

# 研究型大学における理系実務型人材育成の課題と実践の試み

—米国の専門理学修士号PSMに注目して—

高見 茂・柴 恭史

## 1. はじめに

高等教育において、現在その質保証が国際的に喫緊の課題とされている。しかし、現実には工学系などスキルが明快に測定できる分野においてのみ、その仕組みが整えられ始めているに過ぎず、直接的に社会に結びつきにくい理学系や人文・社会科学系の学問においては、依然として各教育機関内部における個別の評価に依存している。個々の教育機関を超えた、共通の制度枠組みの構築が急務であると言える。また、最近では学習成果（ラーニングアウトカム）を指標化する動きもあるが、やはり工学系が中心でありその他の分野では教育の質を保証する枠組みを形成するまでには至っていない。わが国においても、こうした課題は同様のものであり、早期の対策が必要とされるところである。

ひとくちに質保証といっても、その対象によって様々な側面があるが、その1つに人材育成の問題がある。つまり、社会から求められている人材を育成し送り出すことによって、その高等教育機関での質が保証されるという考え方である。この人材育成という点に限ってみても、わが国の高等教育は大きな課題を抱えている。事実、近年のわが国の高等教育においては、そこで育てられる人材と社会で要求される人材の不一致が深刻な問題になっていると言われている<sup>1</sup>。科学技術として産業に結びつきやすい理工系の学部・研究科においてさえ、修士課程修了後に就職する者はその経験が直接に活かされることがあまり無く、言い換えればその専門性に期待されることが少ない。したがって、この人材育成の問題について論じることは、質保証研究全体から見ても非常に重要であるといえるだろう。

本稿では、理工系の中でも特に工学系を除いた理学系の高等教育に焦点を当てる。人文科学・社会科学よりも科学技術に近く、そこで獲得される専門性が実社会の必要性和相対的に一致させやすいと考えられる一方で、工学の質保証研究に比べて先行研究がほとんど見られないからである。事実、わが国における理工系の学問内容を考慮した高等教育の質保証研究と言えばJABEEによる認証評価や専門職大学院に関するものがほとんどであり、荒井らによる研究<sup>2</sup>は科学技術全般に関して実証的調査を行っているものの、調査から30年以上が経っているために現状に即しているとは言い難い。日本学術会議が2008年から人文・社会科学も含めた各分野での教育課程編成上の参照基準を策定しようと検討を進めているが、いまだ理工系分野では参照基準は作成されていない<sup>3</sup>。

そこで具体的には、米国の新しい学位「専門理学修士 (Professional Science Master's, PSM)」に注目し、その成果と課題を検討することによってわが国の高等教育における理系の人材育成のあり方についての示唆を得たい。米国の政策提言の中ではイノベーションに対する理解が最近大きな変化を見せており、その中で1つの鍵となるのがこのPSMである。本稿ではわが国の現行のカリキュラムに欠けていたものを補う特性を持つものとしてPSMを捉える。

## 2. 日本のイノベーション人材育成の現状と課題

### (1) 日本の科学技術政策

現在の理系高等教育に求められるものとは何であろうか。それを考えるためには、近年のわが国における科学技術政策を俯瞰する必要がある。1995年の科学技術基本法では科学技術基本計画の策定が義務づけられた<sup>4</sup>。科学技術振興施策の総合的・計画的推進を目的とするこの計画は5年ごとに更新され、現在では第4期(平成23年～平成27年)の科学技術基本計画が実施されている。この計画では、第3期(平成18年～平成23年)から「イノベーション」という単語が登場している。第3期では科学の発展と同時に、「それらの研究開発の成果をイノベーションを通じて、社会・国民に還元する努力を強化すること」が基本理念の1つとして掲げられている。第4期においては東日本大震災と関連して科学技術におけるわが国の存在感低下が懸念され、イノベーションシステムの国際競争力強化がもっとも大きな課題の1つであると指摘されている。

また、イノベーションの創造は企業等産業界でも重要な課題として認識されており、文部科学省だけでなく経済産業省なども深く関わっている。経済産業省が三菱総合研究所に委託して企業に対して2012年に行った調査<sup>5</sup>においては、わが国の現在の研究開発の状況について企業が抱える問題意識が指摘されている。

この調査によれば、現在は色々な技術が使われるようになり、技術の幅の拡大、開発期間の長期化、開発に要する人数の増加などが見られ、研究開発から事業成果への成功率が悪くなっているなどの意見がある。自社の研究開発において全く新しい技術や製品を創造することが欠けているとの認識も調査対象の6割以上の企業で見られた。後述のように、科学技術政策の重視は世界的な傾向であり、わが国が国際競争において後塵を拝さないためにも、こうしたイノベーションの創造は必須となっている。

イノベーションの創造においても、重要とされるのは人材育成である。第4期科学技術基本計画では「科学技術、イノベーションの担い手は人であり、女性、外国人を含めた人材の積極的な育成と確保、活躍の促進、派遣、招へい、さらには環境整備の一層の推進が必要である」としている<sup>6</sup>。前掲の経済産業省の調査でも人材育成の重要性は様々な角度から指摘されている。しかし一方で、こうした科学技術人材の育成は多くの問題を抱えている。例えばこうしたイノベーションを生み出す人材(以下、「イノベーション人材」という)としてとりわけ期待されるのは、大学院レベルの教育を受けてきた人々であるが、実際の理系大学院では修士課程修了後にはその経験とはほとんど関係のない職業に就く者が少なくない上、博士課程に進んだ者に

ってもポストドクター・オーバードクター問題が深刻である。加藤らの調査によれば、調査対象となった理工系修士学生の85%が就職を選択し<sup>7</sup>、その就職理由として75%が博士修了後の就職が心配であるとしている<sup>8</sup>。このように現在のわが国においては、高等教育、特に大学院教育で育成した人材を社会が有効活用できていないと同時に、こうした社会で必要とされる人材を高等教育の側が十分に育成できていないとも考えられる。

では、大学院で育てられた人材を活用し、またそもそも従来よりも社会の要求に即した人材を育成するためには、いかなる制度・カリキュラムが必要なのだろうか。現在わが国で普及しているイノベーション人材育成のための概念として、技術経営というものがある。まずこの技術経営について、現状を検証することによって欠けている点を明らかにしたい。

## (2) MOTの課題

イノベーションを効率的に生み出すために、研究と産業を結びつける役割を果たすものとして注目されてきたのが「技術経営 (Management Of Technology, MOT)」である。もともと米国を発祥とするMOTは理工系の知識・素養と経営の能力を兼ね備えた人材を育成し、研究から産業への橋渡しを行うことを目的とする学問分野である。わが国においては「技術版のMBA」とも呼ばれ、「製造業の経営学」<sup>9</sup>として「高い科学技術力をきちんと評価し、ビジネスに結びつける」<sup>10</sup>マネジメント能力を身につけるものとされる。また「MOT人材が、イノベーションの先導役を担うことが期待されて」いる<sup>11</sup>など、日本が抱える問題に対応する目的を持ったプログラムである。

わが国のMOTは2000年代前半にブームとなり、学位認定が行われるか否かを問わず、全国的にMOT教育のプログラムが開設された。2005年の経済産業省の調査では47のディグリープログラム(MOTの学位とは限らない)、36のノンディグリープログラム、18のMOTの科目を含むプログラムが確認されている<sup>12</sup>。その後もっとも新しいデータとして、先述した経済産業省による2012年の調査では、MOTを中心とするディグリープログラムが26プログラム、MOTの中でも知的財産マネジメントに関するディグリープログラムが5プログラム、MBAの一部として組み込まれているものが17プログラム、そしてノンディグリープログラムとして17のプログラムが確認されている<sup>13</sup>。これらのデータから分かるように、2005年からはプログラム数はほとんど増加していない。2012年の調査では9割が2006年までに開設されたプログラムであることが指摘され、ブームが落ち着いたためであると分析されている。

しかし、この停滞傾向は単にブームの収束で片付けられない課題を孕んでいる。この2012年の調査においては、MOT学位プログラムの修了者を受入れた企業に対するアンケートが行われているが、それら企業の中でも例えばMOTプログラムの新卒を採用した割合は3割に満たず、もっとも割合の高い大手企業群においても6割である。MOTの専門性に関する期待についても、「とても必要とされている」「必要とされている」との回答は3割しかない。また経営層がMOT人材活用の重要性を認識している企業は4割であり、MOT修了者を受入れた企業対象のアンケートであることに鑑みれば、必ずしもその重要性が十分に認識されているとは言い難い現状が窺える。

このように、これらのMOTプログラムで育成された人材を十分に活用できていないことが明

らかとなっているのに加え、この調査の考察においては、MOTの根幹を揺るがず見解が表明されている。考察ではMOTプログラムの目的がイノベーション中心であることに触れており、イノベーションが具体的な戦略としてイメージできない企業が多いこと、また中小企業では「技術系企業に特化した経営学」として広く捉えられていることを指摘した上で、MOTプログラムにそれらに対処する役割を担わせることの必要性を述べている。イノベーションを創造する人材を育成するものとして作られたMOTプログラムに、本来の目的とは全く異なる役割が与えられようとしているのである。しかし必要とされる人材像に合わせて教育プログラムの意味付けを変えてしまうことは、本来そのプログラムが持っていた利点をいたずらに失わせることにもなりかねない。必要とされる人材像をより明確にした上で、適切な教育プログラムの開発を新たに行うことが不可欠であると言える。

では、その適切な教育プログラムとはどのようなものであろうか。MOTのみではイノベーションを起こしえないのだとすれば、他にどのような人材が必要なのだろうか。海外に目を向けてみると、米国の科学技術政策の変遷が大きなヒントになると考えられる。米国の政策提言を見ていくと、ここ20年ほどでイノベーションに関する政策立案者の理解が大きく変化している。また、先述のようにMOTの概念は米国が発祥であり、当然のことながら米国においても従来MOTが盛んであったが、近年ではPSMという新たな学位が登場し、これらの政策提言の中でも注目されつつある。以下ではこうした米国の一連の科学技術政策を概観した上で、PSMについて詳細に検討する。

### 3. 米国のイノベーション政策の動向

#### (1) 米国の科学技術政策におけるイノベーションの捉え方

米国においては科学技術政策を重視する中で、人材育成についても産業界を含めて積極的に検討を重ねて来た経緯がある。特に中心となっているのは競争力評議会（Council on Competitiveness, COC）である。これはもともと1983年に設立された大統領産業競争力委員会（President's Commission on Industrial Competitiveness, PCIC）が1986年に民間組織になったものであり、産業界の有力者も多数参加している。PCICであった頃から報告書を度々出しており、特に1985年に刊行された「Global Competition - The New Reality（ヤング・レポート<sup>14</sup>）」と2004年に刊行された「Innovate America（パルミサーノ・レポート）」は、わが国の先行研究においても度々取り上げられ、米国の科学技術政策の方向性を示すものとして理解されている。中でも高井<sup>15</sup>は、ヤング・レポートからパルミサーノ・レポートの間でイノベーションに対する理解がより詳細なものとなっていることを指摘している。

高井によれば、ヤング・レポートはイノベーションの明示的な定義は行っておらず、それは科学技術の範囲内で独立変数として捉えられている。言い換えれば、産業政策においては既に与えられたもの、外的な要因として取り扱われていると考察しているのである。そのため、この報告書は「イノベーションをいかに効率よく商業化するかに焦点を合わせた」ものであり<sup>16</sup>、イノベーション自体をどのように生み出すか、そこで必要な人材とは何かについてはその中で

十分に論じられていなかったといえる。一方パルミサーノ・レポートの中では、「イノベーションは様々な学問分野の交差点、研究とエンドユーズの交差点に生じる」とされており<sup>17</sup>、高井はパルミサーノ・レポートについて「全編がイノベーションに関する再考の報告書である」としている。このように、米国でも 1980 年代はイノベーションの概念が不明瞭であり、その後 20 年をかけてイノベーション創造のために必要な要素が明確化されていったと考えられる。

## (2) MOT から PSM へ

では、こうした政策的な関心の推移は、高等教育のカリキュラムにどのように反映されたのだろうか。概括的に捉えるならば、ヤング・レポートの観点に対応するのが上述の MOT であり、パルミサーノ・レポートに対応するのが本稿の主題である PSM といえる。米国における MOT は宇宙開発競争、アポロ計画などで科学技術に対する政策的関心が高まった 1960 年代から始まっている。最初の MOT プログラムと考えられるのはマサチューセッツ工科大学 (MIT) のビジネススクール、スローン・スクール (Sloan School of Management) のコースである。1962 年に「科学技術経営 (Management of Science and Technology)」というコースが開設され、1981 年には工学部とのジョイントによって MOT の名を冠したプログラムが始まった。その後ヤング・レポートでこうしたプログラムに対する関心が高まり、1990 年代にかけて米国全土に広がっていった。これらの MOT コースはその多くがそれまで MBA などを提供していたビジネススクールであり、ここから分かるように、マネジメント教育など経営学の観点からスタートしたものが中心であった。まさしく、高井がヤング・レポートについて指摘したような、外部から提供されたイノベーションをいかに商業化するかという点を重視していたのである。そのため、近年の日本における MOT と同様に、従来の MBA に吸収されるプログラムも多く、MIT においても一時期 MBA の一部となっている。言い換えれば、本質的に既存のプログラムから大きく離れたものでは無かったと言える。

しかし、パルミサーノ・レポートでは MOT 的な考え方は提示されておらず、MOT が取り上げられてもいない。この報告の中でイノベーションに関わる人材育成の方法として取り上げられているのが PSM である。

## 4. 米国の新たな学位 PSM

### (1) PSM の歴史と普及状況

PSM は登場から 15 年ほどで急速に拡大した学位プログラムである<sup>18</sup>。PSM の萌芽は 1997 年、14 の大学の自然科学および数学の教育プログラムに、民間財団であるアルフレッド・P・スローン財団 (Alfred P. Sloan Foundation、以下「スローン財団」という) による資金支援が行われたことに始まる。その後さらに 12 の研究機関でバイオインフォマティクスのプログラムが参加した。

またこれと同時期に、生物工学、薬学、保健医療や生物科学のリーダーを育成する、修士課程のみの新たな大学院大学を設立する働きかけが、ケック財団 (W. M. Keck Foundation) に対して行われた。この説得を行ったヘンリー・リッグス (Henry Riggs) は、工学・数学・計算機

科学などに特化したハーベイ・マッド大学の元学長である。こうして1997年に生まれたケック応用生命科学大学院大学（Keck Graduate Institute of Applied Life Sciences, KGI）はクレアモント・カレッジにも参加し、2000年に最初の学生28人を入学させた。このKGIも現在はPSMプログラムを実施しており、また後述するようにPSMの認証についても中心的な役割を果たしている。

一方でスローン財団による資金援助については、2001年には大学院協議会（Council of Graduate Schools, CGS）に対して行われた。このCGSは米国の大学院の研究科長（Dean）の協会であり、この会員となっている大学に在籍する学生は全米の博士号取得者の95%以上、修士号取得者の85%以上を占めている、まさしく米国内の大学院の代表というべき組織である。この支援の結果として修士課程を中心とする機関にPSMの取組が拡大することになった。科学や数学の修士号の40%がこれらの支援を受けた機関で授与されており、またこれらの機関での投資は大部分が修士課程教育に対するものであった。

2002年にはCGSはフォード財団（Ford Foundation）の依頼により調査を行い、人文・社会科学系の学科では、博士課程中心の機関でも修士課程中心の機関でも修士学位が専門職化していく傾向にあることを明らかにした。その結果、CGSによる人文・社会科学系での専門職学位（Professional Master's in Social Sciences and Humanities, PMA）の開発促進に対しフォード財団が投資を行うことになった。このPMAは自然科学系におけるPSMと対になるものと見ることができる。1997年から2002年に至るまでの様々な取組は、従来のように修士号は博士号の準備段階、あるいは博士学位取得の失敗に過ぎないとする考え方から脱却し、研究職以外での専門的キャリアの中での職業訓練として修士号を位置づけるための試みであったと考えることができる。

2004年にCOCが発表したパルミサーノ・レポートでは、イノベーションを創造する人材を国家的に育てるために、3つの優先課題を挙げ、その第1として、科学者と技術者の基礎を固めることが掲げられている。パルミサーノ・レポートによれば、現在の米国の科学技術労働者の1/4は50歳以上であり10年以内に退職するが、それを補うだけの十分な若手が科学技術の分野に入っていない。K-12段階の教育での科学離れ、大学での学費等の問題を含めた理学・工学を専攻する学生の少なさ、マイノリティ人種や女性の参画割合の低さなど、日本と似通った問題点が指摘されている。そして大学院生レベルで理学・工学系の進路を選択する学生を増加させるための3つの方法を挙げている。第1にはより柔軟な奨学金の創設であり、第2にはそれを補完するものとして職業訓練と結びついた財政支援の実施、そして第3にPSMプログラムの普及である。ここでは、PSMは政府による規制や、戦略的計画、企業経営と理学の訓練を関係づけるものであると評価されている。

2006年にはスローンPSM施策を米国の大学院教育の特徴の1つとすることを目指し、CGSがその普及と支援に対して基本的責任を負うこととなった。米国の主要な大学院を代表するCGSが積極的な関与を示したことは、PSMという学位プログラムが学生や企業のみならず、高等教育機関にも認められたことを意味する。PSMとしての認証プロセスもこの時期から本格化した。この認証プロセスについては先述のKGIが担当することとなった。さらに2009年には、全米科学財団（National Science Foundation, NSF）がPSMに対して1500万ドルをアメリカ復興・再

投資法 (The American Recovery and Reinvestment Act) による経済活性化資金から拠出することを決めており<sup>19</sup>、またいくつかの州では PSM プログラムを州立大学すべてに導入する取組も進められた。こうした動きから、行政も PSM の機能を評価してこのプログラムに対する支援を重視し始めていることが見て取れる。

そして 2012 年 8 月現在では、126 の大学で 291 のプログラムが PSM として認可され、実施されている<sup>20</sup>。この中には米国だけでなく、オーストラリアの 2 大学 3 コース、カナダの 1 大学 1 コース、そしてイギリスの 1 大学 1 コースが含まれている。2008 年の段階で PSM を提供していた大学は 58 であり、4 年で 2 倍以上に拡大している。米国内で PSM に参加している大学は 35 州に及び、プログラム数上位 10 州までを見ると、カリフォルニアがもっとも多く 28、次いでフロリダが 27、ニューヨーク 26、マサチューセッツ及びニュージャージーが 25、ペンシルバニア、ノースカロライナが 17、イリノイ、テキサスが 12、メリーランドが 11 となっている。4 つの地域別で見ると、北東部が多く 107 のプログラムが実施されているが、南部でも 90、西部で 54、中西部でも 43 となっており<sup>21</sup>、東部が多いものの全米各地で実施されていることが分かる。また、コース数を分野別に見ると表 1 のようになる。これを見ると、分野は生物学や情報科学、環境科学に関わるものが多いが、化学や地球物理、数学、医療などに関わるものも少なくない。またこれらのプログラムの中には、特定の大学の複数のキャンパスにまたがって開講されているものや、複数の大学間の協力によって開講されているものも存在する。

興味深いことに、PSM に参加している大学院の中には、研究に力を入れているとされる大学が少ない。PSM のホームページではカーネギー教育振興財団が行っているカーネギー分類に従って参加大学・プログラムを分類している<sup>22</sup>。それによれば 126 大学中半数以上の 67 大学が、博士課程を持つ「研究型大学 (Research University)」に分類される<sup>23</sup>。またプログラム別に見ると 291 プログラム中、2/3 に当たる 194 のプログラムがこれらの研究大学において設置されている。このように、研究を重視する大学においても PSM プログラムが展開されていることは、日本において研究大学と見なされている大学の閉鎖性と比較しても注目すべき点であろう。

## (2) PSM の特徴

PSM のカリキュラムの特徴としては、第 1 に専攻される科目が理学 (Science) 系の科目であることが挙げられる。これは従来 MOT などで技術力を重視してきた考え方とは方向性が異なるものであると考えられる。技術よりも基礎研究に関する知識を身につけることが期待されているカリキュラムであり、こうした基礎研究の知識を実際の産業へと結びつけられる人材、現在行っている技術開発の本当の意味を理解しながらプロジェクト管理など経営に関わる仕事ができる人材の育成を意識しているのである。

第 2 に、通常の修士号との違いである。卒業要件となる単位数は通常の修士号の最低基準以上であること、すなわち同等の単位数であることが要求されている。しかしその内容は通常の修士号とは異なっており、総履修単位の過半数は自然科学・技術・工学・数学・計算機科学の分野で専攻に直接関係するものでなければならず、さらに履修単位の 2 割はビジネス・法律・知的財産管理・ファイナンス・マーケティング・組織管理・コミュニケーション能力などの経

表1：PSMの分野別コース数

分野	コース数	全体に占める割合 (%)
生物学	35	12.0
バイオインフォマティクス・ コンピューター生物学	16	5.5
薬学・薬理学	10	3.4
その他の生物科学	36	12.4
化学	14	4.8
コンピューター・ 情報科学	24	8.2
地理情報システム・ 遠隔探査 (リモートセンシング)	8	2.7
農学・自然資源管理	11	3.8
環境科学・気象科学	37	12.7
地球・大気・海洋科学	10	3.4
エネルギー・動力	4	1.4
法科学	7	2.4
統計学・生物統計学	11	3.8
金融数学	8	2.7
生物数学	1	0.3
産業数学	6	2.1
その他数学	4	1.4
医療関連科学	23	7.9
国防	2	0.7
物理学・応用物理学	9	3.1
ナノサイエンス	5	1.7
その他の学際的な科学	10	3.4

(出典：PSMのホームページのデータを元に筆者が作成・加筆)

営系の専門的能力に関するものでなければならない。逆に、通常の修士課程に要求されるような修士論文は要求されないが、代わりに多くの学生は卒業プロジェクトや学内のグループによる実験を行い、企業や公的機関との連携によるインターンシップに参加する。後述の通り、学生はプログラム修了後、インターンで参加した企業に就職するケースが少なくない。

また、PSMプログラムを実施するには産業顧問評議会 (Industrial Advisor Board) が形成されることが多い。これは企業や行政など「現場」の関係者からなる組織であり、産業界や行政からの意見を大学に伝え、PSMプログラムのカリキュラムに対する意見を自由に述べる場として機能する。ビジネスで多忙な産業界の意見を確実に拾い上げるため、複数の企業の代表



者を集め、さらに中小企業から大企業まで、また地元企業から全国規模の企業までの様々なメンバーを選ぶのが良いとされる<sup>24</sup>。

### (3) PSM 修了者の動向と評価

PSM の学位取得者は 2011 年には 1,573 人となっている<sup>25</sup>。それでは PSM プログラムを修了した学生には具体的にどのような特徴があり、修了後にどのようなキャリアを辿るのだろうか。2010 年から 2011 年の在籍学生に対するアンケート<sup>26</sup>及び PSM プログラムに関する報告書からは、以下の状況と傾向が看取される。

まず、入学者のうち 46.0% が女性であり、理学系のプログラムとしては驚くほど女性が多いことが分かる。海外からの留学生は 23.9% であり、比較的国内の学生が多いが、コースによっては半数近くが留学生のところもある。人種ではアジア・太平洋圏か白人が 75.1% で圧倒的に多く、ヒスパニックやアメリカン・インディアン、黒人などのマイノリティが 16.2%、その他は混血や不明などの回答であった。

また、入学以前の状況を尋ねた項目では、有効回答 223 人<sup>27</sup>のうち、2010 年に学士課程を卒業して直ちに入学した者は 10.4% であり、それを含め 2007 年から 2010 年の間に学士課程を卒業した者は 60.2% となっている。ただし、69.1% は PSM プログラムへの入学直前に働いていたと回答している。

次に専攻の分野別で見ると、生物学が 46.2%、環境科学が 17.9%、計算機科学が 11.7%、バイオインフォマティクス 5.4%、同じく数学・統計学が 5.4%、国防が 4.9%、物理学・地学が 3.1%、法科学が 1.8%、化学が 1.3%、医療関連科学が 1.3%、ナノサイエンスが 0.9% となっている。多くの学生が応用的な分野を専攻していることが分かる。

これらの卒業生のうちで、修了後すぐに就職した者は 81.6% に上る。くわえて、そのうち 88.4% は研究分野と密接に、もしくは何らかの関わりを持っている仕事に就いている。就職先としては、ビジネス・産業界に就職した者が 50.6%、行政で働いている者が 22.7%、アカデミアで働いている者が 16.3%、NPO が 7.6% となっている。なお、2009 年に行われた同様の卒業生状況調査<sup>28</sup>では、就職先としては産業界が 61.5% となっており、次いでアカデミアが 13.1%、NPO が 9.1%、行政が 8.7%、その他となっている。単純な比較はできないが、行政関連への就職の割合が 2 倍以上となっており、単に産業界へ進出するだけでなく、行政においても彼らのプレゼンスが増していると考えられる。就職した卒業生の中には入学以前と同じ仕事をしている者もいれば、新たな仕事に就いている者もいるが、新たな仕事を得た回答者のうち 38.5% は PSM プログラムの中で参加したインターンシップがきっかけになっている。

PSM プログラムへと入学した動機は、学士課程からそのまま入学した者と直前まで働いていた者とで異なる。学生出身者では「特定の技能・知識を獲得するため」が 74.5% でもっとも多く、次いで「特定の関心事についてさらに学ぶため」が 67.3%、そこから一気に下がって「昇進や昇給の機会を増やすため」が 36.4% となっている。一方、入学前まで働いていた者では「特定の技能・知識を獲得するため」が 66.2% でもっとも多い点では変わらないが、次いで多かったのが「昇進や昇給の機会を増やすため」で 63.0%、その次が「特定の関心事についてさらに学ぶため」の 57.8% だった。

また、実際にプログラムの中でカバーされていたトピックとして挙げられたのは、「技術や科学に関わるトピック」との回答がもっとも多く、次いで「研究開発」「プロジェクト経営」「倫理」「コミュニケーション」「リーダーシップ」であった。この結果は、各分野の専門的な能力の習得が重視されていることの現れであると考えられる。

そして、プログラムに対する満足度（「非常に満足」「概ね満足」「何らかの不足がある」「非常に不足」の4段階評価）の回答は以下のものであった。まず「科学・数学に関する訓練の質」については82.4%が「非常に満足」「概ね満足」と答えている。以下「プログラムの特徴的な性質や信用」については81.6%、「科学以外の専門的訓練の質」では79.3%、「インターンシップと『実世界』での経験」では77.7%、「卒業後の就職の見通し」で74.1%、「ネットワークに参加する機会」については70.8%と、各項目で回答者の大半が満足していることが分かる。とりわけ、「卒業後の就職の見通し」について4人に3人が満足しているという結果は、理学系の大学院としては驚くべき結果と言うべきであろう<sup>29</sup>。

また、実際に働いている回答者にその仕事内容を多肢選択式で尋ねたところ、61.0%が技術的・科学的なスキルを要する仕事をしていると答えた。47.8%は研究開発に携わっており、33.5%はプロジェクト管理を行っていた。つまり、およそ半数がまさしくPSMで学んだことを仕事で活かしていると言える。さらに彼らのうち55.6%が年収5万ドル以上となっており、3万ドル未満のものは10.0%である。

修士生にPSMの学位を取得したことによる便益を訊いたところ、73.5%が「新たなスキルや知識の獲得」を挙げ、次いで52.9%が「特定の関心事についてより深く学べたこと」、41.7%が「昇進や昇級の機会の増加」を挙げている。

さらにPSMの価値として、「科学・数学に関する訓練の質」に「非常に価値がある」「概ね価値がある」とした回答者は84.5%に達し、その他上述の満足度と同じ選択肢の全てで7割を超える回答者がPSMに価値があるとしている。

#### (4) PSMの課題

ここまで見てきたように、PSMは研究大学も含め多数の大学で実施されている学位プログラムである。しかし、米国の全ての大学がこのプログラムを全面的に歓迎しているわけではない。有名な大学のいくつかはこのプログラムに難色を示している。例えばアイビー・リーグに加盟している大学は、コーネル大学で応用統計のプログラムが実施されている他にはPSMに一切参加していない。CGSの担当者が述べるところでは、研究を過度に重視する大学の教員の一部が抵抗感を示しており、彼らは「博士課程だけでも多くの仕事がある中でなぜ新しい学位を創設するのか」と主張しているとのことである<sup>30</sup>。

また、2009年の調査では、PSMプログラムに不足しているものは何かについても質問された<sup>31</sup>。回答としては「ファイナンス・会計や分析、モデリング（19名）」「プロジェクト・ビジネス管理（18名）」などが挙げられている（括弧内は回答者数）。こうした経営に関する教育がまだ不十分であったことが窺えるが、2011年の調査での満足度をみると、これらの項目は「科学・数学の訓練」とほぼ同程度の満足度を獲得しており、大幅な改善が見られたと考えられる。また当時は「キャリア開発・就職支援（17名）」や「産業・卒業生とのネットワーク（12名）」

についても不足が指摘されていたが、こちらについても同様に 2011 年調査との比較で改善が見られる。ただし、すべての項目で 7 割以上の回答者が満足していると答えているものの、これらの項目の満足度は相対的に低く、今後さらなる充実が必要であると考えられる。

PSM の学生は、通常の大学院生と異なり大学内で研究を続けるわけではないため TA や RA の仕事による大学・教員からの経済的支援がなく、学費免除もないため学費を全額支払わなければならない<sup>32</sup>。現在スローン財団や NSF からの財政支援は新たなプログラムの設置などに対して行われているが、今後は学生への支援も考慮される必要があるだろう。産業界における PSM の存在感が高まれば、民間セクターからの資金によって奨学金などの実施が可能になるかもしれない。

さらに、PSM に関する調査についても、今後改善の余地があると考えられる。PSM については卒業生に対して上でも引用したようないくつかの調査が行われているが、これらは新卒者、修了してから 1 年以内の動向しか把握しておらず、サンプル数も多くない。現在は修了後 1 年を過ぎた段階での就職状況などの情報についても CGS が中心となって収集を始めているが、まだ結果は出ていない。PSM の価値の 1 つに卒業生が形成するネットワークがあるが、その効果を正確に測るためにも卒業生に対する継続的な追跡調査が不可欠であろう。

## 5. 日本の高等教育におけるイノベーション人材育成の課題

3 節および 4 節においては、米国におけるイノベーション政策の変遷、PSM の現状と課題について取り上げた。このことが日本での人材育成に与える示唆とは何であろうか。以下ではこれまでの観察を踏まえ、わが国の高等教育への教訓を得る。また、わが国で近年始まっているリーディング大学院の試みを例として、PSM の事例に照らしていくつかの課題を指摘する。

### (1) 米国の科学技術政策が示唆するイノベーション人材のあり方

米国における科学技術政策を検討すると、イノベーションの産業化には複数の段階があることを認識する必要性が明らかとなる。米国ではヤング・レポートからパルミサーノ・レポートにかけて、「イノベーションが既に与えられた状態からそれをどのように利用するか」という視点から「イノベーションをいかにして生み出すか」という視点に変化した。言い換えれば、ヤング・レポートでは産業の側からいかにして新たな価値にアクセスし利用するか、ということに着目したのに対し、パルミサーノ・レポートではいかにして新たな価値を生み出して産業へと届けるかに着目している、と言って良いだろう。このことに鑑みれば、イノベーションを創造し、それを新たな価値として確立させるプロセスと、生み出された新たな価値を洗練させ、産業に結びつけていくプロセスはそれぞれ全く異なる性格を持っており、異なる人材を必要とすると考えられる。

そもそも、イノベーションとは「技術革新」と訳されることが多いが、これは 1956 年の経済白書に由来している。しかしパルミサーノ・レポートが示すように、本来イノベーションが指すのは技術革新という言葉だけでは表現しきれないものであり、今日の社会においては「社会に対する新しい価値創造」全般を指すものとして理解されるようになってきている。つまり、その

意味においてもイノベーションは技術に関わる範囲にのみ留まるものではなく、より原理的な分野と直接に結びつくものとなりつつあるのである。

これら異なる性格の人材はどちらがより重要であるということではなく、両方の努力が結びついて初めて、イノベーションの創造が可能になるのである。これを図示したのが図1である。

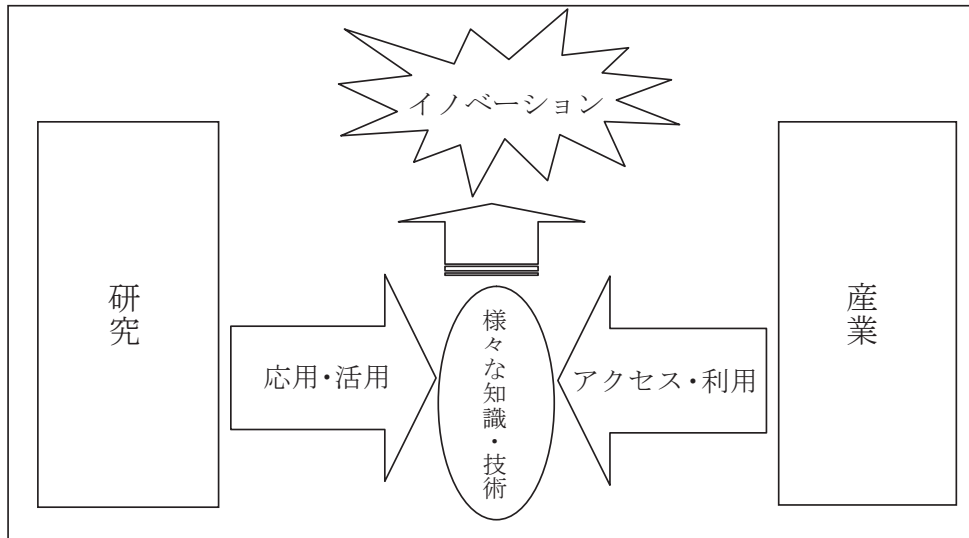


図1：イノベーションの創造における研究と産業の関係

MOT 人材は産業よりに位置し、現代の複雑化した基礎的知識・技術へとアクセス・利用し、産業へと結びつけていく役割を果たす。しかし、MOT 人材のように適切に技術にアクセスする人材を抱えることはできても、企業の中で新規の技術を生み出すのは負担・コストが大きすぎる。一方で、研究の中では様々な課題を追求し理論や研究成果を生み出すことはできるが、それらを具体的な技術・製品として洗練させる動機も余力もあるわけではない。したがって理論・研究成果を応用・活用して具体的な技術につなげ、MOT 人材がアクセスしやすいものにするプロセスとそれを行う人材が必要になる。

こうした複数の人材の必要性についてわが国でもっとも詳細な検討がなされているのは、科学技術・学術審議会の人材委員会における議論である。2009年に出された中間まとめ「科学技術関係人材の社会全体での活躍に向けて」の中ではイノベーションにおいて多様な人材が必要とされることが示され、複数のステージで異なるタイプの人材像が提言されている。このようにイノベーションは単一のタイプの人材によっては支えきれないという認識は、政策サイドにおいてはすでに認識されている。しかし、本稿冒頭で述べたように、2012年の経済産業省の調査によれば実際の経営者層においてこうした認識が十分に理解されていないことが窺える。さらにこの調査では企業の要求に合わせてMOTの役割を変化させるべき、という分析がなされている。MOTが本来どうあるべきかという視点を持つと同時に、MOTでは育てられないタイプの人材を育成する仕組みの構築が不可欠であると言えるだろう。

(2) 高等教育におけるイノベーション人材育成と PSM プログラムの果たす役割

一方、PSM というプログラムそのものも、わが国の高等教育へと大きな示唆を与えている。その重要性はイノベーションの過程に存在する障害と、それを乗り越えるための人材育成の必要から指摘できる。

イノベーションを創造するまでには複数の障害が存在し、いわゆる「基礎研究が事業に結びつかない」状況を作り出している。研究開発から産業までの障害として特に知られているのは「死の谷 (The Valley of Death<sup>33</sup>, デスバレー)」と呼ばれる構造である。「死の谷」とはもともと、基礎研究に関しては国からの資金が投入されやすく、製品化開発においては民間の投資が十分でありながら、理論や技術の複雑化とともに両者の距離が開き、中間の応用開発への資金が不足するために、基礎研究の成果が死蔵されてしまう状況を指した<sup>34</sup>。

現在では、こうした資金のギャップに加えて研究、情報・信頼のギャップによってそれは引き起こされると指摘されている。研究のギャップとは研究者はその研究内容の事業化に関して、現実よりも楽観的に認識してしまうことを指し、情報・信頼のギャップとは研究者と投資家、経営者の間で発生する期待や利害関係を指す<sup>35</sup>。これら 3 つのギャップが複合的に絡み合っ

て「死の谷」を形成すると考えられている。「死の谷」はさらに 3 つに分類される。すなわち「魔の川」「(狭義の) 死の谷」「ダーウィンの海」である。「魔の川」とは基礎研究と開発の間にある障壁を指し、「死の谷」とは開発から製品化に至る過程の障害を指す。最後の「ダーウィンの海」は製品化されてから安定した事業に至るまでの間にある障害のことである。これらの障害を克服する力を持った人材の育成が高等教育に要請される役割であると言えよう。

現在日本で主流となっている MOT は主に技術的・経営的な内容に特化しており「(狭義の) 死の谷」や「ダーウィンの海」の段階で技術を死蔵させないための人材を育てることを目的としているように思われる。経営学に関する理解を重視しプログラムによっては MBA に吸収されるものもあることは、MOT が事業化段階により近いものである証左と言えよう。しかし言い換えれば、工学等のある程度完成した技術に関する知識が前提となる MOT は、基礎研究におけるより複雑な理論から直接的に発生するような技術開発への過程にある「魔の川」の段階に対処できる人材の育成には導入しにくいのである。MOT は万能な教育プログラムではない。単一のプログラムとそれによって育てられる人材によって研究から産業までの幅広い段階を網羅することは難しく、その困難さは正しく認識される必要がある。MOT プログラムに全ての機能を背負わせることは、逆に MOT が本来持っている人材育成能力自体を歪めることになりかねない。

先述の通り、イノベーションを生み出す人材を育てる方法として、MOT プログラムのみに依存する教育システムは最適とは言い難い。より各分野の専門に精通し、理論を理解できる能力を持った人材を育てるシステムが必要であるが、その構築に際して米国の PSM の特徴が示唆することは少なくない。より理論研究に近い理学系の人材がビジネスマネジメントを理解することによって、膨大な基礎研究から実用化可能なものを選び出し、研究開発を進める過程をより効率的に行うことが可能になるだろう。加えて、MOT でも問題になっていた実務経験の不足は、企業と密接に連携したインターンシップの導入によってかなりの部分補うことができると考えられる。インターンシップが就職に与える影響は PSM の調査を見ても明らかであり、しかも学

生自身の研究にも密接に関連している。高等教育が単独で人材育成に試行錯誤するよりも、企業から十分な協力を得た上でこうしたプログラムを実施することによってより効果的な教育を行うことができるだろう。

### (3) PSMプログラムの普及要因とわが国での課題

しかし PSM のような実社会との関連性を重視する教育プログラムは、日本の理学系大学院においては忌避される傾向が強い。カリキュラムポリシー等を見ても、研究に関する能力の育成しか想定していない場合がほとんどである<sup>36</sup>。また、産学連携などもわが国でもこれまで少なからず進められているが、こうした理学系ではごく限られた分野でしか行われていない。特に数学や物理学など、応用系が十分な市民権を得ていない分野では教員の反発は少なくない。一方で米国においては、PSM の展開に際しては先述のようにアイビーリーグをはじめとする伝統的な大学において確かに教員の抵抗があるが、それ以上に多数の大学院、特に研究大学とされる大学院が参加していることは注目に値する。これには米国の大学の開放性だけでなく、以下のような要因が考えられる。

もともと根本的な理由としては、民間資金が比較的早期に大規模なレベルで投入されたことが影響したと考えられる。PSM の歴史を見れば分かるように、この学位はもともとスローン財団という民間組織の支援によって開始されたものである。この財団の経済的援助は長期かつ多額であり、その支援があったからこそ初期の実験的な取り組みが成功したのは間違いないであろう。

もちろん単純に経済的な支援が重要ならば、わが国でも GP 事業のような取り組みが政府によって行われている。だが、GP 事業で採択された大学の取り組みは必ずしも他大学に普及しているわけではない。大学ごとにおかれた状況の違いを理由に、他大学の取り組みを応用しようとする動きは進んでいない。PSM でこうした問題が発生しなかったのは、早期に CGS が動いたことが大きいと考えられる。実質的にほとんどすべての大学院を代表する CGS がスローンの支援を受けて PSM プログラムの展開に協力したことは、PSM を急激に拡大させるに十分な影響力を持っていたと推察される。わが国でも MOT が普及する過程では、MOT プログラムを展開する 10 大学が集まり「MOT 協議会」を発足させている。こうした複数の大学が集まって構成された組織の関与は教育プログラムの普及に強力な影響を及ぼす可能性がある。

さらに、個々のプログラムにおいて産業顧問評議会のような組織が形成されていることは、企業・行政と大学の間で人材像を共有し、双方の利害をすり合わせる役割をもっている。現場から必要とされている教育と大学が提供可能な教育とが一致して初めて教育プログラムは有効に機能するのである。また、産業界が PSM の具体的な状況を理解していることは、産業界による政策提言をより具体的なものにする効果があるだろう。パルミサーノ・レポートのような具体的な政策提言が産業界から生まれたのは、産業界が高等教育のおかれた状況をよく理解しているからに他ならない。わが国においても、経団連など産業界から教育政策に関する提言は積極的に行われている<sup>37</sup>が、これらの提言は多くが抽象的なものとどまり、具体的な教育プログラムを高等教育機関と共につくり上げる段階にまでは至っていない。時にこれらの提言は高等教育の実態を理解していない一方的なものを受け止められることもあるが、それは産業界が

高等教育に関わっていないことにも大きな原因がある。

同時に、PSM という特別な学位を用意することによって、従来のような研究に関わる学位とは切り離れたことも、こうした連携を容易にしたと考えられる。こうしたプログラムに対する高等教育側の拒否感、研究を行い研究者を育てるという大学のもう1つの役割を侵食するものであるという不安が原因であろう。独立した学位として扱うことによって、その中では産業界をはじめとする外部の意見を受け入れつつ、従来の高等教育を維持することも可能となる。これによってPSMは研究大学でも受け入れやすい教育プログラムになったのではないかと考えられる。

以上のように、PSMの普及には様々な要因が考えられる。その中には、PSMというカリキュラムが固有に持っている特徴もあれば、現在のわが国の高等教育にも取り入れられる普遍的な特徴もある。

#### (4) 日本のリーディング大学院との類似と相違

一方で、日本国内でPSMに類似した取り組みが皆無というわけではない。わが国では近年「リーディング大学院」の考え方が普及しつつある。2005年の中教審答申「新時代の大学院教育」において、大学院が果たすべき人材養成機能として、「研究者の養成」と並び、「高度専門職業人の育成」や「知識基盤社会を多様に支える高度で知的な素養のある人材の養成」が指摘された。それを受けて2011年の答申「グローバル化社会の大学院教育」では、大学院教育の改善方策として「学位プログラムとしての大学院教育の確立」と「グローバルに活躍する博士の養成」を掲げている。後者の博士養成の仕組みとして提案されているのがリーディング大学院である。2011年度から「博士課程教育リーディングプログラム」として最大7年の財政支援施策が行われており、「オールラウンド型」、「複合領域型」などプログラムごとに類型化して支援が行われている。例えば「オールラウンド型」として採択された京都大学の「思修館」構想では分野横断型のカリキュラムを導入し、各界トップリーダーとのディベート演習やレポート作成によるリーダーの考え方や行動の習得、産業界・国際機関・官公庁との協力や人材交流などによる実践力の育成・強化などを掲げている<sup>38</sup>。

リーディング大学院のシステムは博士後期課程まで修了する点がPSMとは異なるとはいえ、文理の融合とインターンシップを活用した実践的な人材養成を主眼に置いていることなどPSMと類似のカリキュラムと考え方に基づいて人材を育成する試みであると考えられる。しかしリーディング大学院はPSMとは異なる課題も抱えている。上述のように国による財政支援は最長で7年であり、以降のプログラムの継続は各大学の個別努力に一任されておりシステム化されていない。さらに、この支援は従来のプログラムと同様に個別大学への支援であるために、他大学への取り組みの普及という点についてもこれまでと変わらない課題となっている。これらの課題については、インターンシップやカリキュラム作成に産業界を巻き込むことによって民間からの継続的な支援を引き出し、またCGSのような大学間組織によってプログラム全体の方向性を統制するなど、PSMの事例に学ぶべきことは多いと考えられる。

## 6. おわりに

本稿では米国の新たな学位 PSM に注目することによって、イノベーションを生み出す人材の育成のためにわが国で欠けている要素を明らかにした。PSM はそのカリキュラム自体の特徴の面でも、またその急速な普及を可能にした制度的な特徴の面でも、わが国の高等教育のあり方について非常に重要なヒントをもたらしていると考えられる。本稿の中では、後者の制度的な特徴、特に大学と産業界の連携のあり方については十分な考察ができなかった。米国でもアイビーリーグの例に見るように大学側の拒否感というのは少なからずあり、その点をどう解消していったのか、またこれから解消していくのかという点については、制度に関するより詳細な事例検証が必要であろう。本論文では文献調査が中心となり、こうした具体的な事例にまで踏み込むことができなかった。今後の課題としたい。

また、PSM をそのまま日本に移植したとしても、必ずしも効果的に機能する保証はない。ただ、現状でも PSM は米国内のみならず、僅かではあるが他の国にも広がりを見せている。今後これらの国での受け入れの状況を注視することも、PSM の拡大が米国の比較的自由的な国民性に由来するものか、あるいはどここの国でも受け入れやすい制度であるのかを明らかにする 1 つのてがかりになるだろう。

本稿の最後に、わが国で始まろうとしているリーディング大学院の発想には PSM に似たものがあることを指摘した。しかし一方で異なる点も多く、例えばオールラウンド型のリーディング大学院の取り組みでは、分野横断型のカリキュラムなどを想定しており、PSM 人材に比べ知識の広がりをもっと重視したものになっているように思われる。リーディング大学院の育てる人材が、イノベーションに関わる一連のプロセスの中でどのような役割を果たすのかについても、今後明らかにする必要があるだろう。また、これらの類似性と相違を踏まえ、わが国のリーディング大学院構想がパルミサーノ・レポートのような米国の政策提言に影響を受けたものか、あるいはわが国独自に同様の結論に至ったがゆえに生まれたものかについて検討することも教育政策の形成過程の問題として興味深いところだが、本稿ではそこまで触れることができなかった。さらに、PSM とリーディング大学院のいずれの取り組みにおいても産業界との連携の深化とともに、民間のリソースが大学に流れ込む状況が発生しつつある。こうした状況は、新規施策の財源をどのように調達するかという大学財政の問題にも重要な示唆を与える。

いずれにせよ、イノベーション人材の育成プログラムについての研究は、従来の高等教育のあり方について多くの新たな視点を与えてくれる。今後もこの視点からさらなる研究を進めていくことが必要であるといえよう。



## 註

- <sup>1</sup> 例えば経団連が実施したアンケートでは、大学に期待する教育改革の取り組みとして「教育方法の改善」が1番に挙げられるなど、大学教育に対する不満が表れている。また、日本学術会議の化学委員会が出した報告書では「最近、博士課程修了者に対する日本の社会（企業）の求める人材とのずれ、高度専門的人材に対する日本企業の考え方と諸外国（世界標準）とのずれなどが表面化して」との指摘がある。
- 日本経済団体連合会『産業界の求める人材像と大学教育への期待に関するアンケート結果』2011年。
- <sup>2</sup> 荒井克弘、塚原修一、山田圭一「科学技術者の高等教育に関する研究」『大学論集』第5集、1977年、25-43頁。
- <sup>3</sup> 2012年12月時点で、経済学分野での参照基準が発表されているのみである。
- <sup>4</sup> 科学技術基本法第9条第1項「政府は科学技術の振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、科学技術の振興に関する基本的な計画を策定しなければならない」。
- <sup>5</sup> 三菱総合研究所『MOT人材の育成・活用に関する実態調査』経済産業省、2012年。
- <sup>6</sup> 文部科学省『科学技術基本計画』2011年、4頁。
- <sup>7</sup> 加藤真紀、角田英之『日本の理工系修士学生の進路決定に関する意識調査』文部科学省科学技術政策研究所、2009年、15頁。
- <sup>8</sup> 加藤、角田、同上書、19頁。
- <sup>9</sup> 延岡健太郎『MOT[技術経営]入門』日本経済新聞社、2006年、12頁。
- <sup>10</sup> 岡本史紀『MOT イノベーション』森北出版、2004年、1-2頁。
- <sup>11</sup> 樺澤哲「知っておきたいキーワード-技術経営 (MOT) -」『映像情報メディア学会誌』Vol. 64, No. 7, 2010年、977 - 978頁。
- <sup>12</sup> 経済産業省『技術経営のすすめ』2005年、15 - 16頁。
- <sup>13</sup> 三菱総合研究所、前掲文献、4-6頁。
- <sup>14</sup> ヤング・レポートという通称は、議長を務めた Hewlett Packard 会長の名に由来する。またパルミサーノ・レポートも当時議長であった IBM 会長の名からつけられた呼称である。
- <sup>15</sup> 高井俊次「MOT, PSMとナレッジ・マネジメントの課題」『オフィス・オートメーション』Vol. 26, No. 4, 2006年、52-63頁。
- <sup>16</sup> 高井、同上論文、56頁。
- <sup>17</sup> Council on Competitiveness, *Innovate America - National Innovation Initiative Summit and Report*, 2005, p. 40. 訳は、高井の上掲論文における訳に準拠している。ここで「エンドユーズ (end-use)」というのは“研究の成果を実際に利用する現場”という意味で用いられている。
- <sup>18</sup> このプログラムについて言及した国内の文献は少ないが、たとえば正宗 (2011) が自ら教鞭をとったウースター工科大学のプログラムを例に挙げて紹介している。また、鈴木ら (2008) は PSM プログラムをもとにして横浜国立大学で開設された工学系のプログラムを紹介している。

(なお、正宗先生には PSM の資料や現状についてたびたびご教示いただいた。この場を借りて篤く御礼申し上げます。)

正宗淳「米国における新たな大学院教育の試み」『数学通信』第 16 巻、第 2 号、2011 年、22-30 頁。

鈴木市郎、岡崎慎司、小泉淳一「理系大学院における実務者教育：米国 Professional Science Master' s (PSM) と横浜国立大学大学院工学府 PED プログラム」『生物工学会誌』第 86 巻、第 3 号、2008 年、128-130 頁。

<sup>19</sup> Tobias S., Professional Science Master' s is 21st century MBA, *ScienceNews*, Vol. 175, No. 13, June 20<sup>th</sup>, 2009, p. 32.

<sup>20</sup> PSM のウェブサイト <http://www.sciencemasters.com> より、2012 年 8 月 14 日現在のデータ。

<sup>21</sup> 合計が 291 を超えるのは、複数大学・キャンパスの共同プログラムを重複して数えているためである。

<sup>22</sup> PSM のウェブサイトより。

<sup>23</sup> 博士課程の数などを基準にして分類されるもので、「研究大学」として「非常に高度な研究活動が行われている大学」「高度な研究活動が行われている大学」「博士課程を持つ研究大学」の 3 種類がある。

<sup>24</sup> MacCluer, C. and Seitelman, L., Helpful Hints for Establishing Professional Science Master' s Programs, In Ferguson D. and Peters T. (ed.), *Mathematics for Industry: Challenges and Frontiers*, Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005, p. 244.

<sup>25</sup> Allum, J. and Bell, N., *Enrollment and Degrees in PSM Programs: 2011*, Council of Graduate Schools, 2012, p. 17.

<sup>26</sup> Bell, N. and Allum, J., *Outcomes for PSM Alumni 2010/2011*, Council of Graduate Schools, 2011.

<sup>27</sup> 36 の大学から回答を募り、320 の回答を得たが、うち 90 は PSM の学位を取得できておらず、さらに 7 つが不完全な回答であるとして、有効回答から除外されている。この有効回答数は学位取得者全体の約 14%にあたる。

<sup>28</sup> この調査では、回答者数は 281 人であり、これは全体の 14%にあたる。

National Science Master' s Association, *NPSMA 2009 PSM Alumni Employment Survey Report*, 2009.

<sup>29</sup> 例えば、加藤・角田らの前掲報告書 13 頁では、修士学生による研究・教育環境の評価として「就職・進学活動への支援が適切である」という項目において「そう思う」と答えたのは 33.3%という結果が示されている。全く同一の指標と考えることはできないが、PSM プログラムに対する評価の高さは確かであろう。

<sup>30</sup> Rosenbloom, J., A Master' s for Science Professionals Sweeps U. S. Schools, *the New York Times*, December 26<sup>th</sup>, 2010.

<sup>31</sup> 自由記述形式であり、回答者は全体の半数 (140 人) であった。

- <sup>32</sup> 正宗、前掲論文、27 頁。
- <sup>33</sup> 例えば米国の下院の科学委員会が発表した報告書”Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy”で、限られた資源を配分する際の問題として指摘されている。
- <sup>34</sup> 樺澤、前掲文献、978 頁。
- <sup>35</sup> 桐畑哲也「ナノテクノロジー事業化とデスパレー現象」『ベンチャーズ・レビュー』No. 5、2004 年、74 頁。
- <sup>36</sup> 例えば京都大学大学院理学研究科では「(修士課程では) 理学研究に従事するための先端的知識、研究手法、科学英語使用能力等を身に付け、さらに問題発見・解決能力を大きく伸ばしていくことを目標としている」とのみ記述されている。他の旧帝大でも、教育目標として社会の要請に応える人材の育成などが掲げられているところはあるが、実際の各分野ではあくまで研究能力の開発を行うことのみが目標となっている。
- <sup>37</sup> 飯吉弘子「産学連携に関する経済団体の提言」『国立教育政策研究所紀要』第 135 集、2006 年、25 頁。
- <sup>38</sup> 文部科学省『文部科学時報』第 1635 号、2012 年、27 頁。

## 参考文献

- 荒井克弘、塚原修一、山田圭一「科学技術者の高等教育に関する研究」『大学論集』第 5 集、1977 年、25-43 頁。
- 飯吉弘子「産学連携に関する経済団体の提言」『国立教育政策研究所紀要』第 135 集、2006 年、25-35 頁。
- 岡本史紀『MOT イノベーション』森北出版、2004 年。
- 加藤真紀、角田英之『日本の理工系修士学生の進路決定に関する意識調査』文部科学省科学技術政策研究所、2009 年。
- 樺澤哲「知っておきたいキーワード-技術経営 (MOT)-」『映像情報メディア学会誌』Vol. 64、No. 7、2010 年、977-979 頁。
- 桐畑哲也「ナノテクノロジー事業化とデスパレー現象」『ベンチャーズ・レビュー』No. 5、2004 年、73-80 頁。
- 経済産業省『技術経営のすすめ』2005 年。
- 鈴木市郎、岡崎慎司、小泉淳一「理系大学院における実務者教育: 米国 Professional Science Master's (PSM) と横浜国立大学大学院工学府 PED プログラム」『生物工学会誌』第 86 巻、第 3 号、2008 年、128-130 頁。
- 高井俊次「MOT, PSM とナレッジ・マネジメントの課題」『オフィス・オートメーション』Vol. 26、No. 4、2006 年、52-63 頁。
- 日本学術会議『大学教育の分野別質保証推進委員会設置要綱』2012 年。  
<<http://www.scj.go.jp/ja/scj/kisoku/>>よりダウンロード [最終確認: 2012-12-02]
- 日本学術会議 化学委員会 高度人材育成と国際化に関する検討分科会『大学院における高度人材育成に向けて—化学系大学院を中心として—』2011 年。  
<<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/division-16.html>>よりダウンロード [最終確認: 2012-11-28]
- 日本経済団体連合会『産業界の求める人材像と大学教育への期待に関するアンケート結

果』2011年。

<<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2011/005/index.html>>よりダウンロード [最終確認：2012-11-28]

- 延岡健太郎『MOT[技術経営]入門』日本経済新聞社、2006年。
- 正宗淳「米国における新たな大学院教育の試み」『数学通信』第16巻、第2号、2011年、22-30頁。
- 三菱総合研究所『MOT人材の育成・活用に関する実態調査』経済産業省、2012年。
- 文部科学省『文部科学時報』No.1635、2012年。
- Allum J. and Bell N., *Enrollment and Degrees in PSM Programs: 2011*, Council of Graduate Schools, 2012, p.17.  
<<http://www.sciencemasters.com/>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- Bell N. and Allum J., *Outcomes for PSM Alumni 2010/2011*, Council of Graduate Schools, 2011.  
<<http://www.sciencemasters.com/>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- Council on Competitiveness, *Innovate America - National Innovation Initiative Summit and Report*, 2005.  
<<http://www.innovationtaskforce.org/docs/NII%20Innovate%20America.pdf>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- MacCluer, C. and Seitelman, L., Helpful Hints for Establishing Professional Science Master's Programs, In Ferguson, D. and Peters, T. (ed.), *Mathematics for Industry: Challenges and Frontiers*, Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2005, pp.242-248.
- National Science Master's Association, *NPSMA 2009 PSM Alumni Employment Survey Report*, 2009.  
<<http://www.flpsm.org/news.html>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- Rosenbloom, J., A Master's for Science Professionals Sweeps U.S. Schools, *the New York Times*, December 26<sup>th</sup>, 2010.  
<<http://www.nytimes.com/2010/12/27/education/27iht-educLede.html>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- Tobias, S., Professional Science Master's is 21st century MBA, *ScienceNews*, Vol.175, No.13, June 20<sup>th</sup>, 2009, p.32.
- U. S. House of Representatives Committee on Science, *Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy*, 1998.  
<<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-CPRT-105hp105-b/pdf/GPO-CPRT-105hp105-b.pdf>>よりダウンロード [最終確認：2013-01-13]
- 大阪大学大学院理学研究科ウェブサイト <http://www.sci.osaka-u.ac.jp/index-jp.html> [最終確認：2013-01-13]
- カーネギー財団ウェブサイト <http://www.carnegiefoundation.org> [最終確認：2013-01-13]
- 九州大学大学院理学府ウェブサイト <http://www.sci.kyushu-u.ac.jp/> [最終確認：2013-01-13]
- 京都大学大学院理学研究科ウェブサイト <http://www.sci.kyoto-u.ac.jp/modules/tinycontent/> [最終確認：2013-01-13]
- 東京大学大学院理学系研究科ウェブサイト <http://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/> [最終確認：2013-01-13]
- 東北大学大学院理学研究科ウェブサイト <http://www.sci.tohoku.ac.jp/> [最終確認：2013-01-13]
- 名古屋大学大学院ウェブサイト <http://www.sci.nagoya-u.ac.jp/> [最終確認：2012-01-13]

高見・柴：研究型大学における理系実務型人材育成の課題と実践の試み

- 日本学術会議ウェブサイト <http://www.scj.go.jp/> [最終確認：2013-01-13]
- 北海道大学大学院理学院ウェブサイト <http://www.sci.hokudai.ac.jp/graduate/>  
[最終確認：2013-01-13]
- CGS ウェブサイト <http://www.cgsnet.org/> [最終確認：2013-01-13]
- NPSMA ウェブサイト <http://www.npsma.org/> [最終確認：2013-01-13]
- PSM ウェブサイト <http://www.sciencemasters.com/> [最終確認：2012-01-13]

(高見茂 比較教育政策学講座 教授)

(柴恭史 比較教育政策学講座 修士課程2回生)

(受稿 2012 年 9 月 3 日、改稿 2012 年 10 月 31 日、受理 2012 年 12 月 27 日)

**Problems and Good Practices in Professional Science  
Education in Research Universities:  
Focus on the Professional Science Master's Degree in the USA**

TAKAMI Shigeru and SHIBA Takafumi

Quality assurance in higher education is one of the most important problems in Japan, and around the world. Many studies have examined means of assuring the quality of education, mostly focusing on *what type of graduate we should launch into the real world*. However, it has been realized only in *technical* fields, such as Engineering, Medicine, etc. Management of Technology (MOT) is a popular major in Japan, but according to government research, it also has certain serious problems. Here, we discuss the problems of Japanese higher education in scientific fields, and present some answers from American innovation policies. The USA has changed the idea about how to innovate, and in recent years has developed the Professional Science Master's (PSM) degree, which is now awarded by over 100 American universities. PSM programs have produced graduates who can innovate in scientific fields, e.g., in biology, environmental science, and statistics. The degree is highly praised by the Council On Competitiveness, which consists of CEOs of major corporations, university presidents, and heads of labor organizations. The PSM seems to meet their expectations. Interestingly, many research universities have established PSM programs. We examined the reasons why many American universities have accepted the PSM despite their daily duties for research and doctoral education. Finally, we discuss the possibility that programs such as the PSM can succeed in Japanese universities.