２（２）その他，特筆すべき教育・研究・診療・社会貢献活動等への取組と成果，世界的位置付けなど。（※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）

特筆すべき教育活動

１．グローバルCOEプログラム「材料インテグレーション国際教育研究拠点」（拠点リーダー：後藤孝教授）により、材料科学若手研究者・学生の学際的・国際的研究能力向上を目指した教育を推進している。修士論文発表者総数102名のうち101名(99%)が英語による発表を行い、GCOE関連の若手研究者・学生の各種表彰・受賞は優秀講演奨励賞(日本応用物理学会)など総数8件となった。

２．GCOE主催にて平成20年12月4・5日の日程で、材料科学分野における若手研究者・学生を対象に「物質・材料国際若手学校(所内1名、国内2名、海外1名の講師)」を開催し、GCOE関係部局より53名の参加があり英語による講義、ポスター発表など国際性の高い研究会となった。

３．2007年ノーベル物理学賞受賞者ピーター・グリュンベルグ博士による東北大学名誉博士号授賞式・記念講演会(平成20年5月27日GCOE協賛　於さくらホール)、国際遠隔講義(平成21年2月27日：GCOE主催　於工学研究科)を開催し、各々約150名もの学生・研究者らの参加があった。

４．附属量子エネルギー材料科学国際研究センターにおいて、平成20年8月4日～9日の日程で「大洗原子力夏の学校」を開催し、募集定員20名を超える全国9大学22名の学生が参加した。

５．日本学術振興会「アジア研究教育拠点事業」を積極的に推進した。

６．新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託を受け「NEDOプロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開/金属ガラスNEDO特別講座」を設置し、金属ガラス工学分野の多岐にわたるテーマについて講義を行い、幅広い視野に立った人材の育成を目指し准教授1名、助教1名を置いた。

７．全学教育については、平成20年度基礎ゼミ5コマ、物理学2コマを担当した。

特筆すべき研究活動

１．Essential Citation Indicators による世界的位置付け

１－１．Field: Materials Science について

2009 年 5 月の Essential Citation Indicators［1999 年 1 月-2009 年 2 月発表論文が対象］によれば、東北大学の材料科学分野の被引用数合計は 36,437 回（論文数 5,541 編）で、68,390 回（12,174 編）の Chinese Acad. Sci.、45,447 回(3,309 編)の Max Plank Society に次いで世界第 3 位にランク付けされている。東北大学の材料科学分野全体の Highly Cited Papers（当該分野における被引用数が世界のトップ 1%の論文）は 52 編であるが、そのうち本所教員によるものが 39 編と、その 75%を占めており本所の貢献が甚大であることがわかる。

１－２．Field: Physics について

2009 年 7 月の Essential Citation Indicators［1999 年 1 月-2009 年 4 月発表論文が対象］によれば、東北大学の物理学分野の被引用数合計は 115,713 回（論文数 10,373 編）で世界第 10 位にランク付けされている（国内だと東京大学に次ぐ第 2 位）。東北大学の物理学分野の Highly Cited Papers は 167 編であるが、そのうち本所教員によるものが 42 編と、その 4 分の 1 強を占めており、本学の物理学分野に対する本所の貢献は特筆に値する。

上記の Citation の状況は、本所において、材料科学分野のみならず物理学分野においても世界最

先端の研究がなされている事を明らかにするものであり、「材料科学に関する学理の探求と応用の研究」を組織目標に掲げている本所として、「基礎」と「応用」を車の両輪として研究活動が推進されていることの、確かな証拠である。

２．特筆すべき研究成果

(1)金属物性論研究部門：電気・磁気変換の新原理「スピン起電力」の実現に成功

「スピン起電力」の実現は、電磁気学の基本法則を約 180 年ぶりに拡張するもので、このスピン起電力により従来技術の 1000 倍となる極めて大きな磁気抵抗効果を実現し、これにより磁気エネルギーから電気エネルギーへの効率的な変換が可能になり、新しいタイプの電池「スピン電池」や超高感度磁気センサーとしての応用が期待される。

(2)水素機能材料工学研究部門
：室温でリチウム高速イオン伝導を示す水素化物の合成に成功

高密度水素貯蔵材料として注目されているリチウムを含む（錯体）水素化物への化学修飾によって、室温でリチウム高速イオン伝導を示す水素化物を合成することに成功。広く民生・産業利用されているリチウムイオン二次電池の安全性やエネルギー密度を高めるための新たな固体電解質の開発などへの幅広い展開が期待される。

(3)低温物理学研究部門：エックス線照射で有機物絶縁体の金属化に成功

エックス線を有機物絶縁体にあてるという簡単な手法により、電気が流れない絶縁体を、電気を流すことが出来る金属に変化させることに成功し、さらに、この変化を赤外光反射スペクトルの変化として観測してその機構を明らかにした。今回の発見は、有機物の中をどのように電気が流れるかを解明する基礎的な研究を進展させただけではなく、有機半導体エレクトロニクスの発展にも寄与するものである。

(4)超構造薄膜化学/低温電子物性学/低温物質科学実験室
：電界効果で絶縁体を超伝導にすることに成功

「電界効果による絶縁体の超伝導化」は、これまでの 50 年間試みられ全て失敗に終わってきた試み、電気を全く通さない絶縁体に電界を印可して超伝導状態へとスイッチすることに世界で初めて成功し、この手法は新しい超伝導体の探索への応用が期待される。

(5)大阪センター（正橋Ｇ）
：光触媒活性、親水性、吸水性に優れた高機能ルチル型二酸化チタン製造に成功

従来の二酸化チタンに比べ高い光触媒特性(酸化分解性)を示し、作製コストも安価なため、半導体洗浄水・回収水の浄化や、井戸水・工業用水・海水などの殺菌・浄化を目的とした水質浄化装置、メガネのフレームや医療器具の抗菌化等への実用化が期待される。高機能の環境浄化材料の開発により、安全で安心な生活環境の確立に貢献できる。

(6)結晶物理学研究部門：単色化 X 線の精密点集光を可能にする分光・集光結晶の作製に成功

半導体単結晶の結晶格子面を、当研究室が独自開発した高温塑性加工法を用いて、任意の曲率に

精密制御することに成功した。これを用いて、X線の一点集光が可能なJohansson型モノクロメータ結晶を作製し、2-3桁強力なX線が得られることを実証した。さらに、多元素を含む試料から放出される蛍光X線を波長ごとに検出器面上の異なる位置に同時集光可能な分光結晶を開発し、多元素の同時分析に成功し、走査時間を不要にした。

(7) 磁気物理学研究部門：超強磁場X線MCDにおける世界記録を大幅に更新

元素、軌道選択の磁化測定が可能なX線MCD分光において従来の最高磁場の約4倍の40テスラの世界記録を樹立した。この超強磁場XMCDにより、従来は強磁性体に応用が限られていた同手法を、様々な磁性体へ応用することが可能なった。今後、磁性材料の開発において強力なツールとなることが期待される。

(8)量子表面界面科学研究部門
：新型光電子分光顕微鏡による電子物性の微小領域観察に成功

米国IBM社と共同で、新しい動作原理に基づく高効率な光電子分光顕微鏡を用いた電子物性のナノスケール観察に世界で初めて成功した。この手法によりナノ材料における超伝導、磁性、光学応答など幅広い電子物性の高効率直接観察が可能となり、物性探索・制御への応用が期待される。

(9)計算材料学研究部門：炭素のＫ４対称性新結晶を理論的に予言

炭素結晶には、従来からダイヤモンドとグラファイトの２種類があることが常識であった。砂田教授のグラフ理論によるＫ４対称性を持つ新結晶予言に従い、本所のスーパーコンピューターを活用したシミュレーション計算により、Ｋ４型の炭素結晶がエネルギー的に安定であることを確認した。振動モード解析により不安定なことが分かり、安定化の方策と各種物性探索がなされている。

(10)材料照射工学研究部門：シリコン－酸化膜の界面へのドーパントの偏析を観測

原子力材料解析で威力を発揮してきたレーザー３次元アトムプローブ法をシリコンデバイス構造中のドーパント分布解析に適用。シリコン－酸化膜界面へのドーパント偏析を原子レベル分解能で解明。デバイスの微細化で問題になる特性ばらつきの原因解明に道を開いた。

(11)原子力材料工学研究部門
：原子炉実用鋼A533Bにおける格子間原子集合体の一次元運動過程の実験的検証

複雑な組成をもつ原子炉構造材料においても、電子照射により形成された格子間原子集合体が高速に一次元拡散することを実験的に初めて確認した。この結果は高エネルギー粒子照射下における損傷組織の発達機構の解明に大きく寄与するものである。

(12)電子材料物性学研究部門
：加圧型有機金属気相成長装置の開発と窒化インジウムの二次元成長に成功

青色発光ダイオードで知られている窒化物半導体のうち、ミステリアスな材料とされていた窒化インジウムの高品質薄膜成長のために、加圧下で成長できる有機金属気相成長装置を開発した。本装置を用いて、従来の三次元成長と異なり、二次元成長に成功した。この技術は、窒化物半導体の高品質薄膜成長を可能にする。

(13)生体材料学研究部門：医療用ポリマーを充填した生体用多孔質チタンを開発

従来の生体用チタン合金に比べて、さらに弾性率を低下させ、骨と同等の力学的特性を持たせたチタン系材料を開発した。多孔質チタンは、気孔の導入による著しい強度低下が問題となるが、同材料では気孔部分に医療用ポリマーを充填することにより強度低下を軽減している。将来的には、この充填技術を応用することにより生体機能の付与も可能になると考えられる。

(14)結晶材料化学研究部門：タンパク質リゾチーム結晶の核形成頻度の完全制御に成功

タンパク質結晶は、その大きな分子量、周囲が水で囲まれているなどの理由から核形成の制御が困難であった。溶液の撹拌やレーザー照射などの従来法では、核形成の抑制または促進の一方向にしか制御ができない。我々は、タンパク質結晶と溶液の誘電率の周波数分散に注目し、適切な周波数の静電場を印加することでタンパク質リゾチーム結晶の核形成の抑制および促進を自由に操作することに成功した。

(15)分析科学研究部門：元素識別型X線分析法による合金元素の析出過程の追跡に成功

銅合金内に形成されるナノ析出物について、その要素元素（Ni，Fe）の原子レベルでの挙動をＸ線吸収端微細構造解析およびＸ線異常小角散乱法から解析することに成功した。本手法を多様な合金材料に展開することで、複雑化する合金系におけるナノ析出物成長に関する詳細な理解と個々の元素の役割を解明することが期待される。

(16)先端分析研究部門：収差補正電顕によるナノ粒子内部の原子配列の直接観察に成功

対物レンズの収差補正により、最適結像条件がガウシアンフォーカス近傍となり、フレネル縞や格子の浸み出し(contrast delocalization)の無い究極の高分解能像観察が可能となった。この手法を用いて強磁性ナノ粒子の原子レベルでの構造を決定し、顕著な格子歪の存在と規則構造の粒径依存性を明らかにした。

(17)金属ガラス総合研究センター
：ナノ界面/構造を制御したカーボンナノチューブ複合セラミックスの強度・靭性特性の向上に成功

ナノ寸法を有するカーボンナノチューブ表面にナノ欠陥を導入する新規な手法を提案し、さらにはセラミックス合成に前駆体法を利用した実用的な複合材料合成プロセスを用いることにより、セラミックス複合体の強度および靭性特性を大幅に向上させることに成功した。セラミックス構造材料の性能や適用範囲の壁をブレークスルーする可能性を示し、さらには当該研究分野を工業材料レベルの実用展開へと導くことができた。

(18)金属ガラス総合研究センター
：細胞接着性ペプチドの新規固定化法によってチタンの骨形成促進に成功

細胞接着性ペプチドRGDを、末端以外に官能基を持たないPEG分子鎖を介してチタン表面に固定化すると、細胞による石灰化が促進された。あらゆる金属材料の骨形成促進のみならず軟組織接着の向上にも応用できる技術として期待される。

(19)大阪センター（早乙女G）
：高塑性変形能と耐折性，耐食性に優れるNi基金属ガラスの開発に成功

過冷却液体領域での粘性流動を利用したインプリント等の加工が可能であり、曲げによる耐折性にも優れるNi基金属ガラスの開発に成功した。耐食性にも優れることから、金属ガラスの「高強度、しなやかさ」を特徴とした耐環境微細部品への適用が期待される。２件の特許申請を行った。

３．国際研究活動

３－１．ＩＣＣ－ＩＭＲの活動について

平成20年度に設置されたＩＣＣ－ＩＭＲによって実施された国際共同研究は、
・プロジェクト研究(複数年継続可能課題)：５件、８名の海外研究者参加、延滞在日数約80日
・一般研究（短期滞在型種目）：９件、９名の海外研究者参加、延滞在日数約130日
・国際ワークショップ：主催４件(参加人数日本人192名、外国人44名、計236名)、協賛３件
であった。これらの研究活動による成果は、109本の論文に結実している。

３－２．各研究部門の自発的国際研究交流

平成20年度における国際交流状況としては、派遣307名（内１ヶ月を超える滞在は7名）、受入122名（内１ヶ月を超える滞在が16名）と十分活発な研究交流がなされている。

また、学術交流協定機関との交流は、派遣104名（493人日）、受入30名（539人日）と、本所における16年度～19年度の学術交流協定機関との交流実績に照らしてみても十分に高い水準の国際研究交流が行われている。

３－３．研究成果の国際発信

金研ＨＰの英語版を充実させる他、特に優れた研究成果を英語で取り纏めた「Research Highlights」を発行し、海外の500もの研究機関に発信した。この取組は国立大学法人評価委員会の評価で、「優れた取組」としてピックアップされている。

４．大型プロジェクト

総額１億円以上のプロジェクトが平成20年度に3件採択された。
・科学研究費補助金　基盤研究（Ｓ）（日本学術振興会）（代表者：中嶋一雄）
期間：20～22年度　総額：149,110千円　テーマ：「融液中に浮遊させたＳｉ結晶の成長メカニズムの研究と高品質Si多結晶の成長技術開発」
・科学研究費補助金　基盤研究（Ｓ）（日本学術振興会）（代表者：井上明久）
期間：20～24年度　総額：154,580千円　テーマ：「センチメートル級の大型バルク金属ガラスの創製と工業化」
・戦略的創造研究推進事業（ＪＳＴ）（代表者：前川禎通）
期間：20～25年度　総額：129,800千円　テーマ：「スピンエレクトロニクスデバイス機能の創出及び材料設計」

上記に加えて、20年度においては総額１億円以上の研究プロジェクトが18件、推進された。

５．受賞

平成 20 年度においては、日本人３人目となるアメリカ物理学会「マックグラディ新材料賞」を受賞し（井上総長）、また、中国科学院金属研究所「Lee Hsun Lecture Award」（新家教授）を始め、計 37 件の学術賞を受賞した。

特筆すべき社会貢献活動等

１．研究成果の社会還元/実用化

大阪センター正橋教授のグループは民間企業との共同研究により「光触媒活性に優れたルチル型二酸化チタン」の作製に成功した。従来の二酸化チタンに比べ高い光触媒特性(酸化分解性)を示し、作製コストも安価なため、半導体洗浄水・回収水の浄化や、井戸水・工業用水・海水などの殺菌・浄化を目的とした水質浄化装置、メガネのフレームや医療器具の抗菌化等への実用化が期待される。高機能の環境浄化材料の開発により、安全で安心な生活環境の確立に貢献できる。

２．附属研究施設大阪センターの取組み

大阪センターは東北大学と大阪府とが連携し、金属素材産業の活性化と大学シーズの技術移転推進、そして企業人教育を目的に平成18年4月に大阪府堺市に設立された。3年目を迎えた平成20年度は、関西の企業を対象とした多数のビジネスマッチング・フェアへの参加、中小企業からの技術相談や共同研究等による開発支援、さらには「ものづくり基礎講座」や多数な講演会において大学シーズの紹介等を通じて、事業活動を前年よりも飛躍的に促進した。その中でも、「ものづくり基礎講座」では企業技術者・研究者を対象に、実用的に興味深い金属素材や技術について基礎から応用に至るまで幅広く紹介する「技術セミナー」を8回開催し、受講者総数213名を数えた。また、金属ガラスの実用化技術の講義と成形加工等の実習による「技術講習会」も4回開催し、受講者総数108名を数えた。以上のように、関西地域において大阪センターの社会貢献は十分に役割を果たしているといえる。

３．金研夏期講習会の開催

平成20年7月30日～8月1日の日程で、第77回金研夏期講習会を大阪にて開催した。80年近い歴史の中で初めて仙台を離れての開催であったが、大阪府、本所大阪センターと連携し民間企業研究者・技術者40名の多数の参加者を得た。講習会では、本所教授8名が講師となり最先端の研究成果の紹介と、大阪センターおよび大阪府下の中小企業の見学を行った。参加者アンケート集計では、「大学の先端技術・研究成果を学ぶ貴重な機会」の意見に加え、「研究成果の実用化・産業化」「共同研究の実施」を望む意見が寄せられ、研究成果の社会還元への動機付けを担うものとなった。

また、当夏期講習会での受講を契機として民間企業から共同研究の申し入れがあり、昨年度より大阪センター所属教員と民間等共同研究が推進されていることは、特筆すべきことである。

４．みやぎ県民大学学校等開放講座の開催

平成20年6月4日、11日、18日、25日の日程で宮城県からの委託を受け公開講座を開催し、延80名の参加者を得た。「地球にやさしいエネルギーとエコ材料」をテーマに、30代～70代の幅広い世代の受講者層となり、生涯学習の一環、多様な意見の交換の場として機能したといえる。また、受講後アンケートでは受講理由の大半を「興味のあるテーマ」が占め、環境・材料への関心の高さが伺え、「最新の研究成果を資料とともに理解しやすく説明があった。金研に親しみが持てた。」「年に数回開講してほしい。」との意見もあり、大好評であった。

５．本所見学者への対応

本多光太郎初代所長の執務室であった本多記念室、本所の約90年の歴史を紹介する資料展示室を一般公開し見学を受け付けている。

また、専門的な研究部門・施設への企業・教育研究機関からの見学件数は平成20年度13件、70名、総対応23時間となり、うち外国企業・教育研究機関からは8件、31名、総対応18時間（台湾、中国、アメリカ、ドイツ、フィンランド、ロシア）となっている。岩手・北上地区の地域産業活性化協議会、ドイツ企業、フィンランドのプリンテッド・エレクトロニクス関係者、福島県立磐城高等学校の教員生徒など、本所の活動に高い関心を示す企業・教育研究機関に対し本所諸活動の説明および交流の輪を広げることは、有効な社会貢献活動といえる。

６．木工多面体の寄贈活動

平成19年度より、本所川添教授が中心となり、科学教育に寄与するため、木工による基本多面体セットを全国中学校に無料配布する活動を行っている。山口県の木工作家のボランティアによって制作し、制作費用や送料はNPO法人科学教育学際センター（代表：川添教授）から支出している。正多面体の寄贈は、幾何学のみならず、多面体構造が材料の原子構造とも密接に関係していることを学ばせる重要な機会を提供している。

19年度においては秋田・山口・東京・岩手の全ての中学校と東京都の全ての盲学校に木工多面体を無料配布した。20年度は、より広範に全国各地で上記NPOの関係する講演会を行い、啓蒙活動と参加中学校への寄付を行った。また、「多面体木工」に関する書籍を発刊すると共に、中学生にも扱えるニクロム線と発泡スチロールによる工作方法の実践を行った。