



和歌山県工業技術センター

<http://www.wakayama-kg.go.jp/>

スペクトル拡散通信に関する技術動向…………… 1～3
第5回日韓合同分離技術シンポジウムに
参加して…………… 4、5
微量金属分析とその前処理法について…………… 6
和歌山テクノフェスティバル'99開催…………… 7、8

スペクトル拡散通信に関する技術動向

システム技術部 電子システム担当 研究員 中田 宏

1. はじめに

最近、携帯電話のテレビCMの影響で“スペクトル拡散通信”(Spread Spectrum通信、以降SS通信と略す)より“CDMA”の方がはるかに認知度は高くなったように見受けられる。CDMAとはCode Division Multiple Accessの略称であり、SS通信を用いた多重化方式を指す。SS通信は携帯電話に留まらず、レーダ技術、測距技術、GPS、深宇宙通信、軍事通信等、幅広い利用実績を持つ。本稿では、今後幅広いアプリケーションが期待される当通信技術を紹介する。

2. SS通信の原理

SS通信は、先ず送信側で、拡散変調といわれる変調操作を行う。情報信号に対し、その数百倍から数千倍の符号速度を持つ拡散符号を乗算し、帯域幅を極端に拡散することにより伝送する。受信側では拡散変調時に使用した拡散符号と受信信号との相関検出によって、拡散された信号から元の情報信号を復元する。これを逆拡散復調という。相関検出の特性上、伝送帯域幅/情報帯域幅で表される拡散比率に比例して伝送雑音電力が低減する。相関検出前後のS/N比の改善率は処理利得と呼ばれる。惑星探査衛星ボイジャーが鮮明な映像伝送に成功したのは本通信方式に負うところが大きい。また、送信電力はそのままにして、拡散比

率を大きくすることで、従来通信より極端に小さいPower Spectrum Density (PSD)となり、場合によっては自然界の雑音PSDより小さい送信PSDで通信運用することが可能となる。この場合、通信を盗聴したい第3者が周波数上をスキャンングしても、通信内容はもとより、送信電力の検出そのものが困難になる。また、逆拡散復調するためには拡散変調時に使用された拡散符号を既知でなければならず、本通信方式は原理的に高度な秘匿性を有している。SS通信はこれら性質に基づき、衛星通信、軍事通信において比較的古くから利用されてきた経緯を持つ。

3. 多重化方式としてのSS通信

商用通信システムを運用する場合、多くのユーザを収容し、目的のユーザに対し、容易なアクセスを提供する多重化方式が必要とされる。各多重化方式とその概略を表1に示す。

SS通信を利用した多重化方式であるCDMAは、全ユーザが同一周波数、同一時間上で運用される。ユーザを識別するのは、拡散変調の際に使用された拡散符号であり、拡散符号はユーザ識別の“鍵”として機能する。

CDMAは当初、効率の悪い多重化方式であると考えられてきた。最大の要因はユーザ識別に利用される拡散符号間の干渉にあった。その対策とし



表1 多重化方式の概要

多重化方式	特 徴
FDMA (Frequency Division Multiple Access, 周波数分割多元接続)	周波数を分割してユーザを収容。搬送波の中心周波数を切りかえることで希望ユーザにアクセスする。主にアナログ通信で広く利用される。
TDMA (Time Division Multiple Access, 時分割多元接続)	各ユーザに一定周期で通信時間を割り当てる。通常FDMAと共に利用される。PDC, PHS方式の現行型携帯電話が該当し、一つの搬送波を複数のユーザで共有する。
CDMA (符号分割多元接続。また、Spread Spectrum Multiple Access, SSMAとも言う)	全ユーザが同一周波数、同一時間上で通信を行う。各ユーザには、それぞれ異なる拡散符号を割り当て、拡散符号の波形の違いによりユーザ識別を行う。

て、携帯電話システムにおいては、可変ビットレート音声コーデックによって非送信区間を作り出す干渉低減技術、あるいは基地局と複数の移動端末間の距離差によって生じる干渉レベル差の解消に対して効果の顕著な、高速で、正確な送信電力制御技術等々、複数の技術を組み合わせることで、実用上問題ないレベルにまで干渉雑音を低減することに成功している。これら技術の開発は米-Qualcomm社に負うところが大きい。さらに、次世代携帯電話規格であるIMT-2000においてはメーカ各社より干渉キャンセラ技術が発表されており、一層の干渉雑音低減が見込まれている。

4. SS通信の利点

ここでは、商用通信に限定して、SS通信の利点を紹介したい。

1) 小さい送信電力で運用可能

Shannonの通信路容量に関する定理では、通信路の容量は伝送帯域幅に比例し、送信電力には対数オーダで比例するという関係が示されている。また伝送帯域幅と送信電力はトレードオフが可能であり、通信路の容量を増大させるには、送信電力を増やすより、伝送帯域幅を広げるほうがはる

かに効率的であることを示唆している。SS通信はまさに本定理に見合った通信方式であり、伝送帯域幅を広げることにより、小さな送信電力での運用を可能としている。このことは、通話時の低消費電流化を実現し、モバイル機器などの電源リソースに乏しい環境下でも長時間通話を実現できる可能性を示している。

さらに、小さい送信電力であれば、他の電子機器や、他の通信システムに与える影響が小さいことから、申請、認可を必要としない小電力ローカル無線方式としても今後、大きく発展することが期待されている。

2) 強力な誤り訂正符号を使用可能

SS通信は伝送帯域幅を広げることが許されているので、冗長性の大きい強力な誤り訂正符号を使用することが出来る。誤り訂正符号による伝送特性の改善は符号化利得と呼ばれ、前途の処理利得と区別される。実際、狭帯域通信のディジタル音声通話の仕様においては、冗長性の大きい強力な誤り訂正符号を使わず、聴感に影響の大きい上位ビットだけを誤り訂正の対象とするものがある。音声通話では実用上問題なくともとも安定したデータ通信サービスを提供するには不十分な仕様と言える。

3) マルチパス信号対策の容易さ

TDMA通信であるPDCやPHS等の現行ディジタル携帯電話では、百数十の情報シンボルから構成されるスロット内のレベル変動や、周波数の変動に対しての補正は事実上不可能であった。それに対して、SS通信では、情報信号よりはるかに細かい時間分解能を持つ拡散符号を使うことで、情報シンボル単位でこれらの補正を行うことが可能となる。また、多経路伝播による遅延波であるマルチパス信号に対しても、それぞれの遅延波に対して、独立にトラッキングできる複数の受信信号処理回路を用意し、各回路から出力される相関ピーク時間のタイミングを合わせて加算すると、目的信号成分はリニアに振幅が増大するが、雑音成分はお互いが相殺し、結果として、S/N比の改

また、PDCやPHS等の現行携帯電話では、親局である基地局を複数切り替えながら移動する。この動作はハンドオフと呼ばれ、通信の瞬断を伴う。これに対して、CDMAはRake受信機によって複数の基地局電波の電界強度を監視しながら、より好ましい基地局を選択することが可能であり、ソフトハンドオフと呼ばれる無瞬断ハンドオフを実現できる。これは、安定したデータ伝送には不可欠な機能である。

各ディジタル変調方式ではビットエラーレートが劣化しない周波数誤差の許容範囲がある。例えばQPSKでは帯域幅の±1%程度とされている。数値例を挙げるとシンボルクロックが20kHzでは±200Hzが許容誤差となる。そして、この値は、無線周波数においても遵守する必要がある。無線周波数を1GHzとすれば、 $200\text{Hz}/1\text{GHz}=0.2\text{ppm}$ であり、激しい温度変化にさらされる移動端末機においてもローカル発信器精度は0.2ppmが要求される。これに対して、拡散符号クロック1.2MHzのQPSKを用いるSS通信では1%は12kHzに相当し、仮に同じ1GHzで運用されたとすると $12\text{kHz}/1\text{GHz}=12.0\text{ppm}$ となり後者のほうがはるかにラフ精度のローカル発信器を使用できることがわかる。

阻害要因にはなり得ないと思われる。

平成11年7月30日、日刊工業新聞において、郵政省が家庭内無線の実用化に向けて体制整備に着手する旨の記事が掲載された。ここでも、SS通信が有力な変調技術の候補に挙げられることは間違いないものと予想している。また、次世代世界統一携帯電話規格のIMT-2000においてはCDMAが採用されることは既に決定している。これらシステムを構築する上でのインフラ整備、また、機器製造におけるASICの開発、また、運用時の新規サービス等、企業規模を問わず大きいビジネスチャンスの到来を予感させる。

当技術センターでは、主に室内空間における伝送特性に適合したSS通信機器を設計する上で、より好ましい情報変調方式、拡散変調方式、誤り訂正符号、干渉低減方式、Rake受信方式等を計算機シミュレーションにより検討中である。

- 1) "Interim Standard IS-95-A, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System May 1995", EIA/TIA, 1995.
- 2) 中田 宏：“直接スペクトル拡散通信装置”，特許番号2851497，出願平成4年。
- 3) Andrew J. Viterbi：“CDMA”，Addison Wesley, 1995.
- 4) 横山 光雄：“スペクトル拡散通信システム”，科学技術出版社，1989.
- 5) 笹岡 秀一：“移動通信”，Ohmsha平成10年.
- 6) 奥村 善久：“移動通信の基礎”，電子情報通信学会，昭和61年.
- 7) Richard E. Blahut 著，有本卓訳：“情報のディジタル伝送”，森北出版，1997.
- 8) R. C. Dixon 著，立野 敏訳：“スペクトラム拡散通信方式”，JATEC出版，昭和53年.



第5回日韓合同分離技術シンポジウムに参加して

化学技術部 環境技術担当 主査研究員 高辻 渉

はじめに

平成11年8月19日から21日まで、韓国ソウルの延世大学で開催されました第5回日韓合同分離技術シンポジウムに参加した。今回の参加目的は、各大学や各研究所で研究開発されている分離技術の調査ならびに著者らの研究発表であります。

ソウルおよび延世大学

本論に先立ち、ソウルおよび延世大学についてご紹介します。19日の早朝に関西国際空港をもち、約1時間30分で韓国金浦空港に到着しました。ソウルの人口数（1千万人強）は東京とほぼ同じで、韓国全人口の約4分の1を占める大都市であります。ソウルはたいへん坂が多く、歩くには少し疲れますが、地下鉄等の交通機関が発達しており、活気にあふれた都市です。（大阪の難波に似ています。）物価が安く、2000円もあれば韓国料理のコースが食べられます。また風紀および治安は、日本より良いと感じました。しかし町の写真撮影が制限されていること、道路が（飛行機が着陸できるように）広いこと、どの建物も地下設備が整備されていることなどより、常に北朝鮮との非常時を考えに入れた都市造りがされており、平和な中にも緊張感が感じられました。



ソウル延世大学

会場となっている延世大学は、ソウル駅から地下鉄で15分ほどの新村（シンチョン）にあります。韓国の中でもたいへん有名な大学で、日本の慶応

大学に相当するとのことで、1つの山全体がキャンパスといった感じで、木立に囲まれ、立派な建物が多く立っています。夏休みにも関わらず、本を持った学生が多く、キャンパス内は活気づいていました。

シンポジウムの紹介

このようなすばらしい環境の中で、日韓合同分離技術シンポジウムが、延世大学工学研究会館（Yonsei Engineering Research Complex）で開催されました。

分離技術は、原料の精製、製造工程からの有害物質の除去等に関わる重要技術であります。特に、現在注目されている地球環境問題においても、ダイオキシン等の大気汚染物質の除去、有害重金属の回収、廃棄物処理における各成分の分離回収に、分離技術が重要な部分を占めています。この技術は多岐に渡るため今回は、相平衡、蒸留、ガス吸着、晶析、吸着、膜分離、抽出および粒子流体系分離の専門分野に分類され、発表が行われました。参加者は、日本から約240名で韓国側の参加者と合わせると500名を越えるものと思われます。2日間という短期間の開催でありましたが、午前10時から午後5時まで、基調講演およびポスター発表が行われ、大変密度の濃い議論が交わされました。また開催前日と初日にウェルカムレセプションとシンポジウムバンケットが行われ、各分野の研究者と接する機会を得ました。



発表会場

分離技術の調査

今回は先に述べました分離技術各分野から合計259題の研究発表が行われました。著者が属しています吸着分野の発表数は42題で、各分野の中でも発表数の多い分野でありました。発表はポスター形式、英語で発表、時間は2時間30分と少々ハードでした。会場は盛況で常に200名程度の人があちこちで熱い議論を交わしていました。

吸着分野の発表内容は、吸着剤の開発に関連するものが多く、その中でも活性炭(10題)、ゼオライト(11題)の製造およびその吸着特性に関するものが多かった。これらは合成および製造が容易で、目的にあった吸着剤を得やすいため、基礎研究、応用研究が精力的に行われています。また吸着物質としては、塩素系有機化合物、重金属、窒素化合物等の環境問題物質関連のものが大半を占めていました。このことから吸着技術の環境対策への応用の関心度がうかがえました。吸着操作法では、通常のカラム操作以外に圧力スイング吸着操作(PSA)の解析およびシミュレーションに関する発表が4題ありました。吸着技術が実用性重要視の技術であることが印象づけられました。

著者が特に興味をもった発表としては、微生物の生体内選択的蓄積能力を利用した重金属の固定(吸着)、オゾンの酸化力を利用した活性炭の改良、オゾン処理と活性炭を併用した排水処理法、ペットボトル等の廃棄物を原料とした活性炭の生成、熱エネルギーの回収技術などが上げられます。どの発表も化学工学的観点から解析されており、その技術の実用性の高さがうかがえました。

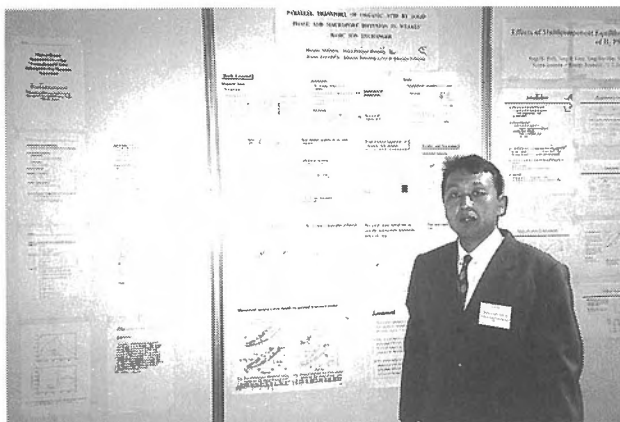
発表内容

著者らは、弱塩基性陰イオン交換樹脂による有機酸の吸着機構について研究を行っています¹⁻⁵⁾。

有機酸、特に乳酸は、生分解性プラスチックの原料として利用されており、その純度が製品コストおよび性能に大きな影響を及ぼすため、現在乳酸の高度分離精製法がさかんに研究されています^{6,7)}。

酢酸は、多くの化学工場で利用されている有機酸であり、有機性廃棄物を分解した場合に多く生成してくる酸であります。廃棄物利用の点からもこれら有機酸の吸着は、意義のある研究と考えています。今回は樹脂中における酢酸と乳酸の並列拡散機構について発表しました。この研究内容の

詳細については、今後、化学工学関連の学会誌で報告します。



研究発表

上の写真では、澄ました顔をしています。著者の発表に対して2、3の質問があり、片言の英語で、(ほとんど絵に書いて)汗をかきながら説明しました。相手側の努力もあり、説明内容は理解してもらったと受けとめています。

最後に

著者は環境技術担当として、現在工場排水の処理に関する研究を行っています。今回のシンポジウムで得られた知見(オゾン処理、微生物を利用した重金属回収等)を今後の業務に利用して行きたいと考えています。また高度の分離技術が要求される現在社会においては、特に目的用途に合った吸着剤を自らが開発することの必要性を感じました。

参考文献

- 1) Takatsuji, W.; Yoshida, H.: *Sep. Sci. Technol.*, **29** (1994)
- 2) Takatsuji, W.; Yoshida, H.: *J. Chem. Eng. Jpn.*, **30** (1997)
- 3) Takatsuji, W.; Yoshida, H.: *Ind. Eng. Chem. Res.*, **37** (1998)
- 4) Takatsuji, W.; Yoshida, H.: *AIChE J.*, **44** (1998)
- 5) Takatsuji, W.; Nakauchi, M.; Yoshida, H.: *J. Biosci. Bioeng.*, **88** (1999)
- 6) Kulprathiapanja, S. et al.: *Ext. Abc. Am. Inc. Chem. Eng.*, 150b (1994)
- 7) McArdle, J. C.: *Ext. Abc. Am. Inc. Chem. Eng.*, 150e (1994)

微量金属分析とその前処理法について

化学技術部 分析化学担当 研究員 松本 明弘

1. はじめに

化学技術部・分析化学担当では、化学業界などから持ち込まれる依頼試験を主要業務として試験分析を行っている。その依頼試験の動向（平成5～9年度）について本誌231号で述べた。今回は、原子吸光分析またはICP発光分析を行うまでの前処理法と依頼分析項目で頻度が高い微量元素について述べる。

2. 試料及び前処理

分析試料は化成品、工業用水、産業廃棄物など多種にわたっているが、その中でも化成品が最も多く持ち込まれる。

原子吸光分析またはICP発光分析を行うまでの試料の前処理は、工業用水、産業廃棄物については、JIS K 0101、環境庁告示第13号に従って行っている。化成品については、酸分解により前処理を行っている。酸分解には、硝酸、硫酸、過塩素酸、過酸化水素水などを用いる。試料は有機物が完全分解されるまで、酸による処理を行わねばならない。化成品中の有害重金属を測定する場合、

- 1) 規制値 (ppm or ppb)
- 2) 原子吸光分析装置またはICP発光分析装置の検出限界
- 3) 試料の採取量 (g)
- 4) 酸分解終了後の測定に必要な容量 (ml)
- 5) 定量下限 (ppm or ppb)
- 6) 酸の選択 (硝酸、硫酸、過塩素酸、過酸化水素水)
- 7) 汚染の危険性

以上の点について考慮する必要がある。例えば、鉄の規制値が1 ppmである化成品ならば、装置の検出限界を考慮して、試料5gを正確にとり、ケルダールフラスコに移し、サンドバス上で硝酸と硫酸で酸分解して最終的に50 mlのメスフラスコで定容にする（10倍希釈していることになる）。装置の検出限界は0.1 ppmであるため、測定試料の希釈率（10倍）を考慮すると、1 ppmの定量値を保証することが出来る。しかし、試

料5gは酸分解する量（通常は0.5～2g）としては多めである。そのために分解する時間が長くなる（経験から最低1週間）。さらに化成品は分解する際に発泡したり、突沸したり、爆発したりするので注意が必要となる。また、鉄は環境中に多く使用されているため、汚染される可能性が大きい。

3. 原子吸光分析・ICP発光分析による定量

前処理した試料を測定する際に、測定元素、含有元素の既知・未知、測定の不可、感度の優劣により、原子吸光分析またはICP発光分析で定量を行うかを決定する。

分析化学担当では、平成5～平成10年度まで原子吸光分析またはICP発光分析により25元素の定量を行った。測定した元素の比率は、多い順に Fe(13%), As(10%),
Ca(9%), Mg(9%),
Cd(7%), Hg(7%), Cr(7%), Pb(7%),
K(5%), Na(5%), Mn(5%),
その他14元素(16%)である。

Feが最も多く、以下Mnまで11元素で84%を占める。その他14元素は、Cu, P, Zn, Si, Al, Sn, Ti, Y, Co, Ni, Ba, Se, Sb, Inである。Feは、反応釜からの溶出したもので、化成品の着色の原因となることもある。Ca・Mgから水の硬度がわかる。Cd, Pbは、高分子の材質試験項目にある。As, Cd, Hg, Cr, Pbなどの有害金属は、化成品中に含まれないことが望ましい。

4. 最後に

化成品中の有害重金属の分析は、ppmからppbレベルの定量下限を要求される。装置の検出限界を考慮して、試料の採取量を増加させ、前処理を行い、試料の希釈を最小限にして測定を行う必要がある。ただ、試料の採取量を増加させた場合に、酸分解に時間がかかり、前処理段階での汚染の危険性が大きくなる。今後の課題として、高感度分析、前処理時間の短縮による汚染防止が挙げられる。

和歌山テクノフェスティバル '99 開催

去る9月30日、紀の国アバローム（和歌山市）において、和歌山テクノフェスティバル'99が開催されました。今年は、（財）和歌山県中小企業振興公社が主催する「きのくにベンチャー支援プラザ'99」と同時開催となり、多くの方に参加いただきました。

〈趣旨〉

専門分野の異なる産学官の研究者、技術者の交流を通じ、相互理解を深め、研究人脈の形成はもとより、各自の技術力の向上、研究ニーズの発見等を図る。

〈基調講演〉

近畿大学生物理工学部入谷明学部長が「クローン動物生産の現状と展望」と題して、クローンという語の由来から、クローン動物生産研究の20年間の流れ、並びに各国における展開と応用に向けた研究の進捗状況などについて講演された。その中で、クローン動物生産技術は、生

命倫理や動物愛護の面からも充分配慮して正しく応用し、この技術を生物学や医療、畜産に貢献する技術に発展させることの必要性について言及された。

〈産学官の取り組みについて〉

和歌山県における取り組みについて、工業技術センターの各種事業ときのくにベンチャーランド構想を中心に、商工労働部秋月成夫次長より報告があり、県内の高専、大学での取り組みについては、近畿大学生物理工学部東本暁美教授、和歌山工業高等専門学校橋口清人教授及び和歌山大学日下正基教授より、それぞれの地域共同研究センター（和歌山高専では総合技術教育研究センター、近畿大学ではTLO－技術移転機関）の活動を中心に報告が行われた。

産学官交流では、えてして学の取り組みが積極的でないという声を耳にするが、今回の報告では、学が率先して交流を推進していくという意気込みが感じられ、産官もこの機を逃がさず、学に対する積極的な働きかけを行い、実りある産学官交流を進めて欲しい。



〈工業技術センターのポスター発表及び展示〉

PZT振動子の高速駆動

工具破損・寿命予測システムの研究開発

着色物体の光沢と「深み感」との関係……色彩変化からの推定

高分子化合物を含浸した難燃木質材料の開発に関する研究

ポリエステル樹脂廃棄物のヒドロキシカルボン酸による分解及び不飽和ポリエステルへの再合成

酵素による染料の脱色に関する研究

カリックスアレーンへのアミノ酸導入とその物性

キトサン樹脂による有機酸の吸着ー粒子内拡散ー

大気圧放電処理を用いた繊維加工技術

高濃度アンモニア条件下における硝化汚泥の馴養

ヒドロキシ安息香酸類の*p-t*-ブチルカリックス[4]アレーン1,3-ジエステルの合成と性質

磁性流体を用いた粘性ダンパによる位置制御系の動特性改善

myo-イノシトールビスフェルラ酸エステルの合成

PETと脂肪族ポリエステルとのエステル交換反応とそのポリマー特性

抵抗膜の電位分布解析と位置決め技術への応用研究



平成11年11月27日印刷 平成11年11月30日発行

TECHNORIDGE 第238号

編集・発行／和歌山県工業技術センター

和歌山市小倉60番地

TEL (073) 477-1271

FAX (073) 477-2880

皮革分場

和歌山市雄松町3丁目45番地

TEL (073) 423-8520 FAX (073) 426-2074

デザインセンター

海南市南赤坂11 和歌山リサーチラボ2階

TEL (073) 483-4590 FAX (073) 483-4591

印刷所／有限会社 土屋総合印刷

TEL (073) 422-1830(代)

FAX (073) 432-0095