

「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
／次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」
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）	6
評点結果	9

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
「次世代照明等の実現に向けた窒化物半導体等基盤技術開発／
次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成23年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	ふじた しずお 藤田 静雄	京都大学 大学院工学研究科 教授
分科会長 代理	さかもと まさのり 坂本 正典	東京理科大学大学院 イノベーション研究科 教授
委員	いのうえ ようこ 井上 容子	奈良女子大学 生活環境学部 住環境学科 教授
	おかだ ひろゆき 岡田 裕之	富山大学 大学院理工学研究部 教授
	はっとり ひさし 服部 寿	分析工房株式会社 調査部 シニア・パートナー
	はら かずひこ 原 和彦	静岡大学 電子工学研究所 教授
	ひらまつ かずまさ 平松 和政	三重大学 大学院工学研究科 教授

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

最終更新日

平成 23 年 6 月 3 日

プログラム (又は施策) 名	IT イノベーションプログラム/ナノテク・部材イノベーションプログラム						
プロジェクト名	次世代高効率・高品質照明の 基盤技術開発	プロジェクト番号				P09024	
担当推進部/担当者	新エネルギー・産業技術総合開発機構 電子・材料・ナノテクノロジー部 担当者氏名 工藤 祥裕、高井 伸之 (平成 22 年 3 月～平成 23 年 6 月現在)						
0. 事業の概要	地球温暖化問題は、世界全体で早急に取り組むべき最重要課題である。これを実現するために省エネルギー化が期待できる化合物半導体や有機物半導体などの新材料を用いたデバイスに関する基盤技術を推進する必要がある。白熱電球や蛍光灯といった従来照明をLEDや有機ELへ置き換えることにより省エネルギー化や高機能化が期待できる照明分野がターゲットとなる。しかし寿命・発光効率・演色性の観点で高効率・高品質な性能に加えて、材料、並びに製造プロセスのコストを低減させる必要があり、その為には既存技術の改良にとどまらない基盤的な研究開発が不可欠である。本プロジェクトでは、これら課題を解決するための基盤技術開発を行うことにより、我が国のエネルギー消費量削減に貢献するとともに、地球温暖化抑制につなげることを目的として実施する。						
I. 事業の位置付け・必要性について	まだ開発リスクが高いながら今後の日本を代表する基盤技術として有望な次世代照明の基盤技術開発を行うことにより、エネルギー消費の高い民生部門の照明分野への次世代照明の早期普及を実現し、省エネルギー化を推進する。						
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	蛍光灯と比較して消費電力を半分にする発光効率 (130 lm/W以上) と演色性 (平均演色評価数 80 以上) を両立しつつ、蛍光灯並みのコスト (寿命年数及び光束当たりのコスト 0.3 円/lm・年以下) で量産可能な次世代照明の実現を目指すための基盤技術開発を行い、当該照明の早期実用化を図る。						
事業の 計画内容	主な実施事項	H21FY	H22FY	H23FY	H24FY	H25FY	H21~H23 総額 (百万円)
	(1) LED 照明 窒化物等結晶成長 法の高度化-1 (HVPE 改良法)		(1,160)	(450)			1,610
	(1) LED 照明 窒化物等結晶成長 法の高度化-2 (Na フラックス法)		(1,798)	(350)			2,148
	(1) LED 照明 基板の応用		(507)				507
	(2) 有機 EL 照明 高効率・高品質化-1 (真空蒸着法)		(1,445)	(300)			1,745
	(2) 有機 EL 照明 高効率・高品質化-2		(802)	(300)			1,102
開発予算 (会計・勘定別に事 業費の実績額を 記載)	会計・勘定	H21FY	H22FY	H23FY	H24FY	H25FY	H21~H23 総額 (百万円)
	一般会計		5,407	—	—	—	5,407
	特別会計 (本予算) (需給)	—	—	1,400	—	—	1,400

(単位：百万円)	加速予算 (成果普及費を含)	—	305			305
	総予算額 (実績)	5,712	1,400			7,112
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局情報通信機器課				
	委託先*委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	三菱化学 (株)、シチズン電子 (株)、NEC ライティング (株) (株) イノベーション・センター、大阪大学、名古屋大学 エルシード (株)、名城大学 パナソニック電工 (株)、出光興産 (株)、タツモ (株)、長州産業 (株)、山形大学、青山学院大学 コニカミノルタ・テクノロジーセンター (株)				
情勢変化への対応	以下の情勢変化の対応を行った。 ●有機 EL 照明の低コスト化実現に向けた効率化・確実化のために、平成 22 年 4 月、製造プロセス術を保有するパナソニック電工、長州産業株式会社に対して、実用化普及加速に向けて、加速資金を投入して目標の高度化見直しを行った。 ●LED 照明の本研究開発後の速やかな実用化・事業化のため、平成 23 年 5 月、事業家のリコー (株) に再委託先としてプロジェクト参画した。					
評価に関する事項	事前評価	平成 21 年度実施				担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部
Ⅲ. 研究開発成果について	研究開発項目① (1) 「LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」 (a) 窒化物等結晶成長手法の高度化に関する基盤技術開発 5～10mm 角サイズの結晶成長を HVPE 法、Na フラックス法の 2 通りの異なるアプローチで実施した。本結晶を用いて LED デバイスを作成・評価して、ステージ I 目標の発光効率 175 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上の性能が達成できることを検証した。 (b) 基板の応用によるデバイス技術の開発 5～10mm 角サイズの結晶の作成および LED デバイスとしての試作・評価を行った。ステージ I 目標の発光効率 175 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上の性能を実現するための課題を抽出した。					
	研究開発項目② (2) 「有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」 発光面積 100cm ² 以上で発光効率 130 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000cd/m ² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機 EL 照明実現に当たり、真空蒸着製法及び塗布製膜製法の異なるアプローチについて技術課題を明確にした上で本課題を解決する実行計画を策定した。本性能を実現する上で重要な青色燐光材料の開発に着手し本燐光材料を適用した白色発光デバイス、および本性能を引き出す層設計技術と光取り出し技術を開発した。発光面積 25cm ² 以上の有機 EL パネルのプロトタイプ試作を行い、効率 50 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000cd/m ² 以上、輝度半減寿命 1 万時間以上の性能が達成できることを検証した。加えて生産効率を向上させる製造プロセス技術として、一貫性蒸着製膜プロセス技術開発、及び RtoR 製造プロセス技術開発に着手して、製造プロセスに要求される条件を明確にした。					
	投稿論文	「査読付き」15 件				
	特許	「出願済」46 件、「登録」0 件、「実施」0 件 (うち国際出願 2 件)				
	その他の外部発表 (プレス発表等)	フランクフルト Light+Building2010 展示会出展 (平成 22 年 4 月) など 87 件				
Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて	計画終了後は本技術開発の成果に基づき、LED 光源、有機 EL 光源を装飾照明等の新規市場のみならず一般照明 (白熱電球、蛍光灯) 市場に向けて平成 26 年度から実用化・製品化を予定。2020 年度までにフローベースで蛍光灯を代替する予定。					
Ⅴ. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 21 年 12 月 制定				
	変更履歴	平成 22 年 3 月 改訂 (ナノエレ窒化物プロジェクトとの統合)				

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料7より抜粋)

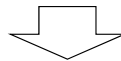
1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

公開

社会的背景

地球温暖化対策は喫緊の世界的、国家的課題

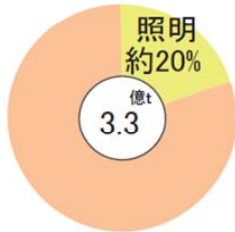
(総合エネルギー効率の向上に資する技術はエネルギー基本計画における重要課題)



抜本的CO₂排出抑制、省エネ技術の必要性

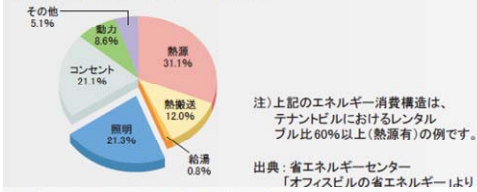
国内照明のCO₂排出量

【内電力由来のCO₂排出量】
(2008年)

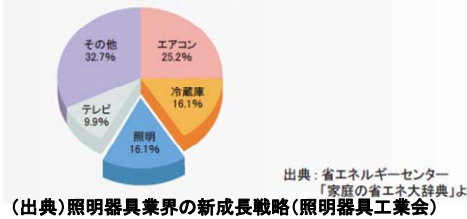


事業原簿 I-1

オフィスビルのエネルギー消費構造



家庭におけるエネルギー消費構造



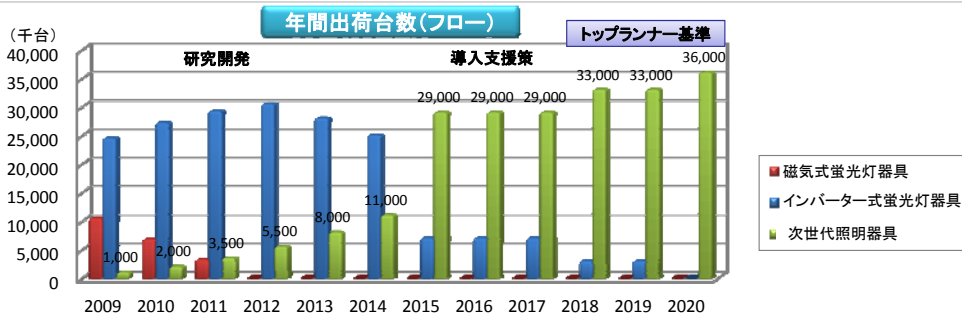
3 / 40

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

公開

政策的な位置付け

●「新成長戦略」、「エネルギー基本計画」における目標値(蛍光灯の2倍の発光効率を有する高効率照明を2020年までにフローベースで100%置き換え)という政策目標を実現するため、NEDOとしては、2013年度までにこれを実現する研究開発の完了を目指す。



年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	代替対象(蛍光灯)のスペック
政策	研究開発					量産化準備	導入支援策			トップランナー基準			
器具効率 (lm/W)	67.5						≥ 130					150	67.5
光束単価 (円/lm・年)	1.3						0.4			≤ 0.3			0.3
平均器具価格 (円)	60,000	48,900	39,900	32,500	26,500	21,600	18,000	14,700	12,000	10,000	10,000	10,000	10,000~12,000

研究開発目標: 130lm/W以上の照明器具を実現

研究開発目標: 0.3円/lm・年以下で量産

(2010 経済産業省予測資料より)

事業原簿 I-2

8 / 40

「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」

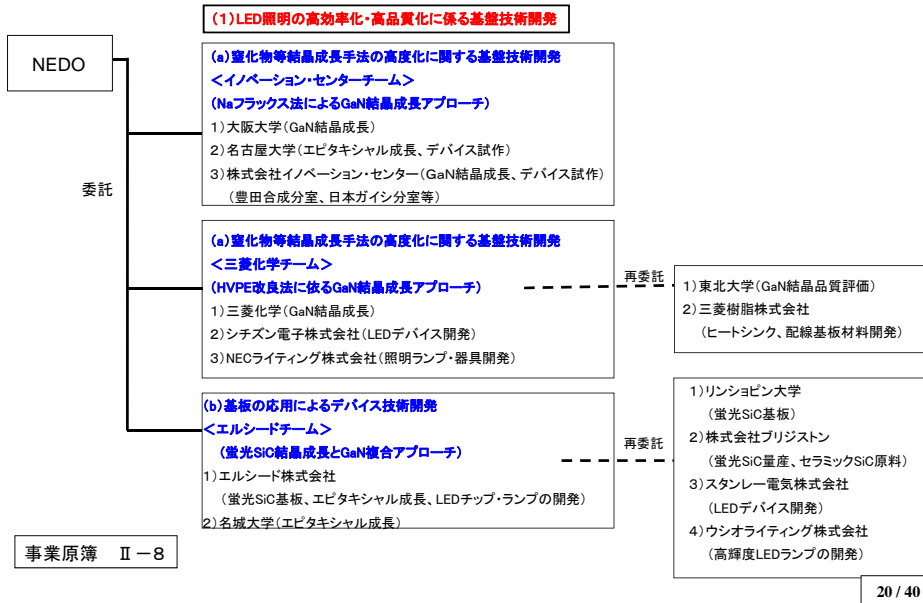
次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発

全体の研究開発実施体制

2. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発実施の事業体制の妥当性

公開

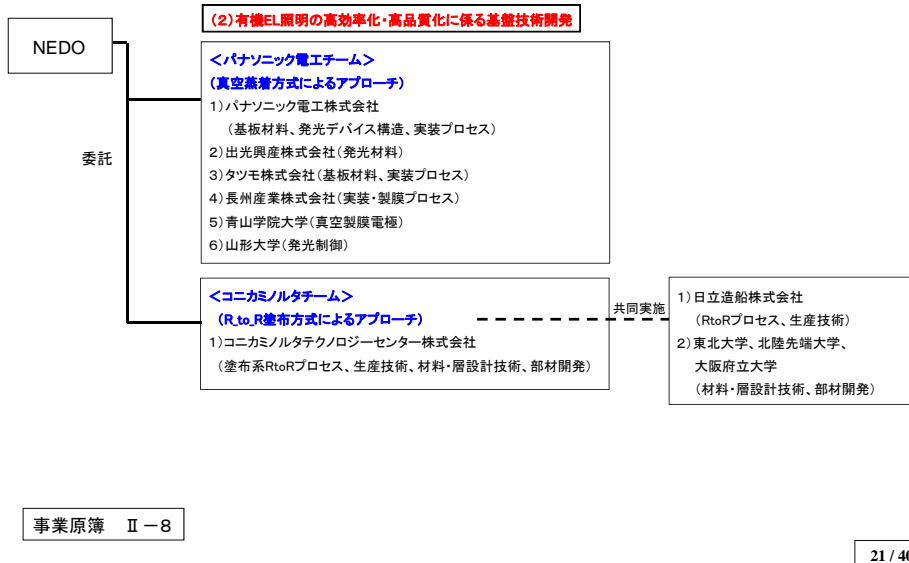
研究開発の実施体制(LED)



2. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発実施の事業体制の妥当性

公開

研究開発の実施体制(有機EL)



「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／

次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

照明光は現代の生活に必要不可欠であり、操作性に富んだ LED・有機 EL の発光効率・寿命などの光源性能の追求は経済的効果のみならず、国民生活の質的向上を図るものであり、公共性が高く、我が国の重要な課題として NEDO が取り組むべきプロジェクトである。

高い目標性能を掲げ、企業が開発当初から参画し、生産工程、製品化、マーケティングに関わっている。各研究グループは世界で最先端かつ特徴ある成果を着実にあげており、最終的に事業化を含め社会への大きな貢献が期待される。また、研究開発のスピード化、開発ターゲットの妥当性チェックの観点からも一部のテーマの中止や体制の強化を実施したことは、理にかなった運営の仕組みであり、高く評価できる。

一方、中間成果をみると現行製品の置き換え、差し替え交換、現状技術の改善の域にとどまっており、現行技術も日々進捗改善していくことも考慮すると、プロジェクト終了時に真に現行技術、製品に対し競争力のあるものが出来るか懸念も抱かざるを得ない。独善的テクノロジーにならないように国内外の技術状況・マーケットの変化に応じた高効率化、高品質化、コストの点で本プロジェクトの成果が十分に国際競争力を生む製品につながるかどうかを常に検証しておくことが望ましい。「次世代の照明とはどのようなものか」という観点で明確なコンセプトを樹立し、人間が受け入れたいくなるような照明を目指すことで、実際の普及と海外企業との差別化を期待する。

2) 今後に対する提言

照明技術には、「光源開発」、「照明器具開発」、「照明システム・デザイン開発」と広い分野にわたる。将来の流れは「新しいコンセプトの照明器具」であり、より革新的な照明器具の開発につなげてほしい。また研究開発成果である「照明」に対して人間工学的な立場から評価することはできないだろうか。単純に効率が高い、演色性が良い、というだけではなく、人間的に快適であるという付加価値を成果として明確にできたら良い。その意味でアイデアコンペは意義のあることである。加えてもし法規制のために LED や有機 EL 照明が現時点で利用困難な応用があるのなら、法規制の柔軟化を訴えるべきである。

今後、LED では、現行のサファイヤ基板ベースの技術に対して本プロジェクトの GaN 基板ベースの技術の優位性が市場でどれだけの競争力を持つかの分析、すなわちマーケティングを強化して欲しい。また、OLED（有機 EL）に関しても、面光源であることは従来光源にない特徴であるが、カラーアプリを見つける、あるいは斬新デザインで従来照明にないコンセプトを提案するといった市場指向の研究が必要と考えられる。

一方で、開発チーム自らが提供する光の品質を利用者の側に立って評価しその情報を

一般に広く提供するシステムの構築を行う必要がある。例えば、開発した照明器具で住居を作り生活する、さらに事務所や店舗で使う実証実験を実施し、睡眠の深さや健康に及ぼす影響、快適性、作業性、子供の学習効果や省エネ効果など多方面での生活と関連する調査も今後は必要である。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

従来光源の照明から、LED系照明への大転換が起こるかもしれない現在、新技術を用いる事業は大きなビジネスチャンスであり、生活の基盤である照明用光源を大きく変える本プロジェクトは、公共性が高く、省エネルギーを達成できる時流に沿った事業であると評価できる。本事業目標が達成されれば、照明用光源における役割分担が普及し、照明を取り巻く基盤技術・情報に大きな変革がもたらされる。また、マーケット規模は大きく、国際競争力の強化につながることを期待され、NEDOが関与するにはふさわしい事業である。これら光源となるLED、有機ELの開発に於いては、その実装、器具設計、放熱といった多様な側面での産学・異業種の連携は不可欠であり、また一つの技術に留まらない競争、言い換えれば切磋琢磨も必要である。民間レベルでは、材料メーカー、製造装置メーカー、光源メーカーと連携が難しいが、NEDOが関与することで企画・運営されることで、材料・部材関連企業の垂直統合を通して日本の産業強化を図ることは評価できる。窒化物半導体での基板技術、エピ技術は世界トップレベルにあり、それをさらに飛躍させ日本のイノベーションの核として支援している点は大変評価できる。一方、安価な製品が世に出ている現状で、本事業の末に生み出される製品が国際競争力を十分に発揮するブランド力を持たせるような工夫が必要である。

2) 研究開発マネジメントについて

現状の開発動向と近未来の改善見込みを取り入れた合理的なもの認められ、敢えて難度の高い技術開発の目標設定に関して市場動向も取り入れた研究開発マネジメントになっている。また、ステージゲートによりプロジェクトの選択・評価を行い、一部のテーマの中止や体制の強化を実施したことは高く評価できる。情勢変化に対応した戦略的目標が掲げられ、市場動向を踏まえて、コストの低減、実用化に向けた体制強化が図られていることは評価できる。実施体制については、本事業の実施にふさわしい大学・企業が適切に選定され、各チーム内で有機的な連携が図れるような計画が立案・実施されている。

しかしながら、実用化、事業化に向けた戦略については、参画企業を中心に意欲的な取り組みがなされているが、一部、改善の余地がある。開発目標効率、輝度、スペクトル等についての技術的評価に比べ、市場的评价が手薄である。ハイエンド品であれば価格増加が許容されるとの議論もあろうが、あくまで競合との開発競争である点を厳に戒める必要がある。また目標の数値が明確でわかりやすい一方で、照明という人間工学的なものの出口を記述しえないところがある。例えば演色性についても、単純に数値化するものではなく、人間がいかにか感じるかという視点が必要である。更に視覚的效果だけでなく、新光源による光がヒトの心理生理に与える影響のチェックが必要である。

3) 研究開発成果について

成果は、高いレベルの独自技術により得られており、世界最高水準である。LED に関しては高品質 GaN 結晶の低コスト・量産化技術の開発に重点がおかれ、光源として性能評価が不足しているが、基盤開発技術の成果は出ている。有機 EL に関しては、寿命に関して目標以上の成果を上げている。また、中間目標は十分クリアし、最終目標もスコープに入ってきた。各チームで独自の評価法や目標を掲げて成果を上げていることは、きわめて良好な傾向である。

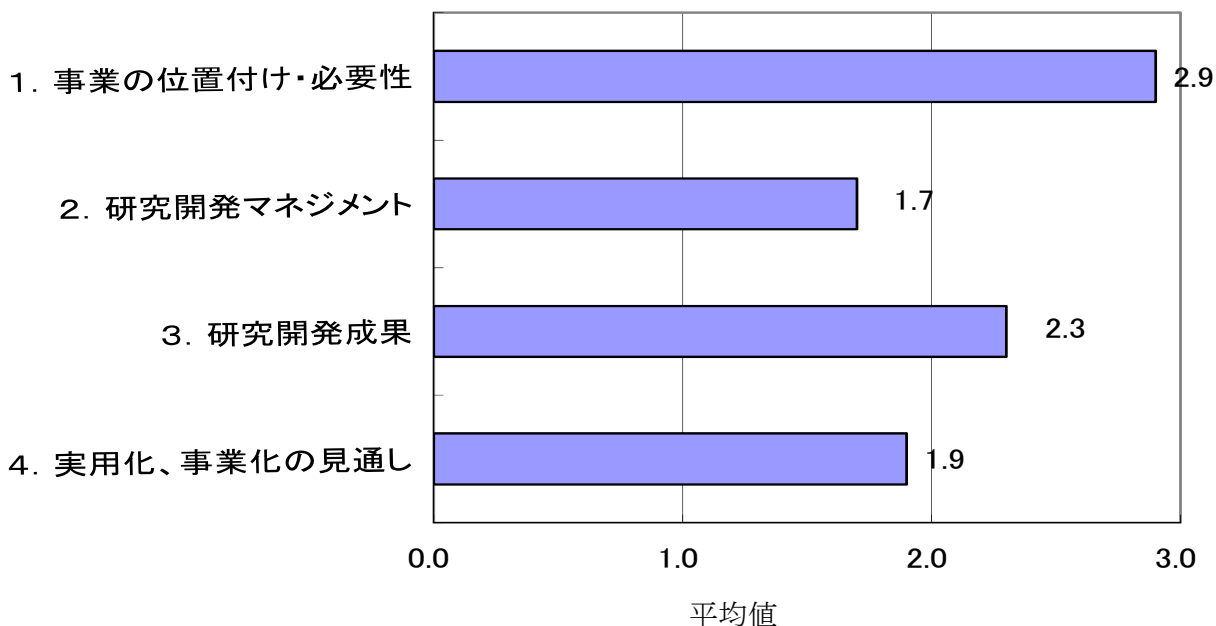
しかし、GaN 基板を用いた LED については、性能とコストの点で、さまざまな基板を用いた LED に対して、どのような優位性があるのかを明確にしないといけない。現在主流のサファイア基板を用いた LED の進化も早いことから、本事業の成果の市場的な価値を明確に消費者に訴えるための方策を考慮しておく必要がある。また、有機 EL については、コストで他の照明方式に及ばないと考えられるが、それを跳ね返す明確な応用分野の形成を戦略的に進める必要がある。知的財産権等の取得は企業を中心とした参画者の戦略に沿って適切に進められていると考えられる。

4) 実用化、事業化の見通しについて

実用化に向けた課題は明確で、方策も十分に検討されており、これらを順次達成して実用化のフェーズに至ることが高い確率で期待できる。NEDO が関係方面と連携し、照明、照度の法規制を有機的に改編し、LED 系新照明が世界に広まり省エネ、省電力に寄与する事業のテイクオフを図るべく企図されていることは重く評価すべきである。LED 開発では、照明への応用にとどまらず、成果である GaN 基板が大きな波及効果をもって、電子デバイス分野をはじめとする他の省エネルギー分野に対しても大きな貢献をなすと期待される。また、有機 EL は、これまでにない斬新な照明を実現し、広く社会に取り入れられるものと期待され、照明技術の開発は材料・情報技術の開発でもあり、関連分野は広くその波及効果は大きい。

一方で、製品とコストとを考えた場合、何を核として普及につなげるのかという明確性がほしい。キラーアプリケーションの想定計画や、上市時期における競争力評価が必要であり、特に意匠性の高い照明製品であるから、最終成果物が消費者の需要や嗜好に裏付けされているかのモニター調査なども必要である。実用化の可能性には不安はないが、事業として何処まで国際競争力が醸成され成功するかが不明瞭なので、この点についてのマネジメントが必要である。

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	A	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	1.7	B	B	B	C	B	C	B	B
3. 研究開発成果について	2.3	A	B	B	A	B	B	B	B
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.9	A	B	B	B	C	B	C	C

(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、事業化の見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当であるが、課題あり →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |