特別コラム
女性初の知財関係者

研究者を生業とする
ー女性初の日本化学会会長ー

自然科学研究機構機構長
東京大学名誉教授
理化学研究所名誉研究員
川合　眞紀

1．はじめに

国民的なドラマの影響力は絶大です。放映されている間は。

「パテント誌」から執筆依頼を受けた時、正直なところ「何を今更」という思いが頭をよぎりました。でも、NHK の朝ドラで多くの国民が女性初めての裁判官の人生を堪能しているのを見て、科学研究者や大学教員を異なる社会に知っていただく一つのチャンスだと思い直し、この依頼を受けることにしました。そう考えた理由の一つは、編集者からの依頼の位置付けでした。「知財を創出する現場」として大学や研究所での活動をとらえているところが、教育研究現場で長く勤めてきた私にとって、とても新鮮な位置付けでした。大学や研究所は、国の根幹を支える人材育成と知財創出を担っていることを再認識しました。そして今、最高学府としての人材育成の機能が危機に瀕していることも知っていただける機会になると思ったのです。

2．定番の質問

科学者になるには、何か特別な人生経験があるはずだ。きっかけは？影響を与えたロールモデルは？何度も問いかけられているうちに、皆が納得する答えを見つけた方もいるのでは無いでしょうか。私には特段のきっかけもなければ、心に残るロールモデルも思いつきません。あえていうなら、両親ともに物理学者だったので、科学者になることに抵抗がなかったことは幸いでした。むしろ、日常の生活の中に科学者しかいなかったことから、「ちょろい仕事」だと思っていた節すらあります。それでも思い返してみると、高等学校 2 年の時、物理の授業で体験した実験で、万有引力定数 g 値が簡単に求まった時に、寒気が走るほど感動したことなどは、生来の志向の現れだったのかもしれません。少なくとも当時、私の周りは冷めた眼差しで興奮する私を見ていたように思います。普通じゃなかったのかもしれません。当時の私は、得手不得手がはっきりしていて、苦手なものを排除した結果、数学と物理学の方向を目指さざるを得なかったというのが本当の理由です。高校時代まではクイズを解くような数学の問題は大好きでした。また古典力学も、単純な運動方程式（F＝ma）と微積分の知識があれば、ほぼ全ての問題が解けるので、その単純さが大好きでした。複雑な事象の中に潜む普遍の関係性を導き出すことが物理学の醍醐味だとすれば、性格的に合っていたということかもしれません。

3．研究者になる

私が学部を卒業した 1975 年から修士課程を終えた 1977 年は、第一次オイルショック後の経済が大混乱した時期でした。東京大学理学部化学科を卒業した時点では、まだオイルショックの余波はそれほどではなかったのか、学部卒で企業に就職した同級生もいましたが、大半は大学院に進学しました。当時は 4 卒（4 年生大学の卒業生のこと）女子を採用する企業はほとんどなく、同級生で民間に就職した女性は、高卒後 4 年という資格だったと聞いています。今では考えられない時代でした。修士課程を修了する頃には、オイルショックの影響は絶大で、民間企業は採用を控えるところが多く、在学中にいわゆる紐付奨学金を受けていた学生でさえも、返済は免除するから就職は見合わせるという通告を受ける始末でした。そんな状況でしたから、修士終了後に大学などに研究者として採用された数名を除くと、多くの同僚はそのまま博士課程に進学しました。

私は、卒業研究で配属された研究室で触媒科学の研究を始めました。最初の研究課題が思いのほか順調に進み、修士課程の間に数報の論文を国際誌に発表することができ、大いに調子に乗っておりました。当時は大気汚染が大きな社会問題でした。私のテーマは大気汚染の主役の一つである窒素酸化物を大気環境下で無害化する触媒の反応機構を解明するというもので、固体の触媒表面に吸着している反応中間体を特定して、反応式を書くことができました。五酸化バナジウムの粉末を触媒として、アンモニアを還元剤として用いることで、酸化窒素ガスを窒素と水に変換する反応です。この反応機構を発表した論文（Maki Takagi（旧姓）、共著）は、50年近く経った今でも引用数が増えている長寿命論文の一つです(1)。

修士課程では応用色の強いテーマでしたが、より基礎的な反応過程の研究に興味を持ち、博士課程では固体表面の吸着分子の構造や反応過程の詳細を研究することを目指して、装置開発に近いテーマに挑みました。このテーマは結果的には消化不良に終わり、その後の研究者人生に大きな影響を与えることになりました。

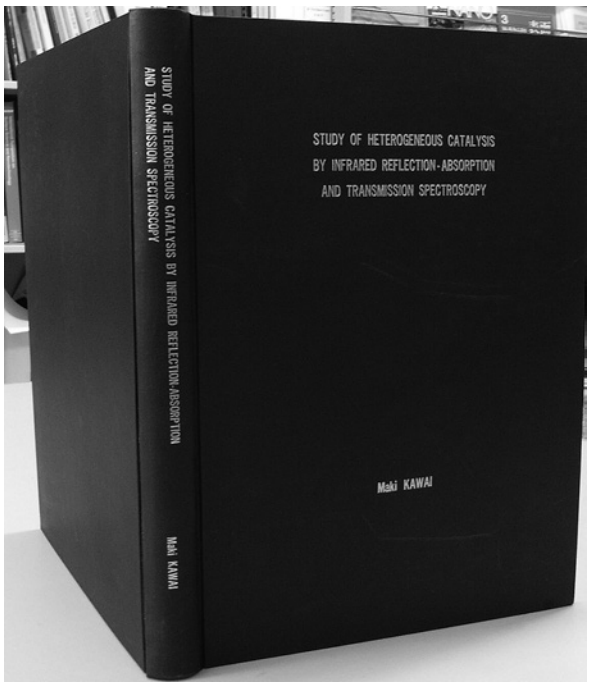

図１　学位論文の表紙

４．誰も雇ってくれない

東京大学で理学博士の学位を取得し、同級生は企業の研究者や大学や国立研究所の職員として採用が決まる中、私は取り残されていました。博士課程１年の時に結婚し、２年で第一子が生まれ、子育てしながら学位を取得しました。大学院での指導教官の勧めで、理化学研究所の特別研究生として２年間、その後東大の指導教官であった田丸謙二先生の研究室で、日本学術振興会の奨励研究員として１年勤めました。主人が大阪大学の助教授として着任したのを機に、私も子供二人と共に大阪で暮らすことにしましたが、仕事がない。人づてに大阪工業試験所で臨時職員非常勤の職を探していただき、燃料電池の研究のお手伝いをさせていただくなど、先の見えない状況が続きました。そうこうするうちに、大学の後輩からの誘いを受けて、大阪ガス（株）の総合研究所で個人契約の研究者として働くことになりました。民間の研究所は中に入って初めて触れることができることが多く、大学の研究室での研究生活とは全く違う環境で、実際のプラントなどに接する機会もあり、大いに刺激的な時間を過ごすことができました。触媒のプラントは壮大で、触媒反応に至るまでに、前段階の処理過程や熱交換など、化学工学そのものの現場です。触媒活性の検討にあたって、シャベルで触媒層から触媒を取り出して分析にかけるなど、思ってもみなかった世界に興奮の毎日でした。事件は現場で起きているのです。大学や国の研究所の研究室では経験できない貴重な時間を過ごしました。博士の学位を取得して５年が経とうとしていました。

図２　大阪ガス総合研究所時代（制服姿で当時の仲間と共に）

５．36 歳で研究室の主催者になる

ある日、理化学研究所時代に共同研究をしたことのある研究室から、研究員の公募が出ることを知りました。大阪で先の見えない研究者生活を送っていたので、人生最後のチャンスと感じて応募することにしました。もちろん、家族が離れ離れになることを覚悟の上でしたので、主人ともよく話し合った上での結論でした。33 歳になった春、理化学研究所の研究員に採用されました。

理化学研究所の研究員には任期はなく、突然定年まで保障される立場になったわけです。配属された触媒研究室には、私が専門とする分光学的な装置はなく、予算もあまりなく、手当たり次第に研究申請をして資金稼ぎの毎日を過ごしました。当時同期で入所した中林誠一郎博士らと情報を交換しつつ、実にたくさんの申請書を書いては送りの毎日でした。3 年後には一応の実験装置も揃えて、少しずつ論文発表もできるようになりました。

そんな時に、東京工業大学の工業材料研究所から、寄付講座の担当教員を公募するので応募しないかと声をかけていただきました。その後の人生を一変させる大事件です。鯉沼秀臣先生と澤岡昭先生は東工大の新しいシステムに話題性を求めていた節がありますが、1988 年 5 月に寄付講座を担当する客員教授（TDK Professor）として 36 歳で東京工業大学に着任しました。

６．新たな挑戦：分子線エピタキシャル法で酸化物薄膜を創る

1986 年に銅を含む酸化物を基本とする高温超伝導体が発見され、物質科学分野に革命が起きました。酸化物が超伝導となることは、これまでの固体物理学の常識では考えられておらず、世界中の誰もがこの大発見に大きな期待とパニックに近い刺激を受けました。1988 年はまさに大フィーバーの最中にあり、私が奉職した東工大の工業材料研究所もこの新しい物質群の基礎理解や応用研究に研究所を挙げて取り組んでいました。私が担当する寄付講座は、TDK（株）から年間 3000 万円の寄付を受け、自身の給料も含め研究室の運営を賄うシステムでした。物性物理学と表面物理学の専門の花田貴博士と、化学分野で触媒や表面研究を専門とする関根理香博士の二人の助手を選び 3 人体制で、3 年間の研究室運営を始めました。「酸化物薄膜の創成と機能」をテーマに据え、全く新しい研究分野に踏み出しました。民間企業がスポンサーだったことで、企業マインドに触れる機会も多く、この 3 年間で酸化物薄膜の新しい作成方法を含む特許を 3〜4 件申請し保有することになりました。知財との直接的な関係はこ

の経験が出発点になりました。

AERAリポート・企業

冠寄付講座

TDKがスポンサーで東工大に36歳女性教授も

産業界が外国大学へ流す研究費を国内に向ける

七月に開設される東京工業大学の超伝導の研究所に、三十六歳の女性教授が誕生する。東大先端科学技術研究センター（先端研）にも、今月中には、四人の外国人教授が勢揃いする。

いずれも、企業からの寄付で運営する冠講座の制度を活用して、大学の古い体質を打ち破ろうという試み。「閉鎖的」「人事に柔軟性がない」などと批判の多い国立大学にも新しい風が吹き始めた。

川合真紀教授。祖父は「解析概論」で知られる数学者の高木貞二氏、父も物理学者で元東大教授の学者一家の出身だ

東工大の女性教授は、理化学研究所（埼玉県和光市）の研究員だった川合真紀さん。専門は表面化学。セラミックス研究センターの中にTDKの寄付で設立される新講座で、薄膜の新しい超伝導材料を作る研究をする予定だ。任期三年の客員教授として、五月十日、すでに辞令が出た。

「これまで研究室では一番若くてシッポだったでしょ。今度は、助手二人がついて小さいながらも自分で研究室の運営ができる、その魅力が大きいですね」

ただし、年来の懸案である、阪大助教授で大阪に住む夫、知二さん（㊧）との別居解消にはつながらなかった。結婚して十一年、現在小学校四年の長男、五歳の長女、の家族が揃って暮らしたのは二年間だけ。真紀さんが東京の実家に子供と住み、知二さんが単身赴任を続けてきた。

初の冠講座の人選に当たって、

「とにかく若い人に来てもらいたかった」

と、東工大の田中郁三学長。今後も、スタイルは固定せず、外国人も含めて自由な人選をしていきたいという。

東大は外人教授が四人も

国立大学の冠講座は昨年、文部省の省令改正で認められた。寄付金で人件費などを賄う一方、講座に企業名をかぶせてよい、というもので、人選その他、運用は一〇〇%大学に任せられている。

東大先端研は、冠講座の教授、助教授はすべて外国人、を基本方針にしている。

先端研は昨年できたばかりだが、その発足に当たって、解決すべき二つの問題を抱えていた、と同センター長の大越孝敬教授はいう。

一つは、一九八五年当時、産業界から海外の大学に流れる研究費が、国内の大学向けの二倍を超えたことが明らかになり、この流れを資金難に苦しむ国内の大学向けに変えられないか、という声が出てきたこと。

二つ目は、日本の研究者は大勢外国で研究しているのに、日本は外国人研究者の受け入れに不熱心で、日本と欧米諸国との研究者の交流は著しくバランスを欠いている、という米国などの批判が強まってきたことだ。

冠講座は、この二つの問題を同時に解決する手段だった。

「国費で一挙に八人分の外国人のポスト、なんていうのは、現状ではとても考えられませんからね」

と、大越教授は強調する。

すべて外国人、という方針は、「冠講座は産学癒着につながる」との学内からの批判に答えることにもなった。

昨年十月に開設された第一号の「コンピュータ・通信」講座は、スポンサーが日本電気、教授は米国ATTのベル研究所から、助教授は教授の指名によりNTTからと、偶然にもコンピューター、通信分野での国際的なライバル会社が並ぶことになったのだ。

ベル研究所から二年間の予定でやってきたエンリケ・マルカティリ教授は、光通信のパイオニア的存在。

「日本で暮らせるのは、私にとって貴重な経験。ペンと紙とパソコン、それにこの頭さえあれば、私の研究はどこにいてもできるんです」

ただし、これは理論家の場合。実験家の場合は、大学の実験設備が不十分なため、本国の充実した研究環境を離れてまで来てくれる人は少なく、人選に苦労した、と関係者は打ち明ける。

東大構内で開かれたシンポジウムに出席した十二人の外国人研究者が先日、連名の手紙で、

「東大の施設は汚くて見劣りがした」

と東大学長に直訴する「事件」もあったばかり。胸を張って外国人を呼べるような施設では、残念ながらない。

「米国のような冠講座を積極的に導入して、講座制の枠を打ち破らなければダメ、と前からいってきた。外から評価されることで大学にも厳しさが生まれるんです」

と、日本電気の植之原道行副社長は、これからに期待をかけている。

編集部　辻　篤子

アルゼンチン生まれのエンリケ・マルカティリ教授。東京・目黒のマンションに妻と2人で住む

冠講座

大学	講座	スポンサー	寄付金（万円/年）
東大先端研	未来材料	新日鉄	3000
〃	電算機・通信	日本電気	3000
〃	電気通信	NTT	3000
〃	情報科学	NCSK	3500
東大法学部	証券取引法	野村証券	2000
東工大工業材料研	セラミックス	TDK	3000
筑波大大学院	ファイナンス	山一証券	2500
九大経済学部	保険学	安田火災	2000

Asahi Shimbun Weekly AERA 1988.6.28　54

図3　AERA 表紙を飾る（36 歳女性東工大教授）

7．理化学研究所の主任研究員として研究室を主宰

現在の理化学研究所は研究者数 3000 名を超える巨大な組織ですが、1991 年の理化学研究所は研究者数 600 名程度の中規模の研究組織でした。「研究者の楽園」[(2)] と称された頃の栄光の歴史を背負いながらも、21 世紀を目前として嵐の前の静けさを保っていました。東工大での業績を評価いただき、主任研究員として研究室を主宰する立場であらためて採用されたものの、50 人を超える立派な先生方の中に若年の身で入るのはいささか気後れする状況

でした。当時の理化学研究所には女性の主任研究員がすでに二人在籍されていて、私が加わることで粟谷容子博士、板倉照妤博士と私がそれぞれ、物理学、生命科学、化学の各研究分野で１つずつ、女性主任が研究室を主宰する体制になりました。理化学研究所の伝統で、老若男女差別なく一人前に扱っていただきました。当時は「ナノサイエンス・テクノロジー」の夜明け前の時期で、日本のナノテクノロジー分野が世界の先頭を走っていた時代でした。理化学研究所には青野正和博士（後に物質・材料機構のナノアーキテクトニクス材料研究センターを牽引された)、青柳克信博士（半導体工学）という大物研究者がおられ、彼らは物理学と工学の立場からナノテクノロジーを牽引する新たなプロジェクトを立ち上げようとされていました。せっかく化学分野の川合さんが来たのだから、物理学、化学、工学を束ねた新しいナノテクノロジーのプロジェクトを作ろう、と声をかけていただきました。「原子スケールサイエンジニアリング」研究プロジェクトの夜明けです。

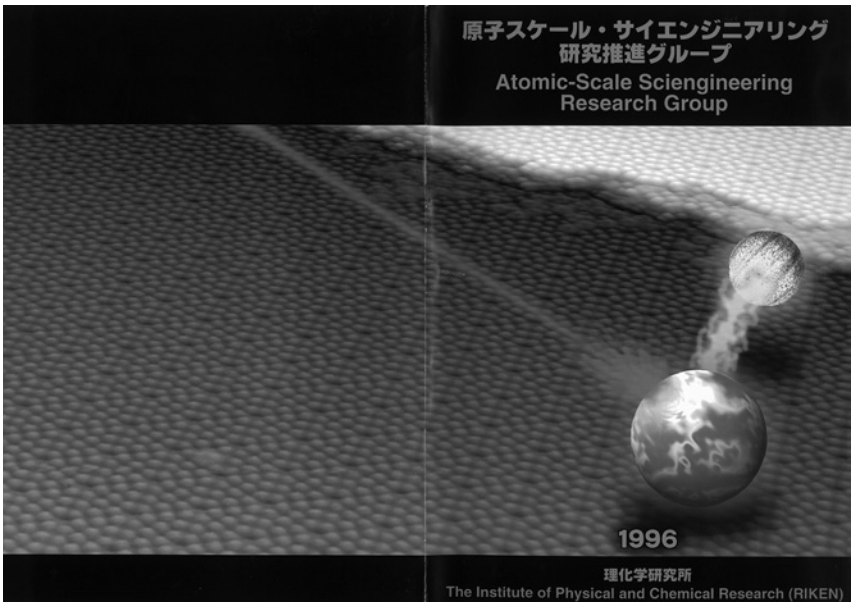

図４　原子スケールサイエンジニアリング研究のパンフレット

理化学研究所では数名の優れた若手研究者を研究室のメンバーとして採用することができ、彼ら一人一人のアイデアを研究に反映することで、新しい研究展開を図りました。吉信淳博士（現東京大学物性研究所教授)、小笠原寛人博士（現スタンフォード大学 SLAC 研究員)、米田忠弘博士（現東北大学多元物質科学研究所教授)、加藤浩之博士（現大阪大学大学院理学研究科准教授)、金有洙博士（現韓国 IBS センター長、東大教授、理研主任研究員)、山田太郎博士（現東京大学大学院工学系研究科特任上席研究員）をはじめとして、多くの博士研究員の方々と共に研究を進めました。理化学研究所では、表面科学の基礎研究に従事しました。具体的には「固体表面と分子の相互作用とその動的な挙動」とまとめられる研究です。平たく言うと、気体分子が固体表面に吸着すると、一定の温度下ではどのような化学的な相互作用が起こるか、という研究です。どう言い直しても、一般的にわかりやすい表現には程遠いようにも思えますが、これが実に面白い研究でした。

８．吸着分子の一分子分光

1980 年代後半は高温超伝導体の発見以外にも、科学分野で大きなブレークスルーにつながる発明が続いた時代でした。その中で、走査トンネル顕微鏡（STM：Scanning Tunneling Microscope）の発明[3]は、物質科学研究分野、特に表面科学や触媒科学分野の進展を激変する観測機器となりました。平坦な固体の表面ですと、平面方向にサブ Å、垂直方向に 100 分の１ Å の空間分解能を有し、1950 年代に発明された電子顕微鏡を遥かに凌ぐ分解能です。その秘訣は、トンネル現象という電子の量子科学的な性質を顕微鏡に利用したことです。金属の針を観測対象の平坦な固体表面との間に流れるトンネル電流を捉えることで、上記の空間分解能を実現する感度を獲得したのです。この空間分解能を出す上でもう一つの要素があります。それには、針と試料との距離を精密に制御するシステムが不可欠でした。これはピエゾ素子（電圧で大きさが変異する性質を持つ物質）を用いることで容易に達成され

ています。

私共の研究室が理研で得た研究成果の一つは、STM を用いて金属表面に吸着した分子の振動状態を計測して、分子の構造を明らかにするというものでした。空間的に一つの分子の姿を捉えて、かつその分子の電子状態や分子振動の状態を計測できることも、STM の優れた機能です。針と観測対象の吸着分子との間を電子がトンネルする過程で、吸着した分子の内部エネルギー状態が励起されると、分子の吸着位置が移動する（拡散）、更には分子自身が反応して別の分子に変化する（化学反応）ことが一定確率で起こります。針と試料間にかかる電圧を変えることで、トンネルする電子のエネルギーを調整することができますので、分子の反応確率と電子に与えられたエネルギーの相関をとることで、反応を誘起する電子のエネルギーが観測できます。これが、分子の内部状態を反映することから、STM アクションスペクトロスコピーという考え方を提案しました。この研究は世界的にも高く評価をいただくことになり、国内外で多くの賞をいただくことに繋がりました。

図 5　L'Oreal-UNESCO Women in Science 国際賞受賞を知らせるポスターの下で（パリシャルルドゴール空港にて）

9．東京大学教授となり、理化学研究所の理事になり、日本化学会の会長となり

理化学研究所の主任研究員として研究を進めている中、2004 年春から国立大学法人となる直前に東京大学の教授として務めることになり、本務を理研から東大に移しました。理化学研究所の方は招聘主任研究員という立場で 2010 年まで引き続き研究室を主宰していきました。東京大学では、工学部応用化学科の教授として、また、新領域創成科学研究科の教授として教育に従事すると同時に、准教授に高木紀明博士（現京都大学大学院人間・環境学研究科教授）を迎えて、新たに分子のスピン状態の研究を開始しました。高木紀明博士は、理研で研究室を主宰し始めた頃に博士研究員として数ヶ月一緒に研究をした経験があり、機を見ての再会となりました。

東大教授を務める頃から、自らの研究以外にも様々な仕事をする機会を得るようになり、社会的な責任が増していくようになります。2010年に理化学研究所の理事（研究・評価担当）を拝命し、2015年まで理研全体の研究を見る役目を務めました。この間、大きな研究所の運営に関わることで、海外の研究機関の動向にも触れる機会を得て、徐々に国際的な委員会へも招かれようになりました。そのような中、2018～2019年度にかけては日本化学会会長を務めました。日本化学会では初めての女性会長でした。2019年はメンデレーエフが元素の周期律を発見してから150周年にあたり、ユネスコは2019年を国際周期表年（International Year of the Periodic Table of Chemical Elements: IYPT）と宣言し、科学、技術および持続可能な開発における周期表の重要性を広める活動に世界中で取り組みました。この年から遡ること3年前の2016年には、113番目の元素ニホニウムが我が国の理化学研究所で発見され、118番元素までの元素名が揃いました。周期表年の時点では周期表の第7周期までが完成しており、最も整った周期表と言われました。日本化学会も様々なイベントを行い、12月にはユネスコが定めた行事の締めとなるClosing Ceremony（以下、「閉会式」と称します）を東京で開催しました。この閉会式には、「一家に一枚周期表」の活動でも著名な有機化学者の玉尾皓平博士を座長とした運営委員会を組織して臨みました。閉会式の運営には相応の資金が必要でしたが、産学の多数の方々から元素にまつわるメッセージをいただく形で、ご支援をいただきました。この時の記録は「私たちの元素・産学からのメッセージ」として今も公開されています[5)]。元素に纏わるメッセージを募集して貢献者の思いを科学的なメッセージで残すという秀逸なアイデアは、山内薫先生（当時：東京大学大学院理学系研究科教授）のご発案でした。クラウドファンディングなどが一般的になりつつあるご時世ですが、単なる寄付ではなく、支援いただく方々の元素への関わりと思いを記録するということそのものが、周期表年を祝う行事としても成立していることが素晴らしいと思います。このような多くの方々のご支援をいただき、大好評のうちに閉会式を終えることができました。

振り返ると、2019年12月はコロナ禍が始まる直前でした。閉会式を無事に終えることができたのは幸運だったと思います。

10. 国立の大学や研究所を取り巻く窮状

2004年に国立大学は国の組織を離れ、独立した法人として国立大学法人法のもとに運営されることになりました。大学の法人化は、大学の運営に自由度をもたらした反面、国から一定額を受け取る運営費交付金の枠組みに制限があるため、この20年間の運営費交付金は当初額を下回る額が支給されています。昨年あたりから徐々に、日本経済は長い停滞期を抜け、上向き傾向になり、政府も民間企業に対して適切な人件費向上を指示するようになりました。国立大学は、営業努力はしても、5%の人件費上乗せには大きな困難を抱えており、86校ある国立大学のほぼ全てが、民間平均レベルの人件費対応（人事院勧告の額）ができそうにない状況にあります。加えて、物価が上がる中、研究費も一定額で抑えられているために、研究の遂行にも苦労する有様です。

知財を創出する大元である大学の現状を、少しでも知財を利用活用する立場の方々にも目を向けていただければ幸いです。文庫本[4)]に記されている国立大学の現状を見ると、「こんなに酷いかな」と情けなくなるほどです。国の礎は教育と信じている私には、国が教育に投資しない現状を理解することができず、どのような解決の糸口があり得るのか、皆様のお知恵を拝借できればと考えております。科学立国を謳う国としては、大いに気にかけていただきたいところです。研究費は出ても、研究する人材がいないという状況に直面しつつあります。

文献

(1) Maki Takagi, Tomoji Kawai, Mitsuyuki Soma, Takaharu Onishi, Kenzi Tamaru, J. Catalysis 50（1977）441-446.
(2)「科学者の楽園」をつくった男：大河内正敏と理化学研究所、宮田新平著（河出文庫）
(3) The Nobel Prize in Physics 1986
(4)「限界の国立大学」朝日新聞「国立大の悲鳴」取材班著、朝日新書、2024年。
(5) https://iypt.jp/book/iypt/#page/1