

大学の工学領域の研究者による論文分析：  
工学部の状況や論文分析の限界も併せて

大阪大学大学院工学研究科

掛下 知行 工学研究科長・工学部長

塩谷 景一 招へい教授

安田 弘行 教授

白土 優 准教授

大畑 充 准教授

増井 敏行 准教授

2014年8月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

SciSIP 室

本講演録は、2014年1月27日に文部科学省科学技術・学術政策研究所で行われた、大阪大学大学院工学研究科の講演会の内容を、講演者の了承のもとに当研究所においてとりまとめたものである。

また、本講演録の内容は、講演の記録として講演者の見解を掲載しており、当研究所の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

編 集 : 文部科学省 科学技術・学術政策研究所 SciSIP 室 土橋 恵子  
問 合 せ 先 : 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-2  
TEL:03-6733-6539 FAX:03-3503-3996

本講演録の引用を行う際には、出典を明記願います。

## 講演会概要

演題： 「大学の工学領域の研究者による論文分析:工学部の状況や論文分析の限界も併せて」

講師： 掛下 知行 氏  
大阪大学大学院工学研究科長・工学部長  
塩谷 景一 氏  
科学技術・学術政策研究所 客員研究官  
大阪大学大学院工学研究科 招へい教授  
安田 弘行 氏  
大阪大学大学院工学研究科 教授  
白土 優 氏  
大阪大学大学院工学研究科 准教授  
大畑 充 氏  
大阪大学大学院工学研究科 准教授  
増井 敏行 氏  
大阪大学大学院工学研究科 准教授

日時： 2014年1月27日(月) 15:00～17:00

場所： 科学技術・学術政策研究所会議室

概要：

大阪大学大学院工学研究科では2012年4月に「工学領域における研究戦略タスクチーム」を立ち上げ、若手教員を含めたメンバーで「工学研究科の国際的比較の妥当な評価法の提案」や「工学領域の定義の再考」について検討を進めてきた。

本講演では、それぞれの研究者の専門領域における研究活動の状況について論文分析を用いて明らかにした結果を示す。また、論文分析の限界や論文分析以外の視点からの工学部の在り方についても言及していただく。

(大阪大学大学院工学研究科と当研究所は2013年2月に研究協力に関する覚書を締結している。)

## プログラム

### 1. はじめに

○塩谷 景一 NISTEP 客員研究官、大阪大学大学院工学研究科 招へい教授

- NISTEP と大阪大学工学研究科の連携協力のねらい

### 2. 大阪大学大学院工学研究科の研究者による論文分析からの工学部の状況(各 20 分)

①安田 弘行 教授(マテリアル生産科学専攻)

- 研究テーマの紹介:低炭素社会の構築に向けた高温耐熱材料の開発
- 金属工学分野の論文分析による工学部評価
- 構造材料イノベーションまでの道のりと工学部のあり方

②白土 優 准教授(マテリアル生産科学専攻)

- 研究テーマの紹介:高集積・低消費電力磁気・スピンドバイスの開発に向けて
- 磁性材料分野における投稿論文
- Web of Science を用いた論文分析～大阪大学・東京大学・京都大学の大学間、工学部間比較～
- 工学部・工学研究科の在り方

③大畑 充 准教授(マテリアル生産科学専攻)

- 研究テーマの紹介:材料特性－構造性能の階層的評価手法－マルチスケール&マルチ特性相関に向けて－
- 工学分野における評価の現状と「生産科学」分野の主要雑誌でみた工学部評価例
- 多面的な工学部評価ファクターについて

④増井 敏行 准教授(応用化学専攻)

- 研究テーマの紹介:希土類の特徴を利用した機能性無機材料－環境触媒、蛍光体、色材－
- 化学系で重要視される学術雑誌とその論文掲載数の詳細分析による評価－阪大工・応化と東大工・応化の比較－
- 産学連携の視点からの工学部のありよう

### 3. 工学研究科の現状と今後の展開(15 分)

○掛下 知行 大阪大学大学院工学研究科長・工学部長

# 目 次

1. 講演内容 .....	1
1.1 はじめに（塩谷景一 NISTEP 客員研究官、大阪大学大学院工学研究科招へい教授）	1
1.2 大阪大学大学院工学研究科の研究者による論文分析からの工学部の状況 .....	3
① 安田弘行教授（マテリアル生産科学専攻） .....	3
② 白土 優准教授（マテリアル生産科学専攻） .....	7
③ 大畑 充准教授（マテリアル生産科学専攻） .....	11
④ 増井敏行准教授（応用化学専攻） .....	14
1.3 工学研究科の現状と今後の展開 （掛下知行大阪大学大学院工学研究科長・工学部長） .....	18
1.4 質疑応答 .....	21
2. 講演スライド .....	25



## 講演内容





## 1. 講演内容

【司会】本日は、「大学の工学領域の研究者による論文分析：工学部の状況や論文分析の限界も併せて」という内容を、大阪大学大学院工学研究科の先生方にお話していただきます。先ず冒頭に科学技術・学術政策研究所(以下「NISTEP」という。)の客員研究官であり、大阪大学大学院工学研究科(以下「阪大工学研究科」という。)の招へい教授である塩谷景一先生より、昨年から行っているNISTEPと阪大工学研究科の連携協力を含め、どのようなことがバックグラウンドにあり、今回発表する内容をお示ししようとしているのかをお話していただきます。

### 1-1. はじめに

(塩谷 景一 NISTEP 客員研究官、大阪大学大学院工学研究科招へい教授)

本日の私の立場は、NISTEP 客員研究官と阪大工学研究科 招へい教授です。本業は、超大企業の本社で技術司令部(世界 12 万人)的な役目を担う部門に属する主管技師長です。技術行政と技術取りまとめの一翼を担っています。

平成 25 年 2 月、阪大工学研究科と NISTEP は MOU を締結致しました。締結内容は、「工学分野における教育研究活動に関する分析とその手法研究、及び科学技術イノベーション政策に係る実証的研究の連携」です。今回は、その具体的な内容の報告です。研究開発において論文は重要な評価手段ですが、それに関して NISTEP と阪大工学研究科による共同研究結果を報告致します。阪大工学研究科側は 2013 年 4 月にタスクチームを発足し、いわゆる力のある、本日の講演者の教授・准教授 4 名によるタスクチームを設置し、月 2 回程度 NISTEP と一緒に議論を行いました。

MOU の大きな背景をお話しさせていただきます。

工学領域、あるいは産業領域で大きくグローバルを見ると、私どもでは 2006-7 年から 2011-12 年に大きな変化があったという認識をしています。例えば、中国は工作機械のコピー、現在は日本の重工メーカの機械をコピーすることがありますが、2006 年頃の中国製コピー機械は品質が悪く、加工精度が出ないだろうと考える日本の企業が多かったと思います。しかし、2010-11 年頃に投入された中国製機械を見ると、非常に品質も良く、場合によっては日本の重工メーカの機械よりも良い物になってきているのではないかと想定できるケースも見受けられるという大きな動きがあります。また、グローバルに先頭を走る国々に目を向けると、ドイツのFhGは従来から製造技術を強化していますが、実際に現場で使っている、鋳造や鍛造に設備などを投入して、ものづくりができる即使えるレベルの先端技術開発を行い、かつ、製造技術を科学技術としてしっかり取り組んでいる。英国は、カタパルト拠点ということで、MTC という生産拠点を形成、英国内のトップの研究機関の要員やポスドクを集めて製造技術を研究開発するという。英国の場合、製造技術は声掛けだけで中々本気ではなかったという話がありますが、今回は本気でやっている。米国は、ご存じのようにオバマ大統領が強化策として徹底的に行うという。3D プリンターや AM 技術など、製造に関連する研究開発に 500 億円近い資金投入を行っていくといえます。我が国の産業界として見ても、その中でどのように国際競争を勝っていくかということに関しては色々厳しい側面があるなど感じます。

一方、産業界からは、大学との連携ではグローバル視点から言えば連携先として国内の大学より期待値が高い海外の大学もあるという意見があり、大学からは、産業界に対してポスドクの採用も含

めて現在の大学との連携の産業界のスタンスには課題があるとの意見もあり、中々噛み合っていない面もあります。また、官との産学との連携関係から見ても、色々意見交換はあるが、本当に深層部までお互いを知り連携するまでには色々課題があるだろうと伺っています。そういうことを踏まえて、本当に工学分野での何らかの課題のある状況を良くする施策を考えるには、産学官互いに深層まで相手を理解し、如何に議論自体を進めていくかということを NISTEP と阪大工学研究科とで一緒に取り組んでいこうとなりました。併せて、阪大工学研究科の場合には、共同研究講座といういわゆる近接研究所があります。そこには、大阪大学の招へい教授と企業の研究の課長級を担っている人達が沢山いますので、彼ら達も含め本当のところを議論しながら工学部のありようや産業競争力をサイエンスから考えることができます。いままでお話したような大きな趣旨で、本 MOU はスタートしています。

NISTEP から見た場合、NISTEP は色々な科学技術政策のアンケート分析をしていますが、これらの実証検証、つまり、本当にどうなっているのかということを実験的に検討する場が MOU における大阪大学であり、大学の教授も科学技術政策を良く知れば、国の将来を考えた戦略的な研究取り組みの良し悪しを証明したいときに本当のところをきちんと答えることができます。例えば、よく日本の企業が海外と共同研究を行う時の調査で、資本金 3 億円以上の企業を分析していますが、それは企業の資本金による中小と大企業の境目の資本金で、実際、経済界の感覚からすると、海外と共同研究を行う以上、海外の機関に対する研究管理能力などから私は資本金 1 千億円以上の企業で調査しないときちんとした連携先としての海外と国内の比較データが出るとは思えない。しかし、そういう本当のところはどうなっているのかということもきちんと議論しようと思えば、企業の本社 司令部の中心人物、大学の研究者、科学技術政策を実際に長年やっている NISTEP のようなところが三者一緒に集まり、お互いに深く知り、現場で何が起きているかをきっちり理解する仕組みを作ることが重要であり、本 MOU の大きな背景となっていきます。

そんな中、先ず初年度としては、工学部の再定義ということの中で論文分析を重要な検討課題として取り上げました。昨年、文部科学省で行った論文分析の視点から先ず具体的に検討しようということです。今回、昨年の 4 月からスタートした内容をご報告させていただき、皆様のご意見を聞きながら本当に何が起きているのかということを引ききりながら、工学部について考えていきたいというのが私共、関係者の本心でございます。よろしくお願いいたします。

**【司会】**塩谷先生、ありがとうございました。それでは以下プログラムに従って行います。次は、2. 阪大工学研究科の研究者たち、教授と准教授の方達による論文分析から工学部の状況について大体 15 分から 20 分程度ずつ、4 名の方にお話しをいただこうと思っています。

それぞれの方にご専門がありますので、簡単にご専門を少し分かり易くお話**(Ⅰ. 専門分野について)**していただき、更にそれに関連する論文の分析の状況、その論文の分析、タイトルに限界も併せてと書いてありますが、どういう部分のところが今まで従来言われている論文分析では見えなかったとこなのか**(Ⅱ. 専門分野に関連する論文分析の結果・状況)**ということについて、更に、工学部は今後どうしたら良いのか**(Ⅲ. 工学部の今後のあり方について)**という部分のところに踏み込んでお話しをしていただきたいと思います。

## 1-2. 大阪大学大学院工学研究科の研究者による論文分析からの工学部の状況

### ① 安田弘行教授(マテリアル生産科学専攻)〈資料 1〉

先ほど塩谷先生からお話がありましたが、私どもは阪大工学研究科に立ちあがりました、工学領域における研究戦略タスクチームのメンバーであり、これまで自分達の専門性を活かして論文分析を行い、或いは最近、工学の再定義というのが行われましたが、これからの工学がどうあるべきかについて議論を行ってまいりました。そこで今日はその成果の一部を発表させていただこうと思います。発表の流れとしては、先ずそれぞれの専門の研究テーマについて簡単にご説明した後、その自分の専門性を踏まえた論文分析の結果についてご紹介させていただきます。そして最後にその論文分析の結果を踏まえて今後の工学部の在り方について述べさせていただくスタイルで発表させていただきます。なお、私どもは論文分析のプロというわけではありませんので、解析に甘い部分もあると思います。何よりもこれをもって大学を評価しようということは全く思っていないので、その点はご了承ください。ありがとうございます。

#### I. 専門分野について

〈スライド 2〉 それでは早速ですが、私の研究テーマについてご説明いたします。私の研究テーマは一言で申しますと、低炭素社会の構築に向けた高温耐熱材料の開発です。皆さんご存じのように、近年、地球温暖化を防止するために低炭素社会の実現ということが強く望まれています。例えば航空機や或いは火力発電プラントといったものは大量の CO<sub>2</sub> を発生しますので、その高効率化が低炭素社会の実現に繋がります。特に火力発電の場合には石炭火力というのが CO<sub>2</sub> を大量に発生し、世界で排出される CO<sub>2</sub> の 3 分の 1 はこの石炭火力によるものだと言われています。この分野で日本の発電効率は 43%と世界でトップですが、更なる高効率化が望まれているという次第です。それでは、こうした航空機や火力発電プラントを高効率化するためにはどうしたら良いのか。これらに用いられている高温耐熱材料の軽量化、或いは耐熱温度の向上というのが不可欠です。私はその為の研究を行っています。

〈スライド 3〉 それでは、私の研究例について二つご紹介させていただきます。先ずこちらが耐熱合金になります。TiAl という材料の例です。TiAl という物質はこちらの図にある通り、チタンの原子とアルミの原子が層状に配列した物質です。チタンアルミ共に非常に軽量の元素なので、TiAl の比重も 3.6 と非常に軽くなっています。これは従来の航空機のジェットエンジンに用いられてきた Ni 基超合金の比重の半分以下ということです。従ってこの TiAl を用いれば航空機の機体の重量を大幅に軽量化することができるわけです。実際に、ボーイング 787 は皆さんご存じだと思いますが、最近このボーイング 787 のエンジンにこの TiAl が実用化されています。具体的には、こちらの低圧タービンという場所に実用化されましたが、これによってエンジン 1 基あたり 80kg の軽量化に成功しています。このボーイング 787 というのはこれまでの航空機に比べて 2 割程度燃費が良いと言われていますが、この燃費向上に大きくこの TiAl が貢献しています。

〈スライド 4〉 それでは次に、火力発電用の耐熱材料についても少しご紹介したいと思います。一般的な火力発電というのはボイラーで発生した蒸気でこちらのようなタービンを回転させることで電力を得ています。更に高効率化するといった場合には、こちらのグラフにもありますが、蒸気の温度さらに圧力を更に上昇させる必要があります。特に最近注目されています、この超々臨界圧石炭火力発電という高効率の発電方式においては、この蒸気の温度を 700 度まで上げてやろうということ

が検討されています。しかしこの 700 度になってくると、従来用いられてきたフェライト系耐熱鋼というのは 650 度が限界とされているので、もう無理だということで、非常に高価な Ni 基超合金を代替材料として使うことが検討されています。そこで私は 700 度でも使用可能になるような新規の耐熱鋼の開発を行っており、現在、強度だけならばこの 700 度でも使えるようなものを開発・分析をしています。現在、他の特性についても調査している次第です。

以上が私の専門分野ということになります。

## II. 専門分野に関連する論文分析の結果・状況

〈スライド 5〉 それでは次に、私の専門を活かした論文分析の結果をご紹介します。私が阪大のタスクチームに配属されて最初に拝見した資料というのがこの NISTEP が実施した研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング 2011 です。これは非常に興味深い資料で、色々参考にさせていただいたのですが、この調査、例えば材料科学分野を評価するといった場合には、Web of Science という検索ウェブサイトがありますが、そちらの材料科学分野に含まれている全てのサブカテゴリーを含む形で調査が実施されています。

この材料科学分野には、ご覧の通り典型的な金属工学以外にも生体材料やコーティング、それから極端な場合、紙や木材といった様々な分野が含まれます。ですから、このようなサブカテゴリーを全て含めると、例えば調査の対象の中に医学系や化学系のデータもどんどん入ってくるということになります。そこで私は、もしこれを自分の専門分野に絞って調査した場合、どういう結果が出るのかということに私自身大変興味があり、そのような観点で調査を行いました。具体的には、私の専門は先ほども申しあげたとおり、耐熱材料を含む構造材料の研究ですので、Web of Science の中では Metallurgy & Metallurgical Engineering、いわゆる金属工学のサブカテゴリーに属するものです。

〈スライド 6〉 そこで、この金属工学分野に属する IF 上位の論文誌、こちらの四つの論文誌。これがまさに私が普段論文投稿している雑誌なのですが、調査対象のこの四つの論文誌に絞って調査を行った場合、どういう結果が出るか実施してみました。

その結果が〈スライド 7〉になります。ご覧のとおりです。先ず調査の期間としたのは、1990 年から現在。分野は材料科学分野の中でも先ほど申し上げた四つの論文誌に絞って行います。そして調査対象とした大学は大阪大学、東京大学、東北大学、京都大学、東京工業大学、九州大学の六大学です。調査した項目としては、論文の総数、被引用数の合計、セルフサイテーションを除く被引用数の合計、平均引用数、h-index となっています。

因みにこの h-index というのはもう皆様ご存じだと思いますが、例えば h-index が 50 ということは 50 回以上引用された論文が 50 件あるということの意味しており、論文の質と量、両方とも評価できる指標として使われています。それではこの結果を見てみましょう。先ずまっさきに気が付いたのが、東北大が論文の総数、それから平均引用数、h-index、これらの数値において最も優れた値を示していることから、東北大の論文というのは質と量共に優れている。我々の阪大は大体その次ぐらいに来るのかなという印象です。このように見て参り、私なりにどういう印象を持ったかと申しますと、大体私のイメージ通りの結果の部分もありますが、実は私のイメージとはちょっと食い違ったデータもいくつか見られたので、それをご紹介します。

〈スライド 8〉 先ず九大のデータを見ますと、論文総数は他と比べて最も少ない値を示していますが、平均引用数が突出した値を示しています。平均引用数が他と比べて倍以上の 40 件ぐらいですね。これが非常に驚きでした。それからこの数字だけで見ると、例えば東大、京大、それから東工大

といった所が数値の上でちょっと低い数字を示しているように見えます。しかし、私の引用ではこれらのアクティビティが低いということは全くなく、むしろ高いぐらいであると考えています。このような調査を介して何か問題があったのかなという事で、私なりにこの原因について検討を行いました。

先ず九大で平均引用数がかなり高い値が出る理由について考えたところ、実は九大には引用数の非常に多い論文を抱えている先生がお一人いらっしゃる、そのデータで組織全体の評価が押し上げられている可能性があると考えました。そこで、各大学で論文引用数がトップの研究者のデータを削った場合、先ほどの結果がどう変わるのかを行いました。結果は、この緑でハッチングした部分がお一人のデータを除いたデータになります。そうすると、九大を見ていただくと、平均引用数が40近くあったものが10ぐらいに落ちますし、h-indexも54だったのが20となり、やはり予想通り、お一人のエース級の研究者データで九大のデータ自体がかなり押し上げられている結果が出ました。一方で残りの五つの大学については、お一人のデータを除いても極端に数値が変わるということがありませんので、特別な場合を除けば、こういう平均引用数やh-indexというのは有効な組織評価の指標になるのではないかと考えております。

〈スライド 9〉 それでは次に、東大を初めとする三大学が若干過小評価を受けているという印象がありました。その理由については学科の構成がかなり影響しているのではないかと考えました。先ほどの私の分析を行う場合、私が関係する四つの論文誌に絞って行ったわけですが、今度はNISTEPが行ったことと同じように、材料科学分野に属する全てのサブカテゴリーを含む形で調査を行ってみました。表が阪大と東大のデータですが、この表だけを見ると、阪大と東大というのは大体同じような数値であることがお分かりいただけると思います。先ほどの結果と大分違ってきます。これはNISTEPの方でも、阪大と東大の論文の質・量は大体同じぐらいの評価であるので、大体同じ結果になったのかなと思っています。

何故このような結果になるのか、先ほど申しました通り、論文の調査範囲を広げると、材料科学分野に医学系や化学系の論文が大分入ってきます。実は特に東大というのはマテリアル工学専攻の中にバイオ系の研究室というのがかなりあり、半分ぐらいがバイオ系か生体材料系かなと思いますので、このデータが入るのか入らないのかとでは組織の評価が大分変わってくるというわけです。従って、こうした組織の評価を行う際には、そうした学科の構成の影響もかなり出てくるなという印象がありました。因みに私が行った調査で東北大が一番良い数字を出していました。東北大は材料科学関係の研究室が非常に多いので、それで若干他に比べると有利になるという点も学科の構成の影響と同じようにあるのではないかと考えます。

〈スライド 10〉 それからこの論文分析をする前から私が感じていたことですが、最近、中国人研究者の論文の影響がかなりあるなという印象を持っています。表左は先ほどの調査対象とした Acta Materialia という雑誌ですが、こちらに2012年に掲載された論文を国別で集計しました。そうすると、ご覧の通り、中国というのはアメリカに次いで2番目に高い値を示していることがお分かりいただけると思います。これは論文誌をばらばらとめくるだけでも感じられることで、更にこの場合、恐らく共著の場合はダブルカウントされていると思いますが、例えばアメリカでポストドクをしている中国人ということになると更に件数が増加します。要するに First Author だけを見ると中国人の名前だらけということになり、かなり中国人研究者の論文投稿数が増えているということです。このような影響というのは当然、引用数にも反映されており、例えば表右が2010年11月に Acta Materialia 誌に掲載されたマグネシウム合金の研究論文です。こちらは引用数の推移を示しています。

実はこれ、私も関係している論文なのですが、順調に引用数が伸びており、3年間で71件という

ことです。これは私の業界の中では多い方だと思っておりますが、実はその引用数の内訳を見ますと、実は半分以上が中国からの引用であったということです。これはよくある話で、中国というのは日本で行われているプロジェクトを追随する傾向があり、実はマグネシウムも今中国で盛んに研究が行われているということです。従って中国が参入した研究分野では論文引用数が爆発的に増加するという傾向があるので、このような論文分析をする際には少し注意が必要であると感じています。以上が私の論文分析の結果です。

### III. 工学部の今後のあり方について

〈スライド 11〉 それでは最後に、こうした論文分析の結果を踏まえてこれからの工学部の在り方について少しコメントしたいと思います。具体的には冒頭で TiAl のお話をさせていただきましたが、この TiAl の実用化までの道のりを例にとってお話していきたいと思っております。グラフは、TiAl 関連の論文数の推移を示していますが、TiAl 関連の最初の論文が掲載されたのは 1952 年です。この時は結晶構造に関する論文で、この当時まだ TiAl を構造材料として使おうという考えは全くなかったものと考えられます。そして、1975 年に TiAl の強度に関する最初の論文が発表され、この頃から徐々にこの TiAl を構造材料として実用化しようという考えが芽生えてきたものと思われま

す。そして実にタイムリーなことに、まだそれ程論文数が伸びてない 1989 年に当時の通産省主導でこのチタンに関するプロジェクトがスタートし、更に 1992 年に当時の文部科学省の重点領域研究として研究が推進されます。その甲斐があり、論文数がグラフのようにこの時期を景気に急増しています。従って日本人研究者が TiAl の学位の構築に大きく貢献しているということがお分かりいただけると思っています。そしてめでたく 1999 年、そうした研究の甲斐があり、三菱の自動車のターボチャージャーに実用化されています。後にはホンダの F1 マシンにも実用化されたと聞いています。そして最後に、2012 年、凄く最近ですが、ボーイング 787 の GE 製のエンジンに実用化されたということです。

このようなチタンの実用化までの道のりを調べてみて、最初に皆さんに申し上げたいことは、とにかく構造材料の実用化というのは非常に時間がかかるということです。やはり構造材料というのは人の命を預かる部品に使われていますので、実用化までに非常に慎重な検討が要求されます。特に TiAl のような革新的な構造材料、しかも航空機という失敗が許されない場所に使う場合には、更に時間がかかります。具体的には、TiAl の場合、この辺から研究が本格的にスタートしたのですが、実に 20 年かかっている。従って研究スパンが非常に長いということを先ずお分かりいただきたいと思

います。それでは、こうした長期スパンが必要な研究に対して工学というのがどうあるべきかと考えてみると、最近の研究者はやはり研究費を着実に獲得し、かつ確実に業績を伸ばさなければならないことから、こうした論文数がかかり増え、ある程度学問が固まってきたところから参入する方も最近増えてきているような印象があります。しかしながら、最初の第一歩で研究を始めたというのが非常に素晴らしいことだと思っており、やはり最初、研究の第一歩を担う方がいなければ当然最後の実用化がないわけです。そのため、この最初の第一歩を担うということが非常に重要ではないかと私は考えています。

特に、例えばこの TiAl の場合でしたら、タイムリーに研究のプロジェクトがスタートし、日本で TiAl 関連の学理が確立されていったわけですが、こうした取組を経て独自の学位、独自のノウハウを蓄積したことで実用化されていったものと考えますので、こうした最初を担うということがとても大事だと思っております。また当然、工学部ですので、最終的な実用化のイメージ、これをきちんと持った上

で研究をスタートしなければいけない。ただ単に興味本位で研究を始めるのではなく、やはり最後の実用化のイメージを十分固めた上で、その為に何が必要かを最初の時点で意識しながら研究を始める必要があるかと思います。この辺はやはり工学部と理学部のミッションというのは大分違うのではないかなと感じています。従って、やはり最初の第一歩を担い、着実に学理を構築していく、世界に先駆けた研究をすることが工学部の役割ではないかと私は考えています。

以上で、私の話を終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

## ② 白土 優准教授(マテリアル生産科学専攻) <資料 2>

私も安田教授と同じ、マテリアル生産科学専攻に所属しています。私ども、マテリアル生産科学専攻では、材料というキーワードのもとにいろいろな研究を行っています。安田教授からご紹介いただいた研究は、構造材料に関する研究ですが、私は主に機能性材料と呼ばれる材料の一つである磁性材料を研究しています。こういった立場から論文を考えてみた時に、我々が論文投稿する際にどういったジャーナル誌に投稿していくかということに絞って、どういう分析結果が出るかということ、NISTEP との報告結果と併せ、私見を交えて報告させていただきたいと思います。その後、機能性材料分野に関して実用化に至るまでにどのような経緯で論文が出て、どのような流れで研究が行われているのかということに対して、工学研究科の在り方についての私見を交えて報告させていただきたいと考えています。

### I. 専門分野について

<スライド 2> 先ず、私が主に研究している研究内容の一つを紹介させていただきます。サブタイトルに「高集積・低消費電力磁気・スピンドバイスの開発に向けて」とあります。ご存じかもしれませんが、昨今インターネット等々で使われるデジタル量が爆発的に増えています。このため、我々が1年間に使うデジタル量のデータが2007年時点で総ストレージ量、すなわち、地球上にあるストレージの量を集めてきた時に記憶できる量を既に超えてしまっている。つまり、我々がこれからデジタルデータを保存しようとする、何かを捨てないと保存ができないという状態になっています。こういった状態は恐らくこれからも拍車がかかっていくものと思います。

ある予測によると2020年においては我々が扱うデジタル量がゼタバイト、 $10^{21}$  バイトを超えて、この莫大な量の記憶容量が必要になってくる。サーバ等使われるデジタルデータの保存が何で行われているかという、ほとんどは磁気記録、ハードディスクです。つまり、先ほどの問題を解決するためには、大容量で高密度が可能な磁気記録を開発する必要があります。もう一つ大事なことは大容量化と共に低消費電力化を実現することが必要になってきます。例えば平成20年においては、国内で使われている全体の消費電力の約30%がIT機器で使用されている。IT機器での消費電力は年々増加してきます。例えば、2025年のサーバー・ストレージの消費電力は、現在の予測では、約700億kWh。今、日本全体で発電されているのが10000億kWhですので、約7%ぐらいです。ということは、やはり大容量化と共に低消費電力を可能にするような磁気デバイスを開発する必要があります。

<スライド 3> 現代のIT機器、コンピュータなどの電力の使われ方の一例を考えてみます。図は、コンピュータの中に入っているメモリの階層構造を表しています。ここはいわゆるCPUと呼ばれるところです。CPUの中にキャッシュメモリというのが入っていて、この中でいわゆる論理演算を行っていま

す。この下に、一時保存のためのメインメモリがあります。メモリを増設させることは、このメモリ容量を増加させることに対応するわけです。上の三つに関しては現在、半導体が使われています。半導体メモリは、揮発性という性質を持っていて、電力を常に供給し続けないと情報を忘れてしまう。これが今の IT 機器の電力消費の原因になっていると言われていています。最後にあります保存後、記憶後のハードディスク、磁気記録、これに関しては不揮発ですので電源を切っても情報が無くなることはありません。すなわち、必要でない時には電源を切っておけばいいので非常に低消費電力なことができることになります。

我々が今、スピンドバイスや磁気記録の分野で盛んに議論していることは、上の三つの部分を揮発性ではなく、不揮発性スピンメモリのようなもので代替することが出来ないかという事であり、これが可能になると、非常に低消費電力なコンピュータができるのではないだろうかということです。それに一つ必要とされている特性が、ギガ～テラバイト級の大容量と、高速性、低消費電力、不揮発、それから書き換え可能性 ( $10^{16}$  以上) という、いわゆるユニバーサルメモリです。現在のメモリデバイスの中でこれだけの特性を唯一満たすことができるのが磁気ランダムアクセスメモリと呼ばれているので、このデバイスを使うことによって IT 機器の低消費電力を革新的に改善することのできるだろうと言われていています。

〈スライド 4〉 その一つの構成要素がスピバルブという強磁性体と反強磁性体と非磁性体を組み合わせた積層構造でできているデバイスです。磁化方向は、いわゆる N 極 S 極の方向です。これが平行の場合には電気抵抗が低く電気が流れる。これに対して反平行の場合には、素子の電気抵抗が高くなり電気が切れる。この原理は 1998 年に報告され、2007 年にノーベル賞学者が輩出した効果です。これが今のハードディスクドライブの読み出しヘッドに用いられており、磁気ランダムアクセスメモリにも使われています。

〈スライド 5〉 私の研究テーマの一つとしては、スピバルブに、材料の観点かもう一つ新しい機能性を付与できないかというものです。一例として、先ほどお示したこの図では、今までは二つの磁性体のうちの一つの磁石の磁化方向だけをコントロールしてきたわけですが、我々の研究によって二つの磁石の磁化方向を同時にコントロールすることができるようになってきました。こういったことができることになり、これまでは 1 入力 1 アウトプットだったものが、2 入力 1 アウトプットにできるので、一つのデバイスによってメモリだけではなく同時に演算もできるような、いわゆるロジック・イン・メモリという基礎デバイスを開発できるというのが我々の研究テーマです。この研究内容に関しては、Applied Physics Letters や Physical Review Letters に報告をさせていただいています。

次の話では、この論文の投稿先に関して論文分析の結果と併せて報告をさせていただきたいと思っています。

## II. 専門分野に関連する論文分析の結果・状況

〈スライド 6〉 先ほど申し上げたように、私の研究分野は主に磁気記録或いはスピンドバイスです。こういった分野で実際に論文投稿を考えた時にどこの論文に投稿されるかということを具体的にお話したいと思います。

左側に示していますのは、Web of Science の中で材料科学に分類される研究グループ、右側が物理分野に分類される研究分野です。赤で印を付けているのが固体物性と呼ばれる学術分野に分類されるものです。機能性材料というのはご存じの通り、材料のバックグラウンドに Physics という固体物理をベースにして構築されているものがほとんどです。材料科学の研究においても、物理分



野のサブカテゴリーに投稿されることが非常に多い。それは Physics Applied や Condensed Matter Physics で多くのものが包括されるというのが一つの原因なのではないかと思えます。

〈スライド 7〉我々が研究をしていく上で投稿する論文先をピックアップしてみました。表が主な投稿の分布です。左側が論文誌名、真ん中が出版社と、右側にインパクトファクターを書いています。右側は Web of Science におけるカテゴリーを表しています。一番上の Multidisciplinary を除いては、Material Science 分野に加えて、Physics 分野に対応するようなものが多い。つまり、磁性材料も含め、機能性材料を研究している研究者が論文を出す際には、実は Material Science 分野に加えて Physics 分野に対する論文投稿が非常に多いです。こういった観点から、磁性材料を初めとして固体物理に対してよく投稿される論文誌に限定し、論文分析を行ってみた場合、工学研究科がどういった位置づけにあるのか、私の興味として分析してみました。

〈スライド 8〉集計対象論文は先ほどまとめた全論文誌です。集計対象期間は NISTEP のベンチマークに合わせ 2002 年から 2011 年で行っています。ただし、引用期間に関してはこの調査時点において全ての期間(全期間)に対して集計をしています。集計対象に関しては、大阪大学、東京大学、京都大学。研究科別集計として、工学研究科に対してはこの三大学と、大阪大学に関しては基礎研究科と理学研究科に関しても調査をさせていただきました。

〈スライド 9〉先ず一つ目の調査結果です。表に示しているのは、リストアップしている論文の掲載件数をまとめたものです。左側が論文誌名、右側が大阪大学、東京大学、京都大学に対する論文掲載件数と左側のコラムから掲載論文総数、工学研究科、基礎工学研究科、理学研究科の値をそれぞれ示しています。東京大学、京都大学においては、総数と工学研究科の値をそれぞれ示しています。網掛けをしてあるのは、横の列で比較した時に、黄色のものが最大数、青のものが 2 番目ということです。総数は大学間の比較です。工学は、工学研究科間での比較を表したものです。一番下の欄に示しているものが、縦の数値の総和を表しているとお考えください。

東京大学における論文掲載件数が、多く、その後、大阪大学、京都大学と続きます。これは物理分野の傾向が、機能性材料分野においてもよく見えている結果ではないかと考えています。先ほどの〈スライド 7〉もそうですが、物理分野に対応するところが非常に多くありますので、例えば大阪大学の中で工学研究科の寄与についてと考えると、Applied Physics と呼ばれる分野に関しては、〈スライド 9〉を見ていただき、Physics 分野に分類されているにも関わらず、工学研究科からの寄与というのが非常に大きい。工学研究科間に比べてみても、大阪大学においてはこの分野におけるアクティビティが高いのではないかと示唆されています。

〈スライド 10〉次の表は掲載件数ではなく、被引用件数で比較をしました。表の見方は、先ほどの表と同じです。総数と書いてある青網掛けというのが全学ベースでの比較、工学というのが研究科間比較を表しています。被引用件数に関しては、東京大学と京都大学は同じぐらいのアクティビティであり、大阪大学に関しては、被引用件数は少し少ないようです。

〈スライド 11〉この結果を NISTEP で公表されていますベンチマーキングに照らし合わせてみると、物理分野における調査結果と類似しており、この結果は材料研究、機能性材料の研究分野に携わる研究者が投稿する論文誌は、材料科学の分野とともに物理分野にも反映されているのではないかと考えています。また、私としては、物理分野におけるこの結果を非常に興味深く拝見し、尚且つ私のイメージと非常によく一致するような結果が得られたのではないかと考えています。次に、最後になりますが、我々の分野において、磁性材料分野において各論文誌がどういった位置づけにあるかということ、それと研究開発の段階がどういった位置づけにあったかどうかということを経史的

な背景を踏まえ、私見を交えて考えてみたいと思います。

〈スライド 12〉この表に示しているのは、横軸年度で縦軸がハードディスクドライブの面記録密度を表しています。下の表は、各ステージにおける革新的な論文として、発見年数とどういった現象が発見されたかということをもとめてあります。左側(青字)が、私見ですが、先駆的研究というか、当時では直ぐにはデバイス化されなかったのですが、この分野の先駆けを築いた論文であり、右側(赤字)が、構築された学理をベースにして発展的応用的に展開した研究で、これが報告されることで実用化に非常に役だったという論文です。ご覧いただくと分かるように、80年代以前の論文は、この時点では実用化までには非常に長い年月がかかったように見受けられます。しかし、これらの論文によって学理が発展したようにも考えられます。例えば1956年に発見されています(交換磁気異方性の発見)の論文に関しては、50年経った今でも引用数は伸びているので非常に価値の高い論文である。ただし、この論文に関して被引用数の年次変化を見てみると、1992年の〈スピンバルブ薄膜の開発〉の論文が報告された辺りから被引用数の増加が見られる。つまり、この論文の価値というのは発表時点ではまだ計り知れなかったというようなことが推測されます。

こういったことを踏まえ、工学研究科では果たしてどういったことを考えなくてはいけないのだろうか、私見でまとめさせていただきたいと思います。

### III. 工学部の今後のあり方について

〈スライド 13〉次世代の分野に関しては、先ほどまとめさせていただいたように、〈スライド 12〉に青字で書いてありましたが、物理として新しい分野の先駆けを築いたような研究があると思います。これに関しては、初めは直感的な応用が想像し難く、被引用数としては中々伸びない傾向はあったとしても、実際にデバイスに応用できるようになった時には非常に高いアクティビティを誇ることになります。例えば50年経った今でも非常に読まれる論文になるなどです。大学としては、こういった論文を発表するというのは非常に価値のあることだと私は考えていますので、先駆的な研究というのはやはり推進していかないといけない。ただし、この時の論文で少し気を付けなければならないのは、論文分析にも関連してくるかもしれませんが、例えば後世でこの当時に発表されたことというのが否定される可能性もあるということです。これは私の分野で非常に有名な論文なのですが、69年から70年代、この当時に発表した論文で、少し専門的なことになりますが、磁石を2次元超薄膜にした場合に磁石でなくなるということを主張した論文が発表されました。ただし、この論文の結論は後世に否定され、この事実は今では必ずしも正しくないことが示されています。ただし、この論文が発表されることで、この分野での研究領域が発展しました。そういう意味では、研究の黎明期を築いたトリガーをかけていることを意味しており、その意味でこの論文の価値というのは高いものがあるというように考えています。こういったものは、恐らく論文分析の中では中々見えにくいファクターの一つではないかなと考えます。

もう一つ、先ほど赤字で書いてありましたが、デバイス化に向けた現象の開拓です。こちらは既に得られている知見を発展的に継承した論文であり、この研究によってデバイスが飛躍的に発展したという論文ですので、工学研究科としては、こういう科学技術に向けた一つの学理の構築というのも非常に重要になってくるのではないかと考えます。こういった新しい学理の先駆的研究を推進すると同時に、これを工学応用或いは科学技術に繋げるような革新的な研究というのを同時に推進していく必要があるというのが私見です。以上です。ありがとうございました。

### ③ 大畑 充准教授(マテリアル生産科学専攻)〈資料 3〉

私の所属は先ほどのお二方の先生と同じでマテリアル生産科学専攻なのですが、その中で溶接工学科を前身とする生産科学コースに属しております。まずは先ほどの先生方と同じく、私が取り組んでおります研究の構想や将来目標について簡単にご紹介させていただいた上で、研究でこの分野を発展させていくという観点から、特に工学分野に関する論文の分析の結果を踏まえて、今後、工学を評価するにあたってどういう指標が必要になってくるのか、私見を交えてお話しさせていただきたいと思います。そういう意味で、先ほどのお二人の先生方は材料科学の分野に関する分析でしたが、私の方は工学分野に焦点を絞った分析結果を報告させていただきます。

#### I. 専門分野について

〈スライド 2〉早速ですが、私の研究背景と構想ですが、材料と構造を総合的に高付加価値化することや高性能・高信頼化することを目指して、ものづくりプロセスを革新化していこうといったことを狙った研究をしています。因みに、このようなことを目指しているのですが、私の専門は損傷とか破壊でして、構造製品の最終性能を見据えた上で材料を開発していく方向性を提示することが今後大事になってくるのではないかと考えています。一言で言いますと、後ほど詳細はお話し致しますが、異なる階層の特性を橋渡しするための科学というものを追及していこうという研究をメインにやっています。

〈スライド 3〉最終製品である構造強度を扱う連続体力学は非常に発達していますが、それから少しスケールを遡ると、実験室レベルでの特性、これも連続体力学で語れる範疇でしょうか。更にもう少しスケールを遡っていくと、結晶のすべりを考慮した結晶塑性力学によって変形挙動などの現象を扱うスケールとなり、さらに遡ると原子・分子の挙動を扱うスケールになっていきます。こういう個々の階層の科学といったものは継続的に発展しているところですが、私の研究の目指すところを考えると、各階層の特性を如何に結び付けるかということが最も重要な課題となると考えています。我々が最終的に必要とするのは最終構造、最終製品としての特性・性能です。それを十分確保するために材料にどのような機械的特性が必要とされるのか。実はこのスケール間の特性相関ですらまだ完全に解明されていません。ここを如何に結び付けるかというマクロメカニズムの解明が先ず一つ重要になっています。

〈スライド 5〉もう一つは、この実験室レベルでの試験で得られる材料特性を改善・向上させるためには微視的レベルで材料をどのように制御すべきか、材料の微視的な特性と機械的な特性とを関連づける科学というものも必要になってくるでしょう。このようなことを考えると、構造の性能を保証するためには、種々の階層の破壊のメカニズムをしっかりと解明する必要があります。さらにメカニズムを解明した上で、破壊挙動をコンピュータ上に載せる為の数理化・モデル化を行っていきます。それらの開発を踏まえ、異なる階層の特性を相互に結び付けることによって、要求構造性能を確保するために材料としてどのようなものが必要とされるのか、或いは革新的な材料ができた時、最終的にどのような性能を発揮するのかをシミュレーションベースで予測する技術開発を行っています。

〈スライド 4〉最終的な構造に要求される性能というのは、何をターゲットにするかによって大きく変わってきます。例えば、建築鉄骨柱梁では、日本だと地震国ですから繰り返しの大きな変形がかかって破壊が生じたり、或いは天然ガス等のパイプラインでは負荷の形態が他とは大きく異なり、大きな内圧がかかった状態でさらに外負荷が重畳して破壊に至ったりします。また、薄板の加工では、形状をつくり込む過程で色んな形態の負荷を受けて最終破断を迎えたりします。このように、最終

製品を見据え、どういう破壊が起こり得るのかということ念頭にいた上で破壊の研究をやっていく必要があると考えています。現状、最終構造性能を支配する材料の機械的特性とはどのようなものか、これら結び付けるための数理損傷モデルを我々のところで提案しています。

〈スライド 6〉従来のシミュレーションと違うところは、単なる結果の合わせ込みではなく、基本となる材料の特性さえ分かっていたら提案するシミュレーションモデルを用いることによって構造性能を定量的に予測できることです。もう一つは、材料特性を改善するためにはどのような結晶組織を作りこめばいいか、このスケール間の特性を結び付けるためのメゾレベルでの数理損傷モデルを提案することに成功しています。これは、ある一つの破壊形態を想定したのですが、メゾレベルからマクロレベルまでの特性を相互に結び付けることに成功しています。この事例は時間の関係で割愛しますが、マイクロからマクロまでの異なる階層の特性を結び付ける科学というのも一つ重要な学問分野として発展させていくべきと考えています。

そういうことで、工学に所属する者として、最終工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状がどうなっているのか、工学分野の分析を行いましたのでその結果について報告させていただきます。ただ、工学分野と言ってもその範囲は非常に広く、建築、土木、船舶等々、色々ありますので、その中でも私の所属している生産科学コースの先生方が主として論文投稿されている先がどうなっているのか、先ずその状況を探ってみました。

## II. 専門分野に関連する論文分析の結果・状況

〈スライド 7〉ざっと挙げたのがこちらになります。ESI が定めるところの Engineering 分野か、Material Science 分野のどちらかに分類されるものが多くありました。また、その中で幾つかにグルーピングできることが分かりました。

〈スライド 8〉先ず一つ Group A は、大型の構造や製品を対象にしたもので、それがそのままジャーナル名になっているものです。それを Group A としています。それはここに見られるように、サブカテゴリーも Engineering 関連で、分野としても Engineering に分類されるものがほとんどでした。ところが実際のところは、製品を対象としていることから、内容は「材料」、「設計・構造」、「プロセス」、「施工」、「評価」に至るまで、出口を意識した個別要素の基礎学問研究内容を多分に含んでいるというのが現状です。ただし、これを見て分かるように、インパクトファクター的にはかなり低いということです。

〈スライド 9〉次に、Group B。私の所属するところの溶接・接合に関連するもので、見て分かる通り Material Science に属するサブカテゴリーが割り当てられており、分野としても Material Science に分類されています。これは少し奇異な感じがしますが、溶接・接合ということではかなり出口をイメージした研究開発が多くありますが、Engineering ではなく Material Science に分類されています。ここは少し改善されるべきところではないかなという印象を受けるものです。

〈スライド 10〉もう一つが、最終製品を見据えながら、それに係る力学強度、疲労、破壊等の基礎学問に関する Journal グループ C です。サブカテゴリー的には Material Science に関する分野と Engineering に関する分野の両方が割り当てられているのですが、結局、分野としては Engineering 或いは Material Science のどちらかに分類されている現状です。この Group C に分類される Journal を対象にして、大阪大学の工学部における評価の実態について、東京大学を比較対象として少し検討してみました。

〈スライド 11〉先ずは、そもそも Engineering 分野での評価にも含めてもいいものと思われるもので、

Material Science 分野に分類されているものについて分析してみました。サブカテゴリーとしては両方割り当てられているものと、Material Science に関連するもののみというものがあります。これらについて、大阪大学と東京大学の論文数と被引用数の比較をしているところですが、少しデータが少ないものの、両者にそれほど大きな差はないことが伺えます。これを NISTEP のベンチマークと比べると、どちらも高いレベル、高い評価をいただいているということで、Material Science 分野においてそれなりの評価になっているのかなと感じています。

〈スライド 12〉 一方で、Engineering に分類されるものは非常に引用数等々低く、かなり少ないです。これらを、少し細かいのですが比べてみると、若干東京大学の方が優れているという傾向にあります。ところが先ほど申しましたように、我々の意識としては溶接・接合に関係するものは Engineering 分野だと意識はしているのですが、これが全て材料科学と分類されていることもありますので、こういったことも踏まえると、あまり東京大学、大阪大学とで差は無いと評価されるべきではないかと思受けられます。ただ、NISTEP のベンチマークを見てお分かりの通り、Engineering 分野というのは世界レベルで見るとやはりそれ程高くはないところに位置していることが見て取れるかと思えます。こういったことを踏まえ、工学部の在り方から見てどういう評価手法が良いのか、今回の論文分析も踏まえて少し考えたところまとめさせていただきます。

〈スライド 13〉 やはり国の科学技術政策等々、最終的な製品や出口をイメージしながら従来の学問分野と言いますか、「延長線上での知の創造」も私は一つのイノベーションだと思っていますので、これも大事ではないかなと思っています。いわゆるすり合わせ型や積み上げ型の日本の強みである産業を持続的に発展させるという意味ではこれも欠かせないかなと。ただ、「飛躍的な知の創造」、いわゆるイノベーションも新産業の創出には不可欠です。もちろんこれも全て国の政策に従った形で行っていくべきかとは思いますが、このどちらのイノベーションも不可欠だと思っています。二つのイノベーションを生み出すような研究を行っていくのだという研究者の意識、両方やるという意識、それからそれを教育していく環境を持続的に提供していくということが必要かなと思っています。そういうことで、工学部の評価を行う上でどういう指標が良いのかということを少し私見で述べさせていただきます。

〈スライド 14〉 先ほど見ていただいたトムソンロイター社の論文分類による評価指標を分析したところ、日本の大学の Engineering 分野の評価はそれ程高くはありません。また、現状の Engineering 分野に分類される雑誌は、見ていただいた通りインパクトファクターがかなり低い雑誌が多い傾向にあります。これは何故かということですが、一つは国益重視と言うか、和文論文で良いのではないかという考え方がある分野だからです。そのため、速報性をより重視して Proceeding で済ませてしまうという実情もあります。そういう意味では、和文論文の評価というのも取り入れる必要があるのではないかと考えています。もう一つが、製品としての最終出口を強く意識した材料研究や基礎学問研究であっても、Material Science 分野に分類されるものも少なからず見られるからです。今後、材料や或いは力学関係などの異分野、分野横断的な研究に対する評価も加味していくことを考えると、サブカテゴリーが複数割り当てられているものは、その全ての分野の評価に入れるのも一つの案かなと考えています。

〈スライド 15〉 また、一つの案ですが、これまで通りインパクトファクターをベースとした論文数や被引用数による評価、これは国際的な評価を行う上では一つの重要な指標です。ただ、最近ではオルトメトリックスなども注目されており、これをどう取り入れていくかということも、今後、分析する必要があるかなとは思っています。それから先ほど申しましたように、国内での評価も取り入れていっても

良いのではないか。例えばですが、分野別の主要トップ論文、これを各分野で設定し、論文数や被引用数を評価する。或いは、日本が今後ものづくり立国を標榜するという限り、産業界への貢献度をもう少し多面的に捉えるような評価も必要ではなからうかということで、一つはこういうファクター。例えばですが、関連産業界の産業規模を一つの指標とし、それに重みをかけるような形で和文論文をどれくらい投稿していますか、或いは産学連携予算件数はどれくらいありますか、ドクターの受け入れはどうですか、こういったものを掛け合わせたような指標があっても良いのではないか。このようなことを、今回の Engineering 分野の論文分析を通じて思ったところです。以上です。

#### ④ 増井敏行准教授(応用化学専攻) <資料 4>

私は先にお話された 3 名の先生方とは所属する専攻が異なっています。3 名の先生方はマテリアル、いわゆる材料系、材料工学専攻の先生方なのですが、私は化学を研究しています。ですから同じ工学部に属していますが、化学にいる教員から見て一般的にどのような論文評価をしているかについて、経験的なことが多くなりますが、そのお話を後半でさせていただきます。その前に、私が行っています研究の内容について簡単に紹介させていただきます。

##### I. 専門分野について

<スライド 2> 具体的には、レアアースの特徴を活かした機能性無機材料を研究しています。無機材料という点では先の安田先生、白土先生、それから大畑先生が扱われるものと共通しているところもあります。しかし応用分野は少し化学によっているということもあり、触媒、光る材料や色を出す材料の研究を行っています。それから後に、工学部の化学系から見た場合、どのような評価をし、最後に私見として工学部が目指す方向とはいったいどのような方向なのかということをお話したいと思います。

まずは、研究している概要ですが、希土類、いわゆるレアアースを使っている材料です。ここ数年、中国からの輸入価格の急激な上昇により、文部科学省や経済産業省から元素戦略という、ある種、希土類をできるだけ使わないような材料或いは製品開発に関する研究が推進された結果、非常に肩身の狭い思いをしておりました。実は私の所属している研究室は長年ずっと希土類を扱っております。これは日本希土類学会の事務局が発足当時からずっと大阪大学に置かれているということもありますし、先々代の教授である塩川二郎先生が希土類の研究を始められ、周りに影響されることなく希土類と言えばこの研究室だと言われることを目標にずっと継続してまいりましたので、一貫してレアアースを使った研究をしています。

最近では、やはり基礎的なところも勿論そうですが、環境対策や或いは省資源化、つまり少ない希土類の量で同じ性能或いはそれ以上の性能を出す、そういった戦略的に希土類を使った材料開発を施行しています。具体的には、揮発性有機化合物、いわゆるシックハウス症候群や化学物質過敏症などの原因となるような物質を室温ないしそれ以下で浄化する、或いは、中毒事故が未だに報道される一酸化炭素をできるだけ穏やかな条件で浄化する環境触媒にレアアースを使っております。それから照明やディスプレイ、こちらにも蛍光灯や或いは LED が設置されていると思いますが、実はその中には希土類が入っています。希土類を使わないとこういう照明はできませんので、少ない量でより光る蛍光体を作ることを目指しております。それから、いろいろな色を付ける材料です。実は今使っている色材には、鉛、場合によってはカドニウムや水銀などが入っています。希土

類は医薬品にも一部使われるぐらい毒性がない元素ですから、それを使って新しい顔料を作るといったような研究をしています。

## II. 専門分野に関連する論文分析の結果・状況

〈スライド 3〉 ここには各研究について成果の一例を挙げさせていただきました。例えば、一酸化炭素を室温以下で浄化する触媒を開発しています。常温で浄化するような触媒の問題点として、水蒸気が触媒の表面に付いたりすると反応が進まないということがあります。当研究室では、乾燥雰囲気であっても室温で一酸化炭素が浄化され(■)、水蒸気が入ると更に性能が上がり室温以下で一酸化炭素が浄化される(●)触媒をレアアースの力を使って開発しました。これが一つの例です。

〈スライド 4〉 二つ目は蛍光体の例です。実際に蛍光灯や照明に使われているものより光る蛍光体を作れば、同じ光量を出すのに少ない使用量で済むという発想に基づき、市販のものとは比べて発光強度が高いものを、いろいろな構造や組成などを制御して作っているという例です。

〈スライド 5〉 三つ目は、最近注力している着色顔料です。先ほど申し上げましたように、鉛やクロムのような有害元素を含まずに、それらが使われているものと同じような色を別の材料で出そうと、レアアースを使った環境調和型色材の構築をしています。これは黄色の顔料の例なのですが、セリウムを含む素材で鮮やかな黄色を出すようなものを作りました。それがこの有田焼のお皿で、従来の鉛が入っている黄色顔料を置きかえられるという成果です。実際この研究成果を、色材協会という塗料や顔料、或いは塗装技術や分散などを専門にしている学協会に論文として投稿したところ、昨年度の協会の論文賞をいただきました。

これらのように、レアアースは非常に叩かれてはいますが、実は埋蔵量としては 1000 年分ぐらい地殻中にあります。売り手が中国に隔たっているのが少し問題であり、実は鉱山自体はアメリカ、オーストラリアやインドにもあるのです。ただ価格競争で閉山に追い込まれて事業として成り立たなくなったために、ほぼ世界の 9 割を中国が握るということになってしまったのですが、資源としては豊富にあります。最近、東大の先生を中心に日本の近海の海底に実はレアアースがいっぱい埋まっているという報告がなされています。どのようにして掘り出すかという別の問題はありますが、資源的に不足しているというわけではありません。聞くところによると、代替技術が進んでしまったおかげで、一部の希土類についてはかえってだぶついてしまい、用途が少なくなって何とか使えないかという話が出てきています。

〈スライド 6〉 材料化学を専門としている私から、どのように論文評価を行えば良いかを考えますと、まず化学系には慣例的と言いますか、経験的にこの雑誌に論文が掲載されていれば良い仕事であるという評価をされる雑誌があります。そのランクの位置づけと言いますか、これはかなりの一流誌だと、これはそうでもないなというのは、ある種の経験的なものがあるのです。そのような慣例に基づいて学術雑誌を分類し、そこへどれだけの論文が掲載されているかということのカウントしました。そして大阪大学の工学部の応用化学と、その比較対象の一例として、東京大学の工学部の応用化学を比較してみました。また、産学連携の観点から、論文だけではなく特許がどれくらい出ているか、共同研究をどれくらいやっているか、研究費はどれくらいで共同研究や受託研究を行っているかなどについて、論文評価とどのような相関、対応があるのかを見ました。

〈スライド 7〉 先ず、化学系で重要視される学術雑誌を 4 つのカテゴリーに分けます。カテゴリー S、A、そして B、B' という 4 つに分けていますが、カテゴリー S に分類される雑誌は別に化学をやっている

なくとも、いわゆるサイエンス、科学の分野に関わる人であれば一度は耳にしたことがあるような雑誌です。NATURE、SCIENCE など、イギリスとアメリカの科学のトップに位置するところに掲載されている、誰もがよく知っている雑誌です。カテゴリ-A は、化学の分野ではこれらに掲載されていれば世界的にレベルが高いと認識される雑誌です。カテゴリ-S には掲載されなくても、カテゴリ-A に掲載されていれば十分一流の論文だとみなされます。ご参考までに、右に記載されている数字はトムソンロイター社が出している昨年度のインパクトファクター値ですが、概ねやはり高い数値が並んでおりますし、歴史のある雑誌が多いです。つまり古くから刊行されている雑誌が多く、各分野の総合化学誌、即ち化学分野を全部包括する雑誌です。

〈スライド 8〉 カテゴリ-B は総合誌ではなく、化学分野においてやや細分化された各分野のトップ誌のような位置づけになります。例えば ACS CATALYSIS、これは触媒分野です。他には材料化学、無機化学や有機化学、物理化学です。LANGMUIR というのは界面化学の専門誌です。それから有機金属、などというように、細分化された各分野のトップを担うような雑誌です。カテゴリ-B' も同じように各専門分野におけるトップクラスの雑誌ですが、比較的新しい、歴史がそれほどない雑誌が多いです。後に B クラスに入ってもおかしくないような雑誌です。これら 4 つのカテゴリに属する雑誌への論文掲載数が、任期制を取っている大学教員の任期更新や、新規教員の採用をする際の評価において重要視されます。

〈スライド 9〉 各研究室のホームページ等から、2012 年に掲載された論文をピックアップし、どのカテゴリに属しているかをカウントして並べたものがこちらの表です。これは大阪大学の化学の応用化学専攻のデータです。これをご覧いただくと、全体で 1 年間に大体 200 報くらいの論文が工学部から出ており、そのおよそ半分がいわゆる先ほど挙げたカテゴリ-S、A、B に分類される一流誌に掲載されていますので、かなり業績としては良いものであると言えるかと思えます。

〈スライド 10〉 こちらは東京大学のデータです。研究室の数が大阪大学に比べて少ないので、論文の総数が 180 ぐらいになっていますが、そのうちの半分強にあたる 103 報がその他になっています。即ち、大体 80 報ぐらいがこちら一流誌のカテゴリに入っていますが、注釈があります。研究室によっては Physical Review B、Applied Physics Letter や Physical Review Letter といった物理のトップ誌の方に論文を投稿する場合があります。これらも鑑みますと、ほぼ半数ぐらいがトップレベルの雑誌に出されています。東大と阪大は、化学系の学者が経験的に、この雑誌に掲載されていれば良いだろうと判断するところへ、投稿する論文の半分を掲載しているということになります。

〈スライド 11〉 端的に申しますと、東京大学と大阪大学はほぼ互角であるといえます。NISTEP から報告されました化学分野における評価を拝見しますと、やはり論文の量や質において、大阪大学と東京大学は同じところに位置されており、私の分析と NISTEP の評価は化学分野においては一致していることが分かります。NISTEP は全ての分野についてきちっと基準を設けて評価されているのですが、化学の分野に関してはかなり適切に反映されていると考えます。

〈スライド 12〉 もう一つの工学部の評価ファクターとしてお話ししたいのは、論文の数だけではなく、いわゆる企業と共同研究をどれだけやっているか、それに対してどれだけの研究資金を獲得しているか、また、省庁や或いは特定のプロジェクトに関する受託研究をどれだけ取っているかについて、論文や特許の数と照らし合わせる形でこの表のように並べてみました。

この表には、大阪大学の工学部化学系の各研究室が 2012 年に出した論文の総数と、その中に占めるトップ論文、つまり S も含めて A、B、B' の論文の数、そして各研究室が 2012 年に出した公開特許公報の数、さらに共同研究費、受託研究費等が並べられています。これを見ますと、論文の数



が非常に出ているところとして、44報(H研)や29報(D研)がありますが、これらの研究室の共同研究費や受託研究費はそれほど多くありません。44報の研究室(H研)に至っては全くありません。これに対し、例えば4報しか出てないQ研が非常に多額の共同研究費と受託研究費をもらっている。論文数と産学連携が必ずしも対応しているわけではないのです。これはどういうことかと言いますと、企業との共同研究で得られた成果を論文や学会に発表してしまった瞬間にその内容が公知となり、誰でも使ってよいということになります。これは共同研究している企業にとっては非常に都合の悪いことなので、共同研究を推進すれば推進するほど、論文の発表というのはどうしても遅れがちになります。

こういう点も踏まえますと、工学部の在り方を評価する場合には、論文が少ないからと言って我々の生活、我々国民の暮らしをよくするのに尽力していないというわけではなく、実は眠っているだけで非常に多大なる成果をあげていることがある点に注意する必要があります。論文が公開されておらずに特許出願だけがなされているものって結構ありますので、そういうところも加味される必要があるのではないかと考えています。

### III. 工学部の今後のあり方について

〈スライド 13〉最後に工学部の位置づけと言いますか、方針についてお話しします。一般的に、「科学技術」とひとまとめに話される場合が多いです。たしかに「科学」と「技術」というのは全体としていずれも同じ方向を向いているのですが、少し評価の物差しが違うのではないかと思います。つまり、「科学」は興味の対象は単なる好奇心で、それが役に立つか立たないかというのはあまり関係なく、未知の現象、未知の物質をどのように理解して体系化するか、即ちより広い範囲を単純にして良く見通せる体系の提案が「科学」であります。それに対して、より大きな効率を目指す、つまり速く、軽く、小さく、安価になど、効率を目指すのが「技術」です。「技術」は経済的な手法でも勿論図れると思うのですが、負担を強いる作業や経費をどれだけ軽減できるかに力点を置いているのが工学分野ではないかと思います。

私は学部と修士課程、いわゆる博士前期課程は理学部に属しており、博士後期課程から現在に至るまで工学部に属しています。その両方の学部属した経験から、やはり理学の先生と工学の先生は同じように国民生活に将来は役に立つであろうということを研究されていても、その評価の物差しが少し異なっている気がします。特に、工学部の在り方としてはやはり、「技術」の方に力点を置いているのではないかと考えます。簡単ではございますが、私の発表は以上です。ありがとうございました。

### 1-3. 工学研究科の現状と今後の展開

#### (掛下知行 大阪大学大学院工学研究科長・工学部長) <資料 5>

はじめに、NISTEPとMOUを締結させていただきまして対しまして深く感謝いたします。また、今回、このような素晴らしい場を設けていただいたことに対しまして、所長の榊原様をはじめ関連の方々に御礼を申し上げます。誠にありがとうございます。

それでは私の方から、工学研究科の現状と今後の展開について、沿革、組織、教育と研究そして社会貢献の順でお話をさせていただきます。

〈スライド 2〉 まず、大阪大学工学部の沿革ですが、明治 29 年(1986 年)に大阪大学工学部の原点である官立大阪工業学校が創設されました。この学校が発展し、1933 年に大阪帝国大学工学部となりました。その後、重点化、そして法人化など様々なことがあり、現在に至っています。したがって、1933 年の帝国大学創設から数えますと、今年度すなわち 2013 年度は、大阪大学工学部 80 周年の記念の年に当たります。

〈スライドなし〉 これは、レジメにお示ししなかったのですが、工学部の学生と大学院の学生の総数を示したもので、合計は約 6000 人にもなります。また、教職員の合計は約 1000 人ですが、共同研究講座の連携教員等を併せると約 2000 人になります。したがって、学生と教職員の総数は、約 8000 人で、この数は大学全体の学生・教職員の総数 32,000 人の 4 分の 1 にもなり、工学部・工学研究科は大部局となっております。この割合は、大きな大学の場合にはほぼ同じであると思います。学部と専攻の数ですが、学部は 5 学科、研究科は 10 専攻からなっております。専攻の数ですが、他の大学の場合には、大体 6 人の教授で 1 専攻を形成していますので、同じように考えますと、大阪大学工学研究科の場合には 24 専攻となります。大きな専攻として組織化した主な理由は、人事をまわし、基礎学問領域を存続させるためであります。講座数ですが、それは教授の数にほぼ比例いたします。本研究科に属します教授の数は約 150 名ですので、150 講座ほどあることとなります。したがって、研究テーマは基礎から応用にわたる幅広いものであり、その中には今日社会の課題となっているものが数多くあります。このことから、工学研究科は、多様な文化に囲まれた部局で、これが工学研究科の一つの特徴と言えます。

〈スライド 3〉 現在問題となっておりますことは、ご存じのように、人口の減少に伴って工学部志願者数が減ってきたということです。その数は、私が学生時代の時の約半分になっております。

〈スライド 4〉 もうひとつ問題なのは、経済不振に伴う財務状況の悪化です。このスライドを出すのは良いのかどうか分かりませんが、これは工学研究科の財務状況を示したものです。全収入は、ほぼ 100 億ぐらいであります。その内、運営交付金は 19 億、すなわち全体の 5 分の 1 ということになります。残りの 5 分の 4 に相当する約 80 億は何かと言いますと、全て競争的資金であります。昔はご存知のように運営交付金の割合が多かったのですが、今は随分違ってきております。この現状に鑑みますと、工学研究科にとりまして、競争的資金の獲得が必須であり、それが工学研究科の存続につながるようになります。これが大きな特徴です。

〈スライド 5〉 昨年度、工学ミッションに関して文科省の方々といろいろと議論をさせていただきました。いわゆる工学の再定義と言われているものです。その際は、大変お世話になりました。

その結果ですが、大阪大学の工学のミッションは、学問の基盤形成と発展に貢献し、社会の第一線で活躍するグローバルな人材育成を果たすということであり、その実現を図る学部・大学院を構築することが重要であり、それを構築するための改善・充実を日ごろから行うことが肝要であると考えております。

〈スライド 6〉 このミッションにおいて、大阪大学の工学教育に対する文科省による評価は、ここに書いていますように先導的な人材の育成を充分果たしているというものでした。また、研究については、NISTEP における分析により〈スライド 7〉、世界トップを目指す最先端の研究を一層推進するものであると高く評価されております。

〈スライド 8〉 これは社会貢献ですが、受託研究、共同研究の受入金額が全国で 2 位であること等で、この項目も高い評価を得ております。また、大阪大学工学の特徴として、共同研究講座ならびに協働研究所の構築と活動に対して高い評価がありました。

〈スライド 9〉 以上に述べましたことから、大阪大学工学部・工学研究科の今後の使命は、優れた人材育成と優れた研究を行い、社会に貢献すること、言い換えますと、想像性豊かなリーダーの育成を図ることにあると言えます。

〈スライド 10〉 その為に一体、組織、教育、研究と広報、社会貢献はどうあるべきかということですが、ここでは全てをお話するのは時間的に難しいので、組織と教育と研究について少しお話をさせていただきます。

〈スライド 11〉 先ず組織ですが、様々な案件を素早く決定する必要があります。昔は 150 人もの教授で教授会を開き、そこで物事を決めていたわけですが、これでは時間が非常にかかります。そこで、教授会ではなく、それに変わる代議員制度である専攻長会を構築し、そこで決議を行っております。すなわち、構成員の数を減らしております。具体的には、10 人の専攻長と 10 人の役員、計 20 人で様々な議論をし、決定しております。先ほども言いましたが、大専攻化の理由は、人事をまわし、基礎学問領域を存続させることにあります。また、役員のほとんどが関連する室を有しており、室員を配置し室に関係ある議論をしております。さらに役員で構成する役員会も設けております。これは、主に専攻長会で議論する案件をあらかじめ検討しておくためのものです。この役員会は、室間のバリアーをフリーにする役目も果たしております。

〈スライド 12〉 今述べました室ですが、ここに示しましたものであります。すなわち、工学部の将来を考える室は、運営企画室です。教育に関する室は、一般に日本人の教育と留学生の教育に分かれていることが多いのですが、大阪大学工学研究科では、留学生も日本人も同じように教育をするということを基本としていますので教育学務室と国際室の 2 つに分けるのではなく教育学務国際室として一つにまとめております。次は、社会連携室で、これは共同研究ならびに共同研究講座・協働研究所を運営するためのものです。以下、財務室、総務室があります。総務室は、現状の組織運営が主な仕事で、関連する内規作成もその仕事になっております。さらに、アカウントビリティとも関連します情報広報室があります。そして、様々な情報を得てプロジェクトを獲得する戦略を立てることならびに獲得したプログラムの支援を行う、戦略支援部があります。最後ですが、現在ならびに将来のキャンパス環境を考えるキャンパスマネージメント委員会を設けております。

〈スライド 13-17〉 ここで、教育について簡単に紹介いたします。基本精神として、留学生と日本人に同じような教育を与えることを旨としております。また、教育委員会は、他の委員会とは異なり、ボトムアップ式にしています。これは、教育は現場主義であるべきという信念があるためです。実は、私は、研究科長になる前の 5 年間は教務委員長でしたので、現場がとても大切ということを身に染み込んでいるからです。ですので、構成人数は 24 人にもなり、極めて多くなっておりますが、これで良いと感じております。

もう一つの特徴として、今後さらなるグローバル化が進むことを見据えて、国際交流推進センターを構築しました。特徴的なことは、このセンターに所属する教員は専任にしており、教授、准教授、

講師、助教の講座制にしております。国際化は、一時的ではないことの配慮です。ここでは、欧米はもちろんのこと、アジア政策を考えるのもその任務としており、海外の有名大学・機関との MOU を進めております。ご存知かもしれませんが、いくつかの専攻におきましては、アジア地区の大学とほぼ 40 年間の交流の歴史を持っております。そのため、文部科学省から、今年度をはじめとする「アジア人材育成のための領域横断国際研究拠点形成事業」をいただいております。詳細は、省略させていただきます。

〈スライド 19〉次に研究について紹介いたします。まず、工学研究科の研究に关しますスタンスとして、個人の自由な発想を一番大切にしております。研究者には、関連する専門分野でピークではなく、トップピークになっていただきたいことを申しております。そのためには、日ごろの努力と集中が肝要であり、結果はついて来ると述べております。それはまた、その熱心な姿を見た学生の教育にもなるとともに学生に夢を与えることにもなると言っております。いわゆる、背を見て育つということです。

〈スライド 20-21〉ただ今日の研究は、個人の自由な発想に基づくものと言え、いろいろな分野が交錯するような研究も多数出てきております。これは学問の基礎が進んでいることにも一因があります。例えば、生体材料の分野は医学、工学、薬学の学問の交錯にあるということが出来ます。すなわち、専攻、或いは部局、或いは大学間の連携横断型の研究が進みつつあるということです。そこで、工学部では、横断的研究プロジェクトを構築することを推奨し、それに資金を投入することにしております。ゴールは、大きな資金獲得が成就し、拠点形成ができたときとしております。

現在、12 の横断型プロジェクトがあり、これまでに、フォトニクス等のプロジェクトが、大きなお金を獲得してここを卒業しております。〈スライド 22〉工学の研究において、もう一つの特徴ですが、先にも述べました戦略支援部の構築が挙げられます。この活動の一部として、NISTEPとMOUの交流協定ならびに経産省との人事交流を行っております。また、この部において、今年度の大きな研究プロジェクトである SIP、imPACT への参加の方向性を探っております。さらに、優秀な研究者の獲得の仕組みとして、テニュアトラック制度を利用しております。残念ながら、本年度予算の大幅なカットがありとても残念ですが、引き続き自前で行いたいと思っております。工学研究科における更なる特徴として、基礎研究に資金の援助をしていることであります。基礎研究はいまさら言うまでもなく、すべての原点であります。それだけでは戦略的資金獲得が難しいようになってきているように思われます。そこで、工学研究科では、基礎研究を支援する体制を構築し、10 年ほど続けております。

〈スライド 25-26〉最後に、大阪大学、特に工学研究科との産学連携について紹介したいと思います。ご存知のように、大阪大学の創立に当たり、その資金の一部が関西地区の企業のご寄付があったことからわかりますように、企業との共同研は、他の地域のそれとは異なり極めて密接かつ自然であることが特徴であると思えます。したがって、大阪大学の工学研究科において、初めて共同研究講座、協働研究所の仕組みが出来上がったのもごく自然であると感じております。

〈スライド 27-28〉現在では、15 の共同研究講座、4 つの大きな協働研究所を有しており、さらに数が増えている状態です。今後の課題として、さらなる産学連携の新しい仕組みとコンセプトが挙げられますが、現在企業の方々とともに様々な議論をしているところです。

以上簡単ですが、工学研究科の現状と今後の展開についてお話をさせていただきました。大学の使命は人材育成ですので、そのための効果的な教育研究の環境づくりが工学研究科の執行部の使命であると強く思う次第であります。ご清聴誠にありがとうございました。

#### 1-4. 質疑応答

質問者 1: 「トップクラスの S 級の研究者のデータを除いて」というお話がありましたが、一人のエース級のデータを除くことで何か比較することに意味があるのかなと思いました。

【安田先生】どうもコメントありがとうございます。私は今回、この一人のデータを除いて分析をした動機というのは、単純に九州大学のデータです。〈資料1 スライド 7〉ですが、最初からある程度答えは見えていたのですが、非常に論文の数が少ない割には引用数が非常に高いという、この理由を自分なりに確認しなかったということです。当然、国際的に見た時には、九州大学に誰々先生ありきということで、九州大学全体の評価も高まっていると思います。とりあえず、この数値の意味をちゃんと確認しなかったということです。例えば、私の分野の場合ですと、一人ではなく、二人除いても九州大学意外ではそれほど変わらない。ある程度、平均的な業績が出ているようなのですが、国際的に見た場合には、除くことにあまり意味はないのかもしれない。私は本当にこの数字の意味をきちんと知りたいということでやってみたといいところです。

質問者 2: 論文分析によって過去の評価をすることはあり得ると思うのですが、論文分析を用いて将来の重点研究領域を探そうとか、一部の大学では取り組まれているようですが、そういった動きに対してどう思われるか。そもそも論文の分析で将来が読めるのかという辺りも含めて是非ご意見をお聞かせいただければと思います。

【安田先生】私は先ほど TiAl が航空機のジェットエンジンに使われている話をしましたが、あれは論文が増える前に国家プロジェクトが始まり、かなり世界に先駆けてその研究プロジェクトに取り込むことができた例だと思いますが、ケースバイケースかと思います。最近の大型研究プロジェクトの場合、ハイインパクトファクターな論文が出て、それを持って研究課題にアプライし、その研究の助成金を受けて更にその研究を発展させていくというスタイルのものが段々と増えてきているので、そういうものに関しては論文の数で見ても良いのかなと思います。少し曖昧な答えになるのですが、ケースバイケースで、最近はそういう論文が増えてから大型プロジェクトがスタートというケースが増えているかなという印象はあります。

【白土先生】最後の方に少し話した〈資料 2 スライド 12〉磁石の話で例えると、最初の原理実験が発見されたのは 60 年代から 50 年代の話で、それが実際のデバイス化へのブレイクスルーがいつ達成されるかが多分大事なところ。それに気づくのが早かった現象に関しては実用化までが早いので、例えば第 3 者が気が付くということになった場合は中々難しいのかなと思います。例えば 60 年代と今では大分状況が違うので、現象を発見するモチベーション、例えばこういう物にしたいからこれを作ったというなどのモチベーションの違いが多分大きいのではないかと思います。

【大畑先生】非常に難しいかと思うのですが、工学分野で言うと、発表の資料〈資料 3〉にも載せましたが、どちらかと言うと例えば Proceedings や、そういう即応性あるものの方が将来を見やすのではないかなと思うのが一つです。あと、やはりサイテーションになりますと何年かしてから評価になってしまうので、特に若手研究者の最新研究の動向といったものがタイムリーに評価されているかとい

うと必ずしもそうではないなと思うところもあります。一つ、最近オープンアクセスやウェブでの評価といったものが出てきていますので、将来を読むという意味ではそういった関係、オルトメトリックスという指標が最近注目を浴びようとしているとも聞いていますし、そういったところの方が参考になるのではないかなと個人的には思います。

**【増井先生】**分析結果をどう活かすかということは結構難しいです。確かに化学の場合、論文数の半数は一流紙に掲載されますが、残り半数は掲載されないものが出てくるわけです。安田先生や白土先生のお話にもありましたように、一流紙に掲載されず、最初は全然注目されていない、或いはその研究室の先生が存命の時は全く無視されていた論文でも、50年後、100年後に生き返るように出てくるということがあるのです。それを拾って行くことがやはり大事だと思います。最近、選択と集中という形で、特定のプロジェクトに非常にお金を付けて推進していますが、ある材料が使えるそうだとする時に一気に押し上げるという点では凄い効果があると思います。しかし一方で、最初は注目されていなくとも、やがて生き残ってくるようなものを芽の段階で摘んでしまっていないかと考えています。ですから、単純に薄く広く研究費を交付することは、ばら撒きで良くないことであると考えてのではなく、科学者がこれは良いと思って研究することについては、その芽を摘んでしまわないということも少し考慮する必要があるのかなという気はします。

参加者 3: 論文を書かれた時に、どうやって投稿するジャーナルを決めていますか。どのようにされているのかが少しよく分からないので、その辺りを教えていただければと思います。

**【安田先生】**私の場合は、先ほども4つの論文誌を挙げさせていただきましたが、結局、その論文の質が高ければ、インパクトファクターの高く、研究者仲間が誰しも良い物はここに出すと大体決まっている論文誌がありますので、そちらを第一に考えて投稿する。ちょっとここは厳しいかなと思ったら、徐々に下げていくという単純なやり方で、できるだけ結果的にインパクトファクターが一番高いのに達することにはなるのですが、そういった方法で選んでおります。

**【白土先生】**我々の磁性材料分野も結構たくさんのジャーナルがあり、どこに投稿するかというのも趣味も含まれてくるのかもしれませんが、まず、個人的なうける印象として社会的にどのぐらいのインパクトがあるかということ、先ずそれが第一です。その中で、一般認識として Physical Review 系がインパクトが高いというのが、多くの研究者の方の共通認識だと思います。Nature 系は除いてですが。Physical Review 系を避ける場合には、投稿するかとなりますが、個人的な範疇の話だと思います。我々の研究室でしたら、Journal of Applied Physics などの応用よりなのか、基礎科学よりなのかというところを考えます。応用よりでしたら、どちらかというとアメリカ系が多いですし、基礎科学系だとヨーロッパが多いかなという印象です。

一つ違うファクターがあるとすると、速報性です。速報性があるものに関しては、我々の分野が特殊なのかもしれませんが、Applied Physical Express は、速報性にはひいでています。Applied Physics Express に関しては、先ずプライオリティーを優先する場合には候補に挙がります。

**【大畑先生】**多分私は、随分違うような気がするのですが、分野が回帰力学や損傷力学といった分野です。その分野の、例えば教科書に出てくる有名な先生方や、研究分野の有名な人が見えてい

て、そういう方々が投稿されている、或いは査読されているといったところにアピールしようと論文を出そうとしています。ところが、インパクトファクター的には2.0はないです。ほとんど全てが2.0はないです。ただその辺は気にしていません。

**【増井先生】**化学の場合は、経験的に行った仕事一般性はかなり持っているのか、或いは、特定の分野にとってはとても印象深い、他の分野の人にとってはそれ程興味を持たれないということが一つの関になります。これが総合誌へ出すか、専門誌に出すかの関になります。他には、自分がある目的を設定して研究を行い、その目的通りにいった場合と、成果がそこそこしか出なかったという場合の2通りがあります。この場合、感覚にこの雑誌なら多分掲載してくれそう、これだとちょっと厳しいだろうという自分の感覚で仕分けしているところがあります。自分がそのような雑誌の審査員を行うこともありますので、この程度の研究内容だったら掲載されるだろう、されないだろうということが感覚的に分かっていますので、そういう点が大きいです。

化学もバイオの場合も、総合的なものを扱うか、分野か、で関がありますし、また、本人にとっては一般的に非常に重要だと感じて総合誌に投稿しても、これは専門性が高いから専門誌に出しなさい、とスクリーニングの段階で返される場合もありますので、そういう経験を踏まえて、これだったらいけるかなということで判断しています。理系はだいたいそんな感じではないでしょうか。





# 講演スライド



## 大学の工学領域の研究者による論文分析 —工学部の状況や論文分析の限界も併せて—

### ○研究テーマ:

- ・低炭素社会の構築に向けた高温耐熱材料の開発

### ○プレゼン内容:

- ・金属工学分野の論文分析による工学部評価
- ・構造材料イノベーションまでの道のりと工学部のあり方

大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 安田 弘行  
(工学領域における戦略タスクチーム)

平成26年1月27日 於:NISTEP

### 1. 研究テーマ

#### 低炭素社会の実現に向けて

##### 航空機の高効率化

- ・航空機のCO<sub>2</sub>発生量の全体の3%程度
- ・燃費向上=CO<sub>2</sub>排出量の低減=コスト削減



wikipedia.org



##### 火力発電プラントの高効率化

- ・石炭火力のCO<sub>2</sub>発生量の全体の1/3
- ・日本の発電効率は世界トップ 43%

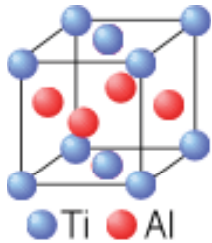
高温耐熱材料の軽量化・耐熱温度向上



高効率化の達成  
低炭素社会の実現

## 研究例その1 軽量高強度なTiAl耐熱合金の実用化

### TiAl合金の実用化



Tiの比重 4.5

Alの比重 2.7

TiAlの比重 **3.6**

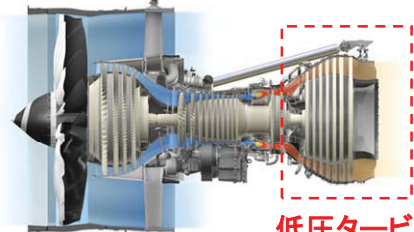
軽量元素同士のコンビネーション

比重3.6の超軽量耐熱材料  
(Ni基超合金の比重8.9の半分以下)



GEnxエンジン

エンジン1基あたり80kg減  
燃費が2割程度向上



低圧タービン

<http://www.boeing.com/>

ボーイング787機(JAL)のエンジン(GE製)に搭載

3

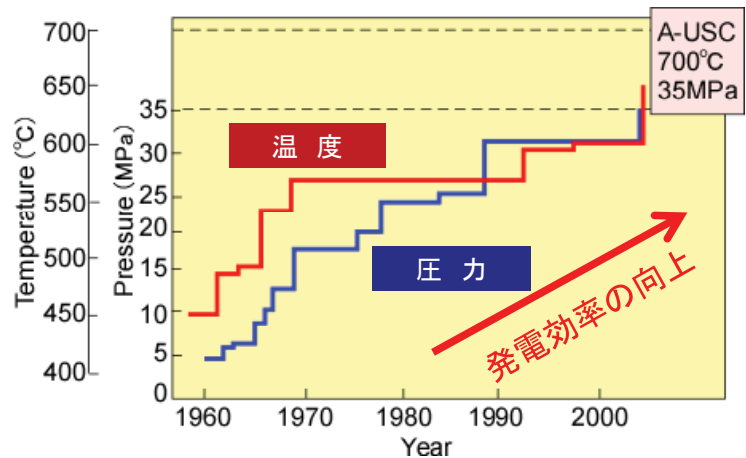
## 研究例その2 火力発電用耐熱材料の開発

### 蒸気タービン



wikipedia.org

### 蒸気温度・圧力の変遷



超々臨界圧石炭火力発電の実現  
A-USC (Advanced Ultra Super Critical)

従来のフェライト系耐熱鋼では  
650°Cが限界、Ni基超合金は高価

新規な耐熱鋼の開発、耐熱温度700°Cの実現

4



## 2. 金属工学分野の論文分析による工学部評価 専門分野の視点から

科学技術・学術政策研究所による論文分析  
研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング2011

### 材料科学分野に含まれているサブカテゴリー (ISI)

- ・Metallurgy & Metallurgical Engineering (金属工学)
- ・Biomaterials (生体材料)
- ・Characterization & Testing (評価・試験)
- ・Coatings & Films (コーティング・薄膜)
- ・Composites (複合材料)
- ・Multidisciplinary (境界領域)
- ・Paper & Wood (紙・木材)
- ・Textiles (繊維)

調査対象が広く、医学系、化学系のデータも入ってくる。  
自分の専門分野(関係論文誌)に絞って、調査を実施。

5



## 専門分野に絞った論文分析

### 専門分野

耐熱材料を含めた構造材料の強度と変形

Web of Scienceでは、Metallurgy & Metallurgical Engineering(金属工学)のサブカテゴリーに属する。

### 主に投稿する論文誌

金属工学分野におけるIF上位の論文誌をピックアップ

Acta Materialia

Scripta Materialia

Journal of Alloys and Compounds

Materials Science and Engineering A

上記4つの論文誌に絞って調査を実施

6



## 論文分析の結果

期間: 1990-2013年

分野: **Materials Science** (材料科学)

調査論文: **Acta Materialia, Scripta Materialia, Materials Science and Engineering A, Journal of Alloys and Compounds**

調査大学: **阪大、東大、東北大、京大、東工大、九大**

	阪大	東大	東北大	京大	東工大	九大
論文総数	978	475	1848	500	360	300
被引用数合計	17228	5649	33684	7805	5046	11715
自己引用を除く	16278	5429	32002	7535	4728	10988
平均引用数	17.62	11.89	18.23	15.61	14.02	39.05
h-index	55	32	72	41	33	54

h-index: h-indexが50なら、50以上引用された論文が50報ある。

- ・東北大が質・量ともに高い。阪大が2番手。
- ・九大は論文総数が少ない割に引用数が多い。(考察1)
- ・東大、京大、東工大は数字で劣るが、アクティビティが低いわけではない。(考察2,3)

7



## 結果の考察その1

### 九大の平均引用数はなぜ多いのか？

一人のエース級研究者のデータによって、組織全体の評価が左右されている可能性がある。

各大学で論文引用数トップの研究者のデータを除外。

	阪大	東大	東北大	京大	東工大	九大
論文総数	978	475	1848	500	360	300
被引用数合計	17228	5649	33684	7805	5046	11715
自己引用を除く	16278	5429	32002	7535	4728	10988
平均引用数	17.62	11.89	18.23	15.61	14.02	39.05
h-index	55	32	72	41	33	54
平均引用数*	14.27	10.98	14.88	14.29	12.75	9.76
h-index*	48	30	59	36	31	20

\* 阪大N.T. 東大Y.I. 東北大A.I. 京大M.Y. 東工大H.H. 九大Z.H.を除いた場合

九州大学のみが一人のデータに強く依存している。

九大以外の大学は、一人のデータを除いても極端に影響を受けない。

8

## 結果の考察その2 学科の構成の影響

期間:2002-2011

分野:Materials Scienceに属するサブカテゴリーすべて

大学:大阪大学、東京大学

	阪大	東大
論文総数	4768	4087
被引用数合計	55627	54091
自己引用を除く	50973	51207
平均引用数	11.67	13.23
h-index	76	84

- ・平均引用数、h-indexともに阪大と東大がほぼ同じ。
- ・調査結果に医学系、化学系の論文が混在。
- ・東大の方がバイオ系の研究室数が多い。
- ・東北大は材料科学関係の研究室数が多い。

9

## 結果の考察その3 中国人研究者の影響

- ・近年、中国人研究者の論文投稿数が急増している。
- ・彼らの参入した分野の論文は、急激に引用数が増加する。

例: 2012年のActa Materialia論文

米 国	253件
中 国	123件
ドイ ツ	104件
フ ラ ンス	74件
イ ン グ リ ス	63件
日 本	57件
総 数	687件

(共著はダブルカウントされている模様)

例: マグネシウム合金の研究論文

2010年11月にActa Materialiaに掲載

引用数の推移

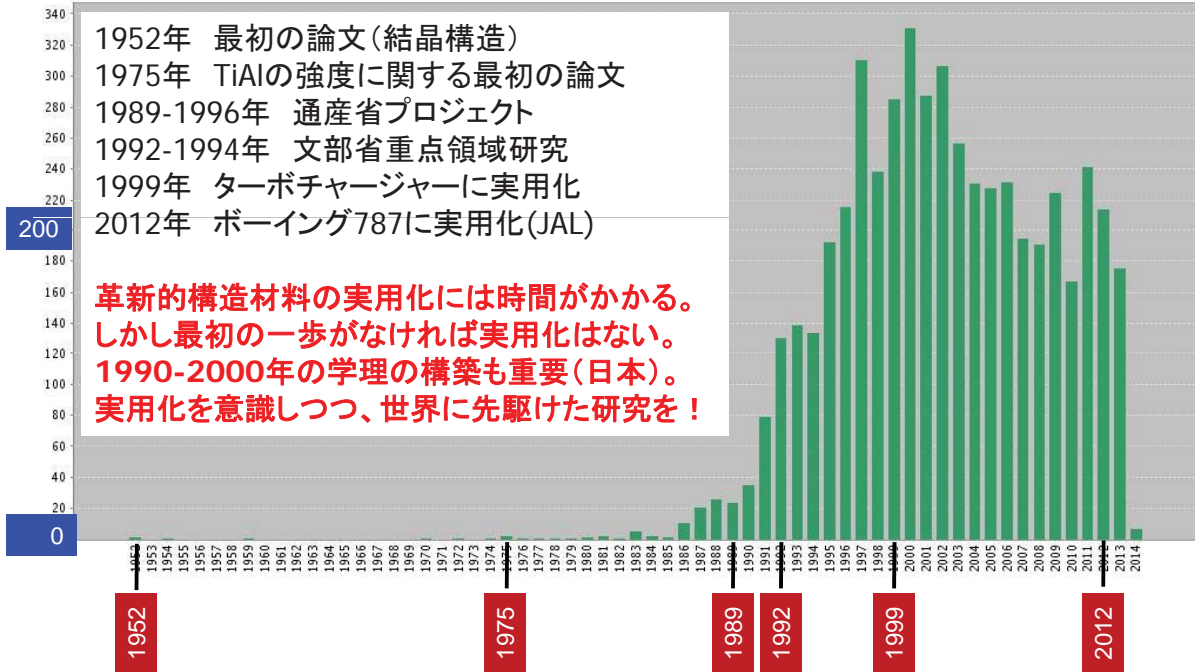
2011年	10件
2012年	23件
2013年	38件
合 計	71件

うち中国からの引用 37件

10

### 3. 構造材料イノベーションまでの道のりと工学部のあり方

#### TiAl実用化までの道のり（論文数の推移）





## 磁性材料研究の立場からの論文評価の実情

1. 研究内容概略
2. 磁性材料分野における投稿論文  
~Materials Science(材料科学)とPhysics(物理)~
3. Web of Science を用いた論文分析  
~大阪大学・東京大学・京都大学の大学間, 工学部間比較~
4. 工学部・工学研究科の在り方  
~高密度磁気記録開発を例に~

白土 優

大阪大学大学院工学研究科  
マテリアル生産科学専攻  
准教授

科学技術・学術政策研究所講演会  
2014年1月27日, 文部科学省 科学技術・政策研究所

1

## 研究テーマ

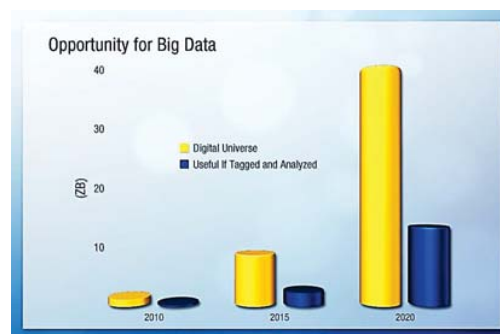
高集積・低消費電力磁気・スピンドバイスの開発に向けて

### ● ストレージ容量とデジタル情報量

- 2007年以降, **総ストレージ量 < デジタルデータ量**.
- 2020年, デジタルデータ量がゼタバイト(10<sup>21</sup>バイト).

**大容量・高密度磁気記録媒体が必要**

- 単位ビット当たりのコスト
- 総記憶容量



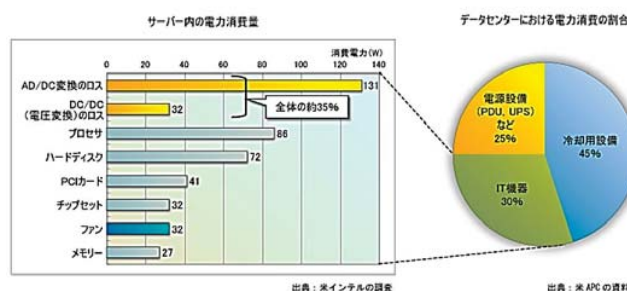
IDC digital universe

### ● IT機器の低消費電力化

- IT機器の消費電力: **全体の30%**.  
内サーバー・ストレージデバイスの消費電力: 約40%
- 2025年, サーバー・ストレージの消費電力が約700億 kWh以上.

**ノーマリー・オフ・コンピューティング**

- スタンバイパワー無し
- 目標値: IT機器の消費電力を1/10に



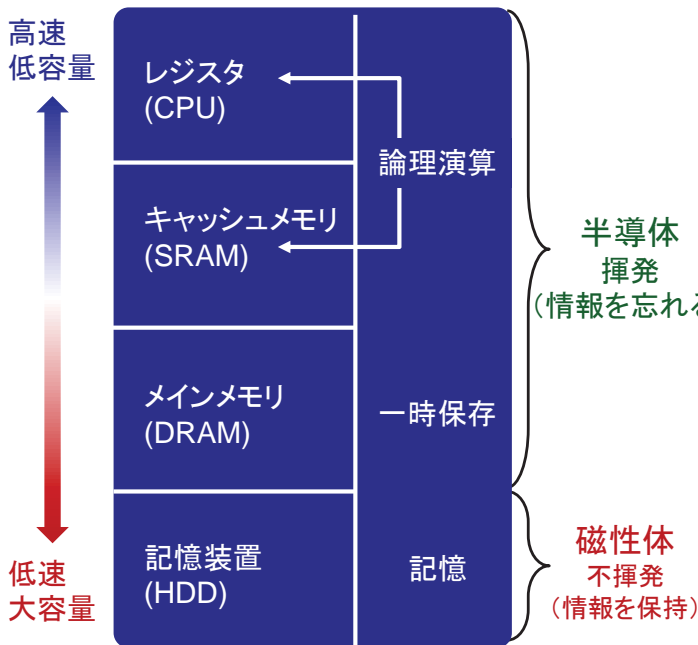
環境省平成20年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野  
IT機器等グリーン化技術WG議事録

2

# 研究テーマ

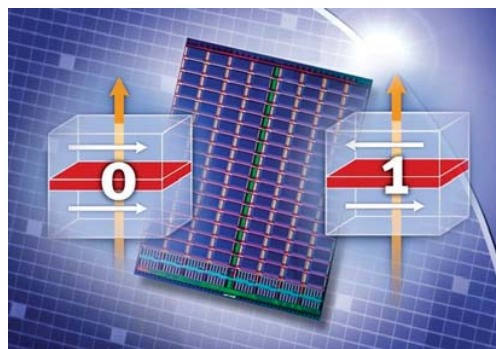
高集積・低消費電力磁気・スピンドバイスの開発に向けて

## コンピュータメモリの階層構造



## 全てを不揮発メモリで出来ない？ 磁気ランダムアクセスメモリ

- 大容量(ギガ～テラバイト)
  - 高速(ナノ秒, メガヘルツ)
  - 低消費電力
  - 不揮発(ノーマリーオフ)
  - 書き換え可能( $10^{16}$ 回)
- を同時に実現できるユニバーサルメモリ



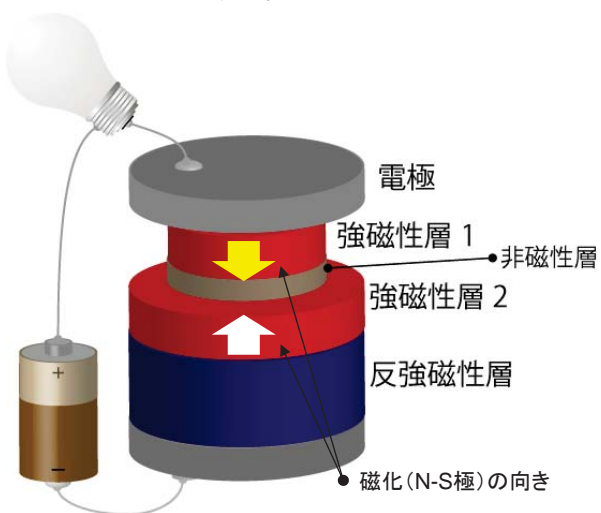
<http://www.infineon.com>

3

# 研究テーマ

高集積・低消費電力磁気・スピンドバイスの開発に向けて

## スピンバルブ薄膜



2つの磁性層の磁化(N-S極)の向きの違い ⇒ 電気抵抗の変化\*

\*巨大磁気抵抗効果  
2007年ノーベル物理学賞  
Prof. A. Fert & Prof. P. Grünberg

## 応用例

### ハードディスクドライブの読み出しヘッド



<http://www.d-advantage.jp/>

### 磁気ランダムアクセスメモリ



<http://www.domaintec.com/>

4

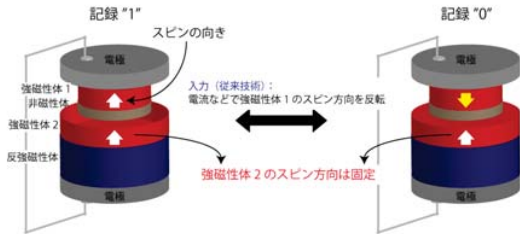
# 研究例

## 磁気メモリを用いたロジック・イン・メモリ材料の開発

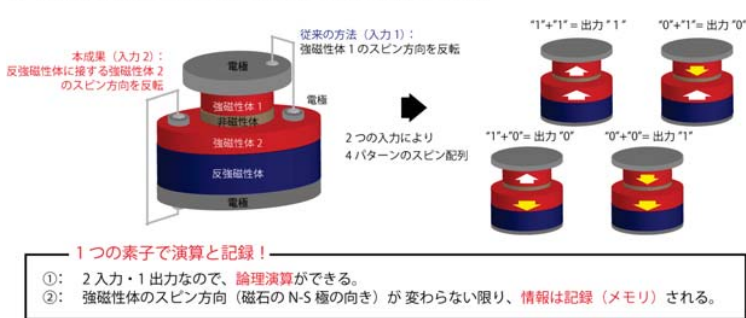
### H24.7.2 プレスリリース, 磁界制御による新しいスピン素子の機能実証に成功

Applied Physics Letters, 100, 262413 (2012). Physical Review Letters, 109, 077202 (2012).

(A) 現在のスピンエレクトロニクスデバイス: 強磁性体1, 2のスピンの向きで"0", "1"を定義



(B) 2入力可能なスピンエレクトロニクスデバイスの例 (本成果の応用例)



H24.7.13, 科学新聞



H24.7.4  
化学工業日報

# Web of Scienceを用いた論文分析

## 磁性材料分野における代表的な論文投稿先

### 材料科学分野のサブカテゴリ

- ceramics
- paper and wood products
- polymers
- textiles
- composites
- coatings & films
- biomaterials
- metals and alloys
- metallurgy
- application of chemistry to materials design and testing
- superconductors and semiconductors
- ferroelectrics
- dielectrics

### 物理分野のサブカテゴリ

- mathematical physics
- particle and nuclear physics
- physics of fluids and plasmas
- quantum physics
- theoretical physics
- applied physics
- condensed matter physics
- physics of material
- optics and acoustics

- 機能性材料分野: 材料科学分野とともに物理分野に分類される。
- 磁性材料については, 物理分野のみ?
- 主な論文投稿先について論文集計・分析.

## Web of Scienceを用いた論文分析

磁性材料分野における代表的な論文投稿先

### 磁性材料分野における代表的な論文投稿先

論文誌	出版団体	インパクトファクター	Web of Scienceにおけるカテゴリ
Nature	Nature	38.597	Multidisciplinary
Science	Science	31.027	Multidisciplinary
Nature Materials	Nature	35.479	Materials Science
Nature Nanotechnology	Nature	31.17	Materials Science
Nature Physics	Nature	19.352	Physics
Physical Review Letters	米国物理学会 (APS)	7.943	Physics
Physical Review B	米国物理学会 (APS)	3.767	Physics
Applied Physics Letters	米国物理学会 (AIP)	3.764	Physics
Applied Physics Express	応用物理学会	2.731	Physics
Journal of Physics D	英国物理協会 (IOP)	2.528	Physics
Journal of Physics Condensed Matter	英国物理協会 (IOP)		Physics
Journal of Applied Physics	米国物理学会 (AIP)	2.21	Physics
Journal of the Physical Society of Japan	日本物理学会	2.078	Physics

- 物理分野に分類される論文誌多数.
- 機能性材料研究の特徴を反映.

7

## Web of Scienceを用いた論文分析

集計方法

集計対象論文： 前頁に記載の全論文誌

Nature, Science: **Multidisciplinary**

Nature Materials, Nature Nanotechnology: **Materials Science**

Nature Physics: **Physics**

Physical Review Letters, Physical Review B : **Physics**

Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics : **Physics**

Applied Physics Express, : **Physics**

Journal of Physics D, Journal of Physics Condensed Matter : **Physics**

Journal of the Physical Society of Japan : **Physics**

集計対象期間： 2002 - 2011年の10年間 (NISTEP大学ベンチマーク2011に合わせる)  
ただし、被引用件数については、全期間。

大学別集計： 大阪大学, 東京大学, 京都大学

研究科別集計： 工学研究科 (大阪大学, 東京大学, 京都大学)

基礎研究科 (大阪大学)

理学研究科 (大阪大学)

8

## Web of Scienceを用いた論文分析

大阪大学, 東京大学, 京都大学における物理系学術誌への掲載件数

論文誌		大阪大学				東京大学		京都大学	
誌名	インパクトファクター	総数	工学	基礎工学	理学	総数	工学	総数	工学
Nature	38.597	92	6	6	9	271	33	110	13
Science	31.027	69	10	<3	17	236	39	119	10
Nature Materials	35.479	12	4	5	2	55	21	20	8
Nature Nanotechnology	31.17	6	<3	<3	0	12	6	3	<3
Nature Physics	19.352	14	3	3	5	38	10	12	<3
Physical Review Letters	7.943	503	57	72	127	1245	290	500	37
Physical Review B	3.767	645	132	138	161	1669	503	667	162
Applied Physics Letters	3.764	510	194	76	37	763	245	334	172
Applied Physics Express	2.731	133	51	30	7	159	69	66	35
Journal of Physics D	2.528	51	17	8	0	41	21	38	16
Journal of Physics Condensed Matter		258	62	47	83	212	30	161	55
Journal of Applied Physics	2.21	352	131	70	0	393	129	212	121
Journal of the Physical Society of Japan	2.078	552	78	146	235	1068	219	440	46
合計		3197	745	601	683	6162	1615	2682	675

黄色, 青網掛: 各論文誌ごとの大学間・学部比較の最大値と第二位

- 論文掲載数の傾向(全学・工学研究科共に): **東京大学 > 大阪大学 > 京都大学**

9

## Web of Scienceを用いた論文分析

大阪大学, 東京大学, 京都大学における物理系学術誌への被引用件数

論文誌		大阪大学				東京大学		京都大学	
誌名	インパクトファクター	総数	工学	基礎工学	理学	総数	工学	総数	工学
Nature	38.597	190.29	95.57	229.50	89.89	204.31	169.97	229.96	197.92
Science	31.027	207.91	132.50		97.76	118.50	144.67	155.99	146.60
Nature Materials	35.479	69.17	69.25	71.00	45.00	81.16	111.81	105.55	173.50
Nature Nanotechnology	31.17	64.00				64.75	48.83	55.33	
Nature Physics	19.352	66.29	47.67	138.67	49.00	65.37	53.70	42.83	
Physical Review Letters	7.943	40.71	42.66	45.54	48.50	43.40	42.11	47.04	37.81
Physical Review B	3.767	16.84	15.01	18.85	15.39	18.60	21.62	16.92	17.31
Applied Physics Letters	3.764	24.25	26.00	28.64	23.81	20.81	27.01	21.63	24.47
Applied Physics Express	2.731	8.26	6.80	9.57	10.43	7.73	9.03	11.38	10.69
Journal of Physics D	2.528	10.75	8.47	5.00		18.02	20.62	13.45	16.06
Journal of Physics Condensed Matter		9.17	4.45	13.19	11.93	12.16	7.37	8.41	8.87
Journal of Applied Physics	2.21	14.03	14.99	11.64		11.31	12.60	13.63	12.64
Journal of the Physical Society of Japan	2.078	11.99	7.43	12.56	14.26	12.63	14.39	11.23	4.98
1論文辺りの平均引用数		29.17	20.25	22.96	24.51	34.81	31.08	36.96	24.77

黄色, 青網掛: 各論文誌ごとの大学間・学部比較の最大値と第二位

- 被引用数の傾向: **東京大学 ≈ 京都大学 > 大阪大学**

10

# Web of Scienceを用いた論文分析

大学ベンチマーキングにおける「材料科学」と「物理」に現れる傾向との比較

## 材料科学分野

材料科学	[V1]世界シェア0.5%以上				[V2]世界シェア0.25%以上0.5%未満					
	大学名	Vクラスの変化	V伸び率	Qクラスの変化	Q伸び率	大学名	Vクラスの変化	V伸び率	Qクラスの変化	Q伸び率
[Q1] 12%以上	東京大学	→0	↑1	→0	→0					
[Q2] 9%以上 12%未満	大阪大学	→0	→0	→0	→0	北海道大学	→0	→0	→0	→0
						東京工業大学	↓1	→0	↓1	↓1
						京都大学	↓1	↓1	↓1	↓1
						九州大学	→0	↓1	→0	↓1

## 物理学分野

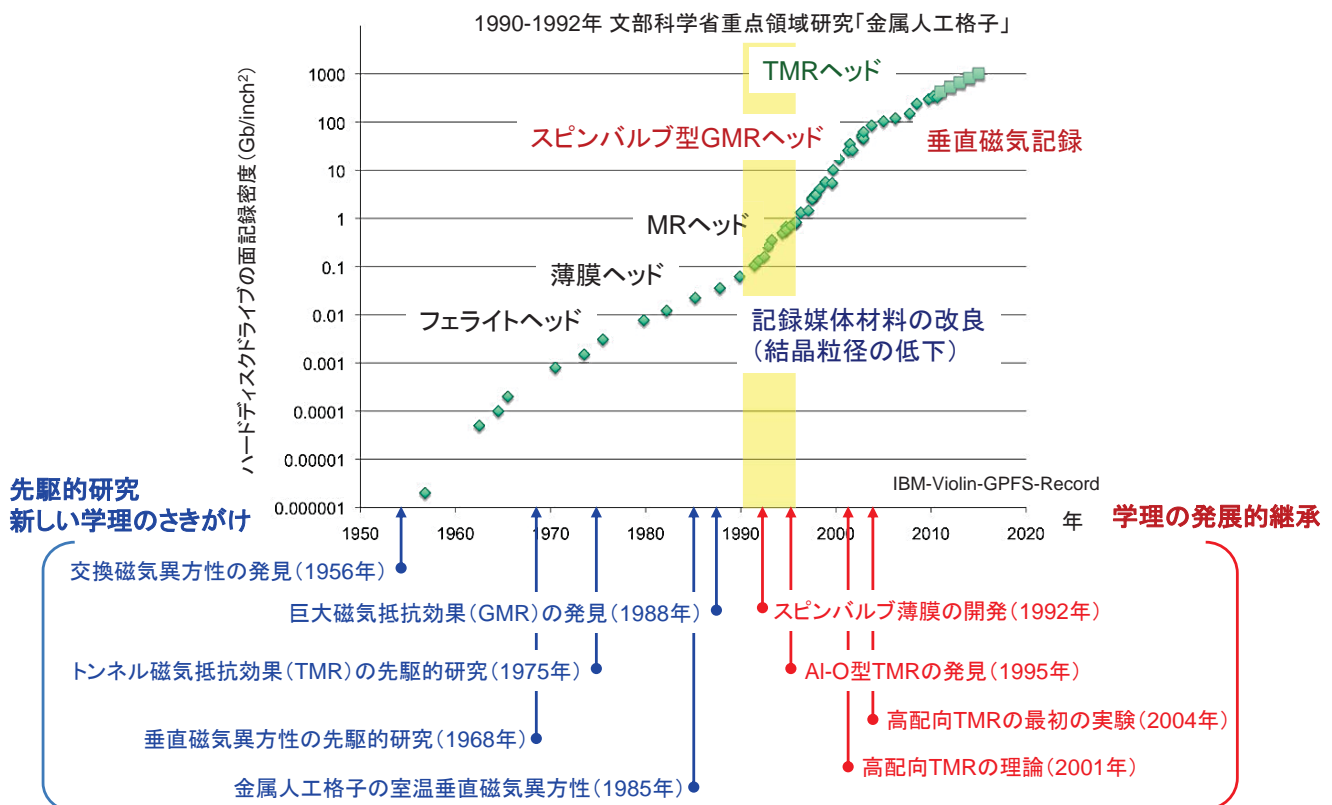
物理学	[V1]世界シェア0.5%以上				[V2]世界シェア0.25%以上0.5%未満					
	大学名	Vクラスの変化	V伸び率	Qクラスの変化	Q伸び率	大学名	Vクラスの変化	V伸び率	Qクラスの変化	Q伸び率
[Q1] 12%以上	東京大学	→0	→0	→0	→0	筑波大学	→0	→0	→0	→0
	東京工業大学	→0	→0	→0	→0	広島大学	→0	→0	→0	→0
	名古屋大学	→0	↑1	→0	→0					
	京都大学	→0	↑1	→0	→0					
[Q2] 9%以上 12%未満	東北大学	→0	→0	→0	→0					
	大阪大学	→0	→0	→0	→0					

- 機能性材料分野の特徴は、NISTEP分析結果の物理分野にも反映されていると考えられる。

11

# 工学部・工学研究科における研究の在り方

高密度磁気記録開発を例に



12

# 工学部・工学研究科における研究の在り方

高密度磁気記録開発を例に

## 磁性分野における研究

### 1. 物理としての磁性, 新しい学理のさきがけ

- 始めは応用が見えない(かも知れない)が, 先駆的な研究.

1980年代以前の研究は先駆的であるが, 発表当初の注目度は低い.

- 後世で否定されることもある. (この場合も被引用数は伸びる. )

例: L. Libermann et al, Phys. Rev. Lett. 22, 539 (1969)., Phys. Rev. Lett. 25, 232 (1970).

2次元のFe, Co, Ni磁性薄膜で磁性が無くなると主張. 後に否定されたが, この論文が契機となって, 磁性薄膜の研究が本格化した.

2本の論文の総引用数 > 300 (参考: 1969年発表のPhysics, Appliedの平均引用数14.08)

### 2. デバイス用途に向けた現象の開拓, 磁気物理の解明

- デバイス機能を支配している物理現象の解明と開拓を主眼とした研究.

10-20年後の技術を目指しているため, 引用数は伸びる傾向あり.

(発表時点での研究者人口が多い. )

## 工学部・工学研究科における研究...

### 1. 応用を視野に入れた, 新しい学理のさきがけ的研究

### 2. 新規現象の応用への道筋を開く学理の構築





# 科学技術・学術政策研究所講演会

平成26年1月27日（月）  
文部科学省 科学技術・学術政策研究所



Osaka University

## 大学の工学領域の研究者による論文分析 —工学部の状況や論文分析の限界も併せて—

### 発表内容

- 研究内容紹介  
研究テーマ：材料特性—構造性能の階層的評価手法  
—マルチスケール&マルチ特性相関に向けて—
- 工学分野における評価の現状と「生産科学」分野の主要雑誌でみた工学部評価例
- 多面的な工学部評価ファクターについて

大阪大学 大学院 工学研究科  
マテリアル生産科学専攻 生産科学コース  
准教授 大畑 充

M. OHATA

## 研究の背景と構想

材料—構造の総合的 **・高付加価値化** を図るものづくりプロセスの革新化  
**・高性能／高信頼性**

### ❖ 材料開発(ミクロ&マクロ)

- 構造性能を見据えた材料のヘテロ構造制御指導原理の構築
- 構造性能・安全性確保のための機械的特性の合理的要求(科学に基づく材料スペック提示) ●●●● **ソリューション型材料開発**

### ❖ プロセス開発・性能予測

- 合理的性能予測の実現による高信頼度安全性担保
- 経年構造／被地震構造の予寿命, 残存強度予測に基づく合理的な保全／補修指針の構築
- 複雑溶接部(巨視的不均質部)の破壊性能予測(革新溶接プロセスの適正評価)
- 特性試験フリー型構造強度・破壊性能予測の実現

異なる「階層」の特性を橋渡しするための科学

# 研究構想

## 材料特性-構造性能の階層的評価手法の構築 -マルチスケール&マルチ特性相関-

基盤技術  
開発

延性/脆性/疲労破壊の  
メカニズムの解明

数理損傷・破壊モデル  
の提案・構築

シミュレーションベース実  
構造性能評価の構築

### I メゾスケール特性相関

### II マルチ特性相関

### III マクロスケール特性相関



- ◆ 不均質組織形態
  - 結晶粒径/形状
  - 第二相分率/分布形態
  - 強度比
- ◆ 微視的強度/破壊抵抗

メゾ  
メカニズム  
解明



- ◆ 静的/動的強度
- ◆ 伸び/延性
- ◆ シャルピー衝撃特性
- ◆ 破壊靱性
- ◆ 疲労強度

マクロ  
メカニズム  
解明

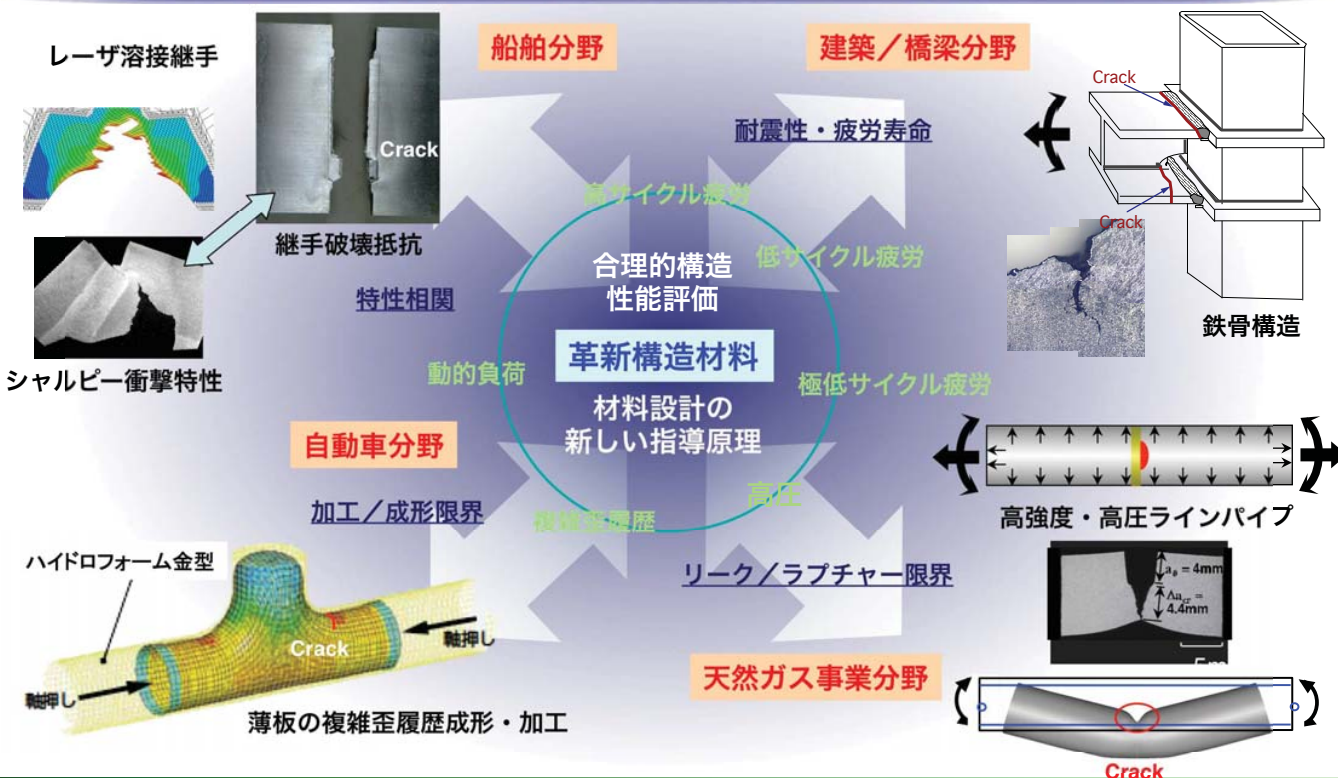


- ◆ 静的/動的破壊強度
- ◆ 耐震強度/寿命
- ◆ 疲労強度/寿命
- ◆ パースト強度
- ◆ 加工/成形限界

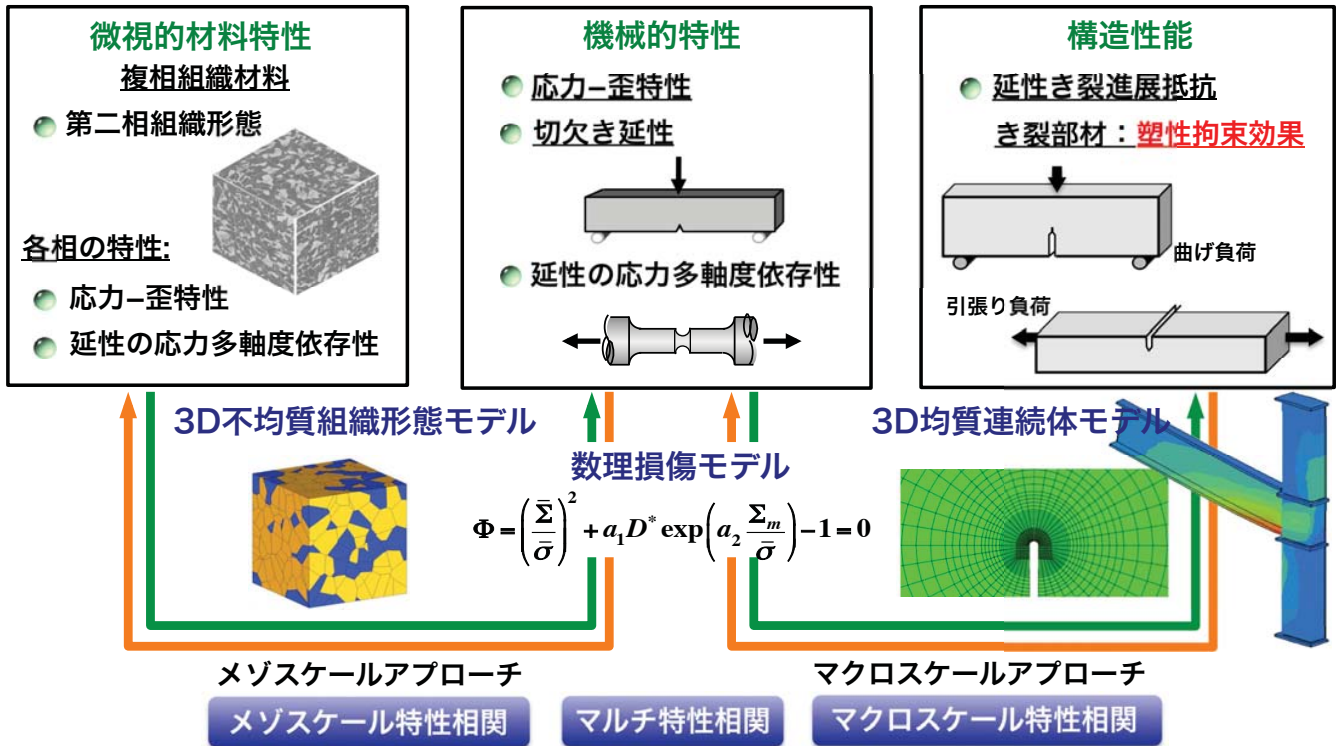
← 構造機能・性能向上のための材料組織設計・制御へのフィードバック  
マルチ特性バランスに優れた材料組織のヘテロ構造指導原理の提示 構造性能規定型の新材料・構造設計手法

→ 材料特性からみた新たな構造設計および安全性/健全性評価への展開  
合理的な破壊性能および予寿命の評価手法の構築

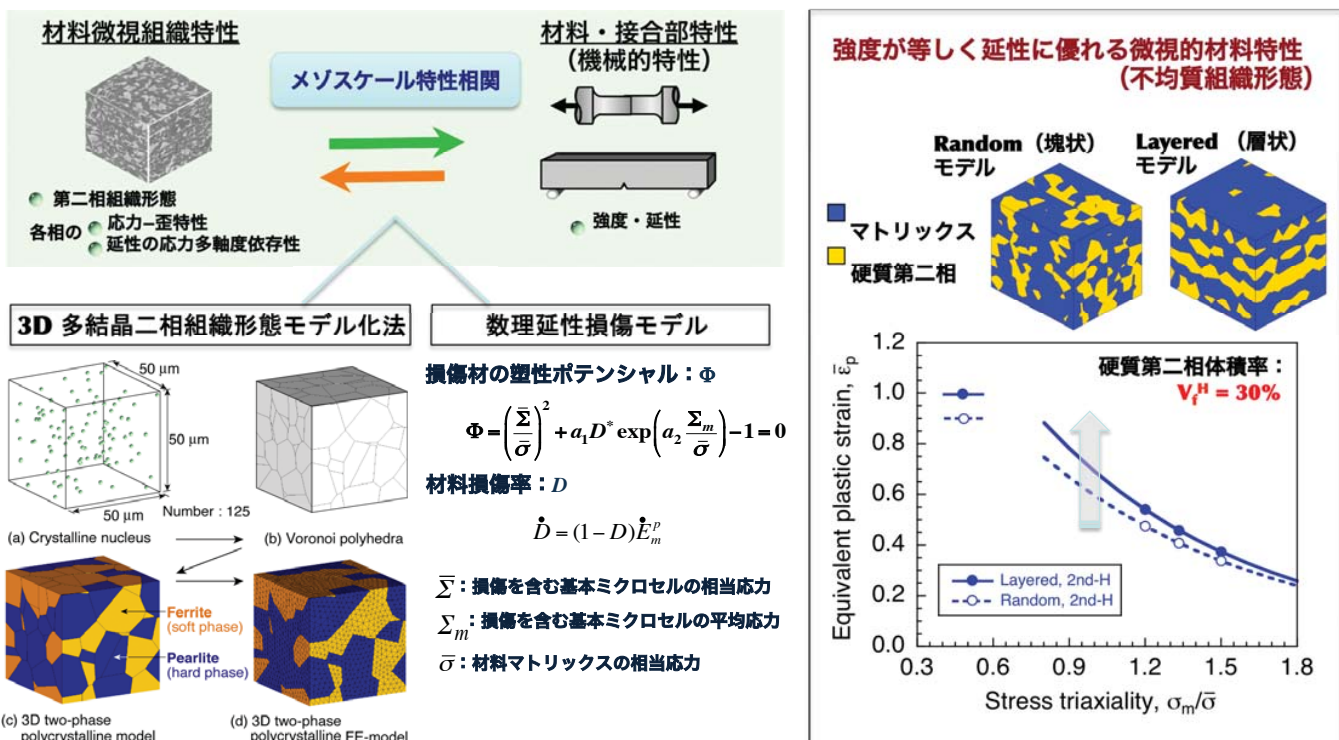
# 数理延性損傷モデルのアプリケーションと拡張



「材料ミクロ組織特性」 - 「機械的特性」 - 「構造性能」の  
マルチスケール損傷・破壊特性を相関づける階層的アプローチの構築



強度-延性バランスに優れた複相組織形態制御の指導原理を導くシミュレーション法の構築



## 工学分野における評価の現状

### ❖ トムソン・ロイター社の論文分類による評価指標の分析

工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状

- 阪大 生産科学コース関連の論文投稿先を中心に -

	Journal	Impact factor	サブジェクトカテゴリー SC1	サブジェクトカテゴリー SC2	ESI29 分野
Group A	INT J PRES VES PIP	0.932	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	ENGINEERING, MECHANICAL	Engineering
	INT J OFFSHORE POLAR ENG	0.489	ENGINEERING, CIVIL	ENGINEERING, OCEAN	Engineering
	J PRESS VESS-T ASME	0.441	ENGINEERING, MECHANICAL		Engineering
	J OFFSHORE MECH ARCTIC ENG	0.506	ENGINEERING, OCEAN	ENGINEERING, MECHANICAL	Engineering
Group B	SCI TECHNOL WELD JOI	1.274	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	Materials Science
	WELDING J	1	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
	WELD in the WORLD	0.477	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
Group C	INT J DAMAGE MECH	1.928	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MECHANICS	Engineering
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #ffffcc;">                     ESIが定める22分野のうち                      『Engineering分野』と『Material Science分野』に分類されるものが多い                 </div>					
Group D	ISIJ INT	1.147	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
	Tetsu to Hagane	0.387	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
	THIN SOLID FILMS	1.604	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	Materials Science
Group D	Applied Surface Science	2.112	CHEMISTRY, PHYSICAL	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	Materials Science
	MATER SCI ENG A-STRUCT MATER	2.108	NANOSCIENCE & NANOTECHNOLOGY	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	Materials Science
	MATER TRANS	0.588	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	Materials Science
	J APPL PHYS	2.21	PHYSICS, APPLIED		Physics
	Journal of Nuclear Materials	1.211	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY	Engineering

『Engineering』に属するSC

『Material science』に属するSC

## 工学分野における評価の現状

### ❖ トムソン・ロイター社の論文分類による評価指標の分析

工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状

- 阪大 生産科学コース関連の論文投稿先を中心に -

#### ➤ Group A : 大型構造/製品名を取り入れたJournal

分野は「Engineering : 工学 (PF5)」に分類されており、サブジェクトカテゴリー (SC) も「工学」に関するものがほとんどである。

	Journal	Impact factor	サブジェクトカテゴリー SC1	サブジェクトカテゴリー SC2	ESI29 分野
Group A	INT J PRES VES PIP	0.932	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY	ENGINEERING, MECHANICAL	Engineering
	INT J OFFSHORE POLAR ENG	0.489	ENGINEERING, CIVIL	ENGINEERING, OCEAN	Engineering
	J PRESS VESS-T ASME	0.441	ENGINEERING, MECHANICAL		Engineering
	J OFFSHORE MECH ARCTIC ENG	0.506	ENGINEERING, OCEAN	ENGINEERING, MECHANICAL	Engineering

低い



現状は、

製品を対象としていることから、内容は、「材料」、「設計・構造」、「プロセス」、「施工」、「評価」に至るまで、出口を意識した個別要素の基礎学問研究内容を含んでいる。

## 工学分野における評価の現状

### ❖ トムソン・ロイター社の論文分類による評価指標の分析

工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状

– 阪大 生産科学コース関連の論文投稿先を中心に –

#### ➤ Group B：溶接・接合関係を対象としたJournal

分野は「Material Science：材料科学 (PF2)」に分類されており、SCも「材料科学」に関するものがほとんど。

	Journal	Impact factor	サブジェクトカテゴリー SC1	サブジェクトカテゴリー SC2	ESI29 分野
Group B	SCI TECHNOL WELD JOI	1.274	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING	Materials Science
	WELDING J	1	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
	WELD in the WORLD	0.477	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science

⇒ 現状は、

扱う内容は、溶接材料、溶接プロセス、溶接継手・構造の力学/破壊特性やその評価など「Engineering」に関するサブジェクトを多分に含んでいる。

## 工学分野における評価の現状

### ❖ トムソン・ロイター社の論文分類による評価指標の分析

工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状

– 阪大 生産科学コース関連の論文投稿先を中心に –

#### ➤ Group C：力学、強度、破壊など基礎学問に関するJournal

	Journal	Impact factor	サブジェクトカテゴリー SC1	サブジェクトカテゴリー SC2	ESI29 分野
Group C	INT J DAMAGE MECH	1.928	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MECHANICS	Engineering
	ENG FRACT MECH	1.353	MECHANICS		Engineering
	INT J FRACTURE	1.25	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MECHANICS	Engineering
	INT J FATIGUE	1.25	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MECHANICS	Materials Science
	INT J SOLIDS STRUCT	1.857	MECHANICS		Engineering
	J MECH PHYS SOLIDS	3.406	MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY	MECHANICS	Engineering
	ISIJ INT	1.147	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science
	Tetsu to Hagane	0.387	METALLURGY & METALLURGICAL ENGINEERING		Materials Science

⇒ SCとして「材料科学」と「工学」の両方が定められているにも関わらず、分野としては「工学」あるいは「材料科学」のどちらかに分類される。

## 「生産科学」分野の主要雑誌でみた工学部評価例

❖ Engineering分野（生産科学コース）の主要論文を抜粋  
論文数と被引用数の大学間比較（東大のみを比較対象）

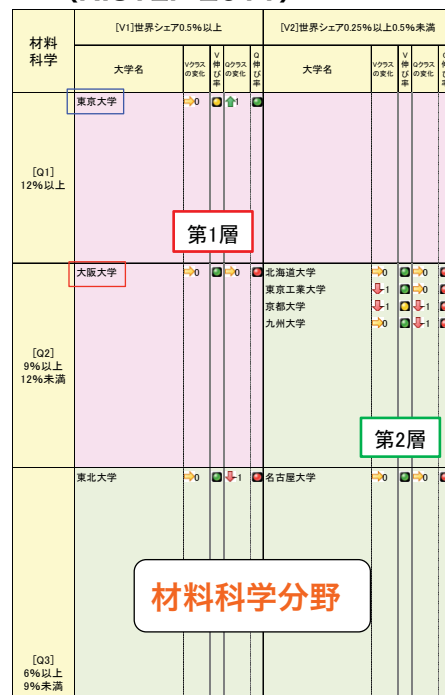
➢ Group C（力学，強度，破壊など基礎学問に関するJournal）  
に分類されるJournalで「材料科学」に分類されるJournal

Web of Knowledge	International journal of fatigue		ISIJ INTERNATIONAL		Tetsu to hagane	
	阪大	東大	阪大	東大	阪大	東大
タイムスパン=2002-2013.						
論文数	6	6	131	156	80	81
被引用数の合計	49	40	801	1005	143	286
平均引用数（論文ごと）	8.17	6.67	6.11	6.44	1.79	3.53
h-index	5	2	13	16	5	7

SCiに「工学」と「材料科学」  
SCiに「材料科学」のみ

➡ 論文数および被引用数（平均引用数）ともに  
阪大と東大で大きな有為差は見られない。  
（ベンチマーキングの傾向どおり）

◆ 日本の大学ベンチマーキング（NISTEP 2011）



## 「生産科学」分野の主要雑誌でみた工学部評価例

❖ Engineering分野（生産科学コース）の主要論文を抜粋  
論文数と被引用数の大学間比較（東大のみを比較対象）

➢ Group C（力学，強度，破壊など基礎学問に関するJournal）  
に分類されるJournalで「工学」に分類されるJournal

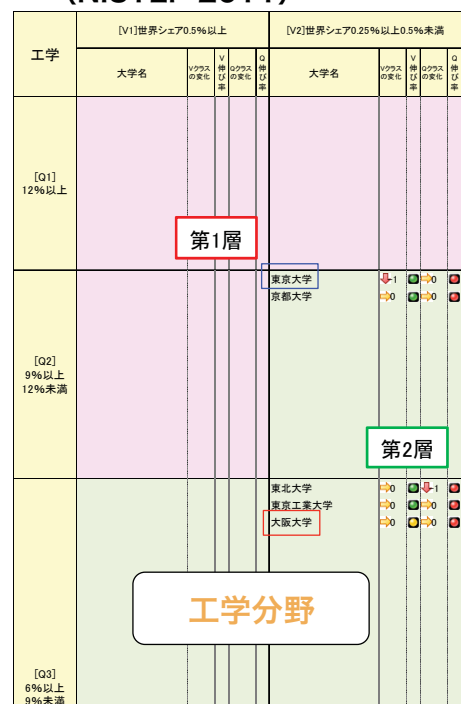
Web of Knowledge	Engineering Fracture Mechanics		Int J Solids and Structures		Int J Fatigue	
	阪大	東大	阪大	東大	阪大	東大
タイムスパン=2002-2013.						
論文数	15	14	7	17	6	6
被引用数の合計	79	124	80	129	49	40
平均引用数（論文ごと）	5.27	8.86	11.43	7.59	8.17	6.67
h-index	5	7	5	7	5	2

SCiに「工学」のみ  
SCiに「工学」と「材料科学」

➢ Group B（溶接・接合関係を対象としたJournal）に分類されるJournalで「材料科学」に分類されるJournal

Web of Knowledge	Sci and Tech of Welding and Joining		Welding in the World	
	阪大	東大	阪大	東大
タイムスパン=2002-2013.				
論文数	101	-	30	3
被引用数の合計	633	-	17	1
平均引用数（論文ごと）	6.27	-	0.57	0.33
h-index	14	-	2	1

◆ 日本の大学ベンチマーキング（NISTEP 2011）



## 多面的な工学部評価ファクター

工学部の在り方からみた評価指標を考える

### － 工学部の果たす役割 －

2種類のイノベーションを担う研究  
と教育環境の持続的提供

#### ❖ 飛躍的な知の創造

➢ 新産業創出

#### 国の科学技術政策

- ❖ 重点新産業発展
- ❖ 既存産業の国際競争力強化

ものづくり立国

#### ❖ 延長線上での知の創造と継続

➢ 擦り合わせ型（積み上げ型）  
産業の持続的発展

## 多面的な工学部評価ファクター

工学部の在り方からみた評価指標を考える

#### ❖ トムソン・ロイター社の論文分類による評価指標の分析

##### 工業製品をより意識した科学技術・基礎研究の評価の現状

－ 阪大 生産科学コース関連の論文投稿先を中心に－

- 日本の大学の「工学分野」の評価がそれほど高くない
- 現状の「工学分野」に分類される雑誌はインパクトファクターがかなり低い雑誌が多い傾向にある
  - 原因：和文論文で十分との思考（国益重視），Proceedingsによる速報性重視
  - 和文論文の評価の必要性
- 製品（出口）を強く意識した材料研究，基礎学問研究であっても「材料科学分野」に分類されるものも少なからず見られる
- 材料と力学の連携（材料科学と工学の融合）などの分野横断的な研究領域
  - SCが複数割り当てられているものは，その全ての分野の評価に入れるのも一案

## 多面的な工学部評価ファクター

工学部の在り方からみた評価指標を考える

### ❖ 論文を含む工学部の総合評価指標の一提案

- インパクトファクターをベースとした論文数や被引用数による工学部評価（国際的評価）
- 国際的評価と国内での評価とで異なる指標を用いてもいいのではないか
- 日本がものづくり立国を標榜するかぎり、産業界への貢献度を多面的に捉えられるような指標が必要ではないか

工学部評価ファクター	評価指標 A	評価指標 B	$\sum(A \times B)$
アカデミック ファクター	インパクトファクター (絶対評価用)	論文数 被引用数	
	分野別主要トップ論文 (相対評価用)	論文数 被引用数	
エンジニアリング ファクター	関連業種の産業規模 ・売上 (対 GNP 比) ・雇用者数 ・など	論文数 (主に和文誌)	主に 国内での評価
		産学連携研究予算 & 件数	
		社会人ドクター受入れ数 (特許)	
		産官主導プロジェクト役員数	
		学協会各種役員/委員長数 卒業生の役員数	



## NISTEP講演会

### 工学部化学系の研究者の視点からみた論文分析と 工学部の目指す方向性

#### 研究テーマ:

希土類の特徴を利用した機能性無機材料ー環境触媒、蛍光体、色材ー

#### プレゼン内容:

- 化学系で重要視される学術雑誌とその論文掲載数の詳細分析による評価ー阪大工・応化と東大工・応化の比較ー
- 産学連携の視点からの工学部のありよう

大阪大学大学院工学研究科  
応用化学専攻  
増井 敏行

平成26年1月27日

## 研究テーマ

2

### 希土類の特徴を利用した機能性無機材料

環境対策や省資源化を志向した、希土類元素を戦略的に使用する新しい材料開発

#### 具体的な研究内容

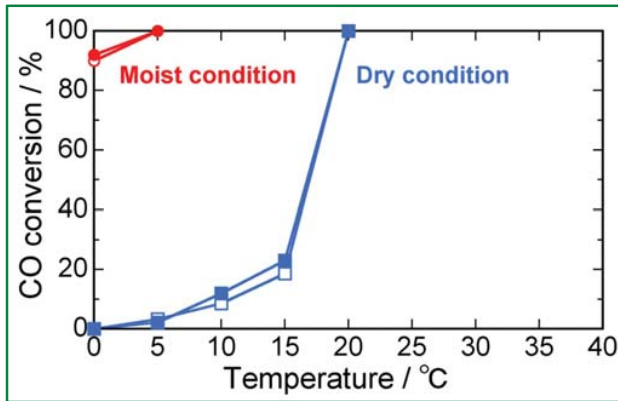
- 揮発性有機化合物や一酸化炭素を低温で浄化する環境触媒
- 照明やディスプレイ用の強い発光を示す蛍光体
- 有害金属を含まない着色顔料の開発

# 有害ガスを浄化する環境触媒

3

課題: 揮発性有機化合物や一酸化炭素を室温以下で安定して完全燃焼できる触媒は未開発

室温以下で一酸化炭素の完全浄化を実現



Chem. Commun., 2011, 47, 11032

2009年(平成21年)3月6日 金曜日  
日刊工業新聞 Business & T

## CO完全燃焼する触媒

### 常温・水蒸気下で機能

阪大が開発

大阪大学大学院工学研究科の中村大教授らは、常温・水蒸気下で一酸化炭素(CO)を完全燃焼させる触媒を開発した。従来の触媒は使用時、高温にしないと浄化できなかつたが、低温で浄化できても水蒸気下では触媒機能が低下するなどの問題があった。ストロパの引用料など、不完全燃焼が懸念される場合、利用できないという。

大研大教授らは、複合触媒シリコンナノ管、酸化チタン、白金微粒子、シリコン担体を用いた。さらさら水蒸気下でも、COの完全燃焼率を調べたところ、約40%のCOを燃焼させるのに対し、水蒸気下では約20%という結果になった。今後、はたかた学研の長崎にも取り組むという。

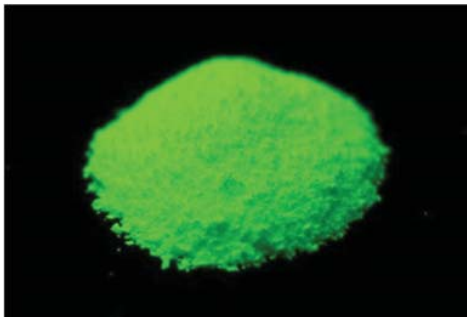
①調整時に、触媒防止剤として用いられているポリシリロドリン(PVPE)を添加する。②触媒の比表面積を増大させている。実験では同様のCOの完全燃焼率を調べたところ、約40%のCOを燃焼させるのに対し、水蒸気下では約20%という結果になった。③後、はたかた学研の長崎にも取り組むという。

# 強い発光を示す蛍光体

4

課題: 最近の蛍光体に関する研究は硫化物や窒化物が多く、非酸化雰囲気での合成が必須であり大量生産が困難

市販品よりも光る新しい蛍光体を開発



J. Electrochem Soc., 2010, 157, J181

2008年(平成20年)5月26日 月曜日  
日刊工業新聞 Business & Technology

## 発光強度1.3倍に

### 新規の緑色蛍光材料開発 省エネや環境負荷軽減

大阪大学大学院工学研究科の中村大教授は、省エネや環境負荷軽減のため、従来の緑色蛍光材料よりも発光強度が1.3倍に向上した新規の緑色蛍光材料を開発した。従来の緑色蛍光材料は、発光強度が1.3倍に向上した。従来の緑色蛍光材料は、発光強度が1.3倍に向上した。従来の緑色蛍光材料は、発光強度が1.3倍に向上した。

大研大教授らは、省エネや環境負荷軽減のため、従来の緑色蛍光材料よりも発光強度が1.3倍に向上した新規の緑色蛍光材料を開発した。従来の緑色蛍光材料は、発光強度が1.3倍に向上した。従来の緑色蛍光材料は、発光強度が1.3倍に向上した。

①調整時に、触媒防止剤として用いられているポリシリロドリン(PVPE)を添加する。②触媒の比表面積を増大させている。実験では同様のCOの完全燃焼率を調べたところ、約40%のCOを燃焼させるのに対し、水蒸気下では約20%という結果になった。③後、はたかた学研の長崎にも取り組むという。

**課題:** 現在市販されている環境調和型の着色顔料は色が薄く、鉛やクロムを含む既存顔料の代替が困難

**既存の顔料を凌ぐ新しい黄色顔料を実現**



J. Jpn. Soc. Colour Mater., 2012, 85, 9  
(2013年度色材協会論文賞受賞)

**人体・環境にやさしい新しい黄色無機顔料**

**大阪大学 産業界とのあゆみ**

開発した新顔料

上段黄色顔料  
右は新顔料の塗膜(上は中黄(下)、右は無鉛の鉛黄)

無害で美しい焼物づくりを可能にした新顔料の開発。

開発した新顔料は、人体や環境に無害な元素である、セリウム(Ce)、ジルコニウム(Zr)、ビスマス(Bi)、及び酸素(O)からなる。新しい環境調和型の黄色無機顔料を開発した。合成法や組成を最適化することによって、既存の環境調和型黄色顔料の中で、最も高い黄色度を実現した。産業界技術センターの協力を得て、この顔料が、有田焼の上絵具として用いられている有鉛の濃黄、中黄(鉛-アンチモン系)絵具の色合いを無鉛で再現できることを実証した。

開発者(左)産業界(右) | 市立大人工学研究所-産学連携工学研究所 | 産学など技術成果情報センター

- 化学系で重要視される学術雑誌とその論文掲載数の詳細分析による評価
  - 阪大工・応化と東大工・応化の比較 —
- 産学連携の視点からの工学部のありよう
  - 論文掲載数に加え、特許出願数、企業との共同研究実施件数及び獲得研究費額(共同研究・受託研究)による総合評価

## 化学系で重要視される学術雑誌(1)

7

### カテゴリーS(科学の総合誌)

NATURE, 38.597  
NAT CHEM, 21.757  
NAT COMMUN, 10.015  
NAT MATER, 35.749  
NAT NANOTECHNOL, 31.170  
SCIENCE, 31.027

### カテゴリーA(総合学会誌)

CHEM REV, 41.298  
ACC CHEM RES, 20.833  
J AM CHEM SOC, 10.677  
CHEM SOC REV, 24.892  
CHEM COMMUN, 6.378  
ANGEW CHEM INT EDIT, 13.734

### カテゴリーS

化学分野に限らず、サイエンス分野全体における認知度の高い総合誌。

### カテゴリーA

化学分野で世界的にレベルが高いと評価されているアメリカ、イギリス、ドイツの学会誌における総合学術雑誌、あるいは総説専門誌。各分野に関する専門誌よりも一段高い位置づけに有る雑誌群。

## 化学系で重要視される学術雑誌(2)

8

### カテゴリーB(専門学会誌)

ACS CATALYSIS, 5.265  
ACS NANO, 12.062  
ANAL CHEM, 5.695  
CHEM MATER, 8.238  
CRYST GROWTH DES, 4.689  
INORG CHEM, 4.593  
J MED CHEM, 5.614  
J ORG CHEM, 4.564  
J PHYS CHEM A, 2.771  
J PHYS CHEM B, 3.607  
J PHYS CHEM C, 4.814  
J PHYS CHEM LETT, 6.585  
LANGMUIR, 4.187  
NANO LETT, 13.025  
ORG LETT, 6.142  
ORGANOMETALLICS, 4.145  
DALTON T, 3.806  
FARADAY DISCUSS, 3.821  
GREEN CHEM, 6.828  
J MATER CHEM A, B and C, 6.101  
POLYMER CHEM, 5.231  
NANOSCALE, 6.233  
ADV MATER, 14.829  
ADV FUNCT MATER, 9.765

### カテゴリーB'(Bに準ずる専門学会誌)

CATAL SCI TECHNOL, 3.753  
NEW J CHEM, 2.966  
PHYS CHEM CHEM PHYS, 3.829  
RSC ADV, 2.562  
CHEM-EUR J, 5.831  
CHEM-ASIAN J, 4.572  
CHEMCATCHEM, 5.181  
CHEMPHYSICHEM, 3.349  
CHEMSUSCHEM, 7.475  
EUR J INORG CHEM, 3.120

### カテゴリーB

学会誌における上記各専門分野に関する学術雑誌。カテゴリーAに比べて専門性が高い。

### カテゴリーB'

カテゴリーB同様、各専門分野に関する学術雑誌。比較的新しく刊行された雑誌が多い。

## 阪大工におけるカテゴリー別論文公表状況

9

### 2012年の論文分析(阪大工・応用化学)

研究室名	カテゴリーS	カテゴリーA	カテゴリーB	カテゴリーB'	その他	計
A研	0	6	4	0	4	14
B研	0	6	1	2	3	12
C研	0	4	4	2	6	16
D研	0	3	4	0	22	29
E研	0	4	4	0	3	11
F研	0	1	1	0	2	4
G研	1	2	0	1	0	4
H研	0	17	7	6	14	44
I研	0	1	3	2	5	11
J研	0	1	2	0	6	9
K研	0	0	1	1	3	5
L研	0	6	1	0	3	10
M研	0	1	1	1	2	5
N研	0	0	0	2	10	12
O研	0	2	1	2	4	9
P研	0	1	2	2	9	14
Q研	0	0	0	1	3	4
計	1	55	36	22	99	213

## 東大工におけるカテゴリー別論文公表状況

10

### 2012年の論文分析(東大工・応用化学)

研究室名	カテゴリーS	カテゴリーA	カテゴリーB	カテゴリーB'	その他	計
A'研	0	0	0	0	14 <sup>注1</sup>	14
B'研	0	1	2	2	10	15
C'研	0	16	8	0	6	30
D'研	2	9	0	1	1	13
E'研	0	7	3	3	15	28
F'研	0	2	0	0	10	12
G'研	0	2	2	0	4 <sup>注2</sup>	8
H'研	0	0	0	1	5	6
I'研	0	1	0	0	4 <sup>注3</sup>	5
J'研	0	0	0	2	11 <sup>注4</sup>	13
K'研	0	0	0	0	2	2
L'研	0	0	0	0	2	2
M'研	0	1	2	1	2	6
N'研	0	1	0	0	3	4
O'研	0	1	2	0	3 <sup>注5</sup>	6
P'研	0	0	2	2	11	15
計	2	41	21	12	103	179

注1 A研究室はすべて物理系の雑誌への投稿で、PRBとAPLに各1報あり。

注2 2011年のデータ、その他の中にPRL 3報とPRB 1報あり。

注3 PRLとPRB に各1報あり。

注4 PRBに1報。

注5 2011年のデータ。

# 阪大工・応化と東大工・応化の比較

- 東大の研究室数が阪大よりも少ないことを考慮すると、論文の量はほぼ互角
- とともに全論文数のおよそ半数がカテゴリーS, A, B, B'に含まれており、論文の質も高いレベルにある

図表 24 化学分野における日本の大学の量と質の状況 (2007-2011 年)

化学	[V1]世界シェア0.5%以上				[V2]世界シェア0.25%以上0.5%未満				[V3]世界シェア0.1%以上0.25%未満				[V4]世界シェア0.05%以上0.1%未満			
	大学名	V1の達成率	V2の達成率	V3の達成率	大学名	V1の達成率	V2の達成率	V3の達成率	大学名	V1の達成率	V2の達成率	V3の達成率	大学名	V1の達成率	V2の達成率	V3の達成率
[Q1] 12%以上	東京大学 京都大学 大阪大学	⇒0 ⇒0 ⇒0	⇒0 ⇒0 ⇒0	⇒0 ⇒0 ⇒0	名古屋大学	⇒0	⇒0	⇒0					奈良先端科学技術大学院大学	⇒1	⇒0	⇒0
[Q2] 9%以上 12%未満					北海道大学 東北大学 東京工業大学 九州大学	⇒0 ⇒-1 ⇒-1 ⇒0	⇒0 ⇒0 ⇒1 ⇒0	⇒0 ⇒0 ⇒0 ⇒0	筑波大学 千葉大学 大阪府立大学 慶應義塾大学 東京理科大学 早稲田大学	⇒0 ⇒0 ⇒0 ⇒0 ⇒-1 ⇒0	⇒1 ⇒-1 ⇒0 ⇒0 ⇒-1 ⇒0	⇒0 ⇒-1 ⇒0 ⇒0 ⇒-1 ⇒0	信州大学 金沢大学 北陸先端科学技術大学院大学 首都大学東京 関西大学	⇒-1 ⇒-1 ⇒0 ⇒-1 ⇒0	⇒1 ⇒2 ⇒-1 ⇒-1 ⇒0	

NISTEPの評価と一致

第1層

第2層

# 工学部評価ファクター

阪大工・化学系における論文・特許・産学連携

研究室名	2012 総論文数	2012 ABB'論文数	2012 公開特許数	2013 共同研究費総額	2013 受託研究費総額
A研	14	10	1	500,000	0
B研	12	9	0	0	0
C研	16	10	3	0	0
D研	29	7	5	150,000	2,500,000
E研	11	8	0	8,575,300	0
F研	4	2	0	0	0
G研	4	3	2	0	0
H研	44	30	0	0	0
I研	11	6	1	0	0
J研	9	3	0	4,633,333	5,454,546
K研	5	2	0	903,333	0
L研	10	7	0	0	0
M研	5	3	0	0	1,718,182
N研	12	2	1	0	18,660,600
O研	9	5	3	960,000	3,412,500
P研	14	5	0	1,083,333	0
Q研	4	1	0	8,617,392	1,265,250
計	213	113	16	25,422,691	33,011,078

論文数と産学連携額は必ずしも対応するわけではない

「科学」と「技術」のどちらに力点を置いているか

### 科学

- 知的好奇心  
未知の現象の理解、体系化
- より広範囲を、より単純に、より精度良く見通せる体系の創出
- どれだけ見通しの良い体系を提案できるか  
    ➡ 「理学」分野が力点を置くものさし

### 技術

- より大きな効率を目指す  
より速く、より軽く、より小さく、より安価に など
- 負担を強いる作業や経費をどれだけ軽減できるか
- 経済的効率(その技術がもたらす経済効果)をいかにあげるか  
    ➡ 「工学」分野が力点を置くものさし





平成26年1月27日



## 工学研究科の現状と今後の展開

工学研究科長・工学部長 掛下知行

1

## 大阪大学工学部の沿革

明治29年(1896) 官立大阪工業学校創設(機械工芸科, 化学工芸科の2科)

明治34年(1901) 大阪高等工業学校

(機械工芸部, 化学工芸部, 造船部の3部)

昭和4年(1929) 大阪工業大学創設

(機械, 応用化学, 醸造, 冶金, 造船, 電気の6学科)

昭和8年(1933) 大阪帝国大学工学部創設

昭和12~22年 航空, 精密, 通信, 醗酵(醸造から改称),

溶接, 構築, などの新設

昭和24年(1949) 大阪大学(新制大学へ)工学部

昭和33年~43年 電子, 機械工学第2学科(基礎工へ), 原子力,

精密, 産業機械, 環境等新設

昭和45年(1970) 吹田移転完了

その後, 改組拡充, 学科・専攻の新設, 研究施設, センターの創設など

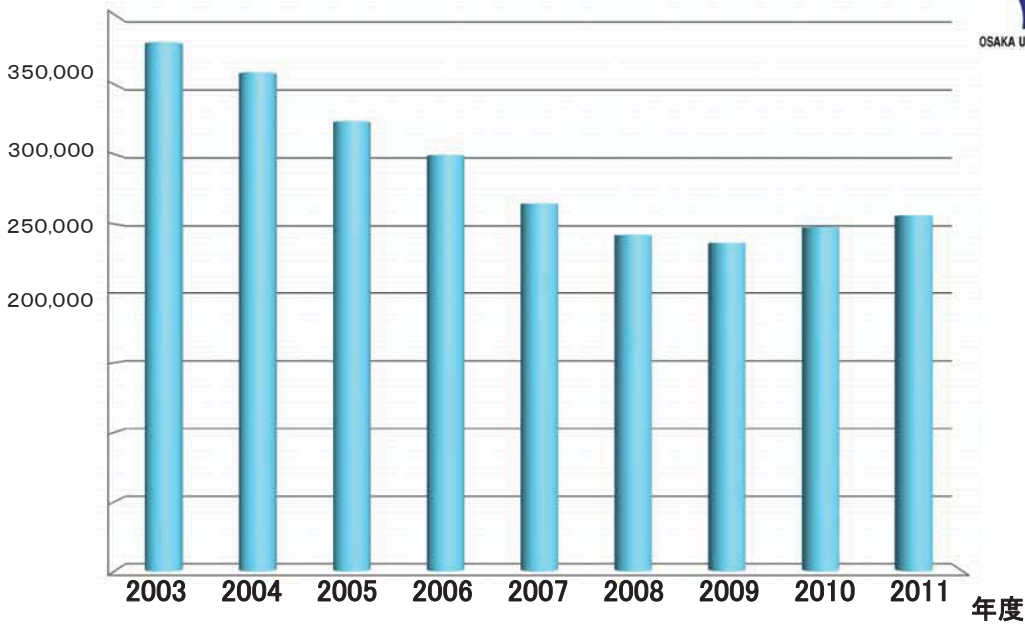
平成10年(1998) 大学院重点化整備終了

平成16年(2004) 国立大学法人大阪大学に移行

2



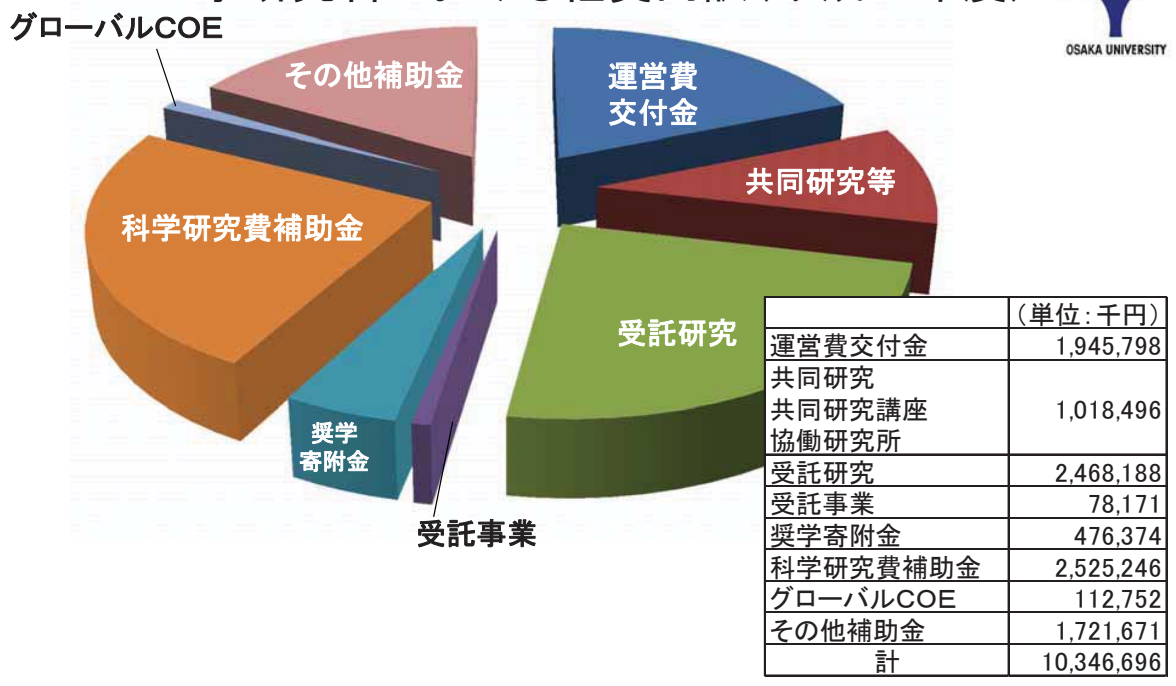
## 工学部志願者数の推移



資料出所: 文部科学省「学校基本調査」より作成



## 工学研究科における経費内訳(平成24年度)



## 工学ミッション



OSAKA UNIVERSITY

大阪大学は、「地域に生き世界に伸びる」をモットーに、学問と教育の世界的拠点になるとともに、高い倫理観を保持した優秀なグローバル人材育成に取り組んでおり、工学系分野については、以下の強みや特色、社会的な役割を有している。

- 社会の第一線で活躍し、その基盤形成と発展に貢献する人材育成を目指し、革新的科学技術を創出する高度な技術者の育成の役割を果たすとともに、その基盤となる学術の発展に主導的役割を担う高度な研究能力を有する先導的な人材育成の役割を果たす。
- 創造性や分野横断的思考・俯瞰力と国際性を育む多様なプログラムを提供する工学教育、複合学際的な観点から自然科学教育と技術者教育をバランスよく行う基礎工学教育、情報分野の教育拠点として実践的かつイノベーティブな特色ある教育を進める情報科学教育について、国際的水準を踏まえた教育改革を進め、グローバルに活躍できる工学系人材を育成する学部・大学院教育を目指し、不断の改善・充実を図る。

5

## 工学ミッション



OSAKA UNIVERSITY

大阪大学においては、以下の強みや特色、社会的な役割を有している。

高度な技術者等や研究能力を有する先導的な人材の育成の役割を果たす。

部局横断型の大学院大型教育プログラムに数多く採択されている。

グローバルCOEプログラム：7件（平成23年度）

博士課程教育リーディングプログラム：2件（平成24年度）

研究拠点形成費等補助金（卓越した大学院拠点形成支援補助金）：4件  
（平成24年度）

情報分野の教育拠点（全国15連携大学の拠点）を有しており、情報教育の実践化を先導する。

- ・分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク（情報技術人材育成のための実践教育ネットワーク形成事業）

6

## 工学ミッション



応用物理学、基礎化学分野を始め、工学の広い分野における高い研究実績を生かし、世界トップを目指す最先端の研究を一層推進する。

科研費トップ10：57分野

科政研研究ポートフォリオ(工学)：V2・Q3(文部科学省科学技術・学術政策研究所)

光・ロボティクス・脳情報関連の研究について以下のような拠点を有している。

- ・フォトニクス先端融合研究拠点（先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム）
- ・融合光新創生ネットワーク（光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発：最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム）
- ・認知脳システム学研究拠点（JSPS研究拠点形成事業：認知脳理解に基づく未来工学創成のための競争的パートナーシップによる研究拠点形成プログラム）
- ・アンドロイドサイエンス研究拠点（JST 戦略的創造研究推進事業：人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発による研究拠点形成プログラム）

7

## 工学ミッション



受託研究・共同研究の受け入れや特許取得数が我が国トップクラスであり、今後とも我が国の産業を支える実践的な研究等の取組を一層推進する。

受託研究 + 共同研究受入金額 = 2位(1人当2位)

特許取得数 = 5位(1人当33位)

産業界と地域との密接な関係を生かし、「Industry on Campus」という理念の下、企業がキャンパスの中で大学と共に研究と人材育成を行うという新たな産学連携を全国に先駆けて展開する。

共同研究講座：15件（大学全体：28件）

協働研究所：4件（大学全体：5件）

スクラップ アンド ビルト

8

## 工学ミッション



- 優れた人材の育成
  - 優れた研究力
- 機会均等、質の保証
- ・世界に大阪大学工学研究科ありと認識される。
  - ・2031年までに世界トップ10

創造性豊かなリーダーの育成

9

## そのための方策



- ・組織
- ・教育
- ・研究と広報
- ・社会貢献
- ・環境

10



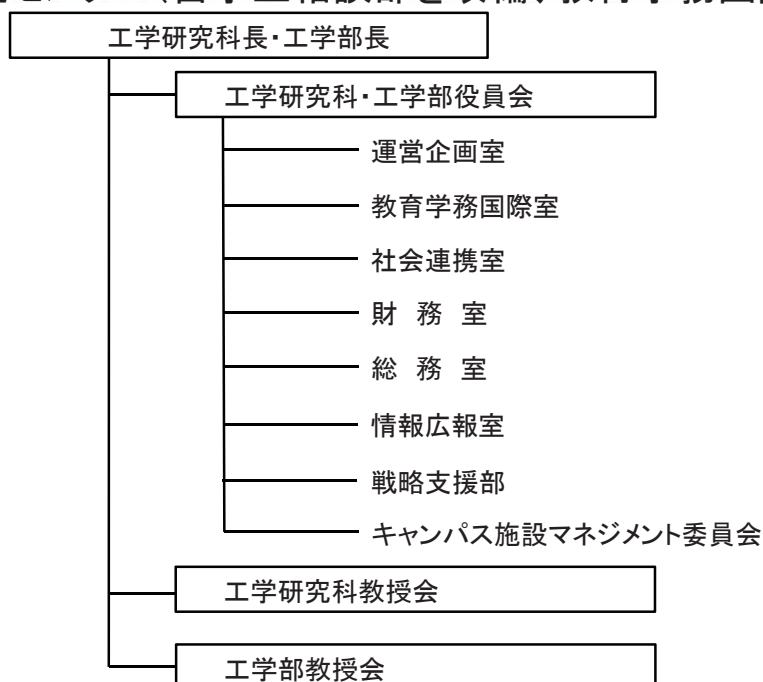
## I. 組織

- ・教授会に置く代議員会＝専攻長会（代議員、10専攻長）による決定（案件を短期間で決定）
- ・大専攻化（10専攻）：  
（人事をまわし、基礎学問領域の存在確保をする）
- ・執行部組織： 室体制と役員会  
（役員会は室長と数名の研究科長指名者で構成され、素案づくりをする。また、役員会での議論により、各室間のバリアーをなくす）

11

## 工学研究科の運営体制

- ・戦略支援部
- ・アトミックデザイン研究センター（25年4月1日）
- ・国際交流推進センター（留学生相談部を改編、教育学務国際室下）



12



## そのための方策

- ・組織
- ・**教育**
- ・研究と広報
- ・社会貢献
- ・環境

13



## II. 教育 –グローバル化–

- ・教育学務国際室の構築  
（日本人と留学生を同じに見る。  
委員会ボトムアップ式すなわち現場主義）
- ・国際交流推進センターの構築  
（専任教員の配置：教授、准教授、助教）  
4つの英語教育  
アジア人材育成プログラム  
G30
- ・フロンティアバイオテクノロジー英語特別プログラム
- ・船舶海洋工学英語特別コース
- ・量子エンジニアリングデザイン研究特別プログラム
- ・高度アジア人材育成
- ・エラスムス・スムンドスコース(MAPNET)

14



OSAKA UNIVERSITY

## II. 教育 –グローバル化–

- ・アジア人材育成のための領域横断国際研究教育拠点形成事業  
(平成26年度概算要求採択)  
【CAREN:Center of Asian Research & Education Network】

15



OSAKA UNIVERSITY

## II. 教育 その他

- ・大学院後期課程学生への支援  
20万/年  
21世紀COE→G-COE→卓越(5件)  
LeadingUに参加
- ・学生の自主活動に支援と表彰
- ・副専攻プログラム、副プログラムを多く提供
- ・環境イノベーション教育・研究の展開

16





## II. 教育の課題 ーグローバル化ー

- ・学部学生定員の10%を留学生にする。  
（ 私費留学生特別選抜の拡大 ）
- ・大学院の講義をできるところから英語にする。
- ・教養教育の充実
- ・女子学生の増加
- ・ドクター学生の増加
- ・スーパーグローバルの獲得

17



## そのための方策

- ・組織
- ・教育
- ・研究と広報
- ・社会貢献
- ・環境

18

### III. 研究



工学研究科では、個人の自由な発想による活動を基本としている。

- ・専門分野(学会)でピークではなく  
トップピークになる
- ・その分野で最高の賞をとる  
(ノーベル賞を含む)
- ・学生に夢を与えること  
( 学生は研究者の背を見て育つ )
- ・ セレンディピティ

19

### III. 研究



- ・ 工学研究科では、個人の自由な発想による活動を基本としている。
- ・ 専攻・部局横断型研究プロジェクトの構築  
学問の交錯  
専攻-専攻ならびに医-工連携

20

### III. 研究



OSAKA UNIVERSITY

#### 専攻横断的研究組織

ノベル・ジョインイング研究拠点 平田好則教授(マテリアル生産科学専攻)	難結晶性タンパク質を標的とした創薬ファクトリー 井上 豪教授(応用化学専攻)
非線形工学教育研究センター 田中和夫教授(電気電子情報工学専攻)	スマートグリッド研究イニシアティブ 伊瀬敏史教授(電気電子情報工学専攻)
原子力工学イニシアティブ 堀池 寛教授(環境・エネルギー工学専攻)	機械工学と生物工学の融合領域研究拠点 赤松史光教授(機械工学専攻)
QEデザイン研究イニシアティブ 笠井秀明教授(精密科学・応用物理学専攻)	革新的バイオマーカー創出とその臨床応用 金子 真教授(機械工学専攻)
社会基盤資産総合リスク評価学研究体(RInCS) 奈良 敬教授(地球総合工学専攻)	スペースフライト学研究イニシアティブ 大須賀 公一教授(機械工学専攻)
低炭素化先端研究イニシアティブ 福住俊一教授(生命先端工学専攻)	海事戦略研究イニシアティブ 梅田直哉准教授(地球総合工学専攻)
フロンティア産業バイオイニシアティブ国際研究拠点 村中俊哉教授(生命先端工学専攻)	生命機械情報システム創成学研究イニシアティブ 森島圭祐教授(機械工学専攻)

21

### III. 研究



OSAKA UNIVERSITY

- 戦略支援部の構築  
文部科学省科学技術・学術政策研究所とのMOU  
(榊原所長; 阪大工出身)  
経産省との人事交流 (北岡教授)  
SIPとImPACTの獲得(平成26年度)  
**(概算要求)「シミュレーションベースト・エンジニアリング  
国際教育研究拠点」**
- テニュアトラック制度による優秀な人材(スーパーエリート)の確保
- 基礎学問への研究支援 (絶滅危惧学科 関経連)
- 共同研究(マッチング)の推奨
- 女性教員の増加(教授)と外国人教員の増加

22

### III. 研究と広報



- ・教職員に対するFD活動(工学部・研究科の歴史)
- ・評価システムの構築とそれに基づく評価(給与と手当)
- ・情報広報室の構築ときめ細やかな広報活動  
( アカウンタビリティ )
- ・人事制度の柔軟化(クロス・アポイントメント制度・年俸制等)
- ・外国人教員の登用

23

### そのための方策



- ・組織
- ・教育
- ・研究と広報
- ・**社会貢献**
- ・環境

24

## IV. 産学連携



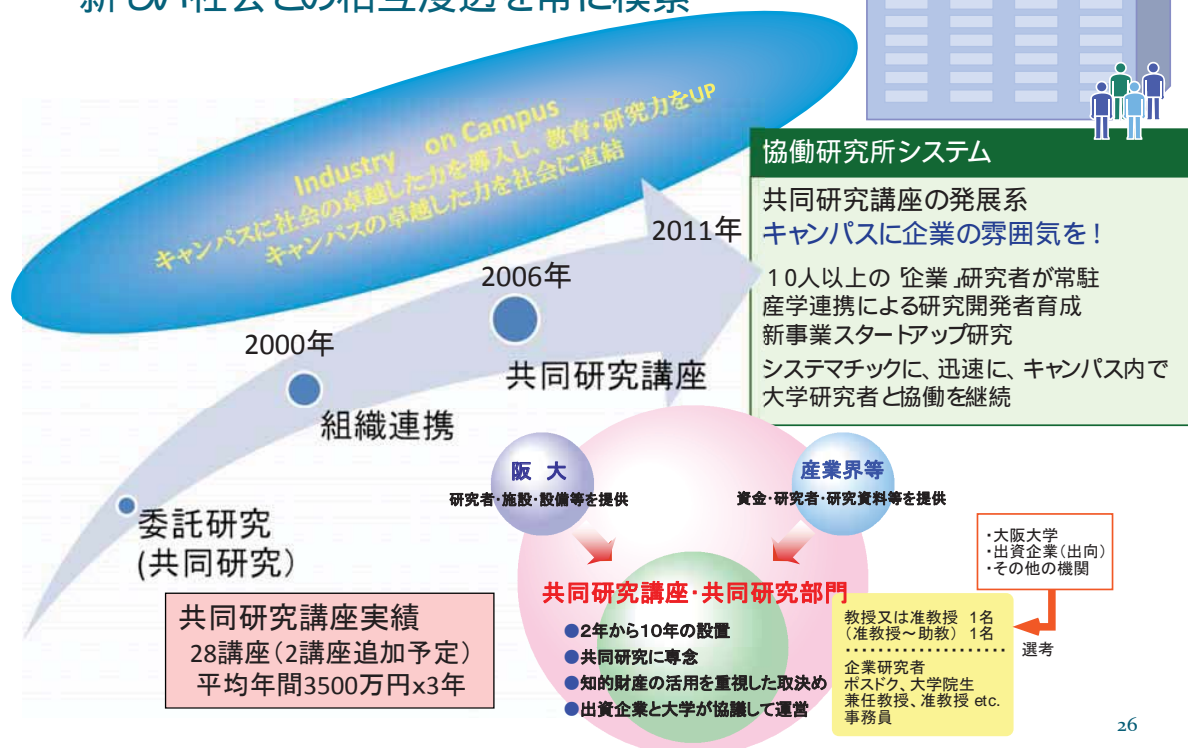
- ・共同研究講座
- ・協働研究所
- ・寄附講座
- ・大学出資事業(200億)

25

### (1) Industry on Campus

フォトリクスセンタービル  
テクノアライアンス棟

~ 新しい社会との相互浸透を常に模索 ~



26

## 共同研究講座・部門一覧（工学研究科）

大学院工学研究科

平成25年11月26日現在



- 1) 大阪大学 コマツ共同研究講座(建機等イノベーション講座)
- 2) ダイキン(フッ素化学)共同研究講座
- 3) マイクロ波化学共同研究講座
- 4) 大阪大学-新日鐵住金(鉄鋼元素循環工学)共同研究講座
- 5) 大阪大学 日新製鋼(鉄鋼表面フロンティア)共同研究講座
- 6) 三井造船(高品位溶接・接合プロセス工学)共同研究講座
- 7) 三菱電機・生産コンバージング・テクノロジー共同研究講座
- 8) セキュアデザイン共同研究講座
- 9) 溶接保全共同研究講座
- 10) 大阪ガス(エクセルギーデザイン)共同研究講座
- 11) ネオス(分離濃縮システム)共同研究講座
- 12) 「創・蓄・省エネデバイス生産技術」共同研究講座
- 13) NEXCO西日本 高速道路学共同研究講座
- 14) ナノ粒子アジュバンド(武田薬品工業)共同研究講座
- 15) 核酸制御(陽進堂)共同研究講座

27

## 協働研究所一覧（工学研究科）

大学院工学研究科

平成25年4月1日現在



- 1) カネカ基盤技術協働研究所
- 2) 日東電工先端技術協働研究所
- 3) パナソニック材料デバイス基盤協働研究所
- 4) Hitz(バイオ)協働研究所

28



## そのための方策

- ・組織
- ・教育
- ・研究と広報
- ・社会貢献
- ・環境

29



## V. 環境

### 研究環境

- ・M1改修 M3・S4改築(24年度概算要求)
- ・S1改修(26年度概算要求)
- ・AR改修 P2改修(27年度概算要求)
- ・研究支援分析センター(27年度概算要求)
- ・福利厚生棟(27年度概算要求)
- ・生物工学国際交流センター(約1,700平方メートル 25年6月)
- ・回廊庇の撤去
- ・危険薬品庫改修
- ・各棟屋上防水及び、トイレ改修
- ・キャンパスグリーン計画

### 技術部と

### 事務組織改革

- ・時間の高効率化と人材育成  
(情報室、創造工学センターに配属)

30



31

## 問題

- ・1. 3%減 運営交付金
- ・〇付教員ポスト 42名
- ・間接経費の減



教育の質の保証と研究力の維持  
人事(ポスト管理の維持) 学生定員問題



安定的な財源確保  
安定的な教育研究



戦略支援部の構築  
組織再編(大専攻化)



OSAKA UNIVERSITY

32



