

## ＜基本計画書＞

### 不要電波の広帯域化に対応した電波環境改善技術の研究開発

#### 1. 目的

移動体通信のトラヒックは今後も急速な拡大が予測され、広帯域の周波数を確保するため、2020年頃には、SHF帯までの更に高い周波数への移行が予想されている。

一方で、2020年前後には、SiCやGaN等の高速パワーデバイスとそれを用いたインバーター機器やワイヤレス電力伝送システム(WPT)等の新たな電波利用機器の普及が見込まれる等、外来ノイズの増加が懸念されている。家庭や車内のように家電製品や電子機器等が稠密に設置された環境では、スイッチングノイズがSHF帯まで及ぶ恐れがあり、これが将来の移動通信システムの安定な運用を阻害する大きな脅威となり得るのは明らかである。

本研究開発は、700MHzから6GHzまでの周波数を対象とし、外来ノイズから無線設備の安定的な運用を確保するために必要な電波環境改善技術の実現を目的とする。

これにより、移動体無線局の受信感度向上や周波数の有効利用を促進するとともに、移動体通信システムの周波数逼迫の解消を図る。

#### 2. 政策的位置付け

- ・電波有効利用の促進に関する検討会報告書（平成24年12月25日）

##### 第2章 利用者視点に立った電波の有効利用の促進

##### (2) 家電製品等から発生する不要電波等への対策

今後M2Mが普及し、無線機能が組み込まれたヘルスケア機器や、今後普及が見込まれるスマートメーター等が家電製品等の近傍で使用された場合、それら無線機能への影響も懸念されている。

(中略)

他方、電波環境は各国の住環境等により事情が異なり、我が国のように家電製品や電気機器等が高密度に利用される環境で発生する不要電波やその不要電波からの耐性に関する基準が必ずしも各国と一律にならないこともあり得るため、諸外国と連携しながらCISPRをはじめとする国際機関に対して規格の提案を行い、積極的に取り組んでいくことが適当である。

##### (3) エネルギー管理システム等から発生する不要電波等への対策

環境・エネルギー問題に対応して、国内外において、スマートグリッド（次世代送電網）、HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）等のエネルギー管理システムの導入ニーズが急速に高まっているが、これらには、太陽

光発電系統連系コンディショナ（GCPC）をはじめ、大電力のインバーター等が含まれる場合が多く、不要電波の発射源となるおそれがある。

（中略）

また、エネルギー管理システムからの不要電波等の取扱いについて、他の分野の標準化と同様、国際標準化活動の充実・強化を図るとともに、この不要電波による無線通信への影響を軽減するといった観点からの研究開発等を推進することが適当である。

### 3. 目標

集積回路の高集積化と低電力駆動化により小型無線通信機器の利用の多様化、拡大は一層進展しており、それに伴い、これらの電子機器から発生する漏えい電磁波による電磁両立性問題が深刻化してきている。

不要電波、利用帯域とも広帯域化する中で、こうした漏えい電磁波に対する効果的な対策を行うため、700MHz から 6GHz までの周波数における通信品質の安定化や周波数利用効率の高い移動体通信システムの構築に必要な、受信部での不要電波の影響を抑制する技術、ノイズ発生源での高調波ノイズの発生と伝搬を抑制する技術及びこれらを効率的かつ効果的に実施するためノイズ発生源の特定や対策による効果を定量的かつ高精度に測定・評価する技術を確立する。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

700MHz から 6GHz までの広い周波数帯に対応し、外来ノイズから無線設備の安定的な運用を確保するために必要な以下の要素技術を確立する。

- ア 任意の周波数帯のノイズ耐性の向上と受信感度の低下を防護するフィルタリング技術
- イ 送信設備等のスイッチング電源機器が発する高調波雑音の影響を任意の周波数帯で抑制するフィルタリング技術
- ウ 被測定対象周辺の電磁環境の攪乱を発生させることなく、周辺の磁界分布を詳細に測定する近傍磁界測定技術
- エ ノイズ低減対策効果の評価環境の構築及びスプリアスの発生と低減を定量的かつ動的に評価する電波環境評価技術

#### (2) 技術課題および到達目標

##### **技術課題**

ア 受信感度の低下防護のための広帯域フィルタリング技術の開発

移動体通信システムの端末となる小型無線通信機器は、屋内外において他の無線機器や家電製品、電気機器等と近距離で高密度に利用されるため、これらから放射される不要電波にさらされる頻度や程度の増大による混信の増加が懸念されている。移動体通信システムを安定的に運用するためには、受信部に混

入する外来ノイズの抑制が不可欠であるが、これらの混信は様々な周波数の電波によって引き起こされており、スイッチングノイズの高周波数化等により、SHF 帯にまで及ぶことが予想されることから、ノイズ抑制技術も SHF 帯まで対応できることが必要となる。しかし、現状では、移動体通信システムの通信性能を確保しつつ受信部に混入する外来ノイズを抑制する技術は 2GHz 帯程度までしか実用化されていないため、第 5 世代移動体通信システム等のより高い周波数帯を使用するシステムにおいては、設計の自由度を維持しつつ十分な受信感度を確保することは困難と考えられる。

今後、移動体通信システムは、3GHz を超える高い周波数帯での利用が予想されており、SHF 帯までの広い周波数範囲で、任意の周波数のノイズ耐性の向上や受信感度の改善を可能とする技術を確立する必要がある。

#### イ 送信設備等の高調波雑音抑制のためのフィルタリング技術の開発

無線設備の電源装置から発生するスイッチングノイズは、SiC や GaN 等のパワーデバイスの普及拡大により、SHF 帯程度まで拡がることが予想されるが、このような高い周波数帯域において、任意の周波数ノイズを効率的に抑制する技術は存在していない。

既存のノイズ対策部品等を用いた対策では、放射される不要電波を抑制する効果は 5dB を下回るレベルにとどまっており、移動体通信端末等、他の無線機器が近距離で稠密に利用される環境で通信品質を確保するには不十分である。

効率的なスイッチングノイズ対策の実現のため、電源から発生する高調波雑音が伝搬・放射し通信品質を劣化させる経路やメカニズムを明らかにするとともに、SHF 帯までの任意の周波数ノイズの発生を効率的に抑制し、他の無線設備等への干渉を防止する技術を確立する必要がある。

#### ウ 近傍磁界測定技術の開発

アにおいて、ノイズ対策の効果的な実施や改善効果の把握のためには、機器等から発生する不要電波の状況を高精度に測定する技術が不可欠である。

国際無線障害特別委員会 (CISPR) が策定した情報技術装置の妨害特性の許容値及び測定法に関する国際規格 (CISPR 32) では、150kHz から 6GHz までの放射妨害波の測定が求められている。不要電波が高い周波数に及ぶことでこのような広い周波数範囲の測定が必須となる一方で、測定に要する時間は長時間に渡るものとなっており、不要電波を容易に測定する技術の確立が困難な状況となっている。

また、高密度の集積回路や小型情報通信機器では、詳細な測定を行うため、対象に極めて近い位置で測定する必要があるが、このような近傍測定では、測定プローブが測定対象となる電磁界に与える影響が無視できないものになることから、高精度の測定が困難な状況となっている。

携帯型の情報通信機器は、今後、より一層の小型化が予想されており、機器

近傍における高精度の測定の必要性が高まっていることから、国際規格との整合性を踏まえつつ、6GHz までの広い周波数帯域の磁界を高速かつ高精度に機器近傍において測定可能な磁界測定技術の開発が必要である。

上記の実現方策として、例えば、磁気光学効果を利用した光プローブを用いる等の手法により、被測定対象周辺の電磁環境の攪乱を発生させることなく、高速かつ高精度に機器近傍の磁界測定を行う技術の実現が考えられる。

## エ 電波環境評価技術の開発

上記アからウまでの技術を連携した不要電波の低減対策効果を実証するためには、それらを定量的に評価するための評価環境や評価技術の開発が不可欠である。

家電製品や電子機器等が稠密に設置された環境における不要電波の影響を適切に評価するためには、家電製品や電子機器等への個別かつ静的な評価では不十分であり、電源装置等の雑音発生源近傍における様々な周波数のノイズを模擬した評価環境を構築するとともに、これらの不要電波を定量的かつ動的に捕捉し分析する技術等の電波環境の適切な評価技術の確立が必要となる。

また、ア及びイの技術の効果の評価のためには、狭空間における素子・部品の実装制約やシールド方法、発生経路や混入経路の特定方法の解析等により、不要電波が無線設備へ及ぼす干渉メカニズム、通信性能に及ぼす影響解析及びフィルタリング技術の効果検証を定量的かつ動的に評価する技術を確立する必要がある。

### 到達目標

700MHz から 6GHz までの広い周波数に対応し、外来ノイズから無線設備の安定的な運用を確保するための要素技術として、次の4つを実現する。

- ・ 任意の周波数及び帯域幅で、信号強度を確保しつつ、外部から混入する広帯域な不要発射やスイッチング回路を含む電源装置からの広範な高調波雑音を 10dB 以上低減する広帯域フィルタリング技術
- ・ 送信設備等のスイッチング電源機器が発する高調波雑音を伝搬経路等において任意の周波数帯域で 10dB 以上低減するフィルタリング技術
- ・ これらの不要発射等に対して効果的に対策を行うため、測定装置自体の影響を受けることなく、不要電波分布を、波源近傍で高精度（高時間分解能（45ps 以上）・高空間分解能（1 $\mu$ m 以下））で測定可能な近傍磁界測定技術
- ・ SiC や GaN 等による広帯域な雑音源（大電力の模擬送信設備（電気自動車用ワイヤレス電力伝送システム（7.7kW クラス）等）を想定）に対応し、空間分布（分解能 50 cm 程度）、周波数分布（100 MHz 程度のリアルタイム解析帯域幅）及び時間変動（数マイクロ秒～数秒）を記録し、ノイズ低減効果等を多元的に定量評価が可能な共通テストベンチの構築及びその近傍において移動通信システムに要求される最小受信感度（-100dBm）を移動試験可能な電波環境評価

## 技術

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。

(例)

<平成27年度>

- ア 受信感度の低下防護のための広帯域フィルタリング技術の開発
  - ・ 不要電波の干渉メカニズムの明確化
  - ・ 薄膜材料・薄型材料等の調査
  - ・ 試験実施環境の構築
- イ 送信設備等の高調波雑音抑制のためのフィルタリング技術の開発
  - ・ 磁性材料等調査
  - ・ 不要電波の発生・結合・伝搬メカニズムの明確化
  - ・ 試験実施環境の構築
- ウ 近傍磁界測定技術の開発
  - ・ 不要電波評価方法の提案
  - ・ 光波長チューニング技術実証試験器の提案
  - ・ 試験実施環境基本案の構築
- エ 電波環境評価技術の開発
  - ・ 模擬送信設備共通テストベンチの開発
    - SiC 電源装置の設計・製作
    - サーキュラーコイル方式テストベンチの開発
    - 3kW クラス負荷装置および受電体の導入
    - 広帯域高調波測定装置の導入
  - ・ 電波環境評価システムの開発
    - 雑音発生源近傍における電波環境評価手法の提案
    - 周波数チューニング技術実証デバイスの提案
    - 電波環境試験実施環境の構築

<平成28年度>

- ア 受信感度の低下防護のための広帯域フィルタリング技術の開発
  - ・ 広帯域低減手段の確立・評価
  - ・ 磁性材料を用いたフィルタ効果による不要電波干渉抑制の実証
  - ・ 試験評価方法の改良
- イ 送信設備等の高調波雑音抑制のためのフィルタリング技術の開発
  - ・ 不要電波の結合伝搬抑制の評価
  - ・ 試験実施環境の構築と評価方法の提案

- ウ 近傍磁界測定技術の開発
  - ・不要電波評価方法の提案
  - ・光波長チューニング技術実証試験器の提案・評価
  - ・試験実施環境の改良
- エ 電波環境評価技術の開発
  - ・模擬送信設備共通テストベンチの開発
    - ソレノイドコイル方式テストベンチ開発
    - 標準模擬車体の製作
    - アおよびイ（受信および送信フィルタリング技術）の組み込み
  - ・電波環境評価システムの開発
    - 雑音発生源近傍における電波環境評価手法のシミュレーション
    - 周波数チューニング技術実証デバイスの開発
    - 電波環境試験実施環境の改良

<平成29年度>

- ア 受信感度の低下防護のための広帯域フィルタリング技術の開発
  - ・効果拡大実装手段の提案
  - ・新材料（磁性体等）フィルタの設計指針・設計技術の提案
  - ・単体試験の実施・評価及び総合試験環境の提案
- イ 送信設備等の高調波雑音抑制のためのフィルタリング技術の開発
  - ・無線通信網に対する影響評価
  - ・無線通信品質改善メカニズムの解明
  - ・単体試験の実施・評価及び総合試験環境の提案
- ウ 近傍磁界測定技術の開発
  - ・不要電波評価方法の確立
  - ・光波長チューニング技術実証試験器の評価
  - ・近傍磁界測定技術のエ（共通テストベンチ）への組み込み
- エ 電波環境評価技術の開発
  - ・模擬送信設備共通テストベンチの開発
    - GaN等電源装置設計・製作
    - 多極コイル方式テストベンチ開発
    - 8kWクラス負荷装置の導入
    - ウ（近傍磁界測定技術）の組み込み
  - ・電波環境評価システムの開発
    - 雑音発生源近傍における電波環境評価手法の性能解析と評価
    - 周波数チューニング技術実証デバイスの評価
    - 電波環境評価手法試験実施環境の評価

<平成30年度>

- ア 受信感度の低下防護のための広帯域フィルタリング技術の開発
  - ・新材料（磁性体等）フィルタの設計指針・設計技術の検証
  - ・総合試験の実施・評価及び取りまとめ
- イ 送信設備等の高調波雑音抑制のためのフィルタリング技術の開発
  - ・無線通信品質改善の検証
  - ・総合試験の実施・評価及び取りまとめ
- ウ 近傍磁界測定技術の開発
  - ・総合試験の実施・評価及び取りまとめ
- エ 電波環境評価技術の開発
  - ・電磁放射抑制型 WPT 試作，評価及び性能検証
  - ・電波環境評価手法試験実施環境の性能検証
  - ・総合試験の実施・評価及び取りまとめ

## 5. 実施期間

平成27年度から30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」及び平成35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。