

|                     |                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title</b>        | 平成18年度リサーチアシスタント [RA] 研究論文                                                      |
| <b>Author(s)</b>    |                                                                                 |
| <b>Citation</b>     | 知識創造場論集, 4(1): 1-33                                                             |
| <b>Issue Date</b>   | 2007-05                                                                         |
| <b>Type</b>         | Research Paper                                                                  |
| <b>Text version</b> | publisher                                                                       |
| <b>URL</b>          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/5109">http://hdl.handle.net/10119/5109</a> |
| <b>Rights</b>       |                                                                                 |
| <b>Description</b>  | 北陸先端科学技術大学院大学 21世紀COE プログラム<br>「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」                             |

# 知識創造場論集

第4巻 第1号

—平成18年度—

リサーチアシスタント [RA] 研究論文

2007年5月

北陸先端科学技術大学院大学 科学技術開発戦略センター



# 目 次

平成 18 年度 リサーチアシスタント〔RA〕 研究論文一覧 ＊順不同

- 平松 章男（知識科学研究科） ..... 1  
大学院の化学系研究室における研究テーマ探索手法の開発について  
ー 成熟産業におけるイノベーションに関する研究 ー
  
- 吉永 崇史（知識科学研究科） ..... 5  
科学知識の創造のためのラボラトリ・マネジメント  
ー 北陸先端科学技術大学院大学 水谷研究室を対象とした事例研究
  
- Kitsakorn Locharoenrat（マテリアルサイエンス研究科） ..... 9  
Success of Life Based on Motivation Behavior :  
Case Study between Japanese students and Asian students at JAIST
  
- 高木 里実（知識科学研究科） .....13  
学際コミュニケーション活動の本年度における実績と展望
  
- 高橋 誠史（知識科学研究科） .....17  
プレゼンテーションのための物理エンジンを搭載した  
アニメーションツールの開発
  
- 井波 暢人（マテリアルサイエンス研究科） .....21  
IMPORTANT ROLE OF POPULARISATION OF PHYSICAL  
SCIENCE TO THE MODERN BUSINESS ACTIVITY
  
- 菊池 智子（知識科学研究科） .....25  
知識創造場の評価に関する研究
  
- 水元 明法（知識科学研究科） / 塚本 匡俊（マテリアルサイエンス研究科） …29  
実験系研究室の現場におけるデータの電子化をめぐる諸問題  
ー デジタルペン導入の事例から ー

・ 平成 18 年度 知識科学 COE-RA シンポジウム・・・33

※目次には R A の名前のみ記載

## 大学院の化学系研究室における研究テーマ探索手法の開発について

### ー 成熟産業におけるイノベーションに関する研究 ー

平松 章男（知識科学研究科）

**Abstract:** 本研究では、成熟産業におけるイノベーションの意義について考察し、大学院の化学系研究室における大学院生の研究テーマ探索に関して、「研究開発戦略マップ」作成の提案を行う。

#### 1. はじめに

平成 18 年 3 月に閣議決定された第 3 期科学技術基本計画においては、「科学の発展と絶えざるイノベーションの創出」が課題とされている[1]。また、平成 18 年 9 月に発足した安倍内閣においても、2025 年までを視野に入れた成長に貢献するイノベーションの創出のための長期戦略指針「イノベーション 25」の策定が公約となっている[2]。このような状況の中で、成熟産業と言われる化学産業においてもイノベーションを誘発し、社会に大きな貢献をもたらすことが求められている。本稿では、成熟産業におけるイノベーションとは何かを考察し、大学院の化学系研究室における大学院生の研究テーマ選定にあたり、イノベーションを誘発する研究テーマを効率的に探索できる手法について検討する。

#### 2. イノベーションとは

イノベーションを「技術革新」と日本語に訳した場合、製造業における技術開発の印象が強い。しかしイノベーションの定義としてはシュムペーター[3]の「新結合」にあるように、(1)新しい財貨、(2)新しい生産方法、(3)新しい販路の開拓、(4)原料あるいは半製品の新しい供給源の獲得、(5)新しい組織の実現、が古くから言われており、製造業に限らずイノベーションは存在する。後藤[4]は、イノベーションとは「新しい製品や生産の方法を成功裏に導入すること」を意味しているとし、製品には財とサービスの両方が含まれ、生産の方法には工程革新だけで

なく組織革新も含まれるとしている。また、文部科学省科学技術政策研究所の「全国イノベーション調査統計報告」[5]においても、イノベーションとは「市場に導入された新しいまたはかなり改善されたプロダクト（商品またはサービス）、または自社内での新しいあるいはかなり改善されたプロセスの導入を意味する。イノベーションは、新しい技術開発、既存技術の新しい組み合わせ、あるいは自社によって獲得された他の知識の利用の結果により起こるもの」と定義している。これらの定義に従うと、イノベーションには最先端の技術開発が必ずしも必要ではなく、技術開発以外の新しい工夫もイノベーションになり得ると言えるが、イノベーションは「製品や製法が市場で受け入れられてはじめて実現する」[6]ものであり、発明や発見も経済的な成果（利益）がなければイノベーションとは呼べない、とも言える。

2004 年 12 月に米国の国家イノベーション・イニシアティブ (NII) が発表した報告書「イノベート・アメリカ（通称：パルミサーノ・レポート）」[7]では、イノベーションを「発明と洞察の交点、社会的価値と経済的価値の創造を導く\*」と定義している。また同様に、第 3 期科学技術基本計画ではイノベーションを「科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新」と定義しており、どちらもイノベーショ

---

\* The National Innovation Initiative (NII) defines innovation as the intersection of invention and insight, leading to the creation of social and economic value.

ンがもたらす価値（value）に着目している。第 3 期科学技術基本計画における基本姿勢の一つ、「社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術」では、「絶え間なく科学の発展を図り知的・文化的価値を創出するとともに、研究開発の成果をイノベーションを通じて、社会・国民に還元する努力を強化する」と述べられており、経済面については明言されていないものの、社会や国民に受け入れられることでイノベーションが実現するものと読み取れる。いずれにしてもこれらの定義に従えば、研究開発された成果（製品、手法）が実用化され世の中に受け入れられたものが、イノベーションであると言える。

### 3. 成熟産業としての化学産業

化学産業は、産業の名前が一定の製品を指していない産業であり、違う原料から同じ物質ができる可能性も大きいことや、装置産業であることなどの特徴がある[8]。日本の化学工業の年間出荷額は約 24 兆円（2004 年）であり、製造業全体の 8.5%を占めている[9]。また、化学工業が生産する製品は、化学肥料、無機化学工業製品、有機化学工業製品、化学繊維など幅広い産業で原料や中間製品として利用されるものや、医薬品、化粧品、洗剤、塗料、写真フィルムなど最終製品として利用されるものがある[10]。しかし 1990 年代以降、化学工業の年間出荷額は 23 兆円前後のほぼ横ばいで推移しており、化学工業製品の出荷額構成比もほぼ同じ割合で推移している。このように、化学工業の出荷額は製造業全体から見ると比較的大きな割合を占めているにもかかわらず、大きな成長をしていないことから、化学産業は成熟産業であると見なされている。

このような中であっても、研究開発された新しい成果（製品、手法）が実用化され、従来のものと置き換えられる形で世の中に受け入れられるならば、イノベーションと言えるであろう。既に述べたよう

に化学産業は製品の出荷額が比較的多く既に大きな需要が存在しているのであるから、イノベーションが実現すればその影響力は大きい。ここに、成熟産業におけるイノベーションを誘発する意義がある。

### 4. 研究テーマ探索について

イノベーションを目指した研究開発は数多く行われているが、製品や手法が実用化に至らないか、あるいは開発された製品が市場に受け入れられないために、イノベーションとはならないことも少なくない。能見[11]は、イノベーションの可能性は研究開発テーマの是非に大きく依存していると考え、プロジェクト型の研究開発を想定して適切な「実用化シナリオ」を作成する手法を検討している。しかし、プロジェクト型の研究開発では一定の期間中に研究開発費と研究者を集中的に投入することが可能であるが、大学院の研究室においては大学院生の教育という目的もあるため、集中的な投入が必ずしも可能とは言えない。また、イノベーションが市場で利益を上げて初めて実現すると考えるならば、大学院における研究開発成果を実用化し商品として市場に投入するためには、どうしても利益を追求する民間企業を介さざるを得ず、その民間企業の意向をも考慮しなければならない。これらの理由から、大学院の研究室においてイノベーションを誘発する研究開発テーマを選定するにも大きな制約があり、皆が納得する方法で研究テーマを探索することが求められる。

### 5. 研究開発戦略マップの提案

大学院の研究室における研究開発成果を社会に受け入れてもらうためには、成果を製品、サービス等として提供するための「導入シナリオ」や、市場および社会のニーズを実現するために必要な技術的課題や要素技術を選定して記載した「技術マップ」、および研究開発や技術の進展を時間軸上に記載した

「ロードマップ」の利用が考えられる。これらを、経済産業省が策定した「技術戦略マップ」[12]になぞらえて、ここでは「研究開発戦略マップ」と呼ぶことにする。

以下では、JAIST マテリアルサイエンス研究科の化学系研究室である寺野研究室を例として、「研究開発戦略マップ」を作成しながら大学院生の研究テーマを探索する手法について検討する。

寺野研究室[13]は、「次世代型高機能ポリオレフィン系材料の創製」を目指して、大きく分けると、

(1)オレフィン重合における重合初期の反応機構の解明

(2)触媒の表面観察と新しい機能を有するオレフィン重合触媒の開発

(3)ポリオレフィン系ナノコンポジット材料の開発

(4)ポリオレフィンの安定化と劣化機構の解明

の4つのテーマに取り組んでいる。

ポリプロピレンならびにポリエチレンを中心としたポリオレフィン材料は、2005年度の国内生産量が約630万トンと、国内のプラスチック原材料生産量合計1,400万トンの45%を占めている[14]。炭素と水素だけからなるポリオレフィンには、焼却時にダイオキシンを発生し環境汚染の原因となる塩化ビニル樹脂（国内年間生産量約215万トン）の代替品として、需要が高まっている。したがって、ポリ塩化ビニルを使用している製品（自動車用部品、包装容器など）をポリオレフィン材料の製品で代替し市場に投入することがイノベーションの実現に向けた「導入シナリオ」となる。

このポリオレフィン材料を合成する際に必要となるのがチーグラ・ナッタ触媒やフィリップス触媒のような遷移金属触媒である。しかし、その触媒のオレフィン重合メカニズムにはいまだに解明されていないところがある。オレフィン重合の効率を上げるためには初期段階反応機構を解明すること、その

ために速度論的なアプローチやマイクロ構造の解析などの手法を用いる、というように技術的課題や必要な要素技術を列挙し、これらを「技術マップ」に記載する。

さらに、研究開発成果の市場への投入目標時期や、それに必要な要素技術の進展を関連付けて時間軸上に列挙すれば、研究開発課題の時間的進行計画を示す「ロードマップ」となる。

これら一連の「研究開発戦略マップ」を作成する作業は、出来るだけ多くの関係者が参加して実施することが望ましい。研究テーマ探索の過程を通じて、多くの関係者が納得する研究テーマを選定することが可能となるからである。

## 6. 大学院生の研究テーマ探索

大学院において、実験が主体となる化学系研究室に配属された大学院生が、自分の研究テーマを探索する際には、以下の要素を考慮すると考えられる[15]。

(1)自らの興味・関心のある事柄

(2)自らのこれまでの研究経験

(3)研究室（指導教員）の研究方針

(4)研究室での利用可能な実験設備

(5)研究テーマ発展性を見極める

前節で述べた「研究開発戦略マップ」では、市場に投入する製品を基準に研究テーマを探索している。これに対して、大学院生は自分の興味関心や研究室の実験設備、研究テーマの発展性を考慮に入れながら、所属する研究室で実施可能な研究テーマを選択することになる。以前、JAIST マテリアルサイエンス研究科に対して学術研究ロードマップ作成を支援するツールが提供された例はある[16]が、「研究開発戦略マップ」をこれに付け加えることで、大学院生は自分の研究テーマの社会的な位置づけや将来の発展性がより理解でき、イノベーションに向けた研究

開発に取り組むことが可能になると考えられる。

## 7. まとめ

本研究では、イノベーションとは何かについて考察を行い、化学産業のような成熟産業においてイノベーションを誘発する意義を明らかにした。また、大学院の化学系研究室における研究テーマ探索について、「研究開発戦略マップ」作成の提案を行った。

しかし、「研究開発戦略マップ」の具体的な作成および利用方法とその有効性の検証は、今後の課題として残されている。

なお、本研究は北陸先端科学技術大学院大学 21 世紀 COE プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」の一環として行われている。

## 参考文献

- [1] 「第 3 期科学技術基本計画」, 平成 18 年 3 月 28 日, 閣議決定, 内閣府ホームページ  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index3.html>
- [2] 「第 165 回国会における安倍内閣総理大臣所信表明演説」, 平成 18 年 9 月 29 日, 首相官邸ホームページ  
<http://www.kantei.go.jp/jp/abespeech/2006/09/29syosin.html>
- [3] シュムペーター著; 塩野谷祐一, 中山伊知郎, 東畑精一訳:『経済発展の理論 (上)』, 岩波文庫 34-147-1, 岩波書店, 1977.
- [4] 後藤晃:『イノベーションと日本経済』, 岩波新書 (新赤版) 684, 岩波書店, 2000.
- [5] 文部科学省科学技術政策研究所:「全国イノベーション調査統計報告」, 2004 年 12 月.
- [6] 一橋大学イノベーション研究センター:『イノベーション・マネジメント入門』, 日本経済新聞社, 2001.
- [7] The Council on Competitiveness: *Innovate America: Thriving in a World of Challenges and Change*, National Innovation Initiative Summit and Report, December, 2004.
- 概要版は  
[http://www.innovateamerica.org/webscr/NII\\_EXEC\\_SUM.pdf](http://www.innovateamerica.org/webscr/NII_EXEC_SUM.pdf)
- [8] 伊丹敬之・伊丹研究室:『日本の化学産業 なぜ世界に立ち遅れたのか』, NTT 出版, 1991.
- [9] 経済産業省経済産業政策局調査統計部:「工業統計調査」,  
<http://www.meti.go.jp/statistics/data/h2i0000j.html>
- [10] 「夢・化学-21」委員会:『グラフでみる日本の化学工業 2006』, 社団法人日本化学工業会パンフレット, 2006.  
日本化学工業協会ホームページ  
<http://www.nikkakyo.org/index.php3>
- [11] 能見利彦:「研究開発テーマ検討時の実用化シナリオの作成手法」, 研究技術計画学会第 20 回年次学術大会講演要旨集, Vol.20, No.2, pp.537-540, 2005.
- [12] 経済産業省:『技術戦略マップ 2006』の策定について,  
経済産業省報道発表資料, 平成 18 年 4 月 28 日, 経済産業省ホームページ  
<http://www.meti.go.jp/press/20060428011/20060428011.html>
- [13] 北陸先端科学技術大学院大学マテリアルサイエンス研究科 寺野研究室ホームページ  
[http://www.jaist.ac.jp/ms/labs/bunrikinou/terano-www/i\\_index.html](http://www.jaist.ac.jp/ms/labs/bunrikinou/terano-www/i_index.html)
- [14] 日本プラスチック工業連盟ホームページ統計資料  
<http://www.jpif.gr.jp/3toukei/toukei.htm>
- [15] 平松章男・Dodik Kurniawan・小林俊哉・寺野稔・中森義輝:「新構想大学院大学における研究テーマ探索手法の開発について」, 研究・技術計画学会第 21 回年次学術大会講演要旨集 I, Vol.21, No.1, pp.72-75, 仙台, 10 月 21 日~22 日, 2006.
- [16] Ma, T., S. Liu, and Y. Nakamori: *Roadmapping as a Way of Knowledge Management for Supporting Scientific Research in Academia*, Systems Research and Behavioral Science, Vol.23, pp.743-755, 2006.



# 科学知識の創造のためのラボラトリ・マネジメントー北陸先端科学技術大学院大学 水谷研究室を対象とした事例研究

吉永 崇史(知識科学研究科)

## 要旨

北陸先端大水谷研究室を対象として、持続的にイノベーションを起こしていくための実験系研究室マネジメント方針について調査・分析した結果、1)人間的な温かみと適度な厳しさの 2 つの雰囲気が統合された科学的実践とそれを支える研究現場と教員の距離の近さ、2)積極的な研究室内外の連携の 2 点が相当することが分かった。今後の課題として、これらの活動を強化するために有効な支援策を検討していく。

**キーワード:** 実験系研究室マネジメント、イノベーション、拡張的学習

## 1. 研究の背景と目的

北陸先端科学技術大学院大学(以下、北陸先端大)が平成 15 年度から推進している 21 世紀 COE プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」(以下、知識 COE)の主なミッションの 1 つに、北陸先端大マテリアルサイエンス研究科を対象として、持続的に高い研究成果を組織的に挙げるためのマネジメント支援がある。しかしながら、これまで実施された数例の取組みは必ずしも効を奏したとは言えない。その要因として、マテリアルサイエンス研究科の個々の研究室がどのようにマネジメントされているかを十分に調査せず、研究室のニーズに即したソリューションを提供できなかったことがあげられる。

加えて平成 17 年度に行われた中間審査の結果、知識 COE は「イノベーション」にフォーカスした研究を行う方針が打ち出された。イノベーションとは経済学の大家である Schumpeter(1934)が提唱した概念である。経営学の分野では、一般的にイノベーションは「軌道修正」と説明されることが多い。つまり、今までの考え方とは根本的に異なる発想のもと既存の諸要素(技術など)が結合されて、製品やソリューションとして具体的なニーズに応えるモノへと結晶化する創造的な営為として認知されている。Schumpeter(1934)が打ち出したイノベーションの 5 つの要件を、マテリアルサイエンス研究科で行われている科学の営みの文脈で捉えなおすと、次のようになるであろう。1)「新しい財貨の生産」か

ら「新しい科学的知見の獲得」へ。2)「新しい生産方式の導入」から「新しい実験方式の開発・導入」へ。3)「新しい販路の開拓」から「新しい研究分野の開拓」へ。4)「新しい仕入先の獲得」から「新しい実験材料(試料)仕入先の獲得」へ。5)「新しい組織の実現」から「新しい研究室マネジメント体制の構築」へ。これらの要件は、科学論の分野で Kuhn(1996)が提起した「Scientific Revolutions」の概念とかなりの部分で重なると考えられる。

イノベーション研究を実施するにあたって、その方向性は3つあると考えられる。まず、1)「過去に起こったイノベーションの包括的な記述を試みる」方向性である。それによって科学の営みにおけるイノベーションのメカニズムを解明することが期待できる。次に、2)「持続的にイノベーションを起こすことができる組織のマネジメント体制の記述を試みる」方向性である。それによって支配的なパラダイムから脱却しようと試みる研究室の優れたマネジメント・モデルを抽出することが期待できる。最後に、3)「IT システム導入等で研究室を支援する」ことでイノベーションを実際に引き起こし、支援策の有効性を実証する方向性である。

本研究の目的は、実験系研究室のイノベーション活動の促進に寄与する研究室マネジメント支援策の発見である。従って、前述の 3 つの研究の方向性のうち、知識 COE が開始直後から志向していた 3 つ目の方向性につなげていく視野を持ちつつ、2 つ目の方向性である「持続的にイノベーショ

ンを起こす組織のマネジメント研究」を志向する。

## 2. 研究室マネジメントの定義と理論的分析枠組み

本研究では、持続的にイノベーションを引き起こす研究室のマネジメントを、「研究進捗管理を超えた、研究室メンバーが科学の営みを通じて研究室内外で共に学びあい、成長していくための環境づくりを行うマネジメント」と定義する。このようなマネジメントを検討する目的で、Engeström (1987; 2001)が開発し、主に教育学、なかんずく生涯学習論の分野で議論されている拡張的学習理論に着目し、当研究の理論的分析枠組みとする。

拡張的学習は、「最近接発達領域 (zone of proximal development) ; 個人の現在の日常的行為と、社会的活動の歴史的に新しい形態との間の距離」(Engeström, 1987; 訳, p.112)を渡る道程として特徴づけられる。山住 (2004) は、拡張的学習とは人々が実践の現場において自らの仕事や組織を新たにデザインしていくプロセスであり、実践者たちの育ち合いに基づく協働の学びこそがその本質であると述べている。更に、Engeström (1987) は、科学的実践は拡張的学習が働く最近接発達領域で行われていると主張している。従って、当モデルを基に実際の実験系研究室のマネジメント事例を分析することの妥当性はあると考える。

本研究では、Engeström が開発した拡張的学習の静的および動的な2つのモデルを用いて事例分析を行う。静的モデルは集団的・拡張的活動システム構造として表され、「(集団的) 主体; 研究室の全体的な活動の管理」、「道具 (媒介する人工物) ; 新しい活動モデルの創出と実践のための方法論」、「対象と結果; システムティックで多面的な視点を持つことで、活動モデルを拡張していく」、「分業; 柔軟で自律的な研究チームの構築」、「共同体 (コミュニティ) ; 社会ネットワークに位置づけられた他組織との共同研究」、「ルール; 研究室内の協同とオープンなコミュニケーション」の6つの要素から構成される (Engeström, 1987; 吉永一部修正)。一方、動的モデルは活動システムが矛盾を解消しながら拡張的に移行する5段階のサイクル

(Engeström, 2001; 吉永一部修正)であり、矛盾、変化、活動が順次継起する2回のサイクルから成る。具体的には、1) 第一の矛盾によって問題意識が生まれ、歴史的・現実・経験的分析によって第一の変化が生じる。2) 課題解決方法がモデル化される。3) 問題を解決するための活動がモデル化され、第一の活動が行われる。4) 活動モデルの適用 (実践) によって生じる第二の矛盾を解消するために省察を行い、第二の変化が生じる。5) 活動モデルを強化し、第二の活動が開始される。

## 3. 研究の対象と方法

本研究では、事例研究手法を選択した。1つの研究室を深く調査し、その研究室で必要とされているマネジメント支援策を検討することこそ、将来そのマネジメント支援策の有効性を厳密に評価することにつながると考えたからである。

研究対象は、北陸先端大マテリアルサイエンス研究科に所属する水谷研究室とした。水谷研究室を主宰する水谷五郎教授 (以下、水谷教授) は、知識 COE 由井プロジェクト「研究哲学に裏打ちされた知識創造活動」の主要な推進メンバーであったことから、調査協力を得ることができた。

水谷研究室は物理学に基づく実験系研究室であり、設立から13年目を迎える。主な研究内容は、「非線形光学効果によって観察する固体表面や機能性界面の活性」であり、カバーする専門分野は、表面物性、固体光物性、顕微鏡法である。独自に開発した観察装置系群を持ち、それらを用いて独創的な研究を行っている。構成人数は研究室のマネジメントを担当する水谷教授を筆頭に、佐野陽之助教 (以下、佐野助教)、博士後期課程学生6人、博士前期課程学生12人の合計20人 (2007年2月現在) である。

調査の手順として、まず、2006年5月1日から10月30日までの約6ヶ月間、原則毎週1回行われるゼミ活動を計18回、延べ約84時間にわたり参与観察した。更に、水谷教授指導の下行われた博士後期課程の学生2人の実験活動を約13時間にわたり参与観察した。加えて、上記の観察結果を

基にマネジャーである水谷教授に 2006 年 8 月 23 日に約 2 時間にわたりインタビューを試みた。

#### 4. 調査結果

観察およびインタビューの結果、水谷研究室のマネジメント方針は、下記の 2 つに集約されることが明らかになった。1) 学生が教員に対等な立場で自由に意見やアイデアが出せるアットホームな雰囲気と適度に緊張感のある雰囲気を両立させる。2) 研究科内の分野横断研究協力を目的としたサブテーマ制度(主な研究とは別に他の研究室で実験を行ってレポートを提出する北陸先端大固有の制度)や外部機関との連携奨励制度をうまく活用し、本来の「測定手法を挑戦の手段とする研究室」から、「最先端の試料作りもできる、装置開発・試料製作両輪の新しい研究室」像に向けて積極的な取り組みを行う。上記 2 つの方針は、いずれも水谷教授の前職である東北大学旧潮田(現北陸先端大学長)研究室マネジメント手法を踏襲しつつ、試行錯誤を重ねて改善を加え、ここ数年でようやく確立したものである。

1 つ目の「優しさと適度な厳しさを兼ね備えた雰囲気作り」には、北陸先端大が学部を持たない大学院であること、学生の出身分野は不問のため彼らの学問的背景は多種多様であること、基礎的な知識やスキルの修得に時間を取られて研究上のノウハウを伝授する期間が短いことが背景にある。このような一見不利な状況を逆手にとって、研究室メンバーが新しい課題にチャレンジするための仕掛け作りをしている。具体的には、1) 研究報告の際に下の学年に基礎的な質問をさせて上の学年に答えさせる、2) 研究報告を通じた議論の中から宿題を出して答えを出すまであきらめずに課題に取り組ませる、3) 実験配置図、試料の構造、観測データ値に基づくグラフを折に触れて手書きで書かせる等、研究活動の土台となる物理現象や実験装置の原理の本質的な理解を促す機会を多く設けている。一方、水谷教授が研究活動で得た体験を包み隠さず学生に伝えることで、最先端の研究を続けていくためには不可欠である、常にチャレンジ精神

を保つ、実験がうまくいかないことをネガティブに捉えない等の精神性向上に努めている。また、佐野助教と学生指導の役割分担をすることで、水谷教授が直接研究現場にいる機会を確保している。現場で予想もつかない問題が発生した場合は、関係者を全員集めて、手を動かしながら自由な雰囲気での議論を行う。これらの取り組みは、研究室の存続を揺るがせかねない不正・捏造行為の予防策である「教員の気に入るような作為の入ったデータを持ってこさせない」ことにも寄与している。

2 つ目の「最先端の試料作りもできる、装置開発・試料製作両輪の新しい研究室像」への挑戦志向は、水谷教授自身の「インディ・ジョーンズ」を引き合いに幾度となく学生に伝えられる冒険者精神と、それに付随する「冒険の途上意図せずに、しかもうまいぐあいにいろいろなものを発見しながら旅を進めたというおとぎ話」(水谷, 2005; p.213)から生まれた「セレンディピティ」の概念をもとに、偶然の機会を最大限活かしていく考え方が影響している。水谷研究室に限らず、大学の研究室はメンバーの入れ替わりが激しいため、研究室外のみならず研究室内の環境も常に変化している。そのような状況の中でも研究室全体の活力を維持していくために、常に新しい研究室像を明確にして内外に示す努力を続けている。

加えて、拡張的学習の静的・動的両モデルに基づく分析結果を示す。まず、静的モデルの活動システムは下記のような構成となり、6 つの構成要素が相互に影響している。1) 集団的主体; 自律的で安定的な 6 つの研究チームによって構成され、水谷教授、佐野助手によって明確に指導役割分担がされている。2) 道具(媒介する人工物); 観察された物理現象の本質を捉える、研究思想伝達、偶然を活かすための各方法論の開発。3) 対象と結果; 独創的な研究を行うために最先端の観測装置と試料の開発を継続的に行う。4) 「分業; 柔軟で自律的な研究チームの構築」、5) 共同体(コミュニティ); 社会ネットワークに位置づけられた他組織との共同研究を継続して行う。6) ルール; 研究室内の明確な役割分担に基づく協同とオープンなコミュニ

ケーションを行う。一方、動的モデルの拡張的移行のサイクルは下記ようになる。1) 合理的で議論を戦わせる研究室マネジメントを踏襲したが、水谷教授と学生の間にある「互いが力づくで超えようと思っても、なかなか越えることの難しい感性の壁」(水谷 2005, p.181)が存在する。2) 優しさと適度な厳しさを両立させた雰囲気作りのモデル化。3) 自律的な研究チームと研究室内外の協同体制の確立。4) 独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業(CREST)の採択により研究パフォーマンスの更なる向上が求められるとともに、実験設備の分散、水谷教授の学内行政の役割増大、研究室メンバーの増加、3 人の留学生受入れ等により現場の把握が困難になる。5) 新しい活動モデルの模索。

## 5. 考察

拡張的移行のサイクルに沿って水谷研究室のマネジメント方針の変遷を解釈すると、水谷研究室は第一段階の葛藤を乗り越えて、「アットホームだが緊張感のある雰囲気づくり」という活動モデルとそれを支える方法論(道具)を作り、その実践を行っている段階にあると考えられる。その結果として、Engeström(1987)が示した潮田研究室に特徴的な「合理化された」科学的実践と水谷研究室で新たに加わった「人間化された」科学的実践が統合された状態にあると言えるのではないだろうか。来るべき第二の変化を乗り越え、研究室外との連携の範囲を更に広げるとともに、臨機応変な研究室内分業体制を構築していくことが、水谷研究室マネジメントの今後の課題であると考ええる。

上記の考察では、水谷研究室が持続的にイノベーションを引き起こしていくための要件として、教員と研究現場の距離が非常に近いことが挙げられる。一方で、その強みが「第二の矛盾」の発生により弱まってきており、早急に対応策が必要であることが示唆された。これらの知見から、今後水谷研究室が目指すべき新しい活動モデルを「科学的活動を通じて教員の存在が実験現場に遍在する雰囲気づくり」と定義する。それと同時に臨機応変な研

究チーム協同体制の確立に資するような研究室支援策が今後必要であると考ええる。

## 6. 結論と今後の課題

水谷研究室を対象として、持続的にイノベーションを起こすためのマネジメント方針について調査・分析した結果、人間的な温かみと適度な厳しさが統合された自由・平等・冒険者精神に基づく科学的実践とそれを支える研究現場と教員の距離の近さ、さらに、積極的な研究室内外の連携・共同研究推進の2点がそれに相当することが分かった。また、これらの活動を強化するために有効な支援策の検討を今後行っていく。

## 引用文献:

- Engeström, Y., (1987) Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research, *Oriente-Konsultit*. (山住勝弘, 松下佳代, 百合草禎二, 保坂裕子, 庄井良信, 手取義宏, 高橋登訳『拡張による学習: 学習理論からのアプローチ』新曜社, 1999)
- Engeström, Y., (2001) Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization, *Journal of Education and Work*, 14(1), pp.133-156
- Kuhn, T.S., (1996) *The Structure of Scientific Revolutions, third edition*, Chicago, The University of Chicago Press.
- 水谷五郎(2005)「研究哲学の教育」由井コロキウム編『研究哲学』JAIST Press, pp.175-223
- Schumpeter, J.A., (1934) *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge, Harvard University Press. (塩野谷祐一, 東畑精一, 中山伊知郎訳『経済発展の理論—企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究』岩波書店, 1977)
- 山住勝弘(2004)「活動理論・拡張的学習・発達のワークリサーチ」赤尾勝己編『生涯学習理論を学ぶ人のために』世界思想社, pp.195-226

# **Success of Life Based on Motivation Behavior: Case Study between Japanese students and Asian students at JAIST**

Kitsakorn Locharoenrat and Goro Mizutani

School of Materials Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST)

1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa 923-1292 JAPAN

*This paper describes the individual's motivation between Japanese students and foreign students at JAIST. We have found that foreign students who have high motivation tend to read newspaper. As compared to Master students, doctoral students learn the value and importance of newspaper regardless of motivation to success, which helps ensure that they will be better prepared to participate in their society as adults.*

## **I. Introduction**

Focus on the independent and interdependent selves has the potential to provide a means of integrating research on success motivation. Independent view is exemplified in some sizable segment of American cultures, and in many Western European cultures. When thinking about themselves, individuals with highly developed independent self will have as referent their own abilities, attributes, characteristics, or goals rather than referring to the thoughts, feelings, or actions of others. On the other hand, Interdependent view is exemplified in Japanese cultures and in other Asian cultures. In the view of Interdependent self, people are motivated to find a way to fit in with relevant others, to fulfill and create obligation, and to become part of various interpersonal relationships. Relationships, rather than being means

for realizing various individual goals, will often be ends in and of themselves. Although people must maintain some relatedness with others, an appreciation and a need for people will be important for them. Maintaining a connection to others will mean being constantly aware of others and focusing on their goals. Hence, people may actively work to fulfill the others' goal while passively monitoring the reciprocal contributions from these others for one's own goal fulfillment [1].

Our previous study has shown that Japanese students preferred Internet to newspaper to get information. A highly motivated person pay attention to hints (via media) that he/she expects to be useful in the attainment of his/her information. Then, there will be a relation between media and success motivation. We outline here how the divergent view of self – independent and

interdependent – has a systematic influence on success motivation. One general consequence of this divergence is that when psychological process, motivation, explicitly, or even quite implicitly, involve the self as a target, the nature of motivation will vary according to the exact form or organization of self inherent in a given scale. This study is designed to help students recognize how media is important to them, and helps them to recognize whether the things they do help towards achieving long-term goals. In addition, it encourages students to take control of their own goal for their own motivation. Studies the self-concept is also discussed as an important role in success motivation.

## II. Methodology

To address the above-mentioned theoretical issues, the closed questionnaire sheets are developed to measure the constellation of thoughts, feeling, and actions composing independent and interdependent self on success motivation. Some questions in are rewritten by Singelis to focus on the individual's self [2]. Questionnaire with six main questions is prepared in English version. Questions 1-3 ask about the media preferable. Questions 4-5 ask respondents to provide explanations in regard to the choices they made in Question 1-3. Question 6 asks about the success motivation scale that will be

related to the self-scale. Sample consists of Master students, Doctoral students, and Research students from JAIST from three schools; school of information science, school of knowledge science, and school of materials science (N=89, mean age=27). Eighty percent are male and twenty percent are female. Asian nationalities of samples are Japanese (62%), China (19%), Indonesia (2%), Thailand (2%), Vietnam (8%), and others (7%).

## III. Results

Thirty three percent Japanese students read newspaper via Nikkei Net and Nihon Keizai Shimbun. Still, Internet has created a highly competitive media environment with newspapers. Sixty seven percent Japanese students use Internet as a resourceful for finding information because anyone with a computer and a modem can obtain an account with an Internet service provider to check e-mail on a daily basis, and provide information freely with a broad outlook to the world at the speed of light with the touch of a keypad. However, we purpose that the freedom of the Internet has some drawbacks. It has led to serious concerns about the easy way to access online as it occasionally provides to pornography, and violence, the loss of personal privacy. Online can spread unregulated and immediately information. As there is too much information on the

Internet, students must decide what information they need and what they do not need. Quality of the information can also be misleading. Students must be taught how to distinguish between quality and unimportant information. Even though newspapers are able to control the printed material that students can access, it is difficult with the Internet due to the large amount of information that exists and lack of well organization in context.

Sixty five percent foreign students read newspapers mostly via Japan Times Online and paper-based Japan Times. Newspaper is regarded as an authentic source for teaching concepts and skills in various types of content from current events to sports, and making connections between schoolwork and the real world. Critical thinking skills; the ability to analyze, evaluate and apply information, are well organized in context when newspaper are used as a principal source materials: for instance, how to separate fact from opinion and the crucial role that a free press plays in their nation's well-being. Daily newspaper is also an influential and integral part of society when they talk with people on some topics and it helps them became more conscientious and better able to practice democratic ideas.

Regarding the self-scale, we have found that foreign students tend to show a well-developed interdependent self as in agreement with the theory of

Asian's Interdependent self. For Japanese, as those young generation stands between the intellectual traditions of West and East, they tend to show independent self to new Western's cultural environment. However, there is not significantly difference in self-scale from Japanese students and foreign students.

For motivation scale, foreign students (85%) show high achievement motivation as compared to that of Japanese students (70%). Finding the motivation techniques to target in their life, developing a vision, and becoming highly motivated lead them towards a successful and exciting life. Fear of failure is another common factor among those who procrastinate but it challenges them to take risks and teaches them to keep trying until they get it right, and no one ever became successful without failures. However, we have noticed that over half of Japanese students and foreign students tend to regard themselves as no success. They have many small goals to reach before they get to the final results, but high achievers also need time to develop a need to make their dreams to a reality (success).

#### **IV. Discussion**

Newspaper is considered one of a “motivation” medium containing something to interest student from local news to sports. Foreign students who

have high motivation read newspaper to obtain information. They can get hands-on experience using newspaper for life skills. It motivates them to develop reading, speaking and critical thinking skills. It deals in reality, bridging the gap between the classroom (textbooks) and the real world.

Motivation is also related to the time to the age, the age is the one factor affecting students' motivation to read the newspaper. Master students read newspapers with less regularity than Doctoral students. Age is important in understanding media. Survey in United States has shown that 69% of 35-54 year-olds and 73% of those 55 and older use the newspaper most often to check news, compared with 55% of 25-34 year-olds. Therefore, not surprising is the fact that the youngest group is the most likely to use the newspaper to learn news less than the older [3]. The Pew Research Center also have shown that 14% of 18-29 year-olds college-educated Americans reading the newspaper, and spent only 9min doing so. In contrast, 28% of those 30-49 read the newspaper, spending more time reading newspapers in an average of 33 min on the task [4]. Therefore, it is true that older demographic groups make more loyal

newspaper readers than younger groups.

## V. Conclusion

We have found the correlation between medias and success motivation. Foreign students show high success motivation and they read newspaper to get information. Newspapers are the real-life references, and the living textbooks for learning. Reading newspaper makes them discover exciting information about current events, science, social studies and much more. Motivation is also related to the time to the age, Doctoral students who have high success motivation tend to read newspaper. On the other hand interdependent- and independent-self has no relation with the motivation.

## References

- [1] H. R. Markus and S. Kitayama, *Psychological Review*, **98** (1991) 224.
- [2] T. M. Singelis, *Personality and Social Psychological Bulletin*, Manuscript to be submitted for publication.
- [3] M. Shortman, *Extra, Extra: Young Americans Read Newspaper Ads*, American Demographics, 2002.
- [4] The Pew Research Center for the People and the Press, *Internet News Take Off*, 1998.



# 学際コミュニケーション活動の本年度における実績と展望

高木里実 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科

## アブストラクト

近年、研究者が自らの研究を異分野の研究者や社会に対して説明し、異なる視点を研究に取り込めることが必要とされている。こうした社会背景の中で、「北陸先端科学技術大学院大学 21 世紀COEプログラム - 知識科学に基づく想像と実践 -」ではサイエンスカフェをはじめとする学際コミュニケーション活動を行ってきた。本稿では本年度における活動実績と、今後の学際コミュニケーション活動の展望について議論する。

### 1. はじめに

近年、個人の価値観や人間関係のあり方が多様化し、科学技術の発展が生活に影響を与える関係から、科学技術と社会が相互に影響を与え合う、双方向的な関係が必要とされてきている。また科学技術の高度な発達によって学問分野の細分化・専門化が進んだことにより、科学技術に携わる専門家でさえもその全体像を把握することが難しくなり、分野横断的・学際的研究の必要性が認識されてきた。こうした状況を受けて、文部科学省は特に科学技術にかかわる研究者同士あるいは研究者と社会のかかわり方を問い直し、研究者にとって異なる専門の研究者や、研究成果を社会へ伝えるアウトリーチ活動の重要性を指摘している。

こうした社会背景を受けて、筆者らは「北陸先端科学技術大学院大学 21世紀COEプログラム - 知識科学に基づく創造と実践 -」において、異なる専門性や視点を持つ人々の対話の場を大学院から地域へ提供し、同時に研究成果を地域社会へ伝える事を目的として、「学際コミュニケーションの試み」を行ってきた。本稿ではこうした活動のなかでも「サイエンスカフェ石川」を中心に uptake、本年度における学際コミュニケーションの試みと、今後の展望について述べる。

### 2. サイエンスカフェ

筆者らが行った学際コミュニケーションの試みの一環である「サイエンスカフェ」とは、大学や研究機関、研究者個人、地域行政やNPOなどが主催する新しい形のシンポジウムである。多くの「サイエンスカフェ」は主に科学や環境、先端的な研究に関するテーマを取り上げ、数十分の講義と数十分の議論や質疑応答の時間をとる。議論や質疑応答では、当該テーマの専門家と非専門家である参加者が飲み物を飲みながら、気軽に議論を交わす場を提供する事が特徴であり、議論を誘発するためにファシリテーターや盛り上げ役を配すことも多い。「また、これらのシンポジウムには「サイエンスカフェ」以外にも、「カフェ・シアンテ

ィフィーク」や「科学座談会」など様々な呼称があるが、本稿では統一してこれらのシンポジウムを「サイエンスカフェ」と称している。「サイエンスカフェ」は科学コミュニケーションの一手法として着目されているが、これ以外にも研究者・一般参加者への啓発や、研究・教育機関の広報、産学官連携の窓口など複数の目的を担う事例も多く多様な形態をとって運営されている。

「サイエンスカフェ」のルーツは1980年代のヨーロッパに始まるといわれる。もともとヨーロッパでは科学や哲学について、自らの専門性にかかわらず自由に議論をする習慣があったが、これをイベントとして運営し、後に有名な活動となるきっかけとなったのがテレビ番組プロデューサー、ダンカン氏らが始めたイギリスの「カフェ・シアンティフィーク」である。BSE問題などを取り扱い、科学技術のあり方を社会に問うたこの活動はセル誌などに紹介され、研究者から科学コミュニケーションの一手法として着目された。また、この活動は中村らによっても『平成16年度科学技術白書』に報告され、日本にも伝えられている。

日本における「サイエンスカフェ」は先に述べた『平成16年度科学技術白書』内のコラムおよび、平成17年度の科学技術振興機構主催による科学技術週間・全国20箇所開催のサイエンスカフェなどがきっかけとなり、平成16年前後より各地で数々の「サイエンスカフェ」が開催され、現在に至るまで認知度をまして来た。

### 3. イノベーションとの関わり

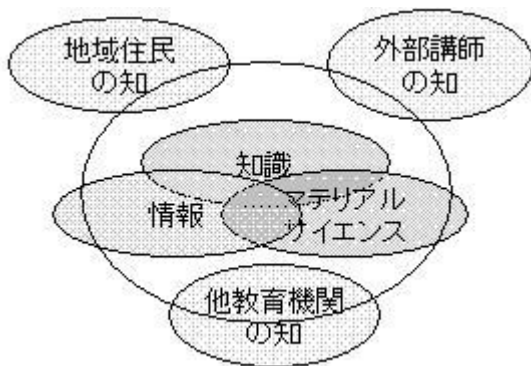
シュンペーターによると、イノベーションは「資源または生産要素の新結合」であり、発明や発見はその中の一つであり、既存の資源であってもその組み合わせによってイノベーションが創出されるとされる。

このことと筆者らの活動のかかわりについて、生命医療の研究者であり、サイエンスカフェの講師を務める陳は、後述する筆者のインタビューに答えて、サイエンスカフェで自分の研究を講義することは、科学技術の発展によって開発された商品を実際に使

用する立場の人々と直接議論が出来るため、新しい発見や自身の研究が新商品開発につながる貴重な意見を得られる場所であると述べている。イベントとしての色彩が強いサイエンスカフェはイノベーションに直接寄与することは少ないと考えられる。しかしサイエンスカフェが提供する「異なる視点を持つ人々が議論する場」は研究者にとって新しい発見や研究に繋がる重要な示唆を得る場になりうると考えられる。

#### 4. 学際コミュニケーションの試み

筆者らはこれまで学際コミュニケーションの試みの一環として、浅野を中心とした学内向けサイエンスカフェ「学際コミュニケーションカフェ」を経て、平成16年度より三度にわたって学外をも対象とした「サイエンスカフェ石川」を実施してきた。「学際コミュニケーションカフェ」は北陸先端科学技術大学院大学における三研究科の学生が、それぞれの知識を持ち寄り対等な立場で議論し、知識交流を行う事を目的としていたが、サイエンスカフェ石川はこれを学外へ広げ三研究科だけでなく、外部講師の知、地域住民の知、他教育機関の知を取り込む事を目的としていた。



(図1) サイエンスカフェ石川における知識交流

##### 4.1 インタビュー

しかし本年度、「サイエンスカフェ石川」の活動を見直して目的や理念を設定し、運営の知見を得るために、特長的な運営をするサイエンスカフェあるいは開催回数が多いサイエンスカフェに参加し、講師や主催者にインタビューを行った。調査対象先は「東北大学サイエンスカフェ」「茨城県サイエンスカフェ（科学座談会）」「カフェ・シアンティフィーク東京」の三箇所である。

「東北大学サイエンスカフェ」は東北大学理学部教授である福西らを中心に、仙台メディアテークを会場として100人以上の参

加者を集め、これまでに18回（平成19年2月現在）の開催歴をもつ大規模なサイエンスカフェである。福西はインターネットや地元ケーブルテレビを用いてサイエンスカフェを会場外へも公開し、同時に携帯端末から質問を受け付けることで双方向のコミュニケーションを広範囲に拡大している。また、特徴的なのは研究成果のアウトリーチ活動や研究のヒントを得るためだけでなく、サイエンスカフェに大学広報としての役割も担わせていることと、地域のほか教育機関・企業とのネットワークを広げるための手段としても活用している点である。福西らは東北大学サイエンスカフェの大規模な開催によって、主に仙台を中心とした研究・教育機関による地域内のネットワークを活性化することが重要だと述べている。

「茨城県サイエンスカフェ（科学座談会）」は茨城県が月ごとに県内の市を回り市内の公民館などに会場を借りて開催するサイエンスカフェで、参加者は議論を重視するために30人〜50人程度、茨城県・開催予定市・茨城県科学技術振興財団・つくばサイエンス・アカデミー等が主体となって行われる事業である。講師の選定などの企画・当日の司会を担当する茨城県企画課係長伊佐間によると、茨城県サイエンスカフェの特筆すべき点は、生涯教育や参加者同士のコミュニケーションも重要だが、筑波の研究成果をいずれ地域に産業として根付かせるための産学官連携のための布石としても考えていることである。伊佐間らによると茨城県内、主に筑波における研究成果は生命医療や原子力発電に関する研究なども多く、これらの研究成果が地域の産業として健全に発達するには住民の理解や関心が不可欠であり、それはまず相互のコミュニケーションによって成り立つものであると考えられるため、いずれは住民自らがサイエンス・アカデミーへ見学に行くなど頻繁に研究者と市民が交流を持つようになってほしい、そのための入り口として、まず茨城県の主導によってサイエンスカフェを行うことが必要だと述べている。

「カフェ・シアンティフィーク東京」は前述したイギリスの「カフェ・シアンティフィーク」を実際に取材し、サイエンスカフェを科学コミュニケーションの一手法として『平成16年度科学技術白書』に紹介した中村らのグループが（事業の一環としてではなく）個人で営むサイエンスカフェで、東京で営業中のカフェの一角を会場に借り、参加者は議論がしやすい20人程度に絞る形態でこれまでに4回ほど開催している（平成19年度2月現在）。中村

らは、大学や企業の広報、あるいは産学官連携などの目的を持つて行うサイエンスカフェを認める一方で、学問に関する純粋な議論を行うことを目的とするサイエンスカフェを運営することが重要であると考えている。殊にアジア圏の人々は専門家に敬意を払う傾向があり、ヨーロッパのように対等な議論をする機会が少ないが、例えばスポーツの話題について議論する様で科学技術の発展についても自由に議論する文化を日本においても根付かせることが今後の社会と科学技術には不可欠であるとしている。カフェ・シアンティフィーク東京の特徴である少人数制や運営中のカフェのすべてでなく一角を借りるなどの配慮もそのためである。

#### 4.2サイエンスカフェ石川

インタビューで得た知見を元に、筆者らは「サイエンスカフェ石川」のコンセプト及び運営方法に関するミーティングを行い、以降「サイエンスカフェ石川」は明確な理念と目的をもって運営する学生主体の活動として位置づけられた。このとき決定した基本理念は「一般市民と専門家のコミュニケーションに重点を置いた、科学技術の正しいあり方や学術的なトピックに関して対話の場を創造する学生主体の活動であり、この活動を通して専門家の知見や大学の研究によって得られた成果を発表し、地域の声を研究にフィードバックすることで、両者の相互交流・相互理解を目指す」である。この理念に基づいて「第四回サイエンスカフェ石川」、およびサイエンスカフェ形式の「学際コミュニケーション論特別講義」が行われた。以下にその概要を示す。

##### 「第四回」サイエンスカフェ石川

日時 平成18年年10月28日・29日

会場 石川県立大学（第二回響緑祭内）

プログラム (1) 「北陸の気象—天気予報どう使う?—」

講演者 平松章男（気象予報士

・北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科)

プログラム (2) 「地域再生を考える

—にぎわいとは何か?—」

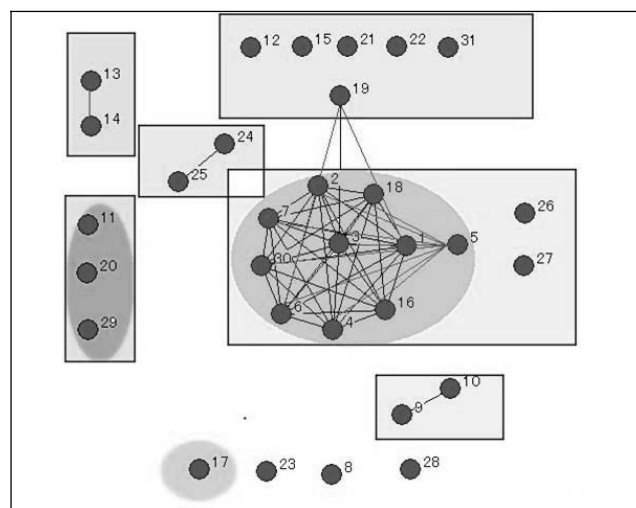
講演者 千原かや乃

(石川県くらしと環境を考える会、

・北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科)

参加者 両日あわせて60名程度

第四回サイエンスカフェ石川は、石川県立大学の学園祭である響緑祭に模擬店として出展する形で開催された。昨年度も同様に学園祭へ出展したこともあったが、企画段階から何度も打ち合わせに石川県立大学を訪れ、スタッフとの間に関係を築けたことが当日の参加者獲得や、運営上の助言を得るうえで非常に役に立った。プレスリリースや事前通知も行ったが、当日に学園祭のステージとチラシによる客引きで集客を行い、参加者の多くをここで集めた。両日共に参加者に恵まれ、身近な話題を中心にファシリテーターを介して活発な議論が起こすことが出来た。また、第四回サイエンスカフェ石川ではヒューマンネットワークに関するアンケートを行い、参加者の関係とその関係について調査した。以下にアンケート結果を述べる。



● (数字) : 参加者 (ID番号)

— : 名前を指定できる知人関係

□ : 住居のある地域

○ : 参加者の所属組織

(図2) サイエンスカフェ石川参加者の関係図

#### 4.3学際コミュニケーション論特別講義

筆者らは、「サイエンスカフェ石川」とは別に、サイエンスカフェ研究の第一人者といえる前述の中村氏を招いてサイエンスカフェ形式の特別講義も行った。以下にその概要を示す。

##### 「学際コミュニケーション論特別講義」

日時 平成18年12月15日

会場 北陸先端科学技術大学院大学カフェテリア

プログラム 「カフェで科学?—サイエンスカフェの挑戦」

講演者 中村征樹 (文部科学省 科学技術政策研究所)

参加者 30名程度

「学際コミュニケーション論特別講義」は、ポスター以外のプレスリリース等ほとんど行わず、講演者・関係者の知人からさらにその知人へと口コミで集客を図り、結果的に学会や他イベントを通して産学連携やサイエンスカフェに興味のある参加者を集めることができた。ファシリテーターは使用しなかったが、もともと目的意識を持つ参加者が多く、活発な議論の場となることが出来た。

## 5. 議論

本稿ではここまで、学際コミュニケーション活動の一環として、おもに日本におけるサイエンスカフェの概要と、「北陸先端科学技術大学院大学 21世紀COEプログラム-知識科学に基づく創造と実践-」における実践を述べてきた。最後に、これらの学際コミュニケーション活動の調査・運営によって得た結論と、今後の展望について議論する。まず、筆者が学際コミュニケーション活動の調査、運営を通して得た結論は以下の二点である。

- ・企画段階からの組織横断的な連携が必要である。
- ・イベントの目的に応じて、柔軟な運営方針が求められる。

学際コミュニケーションの試みは、異なる分野・専門性を持つ人々の視点を取り入れるための活動である。しかし、テーマのあるイベントであるため、どうしても参加者は偏りがちになる。分野の偏らない参加者を集めるために、筆者らも試行錯誤を繰り返したが、実施回数が多い「東北大学サイエンスカフェ」においては、ほか教育機関や報道機関とワーキンググループを作成し、「茨城県サイエンスカフェ (科学座談会)」においては開催する各市に参加者の集まりそうなテーマの選定を依頼するなど、参加者を集めることに成功した試みにおいては企画段階から組織横断的な連携を持っていることが分かった。

また、「サイエンスカフェ」が多様な形態をとるように、「第四回サイエンスカフェ石川」と「学際コミュニケーション論講義」

は同じ理念を持ちながら、異なる部分が多くあった。例えば「第四回サイエンスカフェ石川」は、文化祭という開かれた会場で偶発的に集まった参加者が自らの意見をのべあう点で、前述のインタビューで中村が述べたように、「自由に議論する文化を根付かせる」には高い宣伝効果を示すと考えられる。しかしもともと目的意識を持って集まった参加者ではなく、その出会いも知人関係を通じたものではなく偶然の出会いであるため、「学際コミュニケーション論講義」のように「サイエンスカフェ」をきっかけとして福西が指摘したような「ほか教育機関・地域の企業とのネットワークを築く」ことは期待できないと考えられる。

多様な視点を集める事を目的とし、それ自体も多様な形態を見せる学際コミュニケーションの活動においては、組織横断的な連携と、どのような場面にも柔軟に適応する運営方針が今後の展望を開くのではないかと筆者は考える。

## 6. 謝辞

筆者は本稿をまとめる上で、非常に多くの方の助力を得た。インタビューをご快諾いただいたサイエンスカフェ各主催者・講演者サイエンスカフェ石川関係者・参加者、学際コミュニケーション論特別講義の関係者・参加者、特に科学技術開発戦略センターの方々には非常にお世話になり有益な助言をいただいた。ここに謝意を表し、本稿の結びとしたい。

## 7. 参考文献

- 【1】科学技術政策研究所 “急速に発展しつつある研究領域” 平成15年度調査報告書・平成16年6月
- 【2】文部科学省「平成 16 年度文部科学白書」平成 17 年 3 月
- 【3】北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット “サイエンスコミュニケーションワークショップ in Sapporo イギリスと日本の現状と展望 報告書
- 【4】河又洋弘 “ヨーロッパにおける IT クラスターの形成—英国&北欧にみる IT 戦略モデル—” 第21回情報通言学会 個人研究発表 2004
- 【5】M.E.ポーター 「国の競争優位」 土岐坤; 中辻萬治; 小野寺 武夫 (訳) ダイヤモンド社
- 【6】科学技術戦略センター内部資料「サイエンスカフェ石川 企画・運営マニュアル

# プレゼンテーションのための物理エンジンを搭載したアニメーションツールの開発

高橋 誠史† 中森 義輝† 宮田 一乗‡

†北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

‡北陸先端科学技術大学院大学 知識科学教育センター

E-mail: {masa-t, nakamori, miyata}@jaist.ac.jp

## 1. はじめに

コンピュータを用いたプレゼンテーションにおいてアニメーションの利用は、聴衆の理解度を高める効果がある。PowerPoint などのプレゼンテーションソフトには、そのための機能が搭載されており、プレゼンテーションスライドにアニメーションを追加することが出来る。しかし、プレゼンテーションソフトに付属するアニメーション機能は、アニメーション生成ツールとしては、機能的に貧弱である。特に、複雑な動きの定義や描画オブジェクトが多い場合の作業効率が悪く表現能力も高いとは言えない。こうしたことから、強力な機能を持つアニメーション製作ソフトウェアを別途利用し、動画ファイルを作成してスライドに貼り付けることが多い。この場合、プレゼンテーションソフトに付属するアニメーションの表現能力を超えたものを容易に作る事が可能である。しかし、動画ファイルはプレゼンテーションの性質によっては向かない場合がある。プレゼンテーションでは、講演者の話に応じてアニメーションをこまめにステップごとに実行するような見せ方をする場合がある。こうした場面では、プレゼンテーションソフトに搭載されたアニメーション機能は、マウスのクリックなどに応じた再生や停止などがアニメーションのステップごとに設定出来るが、動画ファイルは時系列で実行されるため意図した場所で正確に止めるのが難しい。すなわち、プレゼンテーションで用いるアニメーションには、操作に合わせて動作を細やかに指定できる必要がある。

プレゼンテーションのアニメーションは、動画ファイルの生成のように映像をプリレンダリングするのではなく、ビデオゲームのようなリアルタイムにレンダリングする方が適切であると考えられる。本システムでは、3D ゲームエンジン[1]の設計をモデルに、アニメーションの制御に物理

エンジンを搭載したツールを開発した。3D ゲームエンジンをモデルとすることによって、アニメーションの製作において他ツールとの連携性、ファイルの可搬性を高めた。本システムでは、リアルタイムのレンダリングエンジンと物理エンジンを組み込んだビューワを PowerPoint に組み込み、既存のプレゼンテーションソフトから利用可能にし、高度なアニメーション表現をプレゼンテーションに組み込むことを可能とした。

## 2. 背景

### 2.1 システムのねらい

本システムは、初心者のためのアニメーション制作を支援するシステムではなく、技術プレゼンテーションや、数学・理科教育などのハイエンドな要求に対応するシステムを目指している。こうした用途では、アニメーションを用いた説明は、静止画や数式よりも聴衆の理解を大きく助ける。数学や理科の教材のような題材では、数式というモデルがありながらも、アニメーションの制作は手動によるキーフレームベースで制作することが多い。本研究では、物理エンジンに力学的な制御を任せることで、手付けアニメーションの作業を減らすことが出来ると考えた。

さらに、3D グラフィックスで描画されたオブジェクトに対して、従来のプレゼンテーションソフトのスライドよりもインタラクティブな操作を追加することで、より聴衆を惹きつけるアニメーション表現ができるものとする。本システムでは、ハイエンドな要求に応えるため、1)GPU を使ったリアルタイムレンダリング、2)リアルタイム物理シミュレーションを行う物理エンジンの搭載、3)アニメーションに対してインタラクティブな働きかけができる入力処理、の3つの機能を実装した。

## 2.2 関連研究

3D グラフィックスを用いたプレゼンテーション向けの視覚表示手法の研究では、竹村ら[2]の研究がある。竹村らは、スライドをまたぐオブジェクトを ID で管理し、同一かどうかを判別し、スライド間の位置の遷移を補間するシームレストランジションという手法を提案している。竹村らの手法は、prezvision[3]というプレゼンテーションソフトで利用されている。この手法では、スライド制作者はオブジェクトの動きを考える上で、遷移の前後を考えればよい。この手法は、キーフレームベースの手法であるが、経験則に基づいた独自のオブジェクトの識別ルールで、拡張された手法である。本手法では、この手法と同じく 3D グラフィックスを用いるが、キーフレームベースでオブジェクトの動きを考えるのでは、力学ベースで考えるのが異なる。

数学や物理教育を助けるアニメーションツールの研究として、Laviola らの MathPad2[4]がある。この研究では、ペンタブレットを用いて画面に記述した数学や物理などの数式を手書きの図や絵に関連付けて、アニメーションさせることが出来る。これにより、生徒は授業で習った数式がどのような運動を定義しているかを、視覚的に知ることができる。この研究では、インタラクティブなアニメーションの利用が人々の理解を大きく助けることを示している。しかしながら、MathPad2 は生徒が紙のノートと同じように利用することで自分の学習の補助的に用いる物であって、プレゼンテーションのような多数に見せるつくりにはなっていない。

一方、ビジネスや学術的な現場でのドキュメントのやりとりでは PDF が用いられている。Adobe は Acrobat3D[5] という技術で、3D モデルとアニメーションを PDF に埋め込む技術を提案している。こうした技術は、CAD を使う製造業などの企業が、作成した図面やモデルを顧客にインタラクティブに見せることが可能になる。このように、プレゼンテーションにおいても、インタラクティブに 3D グラフィックスで見せるのは有効であると考えられる。

## 3. システムの概要

本システムでは、独立したプレゼンテーションソフトとし

て開発するのではなく、PowerPoint へ組み込んで利用する。図 1 がその例である。

システムの開発には、技術的に 3 つの大きな構成要素がある。1 つは、アニメーションの制御を行う物理エンジン、2 つ目は、カスタマイズできるシェーダエフェクト、3 つ目はビューワにインタラクティブな操作ができるようにするための入力を処理する機能である。

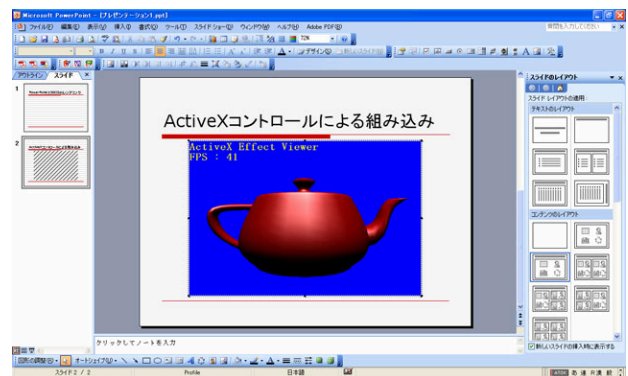


図 1. PowerPoint へのビューワの組み込み

### 3.1 物理エンジン

本システムでは、アニメーションの制御に物理エンジンを取り入れた。衝突の例は図 2 に示す。

アニメーションの制御に物理エンジンを取り入れたのは、以下の 2 つの理由による。1) 力学をベースにするため、アニメーション制作者にとって物体の挙動をイメージしやすい、2) 衝突処理などの複雑なアニメーションに対する制作効率が高いためである。

物理エンジンによって挙動がイメージしやすいというのは、オブジェクトの挙動を重力の作用や運動の慣性、物体の衝突という現実の世界で起きている現象と同じようにとらえれば良いからである。

### 3.2 レンダリングエンジン

本システムでは、レンダリングに Direct3D を用いる。レンダリングに 3D グラフィック用 API を用いるのは、GPU の能力が活用できるためである。GPU を使うことで従来のツールに比較して、リアルタイム 3DCG の様々な映像効果の手法を用いることができる。これによって、アニメーション内で用いる 3D グラフィックスの質感を高めることができ、プレゼンテーションを観る人の見やすさの



向上に寄与する物と考える。

アニメーションを効果的に見せるためには、アニメーションの挙動だけでなくシェーディングの影響もあると考える。一般的なリアルタイム 3DCG を使ったアプリケーションでは、Lambert の拡散反射と Blinn の鏡面反射モデルが用いられる。しかし、プレゼンテーションで使うアニメーションには、このシェーディングモデルが有効ではないと考える。プレゼンテーションで使うアニメーションのシェーディングでは、写実的なレンダリング手法のライトやマテリアルなどの概念を持ち込むよりも、テクニカルイラストレーションなどノンフォトリアルスティックレンダリングの描画手法の方が有効なのではないかと考える。本システムでは、デフォルトのシェーディングを Gooch らのテクニカルイラストレーションのための手法[6]を応用した。3D API の固定機能レンダリングと線画の比較を図 3 で示す。

### 3.3 入力処理

代表的なプレゼンテーションソフトである PowerPoint では、講演者からの操作入力はマウスクリックである。マウスクリックをトリガーに 1 つのアニメーションのセットが起動し、終わったらまた次のシーケンスを再生する。動画ファイルの場合では、クリックで再生と停止を行う。一度、停止した場合には再度その部分からの再生が行える。

本システムでも、マウスによるアニメーションの再生と停止は可能である。物理エンジンがリアルタイムに物体の挙動を計算することから、動画ファイルや事前に動きが定義されたアニメーションと異なりインタラクティブな操作を可能とした。ここで、インタラクティブな操作とは、アニメーションシーン中の描画オブジェクトをドラッグして操作することが出来ることである。これにより、既存のプレゼンテーションソフトのようにマウスクリックによってアニメーションが開始されるのではなく、シーン内のオブジェクトを操作することでアニメーションを開始することができ、プレゼンテーションのライブ感が出るものとする。さらに、インタラクティブにシーンのカメラの回転とズーム操作が行える。図 4 に例を示す。

## 4. おわりに

本システムでは、プレゼンテーションで使うアニメーションに物理エンジンを搭載してインタラクティブにすることを提案した。従来のアニメーション描画ツールでは、事前に作成した動画やアニメーションのシーケンスを再生するだけであったが、本システムを用いることで、インタラクティブな操作が可能になった。これにより、サイエンスショーやマジックショーのようなライブ性のある見せ方が、プレゼンテーションのアニメーションでも可能になり、聴衆をより惹きつけるものへと昇華できる。

さらに、物理エンジンがオブジェクトの挙動計算をすることで、技術説明や教育用途のアニメーションを作成しやすくなる。

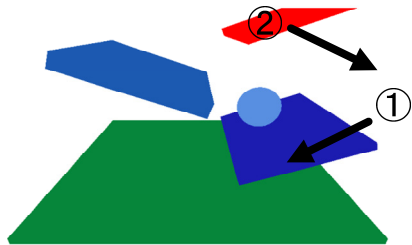
## 5. 謝辞

本研究は、北陸先端科学技術大学院大学の 21 世紀 COE プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」の助成のもと行われた。

## 6. 参考文献

- [1]Michael Lewis , Jeffrey Jacobson, Introduction, Communications of the ACM, v.45 n.1, January 2002
- [2] 竹村 伸太郎, 菅原 亘, スライド間の関連情報を用いたとぎれの無いプレゼンテーション, 14 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ(WISS 2006),pp.113-114, 2006
- [3]prezvision, <http://www.prezvision.com/>
- [4]LaViola, J. and Zeleznik, R. "MathPad2: A System for the Creation and Exploration of Mathematical Sketches", ACM Transactions on Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 2004), 23(3):432-440, August 2004.
- [5] Adobe Acrobat3D, <http://www.adobe.com/jp/products/acrobat3d/>
- [6] Bruce Gooch , Peter-Pike J. Sloan , Amy Gooch , Peter Shirley , Richard Riesenfeld, Interactive technical illustration, Proceedings of the 1999 symposium on Interactive 3D graphics, p.31-38, April 26-29, 1999, Atlanta, Georgia, United States

### 衝突処理の例



### 衝突処理の例

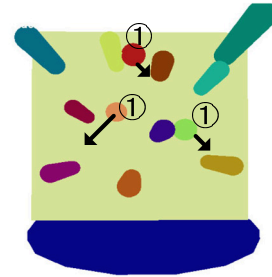


図 2. 衝突処理を取り入れたアニメーションの例

### テクスチャマッピングの例

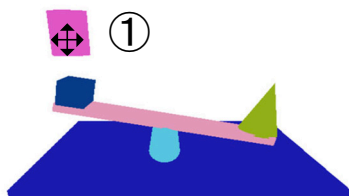


### 線画シェーディングの例



図 3. カスタマイズ可能なシェーディングの例.

### インタラクティブな処理の例



### インタラクティブな処理の例

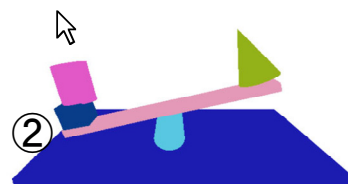


図 4. インタラクティブな入力を取り入れたシーソーの例.



# IMPORTANT ROLE OF POPULARISATION OF PHYSICAL SCIENCE TO THE MODERN BUSINESS ACTIVITY

Nobuhito INAMI<sup>1</sup>, Hideo IWASAKI<sup>1</sup>, Mikio KOYANO<sup>1</sup>, Yoshiaki CHIBA<sup>2</sup>  
and Shinzoh Hide HORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Materials Science, JAIST, 1-1 Asahidai, Nomi, Ishikawa 923-1292,  
Japan

<sup>2</sup> Faculty of Sci., Miyagi Univ. of Education, 149 Aoba, Aramaki, Aoba-ku,  
Sendai, 980-0845, Japan

## ABSTRACT

Recent development of science and technology enables us to have enormous possibility of high quality of life and also gives us big business chance. But we should not forget that there exist many consumers behind the markets and all consumers do not always have enough ability to accept the high level consumption. Physics is one of the most necessary and basic knowledge to have the ability, because the physical concepts are frequently used in various high-level products. Though many people believe that it is quite hard to get the knowledge of physics, recent development of computer techniques in graphics and animation is quite helpful for the easy understanding of physics. It is also necessary that we, physicists select and educate the minimum basic knowledge of physics called as “physics minimum” to communicate with the specialists. In this work, we discuss about the methods of the education to average citizens by use of animation techniques and show an example of selection of the physics minimum.

## 1. INTRODUCTION

Recently, interest in the citizens to the physical science seems to be lower and lower in the developed countries. Such a tendency is found not only in average citizens, but also in some economic and political leaders. However, considering important roles of physical knowledge to other scientific and technical fields, we, physicists feel that such a tendency is completely unprovoked. Even in bioscience, some highly measurement systems such as Magnetic Resonance Imaging (MRI) are based on high level techniques and knowledge of physics is required to make a

progressive use. We also want to mention that wide scientific knowledge is always required when new original projects are planned in the enterprises [1,2]. Generally speaking, as the product has more attractive originality, so the bigger business profit can be expected. Moreover, the matching between ability of the market and degree of class for the product is the important condition to success the business plan. Thus, we hope that the leaders have more interest in education and cultivation of the basic science to the community. Such educated people will have excellent potential in consumption, which contribute to the

---

Corresponding Author

Nobuhito Inami, Japan Advanced Institute of Science and Technology, 1-1 Asahidai Nomi Ishikawa 923-1211  
Japan, n-inami@jaist.ac.jp

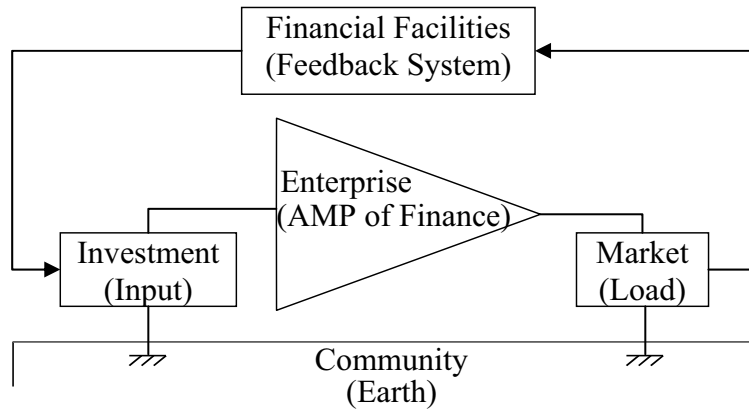


Fig. 1. Schematic diagram of economic facilities and their mutual relations. These functions of the economic facilities resemble with the functions in electronic circuit. The parenthesis words in the figure correspond to the technical terms used in usual electronic circuit.

proceeding of production in next stage. On these backgrounds, here we will discuss a method to popularise the basic and essential concepts in physics to the modern business activity.

## 2. METHODS AND DISCUSSION

Physics of materials is one of the main research fields in physics alongside of Astro- and Particle- physics. Especially, knowledge of materials physics has been frequently applied to the industry and the philosophy of the materials physics gives us some tough scientific back-up against the problems. Even if the problem is complicated system, such as economic system, the physics can suggest us some suitable way on some appropriate modelling. In the materials physics, time dependence of the energy flow in the system having various functions is the most basic physical description. Such phenomena are quite common not only in physical system, but also in other various systems. We want to mention that this kind of phenomena of energy flow can be described by electronic circuit model. The economy system is

schematically shown in Fig. 1 on the energy flow model. The economy system can be understood as a problem in energy-articles transformation in economy system. In order to form the big economy, consumers should make effort to enhance their ability of acceptance to the products under the harmonious balance of power among the economical facilities. Thus, we choose the circuit model as the 1st item of physics minimum.

Beside the 1st item, we will choose that thermal physics is second one, such as shown in Fig. 2, which can describe typical concept of thermal phenomena related to the law of energy flow in materials. Third item is, so called Fourier Transformation (FFT), which is the typical mathematical tool to represent any figure by well-known systematic function system (Fig. 3). Because the philosophy of the FFT is not familiar for citizen, the concept should be educated by animation method. By using these three items as the physics minimum, the sense of treatment of energy flow among various functions under the rule of energy transfer and ability of discussion on the time

$$\text{Sine wave} = \text{amplitude} \times \sin(\text{frequency} \times t)$$

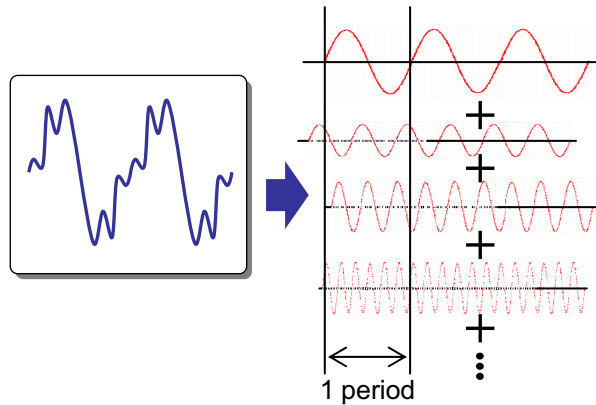


Fig. 2. Schematic diagram of Principle of Fourier transformation. All waves are able to be resolve into simple waves such as sine waves.

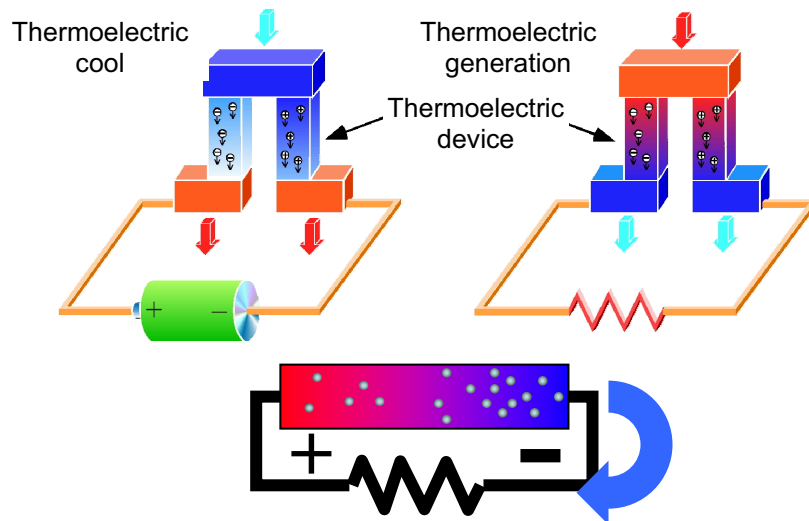


Fig. 3. Schematic diagram of thermoelectric cool and generation system. A thermoelectric device can cool using battery and also generate voltage with temperature difference.

dependent data or figures should be trained, because solutions of every physical equation is given by the time dependence of the spatial figures.

In the education of physics, professors usually require tough and long patient training, so far, however, recent computer animation techniques gives us revolutionary improvement to the education. Such a method is quite helpful to understand the points on physical concepts. In fact, our special investigation in COE program in

JAIST makes us experience the quite positive effect of the representation. Thus, the animation method is quite useful to popularize the physics to the citizens. It is really required that presenters can easily make the animation representation by himself along his idea.

## ACKNOWLEDGMENT

This work is (partly) supported by a 21st century COE program called "Scientific Knowledge Creation Based on Knowledge

Science" by Japan Advanced Institute of Science and Technology.

CSM/KSS 2005 Workshop, Laxenburg, Austria, 2005.

## REFERENCES

- [1] S. H. Hori, H. Iwasaki and M. Koyano, "*Global Environmental Problems and Corporate Strategy Produced from Cooperative Collaboration with Business Leaders and Experts in R&D System*",
- [2] N. Inami, Y. Shinoda, H. Iwasaki, M. Koyano and S. H. Hori, "*The Method to Prepare the Environments to Encourage and Cultivate the Original Scientific and Technical Ideas*", IFSR2005, Kobe, Japan, 2005, 47.

本論文は、下記の学会で発表したものです。

発表学会名：International Conference of Physics Education 2006 (ICPE2006)

〔東京・オリンピック記念青少年総合センター2006年8月13日～18日〕

# 知識創造場の評価に関する研究

菊池智子（知識科学研究科）

## 概要

知識科学研究は、知識変換理論、知識構造化手法、創造性開発支援システム等、すでに多くの成果を生み出しているが、最近、知識科学研究に対して、重要な科学技術開発において創造的な活動をしている研究者を支援することが求められている。研究者を支援する研究室を知識創造場として捉えモデル化し、必要な理論・システム、あるいはツールを投入していく必要がある。そのためにはまず研究環境の現状を捉える必要がある。本研究では、知識創造モデルに基づいて評価チェックリストを作成し大規模なアンケート調査を実施・分析をおこなった。その結果、今後の研究室運営に対して、いくつかの有用な知見がえられた。本稿は、研究成果に結びつく活動がなっているか、また、研究室間の研究活動の相違について触れる。

### 1. はじめに

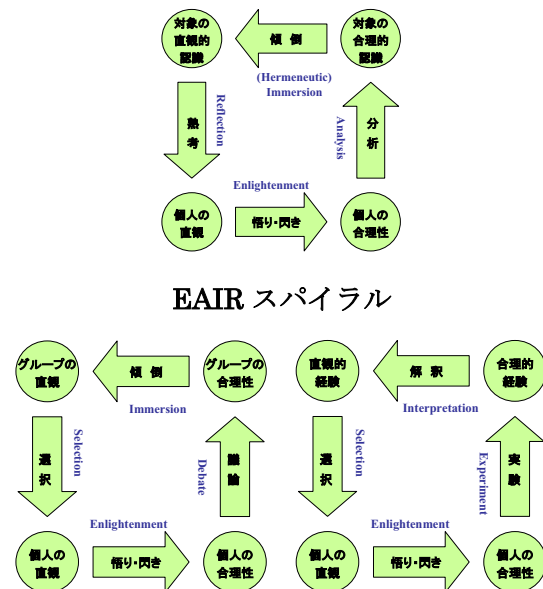
知識科学研究は、知識変換理論、知識構造化手法、創造性開発支援システム等、すでに多くの成果を生み出しているが、最近、知識科学研究に対して、重要な科学技術開発において創造的な活動をしている研究者を支援することが求められている。そのような研究室を知識創造場として捉え、必要な理論・システム、あるいはツールを投入していくことが期待される。そのためにはまず研究環境の現状を捉える必要がある。そこで、本研究では科学技術開発における創造的な活動場を大学院研究室として、個人の研究活動と環境に焦点を当てる。

#### 1.1. 研究活動・研究環境の評価モデル

Wierzbicki は知識創造場に関するモデル [1] として、3つのモデル:EAIR スパイラル、EDIS スパイラル、EES スパイラル（図2 参考）を提案している。彼のモデルは数多くの科学者、研究者などの思考を生み出すプロセスが書かれた伝記や資料を基に構築されたモデルであり、本研究で対象となる研究活動の特徴を経験的に捉えており、アンケート調査の評価尺度として組み込むことは有効な手段であると考えた。

一方、i-System[2] (図3)は、知識創造へのシステムのかつプロセス的なアプローチである。このモ

デルは、問題を解決するための統合的プロセスを示していると見ることが出来る。



EDIS スパイラル (左) EEIS スパイラル (右)

図2：知識創造に関するモデル

まず、「問題を発見するノード」があり、つぎに、問題を3つのノード「科学ノード」「社会ノード」「想像ノード」に分割する。最後に、それらの3つのノードが「統合するというノード」へ行き着くというプロセスである。このモデルの特徴は、このシステムの持つ存在論的要素「既存の科学知識：Intelligence」、「社会的モチベーション：Involvement」、「創造性の他の側面：Imagination」、「Intervention」、「問題を解決しようとする意思：

Integration」の存在論的ノードの間で動かすアルゴリズム的方法が存在してはいないことである。5つのノードによって、個人のニーズに合わせたアプローチがノードの存在として可能となり、創造的空間の持つ様々な次元の間を自由に動くことの必要性を強調するものである。このモデルもWierzbickiの知識創造モデルと同様に、研究活動でも、研究課題を明確化し、ある知見のための論文を書くプロセスとして捉えることができ、有効な手段であると考えた。

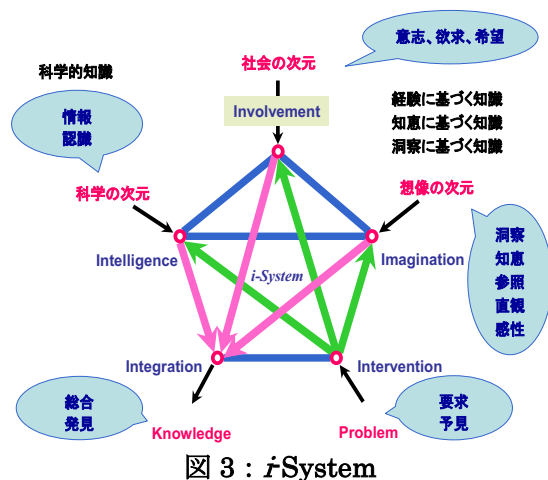


図3: *i*-System

## 1.2 大学院研究における知識創造モデル

本研究の提案は、図4のような大学院研究室における知識創造モデルである。これは、知識創造モデルEAIR Spiral、EDIS Spiral、EEIS Spiralと*i*-Systemを組み合わせた構造になっている。ただし、内容は大学院の研究室（あるいは企業や研究所の研究室）における知識創造プロセスに特化しており、特に、EDIS Spiralはグループの合理性・直観ではなく、社会的意義に関する情報・理解に変更している。図4はまた「*i*-System」を「知」と「行」を対比させるように拡張したものと理解することができる。すなわち、「*i*-System」における「Intervention」と「Integration」を「研究計画」という「行」と研究成果という「知」として大きく対比させ、「Intelligence」、「Involvement」、及び「Imagination」をデータ・情報を得るという「行」

とそれらを理解するという「知」として対比させている。

研究成果から研究計画への矢印は、以前の研究成果、研究経験などから新しい研究の発想が生まれる様を表現している。研究計画を立てた後に、科学の次元において文献収集や教員・先輩の指導により研究対象に関わる情報を得る（行）。それらを解釈し、研究成果の解釈・理解、あるいは次の研究アイデアに反映させる（知）。社会の次元では、研究の社会的意義に関わる情報を収集し（行）、それらの多様な解釈の中から選択し、研究成果の意義を考察する（知）。また、創造の次元では、実際に実験または調査を実施しデータを蓄積する（行）。それらデータを理解、解釈し研究成果としてまとめる（知）。

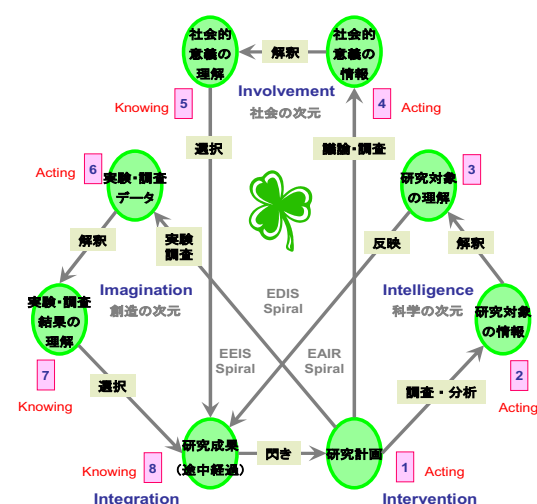


図4: 大学院研究室における知識創造モデル

1つの研究において、以上の3つのスパイラルをそれぞれ一度だけ回することは運の良い場合である。実際は、何度も最終の研究成果に至らないレベルの結果を得て研究計画の立て直しが行われる。特に、科学の次元と社会の次元におけるスパイラルは、実際に創造の次元のスパイラルを開始する前に何度も利用される。その意味で「Integration」は最終研究成果だけではなく、途中経過で考え直す場面も想定されている。

## 2. 質問項目の作成

以上のモデルに基づいて、アンケート調査質問項目を作成した。この調査の内容は研究活動評価 (A) とその支援環境 (B) で構成されている。(A) と (B) とともに、「研究計画に関する活動」への質問 (A1) とその支援環境 (B1) に関する質問など各 8 項目の質問がある。

そして (A) では、  
(1) 研究活動自己評価  
(2) 活動重要性  
を質問し、(B) では、  
(3) 環境評価  
(4) 環境必要性  
を質問した(参考資料 1)。

## 3. 調査

本学マテリアルサイエンス研究科の大学院生に対してアンケート調査を実施した。研究科長及び評議員の先生方に依頼し、教員を通じて学生に調査票を配布し、学生自身が共通事務室に設置した回収ボックスに投入するという方法により、25 研究室 170 名弱の学生に回答を依頼した。2006 年 6 月 6 日調査票を配布し、6 月 15 日に締め切ったところ、109 名の学生から回答が得られた。

## 4. 結果

### 4.1 平均と相関分析

これらの 4 タイプの質問結果 (1) (2) (3) (4) をそれぞれ後期課程、前期課程に分けて分析・考察を行なった。各平均では、後期課程、前期課程ともに、社会に対する調査(A4)とそれを支える環境 (B4)、行なった社会調査の理解 (A5) とその環境 (B5) の得点が、全項目 (A1~A8)、(B1~B8) より比較的低いことが分かり、自身の研究と社会ニーズとのかかわりに対する認識の薄さが伺える結果となった。

一方、研究成果を得てそれを理解でき、新たなテーマを探索すること (A8) に強く関係している研究活動が何か調査するため、項目 (A8) と項目 (A1~

A7) とのそれぞれの相関係数を求めた(表 2, 3 : 参考)。この結果、後期課程の学生のほうが、より顕著な傾向を示しているが、研究計画を合理的に立てること (A1)、研究対象に関する情報を収集すること (A2)、実験データを合理的に収集すること (A6) との相関が高く、これらの活動が成果に結びつく可能性があることが示唆された。また、この結果では、研究の社会的意義に関して調査し理解すること (A4) (A5) との相関が低く、成果に結びつきにくいことが示唆された。

表 2 : 前期課程学生の自己評価における  
項目間相関行列

| 項目 | A1   | A2   | A3   | A4   | A5   | A6   | A7   | A8 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|----|
| A1 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| A2 | 0.54 |      |      |      |      |      |      |    |
| A3 | 0.41 | 0.50 |      |      |      |      |      |    |
| A4 | 0.41 | 0.71 | 0.36 |      |      |      |      |    |
| A5 | 0.43 | 0.60 | 0.60 | 0.68 |      |      |      |    |
| A6 | 0.78 | 0.54 | 0.36 | 0.41 | 0.41 |      |      |    |
| A7 | 0.58 | 0.63 | 0.64 | 0.43 | 0.64 | 0.60 |      |    |
| A8 | 0.57 | 0.39 | 0.55 | 0.35 | 0.46 | 0.45 | 0.53 |    |

表 3 : 後期課程学生の自己評価における  
項目間相関行列

| 項目 | A1   | A2   | A3   | A4   | A5   | A6   | A7   | A8 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|----|
| A1 |      |      |      |      |      |      |      |    |
| A2 | 0.73 |      |      |      |      |      |      |    |
| A3 | 0.63 | 0.60 |      |      |      |      |      |    |
| A4 | 0.20 | 0.20 | 0.40 |      |      |      |      |    |
| A5 | 0.32 | 0.40 | 0.63 | 0.42 |      |      |      |    |
| A6 | 0.77 | 0.75 | 0.66 | 0.45 | 0.44 |      |      |    |
| A7 | 0.46 | 0.46 | 0.50 | 0.36 | 0.37 | 0.62 |      |    |
| A8 | 0.65 | 0.65 | 0.47 | 0.25 | 0.28 | 0.60 | 0.48 |    |

### 4.2 ファジィ対応分析

ここでは、数量化 3 類として扱われる分析に加え、相対的ファジィネスという概念を導入したファジィ対応分析を用いて分析を行なった。数量化 3 類に加えて、データから読み取れる意見の違いも見ることが出来、評価者の曖昧な意見の違いを考慮しながら研究室の特徴を見ることが出来る[3]。ここでは、3 人以上の回答者のいる研究室を対象として、研究室活動の特徴を捉えるために、(1) (2) (3) (4) のそれぞれについて行なったが、ここでは (1) 研究活動自己評価についての結果を図 5 に示す。L1~L12 は前期、後期課程を含めた各研究

室、(A1)～(A8)は評価項目を示す。円の半径は、意見の一致の様子を示し、大きい円ほど意見が異なる。小さい円ほど意見が一致している。L2 の研究室は意見が一致していることが分かる。円同士の中心の距離は、近さを示し、例えば研究室 L5 は、他の研究室と比べて、相対的に評価を高く (A8) の項目に高得点をつけたことが分かる。この結果より、L7 や L5 は他の研究室と比べて、自信のもてる研究活動について特徴的な評価をしたことが分かる。また、L4、L8、L10、L6 は (A1) の評価項目に近い位置にあることから研究活動「研究計画」について自信のある研究室であることが読み取れる。

## 5. まとめ

本研究では、知識創造プロセスのモデルと知識の統合と創造の方法論を紹介した後に、大学院研究における知識創造モデルを提案し、それに基づいた研究活動・研究環境評価のチェックリストの作成、アンケート調査の実施、さらにはデータの解釈を行った。

データの解釈では、大学院前期課程と後期課程の研究活動の特徴や、研究環境の意識が分かった。また、3 人以上の回答が得られた研究室の相対的な違いを明らかにすることによって、活動の違いを見ることができた。また全体的な研究活動における注意点を指摘することが出来た。

## 6. 今後の課題

今後の課題として以下をあげると、教員に対しても同様なアンケートを実施するとともに、それぞれの次元における具体的体験を聴取する。また、これらの次元はいかに重要であるか、あるいはそうではないか、または他の次元を考えるべきか、などを聴取する必要がある。また、知識科学研究科の経営系研究室においてアンケート調査を実施し、実験系研究室との相違を調べる必要もある。

将来的には、企業や研究所においても調査を実

施し、項目の精緻化を図る。

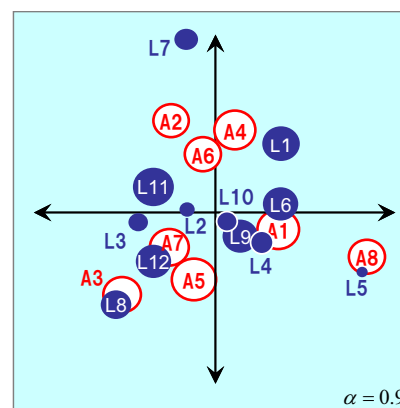


図 5：能力評価の対応分析  
(前期・後期課程含む)

その際には、各項目の下に具体的なチェック項目をつくり、リーダーが指導法や環境の改善を考えることを支援する必要がある。

ところで、学生に真にそれぞれの能力が身に付いたのか、あるいは環境・指導によって見かけ上そのようになっているか、を分離することができるだろうか。この疑問に答えるために、指導教員に対して各学生の評価をおこなってもらい、学生自身の評価と付き合わせてみる必要がある。

本報告では、平均データによって議論し、学生の個人データは明らかにしていない。研究室における教育効果を計り教育方法の向上に資するためには、少なくとも各指導者には学生の個人情報を提示する仕組みを導入する必要がある。

## 参考文献

- [1] A. P. Wierzbicki and Y. Nakamori, Creative Space: A Method of Integration of Recent Knowledge Creation Theories. in A. Kuklinski and B. Skuza (Eds.), *Turning Points in the Transformation of the Global Scene, The Polish Association for the Club of Rome*, Warsaw 2006, 127-148, 2006.
- [2] Y. Nakamori, Systems Methodology and Mathematical Models for Knowledge Management, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol.12, No. 1, 49-72, 2003.
- [3] Y. Nakamori and M. Ryoike: Treating Fuzziness in Subjective Evaluation Data. *Information Sciences*, Elsevier, Vol.176, 3610 - 3644, 2006.



# 実験系研究室の現場におけるデータの電子化をめぐる諸問題

## —デジタルペン導入の事例から—

伊藤泰信（知識科学研究科）

水元明法（知識科学研究科）

塚本匡俊（マテリアルサイエンス研究科）

柳川章博（知識科学研究科）

### アブストラクト

本稿は実験室におけるデータの電子化をめぐる諸問題を議論することを目的としている。まず、実験日時の記録によるデータの信頼性の向上・捏造の防止や、実験系研究室における効率的な指導を目指して導入されたデジタルペン（CCDカメラ付き専用ボールペン）について、その技術的利点と難点が論じられる。実験（室）固有の文脈に即した電子化ツールの要件や、教員の時間的制約などにも触れつつ、教員・学生双方が期待するデジタルペン導入によるメリットと実際の運用との落差が示される。そして当該研究室の組織体制や研究パフォーマンスにも目配りをしつつ、得られた知見と本研究の理論的含意について述べられる。

## 1. はじめに

近年、医療現場の電子カルテ導入をはじめ、従来手書きで処理されてきた文書の電子化が進められている。文書の電子化にはさまざまなメリットがあり、文書の物理的管理が不要となり、紛失のおそれなくなる点、文書の共有・再利用が容易になる点などがあげられる。本稿が焦点をあてるA研究室・B研究室（以下それぞれA研・B研と表記）でも、これまで手書きが主であった実験ノートを電子化されたファイルとして保存し、研究に必要な情報共有を効率化する試みが行われた。本稿は、A研・B研における試みを取り上げ、電子化にまつわる諸問題を明らかにすることを目的とする<sup>1)</sup>。なお、A・B研は（過去5年間の）研究科全体の（1000万円以上の）獲得プロジェクト総数の26パーセントを占める、極めてパフォーマンスの高い研究室である。

## 2. 実験ノート電子化の試み

A・B研<sup>2)</sup>では2004年8月の中ごろ、「学生の研究成果という情報・知識を教員と共有しやすくするためだけでなく、実験ノート、研究レポートの作成という知識創造を促進しながら、彼らに科学者のように考える能力を身に付けさせること」[梅本ほか2004: 82-3]を目指して、研究室に新配属された博士前期課程（修士）の学生の実験ノート情報を教員と学生が共有するために電子化するデジタルペン（CCDカメラ付き専用ボー

ルペン）が導入されたという。

デジタルペンは、紙に書いた文章や図などをペン内のメモリーにデジタルデータとして記録する。そのデータはPCやPDA、スマートフォンといわれる携帯電話などに転送・閲覧が可能である。情報技術を土台としていながら、その使用法は、通常のペンとノートとほぼ同じであり、使用が容易である。デジタルペンは、当初3ヶ月の予定で導入されたが、数度の延長をへて、最終的には2005年の秋ごろまで計1年以上使用された<sup>3)</sup>。



写真1 デジタルペンとデジタルノート

（メーカーホームページより）

A教授は、デジタルペン導入に期待される効果として、「効率的な指導と育成」をあげている。そもそもA教授は、研究室のスポークスパーソンという役割を果たしており[伊藤ほか2006]、外部組織との連携やコンサルティング業務など、学内

外の諸活動にかなりの時間がさかれる。A教授は限られた時間の中で多くの学生の指導を行うことになるが、研究室所属のメンバーが多く、効率的に指導を行いたいという意図があった。また、研究室に配属された新配属学生の、研究初期の暗中模索な段階を支援し、自律的に研究が行えるレベルまでの育成を早めたいという考えもあった。

### 3. デジタルペンの技術的利点

研究成果を特許申請する際、申請内容が他研究機関と競合する場合がある。その場合、実験の日時の記録が重要であるが、デジタルノートに記入した日時がメモリに記録されるデジタルペンは記録の管理に役立つ。実験ノートを単純に電子化するというだけでは、通常のスキャナと同じであるとも言えるが、実験継続中にいちいちスキャンするわけにいかない。とすれば、あとでまとめてスキャンするであろう日時と、実際の実験日時と記録にズレが生じてしまう。そのため、すぐさま日時が記録されるデジタルペンは、スキャナその他の電子化手法よりも優れている。

実験系研究室には、一般に、修士論文とともに修了時に実験ノートを研究室に残していくという決まりがあるが、論文だけではわからない実験の内容の詳細を確認できるという点、近年問題視されている論文の捏造などの不正を防ぐという点でもメリットがある。そのような実験ノートを電子化し検索性をあげることで、実験によるデータを共有・活用できるという利点も生まれる。誰かが一度行った実験を知らずに再度行うのは時間と試薬を無駄に費やすことである。電子化によって、こうした問題を回避することが可能になるとされた。

### 4. デジタルペンの技術的難点

実験ノートの電子化のために、かつてペン入力可能なタブレット PC の導入が検討されたことがあった。しかし、実験室では試薬や水などの液体を扱うことが多く、防水・防滴性能のないタブレット PC は目的にそぐわないという理由で使用が見合わされたという経緯がある。しかしデジタルペンは水に塗れた手で持つ程度なら問題な

いが、端子やカメラ部分は水に弱く、使用には注意が必要である。ある学生によれば、細菌が少ない状態を確保しなければならないクリーンルームで使用可能なデジタルペンは現時点でないため<sup>4)</sup>、そうした場で使うには不自由なものであった。また、通常の実験ノートには、観測機材から出力されたグラフや写真などを直接貼り付けることができる。しかしデジタルノートにグラフや写真を貼り付けることはできない。さらに、ノート自体に色を付けて記入することができず、使い勝手の悪さが指摘された<sup>5)</sup>。

### 5. 当初の期待と実際の運用

A教授は、デジタルペン導入当初の目的の一つに、「研究初期段階の暗中模索の部分を効率化し、支援すること」をあげている。導入にあたっては学生がアップロードしたデータをモニタに映し、研究室メンバー皆で見てコメントしていくという理想的な状況が考えられていた。だが、見てもらうためには、当然、読みやすく「綺麗に」清書した形で書く必要がある。しかし、しばしば時間に追われることの多い実験において、実験ノートは手早く書いてしまいたい。「ノートは人に見て貰うことを前提に丁寧に書かねばならず、実験前に書き方をいちいち悩む」ということになる。

デジタルペン導入当初は、研究初期段階にある学生が、研究上重要なデータを気づかず捨ててしまう危険性を回避するために、取得したデータを加工・選別せず、“生のまま”送るように教員から指示された。しかし実験の生データは当然膨大な量になってしまう<sup>6)</sup>。導入してしばらくした後、B助教授から、デジタルペンで作成した生データでなく、もっとまとまったものを送って欲しいという要望が出た。A・B研の学生はこの要望を受けて、以降はデジタルペンを使用して作成した実験ノートをもとに、より整理された形の、A4用紙数枚程度のレポートを作成し提出するようになった。A教授・B助教授の可読性、指示・コメントのしやすさを優先すると、これまでよりも学生の負担が増える状況を作り出してしまった。最終的にA研・B研ともにデジタルペンの使用をとりやめ、まったく別の、情報共有のためのサー

バーを設置し、そこに実験データをアップロードするようになる。最終的にはそのサーバーも利用率が下がり、現在では「その存在すら知らない院生もいる」サーバーになってしまっている。

デジタルペン導入当初は、図1のように実験データをA教授・B助教授に送り、それをみてもらって具体的な指導を受けることになっていた。学生へのインタビューによると、当初B助教授はディスカッションの時間をなんとか作ることができたが、A教授はその殺人的な忙しさから見る時間がほとんど作れなかったという。学生にとっては、その多忙さから、A教授・B助教授と自らの実験・研究についてディスカッションする時間がなかなかとれないという状況を打開するものとしてデジタルペンへの期待があった。しかし実際は期待した効果に結びつくものとはならなかった。

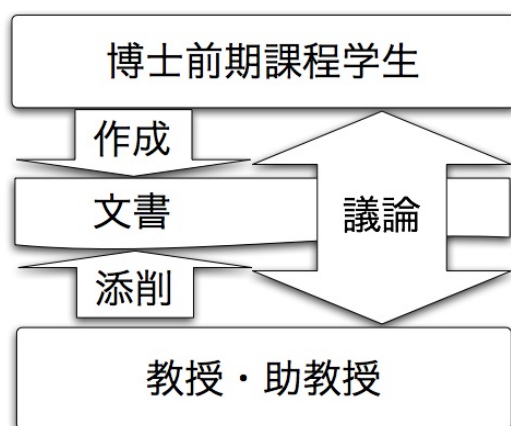


図1 導入当初想定された理想形

そのような経緯もあり、デジタルペンの使用目的は「効率的な指導と育成」から「修士論文の書き方修業」へとシフトすることとなった。当初は「実験ノートとペン」を「デジタルノートとデジタルペン」に置き換えるのみでよかったが、実際の運用段階で上述した難点が明らかになり、最終的にはデジタルペンで記入した実験ノートをもとにした研究レポートの提出（修論の書き方修業）という形に変化した。研究レポートも添削を受けなければ、学生がひたすら書いてもより良いものにするのは難しい。既述したように教員が添削する時間を十分にとることが困難であったため、ポスドクや博士後期課程学生がその替わりを

つとめるに至った。

このように、デジタルペン導入の問題点として、教員と学生双方にとって、導入によって得られるはず（はずであると思われた）の期待と現実とのギャップを指摘しうる。

教員側には学生を指導する上で、限られた時間を有効に活用し、また情報共有も行いたいという意図があった。

学生側にも、多忙な教員と電子化した情報を共有し、レポートなどの添削を受け、教員自身から充実した指導を受けることができるであろうという期待があった。

しかし導入当初から学生側が望むような指導が困難であることが明らかになった。教員の時間的なキャパシティを越えてしまうためである。従来よりも実験ノート記入時の手間がふえてしまうという時間的コスト増に見合うような見返り（教員によるより充実した指導）が得られなかったことで、デジタルペンという電子化ツールに対する不満の声がかかれるようになった。多くの時間的コストを学生に強いるデジタルペンは、ツールとして学生に不評だったとA教授自身も懐古している。

## 6. パフォーマンス・組織との関係

デジタルペン導入の試みにあたってはA研とB研で若干の差異もあった。B研においては、導入初期にこの電子化したデータをもとにディスカッションする機会をもつなど、一時的にはあるが学生の期待実現が得られたようである。しかしそれは、B助教授がかかわるプロジェクトの稼働数が少なかったこと、B研には当時、博士後期課程の学生がおらず、10人の博士前期課程の学生のみが所属であった（A研に比べ学生数が少なかった）ことによってかろうじて可能であった（その後B研はプロジェクトも学生も増え、そのようにはいなくなりつつある）。

他方、A研は当時多くの学生とポスドク研究員をかかえ、同時に稼働するプロジェクトが研究科で最も多かった。A研においては、学生側は教授による指導とディスカッションを期待したが、A

教授の時間的制限から、デジタルペン導入による学生の負担増に見合うような効果（教授との指導が今以上に得られるであろうという期待）を得られなかった。実験の重複などの無駄や負担を排除するために導入したはずのデジタルペンが、逆に、学生の（実験ノートの清書という）時間的コストを増やすという結果を招いたとも言える。

しかし A 研は、冒頭で述べたように、多くの共同・受託研究プロジェクトを抱え、研究科で最もパフォーマンスの高い、優れた研究室であった。デジタルペン導入の理想が実現しなくとも、それでパフォーマンスが低下したわけではない。さほど影響がなかったとも現時点では言えよう。A 研は各プロジェクトごとに 2-3 名の師弟ユニット群（前期課程学生と、博士後期学生・ポスドクとの小さなユニット群）が集まった組織体制をとっている（逆に言えばそのような小ユニット群の体制をとることで多くのプロジェクトをこなしている）[伊藤ほか 2006]。そうした A 研の組織体制が補助的に機能するかたちで（すなわち、教員に代わって、前期過程学生 1 人にポスドクないし後期課程学生 1-2 名が付くという体制で）この研究レポート提出・指導が行われることとなったわけである。

## 7. おわりに

デジタルペン導入の試みは、現時点では失敗であったと認識されている（会合における A 教授自身の発言より）。

様々な分野でのパフォーマンス向上を目的として提供されるデジタルペンのような汎用的ツールは、一般に、その長所が強調され、理想的状況を思い抱かせる。しかしその導入をめぐっては、様々な理由から研究室の固有のニーズにそぐわないということも多々あろう。ツールの技術的向上（防菌・防水等）は今後望むことができないが、デジタルペン導入といった局所的対処で劇的に何かが変わるといったことが常に期待できるわけではない。場合によっては上手くいく（研究室状況にツールがフィットする）ことも、いかないこともありうる。あくまでも研究室組

織全体を見渡した上で導入を図らねばならないだろう。しかし、こうした、ツール導入の経緯・結果を注意深く見ていくことで、実験系研究室固有の文脈で効果的なツールとしての技術的要件のみならず、教員の時間的リソース配分や組織形態との相関といった問いを浮かび上がらせることもまたありうるのである。失敗とも言えるこうした事例研究の積み重ねは、よくありがちな成功物語の単なる羅列よりも多くのことを雄弁に語ってくれよう。データの電子化、更にそこから派生する諸問題の一端を明らかにしたという意味でこの試みは貴重な事例を提供したとも言えるのである。

## 参考文献

伊藤泰信・塚本匡俊・水元明法・柳川章博, 2006,「ラボラトリー研究の課題：文化人類学的メモランダム」『研究・技術計画学会第 21 回年次学術大会講演要旨集 II』(研究・技術計画学会), pp. 1132-1135.

梅本勝博・大串正樹・俣野秀典, 2004,「大学のナレッジ・マネジメント：JAIST における実践」『大学行政管理学会誌』, pp. 77-84.

<sup>1)</sup> 本稿は、2006 年 4 月 11 日に行われた COE プロジェクト打合せ会合と、2006 年 2 月 17 日の 16 時 45 分から 3 時間以上にわたって“ぶっ続け”で行われた A 研・B 研博士前期課程の学生へのインタビューデータがもとになっている。3 名のインタビューアー（伊藤の主導で実施、柳川と他 1 名が補佐）と、塚本および 4 名の博士前期課程学生のインタビューイヤーの計 8 名による座談会形式で行われた。

<sup>2)</sup> A 研と B 研は、制度上、自律独立した別個の研究室であるが、合同で研究報告会や輪読会を実施するなど、実質、(A 研と B 研、というよりも)「AB 研」と表記可能であるようなまとまりを持ちつつ、内部での区分もあわせもっている。これは A 教授・B 助教授の共通認識でもある。

<sup>3)</sup> ただし、B 研は途中で使用を打ち切っている。

<sup>4)</sup> メーカーに対し、クリーンルーム用のデジタルペンがほしいと要望を出したが、実現はしなかった。

<sup>5)</sup> 作成されたデータに色をつける機能は存在するが、紙の上には再現されず、直感的に扱いにくい。

<sup>6)</sup> 実験ノートは 1 日の実験で 1-2 ページ書かれる。博士前期課程修了までの 1 年半で 60 ページほどのノートが 4 冊程度になる。



「平成 18 年度 知識科学 COE - RA シンポジウム」にて、研究成果を発表  
〔2007 年 2 月 27 日〕



---

# 知識創造場論集

第4巻 第1号

発行日：2007年5月

編集・発行：北陸先端科学技術大学院大学 科学技術開発戦略センター

〒923-1292 石川県能美市旭台1丁目1番

TEL 0761-51-1839 FAX 0761-51-1767

---



The 21st century COE program in  
JAIST

