波を低減する技術を確立するための研究開発が必要となる(基板内蔵化が進む高周

波インダクタ等からの不要電波を効率的に抑制することが可能であり、早期の実用化が期待されているところ)。また、アとの連携により、高分解能測定の結果をノイズ抑制設計へフィードバックし高性能化を図ることが重要である。

到達目標

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

(a) 不要電波のプロープ技術

- ・ 不要電波を 700 MHz～30 GHz の帯域内において 6 GHz 以上の広い周波数範囲で不要電波を記録する広帯域計測技術
- ・ 無線設備等が干渉しやすい周波数帯域における特徴的な不要電波を低ノイズフロア (-170dBm/Hz 以下) で記録する高分解能計測技術
- ・ ドローン等の機器における不要電波の対策効果を評価する試験環境

上記の技術を確立し、小型化・高周波駆動化・高密度実装化の進む無線設備等における不要電波のプロープ技術を実現する。また、例えば、ア(b)と連携して得られた不要電波の計測データ等の研究成果を公開するなど、広く成果展開することを目指す。

(b) 不要電波の高度解析技術の研究開発

- ・ ア(a)と連携して、ドローン等の機器の動作状態における機器内部・機器外部の不要電波を計測し、10 秒以上の連続した動作状態の変化に対応した不要電波の追従性を解析する技術
- ・ ア(a)と連携して、広帯域計測データ及び高分解能計測データから、着目する無線通信に干渉する不要電波を抽出し、700 MHz～30 GHz の帯域内における複数の無線通信(無線方式と無線帯域の組み合わせ)について通信シミュレーションと統合して無線通信性能指標への影響を解析する技術
- ・ イと連携して、ノイズ抑制技術により不要電波を対策する設計環境の構築技術

上記の技術を確立し、小型化・高周波駆動化・高密度実装化の進む無線設備等における不要電波の高度解析技術を実現する。また、例えば、ア(a)と連携して得られた不要電波の計測データ等の研究成果を公開するなど、広く成果展開することを目指す。

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体用材料の開発技術
- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の設計技術
- ・ 伝送線路とノイズ抑制体を一体化した試料の実装評価のためのノイズ抑制構造体評価技術

諸外国のノイズ抑制技術の動向調査を行いつつ、上記の技術の確立やアとの連携を通じて、不要電波の発生を予防するための高い透磁率を有し、かつ基板内蔵化のための熱プレスプロセスに対応可能な薄い磁性体を開発する。これにより、基板内のノイズ発生源近傍に磁性体を集積化することを実現するとともに、既存のノイズ抑制シートと比べて不要電波の抑制効果を 10dB 以上改善することを実現する（可能な限り簡便に実装できる構成とする）。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

<2019 年度>

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

- ・高分解能計測技術の基本検討及び設計
- ・高分解能計測データ解析の基本検討
- ・ドローン等の機器における不要電波試験基盤の構築

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

- ・広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体用材料の一次試作と課題抽出
- ・広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の一次試作と設計技術の課題抽出
- ・広帯域ノイズ抑制材料および構造体の評価装置の設計と一次試作

<2020 年度>

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

- ・不要電波の発生と対策に関する高分解能計測技術
- ・高分解能計測データ解析と通信干渉解析
- ・ドローン等の機器内部における不要電波のプローブ技術
- ・統合試験デバイスの第 1 次試作・評価

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

- ・広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体用材料の二次試作と材料系絞込み
- ・広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の二次試作設計技術の絞り込み
- ・ノイズ抑制構造・配置の検討
- ・広帯域ノイズ抑制材料および構造体の評価装置の二次試作と単体性能試験

<2021 年度>

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

- ・不要電波の内部干渉と対策に関する高分解能計測技術
- ・ドローン等の機器の動作状態における不要電波の計測
- ・不要電波の高度解析による動作状態の追従性と着目する通信への干渉の評価
- ・統合試験デバイスの第 2 次試作・評価

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

- ・広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体用材料の改良

- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の抗応力・高耐熱化技術の改良
- ・ ノイズ抑制構造・配置の検討
- ・ 広帯域ノイズ抑制材料および構造体の実機レベル試験
- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の高分解能計測における課題抽出
- ・ ノイズ抑制材料実装ガイドライン構築と課題抽出
- ・ 統合試験環境の構築

<2022 年度>

ア 不要電波の高分解能計測・解析技術の研究開発

- ・ 不要電波の対策効果を評価する試験環境
- ・ ノイズ抑制技術により不要電波を対策する設計環境
- ・ 統合試験の実施

イ 基板集積化ノイズ抑制技術の研究開発

- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体用材料の性能実証
- ・ ノイズ抑制材料実装ガイドライン確立
- ・ 広帯域ノイズ抑制材料および構造体の評価法の確立
- ・ 広帯域基板集積化ノイズ抑制構造体の高分解能計測による性能検証
- ・ 統合試験の実施

5. 実施期間

2019 年度から 2022 年度までの 4 年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び 2025 年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価す

ることが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。