

コヒーレント光源調査専門委員会
設置趣意書

光・量子デバイス技術委員会

1. 目的

レーザー、非線形周波数変換を基礎とするコヒーレント光源は、その基礎研究とともに、物理学、化学、生物学、宇宙科学・工学など、さまざまな自然科学の領域における現象や状態の理解のために、また医療応用、工業における製造の効率化、加工精度の向上、ライダーや環境計測を目指した取り組みのために、その導入が試みられてきた。近年、それぞれの領域、分野におけるコヒーレント光源の適応力は、その構成要素であるレーザー媒質や非線形光学結晶の品質の向上、半導体レーザーのスペクトルの狭帯域化、安定化、高出力化、光エレクトロニクスデバイスの高性能化にともない、格段に上がっている。

一方で、世界的に見ると、加速器物理学、重力波検出実験、あるいは半導体製造技術等の大型プロジェクトに必要とされるコヒーレント光源の開発のアプローチは、公開された段階で、日本より数年先行している、という事例も多い。このような事態が生じるのは、課題自体の立ち上げのタイミングにもよるが、開発を支える背景技術が充実しているか否かということに依存するところが大きい。

本調査専門委員会は、コヒーレント光源とその要素技術の開発に携わる専門家が、現状のコヒーレント光源の適用範囲、実績、性能の上限を再確認し、宇宙利用、高エネルギー物理学、レーザー粒子加速、重力波検出、より発展的な環境計測やライダー、半導体製造技術、医療等、将来のより発展的または新しい利用に向けて、コヒーレント光源及びその要素技術に関わる開発、研究のありようを調査する。現状と将来ビジョンの確認、認識は、今後の日本におけるコヒーレント光源に関する研究の活動指標を与える。

2. 背景および内外機関における調査活動

レーザー媒質、非線形光学結晶を基礎とするコヒーレント光源に関わる開発研究は、材料を開発するための研究、材料の性能を評価するための研究、高品質な光学素子や高性能な光エレクトロニクスデバイスを開発するための研究など、さまざまなカテゴリーに分けられ、それぞれに非常に高度な開発・製造技術が必要とされる。製造技術としては、さまざまな分野のそれと比較しても最高水準と考えてよい。一方で、いま、改めて、以上の技術を国内で供給でき、尚且つ維持、継承が可能か否かということを見極めるための調査が必要であると考ええる。

また、自然科学、環境計測など、それぞれの観測、測定のために出力パラメーターを必要値まで制御、高品質化、安定化するための設計・開発研究も肝要である。国内外で、自然科学や工業への導入に向けて、現状で、どのような領域、課題で、どのような方式、出力特性、性能のコヒーレント光源が求められているのかを、利用の視点から確認しておくことが必要である。

これまで、国内においては、電気学会をはじめ、その関連学会、委員会等により、コヒーレント光源に関する調査活動が長年にわたり継続されている。本提案、コヒーレント光源調査専門委員会も同様である。近年の日本の傾向として、コヒーレント光源に関わる研究者は、開発者としてではなく、多くがユーザーである。そこで、調査内容として、現在特に注目すべきは、国内における、コヒーレント光源の開発状況、その要素技術の開発、それらの世界的な位置づけ、適応力、競争力の認識である。本提案は、時代の変遷の上で、また現在の社会情勢を踏まえて、日本に必要とされる調査活動となると考えている。

海外においては、欧州物理学会、米国光学会等が、さまざまな専門会議を組織している。大学や研究所、あるいは共同研究で培ったレーザーの要素技術、例えば、レーザー媒質、非線形光学結晶、光学素子、光エレクトロニクスデバイス等を開発、製造、販売しているメーカーが多数あり、研究後、わずかな遅延でそれらを使用できる可能性が高い。また、世界的に主要会議と位置付けられる国際会議の主催者は、情報リソースそのものの選定に関わることができる。以上のような事情により、日本に比べて、多様なレーザー開発、その要素技術に関する情報リソースを継続的に入手するための活動基盤が整っているのではない

かと考えている。

3. 調査検討事項

- (1) 自然科学領域, 宇宙利用等, 高エネルギー物理学, 工業領域等における, 次世代の重点的研究候補となるコヒーレント光源に関する技術調査
- (2) 次世代のコヒーレント光源の技術要素となる固体材料の技術調査
- (3) 次世代のコヒーレント光源の技術要素となる高品質光学素子・高機能光エレクトロニクスデバイスの技術調査
- (4) コヒーレント光源の固体化技術における核である半導体レーザーの性能, 高出力化, 排熱能, 高繰り返し化, 出力ビームの制御等に関する技術調査
- (5) 次世代のコヒーレント光源の利用に向けての効率化, 安定化, 軽量化, 排熱能増大技術に関する技術調査

4. 予想される効果

開発意義を問われるコヒーレント光源には, 使用目的に応じた出力パラメーターの他に, 高効率, 安定, 軽量で高い排熱能であることが求められる。

波長, その同調領域, スペクトル線幅, 動作方式, 時間領域, ビーム品質などの必要性能を満たすレーザービームを発生させるためには, 既存の方法の融合, それを実現するための新しい方法の提案, 新レーザー結晶や非線形光学結晶の導入や, 特殊な特性の光学素子やより高性能な光エレクトロニクスデバイスが必須である。コヒーレント光源に関わる研究者は, さまざまな要素技術に通じ, さらに, 常にそれらを新しい研究のために独自にチューニングした実績がある。その実績に基づいた知識の結集は, 将来のコヒーレント光源を実現するためのソリューションを導き出すための絶大な効果を生み出す。

また, さまざまな出力特性のコヒーレント光源が所望されるなか, 固体化技術の核となる半導体レーザーの高出力化, 排熱能・高繰り返し化技術, 使用環境への適応のための光源の総合的な効率化, 安定化, 軽量化, 排熱能増大技術の調査と各方法の光源への導入は, コヒーレント光源の適用力の飛躍的な増大につながる。

5. 調査期間

2023年(令和5年)11月～2025年(令和7年)9月

7. 活動予定

委員会 3回/年 研究会 1回/2年

8. 報告形態

研究会をもって成果報告とする

以上