

# 学際性の進展とその影響

大 場 淳

# 学際性の進展とその影響

大場 淳 (OECD科学技術産業局科学技術政策課)

## はじめに

学際性(interdisciplinarity)は、「二以上の学問領域(discipline)間の相互作用」と定義することができよう。学際性は、多学問領域性(multidisciplinarity)や超学問領域性(transdisciplinarity)としばしば混同されるが、いずれとも異なるものである。

多学問領域的研究は、様々な分野の研究者が一つの目標に向かって研究協力をするものであるが、参加する研究者の活動はそれぞれの学問領域に留まる。しかし、ある段階において、研究者は領域の境界における活動が必要とされ、新しい研究活動が生み出されることがある。この段階で、研究は学際的なものとなる(1)。学際的グループは、異なった知識分野・研究領域で訓練を受け、違った概念、手法、情報、術語を持つ研究者によって組織され、研究者間の意志疎通を図りつつ共通の問題解決に向け協同するものである。

超学問領域性の定義は確立していないが、一つには「異なった学問領域を横切り、全ての学問分野を越えて、学問領域の間に位置する」ものとされる(2)。1994年に採択された「超学問領域性に関する憲章」(3)が参考になるが、他方Gibbons外(4)ではこれと異なる解釈を示している<sup>1)</sup>。

近年、ほとんどの研究分野において学際性の一層の必要性が指摘されている。欧州科学技術会議(ESTA)は、従来の学問分野によらない問題解決に重点を置いた学際的研究の一層の必要性を指摘している(5)。しかしながら、今日でも、多くの問題解決のための研究も学問領域内であることが多く、また、越える場合でも、自然科学あるいは社会科学の域内に留まることが多い。これは、一つには学際的協同が、科学的学問領域の重い力学の流れに逆らい、しばしば制度的枠組みの壁にぶつかるためである。

## 学際性における傾向

科学技術における学際性の進展は、OECD諸国において共通に見られる傾向である。一つには、高度に専門化されたそれぞれの学問領域が、環境問題といった諸々の社会問題に十分に対応できないことが挙げられる。また、各国政府においても、厳しい財政事情を反映して、学問的好奇心に基づく研究よりも、問題解決のための研究により多くの研究資金を提供するようになってきて

---

1 小林信一監訳「現代社会と知の創造 モード論とは何か」(平成9年、丸善ライブラリー)参照。なお同書では、transdisciplinarityを訳さずに「トランスディシプリナリティ」と表記している。

いる。これらの研究は、複数の伝統的学問領域に依存する学際的研究であることが多い。

オーストリアの大学及び研究機関に対する最近のアンケート(6)によれば、それら両者において学際性の役割が増大していることが示されている。大学及び研究機関で学際的研究の地位が過去3年間で増加又は非常に増加したと報告したのはそれぞれ34%、41%であったのに対し、減少又は非常に減少したと報告したのはそれぞれ2%、3%であった。また、今後3年間の見通しでも、増加を予想する者は減少を予想する者を大幅に上回っている。

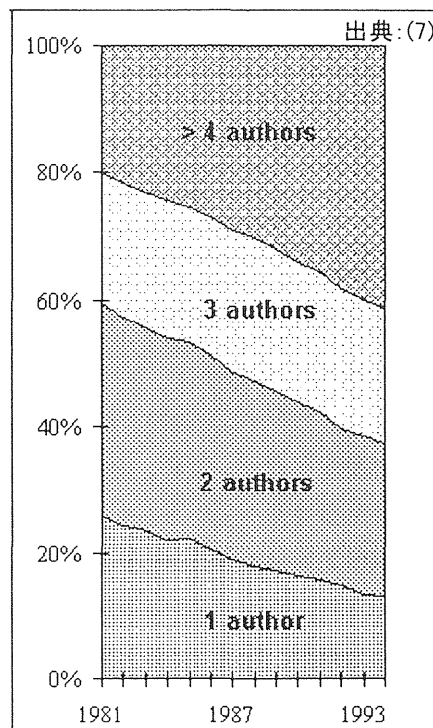
学問領域を越えた研究協力、ネットワーク化は急速に広がっている。英国の文献計量研究(7)によれば、科学論文の共同著作は増える傾向にあり、更にそれぞれの共同著作物における著作者数は増える一方である(図1)。機関を越えた共同著作物は1981年に8,659だったのが、

1994年には19,814に増え、全体に占める割合も28%から46%に増えた(8)。この傾向そのものは学際性の増加とすぐに結び付くものではないが、この研究の著者であるHicks及びKatzは、21世紀における英国の研究は一層学際的になり、ネットワークに依存することを予測している。

大学においては、多くの知識の混成分野が出現してきている。例えば、文学研究、歴史、芸術史といった伝統的学問領域の変形から、操作研究、生化学、分子生物学、環境研究、平和研究、認知科学、社会的心理学、地域研究、女性学といった新しい分野にまで及んでいる(9)。公的資金確保が益々困難となるにつれ、大学は一層外部の要求に敏感となり、基礎研究から戦略的・応用研究へと移行する傾向がある。このことは、大学内における様々な学問領域を取り込む共同研究の増加、学際性の増大へとつながってきた。この傾向を示す顕著な例としては、米国カリフォルニア大学のセコイア2000計画、ミシガン大学の上大気研究共同研究所及び電子研究共同研究所などが挙げられる。

例えば認知科学は、心理学、コンピュータ・サイエンス、言語学、哲学、生物学といったいくつかの確立された学問領域に依存している。多数の伝統的学問領域が、認知科学の重要な方法論、思考法に寄与し、この分野の研究及び組織は高度に学際的なものとなっている。しかしながら、認知科学プログラムの設立及び発展には、難しい学部間交渉が必要とされる。これまで独立した認知科学部門が設立された例は少ないが、ほとんどのプログラムは学部横断的である。このプログラムは、言語コース、認知心理学、人工知能、心理哲学などといった学際的内容、並びに論理学、統計学、実験的デザイン、コンピュータ・プログラミングなどといった手法に関する内容を

図1 英国における論文著者数の推移



包含する。プログラムの多くは、既存の学部のコースに大きく依存している(10)。

## 自然科学及び工学

この10年の間に、自然科学の伝統的学問領域の境界における研究の重要性が特に認識されてきている。このことは、伝統的学問領域構造が限定的で柔軟性に欠け、修正の必要に迫られていることを示している。そして、生化学、天文学、認知科学のように、多くの自然科学の分野が新しい” Discipline”として認知されてきた(11)。

分子生物学についてMorinは、「1950年代の『生物学革命』は、物理学、化学及び生物学の周辺で、学問領域間の浸食、接触、移動から生まれた。・・・すなわち、分子生物学は同棲から生まれた『非嫡出』と言うことができよう。それは1950年代は学問領域としての地位を持たなかった。・・・この分子生物学はその後自律し、続いて自己の領域に閉じていく傾向を示した・・・」と述べている(12)。

他の学問領域との交流は、多くの自然科学領域で進展している。引用分析を用いたHurdの研究によれば、米国イリノイ大学化学科における研究者の情報使用を調査した結果、当該学科による出版物が引用した文献の49%以上が化学以外の分野からのものであった(13)。

学際性の程度には、領域によって相当な相違が見られる。1992年に出版された科学研究論文を調査したQin外の文献計量的研究(14)は、いくつかの異なった学際的パターンを示している。(図2) この研究によれば、調査した各分野が引用した学問領域数の平均は、数学における1.8から農業における5.2までにわたっている。全分野を合わせたときの平均である4.0と比して、農業、生物学、医学だけがそれを上回り、それ以外はそれを下回った。一般論としては、この数が多いほど学際性の程度も高いとすることができよう。

学際的協力の必要性は、多くの分野でこれまで以上に認められてきている。米国では、凝縮物質及び材料物理学に関する委員会が、フラリーン<sup>2</sup>(物理学及び化学)、高分子(物理学及び生物学)、構造合金(物理学及び材料工学)、シリコン技術などの材料研究の学際的性質を強調し、物理学以外の科学及び工学分野との連携の重要性を訴えた。委員会は、生物学、化学、工学、材料科学、原子・分子物理学といった他の学問領域とのインターフェースにおいて多くの進歩が見られ、21世紀の物理学において学際性が一層成長するという見通しを示している(15)。

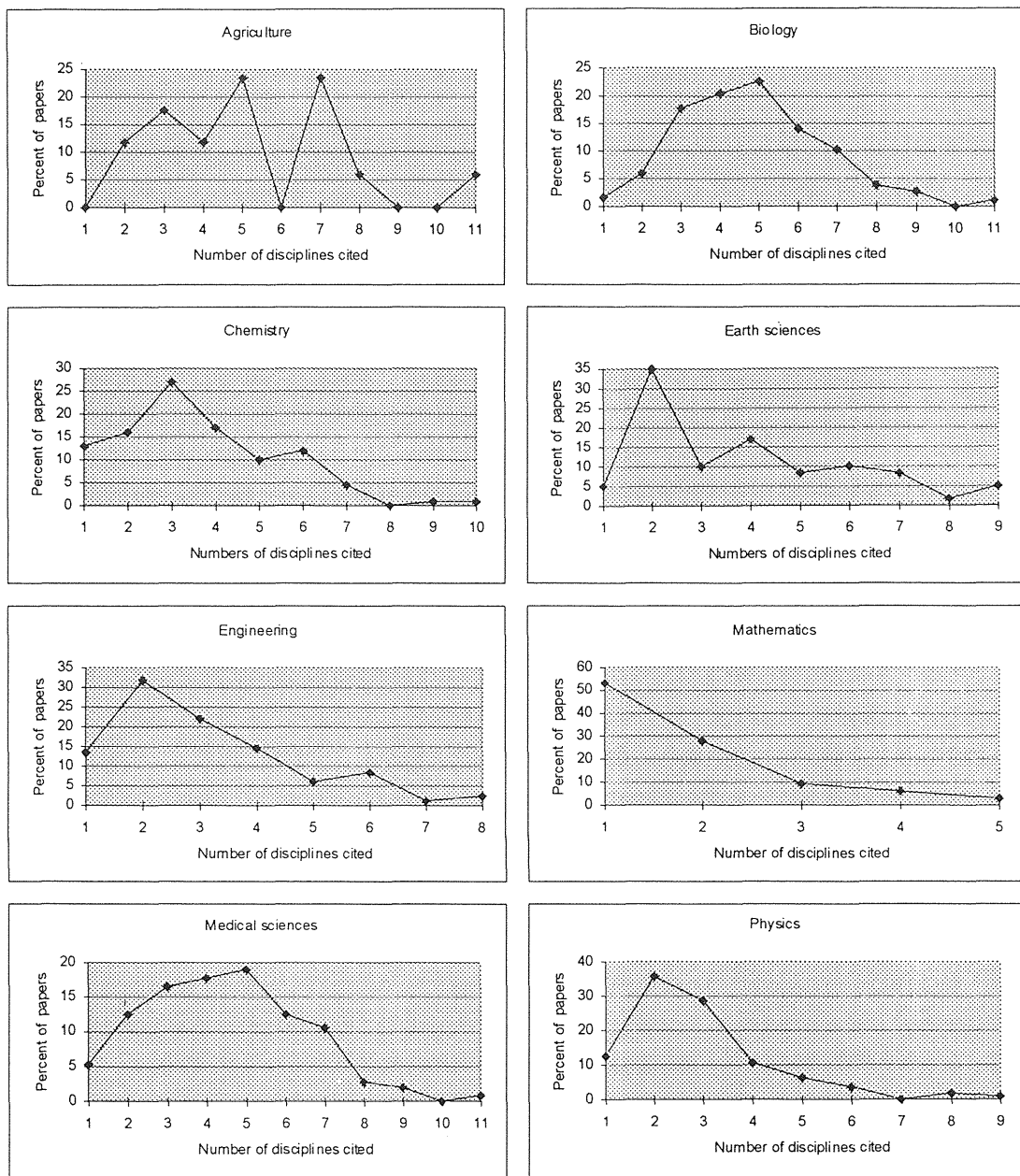
また、医学分野では、例えばコロンビア大学健康衛生学キャンパスが、同大学の学際的活動の一大中心となっている。これは、市場需要に対し医学機関が迅速に対応したこと、要望の強い病気治療研究へ資金が伴ったこと、これらの活動には生物学及び化学のような学問領域が必要とされたこと、などが考えられている(16)。

---

2 "fullerene" (=buckminsterfullerene)

図2 科学論文における学問領域引用数の頻度

出典：(14)



## 社会科学

社会科学は、失業、環境問題、社会的疎外といった複雑な社会問題に直面するために、一層実利的、問題解決志向的になってきている。この変化は社会科学の研究をより学際的なものとし、大学を中心とする研究機関へ新たな対応を迫っている。

社会科学の学問領域は、世界の大部分の主要な大学で1945年までに基本的に制度化され、一方では自然科学から、他方では人文科学から明瞭に区別された(17)。しかしながら、その後、社会科学者の研究実践は変わり始め、それぞれの学問領域は他の領域との交流を一段と深めるようになった。Kleinは、「人文科学、社会科学においても、錯綜性及び混成性、同一学問領域における異質な研究実践、問題領域の重複、領域を越えた手段及び方法の結合が見られる。古典的に枠付けられた多くの学問対象・概念は、学際的・多学問領域的な対象・概念に再構成された」と述べている(9)。更に、Wallersteinは、19世紀の社会科学個別領域を考慮しないこと、すなわち社会科学の伝統的学問の区分を捨てることを主張している(18)。

また、一部の社会学者は、社会科学が人間の動向を単純化して説明しようとして失敗したことにより、学際性に向かざる得なかったと論じている。経済原則に基づく理論、心理学及び社会的現象の知識などはそれぞれ確かに有益であるが、より現実的モデルはこれらを結合した研究手法から得られたと、彼らは述べている(19)。

学際性のパターン及び程度は、学問領域間で異なる。Buchanan及びHerubelの「学際的歴史」に関する研究(20)は、引用分析により、歴史学者<sup>3</sup>は歴史以外の学問領域により多く依存することを示すとともに、他の社会科学学問領域の知識の使用が、方法論の借用を含むことを示唆している。

幾つかの領域は、社会科学及び自然科学の両方に依存している。人類学の学問領域内及び学際的コミュニケーション・パターンを分析したChoiの研究(21)は、主たる引用分野が歴史、社会学、生物医学であり、これらの分野が相互に排他的であることを示した。

1998年4月にOECDで開催された社会科学に関するワークショップにおいて、参加者は社会科学の学際的性質並びに研究組織の制度的硬直性を強調した。Neidhardtはドイツの社会科学に関して、「大学の全ての学問領域間協力はほとんど組織化されていない。全ての分野はそれぞれの専門的組織、雑誌、カリキュラム、経歴構造を持っている。かくして、社会科学の学問領域的複合体は、極めて断片化されているように見える。今までのところ、ドイツの大学の硬直化した学部構造により、社会科学内における学際的ネットワークは整然と制度化されていない」と述べた(22)。藤田は、日本の大学に関するOECD報告書(23)を引用し、日本では「・・・経験的・問題志向的研究が不足している。更に、社会科学内及び人文科学・自然科学との学際的研究が十分に発達していない。・・・日本の大学には、伝統的に学部、学科、講座から成り立つ管理構造がある。このシステムは硬直的になる傾向があり、柔軟性に欠いている。それは、様々な学問領域間の協

---

3 歴史学が社会科学に含まれるかについては議論があるが、便宜上この節で扱う。なお、後述のグルベンキアン委員会は歴史学を社会科学に含めている。

力を妨げ、『目的志向研究』の需要に容易に応じない」と述べ、現在も変わらない日本の社会科学の硬直性を指摘した(24)。

社会科学のこの種の硬直性は、欧州科学技術会議も同様に指摘している。同会議は、「軽く柔軟な組織形態」が当面実現可能な最上の選択と提案し、そのため、学問領域内外及び国内外を結合するネットワークを構築し、社会科学における学際性のためオプションを強化することを求めている(5)。

グルベンキアン委員会は、「社会科学を開く」(17)において、より柔軟性を追求しつつ、大学の社会科学再構成の幾つかの手法を提案している：①大学内又は連携した研究組織を拡大し、特定の緊急なテーマの下に学者を集め、1年間共同研究を行わせること、②大学組織内において、伝統的区分を越え特定の知的目的を持ち、一定期間(例えば5年)の財源が充てられる統合研究プログラムの設置、③教官の他の学部への義務的共同任命、④大学院生のための他の学部との共同研究プログラムの設置。

## 学際性の実践

### 学際的アプローチ

学際性は人為的に強制されるべきものではなく、むしろ助長されるべきものである。学際的協同は、科学の古典的力学から生じるものではなく、その立ち上げは自発的でないことがほとんどである。

高度に学際的な研究を成功に導くためには、全ての学問領域が初めから計画に関与し、研究の課題設定、方法論において協力しなければならない。社会問題に関する研究の場合、研究結果の利用者を含めることは、研究を適切に問題解決へ方向付けるのに有効であろう。社会と研究に関するOECD報告(25)は、利用者からのインプットが、研究を社会的必要性と一層関連付け、より学際的にすると述べている。

学際的研究チームには、明白なリーダーシップ及び調整機能が不可欠である。それぞれの参加者は、他の分野の哲学、方法論、言語を理解し、グループやネットワーク内でデータ及び思考法を共有し、積極的に議論に参加しなければならない。情報の効果的配布は重要である。

チーム構成員間のコミュニケーションの質は、研究の成否を左右する。Derryは、「真に学際的な協力の独特かつ重要な特徴は、その成否が構成員の直接の会話に大きく左右されることである。そのような会話は、しばしば活発な社交的行事であり、表明された論議の長さ、知的内容、構造的・概念的複雑の点において極めて多様である。協同グループ内において、最も実質的な知的業績の多くは、解釈される知識と惹起される課題の観点からは、顔を合わせての会合の間に起こる会話の間に見い出される」と述べている(26)。したがって、学際的チーム及びコースにおいては、関係者を日々接触する環境に置くことが重要である。

必要とされる「学際的能力」には、最低の要件として他の分野の研究者と協力する能力が含まれる。協力の必要性は隣接分野に限られないだけでなく、少なくとも幾つかの他の分野について理論的能力も必要である。例えば、社会学者にとっては、自然科学のほとんどの分野におけ

る真性の能力を持つことは不可能であるので、他の社会科学について一種の理論的基礎知識と理解が求められるであろう(27)。

この一方で、学際的研究を行う研究者は、一つの学問領域に秀でていなければならないと一般に考えられている。これは学際的協同が成功するための基礎であり、その上で必要なのはサマー・スクール、会合、討論集会などにより、異なった学問領域間のコミュニケーションを増大させることである(28)。このことは、学際的研究にとって、それぞれの学問領域における基礎研究が極めて重要であることを意味する。

また、学際的協同には効率的なネットワークが重要である。例えば、欧州科学財団科学ネットワークは、1985年から共同研究に焦点を置き、ヨーロッパにおける科学者間のネットワークの発展及び科学協力を推進している。また、学問領域を越えた科学者の流動性は、学際的情報を伝え、学際的提携を発達させるための重要なチャンネルである。Qin外は、共同研究のパートナー決定に当たって、個人的面識が重要な役割を果たすことを強調している。更に、個人的面識は主として学部内で生じ、その結果学際的協力は学部を越えることが少ないことを明らかにした(14)。この意味で、ネットワークは、多くの学問領域を持つ大きな大学よりも、他の研究者と内部での接触が比較的少ない小さな大学において一層重要であろう。

ある英国政府の報告書(29)では、米国において研究者を二つの学部兼任することや、大学及び企業に兼任することを学際的研究推進のためのモデルとして示している。また、前述のグルベンキアン委員会は、社会科学研究者の二つ目の学部への義務的兼任を提案し、更に各学部の構成員の少なくとも25%はその学問領域外から採用することを求めている。

### 困難点

学際的研究を阻害するものとして、まず第一に、固く防御された個別の学問的領域から生じる重い制度的障害がある。大学は学問領域の区分に従った学部により通常組織化され、予算配分、研究評価あるいは研究者の昇進もその区分に基礎を置いている。また、多くの科学雑誌も、それぞれの学問領域を持っている。

大学で学際的コースを設置するには、幾つかの学部から研究者が参加することが必要であるが、これらの研究者は、従来よく知られていない新たな仕事に従事することについて、それぞれの所属学部を説得しなければならない。しかし、学部の他の構成員は、新しいコース及びプログラムによって、学部の予算、人的資源の競争が激しくなることを歓迎しない。このため、学際的コースを設置するには、外から予算を求めなければならないこともしばしばである。

米国のボイヤー委員会は、「現在、大学予算は学部覇権の原理に基礎を置いている。結果として、新しい学際的アプローチのような重要な革新は、学部からの支援を欠くためにしばしば日の目を見ない。学部は例外なく、学科やコース、専攻の数を根拠に定義される自己の利権の保護・増進の観点から物事を考える。学部の外に源を発し変化へつながるイニシアチブは、機会よりむしろ脅威と見なされる。予算配分に関する新しい決定は、(訳者注：学部ではなく)大学の最も高いレベルで行わなければならない。その決定は、既存のシステムにより利権が守られていると



ころからは歓迎されないであろう」と報告した(30)。

制度的障害は学部間や、機関を越えた学際的協同を特に阻害するため、共同研究は学問領域の広がりや欠くこともしばしばである。例えば学際的研究計画に他の学問領域から雇われたコンサルタントは、チーム構成員として仕事に参加するよりむしろ、主として必要な専門知識を得るためのメカニズムとして考えられるため、研究論文の共著者となることは比較的少ない(14)。

学問領域間の概念的・方法論的相違は、特に自然科学者と社会科学者が共同研究を行うときに、学際的協力の大きな障害となり得る。それぞれのグループは、他方が何を貢献できるかをよく知らない。社会科学者は自然科学者が完璧で正確な答を提供可能だと考える傾向があり、自然科学者は社会科学者が人間の動向の複雑さを完全に理解すると想像する。二つのグループは、異なった方法論、専門用語及び哲学を持っていて、それぞれの発見物を、他方が完全に理解できるように翻訳することは極めて困難である。反対に、同じ学問領域内の協力では、技術的専門用語の相違が少ないため、コミュニケーションの困難さは矮小化される。

教育・研究における学際的協同が、研究者の経歴にもたらす影響も看過できない。異なった分野で働くことは、広義の意味で同一の学問領域内でも、大学経歴を数年単位で後退させることがあり得る。既存の学問領域区分において学際的研究実績や研究提案を評価することは難しく、また、新たに現れた学際的領域では、評価に必要な専門知識や経験・評判は入手できないからである。出版社は伝統的区分に収まる項目を好み、学際的論文の出版はしばしば困難である。また、学際的雑誌は専門雑誌よりしばしば低く見られ、かかる雑誌で出版することは研究評価に不利である。

学際的研究を評価する際、文献計量計算や、ピア・レビューに基づく質的評価において不利であったり、それぞれの研究者の貢献が全体の陰に隠れて埋没してしまう傾向がある。伝統的研究評価法は、ピア・レビュー雑誌及び同等の研究出版の形式で成文化された知識生産に有利で、いわゆる「灰色」の技術文献(すなわち「モード2」知識)－かかる「灰色」の文献は、しばしば学際的研究や革新的発展には決定的に重要であるにもかかわらず－を無視する傾向があった(31)。

フランスの国立科学研究センター(CNRS)では、研究評価は学問領域ごとに分けられた40の部門で行われるが、複数の学問領域に従事する研究所及び研究者はいくつかの部門で評価に付される。各部門では、しかしながら、選ぶことができる新しい研究者のポスト、その昇進、新しい研究所の数は限られているため、この評価手法は十分な解決方法ではないと考えられている。すなわち、各部門は、学際的研究よりも、その部門が唯一全責任を有する学問領域の研究に有利に働く傾向があるからである(32)。イギリスでは、最近、国家高等教育調査委員会が政府に、資金提供者及びリサーチ・カウンシルが、インセンティブ及び阻害要因を含めて、学際的研究の資金調達についての評価法を研究するよう勧告を行った(33)。

## 関連施策への影響

### 研究費

科学技術政策において、各国内の研究活動を方向付けるには、予算は最も有効な手段の一つである。OECD諸国において、多くの学際的研究イニシアチブの例を見ることができる。例えば、米国の国立科学財団(NSF)のクロスカッティング・プログラムや、カナダの自然科学工学研究会議(NSERC)の研究助成プログラムなどが挙げられる。1996年から始められた日本学術振興会の未来開拓推進事業(複合分野)もその一つと位置付けられるであろう。

NSFのクロスカッティング・プログラムは、それぞれの学問分野からなるNSF各局の協力、NSFと他の政府機関との共同などにより実施されるもので、研究の多くは学際的なものである。学際的プログラムは、国家科学技術会議が設定した、地球環境や高度通信情報といったプライオリティに従って採択されている。

NSERCの研究助成プログラムは、大学の自然科学及び工学の分野において、高水準の研究能力のための多様な基礎の維持・発展を支援するもので、研究協力と学際性が強く推奨される。研究提案は学際領域委員会を含む29の学問領域別助成選定委員会で評価される。最近のレビューで、研究助成プログラム予算の10%を再配分することが勧告された。これは、学際的研究計画が余り提出されなかったためであり、その理由として、学問領域間の競争による予算配分システムが問題であると指摘された。

学際的研究を立ち上げるに当たり、政策決定者及び資金提供者は、人工的に分野を組み合わせるよりもむしろ、自発的なイニシアチブや新しく現れる研究分野に敏感であり柔軟でなければならない。また、社会の需要に応じてプライオリティを設定するとともに、高い質の研究を維持するために、適切なピア・レビュー手続きを含めて、評価基準を開発しなければならない。

一方、学際的研究が全ての社会問題へ解答を出すわけではなく、長期的視点では、社会の進歩には基礎研究が不可欠である。学際的な応用研究、個別学問領域に立つ基礎研究の両者の均衡は重要である。Eriksonは、社会科学に関し、「科学者がそれぞれの学問領域の殻に閉じこもる状況と、学際性への圧力が大学に『多芸は無芸』の社会科学研究者を育てるような状況の間に、適切な均衡を図らなければならない。社会科学学問領域の『健康』及び発展を支えつつ、確立された学者に他の学問領域の研究者と一緒に研究に従事するためのインセンティブを与えなければならない」と述べている(34)。

### 研究組織

大学は当初から学問領域に基づき組織されてきた。学部数は限られ、学生は一つの学問領域でのみ訓練を受けるものと想定された。19世紀には、自然科学の爆発的發展を受けて専門化が一層進んだが、20世紀になると、社会における多くの問題が学際的手法によってのみ研究可能であることが認識され、伝統的学問領域の境界で科学が伸張し、学部を横断する組織が増えてきた。

学際性の進展は、大学等の研究機関の在り方に大きな影響を及ぼしている。知識システムに現れている複雑性は新しい組織構造の多様性に現れており、その多くは複合的性格を持っている。

こういった傾向は全ての研究組織で見られるが、大学においては、本体組織の変化だけでなく、研究所、センター、学際的研究コース、ネットワーク、バーチャル・ユニバーシティが増大し、こういった組織は学際的協同の発展や新しい分野の開発を容易にしている(9)。

状況は国によって大きく異なる。ある国では、大学が学際的研究の主要な原動機関であるのに対し、他の国では非大学セクターがより重要な役割を担っている。例えば、前出のオーストリアの調査によれば、24%の大学が学際的構成研究チームに大きな重要性を認めるのに対し、それ以外の研究機関での割合は38%に達している(6)。また、学際的研究である自己免疫性疾患研究に関し、フィンランド及びドイツでは大学病院が主たる研究機関であるのに対し、フランスでは、国立健康医療研究機関(INSERM)の研究ユニットが主として取り組んでいる(35)。

研究者が、自己の学問領域より他の領域から必要な情報をより多く引用するに従って、大学図書館の在り方も問われてきている。Qin外は、調査した論文中、一人の著者による論文のうち78%がその著者の学問領域以外からも引用しており、共同著作の場合には93.4%が2以上の学問領域から引用したと報告している。したがって、学部ごとの小さな図書館よりもより、大きな集中化した図書館が望まれると述べる(14)。この種の議論は、高等教育のための図書館・情報センターに関するOECD専門家会合でも報告された(36)。

OECD各国では、大学の硬直した組織を克服するものとして研究センターが大きな役割を演じるようになってきている。研究センターの多くは「センター・オブ・エクセレンス」である。種々の学問領域から優秀な研究者を集めることによって多数の研究センターが創設され、環境問題等の学際的研究が取り組まれている。また、研究センターは費用効果的とも指摘されている(16)。

一例として、米国では、大学に基礎を置き、米国科学財団が支援する24の材料研究科学工学センターが産業界と密接に連携をとりつつ、表層(力学、反応、触媒作用)、構造材料、重合体材料などの分野で、学際的な材料研究・教育を実践している。

また、センターのネットワーク化が各国で推進されている。カナダのセンター・オブ・エクセレンス・ネットワーク(NCE)計画は、大学をベースとして、バイオテクノロジー、自然資源、遠隔通信、伝染性病気といった分野における研究ネットワークを構築し、更に社会のあらゆるセクターからの参加を促している。

## 教育

科学における学際性の進展は、高等教育へも大きな影響を及ぼしている。様々で複雑な社会的問題に直面し、大学は、学生が一連の諸科学の基礎的知識を有した上で、一つの学問領域に専門化できるようなプログラムを提供するよう期待されている。

学際的プログラムにおいて、学生は、当該分野について適切に広く、しかも適切に深い知識を身に付ける必要があるが、そのようなプログラム設定は極めて困難である。例えば、認知科学研究において、認知科学の学部プログラムで学んだ学生は幅広い知識を持つが奥深さを欠く反面、伝統的学部卒の学生は認知科学者が知っていなければならない事柄の多くを知らないと言われる。学際的分野の大学院レベルの学生に対し、特定のコースや学問領域を絞って研究を進めるよ

う求めることは一つの解決法であろう(10)。

米国では、競争力委員会の報告「無限のフロンティア—限られた資源」(37)が、一つの狭い分野に限られる大学院教育が、学界にとっても産業界にとっても十分な知識を大学院生に与えていないことを指摘した。更により幅広い経歴の機会をもたらし、信頼の置ける実践志向的修士学位を開発するため、大学院教育を再構築するよう勧告している。また、ボイヤー委員会は、学部教育をより学際的にするメカニズムとして、①学際的研究に学生を導く紹介コース、②学部の利権・都合よりも学生のニーズに合った大学専攻、③容易にカスタマイズが可能な学際的専攻、の3点を提言した(30)。

スイスのジュネーブ大学においては、自然環境科学の大学院第一年次は、学部レベルに研究した学問領域を越えて異なった背景を持つ学生間の相互作用を促進するために、専門用語を取得させ、それぞれの学問領域に特質的な「思考法」を統合して、環境システムへの理解を広げることによって充てられる。そして、研究にはほぼ全てが充てられる二年次は、異なった学問領域から来る学生の密接な協同を必要とする学際的研究が強く推奨される(38)。

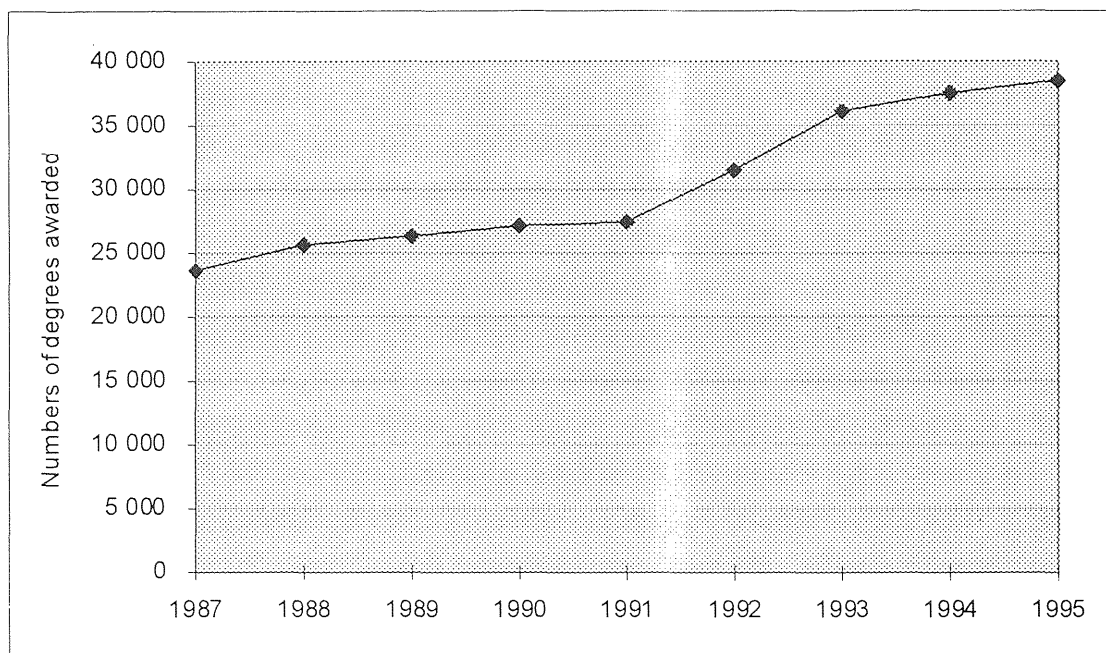
学際的コースを主として提供しているのは、米国における研究大学のような大きな組織である。例えば、デューク大学では、新入生はテーマごとに設定された14の学際的プログラムに登録することができる。メリーランド・カレッジ・パーク大学のワールド・コースは、自然科学、社会科学、人文科学を統合した講義を提供している。

## 労働市場

学際的分野で与えられた学位数は、様々な種類の課題に適合する科学技術労働者への需要に応じ、多くのOECD加盟国で増大している。例えば米国では、1987年から1995年の間に、学際的・多学問領域的分野で授与された大学及び大学院の総学位数は63%増加している(図3)。

図3 米国における学際的・多学問領域的分野において授与された学位数の推移

出典：NSF WebCASPAR Database System.



しかしながら、学際的分野に関して、しばしば需要供給の間に不均衡が見られる。例えば1997年のフランスでは、環境の領域において、職を求める学生数は求人数の4倍であった。更に詳しく見ると、自然環境管理分野で卒業生の数が極めて過大であるが、水資源・廃棄物管理分野では逆に需要が供給を上回っている。企業は、しばしば環境分野における大学教育が雇用に合わせていないと判断し、環境専門家よりむしろ個別の分野の専門家（工学、化学等）を雇用し内部でトレーニングする傾向がある(39)。

OECD諸国内では、例えば、スウェーデンの学際的大学院など、労働市場に対応して学際的トレーニングを提供する組織を見ることができる。米国ジェイムズ・マディソン大学では、学生に統合的・学際的アプローチを提供する統合科学技術カレッジが設置された。また、研究センターやネットワークも、学際的トレーニングに大きく貢献している。

### 結語

科学技術における学際性進展の影響は様々である。科学技術システムにおける学際性の機能並びに介在する様々な要因を理解することは、技術革新、経済開発及び社会全体に対する科学技術の一層の貢献を促すために不可欠である。しかし、学際的研究は数多くの学問領域に依存し、異質な背景を持つ研究者が参加するものであって、そのプロセスは複雑である。現在のところ、学際的協力についての模範となるような実践例は十分に研究されているとは言い難い。

学際性が今後とも発展することには疑う余地がない。OECDの調査(40)では、多くの加盟国が、

近い将来、科学技術研究において学際的領域が一層重要となることを予測している。平成10年10月の大学審議会答申でも、大学の学際化・総合化の必要性が指摘された。一方、研究に対してアカウンタビリティを求める傾向は今後一層強くなるものと予想され、研究は更に目的志向的となり、一層学際的となるだろう。

しかしながら、学際性を「計る」ことには大きな困難が伴う。そもそも、「学際性」の意味が不明瞭なところがあり、また、学際的研究は複数の学問領域に依存するので、それぞれの分野の貢献を個別に計ることは難しい。現存する科学技術指標は学問領域別に集計され、例えば国際教育規格分類（ISCED）では、学際的領域に関係する数値は最も近い領域区分に含められることになっている。更に、新しいハイブリッドの分野が次から次へと登場することも、指標作成を一層困難としている。学際性に関しては現在のところ限られたデータしか存在しないが、指標作成の手法を向上させ、長期にわたるデータを収集することは、学際性の理解向上に寄与するであろう。

学際性を妨げる最も重要な障害の一つが制度的硬直性であることを見てきたが、21世紀の教育研究機関、特に大学は、これから大きく変わり、より柔軟な組織構造を持つ、人的流動性が大きい組織となり、研究者は一層ネットワークで結ばれるものとなるだろう。各機関では、プライオリティを設定して、既存のユニットの廃止・統合した上で、新しいユニットを設置し、より効率的に教育研究を行うよう努めなければならなくなろう。各国政府は、これまで以上に社会の需要や労働市場の動きなどに敏感となり、知的所有権や施設利用等に関する制度的枠組みの整備、研究センター設置やネットワーク拡充などのインフラストラクチャー整備などにより、新たな方向へ向けて、大学・研究機関の振興を計っていく必要があるだろう。

## 出典

- (1) Royal Society (1996), "Interdisciplinarity - Transport and the Environment" , London.
- (2) Nicolescu, B (1998), "The transdisciplinary evolution of the university - condition for sustainable development" , *Bulletin Interactif du Centre International de Recherche et Etudes transdisciplinaires no. 12*, February
- (3) International Centre for Transdisciplinary Research (1994), "Charter of transdisciplinarity" Aadopted at the First World Congress of Trandisciplinarity, Convento da Arrábida, Portugal.
- (4) Gibbons, M. et al. (1994), "The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies" , Sage, London.
- (5) European Science and Technology Assembly (ESTA) (1997), *Strengths and Weaknesses of European Science*, European Commission, Bruxelles.
- (6) Institut für Höhere Studien (IHS) (1996), *The Austrian Innovation System - Basic Dimensions and Empirical Patterns*, Wien.
- (7) HickS, D. and J.S. Katz (1996), "Collaboration and Diversity in UK Research" , SPRU.
- (8) Hicks, D. and J.S. Katz (1996), "Systemic Bibliometric Indicators for the Knowledge-based Economy" , Paper presented at OECD Workshop on New Indicators for the Knowledge-based Economy.
- (9) Klein, J. Thompson (1994), "Notes toward a Social Epistemology of Transdisciplinarity" , Communication au Premier Congrès Mondial de la Transdisciplinarité, Convento da Arrábida.
- (10) Stillings, N. (1993), "Undergraduate Education in Cognitive Science: Current Status and Future Prospects" , Report of a Planning Workshop for the NSF.
- (11) Academia Europaea (1998), "Interdisciplinarity - Statement by the Council" , *Newsletter No. 11*, March.
- (12) Morin, E. (1990), "De l'interdisciplinarité" , *Actes du Colloque - Carrefour des sciences*, CNRS, Paris.
- (13) Hurd, J. (1992), "Interdisciplinary Research in the Sciences: Implications for Library Organization" , *College and Research Libraries* 53, No. 4, pp. 283-297, July.
- (14) Qin, J., et al. (1997), "Types and Level of Collaboration in Interdisciplinary Research in the Sciences" , *Journal of the American Society for Information Science* 48, No. 10.
- (15) Committee on Condensed-Matter and Materials Physics (1997), *The Physics of Materials - How Science Improves our Lives*, National Academy Press, Washington, DC.
- (16) Howard, K. (1996), "A Palimpsest of Fiefdoms: Interdisciplinary Centers" , Columbia University.
- (17) Gulbenkian Commission on The Restructuring of The Social Sciences (1995), *Open the Social Sciences*, Gulbenkian Foundation, Lisbon.
- (18) Wallerstein, I. (1988), "Should We Unthink Nineteenth Century Social Sciences?" , *International Social Science Journal XL*, Honiton, Devonshire.
- (19) Academia Europaea (1997), "Interdisciplinarity - This Year's Fashion, or a New Structure of Knowledge?" , *Newsletter No. 10*, October.

- (20) Buchanan, A.L. et al. (1994), "Interdisciplinarity in Historical Studies: Citation Analysis of the Journal of Interdisciplinary History" , *Library and Information Science Research Electronic Journal* 4, No. 2-3, August.
- (21) Choi, J.M. (1988), "An Analysis of Authorship in Anthropology Journals, 1963 and 1983" , *Behavioral and Social Sciences Librarian* 6, No. 3-4.
- (22) Neidhardt, F. (1998), "Social Science Organisation and Policy Issues in Germany" , Paper presented at OECD Workshop on Social Sciences, April.
- (23) OECD (1977), *Social Sciences Policy: Japan*, OECD, Paris.
- (24) Fujita, M. (1998), "Social Science Research and Policy in Japan" , Paper presented at the OECD Workshop on Social Sciences, April.
- (25) OECD (1997), "Co-responsibility for Research: Strengthening the Relationship Between Societal Organisations and Research" , DSTI/STP(97)9, Paris.
- (26) Derry, S.J. (1996), "Cognitive Studies of Interdisciplinary Communication - Year 1 Accomplishments and Year 2 Activities" , <<http://www.wcer.wisc.edu/NISE>>.
- (27) Allardt, E. (1992), "Disciplinary Identity and Interdisciplinary Capacity" , *The ESF and the Social Sciences*. ESF, Strasbourg.
- (28) Centre national de la Recherche scientifique (CNRS) (1994), *Colloques interdisciplinaires du Comité national de la recherche scientifique - 1991/1992/1993 3 ans d'interdisciplinarité*, Paris.
- (29) Office of Science and Technology (OST) (1995), "Progress Through Partnership: Chemicals" , Steering Group of the Foresight Programme, London.
- (30) Boyer Commission on Educating Undergraduates in the Research University (1998), *Reinventing Undergraduate Education: A Blueprint for America's Research Universities*, State University of New York at Stony Brook.
- (31) OECD (1997), *The Evaluation of Scientific Research: Selected Experiences*, OCDE/GD(97)194, Paris.
- (32) Schweighofer, M.-G. (1997), "Evaluation de la recherche au Centre National de la Recherche Scientifique - France" , Paper presented at the OECD Workshop on Evaluation of Basic Science, 22-23 April.
- (33) National Committee of Inquiry into Higher Education (1997), "Higher Education in the Learning Society" , London
- (34) Erikson, R. (1998), "The Prospects of European Social Sciences" , Paper Presented at the OECD Workshop on Social Sciences, April.
- (35) Hinze, S., et al. (1997), "Statistical Analyses of Patents, Publications and External Trade in Sub-fields of Pharmaceuticals and New Materials" , Fraunhofer-Institute Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe.
- (36) OECD (1998), "OECD Experts' Meeting on Libraries and Resource Centres for Tertiary Education by the Programme on Educational Building and the Programme for Institutional Management in Higher Education - Executive summary" , Paris.



- (37) Competitiveness Council (1996), “Endless Frontier, Limited Resources: US R&D Policy for Competitiveness” , Washington, DC.
- (38) Dominik, J (1994), “Educational Concept and Initial Experiences in the Teaching of “Environmental Natural Sciences’ at the University of Geneva” , Paper presented at the International Conference on the Renewal of Environmental Education in Europe, October, Stockholm.
- (39) Office National d’ information sur les Enseignements et les Professions (ONISEP) (1997), *Etudes scientifiques - universités , grandes écoles*, Marne-la-Vallee.
- (40) OECD (1998), “Preliminary Findings of the Centennial Report Survey” , DSTI/STP(98)12, Paris.

# The Evolution of Interdisciplinarity and its Implications

Jun OBA

The evolution of natural sciences, social sciences and technological development towards greater interdisciplinarity is an ongoing trend. Numerous hybrid disciplines have appeared in the natural sciences, such as biochemistry, environmental studies and cognitive science. The humanities and social sciences are drawing on a range of disciplines, to help resolve pressing social problems. A variety of factors on both supply and demand sides - scientific, technological, social and economic - have contributed to the merging and overlapping of different fields and disciplines. The growing significance of interdisciplinarity has implications for government research funding, the establishment of new research centres, the education and training of scientists and researchers, and maintaining flexibility in science and technology labour markets.

A number of obstacles, however, are preventing the full realisation of the benefits of interdisciplinarity in science and technology. There are considerable institutional obstacles to both interdisciplinary research and education. Universities are organised according to discipline, as are most science and technology journals. Expertise obtained through interdisciplinary research is not always recognised and results may be difficult to publish. The evaluation of interdisciplinary research is problematic, particularly the application of peer review techniques. Establishing interdisciplinary co-operation is often difficult and interdisciplinary research programmes do not always interest the best researchers. Imbalances persist in the supply and demand of workers in interdisciplinary fields even though a range of interrelated skills are increasingly needed by labour markets.

Although government research funding is increasingly mission-oriented and in need of interdisciplinary approaches, public research - particularly in universities and government laboratories - has had difficulty adapting to this trend. Interdisciplinary research centres are playing a greater role in the promotion of new types of joint research. By recruiting high-level researchers from various disciplines, these “centres of excellence” are leading the way in science and technology. Many governments are also reforming university systems to increase flexibility, the mobility of researchers and co-operative research structures.