

プロジェクト中間評価報告書

評価委員会開催日：2019年12月17日

評価委員氏名（敬称略，五十音順）

黒田 一幸 早稲田大学 応用化学科 教授
 柴田 直哉 東京大学 工学系研究科 教授
 原 正彦 東京工業大学 総合理工学研究科 教授

確定年月日：令和2年3月24日

プロジェクト名	先進材料イノベーションを加速する最先端計測基盤技術の開発
研究責任者の氏名・所属・役職	木本浩司 先端材料解析研究拠点 副拠点長
実施予定期間	平成28年度～令和4年度
研究目的と意義	<p>背景・意義： 社会ニーズに応える先進材料の有用な機能を担うのは、表界面や表層もしくはバルク内部の、特徴的な構造，組成変調，配向組織，電子状態，スピン磁気構造などである。マテリアルイノベーションを加速するためには，それらの多様な材料ニーズに対応しうる，研究開発を主導する先端計測基盤の構築が必要である。</p> <p>目的： 世界最先端レベルの計測基盤技術をコアコンピタンスとして開発し，それらを基本として，材料ニーズに応えうるサブ原子レベルからマクロな系に至るマルチスケール性を有し，実際に材料が用いられるオペランド計測を実現するとともに，データ科学と融合させたNIMS発の先端計測インフォマティクスを開発する。それらをもって科学・社会への貢献を目指し，先端材料計測をコアとする研究開発プラットフォームを構築し，NIMS内外の物質材料研究開発との連携・展開を図る。</p>
研究内容	<p>世界トップレベルの計測コアコンピタンスを基盤とした，マルチスケール・オペランド・計測インフォマティクスによる研究開発プラットフォーム構築のため，5つのサブテーマ(ST1～ST5)とその連携により研究開発を進める。</p> <p>(ST1)プローブ顕微鏡や分子ビーム，水素顕微鏡等による表面敏感計測，(ST2)光電子分光や計測インフォマティクスによる表層化学状態計測，(ST3)超先端電子顕微鏡法による高感度・ナノ領域物性評価解析，(ST4)強磁場固体 NMR による非晶質等のオペランド計測，(ST5)高輝度放射光や中性子線などの量子ビームによるマルチスケールのオペランド計測技術の開発。さらに，サブテーマ連携を進め先端計測とインフォマティクスの融合による新たな学理「先端計測インフォマティクス」の構築を目指す。</p>
ミッションステートメント（具体的な達成目標）	<p>サブテーマごとに下記の目標を定め研究を推進する。(ST1)表面敏感計測では多様な環境場における最表面敏感の動的ナノ計測法を開発し，Li 電池・太陽電池・触媒・水素材料への展開を図る。(ST2)表層化学状態計測では，表層領域における状態計測のための情報分離技術を開発するとともに，2D 材料・電池・半導体材料へ適用する。(ST3)先端電子顕微鏡では，単原子感度を有する電子顕微鏡法と複合環境制御電子顕微鏡法を開発し，窒化物半導体・電池・触媒に展開する。(ST4)強磁場固体 NMR では，ワイドボア NMR と特殊高温・低温プローブを開発し，電池・高分子等へ展開する。(ST5)量子ビーム計測では，新規オペランド計測技術・物性構造変化の解析技術の開発と，触媒・ガラス・窒化物半導体への展開を目指す。</p>

<p>平成23年度～平成25年中間評価時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>	<p>1) 主な研究成果（アウトプット） (全体)各サブテーマで世界初の新しい計測法の開発や材料への応用に加え、材料開発への貢献も進み、先端計測プラットフォームの構築が進展してきている。 (ST1)ケルビンプローブ力顕微鏡 (KPFM), 配向制御分子ビーム, 水素顕微鏡等のNIMS 独自のオペランド計測技術の開発に成功し、各種電池材料(Li 電池・ペロブスカイト太陽電池)の評価が可能になった。 (ST2)埋もれた物理量を計測する新たなインフォマティクス技術の開発をするなどのトップレベルの成果が得られた。 (ST3)超高感度電子顕微鏡計測により従来予想されていなかった新たな GaN デバイス用の界面結晶層の発見や、オペランド触媒粒子計測に成功した。 (ST4)強磁場固体NMR 技術(学会賞等4件)をベースにワイドボア固体高分解能NMR システム用のプローブを新規に開発、従来比4倍の高感度化によりこれまで計測が困難であった材料系への展開も可能にした。 (ST5)中性子を用いた新しいスピン配列評価法(磁気ブラッグディップ)や、高圧力下3次元偏極解析実験に世界で初めて成功した。放射光X線を用いたナノ粒子用の構造解析法を開発し原子配列構造と触媒活性との関連を初めて見出した。新しいエネルギー分散型画像検出システムの開発にも成功した。</p> <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） KPFM, 配向制御分子ビーム, 水素顕微鏡, 超高感度 TEM, 固体 NMR 独自プローブ, 高輝度 X 線による触媒解析, 新規中性子解析技術は、世界トップレベルの計測技術であることに加え、企業との共同研究や外部プロジェクトへの組織的連携（NIMS-GaN 評価基盤領域, ナノプラットフォーム微細構造解析, ナノテク CUPAL 事業ほか）につながっている。</p>
<p>中間評価時の進捗状況及び自己点検・評価</p>	<p>中間評価時の進捗状況 各サブテーマにおいて世界トップレベルの新しい計測法の開発に数々の成功を収め、加えて材料研究への応用展開に至っているものもある。NIMS 内外の材料開発との連携においても着実に成果が上がりつつある。</p> <p>自己点検・評価 当初の計画を超えて進展していると考えている。今後は、継続的な新規計測法の開発と材料展開との両立、サブテーマ内外の連携のさらなる推進、および研究成果の知的基盤化を進め、先端計測によるマテリアルイノベーションのための研究開発プラットフォーム確立を目指したい。</p>
<p>プロジェクト名</p>	<p>先進材料イノベーションを加速する最先端計測基盤技術の開発</p>
<p>研究責任者の氏名・所属・役職</p>	<p>木本浩司 先端材料解析研究拠点 副拠点長</p>
<p>【評価項目】</p>	<p>コメント</p>
<p>①研究計画、実施体制、マネジメント、連携 （研究開発の方向性・目的・目標の見直し、計画・ロードマップの問題点、実施体制・マネジメントの改</p>	<p>【A】 ・世界トップの能力と装置を有し、方向性、目標に基本的に問題はない。 ・プロジェクト後半は実材料への応用が目立つが、あまり応用にとらわれることなく、装置、測定法、関連技術の深化と開拓にも全力を向けて頂きたい。 ・測定インフォマティクスは今後重要性が増すものと思われ、世界の先頭を切って邁進していただきたい。</p> <p>【B】</p>

<p>善、連携のあり方、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・先端計測は材料・デバイス開発の要となる技術であり、本プロジェクトは我が国の競争力を高める上で重要度が高い。 ・当初目標よりも進展しているテーマが多く、評価できる。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界最先端の計測技術を開発し、管理している様子は、高い評価に値する。 ・このような「グッド・プラクティス」のより「見える化」を進めることによって、また多くの連携研究へと展開できる可能性を秘めている。
<p>②研究開発の進捗状況及び進め方 (進捗状況の把握、研究責任者の自己点検・評価の妥当性、進め方の見直し(継続・変更・中止等)、研究資源(資金・人材)の再配分、ほか)</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当プロジェクトの性格上、各サブテーマにそれぞれ着実に進展がみられており、高く評価できる。進め方について見直しをする必要はない。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・部門ごとに、それぞれ強みとなる新計測技術を開発するとともに、材料応用研究にも着実に展開している。 ・今後も引き続き世界トップレベルの計測手法開発と応用研究を同時進行して頂きたい。 ・また、NIMSにしかない最先端装置をタイムリーに広く外部共用できる体制を構築し、日本の研究力全体の底上げにも尽力して頂きたい。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術の開発と維持管理、ならびに連携計測研究と、多くのタスクを良好な状態で運営している様子が伺える。 ・資金としても、少なくとも現状維持は必要である。また時間が経ち、設備が古くなる時、多くの備品が同時期に修理や更新の時期になることが起こり、その対策も早めに準備して行くとよいと思われる。
<p>③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) (研究成果の質は世界レベルか、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、研究タイプを考慮した費用対効果はどうか、セレディピティー、ほか)</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・約60名の定年制職員を擁して282件の論文発表を行い、ハイインパクトジャーナルへも多数の掲載実績を積んでいる。 ・国内外連携の進展も顕著である。 ・特許申請、登録特許も着実に進んでおり、今後これらの成果から具体的に世界トップの測定、観察につながる波及効果を示すことが望まれる。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・論文成果や特許を報告しており、評価できる。 ・更に、様々な外部研究者との共同研究を通じて、応用研究成果も着実に報告していることも評価できる。 ・費用対効果は十分である。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多くの連携研究を推進していて、国内外の多くの研究に貢献している。 ・今後、海外との連携も積極的に推進し、世界的にも先端材料解析研究拠点としての実力が認知されるよう、引き続き管理と連携体制の強化を進めて頂きたい。

<p>④見込まれる直接の成果（アウトプット）、効果・効用（アウトカム）や波及効果（インパクト） （質の高い成果は期待できるか、論文・特許数は十分出そうか、新技術や実用材料につながるか、多くの外部資金獲得・共同研究につながるか、他分野への波及効果は、ほか）</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既に質の高い成果が数多く生まれており、外部資金獲得も順調に推移していると評価でき、今後も同等レベルあるいは従来を超える成果が生まれることが十分期待できる。 ・特に測定系においては今後波及効果の高い成果がNIMSより生まれることが非常に重要である。 ・「世界唯一の装置、測定法を開発し、最先端計測に至ることで、我が国が大きなアドバンテージを獲得できる」との意気込みで是非挑戦して頂きたい。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発した新しい計測技術をナノプラットフォームなどを通じて、広く外部研究者が利用できる環境を構築しており、一定の波及効果を有すると考えられる。 ・装置共用は今後極めて重要な施策になると考えられるため、更に共同利用を強化し、最先端装置を外部開放するようにして欲しい。 ・共通の先端計測インフォマティクス研究のアクティビティがもう少し外部に見える形になってくると良い。様々な研究者が共通利用できるデータベースかソフトウェアか何かが本プロジェクトから生まれることを期待する。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ここで培った運営ノウハウを、次世代の研究者、技術開発者に受け継いで行って頂きたい。 ・走査型トンネル顕微鏡という「技術・手法」が、ナノテクに限らず、多くの新しい「科学」の進展に貢献したように、ここの拠点においても、新しい「科学」分野を切り開く、革新的な「技術・手法」の開発を期待したい。
<p>⑤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、問題点等があれば追加してコメント）</p>	<p>【A】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当プロジェクトは、日本における物理・化学・材料系の今後の国際競争力に直結する重要なものである。 ・インフォマティクスと測定・装置に関する人材育成は我が国にとって急務の課題であり、この点においてもNIMSは積極的に取り組んで頂きたい。 ・地味ではあるが、これが将来の日本を救うことに繋がると考える。 <p>【B】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初目的を着実に達成し、更に予想以上に進んでいるテーマもあり、今後の発展が期待できる。 ・この分野の次世代を担う若手研究者の育成にも尽力して頂きたい。 <p>【C】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術の開発、維持管理、そして共同研究と、バランスを保ちながら、大変良いプロジェクトとして進行している様子が伺える。 ・今後、引き続き、さらに国内外の科学技術を牽引する拠点となることを期待したい。
<p>委員の評価点 （10点満点）</p>	<p>9, 9, 10</p>
<p>総合評価点平均 （10点満点）</p>	<p>9.3点</p>
<p>評価点</p>	<p>評価</p>
<p>10</p>	<p>S</p>
<p>全ての点において模範的に優れている。</p>	

9		計画を変更することなく継続すべきである。
8	A	総合的に優れている。 一部計画を見直し継続すればS評価になる可能性がある
7		
6	B	平均的なプロジェクトである。 継続は認めるが、継続する時に、一部計画を見直した方が良い点がある。
5		
4	B	期待されたほどではない。 計画を見直して継続すべきである。
3		
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る。 大きな問題があり、継続を中止すべきである。
1		