

ネットワーク分野

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、その基盤となる情報通信産業の技術力、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。

ネットワークは、膨大な量の情報を瞬時に目的地に伝送させることが求められており、ルータの高速化・大容量化、光ファイバー等の伝送路技術、伝送方式、省エネ技術が重要である。今後、動画像の送配信や各種ITサービスが普及し、社会で扱う情報量は2025年には現在の約200倍になるとの試算もある。これに対応するため、情報を処理する機器の台数が大幅に増加するとともに、各機器毎の情報処理量も急増しており、その消費電力量も2025年には現在の5倍となるとも予測されている。このように、ネットワーク技術は、高速性、大容量性、安全性に加え、この省エネ対策技術を確立することが必須となっている。

ネットワーク分野の技術戦略マップ

．導入シナリオ

(1) ネットワーク分野の目標と将来実現する社会像

音声、画像、動画等のマルチメディア情報を、いつでもどこでもインターネットに接続できる環境を構築するため、無線・有線通信のインフラの共有や統合が進むとともに、例えば、携帯型IP電話や携帯端末からの家庭内の情報家電の遠隔操作など、情報家電やセンサ、車載機器がIP技術を用いてオープンに接続されることが考えられる。また、著作権等が遵守された上でのデジタル情報の流通とそれを加工することに伴う新たなアプリケーションの発展等も予測され、高精細な動画のインターネット配信など様々な新しいサービスの実現が期待されている。

その技術は、「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」の中でも、半導体技術、ユーザビリティ技術等と合わせて、将来のユビキタス時代を作り上げるコア技術である。このイメージの社会を築き上げていくためには、情報量の増大に対応する高速大容量サーバやサーバの省電力化技術が求められている。

(2) 研究開発の取組み

研究開発の推進については、開発目標を戦略的に設定するとともに、効率的な研究開発体制の構築が重要である。

本格的なIT化に伴い、動画像の送配信や各種ITサービスが普及し、社会で扱う情報量は2050年には約200倍になるとの予測もあり、これに伴い、ネットワークで消費する電力は、2050年には、現在の5倍と予想されている。これらに対処するため、10Tbps 超級のエッジルータ実現のための光デバイスの開発等を行う次世代高効率ネットワーク先端技術開発(2007～2011年度)を進めており、更に、2008年度から「グリーンITプロジェクト」(データ最適配分型革新ルータ技術等)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導入の検討(小型ルータ、大型ルータ)

[国際標準化]

- ・ネットワークは、双方向接続が基本であるので、伝送方式等の標準化が不可欠である。そのため、多くの標準化団体で標準化が進められている。
- ・IECやISO/IECのJTC1では、デジタル家電などを用いて画像などの大量データを、機器相互やインターネットを介してやりとりするためのデータの仕様や、データ圧縮方式などの国際標準化を進めている。

- ・また、IEC/TC86では、光伝送システムで用いられる半導体レーザ、受光器、コネクタ、モジュール等の性能、信頼性、安全性等に関する標準化が進められている。
- ・ECHONET(設備系ネットワークの標準化)、KONNET(宅内ネットワーク、ビル制御用ネットワークの標準化)、UPnP(家庭内PC、AV機器、家電製品等に関する接続仕様に関する標準化)、DLNA(AV機器、PC、情報家電の相互接続に関する標準化)、PLC(電力線を用いた通信方式に関する標準化)などの標準化を行っている。

[国際連携・協力]

- ・IT活用が貢献する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IT国際シンポジウム」を開催する予定。

(4) 海外での取組み

アメリカでの研究開発は、2001年度からNITRD(Networking and Information Technology R&D)プログラムがあり、その中で、LSN(大規模ネットワークング)が進められており、傘下に、JET(Joint Engineering Team)、MAGIC(Middleware And Grid Infrastructure Coordination)、NRT(Network Research Team)がある。

(5) 民間での取組み

2008年2月、我が国のIT、エレクトロニクス関連企業、団体が「グリーンIT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、IT/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

- ネットワーク分野に特化して再整理した。

技術マップ

(1) 技術マップ

「ネットワークの領域」を横軸に、「技術の方向性」を縦軸に技術を俯瞰。

また、重要技術のうち、用語の定義に幅があるものについては、ブレイクダウンして技術を整理。

(2) 重要技術の考え方

技術開発に伴うリスクが大きく、企業単体で取り組むことが難しいもの、産学官の連携体制で取り組むことによって、開発が速まり、国際競争上の優位性が期待されるものなどについては、重要技術と整理した。

(3) 改訂のポイント

- ネットワーク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

アーキテクチャ技術、ネットワーキング技術、セキュリティ技術、ネットワークノード技術、伝送技術、デバイス技術の6分野にカテゴリー分けを行い、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

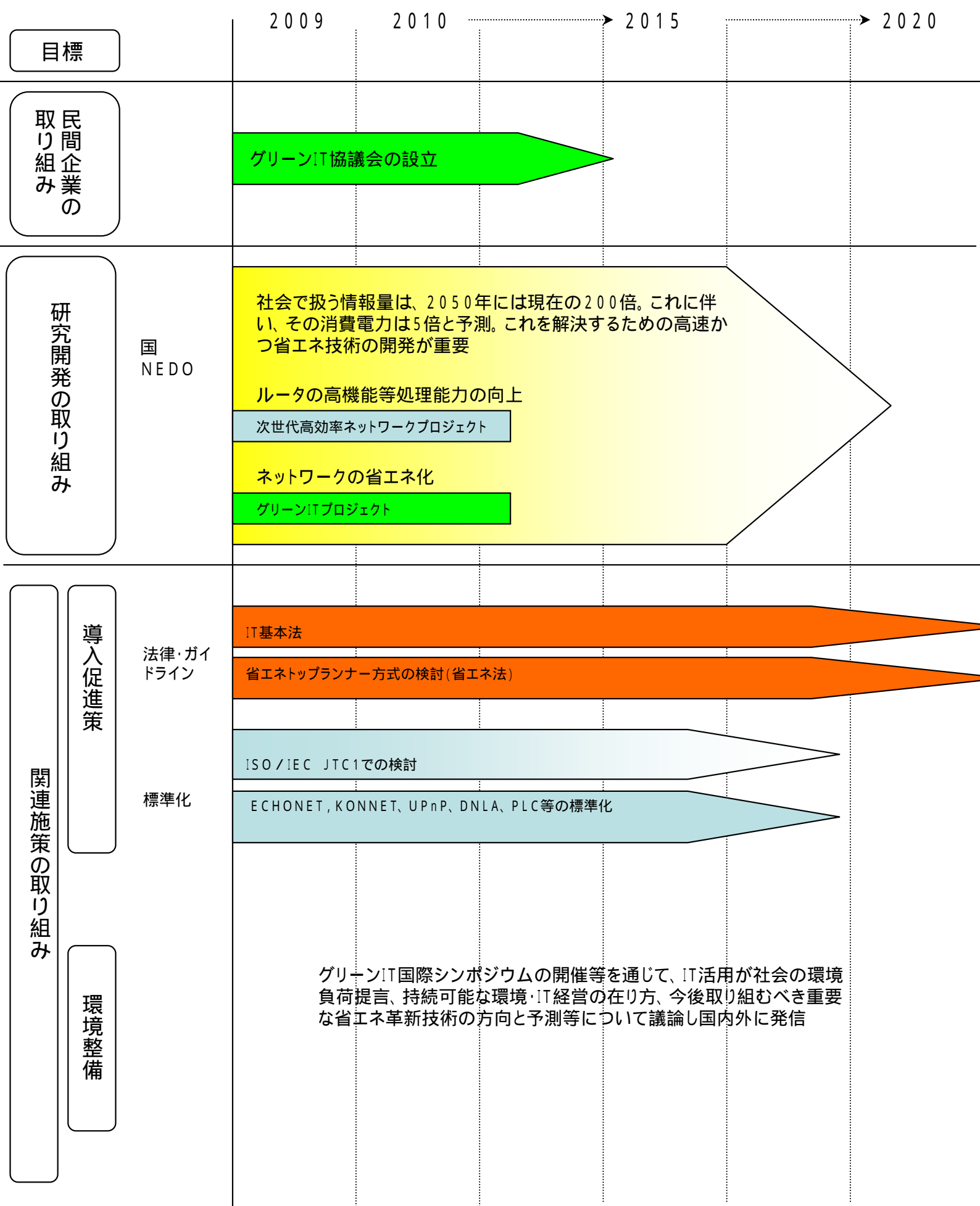
- 技術戦略マップ2007からの変更なし。

. その他の改訂のポイント

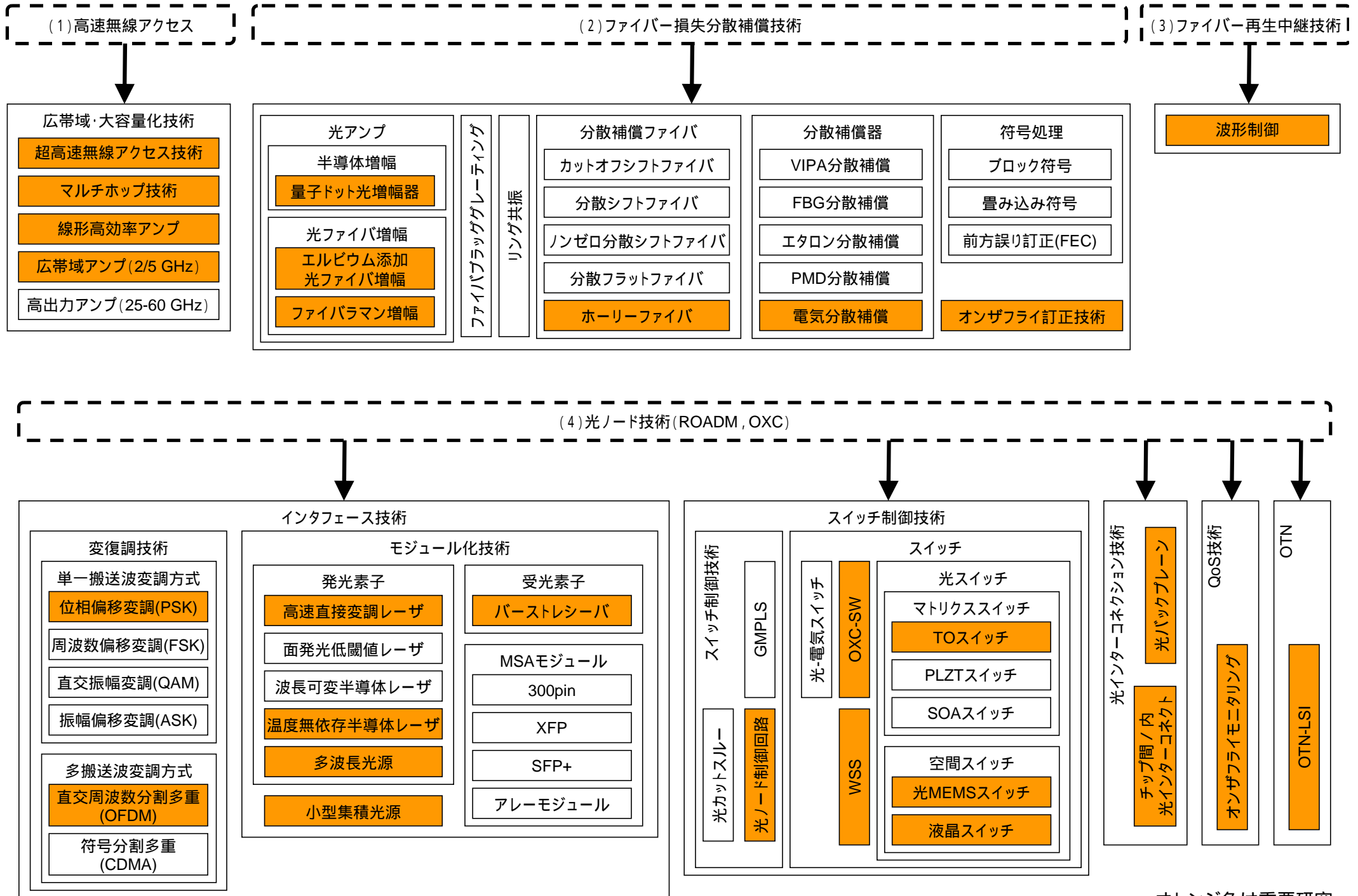
ベンチマーキングの策定【ネットワーク分野の国際競争ポジション】

- 2006年のルータ、LANスイッチ、DW/DM伝送装置、LN変調器のシェアにより産業競争力を比較した。
- 特許の出願件数による技術競争力比較を行った。

ネットワーク分野の導入シナリオ

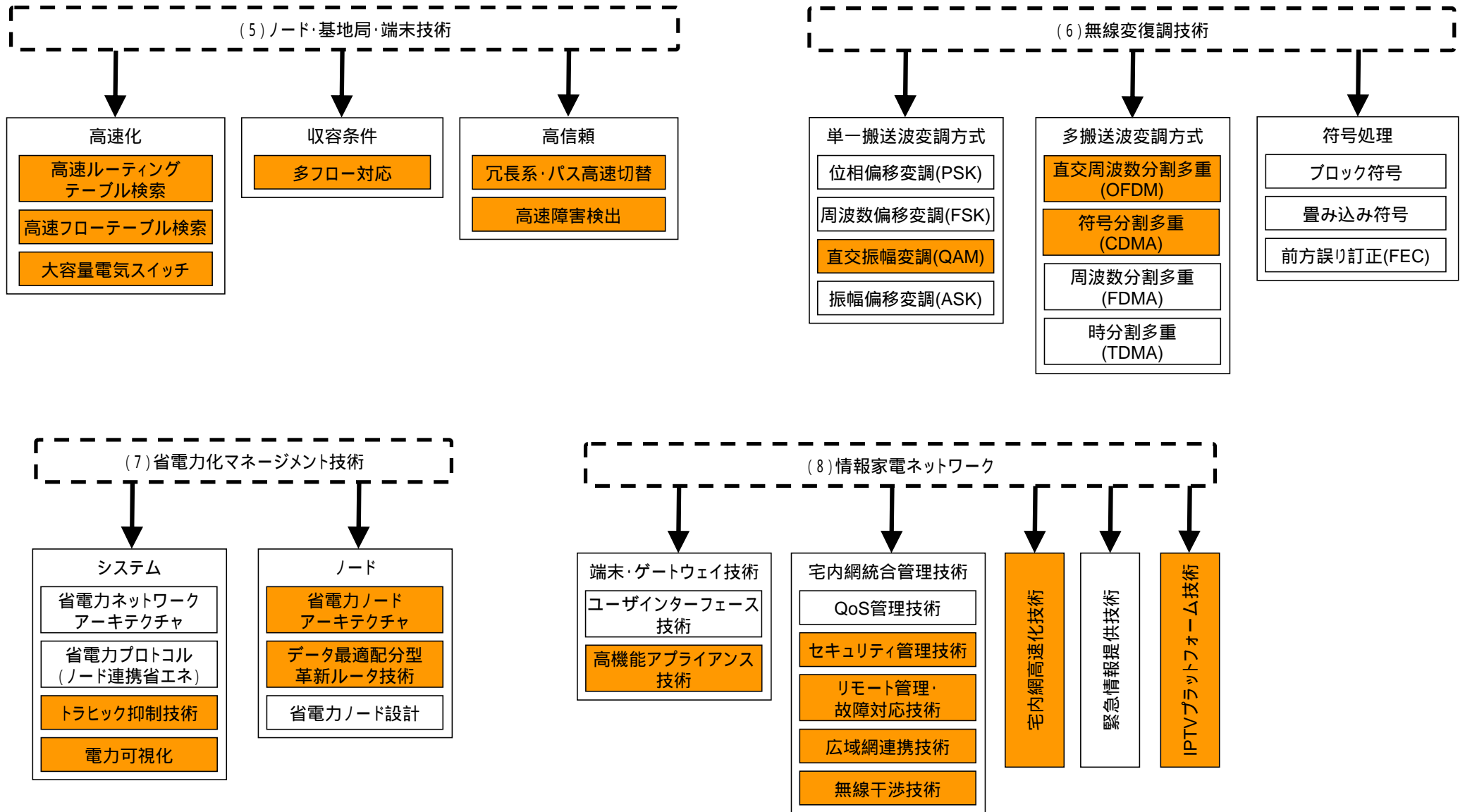


ネットワーク分野の技術俯瞰図(1 / 5)



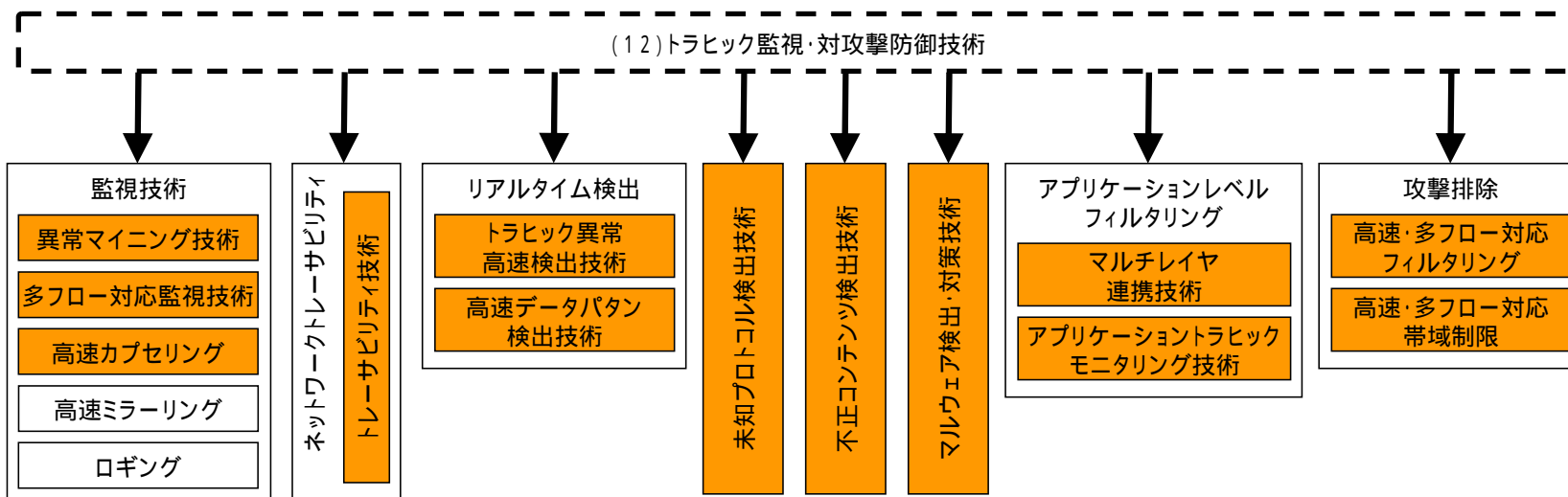
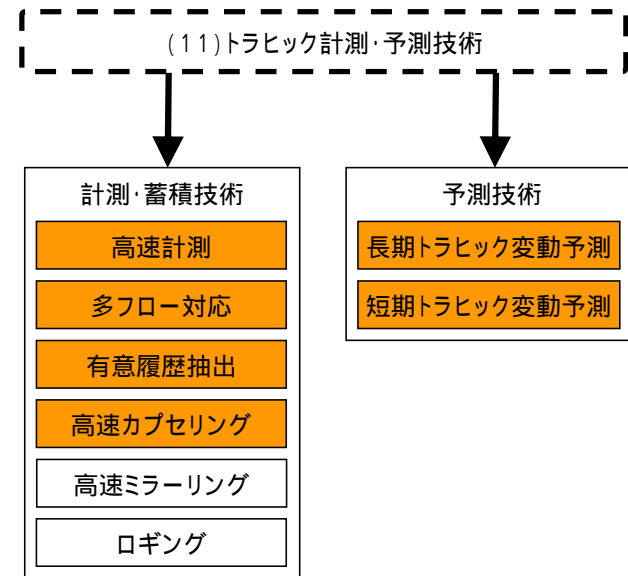
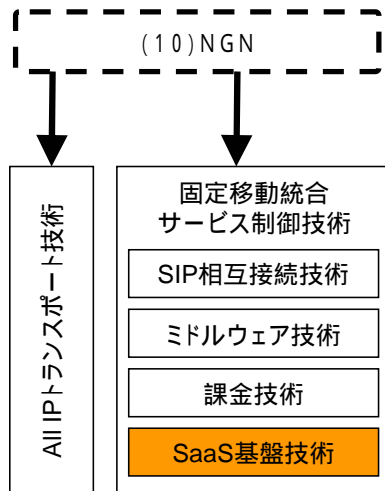
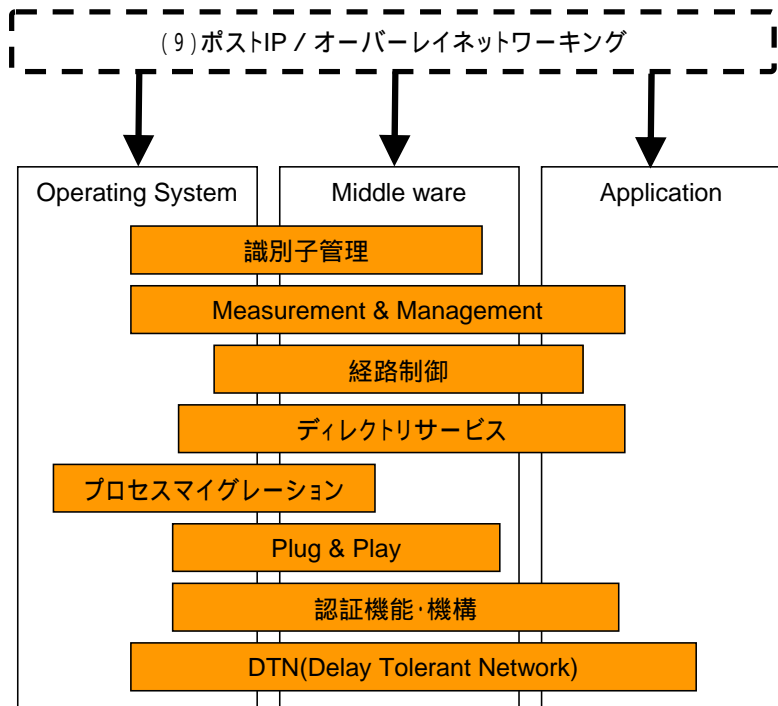
オレンジ色は重要研究開発項目を示す。

ネットワーク分野の技術俯瞰図(2 / 5)



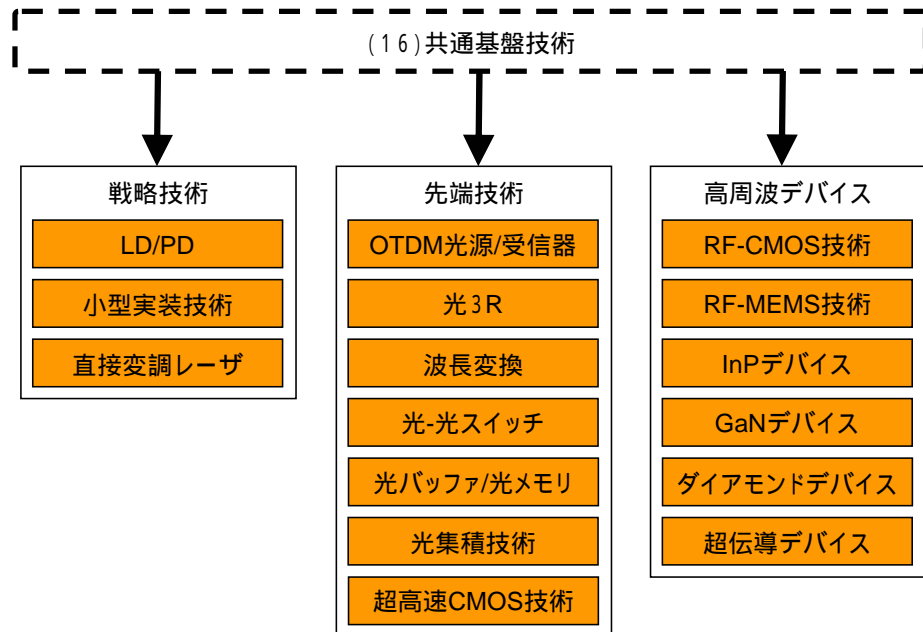
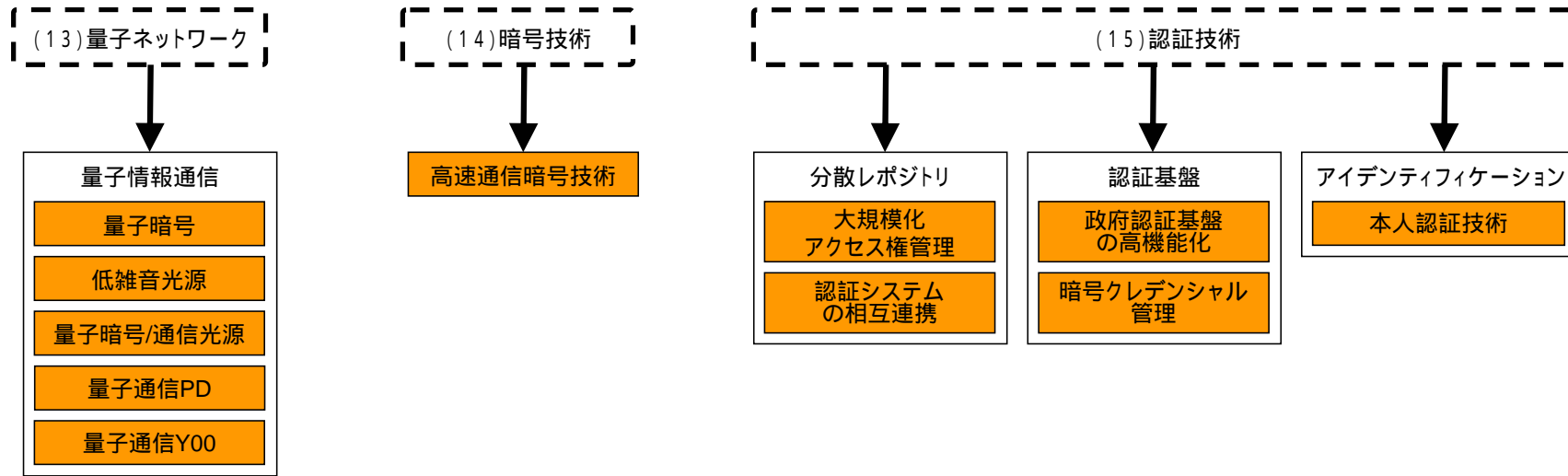
オレンジ色は重要研究開発項目を示す。

ネットワーク分野の技術俯瞰図(3 / 5)



オレンジ色は重要研究開発項目を示す。

ネットワーク分野の技術俯瞰図(4/5)



オレンジ色は重要研究
開発項目を示す。

略語集

BAN	Body Area Network.	QOS	Quality of Service.
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor.	RF	Radio Frequency.
DTN	Delay Tolerant Network.	RPR	Resilient Packet Ring.
FBG	Fiber Bragg Grating.	SAN	Storage Area Network.
FMC	Fixed Mobile Convergence.	SDH	Synchronous Digital Hierarchy.
FTTH	Fiber To The Home.	SFP	Small Form-Factor Pluggable.
GaN	Gallium Nitride.	SOA	Semiconductor Optical Amplifier.
GFR	Generic Framing Procedure.	SONET	Synchronous Optical Network.
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching.	SW	Switch.
HFC	Hybrid Fiber Coax.	TDM	Time Division Multiplexing.
InP	Indium Phosphide.	TO	Thermo Optic.
IPTV	Internet Protocol Television.	UWB	Ultra Wideband.
LAN	Local Area Networks.	VIPA	Virtually Imaged Phased Array.
LD	Laser Diode.	WDM	Wavelength Division Multiplexing.
LSI	Large Scale Integration.	WSS	Wavelength Selectable Switch.
MEMS	Micro-Electro-Mechanical Systems.	xDSL	x Digital Subscriber Line. (x=A, H, S, V, etc)
MSA	Multi Source Agreement.	XFP	10Gbps(X)Form-factor Pluggable.
NGN	Next Generation Network.	Y00	Yuen Protocol.
OTDM	Optical Time Division Multiplexing.		
OTN	Optical Transport Network.		
OXC	Optical Cross Connect.		
PAN	Personal Area Network.		
PD	Photo Diode.		
PLC	Power Line Communications.		
PLZT	Plomb Lanthanum Zirconate Titanate.		
PMD	Polarization Mode Dispersion.		
PON	Passive Optical Network.		

ネットワーク分野の技術ロードマップ(1/9)

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		
ネットワーク	アーキテクチャ技術	サービスアーキテクチャ	要求項目	従来型クライアントサーバ型 / P2P型相互連	分散度の高いクライアントサーバ型										
		無線システム	デジタル地上波	要求項目	デジタル地上波	アナログ停波									
			携帯電話・無線LANシステム統合	高速化伝送速度	コーポレートネットワークホストポット型公衆サービス	マルチホップ	ソフトウェア無線端末								
		超広帯域網利用技術	電気信号によるパケットスイッチ	速度・消費電力	高速化・省電力化										
			光クロスコネク・光バス	適用範囲・制御プロトコル	GMPLS網のコア網への適用	高速化・一般化									
			光パケットスイッチ(OPS)	バッファの構成法	ファイバ遅延によるバッファ型	光バッファ光回路型		フォトニックRAM型							
			光バーストスイッチ(OBS)	バースト化	光バーストスイッチ										
		FMC	ネットワークのシームレス性	配信方法	携帯端末連携	ストリーミング	IPブロードキャスト								
		コンテンツ配信	画像品質適用サービス	1k HD映像(1.5Gb/s)	2k HD映像(6Gb/s)	4k HD映像(24Gb/s)		8k HD(非圧縮100Gb/s, 圧縮200~400Mb/s)							
				早送り転送方式	コンテンツのコンポーネント化		3D映像(100Gb/s)								
	コンテンツ配信のフラットレート化														
	IPv6	BA/FA/HA (注)BA: Building Automation, FA: Factory Automation, HA: Home Automation	適用範囲	単一システム	統合化システム										
		センサネットワーク	適用形態	単独技術	共通基盤による相互連携										
	セキュリティアーキテクチャ	適用範囲	監視型システムへの移行												
			バーチャルマシン(VM)化エンドホスト												
P2P的エンドエンド認証基盤へ順次統合															
グローバル分散レポジトリシステム															
ネットワークング技術	キャリア網	NGN (Next Generation Network)	普及性	標準規格策定	実用開始	普及期									
			All IPトランスポートネットワーク	品質制御対象(QoS制御, アドミッション制御)	区間(加入者/アクセス/コア)、種類(固定/移動)、トラフィック単位(ユーザ/サービス/フロー)、通信機能(インタラクティブ通信/ユニキャスト通信/マルチキャスト通信/プロバイダ接続機能/イーサネット接続機能)、タイミング(セッション確立時/通信中)、QoSレイヤ(最優先/高優先/優先クラス)、マルチメディア(IMS/3GPP/MMD/3GPP2)										
			固定移動統合サービス制御	ネットワークIP化(FMC・固定・移動通信融合) FMC: Fixed Mobile Convergence	固定/移動サービスの共有統合(ウルトラ3D/KDDI)	固定/移動網の統合	all-IP統合ネットワーク								

ネットワーク分野の技術ロードマップ(3/9)

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		
ネットワーク	ネットワーク 技術	構内網	ワイヤレス系	高速化 伝送速度	IEEE802.11n:100Mb/s											
					IEEE802.11n:500Mb/s											
					WiMedia/Wireless UWB/Bluetooth3.0 :100M~480 Mb/s				WiMedia/Wireless USB/ Bluetooth3.0:1Gb/s							
					ZigBee オートメーション		ZigBee/IEEE802.15.4a(UWB) センサーネットワーク 1kb/s--1Mb/s									
					光無線LAN (1Gb/s)				光無線LAN (10Gb/s)							
							可視光LED通信									
			有線伝送系	Ethernet	高速化 伝送速度	Ethernet 10Gb/s					Ethernet 100Gb/s					
				SAN	超高速						100Gb/s~160Gb/s					
				その他	高速化 伝送速度	PLC 屋内200Mb/s			PLC 屋外数100Mb/s							
			Home PNA 最大240Mb/s													
					IEEE1394b 3.2Gb/s											
		アプリケーション系 (プロトコル)		規格統合等	個別プロトコルによる接続 UPnP (AV:基本機能) DLNA ECHONET					機器間接続・有線連携		センサー・RFタグ連携				
		映像コンテンツ	HD映像	解像度	1k HD映像 (1.5Gb/s)		2k HD映像 (6Gb/s)			4k HD映像 (24Gb/s)				8k HD(非圧縮100Gb/s, 圧縮200~400Mb/s)		
			ナチュラル ビジョン	伝送速度、符号圧縮、画像品質	ナチュラルビジョン動画伝送					ナチュラルビジョン動画圧縮技術 - 動画圧縮技術を利用したIP伝送					3D映像 (100Gb/s)	
		ブローカレス		画像品質 多地点数	point to point (1k HD映像)		point to point (2k HD映像)					point to multi point (2k HD映像)				
			point to multi point (1k HD映像)													
					多地点双向TV伝送 multi point to multi point (1k HD映像)					multi point to multi point (2k HD映像)						
ユビキタス	コンテキストウェア ネットワーク	プライバシー保護	要求項目	アクセス権管理プロトコル規定												
		リアルタイムトレー サビリティ 3次元移動体測位	サービス適用エリア	屋内エリア適用		屋外限定エリア適用			屋外エリア適用							
	センサネットワーク	ナノセンサー	普及分野	医療分野		産業分野			ユビキタス社会							
		システム規模	ノード数/ゾーン m四方/ゾーン ゾーン数/システム			1000ノード/ゾーン			10000ノード/ゾーン							
					100m四方/ゾーン		300m四方/ゾーン		1km四方/ゾーン							
					16ゾーン数/システム		64ゾーン数/システム			100ゾーン数/システム						
	システム機能	参入、離脱時間 位置特定精度 時刻同期精度		参入、離脱:数秒/4ホップ程度		参入、離脱:1秒/16ホップ程度			参入、離脱:0.5秒以下/32ホップ							
	システム性能	QoS データ転送レート 物理層		TDMA等によりある程度の時間捕獲					QoS対応専用周波数の割当てを期待							
				数100kb/s					数Mb/s							
				微弱無線、特定省電力無線					IEEE802.15.4a							
セキュリティ	暗号化 認証		AES-128等の標準暗号													
システム適用	普及性				プライバシー保護の仕組み											
					エリア限定で一般用途が普及			広範囲で様々な用途に応用			ユビキタス社会で一般化					

ネットワーク分野の技術ロードマップ(5/9)

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	
ネットワーク	ネットワーク ノード技術	エッジノード	大容量化・高速化	インタフェース速度	40Gb/s Uplink 1-10Gb/s Downlink		40-100Gb/s Uplink 10Gb/s Downlink							
				ルータ処理能力 (スループット)		1.2T-2.4Tb/s		2.4T-4.8Tb/s		10Tb/s ~				
				ルータ(ノード)構造				光ネットワーク用エッジ						
			アドレス空間の拡大	エントリー数 (IPv4/v6エントリー数)	20Kエントリー			200Kエントリー		500Kエントリー				
			アドレス空間の拡大	収容数拡大技術		光カットスルー応用								
		エッジノード	ノードの省電力化	ノードの消費電力ノ1筐体	3kw									
				省電力化技術	アダプティブパワー制御 リコンフィギュラブル			フレキシブルノード コンフィギュレーション変更可、サービスアダプティブ						
		LAN / SAN ノード	大容量化・高速化	インタフェース・スループット	40Gb/s			100Gb/s						
				センサノードの消費電力			10μw							
			ノードの省電力化	省電力化技術		デバイスアーキテクチャ改善								
	共通技術	システム間/システム内通信の 大容量化・高速化	コア/エッジおよび LAN/SANノードの システム間/システム内通信容量	80G-160Gb/s			40G-400Gb/s				100G-1Tb/s			
			システム間/システム内通信技術	10GBASE-T 10GBASE-LRM 10G-FC			100G-VSR							
	伝送技術	コアネットワーク	TDM (Time Division Multiplexing)	高速化 多値伝送			ETDM(40Gb/s)			TDM(100G ~ 160Gb/s)			400Gb/s以上	
				WDM (Wavelength Division Multiplexing)	多重化 大容量化		40G × 40波			40G × 100波(C+L帯)		40G × 200波(S+C+L帯)		
					転送方式	高速化		GFP/OTN 40Gb/s			GFP/OTN 100Gb/s			
公衆網		メトロネットワーク	TDM	高速化	ETDM (10Gb/s)	ETDM(40Gb/s)			ETDM(100Gb/s)		OTDM(160Gb/s)			
			WDM 100GbE	多重化 大容量化	10G × 80波	40G × 40波	40G × 100波(C+L帯)		40G × 200波(S+C+L帯)					
		アクセスネットワーク (加入者系)	FTTH (Fiber To The Home)	高速化 (PON: Passive Optical Network)			SS(P-tP):10Gbps			SS(P-tP):100Gbps				
				無線 (FWA)	FWA高速化	100Mb/s		500Mb/s		1Gb/s				

ネットワーク分野の技術ロードマップ(9/9)

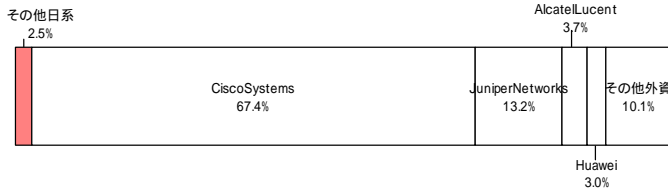
技術分野	分野構造			評価パラメータ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
ネットワーク	デバイス技術	共通基盤技術	高周波デバイス	超高周波高出力デバイス	出力電力/動作周波数	200W/2GHz		200W/5GHz		20W/30GHz			10W/100GHz				
					デバイス技術												
	セキュリティNW	量子情報通信	量子暗号	量子情報通信用トランシーバ: BB84トランシーバ											BB84トランシーバ		
			低雑音光源	量子情報通信用光源: 非ポアソン光源											非ポアソン光源		
			量子暗号/通信光源	量子情報通信用光源: Entangle光子対光源											Entangle光子対光源		
			量子通信PD	動作温度: 室温動作単一光子光検出器											室温動作単一光子光検出器		
			量子通信Y00	Y00送信器/受信器											Y00送信器/受信器		

ネットワーク分野の国際競争ポジション

< 装置のシェアから見た国際競争力 >

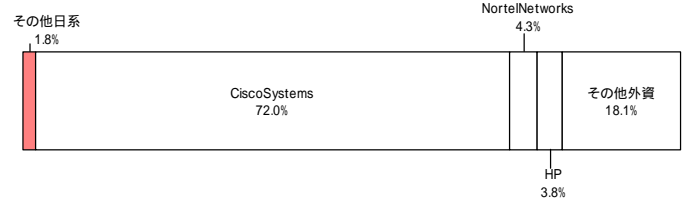
ルータ

シスコシステムズ(米)の独占状況で、我が国企業のシェアは極めて少ない。



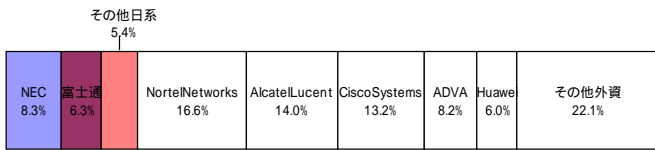
LANスイッチ

シスコシステムズ(米)の独占状況で、我が国企業のシェアは極めて少ない。



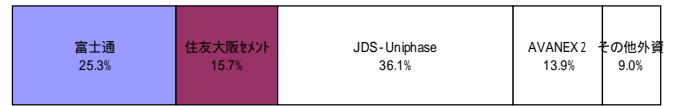
DW / DM伝送装置

日系メーカーも一定のシェアを獲得



LN変調器

部品レベルであり、日系メーカーも一定のシェアを獲得



(出典:富士キメラ総研)

< 特許から見た国際競争力 >

インターネットプロトコル・インフラ技術に関する特許の出願件数や取得件数において、我が国と米国に決定的な差があるとは認められない。IPv6や Mobile IPのように、日系企業にも競争力のある分野はある。

対象技術毎出願件数世界ランキング

対象技術	出願人										備考	
	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業	日本企業		
ハード	ゲートウェイ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	IBMは日欧でも上位出願
	ルータ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	市場支配は米国企業中心
	ブリッジ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	欧州は米国企業中心に出願
	リピータ/ハブ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	日欧は米国企業中心に出願
サービス	VoIP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	欧州は米国企業中心に出願
	Mobile IP	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Nokia, Ericssonが日米に出願
	VPN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	日本出願はLucent Technologiesが1位
	VLAN/LANエミュレーション	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	欧州は米国企業中心に出願
注目分野	IPv6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	日立製作所は欧米への出願
	QoS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	欧州出願はLucent Technologiesが1位
	IPSec	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	欧州は米国企業中心に出願
業中成												

注)特許の詳細解析における日米欧の出願件数上位企業を抽出し、日米欧それぞれを出願先とする件数を基にランキングの順位を割り振っている。1-3位、 4、5位とした。また、競争力比較については、日米欧を出願先とする特許件数の多さを基準に割り振っている。

(出典:インターネットプロトコル・インフラ技術に関する特許出願技術動向調査 特許庁 平成14年5月)