

# 第6世代移動通信に向けた変調方式の研究 MARIA (MIMO Applied Resource-block Interleaving Access) 方式の提案

瀧川マリア<sup>†</sup> 原佳祐<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 神奈川県立横須賀高等学校

佐賀秀義<sup>†</sup> 太田現一郎<sup>††</sup>  
<sup>††</sup> (株)横須賀テレコムリサーチパーク

## 1. はじめに

携帯電話は現在の第4世代から 2020 年に第5世代に替わる。しかし第4世代までに見られた変調方式の革新による周波数利用効率向上は第5世代には見られない。周波数資源は有限であり、利用効率向上は必須の要件である。私たちはMaxwellの方程式を解き、一般解に示されたパラメータの中で未利用な物理量に注目し、新たな変調方式の提案を試みた。

## 2. Maxwell の電磁波方程式の一般解[1]

前節に示した通り、変調方式に使われていない物理量を Maxwell 方程式に立ち戻り発見する方法を採った。式(1)に方程式を示し、式(2)に一般解を示す。式(2)に、過去の世代が利用したパラメータと、未利用のパラメータを示す。

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}, \quad \nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} \quad \text{--- (1)}$$

$$E_x(z, t) = A \left\{ \cos \omega \left( \frac{1}{c} z + t + \theta \right) + \cos \omega \left( \frac{1}{c} z - t - \theta \right) \right\} \quad \text{--- (2)}$$

使われていないパラメータ(物理量)は時間(time)だけ

振幅変調
周波数変調
位相変調
ここに注目して、新しい方式を考案

## 3. 時間ドメインにおける新たな変調方式の追求

式(2)により時間ドメインに新たな変調方式の可能性を設定し、時間軸上で方法を検討した。

- (1) 負時間の利用(式(2)の右边第2項の利用性)
- (2) 正負時間の共用(式(2)の第1項、第2項)
- (3) 時間 t の平行移動  $t \Rightarrow t - t_0$

(1)は過去に向かう現象でもあり現実的でない判断。  
 (2)はオイラーの定理に戻りフェイサー(phasor)となる。  
 (3)は  $t_0$  を倍数にすることで多重化の可能性がある判断し、検討を進めた。時間を平行移動することは、送信アンテナが受信アンテナとの距離を変化することに相当する。このことから、複数のアンテナを用いる MIMO 方式との関係を検討した。

MIMO 方式は Alamouti 氏の考案によるもので、伝搬パスが時間的にも異なることを複素空間的にとらえ、予め順次、既知の複素信号とその共役複素信号を送信することで空間の伝搬特性を推定し、後続のデータ部の抽出を可能にしたものである。[5]

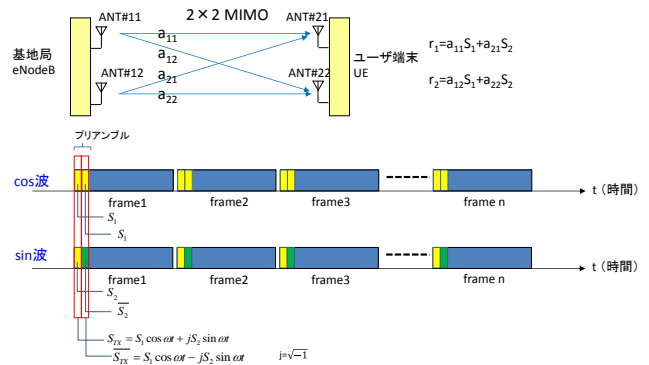


図1. MIMO 方式

## 4. MARIA 方式の提案

図 2 に提案方式(MARIA: MIMO applied resource-block interleaving access)を示す。ベースバンド内で時間軸上に複数のデータ列をインターリーブ配置する。受信側で分離抽出を容易にするために、MIMO 方式が用いている複素数プリアンプルを付加する。さらに時間領域での複素空間差を確実にするために、第1プリアンプルと第2プリアンプルとの間に位相回転を施す。

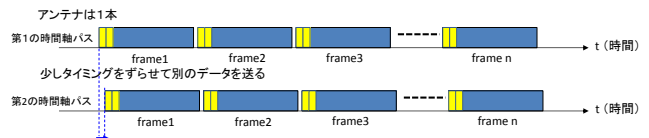


図 2. 提案方式(MARIA)

## 5. むすび

携帯電話の周波数枯渇問題に対処するための新たな変調方式として MARIA 方式を提案した。今後シミュレーションを行い周波数利用効率を明らかにする。

なお本研究は文部科学省認定「スーパーサイエンスハイスクール (SSH)」事業の一環として実施した。

## 参考文献

- [1] 副島・堀内, “電磁気学,” 電気通信学会編, コロナ社, 1964 年, pp.287-304.
- [2] 斉藤洋一, “デジタル無線通信の変復調,” 電子情報通信学会編, コロナ社, 1996 年,
- [3] L. Hanzo, et.al, “MIMO-OFDM for LTE, WiFi and WiMAX,” IEEE, Wiley, 2011, pp.63-71
- [4] 5GMF White Paper, “5G Mobile Communications Systems for 2020 and beyond,” Ver1.01, ARIB, 2016
- [5] US patent, S.Alamouti, et.al, “Transmitter diversity technique for wireless communications,” US6185258B1