

プロジェクト事前評価報告書

書面評価：平成22年5月～6月

評価委員：（敬称略、五十音順）

川合真紀 理化学研究所 理事
 黒田一幸 早稲田大学理工学術院 教授
 田中一宜 科学技術振興機構研究開発戦略センター 上席フェロー
 宮山勝 東京大学先端科学技術研究センター 教授

確定年月日：平成22年7月30日

プロジェクト名	システム・ナノテクノロジーによる物質・材料の連携機能の創出とその利用に関する研究（「システム・ナノテクノロジーによる材料の機能創出」に改題）
研究責任者の所属・役職・氏名	フェロー/MANA（国際ナノアーキテクトニクス研究拠点）拠点長、MANA ナノシステム分野コーディネーター、MANA 主任研究者（PI） 青野正和
実施予定期間	平成23年度～平成27年度
研究目的と意義	<p>最近の20数年間のナノテクノロジーの進展は、材料開発に2つの面において重要な新展開をもたらした。1つは、特異な性質をもつ未知のナノ物質が次々と発見されたこと、もう1つは、既知の物質でもナノ寸法の構造制御によって特異な未知機能を発現することがよく認識されたことである。これらの新展開は、ナノテクノロジーを用いた材料開発の未来に輝かしい夢を抱かせた。しかし、そのような期待に応えた材料開発の実例はまだ少ない。特に、革新的な実用材料の開発にまで至った例は限られている。これは材料開発を支えるナノテクノロジーに何かが不足しているからである。興味深い特異な性質を持つナノ物質やナノ構造も、それらのユニットを単独あるいは単なる集合体として用いる限り、そこから得られる機能は従来の物性論で予測できるものから大きくは脱せない。特徴的な性質を持つナノ物質やナノ構造を互いに有機的に相互作用するよう適切に組織化し、それによってこれまでの常識を超える革新的な機能を発現する新材料を開発しなければならない。本プロジェクトの目的はそれを実現することにある。</p> <p>本プロジェクトによって、21世紀の持続可能な社会の実現に必要なさまざまな革新技術を可能にする新材料の開発を著しく加速することができ、その意義は極めて大きい。</p>
研究内容	<p>（1）情報通信技術および（2）各種センサー技術に革新をもたらす新材料の開発に重点を置く。（1）については、従来の情報通信技術を支えてきたシリコンCMOS（相補型金属酸化膜半導体）デバイスが間もなく限界を迎えることを見据えた“Beyond CMOS” ナノエレクトロニクスの開発に向けた原子スイッチおよび関連するナノイオニクス デバイス、有機/無機複合デバイス、グラフェンデバイス、分子デバイス、超伝導量子情報デバイス、ナノ超伝導デバイス、さらに原子スイッチの学習機能を利用した脳型演算記憶デバイスなどに関わる研究を行う。（2）については、現今の環境の監視と制御の重要性に鑑み、超高感度分子センシング（単分子時空間センシング）、超並列分子センシング、テラヘルツ電磁波の発生と検出、ナノ点光源X線発生によるセンシング、細胞内外の信号伝達の新解析法などの研究を行う。</p>
ミッションステートメント（具体的な達成目標）	<p>重要なミッションは次の2つである：</p> <p>（1）情報通信技術に革新をもたらす新材料を開発し、かつその具体的な応用を、実例をもって示す。</p> <p>（2）各種のセンシング技術を革新する新材料を開発し、かつそれを用いた新しいセンシング技術を具体的に示す。</p>

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。

【評価項目】	コメント
<p>①□ プロジェクトの目標 〔優れている点、内容が不足している点、目的や目標を絞る必要はないか、達成目標が高すぎる（低すぎる）か、既存プロジェクトとの重複（差別化）、ほか〕</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナノテクノロジー・材料研究が直面している大きな問題を解決しようとするもので、重要なプロジェクトである。NIMSの研究者のこれまでの実績を生かしてそれらの解決につながっていくことが大いに期待できる。 ・ 科学技術政策が課題解決型に移行しようとする中で、ナノテクノロジーが最も貢献できる分野は、ナノグリーン（環境・エネルギー）、ナノバイオ（健康医療）、ナノエレクトロニクスが主たる方向と考えられる。その視点で考慮すると、本プロジェクトの目標は、今後の中長期的視点で挑戦すべき課題をかなりの程度カバーしている。MANAは長期研究であると理解しているので、この程度の幅の広さと目標の高さで挑戦すればよいのではないかと。ただし、数年毎に（毎年の評価は評価疲れを生じるので好ましくない）レビューをして、軌道修正が必要であると考えられる。 ・ MANAの基本理念に基づいて、具体的なデバイス開発、センシング技術革新に向けた新材料の開発、および理論・計算手法による支援、を組み合わせた目標設定である。達成目標は非常に高く設定されており、挑戦的であるが、MANAの有する極めて高いポテンシャルをもってすれば、実現の可能性が高いと期待できる。ただし機能の連携・相互作用については、具体性に欠けており、実現の可能性をより確たるものにする上で精密な計画立案を望む。 ・ サブテーマ(1)～(3)の大分類は適切であり、各サブテーマではA)～G)など対象とする項目が具体的に記されている。しかし、サブテーマ(1)では目指す目標がやや抽象的であるので、目指すものがどのような特徴的な機能・特性か、どのようなデバイス構造、形成法なのか、などに関して簡潔に示すことが望ましい。ただし、各項目のそれぞれですべてを示す必要はなく、サブテーマ(1)全体で示しても、個々の項目で重点となるキーワードを示してもよい。 ・ もう少し具体的な記述があれば、「順調に近づきつつある」実用化研究がどれほど素晴らしいものか、グラフェンの「興味深い電子状態と電子輸送特性」をどう実際に活用するのか、「最近の分子配線などのいくつかの成果」がどのような未来を示しているのか、などがよりよく理解できるであろう。
<p>②<u>解決・解明すべき課題とその背景</u> （学術的レベル、技術的レベル、社会的価値、経済的価値、将来新しい研究開発分野となるか、実用材料につながるか、産業界にとって重要か、重要特許になりうるか、ほか）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナノテクノロジーは、技術の進化の必然として、一部がナノシステムの領域に入りつつある。本プロジェクトに名前の挙がっている研究テーマは、いずれもそのような進化の加速と進展によって成果の出るものと考えられ、グローバル課題解決に向かう技術的なプラットフォーム（計算機シミュレーションなど）の充実と実用化へのシステムの思考に基づく研究開発が共存するプロジェクトを志向している。 ・ ナノテクノロジーの今後の方向の重要な視点が含まれている。すなわち、ナノメートルサイズの個々の構造構築や機能創出の道筋はついたが、それらを階層的に繋ぎ、革新的なデバイスなどの製品に仕上げていくところがこれからの課題であり、本提案はまさにその点を中心として研究を推進するものであり、社会的な意義の高い研究提案である。 ・ 本提案の特徴は、連携機能の創出にある。ナノシステムの配列や組織化は学術的にも重要な研究テーマである。それらの知見に基づくデバイス開発やセンシング技術の革新は、特許性も高く、経済的、社会的にも価値が高く、産業界にとっても新たな産業創生につながる可能性も高く、極めて重要である。 ・ この分野での課題と背景の説明が適切に記載されており、本研究開発の必要性と方向が示されている。内容についても問題はない。 ・ 人材の獲得および的確で柔軟な運営と評価が行われれば良い成果が期待できる。特に、目標とする多くのナノシステムについて、それよりも上位概念の産業応用システムの中での位置づけ、あるいは、今後の社会の中での位置づけを

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。

	<p>常にしっかりと行うためのアドバイザーが重要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個々の研究参画者には高いレベルの研究者を含んでおり、学術・技術レベルの期待値は高い。 ・産業の創出については、具体的な研究結果が出た時点で自ずと道が拓けるものと思われる。
<p>③研究リソースと研究計画・方法 (研究内容、目的の実現可能性、計画の問題点、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研究責任者のこれまでの高い実績を土台にして、かなりの人材が集められていると判断される。あとは、運営方法次第である。要望としては、研究責任者の幅広い国際人脈を利用して、海外の若手研究者を取り込んで欲しい。恐らくその方向で進んでいるものと推察されるが。 ・示された課題に対応できる高いポテンシャルを持つ研究参画者と、それによるプロジェクト実施体制が示されている。 ・NIMSの優れた研究者を結集しているので、個人の実力にも頼っても研究推進がある程度は可能であろう。このようなプロジェクトを推進することにより、さらに独自の装置開発、研究システムのアップデートが見込まれるので、定常的に備品整備にも心がける必要があるであろう。その点は留意されているようである。 ・研究目標との関連でいえば、プロジェクト計画がテーマと研究参画者のリストが中心となっており、具体的に何をどのように展開していくかが、やや不明確である。しかし、世界的にも最高レベルにある装置・設備群の集積する場で、幅広い年代の実力の高い代表的研究者により、ポスドク研究者の参画も得て、密度の濃い共同研究が展開される見通しがたっており、計画推進が期待できる。
<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、新技術・デバイスにつながるか、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、ほか)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・将来の情報通信技術や環境分子・生体分子のセンシング技術に革新をもたらす材料・デバイスの研究開発が、広範囲な対象項目について適切な体制で実施される計画となっている。この分野全体の研究開発レベルの高度化と、そこからの革新的機能・デバイスの創出が期待される。対象項目はいずれも挑戦的な研究テーマであり、目標が達成されれば、関連分野に限らず、社会全体に強いインパクトを与えるものである。 ・新規デバイス開発とセンシング技術革新に注力することを目指しており、個々の研究テーマから数多くのアウトプットが期待できる。また提案されているデバイスが実現すれば多くの分野への波及効果も大きく、新たな研究開発を誘発する可能性が高い。 ・本プロジェクトの中心テーマはナノテクノロジー分野の中心課題であり、多くの研究成果と共同研究が見込まれる。階層を超えてシステムを繋ぐのは、最終的には素材の種類や、繋ぐべきシステムの具体的な内容により、その考え方は多岐に亘る。最終的には個別論が中心となる研究開発なので、研究の進展とともに、焦点を絞るべきテーマをいくつか選定する必要があるであろう。具体的な研究テーマが見えれば、産業界との共同研究が進むことが期待される。 ・システムの繋ぎ方の考え方が整理されることも重要で、この点は基礎的な研究対象となり、外部資金獲得にも繋がるであろう。 ・事前評価の段階で予測するのは困難だが、今後、日本が継続して維持すべき先端ナノテクノロジー技術のポテンシャルを高めるプロジェクトになって欲しい。

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。

<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①～④に含まれない、その他の評価ポイントがあれば追加してコメント)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「ナノシステム」は、技術の成熟度を考慮すれば、今が最も投資を強める時期に相当し、また、課題解決型政策にもフィットしていて、プロジェクトの志向する方向は時宜を得ている。 ・ナノテクノロジー・材料分野の研究開発に欠かせない大事なテーマであり、NIMSが先導すべき研究である。 ・本プロジェクト計画は、インパクトの高い研究成果を集積する可能性が高い。NIMS(MANA)の力量をフルに発揮して、新たな技術革新の中心として機能できるポテンシャルを有しており、優れた提案となっている。 ・本プロジェクトを効率良く加速し、優れた研究成果を出すマネジメントの工夫、およびNIMSとしての支援体制が重要である。 ・重要かつ成果のインパクトの大きなプロジェクトであり、計画を変更することなく推進すべきである。ただし、設定目標あるいは目標へのアプローチに関して、より具体的な記述をすることが望まれる。 	
<p>総合評価点 (10点満点)</p>	<p>8.3~8.0 (小数第二位以下四捨五入)</p>	
<p>各委員の評価点 (10点満点)</p>	<p>9, 8~7, 8, 8 (順不同)</p>	
<p>評価点</p>	<p>評価</p>	<p>評価基準</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>
<p>9</p>		<p>計画を変更することなく推進すべきである。</p>
<p>8</p>	<p>A</p>	<p>総合的に優れている。</p>
<p>7</p>		<p>一部計画を見直し推進すればS評価になる可能性がある</p>
<p>6</p>		<p>平均的なプロジェクトである。</p>
<p>5</p>		<p>プロジェクトの実施は認めるが、一部計画を見直した方が良い点がある。</p>
<p>4</p>	<p>B</p>	<p>期待されたほどではない。</p>
<p>3</p>		<p>計画を見直して推進すべきである。</p>
<p>2</p>	<p>C</p>	<p>大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきである。</p>
<p>1</p>		<p>プロジェクトの見直し、計画の抜本的な変更がなければ実行すべきではない。</p>

この事前評価は課題提案の最初の段階で行ったものです。特に事前評価は厳しく評価をしてもらっています。この結果を基に研究内容・計画等をブラッシュアップして、プロジェクトは実施されます。