

Title	エコ・イノベーションへ向けた科学技術人材の育成
Author(s)	八代, 英美
Citation	年次学術大会講演要旨集, 24: 345-348
Issue Date	2009-10-24
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/8644
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

エコ・イノベーションへ向けた科学技術人材の育成

八代 英美 (芝浦工大・株 IMS コンサルティング)

1. はじめに

本文の目的は、科学と工学を専攻する学生の間で学際的なコミュニケーションを強化する手段を調査することである。そして、その結果、経済の持続性や環境問題への認識を増し、技術的な成果や社会の自足的な発展に貢献することである。

現在、大学教育では、数々の困難に悩んでいる。これらは学生の基礎的な能力低下や、学習の動機づけの困難さなどである。結果として、卒業時の技能の欠如や産業界で期待される成果に至らないという懸念がある。

社団法人私立大学情報教育協会¹⁾がおこなった日本の343の大学と専門学校の66,000人の教授陣への調査によれば、工学系の67%と理学系の70%は、学生の基礎学力の低下を感じると答えた。また、全体の教授陣の48%は、学生に勉強する動機付けを付与するのが難しいと感じている。そしてさらに、15%は、学生とのコミュニケーションに難しいと感じている。

こうした状況の下で、本調査は理工学を専攻する学生と教授陣のコミュニケーションを促進し、また、学生に動機づけを与え、研究へ彼らの新しい知識を適用することを目指している。本調査の実施とその結果から教育者を援助する手段を見出すことを目的としている。

2. 文献レビューと仮説

2.1 科学技術教育における学際的なコミュニケーションの必要性

学際的な教育について、Davis²⁾は、それが学生の学習の動機づけを増すという研究成果を発表している。また、学際的な学習効果は高等教育や高度な専門分野でも有効であるとして、Ivanitskaya³⁾はそのプロセスと結果例を発表している。

そして、学際的な学習機会は、環境問題への解決を提供することでも有効であるとの報告がされているLattuca⁴⁾。

学際的な研究においては、異なる生産要素が互いに結びついて、新たな次元の展開へと発展していくことが可

能である。このことについて、Schumpeter⁵⁾は経済発展の理論において、イノベーションは「新結合」であると主張した。新結合によるイノベーションは、新産業育成への原動力となる、ということで、現代でもイノベーションにおける新結合が重要視されている。

一方、研究開発においては、歴史的にも大学は、産業の発展の重要な役割を演じてきたが、最近、工学資源の不足を補うために、産学連携に着目されているMowrey & Rosenburg⁶⁾。これは同時に、研究開発において効果的に外の資源を導入する、オープン・イノベーション Chesbrough⁷⁾を提唱したことに起因する。既存の工学資源の実際の使用に至って、自前主義を脱却し、既存の資源を有効活用することで、イノベーションを加速することは、学際的な研究開発の成果でもある。

2.2 リサーチクエスト

先行文献に基づき、本調査の目的を下記に設定する。まず、リサーチクエストとしては、学際的なコミュニケーションの阻害要因を解明し、同時に促進要因について調査する。促進要因においてはコミュニケーションの媒介者の役割について調査し、最後に学際的な知識創造のモデルとは何かを特定する。

表 1. 大学の授業で直面している問題点

調査対象	数値	工学系	理学系	農学系	医学系	歯学系	薬学系	看護系	教育系	芸術系	その他
工学系	117名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
理学系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
農学系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
医学系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
歯学系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
薬学系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
看護系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
教育系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
芸術系	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%
その他	100名	15%	20%	10%	15%	10%	15%	10%	15%	10%	15%

出典：社団法人私立大学情報教育協会 (2007)

3. 研究の手段と方法

3.1 データの収集方法

前述の理論に基づいて、学際的な環境下で科学技術コミュニケーションのクラスを開催し、そして、講義と演習の結果を101人の学生についてアンケート調査した。測定には、1～5ポイントのリカーthouse手法が使われた。質問のリストと、結果は、表2に示されたとおりである。

学生の専攻の分布は以下の通りである：機械工学が42%、IT・電子が34%、土木・建築が18%、材料・化学が8%である。

導入コースの後、65%の学生が、さらにプレゼンテーションの講義に進み、学際的な環境でプレゼンテーションの演習をした。その後、20人の学生グループに対してフォーカス・インタビューが行われた。

3.2 調査の手法

最初に、学生は自身の分野のプレゼンテーションをし、そして、他の分野のプレゼンテーションを聞いた。クラスの後、異なる分野の学生同士がグループを形成し、学際的なコミュニケーションの意味と効果について議論した。

クラスに焦点を提供するために、KJ法やマインドマップなどの手法を用いた。グループ・ブレインストーミングには、KJ法を、さらに、考えを組織だてて、発表する際にマインドマップを用いた。KJ法やマインドマップの主な長所は、コミュニケーションの性質を言語依存から、シンボルに転換するという点である。こうしたことからこれらの手段は協同とグループでの意思決定を強化するのに適していると考えられる。

4. 調査結果と分析

4.1 学際的なコミュニケーションの阻害要因

学際的なコミュニケーションを妨げている要因を確認するために、学生の専攻分野と目標に対する関心、研究の目的の認識のレベルについて調査した。

研究の分野に対する関心のレベルに関しては、学習年数が経つごとに増加し続ける傾向がある。4年生は、自分の分野に対する最も強い関心を持っている。しかし、研究のゴールと目的について尋ねると、2年生と3年生からは、やや否定的な結果が認められた。

研究のゴールと目的に関しては、1年生と4年生は、研究の見通しが強く、比較的明確なゴールと目的を持つ。しかし、2年生と3年生は方向が比較的不明である。学生にそうした理由について尋ねたところ、下記のように答えている：

・ 専門の学習や研究にかかる時間的な圧迫などから他の分野について知ろうとする時間や精神的な余裕がない...2年生。

・ 専門の研究テーマは、とても詳細に分けられるため、自分の隣に座る学生にしても、何をしているか理解できないか知らない状態である...3年生。

このような回答が、他にも多数あった。このことから2年次、3年次においては学際的な学習の意欲のみならず、自分の分野においても明確な学習の目的が見いだせないことが考えられる。専門的な研究が進むと、1年次には明確にもっていた研究の動機づけの焦点やゴールを失う傾向がある。よって、2年生と3年生に集中して、動機づけを提供する方法が、非常に重要であることが判明した。

4.2 学際的なコミュニケーションの促進要因

表2は、学際的なコミュニケーションの講習の前後における比較を示す。セッションの前と後について、比較すると、質問5の他の分野学生に話者の専門分野を理解させたいという願望に関しては、よくあてはまる肯定的な答えが全体で41.3%増加し、非常によくあてはまるという回答が6.0%増加した。

表 2. 講習の前後における比較

質問事項	よくあてはまる	非常によくあてはまる
1. 学年		
2. 専攻		
3. 自分の専攻分野に対する関心の高さ	(6.6)	10.4
4. 研究のゴールと見通し	(3.6)	(16.5)
5. 他分野の学生に自分の専攻を理解させたいという気持ち	41.3	6.0
6. 他分野の学生から学びたいという気持ち	24.5	63.8
7. 環境保護のために働きたいという気持ち	34.9	(9.2)
8. 環境の問題に対する関心のレベル	59.0	(10.1)
9. 自分の専攻分野で環境問題への解決を目指したいという気持ち	7.4	(42.2)
10. 自分の専攻分野での環境問題のために行動を起こしたいという気持ち	95.1	22.9

学生からのコメントは、以下のとおりである：

-自身の分野を知っていなければ、他の部門の人々からの質問に答えたり説明することができない...3年生。

-プレゼンテーションで他の学生が私の分野に興味があるのを見ると、自分の分野により興味を持つようになる...2年生。

-自分の専攻分野の可能性についてより自信がついた...3年生。

アンケート結果をみると、他の専門の人々から学びたいという願望（質問6）への回答はよくあてはまるが

24.5%、非常によくあてはまるが63.8%増加している。

以上の調査から、学際的なコミュニケーションが研究動機づけに有効であるということ、さらに、学生自身の専門分野に対する関心のレベルを増すことがわかる。

環境問題に関するアプローチについて、質問10においてもよくあてはまるが95.1%、非常によくあてはまるが22.9%とかなり増加した。これは、グループ・ブレインストーミングを経験することで、違う専門分野の学生同士が、環境の改善のために役に立つ協働の領域を見つけたことによるものである。

以下は異なる専攻の学生間で環境問題への学際的な解決策を議論した結果の一例である。

・ 土木工学+材料学科の場合=掃除、メンテナンスとリサイクルの容易さなど、環境に役立つ新繊維を用いた建築物のデザイン

・ 機械+材料+電気学科の場合=航空機用の燃料電池

・ 機械+IT 学科の場合=遠隔制御できる医療ロボット

これらの取り組みについての学生からの意見は下記のとおりである。

-今まで他の学科の人々とめったに話す機会はなかった。しかし、話したあとは、自分の知識がかなり狭い分野に偏っていると感じ、より広い分野に通じるようになりたいと思った。

-自分の考えをプレゼンテーションで発表する際には、もうこれ以上の手段や解決策は存在しないと思った。しかし、プレゼンテーションのあと、他学科と議論すると、全く新しいアプローチがあるということがわかった。そうした経験から、創造的なアプローチが可能であることがわかった。

専攻の違う分野の学生同士の協働により、より開かれた知識やアプローチが可能となることがわかる。

4.3 媒介者の能力と役割

インストラクターは、学際的なコミュニケーションの媒介者として重要な役割をもつ。講習の際には、特に以下の問題に注意が必要である。

1) 自由な発想と忌憚ない意見交換の場を確保すること：学生は、全ての答えに価値があることを明確にされなければならない。学生らが提供する解決策は、以前は学術的には全く考慮されていなかった分野かもしれないからである。さらに、多くの学生は、自分の専門分野でさえも、まだ完全には自信がない状態にある。このような学生の学習を促進するためには、批判は極力さげ、自発的な学習を促す必要がある。

自分の分野でのプレゼンテーションのあと、学生は他分野の学生からの質問を受ける。これは、挑戦に値する

経験で、答える学生の能力の範囲内ではあるが、この相互作用の結果、学生の自信と学習への動機づけは強化される。特に、他の学生の利益となることを発見した場合や、彼らの専門が他学科との相互作用を通して彼ら自身の研究成果に影響を与えることを発見した際に顕著である。この結果として学生は自分の分野に自信をもち、当初は、他の参加者には無縁と思われた専門概念を説明することが必要であることに気付く。そして、これらの必要な構造と固有の説明を、ジャーゴンなどの専門用語を多用することなく、より直接的な言語で、説明しなくてはならないことを実感する。

こうした過程では、自身の分野にプライドを持ち、誇りにするようになる。他に対する相互作用を通して、自身の進歩を測定することで、研究の動機づけを強化することにもなる。

2) 異なる専門分野間での協同作業を助長すること：時には発想異なる分野間での協同のために、インストラクターは、分野間の壁と取り除き、学生の創造性を発揮でき、高めることができるためのアドバイスをしなければならない。とくに、ブレインストーミングに際しては、学生が創造的な考えが導入されるように、空気と環境をつくることでの援助と補強が欠かせない。特に、KJ法の実施に際しては、まず、1人あたり最小でも10枚のカードを書くという要求をする。

また、結果に対してチーム責任を課すと、全グループ構成員がグループ議論へのインプットに貢献する責任がかかる。このように、学生は一般にグループ力学については、社会的なおよび仲間からの束縛などを通じて、非協力的な態度や過度に個人主義的な姿勢が修正されるなど有効な圧力となる。

こうした試みが軌道に乗ると、異なる分野から学生の活発な議論に結びつき、その結果、創造的な相互作用をもたらすような、強い結合とホットな「場」づくりに行きたる。学生は、より自信をもって意見を表し始めて、活発な議論をする。学際的な議論は正しく実行されると、新手的環境問題へのユニークな解決策をもたらす。学生たちの活発な社会活動能力を得ると、そのような解決策は現実的な価値を持つに至る。

5. 結論と提言

5.1 リサーチクエストionsに対する回答

学際的なコミュニケーションを妨げる要因に関しては、理工学系の分野で、増加している複雑化と専門化があげられる。そして、学生の動機づけの欠如と、研究の見通し、ゴール設定がうまくできないなどの問題も阻害要因となっている。このような状況下での学際的なコミュニ

ケーションでは、他の分野の人々が理解できるように、話し、プレゼンテーションするということが、逆に学生自身の動機づけやゴール設定に影響してくる。

学際的なコミュニケーションを促進する要因に関しては、学生に対して異なる分野間の介在を行う「場」と、それを手助けする媒介者が必要である。

「場」については、伊丹⁸⁾の供述にもあるように、共同体意識の醸成をベースとしながら、自律分散システムをつくるのに効果的な役割を担う。ここで、媒介者の存在と、「場」という共通のコミュニケーション・スペースを持つことが必要であることは、本調査でも、アンケート結果や調査の結果によって、必要性が確認された。

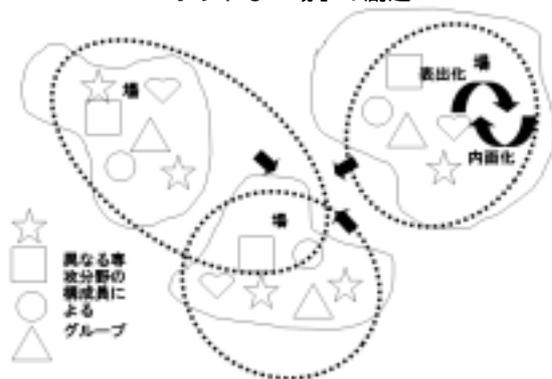
5.2 学際的な知識創造のモデル

知識の作成に関しては、強い結合とホットな「場」を持つことが、重要な成功要因である。成功した学際コミュニケーションでは、自発的な議論を活発に展開する場面が確認された。これは、熱いコミュニケーション・スペースであるホットな「場」として認められる。

図1は、学際コミュニケーションによるホットな「場」の創造モデルを示している。異なる分野の専攻者で構成されるグループ内で、個々の構成員による、知識の表出化と内面化がおこなわれる。このような作用が、グループの構成員同士で確認されることで、学習の相乗効果をもつ。これが、学際的な研究の間で知識移動を促進する重要な役割となるのである。

より多くのホットな「場」が形成されるにつれ、学際的なコミュニケーションの相互作用は、多くの分野に波及し、高まっていく。そうすることによって、学際的なコミュニケーションの実際の価値を実現するようになる。これがHotta⁹⁾の指摘する「より高次の」場である。「高次の」場は2つ以上の「場」の組合せから成る。そして、各、媒介者が、この目的のそれぞれの余地をつなぐのである。

図1.学際的なコミュニケーションによる
ホットな「場」の創造



媒介者は、学際間の知識の移動のエージェントとして触媒の働きをする重要人物である。そのような人物は議論を導いて、ホットな「場」をつくるための、適切なスキルセットを駆使できなければならない。そして、参加者が積極的に関わるようになった際には、手際よくプロセスから身を引き、参加者の自発性を発揮させなくてはならない。そのような人物は、学際的な研究の間で知識移動を促進するために必要である。

学際的な研究で効果的な成果を出すためには、複数部門の教授陣が共同の努力をすることが必要である。願わくば、このような教授陣が介在者となり学際的なコミュニケーションを推進していくことが望ましい。そうすることにより、「高次の」場をつくることが可能である。

5.3 今後の課題

この研究の将来の課題のひとつは、いかにして、適切な媒介者を特定し、育成するかということである。また、媒介者が効果的な活動を行っていく「場」を確保するための、組織的なバックアップも必要となる。

参考文献

- 1 JACE「私立大学教員の授業改善白書」, 社団法人私立大学情報教育協会(2007)
- 2 Davis, J.R., "Interdisciplinary Courses and Team Teaching: New Arrangements for Learning "Greenwood Publishing Group (1995)
- 3 Ivanitskaya, L., Clark, D., Montgomery, G., Primeau, R., "Interdisciplinary Learning: Process and Outcomes - Innovative Higher Education", Springer (2002)
- 4 Lattuca, L.R., Voigt, L.J. Fath, K.Q. Does Interdisciplinary Promote Learning?, *The Review of Higher Education*, muse.jhu.edu (2004)
- 5 Joseph Alois Schumpeter *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 『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』 塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳 (1912)
- 6 Mowery, David and N. Rosenburg. *Technology and the Pursuit of Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press, (1989)
- 7 Chesbrough H. W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* Harvard Business School Press (2003)
- 8 伊丹敬之 『場のマネジメント: 経営の新パラダイム』 NTT 出版 (1999)
- 9 Hotta, Kohichiro, "Effect of Changing Governance System: Result of Western Style Management Adoption to Japanese Culture of Ambiguity" *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, vol.7-1, PP.66-71 (2009)