

ナノテクノロジー・材料科学技術に関する 研究開発課題の事後評価結果

平成30年4月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

第9期ナノテクノロジー・材料科学技術委員会 委員

氏名	所属・職名
五十嵐正晃	新日鉄住金化学株式会社常務執行役員
射場 英紀	トヨタ自動車株式会社 基盤材料技術部 担当部長
上杉 志成	京都大学物質-細胞統合システム拠点教授・化学研究所教授
加藤 隆史	東京大学大学院工学系研究科教授
菅野 了次	東京工業大学物質理工学院教授
栗原 和枝※	東北大学未来科学技術共同研究センター教授
瀬戸山 亨	三菱ケミカル株式会社執行役員・フェロー 横浜研究所 瀬戸山研究室長
高梨 弘毅※	東北大学金属材料研究所長
武田 志津	株式会社日立製作所研究開発グループ 基礎研究センター主管研究長
館林 牧子	読売新聞編集局医療部編集委員
常行 真司	東京大学大学院理学系研究科教授
中山 智弘	国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター 企画運営室長・フェロー
納富 雅也	NTT 物性科学研究所上席特別研究員
橋本 和仁	国立研究開発法人物質・材料研究機構理事長・ 東京大学総長特別参与・教授
馬場 嘉信	名古屋大学大学院工学研究科教授
林 智佳子	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 材料・ナノテクノロジー部プロジェクトマネージャー・主査
前田 裕子	株式会社セルバンク取締役 国立研究開発法人海洋研究開発機構監事
主査 三島 良直	東京工業大学学長
湯浅 新治	国立研究開発法人産業技術総合研究所 スピントロニクス研究センター長
吉江 尚子	東京大学生産技術研究所教授
萬 伸一	日本電気株式会社 IOT デバイス研究所所長代理

※本事業の利害関係者に該当する者であり審議には参加していない。

「東北発 素材技術先導プロジェクト」の概要

1. 課題実施期間及び評価実施時期

平成24年度～平成28年度

中間評価 平成26年度、事後評価 平成29年度

2. 研究開発概要・目的

東北発 素材技術先導プロジェクト<概要> ～産学官協働によるナノテク研究開発拠点の形成により、東北素材産業の発展を牽引～

【背景】

・東北地方は、電子部品、デバイス・電子回路などの分野の**製造業に強み**を有する地域。また、東北大学は**ナノテクノロジー・材料分野に強み**を有する。「復興への提言～悲惨の中の希望～」東日本大震災復興構想会議
 ・平成28年度以降の復興事業のあり方として、調査・研究開発事業については、その成果が早期に発現し被災地の復興につながる**ことが求められており、東北地方の企業等と連携し、実用化に向けた研究開発を一層加速するための取組みが重要。**

【概要】

・東北地方の大学や製造業が強みを有するナノテク・材料分野において、産学官協働の研究開発拠点を形成し、世界最先端の技術を活用した先端材料を開発することにより、**東北の素材産業の発展を牽引し、復興を推進する。**

①**超低損失磁心材料技術領域**
新ナノ結晶軟磁性材料の開発による送電ロスの抑制、電力損失の大幅低減



研究代表者: 牧野 彰宏
(東北大学 金属材料研究所 教授)



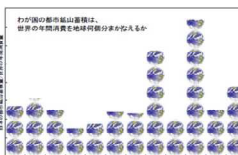
軟磁性材料の用途
(我々の日常生活を支える電化製品等に使用)

低損失を達成できる新規ナノ結晶磁性材料作製技術に強み

②**希少元素高効率抽出技術領域**
都市鉱山からの希少元素の回収・再生技術の高度化による元素循環の実現



研究代表者: 中村 崇
(東北大学 多元物質科学研究所 教授)



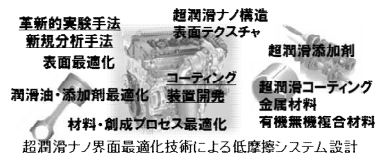
世界の年間消費量と我が国の都市鉱山との比較
(出典: 独立行政法人物質・材料研究機構)

各種希少元素の物理的・化学的高効率抽出技術に強み

③**超低摩擦技術領域**
超潤滑ナノ界面最適化技術の開発による燃費効率の大幅な向上



研究代表者: 栗原 和枝
(東北大学 原子分子材料科学高等研究機構/多元物質科学研究所 教授)



摩擦現象のナノレベルメカニズム解明(理論・計測・計算)に強み

3. 研究開発の必要性等

(必要性)

東北発 素材技術先導プロジェクトは、「東日本大震災復興基本法」(平成23年法律第76号)に基づく「東日本大震災からの復興の基本方針」(平成23年7月29日 東日本大震災復興対策本部決定)に示された、「被災地域の大学・大学病院・高等専門学校・専門学校・公的研究機関、産業の知見や強みを最大限活用し、知と技術革新(イノベーション)の拠点機能を形成することにより、産業集積、新産業の創出及び雇用創出等の取組みを促進する」との方針に基づき、東北の大学や製造業が強みを有するナノテクノロジー・材料分野において、産学官協働によるナノテクノロジー研究開発拠点を、国立大学法人東北大学(東北大学)を中核として形成するものである。本事業は世界最先端の技術を活用した先端材料を開発することにより、東北素材産業の発展

を牽引し、東日本大震災からの復興に資することを目的としていたことから、本事業の必要性は高い。

(有効性)

本事業は、「超低摩擦技術」、「超低損失磁心材料技術」及び「希少元素高効率抽出技術」の3つの技術領域が推進され、各技術領域において、東北地方を始めとする大学・企業等と連携し拠点構築を進められたほか、事業化という目標に向けて年度計画に沿って研究が進展していたことから、本事業は有効性を示すものである。

(効率性)

本事業において、実用化、東北地方の復興という目標に向け、研究の加速化・集中化を図るとともに、実用化への着実な進展を進めるため、各技術領域のそれぞれの研究のみならず、知的財産の適切な管理、東北地方の産業界との連携の強化等、東北大学が法人としての強力なサポートを実施できていたことは、効率性の観点からも重要である。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H24(初年度)	H25	H26	H27	H28	総額
予算額	1400 百万円	1300 百万円	1200 百万円	800 百万円	800 百万円	5500 百万円
執行額	1400 百万円	1300 百万円	1200 百万円	800 百万円	800 百万円	5500 百万円

5. 課題実施機関・体制（当時）

研究代表者 東北大学原子分子材料科学高等研究機構／多元物質科学研究所教授 栗原和枝、金属材料研究所教授 牧野 彰宏、多元物質科学研究所教授 中村 崇
主管研究機関 東北大学
共同研究機関 岩手大学、秋田大学

6. その他

事後評価票

(平成29年11月現在)

1. 課題名 東北発 素材技術先導プロジェクト

2. 研究開発計画との関係

施策目標：未来社会を見据えた先端基盤技術の強化

大目標（概要）：

ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を未来社会の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を更に深化させつつ「Society5.0」として強力に推進し、世界に先駆けて超スマート社会を実現していく。このため、国は、超スマート社会サービスプラットフォームの構築に必要な基盤技術及び個別システムにおいて新たな価値創出のコアとなり現実世界で機能する基盤技術について強化を図る。

中目標（概要）：

ナノテクノロジー・材料科学技術分野は我が国が高い競争力を有する分野であるとともに、広範で多用な研究領域・応用分野を支える基盤であり、その横串的な性格から、異分野融合・技術融合により不連続なイノベーションをもたらす鍵として広範な社会的課題の解決に資するとともに、未来の社会における新たな価値創出のコアとなる基盤技術である。

また、革新的な技術の実現や新たな科学の創出に向けては、社会実装に向けた開発と基礎研究が相互に刺激し合いスパイラル的に研究開発を進めることが重要である。

これらを踏まえ、望ましい未来社会の実現に向けた中長期的視点での研究開発の推進や社会ニーズを踏まえた技術シーズの展開、最先端の研究基盤の整備等に取り組むことにより、本分野の強化を図り、革新的な材料を創出する。

研究開発の企画・推進・評価を行う上で留意すべき推進方策（概要）：

企業や大学、公的研究機関等の人材、知、資金が結集する産学官、グローバル拠点の形成や、全国の研究機関のネットワーク化等を通じ、人材育成や分野融合を促進するとともに、我が国全体の材料開発力の強化を図る。また、成果の展開に向けて、共同研究や事業化に向けた取組等、個別の産学連携も推進する。

本課題が関係するアウトプット指標：共同研究民間企業数、外部研究者数

共同研究民間企業数：平成26年度24件、平成27年度25件、平成28年度24件

外部研究者数：平成26年度49件、平成27年度50件、平成28年度64件

本課題が関係するアウトカム指標：査読付論文数（国際誌）、特許出願数

査読付論文数（国際誌）：平成26年度33件、平成27年度48件、平成28年度30件

特許出願数：平成26年度5件、平成27年度9件、平成28年度6件

3. 評価結果

(1) 課題の達成状況

<必要性>

評価項目

復興への貢献に向けた事業全体の目標設定及びビジョン

評価基準

設定した目標に対する大学の取組

超低摩擦技術領域については、産業界のニーズに裏付けられた技術課題である「油潤滑」、「水潤滑」及び「固体潤滑」のナノレベルでの摩擦現象の解明、低摩擦を発現する実用材料と界面設計技術の開発という目標に向かって、潤滑油による低摩擦化技術では60%の摩擦低減を実現、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)の水潤滑技術では廃熱発電システムの開発に貢献、摩耗耐久性を向上した樹脂複合材の開発では従来品の1割程度の摩耗量を実現させるなど、設定された目標は十分に達成されたと言える。また、宮城県産業技術総合センターを加えた東北経済産業局や東北経済連合会とも連携して活動を行うなど、復興に対する地域連携がなされていることは高く評価できる。

超低損失磁心材料技術領域については、新しいナノ結晶軟磁性材料「NANOMET」に関して、東北での事業化を目指すという目標の下、120mmの幅広薄膜帯の作製、試作モータでの性能評価など、応用実証研究で目標を達成したと言える。さらに、NANOMETの研究開発のスピノフとしてレア・アースフリー磁石の新規開発にも成功している研究成果は高く評価できる。また、大学発ベンチャーを設立し、東北において新産業を創出して多くの新規雇用を生み出した成果は極めて高く評価できる。

希少元素高効率抽出技術領域については、「物理選別技術の高度化」、「新規化学精製基盤技術の確立」および「応用技術開発」の3つの目標に対し、電気パルス破碎装置の実証機、LIBSソーターの試作機、イオン液体による分離・抽出プロセスを完成させ、目標は十分に達成されていると評価できる。また、福島県や宮城県の中小企業を中心に据えた支援を実施するなど、復興への顕著な貢献を認めることができる。

上述3領域に加え、東北大学産学連携機構については、効率的な産学連携や地域連携の推進のため、3領域間連携をバックアップする組織として、プロジェクト全体のホームページの設置・運営やパンフレット作製、合同シンポジウムの開催など幅広い広報活動を行った。また、連絡調整委員会を設置し、事業の方向性・方針の迅速な決定を援助した。こうした点が本事業全体の高い評価に貢献していると認められ、評価できる。

<有効性>

評価項目

事業終了後の今後の計画及び進め方

評価基準

企業との連携や他事業への展開に向けた戦略等

超低摩擦技術領域については、東北地域の産業界との連携強化や、本領域・宮城県産業技術総合センター・民間企業の3者連携共同研究による新製品開発、性能向上による産業競争力が強化されたことなど、地域連携の推進が、東北地域の復興に対し有効的に作用していると評価できる。エンジン部品以外の摺動部品や自動車生産設備等に対する今後の幅広い展開に期待する。

超低損失磁心材料技術領域については、大学発のベンチャー企業を設立したことや、生産拠点を東北地方に構築し実証研究を被災地域の企業と展開したことは、東北地方の雇用促進につながり、震災復興に対して有効な成果をもたらしていると言える。他企業との連携を拡充している点も高く評価できる。商品化とマーケットインについて、企業経験者を巻き込んだ今後の取組に期待する。

希少元素高効率抽出技術領域について、宮城県では「希少金属リサイクル連絡協議会」を、福島県においては「福島県環境・リサイクル関連協議会」を設置するなど、事業終了後のリサイクル産業構築を目指した活動も活発であり、本事業が有効であると評価できる。企業と共同研究中及び情報交換中のテーマについて、事業化に向けた今後のさらなる発展に期待する。

東北大学産学連携機構については、3領域における地域行政・産業界とのネットワーク形成、各領域に対するセミナー開催及びPR活動などの必要なサポートが有効的に実施されていると評価できる。

<効率性>

評価項目

実施体制の妥当性

評価基準

組織が適正に運営されているか

超低摩擦技術領域については、被災地域の中小企業の支援の場合は、すでに公設試験研究機関や各種行政、東北大学内外のトライボロジー研究室との連携がなされており、中小企業を支援する土壌ができていると言える。今後の他企業への横展開においては、効率的な事業推進が図られたと評価できる。

超低損失磁心材料技術領域については、大学発ベンチャーの設立等により、今後、本事業の成果を継続発展する見通しが明瞭であることから、将来を見据えた効率的な事業推進が図られたと評価できる。

希少元素高効率抽出技術領域については、研究拠点の形成では、研究機関の全国的ネットワーク化により、プロジェクトの効率的推進を実施したことが評価できる。また、東北地域の地元企業との協力体制を強く打ち出すため、早期に拠点組織を編成し直し、福島県や宮城県の中小企業を中心に据えた支援を実施するなど、効率的な事業推進が図られたと評価できる。

東北大学産学連携機構については、3領域の状況を把握し、研究成果やノウハウを集約したことにより、3領域内の産学連携が一層効率的に推進できたと評価する。

また、PD・POが各領域および東北大学産学連携機構としっかり連携しつつ本事業全体のマネジメントに当たった事が、事業を効率的に推進する上で有効に機能していた。

(2) 総合評価

① 総合評価

3領域とも、研究論文、国際会議での発表、特許出願等の成果を得られており、本事業で設定された目標に対して達成度は十分なものであると認められる。

超低摩擦技術領域については、地域の企業、大学、官の組織を巻き込んだ連携組織で展開してきており、今後さらに大きな成果が期待できる。

超低損失磁心材料技術領域については、本領域の研究により開発した NANOMET は、モータ、トランス類への応用は広く、エネルギー損失を減少し、今後の電気自動車の発展に大いに寄与できると期待できる。

希少元素高効率抽出技術領域については、本領域の成果により、復興という狭い範囲ではなく希少金属の回収リサイクル産業における今後の貢献が大いに期待できる。

東北大学産学連携機構について、本機構の役割は事業全体を有効的に機能させ、発展させるのに大変重要な仕組みであり、今後の創造的な枠組みの構築と積極的な活動を期待できる。

② 評価概要

3領域とも、本事業で設定された目標に対して達成度は十分であるとともに、地域の企業との共同研究の実施など、事業終了後の体制が構築されており、今後の東北地域の復興の貢献に期待できる。

東北大学産学連携機構においても、全体的な後方支援活動をしていることは十分認められるため、今後は事業に対し積極的な貢献と創造的な戦略の立案を期待する。

(3) 今後の展望

超低摩擦技術領域においては、地域の中小企業の支援の観点では、ビジネスに結びついている事から十分に目標は達成できている。今後、他の地域企業への横展開を期待するが、日本の大きな産業（自動車、潤滑油等）への寄与は、まだ指針や方法論を提案した段階であり、各企業におけるさらなる利益創出に結びつく成果の創出を期待する。

超低損失磁心材料技術領域においては、実証テストの実施、大型機械の導入及びベンチャー企業の立ち上げ等、一定の成果があったものと考えられるが、NANOMET を用いた製品化にはまだ課題があり、地域の企業との連携により具現化されていくことを期待する。

希少元素高効率抽出技術領域においては、事業終了後に東北大学 多元物質科学研究所 金属資源プロセス研究センターが新設され、今後においても地域企業、行政、大学研究機関との連携および共同研究等が維持、発展される事を期待する。リサイクルは非常に重要であり、地域住民の生活と密接な関連性がある産業であることに加え、循環は科学的にも極めて重要な観点であることから、我が国として着実に取り組んでいくべき分野であり、継続性を見据えた課題の考察を期待する。

東北大学産学連携機構においては、平成 29 年 4 月に産学連携機構内に地域イノベーション推進部が設置され、本プロジェクトを通じて産学連携機構に蓄積されたノウハウを今後有効活用できると期待される。今後、本事業の成果が実際にメーカーに採用され社会実装されるかどうか、また、それによって実際にどのくらいの経済効果が得られたか、など

の成果について、今後のために追跡調査に取り組む必要がある。

東北発素材技術先導プロジェクト
事後評価検討委員

氏名	所属・職名
◎井 口 泰 孝	一般社団法人 宮城県発明協会 会長
大 崎 博 之	ソニー株式会社 仙台テクノロジーセンター 代表
奥 田 晃 彦	田中貴金属工業株式会社 化学回収カンパニー 湘南工場 執行役員 湘南工場長
日 原 岳 彦	国立大学法人名古屋工業大学 大学院工学研究科 物理工学専攻 教授
○湯 浅 新 治	国立研究開発法人産業技術総合研究所 スピントロニクスセンター長
吉 江 尚 子	国立大学法人東京大学 生産技術研究所 教授

◎：主査

○：主査代理

- ・プログラム・ディレクター（PD）
澤岡 昭 大同大学学長
- ・プログラム・オフィサー（PO）
嶋林ゆう子 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究監補佐