博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏　　名	谷口　諒太郎
学　　位	博士（工学）
学 位 記 番 号	新大院博（工）第　515　号
学位授与の日付	令和３年３月 23 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当
博 士 論 文 名	Study toward Signal Processing and Channel Model for 5G Massive MIMO Systems (5G Massive MIMO システムにおける信号処理とチャネルモデルに関する研究)
論 文 審 査 委 員	主査　　准教授・西森　健太郎
	副査　　教授・山田　寛喜
	副査　　教授・山崎　達也
	副査　　教授・佐々木　重信
	副査　　教授・村松　正吾
	副査　　教授・今井　哲朗

博士論文の要旨

近年，移動体通信の第 5 世代無線通信システム（5G)や無線 LAN(Local Area Network)の IEEE802.11 標準化規格，などに代表されるブロードバンド無線システムは，ノート PC やスマートフォン，タブレット PC，ゲーム機など多くの機器に実装されている。また，Beyond 5G・6G といった次世代の移動通信システムの研究開発がスタートしている。

5G システムでは，多数の端末が増大する環境において，基地局のアンテナ数を多素子化することで，サービスエリアの改善と干渉問題を解決する手法として，Massive MIMO と技術が提案されており，5G システムにおけるメインの技術となっている。

Massive MIMO は，チャネル容量で見た場合，非常に有効な技術であるが，実際は数十から数百素子のアンテナや送受信機を実装したシステムを構築する必要がある。そのため，Massive MIMO のハードウエア実現のためには，様々な側面（アンテナ・伝搬，信号処理，通信効率，総合試験）から多くの課題が存在する。課題を整理すると，

A:　アナログ・ディジタル融合制御法（ハード・信号処理）
B:　干渉ジョジョと制御信号量の削減手法（通信効率）
C:　Massive MIMO で使用されるミリ波における伝搬モデルの開発
D:　多数のアンテナ素子を配置するための構成法の検討
E:　効率的な伝送を実現するマルチユーザ選択方法
F：　システムの総合的な評価

が主要課題となる。

本論文では，この中で課題 A～C にフォーカスし，その中で，5G における Massive MIMO 実現に寄与する信号処理技術と伝搬モデルに関する提案を行う。

審査結果の要旨

本論文は全 6 章で構成され, 第 1 章と第 2 章で研究の背景, 及び課題と目的を示した後, 第 3 章と第 4 章では信号処理に関する検討内容を示す。第 5 章では，高 SHF 帯における伝搬に関する検討内容を示し，最後にまとめる。

第 1 章は序論であり，研究背景である無線端末の普及と無線通信技術の高速化について説明している。また，MIMO 伝送の高速化に関する課題を述べ，本研究の目的と論文の構成を示す。第 2 章では，Massive MIMO 伝送に関する高速伝送技術について整理を行い，研究の課題と本論文における検討内容を示す。第 3 章では，ディジタルアナログ融合制御法として，アナログディジタルハイブリッド型 Massive MIMO の性能評価について述べる。第 4 章では，干渉除去と制御信号量の削減手法として，多値変調を用いた性能評価，ディープラーニングを用いた変調方式推定と広帯域信号における性能評価について述べる。第 5 章では，伝搬解析とモデル設計として，低 SHF 帯と高 SHF 帯におけるチャネル容量比較，高 SHF 帯におけるクラスタ数，高 SHF 帯における新たなクラスタモデルについて述べる。第 6 章は結論である。本論文のまとめを述べ，マルチビーム Massive MIMO を総括している。

本論文は，5G Massive MIMO システムにおける信号処理とチャネルモデルに関する研究による成果を示したものであり，その成果は学術論文 3 件，国際会議 6 件として発表されていることから情報通信工学分野における顕著な貢献が認められる。

よって，本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。