

プロジェクト事後評価報告書

評価委員会開催日：平成24年2月8日

評価委員：（敬称略、五十音順）

神谷利夫 東京工業大学 応用セラミックス研究所 教授

財満鎮明 名古屋大学大学院 工学研究科 教授

田中雅明 東京大学大学院 工学系研究科 教授

確定年月日：平成24年3月23日

プロジェクト名	オプトセラミックスのナノプロセス技術によるインテリジェント光源開発
研究責任者の所属・役職・氏名	環境・エネルギー材料部門長（元光材料センター長） 大橋直樹
実施期間	平成18年度～平成22年度
研究目的と意義	情報・通信分野、あるいは、国民生活の安全・安心を確保するための各種の応用に向け、高機能光源、あるいは、高機能のオプトエレクトロニクス素子を構成するための物質・材料、および、ナノ構造を制御した部材を開発する。特に、紫外線、あるいは、赤外線領域のこれまでに適当な光源が存在しなかった波長領域の光源を構成するための物質・材料を、ナノテクノロジーを活用しつつ、開発する。これによって、モノ作り立国、モノ作り先進国日本の地位確立に寄与する。
研究内容	強誘電体を用いた波長変換素子や、フォトニック構造による光路・回折制御のための材料・素子、ワイドバンドギャップ半導体の材料探索やその素子応用のための研究を進め、高出力レーザー、小型の高機能光源、深紫外光源に供される材料の開発を進める。
ミッションステートメント（具体的な達成目標）	結晶成長や物性解析技術を基礎とし、強誘電体等の単結晶の分極反転パターンからなる波長変換素子の深紫外領域への短波長化や高出力化、コロイド系フォトニック結晶の高品質大面積化や、それを用いたチューナブルな光学素子の構築、さらに、ワイドバンドギャップ半導体を用いた、紫外発光素子を始めとする光・電子素子に有用な材料や構造を開発する。
平成18年度～平成22年度までの主な研究成果（アウトプット）及び研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）	<p>1) 主な研究成果（アウトプット）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フッ化物強誘電体を用いた波長変換素子で深紫外光を発生 ・応力下での水晶の人工双晶構造を用いた波長変換素子で深紫外光を発生 ・タンタル酸リチウムの高品質化により波長出力を拡大 ・タンタル酸リチウムからなる大型光パラメトリック素子の実現 ・大型、高品質のコロイド結晶生成技術の確立 ・コロイド結晶を用いた応力可視化とその建築部材への応用開発 ・コロイド結晶を用いたプラスチックレーザーキャビティの実現 ・大気圧下での高品質六方晶窒化ホウ素結晶作製技術の開発 ・高品質な、LED用(Zn, Mg)Oウエハーの製造技術の確立 ・酸化物ウエハーの研磨技術の確立 ・六方晶窒化ホウ素を蛍光体とした紫外発光管の実現 <p>2) 研究成果から生み出された（生み出される）効果・効用（アウトカム）、波及効果（インパクト）：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フッ化物成長技術等を応用した可視・紫外光用アイソレータの開発 ・酸化物透明導電体技術を応用した透明高周波アンテナの開発 ・高い導電性を持った水溶液成長酸化亜鉛薄膜の製造技術開発への波及 ・六方晶窒化ホウ素の結晶成長技術のグラフェンデバイスへの波及
プロジェクトの目標の達成度合い及び自己点検・評価	プロジェクトの目標の達成度合い： 目標は、確実に達成されており、更に、本プロジェクトの結果が他の技術にも波及効果を及ぼしている。

	<p>自己点検・評価： 本プロジェクトの結果が、可視・紫外光用アイソレータや透明アンテナなど、他の技術にも波及し、大きな波及成果を生み出していることから、高い成果が得られたと確信している。この後も、ここで開発された材料の更なる高性能化、あるいは、その材料の特性を社会により広く発信することを通し、プロジェクトの結果が、目に見える形で、社会生活に波及するように努力を続けてゆきたい。</p>
【評価項目】	コメント
<p>①<u>研究計画、実施体制、マネージメント、連携</u> (計画はきめ細かったか、ロードマップに問題はなかったか、実施体制は十分だったか、マネージメントの是非、連携の範囲や連携課題、連携の成果はどうだったか、どこが問題なのか、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ フォトニック材料の基礎から実用化までを含んだ包括的な研究開発であり、従来の蓄積を生かした研究開発方向はロードマップとしても独自性が感じられる。 ・ 3グループに分け、研究課題は具体的に設定されている。現実的なサブテーマだけでなく非常に挑戦的なサブテーマが含まれているため、積み残された課題があるが、これはむしろ目標を高く設定していることによるものであり、計画は妥当と考えられる。 ・ 順当な実施体制と考えられるが、実施しているサブテーマ、成果から考えると、人員数が不足しているのではないかと危惧する。ただし、共同研究先で負担している分があり、研究実施には支障がないとのことなので、これからもこのような工夫を継続されたい。 ・ NIMS外部との連携は、NIMS発ベンチャー企業を始めとして、一般企業とも多くなされており、実用化に結びつく成果も得られている。 ・ 基礎から応用、製品化まで非常に幅広い領域をカバーしており、海外も含め外部機関との連携も活発になされている。 ・ 海外の研究機関等との連携もなされているので、その成果が明確になると良い。
<p>②<u>研究開発の進捗状況及び具体的目標の達成度</u> (研究責任者の自己点検・評価を踏まえて、進み具合はどうだったか、目標は達成されたか、目標は具体的であったか、世界レベルで見て目標は高かったか・低かったか、問題点は何か、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体としては、各サブテーマ共に、当初目標を達成し、さらに次の発展に繋がる成果も得られている。 ・ 深紫外材料・デバイスなど、世界に先駆けて実施されているサブテーマも多く、独創性が評価できる。実現はされていないものの、挑戦的なサブテーマが含まれており、目標設定も妥当である。 ・ 酸化物LEDなど一部サブテーマは積み残しているが、これは世界中で実現されていないことである。他のサブテーマの目標達成度は高く、また、当初予定になかった成果が派生的に得られ、事業化されつつあるものもある。 ・ 波長変換素子に関しては、当初設定した数値目標を上回る結果が得られ、実用化レベルの研究開発に達している点は高く評価できる。 ・ 各研究項目において、製品化あるいはその一歩手前に至るまで、すばらしい成果が得られており、高く評価できる。 ・ 近紫外発光素子に関しても、窒化ホウ素や(Zn, Mg)Oウエハーなど、今までの蓄積が生かされた独創的な成果が得られている。 ・ コロイド結晶に関しても着実な進展が見られ、製造技術として有用な技術開発が行われた。今後の応用に関する貢献が期待できる。 ・ 基礎科学的な知見(こうした材料研究の体系化も含む)についても、積極的に研究し公表してほしい。
<p>③<u>論文・特許等の直接の成果(アウトプット)、効果・効用(アウトカム)、波及効果(インパクト)</u> (世界レベルの質の成果が出たか、どのような効果・効用あるいは波及効果が出たか(期待されるか)、研究タイプを考慮</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 論文数、特許数は非常に多く、研究および知財化のアクティビティが高いことがわかる。 ・ 論文発表件数や特許出願数など、十分な数字が得られている。 ・ 論文や国際会議等で多数の成果が発表されており、多数の特許を申請、登録している。波及効果は大きいと思われる。 ・ 研究の質においても、IP(インパクトファクター)の高い雑誌に多く掲載されていることが認められる。 ・ 特に、招待講演数160件は、当該研究グループがこの分野で高い注目度を集めている結果であると考えられる。 ・ NIMS発ベンチャーによる実用化や特許登録数が多いことも当該プロジェクトに

した費用対効果は、問題点は何か、ほか)	<ul style="list-style-type: none"> 特徴的であり、これまでの蓄積を生かしたプロジェクトとして高く評価できる。 費用対効果については、共同研究先のリソースをうまく活用しており、また、知財収入も多く、運営費交付金から期待される以上の成果を挙げている。 波及効果については、当初予定していなかった成果で事業化も進められている。 データベースの構築のようなものはないが、当該研究プロジェクトの成果を中心にした本を出版することは、当該分野の発展に非常に有益である。 	
④総合評価 (研究全体に対する総合的所見、及び上記評価項目①～③に含まれない、その他の評価ポイントがあれば追加してコメント)	<ul style="list-style-type: none"> 従来から蓄積のあるバルク単結晶育成技術に軸を置いた本プロジェクトは、世界的に見ても特徴と強さを持っており、独創的な成果が多く得られている。 材料の基礎研究から応用研究、実用化開発にまで具体的な成果が得られている点は高く評価する。 このプロジェクトの特徴は、ワイドバンドギャップ材料が中心であるとはいえ、材料系や応用対象の幅が広く、また、研究領域も基礎研究から事業化までをカバーしていることにある。場合によってはこのようなプロジェクトは寄せ集めになりかねないが、相互のグループの成果、技術をうまく調整・交流させることで独創的な材料・応用が得られていると評価できる。 研究所ということでミッションオリエンテッドな組織・目標を設定することが望まれるかもしれないが、むしろ、イノベーションを創出するという視点からは、このような多彩なサブテーマを密に組み合わせ、実現が難しいような挑戦的なサブテーマを混ぜることで、予定にない新しい成果を出していく組織・マネジメントを続けることが望まれる。 短波長光源を中心に、製品化につながる優れた成果が数多く得られており、高く評価できる。 	
各委員の総合評価点 (10点満点)	9、10、10 (順不同)	
総合評価点平均 (10点満点)	9.7 (小数第二位以下四捨五入)	
総合評価点	評価	評価基準
10	S	全ての点において模範的に優れていた。
9		多くの点において非常に優れていた。
8	A	総合的に優れていた。
7		優れたプロジェクトであった。
6		平均的なプロジェクトであった。
5	B	一部の計画の見直しが必要であった。
4		期待されたほどではなかった。
3		計画を見直して継続すべきであった。
2	C	プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更が必要であった。
1		大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきであった。