

2006年12月12日  
独立行政法人 理化学研究所  
株式会社カオスウェア

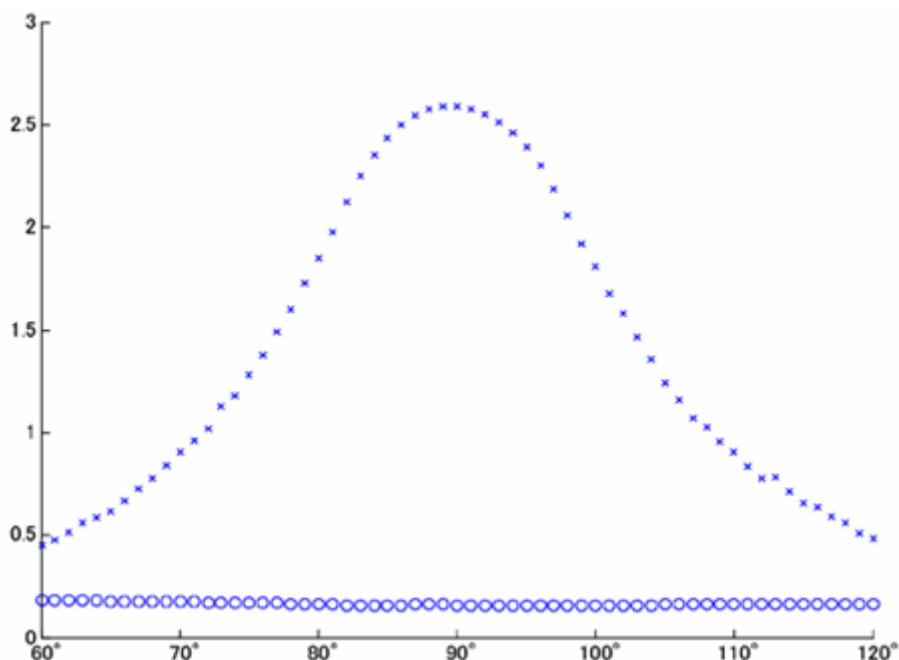
## 脳の仕組みを応用して携帯電話の混合電波を高精度で分離

### - カオス理論に基づく電波干渉を起こさない通信方式を確立 -

大勢の人が集まり雑談している中でも、興味のある人の声だけを聞き取れる。この人間の脳が持っている不思議な情報処理能力のひとつを体験した人は大勢いらっしゃるでしょう。携帯電話の基地局がこの聞き分ける能力を持つことができれば、複数の携帯電話の電波が飛び交う中でも、特定の携帯電話の電波だけを取り出し、障害となっている干渉現象をなくすことができます。

理研と企業が一体となって研究を推進する「産業界との融合的連携研究プログラム」を展開してきた理研知的財産戦略センターの次世代移動体通信研究チームは、次世代の携帯電話方式にカオス理論を適用してその方法を開発しました。理研脳科学総合研究センターが取り組んできた“ICA（独立成分分析）”という信号処理方式の成果と、カオス理論に基づく通信方式を開発してきたベンチャー企業である株式会社カオスウェアの“カオス CDMA 方式”をドッキング。この新しく開発した方式で、現有の通信方式では実現できなかった高い精度で電波を分離することができました。

この日本独自の技術が、情報量を飛躍的に増大させることができる次世代の新しい通信方式になることが期待されます。



(図) カオスCDMA方式 (O) と従来のCDMA方式 (X) の混信量の比較

2006年12月12日  
独立行政法人 理化学研究所  
株式会社カオスウェア

## 脳の仕組みを応用して携帯電話の混合電波を高精度で分離

### - カオス理論に基づく電波干渉を起こさない通信方式を確立 -

#### ◇ポイント◇

- ・喧騒の中でも特定の人声を認識する脳の情報処理を携帯電話に応用
- ・カオス理論に基づく通信方式を利用
- ・携帯電話や ITS など次世代の大容量マルチメディア通信の需要にこたえる

独立行政法人理化学研究所（野依良治理事長）と株式会社カオスウェア（梅野健代表取締役社長）は共同で、カオス理論<sup>\*1</sup>に基づく移動体通信方式に脳の情報処理の仕組みを適用し、同時に受信した複数の携帯電話の電波を高い精度で分離する技術開発に成功しました。これは、理研と企業が一体となって研究を進める「産業界との融合的連携研究プログラム<sup>\*2</sup>」によって、理研知的財産戦略センター（丸山瑛一センター長）内に平成17年11月に発足した次世代移動体通信研究チーム（梅野健チームリーダー：株式会社カオスウェア代表取締役社長）による研究成果です。

携帯電話の基地局は、基地局の範囲内にある複数の携帯電話からの電波を同時に受信します。受信した電波から送信された情報を復元する前に各携帯電話からの電波を分離できると、情報復元の障害となる干渉がなくなるため同じ電波に大量の情報をのせることができるようになります。理研脳科学総合センター（甘利俊一センター長）では、たくさんの方が雑談しているカクテルパーティーのような状況でも興味のある人の声だけを自然に聞き取ることができる人間の脳の情報処理に倣ったICA（独立成分分析）<sup>\*3</sup>という信号分離の手法を開発してきました。しかしICAを従来のCDMA方式<sup>\*4</sup>の携帯電話の電波に適用すると、特定の位相差ではまるで分離できなくなる（従来のCDMA方式の電波は、ICAにとって「個性がなく聞き分けづらい声」である）ことが分かっていました。この問題に対して堀玄(げん)副チームリーダー等は、株式会社カオスウェアで開発されたカオス理論に基づく通信方式（カオスCDMA方式）の電波が、ICAにとって「个性的で聞き分け易い声」であることに着目し、カオスCDMA方式とICAを組み合わせる実験を行ったところ、特定の位相差で分離精度が落ちることがなく、従来のCDMA方式と比べて格段に高い精度で電波を分離できることが分かりました。

今回の日本独自の技術を活用することにより、大容量マルチメディア通信などに期待の集まる次世代携帯電話の情報量を飛躍的に増大させることができ、またITS<sup>\*5</sup>への実用化も視野に入れることができます。

本研究成果は、平成18年12月13日～14日に函館にて行われる電子情報通信学会において発表されます。

## 1. 背景

携帯電話の基地局では、各基地局がカバーする範囲にある複数の携帯電話からの

電波をアンテナアレイ（複数のアンテナを並べたもの）で受信します。第3世代の携帯電話（現在の携帯電話）のCDMA方式では、複数の携帯電話からの電波が混ざった信号から特定の携帯電話が送信した情報を取り出していますが、他の携帯電話からの電波の干渉があるため電波にのせられる情報量が小さくなっています。しかし、各携帯電話が送信した電波だけを分離し、分離した電波から各携帯電話が送信した情報を取り出せば、他の携帯電話からの電波の干渉がなく、電波にのせられる情報量を飛躍的に増大させることができます。現在、2010年頃の国際電気通信連合（ITU）での第4世代移動体通信の国際標準化に向けて、世界各国が凌ぎを削って研究開発している状況です。

研究チームでは、第4世代の携帯電話の世界標準を、日本独自案として提案できる新たな通信方式の開発をすることを大きな研究目的として取り組んできました。

## 2. 研究手法

理研脳科学総合研究センターで開発されてきた、喧騒の中でも自分が興味のある音声だけを自然に聞き取ることができる人間の脳の聴覚情報処理に倣った信号分離手法であるICA（独立成分分析）を、アンテナアレイで受信した携帯電話の電波に適用しました。同センターは、ICAの研究開発を世界レベルで牽引してきた研究機関であり、蓄積された各種信号に対する適用方法のノウハウ、ソフトウェア、さらに開発されたばかりの最新手法も活用しながら研究を進めました。しかし、ICAは人間の声や脳波などの自然界の信号に適用され成功を収めているものの、従来のCDMA方式の信号に適用すると、自然界の信号にはない人工的な信号の持つ偏りのため、特定の位相差を持つ場合はほとんど分離できなくなることもわかりました。

## 3. 研究成果

そこで、株式会社カオスウェアで平成15年に開発されたカオス理論に基づく通信方式（カオスCDMA方式）の信号が、従来のCDMA方式の信号のような偏りを持たないことに着目し、カオスCDMA方式とICAを組み合わせて実験を行ったところ、従来のCDMA方式の場合のように特定の位相差で分離できなくなることがなく、すべての位相差において高い精度で分離できることが明らかになりました。さらに、現実的な状況における分離精度を調べるために、受信信号に意図的に雑音を付加して比較実験を行ったところ、従来のCDMA方式においては分離精度の悪化する位相差の範囲が著しく広がるのに対して、カオスCDMA方式ではすべての位相差において良好な分離精度を保つことが明らかになりました。この結果は、通信の変調方式がカオス的に変調を行うカオスCDMA方式を用いないと、ICAで信号分離できないことを意味しており、送信情報量向上のために、カオス的な変調を行う必要性を世界で初めて示したものです。これらの結果は、カオスCDMA方式の信号の統計的な分布が、従来のCDMA方式のものとは比べて自然界の信号に近いためと理解できます。

## 4. 今後の期待

携帯電話の基地局において、各携帯電話が送信した電波だけを分離してから各携

帯電話が送信した情報を取り出すことにより、電波にのせられる情報量を飛躍的に増大させるとともに、これにより大容量マルチメディア通信などを目指す第4世代携帯電話の世界標準の有力な候補となることが期待できます。さらに、次世代 ITS 用の車々間通信に利用できる技術です。

また本研究は、カオス CDMA 方式（株式会社カオスウェア）と ICA（理研脳科学総合研究センター）という日本発の独自の技術の組み合わせたものであり、ノウハウの蓄積がない他国が容易に模倣できるものではない点からも、世界のトップの技術となり標準の有力な候補となることが期待でき、通信キャリア、通信機器メーカー、基地局メーカーとも協力しながら、本研究成果の実用化と標準化を推進していきます。

## 5. 各社概要

### (1) 独立行政法人理化学研究所

独立行政法人理化学研究所は、科学技術（人文科学のみに係るものを除く。）に関する試験及び研究等の業務を総合的に行うことにより、科学技術の水準の向上を図ることを目的とし、日本で唯一の自然科学の総合研究所として、物理学、工学、化学、生物学、医科学などにおよぶ広い分野で研究を進めています。研究成果を社会に普及させるため、大学や企業との連携による共同研究、受託研究等を実施しているほか、知的財産権等の産業界への技術移転を積極的に進めています。

### (2) 株式会社カオスウェア

情報通信分野における国の唯一の独立行政法人である情報通信研究機構（理事長：長尾真）の基礎研究成果であるカオス通信技術を独立行政法人科学技術振興機構（理事長：沖村憲樹）のプレベンチャー事業の支援のもと、実用化する平成15年に設立された企業です（東京都小金井市、資本金6,500万円）。カオスウェアは、情報通信、シミュレーション、セキュリティに関わる研究開発と製品化、及びユビキタス公開鍵インフラストラクチャを実現する暗号化ポータルサイト [www.cipheron.net/](http://www.cipheron.net/) を運営する研究開発型ベンチャー企業であり、理研とは、平成16年に共同研究契約を締結し共同研究を行っています。

(問い合わせ先)

独立行政法人理化学研究所 知的財産戦略センター  
次世代移動体通信研究チーム 副チームリーダー 堀 玄  
Tel : 048-462-1111 / Fax : 048-462-4424

株式会社カオスウェア 代表取締役社長 梅野 健  
(独立行政法人理化学研究所 知的財産戦略センター  
次世代移動体通信研究チーム チームリーダー)  
Tel : 042-359-6299 / Fax : 042-359-6339

(報道担当)

独立行政法人理化学研究所 広報室 報道担当

Tel : 048-467-9272 / Fax : 048-462-4715

Mail : koho@riken.jp

## <補足説明>

### ※1 カオス理論

過去の観測データからは将来の長期予測が困難となるような、予測できない複雑かつ不規則な様子を示す現象を扱う理論。自然界において観察できるシステム（大気、プレートテクトニクス）や、社会的なシステム（経済、人口増加）などは、カオスの振る舞いを示すものが多い。

### ※2 産業界との融合的連携研究プログラム

企業と理研が一体となって研究を進めるパラレルモデルを具現化したプログラム。パラレルモデルとは、公的研究機関から生み出された有望な技術や特許を企業が実用化する「リニア（直線）モデル」に対し、研究側と企業側が基礎・応用のいずれの段階からでも、共に研究開発を進める「併走」モデル。

(1)研究テーマ、チームリーダーとも企業が主体となり、理研の研究人材や設備等を活用する提案に基づき、(2)研究計画を共同で作成し、(3)理研の知的財産戦略センターに時限の研究チームを編成して、研究を実施する。現在、9 チームを組織し、研究を実施している。

### ※3 ICA(独立成分分析)

喧騒の中でも自分が興味のある音声だけを自然に聞き取ることができる人間の脳の聴覚情報処理に倣った信号分離手法。各音源の独立性を仮定し、人間の脳の神経回路に倣ったニューラルネットを使い、入力信号を変換した出力信号の独立性が最大になるようにニューラルネットのパラメータの学習を行う。音声信号の他、脳波データの解析にも応用されている。

### ※4 CDMA(Code Division Multiple Access)

現在使われている携帯電話（第3世代）で利用されている移動体通信方式の1つ。Code Division Multiple Access の頭文字。CDMA では、通信を行う端末を識別するために、それぞれに独自のデジタル・コードを割り当て、このコードを端末と基地局で共有することで、複数の端末が同時に通信を行えるようにする。

### ※5 ITS(Intelligent Transport System)

ITS は、情報通信技術を自動車交通システムに応用し渋滞軽減や交通安全を実現するシステム。すでに実用化されている道路交通情報通信システム（VICS）や自動料金支払いシステム（ETC）などに加え、自動車運転の安全性を向上するシステムに自動車製造業界が大きな関心を持ち開発を進めている。今回開発した技術を応用

すると 100～1000 台程度の車で混信が無い様に車々間で位置情報を伝え合うことができるため、安全性向上システムの開発において重要な基盤技術となる。

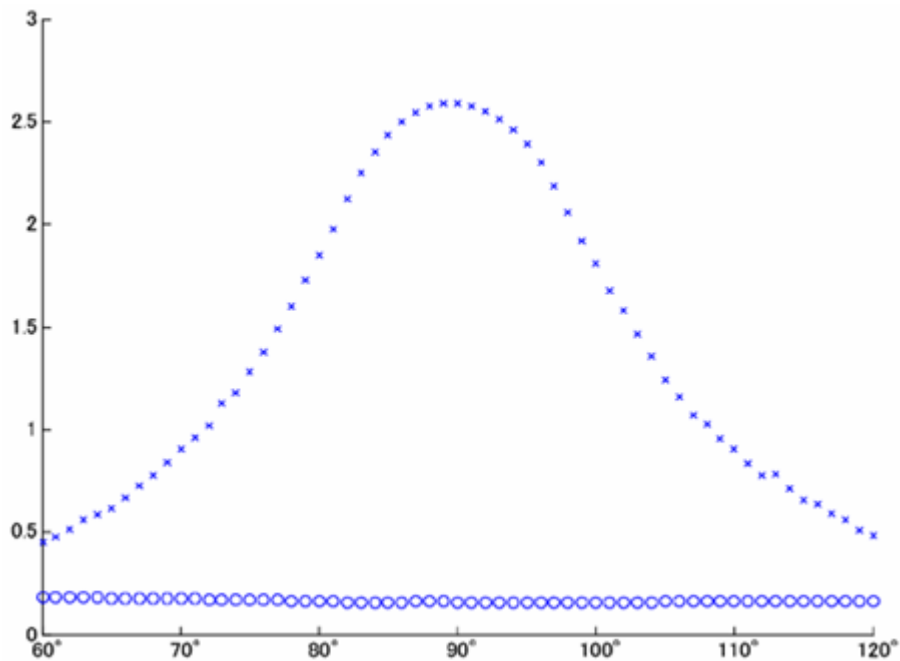


図 1 カオス CDMA 方式と従来の CDMA 方式の混信量の比較  
(○ : カオス CDMA 方式、× : 従来の CDMA 方式)

複数の携帯電話の電波を混合したものを ICA (独立成分分析) で分離したあとに残る混信量を、カオス CDMA 方式の電波と従来の CDMA 方式の電波で比較した。位相差 90°を中心に従来の CDMA 方式では大きな混信量が残るのに対し、カオス CDMA 方式では位相差に拘わらず混信量が非常に小さくなっている。現実的な状況における分離精度を比較するために意図的に雑音を付加して実験を行った。