

# 「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」

## 事前評価結果

- I. 「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」  
の事前評価について P2
- II. 学識経験者による「革新的センサ・アクチュエータ  
国際研究拠点形成事業」の事前評価結果 P3
- III. 事前評価結果を受けての対応 P13

# Ⅰ. 「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」の事

## 前評価について

2016年10月に「特定国立開発法人」に選定されたNIMSは、「世界で最もイノベーションに適した国」の実現に向け、我が国が強みを有するナノテク・材料分野におけるイノベーション創出を強力に推進する中核機関として、国内外から「人」、「モノ」、「資金」が集まる研究拠点の構築を目指す新たな戦略として、革新的材料開発力強化プログラム「M3 (M-cube)」プログラムを開始した。

M3プログラムは、産業界と研究機関を結んでオープンイノベーションを推進する「Materials Open Platform (MOP)」、世界中の人、モノ、資金が集まる国際研究拠点を構築する「Material Global Center (MGC)」、そして、これらの活動を最大限に生かすために世界最高水準の研究基盤を構築する「Materials Research Bank (MRB)」という3つのMの頭文字からとられたものである。この3つのMを連動させ、ナノテクノロジー・材料分野のイノベーション創出を強力に推進し、オールジャパンの材料開発力強化を強力に推進・展開している。

MGCの新たな機能として、日本発の概念である「Society5.0」を世界に先駆けて実現するために、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実社会）の融合を図る「センサ・アクチュエータ研究開発センター」が2018年6月1日に設置された。このセンターは、上記の研究開発を通して「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」を推進することを目的としている。

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日 内閣総理大臣決定、平成26年5月19日に最終改定）の趣旨に鑑み、「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」の事前評価を実施した。以下、学問的視点からの学識経験者による事前評価結果の概要について述べる。

## II. 学識経験者による「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」の事前評価結果

### 1. 評価方法

提案された「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」について、2018年6月13日（水）に事前評価委員会を開催して、学識経験者による学問的視点からの事前評価を受けた。課題評価実施要領に基づき、利害関係のない4名の、当該分野の学識経験者に評価委員長および評価委員を依頼した。事前評価に携わった評価委員は、所属内訳は大学4名である。評価委資料は、評価委員会開催の少なくとも1週間前に評価委員に送り、要点の把握、質問事項の整理などをお願いし、ピアレビュー評価委員会を効率的に開催した。評価委員会会場は、学術総合センター（東京都千代田区一ツ橋2-1-2）の会議室を利用した。

評価委員会では、事業に係る研究提案者による説明、評価委員と提案者との質疑応答、評価委員による事前評価票の記入の手順で行われた。評価委員会には審議役、経営戦略室専門職、評価チーム員が出席し、プロジェクトのバックアップ体制など、評価委員の質問の内容によっては対応した。

事前評価票は、①プロジェクトの目的、意義、②プロジェクトの具体的な達成目標、③プロジェクトの計画、ロードマップ、推進体制、マネージメント、予算計画、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）の、文章で記入する4項目とそれらを受けての10点満点法による総合評価点である。さらに「その他」として、①～④に入らない所見など自由に記入する項目を設けている。

取りまとめられた評価結果は、評価委員長および評価委員による修正。了承を得て中間報告書（評価委員会案）となる。これは課題評価実施要領に基づきプロジェクト責任者に開示され、十分な根拠のある事実誤認のある場合に1回に限り、事務局を通して申し立てを行うことができ、事務局は評価委員に申し立て箇所再検討を依頼した。この手続きを経て事前評価報告書は確定した。なお、10点満点法による各評価委員の総合評価点は算術平均をして、四捨五入により小数点第1位まで求めた。この際、事前に評価委員に示した評価基準は、7点、8点は「総合的に優れている。顕著な成果が期待できる」で、9点、10点は「すべての点において模範的に優れている。特に顕著な成果が期待できる。計画はそのまま推進すべきである」である。

### 2. 新規事業事前評価結果概要

評価委員からの総合評価点平均は、8.25であった。以下に事前評価委員長、および評価委員からの主なコメントを記す。

- 本事業は、Society5.0のような情報デバイス中心の時代において、物質材料の研究組織であるNIMSが、対応する方向を示したもので、「従来にない新規なセンサ」あるいは「従来センサを凌駕する性能」を実現することを目指している、意欲的な事業である。

- ・ NIMS の強みを生かして、情報デバイスのキーコンセプトを活用する事を目指す事業は、Society5.0 に対処する一つの答えになっている。
- ・ 社会的な注目度も高い、重要な事業になると思われる。実際の運用には、大きなハードルも予想されるが、成功を期待する。
- ・ 本事業で構築する拠点では、マテリアルグローバルセンターとして国際拠点として認知されることが必要である。そのためには、今有るコア技術、MEMS センサを中心に、マイクロ電池・マイクロチップを組み込んだインテリジェントセンサとして世界一のものを提案するのが理にかなっている。さらに、それらのシステムにアクチュエータ等を統合化する方向を打ち出すことを期待している。
- ・ 現在の NIMS が所有する技術シーズの展開としては、良いストーリーが描かれている。このセンターの活動を通じて、次世代のシーズを見いだすべく、上手くサポートできる方向を期待する。
- ・ センサ開発については、①農業用結露センサの開発と応用、②においセンサの医療や農業への応用とも独創性もあり、成果も期待できる。脳磁センサは、基本的シーズを持っており、発展が期待できる。
- ・ アクチュエータ、作動機能開拓の成果を十分に活かすことが求められる発蓄電についても基本的シーズを持っており、発展が期待できる。
- ・ センサ、アクチュエータの方向性を一にし、最終的にはこれらの融合していくことが、本事業には期待されている。

## 新規事業事前評価報告書

評価委員： 2018年6月13日（水）

評価委員長： 河村純一 東北大学 多元物質科学研究所 教授

評価委員： （敬称略，五十音順）

小俣 孝久 東北大学 多元物質科学研究所 教授

金原 数 東京工業大学 生命理工学院 教授

清水 陽一 九州工業大学 工学研究院 教授

確定年月日：平成30年11月30日

<b>事業名</b>	革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業
<b>研究責任者の所属・ 役職・氏名</b>	センサ・アクチュエータ研究開発センター センター長 川喜多 仁
<b>実施予定期間</b>	平成30年度～平成34年度
<b>研究目的と意義</b>	<p>第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱された超スマート社会（Society 5.0）は、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決することを目指している。このような超スマート社会の実現にはセンサとそれを自立的に駆動する電源、フィードバックされた情報に基づき動作するアクチュエータが不可欠となる。</p> <p>Society5.0においてはセンサをあらゆる場所に無数に設置し、多種・多様な情報を収集し、仮想空間で処理された情報をアクチュエータに伝達し駆動することになる。よって、本事業で行う研究では「従来にない新規なセンサ」あるいは「従来センサを凌駕する性能」を実現することを目指す。また、これまでにない動作を実現するためにアクチュエータについては、「従来にはない」動作の実現が求められる。さらに、自立型のフレキシブルモジュールが最終形と目されることから、常時電源確保の観点から環境発電とバックアップとしての蓄電機能の組み合わせが不可欠である。発電・蓄電機能は多様なセンシングやアクチュエータの形状に対応可能であることが望まれる。本目的のためには、既存デバイスやシステムを改良・高度化するといった研究開発だけではなく、NIMSオリジナルなシーズ研究を発展させることを目指す。また、国際的に優秀な若手研究者を公募し、若手研究者を職員として採用する国際的テニユアトラックシステムを活用する。さらに、本事業の研究成果を社会実装するために、国内外のセンサ関連企業とも連携する。</p>

<p><b>研究内容</b></p>	<p>主なテーマは、自立型フレキシブルモジュールに向けたセンサ・アクチュエータ・作動機能のための材料開発とそれを実働させるデバイス開発であるが、同時に全く新しいアイデアのセンサ、飛躍的にその特性を向上させるアイデアのある研究を「さきがけ型研究」として育成する。センサでは、MSS及びモイスチャーセンサを特定し、成度を高めるための研究開発を推進する。また、健康・医療分野でニーズが高まっている脳磁計測を最終目標として、高感度磁気センサの研究開発を合わせて推進する。アクチュエータではソフトマテリアルを中心として、複合材料系のハイブリッド型のアクチュエータ、新奇な動作機構のハード系で新たな展開が期待される材料の開発も取り扱う。デバイスの自立化に不可欠な電源や小型化・フレキシブル化に対応できる回路技術に係る研究開発を中核として行う。</p>
<p><b>ミッションステートメント（具体的な達成目標）</b></p>	<p>センサでは、材料、特に電極および電極間絶縁材料、デバイスの高性能化・ネットワーク化に関する研究開発を行うことで、農業や医療・介護分野といった具体的な応用分野において実際に利用可能なデバイスの実現を目標とする。アクチュエータではソフトマテリアルアクチュエータ実現のキーとなる自己組織化に着目し、ナノレベルの動的特性を示す特殊形状分子・高分子の合成、異方性配向技術・複合化技術による特性の増幅を達成する。作動機能では、薄膜型全固体電池の実現、室温・体熱領域で動作を目指した熱電材料の熱電デバイスと可能とする技術を開発し、さらにウェアラブル化もターゲットとする。さらに、自立型センサモジュールの土台となるフレキシブル配線基板を作製すると共に、ハンダに変わる界面接合技術、さらには化学センサ自体を印刷する技術の確立を目指す。</p>
<p><b>【評価項目】</b></p>	<p><b>コメント</b></p>
<p><b>①事業の目的、意義</b>  <b>{社会的・国家的要請等に応える目的が設定されているか、既存事業・プロジェクトとの重複が無い</b>  <b>か、ほか}</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Society 5.0を受け止めたNIMSに相応しい拠点事業であり、NIMSの持つコア技術を活用・発展させる計画となっている。</li> <li>・ 本事業の推進をNIMSの持つシーズより図るもので、NIMSの特色が出せるセンターとなっている。</li> <li>・ 農業応用を目的とするセンサは、これまでほとんどないので意義は大きい。センサの医療応用は、これから大きく伸びると思われ、独自のものが望まれるが、本研究のセンサはオリジナルがあり、評価できる。</li> <li>・ センサ・アクチュエータは世界的に急速に伸びている分野であり、基礎を固めると共に、時代遅れにならないようなスピーディーなデバイス化も意識してほしい。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ センサ，作動機能，アクチュエータの三要素を連携させながら，相互的なシステムへと展開できればよい。</li> </ul>
<p><b>②事業の具体的な達成目標</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、達成目標は妥当か（高すぎる、低すぎる）)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ センサ開発領域に関しては，湿潤センサ，嗅覚センサ，脳磁センサ，それぞれが独自技術に基づいた具体的開発目標を示しており，妥当な目標が設定されている。</li> <li>・ MEMSを用いた嗅覚センサは，学術的，技術的に高いレベルである。マルチセンサアレイからAI処理して動物・人間レベルを越える目標は，極めて時代にマッチしている。多用途への展開が期待できる。</li> <li>・ 結露センサのコアはマイクロ電極なので，表面処理や感応膜の組み合わせで，多用途化を図る必要がある。</li> <li>・ センサ開発領域に関しては，医療用のセンサ，アクチュエータは産業界にとって重要と考えられる。ただし，これらは幅広いので，個々に目標を設定した方が分かりやすいと思われる。</li> <li>・ アクチュエータ研究領域については，非平衡自己組織化，高分子組織化，精密制御を核として，独自性の強い新奇アクチュエータの開発が期待される。</li> <li>・ 自己組織化を利用したアクチュエータ開発は，ソフトアクチュエータ分野の中心となりうる重要な達成目標といえる。</li> <li>・ アクチュエータ研究では，マクロな運動をするソフトデバイスを強化すべきである。</li> <li>・ 作動機能開拓については，蓄電機能開拓，環境発電機能開拓，フレキシブル回路技術開拓において，設定された目標は，センサ等の動作を担保するものとなっており，妥当である。</li> <li>・ 特にCuインクによる配線の抵抗目標値は，達成された場合，本プロジェクトの範囲にとどまらず，広範な産業利用に資すると思われる。</li> <li>・ プリントエレクトロニクスとマイクロ電池は，陰で支えるキー技術であり，他分野への波及効果も大きく，期待は大きい。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄電機能開拓，環境発電機能開拓，フレキシブル回路技術開拓において，設定された目標は，センサ等の動作を担保するものとなっており，妥当である。</li> <li>・ Cuインクによる配線の抵抗目標値は，途中段階において高すぎる印象がある。</li> <li>・ アクチュエータとセンサのフィードバックループを見える形，例えばロボットのようなシステムとして世に出せると，社会的インパクトは大きい。</li> </ul>
<p>③事業の計画、ロードマップ、推進体制、マネジメント、予算計画 （研究達成目標の実現可能性、計画の問題点、研究成果の最大化のための推進体制、マネジメント、予算使途の問題点、ほか）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人数，予算からは妥当なロードマップと思われる。</li> <li>・ また，サブテーマのロードマップにおいて，一部，分かりにくい部分もあり，改善していく事が望まれる。</li> <li>・ センサ開発領域に関しては，妥当な計画である。</li> <li>・ ロードマップに関して，モイスターセンサと嗅覚センサの信号処理やネットワークは協同することで，さらに広がりのある成果となりうる。</li> <li>・ アクチュエータ研究領域に関しては，実現が見込まれる具体的な特性の例が示されるとよい。スマート性を備えた自律的な機能の実現も目標としてよいと考える。</li> <li>・ アクチュエータ研究領域は，NIMSとして新規な研究であることに鑑み，できるだけ幅広いテーマを取り入れ，特徴ある成果をあげることを期待する。</li> <li>・ アクチュエータ開発において，補助員等の職員が，他のサブテーマより少なく，適切な運用が望まれる。</li> <li>・ 作動機能開拓に関しては，妥当な計画である。</li> <li>・ 作動機能開拓領域の蓄電・環境発電においては，新しい材料が登場すると，技術状況は全く違ったものとなり得る。開発フェーズとして，NIMSの研究がシーズとなっている材料ベースでの素子・デバイス開発は当然継続して行うべきであるが，新材料開発を担う部隊との連携を円滑にし，インパクトのある成果を創出するプロジェクトとなることを期待する。</li> <li>・ フレキシブル回路においては，CuインクがAuやAgに何故遅れているかの問題を踏まえ，計画を推進すべきである。</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱電発電以外の環境発電技術を取り入れる工夫があるとさらに良い。</li> <li>・ 出口イメージを明確にして、実用現場の要求を常にフィードバックしながら、材料・デバイス・ソフトウェアの開発をマネージする強力なリーダーシップが必要。</li> <li>・ 大企業だけでなくベンチャーや中小企業からも協力を得て、ニッチな用途であっても良いので、デバイスとして出るように目標設定すべきだ。</li> <li>・ 個々の性能アップにだけにとらわれず、今あるものでも情報・ソフト・AIを組み合わせるReal-Virtualをつなぐ新デバイスになれば、積極的にアピールすべきである。</li> <li>・ 情報処理やデバイス化を誰が行うかが不明瞭である。協力企業との連携を上手く進めて欲しい。</li> <li>・ 医療用のセンサ・アクチュエータは、計画以上の結果が得られる可能性がある。</li> <li>・ マネージメント、予算計画は、妥当であると考えますが、補助員等の人件費への予算のさらなる充当が必要となると想定される。</li> </ul>
<p><b>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）</b>  （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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学術的には十分な成果が期待できるメンバー構成となっている。</li> <li>・ Society5.0の目指すイノベーションのスピード感からすると、デバイス化と実装、フィールドテストまで含めた計画を明確にし、実施すべきである。一つの方策として、機構内公募等の仕組みを十分に活かし、強化していくべきである。</li> <li>・ 農業用、医療用のセンサの成果・効果・効用は大いに期待できる。</li> <li>・ センサ、作動機能については期待される効果も具体的で、多くの波及効果が期待される。</li> <li>・ アクチュエータについては学術的な波及効果、共同研究への展開が期待される。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ アクチュエータ，脳磁センサは少し時間がかかるかもしれないが，シーズがあるので，ブレークスルーを期待したい。</li> <li>・ 作動機能開拓については，目標が達成されれば直接的な成果としては十分なものになる。具体的には，蓄電機能については多くの特許が期待できそうである。また，熱電，Cuインクについては，実現すれば，論文，特許とも十分な数が期待できる。センサ，アクチュエータに限らず電源はあらゆる箇所で必要なデバイスであり，いずれの項目の成果も他の分野に対する波及効果は大きい。</li> <li>・ 蓄電・発電は，本研究名からは見えにくいですが，うまく開発して，センサやアクチュエータと組み込むことを期待している。</li> </ul>
<b>委員長・各委員の 総合評価点 (降順，10点満点)</b>	9, 8, 8, 8
<b>総合評価点平均 (10点満点)</b>	8.3
<b>その他</b> ①～④に入らない所見、またチャレンジングである、学際的であるなど、事業の性格について、あるいは事業に対する印象など自由にご記入ください	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会的な注目度も高い，重要なプロジェクトになると思われる。</li> <li>・ NIMSの強みを生かして，情報デバイスのキーコンセプトを活用する事を目指す当該拠点は，Society5.0に対処する一つの答えになっている。実際の運用には，大きなハードルも予想されるが，成功を期待する。</li> <li>・ 物質材料の研究組織であるNIMSが，Society5.0のような情報デバイス中心の時代に対応する方向は，多様なものとなると考える。</li> <li>・ 国際拠点として認知されるには，今有るコア技術，MEMSセンサを中心に，マイクロ電池・マイクロチップを組み込んだインテリジェントセンサとして世界一のものを提案するのが理にかなっている。さらに，アクチュエータ等を統合化する方向を打ち出すべきである。</li> <li>・ 現在のNIMSが所有する技術シーズの展開としては，良いストーリーが描かれている。このセンターの活動を通じて，次のシーズを見いだす動きを上手くサポートできる方向を期待する。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>・ センサ開発については、①農業用結露センサの開発と応用、②においセンサの医療や農業への応用、とも独創性もあり、成果も期待できる。</li><li>・ 脳磁センサは、基本的シーズを持っており、発展が期待できる。</li><li>・ アクチュエータ、発蓄電についても基本的シーズを持っており、発展が期待できる。</li><li>・ センサ、アクチュエータは、方向性を共通にし、最終的にはこれらの融合していくことが、本プロジェクトには期待されている。</li></ul>
--	---

新規事業事前評価基準

評価点	評価	評価基準
10 9	S	全ての点において模範的に優れている。
		特に顕著な成果が期待できる。
		計画はそのまま推進すべきである。
8 7	A	総合的に優れている。
		顕著な成果が期待できる。
6 5	B	平均的なプロジェクトである。
		着実な成果が期待できる。
4 3	C	全体的に工夫、改善の余地が大きい。
		計画を大幅に修正する必要がある。
2 1	D	大きな問題があり、プロジェクトを中止すべきである。
		プロジェクトの抜本的な見直し、計画の抜本的な変更が必要である。

### III. 事前評価結果を受けての対応

「革新的センサ・アクチュエータ国際研究拠点形成事業」に係る研究提案者は、開示された事前評価報告書のコメントを活用して、その後の研究計画の見直し、研究内容のブラッシュアップなどを行う予定である。