

## プロジェクト事前評価報告書

評価委員会開催日：平成22年4月15日

評価委員：（敬称略、五十音順）

岡田益男 東北大学大学院 工学研究科 教授・副学長

長村光造 （財）応用科学研究所 理事・特別研究員

神谷信行 （株）KMラボ 社長

小長井誠 東京工業大学大学院 理工学研究科 教授

確定年月日：平成22年6月4日

プロジェクト名	ナノ構造材料を用いる次世代太陽電池の研究（「次世代太陽電池の研究開発」に改題）
研究責任者の所属・役職・氏名	次世代太陽電池センター センター長 韓礼元
実施予定期間	平成23年度～平成27年度
研究目的と意義	<p>本プロジェクトは4つのサブテーマから構成されており、持続可能な低炭素社会の実現に貢献するため、革新的なナノ構造材料の開発や、最先端のナノテクノロジーの活用により、次世代太陽電池の高効率化に資する基礎研究を行う。</p> <p>サブテーマ1「色素増感太陽電池の研究」では、変換効率15%を目指し、ナノ計測と計算科学で得られた計測・シミュレーション結果を踏まえたメカニズムの解明による材料とデバイスの開発を行う。サブテーマ2「有機薄膜太陽電池の研究」では、原理解明と新材料開発による変換効率15%へのアプローチを明確化し、発電メカニズムの解明及び材料開発を行う。サブテーマ3「量子ドット太陽電池の研究」においては、変換効率40%に向けた多重励起子生成を利用した光電変換技術の創出を目指す。多重励起子生成の検証などの動作原理の確認を行う。サブテーマ4「界面光励起電子移動反応の基礎物性研究」では、ナノ界面における光励起プロセス・電子移動プロセスのメカニズムについて、過渡吸収高速分光法で計測する。また、新規第一原理計算手法を中心に用いながら理論的に明らかにし、高効率化のためのデバイスと材料の設計指針を見出すことにより、上記太陽電池の高性能化に貢献する。</p> <p>「次世代太陽電池の高効率化」を達成することは、太陽電池産業の自立化を促し、持続可能な低炭素社会の実現に貢献する。またその過程において、発電メカニズムの解明が必須であり、分子の配列・組織化構造などのナノ構造と光電変換特性との相関の解明は、学術的にも非常に価値が高い。</p>
研究内容	<p>本プロジェクトの具体的な研究内容は次の通りである。サブテーマ1では、ナノ界面での電子輸送メカニズムの解明と制御手段の開発、解明したメカニズムに基づく新規材料の開発とバックコンタクト型を含めたデバイス構造の研究を行う。サブテーマ2では、励起子生成、電荷分離、キャリア輸送のメカニズムの解明と、分子化学に立脚したp型、n型有機半導体材料の開発、ナノレベルでの構造制御の研究を行う。サブテーマ3においては、基板上量子ドットの量子物性の解明と量子ドット増感光電極の開発を行う。サブテーマ4では、固液界面における電子移動・励起状態計算のための新規第一原理計算手法の開発・確立と界面計測（過渡吸収高速分光法）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>本プロジェクトの達成目標は次のようになる。サブテーマ1では、メカニズムの解明による材料とデバイス開発を行い、変換効率15%の可能性を見極める。サブテーマ2では、高光捕集能・高キャリア移動度を兼ね備えた新材料開発による変換効率15%へのアプローチを明確化する。サブテーマ3では、変換効率40%以上の多重励起子生成型量子ドット太陽電池の動作原理を検証する。サブテーマ4で</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。

	は、界面光励起電子移動過程について、過渡吸収高速分光法で解析とシミュレーションを行い、シミュレーション結果は計測結果または電池性能と対比しながら検討することで、新規材料とデバイス構造の設計指針を得る。
【評価項目】	コメント
<p>①プロジェクトの目的、ミッションステートメント</p> <p>{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）、など}</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低コスト・高効率の次世代太陽電池プロジェクトとして、各サブテーマの達成目標が明確である。</li> <li>・サブテーマ1の色素増感太陽電池では、これまでの研究成果を基にすれば、変換効率15%の目標は堅実である。</li> <li>・色素増感太陽電池の変換効率達成目標の15%はNEDOと同様であり、妥当である。これを実現するための、チャレンジングな課題に取り組んで欲しい。</li> <li>・色素増感太陽電池は、電力用途としての早急な実用化が期待されている分野であり、変換効率に限らず、耐久性などに関する目標設定があってもよい。</li> <li>・サブテーマ2の有機薄膜太陽電池では、これまで電池の作製・制御技術の向上を中心に、研究レベルを軌道に乗せる努力が続けられてきたが、その成果を基に15%のアプローチを明確化する方策は妥当である。</li> <li>・有機薄膜太陽電池についてNIMSは3.8%、米国で6.4%の変換効率が現状レベルであり、「変換効率15%へのアプローチを明確化する」という目標表現は適切ではない。現状を考慮して、言葉を吟味すべきである。</li> <li>・有機薄膜太陽電池についても、変換効率のみでなく、寿命に対する目標設定が望まれる。有機薄膜太陽電池では、変換効率と並んで寿命が大きな課題となっている。</li> <li>・色素増感太陽電池の変換効率が世界最高のレベルを達成したが、サブテーマ3は量子ドット太陽電池を使って、さらなる高効率化を目指す。</li> <li>・量子ドット太陽電池については、どのような攻め方をして、世界の研究レベルにキャッチアップするか、平成22年度までの第二期中期計画での前プロジェクトの成果が鍵を握る。多重励起子生成を利用した方法論に集約することは、サブテーマ1と関連してユニークである。</li> <li>・量子ドット太陽電池については、目標、アプローチともに明確でない。単に変換効率40%が期待されるのではなく、どのような現象が観測されれば、太陽電池特性のどのパラメーターがどのレベルまで向上して、40%が達成されるのか、詳細な解析が必要である。</li> <li>・量子ドットは、III-Vでなく、薄膜量子ドット増感型として区別すべきである。</li> <li>・サブテーマ4の基礎物性研究は、太陽電池の複雑な輸送現象を正確に把握するために必要不可欠である。</li> <li>・他機関ですでに実施している内容と、どこが異なるのか区別がつかない。差別化が必要である。色素増感セルに適用するなら、どのような効果が期待されるのか、専門家を納得させるロジックが必要である。</li> </ul>

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><b>②プロジェクトの意義</b>  (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、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界的な研究で、学術レベル、技術レベルは高い。レベルの高い論文もこれまでに掲載されている。</li> <li>・本プロジェクトは我が国の次世代を担う低コストの太陽電池開発であり、重点的に推進すべきである。</li> <li>・色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池ともに、界面現象がセル特性に大きく影響を与えていることは確かであり、基礎物性を解明することは、学問的価値が高い。</li> <li>・色素増感太陽電池は、かなり実用化に近いところまで研究開発が進んでいる。一方、そうした背景のもとで、最近、変換効率の向上に飽和の傾向がみられることも確かであり、変換効率15%を目指す革新技術が望まれている。色素増感太陽電池が電力用途に用いられるには、変換効率15%の達成は必要不可欠な条件であり、重点的に取り組むべき課題である。</li> <li>・将来を見据えて太陽電池の多様な方式を追求することは、太陽電池が低炭素社会の実現に大きな役割を果たすことが期待される以上、不可避なことである。本プロジェクトで目標とする、次世代の方式を総合的に研究開発しようとする試みは高く評価される。</li> <li>・有機薄膜太陽電池は、色素増感太陽電池にない特徴を持った系であり、長期展望として積極的に推進すべきテーマである。このテーマについても、変換効率だけでなく、長期的信頼性に関する目標設定が必要である。</li> </ul>
<p><b>③プロジェクトの内容、ロードマップ、推進体制、マネジメント、予算計画</b>  (研究内容、目的の実現可能性、計画の問題点、推進体制、マネジメント、予算使途の問題点、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロジェクト全体として、研究内容・体制などは適切である。</li> <li>・ロードマップは研究計画を忠実に反映しており、概ね妥当である。しかしサブテーマ1、2、3については研究期間最終の平成27年度にロードマップがある一点を指し示す目標の完結性、つまり明確なアウトプットの設定が必要ではないだろうか。</li> <li>・プロジェクトの内容にはもう少し具体的な数値目標が書けるなら記入すべきである。</li> <li>・サブテーマ2の有機薄膜太陽電池において、n型有機半導体の開発時期をもう少し前倒しできないか。本気で開発する意欲があれば、もっと研究者と研究経費を投入してもよい。半導体デバイスにはp、n両型の材料の実現が不可欠であり、意欲的な取り組みを期待する。</li> <li>・有機薄膜太陽電池の「15%変換効率へのアプローチの明確化」、量子ドット太陽電池の「40%変換効率の動作原理の検証」は達成目標として妥当性に問題がある。</li> <li>・サブテーマ3の量子ドット太陽電池の最終目標が実証となっているが、NIMSとしてはこの実証は非常に大事な任務で、このような基礎研究の結果を構築することが重要である。</li> <li>・本プロジェクトはサブテーマ3の量子ドット太陽電池を除けば、おおむね良好である。</li> <li>・サブテーマ4ではポスドクを大勢雇用する予定だが、どのように研究分担するのか不明である。</li> </ul>

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>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)</p> <p>(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・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は、など)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本分野は次世代太陽電池という、世界的に比較的研究者が少なく、NIMSが世界のトップランナーとして貢献できる分野の一つであり、期待される。</li> <li>・太陽電池が低炭素社会の実現に大きな役割を果たすことが期待される以上、本プロジェクトの提案する方式の次世代太陽電池の開発は、加速されるべきである。学術的にもメゾ構造の輸送現象を解明するという点で、新規な分野としてその発展が期待される。従って必然的に論文数、特許数、外部資金獲得等は、努力次第で十分期待範囲にある。</li> <li>・現在実用化している太陽電池に対抗できる色素増感太陽電池、量子ドット太陽電池が、将来実現できることを期待する。これまでの成果、技術の発展からは大いに可能性がある。</li> <li>・色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池ともに、まだまだ新しいアイデアで革新技術を生み出せる分野であり、よい材料系が見つければインパクトが大きく、外部資金獲得にもつながる。</li> <li>・この5年の研究期間で15%の変換効率が得られなければ、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池ともに、市場に出ることは非常に難しくなる。2015年にはシリコン太陽電池の製造設備は15GW、2020年には30GWになっているであろうから、この機会を逃すと実用化の芽は出ない。</li> <li>・サブテーマ3の量子ドット太陽電池については、ほとんどその効果が見えていないことから、学問的興味のみで終わる可能性が高い。</li> </ul>	
<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"> <li>・我が国のエネルギー問題に対して、低コストの太陽電池開発は、今後革新的な解決策となる可能性があり、プロジェクトとして重点的に推進すべき分野である。</li> <li>・太陽電池のメカニズムの解明が進み、色素増感太陽電池が実用化に一步近づいていることは高く評価できる。</li> <li>・NIMSとして、材料研究に力を入れるテーマ設定は理解できる。色素増感太陽電池に関しては、研究者の経験も豊富であり、今後の新技術開発に大きな期待が持てる。</li> <li>・ポストドク、研究業務員を含めると大人数であり、プロジェクト責任者をサポートする実質的に機能するアドバイザーグループの存在も重要である。</li> <li>・量子ドット太陽電池については、なぜ、このプロジェクトにこのサブテーマを加えることになったのか、説得力がない。多重励起子生成効果の検証は重要であるが、これまでほとんど信頼性のあるデータは出ていない。</li> </ul>	
<p>総合評価点 (10点満点)</p>	<p>9.0</p>	
<p>各委員の評価点 (10点満点)</p>	<p>9, 8, 10, 9 (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>S</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>A</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>A</p>	<p>平均的なプロジェクトである。</p>
<p>5</p>	<p>A</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>B</p>	<p>計画を見直して推進すべきである。</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。

2	C	大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきである。
1		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。

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。