

「次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤
技術開発」中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	9
評点結果	13
（参考）評価項目・評価基準	14

はじめに

本書は、第35回研究評価委員会において設置された「次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発」(中間評価)の研究評価委員会分科会(第1回(平成25年9月5日)及び現地調査会(平成25年8月26日))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第37回研究評価委員会(平成25年12月4日)にて、その評価結果について報告するものである。

平成25年12月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「次世代プリントドエレクトロニクス材料・
プロセス基盤技術開発」分科会
(中間評価)

分科会長 松重 和美

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「次世代プリンテッドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発」
(中間評価)

分科会委員名簿

(平成25年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	まつしげ かずみ 松重 和美	四国大学 学長
分科会長 代理	きたむら たかし* 北村 孝司*	千葉大学 名誉教授
委員	おもだに まこと 面谷 信	東海大学 工学部 光・画像工学科 教授
	かわかみ ひであき 川上 英昭	合同会社 先端配線材料研究所 代表取締役社長
	くらた てつゆき 蔵田 哲之	三菱電機株式会社 液晶事業統括部 役員理事 統括部長
	さの やすし 佐野 康	株式会社 エスピーソリューション 代表取締役
	なかもと まさみ 中許 昌美	地方独立行政法人 大阪市立工業研究所 理事長

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：千葉大学 大学院工学研究科 人工システム科学専攻）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成23年7月7日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

プロジェクト概要

		最終更新日	平成 25 年 8 月 1 日
プログラム（又は施策）名	-		
プロジェクト名	次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発	プロジェクト番号	P10026
担当推進部/担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 松井 直樹 （平成 25 年 8 月現在） 電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 草尾 幹 （平成 24 年 5 月～平成 25 年 3 月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 古館 清吾 （平成 23 年 4 月～平成 24 年 4 月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 田谷 昌人 （平成 23 年 3 月）		
0. 事業の概要	<p>高度情報化社会の実現に伴い、電子ペーパー、デジタルサイネージなどのヒューマンインターフェース入出力デバイスや圧力センサといった入力シートデバイス等の普及が切望されており、これらのデバイスの生産量の増大が予想される。これらを広く一般に大量普及させるためには、真空や高温を駆使して多量のエネルギーを消費する既存のデバイス製造プロセスからの脱却を図り、製造プロセスの低コスト化・省エネ化・省資源化・高生産性化を図ることが必要である。そこで本事業では、省エネルギー・省資源・高生産性や軽量・フレキシブル性などの特徴を有する印刷エレクトロニクス技術及び製造法に係る基盤技術を確立する。これにより、印刷エレクトロニクス関連産業の新規市場創出と産業競争力強化に寄与する。印刷工程による新規デバイスとして、電子ペーパー、圧力センサなどのディスプレイ、センサデバイス関連市場を当面のターゲットとする。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>電子ペーパーや携帯電話など情報機器においては、用途の多様化などから、フレキシブル性や軽量化が求められている。また、薄膜トランジスタアレイ（TFT アレイ）などの電子回路の製造においてはリソグラフィや高温プロセスの省エネルギー化が必要である。プリントドエレクトロニクスは、印刷技術を用いてプロセスの低温化による省エネ化や材料歩留まりの向上による省資源化、プラスチック基板の利用によるフレキシブル化・軽量化など上記課題を解決する有用な手段である。</p> <p>本プロジェクトでは、省エネルギー・省資源・高生産性や軽量・フレキシブル性などの特徴を有する印刷エレクトロニクスの基盤技術として、連続製造技術と使用材料・プロセスの高度化による TFT アレイの高度化技術を開発する。さらに、これら基盤技術を適用した実用化技術として電子ペーパーとフレキシブルセンサデバイス技術を確立し、新規事業の創出と産業競争力強化に資する。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて	<p>事業の目標</p> <p>デバイス製造の国際競争力強化と新規事業の創出に向けて 2015 年度（平成 27 年度）末において、下記のプリントドエレクトロニクスに資する基盤技術及び実用化技術を確立することとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> • プラスチックフィルム基板上に大面積、低欠陥で均一、信頼性の高い TFT アレイを形成するための低温プロセス、材料（半導体、絶縁、導体）及び高精度・高速で位置合わせ可能な連続印刷プロセス・装置を開発し、標準的な製造ラインにおいて印刷技術による TFT アレイが製造可能なことを実証する。 • 再現性の高い電気的・機械的特性評価法、及び信頼性評価方法を確立し、標準化に向けたデータを収集する。 • モデルデバイスとして、プロジェクト内の技術開発成果を用いて電子ペーパー、各種フレキシブルセンサを作製し、プリントドエレクトロニクス技術の有効性及び可能性を実証する。 <p>各研究開発項目の目標は、下記の通りである。</p> <p>研究開発項目①「印刷技術による高度フレキシブル電子基板の連続製造技術開発」 （1）標準製造ラインに係る技術開発 【中間目標（平成 25 年度末）】 on 電流の面内平均値からのばらつきが $\sigma \leq 10\%$ 以下のスペックを持つ A4 サイズの TFT アレイを作製し、連続生産するための製造プロセスの課題を抽出する。</p>		

【最終目標（平成 27 年度末）】on 電流の面内平均値からのばらつきが $\sigma \leq 10\%$ 以下のスペックを持つ A4 サイズの TFT アレイを 50 枚連続生産が可能な製造プロセスの要素技術を確立する。生産タクトは 1 平米あたり 90 秒以下を実現する技術を確立する。

(2) TFT に特有の特性評価に係る技術開発

【中間目標（平成 25 年度末）】(1) で作製される TFT アレイの性能評価手法を確立し、材料スクリーニングや、印刷プロセスの最適化検討を行う。

【最終目標（平成 27 年度末）】TFT アレイの信頼性の評価方法を確立する。あわせて評価手法の標準化の検討を行う。

研究開発項目②「高度 TFT アレイ印刷製造のための材料・プロセス技術開発」

【中間目標（平成 25 年度末）】位置合わせ精度 $\pm 20 \mu\text{m}$ 、 150°C 以下の温度で生産できるプロセスの要素技術を確立する。また、印刷法で製造した TFT 素子において、動作周波数 0.3MHz 以上を示す材料・プロセス技術を開発する。

【最終目標（平成 27 年度末）】位置合わせ精度 $\pm 10 \mu\text{m}$ 、 120°C 以下の温度で生産できるプロセスの要素技術を確立する。また、素子の動作周波数が 1MHz 以上を示す TFT アレイを印刷法で製造し、デバイスとして駆動することを実証する。加えて作製された TFT アレイを用いて、圧力、もしくは接触による情報入力デバイスを試作し、落下試験など耐衝撃性を評価し堅牢性を検証する。TFT アレイの大面积化（メートル級）においては、大面积 TFT アレイの連続製造に適用可能な製造プロセスの設計指針を提示する。

研究開発項目③「印刷技術による電子ペーパーの開発」

(1) 電子ペーパーに係る共通基盤技術開発

【平成 23 年度末目標】各種電子ペーパーに係る仕様を決定するための、TFT アレイと表示部の接合条件や駆動電圧等について基礎データの収集を行いデバイスとしての課題を抽出し、得られた結果をもとに設計指針を提示する。

(2) 高反射型カラー電子ペーパーの開発

【中間目標（平成 25 年度末）】印刷法を用いてフィルム基板上に反射率 50%以上である対角 6 インチのカラー（64 色）パネルを試作する。

【最終目標（平成 27 年度末）】印刷法を用いてフィルム基板上に反射率 50%以上である対角 10 インチのカラー（512 色）パネルを作製し、工業的に製造が可能であることを実証する。10 インチパネルの重量は 60g 以下を達成する。

(3) 大面积軽量単色電子ペーパーの開発

【中間目標（平成 25 年度末）】印刷法を用いて A4 サイズのフィルム基板上に 120ppi 以上の解像度を持つ TFT アレイを安定かつ連続的に製造する技術を開発する。製造タクトは 1 枚あたり 10 分以内を達成する。

【最終目標（平成 27 年度末）】A4 サイズのフィルム基板上に 120ppi 以上の解像度を持つ TFT アレイを完全印刷工程で安定かつ連続的に製造する技術を開発する。製造タクト時間は 1 枚あたり 3 分以内を達成する。作製された TFT アレイと表示部を組み合わせたパネルを作製し、軽量単色電子ペーパーが工業的に製造可能であることを実証する。パネルの重量は 40g 以下を達成する。また、得られた成果をもとに大面积化に向けたプロセス・デバイスの設計指針を示す。

研究開発項目④「印刷技術によるフレキシブルセンサの開発」

(1) フレキシブルセンサに係る共通基盤技術開発

【平成 23 年度末目標】各種フレキシブルセンサに係る仕様を決定するための、TFT アレイとセンサ部の接合条件や駆動電圧等について、基礎データの収集を行いデバイスとしての課題を抽出し、得られた結果をもとに設計指針を提示する。

(2) 大面积圧力センサの開発

【中間目標（平成 25 年度末）】A4 サイズ相当の領域内で構成層間のアライメント精度 $50 \mu\text{m}$ 内、素子の特性ばらつき（移動度及び閾値電圧） $\sigma < 10\%$ を達成する大面积 TFT シートの製造技術と製造装置の開発を行う。得られた加工精度と素子特性に基づき、メートル級の大面积 TFT アレイの設計指針を示す。

【最終目標（平成 27 年度末）】1 mm 角あたり 1 素子の密度で形成した TFT アレイの特性（移動度及び閾値電圧）のばらつき $\sigma < 5\%$ 以下で、連続駆動が 10Hz 相当以上で可能なメートル級の大面积 TFT シートを試作する。これを背面基板に用いた圧力センサシートを試作し、情報入力のモデルデバイスとして実用可能であることを実証する。

事業の計画内容	主な実施事項	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	
	研究開発項目① 「印刷技術による高度フレキシブル電子基板の連続製造技術開発」	—————→						
	研究開発項目② 「高度 TFT アレイ印刷製造のための材料・プロセス技術開発」	—————→						
	研究開発項目③ 「印刷技術による電子ペーパーの開発」	—————→						
	研究開発項目④ 「印刷技術によるフレキシブルセンサの開発」	—————→						
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位: 百万円)	会計・勘定	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
	一般会計	—	224	400	946			1,570
	補正予算	2,100	1,984	—	—			4,084
	総予算額	2,100	2,208	400	946			5,654
	契約種類: ○をつける (委託(○)、助成(○)) 助成率 2/3	(委託)	2,100	1,449	387	681		
	(助成) : 助成率 2/3		759	13	265			1,037
開発体制	経産省担当原課	製造産業局化学課						
	プロジェクトリーダー	東京大学 染谷 隆夫						
	委託先 (* 委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載)	<p>【委託】次世代プリントエレクトロニクス技術研究組合 (参加 27 社 1 研究機関: 旭化成(株)、(株)アルバック、出光興産(株)、コニカミノルタ(株)、(株)小森コーポレーション、(独)産業技術総合研究所、住友化学(株)、綜研化学(株)、ソニー(株)、大日本印刷(株)、JNC(株)、帝人(株)、DIC(株)、東京エレクトロン(株)、(株)東芝、東洋紡(株)、凸版印刷(株)、日本電気(株)、日本化薬(株)、パナソニック(株)、ハリマ化成(株)、バンドー化学(株)、日立化成(株)、(株)フジクラ、富士フィルム(株)、(株)三菱化学科学技術研究センター、(株)リコー、リンテック(株)</p> <p>【再委託】山形大学、千葉大学、大阪大学、東京大学、(独)理化学研究所</p> <p>【助成】大日本印刷(株)、凸版印刷(株)、(株)リコー</p>						
情勢変化への対応	<p>プリントエレクトロニクス技術は、次世代の電子デバイス製造技術として大きな期待を寄せられており、世界中で技術開発競争が激しくなっている。そのような中、東日本大震災の発生によるエネルギー事情の変化および我が国の経済情勢や電子・情報産業分野の現状を鑑み、国内産業の空洞化を回避しながらも、激化する国際競争で優位性を確保する観点から、早期の成果活用を狙う目的でプロジェクト初期の前半年度に予算が重点配分された。これにより研究開発を加速させるため、デバイス試作に必要な装置等をプロジェクト初期に導入することで技術課題を早期に抽出した。具体的には、TFT アレイの連続印刷製造プロセスの基盤技術の確立に不可欠な標準製造ラインとなる小規模ラインの構築やフレキシブル TFT の試作、及び電子ペーパーパネルや圧力センサの試作を計画に対して前倒して実施した。</p>							

中間評価結果への対応	—	
評価に関する事項	事前評価	平成 22 年度実施 (担当部) 電子・材料・ナノテクノロジー部
	中間評価	平成 25 年度 中間評価実施
	事後評価	平成 28 年度 事後評価実施 (予定)
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>研究開発項目①「印刷技術による高度フレキシブル電子基板の連続製造技術開発」</p> <p>(1) 標準製造ラインに係る技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・on 電流の面内ばらつき$\sigma=13\%$を示す A4 サイズの TFT アレイを作製した。【中間目標達成見込み (平成 25 年度末達成見込み) : 半導体インクの滴下後の乾燥時プロファイルの変動を精緻に制御することで解決できる見通し】 ・高速化のためのフレキシブルアライメント技術を開発した : 精度$\pm 10\mu\text{m}$ (A4) 【中間目標達成】 ・ A4 サイズの TFT アレイの連続生産課題を抽出した。【中間目標達成】 <p>(2) TFT に特有の特性評価に係る技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・印刷製造 TFT アレイの性能評価法を開発し、標準評価書を作成した。【中間目標達成】 ・上記標準評価法を用いて TFT 用材料・プロセスのスクリーニングを行い、最適構成を抽出した。【中間目標達成】 <p>研究開発項目②「高度 TFT アレイ印刷製造のための材料・プロセス技術開発」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フレキシブルアライメント技術により、アライメント精度$\pm 10\mu\text{m}$ (A4) 【中間目標達成】 ・非加熱焼成プロセス開発により温度 120°C 以下 【中間目標達成】 ・デバイス・プロセス整合技術により印刷 TFT で動作周波数 0.1MHz 【中間目標達成見込み (平成 25 年度末達成見込み) : 新たに開発に成功した高移動度半導体材料を TFT 素子作製に適合させることにより解決できる見通し】 <p>研究開発項目③「印刷技術による電子ペーパーの開発」</p> <p>(1) 電子ペーパーに係る共通基盤技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電子ペーパー表示部と TFT シートとの接合課題を抽出した。抽出した課題に対する技術を開発し、抽出課題の妥当性を全印刷製造 TFT による電子ペーパーを試作し動作させることで検証した。【平成 23 年度末目標達成】 <p>(2) 高反射型カラー電子ペーパーの開発</p> <p>積層型エレクトロクロミックディスプレイ (mECD) を開発し、カラー印刷紙と同じようにシアン・マゼンタ・イエロー (C、M、Y) の 3 原色を重ねることで色再現し、光ロスが少ない新しい構造の電子ペーパーを実現した。</p> <p>また、mECD の表示部は微細パターン加工が不要であり、1 つの TFT 基板で積層した発色層を駆動する構造であることから、生産コストの点からも実用性が高い表示技術である。</p> <p>3.5 インチ 113ppi の試作パネルにおいて、反射率 50%、カラー 26 万色相当を実現した。また、フレキシブルフィルム基板を用いたパネル作製に成功した。6 インチパネルについては、プロセス設備導入を完了し、試作に着手している。モノカラーパネルの予備検討では、解像性 (212ppi) を確認した。【中間目標達成見込み (平成 26 年 2 月達成見込み) : 6 インチカラーパネルの実現に向けた主要課題は、フィルム基板上への均一性・密着性を改良した積層膜塗工技術の獲得であり、本課題については積層プロセスとフィルムプロセスの 2 つのアプローチを検討して達成する。】</p> <p>(3) 大面積軽量単色電子ペーパーの開発</p> <p>印刷法を用いて A4 サイズのフィルム基板上に完全印刷方法で 10.7-in.、120ppi、XGA のフレキシブル TFT アレイを試作し電子ペーパーの駆動に成功した。真空成膜、露光等のプロセスを全く用いず完全に印刷法だけで実用上使用可能なフレキシブルディスプレイを作製した世界初の報告例である。【中間目標達成】</p>	

	<p>研究開発項目④「印刷技術によるフレキシブルセンサの開発」</p> <p>(1) フレキシブルセンサに係る共通基盤技術開発 フレキシブルセンサとしてフレキシブル圧力センサを選択し、圧力センシング方式と TFT シートとの整合化課題・仕様を抽出した。 抽出した課題に対する技術を開発し、抽出課題の妥当性を、全印刷製造 TFT によるアクティブマトリックス駆動フレキシブル圧力センサを試作し動作させることで検証した。これにより、フレキシブル圧力センサの設計指針を提示した。【平成 23 年度末目標達成】</p> <p>(2) 大面積圧力センサの開発 ・A4 サイズ相当の領域内で有機 TFT の構成層間について 50μm 以内でのアライメント精度で形成した。【中間目標達成】 ・有機 TFT 素子の特性ばらつきσ<10%を達成した。【中間目標達成】 ・大面積 TFT シートの製造技術および製造装置を開発した。【中間目標達成】 ・メートル級の大面積 TFT アレイの設計指針を示す。【中間目標達成見込み（平成 25 年 9 月達成見込）：大面積センサシートを構成する個片のシートをつなぎ合わせる基板タイリング手法の開発】</p>	
	特許	出願済み 92 件、(うち国際出願 18 件)
	投稿論文	14 件 (うち査読付き 5 件)
	その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演 74 件、新聞・雑誌等への掲載 16 件、展示会への出展 14 件
IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>本研究開発では、これまで既存の印刷製造技術の性能を大幅に上回る高精細を実現できる生産技術で、なおかつ高生産性をもたらす高速生産、連続生産、大面積生産を実現するためのプリンテッドエレクトロニクス基盤技術の開発を行い、プロジェクト中間年度までに、その確立に目処をつけるに至った。このように、高生産性プロセスで、従来の製造プロセス仕様を大幅に上回る高精細フレキシブル電子回路基板を製造できる印刷製造技術が開発されることから、その実用化は、まずは既存市場におけるフレキシブル電子回路生産、電子部品生産、電子デバイス実装などに対して、技術優位性、生産性優位性を有する技術として展開されることが期待できる。具体的には、フレキシブルプリント配線基板 (FPC)、多層配線基板などのフレキシブル電子回路、メンブレンスイッチ、タッチパネル、電磁シールド等のフレキシブル電子部品、ディスプレイ、照明、太陽電池などのフレキシブルデバイス実装などの部品、製品に対する製造技術としての実用化が検討されている。</p> <p>また、フレキシブル基板に対する高度な生産技術であることから、新規市場創出をもたらすフレキシブルデバイス製造技術としての実用化が見込まれる。本研究開発では、フレキシブルデバイスの中でも、特にフレキシブルシート TFT アレイの高生産性製造を実現するための基盤技術の開発に取り組み、その技術確立に目処をつけるに至った。フレキシブルシート TFT アレイは、フレキシブル電子ペーパー (特に紙の電子化を実現する情報端末) やフレキシブルディスプレイ、フレキシブルセンサ (特に、シートセンサなどの大面積フレキシブル圧力センサなど) の市場創出に大きく貢献することが期待されており、市場に製品として供給していくための基盤生産技術として実用化が図られていくことになる。</p> <p>「プリンテッドエレクトロニクス基盤技術」としてはプロジェクトが終了する平成 27 年度以降に各企業にて実用化検討がなされるが、それまでに得られた委託事業の成果や要素技術についても、組合員企業を中心に逐次技術移転を行い、実用化検討をしていく予定である。また、実用化のためには、プロジェクト外の周辺技術との整合性を考慮した技術開発も必要となるが、本プロジェクトと並行して各企業で検討を行う。また助成事業においては、いずれも中間目標を平成 25 年度末に達成する見通しであり、平成 27 年度末の最終目標の達成に向けた取り組みも示されている。プロジェクト終了後も各社の事業戦略に基づいてプロジェクト成果を活用し、実用化・事業化に向けた課題解決に取り組まれる予定である。本プロジェクトで開発された成果が実用化・事業化されることにより、日本の産業競争力強化に大きく貢献し、市場占有を果たしていくことに大きな期待が持てるようになる。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 23 年 1 月 作成
	変更履歴	平成 25 年 3 月 改訂 (「研究開発項目③(2)高速応答型カラー電子ペーパーの開発」及び「研究開発項目④(3)ポータブルイメージセンサの開発」の項目削除)

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料5—1より抜粋)

◆ 上位政策との関係から見た位置付け

ー プリンテッドエレクトロニクス技術 ー

- ◆ 本プロジェクトは科学技術最重点施策として政府が策定した**科学技術重要施策アクションプランの対象施策の一つ**として位置付けられている
- ◆ 経済産業省がまとめた**技術戦略マップ2010**において、我が国産業が**今後取り組むべき重要技術(情報通信／半導体分野)**に位置付けられた
- ◆ 省エネルギー技術戦略2011において、関連が深い省エネ型情報機器・システム(電子ペーパー、高効率ディスプレイ、待機時消費電力削減技術、高効率照明技術)が重要技術として位置付けられている

□ 平成24年度科学技術重要施策アクションプラン(平成23年10月)

Ⅲ. グリーンイノベーション 3. エネルギー利用の革新 ④技術革新による消費エネルギーの飛躍的削減

□ 技術戦略マップ2010(平成22年6月)

情報通信／半導体分野 大項目「プリンテッドエレクトロニクス」を追加

□ 省エネルギー技術戦略2011(平成23年3月)

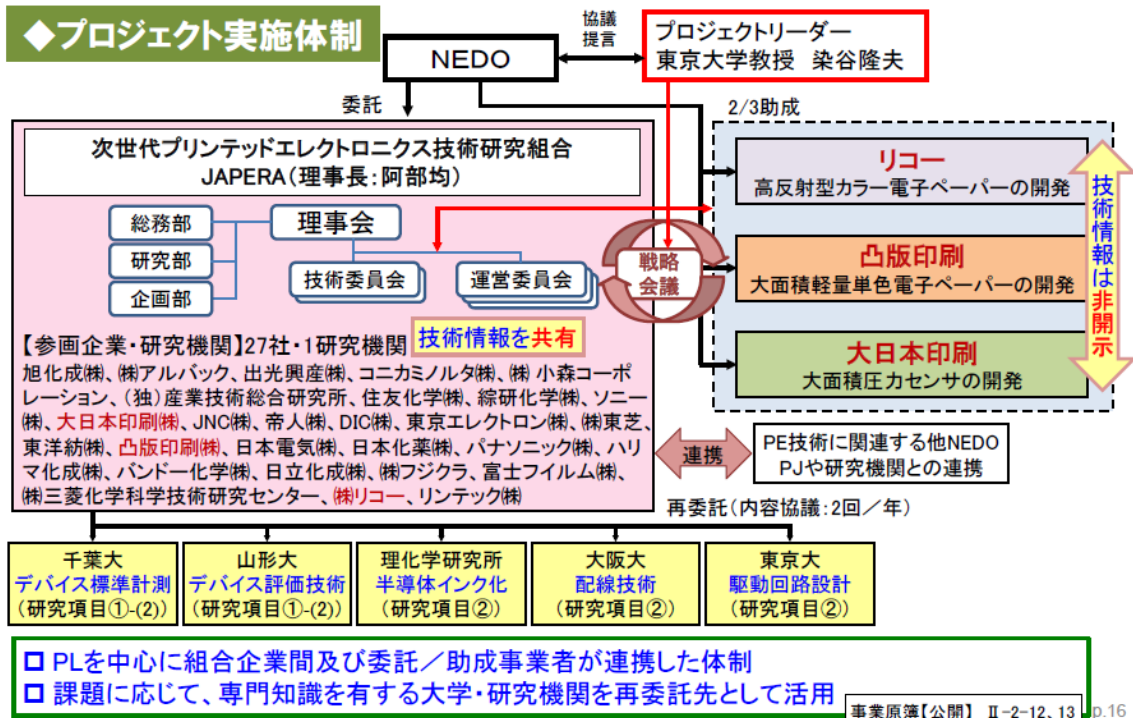
省エネ型情報機器・システム(有機ELディスプレイ、電子ペーパー等の高効率ディスプレイ、待機時消費電力削減技術、高効率照明技術)

□ 電子・情報技術分野技術ロードマップ2011の策定に関する調査(平成23年3月)

半導体分野 大項目「プリンテッドエレクトロニクス」

「次世代プリントドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発」

全体の研究開発実施体制



「次世代プリンテッドエレクトロニクス材料・プロセス基盤技術開発」

(中間評価) 評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

従来型のフォトリソグラフィ生産工程を旧世代技術として追いやるポテンシャルを持ち、今後大きな市場、また進展が予測されるプリンテッドエレクトロニクス (PE) 技術を NEDO プロジェクトとして産学官で推進することは、我が国の産業競争力を高める上でも重要である。基盤となるプロセス技術の開発を委託事業として集中研方式で JAPER A (次世代プリンテッドエレクトロニクス技術研究組合) で行い、助成事業で実用化への柔軟な展開によって突破口を見出していく手法も、バランスがよい。委託事業では、すでに PE 製造のための材料・プロセス技術開発において新規な要素技術が多く開発され、位置精度などに関する中間目標を達成している。同時に必要な各要素を備えた一貫試作ライン (自動搬送全印刷フレキシブル TFT*連続一貫生産ライン) の構築を世界で初めて達成し、試験品の生産が歩留まり良く出来る状態に当初計画より前倒しで到達していることは、非常に高く評価できる。助成事業では、具体的な利用技術分野として高反射型カラー電子ペーパー、大面積軽量単色電子ペーパー、大面積圧力センサの開発が進められ、事業化に向けた積極的な取り組みを実施している。

一方、この分野の市場展開 (実用化・事業化) については、その事業化を各国が競っている状況から、タイムスケジュールを考慮したより具体的な検討、それに向けた研究開発の内容・体制を早急に検討すべきであろう。合わせて、開発した基本技術の成果を一貫試作ラインに組み込んで検証する必要がある、これを可能にする施策も立てるべきである。また、技術開発の中で信頼性に係わる評価が非常に少ない。実用化の為には、実力把握をベースに改善とアプリケーションの探索の両面から進めることが大事なので、今後、試作品に対しての信頼性評価を進めた方がよい。

TFT* : Thin Film Transistor.電界効果トランジスタの一種であり、液晶ディスプレイの駆動などに応用されている。

2) 今後に対する提言

印刷プロセスでより高精細を目指す必要はあるが、あくまでも「コストが安い、速度が速い」ことを PE 製品の長所と考えプロセスの開発を行うべきである。あまり高性能を追求しすぎて事業化のタイミングを失わないよう、諸外国の追従で後塵

を拝することなく早期に製品を市場に投入する目標設定が望ましい。韓台中 3 カ国を含めた各国の国家としての取り組みや個別企業の取り組み動向を注視し、当プロジェクトの目指す方向についてのベンチマークを進めておくことが必要で、個別の技術についての詳細な分析が望まれる。

また、電子写真方式によるデジタルプリンティングとフレキシブルアライメント技術は今後の新印刷方式のカギになる可能性が高く、次期 PJ の企画も含めて検討して欲しい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

エレクトロニクス集積部品について従来のフォトリソグラフィ製法によるコスト競争では近隣アジア諸国より劣勢にある現状は国家レベルの重要課題であり、これを別次元で打開出来る可能性を持つ新しい先端技術としての PE の推進は日本の国力確保の点で大きな意味を持つ。一方、本技術は各業界の蓄積技術や開発力を結集しないと進まない総合技術領域であり、民間の個別活動では国際競争に必要な開発成果も開発速度も十分に得られない。緊急度においても非常に高く、産学のみでなく国として促進・支援すべき事項であり、社会的必要性や民間企業での困難性を鑑みても NEDO の関与は必要と判断される。PE は省エネ、省資源、低電力であり、初期の設備投資を大幅に低減できることから、事業成果は広い範囲に波及することが期待されており、大企業だけでなく国内の中小の製造業にもオリジナル製品を生み出せる可能性を広げることができる。

2) 研究開発マネジメントについて

諸外国の PE 関連技術やプロジェクト、企業の動向など各種調査を実施し、研究開発目標の明確化を図っており、実用化・事業化を目指す上で重要な数値目標が適切に設定されている。また、委託事業の受け先として技術研究組合を結成して、産総研および材料からデバイスまでの多くの企業が参加する集中研究体制としたこと、及び助成事業により実用化を目標とする主要な企業が参加する組織を作って、本プロジェクトを推進していることは、実効の上がる産官学連携の形態を生み出している。プロジェクトリーダーの統括の下、研究実施体制や知財管理体制の構築を図り、事業シナリオの円滑な実施に取り組んでいる。

一方、非常に多くの企業群が参画した共同研究組織(JAPER A の発展系)や関与企業が早期に、また真に事業化・商品化する姿勢・意図が有るか必ずしも明確ではない。更に、競合する海外の研究開発機関の現状認識や目標を実現する為の予算計画が不十分と思われ、知的財産の管理についても、共同出願特許の扱い及びノウハウの管理等、戦略的な管理・運用について議論を深め、中長期的なマネジメントを検

討する必要がある。

助成事業に関しては事業終了時に最終目標に到達できると予想されるが、国際競争に勝ち抜くためにも、現中間評価時点でもかなり目標に近づいている案件については、早期の事業化に向けた目標の再検討も必要である。更に、有機 TFT デバイスの実用化のためには、単に仕様を満足させるだけでなく、市場に対してデバイスとしての優位性を具体的に見せる他、助成事業の事業化の計画を前倒しするような施策も必要と思われる。

3) 研究開発成果について

要素技術面で中間目標とする数値レベルの技術開発がほぼ確実に、部分的には前倒して達成されている。短期間でフレキシブル電子基板の連続一貫製造ラインを設計および設備し、全印刷によるフレキシブル TFT シートを連続して製造した点や独自の製版技術やデジタルインキング技術など世界に類を見ない技術を開発できていると評価できる。更に、高反射型カラー電子ペーパー、大面積軽量単色電子ペーパー、大面積圧力センサの開発が進められほぼ中間目標を達成していることも評価できる。また、知的財産権の取得への取り組みも充分である。成果の普及へ向けた活動も幅広く行っており、世界的に見ても日本発の技術としてプレゼンスは高まっている。

一方、事業化を想定してコスト面やタイムスケジュール・工程表等の検討が十分なされていないか不明確であり、課題の整理を行う必要がある。特に、再委託先の大学の成果がどのように JAPER A の研究開発へ貢献しているか不明である。更に、一貫試作ラインで製造したサンプルの不良・欠陥要因を解析し、プロセス起因、材料起因、装置起因に分別し、真に課題となる箇所を重点化して解決策を検討すべきである。

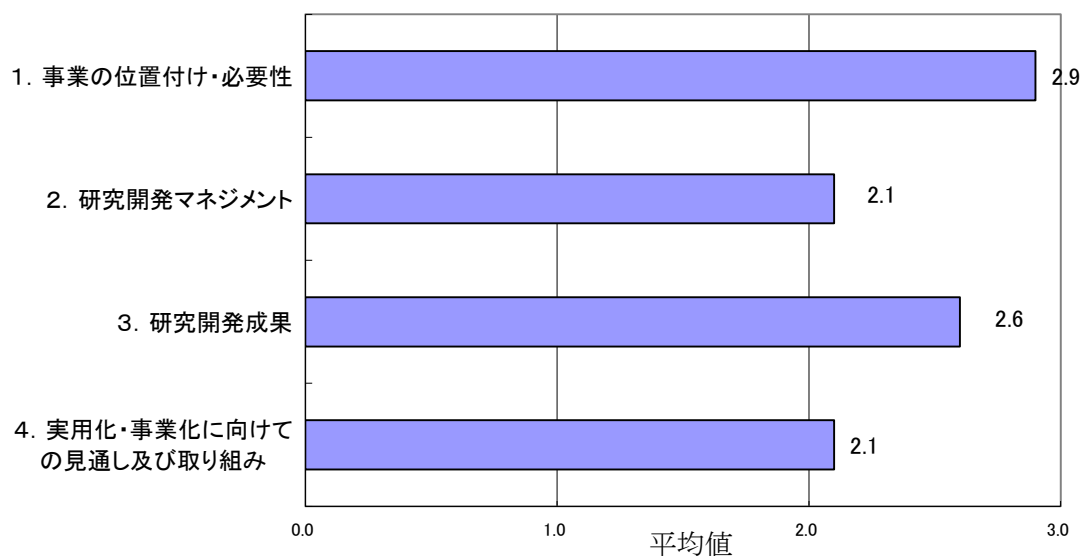
4) 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

委託事業において開発されている要素技術は関連事業企業への技術移転等が可能な状況にある。得られた基本技術には世界的に先行する成果があり、今後委託事業の成果の移転を受けて、実用化に向けた取組みに有効に寄与する体制になっている。一部の参画企業による事業部門での活用・顧客への提供が可能であるように見受けられ、成果の事業化の具体例として期待される。また、助成事業は目的とするアプリケーションが明確であり、各々の実施者がそのアプリケーションのシステムを深く理解していることが感じられる。電子ペーパーに関してはインパクトのある製品が、圧力センサに関してはヘルスケア関連のニーズ対応も期待できる。

一方、開発すべき要素技術については、各中間目標値に達しているが、実用化・事業化するレベルには未だ課題がある。委託事業の成果を企業に移転する前に、本

PJでの検証が重要であり、その検証計画を企業との間ですり合わせる必要がある。また、プロジェクト終了後、成果の実用化に向け誰がどのように引き続き研究開発に取り組むのか、具体的な課題についても早期に明確化・明示しておくことが望ましい。助成事業では参画企業でのそれぞれの目的に向けた取り組みがなされているが、電子ペーパー、大面積センサシートを最初にどのような製品に適用するか具体的に仕様やコストの目標を設定することが必要である。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.1	A	B	B	B	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	2.6	A	A	A	A	B	B	B	B
4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	2.1	B	A	A	B	C	B	B	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

「次世代プリントドエレクトロニクス材料・
プロセス基盤技術開発」に係る評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1)NEDO の事業としての妥当性

- ・ 関連する上位施策の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDO の関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2)事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1)研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断できる具体的かつ明確な開発目標を設定しているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 適切な研究開発実施体制になっており、指揮命令系統及び責任体制が明確になっているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われ

る体制となっているか。

- ・ 知的財産取扱（実施者間の情報管理、秘密保持、出願・活用ルール含む）に関する考え方は整備され、適切に運用されているか。

(4)研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化・事業化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化・事業化シナリオに基づき、成果の活用・実用化の担い手、ユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダーが選任されている場合、成果の実用化・事業化シナリオに基づき、適切な研究開発のマネジメントが行われているか。
- ・ 成果の実用化・事業化につなげる知財戦略(オープン/クローズ戦略等) や標準化戦略が明確になっており、かつ妥当なものか。

(5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向等に機敏かつ適切に対応しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度と成果の意義

- ・ 成果は目標を達成しているか。
- ・ 成果は将来的に市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 目標未達成の場合、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、この課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるか。
- ・ 設定された目標以外に技術的成果があれば付加的に評価する。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、または汎用性のある成果については、将来の産業につながる観点から特に顕著な成果が挙げられている場合は、海外ベンチマークと比較の上で付加的に評価する。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 大学または公的研究機関で企業の開発を支援する取り組みを行った場合には、具体的に企業の取り組みに貢献しているか。

(2)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

(3)成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表は、将来の産業につながる観点から戦略的に行われているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザー等に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

(4)成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見込みか。
- ・ 最終目標に向け、課題とその解決の道筋が明確に示され、かつ妥当なものか。

4. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

プロジェクト全体は、各事業の評価基準をもとに総合的に判断する。

「委託事業」については、以下の評価基準を用いる。

本項目における「実用化」の考え方

当該研究開発に係る製品、試作品、要素技術、ノウハウ等を事業会社の事業責任部門と共有し、社会的利用（顧客への提供、事業部門での活用等）が開始されること。

(1)成果の実用化の見通し

- ・ 実用化イメージに基づき、課題及びマイルストーンが明確になっているか。
- ・ プロジェクトの直接の成果ではないが、特に顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）がある場合には付加的に評価する。

(2)実用化に向けた具体的取り組み

- ・ 成果の実用化に向けて、誰がどのように引き続き研究開発を取り組むのか明確になっているか。

「助成事業」については、以下の評価基準を用いる。

本項目における「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る製品、試作品、要素技術、ノウハウ等を事業会社の事業責任部門と共有し、社会的利用（顧客への提供、事業部門での活用等）や販売（ライセンスを含む）が開始されることにより、企業活動（売り上げ、収益等）に貢献すること。

(1)成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 成果は市場やユーザーのニーズに合致しているか。
- ・ 実用化に向けて、競合技術と比較し性能面、コスト面を含み優位性は確保される見通しはあるか。
- ・ 量産化技術が確立される見通しはあるか。
- ・ 事業化した場合に対象となる市場規模や成長性等により経済効果等が見込めるものとなっているか。
- ・ プロジェクトの直接の成果ではないが、特に顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)がある場合には付加的に評価する。

(2)実用化・事業化に向けた具体的取り組み

- ・ プロジェクト終了後において実用化・事業化に向けて取り組む者が明確になっているか。また、取り組み計画、事業化までのマイルストーン、事業化する製品・サービス等の具体的な見通し等は立っているか。