

Innovation Policy ; Actions by METI

2008, January

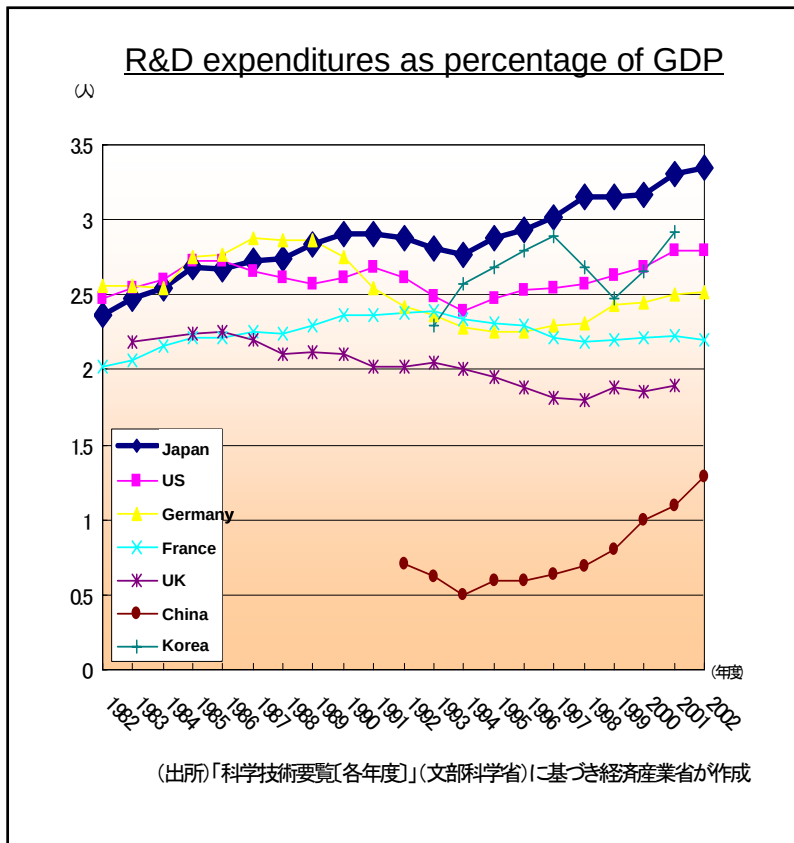
Ryoji DOI

Director, R & D Div. , METI/JAPAN

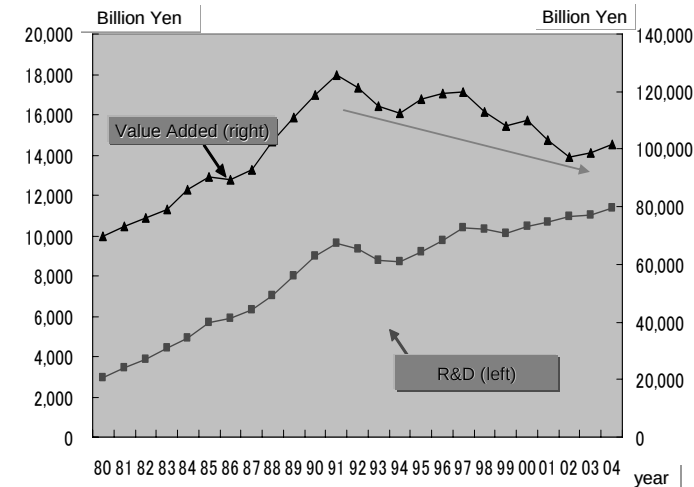
R&D Investment in Japan

~ Public and Private Expenditures

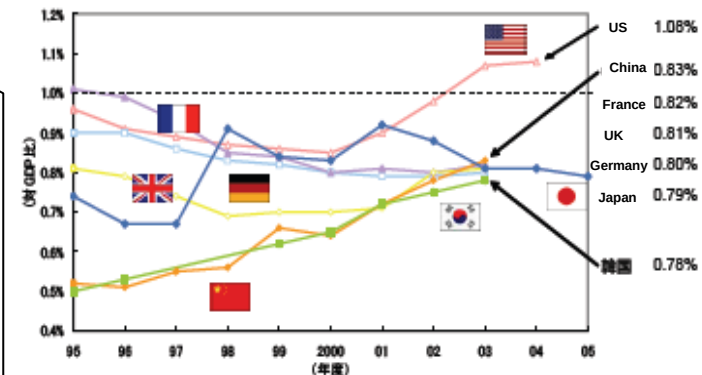
- ✓ Total R&D expenditures as percentage of GDP in Japan is larger than that in the US & Europe, but government-financed one is the opposite.
- ✓ Efficiency of R&D investment in Japan matters in the light of the Innovation Policy.



Private R&D Expenditure and Value Added



Government-financed R&D expenditures as percentage of GDP

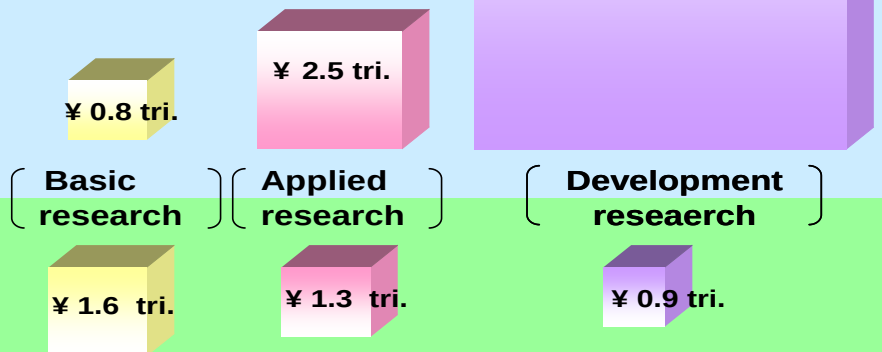


R&D Investment in Japan ~ Major Players

	(billion yen)
• TOYOTA MOTER CORPORATION	890.8
• Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	578.1
• Honda Motor Co., Ltd.	551.8
• Sony Corporation	543.9
• Nissan Motor Co., Ltd.	464.8
• Hitachi, Ltd.	412.5
• TOSHIBA Corporation	394.0
• NEC Corporation	334.6
• Canon Inc.	308.3
• DENSO CORPORATION	279.9
• NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION	272.1
• FUJITSU LIMITED	254.1

Private Sector:
12.7 trillion yen

<R&D Expenditure by stage>



Public Sector: 3.7 trillion yen

(FY 2005)

	(billion yen)
• National Universities	1219.4
• Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)	225.5
• New Energy Development Organization (NEDO)	216.5
• Japan Atomic Energy Agency (JAEA)	189.8
• Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)	158.8
• Technical Research and Development Institute, Japan Ministry of Defense (TRDI)	157.3

	(billion yen)
• Japan Science and Technology Agency (JST)	104.3
• The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)	82.8
• National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	69.7
• National Agriculture and Food Research Organization (NARO)	52.6
• National Institute of Information and Communications Technology (NICT)	47.8
• Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)	38.0

1. "R&D program" ~ Inside Management & Accountability

- All R&D projects in METI are systematically integrated under 17 "R&D programs" in the line of each policy goal.
- In each program, the R&D target of each project is effectively clarified pursuant to each policy goal and all projects are united with other related policies, such as regulation reform and standardization, in order to complete the innovation through the R&D projects.

2. "Technology Strategy Map" ~ Outside Communication & Networking

- Introducing the road mapping method through industry-academic-government collaboration, METI, cooperated with NEDO & AIST, releases the "Technology Strategy Map" (TSM) in order to monitor the trend of advanced industrial technologies and clarify the road toward the innovation in the relevant areas.
- Reflecting discussions between experts (more than 500) from academia, industry, and government in each technology area, the TSM is upgraded every year.
- All the new R&D projects are to be properly mapped on the TSM.

Year 2008 R&D program budget request

※1 FY2008 239.8billion yen (FY 2007 212.9billion yen)

【Life Science Sector】

21.6billion yen (18.9 billion yen)

- Health and Safety Program
[15.6billion (14.5billion)]
- Cycling Industry system creation using biofunction program
[6billion (4.4billion)]

【ICT Sector】

34.3billion (29 billion)

- Advanced ICT equipment/device basis program [19.1billion (15 billion)]
- ICT basis software development promotion program [12.1billion (9.5billion)]
- 21century Robot challenge program
[3.1billion (4.5billion)]

【Environment Sector】

8.5billion (8.5billion)

- New technology program for climate change
[4.7billion (5.2billion)]
- 3R program [1.8billion (1.6billion)]
- Chemical material comprehensive assessment administrative program
[2billion (1.7billion)]

【Nanotech/materials sector】

29.2billion (26.7billion)

- Nanotechnology program
[11.9 billion (10.6 billion)]
- Innovative material industry creation program
[17.3billion (16.1billion)]

【Energy Sector】

168.8 billion (153 billion)

- Energy-saving technology Development Program (49.1 billion (47.8 billion))
- New Energy technology development Program (55.8 billion (50.8 billion))
- Fuel technology Development Program
(36.7 billion (34.3billion))
- Nuclear power electronic power technology development program
[27.2 billion (20.1billion)]

【Manufacturing sector】

3.9billion (1.8billion)

- New manufacturing program
[3.9billion (1.8billion)]

【Social Basis (foundation) Sector】

※2 20.8billion (5billion)

- Civil aircraft foundation technology program
[20.8billion (5billion)]

【Frontier Sector】

※3 9billion (6.8billion)

- Basis technology program for advanced aerospace industry
[9 billion (6.8 billion)]

※1: Eliminating overlapped projects in each R&D program ※2: Partly include Government investment loan fund (7.6 billion yen)

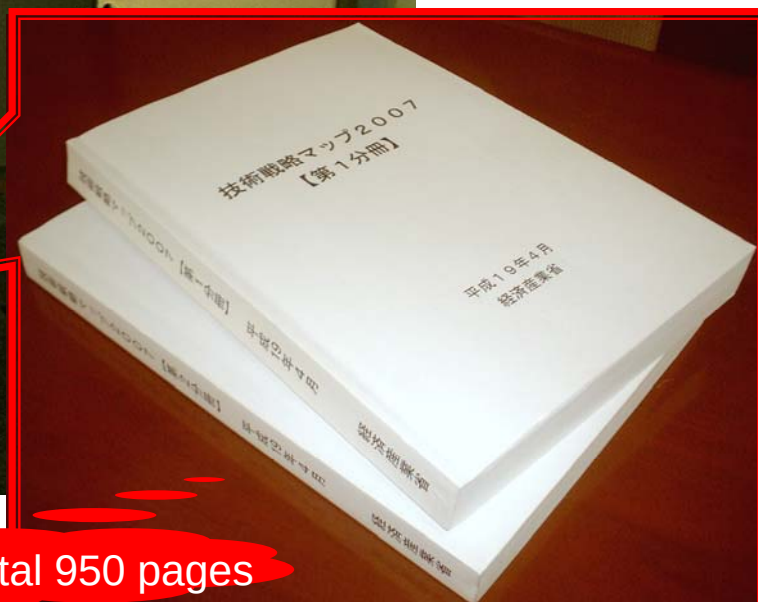
※3: Partly include expense for SMEs projects (1 billion yen)

METI provides “Technology Strategy Map” to Public.

Entrance of R&D Division, METI

>Electronic data files are available over the Internet as well as on a CD (Excel)
>Copy & Paste as you like

>“Please take one.” **FREE!**
>Always open to Public Comment



Volume I & II, Total 950 pages

Fields of Technology Strategy Map

< **2007 version** : 25 areas >

○ ICT area

- Semiconductor
- Storage/non-volatility
- Computer
- Network
- Usability (Display etc)
- Software

○ Life Science area

- Drug discovery
- diagnosing
- Equipment for diagnosing and medical treatment
- Regenerative medicine
- **Technologies suitable against cancer**

※ **Blue** words are added field from the version of year 2006.

Red words are added field from the version of year 2007.

○ Environment/Energy area

- CO₂ immobilization/effective use
- Abolish the use of CFC
- Safety management of chemical materials
- 3R
- **Energy**

○ Nanotechnology/Materials

- Nanotech
- Materials

○ Manufacturing area

- Robotics
- Aircraft
- Aerospace
- MEMS
- Green Bio
- **Superconductivity**
- Human life
- **Fiber**

Total **547** experts involved in the revision for 2007

Composition of Technology Strategy Map

Introductory Scenario

	2004	2005	2006	~	2010	~	2015
Targets	- Use IT in information/household electric appliances, etc. and ensure IT security/reliability - Increase IT industry's international competitiveness as infrastructure of the above						
Private firms' commitments	- Strengthen profit-making ability and "choice" & "concentration" - Management reforms - Industrial restructuring						
R&D commitments	- Strengthen semiconductor manufacturers' profit-making ability (Profitability: To be up from approx. 5-10% to 15-30%) - Carry out R&D-leveraged industrial restructuring (Establish ARAKUSARA network) - Create/support ventures specializing in semiconductor design						
Measures to promote introduction/dissemination	- Promote standardization - Public-private commitments allied with technology development oriented toward earlier international accords (Information/household electric appliances, grid computing, Grasp status of standardization of user matters to be certification, security, made common technical/functional terms, etc or standardized (2005-2007))						
Alliances with related industries	- Bolster vertical unification - Sustain/manage high-tech materials industrial integration - Sustain/bolster competitiveness of capital-intensive manufacturing industries - Prevent technology leaks						
Infrastructure construction	- Accelerate matching of upstream and downstream firms through fine adjustment. - CASMAT: Establish a materials-evaluation method - Upgrade manufacturing equipment - Review the state of MIRAI implementation and utilize consortia (e.g. ALTEDEC), among others						

(These examples are extracted from information / communications)

Scenario for Dissemination

Shows the paths through which R&D outcomes go out into the world as well as relevant measures involved.

Technology Map

Gives an overview of technologies in each industrial technology field. Key technologies are also described.

Technology Roadmap

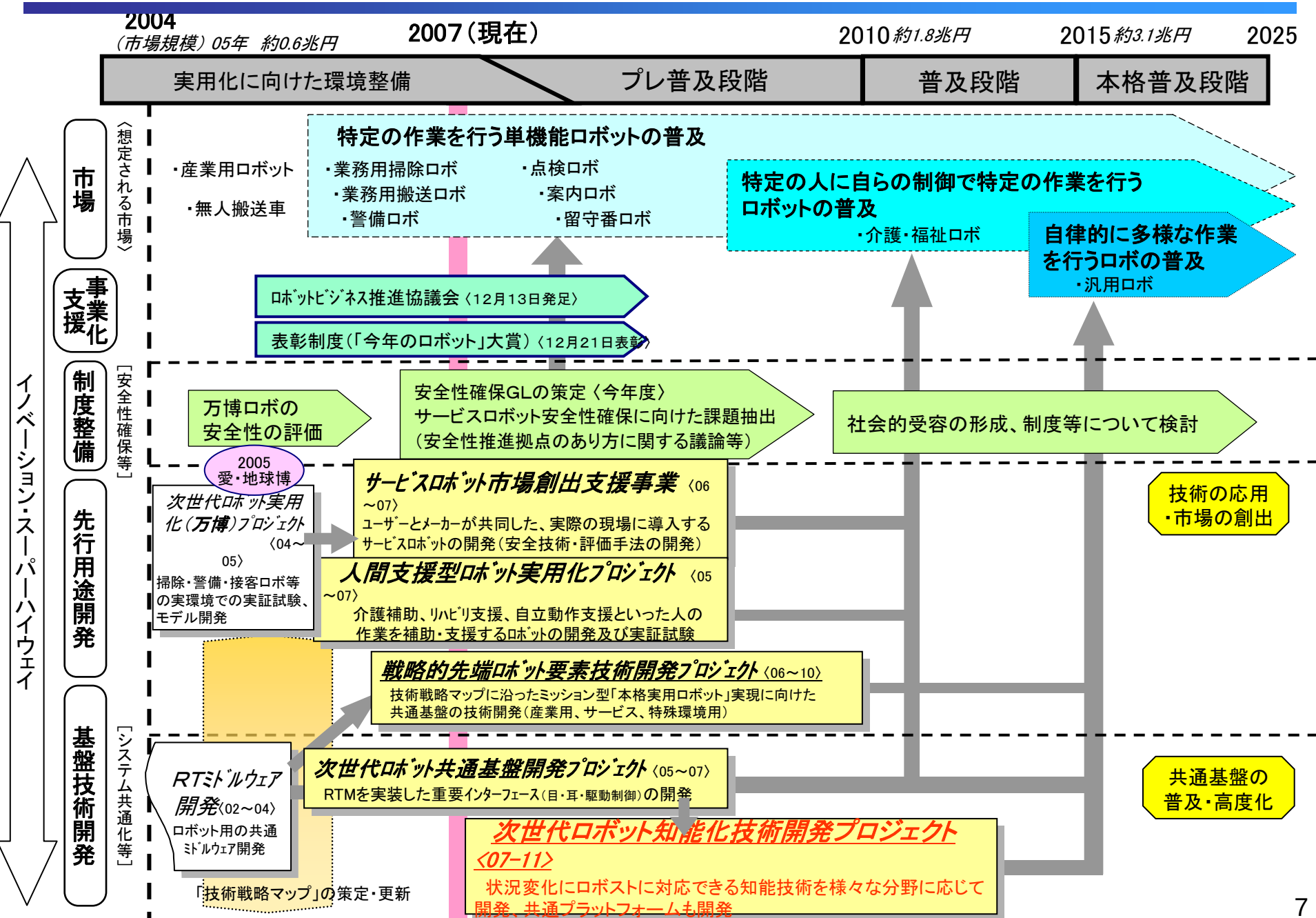
Shows, on the axis of time as milestones, what functions, among others, need to be improved or advanced.

Technology field	Structure of the field		
Field	Large category	Medium category	Small category
Semiconductor	device process technology	LSTD device technology	Micronization of device
			New technology designed for nano-CMOS
			Composite-mounting technology
			New composite-mounting technology
			Device simulation technology
	Process technology		Process of micronization
			Washing technology
			Process simulation technology
	Lithography		Silicon substrate
			Light filter, resist process technology
			Mask technology

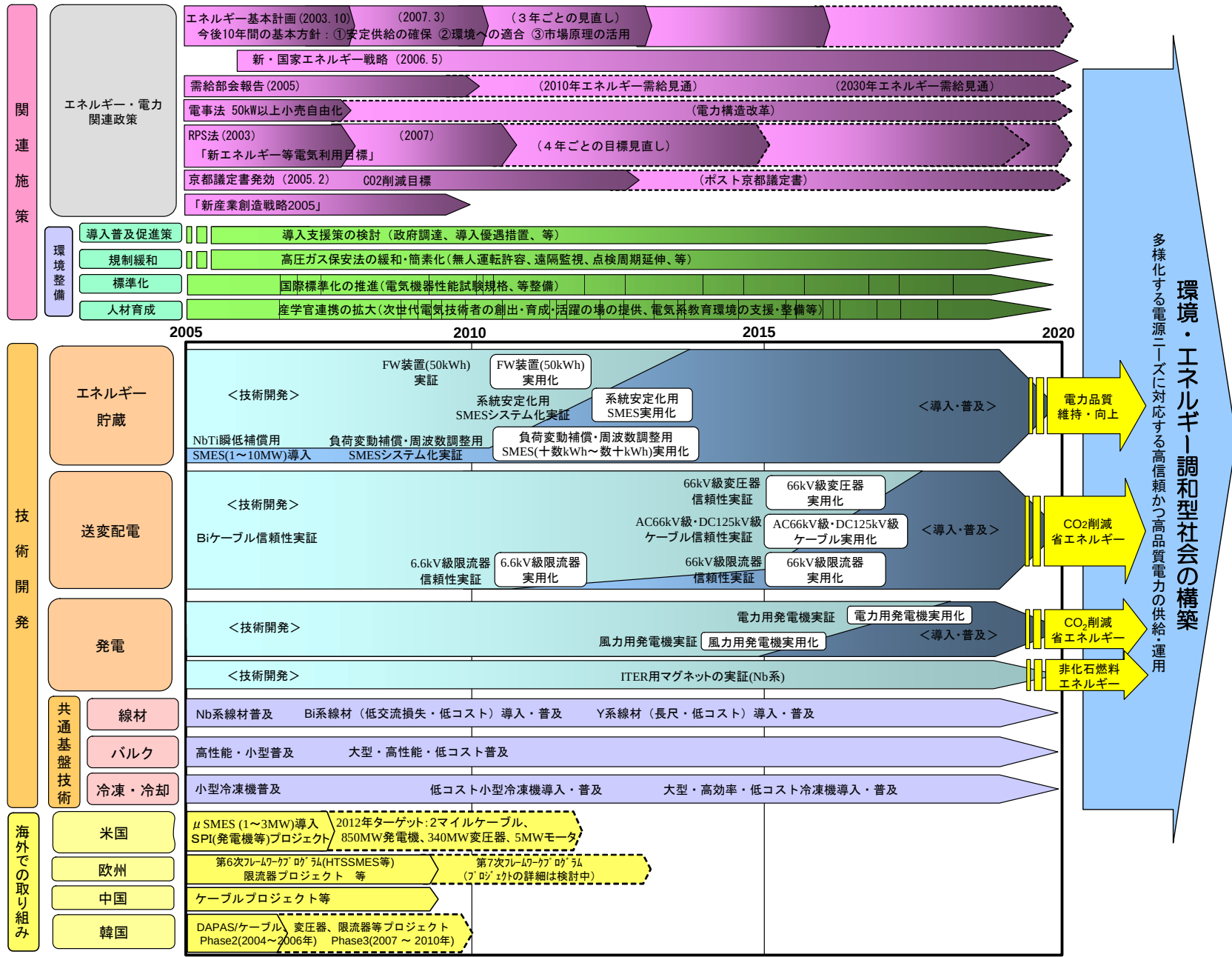
(Source: The Strategic Technology Roadmap

Technology	Structure of field				Evaluation parameters																
Field	Large category	Medium category	Small category	Key themes	Drum half pitch(nm)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014						
Semiconductor	Device process technology	LSTP device technology	Micronization of device	Micronization of pattern dimensions	Physical gate length(nm)	53	45	37	32	28	25	23	20	18	16						
					Uneven dimensions(nm)	3.15	2.81	2.50	2.20	2.00	1.80	1.60	1.40	1.30	1.10						
					(Print length, physical length)																
					Effective gate oxidized film thickness(EOT: Physical film thickness(nm))	2.1	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1						
					Effective gate oxidized film thickness(EOT: Electrical film thickness(nm))	2.8	2.6	2.3	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5						
	Process technology	Process of micronization	Gate stack process	High-gate insulated film material	SION	SION	HfO ₂ (+Si ₃ N ₄ , Al)	HfO ₂ (+Si ₃ N ₄ , Al)	HfO ₂ (+Si ₃ N ₄ , Al)	La ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃	La ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃	LaAlO ₃	LaAlO ₃	LaAlO ₃							
					CD control(3σ)(nm)	4	3.3	2.9	2.5	2.2	2	1.8	1.7	1.4	1.3						
					Linear width roughness(3σ)(nm)	3.6	3.2	2.8	2.6	2.2	2	1.8	1.6	1.4	1.3						
					Light filter, high resolution	Mainstream mass- production technology	Light source (wavelength:nm) process	193nm+RET193nm+RET+LFD193nm immersion193nm immersion + RET+LFD													
								RET: Resolution Enhancement TechnologyLFD: Lithography- Friendly Design													
					Lithography	Light filter, resist process technology	Light filter technology	New technology	Throughput cost	RET (proximity electron lithography) ML2(mask-less lithography) 157nm immersion(RET+LFD)nano-imprint lithography											

Robotics - Scenario for Dissemination

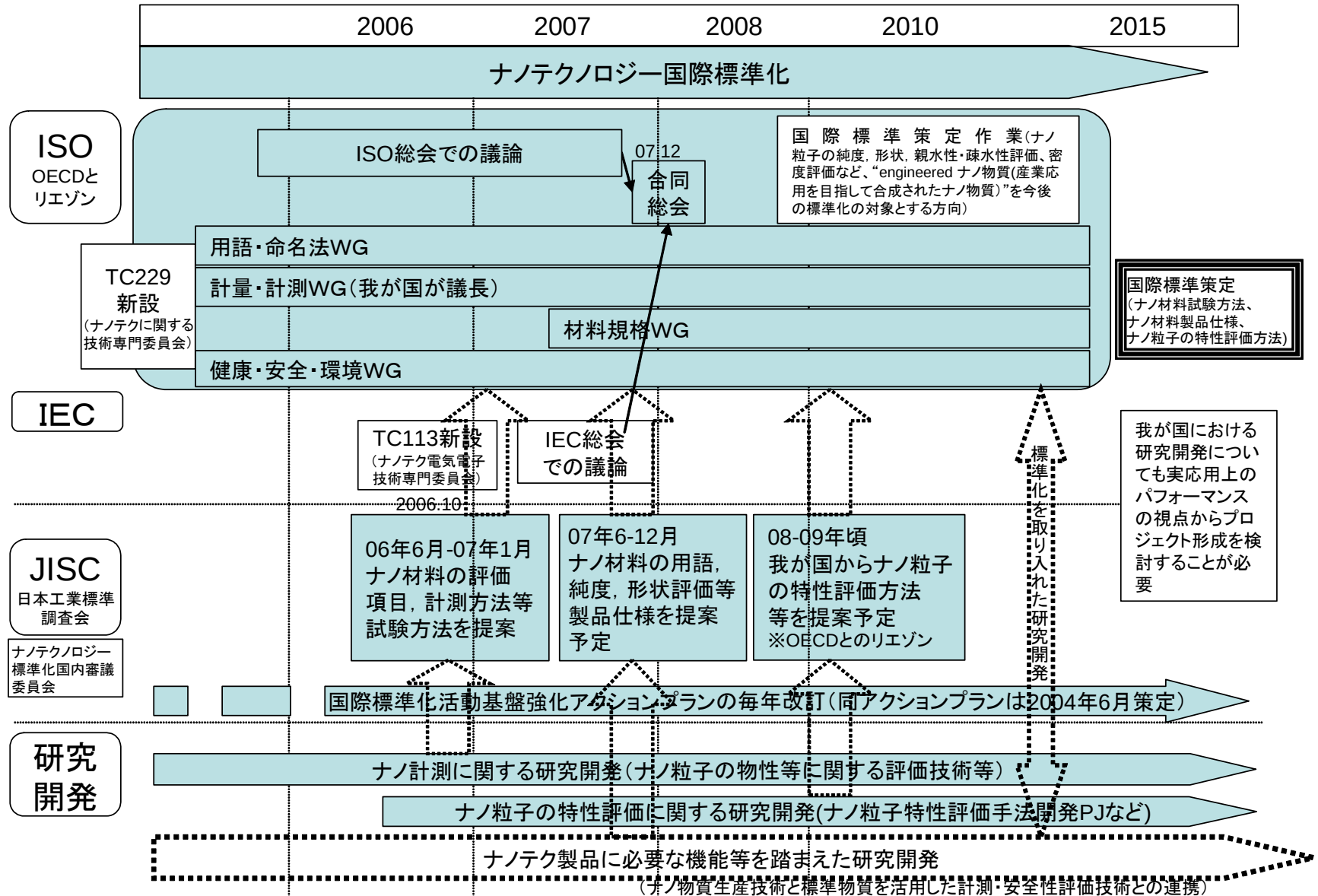


Superconductivity - Scenario for Dissemination



Nanotech - Scenario for Dissemination (Standardization)

ナノテクノロジー分野における標準化シナリオ



MEMS – Technology Map

MEMS要素技術			分野
エッチング技術	高精度・微細エッチング技術	高アスペクト比貫通孔形成技術	共通
		高アスペクト比ナノレンチ加工技術	共通
		ディープドライエッチング技術	共通
		高精度微細エッチング技術	無線通信、共通
		大面積均一エッチング技術	無線通信、バイオ
		非シリコン材料加工技術	共通
		無損傷加工技術	共通
	3次元ナノ構造形成技術	3次元表面加工技術	無線通信
		自由曲面加工技術	エネルギー
		立体構造上へのパターン形成技術	共通
		シングルポイントプロセス技術	共通
		ナノピラー形成技術	共通
		ナノポーラス形成技術	共通
	ナノプローブ加工技術	ナノプローブ・エッチング加工技術	バイオ、共通
	LSIプロセス融合ダメージフリーエッチング技術	MEMS・半導体共存構造の低損傷エッチング技術	共通

注: は、中期的な視点での重要技術

 は、長期的な視点での重要技術

MEMS要素技術			分野
形成技術 (機能化・表面改質)	ナノ機能材料選択の形成技術	ナノ材料局所形成技術	無線通信、バイオ
		ナノ材料ウエハレベル形成技術	共通
		ナノデバイスマニピュレーション技術	バイオ
		ナノ材料ビルドアップ技術	共通
	生体機能材料形成技術	生体分子配向技術	エネルギー、環境、医療・福祉
		細胞配置・カプセル化技術	エネルギー、環境、医療・福祉
		細胞の組織化技術	エネルギー、環境、医療・福祉
	機能性表面形成技術 (界面制御・表面修飾技術、加工損傷回復技術)	化学的・バイオ的表面修飾技術	エネルギー、環境、医療・福祉
		分子の自己組織化現象応用界面制御技術	安心・安全
		ナノ粒子自己整列技術	共通
		脂質二重層形成技術	共通
		金属・有機半導体の界面制御技術	共通
		有機・絶縁膜の界面制御技術	共通
		印刷方式表面修飾技術	共通
		加工損傷回復技術	共通
		加工損傷回復技術	共通
	LSIプロセス融合成形技術	MEMS・半導体共存構造の成形技術	共通
	可動ナノ構造形成技術	可動ナノ構造の形成技術	共通

(注) 重点化の評価: 1.日本の技術競争力優位
2.共通基盤性
3.ブレイクスルー技術
4.市場のインパクト
5.基礎技術の開発が必要
6.安全・安心の確保のために必要
7.標準化の検討が望まれる技術

ロボットの種類	目的・必要機能	技術分類	要素技術	重点化の評価						
				1	2	3	4	5	6	7
【次世代産業用ロボット分野】	A<環境構造化・標準化> ・ロボット用コンテンツサービス ・他のRT機器と通信できる ・情報家電と通信できる ・他のロボット要素と互換性がとれる ・迅速な開発ができる ・再利用性を高める ・他標準規格と連携する(ex.医療情報交換規約) ・施工情報連携(設計、施工対象、施工結果など) ・施工工程間の施工情報交換	<システム化技術> A,B,C,D,E,F,G ・総合デザイン技術 ・インテグレーション技術(耐環境性、小型軽量) ・サービス科学 A ・RTプロセッサ ・RTミドルウェア	サービス開発ツール			○	○	○		
			作業指示ツール			○	○	○		*①
組立てロボット *① セル生産対応 人との共同作業 工具操作 簡単指示 柔軟物ハンドリング	B<コミュニケーション> ・話者の方向を向く ・対話できる ・ジェスチャを理解できる ・データベース情報を提供できる ・人の状況が理解できる ・人の意図が理解できる ・人について学習し、適応できる ・人にとって好ましいインターフェイス ・メディアとして働く ・オペレータ操作の補助、補完 ・オペレータ操作への情報提示 ・作業対象物の状況提示(視覚、力覚...) ・複雑な作業装置(アーム等)の簡便な操作系 ・タスク的な作業指示	<環境構造化> A,G ・ユビキタスセンサ ・個人対応サービス ・ロボット同士の連携 ・機器シンプル化 ・外部情報連携(施工情報) ・移動体高速通信インフラ ・アドホック通信とUWB通信インフラ	モデリング・分析			○				
			インターオペラビリティ			○		○		
搬送ロボット *① セル間を移動 セルへの部品供給 セルからの製品回収	C<マニピュレーション> ・複数のアーム等でいろいろな形状のものを掴める ・安全な軽量化 ・組み立て分解作業ができる。 ・道具を使って作業ができる。 ・多様な形状のものを迅速かつ高精度・高信頼度でハンドリングできる ・人間の動作をスケールアップした作業装置(大きさ、力...) ・重い(大きい)対象物を安全に思い通りにハンドリング ・土などのように性質の変化にも安定した掘削に思い通りにハンドリング	<認識処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	開発環境・ツール			○	○	○		○
			RTミドルウェア組込デバイス	○	○					○
搬送、案内ロボット *② 警備(安全・安心)、お供(見守り)ロボット 清掃ロボット サービスプロバイダ経由の個人サービス	D<センシング> ・話者方向センサ ・ビジョンセンサ C ・触覚センサ ・ビジョンセンサ 大型構造物姿勢位置センシング 作業対象性質(土質)センシング センサの小型化 D ・ビジョンセンサ ・測位センサ ・環境認識センサ ・挙動検出センサ	<センシング> B ・話者方向センサ ・ビジョンセンサ C ・触覚センサ ・ビジョンセンサ 大型構造物姿勢位置センシング 作業対象性質(土質)センシング センサの小型化 D ・ビジョンセンサ ・測位センサ ・環境認識センサ ・挙動検出センサ	ハンドリングデータベース利用技術			○			○	*①
			RFIDタグ(RT用)	○	○		○			*②
メディアサービスロボット *② 情報支援 エンタテインメント 教育支援	E<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	センサネットワーク(短期設置・高速通信)	○			○			*③
			ユビキタスセンサ融合	○					○	○
日常生活支援ロボット 対個人サービス	F<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	自動地図・軌道生成					○		○
			3D自動地図・軌道生成(SLAM)					○		*②,*③
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	CAD情報利用目標生成	○						*③
			音声認識アルゴリズム			○	○	○		
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	対話アルゴリズム			○		○		
			ジェスチャ認識アルゴリズム					○	○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	身体モデル・姿勢推定アルゴリズム				○	○		
			状況推定アルゴリズム					○	○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	メンタルモデル・意図推定アルゴリズム				○	○		
			五感融合技術							*②
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	熟練者スキルの学習アルゴリズム			○		○		*③
			作業対象状態・作業状況認識			○	○			*③
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	作業指示理解			○	○			*③
			視覚・力覚・触覚・聴覚融合型情報提示			○	○			*③
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	屋内GPS、アドホック設置GPS	○	○	○				*③
			音源分離(アレイマイク)				○	○		
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	多自由度アクティブビジョン					○		
			フレキシブル2次元触覚センサ	○				○	○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	3次元位置検出センサ					○		
			高精度角度・方位センシング			○	○		○	*③
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	土質センシング(リアルタイム)			○	○			*③
			スマートセンサの小型化						○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	広帯域・高解像度・高感度ビジョンセンサ	○		○	○			*②
			感度自律調整ビジョンセンサ					○	○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	高速画像処理アルゴリズム・チップ	○		○	○			*②
			距離画像センサ	○		○	○		○	
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	屋内測位センサ(スードライト、ビーコンなど)		○		○			
			足場センシング・認識					○	○	*③
介護・福祉従事者支援ロボット 移動・移乗支援 検査支援 リハビリ支援	G<認知処理> ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	<認知処理> B ・音声処理、対話処理 ・ジェスチャ、姿勢認識 ・状況・意図推定/理解 ・学習/適応技術 ・作業対象物状態認識 ・作業指示理解 ・最適情報提示	材質センシング・認識					○		*③
			材質センシング・認識					○		*③

Semiconductor – Technology Roadmap

種の色表示

要求スペック

要求スペックを実現するための技術

“More than Moore”との関連



“More than Moore”の概念に関係が強い技術



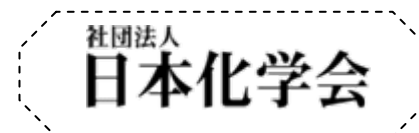
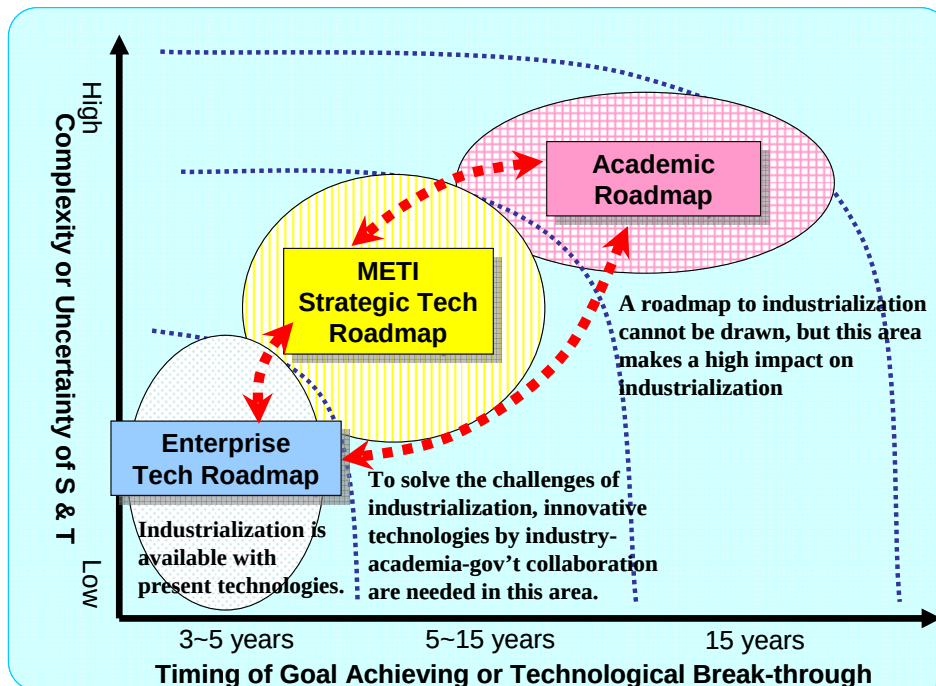
“More than Moore”の概念に関係が弱い技術

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
	大項目	中項目	小項目	重要課題	DRAMハーフピッチ(nm)→ Flashメモリハーフピッチ(nm)→ ロジックMMIハーフピッチ(nm)→ ロジックノード(nm)→	65	57	50	45	40	36	32	28	25	22
半導体	LSTPデバイス技術	デバイス微細化	ゲート長およびゲート絶縁膜厚	パターン寸法の微細化	LSTP/LQP 物理ゲート長 (nm)	45/32	37/28	32/25	28/22	25/20	22/18	20/16	18/14	17/13	16/11
					LSTP/LQP ゲートの寸法ばらつき(nm) (加工後の物理長さ)	54/38	44/34	38/30	34/26	30/24	26/22	24/19	22/17	19/16	17/13
					LSTP 実効ゲート絶縁膜厚EOT: 物理的膜厚(nm) 実効ゲート絶縁膜厚EOT: 電式的膜厚(nm)	1.9 2.53	1.6 1.93	1.5 1.92	1.4 1.71	1.4 1.72	1.3 1.61	1.2 1.51	1.0 1.4	0.9 1.3	0.8 1.2
					LQP 実効ゲート絶縁膜厚EOT: 物理的膜厚(nm) 実効ゲート絶縁膜厚EOT: 電式的膜厚(nm)	1.2 1.94	1.1 1.78	1.0 1.67	0.9 1.22	0.9 1.23	0.9 1.22	0.8 1.2	0.8 1.2	0.8 1.2	0.7 1.1
		ナノCMOSへ向けた新技術	トランジスタ構造	低コスト 短チャネル効果抑制 不純物ランダムばらつき抑制 高移動度化	バルクCMOS FDSOI Double Gate (FinFET) ナノワイヤートランジスタ	バルクCMOS									
						UTB FDSOI Double Gate									
			性能向上策	移動度向上	Process Strain Substrate Strain 基板面方位	Stress Liner									
						Embedded SiGe on S/D									
				電氣的ゲート絶縁膜厚の薄膜化 ゲート電流の低減	メタルゲート/High-K	SGOI, GOI									
						(100) and (110)									
		新構造トランジスタ	バリスティック係数の向上	Geチャネル 準バリスティック動作	Geチャネル 準バリスティック動作	メタルゲート/Hf系									
						メタルゲート/La系									
		パラメータばらつき制御技術	製造後のトランジスタ特性調整	Vthコントロール	基板バイアス	Geチャネル									
						準バリスティック									
		メモリ混載技術	ロジック埋め込み用6Tr SRAM	6Tr SRAMセル面積(μm ²)	SRAM延命技術 マスクレスSOI DRAM 高速アクセスNVRAM	0.45	0.35	0.28	0.22	0.17	0.13	0.11	0.084	0.066	0.052
						7Tr or 8Tr SRAM									
			ロジック埋め込み用6Tr SRAM代替RAMメモリ			Body-floating SOI DRAM									
						FeRAM, MRAM, PRAM, Resistive Switching Memory, など									
		アプリケーション用混載技術	ロジック混載RF	NMOSFETのft (GHz)とfmax (GHz)	インダクタのQ値(5GHz, 1nH)	170, 270	200, 310	240, 370	280, 420	320, 480	360, 530	400, 590	440, 650	490, 710	550, 790
						29	30	32	34	36	38	40	42	44	46
			新アプリケーション用混載素子	新混載チップ例		ポイントオブケアチップ									
						センサチップ									
		薄膜トランジスタ	ディスプレイ混載TFT	薄膜LCDドライバ		スマートダスト									
						大規模ネットワーク									
シミュレーション技術	デバイスシミュレーション技術	新規モデルの取り込み				バリスティック伝導									
						原子レベルプロセスモデル									
						信頼性モデル									
						統計的信頼性モデル									
						ナノレベル材料設計モデル									
						ノンランカシCMOS コンパクトモデル									
						量子効果を入れた回路モデル									

13

Academic Roadmap Initiative

- In order to open up a new vista to METI's roadmap, METI is developing new collaborations with academic societies which address cutting-edge research which does not seem to lead business now.
- Last fiscal year, the Japan Society of Mechanical Engineers, the Japan Society of Applied Physics, the Chemical Society of Japan, and three Societies on Robotics completed and released the individual Academic Roadmaps in cooperation with METI. This year, they upgrade each roadmap and will advise to METI's roadmaps in the light of academia.
- In addition, the Transdisciplinary Federation of Science and Technology, which is composed by 43 academic societies, will complete academic roadmaps in the field of control, simulation, human interface, and manufacturing. METI also encourages other societies to make academic roadmaps.
- These collaborations through roadmapping enable METI to expand the interaction surface and increase bidirectional flows of knowledge between science, technology and market/business. And thus efficiency of the national innovation system in Japan could be improved.



Bearing in mind the deficiency...

- Disruptive Innovations / Discontinuous New Technologies never emerge on roadmaps. ...Always “Off-road”

“You don't know until you actually give it a try. I worry about a tendency of less research activities in the areas not written in roadmaps.”

by a semiconductor equipment maker

- ➔ It is important to keep updating.
- ➔ Interaction and convergence of ideas and knowledges among parties in the roadmapping process create value.

“Roadmapping” is rather important than “roadmaps.”

- ➔ Strong regard for interdiscipline and fusion areas.
- ➔ Avoid stereotype and fixation.