

## <基本計画書>

未利用周波数帯への無線システムの移行促進に向けた基盤技術の研究開発  
～ テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発  
—300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術— ～

### 1. 目的

無線インターネットやスマートフォン等の普及による情報伝送需要の急増や機器の ICT 化に伴う電波利用の拡大により、既存の無線通信に割り当てられている周波数帯では急速に伝送容量がひっ迫することが予想されている。加えて、今後は ITS や電子タグ等の次世代の ICT サービスにより更なる電波利用の拡大が見込まれることから、通信容量を確保することは喫緊の課題となっており、その解決策として未利用周波数帯の活用が求められている。

近年、ミリ波帯を利用するための研究開発が実施されているが、伝送速度は毎秒十ギガビット (Gbps) 級以下であり、超高精細画像の非圧縮リアルタイム無線伝送や大容量データの瞬時転送を実現するための毎秒数十 Gbps 級の伝送速度を実現するには、更に周波数の高いテラヘルツ波帯を用いる必要がある。テラヘルツ波帯は、ミリ波と光波の中間の周波数帯に位置し、ミリ波帯に比べ周波数が高いため、簡易な変調方式や広帯域幅を用いて超高速伝送が可能になるとともに、ミリ波帯に比べ波長が短いため、通信機器をより小型化できる可能性が高い。一方、光波の場合、レーザーでは高指向性により位置決めにかかる時間がかかる、LED では高速変調が難しい、といった問題点があるが、テラヘルツ波帯はこれらの問題を同時に克服しうる。しかし、現時点では未利用周波数帯であるテラヘルツ帯について、送受信技術、アンテナ技術などは確立しておらず、当該周波数帯における技術の確立が期待されている。

そのため、本研究開発では、世界的に周波数分配が行われていない 275 - 370GHz のテラヘルツ帯を用いて、毎秒数十 Gbps 級の超高速伝送を可能とする無線通信基盤技術を確立する。当該技術により新たな電波資源を開拓し、周波数の有効利用や既存業務の高い周波数への移行を促進するとともに、国際標準化を通じて無線通信分野における我が国の国際競争力の強化を図る。

### 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)

同報告書において、「電波の有効利用を一層推進する観点から、今後は、センサーネットワーク、M2M、テラヘルツ帯デバイス、無人無線航行関連技術など、新たなニーズに対応した無線技術をタイムリーに実現するとともに、電波利用環境を保護するための技術について開発をより一層推進するため、国際標準化、国際展開も含め、成果の実用化に向けた各段階の取組の充実・強化を図ることが必要である。」とされている。

- ・情報通信審議会 中間答申「イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方」（平成 25 年 1 月 18 日付け諮問第 19 号）

同中間答申中、「5 今後取り組むべき技術分野 5.3 基盤技術 ④通信技術・ネットワーク技術」の項目において、「テラヘルツなど、現在未利用の高い周波数の開拓をはじめとする、無線通信技術の高速化、安定化技術」及び「センシングなど、電波を通信以外に利用する技術」が掲げられている。

- ・科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～（平成 25 年 6 月 7 日 閣議決定）・平成 26 年度科学技術重要施策アクションプラン（平成 25 年 7 月 31 日総合科学技術会議決定）

本研究開発は、「テラヘルツ波の利用による超高速・低消費電力無線技術および高効率高周波デバイス技術の研究開発」として平成 26 年度科学技術重要施策アクションプランに特定された。

### 3. 目標

本研究開発では、300GHz 帯の周波数の電波を使用する、無線通信用のシリコン半導体 CMOS トランシーバ技術を確立し、見通し距離 1 m 程度において、40～100Gbps 級のデータ伝送速度の高品質無線通信を実証する。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

すでに、総務省委託研究開発「超高周波搬送波による数十ギガビット無線伝送技術の研究開発」（平成 23～27 年度）において、InP 化合物半導体を用いた 300GHz 帯の無線通信技術の開発が進められている。当該研究開発は、300GHz 帯の周波数の電波を使用し、数十（20～40）Gbps 級の伝送速度の無線通信を世界に先駆けて実現するものであるが、化合物半導体デバイスを用いるため、広く用いられている低コストの CMOS デジタル回路との一体集積化や量産化は困難である。そこで、本研究開発「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」のうちの課題「300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術」では、CMOS デジタル回路とトランシーバの一体集積化や、小型で低コストのデバイス開発を可能とするために、300GHz 帯無線通信用のシリコン半導体 CMOS トランシーバ技術を確立する。また、本技術を用いて、40～100Gbps 級の通信を実現する無線通信システムを開発する。

#### (2) 技術課題及び到達目標

目標を達成するに当たり、いくつかの異なる技術的な方法が考えられる。以下は現時点で想定される方法のうちの一つであり、その技術課題、到達目標を示す。

#### **技術課題**

### 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

シリコン半導体 MOS トランジスタ集積回路技術によって、300GHz 帯の周波数の電波を使用するデータ伝送速度 40~100Gbps 級の近距離無線通信（機器内~1m 程度）を実現するためのトランシーバ技術を確立する。

また、開発されたトランシーバを適用して、アンテナを含む近距離無線通信システムを開発し、40~100Gbps 級のデータ伝送速度を実証する。

### 到達目標

#### 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

##### ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

微細 CMOS を用い、増幅回路、周波数変換回路（ミキサ）、発振回路、受動回路などの要素回路を開発する。また、これらの要素回路を集積化した 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンド部を実現する。

##### イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンド部を用いて、近距離無線通信システムを開発する。また、実証実験を行い、データ伝送速度が 40~100Gbps 級であることを実証する。

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。

（例）

#### <平成 26 年度>

##### 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

##### ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバの設計技術を開発し、トランシーバのフロントエンド部を構成する要素回路の試作と特性評価を行う。

##### イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの設計を行う。

#### <平成 27 年度>

##### 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

##### ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバの要素回路を集積化したフロントエンドチップの試作と特性評価を行う。

##### イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンドチップを用

い、近距離通信における 10Gbps の伝送性能を実証する。

<平成 28 年度>

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

微細 CMOS プロセスに対応した 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバの設計技術を開発し、25Gbps 伝送に対応するトランシーバのフロントエンド部を構成する要素回路の試作と特性評価を行う。

イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

40~100Gbps のデータ伝送に対応する近距離無線通信システムの信号処理部を開発する。

<平成 29 年度>

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

25Gbps の伝送に対応する微細 CMOS を用いた 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンドチップの試作と特性評価を行う。

イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンドチップを用い、近距離通信における 25Gbps の伝送性能を実証する。

<平成 30 年度>

300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

ア 近距離無線通信用 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバ技術

微細 CMOS を用い、増幅回路、周波数変換回路（ミキサ）、発振回路、受動回路などの要素回路を集積化した 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンド部を実現する。

イ 300GHz 帯の周波数の電波を使用する近距離無線通信システムの開発及び通信実験による機能実証

微細 CMOS による 300GHz 帯シリコン半導体 CMOS トランシーバのフロントエンド部を用い、40~100Gbps 級の近距離無線通信システムを開発し、伝送性能の実証を行う。

5. 実施期間

平成 26 年度から平成 30 年度までの 5 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機関・団体等への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、国際標準化機関・団体等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、国際標準化機関・団体等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) 提案及び研究開発に当たっての留意点

① 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技術課題と到達目標を明記することとし、この際に具体的な評価項目(伝送速度、誤り率等)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、開発しようとするトランシーバの仕様(送受信電力、雑音指数、利得等)を具体的に設定し、その実現に必要となる研究開発項目ごとに数値目標を定めること。また、開発しようとする技術と従来技術との差異を明確化した上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、設計上の課題と解決方法、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。

② 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。

③ 「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」の各課題間の連携のために、総務省が別途指示する会合において、本研究開発の進捗状況や成果について説明し、有識者及び他の受託機関と意見交換等を行う旨を提案書に記載すること。

④ 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。

⑤ (1)①及び(1)②をより確実に実現するためには、テラヘルツ波帯の周波数を

利用する研究開発分野全体の研究開発動向及びユーザーのニーズを把握し、標準化・実用化への適切な方向性を見極める必要がある。そのため、本分野の研究開発をテーマにした産学官によるコンソーシアム等に参加し、他の研究開発機関との間で、方向性及び目標について議論することが望ましい。よって、提案書には、本分野のコンソーシアム等への主体的な参加及びその活動への主体的な協力を行う旨を記載すること。

### (3) 研究開発成果の情報発信

- ① 研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に、実用に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。
- ② 研究開発成果については、原則として、総務省としてインターネット等により発信を行うとともに、マスコミを通じた研究開発成果の発表、講演会での発表等により、広く一般国民へ研究開発成果を分かりやすく伝える予定であることから、当該提案書には、研究成果に関する分かりやすい説明資料や図表等の素材、英訳文書等を作成し、研究成果報告書の一部として報告する旨の活動が含まれていること。さらに、総務省が別途指示する成果発表会等の場において、研究開発の進捗状況や成果について説明等を行う旨を提案書に記載すること。
- ③ 本研究開発による成果を論文発表、プレス発表、製品化、Web サイト掲載等を行う際には「本技術は、総務省の委託を受けて実施した「テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究開発」による成果です。」という内容の注記を発表資料等に都度付すこととする旨を提案書に明記すること。