

Title	「知識創造場の設計と評価」に基づく国公立大学並びに公的研究部門における研究プロセス評価実態調査結果 -速報- ほか
Author(s)	中森, 義輝; 小林, 俊哉ほか
Citation	知識創造場論集, 1(2): 1-53
Issue Date	2005-03
Type	Research Paper
Text version	publ isher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5084
Rights	
Description	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」

知識創造場論集

第1巻 第2号

2005年3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





The 21st century COE program in JAIST

〈目次〉

「知識創造場の設計と評価」に基づく国公立大学並びに
公的研究部門における研究プロセス評価実態調査結果 — 速報 —

中森義輝／平木 肇／高松健一／小林俊哉 1

大学における創造的研究支援のための方法論に関する研究

岩瀬信雄／立瀬剛志 9

研究者集積度による21世紀COE研究拠点の定量的評価の試み

緒方三郎／小林俊哉 17

論文

Study on Road mapping Process with Integration Methods for Supporting Scientific Research

Jie YAN／Toshiya Kobayashi／Yoshiteru Nakamori 25

Knowledge Management Survey in JAIST : Analysis and Perspective

Jing TIAN and Yoshiteru NAKAMORI 33

「知識創造場の設計と評価」に基づく国公立大学並びに公的研究部門における研究プロセス評価実態調査結果
—速報—

中森義輝¹ 平木 肇² 高松健一³ 小林俊哉⁴

キーワード：研究プロセス評価、システム思考、知識創造場

はじめに

本稿においては中森の別稿「知識創造場の設計と評価」⁵を受けて、実際に我が国の 21 世紀COE拠点（国公立大学）及び独立行政法人等公的研究部門における研究プロセスの実態評価を、アンケート調査により実施した結果を速報する。

1. 21 世紀 COE 拠点における研究プロセス評価の試み

独立行政法人等公的研究部門や国公立大学において公的資金を用いて行われている研究成果に対する評価への社会的関心が高まっている。既に政府関係機関で実施されている研究評価方法は研究開発組織における論文や技術など、いわゆる研究成果物について定量的に評価する方法である。だが、一般に成果はプロセスの積み重なりであるため、プロセスを評価する事も重要である。しかしながら、より質の高い成果物を出すために研究者がどのような研究活動（プロセス）に力を入れて取り組めばよいかという事を題材にした研究はあまりなされていない。

研究組織の成果物（アウトプット）がどのような研究活動（プロセス）によって生み出されているのかを明らかにするところに本研究の意義がある。この関係を明らかにすることで、研究組織における成果につながるプロセス項目を提案する事が出来るのである。

本研究においては、官学それぞれの研究室にプロセスと成果についてのアンケート調査を行い、その関係を明かにしたものである。本調査研究の意義については後述する。

調査対象の条件としては、

一点目に、国公立大学並びに独立行政法人等公的研究機関で科学技術にかかわる実験

¹ 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 教授

² (株)日本能率協会コンサルティング

³ 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科博士課程前期

⁴ 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 助教授

⁵ 中森義輝「知識創造場の設計と評価」『知識創造場論集』第 1 巻第 1 号pp.2-26 2004

系の研究室であること。

二点目に 21 世紀 COE 事業を遂行している等、第 3 者に高く評価された実績を有する研究機関であること。などとし、研究開発が活発に行われていると考えられる官学の研究室を対象に調査を行った。

2. アンケート調査対象とシステム思考に基づく分析手法

本研究においては、研究組織における成果（アウトプット）と研究活動（プロセス）の関係をアンケート調査によって明らかにするのであるが、そのアンケートを作成するために、研究活動（プロセス）と成果（アウトプット）を定義する事が必要である。本調査においては、中森が別稿において作成した知識創造場の評価⁶の観点と評価票、評価項目に基づきアンケート調査項目を設計した。そうした項目作成と調査結果をシステム思考的アプローチによって分析を行った。評価票と評価項目の基本的枠組みの詳細は別稿⁷を参照されたい。本稿では、上記の基本的な考え方に基づき以下のように関係概念の定義を行った。

まず、研究活動（プロセス）の定義である。

研究室内ではさまざまな研究活動がありうるが、研究者間の情報交換（通信）、ゼミや勉強会（制御）、研究目標の設定（階層構造）、挑戦的な課題への取組（ゆらぎ）など、研究活動をシステムとして捉える事ができ、各活動はシステムの要件⁸である通信、制御、階層構造、ゆらぎのいずれかに属しているとみなす事ができる。

これら「通信」、「制御」、「ゆらぎ」といったシステム構成要件に相当する事象として研

	インフラ	アクター	情報
集成場	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ
交流場	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ
想像場	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ	通信 制御 階層構造 ゆらぎ

図1 研究活動（プロセス）の枠組み

究室内にどのようなものが存在しているかを考えたとき、実験器具やパソコン（インフラ）、研究者（アクター）、論文（情報）など、研究室をシステム概念による「場」⁹として捉える

⁶中森義輝「知識創造場の設計と評価」『知識創造場論集』第1巻第1号pp.18-22 2004

⁷中森義輝「知識創造場の設計と評価」『知識創造場論集』第1巻第1号pp.20-22 2004

⁸ Checkland, P (1994) 「ソフトシステムズ方法論」 有斐閣

⁹ 中森義輝 (2004) 「知識創造理論の開発と実践」 日本知能情報ファジィ学会

事ができ、研究室内に存在するものは場の構成要素であるインフラ、アクター、情報のいずれかに属しているとみなす事ができる。

中森によれば、i-System¹⁰によって、研究室内にどのような「場」が存在しているかを考えたとき、研究者が情報を集める「場」(集成場)、研究者が情報を交流する「場」(交流場)、研究者が一人で思い悩む「場」(想像場)など、研究室に存在する「場」して捉える事ができる。ここでいう「場」とは、i-System の科学、社会、想像の3つの次元に相当しており研究室内で日々行われている研究活動(プロセス)であると定義する。

研究室内に存在している「場」は i-System のサブシステムである集成場、交流場、想像場のいずれかに属しているとみなす事ができる。

以上研究活動(プロセス)の3つの定義により、本稿においては、研究活動(プロセス)

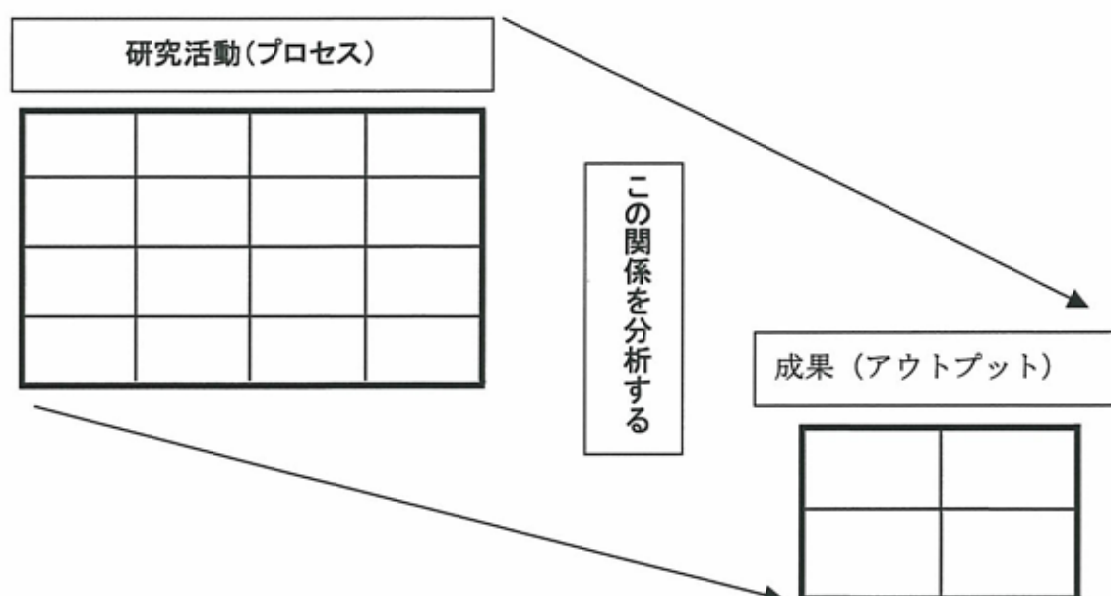


図2 評価データの分析の枠組み

の枠組みを図1のように規定する。図1の枠組みよりプロセスに関する各設問を作成した。作成した設問項目の詳細は、集成場、交流場、想像場それぞれについて別稿を参照されたい¹¹。

次に、成果(アウトプット)の定義として次のように規定する。今日、研究評価に論文

¹⁰ i-System とは、ある問題状況を科学、社会、想像の3つの次元に振り分け、それらを統合して、新たな知識を創造するシステムである。詳細は『中森義輝 (2003) 「知識科学における感性の取り扱い」 日本感性工学会感性ジョイントフォーラム講演論文集』を参照。

¹¹ 中森義輝「知識創造場の設計と評価」『知識創造場論集』第1巻第1号 pp.20-22 2004

や技術などを定量的に評価するビブリオメトリックスやテクノメトリックスなどの方法がある。しかしながら、研究組織における成果の全体像は、既存の研究では明確に定義されていない。そこで、本研究においては、有識者を交えたディスカッションにより、研究組織における成果の全体像を、論文の質と量、人材育成、研究進捗度、製品化と特許取得、研究技術競争力、研究資金、社会的影響と認知度、知識やスキルの蓄積、新テーマの創出、外部との連携、研究室運営の11個に集約させた。

以上の定義により、成果に関する各設問を作成した。

3. アンケート調査の特徴と公的研究部門における分析結果

アンケートの回答者は国公立大学及び独立行政法人等公的研究機関の研究室リーダー（国公立大学の場合なら教授もしくは助教授）である。回答者には全て5段階の満足度にて回答いただいた。さらに、中堅研究者（公的研究機関なら6年以上勤務、大学なら博士課程以上）に関する事と若手研究者（中堅研究者未満）に関する事に分けて、リーダーに質問した。アンケート実施日¹²は国公立大学が2004年11月、公的研究機関が2004年12月であった。

回収状況は以下の通りであった。

公的研究機関：123/500・・・24.6% 国公立大学：47/200・・・23.5%

分析の枠組みを図2に示す。本研究においては、研究活動（プロセス）と成果の関係を相関分析によって導く。先ず研究活動（プロセス）と成果の評価データの相関分析結果を図3と図4に示す。本分析結果は以下のように考察する。公的研究部門においては、特定の研究活動（プロセス）と成果（アウトプット）の評価データの間に、高い相関が得られたために、成果につながるプロセス項目を提案する事ができた。以下に公的研究部門において観察された結果を記述する。

結果1：公的研究部門・若手研究者の現場において

成果（アウトプット）	研究活動（プロセス）
人材育成	先輩研究員の後輩指導
研究進捗度	生きがいに関する対話
論文の質・量	発想を支援するためのツール

¹² 企業への調査は研究パートナーである(株)日本能率協会コンサルティングが実施し、中堅研究者の定義は本調査における公的研究機関のもの（6年以上勤務）を使用した。同調査結果については別途公表の予定。

図3 相関分析結果(官・若手研究者の現場)

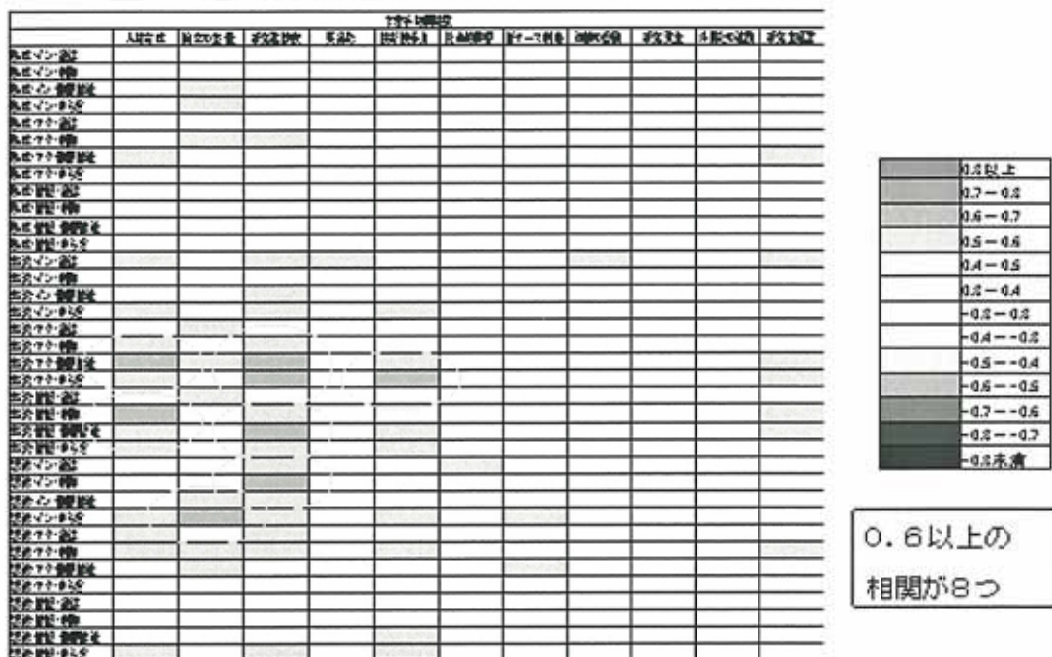
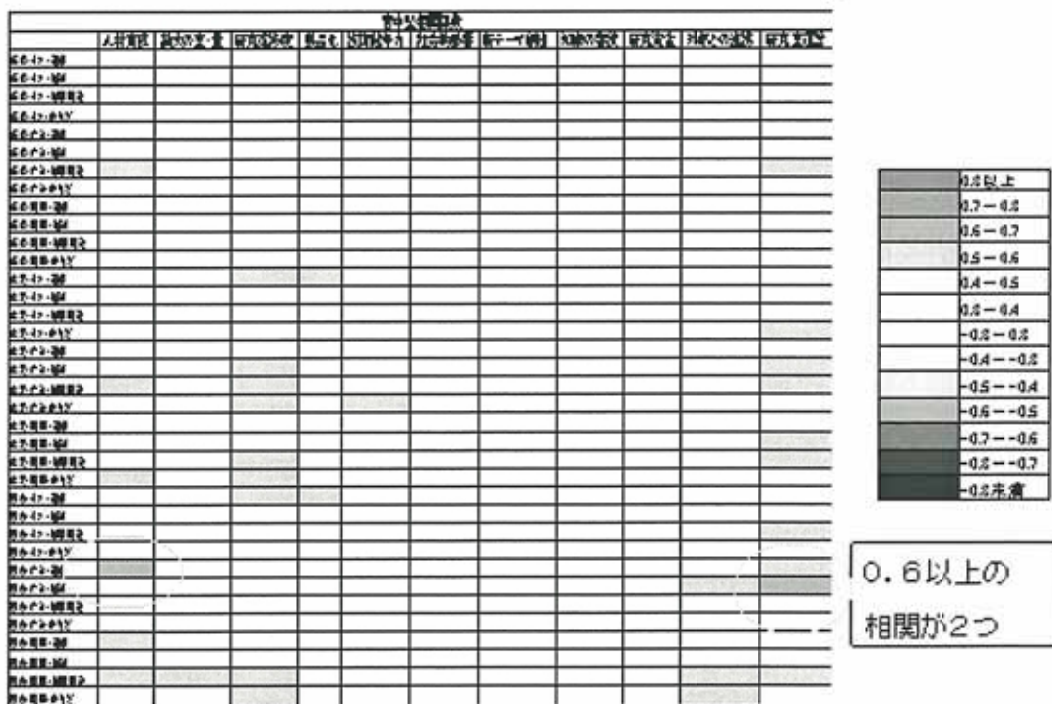


図4 相関分析結果(官・中堅研究者の現場)



公的研究部門・若手研究者の現場においては、先輩研究員の後輩指導というプロセスが、人材育成という成果に相関が高く、生きがいに関する対話というプロセスが研究進捗度と

いう成果に相関が高いことが判明した。また発想を支援するためのツールが充実していることが、論文の質や量という成果にそれぞれ深く相関を示すことが判明した。

結果 2：公的研究部門・中堅研究者の現場において

成果（アウトプット）	研究活動（プロセス）
人材育成	フェイストゥフェイスの議論
研究室運営	研究室の目標・ビジョンの共有化

公的研究部門・中堅研究者の現場においては、図 4 に示すような結果が示された。

公的研究部門の中堅研究者の現場においてはフェイストゥフェイスの議論というプロセスが人材育成という成果に相関が高く、研究室の目標・ビジョンを共有することが総合的な研究室運営という成果にそれぞれ深くつながっていることがわかった。

4. 国公立大学における分析結果

一方、国公立大学においては、図 5 と図 6 に示すように研究活動（プロセス）と成果（アウトプット）の評価データの間に、十分に高い相関を得る事が出来なかった。この結果が示すものは今後より掘り下げた分析が必要である。

図5 相関分析結果(学・若手研究者の現場)

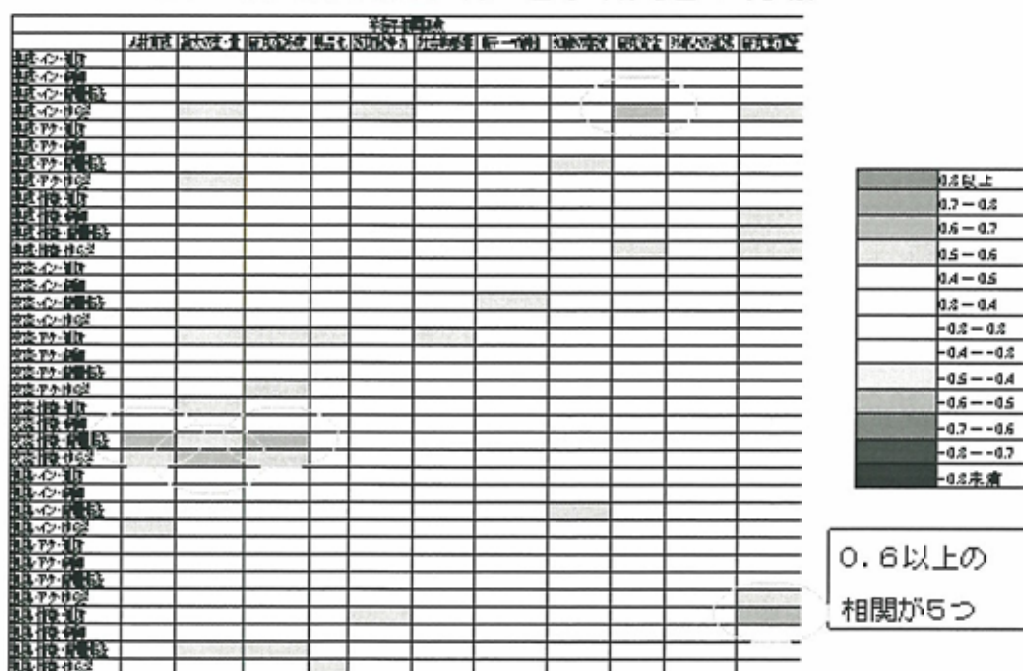
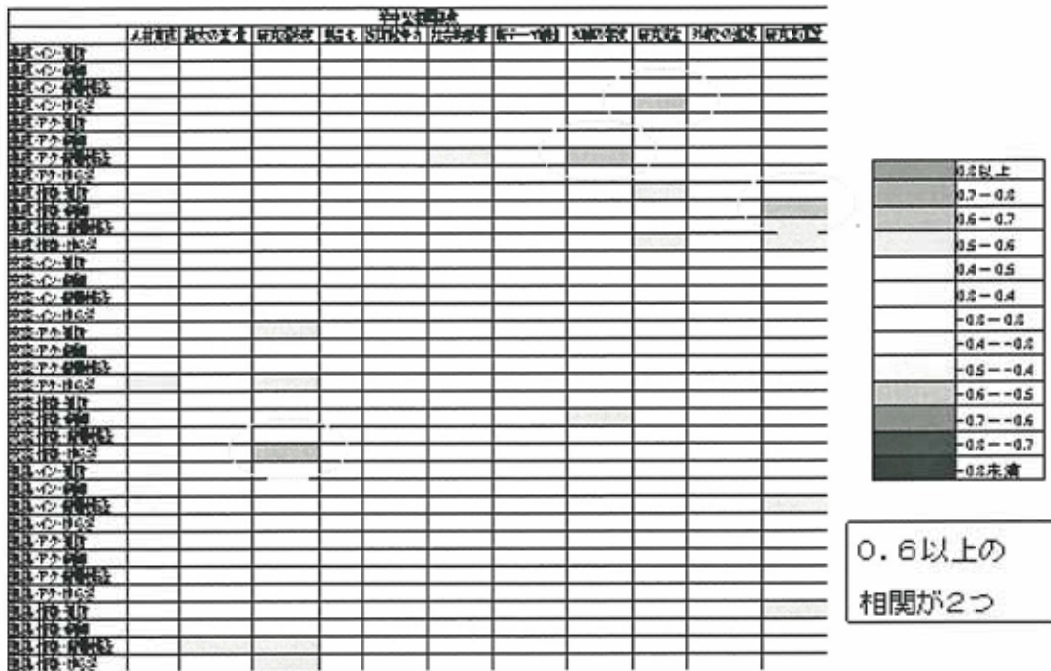


図6 相関分析結果(学・中堅研究者の現場)



5. 本調査の意義—研究プロセス評価の提案

本調査研究の意義は何かを明らかにしておきたい。

近年我が国において、独立行政法人等の公的研究機関や大学に対する研究評価に関心が高まっており、評価結果を積極的に公表し、優れた研究開発成果を社会に周知する事により、研究開発に国費を投入していく事に関し、国民に対する説明責任を果たし、広く国民の理解と支持を得ていくことを重視する傾向が強まった¹³。また大学と社会との関係について、我が国の大学が、生涯学習機関、学術研究の中核的機関として発展するにつれ、その緊密化が進んでおり、産官学の研究機関との連携協力、生涯学習への取組、国際協力・国際交流の推進、国民に対する情報公開など、大学として対外的に責任ある活動を進めていく事が重要な課題となっている¹⁴など、研究評価に関しても、情報公開やアカウンタビリティが大きな目的となっている。

取り分け重要な点は、科学技術基本計画により第1期(1996年～2000年)に約17兆円、第2期(2001年～2005年)に約24兆円という莫大な国費を投じて科学研究が遂行される事である。このような巨額な国費が使用される以上は納税者に対する説明責任は、これまで以上に厳しく問われることになる。その責任は研究を遂行する研究者自身が果たさねば

13 内閣総理大臣決定 (2001) 「国の研究開発評価に関する大綱的指針」

14 大学審議会 (1998) 「21世紀の大学像と今後の改革方針について(答申)」

ならず、外部評価に主体的に responding いかねばならない。

このように評価に対する社会的関心が高まっている中で、実際に行われている研究評価方法については主として以下のようなものがある¹⁵。

まず、近年注目を集めている手法として、「ビブリオメトリックス」が挙げられる。これは計量文献分析手法とも呼ばれ、研究開発のアウトプットとしての論文や特許を用いた分析を行う方法である。

次に「テクノメトリックス」と呼ばれる分析手法がある。これは計量技術分析とも呼ばれ、技術内容に関して数量的に分析を行う手法である。

三番目に、「エコノメトリックス」と呼ばれる分析手法を紹介する。これは計量経済分析とも呼ばれ、経済効果を測定する方法であり、主にインプット、アウトプット、アウトカム、インパクトの量を金銭的タームで測る事が行われる。

四番目に「ソシオメトリックス」と呼ばれる分析手法である。計量社会分析とも呼ばれ、CVM や汚染等に関して数量的に分析を行う手法である。

これらの評価方法は研究開発組織における論文や技術など、いわゆる研究成果物について定量的に評価する方法である。だが、一般に成果はプロセスの積み重なりであるため、プロセスを評価する事も重要である。

しかしながら、より質の高い成果物を出すために研究者がどのような研究活動（プロセス）に力を入れて取り組めばよいかという事を題材にした研究はあまりなされていない。本調査研究においては研究組織の成果物（アウトプット）がどのような研究活動（プロセス）によって生み出されているのかを明らかにするところに本研究の重要な意義があるといえる。

6. 今後の展望

最後に、今後の展望として、より多くの研究組織での、プロセスと成果の関係をみるために、今回の条件以外の組織（21 世紀 COE 事業を遂行していない研究機関）に対しても調査を行い、今回の調査結果との比較を行う必要がある。これはより普遍的なプロセスと成果の関係を探るためである。また、今回は一対比較の相関分析によって分析したのであるが、データの評価方法についてのさらなる研究が必要である。また、因子分析にけるなどして、評価データに同じ振る舞いがないかを調査し、各設問を改善する必要がある。

さらに今後、今回得られた知見を基に研究パートナーである(株)日本能率協会コンサルティングと共同で研究室運営について、個別の研究室に対してインタビュー手法などを用いた事例研究を行っていく所存である。

¹⁵ 政策科学研究所 (2002) 「研究開発プロジェクト等の評価手法に関する調査報告書」

大学における創造的研究支援のための方法論に関する研究

岩瀬 信雄¹ 立瀬 剛志²

キーワード： 課題ばらし 創造技法 KC ボード

はじめに

産業界同様、大学も変革期を迎えている。近年の急速な技術革新、産業構造の変化に伴い、これまで以上に先端科学技術の分野を中心に、独創的で高度な教育研究の推進が求められている³。これは産業競争力の向上のための産学連携の推進や科学技術基本法制定による大学院教育重点化などの国策等にみられるように社会における科学技術の役割が今まで以上に増加していることに拠ると考えられ、今後の科学技術立国、知識社会の創生に大いに期待されるものである。

このように国を支える人材の育成を国策レベルで強化を図っている一方、民間企業の大学院新卒採用者の資質が期待を下回る理由に「教員の補助的な作業が多くみずからの研究経験が不足している」が挙げられている⁴。これは科学技術の開発・事業化プロジェクト等への大学の参画増加が一因と考えられ、個人の課題意識や知的好奇心に基づく研究へのエフォートの減少等が危惧される。これらは教育のみならず大学の研究面においても科学技術発展のための個人、組織（研究室・大学等）の学問の自由の擁護及び研究における創意（科学者憲章）の衰退の危険性も憂慮される問題となっている。

このような流れから、研究推進、産学連携の重点化のみならず特に大学院に重点を置いて人材養成に努めていくことが重要であるとされている⁵。がしかし、実際の人材育成においてどのような課題が浮き彫りにされ、どのような解決策が現場レベルで示されているに関する統一見解は見当たらない。

ここで一度、大学における教育研究の実態を産業界における研究方法との比較をマネジメントという視点で行い、大学研究のあり方を検討する。また、産業界と比して、より創造的といわれる大学研究の支援の方法論を構築するとともに、創造性の高い研究の特色を探り、その手法及び方法論を社会に還元する。これらにより科学技術立国創生に向けた具体的な研究支援の方法を提案していく所存である。

¹北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科博士課程前期

²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拠点形成研究員

³学術研究の動向と大学 鳥居 泰彦 1999 財団法人大学基準協会

⁴『研究の方法』日本科学者会議編 2004 リベルタ出版

⁵科学技術会議（1996）「科学技術基本計画について（答申）」

1. 大学の研究と創造手法

ここで産業界いわゆる企業との比較により大学における研究の特徴を捉えてみると、大学院に限らず大学の研究は個人研究が主体であり、目標も予め明確になっていないものが多い。いわゆる目標を探索しながらの研究活動が主であるといえる。企業の研究はあくまで営利を追及し、自由競争に打ち勝つために、企業目的を明確化し、組織的な取組による技術開発・製品開発に傾注しなければならない。

しかし双方において円滑な研究活動を推進する際に計画立案は必要不可欠である。本学においても研究活動の一環として研究の初段階に RP（リサーチ・プロポーザル）を作成している。研究計画を立案する際には、現状把握、目標設定を行いそれらのギャップ（問題提起）を計画書にまとめることが望まれるのは産業界と同じと推定される。

またこれら現状把握、問題設定に関しての諸問題を解決する手段として、日本創造学会が提唱する問題解決を行うための創造手法に関する先行研究を参照すると、1979 年創設以降 26 年間で約 400 種類以上それら手法が誕生し、現在も研究され続けている。

代表的な創造手法は、以下の 4 つに分類される。

- ・発散技法（発散思考を用いて事実やアイデアを出すための思考法）
- ・収束技法（発散思考で出した事実やアイデアをまとめあげる技法）
- ・統合技法（発散と収束をくり返してゆくところに特徴を持つ技法）
- ・態度技法（問題解決に即用いず、主に創造的態度を身につけるためのもの）

これら創造手法の実態としては、産業能率大学の竹村らの研究開発・技術部門における活用実態調査によると「創造手法は思ったほど有効なアイデアが得られない」、「具体的なアイデアが得られない」、「技法展開の効用がはっきりしない」などの創造技法活用に対して懐疑的な認識が強いことから実際にはあまり定着してない事実が報告されている⁶。

そして、これら技法の活用がすぐに解決策をもたらすという誤解や過度な技法への依存をあらため、技法を使いこなしていくための実践的な教育が必要であるとも訴えている。

また一方で、実用的な創造技法の開発は意欲的に行われている。今回その代表事例として 1984～1987 年に産学共同で日本能率協会コンサルティング（通称、JMAC）（岡田）と東京工業大学（黒澤、坂本）により技術 KI 計画（Knowledge Intensive Staff Innovation Plan）「技術者の知的生産性」の共同研究により生まれた、KIS というツールの流れを追うこととする。

この KIS 導入の流れは、1996 年トヨタ自動車による導入、単に自動車メーカーだけでなく、部品メーカーなど関連企業を含めた自動車業界全体に普及している。新製品開発の際につくられるプロジェクト・チームの運営を円滑にして、成果につなげることを狙いとし

⁶ 研究開発マネジメント 太田大作ら 2001 アーバンプロデュース

て、キャノン開発センターでもKISを導入している⁷。

さらに、機械系ほど改革・改善に慣れていない化学系や素材系が、少しずつ導入し始め、現時点までに、150社1万人のマネージャーに対して実施され、提唱されている。

今回の研究においてはこの流れを汲みつつ、企業の現場で活用されている創造技法「課題ばらし手法」の大学院研究における応用可能性を探求することとした。この技法がどのような意味において実践的な創造技法であるのか、またこの創造技法は大学等の創造性の高い研究にどのように応用できるかが大きな課題となる。

2. 「課題ばらし手法」の概要

KISより、実践的でさらに汎用性の高い研究開発マネジメントとして提唱されている手法を『課題ばらし手法』⁸という。これは日本能率協会JMACが理論に偏重することを避け実用性の高いものを目指し考案した手法である。全体を俯瞰できる「テーマの位置づけ」と「チェック機能」を付加しているのが特徴である。

「課題ばらし手法」の導入の流れとしては、前述の1984～1987年JMACと東京工業大学との産学協同研究である「技術KI計画」における「見える化」という課題より生み出された手法であり、1996年トヨタ自動車に導入、その後キャノン開発センターなどで実践され現在でも研究現場で用いられている。

「課題ばらし手法」の基本的な考え方は次の通りである。

既存の問題解決をする際の創造技法が現状把握から原因追及という手順を踏む「現状型」に対して、課題ばらし手法は理想設計を行った後に現状把握を行う「理想型」である。基本プロセスは、以下の5つである。

0. 研究の目的を再確認する
1. アウトプットを具体化する
2. アウトプットを分析する
3. 課題解決のシナリオを描く
4. 計画にする

本研究の目的は、第一にKISより実践的でさらに汎用性の高い手法として提唱されている『課題ばらし手法』を大学（本稿の事例では北陸先端科学技術大学院大学）に導入し、学術研究に応用・再構築を試みることである。『課題ばらし手法』修得者である外部協力者（日本能率協会コンサルティング JMAC）の支援の下、科学技術開発戦略センターの研究員及び大学院生の個人研究における研究計画立案のための支援を行った。

⁷ キャノン高収益復活の秘密 日本経済新聞社

⁸ 課題ばらしとは、テーマの策定、テーマ遂行をする際に用いる創造技法であり、研究の目的→目標の具現化→目標の分析→課題解決のシナリオ→計画にするという一連の作業を促進するためのツールである。

第二に、学術用にカスタマイズされた『課題ばらし手法』を基に、課題ばらし手法のシステム化を図る上で有用であると考えられるツールとして KC ボード（ナレッジ・コラボレーションボード）を提唱する。

3. 研究の流れ

第一の目的では、大学院生の個人研究において実践（アクションリサーチ）を行った。

課題ばらし手法習得者である外部協力者（一名）と材料科学研究科博士後期課程の個人研究者（一名）に対して実践を行った。

その後、課題ばらし手法習得者である外部協力者（一名）補佐の下、知識科学研究科博士前期課程の個人研究者（一名）に対して実践を行った後、ディスカッション形式によるインタビュー調査から、「課題ばらし手法」を用いた時の優位点、改善点が挙げられた。

優位点は、以下の3点である。

- ・ 課題ばらし手法を行うことで研究内容の可視化が行える
- ・ 研究の位置づけを客観的に俯瞰することが出来る
- ・ 全体像の可視化により、将来性を見越した方向性の議論が行える

改善点は、以下の3点である。

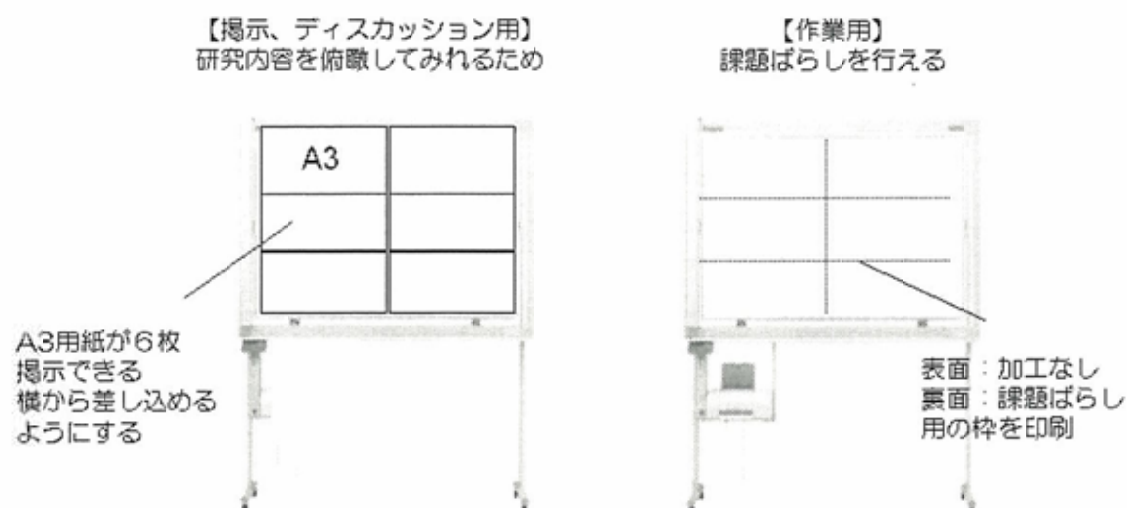
- ・ 研究室における教授などの指揮者がその場に居合わせないと後日確認をとるなどの重複が生じる
- ・ 計画立案後、進捗して計画にズレが生じた場合に計画の練り直しを行う必要性あり、リアルタイムな更新が行えない
- ・ 外部協力者、他研究者などの第三者から評価の必要性

それらの改善を行うために第二の目的として、学術用にカスタマイズされた『課題ばらし手法』を基に、課題ばらし手法の可視化、定着化を図る上で有用であると考えられるツールとして KC ボード（ナレッジ・コラボレーションボード）を提唱し、今後その活用手法を理論・実践双方から構築する。

実践者及び支援者からのインタビューによる KC ボード（ナレッジ・コラボレーションボード）の有用性は、以下の3点に集約された。

- ・ 研究者自身の考え方が整理され、研究を進める上での課題がクリアになる
- ・ 研究指導者との議論が促進され、より適切なアドバイスが得られる

- ・ 他研究者との研究内容の理解、共有が図られ、ディスカッション、意見交換が促進される



KC ボードのイメージ図

これらの有用性を踏まえた上、本 KC ボードの仕様は、ベースとなる「可視化」のコンセプトの他「研究内容を俯瞰して見るため」（掲示、ディスカッション用）と、「課題ばらしを行うスペース」（作業用）の二点に注力し設計を試みた。

まず、掲示、ディスカッション用のボードは、A3 用紙で作成したものがボードの横から差し込め、計 6 枚掲示ができるもの。

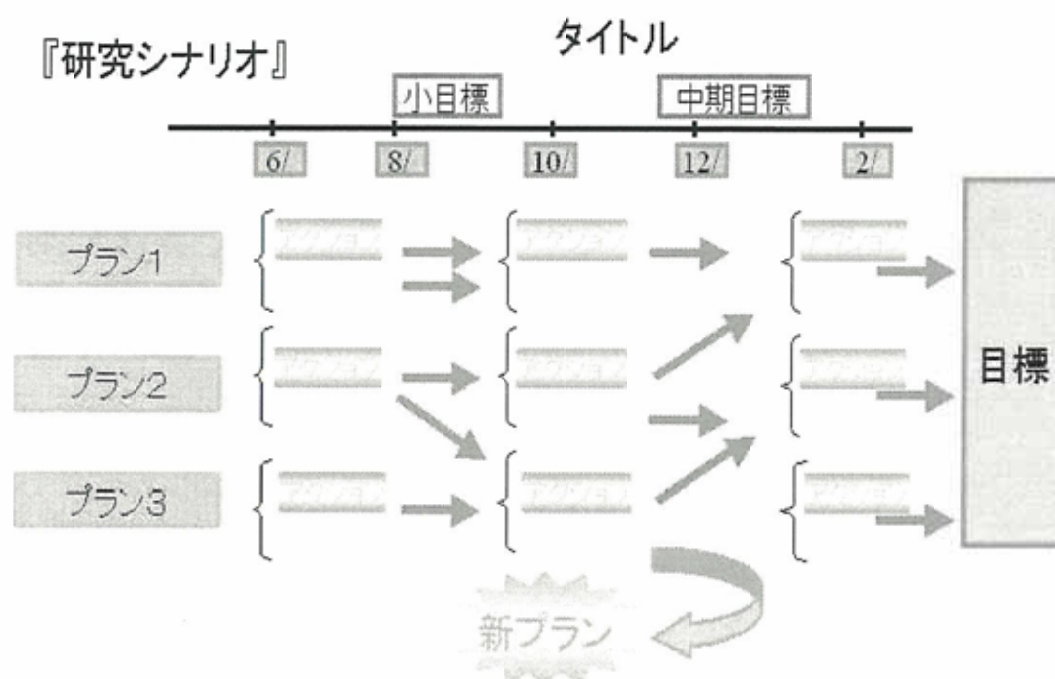
枠組みの詳細に関しては、本学の RP（リサーチ・プロポーザル）で求められている要素及び、計画に必要な要素を「課題ばらし手法」の実践を踏まえた上で抽出した 6 つの枠組み、キーワードを以下に述べる。

- ・ 「研究の概要」：
研究背景、先行研究、目的
- ・ 「成果を評価する視点」：
有効性（貢献性、研究価値）、
実現性（研究方法、研究者のスキル、研究時間、仮説を否定する要素）
- ・ 「個人の研究目標」：小目標、中目標、大目標
目先の成果だけでなく、自身の研究が以後どのように発展していくのかというありたい姿を大目標として、中目標、小目標と少しずつ的を絞っていく

- ・ 「研究仮説」：設定した目標と現状のギャップを埋めるための仮説
- ・ 「研究シナリオ」：設定した仮説を動ける形にするためのシナリオ作り
- ・ 「当面の課題」：全体を俯瞰した上での目先のやるべきこと

また、作業用のボードは通常ホワイトボードを用いて表面に加工はせず、課題ばらしを行うためのガイドラインを予めキーワードとして印字しておく。

研究シナリオを例にとると以下のようになる。



4. 今後の展望

本学科学技術研究戦略センターを拠点に、本大学の知識科学研究科（中森研究室）、材料科学研究科（三宅研究室・寺野研究室）、並びに産業界から日本能率協会（JAMC）の協力を得て考案された KC ボードは、今後より多くの事例の中で運用され汎用的な創造支援ツールへと発展させる。

引き続き、実践されていく中で更なるブラッシュアップが期待される。

また、KCB（ナレッジコラボレーションボード）の目的と活動について、我々は具体的に以下の取り組みを今後推進する所存である。

先ず日本能率協会が提唱する“課題ばらし”手法を応用した KCB の活用によるより効果的な研究推進についての方法論を研究する一方で、実際に研究室での実践を通じて、研究室

の研究推進方法の改善、研究の活性化を図ると共に、KCB の効果、課題を検証する。対象とする研究室は、大きく分けて3つの研究分野を対象とし、社会科学系(文系)研究への適応として知識科学研究科の研究室、理工系(理系)研究への適応として材料科学研究科研究室、分野横断型(学際)研究への適応として COE 研究プロジェクトへの適用を加える。

ここで本活動の目標は、知識科学的研究推進方法論の構築及び、実践における「研究の効率向上」というふたつの側面を持つことに留意されたい。第一の方法論の構築としての目標は、学術研究の特徴である創造性に注力した研究推進方法の構築及び、分野別の研究推進方法の違いとそれぞれに応じた方法論の構築、分野横断研究に対する研究推進法を提案していくことである。第二の研究の効率化としての目標は、知識科学研究科、材料科学研究科、COE プロジェクトにおける研究の質、スピードの向上を目指す。

そして本研究の最も意義のある側面は、実際の研究活動においてコラボボードを実践し研究の効率化を図る活動と、活動内容の観察・分析・考察による研究推進方法論の確立を図る活動という、実践と理論研究が両輪をなす新たな研究法を展開していくことにありと認識される。

5. 結びに代えて（今後の本学 COE 活動における本研究の意義）

本研究は本学 COE プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」の中で行われているものである。本 COE 研究の柱である知識科学の理論を先端科学技術研究の現場で実践し理論研究にフィードバックするという実践研究を構築することを目的としている。この試みには以下の点において従来にない新たな視点が付与されている。

第一に、今までその内部に関与して観察することがほぼ不可能であった大学の科学技術創造の現場に立会い新たな知見を得ること。第二に観察して得られた知見を分野融合の研究手法に還元し、知識科学という立場から研究室並びに研究マネジメントを実践すること。最後にそれらが理論に還元され科学技術を創造するための方法論として新たな学術研究を創出することである。

これらの手順の中で多くの知見を獲得し、また実践に役立たせることが喫緊の課題である。本研究は材料科学という先端科学技術研究の現場において大きな課題の一つとされる研究計画の立案に着目し、従来講座制に基づく研究室内で、師匠から弟子という形式において一子相伝で行われてきた研究計画立案・PR 作成作業を、知識科学の知見である「暗黙知の形式知化」というプロセスに落とし込むことに最大の意義があると思われる。

今後この課題を汎用性の高い研究支援システム構築の中でより実践的且つ学術的なものに仕上げていくことが課題である。そのために本 COE プログラムが拠点形成のためにその他の研究と密接に連携を取る中で、より多くの視点・観点から研究支援という研究活動を構築していく所存である。

研究者集積度による 21 世紀 COE 研究拠点の定量的評価の試み

緒方三郎¹ 小林俊哉²

キーワード：21 世紀 COE プログラム、研究者集積度、時系列評価、創生型研究拠点

はじめに

21 世紀 COE プログラムが平成 14 年度にスタートして 3 年が経過した。同プログラムは「大学の構造改革の方針」(平成 13 年 6 月)に基づき研究拠点形成費補助金が措置されたものである。同プログラムは我が国大学が、世界トップレベルの大学と伍して教育及び研究活動を行っていくために、国内大学に世界最高水準の研究教育拠点を形成し、研究水準の向上と世界をリードする創造的研究人材育成を図るべく、重点的支援を実施し、国際競争力を有する大学づくりを推進することを主要な目的としている。

同プログラムでは上記の趣旨に基づき、国公私立大学大学院専攻科等(博士課程レベル)を対象として、世界的な研究教育拠点形成のための事業計画を審査・採択してきた。14 年度、15 年度は各々 5 分野を対象とし、1 件当たり年間 1～5 億円程度の支援を 5 年間程度実施し、2 年経過後に中間評価、期間終了後に事後評価の実施を予定している。

予算規模は、平成 15 年度 334 億円、平成 14 年度 182 億円の研究拠点形成費補助金が計上されている。そのために最大で 5 億円規模の多額の研究費が当該拠点大学に支給されることから、第三者評価に基づく厳正な外部評価が義務付けられている。既に平成 16 年度に 14 年度採択事業の中間評価が実施され、極めて厳しい評価を受けた事例も数例出ている。

本稿においては、21 世紀 COE プログラムの趣旨と意義に鑑み、「拠点形成」の意味を考察し、「研究者集積度」という新しい定量的評価軸の提案を行う。

1. COE プログラムにおける「拠点形成」における研究者集積の意義

21 世紀 COE プログラムは 14 年度と 15 年度では公募した分野構成が異なるので、各々の事業計画間の単純な比較はできない。そこで、共通する特徴を見出すため、まず事業計画から研究教育拠点形成プロセスにおける特徴を検討したところ、次の 4 つの特徴が抽出

¹財団法人 未来工学研究所 主任研究員

²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 助教授

された。すなわち、①伝統的な研究資源の集積が存在する、②地の利を生かしたユニークな研究テーマへの取り組みが可能である、③緊急性の高い社会的ニーズに応える研究である、④独創的で新規性の高いコンセプトの提案がなされている、である。①、②は研究資源、③、④は研究目的に関する性質である。採択された事業計画は研究教育拠点形成の実現性という点で他の提案よりも勝っていると考えられ、すでに研究教育拠点形成に関する比較優位を有している可能性がある。

上記①から④の特徴から平成14年度に採択された5分野113件の事例を概観する。

①の伝統的な研究資源の集積は、京都大学 防災研究所の「災害学理の究明と防災学の構築」のように古くからの研究の伝統（1952年設立のため半世紀を超える歴史を有する）に基づく知見の集積を基盤とする事例がある。同種の事例として早稲田大学演劇博物館の「演劇の総合的研究と演劇学の確立」のように明治期からの演劇研究の集積に由来する事例がある。

②の地の利を生かしたユニークな研究テーマへの取り組み事例としては、鳥取大学乾燥地研究センターの「乾燥地科学プログラム」のように鳥取砂丘が大学の近傍にあることによるユニークな研究の取り組みの事例や、立命館大学文学研究科史学専攻による「京都アート・エンタテインメント創成研究」のような大学が立地している地域固有の文化の発展を目指した事例がある。

③の緊急性の高い社会的ニーズに応える研究としては、BSEやトリインフルエンザなど食の危険性に対応するための帯広畜産大学原虫病研究センター「動物性蛋白質資源の生産向上と食の安全確保（特に原虫病研究を中心として）」や基礎学力振興を目指した東京大学大学院教育学研究科総合教育科学専攻の「基礎学力育成システムの再構築」等が事例として挙げられる。

④の独創的で新規性の高いコンセプトの提案の事例としては、名古屋大学大学院文学研究科人文学専攻の「統合テキスト科学の構築」や筑波大学数理物質科学研究科物性・分子工学専攻による「未来型機能を創出する学際物質科学の推進」のような複数学問分野による学際性の追求に基づく新コンセプト提案の事例が存在する。

こうした事業計画上の比較優位の源泉は、伝統的な長期に亘る研究の結果集積した研究資料や論文、文献等の知的資源だけでなく、その研究に取り組む研究者を実際に必要なだけ確保できること（或いは確保できたこと）にある。特に、④のような新規性の高い研究課題の場合には、どの大学等においても必要な研究人材の確保、集積が十分になされていないことが考えられるので、研究者の集積度に注目することが重要になる。そこで、COE拠点の形成において、拠点で取り扱う研究テーマの専門家の集積度について、評価指標の面から検討する必要がある。

2. 研究者の集積度による評価の提案と問題点

日本学術振興会による COE 拠点の中間評価においては、研究拠点形成進捗状況が評価の一つの主眼となっており、拠点形成の進捗度を測定する評価指標を検討することは評価上重要な課題である。拠点形成要因とは何かを考えた場合に、拠点は研究組織そのものであることから、人材、施設・機器、資金（すなわちヒト・モノ・カネである）等の要素に留意せざるを得ない。この内、人材の要素は前記の研究者（研究支援者を含む・以下同）の集積度と密接な関係があるので、研究者の集積度は人材面での拠点形成の指標として実効性を持つものと考えられる。

COE プログラムは既に一定の成果を挙げていると考えられる研究拠点に対して、資金面での支援を与えるプログラムであるから、研究者の集積度は COE 拠点化の以前と以後で、同種の研究分野における他の国内外の研究機関（すなわち競合研究機関）に対して「卓越」することが求められる。このことにより研究者集積度という定量的な指標によって競合研究機関と比較考量が可能になる。

以上の観点からの定量的指標を、我々は COE 拠点の定量的指標として提案するものである。当面、定量的指標は研究者数、研究者の専従換算（Full Time Equivalent：FTE）等で計量することを提案する。

次に研究者集積度を定量的指標として用いる場合の問題点を検討してみよう。

まず出てくる懸念は、確かに、当該指標を用いれば「量」は評価可能になるが、「質（quality）」はどうなるのかという問題である。この場合の質の評価とは、研究者集積の質の評価であり、どのような研究者の集積を行えば COE に相応しい研究組織と言えるのかということである。これは研究者評価や研究評価、機関評価に密接に関係しており、研その測定は研究者評価、研究評価、機関評価における質の測定に付随してなしうる可能性がある。研究者集積の質的評価の問題は COE のあるべき姿を問う本質的な問題であるが、別途考察することにしたい。今回の提案ではあくまで研究集積度の量的な指標の提案に止める。

次に問題となるのは、複数 COE 拠点間を比較可能にするための前提条件はいかなるものであるかという点である。比較考量を可能にするためには、比較対象の研究機関は同種の研究分野であることが前提となる。研究分野を超えた比較考量は困難である。その場合、2 点の問題が出てくる。

一点目として、同種の研究分野であるということの同定を如何になすべきか。

二点目に前記の「④独創的で新規性の高いコンセプトの提案」の場合のように新規性が高いために比較可能な同種の研究機関が存在しない場合にどう対処するかという点である。

次節と次々節ではこの問題について検討を試みたい。

3. 研究者集積度の拠点間比較考量を可能にするために

実際の所、同種の研究分野内における複数研究機関の比較考量は可能であろうか。それが可能であるためには、研究分野の階層構造をどう絞るかにかかっている。

例えばCOEプログラムの申請分野を見ると、具体的には生命科学、医学、化学・材料科学、数学・物理学・地球科学、情報・電気・電子、機械・土木・建築・その他工学、人文科学、社会科学、学際・複合・新領域の9分野が提示されている³。このような大分類では広すぎるので、ある程度まで階層を絞る必要がある。日本学術振興会では上記の「分野」の下に階層構造として「細分野」を定めており、この細分野が比較考量の場として設定可能であろう。あるいは細分野をさらにブレイクダウンする必要がある可能性もありうる。

表1 21世紀COEプログラムの分野と細分野⁴

生命科学	バイオサイエンス、生物学、医用工学・生体工学、農学、薬学 等
医学	医学、歯学、看護学、保健学 等
化学、材料科学	化学、材料科学、金属工学、繊維工学、プロセス工学 等
数学、物理学、地球科学	数学、物理学、地球科学、応用物理学 等
情報、電気、電子	情報科学、電気通信工学 等
機械、土木、建築その他工学	機械工学、システム工学、土木工学、建築工学 等
人文科学	文学、史学、哲学、心理学、教育学、演劇、言語学、芸術 等
社会科学	法学、政治学、経済学、経営学、社会学、総合政策 等
学際、複合、新領域	環境科学、生活科学、エネルギー科学、地域研究、国際関係 等

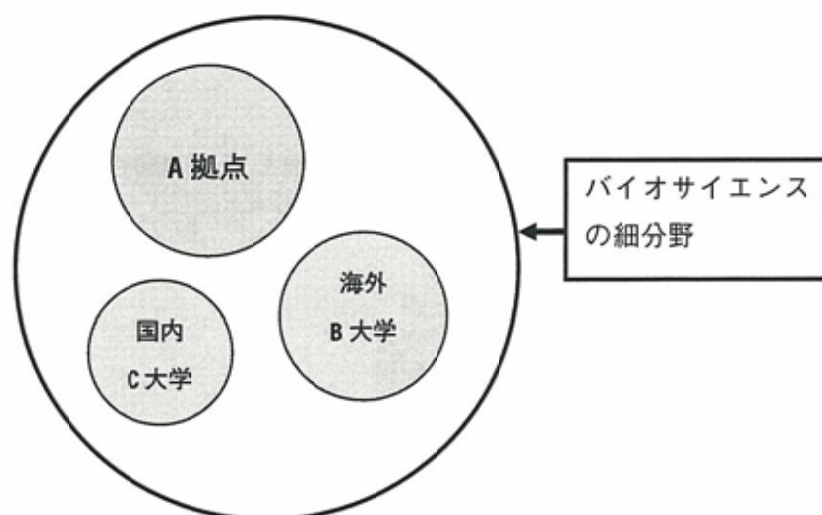
³ 日本学術振興会 21世紀COEプログラム平成14年度15年度の概要等より。詳細はhttp://www.jsps.go.jp/j-21coe/01_koubo/index.htmlを参照。

⁴ 日本学術振興会 21世紀COEプログラム平成14年度15年度の概要等より。詳細はhttp://www.jsps.go.jp/j-21coe/01_koubo/index.htmlを参照。

分野構成は、人文、社会科学から自然科学までの学問分野を上記の9分野に構成しており、平成14、15年度は各々5分野を対象とし、各分野10～30件をCOE拠点として選定している。各分野内の細分野は下記の表1の通りである。集積度評価を実施する場合、評価の対象となったCOE拠点は自ら評価を受ける細分野（または細分野をさらにブレイクダウンした研究分野）を指定し、その細分野内で国内外の非COE拠点から比較対象研究機関、数機関を選出して研究者集積度を計量して比較考量する。COEプログラム終了時には同一細分野内に複数のCOE拠点が存在した場合には同一細分野内のCOE拠点間の研究者集

1 細分野における研究者集積度比較の概念図

研究者集積度 A拠点 > 海外B大学 > 国内C大学



COE拠点研究者集積度 A拠点 > B拠点 > C拠点

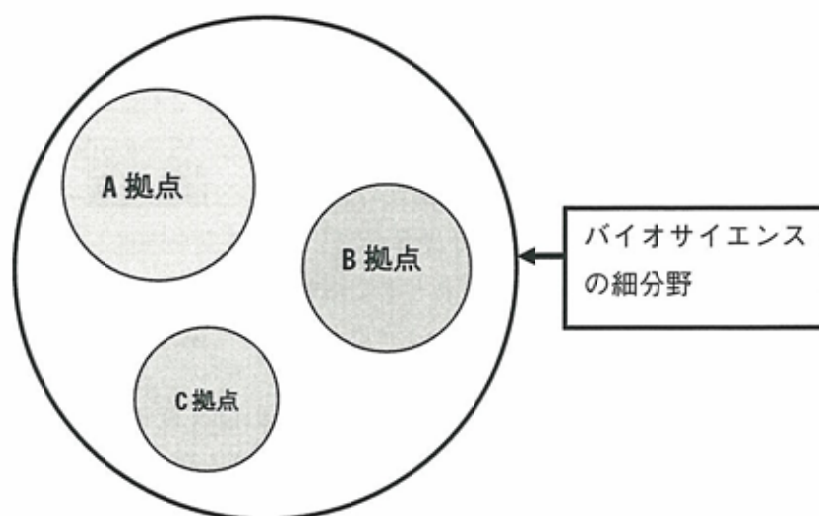


表2 生命科学分野において平成14年度に採択された21世紀COEプログラム採択拠点[28箇所]⁵

拠点のプログラム名称

-
- 拠点1 バイオとナノを融合する新生命科学拠点
 - 拠点2 動物性蛋白質資源の生産向上と食の安全確保（特に原虫病研究を中心として）
 - 拠点3 バイオナノテクノロジー基盤未来医工学
 - 拠点4 細胞の運命決定制御
 - 拠点5 複合生物系応答機構の解析と農学的高度利用
 - 拠点6 生体情報の受容伝達と機能発現
 - 拠点7 生体シグナル伝達機構の領域横断的研究
 - 拠点8 「個」を理解するための基盤生命学の推進
 - 拠点9 戦略的基礎創薬科学
 - 拠点10 生命工学フロンティアシステム
 - 拠点11 システム生命科学：分子シグナル系の統合
 - 拠点12 新世紀の食を担う植物バイオサイエンス
 - 拠点13 先端生命科学の融合相互作用による拠点形成
 - 拠点14 生物多様性研究の統合のための拠点形成
 - 拠点15 生体システムのダイナミクス
 - 拠点16 細胞超分子装置の作動原理の解明と再構成
 - 拠点17 蛋白質のシグナル伝達機能
 - 拠点18 フロンティアバイオサイエンスへの展開（細胞機能を支える動的分子ネットワーク）
 - 拠点19 統合生命科学（ポストゲノム時代の生命高次機能の探究）
 - 拠点20 細胞系譜制御研究教育ユニットの構築
 - 拠点21 生理活性ペプチドと生体システムの制御
 - 拠点22 構造生物学を軸とした分子生命科学の展開
 - 拠点23 天然素材による抗感染症薬の創製と基盤研究
 - 拠点24 システム生物学による生命機能の理解と制御
 - 拠点25 ヒト複合形質の遺伝要因とその制御分子探索
 - 拠点26 微生物共生系に基づく新しい資源利用開発
 - 拠点27 放射光生命科学研究
 - 拠点28 食資源動物分子工学研究拠点
-

積度を比較考量することも考えられる。図1はそうした比較考量の概念図である。

図1の事例では、バイオサイエンスの細分野において、A拠点、海外B大学、国内C大学の拠点の3つの研究機関を研究者集積度で比較考量した場合に、A拠点が3研究機関の中では最も卓越した集積度を達成していることを示すものであり、COEプログラムの実効性を示すエビデンスとなりうる。一方、図1の下はCOE拠点内での比較考量を行ったものである。COE拠点のA拠点、B拠点、C拠点の3つのCOE拠点を研究者集積度で比較考量した場合に、A拠点が3拠点の中では最も卓越した集積度を達成していることを示すものである。実在のCOE拠点から比較可能と考えられる事例を示す。表2は平成14年度に採択された生命科学分野の28拠点である（拠点名は伏せてある）。基本的には各拠点

⁵日本学術振興会日本学術振興会21世紀COEプログラム平成14年度15年度の概要等より。

詳細はhttp://www.jsps.go.jp/j-21coe/03_saitaku/index.htmlを参照。

は自らが選択した細分類の中で競合拠点を設定することになる。しかし拠点1と拠点3はナノをキーワードとする細分類のさらに詳細分類による研究者集積度評価が可能である。また、拠点11、拠点17、拠点24の③拠点はシステム生物学、シグナル伝達をキーワードに研究者集積度評価が可能である。これはあくまで1事例である。

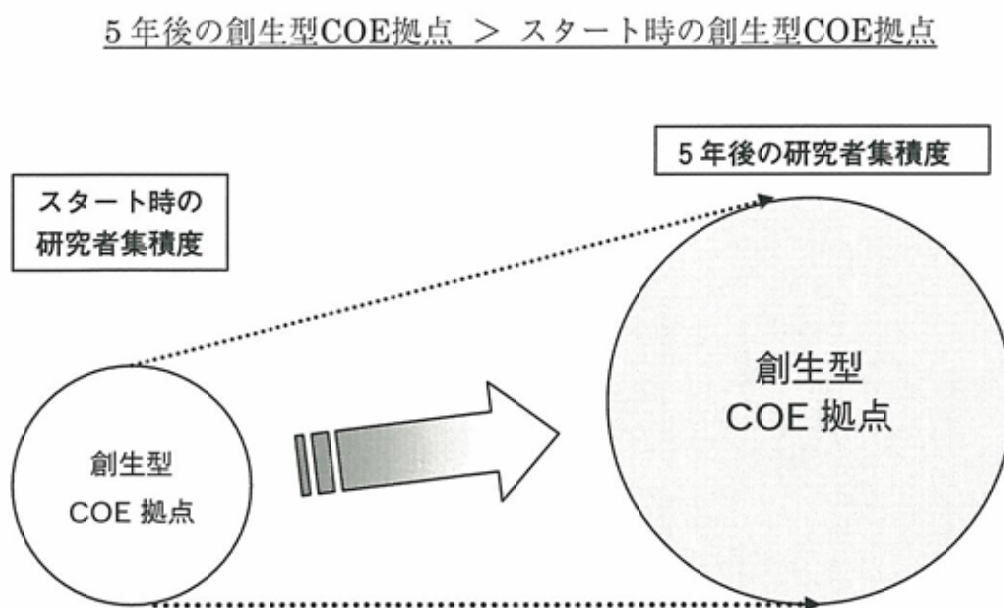
このように見ると、研究者集積度評価は、競合研究機関との熾烈な競争に伍して優秀な研究者をいかに結集せしめたかという事実の実証となりうる。このような結果が明示的に現出した結果、比較対象となった研究機関は相互をライバルとして認識し、改めてライバルの研究者集積、研究資源、研究評価に関心を持つ良い契機となるであろう。その結果、この試みが競合研究機関間の提携可能性を検討する出発点となしうる可能性もある。

4. 創生型 COE 拠点の場合

— 時系列集積度評価の可能性

二点目の「④独創的で新規性の高いコンセプトの提案」の場合のように新規性が高いために比較可能な同種の研究機関が存在しない場合にどう対処するかという点について検討する。筆者らが所属する北陸先端科学技術大学院大学の場合、知識科学研究科という研究科がベースになっているがこのような研究科は少なくとも国内大学には存在しない。また国際的にもこのような研究科の事例は知られていない。本研究科のユニークなあり方がCOE拠点として評価されたとも考えることができる。

図2 創生型 COE 拠点の時系列研究者集積度比較の概念図



このような新コンセプトの拠点の場合には、時系列集積度評価の可能性が考えられる。例えば COE プログラムスタートした後、初年度から 3 年後までの 3 年間に研究者集積度がどれだけ拡大したかを計量することである。

このような新コンセプト拠点を本稿では「創生（ジェネシス）型 COE 拠点」と仮に命名する。このような方法によって、新コンセプト研究拠点の場合も研究者集積度の比較考量に基づく評価は可能となろう。

5. 今後の展望

以上、主として「①伝統的な研究資源の集積が存在する」と「④独創的で新規性の高いコンセプトの提案」の 2 事例について、研究者集積度の比較考量の可能性について検討を行った。「②地の利を生かしたユニークな研究テーマへの取り組みが可能」は①に、「③緊急性の高い社会的ニーズに応える研究」は④（すなわち創生型）に準拠させることが可能であろう。

前節で述べたとおり、評価の目的は COE 拠点形成に相応しい、研究者集積が達成できたかどうかの評価指標であるので、繰り返しになるが「質」に関する評価は次のステージで実施されることになる。

またこれも繰り返しになるが、評価結果が明確に示された場合に、評価対象 COE 拠点の構成員は比較対象となった研究機関への認識をあらたにする機会となしうることを重視すべきである。改めて競合研究機関の研究者集積、研究資源、研究評価を虚心坦懐に見直し、自分自身を振り返る契機となすべきであろう。その後に競合研究機関との実り多い提携の可能性を検討する出発点となすべきであろう。

Study on Roadmapping Process with Integration Methods for Supporting Scientific Research

Jie YAN¹ Toshiya Kobayashi² Yoshiteru Nakamori¹
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

ABSTRACT

With the development of Management of Technology (MOT) in industry, the study of Technology Roadmapping methods have become a hot topic for researchers in this area, and many technology roadmapping methods have been proposed. Unfortunately, the most widely used technology roadmapping methods only deal with forecasting and planning in industry. This paper considers to deal with some problems of the Scientific Research (SR) in a university setting and proposes a roadmapping system with integration methods suitable for use in universities. First, the paper introduces differences between MOT in industry and SR in university, along with a detailed framework for supporting SR in university. Then, integration methods are explained and a roadmapping system is proposed, based on a case study concerning integrated forecasting for a transportation fuel cell roadmap. We hope that this system will become a powerful tool for knowledge management and knowledge creation for SR.

Keywords: Roadmapping Process, Integration methods, Transportation fuel cell forecast, Systems thinking

1. INTRODUCTION

How researchers can utilize the vast amount of available information and knowledge to make decisions regarding their future research is an extremely important research field. As Fig.1 shows, MOT involves only knowledge management, while SR embodies both knowledge management (KM) and knowledge creation (KC). How to support scientific research in a university setting, especially when researchers are making decisions about their future research is the problem addressed in this study. With the development of MOT in industry, the study of technology

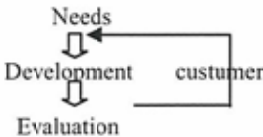

	MOT	SR
Purpose	benefit { new product new technique	knowledge { new theory new technique
Process		
Object	Definite/objective technique	Ambiguous/subjective knowledge
Result	Benefit wealth/fame	Intelligence { Original ideal/theory Wisdom/capability

Fig.1 Comparison between MOT and SR

roadmapping methods became one of the hot topics in this area. Many technology roadmapping methods have been proposed. Unfortunately, the most widely used technology roadmapping methods only deal with problems in industry as a way to do forecasting and planning. In this paper, we introduce a roadmapping system to deal with the problem of SR in a university setting after a case study on making a integrated transportation fuel cell roadmap.

2. FRAMEWORK AND INTEGRATION METHODS

Researchers can easily obtain a great quantity of information and data from the Internet, but sorting through that information and data to find new research topics, to support knowledge management and knowledge creation, is not a trivial problem. This is one of purposes of SR in a university setting. In this paper, we propose the system outlined in Fig.2. In this framework, two kinds of

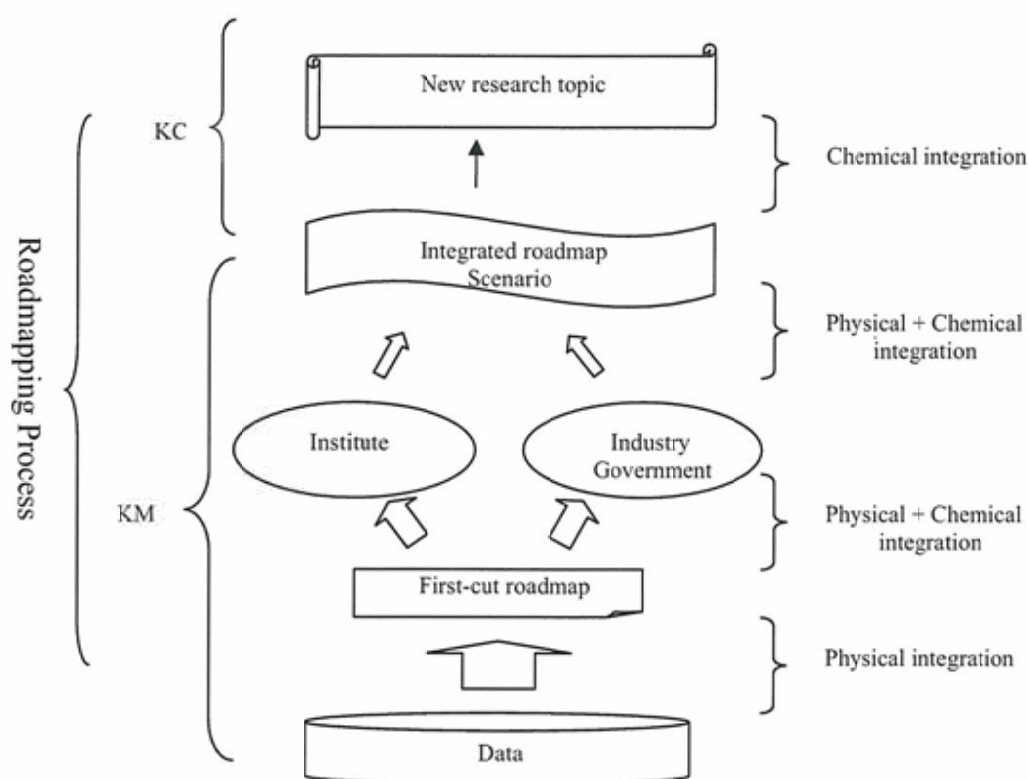


Fig2. Roadmapping system framework

integration methods are proposed, physical integration and chemical integration. Physical integration means 'architectural integration', which links things together while leaving the core design concepts (and thus the basic knowledge underling the components) untouched [1]. Chemical integration means 'meta-integration', which has a wider meaning, may touch the core concept, and change the overall characteristics [2]. For example, for enterprise integration, the architecture consists of [3]:

- Technical integration architecture
- Information integration architecture
- Business integration architecture
- Service integration architecture

The dimensions of meta-integration of enterprise are [4]:

- Goal and criteria
- Business process
- Application
- Information
- Hardware and software
- Network and communication
- Management

In this paper, we look at physical and chemical integration in terms of supporting SR in a university setting:

Physical integration: no new ideas, no new knowledge created

- Technology : Classsify the technology in a specific research field
- Marketing : Put the marketing information together to find the marketing requirement
- Societal influences: Collect the societal influences of every kind of technology

The pupose of physical integration is to collect and analyse the data and show the trend of the research topic to researchers. The methods of physical integration include summing up, concluding, and classifying

Chemical integration: new idear, new research topic, new knowledgy created

- Information
- Application
- Communication
- Cooperation

The purpose of chemical integration is to find the new research topic, to create knowledge by integrating information, application, communication, and cooperation. The methods of chemical integration include inference, abstraction, and creation. In this framework, we propose a roadmapping process with integration methods to support scientific research, especially to help researchers make decisions about future research topics.

3. TECHNOLOGY ROADMAPPING

3.1 What is technology roadmapping?

Technology roadmapping is a disciplined process for identifying the activities and schedules necessary to manage technical (and other) risks and uncertainties associated with solving complex problems.

Robert Galvin, CEO of Motorola, 1998

Technology roadmapping is used as a planning process that gives decision-makers a means to identify, evaluate and select among strategic alternatives for achieving technological objectives in industry [5]. In this case, technology roadmapping is a technology developing process for supporting researchers doing scientific research in a university setting. A roadmap is an extended look at the future of a chosen field of inquiry composed from the collective knowledge and imagination of the brightest drivers of change in that field.

Bennett R. Idaho National Engineering and Environmental Laboratory (INEEL)

The roadmap document resulting from the technology roadmapping process is the first step toward technological innovation [5]. In this case, the transportation fuel cell roadmap provides fuel cell information such as technology, marketing, and society influences to researchers, to support their decisions about future research or evaluate their current research.

3.2 What does a technology roadmap cover?

In industry, a technology roadmap document presents consensus on a number of topics: a vision of the industry at a set time in the future; what new types of products (or services) markets will be required; the enabling technologies to create those products; the feasibility of creating the needed technologies; the technological alternatives for achieving the needed technologies; and how to address these technology needs through R&D [6]. The roadmap document addresses the role of an industry's suppliers in creating the desired future, human resources needs, governmental and non-governmental barriers, and other topics [5]. In this case, transportation fuel cell roadmap presents such topics: the forecast of transportation fuel cell technology and market; the influence of the economy and environment.

3.3 Why is technology roadmapping important?

In this context, companies must use effective tools to plan their future. Technology roadmapping is a way to identify future product or service needs, map them onto technology alternatives, and develop plans to ensure the required technologies will be available when needed [5]. In this case researchers will get the information that they want, find the society influence of the research which they want to do or they are doing, and do the development or evaluation of research topic by a roadmapping system.

3.4 How does technology roadmapping support researchers in doing scientific research?

The principal functions of technology roadmaps have been for representation, communication, planning, coordination, and technology forecasting and selection [7]. In this case, there are four approaches:

- Present a concept of the needs of transportation fuel cell technology and market.
- Forecast the trend of transportation fuel cell technology
- Provide the data not only for technology, but also include the society influences.
- Support researchers to do research plans (NC) or research evaluations (NM)

3.5 How do the integration methods work in roadmapping process?

In this paper, we will develop a roadmapping process with integration methods that will support researchers in doing knowledge creation. How the integration methods work in roadmapping process is shown in Figure.3.

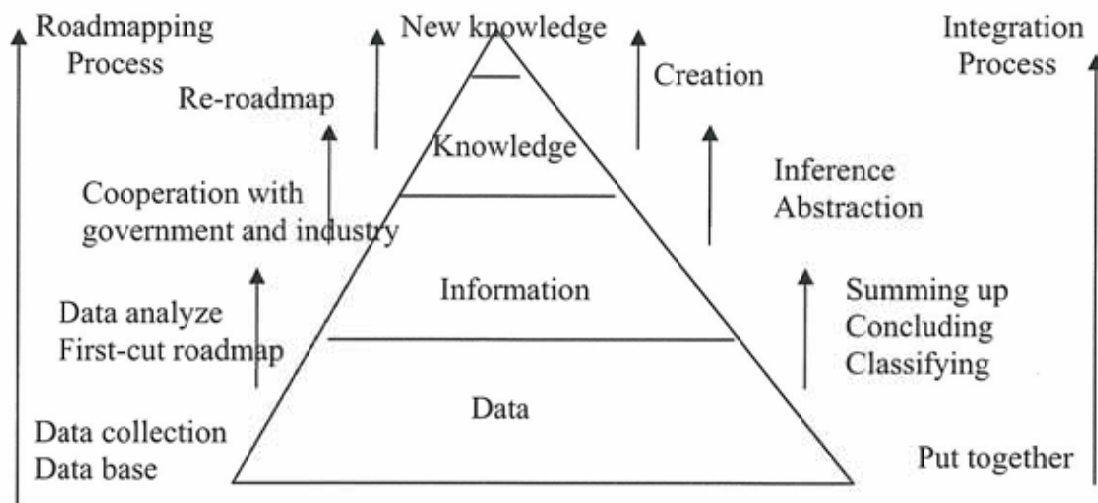


Fig3.Integration methods in the roadmapping process

4 CASE STUDY

In this paper, we examine forecasting for transportation fuel cells by roadmapping process with integration methods. The fuel cell can trace its roots back to the 1800s. A Welsh born, Oxford educated barrister named Sir William Robert Grove, who practiced patent law and also studied chemistry or "natural science" as it was then known, realized that if electrolysis, using electricity, could split water into hydrogen and oxygen then the opposite would also be true. Combining hydrogen and oxygen, with the correct method, would produce electricity. To test his reasoning, Grove built a device that would combine hydrogen and oxygen to produce electricity, the world's first gas battery, later renamed the fuel cell [8]. Because of its characteristics such as long durability, high efficiency and no pollution, the fuel cell has been used in several fields (this paper deals only with the transportation fuel cell). How do fuel cell researchers make their decisions about future research? How do they evaluate their current research topic? What kinds of information do they need and what information do they want? In order to address such problems, we carried out a case study on the forecast for a transportation fuel cell, using a roadmapping process with integration methods.

4.1 Why support for researchers?

Fuel cell researchers proposed a cooperative effort with industry, research institutes and government for fuel cell technology development. In this cooperation, the most important part is between industry and research institutes [9]. In this paper, we present a concept for cooperative research for fuel cell technology development among industry, institutes and government [10]:

- Industry: industries that introduce fuel cell products
- Institutes: universities that do fuel cell technology development research.
- Government: government organizations that make the policy for fuel cell technology and marketing development.

As Figure 4 shows, there is an obstacle to realizing cooperation between industry and institutes. In industry, there is support from the technology development and marketing sections to obtain patents [11]. In universities there are no such organizations to support researchers in their scientific research. On the other hand, as shown in Figure 5, government uses reports from industry to get the data to make policies for fuel cell technology development, while industry gets the data from universities to create marketing strategies and develop fuel cell technology [12], but where will the researchers in university who want to do scientific research, get their data? So in this paper, the purpose of the case study is to do support for fuel cell researchers to do scientific research in university.

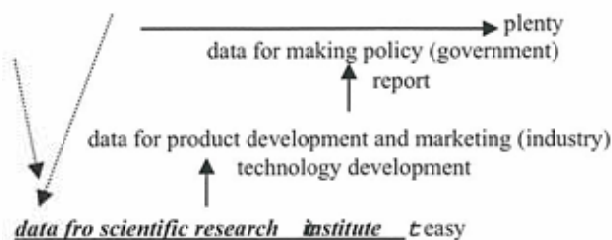


Fig.4 Cooperation between industry and academy

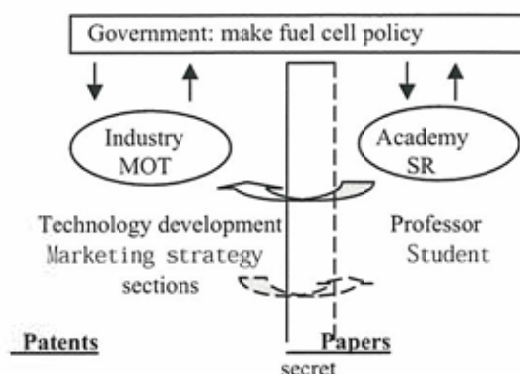


Fig.5 Data resource of fuel cell

4.2 How to support fuel cell researchers?

Timely, advantageous, and original research is what researchers want to do. Fuel cell researchers want to know how fuel cell technology will be developed, what are the advantageous of fuel cells, what are the societal influences on fuel cell technology [13]. In this paper, as a case study, we will do a forecast (2000-2030) with fuel cells technology, market, and society influences (economic and environmental). Fuel cells are used in several fields but in this case we do the forecast only for transportation fuel cells:

- Data collection: Collect data of transportation fuel cell with four sides: fuel cells technology, marketing, economic influence such as costs and benefits, and fuel environmental influences such as how much CO₂ will be decreased after fuel cells are in wide use, by using the internet and papers, and structure a transportation fuel cells database.
- First-cut Roadmap: Analyze the data collected and produce a roadmap of transportation fuel cell as shown in Figure 6.
- Idea exchange: Show the roadmap to fuel cell researchers; collect their opinions about the roadmap and ideas for forecast items, and find out what further information they need.
- Cooperation: Collect information in accordance with what researchers want to know from industry and government about the technology, marketing and societal influences of fuel cells.
- Re-roadmap: Integrate the data and improve the transportation fuel cell roadmap.

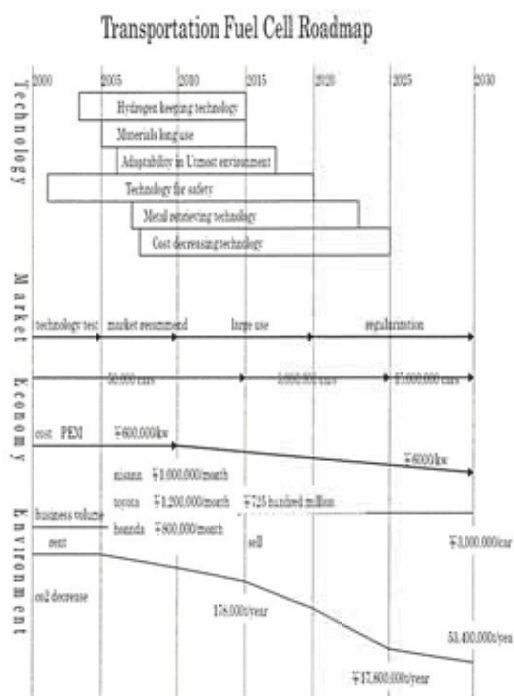


Fig.6 First-cut transportation fuel cell roadmap

5. ROADMAPPING SYSTEM

Figure 7 shows a roadmapping system based on the case study of the transportation fuel cell roadmapping process and i-system [14].

- **Intervention:**
The purpose of the research is to help researchers make decisions for future research under a cooperative effort of industry, institutes and government.
- **Intelligence:**
Collect data in different fields such as technology, marketing, economic influence (costs and benefits), and environmental influences (air, water, noise pollutions), and structure a database. After data analysis, produce a roadmap.
- **Imagination:**
Show the roadmap to researchers to collect their ideas and suggestions about the roadmap and identify their need for further information.
- **Involvement:**
For industry and government, collect their relative product information, research topic and policy in accordance with researchers want to know, and put all this information into the database.
- **Integration:**
Integrate all the data collected from industry, institutes, and government, produce a new roadmap.

Then, move to a researchers idea exchange system, show the new roadmap to researchers and collect their new ideas. Move to a public hearing system, collect new product information, research topics and policies. Finally, move to an information integration system to integrate the data collected and obtain a new roadmap. Through this recurring cycle (Intelligence-Imagination-Involvement-Integration), researchers can comprehend recent and future forecasting information, not only in terms of technology, but also including the researcher's ideas along with policy and marketing information. Researchers can do their research planning and evaluation by the roadmap and integrated information. Therefore, we hope that this system will prove to be a dynamic and powerful tool for technology development at university research institutes and will be helpful in expediting cooperation among industry, institutes, and government.

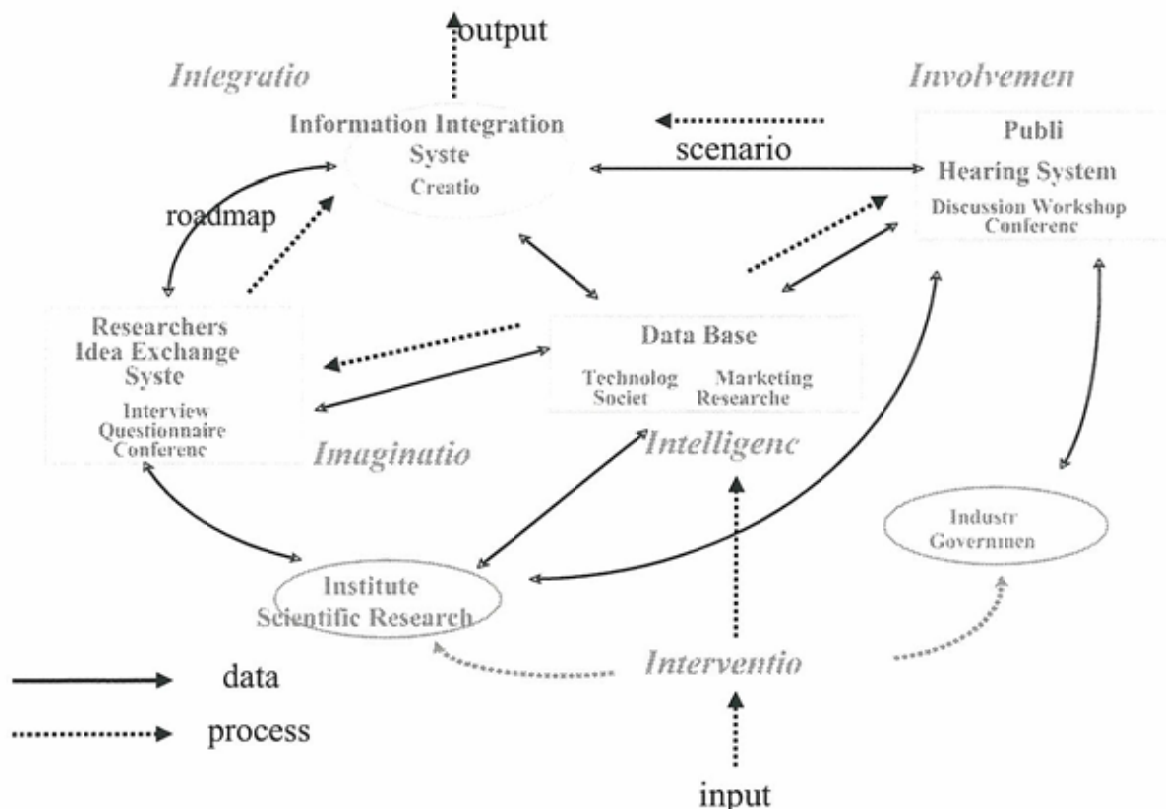


Fig.7 Roadmapping system for supporting SR

6. CONCLUSION

Through a roadmapping system, researchers can do both knowledge management and knowledge creation, which are the two approaches of SR. Therefore, in this paper we have proposed a technology development roadmapping system for SR.

REFERENCES

- [1]. Henderson, R., Clark, K., Architectural Innovation: 'The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms' In book: Burgerman, R., et al., *Strategic Management of Technology and Innovation*. 2nd Ed. Irvin, Chicago, USA, 1998
- [2]. Wang, Zhongtuo, 'Meta-integration and Its Application in Enterprise Information System Building' In *Systems Methodology: Possibilities for Cross-cultural Learning and Integration*. The University of Hull, UK. 1997
- [3]. Gold-Bernstein, B., Ruh W., *Enterprise Integration* Addison-Wesley, Boston, USA, 2005
- [4]. Wang, Zhongtuo, *Application of Information Technology in Enterprise* Dalian University Press, Dalian China 1994
- [5]. Understanding technology roadmapping www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/intrm-crt.nsf/en/rm00057e.html
- [6]. Robert Phaal, 'Technology roadmapping- A planning framework for evolution and revolution' *Technological forecasting & social change* 71 pp67-80, 2003.5
- [7]. Martin Rinne, 'Technology roadmaps: Infrastructure for innovation' *Technological forecasting & social change* 71 pp5-26, 2003.10
- [8]. Fuel cell history www.fuelcellstoe.com/information/fuel_cell_history.html
- [9]. Watanabe Masahiro, 'Self-Humidifying Polymer Electrolyte Membranes for Fuel Cells' M. Watanabe H. Uchida et. al. J. Electrochem. Soc. Vol.143(12) 3847-3852 (1996).
- [10]. 'Fuel cell practicability strategy' Ministry of Economy Trade and Industry, Japan, 2001.1
- [11]. Yano, 'Advanced fuel cell market investigation', Yano Research Institute, 2002.8
- [12]. Kenichi Hattori, 'Management of Technology' Roland Berger strategy consultants vol.13, 2003.6
- [13]. Toshiya Kobayasi, 'Future forecasting' 1996
- [14]. Yoshiteru NAKAMORI, 'System Methodology and Hematical Models for Knowledge Management' *Journal of System Science and Systems Engineering* Vol.12, No.1, pp49-72, 2003.3

Knowledge Management Survey in JAIST: Analysis and Perspective

Jing TIAN and Yoshiteru NAKAMORI
School of Knowledge Science
Japan Advanced Institute of Science and Technology

Key Words:

Knowledge management, scientific knowledge creation, laboratory knowledge management

Abstract:

Research on knowledge management in academia has become a hot issue and a promising research area. However, most research has focused on general educational organizations, such as high schools and universities. This paper concentrates on understanding the problems of knowledge creators per se instead of the general student population, as disclosed in field research by a survey of the scientific knowledge management and creation process at the Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST). By using comparison, classification, cross tabulation, and other analysis methods, some subtle issues and hidden problems have been discovered in this survey, such as the unevenness of technical support among different schools, ignorance of cooperation as one source of knowledge, different requirements of foreign and Japanese researchers, and so on. Along with these findings, we also present our corresponding analysis and suggestions for more effective knowledge management and better creativity support, and some perspectives and future research directions in this field.

1. INTRODUCTION

Research on knowledge management (KM) came into being in the early 1990s. With the growth of information technology and the knowledge economy, it has gained very tremendous and quick development in the business field and enjoyed an emerging popularity across disciplines and industries. KM was defined broadly as a loose set of ideas, procedure, tools and practices concentrating on the capture, storage, sharing/communication, utilization and creation of knowledge in organizations [1][2][3].

In contrast to the significant successes and achievements of KM in the business area, it is only recently that educational administrators have begun to look at how they might apply KM principles and technologies to create effective teaching and learning

environments and support educational decision-making [4]. The subject studied was usually a general educational organization, for example, high school, colleges and universities rather than a research institutes. Moreover, the attention of existing papers concentrated mainly on building information systems or corporate portals to support the administration of educational institutes [5][6][7].

Recently, some researchers and scholars have realized it is important to apply knowledge management practice to facilitate the scientific knowledge creation in academia. Here, we define KM in academia as *any systematic activity related to support and enhance the creation of scientific knowledge and achievement of research goals*. As we know, universities and research institutes, as social communities, play a vital role in creating and transmitting scientific knowledge; thus, enhancing creativity as well as the management of knowledge in academia is quite significant to the world. In the work described here, we focus on KM in academia, especially the process of scientific research and scientific knowledge creation in research institutes. Our goal was to investigate their special and diverse requirements as well as complaints of knowledge creators, and to discover both their hidden troubles and obstructions and the corresponding underlying reasons, so as to improve creativity support and decision-making throughout the research institute, thus advancing and improving the creation of scientific knowledge.

To achieve this goal, we first carried out a KM survey at Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), a relatively new (1990) Japanese national institute, established to do research at the highest levels in selected fields of science and technology (Knowledge Science, Information Science, and Material Science). The population investigated consists of only masters students, doctoral students, post doctors, and research associates/assistants, i.e. the backbone of knowledge creators. In the survey we also considered many contributing factors, such as knowledge management technologies, personal IT skills, cooperation environments, laboratory knowledge management (LKM), knowledge sources for research, creativity support, and life environments.

Then, based on the statistical results, we discovered some hidden problems and obstacles that have not been mentioned in the existing literature. By using classification, comparison, and other methods, we deeply and comprehensively analyzed the reasons for these problems and present some corresponding suggestions and solutions as well as a perspective for future research. We think it is necessary and urgent to provide a computer-supported system or a computerized environment to improve knowledge sharing and creativity support in academic laboratory. Further more, we propose the framework of laboratory knowledge management system. We hope our experiences can be widely used for reference in scientific knowledge management and creativity support in academia, LKM, and other areas.

2. OVERVIEW OF SUEVEY

2.1 Background

This study is supported by the 21st COE (Center of Excellence) Program “Study of Scientific Knowledge Creation” at the Japan Advanced Institute of Science and Technology (JAIST), and funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT, Japan). This program will establish an interdisciplinary research field called the Study of Scientific Knowledge Creation. The goal of this program is to create a world-class center of excellence in the following areas. (1) Theoretical Research: With a final target of strategic research and the development of scientific technologies, COE researchers will study knowledge fusion and development in important scientific fields, and then establish a theory of scientific knowledge creation. (2) Practical Research: As theories are developed, researchers will apply them in scientific laboratories and improve them using feedback from practice. Through repetition, researchers will improve the theory and promote the creation of useful scientific technologies [8].

To achieve this goal, we should first understand the current situation of knowledge management in academia. That was the motivation for this survey, which casts new light on measuring current understanding of the concepts of KM, as well as its application and developing trends in the academic research environment. The survey sought to provide a snapshot of the situation in JAIST over a 4-month period, from January to April 2004, and to interpret that data.

JAIST was considered to be a representative research institute for our study. JAIST consists of three schools: Material Science, Information Science, and Knowledge Science. In terms of knowledge management, they are typical representatives for the study of basic, information, and interdisciplinary science. The School of Knowledge Science was the first school established in the world to claim knowledge as a legitimate target of science; the school has enlisted researchers from various fields to develop knowledge science that is trans-disciplinary in nature [9]. At the same time JAIST, as an Advanced Institute of Science and Technology, only enrolls masters students and doctoral students, who are more like researchers than general undergraduate or high school students. Moreover, there is a high proportion of foreign students (more than 10 percent) and scholars in JAIST. Based on these properties and advantages, it is possible to cross-tabulate the data from various aspects, which makes our analysis and conclusions more comprehensive and reliable. For instance, it is possible to cross-tabulate the data by nationality, by student's status (master or doctor), or by school.

2.2 Goal

Improved knowledge sharing is at once the keystone of KM and the most difficult

problem [10]. The shared knowledge is not only explicit knowledge, which can easily be processed, transmitted and stored, but also tacit knowledge, which is highly personal and hard to formalize. The creation of scientific knowledge is based on the learning of explicit knowledge (of course, learning involves sharing to some extent) and the sharing of tacit knowledge. Therefore, it is most important for us to understand the current status as well as the factors which inhibit knowledge sharing, along with identifying what kind of practices are used to promote the sharing and transferring of knowledge in the process of scientific research. Our goal was to better understand the current status and special requirements of knowledge management in JAIST and to discover existing and obstacles to study and research. Data collected in this survey was used to provide an insight into the different requirements in different research fields and for different researchers, and how best to adopt pertinent measures that will help researchers manage and create knowledge more efficiently.

2.3 Study Assumptions and Scope

The respondents of this survey included all students (doctoral student and master student), post doctors and research associates/assistants. We did not include professors because we considered that they were a different group who used quite different methods to do their research as compared with our designated respondents, which would make it difficult to get valuable information from the same questionnaire.

The survey base included demographic information about the respondents' school, status, grade (masters students/doctoral students/research associates), age, gender and nationality.

Since the laboratory is an academic space devoted to work and study, and it is a basic organization entity for most researchers, we considered the laboratory as the basic unit in which we investigated knowledge management in academia. After consulting the definitions of knowledge management and knowledge management systems in the existing literature, we proposed the following two definitions in our questionnaire:

Laboratory Knowledge Management (LKM) involves any systematic activity related to the acquisition, capturing, sharing, creation and use of knowledge in the lab.

Laboratory Knowledge Management System (LKMS) is the computer-assisted system that helps with knowledge acquisition, sharing and creation in the lab.

2.4 Survey Instrument

The initial questionnaire was in English. Considering most of respondents are Japanese, we also prepared a Japanese version. Before we released the formal questionnaire, we had carried out a pilot study (several group discussions) among about 12 selected students and associates from each school, to investigate whether the

respondents could understand the questions and to glean their comments in order to improve the questionnaire. After that, we published the questionnaire online (on the homepage of COE program), along with a printed paper version for people who preferred it. To respect the respondents' privacy, all responses were received anonymously.

The survey was divided into four parts: personal IT skills, laboratory environment (including hardware, software, and cooperation environment), self-assessment of the research as well as the daily life environment, and a survey on knowledge management in the laboratory. It was timed to take approximately 20 minutes to complete. In answering the questions and statements, respondents were required to tick appropriate responses showing a preference ranking or to answer multiple choice questions phrased usually with a single option, or a single option with an "others – please specify" possibility.

The questionnaire was published on Feb.25, 2004. The online survey was closed on March 5. The final printed responses were accepted on March 12. A total of 118 responses were received, including 67 native (Japanese) respondents and 51 foreign (non-Japanese) respondents. The response rate was 11.8%. The details are listed in the Table 1 (the number in parentheses is the actual number of students or researchers at that time).

Status School	Associate	Post doctor	Doctor student	Master student	Total	Rate
KS	4(13)	1(1)	18 (61)	15 (164)	38(239)	15.9%
IS	1(22)	3(5)	15 (90)	10 (263)	29(380)	7.6%
MS	6(25)	5(5)	21 (115)	19 (238)	51(383)	13.3%
Total	11(60)	9(11)	54 (266)	44 (665)	118(1002)	11.8%
Rate	18.3%	81.8%	20.3%	6.6%	11.8%	----

Table 1. Response rate to the JAIST survey

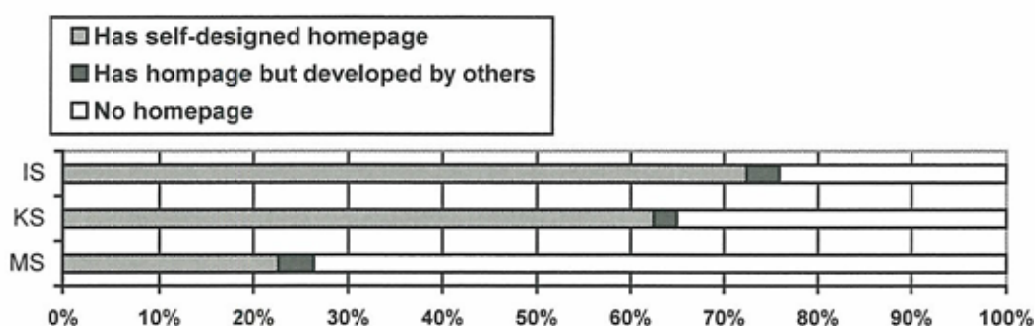
3. SURVEY FINDINGS

The survey was completed and results analyzed at the end of April 2004. The results and analyses pertain only to this period. No claim has been made as to the generalization of these results to all general educational organizations, other than to argue the indicative analyses and perspectives of knowledge management in JAIST. The results can be only used as references for research institutes and universities similar to JAIST. In addition, we admit that since the sample size in each area (different school or different status of the respondents) of this survey is not very high (see Table 1), there may exist deviations in the findings by comparing the responses of respondents in different areas. This factor should be considered when analyzing the difference between these areas.

3.1. Personal IT Skill

The respondents were asked to describe their personal IT skills with respect to knowledge management. This part of the questionnaire was designed to explore the relationship between personal IT skills and efficient personal knowledge management, for succeeding analyses and comparisons. Some important results are listed below.

In Figure 1, we see that an overwhelming 72.41% of respondents in the School of Information Science (IS) possessed personal homepages developed by themselves, while only 22.64% of respondents in Materials Science (MS) were able to use this tool in order to introduce themselves and their research to others. That is to say, even though the Internet and WWW are very popular, there are still quite a number of



researchers (or students) who, handicapped by a lack of personal IT skills, have trouble efficiently managing their own knowledge and/or introducing themselves to others through the Internet. This is especially true for those whose subjects are not related to computer or information science, such as basic science. This prompts us to the conclusion that *for better communication and cooperation in terms of personal homepage construction, we should provide more technical support and help to researchers who are not familiar with basic network and programming technologies/knowledge*. The results shown in Figure 2 also support this point, showing that about 73.58% of respondents in MS could only use the computer to deal with basic applications and operations, such as writing papers with text processing software, and less than 16% of them thought that their IT skill was excellent or good; while this ratio was up to 82.76% for respondents in IS (44.83% + 37.93%). This is a significant practical difference that should be recognized by knowledge management researchers and practitioners.

Figure 1. Respondents' homepage construction

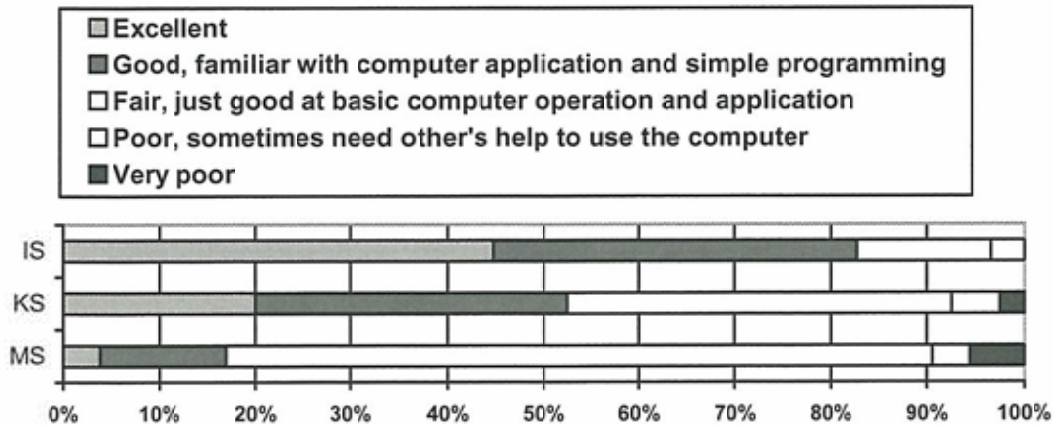


Figure 2. Respondents' IT skill

3.2 Laboratory Knowledge Management Environment

In this part, we focused on the laboratory environment for knowledge management, especially on the uses of technology to support knowledge management strategies, contributing factors for efficient laboratory management as well as for the satisfaction of the respondents.

First, the survey sought to establish the uses of technology to support a laboratory knowledge management strategy. The most notable aspect of technology use in laboratories, as reflected in the survey responses (see Figure 3) is the extensive use of text processing and presentation software, and of Internet and on-line information sources, databases, and search engines. On-line chatting software and document repositories were also widely used in the laboratories.

It should be noted that the totals described here were considered by respondents as individual responses to each item, that is, the totals were of 100% of respondents in each case. As shown in Figure 3, 97.55% of the respondents use text processing and presentation software extensively or to a certain extent (that is a natural result for researchers and students), 95.90% use Internet and on-line resources, 97.55% use search engines (such as Google) to look for documents and data, 63.12% use on-line chatting software (such as MSN Messenger and ICQ) for communication, and 51.64% use special document repositories or databases for their researches.

This compares with the fact that 52.46% of respondents had no plans to use or were not sure about using BBS or electronic bulletin boards in their laboratories; further, 63.93% had no plans to use data warehousing and data mining, 68.85% had no plans to use groupware such as IBM Lotus Notes, and 70.49% had no plans to use video conferencing, all technological tools which are often regarded as part of a decision support mechanism and facilitators of knowledge management in the business area[11]. Contrast the JAIST results to Zyngier's 2003 survey[11], which found that more than 70% companies of Australia used groupware or BBS, about 60% used

video conferencing, and more than 50% used data warehousing and data mining[11]. The role of technology in knowledge management represents a big difference between business and academia, and we will present our analysis later.

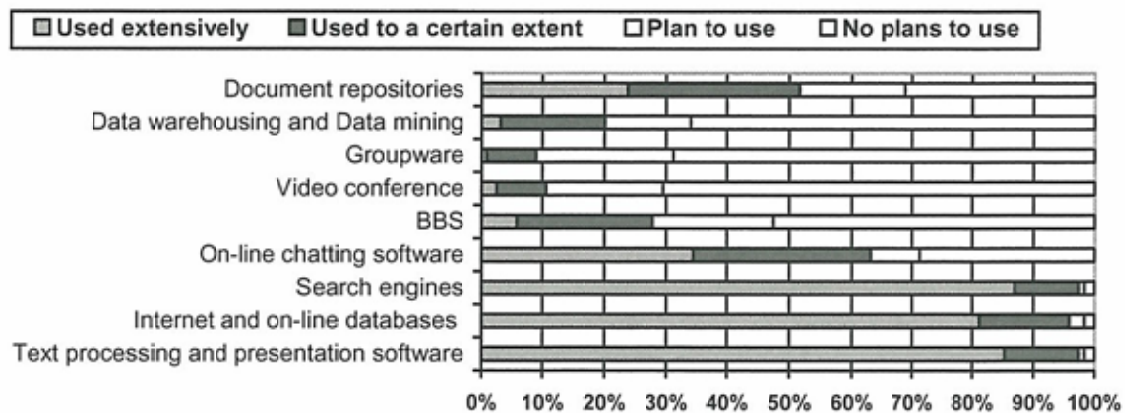


Figure 3. Technologies used in laboratories

When asked about their satisfaction on the factors related to laboratory management, only 56.56% of the respondents were satisfied (somewhat satisfied or very satisfied) with the device management of laboratory (experimental apparatus, computers and software management); while the satisfaction with the other items (document management, equipment usage training and lab homepage) was less than 50% for all and decreased in turn (see Figure 4). More precisely, if we focused on the lab homepages in the various schools (see Figure 5), we found that from MS to KS and then to IS, the complaints (very unsatisfied and somewhat unsatisfied) on the construction of lab homepages decreased largely and quickly. That is to say, homepage constructions are quite uneven among the schools. As we know, the laboratory homepage is not only a portal (or introduction) for outside researchers, but more importantly, is also a significant knowledge source or 'database' shared by all the members of that laboratory. The most desirable contents of the lab's homepage, according to the respondents in this survey, are introduction of all the members and their research interests, basic and background knowledge in the field, introduction of or links to leading groups, labs and well-known researchers in the field, introduction of or links to the major journals or conferences in the field, a BBS for discussing and communicating with other members, links to on-line databases or document repositories, recording and sharing experimental experiences and good ideas, and so on. Thus, in combination with the results shown in section 3.1, we found that not only do the IT skills of the researchers themselves limit efficient personal knowledge management to some extent, but also that *the unevenness of technical support as well as laboratory management among different schools should be seriously regarded and improved.*

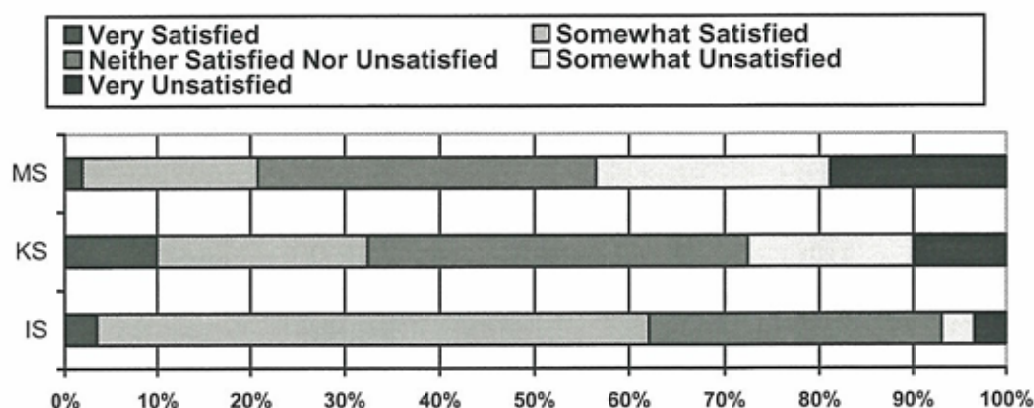


Figure 4. Satisfaction with the factors of laboratory management

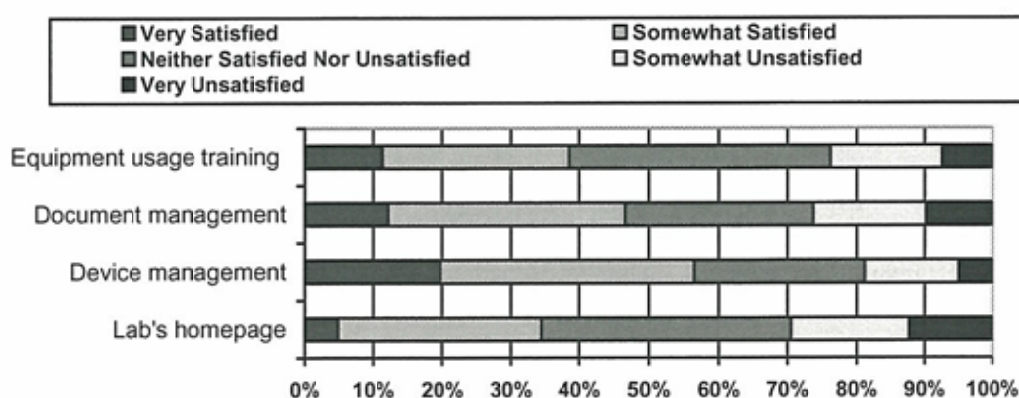


Figure 5. Satisfaction with lab's homepage

Moreover, when asked to evaluate the effect of regular laboratory seminars or group discussions, there was no big difference between native (Japanese) and foreign (non-Japanese) researchers as we expected (shown in Figure 6). But when asked about the reasons for their dissatisfaction, they gave different weights to the various reasons (see Figure 7).

As shown in Figure 7, 76.92% of foreign respondents thought that language was one of the important reasons for inefficient or meaningless seminars, compared with only 23.08% of Japanese respondents (notice this was a multiple choice question, and the totals given here were considered by respondents as individual responses to each reason/factor). A reason behind this phenomenon is that at JAIST only masters-level courses require foreign students to have good Japanese language ability, but for doctoral courses, English is enough. Thus, if a foreign PhD candidate who is not good at Japanese attends a seminar or group discussion, but the speaker can only speak Japanese (suppose the speaker is a Japanese masters student and not good at English), undoubtedly that seminar will be meaningless and quite tedious for him. Unfortunately, this case is quite common because of the labs' seminar regulations (60.7% respondents said they had regular meeting at least once a week) or for other reasons. In contrast to this case, another interesting phenomenon is that significantly more Japanese respondents than foreigners complained that the atmosphere of discussion were not open and free, the topics were not related to her/his interests

(there were various unrelated research topics in the lab), and/or there were some other reason for dissatisfaction.

Figure 6. Evaluation of seminar and group discussions

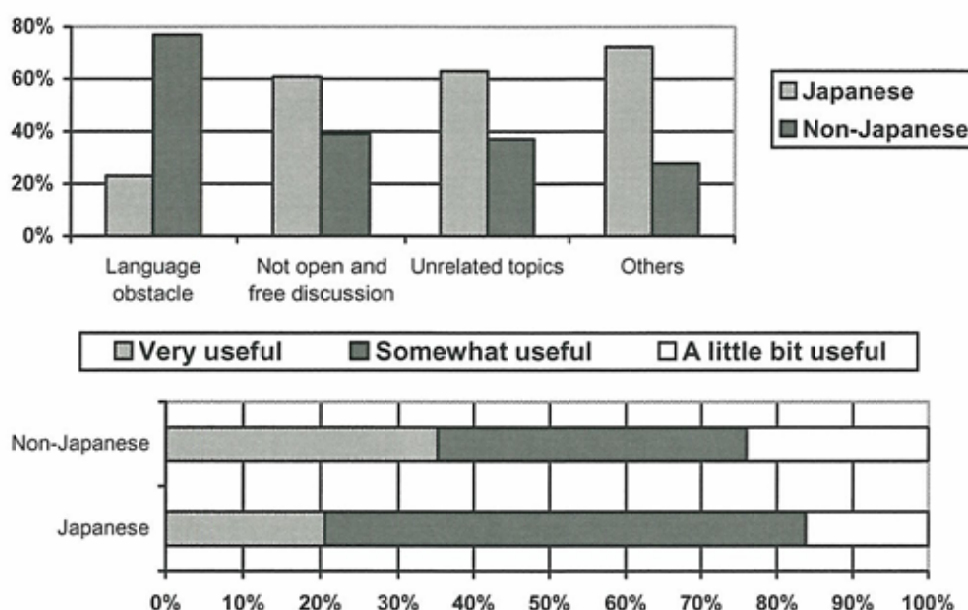


Figure 7. Obstructing factors to efficient seminar or group discussion

3.3 Self-Assessment of Research and Life

The survey sought to discover the importance of different knowledge sources to various research activities. According to Nakamori's *i-System* model, a knowledge creating system consists of five subsystems: intelligence, imagination, involvement, integration, and intervention subsystems from the viewpoints of science, creativity, human interactions, systemic knowledge, and issues and problems, respectively [12]. More precisely, scientific knowledge creation involves five major integrated research activities: confirming the research subject, acquiring the necessary knowledge and information for the research and experiments, understanding the social and practical significance of the research, finding new ideas, and finally writing papers. This is a spiral knowledge creation process in which explicit knowledge (or statistical data and an individual's fragmentary knowledge) is transformed into tacit knowledge, which is then converted into explicit knowledge (or new knowledge which can be shared by others); researchers (not including professors, as we defined in section 2.3) usually get support and help from four knowledge sources to finish this process: their supervisor or professor's guidance and advice, their colleagues' cooperation and help, self-study, and help from outside scholars. To clarify the relationship as well as the influences between the knowledge sources and the research activities, we designed a question that asked the respondents to rate the corresponding knowledge sources on the level of their importance to their research activities, using an integer number from 1 to 5, where 1 means unimportant, 3 means moderately important, and 5 means very important. By averaging the sums, we obtained the results shown in Figure 8.

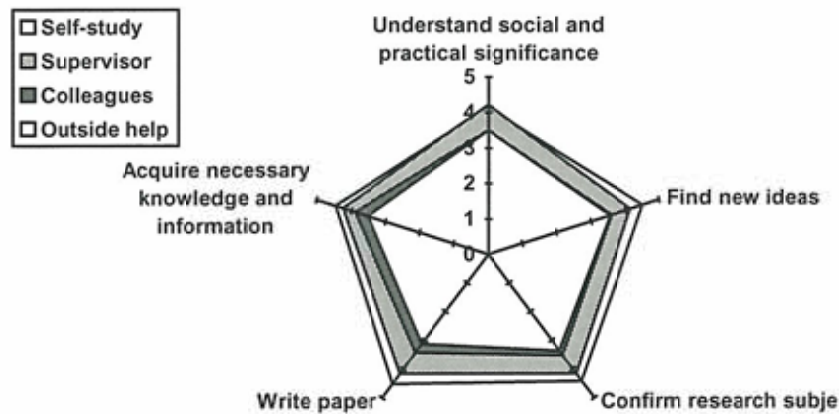


Figure 8. Importance of knowledge sources to different research activities

As can be seen in Figure 8, for all research activities except “understanding the social and practical significance of the research”, the order of the importance of the knowledge sources is the same, that is, self study > supervisor > colleagues > outside help. This result is reasonable and clear, for in scientific knowledge creation, self study is the most important factor. It is interesting to note that respondents agreed that the contribution of their supervisor was more important than their colleagues’ cooperation and help in terms of their research (the average value of the former is about 20% bigger than the latter). Thus, the survey reveals a significant difference between business and academia with respect to knowledge management and creation: *researchers in academia regard self study and the guidance of their leader (supervisor) as the most important factors, and put cooperation in a secondary place; while in business activities and projects, cooperation and team work is always regarded as one of the most fundamental factors for success because of the “cask theory” (just as the cubage of a cask is dependent on the shortest lath, so business success is dependent on the endeavors of every participant; one person or department’s neglect of duty will cause the whole project to fail).*

A related result is that when asked whether the respondents joined one or several self-managed or appointed teams composed of individuals capable of learning from each other, 42.62% of the respondents selected “No, I almost always work alone”. So, the problem is, do researchers really not need cooperation very much, or we should improve our management as well as people’s cognition of cooperation to encourage team work? Compared with another question – “when you encounter problems and feel depressed, could you get encouragement from others”, we found that the respondents who worked alone also got much less timely encouragement and help from others at the same time (see Figure 9). This result demonstrates the importance of cooperation and team work (except for those who have strong self-confidence and think they can solve every problem by themselves, but even then, they still need guidance from their supervisors, so, strictly speaking, they do not work alone). As we know, timely outside encouragement and help is a very important factor in study, it

can affect a person's mood and moral, and have a further impact on their study efficiency, performance, and achievement. Thus, from this point of view, we can not say that cooperation is a trivial factor in scientific knowledge management and creation, but rather that is a weak point that should be reinforced and improved.

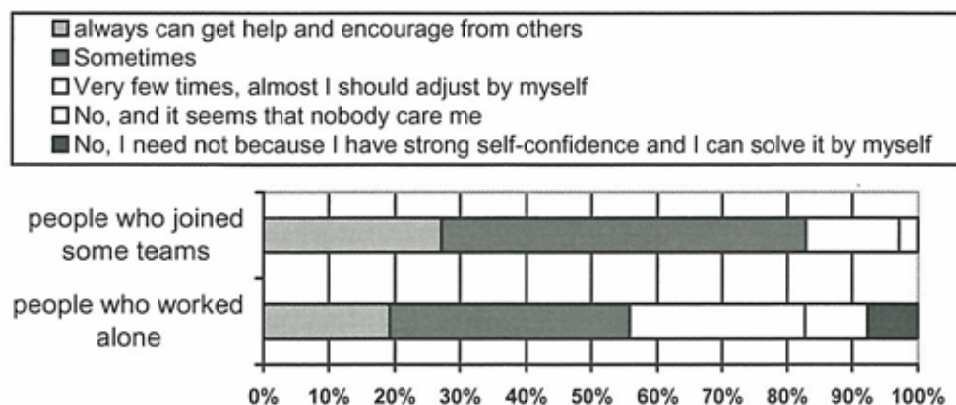


Figure 9. Encouragement and help from others when encountering problems or feeling depressed

When asked about the most difficult problem in their research according to the definitions of research activities in Figure 8 (with the addition of one more factor, “do experiments”, which is a vital research activity for those in the hard sciences), 29.55% of the masters students respondents thought that acquiring necessary knowledge and information was their biggest problem (see Figure 10), which was also true for post doctors (about 33.33% of them). With respect to PhD candidates, 50% selected how to find new ideas in their research subjects. The results for research associates seem even for each factor, but this group had less difficulty in writing papers (9.09%) and no difficulty at all in doing experiments (0%). This provides a valuable and instructive insight or “picture” for professors as well as the managers of research institutes, helping them have a definite object in mind when teaching and managing different students.

When asked about their satisfaction with leisure life in JAIST, only 33.82% of the Japanese respondents said that their leisure lives were rich and colorful (very satisfied or satisfied), while up to 41.17% of them complained that their life consisted of only dormitory and laboratory or that they had few friends and felt lonely (unsatisfied or very unsatisfied). At the same time, the situation of foreigners is better (see Figure 11). One possible reason for this is that JAIST organizes more leisure activities for foreigners. But, total satisfaction is under 40%, which should be of concern to the managers and administration staff, since lower morale can result in lower efficiency in research. We investigated this problem in order to remind both knowledge management researchers and the managers of research organizations to pay attention to this factor, which is seldom mentioned in the existing literature. We found another cross-tabulated result supporting this point to some extent, that is, when asked about their satisfaction with the current situation and progress of their research, up to 44% of the respondents who answered unsatisfied or very unsatisfied complained about

their leisure lives (unsatisfied or very unsatisfied) at the same time.

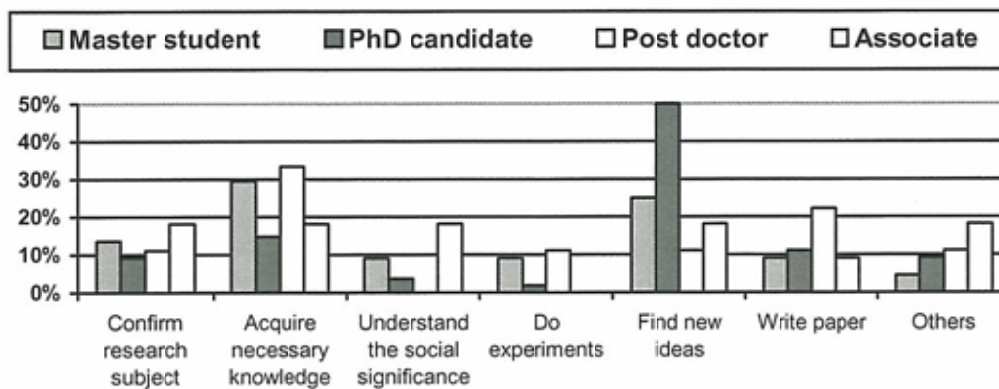


Figure 10. The most difficult problem in research

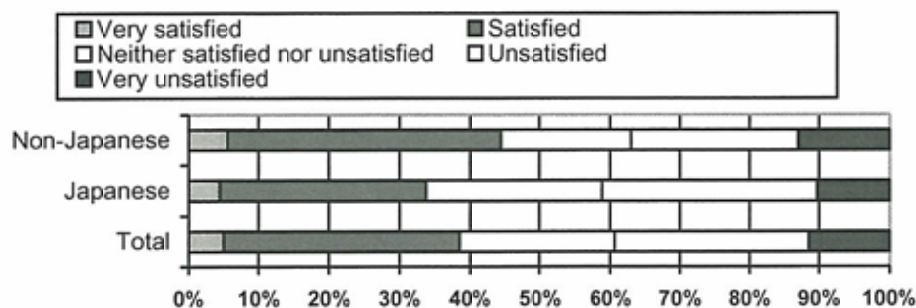


Figure 11. Satisfaction with leisure life in JAIST

3.4 Respondents' Attitudes towards Knowledge Management

In this part, we listed some statements which describe various knowledge management issues, so as to know what would motivate the students and researchers to join in LKM practices.

The large majority (74.6%) of the respondents believed (strongly agree and agree) that successful LKM can largely encourage every member to contribute and share experiences and ideas. The same percent of respondents (74.6%) hoped to develop a "LKMS" to capture and circulate special skills and knowledge both inside and outside of the lab. Figure 4 showed us that 65.58% of the respondents were not satisfied with the management of their lab's homepage (very unsatisfied, somewhat unsatisfied, or neither satisfied nor unsatisfied), and 76.25% of them strongly hope to develop a "LKMS". This demonstrates that researchers need an IT-supported "knowledge portal" (Wang Zhongtuo and Pan Donghua, 2002) for connecting to available information sources and knowledge sources, not only inside but also outside the lab.

But this is not to say that researchers considered information technology to be more important in successful LKM compared with administrative and managerial measures: only about half of the respondents (49.2%) agreed or strongly agreed with this point (see Figure 12). Compared with the contradictory statement, that it would be possible,

through more effective managerial measures (not the technology) to capture and circulate knowledge both inside and outside of lab, many more respondents (73.8% of the total) expressed their strong agreement or agreement (see Figure 12). It is interesting that very few respondents expressed their disagreement (disagree or strongly disagree) to either of these two statements. We do not, however, consider this a ‘*specious contradiction*’ because of the large number of respondents (45.08% of the total) who did not express a clear opinion (neither agree nor disagree) on the first statement. To our understanding, it just demonstrates the conclusion again from another aspect, that *technology plays an important role in LKM, but it is not the unique and most important factor*, in other words, *increasing the management and use of tacit knowledge is more important than explicit knowledge*.

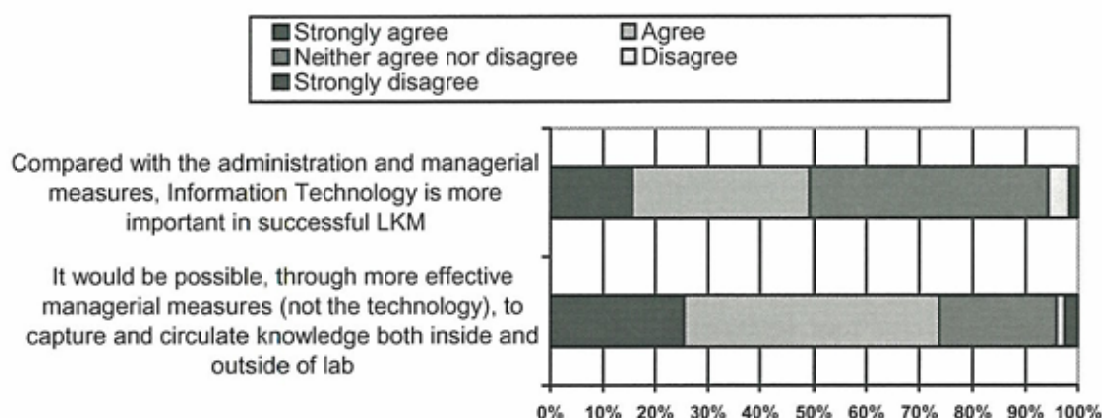


Figure 12. Attitudes on technology and managerial measures in LKM

4. DISCUSSION AND ANALYSIS OF RESULTS

The image as defined by the respondents shows both positive and negative characteristics. On the positive side, there was a high awareness of knowledge issues, knowledge resources, knowledge tools and the concept of knowledge management, along with the respondents’ strong desire to develop a knowledge management system or LKMS. Some results were negative, in that they showed that there were still some serious obstacles and hidden problems preventing efficient knowledge management and personal research.

The survey evidence reveals that there is a great disparity in personal IT skills among the various sciences or schools, along with an unevenness of technical support for laboratory knowledge management among different schools (see Figure 1, Figure 2 and Figure 5). This is not to say that there are no or fewer people in charge of maintaining the laboratory homepage in MS (the school with weakest average personal IT skill and technical support). When asked about management of the homepage, 83.02% of the MS respondents said that there were people appointed to maintain and update it, which was quite similar to the responses from KS (90%) and IS (89.66%). Thus, the disparity results from the IT skills and responsibilities of the maintainers per se. This unevenness should be seriously considered and corrected

since it can largely impede explicit knowledge management for the researchers, especially those who are not familiar with computer science and technology. From the point of view of developing and implementing a knowledge management system, we think the most practicable and effective way is to focus first on the requirements of non-computer science background researchers, smoothing the unevenness and accumulating experiences, and then try to extend it across the board in the organization.

With respect to the definition or functionality of a knowledge management system (KMS), or more specifically, a laboratory knowledge management system (LKMS) in our case, we think that an integrated knowledge portal or platform connecting to all kinds of information and knowledge sources is most desirable; it must be user-friendly as well as easy to operate, so that every participator can record and maintain her/his own data and experiences (best practices) to be shared by others (since it is impossible to ask everyone to develop and maintain their homepage or data by themselves, see Figure 2). According to *i*-System methodology [12], if we hope to solve problems (*Intervention*), usually we can get required knowledge from the important knowledge sources -- scientific, social and creative dimensions by mobilizing our capabilities of intelligence, involvement and imagination. And then we construct the new knowledge or systemic knowledge (*Integration*) from above three fronts. It inspires us to design the architecture of LKMS and develop functional subsystems to integrate knowledge based on *i*-System theory. The architecture of LKMS is shown in Fig. 13. Considered the requirements of respondents and feature of research activities, the flowing contents of various functional subsystems should be provided and integrated into the system as a whole seamless platform:

1. *Scientific knowledge repository subsystem* (Scientific Dimension), storing and linking the theoretical and practical knowledge for the research concerned. For instance,
 - Basic and background knowledge in the field;
 - Skill knowledge, e.g. how to do research; how to write paper; how to use apparatus and so on.
 - Laboratory information, including introduction of all members, their research interests, publication list and laboratory schedule, seminar and so on.
 - Introduction and links to the leading groups, labs and famous researchers in the field;
 - Introduction and links to the major journals and research organizations in the field;
 - Links to literatures database, etc.
2. *Social information subsystem* (Social Dimension), offering the information from professional database, periodicals, and relevant web site, even newspapers so that researchers can look for the collaborations and easily search the information they need. For instance,
 - Information and knowledge about government industry policy;

- Industry database built by agencies;
 - Patent database, etc.
3. *Communication subsystem* (Social Dimension), for the exchange of knowledge and ideas between the members of lab as well as outside researchers through e-mail, Bulletin Boards System (BBS), video conference, and etc.
 4. *Personalization subsystem* (Creative Dimension), providing individual module for researchers to manage their personal research.

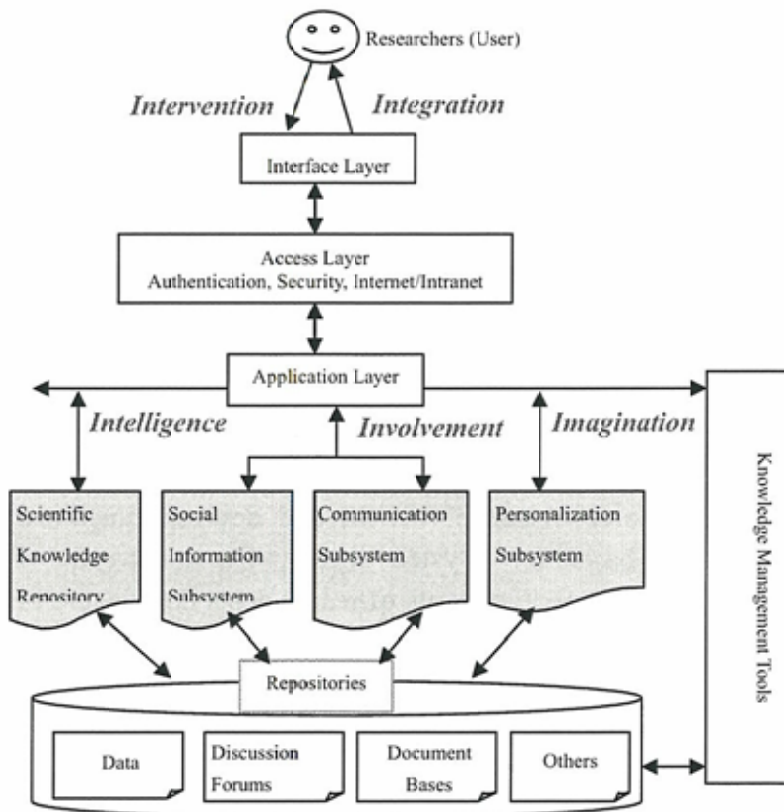


Figure 13. The architecture of LKMS.

Another discrepancy exposed in this survey is that while some important knowledge management technologies and software, such as groupware and video conferencing are very popular and play a important role in the business area [11], they still are not popular or accepted by the researchers at JAIST (see Figure 3). To our understanding, one important reason for this lies in the characteristics of scientific knowledge management and creation, in which people put more emphasis on self study and their supervisor's guidance than on cooperation (see Figure 8). As we discussed in section 3.3, cooperation is a weak point that should be further reinforced and improved with regard to scientific knowledge management and creation (see Figure 9 together with Figure 8); but we are not predicting that groupware or other business collaboration software will occupy a big market and become popular soon in JAIST. The most urgent problem is to smooth the unevenness discussed above, while the function of cooperation can be replaced and implemented by existing simple technologies and software, such as email and on-line chatting software (see Figure 3) at present.

A crucial hidden problem discovered in the survey is that the importance of cooperation and team work is not emphasized enough at JAIST, and nearly half of the respondents work virtually alone. As mentioned in section 3.3 (Figure 8), we realize that because of the characteristics of scientific research, cooperation is less important compared with self study and supervisor's guidance, especially for graduate students and higher researchers (PhD candidates, post doctors and research associates), whose research subject is very deep and 'narrow', and usually difficult for others to understand (see Figure 7). On the other hand, we do not think that the big variance in importance between the supervisor's guidance and cooperation is reasonable and acceptable (see Figure 8). On the contrary, professors and laboratory administrators should seriously consider how to encourage and reinforce collaboration in academia, such as organizing some small study groups composed of individuals capable of learning from each other. As far as we know, this property has not been found in the theoretical literature to date, and we consider it an urgent and promising issue both for theoretical and practical research with respect to knowledge management in academia. A related recent survey on team building in the Australian Defence Organisation (Leoni and Irena, 2003) can be used as a reference on this point.

An interesting fact found in this survey is that compared with foreigners, Japanese respondents are more prone to complain about their leisure life (see Figure 11) and a constrained seminar discussion atmosphere (see Figure 6 and Figure 7). This seems contrary to our common sense; we would expect foreign respondents to be more nervous because of the new and unfamiliar environment. There are many possible reasons for this situation, and there may even be distortion in our results, since the response rate is not very high. But at any rate, we believe that the common characteristics of Japanese culture may help explain this fact. As we know, the common impression of the Japanese is that they are well mannered, soft-spoken, and hard-working while maintaining a strict ranking concept in their minds. From this point of view, it is easy to see why very few Japanese respondents might think that seminars are open and free, especially when the speaker is an elder member and their professor is present wearing a serious expression. Moreover, the advantages of good manners and a hard-working attitude may sometimes leave less time and initiative for communication; this can be explained as one of the reasons for the complaints about leisure life. A discussion of national characteristics is beyond the scope of this paper; our object here is simply to point out this problem and bring it to the attention of the professors as well as the administration staff. In contrast, we suggest that it is not necessary to ask foreigners who are not good at Japanese to attend the seminars conducted in that language, since it is obviously tedious and useless for them (also see Figure 7). Considering the actual effect is more important than maintaining a façade of good manners, so from this point of view, we think that some laboratories' regulations on seminars and discussions could be improved. Dividing the members of the lab into different groups for discussion may be better and more efficient.

5. CONCLUSIONS

This study focused on a special group of respondents consisting of graduate students and researchers (masters students, PhD candidates, post doctors, and associates), called the knowledge creators of the Japan Advanced Institute of Science and Technology. It has identified a number of complex and interwoven contributing factors and inhibitors to scientific knowledge management and creation in academia. Some important findings as well as the conclusions discovered by this survey are as follows.

- There is a serious disparity in the technical supports and average personal IT skill between the different schools at JAIST, which largely hinders efficient and effective knowledge management and sharing among some researchers.
- There is no systemic KM framework for the scientific research in the lab. In this case knowledge is highly fragmented and inefficient to access what, when and where needed.
- Scientific cooperation and dispute have not been recognized or emphasized enough in JAIST; encouraging and reinforcing it should be considered more seriously and studied further in the future.
- The most difficult research problem varies with respect to respondents of different status, such as masters students and PhD candidates; this fact should be taken into account by the professors and managers.
- Some varying requirements and obstacles between foreign researchers and Japanese have also been exposed.

At the same time, this study will enable and contribute further research in other possible directions.

- It will allow comparison with studies at other educational organizations on the understanding of knowledge management in academia, especially on the crucial topic of scientific knowledge management and creation.
- It will contribute a solid basis for our COE program, providing a comprehensive understanding and insight in the current status and problems of knowledge management in JAIST.
- It will allow possible comparison and research of the knowledge management technologies used between business field and academia, along with some useful instructions and guidelines for developing knowledge management systems and laboratory knowledge management systems for academic organizations.
- It will allow review of current academic teaching and research practices in this area.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all people who provided research assistance to this

investigation and thank Jianwen Xiang (Doctoral student of School of Information Science) for his hard work in designing and managing online questionnaire.

The research is supported by 21st COE (Center of Excellence) Program “Study of Scientific Knowledge Creation” of JAIST, funded by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT, Japan).

Reference:

- [1] Bukowitz, W.R. and Williams, R.L. (1999) *The Knowledge Management Fieldbook*, Upper Saddle River, N.J. Financial Times, Prentice Hall.
- [2] Von Krogh, G., Ichiro, K. and Nonaka, I. (2000) *Enabling Knowledge Creation*, Oxford University Press, New York.
- [3] Maier R. (2004) *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management (Second Edition)*, Springer-Verlag, Berlin
- [4] Lisa A. Petrides and Thad R. Nodine (2003) “Knowledge Management in Education: Defining the Landscape”, The Institute for the Study of Knowledge Management in Education
- [5] Christopher A. thorn (2001) “Knowledge Management for Educational Information System: What is the State of the Field?” Education Policy Analysis Archives, November 19, Volume 9
- [6] Kidwell, J.J., Vander Linde, K.M. and Johnson, S.L. (2000) “Applying Corporate Knowledge Management Practices in Higher Education”, *Educause Quarterly*, Number 4
- [7] Pickett, R.A. and Hamre, W.B. (2002) “Building Portals for Higher Education, New Directions for Institutional Research”, No.113, Wiley Periodicals, Inc.
- [8] Nakamori, Y. and Takagi, M. (2004) “Technology Creation Based on Knowledge Science”, Proceedings of the First International Symposium on Knowledge Management for Strategic Creation of Technology, Japan, 1-10.
- [9] Nakamori, Y. (2002) “Introduction to School of Knowledge Science”, Proceedings of International Symposium on Knowledge Creation in Economic, Environmental and Societal Systems, Japan, 1-5
- [10] Nonaka, I., and Takeuchi, H., (1995) *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New York.
- [11] Zyngier, S. (2003) “The Role of Technology in Knowledge Management Strategies in Australia: Recent Trends”, *Journal of Information & Knowledge Management*, Vol. 2, No. 2, 165-178.
- [12] Nakamori, Y. (2003) “Systems Methodology and Mathematical Models for Knowledge Management”, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol. 12, No. 1, 49-72



知識創造場論集

第1巻 第2号

発行日：2005年3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 0765-51-1767



The 21st century COE program in
JAIST

