

9 まとめ

本論文では、末広により提案された変調可能な直交系列の変調方法に対する拡張法を提案し、その結果得られる系列が周期 N^2 の多相直交系列であることを証明した。変調方法の拡張によって得られる拡張された変調可能な直交系列は、全単射 h' と写像 c' を用いて、

$$g'(i) = \exp\left(\frac{2\pi\sqrt{-1}}{N} \{c'(i_1) + i_0 h'(i_1)\}\right)$$

と表される。 c' の選び方が無限にあるので、拡張された変調可能な直交系列も無限に存在する。

また、全単射 h' が $N!$ 個存在することに着目し、拡張された変調可能な直交系列の h' を用いた分類法を提案し、拡張された変調可能な直交系列間の周期相互相関特性について検討した。分類法は、同じ全単射から得られる拡張された変調可能な直交系列は同じ集合に属し、互いに異なる全単射 h'_1, h'_2 から得られる拡張された変調可能な直交系列は互いに異なる集合に属すると定義した。このとき、それぞれの集合には無限個の多相直交系列が含まれている。ここで、

$$h'_{12}(i_1) = (h'_1(i_1) - h'_2(i_1)) \pmod{N}$$

により定義される写像 h'_{12} が全単射となる時、互いに異なる二つの集合に属する二つの拡張された変調可能な直交系列間の周期相互相関関数の絶対値は、全てのシフトにおいて一定値 N となることを証明した。これは、直交系列間の周期相互相関関数の絶対値における数学的下界を実現している。また、同じ集合に属する二つの拡張された変調可能な直交系列間の周期相互相関関数は、 N の倍数に一致するシフトを除く全てのシフトにおいて 0 になることを証明した。

現実の通信方式への応用においては機器の簡略化や制御、信号処理などの容易さの観点から、位相状態数なるべく少ない系列が望ましいと考えられる。そこで、変調方法の拡張によって得られる最も位相状態数が少ない系列である周期 N^2 の N 相直交系列について検討した。その結果、拡張された変調可能な直交系列に含まれる周期 N^2 の N 相直交系列の個数が $N^{N-2}(N-1)!$ であることを証明し、拡張前の変調可能な直交系列に含まれる周期 N^2 の N 相直交系列の個数 $\phi(N)N^{N-2}$ よりも増加することを示した。 $N = 4$ の場合、提案された拡張法によって得られる周期

16 の 4 相直交系列は全部で 96 個あるが、この 96 個以外に周期 16 の 4 相直交系列は存在しないことを計算機を用いた探索によって確認した。

次に、末広により提案された変調可能な直交系列より構成される周期完全相補系列をもとに、拡張された変調可能な直交系列より構成される周期完全相補系列の構成法を提案し、その結果得られる系列が周期完全相補系列であることを証明した。また、これら周期 N^2 の周期完全相補系列を用いて、周期 $2^k \cdot N^2$ の周期完全相補系列を構成可能であることを証明し、その構成法を提案した。

最後に、本論文において提案した、拡張された変調可能な直交系列及び、拡張された変調可能な直交系列より構成される周期完全相補系列の移動体通信方式への応用として、末広によって提案された、チャンネル間干渉が無く、マルチパスの影響も受けない近似同期セルラー CDMA システムのための信号設計法に対する応用について検討した。本論文では、現実の通信方式への応用を考慮して、周期 16 の 4 相直交系列を検討の対象とした。近隣のセルからの干渉の低減に対する応用では、変調可能な直交系列に含まれる周期 16 の 4 相直交系列を用いる場合には、基本繰り返しセル数 $N = 3$ のクラスタが構成可能であるのに対し、拡張された変調可能な直交系列に含まれる周期 16 の 4 相直交系列を用いる場合には、基本繰り返しセル数 $N = 12$ のクラスタが構成可能である。また、M-ary 方式による情報伝送効率の改善に対する応用では、変調可能な直交系列に含まれる周期 16 の 4 相直交系列を用いる場合に比べて、拡張された変調可能な直交系列に含まれる周期 16 の 4 相直交系列を用いる場合には、一回の送信で伝送可能な bit 数を 1bit 増加させることが可能である。また、周期完全相補系列を用いる近似同期セルラー CDMA システムについても結果は同様である。