公益財団法人名古屋産業科学研究所研究部

「産業科学・科学技術イノベーション研究会」

提言集

「科学技術人材の数の増やし方」

提言集発刊の辞

令和２年（２０２０年）６月に、(公財）名古屋産業科学研究所の研究部に「産業科学・科学技術イノベーション研究会」が発足しました。同８月には、文部科学省の科学技術・学術政策研究所（NISTEP）が「科学技術指標２０２０」を発表し、同 10 月には、「科学技術・イノベーション基本法」が国会で成立しました。

このように、わがくにの科学技術政策の状況が急展開するなか、当研究会の会員が、国立大学等の研究室における科学技術研究者の育成を実践してきた研究者であることから、当研究会の主たる活動が「**科学技術人材の増やし方に関する提言活動**」になりました。

上記の科学技術・学術政策研究所(NISTEP)の科学技術指標２０２０では、「日本の科学技術活動は、主要国（日本、米国、英国、仏国、ドイツ、中国、韓国の７国）の中で、（１）研究費および研究者数はともに 3 位、（２）発表論文数は４位、（３）注目論文数は世界９位、（４）パテントファミリー数は１位、であり、将来展望として、大学等の大学院博士課程の進学数および博士号取得者数が、国立大学法人化後に減少している、ことを指摘し、科学技術人材の減少傾向を警告しています。

科学技術の発展に関しては、産業の発展との連携から論じられる場合は、（１）－（４）の指標は重視されるようです。日本は、高度成長を果たし、科学技術の成果が社会の変革の源泉であることを実感し、1995 年に「科学技術基本法」を成立、5 年間で 25 兆円予算の「科学技術振興 5 か年計画である科学技術基本計画」を実施しており、2001 年に「科学技術創造立国、知的財産立国」をくにの基本方針としています。エネルギー資源のない日本は、科学技術の創造で進むことは必要と考えられます。

この提言集を読んでいただきたい、と思います。

提言は、以下のように、提言者とサブテーマから構成されています。

（１）山根　隆　　「大学院博士課程に女性研究者を」
（２）田中　清明　　「科学研究は自由民主主義で」
（３）竹谷　裕之　　「大学院博士課程の指導は実践的に」
（４）松井　信行　　「科学技術研究者の環境を整えて」
（５）梅野　正義　　「科学技術研究者は定年なしに」

（６）　森田　健治　　「科学技術研究の人材流動による活性化を」
（７）　毛利　佳年雄　「大学院博士課程では天才が指導し天才を育成」

2021 年 3 月　毛利　佳年雄（研究会主査）

国立大学法人大学院博士課程への女性進学者数を増加させるために

名古屋大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　山根　隆

2020 年 11 月 21 日の朝日新聞朝刊に「女性登用の数値目標　達成は半分以下」という記事が掲載されていた。それによると、「政策・方針決定過程への女性の参画」のうち、女性の割合は前回調査より上がり、多くの項目で過去最高となったが、目標に届いたのは 32 項目中 12 項目に留まった、とある。それでも、国家公務員の本省課長補佐、都道府県公務員の課長に占める女性の割合は 12.3%で目標の 12%を超えたとあるが、まだまだ目標値は低すぎるのではなかろうか。

このところ会員の任命拒否で問題になっている日本学術会議では女性会員が 37.7%で、いろんな分野でこれぐらいの数値が目標値となるべきだと思う。記事によると、政府は年内に今後 5 年間の新たな数値目標を盛り込んだ第 5 次男女共同参画基本計画を閣議決定する予定だが、指導的地位における女性の割合を「20 年までに 30%程度にする」との現行の目標の達成を断念し、目標時期を 20 年代の可能な限り早期に先送りする方向のようだ。

一般社団法人 国立大学協会. 教育・研究委員会 男女共同参画小委員会の「国立大学における男女共同参画推進の実施に関する第 15 回追跡調査について（概要版）」[1)]では、2018 年 5 月 1 日現在の女性教員比率は 16.7%（助教を除く）、学長、理事、副学長の合計の女性比率は 7.8%、また大学の意思決定機関（学長補佐、経営協議会・教育研究評議会委員、部局長、監事、非常勤理事、大学運営に参画する外部委員、非常勤監事等）に占める女性比率は 10.7%であり、指導的地位における女性の割合はまだまだ低い。

名大は 2020 年度中に女性教員の比率を 20%以上とする目標を掲げている。2009 年に学内に学童保育所を設置するなど、女性教職員の労働環境の改善に取り組んでいるが、女性教員の割合は 2019 年 17.4%で、国立大学法人の平均は上回っているが、法学部・法学研究科の 33.8%に対し、工学部・工学研究科は 3.8%にとどまり、特に理系の部局で女性が少ない状況は改善されていない。[2)]

日本で社会の指導的地位にいる女性は 13%、大学の教員の中で女性は 17%ということは、女性にとってロールモデル（大雑把に言うと生き方の手本となる人）の対象となる女性を身の回りに見つけにくいといえないか。自分の理想となる、理想だと思えるような、働き方・生き方をしている先輩がいると、自分が成長し一人前になったときの具体的なイメージを描くことができる。自分の未来像を想像できれば、キャリアプランを立ててその方向に進むモティベーションを持ちやすくなる。多くの人々と同様私自身も、「先生のようになりたい」と憧れた指導教師をロールモデルとして、その影響を受けてきた。男性にとって大学で学ぶとき、周りの教員の多くは男性であり、ロールモデルとなるような人は結構身近にいるものである。

ところで、女性は大学にいてもロールモデルの対象を、男性と比べて見つけにくいのではなかろうか。特に理系の部局では女性教員が少ないため、なおさらである。男性

ならばイメージできる未来像が見えないとなれば、進学をためらうのは当然のような気がする。第 15 回調査[1]によると学生の女性比率は、学士課程 36.7%、修士課程 26.7%、博士課程 27.7%、専門職学位課程 33.9%で、かなり高いといえるが、50%ではない。科学技術立国としての日本を維持するために、大学院博士課程への進学者数を増加させることが叫ばれているが、男性はそれなりに進学している。世の中は男性が 50%、女性が 50%である。私は、女性の進学率が増加し世の中と同じ 50%程度にまでなることが必要であると痛感している。そのためには、女性が進学した後の未来像を想像できる環境が必要である。名大に限らず女性教員の比率を 20%以上にすること、特に理系の部局で女性教員の比率を早急に高めることが望まれるが、これは単に教育・研究に多様性を高めるためだけではないのである。国や大学には緊急の課題として取り組んでいただきたい。

しかしながら、女性教員の増加だけで問題が解決するわけではない。解決されるべき社会的、経済的な課題も多い。諸外国と比較すると、日本の大学・大学院の平均年齢が非常に低い[3]。海外の大学の大学院では、年齢層の幅が広く、平均年齢も高い（32.4 歳）。40 歳以上の人も結構いる。したがって、結婚している人も多く、それらを認める社会となっている。 女性の進学率を高めるためには、結婚・出産という女性にとって大きなハンディを軽減する対策が必要となってくる。私が 1980～1981 年に滞在したアメリカ・インディアナ州の Purdue 大学では、キャンパス内に Marriage student house が多数あり、保育所も数か所設けられていた。また、研究室の大学院生が結婚することになり、その結婚式にも招待された。雷が轟いている中、式場まで車で行ったのもいい思い出である。大学の学生寮は改善されてきているが、部屋数が決まっており、急に受け入れ人数を増やすことはできない。大学院生を対象とした寮、既婚者を対象とした寮、など時代の変化に対応した寮を設置していくという地道な努力も必要であり、教職員のみならず学生も対象とした保育所を学内に設置することは当然といえよう。

日本は今厳しい財政状況にあるが、経済的な支援を得られることが、男女を問わず大学院院博士課程への進学者数を増加させるために不可欠な要素であることも明らかである。日本では博士課程の 3 年を修了するとき 27 歳程度になっている。博士課程で研究費をもらえる日本学術振興会特別研究員[4]を希望しても、非常に狭い門である。従って、親の支援やアルバイトで生活費や授業料を稼いでいるのが日本の大学院生の現状である。また、日本学生支援機構（育英会）の奨学金[5]の基本は貸与型で返済義務があり、奨学金をもらうと課程修了時に多額の負債を抱えることになる。博士課程を修了し就職しても、日本ではそれなりの経済的処遇を受けるわけではないので、当事者にとっては非常に大きな問題である。

一方、ヨーロッパやアメリカの理系の大学院の学生は国から給料をもらって研究している。授業料は無償、もしくは給付型奨学金が充実しており実質無償になっていると聞く。日本と海外とで比べてみると、この差は極端である。同年代の大学卒・修士卒が年に 400 万円程度は稼いでいるのに、博士課程にいると年収 100 万円程度、しかも修了時に 300 万円程度の負債を抱えるとなると、研究で頑張ろうというインセンティ

ブもなくなろうというものである。
残念ながら、日本の教育への支出は OECD 諸国の平均を下回っている。高等教育の質の向上を図るうえで、大学院生のこのような状況を国民に理解してもらい、早急に待遇改善を行っていくことは、日本の将来を切り開いていくうえで避けられない課題である。その手始めとして、日本の未来を支える**科学技術の振興の担い手である大学院生がプライドを持って研究できるように、すべての大学院生にリサーチアシスタント[6]やティーチングアシスタント[7]のポストを与える、すべての大学院生に給付型奨学金を与える、**ことは必要である。

1) https://www.janu.jp/gender/201901houkoku_gaiyou.pdf
2) https://www.yomiuri.co.jp/national/20200131-OYT1T50114/
3) Profile of Students in Graduate and First-Professional Education: 2007-08, National Center for Education Statistics
4) 制度の概要：https://www.jsps.go.jp/j-pd/pd_gaiyo.html
申請資格・支給経費・採用期間：https://www.jsps.go.jp/j-pd/pd_oubo.html
5) 現状では、給付型奨学金は大学生が対象で、大学院生は対象になっていない
6) リサーチ・アシスタントは「研究プロジェクト等の効果的推進、研究体制充実および若手研究者の育成を図る」目的で設置された（文部科学省）。労働時間は週 20 時間未満で、生活費相当額（年 180 万円）を受けとるのは難しい
7) ティーチング・アシスタントは「学部学生等に対するチュータリング（助言）や実験、演習等の教育補助業務を行わせ、大学教育の充実と大学院学生のトレーニングの機会提供を図るとともに、これに対する手当ての支給により、大学院学生の処遇の改善の一助とする」目的で設置された（文部科学省）。個人的には、生活費補助のため大学院生が大学内で行えるアルバイトの感覚

日本の科学技術の発展のために

名古屋工業大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　田中清明

1. はじめに

現在、AI 等コンピュータサイエンスによる産業革命が進行中である。一方、現代を支える科学技術の多くは、19 世紀後半から 20 世紀初頭にかけての科学の大発展期に誕生した。日本の科学技術の最大の欠点は、この大発展期における日本人の貢献がほとんどなかった点である。このため、日本人は科学技術を身近なものとして、受け止めきれていない。科学先進国である欧米との交流が、江戸幕府による鎖国により、蘭学を除いてはなかった為、科学は一握りの蘭学者や和算家の関与する世界にしかなかった。その為、科学の大発展期に遭遇した明治・大正時代には、日本は科学後発国であった。当時の日本の科学者・技術者にとっては、欧米の先進的な科学技術を日本人に紹介し、日本が欧米先進国に追いつくことを助けることで精一杯であった。その為、我々の 2～3 代前の大学教授を含む研究者には、欧米に対する劣等感が強くあったと、筆者の恩師から聞いた。「私にもその影響が少し残っているが、君たちにはそれはないので、世界の最先端をリードする研究を行うのが、君たちの世代の役目である。」と、恩師から激励された。最近のノーベル賞の日本人受賞者数とその優れた研究内容が、我々の世代が世界の最先端にいたことを証明している。しかし、現在、発表論文数、博士号取得者数ともに、日本は中国に対しても遅れ始めている。この問題の本質の究明と解決法の提言が本稿の目的である。ちなみに、筆者が所属する分野で最高の権威をもつ国際誌の Co-Editor をしていた十数年前には、中国からの論文は質の悪いものが多く要注意であったが、最近の進歩は目覚ましいようである。

2. 政府の政策と自由主義・民主主義

科学は「未知」に対する疑問とその原因を明確にすることを欲する人間の本性に基

づいて発展してきた。疑問は人により異なり他からは強制できないが、他の人の思いつかない疑問が新分野を切り開いてきた。R. Millikan は、1908 年から 1917 年にかけて 10 年間にわたって、真空下でＸ線を照射して電離した電子を、電場内で上から滴下する油滴上にのせ、その滴下速度から電子の電荷を初めて計測した。この結果、J. J. Thomson により発見された電子の質量と電荷が確定された。このような奇想天外な実験による科学の進展は、自由な人間が自由な空間に置かれてこそ行われる。この意味で中国の科学は本物ではないと思う。日本は自由民主主義を国是とする国であるから、日本の科学が中国に劣っていいはずがない。

しかし、近年、選択と集中の名のもとに、政治主導で推奨される科学研究の課題に対して多大な投資が行われる一方、大学の研究に回される予算は減る一方である。政府が推奨する研究課題の重要性は、誰でもが納得できるものであろう。しかし、政策課題として注目されるに至った研究課題は、課題達成により十分な利益が得られると期待できる。したがって、企業も含めて多くの研究者が、放っておいても取り組む課題であるので、政府の殊更な援助がなくても研究は推進される。逆に、科学的には既にかなり進んだ段階にあるものであり、独創性を必要とする段階を過ぎた課題が多く、ここからとてつもない成果が得られる可能性は低い。また、後追いで始められた研究には独創性は認められない。ノーベル賞は大金を投じてとるものではなく、人知の進歩と共に新たに現れた課題をいち早く発見し、それに真摯に立ち向かった研究者に与えられるご褒美ではあるまいか。この意味で現在の日本政府の科学技術政策は、新産業育成策としては有効であろうが、圧倒的に有利な地歩を占める産業の育成には至らず、遅れることを防止することしかできないと思われる。また、上述の科学の本質を考えると、科学技術政策としては間違っている。

一方、大学への交付金は減らされる一方である。1980 年代以前には、大学には今と比べると人を育てる余裕があった。近年のノーベル賞はこの時代の産物である。現在

の大学の教員の仕事は教育・研究ではなく、申請書を書いて外部資金を集める事が主になっていると聞く。研究歴が浅く無名の若手研究者にとっては大変辛い時代である。少なくとも私たちが若い頃は、一刻千金の思いの中、時間の経つのも忘れて研究に没頭することができた。政府が政策として科学技術の進展を促したいのであれば、大学・研究機関への交付金を以前に戻すと同時に、例えば、研究機関への寄付金を免税扱いにして、各機関がその能力に応じて資金集めが容易にできるようにして、大学・研究機関の財政面の独立を援助することが必要であろう。ふるさと納税さえできたのだから、このことは可能であろう。日本の政府には、自由・民主主義に基づいて、大学等の研究機関の自由を尊重し、自由な研究を行う豊かな科学の土壌を育み、長期的な視野で成果を待つという姿勢が必要である。今はどこにあるか分からないが、どこかには必ずある未知の可能性を開く為に、科学の土壌を常に豊かにしておくことが、世界第3位の経済を持つ日本政府が、まず成さなければならない責務である。これが、一見すると効率のいい、政府統制下の研究体制を持つ中国のような金満国に対抗し勝つ為の唯一の方策であると考える。中途半端で近視眼的な成果至上主義の施策だけでは、日本の科学技術はやせ衰えていくであろう。

3. 研究者に求められること

各研究者に求められることは、各自の研究課題が、その分野の研究の歴史の中でどのように位置づけられるかを認識することである。若手研究者の場合、指導する研究者から研究課題を与えられることが多いと思うが、その課題の重要性を突き詰めて考える必要がある。その為、文献調査を徹底的に行う必要であるが、その過程で、各分野で本質的に重要な文献はあまり多くない事も分かるであろう。この重要文献を徹底的に読み込んで、自分はこれらをどう発展させられるかを考える。最後に、科学技術全体の中での課題の位置づけも行う必要があるが、これは各研究者の科学的教養の深浅、あるいは能力と言ってもいいかもしれないが、に依存する。いずれにせよ、これ

らの作業に数ヶ月は要するかもしれないが、その結果、自分の研究が科学に発展をもたらしうると考えられるならば、その研究を推進すればいいであろう。意義が見つからないときは、指導者と徹底的に議論して、納得がいかなければ、課題を変えてもらう必要がある。この議論は新しい視点に目を開く契機ともなり得るので、指導者にとっても有益である。冒頭で述べたR. Millikannの油滴実験から分かることは、科学・技術における課題の意義を理解すれば、10年間も頑張り続け、困難な研究に没頭できるということである。この意味で科学史の知識も研究者にとって重要である。欧米人のとっては、身近な同胞のなした偉業もあるので親しみやすいが、科学後発国であった日本の研究者から見るとなじみが薄い点がハンデである。日本の研究者には科学史の教育も必要であろう。

4. 米国留学で感じたこと

1983-1984年に文部省の在外研究員精度の援助を受けて米国留学した。我々の分野の世界的な第一人者の一人であった教授の主宰する留学先の研究室は、外国人研究者が半数以上を占めており、米国の研究は外国人により支えられていると実感した。日本でも外国人を集める潤沢な研究費を大学等の研究者に与えて、外国から優秀な人材を集める事ができればと思う。日本の科学技術の振興のためには、外国との頻繁な往来を可能にする旅費と、外国人博士研究者を雇うだけの競争的予算を計上することが必要であろう。ちなみに欧米の研究者は気軽に互いを訪問しているようである。また、筆者の研究分野では、毎年夏に専門家を集める国際会議が開催されており、分野の重要事項はそこで自由討論により決められている。このことに気づいたので、筆者は私費で毎夏この会議に、最先端の研究情報の収集も兼ねて参加した。一方、競争的予算の配分には第三者による厳格な審査が必要である。各州がほぼ独立している米国では、互いに面識のない第三者による評価が可能であろうが、日本では東大を頂点とし、旧帝国大学を中心とするヒエラルフィが支配的である。学会は学問の場というより、予

算獲得の為の交流の場という方が正しいと思われるほどである。そこで、外国人審査者の起用も必要であろう。各大学の教員採用でも同様であるが、採用予定分野の国際学会から推薦された外国人審査者の起用もあり得よう。

米国で新しい中性子回折実験施設を訪ねて講演した。原爆製造の為のマンハッタン計画では500名もの博士が集められたと聞いたが、その施設に招請した外国人を含む研究者の為に、4階建ての半月形の大きな研究棟があり、多くの博士が研究に従事していた。私の講演を聴きに来た研究者の中に同時反射の若手女性研究者もおられ、有益なディスカッションができたが、学会では注目されることの少ない、同時反射のような分野の研究者も含めて、多くの分野の専門家が世界中から集められているのには驚いた。ところで、留学時に同僚のフランス人から、「米国ではヨーロッパと異なり、“博士”に対する尊敬の姿勢があるので、自己紹介をする必要があるときには、必ず、Dr.をつけた方がいい。」と助言された。Drが尊重されるのは事実であり、日本との差を実感した。これは日本のポスドク問題にも通底する。また、好待遇で多くの外国人博士研究員を雇うことへ、米国民の理解が得られていると思われる。

尚、冒頭でAI等コンピュータサイエンスによる産業革命について触れたが、1980年代の米国留学時に、子供の通った小学校では、成績のいい子だけを集めて、特別にコンピュータ教育を行っていた。これを文部省の知人に報告したが、その後、何の政策対応もなかった。中学校程度の幾何学の知識があれば、プログラミングは誰でも容易にできるので、あの頃からコンピュータ教育を行っていたら、現在のGAFAに伍する日本企業もあったのではないかと思う。ところで、小学校の1学級の生徒数は20名程度であった。1980年代は日本の世界的経済発展期であったため、日本の教育への関心も高かったが、日本では1学級40名を越えると聞いた子供の学級担任は、それでは教育できないと絶句した。少子化の進む日本では、学校の統廃合が進むが、1学級の定員を下げ、教育の質を上げる方に向かえばいいと思う。生徒一人一人に教師の

目が届けば、いじめの問題もなくなっていくであろう。

日本の科学技術の発展のためには、小学校からの教育システムを見直すことから始める必要があると思う。明治の日本の発展は、寺子屋教育が普及し、日本人の識字率が高かったことが寄与していると聞いている。日本のこれまでの繁栄は、優れた教育に依存していたと言っても過言ではない。しかし、産業は規格大量生産から AI 等コンピュータサイエンスによる産業革命に進んでいる。学習指導要領に拠って規格化された前者に適した教育から、後者に対応した個性あふれる教育へと、教育にはお金がかかるものと考えて、今こそ大変革を起こすときではないであろうか。平等主義の名のもとに、教える内容まで事細かに指示されていると聞いているが、これではまるで国家統制による教育であって、共産主義国家と変わらない。自由・民主主義国家にふさわしい、又、その強みを発揮できる、自由・闊達な教育を目指すべきであろう。1980年代に、日本に追い越されるのではないかと危機意識を持った米国では、おそらく国家による指示ではないのであろうが、小学校の段階で自主的に特別コンピュータ教育が行われたことは、米国の自由・民主国家としての強みを表わしている。

「歩き屋」として現場を訪ね、調査解析し解決方策を模索する営み

名古屋大学名誉教授 名古屋産業科学研究所上席研究員 竹谷裕之

私の専門と科学技術

私は名古屋大学生命農学研究科の食糧生産管理学研究室で長年研究教育活動をしてきた。その経験をベースに、若い方々に伝えたいことを書こうと思う。

私の研究で対象とする食糧生産を管理する仕事は、自然の中で取り組まれる。農耕の開始とともに始まり、それぞれの地域にあった体系を作り上げてきた。農地は土一つ様々な性状を持ち、拡がり・傾斜も区々ある。水も不可欠の要素であるが、豊富な地域、乾燥地域ありと多様で、季節によっても異なる。気温も含めればなおさら。それゆえ作物はどこでも適合するわけでなく適地がある。土と水と大気を使い作物を育て栽培する営みは、それぞれの地域に合う形で作り上げられていく。

農耕の営みをする主体も時間軸と空間軸により多様である。家族が主体となって行われることが多いが、企業が主体となる場合、あるいは協同組合が主体となる場合もある。主体のあり様によって、農耕の営み方も同じではない。ハード技術とソフト技術を主体の性格に沿って組み合わせ行う生産管理活動は多様であるだけに、それぞれが抱える課題解決の研究教育はその地域の特性を見極める力とそこに働きかける営みの全体を視野に入れないと、最適解は見出せない。ハード技術が発展すれば、ソフト技術もまた発展させる必要が出てくる。

しかも、農地も水も無償ではない。ましてハード技術の一つ一つ、ソフト技術の一つ一つ、現代ではみな有価である。言い換えればコスト管理が求められ、できた生産物も有利販売できるようにマーケッティング手法を活用することが求められる。

私は技術開発の話をするとき、いつも次元の異なる「純粋技術、合理的技術、実践技術」の３つのどれを対象とするのか考える。ここでいう純粋技術は手段犠牲を考慮せずに可能性だけを追及する技術、合理的技術は手段犠牲を少なくし多くの成果を得る技術、実践技術はそれぞれの時代・条件下で現場で使われる技術である。いかに優れた技術でも条件に合わなければ活用されない。

本で学び現場をみて考える

私は海外の食糧生産現場にもよく足を運んだ。その一つ、ケニアのニャカチの場合、ここはビクトリア湖岸域、東リフトバレーの一角に位置する。2010 年以来十数回訪れたが、世界の異常気象下、乾季に洪水が起こり深刻な土壌流亡災害に悩まされている。農地が削られガリー谷となり、家畜が転落する事故も起こる。ケニア政府の支援はなく、農民にセメントを買う金もない。子どもに「夢は？」と聞くと１日３度ご飯を食べることと答える。家は一部屋、もちろん水道はない。さて、ここで私に何ができるか。ともあれ土壌流亡を緩和し、生産基盤を確保することが先決。昔学んだことを思い出し、じゃかご、石列、トレンチ、小ため池作りなど農業土木の対応、サイザル・オガカ・ナピアグラス等の植栽や等高線耕作・不耕起栽培、被覆作物活用等の農学的対応、放牧休止舎飼いの畜産学的対応、木の植栽（枝は薪に、

幹は木材に販売）など林学的対応等と、現地の人々が実践でき知識として共有できるよう働きかけることであった。すぐに実行し始める人、他人がやるのを見て真似をする人といろいろあるが、ニャカチに合った住民の取り組みへとつながった。この取り組みは、教科書で現場を読み、現場のあり様で知識を実践的な形に昇華させるものだと考えている。

もう一つ、豊橋技科大で 2014 年以来講義してきた植物工場論について、私が最初に見たのは 1982 年にオープンした市川市ららぽーとのレタス農場。無農薬・完全人工光の店産店販方式に目を見張った。現在、植物工場は完全人工光型、人工光太陽光併用型、太陽光型が展開している。完全人工光型では宇和島市のベルグアースを 18 年ほど前に見に行った。宇和島市でも有数の雇用者数を抱える農業関連企業として活動していた。断根接ぎ木苗生産・物流・販売技術を学んだ。植物工場は今でこそ珍しくはなくなったが、JFE ライフやスプレッド、エスジーグリーンハウスのような成功例ばかりでなく、失敗するケースも少なくない。1999 年千歳市に 7 ha の大規模植物工場を設置したセンサー機器の大手オムロンは 2 年後に撤退した。第 3 次植物工場ブームの火付け役となりメディアがもてはやした「みらい」社や東日本震災復興の目玉の一つ、野菜農家 3 農家のチームで取り組んだ「さんいちファーム」の倒産など　教訓となる事例も見ておかねばならない。みらい社の譲渡先となったマサル工業の椎名社長は「システム設計と栽培のプロはいた。だが植物工場の運営のノウハウと、売り先が足りなかった」と語る（日経ビジネス 2016.9.30）。「植物工場は天候に左右されないから効率的」という先入観を疑い，その運営のノウハウをマスターし磨きをかける必要があったとみている。

食糧生産管理は資材を調達し組み合わせて生産に活用する工程から、生産で不要となって排出される廃棄物処理の工程も管理の対象となる。ドイツでは再生エネルギー源として牛糞など畜産排泄物にトウモロコシサイレージなどを加えメタンガスを発生させ、そのガスで発電する事業は農村の大きな産業となっている。酪農家が牛乳の販売を上回る売電収入を得ている例は珍しくない。日本はこの分野の取組がようやく実用化の段階に入っているところで、10 数年余は立ち後れている。私がこの 20 年追いかけている農業分野から排出される廃プラスチックのリサイクルではそこまでの遅れはないが、マテリアルリサイクルを指向する EU と熱回収で済ませそうとする日本と、内容にまで踏み込むと考えさせられる事象が多い。中国はここ 5 年国内マテリアル・リサイクル方式に転換、EU 型を指向した産業構築を推し進めている。日本はもっと世界に目を向けて課題を設定しないと、ガラパゴス的状態から抜け出ることができないように思う。

「歩き屋」として課題を見つめ思考を重ねる

私は、若い時は日本各地を、中堅になるに従いアジア、アフリカの現場をみ、そこで生起している事態・動きを観察し、各種文献で得た情報を重ね合わせ、比較検討して解析し、論文・著書・報告書などにまとめる取組を行ってきた。活動スタイルとして、「歩き屋」を選び自認し、そこに磨きを掛けることで、現場理解に欠かせない認識を得ていく。途上国、例えばスーダンではマラリア感染のリスクを抱え、バングラデシュでは騒音・大気汚染・セルフィッシュな行動など、悩ましい問題は

避けられない。でも、それ以上に現場の問題に向き合うやりがいが「歩き屋」として私を突き動かす。そうして現場を見つめて考え考え、それを文書にし、私が獲得した認識が共有されるよう、専門分野はもちろん、普及現場で理解し共有してもらえるように努めてきた。役に立つ情報を作り上げてきたように思う。

ネット時代の認識のあり方

現在はネットで容易に情報が入手できる時代と言われる。しかし、考えてみると情報発信するのは出したいから出すのであって、受信者はそれを信じて受け止めれば済む話ではない。それぞれの情報の適否・妥当性を判断することが不可欠となっている。よく「ファクト・チェックが大切だ」といわれる。それだけフェイクが溢れているし、フェイクでないとして事実の一面を強調するものも多い。学会誌はピュア-レビューでチェックされる仕組みがあるが、ネットやメディアにはその仕組みが整っていない。論文を書いた経験がある人は、認識のベースとなるエビデンスの必要性が理解できているが、「専門バカ」では困る。事象・事実の本質を見抜き、総合的に判断することが、困難ではあるが重要である。現場で事象・事実と対峙し、課題を理解し解析する。複雑系の現代社会では、自然も社会も人間の営みも時間軸・空間軸を入れ総合的に見る力を我々は必要としている。この力をつけるには、各種文献を読み解き、いろいろな分野の人と交流することで、認識の幅を広げることができよう。

日本の科学技術人材を増加させる方法に関わる提言

以上の考察を踏まえ、日本の科学技術人材を増加させる方法について、提言できるのは、１．自ら目指す専門には、課題解決を模索する専門科学もあることを理解し、そうした科学に挑めるように、仕組みを整え、仲間づくりができるようにする。
２．各種文献をしっかり読み込み学ぶとともに、事象・現場をじっくり見つめて解析し、幅広く考えてみる。
３．「歩き屋」として現場が抱える課題に向き合い思考を重ねることで、本質を捕まえ、やるべきことを明確にし、それとやりたいこと、やれることを総合的に考察し、解決策の中に位置づける努力をしてみる。
４．ネット時代の情報の特性を理解し、向き合う情報にクエスチョンマークをつける習慣を身につける。

これらを実行できる若い皆さんに期待したい。その力がつけば、科学技術を担う人材も少しは増えよう。

日本の科学技術人材を増加させる方法

名古屋工業大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　松井信行

１；初等、中等教育における理数系教員の資質

初等、中等教育に携わる教員は資格の関係で教育大学出身者が多くを占める。しかし、彼らの大学進学時の実態は理数系苦手者が大多数で、乱暴な言い方をすれば教員養成系大学は「文系」の感が強い。理数系を苦手とする教員が行う授業に生徒が触発されて面白いと思うという期待が持てない。特に初等教育における理科、算数は「文系」教員でない教員、場合によってはかつてそれらに関係していた定年後の大学教員を含めての職業人（換言すればプロ）に任せることを考えて良いのではないだろうか。皮肉な事だが、大学に於いては関係する専門分野での退役職業人に非常勤講師として、例えば学生実験の実務を（単位認定の問題があるので）大学教員がアテンドすることを条件に依頼しているケースが多々ある。小学校でこれを実施できない理由が見つからない。

投稿者の個人的経験を述べれば、小学校４年生の理科で電磁石を作った。先生はエナメル線の巻数を増やせばより強い電磁石が出来ると説明し、巻数を少し増やした電磁石との比較でそれを示してくれた。帰宅した投稿者は巻数をもっと増やせばもっと強力な電磁石が作れると思い作ってみたところ、電磁石の吸引力はむしろ低くなってしまった。翌日学校に現物を持って行き先生に理由を尋ねたところ、納得のいく説明を受ける事ができなかった。（先生は理由を説明できなかった）磁化力は巻数と電流の積に比例するが、同一印加電圧のもとで巻数を増やすと巻線抵抗の増加によって電流値が下がり起磁力が低下すること、磁性体には磁気飽和現象がある事等で説明できる事を知ったのは高校物理を習ってのことだった。当時の小学校の先生はこういう初歩的な事すら理解できていなかったわけで、先生に対する不信感をその後の長きに亘って払拭する事ができなかった。

ユーチューブを叩いてみると、例えば「中学生の為の三角関数」という講義が収録されていて、その説明技法、例題の的確さは工学系大学教員の眼から見ても、見事としか言いようがないくらいよく練れている。小生はこの講義を通じて我々が砂浜から見ている水平線が立ち位置から約 4,7km 先の水平線を見ているという事実を知った。こういう一種の感動を与える事ができる講義を、もともと理数系科目を不得意とする者に期待する事は出来ない。

２；数学における幾何の復活

初等、中等教育における幾何の面白さは、補助線一本で問題に対する見方が一変し、その概念に基づいて論理を構築するプロセスにあると考える。追いつけ、追い抜け時

代から技術先進国になって久しいが、今まさに求められているのは「知的ひらめき」であって、イノベーションが叫ばれる今日、知的発想の具体的な訓練材料としてかつての「幾何」の復活に大いに期待したいところである。

３；研究者の社会的立場の確立

かつてある県で研究者にとって魅力ある環境整備の具体策を諮問された折に下記項目を挙げ、結果としては税金を特定の層への厚遇に充てる事は出来ないと提案は却下された。しかし、研究者の社会的貢献の大きさを勘案すれば、この程度の優遇策はあって当然と今でも考えている。

（１）研究者の子弟の大学受験に憂いを持たせないように、該当地域の進学校に研究者子弟の入学枠を確保する。

（２）研究者が家族の安寧について心配する必要ない環境を確保する具体的な方策として、３LDK 程度、あるいはそれ以上の公営住宅を確保する。

（３）研究者は仮に都市から離れた地域に居たとしても、日常活動の中で世界の最先端の知的生活を堪能できるが、同程度の高い意識を持つ妻にとって、満足できるだけの知的環境や職場環境があるわけではない。妻にとっても当該地域が満足できる場であるための知的、文化的環境の確保に努める。

投稿者の上記の提案の背景は下記のとおりである。研究機関は必ずしも都心に立地しているとは限らず、都心から遠く離れたいわば過疎地に近い環境に近い所に立地している場合が結構ある。或いは大企業の研究所や研究センターについても似たケースが多い。地方の国立大学の場合は、分散していたキャンパスを一カ所に集約した場合などは特にそうである。そういう所で仕事をなさっている研究者が家族の問題で悩む話を直接耳にする機会が多かったことに由来する。

４．研究者自身の育成に関して

昨今、学会論文の査読をしていて、博士課程在学生及び修了者の論文の質の低下を強く感じる。高名な大学教授と連名になっている論文のなかにもそのようなものを散見する。明らかに指導教授の眼が通っていないと思われる。実験を進めた順番に記載した投稿論文などは研究記録でしかなく、ある段階でそれらを見直してある論理に基づいて一つのストーリに纏め上げてこそ学術論文として扱えるものであるはずだが、そういう認識をまるで感じられない投稿論文を見ると、指導教員側の論文指導への怠慢と、こういう実験記録的な物を数編書いたら学位が取れると考えている博士課程在学生に対して嫌悪感に捉われてしまう。昨今の博士後期課程において三年間で学位取得が標準ケースとして推奨されていることに一因があると思われる。地方国立大学では学位取得の条件として、審査有論文１篇、或いはひどいところでは国際会議プロシーディング２～３篇で学位を出すところもあると聞く。結果として博士課程修了者に対する暗黙の蔑みが広がりつつある。論文博士制度はわが国の優れた制度であると考

えているが、いわゆるコースドクター制度については、大学教員の関わり方についての反省と共に、その中身についての再検討が必要であろう。

学会論文の「英文概要」の英語の拙劣さを強く懸念している。日本語の逐語訳が故に意味不明、論理性の矛盾を感じる英文にしばしば出くわし、読む側が同一専門で日本人であるから原文の日本語が浮かんできて苦笑する場合が多々ある。英語的発想で最初から英文を書く訓練が学校教育に於いて必要で、これの最大の弊害となっているのが日本の英語教育（大学受験問題にもある）にある「和文英訳」にあると考える。具体的な例を挙げると「駅に行く道を教えてください」の和文英訳の”正解”は、Please tell me the way to the station. 或いは Please let me know the way to the station. だろうが、Where is the station?とか I am looking for the station. Is there any station near here? は学校英語では X か△になるのではなかろうか。こういう環境の中で「日本語の逐語訳」の繰返し訓練が何の疑問も感じる事無くなされている事が、英語としておかしい英文抄録が横行する原因だと愚考する。

（4）研究者の身分保障と奨励文化の醸造

過度な任期制が若い研究者の挑戦意識を弱めている反面、博士課程を終えた後に幾つかの研究機関を渡り歩いてきた骨太の若い研究者に出会う機会も多い。研究者評価法と研究職の流動性について今一つ工夫があっても良いのではないかと考える。また、著名学術雑誌に採録された論文が多い者、特別な賞を取得した者に対して目に見える奨励策が我が国にはあまりにも少なすぎるのではないかと愚考する。

科学技術人材の数の増加の方策への提言

名古屋工業大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　梅野正義

１．　大学院博士課程院生を、公的研究機関や企業(ベンチャー企業等)に積極的に派遣して、研究指導を受けると共に企業経験をさせる。学位は、企業等の研究指導者を副査として出身大学で受ける（欧米ではこの制度を実施している）。この制度を活用すると理工学系では現在より約 3 倍の博士号を持った科学技術人材を養成できると思われる。図参照。

２．そのためには、大学、公的研究機関及び企業の間で、産学連携、オープンイノベーシオン及びクロスアポイントを積極的に採用し、活用すること。

３．**知的活動をする科学技術者**には、定年を設定しないこと（米国では、定年はご法度）。日本人の平均寿命は現在 84 才ほどであるが、知的活動をする科学技術者の平均寿命は。90 歳を超えていると思われる。60～65 才で定年を迎え、その後、健康に恵まれているのに適当な職がなく、日々を過ごされることは、科学技術の停滞を招き、経済的な面でも国家的な損失である。その調整機関として、名古屋産業科学研究所が考えられる。

4.. 女性の科学技術者を積極的に採用すること。
出産、家事や育児に時間を取られて、苦労も多いが、最近の電化製品、IT 技術を活用するとともに、職場に保育所等を設ける事。

５．外国人の科学技術人材を、大学、公的研究機関及び企業で採用すること。
国際語の英語を話す外国人科学技術人材は、閉ざされた日本の科学技術職場に刺激を与え、科学技術の国際化に貢献する。また、海外（経済的に進んでない国）の優秀な大学卒業生を日本の大学で受け入れ、将来的に科学技術人材を増加していくこと

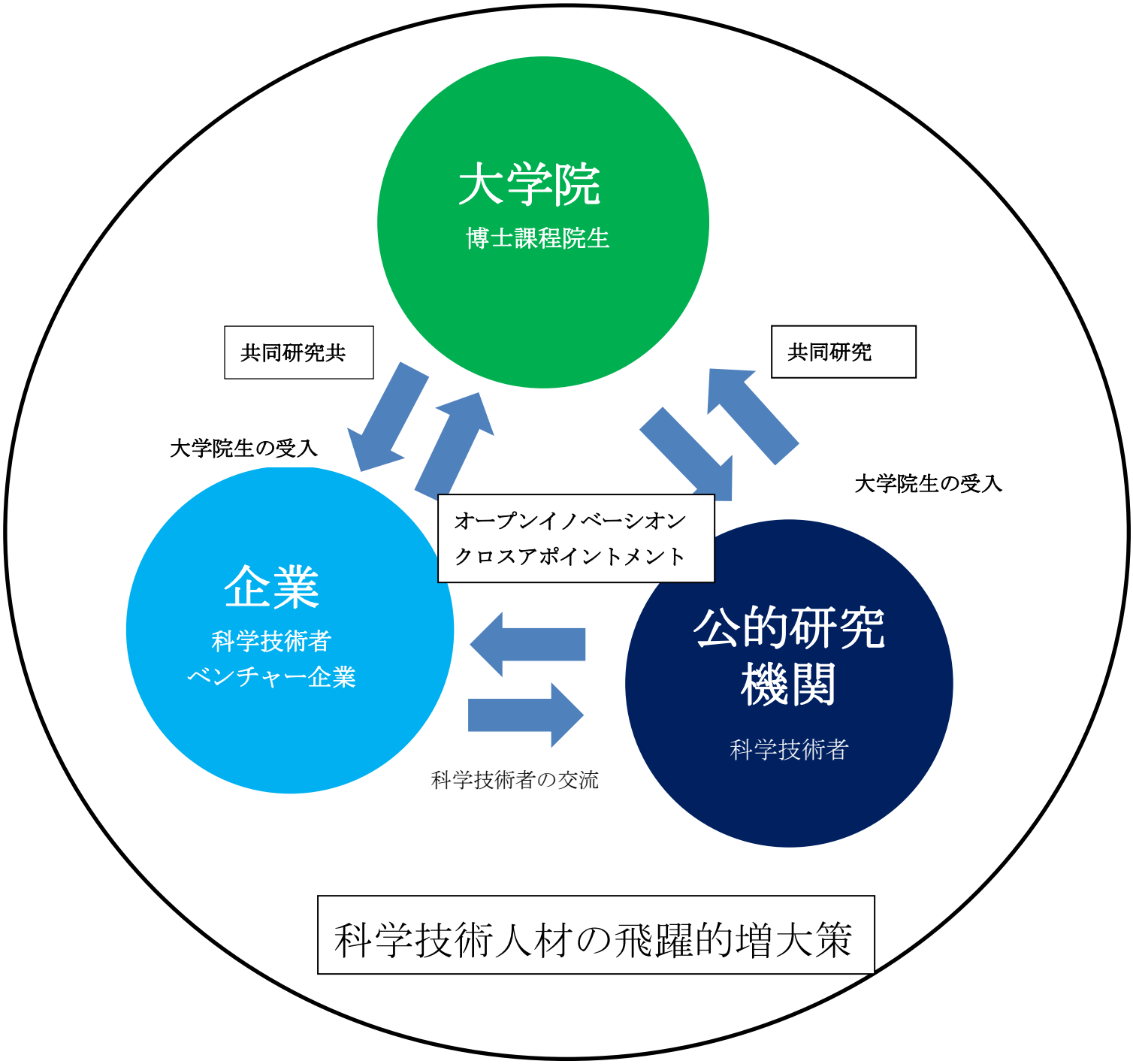
７．大学院博士課程人材を、企業は積極的に採用し、彼らのキャリアパスを確保すること。

８．大学院博士課程院生には、特に、ベンチャー精神を発揮して、新しい道を開く気概とバイタリティーを持ってほしい。米国等では、優秀な院生は,積極的にベンチャーを興すと聞いている。

９．大学院博士課程院生は、経済的に自立できるような給付型とすることである。

１０．日本の大学の研究費は、他の先進国や中国、韓国に比べ、ここ 10 年横ばいで、伸びていないので、国家、財政の許す範囲で、積極的に増額するよう努力すること。

科学技術人材の数の増加の方策への提言



大学院博士課程院生を公的研究機関や企業に派遣し、研究活動し、企業、大学、公的研究機関間で積極的な研究開発の交流の場（オープンイノベーシオンやクロスアポイントメント）を設け、全体として、科学技術人材を飛躍的に増大する。

科学技術人材の数の増加策

名古屋大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　森田健治

下記の 3 つ大学院研究科の改革による科学技術人材の増加法を海外での体験やこれまでの経験に基づき提案する。

１．　大学院入試制度を改革し、院生への奨学金を拡充する。

学部修了者が、大学院へ進学するとき、同じ専攻からの定員を最大 20%にし、80%は他大学・他専攻からの入学者とする。他大学・他専攻からの入学者全員に奨学金（月額：10 万円程度）を支給する。

大学院前期課程の修士論文提出は、研究内容の達成度の規準を設け、前期２年次から可能とし、提出時期は任意とする。就職活動は修士修了後とする。

後期課程への進学者には、奨学金（月額 20 万円程度、学振の特別研究員と同等）が継続・支給される。また、博士学位論文の提出は後期 2 年次から可能とし、後期課程修了者（博士学位取得者）は他大学のポスドクに、あるいは、企業を含め他機関に就職できる。

２．大学院研究科は、教授・准教授で構成され、それぞれが１名のポスドクの採用を可能にし、教授と准教授が講義を、ポスドクが実験・演習を分担するように改革する。ポスドクの任期は７年程度とし、任期中に教授資格の取得を可能にし、資格取得後は、他大学の教授・准教授に、あるいは企業を含め他機関へ移動しなければならない。

３.大学院研究科の教授は、公募制とし、応募者は他研究科・企業を含めた機関の研究者に制限する（同一研究科からの昇任を禁止する）。教授選考は、研究科が 3 名の有資格者を決定し、大学運営の理事会等が面談により教授候補を決定し、当該候補教授に対して、研究スタート資金（理工学実験系では、１億円程度）を準備する。

これらの改革により、教授の在職期間が 20 年程度と推測されるので、大学院研究科は 20 年間で大幅に改革し、人材の移動と交流により、科学技術人材が増加すると期待し、提言する次第である。これらの改革の達成には、日本の大学は独法化され運営交付金が減少しているので、国の理解と財政支援は当然必要であるが、同時に大学と企業の連携が不可欠である。

科学技術人材の数を増やす方法

名古屋大学名誉教授　名古屋産業科学研究所上席研究員　毛利佳年雄

わがくには、1960 年代から 2000 年代に高度成長を達成していわゆる近代化を達成し、科学技術が社会の変革・発展の原動力であることを実感した。そして、現在は超高齢社会に移行し、新たな科学技術の創出に挑戦している。わがくには、1995 年に化学技術基本法を制定して、2001 年に「科学技術創造立国」・「知財立国」をくにの成長の戦略とし、「科学技術基本計画」として、5 年 25 兆円予算で、「科学技術振興５か年計画」を実施している。このうち 5000 億円が競争的研究資金である。この科学技術の振興は、文部科学省が担当し、その中の科学技術政策研究所が主要先進国間の「科学技術力」に関する国際的統計データを掌握している。同省は 2020 年、マスコミを通して、わがくにの科学技術力の低下を警告し、「大学院博士課程の進学者数の低下、博士号取得者の数が減少していること、論文数および質の高い（引用数の上位１０％以内の）論文数の低下」を報じている。この傾向は、2003 年以来の「国立大学法人化」以降目立っているとのことである。これらの数字の低下は、エネルギー・資源の豊富な欧米および亜細亜の大国が強大化しつつある現在、深刻なものとなっている。わがくには、2020 年、「科学技術・イノベーション基本法」を制定した。科学技術創造立国・知財立国のさらなる足固めである。

このため、公益財団法人名古屋産業科学研究所では、2020 年度の研究会「産業科学・科学技術イノベーション研究会」を発足させ、「科学技術人材の数の増やし方」の提言を行うことになった。

ところで、イノベーションの国アメリカでは、旧特許庁の玄関に、

The patent system added the fuel to the fire of genius.

by A. Lincoln,

のレリーフがある。第 16 代大統領で、発明家、法律家のエイブラハム・リンカーンである。アメリカを、奴隷制農業国から、「専売特許国際法を根拠とした科学技術による工業国」へ転身させていった天才である。そして、この流れを創造するものが、「**天才である科学技術研究者**」である。

現代では、この天才である科学技術研究者は、大学等の研究室、博士課程大学院生の中から発生する。逆に言えば、大学等の研究室はその役割を担っている。したがって、研究室での研究指導は天才が担当する必要がある。研究室の指導者の採用に当たっては、発明特許の実績も問うことも必要であろう。科学技術研究は、天才同士の所業であることを、社会が共通認識する必要がある。

編集後記

名古屋産業科学研究所・研究部には、多彩な背景を有する上席研究員の豊富な知識と経験とを活かして、産業科学の振興のブレークスルーとなるような「科学技術振興に関する提言」も活動の 1 つにあります。しかしながら、2012 年 3 月の「若手研究者・技術者へのメッセージ」以後、提言活動は中断していました。

前 2 回の提言で主査を務められた毛利上席研究員に、個人的に相談したところ、「**産業科学・科学技術イノベーション研究会**を立ち上げて、科学技術イノベーションに関する意見を集約し総括する。その集約方法の一つとして、研究会会員各自の「科学技術イノベーションに関する持論」の集大成を、当研究所の「提言」として発行してはどうか」、という提案をいただき、私が副査として主査の毛利上席研究員を補佐する形で、2020 年 4 月に研究会が発足しました。

しかしながら、新型コロナ感染症の拡大に伴い、研究会の会員が集まって意見交換する機会も失われていましました。このような状況で、2020 年の活動としては、「**日本の科学技術人材を増加させる方法**」について、研究会会員に提言文の作成をお願いすることになりました。

今回、7 名の上席研究員（研究会会員）から、提言が出されました。正に、多彩な背景を有する上席研究員の経験と考察に基づく科学技術人材の殖やし方が提案されています。とりまとめをしていて、多様な提言に学ぶところが多々ありました。

この提言は研究部のホームページで公開いたします。提言に関しましてご意見等ございましたら、当研究会副査の山根まで、ご連絡いただきますようお願いします。研究会内部で検討し、提言内容にフィードバックし、より良い提言集にしていく予定です。

産業科学・科学技術イノベーション研究会・副査　山根隆（上席研究員）