

# バイオ系のキャリアデザイン

感動する心を忘れず、備えよ常に！

木野 邦器



生物工学会編集委員の新城雅子先生にキャリアデザインの執筆をお願いされてから、長い時間が経過した。私が編集委員長の時に「キャリアパス 生物工学研究者の進む道」を企画した経緯もあり、気軽に引き受けたが、多忙さの中でなかなか筆が進まず、新城先生はじめ事務スタッフの柏木さんに随分と迷惑をお掛けした。大学を卒業後、産学官に身を置いた経験を踏まえて若い研究者や学生の参考になる気の利いたことも少しは書けるかと思っていたが、結局、その時その時に感じたことを書き連ねる自分史になってしまった。研究室の学生に日頃話していることや感じていることを述べて、その役割を果たせたらと思う。

## 多様な価値観との出会い：雑学の勧め

大学では、それこそ多様な人間と出会い、それまで出会ったことのないさまざまな価値観を知ることになるが、私の場合、その多くは所属したサークルの活動で学んだように思う。総合大学の雰囲気を味わいたい思いで、文系の学生が集う本部のサークルに所属しようと考えた。誘われるままに能楽の世界に足を踏み入れることに

なった。「観世会」という謡曲のサークルである。早稲田大学には5流派すべての能のサークルがあり、先輩の中にはプロの能楽師もいる。大量の実験とレポート作成で明け暮れる理系の学生にとって、古典芸能である能楽に浸り、強い主張を持った文系の学生と酒を飲みながら彼らの文学論や演劇論、そして世界観を聞くことは、きわめて刺激的で、私にとって人生上の大きな収穫であったように思う。聞きかじりでも、自分の考えをまとめ、それを相手に伝えようとする姿勢がここで培われたと思っている。新宿ゴールデン街で新たな世界を知ったのも、また小劇場の醍醐味を知ったのもこの頃で、同僚や先輩の下宿を巡り、家には週末にしか帰らない生活をしていた。

## 風姿花伝に学ぶ：研究は主観を客観にかえる作業

「観世会」での収穫は、それ以上に、「世阿弥の世界」を知ることが大きかったと思う。無駄を極限まで削り落とした能は、禪の精神にも通じ、簡素であるが、時として見る者に相通じる人間の喜怒哀楽や壮大な宇宙を創出してくれる。静と動のバランスが絶妙で、囃子や謡の合間に一瞬の空白が作り出されるが、私はこの凝縮した緊張感が何とも言えず心地よく、好きである。サークルの合宿では、大きな声を出せない夜には、真面目にも、演目に関する古典書や能楽論などを、日本文学などを専攻する先輩たちから講義されることもあった。その中に、室町時代に能を大成した世阿弥の著わした「風姿花伝」があり、能楽が何であるかを知るだけでなく、その根底にある考え方と精神に強い感動を受けたのを覚えている。「風姿花伝」は、世阿弥が父親阿弥から受け継いだ能の奥義を子孫に伝えるために書いたものであるが、理想の能とは何かを追求した実践方法を纏めた演劇論で、そこには人生という舞台を勝ち抜くための戦略が多く記されている。驚くことに、世界の演劇史を代表する劇作家として有名なシェークスピアが活躍する二百年前のことである。有名な「初心忘るべからず」をはじめ、「秘



仕舞「屋島」を舞う学生時代の筆者

**著者紹介** 早稲田大学先進理工学部応用化学科（教授） E-mail: kkino@waseda.jp

すれば花」や「珍しきが花」「離見の見」などの名言があり、現代社会においても自身の生き方をより高質なものとする上で十分通用するキーワードが多く散りばめられている。

私は、学生に対し、「研究は主観を客観にかえる作業だ」とよく言う。研究者にとって結論はおおよそわかっている場合が多いが、自分一人だけの理解ではなく、実験によって確実なデータを示し、論理的な考察をして誰もが納得できる客観性を持たせることが研究だと思っている。したがって、実験計画がしっかりとできれば7割方は成功したようなもので、あとは計画通り着実にデータをとり、幸運の女神が微笑んでくれるのを待てばよいと思っている。真っ白なキャンバスにどのような絵を描くかは研究者の思いのままだが、でき上りはその人の考え方や資質（センス・能力）をあらわすことになる。実験開始前には、論文として仕上げる時や学会で発表する時をイメージし、どのようなデータや図を示すのが良いかをしっかりと考えて実験計画を立てるようにと指示している。成果発表においても、そのコンセプトの作り方や示すデータの順序を変えるだけでインパクトのあるものになる。演出の仕方次第で、演劇の良し悪しが決まるようなものである。

また、研究は専門性が高くなるにつれ蛸壺に陥りがちになる。自分の姿を他人から見た心でとらえ直すこと、すなわち俯瞰的に状況を把握する能力「離見の見」は、行き詰った時、しばしば解決策を与えてくれる。研究室の学生には、「ズームアウトして状況を見直せ」とよく話している。

### バイオ研究との出会い

大学の卒業論文研究では、当時、大きな可能性が示されていたバイオテクノロジーに興味を持ち、「応用生物化学研究室」を選択した。無機化学、有機化学、石油化学など当時の産業の主軸をなす学問分野が強く、生物化学は応用化学科の中でまだ十分な市民権を得ていなかつたが、恩師である宇佐美昭次先生の講義の面白さとバイオ研究に強い魅力を感じたため、迷わず宇佐美研究室を選んだ。宇佐美先生は、当時デンプン粕からの固体培養が主流であった糸状菌によるクエン酸の製造法に対して、シユウ酸副生を抑制した糸状菌による液内発酵法を世界で初めて確立し、低価格高収率型発酵への基盤を作られた。この成果に対して日本化学会1963年度進歩賞を受賞されている。宇佐美先生には、人やものに感謝する気持ちとバランスをとることの重要性を教えていただいた。

学部・修士では、空気中の二酸化炭素を固定して生育する化学無機独立栄養細菌の生化学的機能の解析と産業利用に関する研究を担当した。幸い研究者のまだ少ない

分野で、先輩からの蓄積されたデータもあって、早くから学会発表や数報の論文発表ができた。まだ学会発表や研究の難しさを知ることもなく、特殊な微生物の研究でそれなりの達成感は得ていたが、バイオ研究の奥深さや大きさに対する自身の知識や技術の少なさを何となく感じていたため、知人の紹介で東京大学の応用微生物学研究所（現在の分子細胞生物学研究所）のゼミに加えてもらい、当時としては最新の話題に触れる機会を得ることができた。

### プロの研究者との出会い

修士修了後、恩師の勧めもあってアミノ酸発酵のパイオニアである協和発酵工業（株）に入社した。同期はほとんどが国立大学の生化学や発酵工学、分子生物学を専門とする研究室の出身で、学部の実験すでに遺伝子組換え技術の習得もしたという羨ましい連中ばかりであった。ただし、企業研究の中では、スタート位置こそ違うが、実際にはそれほど大きな差はないと実感し、マイペースで多くの知識や技術の習得に励んだ。入社当時は、アミノ酸発酵や核酸発酵の基盤を築いた研究者の多くがまだ在籍しており、実際にその先輩たちの指導を受けたり、直接話を聞いたりすることができたことは今でも貴重な経験であったと思う。グルタミン酸発酵の開発者である木下祝郎博士（入社当時の社長）もその一人であり、大学に戻ってからもよく声をかけていただいたことは私にとって大きな財産になっている。また、大学時代は断片的な知識しかなかったが、企業研究に従事することで、一連の知識の習得や研究のやり方を勉強することができ、企業の研究力の凄さとその深さを痛感した。

研究の楽しみがわかり出していくと、自分なりに考えた研究を密かに行うようになり、朝、出勤時にその結果を見るのが楽しみだった。管理職になって好きな研究を正面切ってできるようになると、異なる視点からのアプローチの可能性を常に考え、また、新たな課題にもチャレンジした。このようなアングラ研究から発展した脂肪族アミノ酸の生産プロセスと医薬品グレードのパリン製造法の開発研究では、新たな市場を創出した成果が高く評価され、社長賞受賞の栄誉にあずかることができた。

協和発酵在籍時に、現在の自分自身を形作る上で大きく影響したことが、二つある。まず、一つ目は、生涯忘れない優れた研究者に出会ったことである。入社5年目に研究の中枢である東京研究所に異動になり、グルタミン酸生産菌の宿主・ベクター系の開発とその工業的応用研究を中心に検討していた研究室に配属された。そこでは国内外の競合研究機関の動向を常にサーチしつつ、革新的な技術開発を目指して昼夜を問わず研究が展開されていたが、研究への取り組み方から考え方、発表の仕方、人間関係まで、幅広く勉強することができた。厳しい3

年間であったが、「研究とは何ぞや」を自分なりに理解し、その後の自分自身の研究へのこだわりや方法論を作り上げるベースになったと思っている。この期間に、大学在籍時の研究成果を中心に学位論文として纏める機会を恩師である宇佐美先生から与えられ、幸いにも工学博士の学位を頂くことができた。

### 製造課培養係長としての経験：現場力を養う

二つ目は、博士学位を取得した後であるが、山口県防府市にある主力工場の製造現場の係長として勤務した経験である。当時、現場経験を積ませるために製造課の係長職に学卒を配置させることがあり、私もその一人としてアミノ酸、核酸、抗生物質など各種生理活性物質の製造を行っていた製造課の培養係長として2年半勤務した。この間に人間関係を含めた「現場力」を養うことができたと思っている。学位取得後には留学のチャンスもありそれを希望したがかなわなかった。製造現場勤務を命じた上司を当初は恨みましたが、今では大変貴重な経験をさせていただいたと心から感謝している。

係長着任後最初の1か月は、各製造品目の作業マニュアルや工程表を覚えることに加え、現場の蒸気ラインや移送ラインを頭に叩き込むことに没頭した。夜中にも遠慮なくかかってくる現場からのホットラインでの呼び出しなど、その対応に追われる日々が続いた。その間、家族ともまともな会話もできないほど集中していた記憶がある。漸くこうした状況にも慣れてくると、研究所にいてはわからない現場ならではの新たな発見ができるため、現場のタンクを使った条件検討などで成績向上や研究所への課題提案などが面白いようにできた。扱っていたほとんどの製造品目の成績向上に貢献することができたと自負している。ある品目では、大型装置であるだけに原料の投入順序を変えるだけで成績が高く安定化し、本部長表彰されたこともある。現場への指示書の書き方や自分の考えを自分の親父くらいの年齢の部下にどのように伝えるかは、こうした作業の中で学んだような気がする。2年目には幸いにもいくつかの新しい品目の現場導入時期に当たり、その現場プロセスの開発に携わることができた。3年目には管理職にもなり、培養だけでなく精製・製品工程の現場にもよく顔を出し、物つくりの基本を勉強させてもらった。当初、スケールアップにおける諸問題は培養特有のものとばかり思っていたが、売れる商品を高品質で安定的に作る技術は培養後のダウンフローにあると痛感したことを良く覚えている。製造現場では、三交替明けの作業員たちと朝まで飲み明かすことも多く、ずいぶん酒も強くなった。ただし、這ってでも出勤はしろという先輩の言葉は今でも忘れない。

### 予想もしなかった大学への転職

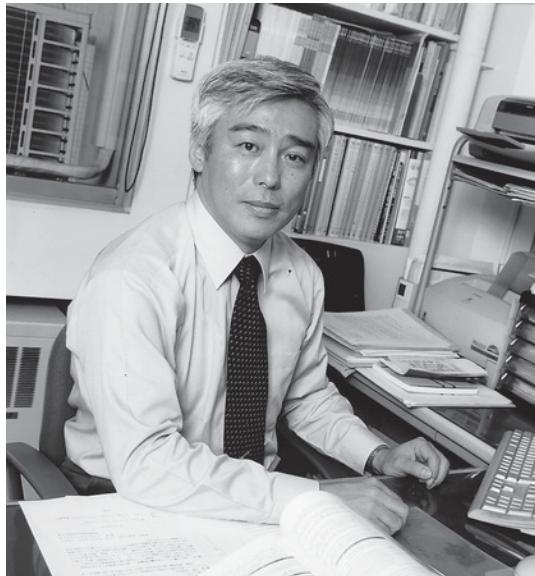
現場から技術研究所に戻り、研究管理室長的な仕事をしていた頃のある日曜日の風呂上りに、息子から「うさみ」という人から電話だよ」と告げられ、はて誰かと思いながら受話器をとった時のことはよく覚えている。恩師の宇佐美先生から、「退職に伴う後任人事で君を大学に呼び戻すから、あの細かいことは同じ生物化学部門の桐村光太郎先生と相談して」という内容であった。私にとって青天の霹靂であった。大学の教員になることなどまったく考えたこともなく、同じ研究室出身の先輩や同僚の中には先進的な学術研究で大きな成果をあげている方も多くいたので、なぜ自分を推薦してくれたのかはよくわからなかった。また、会社でのこれから動きもほぼ決まっているような時期でもあったので、辞めることなど許されないことだととも思った。予想通り、会社からは何を考えていると言われ、思い悩んだが、自分に期待をかけてくれた恩師の気持ちと自分の新たな可能性を夢見て1999年(42才)の春に転職を決意した。なお、協和発酵工業(株)の防府工場は、世界で最初のグルタミン酸の実生産が行われた記念すべき場所である。微生物機能の多様性とその無限の可能性を教えてくれた微生物の恩に報いるために、京都曼殊院に建立された「菌塚」にあやかって、会社設立50周年事業として工場敷地内に創業者加藤辨三郎氏の揮毫による「菌恩」の碑建立の提案をして会社を後にした。



世界初の発酵法によるグルタミン酸製造が行われた協和発酵工業(株)防府工場の敷地内に建立された「菌恩」の碑

### アカデミアにおける新しい出会い

しばらくは宇佐美先生との二人三脚であったが、先生が退職された2002年からは桐村先生の協力も得て、大



大学着任頃の筆者

学における研究室運営に励んだ。講義資料を作ることも大変な作業で、とくに学生時代は好きではなかった物理化学も基礎教育で教えることになり、もっと勉強しておけばよかったと反省しつつ猛勉強して準備した記憶がある。

当初は引き継いだ研究テーマをアレンジして検討していたが、やはり餅は餅屋であろうか協和発酵時代に従事していたアミノ酸やその誘導体の生産プロセスの研究に着手するようになった。まったく新たな挑戦をしなければならないと思いながらも、企業研究ではなかなか手を出せなかった課題が頭に残っていたこともそれを加速させた。ありがたいことに協和発酵からの共同研究資金の提供もあり、また当時は科研費や大型公的研究費にも恵まれ、大学ならではの研究生活を若い学生たちと一緒に楽しんだ。当初、研究遂行力は企業研究の1/10程度と思って計画を立てていたが、若い学生の学習力は高く、柔軟性があり、学生と色々な展開を考えるようになった。千葉県と大学との連携協定で研究チームを作り、かずさDNA研究所や隣接する製品評価技術基盤機構（NITE）と、共同研究や大型の公的研究を進めることができた。この一連の研究活動でアミノ酸をはじめとする有用化合物の水酸化酵素の探索や応用研究の基盤ができたと思っている。公的資金の獲得の仕方や研究マネジメントなど学ぶことは多く、多くの企業や官庁の関係者との交流も増えた。かずさDNA研究所の柴田大輔先生やNITEの当時の生物遺伝資源開発部門長であった原山重明先生（現、中央大学理工学部教授）には大変お世話になった。

また、大学着任後、恩師宇佐美先生の推薦で研究分野に近い日本生物工学会の支部委員になった。企業の生産

現場に近い部署にいた私にとって学会運営とは無縁であったが、学会からは企業経験者として重宝がられ、产学連携をテーマにしたシンポジウムなどを多く企画・運営した。これがきっかけとなり、2004年には同学会の東日本支部長として、また2007年からは常任理事（和文誌編集担当）として10年間学会活動に関わり、多くの研究者や大学の先生方を知る機会を持つことができた。大学の方でも企業経験者としての私への見方は同じで、2001年には早稲田大学の知財本部立ち上げのメンバーとして制度設計に参画した。また、2010年から4年間は早稲田大学の産学官研究推進センターのセンター長として大学の知財に関するマネジメントに従事した。現在では、理工学術院総合研究所所長ならびに理工学研究所所長として本学の理系全般の分野にわたる研究に関わっている。こうした役務をこなす上で、企業在籍時に培った現場力（即座の判断力と覚悟・総合力）が役立っているように思う。

### 公的機関での兼業と新たな感動

2005年から3年ほど科学技術振興機構（JST）に設置されている研究開発戦略センター（CRDS）のシニアフェローとして週2日ほど業務に就いた。バイオ系の科学技術戦略を強化・発展させるためにバイオサイエンス部門が立ち上がり、江口吾朗先生を上席フェローとするグループの一員として参画した。私学としてはこのような公的機関への教員の兼業による派遣の例が少なかったが、これも私の背景を踏まえて要請されたものと思っている。CRDSでは、生駒俊明センター長の強いリーダーシップの下で企画される各種研究会やシンポジウムを踏まえて、我が国の科学技術を俯瞰的に解析・議論して課題抽出を行い、具体的な研究戦略を提案したり、文部科学省など関係官庁へ重要課題の提言などを行ったりしていた。これまでの研究に対する捉え方や立ち位置とは随分と異なる業務であり、新たな驚きと発見があった。我が国の最先端の科学技術や世界と戦っている一流の研究者を知ることができ、きわめて新鮮で感動を受けた。議論の進め方や課題抽出の方法論までも明確に提示され、無駄の少ない効率的な議論に接する機会を持てたことは大きな収穫であったと思う。CRDSでは、異分野の幅広い知識や考え方を習得することができた。その後の研究に対する俯瞰的なものの見方や課題抽出の方法、審査における取組み方、評価指標の立て方など、この時に多くのことを学んだと思っている。

### 大村智先生のノーベル賞受賞にあたり若者たちへ

昨秋の大村智先生のノーベル生理学・医学賞受賞のニュースに日本列島は大きく沸いた。この受賞は、有用微生物の探索と応用研究を推進している私たちにとっ

て、追い風となるとても嬉しいニュースである。シャーレとの睨めっこや活性評価で毎日明け暮れている研究室の学生にとって大きな励みになったと期待している。大村先生は今回の受賞に際し、心に響く多くの言葉を残している。「人のためになることをやる」「人を超えるには他人と同じことをやるな」「失敗を恐れるな。成功した人は誰よりも失敗した人」などは、内容的には決して新しくはないが新鮮な響きがあり、科学者としてのるべき道を示唆しているように思う。とくに、「常にギラギラしていることが発見につながる」や「神様はプリペアード・マインドを持っている人に贈り物をくれる」は、私自身共感するところが大きい。日頃から授業やゼミなどで、セレンディピティ (serendipity) を引き合いに出しながらその重要性を学生に話している。もともとセレンディピティは、「偶然に科学的な発見をする才能」を指していたが、ルイ・パスツールは自身の大学での講義で、"In the fields of observation chance favors only the prepared mind." なる言葉を学生に贈り、普段からの入念な観察と心構えが発見につながると説いたことは有名である。偶然と思える発見や発明も、鋭い観察力と洞察力によって支えられ、準備をした心を持つ研究者に訪れる必然の結果であると思っている。

タイトルにした“備えよ常に(Be prepared)”は、ボイスカウトの有名な行動指針である。英国退役軍人のロバート・ベーデン・パウエル卿が、若者が実社会で先駆的な立場に立てるように、心身ともに健全な青少年の育成と教育を目標として創設したもので、いつ何処で何が起こるかわからない状況において、「心」「技」「体」の備えを常にしておくことが重要であるとしている。まさに、研究に通じるところであり、最近の若者に強く意識してもらいたい部分である。

いくら研究インフラや支援体制が良くなっても、研究の進捗はそこに介在する「人」に大きく依存する。現代社会では、選択の余地のないほど大量の情報が氾濫しているため、準備した状態を維持することは勿論のこと、しっかりと目的と戦略を掲げていないと、ブレが生じ、曖昧な結果を招くだけとなる。時間と労力とお金を浪費してしまうのではもったいない。「資金がないから

研究ができないは言い訳」とする大村先生の言葉は、多くのシニア研究者からもよく発せられる。これまでのノーベル賞受賞者の多くは、経済的にも決して裕福ではない時代に育ち、そのハンガリー精神の中で自分を鍛え、信念を持って研究に邁進した結果、大きな成果を獲得したケースが多い。PCや携帯端末ですぐにでも情報が得られる現代社会の物質的な豊かさは、科学技術の恩恵でもあるが、将来に向けても持続的に発展していくためには、精神的な豊かさを伴うものでなければならず、個人としても社会としても、それを達成しようとする高い意識レベルの維持が重要であると考えている。

世界で戦える人間的にも優れた人材の育成が求められている今、これまでのゆとり教育の弊害が認識され、多くの教育・研究システムが見直されているが、それを享受する若者自身の意識の改革がもっとも重要であると感じている。次世代を担うのは自分たちであるとの気概を持ち、常に感動する心を忘れないでほしい。夢を描いて、高い志を持ち、そして知恵と勇気と信念を持って粘り強く、果敢に挑戦してもらいたい。

昨年4月、めでたく還暦を迎えることができた。5月には初孫も誕生した。大学に戻り17年目を迎えている。お陰様で、研究室の学生やスタッフにも恵まれ、また多くの企業からも支援をいただき、それなりに研究を展開し、少しあは注目される研究室になってきた。また、大変ありがたいことに、2015年度の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究)を受賞する栄誉にあずかることができた。企業在籍中の研究も含めこれまでの研究成果が高く評価されたことを大変ありがたく嬉しく思う。研究に携わってくれた職場の同僚や研究室学生を含む多くの関係者のお蔭であり、彼らを代表して受賞したものと心より感謝している。還暦を迎えて益々学内外での雑務に追われているが、研究に対してはこれまで以上に好きなことを楽しんでやっていこうと思っている。

## 文 献

- 1) 増田正造：世阿弥の世界、集英社新書(2015)。
- 2) 渡辺淳一：秘すれば花、講談社文庫(2004)。
- 3) R. M. ロバーツ著、安藤喬志 訳：セレンディピティー、化学同人(1993)。

**＜略歴＞**1981年 早稲田大学大学院修了後、協和発酵工業（株）入社、東京研究所、技術研究所、防府工場製造部勤務、1987年 工学博士、1999年～ 早稲田大学理工学部（現、理工学部）教授、2005年～2008年 科学技術振興機構研究開発戦略センター シニアフェロー、2006年～ かずさDNA研究所特別客員研究員、2010年～ 早稲田大学理工学研究所所長、産学官研究推進センター センター長（～2014年）、2013年～ バイオインダストリー協会理事、2014年～ 早稲田大学理工学部総合研究所所長、2015年～ 日本生物学会副会長、日本微生物学連盟理事、現在に至る。

**＜趣味＞**旅行、温泉めぐり、食べ歩き