

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: グラフェン産業創出のための液相グラフェン成長技術の応用展開
プロジェクトリーダー	: 日本電気(株)
所属機関	: 日本電気(株)
研究責任者	: 塚越一仁((独)物質・材料研究機構)

## 1. 研究開発の目的

独自開発した液相グラフェン成長技術を基にして、グラフェンの更なる品質向上、グラフェン層数の精密制御を行うことで、グラフェンデバイスが作製可能な”Graphene on Insulator”(グラフェン基板)を開発する。これにより、グラフェンを中核とするテラヘルツエレクトロニクスの実現に繋げる。さらに、グラフェン技術の市場調査を通して、グラフェン技術の事業化の要否を判断する。また、グラフェンとその他の層状物質との複合膜化、微細加工を施した固体表面を鋳型とするグラフェンの3次元化に関する研究開発を行う。これにより、グラフェンの利用可能性を飛躍的に高め、グラフェンの産業化に貢献する。

## 2. 研究開発の概要

### ①成果

【目標】独自開発した液相グラフェン成長技術を基に、グラフェンの更なる品質向上、グラフェン層数の精密制御を行うことで、グラフェンデバイスが作製可能な”Graphene on Insulator”(グラフェン基板)を開発する。

【実施内容】液相グラフェン成長(LPG)技術の実用化のため、①グラフェン品質の向上、②グラフェン複合膜の実証、③3次元グラフェンの実証、④グラフェン層数の制御、⑤グラフェンの産業利用に関する市場調査、⑥グラフェン基板上デバイスの実証の6項目の研究開発を実施した。

【達成度】上記①ではグラフェン品質を従来値より数倍良い  $D/G \leq 0.1$  に改善、②では高品質 h-BN/グラフェン複合膜( $D/G \leq 0.1$ )を実証、③では  $12 \times 12$  アレイからなる3次元グラフェンを世界に先駆けて実現、④では1~10層のグラフェンに対し層数範囲を $\pm 1$ 層以内に精密制御する手法を開発、⑤では綿密な市場調査により事業化に必要な指標を抽出、⑥では  $5 \times 2$  アレイのイオンゲル・グラフェン FET を LPG グラフェン基板から作製することに初めて成功した。以上、すべての項目を100%の達成度で研究開発を進捗することが出来た。これにより、グラフェンの利用可能性を飛躍的に高め、その産業化への応用展開の基盤を築いた。

### ②今後の展開

本課題で育んだ液相グラフェン成長技術由来のシーズを基に、グラフェン関連へ製品の実用化に向けて邁進する。シーズ技術が活かせる具体的な応用先は、各種の調査と各方面との協議により、既に幾つかの候補を抽出済みであり、有力候補については既の実証のための研究開発を進捗中である。今後、グラフェン産業の上流部を一步一步充実させ、下流部への流れを加速することで、「ものづくり日本」の一角を担うような産業の創出へ展開して行く。

## 3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。産学それぞれの役割分担も良く、目標を

達成したことは評価できる。今後は、具体的なデバイスを設定し研究を進めて欲しい。