

平成 21 年 6 月 10 日現在

|   |
|---|
| 研究種目：基盤研究 (C)   |
| 研究期間：2006～2010  |
| 課題番号：18560382   |
| 研究課題名 (和文) 低コスト・高稼働率な固定衛星業務用時間遅延/サテライトダイバーシティ方式の研究  |
| 研究課題名 (英文) Research of Low-cost and High-reliability Time Delayed / Satellite Diversity System for Fixed-Satellite Service. |
| 研究代表者<br>初田 健<br>北海道工業大学・工学部・非常勤講師<br>研究者番号：10198757  |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信、ネットワーク工学

キーワード：通信方式・衛星通信方式・サテライトダイバーシティ・時間遅延ダイバーシティ・Kuバンド

## 1. 研究計画の概要

本研究は、Ku(14/12GHz), Ka(30/20GHz)帯の衛星通信方式において、降雨減衰による回線不稼働率改善のために、大きな降雨マージンを必要とすることにより、コストアップしているシステムの低コスト化、高性能化を実現するための新しいダイバーシティ方式として、時間遅延ダイバーシティ (TDD) /サテライトダイバーシティ (Sat. D) 方式 (以下TDD/ Sat. D方式と記述)を提案し、その理論的考察および実験的特性取得を行い、設計方法を明らかにすることを目的としている。

このために、これまでの Ku(14/12GHz)帯でのサテライトダイバーシティ (Sat. D) 方式の研究成果を有効に生かし、L帯でのデジタル移動通信方式の設計のために検討してきた時間遅延ダイバーシティ (TDD) 方式を組み合わせ、簡易な小型地球局装置で、大幅に降雨減衰による回線断を補償するためのTDD/ Sat. D方式の基本特性を理論的、実験的に明らかにし、この方式設計に必要な電波伝搬特性についての理論的、実験的検討を以下の手順で行い、具体的なTDD/ Sat. D方式の回路設計法を確立する。

## 2. 研究の進捗状況

(1) Ku帯 Sat. D方式の特性測定結果：これまで、Sat. D方式の特性データはかなり収集されているが、具体的な装置を試作して測定したデータは、国内外の機関、大学などでは獲得されていない。Sat. D方式の理論的データをさらに充実するとともに、Ku帯TDD/ Sat. D方式の適用による回線稼働率の改善効果を定量的に明らかにするためのデータの収集を目標とし、具体的な、Sat. D方式を実現するための装置を実装し、長期データ

を収集し、期待された成果が得られた。実験は、BS (110° E), JCSAT-3号衛星 128° E)の衛星の18°の軌道間隔に対して測定した。信号減衰対年間の不稼働率の図において、約5dBの降雨マージンのレベルで、約1桁(1/10)の回線稼働率の改善効果があることが明らかとなっている。

(2) Ku帯TDD方式の特性測定：Ku帯-TDD方式の設計に当たっては、2信号間の遅延時間をどの程度にすべきかがKu帯TDD方式の実用化の可能性が左右される重要な値である。これまで、この疑問点を解明するために、測定系のプログラムを作成するとともに、長期データ取得実験を進めた。

現有の、測定系は、BS, JCSAT-3号衛星を受信するための5基のアンテナ(アンテナ直径(台数):40cm(4)、65cm(1))、を使用して衛星信号の特性を継続的に取得し、TDD方式特性の基礎データを収集した。一部分のデータを処理した結果、約20～30分の遅延で、回線稼働率の改善効果があることが明らかとなった。

## 3. 現在までの達成度

<区分>①当初の計画以上に進展している。  
<理由>研究目標で想定したシステムイメージの成果が収集されている。これに加えて、共同研究を行っているJSAT,住友電工の協力もあり、衛星信号受信系、処理系も充実でき、新規性のあるデータが収集されており、研究計画の目標とする成果が十分挙がっている。

## 4. 今後の研究の推進方策

(1) Ku 帯 Sat. D 方式の特性測定結果：今後は、これらの長期データ、理論値との整合性の検討が必要である。最新の成果の一部は、IEEE AP-S (アンテナ・伝搬シンポジウム) に投稿し採録されている。さらに、本年7月の電子情報通信学会の衛星研究会などに発表する予定である。これまでの総合的な長期データの整理を行う。

(2) Ku 帯 TDD 方式の特性測定：(1)で述べた Ku 帯 Sat. D 方式の特性と TDD 特性を組み合わせた“Ku 帯 TDD/ Sat. D 方式”の特性についてもデータが収集されており、ダイバーシティ関係の統一的な論文として、経済的観点も含めて纏める予定である。これらの成果を纏めて、論文として発表する予定である。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 20 件)

① T. Hatsuda, Y. Iwatani, M. Sasaki, Y. Tsushima, N. Yosimura, T. Zakouji, K. Kawasaki, M. Kuroda, K. Imai and Y. Maekawa, “Ku-band Time-Delayed Diversity/Satellite Diversity (TDD/Sat. D) System for Improving Link Availability Using Lune-Q Antenna,” 2008 IEEE AP-S International Symposium, 127.6, Session 127, 2008/07. 査読有

② Y. Maekawa, T. Nkaktani, Y. Shibagaki, T. Hatsuda, ; “A Study on Site Diversity Techniques related to Rain Area Motion using Ku-band Satellite Signals,” The Institute of Electronics and Communication Engineers (IECE), Trans. on Communication, Vol. E91-B-II, No. 6, pp. 1812-1818, 2008/06. 査読有

③ Takeshi Hatsuda, Y. Iwatani, M. Sasaki, Y. Tsushima, N. Yosimura, T. Zakouji, K. Kawasaki, M. Kuroda, K. Imai and Y. Maekawa, “Propagation Characteristics of Non Snow-Attached Lune-Q Antenna for Satellite Re-Transmission of Terrestrial Digital Broadcasting Signal,” 2007 IEEE AP-S International Symposium, IF225-2, 2007/06. 査読有

④ Takeshi Hatsuda, Y. Iwatani, M. Kuroda, K. Imai, M. Sasaki, Y. Tsushima, N. Yosimura, T. Zakouji and K. Kawasaki, “Unique Attenuation Characteristics of Ku-band LuneQ antenna for Satellite Re-transmission Digital Broadcasting Signal,” 2007 IEEE AP-S International Symposium, 209.6, 2007/06. 査読有

⑤ Takeshi Hatsuda, Kazuya Hashimoto, Junko Masuda and Jun Murakami, “Diversity System Comparison of Satellite Visibility Improvement for Designing Mobile Broadcasting Satellite System,” IEEE Trans. on Antennas and Propagation (AP), Vol. 54, No. 8, pp. 2365-2370, 2006/08. 査読有

[学会発表] (計 17 件)

① 初田 健, 岩森 靖卓, 佐々木 学, 対馬 義行, 吉村 憲民, 座光寺孝明, 河崎 憲一郎, 黒田 昌利, 今井 克之, 前川泰之, “Ku帯固定衛星業務のサテライトダイバーシティ (Sat. D) 方式の装置実測特性と理論値の比較”, 電子情報通信学会2009年総合大会, 2009/03、

② 前川泰之, 初田健, “Ku帯衛星回線におけるサテライトダイバーシティと時間遅延ダイバーシティ効果の数値的検討”, 電子情報通信学会2009年総合大会, 2009/03、

③ 初田健, 岩森 靖卓, 佐々木 学, 対馬 義行, 吉村 憲民, 座光寺 孝明, 河崎 憲一郎, 黒田 昌利, 今井 克之, 前川泰之, “地上デジタル放送の衛星再送信の LuneQ アンテナの低降雨減衰特性”, 電子情報通信学会 2007 年総合大会, B-3-8、名城大学, 2007 年 3 月

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

(1) 名称：電波レンズアンテナ装置

発明者：初田健、今井克之、黒田昌利、木戸英晶、佐々木学、河崎憲一郎

権利者：SEIハイブリッド株式会社、JSAT株式会

出願番号：特願2006-291226

出願日：2006/10/26

(2) 名称：サテライトダイバーシティ装置

発明者：初田健、今井克之、黒田昌利、木戸英晶、佐々木学、河崎憲一郎

権利者：SEIハイブリッド株式会社、JSAT株式会社

出願番号：特願2006-292305

出願日：2006/10/27

○取得状況 (計 0 件)

[その他]