

大学経営政策研究

第8号 (2018年3月発行) : 1-18

化学工業の展開と人材の高学歴化

小 方 直 幸

化学工業の展開と人材の高学歴化

小方直幸*

Development of Chemical Industry and Highly Qualified Human Resources

Naoyuki OGATA

Abstract

The discourse of knowledge-based society, which has been spread worldwide, has attracted attention among many. However, the substance of knowledge-based society has not yet been clarified. This article examines the process and mechanism of development of highly qualified human resources in the chemical industry to show one direction of the empirical approach toward knowledge-based society. The chemical industry in Japan employed more graduate students among all other manufacturing industries in the 1960s; in the process of structural changes from petro chemical to fine chemicals in the 1970s and mid-1980s it began to recruit more graduate students from various fields of study. In the late 1980s and 1990s, the chemical industry laid more emphasis on Research and Development (R&D), and also increased the employment opportunities for doctoral students. But, R&D and highly qualified human resources in the chemical industry show signs of decay at the start of the twenty-first century due to the global competition and declining population. Many factors affect the development of a knowledge-based society and a knowledge-based society does not necessarily develop linearly. Therefore, a research theme or area of knowledge-based society continually requires of us the historical verification.

1. 問題の所在

本稿は、化学工業に着目し、自然科学分野における高学歴化の進行を、労働市場とりわけ産業側の長期的な展開・変容から理解することを目指している。その理由は、2つある。

(1) 知識基盤社会のリアルとバブル

1つ目は、特に2000年以降、わが国でも知識基盤社会という用語が科学技術政策や文教政策の文

*東京大学大学院教育学研究科 教授

脈で頻繁に使われるようになってきているが、知識基盤社会を特定の産業に着目し正面から実証した研究が少ないからである。知識基盤社会という用語は、ある種マジックワード化する一方、理論ないし実証的な概念に基づいていないとの批判や（Krings 2008）、掴み所がなく神話に過ぎない（阿曾沼 2011）との指摘もある。こうした状況下で重要なのは、それを所与として受け入れるのでも、批判を前提にするのでもなく、バリマらも指摘するように（Välilmaa & Hoffman 2008）、知識社会言説に対してリアルな実証を試みることである。

勿論、知識基盤社会の実証的把握は、知識を量的に計測したり価格をつけたりすることが困難なため、間接的かつ部分的な指標しか持ち合わせていない（OECD前掲：29）と指摘されるように容易ではない¹⁾。政策動向に同調するように、知識基盤社会を特集やテーマに設定する学協会の動きも活発化しているが（広島大学高等教育研究開発センター 2010, 日本教育制度学会 2012など）、知識基盤社会は所与とされ、それ自体を実証した研究や報告ではない²⁾。

この点に踏み込む数少ない研究に両角・齋藤・小林（2004）がある。学士課程中心の分析だが、情報系人材の需要、大学の専門との対応、知識・スキルについて長期的変化を視野に入れ総合的考察を試みている。こうした特定の産業・職業を取り上げ、その変容と高等教育の変容を往還的に捉える研究はその後、管見の限り進展していない³⁾。高等教育研究者は、個別の業種・職種に関心を持ちにくい点や、単純な因果モデルを想定した量的考察では、変数間の統計的解釈を越えた深い理解に辿り着きにくいことも、その背景にあると思われる。本稿は、産業における研究開発重視に裏打ちされた人材の高学歴化を考察することで、知識基盤社会のリアルの一端に迫ろうとするものである。

（2）高学歴化の説明モデルとしての教育機会市場モデルと労働市場モデル

2つ目は、知識基盤社会に対応する供給面とりわけ大学院の拡大に関して従来の研究が、労働市場モデルよりも教育機会市場モデルを採用してきたからである。教育機会市場モデルとは、進学行動をめぐる、需要側の学生と供給側の大学の関係から説明を試みるものを指す。

例えば、自然科学系の中でも、大学院の拡大を担ったのは工学系であったことから小林（1989）は、1962年、1963～1977年、1978年以降の3期に分け、工学系修士の拡大メカニズムを、学部卒業生と大学院進学率の関係から実証している。また濱中（2002）は、1990年代の社会科学系修士課程の拡大メカニズムを、学生と個別大学の行動から考察している。勿論、労働市場への着眼を怠っているわけではない。小林は有力企業が他大学の学部卒よりも有力大学の修士卒を採用している可能性を部分的ながら指摘しているし、濱中は、専門・技術的職業従事者の少なさや無業者の拡大から、雇用との関係から拡大を説明することは困難としている。

両研究が修士課程の拡大メカニズムについて、重要な知見を提示し得ているのは、特定の狭い専門分野や産業分野には着目せず、工学系、社会科学系といった大括りの議論をしているからでもある。だが、本稿が取り上げる化学工業のように、高学歴化が顕著に進んだ産業分野が存在することも事実で、この点の理解には教育機会市場モデルへの依拠では不十分である。本稿は、労働市場モデルに依拠して高学歴化を説明しようとする1つの試みでもある。

以下、2節で考察対象と分析の視点、3節で分析に用いるデータと指標化した変数について述べた後、4節で化学工業の展開と人材の高学歴化について総合的に記述考察し、5節で本稿から得られた知見、採用したアプローチの意義そして限界に触れる。

2. 考察対象と分析の視点

(1) 製造業における化学工業

本稿の考察対象はまず、産業大分類でいうと製造業である。理由は、学校基本調査によれば2015年現在、大卒就職先の主要業種で（卸売・小売業、医療・福祉に次いで3位）、とりわけ大学院修士課程修了者の最大の就職先だからである⁴⁾。周知のように産業構造でいえば、1970年代に第2次産業から第3次産業への転換が生じた後は、就職者数も非製造業部門がはるかに多い。だが大学院修了者を視野に入れるならば、今なお最も注目される業種である。

その上で、製造業の中でも化学工業に着目する。最大の理由は、製造業の中でも高学歴化が進んでいるからである。ストックベースでいうと、国勢調査に基づけば2010年現在、化学工業の大学・大学院卒比率は、製造業において情報通信機械器具製造業に次いで2位、就業構造基本調査によれば2012年現在、化学工業の大学院卒比率は、製造業中1位である。フローベースでいうと、学校基本調査の分類は、化学工業と石油・石炭製造がまとめて掲載されているため「化学工業」と記載するが、製造業において学士課程は食料品・飲料・たばこ・飼料製造業に次いで2位の、そして修士課程、博士課程は、何れも最大の就職先である。

化学工業を選択した理由は他にもある。出荷額や付加価値額という点で、さらに研究開発という面でも、製造業において重要な地位を占めているからである。工業統計調査によると2014年現在、化学工業の事業所数は製造業中14位、従業者数では8位にとどまる。しかし、製造品出荷額では2位、付加価値額も2位である。また科学技術研究調査によれば2015年現在、化学工業の研究者数は医薬品を除くと5位だが医薬品を含めると3位、研究費も医薬品を除けば5位だが、医薬品まで含めると2位の規模である。

上記に関わる産業分類について、日本標準産業分類は戦後13回の改訂を行い、化学工業は大分類の製造業における中分類に該当し、大きな改訂はない。重要なのは、医薬品製造業の扱いである。医薬品製造業は、日本標準産業分類では、一貫して化学工業の小分類に位置づけられ、経産省の工業統計でも同様である。だが総務省の科学技術研究調査は、2003年調査から医薬品と化学工業を分離して掲載している。本稿では、医薬品は化学工業に含める。

(2) 分析の視点

本稿の分析視点は3つある。第1は長期的な時間軸である。知識社会は革命的な発展のような突如生成ではなく漸進的経過（Stehr 1994）である。前項で示した化学工業の現在の特徴は、歴史的にどのように形成されてきたのか。対象は1955年以降の60年間とし、後述するように60年を4期に分けてその時代的な特徴を記述的に考察する。

第2は産業サイドの視点である。人材の高学歴化を知識基盤社会との関係で理解するには、当該

産業の展開過程の考察が欠かせない。化学工業の変遷に関しては雑誌「化学経済」等、参照可能な資料が存在する。その点で新規性に欠けるが60年間で4期に分け、化学工業の展開を各種統計指標と付き合わせて再構造化し、化学工業の成長並びに衰退の状況を客観的に示さえる。その上で知識基盤社会化を示す1指標として研究開発に関わる事項に着目する。高学歴化と研究開発の指標間の量的考察は、統計情報のみでも比較的容易に行えるが、研究開発がなぜ活発化したのか、その背景にまで踏み込んだ理解が、本稿が目指す労働市場モデルである。

第3は高等教育サイドの視点で、産業サイドの知識基盤社会化に呼応した高学歴化が生じたか、学歴と専門分野の2軸に着目し、量と質の両面から考える。学歴は高等教育機関全体を視野に入れアプローチする。時期によっては大学院の拡大のみが高学歴化ではないからである。専門分野は、大学および大学院における化学分野と、「化学工業」への就職者が多い分野の2点からアプローチする。前者は、学校基本調査の分類から、理学の化学、工学の応用化学、農学の農芸化学を化学分野と位置づけ、これら3分野の入学動向を分析する⁵⁾。その際、化学を基礎科学と見なし、化学分野の人材養成が基礎・応用の何れを重視していたかも検証する。後者については、学士課程では人文社会系が自然科学系より「化学工業」就職者が多いが、理学、工学、農学、保健の各分野から満遍なく就職しており、また修士課程では4分野からの就職者が86%、博士課程では88%を占めることから、この4分野を取り上げる。

3. 用いるデータ

(1) 産業の成長と知識の集約化

化学工業の成長については、労働生産性と付加価値率を用いる(図1)。労働生産性は付加価値額を従業員数で割ったもので、従業員一人当たりの付加価値額を示す。一般的に資本集約的な分野で労働生産性は高い⁶⁾。付加価値率は付加価値額を製品出荷額で割ったもので、企業が新たに創造した価値を示し、製造業等で低くサービス業等で高い傾向にある。知識基盤社会化とも密接に関わる化学工業の知識集約化は、研究者数と売上高研究費比率に着目する(図2)。売上高研究費比率は、研究費支出額を売上高で割ったもので、研究活動の活発性を示す⁷⁾。

学歴別の人材評価は、男子賃金を扱う(図3)。学歴別相対賃金の変化に着目することの多い若年層には、化学工業の特性が現れにくく、20-24、30-34、40-44、50-54歳の4つの年齢層の賃金を考察する。具体的には、化学工業の製造業に対する大卒の相対賃金、化学工業内での高専・短大卒に対する大卒の相対賃金である。なお毎年の相対賃金提示は、数値の上下で傾向が読み取りにくいいため、毎年のデータを算出した後、5年ごとの平均値を丸めたものを使った。また技術系のみ賃金ではないという限界があり、推察を交えた考察となる。

(2) 高等教育人材のフローとストック

労働市場における学歴別人材については、フローとストックの両面からアプローチする。まずは入学時のフロー、大学および大学院の化学分野の入学者数である。図4に理学系の化学、工学系の応用化学、そして農学系の農芸化学の3分野を合計した学歴別の入学動向に加え、化学を基礎分野、

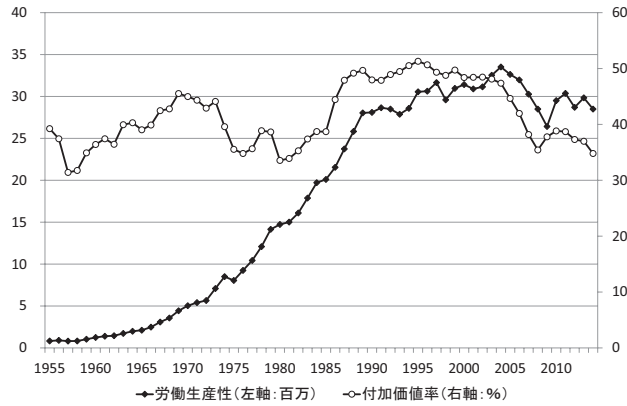


図1 労働生産性と付加価値率（化学工業）

出所：工業統計調査

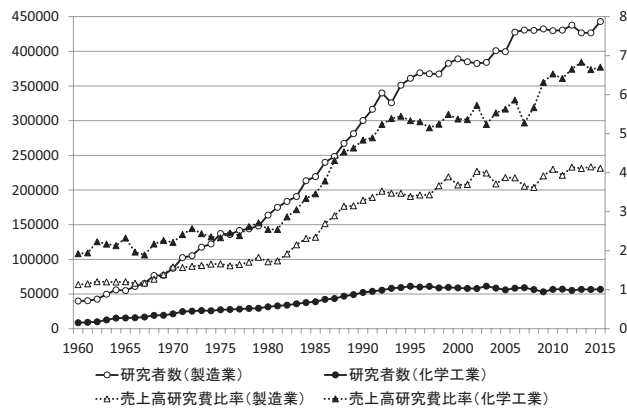


図2 研究者数と売上高研究費比率（製造業と化学工業）

出所：科学技術研究調査

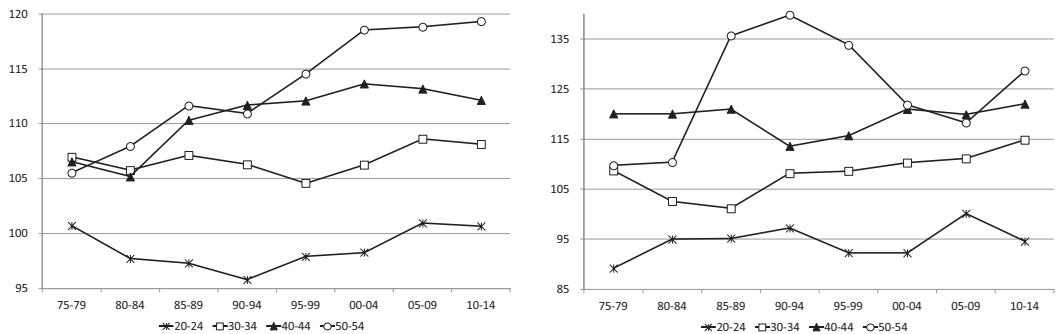


図3 相对賃金（左：対製造業大卒男子、右：対化学工業高専・短大卒男子）

出所：賃金センサス

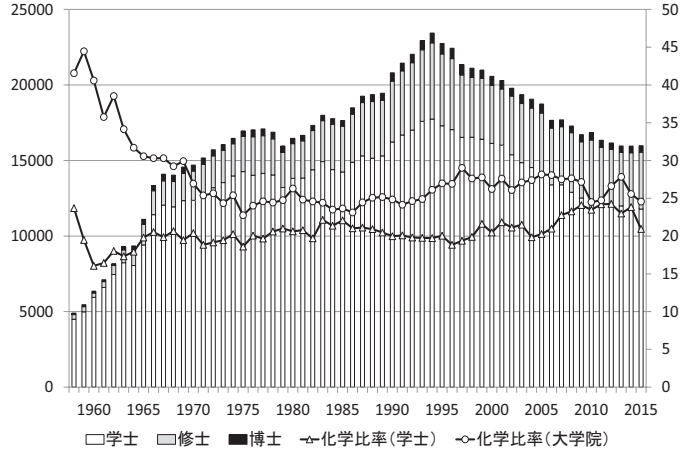


図4 化学分野への大学・大学院入学者

出所：学校基本調査

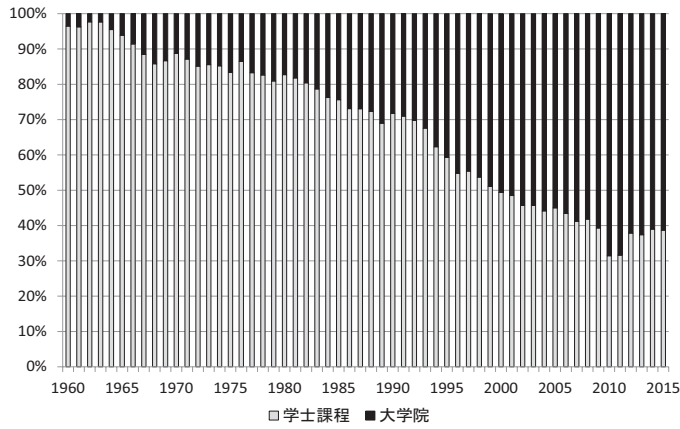
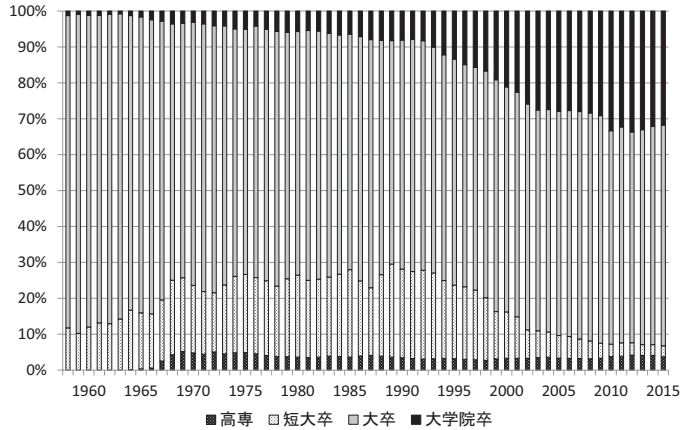


図5 高等教育修了者の「化学工業」就職者比率（上）
理工農保健系の「化学工業」就職者比率（下）

出所：学校基本調査

応用化学と農芸化学を応用分野と考え、その何れで高学歴化が進行したかを検証するため、学士及び大学院における基礎（化学）の比率を示した。

卒業時のフローで扱うのは、「化学工業」への就職である。図5に、高等教育の種類別にみた高学歴化の展開状況、並びに大学院では「化学工業」就職者の大半が、理学、工学、農学、保健分野から⁸⁾なので、4分野に限定して学士課程及び大学院段階の「化学工業」への就職者比率を示した。関連して、化学工業は製品名を産業名に冠しておらず、自然科学に限っても、受入学問分野の裾野が広い。この点は、「化学工業」就職に対する学問分野の集中度として、ハーフィンダル係数に着目し、5節で補足的に説明する⁹⁾。

我が国のように、高等教育への進学が若年層中心の場合、産業别人材の分析としてフロー即ち高等教育修了時点の動向が注目されがちだが、それはフローの変化の過大視という課題も内包する。ストックとしての高学歴化は、若年層から徐々に進行し、長い時間をかけて高年齢層まで拡がり、やがて就業人口全体レベルで学歴别人材の構造転換に至る。この点を確認するため、20-24、30-

表1 年齢別に見た学歴別有業者の構成（男女計）

(%)

	化学工業				製造業			
	20-24	30-34	40-44	50-54	20-24	30-34	40-44	50-54
	1979(a)							
高卒以下	82	75	81	88	85	79	88	92
高等教育卒	18	25	19	12	15	21	12	8
	1982(a)							
高卒以下	81	71	80	86	89	78	87	91
高専・短大卒	13	5	2	2	11	5	2	2
大学・大学院卒	6	24	18	12	1	17	11	7
	1987							
高卒以下	70	71	83	85	77	73	86	90
高専・短大卒	16	7	3	2	13	7	3	2
大学・大学院卒	14	22	15	13	10	20	11	8
	1997							
高卒以下	54	37	57	67	69	61	72	84
高専・短大卒	26	8	6	2	20	12	8	3
大学・大学院卒	20	55	37	31	11	27	20	13
	2002							
高卒以下	54	39	45	63	70	59	63	80
高専・短大卒	23	15	9	4	17	15	12	6
大学・大学院卒	22	45	45	33	13	26	25	14
	2007							
高卒以下	49	44	39	57	67	53	60	67
高専・短大卒	24	16	13	9	18	20	15	12
大卒	24	28	34	28	14	22	22	19
大学院卒	3	13	15	6	1	5	3	2
	2012							
高卒以下	57	33	43	38	72	52	60	60
高専・短大卒	18	13	13	11	12	13	15	11
大卒	22	31	34	38	16	25	21	26
大学院卒	3	23	10	13	1	9	4	3

注：(a)年齢は15-24、25-34、35-44、45-54の4区分

出所：就業構造基本調査

34、40-44、50-54歳の4つの年齢層の学歴別有業者の変化を追う。この分析に最も適した資料は国勢調査だが、2010年調査を除き、化学工業即ち産業中分類かつ学歴別年齢別データが存在しない。そのため、就業構造基本調査を用いるが、産業中分類表記は1977年調査以降、高等教育の学歴が大卒と短大・高専卒に区分されるのは1982年調査以降、1992年調査は該当データがなく、1979年、1982年は年齢区分が10歳区切りであり、長期的なデータの接合性に課題が残る点には留意が必要である（表1）。

なお、本来なら行うべき個々の図表に関する概説は、紙幅の都合で割愛せざるを得なかったが、次節は時期区分を前提とした考察となるため、化学工業の展開と人材の高学歴化に関してまずは時間的変化の全体像を掴んでおく必要性から、本節において全ての図表の提示を行っていることを断っておく。

4. 考察

図1を参照して、戦後の化学工業を4期に区分した。労働生産性も付加価値率も緩やかに上昇した1970年代前半までの時期、労働生産性は上昇するが付加価値率は低下した1980年代半ばまでの時期、労働生産性の上昇に加え、付加価値率が回復し高い水準を維持した1990年代終わりまでの時期、そして何れも低下基調にある2000年以降の時期である。以下ではこの時期区分に従い、各時期の化学工業の展開と高学歴化を、3節で示した図表に基づいて考察する。各時期の化学工業の概観は、第1～3期までは伊丹（1991）、日本化学工業協会（1998）、田島（2008）、山崎編著（2011）を、第4期は経産省「ものづくり白書」の各年版を参照して、4つの時期区分に従い再構成した。

(1) 【第1期】1955～1970年代前：化学肥料から石油化学へ

戦前、肥料や染料製造から始まった日本の化学工業は、軍需産業の中心として発展した鉄鋼業等と比べ、規模や技術面で遅れて出発した産業分野である。戦後の化学工業の復興は、食糧増産に必須の化学肥料から始まり、その後は無機化学工業の発展に加え、有機化学工業が離陸する。特に1960年代には、石炭から石油へのエネルギー革命を背景に、石油化学工業が発展し、日本の化学工業は1966年にはイギリスや西ドイツを抜き、アメリカに次ぐ世界2位に発展する。

この時期の化学工業は、素材型製品の大量生産が中心で、その成長は国内需要に依存していた。技術面でみれば、無機から有機へのシフトや石炭産業から石油化学への転換等、産業基盤となる知識構造の変動を短期に経験するが、技術転換は国内の基礎研究に基づく技術革新ではなく、欧米諸国から最先端の技術導入で対応した。化学工業の成長は、海外からの技術導入、設備・装置の大型化、安価な資源の大量輸入・消費、製品コストの低下により支えられ、企業規模は海外に比して小さく、研究開発費も海外企業と大きな格差があった。

化学工業の技術革新は、新規化学物質の創出、同一物資の新規製法への転換、原料転換、新市場の創出の4つだが（日本化学工業協会 前掲：105）、この時代の技術革新は、製法及び原料転換が軸で、プロセスイノベーションが中心だった。他方、石油化学工業の発展は、エンジニアリング産業の確立に寄与した。化学企業は、大型の統合化設備とその運用のための多様な専門知識への対応

や、スピードの速い技術転換における技術開発費回収のため、自社運営ではなく一連の業務をシステムの的に担う、エンジニアリング産業を必要としたのである。

出荷額ベースで化学工業の製造業に占める地位は、1955年は食料品、繊維工業に次いで3位、1970年には5位である。化学工業内のシェアを出荷額ベースで見ると、1955年の化学肥料19%、化学繊維15%、有機工業製品14%の順が、1970年には有機工業製品35%、医薬品10%、無機工業製品10%の順に変化した。同様に付加価値額ベースのシェアは、1955年の化学肥料19%、化学繊維15%、有機工業製品14%の順が、1970年には有機工業製品が29%と大きく伸び、次いで医薬品23%、化学繊維18%へと変化した。付加価値率は1955年の39%から1970年の45%に、労働生産性も80万円から500万円に増加した。1960-70年に化学工業の研究者数は8千6百人から2万1千人に2.5倍、研究費も234億から1362億へと5.9倍に拡大した。絶対額は少ないながら、1960年代後半まで、化学工業の研究費は、電気機械工業とトップを争う水準で推移し、国内的にみれば研究開発を重視した産業だった。なお、売上高も増加したため、売上高研究費比率は、2%前後で安定的に推移した。

この時期の技術者養成で重要なのは、1957年からの理工系定員8,000人、1961年からの同20,000人増計画と、1962年の高専制度の創設である。その動向と帰結は伊藤（2013）に詳しいが、1958年から1970年の間に、理工系分野の高等教育機関への入学者のうち、最も増加したのは大学の5万6千人、次いで大学院6千5百人、短大の6千人である。なお1970年の高専入学者は1万人で、創設時からの増分では、大学院や短大のそれを凌ぐ。この期間の理工系の大学、大学院、短期高等教育の入学者比率は7.5:0.5:2.0と、量的には大学中心で、中級技術者の養成にも力点がおかれる一方、大学院での養成はまだ小規模であった。

化学分野の入学者も大きく増加するが、学士課程、修士課程ともに入学者が拡大したのは応用化学だった。当時の化学系人材の重点が、理学より工学、基礎より応用に置かれていたことがわかる。同時期、短大や高専に置かれていたのも、応用化学や工業化学だった¹⁰⁾。こうした学科・専攻別の特性は、技術を海外から導入し、労働集約的に安価な製品の製造に注力する一方、エンジニアリング産業も発展していたことを考えれば、整合的な帰結だったといえる¹¹⁾。

「化学工業」就職者の学歴別構成は、1958年の短大8%、大学90%、大学院2%が、1970年の高専・短大17%、大学77%、大学院6%へと変化した。中級技術者の受け入れが伸びる一方、大学院卒の「化学工業」就職者比率も、一貫して製造業平均を上回った。この傾向は、大学・大学院の理工農保健系からの「化学工業」就職者に限るとより顕著で、大学院卒の割合は1960年の4%から1970年の11%にまで拡大し¹²⁾、当時から化学工業は大学院人材を重視した産業であった。

(2) 【第2期】1980年代半ばまで：素材型から加工型への構造転換

通産省は、大規模かつ大型設備化が進む海外に対し国際競争力を強化するため、石油化学工業のエチレン生産規模を1965年、67年に相次いで拡大し、企業合併などの業界再編と大規模化を目指した。この動きは、1973年と1979年の2度のオイルショックで躓く。石油化学工業や化学肥料工業は、原料価格の高騰で大規模化によるコストダウンが困難となった。国際競争力の低下による輸出

減少に加え、価格高騰で国内需要も減退し、さらに環境・公害問題の発生が、公害防止向けの設備投資を増加させ、追い打ちをかけることとなる。1978年には特定不況産業安定臨時措置法、1983年には石油化学を対象とした特定産業構造改善臨時措置法が成立し、構造的な不況を抱える業種に対して、事業転換等が推進される。

結果、化学工業は素材型製品の安価大量生産から加工型製品へとシフトしていく。大量生産のヘビーケミカルに対し、多品種少量生産かつ高付加価値という意味のファインケミカルという用語が登場するのもこの時期である。加工型製品を牽引したのは医薬品や化粧品で、健康保険制度の整備や最終消費需要の増大を背景に発展する。なお産業構造審議会は1971年の「1970年代の通商産業政策の基本的方向はいかにあるべきか」で既に、知識集約化産業構造への転換を謳っており、化学工業ではファインケミカル部門が、その中核的担い手であった。

出荷額ベースでみた化学工業の製造業に占める地位は、1985年には輸送用機械、食料品、電気機械に次いで4位となった。化学工業の中での出荷額シェアは、トップだった有機工業製品が1980年に44%まで伸びるが、その後は縮小に転じ、また化学肥料、無機工業製品、化学繊維の何れも縮小した。この間伸びたのはファインケミカル部門の医薬品で、1985年には19%を占めるに至る。付加価値額ベースのシェアは、有機工業製品が30%前後を維持するが、第1期の伸びは止まり、医薬品がそれと肩を並べるまでに成長した。労働生産性は1970年の500万円から1985年の2010万円に増加するが、付加価値率は45%から39%に低下した。研究者数は2万1千人から3万9千人へと1.8倍増えたが、製造業全体の2.5倍に比べれば低調だった。その中で研究費は、1362億から8528億へと6.3倍に拡大し、売上高研究費比率も、2.2%から3.5%に上昇する。これを支えたのは医薬品の成長だった。だが研究費の絶対額は、1968年に電気機械工業に逆転され両者の格差が広がる一方、この間研究費が増大した輸送機械工業との差異もなくなる。化学工業が根本的な構造転換を迎えたこの時期、製造業における相対的な地位低下が始まっていたのである。

大学における化学分野の入学動向は、1985年の化学、応用化学、農芸化学の入学者が1970年のそれぞれ1.2、1.1、1.2倍の増加となり、基礎より応用重視の傾向はこの期間も維持される。大学院の修士課程も、同様に応用重視の傾向にあったが、伸び率はそれぞれ1.5、1.6、1.5倍と学士課程の水準を上回り、修士課程の量的拡大が始まった。ただし、博士課程の進学者は停滞し、化学分野の博士課程の量的少なさという課題は、この時期も残されたままだった。

「化学工業」就職者は、1970年の高専・短大卒17%、大卒77%、大学院卒6%が、1985年には25%、63%、12%へと変化した。短期高等教育と大学院という両極のシェアが増し、大卒のシェアは減少した。なお1985年時点でも、「化学工業」就職者の大学院卒比率は、製造業全体の6.5%よりも高い水準にあり、製造業全体と比べた際の化学工業の高学歴化は、ストックベースでも確認できる。また理工農保健系の「化学工業」就職者のシェアは、学士課程は工学が減少し、農学や保健が増加した。同様の傾向はとりわけ大学院で顕著で、農学や保健からの就職者が大きく伸びた。ファインケミカルへの構造転換が、大学院修了者の就職増や、農学や保健系の就職者増を支えたと考えられ、ハーフィンダル係数をみてもこの時期、学士課程、大学院ともに、理工農保健系の値が急減し、多様な専門分野から就職を受け入れるようになったことがわかる。

化学工業の高学歴化は、この時期も製造業全体を上回るペースで進行するが、製造業全体の男子大卒・大学院卒に対する化学工業の相対賃金でも、30-34歳以上の層では105~108と高い水準で推移した。また、化学工業内でいえば、男子高専・短大卒に対する男子大卒・大学院卒相対賃金も、同様に30-34歳以上の層で103~120と高い水準にあったが、製造業全体と比べて、大学・大学院と短期高等教育との賃金格差は小さかった。

(3) 【第3期】1990年代末まで：長期的な安定成長へ

欧米モデルの後追いから脱却するため、引き続きスペシャルティ化、機能化学化が目指され、化学品の貿易は輸出入ともに大幅に増加した。パルプ崩壊後は他産業の収益が低迷し、化学工業も1990年代初頭は落ち込むが、土地や株の影響を直接受けた企業が少なく、安定成長をみせる。加工型の化学工業では、特定分野に特化した産業集中化が進み、素材型の化学工業の大型合併等とは異なる強みを発揮し、従来からの医薬品に加え、化粧品や石けん・洗剤などのトイレタリー製品が大きく伸びた。ただ、素材型の化学工業からの完全な転換が起こったわけではない。自動車や電気などの加工型産業のニーズにあった高度な素材の供給を通じ、また石油化学領域では、プロセスイノベーションが進み国際競争力が増して、休止設備の再開が行われるなど、素材型製品もまた復活を遂げたのである。

一方で、素材型化学ではアジア諸国の台頭で、日本の化学工業の相対的地位は下降していき、過剰品質等の見直しも行われていく。また市場の国際化の進展で加工組立産業の海外生産が本格化し、アジア地域へ生産拠点が移転し、国内産業の空洞化も懸念されたが、海外進出した日本企業へのいわゆる間接輸出という形で素材供給機能は保たれ、懸念されたような空洞化までは生じなかった。

出荷額における化学工業の製造業に占める地位は、2000年には食料品に抜かれ5位となった。化学工業の中での出荷額のシェアは、2000年においても有機工業製品が35%とシェアを落とすも首位であり続けている。この時期大きく伸びたのは引き続き医薬品である。2000年にはシェアを27%まで増加させる。付加価値額ベースのシェアでは、有機工業製品が30%前後で安定的に推移する一方、医薬品が2000年には37%に増加し、有機工業製品を凌駕する。労働生産性は、1985年の2010万円から2000年には3140万円に、付加価値率も第2期とは一転し、39%から48%にまで大きく増加した。研究者数は3万9千人から5万9千人へと1.5倍に増え、製造業全体の1.8倍とほぼ同等の伸びをみせた。これに呼応して研究費も、8528億から1兆5900億へと1.9倍に拡大し、売上高研究費比率も、3.5%から5.4%にまで上昇した。研究開発費は、第1期の技術導入時代は低水準だったものの、第2期から伸び始め、この時期さらに増加したのであり、絶対額は電気機械工業に大きく及ばないが、輸送用機械工業と同様の動きをみせ、2000年には2位の地位を保っている。

2000年の化学、応用化学、農芸化学の入学者は1985年のそれぞれ、1.1、1.3、0.8倍で、応用化学が伸びる一方、農芸化学は減少する。この傾向は大学院修士課程でより顕著で、伸び率は1.4、1.5、0.3倍だった。化学と応用化学の領域は、この時期も学士課程の水準を上回り修士課程の量的拡大が続く。博士課程も第2期までと異なり、化学と応用化学はそれぞれ2.0、1.7倍（農芸化学は0.5倍）

と、絶対数は少ないながら、進学者が大幅に伸びた。修士・博士双方で化学分野の大学院入学者が顕著に増加したのである。農芸化学の停滞¹³⁾もあってこの時期、大学院入学者における化学つまり基礎化学の占める比率は上昇した。

「化学工業」就職者は、1985年の高専・短大卒25%、大卒63%、大学院卒12%が、2000年には12%、56%、32%に構造転換した。短期高等教育の大幅な減少と大学院の大幅な増加である。製造業全体でも同様の傾向にあったが、2000年の製造業全体における大学院卒比率21%と比べても、化学工業の32%という数値はかなり高い。こうした化学分野の入学者や「化学工業」への就職者の学歴別構成の変化は、短期高等教育から大学への進学需要シフトや大学院重点化による大学院入学定員増という高等教育サイドの要因だけでは説明できず、化学工業の高付加価値化、知識集約化の進行と連動したものと見える。なお理工農保健系の「化学工業」就職者シェアは、学士課程では、理学と工学が微増、農学と保健が微減、大学院では、特に工学系が大きく伸びた。

製造業全体と比べ「化学工業」の高学歴化とりわけ大学院修了者が引き続き拡大したことは、ストックとしての高学歴人材が、年齢の高い層にも浸透したことを意味する。賃金センサスは大卒と大学院卒の賃金が一括され直接の因果関係を析出できないが、製造業全体の男子大卒・大学院卒に対する化学工業の相対賃金は、特に40-44および50-54歳という年齢の高い層で、第2期以上に高い水準で推移した。高い年齢層での学歴間賃金格差は、化学工業内での、男子高専・短大卒に対する男子大卒・大学院卒相対賃金でも確認できる。

(4) 【第4期】2000年以降：熾烈なグローバル競争と方向性の模索

世界2位を保持し続けてきた出荷額は、2005年に中国に抜かれ3位となる。特に低付加価値や労働集約的製品については輸入が増加し、石油化学汎用品も海外との価格競争にさらされ厳しい状況が続いている。他方で、液晶ディスプレイや半導体向けの高機能性化学品は世界市場でも高いシェアを維持し続けている。だがその強みも、中国や韓国の台頭で陰りが見え始め、世界シェアでは減少傾向にある。これまで日本は、機能性化学品については世界の市場が中小規模の領域で強みを発揮してきたが、製品サイクルの短期化で、短期間の研究開発投資の推進や、M&Aを推進し強みのある事業への特化、市場規模が大きい分野への参入等の必要性が唱導されている（経産省 2015）。

化学工業は、プロセスからプロダクトイノベーションへの転換を指向し、研究者や研究費の増大に力を入れてきたが、企業規模は世界的に見て相対的に小さいままで、巨額の研究投資には不向きな状況が続き、企業のさらなる再編や集約が望まれている。他方で、研究開発人材の育成も従来以上に重要性を増しており、世界的に科学技術人材の獲得競争が激化する中、化学分野の論文引用数でも、日本の地位低下が始まっている（科学技術・学術政策研究所 2015）。第2期の化学工業の構造転換が第3期を支えたとすれば、第4期にいかに構造転換を遂げるかが、将来の第5期の鍵を握るわけだが、明確な方向性は必ずしも現れていない。

2014年の化学工業の出荷額は、輸送用機械器具製造、一般機械器具製造に次いで3位¹⁴⁾、化学工業内の出荷額シェアは、有機工業製品が42%、医薬品が27%で、両者の牽引構造は2000年移行も継続している。付加価値額ベースでは有機工業製品27%、医薬品が39%と両者が逆転し、この時

期も医薬品のシェアが増加した。だが労働生産性は3140万円から2850万円に減少し、付加価値率も48%から35%に低下した。研究費は2000年の1兆5900億から2015年の2兆2300億と2兆円を突破し、売上高研究費比率も5.4%から6.7%に上昇し、知識集約化の度をさらに強めているものの、研究者数は5万9千人から5万7千人へと減少し、この時期も研究者数が増加した製造業全体の動向とは対照的である。

2015年の化学、応用化学、農芸化学の入学者は2000年のそれぞれ、0.7、0.7、0.8倍と、若年人口減少の影響を受け、何れも減少した。第2期と3期に拡張した修士課程も同様で、伸び率は0.9、1.0、1.0倍にとどまった。修士課程は学士課程に比して入学者を維持したともいえるが、博士課程は化学工業が知識集約化の度を強めているにもかかわらず、第3期の伸びを継続できなかった。化学は0.7倍、応用化学は0.8倍、そして農芸化学は0.2倍と、何れも入学者を減らしたのである。この時期の化学即ち基礎化学の占める比率の動きに、必ずしも一貫性は認められないが、学士課程は漸増、大学院は漸減傾向にある。

「化学工業」就職者は、2000年の高専・短大卒12%、大卒56%、大学院卒32%が、2015年には7%、54%、40%へと変化を遂げた。短期高等教育修了者がごく僅かとなり、大学院修了者の比率がさらに増している。製造業全体も類似傾向にあるが、大学院卒比率は2015年の製造業全体の32%を上回る。理工農保健系に限れば、就職者に占める大学院卒のシェアは、2000年の51%が2015年の61%へと、大学院卒者の拡大がより明確である。人口減少が顕著になる過程で、就職者の絶対数は今後とも減少が予想されるが、化学工業の高付加価値化、知識集約化が今後とも進行すれば、大学院卒の規模は現状維持か、上昇する可能性もある。ただしそれは、大卒者が減少する中での維持・増加で、量だけでなく大学院卒の質をどう維持するのか、今後の課題である。併せて、知識集約化は雇用自体の拡大をもたらすものなのか、という点もこれまで以上に注視される。

化学工業の高学歴化が続いたことで、ストックにおいても、各年齢層での化学工業の高学歴化ならびに製造業全体と比べた際の高学歴化の水準の高さが確認できる。そのため、製造業全体の男子大卒・大学院卒に対する化学工業の相対賃金は、特に50-54歳の層で、第3期以上に高い水準で推移している。他方で化学工業内においては、第3期に突出していた50-54歳層における男子の高専・短大卒に対する大卒・大学院卒相対賃金が平準化される一方、30-34、40-44歳層では、大学・大学院卒者の優勢が強まっている。

5. 結論

人材の高学歴化をめぐり、知識基盤社会言説に踊らされないためには何が必要か。教育機会市場モデルのみを有力視してよいのか。それは、個別の産業や職種にまでおりていき、高等教育を構成する各学歴段階や専門分野の動向と照合せながら、長期的な時間軸を組み込み地道な認識作業を続けることである。知識基盤社会の認識の1つに、産業側の研究開発重視に裏打ちされた人材の高学歴化を布置するなら、化学工業にはそれを裏付けるリアルがあった。

石油化学の時代から、規模は小さいながら大学院生を受け入れる素地があり、ファインケミカルへの構造転換時には、多様な自然科学分野から高度人材を受け入れる構造へと展開し、その後の

安定成長期に、研究開発のさらなる強化と博士課程を含む大学院修了者の拡充をみた。そうした若年層からの高学歴人材がストックとして堆積していく過程で、比較的年齢の高い層での高い賃金も実現した。しかし第3期に確立したかにみえた化学工業をめぐる知識基盤社会化は、自然科学系に限れば大学院卒が学士課程卒の就職を凌ぐ規模になった第4期に、継続・強化されたとは言い難い。特にこの第4期は、労働市場モデルでは必ずしも説明がつかない。

一般的に産業の需要構造の変化に比べ供給構造の感応性は鈍い。そのため高学歴化の初期段階では何らかの推進力が必要だが、拡大基調になると需要構造とは別に慣性も働く。ただしこの慣性も悪いことばかりではなく、来る需要構造の基盤となることもあり得る。経済の状況は刻々と変わるし、若年人口減少の影響も大きい。こうした条件もまた、大学院の拡大メカニズムや知識基盤社会に対する認識を左右する。知識基盤社会だからといって、直線的な発展や成長が所与であるわけではない。これを克服するのが、博士課程の充実なのか、応用より基礎の重視なのか、企業における得意分野への集中や大規模化なのか、安易に解は出せない。仮に本稿が設定した15年周期が正しいとすれば、15年後に歴史的検証を再度行ってみるしかない。

専門分野の中には、その専門分野固有の文脈を踏まえることでより説得的な解釈を可能とする人材の高学歴化モデルがある。この領域は一見すると手垢のついた古いテーマだが、従来の解釈や認識を鍛え直す検証材料は少なからず残されている。本稿は、知識基盤社会言説に対する実証分析、そして供給モデルによる説明認識に風穴を空ける意図から労働市場モデルによる説明を試みたが、労働市場モデルの可能性を開示したに過ぎない。本稿の中核をなす4節は、分析的というより記述的な考察であって、産業の変化に対する化学分野の定員の変容等、高等教育機関の行動等までは射程に収めておらず、総合的というより部分的な解釈にとどまるし、着手しなかった計量分析やそのモデル化を含め、残された課題は勿論大きい。

注:

- 1) OECD (前掲) は、知識のインプット、知識のストックとフロー、知識のアウトプット、知識のネットワーク、そして知識及び学習の指標に関わる内容と必要性について議論し、その後も統計指標の開発と充実を推進している。
- 2) 「知識基盤社会における」という表現自体、知識基盤社会を所与化している。
- 3) 岩脇 (2005) も、新卒採用時の重視点のみに絞った分析だが、長期的な変容の視点に立ち、業種別の考察も部分的に試みている点では、本稿の関心に近い。
- 4) 博士課程については、教育・学習支援業、医療・福祉、学術研究、専門・技術サービス業に次ぐ4位。
- 5) この3分類は入学者の動向としては扱えるが、卒業後の就職については、理学、工学、農学という大括りの分類しか用いられていない。
- 6) 通商白書 (2013) は、対米国比で労働生産性の高い産業に、一般機械と化学を挙げている。
- 7) 化学工業の知識集約化の度合いは、産業と職種 (学歴・年齢計) を掛け合わせることで、専門

技術職の割合の相対的高さとしても間接的に確認できる。

	化学工業					製造業				
	専門技術職	管理職	事務職	販売職	その他	専門技術職	管理職	事務職	販売職	その他
1970	8.6	5.9	20.0	4.6	60.9	2.9	5.0	12.0	2.9	77.2
1980	7.3	7.3	20.9	6.4	58.1	2.8	6.0	12.5	3.9	74.8
1990	13.3	4.9	21.8	9.6	50.4	5.3	4.4	14.1	5.1	71.1
2000	13.9	3.5	21.3	9.6	51.7	6.4	3.3	14.6	5.8	69.9
2010	12.7	2.5	23.6	8.6	52.6	7.0	2.7	16.5	5.0	68.8

出所：国勢調査

- 8) 2015年時点で、全体に占める理工農保健系からの就職者の化学工業への比率は、学士課程段階の40%に対し、大学院段階では84%となっている。
- 9) ハーフィンダル係数は、市場における企業の占有率を2乗し、全企業の値を合算した企業の集中度を示す指標で、占有率が1に近づくほど高く、0に近づくほど低い。本稿では、専門分野の集中度指数として使用している。
- 10) 短大において応用化学が工業系に占める比率は、1965年は5.5%、1970年は4.9%、同じく高専において工業化学が占める比率は10.8%、11.1%である。
- 11) このことは、日本の機械・電気専攻の学士の量的水準がこの時期に米国を凌駕していたが、化学専攻のそれは大きく水をあけられ、また修士とりわけ博士で化学専攻者の量が日本で少ないという課題を残した（伊丹 1991）。
- 12) ストックベースでみた場合も、30-34歳以上の何れの年齢層でも、化学工業は製造業全体に比して、高等教育修了者の比率が高い。
- 13) 1994年の大学院重点化による農学部改組を契機に、農芸化学の名称が消失したことの影響も大きく、当該分野の衰退を一概に示すものではない。
- 14) 平成20年の産業中分類改訂により、旧一般機械器具製造業は、はん用機械器具、生産用機械器具、業務用機械器具に分割されたので、それを合算している。また電気機械器具製造業の一部は、電子部品・デバイス・電子回路製造業と情報通信機械器具製造業に移設されたため、それ以前と継続的比較ができない。

参考文献:

- 阿曾沼明裕 2011, 「知識社会のインパクト」『変貌する日本の大学教授職』玉川大学出版部：68-85。
- Bell, D., 1973, *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Basic Books. (=1975, 内田忠夫他訳, 『脱工業社会の到来』ダイヤモンド社.)
- 合田哲雄 2009, 「文科省の政策形成過程に関する一考察—「アイディア」と「知識」に着目して」『日本教育行政学会年報』35：2-21。
- 広島大学高等教育研究開発センター 2010, 『知識基盤社会における人材養成と教育の質保証』高

- 等教育研究叢書 110。
- 伊丹敬之 1991, 『日本の化学産業—なぜ世界に立ち遅れたのか』 NTT出版。
- 伊藤彰浩 2013, 「高度成長期と技術者養成教育」『日本労働研究雑誌』 55(5) : 40-51。
- 岩脇千裕 2005, 「高度成長期以後の大学新卒採用における望ましい人材像の変容」『京都大学大学院教育学研究科紀要』 52 : 79-92。
- 経産省製造産業局 2015, 「機能性素材産業政策の方向性」。
- Krings, B., 2006, “The Sociological Perspective on the Knowledge-based Society: Assumptions, Facts and Visions”, *Enterprise and Work Innovation Studies*, 2: 9-19.
- 小林信一 1989, 「工学系大学院の発展過程と現段階」『教育社会学研究』 44 : 132-145。
- 小林信一 2001, 「知識社会の大学—教育・研究・組織の変容」『高等教育研究』 4 : 19-45。
- 濱中淳子 2002, 「1990年代における社会科学系修士課程の拡大メカニズム—政策と現実—」『教育社会学研究』 71 : 47-66。
- 両角垂希子・齋藤芳子・小林信一 2004, 「知識社会における大学教育と職業—情報系人材の知識・スキル変化を題材として」『大学論集』 34: 109-131。
- 文部科学省科学技術・学術政策研究所 2015, 「科学研究のベンチマーキング2015—論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況—」調査資料239。
- 日本化学工業協会 1998, 『日本の化学工業50年のあゆみ』。
- 日本教育制度学会 2012, 『知識基盤社会における教育制度のあり方を問う①—高等教育制度を中心に—』教育制度学研究19。
- OECD, 1996, *The Knowledge-based Economy*, Paris: OECD.
- Stehr, N., 1994, *Knowledge Societies*, London: Sage.
- 田島慶三 2008, 『現代化学産業論への道』化学工業日報社。
- Välilmaa, J. and Hoffman, D., 2008, “Knowledge Society Discourse and Higher Education”, *Higher Education*, 56: 265-285.
- 山崎志郎編著 2011, 『通商産業政策史6』経済産業調査会。