

第4期科学技術基本計画レビュー

(Ⅲ.2(2)i) 産業競争力強化に向けた共通基盤の強化)

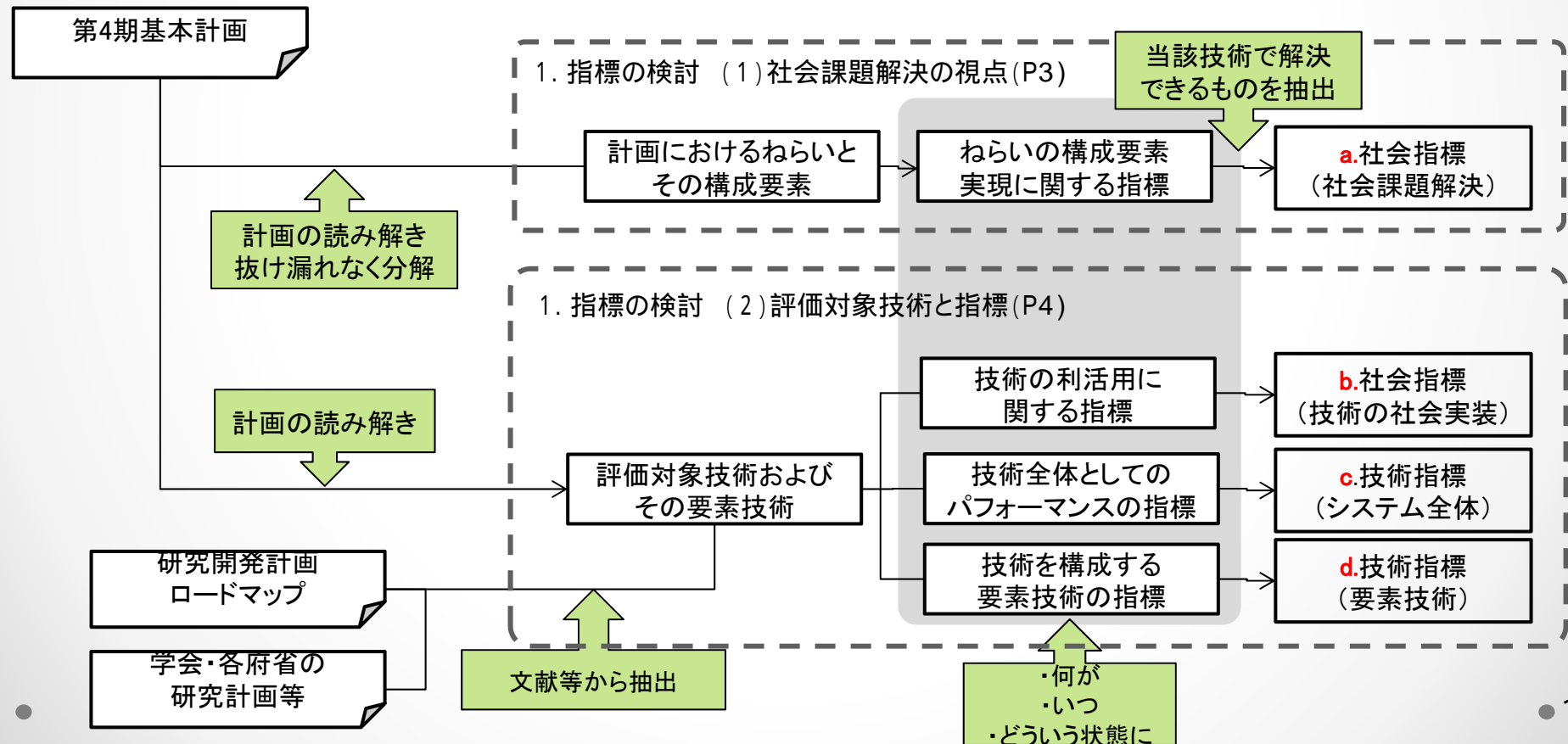
平成26年2月20日
I C T - W G 事務局

レビューの手順（第2回WG資料より）

- ◆ 第4期基本計画を読み解き、計画のねらいとそれ達成するための構成要素を抜け漏れがないように明らかにするとともに、課題領域に対応した評価対象技術を特定する。
- ◆ ねらいの構成要素を実現する指標や、評価対象技術の利活用や、技術そのもの（全体、要素技術）に関する指標を収集して、評価のための指標とする。
- ◆ 社会指標・技術指標とも指標値（目標）は当該技術において公式なロードマップがあればそれを適用する。
- ◆ ロードマップがない場合は、学会、各府省（とその会議体）における研究計画を収集し、設定する。

情報源

指標の設定



本領域における個別課題

- ◆ ICT-WGが「産業競争力強化に向けた共通基盤の強化」においてレビューを進める個別課題は、“先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術”、“高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術”、“材料、部材、装置等のハードとソフトの連携”である。

本領域における本WGの個別課題

課題領域	個別課題
i) 産業競争力の強化に向けた共通基盤の強化	先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術
	高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術
	材料、部材、装置等のハードとソフトの連携

指標の構成と評価の視点

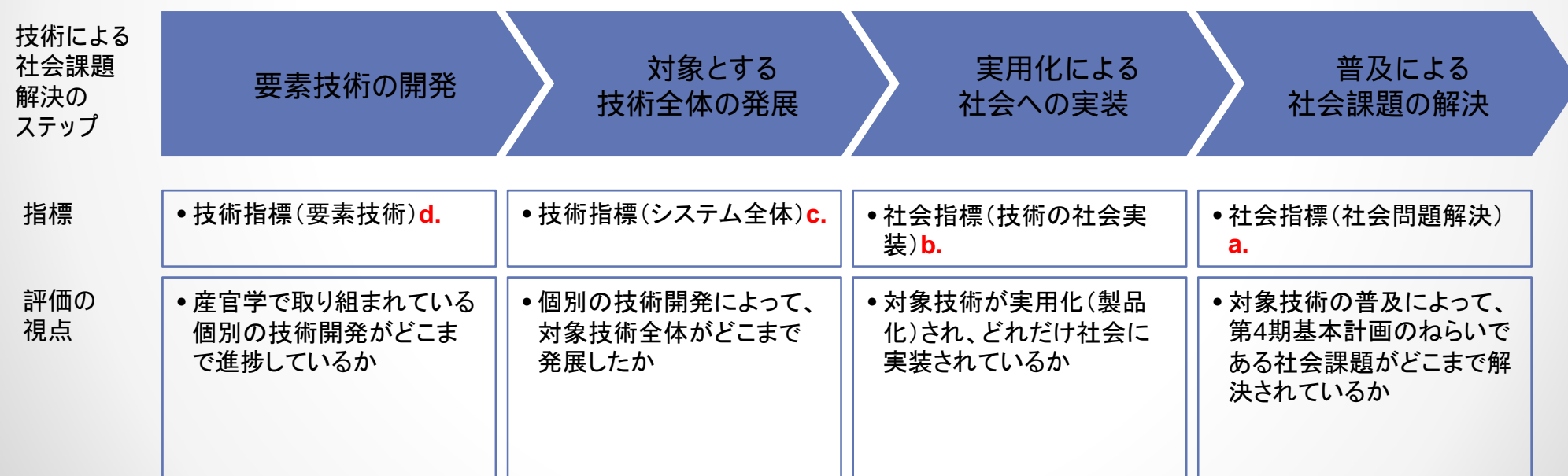
◆ 指標の構成

- 指標の種類と、導出の考え方については1ページに示した通りであるが、技術による社会課題解決のステップに沿って再度整理すると下図の通りとなる。

◆ 評価の視点

- 要素技術の進捗のみならず、要素技術がシステム全体の発展にどこまで貢献できているのか、システム全体が社会にどこまで普及しているのか、さらにはシステム全体の普及によって社会課題がどれだけ解決できているのかという視点で評価を行う。

指標の構成



1. 指標の検討 (1) 社会課題解決の視点

◆ モノづくりを支える新たな産業基盤創出のための知の創出の場づくり、ICTシステムへの利活用、それらをサポートする技術開発がとめられる。

課題領域

産業競争力の強化に向けた共通基盤の強化

(第4期基本計画より:下線追記)

2. 重要課題達成のための施策の推進

(2) 我が国の産業競争力の強化

東日本大震災は、我が国の経済を支える産業活動に対し、直接的被害に加え、電力不足、サプライチェーンの寸断等による間接的影響など、被災地のみならず全国規模で、極めて深刻な影響をもたらした。我が国として、震災からの復興、再生を遂げるために、産業活動の活性化が不可欠であり、民間企業の研究開発能力と生産能力の再生に向けて、官民一体で取り組む必要がある。アジアを中心として新興国の存在感が高まる中、我が国が持続的な成長を遂げていくためには、国際競争力を有し、我が国の経済成長を支える産業を強化するとともに、新たな付加価値を獲得できる分野を創出、育成し、アジア、さらには世界との連携を強化していくことが重要である。こうした観点から、**我が国におけるものづくりを更に強化**しつつ、新たな産業基盤の創出に向けて、多くの産業に共通する波及効果の高い基盤的な領域において、世界最高水準の研究開発を推進し、産業競争力の一層の強化を図っていく必要がある。このため、国として、具体的には以下に掲げる重要課題を設定し、大学や公的研究機関、産業界との連携、協力の下、これらに対応した研究開発等の関連施策を重点的に推進する。

課題領域に関するねらい

- モノづくりの強化

ねらいの構成要素

- 先端材料・部材の開発による強化
- 求められる新たな基盤技術の開発による強化

社会指標(社会課題解決)(a)

【指標:国際競争力ランキング】

- 国際競争力の代表的な指標である。

【指標:環境・エネルギー技術の輸出額】

- 我が国のモノづくりの競争力が向上することで輸出額が上昇する。

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 課題解決のためにICTが貢献できること

- 基本計画においては、研究開発の領域としてP2で示した「先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術、高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術」が例示されている。
- これらの領域において、産業競争力強化に向けた重点技術開発課題にICTが共通に貢献できることは、世界的なエネルギー消費の向上とコンピューティングパワーの増大に伴う消費電力の上昇を背景に新規技術によるエネルギー利用効率の向上と消費の削減であると考えられる。
- また、装置レベルでの連携におけるICTの貢献としてハードとソフトの整合性の観点から組込みシステム開発が考えられる。なお、材料・部材に関してもモジュール化の観点から組込みソフトを取り上げる。

◆ 個別課題に対応する技術

- 従って、本課題領域において評価の対象とする技術は、以下の4つととらえる。
 - 先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術
 - 照明
 - 高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術
 - ディスプレイ
 - パワーデバイス（半導体）
 - 材料、部材、装置等のハードとソフトの連携
 - 組込みソフト

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 前ページで示した個別課題に対応する技術の進展を評価するための代表的な指標は以下の通りである。

計画に例示された個別課題	個別課題に対応する技術	指標			出所
		b.社会指標(実装)	c.技術(システム全体)	d.技術(要素技術)	
先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術	革新的電子デバイス(FPD)用蛍光材料	<ul style="list-style-type: none"> 特許出願件数 市場シェア 	<ul style="list-style-type: none"> 単位面積当たり輝度 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 熱処理(分相-結晶化、結晶化) ナノ細孔利用結晶析出 	<ul style="list-style-type: none"> NEDO技術戦略マップ
	革新的電子デバイス(照明)用蓄光材料		<ul style="list-style-type: none"> 発光寿命 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 熱処理(分相法を含む) 	
高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術	パワーデバイス		<ul style="list-style-type: none"> 変換器出力パワー密度 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 材料・プロセス・デバイス技術 回路・制御技術 実装技術 	
	液晶ディスプレイ		<ul style="list-style-type: none"> 消費電力(現状値比) 曲率半径 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 軽量化・フレキシブル 低消費電力化 	
	有機ELディスプレイ		<ul style="list-style-type: none"> 解像度 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 低消費電力化(低損傷・長寿命化) フレキシブル基板化 	
	立体ディスプレイ		<ul style="list-style-type: none"> 解像度 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> レンチキュラレンズ 2D/3D切り替え 	
	電子ペーパー		<ul style="list-style-type: none"> 解像度 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> フレキシブル化 	

1. 指標の検討 (2) 評価対象技術と指標

◆ 前ページで示した個別課題に対応する技術の進展を評価するための代表的な指標は以下の通りである

計画に例示された 個別課題	個別課題に対応する技術	指標			出所
		b.社会指標(実装)	c.技術(システム全体)	d.技術(要素技術)	
材料、部材、装置等の ハードとソフトの連携	組込みソフトウェア開発力強化	<ul style="list-style-type: none"> 特許出願件数 市場シェア 	<ul style="list-style-type: none"> — 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況 <ul style="list-style-type: none"> 要求定義 設計技術 実装技術 検証・テスト技術 品質向上技術 進捗管理技術 	<ul style="list-style-type: none"> NEDO技術戦略マップ

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域			指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)	
					~2005	2010	2012	2013	2015	2020~			
目 2. 重要課題達成のための施策の推進	(2) 我が国の産業競争力の強化	i) 産業競争力の強化に向けた共通基盤の強化	社会指標	国際競争力ランキング(イノベーション)	目標	1					1		
					実績	2	4	5	5				
				技術の輸出額	目標								
					実績	27.6億円	28.2億円						総務省、「科学技術研究調査報告」
				市場シェア	目標								
					実績	35% 33%	17% 29%						日本企業の国際競争ポジションの定量的調査事業 - 経済産業省
			特許出願件数	目標									
				実績	7770	4470	2340	560				特許庁	
			技術指標	革新的電子デバイス(FPD)用蛍光材料 :単位面積当たり輝度(Cd/m ²)	目標			500Cd/m ² 以上	1000Cd/m ² 以上				NEDO技術戦略マップ
					実績								
				革新的電子デバイス(照明)用蓄光材料 :発光寿命(時間)	目標			20℃で6時間以上	20℃で10時間以上				
					実績								
パワーデバイス :出力パワー密度(W/cm ³)	目標												
	実績	10		15	20-30								

注1: 技術輸出額は電子部品・デバイス工業の技術輸出超過額(技術輸出額-技術輸入額)を示す。

注2: 市場シェアは上段がディスプレイ、下段が電子部品・デバイスの世界市場を示す。

注3: 特許出願数はディスプレイに関連し(発明の名称、要約、クレーム)同年1月から12月までに出版された特許数を示す。

2. 指標値の検討

第4期基本計画における課題領域				指標区分	評価指標	指標値						定性的な開発目標	補足(出典等)
						~2005	2010	2012	2013	2015	2020~		
目 2. 重要課題達成のための施策の推進 (2) 我が国の産業競争力の強化	i) 産業競争力の強化に向けた共通基盤の強化	先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術 高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術 材料、部材、装置等のハードとソフトの連携	技術指標	液晶ディスプレイ :消費電力(現状値比)、曲率半径(mmR)	目標	-3/8 15mmR							NEDO技術戦略マップ
				実績	1 3/4								
				有機ELディスプレイ :解像度	目標	2-6型級(アクティブマトリクス型) VGA-XGA級(ガラス基板)				6-14型級(アクティブマトリクス型) XGA-UXGA級(ガラス基板)			
					実績	4-14型級(アクティブマトリクス型) QVGA-VGA級(ガラス基板)							
				立体ディスプレイ :解像度	目標	VGA8眼			VGA16~25眼				
					実績	QVGA8眼							
				電子ペーパー :解像度	目標	200ppi (256階調)							
					実績	200ppi (16階調)							
				組込みソフトウェア 開発力強化	目標	P10参照							
					実績								

2. 指標値の検討

分野構造	評価パラメータ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
組み込みソフトウェア開発力強化	(要求定義)	ハードウェア制約、リアルタイム性等を考慮した要求獲得、記述整理、検証技術の開発・普及									
	(設計技術)	モデリング手法、設計可視化技術、 プロダクトライン等再利用技術の開発・普及		部品化・コンポーネント評価技術の開発・普及							
	(実装技術)	コーディング 規約整備・普及		各種組み込みソフトウェアエンジニアリング技術の活用を通じた携り合わせ型・組み合わせ型のベストミックス開発技術の確立・普及							
	(検証・テスト技術)	テスト項目生成技術、汎用テスト環境、テスト自動化技術		高度テスト・検証技術の開発・普及							
	(品質向上技術)	PCメーカーのソフトウェア開発品質向上活動の開発		設計品質向上技術の開発・普及		実装・設計・性能・利用に係る品質向上技術の普及					
	(遷移管理技術) (プロセス評価・改善)	開発管理手法/可視化技術/異種OS/技術の開発・適用拡大		運用の仕組み整備・普及							
		組み込み向け開発プロセスの整備、評価・改善手法の開発/適用拡大		運用の仕組み整備・普及							

出所)NEDO技術戦略マップ

3.総合分析（1）先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術

① 指標に対する貢献度評価

- 革新的デバイスの材料開発については、NEDO「次世代照明等の実現に向けた窒化物半導体等基盤技術開発」等により、ロードマップに示された2013年、2015年の開発目標の実現に貢献している。
- 技術指標「革新的電子デバイス(照明)用蓄光材料」に関しては燐光型デバイス材料等材料開発で我が国は先行している。山形大学、九州大学等有機ELの世界的な研究開発拠点を有しており、またJST等国家プロジェクトによる後押しも進められており、着実な成果が出つつあると評価できる。第3の発光メカニズムであるTADF(Thermally Activated Delayed Fluorescence)を用いた量子効率の向上などは新原理に基づくイノベーションとして高く評価できる。
- 技術指標「革新的電子デバイス(FPD)用蛍光材料」についても、LEDもGaN発光等我が国がリードしている分野である。化合物半導体は通信向け半導体アンプ等の開発から古い技術蓄積を有している。パワーデバイス向けにSiC等新しい化合物デバイス材料の開発（大口径化等）が進められており、高く評価出来る。

② 今後取り組むべきこと

- 今後はこれらのデバイス基本構造のみならず、デバイス全体としての完成度を高めるための材料開発に加え、シール性向上、耐環境性等のデバイス開発の強化が求められる。
- 革新的電子デバイス(FPD)用蛍光材料に関しては、量子効率向上に向け材料組成、粒度コントロールなどの材料開発の強化が求められる。

3.総合分析（2）高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術

① 指標に対する貢献度評価

- 経済産業省、NEDOなどの取組によって、高機能デバイスの技術開発が進められている。
- 有機エレクトロニクスやプリントドエレクトロニクスなど従来とは異なる材料は製造プロセスを用いた革新的なイノベーションの取り組みが、産学、民間開発において進められている。
- JSTにおける有機エレクトロニクス関連の技術開発やJAPER A等技術研究組合などコンソーシアム形式での技術開発は我が国の国際競争力に資する技術開発基盤として評価されよう。

② 今後取り組むべきこと

- いずれの取組も基礎的な技術開発、設計、シミュレーション等の段階であり、今後の技術開発によって、ロードマップ上2015～2020年に設定されているそれぞれの技術確立に向けて、研究開発の着実な実行が求められる。

3.総合分析（3）材料、部材、装置等のハードとソフトの連携

① 指標に対する貢献度評価

- 下記の取組により、組み込みソフトの省電力化については研究開発が進んでいる。
- また、平成16年以降産業技術総合研究所において、組み込みソフトの研究開発や検証のための中核施設の整備が進められており、現在ロードマップで規定している「技術の普及段階」への貢献が見られる。

② 今後取り組むべきこと

- TRONに代表されるように我が国は組み込みソフト開発では過去より高い技術開発力を誇ってきた。近年、標準化が進みつつあり、スマートフォン等の分野では国際的なポジションが低下しつつあるが、省エネに資するハード、ソフト両面からのアプローチ等新たなソフトウェア開発手法の開発が今後の取り組み課題として挙げられよう。

3.総合分析（4）全体

① 今後取り組むべきこと

- 先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術に関して、有機EL(照明、ディスプレイ)、SiC等パワーデバイスの更なる研究開発は、現状我が国の技術開発水準が高い領域であることから特許出願数の更なる上昇に繋がると評価される。また、材料の差別化を通じてデバイスの市場シェアを向上させることも期待される。
- 一方で材料開発のみならず、プロセス開発も重要となる。一例をあげると、IGZOに代表される酸化物半導体は日本発のイノベーションではあるもののサムスン電子等アジア勢の追い上げが激しいとともにプロセス技術との結合性が強いいため、高信頼性と低コスト化に向けたデバイス構造、プロセス技術等の強化が必要と考えられる。
- 高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術に関して、我が国は有機エレクトロニクスやプリントドエレクトロニクスで先行しているものの、これらの分野は新規技術開発領域であることから基礎研究、応用研究のフェーズにある技術開発テーマが多いことが特徴であり、製品開発に向けた開発研究の加速が今後の取り組み課題としてあげられる。これにより、開発研究で先行し、市場をリードすることで市場シェアを向上させることが期待できよう。
- 具体的には、有機トランジスタの信頼性向上、ドライプロセスとウェットプロセスの最適な組み合わせ等のプロセス技術開発が求められる。また、官学で開発された基盤技術を如何に事業化するかが重要なポイントとして挙げられよう。
- 組み込みソフトに関して、標準化が進みコモディティー化が進みつつある一方で、システムの複雑化への対応や省エネ等ソフトとハードが連携することで機能の飛躍的な高度化が求められており、ソフトウェア工学に基づく開発手法の技術開発が求められる。

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

個別課題：先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術

取組	これまでの成果
次世代照明等の実現に向けた窒化物半導体等基盤技術開発（経産省(NEDO)）	<p>平成25年度の実施内容及び目標</p> <ul style="list-style-type: none">これまで開発してきた基盤研究の成果をベースとしたLEDおよび有機EL照明の試作・評価をし、性能向上や作成コスト低減に関して、設定した目標に達しているかの最終確認を行う。
安達分子エキシトン工学プロジェクト（JST）	<p>第3の発光メカニズムであるTADF(Thermally Activated Delayed Fluorescence)での高効率なイリジウムフリーの有機発光材料(Hyperfluorescence)の開発とエネルギーギャップ(EST)の制御において、電子供与性分子と電子受容性分子との間で形成されるエキサイプレックスを用いる新たな方法を見出し、励起三重項状態(T1)から励起一重項状態(S1)への高い変換効率を実現。 2012年の成果としては電流励起によるエキサイプレックス発光の中では最も高い外部量子効率が5%を超える高効率化の実現。</p>

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

個別課題：高機能電子デバイスや情報通信の利用、活用を支える基盤技術

取組	これまでの成果
低炭素社会を実現する新材料パワー半導体プロジェクト（NEDO）	<ul style="list-style-type: none"> ・ SiC ウェハ品質向上および評価技術・デバイスプロセス技術・回路技術・熱設計技術等、全体的な技術の高度化の結果として、Si デバイスに比べ大幅な損失低減（同） ・ 定格インバータユニットにおいて、現在主流の Si - IGBT を適用した場合に比べ、70% 損失を低減）が実証される
省電力デバイス創出に向けた基盤的研究	<p>理化学研究所においては、平成25年度に創発物性科学研究センターを立ち上げて本施策への取組を開始し、消費電力を革命的に低減させるデバイス技術に向けた新原理創成を図るための研究開発を行っている。</p> <p>これまでの具体的な取組として、エネルギー消費を極小とするデバイス機能原理として、特異な絶縁体が示す特殊な応答に着目した理論的検証や、理論的研究と実験との対比が可能となるモデルの構築による実証実験の指針の確立に取り組んでいる。</p>
IGZO 薄膜トランジスタの高信頼性化	<p>奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科 情報機能素子科学研究室の浦岡行治教授、石河泰明准教授らのグループは、日新電機株式会社と共同で、この IGZO を使った TFT の性能を向上させる高信頼性ゲート絶縁膜を開発。a-IGZO を使った薄膜トランジスタに用い高品質のゲート絶縁膜としてフッ素を含む窒化ゲート絶縁膜の開発に成功した。フッ素の添加量を増やすことで、しきい値の変動が0.1V以下となり、従来の2.5Vに対し、ゲート絶縁膜に捕獲される電子の量を1桁以上低く抑えることができ、電気的安定性すなわち信頼性が大きく向上することをつきとめた。</p>
有機エレクトロニクスイノベーションコンソーシアム	<p>印刷で製造するフレキシブル有機EL照明の開発において世界最大級フィルム基板を用いた100mm角フレキシブル有機EL照明の試作に成功。</p>
OLED照明パネルの製品開発	<p>寿命挙動の統計的解析を基に、寿命評価の加速試験方法と推定方法を独自に開発し、短期間で輝度半減時間の推定が可能となった。また、リーク特性とショート不良確率の関係を明確にし、事前にショート不良確率の高いパネルを検出可能な検査方法を確立した。発光ムラ評価においては、再現性が高い独自の評価方法を確立し、生産委託先と共有化した。課題であったこれらの評価技術の確立が、OLED照明パネルの製品化に繋がった。</p>
次世代プリンテッドエレクトロニクス技術研究組合	<p>「印刷デバイス製造技術」および「フレキシブルデバイス技術」の実用化加速のための基盤技術開発において、高反射型カラー電子ペーパーの開発、高速応答型電子ペーパーの開発、大面積軽量単色電子ペーパーの開発を実施。対角 3.5 インチのアクティブ表示デバイスの作製と評価により、表示層構造を最適化するとともに製膜基本プロセスを確立した。</p>

【参考】わが国の主な取組とこれまでの成果

個別課題: 材料、部材、装置等のハードとソフトの連携

取組	これまでの成果
省電力を実現する組み込みソフト開発手法の確立	<p>1) ハードウェアの構成ユニットごとの消費電力量を測定する機械装置の開発 •設計通りのカレントトランスを用いた非接触型測定措置のプロトタイプを完成した。</p> <p>2) 組み込みソフトウェアの消費電力の削減を設計段階から見える化するためのシミュレータの開発 •試行錯誤を行いながらプログラミングおよび測定分析をした結果、省電力化への指針となるプログラム開発のポイントが成果として得られた。具体的にはC言語による高度かつ複雑だが省電力なプログラムとJAVAやErlangによるVMを介した電力消費は多いが開発効率や品質確保、保守性の高い開発ができる言語選定と言った、双方の良点を活かしながら省電力を視野に入れた上流設計が必要である。また、これらのテストプログラムの測定結果を用いた省電力型開発支援ツールとしてのシミュレータの設計も実施した。</p>