

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ファンデルワールス超格子の作製と光機能素子の実現
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

町田 友樹（東京大学生産技術研究所 教授）

主たる共同研究者

谷口 尚（物質・材料研究機構 フェロー）

3. 事後評価結果

○評点：

A 優れている

○総合評価コメント

（以下、2020年度課題事後評価時のコメント）

グラフェンおよびhBNなどの二次元結晶を高効率・高品質に積層して、原子層をデジタル的に組み合わせるファンデルワールス超格子構造を自動作製する装置の基盤技術確立、ファンデルワールス超格子構造による新規機能素子の実現を目指す研究課題である。全ての工程を自動化し、とくに探索プロセスに機械学習、深層学習も導入することで、正確かつ迅速な積層構造の制作を可能とする革命的な技術を実証したことで、本研究分野の発展に重要な貢献をした。今後その重要性は益々高まるものと世界的に注目されるなか、他の海外研究グループの追従を許さずに世界をリードしている。

研究代表者らは、この積層技術を基礎に作製したファンデルワールス超構造においてサイクロトロン共鳴を利用した光機能素子に向けた基礎研究を推進した。またファンデルワールス超構造に組み入れるグラフェンおよびh-BNの結晶品質向上に向け、結晶成長プロセスに立ち戻って基礎研究を推進した。将来的な応用を念頭に新規メカニズムによる機能素子の実現、学術的な基礎物性の探索を推進したことも高く評価できる。

原著論文36報、招待講演112件は非常に高く評価できるが、知的財産権については国内特許出願1件、外国特許出願1件にとどまったのは残念である。

また光機能素子として通常の半導体量子カスケードレーザーでは実現不可能な周波数帯でのテラヘルツ光源の実現を狙って多くの実験を重ねたが、残念ながら発光に至っていない。半年延長支援を予定しているので引き続き注力することを期待したい。

（2021年10月追記）

本課題は、新型コロナウイルスの影響を受け町田グループに絞り、6ヶ月間期間を延長し、テラヘルツ光源の実現を目指した。当初のグラフェン/h-BN ファンデルワールス超格子による発振に加え WSe₂ のサブバンド間遷移の利用も検討したが、残念ながら現時点で発光の観測に至っていない。

しかしながらテラヘルツ検出にあたり、光ゼーベック効果による光検出、ネルンスト効果による光検出、三層グラフェンにおける光検出、モアレ超格子における光検出、グラフェン/MoS₂/三層グラフェン縦型 FET 構造による光検出などの多様な検討を行い、物理として先駆的な学術的成果に発展し、今後のイノベーションに向けた展開をより一層後押しすることが期待できる。