平成１８年度
特許出願技術動向調査報告書

リコンフィギャラブル論理回路
（要約版）

＜目次＞

第１章 技術の概要 1
第２章 特許出願動向 12
第３章 注目研究開発テーマにおける特許出願動向 .. 30
第４章 研究開発動向 37
第５章 市場動向 39
第６章 提言 44

平成１９年５月

特　許　庁

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

第1章 技術の概要
第1節 リコンフィギャラブル論理回路とは

リコンフィギャラブル（再構成可能）論理回路とは、半導体ユーザであるシステム設計者（以下、ユーザと言う）自身の手で、予め用意された専用の開発ツールを使って LSI の内部機能を購入後に再構成できるように設計された論理回路を指している。

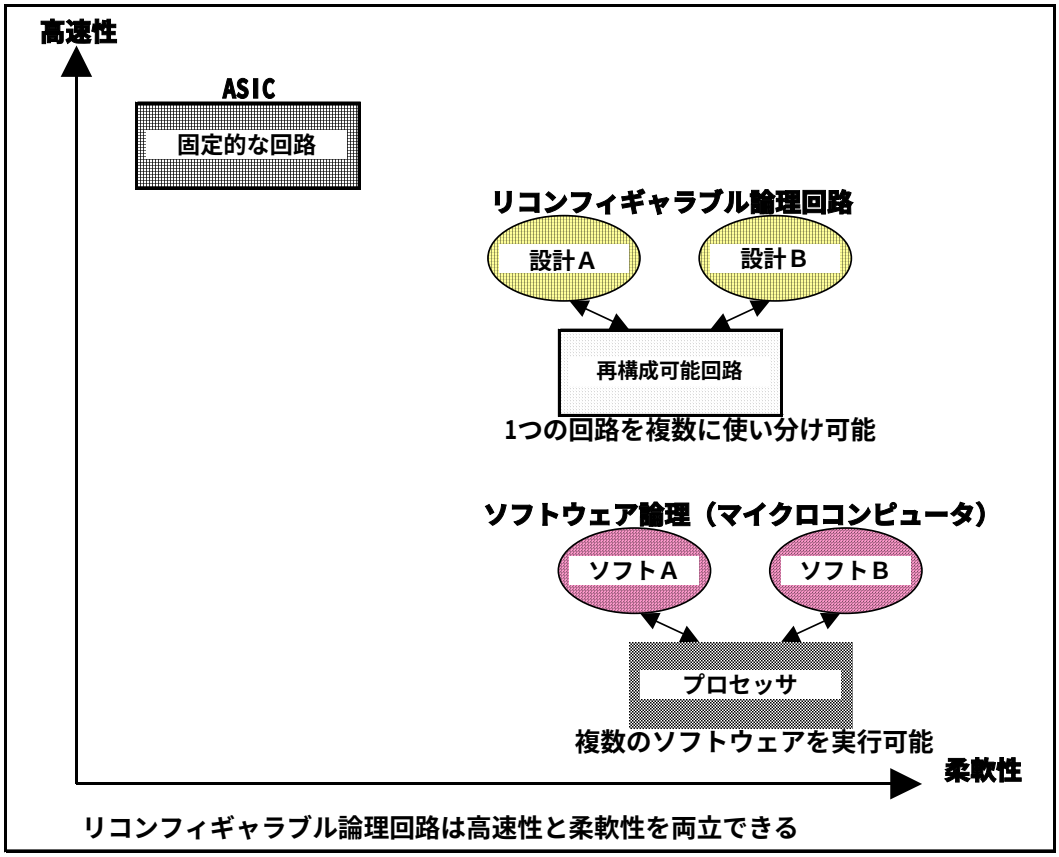
このような論理回路が生まれた要因として、ハードウェア論理の高速動作と、ソフトウェア論理の柔軟性を如何に両立させるかという点がある。

ハードウェア論理の代表である ASIC は、半導体チップ上に多数の素子を集積し、かつての大型コンピュータ並みの大規模回路を容易に実現できるが、製造時に論理機能がチップにハード的に作り込まれているため、ユーザが機能を変更することは困難である。

一方、ソフトウェア論理の代表であるプロセッサ（マイクロプロセッサ）は、ユーザが記述したソフトウェアを解読・実行する仕組みを備えている。ソフトウェアを入れ変えるだけで容易に論理機能を変更できる柔軟性をもつが、一方で実行速度が遅いという欠点がある。

要約図１に、論理回路の高速性と柔軟性の関係を示す。

要約図 1　リコンフィギャラブル論理回路の特徴



リコンフィギャラブル論理回路は、ユーザの設計通りに内部機能を再構成する仕組みを備えた LSI である。再構成されたハードウェアによって、専用に作られた ASIC のような高速性が期待できるうえに、チップ購入後に論理回路を再構成できるという点で、ソフトウェア

論理のような柔軟性を持つ。言い換えれば、リコンフィギャラブル論理回路とは、プロセッサと ASIC の両方の長所を兼ね備えた論理回路ということができる。

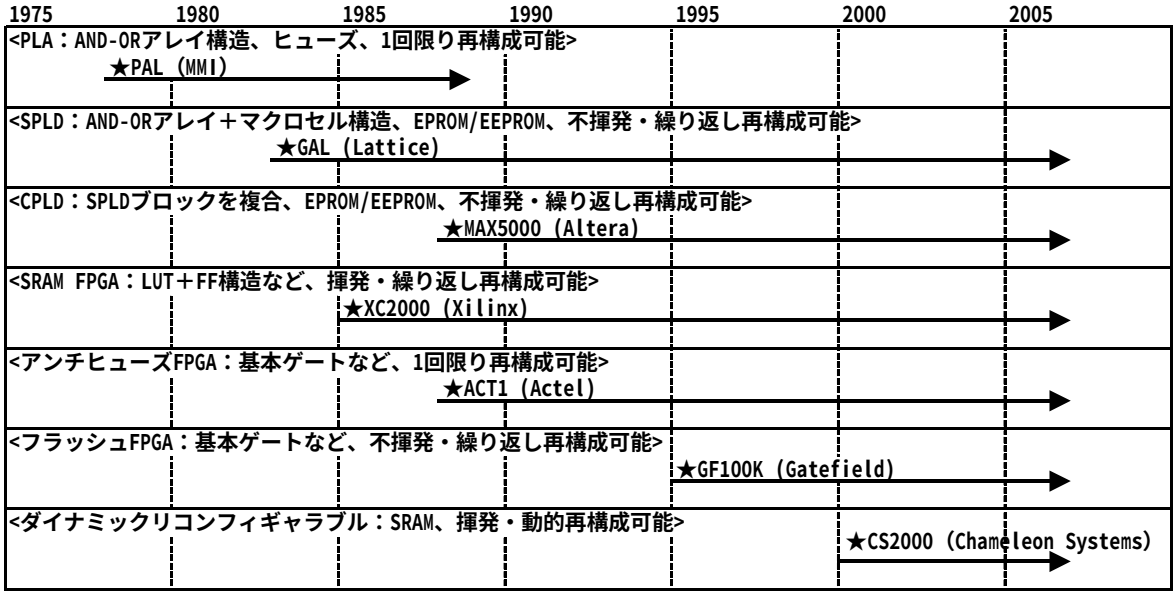
半導体の世界では微細化技術の急速な進展によって、高集積化が進むと同時に SoC（システムオンチップ）化の要求が高まる ASIC の開発は、よりコストと時間を要するようになってきた。しかし、電子機器の商品サイクルは短くなり、多品種少量生産化とともに、TAT（ターンアラウンドタイム）の短縮への要求も高まってきている。加えて、ユビキタス社会の実現に向けて、通信やマルチメディア技術が飛躍的に進歩してきており、それら規格の変更や複数規格への対応能力など、機能の追加や変更ができるという柔軟性を求めるニーズは膨らむ一方である。

いわばリコンフィギャラブル論理回路に有利な環境が生まれる中、リコンフィギャラブル論理回路の世界では、近年、ダイナミックリコンフィギャラブル（動的再構成可能）論理回路という技術が注目を浴びるようになってきている。同技術の特徴は、従来のリコンフィギャラブル論理回路技術と比べてきわめて高い柔軟性と高速性を両立できる点にある。しかもその製品化においては、日本企業が先んじて市場投入の段階に進んでいるという、注目すべき状況がうまれている。

本調査では、このダイナミックリコンフィギャラブル論理回路に注目し、リコンフィギャラブル論理回路をめぐる特許出願と研究開発、市場動向について調査をおこなっている。

リコンフィギャラブル論理回路として最初のものは、1970 年代後半に登場した PLA で、そこから SPLD、CPLD、FPGA などに発展してきた。FPGA は、回路情報を記憶する記憶素子の違いによって、SRAM FPGA、アンチヒューズ FPGA、フラッシュ FPGA に分類される。さらに、最も新しく登場したのがダイナミックリコンフィギャラブル論理回路である。要約図 2 に、これらの分類ごとに見た代表的な製品の登場時期を示す。

要約図 2　代表的な製品の登場時期



次に、リコンフィギャラブル論理回路の分類について解説を加える。リコンフィギャラブル論理回路の仕組みはいくつかの方式に分類されるが、その分類は論理機能を実現するための基本論理素子の構成、設計情報を保持するための記憶素子の種類、再構成方法などのもつ

特徴という三つの組合せで決まることが多い。

代表的なリコンフィギャラブル論理回路の分類とその特徴を要約表１に示す。

要約表 1　リコンフィギャラブル論理回路の分類

分類		記憶素子	基本論理素子	特徴	製品例
AND-ORアレイ構造のアーキテクチャ					
	PLA	ヒューズ	AND-ORアレイ	最初のリコンフィギャラブル製品 1回限り再構成可能	FPLA(Signetics) PAL（MMI）
	SPLD	EPROM、EEPROM フラッシュ	AND-ORアレイ ＋マクロセル	PLAの改良、発展型 繰り返し再構成可能、不揮発性	GAL（Lattice） EPLD（Altera）
	CPLD	EPROM、EEPROM フラッシュ	SPLDブロック	複数のSPLDを集積 AND-ORアレイ構造で最も大規模	MACH（AMD） MAX（Altera）
ファイングレイン（細粒度）のアーキテクチャ					
	FPGA	SRAM	LUT＋FFなど	新しい論理素子構成（細粒度） 繰り返し再構成可能、揮発性	LCA、Vertex（Xilinx） FLEX、Stratix（Altera）
		アンチヒューズ	基本ゲートなど	超細粒度の論理素子構成 1回限り再構成可能	ACT（Actel） pASIC（Quicklogic）
		フラッシュ	基本ゲートなど	超細粒度の論理素子構成 繰り返し再構成可能、不揮発性	GF100K（Gatefield） ProASIC（Actel）
ダイナミックリコンフィギャラブル（動的再構成可能）のアーキテクチャ					
	DRC RCP DRP （注）	SRAM	LUT、ALUなど各種	細粒度から粗粒度までさまざま プロセッサ製品が多い 動的再構成可能、揮発性	PACT XPP（PACT） CS2000（Chameleon Systems） CALISTO（Silicon Spice） DAPDNA（アイピーフレックス）

注：まだ新しい技術のため、このところの呼び名は定まっておらず、複数の呼び名が存在する。
DRC はダイナミックリコンフィギャラブル、RCP はリコンフィギャラブルプロセッサ、
DRP はダイナミックリコンフィギャラブルプロセッサの略。

要約表１のうち、PLA（プログラマブルロジックアレイ）、SPLD（シンプルプログラマブルロジックデバイス）、CPLD（コンプレックスプログラマブルロジックデバイス）は、AND-OR アレイ（積和形、プロダクトタームとも呼ばれる）構造を基本として発展したものである。

FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）は、LUT（ルックアップテーブル）や基本ゲートなどの基本論理素子のブロックを多数集積したもので、代表的な ASIC であるゲートアレイに似た論理設計ができるので、フィールド（現場）でプログラム可能なゲートアレイすなわち FPGA と総称されている。ただし、同じ FPGA とは言っても、記憶素子の違いからくる再構成方法の特徴の違いが大きい。

この AND-OR アレイ構造のアーキテクチャとファイングレインのアーキテクチャ（FPGA）の２つが従来のリコンフィギャラブル論理回路の製品群を占めている。

一方、本調査で注目しているダイナミックリコンフィギャラブル論理回路は、要約表１に挙げた３つのアーキテクチャのうち最も新しく開発された技術で、1 個の論理回路を動的に再構成しながら何通りにも使い分けられるという点で、従来のリコンフィギャラブル論理回路とは大きな違いをもっている。

動的再構成を可能にするために、高速に書換え可能で、かつ書換え回数に制限のない SRAM を記憶素子として用いている。基本論理素子はさまざまなアーキテクチャが使われている。プロセッサとして開発されるものも多く、それらは RCP(リコンフィギャラブルプロセッサ)、DRP（ダイナミックリコンフィギャラブルプロセッサ）とも呼ばれている。

この分野は新しく登場した技術であり、未だアーキテクチャも定まっておらず、呼び名も完全に定着しているわけではないが、その高速性と柔軟性の高さから近年注目を集めている。

リコンフィギャラブル論理回路の用語解説

リコンフィギャラブル論理回路に関連する用語について、簡単に説明する。

◆PLA（プログラマブル・ロジック・アレイ）

PLA は、AND-OR アレイの構造を利用して任意の組合せ論理を実現可能にしたリコンフィギャラブル論理回路である。

◆PLD（プログラマブル・ロジック・デバイス）

PLD は、AND-OR アレイや LUT の構造を利用して実現されているリコンフィギャラブル論理回路の総称である。

＊SPLD（シンプル・プログラマブル・ロジック・デバイス）

SPLD は、PLA の改良型。AND-OR アレイとマクロセル（高機能の論理回路ブロック）を組合せたリコンフィギャラブル論理回路である。

＊CPLD（コンプレックス・プログラマブル・ロジック・デバイス）

CPLD は、SPLD に相当する機能ブロックを複数個内蔵し、SPLD ブロック間を任意に配線できるように作られたリコンフィギャラブル論理回路である。

◆FPGA（フィールド・プラグラマブル・ゲートアレイ）

FPGA は、大規模 PLD（プログラマブル・ロジック・デバイス）である。数千ゲートから数十万ゲートまで製品化されている。ユーザが開発現場（フィールド）で論理回路を再構成できる（プログラマブル）という意味で FPGA と呼ばれる。

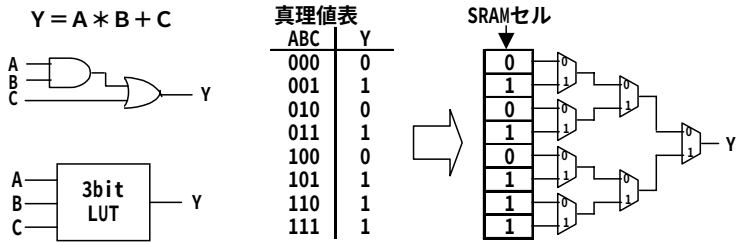
◆LUT（ルック・アップ・テーブル）

LUT（ルックアップテーブル）は、直訳すると「参照表」という意味をもつ。組合せ論理では、複数の入力の値がどのような組合せになっているかに従って、出力の値が決定される。したがって、あらゆる組合せ論理は、入力の値がこの組合せなら出力はこの値、というように、すべての入力の組合せに対して、その時の出力を対応させた一覧表によって定義できる。LUT は、半導体ユーザが自由に書換えられる一覧表を、簡単な回路で実現したものと言える。Xilinx 社が FPGA の基本セルとして最初に LUT を採用した。

LUT は複数の入力と 1 つの出力をもつ小規模な組合せ論理である。個々の LUT について、入力の組合せとそれに対応する出力を定義できる。例えば、3 入力、1 出力の LUT を用いると、256 通りの論理機能の一つを選択して実装できる（要約図 3）。

LUT の利点は、1 種類の基本セルを用いて、複雑な配線のつなぎ変えなしに、多数の論理機能を柔軟に実装できることである。AND や OR などの基本セルを用いても任意の論理機能を実装できるが、論理機能を定義するのに多数の配線のつなぎ変えが必要になる。LUT では、SRAM に記憶したデータを書換えるだけで論理機能を変更できる。

要約図 3　LUT



注：図には 3 入力 LUT を示したが、実際の FPGA 製品では 4～5 入力の LUT が主に使われている。

◆リコンフィギャラブル

コンフィギュアは「形作る」、「構成する」という意味。リコンフィギャラブルで「再構成可能」という意味になる。

エレクトロニクス分野では、論理 LSI の内部機能を再構成可能にしたリコンフィギャラブル論理回路、無線用 IC の内部機能を再構成可能にしたリコンフィギャラブル RF の二つが知られている。本調査では、このうちのリコンフィギャラブル論理回路を調査対象としている。

◆再構成

リコンフィギャラブル論理回路における、「再構成」は、あらかじめ内部に作りこまれた多数のスイッチの間を、ユーザが後から自由に配線し直すことであり、任意の論理機能を実現可能としている。

基板レベルの電子回路では、スイッチの端子間を電線で自由に配線できるが、LSI 内部ではこのような配線作業はできない。そのため、リコンフィギャラブル論理回路には、論理機能を実行するための第一のスイッチだけでなく、第一のスイッチ間の配線をつなぎ変えるための第二のスイッチと、第二のスイッチをオンにするかオフにするかを記憶させておく記憶素子も多数作りこんでおく必要がある(この点で、リコンフィギャラブル論理回路は、第一のスイッチだけで実現できる固定論理機能の LSI より面積効率が低下する)。

ユーザがリコンフィギャラブル論理回路を再構成する、というのは、この記憶素子に所定の配線データを書込んで、第二のスイッチの状態を決定し、それによって第一のスイッチ間の配線を決定することである。

記憶素子に配線データを書込んで第二のスイッチの状態を決定すれば、第一のスイッチ間の配線が確定するので、リコンフィギャラブル論理回路は固定論理機能の LSI と同様に動作する。

◆動的再構成

現在利用されているリコンフィギャラブル論理回路の製品の大部分は、LSI の動作開始前に再構成を行い、内部の論理機能を固定して動作させることを前提としている。

それに対して、ダイナミックリコンフィギャラブル（動的再構成可能）論理回路は、動作させたまま、その論理機能の一部を高速に再構成できることを特徴とする。

すなわち、動作しながら論理機能を自由に書換えられる LSI であり、1 個の LSI でありながら必要に応じてさまざまに変身できる柔軟な LSI である。

◆記憶素子の種類とその特徴

配線データを記憶させておくための記憶素子として、いくつかの種類のものが使われている。その種類と特徴を合わせて紹介する。

1）ヒューズ：

最初は接続されているが、大きな電流を流すと溶けて切断される。配線をつなぎ変えるスイッチと、記憶素子の機能を兼ねる。構造が簡単なので、ごく初期のリコンフィギャラブル論理回路に使われていた。1 回切断したらつなぎ直せないので、再構成は 1 回しかできない。

2）アンチヒューズ：

最初は絶縁されているが、高い電圧をかけると絶縁層が破壊されて接続される。ヒューズと逆の働きなのでアンチヒューズと呼ばれる。これも再構成は 1 回しかできないが、配線をつなぎ変えるスイッチと記憶素子の機能を兼ねており、きわめて微細に作れるので、現在でも FPGA 製品に利用されている。

3）EEPROM、フラッシュメモリ：

EEPROM は電気的に消去･書換え可能なリードオンリメモリ(読出し専用記憶素子)である。いったん書込んだデータは、回路の電源を切っても保持されている。この性質を不揮発性という。使いやすいが、素子のサイズが大きく、コストも比較的高い。

フラッシュメモリは EEPROM の一種だが、内部構造を簡単化して特に大容量・低コストを実現したもので、メモリカードや USB メモリに大量に使用されている。また、一部の FPGA 製品がフラッシュメモリを利用している。

4）SRAM：

SRAM は読出し/書込みが自由にできるランダムアクセスメモリ（多数の記憶場所をもち、すべての記憶場所を自由に選択できる記憶素子）である。読出しも書込みも高速にできるが、回路の電源を切ると書込んだデータは消えてしまう。この性質を揮発性という。その点は不便だが、読出し/書込みが自由かつ高速にできるので、FPGA 製品では最も多く用いられている。

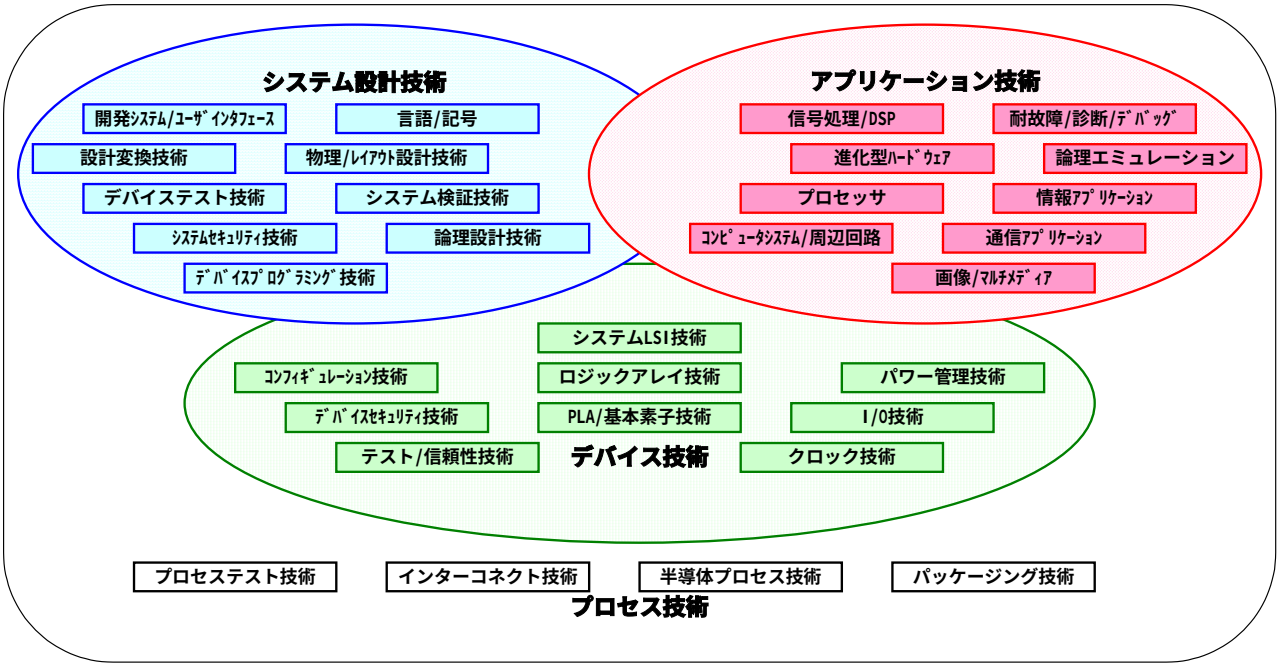
第2節 技術俯瞰

リコンフィギャラブル論理回路は、半導体微細加工技術（プロセス技術）の進化によって登場した大規模・高速 LSI の上に、革新的なアーキテクチャやそれに適合した回路技術の開発（デバイス技術）によって実現されている。リコンフィギャラブル論理回路はフィールド（現場）で設計・プログラミングすることによって任意の機能を実現するものであり、その利用にはアーキテクチャと機能を最適化する設計技術(システム設計技術)が不可欠である。

こうした、リコンフィギャラブル論理回路の製品化に必要な三つの基礎技術（プロセス技術、デバイス技術、システム設計技術）の進歩の上に、近年、通信処理、情報処理、画像/マルチメディア処理などの応用技術（アプリケーション技術）が発展し、さらにアプリケーションに適応した新しいリコンフィギャラブル論理回路や設計技術も登場するなど、応用領域が急速に拡大している。

これらを踏まえて、リコンフィギャラブル論理回路技術全体に対して系統的な分類を行った技術俯瞰図を要約図 4 に示す。

要約図 4　技術俯瞰図



なお、要約表 2 では、たとえば「A.プロセス技術」が技術区分を、「A1.半導体プロセス技術」が中分類、「A101.DRAM プロセス」が要素技術を示している。また、分類によっては、技術の内容に従い中分類までで要素技術の階層がないものもある。

要約表 2　技術区分要素技術一覧

技術区分要素技術	技術の説明、例など
Aプロセス技術	
A1.半導体プロセス技術	
A101.DRAMプロセス	DRAM固有のプロセス、トレンチなど
A102.ロジックプロセス	CMOSロジックプロセス、CMOS SRAMプロセス
A103.不揮発プロセス（EEPROM/ﾌﾗｯｼｭ/FeRAM/MRAM）	フローティングゲートなど
A104.その他特殊プロセス	GaAs、SiGe、光半導体など
A199.半導体プロセスその他	
A2.インターコネクト技術	
A201.配線/コンタクト	多層配線プロセス、ビア形成など
A202.スイッチ素子	MOSスイッチなど
A203.ヒューズ素子	ポリシリコン、アルミなど
A204.アンチヒューズ素子	MIMアンチヒューズなど
A299.インターコネクトその他	
A3.パッケージング技術	
A301.シングルチップパッケージ	LSIパッケージ、リードフレームなど
A302.マルチチップパッケージ	ハイブリッド、モジュールなど
A303.SiP	特にSystem In Packageに特化したもの
A399.パッケージングその他	
A4.プロセステスト技術	
A401.測定/テスト技術	In-Situ測定、製造検査など
A402.プロセス管理技術（ﾄﾚｰｻﾋﾞﾘﾃｨ/短納期化/ｲｰﾙﾄﾞ）	トレーサビリティ管理など
A999.プロセスその他	
Bデバイス技術	
B1.PLA/基本素子技術	
B101.基本論理ブロックアーキテクチャ	PLA、LUT、ExORなど
B102.センスアンプ	メモリ、PLAのセンスアンプ
B103.出力マクロセル	PLAの出力可変論理ブロック
B104.プログラマブル遅延	プログラマブル遅延素子
B105.ファンクションジェネレータ、ステートマシン	各種の機能ブロック
B106.揮発記憶素子（DRAM/SRAM）	DRAM、SRAMなど
B107.光メモリ	ホログラムメモリなど
B108.不揮発記憶素子（EEPROM/ﾌﾗｯｼｭ/FeRAM/MRAM）	FeRAM、MRAM、フラッシュ、EEPROMなど
B109.ヒューズ/アンチヒューズ素子	ヒューズメモリ、アンチヒューズメモリなど
B110.高速ロジック素子(ECL/BiCMOS/SiGe)	ECL、BiCMOS、SiGEなど
B199.PLA/基本素子その他	
B2.ロジックアレイ技術	
B201.FPGAアーキテクチャ	LUTまたは基本ゲートベースのアーキテクチャ
B202.CPLDアーキテクチャ	PLDブロックを複合したアーキテクチャ
B203.スイッチアレイ/スイッチマトリクス	クロスポイントスイッチなど
B204.インターコネクト(階層化/リピータ)	ブロック間配線アーキテクチャ
B205.ヘテロPLD（ファイン/コース、揮発/不揮発	異種PLDを複合したアーキテクチャ
B206.超ファイングレイン（タイルアレイ）	トランジスタベースのアーキテクチャ
B207.コースグレイン（ALUアレイ）	高機能ブロックを複合したアーキテクチャ
B299.ロジックアレイその他	
B3.システムLSI技術	
B301.PLDコア on ASIC（SoC）	PLD/FPGA IPを組み込んだシステムアーキテクチャ
B302.標準CPU＋周辺PLD	標準CPUとPLDブロックを複合したアーキテクチャ
B303.CPUコア on 大規模PLD（SoPC）	PLD/FPGAにCPU IPを搭載したシステムアーキテクチャ
B304.リコンフィギャラブルプロセッサ	プロセッサの再構成ができるシステムアーキテクチャ
B305.エンベデッドRAM	システム組み込みメモリ
B306.複合デバイス(PLD+ASSP/PLD+ASIC)	再構成可能論理と固定論理の組み合わせ
B307.マルチコア/並列アーキテクチャ	複数プロセッサを並列化したアーキテクチャ
B308.プログラマブルDSP	DSPを再構成可能としたアーキテクチャ
B309.アナログPLD/混載PLD	再構成可能なアナログ機能をもつアーキテクチャ
B399.システムLSIその他	
B4.コンフィギュレーション技術	
B401.外部メモリからコンフィギュレーション	コンフィギュレーションメモリとのI/Fなど
B402.インシステムリコンフィギャラブル	JTAGなど
B403.ネットワークリコンフィギャラブル	システム稼動中の再構成、遠隔再構成など
B404.ダイナミック/パーシャルリコンフィギャラブル	デバイス稼動中の部分再構成、動的再構成など
B405.ワンクロックリコンフィギャラブル	動的再構成の高速化
B406.RAMプログラミング	RAMベースPLDの再構成方法
B407.ROMプログラミング	ROMベースPLDの再構成方法
B408.ヒューズ/アンチヒューズプログラミング	ヒューズ/アンチヒューズPLDの再構成方法
B409.機能読み出し/複製	デバイスからの構成情報の読み出しなど
B499.コンフィギュレーションその他	

	B5.I/O技術	
	B501.デバイスI/O回路	デバイスの入出力回路
	B502.内部インタフェース回路	デバイス内部の各種インタフェース回路
	B503.I/Oブロックインターコネクト	デバイスのI/Oブロック間接続回路
	B599.I/Oその他	
	B6.クロック技術	
	B601.クロック技術(ﾀｲﾐﾝｸﾞ制御/ﾃﾞｨｽﾄﾘﾋﾞｭｰｼｮﾝ)	クロック回路、分配回路、タイミング制御回路など
	B7.パワー管理技術	
	B701.電圧/電流制御回路	デバイス内部の電圧制御回路、電流制御回路など
	B702.パワー管理/省電力回路	パワー管理回路、省電力回路など
	B703.システムリセット回路	リセット回路、起動/停止制御回路など
	B799.パワー管理その他	
	B8.テスト/信頼性技術	
	B801.テスト/監視回路	セルフテスト回路、BISTなど
	B802.保護回路	過電圧保護回路、過電流保護回路など
	B803.冗長/代替回路	故障部分の代替回路など
	B899.テスト/信頼性その他	
	B9.セキュリティ技術	
	B901.セキュリティ技術	構成情報の保護回路など
	B999.デバイスその他	
Cシステム設計技術		
	C1.論理設計技術	
	C101.システムレベル設計	動作合成、アーキテクチャ合成、HW/SW協調設計など
	C102.RTL設計	論理合成など
	C103.ゲートレベル/タイミング設計	デバイスへのマッピングなど
	C199.論理設計その他	
	C2.物理/レイアウト設計技術	
	C201.パーティショニング/ルーティング	概略配置、配置配線など
	C202.アロケーション/レイアウト	再配置、最適化など
	C299.物理/レイアウト設計その他	
	C3.システム検証技術	
	C301.システム検証技術	シミュレーション、形式的検証など
	C4.デバイスプログラミング技術	
	C401.デバイスプログラミング技術	構成情報のインプリメント、切り替えなど
	C5.開発システム/ユーザインタフェース	
	C501.開発システム/ユーザインタフェース	PLD/FPGA開発システム、GUIなど
	C6.設計変換技術	
	C601.設計変換技術(ASICマイグレーション)	PLD設計-ASIC設計の変換など
	C602.システム最適化技術	システムレベルでの設計評価、最適化など
	C7.言語/記号	
	C701.言語/記号	設計言語、設計シンボルなど
	C8.デバイステスト技術	
	C801.デバイステスト技術	デバイスの検査、セルフテストなどの方法
	C9.セキュリティ技術	
	C901.セキュリティ技術	構成情報の保護設計など
	C999.システム設計その他	
Dアプリケーション技術		
	D1.通信アプリケーション	
	D101.通信アプリケーション	電話網、通信網、IP網のインフラ機器などへの応用
	D2.情報アプリケーション	
	D201.情報アプリケーション	民生情報機器、携帯端末などへの応用
	D3.画像/マルチメディアアプリケーション	
	D301.画像/マルチメディアアプリケーション	画像機器、民生マルチメディア機器などへの応用
	D4.プロセッサ	
	D401.プロセッサ	PLD/FPGAによるボードレベルプロセッサへの応用
	D5.信号処理/DSP	
	D501.信号処理/DSP	ハードウェア信号処理、DSPとの複合などの応用
	D6.コンピュータシステム/周辺回路	
	D601.コンピュータシステム/周辺回路	周辺回路、機能ブロックへの応用
	D602.基板/実装	応用における基板技術、実装技術
	D7.論理エミュレーション	
	D701.論理エミュレーション	エミュレータ、アクセラレータなどへの応用
	D8.耐故障システム、診断、デバッグへの応用	
	D801.耐故障システム、診断、デバッグへの応用	システム自己診断、異常回復などへの応用
	D9.進化型ハードウェア	
	D9.進化型ハードウェア	遺伝的アルゴリズムの実装、自律学習への応用
	D999.アプリケーションその他	

第3節 特許文献収集の方針と手順

1. 調査手順

本報告書の調査対象となる特許文献データの収集方法を要約図5に示す。

特許文献データベースとしては、Derwent 社の WPI（World Patent Index）を使用した。専門家の意見をもとに選定したキーワードと、当該技術が含まれると見られる国際特許分類をもとに、出願日もしくは優先権主張日のうち最も早いもの（本調査では、これを出願日と呼ぶ）が 1993～2005 年の範囲に含まれる WPI ファミリを抽出した。

WPI 検索で抽出した中には非特許文献や実用新案も含まれており、また複数の優先件主張日をもつファミリはその一つが 1993～2005 年の範囲にあればヒットするので、最先のものが 1992 年以前のものも含まれていた。そこで、まずこれらを除去した（ノイズ除去 1)。

さらに、抽出された文献を判読して、同じキーワードを含むためにヒットしたが実際には技術内容が調査範囲外である文献があれば、除去した（ノイズ除去 2)。これによって、調査対象の母集団 6,019 件を確定した。

本調査では、原則として WPI の特許ファミリ（基本出願を元に、同じ内容で複数の国に出願された特許出願をまとめたもの）を単位として分析を行う。したがって、1 件の出願に複数の各国特許出願が含まれている場合がある。ただし、第 2 章第 1 節 1.～4.については、ファミリに含まれる各国特許 10,584 件も調査対象としている。

要約図 5　特許文献収集の流れ

2．調査対象国

本調査では、WPI の収録対象国（および地域）をすべて調査対象とする。その中で欧州各国（および地域）への特許出願をまとめて欧州への特許出願と呼び、日本、米国、欧州の 3 地域に注目して行う分析を 3 極分析と呼ぶ。この場合、出願人国籍についても、欧州各国の出願人をまとめて欧州の出願人と呼ぶ。

なお、欧州の定義は次の通りとする。

◆欧州

検索実行日（2006 年 7 月 25 日）における欧州特許条約加盟国を欧州諸国とする。

具体的には、イギリス、ドイツ、フランス、オランダ、ベルギー、スイス、イタリア、ルクセンブルグ、スウェーデン、オーストリア、リヒテンシュタイン、スペイン、モナコ、ポルトガル、アイルランド、ギリシャ、デンマーク、フィンランド、キプロス、トルコ、ルーマニア、リトアニア、スロベニア、ブルガリア、チェコ、エストニア、ハンガリー、アイスランド、ポーランド、スロヴァキア、ラトビアの 31 ヶ国。

また、欧州への出願とは、この欧州諸国のいずれかまたは欧州特許庁を出願先国とする出願と定義する。

日本、米国、欧州の 3 極にアジア（日本を除く）を加えた 4 地域に注目して行う分析を 4 極分析と呼ぶ。アジア各国（および地域）への特許出願をまとめてアジアへの特許出願と呼び、アジア各国の出願人をまとめてアジアの出願人と呼ぶ。

なお、アジアの定義は次の通りとする。

◆アジア

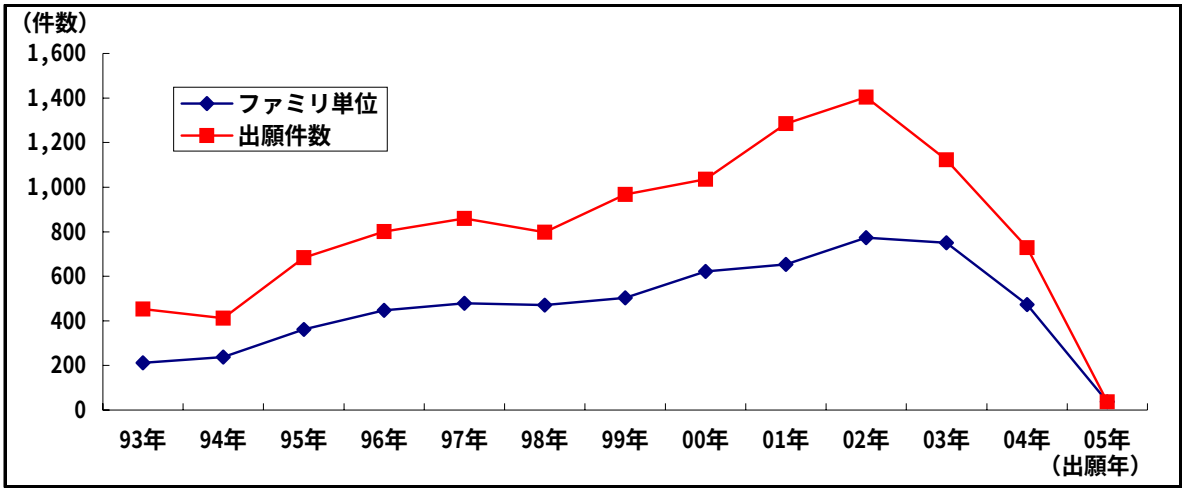
日本を除く東アジア、東南アジア、南アジア諸国で、今回の調査で出願先国または出願人国籍として抽出された諸国。具体的には、中国、インド、韓国、シンガポール、台湾の 5 ヶ国（および地域）が含まれる。

第2章 特許出願動向
第1節 全体動向
1. 出願件数の概要

調査対象 6,019 ファミリに含まれる各国特許の出願件数（各国に出願後、公開または登録された件数）は 10,584 件であった。この 10,584 件の出願年別出願件数推移を要約図 6 に示す。なお、ファミリ単位（6,019 件）での出願年別出願件数推移もあわせて示している。どちらも増加傾向は類似している。

なお、図の見方として、どの図も 2005 年に近づくにつれ件数が減少して見えるが、最近出願されたものはまだ公開あるいは登録されていないものが多いためで、実際の傾向を反映しているものではないという点に注意すべきである。

要約図 6　各国特許およびファミリでの出願年別出願件数推移

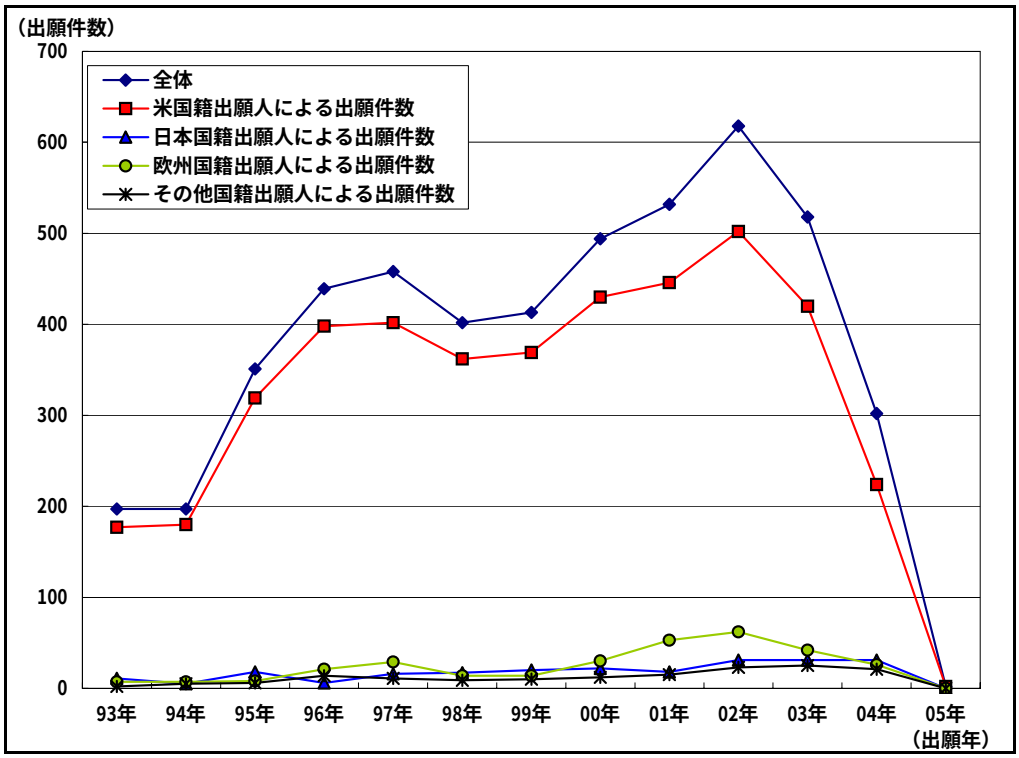


2. 出願先国別出願／登録件数推移

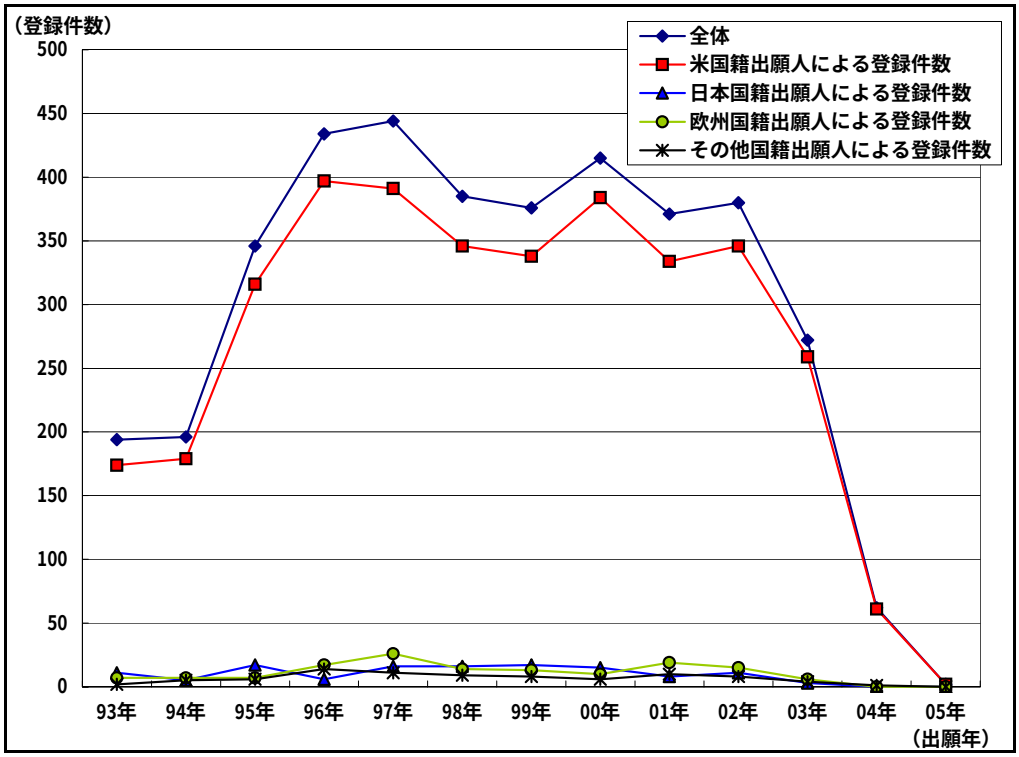
この 10,584 件の特許出願のうち、登録されたものの件数は 5,207 件であり、登録の比率は 49%である。次に、米国、日本、欧州の 3 極について、出願先国別に見た、出願人国籍別の出願件数推移と登録件数推移を示す。

米国を出願先国とする出願人国籍別出願件数推移を要約図 7 に、出願人国籍別登録件数推移を要約図 8 に示す。なお、米国では 2000 年 11 月 28 日以前の出願については、出願制度が導入されていなかったため、登録された特許出願件数しか把握できない点に留意する必要がある。

要約図 7　米国を出願先国とする出願人国籍別出願件数推移

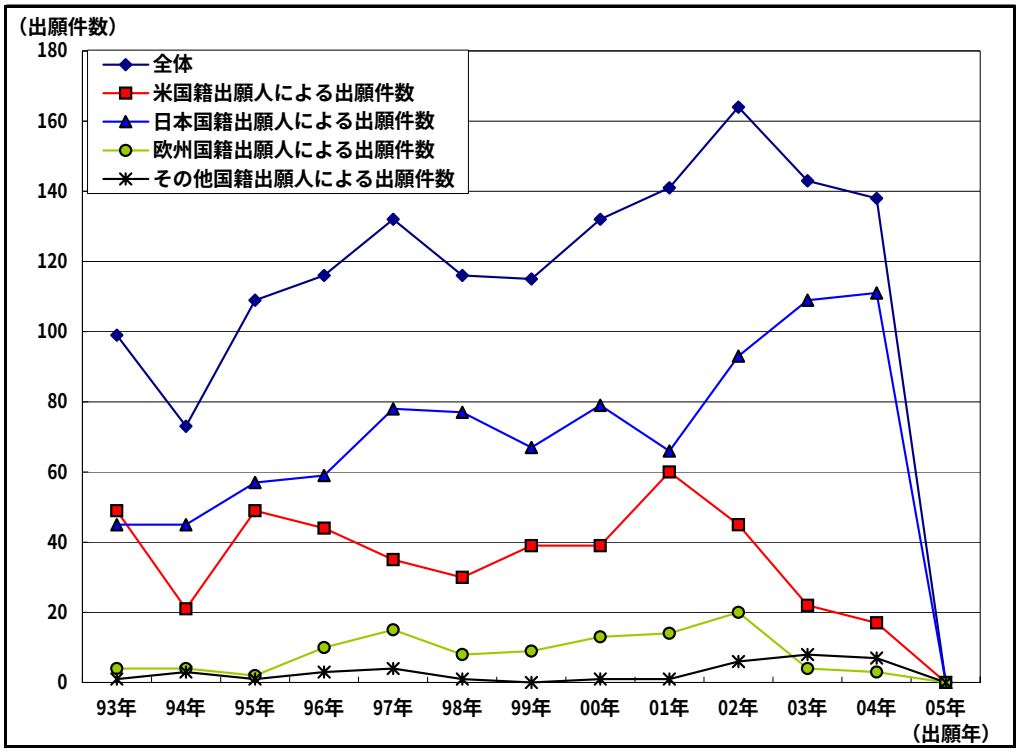


要約図 8　米国を出願先国とする出願人国籍別登録件数推移

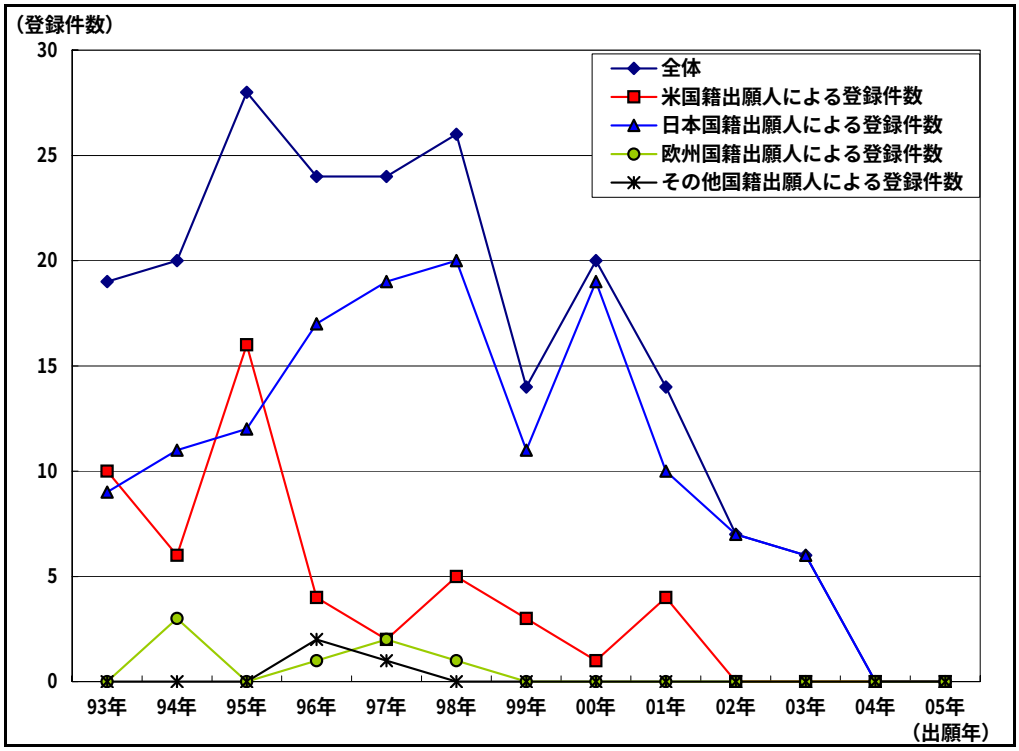


日本を出願先国とする出願人国籍別出願件数推移を要約図 9 に、出願人国籍別登録件数推移を要約図 10 に示す。出願件数はゆるやかに増加していると見られる。

要約図 9　日本を出願先国とする出願人国籍別出願件数推移

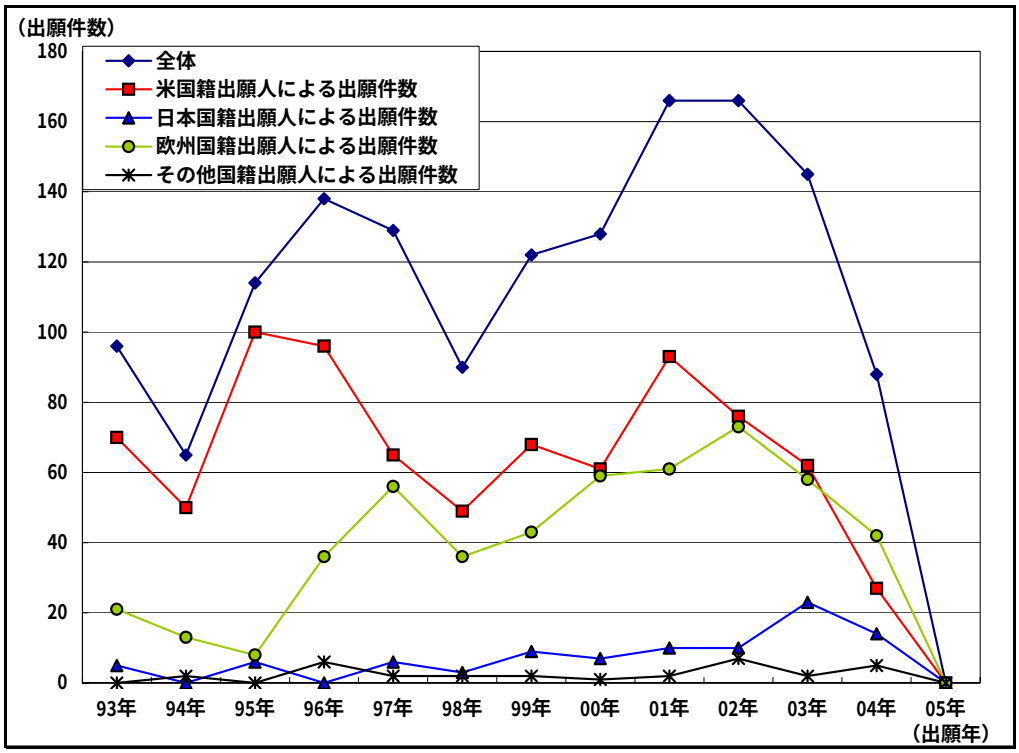


要約図 10　日本を出願先国とする出願人国籍別登録件数推移

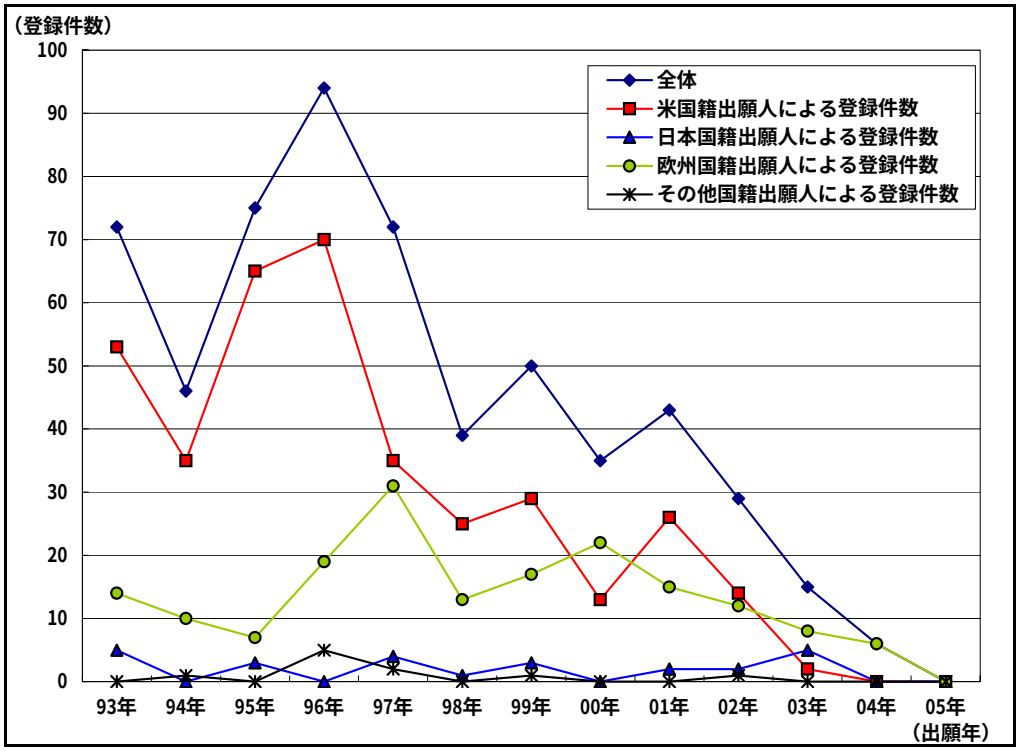


欧州を出願先国とする出願人国籍別出願件数推移を要約図 11 に、出願人国籍別登録件数推移を要約図 12 に示す。

要約図 11　欧州を出願先地域とする出願人国籍別出願件数推移



要約図 12　欧州を出願先地域とする出願人国籍別登録件数推移

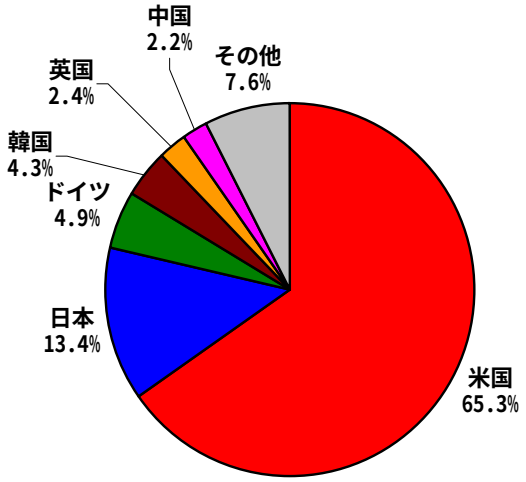


3．出願人国籍別出願／登録件数

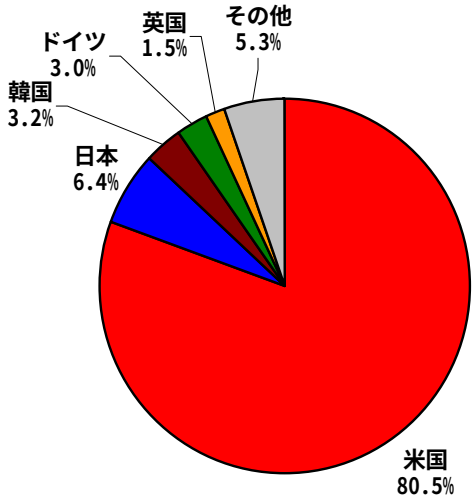
特許出願全体に占める出願人国籍別出願件数構成比を要約図 13 に示す。米国は 6,910 件と圧倒的に多く出願件数全体の 65%を占めている。一方、2 位の日本は 13%に過ぎないものの 3 位以下には大きく差をつけている。

また、要約図 14 に出願人国籍別登録件数構成比を示す。

要約図 13　出願人国籍別出願件数構成比



要約図 14　出願人国籍別登録件数構成比



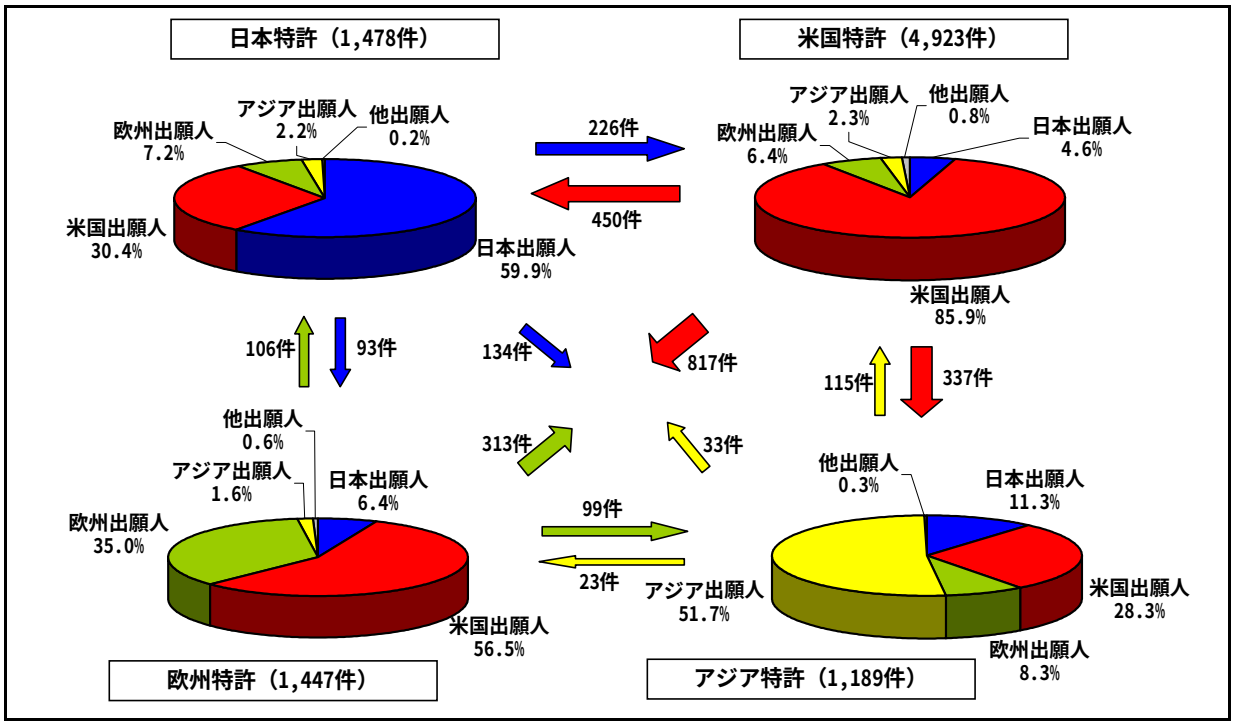
4．4 極の特許収支

各国の特許収支（他国の出願人が当該国に対して行った出願件数と、当該国の出願人が当該国や他国に対して行った出願件数の比較）の状況について分析を行う。

ここでは、米国、日本、欧州（欧州特許庁および欧州特許条約に加盟している各国）、アジア（日本を除くアジア各国）の 4 極に注目して分析をおこなっている。なお、各国特許出願件数の 10,584 件から PCT 国際出願の 985 件を除いた 9,599 件を分析の母集団としている。

4 極間の出願件数で見た特許収支の状況を要約図 15 に示す。4 極の関係で見ると、日本、欧州、アジアとも、米国との間の収支関係が最も大きい。

要約図 15　出願件数による 4 極の特許収支分析（1993 年～2005 年累計）

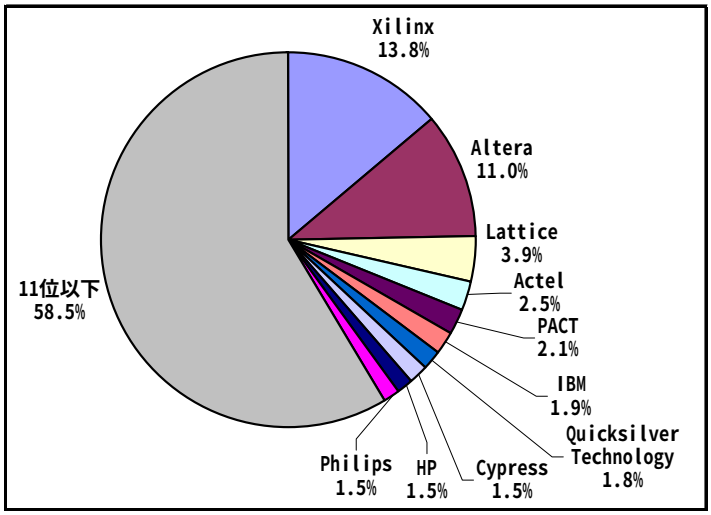


5. 上位出願人

次に、出願人別に見た出願件数構成比を要約図 16 に示す。そのなかでも、大手 FPGA メーカ 4 社は全体の約 3 分の 1 を出願しており、特に上位の Xilinx 社と Altera 社の 2 社だけで約 4 分の 1 を占めている。

10 位までの出願人のうち 8 社は米国出願人で、米国以外の出願人としては 5 位の PACT 社がドイツ、10 位の Philips 社がオランダである。5 位の PACT 社と 7 位の Quicksilver Technology 社はダイナミックリコンフィギャラブル専業のベンチャである。

要約図 16　出願人別出願件数構成比



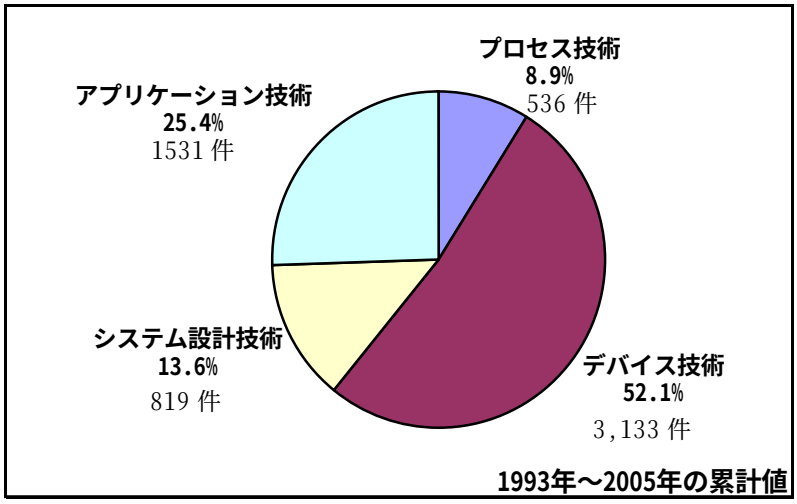
第2節 技術区分別出願動向

リコンフィギャラブル論理回路に関する 6,019 件（特許ファミリベース）の特許出願を、その技術内容によってプロセス技術、デバイス技術、システム設計技術、アプリケーション技術の 4 技術区分に分類した。さらに、要約表 2 に従って詳細な要素技術に分類した(注)。

まず、要約図 17 に技術区分別に見た出願件数構成比を示す。

プロセス技術、デバイス技術、システム設計技術、アプリケーション技術の 4 区分の中で、最も出願件数が多いのはデバイス技術であり、全体の 52%を占める。次いでアプリケーション技術が 25%、システム設計技術が 14%で、最も少ないプロセス技術は 9%となっている。リコンフィギャラブル論理回路技術の中心はデバイス技術と言える。

要約図 17　対象特許の技術区分別出願件数構成比

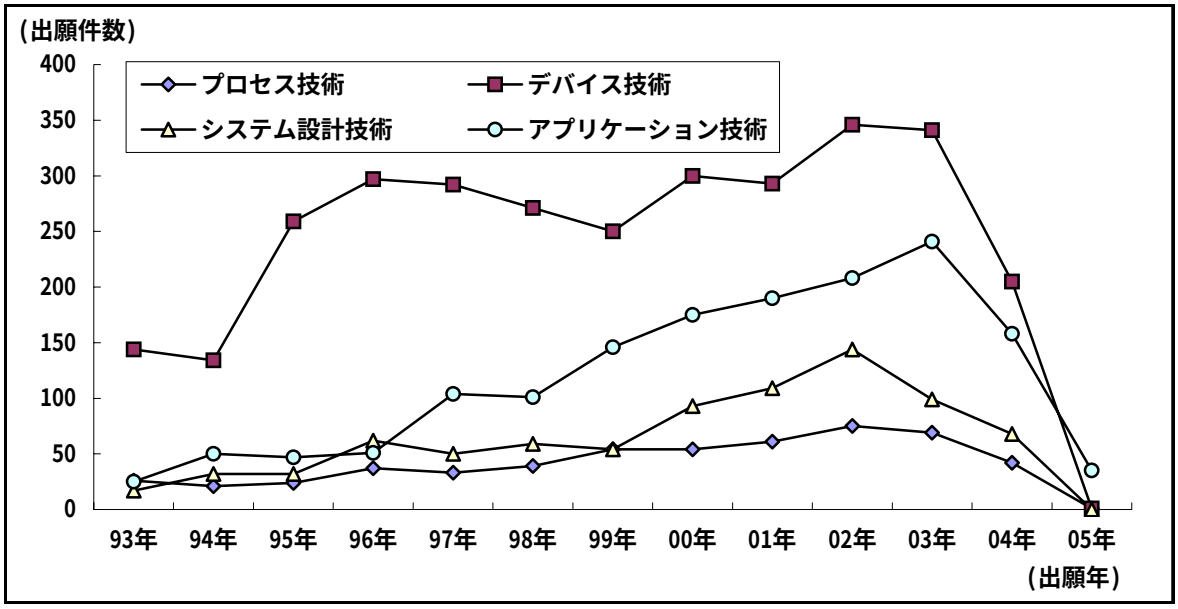


各技術区分別に見た出願年別出願件数推移を要約図 18 に示す。

4 つの技術区分はいずれも全体的に見れば増加傾向である。デバイス技術は全期間を通じて最も件数が多く、1995 年に大きく伸びているが、全体としては比較的ゆるやかな増加傾向である。アプリケーション技術はほぼ全期間にわたって 2 番目に件数が多く、増加傾向も大きい。システム設計技術は 1999 年まではプロセス技術と拮抗していたが、2000 年以降増加して差が開いた。プロセス技術は全体にゆるやかな増加傾向と言える。

注：特許出願の技術内容が複数の要素技術にまたがるものについては、最も関連の深い要素技術区分を区分 1 に、次に関連が深い要素技術区分を区分 2 に分類した。6,019 件のうち、区分 1 のみ（関連する要素技術がひとつのみ）は 5,211 件、区分 2 まで付与されたもの（関連する要素技術がふたつある）が 808 件ある。区分 1 を集計すれば全体件数は 6,019 件（出願件数と同じ）、区分 2 まで集計に含めた区分計では 6,019＋808＝6,827 件（関連する要素技術の延べ数）となる。

要約図 18　技術区分別出願件数推移

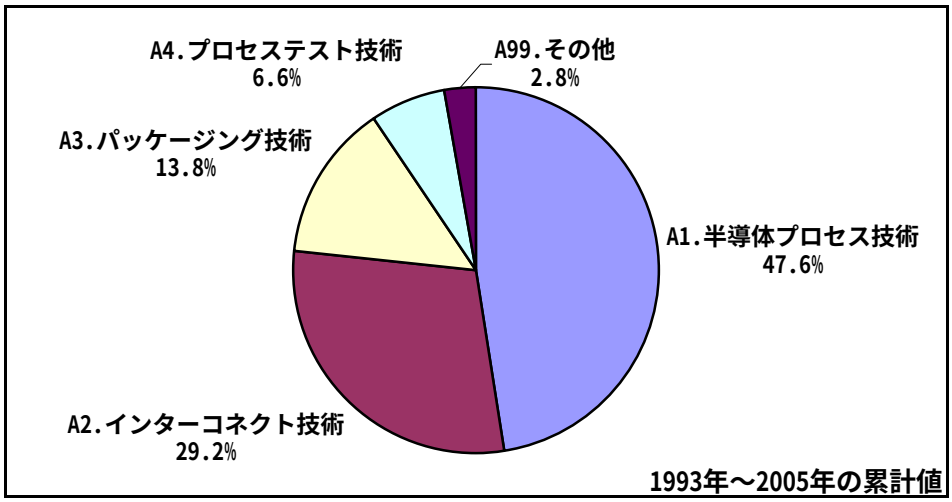


次に、詳細な要素技術別に見た出願件数分布を示す。

プロセス技術の要素技術中分類別の出願件数分布を要約図 19 に示す。

中分類項目で見ると、半導体プロセス技術が 48%で最も多く、次いでインターコネクト技術が 29%、パッケージング技術が 14%、プロセステスト技術が 7%となっている。

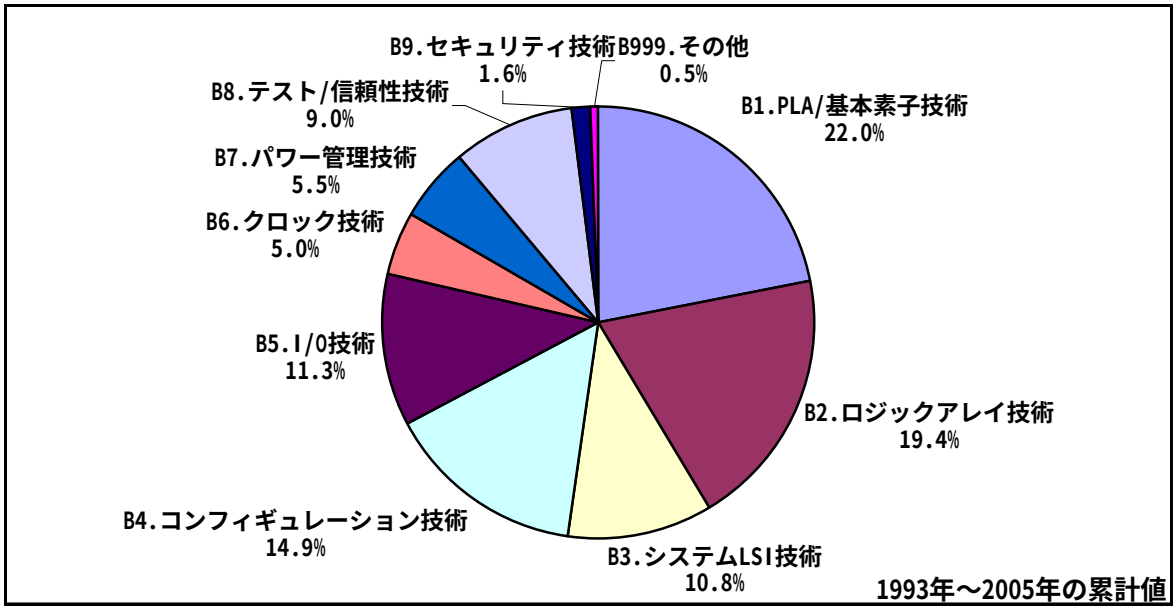
要約図 19　プロセス技術の中分類別出願件数構成比（区分計）



デバイス技術の要素技術中分類別の出願件数分布を要約図 20 に示す。

中分類項目で見ると、PLA/基本素子技術とロジックアレイ技術が 19%で最も件数が多く、次いでコンフィギュレーション技術が 15%、I/O 技術、システム LSI 技術とテスト/信頼性技術がともに 11%となっている。

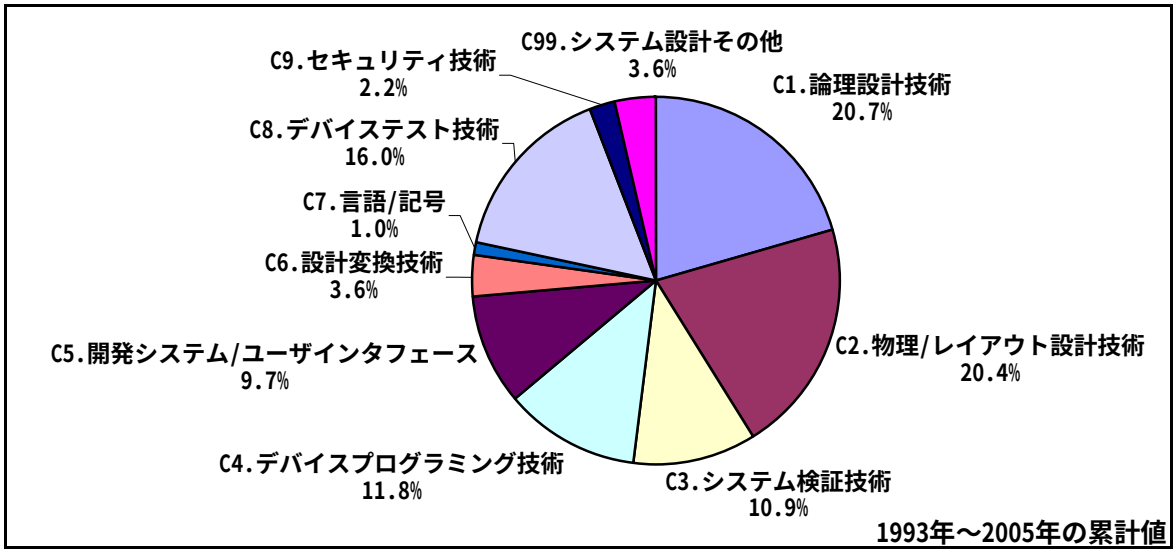
要約図 20　デバイス技術の中分類別出願件数構成比（区分計）



システム設計技術の要素技術中分類別の出願件数分布を要約図 21 に示す。

中分類項目で見ると、論理設計技術と物理/レイアウト設計技術がともに 20%を占め、最も出願件数が多い。次いで、デバイステスト技術が 16%、デバイスプログラミング技術が 12%、システム検証技術が 11%、開発システム/ユーザインタフェースが 10%となっている。

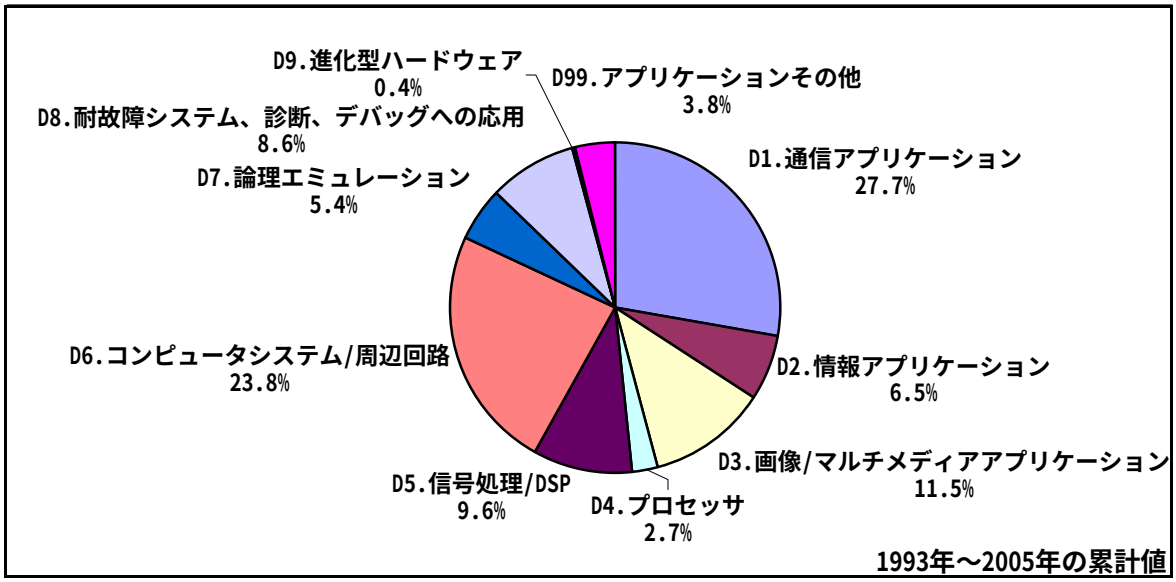
要約図 21　システム設計技術の中分類別出願件数構成比（区分計）



アプリケーション技術の要素技術中分類別の出願件数分布を要約図 22 に示す。

中分類項目で見ると、通信アプリケーションが最も件数が多く 28%を占める。次いで、コンピュータシステム/周辺回路が 24%、画像/マルチメディアアプリケーションが 12%、信号処理/DSP が 10%、耐故障システム/診断/デバッグへの応用が 9%となっている。

要約図 22　アプリケーション技術の中分類別出願件数構成比（区分計）



第3節 出願人別出願動向

出願件数上位 50 位までの出願人および出願件数を要約表 3 に示す。複数の出願人による共同出願は、すべての出願人をカウントした。

最も出願件数が多いのは、大手 FPGA メーカとして知られる Xilinx 社と Altera 社の 2 社であり、大手 FPGA メーカとして知られる Lattice 社、Actel 社も続く。

5 位の Cypress 社は専業ではないが、リコンフィギャラブル事業を継続的に行っている半導体メーカである。6 位の LG Electronics 社以下 15 位の STMicroelectronics 社までは、世界各国の大手電機メーカや大手半導体メーカが続く。

16 位の Quicksilver Technology 社は 1998 年に創業したリコンフィギャラブル専業メーカであるが、すでに 60 件を超える多数の特許出願を行っている。同様の新しい専業メーカとしては、29 位の PACT(38 件)、30 位のアイピーフレックス(36 件)などがある。

17 位以降には、東芝、Intel 社、Hynix 社、Samsung 社など世界各国の大手電機メーカ、大手半導体メーカが並んでいる。

大学・研究機関で最も出願件数が多いのは 46 位の ETRI(19 件)で、次いで 50 位の Qinghua Univ.（17 件）である。

要約表 3　出願人別に見た出願件数上位 50 位（1993 年～2005 年累計）

順位	出願件数	出願人	国籍	備考
1	1,052	Xilinx	米国	
2	717	Altera	米国	
3	230	Lattice	米国	
4	154	Actel	米国	
5	152	Cypress	米国	
6	129	LG Electronics	韓国	
7	107	IBM	米国	
8	85	HP	米国	(→Elixent)
9	84	松下電器産業	日本	
10	80	Micron	米国	
11	77	NEC	日本	
12	74	富士通	日本	
13	68	AMD	米国	(→Lattice)
13	68	日立製作所	日本	
15	67	STMicroelectronics	スイス	
16	66	Quicksilver Technology	米国	業務終了
17	61	東芝	日本	
18	56	Intel	米国	
19	53	Hynix Semiconductor	韓国	
19	53	Samsung Electronics	韓国	
21	52	Agere	米国	(→Lattice)
21	52	日本電信電話	日本	
23	47	QuickLogic	米国	
24	42	Infineon	ドイツ	
24	42	LSI Logic	米国	
26	40	Philips	オランダ	(→Xilinx)
26	40	富士ゼロックス	日本	
28	39	Vantis	米国	→Lattice
29	38	PACT	ドイツ	
30	36	アイピーフレックス	日本	
31	35	ソニー	日本	
32	33	TI	米国	
33	30	三菱電機	日本	
34	28	Siemens	ドイツ	
35	24	Celoxica	英国	
36	23	Freescale	米国	
36	23	Mentor	米国	
36	23	川崎マイクロエレクトロニクス	日本	
39	22	ローム	日本	
40	21	Agilent	米国	
40	21	Huawei Technologies	中国	
40	21	キヤノン	日本	
43	20	Quickturn	米国	→Cadence
43	20	Sun Microsystems	米国	
43	20	Zhongxing Communication	中国	
46	19	Atmel	米国	
46	19	Broadcom	米国	
46	19	ETRI	韓国	
49	18	Qualcomm	米国	
50	17	Qinghua Univ.	中国	
50	17	シャープ	日本	

注：備考の→は会社や事業の移管関係を示す。一部事業のみの売却・独立や、業務終了後の知財の売却は( )付きで示す。

第4節 権利活用の動向

現在の大手 FPGA メーカ 4 社は、いずれも 1980 年代中頃に創業した専業メーカである。Xilinx 社は SRAM FPGA、Altera 社は EPROM SPLD、Lattice 社は EEPROM SPLD、Actel 社はアンチヒューズ FPGA と、それぞれ独自アーキテクチャを指向して研究開発を行うとともに、よく知られた重要特許を出願してきた。要約表 4 に、大手 FPGA メーカ 4 社の基本特許を示す。

その後、Altera 社は 1993 年に独自の SRAM FPGA を開発して FPGA 市場に参入した。また、Lattice 社は 2002 年に Agere 社の FPGA 事業を買収して FPGA 市場に参入した。これによって、現在では 4 社ともに FPGA を主力製品としている。

大手 FPGA メーカ 4 社は、これらの特許をもとに自社で製品化を行うとともに、他社にライセンス供与もしている。要約表 5 に、LUT ベースの SRAM FPGA の製品化とそれに関わるライセンスの事例を示す。

大手 FPGA メーカ間での特許侵害訴訟も知られているが、現在はいずれも和解して相互ライセンスが締結されている。要約表 6 に、大手 FPGA メーカに関わる特許訴訟事例を示す。

要約表 4　大手 FPGA メーカ 4 社の基本特許

社名	創業	基本特許	特許番号	出願日	最先優先日	特許日	権利終了日	引用回数
Xilinx	1984	Freeman 特許	US 4870302	1988/2/19	1984/3/12	1989/9/26	2005/9/26	466
		Freeman 特許（再発行）	US RE34363	1991/6/24	1984/3/12	1993/8/31	2005/9/26	417
Altera	1983	Hartman 特許	US 4609986	1984/6/14	左に同じ	1986/9/2	2002/9/2	278
			US 4617479	1984/5/3	左に同じ	1986/10/14	2002/10/14	297
Lattice	1983	Turner 特許	US 4761768	1985/3/4	左に同じ	1988/8/2	2004/8/2	135
			US 4766569	1986/6/5	1985/3/4	1988/8/23	2004/8/23	104
Actel	1985	ElGamal 特許	US 4758745	1986/9/19	左に同じ	1988/7/19	2004/7/19	361
			US 4873459	1988/5/18	1986/9/19	1989/10/10	2005/10/10	175

注：引用回数は、US Pattent Fulltext で調査した米国特許の明細書における引用回数。2006 年 10 月 1 日調べ。

要約表 5　LUT ベースの SRAM FPGA の製品化事例

時期	社名	概要
1984	Xilinx	世界最初のSRAM FPGA製品を発売
1984	セイコーエプソン	Xilinx社創業時からの製造委託パートナー Xilinx社からライセンス供与を受け受託製造、セカンドソース供給 （現在ではセカンドソース供給は行っていない）
1987	AT&T （現在Lattice）	Xilinx社からライセンス供与を受け受託製造、セカンドソース供給後に、独自製品ORCAシリーズを発売 （現在ではセカンドソース供給は行っていない。ORCAシリーズは、事業を買収したLattice社から発売）
1992	Altera	独自製品FLEXシリーズを発売 Xilinx社は特許侵害で提訴、後に和解してクロスライセンス締結
1998	Vantis （現在Lattice）	AMD社がXilinx社からライセンス供与を受け受託製造 後に、AMD社から独立したVantis社が独自製品VF-1を発表
2001	Actel	Actel社は1988年にアンチヒューズFPGAで参入 Xilinx社は特許侵害で提訴、後に和解してクロスライセンス締結 （Xilinx社ではアンチヒューズFPGA製品を発表したが販売を中止） 2001年にASIC用FPGAコアVariCoreを発表
2002	IBM	2000年からPowerPCコアをXilinx社にライセンス供与 2002年にはXilinx社からライセンス供与を受け受託製造 2002年からはIBM社ASIC製品向けにXilinx社がFPGAコアをライセンス

参考資料：各社ニュースリリース、各社 Web サイトの情報を元に作成

要約表 6　大手 FPGA メーカに関わる特許訴訟事例

対象特許	提訴年	提訴人	被訴人	概要
US 4124899 (MMI)	1986	MMI (Lattice)	Altera	MMI社がAltera社SPLD製品を特許侵害で提訴 → 和解後クロスライセンス締結
US 4124899 (MMI)	1986	MMI (Lattice)	Lattice	MMI社がLattice社SPLD製品を特許侵害で提訴 → 和解後クロスライセンス締結
US 4070302 (Xilinx) US 4758745 (Actel) 他	1992	Xilinx	Actel	Xilinx社がActel社FPGA製品を特許侵害で提訴 Actel社も反訴 → 和解後クロスライセンス締結
US 4070302 (Xilinx) US 4609986 (Altera) 他	1993	Xilinx	Altera	Xilinx社がAltera社FPGA製品を特許侵害で提訴 Altera社も反訴 → 和解後クロスライセンス締結
US 4717912(AMD) 他	1994	AMD (Lattice)	Altera	AMD社がAltera社CPLD製品を特許侵害で提訴 → 和解後クロスライセンス締結

注：MMI 社は AMD 社、Vantis 社を経て現在は Lattice 社、AMD 社は Vantis 社を経て現在 Lattice 社
対象特許などの事項は米国特許訴訟データベース LitAlart で調査。2007 年 1 月 22 日調べ。

第5節 注目技術区分における日米の出願動向

1. 出願人国籍別技術区分別動向

要約図 23 に出願人国籍別に見た技術区分別出願件数構成比を示す。

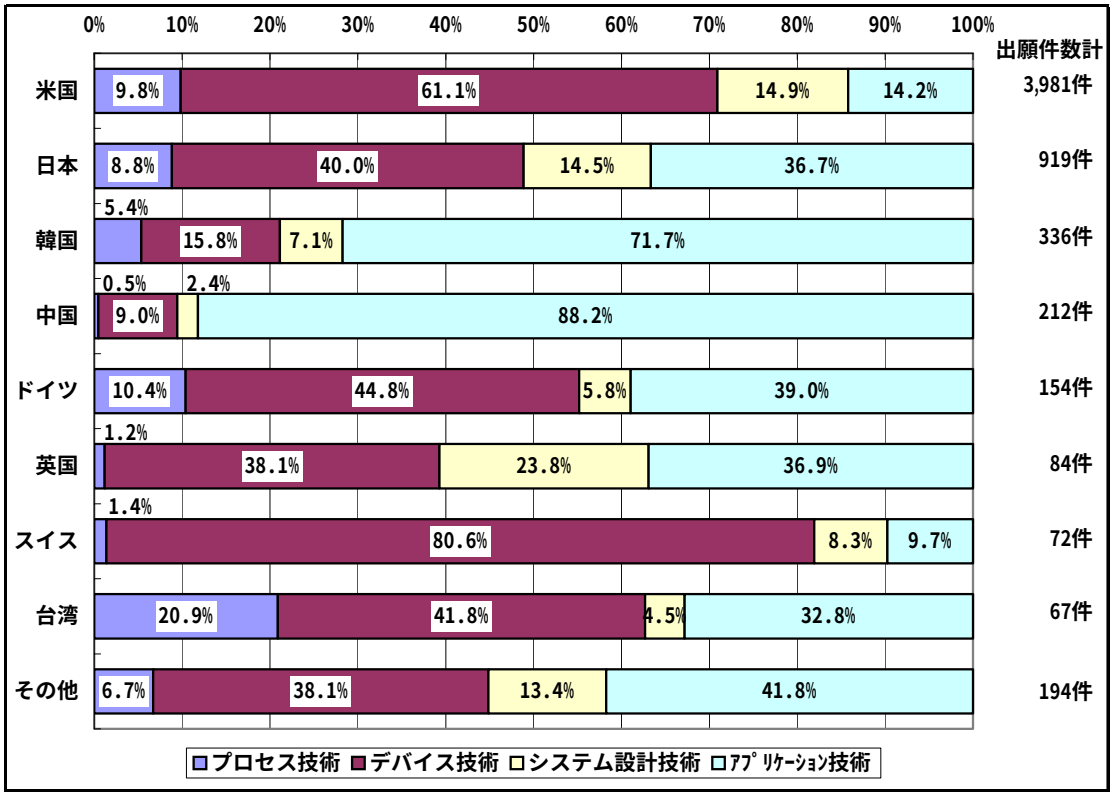
米国からの出願では、デバイス技術が 61%を占めて最も多い。次いで、システム設計技術は 15%、アプリケーション技術が 14%、最も少ないプロセス技術が 10%となっている。デバイス技術の比率が最も高いが、それ以外の 3 つの技術区分にもまんべんなく出願されている。

日本は、米国と同様にプロセス技術、デバイス技術、システム設計技術、アプリケーション技術の全体にわたって特許出願を行っている。プロセス技術とシステム設計技術の比率は米国とほぼ同じだが、デバイス技術の比率は米国に比べて低く、そのかわりアプリケーション技術の比率が 37%と米国に比べて高くなっている。

件数で見ると、アプリケーション技術において米国からの出願は 565 件（アプリケーション技術全体の 37%）、日本からの出願は 337 件（アプリケーション技術全体の 22%）で、米国の方が多いものの、日米の差はかなり小さい。

なお、韓国や中国では日本以上にアプリケーション技術の比率は高いが、件数そのものはは日本より少ない。アプリケーション技術において韓国からの出願は 241 件（アプリケーション技術全体の 16%）、中国からの出願は 187 件（アプリケーション技術全体の 12%）となっている。

要約図 23　出願人国籍別に見た技術区分別出願件数構成比



2. アプリケーション技術の特許出願の動向

この、アプリケーション技術における日本の強みに注目し、さらに詳細に動向を示す。

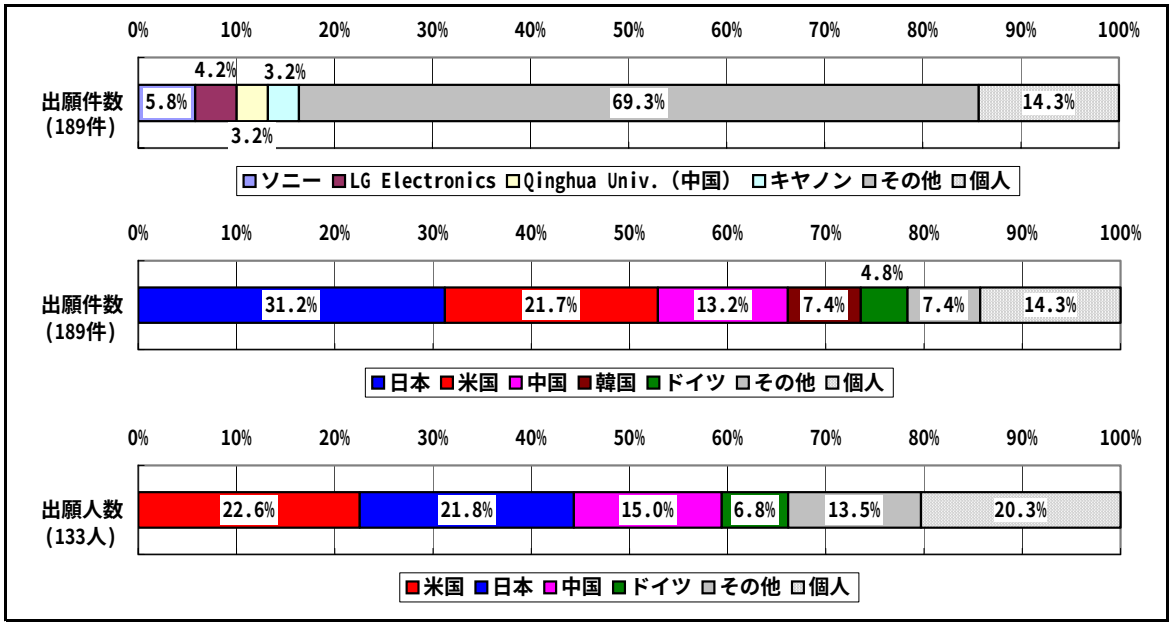
アプリケーション技術を要素技術別に見ると、日本が比較的強みをもつ分野として「画像/マルチメディアアプリケーション」、「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」の二つの分野があげられた。

要約図 24 に「画像/マルチメディアアプリケーション」の上位出願人と国籍別出願人構成比を示す。同技術分野は、出願人あたりの出願件数が少ないが、出願件数トップはソニーで 11 件、2 位は LG Electronics 社の 8 件、3 位の Qinghua Univ.とキヤノンはそれぞれ 6 件である。

日本からの出願件数は、出願人数が多いこととトップのソニーの出願件数もあり、出願人国籍別でトップでとなっているが、中国からの出願も活発で 3 位となっている。

「画像/マルチメディアアプリケーション」における日本出願人の特許公報、公開特許公報に記載された応用例としては、マルチメディアプレーヤ（特開 2006-129324)、デジタルビデオカメラ（特開 2005-323111)、デジタル複写機（特開 2004-54568）などがある。

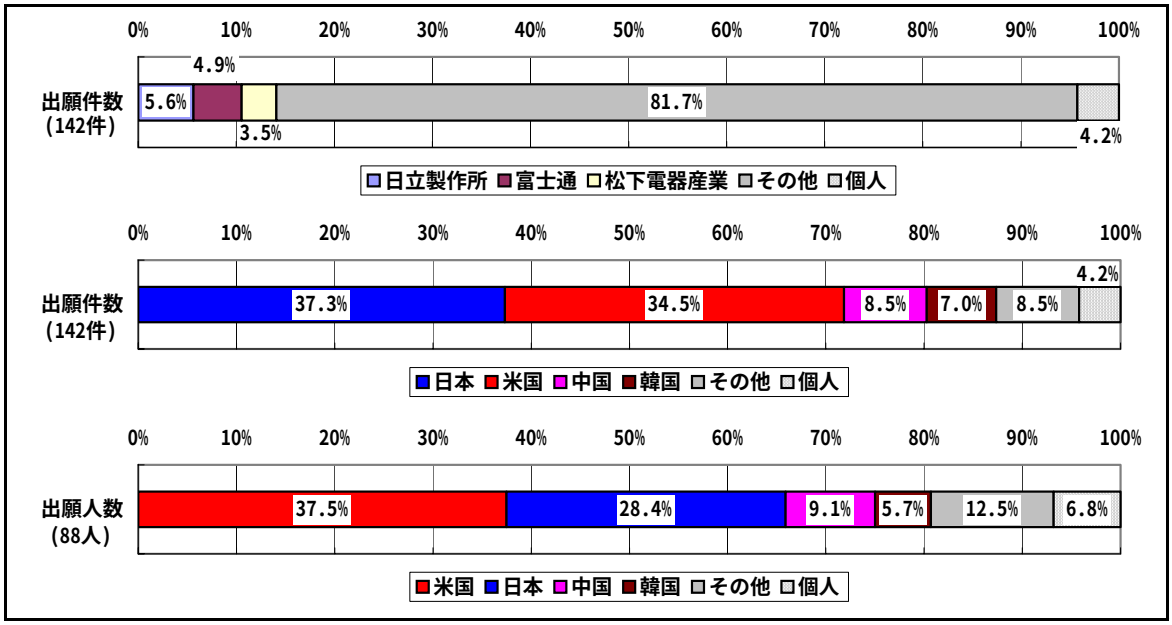
要約図 24　中分類「画像/マルチメディアアプリケーション」の上位出願人と国籍別出願人構成比



「耐故障システム、診断、デバッグへの応用」は、出願人上位を日本勢が占めている。トップは日立製作所で出願件数 8 件である。出願人数が多い米国と日本で出願件数でも 7 割以上を占めているが、この分野でも中国が 3 位となっている（要約図 25)。

「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」における日本出願人の特許公報、公開特許公報に記載された応用例としては、半導体検査装置、医用分析装置などの自己診断回路（特許 3686380)、自動車故障診断装置（特許 3311265）などがある。

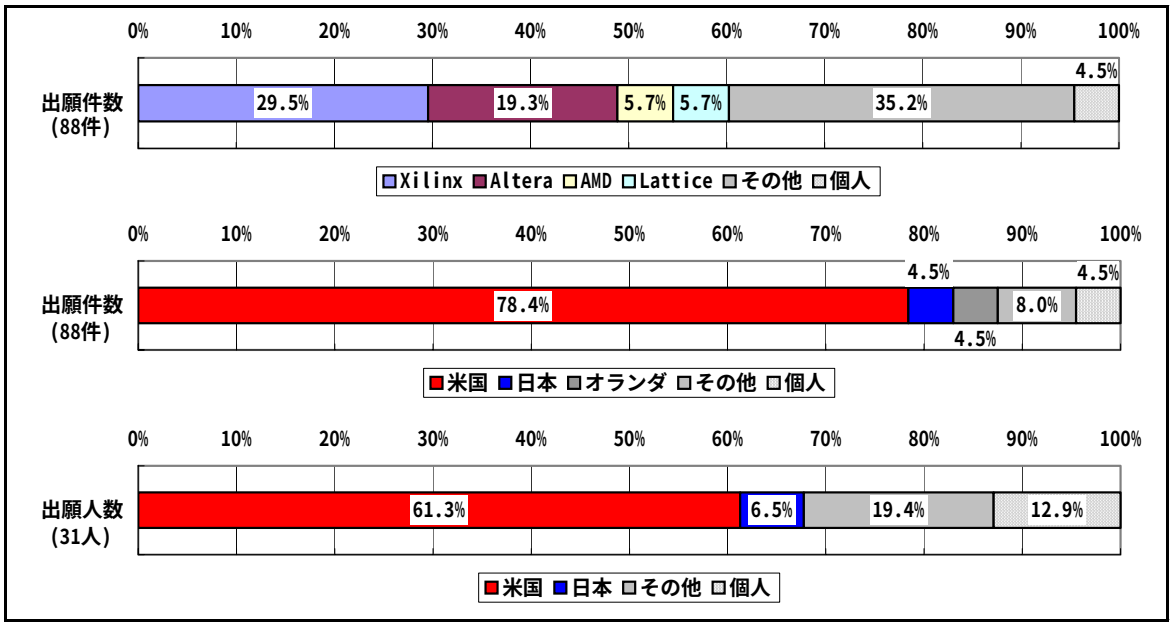
要約図 25　中分類「耐故障システム、診断、デバッグへの応用」の上位出願人と国籍別出願人構成比



3．その他の注目要素技術における特許出願の動向

情報家電産業では、環境への配慮に加え、ユビキタス社会の実現のためにも、一層の低消費電力化が望まれる。リコンフィギャラブル論理回路の低消費電力化に関連する要素技術としては、デバイス技術の「パワー管理/省電力回路」がある。この技術では米国が出願件数の 78%と先行している（要約図 26）。それに対して、日本の出願件数は 5%にとどまっている。

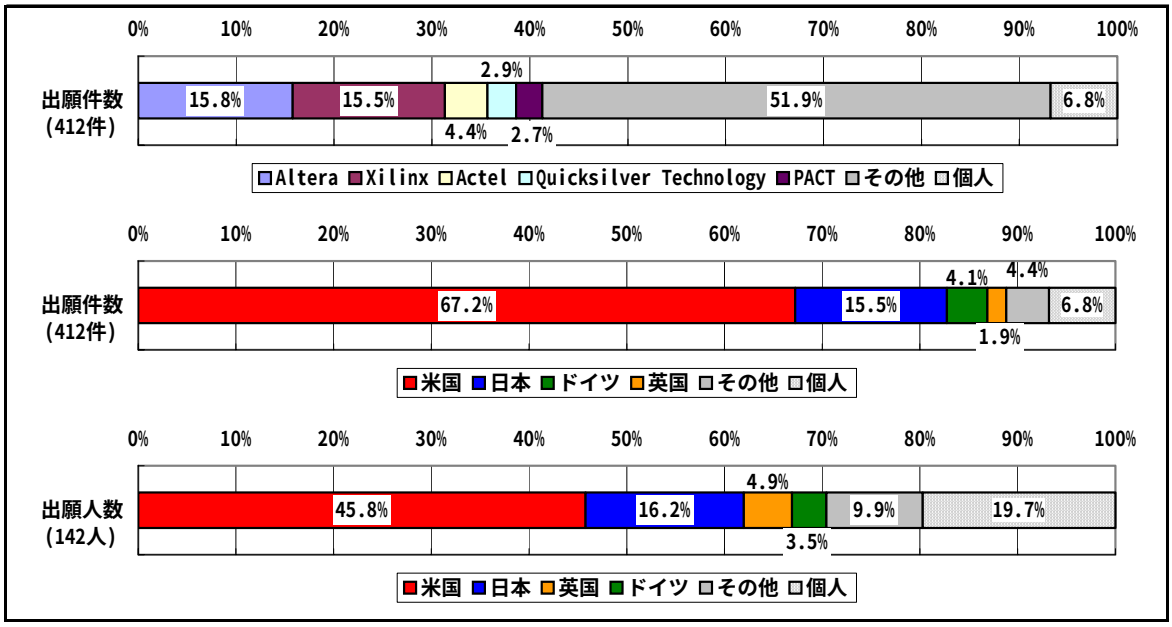
要約図 26　要素技術「パワー管理/省電力回路」の上位出願人と国籍別出願人構成比



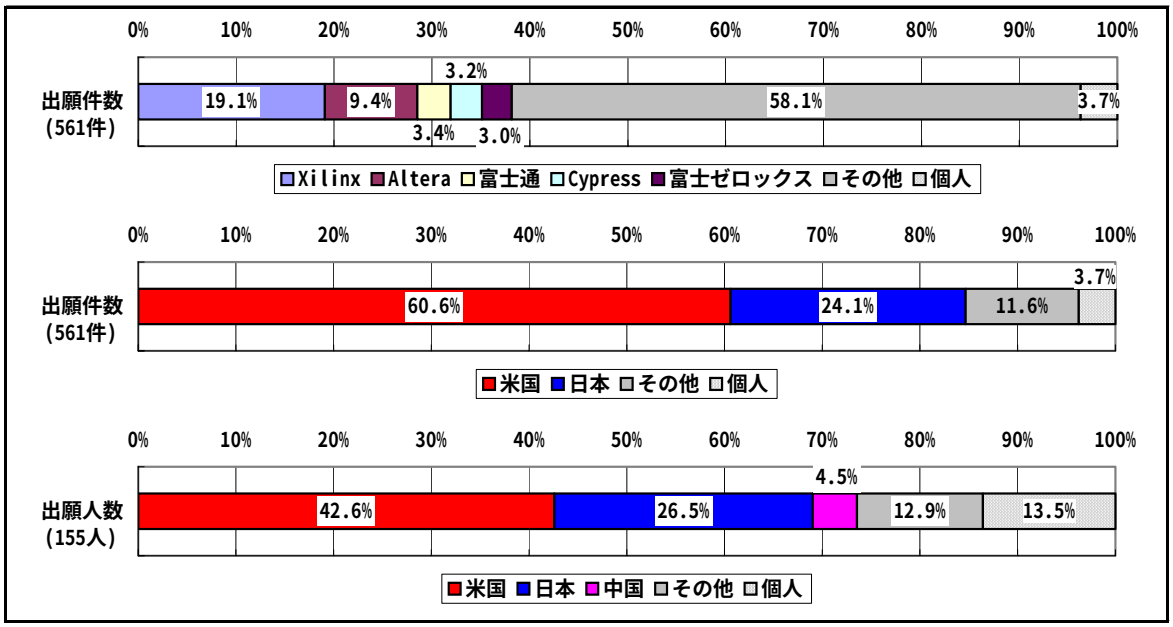
この「パワー管理/省電力回路」だけでなく、リコンフィギャラブル論理回路技術全体の中で見ると、デバイス技術は全体的には米国籍が出願件数の多い分野である。

しかし、さらに詳細に見れば、デバイス技術の中でもシステム LSI 技術（要約図 27）とコンフィギュレーション技術（要約図 28）の出願件数は、日本はそれぞれ 16%、24%を占めており、日本国籍による出願件数が比較的多い技術と言える。

要約図 27　中分類「システム LSI 技術」の上位出願人と国籍別出願人構成比

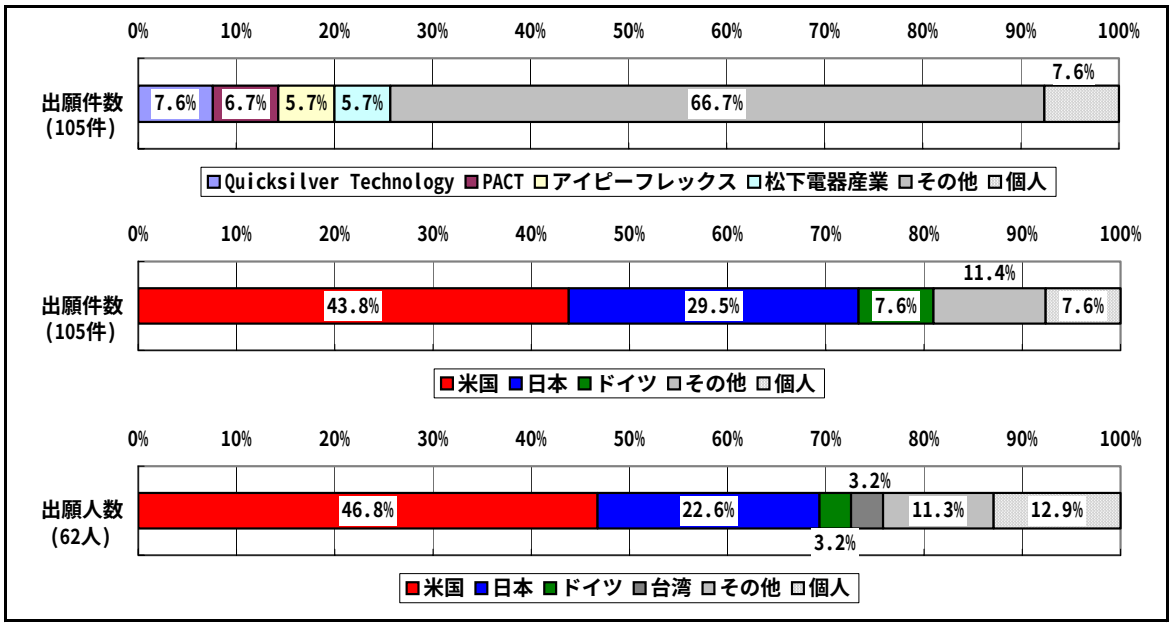


要約図 28　中分類「コンフィギュレーション技術」の上位出願人と国籍別出願人構成比



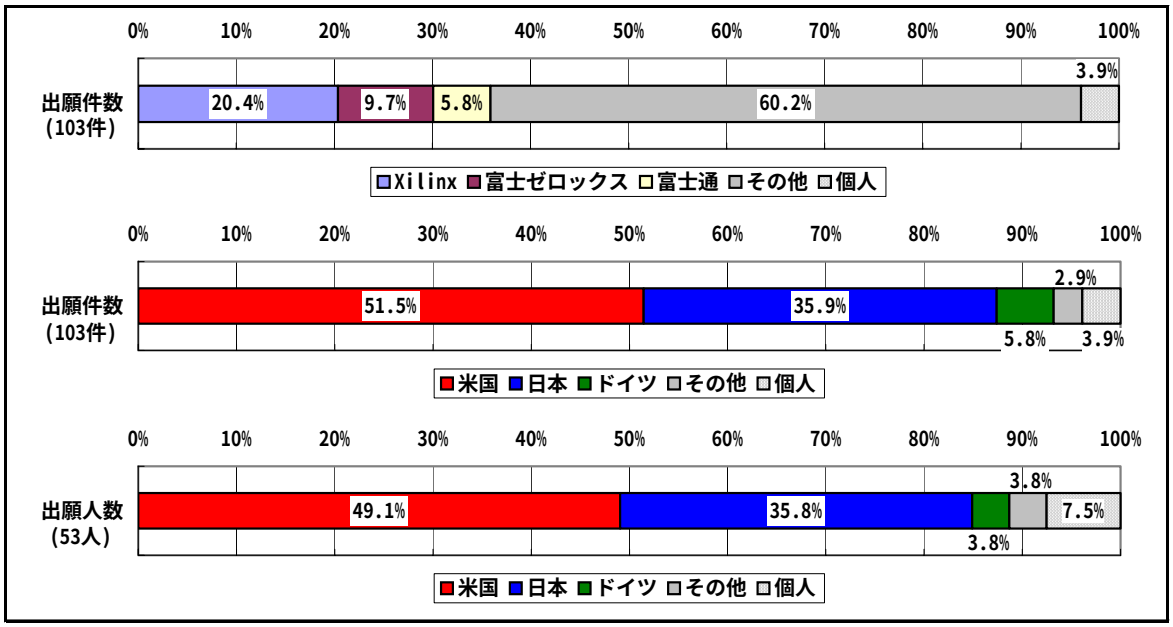
要約図 29 にシステム LSI 技術の中の要素技術「リコンフィギャラブルプロセッサ」の上位出願人と国籍別出願人構成比を示す。同技術に注目すると、出願件数で米国籍は 44%に対するものの、日本国籍も 30%と、その差は小さくなっている

要約図 29　要素技術「リコンフィギャラブルプロセッサ」の上位出願人と国籍別出願人構成比



また、コンフィギュレーション技術の中の要素技術「ダイナミック/パーシャルリコンフィギャラブル」に注目すると、米国籍が出願件数で 52%を占めるものの、日本国籍も出願件数の 36%を占めており、その差は比較的小さいと言える（要約図 30）。

要約図 30　要素技術「ﾀﾞｲﾅﾐｯｸ／ﾊﾟｰｼｬﾙﾘｺﾝﾌｨｷﾞｬﾗﾌﾞﾙ」の上位出願人と国籍別出願人構成比



第3章 注目研究開発テーマにおける特許出願動向

第1節 ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の特許出願の動向

1. 抽出の手順について

1995 年頃から FPGA など従来のリコンフィギャラブル論理回路にはない顕著な特徴をもつ新しいアーキテクチャとして、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路、リコンフィギャラブルプロセッサなどの製品が登場してきている。

従来のリコンフィギャラブル論理回路は、いったん再構成された後は、次に再構成されるまでは固定論理機能のデバイスとして動作する。したがって、システムの中で固定された役割しか果たすことができない。

それに対して、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路とは、リコンフィギャラブル論理回路が動作中に、その動作を妨げることなく、リアルタイムにデバイスの一部機能を再構成する技術である。すなわち、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路ではデバイスの再構成もその動作の一部となっており、本質的に可変機能のデバイスとして扱うことができる。一つのデバイスがリアルタイムに多様な論理機能を実現できるのである。これが、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路と従来のリコンフィギャラブル論理回路の顕著な違いである。

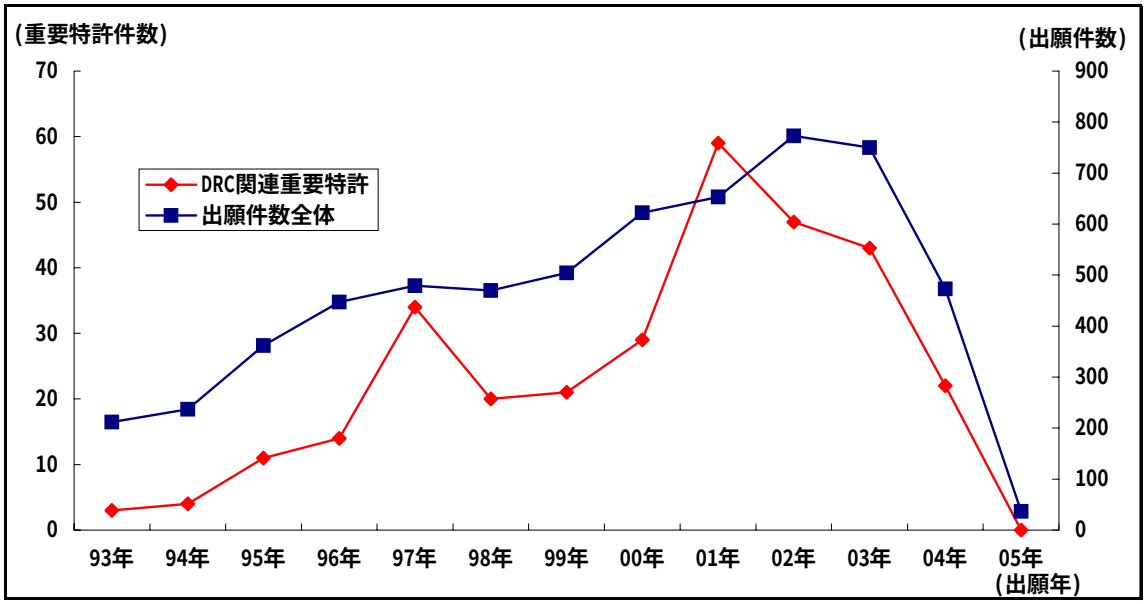
本調査では、このような視点に立って、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路（以下、図表では DRC と略記する）に関する特許に注目し、全体分析で得た 6,019 件の特許文献から、要約図 31 に示す方法で同関連特許 307 件を重要特許として抽出した。

要約図 31　注目研究開発テーマ（DRC 関連技術）特許の抽出方法

2. 出願件数推移と出願人国籍別動向

要約図 32 にダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連重要特許の出願年別出願件数推移を示す。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路（動的再構成可能技術）は、1995年頃から特許出願が増加し始めたリコンフィギャラブル論理回路の新分野である。

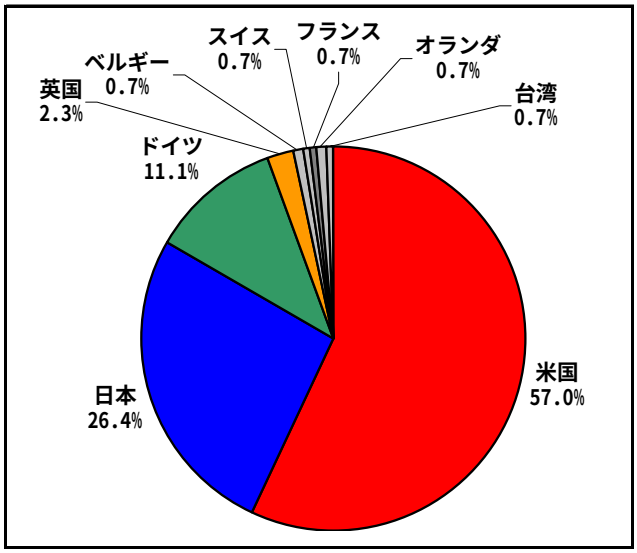
要約図 32　DRC 関連重要特許の出願年別出願件数推移



注：ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連は左側の目盛軸。全体件数は右側の目盛軸。

要約図 33 にダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連特許の出願人国籍別構成比を示す。出願件数では米国籍が最も多いものの、日本国籍との差は、リコンフィギャラブル論理回路全体に比べて小さい(要約図 13 参照)。

要約図 33　DRC 関連特許の出願人国籍別構成比



3. 上位出願人

要約表7にダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連重要特許の出願人一覧を示す。

出願件数上位の出願人はベンチャが多く、1位と5位は米国、2位はドイツ、4位は日本のベンチャである。さらに、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連特許307件のうち、半分近くはベンチャからの出願となっている。この結果ベンチャでも研究開発に注力していることがうかがえる。

要約表 7　DRC関連重要特許307件の出願人一覧

	出願人	出願件数		出願人	出願件数
1	Quicksilver Technology	54	32	Derivation Systems	1
2	PACT	34	32	DIVA Systems	1
3	Xilinx	33	32	Easics	1
4	アイピーフレックス	16	32	Hughes	1
5	Chameleon Systems/Intel	15	32	IMEC	1
6	富士ゼロックス	12	32	Intel	1
7	HP/Elixent	8	32	Interface & Control Systems	1
7	日本電信電話	8	32	ITRI	1
7	富士通	8	32	Lockheed Martin	1
10	Stretch	6	32	LSI Logic	1
10	松下電器産業	6	32	Mesh Semiconductor	1
12	Silicon Spice/Broadcom	5	32	Metalithic Systems	1
13	Agere	4	32	Morphics Technology	1
13	Altera	4	32	PFU	1
13	IBM	4	32	Physical Sciences	1
13	Morpho Technologies	4	32	Quickflex	1
13	NEC	4	32	QuickLogic	1
13	三洋電機	4	32	Raytheon	1
19	Elan Research	3	32	Storage Technology	1
19	MIT	3	32	Sun Microsystems	1
19	キヤノン	3	32	Univ. of California	1
19	東京エレクトロン	3	32	Univ. of Hawaii	1
19	東芝	3	32	Univ. of Rochester	1
24	HP	2	32	Univ. of Washington	1
24	Improv Systems	2	32	US(Air)	1
24	M2000	2	32	Virginia Technology	1
24	Philips	2	32	アドバンテスト	1
24	STMicroelectronics	2	32	セイコーエプソン	1
24	コニカミノルタ	2	32	リコー	1
24	ルネサス	2	32	ローム	1
24	北九州産業学術推進機構	2	32	科学技術振興機構	1
32	Brigham Young Univ.	1	32	九州システム情報技術研究所	1
32	Celoxica	1	32	三菱電機	1
32	Cirrus Logic	1		個人	10
32	Context	1		合計68機関、個人10	307

要約表 8　DRC 関連特許のベンチャ出願人の出願件数

出願人	国籍	件数
Quicksilver Technology	米国	54
PACT	ドイツ	34
アイピーフレックス	日本	16
Chameleon Systems/Intel	米国	15
HP/Elixent	米国	8
Stretch	米国	6
Silicon Spice/Broadcom	米国	5
Morpho Technologies	米国	4
Improv Systems	米国	2
M2000	フランス	2
Mesh Semiconductor	米国	1
Morphics Technology	米国	1
Quickflex	米国	1
合計		149

これらのベンチャのうち、Quicksilver Technology 社、Chameleon Systems 社はすでに業務を終了している。

ただし、業務を終了したベンチャの知的財産を他社が取得する事例がある（要約表 9)。Chameleon Systems 社の知的財産は Intel 社が取得している。Quicksilver Technology 社についても、今後他のベンチャや大手メーカが知的財産を取得する可能性がある。

要約表 9　DRC 関連ベンチャにおける業務終了メーカの例

社名	創業年	終了年	備考
Chameleon Systems	1997	2003	知財はIntel社が取得
Quicksilver Technology	1998	2005	知財は複数のベンチャキャピタルが保有

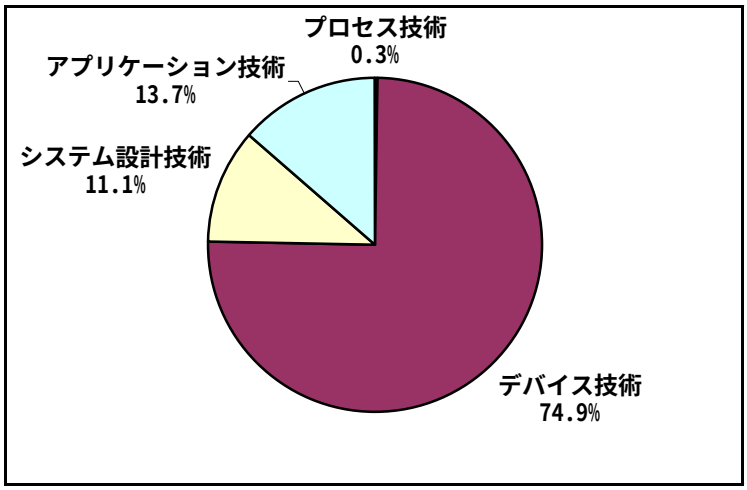
注：一部知財のみの取得・管理を含む。

参考資料：各社ニュースリリース、各社 Web サイトを元に作成

4. 技術区分別動向

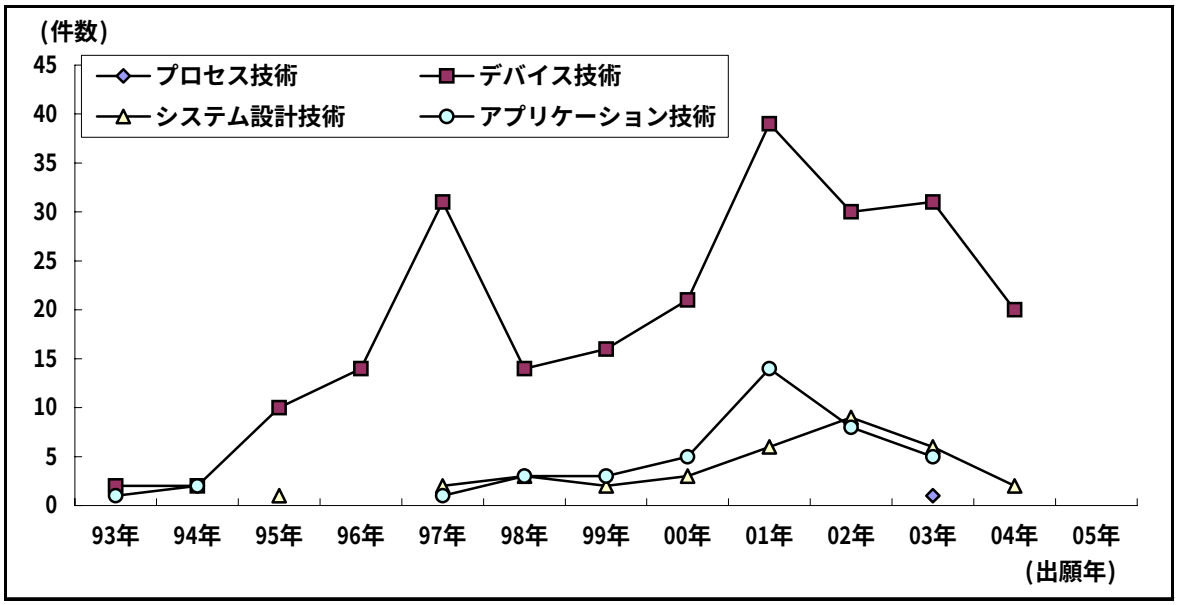
ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連特許の技術区分別出願件数構成比を要約図 34 に、技術区分別出願件数推移を要約図 35 に示す。

要約図 34　DRC 関連重要特許の技術区分別構成比



ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路においては、デバイス技術の特許出願は 1995 年頃から増加を始めているが、システム設計技術やアプリケーション技術はやや遅れて 1997 年頃から増加している。民生量産製品に採用されたのは 2003 年のソニーが最初であり、量産実用化がようやく始まったばかりと言える。システム設計技術やアプリケーション技術の特許出願はまだ少ないが、今後はこれらの特許出願も増加すると考えられる。

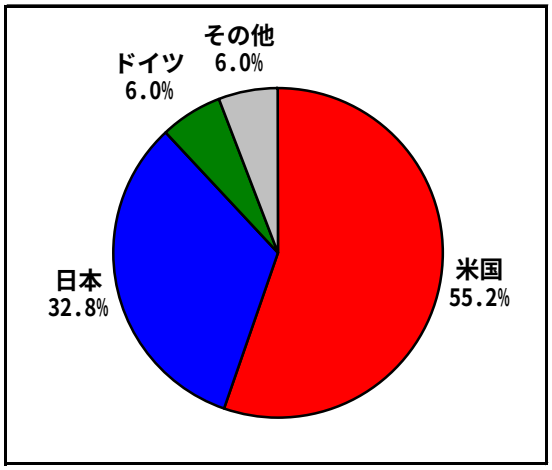
要約図 35　DRC 関連重要特許の技術区分別で見た出願年別出願件数推移



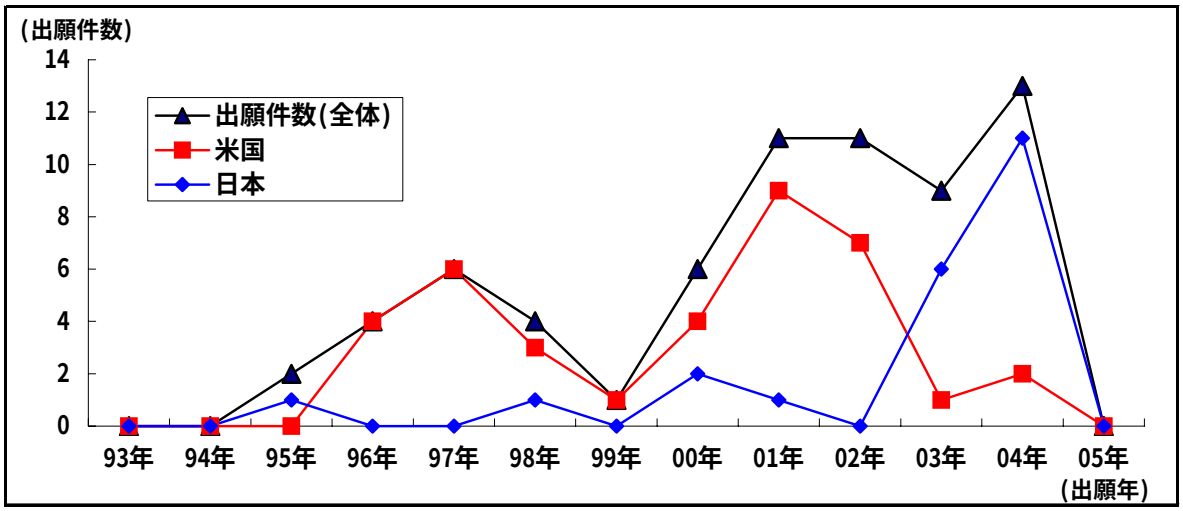
ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の中で、比較的日本が強みをもつ要素技術として、「B304. リコンフィギャラブルプロセッサ」、「B404. ダイナミック/パーシャルリコンフィギャラブル」、「C101. システムレベル設計」がある（要素技術の番号については要約表 1-2 を参照）。

「リコンフィギャラブルプロセッサ」の特許出願件数は、米国が 55%、日本が 33%であるが（要約図 36）、出願件数推移を比較すると日本は 2003～2004 年に急増していることが注目される（要約図 37）。

要約図 36　リコンフィギャラブルプロセッサの出願人国籍別出願件数構成比

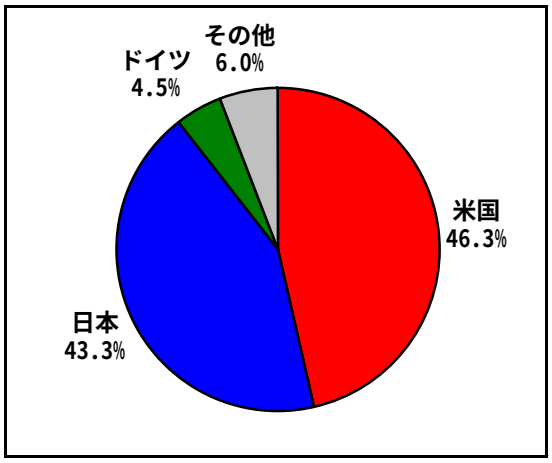


要約図 37　リコンフィギャラブルプロセッサの出願人国籍別出願件数推移

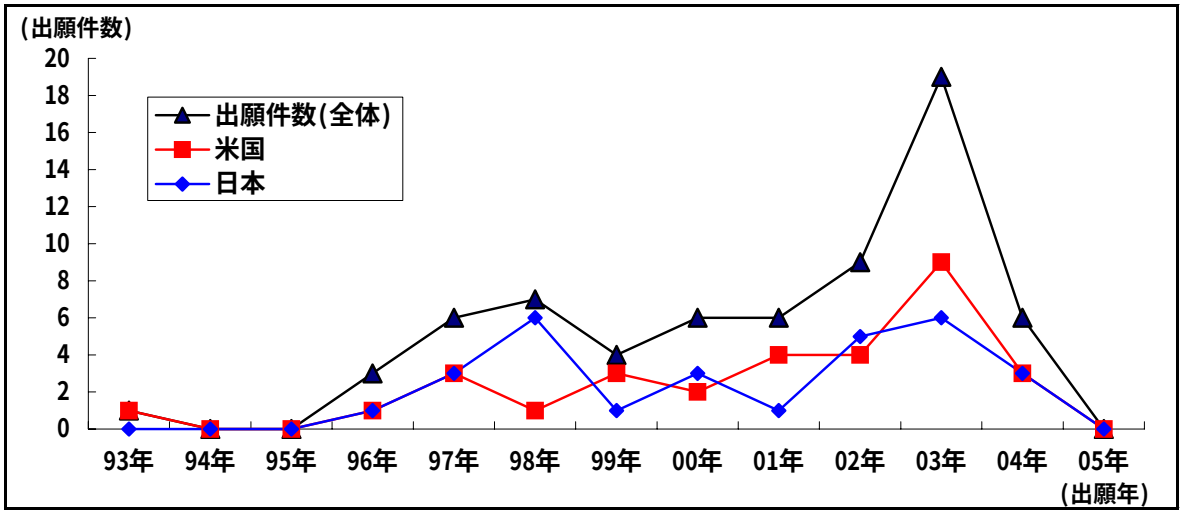


「ダイナミック/パーシャルリコンフィギャラブル」の特許出願件数は、米国と日本がかなり接近している（要約図 38）。ただし、出願件数推移の比較では日本より米国の方が増加傾向にある（要約図 39）。

要約図 38　ダイナミック/パーシャルリコンフィギャラブルの出願人国籍別出願件数構成比



要約図 39　ダイナミック／パーシャルリコンフィギャラブルの出願人国籍別出願件数推移



「システムレベル設計」の特許出願件数はまだ少ないものの、日本がわずかに米国を上回っている（要約表 10）。

要約表 10　DRC 関連重要特許におけるシステムレベル設計の出願人国籍別出願件数

出願人国籍	出願件数
日本	5
米国	3
ベルギー	1
ドイツ	1
合計	10

リコンフィギャラブル論理回路を構成要素とする「リコンフィギャラブル・システム」の発想は1960年代からあったと言われているが、1980年代の半ばにユーザが論理機能を任意に変更できるSRAMベースのFPGA（Field Programmable Gate Array）がXilinx社から発表されて以来、現実のものとなり始めた。

Xilinx社が最初に市場へ投入したFPGA製品、XC2000シリーズの集積度は640～1,200ゲート程度と低く、この当時はリコンフィギャラブルなロジック回路とでも呼ぶべき機能しか実現できなかった。

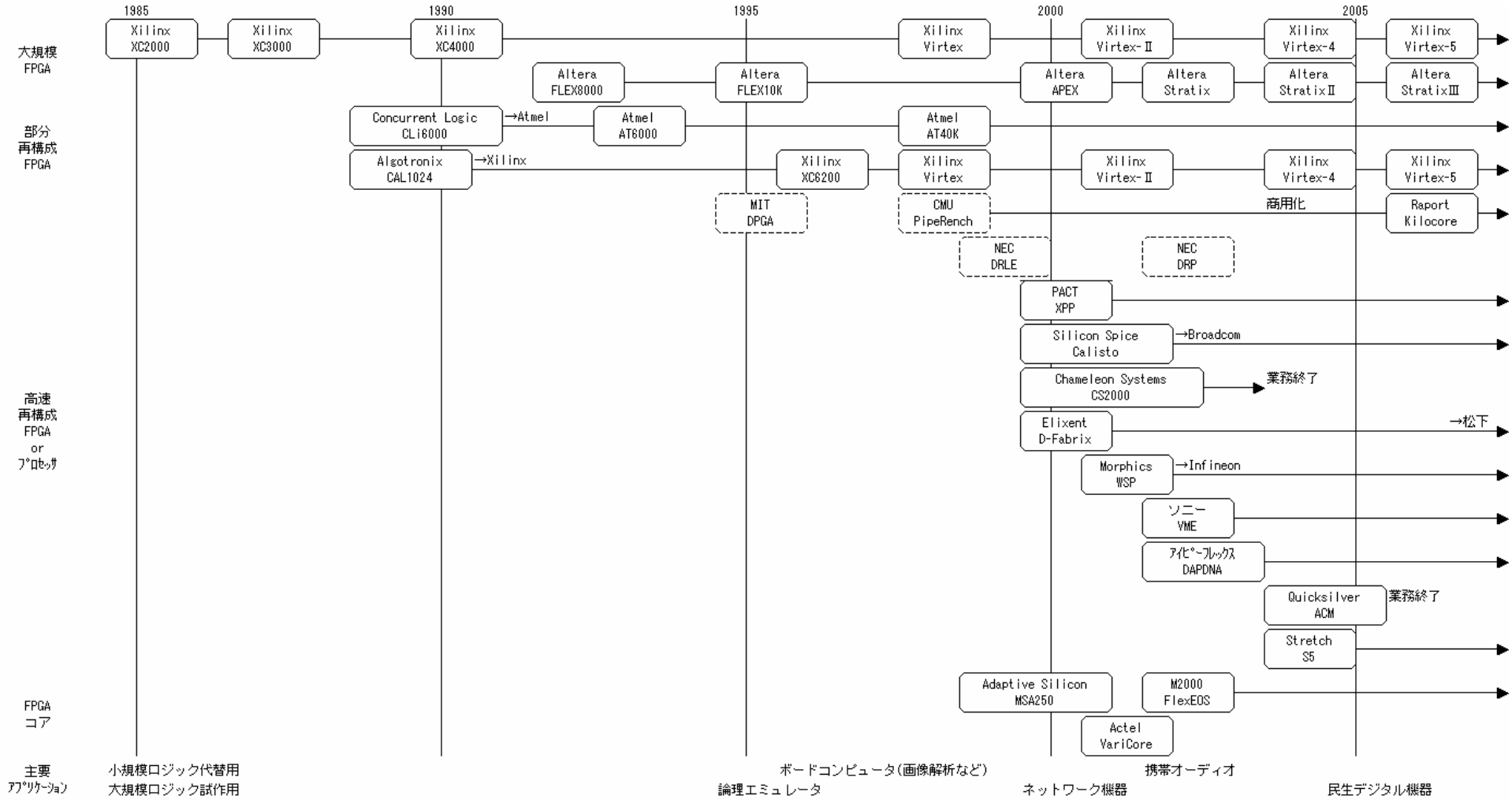
SRAMベースのFPGAは、その後に達成されたプロセス技術の微細化や多層メタル配線技術などの採用によって高集積化が進み、デバイスの１部分のみをリコンフィギュレーションできる構造のFPGA（Concurrent Logic/Atmel社のAT6000シリーズ）や、高速演算用のコプロセッサを構成するためのFPGA（Xilinx社の XC6200シリーズ）も開発された。また、複数のSRAMベース高集積FPGAを接続して、ASICやカスタムICの動作機能を検証するための「ロジック・エミュレータ」も商品化された。十数年の間に数百万ゲート規模に達した大規模なFPGAを活用してRISCプロセッサやアナログを含む「リコンフィギャラブル・システム」を実現する手法や新たなデバイスのアイディアも大学などの研究機関から数多く発表／提案されている。

初期の「リコンフィギャラブル・システム」技術では、再構成されるハードウェアの対象がプロセッサを除く、専用演算ユニットやロジック部分になっていたが、SoC（System-on-Chip）時代を迎えて、プロセッサ本体のアーキテクチャをユーザが最適化できるようになったプロセッサ・コアも開発され、プロセッサ自身にも再構成機能が付加されるようになった。このようなプロセッサは、リコンフィギャラブル・プロセッサと呼ばれ、ASICおよびFPGAへの実装をターゲットにしたIP（Intellectual Property）コアとして提供されている。このため、従来のようなハードウェア・デバイスの開発だけでなく、これらを使用するための設計開発支援ツールと開発環境の提供がますます重要な役割を果たすようになっている。

最近では、再構成可能な演算ブロックのアレイを内蔵した新しいコンセプトのネットワーク専用のコンフィギャラブル・プロセッサが多くのベンチャ企業から発表されるようになり、「リコンフィギャラブル・システム」は新たな段階に入ってきている。

要約図40に主要デバイスの登場時期を示す。また、要約表11に代表的なダイナミックリコンフィギャラブル・デバイスと、その特徴を示す。

要約図 40　主要デバイスの登場時期



要約表 11　代表的なダイナミックリコンフィギャラブル・デバイス

開発メーカ／機関	国籍	製品名	特徴			
			PE	ヘテロ／ホモ	乗算機能	CPU
アイピーフレックス	日本	DAPDNA-2	32bit	ヘテロ	PE	DAP
NECエレクトロニクス	日本	DRP-1	8bit	ホモ	周辺	―
PACT	ドイツ	Xpp64	24bit	ホモ	×	―
Elixcent	英国	D-Fabrix	4bit	ホモ	×	MeP
日立製作所	日本	FE-GA	16bit	ヘテロ	PE	―
IMEC	ベルギー	ADRES	16bit～	ホモ	PE	―
Rapport	米国	Kilocore	8bit	ホモ	×	―
Stretch	米国	S5 engine	4/8bit	ヘテロ	PE	Xtensa
富士通	日本	クラスタ型	16bit	ヘテロ	PE	―

出典：慶應義塾大学　天野研究室提供

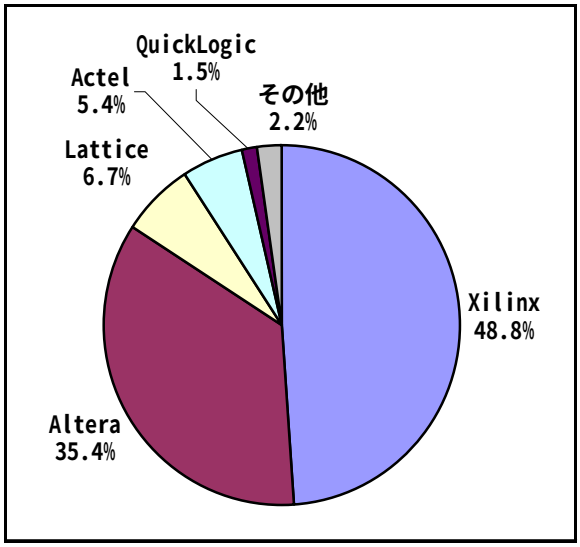
第5章 市場動向

第1節 リコンフィギャラブル論理回路の市場動向

PLD／FPGA は、1980 年代後半から米国のベンチャ企業によって徐々に市場形成されてきたが、1990 年代初めには 1,000 億円を越え、以降安定した成長を示し、2005 年では 3,000 億円を越える市場規模になっている。

要約図 41 に PLD／FPGA の 2005 年の市場シェアを示す。Xilinx 社と Altera 社の 2 社で 84%を占めており、寡占が極めて進んだ市場であることがわかる。

要約図 41　2005 年の PLD／FPGA 市場メーカシェア

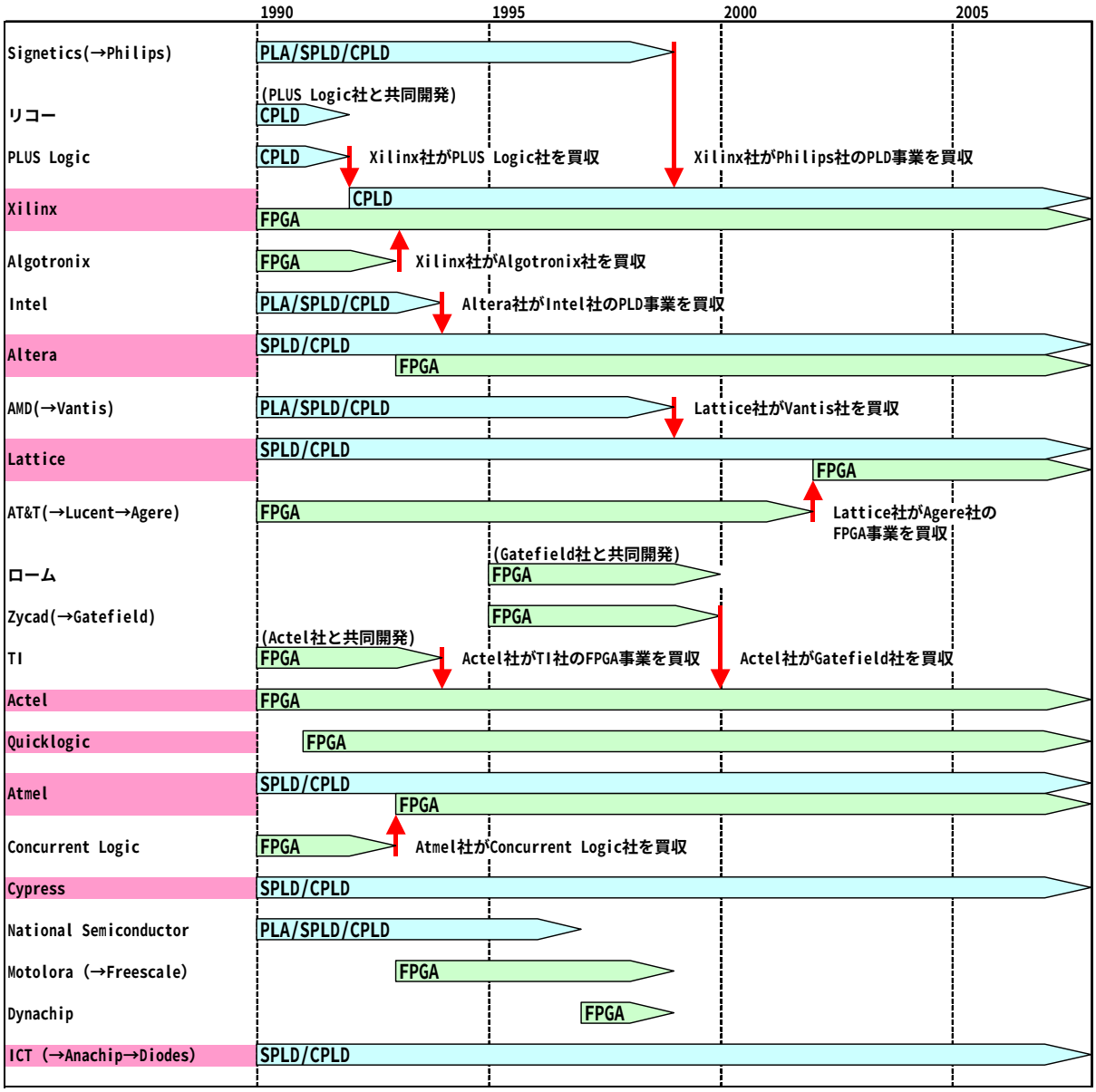


要約図 42 に寡占化の進行の過程を示す。要約図 42 は 1990 年代以降の PLD／FPGA メーカの消長を示したものである。1990 年代には同市場にもメーカが多数存在したことがわかる。

日本の半導体メーカでは、リコーとロームがそれぞれ米国のベンチャと提携して市場に参入したが、現在は行っていない。また、本図のほかにも 1980 年代後半にセイコーエプソン（Xilinx 社のセカンドソース）、東芝（独自 SPLD 製品）が製品化していたが、これも現在は行っていない。

このように、かつては多数存在したメーカも、あるいは買収され、あるいは撤退に追い込まれるなどし、現在では要約図 41 に見られるような専業の大手 FPGA メーカに集約されてしまっている。

要約図 42　PLD／FPGA メーカの消長



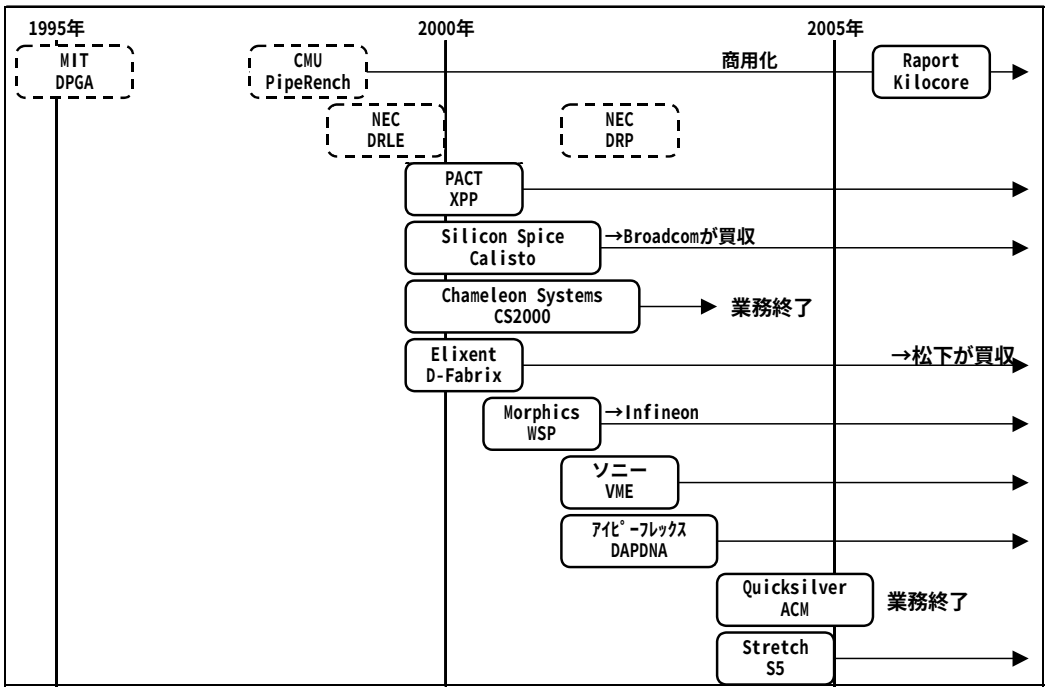
第2節 ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の製品化への動向

従来通信・ネットワーク機器に大きく依存していたPLD／FPGA製品が、さらなる市場拡大のため低価格／低消費電力のデバイス製品化を進めた結果、従来ASIC／SoCが使われてきたデジタル家電等の民生アプリケーションにも次第に浸透してきている。

こうした動きは、民生向けLSIを大きな収益基盤とする、既存の大手ASIC／SoCメーカを刺激し、2000年以降リコンフィギャラブル論理回路技術を取り込んだSoC製品を多数登場させることになった。

特にダイナミックリコンフィギャラブル・デバイスの新製品発表はこの時期に集中しており（要約図43)、同時に市場開拓が始まったと考えられる。

要約図 43　ダイナミックリコンフィギャラブル・デバイスの登場時期



しかしその後、開発費負担の重さと市場開拓が順調に進まなかったことなどから、Silicon Spice社やElixent社、Morphics社などのように買収されたり、Chameleon Systems社やQuicksilver Technology社のように業務終了する企業が相次ぎ、現在リコンフィギャラブル・デバイスを製品化している企業はソニーのような総合電機メーカと、PACT社、Stretch社、アイピーフレックスなどのベンチャ企業のみとなっている。このうち、実際に製品供給に至っている企業は、内販向けのソニーとアイピーフレックスなどわずかしかない。

このように、製品化がなかなか進まなかったダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術であるが、ソニーがVMEにより民生用携帯オーディオプレーヤ分野で世界初の実用化を果たした例があり、同技術がいよいよ実用化可能な技術として認識が高まっている。

大手半導体メーカにとって、自社のSoCにリコンフィギャラブル論理回路技術やダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術を導入することは、システムの柔軟性を高める上で効果的な手段である。実際、IBM社はXilinx社と提携、STMicroelectronics社はM2000と

提携、Infineon 社は Morphics Technology 社を買収、Freescale 社は自社開発および IMEC と提携、Intel 社は Chameleon Systems 社の知財を買収、Philips 社（現在 NXP 社）は子会社に Silicon Hive 社を持つといった具合に、欧米の大手メーカはリコンフィギャラブル論理回路またはダイナミックリコンフィギャラブル論理回路メーカとの提携を強めている。日本でも、NEC、ソニー、日立/ルネサス、三洋電機はそれぞれ自社開発により、また富士通はアイピーフレックスに資本参加（自社開発も行っている）、東芝は Elixent 社と提携（松下による Elixent 社買収後は自社開発を進めている）、松下電器産業はその Elixent 社を買収するなど、ほとんどの大手メーカがそれぞれ対応を取りはじめている（要約表 12）。

要約表 12　大手半導体メーカなどの開発例

メーカ名	発表	製品例	ライセンス元	概要
Motorola (Freescale)	1997年	CORE+	Pilkington	ColdFireプロセッサにFPGAコアを組込み。1997年にPilkington Microelectronics社を買収。
Siemens (Infineon)	1998年	Tricore	Gatefield	TriCoreプロセッサにFPGAコアを組込み。1997年からGatefield社と提携。
NEC	1999年	DRL	自社開発	動的再構成可能デバイス。1997年頃から開発。
NTT	2000年	PCA	自社開発	固定セル＋可変セルの混成アレイ。京大、長崎大などでも研究。
STMicroelectronics	2000年	FLASH+PSD	WSI	フラッシュメモリにPLDコアを組込み。2000年にWSI社を買収。
LSI Logic	2001年	Liquid Logic	Adaptive Silicon	ASICにFPGAコアを組込み。1999年からAdaptive Silicon社と提携。
IBM	2002年	Cu-08	Xilinx	ASICにFPGAコアを組込み。2000年からXilinx社と提携。
NEC	2002年	DRP	自社開発	動的再構成可能デバイス。2002年から一部顧客にサンプル供給。
ソニー	2002年	VME	自社開発	ARMベースSoCに動的再構成可能コアVMEを組込み。携帯音楽プレーヤに搭載。
東芝	2002年	MeP	Elixent	SoCプラットフォームMePへの動的再構成可能コア組込みのためにElixent社と提携。
Intel	2003年	RCA	自社開発	無線通信向け再構成可能プロセッサ。2003年にChameleon Systems社の知財を買収。
Freescale	2003年	RCF	IMEC	無線通信向け再構成可能DSP。IMECと提携して開発。
Infineon	2003年	CBME	Morphics Technology	3G携帯基地局向け再構成可能プロセッサ。2003年にMorphics Technologies社を買収。
富士通	2004年	DAPDNA-2	アイピーフレックス	動的再構成可能プロセッサの量産受注開始。2003年からアイピーフレックスと提携。
STMicroelectronics	2005年	GreenField	M2000	ARMベースSoCにFPGAコアを組込み。2005年にM2000と提携。
松下電器産業	2005年	UniPhier	Elixent	SoCプラットフォームUniPhierへの組込みのためにElixent社と提携。2006年にElixent社を買収。
日立/ルネサス	2005年	FE-GA	自社開発	動的再構成可能プロセッサ。

参考資料：各社ニュースリリース、各社 Web サイトを元に作成

第3節 市場予測

従来のリコンフィギャラブル論理回路市場は、今後も年率 10%前後で市場が成長していくことが予想されている。

一方、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路製品の市場開拓は始まったばかりであり、まだ確たる市場を持たないのが実情である。

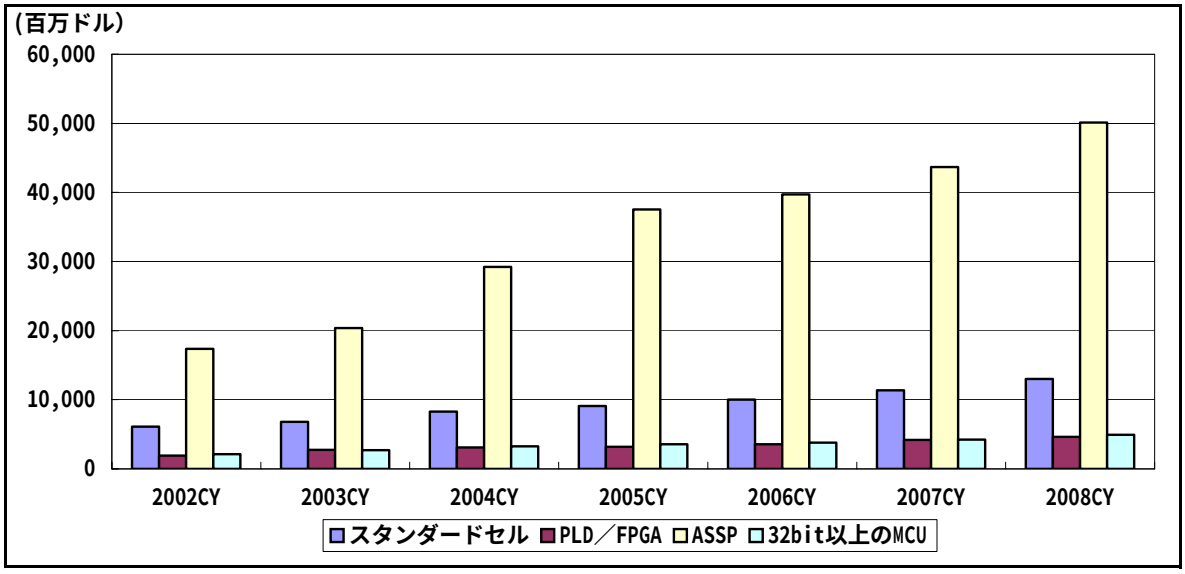
ソニーVME の例ではダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術はマイコンの一部として活用されているが、他社の開発例（要約表 12 を参照）からも多くが SoC（マイコンや ASIC、ASSP）の一部として利用されることが伺える。

要約図 44 に今後リコンフィギャラブル論理回路技術が活用される可能性のあるデバイスの市場規模予測を示す。なお、要約図 45 では WSTS（世界半導体統計）の区分にしたがっているためわかりにくいが、スタンダードセルは開発方式の呼び名で、予め設計され標準化されている機能セルを組み合わせて配置配線することでチップ全体を設計するセミカスタム LSI を指し、現在、ASIC と呼ばれているカスタム LSI（ユーザ側で開発するもの）はこの方式で作られている。また、ASSP（Application Specific Standard Products）は基本的に ASIC と同じ作り方であるが、メーカ側で応用分野を特定して、メーカの標準品として市場に出されているものを指している。

PLD／FPGA に比べ、32bit 以上の MCU や ASIC（図中ではスタンダードセルと表記されている）、ASSP と区分されているロジック LSI の市場の伸びが大きいことがわかる。

そして、今後予測されるダイナミックリコンフィギャラブル論理回路製品の市場であるが、ソニーの例から推測すると、PLD／FPGA の市場と言うより、むしろ、SoC 化されることで ASIC や ASSP の市場に用いられていくであろうと予測される。

要約図 44　リコンフィギャラブル論理回路技術が活用される各種半導体デバイスの市場規模予測



参考資料：WSTS 公表値を元に作成

第6章 提言

本調査の結果を踏まえて、次の提言を行う。

提言 1. リコンフィギャラブル論理回路技術全体の特許出願件数では米国が強いが、アプリケーション技術では、日本の出願件数も多く、「画像/マルチメディアアプリケーション」、「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」は日本が強みを持つ分野である。日本はこれらの強みを有する分野に注目し、技術開発に注力していくべきである。

リコンフィギャラブル論理回路に関する特許出願全体の状況は、米国が強く、米国籍の出願が全体の約 3 分の 2 を占めている(要約図 13)。そのなかでも、大手 FPGA メーカ 4 社は全体の約 3 分の 1 を出願しており、特に上位の Xilinx 社と Altera 社の 2 社だけで約 4 分の 1 を占めている（要約図 16)。

一方、日本国籍の出願は全体の約 14%で、国別に出願件数を比較すると米国に次ぐ 2 位にあり、3 位以下を引き離している（要約図 13)。

日本は米国と同様にプロセス技術、デバイス技術、システム設計技術、アプリケーション技術の全体にわたって特許出願を行っているが、米国と比較してアプリケーション技術の出願件数の比率が高い(要約図 23)。日本が得意とするアプリケーション技術に注目し、さらに技術力を強化してリコンフィギャラブル論理回路における国際競争力を高めていく必要がある。

アプリケーション技術を要素技術別に見ると、日本国籍の特許出願の割合が高い分野として、次に示す「画像/マルチメディアアプリケーション」、「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」の二つがあげられる。

まず「画像/マルチメディアアプリケーション」は、日本国籍の出願件数が米国籍の出願件数を上回っており、3 位以下も引き離している（要約図 24)。日本の国際競争力が高い技術と言える。

「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」でも日本国籍の出願件数は米国籍の出願件数をわずかに上回っており、3 位以下を大きく引き離している。さらに、上位出願人には日本の大手電機メーカが並んでいる（要約図 25)。これも日本が特許出願で先行している分野と言える。

「画像/マルチメディアアプリケーション」はこれまで日本が重点産業として強化を進めてきた情報家電産業における重要な柱であり、「耐故障システム・診断・デバッグへの応用」もシステムの信頼性強化という点で情報家電産業と関連が深い。これらの分野で技術力の優位性を維持し、さらに強化していくことは、日本の情報家電産業の国際競争力強化に貢献すると考えられる。

提言 2.
　リコンフィギャラブル論理回路の新分野であるダイナミックリコンフィギャラブル論理回路について見ると、特許出願件数では米国と日本の差は比較的小さく、量産レベルの製品化では日本が先行している。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路は日本が国際競争力をもちうる分野であり、一層の研究開発や市場拡大に注力していくべきである。

　ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路とは、システムの動作中に動的に論理機能を再構成できる柔軟性に特徴がある。その特徴により、一つのハードウェアを何通りにも使い分けて、システムの小型化、消費電力の大幅な低減が可能となることで注目されている技術である。

　ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の特許出願は 1995 年頃から増加を始めている（要約図 32)。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の特許出願件数では、米国籍が最も多いものの、日本国籍との差は、リコンフィギャラブル論理回路全体に比べて小さい(要約図 33)。
　出願件数上位の出願人はベンチャが多く、1 位と 5 位は米国、2 位はドイツ、4 位は日本のベンチャである（要約表 7）さらに、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路関連特許 307 件のうち、半分近くはベンチャからの出願（要約表 8）となっている。
　ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路はまだ新しい分野で、市場も確立されていない。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の市場では、2000 年頃から製品発表が相次いでいる（要約図 43)。また、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術を取り込んだ SoC の商品企画も相次いで発表されている（要約表 12)。SoC は従来、日本半導体産業が注力してきた分野であり、SoC とダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術の融合が進んでいることは、日本産業にとって有利に働く動向であると言える。
　米国では、大手 FPGA メーカはダイナミックリコンフィギャラブル論理回路をほとんど製品化していない（要約図 43、要約表 11～12)。ベンチャ企業からの製品発表は盛んだが、すでに業務を終了したベンチャも多い（要約図 43、要約表 9)。
　一方、日本では、ソニーとアイピーフレックスが量産レベルでの装置への搭載で世界に先行している。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路として最初に民生量産機器に搭載されたソニーの VME は、搭載機器において従来の 4 分の 1 という省電力化に貢献している。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術の改良は、情報家電産業の競争力強化にもつながる。
　以上の様に、ダイナミックリコンフィギャラブル技術において、日本と米国とを比較すると、特許出願件数の面では、日本と米国の差は小さく、また市場の面では、日本は米国よりも先んじている。よって、当該技術分野において、日本は比較的優位にあると推察される。今後この優位性を高めるためにも、より一層の研究開発に注力するとともに、市場を意識した研究開発も考慮することが重要であると考えられる。

提言 3.
日本がこれまでリコンフィギャラブル論理回路分野全体で出願してきた特許出願件数に比べると、市場での実績はきわめて小さい。数多く特許出願してきた大手半導体メーカを中心として、取得した特許を利用して市場で活用する方策を探るべきである。

リコンフィギャラブル論理回路に関する特許出願全体では米国籍の出願が全体の約 3 分の 2 を占めている(要約図 13)。日本国籍の出願は全体の約 14%で、米国に次ぐ 2 位にあり、3 位以下を引き離している（要約図 13)。

市場での売上高を見ると、大手 FPGA メーカ 2 社で 80%強、4 社では約 96%のシェアを占めている（要約図 41)。

米国の大手 FPGA メーカ 4 社は、よく知られた重要特許を中心として権利活用を行ってきた。大手 FPGA メーカ間での特許侵害訴訟も知られているが、いずれも和解して相互ライセンスが締結されている(要約表 4～6)。

これらの点から見て、日本メーカが一から市場に参入するにはかなりの困難があると考えられるが、これまでに取得した特許のなかから権利の活用が可能なものについては、それらの特許を活用して、市場参入することができれば、日本産業の活性化に資するものである。

その具体的方策の一つとして、米国の大手 FPGA メーカがすでに相互ライセンスを活用して市場活動を行っていることを踏まえると、日本の大手半導体メーカも相互ライセンスの活用を市場参入のきっかけとすることも検討すべきである。

ただし、相互ライセンスは双方のメーカが特許資産を共有する仕組みであり、各メーカの特色を薄れさせる側面も持つ。ベンチャ企業など、特色ある特許を武器に積極的な市場参入を図るメーカには、相互ライセンスは必ずしも有利に働かないことに留意すべきである。

提言 4.
日本はリコンフィギャラブル論理回路全体ではアプリケーション技術に強みをもち、新分野であるダイナミックリコンフィギャラブル論理回路でも強みをもつ。半導体メーカはさらにダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の技術開発に注力し、情報家電などの応用産業でもそれに合わせてアプリケーション技術の開発を促進して、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路分野で世界のトップを目指すとともに、それを通じて半導体産業から応用産業まで全般に渡って、強力な国際競争力を築いていくことが重要である。

ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路においては、これまで米国を中心とするベンチャが特許出願をリードしてきたが、民生用量産機器への応用ではソニーが先鞭をつけ、製品化の実績を上げている。今後、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の市場拡大を進めるには、デバイスを活用するためのアプリケーション技術の発展も重要な鍵になると考えられる。日本は、ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路技術とアプリケーション技術の両方に国際競争力を有しており、これら技術を相互に伸ばしていくことが重要である。ダイナミックリコンフィギャラブル論理回路の技術開発と特許出願をさらに促進し、アプリケーション開発を積極的に進めていけば、今後形成されるダイナミックリコンフィギャラブル論理回路製品の新しい市場で日本が優位を確保できる可能性は大きい。それによって、半導体産業から応用産業まで全般に渡って、日本の国際的な産業競争力を高めることにもつながると考えられる。