

AMeDAS データを利用した適応変調方式・符号化率選択による 高効率衛星通信

High efficient satellite communication with adaptive modulation and code rate control
using AMeDAS data

宮本 周[†] 杉浦 陽介^{††} 安井 希子^{††} 島村 徹也^{††}

Amane MIYAMOTO[†] Yosuke SUGIURA^{††} Nozomiko YASUI^{††} Tetsuya SHIMAMURA^{††}

[†] 埼玉大学工学部

^{††} 埼玉大学大学院理工学研究科

[†] Faculty of Engineering, Saitama University

^{††} Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

1. はじめに

現在 21 GHz 以上の周波数帯域を利用した衛星通信の運用が検討されている。しかし、21 GHz 以上の電波は降雨による電波減衰の影響が強く、通信品質を維持しつつ、効率のよい通信が求められる。その方法として、AMeDAS データを元に通信路の状況に応じて符号化率を変更する手法がある[1]。本稿では、この手法に適応変調を加えることで、さらなる通信の効率化について検討する。

2. 降雨減衰を考慮した適応変調

衛星通信の変調方式には一般に PSK 変調が用いられる。PSK 変調において、1 シンボル当たりのビット数、すなわち通信効率とノイズ耐性間にトレードオフの関係が存在する。この特徴を利用し、降雨減衰の状況に応じて変調方式を変更することで、ノイズ耐性をつけながら効率良く通信を行うことができる。

3. 評価実験

本稿では、MATLAB を用いた計算機シミュレーションによる実際の衛星通信を想定した環境で実験を行った。伝送速度を 1536 kbps に固定し、誤り訂正符号として畳み込み符号、復号には軟判定ビット復号を利用した。この条件における各変調方式・符号化率における E_b/N_0 と BER の関係を図 1 に示す。変調方式と符号化率は、降雨減衰量に基づいて変更した。具体的には、先行研究[1]の手法より、対象地点の AMeDAS データから得られた 1 時間降水量から降雨減衰量を計算し、図 1 の結果を元に受信 E_b/N_0 が補償 BER の値を超えると想定される降雨減衰量の場合、変調方式・符号化率がその BER 以下で最大効率となるようにした。本稿では補償 BER を 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} に設定した。対象地点を東京と屋久島に設定し、2018 から 2020 年までの AMeDAS データを利用し、シングルビームシングルキャリアの通信を想定した。通信対象は東経 132° にある静止衛星 JCSAT-5A とし、21 GHz の周波数帯を利用した。また、送信電力は自由空間伝搬損失を受けた 1 ビットあたりの送信電力とノイズ電力密度の比が 15 dB となるよう調整した。

4. 評価結果

適応変調を利用した通信と先行研究[1]で利用されていた変調方式を QPSK に固定した通信のシンボルレートを比較した。伝送速度が固定されているため、シンボルレートの低

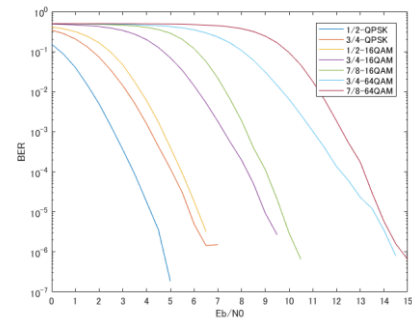


図 1 各変調方式符号化率における E_b/N_0 ごとの BER

表 1 各変調方式符号化率のシンボルレート

変調方式	64QAM	64QAM	16QAM	16QAM	16QAM	QPSK	QPSK
符号化率	7/8	3/4	7/8	3/4	1/2	3/4	1/2
シンボルレート	293	341	439	512	768	1024	1536

表 2 各地点における補償 BER ごとの平均シンボルレート

地域	変調方式	補償 BER		
		10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
東京	QPSK	878	878	878
	提案法	293	293	296
屋久島	QPSK	878	878	878
	提案法	294	296	301

い方を高効率と評価した。各変調方式・符号化率でのシンボルレートは表 1 に示す。表 1 より、高効率な変調方式・符号化率の組み合わせの方が、シンボルレートが低くなるのがわかる。表 2 に、選択された変調方式・符号化率から算出されたシンボルレートの平均を補償 BER ごとにまとめたものを表 2 に示す。表 2 より、東京、屋久島両地点で提案法が先行研究[1]と比べて通信効率が約 3 倍以上であり、高効率通信が実現できることが明らかになった。

5. まとめ

本稿では、AMeDAS データを利用した高効率な通信方式について提案した。今後は、実際の衛星環境に即したマルチビームマルチキャリア通信における提案法の有用性を確認する予定である。

参考文献

[1] 戎崎ほか, 信学技報. DSP S, Vol. 103, No. 546, pp.161-165, Jan. 2004.