

情報通信分野推進戦略デバイス・ディスプレイ等 WG 報告書(案)

2006年3月2日

デバイス・ディスプレイ等 WG 座長 池上 徹彦

・ 状況認識

半導体関連産業は基幹産業として日本の経済と雇用を支えてきており、今後ともその強さを維持するべきである。それは、日本の経済の持続的発展はもとより、半導体技術の発展が情報家電、コンピュータ、通信装置の更なる省電力化・小型化・高性能化を支え、ひいては「安全・安心なユビキタス社会」の実現を押し進めることを可能とするためである。しかし現状は、市場が拡大しているにもかかわらず、本産業に固有といえる膨大な製造装置投資競争のなかで、日本の半導体産業はアジア企業等の追い上げに市場シェアを奪われつつあり、企業利益の低迷の結果、将来に向けての技術開発の余力を失いつつある。

半導体関連産業の特徴は、技術進歩が速いことと研究開発から産業化までの期間が非常に短いことにある。日本の国力の源泉である半導体産業が生き残るか否かは研究開発投資にかかっており、それゆえ、産業政策とともに、科学技術政策により明確な中長期シナリオをもった研究開発を重点的に推進すべきである。

情報通信産業の成功は市場におけるキラー商品の開拓とタイムリーな投資とされ、企業による経営判断と商品開拓が第一義といわれるが、商品アイデアを実現化する「代替のないものづくり技術(Enabling Technology)」が、日本の世界に誇る半導体デバイス関連技術であるという事実を再認識することがまずは肝要である。さらに、半導体デバイス技術は情報通信産業にとどまらず、自動車産業を含む広範囲な産業を牽引していく重要な技術であるとの認識も重要である。

他方、技術面での課題のひとつは、今後とも主流となるシリコン半導体の微細化による性能向上は物理的な限界に近づきつつあることであり、それを前提とした近未来的課題の克服と、長期的研究開発課題として次世代半導体デバイス並び新デバイスの研究開発が日本の経済発展のためには必須である。

現在・近未来の半導体デバイス技術に関連した状況認識はつぎのとおりである。

1) 先端技術製品のコモデティ化

半導体デバイスの主な市場が情報家電分野となり、13ヶ月の商品寿命といわれる携帯電話に見られるように商品寿命が短縮化され、それに伴って、利益回

収可能な期間も短縮化されている。このような状況に対応するために、俊敏な技術開発が要請されている。

2) 「数の爆発」ならびに「情報量の暴走」

メディアとコンテンツの多種多様化に伴って、膨大なデジタル処理（状態数と制御ステップ数の増大）が必要となり、チップ上の素子数（数百万以上）と記録容量（メモリ、ストレージ容量）の増大が生じている。特に、ネットワークに接続された（センサーを含む）端末数が増大し、接続形態の多様化（インターネット、無線アクセスなど）が進行している。そして、最終製品数（携帯情報機器、PC など）は 100 万単位に増加している。あらゆるレベルで、「数の爆発」が生じ、「情報量が暴走」しつつある。

3) シリコン LSI 微細化技術の飽和への接近

シリコン LSI 微細化技術の物理限界が近づき、新技術への挑戦が要請されている。

4) カスタム化の限界克服のための資源共通化・再利用（プラットフォーム、標準化等）の再認識

短期に製品のカスタム化を達成するために、資源共通化・再利用（プラットフォーム、標準化等）の重要性が再認識されるようになった。

上記の状況における半導体デバイス産業の問題は、従来の産業界（ベンダー）の手法では現状の「数の爆発」に対応出来なくなっているという点にある。従来、「数への対応」は「多量生産技術」として産業界の本来的な業務とされ、ある程度成熟してきた技術の組み合わせによる製造ライン造りで対応し、成功を納めてきた。しかし、既に、ラインの更改も 3 - 4 年と短縮化され、限界に近づきつつあり、質的な転換が求められている。

以上のような現状を考慮すると、第三期科学技術基本計画にもられた政策目標「イノベーター日本」はまさにタイムリーである。科学技術面でのイノベーションを的確に把握し、問題解決のための重要な科学技術項目の選定と効果的なアクションを抽出することが本デバイス・ディスプレイ等WGのねらいである。なお、本WGでは、中長期シナリオを策定するには上位レイヤー、すなわち、応用分野につながる他WGとの連携は必須であることを承知のうえ、それらを実現する基盤技術としてデバイス関連技術に焦点をあわせている。

次に、日本のフラットパネル・ディスプレイ技術は世界最高水準であり、世界的なフラットパネル・ディスプレイやモバイル機器の市場拡大に伴い、その性能向上と低コスト化に各企業がしのぎを削っている。ディスプレイ産業の強

みを維持するための長期的研究開発課題として、次世代ハイビジョン用ディスプレイやフレキシブルディスプレイ等の革新的ディスプレイをはじめとして、リスクの大きい将来技術のための研究開発投資が期待されている。「数の爆発」からの要請は半導体デバイスと同様であり、また駆動回路等で半導体のプロセス技術の共通する融合領域も多い（ジャイアント・マイクロエレクトロニクスと呼ばれた所以である）。表示素子（電気・光変換部分）は構造とともに有機材料等の材料開発も重要であり、また、マン・マシンインターフェースとして、ヒトの感性への配慮も必要である。

情報家電に関する研究開発は、大画面・高精細テレビジョン受信機や次世代DVD等の付加価値の高い電化製品を開発するという側面のみならず、映像配信ビジネスをはじめ様々なライフソリューション・サービスを提供するプラットフォームの整備も重要であり、個別の技術開発とともにものづくりの高効率化とユーザの側に立った標準化への戦略も必要である。

最近明確になってきた点は、ハードウェア技術とソフトウェア技術の密なる融合である。現在の所、日本が国際競争力を持つと言われる組み込みソフトウェアは、情報家電はもとより自動車も含むあらゆる装置に搭載された情報通信機器・製品に埋め込まれており、組み込みソフトウェア技術の優劣が製品の優劣に直結している。ハードウェアの高集積化、高機能化に伴い、組み込みソフトウェアも多機能化、大規模化を余儀なくされ、製品開発投資の大半を占めるに至っている。その一方で、いわゆる「ソフトウェアのバグ」による携帯電話等のトラブルが社会的問題となるといった事例もあり、信頼性の向上も喫緊の課題となっている。製品の多種多様化と市場投入サイクルの短期化に伴って、膨大なソフトウェアを仕込んだデペンダブルな製品を短期間で開発する必要あり、生産性向上のためのソフトウェア技術の共有化・基盤づくりなどを加速・支援する科学技術政策が求められている。

なお、IT製品の「数の爆発」の結果、環境への負荷増は避けられず、デバイスレベルから大規模システムまで省電力化は必須の要請となる。

情報通信分野における最近の研究開発の特徴として、物理現象の解明が製品開発に直接影響するケースが多く、基礎研究と製品化に向けての応用研究もしくは開発とを分離するのが困難になってきている。製造技術からの要請である「Back to Science(科学に戻る)」とともに、10年後の展開を期待した投資リスクの大きな基礎的研究とのバランスも科学技術政策として重要であり、経済状

況や産業の状況を深く認識した上で、きめ細かな配慮の基に行われるべきものである。

・重要な研究開発課題

で述べた現状と対応策という視点で重要な研究開発を技術分野で整理すると以下のようなになる。

【課題1】CMOS-LSI超細微化プロセス技術

【課題2】現在の技術飽和を克服する飛躍的な設計・開発支援技術（単体デバイスからLSI、モジュールまで）

【課題3】新情報蓄積技術（高性能不揮発メモリと先端ストレージ技術）

【課題4】通信・ネットワーク用デバイス

【課題5】知的財産権あるいは設計リソース有効活用・再利用のためのプラットフォームづくり

【課題6】低消費電力化技術（デバイスからシステムまで）

【課題7】非シリコンデバイス

【課題8】有機ディスプレイを含む次世代ディスプレイ技術

【課題9】将来デバイス（先端光デバイス、ポストシリコン、MEMS応用、磁束量子回路、センサー等）

【課題10】System-on-a Chip技術と組み込みソフトウェア技術

上の重要な研究開発課題の要素技術は以下の通りである。

【課題1】CMOS-LSI超細微化プロセス技術

<5年以内>

45nm プロセス量産技術

・素子バラツキ低減（Vth制御など）技術

32nm プロセス基礎技術

・コスト/性能/低消費電力のベストなプロセスの選択

・EUVリソグラフィ技術

・LER抑制エッチング技術

SoC対応微細化技術（多品種開発/量産技術）

・多品種対応技術（短時間マスク交換技術など）

・高速プロセス評価・検査技術

三次元集積技術

<5年以上>

32nm プロセス量産技術、22nm プロセス基礎技術と量産技術

極限 CMOS-LSI 技術

- ・リソグラフィとゲートスタック構造（絶縁膜）の開発

マテリアルセーブ技術

【課題2】現在の技術飽和を克服する飛躍的な設計・開発支援技術

（単体デバイスから LSI、モジュールまで）

<5年以内>

プロセスばらつきを適応的に吸収できる設計技術

- ・設計と製造の融合による生産技術の高度化

高歩留まり用設計技術

- ・冗長論理利用技術の開発
- ・静的リコンフィグ（再構成システム設計）技術実用化

試験技術と修復技術

- ・テスト上でのテストと故障個所の特定方法の確立
- ・故障個所を冗長論理、静的リコンフィグで回避する技術の確立
- ・セルフテストによるテスト時間の短縮化

集積システム構築技術

- ・3次元実装技術の開発
- ・受動素子集積技術の開発
- ・開発・製造プロセスインテグレーション技術

フィールドプログラマビリティ技術

- ・静的・動的リコンフィグ技術の SoC-LSI への実用化
- ・リコンフィグデバイスの標準化（CAD/組み込みソフトウェア/API 含む）

<5年以上>

自己ヒーリング技術

- ・自律型診断ベースの修復技術の開発
（システム稼働時の自律診断技術と故障個所特定技術。
及び動的システム再構成技術による故障修復）
- ・超高信頼性集積システム設計技術の開発

事前予測による LSI 高信頼化技術

- ・故障実測の統計処理技術の向上
（オンチップ上でモニタリングされた故障の統計処理から性能劣化の事前予測）

・EDA ツールによる障害予測シミュレーション技術の向上

【課題3】新情報蓄積技術（高性能不揮発メモリと先端ストレージ技術）

<5年以内>

ポストFlashメモリ（MRAM, FeRAM, PRAM, RRAM など）技術

<5年以上>

低消費電力高速不揮発メモリ技術

極限ストレージ技術

- ・MEMS プローブメモリの開発
- ・体積ホログラムなどの開発

【課題4】通信・ネットワーク用デバイス

<5年以内>

無線デバイス技術

- ・フルCMOS RF 通信デバイス（マルチバンド化）の開発
- ・高速無線通信（OFDM, MIMO その他）の開発

広帯域光通信技術

- ・DWDM 技術の向上
- ・光インターコネク用面発光ダイオード開発
- ・波長可変レーザーモジュール開発
- ・高性能光センサー開発

<5年以上>

超高速無線通信技術

大容量光ネットワークノード技術

- ・バースト、全光パケット技術、低消費電力化

【課題5】知的財産権あるいは設計リソース有効活用・再利用のための

プラットフォームづくり

<5年以内>

ハードブロックのモデル化（I/Fの標準化含む）

コンパイラによるハードブロックの割り当て

共通ソフトウェアプラットフォームの構築

既設計ソフトモジュールの再利用化

【課題6】低消費電力化技術（デバイスからシステムまで）

<5年以内>

低電圧/低消費電力プロセス・デバイス技術

- ・リーク電流低減技術の開発
- ・高速不揮発性内蔵メモリの搭載
- ・低電圧回路技術の向上

エネルギーデバイス技術

- ・薄型化技術の開発
- ・電池材料技術の開発
- ・フレキシブル化技術の開発

システムレベル低消費電力化サポート技術

- ・機能分散型低電力化技術の開発
- ・逐次処理回路と並列処理回路の Mapping 最適化技術の開発
- ・電源制御技術の向上（多電源化とシステムによる能動的電源制御など）

<5年以上>

超低電圧/超低消費電力デバイス技術

- ・新材料・新構造による低消費電力化技術の開発
- ・超低電力、超低電圧動作可能な回路設計技術の向上
- ・耐環境性/耐ノイズ性向上回路設計技術の開発

自律的なシステムレベル低消費電力化技術

- ・先進的システム・イン・パッケージの開発
- ・システム統合低電力化技術（自律システム）の開発
- ・学習・スケジューリング技術の開発
- ・システムにおける処理の負荷自動分散による低消費電力化

【課題7】非シリコンデバイス

<5年以内>

パワーデバイス

- ・高効率インバーターの開発
- ・高効率スイッチング電源の開発

固体照明（高輝度LED、有機ELなど）

- ・結晶成長の低コスト化
- ・発光効率向上

【課題8】有機ディスプレイを含む次世代ディスプレイ技術

<5年以内>

モバイルディスプレイ技術
マイクロディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）技術
新形態ディスプレイ技術（ペーパー、フレキシブルディスプレイ）
2K×4K画素の次世代HDTVシステム構築
省電力ディスプレイ技術
高機能システムディスプレイ技術

<5年以上>

次世代モバイルディスプレイ技術
大画面ディスプレイ技術
人間に優しいディスプレイの実現
4K×8K画素の次次世代HDTV技術
有機ディスプレイ・デバイス技術

【課題9】将来デバイス

（先端光デバイス、ポストシリコン、MEMS応用、磁束量子回路、センサー等）

<5年以内>

カーボンチューブ応用技術
シリコンナノフォトニクス技術
ユビキタスネット社会に対応したセンサー技術
・MEMS応用センサー開発
・センサーネットワーク構築技術実用化（RF技術、IPv6等）
光融合集積回路技術
・フォトリッククリスタル集積導波路開発
・集積化光スイッチの開発

<5年以上>

ポストCMOS技術
ポストSi技術
・ π 素子開発
・CNT素子開発
・新材料を使ったデバイスの開発
量子デバイス
・量子ドットデバイス
・量子計算デバイス技術開発

- ・量子暗号通信デバイス技術開発
- ・磁束量子回路技術開発

異機能融合システムデバイス技術

- ・光電子融合集積回路技術開発
- ・マテリアルインテグレートドデバイス開発
- ・バイオ融合デバイス開発
- ・MEMS 融合デバイス開発

高性能/多機能集積化技術

大面積エレクトロニクス技術

- ・サブミクロン高性能 TFT デバイス開発
- ・有機トランジスタデバイス開発

分子テクノロジー

ユビキタスネット社会に対応したセンサー技術

- ・健康常時監視センサー開発（MEMS 応用センサー、分子レベルでの健康診断、生体センサー、NWインフラとの連携）
- ・インテリジェントセンサー開発（分子レベル識別技術、バイオセンサー）

次世代光デバイス基盤技術/オール光処理技術

- ・フォトリソグラフィデバイス開発の応用
- ・高速直接変調光源、光バッファなど
- ・光バッファメモリの開発
- ・極短光パルス処理デバイスの開発

【課題 10】 System-on-a Chip 技術と組み込みソフトウェア技術

<5 年以内>

プラットフォーム標準化

アプリレイヤの機能モジュール化

【新興・融合領域への対応】

研究開発基盤WGで扱っているプロセッサ技術

原則として、研究開発基盤WGにおいて扱う。

「組み込みソフトウェア」

製品開発のノウハウをデバイス、製品の中に組み込むものであり、「セキュリティ・ソフトウェアWG」でも扱うが、本WGにても扱う。

・研究開発の目標

【政策目標の明確化】【研究開発目標の明確化】

(a)本 WG の重要な研究開発課題は、ユビキタスネット社会ならびにものづくりナンバーワン国家の基盤を支える半導体デバイスを中心とするデバイス技術である。特に、課題 5)、6) は、環境と経済を両立させる省エネルギー・デバイス技術として、特に抽出しているが、他の課題においても省エネルギーは重要な目標となっている。研究開発の成功が実現する主な政策目標は以下の通りである。

中政策目標

(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現

個別政策目標

現在の半導体デバイスの動作限界を打ち破る革新的デバイスを実現する。

中政策目標

(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

個別政策目標

日本発の革新的な情報家電を世界に普及する。

中政策目標

(7) ものづくりナンバーワン国家の実現

個別政策目標

革新部材、バイオテクノロジーや IT を駆使する先端ものづくりの実現

(旧個別政策目標)

中政策目標

(4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服

個別政策目標

世界を先導する省エネルギー国であり続ける。

(b)特に、重要な研究開発課題 8) は、ユビキタスネット社会において情報を自然に、手軽に、また、感動的に伝えるためのディスプレイ技術である。その研究開発の成功が実現する主な政策目標は、(a)の政策目標に次を加えたものである。

中政策目標

(6) 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現

個別政策目標

豊かで快適な情報生活を実現するインタフェース技術の創出（新規提案）

【政策目標達成に向けた道筋の明確化】

第三期基本計画の従来になかった特徴は、大政策目標の目標4として「イノベーター日本」をかかげて、技術革新（イノベーション）の実現を目指している点である。「イノベーター日本」は、（6）世界を魅了するユビキタスネット社会の実現、（7）ものづくりナンバーワン国家の実現、（8）科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化という3つの中政策目標の実現により、実現されるものと想定されている。

先ず、日本の半導体産業が世界に先んじて、配線幅45nmや32nmの半導体の量産体制を整えられるよう、国として大胆な研究開発投資プロジェクトを推進し、半導体産業の復活を目指す。半導体産業が復活すれば、日本の素材分野や半導体装置分野の強みを活かし、最終製品を作るセットメーカ、その部品を提供する半導体メーカ、装置メーカや素材産業までを巻き込んだ真の垂直統合（強いアライアンス）を実現し、世界に冠たる研究開発・生産体制を実現する。これができるのは世界の中でも日本だけである。日本の半導体産業の復活は、日本の産業競争力の強化につながり、3つの中政策目標が実現され、「イノベーター日本」が達成される。これにより、日本企業全体の収益性を上げ、税収増による財政赤字の低減というプラスのスパイラルにつながることが期待できる。

我が国の半導体企業は、生き残りのために投資面での選択と集中を行ない、プロセス共同開発など、アライアンス、統合の方向に進むと共に、個性を活かした生き残り戦略を推進しているところである。しかし、疲弊した日本の半導体産業が、世界競争に勝ち残れるだけの研究開発投資を行い、収益を上げ続ける体制を作り上げることができるかどうかは不透明である。国には、世界競争に打ち勝つために、企業、アライアンスの状態、個性に応じた研究開発支援が期待されている。

・研究開発の推進方策 ～ 「活きた戦略」の実現

1 短期研究開発

（半導体デバイス・プロセス技術）

短期的な成果を求める研究開発では、従来の大学・研究独法を主体とする推進体制のみならず、企業が主導的な役割を果たせる体制をも構築することが望ましい。

これは、大学・研究独法主導の場合、研究成果であるプロセス技術を、各企業が、即座に量産に使うことが難しく、量産開始が遅れる場合があるためである。これを避けるためには、当初から具体的なアプリによる量産も考慮した研究開発体制を構築し、生産に即適用できるプロセス開発を目指すこととなる。

次に、トップランナー方式で主導的な企業の下に、関連する企業が垂直統合して参加する体制が望ましい。(従来からの複数企業が同等の立場で参加する国の研究開発プロジェクトが有効な場合もあるが、中心となる企業がない限り、量産に向けた取組みが困難である。) ただし、国の研究開発支援が強い企業への一方的な資金援助になりかねないことから、実施にあたっては提案公募型方式をとるなど、透明性の確保に努める必要がある。

なお、半導体技術は、プロセス、デバイス・LSI 技術、回路設計技術、アーキテクチャー技術等の層(レイヤー)によって構成されている。従来の研究開発の連携においては、同一の技術レイヤー内(プロセス層内、回路層内、アーキテクチャー層など)の産学連携が主であったが、今後、新たなイノベーション創出のためには、異なる技術レイヤー間の連携が重要となる。

今後 5 年間の研究開発に日本の半導体産業の存亡がかかっており、日本の半導体産業が世界競争に勝ち抜けるように世界に先んじて、配線幅 45nm や 32nm の半導体の量産体制を整えることを目指す。ただし、これには大規模投資が必要であり、そのためには総合的に企業のリスクを軽減し資金調達を容易にする支援方策が国に求められる。

(デバイス利用技術)

映像処理・画像処理・音声処理などの技術がチップに直接インプリメントされる時代にあっては、これらの技術の大部分が外国製で、日本が主導権をにぎっていないという状況を打破するために人材の育成ならびに基礎研究の推進が必要である。

(情報家電、組み込みソフトウェア)

情報家電では、ディスプレイ技術、ストレージ技術、SoC 設計技術、OS、コンパイラ等のソフトウェア基盤技術等の要素技術の研究開発を推進することにより、現在我が国が優位にある情報家電に関連する技術を一層高度化し、機器としての付加価値を高めるとともに、プラットフォームの確立のための国際標準化やフィールド実証実験にも積極的に取り組む必要がある。また、インターフェイス技術、著作権保護技術や情報検索・データマイニング技術等の事業基盤性の高い技術の研究開発にあたっては、オープンに実装できることが重要であ

る。

組み込みソフトウェアは労働集約的な技術分野であり、その大きな課題は、「人材育成・人材確保」であることから、人材育成を進める必要がある。また、工学的手法に基づく開発プロセス管理・品質管理技術、統合的な開発支援技術の開発等が急務である。

(ベンチャー育成)

情報通信分野においては、大学や研究独法における最先端研究が短期にビジネスに結びつくケースも多い。米国では膨大な大学発ビジネスが立ち上がっている。日本の大学発ビジネスは米国と比較して著しく弱体であり、その振興策の策定が望まれる。

IV.2 長期研究開発

(半導体デバイス・プロセス技術)

シリコン半導体は10年先でも半導体の主流である可能性が高いが、半導体デバイス技術の体系は材料制御から始まり、システムアーキテクチャまで膨大であり、ポストシリコン等の原理的な変革を伴う場合にはその完成には10年以上の時間が必要であり、現在から本格的に着手しなければならない。中長期的な研究開発の推進は、企業にとってはリスクが大きく、従来通り大学・研究独法を中心とする国主導で行うことが適切である。

ただし、この場合も様々な企業やベンチャー企業も巻き込み、ビジネスに繋がることを意識しつつ研究開発を行うことが、研究開発を加速する場合がある。そのような研究開発は人材育成にとっても非常に有効である。

(ディスプレイ)

日本のディスプレイ産業の強みを維持するための長期的研究開発課題として、次世代ハイビジョン用ディスプレイや革新的なディスプレイ等、リスクの大きい将来技術のための研究開発を大学・研究独法を中心とする国主導で進める。

【産学官・府省間・機関間の連携強化】

未知の領域の研究開発が向かう方向や、出口としてどのようなビジネスに適用できるかが明らかになるにつれ、研究開発施策の主たる監督省庁が変わることが予想される。総合科学技術会議は、府省間の連携を推進し、府省間の研究施策の受け渡しが滞りなく行われるようにする。

【関連施策との連携強化】

科学技術政策のみならず、産業政策の一貫としても、大胆な産業競争力強化が求められている。

産業競争力を高めるためには、いかに作るかだけでなく、何をつくるかの戦略が必要である。新たなプロセス技術の場合、明確なターゲットは現在のアプリだけでなく別の用途であるアプリを創出する必要がある。そのようなアプリを創出し、グローバルに展開することで、世界のスタンダードとするのが理想である。

【柔軟な戦略の展開方策】

情報通信分野は、技術進歩の速い分野であり、重要な研究開発課題等を必要に応じて見直す必要がある。総合科学技術会議は定期的に有識者を集め、推進状況のレビューを行うものとする。

・戦略重点科学技術

V.1 戦略重点科学技術選定の考え方

日本の半導体産業が世界競争に勝ち抜けるように世界に先んじて、配線幅45nmや32nmの半導体の量産体制を整えるための研究開発支援は不可欠である。

環境と経済の両立を達成するためデバイスレベルから大規模システムまで省電力化は必須の要請となる。

静的・動的リコンフィグ技術等の新設計・開発支援技術が、半導体デバイスに革新をもたらす。

長期的な視野に立つ基礎研究は将来の日本を支えるものである。

日本の強みを維持するための研究開発とその結果を積極的に知財として他国に対して行使する戦略は不可欠である。

V.2 戦略重点科学技術の候補

【優先順位順】

- 1) CMOS-LSI 用超微細化プロセス技術
- 6) 低消費電力化技術(デバイスからシステムまで)
- 2) 現状の技術飽和を克服する飛躍的な設計・開発支援技術(単体デバイスからLSI、モジュールまで)
- 10) System-on-a Chip 技術と組み込みソフトウェア技術
- 4) 通信・ネットワーク用デバイス
- 9) 将来デバイス(先端光デバイス、ポストシリコン、MEMS 応用、磁束量子回路、センサー等)
- 3) 新情報蓄積技術(高性能不揮発メモリと先端ストレージ技術)

- 8) 有機ディスプレイを含む次世代ディスプレイ技術
- 7) 非シリコンデバイス (SiC を含む化合物半導体素子)
- 5) 知的財産権あるいは設計リソース有効活用・再利用のためのプラットフォームづくり

・添付資料

重要な研究開発課題リスト・マップ

研究開発が目指す成果目標の主な例