

## ＜基本計画書＞

## 次世代移動通信システムにおけるスマート基地局に関する研究開発

## ～ 非線形マルチユーザMIMO技術の研究開発 ～

## 1. 目的

将来導入が予定されている第4世代以降の移動通信システムでは、高画質・大画面の動画ストリーミング等の様々な新しいアプリケーションが登場することが予想されており、これらに必要な高速・大容量通信を実現するために、複数の送受信アンテナを用いて一人のユーザに対し大容量伝送を可能とするシングルユーザMIMO伝送が近年実用化されつつある。今後さらなる高速化・大容量化の要求に応じるためには周波数のさらなる有効利用が不可欠であり、基地局に設置された複数のアンテナをより有効に活用し、近接する複数のユーザが同時に周波数を利用できる高度な空間多重技術を有するマルチユーザMIMOの実現が必要となっている。

しかし、これまで多くの研究がされている線形方式のマルチユーザMIMO伝送では、伝搬路相関が高い場合には一般的に大きく特性が劣化することが知られており、今後伝搬路相関が高い場合においても優れた特性を有する非線形演算を用いた非線形マルチユーザMIMO技術の実現が必要となる。

本研究開発では、次世代移動通信システムにおけるスマート基地局を実現する要素技術のうち、今後の高速化・大容量化の要求に対応する1つの技術として、近接する複数のユーザへ同時にMIMO伝送する際に生じる伝搬路相関による干渉を抑圧する、非線形演算処理方式を用いた高性能マルチユーザMIMO技術を開発することを目的とする。

本研究開発により、電波の高度有効利用に資するとともに、当該技術の国際標準化を通じて、我が国のワイヤレス分野における国際競争力強化を図る。

## 2. 政策的位置付け

## ・新成長戦略（閣議決定（平成21年12月））

同戦略において、次のとおり、我が国の情報通信技術の国際展開等が示されている。

## （3）アジア経済戦略

（日本の「安全・安心」等の技術のアジアそして世界への普及）

その上で、環境技術において日本が強みを持つインフラ整備をパッケージでアジア地域に展開・浸透させるとともに、アジア諸国の経済成長に伴う地球環境への負荷を軽減し、日本の技術・経験をアジアの持続可能な成長のエンジンとして活用する。

## （5）科学・技術立国戦略

## ～IT立国・日本～

(情報通信技術は新たなイノベーションを生む基盤)

情報通信技術は、距離や時間を超越して、ヒト、モノ、カネ、情報を結びつける。未来の成長に向け、「コンクリートの道」から「光の道」へと発想を転換し、情報通信技術が国民生活や経済活動の全般に組み込まれることにより、経済社会システムが抜本的に効率化し、新たなイノベーションを生み出す基盤となる。

### ・「i-Japan 戦略 2015」(IT 戦略本部決定 (平成 21 年 7 月))

#### 第 2 章 分野別の戦略

#### Ⅲ. デジタル基盤の整備

##### 1. ブロードバンド基盤の整備

- (1) 日本中のあらゆる場所から、光ファイバ並 (100Mbps 超クラス) の速さで快適かつ簡単につながる、移動系の高品質で高信頼性を有する超高速ブロードバンド基盤の構築を推進する。

### ・「電波政策懇談会報告書」(平成 21 年 7 月)

#### 第 6 章 電波新産業創出戦略

##### 6-3-1 ワイヤレスブロードバンドプロジェクト

第 4 世代移動通信システムの円滑な導入と普及を促進することによって、2015 年において 2007 年時の 20 倍程度、2020 年において 100 倍程度の周波数利用効率の向上を実現する必要がある。

### ・「ICT ビジョン懇談会報告書」(平成 21 年 6 月)

#### Ⅱ 重点戦略

##### 2. ICT 産業の成長促進

- (1) デジタル新産業の創出に向けた研究開発の加速化等、ワイヤレス分野において 2010 年代に成長が期待される新たな電波利用システムやサービスを実現し、新たな電波産業を創出するため、必要な周波数配分や研究開発などの取組について戦略的に推進すべきである。特に、超高速移動通信システムや「コードの要らない快適生活環境」を可能とする家庭内ワイヤレス・スーパーブロードバンドについては 2015 年までに実現を目指すべきである。

## 3. 目標

非線形処理を用いた高性能マルチユーザ MIMO 技術の開発を行い、線形処理を使った既存システムと比べ 2 倍以上の周波数利用効率を達成することを目標とする。

## 4. 研究開発内容

### (1) 概要

移動通信システムにおいて、伝送効率向上のためシングルユーザ MIMO 技術が近年実用化されつつある。さらなる伝送効率の向上を目指し、シングルユーザ MIMO 伝送において送受信アンテナ数の増加が検討されているが、端末アンテナ数の増加は物理的な制約やコストの問題等から制限され、シングルユーザ MIMO 伝送のみでは伝送効率向上に限界が生じる。

これに対して、例えば、第4世代移動通信システムにおいては、基地局に8本、端末に2本のアンテナが搭載されることが想定されており、これらのアンテナを有効活用して複数端末へのストリームを空間多重するマルチユーザ MIMO 技術による周波数利用効率の向上も検討されているが、現在多く検討されている各アンテナに対する重み係数を線形演算により求める線形マルチユーザ MIMO 技術では、伝搬路相関が高い場合には一般的に大きく特性が劣化することが知られており、そのような場合でも高い伝送効率を維持できる伝送技術の開発が望まれている。

非線形マルチユーザ MIMO 技術は、ユーザ間干渉を抑圧する際に非線形演算を用いることによって、電力効率に優れ、伝搬路相関が高い場合にも優れた特性を有する。本研究開発では、次世代移動通信システムにおけるスマート基地局を実現する要素技術のうち、実用性が高い非線形マルチユーザ MIMO 技術の研究開発を実施する。さらに、我が国における非線形マルチユーザ MIMO 技術の研究実用化を加速するため、実験システムにおける検証を実施する。

### (2) 技術課題及び到達目標

#### (技術課題)

#### ア 高性能非線形空間多重技術の開発

本研究開発では、理論的に高い伝送性能を達成することが可能な非線形マルチユーザ MIMO 技術について、主に伝搬路の相関が高い環境を想定し、非線形演算処理方式を用いた空間多重技術を検討する。本技術により、基地局の全送信アンテナを有効に活用した空間多重を実現できることを検証する。さらに、本非線形マルチユーザ MIMO 技術を伝送実験システムに実装し、その動作及び効果を検証する。

#### イ スマート送信処理技術の開発

前述の高性能非線形空間多重技術を実際の移動通信システムに適用する上での課題として考えられる伝搬路の時間変動や伝搬路情報のフィードバック制限等を想定し、そのような条件下においても高精度な干渉信号抑圧を行う送信処理技術を開発する。想定される環境下において、システムスループットにおける効果を検証する。

(到達目標)

基地局の全送信アンテナを有効活用できる非線形空間多重技術と実環境下においても高精度な干渉信号抑圧を行う送信処理技術を開発することで、最終的な実用技術として線形処理を使った既存システムに比べ2倍以上の周波数利用効率を達成することを目標とする。

また、本研究開発において、第4世代移動通信システムのアンテナシステムを想定し、実利用環境を模擬したシミュレーション及び実験によりその効果を検証するとともに、開発した要素技術に関して、現行の移動通信システムからのスムーズなマイグレーションの可能性についても検討する。

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)

ア 高性能非線形空間多重技術の開発

(平成22年度)

- ・ 非線形マルチユーザ MIMO 技術の最新動向を踏まえ、各種非線形空間多重方式の特徴、有効性等についての見通しを検討し、適用技術等を決定する。
- ・ 非線形マルチユーザ MIMO 伝送の基本シミュレータを構築する。
- ・ 非線形マルチユーザ MIMO 伝送実験システムを構築する。

(平成23年度)

- ・ 次世代の移動通信環境を想定し、適用技術等による性能評価を行い、高性能化に必要な技術を開発する。
- ・ 非線形マルチユーザ MIMO 伝送実験システムを用い、基本性能評価を行う。

(平成24年度)

- ・ 開発した非線形マルチユーザ MIMO 技術について、シミュレータを用い伝送特性（スループット特性、BER 特性等）を評価する。
- ・ 非線形マルチユーザ MIMO 伝送実験システムによる伝送特性と、シミュレータによる伝送特性を照合し、結果の妥当性を検証する。
- ・ 必要な改良を行い、非線形マルチユーザ MIMO 技術を確立する。

イ スマート送信処理技術の開発

(平成22年度)

- ・ 実際の移動通信システムに適用する上での課題を整理・分析する。
- ・ 特に、伝搬路変動や伝搬路情報のフィードバック制限等の影響を評価するため、シミュレータを作成し、結果を分析する。

(平成 23 年度)

- ・ 伝搬路変動や伝搬路情報のフィードバック制限等を想定した場合においても、高精度な干渉信号抑圧及び最適な送信電力配分を行う送信処理技術を開発する。

(平成 24 年度)

- ・ 想定される環境下において、開発した送信処理技術のシステムスループットにおける効果を検証する。

## 5. 実施期間

平成 22 年度から 24 年度までの 3 年間

## 6. その他

### (1) 提案及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数値目標及びその根拠を提案書に記載すると共に、高性能非線形空間多重技術、スマート送信処理技術の実用化について将来見込みを記載し、提案すること。なお、提案に当たっては目標を達成するための具体的な研究方法及び年度目標について明記すること。

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。

また、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。

### (2) 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、及び国際学会等へ積極的に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、国際標準や国際学会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。

### (3) その他

本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、2015年まで

の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。