

氏 名	から 唐 さわ 澤 よし 好 お 男
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 2550 号
学位授与の日付	平 成 4 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	海 事 衛 星 通 信 の 海 面 反 射 フ ェ ー ジ ン グ に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査) 教授 加藤 進 教授 木村 磐根 教授 深尾昌一郎

論 文 内 容 の 要 旨

船舶と陸上との通信を人工衛星を介して行う海事衛星通信は、現在、全世界規模での通信サービスとして実施されている。この海事衛星通信では低仰角で運用される場合、衛星からの直接波と海面反射波との干渉によるフェージングが通信の品質劣化の主な原因である。本論文はこのフェージングに関する研究をまとめたもので9章よりなっている。

第1章は緒論で本研究の背景と論文の構成について述べている。

第2章では物理光学散乱理論(キルヒホッフの近似)を用い、反射強度、時間、空間、周波数領域で相関特性を導く理論モデルを構築した。インコヒーレントな海面波反射では海面波による遮蔽効果を考慮し、波高と傾度偏差を用いて海面状態を表すパラメータとした。

第3章では海面状態の統計的諸性質、特に傾度偏差の波高依存性を独自の解析方法を用いて明らかにした。その結果、発生頻度が高い海面状態でのインコヒーレントな反射成分が充分発達したフェージングの大きさの推定精度を向上させた。

第4章では本研究で行われた3種類(地上対向実験、海岸での衛星電波受信実験、衛星対船舶実験)について述べている。

第5章ではフェージングの大きさに関連する諸量を主に1.5GHzについて解析し、次の点を明らかにした。

(1) インコヒーレント成分の海面反射領域は方位角範囲が狭く、俯角範囲が広く、最大強度の反射点は正規反射点より遠ざかる。

(2) コヒーレント成分とインコヒーレント成分の和は、海面状態に対して、かなり良く保存される。また信号強度確率密度分布は仲上ライス分布に従う。フェージングの深さを決めるパラメータが衛星仰角、アンテナゲイン、波高である。

(3) 1GHz~10GHzでのフェージングは周波数に大きく依存し、波高1m~3mの場合、周波数と共に減少する。

第6章ではフェージングによる周波数スペクトラムと減衰持続特性を解析し次の点を明らかにした。

(1) スペクトラムの広がりや仰角、波高、船舶速度、動揺が大きいほど大きい。仰角 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ では、 $0.3\sim 5\text{Hz}$ である。

(2) 減衰持続時間と減衰発生間隔は低仰角でそれぞれ $0.5\sim 0.4$ 、 $5\sim 40$ 秒程度で、分布はポアソン型である。

第7章は以下のフェージングの相関特性に関するものである。

(1) インコヒーレント成分の相関距離は水平、垂直方向にそれぞれ 20m 、 1m であり、仰角 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ に対して、垂直方向に 10cm で相関が負となる点があるので、スペース・ダイバーシチによってフェージングの軽減を計る場合この程度のアンテナ間隔が望ましい。

(2) 信号帯域幅が数 10kHz の場合、帯域全体に一樣にフェージングが発生する。帯域幅 10MHz 程度では帯域内で起こるフェージングパターンはほぼ同一である。従って周波数ダイバーシチでフェージングの軽減は難しい。ただし、 100MHz 程度離れた上り下り回線の周波数間にはフェージングパターンの相関は見られない。

(3) フェージングを3波モデル、4波モデルの伝送路モデルで表現できる。

第8章では海面フェージング軽減方法について述べている。すなわち海面反射波の偏波特性に着目し偏波制御法を提案しその実測によりその有効性を確かめた。またフェージング特性を生かして将来のマルチスポットビーム運用に対して、システム間の干渉軽減のための送信電力制御のオープンループ制御アルゴリズムの一案を提出している。

第9章は総括と成果の応用を展望している。

論文審査の結果の要旨

本論文は海事衛星通信の際、低仰角運用で問題となる衛星からの電波のうち直接波と海面反射とが干渉して生ずるフェージングに関する研究をまとめたもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 海面フェージングで問題となる前方散乱の取扱に適した近似を用い、低仰角の場合について遮蔽効果を考慮した海面の波による散乱波の強度特性、時間、空間、周波数領域での相関特性を導く理論モデルを提出した。さらにこれら諸特性を具体的に求めるために必要な海面の統計的性質を独自のデータ解析法を用いて明らかにした。

2. 海事衛星通信システムの設計上最重要なフェージングの大きさに関連した諸量とその性質を 1.5GHz 帯について理論的、実験的に求めた。そこで明らかになった主な点は(1)海面の波によるインコヒーレントな散乱成分と海面鏡面反射によるコヒーレント成分との強度の和は波高の変化に対してほぼ一定となる。(2)インコヒーレント成分の到来は主として狭い方位角、広俯角領域からであり、最大強度領域は正規反射点より遠ざかる。

3. フェージングの時間変動特性として周波数スペクトルと減衰持続特性を理論的、フィールド実験的に明らかにした。さらにフェージングの空間、周波数領域での相関特性を調べ、スペースダイバーシチによるフェージング軽減を図る場合のアンテナ間隔の目安を与えた。また可なり広い帯域幅でフェージング

は一樣であるので、周波数ダイバーシチでフェージングを軽減できないことを示した。さらに複素相関特性にもとづいてフェージングを3波モデル、4波モデルの伝送路で表現できることを示している。

4. フェージング軽減方式として偏波制御方式を提案し、実測によりその有効性を確かめた。また将来のマルチスポットビーム運用の際フェージングによるシステム間の干渉を軽減するための送信電力制御に関してオープンループ制御アルゴリズムの一案を述べている。

以上本論文は低仰角海事衛星通信におけるフェージング現象を詳細に解明し、回線設計に必要なフェージング効果の推定とその軽減を可能にしたもので学術上實際上寄与するところが少なくない。よって京都大学博士(工学)論文として価値あるものと認める。

また平成3年12月5日、論文内容とそれに関連した事項につき試問を行った結果合格とみとめた。