平成１９年度

特許出願技術動向調査報告書

光伝送システム

（要約版）

＜目次＞

第１部　序論.....１
第２部　光伝送システムの特許動向分析.....５
第３部　光伝送システム関連の研究開発動向分析.....２９
第４部　光伝送システム関連の政策と市場動向分析.....３３
第５部　全体分析.....３７
第６部　今後日本が目指すべき方向性.....３９

平成２０年４月

特　許　庁

問い合わせ先
特許庁総務部企画調査課　技術動向班
電話：０３－３５８１－１１０１（内線２１５５）

第１部　序論

第１章　調査目的と背景

本調査は「光伝送システム」の分野に関しての調査を行うもので、当該技術の特許情報から技術全体を俯瞰し、経済情報・産業情報を踏まえた技術開発の進展状況･方向性を把握するとともに、特許庁における審査体制の構築や的確かつ効率的な審査等のための基礎資料を提供するためのものである。

近年 ADSL に代わって FTTH（Fiber To The Home）がブロードバンド市場の主役になり始めるなど、今後の高度情報化社会への対応として、動画像伝送やマルチメディア対応を含む高度な情報サービスを提供可能な高度な情報インフラが求められており、その手段としての光伝送システムが急速に普及･発展している。また、ネットワーク構築が容易な光空間伝送や高度なセキュリティの確保が可能な量子通信も注目されており、光伝送システムに関する技術や市場をとりまく環境も変化しつつある。

このような背景のもとに、平成 12 年度に行われた光伝送システムに関する特許動向調査を更新し、技術革新の状況、技術競争力の状況と今後の展望についての調査を行う。

第２章　光伝送システムの技術概要と調査範囲

第１節　光伝送システムの構成

光伝送システムは実用化されて以来、すでに 20 年以上が経過している。当初は長距離伝送・大容量伝送という光通信の最大の特長を活かして、主に長距離基幹伝送系に導入された。その後、高性能化・経済化・多機能化が進み、近年では比較的短距離のメトロ伝送系、アクセス伝送系への光伝送システムの導入がめざましく進んでいる。さらには建物内伝送、装置間接続、電子配線基板（ボード）における信号伝送等、光伝送システムの適用範囲は拡大を続けている。

こうした状況を踏まえると、光伝送システムは適用エリアの観点から図 1-2-1 に示すように、基幹系（長距離系）、メトロ系（都市内系）、アクセス系、近距離系、インターコネクトの５つに分類される。

基幹系（長距離系）には、国内の都市間を結ぶ陸上基幹伝送システム、海洋を隔てた島や大陸間を結ぶ海底伝送システムなどがあり、長距離（数 10 km～10,000 km 以上）かつ大容量（Gb/s～Tb/s）である。

メトロ系（都市内系）は、大都市やその近郊を含む地域の伝送システムであり、基幹系とアクセス系の中間に位置づけられる。伝送距離は基幹系ほど長くはないが（数 km～100 km)、多数のユーザからの大容量かつ多種類の情報を効率良く伝送する機能を持つ。

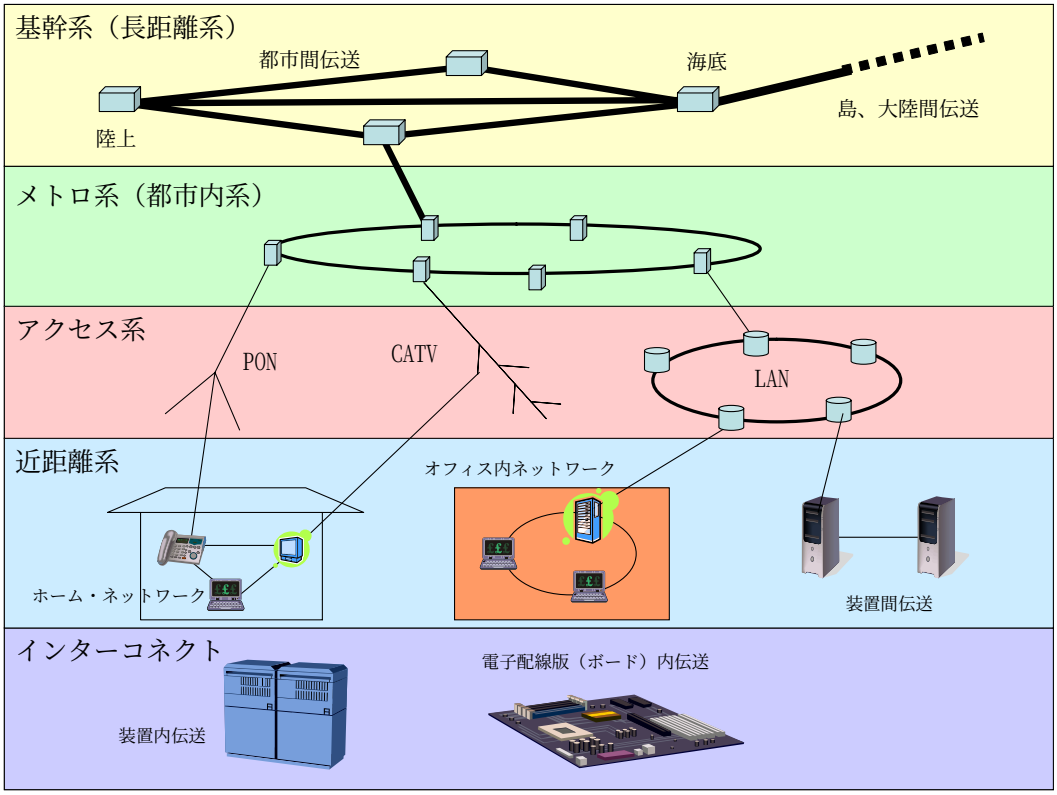
アクセス系は、メトロ系ネットワークとユーザを結び、伝送距離は、数 100 m～10 km と短いが、多様なサービス・情報を低コストで伝送する必要がある。ここには、FTTH で使われている受動光ネットワーク（PON：Passive Optical Network)、映像伝送系のケーブルテレビ（CATV:Cable television)、構内ネットワーク（LAN:Local Area Network）などが含まれる。

近距離系は、家庭内のホーム・ネットワーク、オフィス内のネットワーク、装置間伝送系等が含まれ、距離的には 1 m～1 km 程度の伝送システムである。

インターコネクトは、装置内のバックボードや電子ボードを接続する伝送系やボード内のデバイス間、さらにはチップ内の信号伝送を行うシステムであり、伝送距離としては数 mm から数 m 程度である。この領域は従来電気インタフェースが中心であったが、機器の処理速度が上昇するにつれて電気インタフェースでは実現が困難になりつつあり、光によるインターコネクトが注目されている。

このように、現在の光伝送システムは、10,000km におよぶ大陸間伝送から、チップ内の数 mm の伝送に至るまで、極めて広範囲な分野に使われるようになっている。

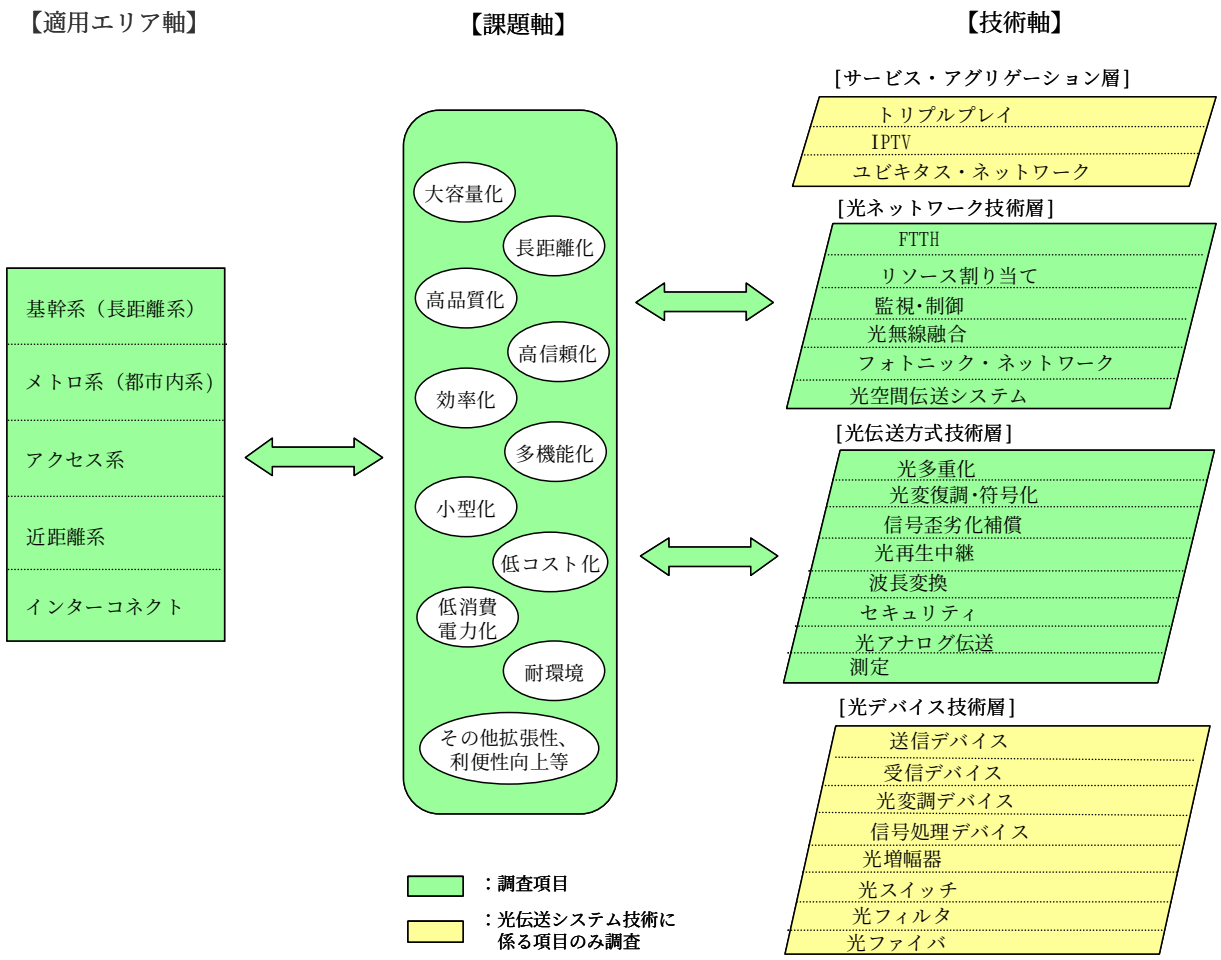
図 1-2-1　光伝送システムの構成



第 2 節　光伝送システム技術と調査範囲

このような広範囲にわたる光伝送システムを実現するための技術は多岐にわたるが、階層化の概念によって、サービス・アグリゲーション、光ネットワーク技術、光伝送方式技術、光デバイス技術の 4 つの層に分類される。また、これらの技術ならびに第 1 節で述べた適用エリア別の光伝送システムは、大容量化、小型化、効率化などの解決すべき技術課題を有している。これらの関係を整理したのが図 1-2-2 である。

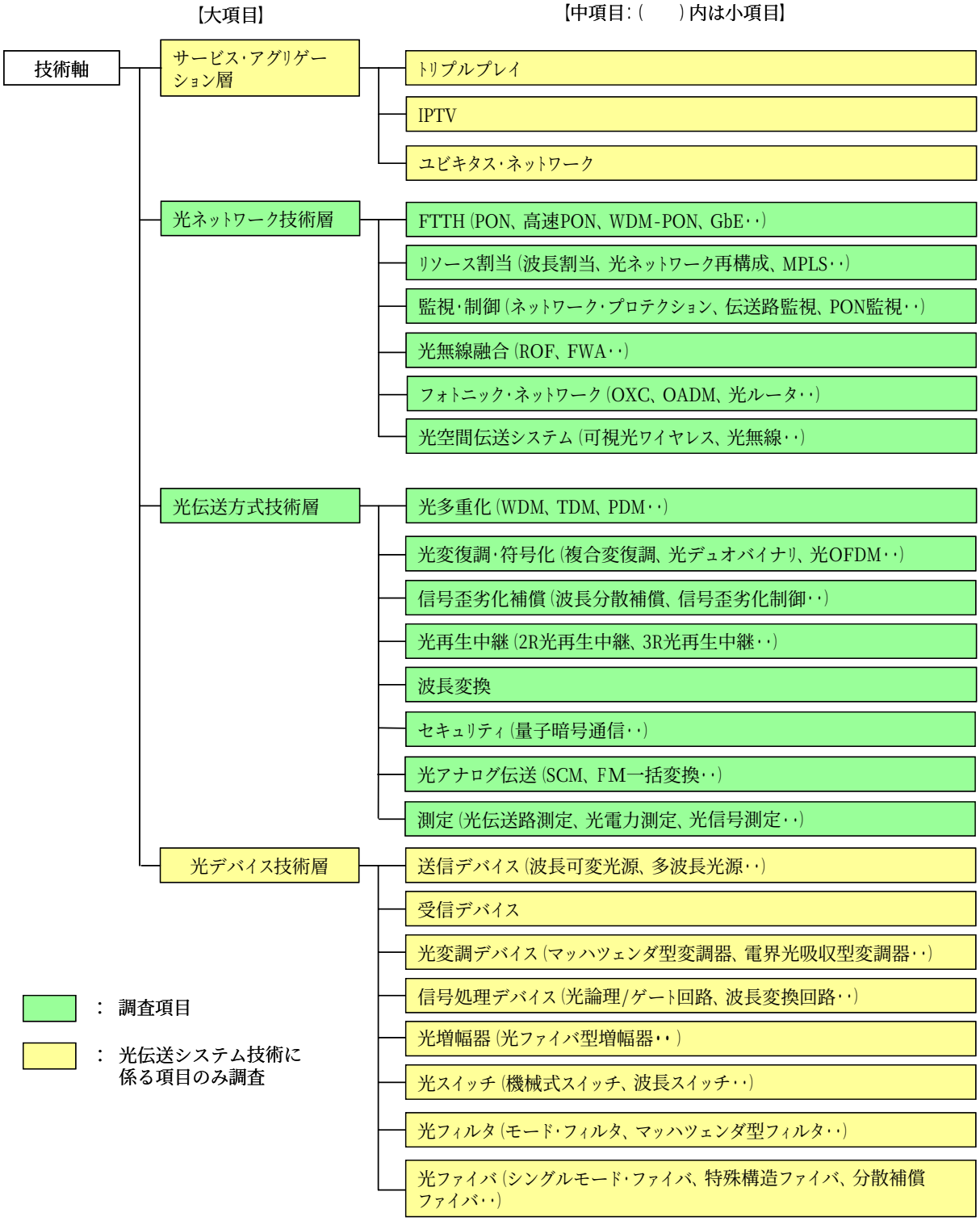
図 1-2-2　光伝送システム技術と調査範囲



技術軸をさらに大項目、中項目、小項目に階層化した技術俯瞰図を図 1-2-3 に示す。

本調査は、技術区分として上記の技術軸だけでなく、図 1-2-2 に示す適用エリア軸および課題軸を加えた 3 軸により分析することとした。抽出したそれぞれの特許に関して、まずこの軸のラベルを付与した抽出特許データベースを作成し、それに基づいて分析を行った。

図 1-2-3　技術俯瞰図


【大項目】
【中項目：(　　)内は小項目】
技術軸
サービス・アグリゲーション層
トリプルプレイ
IPTV
ユビキタス・ネットワーク
光ネットワーク技術層
FTTH (PON、高速PON、WDM-PON、GbE・・)
リソース割当 (波長割当、光ネットワーク再構成、MPLS・・)
監視・制御 (ネットワーク・プロテクション、伝送路監視、PON監視・・)
光無線融合 (ROF、FWA・・)
フォトニック・ネットワーク (OXC、OADM、光ルータ・・)
光空間伝送システム (可視光ワイヤレス、光無線・・)
光伝送方式技術層
光多重化 (WDM、TDM、PDM・・)
光変復調・符号化 (複合変復調、光デュオバイナリ、光OFDM・・)
信号歪劣化補償 (波長分散補償、信号歪劣化制御・・)
光再生中継 (2R光再生中継、3R光再生中継・・)
波長変換
セキュリティ (量子暗号通信・・)
光アナログ伝送 (SCM、FM一括変換・・)
測定 (光伝送路測定、光電力測定、光信号測定・・)
光デバイス技術層
送信デバイス (波長可変光源、多波長光源・・)
受信デバイス
光変調デバイス (マッハツェンダ型変調器、電界光吸収型変調器・・)
信号処理デバイス (光論理/ゲート回路、波長変換回路・・)
光増幅器 (光ファイバ型増幅器・・)
光スイッチ (機械式スイッチ、波長スイッチ・・)
光フィルタ (モード・フィルタ、マッハツェンダ型フィルタ・・)
光ファイバ (シングルモード・ファイバ、特殊構造ファイバ、分散補償ファイバ・・)
：　調査項目
：　光伝送システム技術に係る項目のみ調査

第２部　光伝送システムの特許動向分析

第１章　分析の方法

調査対象の特許文献は、日本、米国、欧州、韓国、中国、カナダ、オーストラリアの７カ国へ出願された、公開基準日（優先権がある場合は最先の優先日）が 1999 年１月１日から 2006 年 12 月 31 日までのものとした。抽出した対象文献の件数を表 2-1-1 に示す。

国内特許に関しては、日立製作所製の特許データベース SRPARTNER（株式会社日立情報システムズの登録商標）を用い、外国特許に関しては、主として英国 RWS Group および Minesoft 社が共同開発した PatBase（アールダブリュエス グループ ピーエルシーおよびマインソフト リミテッドの登録商標）を用い、さらに、補助的に欧州特許庁の esp@cenet（ヨーロピアン・パテント・オーガナイゼーションの登録商標）を用いて特許文献の抽出を行った。

出願件数および登録件数のカウントは、各国（地域）への出願の公報一つ一つを個別に１件として扱っている。米国への出願については、2000 年 11 月 29 日に公開制度が開始された関係で、それ以前の出願については登録件数のみがカウントされている。また、欧州への出願に関しては、EPC 出願と EPC 加盟各国の特許庁への出願をすべて個別にカウントしている。

国内特許は全件、外国特許はファミリー単位で読み込みをし、抽出特許に対して分析軸の各分類付与（図 1-2-2～図 1-2-3）および出願人国籍の付与を行って抽出特許データベースを作成した。その際に光伝送システムと関係しない特許はノイズとして除去した。表 2-1-1 中のノイズ除去後の件数欄の（　）内は、公開基準日が 1999 年１月１日から 2005 年 12 月 31 日の間の件数を示す。分析はこの抽出特許データベースに基づいて行った。

要約編においては、日本、米国、欧州、韓国、中国への出願についての調査結果を示す。

本調査で用いる欧州籍という言葉は、出願人国籍が EPC 加盟国に含まれる場合を言う。なお、出願件数について、優先権主張年が 2005 年以降のデータについては、データベースへの収録の遅れ等の影響で実数を反映していない可能性がある。また、登録件数については、審査請求前や審査中の出願が存在するため、近年のデータについては今後増加する可能性がある。

表 2-1-1　分析対象特許件数

発行国・地域	検索日	検索による抄録件数	ノイズ除去後の件数
日本	2007 年 8 月 10 日	8,538 件	8,400 件（8,343 件）
米国	2007 年 8 月 24 日	8,559 件	8,174 件（8,131 件）
欧州	2007 年 8 月 24 日	5,892 件	5,604 件（5,571 件）
韓国	2007 年 8 月 24 日	1,569 件	1,518 件（1,492 件）
中国	2007 年 8 月 24 日	2,631 件	2,301 件（2,191 件）
カナダ	2007 年 8 月 24 日	1,213 件	1,174 件（1,174 件）
オーストラリア	2007 年 8 月 24 日	1,418 件	1,359 件（1,359 件）

第 2 章　全体動向分析

第 1 節　出願人国籍別出願（登録）件数の推移

光伝送システムにおける、日本、米国、欧州、韓国、中国への出願について、出願人国籍別出願件数推移を図 2-2-1 に、出願人国籍別登録件数推移を図 2-2-2 に示す。

出願件数は全体として 2001 年をピークに急速な減少傾向にあり、特に米国国籍の出願件数の減少が大きい。調査期間の前半（2001 年以前）は日本国籍、米国国籍、欧州籍の出願件数が多く、後半(2002 年以降)は中国国籍および韓国国籍の出願件数が大きく伸びている。2002 年から米国国籍、欧州籍の出願件数が減少しているのは、2000 年に始まったいわゆる光バブルの崩壊が影響していると考えられる。

登録件数（図 2-2-2）では、米国国籍、ついで日本国籍の登録件数が多いが、2001 年をピークに減少傾向にあり、2003 年以降、韓国国籍の件数が日本国籍の件数より多くなってきている。

図 2-2-1　出願人国籍別出願件数推移（出願先：日米欧韓中）

（出願件数について、優先権主張年が 2005 年のデータについては、データベースへの収録の遅れの影響で実数を反映していない可能性がある）

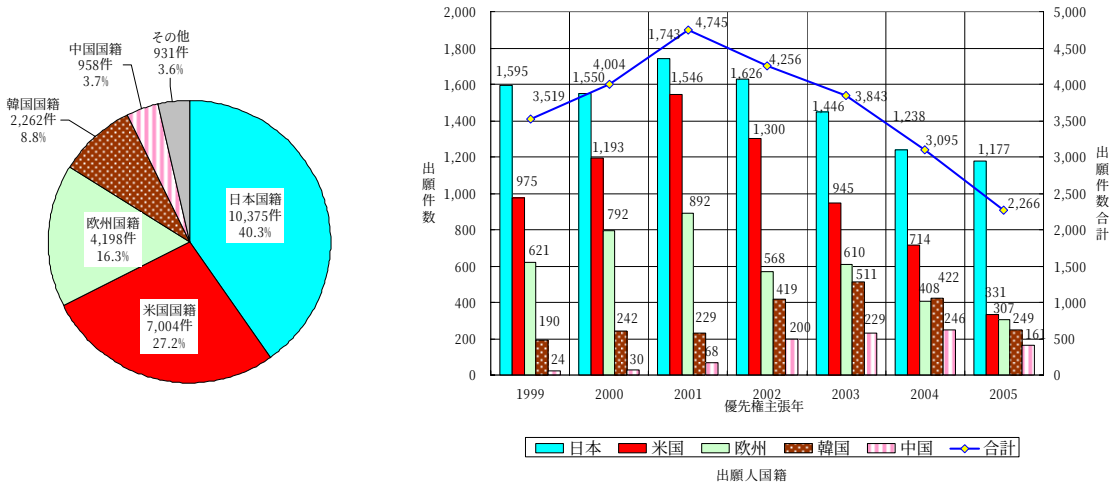
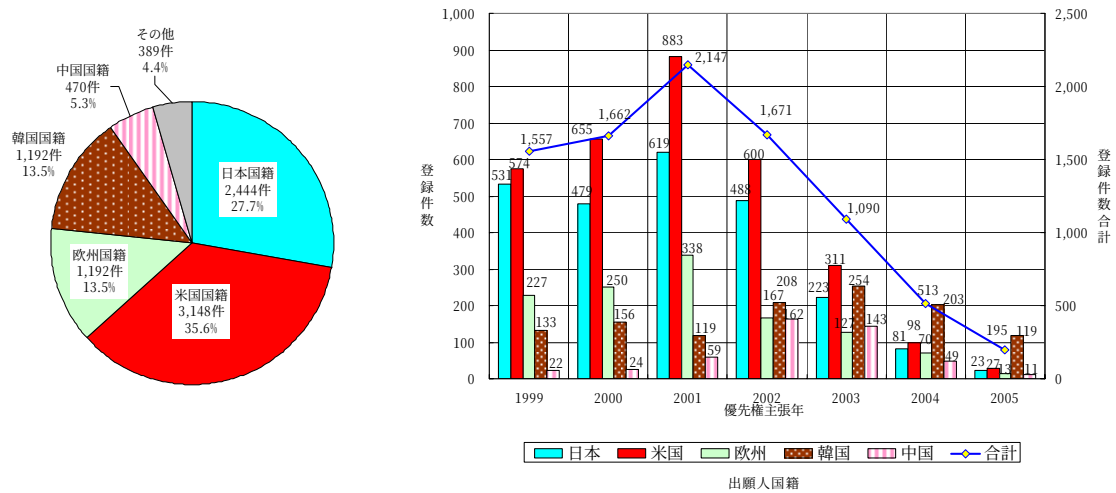


図 2-2-2　出願人国籍別登録件数推移（出願先：日米欧韓中）

（登録件数について、審査請求前や審査中の出願が存在するため、近年のデータについては今後増加する可能性がある）



第 2 節　出願先国別－出願人国籍別出願件数の収支

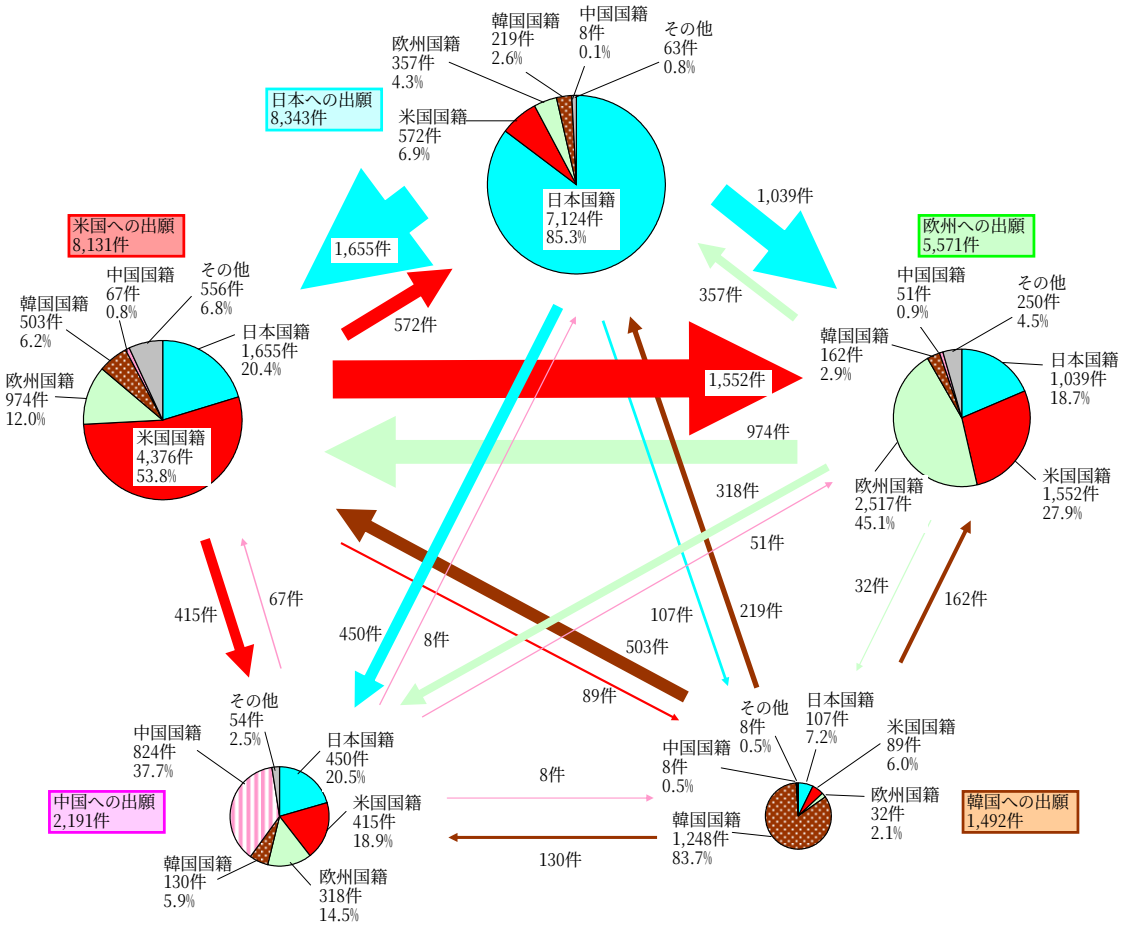
日本、米国、欧州、韓国、中国の 5 極の出願人国籍別出願件数収支を図 2-2-3 および表 2-2-1 に示す。

出願先国別では日本への出願件数が 8,343 件と最大で、次いで米国への出願件数 8,131 件、欧州への出願件数 5,571 件、中国への出願件数 2,191 件、韓国への出願件数 1,492 件、の順になっている。

韓国国籍の出願件数は各国・地域に対して支出超になっている。一方、中国国籍の出願件数は、各国・地域に対して収入超になっている。

図 2-2-3　出願先国別－出願人国籍別出願件数収支（出願先：日米欧韓中）

対象期間：1999 年～2005 年

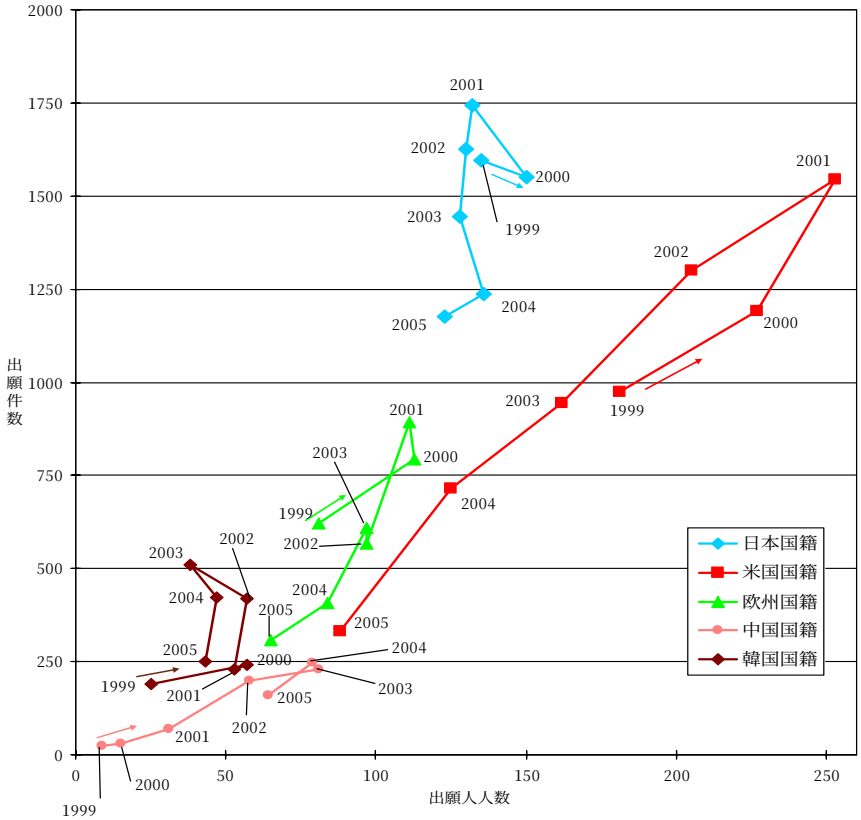


第 3 節　出願人国籍別－出願人人数の推移

出願人国籍別出願件数－出願人人数推移を図 2-2-4 に示す。

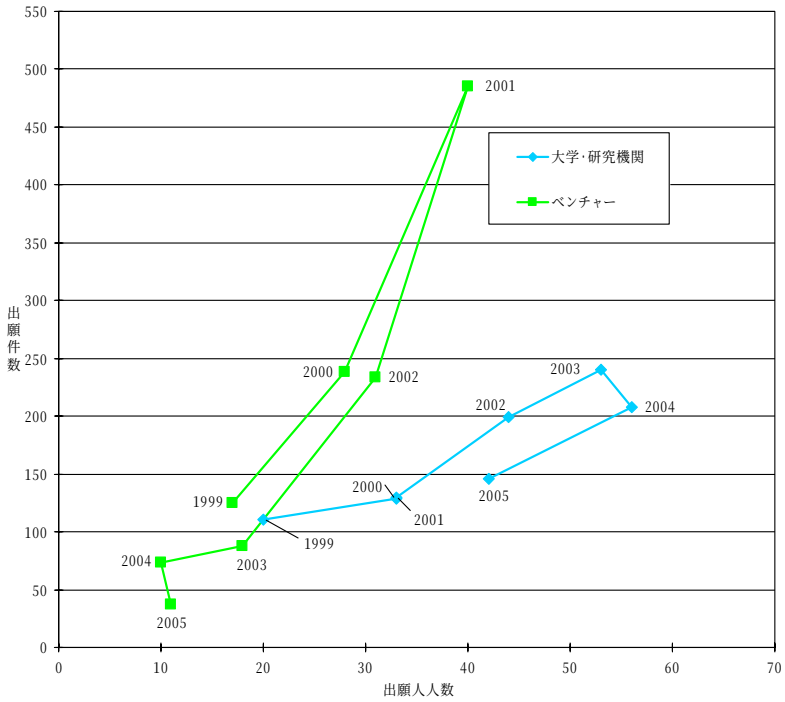
１出願人あたりの出願件数は、日本国籍の出願人は約 11 件、日本以外の国籍の出願人は約 6 件となっている。調査期間内の最大時と 2005 年とで出願人人数を比較すると、日本国籍は 150 から 123 出願人、米国国籍は 253 から 88 出願人、欧州籍は 113 から 65 出願人、韓国国籍は 57 から 43 出願人、中国国籍は 81 から 64 出願人となっており、米国国籍と欧州籍が大きく減少している。

図 2-2-4　出願人国籍別出願件数－出願人人数推移（出願先：日米欧韓中）



大学とベンチャー企業（定義については後述）に関する出願人国籍別出願件数－出願人人数推移を図 2-2-5 に示す。2005 年のベンチャー企業の出願件数は 37 件で、最大時 485 件の約 8%、出願人数は 11 出願人で、最大時 40 出願人の約 28%と大幅に減少している。

図 2-2-5　大学・研究機関とベンチャーの出願件数－出願人人数推移（出願先：日米欧韓中）



第 3 章　技術区分別動向分析

技術区分は、第 1 部第 2 章第 2 節で述べたように、適用エリア軸、課題軸および技術軸の 3 つの軸で構成し、技術軸をさらに技術領域の大きさに対応して、大項目、中項目、小項目に区分した。本章では、この 3 つの軸の各技術区分について特許の分析を行う。

第 1 節　課題軸別動向

課題軸の技術区分のうち、以下の課題について分析を行う。

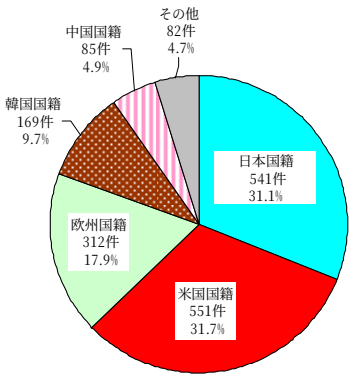
1.1　大容量化、長距離化、高品質化関連

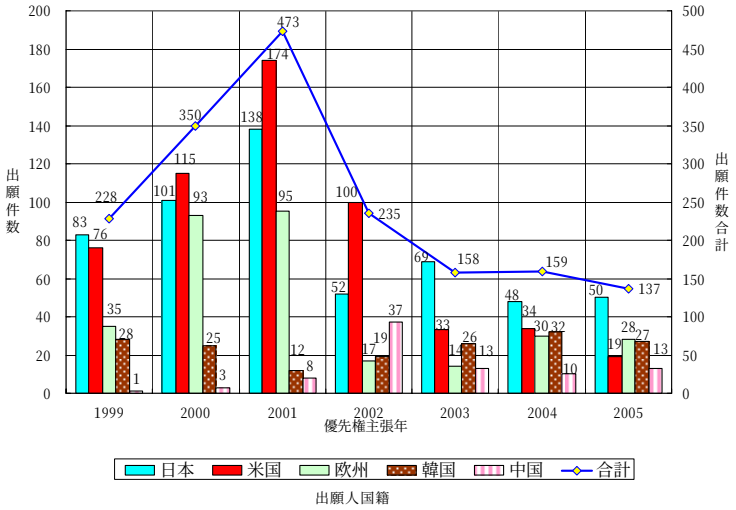
大容量化、長距離化、高品質化の各課題に関する出願について出願人国籍別出願件数の推移を図 2-3-1 に示す。

高品質化に関する出願件数が多いのは、解決手段が多岐にわたるためと推定される。また、光伝送システムの基本的な課題である大容量化と長距離化に関する出願件数の推移は、比較的相関がみられ、両者の解決技術に共通性が多いと想定される。いずれの課題に関しても、2001 年のピークの後、大きく減少して低いレベルで横ばい傾向にある。一方、韓国および中国国籍の出願件数のピークは日本国籍、米国国籍および欧州籍のピーク時期より数年遅れている。このことから、日本と米国で開発された後、それらの技術が韓国と中国に拡大された可能性がある。

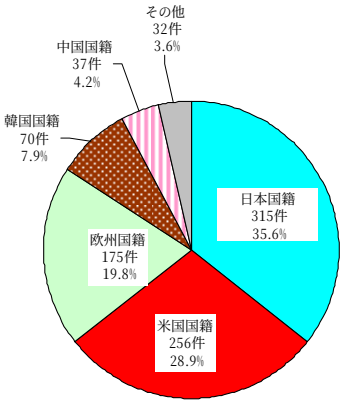
図 2-3-1　課題軸別の出願人国籍別出願件数推移（1）

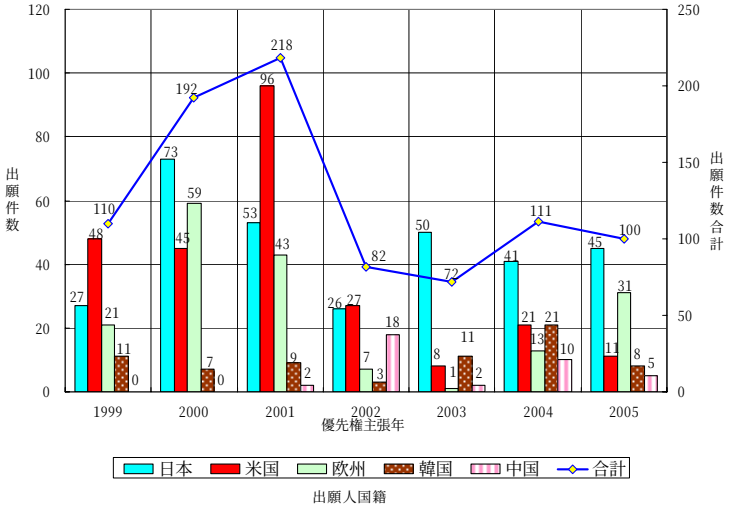
(1-1)　大容量化（出願先：日米欧韓中）



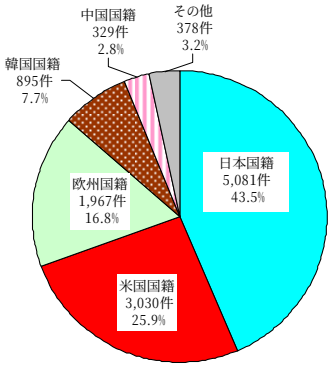


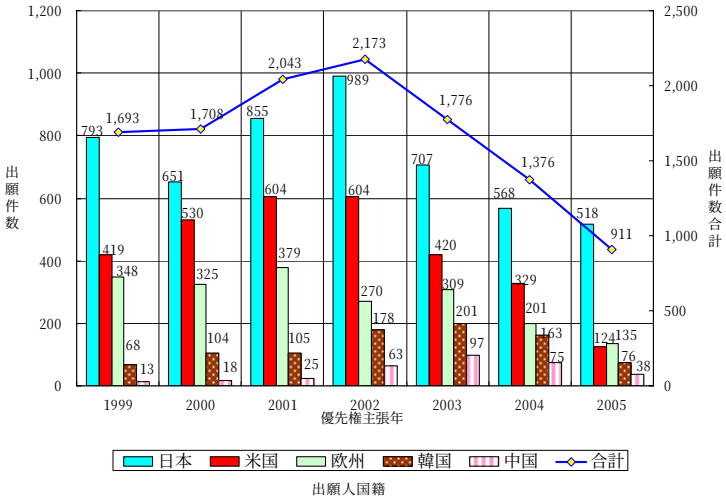
(1-2)　長距離化（出願先：日米欧韓中）





(1-3)　高品質化（出願先：日米欧韓中）





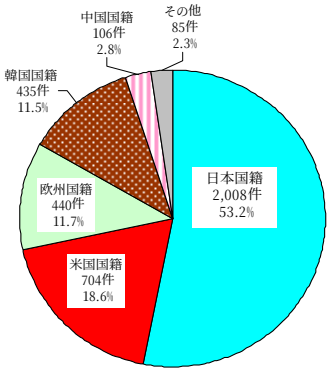
1.2　低コスト化、低消費電力化関連

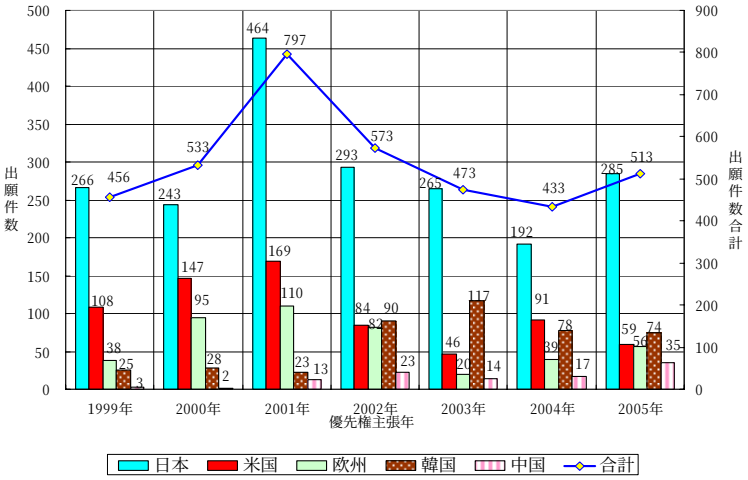
低コスト化、低消費電力化に関する出願について出願人国籍別出願件数の推移を図2-3-2に示す。

低コスト化に比して低消費電力化に関する出願件数は、非常に少ないが、調査期間中での出願件数の年次変動が小さいことが両課題に共通している。これは低コスト化、低消費電力化では、改善策が多岐にわたるとともに、継続的に改善を要求される課題であるためと考えられる。また、両者の出願件数に関して、日本国籍が過半数を占め、大容量化、長距離化、高品質化の課題に比して、日本の優位性がうかがえる。

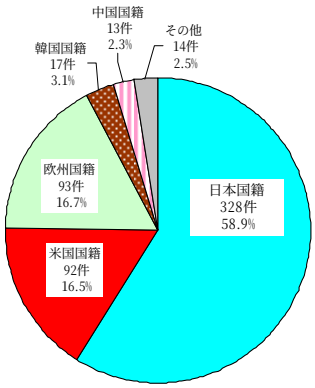
図 2-3-2　課題軸別の出願人国籍別出願件数推移（2）

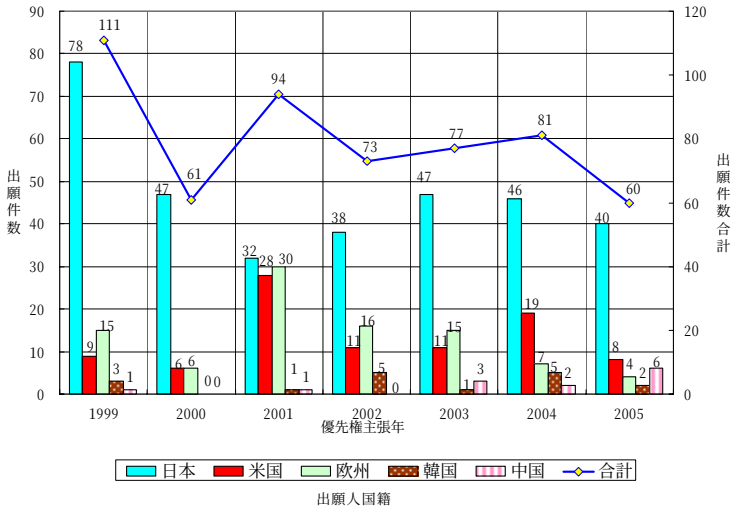
(2-1)　低コスト化（出願先：日米欧韓中）





(2-2)　低消費電力化（出願先：日米欧韓中）





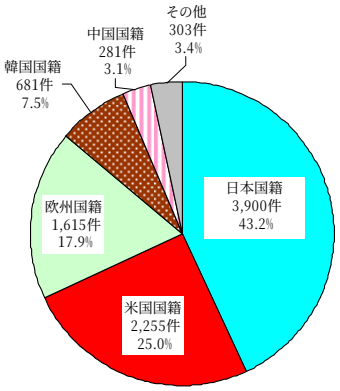
第 2 節　適用エリア軸別動向

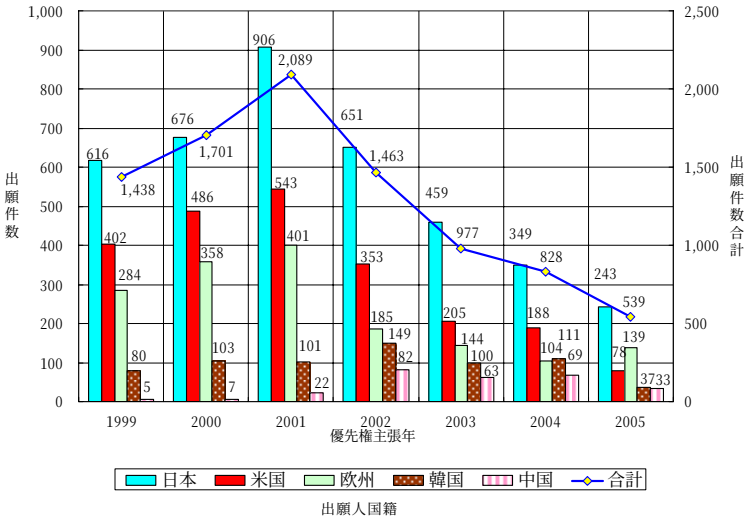
適用エリア軸の技術区分のうち、基幹系とアクセス系について、出願人国籍別出願件数の推移を図 2-3-3 に示す。

基幹系は、2001 年をピークに急速に減少している。一方、アクセス系には顕著な光バブル崩壊の影響は見られない。これは FTTH での新たな高速化や大容量化に関する目標の設定（PON、G-PON/GE-PON、WDM-PON 等）があったためと推定される。

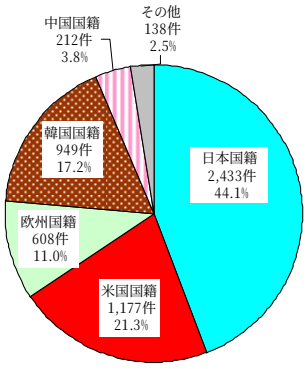
図 2-3-3　適用エリア軸別の出願人国籍別出願件数推移

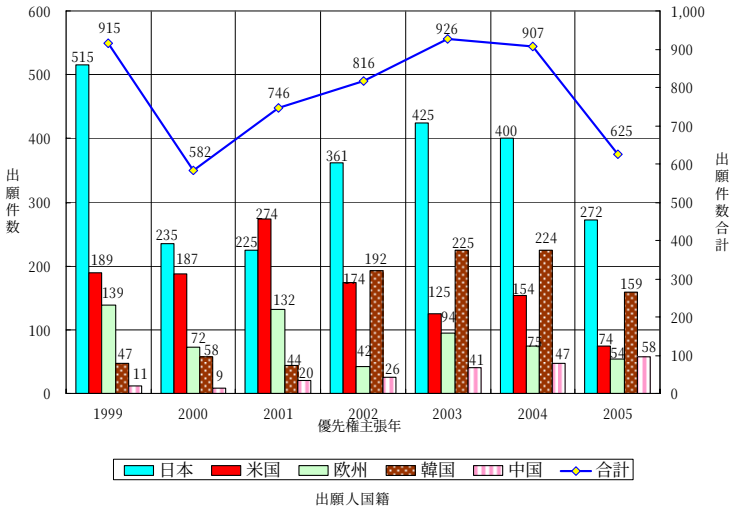
(1)　基幹系（出願先：日米欧韓中）





(2)　アクセス系（出願先：日米欧韓中）





第 3 節　技術軸別動向

3.1　出願人国籍別出願件数推移

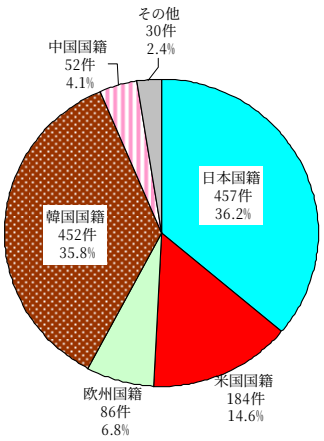
技術軸の技術区分のうち、大項目の光ネットワーク技術および光伝送方式技術に含まれる中項目の技術の中で、5 極への総出願件数が 1000 件を超えるものについて、分析を行った。

図 2-3-4 は、FTTH に関する推移を示す。

FTTH は、全体件数として増加傾向にあり、2002 年以降、韓国国籍が FTTH の分野で急速に出願件数を増大させ、日本国籍や米国国籍より多くなっている。

図 2-3-4　技術軸別の出願人国籍別出願件数推移(中項目別)（1）

光ネットワーク技術　－　FTTH（出願先：日米欧韓中）



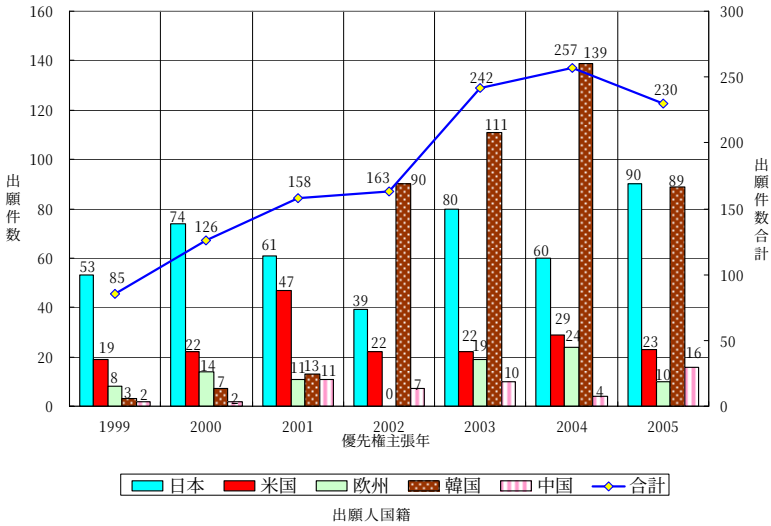


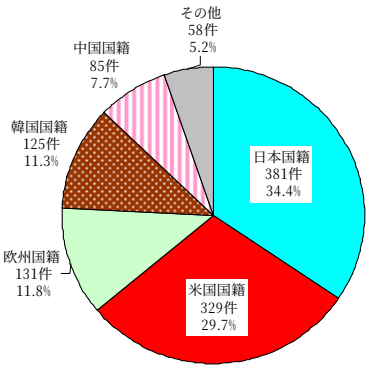
図 2-3-5 は、リソース割当と監視・制御に関する推移を示す。

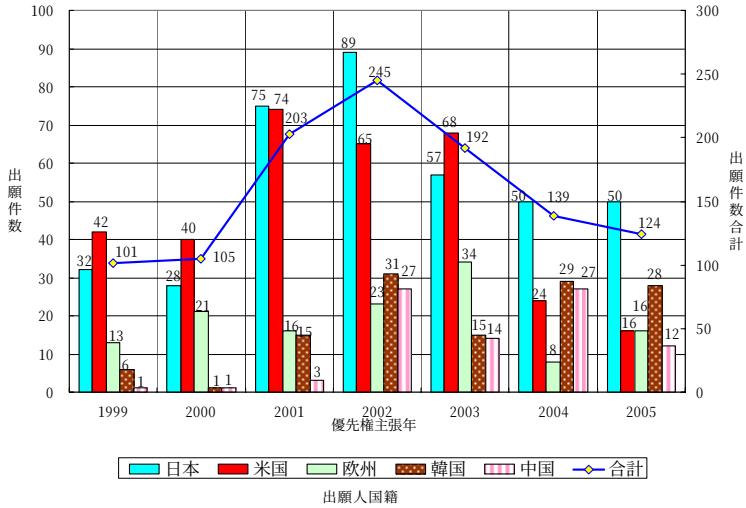
リソース割当は、日米両国籍の出願件数が多く、調査期間の前半は同様の傾向を示しているが、日本国籍では 2004 年以降も件数の低減は見られない。

監視・制御に関しては、当初から比較的安定して各国・地域が多数の特許出願を行っているが、これは監視・制御がシステム運用に直結した技術テーマであることを示していると考えられる。

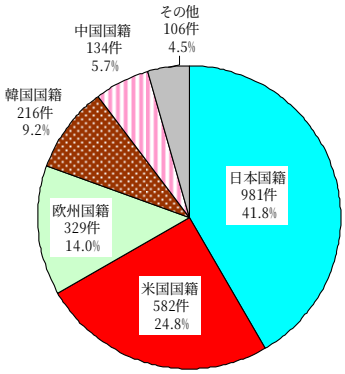
図 2-3-5　技術軸別の出願人国籍別出願件数推移(中項目別)（2）

(2-1)　光ネットワーク技術　－　リソース割当（出願先：日米欧韓中）





(2-2)　光ネットワーク技術　－　監視・制御（出願先：日米欧韓中）



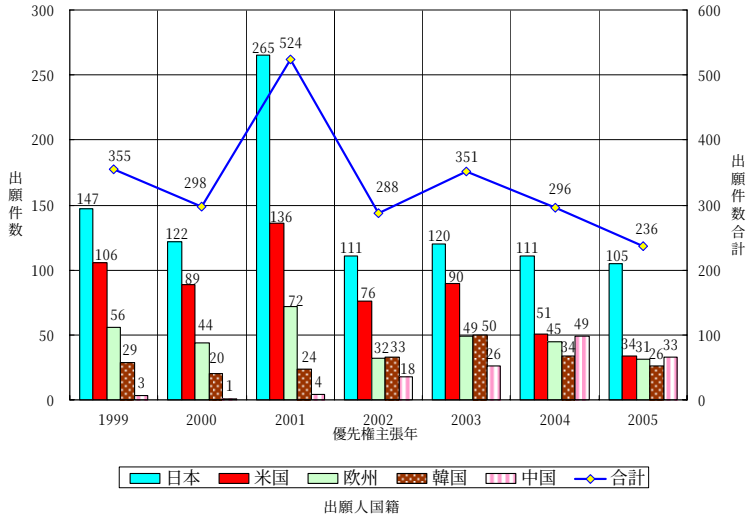


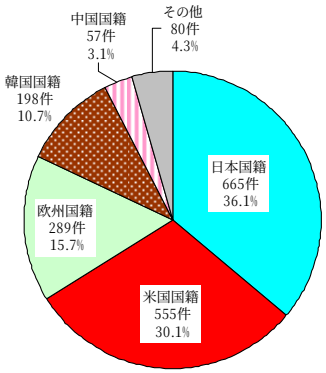
図 2-3-6 は、フォトニック・ネットワークと光空間伝送システムに関する推移を示す。

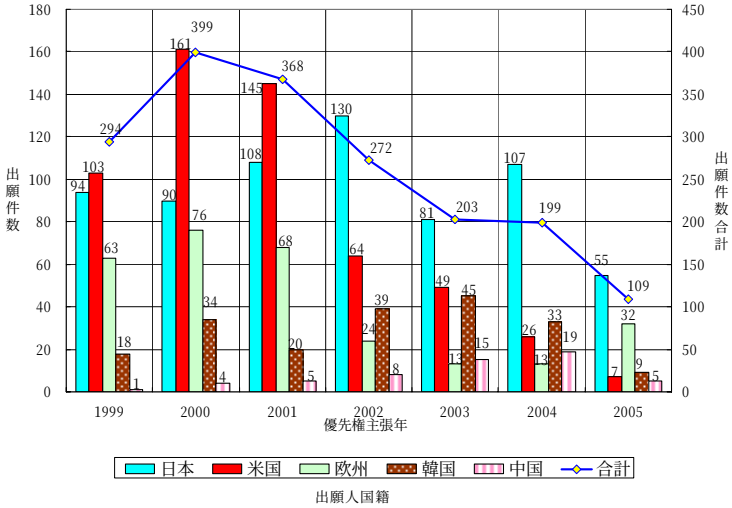
フォトニック・ネットワークでは、日米両国籍ともに多くの出願を行っている。米国国籍が 2000 年にピークをもっているのに対して、日本国籍のピークはそれより 2 年遅れている。

また、光空間伝送システムについては、日本国籍が多くの出願を行っているが、米国国籍では 2000 年、日本国籍では 2003 年より減少傾向にある。

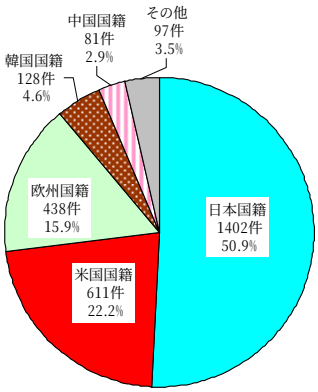
図 2-3-6　技術軸別の出願人国籍別出願件数推移(中項目別)（3）

(3-1)　光ネットワーク技術　－　フォトニック・ネットワーク（出願先：日米欧韓中）





(3-2)　光ネットワーク技術　－　光空間伝送システム（出願先：日米欧韓中）



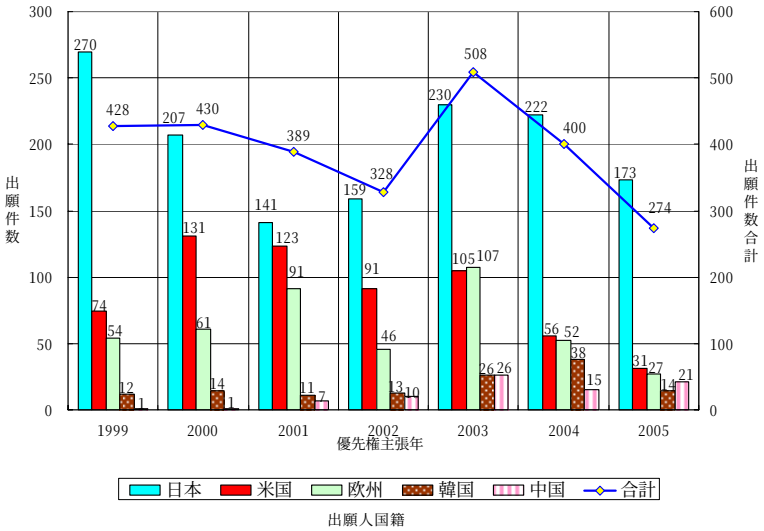


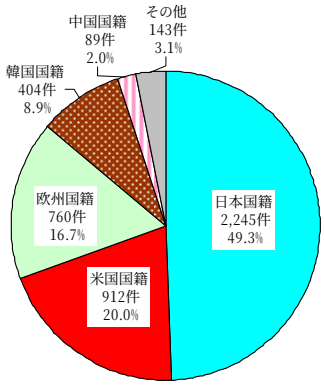
図 2-3-7 は、光多重化と光変復調・符号化に関する推移を示す。

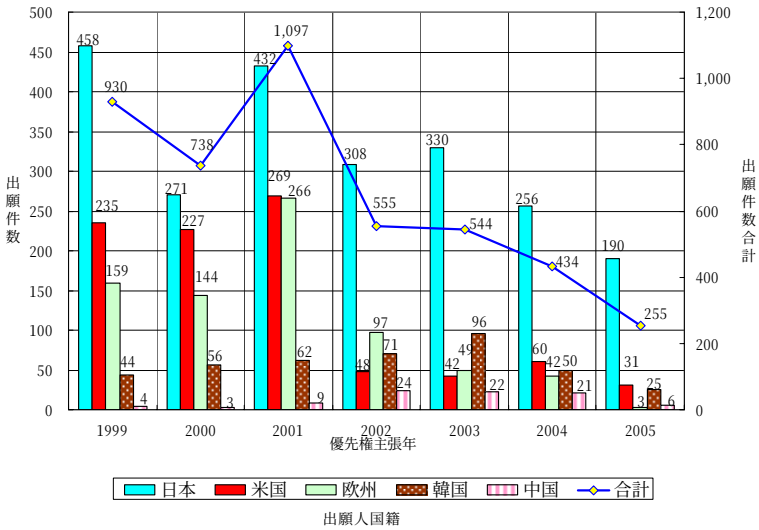
大容量化のコア技術である光多重化では、日本国籍の出願件数が半分近くを占めており、日米欧の各国籍ともに調査期間の前半に多くの出願をしており、後半では全体として減少傾向にある。

一方、光変復調・符号化は調査期間にわたって安定して出願されている中、特に 2005 年に日本国籍の出願が急増している。

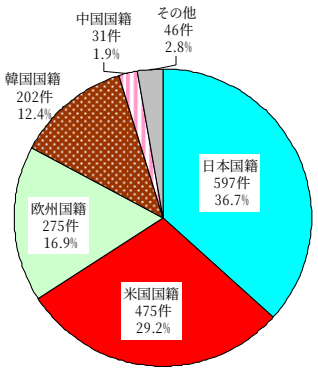
図 2-3-7　技術軸別の出願人国籍別出願件数推移(中項目別)（4）

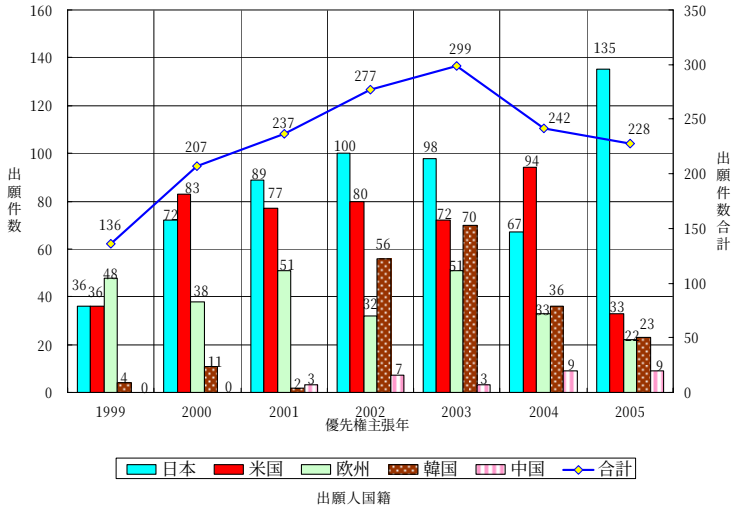
(4-1)　光伝送方式技術　－　光多重化（出願先：日米欧韓中）





(4-2)　光伝送方式技術　－　光変復調・符号化（出願先：日米欧韓中）





3.2　5 極の特許出願件数比較

5 極の技術の強みと弱みの分析のために、技術軸別に見た特許出願件数のバブルチャートによる比較を行った結果を図 2-3-8 に示す。

出願件数では、全ての分野で日本国籍の出願件数が最も多く、特に光無線融合、光空間伝送システム、光多重化の分野で他を大きくリードしている。

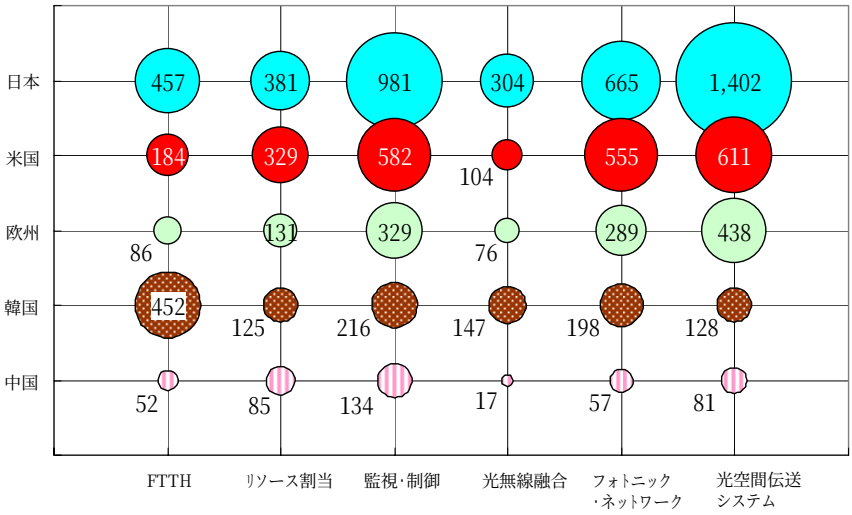
光ネットワーク技術では、全体として光空間伝送システム、監視・制御、フォトニック･ネットワークに関する出願件数が多く、それぞれに日米欧の国籍で 80 数%から 90 数%を占めている。韓国は FTTH には集中的に、他の技術項目についてはほぼまんべんなく出願している。

光伝送方式では、光多重化、信号歪劣化補償、光変復調・符号化に関する出願件数が圧倒的に多い。

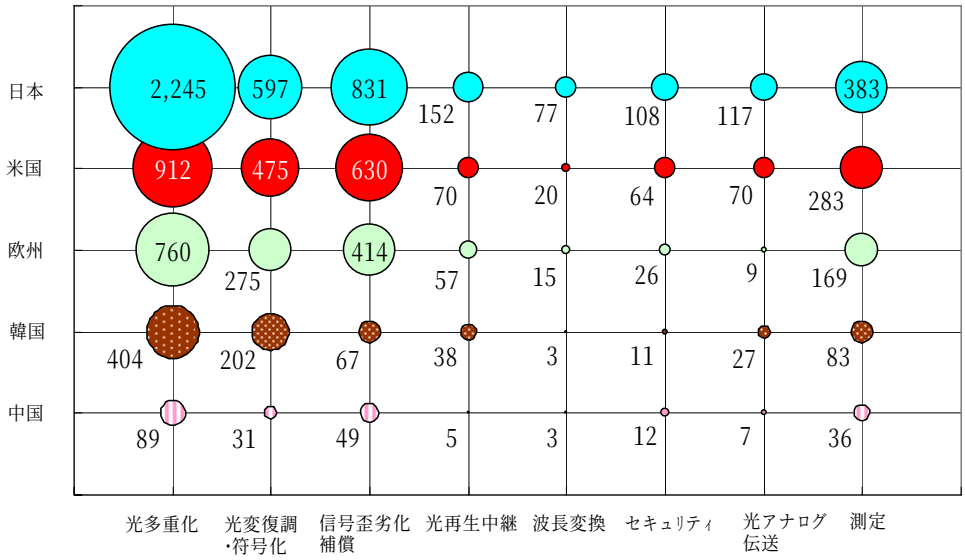
図 2-3-8　出願人国籍毎の技術軸別出願件数の分布（出願先：日米欧韓中）

対象期間：1999 年～2005 年

(1)　光ネットワーク技術



(2)　光伝送方式技術



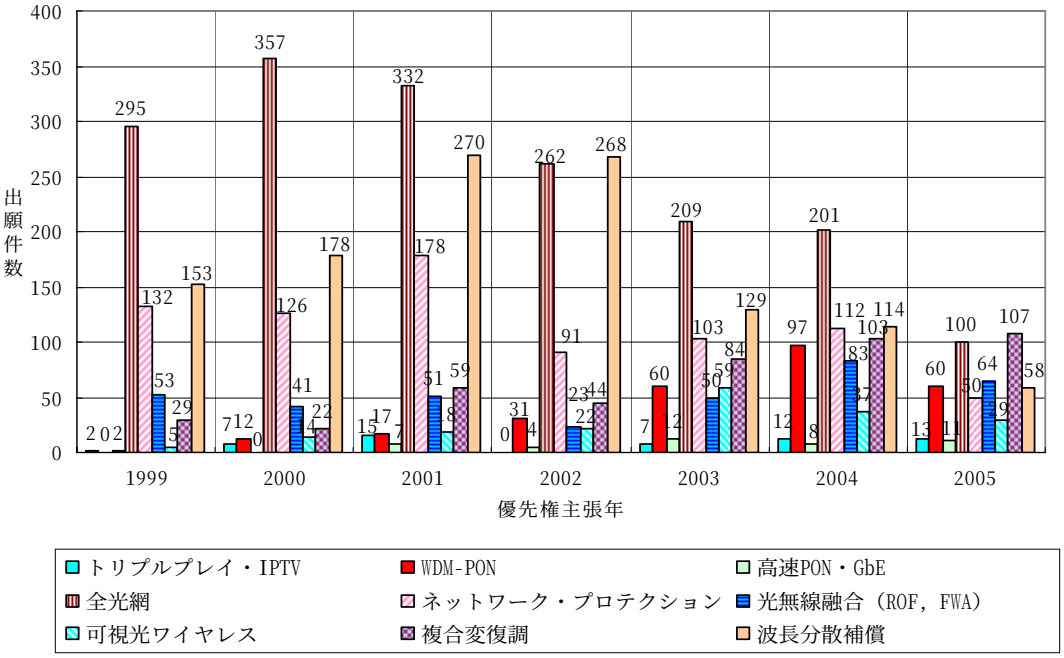
第 4 章　注目研究開発テーマ別動向分析

注目研究開発テーマとして、トリプルプレイ・IPTV、WDM-PON、高速 PON・GbE、全光網(MPLS、OXC、OADM、光ルータ)、ネットワーク・プロテクション、光無線融合（ROF・FWA)、可視光ワイヤレス、複合変復調、波長分散補償の 9 つのテーマを選定した。

各注目研究開発テーマの出願件数推移を図 2-4-1 に示す。

トリプルプレイ・IPTV、高速 PON・GbE、可視光ワイヤレスに関する出願件数は、他に比べて少ない。全光網は、出願件数自体は多いが 2000 年をピークに減少傾向にあり、波長分散補償は 2001 年から 2002 年をピークに急激に出願件数が減少している。一方、複

図 2-4-1　注目研究開発テーマの出願件数推移（出願先：日米欧韓中）



合変復調の出願件数は増加傾向にある。WDM-PON、高速 PON・GbE、光無線融合（ROF・FWA）といったアクセス系のテーマの出願件数が増加傾向にある。特に、WDM-PON は調査期間前半にはほとんど出願はなかったが、調査期間後半にかけて出願数を増やしている。

注目テーマのうち、長期的テーマと考えられ、かつ出願件数の多いものについて、出願人国籍別出願件数推移を示す。

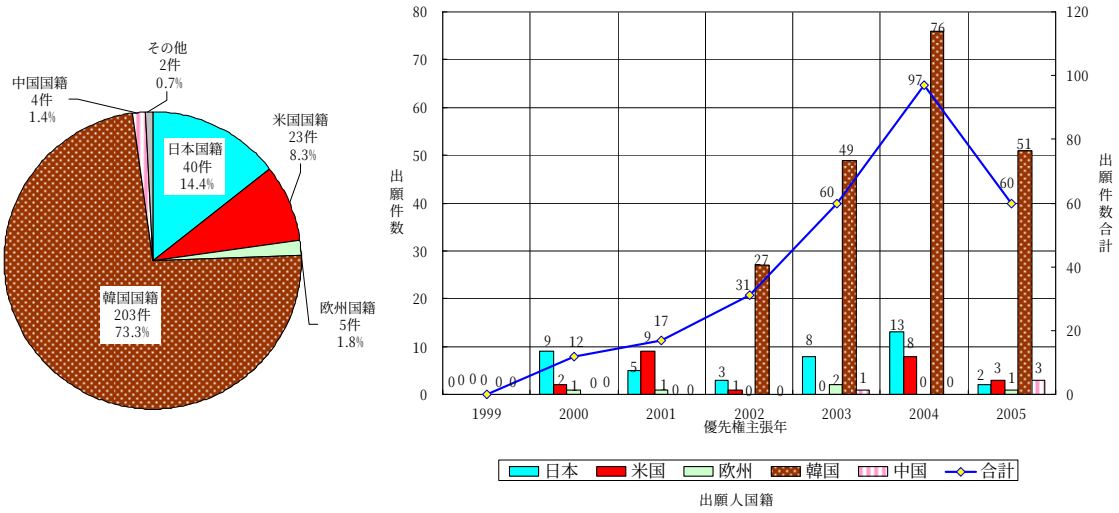
図 2-4-2 は、WDM-PON と全光網の出願人国籍別出願件数の推移を示す。

特に WDM-PON は、韓国国籍の出願が急増している。

全光網（MPLS、OXC、OADM、光ルータ）に関しては、調査期間後半で米国国籍出願件数が大きく減少したため、日本国籍の出願件数が最大になっている。

図 2-4-2　注目研究開発テーマ別の出願人国籍別出願件数推移（1）

(1-1)　WDM-PON（出願先：日米欧韓中）



(1-2)　全光網(MPLS・OXC・OADM・光ルータ)（出願先：日米欧韓中）

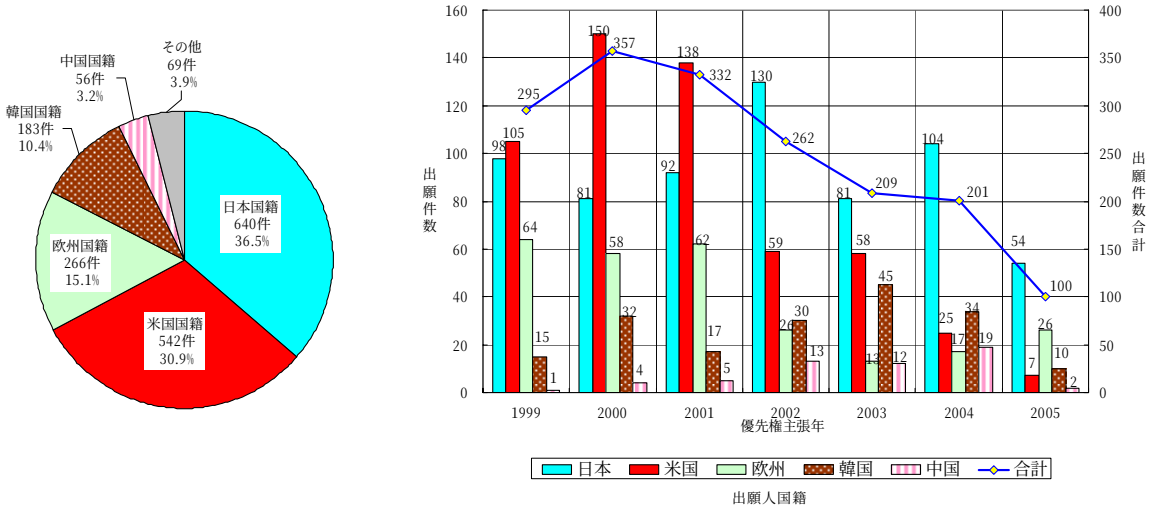


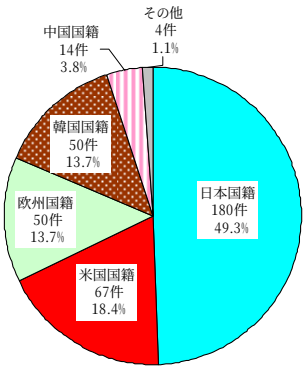
図 2-4-3 は、光無線融合（ROF・FWA）と可視光ワイヤレスの出願人国籍別出願件数の推移を示す。

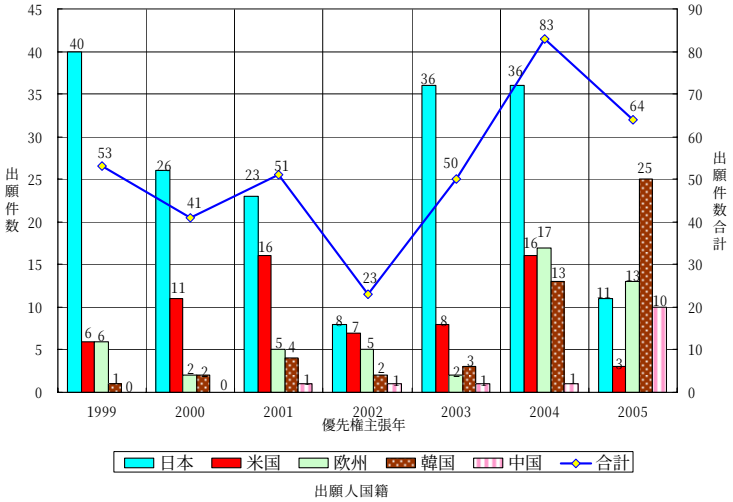
光無線融合（ROF・FWA）は、増加傾向を示している。当初から日本国籍の出願件数が多く、全体の約 50%を占めており主導的な立場にあるが、2004 年以降、韓国国籍の出願が急増している。

可視光ワイヤレスに関しては、日本国籍が多くの出願を行っており先導的な位置にある。

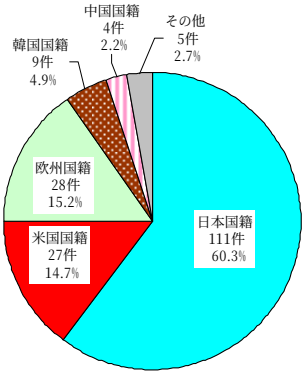
図 2-4-3　注目研究開発テーマ別の出願人国籍別出願件数推移（2）

(2-1)　光無線融合(ROF・FWA)　（出願先：日米欧韓中）





(2-2)　可視光ワイヤレス（出願先：日米欧韓中）



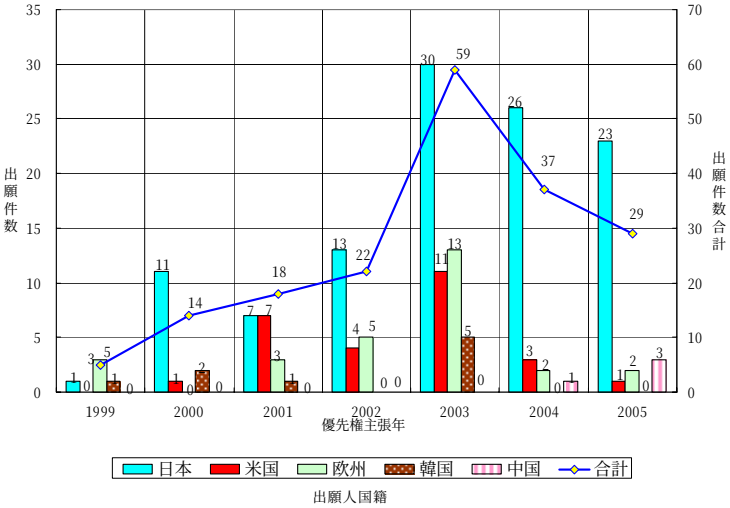
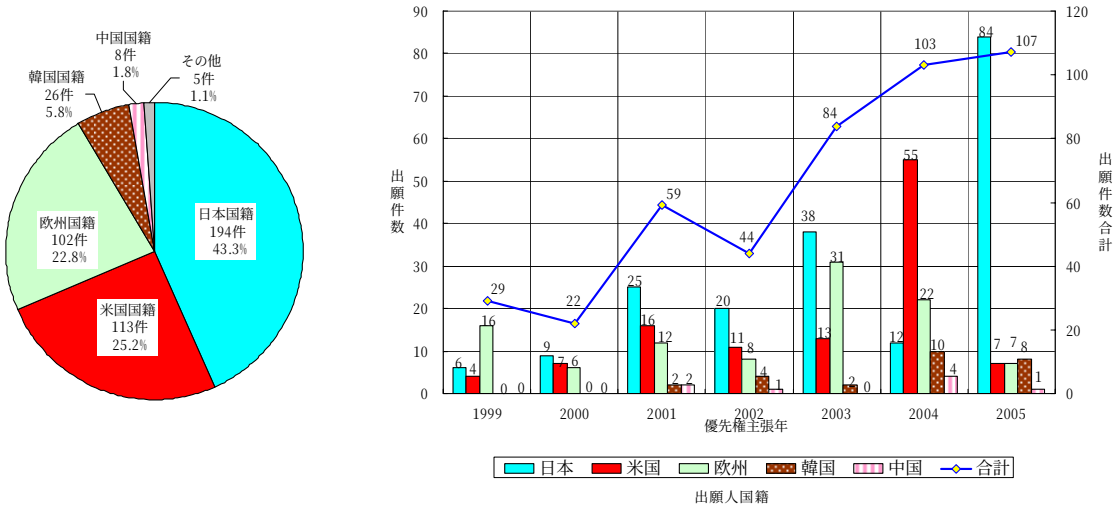


図 2-4-4 は、複合変復調の出願人国籍別出願件数の推移を示す。

複合変復調については、日米欧の各国籍の出願が多く、特に日本国籍の出願が 2005 年に急増している。

図 2-4-4　注目研究開発テーマ別の出願人国籍別出願件数推移（3）

複合変復調（出願先：日米欧韓中）



第 5 章　出願人別動向分析

第 1 節　全体動向

光伝送システムの、優先権主張年次別の出願件数の上位ランキングを表 2-5-1 に示す。

日本電信電話、富士通、日本電気、アルカテル、ルーセント・テクノロジーズ（2005 年にアルカテル・ルーセントに社名変更）といった通信事業者および総合通信機メーカが、上位にランキングされている。さらに、日本企業が上位 10 社中、5～6 社を占めている。一方、韓国の三星電子と中国の華為技術は、調査期間後半より急速に出願件数を伸ばしている。

表 2-5-1　年次別の出願件数の上位ランキング（出願先：日米欧韓中）

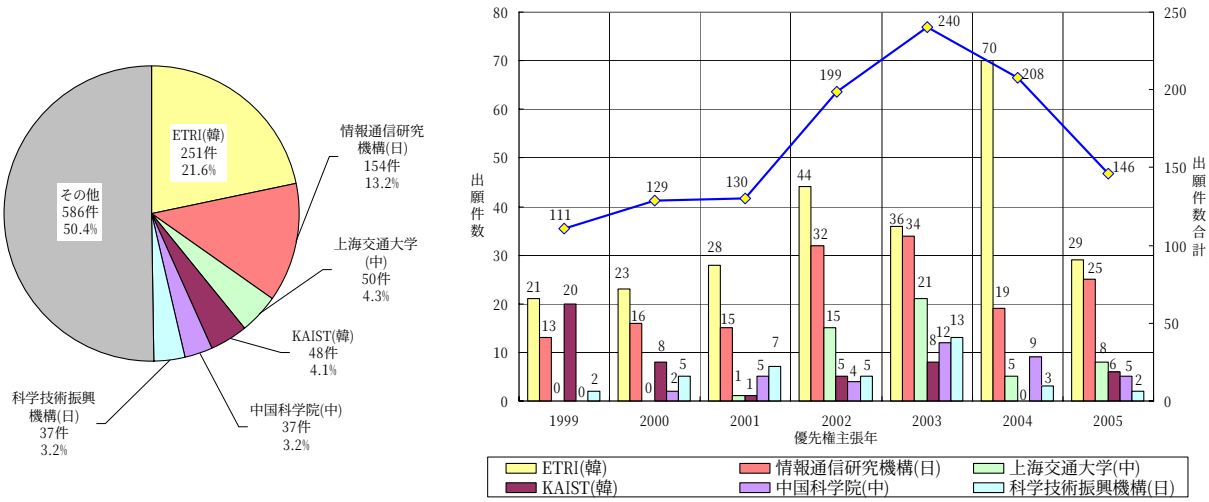
	1999年	件数	2000年	件数	2001年	件数	2002年	件数	2003年	件数	2004年	件数	2005年	件数
1	日本電気（日）	286	アルカテル（仏）	318	富士通（日）	325	富士通（日）	273	三星電子（韓）	310	富士通（日）	287	富士通（日）	212
2	アルカテル（仏）	232	日本電気（日）	179	アルカテル（仏）	246	アルカテル（仏）	268	富士通（日）	253	三星電子（韓）	181	アルカテル（仏）	112
3	ルーセント・テクノロジーズ（米）	218	富士通（日）	179	日本電信電話（日）	219	三星電子（韓）	220	日本電信電話（日）	191	日本電信電話（日）	127	日本電信電話（日）	110
4	富士通（日）	191	日本電信電話（日）	166	日本電気（日）	179	日本電信電話（日）	207	アルカテル（仏）	160	アルカテル（仏）	125	三星電子（韓）	108
5	日本電信電話（日）	143	ルーセント・テクノロジーズ（米）	165	三菱電機（日）	142	住友電気工業（日）	133	松下電器産業（日）	123	ルーセント・テクノロジーズ（米）	113	日本電気（日）	73
6	シーメンス（独）	91	三菱電機（日）	140	ルーセント・テクノロジーズ（米）	126	日本電気（日）	116	ルーセント・テクノロジーズ（米）	93	松下電器産業（日）	74	住友電気工業（日）	68
7	松下電器産業（日）	91	ノーテル・ネットワークス（加）	120	マルコーニ（英）	112	松下電器産業（日）	112	日本電気（日）	86	華為技術（中）	72	日立製作所（日）	58
8	住友電気工業（日）	88	シーメンス（独）	115	シーメンス（独）	109	フィニサー（米）	108	三菱電機（日）	83	日本電気（日）	71	アルカテル・ルーセント（仏）	51
9	日立製作所（日）	88	日立製作所（日）	87	古河電気工業（日）	89	三菱電機（日）	108	住友電気工業（日）	79	ETRI（韓）	70	松下電器産業（日）	50
10	ノーテル・ネットワークス（加）	87	松下電器産業（日）	86	日立製作所（日）	89	アジレント・テクノロジーズ（米）	80	シーメンス（独）	77	日立製作所（日）	60	沖電気工業（日）	44

第 2 節　大学・研究機関の動向

光伝送システムにおいて、大学･研究機関の中で出願件数が上位 6 機関の件数の推移を図 2-5-1 に示す。

大学･研究機関の総出願件数 1163 件の約 1/2 が上位 6 機関の出願件数で占められている。しかも 6 機関全てが、日本、韓国、中国国籍の大学・研究機関であり、韓国の ETRI の出願件数が毎年最大である。

図 2-5-1 大学・研究機関の上位 6 機関の出願件数推移（出願先：日米欧韓中）



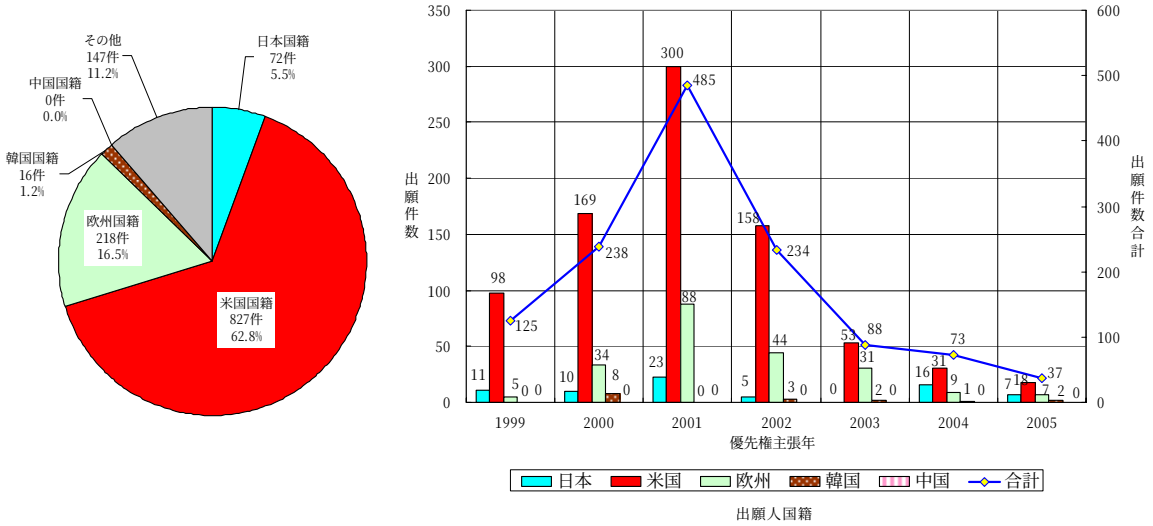
（注）折れ線グラフは各年次の総出願件数を示す

第 3 節　ベンチャー企業の動向

ベンチャー企業（注）の出願人国籍別出願件数推移を図 2-5-2 に示す。

ベンチャー企業全体では、企業数、出願件数ともに米国企業がほとんどを占めている。ベンチャー企業からの出願件数が 2001 年をピークとして急激に減少している。例えば、米国のベンチャー企業の 2001 年の出願件数は 300 件であったのが、2004 年には 31 件（2001 年比 10.3%）まで低下しているが、これは、図 2-2-1 に見られる、米国国籍の出願人全体での出願件数の低下（2004 年は 2001 年比 46.2%）より大きい。

図 2-5-2　ベンチャー企業の出願人国籍別出願件数推移（出願先：日米欧韓中）



（注）本調査におけるベンチャー企業は、1999 年時点で、中小企業（資本金 3 億円以下または従業員 300 人以下）のうち、創立 5 年未満もしくは研究費比率（一年間における研究費の合計額の売上高に対する割合）が 3%を超える企業とした。ただし、国内外企業とも、資本金・従業員数・研究費比率が不明の場合は、創立 5 年未満の会社でベンチャーキャピタルからの投資により設立された場合はベンチャー企業とした。

第 6 章　基本特許・重要特許の分析

第 1 節　基本特許・重要特許の抽出

本調査では、基本特許・重要特許の抽出は、引用された回数の多さを尺度として行った。具体的には、調査期間中の登録特許の審査において、引用された特許文献、及びその特許文献が引用された回数を調べた。引用回数の調査にあたり、日本への出願については日本特許庁電子図書館（IPDL)、米国への出願については米国特許庁（USPTO）の検索サイト、欧州への出願については商用データベース PatBase（アールダブリュエス グループ ピーエルシーおよびマインソフト リミテッドの登録商標）を使用した。重要特許を選定するための引用回数の閾値は、日本 4 回以上（94 件)、米国 25 回以上（57 件)、欧州 6 回以上（53 件）とした。

第 2 節　基本特許・重要特許の変遷

第 1 節で述べた方法により抽出した、本調査における重要特許のうち、技術軸での光ネットワーク技術と光伝送方式技術の中項目レベルの技術に関する特許の遷移図を図 2-6-1 に示す。なお、図において、重要特許は 1 件毎に四角のブロックで表現し、その上段は出願人、中段は特許概要、下段は公開番号を示している。

図 2-6-1　重要特許遷移図（その 1）

出願年（優先権主張年）

【光ネットワーク技術】

～1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年～

【FTTH】

			日本電信電話（日） 波長分割マルチプル・アクセス 特開平09－219680	日本電信電話（日） 波長注入型 特開平10－229385	日本電信電話（日） 波長多重双方向 特開2000－196536	日本電信電話（日） 波長注入型WDM－PON 特開2001－177505	

【監視・制御】

	国際電信電話（日） WDMの監視 特開平08－181656	ピレリ（伊） セルフヒーリングリング US5903371	ノーテル・ネットワークス（加） 光伝送システムのモニタリング US5513029	日本電信電話（日） AWGによる多波長同時モニタリング US5617234	ノーテル・ネットワークス（加） WDMでの波長モニタリング US5825792	富士通（日） 監視系付き伝送システム US5894362	
			日立製作所（日） セルフヒーリング EP0804001	日本電気（日） WDMの監視 特開平10－303863	日本電気（日） 中継器監視装置 特開平11－266205	東芝（日） リングプロテクション 特開2001－156821	
				日本電気（日） 予備切替 特開平10－210008	日本電気（日） 監視信号転送方式 特開2000－059306		
				日立製作所（日） 迂回経路形成方法 特開平10－243007	国際電信電話（日） 中継器監視 特開2000－183820		
				富士通（日） 1芯双方向予備切替 特開平11－127121	日立製作所（日） ネットワークプロテクション 特開2000－022630		
					ノーテル・ネットワークス（加） パススイッチリング EP0949777		

【光無線融合 】

1990							
国際電気通信基礎技術研究所（日） ROF 特開平04－048832			住友電気工業（日） アレイアンテナ対応 EP0843380	松下電器産業（日） ROF 特開平11－103288	ライトポイント（米） 光無線・ファイバ統合ネット US6239888		
			住友電気工業（日） 移動体無線 特開平10－145286				

図 2-6-1　重要特許遷移図（その 2）

出願年（優先権主張年）

【光ネットワーク技術】

～1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年～

【フォトニック・ネットワーク】

1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年～
アルカテル（仏） CDMの適用 US5612805	日本電気（日） WTDMのOXC US5457556	ブリティッシュ・テレコム（英） OXCシステム US5488501	日本電気（日） OADM 特開平11－103275	富士通（日） 音響光学素子によるOADM 特開平11－218790	日本電信電話（日） OXC 特開2001－008244	富士通（日） OXC 特開2001－016625
		富士通（日） OXC／無瞬断切り替え 特開平10－004418		シエナ（米） OADMシステム US5778118	テリウム（米） MEMSベースOADM US5960133	カリフォルニア大（米） MEMSによるOXC US6097859
		日本電気（日） OADM 特開平10－164025		ヒューレット・パッカード（米） トラポンアレイ GB2346280	ノーテル・ネットワークス（加） OADMネットワーク US5959749	
					ルーセント・テクノロジーズ（米） 波長選択ADM US5974207	
					マクロビジョン（米） 1x2スイッチ・ベースOXC US6005697	

【光空間伝送システム】

1989

キュービック（米） 光軸調整 US5142400	アストロテラ（米） パラレル光無線リンク US5777768	日本ビクター（日） 光無線 特開平09－331295		トレックス・コミュニケーションズ（米） 光Beaconによる光無線 US5710652	日本ビクター（日） CSMA/CD準拠光無線 特開2001－024665	日本ビクター（日） 回線空き制御付光無線 特開2002－051053

【その他光ネットワーク技術】

1993

日本電信電話（日） 1:N網構成 EP0644704	富士通（日） 光伝送システムの最適構成 EP0700178	富士通（日） WDMシステム構成 特開平09－261205		日本電信電話（日） AWGによるフルメッシュ構成 特開2000－201112	ルーセント・テクノロジーズ（米） Raman増幅の分散配置 EP1022870	日本電信電話（日） 光Hyper Cube NW 特開2001－197006
				ノーテル・ネットワークス（加） メッシュ・ネットワーク構成 特開2000－092000	コービス（米） 機能デバイス挿入型光伝送路 WO0049721	ノーテル・ネットワークス（加） バス型パッシブ光ネットワーク US6084694
					国際電信電話（日） 分散補償ファイバの分散配置 EP1035671	

図 2-6-1　重要特許遷移図（その 3）

出願年（優先権主張年）

【光伝送方式技術】

～1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年～

【光多重化】

1993

日本電信電話（日）
広帯域光源利用
特開平07－079212

東芝（日）
OADMリング構成
EP0668674

日本電信電話（日）
TDM
特開平07－325327

AT&T（米）
双方向WDM
EP0729248

東芝（日）
広帯域光源利用
特開平09－233052

ベルコア（米）
WDM/ATM
US5550818

富士通（日）
チャネルの柔軟な構成可能
EP0812078

ノーテル・ネットワークス（加）
チャネルレベル調整付き
EP0926854

シエナ（米）
動的Reconfigurable WDM装置
US5712932

ルーセント・テクノロジーズ（米）
1.3μ/1.5μ WDM伝送システム
US5905838

2001

日立製作所（日）
高速／低速変換WDM
特開2001－230759

【光変復調・符号化】

1989

AT&T（米）
FSK変調
EP0381341

日本電信電話（日）
光デュオバイナリ
特開平08－139681

AT&T（米）
RZ符号化
EP0718990

日本電信電話（日）
光デュオバイナリ
EP0701338

日本電信電話（日）
光デュオバイナリ
特開平09－236781

日本電気（日）
光デュオバイナリ
特開平10－112688

日本電気（日）
光デュオバイナリ
EP0825733

富士通（日）
誤り訂正符号
特開平11－331132

日本電信電話（日）
キャリア抑圧RZ
特開2000－106543

富士通（日）
光デュオバイナリ変調
特開2000－162563

日本電信電話（日）
RZ符号化
EP0977382

富士通（日）
変調器動作点制御
EP1004920

シカモア（米）
WDMへのFEC適用
WO0108422

日本電信電話（日）
パーシャル・レスポンス符号化
特開2001－244894

東芝（日）
RZ符号生成器
特開2002－094464

日本電信電話（日）
光パーシャル・レスポンス符号化
EP1128580

2001

日本電信電話（日）
DPSK符号化による劣化最小
EP1271808

2002

富士通（日）
CS-RZ変調器
特開2003－279912

図 2-6-1　重要特許遷移図（その 4）

出願年（優先権主張年）

【光伝送方式技術】

～1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年～
【信号歪劣化補償】							
1992							
ヒューレット・パッカード（米） 分散量測定 EP0553460	富士通（日） 各種補償最適化 特開平08－321805	古河電気工業（日） 分散補償器 特開平08－204258	住友電気工業（日） 分散補償ファイバ 特開平10－039155	富士通（日） VIPAデバイスおよび装置 特表2000－511655		ルーセント・テクノロジーズ（米） 光ファイバの分散補償 US5887093	住友電気工業（日） 分散補償器 特開2001－257643
1992							
コーニング（米） 分散補償 EP0554714	コーニング（米） 分散補償ファイバ US5361319	AT&T（米） ダイナミック分散補償 特開平07－327012	日本電信電話（日） 各種パラメータ自動等化 特開平09－326755	富士通（日） 分散補償（VIPA） 特表2002－514323		ルーセント・テクノロジーズ（米） 分散補償装置と方法 US5930414	富士通（日） 波長分散補償 特開2002－057622
1993							
日立（日） 分散補償デバイス EP0607782	AT&T（米） 調整機能付き分散補償 EP0684709	日本電気（日） DCFによる多波長等化 特開平09－116493	住友電気工業（日） 分散補償ファイバ US5838867	富士通（日） 固定＋可変分散補償 特開平11－088260		南カリフォルニア大（米） Tunable回折格子 US5982963	タイコ・サブマリン（米） 分散補償方法と装置 US6137604
1993							
AT&T（米） 分散補償方法 EP0657754		住友電気工業（日） 色分散補償 EP0732819	富士通（日） 位相回転による補償 EP0862078	ルーセント・テクノロジーズ（米） PMD補償 EP0909045			
1990							
AT&T（米） 信号劣化補償 EP0455910			アルカテル（仏） 分散補償装置 EP0853395	富士通（日） 分散補償方法 EP0964237			
【その他光伝送方式技術】							
1991							
AT&T（米） ソリトン通信 EP0507508				富士ゼロックス（日） 光インターコネクト 特開平11－196069	富士通（日） 異速度収容 特開平11－275030		

第 7 章　標準化関連特許

第 1 節　ITU-T 関連

ITU-T の G 勧告シリーズの中で、光伝送システムに関連して宣言されている特許件数は、登録、公開特許合わせて延べ 122 件である。(「延べ」と表現したのは、異なる勧告項目に同一の特許が宣言されているためである)

技術分野別宣言特許件数を図 2-7-1 に、出願人国籍別宣言特許件数を図 2-7-2 に示す。

図 2-7-1　技術分野別宣言特許件数

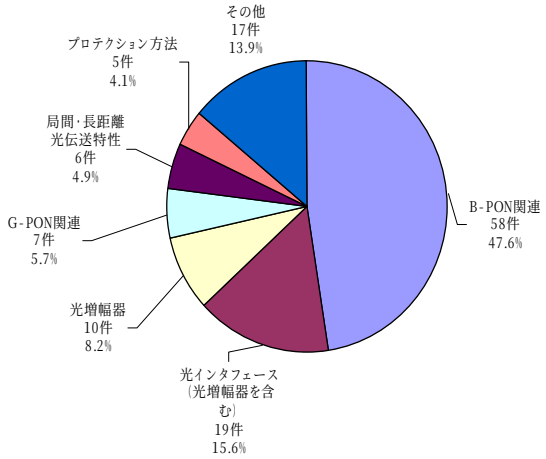
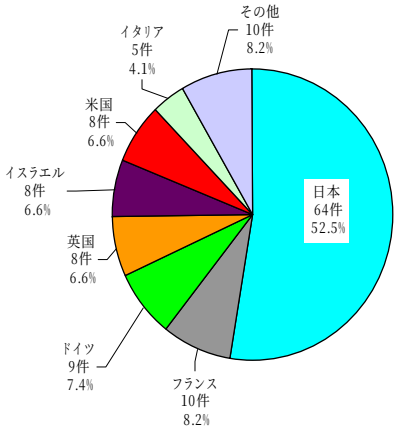


図 2-7-2　出願人国籍別宣言特許件数



(ITU-T の Home>Patent Statement (http://www.itu.int/ipr/IPRSearch.aspx?iprtype=PS) のデータをもとに作成)

技術別の比率では、B-PON 関連および光増幅器関連(「光増幅器」と「光増幅器を含んだシステムの光インタフェース」)が多いことが分かる。

国籍別では、日本の 64 件が圧倒的に多く、その中でも約半数の 35 件は B-PON 関連である。

第 2 節　IEEE およびその他関連

IEEE802.3 委員会では、IEEE Std 802.3z-1998(Gigabit Ethernet)、IEEE Std 802.3ae-2002(10Gb/s Ethernet)、IEEE Std 802.3ah-2004(Ethernet in the First Mile)、IEEE P802.3aq、IEEE P802.3av (10GEPON)などで、光伝送システム(イーサネット)の標準化が行われている。関連する宣言特許は、総数で 21 件提出されているが、80%近くの出願人は米国国籍である。

IETF、IEC、JISC については、光伝送システムに係る宣言特許はほとんどない。

第３部　光伝送システム関連の研究開発動向分析

第１章　発表論文件数推移

第１節　調査対象論文

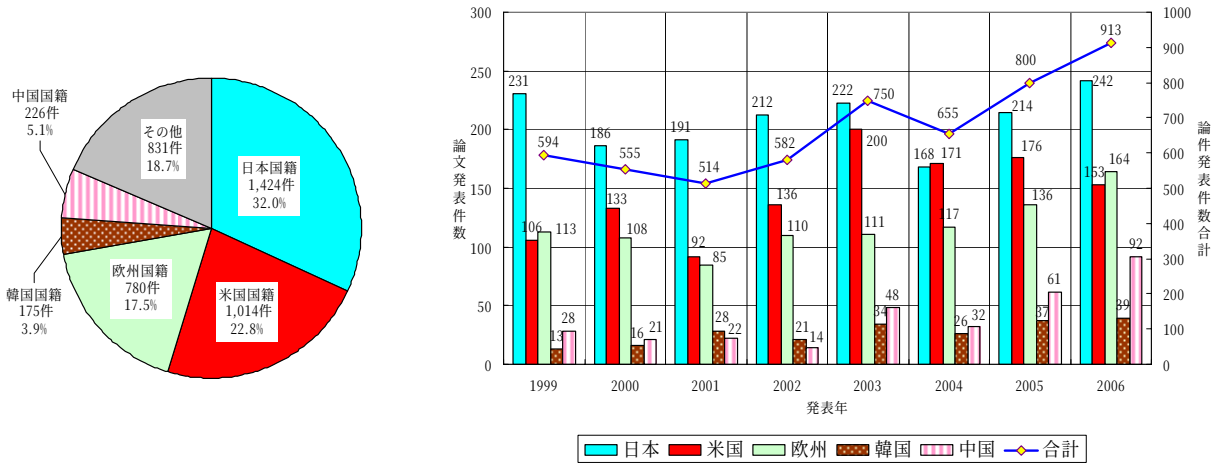
研究開発動向については、科学技術振興機構（略称 JST）に収録された論文を主な対象として調査・分析を行った。調査期間の 1999 年１月１日から 2006 年 12 月 31 日に発表された文献のうち、光伝送システム･技術に関連する JST 分類コード ND10000B（光通信方式・機器）から 5,363 件を抽出し、さら OFC（Optical Fiber Communication Conference）と ECOC（European Coference on Optical Communication）への発表件数を加えて約 6,700 件について分析を行った。

第２節　全体件数の推移

光伝送システム全体の発表件数の推移および研究者所属機関国籍別発表件数推移を図 3-1-1 に示す。

全体の発表件数は増大傾向にあり、2006 年は 913 件で、1999 年の 594 件の 1.8 倍に増加している。これは特許の出願動向が漸減の傾向にあるのと異なった傾向を示しており、特許出願動向に見られるような光バブル崩壊の影響は見受けられない。日本、米国、欧州、中国、韓国の５極とも発表件数は、ほぼ横ばいまたは漸増傾向にある。日本国籍は、この中で調査対象期間を通して多くの発表を行っている。

図 3-1-1　研究者所属機関国籍別発表件数の推移



第３節　技術軸別の推移

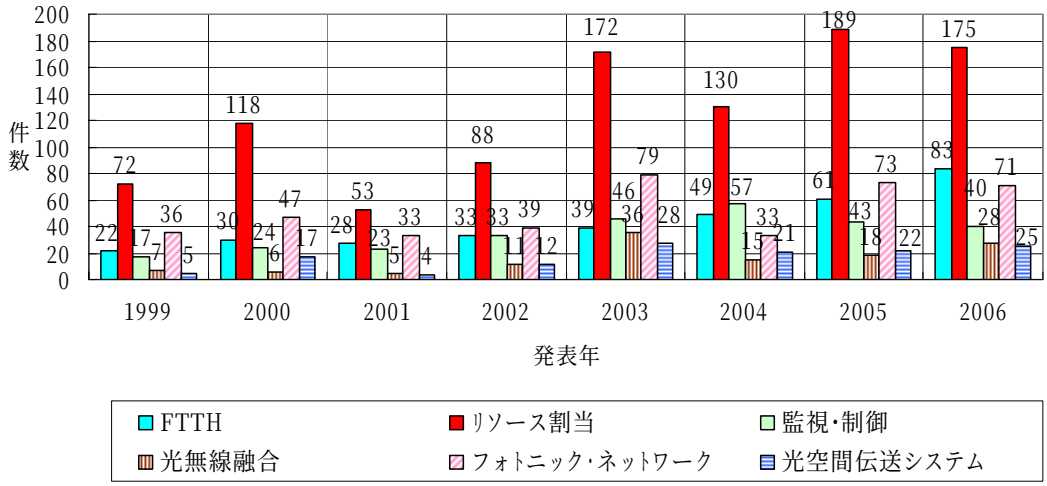
技術軸のうち、光ネットワーク技術および光伝送方式技術の中項目レベルの技術に関する発表件数の推移を図 3-1-2 に示す。

光ネットワーク技術では、FTTH、リソース割当、フォトニック・ネットワークで論文発表件数が多く、これは特許出願件数の傾向と同様である。リソース割当の発表件数の伸び率が高いが、これは大量のトラフィックを扱うネットワーク管理が重要視されているためと想定される。リソース割当の次に発表件数の多いのは、フォトニック・ネットワークと FTTH で、フォトニック・ネットワークは件数としてはほぼ安定した発表がされているが、FTTH は 1999 年の 22 件から 2006 年の 83 件と約 4 倍に急増している。監視・制御、光空間伝送システムの論文発表件数は少なく、特許出願件数と逆の傾向にある。

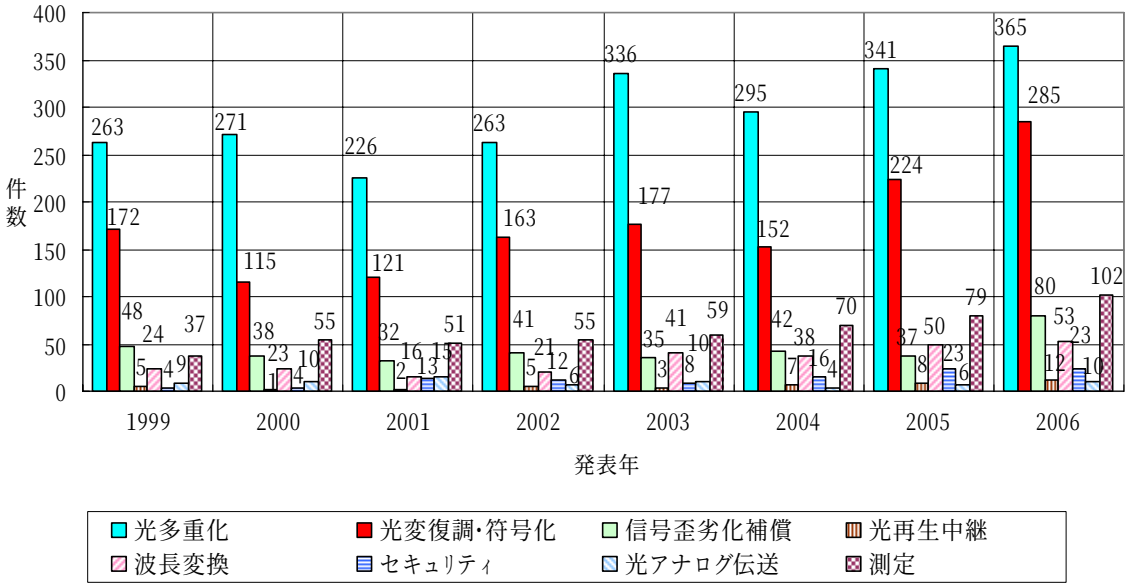
光伝送方式技術では、光多重化、光変復調・符号化、信号歪劣化補償といった光伝送の基礎となる技術の発表件数は、特許出願件数と同様に多い。特に、光変復調・符号化の伸び率が高い。

図 3-1-2　光ネットワーク技術と光伝送方式技術の発表件数の推移

(1)光ネットワーク技術



(2)光伝送方式技術

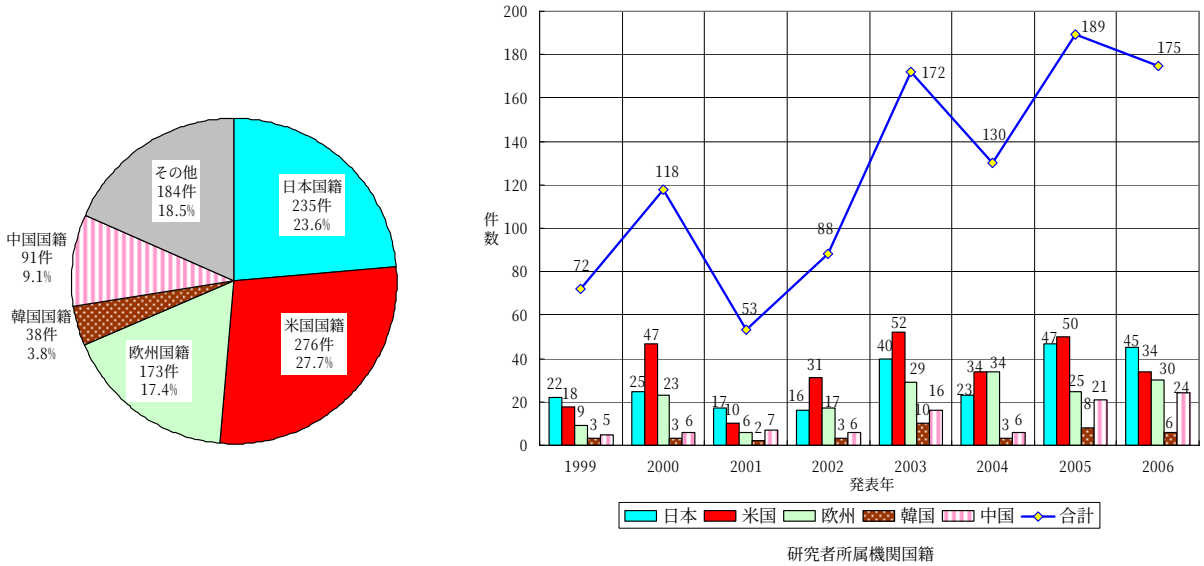


上記の推移の中で件数および伸び率の大きいリソース割当と光変復調・符号化に関する国籍別の論文発表件数の推移を図 3-1-3 に示す。

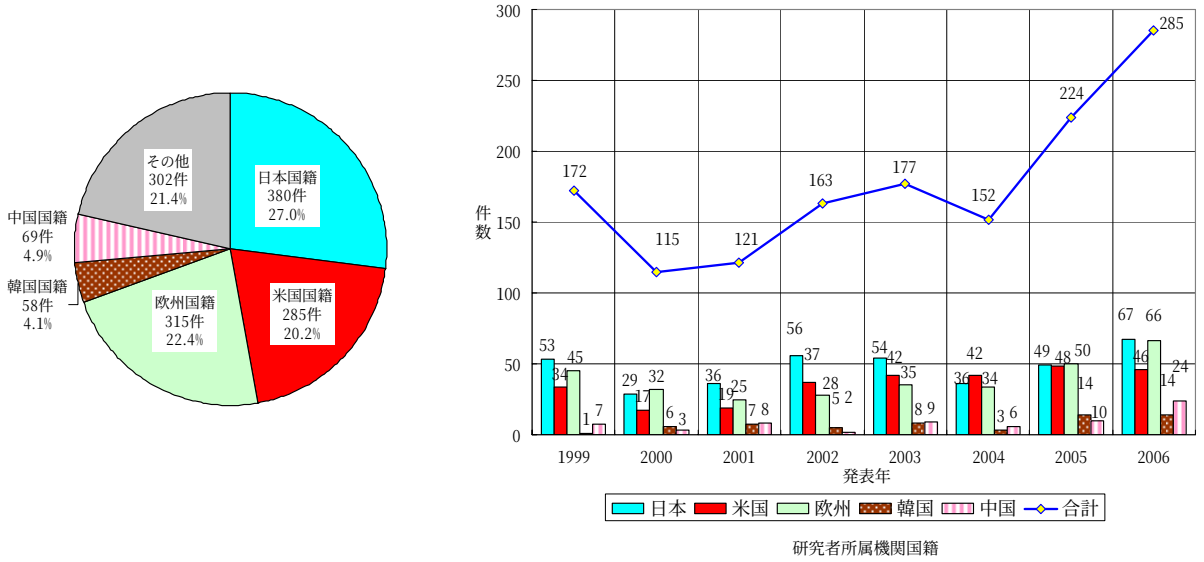
両項目ともに年次による増減はあるが、日米欧の各国籍からは同程度の件数が各年発表されている。いずれも高い伸び率の増加傾向を示している。リソース割当については中国国籍からの発表件数の伸び率が高い。

図 3-1-3　研究者所属機関国籍別の論文発表件数推移

(1)　光ネットワーク技術　－　リソース割当



(2)　光伝送方式技術　－　光変復調・符号化



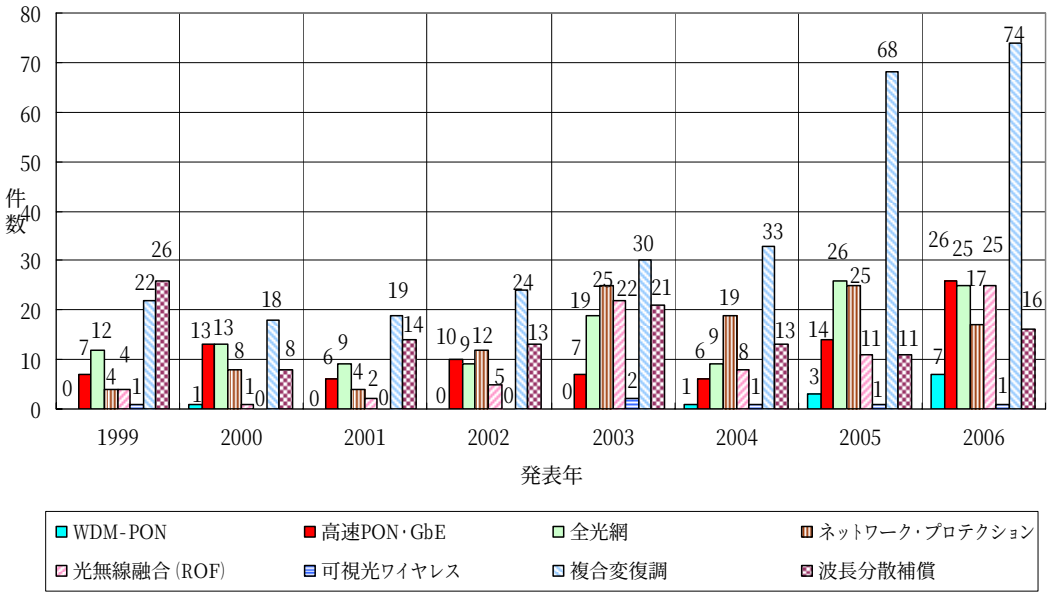
第 4 節　注目研究開発テーマ別の推移

注目研究開発テーマ別の論文発表件数推移を図 3-1-4 に示す。なお、注目テーマの一つであるトリプルプレイ・IPTV は、論文発表件数が 1 件しかなかったので、分析からは

ずした。また、光無線融合については、その中で最も注目したい ROF に絞ることとした。

特許出願では、相対的に件数が多く、かつ減少傾向にあった全光網は、論文発表では相対的に少なく、かつ横ばい傾向にある。逆に、特許出願では相対的に件数の多くなかった複合変復調は、論文発表では最も多く、かつ急増傾向にある。特許出願で比較的件数の多かった WDM-PON については、論文発表ではほとんど見られない。

図 3-1-4　注目研究開発テーマ別の論文発表件数推移

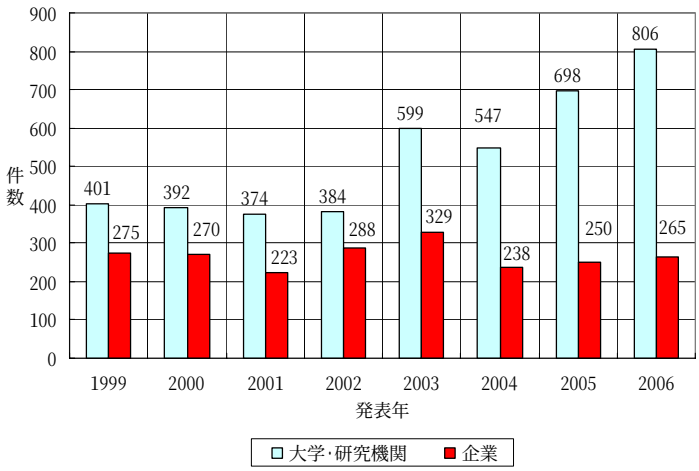


第 2 章　大学･研究機関と企業の論文発表件数の推移

大学･研究機関と企業の論文発表件数の推移を図 3-2-1 に示す。

2003 年以降大学･研究機関の発表件数が増大しているのに対して、企業からの発表件数はほとんど変化していない。光バブル崩壊後、企業からの発表件数が減少せず、しかも大学・研究機関が発表件数を急増させたことが、特許出願の急減傾向と逆の傾向を示す理由と考えられる。

図 3-2-1　大学・研究機関と企業の論文発表件数推移



第４部　光伝送システム関連の政策と市場動向分析

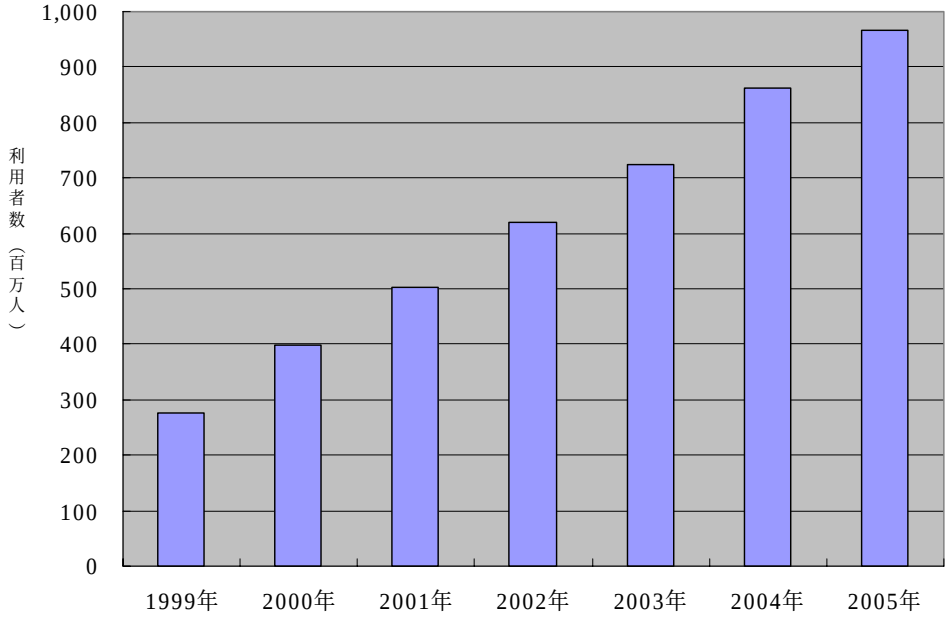
第１章　光伝送システム関連市場動向分析

第１節　インターネットとブロードバンドの普及

ITU（International Telecommunication Union:国際電気通信連合）によると、全世界のインターネットの利用者数は、図 4-1-1 に示すように 1999 年以降も増加を続け、2005 年では 9 億 6,500 万人となっている。これは国連の 2005 年央推定・予測人口 65 億 1,480 万人をベースにすると、全人類の 14.8%の人々がインターネットを利用していることを意味する。実際の契約数を人口で割ったインターネット普及率は、全世界平均で 6.0%となっている。

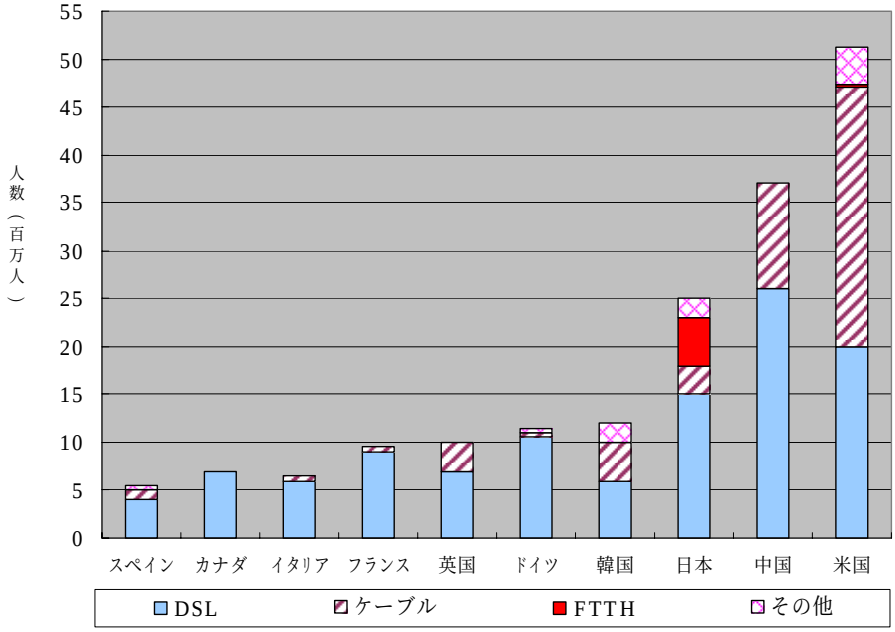
一方、西暦 2000 年に 2,000 万人に満たなかったブロードバンド（256kbit/s 以上と定義）の加入数は 2001 年以降急速に増加し、2005 年には全世界で 2.15 億人に達している。これは全世界で普及率 3.3%に相当する。インターネット加入者に占めるブロードバンド加入の比率（ブロードバンド率）は、全世界平均で 55.9%に達している。ただし、そのほとんどは、図 4-1-2 に示すように DSL（Digital Subscriber Line）あるいはケーブルモデムであり、光伝送によるものは、まだ日本（880 万/2006 年）、アメリカ（40 万/2006 年）、韓国に適用されている状況である。

図 4-1-1　全世界年度別インターネット利用者数の推移



（International Telecommunication Union ＞ ITU ICT EYE ＞ ICT Statistics ＞ Country data by region ＞ http://www.itu.int/ITU-D/ICTEYE/Indicators/Indicators.aspx# ＞ 2008 年 3 月 3 日）

図 4-1-2　2005 年度固定ブロードバンド加入者数　国別 TOP10



（International Telecommunication Union ＞ ITU ICT EYE ＞ ICT Statistics ＞ Country data by region ＞ http://www.itu.int/ITU-D/ICTEYE/Indicators/Indicators.aspx# ＞ 2008 年 3 月 3 日）

第 2 節　光伝送システムの市場動向

市場は、図 4-1-3 に示すように 2000 年をピークにそれまで急速に成長してきたものが、一転、大幅に減少に転じ一気にピーク時の 1/3～1/4 にまで落ち込んだ、いわゆる「光バブルの崩壊」が今回の調査対象期間内に発生した。光バブルの崩壊は 2003 年ようやく底を打ち、その後は 12～14%の堅調な拡大が持続している。しかしながら 2000 年以前の高成長に復帰する様子は現在までのところ観測されない。光バブルの崩壊は北米市場でもっとも顕著であり、その次に欧州市場が続く。北米市況規模は 2003 年には、2000 年の 1/8 程度に落ち込み、欧州市場は少し遅れて 2001 年にピーク時を迎え、その後 1/3～1/4 程度へ急速に落ち込んだ。一方、日本市場、中国市場では同時期に市場の減衰はあったものの、その落ち込みは 1/2 程度にとどまっている。2000 年をピークとする光バブルの崩壊は、北米を震源地として発生し欧州を巻き込んだものであり、日本や中国市場はその余波を受けたものと思われる。

一方、生産地別にみると、図 4-1-4 に示すように市場としては影響の比較的少なかった日本の生産額は、2002 年には 2000 年の 1/5 程度にまで大きく落ち込んでいる。これは日本の光伝送システム関連の産業がその多くを米国・欧州へ輸出しているため、米国市場・欧州市場で発生した光バブルの崩壊の影響を強く受けたものと推察される。

しかしながら中国の生産は、2002 年で 25%強の減速が生じたものの、それ以外は平均して 20%強の成長を維持し続けており、その挙動が他と大きく異なっている。また、欧、米の生産額は 2003 年以降堅調な成長に転じているのに対して、日本の生産額は回復が遅れ、明白な成長に転じたのは 2005 年からである。その結果、中国と生産金額規模では 2005 年においてほぼ同程度となっている。

図 4-1-3　出荷地域別　光伝送システム全体の市場動向

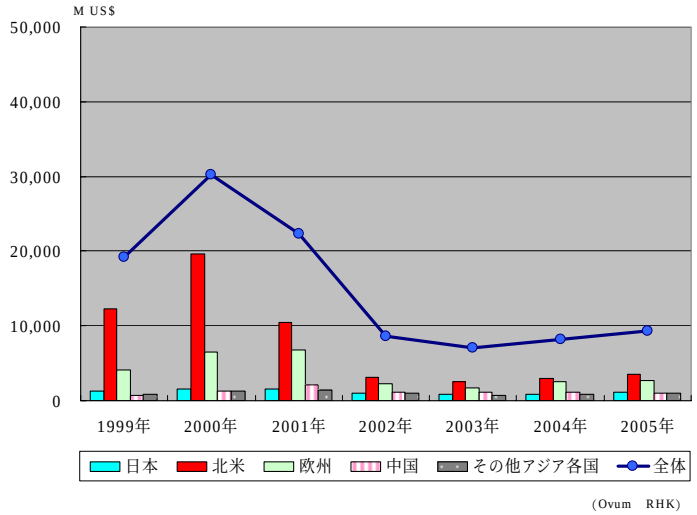
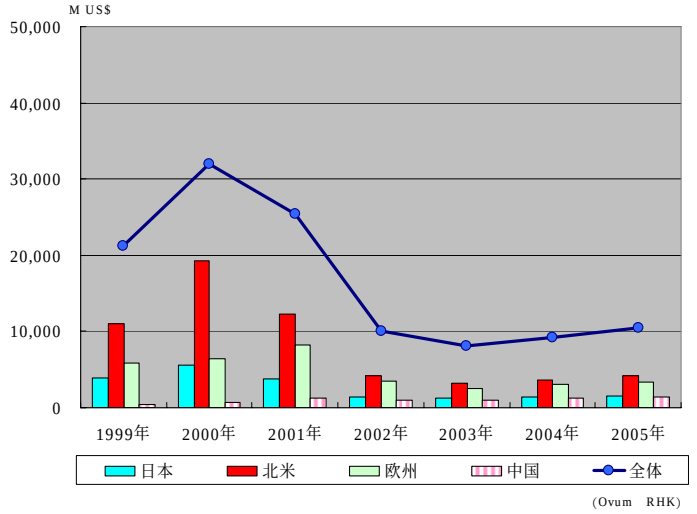


図 4-1-4　生産地域別　光伝送システム全体の市場動向



第 2 章　光伝送システム関連政策動向分析

第 1 節　米国の情報通信政策の動向

米国政府は、IT により牽引された好景気（IT バブル）のころより、国際社会における IT 分野でのイニシアチブの確保を目指し、国家的視点から IT 戦略を展開してきた。

また、競争促進こそが超高速ネットワークインフラ整備に不可欠との認識のもと、FCC（Federal Communications Commission）を核として競争環境の整備や規制緩和を実施している。また近年では、消費者保護に関する動きも開始している。R&D では大統領諮問機関のもと省庁横断でプロジェクトを推進している。

第 2 節　欧州の情報通信政策の動向

EU では 1998 年 1 月 1 日の電気通信完全自由化以降、旧独占事業者による独占状況を緩和、インターネットの普及と活用を EU 全域にわたり調和の維持しつつ実現すべく、整備

推進と法整備を進めている。具体的には、全欧州においてインターネットの普及を目指した「eEurope 2002 アクションプラン」、「eEurope 2005 アクションプラン」、従来の電気通信分野における規制の枠組を見直して競争を促進するための「電気通信パッケージ」等である。また研究開発ではフレームワークプロジェクトで、IST（Information Society Technology）関連に予算の 22%を割り当てて推進している。

第 3 節　中国の情報通信政策の動向

中国は 1999 年の中国電信の分割を皮切りに独占体制を打破し、市場競争を促進し、ユニバーサルサービス構築のための政策や法整備を進めてきている。また 2001 年 12 月に WTO への正式加入を果たし、電気通信市場の開放を進めている。その結果、1999 年末に 1 億 840 万だった固定電話の加入者数が、2004 年 12 月には固定電話の加入数が 3 億 1,244 万に、携帯電話の加入数が 3 億 3,482 万となり、加入数で世界第 1 位となった。また、インターネット利用者数は 9,400 万人となり、単独の国としては世界第 2 位と推定されている。

第 4 節　韓国の情報通信政策の動向

韓国は早くから IT に国家戦略として取り組んでおり、IT を活用し国家社会全般の知識情報化を促進、韓国を知識情報強国にして国家競争力の確保や新たな成長産業の育成を目指し、「CYBER KOREA 21」や「u-KOREA」、「Broadband IT KOREA Vision 2007」、「IT839 戦略」等を策定してきている。

第 5 節　日本の情報通信政策の動向

日本は、世界最先端の IT 国家になることを目指し、2001 年 1 月に高度情報通信ネットワーク社会形成基本法を施行するとともに、ブロードバンドインフラの整備と利用の拡大等のための「e-Japan 戦略」、「e-Japan 戦略Ⅱ」、さらには整備されたそれらインフラ・技術を用い、IT 利用･活用を一層進め、世界最先端の ICT 国家であり続けるための「IT 政策パッケージ」、「IT 新改革戦略」を策定・実施してきている。

近年の社会基盤としてのブロードバンドインフラおよびそれに続くユビキタスネットの整備、またそれらインフラ・技術を用いたIT利用の社会的浸透を背景に、ネットワーク・トラフィックは急速に増大しつつある。経済産業省では、2005年現在637Gbpsであるトラフィック（1加入あたり平均32kbps、2,000万加入）は、2025年には190倍の121Tbps（1加入あたり平均2.1Mbps、5,800万加入）にまで拡大する情報爆発が発生すると予想している。これらのトラフィック増のため、ネットワーク機器で消費される電力は2025年には2006年の13倍にまで急増するとしている。

そこで、ネットワークシステム全体での抜本的な省エネを実現するための革新的 IT 技術を開発する「グリーン IT プロジェクト」のスタートが予定されている。

第５部　全体分析

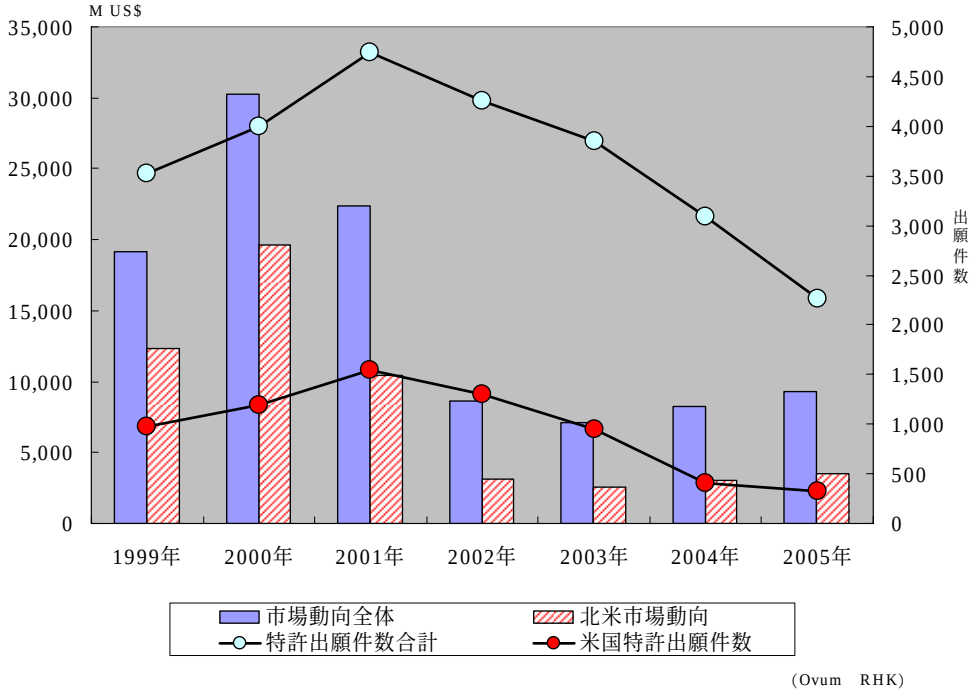
第１章　特許出願動向と市場動向の関連分析

市場動向と特許出願件数の推移を重ね合わせたものを図 5-1-1 に示す。

特許出願件数は、1999 年から 2001 年にかけて増大して以降、2005 年まで大きく減少しており（図 2-2-1)、この出願減少傾向と、1999 年から 2003 年にかけての市場動向とは一致している。市場は、世界最大であった米国で 2000 年ごろ発生した光バブルの崩壊に巻き込まれる形で、欧州市場も一気に縮小した（図 4-1-3、図 4-1-4)。この二大市場の急速な縮小は、米国、欧州の企業のみならず、これらの市場に多くを輸出していた日本の企業にも打撃を与え、結果、特許出願件数の上位にランキングされている日米欧の企業の生産額は減少している。この影響を受け、特許出願件数も減少しているものと推察される。

特に、特許出願に熱心であったベンチャー企業は、光バブルの崩壊で大きな打撃を被ったと考えられ、出願人、出願数とも激減している（図 2-2-5)。中でもベンチャー企業の多い米国国籍出願人（ベンチャー企業出願件数の約 60%は米国国籍）の出願件数の大幅減少（図 2-5-2）が出願総件数低減の要因の１つと推察される。

図 5-1-1　市場動向と特許出願件数の比較



(Ovum　RHK)

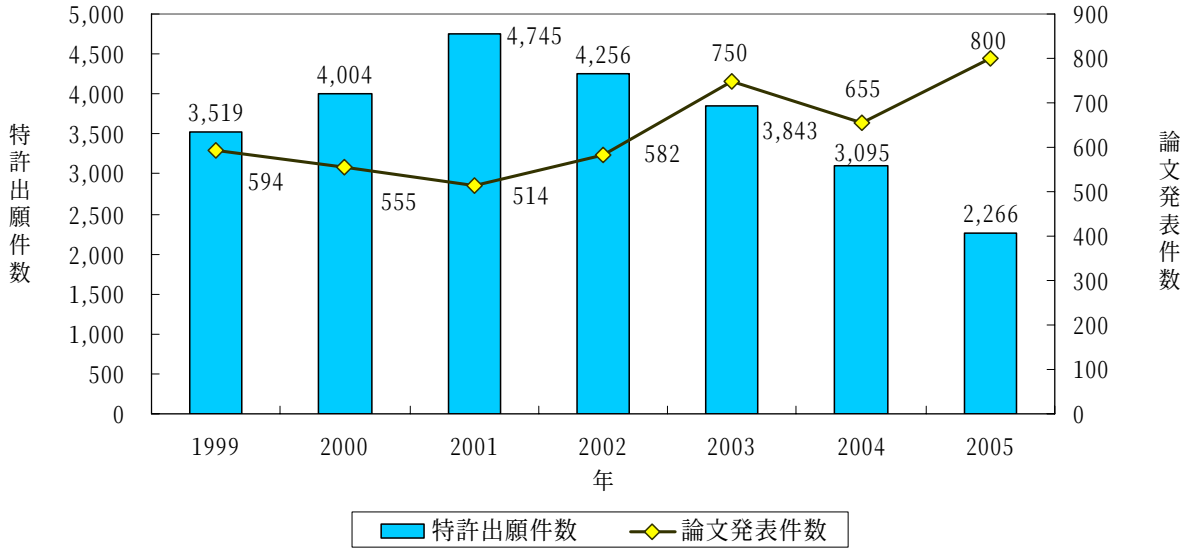
第２章　特許出願動向と論文発表動向の関連分析

論文発表の総数は、図 5-2-1 に示すように特許出願が減少傾向にある 2001 年から 2005 年にかけて増大傾向にあり、光バブル崩壊の影響は見受けられない。論文発表者の所属機関を、大学・公的研究機関と企業とに分類して発表論文件数を分析すると、前者の件

数が 2003 年以降増大しているが、それに対して後者の件数はほとんど変化が見られない（図 3-2-1）。論文発表件数の増大は、大学・公的研究機関が光伝送の分野に注力した結果であると考えられる。

論文発表件数が大きく増大している分野は、光ネットワーク技術ではリソース割当、フォトニック・ネットワーク、FTTH、光伝送方式技術では光変復調･符号化、信号歪劣化補償の分野（図 3-1-2）であるが、これらは、光伝送システムの基礎技術領域であり、産業界・学会がともに注目している技術分野であると考えられる。今後は、これらの技術分野に関しての特許出願が増加する可能性があると推察される。

図 5-2-1　特許出願件数と論文発表件数の対比



第 3 章　特許出願動向と政策動向の関連分析

国や地域の光ネットワーク・インフラを、ブロードバンド化やユビキタス化を進めるあるいは整備することを目的に、日本の e-JAPAN、u-JAPAN、欧州の eEurope2005 アクションプラン、韓国の e-KOREA、u-KOREA 等、各地域で多くの政策が出されている。しかし今回の調査期間においては、発生した光バブル崩壊に起因する変化が大きく、これらの政策に基づいたと考えられる特許出願動向上での顕著な変化は見られなかった。

光バブル崩壊は 2003 年に底を打っているので、今後これらの政策に関連する技術開発が、特許出願件数の増加につながる可能性がある。

日本の状況/優位性/課題

【優位性】

・大容量化のコアとなる多重化技術、光変復調・符号化、光無線融合技術に多くの出願･登録・論文発表件数を有する。
・ITU-T 標準に必須の宣言特許を多数有し活動そのものにも積極的に寄与している。
・FTTH を世界に先駆けて普及させ、運用実績やそのための産業インフラを有している。

【状況】

・光バブル崩壊後、特に米欧の出願件数、出願人数は大幅に減少した状態が続いている。
・インターネット利用者・ブロードバンド化は今後も増大していく。
・トラフィックは指数関数的に増大を続け、それにともなう消費電力の激増が予測される。

【弱み･脅威】

・リソース割当、フォトニック・ネットワークに関して、米国国籍の出願人が、多数の特許出願をし、また多数の登録特許を有している。
・欧州にランキングトップの出願件数を有するアルカテル･ルーセントが誕生した。
・三星電子（韓国）や、華為技術(中国)が積極的に出願を始めている。

【課題】

・光バブル崩壊以降市場が縮小し、技術者数、研究者数が減少してきている。
・デファクトあるいは標準化フォーラムの場で国際的な主導権を取り難い環境にある。

光伝送システムは、世界規模でのインターネット、広帯域サービスの生活への浸透やトラフィックの急増を背景に、各国の情報基幹インフラとしての重要度が増してきている。わが国の情報インフラを世界最先端に維持し続けていくことが重要であり、そのために、以下の方策を提言する。

① 日本が強い光伝送システムの中核となる技術を維持・強化する。
② 日本の技術をより多く国際標準に組み込み、光伝送システムの進展・普及に寄与する。
③ 未踏破領域を含む、波及効果の大きい革新的技術に挑戦し、日本の光伝送システム技術の先行性を維持する。

提言 1：日本が強い光伝送システムの中核となる技術を維持・強化する
(1)　FTTH の導入・運用コストの低減を含む実用的研究の強化
(2)　幹線系・アクセス系の大容量化・長距離化に向けた開発研究の維持強化

既に情報インフラが国の重要基幹インフラとなった先進国では、光伝送システムの重要度は今後さらに増していき、またそれらに倣う形で、光伝送システムは他の多くの国々にも順次導入されていくと予想される。そのため、この事業分野では、大規模な資本統合による企業競争力の強化やコスト力を武器にした参入が既に行われており、その競争は厳しさを増している。このような状況の中では、今後の光伝送システムにおいてコアコンペティション（競争力の核）となりうる技術分野で、日本が強くまた優位性を有する部位を、より一層強化することが必要である。

(1)　FTTH（Fiber To The Home）の導入・運用コストの低減を含む実用的研究の強化

情報インフラの社会への浸透や、情報インフラを用いたサービスの拡大により、アクセス系はナローバンドからブロードバンドへと急速に移行しつつある。またアクセス系のブロードバンド化の進展は、情報インフラを介して提供されるサービスの質的変化のための土俵となり、サービスの質的向上はさらにユーザのアクセス系のブロードバンド化の要求を生むという正のスパイラルが先進国を中心に生じつつある。このため、「より高速のアクセス系への要求」は今後もますます強まるものと予想される。

しかしながらグローバルに見ると、2005 年現在インターネット加入者に占めるブロードバンドの割合は 55.9%に達しているが、人口普及率でみると 3.3%にしか過ぎず、FTTH に関しては 0.1%にも満たない。一方、インターネット利用者人口は年率 10%以上で継続的に増大し続けており（図 4-1-1)、前述の「より高速のアクセス系への要求」を照らし合わせると、そこには極めて大きな潜在需要が存在すると推定され、FTTH をはじめとする高速アクセス・ネットワークへの期待は極めて大きい。

アクセス系はエンドユーザを対象とするため、導入にあたっては各契約毎の引き込み・敷設等の作業を原則必要とし、また分岐数も多くなる。低価格であることは広く普及するための必須の条件であり、そのためには bit あたりの通信単価が低いことに加えて、導入のための初期費用が安価で工事等も容易であること、保守・運用等の手間や費用が容易・安価であることも要求される。

FTTH は実質的に日本が世界に先駆けて普及を開始しており（図 4-1-2)、既に FTTH 全体のシステムの運用実績もあり、産業インフラや運用ノウハウを有している唯一の国である。また今回調査期間において 457 件（5 極全体の 36%に相当）の FTTH に関する特許出願が日本よりなされており（図 2-3-4)、この技術分野は日本が充実した研究開発体制と多くの技術蓄積を有している分野である。

これら技術と日本が世界に先駆けて有するシステム運用実績・ノウハウに基づき、導入・運用のコストの低減を含む実用的研究をより一層強化していくことが、FTTH の大規模普及のために重要である。

(2) 幹線系・アクセス系の大容量化・長距離化に向けた開発研究の維持強化

一方トラフィックに着目すると、日本のトラフィックは過去数年間年率 1.4 倍以上で増大しており、この増大は FTTH などの高速アクセス系の普及や、サービスの質的変化に起因して、これからも継続していくことが予想されている。さらに HD 動画の多チャンネル伝送や、遠隔医療等の超高精細画像伝送等の普及により、トラフィックは指数関数的に増大する結果、2025 年に現状の約 190 倍にも達するとも見込まれている（第 4 部第 2 章第 5 節）。これらの継続的かつ爆発的なトラフィック拡大に対応するには、幹線系、アクセス系ともに大容量化・長距離化をタイムリーに実現していく必要がある。

そのためには

① 現用の光伝送系を活用し、より大容量化するための実用化技術の継続的な開発

② 革新的な大容量化を実現する基礎的・長期的研究開発

を並行して行うことが必要である。

①は、比較的近未来のトラフィックの増大に対応することを目的としており、既に敷設した光ファイバをそのまま活用することを前提とした大容量化技術の開発である。新規の敷設等を行わないため、企業にとっては設備投資額を圧縮でき、ユーザにとっては利用中のサービスの長期中断等のリスクを回避できるメリットがある。具体的には、伝送システム機能の向上や無線技術の応用による周波数有効利用技術の開発がある。

②は、より先の将来のトラフィックの更なる増大に対応するための革新的な大容量化・長距離化の技術開発である。このような技術は一朝一夕には実現ならず、その開発は基礎研究から長期的に早期より取り組む必要がある。また基礎研究からは原理にまつわり影響力の極めて大きな基本特許が生み出される可能性も秘めている。具体的には 5,000 波を超える超波長多重技術、高い変調効率を得るための変復調技術、光波レベルの信号処理技術などが挙げられる。

今回の調査対象期間においても、光多重化に関しては、日本 2,245 件(49%)、米国 912 件（20%)、欧州 760 件（17%）（図 2-3-7)、また光変復調・符号化に関しては、日本 597 件（37%)、米国 475 件（29%)、欧州 275 件（17%)（図 2-3-7）と、特許出願件数も他国をリードしており、大容量化のコア技術となる光多重化、光変復調・符号化に関して初期の段階から世界を先導する技術を蓄積してきていると考えられる。これらを核に戦略的視点に立って、現状の延長線上にはない革新的な技術を含む幹線系・アクセス系の大容量化・長距離化に向けた開発研究に取り組むことが重要である。

提言 2：日本の技術をより多く国際標準に組み込みつつ、光伝送システムの進展・普及に寄与する

(1)　デジュール標準と、デファクト標準との連携を指向した標準化

(2)　ユビキタスを指向した光無線の融合等の未開拓領域での標準化

国際標準化は、世界規模で拡大している光伝送システムで、より大きい国際市場形成や新しい市場創出のために行われる。この国際標準に、より多くの日本技術を組み込むことは、日本企業の国際市場の中での競争力向上に寄与する。また同時に、国際的な日本の地位向上につながることにもなる。より一層の国際標準化活動への関与が重要である。

(1)　デジュール標準とデファクト標準との連携を指向した標準化

日本はデジュール標準を策定する ITU-T（B-PON、G-PON 等）に関しては、これまで勧告書策定に参画し、先導的役割を発揮してきている（図 2-7-2)。しかしデファクト標準を策定する IEEE（GE-PON 等)、IETF(GMPLS 等)や各種フォーラムに関しては、米国、欧州が主体で、日本からの貢献は十分ではないと推察される。デジュール標準に加えてデファクト標準への積極的な働きかけが必要である。

近年、国際標準規格は、デファクト標準を部分的に取り入れる傾向が強まっている。そのためデファクト標準にまず日本の先行的な技術を組み込むことを目指し、そのため技術提案や、その提案した技術の有効性や市場性の実証などのフォーラム活動への積極的な活動を行うことが望まれる。さらに、デファクト標準に連携させてデジュール標準にて関連提案等の活動を行い、その結果デジュール標準に日本の技術を組み込むといった寄与プロセスも有効であると思われる。

また、光伝送システム（デジュール標準）とレイヤ 2 ネットワーキング技術（デファクト標準）とを連携させることで、より効率的な光ネットワークを実現するようなことも考えられる。

(2)　ユビキタスを指向した光無線の融合等の未開拓領域での標準化

国際標準は、また未開拓分野で策定し、それにより新規市場を創造するといったときにも有効な手段である。このときには、先行的に特許を取得し、取得した企業が積極的に国際標準に自社特許を組み込んでゆくことが行われる。このような未開拓領域は、大手企業のみならずベンチャー企業にも事業参入の機会がある分野である。

光伝送システムでは、ユビキタス・アクセスフリーのキーとなる光無線融合技術分野が有望で、たとえば無線を含む多様な端末とのインタフェースなどが考えられる。

光無線融合技術分野では、特許出願件数は、日本 180 件(49%)、米国 67 件（18%)、欧州 50 件（14%)、韓国 50 件（14%)、中国 14 件(4%)と日本が優勢である（図 2-4-3)。その中でも可視光ワイヤレス技術は、特許出願件数がまだ少なく黎明期にあるとともに、全特許出願件数の 60%を日本が占め、大きく他国を引き離している領域である（図 2-4-3)。このような領域で、ベンチャー企業が特許を取得し、さらには国際標準化に向けて積極的に活動していくことが望まれる。

提言 3：未踏破領域を含む、波及効果の大きい革新的技術に積極的に挑戦し、日本の光伝送システム技術の先行性を維持する

(1) 高速領域で低エネルギーで動作する光キーデバイス等、低消費電力化のための基礎技術研究開発

(2) フォトニック・ネットワークの実現に向けた研究開発の推進

情報伝送システムは、国、社会、産業の基幹インフラとしての役割が今後ますます重要になる。トラフィックは今後も指数関数的に増大を続け、情報爆発を引き起こすことが予想されている（第 4 部第 2 章第 5 節）。さらに、それにともなう情報伝送のための消費電力増大は、温室効果ガスの増大による環境問題にも発展することが予想される。これらに対応するには従来技術の延長では困難であり、革新的技術の開発を目指した長期的研究開発を現段階から行うことが必要である。

また、温室効果ガス排出抑制等の環境問題は、世界規模で対応がなされるべきであるが、産業振興・経済発展を優先せざるを得ない途上国では開発が難しく、機器の省エネ技術で多くのノウハウや長年の蓄積がある日本が率先して挑戦すべき分野である。

(1) 低消費電力化のための基礎技術研究開発

この研究開発には、高速領域で低エネルギー動作する光スイッチ、波長変換、光論理回路等のキーデバイスの実用化、さらには伝送処理機能の集積化等の研究開発が含まれる。低消費電力化については、特許出願の観点からも、日本 328 件(59%)、米国 92 件(17%)、欧州 93(17%)と、わが国が出願件数の多数を占めており（図 2-3-2)、日本が長年の技術蓄積を有する強い技術領域といえる。蓄積された技術ノウハウを活用しつつ、革新的技術による大幅な省エネ化を先導的に推進していくことが重要である。ただし、高品質化、低コスト化の特許出願件数に比べると、低消費電力化の特許出願件数は約 1/20 から 1/7 と少なく留まっており（図 2-3-1、図 2-3-2)、今後より一層の注力が望まれる。

(2) フォトニック・ネットワークの実現に向けた研究開発の推進

フォトニック・ネットワークの特許出願件数は、日本 665（36%)、米国 555 件(30%)、欧州 289 件(16%)、(図 2-3-6）(研究論文発表件数は日本 148 件、米国 91 件、欧州 76 件)と、日本が優位な位置にある。フォトニック・ネットワークの実現に向けては、高速省電力光ルータに代表されるハードウェア技術、動的ルーチング、高信頼化のための光ネットワーク運用およびプロテクションなどのネットワーク管理・制御技術、さらには高速領域で低エネルギー動作する光スイッチなどのデバイス技術、と多岐にわたる技術開発が必要となる。その中でも新たな動作原理に基づくキーデバイスの研究開発を推進することは重要である。また、日本の強みである光ネットワークの運用技術、ノウハウの蓄積を活かすとともに更に強化するため、ハードウェア、ネットワーク管理・制御技術、デバイス技術を効率的かつ高信頼性をもって統合可能とするシステムの研究開発の推進も望まれる。