

「有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	3
評価概要（案）	8
評点結果	15

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

「有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成22年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	まつしげ かずみ 松重 和美	京都大学 大学院工学研究科 電子工学専攻 教授
分科会長 代理	たかはし よしかず 高橋 善和	独立行政法人 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 客員研究員
委員	いけだ こういち 池田 紘一	社団法人 照明学会 参与
	おかだ ひろゆき 岡田 裕之	富山大学 大学院理工学研究部 電気電子システム工学専攻 教授
	おちあい つとむ 落合 勉	M&O デザイン事務所 武蔵野美術大学 工芸工業デザイン学科 客員教授
	なかやま かずみ 中山 和美	東京電力株式会社 技術開発研究所 商品開発第二グループ 主任研究員
	みうら のぼる 三浦 登	明治大学 理工学部 電気電子生命学科 准教授

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

		最終更新日	平成 22 年 7 月 6 日		
プログラム (又は施策)名	エネルギーイノベーションプログラム				
プロジェクト名	有機発光機構を用いた 高効率照明技術の開発	プロジェクト番号	P07009		
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 高井 伸之, 工藤 祥裕 (平成 21 年 7 月～平成 22 年 9 月現在) 担当者氏名 小高 一紀 (平成 19 年 9 月～平成 21 年 6 月)				
0. 事業の概要	民生部門のエネルギー消費は産業部門や運輸部門に比較して大きく増加している。特に家庭やオフィスなどの生活空間で消費されるエネルギーのうち、照明用途のエネルギー消費はそれぞれ 15%、25%という高い割合を占める。エネルギー消費削減のため、生活照明として広く使用される蛍光灯照明などを代替可能で高性能な光源として、有機発光機構を用いた面状光源の期待が大きい。一方、生活照明用途の蛍光灯では高演色型の割合が増加しており、家庭用途に広く消費される環形蛍光灯のうち 90%以上を高演色型が占める。このような背景から高効率且つ低コストな有機 EL 照明光源の早期実用化に向けて、高演色化技術及び製造プロセス技術を確認する研究開発を本事業にて取り組む。この技術開発により、有機 EL 照明の早期実用化を図り、民生部門の省エネルギー化を促進する。				
I. 事業の位置 付け・必要性 について	まだ未成熟段階で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有機 EL 照明光源の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有機 EL 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	市販されている蛍光灯を上回る高演色性を有する高効率有機 EL 照明光源を実現するための高演色性光源技術および低コスト化を促進する製造プロセス技術を開発する。 具体的には、デバイス技術開発として平均演色評価数 (Ra) 90 以上の高演色性の白色面発光を有し、輝度 1,000 cd/m ² 且つ発光効率 35 lm/W 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機 EL 照明光源を 10 cm 角の基板サイズで実現する。 また製造プロセスの観点では、薄膜形成技術として膜厚 30 nm±3%以下の有機層を 200 nm/秒以上の速度で均一に成膜可能で、成膜面周囲の不均一領域幅を 5 mm 以下とする有機 EL の薄膜形成を実現する。加えて高速蒸着技術により材料使用効率 70%以上、発光層成膜速度 8 nm/秒以上、基板温度 100°C以下の蒸着プロセスを実現する。さらに高放熱薄型封止技術により、保管寿命 5 万時間以上を実現する有機 EL 照明光源を実現する。				
事業の 計画内容	主な実施事項	H19FY	H20FY	H21FY	総額(百万円)
	① 生活照明を代替する高性能照明光源の開発(略称:デバイス技術開発)				
	(1)高演色性マルチユニット素子構造技術開発	—————▶			735
	(2)有機 EL の寿命支配要因の研究	—————▶			53
	② 高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発(略称:プロセス技術開発)				
	(1)大気圧下薄膜層形成技術の開発	—————▶			262
	(2)省資源製造プロセス技術の開発	—————▶			560
(3)高放熱型封止プロセス技術の開発	—————▶			26	
	会計・勘定	H19FY	H20FY	H21FY	総額(百万円)

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)	一般会計	—	—	—	—
	特別会計(本予算) (一般・電源・需給の 別)	360 (需給・実績)	361 (需給・実績)	343 (需給・実績)	1,064
	加速予算 (成果普及費を含)	0	225	347	572
	総予算額(実績)	360	586	690	1,636
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			
	プロジェクトリーダー	パナソニック電工(株) 菰田 卓哉			
	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)	パナソニック電工(株)、出光興産(株)、タツモ(株)			
情勢変化への 対応	<p>以下の情勢変化の対応を行った。</p> <p>●連続運転対応蒸着制御技術開発実現に向けた効率化・確実化のために、平成20年4月、緻密な蒸着制御技術を保有する長州産業株式会社と共同研究先として参加するよう、研究開発体制を強化した。</p> <p>●LED等の次世代照明の長寿命化、海外企業による研究開発の進展と実用見通し、本事業の研究進捗状況を鑑みて、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(当初の寿命目標1万時間→2.5万時間(平成20年7月)→4万時間(平成21年4月)、薄膜層形成において不均一領域5mm以下の目標追加)加えて、補正予算により有機ELパネルの品質安定生産を実現する不良要因解析を行った。</p>				
評価に関する 事項	事前評価	平成19年度実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部			
	事後評価	平成22年度 事後評価実施			
Ⅲ. 研究開発成果 について	<p>研究開発項目①「生活照明を代替する高性能照明光源の開発」</p> <p>(1)高演色性マルチユニット素子構造の技術開発 マルチユニット素子光学設計技術の開発、光取り出し技術の開発、高性能電子輸送材料の開発等を行い、目標を上回り、平均演色評価数Ra=95、輝度1,000 cd/m²、効率37 lm/W、輝度半減寿命4万時間を達成し、基板サイズ10 cm角の有機EL照明光源で実証した。</p> <p>(2)有機ELの寿命支配要因の解明 有機層の界面部の膜質変化を分析・評価して、各プロセス処理における膜密度と膜特性の相関を解明した。また界面を備える素子を試作し、ルイス酸を用いた複合的界面処理により長寿命化を実現可能であることがわかった。</p> <p>研究開発項目②「高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発」</p> <p>(1)大気圧下での薄膜層形成技術の開発 均一な薄膜層形成を実現する方式を開発して、目標である膜厚30 nm±3%、200 nm/秒以上の搬送速度、不均一領域幅5 mm以下の薄膜形成を達成した。</p> <p>(2)省資源型の高速蒸着プロセス技術の開発 共蒸着源を適用した高速蒸着プロセス技術を開発して、目標である材料使用効率70%以上、発光層成膜速度8 nm/秒以上、基板温度100℃以下での省資源型蒸着を達成した。</p> <p>(3)封止プロセス技術の開発 薄型封止方式を開発して、目標である初期輝度1,000 cd/m²以上で輝度半減寿命4万時間以上、保管寿命8万時間以上の品質を達成した。本目標を10 cm角以上の有機EL照明光源で実証した。</p>				
	投稿論文	「査読付き」11件			
	特許	「出願済」24件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0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 20 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、有機 EL 照明の高演色性付加価値を生かした装飾照明などの新規市場に向けて平成 23 年度からのサンプル供給・製品化を予定。 今後、本技術成果をさらに発展させ、一般照明(蛍光灯、白熱電球)を代替する高効率照明として製品化する予定。	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 19 年 6 月 制定
	変更履歴	平成 20 年 7 月 改訂 目標の高度化(輝度半減寿命:1 万時間 → 2.5 万時間) 目標の追加 (成膜面周囲の不均一幅 5 mm 以下の追加) 平成 21 年 3 月 改訂 目標の高度化(輝度半減寿命:2.5 万時間 → 4 万時間)

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6より抜粋)

公開

I. 事業の位置付け・必要性について

政策上の位置づけ

経済産業省「エネルギーイノベーションプログラム」の1テーマとして実施

産業技術政策	第3期科学技術基本計画(2006)	<p>■エネルギー分野は、第3期科学技術基本計画(2006年3月閣議決定)において、推進4分野のひとつに位置づけられ、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(2007年3月閣議決定)において重点課題として位置づけられている。</p>
--------	-------------------	---

経済産業省研究開発プログラム

エネルギーイノベーションプログラム

I. 総合エネルギー効率の向上
 転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、エネルギー消費効率を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

4-I. 総合エネルギー効率の向上 [iv] 省エネ型情報生活空間創生技術

有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発

事業原簿 I-1

4/37

公開

I. 事業の位置付け・必要性について

政策上の位置づけ

- 総合エネルギー効率の向上は国家戦略
- 地球温暖化防止・CO₂削減・省エネルギー化は国際的な課題

⇒ 照明の省エネルギー化が大きな役割を担う

⇒ 高効率な照明に期待が大きい

〔億kWh/年〕

10,000

5,000

0

年間電力消費量

約8,830億kWh/年

照明用電力消費量 1,355

2005年(実績)

照明による年間電力消費量は、全電力消費量の約15%

《光源別内訳》

二酸化炭素
約5,285万t
に相当※

照明用電力消費量 1,355億 kWh/年

温室効果ガス排出総量の約4%

出典：日本電球工業会資料より
 ※二酸化炭素排出係数 = 0.39kg-CO₂/kWhの場合

事業原簿 I-1

5/37

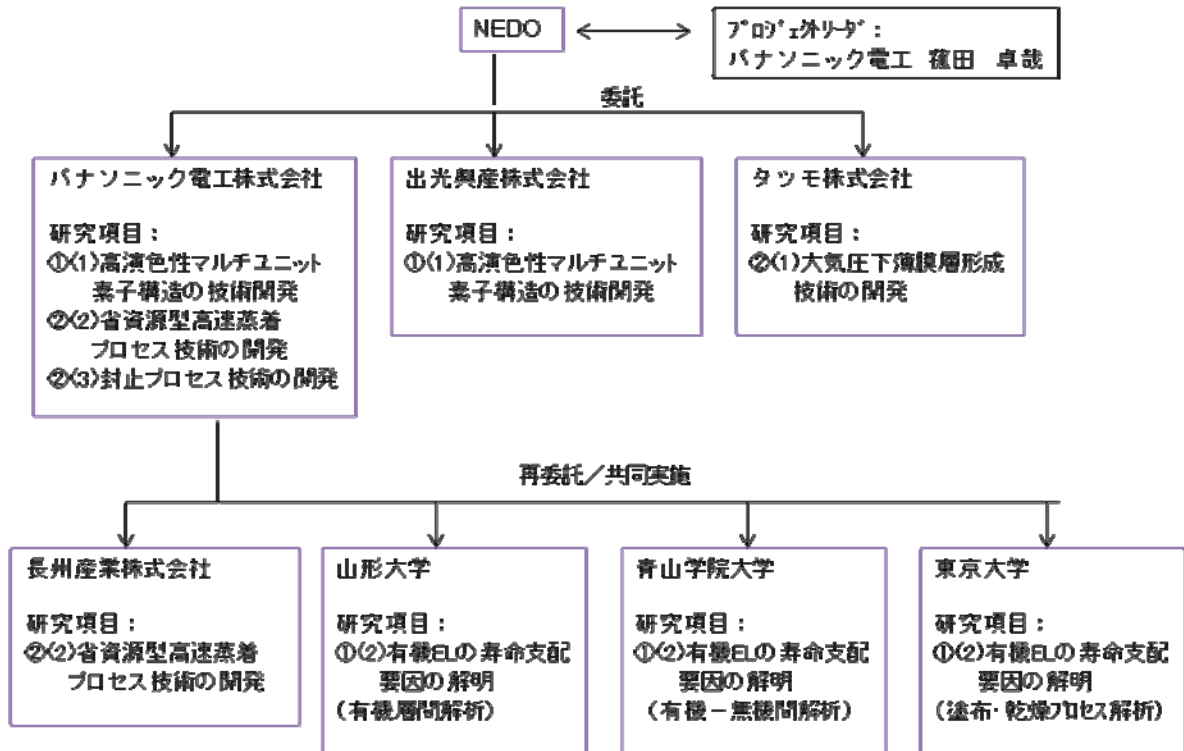
政策上の位置づけ 高効率照明（有機ELとLED）のすみ分け

有機ELは、面で柔らかく発光するため、部屋全体を明るくする家庭やオフィスの主照明である蛍光灯器具の代替が期待されている



「有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発」

全体の研究開発実施体制



「有機発光機構を用いた高効率照明技術の開発」(事後評価)

評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

国際競争に打ち勝つ性能を持つ世界最高水準の有機 EL (ELectroluminescence) 照明デバイスを実現させ、演色性とエネルギー効率を持つ有機 EL 光源を製作出来たことは高く評価できる。本プロジェクトへの取り組みによって、白熱電球と蛍光灯の時代から、LED (Light Emitting Diode : 発光ダイオード) と有機 EL の次世代照明の時代へと向かう大きな一歩となった。

しかしながら、市場性との関連で低価格化に向けた材料、プロセス等の関与技術の更なる探索、応用展開に向けたデザインを含めた開発すべき技術の検討が十分なされたか多少疑問である。先行する LED との比較や、マーケットの棲み分け等の総合的な検討が求められる。

有機 EL 照明は開発途上の光源であり、商機を逃がすことなく世界マーケットへ製品販売するために、実用製品の早期市場導入が重要である。

本プロジェクトの今後については、後継プロジェクトの推進を含め、更なる戦略的な検討が必要である。

2) 今後に対する提言

有機 EL 照明の実用化に当たってはデバイスの低価格化、国内外の規格化・標準化が重要である。国際的な標準化のためにも市場のプライオリティを早期に確保し、主導権を発揮することが望ましい。また、消費者に受け入れられる製品価格とするためには、製造プロセスの合理化と製造コストの低下が望まれる。

この有機 EL 照明新光源の実用化のためには、既成概念でない新たな用途開発や、そのための新発想の人材育成が必要であり、特に国際競争力を持つ製品開発にはグローバルな人材育成が必要である。

また、事業化を目指すためには、消費者が受け入れやすく、かつ、使いやすい商品をなるべく早い機会に市場に投入し、まず、消費者が有機 EL 光源を認知し自然に受け入れる状況を作り出すことが必要である。有機 EL 照明に対する社会ニーズ形成のためにも、成果普及とともに有機 EL 照明の認知化が必要である。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

日本の有機 EL 照明は基礎研究と応用研究実績で世界トップレベルであり、本プロジェクトは、国内外の開発動向からみても国際競争力の向上の観点からタイムリーであり、かつ、省エネルギー・省資源の観点から重要であり、NEDO が推進する事業として妥当である。

一方、生活空間に質のよい照明とは何かをもっとブレイクダウンして考え、LED 技術と比較して、面発光や薄型の有機 EL 照明の位置付けをより明確にするべきである。LED や有機 EL 照明が今後市場を形成していく上で、技術だけの優位性で市場の形成やシェアの確保は難しい。実際の商品化、事業化への展開には、市場、国内外の動きにも大きく関係する。この分野は国際的にも競争が激しい分野であり、果たして当該プロジェクトの実施が、そうした国際競争力の強化・優位性に実際に寄与しうるかの検証も必要である。

2) 研究開発マネジメントについて

研究開発目標の明示・計画立案・組織ともに妥当であり、事業化及び統括能力を有する優秀なプロジェクトリーダーの指導の下、各担当企業と担当者が連携して活動したと判断される。また、内外の情勢変化に対応し、開発計画の見直し、加速等を適宜実施しており、材料、及び装置メーカー、大学との密な連携がなされたことは評価できる。

一方、技術的展開により重点があり、他の製品（例えば、LED 等）を凌駕する性能、特徴といった観点での研究開発展開、商品開発に向けた取り組みが多少希薄である。また、設定目標値が、やや低めに設定されている感じを受ける。LED などの競合技術の進展を勘案し、より高い目標値を掲げられるプロジェクトとなるように、予算と組織を含めてプロジェクト実施の姿勢を考えていくべきである。

さらに、異業種とのコラボレーションや電材メーカーらとの共同用途開発があってもよかった。光源メーカーの既成概念でなく、実際に使う立場からの提案など、従来にない新用途発掘にもつながると考えられる。

3) 研究開発成果について

高演色性の追求、寿命、省資源の製造（塗布）、高効率化への取り組み、さらに放熱対策など、成果は、定量的に当初の目標値に到達しており、全般的にも充分目標を達成している。また、成果は充分高いレベルにあり、一部は国際的にも高い水準にある。投入された予算に対して、それに見合った成果が得られている。成果の一部は他の競合技術に対して優位性を有する。

一方、本プロジェクトの目指す展開市場は流動的で、国内外での市場展開に实际的に結びつくかについては課題も多い。材料、プロセス、構造も含めた技術面で、真に世界的な優位性が確立できるかの比較検討も必要である。

演色性の指標としている「平均演色評価数 (Ra)」は電球を基本とした評価指標であり、有機 EL 照明でのモノの見え方の評価には必ずしも最適とはいえない。過去の既成概念による Ra 判定だけでなく、新たなるモノの見え方＝有機 EL 照明での見え方の評価方法の検討が望まれる。

4) 実用化、事業化の見通しについて

既に試作品が提供され、美術品の照明などへの応用例が示されており、実用化に向けた課題等も概念的ではあるが示されている。また、研究成果の一部については他の関連分野への応用も可能であり、波及効果が期待される。

しかしながら、他の競合製品に比べての優位性、産業化への見通し、展開方法が必ずしも十分であるとは判断出来ない。先行している LED 照明と、将来市場が重複しているところもあるため、有機 EL 照明の普及や効果シナリオは、LED 照明と対比させて示すことが重要である。光源だけでなく周辺通電部材の早期定型化（標準化）も重要であり、材料の生産性の問題や価格についても今後、明確な目標を掲げて改善していく必要がある。

国際標準化・規格化については、未だ模索の段階であり、見通しを立てるまでには到っていない。市場の規模や成長性については、概念的な見通しに留まっており、具体的なレベルでの検討は今後の課題である。

市場ニーズの形成に影響の大きい社会ニーズの創成は国策で対応可能であると考えられ、有機 EL 照明の市場形成には国の支援も有効である。

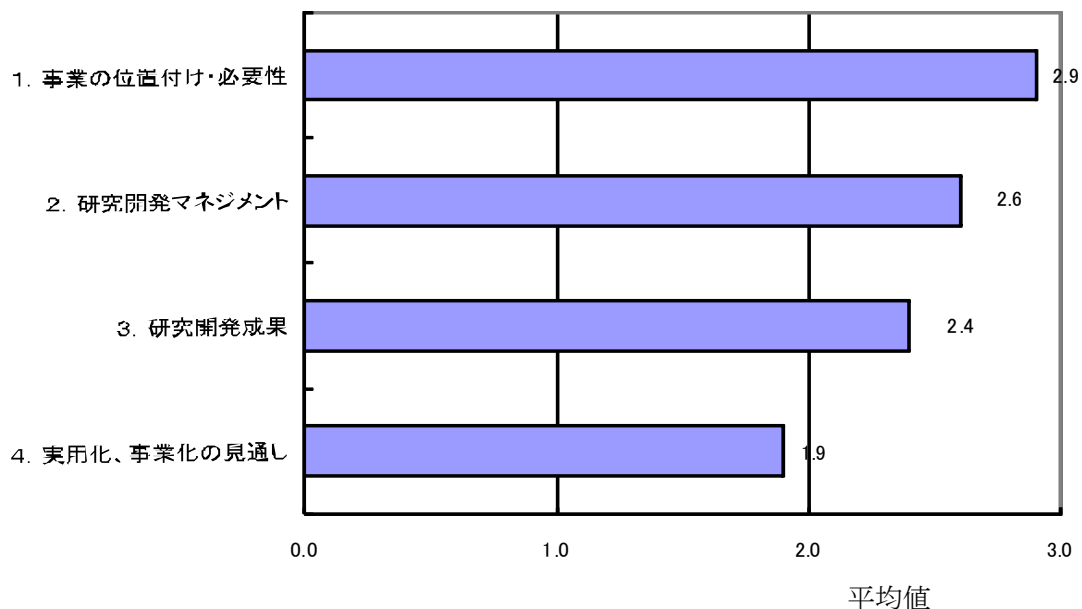
個別テーマに関する評価

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
生活用照明を代替する高性能照明光源の開発	<p>組み合わせ・工夫による改善・高性能化に成功しており、研究成果は、生活用照明を代替する照明光源としての当初目標値を達成している。投入された予算に十分見合った成果を上げている。2011年～2012年に欧米各社が市場展開を発表している中、性能面では世界最高水準であり、低価格化を推し進めることにより、早期の実用化が望まれる。</p> <p>しかしながら、本研究成果が、照明のあり方、超広面積、フレキシブル、省エネ、低価格等、変革に繋がる技術開発・内容であるかの検証も必要であり、要求される寿命や価格など、市場の要望を再確認することも重要である。</p> <p>また、実用化のためにはEL材料、基板の低価格化、さらには製</p>	<p>本プロジェクトの技術開発成果のレベルは高く、実用化・事業化へ繋がる可能性は高いと判断される。目標値にない発光色の角度依存性を大幅に低減するなど成果は、実用化には不可欠な技術であり高く評価できる。</p> <p>しかしながら、材料の低価格化も含め事業化までの諸課題の検討も必要であり、またそれらを克服する指針・可能性は必ずしも明確ではない。生活用照明として、消費者がどのような分野または用途についてニーズを持っているのか、また、どのような種類の製品を望んでいるのかを検討し、なるべく早く市場に製品を投入して普及を図り、国内的にも国際的にも市場を拡大し、プライオリティを確保する方策を立てることが</p>	<p>得られたレベルの高い成果を、具体的な製品・事業化まで進展させる実効的な戦略、更には生活照明としての新たな応用展開を可能とするアイデア（使用場所、色調変調等）・技術も検討すべきである。</p> <p>演色性に関しては、赤色だけが他と比較して低いレベルにあるので、これを改善するための新しい燐光体の開発、及びさらに光源としての効率の向上を図るための素材の開発と構造の改善が望まれる。</p> <p>また、消費者の希望やニーズを調査し、使いやすい商品ができるだけ早い機会に市場に投入し、普及を図ることが望ましい。</p> <p>有機EL照明は、LEDと違い「やわらかい拡散光が特徴」の21</p>

	<p>造プロセスの高速・低費用化が重要課題であり、製造プロセス開発、基板材料の低価格化も今後必要なテーマである。</p> <p>さらに、知的財産権の取得及び管理、国際標準化についても、今後の検討課題である。</p>	<p>望まれる。</p> <p>さらに、国際競争力を高めるためにも、研究開発の更なる加速が望まれる。</p>	<p>世紀の光源であり、日本のあかり文化にも通じる有機 EL 照明のあかりを世界に展開してほしい。</p>
<p>高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発</p>	<p>薄膜層形成技術、高速蒸着プロセス技術及び封止プロセス技術の何れの目標に関しても、当初目標値を達成しており、実用化に必要な性能のレベルに達するデータが得られていることは高く評価できる。一部には国際的にも極めて高いレベルに位置している。また、各成果は要素技術として他分野への応用も期待される。</p> <p>一方、塗布、蒸着、封入という大気・低気圧の混在プロセス、大面積化への可能性に課題はないのか等、実用化・事業化に向けた課題の明確化とその克服に関する</p>	<p>既存プロセスの組み入れ・改善がなされ、薄膜の均一高速形成プロセスを達成し、実用化の見通し、および生産性向上に伴う事業化の現実性が示された。</p> <p>開発したプロセス技術を用いた試作システムが構成され、当初の目標値を達成する試作品が製作されており、実用技術としてのレベルに達している。また、研究成果の一部については薄膜の高速製造等関連分野への応用も可能であり、波及効果が期待できる。</p> <p>しかしながら、大面積化、コス</p>	<p>デバイス構成の各要素の更なる改善とパネルとしての総合的性能の向上が今後の実用化への展開には必要で、更なる研究開発が望まれる。今後は、実用的な製造システムとして、さらに合理化を進め、製造コスト等を低減し、製品の価格が相応に消費者に受け入れられるレベルにあり、経済的に引き合う水準とすることが望ましい。</p> <p>小手先の要素技術ではパイロットラインを構成出来ず、本来の生産能力が発揮できないため、全ライン一体化の技術開発を行う</p>

	<p>る検討が不可欠である。成膜プロセスの高速化によるコストの低減に加えて、製造装置のコンパクト化、使用する材料の低価格化を今後の実用化のために考慮すべきである。</p> <p>また、知的財産権の取得及び管理については、これらのプロセス技術に関しても、未だ不明な点があり、今後の検討課題として残されている。</p>	<p>ト、製造スピード等、実用化には未だ課題も多い。実用的な生活用光源として普及させるためには、更なる製造プロセスの合理化と製造コストの低下が必要である。</p>	<p>べきである。</p> <p>それぞれのプロセス技術については、何れも高い水準にあると考えられるので、関連分野への応用や転用がどの範囲で、どの程度可能なのかを調査検討し、要素技術の普及と市場開拓についても検討することが望ましい。</p>
--	---	---	--

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	B	A	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	A	B	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	B	A	A	B	A	B	A	
3. 研究開発成果について	2.4	B	A	B	A	B	B	A	
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.9	B	B	B	B	B	C	B	

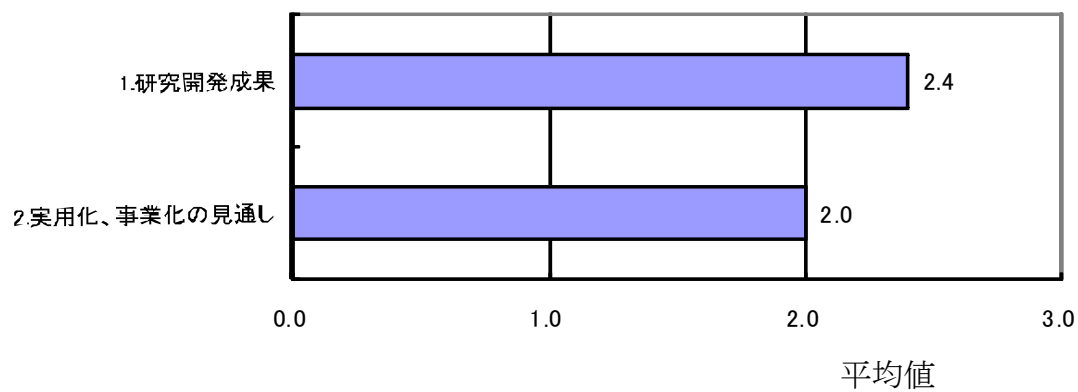
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

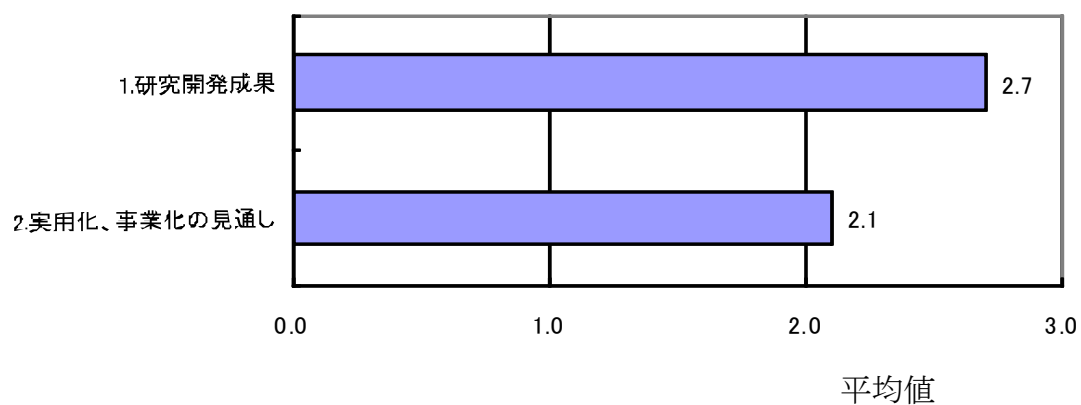
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

生活用照明を代替する高性能照明光源の開発



高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点（注）							
生活用照明を代替する高性能照明光源の開発									
1. 研究開発成果について	2.4	B	A	B	A	B	B	A	
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.0	A	B	B	C	B	C	A	
高演色性光源デバイスの省資源型製造プロセス技術の開発									
1. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	A	A	B	A	
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	B	B	B	A	A	C	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. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化、事業化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明