

「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」
事後評価報告書

表紙

平成26年11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

平成26年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 古川 一夫 殿

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 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「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」
事後評価報告書

平成26年11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

目 次

| | |
|---------------------------------|----------|
| はじめに | 1 |
| 分科会委員名簿 | 2 |
| 審議経過 | 3 |
| 評価概要 | 4 |
| 研究評価委員会におけるコメント | 8 |
| 研究評価委員会委員名簿 | 9 |
| | |
| 第1章 評価 | |
| 1. プロジェクト全体に関する評価結果 | 1-1 |
| 1. 1 総論 | |
| 1. 2 各論 | |
| 2. 個別テーマに関する評価結果 | 1-19 |
| 2. 1 LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | |
| 2. 2 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | |
| 2. 3 戦略的国際標準化推進事業 | |
| 3. 評点結果 | 1-28 |
| | |
| 第2章 評価対象プロジェクト | |
| 1. 事業原簿 | 2-1 |
| 2. 分科会における説明資料 | 2-2 |
| | |
| 参考資料 1 評価の実施方法 | 参考資料 1-1 |
| 参考資料 2 分科会議事録 | 参考資料 2-1 |

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「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」の事後評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき、研究評価委員会において設置された「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」（事後評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第40回研究評価委員会（平成26年11月27日）に諮り、確定されたものである。

平成26年11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」

事後評価分科会委員名簿

(平成26年9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 光・電子理工学教育研究センター 教授 |
| 分科会長 代理 | みかみ あきよし 三上 明義 | 金沢工業大学 工学部 電子情報通信工学科 教授 |
| 委員 | うちはし きよあき 内橋 聖明 | 一般社団法人 日本照明工業会 常務理事 |
| | かじ ひろのり 梶 弘典 | 京都大学 化学研究所 分子材料化学研究領域 教授 |
| | つじ しんじ 辻 伸二 | 独立行政法人 科学技術振興機構 戦略研究推進部 主任調査員 |
| | はっとり ひさし 服部 寿 | 分析工房株式会社 照明事業部 シニア・パートナー |
| | ひらまつ かずまさ 平松 和政 | 三重大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻 教授 |

敬称略、五十音順

審議経過

● 第1回 分科会（平成26年9月29日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
6. 非公開資料の取り扱いに関する説明

非公開セッション

7. プロジェクトの詳細説明
8. 全体を通しての質疑

公開セッション

9. まとめ・講評
10. 今後の予定
11. 閉会

● 第40回研究評価委員会（平成26年11月27日）

評価概要

1. 総論

1. 1 総合評価

LED 照明、有機 EL 照明のデバイスからソフト、標準化と広範囲なプロジェクトで、それぞれのテーマにおいて世界レベルの目標を達成したことは評価できる。多数の外国出願（PCT 出願を含め）がなされており、また、標準化にも積極的に取り組んだ。今後、事業につながる産業的な意義とともに、学術的な寄与も大きい。

中間評価後、国際標準化推進事業を立ち上げたこと、LED 照明の効率目標を上げたこと、GaN 基板作製遂行に具体的な企業 2 者を参画させたことなど、情勢への的確な対応は大いに評価できる。

競争的な仕組みを採用しつつ、実用化に向けたフレキシブルな技術開発が功を奏したものである。ただし、チーム間の競争を意識した結果として、研究グループ間の成果に差異が生じている。研究成果だけでなく、産業化の進むべき方法を明確にすることが重要であり、今後の NEDO のフォローアップが望まれる。

1. 2 今後に対する提言

新照明の応用、システム、サービス等を活かした次世代照明コンソーシアム等の立ち上げを期待する。

国際標準化についての取り組みは、LED 照明、有機 EL 照明が安全かつ健全に普及するためには不可欠であり、様々な企業、大学、官庁の連携が必要となる。政策として国のリーダーシップにより精力的に進めて頂きたい。

有機 EL に関しては、実用化にはまだ民間のみの投資では困難なように思われるため、次の事業につなげることは価値が高いと思われる。

今後、成果が生み出す製品とその付加価値が、国際的に十分な競争力を持つことを保証するような目標設定が必要である。特に、今後の実用化を目指すようなプロジェクトでは、製造コスト目標の指標を入れることを検討して欲しい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

消費電力の占める比率の高い照明機器の電力削減は、エネルギー基本計画の重要なテーマであり、公共性を持って NEDO が取り組むべき事業としての意義は大きい。

実用に供し得る高効率な LED 照明技術、有機 EL 照明技術は、諸外国においても、環境保全や産業戦略上の重要技術として、国家的な支援のもとに開発が進められており、グローバル戦略の観点からも重要な事業と考える。照明メーカーに留まらず、材料、プロセス、装置産業が関与する総合的な技術分野を網羅しており、国内企業全体の活性化に対しても効果的である。

国際標準化については、NEDO の関与が必須であり、日本から提案できる仕組みを作ることは、国際競争力の確保の観点から、重要な事業である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

パフォーマンスの目標値は高く、またそれを実現している。ただし、コスト競争力を得られる事業目標や、海外諸国との差別化技術や付加価値技術に繋がる目標の設定が望まれる。

LED の研究課題の選定について、GaN 基板作製技術に焦点を当てたことは的を射たものであったと言えるが、基板作製には多様な技術があるために、もう少し広い範囲の技術までを研究開発の課題として取り組んでもよかったのではないかと感じる。

アプローチの違う複数チームによる推進体制、中間評価における中止も含む事業の見直しなど、シビアなマネジメントは評価できる。企業中心のグループ、大学中心のグループを設定し、異なる視点で目標の実現を目指す方式は、新技術の創出の観点からも有効である。各研究グループが独立して研究開発を行ったようであり、取りまとめのイメージに欠けており、相互が情報交換できるようなマネジメントが欲しかった。

中間時点で、状況に応じた適切な市場ターゲット、目標値の見直しがなされ、体制変更が的確になされており、早期事業化への意識が感じられる。

開発目標の範囲を技術動向や産業動向に合わせて修正しながら、事業を進めたことは、評価できる。新照明の普及が急速に高まる情勢変化に対応して、LED 照明と有機 EL 照明に関する国際標準化推進事業を立ち上げたことは、適切である。なお、海外での動きは非常に急速であるので、マーケティングを個別企業だけに任せるのは事業全体としてリスクがあるため、競争技術と競合企業の調査も研究実施内容の項目に入れる試みを行ってみてはいかかかと感じた。

2. 3 研究開発成果について

ほとんどすべての目標を達成する成果が得られ、いずれの成果も世界最高水準のレベルであり、実用化が期待できるレベルに達している。

知的財産権の取得を重視していた。海外企業への技術情報の漏洩を防止する配慮もされていた。ただし、新興国の参入による急速な価格低下を生じ、企業経営上の利益確保が困難になることの懸念を回避するための対策として、戦略的な特許出願、独自技術の囲い込みなどが十分には考慮されていないように思われる。

研究開発成果は広く内外に発信されており、周辺技術の開発企業、他の研究機関の活性化をもたらし、波及効果を生み出している。

2. 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

目標を達成しており、蛍光灯を置き換える固体照明装置としての基本性能を満たしている。コスト戦略が伴えば、量産技術として確立でき、市場やユーザーのニーズに合致した開発成果である。企業が積極的に研究開発に取り組み、研究成果・特許戦略を合わせて今後の実用化・事業化のめどにつながっていると評価される。

性能面では問題ないが、今後、コスト面での改善が必要である。対象となる市場規模や成長性などは、年々変化しており、競合技術の進展も予想以上に早く進んでいる。これらを考慮した戦略的な開発計画が必要だが、中間評価の段階での対応が十分でなく、一部の企業では経済効果が見込めず、自社での事業化を保留する結果となっている。今後、市場のニーズをとらえ、目指すべき方向性やターゲットとする市場を明確にする実用化戦略が必要と考えられる。

研究評価委員会におけるコメント

第40回研究評価委員会（平成26年11月27日開催）に諮り、以下のコメントを評価報告書へ附記することで確定した。

- 開発された世界に誇れる技術が産業競争力につながるようにフォローして頂きたい。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

| 職 位 | 氏 名 | 所 属、役 職 |
|-----------|-------|---|
| 委員長 | 西村 吉雄 | 技術ジャーナリスト |
| 委員長 代理 | 吉原 一紘 | オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社 最高顧問 |
| 委員 | 安宅 龍明 | 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばイノベーション アーリーナ推進本部 共用施設調整室 招聘研究員 |
| | 伊東 弘一 | 学校法人早稲田大学 理工学術院 招聘研究員 公立大学法人大阪府立大学 名誉教授 |
| | 稲葉 陽二 | 学校法人日本大学 法学部／大学院 法学研究科 教授 |
| | 小林 直人 | 学校法人早稲田大学 研究戦略センター 副所長／教授 |
| | 佐久間一郎 | 国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 附属医療 福祉工学開発評価研究センター センター長／教授 |
| | 佐藤 了平 | 国立大学法人大阪大学 産学連携本部 名誉教授／特任 教授 |
| | 菅野 純夫 | 国立大学法人東京大学大学院新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授 |
| | 宮島 篤 | 国立大学法人東京大学 分子細胞生物学研究所 教授 |
| | 吉川 典彦 | 国立大学法人名古屋大学 大学院工学研究科 マイク ロ・ナノシステム工学専攻 教授 |

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価結果

1. 1 総論

1. 1. 1 総合評価

LED 照明、有機 EL 照明のデバイスからソフト、標準化と広範囲なプロジェクトで、それぞれのテーマにおいて世界レベルの目標を達成したことは評価できる。多数の外国出願（PCT 出願を含め）がなされており、また、標準化にも積極的に取り組んだ。今後、事業につながる産業的な意義とともに、学術的な寄与も大きい。

中間評価後、国際標準化推進事業を立ち上げたこと、LED 照明の効率目標を上げたこと、GaN 基板作製遂行に具体的な企業 2 者を参画させたことなど、情勢への的確な対応は大いに評価できる。

競争的な仕組みを採用しつつ、実用化に向けたフレキシブルな技術開発が功を奏したものである。ただし、チーム間の競争を意識した結果として、研究グループ間の成果に差異が生じている。研究成果だけでなく、産業化の進むべき方法を明確にすることが重要であり、今後の NEDO のフォローアップが望まれる。

〈肯定的意見〉

- LED、有機 EL 照明装置の分野で、次世代固体照明技術における優位性を保持していく上で、本事業の意義は大きい。また、「エネルギー基本計画」の目標達成のために NEDO が関与する事業として適切である。更に、照明メーカーを中心として、材料、プロセス、装置産業が関与する総合的な技術分野を網羅しており、国内企業全体の活性化に対しても効果的である。
- NEDO が取り組むプロジェクトとしてたいへん大きな意義があり、またエネルギー削減に大いに寄与しうる成果につながったと高く評価できる。
- エネルギーと地球環境の課題の解決だけではなく、他国の産業との将来の厳しい競争を打ち勝つために、本件は必須の開発プロジェクトである。海外企業との競争のためには、取得した特許も重要な資産となるであろう。
- 成果のレベルが高く、達成度が大きく、所期の目標が十分にクリアできたといえる。また、今後事業につながる産業的な意義とともに、学術的な寄与も大きい。
- デバイスからソフト、標準化と広範囲なプロジェクトで、それぞれのテーマにおいて、世界レベルの目標を達成したことは評価できる。
- 開発当初に設定した「蛍光灯を置き換える固体照明装置」としての基本性能を満たしており、コスト戦略が伴えば、量産技術として確立できる。特に、塗布技術を利用した有機 EL 照明が実用化の段階まで進んだことは高く評価できる。その成果は市場やユーザーのニーズに合致しており、今後の進展が期待される。
- 有機 EL に関わる 2 グループに関して総じて言えば、プロジェクト終了後、数年以内に事業化できた場合でも大きな成功といえるところ、プロジェクトの進行中に事業化の目処が立ち、本プロジェクトの最終報告会の時点で、現実に量産工場を竣工されたという事実は十分な成果以外のなにものでもなく、極めて高く評価できる。一部、未達であった

課題もありながら事業化に至ったことは、本 NEDO プロジェクトの当初の目標設定がやや高めであったことを意味していると思われる。加えて、中間評価を含むプロジェクト進行途中での方向付けが適切であったことをも裏付けている。事業を中断しているグループにおいても、各目標に対する達成度は高く、本プロジェクトに取り組んだ日本の各企業が、この NEDO プロジェクトにより実用化に必須の基盤技術を構築できたことは大きな成果と言える。

- ・「LED 照明」、「有機 EL 照明」とも、世界をリードするレベルの高い技術開発がなされたものと高く評価出来る。「LED 照明」では、特に大学チームにおいて、ポイントシード法という画期的な大面積、低欠陥 GaN 基板結晶技術の開発に成功し、LED 照明の高効率・高品質化にとどまらず、電子デバイス応用にも適用し得る技術開発に成功したことが評価できる。「有機 EL 照明」において、極めて多数の外国出願（PCT 出願を含め）がなされ、得られた技術成果の進歩性、有用性、革新性が権利として保護されており、事業化を意識した取り組みが真になされたものと評価できる。
- ・「標準化」では、LED 照明、有機 EL 照明の評価技術の標準化をリードしており、今後もリーダーシップの発揮が期待できる仕組みを作られたことを評価したい。
- ・国際標準化に関する取り組みを行った点も高く評価したい。
- ・LED 照明、有機 EL 照明の双方が、本事業の目標をほぼ達成できたことはまず評価に値する。事業当初は照明デバイスの性能面での検討が主流であったが、事業後半においてニーズに対する市場を意識した開発が行われるようになり、成果の実用化の見通しがより明確になったと考えられる。
- ・GaN 基板による LED の効率で 200lm/W @ 350mA というより高い目標を、中間評価後に設定し技術開発が行われたことにより、LED 開発に対する課題、方策等が明らかになったことは、意義深い。GaN 基板の LED 照明は、その特徴を活かし得意な分野（車載、航空等）への実用化が図られつつあるのは評価できる。
- ・中間評価後、国際標準化推進事業を立ち上げたこと、LED 照明の効率目標を上げたこと、GaN 基板作製遂行に具体的な企業 2 者を参画させたことなど、情勢への的確な対応は大いに評価できる。
- ・中間時点で、状況に応じた適切な市場ターゲット、目標値、組織体制の見直しを行い、実用化に向けた成果を出した。
- ・今回のプロジェクトは競争的な仕組みを採用しつつ、実用化に向けたフレキシブルな技術開発がなされた結果、功を奏したものと評価できる。さらに、標準化に取り組み、世界に打って出るための布石を打った。プロジェクト構成として、新しい試みがなされ、全体的には効を奏したものと高く評価出来る。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・対象となる市場規模や成長性などは、過去 5 年間に大きく変化しており、競合技術の進展も予想以上に早い。これらを考慮した戦略的な開発計画の見直しが必要であり、中間評価の果たす役割は大きい。それが十分に働かず、一部の企業では、経済効果が見込めな

いことを理由に、自社での事業化を保留する結果となっている。基本性能だけでなく、付加価値や独自性が実用化、事業化に向けた要因になっているものと推定され。研究グループ間の成果に差異が生じている。

- 全体に製造コストの目標とその結果評価も含んだプログラムに仕上げで欲しかった。米国 DOE のプログラムで行っているように、コスト目標のロードマップ作りの作業は、他国の産業と競争する場合に、必ず必要である。コスト競争力が無ければ、せつかくの開発技術も生かせないし、事業化も成功しない。有機 EL 照明の製造では韓国企業に先行されているので、これを追い越すための戦略が見えなかった。
- LED と有機 EL それぞれの特質を活かした今後の進展について、明確な方向付けに至らなかったように思われる。研究成果だけでなく、産業化の進むべき方向を明確にすることが重要であり、NEDO によるフォローアップが望まれる。
- 標準化プロジェクトを別にすれば、チーム間の競争を意識した結果として、プロジェクト内の情報交換の場が少なすぎたようにも思える。「競争」と「協創」をよりバランス良く進めて頂ければなお良かったのではないか。

1. 1. 2 今後に対する提言

新照明の応用、システム、サービス等を活かした次世代照明コンソーシアム等の立ち上げを期待する。

国際標準化についての取り組みは、LED 照明、有機 EL 照明が安全かつ健全に普及するためには不可欠であり、様々な企業、大学、官庁の連携が必要となる。政策として国のリーダーシップにより精力的に進めて頂きたい。

有機 EL に関しては、実用化にはまだ民間のみの投資では困難なように思われるため、次の事業につなげることは価値が高いと思われる。

今後、成果が生み出す製品とその付加価値が、国際的に十分な競争力を持つことを保証するような目標設定が必要である。特に、今後の実用化を目指すようなプロジェクトでは、製造コスト目標の指標を入れることを検討して欲しい。

〈今後に対する提言〉

- LED、有機 EL 等の技術向上に伴い、それらの市場での利用方法の開拓が重要になってきた。この意味で、新照明の応用、システム、サービス等を活かした次世代照明コンソーシアム等の立ち上げを期待する。
- 国内市場のみを相手にしていると市場はすぐに飽和する。各開発チームは、2020 年の東京オリンピックのタイミングにおいて、製品レベルでプロジェクト成果を世界に向けて披露して頂きたい。NEDO には、必要に応じた支援策を講じて頂きたい。
- 本事業の成果を活かすための新たな事業支援が望まれる。具体的には、高効率照明装置の欧米への販売活動、次世代照明コンソーシアムの設立、国際標準化の推進などが提示されているが、これらを含めて、本事業の成果を有効に活用できるよう、NEDO の継続的な支援が期待される。
- 「エネルギー基本計画」に基づく省エネ化対策に関して、固体照明装置の高効率化は重要な位置づけにある。一方、本事業をとおして、その技術向上に繋がった「塗布技術」、「Na フラックス法」などは、プロセス技術そのものが省エネ化に寄与する。デバイス性能を開発目標にする事業と共に、技術や装置に着目したプロジェクト活動は、デバイス、システムの省エネ化への波及効果が期待でき、NEDO 事業として積極的な支援が望まれる。
- 本国際標準化に対する事業は、LED、有機 EL 照明が安全かつ健全に普及するためには不可欠であるとともに、様々な企業、大学、官庁の連携が必要となる。今後も、政策として国のリーダーシップにより精力的に進めて頂きたい。
- 国際標準化についての取り組みは、継続いただくとともに、ブランド確立に向けた業界標準の取り組みも強化していただきたい。具体的には、評価手法の確立のみでなく、同評価に受けたクラス分けといった消費者にとって製品選択において参考となる指標の確立に努めていただきたい。
- 標準化に関しては国の後押しが不可欠であり、その体制を整えて行くことを期待する。このような分野は従来から日本があまり得意として来なかったことであり、この分野に限

らず多くの分野で今後のわが国の国際競争力を高める一つの事例にもつながるものと期待している。

- ・国際標準化に関する取り組みは極めて重要であった。国際標準化に関し、日本としてどのように取り組んでいくのか、利潤面も含め、個々の取り組みではなく、総合的な取り組みを行うことは重要と考える。
- ・塗布系か蒸着系かの点で、最終報告会ではやや齟齬があったように見受けられるが、「最も重要なことは何か」を見失わなかった点は評価したい。このプロジェクト内でどこまでが達成可能かを見据え、当初の目標設定を変更し、事業化に辿り着いたことは重要な意味を持つ。最先端技術であればあるほど、状況は刻々と変化することも考え、NEDOのみでなく、あらゆるプロジェクトにおいて、適切な方向修正、場合によっては方向転換が可能ないようにしておくことは重要であろう。その一方で、大きなコストダウンが可能になるという意味では、塗布系の展開は極めて重要である。今後、塗布による種々の有機および無機デバイスの高性能化を期待する。
- ・LED 照明に関しては世界的に市場が安定してきた感があり、今回の成果もどちらかといえば特殊照明を目指すような方向上であり、当面形成しうる市場規模はあまり大きくないように思われる。もちろんその後一般照明に波及効果が及ぶことは考えられるが、SiC や Si 基板上の LED も進展が著しく、まだまだ今後の進展に不明確な部分が多い。今後本事業を進展させる事業を立案するのであれば、もう少し広い分野を対象として、ステージゲートを多く設けるなど、戦略的なマネジメントのもとで実施できるような内容とすることが望ましいように思われる。
- ・GaN 基板上 LED の効率で 200lm/W @ 350mA を達成できれば、サファイヤ基板上 LED との性能の差別化ができ、実用化にははずみがつくとので、今後さらなる技術開発を進めてほしい。
- ・LED 照明は、用途に応じて発光効率や演色性など要求水準は異なる。よって、効率アップへの取り組みも重要であるが、低コスト化技術、効率以外の高付加価値技術の開発も望まれる。既に、130 lm/W~160lm/W の照明器具が商品化され 200lm/W 級の製品発表もなされており、効率競争から価格競争に移行しつつある。出荷レベルでは既に LED 照明器具の比率が 70%を超え、近い将来、特殊分野を除き 100%になる。しかし、市場に設置されている照明器具の 90%以上は未だ既存光源器具である。省エネ推進の観点からも、市場にある既存照明器具ストックの LED への切り替え促進が重要であり、その為にも更なる低コスト化と多様な消費者ニーズに対応できるあかりの質の向上に注力する必要がある。
- ・有機 EL に関しては、実用化にはまだ民間のみの投資では困難なように思われるため、次の事業につなげることは価値が高いと思われる。その場合には、応用分野を志向するソフトの分野を含めた内容とすることが考えられる。
- ・例えば、欧州でも今後にスタートする Horizon 2020(FP8)の中で、有機 EL 照明パネルの共同開発プログラムが今後にスタートする。NEDO においても、できれば継続して有機 EL 照明の開発を行っていただきたい。

- ・有機 EL に関しては、効率、寿命とも蛍光灯を上回る性能が見えてきた。量産化できれば、LED にはない軽量でフレキシブルな形状といった特徴を生かした新しい照明器具デザイン製品が期待できるようになってきたと感じる。LED との性能比較だけではなく、新しい独自の用途開発と量産化技術の開発への支援を期待したい。
- ・有機 EL 照明が、LED 照明の進歩に追いつけず、その実用化が数年遅れる見通しになったことが示された。この対策として、効率目標を 200lm/W レベルに引き上げる必要が提言されたが、是非これに向かって技術力を上げ、有機 EL における日本の競争力を維持して頂きたい。
- ・本事業の成果が生み出す製品とその付加価値が、国際的に十分な競争力を持つことを保証するような目標設定が必要である。目標値は発光効率、寿命、演色性などの直接評価項目だけでなく、人間工学的な間接評価、付加価値的な機能評価を取り入れるべきである。更に、海外諸国との差別化技術や付加価値技術に繋がる目標の設定が望まれる。
- ・目標には必ず製造コスト目標の指標を入れて欲しい。これには他国企業との競争を意識すること。技術の優位性だけでは、事業の成功は困難である。プログラムの進行に伴って、コスト目標やその分析を含めたロードマップの見直し作業や調査も必要かと思われる。

1. 2 各論

1. 2. 1 事業の位置付け・必要性について

消費電力の占める比率の高い照明機器の電力削減は、エネルギー基本計画の重要なテーマであり、公共性を持って NEDO が取り組むべき事業としての意義は大きい。

実用に供し得る高効率な LED 照明技術、有機 EL 照明技術は、諸外国においても、環境保全や産業戦略上の重要技術として、国家的な支援のもとに開発が進められており、グローバル戦略の観点からも重要な事業と考える。照明メーカーに留まらず、材料、プロセス、装置産業が関与する総合的な技術分野を網羅しており、国内企業全体の活性化に対しても効果的である。

国際標準化については、NEDO の関与が必須であり、日本から提案できる仕組みを作ることは、国際競争力の確保の観点から、重要な事業である。

〈肯定的意見〉

- ・電力消費量の削減は地球規模の公共的な課題であり、我が国が率先して取り組むべきものであり、新成長戦略やエネルギー基本計画の重要なテーマである。消費電力の占める比率の高い照明機器の電力削減は、その目標達成に寄与するものである。
- ・本事業は「エネルギー基本計画」の目標達成のため、省エネ化のための新技術開発としての位置づけにある。照明装置は全消費電力の約 20%を占めており、NEDO が関与する事業として適切である。
- ・省エネの早期の実現は国として促進を図る必要性があるので、事業としては非常に妥当である。
- ・電力消費に対する照明の省エネ化の効果を次世代照明（LED、有機 EL）で目指すこと、エネルギー政策から見て、本事業は妥当な内容である。
- ・技術的に立ち上がり期にあり、エネルギー問題という地球規模での課題解決に取り組む必要のある分野であり、またその波及効果が大きいという観点で、公共性を持って NEDO が取り組むべき事業としての意義は高かったと言える。
- ・実用に供し得る高効率な LED 照明技術、有機 EL 照明技術は、諸外国においても、環境保全や産業戦略上の重要技術として、国家的な支援のもとに開発が進められており、企業内の取り組みだけでは開発のタイミングを逸する。特に、有機 EL 照明は技術的ハードルが高く、企業内の取り組みだけでは開発の実施が困難である。省電力化という社会的な意義の高いこれらの開発において国家的な支援、すなわち NEDO の関与は適切に思われる。
- ・LED や有機 EL 照明の普及に関する研究開発、標準化活動は、CO₂削減、省エネ推進という国家目標に合致しているプロジェクトである。また海外でも多くの国が、国家プロジェクトとして推進している分野であり、グローバル戦略の観点からも、重要な事業と考える。
- ・民間活動のみでは投資対効果が短期では期待しにくく、リスクもある内容の研究開発であるため、NEDO の関与なくして成果は得られなかったと考えられる。その意味で本事業

の価値は非常に高かったと言える。

- 我が国が得意としてきた LED、有機 EL の分野で、次世代固体照明技術における優位性を保持していく上で、本事業の意義は大きい。米国 DOE プロジェクトと比べて約 2 年前倒しの達成目標は技術的優位性を保持する点で適切な設定である。
- 有機 EL ディ스플레이は、日本が中心的に研究、開発を進めてきたにもかかわらず、事業化は国外が中心となってしまった。民間活動のみでは限界があった前例であろう。現在、有機 EL 照明に関しては、日本が一步進んでいる状況にあるが、企業が有機 EL 照明を事業の基軸とする見通しを得るには超えなければならないハードルがまだまだある。水銀利用の問題、ブルーライトの問題などを考えれば、公共性の高さも明らかであり、その意味で、NEDO の関与は適切以外のなにものでもないであろう。
- 本事業は、照明メーカーに留まらず、材料、プロセス、装置産業が関与する総合的な技術分野を網羅しており、国内企業全体の活性化に対しても効果的であり、その必要性は高い。
- GaN on GaN 技術に関しては、LED だけでなく、パワー半導体への応用など波及的効果も期待できる。
- 国際標準化については、NEDO の関与が必須であり、これを事業の課題ととらえたことの意義は高い。
- LED、有機 EL などの新照明の国際標準化を日本から提案できる仕組みを作ることは、国際競争力の確保の観点から、重要な事業である。

1. 2. 2 研究開発マネジメントについて

パフォーマンスの目標値は高く、またそれを実現している。ただし、コスト競争力を得られる事業目標や、海外諸国との差別化技術や付加価値技術に繋がる目標の設定が望まれる。

LEDの研究課題の選定について、GaN基板作製技術に焦点を当てたことは的を射たものであったと言えるが、基板作製には多様な技術があるために、もう少し広い範囲の技術までを研究開発の課題として取り組んでもよかったのではないかと。

アプローチの違う複数チームによる推進体制、中間評価における中止も含む事業の見直しなど、シビアなマネジメントは評価できる。企業中心のグループ、大学中心のグループを設定し、異なる視点で目標の実現を目指す方式は、新技術の創出の観点からも有効である。各研究グループが独立して研究開発を行ったようであり、取りまとめのイメージに欠けており、相互が情報交換できるようなマネジメントが欲しかった。

中間時点で、状況に応じた適切な市場ターゲット、目標値の見直しがなされ、体制変更が的確になされており、早期事業化への意識が感じられる。

開発目標の範囲を技術動向や産業動向に合わせて修正しながら、事業を進めたことは、評価できる。新照明の普及が急速に高まる情勢変化に対応して、LED照明と有機EL照明に関する国際標準化推進事業を立ち上げたことは、適切である。なお、海外での動きは非常に急速であるので、マーケティングを個別企業だけに任せるのは事業全体としてリスクがあるため、競争技術と競合企業の調査も研究実施内容の項目に入れる試みを行ってみたいかと感じた。

(1) 研究開発目標の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・目標設定が適切であったことは、事業化が具現化されたことから明らかであろう。目標達成に必要な要素技術が取り上げられ、技術力と事業化能力を有する企業が選定されている。
- ・プロジェクトとして標準化の取り組みもなされており、全体的には価値の高い開発がなされたものと評価出来る。
- ・挑戦的な目標を設定し、研究グループ間の競争性を取り入れたマネジメント体制は、基本目標の達成に留まらず、独創性、付加価値の実現が期待できる。
- ・目標の設定値は極めて挑戦的であり、高い目標を掲げ、またそれを実現している。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・目標設定の内容は戦略的ではなく、パフォーマンスの追求に留まっている。国内の独自産業と絡めて、海外諸国との差別化技術や付加価値技術に繋がる目標の設定が望まれる。
- ・本事業で取り上げた課題について、LEDにしても有機ELにしても応用分野が限定的で市場規模が研究経費、省エネルギー目的値にかなうものかという気がする。市場規模の読みと期待が十分であったのか、長期での期待を込めるのか、といった観点でのフィードバックを期待したい。

- LED については、基板の作製方法として他の技術もあり、またサファイア基板上の LED に対する応用上の戦略などの観点で、他技術に対する優位性の主張が明確にされていない。有機 EL については、照明としての応用分野に関する戦略や見通しが明確でない。これらを明らかにするようなマネジメントがなされることが望ましかったと考える。
- このように進展の著しい分野において、5 年前にたてた目標をそのまま事業終了時まで維持するという運営は、国際競争力を持つ成果を得る上では不満である。例えば 3 年後に目標を達成してしまう可能性もあり、他の研究機関でさらに上の目標値を達成することもある。LED の目標として大電流値におけるものが加えられたというものの、研究開発期間中に目標を上方修正して行くとか、あるいは早い目標達成の時点でプロジェクトを終了するような積極的なチャレンジが必要と思われる。
- 研究目標の見直しや追加など、研究開発のスピードが速い分野であることを研究開発内容に反映しようとする取り組みが不足していたように思えた。いずれの目標も達成した、という報告で終わっている研究課題もあるが、むしろ途中で研究開発目標を上方修正してチャレンジするような取り組みがあっても良かったように思える。

〈その他の意見〉

- 本事業の成果が生み出す製品とその付加価値が、国際的に十分な競争力を持つことを保証するような目標設定が必要であると思われる。目標値は発光効率、寿命、演色性など、一般的な直接評価項目の範囲に留まっており、人間工学的な間接評価、付加価値的な機能評価についても、目標設定の対象として意義がある。
- LED の効率は発光色の程度で大きく異なるが、Ra=80 という条件の設定だけでよかったのかという気がする。標準化事業で LED の評価方法として Ra だけで不十分なことをうたいながら、この条件を目標として維持したことは残念である。標準化事業の結果を用いつつ、照明としてより望ましい条件下で効率の目標を設定するなど、標準化事業との有機的なつながりを持つことが出来ればもっと競争力を主張しうる成果につながったのではないかとと思われる。
- 研究開発目標が明確に示されていたが、照明という人間の感性に訴えるような分野で、効率や寿命というレベルでの目標設定はあまり適切でないように感じた。
- 素子寿命に関して、半減寿命を評価基準とした点が気になる。当時の内外の技術動向から考えると適切な基準と思われるが、現実の事業化や現在の状況を考えると適切とはいえないように感じる。中間評価の時点で、修正があってもよかったように思う。しかし、事業化されたことを考えると、最終的にこの点もクリアされている点、高く評価できる。

(2) 研究開発計画の妥当性

〈その他の意見〉

- LED の研究課題の選定について GaN 基板生成の研究開発以外の課題にまで範囲を広げた方がよかったのではないかと感じる。トータルの資金の限定があつたことと思われるが、課題の選定に関して別の考えもありえたのではないかと感じる。

(3) 研究開発実施体制の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・高い目標を設定し、複数の研究グループが互いに競争的に開発を進めるという形態は、基本目標の達成だけでなく、各研究グループの独自性に基づく付加価値の実現の可能性が期待できる。それらが効果的に進めば、開発成果の実用化にも有効な仕組みになるものと思われる。
- ・アプローチの違う複数チームによる推進体制、中間評価における中止も含む事業の見直しなど、シビアなマネジメントは評価できる。
- ・複数の大学が中心となる研究グループの設定は、企業中心とは異なるアプローチが期待でき、新技術の創出の観点から有効である。
- ・企業中心のグループ、大学中心のグループを設定し、異なる視点で目標の実現を目指す方式は、新技術の創出の観点からも有効である。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・各研究グループの競争的関係を重視したというマネジメント方針は評価できるが、その具体的な取り組みが明確でなかった。実質的には各研究グループが独立して研究開発を行ったようであり、取りまとめのイメージに欠けた。秘密保持の問題があることは理解できるが、折角の優れた研究グループで成果を挙げているわけであるので、相互が情報交換できるようなマネジメントが欲しかったと思う。
- ・競争的な取り組みは良いとして、チーム間の情報交換があまりにも少なすぎたのでは無かろうか。プロジェクト全体会議でのある程度の情報交換は必要であったように思われる。
- ・2照明プロジェクトでそれぞれ複数のグループが入り競争性をもたせているが、本事業においてそれがどのような付加的な効果があったか、十分な分析がなされていない。
- ・大学が中心として進めた研究グループにおける企業の役割、同様に、企業中心のグループにおける大学の役割が十分に明確でない。企業と大学の異なる視点からの連携、協力を積極的に後押しすべきである。
- ・垂直連携的な取り組みにおいて、グループ間の技術的な連携性が必ずしも明確でない開発テーマもあり、開発の途中段階においても、マネジメント的な対応が必要ではなかったか。

〈その他の意見〉

- ・研究グループの中には一社のみで実施した場合が含まれている。公共性の高い本事業の位置づけを踏まえると、民間企業1社での実施は閉鎖的であり、公的補助の効果が薄いと思われる。
- ・単独チームもあったが、早期の事業化のためには、アプリケーションを担当する照明器具メーカーや車載メーカーなどの共同参画も考えても良かったのでは。

(4) 実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 成果の実用化・事業化を意識した競争的な開発マネジメントがなされており、新しい試みとして、大きく評価できる。
- ・ 中間評価を踏まえて、価値創造に適した目標変更や体制変更が的確になされており、各チームもそれに対応した取り組みがなされている。
- ・ 中間評価後、Na フラックス法による GaN 基板の遂行に具体的な企業 2 者を参画させて、事業化の道を開いたことは意義がある。
- ・ 中間時点で、状況に応じた適切な市場ターゲット、目標値の見直しがなされ、早期事業化への意識が感じられる。
- ・ ステージゲートの設定、終了した研究開発課題の成果や設備の引継ぎ等で、事業の目的を達成するに適切なマネジメントがなされたと評価できる。
- ・ LED における目標の追加、フレキシブル基板上の有機 EL における目標達成に向けた技術の選択等、実施者の寄与と NEDO の寄与の大きさのそれぞれの程度は不明であるが、研究開発の状況に沿った適切な対応がなされたと考える。
- ・ GaN 基板による LED 開発の目標を灯光用に定め、従来技術との差別化を図る取り組みは、市場性、現実性を考慮して評価できる。

〈その他の意見〉

- ・ 日本が一步進んでいる感があるが、現在の状況を見ると、各企業に完全に任せておいていいといえるのか？ 儲かるようになった段階で逆転されるようでは意味がない。国際競争力の観点からも、日本が確固たる地位を確保するためには、さらなる関与があっても良いのではないかと感じる。中途半端な関与ではなく、確実に勝てる分野を作ることは国策として重要ではないか。
- ・ 国際標準化推進事業は、本事業後において、関係機関の間で更に粘り強い協力と情報発信が必要である。このため、本事業を更に継続・支援していく支援策があることが望ましい。

(5) 情勢変化への対応

〈肯定的意見〉

- ・ 開発目標の範囲を技術動向や産業動向に合わせて修正しながら、事業を進めたことは、評価できる。
- ・ 中間評価後、新照明の普及が急速に高まる情勢変化があり、これに対応して、LED 照明と有機 EL 照明に関する国際標準化推進事業を立ち上げたことは、極めて適切な対応である。

〈その他の意見〉

- ・ 最終製品である照明機器の理解や、競合海外企業の動向の情報を十分に持って、各参加企

業や大学が事業を進めるべきかと思う。参加企業を集めての、将来のアプリケーション市場分析や外部講師や海外の調査機関を招聘しての共同セミナー（勉強会）など行って、危機感を参加企業で共有することが、事業目標のタイムリーな修正や改善につながると思う。海外での動きは、非常に急速であるので、マーケティングを個別企業だけに任せるのは、事業全体として失敗するリスクがあると思われる。競争技術と競合企業の調査も、研究実施内容の項目に入れる試みを行ってみてはいかがかと感じた。米国 DOE は年に数回はワークショップを開催して、勉強会を実施しているが、このような取り組みを参考にするといいと思う。

1. 2. 3 研究開発成果について

ほとんどすべての目標を達成する成果が得られ、いずれの成果も世界最高水準のレベルであり、実用化が期待できるレベルに達している。

知的財産権の取得を重視していた。海外企業への技術情報の漏洩を防止する配慮もされていた。ただし、新興国の参入による急速な価格低下を生じ、企業経営上の利益確保が困難になることの懸念を回避するための対策として、戦略的な特許出願、独自技術の囲い込みなどが十分には考慮されていないように思われる。

研究開発成果は広く内外に発信されており、周辺技術の開発企業、他の研究機関の活性化をもたらし、波及効果を生み出している。

(1) 目標の達成度と成果の意義

〈肯定的意見〉

- ・ほとんどすべての目標を達成する成果が得られたことは、NEDO の事業の事後評価としては満足すべき結果であったと言える。いずれの成果も世界最高水準のレベルをもたらしたものであり、この分野における我が国の国際競争力の強化にも貢献したと言えよう。
- ・成果は目標を達成しており、実用化が期待できるレベルに達している。
- ・目標の達成度に関し、一部、未達が見られた点、各グループが今後の課題として考慮すべきであろう。しかし、全体としてはそれを補ってあまりあるほどの十分な成果を得ている。その意味で、減点評価ではなく、加点評価としたい。まだまだきちんとした市場を形成したわけではないが、世界に先駆けてのひとまずの市場を形成した点は特に素晴らしい。130 lm/W を超える、世界最高レベルの高効率発光を実現し、また、それ以外の開発項目も達成した結果である。
- ・目標とした項目の大部分が達成され、また未達成の項目においても、その課題と今後の取り組みが明確となっているものが多く、基本技術の開発という点で、プロジェクトの役割を十分に果たしている。
- ・目標は達成できていると考える。
- ・本事業の目標は十分に達成されたと評価できる。
- ・成果は目標をほぼ達成しており、実用化が期待できるレベルに達している。
- ・多くのチームでは、オリジナリティの高い技術開発がなされ、基礎的な検討に基づいて実施された技術開発においては、高い成果が得られている。
- ・中間時点で、状況に応じた適切な市場ターゲット、目標値の見直しを行い、実用化に向けた目標値は概ね達成し、成果を出した。
- ・大学が関与する部分に関しては、大学の独自技術が研究開発成果に有効に活かされ、また企業における研究開発に基本的な部分で寄与をなし得たと評価できる。
- ・大学が中心となって進めた LED 研究の開発成果は独創的であり、新技術の創出として貢献している。
- ・「LED 照明」では、特に大学チームにおいて、ポイントシード法という画期的な大面積、低欠陥 GaN 基板結晶技術の開発に成功し、LED 照明の高効率・高品質化にとどまらず、

電子デバイス応用にも適用し得る技術開発に成功したことが評価できる。

- ・ GaN 基板による LED の効率で 200lm/W @ 350mA というより高い目標を、中間評価後に設定し技術開発が行われたことにより、LED 開発に対する課題、方策等が明らかになったことは、意義深い。
- ・ 特にコニカミノルタ、パナソニックを代表者とする有機 EL の 2 チームにおいて、材料からデバイス、製造装置に亙る階層的な技術の開発がなされた。コニカミノルタの量産工場建設に代表されるように、各開発チームにおいて製品化に向けた具体的な取り組みがすでになされた。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・ 世界的な研究開発競争が激しい分野であり、公的資金を得た成果として世界最高水準であることの主張が十分になされていない。そのため今後世界の市場をけん引するような成果であるかどうか判断することができなかった。
- ・ 他の競合技術に対する優位性の主張が一部の成果を除き不十分なものが多い。
- ・ 蒸着技術を用いた有機 EL 照明の基本性能の向上は著しいが、光取り出し技術に依存する部分が多く、またその方法論が妥当性や適切性に欠ける部分が否めない。NEDO の基本目標の達成に拘り、市場性や現実性を考慮した取り組みが望ましい。
- ・ 有機 EL 照明では、製造コスト面で海外企業とのベンチマークが十分にできていないようなので、今後投資が継続できるのかの不安が残った。

〈その他の意見〉

- ・ GaN 基板上 LED の効率で 200lm/W @ 350mA を達成できれば、サファイヤ基板上 LED との性能の差別化ができ、実用化にはずみがつくので、今後さらなる技術開発を進めてほしい。
- ・ 大学が中心となって進めた研究グループに企業が参加し、実用化に向けた検討が進められているが、企業が積極的に実用化に向けた開発成果を出すまでには至っていない。中間評価の段階ではなく、事業開始時点での共同開発が望まれる。

(2) 知的財産権の取得及び標準化の取組

〈肯定的意見〉

- ・ 「有機 EL 照明」において、極めて多数の外国出願 (PCT 出願を含め) がなされ、得られた技術成果の進歩性、有用性、革新性が権利として保護されており、事業化を意識した取り組みが真になされたものと評価できる。
- ・ 知財の取得を重視したことも、海外企業との競争のためには良かった。海外企業への技術情報の漏洩を防止する配慮もされていた。
- ・ 研究開発の成果は広く内外に発信されており、特許件数、国際会議における発表を継続的に実施している。また、このことが、固体照明装置に関連する周辺技術の開発企業、他の研究機関の活性化をもたらし、技術分野が全体として前進していく波及効果に繋がっ

ている。

- ・知的財産権等の取得、論文等の対外的な発表についても、適切になされている。
- ・成果の知財化も行われている。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・固体照明装置が開発され、市場に提供されるようになった場合、半導体メモリ、液晶ディスプレイ、太陽電池など同様に、新興国の参入による急速な価格低下を生じ、企業経営上の利益確保が困難になることが懸念される。そうした問題を回避するための対策として、戦略的な特許出願、独自技術の囲い込みなどが十分に考慮されていないように思われる。

(3) 成果の普及

〈肯定的意見〉

- ・成果は広く内外に発信されており、固体照明装置に関連する周辺技術の開発企業、他の研究機関の活性化をもたらし、波及効果を生み出している。
- ・論文や学会での発表、またプレスリリース等が適切になされ、成果の普及活動に十分励まれたものと評価できる。

1. 2. 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

目標を達成しており、蛍光灯を置き換える固体照明装置としての基本性能を満たしている。コスト戦略が伴えば、量産技術として確立でき、市場やユーザーのニーズに合致した開発成果である。企業が積極的に研究開発に取り組み、研究成果・特許戦略を合わせて今後の実用化・事業化のめどにつながっていると評価される。

性能面では問題ないが、今後、コスト面での改善が必要である。対象となる市場規模や成長性などは、年々変化しており、競合技術の進展も予想以上に早く進んでいる。これらを考慮した戦略的な開発計画が必要だが、中間評価の段階での対応が十分でなく、一部の企業では経済効果が見込めず、自社での事業化を保留する結果となっている。今後、市場のニーズをとらえ、目指すべき方向性やターゲットとする市場を明確にする実用化戦略が必要と考えられる。

〈肯定的意見〉

- ・目標を達成しており、蛍光灯を置き換える固体照明装置としての基本性能を満たしている。コスト戦略が伴えば、量産技術として確立でき、市場やユーザーのニーズに合致した開発成果である。
- ・事業当初は照明デバイスの性能面での検討が主流であったが、事業後半においてニーズに対する市場を意識した開発が行われるようになり、成果の実用化の見通しがより明確になったと考えられる。
- ・塗布技術を利用して有機 EL 照明の実用化の段階まで進んだことは評価できる。その成果は市場やユーザーのニーズに合致しており、今後の進展が期待される。
- ・有機 EL に関しては、性能的には蛍光ランプを上回る可能性が見えてきた。実用化に一步近づいた感がある。
- ・企業が積極的に研究開発に取り組み、研究成果・特許戦略を合わせて今後の実用化・事業化のめどにつながっていると評価される。
- ・企業の事業化への意欲が強い。
- ・実用化を意識した取り組みがなされており、近い将来の事業化が期待できる。
- ・一部のグループの成果は、見極め、見通しを通り越し、すでに事業化に至っている。したがって、実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについては、文句の付け所がないであろう。
- ・LED も有機 EL も事業化されたことは評価できるし、そのための標準化も行おうとしている。
- ・名古屋大学・大阪大学チームは、中間評価での指摘を受けて、協力企業をチーム内に参加させ、事業化を意識した体制としている。
- ・LED 照明の席卷により有機 EL 照明のデビュー戦略が困難となっている状況において、ユニカミノルタチームはフレキシブル性の利点をベースにニーズ把握と創成の二面からの市場参入を図るアプローチをとり、量産化工場の立ち上げを進めている。
- ・これまで、白熱灯、蛍光ランプ、HID と各種ランプが、それぞれの特徴を活かして一般

照明分野で併存してきた。照明器具メーカーにとっては、使いえる光源の種類が多くなることは歓迎すべきことである。有機 EL も一般照明分野においても、併存できると考える。早期事業化を目指す上で車載、建材照明など特殊分野にターゲットを絞ることは妥当と考えるが、一般照明分野での実用化にも期待したい。まずは、量産化技術の確立を期待する。

〈主な問題点・改善すべき点〉

- ・性能面では問題ないが、今後、コスト面での改善が必要である。その点の改善を進め、明確な市場を形成することを期待する。また、一般に向けてさらに広く情報を発信してもらえればと思う。
- ・技術としてはすばらしい成果が得られているが、市場が成果をどのくらい必要としているのか、疑問である。特にコストの観点から、超高輝度の LED がどのくらい必要とされているのか、市場規模はどのくらいか、また有機 EL はどのような特徴を市場に訴えて行くのか、といった点で不安要素がある。企業であるために市場調査が十分になされているとは思いますが、現時点で大きな市場につながるとはやや期待しにくい。
- ・有機 EL の場合は製造コストを 100 円/100lm 以下に下げるまでは真の事業化と言えない。EU、米国、韓国、中国では国を挙げてこのコストダウンの競争を行っている。我が国も材料・製造装置・パネルメーカーなどが互いに全面的に協力して、取り組んで行く必要があると思われる。
- ・対象となる市場規模や成長性などは、年々変化しており、競合技術の進展も予想以上に早く進んでいる。これらを考慮した戦略的な開発計画が必要だが、中間評価の段階での対応が十分でなく、一部の企業では経済効果が見込めず、自社での事業化を保留する結果となっている。
- ・市場のニーズをとらえ、目指すべき方向性やターゲットとする市場を明確にする実用化戦略が必要と考えられる。現時点ではまだこれらの点に関する検討が不十分のように思われる。
- ・競合技術が多いため、成果を活かすことができるか、どこに特徴を活かすのか、明確な戦略が取られているか疑問である。
- ・LED 照明の普及率が既に約 70%に達しており、蛍光灯の置き換えを目的として事業化した場合、対象となる市場規模や成長性等による経済効果等が見込めない。基本性能だけでなく、付加価値や独自性が実用化、事業化に向けた要因になるものと推定される。この点では、研究グループ間の成果に差異が生じている。

〈その他の意見〉

- ・LED、有機 EL 等の技術向上に伴い、それらの市場での利用方法の開拓が重要になってきた。この意味で、新照明の応用、システム、サービス等を活かした次世代照明コンソーシアム等の立ち上げを期待する。

2. 個別テーマに関する評価結果

2. 1 LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

LED 照明における GaN 基盤の優位性を明確にするなど、世界的にも先駆的と言える成果が得られたと評価できる。

企業チームは、低コスト LED 用基板を提供する技術の開発に成功しており、すでにその基板の販売を開始している。大学チームは、電子デバイスにも適用可能な結晶欠陥の少ない大面積基板成長技術を独自技術によって世界に先駆けて実現し、基本的な知財も確保している。

さらに、GaN 基板の波及効果は、LED はもとより LD やパワーデバイスに及ぶと思われ、その意味でも市場規模の大きい研究開発成果が得られたと言える。

ただし、基板上に形成された LED の特性が評価の中心になっており、GaN 基板の開発の効果がどの程度あったのかが不明確である。ユーザーが GaN 基板の価値を感じられるように、欠陥密度の低減の効果が LED の効率向上に結びついていることを示すことが今後重要である。

今後、GaN 基板の製造コストを下げる努力は継続して、応用分野を拡げていただきたい。

(1) 目標の達成度と成果の意義

〈肯定的意見〉

- ・従来の研究開発の流れに沿って世界的にも先駆的と言える成果が得られたと評価できる。
GaN 基板の波及効果は、LED はもとより LD やパワーデバイスに及ぶと思われる。その意味でも市場規模の大きい研究開発成果が得られたと言える。
- ・大学チームでは、電子デバイスにも適用可能な結晶欠陥の極めて少ない大面積基板成長技術を独自技術によって世界に先駆けて実現し、基本的な知財も確保している。中間評価を受けて、企業への技術継承やベンチャー設立によつての事業化を意識した体制に変更して開発を実施しており、将来的な基盤技術を創成したのものとして高く評価出来る。
- ・企業チームは、低コスト LED 用基板を提供する技術の開発に成功しており、すでにその基板の販売を開始している。また、空港用投光器の実現等、実施形態の検討も進められている。
- ・ニッチな高出力の狭角照明市場向けではあるが、実用化を行つて販売実績があるという点で高く評価できるし、応用面でも将来性のある技術である。
- ・HVPE 法において大口径化と多数枚取りという量産化技術が開発されたことは、将来のコストダウンに繋がり、実用化を促進するものと期待できる。

HVPE 法による c 面 GaN 基板上 LED が、車載ランプ・ハロゲンランプ・航空誘導灯などに実用化の検討が進められている。この過程で、本デバイスの高信頼・高出力・大光量という特徴が総合的に実証されつつあり、サファイヤ基板上 LED との差別化が図られつつあることは意義がある。

HVPE 法による m 面 GaN 基板上の LED 技術で、200lm/W @ 350mA の性能の見通しが得られたことは、高く評価できる。

Na フラックス法による c 面 GaN 基板の大口径化、低転位化の目標を達成したことは評価できる。

Na フラックス法による c 面 GaN 基板上の LED の効率性能において、大電流領域においてサファイヤ基板上的のものと比べて大きな差別化が実証できたことは意義がある。

〈問題点・改善すべき点〉

- GaN 基板に求められるスペックや具体的目標（欠陥密度等）が明確でなく、大型で低コストを追い求めている流れが強いように思えた。
基板上に形成された LED の特性が評価の中心になっており、GaN 基板の開発の効果がどの程度あったのかが不明確である。ユーザが GaN 基板の価値を感じられるように、欠陥密度の低減の効果が LED の効率向上に結びついていることを示すことが今後重要である。
今後本成果で得られたような GaN 基板上の LED の応用分野の拡がりとして、どのようなマイルストーンを考えているのかが明確でない。
- 照明装置の低価格化が予想される中、本事業の成果がそれに対抗できる独自技術であることを示す必要がある。ハイスpek的な目標設定に固執し、差別化技術として、国際競争力を確保するための取り組みが、今後も含めて検討されるべきである。
- 大学チームにおける企業の存在は、生産性、実用性、市場性の観点から重要だが、その役割が十分には生かされていない傾向がある。大学自体はアカデミック性を追求する傾向が認められ、両者を一体化した推進体制を取るべきである。
- 非極性面の適用によって高電流値の下での高効率動作を実現する見込みを得たとあるが、極性面に比してコスト耐力が劣るのは間違い無く、技術開発としては成功としても、低コスト化には方式を一新するような今後の開発が必要に思われ、極性面における欠陥低減策とのベンチマークが必要であろう。

〈その他の意見〉

- パワーデバイス用基板としての波及効果はかなり大きいと思われる。本研究課題の目標は LED であるが、それに限らずパワーデバイス用基板としての将来的な進展を述べてほしいかった。
- GaN 基板上 LED の効率で $200\text{lm/W @ }350\text{mA}$ を達成できれば、サファイヤ基板上 LED との性能の差別化ができ、実用化にはずみがつくとのことで、今後さらなる技術開発を進めてほしい。
- 大学主体のグループも非常によい成果を得ている。NEDO プロジェクトとしては、実用化を目指している部分が多いであろうが、ひとことで実用化を目指したプロジェクトといっても様々なステージのものがあるであろう。今後、大学発のプロジェクトにも期待したい。

(2) 成果の実用化・事業化の見通し及び取り組みについて

〈肯定的意見〉

- GaN on GaN の優位性を明確にした。特に、ハロゲン代替、高出力の点光源としての用途にて大いに期待できる。既に GaN on GaN の LED 製品が市場に出始めており市場ニーズもある。
- 大学と企業の連携が実を結んでいると言える成果が得られている。
- 三菱化学チームは、一部の成果は目標を達していないが、全体として高いレベルにある。また、目標を達成するための課題が明確であり、実現の可能性は高い。更に、C面基板については、その成果に基づいて 2014 年下期から既に実用化を開始している。大学チームは独創性の高い方法で目標値を達成しており、実用化に向けた課題およびその解決への指針が得られている。HVPE 法の次世代技術として期待できる。既に次年度以降のベンチャー企業の設立と関連企業との協業を計画しており、着実に成果を実用化に繋げようとしている。特殊光源の市場を当初の目標として進めており、戦略的であり、将来の産業にも繋がるものと思われる。
- 速やかな事業化を狙った企業主体の垂直連携チームと、大学の技術を企業が継承する大学主体のチームが競う形で研究が進められ、補完的な役割を果たしている。

〈その他の意見〉

- GaN 基板の製造コストを下げる努力は継続して、応用分野を拡げていただきたい。
- すでに、130 lm/W~160lm/W のオフィス照明用器具も商品化されている。LED 製品は、効率競争から価格競争に入りつつある。省エネ推進の観点から、今後、既存光源から LED 光源への切り替えスピードを上げることが重要となっており、低コスト化と消費者ニーズにあったあかりの質や空間づくりへの研究が望まれ、新しい物の見え方指標や薄明視などソフト研究にも期待したい。
GaN 基板は、高輝度省エネ照明分野に市場を絞るとのことで、HID 代替を想定しているが、HID の市場のほとんどは、一般照明分野と定義されるので、表現を変えるべき。(高出力の点光源を要求される器具、製品など・・・)
ミニハロ代替 LED ランプは、欧米での需要が期待できる。海外での事業にも期待する。
- 今回の開発では、2 チームは競争関係にあったが、協力して進めることで、より低コストの高品質 GaN 基板を提供し得る可能性もあるように思える。照明機器の省電力化には、インバータ回路等の高効率化も不可欠であり、光デバイスのみならず、電子デバイスの開発において今回の技術開発が生かせるよう、今後期待したい。

2. 2 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

成果は世界最高水準であり、投入された予算に見合った成果が得られたと判断できる。その開発において極めて多数の知財を創出し、PCT を含めた海外出願も多数なされている。さらに、LED 照明の実用化が先行する中での商品化の出口戦略もよく検討され、期待以上の成果が得られたものとして高く評価できる。

今後、量産化技術、コストダウン、用途開発が大きな課題といえる。LED 照明に対するコストメリットがまだ明確にされておらず、今後の普及のためにユーザーのニーズをとらえる取り組みと目標設定が必要である。

さらに、有機 EL ならではの照明の実際例などをユーザーに広く示してゆくような取り組みが必要でかつ効果的であると考え。展示会やマスコミを大いに利用した宣伝活動を進めてほしい。

(1) 目標の達成度と成果の意義

〈肯定的意見〉

- ・効率を基準とした成果では、目標以上の進展がなされていると高く評価できる。また寿命の伸びが著しいことは、有機 EL 照明の応用を進める大きな原動力となる成果である。フレキシブル基板を用いたデバイスでは、特性や応用分野の広がりに関して、当初予期し得た以上のめざましい進展がみられる。中間評価の時期に比べて応用上の明確なターゲットが示されており、今後の進展が大いに期待される。
- ・成果は目標を達成しており、将来的に市場の拡大あるいは市場の創造につながることを期待できる。また、蛍光灯、LED など、他の競合技術と比較して、照明装置としての優位性は乏しいが、塗布技術やフレキシブル化の点での独自性はある。
- ・世界トップレベルの性能目標を達成し、効率、寿命においては蛍光ランプを上回る可能性が見えてきた。
- ・材料から主要部材、生産技術にまたがる階層的な開発が進められ、一部項目を除いて目標が達成され、量産化に対応する技術がほぼ確立している。他チームにおいては、異業種間で有機的な連携がなされ、その結果として各階層において高い技術を開発し、さらにこれらをサポートする重要な知財が創出されており、こちらも上記と同様高く評価できる。
- ・日本の照明産業の将来を担う重要な開発であり、技術的に高い目標を達成したことは、高く評価できる。
- ・有機 EL の 2 グループにおいて、目標を達成できたことは評価できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・LED 照明に対するコストメリットがまだ明確にされておらず、今後の普及のためにユーザーのニーズをとらえる取り組みと目標設定が必要である。

〈その他の意見〉

- ・LED にできない、有機 EL ならできるといふ応用分野を明確に示す必要がある。曲がる、というだけで一般ユーザーがどれだけメリットを感じるかは不明である。
- ・塗布技術を用いた有機 EL 照明に積極的に取り組むため、中間段階での追加目標の設定が望まれた。
- ・他国は国家プロジェクトとして今後も取り組んでゆく予定であり、できるだけ有機エレクトロニクス産業の競争力強化のために、成長戦略の一環として NEDO も尽力していただきたい。

(2) 成果の普及

〈肯定的意見〉

- ・その開発において極めて多数の知財を創出し、PCT を含めた海外出願も多数なされている。
- ・LED 照明の実用化が先行する中での商品化の出口戦略もよく検討され、量産工場の立ち上げも進んでいることから、期待以上の成果が得られたものとして高く評価できる。

〈その他の意見〉

- ・有機 EL ならではの照明の実際例などをユーザーに広く示してゆくような取り組みが必要でかつ効果的であると考え。展示会やマスコミを大いに利用した宣伝活動を進めてほしい。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し及び取り組みについて

〈肯定的意見〉

- ・異分野の企業がそれぞれの特徴を活かした取り組みを行い、総合的な成果が得られたものといえる。今後もこのような取り組みを積極的に進めて行くことが望ましい。
- ・蒸着技術による有機 EL の性能改善は顕著な成果であり、本事業に留まらず、周辺技術、社会的効果、人材育成効果の点で寄与しており、付加的に評価できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・蒸着技術を用いた有機 EL 照明については、再度の実用化・事業化に向けての姿勢および計画が明確になっていない。次の目標設定については、発光効率 200 lm/W を目指しているが、効率だけで決まる訳ではなく、多面的な検討が必要である。

〈その他の意見〉

- ・成果はほぼ目標を達成しており、その成果に基づいて新たな市場を創造し始めている。成果は世界最高水準であり、投入された予算に見合った成果が得られたと判断できる。事業を中断したグループについても、本プロジェクトで、今後の協力体制を構築できたことは大きい。近い将来、その体制を基軸に、実用化・事業化に至ることを期待したい。

- 量産化技術、コストダウン、用途開発が今後の大きな課題といえる。
一般照明用途としては、物の見え方、色の質（R9改善など）が課題。
- これまで、白熱灯、蛍光灯、HIDと各種ランプが、それぞれの特徴を活かして一般照明分野で併存してきた。照明器具メーカーにとっても、使える光源の種類が多くなることは歓迎すべきことである。有機ELも、その特徴を活かした器具デザインにより、車載、建材分野だけでなく、一般用途への展開も期待したい。
一般照明用途で、海外を考えるなら低色温度タイプが必須。
- 近年、LED照明の実用化と性能向上により、有機ELの実用化の時期が3、4年遅れる見通しが出てきた。実用化のためには更に高い性能（130lm/W → 200lm/W）を出すことが、本事業の結果で判明した。有機EL照明の事業化に向けてより高い性能が達成できるよう、今後の企業の努力に期待したい。

2. 3 戦略的国際標準化推進事業

マーケットの視点に立ち、よりグローバルな視点で照明の国際標準化に向けた取り組みを本プロジェクトで推進できたことは意義深い。国際標準化の委員会において、LED 照明、有機 EL 照明に特有の評価手法が必要であることを提言し、分科会等において、我が国がリーダーシップを示すためのポジションを得たことは大きく評価出来る。

今後、標準化の取り組みを継続していかなければ意味がなく、日本が先導的役割を果たすよう取り組んでほしい。また、他国の状況や取り組みがどのような現状にあるのか、十分考慮しておく必要もある。

色再現性の標準化を進めることは大切だが、人体や健康への影響を多面的に評価・解析し、その結果を技術開発目標値の二次的因子として意識する必要がある。また、それらは国、地域、人種にも依存するため、国際標準化と共に、グローバル化の中での照明装置の普及に向けた、評価方法の検討も必要である。

〈肯定的意見〉

- ・本プロジェクトが当初、LED、有機 EL の技術レベルをあげることに主眼が置かれていたが、中間評価後によりマーケットの視点に立ち、よりグローバルな視点で照明の国際標準化に向けた取り組みを国プロとして推進できたことは大変意義深い。
- ・国際標準化の委員会において、LED 照明、有機 EL 照明に特有の評価手法が必要であることを提言し、分科会等において、我が国がリーダーシップを示すためのポジションを得たことは大きく評価出来る。
東芝チームは大局的な観点からの評価手法の確立に努めており、その取り組みについては特に評価したい。感性評価、グレア評価に関して外国出願がなされており、国際標準化における戦略的な姿勢も大いに評価出来る。
- ・技術の現状にかなう明確な目標が設定されており、またそれが達成されていると考えられる。我が国主体で標準化が進むことの意義は大きい。
明確な戦略を持った具体的な取り組みがなされており、戦略的に効果的な工夫がなされている。
すでに具体的な成果につながると考えられる成果が見えており、今後の進展が期待される。
- ・JIS に準拠して高速計測を可能とする独自の配光測定装置を開発しており、その成果を規格化に向けて発信していることは評価できる。
- ・欧米に比べて遅れていた分野であるが、官民一体の事業として取り組まれたことの意義は大きい。
CIE への提案活動、TC の立上げなどの成果をだした。
ハード面だけでなく、物の見え方指標や、薄明視の研究などソフト面での成果も評価できる。
- ・国際標準化において、日本が先導的役割を果たすことはいろいろな面から極めて重要である。その一方で、アカデミックでも企業でもなかなか評価の対象にならない可能性が高く、さらには、片手間でできるものでもないであろうことから、どのように国として取

り組んでいくのかは、難しい部分があると思われる。その意味で、今回、まず、本プロジェクトで国際標準化に取り組んだ、そのこと自体を評価したい。さらには、本取り組みの中で、日本が重要な位置を占めつつあり、その意味でも高く評価できる。

- ・国際標準化は産業の競争力を高めるためには重要であり、参画されていることは高く評価できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- ・他国の状況や取り組みがどのような現状にあるのか、他国でも積極的な取り組みがなされているのであればそれに対する対策はどうなっているのか、本成果はどこが違うのか、どこに特徴があるのか、といった点に関して報告がなかった。おそらく十分な取り組みがなされているのだと期待するが、十分考慮しておくべき事柄である。

- ・LED 照明、有機 EL 照明の開発事業と国際標準化への取り組みが独立的に実施されており、全体事業の中での位置づけが不明確である。標準化チームと技術開発チームの連携・協力なども検討すべきである。

色再現性の標準化を進めることは大切だが、人体や健康への影響を多面的に評価・解析し、その結果を技術開発目標値の二次的因子として意識する必要がある。また、それらは国、地域、人種にも依存するため、国際標準化と共に、グローバル化の中での照明装置の普及に向けた、評価方法の検討が必要である。

国際標準化に向けて、活動実績は挙げているものの、今後の見通しについては十分な見通しが立っていないように思われる。

- ・公正で適切な競争市場構築には、測光技術の向上と JNLA 試験所の整備が必須。海外でも、LED 照明の質の向上が強く要望されており、評価技術、測定方法の開発に加え、公的試験所の整備が大きな課題である。また、人材の育成も今後の課題と考える。

〈その他の意見〉

- ・高く評価できるが、今、現状は取り組みが始まったばかりであり、この取り組みを継続していかなければ意味がない。その点、経済産業省の標準化プログラムとして進めるとのことであるので、日本が先導的役割を果たすよう、継続的に取り組んでもらえればと考える。

- ・国際的な競合関係を持つ取り組みであるので、交渉の技術など内容とは異なる次元での取り組みも必要であり、折角の現在の取り組みと成果が実を結ぶ努力を総合的に進めてほしいと願う。

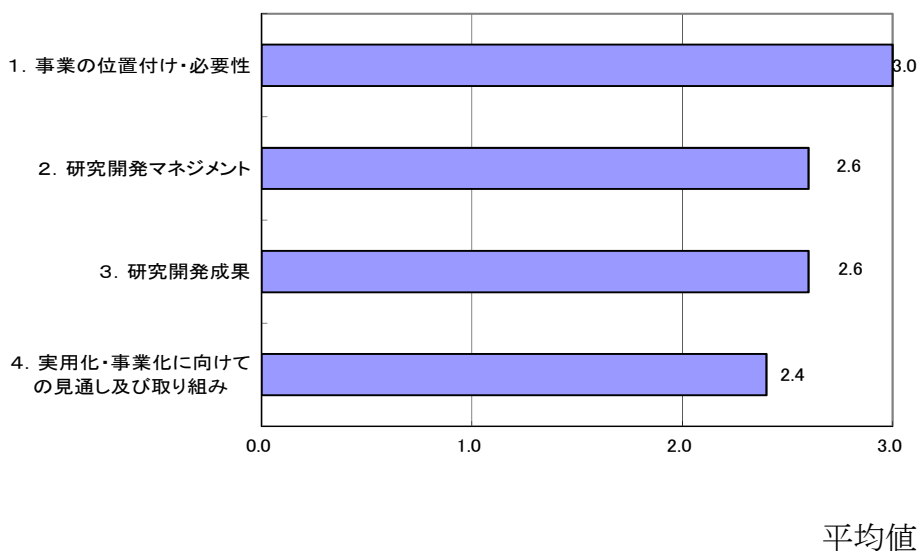
- ・本国際標準化に対する事業は、LED、有機 EL 照明が安全かつ健全に普及するためには不可欠であるとともに、様々な企業、大学、官庁の連携が必要となる。今後も、政策として国のリーダーシップにより精力的に進めて頂きたい。

- ・評価手法の樹立において、実験的な手法に基づいた提案がなされているように見受けられるが、本来、光学理論の面からの提案とその実験による検証というアプローチを取るべきでは無かろうか。本事業成果に基づいて継続的な標準化の体制が作られているが、その中に理論的検討を進めるチームが加わるものと期待したい。

- ・LED と有機 EL 照明機器製品への性能表示の標準化についても、日本からも発信してゆくべきと考える。世界的に中国製などの LED 照明機器の粗悪品が大量に出回っている原因のひとつは、世界的な表示の標準化が全くなされていないからであり、産業の発展のためにご尽力いただきたい。

3. 評点結果

3. 1 プロジェクト全体



| 評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | | | | |
|------------------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3.0 | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 2.6 | B | B | A | A | A | A | B | B |
| 3. 研究開発成果について | 2.6 | B | B | A | A | A | A | A | 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 | 2.4 | B | B | A | A | A | 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

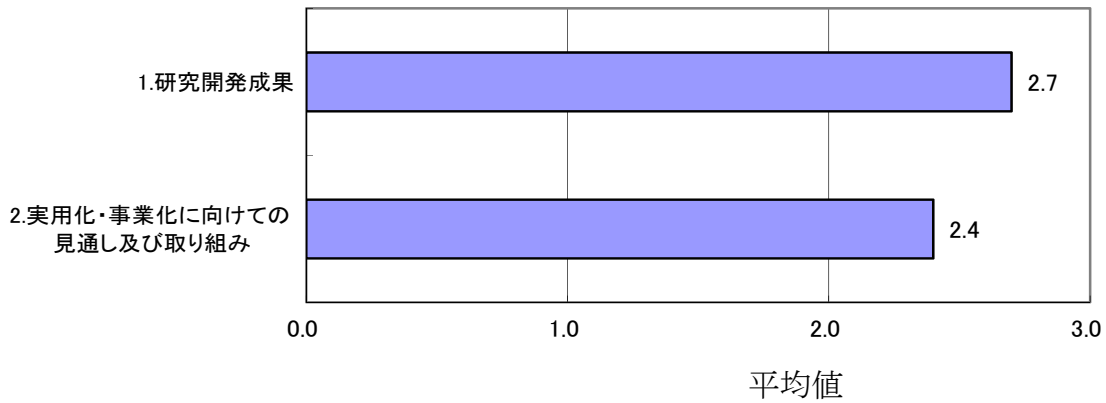
- | | | | |
|----------------|----|-----------|----|
| ・非常に重要 | →A | ・非常によい | →A |
| ・重要 | →B | ・よい | →B |
| ・概ね妥当 | →C | ・概ね妥当 | →C |
| ・妥当性がない、又は失われた | →D | ・妥当とはいえない | →D |

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

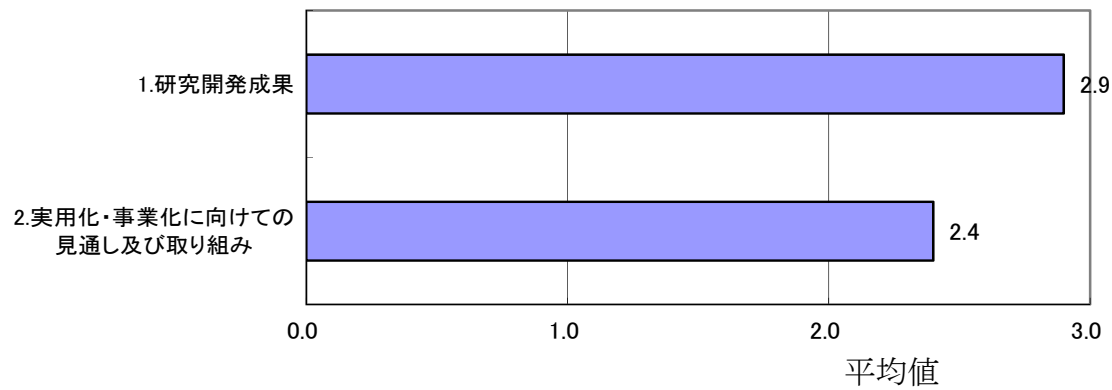
- | | | | |
|-----------|----|----------------|----|
| ・非常によい | →A | ・明確 | →A |
| ・よい | →B | ・妥当 | →B |
| ・概ね適切 | →C | ・概ね妥当であるが、課題あり | →C |
| ・適切とはいえない | →D | ・見通しが不明 | →D |

3. 2 個別テーマ

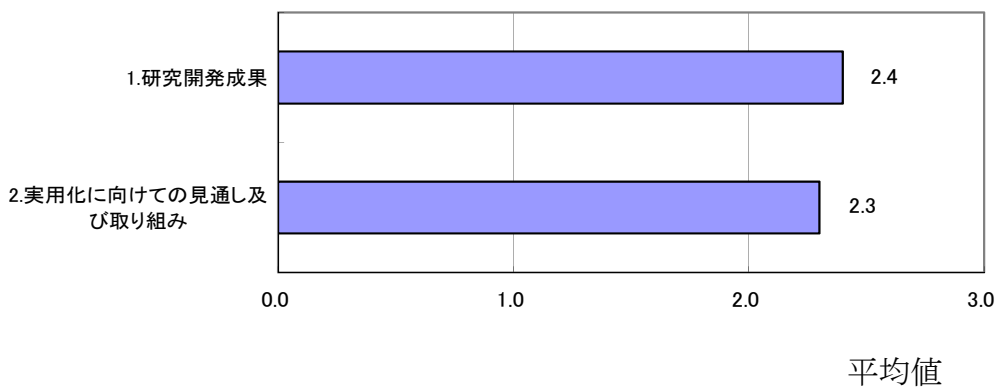
3. 2. 1 LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発



3. 2. 2 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発



3. 2. 3 戦略的国際標準化推進事業



| 個別テーマ名と評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | | | | |
|------------------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.7 | B | A | A | A | A | A | A | B |
| 2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて | 2.4 | B | B | A | B | A | A | A | B |
| 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.9 | A | B | A | A | A | A | A | A |
| 2. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて | 2.4 | B | B | A | A | A | B | B | B |
| 戦略的国際標準化推進事業 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.4 | B | B | A | B | B | A | A | A |
| 2. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて | 2.3 | C | B | A | B | B | A | A | A |

(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

- A
- B
- C
- D

2. 実用化（・事業化）に向けての見通し及び取り組みについて

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・見通しが不明 →D

第2章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「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」

事業原簿（公開）

| | |
|-----|--|
| 担当部 | 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 電子・材料・ナノテクノロジー部 |
|-----|--|

—目次—

| | |
|-------------------------------------|---------|
| 概 要..... | i |
| プロジェクト用語集 | iv |
| I. 事業の位置づけ・必要性について | I -1 |
| 1. NEDO の事業としての妥当性 | I -1 |
| 1.1 社会的背景 | I -1 |
| 1.2 政策的な位置づけ | I -1 |
| 1.3 実施の効果（費用対効果） | I -2 |
| 1.4 NEDO が関与する意義..... | I -4 |
| II. 研究開発マネジメントについて..... | I -1 |
| 1. 事業の目標..... | II -1 |
| 2. 事業の計画内容 | II -1 |
| 2.1 研究開発目標 | II -1 |
| 2.2 研究開発マネジメント戦略..... | II -6 |
| 2.3 研究開発計画 | II -8 |
| 2.4 研究開発実施の事業体制 | II -9 |
| 2.5 実用化・事業化に向けたマネジメント..... | II -10 |
| 2.6 情勢変化等への対応..... | II -14 |
| III. 研究開発成果について | III -1 |
| 1. 目標の達成度と成果の意義..... | III -1 |
| 2. 知財権等の取得状況..... | III -3 |
| 3. 成果の普及 | III -4 |
| IV. 実用化・事業化にむけての見通し及び取り組みについて | IV -1 |
| 1. 成果の実用化・事業化の見通し..... | IV -1 |
| 2. 波及効果..... | IV -1 |
| 添付資料 | 添付資料-1 |
| 新成長戦略（抜粋）（2009年12月） | 添付資料-1 |
| エネルギー基本計画（2010年6月）（抜粋） | 添付資料-2 |
| 基本計画 | 添付資料-3 |
| 技術戦略マップ（分野別技術ロードマップ） | 添付資料-19 |
| 事前評価関連資料..... | 添付資料-23 |

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 25 年 7 月) 栗原 廣昭、高井 伸之 (平成 25 年 8 月～平成 26 年 2 月) | | |
| 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。家庭でもオフィスで使用され、電力消費量の高い照明の省エネルギー化による効果は高いと予測されている。白熱電球や蛍光灯等の従来照明を、発光効率の高い次世代照明である LED 照明や有機 EL へ置き換えることにより、照明分野での省エネルギー化や高機能化が期待できる。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技術の開発により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 | 技術革新が必要な分野で大規模投資が必要とされる等開発リスクが高いながら、日本が誇れる研究分野といえる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 (照明器具レベルで 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、次世代照明の早期実用化事業化を図る。 | | | | | | |
| 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) | (447) | (272) | (240) | 2,932 |
| | (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) | (345) | (354) | (295) | 2,119 |
| | (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) | | (1,140) | (297) | (395) | (313) | 2,554 |
| | (2) 有機 EL 照明 高効率・高品質化-2 (塗布法) | | (802) | (310) | (395) | (313) | 1,897 |
| | (3) LED 照明 国際標準化技術開発 | | (69) | (50) | (60) | (50) | 229 |
| (3) 有機 EL 照明 国際標準化技術開発 | | (40) | (20) | (20) | (10) | 90 | |

| 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 | 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) | — | 109 | 1,469 | 1,611 | 1,183 | 4,372 |
| | 加速予算 (成果普及費を含) | — | 305 | | 244 | | 549 |
| | 総予算額 (実績) | 5,821 | | 1,469 | 1,855 | 1,183 | 10,328 |
| 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、豊田合成 (株) エルシード (株)、名城大学 パナソニック (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 (株)、東芝 (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> <ul style="list-style-type: none"> ●加速による研究成果の向上：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、2010 年 (平成 22 年) 6 月に、製造プロセス技術を保有するパナソニック株式会社、長州産業株式会社の一環製造プロセス技術開発に対して加速資金を 305 百万円、2012 年 (平成 24 年) 11 月にタツモ株式会社のパターンエッチングを省略する塗布製造プロセス技術開発に対して加速資金を 104 百万円投入して目標の高度化 (コスト：0.3 円/1m・年を 0.24 円/1m・年に目標向上) を行った。また LED 照明の GaN 結晶成長の生産性向上のため、株式会社イノベーションセンターの再委託先の株式会社リコーの針状結晶太系径化技術に対して加速資金を 140 百万円投入して生産性の向上を図った。 ●状況に応じた体制強化：名大・阪大チームに対して P J 終了御の実用化事業化の実現のため、再委託先として株式会社リコー、委託先として豊田合成株式会社を参画させた。LED 照明の本研究開発後、平成 23 年 6 月にリコー (株) に再委託先として、平成 25 年 7 月、事業化の豊田合成 (株) に委託先としてプロジェクト参画させプロジェクト終了後の速やかな実用化・事業化が実現できるよう体制強化した。 ●P J 終了後のフォローアップ：LED 照明と有機 EL 照明の国際標準化に必要な測光方式の研究開発活動及び連携した国際標準化活動が P J 終了後も継続して実施できるようにオールジャパンの国内体制を構築した。 | | | | | | |
| 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 | | | |
| | 中間評価 | 平成 23 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 | <p>研究開発項目①「LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」</p> <p>(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、最終目標の LED モジュールで発光効率 200 lm/W 以上、照明器具で 130 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。</p> <p>(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。</p> <p>研究開発項目②「有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」 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て世界で初めて発光面積 100 cm² 以上で発光効率 130 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機 EL 照明の性能が達成できることを検証した。同時に、有機 EL 照明の普及に重要である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 製造プロセス技術を開発して、製造プロセスに要求される条件を明確にした。</p> | | | | | | |

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| | <p>研究開発項目③「戦略的国際標準化推進事業」</p> <p>(a) LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発 LED 特有の特性を測定するために必要とされる測定方法に絞って、研究開発を実施した。具体的には、LED 器具配光測定、薄明視の測定、グレア測定についての方式の検討、評価実証、測定上の課題を明確にした。その成果は国内の国際標準化の代表機関に引き継ぎ、日本からの国際標準化提案に活用できるようにした。</p> <p>(b) 有機 EL 照明に関する標準化 有機 EL 照明特有の特性として従来にはなかった面発光光源を測定するために必要とされる測定方法に絞って、研究開発を実施した。具体的には、色均一性評価方法、光束維持率測定（有機 EL 照明の寿命測定）、配光測定についての方式の検討、評価実証、測定上の課題を明確にした。その成果は、LED と同様に国内の国際標準化代表機関に引き継ぎ、日本からの国際標準化提案に活用できるようにした。</p> | |
| | 投稿論文 | 122 件 |
| | 特 許 | 「出願済」782 件（うち国際出願 210 件） |
| | その他の外部発表 (プレス発表等) | 607 件。(フランクフルト Light+Building2010 展示会出展 (平成 22 年 4 月) など) |
| IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて | 計画終了後は本技術開発の成果に基づき、LED 照明及び有機 EL 照明を一般照明のみならずフレキシブル照明等、高輝度照明分野等新規市場創出に向けて平成 26 年度から速やかに実用化・製品化を予定。 | |
| 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) 平成 24 年 3 月 改定 (中間評価結果を反映) |

プロジェクト用語集

| 用語 | 説明 |
|--------------|---|
| 有機 EL 素子 | 発光を伴う物理現象を利用した有機発光素子であり、有機発光層内に注入されたホールと電子の再結合によって発光を生じるもの。有機 LED、OLED(Organic Light Emitting Diode) とも称される。陽極と陰極の間に数十～数百 nm の有機薄膜を備えた構造であり、一般的な構造として、ガラス基板／透明電極（陽極）／ホール注入層／ホール輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／金属陰極などが知られている。 |
| 発光ユニット | 例えば、ホール注入層・輸送層／発光層／電子輸送層／注入層から形成される有機 EL 素子の構成。 (発光ユニットを電極間に形成すると、一般的な有機 EL 素子として機能する。) |
| マルチユニット素子 | 陽極と陰極との間に、複数の発光ユニットを備える素子。 <ul style="list-style-type: none"> ・発光ユニット間には、発光ユニットを電気回路的には直列に接続する機能を果たす中間層が設けられている。 ・本構造を取ることで、同一発光ユニットを2つ備えるマルチユニット素子の場合、一定電流を流した時の発光強度が約2倍、駆動電圧も約2倍、となり、低電流でも高輝度を得ることが可能となる。また、同一発光強度を得るための電流量を半減できるために、長寿命化が可能である。 ・異なる発光色のユニットを組み合わせることで、混色が可能である。 ・薄膜を積層した光学多層構造であるため、光学設計は複雑化する。 他に、タンデム素子、マルチフォトン素子 とも称される。 |
| 中間層 | マルチユニット素子において、発光ユニット間に挿入され、両発光ユニットを電気回路的に直列接続する機能を果たす層。光が透過するため透明性が高く、また熱的・電氣的に安定性が高いことが必要である。 |
| 輝度 | 面状の光源がある方向に単位立体角あたりに放射する光の光源における単位面積あたりの明るさ。単位はカンデラ毎平方メートル (cd/m ²) 。 |
| 平均演色評価数 (Ra) | 基準光源による色彩の再現の忠実性を指数で表したもので、原則として100に近いほど演色性が良いと判断される。JIS(日本工業規格)で定められた基準光との比較の上で測定対象となる光源が、演色評価用の色票を照明したときに生じる色ずれを指数として表した演色評価数(R1~R15)の内、R1~R8を平均したもの。 |
| 量子効率 | 電流(エレクトロン)から光(フォトン)への変換効率 |

| | |
|----------------------|--|
| 発光効率 | <p>光源の効率を評価する指標であり、光源に投入する電力 (W) に対する光源から発する光束 (lm) で表し、単位は、単位電力あたりの全光束 1m/W (ルーメン毎ワット) で表す。量子効率とは、白色光の原理的な変換効率 (約 240lm/W) を用いて、下記式で関連づけられる。</p> <p>なお、下記式中の電圧ロス率とは、理論的限界駆動電圧 (約 2.7V) と実駆動電圧の比である (=2.7/実駆動電圧)。</p> $\text{発光効率 (lm/W)} = \text{量子効率} \times (1 - \text{電圧ロス率}) \times 240 \text{ (lm/W)}$ |
| 輝度半減寿命 | ある輝度で発光させた有機 EL デバイスの初期輝度が半減するまでの時間。なお初期の輝度が半分になる時間を L50 半減寿命と言い、70%になる時間を L70 半減寿命と言う。 |
| 保管寿命 | 規定の条件で保管する場合の故障寿命 |
| ホスト | 発光層を構成する主材料であり、主として電荷輸送と、再結合エネルギーのドーパントへのエネルギー移動を司る。 |
| ドーパント | 発光層を構成する副材料・発光材料であり、発光を司るとともに、電荷輸送も一部担う。 |
| ITO | インジウムスズ酸化物 (Indium Tin Oxide)。 スパッタ法等によって成膜され、 $10^{-4} \Omega \text{cm}$ 程度の比抵抗を有する透明電極として使用される。 |
| IZO | インジウム亜鉛酸化物 (Indium Zinc Oxide)。 スパッタ法等によって成膜され、 $10^{-4} \sim 10^{-3} \Omega \text{cm}$ 程度の比抵抗を有する透明電極として使用される。 |
| インピーダンス分光法 | 微小正弦波電圧信号を素子に印加し、その応答電流信号の振幅と位相からインピーダンスを算出し、印加電圧信号の周波数の関数としてインピーダンススペクトルを得る測定法。有機 EL 素子の有機層を、抵抗や静電容量などで表現した等価回路を決定することが可能となり、動作解析や劣化解析に有用である。 |
| スパッタ | 金属表面に高エネルギー粒子を当てると金属表面から原子が飛び出すこと。 |
| スパッタリング | 真空チャンバー内に薄膜としてつけたい金属をターゲットとして設置し、高電圧をかけてイオン化させた希ガス元素や窒素を衝突させることにより、ターゲット表面の原子がはじき飛ばされ、基板に到達して膜が形成される金属成膜技術。 |
| NPD (α -NPD) | 有機 EL に用いられるホール輸送材料。 以前から使用されてきた比較的シンプルかつ性能にも比較的優れた材料の一つであり、さらに分子構造を改良することによって、より優れたホール輸送材料も開発されている。 |
| スリットコート | 固形分が溶解または分散した塗布液を、スリットノズルから移 |

| | |
|---|---|
| | 動する基板上に均一に塗布し、乾燥して薄膜を得る成膜方法。 |
| スリットノズル | 前記スリットコート装置に備えられている塗布液吐出口。 |
| メニスカス | ノズル-基板間に形成される液膜。 |
| CAE | Computer-aided engineering / experiment の略。 コンピュータを使用した設計あるいは実験。 |
| ホットウォール | 成膜対象物質の蒸発温度以上に加熱した壁面。 蒸着源で気化された成膜対象物質は、ホットウォールの壁面に衝突するため飛散方向が制限され、かつ壁面温度が高いため、基本的には弾性衝突（あるいは付着-最蒸発）によって壁面には付着しない。 この結果、成膜レートおよび材料使用効率を大幅に向上させることが可能。 |
| インラインプロセス | 対象物を移動させながら対象工程（本研究の場合は蒸着）を行う方法。対象物を停止させ作業を行う（バッチプロセス）に対して、作業性が高い。 |
| 膜厚プロファイル | 領域内に形成された膜厚の分布。 |
| 蒸着 | 金属や酸化物などを蒸発させて、素材の表面に付着させる薄膜を形成する方法の一種。 |
| モフォロジー | 有機 EL の分野では、電極上に形成された薄膜層の膜質およびその代替としての表面形状を意味することが多い。 |
| インライン蒸着 | 基板をライン状に並んだ複数の蒸着源に沿って移動させることによって、連続的に蒸着する方法。一般的に用いられているクラスター型蒸着プロセスに対して、以下の特徴を有する。 ・複数の基板に対する連続的な成膜が可能であるために、処理能力が高い。 ・大面積基板に適用する際に、より高い材料使用効率を実現しやすい、蒸着源には、幅方向の均一成膜性が求められる。 ・一定の構造の有機 EL 素子を連続的に生産することに適する。 |
| | <p>The diagram illustrates two evaporation processes. On the left, the 'インライン型蒸着プロセス' (In-line evaporation process) shows a series of rectangular substrates arranged in a line, moving from left to right as indicated by an arrow. A single evaporation source is positioned above the line. On the right, the 'クラスター型蒸着プロセス' (Cluster evaporation process) shows multiple rectangular substrates arranged in a cluster, moving from left to right. A central evaporation source is positioned above the cluster. Labels with arrows point to the '基板の動き' (substrate movement) and the '蒸着源を備えた真空蒸着室' (vacuum evaporation chamber with evaporation source).</p> |
| 封止 | 金属やガラスなどを用いて有機 EL デバイスへの水分や酸素の進入を抑制し、有機 EL の劣化を防ぐこと。 |
| OLLA (high brightness Organic Light emitting diodes for ICT & | 2004 年 10 月～45 ヶ月間実施された欧州の有機 EL 照明開発プロジェクト名称。 第 6 次フレームワーク (FP6。EU の最大の研究開発支援制度： |

| | |
|---|---|
| Lighting Applications) | 2002～2006年)の支援を受けたもの。 本プロジェクトの目標は、照明用高輝度高効率有機ELの開発と、照明としてのデモンストレーションである。 |
| OLED100 | 2008年9月～36ヶ月間実施中の欧州の有機EL照明開発プロジェクトの第7次フレームワーク(FP7)の支援を受けたもの 本プロジェクトの目標は、欧州に於ける主照明としての高性能有機ELのすべての要素技術を開発すること。 |
| OPAL (OPAL2008) (Organic Phosphorescent lights for Applications in the Lighting market 2008) | 1cm ² あたり数ユーロを実現できる、高性能白色有機ELの製造技術の開発を目標とするドイツのプロジェクト名称。 German Ministry of Science and Technology (BMBF)が支援している。 |
| 黒体軌跡 | 黒体(完全放射体)というエネルギーを完全に吸収する理想的な物体は、温度が上昇していくと、発する光の色が赤→黄色→白と変化していく。このときの絶対温度T(K)を色温度という。又、この温度と色の軌跡を黒体軌跡という。 |
| 配光 | 照明器具又は光源より発した光の空間分布を称して配光という。 |
| 発光素子 | 電気エネルギーを光に変換することで表示する素子のこと。 |
| EQE | 外部量子効率の略。 |
| RtoR | ロール・ツー・ロールの略。 |
| チップ | GaN基板上にエピタキシャル成長法により形成した励起用発光素子。 |
| デバイス | チップを実装用基板上に固定し、必要な配線と蛍光体を設置し白色発光可能としたもの。 |
| ランプ | デバイスに反射/透過光学系、通電用リード線等を設置し、商用電源に接続すると使用可能となる電球状の灯具のこと。 |
| 器具 | LEDランプと組み合わせた照明装置。 |
| アスペクト比 | 一般的にはある対象物について、X、Y、Z軸のうちの2つの軸における長さの比のこと。 |
| GaN | 窒化ガリウム |
| Naフラックス法 | Ga-Na混合融液に窒素ガスを溶かし込むことで、液中でGaN単結晶が成長する。Gaのみでは1万気圧以上の高圧が必要であった溶液中でのGaN単結晶育成が数十気圧程度で可能になる方法。 |
| アモノサーマル法 | アモノサーマル(Ammonothermal)法 超臨界アンモニアにGaNを溶解・析出させることでGaN結晶を育成する方法。結晶析出にはアルカリ性、もしくは酸性の鉍化剤を溶液に溶解することが必要である。アルカリ性鉍化剤では4000気圧以上、酸性鉍化剤では1500気圧以上の高圧条件が必要 |

| | |
|--------------|---|
| | となる。 |
| エピタキシ成長法 | 結晶成長の方法として、固相結晶を基板の配向性を維持させながら晶出させる方法。 |
| LPE 法 | 液相エピタキシ(Liquid Phase Epitaxy)法 結晶成長の方法として、溶液から固相結晶を基板の配向性を維持させながら晶出させる方法である。気相成長などに比べ成長速度が速く、また熱平衡に近い条件で結晶成長させるため厚膜化しても結晶性の低下が小さいなどの特徴を持つ。 |
| HVPE 法 | HVPE (Hydride Vapor phase Epitaxy) 法 バルク GaN 結晶育成方法としては最も広く研究されており、試験的に出荷されているものはこの方法で育成されたものである。基本原理は以下の反応式で表される。 $\text{GaCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{GaN} + \text{HCl} + \text{H}_2$ この反応では、GaCl ガスと NH ₃ ガスがサファイア等の基板上で反応することで GaN 結晶が成長する。サファイア基板上に成長した GaN 結晶は、その後サファイアと分離させ、研磨することで単体の GaN 基板となる。 |
| MOVPE 法 | 有機金属化合物気相エピタキシャル成長法 (Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy) といい、原料として有機金属化合物およびガスを用いた結晶エピ成長方法、及びその装置である。 |
| 内部量子効率 (IQE) | LED に電流を流すことによって発生する電子と正孔の対は、光を放射して再結合するか、結晶中に存在する欠陥を介在して光を放射しないか、あるいは別な波長もつ光を放射して再結合する。内部量子効率はこの電流となる電子と正孔の対が、どれだけ目的の波長をもった光を放射して再結合するかの割合を示す。したがって、この値は、結晶中の欠陥の濃度や発光機構などの材料の物性によって決まり、100%が理想的な値となる。実用レベルでの LED では、10%以上の内部量子効率が要求される。 |
| ナノワイヤ | 太さ数 nm～数十 nm の単結晶半導体ワイヤを特にナノワイヤと呼ぶ。基板にマスクパターンを施し、一部に大きさ数 nm～数十 nm の穴をあけて成長させる方法や、自然に形成される結晶成長核を利用して成長させる方法、大きさ数 nm 程度の金属などの微粒子触媒を用いて成長させる方法などがある。 |
| ワイヤボンド実装 | 半導体チップの電極部とリードフレーム及び基板上の導体などを細いワイヤを用いて接続実装する方法。 |
| フリップチップ実装 | チップ表面上に突起電極(バンプ)を形成して、直接配線基板上の端子電極と接合するフェイスダウン方式の実装であり、ワイヤーボンド方式に比べ小型化できる特徴がある。 |

| | |
|---------|---|
| XRD 法 | X 線回折法 (X-Ray Diffraction)。単一波長の X 線を結晶に照射し、結晶格子で回折を起こす現象を利用して結晶構造を調べる方法。結晶内部の原子配列や、格子面間隔等を精密に調べることができ、照射 X 線の平行性を上げると共に、照射面積を狭小化することによって、微小部での結晶格子の歪分布などを調査する。 |
| エッチピット法 | 化学薬品等の腐食・溶解作用により物質表面をエッチングする技術を利用して、結晶転位（結晶欠陥）の位置を調べる方法。結晶表面に存在する結晶転位の部位では、転位の無い部位に比べて結晶格子の歪みや電氣的不均一性によりエッチング速度が異なり、結果として窪みのような形状が形成され、この窪みをピットと称している。 |
| TEM 観察 | 透過電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope)：電子を高電圧で加速させて薄片化した試料に照射し、試料を透過した電子や散乱された電子を結像させて結晶構造や組成を観察する方法。試料に結晶転位などの格子欠陥が存在すると、結晶格子に歪み場が生じ、転位の無い部位と透過電子の回折の仕方が異なる。この電子回折の差による回折コントラストを利用して転位の構造を調べることが出来る。 |
| SSL | Solid State Lightng の略。半導体照明。LED、有機 EL 照明が含まれる。 |
| CIE | 国際照明委員会の略称。光源の視力に与える影響や物理的測定方法等の研究及び国際標準化を推進する組織。 |
| TC | Technical Meeting の略。国際標準化を議論する CIE 内に設置される技術委員会。 |

I. 事業の位置づけ・必要性について

1. NEDOの事業としての妥当性

1.1 社会的背景

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、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。我が国において照明用途でのエネルギー消費量は国内ではオフィスの全電力消費量の約24%、家庭の全電力消費量の約14%、これをCO₂排出量に換算すると照明用途にて国内全体に占めるCO₂排出量の約20%を占める(図I.1.1.1参照)。省エネルギー、CO₂排出量削減という地球規模の課題に影響を与える照明の高効率化を目指した研究開発は、高い公益性を持つものと考えられる。

また日本の国際競争力の低下が指摘される昨今において照明市場のグローバル化に対応した国際産業の復興・新規市場開拓は急務である。

1.2 政策的な位置づけ

政府からは2007年12月、温暖化対策の一環として、発光効率が悪い白熱電球の国内製造・販売を数年以内に中止する方針が打ち出された。本対策と合わせて経済産業省では「新成長戦略」、「エネルギー基本計画」において大幅な省エネ性能の向上が見込まれる高効率なLEDや有機EL照明等の次世代照明によって既存照明(白熱電球、蛍光灯等)を2020年までに流通ベースで100%置き換える目標が設定された。また本目標を達成するのに必要な研究開発の加速、導入支援策、省エネ基準の強化等を通じて、普及拡大を図るという方針が発表された(図I.1.1.2)。

本目標に対して、NEDOでは高効率なLED照明及び有機EL照明を実現するのに重要な次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発の推進を行い、次世代照明の普及を後押しすることを計画化した。

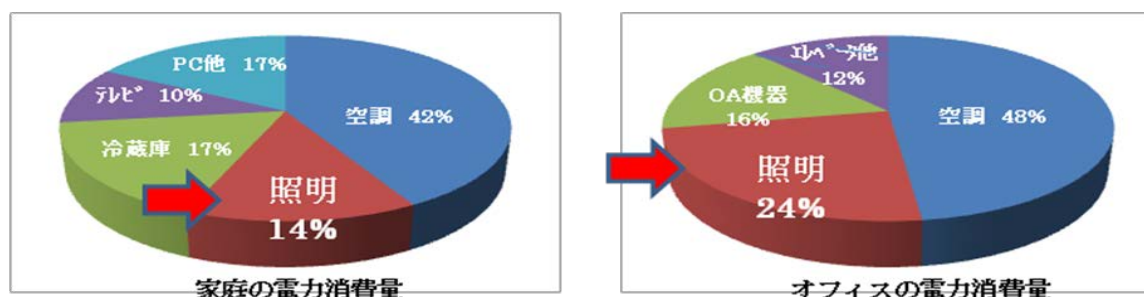
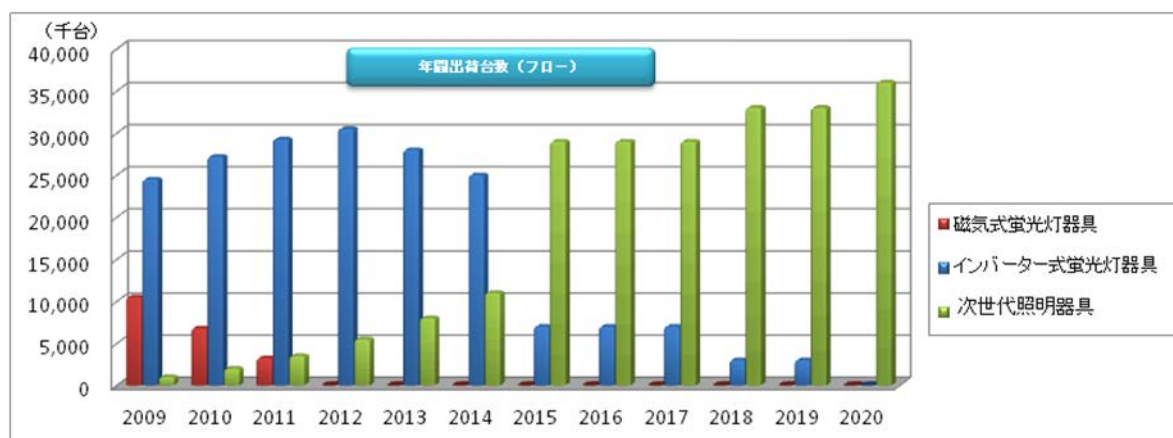


図 I.1.1.1 国内照明の電力消費量グラフ



(2010 経済産業省予測資料より)

図 I.1.1.2 次世代照明の普及シナリオ (2010 経済産業省予測資料より)

1.3 実施の効果（費用対効果）

もし低コストで省エネルギー化を図ることが出来る高性能高品質の次世代照明が実現できれば、その普及が加速することが将来、期待できる。2014年現在の白熱電球、蛍光灯等を含む照明器具市場規模は、国内で6,600億円、海外市場は8兆円と推測されており（『2014 LED 関連市場総覧調査（上巻）』（株）富士キメラ総研より引用）、もし本基盤研究開発により次世代照明の付加価値化を実現して既存照明の置き換えが加速できれば、日本産業の活性化に貢献できる。さらに次世代照明は薄膜、軽量等の特性を生かした新規市場創出による経済効果の期待もある。

2020年の照明器具市場の規模は、国内で6,800億円（出荷台数：68百万台/年）とされているが、世界市場では9.5兆円（出荷台数：2,182百万台/年）の規模と予測される（同『2014 LED 関連市場総覧調査（上巻）』（株）富士キメラ総研より引用）。また既存照明の置換え以外の新市場でも60億ドル（100円/\$換算で6,000億円）の売り上げ規模も予測されている。（米DisplaySearch社予測（2009.3）より引用）加えて、昨今の国内節電対策の需要への対応も大いに期待が高まっている。



図 I.1.3.1 経済産業省 技術戦略ロードマップ 2008（エネルギー分野）より

省エネルギー化の観点では、当初、2020年達成が見込まれていたLED照明の発光効率（LEDデバイスで200lm/W）及び2023年～2025年達成が見込まれていた有機EL照明の発光効率（有機ELデバイスで130lm/W）の技術開発目標を、本研究開発にて7年～10年前倒しして2013年に達成すると想定した場合の効果について試算する（図I.1.3.1参照）。

このような高効率化の実現を前倒しに実施することより、2020年には本プロジェクト成果として、51億kWh（注1）の省エネルギー化が予測される。これは原油換算で、120万k1、CO₂換算で282万トンに相当する省エネルギー効果である。加えて、本プロジェクト成果による次世代照明の性能向上（2009年当時の既存照明の2倍程度の発光効率の向上を想定）により、既存照明の置き換え需要自体が大幅に加速される効果も十分期待できる。

加えて、エコロジーの観点では、LED 照明は無機物、有機 EL 照明は有機物であるため、蛍光灯と異なり、水銀レスで照明を実現できる利点がある。蛍光灯の代替が今後実現すれば、国際的なエコロジー化にも貢献可能である。

(注1) 算出根拠

現在の普及状況より白熱電球、蛍光灯から省エネ効果のある白色 LED 照明、有機 EL 照明への置き換えが、2009 年より立ち上がり、2015 年より年本格化して 2020 年までに既存照明をフローベースで置き換えると想定。(図 I.1.1.2 経済産業省予測より)

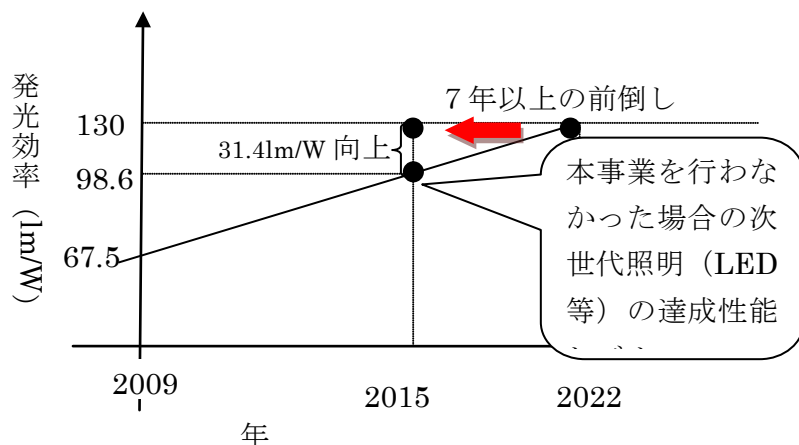
一方、性能面では本研究開発を行わなかった場合、当初 LED 光源 200lm/W (器具効率が 65%として LED 照明器具の発光効率 130lm/W) が研究開発レベルで達成されるのは、2020 年、有機 EL 照明器具 130lm/W が達成されるのは、2000 年～2025 年と予測され(図 I.1.3.1 経済産業省 技術戦略ロードマップ 2008 (エネルギー分野))、その事業化・普及は 2 年後の 2022 年以降と仮定。

本研究開発により次世代照明の発光効率 130 lm/W を 7 年以上前倒して、2013 年に研究開発レベルで達成して 2015 年より事業化・普及することを仮定。当初の 2015 年の事業レベルの白色次世代照明の発光効率を、比例配賦により 98.6 lm/W と仮定。(図 I.1.3.1 及び下図のとおり)

2015 年より 29,000 千台、以降 2020 年まで随時次世代照明が普及して、2020 年の次世代照明の出荷台数を 189,000 千台と仮定。

照明利用の前提として、1 日 10 時間で一般的光束 2320lm にて利用するものと仮定。

(『省エネルギー技術戦略に関する調査「次世代省エネデバイス技術」(平成 20 年 3 月 10 日)』(財) 光産業技術振興協会発行より)



以上から、

本技術開発の省エネルギー効果としては、

$$(a) \quad (2320 \text{ lm} / (130\text{lm/W} - 98.6 \text{ lm/W})) * 10\text{HR} * 365 \text{ 日} * 189,000 \text{ 千台} = 5,097 \text{ 百万 kWh}$$

$$(b) \text{ 原油換算すると、} \quad (a) * 2.36\text{E-}4 = 120 \text{ 万 kl}$$

$$(c) \text{ CO}_2 \text{ 換算すると、} \quad (a) * 0.000555 = 282 \text{ 万トン}$$

1.4 NEDO が関与する意義

日本は2009年の国連気候変動サミットにて、2020年までに1990年比で25%の温室効果ガスを削減するという国際公約を発表したが、本公約を実現することは容易なことではなく、国がリーダーシップをとって省エネルギー問題の抜本的解決に取り組まなければ目標達成は困難な状況にある。加えて東日本大震災の影響により、原子力発電による電力供給抑止等により、抜本的な国内省電力化が強く望まれる状況である。その実現のために経済・社会活動を支えるあらゆる分野で省エネルギー化を図る画期的な技術革新や、技術の導入・普及の促進活動が必要である。

一般照明として普及している白熱電球、蛍光灯を置き換える次世代の高効率照明として世界的にもLEDと有機ELに対する期待が大きい。LEDは点光源として、有機ELは面光源としての特質を有しており（図I.1.4.1）、担う役割が異なる。既存の一般照明の省エネルギー化を図るためには、次世代照明として高効率なLEDと有機ELによる置き換えが必要であり、両照明が既存照明を凌駕する性能、コスト、品質が確保できれば相互補完しながら白熱電球と蛍光灯の迅速な代替普及を進めることが可能である。NEDOでは、照明市場での省エネルギー化、CO₂削減、低消費電力化の促進のために本プロジェクトに取り組む。



図 I.1.4.1 LED と有機EL 照明の棲み分け

本プロジェクトは、次の観点からNEDOが関与する必要性・意義がある。

(1) 公益性

省エネルギー化、CO₂削減、節電対策は国家として取り組まなければならない課題である。照明の効果的な省エネルギー化、CO₂削減、さらに水銀レスによるエコロジー化促進を達成するためには次世代照明の高効率化加速と実用化普及加速を行う抜本的技術開発が望まれる状況にあった。

(2) 国内産業の競争力強化

LED照明は、2009年当初は実用化導入段階にあった。当時の白色LED照明の発光効率は白熱電球を上回っていたが、緑色LED等の一部のLEDを除いては目覚ましい発光効率向上は困難な

状況であった。2009年以降、白色LED照明はサファイア基板ベースで普及が進んだが、サファイア基板ベースの白色LEDの発光効率向上は原理上、白色LEDの発光効率限界がある。その発光効率限界は130～150lm/W（2009年当時の白色LEDの実現効率：60lm/W程度）と想定されるのに対して、特性上、GaN基板による白色LEDの発光効率限界は200lm/W以上（平均演色評価数80前提）が可能であり、サファイア基板の発光効率を超える発光効率が期待できる（注）。

GaN基板は加えて高い放熱性、高い発光均一性等の特性を保有しており品質面でもサファイア基板に比べて優位である。高発光効率が期待されるGaN基板ではあるものの、サファイア基板と比較してコスト面では大きく劣る。GaN基盤ベースのLEDはコストが阻害要因となり普及は困難と考えられた。GaN基板の生産効率が向上して、GaN基板製造コストを低減することができれば、サファイア基板LEDデバイスを凌ぐ低コストLEDデバイスの実現が将来可能と期待される。もしGaN基板のコストの課題が高品質大口径結晶成長技術開発等により解消することができれば、高効率・低コストなLED照明の急速な普及を図ることができ、さらにLED競争で激化する国際的照明市場での普及、産業力育成強化、省エネルギー化の促進に大きく貢献することが可能である。

それに加えて、日本の産業力強化、新市場創出効果も期待される。新しい産業としても、材料、デバイス、照明器具、製造装置等の上流～下流までのレイアに分かれた新たな産業構造創出が考えられる。各産業レイアにて新たな事業化が期待でき、国際的な企業競争が発生することが予想される。

（注）点光源LEDデバイス（LED基板と電極と蛍光体を組み合わせ封止材でパッケージ化した状態のデバイス）を、LED照明器具に加工する際には、面発光させるために光拡散をさせる必要があり、その際に光分散損が発生する。本分散損を65%と仮定した場合、LED照明器具レベルの発光効率は130lm/Wと想定できる。

（3）民間企業ではリスクのある研究開発内容

白色LED照明は実用化が始まったものの、2009年当時、効率化の点では高効率蛍光灯や高効率電球と大きな差がなかった。またLEDの製造コストが全面的普及の阻害要因となっていた。

LED照明の効率化向上のためには、現在利用されているサファイア基板ではなく高効率なGaN基板を適用する必要があるが、まだGaN基板の生成方式自体がまだ確立しておらず、革新的な技術開発が求められた。高効率かつ低コストなLED照明の提供のためには、結晶成長炉等の大規模投資をしてGaN基板のバルク結晶成長方式を確立する必要があるがあった。

一方、面発光光源のため拡散損がほとんどない有機EL照明の発光効率性の高さは周知の事実であるが、まだ研究段階の技術であり有機EL照明の実用化には時間を要した。有機EL照明の発光効率等の性能を大幅に引き上げるためには光取り出し方式、有機発光材料、白色光生成方式、製造プロセスなどの技術的難易度が高い課題を解決する研究開発が必要であり、企業が取り組むには技術的ハードルが高く、国が主導的に低消費電力化技術の開発支援が必要な分野である。

またLED及び有機EL照明の技術開発は日本の企業、大学に散在しており、これらの技術開発を効果的に実施するためには産学官が連携した対応が必要とされた。

本研究開発によって世界に先駆けて高性能の次世代照明を実現することは、省エネルギー化及びCO₂削減に貢献するとともに、新たな高付加価値製品の創出によって、我が国の照明関連産業の活性化、国際競争力強化に貢献することが期待できる。

さらに今後、開発するべき課題の技術的難易度が高く、基盤的要素技術の革新的ブレークスルーが必要であることから照明産業・材料産業・装置産業といった産業間の連携、加えて大学の英知を結集して産学官が連携した共同研究体制で取り組む必要があり、国家プロジェクトと

して NEDO が関与すべきものと考えられる。

表 I.1.4.1 に海外の LED 技術開発プロジェクトとの比較、表 I.1.4.2 に、海外の有機 EL 技術開発プロジェクトとの比較を示す。性能では国際的にトップの水準にある（図 I.1.4.2、図 I.1.4.3）が、投資額では海外との差があり、目標に対する投資効果が高いことを示している。

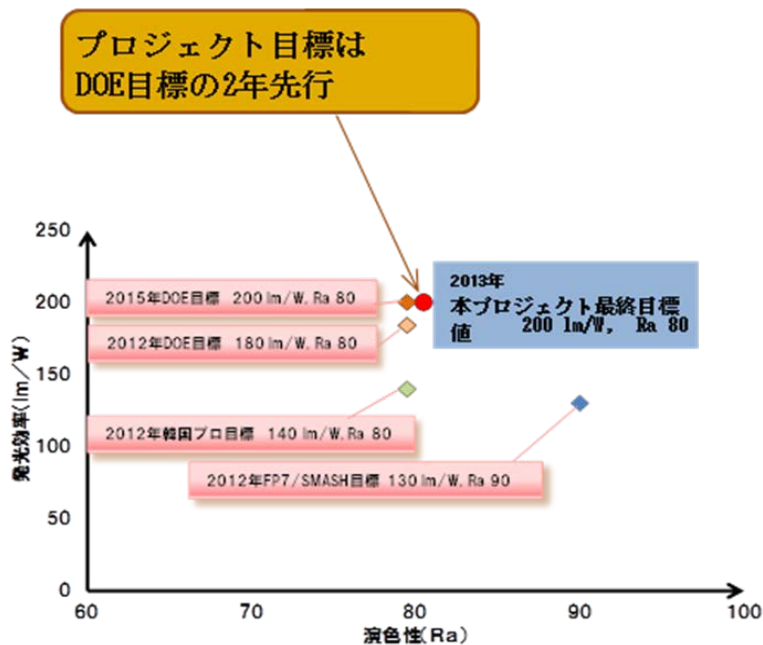
表 I.1.4.1 日米欧の次世代照明（LED 照明）技術開発の公的支援

| 地域 | プロジェクト | 期間 | 国家投資額 | 目標性能 | | 備考 |
|----|-----------------------|-----------|--|----------------------------|------------------------|--|
| | | | | Lm/W | Ra | |
| 欧州 | FP7/SMASH | 2009～2012 | FP7 25.0 百万ユーロ [約 20.5 億円] EPSRC 7.5 百万 £ [約 10.7 億円] | 130 (SMASH) | 90 (SMASH) | FP7：欧州の研究助成資金、半導体照明 (SSL; Solid State Lighting) の LED 照明向けに複数プロジェクトが並走。 EPSRC: 英国の民間企業向け助成 (高品質 GaN 成長、LED 照明システムの効率化等)。 |
| | FP7/SSL4EU | 2010～2013 | | | | |
| | FP7/HI-LED | 2013～2016 | | | | |
| | FP7/NWS4LIGHT | 2012～2015 | | | | |
| | FP7/LASSIE-FP7 | 2014～2016 | | | | |
| | EPSRC | 2009～2015 | | | | |
| 米国 | DOE | 2008～2014 | DOE 247.2 百万ドル [約 202.7 億円] ARRA 37.8 百万ドル [約 31 億円] | 200 (DOE, 2015 年) | 80 (DOE, 2015 年) | DOE：半導体照明 (SSL; Solid State Lighting) 向け研究助成 (約 3 割は実施側の負担, DOE 負担額を表記), LED, OLED (有機 EL) 各予算配分のうちの LED 分, 2010 年をピークに予算額は減少傾向。 ARRA：投資費用は 2010 年度の予算。固体照明の基礎・応用研究 (主として大学向け)、プロトタイプ作成による試験・改良 (民間企業)、低コスト化・高品質化を目指す製造技術開発 (民間企業) の 3 つのプログラムから構成されている。大学, GE Lumination, Cree Inc, Phosphortech Corp., OSRAM, Philips 等が参加。 |
| | ARRA | 2009～2019 | | | | |
| 中国 | 半導体照明プロジェクト (第三期) | 2011～2015 | 10 億元 [約 160 億円] | - | - | 民間企業向け支援。LED チップ、パッケージに資源を集中。第二期五年計画 (2005～2010 年) に引き続き継続、2015 年までに白色 LED の発光効率を世界先進レベルとし、半導体照明の普及率 30% および総生産額 4500 億元としている。 |
| 韓国 | LED 照明 15 / 30 プロジェクト | 2006～ | 750 億ウォン [約 67 億円] (2010 年までの概算) | 140 (2012 年) | 80 (2012 年) | LED のチップ、パッケージ、照明器具に関する基礎研究への政府投資金額。これに自治体からの追加予算や民間企業の持ち出しが追加される。2012 年までに、発光効率 140lm/W、民間投資規模 4 兆ウォン、雇用 3 万人等を目指す。 |
| 日本 | 本プロジェクト (LED 分のみ) | 2009～2013 | 55 億円 | 200 | 80 | 三菱化学、シチズン電子、NEC ライティング、東北大学、三菱樹脂、名古屋大学、大阪大学、イノベーション・センター、エルシード、名城大学、リンシヨビン大学、ブリヂストン、スタンレー、ウシオライティング |

表 I.1.4.2 日米欧の次世代照明（有機 EL 照明）技術開発の公的支援

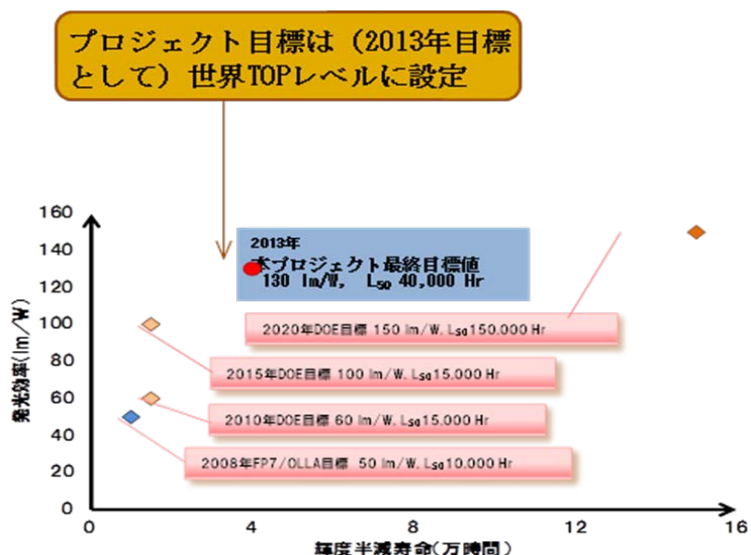
| 地域 | プロジェクト | 期間 | 投資費用 | 目標性能 | | 備考 |
|----|---------------------------|-----------|------------------------------------|-----------------|----------------------|--|
| | | | | Lm/W | L ₅₀ Hour | |
| 欧州 | FP6/ OLLA | 2004～2008 | 1,200 万 Euro [約 14 億円] | 50 | 1 万 | FP6（欧州研究助成資金）による半導体照明（SSL；Solid State Lighting）の OLED（有機 EL）照明向けプロジェクト、Philips, Osram, 他計 23 団体／企業 |
| | FP7/ OLED100 | 2008～2011 | 1,250 万 Euro [約 15 億円] | 100* | 10 万* | OLLA の後継プロジェクト Philips, Osram 他計 15 団体／企業 |
| | FP7/ FLEX-0-FAB | 2012～2015 | 710 万 Euro [約 5 億円] | - | - | フレキシブル有機 EL 照明に関するプロジェクト Philips Technologies, Philips Electronics, 他計 12 団体／企業 |
| | FP7/ TREASORES | 2012～2015 | 909 万 Euro [約 11 億円] | - | - | 大面積有機 EL 照明の低コスト製造（roll-to-roll）に関するプロジェクト Osram Opto Semicon., Fraunhofer, Siemens, EIGHT19, 他計 10 団体／企業 |
| | BMBF/ OPAL | 2006～2010 | 6,000 万 Euro [約 70 億円] | - | - | BMBF（ドイツ連邦教育研究省）による研究助成 BASF, AIXTRON, Schott, Philips, Merck, Novaled, 他計 33 団体／企業 |
| | 合計（欧州） | | 10,069 万 Euro [約 115 億円] | | | |
| 米国 | DOE | 2008～2010 | 92.6 百万ドル [約 76 億円] | 60 | 1.5 万 | 半導体照明（SSL；Solid State Lighting）向け研究助成（約 3 割は実施側の負担、DOE 負担額を表記）、LED, OLED（有機 EL）各予算配分のうちの OLED 分 Universal Display Corp., GE Global Research 他計 8 団体 |
| | | 2011～2014 | 65.2 百万ドル [約 53 億円] | 150 (2020 年) | 15 万 (2020 年) | 上記に同じ、2010 年をピークに予算額は減少傾向 Universal Display Corp., GE, Dupont Displays, Inc. 他計 8 団体 |
| | 合計（米国） | | 157.8 百万ドル [約 130 億円] | | | |
| 日本 | 照明用高効率有機 EL 技術研究開発と先導調査研究 | 2004～2006 | 8 億円 | - | - | 山形大、有機エレクトロニクス研究所 |
| | 有機発光機構を用いた照明技術の開発 | 2007～2009 | 16 億円 | 35 | 4 万 | パナソニック（株）、出光興産（株）、タツモ（株） |

| | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|-----|----|---|
| 本プロジェクト (有機EL分 のみ) | 2009～2013 | 45億円 | 130 | 5万 | パナソニック(株)、出光興産(株)、タツモ(株)、 長州産業(株)、コニカミノルタ(株)、山形大学、青山 学院大学 |
| 合計(日本) | | 69億円 | | | |



LED照明(LEDデバイス)の発光効率vs演色性

図 I . 1 . 4 . 2 LED 照明の海外国家プロジェクト設定技術目標マップ



有機EL照明の発光効率vs寿命

*) 輝度半減寿命=70%輝度寿命*3にて換算想定(70%輝度寿命のみ公表の場合)

図 I . 1 . 4 . 3 有機EL照明の海外国家プロジェクト設定技術目標マップ

II. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

日本の家庭で消費されるエネルギーのうち、照明用途で約 14%を占め、世界的に見ても、広く使用されている白熱電球や蛍光灯などを置き換える高効率照明光源技術の開発が、エネルギー消費量削減のための重要かつ緊急の課題である。

本プロジェクトでは、新成長戦略、エネルギー基本計画の一環として、生活照明を代替できる次世代照明を早急に実用化するため、2009 年度～2013 年度に、高効率であるとともに低コスト化を踏まえた次世代照明の基盤技術を確立する研究開発を行う。これにより高効率照明の早期実用化を図り、省エネルギー化促進に寄与することを目標とする。

2. 事業の計画内容

2.1 研究開発目標

蛍光灯並みの製造コストで 2009 年当時の一般的な蛍光灯の 2 倍以上の効率を実現する高性能・高品質照明光源として次世代照明を実用化して省エネルギー化に貢献するために、「研究開発項目① LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」と、「研究開発項目②有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」の 2 項目の技術開発を並行して総合的に取り組む。各 2 項目の詳細研究項目及び目標設定の根拠は以下の通りである。

研究開発項目 ①LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

高効率 (LED デバイスレベルで 200 lm/W以上) かつ高品質 (平均演色評価数 80 以上) LED 照明の低コスト化を実現するため、窒化物等の照明用基板の生産性向上を目的とした結晶成長技術の開発や LED 素子構造の最適化等デバイスの高度化についての技術開発を行う。

(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

バルク結晶方式、板状結晶方式等の手法を用いて、低歪・低転位窒化物等結晶成長技術を高度化するための開発を実施する。

具体的には、結晶核から大口径の低歪・低転位種結晶作製のための成長方位制御や大口径種結晶基板上に窒化物等結晶を高速・長時間成長を目指すバルク結晶方式、異種基板上での大口径窒化物等結晶低歪化技術及び大口径窒化物等結晶の高速・長時間成長技術を目指す板状結晶方式等、結晶成長手法の高度化を可能とするための技術を開発する。

あわせて、発光効率 200 lm/W以上かつ平均演色評価数 80 以上を達成する LED デバイスを実現するための技術開発を行う。

(b) 基板の応用によるデバイス技術の開発

基板の特殊ドーピングや LED デバイス構造の最適化等、窒化物等結晶成長技術の高度化以外のアプローチにより、発光効率 200 lm/W以上かつ平均演色評価数 80 以上の LED 照明を低コスト化するための技術開発を行う。

研究開発項目②有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

高効率（発光効率 130 lm/W以上）高品質（平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上）を実現する有機EL照明デバイス技術開発を行う。具体的には、光学干渉の影響を抑制して効率を向上させる光取り出し技術、気密性を高めて品質を向上させる封止技術、製造工程の高速化を図るプロセス制御技術、材料の利用効率向上を図る薄膜層形成技術等の技術開発を行う。加えて有機ELを構成する基板・透明電極・有機層等について高効率・高品質化且つ低コスト化に向けた材料開発を行う。

各研究開発項目における具体的な目標を以下に列記する。

なお、本研究開発は、5 年間の開発期間を平成 21～22 年度末のステージ I と平成 23 年度～25 年度のステージ II の 2 段階に分け、各ステージでの目標を定める。

ステージ II では蛍光灯の 2 倍以上の発光効率と蛍光灯並みの低コストを達成するために必要な最終目標設定を定め、ステージ I では、現在の技術レベルを見極めた上で、ステージ II の最終目標を達成する過程で平成 21 年度末から平成 22 年度の期間の約一年間で達成すべき中間目標を定めた。

研究開発項目①LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

<ステージ I 達成目標（平成 22 年度末）>

5～10mm角サイズの結晶の作成および LED デバイスとしての評価を行い、発光効率 175 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上の達成可否を検証する。

<ステージ II 達成目標（平成 25 年度末）>

バルク結晶成長方式で、結晶欠陥 10⁴ cm⁻²以下、LED 発光波長領域において光吸収が極めて少なく、かつ研磨後の基板サイズが 4 インチ以上となる結晶成長技術を、板状結晶成長方式で、結晶欠陥が 10⁶ cm⁻²以下、LED 発光波長領域において光吸収が極めて少なく、かつ研磨後の基板サイズが 6 インチ以上となる結晶成長技術を、それ以外の手法においては、上記基板サイズの大型化に相当する生産性を実現する技術をそれぞれ確立する。

いずれの手法においても、LED デバイスとして発光効率 200 lm/W以上かつ平均演色評価数 80 以上を達成する。また LED デバイスにした場合のコストを評価するための試算を行う。

研究開発項目②有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

<ステージ I 達成目標（平成 22 年度末）>

発光面積 100 cm²以上で発光効率 130 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機EL照明実現の技術課題を明確にして、具体化する実行計画を策定する。理論解析・光学シミュレーション等により実現方式の光学設計を行い、プロトタイプ試作により発光面積 25 cm²以上で発光効率 50 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 1 万時間以上の有機EL照明光源を実現する。

また高効率な製造プロセス実現に必要とされる要件を明確にして設計・製作及び基本データの収集を行い、要件を充足していることを検証する。

<ステージ II 達成目標（平成 25 年度末）>

発光面積 100 cm²以上で発光効率 130 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機EL照明光源を実現すると同時に、コス

トを評価するための試算を行う。

以下に、各目標値の設定理由について示す。

研究開発項目①LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発の目標設定理由

(i) 平均演色評価数 (Ra)

照明とは単に照らすだけの光源ではなく、生活空間を創造するために必須の光源である。生活照明への適用に際しては、発光効率だけでなく自然光と同等に見えることが望ましく、その性質を演色性と呼ぶ。一般照明に適用する場合、照明には高い演色性が要求される。演色性の評価指数は、自然光との比較係数である平均演色評価数 (Ra値) で表わし、自然光と同一の光スペクトルは、Ra=100である。100に近ければ近いほど、自然光に近く演色性は高い。次世代照明として蛍光灯を代替していくためには、一般的な蛍光灯の演色性 (Ra=60~80) を達成する目標として平均演色評価数Ra=80を設定した。Ra=80レベルの高演色性の光源が実現できれば、自然な色に囲まれた、極めて快適な生活空間が実現可能である。

(ii) 発光効率

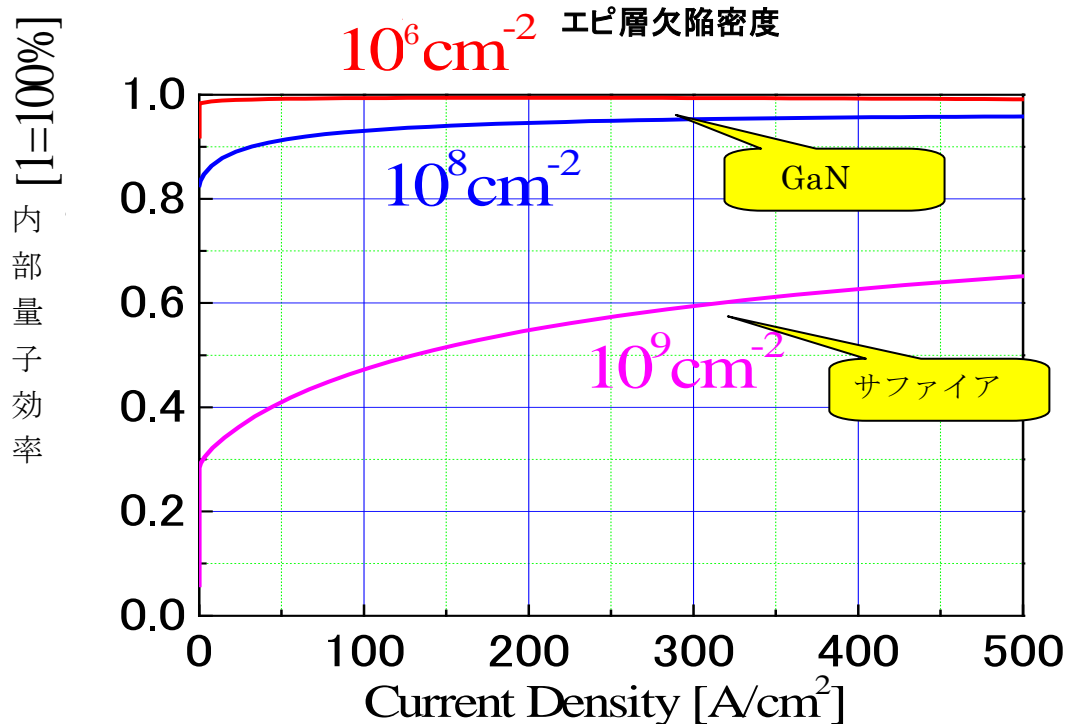
省エネルギー化対策は緊急に取り組まなければならない世界的課題である。特に東日本大震災の影響により今後、従来通り原子力発電に全面的に依存した電力供給は期待できない状況にある。その中で、国内電力消費量において家庭内では14%、オフィスでは24%を占めている照明の省エネルギー化は国が取り組むべき重要な課題である。電力消費量の大幅な削減を実現する社会的なインパクトと事業難易度のバランスを勘案して本プロジェクトでは次世代照明で蛍光灯の発光効率の2倍以上の目標を設定する。2009年当時の一般的な蛍光灯の発光効率を65lm/W、LED照明に実装した場合の器具効率 (LEDデバイスを照明器具にセットして用いるときに、反射板での反射、白色カバーによる散乱や吸収等によってロスとなる光量を考慮して算出した光の有効利用率) を65%と想定して、LEDデバイスの発光効率の最終目標を、200lm/W (LED照明の発光器具効率を200lm/W*65%=130lm/W) に設定した。またステージゲート評価に向けた中間目標として、175lm/Wに設定した。

(iii) 結晶欠陥

結晶欠陥は少ないほど内部量子効率が高くなり、その結果、発光効率が向上する。現在主流のサファイア基板と比較して、GaN基板は、欠陥密度を小さくし、その結果高い内部量子効率を実現できる。

なお、GaN基板では、図II.2.1.1のように、 10^6cm^{-2} でほぼ内部量子効率はピーク (100%) を達成可能であることから、本プロジェクトでのGaN基板の結晶欠陥密度は、 10^6cm^{-2} に設定した。

なおバルク結晶成長方式では種結晶としての利用も考慮して 10^4cm^{-2} 以下に設定。



図II.2.1.1 サファイアとGaNの内部量子効率と欠陥密度の関係

(iv) 基板サイズ

現在、GaN 結晶は1～2インチレベルのサイズであるために基板価格が高価であるが、結晶成長方式を開発してバルク結晶を生成することにより、複数基板を効率的に作成することが可能である。現在可能性があり且つ適正なコストが期待できる基板サイズとして、企業ヒアリングの結果から基板サイズを板状結晶成長方式に関しては6インチ、バルク結晶成長方式に関しては4インチに設定した。

研究項目②有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

(i) 平均演色評価数(Ra)

研究開発項目①と同様に次世代照明としては、蛍光灯を代替していくためには、一般的な蛍光灯の演色性 (Ra=60～80)を達成する目標として平均演色評価数Ra=80を設定した。

(ii) 発光効率

LED 照明と同様に、本プロジェクトの目標として、一般的な蛍光灯の発光効率を 65 lm/Wと想定して、有機EL デバイスの照明器具に実装時の器具効率はほぼ100%と想定して、LEDと同様の2倍の発光効率として130lm/Wを設定した。またステージゲート評価に向けた中間目標として、平成21年度の有機EL光源の研究開発レベルと最終目標を鑑みて、50 lm/Wに設定した。

(iii) 輝度半減寿命

現行の主たる照明光源である蛍光灯の寿命が1万時間～1.5万時間、器具は4万時間（1日10時間使

用するとした場合に10年間の利用)を想定して、輝度半減寿命目標(輝度1,000 cd/m²を4万時間に設定した。なおステージゲート評価に向けた中間目標として、1万時間に設定した。

(iv)輝度

照明用途への展開が可能となる最低限必要輝度として、一般照明を参考に1,000 cd/m²を設定した。

(v)発光面積

面状光源である有機ELは、それを複数並置することによって光束を増大させることが容易に可能である。また、大面積化によって歩留まりの急激な低下が起こり得ること、今後の輝度向上に伴い、より高い信頼性が必要とされることを考慮してサイズを決定すべきである。

これらの観点から、有機EL照明を構成する歩留まり・信頼性の高い発光ユニットとして使用する時に適したサイズ目標として「発光面積100cm²以上」を設定した。なおステージゲート評価に向けた中間目標とし発光面積25cm²以上のプロトタイプ試作を設定した。

研究開発項目③戦略的国際標準化推進事業

(i)LED光源並びにLED器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発

研究開発項目①②と並行して、LEDと有機EL照明の国際普及のために国際標準化を推進するために必要な研究開発も本プロジェクトにて、2010年度～2013年度に実施した。

国際標準化の重点課題としては、研究開発項目①②で開発することにより実現可能となる国際的に優れたLED照明と有機EL照明の性能を、国際的に測定評価できる共通の測定方法の研究開発を国際標準化推進事業の対象とした。

光源の測定方法としては、既に白熱電球や蛍光灯等の方法が国際標準化されているが、LED照明と有機EL照明各々が保有している、既存照明にない特質の測定方法は未確立のため、これらの特質を測定する方法を国際標準化に提案するために必要な研究開発・検討を対象とした。研究開発の進め方は課題に依る、基本的には光源の測定方法の開発、測定上の課題の明確化、開発した測定方法の客観的有効性を示すための評価・実証を行うこととした。

具体的にはLEDについては、以下を研究開発の対象とする。

① LEDの色再現性の評価方法

従来では光の品質を評価する指標として、平均演色評価数が存在するが、LED照明や有機EL照明等の新光源は従来と異なる光スペクトルを発光することから、光の品質を測定する新しい評価方法と指標が必要と国際的にも認識され検討が進められていることから本方式を研究開発の対象とする。

② グレア評価方法

LED特有のグレア(不快なまぶしさ)についても国際的な議論が行われており、共通の評価方法を確立して、LEDの低いグレア性はLED照明の付加価値性の創出に結びつくことから、グレアの評価方法について研究開発の対象とする。

③ LEDの配光測定方法

基本的なLED光源の配光測定方法も確立していないため、評価方法を研究開発の対象とする。

④ LED の視作業効率に係わる測定方式の検討

LED の効果として視作業効率に影響することを明確とすることで、LED 照明の付加価値性につながることから、本測定方法を研究開発の対象とする。

(ii) 有機 EL 照明に関する標準化に向けた研究開発

従来の光源とは異なる有機 EL 照明の特質に基づく測定方法の研究開発を検討する。従来の光源は点光源や線光源であったが、有機 EL 照明は面光源であるために、面内のばらつきに対する光束維持率測定や配光測定及び寿命測定等、従来の光源の測光規格では対応できない特質についての測定方法の標準化の検討が必要であり、これらの測定方法について検討する。

(iii) 次世代照明を用いた評価検証

LED 照明及び有機 EL 照明の人間工学的観点での優れた特質(視作業効率性等)が期待される。これらの特質は、上記の(i)(ii)にて国際標準化に向けた測定方法の研究開発を行うが、本研究開発に当って、人間工学的な実証手段・データ蓄積を行うことは、LED 照明及び有機 EL 照明についての日本の測定方法の有効性を証明する裏付けとなり、国際的な賛同を得られることから次世代照明を適用した照明空間を用いた評価実証を、戦略的国際標準化推進事業に含める。

2.2 研究開発マネジメント戦略

本プロジェクトの基盤技術開発の成果により、世界トップの次世代照明の性能を実現する技術開発に取り組む。本技術により世界トップの性能を実現できたとしても、その性能を国際的に公正に評価されるためには世界共通に性能を測定する国際標準規格が必要である。従来光源の白熱電球や蛍光灯については既に輝度、寿命、配光等の性能を測定する方法は国際標準が存在するが、LED 照明や有機 EL 照明のように新しい特質については未だ測定方法が確立していない。プロジェクト終了後、研究開発の成果を迅速且つ効果的に実用化、事業化に展開するために、図 II.2.2.1 に示すように、「基盤技術開発」のみでなく「測定方法の国際標準化」の活動を並行して連携させて活動させるマネジメントを行い国際的競争力のある研究開発マネジメントに効果的に取り組む方針である。



(1) LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発
(2) 有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

(3) 戦略的国際標準化推進事業(LED照明、有機EL照明)

図 II.2.2.1 次世代照明戦略

LED 照明及び有機 EL 照明の特質について、国際標準化を行うことにより付加価値化が図れる性能に絞って国際標準化に必要な研究開発に取り組んだ。次世代照明の測定方法の国際標準を

日本から提案を推進するために必要な研究開発活動としては測定方法の客観的・技術的妥当性の証明と、その裏付けの実績データが必要であることから照明の測定方法の開発に絞って実施した。本事業の取り組み方針としては既存照明の測定方法では対応できない次世代照明の特性に対する測定方法に注力することとなった。また、例えば新しい演色評価方法について実証実験を行う等、人間工学的観点での評価測定も実施することとした。

2.3 研究開発計画

研究開発スケジュールは下記のとおり。

| 研究開発項目 | 2009～2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 合計 |
|--|--|--|---|-----------------------------------|---|
| | ステージゲート評価 (2011年2月) | 中間評価 (2011年11月) | | | |
| (1)-(i)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (名大・阪大チーム) | 大型Naフラックス炉の導入 21FY補正:1,798 | MO装置高圧化改造 本予算:345 | Naフラックス炉改造(上下移動、Na連続供給等) 本予算:354 加速:140 | 本予算:295 | 補正:1,798 本予算:994 加速:140 合計:2,932 |
| (1)-(ii)LEDの高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (三菱化学チーム) | 新型HVPE炉大型化、各種結晶分析装置導入 21FY補正:1,160 | 新型HVPE炉4inch対応改造、多数枚炉製造 本予算:447(1/2) | 多数枚炉製造継続(4inch対応) 本予算:272(1/2) | 多数枚炉製造継続(6inch対応) 本予算:240(1/2) | 補正:1,160 本予算:959 合計:2,119 |
| (1)-(iii)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (エルシードチーム) | 蛍光SiC基板設計・評価分析装置導入 21FY補正:507 | ステージゲート評価の結果 22年度で事業終了 | - | - | 補正:507 |
| (2)-(i)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 (パナソニックチーム) | 高効率デバイス構造設計 蒸着プロセス装置設計・導入 21FY補正:1,140 加速:305 | 新高効率材料合成・開発(青色発光材料) 蒸着プロセス装置試作・評価 本予算:297 | デバイス試作・評価検証・大面積化 一直製造プロセス装置改造・最適化 本予算:395 加速:104 | 本予算:313 | 補正:1,140 本予算:1,005 加速:409 合計:2,554 |
| (2)-(ii)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 (ユニカミナルタチーム) | RtoRプロセス装置設計・導入 21FY補正:802 | RtoRプロセス装置試作・評価/ 通用高効率材料合成・開発 本予算:310(1/2) | RtoR製造プロセス装置改造・最適化・高速化/ 通用高効率材料合成・開発 本予算:510(1/2) | 本予算:275(1/2) | 補正:802 本予算:1,095 合計:1,897 |
| 小計(1)+(2) | 5,712 (内加速:305) | 1,399 | 本予算:1,775 (内加速:244) | 1,123 | 10,009 (内加速:549)* |

*加速の内容については「Ⅱ.研究開発マネジメント(5)情勢変化等への対応(加速資金)」の頁を参照ください。

(予算単位:百万円)

| 研究開発項目 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 合計 |
|---|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------|-------------------|
| (3)-(i)LED照明に関する国際標準化支援 (東芝・パナソニックチーム) | LED機器配光測定方式の検討・測定機器の試作評価 | | | | 本予算:229 合計:229 |
| | 視作業効率測定地域の設計・試作・評価 | | | | |
| | 新演色評価方式方式の開発・評価・改良 | | 新評価方式の検証 | | |
| | グレア評価方式の開発・評価・改良 | | グレア評価方式の検証 | | |
| | 本予算:69 | 本予算:50 | 本予算:60 | 本予算:50 | |
| (3)-(ii)有機EL照明に関する国際標準化支援 (山形大学チーム) | 有機EL照明の測定方式の検討・評価が円滑化 | 有機EL照明の均一性評価方式等の検討・評価 | 有機EL光束維持率(寿命)測定方式の検討・測定実績評価・改良 | | 本予算:90 合計:90 |
| | 本予算:40 | 本予算:20 | 本予算:20 | 本予算:10 | |
| | 小計(3) | 109 | 70 | 80 | |

プロジェクト全体(1)(2)(3)

測定の研究開発設備に重点投資

(予算単位:百万円)

| 研究開発項目 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | PJ合計 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| (1)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 | 3,465 | 792 | 766 | 535 | 5,558 |
| (2)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | 2,247 | 607 | 1,009 | 588 | 4,451 |
| (3)戦略的国際標準化推進事業 | 109 | 70 | 80 | 60 | 319 |
| 合計(1)+(2)+(3) | 5,821 | 1,469 | 1,855 | 1,183 | 10,328 (内加速:549) |

図Ⅱ.2.3.1 研究開発スケジュール

2.4 研究開発実施の事業体制

先進性、効率性且つ早期実用化を重視して機器メーカ、材料メーカ、製造装置メーカ等の異なる事業レイヤの企業群と、基礎研究を推進する大学研究機関が協力した産学連携体制を目指して実施体制は以下の通りとした。

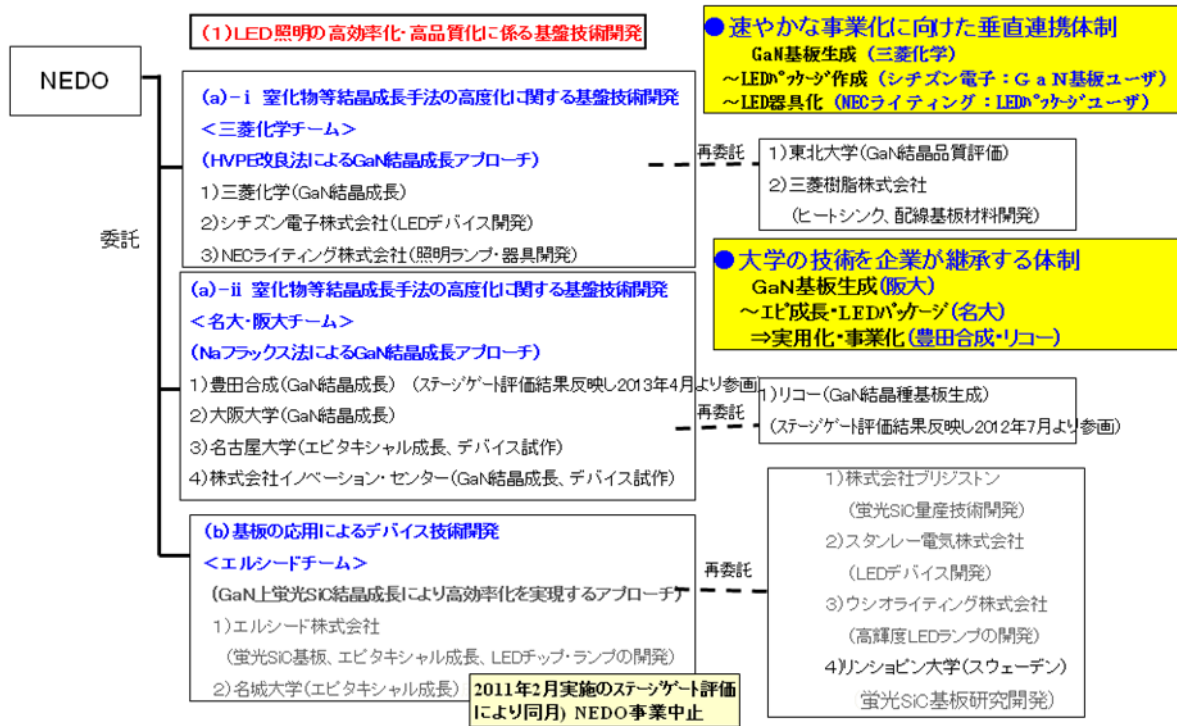


図 II. 2. 4. 1 LED 照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 体制図

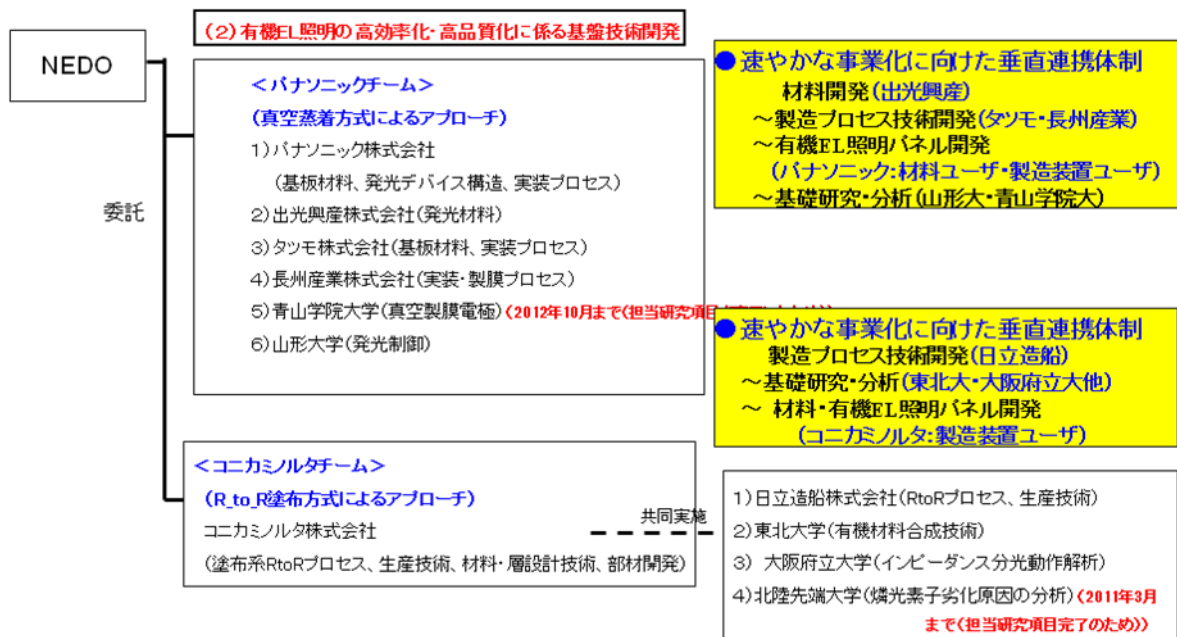


図 II. 2. 4. 2 有機EL照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 体制図

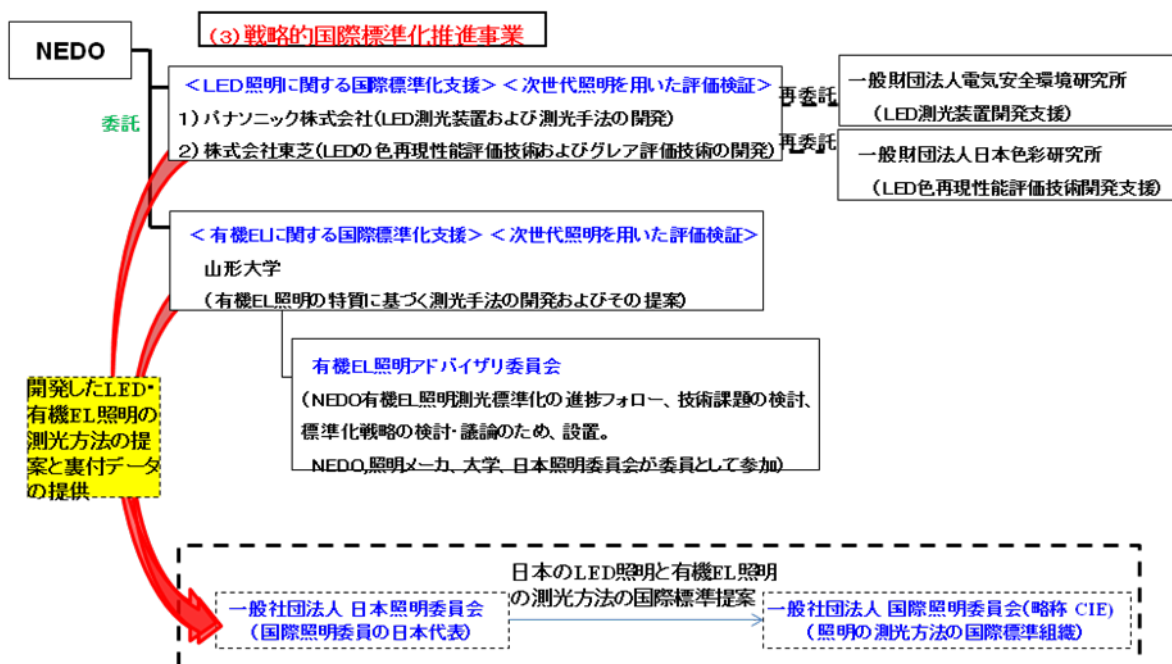


図 II. 2. 4. 3 戦略的国際標準化推進事業 体制図

2.5 実用化・事業化に向けたマネジメント

上記体制に基づき、NEDO が実施した実用化・事業化マネジメントについて述べる。

(1) 基盤技術開発のマネジメント

LED 照明と有機 EL 照明の基盤技術開発のマネジメントと、戦略的国際標準化推進事業のマネジメントは異なるので各々以下に記述する。

(i) 競争制の導入

LED 照明と有機 EL 照明の基盤技術開発については、各々の技術目標を達成する提案を公募により広く一般に募集して、その中から優れた異なるアプローチを採用する複数のチームを採択した。具体的には、LED 照明の基盤技術開発については GaN 結晶成長方式として HVPE 改良法を採用する三菱化学チーム、同じく GaN 結晶成長方式として Na フラックス法を採用する名大・阪大チーム、異なるアプローチであるが GaN 上に蛍光 SiC を成長させることにより高効率化を実現する方式を採用するエルシードチームの 3 チームを採択した。また有機 EL 照明については真空蒸着製造方式を基幹とするパナソニックチーム、塗布ロール・ツー・ロール製造方式を基幹とするコニカミノルタチームの 2 チームを採択した。

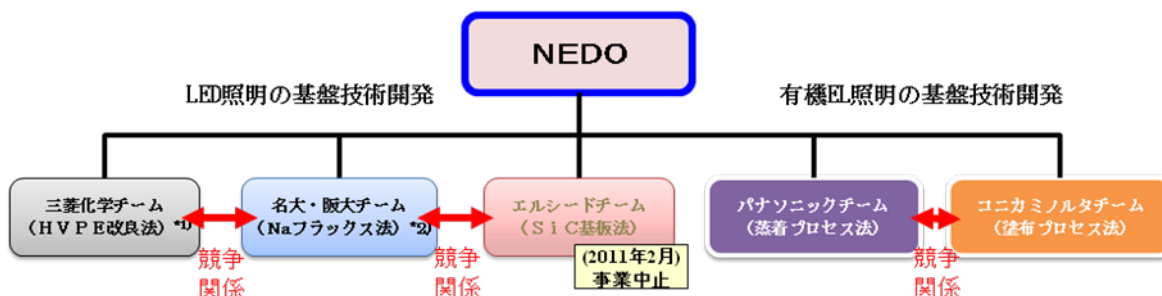
図 II. 2. 5. 1 のとおり、本 5 チームは LED 照明、有機 EL 照明各々の目標に対して各チームは、相互補完するのではなく、異なるアプローチで、より高い研究成果を競って技術開発に取り組むよう、体制マネジメントを実施した。

(ii) ステージゲート評価による選択と集中

プロジェクト中間段階(2011年2月)に、異なるアプローチの選択と集中を図り、チーム単位での技術開発継続の可否を判断することを目的としてステージゲート評価を2011年2月に実施した。ステージゲート評価に当っては立上げ時に設定した中間目標に基づいて各チームの達成度について、外部有識者(8名)による評価委員会により研究開発成果、実用化・事業化の見

通しの2つの異なる観点に基づいて評価を実施した。

その結果、表Ⅱ.2.5.1のとおり5チーム中、3チームが技術開発を継続、1チームは体制強化する等の条件付き合格、1チームはNEDO 基盤技術開発事業を中止することを決定した。(詳細は(注1) ステージゲート詳細参照)



図Ⅱ.2.5.1 基盤技術開発の体制マネジメントの考え方

表Ⅱ.2.5.1 ステージゲート評価結果

| 研究項目 | 実施者 | 主なコメント |
|----------------------------------|------------|---|
| (1) LED照明の 基盤技術 開発 | 三菱化学チーム | ・中間目標を達成 ・LED拡大に必要な低コスト化をよく検討している ・LEDの最終製品、GaN基板等で国際競争力を有する期待大 ⇒ 継続 |
| | 名大・阪大チーム | ・中間目標未達成ながら達成の目処あり ・世界に誇れる技術を生み出している ・事業化のシナリオが明確と言えない ⇒ 条件付き継続(条件:事業化する企業を明確とする体制見直し) |
| | エルシードチーム | ・中間目標が未達成で達成の見通しが無い ・事業化の見通しが立っていない ⇒ 事業中止 ^{*)} |
| (2) 有機EL 照明の基 盤技術開 発 | コニカミノルタチーム | ・中間目標を達成 ・有機ELの塗布型RtoRプロセスは、技術的なハードルが高くチャレンジングだが国際的な競争力の確保の期待大 ・技術開発力、事業化への高いポテンシャル有 ⇒ 継続 |
| | パナソニックチーム | ・中間目標を達成 ・今後の着実な計画が策定されており事業化への実現性大 ・連携体制が綿密であり成果拡大の期待が大きい ⇒ 継続 |

*)エルシードに関しては、プロジェクトで取得した資産が名城大学のLED研究拠点にて有効活用されるよう、事後のフォローを実施。

(注1) ステージゲートの概要

- ・2011/1/14~2/4: ステージゲート評価委員(本技術分野の有識者)により、各チームから提出された成果資料(ステージI成果とステージII実施計画)の書面評価
- ・2011/2/9: LED照明技術に対するステージゲート評価委員会開催(実施者ヒアリング含)
- ・2011/2/14: 有機EL照明技術に対するステージゲート評価委員会開催(実施者ヒアリング含)
- ・2011/2/28: ステージゲート評価結果確定及び実施者への通知

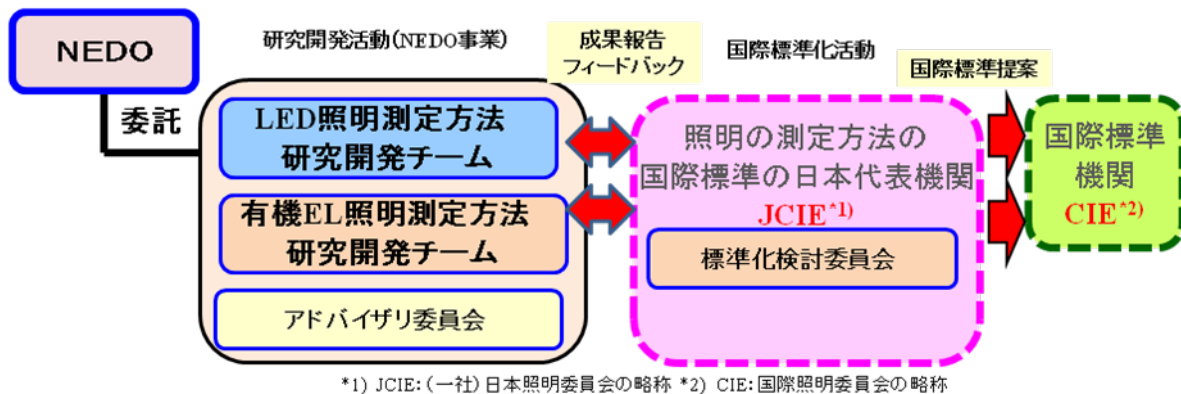
評価項目としてステージIの中間目標達成度、ステージIIの実施計画の最終目標充足度、技術的新規性・競争優位性、ステージIIの実現性、研究実施遂行能力、プロジェクト終了後の事業化の見込み、社会への波及効果の7項目について評価項目毎に5段階評価(A、B+、B、B-、C)にて評価した。加えて定性評価意見も募った。評価の結果、総合評価点(全項目の平均点)が、合格基準(評価点B)以上の場合(*)には、基本的には技術開発継続とするが、上記の場合でも半数を超える評価委員が評価点にCの評価を行った評価項目が全評価項目中1項目でもある場合等、今後の継続研究にて目標達成が困難と評価委員会で判断された場合にはNEDO事業中止と判断した。

ステージゲート評価結果としてはステージゲート委員会での評価結果を踏まえて、ステージⅡに進む実施者チームはLED照明技術に取り組む三菱化学チーム（参加委託先：三菱化学、シチズン電子、NECライティング）、名大・阪大チーム（参加委託先：イノベーション・センター、大阪大学、名古屋大学）、有機EL照明技術に取り組むパナソニックチーム（参加委託先：パナソニック、出光興産、タツモ、長州産業、山形大学、青山学院大学）、コニカミノルタチーム（参加委託先：コニカミノルタ株式会社）の計4チームに決定した。

（2）国際標準化のマネジメント

戦略的国際標準化推進事業の体制マネジメントとしては図Ⅱ.2.5.2のとおり国際標準化の支援活動として次世代照明の測光方法の開発・評価を行う研究開発に取り組む体制とした。

光源の測定方法の国際標準組織であるCIE（国際照明委員会の略称）には、JCIE（一般社団法人 日本照明委員会の略称）が日本代表として本国際標準化活動についての日本の意見を反映している。NEDOプロジェクトでは、JCIEより、LED照明及び有機EL照明各々の事業にとって重要と考えられる測定方法について日本提案できるよう、国内で測定方法の研究開発を行う取り組みを行った。本研究開発成果は、日本国内で情報共有し、JCIEに引き継ぎ日本からの提案を実施できる体制となるよう考慮した。また、プロジェクト終了後も引き続き国際標準化活動が必要となることを予め想定して、国内の照明の国際標準代表団体にてNEDOの測光方法の研究開発成果を引き継ぎ オール Japan で国際標準提案できるスキームで体制を構築した。



図Ⅱ.2.5.2 戦略的国際標準化推進事業の体制マネジメントの考え方

（3）中間評価の対応

ステージゲート評価後にプロジェクトの必要な改善・見直しを図ることを目的として中間評価を2011年11月に実施した。中間評価では外部有識者（7名）により、事業の位置づけ、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化・事業化の見通しについて評価を実施した。

プロジェクト改善に役立つ指摘事項を受け、プロジェクト運営に反映するマネジメントを実施し、その結果改善すべき指摘を受けた。主として、GaN基板LED照明も、有機EL照明も、市場導入時にはコストが既に流通しているサファイア基板LEDと比較すると一般照明分野ではコスト競争力がないので、プロジェクト終了後の具体的な実用化事業化を実現するためには技術開発した特質を生かした市場性を明確にするべきとの指摘を受けた。

本中間評価結果を踏まえて、GaN基板LEDについては、サファイア基板LEDと比較すれば、電流密度（面積当たりの輝度）発光効率は優れているために基板面積当たりのコストはサファイア基板には劣るものの、光束（輝度）当たりのコストに換算すれば、優れているという分析

結果となったため、GaN 基板 LED はプロジェクト終了時の初期導入市場として特殊照明分野（高輝度コンパクト照明分野）に絞ることとして実用化・事業化を図ることとした。

また有機 EL 照明はプロジェクト終了時の初期導入市場としてはフレキシビリティ、軽量性を生かして新規市場（車載、建材市場）を目指すこととした。

表 II. 2. 5. 2 中間評価結果

| 中間評価の主な指摘事項 | マネジメント対処 |
|---|--|
| <p>三菱化学チーム、名大・阪大チームについては LED 照明において現在主流のサファイア基板 LED に比較して GaN 基板を用いた LED の性能とコスト面での優位性を明確にして成果の市場的な価値を明確にしておく必要がある。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・中間評価の指摘を受けて GaN 基板 LED の優位性を明確とした結果、GaN 基板 LED の、PJ 終了後のエントリ市場として高輝度省エネ照明市場分野に具体的にターゲットを絞って技術開発を加速。 ・さらに基本計画目標に電流値：350mA 以上の条件を追加。 |
| <p>コニカミノルタチーム、パナソニックチームについては有機 EL 照明がコストで他照明方法に及ばないと考えられるため、それを跳ね返す明確な応用分野を明確にする必要がある。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・中間評価の指摘を受けて有機 EL 照明の特質であるフレキシビリティと高品質化を生かしたエントリ市場として、車載照明、建材照明等の新市場分野に具体的にターゲットを絞ってコスト低減に向けた製造プロセス技術開発への加速資金投入など技術開発を加速。 |

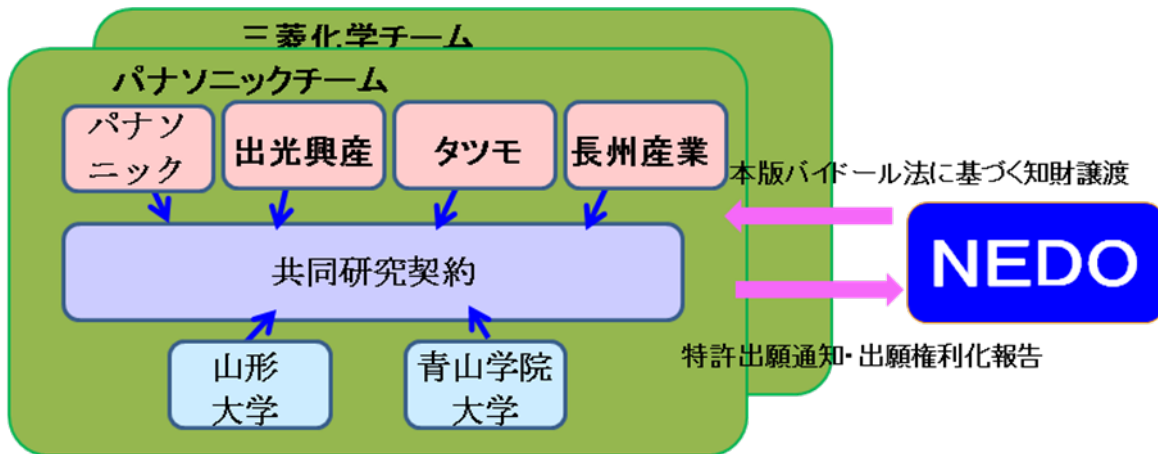
（４）知財マネジメント

本プロジェクトは国内事業だけでなく、国際的事業展開への適用も可能な基盤技術開発に取り組んでいる。そのためには実用化を見据えた知財マネジメントとして国際特許化活動を推進する必要があるが、研究開発で得られたアイデア全てを海外出願して出願件数を海外企業と争うのではなく、追従できない付加価値技術アイデアに絞り込み特許化を進める方針で知財マネジメントに取り組んだ。詳細は各企業戦略に準じるが、基本的な方向としては LED については結晶成長技術、光取り出し技術、有機 EL 照明についてはデバイス構造、光取り出し技術、製造プロセス技術、有機材料に重点を置き積極的に特許化していくことを薦める知的財産権管理を行った。また材料の包括的合成手法は特許で防御するが、材料構成等で包括化が困難なアイデアは特許化することにより周辺の類推発案が可能で、特許化で却って不利になる場合にはノウハウ管理する場合もあり特許化のメリット、デメリットを評価した上で知財管理する柔軟な判断を行った。

知財マネジメントのやり方としては運営会議などで、NEDO および各社で重要と思われる具体的な知財戦略と事業戦略の連携、国際標準化活動との連携、本戦略に基づく特許とノウハウの峻別、具体的特許作成方針は、各社の事業戦略と知財戦略に従う。

知的財産権の取り扱い管理としては、日本版バйдール法により知的財産権は NEDO より実施者に譲渡される運用とした。本運用に従って特許出願後の状況の変更の都度、実施者より NEDO に通知報告する方式とした。また実施者間については円滑な研究開発を進めるために基本的には実施者の判断によるがチーム内で共同研究契約書を締結することとした。NEDO は各チームのプロジェクト運営会議等で NEDO 及び実施者間で重要と思われる技術開発内容に関して、出願す

べき内容の議論を都度行った。その結果、本議論により、新技術についての多数の特許申請と特許の有効利用を促進した。(特許出願件数：782 件 (内海外出願件数：210 件))

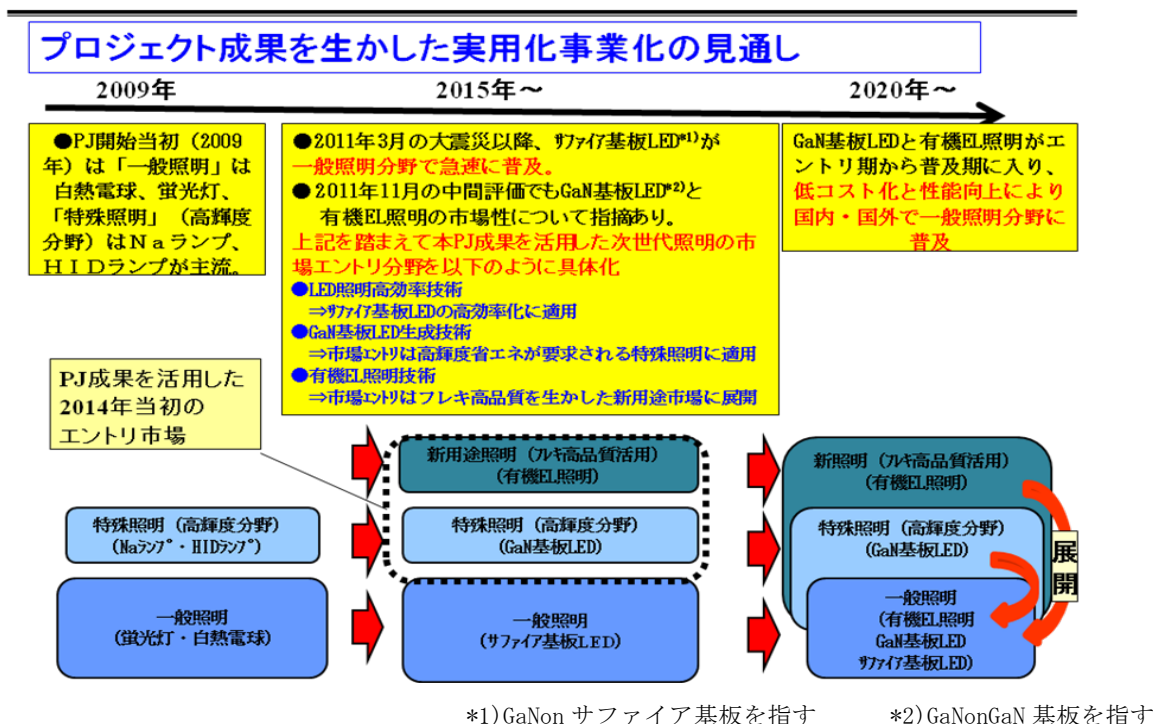


図Ⅱ.2.5.3 知財マネジメント

2.6 情勢変化等への対応

(1) 状況に応じた実用化・事業化の出口の明確化

中間評価の指摘を受け、また 2011 年 3 月の東日本大震災以降のサファイア基板 LED の急速な普及を考慮して、プロジェクト終了後の 2015 年以降のエントリー市場は GaN 基板 LED については高輝度分野、有機 EL 照明については新照明分野（フレキシブル高品質市場分野）に具体化して実用化・事業化を加速した。市場エントリー後、2020 年には GaN 基板 LED 照明及び有機 EL 照明も低コスト化が進み、サファイア基板 LED が普及する一般照明市場にも徐々に浸透していくことが期待される。



図Ⅱ.2.6.1 PJ 成果を生かした実用化事業化の見通し

(2) 情勢変化への対応概要

情勢変化の対応として上記の他、さらに以下の4つの対策を実施した。

表Ⅱ.2.6.1 情勢変化の対応概要

| 情勢 | 時期 | 対応 |
|---|--|--|
| ①加速による研究成果の向上 (対象：(1)有機 EL 照明の基盤技術開発 (2)LED 照明の基盤技術開発) | 2010年6月 (305百万円) 2012年7月 (140百万円) 2012年11月 (104百万円) | <ul style="list-style-type: none"> ●LEDの基盤技術開発及び有機EL照明の基盤技術開発について研究の進展が著しい研究活動3件について加速資金を投入。 ●研究成果の高度化を図った。(加速資金3件合計:549百万円。詳細は次頁を参照ください) |
| ②状況に応じた体制強化 (対象：(2)LED照明の基盤技術開発) | 2011年6月 (株)リコー参画 2013年7月 豊田合成(株)参画 | <ul style="list-style-type: none"> ●ステージゲート評価の指摘に対応して、研究成果を活用し GaN 基板事業及び LED パッケージ事業化のため LED の基盤技術開発を担当する名大・阪大チームの体制を見直し豊田合成(株)を委託先に、リコー(株)を再委託先に追加参画する体制に変更。 ●プロジェクト終了後の速やかな実用化事業化を実現。 |
| ③プロジェクト終了後の国際標準化フォローアップ (対象：(3)戦略的国際標準化推進事業) | 2014年3月～ | <ul style="list-style-type: none"> ●プロジェクト終了後、成果を引き継いで国内照明企業、大学、(一社)日本照明委員会等で連携協力して日本から CIE (国際照明委員会)へ測定の国際標準提案活動をする国内体制を構築。標準化活動を継続できる環境を整えた。 |
| ④継続研究の実施 (対象：(1)LED照明の基盤技術開発) | 2014年3月～2015年2月 | <ul style="list-style-type: none"> ●LEDの基盤技術開発を担当する名大・阪大チームの豊田合成(株)が取り組む Na フラックス法の研究開発で低コスト GaN 結晶成長方式による実用化の見込みが高くなったため1年間の継続研究*を実施。 ●Na フラックス法による GaN 基板事業化の促進を図った。 |

(3) 加速資金による対応

LED 照明の基盤技術開発 1 件、有機 EL 照明の基盤技術開発 2 件、各々に対して研究成果が著しい研究成果の上になっている研究課題に対して加速資金を投入して、実用化・事業化の普及の課題である低コスト化に向けた製造プロセス技術の高度化等を図り、効果をあげた。

表Ⅱ.2.6.2 情勢変化の対応（加速資金による対応）

| 情勢 | 時期 | 対応 |
|---|------------------------------|---|
| <p>LED照明の基盤技術開発: 既に製品化されているLED等照明の市場でコストダウンが進展しており、名大・阪大チームで取り組むLED技術開発(Naフラックス法)でGaN結晶の高品質化が望まれる状況と判断された。</p> | <p>2012年7月 (140百万円)</p> | <p>針状種結晶太径化によるGaN結晶成長技術開発が進み、結晶の高品質化と同時に生産性を向上した結晶成長技術の開発・検証するため、加速資金を投入。 最終の品質目標である 結晶欠陥: 10⁶cm⁻²以下 の達成を2013年度中の実現性を高めながら 結晶成長の一回当たりの歩留まりを2倍以上 に改善した。</p> |
| <p>有機EL照明の基盤技術開発: 既に製品化されているLED等照明の市場でコストダウンが進展しており、パナソニックチームにて、製造プロセス工程^{*1)}について当初想定最終目標の0.3円/lm年以下のコストダウンが望まれる状況と判断された。</p> | <p>2010年6月 (305百万円)</p> | <p>パナソニックチームで生産性を向上させる製造プロセス技術として、製造プロセス工程中(下図^{*1)})、有機成膜プロセス工程^{*2)}について複数の蒸着製膜を連続して実施できる一貫製造プロセスの技術開発を実現するため、加速資金を投入。 製造コストに係る最終目標を、 0.3円/lm年 → 0.25円/lm年 に修正した。</p> |
| <p>有機EL照明の基盤技術開発: パナソニックチームの有機ELパネルの製造プロセス^{*1)}中の電極生成の塗布+パターンエッチングプロセス工程^{*3)}に対しても、当初実現が困難であったエッチングレス塗布プロセス技術を確立できる見通しが2012年に立った。加えて将来、塗布プロセス技術の蒸着プロセスへの応用によりコスト低減化への期待もされた。</p> | <p>2012年11月 (104百万円)</p> | <p>パナソニックチームにて製造プロセス工程^{*1)}中の電極生成プロセス工程にてパターンエッチングを省略するエッチングレス塗布製造プロセス技術を開発するため、加速資金を投入。 製造コストに係る最終目標を、さらに 0.25円/lm年 → 0.24円/lm年 に修正した。</p> <div data-bbox="1107 875 1369 1066" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>有機EL照明パネルの製造プロセス工程^{*1)}の構成 【有機成膜】</p> <p>【電極生成】 蒸着プロセス^{*2)} 工程 塗布+パターンエッチング^{*3)} プロセス工程</p> </div> |

(4) 状況に応じた体制強化

LEDの基盤技術開発に従事した名大・阪大チームは、大学主導でめざましい研究開発成果を達成していたが、その研究開発成果を引き継いで実用化・事業化を行う企業が明確ではなかった。

プロジェクト終了後に速やかに実用化・事業化できるよう、豊田合成(株)を委託先として、(株)リコーを再委託先として体制上に事業実施企業が明確となるよう体制変更強化を行った。

表Ⅱ.2.6.3 情勢変化の対応（状況に応じた体制強化）

| 情勢 | 時期 | 対応 |
|--|---------|---|
| <p>LED 照明の基盤技術開発</p> <p>ステージゲート評価（2011年2月）の結果、名大・阪大チームにおける将来の研究開発成果を実用化・事業化する企業を明確とする体制強化の課題が明らかになった。</p> | 2011年6月 | <p>Na フラックス法を推進する名大・阪大チームに、高品質な種結晶を開発するリコー（株）を再委託先として追加参画する体制に変更して新課題の GaN 結晶成長の高品質化の研究課題を担当することとした。</p> <p>本変更により、プロジェクト完了後に速やかに研究成果を活用して GaN 基板の実用化・事業化を拡大可能とする体制とした。</p> |
| | 2013年7月 | <p>名大・阪大チームの GaN の Na フラックス法による GaN 結晶成長技術の開発も順調に進んだ結果、実施者（株）イノベーション・センター出向企業の豊田合成（株）を委託先として追加参画する体制に変更し新課題の GaN 結晶成長の効率化の研究課題を担当することとした。</p> <p>本変更によりプロジェクト終了後に速やかに研究成果を活用して GaN 基板の実用化・事業化を実現できる体制とした。</p> |

（5）プロジェクト終了後のフォローアップ

LED 照明及び有機 EL 照明の国際標準化活動は、プロジェクト終了後も継続して取り組む必要があるため、その後の国内の継続実施体制を構築してプロジェクト成果を引き継ぐ対応を実施した。

（6）継続研究の実施

プロジェクト終了後に、GaN 基板事業に取り組む企業に対して継続研究（NEDO 事業終了後、一定期間研究を継続できるよう NEDO から資産を継続無償貸与して研究成果の向上・実用化を支援する制度）を適用することにより、実用化・事業化が期待できる成果を上げた企業に対しては1年間の継続研究を実施した。

（7）照明コンペ開催

本プロジェクトと並行して次世代照明の特質を生かした新市場の創出のため、支援活動にも取り組んだ。そのひとつとして、次世代照明の新用途アイデアコンペとして、広く国内の一般の照明ユーザや若手を含む照明デザイナー等を対象に、次世代照明の新用途アイデア、新用途デザインを募集する次世代照明アイデアコンペを開催した。（2010年11月にNPO法人Light Bridge Association 主催、NEDO 共催で開催）本活動により次世代照明を使った新用途、新市場の探索を行った。

(8) 高輝度 LED 照明の海外実証事業支援

今後高輝度 LED 照明の海外市場へ普及展開促進のため、NEDO 海外実証事業支援（現在、基礎調査段階）を実施している。（インドネシア、ブルネイ向け高輝度 LED 実証に向けた基礎調査事業を実施中。（2014 年 4 月～2015 年 1 月予定））

(9) 次世代照明コンソシアムの開催

次世代照明の新市場開拓を積極的に推進・加速化するためにプロジェクト終了後に NEDO にて照明関係事業者を招集して、次世代照明を適用した新アプリケーション、システム、サービス等を検討・議論する照明コンソシアム（仮称）を今後立ち上げる予定。（調査を踏まえて 2014 年度設立を予定。）

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 目標の達成度と成果の意義

本研究開発に当たっては研究開発項目毎に複数の実施者が体制を組んで異なるアプローチで最終目標達成に取り組んだ。

研究開発項目①LED 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発に関しては、さらに

- (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と、それ以外のアプローチとして
- (b) 基板の応用によるデバイス技術の開発 の2つの研究開発小項目に分かれる。

前者の(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については、HVPE 改良方式でアプローチする三菱化学チーム（参加委託先：三菱化学、シチズン電子、NEC ライティング）と、Na フラックス法でアプローチする名大・阪大チーム（参加委託先：イノベーション・センター、大阪大学、名古屋大学、豊田合成）の2チームが研究開発に取り組んだ。

(b)基板の応用によるデバイス技術の開発については、SiC 蛍光体を用いてデバイス開発を行うエルシードチーム（エルシード、名城大学）の1チームが研究開発に取り組んだ。

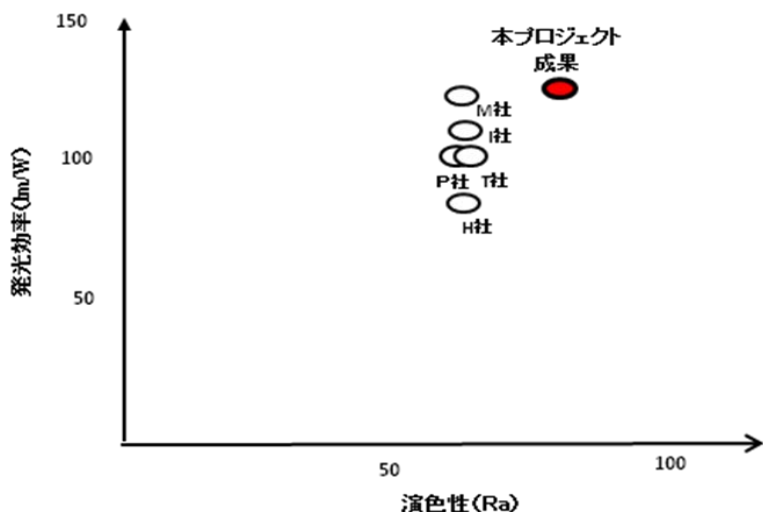
一方、研究開発項目②有機 EL 照明：高効率・高品質化の研究 に関しては、主に真空蒸着方式でアプローチするパナソニックチーム（パナソニック、出光興産、タツモ、長州産業、山形大学、青山学院大学）と、ロール・ツー・ロールを指向する塗布方式でアプローチするコニカミノルタチーム（コニカミノルタ）の2チームが、研究開発開発に取り組んだ。

LED 照明技術及び有機 EL 照明の基盤技術開発については各々、最終目標を設定しているので、表Ⅲ. 1. 1 に最終目標に対する達成度を示す。

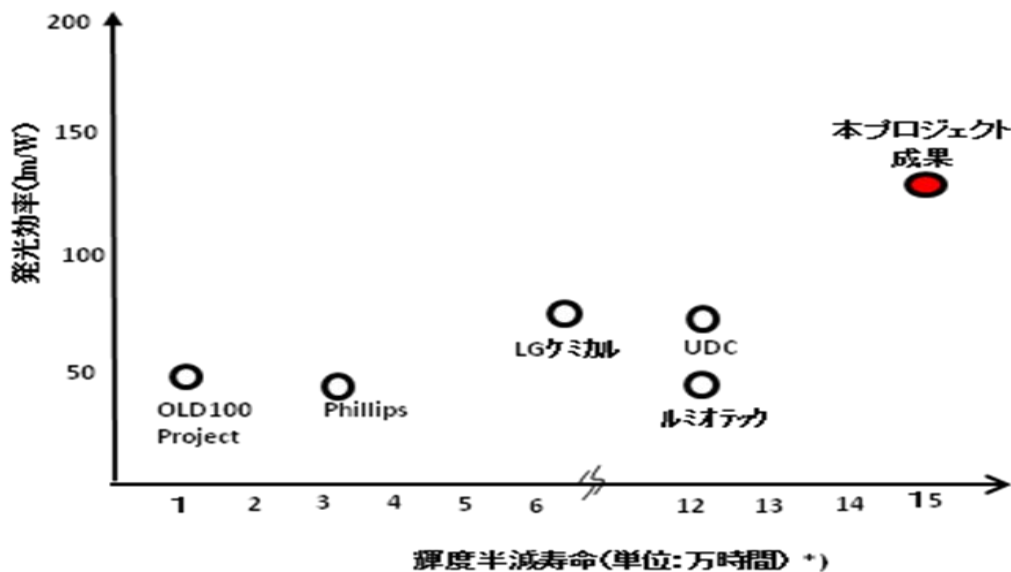
表Ⅲ. 1. 1 基盤技術開発の最終目標の達成状況

| (1) LED の高効率高品質に関わる基盤技術開発 | | |
|--|---|-------|
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 板状 GaN 結晶の場合、6 インチ以上、転位密度 10^6cm^{-2} 以下 バルク結晶の場合、4 インチ以上の GaN 結晶で転位密度 10^4cm^{-2} 以下 | 6 インチ GaN 結晶で 転位密度 10^2cm^{-2} | ○（達成） |
| LED デバイス発光効率：200 lm/W 以上 LED 器具効率：130lm/W 以上 | LED デバイス効率 203 lm/W LED 器具効率 133.8lm/W を実現 | ○（達成） |
| 350mA 以上の高電流値で下記効率達成 | 20mA の電流値の条件で達成。350mA の実現については高電流駆動時においての高効率な非極性面 GaN 実現により 2016 年中に達成できる見通し | ×（未達） |
| 上記条件で平均演色評価数：80 以上 | 81 | ○（達成） |
| (2) 有機 EL 照明の高効率高品質に関わる基盤技術開発 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 発光面積 100cm^2 以上で 効率：130 lm/W 以上 | 発光面積 100cm^2 で 133 lm/W | ○（達成） |
| 半減寿命：4 万時間以上（輝度： $1,000\text{cd/m}^2$ ） | 15 万時間 | ◎（達成） |
| 平均演色評価数：80 以上 | 84 | ○（達成） |

これらの結果から、本中間成果段階では図Ⅲ.1.1、図Ⅲ.1.2のように世界 TOP レベルの性能水準を達成できている。また市販製品と比較しても、それをはるかに超える性能達成により、これらを切り口として今後、新市場開拓（建材分野、車載分野、装飾照明分野等）への期待が可能な状況といえる。今後、本成果を活用した実用化事業化を実施した場合に国際競争力強化、CO₂削減、省エネルギー化、節電への貢献が今後期待できる。



図Ⅲ.1.1 高輝度 LED 照明器具に関する成果の国際的な位置づけ



*) 輝度半減寿命=70%輝度寿命*3にて換算想定(70%輝度寿命のみ公表の場合)

図Ⅲ.1.2 有機 EL 照明に関する成果の国際的な位置づけ

次に研究項目③戦略的国際標準化推進事業についての目標達成度は表Ⅲ.1.2のとおり。

(a)LED光源並びにLED照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発については、LED照明の色再現性に関する演色性評価方法の検討、LED照明のグレア評価に関する技術開発の方向性と現状の問題点の整理については東芝ライテック（株）が担当し、LED照明の配光・全光束一括測定技術の開発の確立・検討及びLED照明環境（薄暮～夜間）における測光装置試作及び

測光方法の確立 についてはパナソニック（株）が担当し(b)有機 EL 照明に関する国際標準化については山形大学が担当した。(c)次世代照明を用いた評価検証の研究開発項目については、東芝ライテック（株）、パナソニック（株）、山形大学が(a)、(b)各々の国際標準化に向けた測定方式の研究開発の中で人間工学的観点での評価を実施活用して成果を上げ、各々目標を達成した。

表Ⅲ. 1. 2 国際標準化推進事業の最終目標の達成状況

| LED に関する国際標準化 | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| LED 照明の色再現性に関する演色性評価方法の検討 | 色再現性に関する演色評価方法を開発（成果は CIE*1）TC1-91 にて提案 | ○（達成） |
| LED 照明のグレア評価に関する技術開発の方向性と現状の問題点の整理 | LED 照明のグレア評価方法の技術開発により評価方法と現状の問題点を整理（成果は CIE/新 TC(2014 年設 4 月設立承認）にて提案） | △（達成。新 TC 設立次第提案予定） |
| LED 照明の配光・全光束一括測定 of 技術開発の確立・検討 | LED 照明の配光・全光束の測定装置を製作して評価検討実施（成果は CIDE/TC2-71、TC2-78 にて提案） | ○（達成） |
| LED 照明環境（薄暮～夜間）における測光装置試作及び測光方法の確立 | LED 照明環境における視作業効率測定方法を開発し測光装置の試作評価（成果は CIE *1）TC2-65 にて提案） | ○（達成） |
| 有機 EL 照明に関する国際標準化 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 有機 EL 照明の測光方法の検討・評価 及び標準化ガイドラインへの反映 | 有機 EL 照明の測光方法を開発・評価実施。標準化ガイドライン（照明学会作成）への反映完了。（成果は CIE/TC2-68 に提案） | ○（達成） |
| 次世代照明を用いた評価検証 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| LED、有機 EL 照明の照明空間を設営して評価検証を実施 | 上記の標準化技術開発（LED 照明の演色性評価、有機 EL 照明の測光に関する主観評価）にて評価検証を実施して標準化提案に反映した。 | ○（達成） |

各研究成果は国際標準化活動に当り、実施する国内推進体制も明確であり、且つ国際標準化を提案する対象の技術委員会も決定しており、既に提案活動に入っているために、本プロジェクト成果を活用した国際標準化の確立の期待が高い。

2. 知財権等の取得状況

本プロジェクトの研究開発結果については適宜、各実施者により研究発表、論文、特許申請を行った。その結果は表Ⅲ. 2. 1 のとおり。

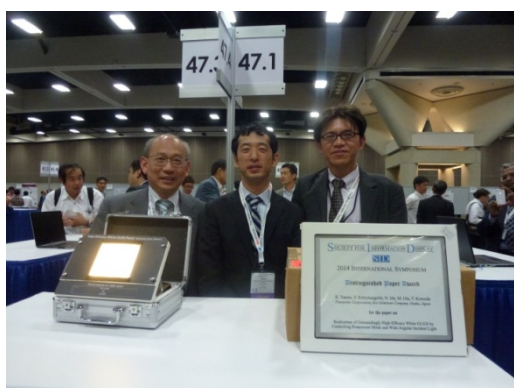
研究発表のみならず特許出願による権利化も積極的に推進した。また実用化事業については海外への事業展開も見据えて海外特許も積極的に出願した。

表Ⅲ. 2. 1 プロジェクト知財成果表

| 項目 | 2009 年度～ 2010 年度 (平成 21～ 22 年度) | 2011 年度 (平成 23 年度) | 2012 年度 (平成 24 年度) | 2013 年度 (平成 25 年度) | 合計 |
|--------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
| 特許出願 | 47 | 191 | 273 | 271 | 782 |
| 内海外特許 | 0 | 25 | 80 | 105 | 210 |
| 研究発表・ 講演 | 64 | 139 | 197 | 162 | 562 |
| 論文 | 10 | 24 | 23 | 65 | 122 |
| その他 (プレス発 表) | 0 | 8 | 14 | 23 | 45 |

3. 成果の普及

プロジェクト成果は積極的に外部へのアピールを行った。具体的には NEDO では CEATEC2011～2013、nanotech2012 への NEDO ブースへの展示及び技術セミナー、LED NEXT STAGE2013 での次世代照明の事業成果の講演を実施した。本活動により、LED 及び有機 EL 照明の付加価値性及び本プロジェクト成果について次世代照明ユーザ、事業パートナーへの理解の浸透とともに次世代照明事業拡大に活用した。



図Ⅲ. 3. 1 SID2014 (2014 年 6 月)
Distinguished Paper Award を受賞
(パナソニック(株) 菰田氏、山江氏、太田氏)



図Ⅲ. 3. 2 LED_NEXT_STAGE2014 (2014 年 3 月)
LED+有機 EL ステージ講演 (PJ 成果発表講演)
(NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 高井主査)

CEATEC2013 Japan展示 (NEDOブース) 展示
(2013年10月)

次世代照明プロジェクトの最新技術成果を展示。
同時に次世代照明の理解を深めるために技術セミナーを開催



GaN基板LED展示
(NECライティング)



有機EL照明の展示
(パナソニック・コニカミノルタ)



次世代照明の技術セミナー
(東芝 瀧田氏)

図III.3.3 CEATEC2013 Japan NEDO ブースでの次世代照明展示及び技術セミナー

IV. 実用化・事業化にむけての見通し及び取り組みについて

1. 成果の実用化・事業化の見通し

プロジェクト成果を活用してプロジェクト終了後、各企業では各々の事業分野において速やかに実用化・事業化を推進する予定である。各企業の事業分野は図IV. 1. 1のとおり。基盤技術開発の成熟度と市場の立ち上がりにより、本格的な事業化時期は企業毎に異なるが、1年以内から数年以内に実用化・事業化の見込みである。

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| 三菱化学チーム： | 三菱化学（株） シチズン電子（株） NECライティング（株） | ⇒ GaN基板事業 ⇒LEDパッケージ事業 ⇒LED照明器具事業 |
| 名大・阪大チーム： | 豊田合成（株）（株）リコー | ⇒ GaN基板事業 |
| コニカミノルタチーム： | コニカミノルタ（株） | ⇒有機ELパネル事業 |
| パナソニックチーム： | パナソニック（株） 出光興産（株） タツモ（株）、長州産業（株） | ⇒有機EL照明事業 ⇒有機EL材料事業 ⇒有機EL製造装置事業 |
| ●測光方法の研究開発成果を活用して1-3年以内に国際標準化を実施 | | |
| LED照明チーム： | 東芝（株） パナソニック（株） | ⇒新演色評価方法（CIE/TC2-90・91）* ⇒LEDランプ器具の配光測定（CIE/TC2-78） ⇒薄明視の測定（CIE/TC2-65） ⇒グレア（不快なまぶさ）測定（CIE/TC新案予定） |
| 有機EL照明チーム：山形大学 | ⇒色度・光束維持率等測定（CIE/TC2-68） | |

*CIE：国際照明委員会 TC2-XX：測光方法の個別の課題毎に国際標準化を議論するCIE内の技術委員会

図IV. 1. 1 プロジェクト成果を活用した各企業の目指す事業

2. 波及効果

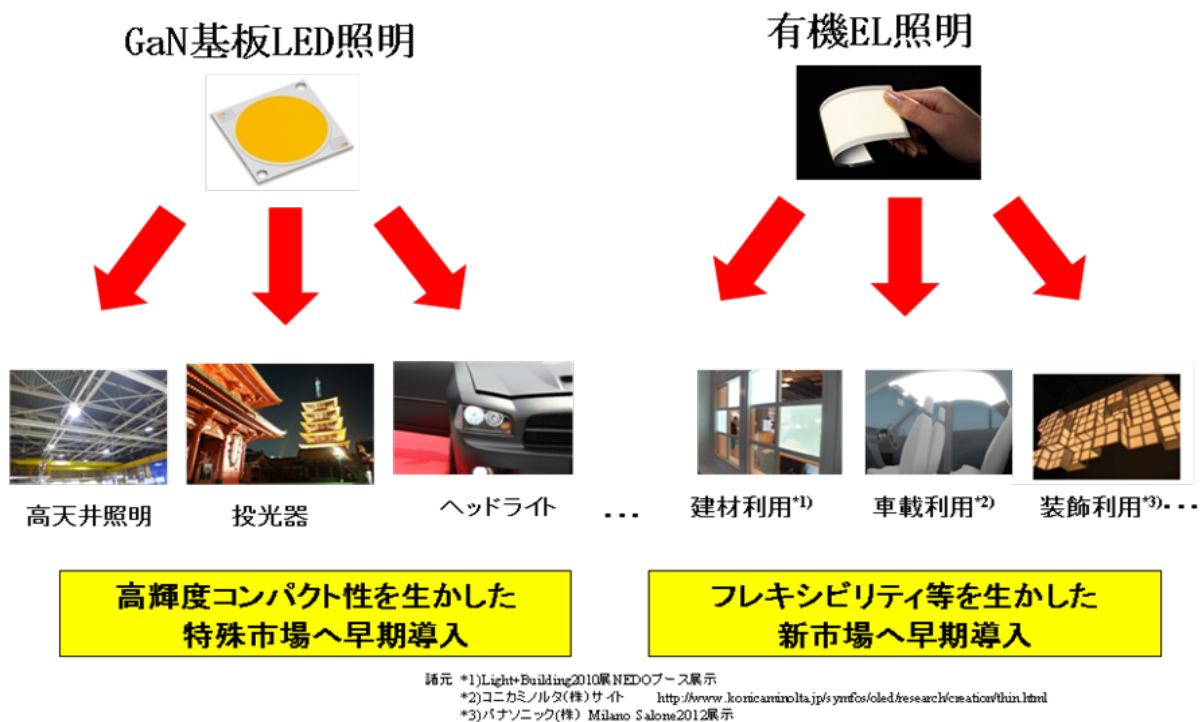
本事業で開発した次世代照明技術は、日本の産業力強化により、照明事業の活性化にとどまらず、次世代照明固有の特徴を生かした新規市場の創出効果が期待できる。また発光効率向上による省エネルギー化、CO₂削減の他にも様々な波及効果が期待できる。（図IV. 2. 1）

GaN 基板 LED 照明は、高天井照明、投光器、自動車のヘッドライトなどの市場への適用が今後、期待できる。また有機 EL 照明は建材、車載、装飾照明等の市場への適用が今後期待できる。

さらに本技術は照明以外への市場拡大の波及効果も期待できる。例えば GaN 結晶成長技術により、GaN バルク結晶を生成する技術は LED のみならず、パワーデバイス分野、特に小型高出力電子デバイスへの適用が可能である。本デバイスは、自動車や高周波出力が必要な次世代携帯端末、小型省エネルギー化が今後要求される家電製品への需要に対応することが可能である。

また有機 EL 照明で開発した有機 EL 製造プロセス技術は、有機素子の応用分野として期待される、有機 EL ディスプレイ、太陽電池、電子ペーパー・タッチパネル用などの、各種電子薄膜の有機 EL エレクトロニクスデバイスの製造プロセスにも展開して、低コスト化、生産性向上、材料利用効率の向上が期待できるため、本基板技術開発による波及効果は高い。

● 基盤技術開発の成果を活用して数年内に実用化事業化を実施



図IV.2.1 次世代照明技術の他分野への展開

その他、NEDOの次世代照明の特質を生かした新市場の創出に向けた支援活動として『次世代照明新用途アイデアコンペ』を実施した。

次世代照明新用途アイデアコンペとは、広く国内の照明ユーザ、照明デザイナー等を対象に次世代照明の新用途アイデア、デザインを募集する次世代照明アイデアコンペであり、次世代照明の新市場、新用途を探索することを目的として開催した。(NPO 法人 Light Bridge Association 主催、NEDO 共催で2010年11月に開催)

また、日本の高輝度LED照明の海外普及促進・支援のため、高輝度LED照明の海外実証事業も実施中であり、現在は、2014年1月までの予定で東南アジア市場として、インドネシア・ブルネイを対象とした基礎調査を実施している段階である。

さらに今後実施することを検討している活動として『次世代照明コンソシアム(仮称)』も開催検討している。『次世代照明コンソシアム』とは、NEDO主催で関係企業等を招集して次世代照明の特質を生かしたアプリケーション、システム、サービス等を検討するコンソシアムである。

(2014年度末頃設立予定) 次世代照明の新市場についても調査を実施。出口戦略ロードマップの策定を目指している。

エネルギー基本計画（2010年6月）（抜粋）

前文：

資源やエネルギーは国民生活や経済活動の根幹を支える財である。その大部分を海外に依存する我が国にとって、資源・エネルギーの安定供給は必要不可欠である。また近年、エネルギー利用に伴う環境問題、特に地球温暖化問題への強力な対応が世界的に求められている。さらに、エネルギーの価格は、国民生活や産業の競争力に大きな影響を及ぼすため、市場が適切に機能した効率的なエネルギー供給を実現することが重要である。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・（以下省略）

P44：

（5）省エネ家電、省エネIT 機器等の普及（家庭・業務部門対策）

①目指すべき姿

民生部門では、家電の増加やオフィスのIT 化の進展等により、エネルギー消費量が増加してきているため、家電やIT 機器等の省エネを進めることが重要である。革新的な省エネ性能を持つ省エネIT 機器（ルータ、ストレージ、サーバ等）については、2015 年までに実用化し、2020 年までに100%普及させることを目指す。（現状：0%）

また、今後大幅な省エネ性能の向上が見込まれる高効率次世代照明（LED 照明、有機EL 照明）については、2020 年までにフローで100%、2030 年までにストックで100%普及させることを目指す。（現状：1%未満）

②具体的取組

トップランナー基準の策定や基準の強化を進めることにより、家庭・業務部門における家電・設備等の省エネ性能の向上を図る。省エネ家電については、省エネ基準の強化のみならず、消費者のライフスタイルに応じた省エネの進捗状況のフォローアップを実施する。

また、省エネ設備については、高効率冷凍冷蔵機器等の導入を促進し、民生部門における省エネを促進する。省エネIT 機器については、研究開発の加速化やトップランナー基準の強化等により、さらなる普及拡大を図る。

照明器具については、インバーター化を推進するとともに、高効率次世代照明（LED 照明、有機EL 照明）の研究開発の加速、導入支援策、省エネ基準の強化等43を通じて、更なる省エネ性能の向上を図る。

（6）モーダルシフト等グリーン物流の推進（運輸部門対策）

①目指すべき姿

運輸部門における物流分野のエネルギー使用量を削減するため、モーダルシフト等の物流効率化による環境負荷の少ない物流体系の実現を目指す。

・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・（以下省略）

基本計画

P09024

P07030

(エネルギーイノベーションプログラム・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)

「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」基本計画

電子・材料・ナノテクノロジー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

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り、経済・社会活動と地球環境との調和を実現することが求められており、情報、環境、安全・安心、エネルギー等、経済・社会活動を支えるあらゆる分野で省エネルギー化を図る画期的な技術革新が求められている。

これを実現するためには、従来のデバイスと比較して、機能・特性の向上や新機能の発現により、更なる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。

新材料デバイスの適用領域としては、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や、情報通信機器のみならず自動車や医療機器など広範な分野の製品の省エネルギー化、高機能化が期待される窒化物半導体を用いたワイドバンドギャップ半導体の分野がターゲットとなる。

しかし、照明に関しては、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、そのため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。また、LEDや有機ELといった次世代照明の普及促進のためには、国際標準化フォローアップ活動や次世代照明の用途探索活動など、研究開発以外の側面支援も必要である。

また、窒化物半導体に関しては、高周波演算素子やパワーデバイス等の高性能デバイスを実現する上で十分な品質の結晶作製が実現しておらず、既存のバルク半導体単結晶成長技術やエピタキシャル成長技術を超える基盤技術の確立が不可欠である。

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ならびに国際標準化等の研究開発支援を行うことにより、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。

(2) 研究開発の目標

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）の高さと自然光に限りなく近い演色性（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。併せて、今後我が国が次世代照明を健全に普及させるとともに、海外市場を開拓して産業を発展させていくために、性能評価等の国際規格策定に関する活動を行い、次世代照明の国際標準を確立するための側面支援を行う。

また、ハイパワー・超高効率の電力素子、超高速電子素子などの作成に必要な窒化物半導体結晶成長技術を目指して、4インチ有極性単結晶基板及び3～4インチ無極性単結晶基板の開発、並びに無欠陥ヘテロ接合構造実現のための低欠陥高品質GaN及び混晶エピ層を実現するエピタキシャル成長法をそれぞれ開発するとともに、窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価として、有極性、無極性それぞれの単結晶基板で作成したFETの特性の差違、利害得失の明確化や、広い混晶範囲における耐圧と結晶欠陥の相関の明確化を行う。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

研究開発項目① 次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発

- (1) LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発
[委託][共同研究(NEDO負担率: 1/2)]
- (2) 有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発
[委託][共同研究(NEDO負担率: 1/2)]
- (3) 戦略的国際標準化推進事業[委託]

研究開発項目② ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

- －窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発
- (1) 高品質大口径単結晶基板の開発[委託]
 - (2) 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術[委託]
 - (3) 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価[委託]

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）が、単独ないし複数の原則本邦の企業等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を国外企業等との連携により実施することができる。）から公募によって研究開発実施者を選定し、委託して実施する。

また、研究開発項目②については、研究開発に参加する各グループの研究開発ポテンシャルを最大限活用することにより効率的な研究開発の推進を図る観点から、NEDOが委嘱す

る研究開発責任者（プロジェクトリーダー）として、国立大学法人福井大学 葛原 正明氏を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

（２）研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省および研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術推進委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回以上、プロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

３．研究開発の実施期間

研究開発は、平成 19～25 年度に実施する。

研究開発項目①次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発の（１）、（２）は、ステージ I として 2 年間（平成 21～22 年度）、ステージ II として 3 年間（平成 23～25 年度）それぞれ実施する。（３）については、平成 22～25 年度の 4 年間実施する。

研究開発項目②ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基板は、6 年間（平成 19～24 年度）実施する。

４．評価に関する事項

NEDO は、技術的および政策的観点から見た技術開発の意義、目的達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を行い、必要に応じてプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。研究開発項目①次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発のうち、（１）（２）については平成 23 年度、研究開発項目②ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基板については平成 21 年度に中間評価を実施する。

また、事後評価については、研究開発項目①次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発については平成 26 年度に、研究開発項目②ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基板については平成 25 年度に実施する。評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況などに応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、研究実施主体が競争的に研究開発を行うことによりイノベーションを加速させることを目的として、研究開発項目①次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発の（１）、（２）については「ステージゲート制度」を導入する。具体的には、プロジェクト実施期間を前半 2 年間の「ステージ I」（平成 21～22 年度）と後半 3 年間の「ステージ II」（平成 23～25 年度）に分割し、「ステージ I」の最終段階（平成 22 年度）にステージゲート評価を実施する。

ステージゲート評価では、「ステージ I」の研究目標に対する達成度、「ステージ II」の研究目標に対する実現性を中心に、定性的・定量的に評価を行い、「ステージ II」における研究開発主体の選定を行う。「ステージ II」へ移行するにあたり、研究開発の進捗状況を踏まえ、必要に応じて、ミッション及び実施体制を見直すこととする。また、本プロジェクト終了後に事後評価を実施し、最終的なミッションの達成度を定性的・定量的に評価する。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取り扱い

①成果の普及

得られた研究開発成果のうち、共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO および実施者が協力して普及に努めるものとする。

そのために、次世代照明の健全普及と海外市場の開拓により産業を発展させていくために、性能評価等の国際規格策定に関する活動を行い、次世代照明の国際標準を確立していくための側面支援を行う。

②知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第 26 条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

なお、国際展開を見据えた次世代照明技術に係る知財管理を適切に行うこととする。

(2) 基本計画の変更

NEDO は、基本計画の内容の妥当性を確保するために、社会・経済的状況、内外の技術開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行う。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 項第 1 号二に基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成 23 年 3 月 「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」と「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発」及び「戦略的国際標準化推進事業」（LED 及び有機 EL に関する標準化）の基本計画の統合

(2) 平成 24 年 3 月 次の項目を修正

①「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」に中間評価結果を反映

- ・ 「(1) LED 照明の高効率・高品質照明の基盤技術開発」に目標を追加
- ・ 「(3) 戦略的国際標準化推進事業」に「(c)次世代照明を用いた評価実証」を追加

②「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発」の目標追加及び期間延長

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目① 次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発

(1) LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

1. 研究開発の必要性

LED照明を高効率かつ高品質にするには、現在一般的にLED照明用基板の材料として使われているサファイアを窒化物材料等にするなど、基板部分を高性能な材料にすることが有効であるが、サファイア以外の基板については、基板の価格が非常に高額であるため、バルク化や大口径化等、基板の低コスト化に繋がる手法の確立が求められている。同時に、照明用LEDとして高効率な性能を実現するために、基板の結晶欠陥を極力減少させることも求められている。

これらの問題を解決し、高効率かつ高品質LED照明の作製を低コスト化することを目的として、LED照明用窒化物等基板の製造等に関する研究開発を実施する。

2. 研究開発の具体的内容

高効率（LEDデバイスレベルで200 lm/W以上）かつ高品質（平均演色評価数80以上）LED照明の低コスト化を実現するため、窒化物等の照明用基板の生産性向上を目的とした結晶成長技術の開発やLED素子構成構造の最適化等デバイスの高度化についての技術開発を行う。

(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

バルク結晶方式、板状結晶方式等の手法を用いて、低歪・低転位窒化物等結晶成長技術を高度化するための開発を実施する。

具体的には、結晶核から大口径の低歪・低転位種結晶作製のための成長方位制御や大口径種結晶基板上に窒化物等結晶を高速・長時間成長を目指すバルク結晶方式、異種基板上での大口径窒化物等結晶低歪化技術及び大口径窒化物等結晶の高速・長時間成長技術を目指す板状結晶方式等、結晶成長手法の高度化を可能とするための技術を開発する。

あわせて、発光効率200 lm/W以上かつ平均演色評価数80以上を達成するLEDデバイスを実現するための技術開発を行う。

(b) 基板の応用によるデバイス技術の開発

基板の特殊ドーピングやLEDデバイス構造の最適化等、窒化物等結晶成長技術の高度化以外のアプローチにより、発光効率200 lm/W以上かつ平均演色評価数80以上のLED照明を低コスト化するための技術開発を行う。

3. 達成目標

それぞれの方式について、以下の目標を達成する。

(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

<ステージI 達成目標（平成22年度末）>

5～10mm角サイズの結晶の作成およびLEDデバイスとしての評価を行い、発光効率175 lm/W以上、平均演色評価数80以上の達成可否を検証する。

<ステージ II 達成目標（平成 25 年度末）>

バルク結晶成長方式で、結晶欠陥 10^4 cm^{-2} 以下、LED 発光波長領域において光吸収が極めて少なく、かつ研磨後の基板サイズが 4 インチ以上となる結晶成長技術を、板状結晶成長方式で、結晶欠陥が 10^6 cm^{-2} 以下、LED 発光波長領域において光吸収が極めて少なく、かつ研磨後の基板サイズが 6 インチ以上となる結晶成長技術を、それ以外の手法においては、上記基板サイズの大型化に相当する生産性を実現する技術をそれぞれ確立する。

いずれの手法においても、LED デバイスとして電流値 350mA 以上で発光効率 200 lm/W 以上かつ平均演色評価数 80 以上を達成する。また LED デバイスにした場合のコストを評価するための試算を行う。

(b) 基板の応用によるデバイス技術の開発

<ステージ I 達成目標（平成 22 年度末）>

5~10mm 角サイズの結晶の作成および LED デバイスとしての評価を行い、発光効率 175 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上の達成可否を検証する。

<ステージ II 達成目標（平成 25 年度末）>

LED デバイスとして発光効率 200 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上を達成する。また LED デバイスにした場合のコストを評価するための試算を行う。

(注) ステージゲート評価の結果、本研究テーマについては平成 22 年度末をもって終了した。

(2) 有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

1. 研究開発の必要性

有機EL照明は、均一発光が可能な効率的な面発光光源であるため、今後の省エネルギー化を促進する照明として期待されている。

現在の有機EL照明技術は、課題とされていた演色性、寿命等において蛍光灯と同等以上の性能を実現できるレベルにある。今後、有機EL照明が蛍光灯を代替するためには、演色性、寿命のみならず、さらに効率性においても蛍光灯を大幅に凌ぐ性能向上が要求される。さらに普及の観点からは蛍光灯と同等以上の低コスト化も望まれる。

有機EL照明の効率性を大幅に向上させると同時に低コスト化を図ることができれば、蛍光灯の代替普及が急速に進み、省エネルギー化に貢献できる。そのために、高効率・高品質及び低コスト化を同時に実現する革新的な技術開発を行う。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 高効率・高品質有機EL照明デバイス技術開発

高効率（発光効率 130 lm/W以上）高品質（平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上）を実現する有機EL照明デバイス技術開発を行う。具体的には、光学干渉の影響を抑制して効率を向上させる光取り出し技術、気密性を高めて品質を向上させる封止技術、製造工程の高速化を図るプロセス制御技術、材料の利用効率向上を図る薄膜層形成技術等の技術開発を行う。加えて有機ELを構成する基板・透明電極・有機層等について高効率・高品質化且つ低コスト化に向けた材料開発を行う。

3. 達成目標

(1) 高効率・高品質有機EL照明デバイス技術開発

<ステージ I 達成目標（平成 22 年度末）>

発光面積 100 cm² 以上で発光効率 130 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機EL照明実現の技術課題を明確にして、具体化する実行計画を策定する。理論解析・光学シミュレーション等により実現方式の光学設計を行い、プロトタイプ試作により発光面積 25 cm² 以上で発光効率 50 lm/W 以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 1 万時間以上の有機EL照明光源を実現する。

また高効率な製造プロセス実現に必要とされる要件を明確にして設計・製作及び基本データの収集を行い、要件を充足していることを検証する。

<ステージ II 達成目標（平成 25 年度末）>

発光面積 100 cm² 以上で発光効率 130 lm/W以上、平均演色評価数 80 以上、輝度 1,000 cd/m² 以上、輝度半減寿命 4 万時間以上の有機EL照明光源を実現すると同時に、コストを評価するための試算を行う。

(3) 戦略的国際標準化推進事業

(a) LED光源並びにLED照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発

1. 研究開発の必要性

近年、白熱電球や蛍光灯に代わる省エネルギー光源として、LED光源およびLED照明器具（以下、LED照明）は国内外で広く普及しつつある。性能の向上は著しく、また今後も、現在主に用いられている蛍光灯やHIDランプ（高輝度放電ランプ）の性能を超えるような著しい性能向上が期待されることから、二酸化炭素の大幅な排出削減が見込まれる次世代の照明として、LED照明の世界市場が急速に拡大していくことが予想される。

しかし、LED照明は半導体の固体発光素子に基づく全く新しい光源であり、従来の白熱電球や蛍光灯とは発光形態が大きく異なるため、白熱電球や蛍光灯で定められた国際規格および国内規格による定義、測定方法、照明方法などは、多くの場合、そのまま適用できない。すなわち現在、LED照明の性能を評価する基準の多くには、国際的な統一基準が存在していないため、消費者がLED照明器具を同じ基準で比較検討し適切に選択することができず、LED照明の世界的な普及の阻害要因となっている。

今後我が国のLED照明等の次世代照明を健全に普及させるとともに、海外市場を開拓して産業を発展させていくためには、LED照明の性能が正しく評価される世界共通の「ものさし」をつくることが重要であるとともに、性能評価の国際標準化の分野において主導的役割を果たせるようにすることが必要である。

そのため、本事業は、LED照明の性能評価方法に関する基盤技術を開発し、国際標準化に向けた活動に繋げることを目的とする。

2. 研究開発の具体的内容

本事業は、我が国の研究開発による成果を国際市場に普及してくために、国際標準化に向けた研究開発等を実施することで、研究開発成果を早期に上市し、国際市場の獲得に結びつけるための環境作りに寄与することを目標とし、事業を実施する。

具体的には、国際標準化獲得に向けた戦略を十分に検討した上で、光の強さ、色、寿命等、LED照明の性能を正しく試験評価するために必要な課題を設定し、これを克服するための研究開発を実施するとともに標準化に向けた活動を行う。

3. 達成目標

LED照明の評価技術に関して、それぞれ以下の課題を達成することを目標とする。

(i) LED照明利用技術に関わる評価技術開発

(ア) LED照明の色再現性能評価技術開発

現在CIEで検討が行われている現行の演色性評価方法の改訂を踏まえて、LED照明の特徴を踏まえた新しい演色性評価方法の確立に向けて、試験色の選定、視感評価を行うと共に、LED用の演色性評価方式についての検討を行う。

(イ) LED照明のグレア評価技術開発

LED照明は高輝度発光体の集合体で構成されていることから、現行のCIEによるグレア評価方法では正確に評価出来ず、照明設計の実際面において大きな支障になっています。そのような課題を踏まえ、LED照明に特徴に対応した新しい評価手法の確立を検討する。具体的には、評価用の照明器具を試作すると共にLED照明のグレアの評価実験を行い、現行法の課題を整理する。併せて、CIE等の動向も踏まえつつLED用計測システムの検討を行い、技術開発の方向性や現状の問題点の明確化を行う。

(ii) LED照明の測光技術開発

(ア) LED照明の配光測定技術開発

現状測定が不可能とされているLED照明の全光束、配光、器具効率の測定を実現するため、多受光方式配光測定装置による配光・全光束一括測定技術の検討および手法の確立を行う。併せて、より汎用的な測光技術の確立についても検討を行う。

(イ) LED照明環境における視作業効率測光技術

現在CIEにおいて検討されている屋外照明の明るさ効率評価方法に対する規格変更に対応するため、薄暮から夜間における視作業効率に関する測光方法の確立を目指す。視作業効率測光装置を設計・試作するとともに、現在当該分野で主導的な位置付けにあるNIST等とも意見交換を行いつつ、本装置の評価を行う。

(b) 有機EL照明に関する標準化

1. 研究開発の必要性

有機EL照明は、一般照明である蛍光灯を将来代替する高効率の次世代照明として急速に進化しつつある。現在は研究開発段階であるが、一部のパネルメーカーからはサンプル出荷が始まっており、数年以内には次世代照明として製品化されて国際的な競争が始まろうとしている。

有機EL照明は日本が世界に先駆けて開発し、現在も研究開発の最先端を走っている技術分野である。今後、製品化段階で日本の有機EL照明技術が生かされるためには、製品を規定する国際標準が本技術レベルを踏まえて決定されなければならない。照明の国際標準規定には通常は3～4年を要することを考慮すると、現段階から標準化活動を開始することが必須である。

また有機EL照明の標準化は、照明業界にとっては世界に先駆けて日本から初めて発信する先取り標準化活動であり、照明業界での日本の国際的な地位向上にもつながる。

2. 研究開発の具体的内容

従来の照明器具の標準を土台に、有機EL照明の課題に絞り標準化を進める。標準化の課題として光源／器具の測光方法、光源／器具の性能に取り組む。

3. 達成目標

標準推進団体にて標準規格化を行う際に必要な光源／器具測光方法・測色方法の研究として、測光設備を利用した測光方法の検討・試験・評価・検証を行い、標準化を提案に必要な裏付けデータを集積して報告する。本活動結果は、照明学会ガイドライン委員会にて平成23年度末に作成される標準化ガイドラインに反映され、国際照明委員会での日本規格提案の根拠として活用される予定である。さらに国際照明委員会での情報収集、提案支援を行い国際標準化活動に貢献する。

(c)次世代照明を用いた評価検証

1. 研究開発の必要性

LED照明と有機EL照明は、発光原理が既存照明と異なる新しい照明であることから、人体に与える生体的影響については十分把握されていない。今後、これら新しい照明の普及がますます加速していくと予想されることから、本照明が生体に与える影響を調査分析し、その特質を明確にすることは、LED照明と有機EL照明の健全な普及促進に重要である。

2. 研究開発の具体的内容

LED照明または有機EL照明が人体に与える影響について、医学的工学的観点から調査分析することを目的とした評価検証等を行い、次世代照明の基盤技術開発、国際標準化事業のプロジェクト推進方針変更や規格整備等に活用する。

3. 達成目標

LED照明、有機EL照明を適用した照明空間を設営の上で評価検証を実施し、これらの照明が人体に与える影響について客観的に評価することが可能な検証結果を示すとともに、国際規格化等を検討する。

研究開発項目② ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発－窒化物系化合物半導体基板

1. 研究開発の必要性

(1) 低損失で高出力の電子デバイスとして期待される窒化物半導体ウェハは、現在GaN系ヘテロ構造がSiやSiC等の異種基板上に作製されている。このため電子デバイス構造としては横型に限定される上に大きな格子不整合によりデバイス内部に多数の欠陥が発生し、耐圧、オン抵抗等のデバイス特性についても物性値から期待されるような十分な特性は得られていない。また電源などで重要なノーマリオフ動作についても実用的な高出力デバイスとしては実現されていない。

このような問題を解決するためには、本質的に結晶構造が等価で格子整合する高品質窒化物単結晶の有極性、或いは無極性基板上にデバイス構造を成長・作製することが必要不可欠である。また、横型デバイス用の高抵抗ウェハ、縦型デバイス用の低抵抗ウェハ実現に向けて、単結晶基板の伝導度制御技術の確立が重要となる。

窒化物単結晶基板を成長するにはHVPE法やNa系フラックス溶液成長法、昇華法等が知られているが、現状電子デバイス用の高品位な結晶性を持つ大口径単結晶基板の育成は実現されていない。そこで本研究開発では、窒化物半導体電子デバイス作製に必要とされる4インチ級の究極的高品質有極性バルク単結晶、及び無極性バルク単結晶を育成する技術を開発し、Siデバイスと同等、或いはそれ以上の安定性を有する高出力デバイスの実用化に資する。

(2) 化合物半導体エピ材料の特徴としては、ヘテロ接合を用いたデバイスを作製できることにあり、中でも窒化物は高速化、高出力化、高耐圧化、省エネ化などに優れた性能を発揮できる物性を有している。このような特性を実現するためには、これらデバイス構造中のチャンネル層やドリフト層を形成する薄膜成長技術、即ち結晶欠陥や残留キャリアの低減、ヘテロ接合界面でのキャリアの散乱を抑制するための界面組成急峻性や広い範囲での平坦性、多層構造はもちろんのこと、極めて薄いチャンネル層を作製するための組成や不純物濃度を原子層レベルで制御できる薄膜成長技術が必須である。加えてGaN-AlN-InN系窒化物は、AlGaNやInGaNでも格子不整合が大きく、分極電界や転位、欠陥、クラックなどの問題が生じている。

自動車用インバータなどでは例えば、オン抵抗 $<1.5\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 、耐圧 $>2\text{KV}$ で高gm、かつノーマリオフ型等の省電力タイプの電子デバイスの実現が望まれている。しかしSiCやSi基板上でのエピ成長ではヘテロエピタキシーの制約のため、デバイス特性からの要求品質或いは物性値から期待される特性を十分に満足する段階には未だ達しておらず、高機能の横型、及び縦型窒化物半導体電子デバイス実現のためには、今後窒化物単結晶基板上でAlN-GaN-InNの高範囲に渡る高品質大口径エピタキシャル混晶成長技術が必要である。

また、これら混晶成長に関して、高In組成領域では線欠陥、原料の気相反応に基づく反応物による点欠陥、成長中の熱分解が大きな問題であり、高Al組成領域では、酸素および炭素などの不純物の混入を抑制すると共に、効率の良いドーピング技術の開発によるキャリア濃度の向上が必須である。

更に、実用的な電子デバイス用エピタキシャルウェハとしては、厚みやキャリア濃度等のウェハ特性に関して、4インチ級の大口径にわたる均一性が要求される。

(3) 現在窒化物電子デバイスは、端緒についたばかりであり、実用化したデバイスはSiCなどの基板上に形成したGaNチャネルを用いたFET構造のみである。その応用は2-5GHzの携帯電話基地局用の200-400W増幅器と30GHz帯の小型20W級増幅器に限定されている。窒化物系半導体が元来有する物性を考慮すると、今後はAlN-GaN-InN系材料を広範囲に自由に組み合わせたヘテロ接合トランジスタの実現が望まれ、その応用は高周波高出力ばかりでなく、高温動作デバイス、高耐圧デバイス、超高速デバイスなど、広い応用範囲が実現可能である。

例えば2-5GHzでは1kW以上の増幅器が実現可能となり、基地局ばかりでなく、固体デバイスを用いた超小型マイクロ波加熱（電子レンジ、半導体プロセス装置）、マイクロ波送電などに応用可能である。

またパワーエレクトロニクスにおいても、高電圧動作と高周波動作が同時に実現できるため、例えば数kW級のインバータ回路は、従来は周波数が低いためコイルやコンデンサが大型化し、モノリシック集積化が不可能であった。窒化物半導体を用いれば高電圧のまま高周波に対応可能であるためパワーエレクトロニクス機器の小型化を推進でき、エアコンなどの家電製品、情報家電、自動車におけるインバータの画期的な性能向上などその応用範囲は極めて広い。

このような電子デバイスを実現するためには、高品質窒化物半導体基板の開発、及び理論的可能で現在までに検討されなかった新しいエピタキシャル成長技術・不純物ドーピング技術の開発をベースに、可能な限り広い範囲の組成のヘテロ接合構造や面方位の組み合わせによるデバイス構造を従来の異種基板上ウェハや各種窒化物半導体ウェハ上に実際にデバイスレベルで試作して、高耐圧性、低損失性、高速性などの諸特性を比較・検証するとともに、その結果を課題①、②の基板・エピ開発にフィードバックすることが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 高品質大口径単結晶基板の開発

(a) 窒化物単結晶成長における基礎技術の検討

窒化物半導体バルク成長法における、成長初期過程制御技術、核発生制御技術等を最適化し、必要な有極性、及び無極性窒化物単結晶育成要素プロセスの開発を行う。

転位等の欠陥挙動を解明し、転位低減化、高品質化を図る。さらに2～4インチ級への大口径化、長尺化を検討し、大型単結晶育成に必要な要素技術を明らかにする。

(b) 大口径種結晶の開発

結晶成長に必要な種結晶として、格子整合が良く、4インチ級の大口径が得られる有極性、及び無極性面成長と剥離に適した下地基板の選択を行い、大口径の数百 μm 厚結晶自立基板を作製する。V/III比、成長温度などの成長条件の最適化、横方向成長等の結晶欠陥低減手法の導入、また成長の障害となる不純物の低減など、表面性や結晶欠陥制御を検討して2～4インチ種結晶の実現を図る。

(c) 高導電性窒化物単結晶基板の開発

結晶の高品質化、大口径化を行うと同時に、固体、有機珪素化合物、ガスなどを用いて結晶への不純物添加を検討して、効率的なドーピング技術による導電性制御を行い、縦型デバイス動作に必要な低抵抗率の基板を実現する。

(d) 高抵抗窒化物単結晶基板の開発

結晶の高品質化、大口径化を行うと同時に、炉環境の清浄化や原料高純度化などにより結晶への不純物混入を極力低減して、単結晶の高純度化を図り、不純物キャリア濃度の低減による高抵抗化を目指す。また高純度化に加えて欠陥の低減、アクセプター性不純物の効果的ドーピングを検討し、添加元素の種類、添加量、添加条件などを最適化することにより直流から高周波迄の用途に適する均一で安定した高抵抗単結晶の基板を実現する。

(2) 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術

課題（１）で開発された大口径高品質窒化物単結晶基板等を用い、４インチ級の有極性、及び無極性窒化物半導体大口径基板上でのエピタキシャル成長に関して、転位等の結晶欠陥や残留キャリアを低減し、原子層レベルでの膜厚、平坦性、不純物を均一に制御する技術を開発するとともに、AlInN/InGaNやAlGaN/InGaNなどのヘテロ接合を実現する成長技術を開発する。

(a) 高In組成窒化物層成長技術

有極性、及び無極性窒化物半導体基板上への高均一、高In組成InGaN層を用いた高品質電子デバイス用大口径ウエハの成長技術、および当該InGaN層への不純物高濃度ドーピング技術を開発する。

(b) 高Al組成窒化物層成長技術

有極性、及び無極性窒化物半導体基板上への高均一高Al組成AlGaN層を用いた高品質電子デバイス用大口径ウエハの成長技術、および当該AlGaN層への不純物高濃度ドーピング技術を開発する。

(c) 高Al組成窒化物層成長技術

有極性、及び無極性窒化物半導体基板上への高均一高Al組成AlGaN層を用いた高品質電子デバイス用大口径ウエハの成長技術、および当該AlGaN層への不純物高濃度ドーピング技術を開発する。

(d) 結晶成長その場観察評価技術

基板上での原料のマイグレーションを促進して成長面をナノレベルで平坦化するため、成長速度、歪、組成等をその場観察して、原子層レベルの成長制御を最適化し、気相反応を抑制する技術を開発する。

(3) 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価

(a) 横型電子デバイスの評価

横型のパワー高周波素子、パワースイッチング素子を想定して、評価デバイスパターンを標準化し、エピ材料・構造・品質とデバイス特性との相関関係を、プロセス要因を極力排除した評価を通して検討する。

課題（２）で開発された大口径高品質窒化物エピタキシャルウエハー等を用い、簡素なソース/ゲート/ドレイン電極構造による評価トランジスタパターンにおいて、キャリア濃度特性、I-V特性、C-V特性などの基本特性評価を行う。また、ゲート長を短くした実用デバイスに近いFET構造において、耐圧、オン抵抗、リーク電流、高周波特性などより実際的な特性の評価を行う。

(b) 縦型電子デバイスの評価

縦型のパワー高周波素子、パワースイッチング素子を想定して、評価デバイスパターンを標準化

し、エピ材料・構造・品質とデバイス特性との相関関係を、プロセス要因を極力排除した評価を通して検討する。

課題（２）で開発された大口径高品質窒化物エピタキシャルウェハー等を用い、簡素なソース/ゲート/ドレイン電極構造による評価トランジスタパターンにおいて、キャリア濃度特性、I-V特性、C-V特性などの基本特性評価を行う。

(c) 窒化物単結晶基板上デバイスの優位性確認

窒化物単結晶基板上に成長したエピタキシャルウェハーをもとに、その上の各種デバイス特性を従来のサファイア、SiC等の基板上デバイスの特性と比較検討し、その優位性を確認する。

(d) 有極性、及び無極性デバイス構造の比較

有極性、及び無極性面方位をもつ高品質窒化物基板上に成長したエピタキシャルウェハーをもとに、その上の各種デバイス特性の比較検討を行う。電圧未印加時に電流の流れないエンハンスメント型の動作、電流コラプスを抑制した低オン抵抗化、高In系チャネル導入による高速化、高Alバリア導入による高耐圧化など、将来の家電・通信・交通システムへの応用を目指したデバイス構造を試作・評価して、有極性面上と無極性面上での長所、短所を明確化し、それらのデバイス可能性を検討する。

3. 達成目標

(1) 高品質大口径単結晶基板の開発

4インチ有極性単結晶基板、及び3～4インチ無極性単結晶基板を実現する。有極性単結晶基板では転位密度 $<5 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$ 、無極性単結晶基板では転位密度 $<10^5 \text{ cm}^{-2}$ 、積層欠陥密度 $<10^3 \text{ cm}^{-1}$ の特性を得る。また、伝導度制御として、導電性基板では比抵抗 $<10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 、高抵抗基板では比抵抗 $>10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ の特性を得る。

(2) 大口径基板上の高品質エピタキシャル結晶成長技術

無欠陥ヘテロ接合構造を実現するために、高品質、高導電性制御されたエピタキシャル成長法を開発し、以下の低欠陥高品質GaN及び混晶エピ層を実現する。

AlGaN及びInGaN混晶エピ成長層において、Al又はIn組成 $1 \geq x \geq 0.5$ で
転位密度 $<10^6 \text{ cm}^{-2}$

ドーピング不純物濃度 N型 $>10^{18} \text{ cm}^{-3}$ P型 $>10^{17} \text{ cm}^{-3}$

口径4インチ基板状にて、面内均一度：厚み $\pm 10\%$ 、組成： $\pm 10\%$ 、ドーピング不純物濃度 $\pm 20\%$

また、GaNエピ成長層において

残留ドナー濃度 $<10^{15} / \text{cm}^3$

転位密度：有極性基板上で $<5 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$ 、無極性基板上で $<10^5 \text{ cm}^{-2}$

口径4インチ基板状にて、面内均一度：厚み $\pm 5\%$ 、ドーピング不純物濃度 $\pm 10\%$ 、
ドーピング精度 $\pm 20\%$

また、上記エピ層からなる窒化物半導体ヘテロ構造において

2次元電子ガス移動度 $>2,500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

(3) 窒化物半導体単結晶基板上電子デバイスの評価

有極性単結晶基板上FETと無極性単結晶基板上FETの特性の差違、及びその利害得失の明確化を実施する。広い混晶組成範囲における耐圧と結晶欠陥の相関の明確化と課題①、

②へのフィードバックを実施する。

また、GaN基板を用いて、耐圧 $>1,200\text{V}$ 級の縦型および横型トランジスタを試作・評価し、SiやSiC等多種基板との比較においてGaNが有利または不利な点を明らかにする。

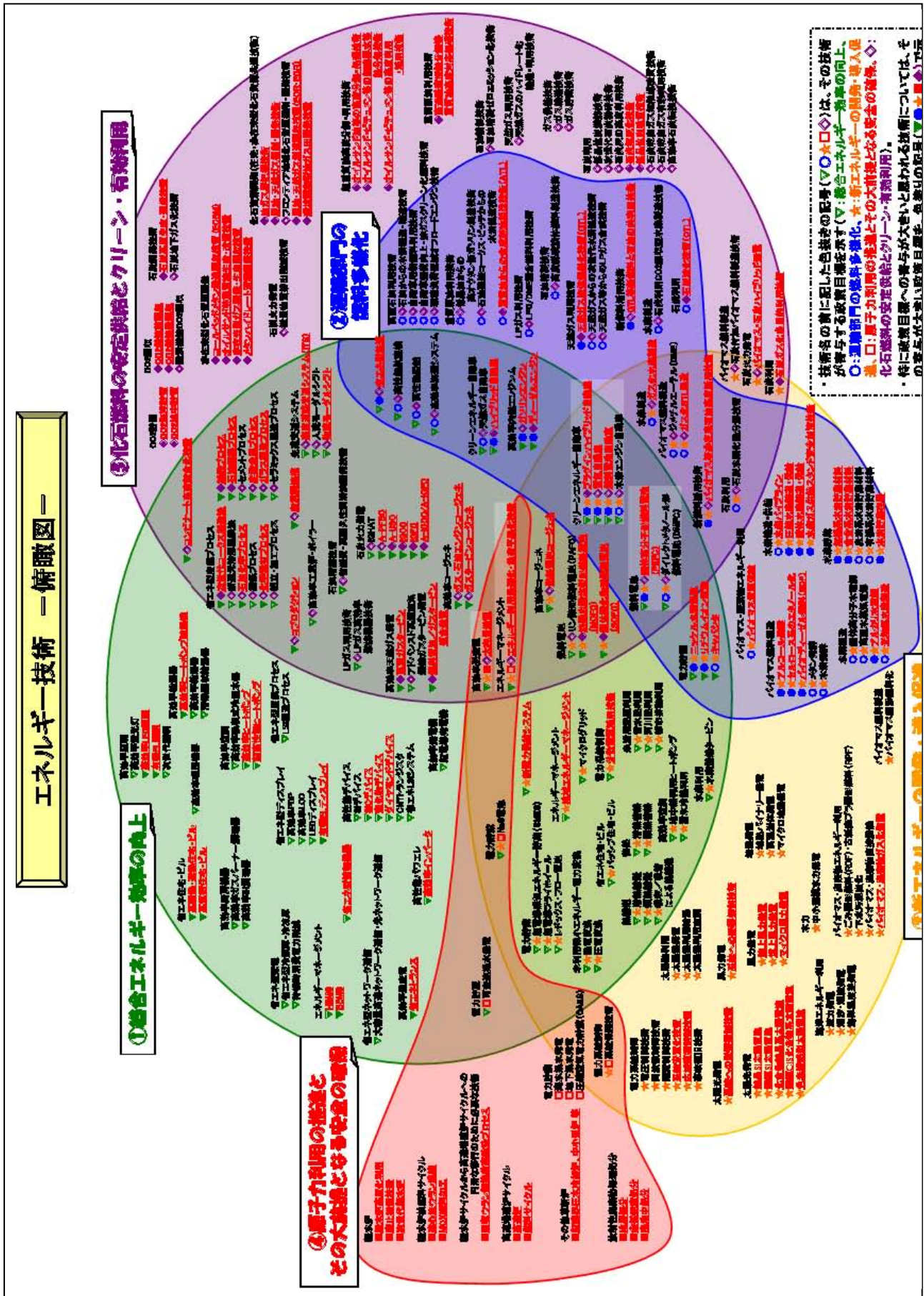
技術戦略マップ（分野別技術ロードマップ）

技術戦略マップは、新産業を創造していくために必要な技術項目や製品・サービス・コンテンツの需要を創造するための方策を示したものであり、経済産業省およびNEDOが、産学官の専門家の英知を結集してとりまとめたものである。

照明技術については、従来は白熱電球、蛍光灯などが主流であったが、次世代照明技術が創造され、新世代へ向かって2020年には蛍光灯並み、2030年には蛍光灯の2倍以上の発光効率の実現が予想されていた。本プロジェクトにより、2030年に実現される蛍光灯の2倍以上の発光効率を前倒しして2013年末に実現することが期待される。

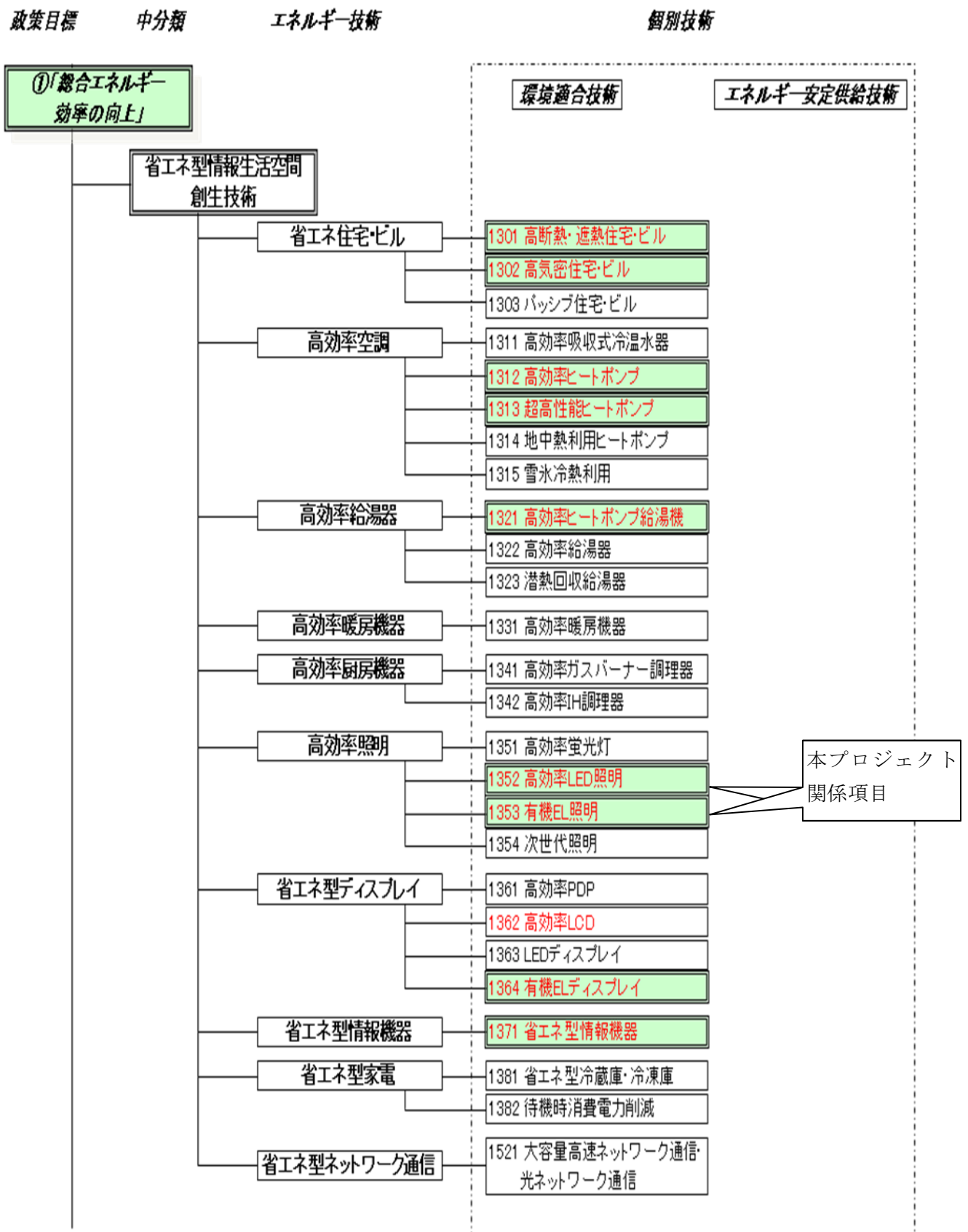
照明に関するロードマップを以下に示す。

エネルギー技術戦略マップ (2008年度版 抜粋)
 (1) エネルギー技術俯瞰図




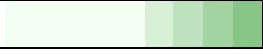


(2) エネルギー技術マップ

※それぞれの政策目標への寄与が大きいと思われる個別技術を **赤字** で示す。



(3) エネルギー分野におけるロードマップ (抜粋)

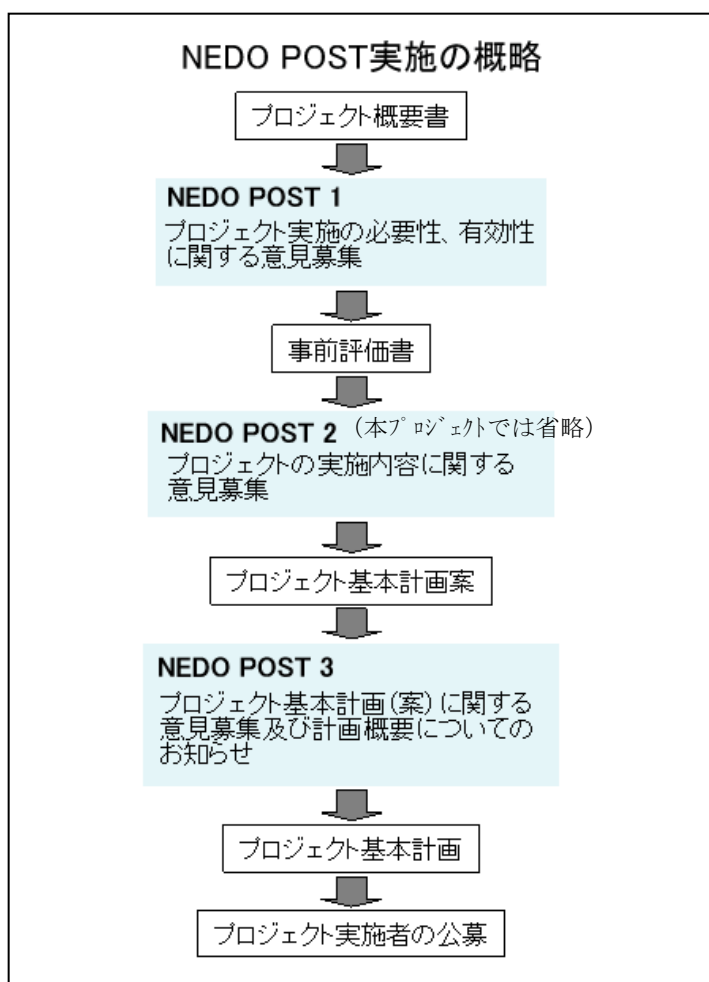
| エネルギー技術 個別技術 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030～ |
|-----------------|---|------|------|------|-------|
| 高効率照明 | 発光効率、寿命 50～100 lm/W 1万時間 | | | | |
| 高効率蛍光灯 |  <p>高効率蛍光材料 高効率無水銀蛍光灯 熱損失低減技術</p> | | | | |
| 高効率照明 | 発光効率、寿命 65lm/W 100 lm/W 200 lm/W 4万時間 6万時間 | | | | |
| 高効率LED照明 |  <p>高効率LED素子 白色LED用蛍光材料（高効率近紫外励起蛍光材料） 光センサー／人感センサーとの組み合わせ 低コスト化</p> | | | | |
| 高効率照明 | 発光効率 100 lm/W 200 lm/W 寿命 6万時間 | | | | |
| 有機EL照明 |  <p>高輝度白色EL 高効率化 長寿命化 大面積化</p> | | | | |
| 高効率照明 | 次世代照明 | | | | |
| |  <p>高効率高演色白色光源 マイクロキャビティ クラスター発光 蓄光技術、燐光材料 光伝送技術</p> | | | | |

事前評価関連資料

事前評価資料として、NEDOPOST および事前評価書を示す。

NEDOPOST とは、NEDO が新規に研究開発プロジェクトを開始するのに当たって、プロジェクト案の概要を示し、ウェブを活用して広くパブリック・コメントを集める手段であり、その結果をプロジェクト検討に役立てることによって、より社会のニーズに適合したプロジェクトを効率的に実施するためのコミュニケーションツールである。図のようにフェイズ毎に意見収集を行い、プロジェクト基本計画策定などに利用している。これによって事業目的、目標設定根拠の明確化、実施内容の重複排除等を行い、事業の効率的かつ効果的な実施を行っている。

事前評価書は NEDOPOST 等を通して取得した情報を元にして作成した本プロジェクト立ち上げに関する評価報告書である。本プロジェクト立ち上げに当たって公開された NEDOPOST および事前評価書を次頁に示す。





研究テーマ名 次世代高効率・高品質照明の低コストに向けた基板技術の研究開発

研究目的

○背景、目的、必要性(政策的位置付け、市場ニーズ、技術ニーズ)

- ①背景 我が国で費やされているエネルギー源の40%以上が電力であり、そのうち家庭では16%以上の電力を照明で消費している。このような状況で、従来の白色電球や蛍光灯を、エネルギー効率の高いLEDや有機ELを用いた次世代照明に置き換えることにより省エネルギー化が進むことが期待されている。その省エネ効果は620億kWh/年と予想される。
- ②市場ニーズ(目的) 蛍光灯並みのコストで、蛍光灯を凌ぐ高効率の次世代照明が実用化されれば普及が加速されることが予想される。
- ③技術ニーズ 次世代照明に対して、高品質(高演色、高輝度、長寿命)を提供しながら、高効率と低コストを実現するための基盤技術開発が求められている。

研究内容概略

○研究開発課題(目的達成のための技術課題)

- ①高効率・高品質LED照明用基板の低コスト化に係る基盤技術開発
(窒化物等の照明用基板の生産性向上を目的とした結晶成長技術やLED素子構成構造の最適化等デバイスの高度化に向けた技術の開発)
- ②有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発
(有機EL照明の高効率・高品質化及び低コスト化を同時に実現するデバイス技術開発)

○キーテクノロジー、ブレークスルーのポイント、オリジナリティ(課題を解決するためのポイントおよびその現状)

- ①LED照明の高効率・高品質化と低コスト化の両立に向けた結晶成長技術や基板作製技術が必要である。
- ②有機EL照明の高効率化に向けた光取り出し技術や新規材料生成、高品質化に向けた封止技術、低コスト化に向けたプロセス制御技術や薄膜形成技術が必要である。

プロジェクトの規模

○事業費と研究開発期間(目安として)

- ①平成21年度事業費54.7億円(未定)
- ②研究期間:「ステージⅠ」2年(平成21~22年度)
「ステージⅡ」3年(平成23~25年度)

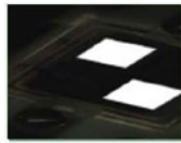
技術戦略マップ上の位置付け

- ①「総合エネルギー効率の向上に寄与する技術のロードマップ」の高効率照明技術に重要技術として位置づけられている。
- ②IT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として、取り組むプロジェクトである。

その他関連図表



LED高品質GaN基板



有機EL高効率パネル

実用化・普及



オフィス



住宅



店舗

2009年12月 現在

事前評価書

(注) 事業名称「次世代高効率・高品質照明の低コストに向けた基盤技術開発」は「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発」の事前評価段階での事業名称である。

| | | |
|--|---|-------------|
| | 作成日 | 平成21年12月22日 |
| 1. 事業名称 (コード番号) | 次世代高効率・高品質照明の低コストに向けた基盤技術開発 | |
| 2. 推進部署名 | 電子・情報技術開発部 | |
| 3. 事業概要 | <p>(1) 概要：省エネルギー効果の高い LED、有機 EL を用いた次世代照明の普及を大きく加速させるために、高効率・高品質と低コストを両立させるための基盤技術開発を行う。</p> <p>(2) 事業規模：平成21年度事業費(国費分)54.7億円(委託)</p> <p>(3) 事業期間：ステージⅠ 2年間(平成21～22年度) ステージⅡ 3年間(平成23～25年度)</p> | |
| 4. 評価の検討状況 | | |
| <p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>地球温暖化対策は世界的に早急に取り組むべき最重要課題であり、経済・社会活動を支えるあらゆる分野で省エネルギー化を図る画期的な技術革新が必要である。我が国で消費されるエネルギー源の40%以上が電力であり、家庭用電力では約16%を照明用途が占めており、その効率化が必要である。そこで、一般的な照明光源である白熱電球、蛍光灯をエネルギー効率の高い LED、有機 EL を用いた次世代照明に置き換えることでの省エネルギー化が期待されている。この次世代照明の普及を大きく加速させるために、高効率・高品質と低コストを両立させるための基盤技術開発の必要性は高い。</p> | | |

(2) 研究開発目標の妥当性

電力当たりの発光効率については、基本的には蛍光灯代替による省エネルギー効果を狙いとして、蛍光灯の効率（想定 65 lm/W）の約 2 倍を目標としている。具体的には LED については、照明器具に組み込む際の均一面発光拡散による約 65% の効率低下を考慮して次世代照明ロードマップ上 2020 年に達成目標としていた 200 lm/W 以上を、前倒して目標を設定した。有機 EL については面発光拡散が不要なため、次世代照明ロードマップ上、2020 年～2030 年に達成目標としていた 130 lm/W 以上を前倒しして目標を設定した。

演色性の尺度である平均演色評価数 Ra については、国際照明委員会にて蛍光灯の高演色性領域として定義されている Ra80 以上を LED と有機 EL 共通の目標として設定した。

有機 EL については、輝度半減寿命と製造コストの目標を設定した。寿命については、次世代照明ロードマップから 2010 年～2030 年に達成目標の 4 万時間（輝度 1,000cd/m²）を設定した。製造コストについては、蛍光灯の単位光束・半減寿命当たりのコストとほぼ同等の 0.3 円/lm・年以下を目標として設定した。

なお達成目標の設定値については、研究開発実施にあたっての必須の目標値のみを基本計画に設定することで、委託先公募において広く提案を収集し、優れた提案を採択する。したがって、提案者が技術の優位性を示したい場合には、達成目標等を適時追加または改訂することによって対応できるものとする。またこれら目標設定については今後も委員会ならびに有識者ヒアリングなどで聴取した意見を適切に反映させる。

(3) 研究開発マネジメント

公募を通じて、高い技術を有する民間企業、大学、公的研究機関等による最適な実施体制を構築する。必要に応じて、外部有識者の意見を求め、その結果を踏まえて事業全体の予算配分や計画について見直しを行い、適切な運営管理に努める。さらに別途定められた技術評価に係る指針、および技術評価実施要領に基づき、技術的、および産業技術政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、将来の産業への波及効果等について、外部有識者による評価を実施する。また、研究実施主体が競争的に研究開発を行うことによりイノベーションを加速することを目的として、「ステージゲート制度」を導入する。

(4) 研究開発成果

LED、有機 EL を用いた次世代照明に関する基板、発光層等の材料、並びに製造技術などに係る基盤技術を確立し、高効率・高品質、かつ低コストの次世代照明を実現する。

(5) 実用化・事業化の見通し

LED、有機 EL による照明用デバイスは、世界的に注目される技術であり、一般照明においても市場が立ち上がり始めたところである。本プロジェクトは、次世代照明の普及をさらに加速させるものであり、省エネルギー化に貢献すると共に、関連産業の発展を支援すると考えられる。

(6) その他特記事項

特になし。

5. 総合評価

本プロジェクトは、高効率・高品質と低コストを兼ね備えた次世代照明を前倒しして実現するために、材料や製造プロセスに関して、基板、発光層、封止等、多岐にわたる基盤的技術開発を行う必要があり、リスクを伴う挑戦的な技術開発である。民間企業単独で開発を実施することは極めて困難であるので、NEDO が実施する事業として適切であると判断する。

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

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」(事後評価)

(2009年度～2013年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

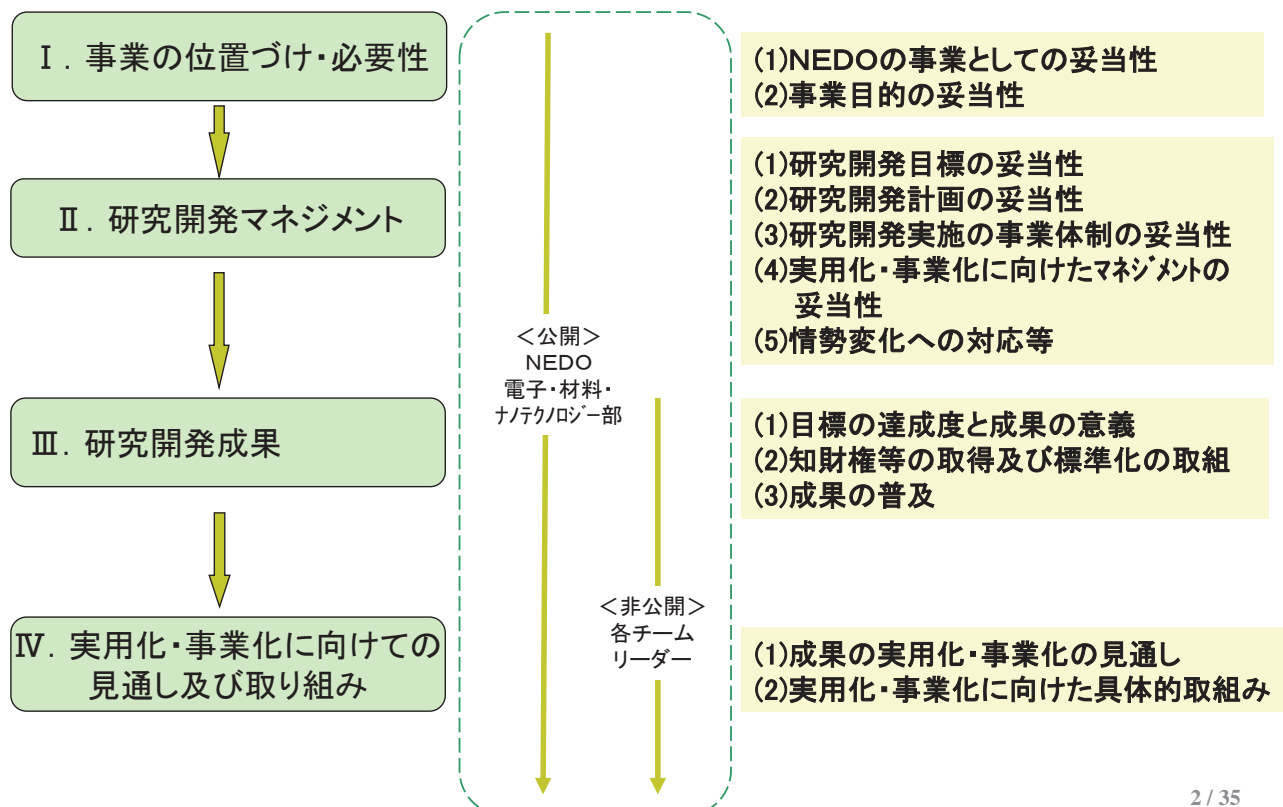
NEDO
 電子・材料・ナノテクノロジー部

2014年 9月 29日

1 / 35

発表内容

公開



社会的背景

●地球温暖化対策は取り組むべき喫緊の世界的、国家的課題

NEDOの果たすべき役割

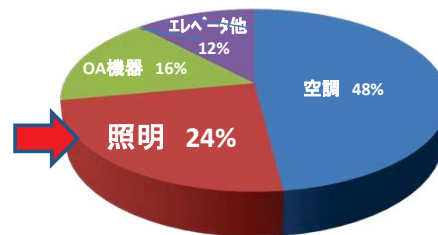
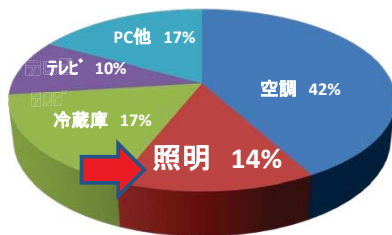
●エネルギー問題の解決

⇒家庭・オフィスの電力消費量約14%~24%を占める照明の省エネ化は重要

●国内産業競争力の強化

⇒市場のグローバル化に対応した国内産業の復興・新規市場開拓が必要

⇒⇒次世代照明(LED照明・有機EL照明)の技術開発は2つのミッションの実現につながる



事業原簿 I-1

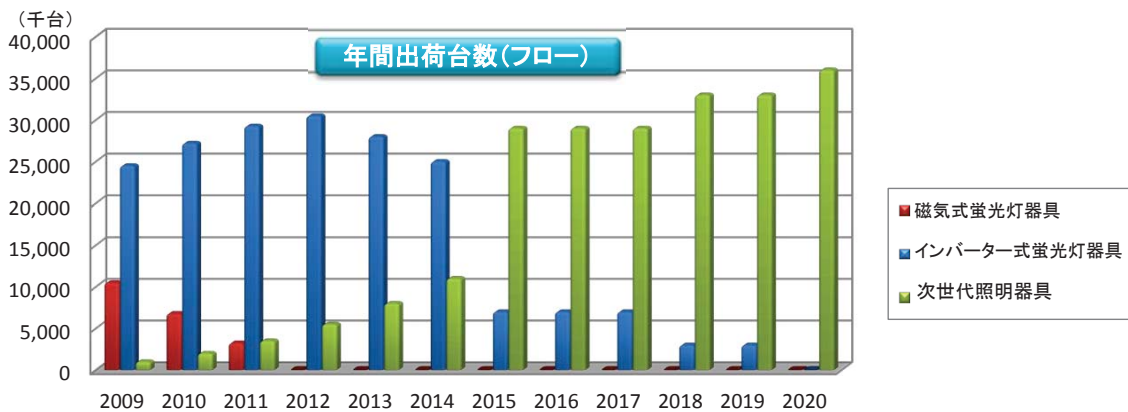
家庭の電力消費量

オフィスの電力消費量

(出典)夏期最大電力使用日の需要構造推計(オフィス(14時)及び家庭(20時)の電力需要量(資源エネルギー庁)(平成23年5月)

政策的な位置付け

●「新成長戦略」(2009年12月)、「エネルギー基本計画」(2010年6月)で既存照明(白熱電球と蛍光灯等)を『高効率な次世代照明(LED照明、有機EL照明)により2020年までに流通ベースで100%置き換え』の政策目標実現に重要と考えられる技術開発をNEDOプロジェクトにて実施。



(2010 経済産業省予測資料より)

事業原簿 I-1

実施の効果 (費用対効果)

●プロジェクト費用の総額 :103億円

●市場の規模(2020年推定)

照明器具市場(国内) :6,800億円¹⁾

●省エネルギー効果²⁾(2020年推定)

【次世代照明(LED照明、有機EL照明)による年間の省エネ効果】

電力削減量 :51億kWh

(原油換算) :120万kl

(CO2換算) :282万トン

| エネルギー技術 個別技術 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030~ |
|-----------------|----------------------|---|------------------|------------------|---------------------------------|
| 高効率照明 | 白熱電球、寿命 50~100万時間 | | | | 高効率性能を前倒し で達成 |
| 高効率蛍光灯 | | 高効率蛍光材料 高効率無水銀 熱損失低減技術 | | | |
| 高効率照明 | 白熱電球、寿命 65万時間 | 100 lm/W | 200 lm/W 6万時間 | | |
| 高効率LED照明 | | 高効率LED素子 白色LED用蛍光材料(高効率近紫外発光材料) 低コスト化 | | | |
| 高効率照明 | | 100 lm/W | 135 lm/W 4万時間 | 200 lm/W 6万時間 | |
| 有機EL照明 | | | | | 高輝度白色EL 高効率化 長寿命化 大面積化 |

2009年度 技術ロードマップ(経済産業省)

1) 出典:『2014 LED関連市場総覧調査(上巻)』((株)富士キメラ総研

2) 省エネルギー効果試算は{(想定光量:2320lm)*(日々利用想定時間:10HR*365日)*(2020年の普及想定台数:189,000千台)} / {(本PJの想定目標の発光効率:130lm/W) - (PJ実施前の想定発光効率:100lm/W)}にて年間削減効果を換算。

白熱電球、蛍光灯の普及想定台数、発光効率等基礎データについては、「経済産業省 平成20年機会統計確定値」、『省エネルギー技術戦略に関する調査「次世代省 エネデバイス技術」(平成20年3月10日)』((財)光産業技術振興協会発行)を参照。

NEDOが関与する意義

●社会的必要性が大きい

◆電力消費量削減・低炭素社会の実現
-国家的課題である地球温暖化の解決

◆国内産業の競争力強化
-照明器具産業のみならず材料、装置産業の発展拡大が可能

●民間企業だけで取り組む事が困難

◆研究開発のリスクが高い

-LED照明を取り巻く状況: :2009年に普及を始めたサファイア基板LEDでは発光効率向上に限界あり^{*1)}低コストで高効率^{*2)}のLEDの実現に革新的な技術開発が必要。

-有機EL照明を取り巻く状況: :2009年は白熱電球並みの発光効率実現の目処がようやく立ったレベル。高効率の有機EL照明を実現するには高い技術ハードルがあり。

➡ 高効率次世代照明(LED、有機EL照明)の技術開発のためには日本企業・大学に散在する次世代照明技術において共同研究が必須

●国内の産学連携による総合的な取り組みが重要

NEDO次世代照明技術開発プロジェクトを立ち上げ(2009~2013年度)

*1)サファイア基板LEDは、GaN基板LEDより欠陥密度が高いため、発光効率が低下する

*2)高効率照明は、本事業では器具の発光効率130lm/W以上、Ra80以上と想定する

II. 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 (目標設定根拠と研究項目)

プロジェクトの研究開発項目

●本プロジェクトでは、LED、有機EL照明各々の基盤技術開発と国際標準化に必要な研究開発として以下の3項目を実施

次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発

- (1) LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(2009～2013年度)
- (2) 有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(2009～2013年度)
- (3) 戦略的国際標準化推進事業(LED照明・有機EL照明)(2010～2013年度)

- 社会的なインパクト(電力消費量の大幅な削減)と技術開発難易度のバランスを勘案して、照明器具の発光効率の達成目標を2009年当時の一般的な蛍光灯の発光効率(60 lm/W～65 lm/W)の2倍に当たる「130 lm/W」以上目標を設定。
- LEDについては点光源のLEDデバイス^{*1)}を照明器具として面発光させるために発生する拡散損失を含め器具効率を65%と想定して点光源LEDデバイスの発光効率を「200lm/W」以上と目標を設定。(2009年当時の一般的なLEDデバイスの発光効率:60～80lm/W)
- 有機EL照明は面発光光源として拡散損失なく照明器具に加工できるため「130lm/W」以上と目標を設定。(2009年当時の一般的な有機EL照明の発光効率:30～40lm/W)
- 発光効率目標のみならず一般照明市場が求める品質(適正な演色性)の目標も同時に設定。
- LED照明と有機EL照明の海外普及のため国際標準化支援活動も並行して実施。

II. 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 (研究項目別目標の設定根拠)

(1) LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

| 目標値 | 研究開発目標 | 根拠 |
|------------------|--|--|
| (i) 発光効率 | 最終目標: 200 lm/W (中間目標: 175lm/W) | LEDに実装した場合の蛍光灯の器具効率を65%と想定し、LEDデバイス ^{*1)} の発光効率の標を200 lm/W(LED器具効率=200lm/W*65%=130lm/W)に設定。 |
| (ii) 平均演色評価数(Ra) | 最終、中間目標とも Ra=80 | 自然な色に囲まれた、極めて快適な生活空間が実現可能な一般的な蛍光灯の演色性(Ra=60～80)を達成する目標として平均演色評価数Ra=80を設定。 |
| (iii) 電流値 | 最終目標: 350mA | LEDの実行時の利用条件として、照明用LEDで高電流値として採用されている電流値として350mAを設定。(中間評価結果(2011年11月)を反映) |
| (iii) 結晶欠陥 | 最終目標: 板状の場合: 10 ⁶ cm ⁻² 以下 バルクの場合: 10 ⁴ cm ⁻² 以下 | GaN基板で、10 ⁶ cm ⁻² ほぼ内部量子効率(ピーク(100%))を達成可能であることから、本プロジェクトでのGaN基板の結晶欠陥密度を本数地以上で設定。バルク結晶では種結晶で使用される場合の高品質要件を想定して10 ⁴ cm ⁻² 以上で目標を設定。 |
| (iv) 基板サイズ | 最終目標: 板状の場合: 6インチ バルクの場合: 4インチ | 実現性あり適正コストが期待できるGaN基板サイズとして板状結晶成長方式frは6インチ、バルク結晶成長方式で4インチに設定。 |

(2) 有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発^{*2)}

| 目標値 | 研究開発目標 | 根拠 |
|------------------|---|---|
| (i) 発光効率 | 最終目標: 130 lm/W (中間目標: 50lm/W) | LED照明と同様に、一般的な蛍光灯の2倍の発光効率(130lm/W)を目標値として設定。 |
| (ii) 平均演色評価数(Ra) | 最終、中間目標とも Ra=80 | LED照明と同様の根拠により、設定。 |
| (iii) 輝度半減寿命 | 最終目標: 4万時間 | 器具は4万時間(1日10時間使用とした場合に10年間の利用)を想定して、輝度半減寿命目標(輝度1,000 cd/m ²)を4万時間に設定。 |
| (iv) 発光面積 | 最終目標: 100cm ² 以上(中間目標: 25cm ² 以上) | 有機EL照明を構成する歩留まり・信頼性の高い発光ユニットとして使用するときに適したサイズ目標として「発光面積100cm ² 以上」を設定。 |

(3)戦略的国際標準化推進事業

| 目標値 | 研究開発目標 | 根拠 |
|--------------------------------------|--|--|
| (i)LED光源並びにLED器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発 | <ul style="list-style-type: none"> LEDの色再現性の評価方法 グレア評価方法 *1) LEDの配光測定方法 LEDの視作業効率に係わる測定方法の検討 | 今後海外普及が進むLED照明及び有機EL照明については、その特性に応じた測定評価方法についてまだ技術的検討が進んでいない測定方法については今後国際標準化において提案・規格化が必要とされるため。 |
| (ii)有機EL照明に関する標準化に向けた研究開発 | <ul style="list-style-type: none"> 有機EL照明の特質に基づく測光方法の検討 *2) | |
| (iii)次世代照明を用いた評価検証 | 次世代照明を適用した照明空間での評価検証 | LED照明及び有機EL照明の人間工学的観点での優れた特質(ブロードバンド光性、調光機能等)を測定評価する手段として実証することが有効と考えられるため。 |

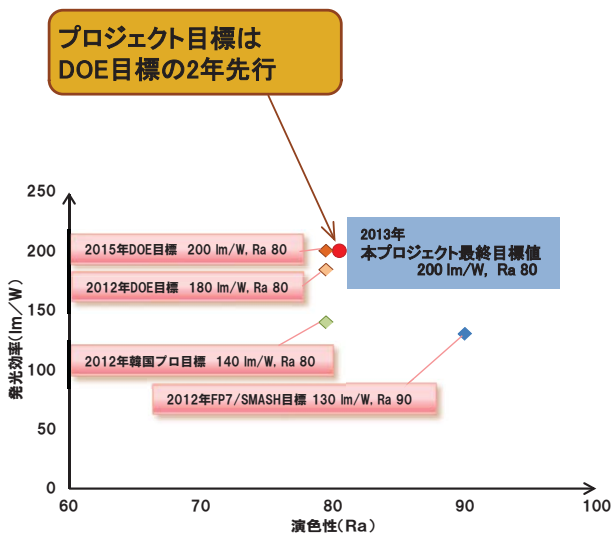
*1)グレア:照明の不快感や見えづらさを生じさせるようなまぶしさ

*2)従来の光源は点光源や線光源であったが、有機EL照明は面発光光源であるために、面内のばらつきに対する光束維持率測定や配光測定及び寿命測定等、従来の光源の測光規格では対応できない特質についての測り方の標準化の検討が必要

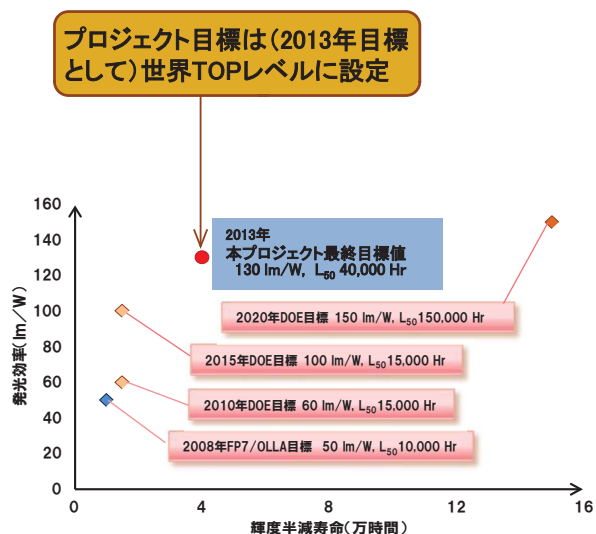
技術開発目標の世界比較

補足資料

●次世代照明の発光効率目標は海外企業・国家プロジェクト目標と比較しても競争力のあるチャレンジングな目標を戦略的に設定



LED照明(LEDデバイス)の発光効率vs演色性



有機EL照明の発光効率vs寿命

*) 輝度半減寿命=70%輝度寿命*3にて換算想定(70%輝度寿命のみ公表の場合)

NEDOプロジェクトマネジメント: 基盤技術開発と国際標準化の連携戦略

●本プロジェクトでは世界トップの次世代照明を実現する基盤技術を開発

●次世代照明の基盤技術により実現する世界トップの性能が国際的に公正に評価されるためには世界共通に性能を測定する国際標準が規格化されるべき。

●性能の測定方法の国際標準を日本から提案し、各国の承認を得るためには測定方法の客観的技術的妥当性の証明と、その裏付けの実績データが必要。



プロジェクト終了後、研究成果を活用して速やかに実用化事業化を推進するため、LEDの基盤技術開発、有機EL基盤技術開発と並行して国際標準化に必要な測定方法の研究開発を本プロジェクトにて実施。

(1)LED照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

(2)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発

基盤技術
開発

測定方法の
国際標準化

(3)戦略的国際標準化推進事業
(LED照明、有機EL照明)

連携

研究開発のスケジュールと開発予算((1)(2)基盤技術開発)

予算単位: 百万円

| 研究開発項目 | 2009~2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 合計 |
|---|--|--|---|--|---|
| | ステージゲート評価 (2011年2月) | 中間評価 (2011年11月) | | | |
| (1)-(i)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (名大・阪大チーム) | 大型Naフラックス炉の導入 21FY補正: 1,798 | MO装置高圧化改造 本予算: 345 | Naフラックス炉改造(上下移動、Na運搬供給等) 本予算: 354 加速: 140 | 本予算: 295 | 補正: 1,798 本予算: 994 加速: 140 合計: 2,932 |
| | (1)-(ii)LEDの高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (三菱化学チーム) | 新型HVPE炉大型化、各種結晶分析装置導入 21FY補正: 1,160 | 新型HVPE炉4inch化対応改造、多数枚炉製造 本予算: 447(1/2) | 多数枚炉製造継続(4inch対応) 本予算: 272(1/2) | 多数枚炉製造継続(6inch対応) 本予算: 240(1/2) |
| (1)-(iii)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 (エルシードチーム) | 蛍光SiC基板設計・評価分析装置導入 21FY補正: 507 | ステージゲート評価の結果 22年度で事業終了 | - | - | 補正: 507 |
| (2)-(i)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 (パナソニックチーム) | 高効率デバイス構造設計 蒸着プロセス装置設計・導入 21FY補正: 1,140 加速: 305 | 新高効率材料合成・開発(青色燐光材料) 蒸着プロセス装置試作・評価 本予算: 297 | デバイス試作・評価検証・大面積化 一貫製造プロセス装置改造・最適化 本予算: 395 加速: 104 | 本予算: 313 | 補正: 1,140 本予算: 1,005 加速: 409 合計: 2,554 |
| | (2)-(ii)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 (コニカミノルタチーム) | RtoRプロセス装置設計・導入 21FY補正: 802 | RtoRプロセス装置試作・評価/適用高効率材料合成・開発 本予算: 310(1/2) | RtoR製造プロセス装置改造・最適化・高速化/適用高効率材料合成・開発 本予算: 510(1/2) | 本予算: 275(1/2) |
| 小計(1)+(2) | 5,712 (内加速: 305) | 1,399 | 本予算: 1,775 (内加速: 244) | 1,123 | 10,009 (内加速: 549)* |

研究開発のスケジュールと開発予算((3)戦略的国際標準化推進事業)

(予算単位:百万円)

| 研究開発項目 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | 合計 |
|---|--------------------------|--------|-----------------------|--------------------------------|-------------------|
| (3)-(i) LED照明に関する国際標準化支援 (東芝・パナソニックチーム) | LED機器配光測定方法の検討・測定機器の試作評価 | | | | 本予算:229 合計:229 |
| | 視作業効率測定雄地の設計・試作・評価 | | | | |
| | 新演色評価方法の発表・評価・改良 | | 新評価方法の検証 | | |
| | グレア評価方法の発表・評価・改良 | | グレア評価方法の検証 | | |
| | 本予算:69 | 本予算:50 | 本予算:60 | 本予算:50 | |
| (3)-(ii) 有機EL照明に関する国際標準化支援 (山形大学チーム) | 有機EL照明の測定方法の検討・評価ガイドライン化 | | 有機EL照明の均一性評価方法等の検討・評価 | 有機EL光束維持率(寿命)測定方法の検討・測定実績評価・改良 | 本予算:90 合計:90 |
| | 本予算:40 | 本予算:20 | 本予算:20 | 本予算:10 | |
| | 小計(3) | 109 | 70 | 80 | |

プロジェクト全体(1)(2)(3)

測定の研究開発設備に重点投資

(予算単位:百万円)

| 研究開発項目 | 2010年度 | 2011年度 | 2012年度 | 2013年度 | PJ合計 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|
| (1)LED照明の高効率化・高品質化に係る基盤技術開発 | 3,465 | 792 | 766 | 535 | 5,558 |
| (2)有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発 | 2,247 | 607 | 1,009 | 588 | 4,451 |
| (3)戦略的国際標準化推進事業 | 109 | 70 | 80 | 60 | 319 |
| 合計(1)+(2)+(3) | 5,821 | 1,469 | 1,855 | 1,183 | 10,328 (内加速:549) |

基盤技術開発のプロジェクトマネジメントのコンセプト

●競争制の導入

★LED照明と有機EL照明の高効率化実現に向けた技術目標を達成する提案を公募により募集して、その中から異なるアプローチを採用した複数のチームを採択。

(LED:3チーム、有機EL照明:2チーム)

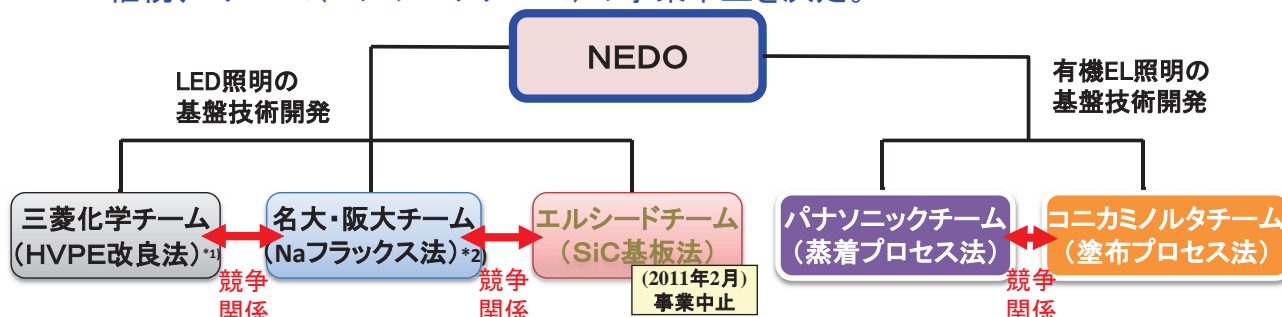
★各々の目標に対して各チームは、相互補完するのではなく、異なるアプローチで、より高い研究成果を競って技術開発に取り組むマネジメントを実施。

●ステージゲート評価による選択と集中

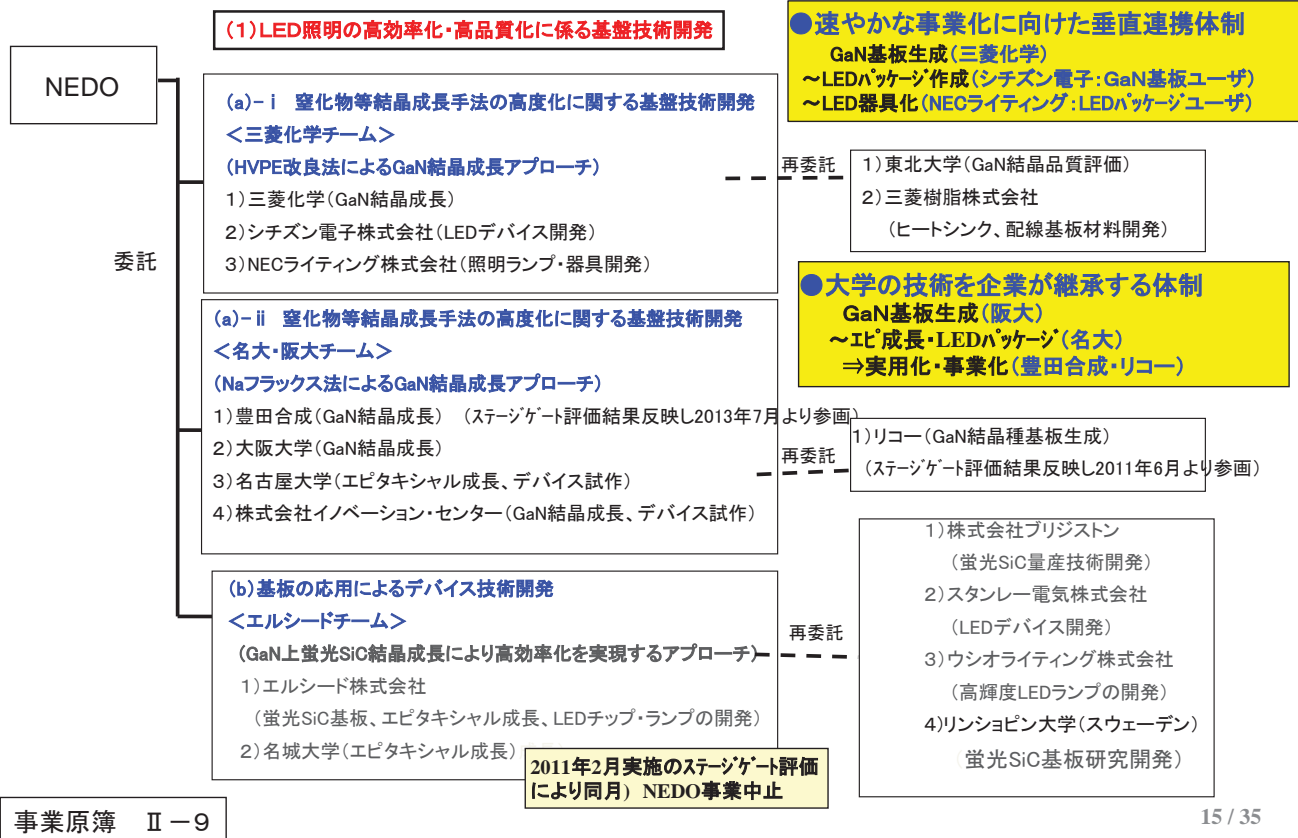
★プロジェクト中間段階で選択と集中を図るためにステージゲート評価を実施。

(2011年2月)

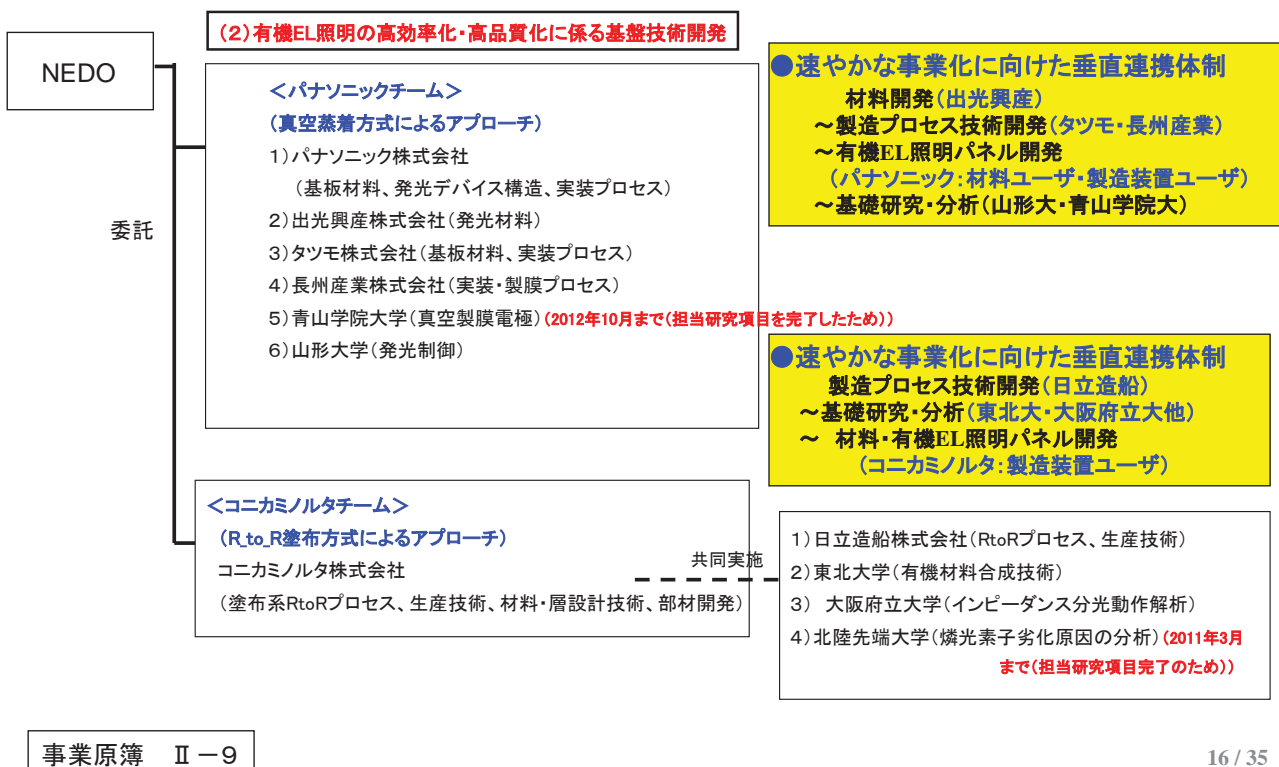
★目標達成度、事業化見通し等の観点から評価を行い、5チーム中4チームの開発継続、1チーム(エルシードチーム)の事業中止を決定。



研究開発の実施体制:(1)LED照明の高効率・高品質化に係わる基盤技術開発

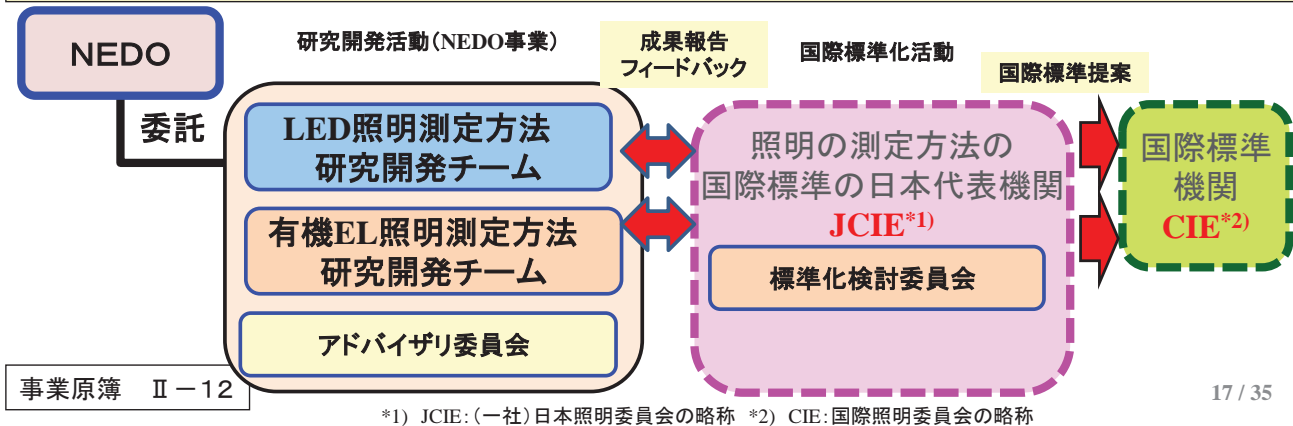


研究開発の実施体制:(2)有機EL照明の高効率・高品質化に係わる基盤技術開発

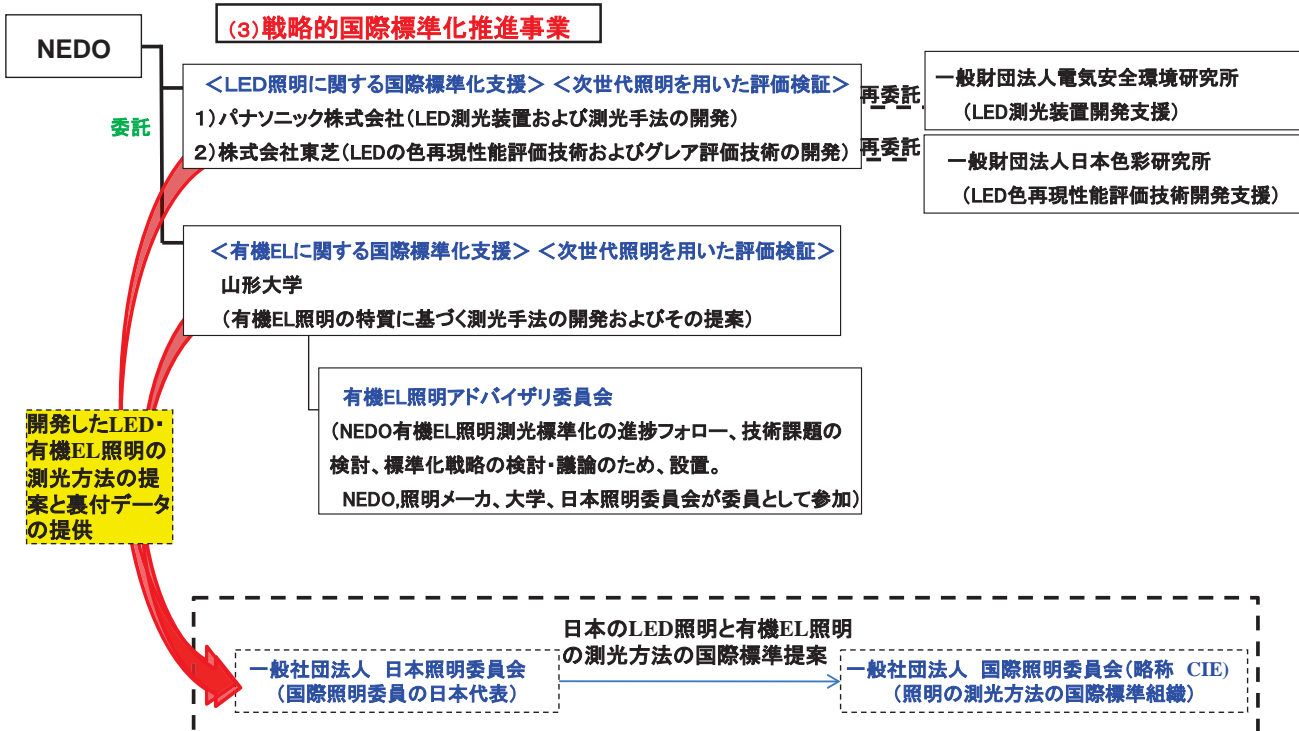


国際標準化のプロジェクトマネジメントのコンセプト

- **速やかな国際標準提案を実施できるオールジャパン国内体制の構築**
- ★ NEDO委託プロジェクトは国際標準提案に重要な照明の測定方法の研究開発に注力。
 - ★ NEDOの研究成果を活用して速やかな国際標準化提案のために、NEDO研究開発の方針決定・情報共有を行うアドバイザー委員会を設置して国内企業、標準団体等が参画。
 - ★ 日本提案のため、国際標準の日本代表機関内に検討委員会を設置して提案内容のレビューを実施。本委員はアドバイザー委員会委員との重複を図り、NEDOプロジェクトの研究開発成果の検討委員会への速やかな橋渡しを実現する体制を構築。
 - ★ 新しい演色評価方法について実証実験を行う等、人間工学的観点での評価測定を実施。
 - ★ LEDグレア、有機EL照明の寿命等の測定方法は国際標準化してオープンに、LED、有機EL照明の高性能を実現する基盤技術はクローズとする戦略。



研究開発の実施体制: (3)戦略的国際標準化推進事業(LED照明、有機EL照明)



II. 研究開発マネジメントについて (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

ステージゲート評価結果

- 各チームの技術開発継続の可否を判断することを目的としてステージゲート評価を2011年2月に実施。
- PJ立上げ時に設定した中間目標に基づいて各チームの達成度を外部有識者(8名)によるステージゲート評価委員会により研究開発成果、実用化事業化の見通しの2つの観点について評価を実施。
- その結果、5チーム中、4チームが合格して技術開発を継続することを決定した。

| 研究項目 | 実施者 | 主なコメント |
|----------------------|------------|---|
| (1) LED照明の基盤技術開発 | 三菱化学チーム | <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標を達成 ・LED拡大に必要な低コスト化をよく検討している ・LEDの最終製品、GaN基板等で国際競争力を有する期待大 ⇒ 継続 |
| | 名大・阪大チーム | <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標未達成ながら達成の目処あり ・世界に誇れる技術を生み出している ・事業化のシナリオが明確と言えない ⇒ 条件付き継続(条件:事業化する企業を明確とする体制見直し) |
| | エルシードチーム | <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標が未達成で達成の見通しがない ・事業化の見通しが立っていない ⇒ 事業中止 *) |
| (2) 有機EL照明の基盤技術開発 | コニカミノルタチーム | <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標を達成 ・有機ELの塗布型RtoRプロセスは、技術的なハードルが高くチャレンジングだが国際的な競争力の確保の期待大 ・技術開発力、事業化への高いポテンシャル有 ⇒ 継続 |
| | パナソニックチーム | <ul style="list-style-type: none"> ・中間目標を達成 ・今後の着実な計画が策定されており事業化への実現性大 ・連携体制が綿密であり成果拡大の期待が大きい ⇒ 継続 |

*)エルシードに関しては、プロジェクトで取得した資産が名城大学のLED研究拠点にて有効活用されるよう、事後のフォローを実施。

II. 研究開発マネジメントについて(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

中間評価結果

- プロジェクト中間段階にて必要な改善・見直しを図ることを目的として中間評価を2011年11月に実施。
- 外部有識者(7名)による中間評価分科会により事業の位置づけ、研究開発マネジメント、研究開発成果、実用化事業化の見通しについて評価を実施。
- プロジェクト改善に役立つ指摘事項を受け、プロジェクト運営に反映するマネジメントを実施した。

| 中間評価の主な指摘事項 | マネジメント対応 |
|--|---|
| 三菱化学チーム、名大・阪大チームについてはLED照明において現在主流のサファイア基板LEDに比較してGaN基板を用いたLEDの性能とコスト面での優位性を明確にして成果の市場的な価値を明確にしておく必要がある。 | <ul style="list-style-type: none"> ・中間評価の指摘を受けてGaN基板LEDの優位性を明確とした結果、GaN基板LEDの、PJ終了後のエンタリ市場として高輝度省エネ照明市場分野に具体的にターゲットを絞って技術開発を加速。 ・さらに基本計画目標に電流値:350mA以上の条件を追加。 |
| コニカミノルタチーム、パナソニックチームについては有機EL照明がコストで他照明方法に及ばないと考えられるため、それを跳ね返す明確な応用分野を明確にする必要がある。 | <ul style="list-style-type: none"> ・中間評価の指摘を受けて有機EL照明の特質であるフレキシビリティと高品質化を生かしたエンタリ市場として、車載照明、建材照明等の新市場分野に具体的にターゲットを絞ってコスト低減に向けた製造プロセス技術開発への加速資金投入など技術開発を加速。 |

GaN 基板の優位性の分析

中間評価指摘に基づくGaN基板の優位性分析を実施

- GaN 基板は基板サイズが小さくても高輝度・高発光効率・高演色性のLEDを実現可能
- GaN 基板はサファイア基板より、サイズ当たりのコストは高いが光量(輝度)当たりのコストは安い

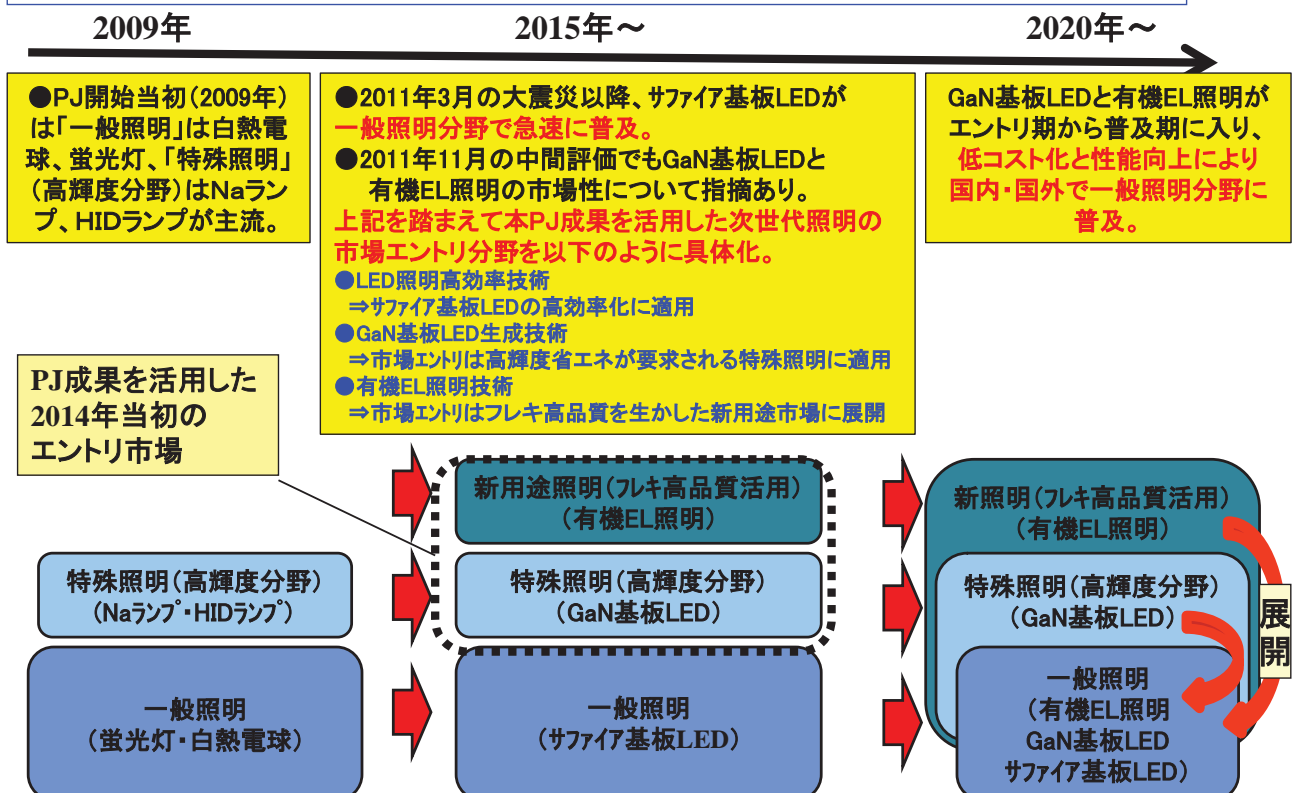
➡ 高輝度コンパクトな照明市場ではGaN on GaN基板LEDに優位性あり

| 項目 | サファイアonGaNとGaNon GaNの比較 | GaN on GaN | GaN on サファイア | 理由 |
|------------------|-----------------------------|--|---|---|
| (1) 電流密度(輝度) | 小チップで大光量光源が可能。 | 1.4×10^5 mA/cm ² ◎ | 2.8×10^3 mA/cm ² | 低転位密度GaN基板は電流密度増加しても発光効率が低下しない。 |
| (2) 発光効率 | 省エネ性に優れている。 | 200lm/W ◎ | 100~160lm/W | GaNはサファイアの1.3倍。光への変換効率による。 |
| (3) 基板コスト(2016年) | コスト/サイズ(円/cm ²) | 約3,000円/cm ² (さらなる量産化けによるコスト低減化期待) × | 約100円/cm ² (但しコスト低減はほぼ限界) | GaN単結晶生成を大口径化、多数枚化を進めて低コスト化を実現したの想定でもサイズ当たりのコストはサファイアより高い |
| | コスト/光量(円/Klm) | 約40円/Klm ○ | 約70円/klm | 周辺回路サイズに合わせ基板小型化に限界があるが、高輝度タイプ小サイズ用途で競争力あり。 |

*)NEDO想定試算

公開

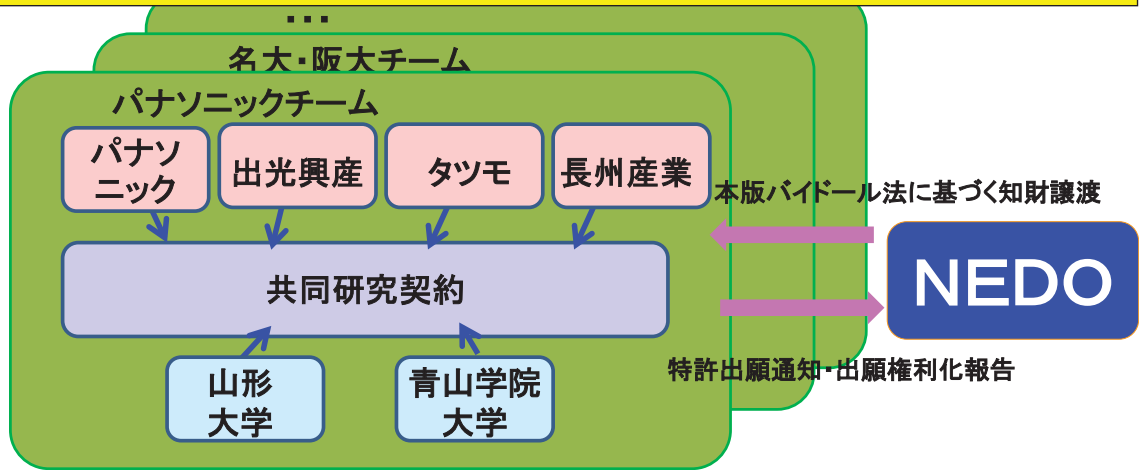
プロジェクト成果を生かした実用化事業化の見通し



知財マネジメント方針

知的財産権の取り扱い管理

- (日本版バイドール法により) 知的財産権はNEDOより実施者に譲渡される
- 特許出願後の状況の変更の都度、実施者よりNEDOに通知報告
- 実施者間はチーム単位で共同研究契約書を締結
- NEDOは各チームのプロジェクト運営会議で積極的に技術の特許化の推進、実施者間の特許申請・活用を議論して特許の有効利用を促進
(特許出願件数: 782件: 内海外出願: 210件)



情勢変化等への対応

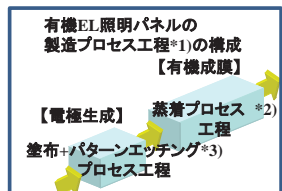
| 情勢 | 時期 | 対応 |
|--|--|--|
| ①加速による研究成果の向上 (対象:(1)有機EL照明の基盤技術開発 (2)LED照明の基盤技術開発) | 2010年6月 (305百万円) 2012年7月 (140百万円) 2012年11月 (104百万円) | <ul style="list-style-type: none"> ●LEDの基盤技術開発及び有機EL照明の基盤技術開発について研究の進展が著しい研究活動3件について加速資金を投入。 ●研究成果の高度化を図った。 (加速資金3件合計:549百万円。詳細は次頁を参照ください) |
| ②状況に応じた体制強化 (対象:(2)LED照明の基盤技術開発) | 2011年6月 ((株)リコー参画) 2013年7月 (豊田合成(株)参画) | <ul style="list-style-type: none"> ●ステージゲート評価の指摘に対応して、研究成果を活用したGaN基板事業及びLEDパッケージ事業化のためLEDの基盤技術開発を担当する名大・阪大チームの体制を見直し豊田合成(株)を委託先に、リコー(株)を再委託先に追加参画する体制に変更。 ●プロジェクト終了後の速やかな実用化事業化を実現。 |
| ③プロジェクト終了後の国際標準化フォローアップ (対象:(3)戦略的国際標準化推進事業) | 2014年3月～ | <ul style="list-style-type: none"> ●プロジェクト終了後、成果を引き継いで国内照明企業、大学、(一社)日本照明委員会等で連携協力して日本からCIE(国際照明委員会)へ測定の国際標準提案活動をする国内体制を構築。標準化活動を継続できる環境を整えた。 |
| ④継続研究の実施 (対象:(1)LED照明の基盤技術開発) | 2014年3月～2015年2月 | <ul style="list-style-type: none"> ●LEDの基盤技術開発を担当する名大・阪大チームの豊田合成(株)が取り組むNaフラックス法の研究開発で低コストGaN結晶成長方式による実用化の見込みが高くなったため1年間の継続研究*を実施。 ●Naフラックス法によるGaN基板事業化の促進を図った。 |

*継続研究:NEDO事業終了後、一定期間研究を継続できるようNEDOから資産を継続無償貸与して研究成果の向上・実用化を支援する制度

情勢変化等への対応

①加速資金投入による研究開発目標の向上 詳細

| 情勢 | 時期 | 対応 |
|---|----------------------|---|
| <p>LED照明の基盤技術開発: 既に製品化されているLED等照明の市場でコストダウンが進展しており、名大・阪大チームで取り組むLED技術開発(Naフラックス法)でGaN結晶の高品質化が望まれる状況と判断された。</p> | 2012年7月 (140百万円) | <p>針状種結晶太径化によるGaN結晶成長技術開発が進み、結晶の高品質化と同時に生産性を向上した結晶成長技術の開発・検証するため、加速資金を投入。 最終の品質目標である 結晶欠陥: 10⁴cm⁻²以下 の達成を2013年度中の実現性を高めながら 結晶成長の一回当たりの歩留まりを2倍以上 に改善した。</p> |
| <p>有機EL照明の基盤技術開発: 既に製品化されているLED等照明の市場でコストダウンが進展しており、パナソニックチームにて、製造プロセス工程^{*1})について当初想定最終目標の0.3円/lm年以下のコストダウンが望まれる状況と判断された。</p> | 2010年6月 (305百万円) | <p>パナソニックチームで生産性を向上させる製造プロセス技術として、製造プロセス工程中(下図^{*1})、有機成膜プロセス工程^{*2})について複数の蒸着製膜を連続して実施できる一貫製造プロセスの技術開発を実現するため、加速資金を投入。 製造コストに係る最終目標を、 0.3円/lm年 → 0.25円/lm年 に修正した。</p> |
| <p>有機EL照明の基盤技術開発: パナソニックチームの有機ELパネルの製造プロセス^{*1})中の電極生成の塗布+パターンエッチングプロセス工程^{*3})に対しても、当初実現が困難であったエッチングレス塗布プロセス技術を確立できる見通しが2012年に立った。加えて将来、塗布プロセス技術の蒸着プロセスへの応用によりコスト低減化への期待もされた。</p> | 2012年11月 (104百万円) | <p>パナソニックチームにて製造プロセス工程^{*1})中の電極生成プロセス工程にてパターンエッチングを省略するエッチングレス塗布製造プロセス技術を開発するため、加速資金を投入。 製造コストに係る最終目標を、さらに 0.25円/lm年 → 0.24円/lm年 に修正した。</p> |



個別研究開発項目の目標と達成状況

研究開発項目(1)LEDの高効率高品質に関わる基盤技術開発
研究開発項目(2)有機EL照明の高効率高品質に関わる基盤技術開発

| (1)LEDの高効率高品質に関わる基盤技術開発 | | |
|--|--|-------|
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 板状GaN結晶の場合、6インチ以上、転位密度10 ⁶ cm ⁻² 以下 バルク結晶の場合、4インチ以上のGaN結晶で転位密度10 ⁴ cm ⁻² 以下 | 6インチGaN結晶で 転位密度10 ² cm ⁻² | ○(達成) |
| LEDデバイス効率: 200 lm/W以上 LED器具効率: 130lm/W 以上 | LEDデバイス効率203 lm/W LED器具効率 133.8lm/Wを実現 | ○(達成) |
| 350mA以上の高電流値で上記実現 | 20mAの電流値の条件で達成 350mAの実現については高電流駆動時における高効率な非極性面GaN実現により2016年中に達成できる見通し | ×(未達) |
| 上記条件で平均演色評価数: 80 以上 | 81を達成 | ○(達成) |
| (2)有機EL照明の高効率高品質に関わる基盤技術開発 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 発光面積100cm ² 以上で 効率: 130 lm/W 以上 | 133 lm/Wを実現。 | ○(達成) |
| 半減寿命: 4万時間以上(輝度: 1,000cd/m ²) | 15万時間を達成 | ◎(達成) |
| 平均演色評価数: 80以上 | 84を達成 | ○(達成) |

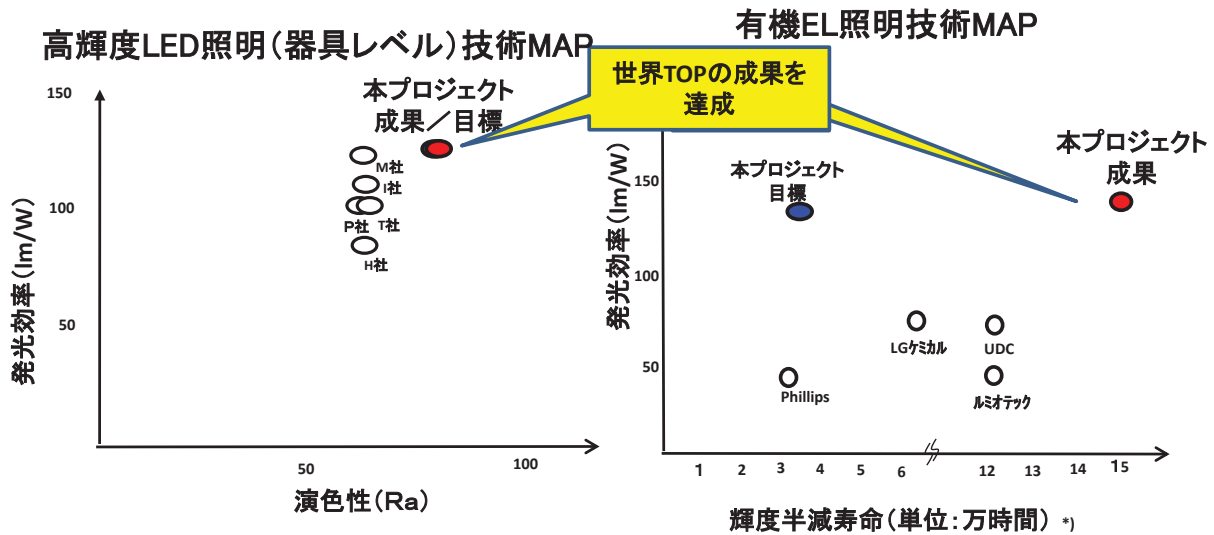
(1)個別研究開発項目の目標と達成状況

◆戦略的国際標準化推進事業

| LEDに関する国際標準化 | | |
|-----------------------------------|---|-------------------|
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| LED照明の色再現性に関する演色性評価方法の検討 | 色再現性に関する演色評価方法を開発。(成果はCIE*1) TC1-91にて提案) | ○(達成) |
| LED照明のグレア評価に関する技術開発の方向性と現状の問題点の整理 | LED照明のグレア評価方法の技術開発により評価方法と現状の問題点を整理(成果はCIE/新TC(2014年設4月設立承認)にて提案) | △(達成。新TC設立次第提案予定) |
| LED照明の配光・全光束一括測定の技術開発の確立・検討 | LED照明の配光・全光束の測定装置を製作して評価検討実施(成果はCIDE/TC2-71、TC2-78にて提案) | ○(達成) |
| LED照明環境(薄暮～夜間)における測光装置試作及び測光方法の確立 | LED照明環境における視作業効率測定方法を開発し測光装置の試作評価(成果はCIE *1) TC2-65にて提案) | ○(達成) |
| 有機EL照明に関する国際標準化 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| 有機EL照明の測光方法の検討・評価及び標準化ガイドラインへの反映 | 有機EL照明の測光方法を開発・評価実施。標準化ガイドライン(照明学会作成)への反映完了。(成果はCIE/TC2-68 に提案) | ○(達成) |
| 次世代照明を用いた評価検証 | | |
| 最終目標 | 最終成果 | 目標達成度 |
| LED、有機EL照明の照明空間を設営して評価検証を実施 | 上記の標準化技術開発(LED照明の演色性評価、有機EL照明の測光に関する主観評価)にて評価検証を実施して標準化提案に反映した。 | ○(達成) |

◎:目標を超えて達成 ○:目標達成 △:目標一部未達 ×:目標未達

*1) CIE:国際照明委員会(の略称。照明明の測定方法や視覚影響に関する国際標準化を担当する協議会)



◎世界トップの成果を達成

◎他社をはるかに超える性能実現により新市場開拓(LED:高輝度分野、有機EL照明:車載詳細、建材照明分野)に期待大

◎日本の産業競争力強化、CO₂削減・省エネ化に貢献

* 輝度半減寿命=70%輝度寿命*3にて換算想定(70%輝度寿命のみ公表の場合)

(3)知的財産権、成果の普及

- 研究発表のみならず特許出願による権利化も推進。
- 海外への事業展開も想定して海外特許も積極的に出願。

| 項目 | 2009年度～ 2010年度 (平成21～ 22年度) | 2011年度 (平成23年度) | 2012年度 (平成24年度) | 2013年度 (平成25年度) | 合計 |
|----------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| 特許出願 | 47 | 191 | 273 | 271 | 782 |
| 内海外特許 | 0 | 25 | 80 | 105 | 210 |
| 研究発表・ 講演 | 64 | 139 | 197 | 162 | 562 |
| 論文 | 10 | 24 | 23 | 65 | 122 |
| その他 (プレス発表) | 0 | 8 | 14 | 23 | 45 |

事業原簿 Ⅲ-4

29 / 35

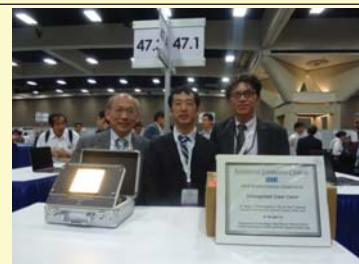
主なプレス発表

(2014年3月18日 日本経済新聞
コニカミノルタ(株)量産工場建設の発表)

(2013年1月8日 プレスリリース
NECライティング(株)
業界最大光度ハロゲンランプの発表)

SID2014(2014年6月)

次世代照明プロジェクトの成果を外部発信



Distinguished Paper Awardを受賞
(パナソニック 菰田氏、山江氏、太田氏)

CEATEC2013 Japan展示(NEDOブース)展示(2013年10月)

次世代照明プロジェクトの最新技術成果を展示。
同時に次世代照明の理解を深めるために技術セミナーを開催



GaN基板LED展示
(NECライティング)



有機EL照明の展示
(パナソニック・コニカミノルタ)



次世代照明の技術セミナー
(東芝 瀧田氏)

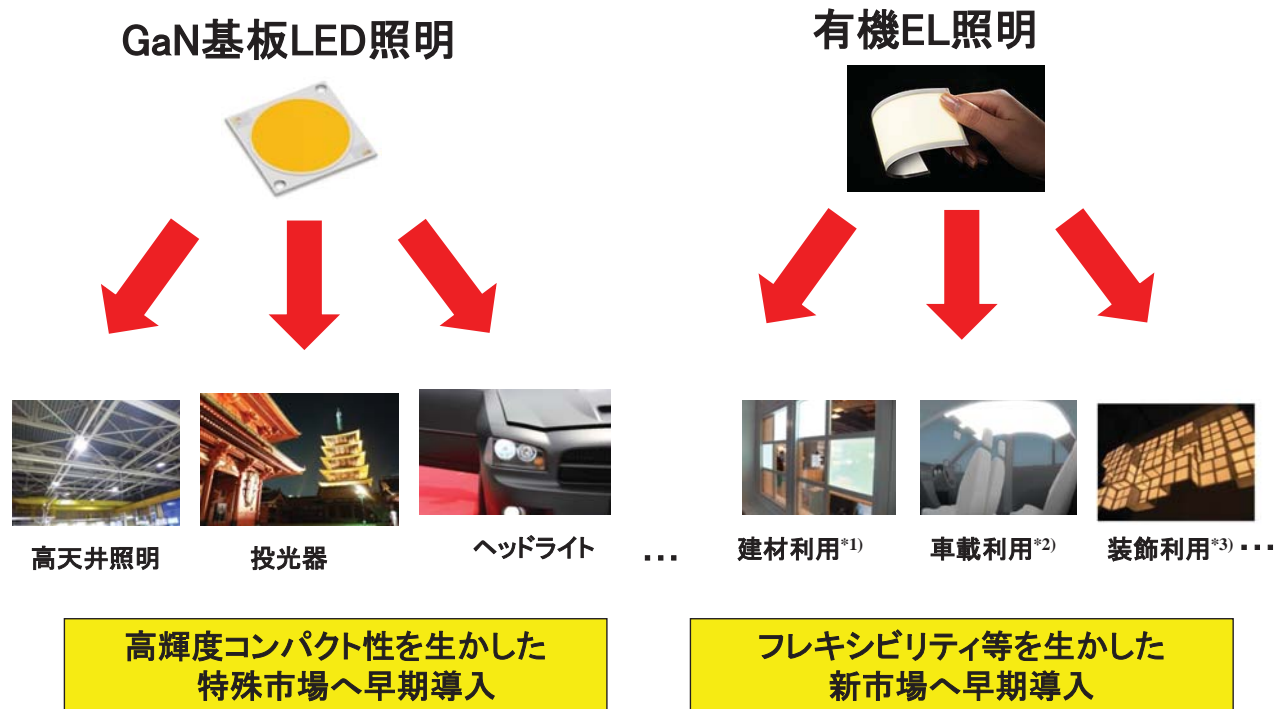
LED_NEXT_SAGE2014(2014年3月)
LED+有機ELステージ講演

次世代照明プロジェクトの成果を外部発信



次世代照明PJの取り組み・成果の発表講演
(NEDO電子・材料・ナノテクノロジー部 高井主査)

● 基盤技術開発の成果を活用して数年内に実用化事業化を実施



諸元 *1)Light+Building2010展NEDOブース展示
 *2)コニカミノルタ(株)サイト <http://www.konicaminolta.jp/symfos/oled/research/creation/thin.html>
 *3)パナソニック(株) Milano Salone2012展示

【実用化支援事業】
 次世代照明の特質を生かした新市場の創出に向けた支援活動に取り組み。

- **次世代照明新用途アイデアコンペ実施** *1)
 広く国内の照明ユーザ、照明デザイナー等を対象に次世代照明の新用途アイデア、デザインを募集する次世代照明アイデアコンペを開催した。次世代照明の新市場、新用途を探索。
- **高輝度LED照明の海外実証事業支援**
 今後高輝度LED照明の海外市場へ普及展開促進のため、NEDO海外実証事業(基礎調査段階)を実施中。*2)
- **次世代照明コンソシアム立ち上げ**
 関係企業等を招集して次世代照明の特質を生かしたアプリケーション、システム、サービス等を検討するコンソシアムを企画検討中。*3)
 次世代照明の新市場についても調査を実施。出口戦略ロードマップの策定を目指す。



*1)アイデアコンペ:有機EL照明とLED照明についてのデザイン、新しい用途提案アイデアを国内ユーザ、デザイナーなどを対象に募集するコンペ(NPO法人Light Bridge Association主催、NEDO共催で有機EL照明アイデアコンペを2010年11月に開催)
 *2)インドネシア、フルネイ向け高輝度LED実証に向けた基礎調査事業を実施中(2014年4月~2015年1月予定)
 *3)調査を踏まえて2014年度末設立を予定

I. 事業の位置づけ・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性(海外国家プロの取り組み) 公開

国内外の国家プロジェクトによる研究開発の動向(LED)

補足資料

●次世代照明の技術開発は世界各国の国家プロジェクトで強化推進する分野

| 地域 | プロジェクト | 期間 | 国家投資額 | 目標性能 | | 備考 |
|----|---|--|---|------------------------|-----------------------|--|
| | | | | Lm/W | Ra | |
| 欧州 | FP7/SMASH FP7/SSL4EU FP7/Hi-LED FP7/NWS4LIGHT FP7/LASSIE-FP7 EPSRC | 2009~2012 2010~2013 2013~2016 2012~2015 2014~2016 2009~2015 | FP7 25.0百万ユーロ [約20.5億円] EPSRC 7.5百万ポンド [約10.7億円] | 130 (SMASH) | 90 (SMASH) | FP7: 欧州の研究助成資金、半導体照明(SSL; Solid State Lighting)のLED照明向けに複数プロジェクトが並走。 EPSRC: 英国の民間企業向け助成(高品質GaIn成長、LED照明システムの効率化等)。 |
| 米国 | DOE ARRA | 2008~2014 2009~2019 | DOE 247.2百万ドル [約202.7億円] ARRA 37.8百万ドル [約31億円] | 200 (DOE, 2015年) | 80 (DOE, 2015年) | DOE: 半導体照明(SSL; Solid State Lighting)向け研究助成(約3割は実施側の負担、DOE負担額を表記)、LED,OLED(有機EL)各予算配分のうちのLED分、2010年をピークに予算額は減少傾向。 ARRA: 投資費用は2010年度の予算。固体照明の基礎・応用研究(主として大学向け)、プロトタイプ作成による試験・改良(民間企業)、低コスト化・高品質化を目指す製造技術開発(民間企業)の3つのプログラムから構成されている。大学、GE Lumination, Cree Inc, Phosphortech Corp., OSRAM, Philips等が参加。 |
| 中国 | 半導体照明プロジェクト(第三期) | 2011~2015 | 10億元 [約160億円] | - | - | 民間企業向け支援。LEDチップ、パッケージに資源を集中。第二期五年計画(2005~2010年)に引き続き継続、2015年までに白色LEDの発光効率を世界先進レベルとし、半導体照明の普及率30%および総生産額4500億元としている。 |
| 韓国 | LED照明 15 / 30 プロジェクト | 2006~ | 750億ウォン [約67億円] (2010年までの概算) | 140 (2012年) | 80 (2012年) | LEDのチップ、パッケージ、照明器具に関する基礎研究への政府投資金額。これに自治体からの追加予算や民間企業の持ち出しが追加される。2012年までに、発光効率140lm/W、民間投資規模4兆ウォン、雇用3万人等を目指す。 |
| 日本 | 本プロジェクト (LED分のみ) | 2009~2013 | 55億円 | 200 | 80 | 三菱化学、シチズン電子、NECライティング、東北大学、三菱樹脂、名古屋大学、大阪大学、イノベーション・センター、エルシード、名城大学、リンショピン大学、ブリヂストン、スタンレー、ウシオライティング |

I. 事業の位置づけ・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性(海外国家プロの取り組み) 公開

国内外の国家プロジェクトによる研究開発の動向(有機EL)

補足資料

| 地域 | プロジェクト | 期間 | 投資費用 | 目標性能 | | 備考 |
|----|---------------------------------|-----------|--------------------------------|----------------|----------------------|--|
| | | | | Lm/W | L ₅₀ Hour | |
| 欧州 | FP7/ OLLA | 2004~2008 | 1,200万Euro [約14億円] | 50 | 1万 | FP7(欧州研究助成資金)による半導体照明(SSL; Solid State Lighting)のOLED(有機EL)照明向けプロジェクト、Philips, Osram, 他計23団体/企業 |
| | FP7/ OLED100 | 2008~2011 | 1,250万Euro [約15億円] | 100* | 10万* | OLLAの後継プロジェクト Philips, Osram 他計15団体/企業 |
| | FP7/ FLEX-O-FAB | 2012~2015 | 710万Euro [約5億円] | - | - | フレキシブル有機EL照明に関するプロジェクト Philips Technologies, Philips Electronics, 他計12団体/企業 |
| | FP7/ TREASURES | 2012~2015 | 909万Euro [約11億円] | - | - | 大面積有機EL照明の低コスト製造(roll-to-roll)に関するプロジェクト Osram Opto Semicon., Fraunhofer, Siemens, EIGHT19, 他計10団体/企業 |
| | BMBF/ OPAL | 2006~2010 | 6,000万Euro [約70億円] | - | - | BMBF(ドイツ連邦教育研究省)による研究助成 BASF, AIXTRON, Schott, Philips, Merck, Novaled, 他計33団体/企業 |
| | 合計(欧州) | | 10,069万Euro [約115億円] | | | |
| 米国 | DOE | 2008~2010 | 92.6百万ドル [約76億円] | 60 | 1.5万 | 半導体照明(SSL; Solid State Lighting)向け研究助成(約3割は実施側の負担、DOE負担額を表記)、LED,OLED(有機EL)各予算配分のうちのOLED分 Universal Display Corp., GE Global Research 他計8団体 |
| | | 2011~2014 | 65.2百万ドル [約53億円] | 150 (2020年) | 15万 (2020年) | 上記に同じ、2010年をピークに予算額は減少傾向 Universal Display Corp., GE, Dupont Displays, Inc. 他計8団体 |
| | 合計(米国) | | 157.8百万ドル [約130億円] | | | |
| 日本 | 照明用高効率有機EL 技術研究開発と 先導調査研究 | 2004~2006 | 8億円 | - | - | 山形大、有機エレクトロニクス研究所 |
| | 有機発光機構を用いた 照明技術の開発 | 2007~2009 | 16億円 | 35 | 4万 | パナソニック(株)、出光興産(株)、タツモ(株) |
| | 本プロジェクト (有機EL分のみ) | 2009~2013 | 45億円 | 130 | 5万 | パナソニック(株)、出光興産(株)、タツモ(株)、長州産業(株)、コニカミノルタ(株)、山形大学、青山学院大学 |
| | 合計(日本) | | 69億円 | | | |

LEDと有機EL照明双方を研究開発支援する意義

補足資料

- 現状、効率面でLEDが先行しているが、**将来的にLEDと有機EL照明の特性に合わせた用途により棲み分けが進行するものと予想。**
- 有機EL照明は当初はフレキシブル性・軽量性の特質を生かした新用途照明(車載室内照明、建材等)へ市場導入し将来は家庭、オフィス等のシーリングライトへの展開が期待される。
- LEDは指向性・高効率性の特質を生かしたスポットライト、ダウンライトの他、さらに高輝度コンパクト性の特性のLEDは自動車のヘッドライト、医療や農業への展開が期待される。

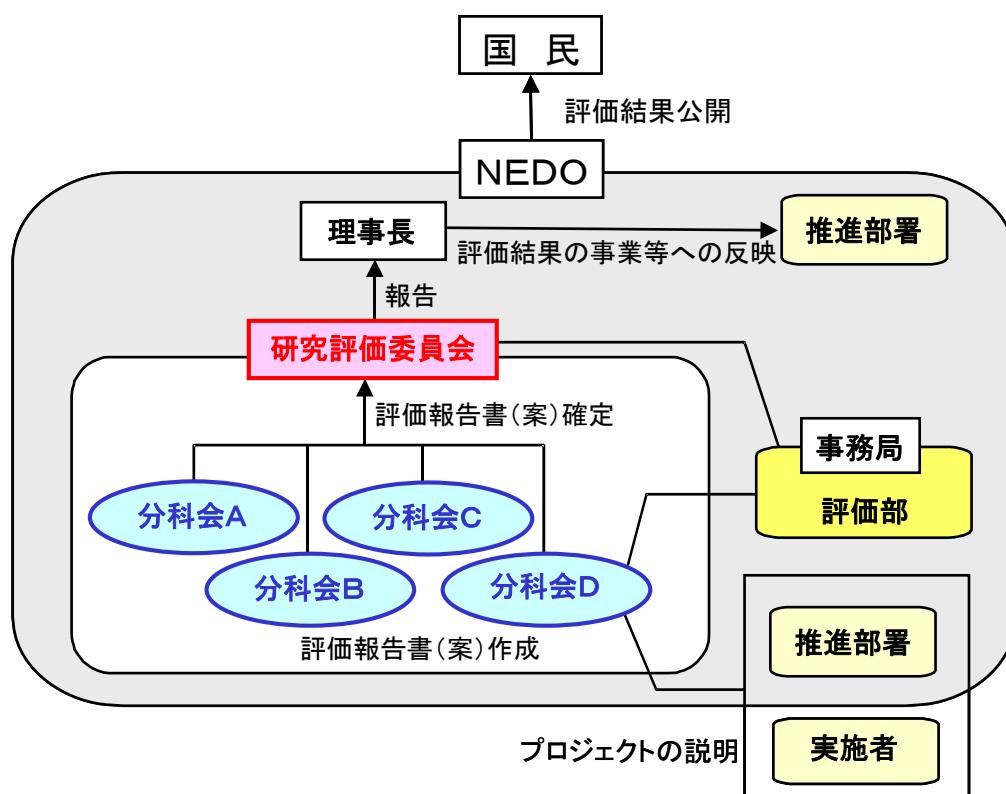


参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
 - 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
 - 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

3. 評価対象

平成21年度に開始された「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」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-8 頁参照）をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

プロジェクト全体に関わる評価については、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての見通しや取り組み等を評価した。各個別テーマに係る評価については、主に、その目標に対する達成度、成果の意義、実用化に向けての見通しや取り組み等を評価した。

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

- ・ 「新成長戦略」、「エネルギー基本計画」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（各個別研究テーマごとの配分を含む）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。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(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、指令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あるいは市場の創造につながることを期待できるか。
 - ・ 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、又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上がっている場合は、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. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて

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試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

(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。
- ・ 量産化技術が確立する見通しはあるか。
- ・ 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まれるものとなっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ 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。

個別テーマ 7.3「戦略的国際標準化推進事業」は、知的基盤・標準整備等の研究開発の評価基準で、評価を行う。

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

(1) 成果の実用化の見通し

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。
- ・ 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。

はじめに

本「標準的評価項目・評価基準」は、「技術評価実施規程」に定める技術評価の目的^{*}を踏まえ、NEDOとして評価を行う上での標準的な評価項目及び評価基準として用いる。

本文中の「実用化・事業化」に係る考え方及び評価の視点に関しては、対象となるプロジェクトの特性を踏まえ必要に応じ評価事務局がカスタマイズする。

※「技術評価実施規程」第5条(技術評価の目的) ①業務の高度化等自己改革の促進、②社会への説明責任、経済・社会ニーズの取り込み、③評価結果の資源配分反映による、資源の重点化及び業務の効率化促進

なお「評価項目」、「評価基準」、「評価の視点」は、以下のとおり。

- ◆評価項目：「1.」
- ◆評価基準：上記、各項目中の「(1)」
- ◆評価の視点：上記、各基準中の「・」

評価項目・基準・視点

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

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度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（各個別研究テーマごとの配分を含む）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。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(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。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 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 and/or 競争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

（基礎的・基盤的研究開発及び知的基盤・標準整備等研究開発の場合は、「事業化」を除く）

- ・ 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あるいは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 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、又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上がっている場合は、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。
- ・ 大学又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、又は実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が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(中間評価のみ設定)

- ・ 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

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試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することを言う。

なお、評価の対象となるプロジェクトは、その意図する効果の範囲や時間軸に多様性を有することから、上記「実用化・事業化」の考え方はこうした各プロジェクトの性格を踏まえ必要に応じカスタマイズして用いる。

(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。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ 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。

◆プロジェクトの性格が「基礎的・基盤的研究開発」である場合は以下を適用

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

(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。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ 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。

◆プロジェクトの性格が「知的基盤・標準整備等の研究開発」である場合は以下を適用

4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

(1) 成果の実用化の見通し

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S 化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注) 国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。
- ・ 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。

参考資料 2 分科会議事録

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」(事後評価)分科会 議事録

日 時：平成26年9月29日(月) 10:00~17:30

場 所：大手町サンスカイルーム A室

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

| | | |
|--------|-------|----------------------------------|
| 分科会長 | 藤田 静雄 | 京都大学 大学院工学研究科 光・電子理工学教育研究センター 教授 |
| 分科会長代理 | 三上 明義 | 金沢工業大学 工学部 電子情報通信工学科 教授 |
| 委員 | 内橋 聖明 | 一般社団法人 日本照明工業会 常務理事 |
| 委員 | 梶 弘典 | 京都大学 化学研究所 分子材料化学研究領域 教授 |
| 委員 | 辻 伸二 | 独立行政法人 科学技術振興機構 戦略研究推進部 主任調査員 |
| 委員 | 服部 寿 | 分析工房株式会社 照明事業部 シニア・パートナー |
| 委員 | 平松 和政 | 三重大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻 教授 |

<推進者>

| | |
|-------|--|
| 岡田 武 | NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 部長 |
| 関根 久 | NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 統括研究員 NEDO 技術戦略研究センター 新領域・融合ユニット ユニット長 |
| 山崎 光浩 | NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査 |
| 岸田 裕司 | NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査 |
| 高井 伸之 | NEDO 電子・材料・ナノテクノロジー部 主査 |

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

| | |
|-------|--|
| 藤戸 健史 | 三菱化学株式会社 情報電子本部 ガリウムナイトライド事業部 技術開発センター センター長 |
| 天野 浩 | 名古屋大学 大学院工学研究科 電子情報システム専攻 教授 |
| 岩崎 利彦 | ユニカミノルタ株式会社 アドバンストレイヤーカンパニー OLED 事業部 技術開発部 次世代プラットフォーム開発グループ グループリーダー |
| 菰田 卓哉 | パナソニック株式会社 R&D 企画室 主幹研究員 |
| 小谷 朋子 | 株式会社東芝 技術本部 照明研究開発センター グループ長 |
| 岡田 淳典 | パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 ライティング事業部 品質・環境革新センター 参事 |
| 内田 達清 | パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 ライティング事業部 品質・環境革新センター 参事 |
| 山内 泰樹 | 山形大学 大学院 理工学研究科 教授 |

<評価事務局等>

| | |
|-------|-------------|
| 佐藤 嘉晃 | NEDO 評価部 部長 |
| 梶田 保之 | NEDO 評価部 主査 |

議事次第

<公開の部>

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 5. 1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」
 5. 2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」
 5. 3 質疑
6. 非公開資料の取り扱いに関する説明

<非公開の部>

7. プロジェクトの詳細説明（実施者入替）
 7. 1 LED 照明の高効率・高品質化の基盤技術開発
 - 7.1.1 三菱化学チーム
 - 7.1.2 名古屋大学・大阪大学チーム
 7. 2 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発
 - 7.2.1 コニカミノルタチーム
 - 7.2.2 パナソニックチーム
 7. 3 戦略的国際標準化推進事業
 - 7.3.1 LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発（東芝）
 - 7.3.2 LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発（パナソニック）
 - 7.3.3 有機 EL 照明に関する標準化（山形大学）
8. 全体を通しての質疑

<公開の部>

9. まとめ・講評
10. 今後の予定
11. 閉会

議事内容

<公開の部>

1. 開会、資料の確認
 - ・藤田分科会長挨拶
 - ・出席者の紹介（評価事務局、推進者）
 - ・配布資料確認（評価事務局）
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。
3. 分科会の公開について
 - 評価事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題7.「プロジェクトの詳細説明」、議題8.「全体を

通しての質疑」を非公開とした。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より資料4-1～4-5に基づき説明した。

5. プロジェクトの概要説明

5. 1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」

5. 2 「研究開発成果」及び「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて」

推進者より資料5 (5.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント、5.2 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて)に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5. 3 質疑

【藤田分科会長】 ただいまのご説明に対してご意見、ご質問等、よろしくお願ひします。

【三上分科会長代理】 詳しい説明をありがとうございました。全体はよくわかりました。本プロジェクトの組み立て方で質問があります。競争制の導入について、同じ目標に対して複数のチームを選定し、競争しながら目標を達成したと説明がありました。今の時代に有効な方法と思いますが、アプローチや方法論が異なると、その事業が終わった後の成果物も異なると思います。しかし、本プロジェクトは同じ目標で複数のチームに資金を配分しているところが気になります。中間評価までは同じ目標で、効率や寿命、演色性といった項目でデバイスを評価しても大きな問題はないと思います。しかし、中間評価をクリアした後は実用化、事業化を目指すので、各チームは異なった成果を生み出すと考えるのが自然です。なぜ目標が1つなのか。アプローチが違えば、付加価値という言葉を使ってよいか分かりませんが、あえて付加価値という言葉を使うと、AチームとBチームは付加価値の面で違ってくると思います。事後評価は、基本目標よりも、むしろ付加価値の評価になるという気がするのですが、付加価値が明記されていません。評価する立場の人にとって、何を物差しに付加価値を評価すればよいかわかりにくく、個人の主観になってしまいます。ここが評価委員としては不安です。

付加価値をいかに評価するかが最終評価では重要だと思います。しかし、物差しがあがっていないので無視してよいのか。それは避けたほうがよいと思います。そこが評価の重要なポイントと思うため、NEDOの共通の評価方針、事業方針を聞かせて下さい。

【NEDO：高井主査】 まず基本計画の目標を最初は最低限の実現すべき項目として設定しました。中間評価の指摘を受けて、LEDについては高輝度化も重要ということで、電流値350mA以上の目標を設定しました。ただし、三上先生が指摘された側面もあります。有機ELに関しては蒸着方式と塗布方式、LEDに関してGa_N(窒化ガリウム)基板を結晶させる方式としてHVPE(Hydride vapor phase epitaxy)法とNa(ナトリウム)フラックス法という異なるアプローチを今回採択しました。この場合、ターゲットが異なるというよりは、有機ELの製造プロセス技術としては、もともと蒸着方式は確立していて、RtoR(ロールツーロール)はまだ将来的な技術でした。また、Ga_Nも、HVPE(Hydride vapor phase epitaxy)法はかなり確立した技術ですが、Na(ナトリウム)フラックス法は革新的技術であり、技術レベルが異なります。同じ技術レベルで競争するなら公平ですが、さらに先の研究を行っているのに同じ目標を設定するのは公平なのかという話が中間評価でも出たと思います。

しかし、最終的には実用化・事業化を目指すので、目標が少しぶれても同じ目標設定で今回プロジェクトを運営しました。それが公平か、というところはありますが、革新的な技術開発を行う方は大変だったと思います。それでも頑張って取り組んでもらい目標を達成しています。実施者には随分苦労してもらい、相応の効果はありました。公平性の観点で犠牲にするところはありませんでしたが、高い研究開発成果をあげるというところでは効果があったので、その点はよかったです。

もう1つ、将来的な技術をNaフラックスでも塗布でも取り組みました。現実的にこれから実用化に入るときに、塗布は恐らく真空蒸着の次に来るべき技術として、ライバルとして実用化のときに争

うよりは、その次のフェーズとして入ってくると思います。GaNについても同じです。

【三上分科会長代理】 NEDO の考えとしては、定めた目標設定以外の部分、付加価値という言葉を使わせてもらおうと、付加価値も十分に考慮して評価してほしいと考えてよいですか。

【NEDO：高井主査】 はい。ぜひ付加価値も評価して下さい。2 番目の質問で三上先生がおっしゃったように、その評価基準は何かと言われると、定量的評価基準はございませんが、定性的観点で、先生の裁量にお任せすることになります。そちらも評価してほしいと思います。

【三上分科会長代理】 そういうことであれば、実施者の皆さん、今日はプレゼンテーションで付加価値のアピールをよろしく願います。

【NEDO：梶田主査】 午後の個別説明の時間に各事業者が実用化・事業化について具体的な話を行います。評価項目・評価基準で波及効果という項目もあります。その時間で評価していただければと思います。

【辻委員】 今回のプロジェクトの特徴は競争的な取り組みを導入したことです。その中において、チーム間で協力的なところがもしあれば教えて下さい。特に国際標準化はそれぞれの成果で協力的なところもあったと思います。その辺りを紹介してほしいのですが如何でしょうか。

【NEDO：高井主査】 まず、基盤技術開発のチーム間は、NEDO で交流を持つ場は設けませんでした。非公開な研究開発の情報交換になるため、交流の場を設けていません。国際標準化の研究開発成果は実施者間で隠す理由はないので年に一度成果報告をしてもらい、意見をもらって軌道を修正しています。

【藤田分科会長】 今のことに絡む質問です。特に技術交流の場を設けなかったといわれました。競争で行ったことはよいと思いますが、5 年間にわたり参加している方々は、ほかがどのような成果を出したかわからないまま研究に取り組んだのか、あるいは年度ごとに報告書を出していたのか、どうですか。

【NEDO：高井主査】 公開することができるもの、できないものがあります。公開できるものは中間報告という形で、毎年各チームから、どこまで研究成果が進んでいるか公表してもらいました。

【藤田分科会長】 それは毎年ということですか。

【NEDO：高井主査】 はい。

【藤田分科会長】 わかりました。

【平松委員】 立ち上げのときは、どちらかというとシーズ寄りの LED、有機 EL の技術を高めるという方向で目標を達成していこうという動きでした。徐々に目的が達成された後、今度はマーケットに向けた戦略が出てきたことは評価できると思います。

NEDO がいろいろな支援を行うと言われたので、今後のあり方について 2 点質問します。1 つは、国際標準化はマーケットに向けて重要な考え方です。提案していくのに 3 年ほどかかるということでした。具体的にどのような支援の仕方をしていくのか。もう 1 つは、資料 5 の 32 ページにも書いてありますが、次世代照明コンソーシアムの立ち上げについてです。これは 2014 年に行っているのですか。設立予定と書いてあります。NEDO は成果を活用して具体的にどのように照明の市場開拓を支援していこうと考えているのか。その 2 点をお伺いします。

【NEDO：高井主査】 1 点目の国際標準化について、このプロジェクトの終了後にも、国際標準化の活動を継続して行う必要があります。LED は事業戦略の一環として事業者主体で進めてもらうこととし、NEDO は今のところ資金的な支援は行っていません。ただ、国内での検討体制をつくり、NEDO のメンバーが参加しています。必要であれば、そのときに資金提供も含めて支援を行うことを考えています。

有機 EL は委託先が企業ではなく山形大学です。大学として企業の意見を聞いて標準化活動を継続するのは難しいため、経済産業省の標準化プログラムに入り、継続的に進めるというフレームで取り組んでいます。こちらも日本の標準化の打ち合わせに NEDO が出席しているので、必要があれば NEDO も何らかの支援を行う予定です。

照明コンソーシアムは、まだ検討を行っている段階です。いろいろな意見があるため、現在は具体

的にご説明するのは難しいのですが、最終的なアプリケーションを見つけるには、つくっている側ではなく、使用するユーザ側の意見を集約して、その要件を定義し、出口もつくる必要があるため、ユーザ側を主体にコンソーシアムを組むことができないか検討しています。まだ検討段階で、具体的にいつ立ちあげずるとはお答えできません。

1 つだけつけ加えると、CEREBEA(次世代化学材料評価技術研究組合)という有機 EL の材料の開発の組合があります。そちらで人間工学的な観点での有機 EL の検討を行うワーキンググループも立ち上がっています。そちらとも意見交換しながら進めていくことを考えています。

【藤田分科会長】 たしか中間評価でも話題になり、明確にしておきたいことなのですが、目標の 1lm/W (ルーメン/ワット)という値は、球の効率と器具の効率があります。ここに示されている 1lm/W の値は、器具に組み込んだときの効率という判断でよいですか。つまり、蛍光灯が $60\sim 65\text{lm/W}$ であるというの、蛍光灯器具の直下で測ったときに、その程度のを 130lm/W にするという意味合いですね。

【NEDO：高井主査】 はい。器具としての効率と見て下さい。

【内橋委員】 ただ、器具は何万品種もあり、品種ごとに器具の効率は違います。よって、デバイスの効率でターゲットを絞るほうが妥当です。ギラギラまぶしい器具が一番効率はよくなります。おそらくデバイスの効率がそのままあられます。器具の効率は、用途、雰囲気に応じて異なった設計をしており、効率の目標設定としては、デバイスの効率の方がよいと思います。

【NEDO：高井主査】 130lm/W は最終的に達成すべき器具の目標です。それを実現するための目標として、LED デバイスは拡散する前の効率として 200lm/W で、有機 EL は拡散損がないだろうというシンプルな考え方でデバイスとして 130lm/W としました。言葉足らずでしたが、 200lm/W と 130lm/W は最終的な器具の効率をめざしたデバイスの目標設定になります。

【服部委員】 効率の考え方ですが、基本的にこれを競争と考えると、まず LED と有機 EL 照明の 2 つの技術の大きな競争があります。それぞれに付加価値があると思いますが、LED は点光源ですから投光器に向いている、有機 EL は面光源だから一般照明に向いているなどの付加価値も評価する必要があります。

照明の器具効率はアメリカのエネンジー省(DOE)の資料を見ると器具ごとに、例えば一般照明用、電球のようにアプリケーションを分けて考えています。全体的にどちらの発光効率が優れていると言うことができません。各々のアプリケーションで LED と有機 EL の光源デバイスとしての発光効率はどうか見ていく必要があります。照明を全部まとめるのは難しいので、ある程度アプリケーション毎に細分化していけばよいと思います。

【NEDO：高井主査】 ありがとうございます。今後プロジェクトの目標を設定するときに、頂いたアドバイスを反映して進めていきたいと思っています。

【梶委員】 成果は高いレベルで目標を達成しています。NEDO も事業化を進めたいと言われましたが、今回はコストの面が入っていません。今後どういう展開になるか、あるいは多少コスト高でも付加価値の面でどう展開していくか、そういうところの話をもう少し具体的に説明して下さい。

【NEDO：高井主査】 中間評価でもコストが問題と指摘されました。プロジェクト立ち上げ当初も、単に性能がよくても、コストが高ければ普及しないことはわかっていました。コスト目標の設定については NEDO の中でいろいろ議論がありました。具体的にどれだけ販売できるか、設備投資をどれだけ償却するか、そういった要素が入ってくるため、コスト目標を技術開発目標としては設定できませんでした。ただ、基本的な考え方として $\text{円/lm}\cdot\text{年}$ という、よく照明の中でコスト指標として使うものがあります。具体的な達成目標としてコストを入れると、それを評価するほうも、具体的に設備投資がこれだけと言われてもなかなか難しいところがあります。公開の場で設備投資や企業原価の数値を出すのは難しいため、内部目標として $0.3\text{円/lm}\cdot\text{年}$ を設定し、それ以上を実現するというようにしています。そこは非公開セッションで触れていただければと思います。

【梶委員】 最初から先行しているものと比べてコストが同等という大変なので、付加価値の部分でニッ

チなところから広げていくなどの戦略が見えてくるとよいと思います。もう一つ、国際標準化は重要だと思います。具体的な部分が余り見えなかったので、午後でもよいと思いますが、説明して下さい。

【NEDO：高井主査】 国際標準化は説明不足で申しわけありませんでした。午後の非公開セッションで詳細を説明します。基本的には、ご指摘いただいたLED、有機ELそれぞれの付加価値で日本が得意にするところを測定する指標をまずつくるという考え方で進めています。詳細は午後に説明します。

【平松委員】 中間評価の時に、LED デバイスレベルで200lm/W、その下で2mAという成果はどこでも達成しているため、もう少し電流を上げないと意味がないというコメントを出しました。今回、350mA、かつ200lm/W以上という高いハードルを設定した。GaN基板を使った場合、これが達成できないと意味がない。達成できるとすばらしい展開が予想できると思います。GaN結晶のm面(非極性面)を使えば達成できるという見通しについて、これは午後聞いたほうがよいのかもしれませんが、今後の見通しをNEDOはどのように見えていますか。

【NEDO：高井主査】 我々は何とか実現できると期待しています。今実施している事業の成果を見ていく必要がありますが、技術的な観点でのレビューは午後のセッションでお願いします。

【辻委員】 資料5の26ページで、個別の最終目標に対して現在の成果を示しています。それぞれの項目に対して評価しています。こういう評価は難しいのですが、これらを合わせて、総合的に全てクロスして達成し得る見通しを得たのか、あるいはそこはまだ残っているのか、明らかにしてもらえると、全体の位置づけがよくわかります。LEDと有機ELでは違うと思いますが、説明をお願いします。

【NEDO：高井主査】 基本的には、ここで書いているLEDの目標は、個別に達成すればよいというものではなく、事業化を考えたときにand条件で達成すべきものです。有機ELも、こちらの3つの項目はand条件で達成しています。今回は残念ながら、350mAという目標は200lm/W以上といったほかの目標とセットでは実現できなかったという結果になりました。

【三上分科会長代理】 事後評価という位置づけから、この後の国の方針、NEDOの方針に関して質問です。スライドの中で、期間的には米国のDOEに比べて2年ほど短いことを特徴の1つにしていました。2年早くこのスペックを開発することに何か戦略を持っていると受け取りました。それはある意味今後の国の方針だと思うので、それを聞いておけば事後評価の参考になります。もし戦略的に2年間を重視したことに具体的な考えがあれば、事前に説明願えませんか。

【NEDO：高井主査】 DOEを意識して2年早くしようと設定したわけではありません。世界で競争力を持つには1番になる必要がある、2番ではまずいという考え方があります。2年早くこの目標が達成できれば、その2年後にはさらにその上にレベルアップできるということです。2年という数字に特に戦略的な意図を設けてはいませんが、2年早く事業化すれば、それだけ優位になるという考えです。

【三上分科会長代理】 早いに越したことはないのはそのとおりです。ただ、これから2年何もしなければ、2年早めた意味がなくなります。このプロジェクトを受けて次はこういうことを考えているというのがあれば、そこにうまくつながるといった評価の仕方があります。特にそれがないと言われると、それは考慮なくてよい。2年間早く開発できたことは特にメリットではないということになります。そう言ってしまうと語弊があると思いますが。

【NEDO：関根統括研究員・ユニット長】 今そこに書いてあることと、その1ページ前(34ページ)について、GaN基板LEDや有機EL照明は、それぞれ高天井照明や投光器、ヘッドライトなどのアプリケーションを見出して、その利用の仕方について支援・実施を行う中で、このページの真ん中に書いてある海外実証があります。海外は高輝度でないものが普及しており、外国企業がシェアを取っている。ターゲットを絞った上で海外実証を通じて国外市場を拡大するという支援を行うことと、もう一つ、その下にあるコンソーシアムを立ち上げたいというアプリケーションと、ご指摘のとおり標準化があります。有機ELは経済産業省で一緒に行っていく、業界の方々と行うのはLEDと考えており、その標準化の中でシェアを獲得していくという見通しです。

【内橋委員】 LEDの高効率化というテーマを取り上げた過程の中で、効率を上げるアプローチにはいろいろ

るな観点があったと思います。もちろんデバイスの GaN 基板の効率を上げることもありますが、他にも、たとえば蛍光体による白色変換効率は一番効率が悪い要因の一つだと思いますが、テーマを取り上げる過程でそういうテーマを入れなかった理由、どの様な理由で選定し、GaN 基板に注力したのですか。

【NEDO：高井主査】 サファイア基板の効率アップには限界があるという前提がありました。GaN 基板 LED を中心にした研究開発を行いました。GaN をつくるだけでなく、それ以外の光取り出しや放熱改良など、様々な技術開発をこの中に含めています。プレゼン資料だけ見ると GaN だけしか取り組んでいないように見えるのですが、放熱技術や光取り出し技術についても午後のセッションで説明します。GaN 基板 LED だけではなく、一般のサファイア LED にも適用して事業化を始めています。GaN に注目しましたが、GaN だけに特化したわけではなく、蛍光体や関連技術の開発もあわせて実施しています。

【服部委員】 基板についての質問です。GaN とサファイアを比較した表があります。私も余り詳しくないのですが、SiN(シリコンナイトライド)やシリコン基板を使った場合のコストや効率を比較する必要があると思います。その辺の位置づけを簡単に教えてもらえないでしょうか。最近シリコン基板が使われ始めています。それとの比較ではどういう位置づけになってくるのですか。

【NEDO：高井主査】 詳しい先生方がおられるので、私が話すのは僭越ですが、当然シリコン(Si)もあります。シリコンはサファイアより品質は劣るが低コストという位置づけです。コスト当たりの性能という意味では、サファイアに勝てばシリコンにも勝つことができると考えています。また、GaN-on-Si に対しては、先ほど説明したように高輝度コンパクト照明用に関しては GaN に優位性があるはずなので、この特徴に特化した場合には GaN に優位性があると評価しています。

【藤田分科会長】 5 年間で随分情勢が変わっています。始めたころは GaN でないと、という部分が、サファイアでもよくなっています。中間評価を踏まえて用途をいろいろ分けたのはよいことだと思います。ここで目標にしている高天井の照明や投光器、ヘッドライト、これらは GaN でないとできない分野です。時代が変わっているので目標が変わってくるのかもしれませんが、その辺りの用途、ヘッドライトはこれから出てくると思う分野です。そういった分野で GaN の最高の効率を狙うというように、何か目標が変わってきたと感じており、そうやってしまったほうがよいと思います。GaN で最高効率を狙う、そのために欠陥が少ない基板が必要ということで今の目標を考えれば評価できるような気がしますが、いかがですか。

【梶委員】 この目標の設定に関して、細かい部分ですが、有機 EL の半減寿命 15 万時間は目標を大きく上回っており、NEDO の事業としては大成功だと思います。しかし、実用化を考えると、半減という部分が適切であったのか、皆さん疑問に思う部分もあるかもしれません。大体どれぐらいまで使うのかということも含めてご意見をいただければ。

【NEDO：高井主査】 これも先生方のほうがよくご存じなので僭越ですが、寿命は、2009 年当初は有機 EL もレベルが低い段階であったため、輝度が半減する限界として寿命を設定しました。今は照明もかなりよくなってきており、70%寿命が当たり前になっています。それを考えたときに、当初は 50%半減寿命で設定しましたが、今思えば 70%のほうがよかったかもしれません。

研究開発の中では、さらに実用化・事業化を想定したときに 50%で 4 万時間を想定しましたが、70%寿命にしたときにはさらに厳しくなるため 4 万時間では足りません。企業側の自主努力で 15 万時間以上という設定にしましたが、70%になった場合にはそれが 1/2、1/3 になります。50%寿命を 15 万時間以上としたときには、70%寿命ではその 1/3 の 5 万時間ということになります。そういう意味ではかなりレベルアップした成果になりました。過剰性能というよりは、世の中の要求に合った成果を達成したという評価です。その時点で目標を見直したほうがよかったかもしれませんが、基本的にはその辺は読みかえするというので、そのままの目標を設定しました。

【梶委員】 わかりました。ありがとうございます。このあたりもコストとリンクする話で、安ければ定期

的に取りかえるという話に、値段が高ければ何度も買い替えはできないという話になります。必ずこの時間が必要というわけでもないの、その辺りはトータルで考えていけばよいと思います。

【藤田分科会長】 資料 5 の 4 ページのところ、次世代照明と蛍光灯はどう違うという説明があります。2010 年の経済産業省の予測データの目標で、これが 2014 年、今だとすると、次世代照明が蛍光灯の半分から 1/3 ぐらいになっています。現状はどの様になっていますか。これは主査に質問することかどうかわかりませんが。

【NEDO：高井主査】 私の知る限りで回答します。この目標は 2009 年、2010 年当初につくった目標であるため、かなり期待を込めた、これを実現するのは相当難しいと考えながら設定した目標だと思います。2011 年の東日本大震災によって予想以上に LED が普及して、2013 年でも難しいと思っていたこの目標を上回る LED の普及が起きました。6 割ぐらい普及しています。

【内橋委員】 私が答えたほうがよいかもしれません。私は日本照明工業会で統計を扱っていますので、お話をしますと、2009 年から急激に LED 照明製品の普及率が上昇し、いまだに年間 30%以上の数量アップとなっております。現時点で、出荷ベースで 70%を超えています。

【藤田分科会長】 全体のですか。

【内橋委員】 はい。出荷数量ベースでは、全器具に対する LED 器具の割合が 70%を超えています。恐らく 2016 年ならば家庭用はほぼ 100%になると予測しています。2020 年に 100%という目標になっていますが、ほぼ確実になると思います。もちろん特殊分野は残りますので、100%ということはありませんが、限りなく 100%に近い数量になるのは確実だと思います。

【藤田分科会長】 そういう意味でも、LED はこれからますます伸びてくるようですね。

【内橋委員】 そうですね。普及期を終えて成熟期に差しかかるほどのスピードアップになっています。

【藤田分科会長】 特殊用途かもしれませんが、GaN の最高水準を狙うという目標に対する期待も高まってきて、この成果をぜひ社会に生かしてほしいということになります。

【NEDO：高井主査】 そうであってほしいと思います。

【藤田分科会長】 時間が参りました。ほかにもご意見、ご質問等があると思いますが、本プロジェクトの詳細はこの後に説明していただきます。その際に質問等していただくようお願いします。

6. 非公開資料の取り扱いに関する説明

<非公開の部>

7. プロジェクトの詳細説明（実施者入替）

8. 全体を通しての質疑

省略

<公開の部>

9. まとめ・講評

【藤田分科会長】 議題 9「まとめ・講評」です。審議も終了しましたので委員の皆様から講評をいただきます。平松委員から始めて、最後に私、分科会長という順序でお願いします。

平松委員、お願いします。

【平松委員】 このプロジェクトは LED、有機 EL において、初期の段階では発光効率その他のシーズ的な材料、デバイス性能を主に議論して、課題を十分クリアしたことは評価できます。今度はそういったものをどのように市場展開できるかという議論になってきた、マーケットを作っていく上での問題が見えてきたという点で、今後の将来性から考えて評価できるプロジェクトであったと思います。

それから、GaN 基板は当初は非常に難しい技術だと思われていました。しかし、サファイア基板に比べた優位性が示されてきたこと、信頼性、光出力、光量といった総合的な面でポテンシャルがある

とわかってきたことは意義があったと思います。

それから、個々のつくり方で、HVPE 法、量産化に向けて多数枚取りと技術進展があった。Na フラックス法は少し先になるかもしれませんが、その優位性が出てきたと思います。

【服部委員】 日本の LED 産業は世界に比較して伸びており、現状として追い風の中で現在のプロジェクトも技術的に目標を達成しており、これから特にコスト面で改善することをお祈りします。実用化と、さらに海外への飛躍です。日本のマーケットはもう成熟していますが、海外マーケットはまだ LED 照明の普及が十分でないので、海外への事業展開を考えてほしいと思います。

有機 EL は、韓国、欧州、中国が巨大な投資を行っています。彼らは市場が膨らむ前に市場を取ろうということで、日本の企業と違った戦略・戦術で工場を建設しています。その状況下では、どうしてもコストの競争になってしまう。開発品の性能は目標を達成して素晴らしいと思いますが、今後は企業だけでなく、国全体として知恵を絞らないと、競争相手の国々の産業と互角に戦えないと思います。これからその辺りに注力してほしいと思います。

【辻委員】 今回のプロジェクトは競争的な仕組みということと、もう一つは標準化ということで、世界に打って出るための布石を打った。構成として、素晴らしい戦略のもとに進められたと思います。

各チームの説明を聞き、我が国のコア技術をベースに検討を進めている、それも 1 社だけでなく、いろいろな組織が連携しながら進めている。チームによって進め方は違っていますが、それぞれが独自の技術をベースに、レベルの高い技術開発を行っていると感じました。

服部委員が言われているように、国内市場を相手にしていると市場はすぐに飽和するので、ぜひ海外に進出できるように、そのための海外特許もかなりの数を出願しているので、今後の活躍を期待します。2020 年の東京オリンピックでぜひ成果を披露し、世界に向かって発信することを期待します。

【梶委員】 この NEDO のプロジェクトとして大きな成果があったと思います。例えば有機 EL も目標値をかなり高いレベルで設定しており、事業化を見据えていたと思います。もちろんコストという部分ではありますが、数値自体は非常に高いレベルで、100%全てというわけではないかもしれませんが、ほとんどの部分を達成している。無機(LED 照明)はよくわからない部分もありますが、目標を高いレベルで設定し、100%に近い形で達成したと感じます。中間評価で方向性が変わった部分もありますが、必ずしも最初の設定にとらわれず、状況に応じて方向性を変えていったことは重要だったと感じています。そういう意味では、トータルとして大きな成果があったと感じます。

標準化は、この部分を日本が頑張っていけばもう一つの展開ができるという意味で、これを設定したことも意義が大きかったと思います。私自身は、標準化は日本が入っていきにくい部分と思っていたのですが、今日の話を知ると重要な位置を占めています。高く評価してよいと感じます。ただ、ほとんどの標準化についての説明が非公開でした。これは非公開でよいのか、公開のほうがよい部分があると感じました。

あと、事業化につなげることが今後必要になってきます。そのまま各企業が事業化につなげるのか、あるいは、せっかくよい成果が出たので、事業化に至っていない部分は NEDO がフォローするかは別として、何らかの形でこの成果を形にしてほしいと感じます。

【内橋委員】 LED 照明、デバイスという切り口から、光のソフト、標準化に取り組むという広範囲なプロジェクトでした。100 億円という大きな投資をして、それぞれ世界レベルの目標を達成したことは高く評価できます。私も照明産業を普及させる仕事をしている者としては、この NEDO のプロジェクトに深く感謝したいと思います。

特に今日感じたのが、有機 EL が性能的にはほぼ商品化してもよいレベル、効率、寿命という点ではほぼ商品化できるレベルまで来たことです。あとは産業界がこれをいかに使いこなすか。2009 年から LED 照明が急激に普及しました。その 2 年ほど前よりもよい状態ではないか。2005 年、2006 年に今の状況を想像し得た人は少なかったと思います。そのような状況だと思いますので、あきらめずに取り組んでほしいと思います。

それから、プロジェクトの概要説明の質疑の際に話したように、LED 照明は現時点で、出荷レベルでは、器具ベースですが、出荷比率は 70%になっています。100%になるのは時間の問題だと思います。ただ、市場に設置されている LED 照明器具に占めるパーセンテージはおそらく 10%を切るレベルだと思います。まだ 7 億、8 億台ぐらいの既存光源の照明器具が市場に残っています。省エネの観点から、いかに早く有機 EL なり LED に変えていくかが国家のエネルギー戦略的には重要な課題だと思います。そのためには、効率だけでなく、むしろ低コスト化技術や、いかに明かりの質を上げていくかが今後重要になってくると思うので、その辺りにも注力してほしいと思います。

【三上分科会長代理】 今日のはっきりした成果を聞くことができ、よかったですと思います。

このプロジェクトが 5 年前に立ち上がったときは、蛍光灯の代替、2 倍の効率といった目標で立ち上がりました。5 年間の技術の変化は予測できなかった部分もあります。GaN 基板による LED 照明は、先行技術は蛍光灯ではなく現行の LED 照明に変わりました。有機 EL も、先行技術は蛍光灯ではなく、むしろ LED 照明という状況に変わりました。基本的な目標はほとんどのチームが達成したようですが、午前中も質疑応答で言ったように、この 5 年間の社会・技術の変化の中で今回のプロジェクトの成果を使って今後どう対応していくのか、そのポイントになるのは付加価値だと思います。付加価値に対する成果に注目して説明を聞きました。各チーム、付加価値の面でも成果を上げていると感じたので、それをプラスの評価として評価報告書もまとめたいと思います。ぜひそれを次の技術開発に生かしてほしいと思います。

標準化は、まさに今後リーダーシップを期待したいと思います。

【藤田分科会長】 どうもありがとうございました。私は、こういう立場でいろいろと聞かせてもらう機会があります。中間段階でも聞かせてもらいました。全体を通じて大きな成果がありました。NEDO が先導するプロジェクトとして有意義なものであったという気がします。研究体制にしても、どなたかがいわれたように、大学から企業、確かに LED はチップから器具まであります。有機 EL も材料の合成から最後の測定までどうするかという広いところがあります。こういう NEDO のプロジェクトがなければ今回のような研究を行う機会がなく、照明の研究がここまで進まなかったという気がします。そういう意味でよい成果をあげたプロジェクトであり、波及効果も大きいと思います。

これから事業化ということで大変になると逆に思います。照明技術は、鉄道のような巨大な産業ではなく、どこかに取られてしまうということもあると思います。その辺りは NEDO あるいは企業で十分マネジメントしてきた。特許の出願の仕方からもそのように思うのですが、ぜひこの成果が次の時代を支えるように、技術面だけではなく、いろいろ進めてほしいと思います。

標準化は私にとってすごく印象的でした。これはこのプロジェクトの 1 つの特徴だと思います。私も最近、家の電気を LED 照明に替えています。買うたびに色が違う、この LED 電球は何か気分が悪いということがあるのも事実です。しかし、箱を見ても何も書いていない。どれを買ってよいかわかりませんし、ひどいのは壊れて使えなくなるものがあります。LED の電球を買ってきて、1 カ月ほどで電球が消えてしまったこともあります。これは保証になるのかと販売店に言いに行っただけですが、これは無理ですと言われると、違う LED を買ってしまったのかと思うわけです。そういう意味でも、我が国の技術を先行させるという意味でも、標準化のイニシアチブをとっていることが印象的でした。是非進めてほしいと思います。

東京オリンピックという話が出ました。東京オリンピックは日本の技術を世界に知らしめる 1 つの機会です。メインスタジアムがどういう照明になるか、街の中にどのような照明があるか、そういう夢、わくわくさせる結果で終わってほしいと思うのが、私の最後の感想です。

以上ですが、推進部長あるいは実施者から何か一言ございますか。

【NEDO：岡田部長】 NEDO の岡田です。本日は丸一日、ご評価、ご指導いただき、ありがとうございます。このプロジェクトは、省エネということで、基本的にはエネルギー当たりの明るさを追求する、lm/W で代表される目標値を設定しています。純粋に技術目標としてはそうなのですが、実用化・事業

化するには当然いろいろな他の課題の解決も必要です。lm/W の技術目標以外の課題として、先生から付加価値という表現をいただきました。実際にはそうした付加価値が大事です。このプロジェクトは、少しだけご紹介しましたが、標準化と一緒に、ステージゲートを行う、コンテストを行ってみる、海外実証事業もあわせて始めたなど、NEDO としては珍しく、lm/W で代表される技術目標の追求だけではない活動を行っています。

このプロジェクトは 5 年で終わりますが、世の中はまだまだ動いています。高井主査が説明したように、次世代照明を追っていくコンソーシアムをつくったらどうか、そういう戦略をつくる場を設けてはどうかという意見があります。NEDO の活動の中では成果普及という概念がありますので、技術開発だけではなく、成果普及という形でフォローアップを今後行っていくことができればと思っています。ただ、それは今後の課題です。技術目標が達成できたかということで評価をお願いします。プラスアルファの課題は、評価とは別に、本日はこれまでの今後期待することとして書いていただければ、良きご指導をいただくことになると思いますので、どうぞ引き続きご指導のほどよろしく願います。

10. 今後の予定

11. 閉会

配布資料

- 資料1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料4-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料4-2 評価項目・評価基準
- 資料4-3 評点法の実施について
- 資料4-4 評価コメント及び評点票
- 資料4-5 評価報告書の構成について
- 資料5 プロジェクトの概要説明資料(公開)
 - 5.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果及び実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて
- 資料6 事業原簿(公開)
- 資料7-1-1 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - LED 照明の高効率・高品質化の基盤技術開発(三菱化学チーム)
- 資料7-1-2 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - LED 照明の高効率・高品質化の基盤技術開発(名古屋大学・大阪大学チーム)
- 資料7-2-1 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(コニカミノルタチーム)
- 資料7-2-2 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(パナソニックチーム)
- 資料7-3-1 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発(東芝)
- 資料7-3-2 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発(パナソニック)
- 資料7-3-3 プロジェクトの詳細説明資料(非公開)
 - 有機 EL 照明に関する標準化(山形大学)
- 資料8-1-1 事業原簿(非公開)
 - LED 照明の高効率・高品質化の基盤技術開発(三菱化学チーム)
- 資料8-1-2 事業原簿(非公開)
 - LED 照明の高効率・高品質化の基盤技術開発(名古屋大学・大阪大学チーム)
- 資料8-2-1 事業原簿(非公開)
 - 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(コニカミノルタチーム)
- 資料8-2-2 事業原簿(非公開)
 - 有機 EL 照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発(パナソニックチーム)
- 資料8-3-1 事業原簿(非公開)
 - LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発(東芝)
- 資料8-3-2 事業原簿(非公開)
 - LED 光源並びに LED 照明器具の性能評価方法の国際標準化に係る研究開発(パナソニック)

- 資料 8 - 3 - 3 事業原簿(非公開)
有機 EL 照明に関する標準化(山形大学)
- 資料 9 今後の予定
- 参考資料 1 NEDO 技術委員・技術委員会等規程
- 参考資料 2 技術評価実施規程

○その他

以上

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成26年11月

NEDO 評価部

部長 佐藤 嘉晃

主幹 保坂 尚子

担当 梶田 保之

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162