

# ブロードバンドを支える変復調技術に関する特許出願技術動向調査報告

平成 15 年 5 月 22 日

特許庁総務部技術調査課

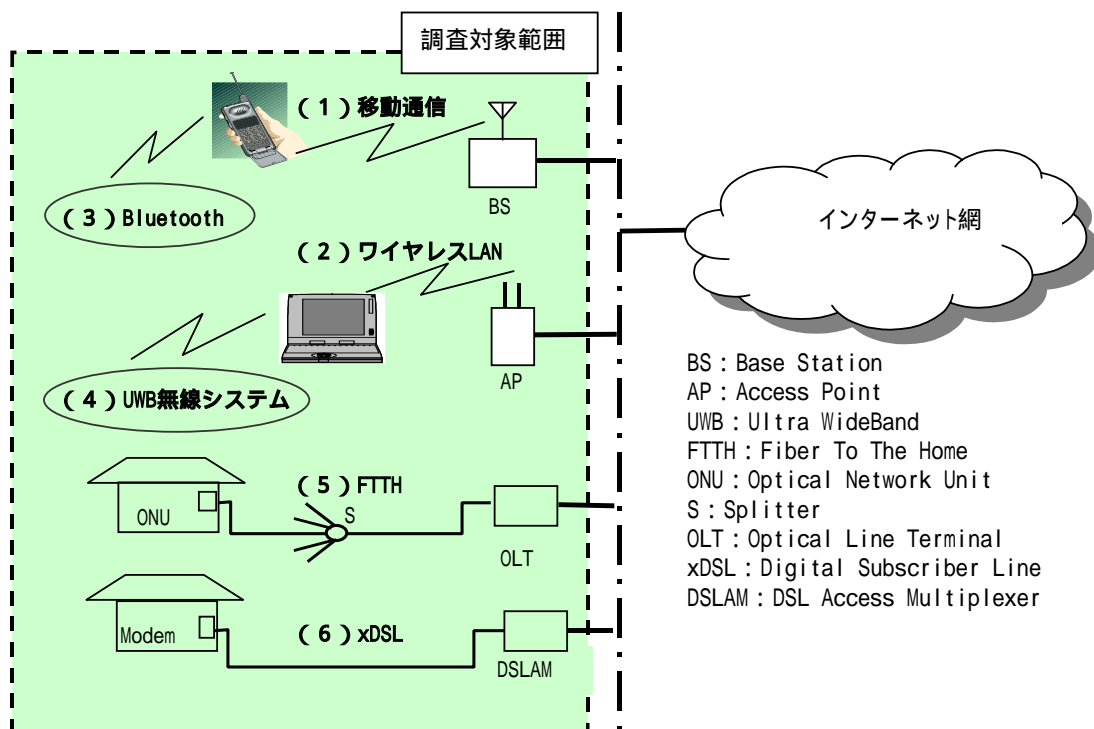
## 第 1 章 技術俯瞰と調査の進め方

### 第 1 節 ブロードバンドを支えるアクセス方式

ブロードバンドは、1980 年代に ITU-T で広帯域 ISDN (B-ISDN) の研究活動が開始された頃から使われ始めた言葉である。本来は「広帯域」、つまり広い周波数帯域を用いて電気通信信号を送信することであるが、現在は「高速度」という瞬時に大容量のデータ伝送を可能とするネットワーク環境、またはそれを利用したサービスのことを指して使われている。ブロードバンドによりこれまでの電話回線、ISDN 回線等によるナローバンドでは困難な画像・動画の伝送がスムーズにできるようになる。

ブロードバンドを支える変復調技術と多重化・アクセス技術の調査対象とするアクセス方式を 1-1 図に示す。点線枠内が調査対象範囲である。ブロードバンドを支えるアクセス方式の構成要素として、(1) 移動通信、(2) ワイヤレス LAN (Local Area Network)、(3) Bluetooth<sup>1</sup>、(4) UWB (Ultra WideBand) 等の無線システムと (5) 光ファイバ伝送 (FTTH<sup>2</sup>)、(6) メタル伝送 (xDSL<sup>3</sup>) の有線システムを対象とする。

1-1 図 ブロードバンドを支えるアクセス方式



<sup>1</sup> 米国内の Bluetooth-SIG Inc. の登録商標

<sup>2</sup> Fiber To The Home の略。アクセス ネットワークを完全に光ファイバ化して、利用者の家まで光ファイバを引き込むという構想またはサービスの総称

<sup>3</sup> 既存の銅線 (メタリック) を使って高速データ伝送をする技術を一般に指し、x を A、H、S または V に置き換えて使われる。

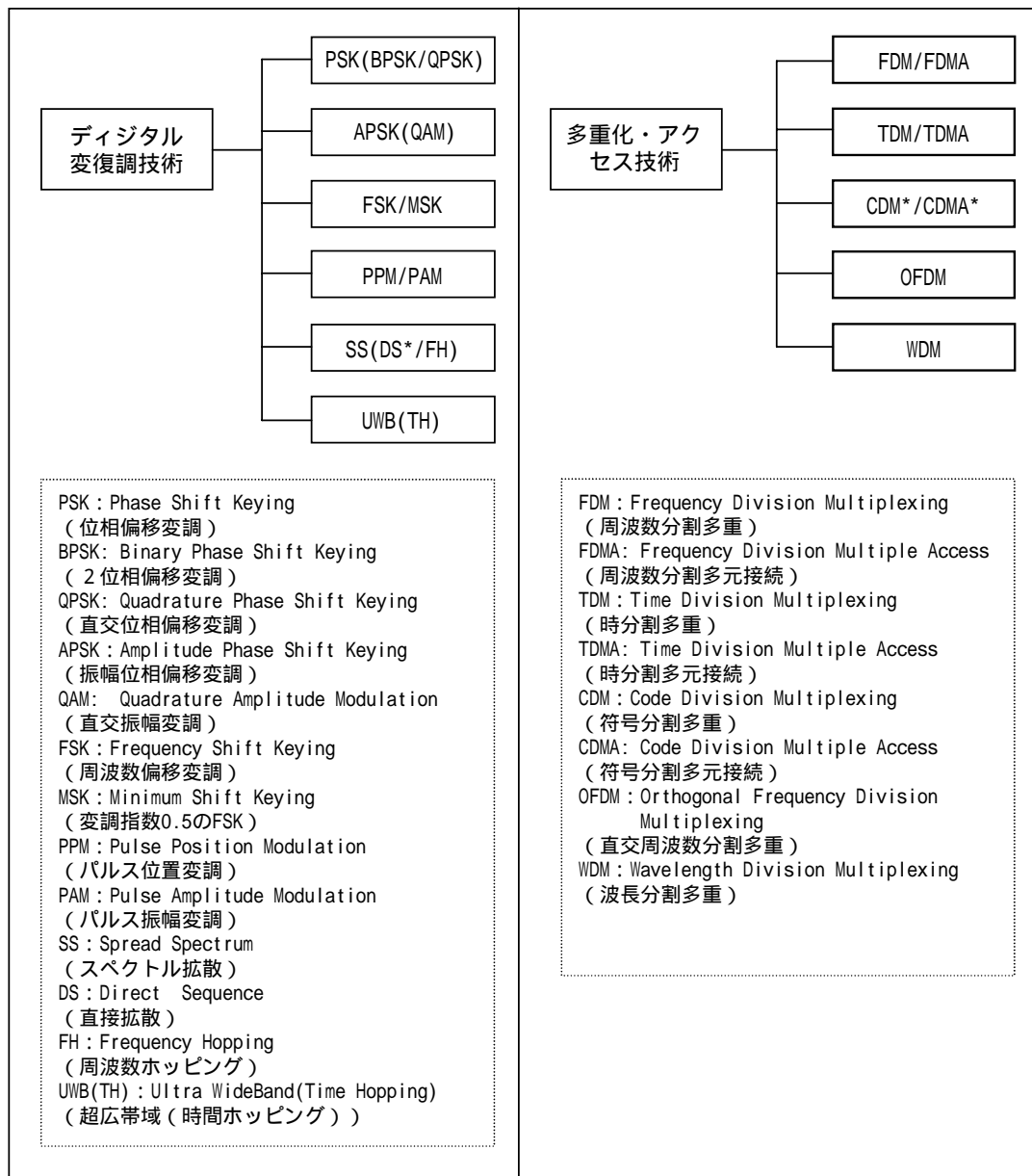
## 第2節 技術俯瞰

### 1. アクセス系伝送技術の全体俯瞰

#### (1) 対象技術分野

1-1図に示したブロードバンドを支えるアクセス方式におけるデジタル変復調技術と多重化・アクセス技術の調査対象技術分野を1-2図に示す。尚、以降では多重化・アクセス技術を単に多重化技術と呼ぶ。

1-2図 調査対象技術分野

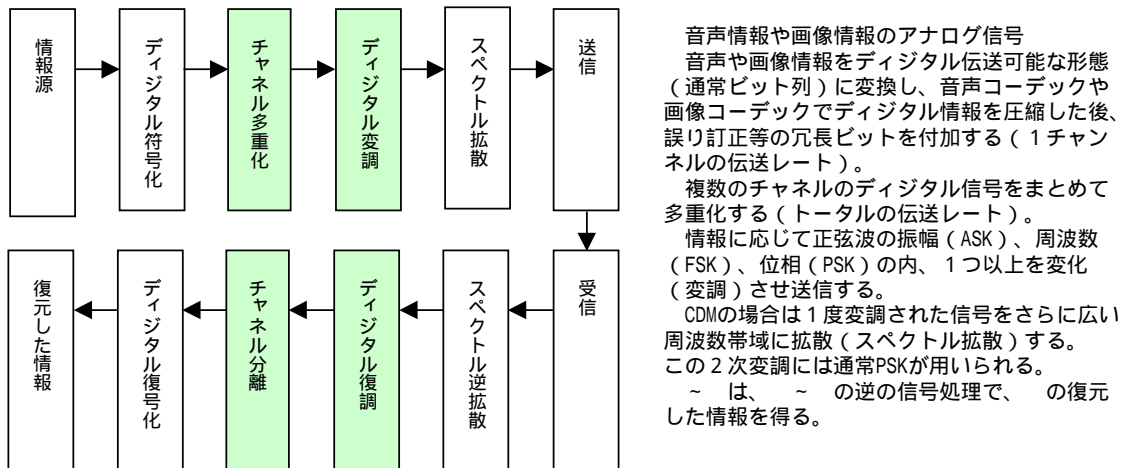


(注)\* : デジタル変復調技術であるSS (DS) と多重化・アクセス技術であるCDM/CDMAは、同じ技術分類として扱われることが多い。

## (2) 変復調技術と多重化技術の関係

情報源をデジタル化し、誤り制御等の冗長ビットを付加してデジタル符号化する。これの複数チャンネル分を多重化、デジタル変調し、キャリアにのせて送信する。復調側ではこの逆の信号処理が行われる。信号処理の流れを1-3図に示す。

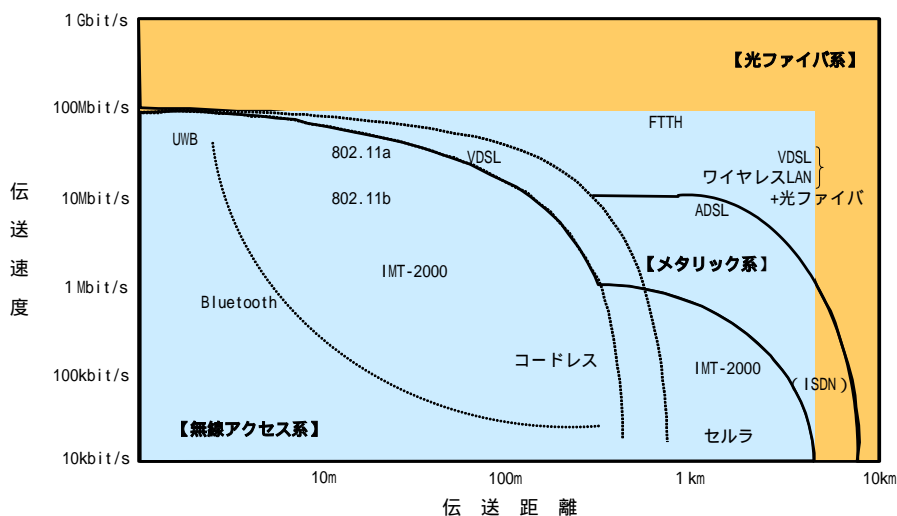
1-3図 信号処理の流れ(スペクトル拡散を用いた無線アクセス系の例)



## (3) ブロードバンドアクセス方式の適用領域

伝送速度と伝送距離(セルラ等の無線アクセス系ではセル半径に相当する)の関係から見た、ブロードバンドアクセス方式の適用領域を1-4図に示す。伝送速度が、概ね100Mbit/s以上のところでは光ファイバが、これ以下のところでは伝送距離により光ファイバ、xDSLおよび無線アクセス系の共存領域になる。伝送速度が数Mbit/s程度までは、伝送距離が数km以下と小さい場合はIMT-2000(ITU-Rで標準化した第3世代移動通信システムの総称)やxDSLが、数km以上では光ファイバの適用領域である。一方、伝送距離が数10m以下と小さい場合は、BluetoothやUWB無線システムが有効となる。

1-4図 ブロードバンドアクセス方式の適用領域



### 第3節 調査分析の進め方

調査は、特許を中心としたステップ1とステップ2、研究開発動向を中心としたステップ3及び、関連した政策動向および市場動向に関して進める。

#### ステップ1：マクロ分析（全体項目調査）

ブロードバンドを支える変復調技術（変復調技術、多重化技術およびそれらの組み合わせ）に関する特許を抽出し（特許情報の検索範囲の設定）全体動向、三極構造、技術別および出願人別動向等の観点で分析する。

特許出願件数の年次推移と特許出願三極構造は、Derwent World Patent Index（略称 DWPI、Derwent Information Ltd.）を用いる。検索条件は、1992年から2000年までに出版された特許の内、2002年8月末までに公開された特許を検索対象とする。出願人に関する検索は、日本特許は PATOLIS（株式会社パトリス）、米国特許は CLAIMS（IFI CLAIMS Patent Services）、欧州特許は EUROPEAN PATENTS FULLTEXT（略称 EPF、European Patent Office）を用いる。

#### ステップ2：主たる技術分野の詳細分析（インフラ系）

移動通信（セルラ、コードレス）、光ファイバ、xDSL等、基幹のネットワークアクセス系（インフラ系と呼ぶ）に関する特許、技術文献を技術課題とその解決手段の観点から詳細分析し、その結果を踏まえて技術の発展状況、研究開発状況を明らかにし将来を展望する。併せて、研究開発、技術開発の方向性と取り組むべき課題を明らかにする。

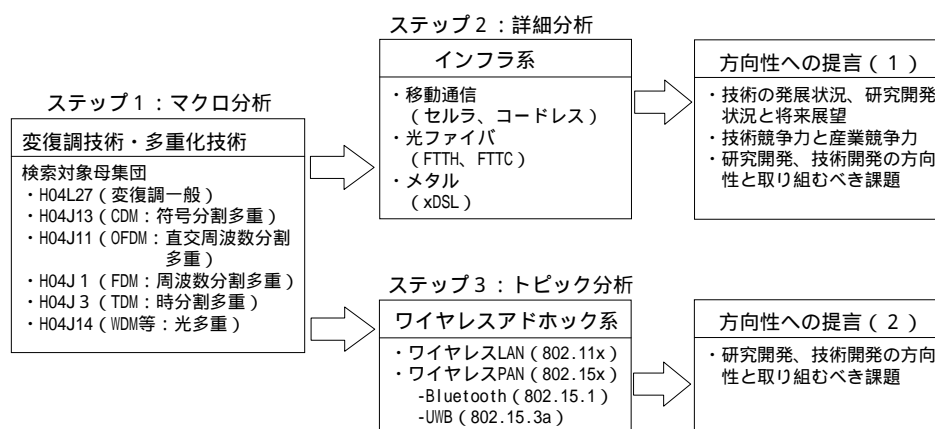
特許検索は、1997年から2000年までに日本に出願され、2002年12月末までに公開された特許を対象とし、検索には PATOLIS を用いる。

#### ステップ3：トピック分析（ワイヤレスアドホック系）

基幹ネットワークを介さずに端末・機器間をワイヤレスで結合する無線アクセス系について、アドホックネットワークと Bluetooth 及び最近注目されている UWB 技術等のワイヤレス PAN（Personal Area Network）について、また無線アクセス系で今後必須要素技術となる空間分割技術とソフトウェア無線に焦点をあて、研究開発動向を中心とした分析を行い、今後の研究開発、技術開発の方向性と取り組むべき課題を明らかにする。

以上の、特許を中心とした調査のステップを1-5図に示す。

1-5図 調査のステップ

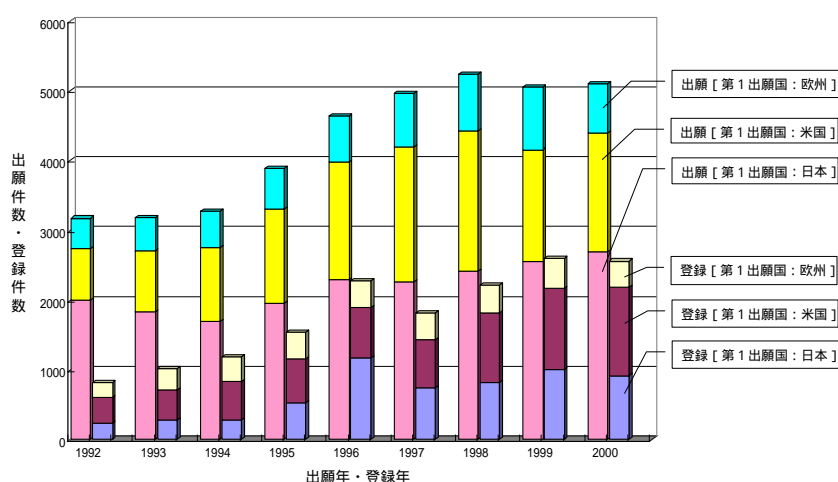


## 第2章 特許動向のマクロ分析

### 第1節 特許出願の全体状況

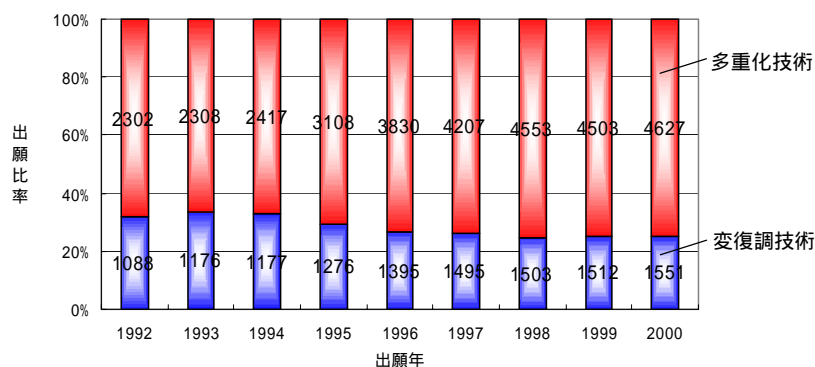
無線系と有線系全体の変復調・多重化技術（母集団）の日米欧別に見た第1出願国<sup>4</sup>別出願件数と登録件数の年次推移を2-1図に示す。1995年頃から各地域で出願件数が増大し、最近は三極合計で5,000件程度に落ち着いている。1995年頃から増大しているのは、第2世代と第3世代の移动通信システムで採用された符号分割多重化技術に関する出願が増大したことによる。日本での出願件数は多いが、登録件数は少ない。なお、米国の場合、特許の出願時点での件数は不明なので、特許の登録時点で判明した出願年に遡って比較している。したがって、最近（1999年、2000年）の米国の出願件数は少なくなる。

2-1図 変復調・多重化技術全体の出願件数と登録件数の年次推移



変復調技術と多重化技術の出願比率推移（三極合計）を2-2図に示す。変復調技術は全体の3割程度であり、多重化技術に関する特許が多いことが分かる。変復調技術の基本技術は既に確立され、多値化等の高度化技術が出願の中心であるのに対して、多重化技術は符号分割多重、直交周波数分割多重等の広い技術分野に関連する技術が開発されていることを反映している。次節では、多重化技術を中心に調査・分析結果を述べる。

2-2図 変復調技術と多重化技術の出願比率推移（三極合計）



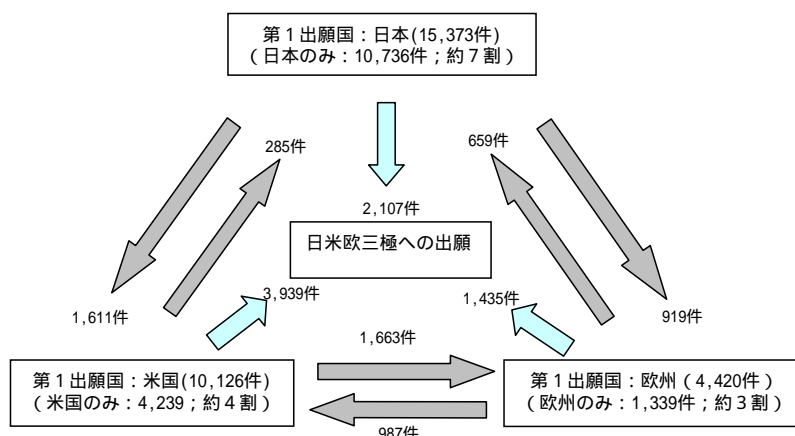
<sup>4</sup> 第1出願国とは、最初に受理された国。

## 第2節 多重化技術の出願動向と三極構造

### 1. 多重化技術

無線系と有線系全体の多重化技術の特許出願三極構造を2-3図に示す。第1出願国を日本とする出願件数は15,373件、このうち米国のみへの出願件数は1,611件、欧州のみへの出願件数は919件、欧米への出願件数は2,107件である。したがって第1出願国を日本とする出願件数で日本のみの出願件数は、10,736(件)となり、全体の7割を占めている。それに対して米国、欧州では自国(地域)のみの出願はそれぞれ4割、3割と日本に比して少なく、グローバルな出願となっている。

2-3図 多重化技術の特許出願三極構造



(対象は1992年から2000年までに申請され、2002年8月末までに公開された特許；DWP1)

多重化技術の三極間出願件数比を2-1表に示す。日本のみへの出願件数、日本への他地域からの出願件数、日本から他地域への出願件数、日本から三極への出願件数をそれぞれ1とした場合の比率をそれぞれ示している。三極間での他地域からの出願では、他極から欧州に出願する件数が最も多い。セルラ技術はグローバル標準が指向されることから、欧州でのGSM<sup>5</sup>ビジネスの広がりによる影響と推察される。また他地域への出願数や三極への出願の面では米国からが最も多く、世界市場を狙った特許戦略が伺える。

2-1表 多重化技術の三極間出願件数比

種別	出願件数比 日：米：欧
自地域(国)のみへの出願	1 : 0.42 : 0.12
他地域からの出願	1 : 0.97 : 1.37
他地域への出願	1 : 1.56 : 0.71
三極への出願	1 : 1.87 : 0.68

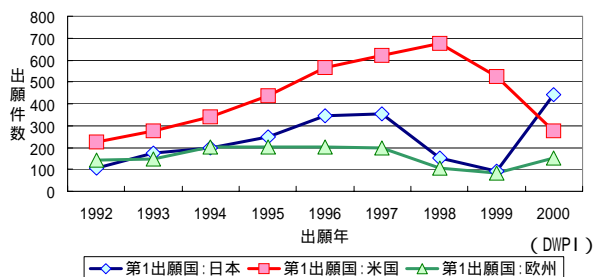
一般に、重要な特許は日米欧の三極に出願されることから、各国(地域)から三極へ出願されている多重化技術の出願件数年次推移を2-4図に示す。日本と欧州は米国と比較して特

<sup>5</sup> Global System for Mobile communicationの略。欧州の標準化機関であるETSI(European Telecommunication Standard Institute: 欧州電気通信標準化機構)を中心に開発されたTDMA デジタル方式の移動通信システムであり、変復調技術にはGMSK(Gaussian filtered MSK)が採用されている。

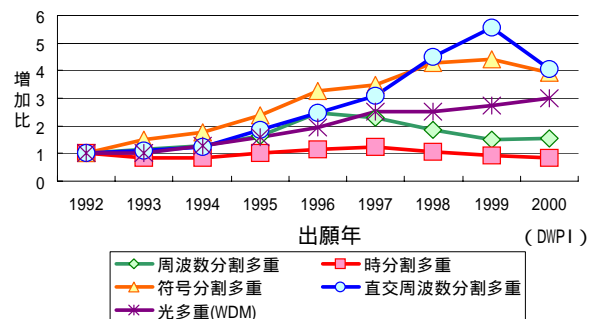
微的な動きを示している。1998年と1999年の三極への特許出願件数が1997年に比べ大きく減少し、2000年から急速に増加している。米国と日欧との特許制度の違いの問題もあるので、慎重な判断が必要であるが、日欧では第3世代セルラの研究開発が一段落した後、第4世代セルラやワイヤレスアドホック等の技術開発がより熾烈化したためと推察され、今後の動向が注目される。

また、多重化技術の出願内容を全世界までに範囲を広げて、周波数分割多重、時分割多重、符号分割多重、直交周波数分割多重、光多重(WDM)に分け、各技術別の伸び率を分析した。全世界での多重化技術別の特許出願増加比を2-5図に示す。1992年の各技術の出願件数を1としている。

2-4図 多重化技術の三極への特許出願年次推移



2-5図 全世界での多重化技術別の特許出願増加比



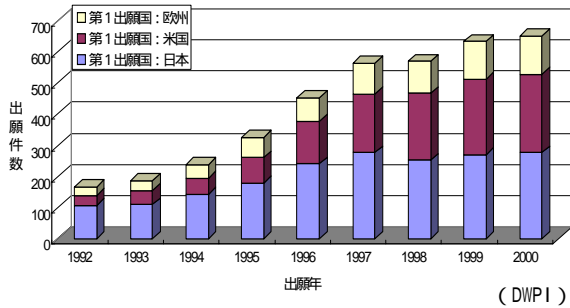
この9年間で、伸び率の最も大きいのが直交周波数分割多重である。特に、ここ3年間の伸びが急速である。また、符号分割多重も大きく増えている。他方、周波数分割多重と時分割多重は減少傾向にある。これは、第2世代のPDC<sup>6</sup>やGSMの時分割多重から、第3世代の符号分割多重に代わりつつあるためと考えられる。このことから、今後の多重化技術として符号分割多重と直交周波数分割多重が注目すべき技術と考えられる。

光ファイバ伝送で使用される光多重(WDM)も増加傾向にあり、今後注目される技術である。WDM技術の出願件数年次推移を2-6図に示す。1993年から年率1.3~1.4倍で急速に増加しているが2000年には約600件で飽和しつつある。これは基幹系を中心とした光ファイバ伝送需要の伸びに対応した傾向であり、次のステップへ移る段階と考えられる。1997年までは日本の出願が多く、その後は米国も日本と同等に出願している。他地域への出願では、欧州への出願が日米への出願より多い。

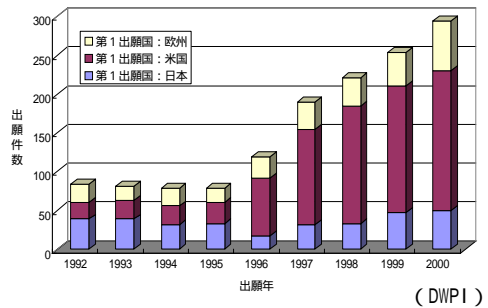
他方、ブロードバンドアクセス方式として、現在普及し有線系の代表とみなされているxDSL技術には、一部、直交周波数分割多重が応用されている。xDSL技術(変復調技術含む)の出願件数年次推移を2-7図に示す。WDMに遅れて1996年頃から増加し始め、1999年に急速に伸びている。これは、通信事業者のADSLサービス導入状況と一致しており、サービス開始に向けて各社の研究開発が活発になったことを示している。過去9年間の出願件数は、米国が日欧の2.6倍前後多く、xDSLが米国発の技術であることを示している。

<sup>6</sup> 日本が開発したデジタル携帯電話方式(Personal Digital Cellular)

2 - 6 図 WDM 技術の出願件数年次推移



2 - 7 図 xDSL 技術の出願件数年次推移

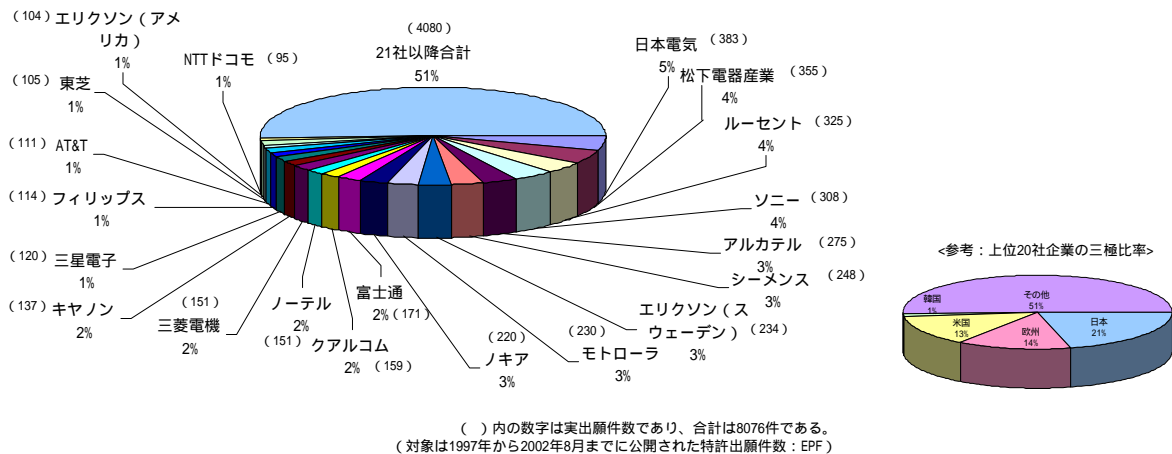


第 3 節 出願人別特許出願動向分析

1 . 出願人動向

多重化技術全体では、欧州に日米から積極的に出願されていることから、欧州における特許出願人は三極を代表していると考えられる。(第 2 節 1 . 多重化技術) 多重化技術に関して、最近 5 年間に於ける欧州に出願された特許の出願人比率を 2 - 8 図に示す。

2 - 8 図 多重化技術に関して欧州に出願された特許の出願人比率



日本電気、松下電器産業、ルーセント、ソニー、アルカテルの上位 5 社で、全体の約 20% を占めている。日本電気、松下電器産業、ソニー等の主な日本企業を合わせると、欧州全体の 21% となり、日本企業が欧州企業 (アルカテル、シーメンス、エリクソン等の主な企業で 14%)、米国企業 (ルーセント、モトローラ、クアルコム等の主な企業で 13%) と対等以上に健闘していることがわかる。また、韓国の三星電子が 15 位と健闘している。

第 4 節 出願件数からみたリーディングプレーヤ

無線アクセス系の標準化に積極的に寄与している代表的なプレーヤとして、各地域別に日本の日本電気、松下電器産業、ソニー、米国のルーセント、モトローラ、クアルコム、欧州のエリクソン、ノキア、アルカテルまたはフィリップスが上げられる。これら 10 社と韓国を代表すると思われる三星電子の計 11 社を対象に、今後注目すべき符号分割多重技術と直交周波数分割多重技術について、欧州への特許出願動向を調査する。

## 1. 符号分割多重アクセス (CDM/CDMA) 技術の出願状況

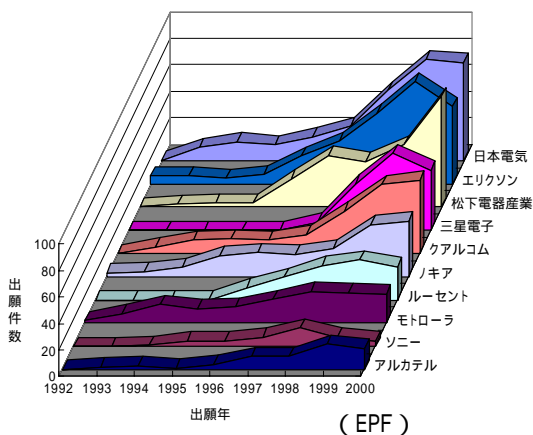
CDM/CDMA の欧州への特許出願人別年次推移を 2-9 図に示す。日本電気、エリクソン、松下電器産業、三星電子、クアルコムの上位 5 社は、1997 年頃から急速に出願件数を増やしている。CDM/CDMA 技術の三極におけるリーディングプレーヤはそれぞれ、日本は日本電気、米国はクアルコム、欧州はエリクソンである。一方、三星電子の出願件数は米国リーディングプレーヤであるクアルコムの出願件数に匹敵しており、この技術分野で三星電子が活躍していることを示唆している。

## 2. 直交周波数分割多重 (OFDM) 技術の出願状況

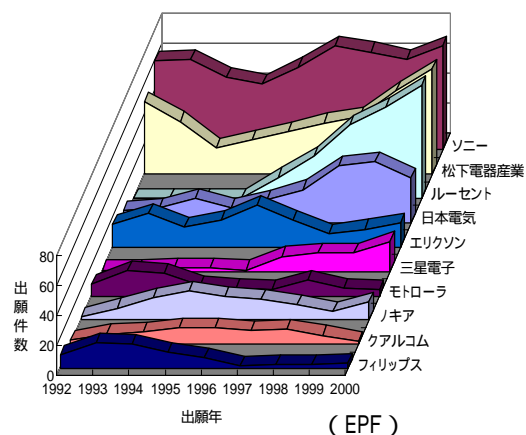
OFDMの欧州への特許出願人別年次推移を 2-10図に示す。1999年と2000年の2年間でみるとソニー、松下電器産業、ルーセントの出願件数が他の会社のそれを圧倒している。ソニーと松下電器産業の出願件数が多いのは、両社が放送 (TV) と通信の双方に関連する企業であるためと推察される。三極におけるOFDM技術のリーディングプレーヤはそれぞれ、日本はソニー、米国はルーセント、欧州はエリクソンである。この技術分野でも三星電子は欧州リーディングプレーヤであるエリクソンと匹敵している。

OFDMについてはインフラ系のみでなくワイヤレスLAN等のアドホック系でもその技術が適用されており、今後アドホック系の研究開発の活発化に伴って、OFDMの出願件数が急速に増大することが予想される。

2-9 図 CDM/CDMA の欧州への特許出願人別年次推移



2-10 図 OFDM の欧州への特許出願人別年次推移



## 第5節 権利活用状況

### 1. 標準化関連特許の調査

日本国内における通信・放送分野の電波利用システムに関する標準規格の策定は、社団法人電波産業会 (Association of Radio Industries and Businesses : ARIB) で行われている。標準化に採用された技術に関する特許を、一定の手続きで利用可能とするため、ARIB には知的所有権 (IPR) の申告を行う制度がある。第3世代セルラシステム (IMT-2000) の代表的な二方式である、「IMT-2000 DS-CDMA System」(W-CDMA) と「IMT-2000 MC-CDMA System」(CDMA2000) についても、ARIB に申告されている。前述のリーディングプレーヤを中心に、ARIB に申告さ

れている IMT-2000 に関わる特許件数を 2 - 2 表に示す。NTT ドコモでは、28 件を含む計 35 件の DS-CDMA(W-CDMA)に関わる必須特許に対して、実施許諾のライセンス契約を進めている。

2 - 2 表 ARIB に申告されている IMT-2000 に関わる特許件数

標準規格の名称	日本電 気	松下電 器産業	ソニー	ルーセ ント	モト ローラ	クアル コム	エリク ソン	ノキア	フィリ ップス	アルカ テル	三星電 子	NTTドコ モ	その他	合計
DS-CDMA *1 (W-CDMA)	17	11	3	0	21	81	29	31	0	0	2	28	131	354
MC-CDMA *2 (CDMA2000)	6	8	3	0	21	75	29	54	0	0	4	28	77	305

\* 1 : ARIB STD-T63 Ver.3.10 (2002 年 9 月 26 日改定版) \* 2 : ARIB STD-T64 Ver.2.10 (2002 年 9 月 26 日改定版)

## 2 . 特許訴訟の状況

本調査対象技術分野における代表的な特許訴訟を 2 - 3 表に示す。CDM/CDMA、TDM/TDMA、ワイヤレス LAN、それぞれで訴訟問題が起きている。特に CDM/CDMA の係争は、第 3 世代移動通信システムの国際標準化作業の行方を揺るがしかねないほどのものである。

2 - 3 表 代表的な特許訴訟

技術分野	訴訟の概要
CDM/CDMA	クアルコムは、W-CDMAグループには自社の特許を開示しない(ITU規則による3号選択)意向を表明し、一方、エリクソンもCDMA2000グループには自社の特許を開示しない意向を表明し、標準化作業が阻まれる状況となった。 1999年3月エリクソンとクアルコムがクロスライセンスすることで和解し、両社とも3号選択を撤回することで合意に至り、IMT-2000の標準化が進められることとなった。
TDM/TDMA	米インターデジタル社が所有するTDMA方式デジタル携帯電話の特許をめぐり、1993年10月からモトローラと係争していたが、1997年7月30日にインターデジタル社のクレームを有効とした裁判の判決が下った。日本では1998年8月に特許登録(特許第2,816,349号)されたが、2001年10月に特許取消の決定がなされた。インターデジタル社はその決定を不服として東京高裁に上訴し現在*審理中である。
ワイヤレス LAN	ワイヤレス LAN のチップメーカーである米プロキシム社 は、2001 年 5 月に同じくチップメーカーである米 Intersil と米 Symbol Technologies の両社を特許侵害で提訴している。更に、Agere Systems (ルーセント から分離独立した会社) が 2001 年 6 月にプロキシム社を相手取り、ワイヤレス LAN 関連特許を侵害しているとして提訴した。

\*2003 年 2 月 20 日時点

## 2 章のまとめ

- ( 1 ) 三極合計特許出願件数は変復調技術に比べ、多重化技術の特許出願件数が 2 倍程度と多く、ブロードバンドアクセスにおける多重化技術の重要性を示している。
- ( 2 ) 多重化技術に関して、欧州のセルラ市場への進出を狙って、日米から欧州へ積極的に出願されている。欧州への特許出願では、日本の主要企業が約 20% を占め、欧米の主要企業をしのいでいる。
- ( 3 ) 多重化技術の中で 9 年間での出願件数の増加比が大きいのは、OFDM と CDM/CDMA であり、今後、この二つの技術が重要と考えられる。
- ( 4 ) 有線アクセス系の特許出願では、WDM では日本が多く、xDSL では米国が圧倒的に多い。
- ( 5 ) CDM/CDMA、TDM/TDMA、ワイヤレス LAN、それぞれで特許訴訟が起きており、これらの技術分野での覇権・先陣競争の激しさが伺える。

### 第3章 特許動向の詳細分析

#### 第1節 詳細分析の手法

無線アクセス系については、デジタル変復調・多重化技術関連と無線通信関連の特許分類で、1997年から2000年までに日本に特許出願されたものを対象としている。抄録の内容から判断して、CDM/CDMA技術に関しては786件、OFDM技術に関しては96件を抽出し、特許の明細内容を技術課題とこれに対する解決手段の観点から分析した。

有線アクセス系のWDMとxDSLについても同様に、1997年から2000年までに日本に特許出願されたものを対象としている。WDMについてはアクセス系に関するもの26件、xDSL技術についてはデジタル変復調・多重化技術に関するもの122件を抽出し、特許の明細内容を技術課題とこれに対する解決手段の観点から分析した。

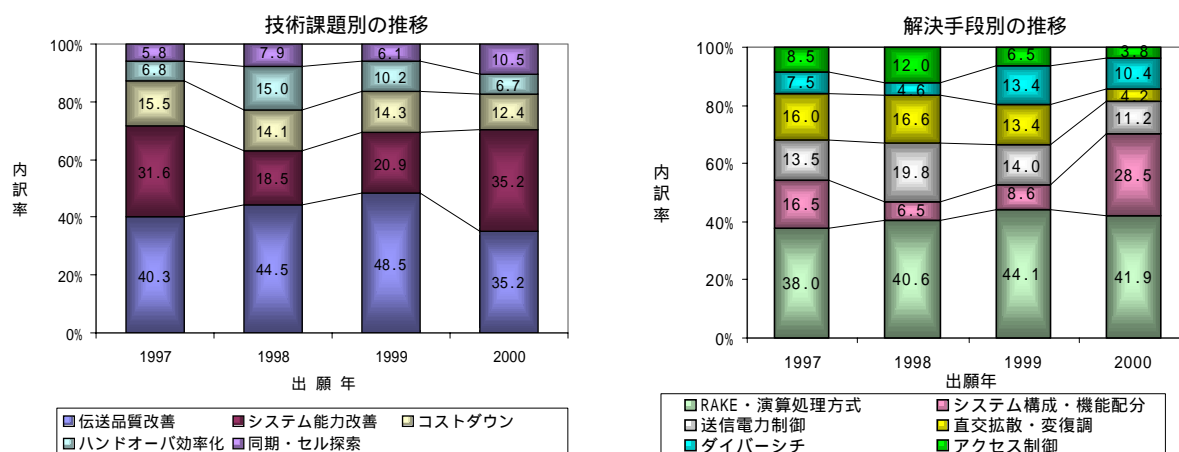
#### 第2節 分析結果

##### 1. 無線アクセス系

##### (1) 符号分割多重アクセス(CDM/CDMA)技術

特許分析からみたCDM/CDMAの技術課題と解決手段別の年次推移を3-1図に示す。

3-1図 特許分析からみたCDM/CDMAの技術課題と解決手段別の年次推移



技術課題別の推移では、伝送品質改善とシステム能力改善が多く、この二つで全体の7割程度を占めている。システム能力改善には位置情報の測位等を含めている。伝送品質改善の具体的な技術課題には、符号誤り率の改善、遅延歪みの低減、干渉軽減等、幅広い課題がある。また、システム能力改善の具体的な技術課題には、システム運用の効率化、システム容量の増大、伝送速度の向上等がある。この他、CDM/CDMA特有の技術課題として、ハンドオーバーの効率化や同期・セル探索があり、また共通の課題としてコストダウンがある。

CDM/CDMAの技術課題の共通的な解決手段としては、信号のタイミング同期、相関検出、RAKE受信<sup>7</sup>等の信号演算処理が幅広く用いられている。またCDM/CDMA特有のものとして高精度な送信電力制御、効率的な直交拡散、変復調等による解決手段も多い。技術課題とその解決手段に対応して活躍しているCDM/CDMAの主なプレーヤを3-1表に示す。

<sup>7</sup> RAKEとは熊手のことで、熊手のように受信されたマルチパスをそれぞれ受信し合成すること。

3-1表 CDM/CDMAの主なプレーヤ

解決手段		システム構成・機能配分	直交拡散・変復調	アクセス制御	送信電力制御	信号演算処理	ダイバーシチ
技術課題		セル設計、セクタ構成 プロトコル、シーケンス制御	信号形式、誤り制御 拡散符号生成、割当	リソース 割当予約	閉ループ制御 利得制御	RAKE 干渉キャンセラ マッチドフィルタ、相関	アダプティブ アレー等
システム運用の効率化 サービス多様化 測定 能力改善	システム容量増大 伝送速度向上 ランダムアクセス制御	日本電気(15) ルーセント(7) NTTドコモ(6) 松下電器産業(6) 日立製作所(4) アルカテル(3) モトローラ(2) ノキア(2)、三菱電機(2) ソニー(2)、スコアボード(2) YRP 移動通信基盤研(2) SKテレコム、現代電子、テキサス・インスツルメンツ イリノイスーパーコンダクタ	日本電気(5) ルーセント(4) 富士通(3) 東芝(3) アルカテル(3) NTTドコモ(2) 松下電器産業(2) 中川・河野・東芝 AT&T 三星電子、テキサス・インスツルメンツ 韓国電気通信公社 ATR環境適応研	東芝(4) 日本電気(2) NTTドコモ(2) 松下電器産業(2) アルカテル	沖電気(11) 日本電気(5) YRP 移動通信基盤研(3) ソニー(2) 松下電器産業(2) アルカテル(2) 東芝(2) ルーセント(1) 三星電子 モトローラ 現代電子	日本電気(7) YRP 移動通信基盤研(2) 東芝(2) 韓国電気通信公社 アルカテル	日本電気(2) 松下電器産業 ルーセント
	伝送品質改善 遅延歪み低減 マルチパス歪み補償	三星電子 NTTドコモ 松下電器産業 日本電気	日本電気(4) 三星電子(3) 東芝(3) YRP 移動通信基盤研  松下電器産業(2) LG情報通信、ソニー		日本電気(7) 松下電器産業(4) NTTドコモ(4) ルーセント	日本電気(10) 東芝(7)、松下電器産業(5) YRP 移動通信基盤研(3) 沖電気(3) 富士通(3) 国際電気(3)、日立製作所(2) 岩崎通信機(2)、ルーセント、ノキア、テキサス・インスツルメンツ、インフィニオン	日本無線(2) 日本電気(4) 富士通 松下電器産業(7) 豊田中研 東芝(3) 日立製作所 国際電気 テキサス・インスツルメンツ(3)
同期・セル探索	同期検波の性能向上	現代電子 ソニー 沖電気	日本電気(3) 松下電器産業(2) 東芝(3) 沖電気(3) NTTドコモ モトローラ		日本電気(10) 日立製作所(3) 松下電器産業(4) 沖電気(2) 三菱電機(2) ノキア ノーテル	日本電気(6)、富士通(6) YRP 移動通信基盤研(4) 沖電気(3)、東芝(2) 三洋電機(2)、国際電気(2) NTTドコモ(2)、日本無線(2) ルーセント(2)、日立製作所(2)、テキサス・インスツルメンツ、モトローラ、アルカテル	日本電気(2)
	セルサーチ性能向上	NTTドコモ	日本電気(4) 国際電気(2) YRP 移動通信基盤研 三菱電機、NTTドコモ 日立製作所、ノキア 松下電器産業			日本電気(15)、松下電器産業(9) 東芝(8) NTTドコモ(5)、鷹山(4)、日立製作所(3)、三洋電機(3)、国際電気(3)、ソニー(2)、シャープ(2)、テキサス・インスツルメンツ(2)、アルカテル(2)、モトローラ、SKテレコム 韓国電気通信学園 韓国電子通信研 現代電子、ルーセント	松下電器産業、 日本電気
ハンドオーバー効率	無瞬断ハンドオーバー	日本電気(6)、 ルーセント(5)、 日立製作所(2)、 NTTドコモ(2)、東芝(2)、 モトローラ、LGテレコム、 テキサス・インスツルメンツ、 スコアボード	日本電気(3)、 日立製作所(2)、 NTTドコモ、 ソニー、 松下電器産業、 現代電子		日本電気(6)、 日立製作所(2)、 沖電気(2)、 ソニー、 ノキア、	日本電気(8) 三星電子(2) ソニー、松下電器産業 東芝、日立製作所 富士通、日本無線	NTTドコモ、 ルーセント
コストダウン	装置回路経済化 低消費電力化 小型化	松下電器産業(3) 東芝 三菱電機、国際電気 NTTドコモ、三洋電機 日本電気、モトローラ	松下電器産業(3) 国際電気(2) 沖電気(2) 日本電気、 ソニー、インフィニオン、 ゼネラルエレクトリック、ルーセント、 富士通	東芝(2)、日本電気、 モトローラ、日立製作所、 国際電気、 YRP 移動通信基盤研、 シャープ、東洋通信機、 ソニー、ルーセント、 松下電器産業	日本電気(16)、NTTドコモ(4) 沖電気(4)、鷹山(4)、 東芝(3) ルーセント(3)、 国際電気(5)、ソニー(2)、 三洋電機(2)、ノキア、 モトローラ、リコー、 日立製作所、 旭化成マイクロ、 シーメンス、富士通	松下電器産業(3) YRP 移動通信基盤研、 日本無線(2) AYR 環境適応研、東芝、富士通	

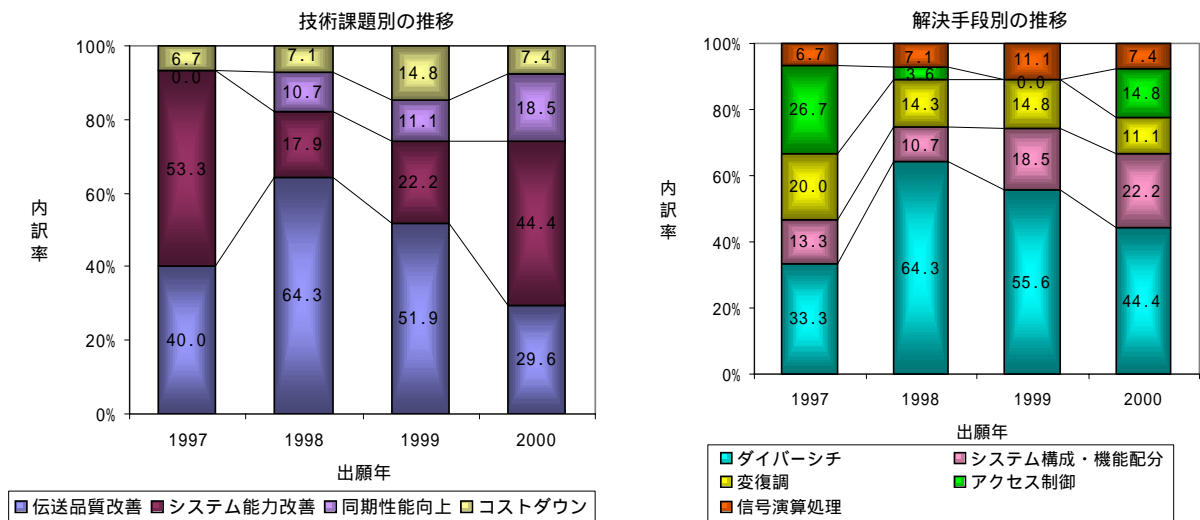
(注1) 凡例(a)は出願件数。出願件数1件を意味する(1)は省略している。丸数字はその内の登録件数を意味している。(注2) 国際電気は現日立国際電気。

技術課題、解決手段に関わらず、日本電気と松下電器産業が積極的に出願している。また、富士通は信号演算処理を解決手段とする特許を積極的に出願している。一方、日本企業以外では、ルーセントが広い分野で出願をしているのに対して、例えばアルカテルはシステム能力改善と信号演算処理に積極的である。三星電子、現代電子等の韓国勢はシステム能力改善の他、伝送品質の改善、同期・セルサーチ<sup>8</sup>、ハンドオーバにも積極的に出願しており、これらは韓国での運用経験による改良をベースにしているものと推測される。このほかモトローラ、ノキア等の欧米グローバル企業の活躍が目立っている。

## (2) 直交周波数分割多重 (OFDM) 技術

OFDM に限定して抽出し、分析した件数は、96 件である。特許分析からみた OFDM の技術課題と解決手段別の年次推移を 3-2 図に示す。

3-2 図 特許分析からみた OFDM の技術課題と解決手段別の年次推移



技術課題別推移では、システム能力改善と伝送品質改善が多く、全体の7割以上を占めている。ワイヤレスアドホックの分野等での OFDM の適用領域拡大に伴い、システム能力改善に関する出願割合が 1998 年以降、多くなっていると推察される。システム能力改善の中には、適用領域の拡大に関する出願として、例えば、ITS<sup>9</sup>への適用に関する出願(特願 2000-39919)もある。これらに対する解決手段としてはダイバーシチが多く、次いで変復調、システム構成・機能配分となっている。ダイバーシチによる解決手段は、第 6 章第 2 節で述べる空間分割技術につながっていくものと考えられる。

技術課題とその解決手段に対応して活躍している OFDM の主なプレーヤを 3-2 表に示す。OFDM ではソニーが多くの技術課題、解決手段で特許出願している。また、NHK や東芝、松下電器産業、三菱電機等放送関連の企業からの出願が目立っている。解決手段のダイバーシチにはアダプティブ アレー アンテナを含めていることから、多くのプレーヤが出願している。

<sup>8</sup> 移動局が在圏している基地局に対して初期同期(拡散符号と時間タイミングの同期)を行う動作のこと

<sup>9</sup> Intelligent Transport Systems の略。カーナビゲーション システムなど自動車をインテリジェント化するシステムと、広域交通管制システムなど道路をインテリジェント化するシステムを融合させた交通システムで、「高度道路交通システム」と呼ばれている。

3-2表 OFDMの主なプレーヤ

技術課題		解決手段	システム構成・機能配分	変復調	アクセス制御	信号演算処理	ダイバーシチ
			セル設計、セクタ構成	フーリエ変換・逆変換	リソース割当予約	関連	アダプティブアレー等
システム能力改善	システム運用の効率化 サービスの多様化	アルプス(2) 東芝、松下電器産業、住友電工、日本電装、郵政省通信総研	ソニー ルーセント	ソニー(2) 東芝	NTT	NHK クラリオン	
	システム容量増大	ソニー ルーセント	ソニー AT&T NTT ドコモ	松下電器産業(2) ソニー 郵政省通信総研 AT&T ワイヤレス	松下電器産業	次世代デジタルTV・日本電気	
伝送品質改善	符号誤り率改善		東芝 三菱電機 YRP 移動通信基盤研 NTT		NTT	ソニー(5)、松下電器産業(4) 次世代デジタルTV・日本電気(4) シャープ(2)、東芝(2)、日本ビクター(2)、NTT(2)、アルプス、セイコーエプソン、三菱電機、住友電工	
	干渉軽減	住友電工 慶応大学 松下電器産業	東芝 三菱電機	住友電工		豊田中研(4)、松下電器産業、住友電工、ルーセント、NHK	
同期性能向上	同期性能向上 検波性能向上	日本ビクター	ソニー(2)		ケンウッド ソニー	ケンウッド(3)、ソニー(2) アルプス電気、日本電装	
コストダウン	装置回路の簡易化 ピーク電力低減		次世代デジタルTV・日本電気		松下電器産業	松下電器産業(2) NHK、モトローラ、アルプス	

(注) 凡例(a)は出願件数。出願件数1件を意味する(1)は省略している。

## 2. 有線アクセス系

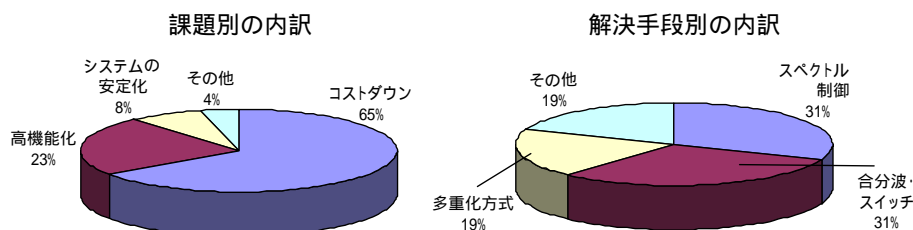
### (1) WDM 技術

26件のアクセス系WDM特許について、特許分析からみた技術課題と解決手段別の内訳を3-3図に示す。

技術課題別の内訳では、コストダウンに関する出願件数の割合が全体の7割近くを占めており、コストに関する問題が最近の光アクセス系における最大の課題であることを示している。実際、解決手段としての「スペクトル制御」と「合分波・スイッチ」の多くは、「コストダウン」のために出願されたものである。

一方、解決手段別の内訳では、スペクトル制御と合分波・スイッチに関する出願件数の割合がそれぞれ約3割で最も多く、次いで多重化方式に関する出願である。図には示していないが、スペクトル制御に関する出願件数の割合が年々減少する一方、多重化方式に関する出願件数の割合が年々増えてきている。

3-3図 特許分析からみたWDMの技術課題と解決手段別の内訳



(対象は1992年から2000年までの出願特許)

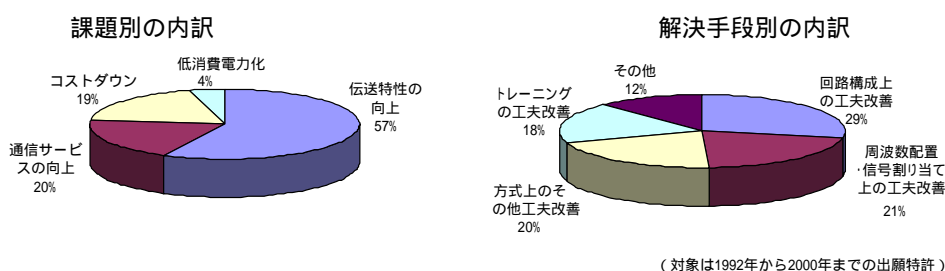
## (2) xDSL 技術

抽出された 122 件の xDSL 特許について、特許分析からみた技術課題と解決手段別の内訳を 3-4 図に示す。

技術課題別の内訳では、伝送特性の向上に関する出願件数の割合が 6 割近くを占めて圧倒的に多い。ついで通信サービスの向上、コストダウン、低消費電力化の順である。xDSL システムでは長距離化、高速化に向けた伝送特性の向上が最大の課題であることを示している。

一方、その解決手段別の内訳では、回路構成上の工夫改善、周波数配置・信号割り当て上の工夫改善、方式上のその他工夫改善、トレーニングの工夫改善の順となっており、いずれも 2 割から 3 割を占めている。以上のことから、xDSL は様々な解決手段を使って伝送特性の向上を図ろうとしてきたものと考えられる。

3-4 図 特許分析からみた xDSL 特許の技術課題と解決手段別の内訳



## 第3節 注目特許

### 1. 符号分割多重アクセス (CDM/CDMA) 技術

CDM/CDMA に関する注目特許を 3-3 表に示す。

3-3 表 CDM/CDMA に関する注目特許

特許番号	発明の名称	出願人	優先日	概要
特許2776632号 US 5056109 EP 500689	CDMA セルラ移動電話システムの伝送パワーを制御する方法及び装置	クアルコム	1989.11.07 (US)	電力の測定レベルに応じて移動ユニットに電力調整コマンドを発生し、移動ユニットの送信電力を調整し、システム全体の性能に悪影響を与える干渉を生じさせない。(TPC)
特許2938573号 US 5490165 EP 676107	多数の信号を受信することができるシステムにおける復調素子割当て方法	クアルコム	1993.10.28 (US)	有効な受信信号の到着時間、信号強度及び送信機のインデックスのリストを作成し、このリストに基づいて、複数復調素子へのパスの割当てを制御。(RAKE 受信)
特許2958433号 US 5103459 EP 536334	CDMA セルラ電話の信号波形発生のためのシステムおよび方法	クアルコム	1990.06.25 (US)	複数の直交関数それぞれで PN 信号と情報信号を結合、変調することで、拡散コードで干渉のない CDMA 通信を実現する。(CDMA の直交符号拡散)
特許3014753号 US 5101501 EP 500775	CDMA セルラシステムでのソフトハンドオフの提供方法	クアルコム	1989.11.07 (US)	ハンドオフの際、移動局と相手局は新チャンネルと旧チャンネルの双方で同時に接続して通信する。(ソフトハンドオフ)
特許3078330号 US 5604730 EP 774179	CDMA 通信システムにおける遠隔送信機電力制御	クアルコム	1994.07.25 (US)	基地局が同時通信中の複数移動局の送信電力を共通のパワー制御コマンドで制御する。(共通パイロット)

CDM/CDMA を用いた移動通信システムでは、いわゆる遠近問題<sup>10</sup>を解決する必要があり、それを実現する技術が送信電力制御（TPC：Transmit Power Control）である。また、CDM/CDMA 固有の技術として RAKE 受信とそれを利用したソフトハンドオーバがある。これら技術に関する注目特許は、いずれもクアルコムが保有している。

## 2．直交周波数分割多重（OFDM）技術

OFDM に関する注目特許を 3 - 4 表に示す。原理的特許は米国から出願されているが、この後、日本からも注目特許が出願されている。

3 - 4 表 OFDM に関する注目特許

特許番号	発明の名称	出願人	優先日	概要
特許 566975 号 （特公昭 44-21453） US 3488445 DE 1537555, SE 348346	直交周波数多重 データ伝送方式	AT&T	1966.11. 14(US)	複数のデータ信号を、同時に、オーバーラップしているが帯域が制限された互いに直交する複数のキャリアで多重化することで、周波数スペクトラムはチャンネル間、シンボル間の干渉なしに生成される。チャンネルの数が増大するほどトータルのデータ速度は理論限界に近づく。 （OFDM の基本原理に相当する特許）
特許 1289356 号 （特公昭 60-13344）	直交多重信号の 送受信方式	日本電気	-	各ベースバンド信号を 2 チャンネル毎に直交変調したのち直交多重することで装置規模を小さくできる。 （離散フーリエ変換）

### 3 章のまとめ

- （ 1 ） 今後注目すべき CDMA、OFDM 技術の特許出願では、いずれも「伝送品質改善」と「システム能力改善」に関する特許が多く、この 2 つの技術課題で全体の約 7 割を占めている。
- （ 2 ） CDMA に関しては、日本電気、松下電器産業、富士通といった日本勢のほか、欧米のグローバル企業や韓国企業が積極的に日本に出願している。
- （ 3 ） CDMA に関する注目特許の多くを、クアルコム等の米国ベンチャ企業（出願当時）が取得していることが特徴的である。
- （ 4 ） WDM では最も重要な技術課題であるコストダウンに向けた、スペクトル制御や合分波・スイッチ関連の特許が多く出されている。
- （ 5 ） xDSL では最も重要な技術課題である伝送特性の向上のために、回路構成、周波数配置・信号割当およびトレーニング等の工夫改善に関する特許がほぼ万篇なく出されている。

<sup>10</sup> 全てのユーザが同一周波数の搬送波を使用する CDMA では、基地局からの距離にかかわらず携帯端末が同じ送信電力で電波を出すと、基地局から近い方の携帯端末からの電波が強すぎて、遠い方の携帯端末からの信号を分離できなくなる問題のこと

## 第4章 政策動向（各国の産業政策、規制政策等の推移）

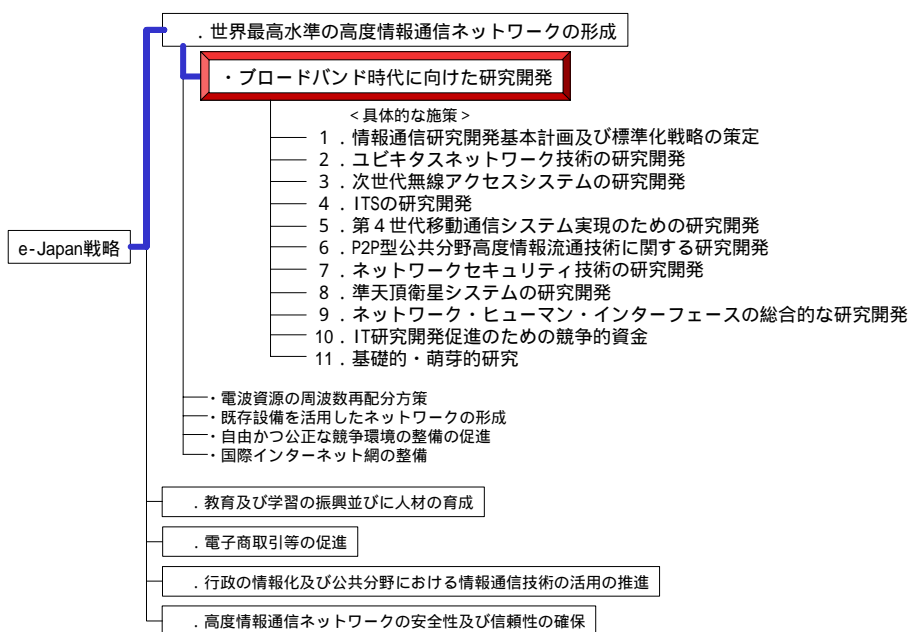
世界の主要国ではそれぞれ IT 国家戦略を打ち出している。即ち、米国の National Information Infrastructure( 1993 年 )、英国の Our Information Age( 1998 年 )、欧州の eEurope ( 1999 年 )、韓国の Cyber Korea ( 1999 年 ) 等である。どの国・地域も呼び名は違っていても、それぞれの国・地域の事情に合った IT 国家・地域の確立を目指している。

しかし、早くスタートした米国、欧州で、最近、新しくブロードバンド政策を打ち出し、政策転換を図っている。日本では 2001 年に「e-Japan 戦略」を策定し、ブロードバンド化の早期実現を目指している。

### 第1節 日本の政策

政府 IT 戦略本部は 2001 年 1 月に「e-Japan 戦略」を決定し、ブロードバンド化の早期実現に向け、2005 年を目途として、少なくとも 3,000 万世帯が高速インターネットアクセス網に、また 1,000 万世帯が超高速インターネットアクセス網に常時接続可能な環境を整備することを目標として設定している。そして、ADSL を中心に急激な普及が進み、政府では 2003 年に目標の環境が整うと見ている。また、今後ワイヤレス系アクセスのシステム（次世代携帯電話、高速 PHS、ワイヤレス LAN 等）を中心に基幹系ブロードバンドアクセス網の更なる多様化が実現することにより、高速・超高速インターネットアクセスサービスの普及がさらに拡大するものと期待されている。このように、日本におけるブロードバンド化の進展は、「胎動期」から「離陸期」に移行しつつある。e-Japan 戦略におけるブロードバンド時代に向けた研究開発施策を 4-1 図に示す<sup>11</sup>。

4-1 図 e-Japan 戦略におけるブロードバンド時代に向けた研究開発施策



<sup>11</sup> 4-1 図は、総務省から公表されている“平成 15 年度 IT 政策大綱”

< [http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/pdf/020829\\_2.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/pdf/020829_2.pdf) > およびインターネット調査に基づき独自に作成

## 第2節 米国の政策

米国 FCC（連邦通信委員会）においては、ブロードバンド市場の成長と投資拡大を図る必要があるものの、特に公衆向けブロードバンドサービスについては多額の設備投資と技術革新が必要であるとの認識の下、

（1）ブロードバンドサービスを非規制の情報サービス（information service）と位置付けるとともに、

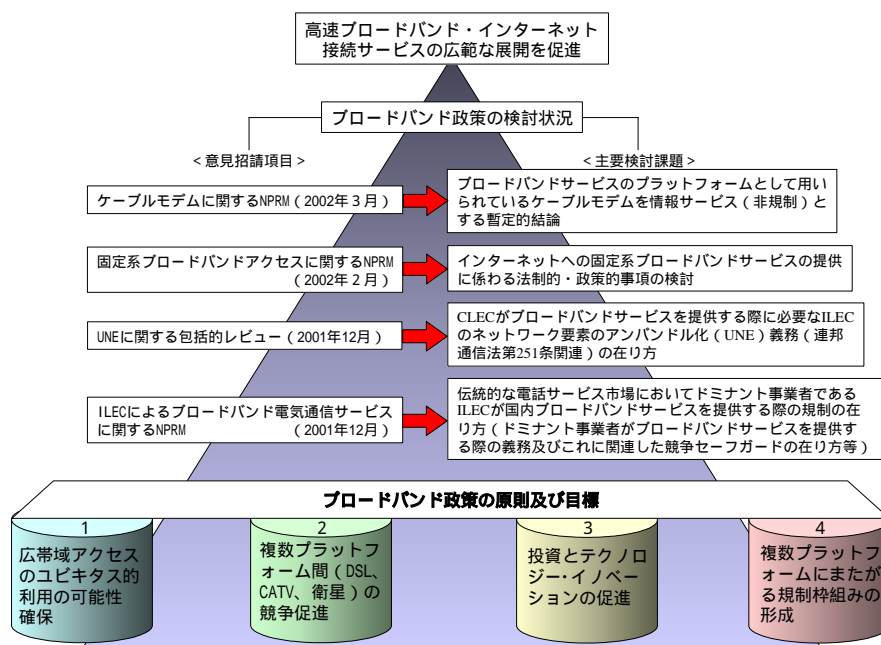
（2）当該サービスについて ILEC（既存事業者）に係る UNE 要件（ネットワーク要素のアンバンドル化）の適用除外とする

ことの適否について、2002年2月に意見を招請している。また、商務省 NTIA においても、ブロードバンド化を推進するための政策の在り方について検討が進められている。

更に、連邦議会においても、一定の範囲のブロードバンドサービスを規制対象外として RBOC（ベル系運用会社）についても特段の規制を課すことなく提供することを可能とする動きがある一方、RBOC に対する卸・小売分離（機能分離又は構造分離）の義務付けにより公正競争条件を確保することを内容とする法案が提出されている等、相異なる方向性を持つ様々な観点から今後のブロードバンド政策の在り方について議論されている。4-2 図に米国におけるブロードバンド政策の検討状況を示す<sup>12</sup>。

米国では現在、国家安全保障がらみの IT 政策がメインテーマとなり、2002年6月にブロードバンド普及のためにインターネットアクセス税を取り除いた外に、国家安全保障関係以外の IT 政策としての具体的な施策や普及のための目標値などは未だに示されていない。

4-2 図 米国におけるブロードバンド政策の検討状況



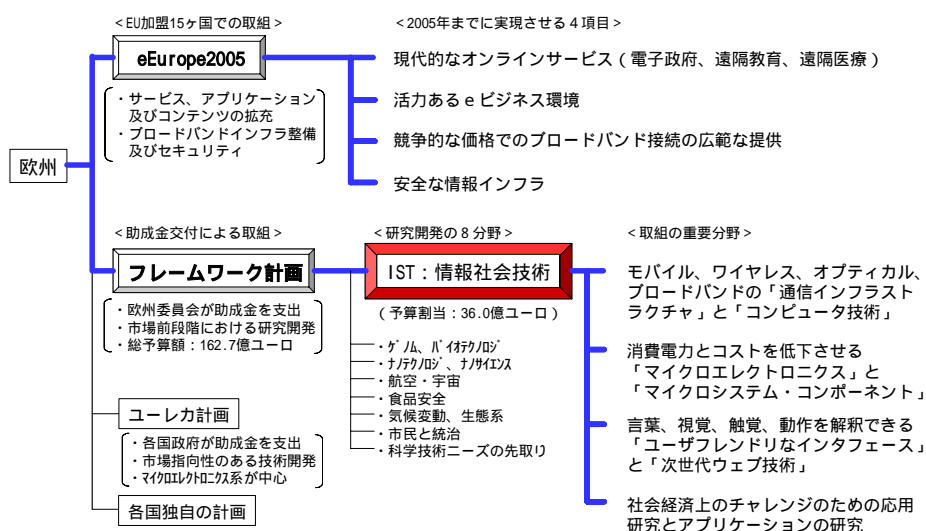
<sup>12</sup> 4-2 図は、総務省から公表されている「電気通信事業分野におけるブロードバンド競争政策の在り方」 <[http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/pdf/020606\\_3\\_05.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2002/pdf/020606_3_05.pdf)> およびインターネット調査に基づき独自に作成

### 第3節 欧州の政策

EUの情報社会政策は、1999年12月策定のeEurope計画と、その行動計画であるeEurope2002を中心に進められてきている。eEurope2002行動計画は、政策目標の期限を2002年末に置いており、同行動計画を引き継ぎ、2005年末までの政策目標を示したeEurope2005行動計画が、2002年6月に合意・発表されている。eEurope2002行動計画がインターネットの普及を主眼としていたのに対して、eEurope2005行動計画では「サービス、アプリケーション及びコンテンツの拡充」と、「ブロードバンドインフラ整備及びセキュリティ」の2つの柱を掲げている。そして具体的に4つの項目を2005年までに実現するとしている。

欧州地域での産業界の研究開発に対する助成金の交付による2大支援スキームには、欧州委員会が助成金を支出する「フレームワーク計画」と、各国政府が助成金を出し合う「ユーレカ計画」がある。フレームワーク計画の中にIST（Information Society Technology）プログラムが設定され、各技術分野の中で最大の予算が充当されている。4-3図にeEurope2005行動計画及びフレームワーク計画の具体的取組を示す<sup>13</sup>。

4-3図 eEurope2005行動計画及びフレームワーク計画の具体的取組



4章のまとめ

(1) 日本は e-Japan 戦略の具体的な推進が効を奏し、ブロードバンド化については世界に先駆ける勢いで着実に成果を上げている。

(2) 米国は現在、国家安全保障がらみの IT 政策がメインテーマとなり、それ以外の IT 政策としての具体的な推進が停滞している。

(3) 欧州は eEurope 計画の推進が、eEurope2002 行動計画から eEurope2005 行動計画に移り、IST プログラムを中心にブロードバンドインフラ整備の重点化が始まっている。

<sup>13</sup> 4-3図は、JEITA 発表による「欧州動向 『欧州の IT 研究開発政策～フレームワーク計画とユーレカ計画』」  
 < <http://it.jeita.or.jp/infosys/f-office/paris0205/paris0205.html> > およびインターネット調査に基づき独自に作成

## 第5章 市場環境分析

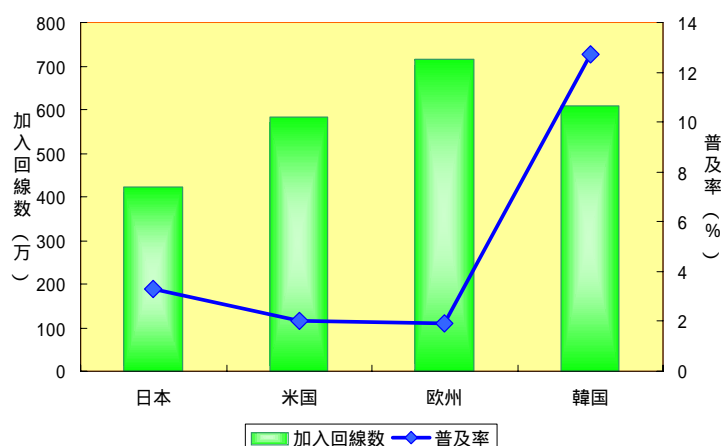
### 第1節 メタル、光ファイバ、FWAの市場動向

基幹系ブロードバンドアクセスシステムであるメタル、光ファイバ、FWA（固定無線）の市場において、これまで世界的に最も普及しているのはxDSLであり、2002年9月末時点で3,000万回線を突破している<sup>14</sup>。FTTHに関しては、日本とスウェーデンが米国やスウェーデン以外の欧州をリードしている。両国とも政府による政策や資金と言った支援が、産業を後押しした結果である。これらの国々に次いでイタリア、米国が敷設を進めているが、その規模はトップ2カ国と較べて半分以下となっている。他方、FWAに関しては、米国、日本、英国、ドイツ、フランスなどで商用サービスが開始されてはいるものの、ブロードバンド接続の方式としては、その規模は未だ非常に小さい。

#### 1. xDSLの世界市場動向と米国の状況

2002年9月末時点のxDSL回線数は、韓国が608万回線、以下順に米国(584万)、日本(422万)となっている<sup>14</sup>。欧州は加入15ヶ国併せて715万回線となっているが<sup>15</sup>、最近価格競争が進み、今後の普及が期待されている。日米欧と韓国のxDSL加入回線数と普及率を5-1図に示す。

5-1図 日米欧と韓国のDSL加入回線数と普及率



注：2002年9月末現在の加入者数

出典：“DSL加入者 3000万回線台 中国・日本の伸び顕著”，2002年12月12日、日経産業新聞

“欧州動向～2002年の欧州IT5大ニュース～”，「online」、パリ駐在員報告、2002年12月号、社団法人電子情報技術産業協会、情報システム部会、(2002年2月11日)

<<http://it.jeita.or.jp/infosys/f-office/paris0212/paris0212.html>>を基に作成

xDSL加入回線数で見ると上位1位と2位の韓国と米国は600万加入前後まで市場規模を伸ばしている。しかしながら、普及率(人口百人当たりに対する加入者回線数)で見ると、韓国

<sup>14</sup> “DSL加入者 3000万回線台 中国・日本の伸び顕著”，2002年12月12日、日経産業新聞

<sup>15</sup> “欧州動向～2002年の欧州IT5大ニュース～”，「online」、パリ駐在員報告、2002年12月号、社団法人電子情報技術産業協会、情報システム部会、(2002年2月11日)

<<http://it.jeita.or.jp/infosys/f-office/paris0212/paris0212.html>>

が飛びぬけている<sup>16</sup>。また、日本も米欧を抜く普及率を既に達成している。

米国は、過去 10 年間の xDSL 関係の国内特許が欧州、日本と比較して 2.6 倍程多い<sup>17</sup>。xDSL 回線数は世界第 2 位でありながらも、普及率で見ると 13 位まで後退し、DSL の普及が伸び悩んでいることがわかる。米国で xDSL が伸びない理由は、広大な州都市における xDSL のきせん点からの距離が長いことによる品質上の問題と、コンテンツを含む CATV との差異化の問題等によるものと考えられる。

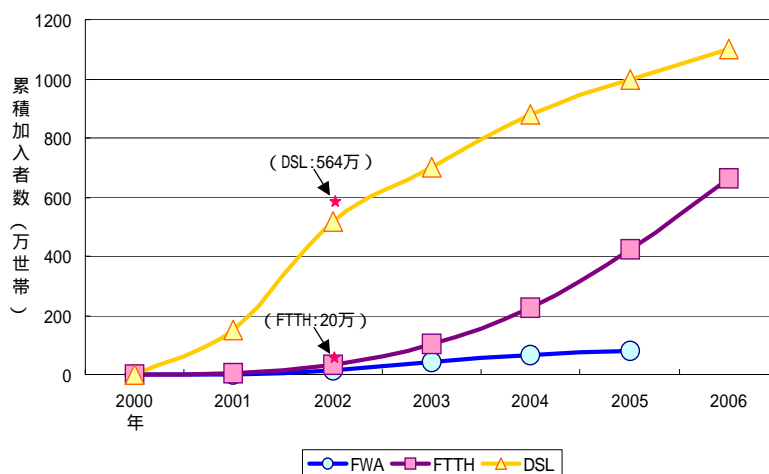
## 2 . 国内市場規模の推移

ブロードバンドネットワークを実現する xDSL、FTTH、FWA の 3 方式の市場規模予測を 5 - 2 図に示す。2001 年 1 月に決定された「e-Japan 戦略」以来、ブロードバンド各種に対する競争政策の導入が効を奏して、メタルを利用した DSL の加入者数が 2001 年から急激に増加しており、2006 年には 1,100 万世帯にまで達すると予想されている。今後、光ファイバを活用したサービスの台頭により、xDSL 加入者数の伸びは緩やかなものとなって行くと思われる。

光ファイバを活用したサービスは 2002 年度末に 28 ~ 42 万の加入者数を獲得すると予想されており<sup>18</sup>、今後、徐々に加入者数の伸びが増大していくものと期待されている。

無線を活用した FWA は、他のシステムほどの急激な伸びは見られないが、光ファイバによる FTTH サービスを展開しにくい地域で加入者を獲得して行くと思込まれる。

5 - 2 図 メタル、光ファイバ、FWA (固定無線) の 3 方式の市場規模予測



: 2002 年 12 月末現在の加入者数

出典: “ 3 飛躍的に拡大するブロードバンド ”, 「online」, 2002 年 10 月 9 日、総務省、平成 14 年 情報通信白書、(2002 年 10 月 25 日)

<<http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/whitepaper/ja/h14/html/E1013000.html>>

“ 3 ) 市場推移予測 ”, p. 8、p.11、 「2003 ブロードバンド関連企業総調査」, 2003 年 1 月 17 日、富士キメラ総研

“ DSL 普及状況更改ページ ”, 「online」, 2002 年 10 月 9 日、総務省、情報通信行政 (IT 政策)

(2002 年 10 月 10 日) <[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/whatsnew/dsl/index.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/whatsnew/dsl/index.html)>を基に作成

<sup>16</sup> 回線数を人口百人当りの普及率で見ると、韓国が 12.73%で、以下順に台湾 (7.27%)、アイスランド (6.27%)、香港 (5.83%)、デンマーク (4.97%) と続いている。日本は第 10 位 (3.32%)、米国は 13 位 (2.04%) である。

<sup>17</sup> 要約 p. 8、2 - 7 図参照

<sup>18</sup> “ 2002-FTTH 元年 FTTH 市場の現状と将来展望 ”, 「online」, 2002 年 9 月 20 日、矢野経済研究所、ニュースリリース、(2002 年 10 月 9 日) <<http://www.yano.co.jp/press/2002/020920.html>>

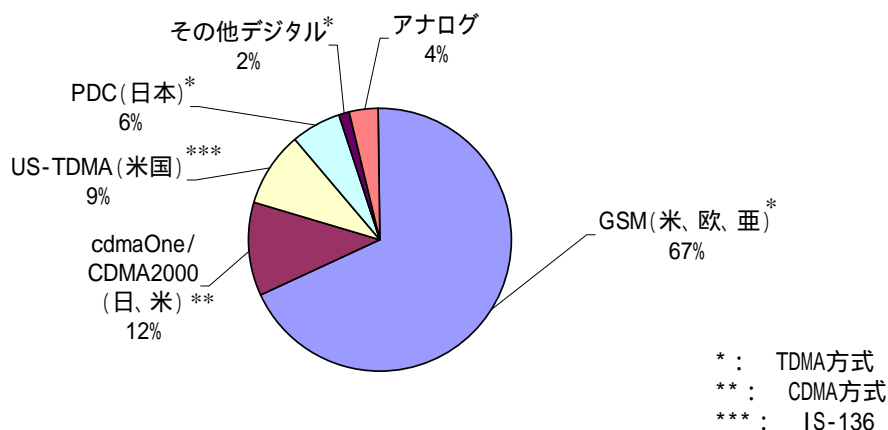
## 第2節 セルラ、コードレスの市場動向

セルラ、コードレスについては、第3世代セルラ(3G)で高速パケット通信の各サービスが開始されていることから、今後、基幹系ブロードバンドアクセスシステムの市場の一部を形成すると考えられている。第3世代セルラ導入に関しては、既に2001年10月1日にNTTドコモが、2002年4月1日にauグループが、2002年12月20日にJ-フォングループが相次いで導入しており、世界各国と比較して、日本が先んじている。

### 1. セルラの世界市場動向

世界の携帯端末方式の市場シェアを5-3図に示す。音声通話を中心としたこれまでの携帯端末方式では、圧倒的にGSM方式が世界市場を占めており、欧州諸国、韓国以外のアジア諸国、オセアニア諸国、米国、カナダ、南アフリカなどの国や地域で採用されている。

5-3図 世界の携帯端末方式の市場シェア



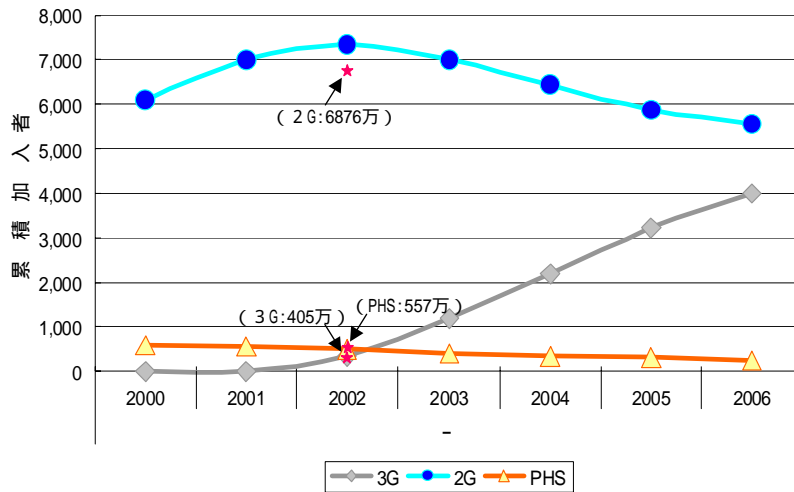
(2001年12月末加入者数割合)

出典：“世界の現行方式比率”、p.280、「ワールド・データブック」、2002年度前期、情報通信基盤研究所を基に作成

### 2. セルラ、コードレスの国内市場動向

セルラ、コードレスの市場規模予測を5-4図に示す。第2世代の市場は今後、縮小して行くが見られているが、2006年ごろまでは少なくとも第3世代と共存し、依然として大きな勢力を占めるものと予測されている。第3世代の市場は、世界に先駆け2GHz帯でNTTドコモがサービスを開始しており、連続待ち受け時間が短い、通話エリアカバー率が低い、といった問題の解決が図られている。一方、第4世代に関しては、2005年には必要な要素技術の確立がなされ、2010年までに実現されると考えられている。他方、コードレス(PHS)に関しては、高速パケット通信サービスによる加入者のつなぎ止めができていていると思われる。

5-4図 セルラ、コードレスの市場規模予測



: 2002年12月末現在の加入者数 (2G = PDC+cdmaOne、3G = W-CDMA+CDMA2000 1x)

出典：“移動体通信市場”、p.34、「online」、「IT市場ナビゲーター2006」、2001年12月、野村総合研究所 (2002年10月10日) <[http://www.nri.co.jp/report/itnavi2006/pdf/itnavi2006\\_16.pdf](http://www.nri.co.jp/report/itnavi2006/pdf/itnavi2006_16.pdf)>を基に作成

#### 5章のまとめ

- (1) ブロードバンドネットワークの市場は、日本を含めた世界各国で ADSL が主流となっており、本命と見られていた FTTH はやっと市場が立ち上がってきた段階である。
- (2) 米国主導で始まった xDSL は米国で伸び悩む中、韓国、次いで日本が本格導入の段階を迎えている。欧州では、今後急成長すると見込まれている。
- (3) FTTH に関しては、堅実な政策をもってその導入を積極的に進めている日本とスウェーデンの動向が突出している。特に日本では、2002 年末までの導入数が 20 万加入を突破し、導入実績では世界に先駆けている。
- (4) セルラによるブロードバンドアクセス市場に関しては、日本のみが第 3 世代の市場構築を始めている。

## 第6章 研究開発動向分析

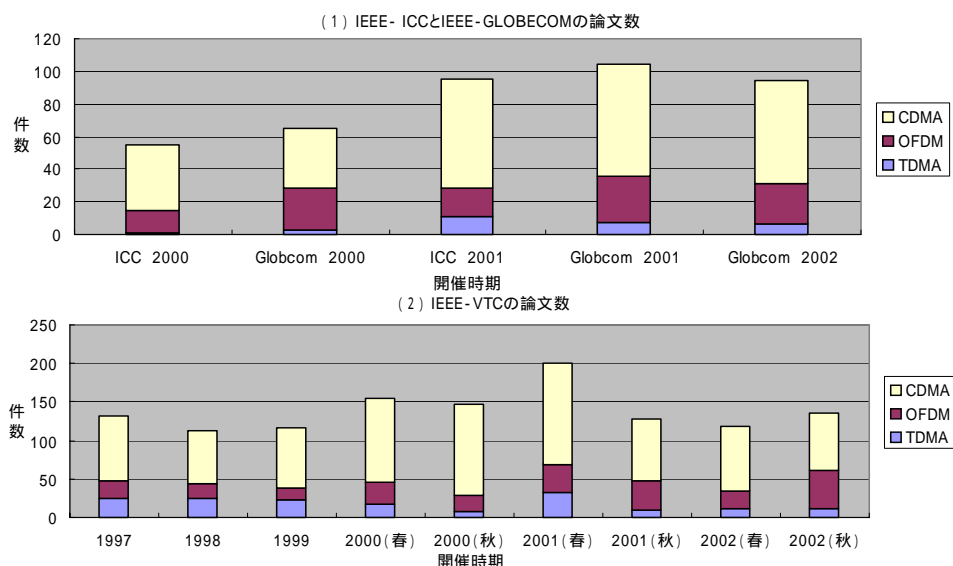
### 第1節 無線アクセス系と有線アクセス系の研究開発動向

#### 1. 無線アクセス系

##### (1) 変復調・多重化技術の動向

変復調・多重化技術の動向として、国際学会 IEEE-ICC、IEEE-GLOBECOM、IEEE-VTC における最近の CDMA、OFDM、TDMA 採録論文数の推移を 6-1 図に示す。TDMA については、欧州の GPRS<sup>19</sup>、EDGE<sup>20</sup>等の第 2.5 世代方式の高速化における波形等化、ダイバーシチ、TDD に関するものが多い。CDMA については、日欧の W-CDMA と米国の CDMA2000 の干渉特性改善、電力制御に関するものが多い。OFDM では、サブキャリアの同期性能向上、チャンネル推定、ピーク電力抑圧技術に関するものが多い。TDMA、CDMA、OFDM の中では CDMA が年次に関わらず多いが、これは CDMA がシステム構成・機能配分や信号演算処理等に関する幅広い技術を取り入れ易いことの現れと推定される。

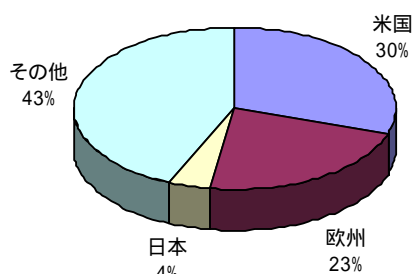
6-1 図 IEEE-ICC、IEEE-GLOBECOM、IEEE-VTC における CDMA、OFDM、TDMA の採録論文数の推移



GLOBECOM2002 における CDMA、TDMA、OFDM の採録論文数の三極内訳を 6-2 図に示す。米国と欧州で採録論文の約半分を占めており、日本は僅か 4% で残りの 4 割以上がその他の国（中国、韓国、オーストラリアなど）である。開催地が台湾であり距離的に欧米に比べ近いにも関わらず、日本の論文発表が極端に少ないことがわかる。

伝送速度と移動性（端末が通信できる移動速度の限界のこと）から見た無線アクセス系変復調・多重化技術の動向を 6-3 図に示す。一般的には、伝送速度が高速化されるに伴い、セルサイズが

6-2 図 CDMA、OFDM、TDMA の採録論文数の三極内訳

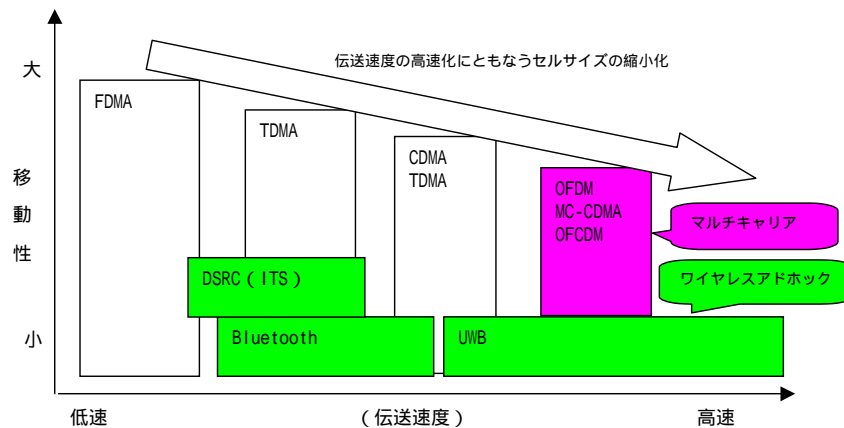


<sup>19</sup> General Packet Radio System の略。欧州等で使われている GSM をベースにしたパケット システムの名称

<sup>20</sup> Enhanced Data Rate for GSM Evolution の略。GPRS を更に高速化（384kbit/s）したパケット システムの名称

小さくなることから移動性が小さくなっていく。従って、研究開発は伝送速度の更なる高速化のみならず、高い移動性を維持しつつ高速化する事に主眼が置かれている。

6-3図 伝送速度と移動性から見た無線アクセス系変復調・多重化技術の動向



出典：服部武、「マイクロ波効果応用国際シンポジウム」、「講演」、2002年11月14日、を基に作成

## (2) 移動通信システムの動向

現在、IMT-2000の高速パケット伝送技術(3.5世代移動通信方式)と第4世代移動通信システムの研究開発が国内外で活発に進められており、注目すべき動向である。

### 高速パケット伝送技術(3.5世代移動通信方式)

IMT-2000の高速パケット伝送技術として、W-CDMAにはHSDPA(High Speed DownLink Packet Access)が、CDMA2000には1xEV-DV(1x Evolution-Data and Voice)<sup>21</sup>が採用される。

HSDPAは、3GPP(3rd Generation Partnership Project)で日本勢が推進した高速パケット伝送技術で、適応変復調符号化技術<sup>22</sup>とハイブリッドARQ技術<sup>23</sup>を採用し、最大伝送速度14.4Mbit/sを実現する。NTTドコモは既に端末の開発を進めており、2003年秋にも実証実験を開始し、2005年春には商用化を目指している。

1xEV-DVは、2002年5月にITU-Rで正式承認されたCDMA2000拡張版規格である。現在、通信事業者と端末機器メーカーがテストを実施しているが、チップ化に開発期間を要することなどもあり、商用化は、やはり2005年になると見られている。

その他、米国のフラリオン社が、OFDMを用いてセル半径50kmをカバーしつつ、伝送速度が最大3.2Mbit/s、インフラコストを大幅に下げた、高速無線アクセスシステム(フラリオン社はFlash-OFDMと呼んでいる)を2002年に開発している。このシステムは、米国で一部通信事業者に採用され始めており、注目しておく必要がある。

### 次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセス

2000年2月にITU-R WP8F<sup>24</sup>が設立され、2010年頃までに100Mbit/s程度の伝送速度の実

<sup>21</sup> その他CDMA2000には、第3世代としてクアルコムが開発した2.4Mbit/s伝送の1xEV-DO(1x Evolution-Data Only)があるが、方式的な研究開発は終了している。日本ではKDDIが2003年4月から実験サービスを開始する。

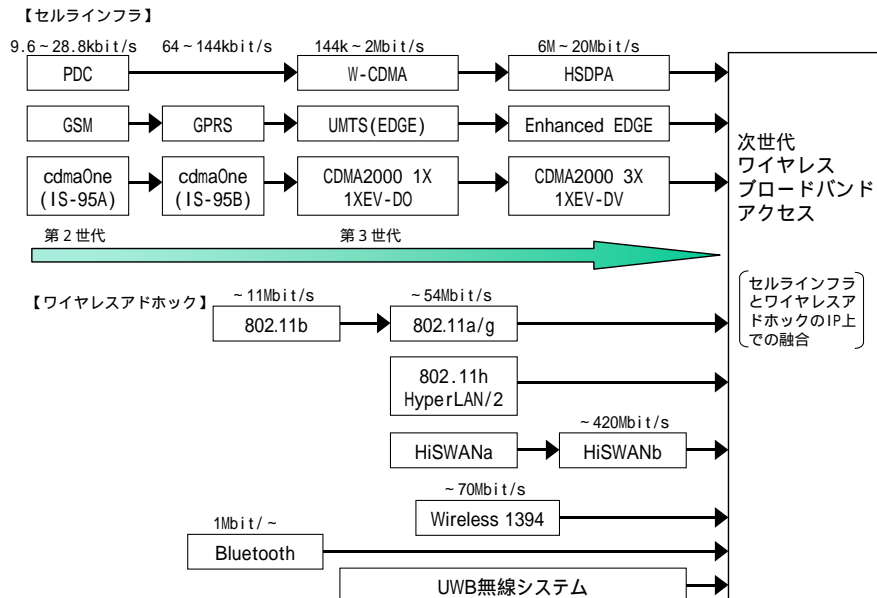
<sup>22</sup> 瞬時的な無線回線の品質に応じて、最適な変調方式や誤り訂正符号化率を選択する技術

<sup>23</sup> 誤り訂正符号と誤り検出・再送(ARQ:Automatic Repeat reQuest)を組み合わせた技術

<sup>24</sup> 国際電気通信連合無線通信部門(ITU-R)で移動業務等を扱う第8研究委員会(SG8)の中で、IMT-2000の高度化及び第4世代移動通信について検討を行っている専門家会合

現を目指した「第4世代移動通信システム」が検討されている。次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセスでは、従来のセルラシステムとワイヤレスアドホックが IP 上で融合されると考えられる。次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセスまでの発展図を 6-4 図に示す。

6-4 図 次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセスまでの発展図



出典：服部武、「ブロードバンドデータサービスにおけるアクセス系の大容量化への期待と課題」、「講演」、2002年12月20日を基に作成

次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセスのセルラシステムとして、NTT ドコモは VSF-OFCDM (Variable Spreading Factor-Orthogonal Frequency and Code Division Multiplexing：可変拡散率 直交周波数・符号分割多重) の研究開発を精力的に進めており、2002年10月には実証試験で下り 104Mbit/s、上り 20Mbit/s の動作確認を行っている。この OFCDM 方式の注目特許としては、シーメンスの特許出願 W097/41647 (発明の名称「複数の加入者局と基地局との間でデジタル信号を無線伝送するためのシステム」、日本出願日 1997年4月24日、日本出願番号：特願平 09-538459) がある。6-1表に VSF-OFCDM の主要諸元素を示す。

6-1表 VSF-OFCDM の主要諸元素

最大伝送速度	1次変調	サブキャリア帯域	サブキャリア数	帯域幅
103.68Mbit/s	QPSK/16QAM/64QAM	131.836kHz	768	101.5MHz

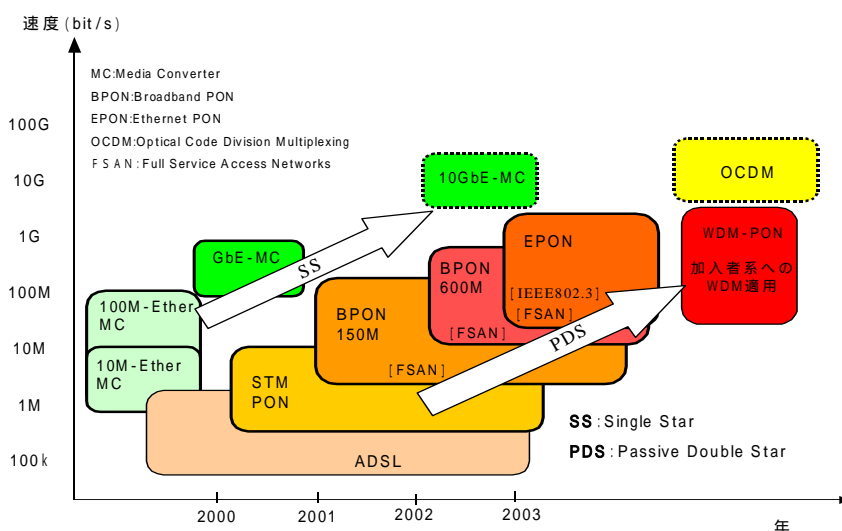
また、次世代ワイヤレス ブロードバンド アクセスのワイヤレスアドホックの候補として、802.11x ワイヤレス LAN、準ミリ波帯を使用して 420Mbit/s を目指す NEW MMAC (HiSWANb：空間多重技術で HiSWANa を 100Mbit/s 以上に高速版としたもの)、ワイヤレス 1394、Bluetooth などがあり、日本ではマルチメディア移動アクセス推進協議会で検討を行っている。尚、6-3図では UWB 無線システムも記載しているが、UWB 技術は後述する「通信総合研究所 UWB 結集型特別グループ」を中心に技術課題の検討が進められている段階である。

## 2. 有線アクセス系

### (1) FTTHにおける多重化技術の展開

FTTHにおける多重化技術の展開を6-5図に示す。SS<sup>25</sup>は、加入者密度が比較的小さい場合に有効な構成で、現在、LAN用の光EthernetをMC<sup>26</sup>と呼ばれる変換器で直接光信号に変換して伝送距離を延長する構成が一般的である。一層の高速化(10Gb/s)に向けての製品開発が進んでいる。

6-5図 FTTHにおける多重化技術の展開



一方、PDS<sup>27</sup>は加入者密度が大きい場合に有効な構成で、ユーザへの信号の分岐にスターカプラのような受動素子を使用するのが一般的である。600Mbit/s以上の高速化が次の課題で、そのために単なる信号分岐では性能面で限界があるため、WDM-PON<sup>28</sup>(WDM-Passive Optical Network)の研究が活発に進められている。

WDM関連の技術では、波長多重数を高める研究が必須であることから、一般にはバックボーン系技術の研究成果をアクセス系に流用する形をとる。アクセス系独自の技術であるWDM-PONは、学会等での定義によれば、単にPONにWDMを適用したものではなく、フォトニック技術<sup>29</sup>を用いて、加入者毎にダイナミックに波長を割り当てる方式を指している。

### (2) xDSLの高速化と長距離化の展開

xDSLにおける高速化と長距離化の展開を6-6図に示す。xDSL技術は、高速化と長距離化の2つに向けて既に製品化段階にあり、今後新たな研究開発の要素は少ない。このためいわゆる学術的な研究開発報告はほとんど見られない。

<sup>25</sup> Single Star の略。市内電話交換局のようなサービスノードと個々の利用者間を光ファイバで直接つなぐ方式

<sup>26</sup> Media Converter の略。伝送方式や伝送媒体の変換装置を意味し、FTTHにおいては、より対線の100BASE-TXと、100BASE-FXに基づく1芯の光ファイバで伝送する方式に相互変換する装置が多い。

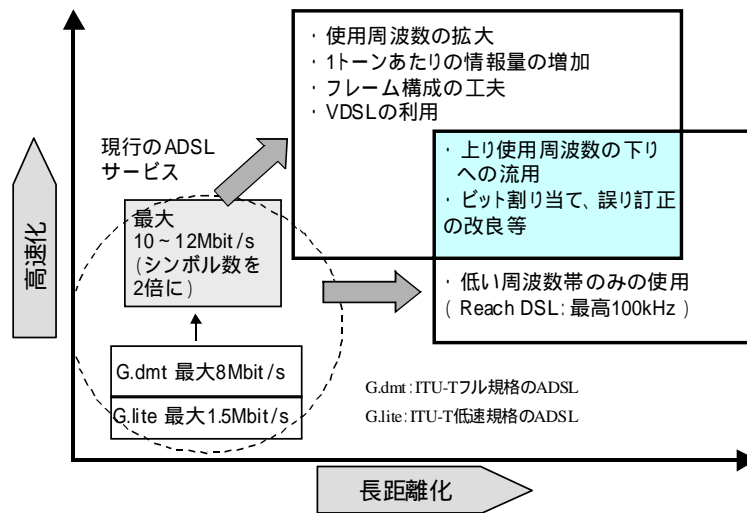
<sup>27</sup> Passive Double Star の略。光ファイバや伝送装置を複数の加入者で共用する方式。受動素子のスターカプラで光信号の多重化や分離を行う。

<sup>28</sup> フォトニック技術を用いたPON。PONは伝送部分が受動素子・回路で構成されたアクセス系ネットワークのことで、ほとんどPDSと同義語

<sup>29</sup> 波長変換などの波長領域での処理とスイッチングなどの時間領域での処理を組合わせた高度な情報伝達技術

高速化に関しては、周波数帯域をこれまでの1.1MHzから2.2MHzまで拡張したADSLで24Mbit/sを実現する「ADSL+」(G.992.5)と、日本向けの「G.992.1 Annex I」が2003年1月31日にITU-TのSG15<sup>30</sup>で勧告化承認され、2003年5月には正式にITU勧告化の見通しである。更なる高速化に向けては、VDSL (Very high speed Digital Subscriber Line) が光アクセス系の加入者側の足廻りとして利用され始めている。

6-6図 xDSLにおける高速化と長距離化の展開

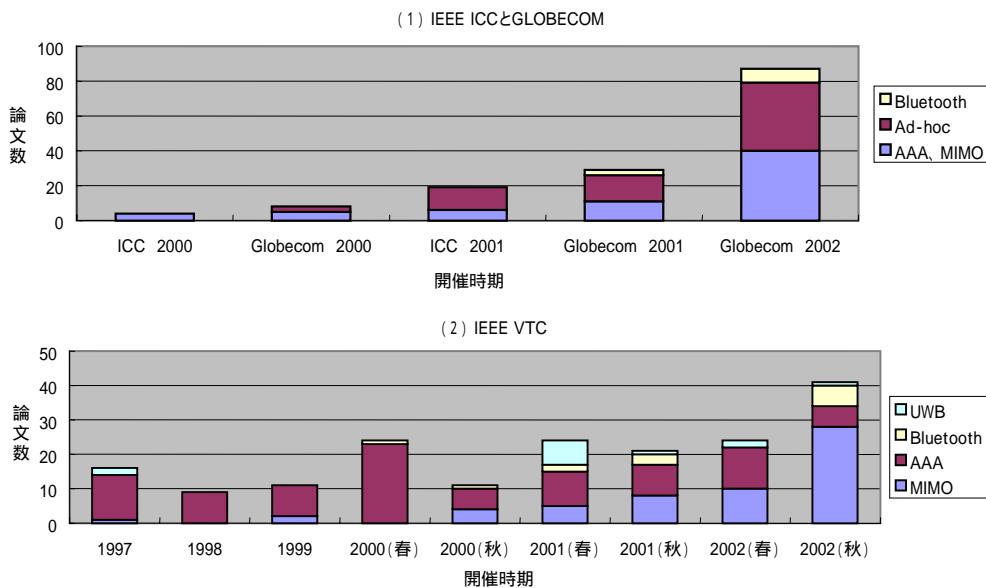


長距離化に関しては、100kHzまでの低周波数帯のみを使用した Reach DSL が利用され始めている他、回線品質の検出機能を強化し、長距離化を阻むノイズに対して強い符号化方式を採用したADSL2 (G.993、G.994) が2002年9月に標準化されている。

第2節 トピック技術の研究開発動向

今後の変復調、多重化分野での要素技術となるトピック技術として、(1)アドホックネットワーク (Ad-hoc N/W)、(2) Bluetooth、(3) UWB、(4) 空間分割多重化技術、に関する論文数をIEEE ICC、GLOBECOM、IEEE VTCに関して調査した。論文数の推移を6-7図に示す。いずれもここ数年、発表件数が急速に増大傾向にあり、研究が活発化していることが伺える。この他、(5) ソフトウェア無線の研究開発も活発である。

6-7図 トピック技術に関する IEEE-ICC、IEEE-GLOBECOM、IEEE-VTC の採録論文数の推移



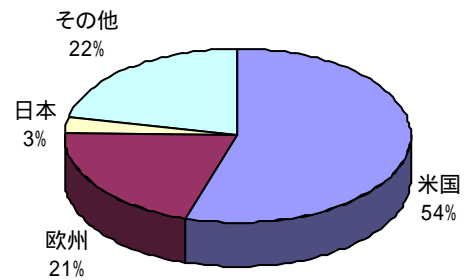
<sup>30</sup> ADSL 技術の標準化を担当する Study Group

GLOBECOM2002 におけるトピック技術に関する採録論文数の三極内訳を 6-8 図に示す。米国が 5 割を超えて最も多く、ついで欧州が 2 割を超えており、米欧で全体の 3/4 を占めている。日本は僅か 3% と、開催地が台湾であり距離的に欧米に比べ近いにも関わらず、極端に少ない。

一方、中国、韓国、オーストラリア、カナダなどのその他の国が 2 割を超えて、欧州よりも多くを占めており、トピック技術におけるこれらの国の研究開発が活発であることが伺われる。

また、米欧、中国、韓国などは産学で連携して実システムに関する研究開発も進めているのが多いのに対し、日本は大学だけで研究開発を進めているのが多いのが特徴的であり、システムを構成する基礎的研究が主体となっている。

6-8 図 トピック技術に関する採録論文数の三極内訳



### 1. アドホックネットワーク

アドホックネットワークは元来、軍事情報交換手段の確保を目的として米国で研究が開始されたものである。最近になって民生通信への応用を狙って大学や研究機関でも研究が活発化してきている。アドホックネットワークには、IEEE802.11x ワイヤレス LAN、Bluetooth、UWB 無線システム等で採用されているワイヤレス通信技術が適用される。米国では、IETF (Internet Engineering Task Force) のワーキンググループ(MANET)で通信経路構築の標準化が行われている。また、ACM (Association for Computing Machinery: 米国計算機学会) 主催の MobiHoc (International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing: アドホックネットワークに特化した国際会議) で、指向性アンテナを用いたワイヤレスアドホックネットワークの研究が、特に活発化してきている。欧州では WWRF (The Wireless World Research Forum) の WG4 で 2001 年 3 月からその研究が行われている。一方、日本ではアドホックネットワークを研究する専門組織はなく、電子情報通信学会の下、各機関・企業が積極的に研究している状況である。

アドホックネットワークには以下の三つの特徴があり、また研究課題ともなっている。

- ダイナミックに変化するネットワークトポロジー (最適経路ルーチングの検討)
- マルチホップ通信 (最適な送受信物理レイヤの検討とセキュリティの確保)
- 分散制御 (効率的なメディアアクセス制御 (MAC) の検討)

### 2. Bluetooth

Bluetooth は、主に携帯端末と固定端末 (例えば PC) との間、またはそれぞれの間のケーブルの代替を意図したショートレンジのワイヤレスリンクである。1998 年 5 月にエリクソン、ノキア、インテル、IBM、東芝のプロモータ(推進メンバ) 5 社が SIG (Special Interest Group) を発足し、高速化 (2 Mbit/s ~ 10 Mbit/s) を含めた仕様の検討を進めている。1999 年 12 月にプロモータとしてルーセント、モトローラ、マイクロソフト、スリーコムが参加し、現在 SIG への参加企業は 2,500 社を越えている。<sup>31</sup>

<sup>31</sup> 参照 URL : <http://www.bluetooth.com/>、<http://www.sasase.ics.keio.ac.jp/index.asp>、[http://www.toshiba.co.jp/sd-life/special/01/index01\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/sd-life/special/01/index01_j.htm)、<http://www.ericsson.com/bluetooth/>

Bluetooth の課題としては以下がある。

小型化・低消費電力化、低価格化

特に待ち受け時のバッテリーセービング方法

他システムとの干渉、抑圧

特に同じ周波数を利用しているワイヤレス LAN ( IEEE802.11 等 ) との共存条件

残りのプロファイルの規定、異なる Bluetooth 機器間での相互接続性の確保

SIG では特許ロイヤリティフリーを前提に進めたため、膨大な参入ベンダーを招き、1999 年 7 月に規格化された Ver.1.0 は複数標準規格となった。このことによりプロファイル規定の遅れが生じ、各社が独自開発してきたことで相互接続性に問題が生じるようになった。また経済性や消費電流が大きかったこと等の問題から普及を阻んでいた。

2001 年 3 月に Ver1.1 が規格化されたことで、日本では 2001 年から 2002 年にかけて、B.L.T(Bluetooth Launch Trial)プロジェクトと呼ばれるホットスポット<sup>32</sup>サービス実証実験が行われ、家電、プリンタ、デジタルカメラ等への搭載が始まっている。欧州では自動車メーカーが車載ハンズフリーに採用し、日本でも自動車メーカーと通信事業者が共通仕様策定の作業を開始した。更に、2002 年秋にはマイクロソフトが Windows XP で Bluetooth を標準サポートしたこともあり、2003 年は Bluetooth 元年になるとの期待が持たれている。

### 3 . UWB

UWB では、従来方式のように離散的なチャネル ( 周波数帯域 ) を使用する代わりに、100 から 1,000 倍の帯域を使用して、どの周波数のエネルギーもノイズレベル以下の非常に小さいエネルギーで信号を伝送するものである。UWB に関する注目特許は、1973 年 4 月に特許取得されている。UWB に関する注目特許を 6 - 2 表に示す。日本にも特許出願されたが、1978 年に拒絶査定となり権利化はされていない。

6 - 2 表 UWB に関する注目特許

特許番号	発明の名称	出願人	優先日	概要
US 3728632 日本出願番号： 特願昭 47- 23531 特開昭 47- 32713 日本出願日： 1972 年 3 月 7 日	Transmission and Reception System for Generating and Receiving Base-Band Duration Pulse Signals without Distortion for Short Base-Band Pulse Communication System 日本出願の名称：パルス通信方式	ユニシス (Gerald F. Ross)	1971 年 3 月 12 日 (US)	非分散の広帯域アンテナ伝送 エレメントを用いてナノ秒以 下のパルス幅のパルス信号を 生成し、その短いベースバンド パルスの特性を送信機と受信 機の双方で保つ。(UWB の基本 原理に相当する特許)

現在、日米欧それぞれにおいて商用化・標準化に向けた研究活動が活発になっている。米国では IEEE802.15 の Study Group3a ( SG3a ) で、ワイヤレス PAN(Personal Area Network) として標準化が進められており、2003 年中にも標準化を終了する見込みである。米国における UWB の主な研究開発取り組み組織と活動状況を 6 - 3 表に示す。欧州では CEPT ERC ( European Radiocommunications Committee ) の UWB プロジェクト「パルサー」で標準化に向けた検討作業を開始している。わが国では、2002 年 9 月に「通信総合研究所 UWB 結集型特別グループ」が発足し、「CRL UWB 技術研究開発プロジェクト」を立ち上げて、産学官による

<sup>32</sup> ホットスポットは、(株)NTT コミュニケーションズの登録商標

「UWB 共同研究開発コンソーシアム」において4年後の実用化、標準化を目指してデバイスからシステムまでの一体的な研究開発を開始している。

6-3表 米国におけるUWBの主な研究開発取り組み組織と活動状況

取り組み組織	活動状況
タイムドメイン社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・米国政府プロジェクトでUWBプロトタイプを製造・検証</li> <li>・UWBの民生への応用についてFCCに働きかけを行ってきた</li> <li>・パルス位置変調方式を中心に開発。ガウシアンパルスを適用</li> </ul>
エクストリームスペクトラム社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋内PAN用の通信システムを開発(50Mbit/sと7Mbit/s)</li> </ul>
Intel社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験室レベルで100Mbit/s、伝送距離2mを実現</li> </ul>

UWB無線システムは、ワイヤレスアドホック系への応用の他に、ITSの車車間通信、測距、レーダ(スルーウォールセンサ)への応用も検討されている。このため、新ビジネスの創出及び標準化の進展による新商品の開発に大きく寄与することが期待されている。

これらへの商用化に向けて解決すべき課題も多い。UWBの主な技術的課題を示す。

超広帯域で時間幅の非常に短いパルスを発生させる回路、素子の開発

超広帯域をカバーできる実用的なアンテナの開発

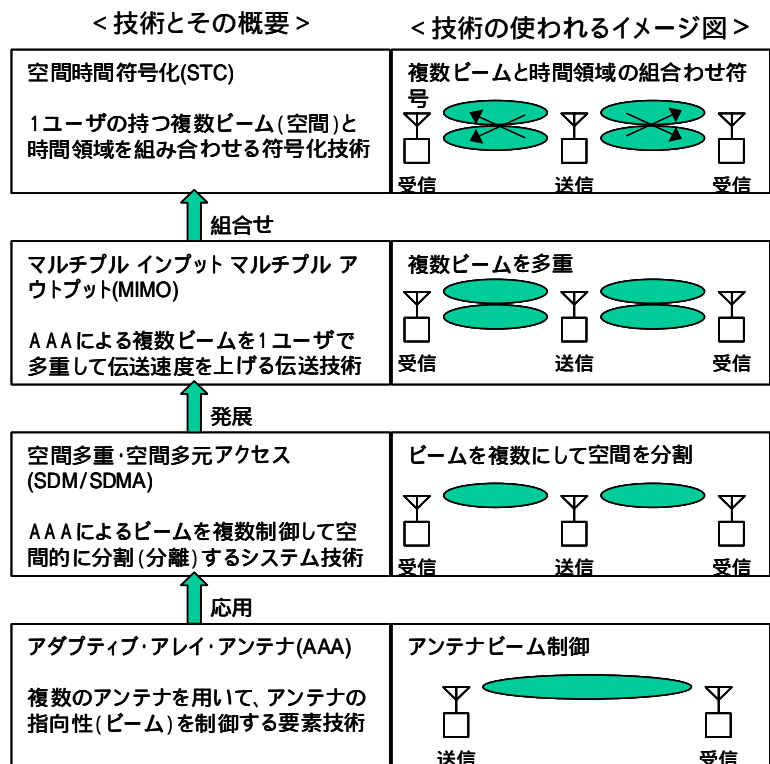
周波数共用による他システム間干渉の抑圧

特に 周波数共用による他システム間干渉問題は各国の周波数管理政策に直結する他、既存の無線システムへの影響が大きいとの見方があり、導入にあたっては、慎重な検討が望まれる。

#### 4. 空間分割多重化技術

無線アクセス系における空間分割技術は、同一周波数を使用して空間を分割して多重化(SDM:Space Division Multiplexing)または多元アクセス(SDMA:Space Division Multiple Access)する空間分割多重化技術であり、近年のアダプティブアレイアンテナ(AAA:Adaptive Array Antenna)技術の応用により実現されつつある注目技術である。この空間分割多重化技術を更に発展させたものとしてルーセント(ベル研)が提唱するマルチプルインプットマルチプルアウトプット(MIMO:Multiple Input Multiple Output複数無線入出力)技術がある。2002年10月

6-9図 空間分割多重化技術の概要と相互



にベル研（豪）はBLAST(Bell Labs Layered Space-Time)と呼ぶ第3世代向けのMIMO LSIを試作し、19.2Mbit/sの伝送速度を実現している。MIMOは、無線送受信間の空間に複数の電波伝搬路を用意し、各伝搬路を多重して信号伝送する技術である。また、空間と時間の両次元を組合せて、両次元で誤り訂正符号化を行う空間時間符号化（STC:Space Time Coding）技術もMIMO技術の一つといえる。これらの空間分割技術の概要と相互関係を6-9図に示す。

また、MIMOに関する注目特許を6-4表に示す。いずれも日本に出願されているが、現在審査中または審査未請求の状況である（2003年2月20日時点）。

6-4表 MIMOに関する注目特許

特許番号	発明の名称	出願人	優先日	概要
US 6097771 EP 817401 特開平 10-84324*1 日本出願日： 1997年7月1日	“Wireless communications system having a layered space-time architecture employing multi-element antennas” 「デジタル無線通信装置」	ルーセント	1996年 7月1日(US)	周期的に送信アンテナを代えつつ、同時に送信し、受信側は通信路の特性が既知と仮定すれば、干渉をキャンセルしていくことで各データストリームを分解でき、伝送容量の増大が図れる。（干渉キャンセラを発展させた特許）
US 6144711 EP 920738 特表 2001-505723*1 日本出願日： 1997年8月29日	“Spatio-temporal processing for communication” 「空間サブチャネルを用いた大容量無線通信」	スタンフォード大学、シスコシステムズ	1996年 8月29日(US)	複数の送信アンテナでビームを形成し、逆フーリエを利用して符号化して送信(DMMT:離散行列マルチトーン)し、複数の受信アンテナで受信した信号をそのチャネルレスポンスで分離して伝送容量の増大を図る。（MIMOという言葉を最初に使用したOFDM-MIMO特許）
US 6058105 EP 905920 特開平 11-168453*2 日本出願日： 1998年9月25日	“Multiple antenna communication system and method thereof” 「多重アンテナ通信システムおよびその方法」	ルーセント	1997年 9月26日(US)	多重アンテナ通信において、送信側でトレーニング信号を送出し、受信側でこれを受信することで伝搬係数(行列)を取得でき、仮想的なサブチャネル多重を実現する。（トレーニング信号を用いるMIMOの具現化技術）

\*1：2003年2月20日時点で、審査中 \*2：2003年2月20日時点で、審査未請求

## 5. ソフトウェア無線等

ソフトウェア無線（Software Radio または、SDR：Software Defined Radio）は<sup>33</sup>、無線の基本的なパラメータや機能（キャリア周波数帯と帯域幅、フィルタリング、変復調、多重化、符号化など）を固定せず、ソフトウェアで変更することが可能(Reconfigurable)なシステムの概念であり、1970年代に軍用通信技術として米軍が研究を開始した技術である。

ソフトウェア無線の標準化は、米国のSDR (Software Defined Radio)<sup>34</sup> Forumがそれに向けた検討作業を1996年から続けている。欧州では、SORT (Software Radio Technologies)、SLATS (Software Libraries for Advanced Terminal Solutions)、PPOMULA (Programmable Multimode Radio for Multimedia Wireless Terminals)などのプロジェクトが1990年代後半から活動を開始し、産学を中心に研究、開発を進めている。

一方日本では、1999年1月から電子情報通信学会 通信ソサイエティー内に「ソフトウェア無線研究会」<sup>35</sup>が設立されて、研究開発が積極的に進められている。

ソフトウェア無線を実現するための、主な技術課題を以下に示す。

<sup>33</sup> 参照 URL : <http://www.kohnolab.dnj.ynu.ac.jp/work/sdr.html>

<sup>34</sup> 1998年12月までは、Forum MMITS Forum (Modular Multifunction Information Transfer System Forum)と呼ばれていた。

超伝導チューナブルフィルタ、ダイレクトコンバージョン等の RF デバイス、A/D なら  
びに D/A コンバータ及び回路の開発  
実用的な広帯域アンテナの開発

ソフトウェア無線は、このような研究開発の観点だけではなく、複数の無線方式で動作する無線機の型式認定をどうするか、また無線方式それぞれに知的財産権が付随している場合、どのようにしてその知的財産権を扱うべきか、などの解決すべき課題もある。しかし、ソフトウェア無線は、ソフトウェアとハードウェアの総合技術として発展していく可能性があり、また、第 4 世代セルラシステムでは、ソフトウェア無線を実現することが目標とされていることから、今後が注目される技術である。

その他、無線系と有線系の境界技術とも言うべき ROF (Radio On Fiber) 技術も、今後が注目される技術である。

#### 6 章のまとめ

- ( 1 ) 無線アクセス系は、セルラの第 3 世代方式への移行に合わせてブロードバンド化が進み、CDMA、OFDM を中心とした変復調・多重化技術及びその関連技術は、特許出願のみならず、研究開発の面でも活発化している。
- ( 2 ) 第 3.5 世代および第 4 世代セルラにおける高速パケット伝送技術の各種方式は、日本での開発が先行している。具体的には、OFDM に CDMA を組み合わせた技術(OFCDM)により、100Mbit/s を実験レベルで達成している。
- ( 3 ) ワイヤレス LAN、Bluetooth、UWB 無線システム等のワイヤレスアドホック系が適用される産業分野が、今後、急速に拡大すると考えられる。ワイヤレスアドホック系は、特に電波利用面で既存の他システムとの共存が重要となる。
- ( 4 ) FTTH ではコストダウンと高速化が最大の課題である。SS 方式については、既に各企業が商品化し、高速化に向けて商品レベルで競い合っている。PDS 方式については高速化に向けてまだ多くの研究開発要素がある。
- ( 5 ) 次世代ワイヤレスブロードバンドアクセスの必須技術として、複数無線入出力技術(MIMO)、およびこの要素技術であるアダプティブ アレー アンテナ(AAA)、更に AAA を発展させた空間分割多重化技術(SDMA)や、UWB、ソフトウェア無線、ROF が注目されている。
- ( 6 ) 欧米、中国、韓国などは産学で連携して実システムに関する比較的大規模な研究開発も進めている例が多いのに対し、日本は大学だけで研究開発を進めている例が多く、システムを構成する基礎的研究が主体になっている。また、日本では国際学会等における論文発表が少ない。

<sup>35</sup> 参照 URL : <http://www.ieice.or.jp/cs/sr/jpn/>

## 第7章 提言

- (セルラ)セルラ分野では、グローバルなビジネス展開が重要である。このためセルラ市場が大きい欧州に対して、日米から積極的に特許出願がされている。特に日本では世界で最初に商用化した第3世代のCDMA技術を中心として、世界市場で影響力が大きい欧州での特許出願において、多くのリーディングプレーヤが生み出されている。これらの技術を早い段階から開示し、標準化の推進や、日本での導入成果を反映したグローバルな商品化展開を積極的に推進することが必要である。
- (ワイヤレスアドホック系) 今後は高速度で広い範囲を移動する場合のセルラシステムと、静止または低速度で狭い範囲を移動する場合のワイヤレスアドホック系が共存することになる。ワイヤレスアドホック系では、米国企業が基本特許の出願で先行している技術が多い。応用としては、家屋内や車輦内でのワイヤレス化に主眼が置かれることが予想される。日本はこれまで家電分野でも自動車分野でも商品競争力が強いことから、それらの商品開発と連動したワイヤレスアドホック系の技術開発の強化が望まれる。
- (OFDM方式)セルラ系とアドホック系が融合する次世代ワイヤレスブロードバンドアクセス方式として、今後、OFDM、MC-CDMAやOFCDMのようなマルチキャリア技術を採用した方式が必要となる。OFDMはデジタル放送技術としても開発され、日本のプレーヤが既に、特許出願でも先行している。地上デジタル放送、ワイヤレスLAN、ITS等幅広い展開が考えられることから、通信業界、放送業界、自動車業界等の幅広い連携により、日本がリーダーシップをとって、欧米と協調して、早期のグローバル標準確立、普及を実現すべきである。
- (FTTH)光伝送技術分野では、日本が特許出願面で世界をリードしてきている。今後、日本はブロードバンドアクセス系であるFTTHにおいて、研究開発に更に注力し、漏れない特許出願を行うとともに、積極的に市場へ導入することにより、産業化においても世界をリードしていくことが期待される。
- (次世代技術の研究開発) 今後のワイヤレスブロードバンドアクセス技術で必須となる要素技術(UWB、MIMO、AAA、SDMA、ソフト無線、ROF)について、産学官研究機関での積極的な研究開発が必要である。そして、グローバルな標準技術と商品化を確立・牽引するためにも、国際的な学術会議等での発表、活躍が望まれる。併せて、電波の利用方法等に関して官民上げての検討も必要である。
- (ベンチャ企業の育成) CDMA、UWB等に関する基本的な特許は、主として軍需産業や大学から独立した技術者による米国のベンチャ企業から出ている。ブレイクスルーのコアとなる技術はリスクが大きく、多岐にわたっているため、従来の大きな組織内の開発では展開の幅が限られる。そのため各種の政策策定機関では、ベンチャ起業への支援・育成の強化が望まれる。
- (産業への貢献) 外国では、産と学で連携して実用システムに関する研究開発を進めている例が多い。我が国でも大学等の学術・研究機関で、基礎的研究のほか、産と学の共同研究、人的交流、リソース共有等の連携を強めて、実用システムに関わる研究を進めることが望まれる。

【お問い合わせ先】特許庁 総務部 技術調査課 技術動向班

TEL : 03-3581-1101 (内 2155) FAX : 03-3580-5741

E-mail : PA0930@jpo.go.jp