

## 平成26年度 部局自己評価報告書（多元物質科学研究所）

**Ⅲ 部局別評価指標****1 東北大学グローバルビジョンにおいて各部局が定めた「部局ビジョン」の重点戦略・展開施策または部局第2期中期目標・中期計画における特色ある取組の進捗状況と成果****※ 評価年次報告「卓越した教育研究大学へ向けて」で報告する内容**

## 1. 先進的基礎・基盤研究の推進による多元物質科学の深化と国内・国際共同研究拠点形成

## (1) 各研究部門と研究センターの活動

多元研は、有機・無機・バイオにわたる幅広い物質・材料を対象として、高度な計測技術を駆使し、既存の分野にとらわれない融合的視点からの研究・開発を行なっている。特に、第二期中期目標・中期計画期間においては、部局ビジョンに掲げる、

- ①ハード材料とソフト材料および複合材料の創製と評価、
- ②資源・環境・エネルギー問題の解決、
- ③エレクトロニクス・フォトニクス材料・デバイスの開発、
- ④生命・医療技術の基礎となる物質科学、
- ⑤先端計測技術の開発と応用、

の5つを重点戦略テーマとしている。これを実施する所内研究組織としては、物質創製開発や物性測定など基盤的な研究を行う4研究部門と、上記重点戦略テーマを踏まえて社会的要請に機敏に応え柔軟に組織された4研究センター、並びに技術室・事務部等の支援部門が有機的に連携している。また、H26年度から、新たに産学連携「ナノ流体エンジニアリング」共同研究部門を発足させた。

これらの組織を基礎に、研究所内の連携はもとより、国内外の多くの研究機関や企業等と共同研究を実施し、多くの優れた研究成果を挙げている。H25年度に実施した外部との共同研究は108件で、うち1件は海外の企業との共同研究であった。

また、文部科学大臣表彰科学技術賞をH25年度に1件、H26年度に2件、同若手科学者賞をH26年度に1件受賞したのをはじめ、学会・協会・財団等からH25年度には83件（内、学生は59件）もの受賞があったことは特筆すべきことである。さらに、研究成果等の情報発信として広く新聞・テレビ発表等を行い、H25年度には27件の報道等があった。

## 各研究部門と研究センターにおけるH25年度の主な研究活動

## [有機・生命科学研究部門]

生命現象の物質レベルでの深い理解と先進医療技術への展開を目指して、pH 勾配に依存したタンパク質品質管理機構を発見するとともに、2種類のイオンで回転するモーターを持つ遺伝子組み換え大腸菌の作製、架橋性人工核酸による miRNA 機能の制御、p53 がん抑制タンパク質の高次構造形成過程の観察、タンパク質熱変性を抑制する化合物の合成に成功した。さらに、生体分子を対象とする高感度・長時間分解能を有する円二色性測定装置の開発にも成功した。

本部門が中心となり、「第1回ボルドー大学－東北大学ジョイントシンポジウム／第4回ボルドー大学－5大学附置研アライアンス G3 ジョイントシンポジウム」（2013年10月24日、東北大学）をはじめ、多くのシンポジウム等を主催・共催し、国際的なネットワークの強化を進めた。

## [無機材料研究部門]

量子スピン材料、強磁性材料、機能性窒化物を創製するための超臨界流体や高温反応のプロセスの開発、高純度材料、機能性酸化物や合金の制御、融体物性の解明、計算材料学といったハード材料の創製と評価に関する先進的研究成果が得られた。また、中性子散乱実験法高度化やスピン液体物性、超高密度ストレージ開発に関しての国内外における共同・連携研究を精力的に推進した。特に、将来の超高密度記録法として注目されるマイクロ波アシスト磁化反転技術では、マイクロ波照射によりナノサイズ磁性体の反転に必要な磁場を1/3程度以下にまで低減できることを明らかにした。この成果は、1平方インチ当り1兆ビット超の超高密度ストレージ開発への道を切り拓くものとして非常に期待され、この研究によりH26年4月に文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞した。

また、関連するシンポジウム等の開催を通じて、研究情報の交換や研究動向の把握にも適切に対処した。

## [プロセスシステム工学研究部門]

プロセスシステム工学研究部門は、素材やナノ材料のプロセス工学を中心に研究を展開している。H25年度は特に、プリントエレクトロニクス分野の新展開として、ナノインクを包含する新しい学問分野である、ナノフルイドについての研究に特化するため、部門をあげて、文部科学省科学研究費新領域研究への応募をおこなった。また、化学工学会等で、ナノフルイドのセッションを積極的に開拓するなど、積極的な研究展開をおこなっている。

また、本部門は、各種の産学連携イベントに積極的に参加し、様々な企業との意見交換を行うなど、共同研究の推進を行っている。このような活動から、多くの研究業績を出しており、H26年4月に文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞したことは特筆すべき点である。

## [計測研究部門]

電磁波・レーザー光・X線や電子・中性子をプローブとする計測法のさらなる高度化、新たな原理に基づく計測手法の開発を通じて、原子・分子から無機・有機物質、さらには生体材料やデバイス機能などの多元物質科学における計測に関わる広範囲な研究を推進した。例えば、X線自由電子レーザーによる深い内殻の多光子電離、液晶の電場配向に対する閉じ込め効果を初めて観測、閉じ込め空間中のイオン液体のずり力学応答の計測、時間分解電子運動量分光の開発による分子内電子移動の可視化に成功するとともに、国内唯一の深紫外線波長域での時間・空間分解カソードルミネッセンス計測装置を開発した。また、高AlNモル分率AlGaN混晶の作製と深紫外線発光素子材料への応用、光電子制御プラズマを用いたダイヤモンドの低温成長、Si熱酸化プロセスにおける界面歪みと酸化速度の相関関係の解明などのデバイス材料の創製にも貢献し、関連する国際シンポジウム等での研究成果の発信、情報交換や研究動向の把握にも充分に対処した。

一方、放射光施設（KEK-PF, SPring-8, SACLAなど）、中性子施設（J-PARKなど）でのハードユーザーとして顕著な活躍を行うとともに、共同利用機器の開発や運用にも貢献し、全国的・国際的共同研究を中心的に担っている。さらに、今後の低エネルギー消費社会の持続的発展を目指して、東北発素材技術先導プロジェクトにおいては、超低摩擦技術の解明と制御を推進するとともに、民間企業とのX線位相イメージング実用機器の共同開発を推進し、非破壊検査技術の普及を計っている。

## [サステナブル理工学研究センター]

ベースメタルおよび希少金属の製精錬プロセスのエネルギー効率向上と低炭素化、革新的な素材リサイクルシステムの構築や高度な廃棄物処理プロセスに関する研究開発、クリーンな再生可能エネルギー創出を可能にする太陽電池、燃料電池、二次電池などの高効率エネルギー変換デバイスへ向けた材料創製をミッションに、平成25年度には東北発素材技術先導プロジェクトでの希少元素高効率抽出技術の研究、NEDO革新型蓄電池先端科学基礎研究事業でのリチウムイオン電池の信頼性評価研究、内閣府最先端研究開発支援FIRSTや先端的低炭素技術開発ALCAでの次世代二次電池やキャパシタの先端材料デバイス開発などの大型研究プロジェクトを複数推進し、地球環境保全とサステナブル社会構築を目的とした融合的研究を展開している。

また、研究成果の発信として、「サステナブル理工学研究センターシンポジウム」（2013年11月28日、東北大学）、「レアメタルのリサイクル技術に関する国際ワークショップ」（2013年11月12日、東北大学）、「第22回素材工学研究懇談会 金属素材供給ボトルネック解決のための新技術」（2013年11月19日、東北大学）を開催した。

## [先端計測開発センター]

高い技術力を誇る技術室と緊密に連携を図り、独自の装置開発に基づき、軟X線や高エネルギー電子線、さらにトンネル電子などを活用して最先端の計測技術開発を推進した。開発された先端計測装置と手法を世界に発信した。具体的には、電子波干渉による電磁場解析では、世界に先駆けて、電子の集団運動の可視化に成功し、論文と新聞発表も行ったほか、トンネル電子を用いた分子ラジカルスピン分析を化学分析とそのデータベースの構築を多くの合成化学研究者との連携で進めた。一方、軟X線分析装置の普及を目指したデータベース構築のために、企業との連携を新たにスタートした。さらに、高精度波面計測法の開発を進め、軟X線顕微鏡の高分解能化の成果を発信する計画である。

また、今後の研究動向調査を兼ねて、「電子線ホログラフィー討論会」（2013年2月22日、東北大学）、「先端計測開発センター講演会」（2013年4月7日、東北大学）が開催された。

## [高分子・ハイブリッド材料研究センター]

ゼオライト鑄型炭素のユニークな構造から、その細孔径を機械的な力で圧縮するとオンゲストルームオーダーで制御することを発見した。この成果は *in situ* でミクロナ細孔を変形させ、吸着挙動も変化させられる可能性を示唆するもので、新規の吸蔵体創製への道筋を付けた。また、酸化亜鉛ナノロッド表面をネマチック液晶高分子で修飾した結果、低分子ネマチック液晶との分子協調的相互作用により、一体となった新規ハイブリッド材料が、ポリイミド液晶配向膜上で一方向かつ一層に並べることに成功した。このようなボトムアップ手法によって作製したナノ構造は、ナノインプリントリソグラフィで作製したガイドパターンを用いたグラフォエピタキシー法によるナノ加工テンプレートとして今後の展開が非常に期待される。

また、研究成果の発信として、「高分子・ハイブリッド材料研究センター2013PHyM シンポジウム」(2013年6月12日、東北大学)、「2013 高分子・ハイブリッド材料研究センター (PHyM) 若手フォーラム」(2013年12月20日、東北大学)、「先端炭素材料セミナー2014」(2014年3月20日、東北大学)を開催した。

さらに、本センターの准教授が H26 年 4 月に文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞したことは特筆すべき点である。

## [新機能無機物質探索研究センター]

ナトリウムフラックス法による高純度シリコン・多孔質シリコン合成法の開発、鉛単元素準結晶の発見および複相合金からの新奇バルク触媒材料創成法の開発、新規リン酸塩蛍光体・Ca-Si-O-N系化合物の発見、新規酸素ストレージ材料の開発、癌温熱療法用タングステンブロンズの開発など、格段の研究の進展を達成した。これらの研究により文部科学大臣表彰科学技術賞 (H25. 4. 16) や日本金属学会増本量賞などを受賞したことは特筆すべき点である。

また、全国的・世界的研究拠点としての体制の整備を進めるために、センター主催の公開シンポジウムおよび講演会をそれぞれ年2回開催し、さらにセンター専用のホームページ(日本語及び英語)を充実させ、センター保有設備や研究内容・研究成果及び産学連携の案内を広く周知し、新機能無機物質開発分野における研究拠点としての活動を進めた。

## (2) ネットワーク型共同利用共同研究拠点及びアライアンスプロジェクトの活動

・H21 年度に、全国 5 附置研究所(北大電子科学研究所、東北大多元物質科学研究所、東工大資源化学研究所、阪大産業科学研究所、九大先導物質化学研究所)間の、ネットワーク型共同利用・共同研究拠点として、「物質・デバイス領域共同研究拠点」が認定され、H22 年度より本格的に全国共同研究の受け入れを開始した。

多元研では、H25 年度に 145 件の一般共同研究及び 6 件の特定共同研究(トップダウン重点研究課題)が実施された。5 研究所全体の一般共同研究 401 件のうち、多元研は約 36%を占め最大の受入拠点となっている。また、ネットワークならではの共同研究を促進させるために、各種研究集会開催費用を多元研として支援している(H25 年度は合計 17 件、約 460 万円)。

・H22 年度より開始された、5 附置研究所間アライアンスによる「ナノとマクロをつなぐ物質・デバイス・システム創製戦略プロジェクト」により、社会的要請の高い 4 課題:次世代エレクトロニクス、新エネルギー材料・デバイス、医療材料・デバイス・システム、環境調和材料・デバイスについて連携研究プロジェクトを 6 年計画で実施しており、平成 24 年度からは、多元研所属の教授が運営委員会委員長を務め、プロジェクト推進・運用に所を上げて取り組んでいる。

H25 年度には、5 附置研究所から 130 の研究グループ(うち多元研 41 グループ)がアライアンス事業に参画し、単独では成し遂げられない世界を先導する成果創出に向け、複数の研究機関の連携による戦略的共同研究を実施してきている。その成果の一つとして文科省の新学術領域研究が新たに H26 年度 1 件発足し、これまでと合わせ 5 件の新規発足新学術領域研究が、アライアンス関係者が参画する形で発足している。

## 2. 東北復興・日本新生に向けた産学連携共同研究とイノベーション創出

震災復興プロジェクト

・震災後の復興・地域再生を目指した、文部科学省「東北発素材技術先導プロジェクト」や全学の災害復興プロジェクト、「多元研プロジェクト」および「ネットワーク型全国共同研究拠点」の復

興特別枠などについては、I-2-（2）東北大学復興アクションの着実な遂行に記載した。

以下では、長期的な東北復興・日本新生と産学連携共同研究とイノベーション創出について記す。

・「産学連携先端材料研究開発センター(MaSC)」の発足と運営体制の確立

多元研・金研・流体研・大学本部ならびに経産省の支援により、東北大学産学連携先端材料研究開発センター(MaSC)がH26年1月に発足した。その初代センター長を多元研が担当し、事務組織を多元研に置く事となり、本センターを活用した産学連携研究の開始と運営体制の構築を進めてきた。片平地区では初の複数部局による相互乗り入れ型の組織であり、今後の全学的な協力体制の深化にも貢献したい。

・「ナノ流体エンジニアリング共同研究部門」の設置

H25年にできた共同研究部門の制度を活用し、H26年4月1日より民間企業6社と垂直連携による「ナノ流体エンジニアリング共同研究部門」を設置した。上記の産学連携先端材料研究開発センター(MaSC)に入居して、ナノ粒子と各種ポリマーとの機能性材料化技術を構築し、超臨界ナノ材料技術を産業界に広める活動を行っている。

・「次世代放射光施設に関するニーズ調査」の受入

文部科学省の調査費「次世代放射光施設に関するニーズ調査」を東北大学 光・量子ビーム科学連携推進室で受託し、多元研を中心に全学的な協力を得て進めている。本事業は6つの研究分野（環境・エネルギー、健康・医療、材料、情報通信、基礎科学、産業利用）ごとにヒアリング調査とレビュー調査を行い、得られた調査結果を今後の整備・利用推進策に生かす観点から考察し、取りまとめることを目的としている。

本活動は、東北7大学が中心となり推進している東北放射光施設の誘致にも貢献し、長期的には東北復興・日本再生と東北大学の物質・材料・生命、更には医療・環境・農業などの研究力を飛躍的に高める事につながる。

・物質・材料研究機構および産業技術総合研究所などとの連携強化

日本再生イノベーション戦略の柱の1つとして、産業技術総合研究所(AIST)や物質・材料研究機構(NIMS)などの研究開発法人を介した大学と民間企業との連携強化が掲げられている。多元研はH17年よりNIMSとの連携ラボを続けており、H23年度には「東北大とNIMSの連携・協力協定」締結を金研と共に推進した。それに基づき、H24年6月2日にNIMS-Greenと東北大学のジョイントシンポジウムを筑波にて開催し、100名以上の参加を得て、今後の東北大と物材機構との連携強化が進んだ。また、H26.7.28-29には、産総研と物材機構と東北大学の共催による、「材料フェスタ2014」が仙台で開催され、その計画・実施に積極的にかかわると共に、翌日のオープンキャンパスとも合わせてラボツアー(多元研研究室見学)を実施した。更に、産総研と東北大のマッチング事業にも多数応募し連携強化を進めた。

3. 多元物質科学の素養を身に付けたグローバル人材の輩出

各種基金による国際的な研究・学習活動の支援

・若手研究者・大学院生を対象に、多元研独自の箕野奨学基金制度を活用し、海外で行われる国際会議出席のための旅費の補助を行い、H25年度は16名に支援した。

多元研プロジェクトによる国際共同研究の推進

・所長裁量経費による多元研プロジェクトに、特定テーマ「国際的な共同研究ネットワーク形成」を設け、国際的なネットワーク形成への取り組みを支援している。H25年度は①フラストレート磁性体および鉄系超電導体関連物質の中性子散乱国際共同研究、②5研究所連携を中核とする国際アライアンスの構築ーボルドー大学との連携を中核とするバイオ・ソフトマテリアル国際ネットワーク、③ナノフルイド技術創成共同研究ネットワーク拠点形成、④東北大学とフランス研究機関との先進材料に関する共同研究活性化のための国際会議（Frontier2013）、⑤自由電子レーザーを用いた時間分解計測の高度化を目指した国際共同研究ネットワークの形成、⑥磁性形状記憶合金薄膜を利用した環境発電デバイスの開発、⑦準結晶関連合金における正二十面体クラスターの3次元配列の可視化の7課題を支援し、研究者や学生の交流が行われた。そのうち4課題（残りの3課題はH26年度も継続）における主な成果は、

- ①国際ワークショップの開催（1件）
- ②国際ワークショップ等での口頭発表（7件）
- ③日経産業新聞へ掲載（H25.5.8付け「X線自由レーザー解析向上への新現象」）

#### 4. 「ワールドクラスへの飛躍」 へ向けたプレゼンス向上

##### 英語による情報発信力の強化

・英語による多元研の紹介ビデオを作成（H25.9）し、さらに英文ホームページを作成（H25.11）するなどし、英語による情報発信力を強化した。

##### 国際シンポジウム等の開催支援

・国際シンポジウム等の開催支援として、所長裁量経費やアライアンス事業による支援制度を構築し、H25年度は8件に支援した。

#### 5. 組織運営能力の強化

##### 教員・事務職員・技術職員等による一体的な運営を進める組織体制の整備

・毎週開催する三役会議に事務部職員も加わり、定期的な情報交換の場を設けている。  
 ・H23年度より教授会に技術室長がオブザーバー出席し、技術職員との意思疎通を深めた。  
 ・技術職員の技術室長および班長クラスと所長との定期的懇談会を設け、意思疎通を図っている。  
 ・本学のURAセンターの設置に伴い、多元研から3名のURAを「URA連携協議会」へ登録した（H26.6）。このことによって今後は、本部と部局または部局間の連携・相互補完により、学内研究資源の効果的活用が促進されるものと期待できる。

##### 競争的資金の獲得状況

・H25年度の多元研の外部資金総額は約23.3億円となり、前年度の約21.6億円を上回ることができた。

##### ①科研費補助金

・H25年度は申請件数214件、採択件数111件、採択率81.6%となり、前年度の221件、122件、89.7%を上回ることができなかった。しかし、総額3,000万円を超える研究課題は13件から15件に増加した。

##### ②共同研究・受託研究等

・H25年度は、国研・民間研究所との包括的共同研究をはじめ、共同研究108件（約4.0億円）、受託研究等（預かり補助金等の競争的資金を含む）56件（約12.1億円）を受け入れており、前年度の共同研究95件（約3.4億円）、受託研究等46件（約12.0億円）を上回ることができた。

##### ③大型プロジェクト

・H25年度における総額1億円以上の共同研究等のプロジェクトは8件で約10.7億円となり、前年度の8件、約8.5億円を受け入れ額で上回ることができた。

##### 外部資金獲得のための取組

・科研費の申請や採択率の向上、公募内容の変更など制度の理解を深めることを目的として、多元研科研費説明会をH25.10.11に開催し、46名の参加者があった。

・国研・民間研究所との包括的共同研究としては、①豊田中央研究所との包括的共同研究（9テーマでの共同研究）、②住友金属鉱山との包括共同研究（大学全体での包括協定で多元研は4件実施）に加え、H25年度には、これまで多元研が締結していた物質・材料研究機構との協定を、大学全体の包括協定として締結することができた。

・多元研と、宮城県や仙台市の地元企業が相互理解のため、また新たなシーズとニーズのマッチングづくり、さらには宮城県や仙台市にある企業の復興の推進、多元研と特定の企業の共同研究の推進の糸口にすることを目的として、イノベーション・エクステンションをH25年7月17日に開催し、企業12社（30名）の参加があった。また同時にラボツアーを実施した。なお、H26年度は「材料フェスタ in 仙台」の一環としてポスター発表とラボツアーを実施している。

・多元研と豊田中央研究所とはH14年度より包括共同研究を実施している。これまでの研究成果を踏まえ、新たな研究テーマを模索するため、双方の研究内容を紹介しあう場として、意見交換会をH26年6月9日に開催した。また、この意見交換会の他に、研究報告会を毎年度開催している

### 共通分析・解析機器の整備と有効利用体制の強化

- ・ 所内機器の有効利用と学内外への共用化を推進するため多元 CAF(Central Analytical Facility)をH22年度より設置し、技術室を中心に学内外に開かれた運営体制を構築している。
- ・ H25年度は、対象機器37装置に対し、利用件数が7,328件であり、このうち学内外での利用は218件となり、有効利用が図られている。
- ・ 本学のテクニカルサポートセンターに、全学で最多となる12件の装置を登録し、共通利用の推進を図っている。