

ERATO 山内物質空間テクニクスプロジェクト中間評価報告書

【研究総括】

山内 悠輔(名古屋大学 大学院工学研究科 卓越教授／

クイーンズランド大学(UQ) オーストラリア生物工学ナノテクノロジー研究所 教授／

物質・材料研究機構(NIMS) ナノアーキテクトニクス材料研究センター 主席招聘研究員)

【評価委員】(敬称略、五十音順)

稲垣 伸二 (株式会社豊田中央研究所 ビヨンドX 研究部門 理事)

大場 史康 (東京工業大学 科学技術創成研究院フロンティア材料研究所 教授)

北川 進 (委員長; 京都大学 高等研究院 副院長／特別教授)

高井 まどか (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

RYOO, Ryong (Institute for Environmental and Climate Technology Korea Institute of Energy Technology (KENTECH), Distinguished Professor)

【プロジェクトの概要】

本プロジェクトでは、多孔性物質において規則的細孔・高比表面積が特徴の第1世代(ゼオライト、メソポーラスシリカ、MOF等)、これに導電性等の機能を付加したものを第2世代と定義した上で、これらを更に進化させた新奇、または世界最高レベルの材料機能(プラズモニクス、光電変換、光触媒、電気化学的触媒、圧電／熱電変換等)を発現し得る革新的ハイブリッド材料を作製する方法論の構築を達成目標と定めている。なおここでいう「ハイブリッド材料」とは、異種もしくは複数の物質もしくは空間が階層的に制御・集積された材料を指す。

具体的には、ハイブリッド化では、異種材料間における界面の構造や物性を明確にするために、合成した材料の特異物性を独自の物性計測技術(電気－光学同時計測システム等)を用いて解析することに取り組んでいる。また材料開発においては、マテリアルズインフォマティクスを積極活用することで、開発の効率化や、従来の実験主導の研究では予期し得ない材料の創成にも取り組んでいる。

【研究プロジェクト(領域)の設定および運営に対して】

<研究プロジェクトの設定>

- (1) 前記本プロジェクトの達成目標は、プロジェクト発足当初から比較すると、目標機能の具体化により、一層明確になってきたことは評価できる。一例を挙げれば、高性能電極触媒とそのための導電性の多孔性物質の創成、およびこれを用いたハイブリッド化の手法開発である。これは、非常に挑戦的・創造的・融合的であり、しかも環境・エネルギー技術との親和性が高いため、社会課題解決につながる『夢の材料』の創出が大いに期待される。この他にも、研究総括の有するコア技術をもとに、本プロジェクトの構想実現のための研究課題が適切に設定されている。
- (2) 本プロジェクトの構想、ならびに目指すべき方向性を明確化するため、本プロジェクトで創成する多孔性物質をその達成度を含めて世代の定義を行なっているところであるが、必ずしも明確になっていない。前記の第2世代多孔性物質については、山内研究総括自らが ERATO 開始前より精力的に先導してきた。これに対して ERATO およびその後の取組を通じて、第2.5世代、更に第3世代の多孔性物質の創成を目指す位置づけているが、2.5世代という中間の位置付けについて評価者はまだ明確なイメージを十分に持ち得ず、プロジェクト側との間で若干の乖離があるのが実状である。プロジェクトとしての後半・充実期を迎えるにあたって、世代の定義付けをより明確にするのと同時に、プロジェクト終了後も見据えた展開が具体的に見えるようになると、更に良いと考えられる。

<運営>

- (1) 山内研究総括が 2023 年度より名古屋大学卓越教授に就任したことに伴い、同大学がプロジェクト

の中核拠点と位置づけられるようになった。また本評価実施時点で、人的および物的リソースの異動および移設も順調に進捗していることが認められた。今後、同大学を本拠に、山内研究総括が中心となって各研究グループを繋ぎ、研究の発展が大いに期待される。

- (2) 山内研究総括の拠点変更に加え、グループリーダー等の主要メンバーの異動や離脱により、その都度運営体制の見直しを余儀なくされる中、研究総括のリーダーシップの下、研究構想の実現のための新体制を速やかに構築し、プロジェクトを円滑に運営している点は評価できる。

【研究の達成状況および得られた研究成果】

- (1) 新規メソポーラスハイエントロピー合金による水素発生反応に対する高い触媒機能やメソポーラスカルコゲナイド半導体薄膜による光応答機能、MOF 直接炭化による空間的階層構造を有するメソポーラス炭素材料をはじめ、本プロジェクトの目標達成に向けた多くの成果が得られていることは評価できる。今後、これらの化学的、物理的機能を支配する法則を明らかにすることで、本プロジェクト特有の物質系が実現できれば革新的な成果となりうることから、プロジェクト後半での更なる発展を大いに期待したい。また、複雑なナノ構造を対象に、マテリアルからプロセスまでをカバーしたインフォマティクスを採り入れるという、新たなアプローチの確立にも挑戦しており、方法論の観点でも今後の更なる進展が期待できる。
- (2) 得られた研究成果については、適切に論文発表がなされ、かつ質・量ともに十分であると認められる。他方、本プロジェクトの裾野を広げるとともに、共同研究の可能性等、新たな研究展開を探るという点でも、学会・会議への積極的な参加も求めたい。その際、山内研究総括が国内にも研究ポジションを持ったことに伴い、国内での本プロジェクトの活動の周知に一層取り組むことも期待したい。

【その他特記すべき事項】

- (1) 研究に参画する若手研究者については、積極的なプロジェクトの要職への配置に加え、既に研究主宰者(1名)やパーマナントポジションの獲得(8名)等の昇進実績が見られることから、人材育成が順調に図られていると認められる。なお、こうした過程では、本プロジェクト外の様々な分野のトップ研究者や新進気鋭の若手研究者を招聘し、講演会を開催するだけでなく、本プロジェクトの研究方針について意見交換する機会を設けており、これは大変良い取組であると言える。
- (2) 中高生や一般層を対象としたアウトリーチ活動については、所属機関のスキーム等も活用しつつ、積極的に取り組まれることを期待する。
- (3) プロジェクト終了後の展開については、研究成果の社会実装を見据え、企業との共同研究が既に開始される措置が講じられている。
- (4) 国際的な共同研究の推進という観点では、山内研究総括の国際性を活かしたニューサウスウェールズ大学との共同研究などが具体的に進行している点は評価できるとともに、今後もさらに広がりを示してもらいたい。

以上を総合すると、本プロジェクトは全体的に順調な進捗にあり、戦略目標「自在配列と機能」の達成に資する成果が得られており、プロジェクト後半の取組によって十分な成果が期待できると評価できる。

以上