展望

アメリカにおける科学教育
—大学院の特徴—

永井一清
ノースカロライナ州立大学

アメリカ合衆国は，学歴社会である．理系の中でも化学と化学工学の研究分野において，第一線で活躍するためにはまず博士である必要がある．そして高度な人材育成の場である大学院のプログラムも，修士より博士を育成することに重点がおかれている．また大学院生に対する経済援助などの外的環境も充実してきており，学生の博士課程への進学を後押ししている．この傾向は今後さらに強まるものと予測する．

1. はじめに

日本の大学審議会の答申等では，アメリカ合衆国での取組みが外国の例として紹介されていることが多い．アメリカが，多くの研究分野で世界をリードしているためであると思われる．各分野の人材育成の場の中で，高度な専門教育を行う機関が大学院である．理系(Scienceと Engineering)の専門分野の例として，化学，物理，電気，機械，コンピューター，建築などが挙げられる．アメリカでは，専門分野ごとに大学や大学院，そして業界の特色が異なっている．そのため，“理系”または“科学”としてこれらの分野をひとくくりにまとめて説明するのは困難なことである．アメリカで高分子に関連した研究を行っている学科は，高分子(Polymer Science and Engineering)，化学(Chemistry)，化学工学(Chemical Engineering)，繊維(Textile)などが挙げられる．本稿では，高分子に関連した分野の大学院のうち，学生数と教授数の多い化学と化学工学の大学院に焦点をあて，その特徴について述べる．

2. 学歴社会

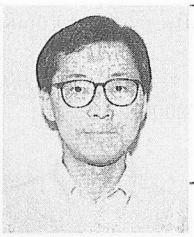
日本の大学では，理系の学科で教授になるためには博士号が必要である．アメリカでも大学で教授になるためには，日本と同じく博士号が要求される．

企業についてみてみると，日本の研究開発の中心は修士である．また研究開発を任されている学士も多い．それに対してアメリカの企業は，“研究開発は博士，研究のアシスタントは学士”というように学歴により仕事内容に明白な違いをつけている．日本で高く評価されている修士には何が求められているのであろうか．これは“会社次第”ともいわれている中途半端な学位である．過去数年の学生の就職状況をみると，修士には研究開発ではなく，学士に近い仕事を求めている場合が多い．企業における修士と学士のポジションは，博士と比べて格段に劣っているのである．それゆえ，修士や学士で会社に就職したものの，待遇に不満を覚えて博士課程に入学してくる者もいる．

アメリカの企業における，このような日本と異なる修士の位置づけは，大学院のシステムから考えることができる．日本の大学院では，修士課程と博士課程ともに学位論文を軸とする研究者養成型のプログラムが施行されている．アメリカの大学院はどうであろうか．

まず博士課程について，日米の比較をしてみる．日本で博士号を取得するためには2つの方法がある．課程博士と論文博士である．課程博士を取得するには修士号が必須である．すなわち修士課程（または博士前期課程）を修了して修士号を取得した後に，博士課程（または博士後期課程）に入学することになる．一方の論文博士では，修士号の取得の必要はないが，多くの論文数とともに会社や大学などでの長年の経験が審査に加味される．

これに対して，アメリカの大学院では，課程博士の制度だけが存在する．日本の制度との一番の違いは，博士課程に入学するために修士号の取得は必須ではないということである．大学卒業後に，すぐさま続けて博士課程に入学することが可能である．そして途中で修士号を取得することなく，博士号を取得することができる．この形式が，現在のアメリカの大学院のプログラムの主流である．日本には，博士課程を前期と後期に分ける積み上げ方式のプログラムもある．しかし博士後期課程に進学するためには，博士前期課程において修士号の取得が義務づけられている．この点がアメリカの方式と異なる．また，アメリカでも日



Kazukiyo NAGAI ノースカロライナ州立大学 (Campus Box 7265, Raleigh, NC 27695-7265, USA)・博士研究員，博士（工博）
1996年明治大学大学院理工学研究科博士課程修了．専門は機能性高分子，分離膜．〈趣味〉ドライブ，ジョギング
U.S. Graduate School in Chemistry and Chemical Engineering

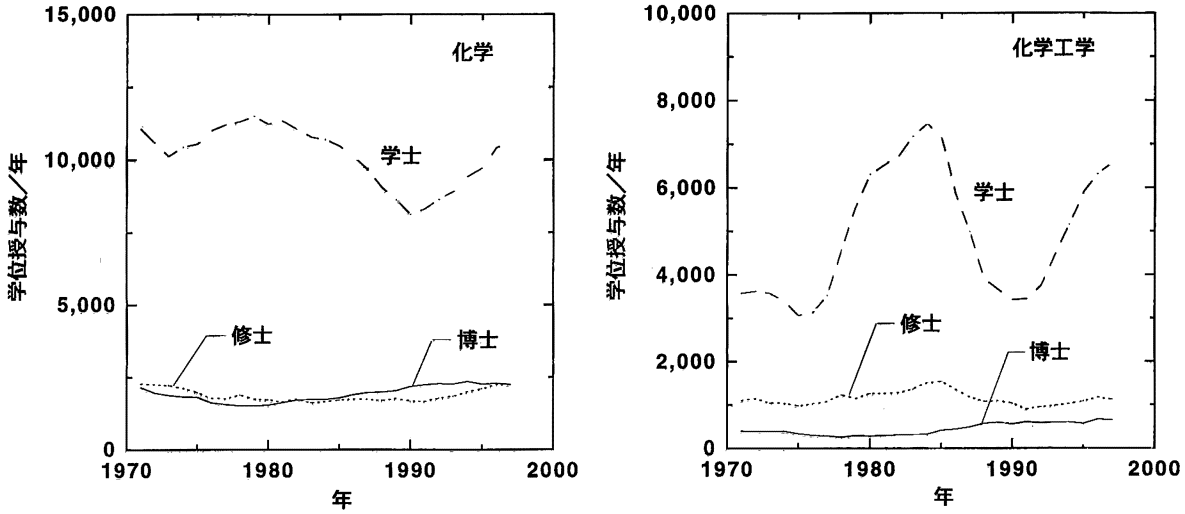


図1　アメリカの大学の学位授与数の推移（化学と化学工学編）
資料：U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics

本と同様に，修士課程終了後に博士課程に入学するプログラムもある．このようなプログラムの形式の違いはあるが，博士号を取得するためには，アメリカでも日本と同様に博士論文の審査に合格しなければならない．

次に修士課程について比較してみる．アメリカは，日本より多くの形式のプログラムを実施している．日本では，講義の必要単位数の取得のほかに，修士論文の審査が義務づけられている．アメリカでは，日本と同じく講義の履修とともに修士論文の提出が必要なプログラムもある．そのほかに，講義の履修だけで課程を修了できるプログラムもある．先に修士号がなくても博士課程に入学できることを述べた．この博士課程の学生が，博士課程在学中に修士号を申請することが可能なプログラムもある．また，プログラムの30～60%ほど，文系（ビジネス）の要素を取り入れた修士課程のプログラムを設置している大学もある．このようにアメリカの修士課程のプログラムは，修士論文が必修の研究者を養成するためのプログラムだけではなく，講義の履修のみの多岐多様のプログラムが存在している．言い換えれば，アメリカの修士の中には，日本と異なり，研究を行うことなく講義の履修だけで学位を取得した者も多くいるということである．この点がアメリカの企業において，修士は，博士よりも学士に近い扱いを受けている理由のひとつである．

1980年代初頭から，前述した修士号を取得する必要のない博士課程のプログラムを選択する学生が増えている．このプログラムは，修士課程を修了した後に博士課程に入学するプログラムと比較して，博士号取得までの時間を短縮する狙いもある．大学院の学生指導においても，最近の傾向として，修士で修了して社会に出るより博士号まで取得することを推奨している．大学院の入試の際も，博士号の取得希望者のみに入学を許可している大学もある．とくに化学科においてこの傾向が強く，1980年代初頭から博士号の授与数が修士号を上回っている（**図1**）．そしてランキングが上位の大学院では，博士課程の学生の教育に重点をおく傾向が強い．産官学の全分野に研究の専門化である博士を多く輩出することが狙いである．

3. 大学院への進学傾向

アメリカは，1つの会社に長く勤めるよりは，職場を変わることが良しとされている文化をもつ．これは大学生にも当てはまる．アメリカの理系の大学院では，自大学からの内部進学者は少ない．教授も学生には他の大学院への進学を勧める．その理由は，学部と同じ研究分野を勉強するとしても，異なった環境を経験することが良いことだとされているためである．この傾向は，10年ほど前から顕著に現れてきた．最近の化学の分野では，ほぼ100%，学生は他の大学院へ進学している．これらの分野は，大学院への受験者数が多いため，大学院の学生数が安定している．また学科数が多いため，ランキングが同程度の大学院が多く存在している．つまり受験生の進学先の選択肢も多く，他の大学院へ移動しやすいのである．それゆえ，学生数の確保を目的として学生を自分の大学院へ囲い込む必要もなく，他の大学院への進学を推奨できるわけである．

図1から学士の授与数は，過去30年の間に大きく変動していることがわかる．学生数が，受験時の景気と研究分野の人気に大きく依存していることが第一の原因に挙げられる．それと比較して，修士と博士の学位授与数は安定している．学部からのアメリカ人の進学者数が安定しているからではない．むしろ大学院では海外からの留学希望者が多く，結果的に安定した学生数が確保できているからである．留学生を受け入れることを，アメリカの大学院は歓迎している．異なった環境で勉強してきた者を受け入れることにより，講義や研究を活性化させることが狙いである．アメリカでは，皆に平等な機会(equal opportunity)を与えるために，少数民族や女性への差別をなくして雇用や高等教育を積極的に推進する法律(affirmative action)が施行されている．法律による具体的な数値目標はないが，学

表1　理系の大学院生への経済援助（1996年）

専攻	リサーチアシスタント	ティーチングアシスタント	奨学金	自己負担	その他（未回答含）
理系全般	26.7	20.0	13.5	33.3	6.5
化学	39.7	43.0	9.8	5.2	2.3
化学工学	51.7	15.6	14.2	14.5	4.0

単位：パーセント
資料：National Science Foundation, Division of Science Resources Studies.

科に占める留学生の割合は15～30%が一般的である．しかし最近は，留学生が50%近くを占める学科もある．アメリカ人の受験者数の減少は，将来のアメリカ人の博士号の取得者数の減少を意味する．したがって，将来のアメリカの技術力の低下につながるのではないかとも懸念されている．

4. 学生への経済援助

大学院の学生と同世代の者は，経済的に自立している頃である．博士課程修了まで親が経済援助をするのはかなりの負担である．アメリカ政府は，ナショナル・サイエンス・ファンデーション(National Science Foundation: NSF)などの政府機関を通して，理系の学生のために経済援助を行っている．この援助は，アメリカが高い技術競争力を維持するための“未来への投資”である．

表1に，アメリカの理系の大学院生への経済援助の調査結果を示す　理系全体では，自己負担者が全体の33.3%を占めるが，化学では5.2%，化学工学では14.5%である．化学と化学工学の分野の学生は，理系の中でもなにかしらの経済援助を受けている割合が高い．

経済援助の3本柱は，リサーチ・アシスタント(Research Assistant: RA)制度，ティーチング・アシスタント(Teaching Assistant: TA)制度，そして日本育英会のような奨学金制度である．日本では，RAとTAはまだ一部の大学でしか実施されていない制度であるため少し説明を加える．

RAは，教授の研究プロジェクトを手伝う学生を指す．アメリカでは，研究費に人件費が含まれている．学生は，RAとして教授の研究プロジェクトに参加して研究を行う．その仕事に対して教授は，自分の研究費から学生に給料を支払うのである．一般にこの研究が，学生の学位論文の研究を兼ねている．

TAは，教授の講義の補助を行う学生を指す　宿題の採点と受講生からの質問への回答がおもな仕事内容である．大学によっては，教授と交代で実際の講義を行うところもある．TAを行うことにより，学生は教えることを学ぶ．そしてTAの仕事に対して，大学または教授から学生へ給料が支払われるのである．

学科によっては，学生全員に大学院在学中の経済援助を保証しているところもある．たとえば，RAとTAの仕事を学生に義務づけることにより，学科または教授が授業料や健康保険料等を学生に代わって支払い，給料を学生へ支給している大学院もある．アメリカの地方都市では，この給料だけで生活できる場合も多い．大学院在学中の生活の保証があるため，日本と比較して，一度会社に勤務した後に大学院へ進学するのも容易である．

5. おわりに

以上述べてきたように，アメリカの化学と化学工学の研究分野は高度な学歴社会である．そのため，これらの研究分野で成功するためには，まず博士である必要がある．それに伴い，アメリカの大学院のプログラムも，修士より博士を育成することに重点がおかれているのが現状である．また大学院生に対する経済援助などの外的環境も充実しており，学生の博士課程への進学を後押ししている．この傾向は今後さらに強まることと予測する．

本稿執筆用の取材過程で，あるアメリカ人が，「博士号は，運転免許証のようなもの」と話してくれたことがある．車社会のアメリカでは皆が運転免許証をもっているように，アメリカの大学や企業では皆が博士号をもっているからだということからのたとえである．どんなに運転技術に優れていても運転免許証をもっていなければ公道で車を運転できないように，どんなに優れた修士や学士でも，博士号をもっていないために活躍の場に限界があるとのことである．博士号取得は“出発点”である．当然，その後の研究分野での活躍は，本人の“実力”しだいである．日本とアメリカでは，学位に対する価値感が異なっている．文化や環境の違いもあり，一概にどちらのシステムが良いとはいえない．しかし日本人でも，アメリカで活躍しようと思う人には，博士号は必需品であろう．

最後に，本稿を執筆するにあたり直接取材やアンケートに応じて下さいました下記の関係者の方々に感謝致します．
U.S. Department of Education, National Science Foundation, North Carolina State University (Chem. Eng.), North Carolina State University (Chem.), Pennsylvania State University (Chem.), Duke University (Chem.), Case Western Reserve University (Chem. Eng.), University of Texas at Austin (Chem. Eng.), University of Massachusetts at Amherst (Polym. Sci.), University of Akron (Polym. Sci.).