

ストレージ・メモリ分野

我が国は、インターネットやその他の高度情報通信ネットワークを通じて自由かつ安全に多様な情報又は知識を世界的規模で入手し、共有し又は発信することにより、あらゆる分野における創造的かつ活力ある発展が可能となる高度情報通信ネットワーク社会の形成を目指し、電子政府始め様々な取り組みを推進している。しかし、その一方で、大幅に増大しているネットワーク・トラフィックと電力消費量の爆発的増大、情報システムのトラブルの原因となるソフトウェアの安全性・信頼性の低下、増加の一途をたどるアタック、ウイルス等の重要な課題が顕在化している。

こうしたことから、情報家電等ITの利活用と社会システムとしての安全性・信頼性の確保とともに、その基盤となるIT産業の技術力、国際競争力の強化を目標として、情報通信関連技術を半導体、ストレージ・メモリ、コンピュータ、ネットワーク、ユーザビリティ（ディスプレイ等）及びソフトウェアの6分野に分け、今後10年程度を見据えた技術戦略マップを作成した。

ストレージ・メモリは、膨大な量の情報を記憶させ、瞬時に読み出せることが求められている。本技術戦略マップでは、我が国に必要な重要技術を抽出し、技術開発成果の産業への導入シナリオ、ロードマップをとりまとめている。

ストレージ・メモリ分野の技術戦略マップ

．導入シナリオ

(1) ストレージ・メモリ分野の目標と将来実現する社会像

インターネットの高速化がますます進展すると、大容量のビデオ映像のオンデマンド配信が広がり、そのコンテンツ供給や保存に対応したストレージが必要となる。また、デジタルカメラやオーディオが付属した携帯電話等のモバイル機器は、多機能化、小型化等が見込まれ、これらのモバイル機器に使用されるストレージ、メモリは大容量化・低消費電力化が求められている。例えば、現在の数十倍の記憶容量を持つサーバーやモバイル機器、また、瞬時に起動し、かつ現在の数倍の動作時間を持つ情報機器等の実現が期待されている。

「技術戦略マップに示された技術により実現できる将来社会イメージ」の中で示される将来のコピキタス時代を作り上げるためには、情報処理技術の高度化が必要不可欠であり、ストレージ・メモリ技術は、そのコア技術の一つである。

(2) 研究開発の取組み

ストレージ分野は、磁気系ストレージメモリ、光系ストレージメモリに大別できる。両者とも、記録密度を高めることが研究開発のターゲットであり、これまで、「超先端電子技術開発促進プロジェクト」(1996～2001年度)で、垂直磁気記録方式の研究開発を行い、HDDの高密度化に寄与した。また、「ナノメータ制御光ディスクの開発」(1998～2002年度)の一部の成果が現在のBlu-Ray Discシステムの開発に活用されている。

メモリ分野は、過去、MRAM等の研究開発を行ってきたが、現在は、「スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト」(2006～2010年度)の中で、電子の自転を利用した全く新しい原理のメモリである、スピンメモリの研究開発を進めている。

また、将来のメモリ技術の可能性を探るために、2007年度から開始したナノエレクトロニクスの研究開発プロジェクトの中で、ナノギャップを使ったメモリの可能性を研究している。

更に2008年度から「グリーンITプロジェクト」(低消費電力ハードディスク技術等)を開始する。

(3) 関連施策の取組み

[規制・制度改革]

- ・ 高度情報通信ネットワーク社会形成基本法(IT基本法)による高度情報通信ネットワーク社会の形成に関する施策の推進
- ・ 省エネ法におけるトップランナー方式の活用(磁気ディスク装置)

[国際標準化]

- ・ IEC/TC100(オーディオ・ビデオ・マルチメディアシステム及び機器)のTA6及びTA7で、それぞれ業務用ストレージ、民生用ストレージの標準化活動

を行っている。代表マネージャは、両者とも日本から出ており、日本が主導して標準化を進めている。

〔国際連携・協力〕

- ・ I T活用が貢献する社会の環境負荷低減、持続可能な環境・I T経営の在り方、今後取り組むべき重要な省エネ革新技術開発の方向と予測等について議論し国内外に発信する「グリーンI T国際シンポジウム」を開催する予定。

（４）海外での取組み

DARPA（米国国防高等研究計画局）を中心にスピントロニクスを活用する回路技術を開発する大型プロジェクト発足の動きがある。

米国グランディス社は、磁気ヘッド用の面内磁気方式の磁気トンネル素子をそのまま用いて、1ギガビット程度の容量を持つスピンRAMの開発を目指している。

（５）民間での取組み

フラッシュメモリは、より大容量化を目指して、微細化技術及び多値化技術を中心に、内外の半導体メーカーがしのぎを削って研究開発を進めている。また、非接触型I Cカード等に導入が進んでいるFeRAMは、より高い書き換え耐性、低消費電力化、集積化が課題で民間企業は研究を進めている。MRAMは、室温TMRの発見からスタートし、誤書き込み防止技術の開発などで既に産業界で16Mビットの量産化まで進んでいる。今後、国で研究が進められているスピン技術等の導入等によって、高集積化、低電流書き込みなどが期待されている。

2008年2月、我が国のI T、エレクトロニクス関連企業、団体が「グリーンI T推進協議会」を設立。新技術の社会への導入、国際的リーダーシップの発揮、電子・情報技術の抽出・ロードマップの作成、I T /エレクトロニクス活用における定量的調査・分析を行う。

（６）改訂のポイント

- ストレージ、メモリ分野に特化して再整理した。

．技術マップ

（１）技術マップ

ストレージ技術、メモリ技術の各々について、「容量」と「速度」を軸とし、「技術の位置付け」及び「技術の適用用途（アプリケーション）」を図示した。

また、技術毎に、主たる性能（大容量化、高速化、低消費電力化）を明示した。

（２）重要技術の考え方

各々の主たる性能（大容量化、高速化、低消費電力化）の観点から、重要となる技術を示した。

（３）改訂のポイント

- ストレージ・メモリ分野に特化して再整理した。

. 技術ロードマップ

(1) 技術ロードマップ

ストレージとメモリに分類し、要求スペックや機能とそれらを実現する技術内容を時間軸上に記載している。

(2) 改訂のポイント

- 技術戦略マップ2007からの変更なし。

. その他の改訂のポイント

ベンチマーキングの策定【ストレージ分野の国際競争ポジション】

- 代表的なストレージである光ディスク、光ドライブ、HDD、NANDフラッシュメモリーについて、2006年のシェアで産業競争力を比較した。
- 高記録密度HDD装置部門での内外特許出願状況により、技術動向比較を行った。
- 日米欧のHDD関連部門への政府助成金を比較した。

ストレージ・メモリ分野の導入シナリオ

2009

2010

2015

2020

目標

民間企業の
取り組み

研究開発

フラッシュメモリ、FeRAMの高集積化技術開発等

MRAM等の次世代メモリ技術開発

協議会

グリーンIT推進協議会の活動

研究開発の
取り組み

磁気系ストレージメモリ、光系ストレージメモリとも、記録密度を高めることが第一目的。振原理の不揮発性メモリの開発が官民で進めている。

グリーンITP(低消費電力HDD技術開発)

スピントロニクスの研究開発

関連基盤技術の開発(産総研) 光技術研究部門、近接場光応用工学研究センター 等

導入促進策

法律
ガイドライン

IT基本法(高度情報通信ネットワーク社会形成基本法)

省エネ法によるトップランナー方式(磁気ディスク装置)

標準化

TC100 TA6 TA7 での標準化活動

関連施策の
取り組み

関連分野との
連携

環境整備

グリーンIT国際シンポジウムの開催等を通じて、IT活用が社会の環境負荷低減、持続可能な環境・IT経営の在り方、今後取り組むべき重要な省エネ革新技術の方向と予測等について議論し国内外に発信

ストレージ・メモリ分野の技術マップ

凡例

主たる性能分類
・大容量化技術
・高速化技術
・省電力化技術

ストレージ・メモリデバイス

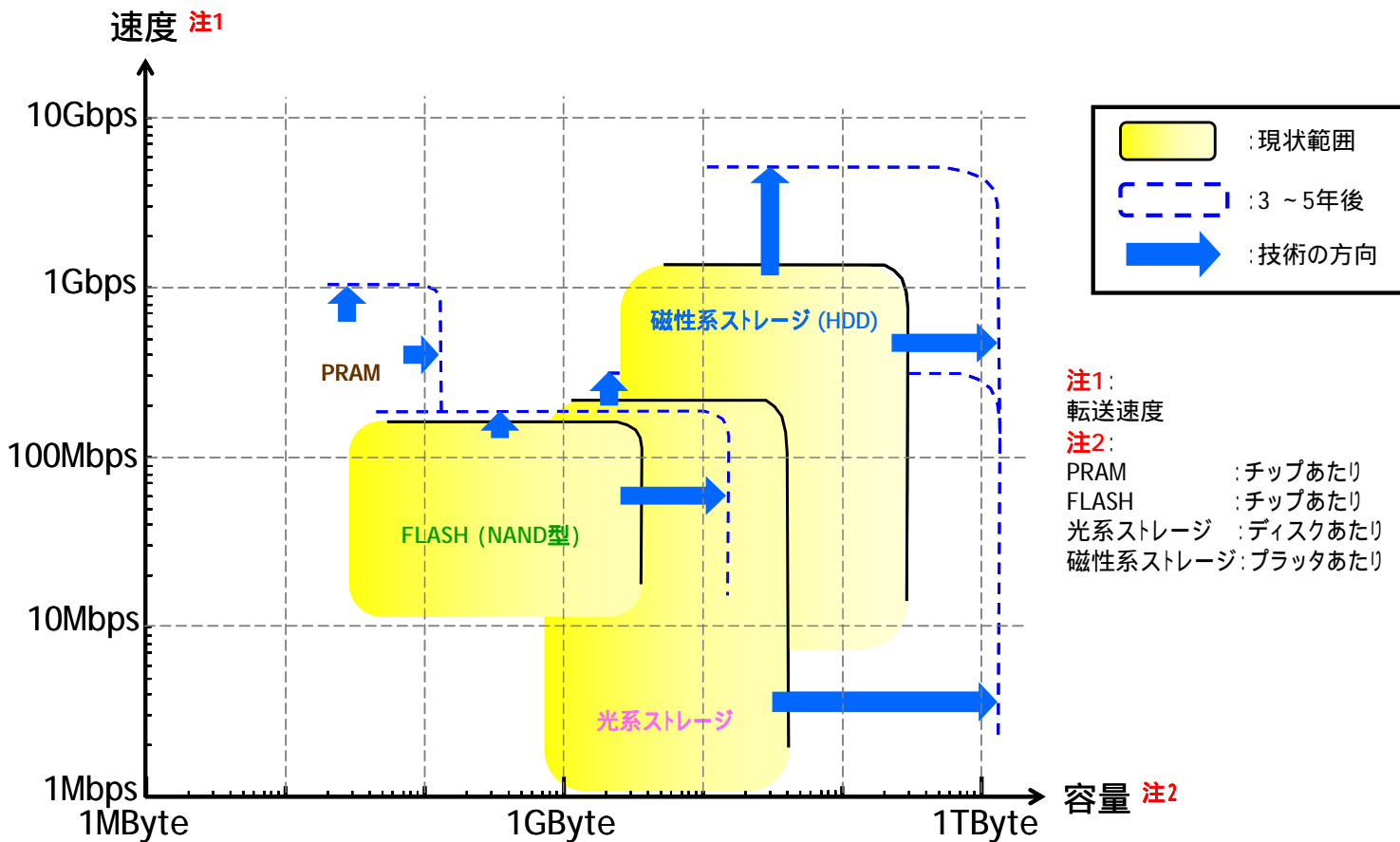
項目	開発技術	分類
磁性系ストレージ (HDD)	媒体技術(パターン媒体、熱アシスト対応媒体)	
	記録ヘッド技術(熱アシスト方式、微細加工技術)	
	再生ヘッド技術(TMR、CPP-GMR、スピントロニクス応用)	
光系ストレージ	高データ転送速度化技術(並列化処理)	
	ビット微細化技術(スーパーレンズ、SIL)	
	三次元記録技術(ホログラム、2光子吸収)	
FLASH (NAND型、NOR型)	低アスペクト比セル(ナドット、TANOS)	
	多値化技術(低セル間干渉、高誘電体ゲート絶縁膜)	
	多層化技術(3D、BiCS)	
FeRAM	新メモリセル構成技術(Chain型、1T型、3Dキャパシタ)	
	材料技術(新強誘電体材料)	
MRAM	大容量化技術(誘導磁場型、スピン注入型、垂直磁化型)	
	高速読み出し技術(高出力化、材料)	
	書き込み技術(スピン注入反転、磁壁移動)	
	メモリセル構成技術(高速動作、多層、多値、クロスポイント、論理回路)	
PRAM	材料技術(新相変化材料)	
	多値化技術(多値)	
	3次元化(3D)	

新規デバイス

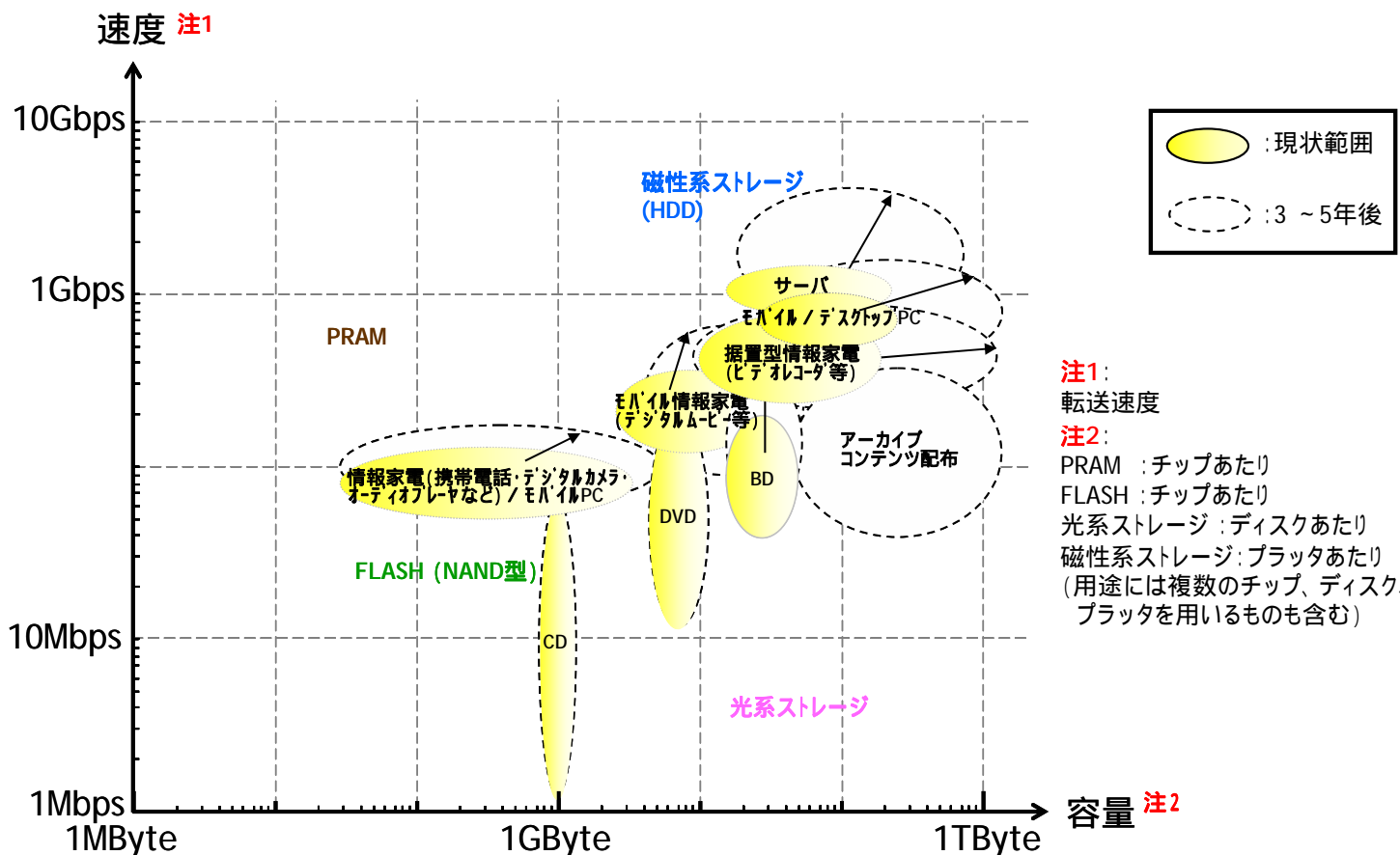
項目	開発技術	分類
ReRAM	大容量化技術	
	材料技術	
	機構解明	
PMC-RAM (原子スイッチ、ナノブリッジメモリ等)	書き換え回数増大化技術	
	低消費電力化技術	
カード型ホログラムメモリ	導波路型(材料、構造、記録方式)	
	体積記録型(材料、構造、記録方式)	
MEMSプローブメモリ	トポ記録方式	
	強誘電/強磁性方式	
磁壁移動固体メモリ	スピントロニクス技術	
	高集積化技術	
有機メモリ	材料技術	
分子メモリ	大容量化技術、低消費電力化技術	
ナノチューブメモリ	微細プロセス技術	

ストレージ・メモリ分野 (技術俯瞰図)

ストレージ技術の位置付け



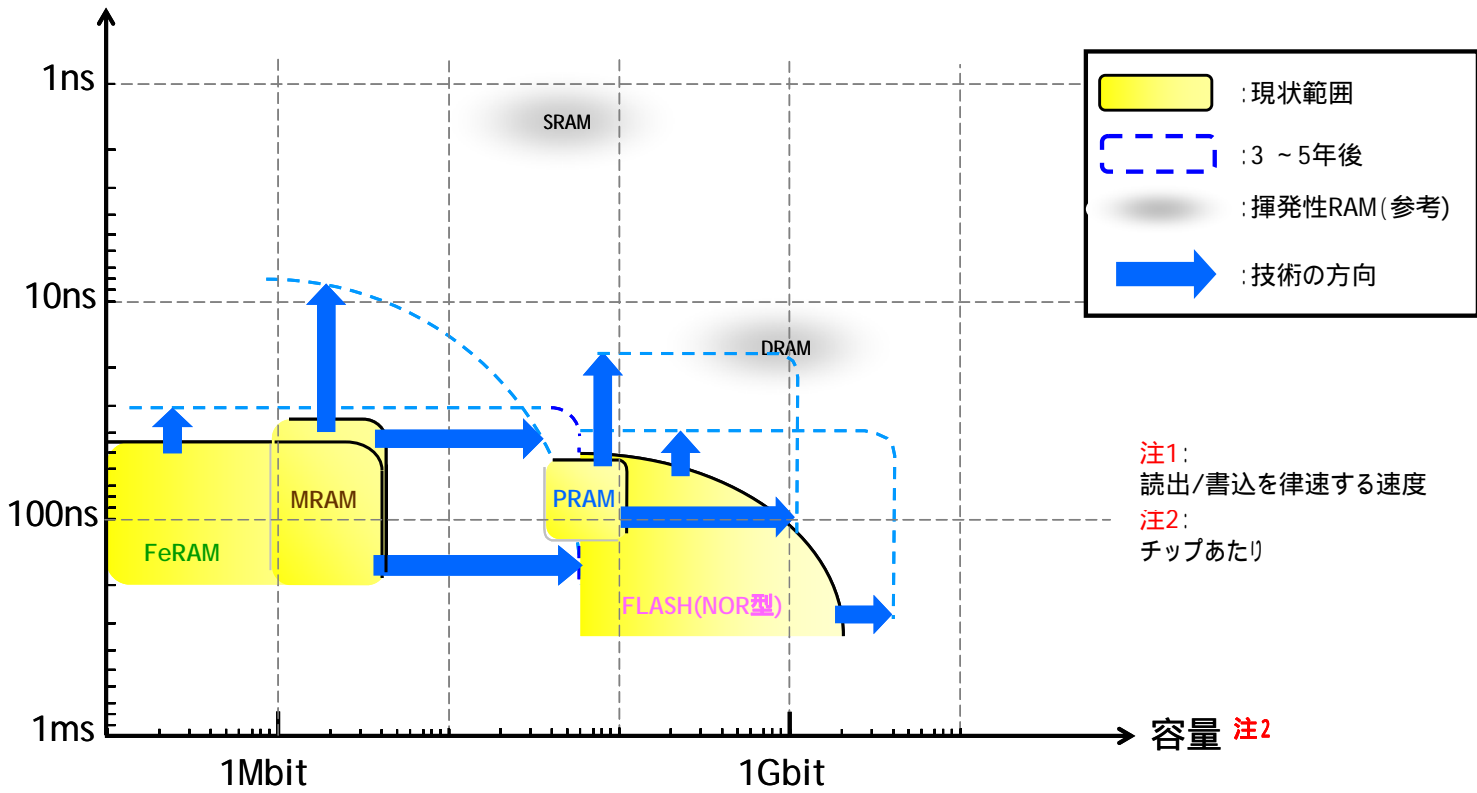
ストレージ技術の主な適用用途



ストレージ・メモリ分野 (技術俯瞰図)

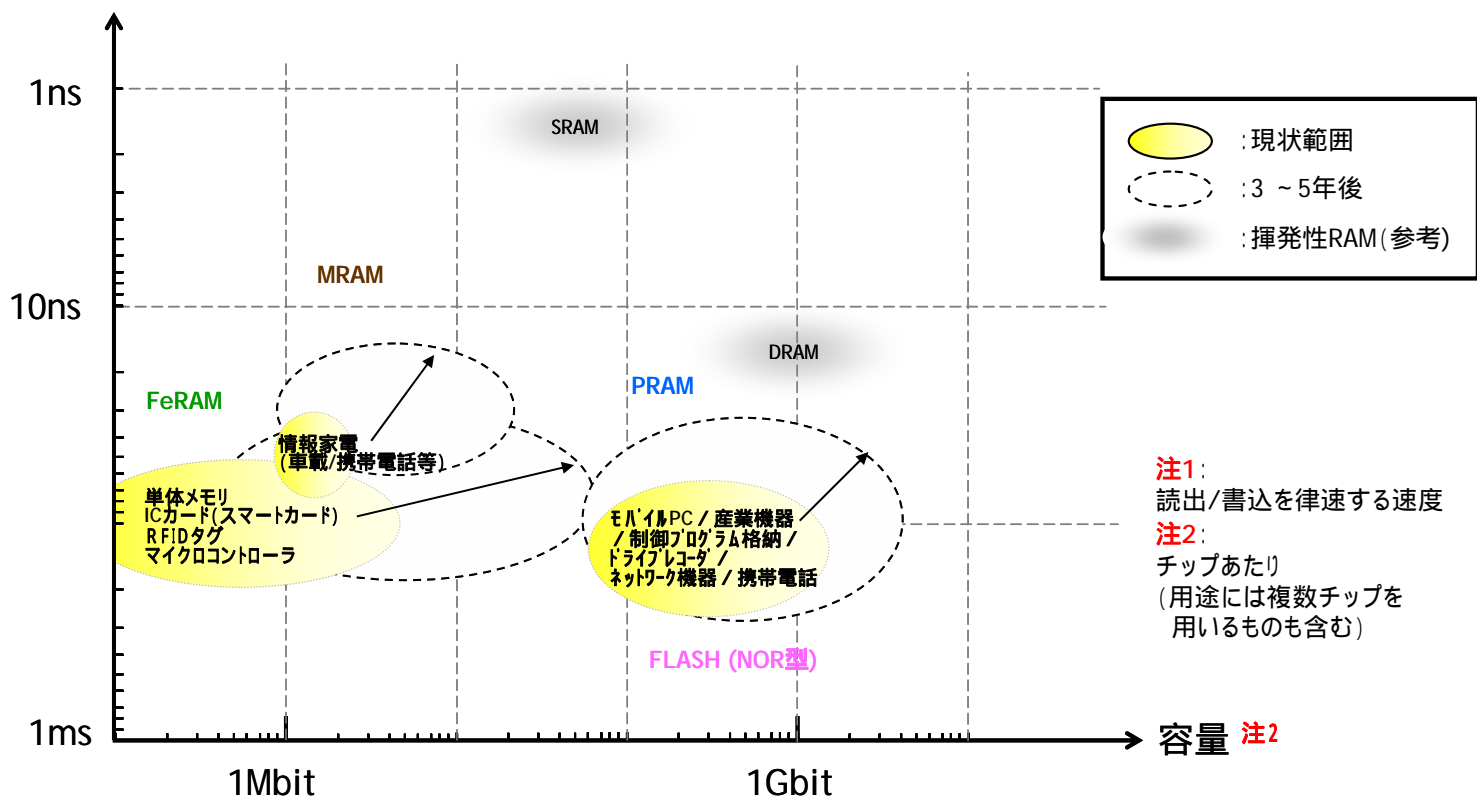
メモリ技術の位置付け

速度 注1



メモリ技術の主な適用用途

速度 注1

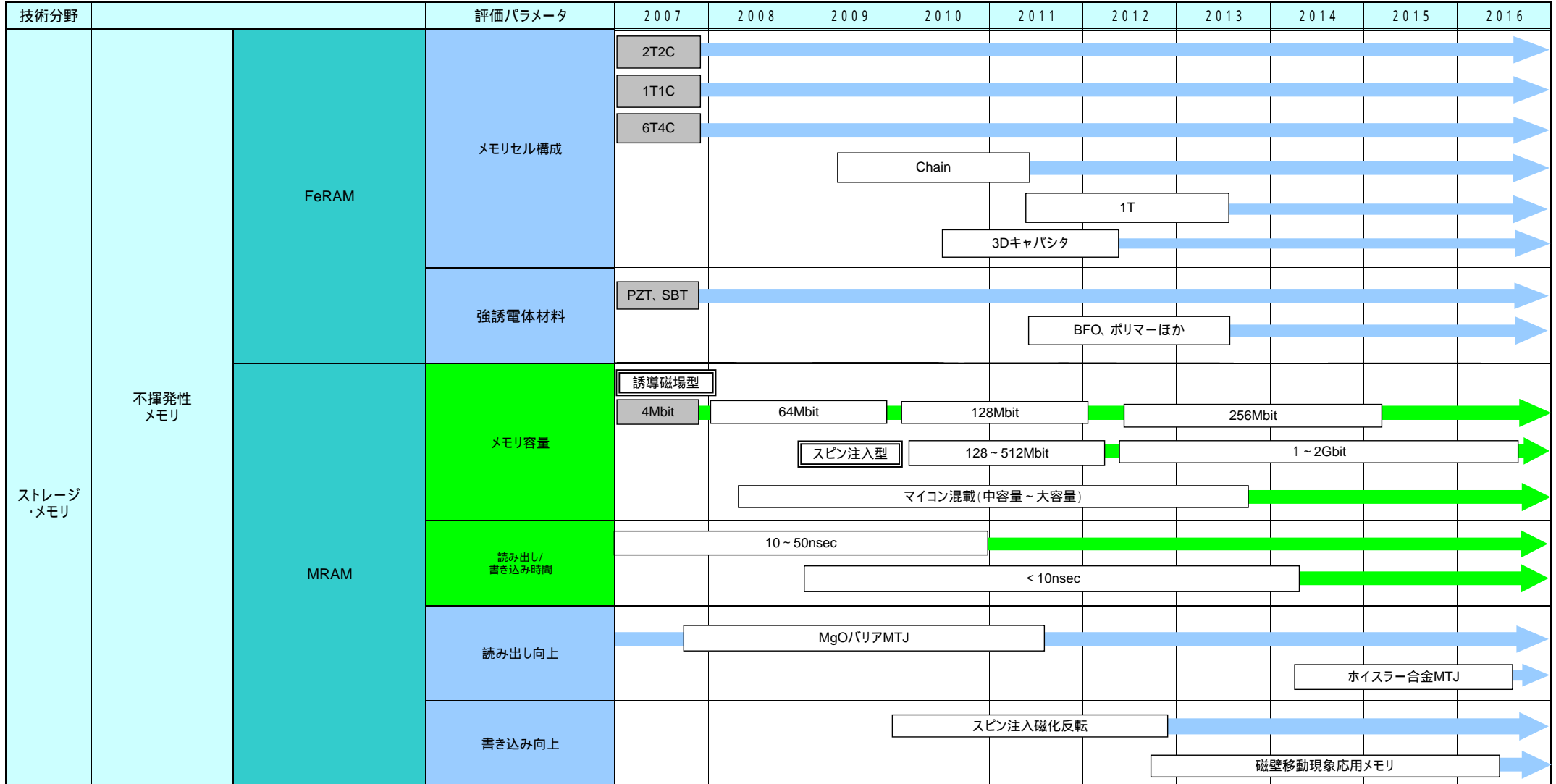


注: 破線枠で示した項目は、実現時期の不確実性が強いことを示している。

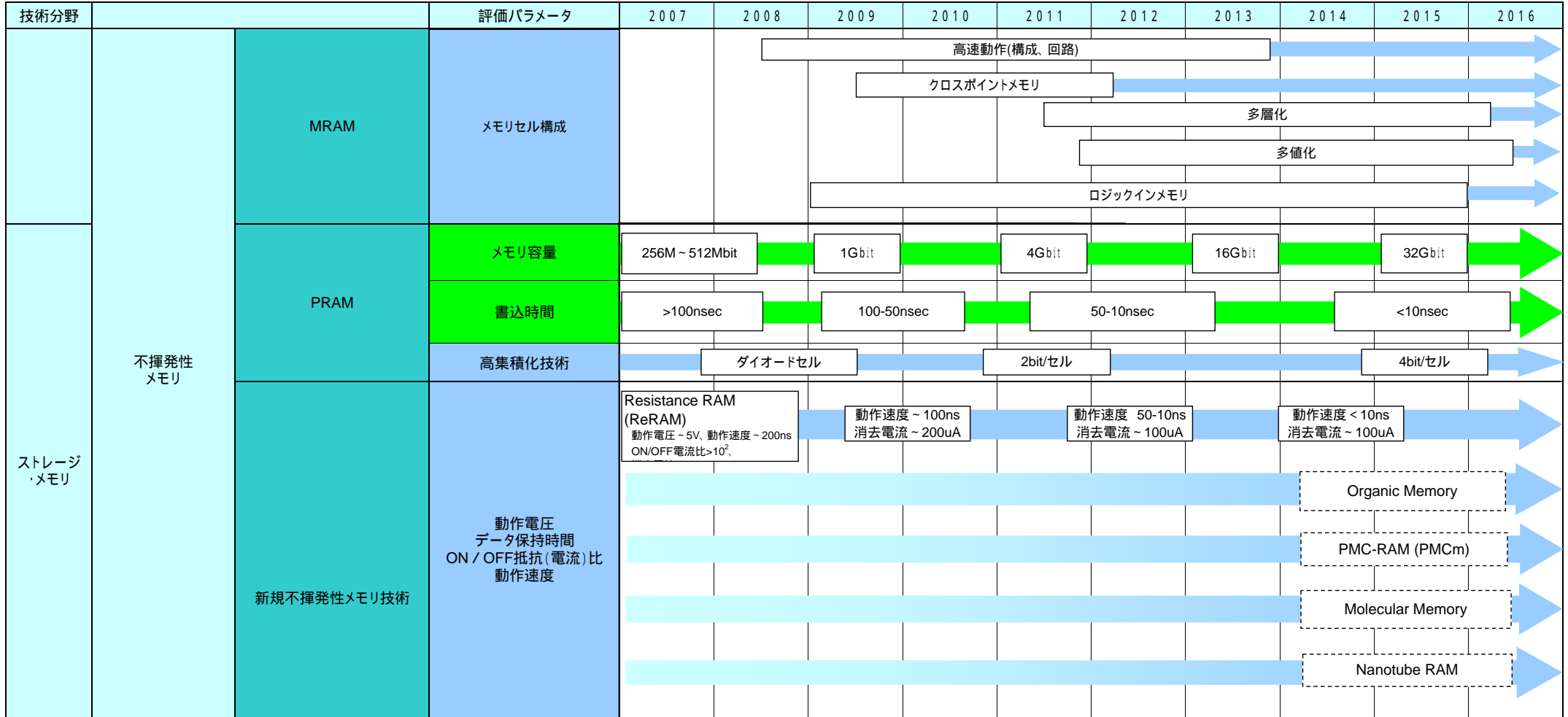
□: デバイス名

技術分野	分野構造	評価パラメータ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
ストレージ・メモリ	ストレージ	ネットワークサーバ用ストレージ	HDD	3.5" HDD容量2.0TB 2.5" HDD容量800GB		2.5" HDD容量3.0TB		→					
		ホームサーバ・PC用ストレージ	HDD	3.5" HDD容量2.0TB 2.5" HDD容量800GB		2.5" HDD容量3.0TB 1.8" HDD容量1.6TB		→					
		モバイル用ストレージ	HDD	1.8" HDD容量400GB 1.0" HDD容量80GB		1.8" HDD容量1.6TB 1.0" HDD容量400GB		→					
		コンテンツ配布用ストレージ	ROM型光ディスク	片面1層 15~25GB 片面2層 30~50GB 36Mbps ~100円	100GB 200Mbps ~100円	200GB 200Mbps ~100円	2020 500GB~1TB / ディスク 数百Mbps~1Gbps 約100円		→				
		コンテンツ保存・アーカイブ用ストレージ	HDD	1ドライブ: 100GB(M-INT) ~400GB(H-INT) 寿命:5年	1ドライブ:300~500GB (ハイエンド) 寿命:5年	1ドライブ:1~3TB (ハイエンド) 寿命:5年		→					
			民生用光ディスク	片面1層 20~25GB 片面2層 30~50GB 寿命:>30年	200-300GB 200Mbps 寿命:100~200年	500GB~1TB / ディスク 数百Mbps~1Gbps 寿命:100~200年		→					
	業務用光ディスク		200~300GB / ディスク 160Mbps 寿命:100~200年	500GB~1TB / ディスク 数百Mbps~1Gbps 寿命:100~200年	2~4TB / ディスク 1~2Gbps 寿命:100~200年		→						
	磁気テープ	非圧縮時:400GB 圧縮時:800GB 寿命:数年	非圧縮時:800GB 圧縮時:1.5TB 寿命:10年	非圧縮時:1.5TB 圧縮時:3.2TB 寿命:10年	非圧縮時:3.2TB 圧縮時:5.4TB 寿命:10年	→							
	磁性系 ストレージ技術	記録密度		面密度300Gb/in ²	面密度600Gb/in ²	面密度1.2Tb/in ²	面密度2.4Tb/in ²	面密度4.8Tb/in ²	→				
		記録再生方式・技術	垂直磁気記録	分離トラック垂直磁気記録	パターン媒体 記録再生方式	熱アシスト記録再生方式	熱アシストパターン媒体 記録再生方式	→					
媒体技術		グラニューラ垂直媒体 粒径:5-8nm Ku:5-7E6 erg/cm ³	改良型グラニューラ垂直媒体 粒径:3-5nm Ku:>E7erg/cm ³	磁気結合型垂直媒体 (多結晶、単結晶、非晶質) 微細パターン精度:2nm	熱磁気特性制御型 ナノ垂直媒体 (ヘッド磁界/温度感応型)	→							

ストレージ・メモリ分野の技術ロードマップ(4/5)



ストレージ・メモリ分野の技術ロードマップ(5/5)

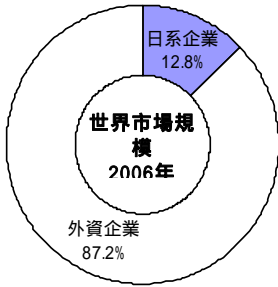


ストレージ分野の国際競争ポジション

<ストレージの日系企業シェア>

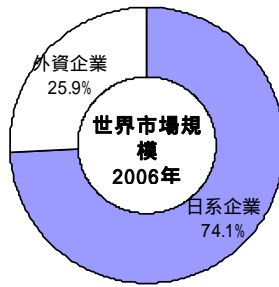
光ディスクは、我が国の製品品質力は優れているが、価格面で台湾等アジアのシェアが高い。

2006年光ディスク市場：日系企業シェア



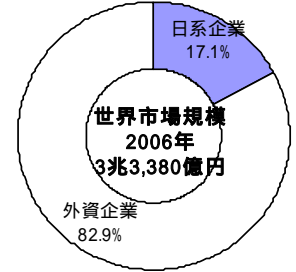
光ディスクドライブは、レーザや光ピックアップ等の部品の産業競争力の強さも活かし、シェアは高い。

2006年光ディスクドライブ市場：日系企業シェア

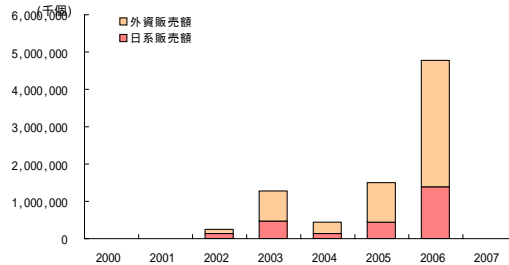
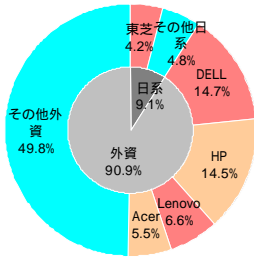


HDDは、小型製品のシェアは高いが、全体では、米国が強い。

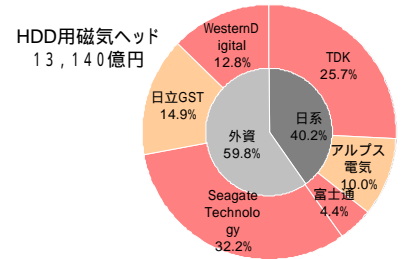
2006年ハードディスクドライブ市場：日系企業シェア



フラッシュメモリ(NAND)は、韓国のシェアが高いが、我が国メーカーのシェアも、高い技術力、積極的投資によって、回復している。



HDDの基幹部品である磁気ヘッドのシェアは、日系メーカーが高い



(出典：富士キメラ総研)

<ストレージ関係の特許出願状況>

高記録密度ハードディスク装置に関する特許出願件数は、出願先国、出願人とも日米が多く、我が国の強い分野。米国籍人の出願件数が減ってきているのは、米国のHDDメーカーの減少によるもの

図 2-1-1 出願先国別出願件数推移

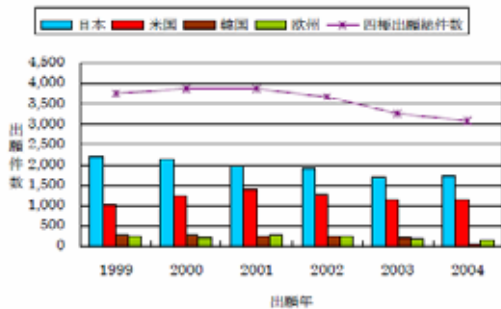


図 2-1-2 出願先国別出願件数比率

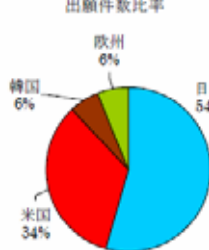


図 2-1-5 出願人国籍別の出願 (出願先国：米国)

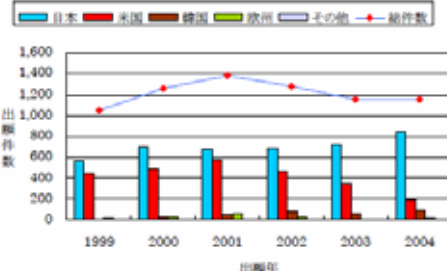
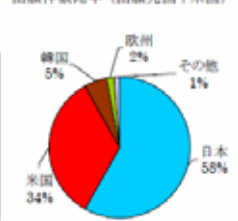


図 2-1-6 出願人国籍別出願件数比率 (出願先国：米国)

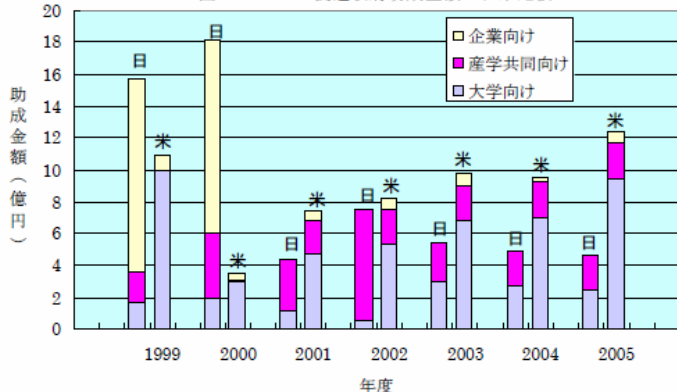


出典：平成18年度特許出願技術動向調査報告書(特許庁)

<政府助成金の各国別推移>

2000年までは、我が国の助成金は米国を上回っていたが、超先端電子技術開発促進事業の終了によって、米国を下回っている。

図 4-2 HDD 関連政府助成金額の日米比較



<技術区分別特許出願状況>

HDDの部品関係の米国への出願状況でも、日米のメーカーからの出願が多い。

表 2-2-3 技術区分別登録件数上位 5 出願人 (出願先国：米国)

順位	技術区分				
	磁気ヘッド	磁気ディスク	ヘッド制御技術	機構技術	装置制御・応用技術
	出願人 (登録件数)	出願人 (登録件数)	出願人 (登録件数)	出願人 (登録件数)	出願人 (登録件数)
1	TDK グループ (292)	Seagate Technology (108)	Seagate Technology (334)	Seagate Technology (117)	日立製作所グループ (58)
2	IBM (230)	日立製作所グループ (75)	日立製作所グループ (181)	Western Digital (44)	Seagate Technology (41)
3	日立製作所グループ (203)	富士通 (34)	Western Digital (131)	日立製作所グループ (40)	富士通 (36)
4	Seagate Technology (139)	富士電機 (29)	Maxtor (76)	ミネベア (36)	Texas Instruments (33)
5	アルプス電気 (139)	IBM (26)	IBM (73)	三星電子 (25)	IBM (26)

調査範囲：1999～2005年の出願
出典：平成18年度特許出願技術動向調査報告書(特許庁)