

大学は必要か

改訂版

日常の教育研究の改善で
必要とされる大学に再生

18歳人口減、考える力と予算の不足
デジタルと AI のおくれの危機
大学の試験、講義、研究は必要か
欧米大学での研究教育の実績をもとに
大学・大学院の 21 の改善法を提言

素粒子核物理学

江尻宏泰

目次

- プロローグ 大学の危機と再生 4
- 1. 大学の教育と研究の再生 9
 - 1.1. 基本を学び真理を究める 9
 - 1.2. 学問への興味と歓びを育む 18
 - 1.3. 基礎学力が生きる力を伸ばす 26
- 2. 大学の授業と講義の再生 34
 - 2.1. 知識を授けず学問を教える 34
 - 2.2. 受信の授業から発信の討論会へ 42
 - 2.3. 基本を学び自分で考える力を育む 49
- 3. 大学における試験の再生 58
 - 3.1. 問題を解く試験から創る試験へ 58
 - 3.2. 面接と討論で得られる豊かな情報 66
 - 3.3. 入試から大学を開放 75
- 4. 大学教授と大学生の再生 86
 - 4.1. 大学教授の危機 86
 - 4.2. 学生は教授から学問の志を学ぶ 95
 - 4.3. 大学で何を学ぶか 104
- 5. 大学院と研究の再生 114
 - 5.1. 基礎研究力を身につける 114
 - 5.2. 研究交流が研究を活性化させる 125
 - 5.3. 研究室を廃して研究を生かす 135

- 6. ITと大学の再生 144
 - 6.1. IT/AIと共存する大学 144
 - 6.2. 競争から協力へ 153
 - 6.3. 国際レベルの大学へ 162
 - 7. 大学と大学院の再生 172
 - 7.1. 大学改革からの解放 172
 - 7.2. 研究の自主性と自由解放 181
 - 7.3. ニューノーマル大学に向けて 190
- あとがき 201

プロローグ 大学の危機と再生

大学が重大な危機にある。18歳人口が激減、おおくの大学が定員割れの危機。入学者は考える力や意欲が不足で、教育が危機。研究予算が不十分と大学院（博士）の大幅定員われで、研究が危機。一方で、デジタル化やAIにおくれ、大学の脱炭素化は赤信号。今日の大学の危機は、明日の日本の危機だ。

IT/AIの21世紀、スマホで直ぐに知識が得られ、AIがなんでも教えてくれる。大学では何を教えたらいいか。大学の教育と研究の意義が問われている。“大学は必要か！”

日本と欧米の大学での経験をもとに、大学の日常の教育・研究の改善・改革案を示す。危機を脱し“必要とされる”ニューノーマル大学に再生するための具体案だ。

デンマークのある大学の話。北欧の学都コペンハーゲンの秋は霧が深い。寒い朝、ベンが自転車で大学の研究所に着く。同じころ、おおくの学生や研究者が集まる。原子核物理のセミナーに参加するためだ。

セミナーでは2人の研究者が最近の実験研究と理論計算の結果を紹介した。ベンは「その実験データは大変興味がある」といって大声を張り上げる。オーゲは理論面から

ある考えを述べ、検討を促す。活発な議論が続く。

セミナー後のランチでも、教授、研究者、学生がテーブルを囲んで、実験データや理論計算の議論がつきない。

これは筆者が 1960 年代に勤務したコペンハーゲン大学での月曜セミナーの一コマである。ここで書いたベンには B. モッテルソン教授、オーゲは A. ボア教授。2人には、しばらくしてノーベル物理学賞を授与された。

このセミナーには、たくさんの若者が集まり、原子核の解明に挑む「熱い探究心」が満ちている。わが国の大学が直面している危機とは無縁である。

大学が危ない！おおくの人々が大学の危機を訴えている。大学当局、大学教授、文科省、政府、民間企業、マスメディア、SNS、一般社会人、等々だ。

主として論じられている危機の要因は冒頭でふれた 3 つの「減」。少子高齢化による志望者の減（定員割れ）、教育や研究のための予算・資金の減（又は不足）、入学者の意欲や思考力の「減」である。

これらの問題は既におおくの大学関係者やマスコミ等で論じられ、おおくの著書に書かれている。これらは主に大学「外」の要因。本書では敢えてこれらを論じない。

本書では、主として大学「内」に目をむけ、日常の授業（講義）、試験、研究等について論ずる。大学の日常が危機的状況にあるからだ。このままだと大学は崩壊し、国の将来が危ない。

確かに大学を取り巻く状況は厳しい。ここ 20 年で日本の 18 歳人口は半減、あちこちの大学で定員われ。大学に学生がこなければ、大学は生き残れない。

大学院の充足率の問題は深刻だ。平成になって大学院重点化という錦の御旗のもとに、おおくの大学で大学院定員が倍増、充実したはずだ。しかし、実態は空疎化が進み、おおくの大学院博士課程では大幅な定員割れが毎年続く。

予算については、国立大学の運営交付金や私立大学の経常費補助金も、研究のための科学研究費も不十分という。大学は財政の支えがなければ立ち枯れとなる。

大学に入学する学生は、意欲や考える力がたりないという。暗記だけで解答し、考えない。学問に意欲がない、等々。学生は教授の「ないない」の四面楚歌にとまどう。

一方、大学内の日々の教育・研究は大変重要であるが、あまり論じられていない。実はそれらが重大な危機だ。

コペンハーゲン大学の日常のセミナーは、ありふれた大学風景だ。それがわが国の大学から消えかけている。

IT/AI の進歩が目覚ましい。DX や脱炭素化におけると大学は淘汰されかねない。

実は、大学外の要因である 18 歳人口や志望者減による定員充足率の問題も、定員充足だけを考えれば、大学や大学院の定員を半減すればすぐ解決する。しかし、大学や大学院の日常の教育や研究が充実してなくて、国内外の向

上心のある人々があまり魅力を感じなくなっているとしたら大問題である。

実際、アジアからおおくの優れた若者がアメリカの大学や大学院を目指す。最近日本の高校を出てアメリカの大学に入学する人が急増している。まさに我が国の大学と大学院の危機だ。次の7つがポイントだ。

1. 大学はそもそも何を指すのか、
2. 大学の授業でどういう人材を育成するのか、
3. 大学の入試や期末の試験はどうあるべきか、
4. 大学教授や准教授は何を教え、学生は何を学ぶか、
5. 大学院の研究・教育はどうあるべきか、
6. 大学は IT・AI の時代をどう生きるか、
7. 大学をどう改革するか。

これらの大学内の日常の問題は、大学の根幹にかかわることだが、大学の決断と実行で解決できる。コロナ禍でリモート/Zoom の授業や研究が一気に増え、大学は自ら変わることができることを示した。

本書では、これらの7つの危機を説明し、それぞれに3提言、合わせて21の提言をする。21世紀の大学の生き残り策ではなく、実り豊かな大学の日常を取り戻し、「必要とされる大学」に再生するための改善・改革案である。

最近、わが国の大学に三つの枠組みが規定され、その一つが世界水準の卓越した教育・研究を行う大学である。これらの大学のおおくは大学院重点化の大学である

本書で論ずるのは、主にこの枠組みの大学等で、研究や研究者育成に重点を置く大学（大学院）の再生についてである。このような大学（大学院）とは異なった理念や目的の大学は多々あり、それらは十分意義があることはいうまでもない。本書では大学や大学院で研究、講義、教育を担当している教官層を教授・准教授で代表させて書いているが、助教やPD（ポストドック）等の研究者で研究や教育に重責を担って活躍している方々も大変おおい。

筆者の大学・大学院とのかかわりは、1954年の東大入学以来、70年におよぶ。国内では東大、阪大、国際基督教大等々、海外では、ワシントン大学、カリフォルニア大学、コペンハーゲン大学、プラハ大学、等々だ。

これらの大学と大学院で、素粒子核物理の研究と教育に実りある毎日を過ごした。現在も国内外の大学や大学院で、研究・教育の活動を愉しんでいる。

本書では、これまでの65年に及ぶ国内や欧米の大学・大学院での研究と教育の実体験をもとに、わが国の大学（大学院）の再生を期して日頃思っていることを書いた。

各節に書いた提言は、いずれも大学が決断すれば実現できる。今日の決断によって、明日の必要とされる大学への再生を期したい。

尚、初版に続いて改訂版が2023年10月にPODと電子出版、今回はそれに若干の修正と追加をした。

2024年9月 著者

1. 大学の研究と教育の再生

1.1. 基本を学び真理を究める

提言 1.1.

* 大学の教育・研究では、学問の基本を学び、天地の真理の美をもとめ、学問を究める。

* 大学で学生は基礎学力を身につけ、文化と文明の発展に貢献する実力を育む。

1.1.1. 天地の美をもとめ真理を究める

大学の意義が問われている。大学では何を学び、何を研究するのか。大学の教育・研究の意義は何か。

昭和の初期、湯川秀樹教授は大阪大学理学部で原子核物理の研究に取り組み、原子核の基本の力を解明した。

当時、優れた書家でもあった湯川教授は、中国の思想家である荘子の一文を書にしたためた。大阪大学の教授会の会議室に掲げられてある。それは学問の意義について次のような節から成る。

天地に大美あり、
時間に明法あり、
萬物には理がある。

聖人は天地の美をもとめ、
萬物の理に達する。

宇宙には普遍的な美がある。森羅万象には法則があり、理がある。天地の美の源を探求することによって、万物の真理に達する、という主旨だ（註1）。

湯川教授は、物質の究極である原子核の「美」を究め、ついに中間子論という基本理論を創出した。

中間子論は、物質の基本の原子核の成り立ちを明らかにした、新鮮で美しい理論だ。1948年、日本初のノーベル賞となったことはよく知られている。

アインシュタインは、「知識には限界があるが、想像は世界を包み込む」といって、豊かな想像力をもって宇宙を考察し、数々の美しい理論を創造した。

相対性理論、光電効果、エネルギーと質量の等価、等はいずれも宇宙の基本を明らかにした理論だ。

宇宙のエネルギーと物質に関する法則はアインシュタインの宇宙方程式という美しい基本式で表されている。一方、「重力によって光が曲がるが、恋に落ちるのは重力によってではない」などの多彩な研究で有名だ。

大学の研究と教育の意義は、自然と人類を包括する宇宙の基本を学び、天地の真理の美を求め、それらを学ぶ能力を育成することにある。

註1. 莊子 紀元前 300 年代に活躍した、中国の戦国時

代の宋の思想家。源典は下記のように書かれてある。

天地有大美而 不言四時有明 法而不議萬物
有成理而不説 聖人者原天地之美 達萬物之理

1.1.2. 科学と芸術は美を創造する

自然科学は、主として自然現象にある論理的な「理」を追求するといわれている。それに対し、芸術は主として人間の感覚と心がとらえる感性的な「美」を求めるといふ。

自然科学と芸術は対極にあり、それぞれの対象も考え方も全く別の学問である考えられてきた。

自然科学は論理的思考にもとづくもので、研究では主に左脳で考えるという。一方、芸術では美的感性が大切で、芸術の創作活動では右脳が活発に働くという。

実は、このような対象、方法、脳の部位にもとづく見方は、科学や芸術の一部分の活動を表しているにすぎない。実際は、科学や芸術では、理性と感性が共に働き、左右の脳が協力して創造的な作業をする。

自然界には、もろもろの物理現象や観測データがあり、一見ばらばらで、互いに無関係のように見える。それらの基礎になっている基本法則を発見するのは、科学の感性によるばあいがおおい。真理を洞察する直観である。

科学者が独創的な思考を働かせて、新しい方法や新しい法則を発見するのは、論理的思考によるとは限らない。

多岐にわたる諸現象や実験・観測データを総合し、右脳をフルにつかい、「美」の感性と直感で、新しい法則に至ることがおおい。そのばあいは、直観でえた法則を左脳で論理的に確かめる。

フェルマーの定理という超々むずかしい数学の定理は、20世紀末なってA.ワイルズが証明した(註1)。この偉業には、数学の美に対する鋭い感性を持った二人の数学者が、大きな貢献をした。いわゆる谷山・志村コンジェクチュア(推論)だ。

芸術の創作活動でも同じようなことがいえる。自然界には、さまざまな光や音が交差している。芸術家は、理性と感性をもって、光や音の構成、調和、躍動をとらえ、新たな美を創造する。

科学や芸術は、おおくの科学者や芸術家のさまざまな創造的な活動によって、新たに発展してきた。

科学と芸術は、美を究める理性と感性が、相互に刺激し合い、協調しながら創り上げてきた文化である。

註1. 16世紀フェルマーが提唱。 $X^n + Y^n = Z^n$ が成り立つ n が3以上の自然数 X, Y, Z は存在しない。

1.1.3. 基本法則を究める科学

地球上の物の運動や宇宙の星の運動など、さまざまな

運動がある。物体の運動では、ゴルフのボールのような日常の運動のばあいは、古典力学の法則であらわされる。超高速の宇宙粒子のばあいは、相対性理論の法則で表される。

物体は、あるばあいに電気（電荷）を持ち、電気が動くと磁気や電波が発生する。これらの電気と磁気に関係している現象には、電車やテレビ等があるが、すべて電磁気学の法則がもとなる。

原子や原子核といったミクロの世界の諸現象は、量子力学の法則（註1）に従うことが明らかにされた。

宇宙の諸々の運動や反応といった諸現象の基本は、力学、電磁学、量子力学、相対性理論という基本法則だ。

全ての物体は、基本の要素である原子から成る。原子の中心に微小な原子核があり、その周りにいくつかの電子がある。電子の動きや作用で物の性質があらわれ、化学反応が起こり、生命の諸現象が起こる。

車、テレビ、電子レンジ、ソーラー時計、等々の日常のことは、原子と分子にある電子の作用によるもので、それらは、電気と磁気の基本法則がもとなる。

原子核の世界は、1兆分の1センチメートルという超微小の世界、その中での運動や原子力エネルギーは、核力（強い力）の基本法則で表わされる。

すべての物は、基本の素粒子であるクォークと電子の仲間のレプトンから成る。素粒子の諸現象は、基本法則で

ある標準理論で表される。果たして標準理論は究極の理論か？ 現在、宇宙の基本の成り立ちと究極の基本法則の解明に向けて、真理探究が続いている（註2）。

自然を対象とする科学として、分子を基本とする化学、遺伝子や細胞を基本とする生物学等がある。文化や社会を対象とする科学としては、人文科学や社会科学がある。

これらの諸科学は、いずれもそれらの科学の基本となる法則の解明に向けて、日々進歩し発展しつつある。

大学では、科学が、諸々の現象の基本法則をめざして、どのように進歩し、これからどう発展するかを学ぶことが大切だ。

註1. 量子力学：マイクロ（素粒子、原子分子、電子、IT）の世界の科学技術の基礎。マクロの世界の力学に相当。

註2. 全ての物の運動や現象は、重力、電磁力、強い力（原子力）、弱い力（放射能）の4つの力を基本としている。現在、全ての力を統一する大統一理論が研究中。

1.1.4. 学問の基本を脳心体で理解する

大学教育の目的は、人々がこれまで築き上げた学術文化を知ることでもなく、文明の利器の使い方を教わることでもない。

ITを駆使し、ネットで検索すれば、大方の知識は得ら

れる。原子分子の性質、植物の種類、最近発見されたヒッグス粒子などのことはスマホを開けばすぐわかる。

グローバル化の時代を迎え、街には英会話教室があり、家庭でもスマホのアプリで実用英語を習うことが可能だ。アプリを使って、英文は直ぐに日本語に、日本語は直ぐに英文になる。

日常の生活や業務に必要な知識や技術のおおくは、大学でなくても、それを学び習熟することができる。

大学で学ぶべきことは、宇宙の深淵にある基本の法則であり、その美しさに感動する心であり、基本法則を正しく理解して適正に行動する能力だ。

エネルギー問題についていえば、その基本法則は、アインシュタインによるエネルギーと質量の等価原理である。物質とエネルギーの基本法則として、学問と文化を向上させてきた。

一方、エネルギー科学の基本原理は、現在の人々の活動を支えるエネルギーの基礎で、現代文明のもとだ。

エネルギーのもと、太陽内で原子核が燃えて生まれる原子力（エネルギー）である。その一部が太陽光として地球に注ぐ。太陽光がもとで、過去に植物が育ち、埋もれて石油・石炭となった。

太陽光は風を起し風力になる。地球内の原子核燃料は原子力として、あるいは放射線として活用されている。

大学では、このようなエネルギーの基礎と応用を学び、

エネルギーを脳と心と体で正しく理解できるようになることが大切だ。その上で、エネルギーにもとづく文化・文明の向上に貢献する能力が身につく。

わが国の原子力やエネルギー問題が混迷している。これは政官学の専門家がエネルギー科学の基本を十分に理解していないことによると思われる。エネルギー科学の表層に触れただけで、体と心でエネルギーや原子力の実体や原理を理解していない。

原子力や放射線の学者でさえ、その基礎である量子力学や原子核物理や放射線物理を正しく脳心体でわかっていない人がおおい。

現に 3.11 では、原発周辺の方々は、科学不在の不適正な避難で多大な犠牲を余儀なくされ、大きな被害を受けた。大変いたましい。動植物は、五感で正しく放射線を理解して現地にとどまり、被害はほとんどなかった。

表層だけの知見は、混乱を招き判断を誤る。大学出に求められることは、諸科学の基本を学び、それを脳心体で理解し、適正に行動する能力を身につけることだ。

1.1.5. 文化と文明の創造

現代の基礎科学として、自然科学、人文科学、社会科学等が論じられている。基礎科学研究によって明らかになった真実は、人間の叡智を深め、知的な好奇心を満たし、

豊かな文化を生む。応用科学と技術は生活を向上させ、文明を発展させる。

文化と文明は、相互依存しながら発展する。したがって、文化と文明の相互協力が、双方の健全な発展をもたらす。

前世紀からの電子の基礎科学の発展が、現代にいたる電子文明を造り、最近の IT 革命を可能にした。21 世紀には、AI による文明の大変革期を迎えている。

20 世紀の原子核科学の研究によって、原子力エネルギーと放射線の新時代が拓かれた。それらは、エネルギー、医学、工学、農業等、おおくの文明を発展させている。

一方、電子機器、情報 IT、原子力といった文明の革新が、基礎科学の飛躍的発展に貢献している。

文化と文明も、基礎科学と応用科学技術も、各々がそれぞれで価値があり有意義である。基礎科学は応用科学のためにあるのではなく、応用科学も基礎研究を含む多方面に活用されている。

基礎科学の研究者が研究に必要な予算を申請する際に、当局からどう役にたつかを聞かれることがおおい。

1987 年、超新星からのニュートリノが小柴教授らのグループによって初めて観測され、ニュートリノ天文学が拓かれた（註 1）。ニュートリノからの信号は極めて微弱で、素粒子や宇宙の研究には大変有用だが、当面の日々の通信には役に立たない。

しかし、おおくの人々は、その研究によって、新しい素

粒子・宇宙物理の世界が拓かれることに感銘を受けた。

基礎科学の研究はすぐには役に立たなくても、文化の発展をもたらし、未来へのロマンと興味を育み、将来の文化と文明の基礎となる。

大学では、諸々の基礎と応用の科学・技術が文化・文明をどのように向上せ、どう発展するかを正しく学ぶことが大切だ。

註1. 小柴昌俊教授 1887年に超新星ニュートリノ測定に成功、ニュートリノ天文学を拓いた。2003年ノーベル物理学賞。

1.2 学問への興味と歓びを育む

提言 1.2.

* 学生は、教育や研究に専心する教授や准教授をみて、学問への興味と意欲を育み、学ぶ歓びを会得する。

* 広く確かな基礎のもとに、個々の専門の分野で活躍する実力を身につけ、将来の発展を可能にする。

1.2.1. 興味と意欲を育てる

大学の教授や准教授は嘆く。「最近の学生は基礎ができていない、勉強に熱意がない、自分で考えようとしない、

学問に興味がない、研究に意欲がない、・・・」。

同じように学生も言う。「大学の授業は興味がない、これといった意欲がわからない、授業の内容は役に立ちそうもない、古いノートを読むだけで新鮮さがない、……」。

いずれも異口同音に「ないないない」と嘆くだけで、具体的に行動をおこさない。

学問を究めるには、興味や意欲が重要なことはいまでもない。大学は、学生に興味や意欲を持たせようとカリキュラムを改変するが、あまり効果がないことがおおい。

興味や意欲は心の問題。物やアクセサリとは違う。与えたり持たせたりして、すぐに身につくものではない。

向上心と好奇心のあるのが人間だ。人間にはもともと学ぶ意欲が備わっていて、成長過程で発現する。

自然科学に関心をもち、宇宙の神秘に興味をもつのは10代の頃がおおい。芸術、スポーツ、その他でも同じだ。

大学に入るためには受験勉強が必要。受験に明け暮れるうちに、少年期の興味や意欲はすっかり身をひそめ、休眠状態になる。

小学校から受験目的の塾に通い、受験に没頭したばあいは尚さらだ。休眠期間が長引くと、目が覚めなくなる。

もともとある興味や意欲を目覚めさせる事が大切だ。興味や意欲は、無理して与えようとする逆効果になる。

大学の講義では、教授や准教授が自分の考えや見解を入れて個性豊かな講義をするのが歓迎される。時々脱線

して、昨夜の自分の実験の意外な結果や新たな発想を話す。学生は教授や准教授の新鮮な講義を聴き、その研究活動に接し、その学問に興味を持つ。

筆者のばあい、国内外の大学と大学院の講義では、時々自分の研究と関係づけて話すことにしている。そうすると、講義に臨場感がみなぎり学生は目を輝かす。

講義で聞いた知識は大学を出ると大方忘れてしまう。しかし、個々の教授や准教授から学んだ学問への興味は、卒業後も永く心に残り、その後の知的活動を支える。

学生のおおくは、学問への興味をもっている。それを目覚めさせるのは、学問に興味をもち、講義や研究に意欲的に取り組む教授や准教授の、新鮮で個性豊かな講義だ。

1.2.2. 自分で考えて実行する

朝永振一郎教授（1965年ノーベル物理学賞）の「不思議に思うこと、それが科学の芽です。観察し考える、それが茎です。そして謎が解ける、それが科学の花です」という言葉は、全てに当てはまる名言である。ある物を自分の目で見て興味を抱く。好奇心をもって調べ、そして自分の基礎学力をもとに謎を解明する。

興味や意欲を育む上で大切なことは、自分で問題を見つけ、自分で考え、自分なりの解を見つけることである。

学生は大学を卒業すると、自立して自分の人生を歩む。

それを豊かなものにするためには、自ら学び、知識を深め、自分の歩む道を自分で拓く能力をもつことが大切だ。

おおくの人は、自転車に乗れるようになった時や車を運転できるようになった時の感動をおぼえている。一生懸命に練習して自転車や自動車に乗れるようにする。

自転車によって日常の世界が数十キロメートルに広がり、車の運転により、さらに数百キロメートルとなる。こうして、自分の活動する世界が広がる。

自分で新たに実行できるようになると、それだけ自分の世界が拓かれることは、英語、音楽、山登り等のばあいも同じだ。英語コミュニケーション力によって、活動の場が世界に拓かれ、自由に演奏する能力によって、音楽による自己表現の世界が広がる。

大学の授業が終わってから2時間あまり英会話を習う。何回も同じ曲を繰り返し弾く。日夜、登山の体力造りに励む。これらの苦行に近いことに興味を持ち、やり遂げようとする意欲がでるのは、自分の世界が広く豊かになるからである。

何事も興味と意欲をもち、自主的に実践・実行をすることによって、実力が身につき、新しい世界が拓かれる。

1.2.3. 基盤を確立する

大学の前期の1-2年で、主に基盤（教養や基礎）の諸

科目を学び、後期の3-4年で主に自分の専門の科目を学ぶ。1970-1980年代に、前期で基盤の科目を集中して学ぶことの是非が議論された。

苦節3-10年、憧れの大学に入学。しかし毎日が地味な基盤の科目の授業が続くことが問題とされた。

宇宙に興味を持って物理科に入学しても、基礎的な数学や物理の授業ばかりで、専門科目の宇宙物理の授業は4年になる。そのうちに興味がなえてしまうという。

学生が大学に入ってしばらくすると、興味と意欲をなくす原因は、1-2年の基盤科目の重視にあると考えられた。その対策として、1980年代から1990年にかけて、大学の前期(1-2年)に専門科目の一部や最先端の科学を教えることになった。大学に入って興味と意欲を失わせないためである。

実際は、専門科目を重視するあまり、基盤教育が軽視され、逆効果を生み、学生の興味や意欲が減退した。

大学に入って早々に最先端の科学の話を書いても、その基盤となる数学や物理が確立してないと、表層だけで核心の興味あるところが理解できない。また自分で考えることもできない。その結果、入学当初に持っていた興味や意欲は、3-4年になるとすっかり減退してしまうことがおおい。

大学で学んだ専門の科学技術は、時と共に変わり、常に進歩する。科学技術の基礎となる基盤の学力が確立して

ないと、変化に対応できず、興味も自然消滅してしまう。

大学の前期で学ぶ基盤の諸科目は、その後の学問の基礎になる。基盤の学力を確立することが、興味を持ちつづけ、大学後期で専門科目を学び、卒業後に専門を生かす上で大切である。

1.2.4. 学問を究める歓びを会得する

学生は本来、学問に意欲をもつと想定されている。高い学費を工面し、アルバイトをしながら大学で学ぶのは、大学で高度な学問を理解し学問を身につけるためだ。

大学入学早々、学生は基礎や教養の科目、外国語科目、あるばあいは一部の専門科目の講義を受講する。

教授や准教授の学問・研究に対する姿勢は、その講義、セミナー、研究といった日常の活動にあらわれている。

教授や准教授は専門科目につきない興味を持ち、学問を究めることに大きな歓びをもって取り組んでいる。

学生は、教授や准教授の日々の活動を見ながら、学問への興味と学問を究める歓びを会得することが大切だ。それらは大学を出てからの知的活動の基礎になる。

教授や准教授自身が講義や研究に強い興味を持っていることが肝要である。そうすれば自然と講義に熱が入り、脱線しながらも、生き生きと授業が進む。質問が飛び交い、授業は活気づく。

教授や准教授と同じ専門の道を歩もうとは思わなくても、学問に興味を持ち、真理を究めることに興味を持つ。そこで教授や准教授と学生は、学問の歓びを共有する。

最近の大学教授や准教授の問題は、何かと（何にかが問題だが）忙しすぎて、本来の研究や教育に使う時間がないことだ。教授や准教授は、研究のための予算申請、成果報告書作成、諸委員会、その他のことで多忙過ぎる。

教授や准教授が教育の面で評価されるべきことは、個性豊かな講義により、学問に興味を持つ学生の育成だ。

日常の教育・研究に当てる時間があまりなく、他のことにおおくの時間を割く教授や准教授を間近に見て、学生は学問に対する興味も意欲も歓びも持てずにとまどう。まさに大学教育の危機である。

学生は、教授や准教授は日々の教育や研究に意欲的に取り組む日常活動を見て、学問への興味と意欲を育み、学問を究める歓びを会得する。

1.2.5. 五月病を吹き飛ばす

五月病、これは日本の大学生に特有の病である。4月に大学に入学して1か月たち、何もやる気がなくなることという。心の病だが、気が重くなれば、足腰の動きが不活発になり、大学に通う体力もなくなる。

大学生のおおくは、高校の1－2年間は、入試偏差値の

高い大学をめざして受験勉強に専念、高校の先生はそれを強く奨励する傾向がある。本人もそう思い込む。

小学校や中学校から有名大学をめざすばあいは、受験勉強は5-6年から7-8年におよぶ。幼児から始めれば十数年、ひたすら大学受験をめざしてはげむ。

いずれも、入試偏差値の高い大学受験合格が目的、その後は目標がない。大学入学の翌月には、目標を失い、何にはげむかがわからなくなり、うつ状態になりかねない。

大学受験の目的は、未知の科学を研究するためでもなく、医者になって人々を難病から救うためでもない。偏差値の高い有名大学や難関学部入ること。5月病はこういった学生におおい。

明らかな5月病ではなくても、その傾向の学生がすくなくない。目標が見つからず、なんとなく心も体も重い。

発想の転換が必要である。授業に身が入らなければ、大学に来る必要はない。卒業しなくてもよい。

自分で何を身につけ、どうして生きてゆくか、すべて自分が責任を持つ。自分で行動できれば、生きていける。

大学合格が目的なら、合格して目的達成。あとは中退しても休学しても良い。社会に出て活躍することもOKだ。

学生が大学に入って最初に「大学」を実感するのは、きれいなキャンパスではなく、教授や准教授その人であり、授業そのものである。

教授が日夜、講義や研究に熱中し、新しい発展に感動の

毎日を送ると、自然に授業や研究に熱が入る。そのような大学では、五月病がしのびよる余地はない。

1.3. 基礎学力が生きる力を伸ばす

提言 1.3.

*徹底した基礎訓練によって、考えるゆとりをもち、独創性が生まれ、自立した活動が可能になる。

*基礎学力を養い、個性と才能を伸ばし、専門力と発展力を身につけ、知的活動のもとになる基盤を確立する。

1.3.1. 基礎訓練が考えるゆとりを生む

1990年代の公教育を席卷した(ザ)「ゆとり教育」は、大学の教育と研究にも大きな影響をもたらした。

各人がゆとりをもって考える力がつくはずだが、その前提となる基礎的な知識や学力がない。ゆとり教育の問題は早くから知られていた。若干修正されたものの、その影響は計り知れなく、現在も続いている。

大学の入学者は、大学において決められた必修・選択科目の単位を修得するに足る、基礎的な能力を持っている必要があり、そのために入試をする。しかし現実違う。

大学側も、入試の科目数を減らし、内容をやさしくし、定員確保のためと称して、実力が不十分でも、大学に合格

させる。

当然、大学 4 年間で大学の授業をこなすのは無理だ。そこで所定の科目を学んだ事にして、卒業に必要な単位修得という形だけを整えて、大学を卒業する。

学問の真髄を理解し、個性や才能を伸ばし、専門の力を身につける「ゆとり」がない。ザ「ゆとり教育」によって、大学で本来の学問・教育をする「ゆとり」がなくなったように思える。

経済や経営関連の学部をでても、微分や確率を知らなくては、株式市場のデリバティブとかりスクを科学的に分析して経済活動を行うことはむづかしい。

数学、経済、運動などの基礎的な知識や学力がなければ、日常の諸活動で直感的な判断ができず、右往左往する。

実力不十分な大学生が、大学院を志望しても、定員は十分あるので、研究のための学力がなくても合格する。

指導教授は多忙を極め、あるいは研究にあまり関心がないばあい、学生の論文のレベルを十分に精査せず、博士論文として認可する。博士論文は国際誌に発表されない。

こうして研究のできない博士研究者が巣立つ。しかし羽（研究力）がないので研究の世界で飛べない。ザ「ゆとり教育」の悲喜劇は大学院でも深刻だ。

大学教育では、ザ「ゆとり教育」に類する発想を廃し、必要にして十分な基礎学力を身につけ、何事もゆとりを持ってよく考えて判断し、自立して行動ことできるよう

にすることが大切だ。

1.3.2. 基礎訓練のもとに育つ個性と才能

大学や大学院では、ユニークな個性や才能を持った研究生や学生が、学問・研究に励んでいる。

基礎教育を徹底し、各々が十分な基礎学力を身につけることによって、各人の個性と才能がみがかれる。

素粒子物理の実験研究には、素粒子物理を熟知し、且つ高精度の観測機器を開発し整備しなければならない。そのためには電子回路や機械工作の基礎的な能力が必要だ。

実験装置を最高性能で使いこなして新発見をするには、日頃の訓練で鍛え上げた実験技量(実験の腕力)がいる。

実験データを分析するには、確率・統計などの数学の考察やコンピューター解析などをこなさなければならない。

最先端の実験研究は、物理、数学、電気、機械、コンピューター、その他さまざまな基礎的能力があって初めて可能になる。これらの基礎的能力は、徹底した基礎訓練によって身につく。

訓練で鍛えた豊かな基礎学力は、ゆとりを生み、さらなる自由な発想が可能になり、独創的な研究が実を結ぶ。

芸術の世界でも、同じことがいえる。絵筆でキャンバスに自分の考えや美を表現するには、まず徹底的にデッサンを習う。

目で見たものをその通りに画けるようになってはじめて、心で描いたものを表現できる。誰も描いた事のない、新しい光と形を、自分の絵筆でキャンバスに創造できる。

バイオリンでは、繰り返し弓使いの訓練をする。基礎訓練によって、楽譜に書かれた音が出せるようになって初めて、自分の個性の音が創造でき、聴く人の感動を呼ぶ。

鈴木イチロウの 4367 安打は、28 年間、1 万数千日におよぶ毎日の訓練があつて成就した偉業である。天才打者は、生まれてから 45 年、日々体を鍛え野球に精進した。

基礎科学の研究者に、天性の才能が欠かせないのは、芸術家やスポーツマンと同じである。そしていずれのばあいも、それらが実を結ぶのは、徹底した基礎訓練による。

大学では、徹底した基礎訓練で、基礎学力を確立し、それをもとに豊かな個性と才能を育てることが大切だ。

1.3.3. 基礎学力をもとに専門力を伸ばす

大学では、ある学部のある学科で、専門科目を学び、専門力を身につけ、その分野で活躍することが期待されている。実際に専門分野の活動を支えるのは基礎学力だ。

専門分野は、科学、技術、医療、経済など、さまざまに、常に発展している。その発展にフォローアップし、更に発展させるのは、そのもととなる基礎学力である。

諸々の知的活動に際して、国内外の研究者と討論する

必要がある。そのためには、ある程度の討論の能力が必要だ。すなわち、コミュニケーション力である。

研究開発のばあい、論理的に自分の考えを発展させるには、理科や数学の基礎なしには不可能である。

科学や工学はいうにおよばず、農業生産、経済動向、年金保険などでも、確率統計の基礎数学がもとなる。

現代文明は電子文明といわれている。コンピューター、DNA、医療、化学工学、等々のおおくの専門分野は、ミクロの世界の電子の動きが基礎になり、電子は量子力学にもとづいて動く。

IT/AI の 21 世紀、理系・文系を問わず、各専門分野の現在と将来は、IT/AI の基礎となる統計数学、量子物理といった数学と物理の基礎学力がベースになる。

基礎学力は、大学での基礎教育訓練によって身につける。基礎学力をもとに、専門力を鍛えることによって、柔軟な専門力が育ち、専門を伸ばすことができる。確固とした基礎の上に、新しい研究が育ち、それらをもとに、さらに大きな研究が育つ。

同じく、しっかりした基礎の土台の上に、十分な機能を備えた耐震の建物が建ち、地震や風雪に耐える。ぐらぐらした土台には所詮実用に耐える建物は建たない。

大学の基礎教育で身につけた基礎学力の上に、専門力と発展力が育ち、大学を出てからの発展が可能になる。

1.3.4. 豊かな基礎学力が独創力を育む

研究や技術開発には、独創性が大切だ。独創的なアイデアや方法が、新しい発見を可能にし、新しい開発を生む。

独創的アイデアは、研ぎ澄まされた感性、深い洞察と直感、総合力などが合わさって生まれことがおおい。

一方、実際に研究開発を行い成果を上げるには、独創力だけではなく、しっかりとした基礎学力が大切である。

独創的発想にとって大切なことは、ゆとりと基礎学力である。自由な発想をする、あれこれ考える、別な角度から考えてみる、いくつかの方法を試めしてみる。これらの考察や試行には、ゆとりと基礎学力が不可欠だ。

あるばあいには、広大な宇宙の考察から、微小の素粒子の運動を究める。また別のばあいには、素粒子の性質から宇宙構造のヒントをえる。このような独創的な素粒子や宇宙の研究を遂行するには、素粒子と宇宙の双方の基礎学力がものいう。

独創的発想は、多様な考えの研究者との討論から生まれることがおおい。国際会議のレセプションでワインを楽しみながらの会話から新しい着想が生まれる。

異分野の研究者との討論は新しい発想の源泉である。ここで大事なのが、異分野の学問の基礎学力だ。

研究交流のばあいも文化交流と同じだ。相手の研究の

基礎的な予備知識なしには、相手方の研究者との研究に関する興味も生まれず、討論や会話は成り立たない。

豊かな基礎学力をもとに、広く深く考察を行い、異分野の考えを積極的に取り入れることによって、新しいアイデアが生まれ、独創的な研究・開発が可能になる。

1.3.5. 基礎体力が実行力のもとになる

基礎学力と基礎体力は一体のもので、脳と身体は相互に関連している。頑強な体力があつて、強靱な意思のもとでの活発な知的活動が可能になり、創造力が生まれ、研究の実行力が生まれる。

興味を持つ、考える、観察する、調べる、解決する。これらの知的活動の基礎になるのが体力だ。

最近の医学の研究によると、体力増進によって、脳内物質の分泌が増え、脳が活性化され、前向きに考えるようになるという。知的な創造活動に必要な能（脳）力は体力がもとになる。

福島県のいわき市で育った筆者は、日々山野や海浜をジョギング。自然と体が鍛えられた。東大1年のクラスでは、体力テストで1位。それを生かして、奇抜な発想、困難な研究への挑戦、徹夜の観測をやり遂げる研究力を身につけた。

スポーツの競技では、技や体力が十分発揮されるため

には、メンタルな訓練が大変重要であるという。同じく、高度な知力や脳力を発揮するには、身体面の基礎鍛錬が必須である。特に、独創力のような新たな発想や挑戦には、強固な体（耐）力が役に立つ。

芸術活動のばあいも、体力が基礎になる。オーケストラをバックにバイオリンの演奏、100号のキャンバスに描く絵画、諸々の芸術活動は、強靱な体力がもとなる。

平成の歌姫、安室奈美恵は数々の記録を残して2018年9月15日に公的活動の幕を閉じた。走力が抜群であったという。超人的な歌唱力は、人並み外れた体力に支えられていた。舞台を縦横に駆け巡り、息切れすることなく絶好調で歌い続けた。

大坂なおみが全米と全豪で優勝したのは、テニスの技術と共に脚力を鍛えたことによる。永いラリーにも息が上がらず、終始最高のテニスを打ち続けた。

新たな発想をもって未知の問題に挑戦し、種々の困難を克服して問題を解決する。研究開発をやり遂げる。これらの一連の知的な活動を支えるのは、十分な基礎体力だ。

2. 大学の授業と講義の再生

2.1. 知識を授けず学問を教える

提言 2.1.

* 学生は、教授や准教授の講義や活動を通して、生きた学問を学び、学問の生かし方を身につける。

* 研究に重点を置く大学等では、研究の最先端で活躍する教授や准教授から、学問の最先端とそれを究める愉しさを学ぶ。

2.1.1. 正しい知識を授ける授業の問題

大学でよく見かける授業では、教授や准教授が講義ノートを時々見ながら、「正しいこと」を黒板や白板に整然と書く。講義の内容は、よく知られた知識、それを学生はひたすらノートやPCに写す。

ある大学の授業でY教授はある式を黒板に書いた。学生がそれを疑問に思い質問。教授は、「この式は正しい」とだけ言って、講義を続けた。正しい知識を授与しているのだ。黙って受けるべしという。反応式の正否もさることながら、講義の仕方の正否が問題だ。

知識はそれだけでは意味がない。知識に興味を持ち、

その活用に意欲を持ち、活用法を身につけ、実際に活用して初めて生きた知識、すなわち学問となる。

現在の大学で教える科目のばあい、自然科学、人文科学、社会科学、外国語、等の標準的な内容は、教科書や参考書を見れば書いてある。ネットで検索すれば十分知ることができる。

標準となる知識に関しては、基礎的は知識と応用（関連）知識がある。いずれのばあいも、ネットで検索すれば答えがわかり、詳しく説明してある。

標準的な教育アプリをダウンロードすれば、基礎から応用までの種々の練習問題を解いて、十分学習することができる。標準的な「正しい知識」は、敢えて大学で講義をする意味があるのか疑問だ。

大学の授業は、本来、教授や准教授と学生という人間の対話の場である。学生が研究の最前線で活躍している教授や准教授と直に向き合う場だ。

大学の授業の意義は正しい知識を授けることでもなく、ネットで解る情報を教室で伝えることでもない。

大学の講義では、専門知識が十分ある教授や准教授が、複雑な事象の根本にある基本理念を自分の言葉で伝え、知識の活かし方を教えることが大切である。

学生は、教授や准教授の講義を通して、生きた学問を身につけ、学問を生かすことを学ぶことが肝要だ。

2.1.2. 知っている事より知らないことを教える

知らないことに興味を持つのは、素朴な好奇心による。好奇心は、ある事を不思議に思い、知りたいと思う心だ。最も強い好奇心がわくのは、世界のだれも知らない事のばあいだ。それを自分が初めて知ることは大きな喜びで、それは新しい真実の発見である。

一見、複雑で不可解な事象だが、そこには一つの簡単な法則がある。しかし、世界のだれも知らない。世界の研究者はそれを知ろうと、日夜、研究に没頭する。宝探しのようなスリルと興奮がある。

世界の誰も知らないことのばあい、ネットで調べてもわからない。人類の未踏の秘境への道順は誰も知らないし、検索しても見当たらない。そもそも道がない。

大学の講義で大切なことは、どこまでが既知のことで、何が未知のことであるかを教えることだ。即ち、「誰も知らない」ということがあるという事を教える。

最も興味を引くのは、既知と未知の境界。それはとりもなおさず知の最前線であり、研究の最先端だ。

解明された世界（事柄）と、未解明の世界（事柄）の境界は、はっきりしていないことがおおい。未知の世界は、研究を重ねながら次第に拓かれる。研究の先端は一進一退しながら進む。それが研究の喜びだ。

物質の究極の基本粒子として、20 世紀になり、さまざまな素粒子が登場した。理論的に示唆されたが、実験的に未発見で、正体不明な素粒子がすくなくない。

素粒子の正体の解明に挑んでいる。素粒子の正体は宇宙の構造を左右するので大変興味がある。

既知のことと未知のことをはっきり教えることのできるのは、専門分野を十分熟知している教授や准教授だ。研究や開発で未知の世界が拓かれる。

学生が最も好奇心を抱くのは、既知と未知の境界の知の最前線だ。専門の教授や准教授からその分野の最前線を学ぶことによって、大学を出て最前線で活躍できるようになる。

2.1.3. 学問は変化し進歩することを学ぶ

学問は常に進歩している。考え方は年々向上し、知識は日々新たになる。絶えず動いているのが学問や研究の最前線だ。誰もが信じていた天動説は、17 世紀にガリレオによって地動説に、さらに 20 世紀には、アインシュタインの相対性理論にとってかわられた。

19 世紀には、電気や磁気の世界が解明され、電磁気のマックスウェル方程式が確立。しかし原子や分子の世界では新しい物理学が必要になり、20 世紀に量子力学が導入された。

20 世紀の初めに、原子の中心に微小の原子核が発見され、原子・分子を基本とした 19 世紀までの物質観は一新。こうして原子核・素粒子の時代が拓かれた。

21 世紀には、さらに究極の基本粒子の解明に向けて研究が進む。物理の最前線は常に動いている。

大学で学ぶのは、その時の知識や定説ではない。それらがどうして確立され、どのように変わっていくか、研究方法はデジタル化と AI によりどう進展するか、といったダイナミックな動きだ。

日進月歩の専門分野の最前線に関心を持っている教授や准教授は、学問がどう発展し、どう動いていくかを伝えることができる。それが生きた講義だ。

大学の授業の主な問題は、その内容にある。教授が最前線に興味も熱意もないばあい、淡々と古い知識の羅列の講義が行われる。学生には興味がわからない。

大学の授業の問題は、大学生の勉強時間に表れている。日本のばあい、1 週に 5 時間以上勉強する大学生はわずか 3 割。アメリカばあいは 9 割で、ほとんどの学生は日夜勉学に励む。

日本のばあい、大学の授業が今一で、特に宿題があるわけではなく、勉強する必要もないという。一方、アメリカのばあい、宿題をだし、読むべき本を指定して、徹底的に教え、能力アップをはかる。

教授や准教授は、豊かな専門知識や体験をもとに、

知識や考え方は固定したものでなく、常に変化し進歩するものであることを教えることが大切だ。

2.1.4. 大学の講義と音楽の演奏

大学の講義は、ある意味で、音楽の演奏と共通している。優れた教授や准教授の講義は、優れた演奏家の音楽のように感動を呼び、いつまでも心に残る。

優れた教授や准教授は、19-20 世紀に造られた方程式の基本理念を、21 世紀に生きる自分の个性的な言葉で講義し、学生はその方程式の理念に感動する。

優れた演奏家の奏でる偉大な作曲家の旋律が、聞く人を魅了し喜びを与えるのと同じだ。

優れた講義や演奏が感動を与えるのは、そこに講義や演奏する人の個性があり美の創造があるからだ。

本に書かれてある方程式をそのまま黒板に書くだけでは、感銘をあたえない。教授や准教授の感性と理性で再現された方程式が学生を魅了する。

ショパンが書いた音譜を基に、ピアニスト自身の感性と手で造られた音が聴衆に感動を与える。

能のばあい、シテは定まった能面を付ける。能面は同じでも、その表情はシテの動きによって変化する。

定まった能面は、演者の心を顕して変わる。ある場面では深淵な哀しみの面となり、見る人の心を動かす。

定まった物理の法則も、説く教授や准教授によって宇宙の深い真理の美を表した基本式になり、講義を聴く人の感動を呼ぶ。

ある大学の教授は、思想史の講義で、西洋の思想家の言葉を紹介しただけで、自分の考えも問題提起もなかった。もともと自分の考えがない。講義の内容は何も記憶に残っていない。

学問に造詣ある教授や准教授の個性豊かな講義は、学生に感銘をあたえる。それによって、学生は学問に対する興味と理解を深め、発展する力を身に着ける。

2.1.5. 学問の美しさと楽しさを学ぶ

大学の講義は、教授や准教授から直接に学問の話聞く貴重な機会だ。講義には教授や准教授の人格が現れており、学生は、講義を聴いて教授や准教授の学問に対する考え方を学ぶ。

東大の理科 1 類の 1 年の講義の例。佐武一郎教授は黒板にきれいな字でひとつの定理 A を書く。次にその証明として「定義により明らか」と書く。一呼吸おいて定理 B を書き、その証明として、「定理 A より自明」と書く。学生にとっては、明らかでも自明でもなく、後で四苦八苦して証明してやっとわかる。

具体的に定理の内容は記憶にない。しかし、数学の

論理の明快な美を垣間見て感動した。

同じくセミナーの例、岩堀長慶教授は行列式を猛烈なスピードで黒板に書きまくった。学生は数式の意味を理解する間もなくひたすらノートに写した。

岩堀教授は、最後に簡潔な行列式を導いて、「本当に綺麗な式ですね」と一呼吸。また直ぐ次の式を書いた。

黒板に書かれ、ノートに写した行列式のことは忘れた。しかし、行列式が大変美しい式である事と、それを導くことが実に楽しい事であることを学んだ。

東大では、原子核物理の藤田純一教授に巡り合い日夜議論をする機会にめぐまれた。教授は斬新な理論を展開し、いくつかの明快な法則を発見した。教授とは生涯にわたって研究を共にした。

教授との共同研究を通して学んだものは、理論物理と共に、明澄な洞察である。高名な書家でもあった教授が遺してくれた「肅平沙遠」と「湖心浮月」の書は、尽きない真理探究の世界と眞理を探究する澄んだ心を顕している。

大学の4年間は、専門分野で活躍する教授や准教授の講義や研究に接し、学問の美しさ、学問を展開する楽しさ、学問を究める明澄な心を学ぶ貴重な期間だ。

2.2. 受信の授業から発信の討論会へ

提言 2.2.

*受け身の授業から脱し、主体的に学ぶ。百聞・百見は一声にしかず、聴く見る授業から、質問・討論する授業に変える。

*授業の受信知識を、自ら発信し活用することによって受信と発信の脳内回路を整備し、生きた知恵とする。

2.2.1. 自己発信と活用で身につく生きた知識

知識であれ技術であれ、それらを身につけるという事は、それらを自由に使えるようになることである。そのためには、自分で使ってみる。

講義を耳で聴き、白板や黒板に書かれたことを目で視ることは、情報の受信。種々の知識の情報が、耳や目の神経回路を通して、脳のメモリー細胞に知識として記録される。

受信した知識（情報）をそのまま発信するばあい、その知識を活用して行動するばあい、別の知識と合せて新しい知識として発信するばあい、いろいろある。

受信した情報は、それを発信し活用することによって、それらを取り出す回路ができる。こうして、受信

した情報は、知識として身（脳）につき、知恵として活用される。

車の運転も同じだ。運転操作を本で読んだだけでは、自分で車に乗れない。何度も自分で運転してみて運転技術が身につく、車に乗れるようになる。

大学で学ぶ知識や技術を身につけるには、自分で実験・実習を行い、自分で問題作成・解決をして、知識を活用することが大切だ。

大学の授業では、教授や准教授が一方的に発信するのではなく、教授や准教授と学生が相互に受信と発信をする討論会が有効である。学生は発信によって知識が身につく、教授や准教授も受信して学生から学ぶ。

有用な知識であれば、それを発信・活用し、受信・発信の回路網を活性化しておくことが大切だ。

大学の授業の受信だけでは、知識は身につかない。それをもとに自分の意見を形成して発表したり、それを活用することによって、知識は身につく生きてくる。

2.2.2. 百見は一声にしかず

百聞は一見にしかずという。確かに目で見える情報は豊かだ。東日本の津波の惨状は、百人の話を聞くより自分の目で見てはじめて実情がわかる。

大学の講義も自分が出席することが大事だ。スマホ

で撮った動画を転送してもらっても、その場の感動はわからない。そして感動こそが講義のポイントだ。

耳で聴き目で視る情報は、受信情報である。人間が五感でえる情報は全て外から受け入れたものである。

一方、自分の言葉で話す情報は、自分が内から発信する情報だ。それは自分の脳内のいくつかのメモリーを回路で結び、加工し、一つの統合された自分の情報となって発信される。

発信される情報は、活用可能な生きた情報である。質問発信の一声は百聞・百見にしかずといえる。

講義でえた知識を活用できるようにするには、それを使っていくつか問題を自分で解いて、その結果を自分の言葉で発表することが有効である。

大学を出てからの実社会では、自分で問題を見つけ、それを解き、それを発信することが主になる。

大学での講義時間の相当部分を、質問と演習問題を解くことに使うことが有効だ。学生は学んだことを実際に活用することによって学問が身につく。

大学以外のところでのほとんどの教育訓練は、黒板白板に書く講義ではなく、実習であり実技訓練である。

英会話しかり、歌唱のレッスンしかり。自動車教習所しかり。教育訓練の集大成として、自分で英語スピーチをし、自分で曲を歌い、自分で街中を運転する。

大学で聴いて視て学んだことを、自分の言葉や体で

表現することで、学んだ知識が身につき生きてくる。

2.2.3. 受け身の授業から脱出

大学教育のばあい、現在の授業のおおくは知識の伝達で、学生は受け身の立場に立って、大学が定める科目の講義を受講し、必要単位数を修得して卒業する。

大学教育の大きな問題は、主たる教育が、教授や准教授が与え、学生が受ける受信型の授業にある。

受信型の授業のばあい、学生側が自分の考えを積極的に発信したり活用したりする機会が少ない。したがって受信した知識が十分に身につかず、卒業後にあまり活用されない。

大学の主たる教育としての授業（講義の受講）は、再検討を要する。学生が受け身から脱出し、主体性をもって、何をどう学ぶかを考えることが大切である。

標準的講義のばあい、各大学の各学科で教授や准教授が講義をしなくても、世の中には、優れた教授や准教授や講師による名講義がたくさんあり、ネットで簡単に手に入る（註1）。

講義の受講という一方向の授業ではなく、学生が問題を解く演習を伴う講義が有効だ。

カリフォルニア大学の筆者の講義のばあい、講義のおわりに問題を5－6題だして解答を次週に回収。協

力する若手教官がそれをチェック。徹底的に訓練をし、実力が付くようにした。

授業改善に向けて、主体的に考え、問題を発見し、解決する能動的学習（Active learning）がおおくの識者や中教審で議論された。しかし現状はほとんどが受け身型の授業だ。

大学と教授がきめた科目と内容の講義を受講するという受け身の授業を、学生が主体的にカリキュラムの内容にコミットする授業に変えることが望まれる。

註1. MOOCs : Massive Open Online Courses.
公開オンライン講座で、基本的に無料で受講できる。

2.2.4. 知っていることを聞く

古今東西、聞くは一時の恥、わからないことがあれば聞くことを勧めている。

ここでは敢えてわからないことを聞かずに、わかっていることを聞くことをすすめたい。

講義を聞いても、内容がわからなければ、何がわからないかがわかからず、聞くに聞けない。また、わからないことを聞いても、正しかどうかわからない。

実際、わからないことを聞くことはむずかしい。そこで筆者は自分が既に考えて知っていて、講演者が知

らないと思うことを聞くことにしている。

講義や講演を聴くうえで大切なことは、その内容と自分が知っている内容の接点を探し、自分の理解や見解と講演者の話との違いを質問することだ。

質問では、別の視点からの考えや、自分の見解を述べる。それによって講演者は、新たな見方を知り、自分の考えの至らなさに気づく。すなわち質問者から学ぶ。講演者は何時までもその質問を記憶にとどめる。

国際学会であれ、研究討論であれ、発表者と質問者が、異なった学識や経験をもとに、それぞれの考えを述べ、相互に討論することが有効だ。こうして相互の研究が進展する。

1960年代の初め、ワシントン大学の理論物理学者の J. プレア教授が、東大の原子核研究所を訪れた。その機会をとらえ、ワシントン大学の実験と筆者の実験の相違点を質問した。まだ 20 才半ばの頃だ。

しばらくして、プレア教授の日本訪問記を風の便りに聞く。「日本に一人、印象に残った若者がいる。議論好きな Hiro Ejiri だ」。数年後、ワシントン大学から、准教授ランクに招待され、東大から同大学に研究に移った。一つの質問が大きな展開をもたらした。

質問は、わからないことを聞くという受け身でなく、ある程度わかっていることを聞く。自分の見解を述べて、討論することで、相互に理解が深まる。

2.2.5. 質問と討論で実力をきたえる

発信型の質問は重要だが、それには質問力がある。国際会議でほとんどの日本人は、黙って聞いているのが実情だ。質問力は、研究の実力の一つである。

質問をするには、まずその問題に興味を持つ。次に自分がその問題について既に知っていることや考えたことを明確にして、自分の見解や意見を述べる。

東大の原子核研究所で研究を始めた時、コロキウムの係になった。コロキウムでは、国内外から訪れた研究者の講演に、質問が大変少なかった。

海外からの研究発表者は英語で話す。1950-60年代の日本では、英語のハンディもあり質問は皆無に近い。

窮余の策として、自らすくなくとも二つの質問をすることにした。自分の専門外であれ、英語であれ、懸命に内容（の一部）を理解し、発表が終わるまでに二つの質問を考えた。

苦行苦節の半年。何とか質問できるようになった。動機はともかく、お蔭でどんな話題にも興味を持ち、自分の見解を持ち、質問することにしている。

国際学会では、海外の研究者は良く質問をする。あるいは自己主張する。これらは学問の発展に大切だ。実際、国際学会の講演の後までよく覚えていることは、

質問したことや質問に答えたことがらである。

山田科学振興財団は、物理、化学、生命の3分野の基礎科学の振興をめざす。30数年にわたり当財団の評議員や理事・理事長とし強調したのは、各分野にまたがる活発な質問だ。当財団での研究発表会、初めは筆者以外にほとんど質問はなかったが、最近では活発な質問と討論に沸いている。

IT・Zoomの活用で、討論を世界の大学や大学院の学生や研究者に広げることが可能になった。活発な討論は国際レベルの活性化をもたらす(註1)。

質問によって、見識と興味が広まり、理解と考察が深まり、更なる進展が可能になる。大学での講義やセミナーでは、自由闊達な質問と討論が大切だ。

註1. アメリカでは十数年前からIT活用によるいくつかの大学共同のCOIL (Collaborative Online International Learning) が行われている。

2.3. 基本を学び自分で考える力を育む

提言 2.3

*学生は、学問の基本をもとに、自ら考える力を育み、日々新たに進歩する力を身につける。

*現在の定説やマニュアルの限界を正しく理解し、自

分で考えて判断し、適正に行動する力を育む。

2.3.1. すぐ役に立つ知識はすぐ役立たなくなる

「大学の講義は役に立たない」とおおくの卒業生がいう。大学では、特に厳しい訓練はなく、学んだことを仕事や実生活に生かすのはむずかしい。

大学の主目的は専門家の養成にあるという。確かに卒業認定の単位の大半は専門科目である。

大学では、専門の知識や技能を身につけ、大学を出てすぐに役に立つ人材を育成するばあいがおおいように思われる。すなわち即戦力だ。しかし、直ぐに役に立つ能力は、直ぐに役に立たなくなるばあいがおおい。

大学で学ぶ専門の知識や技能は、永年にわたって有効とは限らない。知識や技能は進歩する。最新のものでも、何年かたてば陳腐になるものがおおい。

基本の電磁気は不変でも、それを使った通信、制御、コンピューター、IT 等は、2-3年で様変わりする。

原子核、素粒子・ニュートリノ・クオーク、等々、1世紀の間にいくつもの新しい素粒子の新発見があり、物質の究極像は更新された。

2015年にはLIGOが重力波の観測に成功し、2019年にはブラックホールの写真が構築され、重力の新時

代が始まろうとしている。研究の最前線は5年で一新。

工学、理学にとどまらず、農業、医学、法学、経済、教育等、全ての分野は、日進月歩で、5-10年ごとに大きく変わる。変化の激しい現代、大学の専門課程で学ぶべきことは次の3つに要約できる。

1. 現在の専門知識・技能は変ることを理解する。
2. 世の中の進展に順応し発展する能力を身につける。
3. 常に異分野の発展に興味を持ち、広い視点をもつ。

これらは、生涯を通して役に立つ学問の基礎で、大学の専門課程で十分に身につける必要がある。

大学では、当面の知識や技術だけでなく、新たに進歩する力を身につけることが肝要だ。

2.3.2. 基本を理解し基本をもとに考える

自然界であれ、人間界であれ、基本の上に諸々の現象がある。「基本があると」ということを認識し、その「基本」をもとに考える力を身につけることが肝要だ。

ミサイルや惑星などの全ての物体の運動は、ニュートンの方程式であらわされる。大谷投手の投げるスウィーパーの驚異の曲がりも地上の空気とボールの電気力による。ここでの基本は力学だ。

マクロの世界の自然現象は、電気とそれが動いてできる磁気と電波（光）がもとになる。交通、通信、家

電、エネルギー 等々。それらの基本は電磁気学だ。

ミクロの原子分子の世界では、マイナスの電気の電子がもとになる。物理、化学、生物、農業、医学のミクロの原子分子の世界では、量子力学が基本になる。

物理の基本は、これら力学、電磁気学、量子力学などで、常に基本に立って考える姿勢と基本をもとに考える能（脳）力を持つことが肝要だ。

物事を外面だけでとらえ、内にある基本法則や本質を理解しないと、自分で基本をもとに考えて判断できない。その結果、ことに当たって右往左往、パニックになりかねない。

津波の基本は、流体力学で、その威力は、海水内に潜むエネルギーであり運動量（速さと海水量）である。外面に表れた津波の高さではない。

原子力も放射線もその基本は量子力学であり核物理であることは 1.1.5 節で述べた。放射線の基本を体で知らず、その実体が「光」と「電子」であることを実体験でよく理解していないと現場で判断を誤る。

大学教育のポイントは、自然や社会の諸現象の基本を脳と体と心で理解することである。基本をもとに自分で考える力を身につけ、学んだことを活用する。

2.3.3. 正しいことがないことを正しく学ぶ

「正しい事はないという事は正しいか」という問いは、禅問答にもない。しかし、世の中に不変の真実はなく、すべて流動的である。

大学の専門課程で学ぶべきことは、「普遍的で正しいことはない」という事である。高校までは、正しいことを学ぶ。大学では「正しいことがない」ことを学ぶ。

ビルの屋上から物を落とすと、重力の作用である時間後に真下の地上に達する。高校で学んだことだ。このような単純な運動でも、さまざまである。

木片なら風に流される。回転していればカーブする。金塊なら途中の窓から手が伸びて下まで届かない。

素粒子のばあい、そもそもどういう力が作用しているかわからないことがおおい。したがって、どういう運動をするのか、正しい答えがあるかどうかわからない。

ニュートリノは、電気も色もなく、重さも不明な謎の素粒子。高速で地球を突き抜け、宇宙を飛び回る。20世紀に登場の新顔の素粒子で、正体が不明だ。

19世紀初めまで、ニュートリノは科学の世界に存在しなかった。20世紀はじめ、パウリが予言した。

ニュートリノが実験で存在が確認されたのは20世

紀半ば、質量（重さ）がある事が解ったのが 20 世紀末。未だにどのくらいの質量かわからない。

ニュートリノの研究が進むに従い、素粒子物理が大きく変わってきた。これからどう変わるか、確たる答えがあるのか、解を求めて模索中である。正しい真実が不明で、常に更新されている。変遷万化がニュートリノ科学の現状だ。

唯一の正解がないことや普遍の真実がないのは、自然科学の世界だけの話ではない。人文科学、社会科学、等々、全てにいえる。世の定説は変動し進歩する。

重要なことは、答えはさまざま、答えがあるともないとも限らないという事である。このことを自覚したうえで柔軟に対応することが必要だ。

学生は、唯一の正解が存在しないことを正しく学ぶ。当面の正しいとされている知識の伝授ではなく、より正しい解に向けて常に進歩する人材の育成が大事だ。

2.3.4. 法則と定説の限界を知る

宇宙の諸現象は、決まった宇宙の原理原則のもとに一定の秩序ある運動や秩序のない運動をしていると考えられている。宇宙科学者は、宇宙観測と宇宙物理の考察にもとづいて諸現象を理解し、ある法則を見出し、宇宙の解明をめざす。

科学的に解明した宇宙の法則は、本当に真実のものかどうかは、必ずしも定かではない。観測にも物理的考察にも限界があるからである。未知の天体や物質があり、法則が適用できない現象がある可能性がある。

物理現象のばあいも、ある条件のもとで、物理量を記号と数字で表し、それらの関係を定式化する。こうしてできたのが物理の「法則」である。

ある条件下では、ニュートンの運動方程式によって物体は運動し、光は直進する。条件が変われば、運動は変わり、光は曲がり、相対性理論が必要になる。

経済界で、金利が下がれば株が上がるという法則はいつも正しいとは限らない。2008年の金融危機（リーマンショック）は、世界のおおくの経済専門家が正しいと信じた金融工学の法則が、正しくなかったことを明らかにした。

自然、人文、社会に関するもろもろの知識をもとに、ある条件下で適用される「法則」が決められた。それにもとづいて人々は判断し行動している。法則はある条件のばあいに適用できても、当てはまらないばあいが多々ある。

科学者は日夜研究を重ね、現在の科学法則の改良に努めている。即ち、ある範囲で成り立つ法則をより広い範囲で成り立つ法則にする普遍化である。最近、AIの協力によって新たな進歩が促進され、これまでの定

説が更新されつつある。

大学で学ぶ意義は、現在の法則も定説もすべて適用限界があることを正しく理解することだ。その上で法則や定説を適正に判断し、更にその改良に努める。

2.3.5. マニュアルを超える

世の中はマニュアル時代。マニュアルに従い自分で考えない。マニュアルに書いてある通りに行動する。

現実には、マニュアル通りにはいかない。自分で考え、マニュアルをこえた行動が大切で、そのために大学教育がある。現代は、高度な文明が急速に発達し、科学、技術、経済、法律、等々は大変複雑になり、相互にからみあっている。

複雑にして多岐にわたることを全て考慮して、速やかに的確な判断をして行動する事は大変むずかしい。そこで行動基準書ともいべきマニュアルが重要になってくる。

機器のハードとソフトの操作法、故障の対処法、天災・人災の避難等々。詳細なマニュアルがある。マニュアルは、作成時の定説や法則にもとづいているが、それが正しとは限らないし、実はわかっていないことがあり、マニュアル通りにならないことがおおい。

研究の最前線、緊急医療の現場、天災の原因と影響、

薬の作用と副作用、温暖化ガスと天地異変、北極圏の凍土融解とメタンガス、等々不確定のことがおおい。

マニュアルの普及により、自分で判断できない人が続出。マニュアルが神格化され人間を支配しだした。

胃腸が不調。腰痛。気が晴れない。すぐに内科、整形外科、心療科のクリニックに行っ、何種類かの薬を処方してもら。すべてマニュアル通りに対処。

人間の体はデリケート、薬害で体調が悪化することがすくなくない。マニュアルを過信すると身を亡ぼす。

その時の科学の定説、世の中の常識、これまでの経験、それらにもとづくマニュアルにも、思わぬ落とし穴がある。マニュアルの限界を認識し、諸現象の基本を体で理解し、臨機応変に判断することが大切だ。

大学で育てるべき能力は、マニュアルの成り立ちと限界を理解し、必要に応じて自分で考え、マニュアルをこえて適正に行動する能力だ。

3. 大学における試験の再生

3.1. 問題を解く試験から創る試験へ

提言 3.1

*標準的な問題に、標準的な解答を正解とする試験は、個性のない標準人を量産するので、再考を要する。

*大学では、解がない問題に挑戦し、独自の解を創り、柔軟に発想する能力を育成することが肝要である。

3.1.1. 試験の意義を考える

大学の教育は主に授業ないし講義で、各学年の期末や年度末に期末試験をし、合格すればその科目の単位を修得する。定められた修得単位数を満たせば進級し、大学卒業に必要な単位数が揃えば卒業する。百年続く大学の伝統行事だ。試験は、その意義を考え、改良が必要なら改良し、必要なければ廃止することが考えられる。

大学の各科目ごとに行われている期末試験は、単位修得という「形」の他に、あまり明確な意味がない。

ある有名大学の実話：A教授の外国語科目が、全員合格で成績がほとんど「優」なので超人気。学生は平均点を上げるため、こぞってその外国語を受講する。それが進級の

際に物を言う。但し、その大学内のことで、教授の人気も学生の成績も、実力と無関係。

大学の各科目の試験合格と単位修得は、必ずしもその科目の基礎学力や応用能力を保証しない。実力の程はさまざまである。

最近、厚労省の歴代の高官が、大学で学んだはずの統計の初歩を知らないことが露呈した。しかし誰も驚かない。

日本の大学入学者の大部分の学生が、十分な実力の有無に関係なく期末試験に合格して単位を修得し卒業する。アメリカの大学で卒業するのは50%位の実力をつけた学生だけである。

就職のばあい、各企業は、必要な能力の有無を独自に試験する。大学院のばあいも、独自の入学試験で実力を調べる。大抵のばあい、面接して直接適否を確かめる。大学での成績は無視される。

形骸化した試験を廃止し、単位認定も何もしないことが考えられる。進級や卒業にも、必修や選択科目の単位修得を課さない。

学生が進んで好きな授業を受け、必要と思う学力を身につける。一年分の授業料を払った学生は、それに見合う授業を選択し、実力を身につける。期末試験のない大学の一つの形だ。

学生の採用は企業の責任、大学院進学者の選別は大学院の責任。学力の有無は自己責任。現状と同じだ。

大学の期末試験と単位認定は、ある学力を保証せず、その意義は自明でない。期末試験は見直す必要がある。

3.1.2. 答えのある問題は IT/AI にまかせる

20世紀から21世紀にかけての IT/AI 革命によって、大学の研究・教育環境は大きく変った。大学内の各試験も、刷新する必要がある。

試験問題は二つに大別される。解があり解が明らかな問題と、解が不明か解があるかどうかわからない問題だ。

既知の科学技術の問題や決まった法律の適用に関する問題は、解のある問題で、解が確立され周知されている。

大学の期末試験問題に出るのは、おおくのばあい、解のある問題。正解がはっきりしている。点数がつけやすい。したがって解の正否について問題が起きない。

解のある問題として、原子の化学反応、ある国の穀物生産、株と金利の動向、既存の法律の適用、等々がある。これ等の既定の知識を問う問題は、解のある問題だ。

知識の問題は、ネットを検索すれば正しい解がすぐ解る。それを各人が覚えている必要はなく、大学の試験で問う意味は自明ではない。

数学や物理の応用問題でも、解がある問題のばあい、ネットを通してアプリを入手し、スマホで計算できる。

AI が急速に発達しつつある。解のある問題のばあいは、

AIは論理に沿って考察し、既知の事実や前例をチェックし、速やかに適正な解をだす。複雑な経済動向、台風の進路、津波の予想浸水と被害、いずれも正確さと速さで、AIは人智にまさる。

大学の期末試験で、スマホで瞬時にわかる「解のある問題」を一定時間内に何も見ないで解かせることは、あまり意味がない。卒業後の実生活では、常時スマホを携帯しているからだ。

解のある問題で大切なことは、問題を直感で理解し適切に行動することと、IT/AIを駆使して正解を得る能力だ。

AIは法律、科学、経済、その他すべて正しく学び、正解のある問題にはほぼ100%正解する。

大学で行われる試験問題で意義があるのは、解があるかないか不明な問題だ。解が未知の問題に挑戦し、時間をかけて自分で考え、ある時はAIと相談し解を創る能力が将来ものいう。

解のない問題は、解がないので正解かどうか判定できない。したがって成績がつけがたいが、合否を判定する必要もない。

大学の授業の試験では、各学期の初めに解のない問題をだし、期末までに解答を提出する試験が考えられる。期末に教官を交えて各自の答案を皆で討論する。

大学で学び、修得すべきことは、解のある問題を何も見ないで短時間で解く即応能力ではない。解のない問題を

考え、それを解くことに挑戦し、新しい知を創造する力を育成することが大切だ。

3.1.3. 新しい問題を創って解く

大学では主として「与えられた解のある問題に既定の解を書く」という受け身型の記述（筆記）試験が行われている。考える力を見るには、受動型の試験ではなく、自分で問題を考え、それを自分なりに考えて解く「能動型」の試験が有効だ。

筆者の国内外の大学での原子核物理の試験には、次の二問がある。問1. 自分で問題を創れ。問2. それを解け。

学生の主体性を重んじた問題である。学生に十分考える期間を与える為、講義の初めに予告。欧米と日本の各大学や大学院で、40年にわたって実施してきた。

学生の中には、少数だが問題の主旨を理解し、自分なりに問題を考えた学生がいた。「奇問」に対し「奇答」もすくなくなかったが、自分で考えた問題には満点を与えた。

一方で、講義で話したことや専門書に書いてあることを「問題」として作成し、それを本に書いてある通りに解いた答案が多かった。「問題を自分で創る」という発想の転換ができない。

大学を卒業してから、大学院、研究機関、企業などで研究や開発を行うに際し、自主的に未知の重要な問題を考

え、それに挑戦することが大切である。

時間をかけて熟慮し、試行を重ねて努力することによって、思わぬ解が見つかり、新たな展開ができる。

大学で教える教養、基礎、専門の各科目の主な内容は、既によく知られたものがおおい。それらに関する基礎問題にしても応用問題でも、既に確立した正解がある。

一方、大学を出てから取り組む問題のおおくは、これからの未知の問題で、解が確立していない。それを自分で考えて解決することが求められる。上記の問題の意図は、自分で考える能力を啓発することにある。

問題を解くにあたって、考える力が大切であるという。しかし、既定の考え方をを用いて、その通りに考えて、既知の解に至ることは、自分で考えることではない。

問題を造ることは、既存の知識や既定の考え方を超えて、自分固有のアイデアで問題を創造することだ。

大学の試験のばあい、自分で問題を考え、それを自分なりに解くという主体的行動で実力が身につく。

3.1.4. 易しい問題を選び難問を避ける試験達人

大学の専門課程の試験問題の例。5問ある。まず、全問題をさらっと読んで、最もむずかしい問題に×を付けて二度と見ない。次に、慣れた問題を3問選び、標準の解答に合うように過不足なく答えを書く。大学入試で身につ

けた難関大学入試の攻略法だ。

試験の合否を決めるのは、第一に難問を避け易い問題を「選別」する能力。次が自分なりに考えないで、出題者の意（標準的解答）にそうように答える能力。この種の能力は、当面の試験には役に立っても、大学を出てからはあまり意味がない。

実社会では、難問に挑戦し独自の解を出すことが重要になる。研究や開発では、難問を避ける能力はむしろマイナスである。

現在の「解のある標準問題の試験」は、よくある問題によく知られた答えを書くという標準思考の学生を増やし、個性的思考をする異才ある人材を抹殺しかねない。

困難を素早く見抜きそれを回避する能力が秀でている「試験優等生」には、現況の改善も将来の進歩もあまり期待できない。必要なのは、困難に挑戦する能力で、それを避ける能力ではないからだ。

研究のばあい、「真理」に至る道を探し、あるいは道を造り、進んでみて、運が良ければ真理に至る。前にあげた難問回避力や標準問題解答力は、あまり意味がない。

確かに解のある標準的問題を解く能力は必要だ。放射線を扱う理・工・医の各学部では、量子力学や確率統計学は必須で、それを試験する意味はある。但し、この種の試験問題の作成も解答も採点も IT/AI にまかせられる。

専門科目のばあい、一か月かけての解があるかないか

もわからない2つの難問を解かせる試験が考えられよう。

教授は答案を十分時間をかけて検討し、必要に応じて学生と討論する。そうして、難問に挑む人材を育てる。

自分で考えて自分なりに解を創る能力を身につけることによって、大学卒業後にも日々新たな進歩できる。

標準的な知識をもとに、標準的な問題に、標準的に答えるという「標準的な試験」は再考を要する。実際に必要なのは、解がない難問に挑戦し、自分で解を創る能力だ。

3.1.5. 標準試験が生むステレオタイプ

おおくの大学が「自分で考えて独創的な発想ができる」若人を育成するという。どの大学も「本学の特色」として独創性を力説するが、大同小異の特色がないステレオタイプのスローガンだ。

一方で、学生は、定まった必修科目と選択科目の講義を受講する。試験では、自分で独自に考えず、独創的発想をしないで、教えられたとおりに問題を解答し、単位を修得して卒業することがおおい。

大学の各学科では、基準の教育内容が決められ、基準にあったことを教え、基準にあった試験をする。その結果、基準通りのステレオタイプの学生が大量に育成される。

変革の激しい21世紀、ステレオタイプの問題は、定まった思考から抜け出せず、創造性を妨げかねない。

研究開発をはじめ、諸々の改善は、ステレオタイプ思考からの脱出から始まる。

東大理学部での平田森三教授の試験に「自分の考えたことを書け」というのがあった。日頃考えていた実験の精度のことを答案用紙2枚にぎっしり書いたら優をもらった。ともかく自分で考えたことが良いとほめられた。

大阪大学理学部での筆者の原子核物理の期末試験。本を見てもPCを使っても良く、通常の24倍の48時間。問題は全て解が不明の難問。

大学卒業後の活動では、個性豊かな創造力と展開力が重要である。ステレオタイプの思考ではない。

大学の教育で求められるのは、標準仕様の人材のマスプロダクションではない。独自に考える異色の人材と多様な思考ができる人材の育成だ。

3.2. 面接と討論で得られる豊かな情報

提言 3.2

*実際に必要な能力は、独自の解を造る創造力と、新たに展開する発展力である。

*創造力と発展力を見るために、従来の記述試験ではなく、個々の面接とグループ討論を活用する。

3.2.1. 偏差値の意味と無意味

偏差値は、よく指摘されているように、限定された能力を、ある特定の物指で測っているにすぎない。

高校のばあい、大学受験のための入試偏差値がある。ある偏差値層の高校生が、ある偏差値層の大学に入る。それはある一面に過ぎない。学生の能力は多種多様である。

大学のばあい、在学中の試験・成績の偏差値と大学を出てからの活躍とあまり関係がないのが実情だ。

研究の世界で成功した学者は、大学の時は劣等生であったばあいがすくなくない。但し、優等生であった例もすくなくない。要するにどちらでも良い。

研究や開発は新しいことを創ること、大学でよく行われている試験の偏差値は古い（既存の）ことを再現すること。二つは別の能力だ。

大学の試験成績の偏差値が使われている例として、ある大学では1-2年の偏差値によって3年に進学する学科が振り分けられる。ある学科の志望者がおおいと、その学科への適性より、全科目の成績が良いか偏差値対策にたけた学生が振り分けられる。

1950年代は、東大の理科1類から物理科への希望がおおく、かなり偏差値の高い学生だけが物理科に進学できた。異色異能の人で、全科目の成績が振るわず、物理を

断念した学生がすくなくない。

大学恒例の記述試験を主とした期末試験も、その結果の単位認定も、一切廃止したらどうなるか。授業や講義に学生が来なくなり、その講義も廃止になるか？ そうしたら教授はどうなるか？その心配は杞憂だ。「意味のある」講義には学生が集まり、その教授の講義は続く。

音楽の定期演奏会の常連が、毎月の演奏会に通い、毎回感動をうけ、明日への活力をえる。演奏会には試験も単位認定も出席点もないが、欠席もほとんどない。

大学では記述試験による期末試験も単位も廃止になれば、意味のない講義も自然消滅する。教授と講義の存続のために試験を続けるのは本末転倒だ。

3.2.2. 時間内でノート持ち込み禁止の試験の問題

大学では試験がひんぱんに行われている。単位認定、進級、転部、卒業。そのたびに試験があり、合否がある。実際は、粘ってレポート提出で救済されることがおおい。

大学でよく行われている試験は、ある時間内(2時間位)で、ノートもスマホも持ち込み禁止の記述試験。出題される問題は、講義で扱った内容に関するものだ。

大学では、このような標準タイプの記述試験が、何十年にわたって続いている。記述試験にこだわるのは公平性のためという。しかし、この種の記述試験には問題がおお

い。

信号を見たら瞬時に反応し、英会話では何も見ないで英語で答える必要がある。したがって運転免許の試験も実用英語の試験問題も、限られた時間に何も見ないで答えることを要求する。但し、自動運転が普及すれば、自動車の試験も様変わりする。

これらの実用的な実技に関することは民間の学校で教えている。大学で鍛えるべき能力は、時間をかけて熟慮して問題を解く力であることは前節で述べた。

数学の公式、物理法則、化学式、歴史、英単語、法律、あらゆることがスマホで一瞬にわかる。

勿論、直観的判断は必要だ。しかし詳しいことは、覚えていなくても、スマホを見ながら善処すればよい。それを暗記しているかどうかを問う試験はあまり意味がない。

近視のひとは、字が見えないので、実社会では常時眼鏡を着用。試験でも実社会と同じく眼鏡使用が可。ネットの電波の字は読めないのも、実社会では全員が常時スマホを携帯。試験でスマホを禁止する理由は自明ではない。

記述試験が公平とは限らない。問題が5問なら、中には、自分の得意と不得意な問題があるのが普通だ。実際は、ヤマは当たるばあいと当たらないばあいがある。

実社会での試験は公平でないのが常である。試験問題の数は限られている。採点する人も限られている。運不運があるのが常だ。

従来の記述試験の改良案として、何を見ても誰に聞いてもよい試験が考えられる。時間は2時間ではなく2週間位とする。標準の問題でも、新たな視点からのユニークな解答をだすことができる。

大学の試験には、実際に起こる場面を想定して、時間をかけて、種々の資料を検索し、自分でよく考えて、自分固有の解を造る能力を見る試験をすすめたい。

3.2.3. 未来志向の試験をめざす

国や民間では、さまざまな試験があり、その成績で合格が判定される。合格すれば免許なり資格が得られる。

大学の各講義ごとに行われる期末試験は、国や民間の試験と異なり資格も免許もない。期末試験は必要か？

各種の免許・資格試験や民間の各試験のばあい、試験の意味が明確である。全国共通の基準があり、合格はある基準以上の実力を意味する。民間の試験の成績は、実際の実力の程度を示す。

自動車の運転免許やクレーン取り扱いの試験の合格は、車やクレーンを適正に扱うための十分な知識と技能を意味する。弁護士、医師、スキーコーチ、山岳ガイドの試験も同じだ。試験合格は必要な知識や技量を意味する。

大学予備校で全国的に行う試験では、その成績によって志望大学へのA判定、B判定などが解り、入試の可否の

基準となる。

一方、大学の期末試験は、決まった基準はない。大学の試験に意味を持たせるためには、免許・資格試験や民間の試験と区別化が必要だ。

大学教育で重視する能力は、現在の知識をもとにして、これからの知識や技術を創造し開発する能力である。すなわち、未来志向の向上・発展力である。

大学の試験では、これからの向上・発展力を問うことが考えられる。ただし、未来に定まった答えがないので、採点できない。したがって合否を判定しない。

一方、国や民間の資格・免許試験は、既存の知識や規則の問題をだし、現在の業務に必要とする知識や能力を問う。したがって採点をして合否を判定する。

大学の英語教育と試験は、当面の実用英語会話力ではなく、英語圏の言語の由来や文化を深く理解し、わが国と相互の協調関係を発展させる能力に重点をおく。

大学の交通工学の教育と試験で問題にするのは、既知の現在の車の燃費や制御ではなく、次世代のエネルギーやAIで動く移動手段の開発に関することにする。

大学のコンピューターの教育で強調することは、PC取り扱い方やプログラムの書き方ではなく、その基礎の数学や情報理論である。さらにコンピューターの開発能力やAIとの共存を考える能力を育成する。

大学の教育では、答えが定まっていない問題をだし、未

来志向の能力をみることが有意義である。解がきまってい
ないので、従来の採点は不要になる。

3.2.4. 不公平な面接試験のすすめ

試験には大別して、記述試験と面接試験がある。科目によって実技試験がある。大学の各科目の期末試験で行われているのは、主として記述試験である。

一方、実社会では、面接試験や実技試験が主だ。企業の採用試験、俳優のオーディション、声楽のコンペティションなど、さまざまな試験がある。いずれも面接や実技が主だ。ファッションモデルのオーディションでは、面接会場に入ってくる時の歩き方で、合否が決まるといふ。

大学における試験も面接試験が有効である。知識の有無だけでなく、会話、表情、挙動を通して、理解の深さ、新たな発想、未知への挑戦、等の多様な情報が得られる。

教授と学生の会話を通して、相互のコミュニケーション力、協調性、自立性、将来への展望など、学問や研究開発に対する能力や姿勢がわかる。

面接は学生にとっても、教授を知る機会である。教授との会話を通して、教授の実力や新たな挑戦への熱意がわかる。面接には時間がかかって実際は不可能だとか、個人の偏見が入りやすく公平さにかけるとか、心配事を並べて実行しない大学や教授がおおい。完全に公平な試験が

ないのは記述試験でも面接試験でも同じだ。

実社会は、個人の面接と会話で動いている。民間企業の就職の試験では、ほとんどのばあいに面接試験を行う。企業は学生の現在の知識より将来の可能性を重要視する。

面接試験は、教授と学生の双方の選別に有効だ。研究に意欲のない教授が学生に「学問への意欲を問う」のも一つの余興だが。

具体的には、いろいろな局面での面接試験が考えられる。講義の初めの2-3回は、教授が面接を受ける立場だ。ありふれた知識の講義は学生から評価されない。

少人数で本を読み討論するセミナーでは、真剣に取り組まない学生はふるい落とされる。一方、挑戦しない教授のセミナーには、進取の気性の学生は参加しない。

大学の試験では情報が豊かな面接試験を主とすることをすすめたい。教授や准教授と学生は面接を通して、それぞれが学問を進展させる能力と熱意を確かめあう。

3.2.5. 討論会による試験

グループ討論会は、個人ベースの面接をグループに拡大したものである。グループの人数が増えれば、その2乗に比例して、相互関係が増え、情報量が豊かになる。

活発な討論を通して、そのテーマに対する各個人の知識だけでなく、新たな研究・開発への熱意がわかる。

相互の意見交換によって、相互に協調・協力する能力、すなわちコミュニケーション力がわかる。

実社会では、グループ活動がおおい。研究開発でも、共同研究や国際協力研究が益々重要になってきている。個々人の能力と共に、相互の協調と協力する能力が大切だ。

大学でのグループ討論の意味は、相互の受信と発信を通して、相互に学び、新たな発想を得ることにある。

グループ討論は、学生の能力を試験するという意味だけでない。学生の個々の能力と相互協調のコミュニケーションを啓発・育成する。

参加者全員が、自分で調べた事とそれをもとに考えた事を、自らの言葉で発表し、自由討論をする。結論はださない。参加者が相互に学べばそれで十分である。

開かれた討論会であることが重要で、ある学部のある学科に閉じる意味はない。隣接する学科の学生や教官が参加すれば、また新たな知見が得られ、別な視点からの発想が得られる。

グループ討論は、大学をこえて発展させることが有意義である。近隣大学のばあいには直接に参加が可能だ。国内の遠隔の大学生や海外の大学生は、Zoomを通して討論に参加できる。

グループ討論は、期末試験に限らない。日常の授業や研究にも活用でき、教育・研究の面で大変有効だ。

大学の講義とその期末試験という定型にこだわらず、グループ討論を行うことが有効だ。国内外の大学間でのグループ討論は、相互の教育や研究を活性化さる。

3.3. 入試から大学を解放

提言 3.3.

*民間試験を基礎学力の入試テストとして活用する。各大学は、独自の記述式の入試（出題と採点）を行わない。

*教授や准教授が入試から解放され、教育や研究に専念することで、受験生から選別される大学にする。

3.3.1. 「入試改革」の改革

20世紀後半から今日に至るまで、入試の問題点とその改革が盛んに検討されてきた。大学の存亡は、如何にいい学生をとるかにかかっているという。

1990年代の初めは、日本の18歳人口は210万人、高校卒は180万人程度あったが、2020年代になるとそれぞれ110万人と100万人、ほぼ半減だ。世界やアジアには優れた若者が沢山いるが、彼ら彼女らは日本の大学にあまり関心がない。したがって日本の若者の人口減で、おおくの日本の大学が定員割れの危機にある。

大学によっては、如何に定員を確保するかが喫緊の間

題。そこで学生を選ぶ入試が鍵を握るといふ。

入試方法の問題は、錯綜し多岐にわたる。入試改革の目的が明確でない。優れた学生を選別するためというが、大学の使命は「優れた学生に」教育することにある。

現に、入試で選別された秀才学生が、これといった学問を修得することなく卒業するばかりがすくなくない。大学が努力すべきことは、卒業までにどれだけ実力を向上させるかだ。

国内外の優れた学生が競って志望するような大学にするには、教授陣や教育内容の改革が有効である。

学長や教授はいふ。本学で学ぶために必要な学力と、本学で学びたいという意欲のある学生を選別する。しかしそのために必要な学力も意欲も具体的に明示しない。

大学で学ぶために必要な学力を見る入試の合格点は、応募者数やその成績によって大幅に変える。

実際は、必要な学力がなくても定員まで合格させる。AO入試でも、学問や社会貢献に意欲があるように模範作文することに意欲をもって努力した人が合格する。試験を受ける人の人数に関係なく、運転に必要な能力のある人だけが合格する運転免許試験と大違いだ。

知識だけでなく、学ぶ意欲や考える力や独創性がある学生を取りたいという。しかし意欲や考える力を、一律の入試で判定することはむずかしい。独創性は、独創性ある教授による大学教育の結果で、それを大学に入る前の入

試で試験するのは至難である。

各大学は、それぞれの大学や学部の特徴や独自色を強調する。しかし、理学部の物理学科のばあいでは、国民が望むのは、独自の物理教育より、まともな物理教育だ。

大学入試のために、毎年膨大な労力と費用が費やされている。入試担当教官は数十日、採点や監督のばあいでも5-7日におよぶ。

一方、受験校の高校生と教官のおおくは、いかなる入試改革(変更)にも順応するべく対策をたてる。

考える力を重視する問題には、その模範解答を精査し、その通りにすばやく書くための対策をたてる。問題は先送りされ、名ばかりの改革だけが進む。

大学の評価は、学生が在学中にどれだけ実力をつけたかによる。個々の大学は、どういう教育をするのか、その為にどういう学力が必要で、どういう入試をするのかを具体的に明示にすることが必要だ。

3.3.2. 大学入試の悲喜劇

矛盾のおおい大学入試には、悲喜劇が付きまとう。当事者にとっては悲劇のばあいがおおい。

特色ある大学にするために、特色ある人材を養成、その為特色ある学生を、特色ある入試で選別するという。

ある大学の理系学部はいう。「学問に興味と意欲を持ち、

理系に優れた若人よ、本学をめざせ。本学の「特色」はそういう「特色」ある若者を歓迎することである。

一見よさそうに見える。問題は、ほとんどの大学が同じことをいうことである。したがって全く特色がない。本気で各大学の独自色を出そうとしないか、そもそも独自色がない。絵の好きの学生を理系の部に取りたいとはいわない。数学を重視する文系の学部もあまりない。

才能を発揮している学生を選ぶことには熱心だが、未開花の才能を大学で育てることにはあまり熱意がない。

大学の理系の学部は高校3年時の理系の学力を強調、文系は文系の学力に重点を置く。いずれも多様性や異色の学生に目を向けない。その結果、均一の「特色ある」はずの学生が集まる。

大学の理学部で、「一芸に秀でている」を強調することがある。但し理系の一芸でないとだめという。美術の一芸も数学と音楽の二芸もあまり評価しない。

「勉強嫌いを好きにする」とか「意欲がない若者に意欲を持たせる」をうたう大学も、「数学嫌い歓迎」の理系学部もない。このような特色をだせば志望者が増えよう。

人間は本来異なっており、均一な「特色」を持たない。多様な人々を受け入れ、それらを育成することが肝要だ。

大学の学長は「本学の理念や精神」に憧れ、どうしても「本学で学びたい」という学生に来てほしいという。但し、それらはどの大学にも共通な理念や精神のばあいがおお

い。

各大学が独自と称する理念を強調する。しかし、創造力、学ぶ意欲、社会貢献といった言葉が並び、大同小異。

受験生が専ら関心を持つのは大学のありふれた理念より、合格圏の偏差値である。

大学にとっての重要事項は、志望者増と定員充足。こぞって留学生増に務める。それはそれでよいが、なかなか日本の学生が集まらなくて苦慮している。

物理が、費用対効果に似て非なる、勉強時間に対する点数の割が悪い、すなわちコスパが悪いと敬遠されれば、物理を入試から外す。入学者のレベルが下がると卒業時の実力も下がるが、それほど気にしない。

一方、大学を支えている国民のおおくは、特色がなくてもそれなりの学力を身につけてほしいと願う。

大学は名ばかりの特色ある入試改革劇を閉幕にして、国民と受験生の多様な声に耳を傾けることが大切だ。

3.3.3. 標準規格の共通試験の問題

個々の大学の入試問題には、不適正なものがすくなくないという。大学の負担も相当だ。そこで適正な選抜に供するためと称して、全国共通の試験が行われてきた。

進学適性検査。太平洋戦争後、大学で学ぶ知能と適性を調べるために導入された。短時間に迷路問題をいくつ解

けるかを試験した。まもなく国民と大学から不評をかい、1954年に廃止。

大学共通一次試験（1979-1989）。各大学の難問奇問を排し、良質な問題を提供することをめざした。実際は「問題」ある問題がすくなくない。おおくの大学では、共通試験は重視されず、したがって実際の選別にさいしては、有効に使われないばあいがすくなくなかった。

大学入試センター試験（1990-2020）。共通一次試験をもとにしているが、各大学の学部はセンター試験の科目を指定し、学生はその科目を受験する。しかし、画一的な知識偏重の試験である点は、共通一次試験と大同小異。

大学入試共通テスト（2021-）。知識だけでなく、思考力・判断力・表現力を重視する。しかし、重要なのは個性的な考えや、多様な思考法であって、一つの思考方だけが正しいとはかぎらない。

英語に民間試験を活用して英語の力を見ると決めたが、急遽取りやめた。別の試験方法も提案しない。大学関係者の英語の実力向上も喫緊の問題だ。

問題ある問題で、問題ある解答を全国一律に行う問題は、問題がおおい。大学が求めるのは、一律なテストへの順応力ではなく、批判力のある学生のはずである。

問題ある問題の3つの実例を以下に挙げる。いずれも物理の正しさより、従順な適応力が優先された。

光の波と音の波は全く異なる。しかし音の類推で考え

ると光原が動くばあいの光の波長は A になる。正しく考えたと B になり、近似的には A ないし C になる。正解は B だがそれは解答欄になく、 A が正答とされ、 C は誤りとされた。標準高校の教え方では A だからという。

実験データが示され、それから解ることとして物理量 A は 0.100 を正答とした。実験データからいえることは A は 0.1 までであると実験の精度を正しく評価した答は無視された。

ある確率で起こる放射線の実験データの試験で、一定の比率で起こるとして造られた実験のグラフ（実際にはありえない）が正答とされた。サイコロを 1024 回ふれば数字が奇数になるのは、 512 回とは限らないのが確率的に起こる事象の基本である。

共通の標準問題と標準解答は、自分で考えない標準規格の学生の大量生産につながりかねない。

大学教育の主旨は、個性と多様性の考えの尊重と育成だ。標準問題に標準解答や標準の考え方だけを正答とする共通テストは、抜本的に再検討を要する。

3.3.4. 大学独自の入試問題と民間試験

大学入試の主な目的は、大学の各学部や各科で学ぶために必要な基礎学力をテストすることにあるという。

理学部の物理学科のばあい、力学、波動、流体固体、電

磁気、原子分子、素粒子といった物理の基礎学力が必要だ。

物理の基礎学力は、どの大学の物理科にも共通している。大学によって独自の物理問題で選別する意味はない。

ある大学は、学生の選抜にあたり、特に考える力を重視したいという。しかし、どの大学も同じこという。学問に共通な「考える力」で各大学が独自問題で差別化や特殊化をはかる必要はない。

実際は、標準解答として、独自色が無い標準の考え方と解答を正答と定めている。ベテラン予備校講師は、正答を選ぶ問題では、自分でどれが正しいかを考えて選ばず、出題者がどれを正答とするかを考えて選ぶことをすすめる。

各大学が求める基礎学力や応用力は、どの大学にも共通する。全ての大学が毎年異なった独自の問題を出す理由も必要もない。

現実には、各大学は毎年、他大学やこれまでの問題と大同小異の自称「独自」問題にこだわり、甚大な苦労を重ねている。何十年も営々と同じことを続け、それが異常だと気がつかない。

民間の英語試験や予備校や塾の試験は、各界で有効に活用されていることは前の章で述べた。問題はよく練られている。各大学がそれらを入学者の選別に使うことは十分考えられる。

各大学が出題、採点、合否判定の各過程でミスが絶えない（註1）。そのおおくは、予備校の先生から指摘されて

気がつく。指摘されてもわからないこともある。

民間試験の活用や民間への外注で、大学教授は独自の入試に多大な時間を取られることなく、研究と教育に専念できる。その結果、大学の教育・研究の評価が高まり、受験生から選別され、志望者が増える。

大学が研究者や事務方の相当な経費（貴重な時間）をかけて行っている入試の独自問題は、各年異なっているかに見える。実際は、大学で考えた独自問題は、標準の高校の教科書に出てくる例題と基本的に同じで、内容も難易度も大差ない。

大学の独自色が期待されているのは、大学の独自色のある教育で、いかに特色ある学生に育てるかだ。大学独自の個性豊かな教授や准教授による学生の育成だ。

各大学が、毎年異なった独自の記述問題を出題する必然性はない。民間試験は、基礎学力のテストに活用できる。

註1. 最近ある大学の物理の実験に関する試験での採点ミス。問題は全く平易な教科書の例題のような問題。但し、正答 A は大学「独自」の解。教科書通りの解 B を誤りとした。永い間 B は誤りと主張し続けたが、ついに撤回して A と B を正解とした。いまだに、B を誤りとし A を正答と主張し続けた理由も、実験データも示さない。事の重大性を理解していないのに理解に苦しむ。

3.3.5. 大学入試からの開放

誰もが、現在の大学入試が「問題」がおおく、改革が必要だという。何度も改革が行われたが、一向に未解決だ。

入試の基本は変わっていない。即ち、個々の大学が、定められた高校の学習内容から大学独自（と称する）の記述式問題を出す。問題は毎年変り、毎年出題ミスと採点ミスが繰り返される。

入試問題は、定められた高校の学習内容に制限されており、問題も正解も定格の教科書の例題に準じている。独自色はあまりない。

大学の外の世界に目を向けると、大学入試は特殊社会の特別行事であることがわかる。民間の英語試験、放射線に関する試験、電気工事の試験、等々、年に何度も各所で「問題なく」行われている。近年は IT 活用で、試験の自動化が進んでいる。

大学だけが呪術にかかって抜け出せず、独自と称する問題にこだわり、これまで通りの入試を続けている。

国立大学で筆者は 30 年、出題者、採点者、責任者、として大学入試にかかわった。膨大な労力と時間を費やしたが、それに見合う意義があったとは思えない。

100 年河清をまつ入試改革だが、次は一つの試案だ。

1. 各大学は、大学がめざす学生の学力（卒業の条件）の

内容とレベルを明確にし、必要な基礎（学力、意志）のある人を選考する。入試は年に数回行う。年齢、学歴、国籍などは問わない。

2. 大学で学ぶにあたっての「基礎」が十分あるかを見る基礎問題の出題と採点は実績ある民間 AI が行う。大学は独自に毎年「新規(奇)」な問題は課さない。大学の意向に合致した均一な能力や成績の学生層の選別より、個性と多様性を尊重する。

3. 基礎問題は、各科目とも教科書の例題に準じた 3 千題の標準問題（公開）から出題。暗記しても良い。運転免許試験方式だ。交通標識を丸暗記してきても、安全に運転出来ればよい。受験生はパソコンを開き、問題をウェブでみてその場で回答。直ぐ合否が解る。年に何回も自宅で受験。

4. ある大学が、数学の図形の難問を重点に出題したければ、大学向きの図形の難問を AI に選んでもらう。

5. 学究意欲、独創性、協調性、特殊才能、等々については、大学の学部の独自色を出して教授や准教授が面接してきめる。但し、標準問題の総点と面接点の比率は公表。

6. 大学は、教授や准教授の実績や教育内容を公表。学生はその情報をもとに、大学と学部を AI に相談して選ぶ。

大学の使命は、優れた受験生の選別ではなく、優れた学生に育てることである。教官を入試業務から解放し、教育・研究に専念させれば、優れた学生や研究が育ち、受験生から選別され、必要とされる大学になる。

4. 大学教授と大学生の再生

4.1. 大学教授の危機

提言 4.1

*教育や学問に熱意を持ち、挑戦する能力のある教授や准教授を国内外から招聘し、教育と研究の新展開を計る。

*研究を重点にする大学等では、学生は最前線で研究に挑む教授や准教授から、研究の最前線を開拓する意義を学び、自ら新しい道を拓く能力を身につける。

4.1.1. 教育か研究かの無意味な議論

研究を重点にする大学等の教授のおおくは、大学は研究が第一と考える。したがって大学院重点化の大学のおおくは、研究に重点を置いている。

一般に入試偏差値の高い大学の教授は、研究を強調する傾向がある。ここで偏差値は、受験生の大学入試偏差値で、その大学の教授や学生のレベルを意味しない。

このような大学の教授や准教授のおおくは、科学研究費などの研究予算を獲得することに熱心になる。

ある程度の予算を獲得したばあい、それを使って直ちに自分で研究を実行するか、研究室員に研究を促す。努力

して大型予算獲得に成功したばあい、研究をスタートする前にしばし達成感を味わうこともあるという。

研究予算が獲得できないか、あるいは獲得した予算が不十分なばあいは、更に予算獲得の努力をする。

一方、学生にとって、大学は主として学ぶところである。学生の親は子供のために高い授業料を払い、十分な教育を期待する。大学を支えている納税者のおおくは、大学生は専門知識なり技術を身につけ、卒業後は社会や学問の発展に尽くしてほしいと思う。

大学では、研究と教育とどちらを優先するかという議論が起こる。大学によって、研究重視の大学と、教育重視の大学とに分けようという事が議論になる。それぞれの達成度によって、大学や教授の評価を変える（註1）。

実は、大学に於ける研究と教育は、対立するものでも、相反するものでもない。元々、研究と教育は一体のものだ。

いろいろなタイプの教授や准教授がいる。研究第一といって教育を疎かにする、諸委員会に多忙のあまり研究にも教育にも関心がない、育児や委員会の合間に研究や教育に励む、教育も研究もするが育児はしない、全てに無関心、等々、さまざまだ。

研究を重点にする大学等では、学生は、最先端の研究に努める教授や准教授から、研究の最前線とそれを拓く意義を学ぶ。

註1. 文科省は国立大学改革として、三つの枠組を設定した。地域のニーズに応ずる教育研究（地域）、特色分野の教育研究（特色）、世界のトップ大学と伍した卓越した教育研究（世界）の三枠組である。勿論、三枠組みの内容の実態は、混然としている。

4.1.2. 教授に迫るさまざまな危機

大学教授の地位は聖域で、大学の危機は教授におよばないと考えられている傾向がある。

大学の象牙の塔は、自治の美名のもとに高い城壁で守られていると思われている。そこで最高の研究と教育にたずさわる教授は、尊敬の対象だ。実は教授に危機が迫っている。おおくの教授がその危機を認識せずに、毎日を平穩に過ごしていることが、危機を深刻なものにしている。

一旦教授になると、研究や教育に興味を失っても教授を続けることがある。研究を主とする大学では、常時、最先端で研究する教授もいれば、研究力や興味が低下して定年の十年前に研究をやめる教授もいるという。

教授が何時までも研究や教育に興味や意欲を持ち続けるとは限らない。研究の最前線は常に変動し且つ進展し、何年かすると大変革が起こる。教授によっては、それについていけなくなることがある。そうになると、研究に重点を置く大学では、学問の最先端の教育はむつかしくなる。

大学の各学部には、いくつか学科がある。学科はさらに専門分野によって分けられ、研究室ないし研究グループに細分化されている。一人の教授はその専門分野の研究室を主宰する。教授は、研究室の研究、教育、予算、人事などの一切を取り仕切る。実際にはこれらの全てをこなせる万能教授は稀である。

大学の学部や学科の行政面の仕事も多々あり、あるいは家庭での育児が加わり、多忙な毎日を送っている教授や准教授がおおい。

時間を見つけては、研究と教育に励む教授もいる。一方で、教育や育児がたいへんで研究が無理になる教授もすくなくない。

有力大学（入試偏差値に高い）の教授は、その専門分野を代表する有識者であると想定され、種々の委員会の委員を務めることがおおい。

委員会には、教授の本務（研究・教育）を忘れさせる魔力がある。委員会活動に熱心な「委員会教授」が生まれ、委員会に精を出し、研究と教育の現場から遠ざかる。

研究に重点を置く大学等では、研究をしない教授の危機は、学生にも大きな影を落とす。自主的に自分の道を拓く有能な学生はよい。そうでない学生は、研究から取り残されるか、大学から去っていく。

研究を重点にする大学等では、教授の研究の危機を認識することが大切である。委員会や育児の負担を軽減し、

教授は日々の教育や研究に熱中できることが肝要だ。

4.1.3. 熱血教授の研究指導の問題

大学の専門教育の集大成として、大学の 4 年での卒業研究がある。おおくの大学では、学生が卒業研究の指導を受ける教授を志望し、その教授のもとで卒業研究を行う。

大学で教授が研究室を主宰するばあい、学生はその教授の研究室に配属されることがおおい。教授が多忙なばあいは、研究室の准教授や他の研究員が指導する。

自立した学生は、自分で研究の発展の方向を考え、教授の日常の研究活動を見て、指導教授（研究室）を選ぶ。

教授としては、おおくの学生から指導教授に志望されることを望み、志望者 0 になるのを避けたい。そこで、講義で自分の現在の研究の重要性を説いたり、研究室が和気あいあいの仲良しクラブであることをアピールしたりすることがある。

教授が卒業研究の指導をする際、教授は学生に教授や研究室の既定の研究への協力を要請するばあいがある。

研究の好きな学生は、自分独自のアイディアで研究したい。既定のテーマを既定の方法で研究するように求められるほど、学生はその研究に興味を失う。

教授が卒業研究の個別指導するばあいに、学生の自主性や独創性を尊重し、それを育てることが大切だ。

往々にして教授が自分の研究にも学生の研究指導にも熱心でないことがある。理由は、研究や指導に割く時間がないとか、それらに興味がないなど、さまざまである。

理由はともあれ、研究指導をしない教授のもとで学生は放置される。このばあい、ある学生は無為に過ごす、それでも卒業研究の単位は取得する。ある学生は教授から独立し、自分で考え、周りの研究者と討論しながら卒業研究を進め、自立した研究者に育つ。

海外の大学では、出身大学とは別の地域の大学にある大学院を選ぶのが通例である。アメリカの東部から西部に、西部から南部に変わる。アジアのおおくの大学出身者がアメリカの大学院をめざす。新たな環境で学ぶことによって、新たな研究法や考え方が身につく。

一方、わが国のばあい、卒業した大学と同じ大学の大学院に進学するばあいが非常におおい。いわゆる有力大学のばあい、学部と同じ大学の大学院にそのまま進む傾向がある。

大抵は卒業研究に選んだ教授と同じ研究室で、大学院の研究を続ける。大学院の修士（前期）課程から博士（後期）課程に進学するばあいも、ほとんどの学生は同じ研究室に留まる。学生にとっても教授にとっても、あらたなインプットがなく、メリットがすくない。

教授の研究指導の目的は、自分の当面の研究路線の協力者や継承者をつくることではない。既定の研究路線を

外れて、あらたに自分の路を拓く人材の育成である。

4.1.4. 自由放任して専心させる

本来、人間は未知のものに好奇心を持ち、それを知ろうとする。自分でいろいろ調べたりして新たな知識を得る。自分ができないことに興味を持ち、できるようになりたいと思う。だから試行錯誤しながら練習にはげむ。

大学の教育も、本人の興味、意欲、実行がもとになる。本人が興味を持ち、自ら行動することが大切だ。

教育の役割は、自然の成長を速める事でも、ある方向に矯正することでもない。本人の意志を尊重し、自発的成長を見守ることが大切だ。

教育の基本は、自由放任にあるといっても良い。あることを強制せず、自由にまかせる。あることに専念するのを妨げない。専念するときに、最も効果的に学ぶ時だからである。好奇をもって、興味あることに専心することが、新しい発見につながる。

筆者の少年期は太平洋戦争の時期と重なる。父は軍医として戦地に赴き、一家は母の里の田舎に疎開した。

近所の叔母の材木屋に毎日通っては、板の端材や木片をもらい、明けても暮れても自分で考えては物を造る工作に熱中した。ある日、家を建てている現場を見つけ、家が建つ仕組みに興味を持ち、何日も通い続けた。

少年時代の工作や建築現場の経験は、大学を出て実験研究者になって、大いに役に立った。自分のアイデアで実験装置を設計し、最高性能の観測に成功した。

幼少の頃に熱中した物造りによって、物の心がわかり、自分で考えて物を造ることの楽しさを覚えた。

近年、医学部学生の医学への興味や熱意が問題になっている。医学に興味がなく入試偏差値の高い学生が医学部におおいという。医学部の教授は、医学の研究にも医療にも熱中しない超入試秀才ばかりで困惑しているという。

自らの興味にもとづいて学問や研究に熱中することが大切だ。学生があることに好奇心をもって専念するのを放任することで学生が育つ。

4.1.5. 新たな展開に挑戦する教授を選ぶ

わが国の大学は、大学自治の原則のもと、教授会が運営にあたり、大学の研究は、研究室を主宰する教授を中心に動いているばあいがおおい。大学の再生には教授の再生が必要だ。但し、それを実行するもしないも教授次第である。これが大学再生の大きな問題点である。

大学の将来のためには、将来性ある教授の選考が最重要であるが、事情により必ずしもそうならないことがすくなくない。いくつかの具体例を挙げる。

ある研究分野の最先端で活躍している研究者を大学外

から教授に招聘したい。しかしその学科の教授ポストに空席がないばあい、招聘できないか敢えてしない。

ある研究分野の教授が定年退官し空席ポストができる。その教授と同じ研究分野の准教授を後継の教授にする。新しい発展より、これまでの分野の継続を優先する。

新分野の最先端で活躍する A 大学の研究者が、B 大学の教授陣の研究分野や研究スタイルとかなり異なる場合、混乱するのを避けるため、A 大学の研究者を敬遠する。切磋琢磨の学問より B 大学内の和を重んじる。

安全安心を優先し、無難な研究者を教授に選考する。理由は当学科の風土に合うとか適当につける。

公募制による教授選考がよく行われている。但し、公募は形式で、実際は内々で決まっている。

准教授選考でも同じようなことが行われる。特に研究室を代表する教授は、自分と同じか近い分野の研究者を准教授に推薦することがおおい。異色教授や異端准教授による研究・教育の変革より、協調性ある教授・准教授を選考して、これまでの継続を大事にする。

わが国の大学教授のおおくは、同じ大学の教授に定年までとどまる。定年は新陳代謝を促し停滞を避けるというが、実際は定年まで停滞が続くことになりかねない。

大学のこれからの研究や教育の新展開より、それ以外のさまざまなことを重要視して配慮する。研究の新展開を最優先する欧米の大学では、あまり聞かないことだ。

教授の選考に際して大事なことは、これから発展しようとしている重要な学問分野を見極め、その分野の最先端の将来性ある研究者を招聘することにある。勿論、国内に限る必要はない。

現存の教授陣や研究分野に囚われず、新分野に挑戦する教授を国内外から招聘することが、大学改革の要だ。

4.2. 学生は教授から学問の志を学ぶ

提言 4.2.

*学生は、教授や准教授の日常の教育・研究活動を視て、学問の志と考え方を学び、独創的な発想を身につける。

*大学では、さまざまな教授や准教授の諸活動に接し、視野の広い豊かな発想力を身につける。

4.2.1. 学問への真摯さと謙虚さを学ぶ

大学で教授や准教授から直に学ぶべきことは、ネットでは得られず、その教授や准教授からだけ学ぶことができるもの、すなわち教授固有の「学問の志」である。それは教授の日頃の活動にあらわれている。

学問の志は、大学を出てからの知的活動の基本になる。高い志がないと、事に当たって適正な判断ができず、付和雷同をしたり、自己中心になりかねない。

学生は、学問の志のある教授や准教授の日常から、学問に対する志を学ぶことが大事だ。そうでないばあいは、反面教師にする。

学問の志には、学問に対する謙虚さ、学問への敬意、学問や教育への熱意、教育や研究の上での協調性、等々がある。これ等は学問を高めるうえで基本となる志だ。

学問の深さと広さを理解している教授や准教授は、常に謙虚である。自分の学識の至らなさを自覚し、一層研鑽に励む。学生の質問に耳を傾け、学問に真摯に向き合う。

研究を進めることの困難さを熟知している教授や准教授は、新しく拓かれた学問に敬意を持ち、最先端で活躍する研究者を尊敬する。

学問や研究を進める要因の一つは、真理の探究心、未知の世界への好奇心、新たな発見への熱意だ。こういった学問に対する志が学問を前進させる。

学問への熱意は、自分の講義で学生に新しいことを伝えたいという熱意につながる。学問と教育が表裏一体である所以である。

学問を前進させるのは、おおくの研究者の協力によるばあいがおい。一つの大きな目標に向けてのフェアな競争と協調は、研究の進展に必須だ。

学生は、学問の志の高い教授や准教授から、日常の講義、セミナー、卒業研究などを通して、学問の志を学ぶ。

筆者は国内外のおおくの優れた教授に巡り合い、講義

を聴き、議論をし、研究を共にし、学問の志を学んだ。その中には 10 余人のノーベル物理学賞者を含まれている。何人かは本書でふれている。

理論物理学者の湯川教授は、研究の「志」を詠んで「雪近き 比叡さゆる日々 寂寥の きわみにありてわが道尽きず」と書にしたためている。

学問の志には、学問への謙虚さ、敬意、興味、フェアな競争、協調、等がある。学生は、学問の志ある教授や准教授の日常の教育や研究の活動を通して、学問の志を学ぶ。

4.2.2. 学問の基本的な考え方を学ぶ

研究を重点とする大学等では、最先端の研究をしている教授は、学問の基本と成立ちを理解し、その発展に励んでいる。学問の基本の考え方とその成り立ちと発展の方向を、自らの言葉で学生に説くのが講義である。

物理学は、幾世紀にわたって研究され、今日の現代物理学が築かれてきた。学生は、物理学の教授や准教授から、物理学の基本の考え方を学び、物理学の成り立ち、現在の研究の状況、将来の展望を理解することが大切である。

物理学の基本は、基本の粒子の「物」と基本の力の「理」を統合して、「物理」を究めることである。

ギリシャではレウキッポスとデモクリトスが物質の究極はアトモス（ア：できない、トモス：分割）から成ると

いう原子（アトム）論を提唱した。現在、基本の粒子として、分子、原子、原子核、クォークとレプトンがある。

一方、基本の力としては、重力、電気の力、強い（原子核）力、弱い（放射線を出す）力がある。基本の粒子と基本の力については、1.1.3 節でふれた。

素粒子物理学では、物質の究極の粒子と力について、実験と理論の物理学者が、日夜研究に情熱を傾けている。

物理学の教授や准教授は、物理学に対する深い理解と洞察をもとに、「物理学の基本の考え方」を講義する。

物理学について述べたことは、物理学以外のどの学問にもあてはまる。古今東西、おおくの研究者によって研究された結果としての現在の学問がある。

学問の成り立ちと発展には、その学問の基本の考え方が貫かれている。それを直接が学生に伝えるのが、教授や准教授の講義だ。

学生は、大学で在学中に、学問の基本の考え方を身につけ、卒業後は、基本をもとに学問を発展させる。

研究を主とする大学等では、大学の一流の指導者は、一流のプロ研究者を育てる。大学で学問の基本を身につけた学生は、学問の世界で発展に貢献する。

一流のバイオリン指導者の名門スクールから、一流のバイオリニストが育ち、世界で活躍するのと同じだ。

研究に重点を置く大学等では、学生は、教育や研究の最前線で活躍する教授や准教授から、その学問の基本の考

え方を学ぶ。卒業後はそれらをもとに、各分野で活躍する。

4.2.3. 専門をこえて学問を楽しむ

優れた研究や発見は、一専門をはずれて周辺から生まれることがおおい。横道にそれて見るのが大切である。一筋の道をひたすら行くだけでは、道草して新しい道を発見する事もない。かすかに露呈している金鉱も見逃してしまう。

専門分野と異なる分野への興味、新しい発想法、専門にこだわらず学問を楽しむ心、自由に考えるゆとり、これらが創造的活動の源泉となる。

何事も専門の道一筋のほうが効率が良いという考えがある。しかし創造的研究は、効率とは別の世界から生まれ、専門外の発想が実を結ぶことがおおい。

一つの専門分野に留まっていると、考えも固定化し、周りは同じ専門家ばかりで、発想の転換がしがたい。

専門の異なる研究者との交流し、異分野の知識や発想法を取り入れることによって、新たな展開ができる。

異分野のテーマを研究することによって、視野が広がり、それだけ発想が豊かになる。こうして新しいアイデアが生まれ、研究を進む。

朝永教授から「5年で専門分野を変える」すすめを聴いたのは筆者が東大在学中である。それ以来、研究

の主テーマや方法を、興味の赴くままに変えるようにしている。ほとんどの新研究はこうして生まれた。

朝永教授は素粒子物理学者で、量子電磁気学の基礎研究でノーベル物理学賞を授与された。その他に、マグネトロンや立体回路など、広く電気や磁気の分野でも活躍されている。

1994年にアメリカの数学者であるJ. ナシュにノーベル経済学賞が授与された。研究対象は、非協力ゲームの分析。ゲーム理論という新たなテーマに挑戦し、数学的方法で、人間の経済活動を明らかにした。

20世紀の初め、マリー キュリーが1903年に放射能の発見でノーベル物理学賞、1911年に放射性元素の発見でノーベル化学賞を授与した。

放射能によって、強力な光・電子・粒子線をだす原子核の物理の世界が、そして放射性元素によって、変換する元素の化学の世界が拓かれた。物理と化学の学際研究の偉業だ。

研究を重点にする大学等では、各教授や准教授が各専門分野で活躍している。学生は、これらの研究に接し、視野を広げ、それぞれの研究を理解する。

4.2.4. 独創的な研究を見て独創性を学ぶ

研究に重点を置く大学等では、独創性ある人材の育

成や独創的研究が大切であることは、おおくの識者が強調する。問題は、どうしたら独創性を学び、独創力を身につけるかだ。

教授や准教授から独創的な事を講義で教わるのはむずかしい。独創的な事は、他の誰も考えたことのない。自分で考えるしかない。

素粒子の研究分野に未解決の問題がある。素粒子本来の思考方法で解決できない。そこで隣接の物性物理の考えを取り入れて解決する。学際領域の研究だ。素粒子物理の分光法では未解決の問題に対し、化学分析法を導入して至宝を発見する。発想の転換である。

隣接の分野の分析法に興味を持ち、そこでの思考方法や分析法を導入する。専門分野での地道な努力と合わせて、常に新たな発想を試みることが大切だ。

理論物理学者の藤田教授が書いてくれた書に「道不弧」（道は弧ならず）がある。これまでの既成の一つの道だけでなく、必ず新しい道があるという意だ。

筆者は、国内外のおおくの大学や研究所で、共同研究や討論を通して「独創性」を学んだ。一方、国内外の大学と大学院で 65 年にわたり研究・教育に従事しているが、「独創性」について講義で述べたことはない。それは日頃の研究で示すものだからである。

独創性は、十分な基礎の上に、既存の枠を超えて新たな発想を取り入れて実を結ぶ。その積み重ねが、多

角的な「基礎力」となり、次の独創的な研究を生む。

研究を主とする大学等の学生は、教授や准教が、いかに新しい発想と手法で新しい道に挑んでいるかを見て、独創的な研究への取り組み方を学ぶ。

4.2.5. 教授の生き方を学ぶ

大学は種々のタイプの教授や准教授の多彩な日常活動を通して、その生き方を学ぶことができる。

研究のばあい、定年後も最先端の研究を続ける教授がいる。一方で、教授に就任早々、その達成感を満喫し、研究を引退して定年まで過ごすに教授もいる。

講義にしても、専門分野の最先端や自分の最近の研究等を話す教授、毎年定説を羅列するだけの教授、研究はしないで 何時も学生に訓示しては教授役を演ずる教授、日夜地味な研究に打ち込む教授、等々、さまざまだ。

東大入学以来、国内と海外でたくさんの教授に巡り合い、生き方についておおくを学んだ。コペンハーゲン大学時代に研究の議論をした 2 人の教授について述べる。本書のはしがきでも簡単にふれた。

ボア教授とモッテルソン教授は共に原子核の振動・回転運動についての研究のパイオニアである。コペンハーゲン大学の N. ボア研究所で、半世紀に亘り原子核の解明に尽力し、その学問を大きく進展させた。ボア教授は初対

面の筆者にいきなり、「ヒロ（筆者の名），ワシントン大学で行った実験研究の論文は大変興味ある。その後どう発展しているか」と聴いてきた。それから真剣な検討が進められた。

ボア教授の講義には、大学院生だけでなく、研究者も多数聴講した。そこでボア教授は筆者の研究を詳しく紹介、後の著書でも取り上げ、高く評価してくれた。

N.ボア研究所での研究が進み、その結果をもってモッテルソン教授を訪ねた。筆者のデータを見るなり身を乗り出して「実に興味ある結果だ」と云ってその重要性を話してくれた。

しばらくたったある日曜日、実験結果の解析について、モッテルソン教授と再び議論することになった。場所は教授の屋根裏部屋の書斎。長時間活発な議論が続いた。

それから5年した冬、カリフォルニア大学の客員教授として、研究と大学院教育に従事していた時、2人のノーベル賞受賞のニュースが流れた。筆者のお祝の手紙に丁寧なお礼の返事が来た。

2人の教授とは、デンマーク滞在中も帰国してからも、家族ぐるみで付き合った。二人の妻さは、いつも自然体で研究を愉しみ、新しい研究に耳を傾け、目を輝かすことだ。

大学には、さまざまな教授が違和感なく共存している。そこで多種多様な教授の生き方を学ぶことが有意義だ。

4.3 大学で何を学ぶか

提言 4.3.

*大学では、豊かな教養、外国の言語と文化、専門の基礎学力を身につけ、創造的な活動を行う力を育む。

*海外の大学での勤務や留学によって、学問の視野を広め、その国の考え方や文化を学び、世界の文化の向上に努める。

4.3.1. 豊かな教養が専門を育てる

豊かな教養は、広範な知的な創造活動を可能にする。大学では、文化と文明のこれまでの発展と現状を学び、その基礎となる豊かな教養を身につけることが大切である。

わが国の高校教育は、大学入学試験に特化した偏差値至上主義によって、大きく歪められている。

受験科目のばあいでも、受験用の知識だけを取得するのが精いっぱい、内容を自分なりに考えたり吟味することがない。受験科目でなければほとんど学ばない。

易しい問題を選び、自分では考えずに出題者が求める答えを素早く書く。このような大学受験技術では、本当の学力は身につかない。

高校で学ぶ諸科目の学力を確かなものにし、さらに大

学で、それらを深く広く学び、豊かな教養を身につけることが肝要だ。

大学で学ぶ教養の諸科目は、一般教育の科目に相当し、文化・文明の基本を学ことをめざす。欧米の大学では、リベラル アーツとして重要視されている。

教養として学ぶ科目には、論理的理解を対象とした数学、自然現象の認識を対象とした自然科学、人間と社会を扱う社会・人文科学、言語を主とする文学・語学、それに美の創造に関係した芸術、等々がある。いずれも文化と文明の基礎である。

教養の諸科目は、各々が独立したものではなく、相互に関係し重なり合って、総合して広く深い教養になる。

数学は、自然科学、社会・人文科学の論理的な理解の要で、理系だけのものではない。哲学や思想は考える基礎となる。また、日本語や外国語は、文系と理系の全てのコミュニケーションや論文発表の要だ。

自然科学の物理、化学、生物等があるが、もともと自然は一体であり、新しい研究はそれらの統合から生まれることがおおい。

大学の学部は、理系と文系に分かれ、高校でも理系と文系に分けられて受験対策をする。理と文は本来相互に交差している。それを敢えて分けるのは適当ではない。

独創的な物理研究は、右脳の美的感性と左脳の論理性的の統合から生まれることがおおい。教養として身につけ

た実力は、専門科目を学ぶ上での基礎（基盤）となるもので、基礎の大切なことは、1.2.3 節で述べた。

大学では教養の諸科目を総合的に学び、文化と文明の基礎を学ぶことが重要だ。こうして身につけた広く深い教養が、将来の知的な活動を豊かにし、創造活動を生む。

4.3.2 問題のおおい外国語教育

大学では、二か国の外国語を学ぶことがおおい。外国語を学ぶことが大切なことはいうまでもない。

問題は何を学ぶかである。その国の言葉や文学は、その国の社会、歴史、考え方といった文化を内在している。

外国語で重要なことは、当面の役に立つ「読む」「書く」「聞く」「話す」だけではなく、語学を通して、その国の「文化」を学ぶことだ。

わが国の高校の英語教育はレベルが高く、日常の英語は高校英語でたりる。少々早くから発音とヒアリングの訓練をすればいう事はない。海外での日常生活も十分でき、ある程度の仕事をこなせる。さらに大学で実用英語を学ぶ必要はない。科学、技術、貿易、等々で使う英語は、高校までの英語の基礎があれば、直ぐに上達する。

日本人は英語力がないので国際会議で寡黙であるという。また、英語のハンディがあるので、国際誌に発表する論文がすくなくともいう。英語のせいにして、大学では役に

立つ英語をもっと教えるべきだという。

実情は、会議で議論する内容がない、討論をする実力がない、論文に書くことがない、等々だ。英語力ではない。

海外での科学のコミュニケーションに必要なものは、相互に理解し認め合う科学の理解と共に、自国（日本）と相手の国の言語、文学、歴史などの文化にたいする教養と敬意だ。

英語圏以外にも、いくつもの言語系があり文化圏がある。外国語を通してそれぞれの文化を学び、教養が深まれば、それだけ各国との相互理解が進む。

大学の「スペイン語」とか「ベトナム語」という語学の科目の名前でなく「ラテン系文化」とか「東南アジア文化」とかに変えることが考えられよう。広く文化を学ぶという意味である。

ある国や文化圏の「文化」を教える教授は、すくなくともその国で職を得て数年の学究経験があることが望ましい。海外の大学勤務によって、実地にその国の文化の素養を身につけることができるからだ。

世界の各文化圏について、その言語を含む文化への深い造詣と理解が、世界の学問や研究の相互理解を促し、広い視野での文化や文明の発展の基礎となり、さらには平和の礎となる。

大学の外国語の講義では、その言語文化圏の国々の文学、思想、言語という文化の基礎を学ぶことが大切だ。国

際的な広い教養と深い造詣が、大学を出てからの国際レベルでの活動を可能にする。

4.3.3. セミナーとコロキウムで討論

大学の環境がネット環境と異なるのは、多数の教授や准教授という教官層と、その一桁おおい学生とじかに交流できることである。国内外の各大学と人々を含めれば、交流する教授、准教授、研究者、学生の数は倍増する。卒業時までには数百人におよぶ。

大学ではおおくの人々が学門の意欲に燃えている（と想定されている）。そのような人々との相互の交流から生まれる知価は計り知れない。

大学にだけ可能で、IT ネット講義（授業）がおよばないことは、教授や准教と学生が一体になって対面で討論することだ。

研究に重点をおく大学での討論では、種々の分野の学問と研究の活発な討論を通して、教授や准教授と学生が学問や研究の感動を共有することができる。

大学の授業・講義の一つとして行われるセミナーは、討論形式の講義の一つだ。ある教授や准教授を中心に、英語の原書（翻訳されてないの書）を読む会もセミナーの一つである。そこで学生は学問の基本と考え方を学ぶ。

多様な教授や准教授や学生が自由に活動する大学では、

講義という型にはまらない活動が可能だ。

学生同士で、あるテーマの本を中心に学び、わからないことは一緒に考えるセミナーがある。大学の履修単位にならないが、一緒に学ぶ楽しさを共有できる。

東大の理科 1 類に筆者が入学したときに、位相代数のセミナーを立ち上げ、自然哲学を学ぶ会に参加した。それぞれ 4-5 人だが、いろいろな個性の人と議論を愉しんだ。

国際基督教大学に在職した時は、学生に求められ、素粒子のセミナーを企画した。これも大学の履修単位とならないが、討論を通して相互に学び、楽しい時を過ごした。

大学や研究所で行われているコロキウムは、談話会ともいわれ、教授や研究者が最近の研究の話題を紹介し、教官・学生が積極的に意見を述べて討論する場だ。

理学部のコロキウムの主旨は、数学、物理、化学、生命といった各専門分野の研究者や学生が集まり、幅広い討論を愉しむことにある。

大学で、同好の学生仲間と教官が集まり自由な交流をする。セミナーやコロキウムで種々の分野の人と討論をする。これらの自由な交流と活発な討論で、学生と教授や准教授の創造活動が活性化する。

4.3.4. 専門の基礎を身につける

大学の専門科目は、主に専門課程の 3-4 年次に学ぶ。

専門科目の意義が問われている。何を学ぶべきか。

専門は益々細分化され、一つの専門だけを究めると、それ以外のことがわからなくなり、いわゆる専門バカになりかねない。

日進月歩の現代にあって、大学で学んだ専門の知識や技術も、10年もすれば通用しなくなることがおおい。

大学での教育を当てにせず、会社に入ってから現場で実践力を仕込むという企業がおおい。

大学の専門課程で学び、身につける学力は、専門の基礎となる「基礎学力」である。種々の専門の基礎であり基盤となる学力だ。この基礎の上に専門の学力が築かれる。

専門のもとの基礎の根がしっかりしていれば、専門の樹が大きく育つ。分かれた枝が枯れても、新しい枝が育つ。

専門の基礎が確立していないと、専門の樹はぐらぐらして、その時々風のままたまに右にゆれ左に傾いて、やがて倒れてしまう。

基幹エネルギーである原子力は、物理、化学、生命、工業、医学、農業、等あらゆる分野で活用されている。その基礎である量子力学と核物理の学力なしに、原子力エネルギーを論ずることも活用することもむづかしい。

地球温暖化の主要因は、炭素を主とした化石燃料（石油、石炭、天然ガス等）の過剰使用による二酸化炭素などの温暖化ガスだ。クリーンエネルギーである、太陽核エネルギー（太陽光・風水力）と地球内核エネルギー（原子力）へ

のシフトによる脱炭素化がポイントだ。わが国は 3.11 以降から炭素化に大幅にシフト。地球で生きるためには、大学での脱炭素のエネルギー教育が基本になる。

最近の IT/AI の進歩は目覚ましい。年々刷新されている。その基礎となる情報数学や量子物理の基礎学力が確立していないと、数年で取り残される。

国内の経済はめまぐるしく動いている。ある情報によって株価も為替レートも瞬時に乱高下。経済や金融の基礎学力がないと時流に振り回される。

デリバティブ（金融派生商品）の基礎は、微分積分と確率統計の数学。リーマンショックは、大学で学ぶ基礎的な数学を疎かにした金融工学の専門家のミスリードによる。

昨今の集中豪雨による水害に、土木専門家は、個々の堤防補強を強調している。しかし、水害の主要因は温暖化ガスによる海水温上昇と森林疲弊である。

一方で物理学や電子工学といった基礎学力のもとに開花した専門分野は多岐にわたる。素粒子物理、宇宙科学、半導体、ドローン、IT/AI、等々である。

世界のおおくの先端科学技術は、理工学の十分な基礎の上に、それぞれの専門力をフルに発揮して構築された。企業は確固とした基礎に基づいて柔軟に専門力を発揮する人材を求めている。

大学では、専門の根幹になる「基礎学力」を身につけ、その上に柔軟に発展・進化する専門力を育むことが肝要

だ。表層の専門知識だけでは、新発展はできない。

4.3.5. 広く文化と文明を学ぶ

大学の教育・研究は、文化と文明の発展に応じて、時代と共に刷新することが必要である。教養・基礎（基盤）科目、外国語、専門科目という枠組もそこで学ぶ内容も、時代の進歩に応じて刷新が肝要である。

グローバルな視点で、世界の文化と文明を学ぶことが大切だ。それには、海外の大学との交流が有意義である。

わが国の大学に、海外から異色異才の教授や学生を積極的に迎える。わが国の大学からも、海外の大学に数年間勤務するなり留学する。積極的な海外交流が相互の理解を深める。

わが国の大学と海外の大学の間で、教官や学生の人的交流が年々と減少している。大変憂慮すべき事である。

米国の大学への留学生は、2013-14年のばあい、日本が2万人弱に対し、インド10万人、中国27万人、韓国7万人、台湾2万強。これらのアジア諸国に比べ、日本は最低である。人口100万人当たりの米国への留学生数は、日本は韓国や台湾などの近隣国より1桁少ない。

近年の増減で見ると、1996年に対し、日本は40%に減少、一方、中国は7倍、インド3倍、韓国2倍と大きく伸ばしている。

日本からの米国大学への留学生数は、1980年代後半に急増し1995年当時まではアジアで1位を保った。しかし2015年には9位、ここ20年で急降下した。最近のわが国の大学生の閉鎖性は異常である。東京1極集中というが、そこが終点で留まっている。

筆者は、若い時から東大を離れて欧米の大学での勤務（研究と大学院指導）。海外の諸大学での実体験が、海外の研究仲間の協力を得て、広く世界の視点で現在の研究活動を支えている。

人類は、異文化、自然環境、IT/AIと相互に共存するために、今まさに重大な局面を迎えている。大学の研究と教育が国内に閉じこもっている世界から取り残される。

教官は海外の大学に数年勤務し、学生は海外留学をし、海外で実生活を体験することをすすめたい。海外での実体験は、その国の文化の理解を深め、世界の文化・文明を向上させる基礎となる。

5. 大学院と研究の再生

5.1 基礎研究力を身につける

提言 5.1

*研究を重点とする大学院では、研究訓練を通して、専門分野のプロとしての研究力を身につけ、才能を伸ばす。

*それらの大学院等では、研究者精神を涵養し、個性ある研究と協力研究を学ぶ。大学院課程修了後は、国内外の大学や民間で広く活躍する。

5.1.1 大学院と基礎研究の危機

研究を主とする大学等の大学院は、基礎研究と研究者育成という大切な役割を担っている。その大学院が崩壊の危機にある。

大学院での研究訓練が不十分、大学院生の研究力が不足、大学院生の量も質も不十分、等々。大学院が十分に機能していない。

博士のほとんど（2012年の統計では85%）が大学院出の課程博士である。大学院の危機は、博士研究者育成の危機である。

研究の中で、基礎研究は大学院に大きく依存している。

大学院の危機は、基礎研究の危機だ。

わが国は 1990 年代の初めに大学院の拡充政策を進め、大学院生数は 6 万人程度から 20 万人程度に急増した。しかし、特に博士課程の志望者がすくなく、大学院の内実は空疎化している。

大学院の危機は、入学定員の充足率や博士号取得者数に表れている。2004 年のばあい、博士課程の定員が約 2 万 3 千人に対し、入学者数は 1 万 8 千人、5 千人の定員割れだ（註 1）。2021 年度は 1 万 5 千人程度に激減、相当深刻な定員割れがつづく。

1981 年から 2018 年にかけて、修士課程から博士課程への進学者数の割合は、理学や人文科学が 35% から 17% 程度に半減、社会科学などは 28% から 9% 程度と 3 分の 1 に減り、全分野では 20% から 9% 台に半減、急速に博士課程の空洞化が進む。

博士課程の進学者は 1990 年代までは横ばいで推移してきたが、21 世紀になって急速に減少している。すなわち、大学院重点化の政策と逆に、実態は軽量化が急速に進む。海外からの進学も一向に伸びない。

進学者数の急減に伴って、博士課程大学院の充足率が急減している。2013 年のばあい、工学が 52%、社会科学が 45%、理学が 73% 程度だ。おおくの分野で 5 割程度。大学院重点化の大学を含むおおくの大学で、定員と実数との乖離が甚だしい。

最近の博士課程学生の内、社会人の占める割合は 42%程度で急増しているのはよい傾向だ。しかし修士課程からの博士課程入学者は定員の 4 割程度である。大学院存亡の危機だ。

大学院、特に博士課程は学生からは見放されている。それを支え続けている国民や納税者には、実情はあまり知らされていない。大学当局や大学院の教授陣は、事態をあまり深刻には考えていないようだが、大学院の定員の適正化と大学院の内実の充実が喫緊の問題だ。

大学の定員割れは一部の大学だが、大学院のばあいは、ほとんどの博士課程大学院が大幅に定員割れ。希望者は誰でもは入れる大楽園だが、その内実は失楽園だ。

研究者育成で重要なことは、基礎学力が十分あって未知の問題を解決する研究プロとしての力、独自の発想で自主的に新しい道を拓く力、そして必要に応じて相互に協力研究を進める力だ。

大学の学部で全科目が優の知識秀才が大学院に来て挫折するばあいがある。自分で研究ができない。論文が書けない。教えられた知識を解答する知識再現力と、自分で考えて新しい解を生み出す創造力とは異質のものである。研究には、既存の知識を超えて、創造力が不可欠だ。

筆者が国内外の大学院で指導した理学修士と理学博士は 120 人程に及ぶ。大学院での専門は原子核物理であるが、その後の活躍は産業界、大学、研究所、等々多岐にわ

たっている。

研究を主とする大学等の大学院の役割は、研究力のある研究者の育成だ。大学院学生は、研究力のある教授の日常の研究活動を見ながら、自ら研究を遂行することで研究力が身につく。

註 1. 学校基本調査（文科省）、全国大学一覧（財団法人文教協会）。

5.1.2. 研究プロとしての研究訓練

研究では、長い苦難の道を歩み、幾多の障壁を乗り越え、未踏の道を拓いて新たな発見に至る。それには、一流の研究プロの腕が必要だ。それに必要な研究訓練をするのが大学院である。

大学院の前期では、本格的に専門力を身につけ、後期では、独創的な発想にもとづいて研究を遂行し、その成果を論文にする。このような研究の「実行力」を鍛えることが肝要だ。

アメリカの大学院では、基本的な学力を十分身につけ、厳しい面接試験に合格して初めて、博士論文に向けての研究が始まる。

研究力には、研究遂行能力に加えて、研究者としての心得や研究精神が含まれる。研究者としての基本的モラル、

熾烈な競争に耐え抜く力、フェアプレイの精神だ。

研究とは先達が営々と築いてきた実績の塔に、一つの小石を積み上げることである。次の研究者がその上にさらに自分の小石を積み上げる。おのずと先達の実績に敬意が生まれ、自分が置く石に責任を痛感する。そして相互に協力して大きな科学の塔を築く協調性が生まれる。

研究の実行力や研究者精神は、教授や准教授の最先端研究に接し、自ら研究を遂行し、ある時は協同研究をして身につける。

研究プロとしての徹底した研究訓練で腕を磨き、独創的研究を遂行して博士論文に仕上げる。

最近のある細胞発見の喜悲劇では、研究と研究者育成の問題が露呈した。当該の研究者は、大学院での研究訓練が不十分で、他人の論文をコピーとペイストして博士論文を作成した。当大学は、それを博士論文として認定。当の大研究所は、その研究成果を十分に検証することなく、世界に大々的に発表した。

実際、わが国の博士号取得者数は、欧米の主要国や中国に比べて2分の1から4分の1程度で大変少ない。

人口100万人あたりの2018年度の博士号取得者数は、米英独仏や韓国の300-350人程度に対し、日本は100人程度で3分の1だ。修士のばあいは、米英独仏や韓国の1500-4000人程度に対し、日本は500人程度で3分の1から8分の1だ。

一方、大学卒（学士号）のばあい、人口 100 万人当たりの 2019 年の学士数は、英米と韓国の 5000 人程度と独仏の 3000 人程度に対し、日本のばあいは 4000 人程度で大差ない。すなわち、大学までで息切れしてそれ以上続かず、大学院で急減している。

世界の主要国のばあい、博士号取得者数は年々数%ずつ増加しているのに対し、日本のばあいは年々減少傾向にある。

博士号を取得後、必ずしも国際誌へ博士論文が発表されてない。世界に通用する研究者に育っているかどうか検証を要する。

法曹界のプロ養成のために設立された法科大学院のばあい、志願者はここ 15 年で 10 分の 1 に激減、おおくの大学院が廃院。司法試験合格者は 4 人に 1 人。75%の大学院生が、法曹プロの実力がない。

研究を重視する大学院での研究者育成には、まず博士課程の内容を魅力あるものにして定員を充足し、最先端に挑戦する教授や准教授の研究現場で、研究プロとしての十分な研究訓練を行うことが肝要だ。

5.1.3. 個性と才能を伸ばす

新しい知の創造をめざす研究には、新しい発想（独創性）が必要だ。それには自主と自由を尊重し、各研究者がもつ

ている個性と才能を伸ばすことが大切になる。

大学院在学中に、自主的に自分の発想で研究テーマを考え、独立して研究を遂行し、新たな知見を博士論文にまとめる。それが新たな真理の解明に貢献した博士論文として審査に合格したばあい、博士号が授与され、独立した研究者として認められる。

何が未知で重要かを見極め、自分でテーマを決めて、自分の努力でその問題の解決に挑むのが本来の研究だ。

研究は成功するとは限らない。失敗もある。それを繰り返しながら未踏の道を拓く。それが研究の喜びだ。

実際は、自分で研究テーマを見出すことはむずかしい。従って大半の大学院学生は、指導教授や先輩から研究テーマを与えられ、指示された方法で研究する。既定路線であれば失敗も少ない。

但し、教授からテーマをもらい指示された通りに実験や計算をするのは、教授の研究補助であって、自分の研究ではない。大学院で、自らの博士論文となる研究をするばあい、自分で研究テーマなり方法を考え、自主的に研究をすることが大切だ。

指導教授と大学院生の間には、相互の緊張が必要である。相互に自主性、自由、独立を尊重する。あるばあいは教授は院生に協力するが、指示や干渉はしない

一方、大学院学生の中には、研究室の既定路線を歩む安定志向の学生がすくなくない。その成果を博士論文にま

とめれば、教授はそれを合格判定し、博士になれるという思いがある。

フロムはその著「自由からの逃走」(註1)で、自由の世界から逃れて安易な束縛の世界に身を置いてはならないと戒めている。指示されたとおりに行動するのは楽だが、自由になって苦しみながらも自分で考えて行動することが大事だ。

教授や研究室の束縛環境にどっぷりつかり、何も考えずに既定路線の安易な道を歩むのは研究ではない。

厳しい研究の世界で、孤独に耐えて自分で考えぬき、試行錯誤しながら進めるのが研究である

「師の影を踏まず、横にそれて新たに自分の道を歩む」。これは筆者が国内外の大学院の指導で何時も強調していることだ。別の道を歩めば、追い越される心配もない。

研究の基本は、個性と才能を伸ばし、新しい発想にもとづく自由な研究の遂行だ。それを可能にするのが自主独立の研究力で、それを身につけるのが大学院である。

註1. エリッヒ フロム著自由からの逃走 (Escape from Freedom)。

5.1.4. 研究協調とコミュニケーション力

大学院には、ユニークな個性や才能のある研究者がお

おい。教授、准教授、大学院生、各々が研究に励んでいる。

研究には、研究者の協力との協同によって行われることがすくなくない。研究協力者は、大学外や国外の研究者におよぶ。常時ネットでつなぐられ議論する。

協力研究では、さまざまな才能や能力ある研究者が自主的に集まり、討論を重ね、協力しながら研究を行う。

協力で成果を上げるには、協力者が相互の能力を尊重し、十分コミュニケーションを行うことが大切である。

新しい発見をめざす研究は、未踏の山頂に挑む登山にたとえられる。地形の調査、気象の予測、キャンプの設定、必要品の輸送、資金調達、全隊員のまとめと指揮、登頂班による登頂、等々の総合力が登頂という結果を生む。

素粒子の実験研究は国際チームで行われることがおおい。研究目標の設定、実験方法のアイデア、測定装置の改良、データ分析、全体計画の指揮、等々の多岐にわたる。各研究者が得意な部分を分担し、共通の目標を目指して力を合わせて努力する。

大きな研究目標の達成には、さまざまな才能・能力のある研究者の協力が必要だ。各大学や国や学問分野の研究者が、それぞれの能力を発揮し、チームの総合力を高める。

大型の加速装置や観測機器を必要とする基礎研究のばあい、国際研究プロジェクトとして行われることがある。ここでは各国の研究者がそれぞれの部分を担当して相互に協力する（註1）。ここで大切なことは、それぞれの個

性と才能とを認める能力だ。

新しい発想を重視する独創性と広範な知識を持つ知識力は、両方兼ねそろえることがむずかしい。脳の基本回路が異なる。それぞれに得意な研究者が、相互に協力することが大切だ。

独創性（自称）ある教授が知識秀才を全く評価しないか、知識の豊かな教授が奇抜な発想をする奇才をよしとしない傾向がある。いずれも自分中心で、研究協力者として問題がある。

協力研究が重要になってきている。そこでは、各研究者の各能力に対する敬意とコミュニケーション力が肝要だ。学生は、教授や准教授の研究協力を通してそれらを学ぶ。

註 1. 筆者が現在参画しているニュートリノ研究プロジェクトは世界各国の 27 研究機関（大学）の協同研究である。最近のブラックホール観測の成功は、世界 8 か所の大型観測装置での観測を統合によるもので、各国の約 80 の研究機関（大学）が協同した。

5.1.5. 民間と海外へ目を向ける

わが国の大学院が直面している大きな問題の一つは、修了後の就職である。大学の教官職や研究職のポストは限られている。大学外に視野を広げることが大切だ。

おおくの民間企業は、基礎学力や研究力があり、柔軟な思考力のある博士研究者を求めている。

最近の IT/AI 業界などの民間企業が、数学系大学院修了者を求めている。日本のばあいは、民間に出るのは 10% 程度の 20 人弱で、アメリカのばあいは 30% 程度の 500 人に比べて、極めて少ない。この問題は 6.1.5 節でふれる。

わが国の大学院修了者が、欧米の大学に勤務する道もある。世界に目を向ければ、実力次第でいろいろな可能性が開かれている。

わが国のばあい、ほとんどの人が日本の大学院を出てそのまま国内に勤務する。2002 年から 2006 年の大学院博士課程修了者の中で海外の大学等に勤務する人は、ほんの 2% に過ぎない（註 1）。

海外での研究にはメリットがおおい。海外の大学や研究所は、研究組織、研究装置、研究仲間といった研究環境が異なり、新しい刺激が得られ、新たな発想が生まれる。

研究論文のばあい、海外での勤務経験者は、未経験者に比べ、国際共著論文数は 2 倍、英文論文数は 1.5 倍おおいという。

海外研究の経験者は、視野が広く、いろいろな国の研究者とコミュニケーションがある。わが国の研究者の 90% が海外での勤務経験がないのは、いかにも不自然だ。

欧米の大学や研究所は、さまざまな国からの研究者でにぎわっている。わが国のばあい、大方の研究者や教官は

日本人なのは異常だ。

日本の大学が、研究の面で欧米やアジアの有力大学に後れを取っているのは、こういった閉鎖性による（註2）。海外の大学の研究者を受け入れることの重要性は 4.3.5 節でもふれた。

大学院生は、博士号を取得したら、進んで民間や海外の大学に赴き活躍することをすすめたい。視野を民間や海外に広げることで、将来の活路が拓られる。

註1. 科学技術・学術審査会学術文化会 H22.11.2. 研究者等の海外移動に関する調査。

註2. 2019年度から若手向けの「海外特別研究員」制度により、海外の生活費や研究費を支給する人が増える。

5.2. 研究交流が研究を活性化させる

提言 5.2.

*研究に重点を置く大学では、大学内外のさまざまな研究分野の研究者の間で、活発な研究交流を行い、研究活動を活性化させ、独創的な研究を行う。

*研究を主とする大学では、国際レベルの研究討論と研究協力をすすめ、研究を大きく発展させる。

5.2.1. 研究に必要な3つの研究交流

研究の新展開は、これまでの研究路線の延長ではなく、異質の研究との交流によって生まれることがおおい。相互の研究の刺激によって、新たな発想による独創的な研究が生まれる。

研究交流には、研究分野の交流、研究場所の交流、そして研究者の交流の3つの交流がある。

1. 研究分野の交流。最近の諸分野での研究の急速な発展により、研究内容は益々多様になり、それに応じて、研究分野が細分化し専門化している。

自分の現在の専門分野に閉じこもることなく、周辺の方分野や異分野との研究交流によって、当面の専門分野をこえた新たな視点や新たな方法を取り入れる。

素粒子物理と宇宙物理の交流によって、素粒子から見た宇宙物理の新研究が展開できる。生命現象の解明に、放射線といった原子核物理の方法を導入することによって、細胞や分子レベルの研究ができる。

国内外の大学や研究所の研究グループとは IT/ネットで結ばれ、常時、種々の分野の研究者との交流が可能だ。

2. 研究場所の交流。研究は一つの大学の一研究室で行われることがおおいが、一定の場所にとどまることなく、研究環境の異なった種々の場所で研究することで、研究の新展開が期待できる。

新しい研究環境(場所)には、異なった研究装置があり、

別な研究方法がある。それらを積極的に取り入れることによって、これまでの研究を超えた新展開が可能になる。

研究場所の交流の一つの形として、国内外の他の大学や、共同利用の研究所に滞在して、研究することがある。新しい環境は、研究の刺激になり、発想の転換を促す。

3. 研究者交流。研究のいろいろな段階で、研究協力者や同僚と活発な討論をしながら研究を進める。他の研究者との交流によって、自分の考えが広がる。

常に新しい発想をする研究者と交流を深め、相互に討論し、あるばあいは協力研究をすることが有効だ。

研究者交流は、同じ大学の他の研究グループ、他の専攻の研究者、他大学の研究者、海外の研究者、等々、さまざまなケースが考えられる。研究者交流は IT/ネット環境のもとで常時可能だ。

研究を主とする大学院では、研究分野の交流、研究場所の交流、研究者の交流が、豊かな発想をする研究者を育て、新たな発想による独創的な研究を生む。

5.2.2. 自主的に進歩する研究者に育てる

研究に重点を置く大学等での大学院生の育成には、大学と大学院の研究水準が世界レベルであることが重要である。最近の 2014-2016 年の統計をもとに算出したわが国の「注目論文数」は、世界の主要国に比べて、大きくお

くれを取っている。

わが国の人口 100 万人当たりの「注目論文数」は、アメリカやオーストラリアの 4 分の 1 と 6 分の 1、ヨーロッパの主要国の 4 分の 1 から 3 分の 1 程度だ。抜本的改革が必要だ。

論文数は、わが国のばあいは、ここ 20 年間でほぼ横ばいに対し、海外の主要国では年々増加している。国の研究者育成を担う大学院のレベルの向上が急務である。

大学院では、最先端の専門を学び、研究力を身につける。大学内の研究室に閉じこもらず、国内外の他大学や研究所に滞在して、異なった環境で研究することが大切だ。

大学院で育成すべき研究者は、既定の路線の継承者ではなく、それをはずれて新しい道を拓く研究者である。

伝統の継承を重んずる能や華道の世界でも、その道を究めた師匠が強調するのは、現状を維持することではなく、基本にもとづいて、新たな進歩をめざすことだ。

世阿弥は「住する所なきを、まず花と知るべし」と云う言葉を遺している。一定の所にとどまることなく常に新に変化するのが、芸の真髄であるという（註1）。

研究の世界では、トップダウンではなくボトムアップが良いといわれている。監督官庁や大学の長といった上(トップ)からの指示(ダウン)で研究するのではなく、研究者(ボトム)自身が研究を提案(アップ)し実行するという意である。

本当に必要なことは、研究の最前線にいる大学院生や研究者が、自らトップであることを自覚して研究を主導することだ。大学当局や官庁は、それを下から支える。即ち研究者が主体のトップダウンである。

教授や准教授も大学院生も、自らトップに立って自主的に研究を主導し、常に進歩することをめざすことによって、日々新たな研究が可能になる。

註1. 世阿弥 室町時代に活躍した猿楽師。能に新風を吹き込み、能の芸術を発展させた。父の観阿弥と共に、観世流として現代に生きている。風姿花伝などの著書で珠玉の名言を残している。

5.2.3. 自由討論による研究の活性化

大学院で行われる教育・研究活動の一つに、セミナーがある。ドイツ語風にゼミナールとかゼミともいう。

セミナーでは、ある研究者が自分の研究やそれに関連するテーマについて話をし、自由に討論する。セミナーは大学院の研究と教育の一環として毎週行うことがおおい。

毎週、自分の研究のアイデアや研究の経過や研究結果を話し、皆で意見を言い合い、討論をする。

発表者はセミナーでの質疑討論で、建設的な批判を聴いて自分の研究を修正し、次の発展の参考にする。参加者

全員が相互に学ぶ。

欧米の大学のセミナーでは、教授が最前列にかまえ、研究方法や更に検討すべき問題点などを厳しく質問し、新たな考察を提案する。セミナー参加者が、自分の考えを述べて討論を行う。

アメリカの大学ではランチタイムセミナーがひんばんに行われる。各人がサンドウィッチを持参し、コーヒーを飲みながらあれこれ議論する。セミナーの話がランチの肴になっている。

討論はさまざまな所で行われる。夜のパーティなど、よく集まっては議論を楽しむ。コーヒータイムでは、自由な意見交換と討論が活発に行われ、そこから新しい研究のアイデアや新しい研究協力が生まれる。

コペンハーゲン大学 N.ボア研究所でのセミナーは、開かれたセミナーで、本書のはじめにふれた。

異色異才の研究者や学生が集まるセミナーは、自由な発想力とコミュニケーション力を育てる。

大阪大学の理学部・理学研究科での「江尻グループセミナー」は 4 半世紀ほどつづいた。セミナーで強調したことは、研究の厳しさと自由討論の大切さである。

1990年代に筆者が核物理研究センターのセンター長を務めた頃、海外の研究者が競って本センターを訪れ、セミナーで話をし、活発に討論した。セミナー後もセンター長室に立ち寄り、更に議論を続けた。おおくの来訪者が嬉し

い言葉を残してくれた。「ここにくると討論が活発で、有益なヒントが得られる」。

研究に重点を置く大学院では、日常のセミナーで各自が研究の成果を報告し、相互に積極的に討論を愉しむことが大切だ。セミナーは参加者全員の研究を発展させる。

5.2.4. 国際レベルの研究交流

世界に通用する研究と研究者育成には、国際交流は必須だ。戦後数十年の時代と違い、現在は海外渡航や海外滞在もさしたる困難はない。しかし、実情は違う。

アメリカの大学院に留学する日本の学生数は年々減少、多かった時の4割に減っている。一方、アジア各国のばあいは年々増加し、絶対数では日本より一桁おおい。

アメリカ留学の科学工学分野の大学院生(2017年)は、人口100万人に対し、台湾、韓国、ネパール等が2桁台に対し、日本は1桁未満、その閉鎖性に言葉がない。

欧米の大学に勤務する研究者も大変少ない。日本の大学を出ると当然のように日本で研究や勤務することにこだわる。短期の海外出張はあるが、海外の大学に勤務することは稀だ。

欧米では、協力研究、相互交換留学、学会、ワークショップ、等々、大体は国際レベルで行われている。しかし、日本のばあいはほとんど国内に限られ、心地よい閉楽園

から出ない。

筆者の研究グループは欧米アジアからの混成チーム。テーマによって、興味を持つメンバーが集まりグループを造っている。

実はこのような当たり前のことが、わが国では稀有で、大学内の閉じた研究室内で、研究と教育が行われている。

実際、2012－2016年の統計でも、欧米に比し、わが国の論文のおおくは、著者は国内だけで、インパクトも少ない。ITで全世界が結ばれている昨今、極めて異常である。

わが国の現在の大学は、江戸時代の藩の学校さながらのスタイルだ。早急に国内外の諸大学にひろく門戸を開く必要がある。

最近の国際的な大学評価機関 THE（註1）によると、2023年の上位20位内には主として欧米の大学が入り、アジアからは中国2大学が入るが、わが国からは0である。100以内に、アジアからは中国、香港、韓国などから20の大学が入るが、わが国は2つの大学が入る。日本の1位は、世界では40位くらい、アジアでは6位だ。

20世紀末から21世紀にかけて、わが国では大学院重点化が行われ、世界水準の研究教育を行う16－17の大学が認定され、鋭意活動中だが、その実態は厳しい。

日本の大学は、かつては欧米の大学の水準に近く、アジアではトップクラスであったが、ここ数十年にわたり、研究や教育の活動が停滞し、世界の大学からだけでなく、ア

ジアの大学からも大きくはなされた。

日本の大学が低迷している理由の一つは、国際化のおくれによる。教授、准教授、大学院生が国内に偏っている。

教授、准教授、研究者、学生は、積極的に国際交流や相互乗り入れをすすめて、国内に閉じた特殊な大学から、世界に開かれた普通の大学へ脱皮することが望まれる。

註1. THE (The Times Higher Education) : 世界の大学を教育 (30%の重み)、研究 (30%)、論文のインパクト (30%)、国際性 (7.5%)、企業資金 (2.5%) の面から評価している。

5.2.5. 国際会議の珍風景

国際会議、国際シンポジウム、国際ワークショップ等々、さまざまな国際学術集会がある。テーマも規模もさまざまである。

研究が宇宙や世界の普遍的な真理の解明であるので、研究の発表や討論は、国際的に開かれているのが当たり前。敢えて「国際」という名をつけないのが普通だ。

国際レベルの学術集会を通して、これまでの研究の新展開や海外の研究者との新たな協同研究に発展するばあいもすくなくない。

筆者の研究の大半は、国際レベルの学術集会で、あるテ

ーマについて議論して興味が一致し、意気投合してスタートさせたものである。

閑話休題、1967-1970年頃のわが国でおこなわれた原子核国際会議。初日、わが国の教授らの参加者は皆スーツにネクタイの正装、海外組はそろってネクタイなしの研究者スタイル。翌日、日本組は海外にならってノーネクタイ、海外組は「郷に入っては郷」に従ってネクタイにスーツ。これは笑って済ませる珍風景だが、笑ってすまされない日本の研究者の珍劇がすくなくない。

モスクワから少し離れた研究所での国際シンポジウム、まだロシアが珍しい頃だ。日本からのおおくの参加者が一日モスクワ観光。筆者は会場に残ってシンポジウムで議論に参加。

パリの国際シンポジウム。日本からの参加するおおくの教授や准教授が、会議中にモンサンミッシェルやベルサイユ宮殿を訪問。筆者には彼らが貴重な発表を聞かずに、いつでもできる観光を優先したのが理解に苦しむ。もっとも、彼らは、筆者が華のパリで、終始会議に出て議論しているのが理解に苦しむという。

これらの珍劇は、実はわが国やそれぞれの国の文化や習慣と関係ない。問題は海外の研究者との討論や交流の意義や愉しさを理解できないことにある。

国際会議で討論に参加しないことを、英語力とか、デベート（討論）力がないことによるという。しかし、英語力

抜群でも自分の意見がなくては討論に参加できない。

研究者も自分の研究内容があり、他の研究に興味があつてはじめて、国際会議での討論に参加できる。

国際学会や国際シンポジウムは、研究の新発展のチャンスだ。相互の研究討論によって相互の研究の新展開ができ、興味が一致すれば国際協力研究がスタートする。

5.3 研究室を廃して研究を生かす

提言 5.3.

*研究に重点を置く大学等では、大学院の改革や大学院重点化は、実態が伴わず空疎化が進んでいる。自主独立と自由開放の原則にもとに、大学院の内容を充実させる。

*研究を主とする大学等では、研究者を大学内の研究室から解放し、自由な研究活動で研究を活性化させる。

5.3.1. 大学院重点化による大学院軽量化

大学院重点化は、大学院における研究・教育を大きく変えた。1990年代に始められ、2008年までで旧帝大系の大学を含む16の大学が大院重点化の大学になった。

わが国の大学が差別化（差別化）され、大学院定員が大幅に変わり、大学院重点化に選ばれた大学は定員急増に大混乱し、周辺大学はその余波を受けて大困惑した。

本来の重点化の主旨は、わが国の研究水準の向上と研究者層の充実である。それによって、わが国の研究開発のレベルをあげ、高度産業振興につなげることだった。しかし現実には逆になった。

大学院での研究者育成を主とする博士課程についていえば、1981年から大学院重点化までの2001年にかけて、4倍増という飛躍を遂げているが、重点化から2021年までで2割減、修士課程から博士課程に進学する学生数は、4割減である。大部分の学生からは見放されている。

大学院重点化の結果、量は増えても質は軽量化し、内容が伴わず空疎化が進み、大学院が機能を失いかけている。

重点化された大学は、急激な定員増のため、自分の大学卒業生を囲い込み、周辺大学の卒業生を強引に引き入れ、それでも定員が充足できず苦慮している。

東大や阪大の物理専攻のばあい、重点化前の1960年頃は30人くらいの研究熱心で基礎学力がある学生が選別された。重点化で定員が100人くらいに増え、周辺大学から根こそぎ取って何とか数を整えているものの、内容は伴っていない。

重点化されなかった大学の大学院では、大学院志望者が激減し、存亡の危機にある大学院がすくなくない。

重点化からわずか20年、重点化された大学院も重点化されなかった大学院も、ともに衰退。それでいて、適正定員への是正も、さしたる制度の軌道修正もされず、内実も

あまり改善されないまま現在にいたっている。

わが国では、重点化によって大学院の教授陣の数や予算は充実しても、内容は軽量化は進み、博士になる学生を年々一人も育てない教授や准教授が大半になっている。

大学院学生にとって問題は深刻だ。研究教育の環境は依然として劣悪で、ポストドック1万人計画はあっても、その後の研究職がすくなく職探しに追われる。

最近の統計調査では、世界の注目する論文も、国際的に突出した研究成果も、大学の世界ランキングも急落。

大学の「留学生数」が高評点になるので、予算をかけて留学生増をはかるが、アジアの優秀な学生はアメリカの大学に向かう。

わが国の大学院の充実と向上は急を要するが、その場しのぎの形だけの対策で内容が希薄。研究と教育の基本に立ち返って、その内実を充実させることが大切だ。

5.3.2. 研究室で進む研究の空疎化

大学院の主たる目的である高度な研究と研究者育成には、自主独立と自由開放が根幹になる。

大学院の研究と教育は、研究室が単位となっていて行われている。大学の研究・教育の組織として研究室制の問題は、前章でもふれた。問題は運営、研究、教育の全般に及ぶ。

1. 運営：研究室は一人の教授（または准教授）が主宰

し、運営する。研究室では研究室(教授)の方針のもとに、全員がある方向の研究と教育に従事する傾向がある。そのうちに各自の独立や自由の気風が失われ活気がなくなる。各研究室は閉鎖社会で、相互に非干渉が原則。教授は唯我独尊になりかねない。

2. 研究：研究で大切なことは、個々の研究者や大学院生が、自分の個性を発揮して自主的に研究することである。全員が研究室の方針の研究をするばあい、新たな研究の発展や、柔軟な方向転換が期しがたい。

研究の新たな進展には、研究室外の国内外の研究グループとの協力が大切である。閉じた研究室内に留まっているは、世界の研究の流れから取り残されかねない。

3. 教育：大学院生は、所属する研究室という閉鎖空間で教育を受け、研究室の外と交流がなく、研究の進展も期しがたい。教授はいつも同じ大学院生を教え、大学院生はいつも同じ教授の指導を受ける。研究は和をもって貴としとせず、新研究は異議を唱えることから始まる。

4. 研究予算：研究室単位になっているので、ある年度の研究活動は、その年の研究資金によって左右される。

大学の閉鎖的な研究室(講座、グループ)の壁を取り払い、大きくまとまることや、数人の教授から成る大講座制など、いくつかの改革案が試みられた。実際は、個々の教授の権威や都合を優先して、あまり改革されず、おおくの大学では旧来の研究室制が続いている。教授はじめ研究

室員は、閉鎖された研究室内で、閉塞感なく日々を送る。

大阪大学の理系大学院のばあい、研究室改革をめざし、「江尻研究室」を廃し「素粒子核分光研究室」に改名、心機一転を図った。しかし、それに続く研究室はなかった。

大学院の高度な研究・教育の基本は、自主独立と自由開放である。研究者（教授、准教授、研究員、大学院生等）と研究を、閉鎖的な研究室からの開放することが大切だ。

5.3.3. 研究室のないアメリカの大学院

わが国のおおくの大学や大学院にある研究室は、欧米の大学や大学院にはない。研究内容や研究グループは自由。教授、准教授、研究者、大学院生の何人かが自由に集まり、あるテーマで研究をする。

研究テーマも研究グループも固定していない。研究テーマによって研究グループの離合集散は常態化している。大学院生は一人の指導教授（スーパーバイザー）を選び、日常の研究や博士論文の指導を受ける。

研究所の全体の大型研究装置、予算、人事等は、ある委員会で決める。研究所の横の連絡を密にするため、セミナー、研究報告、コーヒータイム等はみんなが参加する。

ワシントン大学の原子核研究所。筆者の提案した研究に興味を持つ教官や大学院生が協力した。ある研究では、理論の准教授と協力。しばらくして3人の大学院生の指

導を受け持った。31歳の筆者がいきなり大学院で講義をし、自分のグループを造り、何人もの大学院生を指導する、この種のことは日本ではありえないことだ。

カリフォルニア大学のローレンス研究所やコペンハーゲン大学のニールス ボア研究所のばあいも同じだ。基本は、自主と自由である。それは研究・教育の根幹だ。

わが国の大学のある研究室の実話。若い研究員が、筆者のグループ(出入り自由)のセミナーに参加したことが発覚し、その研究室を破門になりかけた。

アメリカの大学院の自由と開放性が、優れた研究実績につながっている。THE ランキングでは、世界の上位10大学の内、7大学がアメリカの大学だ。

大学内の閉じた研究室は問題がおおい。国外からおおくの研究者や大学院生を受け入れ、各自が国籍を意識せずに、自由に討論しながら研究を進めることが重要だ。

5.3.4. 研究室のない大学共同利用研究所

太平洋戦争の後、小、中、高には6-3-3制が導入され、大学の組織や制度も大きく改変、たくさんの新制大学が生まれた。大学の形は変わったが、その内容は大変革とはいいがたい。旧来の帝国大学は、国立の「大」大学になり、大学院重点化で大学院を主とする大学になった。更に大学の法人化で、国立大学法人となった。

一見、改革が進んでいるように見える。大学の内実はというと、教授の主宰する旧来の講座や研究室が残り、教授会もあまり改革されないまま現在に至っている

一方、戦後の窮乏と混乱の中で、大学の研究体制について、いくつかの大きな改変が行われた。その一つが全国の大学を巻き込んで行われた原子核研究体制の改革だ。

原爆投下で原子力の威力を示した米軍は、京都大学、大阪大学、理化学研究所の原子核物理研究用の装置を原爆用と誤解して海洋投棄、戦後の原子核研究は停滞した。

原子核研究を再興すべく、1955年に全国の大学研究者が参加する大学共同利用の研究所が設立された。

特記すべきことは、最先端の実験装置もさることながら、研究者主体の自主的運営と自由闊達な研究気風だ。

原子核研究所は、組織上は東大付置の研究所だが、実質の運営は、全国の大学の研究者が行う。研究所にはいくつかの部があるが、閉鎖的な研究室はない。誰もが自由に研究テーマを考え、自主的に研究をした。

研究グループの離合集散は適宜行われ。硬直した研究室はなく、研究所そのものが、全国の大学の研究者に開放されている。各大学から活気あふれる研究者が集まり、国外からも研究者が加わり、活発な研究活動が続いた。

原子核研究所は、わが国の大学と大学院の研究者が主体になって造った、新しいスタイルの研究所である。これは、世界の進んだ国にある本来の研究所だ。

原子核研究所のような研究者主体の研究所は、素粒子、宇宙線、その他の分野でも造られ、活況を呈している。

大学共同利用の研究所には、硬直した研究室はない。国内外の研究者が自由に離合集散し討論を重ねながら活発な研究・教育活動が行われている。

5.3.5. 国際化へ核物理研究センターの試み

研究の最前線は日々進展している。実験装置の性能も年々向上。常に最高性能の加速測定装置が必須である。

核物理研究センターは、このような研究者の熱意によって、1971年に設立された全国共同利用のセンターだ。大阪大学付置の研究センターだが、実際の運営は、全国の研究者が主体となる。全国の大学に開かれ、各大学の研究者（大学院生を含む）がセンターの実験装置を共同で利用して研究を行う。

筆者が同センター長を務めた際に、旧来の大学の閉鎖的研究部門制を排し、抜本的な改革を行った。

いくつかの任務を行うグループを置き、教授か准教授にグループ代表を委嘱した。

一方、研究グループの設立や研究内容は各研究者にまかせた。センター内のメンバーが集まって1グループを造るも可、国内外の研究者との協同研究も可。

核物理研究センターで、固定した教授が主宰する部門

(研究室) 制を、流動的で開放されたグループ制に変革したことは、センター長が決断すれば組織の改革は可能であることを示している。

センターを国内外に開くことによって、国内外の大学からたくさんの研究者がセンターに集まり、センターは活況を呈した。改革前は数人の大学院生を散見するに過ぎなかった研究センターだが、改革後は大学院学生も急増し、研究と教育が活況を呈した

昨今、大学院、研究所・センターでは、おおくの教授が嘆いている。研究装置を維持する予算が足りない、機器を更新する予算がない、研究協力者（研究員、技術員）が足りない、博士コースの大学院生がいない、等々だ。

大学院や研究所の外に原因を求めて、ただ嘆くばかりで、一向に自ら改革よしようとしなければ、何も変わらない。核物理研究センターの例は、自らの決心で、大学院や研究所・センターの研究・教育環境の抜本的改善ができることを示したといえる。

閉鎖的で硬直した研究室・部門制を、自由で流動性のあ
るグループ制にかえる。研究装置は、国内外の研究者が共
同利用する。自由解放によって研究・教育が活性化する。

6. IT と大学再生

6.1 IT/AI と共存する大学

提言 6.1.

*大学では、個性の豊かな教授や准教授が、自分の教育や研究の実績をもとに、個性ある講義をする。優れた IT/AI 講師は、標準的な教養科目と基礎科目の講義をする。

*IT デジタル化と脱炭素化を進め、基礎力と発想力を身につけた AI と協力し、相互発展と共生を計る。

6.1.1. IT/AI 活用による標準教育

最近の IT と AI の進歩はめざましい。大学の教育や研究も、IT/AI の発展に順応した変革が必要である。

半導体コンピューターの計算スピードはエクサ（一兆の 100 万倍、100 京）をこえた。世界最速はアメリカのフロンティアで、1.1 エクサ、富岳がこれに続く。現在、量子コンピューターが実現しようとしている。

データ通信の速さは 10 年ごとに画期的に向上し、世代が変わる。2020 年代には 5G の時代を迎え、ネット環境は大変革した。

AI は建築の機能と安全を考慮して設計し、建築主の

趣向を取り入れてデザインをする。ビッグデータで学習し向上する意欲と能力を持つ AI の進歩は予想をこえる。

大学では、情報教育の充実とともに、一般の教育のある部分は IT/AI にまかせ、ある部分は IT/AI と相互協力することによって、教育の現代化を計ることが肝要だ。

大学の研究・教育の使命は、IT/AI と競合することではない。IT/AI にできなくて大学や教授や准教授だけにできることに専念することが大切である。

生成 AI のばあい、問題点を十分に精査し、必要な改良と整備の上で、大学教育への有効活用が考えられる。

大学で学ぶ一般の教養や基礎は、どの大学にも共通な標準的な素養である。個々の大学の教授や准教授は、固有の特色を出す必要がない。IT/AI による全国共通の講義や試験が可能である。

大学で行われている標準的な教育・訓練は、IT/AI 活用で十分できる。むしろ教授や准教授が個性的な教育をしない方がよい。個性（くせ）のない優れた IT/AI 講師は、共通の認識にもとづいて、適正に教えることができる。

IT/AI 活用による授業は、時と場所を問わない。自宅で好きな時間にリモート受講し、試験を受けて合否がわかる。現に IT 活用の CBT（註1）が広がっている。

IT/AI 講師は、PC やスマホを使って 1 対 1 で教えてくれ、学生の理解に応じて丁寧に講義を進め、解るまで説明してくれる。

大阪大学で放射線を使う研究者は、リモートで放射線取扱の講義を受ける。最後に試験があり、間違うとその所に戻って説明し、全部正答するまで繰り返す。

IT/AI の有効活用によって、教授、講義室、時間、期末試験などが決まっている受身型の大学授業は必要なくなる。学生は自分で IT/AI 講師、場所、時間を主体的に選び、個人指導を受けることができる。

標準的な教養や基礎の講義、演習、テストは、個性のない優れた IT/AI 講師が適している。個性を必要とするような講義や研究や研究者育成は、個性の豊かな教授や准教授が適している。

註 1. CBT : Computer Based Testing.

6.1.2. プロを育成する AI に学ぶ

2016 年、アルファ碁が世界チャンピオンの棋士に勝った。大方の予想よりはるかに早い AI の快挙である(註 1)。理由は、単に計算スピードの向上によるものではない。AI は自ら学び、急速に能力を向上させたことによる。

AI はプロ棋士よりも正しく考える力を持つにいった。これまでの定石にはない、新しい「手」を見出した。これを独創的な「手」というなら、AI は独創力を持つ。

翌年の 2017 年、将棋の世界で次々に新記録を打ち立て

た藤井少年に沸いた。実は、将棋や囲碁の世界では、優れた天才棋士達は AI をフルに活用して研究している。

将棋は変化の数は 10 の 220 乗、碁は 10 の 360 乗あるという。1 の次に 0 が将棋は 220、碁は 360 つく。1 兆を 1 兆回かけたよりもはるかにおおい。AI はその中から次の 1 手を考え出す。

AI は、これまでに人間が開拓した将棋や囲碁の「手」を学び、更に自ら新しい「手」を考え、プロの棋士をこえ、プロの師匠に勝る師匠となった。但し、AI を師匠に選んだのは抜群の人間棋士であり、それを可としたのも、優れた人間師匠である。

自ら実績を積みスキルアップした AI の登場は、教育を大きく変えつつある。スマホでアクセスできる IT/AI は、座右の書庫であり日常の師である。

人々が実際の会話を聴いて言語を学び、雲の動きを見て明日の天気を知るように、AI は実際のビッグデータをもとに、知識を広げ、考えて解を出す力を持つに至った。

世界の膨大な情報と豊かな経験をもとに成長した AI に学び、AI と共に実力を身につける必要がある。

基礎科学の研究や応用科学の研究開発では、新しい発想や新しい研究方法、すなわち独創性が大切だ。独創性は、これまでとは異なった方法や新しい視点の導入や、それらの組合せから生れるばあいがおおい。

AI は、異種の知識や方法の組み合わせ、数々の試行を

繰り返し、新旧の定石をこえた「独創的な手」を手にした。

独創的な研究や新たな開発は、人間の頭脳に特有なもので、AIにはできないという「根拠なき幻想」は崩れつつある。

広範な基礎学力と柔軟な発想力を身(素子)につけた AI は、プロの育成に大きな役割を果たす。大学は、AI と協力し、相互に共存と向上を計ることが肝要だ。

註1. 英グーグル ディープマインド社の作成によるアルファ碁 (AlphaGo)。尚、1997年にはIBMのディープブルーがチェス王者に勝っている。

6.1.3. IT ができない感動を伝える講義

21世紀の文明はIT/AIによって大きく変わろうとしている。AIは人間の聖域である「考える脳」の機能を持つ。膨大な情報の記憶、合理的な分析と判断、これからの予測、AIはこれらの知的活動を速やかにこなす。

医療の分野では、NMR, CT, PETといった最新の画像のIT分析で、癌の診断が可能になった。一方、医師の判断には限界があり、見落としや誤診がすくなくない。

名医は、豊かな経験と知識をもとに、しばらく熟慮して適正と思う診断をする。名医の何百倍の画像分析の経験と知識を持つAIは、瞬時に適正な診断をする。

IT/AI の時代、大学で何を学び、何を教えるか？ 大学教授は必要か？

能では、シテ、ワキ、太鼓、鼓、全てが調和して、幽玄の美と静寂の響きが能楽堂全体にみなぎる。そこに能演者と観客が一体化して、超次元の世界が生まれる。

音楽コンサートのばあい、耳に聴こえる音、体で感ずる音、演奏家の心の音がコンサートホールを満たす。全ての音がハーモニーして大きな歓喜につつまれる。

CD/ネットでいくらでも歌が届けられる平成期、おおくの歌手は生のコンサートにこだわった。全国津々浦々を回り、聴く人と一体になって歌い、幾多のファンと感動を共にするためだ。

演奏家の全人格が現れた音楽コンサートホールでは、DVD のデジタルな音をこえた世界が出現し、聴く人は今日あることを幸せに思い、明日に生きる力を得る。

大学でも、能楽堂で観る能やコンサートホールで聴く音楽のように、感性に満ちて共感を呼ぶ講義が大切だ。

英文学の講義で教えるのは、作家の考え方、その文化的背景、そして講義をする教授自身の考えである。

数学の講義では、定理の基本的考え、それが生まれた経緯、論理の美しさ、そしてその将来の発展を説く。

大学の講義には、学問を究めつつある個性豊かな教授や准教授の全人格が現れており、それが聴く人に感動を与える。

IT/AI による講習と教授による講義との相互補完が大切である。教授や准教授は個性的な講義をし、標準的な講義は個性を要しない IT 講師が行うのが理に適う。

教授や准教授は、IT 講師との相互分業によって、時間のゆとりが生まれ、自分の研究と教育に一層専念できる。

大学固有の講義の意義は、IT/AI にはできない、教授や准教授の個性豊かな講義にある。自分の教育や研究の実績をもとに、学問の背景、現状、将来について自分の考えを説き、学問を究める感動を共有することが大切だ。

6.1.4. IT/AI による大学の研究革新

21 世紀の IT/AI によって、20 世紀の大学（大学院）の研究は一新されようとしている。それは必然の流れだ。

大学の研究室のある風景：若い研究者はすくなく、教授は委員会で多忙で研究現場には表れない。予算は枯渇し、研究装置は旧式で、研究成果も世界の研究に 1 周遅れ。

国際誌に教授が主（第一）著者の発表論文 0、博士論文発表 0、日本人の博士課程学生 0 の 3 ゼロがつづく。

IT/AI の登場で、このような従来の大学の研究実態は革新され、全く異なった研究スタイルが現実になりつつある。前の各章で述べたことと若干重なるが、公開が原則の基礎研究の具体例を挙げる（註 1）。

ユビキタスの研究環境が実現。世界の研究情報は常時

ネットで各人の PC/スマホでアクセス。研究者や大学院生は世界の最先端の情報を共有し、研究の最前線にいる。

研究者は、実力次第で、一大学をこえ広い世界で活躍する。大学の外に目を向ければ、国内外には最新の装置を備えた研究所があり、進取な大学院生や研究者を歓迎している。旧式な学内の研究装置にこだわる理由はない。

世界の研究情報の分析、新たな研究の発想、研究装置の開発、実験測定、膨大な雑音情報の中から真の信号の発見、これらの研究の核心部分に IT/AI サポートを得る。

標準的な解析や理論計算は、公開されているアプリを使って行う。最後に関連論文の検索と論文執筆と校正に AI のサポートをうけて論文完成。

IT/AI のアシスト研究の特徴は、研究の舞台が大学の研究室から世界に広がることである。研究室の固有の研究資源（部屋、メンバー、装置、書庫、予算、等々）が消滅して、ネットを通して世界の研究資源を共有する。

大学の教授や准教授は、研究室を世界に解放し、自由な発想、自主独立の活動、AI との相互協力の大切さを、自ずからの研究・教育の諸活動で示すことが肝要だ。

註 1. 応用研究で特許等を要する研究ばあいは、国内外との協同や開示に、相応の配慮を要する。

6.1.5. IT/AI との共生を学ぶ

大学では、高度な教育・研究の場として、最先端の科学技術の教育・研究が行われている。素粒子、DNA、エネルギー、情報、等の最先端の科学技術の教育・研究が盛んだ。

一方、自然との共生を怠り、地球環境が破滅する危機が迫っている。温暖化ガスの削減は進まず、森林破壊や資源浪費が進む。異常気象が頻発し異常が日常になった。

IT デジタル化は、軽量化や効率向上などによるエネルギー消費を減らし、炭素を使う紙の使用を大幅に減らし、脱炭素社会の実現にも大変重要だ。

大学の教育の現場では、IT デジタル化が大幅に遅れ、いまだに紙を大量に使っているところがすくなくない。IT 活用とデジタル化は、キャンパス禁煙と共に、大学の危機脱出の第一歩だ。

AI は理性にもとづいて自ら学び、合理的に判断し、自然との共生を計る。21 世紀の人類の課題は、自然と AI との共生である。

大学は、高度の教育と研究という、「知と智」の修得と向上をめざしている。すなわち「脳」の活動だ。そのおおくの部分が、AI によって行われようとしている。

現代の世は、人間、社会、自然、科学技術が相互に関係し、複雑系になっている。ある部分では錯綜している。そ

れをいかに秩序系にするかが大きな課題だ。

ビッグデータを科学的に分析して成長した AI は、豊富な実体験データをもとに、感情を入れずに適正な判断をする。種々の問題への AI 活用が混迷を救う。

21 世紀、先端科学・技術の一環として、IT/AI の教育・研究が肝要だ。その基礎となる、大学における教養と専門の数学力は、益々重要になってきている（註 1）。

IT/AI は人間生産活動を変え、社会を変える。AI の研究と共に、AI を適正に育て、AI と共生が大切だ。

IT/AI の 21 世紀、大学の各教官と学生は、IT/AI の基礎を身につけ、IT デジタル化と脱炭素化を進める。AI と相互に学び、AI と共存を計ることが肝要だ。

註 1. 最近のデータ（読売新聞 2019.4.12）によると、人口 1 万人当たりの数学系の博士課程修了者はアメリカが 5 人に対し、日本は 1 人で、極めて少ない。

6.2 競争から協力へ

提言 6.2.

*IT/AI とグローバリゼーションの 21 世紀、大学は各人の固有の DNA の個性と多様性を尊重し、育成する。

*研究に重点をおおく大学は、相応の実力と実績を持つ教授や准教授を擁し、人類共通の知価を創造するために、

国内外の共同利用の研究に参画・協力する。

6.2.1. 大学協力への発想の転換

個々の大学では、存立をかけて危機対策を検討している。危機のおおくは、わが国の大学共通の問題だ。各大学は、大学の危機を共有し、大学の教育・研究の向上に相互協力することが大切である。

個々の大学や個人の研究の遂行力は、「研究競争力」と呼ばれ、研究を実際に進める力である。競争力は、他大学と競って勝つためでも、他大学を負かすためでもない。各大学が独自の研究と相互の協力研究によって、文化の向上に相応の貢献するためのものである。

各大学を支えている国民は、個々の大学の勝ち負けにはあまり関心がない。国民が望むのは、大学全体の教育・研究の充実・発展と、その結果としての福祉の向上である。各大学は、研究資金獲得額や入学の偏差値で競い合うことよりも、相互に協力・連携し、全体として向上・発展することが期待されている。

1990年代、全国共同利用の核物理研究センターでは、西播磨の Spring8 でレーザー電子光プロジェクトを立ち上げた。そのための部門の新設が至難な時代、他の大学の理学部からポストと研究者を提供してもらい、新プロジェクトをスタートさせた。

海外の大学からも参加協力を得てプロジェクトは十分な研究成果を上げた。国内外の大学の協力が、わが国と世界の核物理研究を発展させた。

グローバル化の 21 世紀、大学の研究も広い視点が必要だ。高温超電導、温暖化ガス、癌の原因の解明、等々は国内外の大学が取り組んでいる共通問題だ。

国内外の各大学が、人類共通の諸問題の解決に向けて、相互に協力して研究をすることによって、個々の各大学の研究力が強化され、人類の福祉が向上する。

個々の大学は、それ相当の競争力(実力と実績)を持ち、その上で相互に協力することによって、大学全体として、学問の向上に貢献することが期待されている。

6.2.2. DNA と個性・多様性の育成

世界の研究者は、IT によってもろもろの情報を共有し、大学の研究・教育を含め、おおくの社会活動が地球規模で行われている。

一方、人間の諸性質や諸能力は、個々の個体に固有な DNA が基礎になる。DNA の 1 部 (2%) の遺伝子が基本設計を担い、DNA の主要部分 (98%) がその発現に関係している。

DNA は個々の個人の固有のものである。したがって個々人の能力については、個別化が重要だ。

個々の人間の才能や能力とその発現は、個々の DNA によって異なっており、それらは基本的に多様である。

各人の生まれながらの能力は異なるものの、それを発現させる DNA の働きは、教育環境によって育つ。

グローバリゼーションの現代、均一の良質な能力をもつ人材育成が強調される傾向があるが、均一化は大変危険だ。個々の DNA にもとづいて、異なった個性とその発現を尊重することが益々大切になってきている。

生命体のおおくは、個々が異なっており多様である。豊かな多様性が、生命体全体としての生存力の源だ。

大学教育にあたっては、1. 個性や能力の個別性、2. 異なった個性や能力の多様性、3. 教育環境による個性や能力の向上の可能性の 3 点が重要である。

多様性の尊重と個性の育成という視点から見たばあい、一律の標準学力を強調する教育は、問題がおおい。

理系と文系という型にはめた分類は、人為的で不自然である。千種の理系と千種の文系の DNA が微妙に混合しているのが実体で、その発現は教育によって変わる。

大学教育では、一様な標準学力の標準専門家を量産するのではなく、多様な個々の才能の育成が望まれる。

感性と論理性、文才と数学力、奇抜な発想と常識、独創力と協調性、脳力と体力、等々。DNA には異種のものが共存している。それぞれを育てることが大切だ。

決まった試験に決まった点を取る輪切り秀才集団、一

様に意欲と独創性（自称）がある研究者、理系だけが秀でたりケ男（女）教授陣、いずれも多様性がなく脆い。

大学改革で、ある指標（科学研究費獲得、他）を強調しすぎると、その指標の均一人間が量産されて脆くなる。

人工肥料は、ある作物の生産を伸ばしたが、生態系の多様性が失われ、数万種の野生生物が絶滅の危機にある。

大学は、研究・教育の諸活動において、DNA 本来の多様な個々の才能の尊重と育成につとめることが肝要だ。

6.2.3. 大学の教育・研究は世界共有の知的価値

大学の教育・研究は、自然科学、社会科学、人文科学、文学、医学、工学、芸術など、多岐にわたる。それらは世界共有の知的価値である。国内外の大学間の学生や研究者の活発な相互交流によって、世界の知価の向上を図ることが大切だ。

海外の大学からのおおくの学生や研究者が、わが国の大学で学び、研究・教育に参加している。同じく国内の大学からも、おおくの学生や研究者が、海外の大学で学び、海外で研究や教育に活躍している。

大学の教育・研究は、民間企業の研修や開発研究と異なり、公共性を持つ。わが国の大学と大学院、特に国立大学のばあいは、主にわが国の納税者がサポートしている。

各国の大学を支える納税者が望むことは、自国の大学

や自国の国民の教育・研究の振興と共に、相互交流や協力による世界の文化と文明の向上である。

大学で育った学生は、広く国内外で活躍し、大学の基礎研究は、論文として世界に公表され、世界の文化・文明を向上させる。

大学の研究方法は、研究分野や研究対象によってさまざま。世界のおおくの研究者が、種々の方法で切磋琢磨し協力しながら、研究の果実を实らせてきた。

大学の研究成果は、一大学や一研究者のものではなく、世界の研究者のものでもない。人類共通の知価である。

世界のおおくの大学と研究所の研究者が、独自のアイデアと方法で、素粒子物理の研究に取り組んでいる。

研究グループも、4-5人のばあいや100人をこえるばあいなど、さまざまである。研究参加者は、いくつかの国の大学にわたり、一国一大学で固まることは少ない。

各大学のメンバーが協力して、ひたすら素粒子の真実の解明に励む。研究情報の公開・共有はいうまでもない。

研究協力の重要性は、どの研究にも共通している。癌の研究でも、外科、内科、放射線科など、方法は多岐にわたる。胃、脳、肺など多様な部位がある。世界の多様な研究者が協力し、癌の究明と共生に取り組むことが大切だ。

大学は、大学独自の研究を自主的に行うとともに、世界の大学・研究者と協力し、人類共通の文化・文明の向上をめざすことが期待されている。

6.2.4. 大学共同利用の研究所での教育・研究

わが国には、幾多の全国大学共同利用の研究所がある。最先端の大型研究装置が大学の共同利用に供され、各大学の研究者がそれを使って研究をしている。大学共同利用の原子核研究所の設立については 5.3.4 節で述べた。同じく宇宙線研究所は、全国大学共同利用研究所で、宇宙線やニュートリノの研究に取りくんでいる。

特に、岐阜県神岡の地下にある大型のニュートリノ観測装置は、世界最高性能のニュートリノ研究装置である。世界各国からおおくの研究者が集まり、活発な研究が行われている（註1）。

高エネルギー物理研究所が筑波に設立された。核物理研究センターが大阪大学内に設置されたことは 5.3.5 節で述べた。いずれも全国共同利用の研究所（センター）で、大型の加速器を備え、全国の大学研究者や大学院生が研究と教育に活用している。海外からもたくさんの研究者が集まり、活況を呈している。

実際の研究遂行に当たっては、各大学の研究者が、独立した研究グループを擁して研究するばあいもあるが、いくつかの大学の研究者や研究所内の研究者が協同で研究するばあいがおおい。

理論物理を主とした大学共同利用研究所として、基礎

物理研究所がある。京都大学付置であるが、全国の基礎物理研究者に開放され、理論研究と研究交流で大きな成果を挙げている。

素粒子や原子核以外の分野でも、同様な大学共同利用研究が活発に行われている。現在、わが国では四つの大学共同利用研究機構がある。それぞれにいくつかの大学共同利用の研究所があり、日夜、活発な研究・教育活動が行われている（註2）。

大学院教育や研究者育成の面でも、大学共同利用の研究が果す役割が大きい。共同利用研究所で連携大学院として各大学の大学院生を受け入れるばあいや、大学の大学院の協力講座として大学院指導にあたるばあいがある。大学共同利用研究所（センター）は、わが国の当該分野の研究全体を支え、その振興につくしている。各大学間の研究協力や研究交流の中核だ。

大学の研究者や大学院生が、最先端にある全国共同利用研究所（センター）での研究活動に積極的に参画することで、各大学の研究・教育が大きく伸びる。

註1. 梶田博士らのニュートリノ振動研究（2015年ノーベル物理学賞）が行われた。

註2. 自然科学研究機構、高エネルギー加速器機構、情報システム研究機構、人間文化研究機構の大学共同利用の研究機構があり、各機構にいくつかの研究所がある。

6.2.5. 国際共同利用の研究所に目を向ける

海外でもさまざまな研究分野で、大学や研究所の研究者が共同で研究に参画する研究所がある。そこでは各国の研究者が集まり、多様な最先端研究が展開されている。

素粒子原子核研究のばあい、高エネルギー加速器など、大学の規模をこえる大型装置が必要だ。したがって早くから国立の研究所で大型加速器を設置し、研究所と大学の研究者が共同で加速器を利用し研究を行ってきた。

アメリカのばあい、BNL, FNAL, LANL, その他、いくつか国立研究所（註1）がある。それぞれ特色ある大型の加速器を擁し、アメリカのみならず、世界の大学からおおくの研究者が参加し、活発な研究が行われている。

CERN（欧州原子核研究機構）は、ヨーロッパの各国が主となって設立した研究所で、ジュネーブ近郊にある。

ヨーロッパの国を中心にしたメンバー国と、それ以外の非メンバー国があるが、世界各国の素粒子核研究者が参加し、最先端の研究が展開されている。

欧米の大研究所は、いずれも世界各国の大学や研究所の研究者や大学院学生に開放され、それぞれ、独自のアイデアと方法で、興味ある研究・教育活動を展開中だ。

1990年代、筆者はわが国の全国大学の共同利用センターである核物理研究センターの国際化を試みた。最先端

の諸装置を有するセンターを世界の研究者に開放した。

同センターで行う研究の審査も、海外の研究者を含む委員会で審議。国内外のおおくの研究者が同センターでの研究に参画し、相乗効果で研究は一段と活性化した。

海外の共同利用の研究所では、各国からの研究者が、大学を超えて研究に励む。それらは、最先端の研究と研究者を育てる、世界に開かれた研究・教育の現場だ。

註1. BNL: Brookhaven National Lab., FNAL: Fermi National Lab., LANL: Los Alamos National Lab., CERN: European Organization for Nuclear Research.

6.3 国際レベルの大学へ

提言 6.3.

*国内外の大学が相互協力して研究・教育をする連携大学ネットワークは、新たな研究と教育の活路を拓く。

*各国の研究者が、各々の個性を尊重し、協力しながら研究活動を行う大学は、国境のない社会モデルとなる。

6.3.1. 「国際」からの脱却

大学における自然科学、社会科学、人文科学などの基礎科学の研究がめざすのは、新たな「知の創造」である。

基礎科学は世界の人々が共有するもので、国境をこえて、国際レベルで行われている。

大学の研究・教育の情報を大学内にとどめる意味はない。もともと基礎科学の研究成果は、論文として公開が原則で、いつでもどこでも世界の研究者がオンラインでアクセスする。

論文の前の段階のプレプリントもアーカイブ（註1）として世界の研究者に公開され、国際的に共有されている。

20 世期の半ば、わが国の大学は戦後の荒廃からの復興に勤め、国際レベルをめざして努力してきた。現在、おおくの分野で世界レベルになり、いくつかの分野では世界をリードしている。

IT の 21 世紀、世界では国際が当然で、「国際」という言葉は化石になりつつある。一方、わが国の大学では、未だに「国際的研究」とか「国際会議」と称して「国際」から脱皮できてない大学や教授がすくなくない。

現在の大学に求められるのは「国際」からの脱却で、「国際」のつかない国際化である。国内だけで通用する研究、大学内に閉じた教育、国内での研究討論会、このような閉鎖空間での研究・教育は、解放を基本とする大学の基礎研究の世界では異常だ。但し、応用研究や技術開発などの研究では、知的財産の保護など、周到な対策が肝要だ。

IT で世界の大学や研究所が常時一つに結ばれ、日常の国際レベルで研究が進む。国際という言葉はいらない。

世界の各大学は世界に開かれ、研究者や学生は、大学で自由に学び、自主的に基礎研究に参加する。フェアな競争と評価があり、研究や教育の成果を共有する。

基礎科学研究では、各大学の研究者が、国や大学という枠組みを意識せず、協同で研究をするのが普通の研究だ。

註1. arXiv: コーネル大学が運営している web site. 理工系の論文の前段階のプレプリント。

6.3.2. 「国際」のない開かれたアメリカ大学

アメリカの大学は早くから世界に開かれている。その開放性が大学の研究・教育の水準を高く保っている。

相対性理論のインシュタインや原子核エネルギーを取りだしたフェエルミ、等々。アメリカの大学や研究所は、おおくの世界のトップクラスの科学者を受け入れ、研究水準を上げてきた。

アメリカはそもそも、主にヨーロッパのいくつか国から人々が移住してできた。その後、おおくの国や民族の人々が新大陸アメリカに移り、多民族多文化のアメリカ合衆国が造られた。

アメリカの大学の教授や研究者や学生も、もともと世界の各国から集まってきた人だ。さらに国外からのおおくの研究者や留学生が加わり、活況を呈している。

筆者の海外研究生活のスタートもアメリカである。ワシントン大学に着任早々、大学院生指導、大学院講義、研究所の研究プログラム委員等を担当。はじめからアメリカ人扱いだ。

アメリカの大学では、その研究者は実に多様だ。国内外から実力ある人材を集めている。

アメリカや日本の大学に在職中、何回かアメリカで開催された物理学会や原子核関連の会議に招待され、研究発表をした。どのばあいも、いろいろな国からおおくの研究者が参加、国際会議そのものだ。しかしアメリカではこれらの会を国際会議といわない。

各研究者や学生が、自他の国籍を意識することなく、一人の研究者として活動する。

わが国のおおくの大学は、世界の大学ランキングの低下を嘆き、その対策として国際化に努力している。

留学生数、海外から招聘教授数、国際会議数、海外の研究者と共著の論文数、等々に数値目標を立てて努力中だ。しかし、海外の学生や研究者のおおくは、日本よりアメリカの大学に魅力を感じている

わが国の大学では、おおくの研究グループが閉鎖的で、ほとんどの論文の共著者（研究協力者）が、同じ大学や日本国内に限られている。極めて不自然であるが、不自然という自覚がない。

IT 時代、各国の研究は益々国際化し、それと共に研究

業績が伸びているが、わが国はいずれも停滞したままだ。

大学の教官と大学院生は、自分の国籍を意識せず、世界の中の研究者の一人として、世界の教育・研究の進展ために活動することが大切だ。

6.3.3. 欧米の大学の自由研究

ヨーロッパの大学の間では、伝統的に学問の交流が盛んで、研究者はいくつかの国の大学に滞在し、研究活動をする。アメリカの研究者との交流も活発だ。

アインシュタインのばあい、ミュンヘンからチューリッヒに移り、ベルン、プラハ、ベルリンなどのヨーロッパ諸国の大学に滞在して研究。その後アメリカにわたり、カリフォルニア工科大学をへて、プリンストン高等研究所で研究。各地で物理学史に残る数々の研究をしている。

現代物理学の発展に、コペンハーゲン大学が大きな貢献をした。20世紀の初め、現代物理学の基礎となる量子力学の打ち立てたのは、コペンハーゲンのボア教授はじめ、ヨーロッパの理論物理学者である。

ボア教授は多様な物理学者の間での討論を重視し、その名をとって、N. ボア研究所が設立された。

1950年代になり、N.ボア研究所は若き理論物理学者のA. ボア教授とB. モッテルソン教授に引き継がれ、世界の原子核研究のセンターとして活況を呈した。モッ

テルソン自身、アメリカからコペンハーゲンに移った研究者である。

N.ボア研究所には、世界各国から活発な原子核研究者が集まってきた。ある研究者は数年滞在して研究をする。あるいは数日滞在して討論をする。こうして皆が研究を楽しむ一大研究サロンだ。

自由主義国（西欧、北米、日、他）や社会主義国（当時のソ連邦、東欧、中国）という社会体制をこえて、各人が研究を楽しみ、研究を進めた。

1970年、筆者は東欧諸国の一つの東ドイツで貴重な経験をした。当時はベルリンの壁は厳然と存在し、鉄のカーテンの向こう側の東ドイツを訪問することは極めて困難であった（註1）。

N.ボア研究所で研究中、東独のロッセンドルフ研究所のプリンクマン教授に招待され、一連の講義をすることになった。当時、日本と国交のない東独の研究所の人たちとの研究討論は、忘れられない思い出だ。

国境をこえた研究・教育の活動は、人類の文化・文明の向上をもたらし、世界の平和の基礎となる。

基礎科学の研究・教育の向上をめざし、大学の教授、研究者、大学院生が、国という枠組みをこえて、共に励み、競い合い、そして協力することが有意義である。

註1. 1960－1989年代は、ソ連や東欧の諸国は、鉄の

カーテンで閉ざされ、自由な国際交流や研究が困難であった。N.ボア研究所はそれらの国の人々を受け入れ、学問の交流と発展に貢献した。1989年11月、ベルリンの壁は壊され、東欧の人々は解放された。

6.3.4. MESON と大学連携

最先端の研究装置は多種にわたり、大型になってきている。各大学や各研究所が備える大型の研究装置は限られている。各大学が何種類もの大型装置を備えることは現実的でない。

国内外のいくつかの大学や研究所が連携ネットワークを構築し、各々の大型の研究装置を各大学や研究所に開放することが有効だ。共同利用によって、各装置の活用が促進される。

連携大学（研究所）ネットワークは、21世紀の大学・研究所群の一つのモデルとして有効である。

連携した大学や研究所の間では、研究装置や研究成果はネットで結ばれ、常時アクセスできる。各大学や研究所の各装置の活用が進み、相互の協力研究が活性化する。

MESON（註1）は原子核物理研究の国際連携研究ネットワークの一つで、筆者が大阪大学の核物理研究センターのセンター長を務めた時、世界の核物理研究所に呼びかけて1996年に立ち上げた。

原子核の研究には、多種の大型加速装置と多様な大型の観測装置を要し、一大学（研究所）で全部を揃えることはできない。

MESON は、各研究所の諸装置と研究グループを有機的にネットワークで結び、相互に研究協力と共同利用を行うことによって、世界の核物理研究全体の向上を計ることが主旨だ。世界の 13 の主要な原子核の大学・研究所が参加し、各々の大型の加速・観測装置の共同利用と研究協力をめざした。

各研究者は、ある研究ではそれぞれの研究所で独自の研究を進め、別の研究では MESON ネットワークの大学・研究所と連携協力して研究を進めた。

連携大学・研究所は、加速器を用いる原子核や素粒子の研究領域に限らない。いろいろな基礎科学の研究領域で有用である。生命科学、新エネルギー開発、環境科学、等々の基礎科学研究には、多様な研究装置や研究グループが必要で、世界の大学の連携が大きな成果を生む。

連携大学・研究所ネットワークは、各大学・研究所が各装置を共同で利用し、相互に協力して研究・教育を行う。
21 世紀の新しい研究組織として発展が期待できる。

註 1 .MESON : Medium Energy Science Open Network.

3.5. 多様性を生かす社会モデル

世界の人々が平準化されることなく、個性が躍動する社会を造ることが大切だ。地球上には、80億の人々の異なった個性があり、異なった才能がある。個性や能力は教育や努力によって向上する。

豊かで多様な個々の個性と才能が十分に生かされることによって、健全な社会が実現できる。

一方、ITの発達によって瞬時に情報が世界で共有され、均一化と没個性化が増長され過ぎると、個々人の多様な個性の発達が妨げられる。

個性の喪失はまさに21世紀の危機だ。文化・文明の創造は、異なった個性の相互作用によって生まれるからだ。

大学は、グローバリゼーションの21世紀を生きる一つの社会モデルを提供し、多様な人材育成に大きな役割を果たす。その理由は、大学が持っている次の4つの特質による。

1. 大学の構成員の多様性。10代から20代にかけての発達過程の学部学生、20代の成長期の大学院学生、全世代にわたる教官層、それぞれが相互啓発をしながら、活動をしている。

2. 大学の知的な創造活動。大学がめざすのは、高度の学力と研究力の育成であり、知の創造による研究の推進

だ。多様な個々の人間の自主性、個性、興味を尊重する。

3. 大学の未来志向。大学は当面の具体的な特定の利益を追及しない。将来の発展のもととなる基礎学力に重点を置き、人類の文化・文明の創造と人材の育成をめざす。

4. 大学の多様性と共通性。大学の研究・教育は、文系と理系、基礎科学と応用科学、芸術や文学、経済や法学、等々多岐にわたる。一方、大学がめざす文化・文明は、世界共通で、主な研究活動や成果は世界に開放される。

1960－1970年代の東西冷戦期、コペンハーゲン大学では、東西間で活発な研究交流があり、中国本土と台湾の間でも、たくさんの研究者が協同研究を行っている。

現在、欧米、アジア・中東、アフリカ、等の各大学間では相互交流が進み、研究・教育が活発に進行中だ。わが国の素粒子原子核の研究・教育は、早くから国際ベースで研究が進められている。

グローバリゼーションの21世紀、各国からの多様な研究者や学生が、自主・自由を尊重し研究・教育の活動をする大学は、国境をこえた社会モデルの一つである。

7. 大学と大学院の再生

7.1. 大学改革からの開放

提言 7.1.

*大学の理念にもとに、大学（大学院）の各科（専攻）の定員の適正化を行い、日常の教育・研究の内容を改善する。

*大学の外に目を向け、国内外の他大学や産業界の研究者との協力を進め、大学の教育と研究の活路を拓く。

7.1.1. ストップ ザ「大学改革」

大学の教育・研究の危機に対し、さまざまな改革論議がなされ、あるものは実行された。しかし実効が伴わず、現在も議論中なものが少なくない。

大学内で行われている主な議論は、如何に現在の定員や組織、そして世界のランキングを維持するかという喫緊の問題。すなわち、組織防衛論であり生き残り対策だ。

大学と大学院の志望者減と定員割れは確かに重大危機だが、それは結果である。その原因を精査し、目指す研究・教育の内容とそのための適正な学生の定員数について再検討が必須だ。

昨今の問題に、予算、教官定員、施設の問題がある。い

ずれも不十分で、まともな教育・研究ができないという。

大学では、予算増、定員増、施設増のためのさまざまな対策を議論する。しかし、これらの「増」には、それを支える納税者の理解が大切だ。

おおくの大学、特に世界水準の教育・研究をめざす大学は、世界の大学ランキング向上をめざし、対策を立てる。

大学や大学院には、最先端の名前をつけた、学科、専攻科、研究センターなどが新設され、モダンな建物が増え、留学生が増え、一見して充実しつつあるように見えるが、中身が伴わないものもすくなくない。

一方、毎日の授業、試験、研究、セミナーといった日常の教育の内容については、ほとんど議論されていない。

大学の使命である日常の教育・研究の内容については、問題であるという認識はあまりなく、議論しない。毎年の科学研究費の増減は大議論になるが、研究論文の内容やインパクトには、あまり議論がおよばない。

大学は日々の研究と教育の内容について、現状を分析し、大学の基本理念にもとづいて改革が肝要だ。

教授会は大学改革を議論する。しかし教授の教育・研究のレベルや実力についてはまでは議論がおよばない。確かに半世紀にわたって、大学関係の省庁や諸委員会でも、大学問題が鋭意検討され、実行されてきた。大学院重点化は、大学を大きく変えた。しかし、内実はあまり改善されず、問題が山積していることは第5章で述べた。

おおくの学部・学科の再編や改名が行われた。学科名から原子力という名が消え、内容も希薄になったばかり、基礎の原子核物理の教育・研究が消滅したばかりがある。

大学改革は、改革論議や形だけの「大学改革」よりも、日常の教育・研究に専念することと、大学の理念にもとづき、日常の教育・研究の内容の改善をすることが肝要だ。

7.1.2. 評価できない大学評価

大学で行われている教育・研究の内容の評価について、20世紀の終わりに種々の議論が行われた。紆余曲折を経て、21世紀になって大学評価制度が発足した。

各教官の研究力や研究実績を評価し、改善をうながし、教育・研究水準の向上に資する。これが評価の主旨だ。

適正な評価は民間では常識だが、わが国では、教授や准教授の研究や教育の内容はあまり問われなかった。欧米では、かなり前から講義の評価がなされている。1970年代のカリフォルニア大学の大学院での筆者の講義は、学生が評価し、学部長に提出した。

大学評価は大学内外に大きなインパクトを与えた。大学内では、評価に戸惑い対策に苦慮した。大学や関係者に膨大な労力と経費をかけた大学評価だが問題がおおい。

研究時間を割いて評価の書類作成に励む、講義を良くすることより評価書類を良く書くことに励む、等々だ。

評価機構や評価する側の現/元大学教授の実績（直近の論文等）が明示されないが、評価の信頼のために必要だ。

評価される側の教官の実績評価も表面的で、最近の主な筆頭（責任）著者の論文のインパクト等が書いてない。各教官の教育・研究の評価は自己評価で主観的だ。

大学評価は、大学の中期目標の達成度を重視するあまり、当初の目標とは異なる発想の転換や新たな試行研究などを阻害しかねない。研究の新展開は、往々にして当初の路線の転換と逸脱から生まれる。

評価の対象は、研究実績の他に、競争的資金獲得、諸委員会活動、社会奉仕など多岐にわたる。評価される側の大学教授も、研究以外のことに相当の時間を割く。

各大学も各教官も、独自の改革を計るのが本来だが、一律の評価で、画一化された大学になりかねない。全国の統一された評価は、再検討を要する。

7.1.3. 資金競争が生む改革迷走

大学の教育・研究の改善には「格段の予算（資金）を要する」といって大学関係者は予算増（獲得）に鋭意励む。しかし、予算増（獲得）の競争は、さまざまな歪みを生む。

教育・研究の向上という目的を達成するための「手段」であるはずの資金獲得が目的になっていることがある。

大学も研究者も、教育や研究を犠牲にして資金獲得に

奔走。教授や研究者は、連日「予算」や「資金」獲得に多忙を極め、研究する時間がなく、研究業績（論文）が減る。

大学の研究は、主として科学研究費という国の競争的資金で行われ、それが研究活動をささえる。大学としても、大学内の研究者の科学研究費獲得の額によって評価され、大学は科学研究費からある程度の経費をえる。大学は組織をあげて科学研究費の獲得に取り組む。

最近、大学や学界で話題になるのは、どこの大学のどのグループがどの大型の科学研究費を獲得したというニュースだ。新しい理論や観測の成功といった研究の話は影をひそめ、研究者の関心も「研究成果」から「獲得予算の成果」にシフトしつつある。

筆者はいくつかの大学の理学部、理系大学院、COE 研究拠点、研究プロジェクト等の評価を担当した。

研究の実績の報告で、学部長や研究科長が強調したのは、大型の科学研究費の件数と額。研究の成果にもそのインパクトにもあまり言及しない。これでは研究内容の評価のしようがない。

資金獲得をめざす教授や准教授は、研究のアイデアを醸成するまもなく、時流の研究テーマで科学研究費をたくさん獲得することに力を注ぐばあいがある。

納税者の負担のことは忘れ、研究に工夫を重ねて少ない予算でいい研究をするという思いもうすれがちだ。

資金の豊かな剛腕教授は、予算（資金）獲得と予算消化

に忙殺され、研究を考える寸暇もなく充実した日々を送る。資金の乏しい細腕教授は、時間を使って考えて工夫を重ね、研究成果の充実した日々を送る。実話だ。

研究内容の向上には、少ない資金で成果が得られるよう、考えぬかれた発想と日夜のたゆまぬ努力が肝要だ。

7.1.4. 学不弧必有隣、学外に目を向ける

大学は学問の理念のもとに、学問を教え学問を究めるという理念に徹すれば、必ず周りから理解され、道が拓ける。「徳不弧必有隣」は「学不弧必有隣」ともいえる。

大学は、志望者減と予算減の中、その存立をかけて、生き残り対策に全力を挙げ、種々の改革に努める。

2004年の大学法人化により、国立大学法人である86の大学運営は、主に運営交付金による。私立大学のばあいには、経常経費補助金がある。

運営交付金や経費補助金の額は、大学の実情に応じてある基準で決められている（註1）。尚、運営交付金の1部（2019年から10%）は、傾斜配分として、各大学の教育・研究と改革への実績に応じて配分される。大学は丸となって改革・資金対策に励む。

ある教授は、日夜の研究よりも、前節で述べた科学研究費の獲得に専心し、その矛盾に気がつくゆとりがない。

海外からの留学生数は、大学の魅力を意味し高い評価

になるばあい、留学生数増の対策を立てて努力する。

何人もの教授がアジア各国の大学に赴き、自分の大学をアピールし、留学生数の増を計る。その間、その大学の教授の研究が疎かになる。留学する側から見れば、大学の教授の研究実績が減れば、その大学の魅力が減る。事実、優秀な留学生がなかなか増えない。

大学再興は、予算、定員、装置の「増」が困難な状況のもとでの対処療法ではむつかしい。自前の資源にこだわらず、積極的に近隣に目を向ければ、自ずと道が拓ける可能性がある。

筆者が教授を務めた大阪大学理学部の研究施設が旧式になり更新が困難になった時、理学部の教育・研究を、隣のキャンパスの最新装置のある研究センターで行うことにした。理学部の研究者や大学院生は、研究センターの研究者と相互に刺激しあい、大いに活況を呈した。

研究は種々のスキルをもった研究者が協力して行うばあいがおおい。大学にはそのような研究者がいないばあい、隣の大学やアジアの隣国に共同研究者がいるばあいがある。現在の筆者のある研究の研究協力者はマレーシアの若い研究者だ。研究に魅力があれば、研究協力者は近くに必ずいる。

現実には、大学の教育・研究の向上に必要な、人員増、資金増、装置の近代化等がむつかしいばあいがおおい。周辺の大学・研究所や近隣の国の大学と協力することによ

り、研究の活路が拓くことができる。

註1. 国立大学法人の運営の主な経費を支援するために、1兆1千億円程度の運営交付金が支給されている。私立大学のばあいの経費の10%程度は、約3000億円の経常費補助金で支援されている。合わせて1兆4千億円位。交付金や補助金は、国立大学法人のばあいは、大学当たり10億円から1000億円程度、私立大学のばあい、1億円から100億円程度。大学によって大きく異なる。

7.1.5. 自律性に基づく産学協同

大学は社会の一組織で、その基盤は社会にあり、多かれ少なかれ、その国や地域の納税者が支えている。大学は、社会から隔離された象牙の塔に安住せず、常に社会に開かれ、社会に期待に応えるべく、努力が必要だ。

社会が大学に期待するのは、文化・文明と社会の福祉の向上に貢献する人材の育成であり、それらの向上に資する研究である。

大学の教育は、確かな基礎学力にもとづき、時代の変化に対応して、新たに発展する力を重視する。

諸々の科学技術は日進月歩、IT/AIなどの情報関連の科学技術は、数年で一新。大学の教育では、それらのもとになる基礎科学力と発展力のある学生の育成が重要だ。

大学の研究は、学問の自律的発展の観点から、諸科学の発展のもとになる基礎研究を大切にする。

大学の研究の社会への還元的重要性が指摘されている。大学の基礎研究と教育は、特定分野に当面役立たなくても、広い分野で永年にわたり、社会の発展に寄与する。

原子核物理、半導体物理、DNA 生命科学、高分子化学、情報数学、等々。前世紀の大学における諸科学の基礎研究が、現代の物質、エネルギー、IT、等の産業の基盤だ。

大学の研究は、産業界との密接な連携協力で行われることがすくなくない。このばあい、研究成果は大学の基礎研究と産業界の技術開発の双方に還元される。

最近のニュートリノ研究を可能にしたのは、産学共同の観測技術の開発である。

ニュートリノ信号由来の光信号は、極めて微弱で観測が極めて困難。それを効率よく電子信号に変える光電子増倍管の開発に成功した。小柴教授らのカミオカンデグループと浜松フォトニクス社の産学協力研究の偉業だ。

一連の協力研究による光電子増倍管は、ニュートリノ研究のみならず、広く基礎・応用研究や産業用に供され、世界の光計測技術の発展に大きな貢献をしている。

20 世紀末の筆者の研究では、微弱な電子信号の測定によるニュートリノ質量測定に挑戦。超高感度（超低雑音）の電子計測用の半導体や結晶を日米の民間企業と共同開発。その後、大学や民間で広く活用されている。

科学の進歩が技術の革新をもたらし、技術の革新が科学を進歩させる。大学と産業界の協力と連携が科学技術を伸ばし、文化と文明を一段と発展させる。

社会を基盤とする大学は、研究活動を学内に閉じることなく、広く社会に開くことが大切だ。大学の自主性に基づく産学協力と連携は、双方の向上に資する。

7.2. 研究の自主性と自由解放

提言 7.2.

*各大学の研究者は、大学から解放されて、国内外で自由に研究活動をする。研究・教育者の小委員会では、学間の内容を討論し、研究・教育の内容の改善と向上を計る。

*新しい柔軟な発想による回転思考で大学を充実させる。

7.2.1. 自主的で自由な研究活動

大学の全ての研究者と大学院学生が、自由に発想して自主的に新たな研究に挑む。このような自由な研究風土は、大学の研究の活性化の必要条件である。

大学院を修了して博士号を取得し、大学や研究所で研究の道を歩むばあい、PD（ポストドック）のポストにつくことがおおい。欧米の大学では、早くから PD という任期付きの研究職が活用されている。大学院生は、博士号

を修得すると、別の大学で 2-3 年の任期の PD になり研究をおこなう。

流動性のある研究職のシステムは、大学の研究を活性化させる。PD の期間は本人にとっては新しい環境で新しい研究に取り組む機会だ。大学にとっても 2-3 年ごとに新鮮な PD 研究者を受け入れて、研究が活性化する。

PD 研究者は、任期が限られていると、落ち着いて研究できないとか、失敗するのが心配なので新たな研究をしなくなるという意見がある。しかし、研究の実が直ぐには結ばなくても、挑戦を続ける PD 研究者は評価される。

わが国のばあい、PD として出身大学院を離れて研究生活を送ることに抵抗があるといわれている。国内の大学が研究者を採用するさい、往々にして同じ大学内に留まって研究を続ける研究者を優先することがあるからだ。

研究の新展界より従来の研究の継続を優先する。同じようなことが他の大学でも起こる。その結果、どの大学も同じ大学や大学院の出身者を採用する傾向があり、研究の刷新が進まない。

欧米の大学のばあい、その大学外から新しい研究者を採用ないし招聘するのが原則だ。国外からのばあいもすくなくない。研究者の新陳代謝は、研究の活性化の基本だ。

海外の大学や研究所の PD ポストについて活動することが有意義であることは 5.1.5 節で述べた。しかし、最近わが国の若手研究者で、海外の大学の PD になって研究

する研究者が大変少ない。

海外に出たがらない理由の一つが、海外で自由を知ってしまった研究者は、国内の教授から敬遠されるからという。問題は、萎縮して海外にでない若手と、萎縮して海外からの若手を敬遠する教授の双方にある。

大学の研究活性化は、自主・独立性のある新進の（脳が若い）研究者の活躍にかかっている。学生にあっては、他大学や海外の大学・研究所の PD につき、研究の新展開を計ることが有意義だ。

真理の解明をめざす基礎研究では、研究者が世界を舞台に自主的に自由な研究活動をすることが肝要である。

7.2.2. 大学における自由研究

研究には、自由な発想を重んずる自由研究と特定の目標達成をめざすプロジェクト研究がある。

大学が主とする基礎研究は自由研究が主で、真理を解明し新たな知を創造することをめざす。それ自身で価値がある研究だ。その研究成果は、文化を向上させる。

一方、プロジェクト研究は特定の目標達成をめざす。エンジンの燃費向上のための開発研究や、果樹の品種改良の研究は、民間企業でも活発に行われている。

大型加速器による新粒子の探索研究や火星調査研究などの特定の目的の基礎研究は、特定の国立研究所（機関）

で行われることがおおい。

プロジェクト研究のあるものは、大学と産業界が相互に協力する。官庁も含んだ産官学の協力研究もある。

特定の目的のプロジェクト研究や大型の国家プロジェクト研究は、そのための研究組織を立ち上げ、その研究リーダーのもとに組織的に行われることがおおい。

一方、大学における自由研究では、研究者の自主性、開放性、柔軟性が重要で、固定した研究組織を要しない。

わが国のばあい、大学、学部、研究科、研究室という組織体で、自由研究が行われることがおおい。

海外の大学では教授の主宰する研究室という組織がなく、各研究者や大学院生が自由に研究を行っていることは5.3節で述べた。

わが国の大学でも、大学の研究室という固定した組織なしに、自由な基礎研究は十分可能である。

組織から離れた教授は、自由に発想し自主的に研究に励む。研究資金は、国の科学研究費などでまかなう。

研究仲間は、常時国内外の大学研究者とネットでつながっていて、研究グループはテーマによって随時編成。

大型の研究施設や実験装置を要する研究は、それらが整備された国内や海外の大学共同利用の研究所で行う。

大学の自由研究では、研究仲間や研究装置は大学内に限らない。他大学の研究者と協同研究するばあいや大学外の研究所の装置を利用するばあいなど、研究によって

さまざまである。

大学では教授や准教授といった常勤の研究者を「正規職員」といって、PDや非常勤職員と区別（おおくのばあいは待遇で差別）している。研究者には正規も非正規もない（註1）。特任教授もおおくは非常勤で非正規がおおいが、そのなかには研究活動に常勤している最先端の研究者もすくなくない。

自主的な研究を生命とする大学の研究者は、一大学内に留まらず、国内外の適所で自由な研究活動を行い、研究の新展開を計ることが肝要だ。

註1. スマホの時代、組織に属さないで働くフリーランスが増えている。米国では10年もすれば過半数になるといふ。わが国の2018年のフリーランスは臨時を入れても7%で大変少ない。研究職はフリーランスが十分活躍できるようにすることが望まれる。

7.2.3. 学究者を大学からの解放

大学院重点化大学等の研究を主とする大学では、大学の任務である学問・研究は、大学に所属する教授、准教授、助教、PD、大学院生といった研究者や学者によって行われている。まとめて学究者という。

学究者は、主に大学に所属し、大学内で活動する。当然

のこととして永年そうであったが、果たしてこれからも研究者が所属する大学は必要か？

大学教授や准教授は大学に勤務する人。学者や研究者（学究者）は一般に学問を究め研究する人。本来は別の職種で、同一でなくてよい。学究者が一大学に職を得て大学に所属することは、必要条件でも十分条件でもない。

学者のおおくは大学教授で、また大学教授のおおくは学者であると考えられている。実際は、学問しない教授も、大学に勤務していないが優れた研究者も非常におおい。

大学を定年退官後、最先端研究で活躍する現役研究者も、研究から 100% 退役している現役教授もたくさんいる。

学問・研究のばあい、IT で世界が常時結ばれ、いつでもどこでも研究活動が可能になったので、一大学内に留まることなく、国際的に研究を展開できる。

活発な学究者の存在は、大学にとって重要だが、大学に所属する必要は必ずしもない。IT ネット空間や国内外の討論会で、学究者と大学院生が相互に刺激を受けながら学ぶ機会は多々ある。

大学の教授や准教授の主たる研究・教育の場所はその大学である。活動期間はそこで勤務期間で、定年（65 歳前後）までである。しかし研究の場所も期間も、大学に限定する必要はない。

現にアメリカの大学では、教授自らが自分の定年を決める。70 才くらいまで第一線で活躍する教授がおおい。

音楽家や画家のような芸術家のばあい、大学所属か否かに関係なく活動している。ある人は、大学内では専門の芸術家の育成に尽力、大学外では一芸術家として活躍。

実際には、大学に所属さない優れた演奏家や画家は大変おおい。大学やその定年という次元を超えて、自分の実力にもとづいて、活発な芸術活動を続けている。

研究・教育を主とする学究者のばあい、大学の需要に応じて、大学生や大学院生を指導する。研究者の研究に協力する。一大学に束縛されない。フリーランスだ。

大学の枠から学究者を開放することは、検討に値する。大学教授という枠内の正規職員ではなく、研究に専念して世界の科学の進歩に貢献する、枠外の正規学究者だ。

7.2.4. 教授会からの解放

最高学府である大学の教育・研究は、大学が自ら決める。各学部ないし各研究科の教授会がその任に当たる。このような大学教授会の自治は、わが国の大学の基本として信奉されている。すくなくとも大学内ではそうである。

大学の教育・研究は、20世紀半ばの太平洋戦争中とその前の時期に、軍や官僚によって歪められた。その反省にもとづいて大学の教育・研究の自治が重要視されている。

大学の教授会の自治は、大学の自治の根幹。その教授会が危機にある。大学の学部の教授会は、各学科の自治の名

のもとに、各学科の学問・研究の内容にたちいらない。

学問・研究に関する内容やその改善・改革についても、教授会で議論されることはあまりない。したがって改善・改革が実行されることもなく、平穩に時がすぎてゆく。

20世紀末に行われた大学院重点化や入試改変も、公益法人化も、大学内の教授会で議論されて発議されたものではない。

大学の学問の将来を左右する教授の選考は、教授会の最重要事項。しかし、教授会に推薦された教授候補を形式的に審議し承認することがおおく、教授候補の研究の内容や将来性の真剣な議論はほとんどしない。

大学院生の博士論文の審査は、大学院研究科の教授会で行う。実体は、ある教授が前審査し、教授会はその内容の適否を審査することもなく、そのまま承認する。

大学の入試は大変重要である。しかし教授会は、入試問題の内容の適否の事後検証、問題作成者と採点者の能力、出題ミスや採点ミスの内容等にはあまりたちいらない。

教授会の自治は教授の自治を尊重し、なにも議論しないことを大切にする。何もしない教授会が永続しているのは、実質的に何も決めないからだ。

もつとも、研究・教育という重要なことを、教授だけの教授会で決める理由はない。実質的には何も議論もしないが、全てが教授会で決まり、教授会が機能している。

現在の形骸化した教授会からおおくの教授を開放すれ

ば、教授は研究と教育に専心できる。教授会は、少人数の委員会にして、研究と教育の内実を議論する会に変えることが理にかなう。

7.2.5. 大学における回転思考

大学の改善のために、おおくの大学が予算増、志願者増、留学生増、等々に励んでいる。めざすのは、「増」の一方方向。大学改革で新たな展開を計るには、ひたすら一つの方向を進むのではなく、右に左に、あるいは上に下に改革の方向を変える回転思考が有効だ。

回転思考は、大学以外ではよく知られている。守りの堅い正門を避け、裏手に回わる。下に進んでトンネルを掘る。

一方、大学では、正攻法のオンパレードで、回転思考はあまり見られない。回転思考は、180度回転すれば逆転の発想になる。問題を出さず問題を造らせる、知らないことを聞かず知っていることを質問する、等々は第3章で述べた。回転思考による改革案をいくつかあげる。

1. 大学院の入試には、通常の試験成績をもって合否を判定しない。試験は、既定の解のある問題に対して、その通り答える能力を計るが、研究ではその通りに答えず、新しい答えを造る能力がものをいう。

2. 研究者の採用に、体力テストを行う。知恵を振り絞る独創力、夜を徹しての実験観測の耐力、挫折を跳ね返す

意志力、これらの力のもととは体力である。

3. 理系の大学院の試験に芸術の問題を出す。理系の研究に新展開をもたらすのは、真理の美のセンスのばあいがある。美的感性による閃きで新たな発想が生まれる。

4. 大学教授は熱心に教えない。学問に意欲を持ってといわない。その時間を惜しんで、自分の研究に励み、学生を顧みない。学生は、そのような教授の背中を見て育つ。

5. 研究費の増額のために東奔西走しない。その時間に研究を考える。少ない予算でも、工夫すれば道は拓ける。研究に必要なのは、時間をかけて真剣に考えることだ。

6. 目標を定めてわが道一筋にはげまない。道草をして隣に気を配る。独創性は広い視野から生まれる。

7. 大学教育では、最新の装置による最先端の教育をしない。学生が工夫して装置を造ることで、研究する力がつく。医療でも、最新の先端医療を施して生かすのではなく、自然の回復力が大切という。

大学の教育・研究の改革には、これまでのベクトルの方向を変え、新しい方向、すなわち回転思考が有効だ。

7.3. ニューノーマル大学に向けて

提言 7.3

* 大学は必修単位を廃し、学生は自主的に意義ある講義を選ぶ。大学院では、自主と自由を尊重し、自らの発想で

独創的な研究を遂行し、博士論文は国際誌に公表する。
*大学の危機は、日常の教育・研究の改善によって脱出する。
IT/DX と AI を活用し、国内外と広く協力・協調して、
必要とされるニューノーマル大学に再生させる。

7.3.1 大学卒業証書は実力を意味しない

大学の卒業証書は、「大学で学んで実力をつけた証」である筈だ。しかし、それが大学に合格した「合格証」に過ぎないことに、大学の卒業証書の問題がある。

難関の大学や超難関の学部合格したことは、それなりに入試偏差値が高いことや、入試に向けて努力したことを意味する。入試に必要な学力があり、それに向けて確かに努力した。

目的のために努力することは、大学での勉学やその後の活動に大変よい。ただし、大学に合格するために努力しても、大学で学問を究める努力をすることは限らない。

大学合格は、高校での実力の一部、入試実力だ。大学卒業時までには大学で身につける実力とは別のもので、大学卒業後の実社会で通用する実力とは大分ちがう

大学の無償化が議論されている。大学で有意義な実力を確かに身につけることが、納税者の理解に必要なだ。

各大学の入試の偏差値については、種々のデータが公表されている。したがって入試学力はある程度わかる。

大学の卒業証書は、定められた単位履修と学力を意味するはずである。しかし、実際の実力は、大学や個人により千差万別で、基準の学力の有無を意味しない。

実際は、大学で何を学んだかはあまり問題にされない。何を学び、どういう実力を身につけたかも明らかでない。採用する企業も、大学で何を学んだかを問題にしない。

国民の同年代の半数の若人が青春時代を大学で過ごし、数百万円の授業料を払う。文科省の予算の4分の1の約1.5兆円が大学の教育や研究を維持するために使われ、国民が身を削って負担している。

大学で何を学び、どういう実力を身につけたか。大学内でも、大学外でも、大学の4年の年月と経費の意味があまり問われないことが、まさに大学の危機だ。

大学の卒業式以外、大学院進学、就職、昇進、結婚、その他で、卒業証書を見ることはほとんどない。

本人の学力も意欲も意味しない卒業証書は無用といえる。実力を見るには、法曹界に進むには司法試験、企業のばあいはその企業の試験、実用英語では民間の英語テスト、等が十分機能している。卒業証書の出る幕はない。

卒業証書に意味がなければ、卒業に必要な履修単位も意味がなくなる。但し、大学の優れた講義には、単位認定と関係なく、有意義なものがある。そこで学ぶ教養、基盤、専門の学問と志は、生涯を通して知的活動のもとになる。

意味のない卒業証書の意味の再検討が必要である。卒

業証書に支えられた無意味な授業を見直し、学生や社会が求める有意義な講義や教育に改革することが大切だ。

7.3.2. 必修単位のない大学カリキュラム

大学卒業のためには、ある決まった単位数以上の講義の履修が必要とされている。はたして必要か？

大学の各学部・学科には、必修科目と選択科目がある。必修科目に指定された科目は、その学部・学科を卒業するために履修しなければならない。しかし、それらの単位修得は、それらの実力を意味しないことは既に述べた。

現代の理系の基礎である量子力学のばあい、大学や教授によって、量子力学の序論だけですますばあいもあれば、徹底訓練をして量子力学を駆使できる能力を身につける授業もある。したがって量子力学の単位を取得しても、その実力のほどはピンキリだ。

放射線や原子力をあつかう学科でも、その基礎となる量子力学の訓練が教養科目にも専門科目にもないばあいがある。すなわち量子力学を自由に駆使できない原子力「専門家」が生まれる。

大学では留年や中退の学生を減らすことが求められている。大学評価を下げないためだ。実力が伴わなくても、出席点やレポート点で安易に合格させて単位を認め、留年生を減らす教授や学部がすくなくない。

一般の世間では、大学の単位取得がその学力を意味しないことは周知のことである。したがって、教授は実力の有無に関係なく合格させることに、自責の念はない。

各学科に必修科目が定められているが、実際は学科の教授の事情に合わせてきめるばあいが多くはない。

ある分野の物理の教授の講義に学生が集まらないときは、必修科目として学生に履修を義務づける。どの国の語学を必修科目や選択科目とするかは、その国の語学の教授数の多寡で決める、等々。例を挙げたらきりがなし。社会や学生の需要より教授側の供給の事情が優先する。

「優」の成績がとりやすいとか「合格」しやすい科目に学生が集まるのがよくある。誰も優の意味を問わない。

大学入学に際しては、カリキュラムの内容を見て大学を選ぶのではなく、入学してからカリキュラムを調べて講義を選ぶ。したがって大学が適正と称して指定する必修科目と選択科目も、教授や准教授の都合で大幅に変えても問題がおこらない。

実体の希薄な履修単位の実情は、あつてはならないが、常態化しているのが現実だ。大学自身も社会も、思考停止し、履修単位と実力の乖離に違和感を持たない。

大学で学ぶべき履修単位や必修単位を、大学が定める意味は疑問だ。学生は自主的に意義のある講義を聴き、必要な学問を学ぶことが、講義や授業の改革を促す。

7.3.3. 学位論文の公表による大学院改革

大学院には、修士課程と博士課程があり、それぞれ決められた単位を修得し、修士論文や博士論文の審査に合格して修士や博士となる。

大学院での履修科目のレベルは、大学院と教授によって全く異なるのは、大学の学部と同じだ。大学院生の基礎学力の有無を意味しない単位取得を、課程修了の条件にする意味はない。

研究に重点を置く大学等の大学院では、研究に必要な講義は多岐にわたる。原子核のばあい、素粒子、核分光、計測、データ分析、IT/AI 等々だ。しかし、実際はそれぞれに精通した教授や准教授が揃っていないことがおおい。

本来、博士論文は自立した研究者として、世界の研究の最前線で活躍する研究力の認証である。しかし、論文の内容やレベルは、大学や教授によってさまざまだ。

世界の学会に大きなインパクトを与える博士論文や、博士に相応しい有能な研究者もすくなくない。

一方で、教授の下請け研究で博士論文を書き、同じ教授が審査して合格になる論文がある。また、時代遅れの教授の研究路線を踏襲しただけの論文もある。

大学や研究所で研究者を採用するばあい、博士の称号をうのみに信用することはない。ネットで各研究者の最

近の研究論文を精査し、基礎訓練、独創性、発展性等を多角的に審査する。

現状では研究内容や実力の点で問題のおおい修士や博士がすくなくない。国際的に通用する修士ないし博士にすることが大切だ。

国際基準にあう自主独創性のある研究論文をもって博士論文とする。世界に通用する基準であればそれなりに信用される。

博士論文は、理系文系を問わず、国際的専門誌に公表し、審査は大学とは独立した機関で行うことが理にかなう。

博士論文が国際レベルで信用されるためには、審査員は国内外の最先端研究者に限る必要がある。

現に欧米の大学では、博士論文の審査員には、大学外の国内外の同分野の研究者が加わるべきがすくなくない。そうすることで、国際社会で信用される博士が生まれる。

大学院課程修了に必要な単位を見直す必要がある。博士論文は国際誌に公表し、国際水準の研究論文をもって博士論文と認定することが、博士号の信用につながる。

7.3.4. 世界に開かれた大学と大学院へ

国内外の大学がめざす研究・教育には、共通の基本理念がある。真理の解明と基礎学力の充実は、どの大学にも共通している。

各大学は、独自の研究・教育の活動によって、研究・教育に独自の貢献をすると共に、相互協力によって、世界全体の研究・教育の発展に資することが期待されている。

大学には、教授、准教授、研究員、学生といった人的資源と研究装置、実験室、研究資金といった物的資源がある。

世界の各大学の相互協調を進めるために、各大学独自の研究・教育の資源を世界に開放することが望ましい。世界の研究者や学生が、それらの資源を有効活用すれば全体のレベルがあがる。

大学院や国の研究所のばあいも同じだ。相互に有効活用することによって、世界の研究が伸びる。アメリカのおおくの大学では、学部学生の数十パーセント、大学院学生や教官の半分位は海外からの大学院生や研究者だ。

世界から若人が集まる魅力ある大学にすることが重要だ。講義、研究打ち合わせ等は英語で行う。世界の学生や研究者が集まる大学は、それだけで魅力がある。

学生の交換留学や教授の海外の大学での勤務、国際セミナーや国際スクール等々は、研究・教育活動を活性化に有効である。

日本の大学を出て海外の大学院に進むことや、日本の大学から海外の大学に勤務を変えることが有意義だ。

筆者が最近指導した大学院生は、オランダとマレーシアからで、大阪大学の最新の装置で研究し、博士号を取得した。またワシントン大学での筆者の大学院講義の受講

生の3分の1がドイツからの交換留学院生であった。

世界の大学や研究所の研究対象は、広範囲におよび、おおくは世界共通のものだ。重力波と宇宙創成やエネルギーと環境問題等々、世界のおおくの大学と研究所がその解明に取り組んでいる。

わが国の各大学と研究所は、世界の大学や研究所と相互に交流を深め、研究資源を解放し、人類の共通の研究課題に協調して取り組むことが大切である。

各大学の国際協調で重要なことは、各大学の個々の研究者（大学院生を含め）の自主性と自由である。

各大学の教授、准教授、研究者、学生は、海外の大学と交流を深め、相互に協調して研究・教育の活動を行うことで、新たな活路が拓かれる。

7.3.5. 大学の決断とニューノーマル大学

大学には永い歴史の重みがある。ヨーロッパには、11世紀から15世紀に創立された伝統ある大学がすくなくない。日本のばあいも、前史を含めれば数世紀に及ぶ大学がある。大学が人類の文化文明の向上に果たした役割は大変大きい。

産業革命を含め幾多の文明革命をへて、現在はIT/AI革命期にある。わが国は、20世紀末に大学と大学院の大躍進を試みたが、実態の空疎化が進み、これまでの7章で述

べたように、7つの危機を迎えている。次の7つの決断により、“必要とされる”ニューノーマル大学に再生させることが重要だ。

1. 各大学（大学院）は、その理念のもとに、定員の適正化と教育・研究の充実を計る。大学では、教養と専門の学識を学び、それらの発展力を身につける。研究を主とする大学や大学院にあっては、新たな知を創造し、それを担う研究者を育成する。

2. 大学における、教養、語学、基礎科学、等々の標準的な教育は、国内外の大学と共同で、IT/AIによる教育を有効活用する。基礎教育の徹底と訓練に、各大学は民間スクールと協力して共通のIT授業を補完する。

3. 大学の教授や准教授は、教養、基礎、専門の講義を通して、学問の基本、現状、発展についての自分の考えを説く。学問・研究の志、すなわち、学問への謙虚さ、情熱、敬意、歓びを、自身の日常の教育や研究の活動を通して学生につたえる。

4. 各大学では、記述式の期末試験や、大学独自の記述式の入学試験は再考する。標準的な能力については、信頼できる民間やIT/AIによる試験を考える。学生と教授や准教授の特定の能力（学問への興味、挑戦、実行）を見るためには、個々の教授と学生の面接・討論を活用する。

5. 研究を主とする大学院にあっては、教授、准教授、研究者、大学院生は、相互の自主独立と自由解放を尊重し、

新たな研究・開発に挑戦する。徹底した研究プロ訓練と大学や専門の枠をこえた交流・協調は、世界に通用する研究と研究者育成の礎である。

6. IT/AI の 21 世紀、大学の教育・研究の発展には、デジタル化、脱炭素（ペーパーレス）、IT/AI との協調と共生が大切である。国内外の大学との連携・協力による基礎教育・研究は、世界の文化・文明を向上させる。各国の研究者や学生が、自主的に学び、相互に協力して教育・研究を行う大学は、国境を超えた一つの社会モデルだ。

7. 大学の教授や准教授や研究者が、研究室、学部、大学という枠組みを超えて、広く世界で活動することが発展を生む。

大学の日常の教育と研究の改善によって大学は必要とされる大学に再生できる。各大学の教授や准教授、研究者、学生の今日の決断が、明日のニューノーマル大学を造る

あとがき

大学での研究と教育の日々。それは75年前の淡い憧れに始まる。小学校6年の演劇で「アインシュタインのような研究者になる」と公言した。

脚本通りに云ったことに何故かこだわり、そうなることを夢見た。宇宙には未知のことや不思議なことがたくさんある。それらを探り究める毎日を過ごしたい。

最初に研究を始めたのが東京大学理学部4年に進学した1957年、それ以来65年余、大学と生き、大学によって生かされている。本書で書いたことは、それらの経験をもとにした改革改善案だが、自らは実行しようとしたができなかったことも少なくない。

筆者の大学歴は、わが国としては異色である。海外と国内のおおくの大学に勤務して研究と教育に明け暮れた。

1950年代、東大大学院、原子力研究所（東海）、東芝の原子力研究所、東大原子核研究所、等々で研究。

1960年代、ワシントン大学准教授ランクで素粒子核の研究と大学院で講義。コペンハーゲン大学で原子核研究。1970年代はカリフォルニア大学の客員教授として高エネルギー核反応の研究と大学院での講義、等々。

1970年-80代、大阪大学理学部と核物理研究センターで原子核研究と指導。高エネルギー研究所（筑波）でハイ

パー核研究。神岡地下実験施設と奈良県天辻トンネル内に大塔コスモ観測所を新設し、ニュートリノ研究。

1990年代は、全国共同利用の核物理研究センター長として、国際的に原子核研究を展開、国際連携ネットワーク立ち上げ、播磨の Spring8 で新国際プロジェクト推進。

1999年、大学や研究関連の諸々の役職を定年退官。国内外の大学等で素粒子核の研究と教育に専念。

研究では宇宙の基本の解明をめざすが、研究方法は多岐多様。多面的研究から宇宙の真理に迫る。1957年以来、自分の道を拓きながら尽きない道を歩んでいる。

東京大学の 大村治子先生と 藤田純一先生、ワシントン大学の ハルパン教授、コペンハーゲン大学の ボア教授と モッテルソン教授、カリフォルニア大学の ラスムッセン教授、その他の国内外のおおく研究者に、ご指導とご協力を頂いた。妻の 美也子（英語スクール主宰）は、常に研究をサポートした。これらの方々に厚く感謝したい。

2024年9月 改訂版 著者

註 尚、真理探究の道は、1.1 節で述べたように、古くは思想家の 荘子が説いた。最近、藤井竜王の将棋八冠達成に当たり、谷川 17 世名人が竜王の「勝敗より将棋の真理を追究しようという姿勢」について言及している。

著者 江尻宏泰 1936 年生れ <http://hiro-ejiri.com/>
大阪大学特任教授・名誉教授 プラハ大学客員教授
東京大学理学部 1958 年卒、同大学院卒 理学博士 1963 年
東京大学原子核研究所、ワシントン大学原子核研究所准教授、
コペンハーゲン大学 N.ボア研究所研究フェロー、
カリフォルニア大学理学部客員教授、
大阪大学理学部・同大学大学院教授、核物理研究センター長、
ワシントン大学客員教授、国際基督教大学教授
国際高等研究所フェロー、高輝度光科学研究センター参与
核物理委員会委員長、学術会議専門委員幹事、
山田科学振興財団評議員、理事長、学術参与

1992 島津賞 ニュートリノ核物理研究

2004 ICU Othmer 記念物理教授章

2000-2020 年間 ニュートリノ核物理優秀論文賞 2 件

科学論文(国際誌)600 編、科学評論 160 編、科学著書 12 編

主著書

F. Schmidt and D. Bodansky 著、江尻宏泰 江尻美也子訳
原子力への挑戦 ブルーバックス 講談社 (1988)

H. Ejiri and M. Voigt, Electron Gamma Spectroscopy in Nuclear Physics,
Oxford 出版(1989)

江尻宏泰 櫛田孝 編 量子の世界 大阪大学出版会 (1994)

H. Ejiri, et al., Nucleon Hadron System, Oxford 出版(1998)

- 江尻宏泰 クオーク・レプトン核の世界 裳華房 (1998)
- 江尻宏泰 物質の究極 講談社 ブルーボックス (2007)
- 江尻宏泰 素粒子がわかる本 サイエンスアイ社 (2009)
- 江尻宏泰 原子力と放射線がわかる本 サイエンスアイ社 (2012)
- 江尻宏泰 海の詩 写真集 サファイア出版 (2006, 2022)
- 江尻宏泰 採光のソナタ写真集、彩律、葉彩、水映、潮光、樹光、朧石
サファイア出版 2023。
- 江尻宏泰 豊かな無の世界 PUBFUN 出版 (2023)

書名 大学は必要か

出版年月日 2023年10月15日 改訂版

著者 江尻宏泰 ejiri@pop07.odn.ne.jp
<http://hiro-ejiri.com>

株式会社 PUBFUN

パプファンセルフ

<http://pubfun.jp/self>

ISBN 9784802084505