



東北大学金属材料研究所

**外部評価の提言への対応**

平成19年(2007年)7月



## 外部評価報告書（第三回）の提言等への対応に当たって

金属材料研究所は、“金属をはじめ、半導体、セラミックス、化合物、有機材料、複合材料などの広範な物質・材料に関する基礎と応用の両面の研究により、真に社会に役立つ新たな材料を創出することによって、文明の発展と人類の幸福に貢献する”といった理念を持ち、材料科学の学理の探求とその応用研究を目指す全国共同利用研究所であります。2006年に、安岡弘志先生を委員長として、大学や企業において高い研究教育業績、管理経験をお持ちの外部の第三者によって、第3回目の外部評価を受けました。これは、第2回目の外部評価から既に6年が経過しており、この機会に外部評価を受け、今後の本所の発展に役立てようとするのは時宜にかなったことと判断したためであります。その評価結果は、すでに外部評価報告書（第三回）として刊行しております。この評価結果を、本所の研究・運営活動にできる限り活かすため、ご指摘頂きました項目の中で、回答を必要とする判断したものを抽出し、所内で十分な議論・検討を行い、本回答書を作成致しました。

平成16年4月の国立大学の法人化以後、本所は国立大学法人東北大学の附置研究所として、法人化の主旨、理念を積極的に取り入れた新たな視点に基づいて第1期（2004～2009年度6年間）の中期目標・中期計画を策定して研究を展開しています。法人化後は、自立性を尊重しつつも、個性豊かで国際競争力のある研究が求められており、本所でも21世紀の人類・社会の発展・継続に貢献できる、材料科学の分野における世界的な中核的研究教育拠点として、その方向を明確に示すための検討・努力を行っております。

今回の外部評価に際して評価委員の先生には、研究所に対しては、これまでの施策の適正さ有効さを検証し、将来の方針に対してご意見をお伺い致したい旨、また、各研究部門に対しては、研究部門の運営方針は適正で十分に研究成果が出ているか、今後の研究方向は適切で十分な研究成果や社会還元が期待できるか、を検証して頂きたい旨をお伝えしました。

外部評価報告書（第三回）では、大変率直で的確なご指摘がなされており、本所の発展のために所員一同がその対応・改善に努めなければならない重要事項です。本所では、外部評価検討委員会と戦略室を中心に、その対策を議論・検討して参りました。本回答書は、外部評価報告書（第三回）に対する、現段階での検討・対策に基づいた、本所および各研究部門、各研究センターの考えをまとめたものであります。

ご多忙にもかかわらず外部評価委員を快くお引き受けくださいました9名の先生方に、あらためまして厚く御礼を申し上げます。

平成19年7月

東北大学金属材料研究所長

中 嶋 一 雄

# 外部評価に対する対応

## 目次

1. 研究所の理念、目的に関する指摘事項	
検討事項1：研究所の理念、目的	5
2. 組織と運営に関する指摘事項	
検討事項2：研究所の組織・運営	6
検討事項3：長期戦略	6
検討事項4：附属施設	7
検討事項5：中期目標・中期計画と重点研究4分野	8
検討事項6：共同利用委員会	9
検討事項7：小部門制と教員人事	10
検討事項8：任期制	10
検討事項9：共同利用・共同研究	12
検討事項10：新棟建設計画	12
検討事項11：共同利用に係る施設・設備	12
3. 研究活動とその戦略に関する指摘事項	
検討事項12：今後の研究活動	14
検討事項13：原子力材料分野	14
検討事項14：環境・エネルギー関連材料分野	15
検討事項15：中性子グループ	15
検討事項16：IFCAM	16
検討事項17：共同利用、共同研究公募	16
検討事項18：ポスト21COEプログラム	17
4. 教育活動、社会貢献に関する指摘事項	
検討事項19：大学院学生の受入れ	18
検討事項20：研究所における教育	18
検討事項21：附属施設における教育	19
検討事項22：社会貢献	19
5. 研究部門、附属施設（センター）等の個別評価に対する対応	
(1) 研究部門、プロジェクトの評価に対する対応	

### 【材料物性研究部】

- ・金属物性論研究部門（前川 禎通 教授） . . . . . 2 1
- ・結晶物理学研究部門（中嶋 一雄 教授） . . . . . 2 1
- ・磁気物理学研究部門（野尻 浩之 教授） . . . . . 2 2
- ・量子表面界面科学研究部門（櫻井 利夫 教授） . . . . . 2 2
- ・低温物理学研究部門（小林 典男 教授） . . . . . 2 2
- ・低温電子物性学研究部門（岩佐 義宏 教授） . . . . . 2 3
- ・放射線金属物理学研究部門（山田 和芳 教授） . . . . . 2 3

### 【材料設計研究部】

- ・結晶欠陥物性学研究部門（米永 一郎 教授） . . . . . 2 4
- ・高純度金属材料学研究部門（古原 忠 教授） . . . . . 2 5
- ・計算材料学研究部門（川添 良幸 教授） . . . . . 2 5
- ・材料照射工学研究部門（長谷川 雅幸 教授） . . . . . 2 7
- ・原子力材料物性学研究部門（四竈 樹男 教授） . . . . . 2 8
- ・原子力材料工学研究部門（松井 秀樹 教授） . . . . . 2 8
- ・電子材料物性学研究部門（八百 隆文 教授（兼）） . . . . . 2 9
- ・先端電子材料学研究部（松岡 隆志 教授） . . . . . 3 0

### 【物質創製研究部】

- ・ランダム構造物質学研究部門（高梨 弘毅 教授（兼）） . . . . . 3 1
- ・生体材料学研究部門（新家 光雄 教授） . . . . . 3 1
- ・超構造薄膜化学研究部門（川崎 雅司 教授） . . . . . 3 2
- ・非平衡物質工学研究部門（井上 明久 教授） . . . . . 3 2
- ・磁性材料学研究部門（高梨 弘毅 教授） . . . . . 3 3
- ・結晶材料化学研究部門（宇田 聡 教授） . . . . . 3 3
- ・特殊耐熱材料学研究部門（折茂 慎一 准教授） . . . . . 3 3

### 【材料プロセス・評価研究部】

- ・複合機能材料学研究部門（後藤 孝 教授） . . . . . 3 4
- ・加工プロセス工学研究部門（長谷川 雅幸 教授（兼）） . . . . . 3 4
- ・放射線金属化学研究部門（塩川 佳伸 教授） . . . . . 3 5
- ・分析科学研究部（我妻 和明 教授） . . . . . 3 5
- ・先端分析研究部（今野 豊彦 教授） . . . . . 3 6

### 寄附研究部門

- ・ナノ金属高温材料学寄附研究部門（安彦 兼次 客員教授） . . . . . 3 7

## プロジェクト

- ・金属ガラス・無機材料接合開発共同研究プロジェクト . . . . . 38  
(東北大金研、東工大応セラ研、阪大接合研の3研究所連携)

### (2) 附属施設（センター）の評価に対する対応

- ・量子エネルギー材料科学国際研究センター . . . . . 38
- ・金属ガラス総合研究センター . . . . . 39
- ・強磁場超伝導材料研究センター . . . . . 39
- ・材料科学国際フロンティアセンター . . . . . 40
- ・大阪センター . . . . . 40
- ・計算材料学センター . . . . . 41

## 参考資料

- 外部評価報告書（平成19年（2007年）1月） . . . . . 43

## 1. 研究所の理念、目的に関する指摘事項

### 検討事項1：研究所の理念、目的を実現するための方策作りは？

所の理念、目的を実現するための方策として、法人化に合わせて中期目標・中期計画を策定した。その中の、研究および教育における重要施策は以下のとおりである。

研究体制については、これまで27研究部門（研究室）を4つの研究部に分類し、それに附属研究センターを加えた組織構成としてきた。それとは直交する形で、法人化時に重点4分野（ナノ構造・組織化制御金属材料、環境・エネルギー関連材料、エレクトロニクス材料、原子力材料）を設定した（検討事項5の回答を参照）。本所は、小部門制を維持して部門の自主性、ボトムアップ的な研究を重視する方針をとっているが、ともすれば、それが単なる材料のデパートに陥ってしまう可能性がないとは言えない。その弊を避けるため、社会のニーズと学会の潮流を勘案した上で、出口イメージを鮮明にした重点4分野を設定し、所全体の研究に対し大きな方向性を与えた。今後は、ボトムアップの視点から出た芽を大切に育てて、将来のセンター化などを見据えたダイナミックな施策を可能にする柔軟な管理運営を行いたい。

一方、材料科学分野の指導的な若手人材を育成することは、世界のCOEとしての本所の重要な任務であると考えている。文科省教育プログラムである21世紀COEに責任部局として参画し、大学院生、ポスドク教育体制を強化するとともに、小部門制から独立した形でのテニユア准教授の育成を奨励する制度改革も実施した。

## 2. 組織と運営に関する指摘事項

**検討事項2：現運営組織のもとで、組織改革の目的の一つであった一般研究者の負担軽減が実現できたか？出来ていなければそのためにどのような方策を考えるか？教授会の位置付けの明確化が必要では？**

研究者の管理運営の負担軽減のために行われた所内組織改革は、残念ながら、必ずしも軌道に乗っているとは言えない。法人化と大学大競争時代の幕開けで、最適解が見つからないまま、個別の案件に誠意を持って対応しているため、部局および研究者個人の負担が大幅に増加していることが理由の1つである。部局間、部局内での競争にさらされる中で、多くの評価に対応しなければならない。そのための施策として、本学で構築された大学情報データベースを最大限活用して、評価手続きにおける各個人の負担を最小化する取組みを行っている。また、教授会の時間短縮化および周辺委員会の簡素化を目的とし、運営会議を設置した。研究所の最高意志決定機関である教授会と運営会議の役割分担や位置付けは、研究所の規程に明確に記載されており、その主旨にのっとり教授会と運営会議は運営されている。また、戦略室と研究企画室との役割分担などを再度整理して構成員全員、特に新任の構成員に周知させる必要がある。また個々の会議の機能を最大化させるための問題点の整理を運営会議で行っていく。

**検討事項3：研究所の10年～20年間の成功に向けた長期戦略をベースとして、ピークをなす研究集団と材料科学の底辺を支える研究集団をバランスよく共存させるための、人事と予算配分を決定していく執行部の戦略は？その際の研究企画室と戦略室の役割を明確化すべし。**

所の執行部には、バランス感覚と見通しをもった上での決断力が求められている。本所の特徴は、トップを走る研究集団としての先端的・革新的研究を行う研究群と材料科学の底辺を支える基盤材料の研究群の2つの研究集団から構成されていることである。この2つの研究集団により、国際社会や学会へ先端的研究成果のアピールを高いレベルで行えると同時に、材料科学のベースを支える研究を行うことにより本所の存在意義を常に的確に社会や産業界に示すことができる。長期戦略として、この2つの研究集団を保持することを基本にし、10年～20年後の社会を見据えて、また意識して研究を行うことにより、研究所の取るべき方向が次第に明確に見えてくると考える。緩やかに方向性を示す方策をとる理由は、研究所の研究といえども、あくまで研究者個人の着想、知恵、創造によっていることを基本として考えねばならないからである。この2つの研究集団に配置する人員（数、性格など）、予算やそ

れぞれを構成する研究部門の研究性格の決定は、研究所の将来を左右する重要事項である。時には、バランスを崩してもどちらかの研究集団を強化する戦略に出るなど、長期的視野に立ちまた研究の動向を睨み、臨機応変に対処することが必要であり、目指す方向に対する理解を常から求める努力をして行く必要がある。この際、共同研究や材料の底辺を支える基盤研究の部分には、執行部の明確なビジョンのもとに、時代のトレンドに左右されない最低限の手当をする必要がある。

新体制は、法人化による大学運営の急変が一段落し、本当の意味での長期戦略を立てるミッションを担っている。それに関して研究企画室と戦略室の役割は大きく、両者は役割分担を明確にしつつ、緊密な連携のもとにそのミッションに応える必要がある。長期的戦略は戦略室を中心に作成されるが、それが抽象的戦略に留まっていたら、絵に描いた餅にすぎない。それを現実の金研の行動計画にどのように移していくかは、戦略室と研究企画室が連携をとって考える必要がある。例えば、金研の将来10年間にわたる、研究プロジェクト構想およびそれらの順位付けは戦略室が基本案を考えるが、実行に際しての具体的計画や、所長リーダーシップ経費によるそのプロジェクトの育成準備などは、研究企画室が中心となって企画提案する。また、金研の各部門やセンターが、個々に申請するプロジェクトの情報を研究企画室はあらかじめ把握し、金研としてのサポートが可能かどうかを判断し、実行する必要がある。しかし現状では、研究企画室は、もっと日常的業務に関することで一杯の感があり、この点は研究企画室の一部組織換えを含めて検討する必要がある。

#### **検討事項4：附属施設・センターの、研究部門や金研の長期計画との関係を明確にすべき。**

前体制下で、従来の附属施設・センターに加えて、3つのセンターが新しくスタートし、金研の活性化に大きな役割を果たした。しかし、これらのセンターに本所の研究部門のすべてが積極的に関与している訳ではないのが現状である。重点4分野の縦糸を通しては各研究部門がこれらセンターとつながっているが、現実的な研究面でもっと密接な関係が持てるような仕組みを考える必要がある。さらに外部評価報告書にも書かれているが、金研の得意パターンの成功例として、金属ガラスの創製から、新特性把握、解析評価、特性応用に至るまでの連携と集中の体制があげられる。研究分野毎に、この得意パターンをとり得る次の発展性のあるシーズを見つけ出し、育てあげる効果的施策を重点的に実施する。

また、時限付きセンターの時限後の取り扱いが、数年後の大きな懸案事項の1つである。時限後に優秀な人材とハードを、本所固有の組織、人員、設備にうまく取り組み、接続させられるか早急な検討が必要である。また今後のセンター新設は、このような時限後に生じるであろう問題に対する方策、本所全体の資源配分などを

検討して取組むことが必要になる。

**検討事項5：どの研究部門が4つの研究分野（ナノ構造・組織化制御金属材料、環境・エネルギー関連材料、エレクトロニクス材料、原子力材料）のどの分野を担当するかを明確にすべき。研究部-研究部門制度は時代の変遷や中期計画の変更によって変えていくのか。**

平成16年の法人化による中期目標・中期計画の策定時に、研究活動の出口イメージを明確にするために各部門を4つの研究分野に分類した。各教員が、ナノ組織・特殊構造化制御金属材料、環境・エネルギー関連材料、エレクトロニクス材料、原子力材料のどの研究分野に属しているかの意識を再度明確にした。一方で、全国共同利用型研究所への改組時（昭和62年）に、部門を大まかに4つの研究部（材料物性、材料設計、物質創製、材料プロセス・評価）にくくった分類が現在でも用いられている。これらの組織は概算要求事項であり、法人化以前は各部門名とともに容易に変更できなかったが、最近では情勢が変わっており変更が可能である。しかし、4つの研究部名は、出口イメージよりはむしろ、物質・材料研究の考え方や手法の軸足で分類されており、一定の存在意義がある。従って、図（次ページ）に示すように、4つの研究分野と4つの研究部にセンターを加え、それぞれ横軸と縦軸にしたマトリックス状に整理した。今後の研究活動において、各部門の独自性と研究所全体のバランスを明確に意識して活動していきたい。また、これらの分類は、教授人事や時代の要請、研究所を取り巻く環境などにより、必要に応じて柔軟に変化すべきであると認識している。

分野 研究部・センター	ナノ構造・組織化制御 金属材料	環境・エネルギー 関連材料	エレクトロニクス材料	原子力材料
材料物性研究部	量子界面化学 標井研究室	結晶物理学 中嶋研究室	金属物性論 前川研究室 低歪物理学 小林研究室 放射線金属物理学 山田研究室 結晶物理学 野尻研究室 低歪電子物性学 岩佐研究室	
材料設計研究部	高純度金属材料 古原研究室 計算材料学 川添研究室	材料欠陥物理学 米永研究室	電子材料物性学 八百研究室 先端電子材料学 松岡研究室	材料照射工学 旧・長谷川研究室 原子力材料物性学 四道研究室 原子力材料工学 旧・松井研究室
物質創製研究部	ランダム構造物質学 杉山研究室 生体材料学 新塚研究室 非平衡物質工学 旧・井上研究室	特殊耐熱材料学 折原研究室	組織造形工学 川崎研究室 磁性材料学 高梨研究室 結晶材料化学 幸田研究室	
材料・プロセス評価 研究部	複合機能材料学 後藤研究室 加工プロセス工学 千葉研究室 先端分析 今野研究室	分析化学 委妻研究室		放射線金属化学 塩川研究室
センター	金属ナノ融合研究センター 牧野研究室 材料科学国際センター 廣研究室 国際研究推進大塚センター 正橋・早乙女研究室	液態場超伝導材料研究センター 渡辺研究室		量子エレクトロニクス材料科学国際研究センター

**検討事項 6：共同利用委員会が金研の共同利用、共同研究に対し一層のリーダーシップを発揮するように改善すべき。**

共同利用委員会に先立ち、所内委員により現状の分析と問題点の是正方向を議論して、共同利用委員会ではコンパクトに整理した議論を行ってきた。最近では、法人化を境に採択率の是正（100%から 85-90%へ）、ワークショップ課題・研究会課題を重点領域課題に統合し資金活用の柔軟化を実施、若手研究者の自由な発想に基づく研究を支援する若手萌芽領域の新設、重点課題の成果報告ヒアリングや申請書への前年成果の明記による審査の厳格化などを実施してきた。

**検討事項 7：小部門制が閉鎖的人事による研究力の萎縮を生まないような方策は？  
人事に外部研究者を参画させるなど、人事の透明性を確保すると共に研究所が自閉的にならないような方策は？**

小部門制においても人事の透明性は重要であり、人事選考に何らかの形で外部研究者の意見を取り入れる必要がある。特に教授人事は、研究所の将来計画とも強くリンクしており、多くの外部研究者の様々な立場からの意見を考慮すべきである。現状の教授人事でも、外部研究者からの意見書を広く集めているが、さらに踏み込んで外部委員を人事選考委員会に入れるかどうかを、今後所内で検討をスタートさせる。ただし外部の意見を取り入れることで、人事選考で最も重要な、将来戦略にのっとった所の主体性が曖昧になってはならない。特に小部門制下での准教授、助教人事においては、機械的に外部研究者に人事選考委員として参画してもらうことは、必ずしも必要でないを考える。公募により、所内の人事選考委員会が、当該部門にとっての最適者を選考できなければ小部門制をとっている意味がない。研究力が小部門制において萎縮しているかどうかの見極めは難しいが、その部門の教授の研究力に大きく左右されることは、小部門制では多いにあり得る。その意味でも教授選考、あるいはそれに先立つ部門性格決定が最重要項目と考えている。部門性格決定委員会に外部研究者の意見を広く取り入れる仕組みは検討に値する。

**検討事項 8：任期制の導入によって研究所としての研究活動がどのように活性化されたか？また、研究者個人にとって任期とは何だったのか、さらに、腰をすえた研究がやりやすくなったのか等、精査検証する必要がある。**

任期制導入以前から、金研では小部門制で人事を運用し、准教授や助教は金研で良い仕事をして外部機関に転出する意識が文化として根付いており、全体的には研究スタイルに大きな変化が出たとは認識していない。任期制以前に採用した職員の中には、ある年齢を超えてからは、昇進や転出を意識せずに定年まで自分の研究スタイルを守って金研で活動するケースもあったが、任期制以降に採用した職員にはこのスタイルが許されなくなった。これは、任期制施策の最大の目的であり、評価委員が指摘した腰のすわった研究の阻害には当てはまらぬと考える。表（次ページ）に任期制前後の 6 年間の人事異動状況をまとめるが、転出数や内部昇進率に大きな変動はない。今年（平成 19 年）度末に任期付き助教が、また、平成 22 年度末に任期制付き准教授や教授の任期満了となるが、所と所員にとって被害を最小限に、パフォーマンスを最大限に最適化するため、独自の評価システムや所長面談活動などを平成 13 年の任期制直後から行っている。したがって、研究者個人にとっての任期制の意義を精査するのは、この時期を待ちたい。

転出・転入者数の推移

(任期制前5年間と任期制後5年間)

	教授		助教授		講師		助手		合計	
	転出	転入	転出	転入	転出	転入	転出	転入	転出	転入
平成7年度	2	0	5	7 (4)	0	1 (1)	16 (5)	14	23 (5)	22 (5)
平成8年度	1	3 (2)	6 (2)	4 (4)	0	0	13 (4)	12	20 (6)	19 (6)
平成9年度	3	2 (1)	7 (1)	6 (4)	1 (1)	2 (2)	16 (5)	10	27 (7)	20 (7)
平成10年度	4	2 (1)	8 (1)	3 (3)	1	0	13 (3)	18	26 (4)	23 (4)
平成11年度	2	2	5	10 (7)	0	0	17 (7)	13	24 (7)	25 (7)
平成12年度	2	3 (2)	9 (2)	4 (3)	2 (1)	0	19 (2)	14	32 (5)	21 (5)
平成13年度	2	4 (2)	5 (2)	7 (6)	3 (1)	3 (2)	18 (7)	9	28 (10)	23 (10)
平成14年度	3	0	1	5 (3)	1	0	11 (3)	12	16 (3)	17 (3)
平成15年度	2	6 (1)	9 (1)	9 (6)	0	0	18 (6)	10	29 (7)	25 (7)
平成16年度	3	2	3	3 (1)	0	1 (1)	16 (2)	10	22 (2)	16 (2)
平成17年度	2	4	3	6 (3)	0	0	8 (3)	11	13 (3)	21 (3)
平成18年度	4	5 (2)	6 (2)	6 (3)	1	1	14 (3)	13	25 (5)	25 (5)

※ ( )の数字は、所内昇任者で内数。

研究目的の設定、実施内容、成果とそのインパクトなどが優れているか問題があるか、研究スタイルの腰がすわっているか、あるいは流行に飛びついていたり、マンネリ化していないか、併せて行われた研究部門の評価結果をケーススタディーとして精査した。この結果、任期の有無よりも、研究者個人の取り組み方や能力が色濃く反映されていると判断できる。むしろ、応用を意識した目標達成度や、国策としての戦略目標に採択や評価の重きを置く研究費システム、助教より短任期であるポスドクシステムの拡張などが、任期制自身よりも強い境界条件となっている。このことが、見える成果を挙げないままに長期間にわたり萌芽的シーズ探索や装置・プロセス開発に潜行できる研究の遂行を困難にしているかもしれない。しかし、そのような環境を理解した上で、長期的な研究と集中的に成果を得やすい研究の双方が所内で活発に展開されるよう、評価面での配慮が必要となる。特に、物心両面で任期付き若手職員を支える姿勢が極めて重要になっていると認識している。小部門制と並立に、優秀な准教授にテニュアを付与するシステムも制度化しており、腰のすわった研究への一つの布石としたい。

### **検討事項 9：共同利用・共同研究組織やプロジェクトとインハウスの先端研究とのバランスをどのようにとろうとしているか。**

これも、本所の運営方針の根幹に関わる問題で、今後の検討課題の重要項目の 1 つである。共同利用研究所として、すでに大型設備の更新が難しい状態がこれまで続いており、今後はますますその傾向は強まると考えられる。このため、本所の全国共同利用研究を、大型設備の共同利用を特徴とする体制から、本所で研究し生み出した先端的な独創的材料を中心とした共同利用研究に転換する必要がある。また、本所には時代の先端を走る基礎研究グループと、国策にも深く関わる基幹研究グループがあり、さらには大阪センターのような産業界との連携、IFCAM のような世界との架け橋となりうる仕掛けがすでにある。このような多くの自由度を持つ研究所は世界的にも珍しい。外部評価報告書にも書かれているが、世界的視野で材料科学の次のブレークスルーは何かを探索し、インパクトの大きい特色ある次のテーマを発掘し、その国際的ネットワークを構築することを世界が金研に期待している。本所のこのような特徴を生かし、世界の研究者や企業を相手にした新しい共同研究を模索していく必要がある。

### **検討事項 10：金研の建物、研究面積についての分析。新棟建設の計画が進んでいるようであるが早急な予算措置と実現のための方策は？**

新棟建設の計画は順調に進行しており、必要予算の確保の努力はしてきた。本年度内着工、2008 年度秋に完成の予定である。新棟は、全学の国際高等研究教育機構および新規研究プロジェクトと関連して、全学の共通施設であることから、本所が使用できる正確な面積の詳細は確定していない。本所では各研究室の配当基準面積が少なく、研究面積の狭隘化が表面化しつつある。新棟建設により、本所が使用できる面積も大幅に増やすことができるため、狭隘化の問題はかなり解消できると期待している。

### **検討事項 11：金研が共同利用研究所として機能を高め多くの期待に応えるためには、現有の老朽化装置の更新や高度化が不可欠であり、そのための年次計画策定と予算獲得の方策は？**

金研の共同利用の活動は、全研究室が関与している研究部共同利用と、各共同利用施設・センターによる共同利用の 2 つに分けて考える必要がある。研究部共同利

用については、2005年度以降、先進材料科学共同研究拠点形成事業（概算要求事項）として認められ、研究予算が大幅に増額された。これらの研究資金を有効に活用することにより各研究室の共同利用に供する装置の高度化・更新には対処できるものと期待される。共同利用施設・センターについては、各センターの担当者がより具体的に回答すべき課題であるが、全体的な問題として、量子エネルギー材料科学国際研究センターは国全体の施策との関係、強磁場超伝導材料研究センターはつくばの物質・材料研究機構における強磁場施設の連携など、大型研究施設のあり方について、今後、総合的に検討する必要がある。また、これらの共同利用施設については、大学全体として概算要求項目の上位になるよう、今後とも積極的に働きかける必要がある。本年度も、金研の新規概算要求事項として、「強磁場を用いた新機能材料開発の研究拠点形成」を提示した。金属ガラス総合研究センターは、量子エネルギー材料科学国際研究センターや強磁場超伝導材料研究センターと異なり、特殊大型装置は現有せず、いずれも中小型装置のみであることから、逐次的な装置の更新・高度化が可能である。金属ガラス・無機材料接合開発共同研究プロジェクトとの連携や外部研究資金の積極的な申請により、装置の維持・更新・高度化に努める。

### 3. 研究活動とその戦略に関する指摘事項

**検討事項 1 2 :** 中期計画期間での 4 分野と、現在の組織形成の論理との遊離はないのか？部門内に中期目標達成の意欲がいまひとつ感じられないことや、分野内の研究部門間の連携が十分とられていないのが現時点での問題であろう。4 分野（(1) ナノ構造・組織化制御金属材料、(2) 環境・エネルギー関連材料、(3) エレクトロニクス材料、(4) 原子力材料）を強力に推進するための組織論とスタラテジーは？特にそれぞれの分野を引っ張っていくオピニオンリーダをどのように生み出そうとするか？

4 分野は総合科学技術会議で定義された重点分野と良く対応しており、物質・材料科学技術研究がカバーすべき領域の重要な部分集合となっている。これまで、21 世紀 COE、グローバル COE、世界拠点（トップ 5）、各種概算要求事項などの準備等で、各分野内で所員が活発に議論を繰り返し、分野内における共同研究を通して新しい研究領域を開拓する努力を行っている。その中で、各分野を引っ張り、外から見えるオピニオンリーダーを金研内に育成する重要性が認識され、所員の研究活動状況から自然とリーダー候補が涵養されつつある。このような環境から、時間がまだ必要ではあるが、金属ガラスに続く次のフラッグが何であるかが明確化していくものと考えている。金研では、小部門制の下に所員各人が自由な発想で研究活動を展開し、研究の発展や応用への展開など必要に応じてセンターを設立・活用して重点的な研究を行う組織運営を行ってきており、今後もその組織論を維持する。競争的研究資金や特別教育研究経費などの提案時に、小部門間の組織的な共同研究を積極的にプロモートすることも視野に入れている。

**検討事項 1 3 :** 量子エネルギー材料科学国際研究センターの見直しが急務である。JMTR 運転の当面の継続が決められた現在（我が国における材料試験用原子炉の役割と JMTR のあり方等に関する検討報告書、平成 18 年 3 月）松井、長谷川教授の後任人事も含めセンターの原子力分野への役割、アクチノイド科学に対する取り組みを明確にして組織の再構築が必要である。大洗の放射線管理施設は材料照射研究やアクチノイド物性研究の国際的研究拠点として整備拡充が必要である。原子力材料分野活性化の早急な対策は？

原子力関連分野の研究は国の施策に左右されやすい傾向があり、その傾向の影響の長年の蓄積が、研究の多様化、細分化を通して研究全体の見通しを阻害していることは否定できない。原子力関連としては大洗地区（量子エネルギー材料科学国際研究センター：大洗センター）と仙台地区（アルファ放射体実験室）の 2 地区に別

れた研究が、4 研究部門と 1 センターの協力の下で進められている。大洗地区と仙台地区の関係のあり方、4 部門とセンターとの関係のあり方についての見直しが急務であり、これを通して研究資源の効率化を進め、長期的な視点に立つ基礎研究を尊重しつつ、短中期的には集中型の研究体制を構築することが当面の目標である。

原子力関連部門人事については性格決定に基づきすみやかに後任人事を進める。量子エネルギー材料科学国際研究センター（大洗センター）については設立後 35 年を経て研究活動分野が広範に広がりすぎており、原子炉高度利用、放射化試料ナノ構造解析、アクチノイド物性の 3 研究分野に特化した人員配置、予算措置を進める。また、JMTR 休止期間を前向きに利用し、BR-2 利用などを通じた国際化の基礎を築くと同時に、照射費の有効活用により老朽化設備の一部を更新し、高度材料研究に対応する。全国に広がる関連研究コミュニティを有機的に結びつけた、資金を含む研究支援体制の構築は長期的な基礎研究推進のための今後の課題である。

**検討事項 14：重点 4 分野の中の環境・エネルギー関連材料に対応できる研究部門は、結晶物理学研究部門（中嶋教授）と特殊耐熱材料学研究部門（実際は水素貯蔵材料研究）（折茂助教授）に限られており、誠に不十分な研究体制になっている。環境・エネルギー関連材料分野の強化策は？**

現在のこの分野の活動は、中嶋研究室と折茂研究室の高いアクティビティに強く依存しているのは事実である。中嶋教授が定年まで 3 年なので、この分野の強化策は急務である。高いアクティビティの人材を育て、確保する必要がある。また、分野全体としてのアクティビティを高めるために、分野内での連携や共同研究が必要だが、参画している研究部門やセンターの数が少ない割に、個々の研究部門の専門性が強いことが、分野内での連携や共同研究が、例えばエレクトロニクス材料分野などと比較して、まだまだ不十分となっている理由として考えられる。今後、教授の退職に伴う部門性格決定の機会などを利用し、この分野の再編成について、4 分野全体の人員配置を俯瞰して戦略的に議論し、実行していく予定である。

**検討事項 15：部門が維持管理し、共同利用に供する大型装置の維持管理、高度化についてその予算的、人的資源の手当てを行う必要がある。特に、中性子回折・散乱装置は 1 研究部門の管理枠を超えており、早急の処置が必要である。日本原子力研究開発機構の研究用原子炉 JRR-3 に設置されている 2 台の中性子回折、散乱装置について、附属センター化、あるいは、東海地区に専属の中性子散乱実験室を整備することなどもふくめて、どのような抜本的対策をとるのか？**

中性子グループ（放射線金属物理学研究部門）が抱える問題は、日本の中性子研究、および大学共同利用に関係する部分以外に、金研が現在抱えている問題点とも直接、間接的に関わっている（この部門が抱えている具体的問題点は、部門からの回答で述べてある）。この両側面から中性子グループの問題を考える必要があり、本所および大学全体としてこの問題にどのように取り組むべきか働きかけをしたい。また、中性子グループのセンター並みの実績を持つ共同研究の部分に関しても、具体的な対策を検討していく。

また、これをきっかけに中性子の共同研究も、従来の大学共同研究の枠組みにとらわれることなく、金研としての特徴を生かした、新しい共同研究を模索したい。例えば、大阪センターとの連携や、イノベーション創出事業を介しての産業界との共同利用、あるいはJ-PARCに東北大学の装置を設置して、世界との共同利用研究を行なうなど新しい路線はさまざまある。

#### **検討事項 16：IFCAM が設置したフォーラムの成果やそれと金研との関わりは？世界中に点在する IFCAM の海外“リエゾンオフィス”の機能と組織の実態は？**

IFCAM が設置したフォーラムは、これからの時代を先取りする研究テーマのシーズをにらんでおり、CREST などの分野設定などで活かされている。IFCAM の海外リエゾンオフィスは、現状では予算措置がないため、所内の対応教員の個人的な努力で機能を維持している。それにもかかわらず、外国人客員教授の招へいや共同研究の多くは海外リエゾンオフィスによるところが大である。今後、IFCAM は大学の海外戦略の 1 つとして活動を広げることから、海外リエゾンオフィスの重要性がむしろ大きくなると期待される。

#### **検討事項 17：共同利用、共同研究の公募様式にもう一段の透明さが必要では？申請時の所員の了解は必要か？**

金研では、元来「金研発信の共同研究」に重点を置いており、その姿勢が共同研究の申請前にそれを受け入れる所員の了解を取るという手続きに現れている。これは、必ずしも斬新な課題提案を排除するものではなく、透明さが無いという批判は当たらないと考える。しかし、金研の共同利用が閉鎖的であるという誤解を与えないために、外に向かってより開かれた形にし、外部評価報告書にもあるように所員の知らない未知の分野をより積極的に取り込む姿勢を示す意味で、今後は申請前に所員の了解を取るという手続きを見直す方向で検討したい。しかし、そうした場合にも、最終的な受入の可否については現実の技術上の問題も関係してくるので、受

け入れる所員と採択委員会でよく検討して判断したい。

### **検討事項 18 : ポスト 21 世紀 COE プロジェクトの取り組みは？**

金研が中核となり、2002 年度から 21 世紀 COE プログラムを 5 か年にわたり行い、多くの学生、若手研究者を育成するとともに、多大な研究成果をあげてきた。新たに、2007 年度から発足のグローバル COE プログラムの募集があり、金研が中心部局となって申請を行い、採択が決定した。金研からは 12 名の教員が事業推進担当者として参画し、工学研究科、理学研究科、多元物質科学研究所、未来科学技術共同研究センターの教員とともに、東北大学材料関係部局が一体となって、本プログラムを推進する。

#### 4. 教育活動、社会貢献に関する指摘事項

**検討事項 19：大学院生の受け入れ数の増加に一工夫が必要。特に、理学系学生数を増やして工学系の学生数とのアンバランスを早急に解消する必要がある。**

この問題の基本的側面は、大学、あるいは研究科の大学、大学院教育に対する考え方にある。大学院、特に後期課程の充足率をあげるには、より多くの学部4年生を研究所に配属させることが重要であるという認識を持つか否かで状況は大きく変わる。3年前までは、理学研究科に属する金研の金属物理学大講座6研究室全体で、2、3名程度の4年生配属しか認められていなかった。つまり4年進級時に金研の研究室配属を希望しても、その希望がかなわないことが生じていた。そのような状況が長く続くと、学生が自己規制をかけてしまい、2年前からは、研究所からの申し入れにより、配属数枠が若干増えたが、金研の研究室配属を希望する学生数自体が3名程度という状況が定常化している。統計的には、4年生で配属された場合には、大学院前期課程もその研究室に残り、大学院前期課程から配属された場合より、後期課程に進学する割合が大きい。従って、4年生の金研研究室配属をいかに増やすかということが、問題を解決していく現実的な大きな課題の1つである。学部の授業を研究所が受け持ったり（現実はこの授業数も研究所では極端に少ない）、理学系のみならず、研究所全体としての独自の宣伝活動を行うことで、4年時にもっと多くの学生が研究所配属を希望するような仕掛けが必要である。

外国からの学生を受入れることも、短期的充足率の上昇には役立つが、日本の研究基盤を支える人材育成には、国内の後期課程学生数を増やすことがもっとも重要である。

**検討事項 20：教育に関して、学部にはバランスの取れた教育の良さがあるが、金研には「挑戦する姿勢」重視のユニークさと貴重さがある。産業界もそれを強く期待している。「挑戦する姿勢」を全面に出した金研らしい教育を実施する方策は？**

金研は材料科学の世界の研究の中心として、多くの海外からの研究者を受け入れ、共同研究を行っている。また、IFCAM を中心として、国際ワークショップや国際会議が頻繁に開かれている。さらに、国際若手学校も定着してきている。これらの金研の国際性の利点を生かして、「世界に挑戦する研究者」教育を行っていく。そのためにも所に長期滞在する IFCAM 外国人客員教授の存在は重要である。今後はグローバル COE と連携し、大学院生および博士研究員のための研究者教育を行っていく。

## 検討事項 2 1 : 特に附置の研究センターが協力し合って材料科学分野における若手研究者の育成にいかなる努力を払うか？

個々のセンターでは、若手のワークショップや、夏の学校など、若手育成のための取り組みは行っている。しかし、センター同士が協力して若手研究者の育成に具体的な取り組みは行っていない。この問題に対する取組みは、センター間の協力的な取組みが、まずありきというよりは、むしろ金研全体として、若手研究者をどのように育てていくかという、中・長期的な戦略目標をはっきりさせ、その上で、各センターがどのように連携し若手育成に取り組むかという順序になるろう。

## 検討事項 2 2 : 「金研夏期講習会」や隔年「研究所一般公開-かたひらまつり」などが如何に成果を挙げているか？社会人や小中学生からのフィードバックを如何に効果的に利用し成果を挙げているかを明示できるか？それぞれの事業に対して社会がどう受け止めているかの調査やフォローアップに対する施策は？

金研一般公開、いわゆる“片平まつり”は、地域住民に対し金研の研究活動を公開し、金研が片平地区において重要なコミュニティーを形成していることをアピールする絶好の機会となっている。国立大学の法人化に伴い、大学運営の透明化が一段と強調され、大学と地域のかかわり合いの重要性がますます増している。こうしたなかで、金研は、これまで2～3年周期で一般公開を行って地域社会との交流を深め、地域の方々に金研の活動をわかりやすく紹介してきた。一方、地域の方々からは、アンケート回答などを通して種々の励ましの言葉や改善の提案をいただいている。2004年度における金研への入場者は2日間で2005人であった。次回2007年夏に予定されている一般公開では、この数を大幅に上回る訪問者を目指して準備を進めており、特に多くの子供たちに科学のおもしろさを体験してもらう施策を目玉にしている。そのためには前回の反省を含め、次の点について検討している。すなわち、展示物、陳列物による紹介も重要であるが、今回は、その場での実験体験型の催し物を増やす。例えば、エネルギー環境問題について「太陽電池パワー対人力」といったようにエネルギーの大きさを実感出来るような参加型のイベントを計画している。また、最新科学技術が世の中にどのように貢献していくかなどの講演会を充実させる。一方、訪問者の動線が地下鉄（五橋駅）から通研・多元研の順に廻ることを明らかにしたので、片平地区の研究所群にあってやや不利な状況となっている。金研までの明確なガイドを準備するなどの対策を練り、集客方法の工夫を行う計画である。

夏期講習会では、毎年受講者にアンケートを取り、その結果を次の年の講義や実習の内容や方法に生かすようにしている。アンケートによると、講義だけでなく、

実習を受けられることを高く評価する受講者が多く、複数の実習を希望する受講者もいる。(現在は、講義 2 日、実習 1 日であり、実習は 1 つしか選択できない。全体の日数が増えると、受講者にとっても負担が増え、かえって受講しにくくなる状況が生じることが危惧されるので、この点は検討を要する)。夏期講習会の参加者数は決して多いとは言えないが、アンケートを見ると、参加者の満足度は比較的高いと言える。また、受講料は 6000 円であり、この金額で 3 日間にわたり先端材料に関する講義と実習を行っていることは、専門的な知識や技術を格安で社会に対して提供していると言える。

## 5. 研究部門、附属施設（センター）等の個別評価に対する対応策

### （1）研究部門、プロジェクトの評価に対する対応策

#### 【材料物性研究部】

##### 金属物性論研究部門（前川 禎通 教授）

平成 18 年度に実施された外部評価では、当研究部門の理論的研究について、高い評価をいただいた。そして当研究部門の研究の次へのステップとして、応用研究への発展だけでなく、「より根源的な材料科学における理論の問題への挑戦」への期待が示された。これに対して、当研究部門では次の挑戦を行っている。遷移金属や遷移金属酸化物等の強相関電子系に対し、電子から一步踏み込んで、電子の持つ内部自由度である「スピン・電荷・軌道」から出発した固体電子論の構築を目指している。これは大変大きな研究テーマであるが、平成 11 年度－15 年度に前川が代表を務めた科研費特定領域研究「遷移金属酸化物における新しい量子現象－スピン・電荷・軌道結合－」ではこれを中心課題として取り上げて研究を進めた。また、最近では、電子の内部自由度のダイナミクスを「カレント」として捉え「カレント」の示す物性と「カレント」間の相互作用及び変換の研究を発展させている。特に「スピン流」と「電流（電荷流）」の変換について、スピン・ホール効果及び異常ホール効果との関連を通して新しい研究分野を開拓している。

また、強相関電子系の理論的研究の為に多体電子状態数値計算手法の開発にも力を入れている。当研究部門で開発した数値的厳密対角化法は昨年、世界最高の計算結果を示した。さらに、動的数値くり込み群法や量子モンテカルロ法を開発し、数値シミュレーションによって多体電子研究法を発展させている。

##### 結晶物理学研究部門（中嶋 一雄 教授）

当研究部門の研究は、独自性と焦点の絞られた一貫性をもち、基礎と実学のバランスという金研の伝統的哲学にも沿った世界的レベルのものであり、この方向でさらなる国際的成果をあげることに期待が述べられた。

今後も、クリーンエネルギーを本格的に地球規模に展開するといった理念をもち、新しい結晶成長技術を研究開発して、高品質な新しい結晶材料を創成し、さらに国際社会や産業展開への期待に応える。当研究部門で研究開発した dendrite 利用キャスト成長法を用いると、太陽電池用の高品質かつ高均質な Si バルク多結晶の成長が可能であり、この結晶を国内・海外のトップクラスの企業、研究機関に太陽電

池等の品質評価を依頼しており、良好な結果が得られつつあり、極めて高い国際的な関心を得つつある。また、結晶レンズの研究でも、本格的な高温高压加工装置が導入され、X線の集光や分光結晶の作製に関して革新的な成果が出つつある。これらの研究をベースに、当研究部門からさらなる国際的成果を発信できると確信している。

### **磁気物理学研究部門（野尻 浩之 教授）**

金研の部門制においては、部門の目標設定において、短期・中期の特定の研究課題と、今後の発展を内包する長期的課題の2本立てを行うことが死活的に重要であると考えている。この観点からは量子ビームを利用した一連の研究やナノ磁性体の研究などは短期・中期研究に、量子操作などの研究は長期課題に属する。このような研究課題を担保するのに十分な人員体制があるかどうかは、当研究部門が現体制に移行して日がないことや、移行の経過を考慮して評価していただく必要がある。実際に、外部評価以降にポスドク1名、さらに平成19年5月からは産学官連携研究員1名の計2名の人員が増加し、研究体制の強化で指摘事項に応える改善が図られているところである。また今後の持続的な発展のために人材育成と交流を通じて、当研究部門が現在行っている研究課題の切り離し・独立も計画的に推進する予定である。また研究対象の多様性においては、その共通の核となる研究課題をこれまで以上に明確にする事が重要であり、それを通して自ら収斂が図られるように推進を図っているところである。なお指摘のあった、量子操作などの長期課題の推進の戦略に関しては、技術的には可能だがこれまでだれも実際には行っていない高速磁場掃引と超低温における定常磁場の組み合わせが必用であり、現在この点の技術的なブレークスルーに力を注いでいるところであるが、2-3年以内に目処を付ける予定である。

### **量子表面界面科学研究部門（櫻井 利夫 教授）**

I see no response be needed with respect to the report on our Group.

### **低温物理学研究部門（小林 典男 教授）**

当研究部門では、強磁場と STM/STS を利用して強相関電子系超伝導体におけるナノスケール電子構造と巨視的物性の統一的理解を目指している。

基礎的で地味な研究であるが、緻密で系統的な研究を行っているとの評価を頂い

た。低温物性実験の研究分野は、実用と直接リンクしない研究ではどうしても地味になる傾向があるが、指摘されているようにアピールの仕方でもイメージも変わることは確かである。基礎物性の研究方向は今後も変える予定はないが、大局に立った新しい研究領域の開拓と成果の社会に対する効果的な発信に努めたい。

### **低温電子物性学研究部門（岩佐 義宏 教授）**

外部評価報告書においてご指摘いただいた当研究部門の問題点は、博士後期課程に進学する学生が非常に少ない点についての懸念である。2001年金研赴任以降、前任地の博士課程修了者を2名出しているものの、大学院理学研究科の博士課程修了者は1名を出したにとどまっている現状を指摘されたものである。本件に関しては、問題を以下の2点に集約し、それに対する当研究部門の取り組みを説明する。

#### 1) 物理学専攻博士課程に進学する学生が少ないこと

協力講座の理学研究科物理学専攻では、博士課程学生の充足率の低下が大きな問題となっており、その対策として後期重点化委員会を発足させ、様々な対策を打ち出し始めている。現在、野尻教授が金研代表委員として当該委員会に参画しているが、岩佐も副の形でそれに積極的に関与し、博士課程学生の増加に努めている。

#### 2) 当研究部門への博士課程進学者が少ないこと

当研究部門進学学生を増加させるため、これまでも増して積極的な勧誘を行う。2007年4月1日現在、D1が1名、博士課程進学を表明しているM1が1名在籍している現状である。一方、博士課程学生のみならずポスドクを受け入れて、関連分野の若手の育成に励む方針である。2007年度は、外部資金により3名のポスドクを雇用する予定であり、1名は4月より雇用、2名は9月より雇用予定である。

### **放射線金属物理学研究部門（山田 和芳 教授）**

当研究部門は、2台の中性子散乱装置を原子力研究機構（JAEA）の研究用原子炉JRR-3に所有・管理し、この装置を用いて部門独自の研究と、全国共同利用の役割を担っている。さらに現在建設中のJ-PARCでは、新井氏（JAEA）を代表とする特別推進研究の主要研究分担者として中性子散乱研究を行なうとともに、J-PARCの中性子施設に設置する中性子分光器「四季」の建設にも参加している。

外部評価で指摘された当研究部門の抱える問題点を、具体的に4点列挙する。

1) 全国共同利用では、当研究部門は年間マシンタイムの約60%を供出し、毎年60件以上の共同利用をこなしている。これは金研内の1研究センターの共同利用件数とさほど変わらない。しかし装置の維持管理・更新を含めて、当研究部門内のマ

ンパワー（准教授の約 50%、助教 1 人の約 50%、技術職員 1 人（2010 年 3 月で定年退職予定）の 100%のエフォート）のみに頼っている。しかも、競争的資金を含む部門内経費が装置維持の主たる財源であり、マンパワーと経費の両面から部門固有の研究が圧迫されている。

2) JRR-3 の中性子ビームは、歴史的に東京大学がビーム孔借用料を支払い、東北大学は東京大学が買ったビームを利用する立場であるため、物性研を窓口とする全国共同利用での成果は、主として物性研の成果として公表される。このため、当研究部門の全国共同利用への貢献が金研の成果としては直接的には見えず、当研究部門の准教授、助教のユーザーサポートを業績として評価するシステムがない。

3) J-PARC が完成すると JRR-3 の金研の装置も見直しを迫られるが、1)の理由で、新しい装置設置に向けて動く余裕がない。また、金研グループが中心となり、J-PARC に東北大学独自の装置建設を目指すことを日本の中性子コミュニティーからも要請されているが、これに向けての積極的行動が十分できない。

4) 現状では 1)~3)はあくまで 1 研究部門の問題と捉えられているため、金研としての対応を求める公式の機会がない。

1 研究部門の人的、経費的容量では、上記の問題点の根本的解決は困難であり、金研全体としての対応を切に希望するが、当研究部門として今後どのような対応が可能かを以下にまとめる。

1) 例えば金研内のセンターに組み込まれる形で、中性子散乱グループの実質的な基盤の拡充を図る可能性を探る。中性子グループを金研内あるいは学内で公な形で組織化できれば、その組織の委員会等を通して、上記のような問題を議論することができる。

2) 中性子散乱装置は東北大学の重要な戦略装置であり、多くの研究者を輩出するとともに、複数部局のグループが中性子散乱を用いて活発な研究を行なっている。金研グループがそれらのグループと強く連携することで、JRR-3 の装置群の維持管理や J-PARC での装置建設提案に関して、部局を横断してより組織化した展開を図る可能性を探る。

3) 上記の 2 点に向けて行動する際に、中長期計画に照らし合わせて、金研にとっての中性子グループの位置づけをはっきりさせる（もし、当研究部門の性格決定の際にそのことが議論されているなら、それを再確認する）必要がある。

## 【材料設計研究部】

### 結晶欠陥物性学研究部門（米永 一郎 教授）

今回御指摘いただきました点に鑑み、高度な欠陥研究とともに所内外のグループ

と共同研究をさらに加速すべく、鋭意努力いたしたいと思います。

一言だけ、述べさせていただきます。

当日の審査におきまして、審査員の方が鉄鋼を例に挙げられ、「オーバースペックの研究は必要ない」、「点欠陥の形成エネルギーを求めてどんなインパクトがあるか」と云われたことがまだ理解できていません。格子欠陥の物性・成因を極限まで明らかにし、その有効な応用を図り、実社会に貢献する、先端を応用へリンクさせる当研究部門の責務について、そのような発言がされるとはといささか奇異に感じる次第です。専門に近いとされる委員 2 名による個別の審査という、ここ 2 回の評価スタイルについて検討が必要なのではなからうか？

### **高純度金属材料学研究部門（古原 忠 教授）**

当研究部門の研究体制の整備については、平成 18 年 12 月に宮本吾郎助手（現助教）を新規採用し、准教授についても公募を行うなど鋭意候補者を探しているところである。平成 20 年 3 月には福田正助教が定年を迎えるが、随時後任スタッフの人选を行っていく予定である。

従来の構造用金属材料の高機能化の研究はバルクの平均的な組織制御によるものがほとんどである。今後の研究展開を考えた場合、表面や界面などの局所領域の制御に基づいた構造金属材料の設計の追求が望まれる。当研究部門では、粒界・界面の構造と化学組成の制御による高度な構造金属材料の設計原理を確立すべく、鉄鋼の表面改質処理におけるナノ組織形成や、微細組織形成と機械的特性におよぼす粒界・界面の役割の解明等の研究を現在精力的に行っている。

日本の鉄鋼業は世界のトップを現在走っているが、今後その国際的競争力を維持し、高度な製造技術をさらに発展させるためには、研究のみならず次代を担う若手研究者・技術者の育成を行うことが重要である。今後とも国内・海外の学会での啓蒙的なシンポジウム・セミナーや特に日本発の構造金属材料に関する国際会議の企画等を通じて、情報発信を積極的に行うことで、社会基盤材料分野のさらなる発展に寄与していきたい。

### **計算材料学研究部門（川添 良幸 教授）**

指摘事項 1 :

前回は、今回も、当研究部門の研究内容に関する説明を行っているにも関わらず、質疑時間中、計算材料学センターとの関係に関する質問が多く時間を占めた。特に、指摘事項 1 中の「研究の中身」が計算材料学センターの活動であるかのように

誤解されている。これは金研では研究は部門が担当しているのであり、責任部門として計算材料学センターの運用に関わってきたと説明していることを理解していただかなければならない。センターは業務センターであって、研究自体を行うわけではないし、研究の中身は部門の責任である。この意味で「しきり」は明白である。

#### 指摘事項 2 :

当研究部門としては、基礎的研究と応用研究を追求し、長期的視点を持ち、従来の研究手法を越えた方法の定式化、その実行のための計算機プログラム開発、その実行、という形で平成 2 年度の開設時点から研究を体制的に遂行している。その成果として、金研のみならず、世界的にも計算材料学という分野においてほぼ何もない状態で、シミュレーションで材料など設計できるはずがない、と言われた設置当初から、論文数およびその質の向上に努めてきた。教授が全てを読んで理解し、指揮できる限度として年間 50 編程度の論文数に抑え、インパクトファクターの向上を目指した結果、現在では掲載雑誌の平均インパクトファクターは 3 を超えている。また、被引用回数は指数関数的に向上し、現在、全体で約 5000 回、自己引用を除いても 3000 回になっている。年間被引用回数が 100 回を超えたのが 1996 年であり、昨年は 1000 回を超えた。10 年以内にこのような急激な成果の向上をなせたのは、「長期的視点を持ち、研究の焦点を明確にしてきたから」に他ならないことを主張したい。全く、何もないところから、計算機の概算要求と環境整備を行ってきたことも理解していただきたい。

#### 指摘事項 3 :

FLAPW 法はマフィンティンを設定するので、全電子法ではあるが、原子同士が極めて接近した場合などは表現できないので、高エネルギーでの原子衝突過程や大きい原子構造緩和を伴う分子動力学計算では、TOMBO は FLAPW では不可能な計算を可能としている。また、FLAPW 法が多大な計算機資源を必要とするのに対し、TOMBO は極めて高速な演算性能を実現していることも特長である。これまでにすでに 700 原子を含むゼオライトなどの系の原子構造完全緩和にも成功しており、その高速性は、擬ポテンシャルと平面波展開を採用している VASP などの市販プログラム並みを達成している。また、東北大学の知財として既に認定されるに至っている。

#### 指摘事項 4 :

遷移金属元素に関する計算は実施中である。全電子を用いて計算していることを説明したが、残念ながら理解されていないように思われる。フント則の本質を拡散量子モンテカルロ法により電子相関を高精度に取り込み、ビリアル定理を 4 桁以上満たして計算した数値計算結果は、論文としても高い評価を得ており、最近では Materials Research Society を初め多くの国際学会から基調講演や招待講演の依頼が来ている。これらの事情も説明している。

また、応用研究として、ナノ構造体中の電子伝導特性に対して有限温度効果を取

り込むなどの新規性も説明している。従来からのクラスター研究にも進展があったこと、民間との共同研究で触媒材料用新規物質や紫外線防止剤の探索を行っていること、アジア地区を中心とした計算材料学研究者グループをまとめてアジア計算材料学コンソーシアムを立ち上げていること、なども説明したが、外部評価には一切記述がないことは真に残念であり、ぜひ、ご高察と再考をお願いしたい。

## 材料照射工学研究部門（長谷川 雅幸 教授）

ご指摘頂いたように、現在稼働中の原子力発電炉の安全性に関する材料の課題は重要かつ緊急の課題である。特に最近、原子力発電所の一連の不祥事や事故からくる国民の原子力の安全に関する不安を受け止めるとともに、金研としても、ナノ材料学に基づく原子炉材料の劣化・脆化機構の解析とそれらを劣化・脆化予測へ還元させ、安全を最優先に願う国民の期待に応えることが極めて重要と思われる。

上記の重要課題の取り組みに関して、科研費の特別推進研究(2006～2010年度)、保安院の高経年化対策強化基盤整備事業(茨城クラスター)の「原子炉压力容器の中性子照射脆化」(2007～2011年度)などにより、最先端の陽電子消滅や3次元アトムプローブ測定法の開発と応用、それらを駆使した原子炉压力容器鋼(監視試験片や中性子照射済みモデル合金)のナノ材料解析、その結果と機械的性質変化との対応解明へとさらに研究を発展させている。特にベルギー原子力研究所 SCK/CENとの大学間学術交流協定に基づき、ベルギー-Doel 炉(1、2、4号炉:加圧水炉)压力容器監視試験片、アルゼンチン Atucha 炉(重水型加圧水炉:熱中性子フラックスが高いと言う特徴を持つ)監視試験片などを入手し、現実に稼働中の原子炉压力容器で起こっている照射脆化のナノ材料学的機構解明の研究を強力に発展させてきている。特に実際に稼働中の商用原子炉監視試験片についての学術機関での実験研究は我が国では初めて、欧米でも稀なことである。

今までの実験から、照射脆化の主原因とされる Cu 富裕ナノ析出物の形成・成長に関しては勿論、今後の高経年化原子炉で特に問題になると予想される粒界偏析・析出減少に関しても新たな知見を得つつある。また、上記 SCK/CEN(所長 van Walle 教授、Al Mazouzi 博士)を通じて压力容器鋼の照射脆化に関するヨーロッパ連合のプロジェクト“PERFECT”の我が国唯一の準メンバーとしても国際的に研究展開している。さらに ORNL (Osetzky 博士、Miller 博士)、VTT (Valo 博士)などこの分野で国際的に著名な研究グループとも密接な連携研究を行っている。今後は、压力容器の照射脆化に関わるナノ材料解析のみならず、劣化・脆化の予測・制御との関連解明にも力を入れる。さらに特別推進研究では、当研究部門で開発したナノ材料解析手法をシュラウド材料の応力腐食割れなどの分野の基礎研究にも応用しようと、電力会社などとも協力して研究を進める計画である。

原子力の安全を第一に考える国民の期待を担う学術研究の1つとして、上記 PERFECT プロジェクトの標語“Nuclear Reactor Safety: Continued Reassurance through Research”の精神のもと、最先端のナノ材料学研究を進めていくことが重要と思われる。

### 原子力材料物性学研究部門（四竈 樹男 教授）

照射効果は、放射線と材料・物質との動的相互作用を基に、その積み上げの結果として積算照射効果が発現し、更に積算照射効果が動的相互作用に影響を及ぼしつつ全体のプロセスが展開していく。機能性材料では積算照射効果と共に、構造材料ではほとんど問題とならない動的照射効果が大きく現れるのがポイトンである。原子炉炉心のような高密度励起場で起きる様々な動的照射効果の検討とそれを利用したシステムの実現可能性検討をこれまで進めてきたが、今後は研究課題を絞り込み、放射線を利用した新たな材料応用を目指した研究を、酸化物セラミックスを中心に進める。大洗センターを中心とする材料研究に対する原子炉高度利用は研究の大きな柱であるが、それを支えるための加速器など他の放射線源利用は基礎的に重要である。大洗センターと研究部門の関係については幅広い議論を行い、関連研究分野において、世界に誇る特徴ある金研の研究組織の一翼を担うべく努力する。

### 原子力材料工学研究部門（松井 秀樹 教授）

外部評価報告に於いて非常に厳しいご指摘を戴きました。研究課題の選択についても成果についても全く評価して頂けなかったという点は慚愧の限りですが、ご指摘はご指摘として謙虚に受け止め、今後の自身およびスタッフの活動に反映させて頂きたいと思っております。とはいえ、多少申し述べたいこともあり、補足させて頂きたいと思っております。

原子力材料工学として対象としている課題がふさわしくない、というご指摘ですが、転位とそれに対する障害物としての照射欠陥との相互作用は、原子炉压力容器鋼の脆化機構の中心的な課題であります。このことは材料照射工学研究部門の評価のなかでは「原子力分野において現在最も重要かつ緊急の課題のひとつである原子炉压力容器材料の放射線劣化問題」と書いておられることから、評価委員の方々も認識しておられることです。最近の計算機シミュレーションによる転位と障害物の相互作用の研究の進展に対して、比較に足る実験結果は我々の採用している TEM 内その場観察の方法以外では取得が困難であるため、我々の成果は高く評価されて複数の国際会議での招待講演の対象ともなっています。また、科研費基盤 A の交付を

この課題で受けていることから、この研究の評価が高いことが分かります。原子力材料に求められる主要な機能は材料としての強度特性です。多くの研究者が TEM による組織観察に留まっているのに対して、私共の研究部門では照射欠陥に起因する強度特性変化こそが「工学」として重要と考え、これに着目した研究を行っているところに特徴があり、上記研究はその重要な一部です。この課題がなぜ当研究部門の研究課題としてふさわしくないとされるのか、理解に苦しんでおります。

引用件数の増大を期待して重心を移した、という言葉が評価委員のお気に障ったかと思えます。動機が不純であるととられたのだらうと思えます。たしかにこの言葉は誤解を招きやすく振り返ってみれば不適切であったとは思いますが、当初の動機は軽水炉压力容器鋼の照射硬化・脆化の定量的評価に、以前私が従事していた手法も熟知していた TEM 内その場観察の手法が有効であることに気づき、学生を指導して実験をさせたところ予想以上の成果が上がり、学会発表等でも思わぬ反響があった、ということから、原子力材料における課題の重要性が仮に同じ程度であれば、より普遍性が高く多くの人が関心をもつような課題を対象とすべきと考えた、ということを書いたかったということです。

論文数は不足である、と断じられております。決して自分でも満足すべき数字とは思っておりませんが、63 編/6 年であり前回外部評価時に比べ努力の跡は評価されてもよいのではないかと思った次第です。

このようなことを書いたのも、たとえば国際会議での招待講演を依頼されるなどのことを指標としてコミュニティの中で自分が体感している自身の評価と今回戴いた評価の間にはかなりの格差を感じたからです。無論、小生自身もこのレベルの成果で到底満足している訳ではありませんが、定年退職を迎える小生としては、今後汚名返上の機会はありません。このような評価を戴いたまま一生を終えなくてはならないことを思うと、慚愧に堪えません。

定年退職を控え、今後の対応という文書をどのように書くべきか確信がありませんが、率直な感想を申し述べました。金研の今後の発展を祈念する次第です。

## 電子材料物性学研究部門（八百 隆文 教授（兼））

金研内では GaN 系窒化物半導体に関しては松岡研、米永研が、また ZnO 系酸化半導体に関しては川崎研、金属ガラスセンターの宍戸グループが精力的に研究を展開している。共同研究を進めるだけでなく研究プログラムの提案を行い、組織的・戦略的にこの分野の研究を進めることは十分検討に値すると考える。

なお、これまでに我々のグループで進めてきた共同研究ならびに研究集会の企画に関するデータは以下のものである。

\* 論文ベースでは、2006 年 1 月から 12 月までに発表された論文数は 31 編。このう

ち、国内外、学内外のグループとの共同研究論文は 21 編であった。なお、金研内の他のグループとの共同研究は 2 編であった。

\*2004 年に仙台で開催した 3rd International Workshop on ZnO and related oxides は金研の 2 教授（八百、川崎）と理研の主任研究員（瀬川）の 3 人で組織して開催した。

\*2003 年の春の応用物理学会でのシンポジウムを八百、川崎で企画した。

## 先端電子材料学研究部（松岡 隆志 教授）

### 1) InN および InGaN 材料自身の基礎物性の確立

InN については、基本物性であるバンドギャップ・エネルギー  $E_g$  をはじめとして、不明なのが現状である。高品質結晶を成長しながら、基本物性を把握していく。また、InGaN の物性については、青色 LED 等に用いられている In の少ない組成域において明確になってきている。In の多い領域については不明であり、InN の物性を明確にしつつ、この領域の InGaN の物性を明確にしていく。

### 2) InN の PL 発光の温度依存性が小さいことに関する理論検証

バンドギャップ・エネルギー  $E_g$  は、結晶の原子間距離に依存する。InN の熱膨張係数の測定を試みたが、結晶性が不十分であったため、熱膨張係数を決定することはできなかった。今後結晶性を向上し、再試する予定である。一方、従来手法に基づくバンド計算では、InN の  $E_g$  は約 2eV と見積もられている。現在測定されている  $E_g$  に計算結果を合わせるためには、d 電子を考慮する必要があると指摘されている。これらの問題に対して、世界一の高静水圧を印加できるポーランドの高圧物理学研究所や、理論計算を行っているドイツのフリードリッヒ・シラー大学 F との共同研究を行っており、今後も継続予定である。

### 3) InN 成長用基盤材料の探索

InN の物性評価およびデバイス応用のためには、高品質 InN が必要である。しかし、InN の固相・気相間窒素平行蒸気圧が高く、バルク成長は難しいと思われる。そこで、高品質 InN 薄膜を成長するために、格子定数の近い基盤が必要であることをヒアリング時にお話しさせて頂いた。現在、本 InN 研究は CREST の研究課題として採択されており、研究チーム中の新単結晶基盤作製技術グループで、新しい材料の単結晶育成を試みている。現在、8 mm  $\phi$  × 20 mm のブールを得ることに成功しており、今後、大型化を目指す。

以上、申し述べたスタンスで研究を進め、最終的には InN のデバイス応用を図っていく。

## 【物質創製研究部】

### ランダム構造物質学研究部門（高梨 弘毅 教授（兼））

当研究部門では、非晶質・結晶質を問わず原子配列に基づき材料特性の発現メカニズムを解明する研究およびその目的のための従来法の精度限界を超える新しい構造解析法の開発研究は部門の基本方針として継続発展させていきたいと考えている。しかし今後数年は、研究対象物のキーワードに複雑構造という新たな視点を強く意識して研究を推進したい。具体的には、複雑な化学組成を有しその特性が微量不純物の状態で変化する無機結晶物質、複雑な空隙構造をもち多彩な触媒特性を示すマイクロポーラス物質、数 nm サイズの原子クラスター構造を構造単位とする複雑金属化合物、そしておそらく数種類の原子クラスター構造の集積として存在する金属ガラスなどを研究対象に、実験室 X 線および放射光 X 線を利用する回折法と原子配列の投影図が直接得られる電子顕微鏡法との融合研究に基づき、各種材料特性理解におけるなぜ？という問題を解決することに努めたい。

### 生体材料学研究部門（新家 光雄 教授）

生体用多結晶 Ti-Nb-Ta-Zr 系  $\beta$  型合金の詳細な合金設計を行い、低弾性率、形状記憶特性、超弾性および付形性等用途に応じた機能性を発現する合金組成を明確とし、それらの機能発現メカニズムを明らかとし、それらの機能発現をより高次化するための加工熱処理プロセスを確立することを目指す。一方で、同合金系の力学機能の結晶方位依存性を利用し、単結晶化と加工熱処理プロセスを適用し、上記機能性をより高次化した単結晶 Ti-Nb-Ta-Zr 合金バイオマテリアルの創製を目指す。上記チタン合金系バイオマテリアルと生体組織との調和のためのバイオマテリアル/生体組織界面制御のための生体活性セラミックス表面修飾およびポリマー修飾の確立も目指す。この他歯科用合金の熱処理プロセスとその歯科精密鑄造プロセスの研究・開発等も推進する。これらの研究・開発では、合金、プロセスおよび界面をキーワードとすることを念頭におき、金属系バイオマテリアルの基礎および応用研究での成果を挙げることを目指す。

東北大学歯学部、九州大学応用力学研究所および金研との生体-バイオマテリアル高機能インターフェイス科学事業が平成 19 年度より開始されていることからこのプロジェクトでの共同研究を積極的に推進する。この他、生体活性表面修飾で名古屋工業大学と、歯科材料の研究・開発および生体材料の細胞毒性評価で愛知学院大学と、生体材料の生体組織親和性の評価で名城大学および愛知医科大学と、Ti-Nb-Ta-Zr 系合金単結晶バイオマテリアルの研究・開発で大阪大学と、生体用 Ti-Nb-Ta-Zr 系合金のポリマーとの複合化で豊橋技術科学大学と、生体用

Ti-Nb-Ta-Zr 系合金の血液適合性ポリマー表面修飾で東京医科歯科大学と、生体用 Ti-Nb-Ta-Zr 合金の付形性と生体組織親和性評価でコロラド大学（米国）と共同研究を推進する。また、上記研究・開発では、企業との研究・開発も推進する。これらの共同研究で医工連携体制を強固なものとする。

所内では、合金開発に関して加工プロセス工学研究部門および金属ガラス総合研究センターと、生体活性表面修飾に関して複合機能材料学研究部門と、組織制御に関して高純度金属材料学研究部門との協力関係を構築し研究・開発を進めることを目指す。

### **超構造薄膜化学研究部門（川崎 雅司 教授）**

最初に、当研究部門からのアピールに対して頂いた高い評価に感謝するとともに、激励や示唆を今後の研究活動の目標設定に活用したいと思えます。

次に、事実誤認と思われる事項について少し説明させていただきます。評価報告書に「この部門は、自らの位置を明確にするベンチマーキング意識が非常に強い。実際、教授から院生に至る各層の論文被引用回数が評価者に掲示された」とあります。第一文はご指摘の通りです。しかし、第二文は評価プレゼンの事実と異なっており、そのような意識もございません。お示ししたのは、発表論文合計インパクトファクター数と現在の引用回数について、大学院時代から現在までの各年における部門担当教授自身のデータでした。ここで強調したのは、研究環境の変化が成果に大きくリンクしており、金研着任後の 6 年間に大きな進展があったことです。大学院生や若手研究員がこのようなデータに振り回されるのは、むしろ好ましくないと考えています。しかし、学会や論文発表への他研究者の反応と評判を通して、自身の研究内容やその位置づけを明確にするように若手を指導しております。

### **非平衡物質工学研究部門（井上 明久 教授）**

指摘事項として挙げられた本研究分野を継承しそれを先導できる若手後継者の育成に関しては、研究に一意専心することなく研究活動の一環として若手育成も常に念頭に置いた幅広い研究教育を展開する。当研究部門に対する外部評価結果を踏まえ、金属ガラス総合研究センター、大阪センター、金属ガラス・無機材料接合開発共同研究プロジェクトと強固に連携を図り、今後とも、世界のリーダーとしての研究を推進してゆく。

## 磁性材料学研究部門（高梨 弘毅 教授）

今回の外部評価で、当研究部門の研究成果は国際的に高く評価されているが、基礎に留まっており、応用展開を促すインパクトを持つまでに至っていない、というご批評をいただいている。これまで応用展開が不十分であったことは否めないで、今後の応用展開に向けての展望と戦略を述べる。

我々が既に得ている基礎研究の成果の中に、応用展開の芽となるものが既にいくつか存在している。それらを重点的にピックアップして、実用化するための諸問題を整理し、企業と連携して問題解決に取り組んでいく。具体的に応用展開の芽となる成果として、ハーフメタルホイスラー合金を用いた積層構造における CPP-GMR の観測、巨大保磁力を示す FePt ナノ粒子集合体の作製、垂直磁化 FePt 積層膜におけるスピン注入磁化反転の実現、の 3 つを重点的に取り上げたい。第一は磁気記録再生ヘッドに、第二は磁気記録メディアに、第三は磁気メモリへの応用が期待される。これらの成果は、関連企業からも注目されており、特に第二の FePt ナノ粒子集合体の研究については、ある企業との連携が既に開始されている。他の二つについても、積極的に企業に働きかけ、連携を進め、応用展開を目指す。

## 結晶材料化学研究部門（宇田 聡 教授）

1) まず、非調和融解－調和融解の変換に必要な電場は、 $10^4$ - $10^5$ V/cm といった高電場であり、導電性を示す融液では、このような高電場は、バルク融液内には存在し得ず、電気二重層に存在すると考えられます。この電気二重層は、貴金属ルツボと融液の境界に存在し、また、最近の実験から固液界面にも存在する可能性があることがわかりました。従って、核発生時だけでなく、成長時にも高電場が実効的に作用し、成長界面で非調和融解－調和融解の変換が行われ続けると考えます。今後は、電気二重層での高電場発生の実際について研究を進めていきたいと考えております。

2) 相図シフトの定量的な解析ですが、ランガサイト周辺部分については、印加電場と初晶域移動距離（液相線の移動距離）についての定量的な解析は終了しております。今後は、さらに系全体の相図シフトについて定量解析を検討したいと思っております。

## 特殊耐熱材料学研究部門（折茂 慎一 准教授）

次世代の高密度水素貯蔵材料に関しては、現状では「新水素化物の探索」が主た

る研究フェーズであり、世界的に激しい競争が進められている状況にある。その中で、当研究部門では、これまでアルカリ・アルカリ土類金属を主相とする多様な水素化物の合成とその特性評価を進めており、外部評価委員の先生方のコメントにもあるように、国際的にも注目される特筆すべき水素貯蔵特性を有した新水素化物の合成などにも成功している。これらの水素化物に関しては、現在、さらなる特性向上と実社会への適合性を目指して、（アルカリ・アルカリ土類金属の成分比率を相応に減じて）遷移金属やアルミニウムなどが主相となるような成分設計も進めている。さらに、一部の水素化物に関しては、スケールアップ化を目指した合成プロセスや水素貯蔵タンクを用いた特性評価に関する共同研究なども進めている。当研究部門では、今後も、水素貯蔵特性のブレークスルーを目指した「新水素化物の探索」に関わる研究と同様に、外部評価のご指摘のとおり「実社会への適合性」という視点にたった研究も重要視してゆきたい。

## 【材料プロセス・評価研究部】

### 複合機能材料学研究部門（後藤 孝 教授）

当研究部門の研究活動に対しまして、正しく評価いただき、特にコメントすることはありません。「当該部門はさらに展開できる可能性がある。必要ならその体制整備まで含めた検討をすべきであろう。」との、提言をいただきました。今後、より研究活動を拡充するための所からの特段の配慮を期待します。

### 加工プロセス工学研究部門（長谷川 雅幸 教授(兼)）

金研には、金属材料創製の基本である、溶解・鋳造、その後の加工・熱処理などを行う設備がある。これらの設備により、板材、線材、棒材など各種形状を有する素形材の試作加工を行うことができる。これらの設備は専門の技術者の組織（テクニカルセンター）により維持管理・使用操作が行われており、新材料の創製にとって不可欠な、熱間鍛造・圧延技術を駆使した金属材料の組織制御に関する研究開発などを一貫して行える環境が整っている。このような研究環境は、まさに“金研の材料研究の伝統的強み”の1つである。昨今では、前述のような研究インフラを備えた材料研究施設は、国の内外を問わず、企業でさえも得がたい存在になりつつあるのが実情である。このことを踏まえ、当研究部門では、上記テクニカルセンターなどとの綿密な連携により、塑性加工に基礎を置いた組織制御技術による金属系材料の新たな機能を引き出す研究、新規高機能材料などの難加工材料の形状付与技術とし

での冷間・熱間におけるネットシェイプ加工を実現する閉塞鍛造技術の高機能化などに資する研究を展開する。

また、当研究部門と関連する部門、とりわけ高純度金属材料学研究部門、生体材料学研究部門との有機的な連携を視野に入れ、お互いの得意分野を相互に交換し合いながら分析関連部門、組織解析関連部門などとの連携により、より高度な組織制御技術・解析技術を取り入れ、新材料創製のために最適な加工プロセスの開発研究を展開する。

わが国の製造業の99%を占める中小企業群、そのほとんどが金型関連企業である。それらのニーズは圧倒的に金属材料技術に関連するものであり、彼らのニーズにこたえられる新材料開発・新規金属材料技術の開発という視点も重要であると考ええる。当研究部門では、このような金属材料の一大ユーザーとも言うべき大・中小企業の欲する金属材料技術とは何かを常に意識し、ものつくりの高度化に資する基礎と応用の両面にわたり加工プロセス工学研究を展開する。

### **放射線金属化学研究部門（塩川 佳伸 教授）**

原子力材料とその派生物質であるアクチノイド元素は、人類にとってかけがえのないエネルギー材料です。当研究部門では、従来行ってきた仙台でのアクチノイド化学研究と大洗のアクチノイド物性研究を統合し、物質創成→物性評価→物質設計の研究の循環を早期に確立して学理の探求と同時にアクチノイドの有効利用を目指す必要があると考えます。このためには、アクチノイド物質の化学と物理のいっそうの連携が重要です。メンバー間の知識と意識のオーバーラップをはかるために頻繁にミーティングを設け、研究部門として大きな目標に取り組めるよう努めてまいります。

### **分析科学研究部（我妻 和明 教授）**

#### 1) 研究アクティビティー

分析科学の研究分野は、華やかに目立つ活動とは無縁ですが、我が国の知的基盤を支える領域として決して低迷している学問領域ではありません。特に、工業分析科学は各種素材産業の研究・技術開発を支えているばかりでなく、製造プロセスの革新、国際貿易における標準化活動等に貢献しております。全てのデータを公開しておりますので、ここでは繰り返して述べることはしませんが、当研究部はこのような研究領域において、金研のプレゼンス向上に貢献できていると確信します。

#### 2) 研究領域

工業分析科学の課題は比較的明確になっております。それは、(a)工程管理等に利用できるオンライン高速分析法の開発、(b)極微量元素を対象とした高感度・高精度分析法の開発、(c)素材解析に利用できる局所状態分析法の開発です。これまで、当研究部では上記の課題のうち、(a)と(b)に重点を置いて研究活動を進めてきました。しかしながら、金研のような広範な材料研究を行っている研究機関においては、(c)の分析課題が重要であることは明らかなです。今後は研究領域を拡げて、X線や電子線分光のような化学的情報が得られる局所解析法の研究に重点を置く体制を構築してゆきたいと存じます。研究スタッフもこのような観点からの採用を考慮します。

“放射化分析法”のご提案に関して回答を申し述べます。放射化分析は確かに絶対分析法として有用な分析手法ですが、分析に必要とする原子炉の構築、維持管理などに多大の費用がかかること、中性子束から検出感度が計算できますが、C、N、O、Sなどは実験、計算ともに膨大な中性子束の炉を構築しなければ金研はもちろん鉄鋼をはじめ各種金属分析の要求に応じられないこと、放射化された試料の後処理と放射能などを含む環境の問題などを充分考慮した実験施設の維持管理など多くの問題があります。また、新しい研究対象としての拡がりも現状では見えてきておりません。このような理由により、金研の分析研究室や材料分析研究コアは“放射化分析”を積極的に取り上げる必要はないと思われまます。

### 3) 所内の共同研究参画

これまで、当研究部では次世代の分析方法の開発に重点を置く研究を行ってきました。その結果、実際分析に貢献できる所内活動が十分ではありませんでした。所内外からの依頼分析は現状では材料分析研究コアの技術職員が担当していますが、当研究部でも共同研究活動に力点を置きたいと考えます。特に、金属ガラス総合研究センター、大阪センター、社会基盤材料関連の研究部門は、分析解析技術を特に必要とする研究が行われており、連携を図って研究を進めたいと考えております。

## 先端分析研究部（今野 豊彦 教授）

当研究部は先端材料の構造と組織の解析を最先端の解析技術を駆使することにより行い、従来知られていなかった結晶学的、相平衡論的、そして速度論的知見を見出し、それを材料の開発プロセスにフィードバックすることを通して、材料科学全体の進歩に寄与することを目的としている。現在、電子顕微鏡の分野では従来、球面収差の大きな凸レンズしか存在しなかった光学系に凹レンズが加わることにより、大きな変革の時代を迎えている。たとえば位相コントラスト（いわゆる高分解能像）の分解能を上げるために伝統的にとられていた加速電圧の増加が不要となり、300kV程度のコンパクトな電頭でも超高压電子顕微鏡に匹敵、あるいはそれを凌駕する分解能が得られるようになった。さらにビームを絞って得られる走査型透過電

子顕微鏡に関しても同様の理由で分解能が飛躍的に向上し、原子レベルで化学的・電子論敵情報を得られる時代へと突入している。

このような背景で東北大学では次世代の高性能分析顕微鏡を平成 18 年度に導入した。この電子顕微鏡の能力を最大限に活かし、いちはやく材料研究にフィードバックする環境を築き上げることが当研究部の平成 19 年度の最大の任務である。当面、対象としては従来まで行ってきた時効析出合金、金属ガラス、半導体と金属との固相反応を研究対象としているが、当研究部の性格から積極的に他の研究部門と協力して金研全体の業績のボトムアップにつながるように今後努力したい。

## 【寄附研究部門】

### ナノ金属高温材料学寄附研究部門（安彦 兼次 客員教授）

当研究部門は、平成 16 年 4 月ー平成 19 年 3 月の活動第一期として、遂行中の 2 件の NEDO プロジェクトを通して、平成 16 年に確立した超高純度鉄（99.999%、10kg）の溶製、含まれる不純物元素の極微量定量（目標 60 元素、定量下限 100ng/g 以下）、鉄本来の性質解明の更なる発展に挑戦した。また、この新しい理念に基づく研究成果を Ni, Ti, Fe-Cr 系合金などの研究成果を実用化するための基礎ともいえる大型化の要素技術開発研究を進め、エネルギー産業の飛躍を導く革新的高温金属材料開発の基礎確立に取り組んだ。

金研の外部評価を受けた際、「寄附研究部門」としての特別な性格\*、研究目的、研究成果について十分説明したが、必ずしも正確に理解されなかった部分もある。今後、金研に寄附研究部門という特殊な研究部門が生まれることも考え答申致したい。

現在、NEDO プロジェクトを通して、鉄、Fe-Cr 系合金等に対して超高純度化を原点とした新しい金属学「ナノメタラジー」を適応し、その有効性を実証すると共に精度高い技術確立を図っている。具体的には、「ナノメタラジー」による革新的金属の発掘、予想を越える飛躍的性質の解明、計測の再現性と精密さの確認、特許性の有無を見極めていく。今後は、性質発現のメカニズム解析を経て学術論文報告を進めていくと同時に、革新的金属材料の実用化の基礎を築くという挑戦に取り組みたい。この挑戦は一つの研究室で仕上げるには不可能に近い。

評価の決言は、金研に対して述べられた建設的言葉として有難く頂きたい。

\*当研究部門は「金属の超高純度化を原点とする新しい金属学(ナノメタラジー)を構築しつつ、革新的金属の発掘とその基礎特性解明、特に、電力などエネルギー産業の飛躍を導く革新的高温金属材料の開発と実用化の基礎を確立すること」を研究活動の主目的として発足した。

## 【プロジェクト】

### 金属ガラス・無機材料接合開発共同研究プロジェクト

(東北大金研、東工大応セラ研、阪大接合研の3研究所連携)

それぞれ特色ある 3 研究所が連携してシナジー効果により、5 分野（環境・エネルギー材料、エレクトロニクス材料、高度生体材料、ナノ構造界面制御接合プロセス、異材ナノ界面高機能化）の新規な機能性材料の開発、新学問体制の確立及び迅速な実用化及び人事交流を推進するために、新たに以下の 3 研究所連携を進行させる。

- 1) 新規な機能性材料の開発：異種金属ガラスの接合、複雑金属ガラスの接合  
金属ガラスと無機材料の接合した生体材料の開発  
高効率水素透過機能膜の開発  
機能性金属ガラスの開発
- 2) 新学問体制の確立：金属ガラスの微細構造と電子結合規則の研究  
金属ガラスの半導体素子への挑戦  
金属元素の常温結合
- 3) 迅速な実用化：3 分野連携国際会議、公開討論会の開催  
3 分野連携パテントの共願（金属ガラスの接合、生体材料）
- 4) 人事交流：3 大学研究所間の 5 分野交流会の更なる推進  
3 大学研究所間の人事交流（東北大→東工大准教授）

## （2）附属施設（センター）の評価に対する対応策

### 量子エネルギー材料科学国際研究センター（平成 15 年度まで材料試験炉利用施設）

当センターに関してはその重要性をお認め頂き、かつ有効に運営されていると判断して頂いている。今後の方針としては核融合とか軽水炉に分類することなく、原子力全体としての材料科学、特に放射線場基礎科学に重点を置き、金研らしいリーダーシップの下で、全国の大学研究者のために研究の場を提供して行くことが求められている。もとより、この方向性はこれまでの進めてきた方針から大きくずれるものではなく、基本的には従来の方針を更に発展させることで対応可能であろう。アクチノイド関連の研究は重要な材料科学フロンティアの一つである一方、種々の制約から研究展開が可能な場は世界的に限られており、その限られた施設の一つと

して本センターは内外の期待を集めている。本研究分野では個別の研究組織を抱合する全国的体制整備が重要である。本センターは、本センター及び関連の部門における体制整備を進めると同時に、関連の国内研究体制整備に主体性を発揮しつつリーダーとして活躍することが期待される。

材料関連、アクチノイド関連両者とも取り巻く環境の激変に適切に対応しつつ、広範な共同利用者の大きな付託に応え、研究成果を挙げてゆくための今後の展望については、新センター長を中心とする関連教員の判断に委ねたい。

### **金属ガラス総合研究センター（平成16年度まで新素材設計開発施設）**

過冷却液体領域を持つことが金属ガラスの本質的な特徴であり、このことは、応用の観点からも従来の結晶金属・合金、超急冷アモルファス合金に対しての非常に大きなアドバンテージである。凝固収縮がほとんど無いことから溶湯から精密部材までの直接製造や過冷却液体領域でのナノインプリントなどを可能にする新規成型技術の開発は、より広く安定な過冷却液体領域を有する材料開発、過冷却液体の加工応力下での変形挙動の詳細な研究と併せて進めている。今年度から開始予定のNEDOプロジェクト（リーダー；井上総長）においてもこの技術開発がその中心課題となることから、非平衡物質工学研究部門（旧井上研）、大阪センター等と連携し、より重点的に開発を推進する。併せて、上述のアドバンテージを生かす応用をNEDOプロジェクトや昨年立ち上げた産学連携組織“金属ガラス・イノベーションフォーラム”（参加企業69社）等の活動を通じて、探求してゆく。

金属ガラス以外の有望な新素材の開発については、現在、結晶成長をキーテクノロジーとした新素材開発も当センターで行っており、また、全国共同利用研究の仕組みの中でも金属ガラスに限定せず、広く所内外の研究グループとの共同研究を行っている。当センターとしては、今後も、当面はこの方針を堅持しつつ、長期的には金研の共通施設としての役割を果たすことを念頭に置き、柔軟な組織運営を行ってゆく。

### **強磁場超伝導材料研究センター**

当センターの活動内容に対しては、非常に高い外部評価を得ている。問題は、当センターを継続・発展させるための大学さらには国レベルの施策が不十分とされる点にある。そこで、大学さらには国レベルの施策を求めるべく、当センターの将来計画の第1段階として水冷マグネット用8MW電源・水冷冷却設備を平成20年度の概算要求として申請した。全国共同利用として、強磁場を用いた新機能材料開発の研

究拠点形成のためである。

第2段階として、巨大化している世界の強磁場施設と競争するために、我が国の超伝導技術を駆使した省エネ型の強磁場施設を建設する必要がある。このために、金研の強磁場センターとつくば物質材料研究機構の強磁場施設は、共同で高性能超伝導材料開発を行い世界最先端の次期計画を立案する。東京大学と大阪大学の準定常パルス磁場施設と連携して、世界標準となったパルス磁場から定常強磁場までの世界最先端強磁場施設連合として我が国の強磁場コラボラトリを形成させる計画である。

## 材料科学国際フロンティアセンター（IFCAM）

平成 18 年度に実施された外部評価では、当センターの重要性を評価いただくと同時に、次の 3 点への対応についての質問が出された：

- 1) 当センターのプロジェクト研究と研究部門での研究のすみ分け、
- 2) 海外リエゾンオフィスの機能、
- 3) 国際シンクタンクとしての役割、

当センターの 3 つの外国人客員教授席へは、海外からの応募数が多く、材料科学の分野では世界的に十分に認知されてきたと判断する。これらの外国人客員教授との共同研究はすでに 400 編以上の学術論文として出版されており、引用件数も 7000 を越えている。海外リエゾンオフィスは予算措置がないため、所内の対応教員の個人的な努力でその機能を維持している。それにもかかわらず、外国人客員教授及び共同研究の多くは海外リエゾンオフィスの機能によるところが大である。

平成 18 年 11 月より、当センタープロジェクト研究の 1 つを牽引してきた井上教授が東北大学総長に就任されたこと及び企画部の福山教授が平成 18 年 3 月に定年退職されたこと等から、プロジェクト研究を含めた当センターの活動方向の変更が必要になってきているのも事実である。そのことが上記 1) の指摘にもなったものと思われる。

平成 19 年 4 月からは桜井センター長のもとで、当センターは東北大学の国際戦略の 1 つとして新しい展開を予定している。

## 大阪センター

平成 19 年度は平成 18 年度に大々的に新聞に報じられて登場した金研大阪センターの実力を中小企業との研究活動の中から生まれる具体的研究成果として裏打ちしていく重要な時期である。この段階で最も大切なことはアウトプットを出すのに一

般に最低でも数年という時間を要する材料学における研究開発を早急に各研究室の現場で開始することである。また、予算執行を含めた事業計画もその枠組みの中で進めるべきである。すなわち平成 19 年度は平成 18 年度に培われた企業との交流の上に立った、ポスドク研究員の採用等による実質的研究活動の推進を最重要課題とする。また、金研の研究部門との連携というご指摘に対しては、素材別では鉄鋼やセラミックス、研究分野としては腐食や鋳造といった相談を多数受けているので、これらの分野に関連する部門との連携を組織的に行っていく。具体的には当初、文科省への概算要求書にも記したように平成 19 年度は応用関係の二部門の増加を計画しているが、一方で現在の予算範囲では純増で対応することは不可能であることがシミュレーションによっても判明しているので、鉄鋼関連の部門に兼任という形で参画していただくことを計画している。

以上をまとめると平成 19 年度は(1)ポスドクを中心とした研究開発の実行部隊を早急に立ち上げ、研究成果を出すことを第一の目標とし、次に(2)大阪府商工労働部との協力の中で外部資金を得ることに力を注ぎ、中小企業の支援体制を整えることが重要であると考えます。

## 計算材料学センター

当センターは、名称は如何にも確立した「センター」としているが、所内措置の組織であり、金研の全国共同利用というカテゴリ内で確実な活動を行い活用されてきた。当センターでは、概算要求時点から、計算機会社からの支援職員を雇用するための経費を要求し、それを実現している。他国立大学計算機センターにも同様なしはそれ以上の会社からの支援職員が派遣されているが、経費が計算機維持費に組み込まれているという基本的な違いがある。

金研では、全国共同利用を単なる装置利用提供ではなく、所内の研究者と外部研究者の真の「共同」による研究と位置づけている。この定義に従い、これまでも、当センターでは、金研所属の研究者と国内外の多くの研究者との共同研究の支援を積極的に行ってきた。わが国の計算物質科学のコミュニティーという意味では、日本金属学会やナノ学会における計算材料学セッションを組織化してきている。

前回の外部評価書に記載されていた内容に関しても、金研の全国共同利用とは、単なる機材貸しではなく、所内の研究者との真の意味での共同研究を意味していると認識しており、その点に関しては、他センターとの違いを含め礼を尽くして説明を行った。また、全国共同利用の申請書に、「スーパーコンピュータの利用の有無」という項目を設け、前回の評価委員会のご指摘に対応したことも説明した。しかし、今回、前回の外部評価に書かれた文章そのものを金科玉条として「具体的な対応が遅れた」と表現されている。

次世代スパコンでは、5つの重要研究テーマを設定しており、その中で、分子研がナノテクノロジー・材料の担当であるとなっている。分子研は、そもそもの設置目的からして全国共同利用という意義があり、本来的にその業務を担うべき組織であり、経費配分も全て分子研になされている。

**参 考 資 料 :**

東北大学金属材料研究所 外部評価報告書 平成19年(2007年)1月