

## 論文内容の要旨

博士論文題目 衛星通信システムの高性能化に関する研究

氏名 田中 将義

本論文は、大容量化、経済化、周波数と衛星軌道の有効利用の実現を目的とした衛星通信システムの高性能化に関する研究成果をまとめたものである。本研究では、性能劣化要因を分析し、衛星通信システムの構成要素と劣化要因の関係を定式化し、それらを用いて新しい構成法、設計法を確立し、この構成法、設計法に基づき Ka 帯シングルビーム衛星通信システム、固定通信用マルチビーム衛星通信システムならびに移動体通信用マルチビーム衛星通信システムを提案するとともに、本システムの妥当性、有効性を示したものであり、緒言、結言を含め9章からなっている。

第1章では、研究の背景、従来の研究を紹介し、本研究の目的と論文の構成について述べた。

第2章では、通信性能に影響を与える事項を中心として衛星通信システムの概要、通信衛星の高性能化の検討に向けて、伝送性能、残存確率に対する性能劣化要因を考察した。

第3章では、シングルビーム通信衛星ならびにマルチビーム通信衛星の中継系で発生する熱雑音の解析法を検討した。従来のシングルビーム通信衛星に加えて、構成の異なるマルチビーム通信衛星の熱雑音の解析法を提案し、低雑音化を実現する設計法および熱雑音出力を精度良く推定する方法を明らかにした。

第4章では、多数波の信号が共通増幅される際に非線形特性により発生する相互変調干渉解析法を考案し、レベルの異なる多数波が入力されたときの最悪条件での干渉レベルの算出、さらに多数波の信号と熱雑音混在時の相互変調干渉を解析した。従来の方法に比べて格段に少ない計算量で解析可能であり、かつ干渉量を劣化要因別に推定できるため、干渉発生現象を定性的、定量的に把握できる特徴を有していることを示した。さらに、使用デバイスの非線形特性を特定する方法を明らかにし、多数の搬送波を共通増幅するシステムの設計を精度良く、効率的に行う設計法を提案した。

第5章では、Ka 帯シングルビーム衛星通信システムについて、多数波共通増幅・周波数直接変換（シングルコンバージョン）、異種信号の同時伝送を可能とする構成を提案し、低雑音化の設計法、種々の性能劣化要因の発生メカニズムの解明と、それらの低減法を明らかにし、高性能化、小型軽量化の実現性を示した。

第6章では、固定通信用マルチビーム衛星通信システムにおいて、ビーム間のクロストークによるチャネル間干渉劣化と構成要素の関係を明らかにし、干渉低減に有効な構成法、構成要素へのアイソレーション配分法を提案し、高性能化実現方法を明らかにした。

第7章では、移動体通信用マルチビーム衛星通信システムにおいて、ビーム間でのトラ

ビームの偏り、トラヒックの時間的変動に柔軟に対応し、衛星電力の有効利用が可能であり、最小のハードウェアで高信頼性を実現するシステム設計法、ビーム間の結合を考慮した中継系特性解析法を提案し、隣接ビームからの干渉を低減し、許容アクセス回線数を高めるビーム配置、中継器のレベルダイア的设计、システムの制御および運用を明らかにした。

第8章では、本論文で提案したシステムを実用通信衛星システムに適用し、高性能化技術の有効性、妥当性を実証した。

氏名	田中 将義
----	-------

## 論文審査結果の要旨

本論文は、衛星通信システムの性能劣化要因を分析し、構成要素と劣化要因の関係の定式化を行い、それらを用いて新しい構成法、設計法に基づく Ka 帯シングルビーム衛星通信システム、固定通信用マルチビーム衛星通信システム、ならびに移動体通信用マルチビーム衛星通信システムを提案するとともに、本システムの妥当性、有効性を示したものである。本論文の主な成果は、以下に要約される。

1. 複数入力あるいは複数出力、複数ビームへの分割、複数ビームの合成等の機能を有するマルチビーム衛星通信システムにおける劣化要因である熱雑音の解析法を提案し、中継器の低雑音化を実現する設計法、線形特性と消費電力を決定する最終段の電力増幅器の動作点設定方法を明らかにした。
2. 新たに考案した多数波信号波と熱雑音間の相互変調干渉解析法は、従来の方法に比べて格段に少ない計算量で解析可能であり、かつ干渉量を劣化要因別に推定できるため、干渉発生現象を定性的、定量的に把握できる特徴を有していることを示した。さらに、使用デバイスの非線形特性を特定する方法を明らかにし、多数の搬送波を共通増幅するシステムの設計を精度良く、効率的に行う設計法を提案した。
3. Ka 帯シングルビーム衛星通信システムについて、多数波共通増幅・周波数直接変換（シングルコンバージョン）、異種信号の同時伝送を可能とする構成を提案し、低雑音化の設計法、種々の性能劣化要因の発生メカニズムの解明とそれらの低減法を明らかにし、高性能化、小型軽量化を実現した。
4. 固定通信用マルチビーム衛星通信システムにおいて、ビーム間のクロストークによるチャンネル間干渉劣化と構成要素の関係を明らかにし、干渉低減に有効な構成法、構成要素へのアイソレーション配分法を提案し、高性能化実現方法を明らかにした。
5. 移動体通信用マルチビーム衛星通信システムにおいて、ビーム間でのトラヒックの偏り、トラヒックの時間的変動に柔軟に対応し、衛星電力の有効利用が可能であり、最小のハードウェアで高信頼性を実現するシステム設計法を提案した。さらに、ビーム間の結合を考慮した中継系特性解析法を提案し、隣接ビームからの干渉を低減し、許容アクセス回線数を高めるビーム配置、中継器のレベルダイアの設計、システムの制御および運用を明らかにした。
6. 本論文で提案した Ka 帯シングルビーム衛星通信システム、固定通信用マルチビーム衛星通信システムならびに移動体通信用マルチビーム衛星通信システムを実用通信衛星システムに適用し、高性能化技術の有効性、妥当性を実証した。

以上のように、本論文は、衛星通信システムの性能劣化要因の分析、構成要素と劣化要因の関係の定式化を通して、高性能化を実現する衛星通信システムの構成法、設計法を提案するとともに、実用通信衛星システムに適用し、本システムの妥当性、高性能化を立証したものであり、衛星通信システムの分野において、学術上、実用上大きな成果が認められる。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

以上