

(O-10)

技術の棚卸できていますか？～一生食べていける技術者とは～

楠本 朋一郎（九州工業大学 情報工学部）

KUSUMOTO Tomoichirou : What's the needed techniques around all my career?

1. はじめに

学部4年生から数えて私が技術職というものに触れて28年が経過した。当初より一生食べて行ける技術を持った技術者とはどのようなものだろうと漠然と考えていた。本格的なキャリアのスタートであった企業の研究職は35歳を超えると課長や所長になる人間以外は他のキャリアに配置換えになるし、転職で大学に戻ると、技術職員は情報系以外技術者として扱われていなかった。日本のキャリアの第一人者である神戸大学の金井教授は、人生の「節目」毎に自分のキャリアについてじっくり考えてみる事が重要であると述べている。また、心理学の大家ユングも人生は4つの季節からなり40代は人生の正午であると言っている。近年、技術の新陳代謝も著しくその度に一から身に着ける必要にも遭遇する。自分自身の「節目」に私がこれまで歩んできた技術職という道を振り返ってみたい。

2. 4つのキャリア期間

私のキャリアは大きく分けて4つに分けられる。(1) 学部4年～修士 (2) 化学系企業時代 (3) 九工大技術職員前半：RI施設主任者、安全管理者、副技術長 (4) 九工大後半：専門職特化である。

3. 各ステージでの取り組みと得られた技術・知識

(1) 学部4年生から修士

学部4年生の時に最初に所属したのは、チューブリンを中心とした細胞骨格の研究室。学部3年生の夏休みから実験をさせてもらいタンパク質の精製技術を身に着けた。ただし、実際に4年で配属されると指導方法に合わずに研究室を異動。今につながる坂本順司先生の研究室でキャリアがスタートした。割り当てられたのは、アミノ酸生産菌 *Brevibacterium (Corynebacterium) glutamicum flavum* の細胞膜に存在するATPの大量生産の要、呼吸差酵素複合体のうち、哺乳類では複合体IIIからシトクロムcに渡る電子伝達の観察であった。本菌のシトクロムcはbc複合体と

遺伝的に融合しており外部から加えたシトクロムcからは電子は伝わらないのであった。8月に研究室を異動して2か月取り組んだが一向にうまくいかないの、ひとまず菌の培養からやってみようということになった。本菌を私が培養して細胞膜標品を調製し、呼吸鎖に含まれるシトクロム含有タンパク質を分析するとシトクロムa, b, cが観察されると想定されたそこにはそれらに加えて“シトクロムd”がいた。当時、このシトクロムdは、グラム陰性菌の大腸菌や本菌が属するグラム陽性菌の中でも好熱菌などのごく一部でしか報告されていなかった。このため、コンタミ扱いを受けていたが1か月泊まり込んで培養しこの現象が繰り返すこと、修士1年の夏にシトクロムbd酸化酵素の純粋精製に成功し、他の菌のbd酸化酵素でなく新たな酵素であることを証明した。各種酵素学的特徴付けを行い、エドマン法でN末端側のアミノ酸配列を読んでPCR用のプライマーの設計を行った。在学中に2度の学会発表を行い、卒業から1年後に後輩が解読した遺伝子情報を合わせて英語論文¹⁾となった。

イオン交換クロマトグラフィー、ヒドロキシアパタイト、ゲルろ過などの分離精製、評価技術
タンパク質の酵素学的分析法
エドマン法を用いたアミノ酸分析
英文論文の速読技術
卒論、修論を通じた研究活動の初歩
学会発表を通じたプレゼンテーションの初歩
頑張ることで成果が出るという確信

図1. B4-M2で獲得した能力・知識

(2) 化学系企業研究員

魚油の中に含まれるDHAやEPAといった高度不飽和脂肪酸向けの新規充填剤の開発を研究テーマとして与えられた。1から進めて開発し、自分一人でHPLC用の充填剤としての製品に見合うデータを揃えた²⁾。この期間で実に多くの技術・知識・社会人基礎力を獲得することができた。特に、書類の書き方、研究室では週報、月報（毎月ミニ卒論30-50p）と役員が見るA4の1ページに込める研究概要書、年間報告書は200p

以上。それぞれに計画書に対しての到達点を求められた。役員向けの研究概要書は半年毎に研究テーマの継続の可否を見極められ最重要であった。

更に、色んな人の話を聞くことで人生の金言を得た。「本は買うものだよ」「従業員が社長の視点を持っている企業は強い」「君たちが変だから社員として採用した」など後の大学に戻ってからの原動力となった。研究所で始まったQCサークルも後々に役に立つ実りの多き情報であった。化学系の研究所と工場が併設していた立地だったので、主任の先輩や新人教育の時に回った工場の各部署から安全管理の実際を多く見聞きしたことが後の安全管理者の業務に繋がった(図2)。

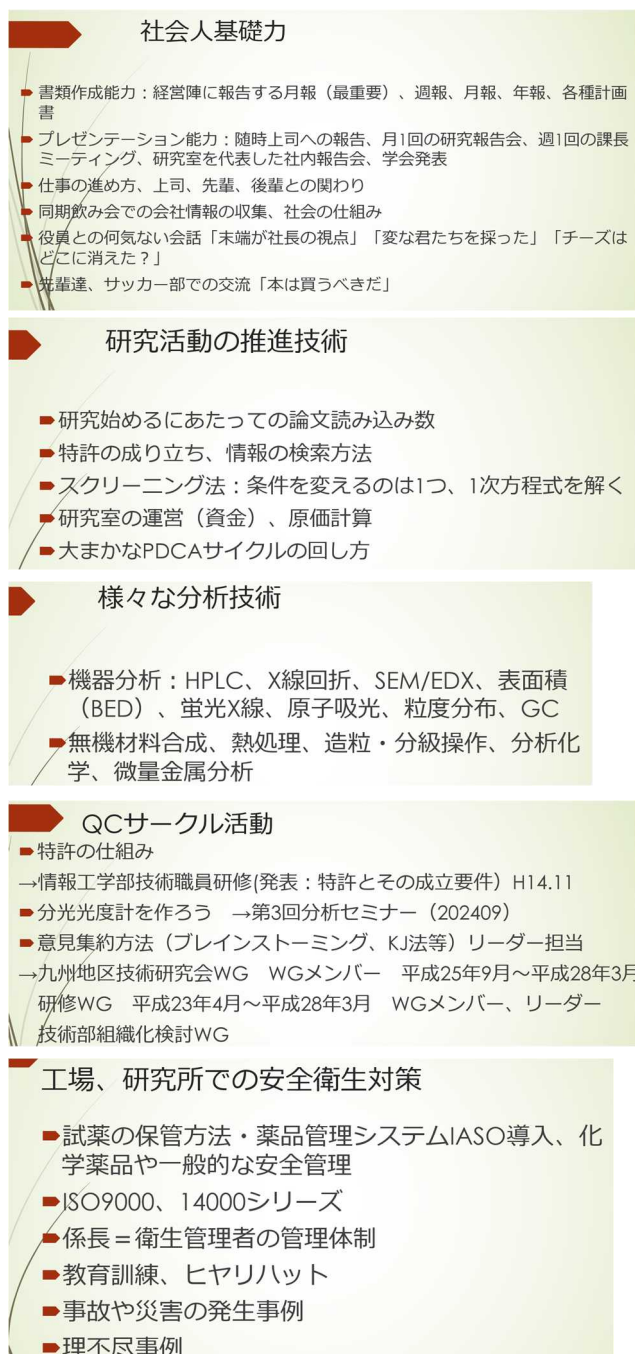


図2. 研究員時代に獲得した能力・知識

(3) 九工大技術職員前半:RI 施設主任者、安全管理者、副技術長

九工大へは RI 施設の専任の管理者として採用された。ただ、この施設の稼働率が非常に低く時間の余裕があり過ぎたので、学生実習にも参加させてもらうようにした。RI 施設管理で第1種放射線取扱主任者という難易度の高い資格を1度で取得したことで、後の安全衛生系の各種資格（第1種作業環境測定士（全種）、衛生工学衛生管理者、甲種危険物）を難なく合格することができた。RI 施設の予算・決算、教育訓練（特に最後の1時間の時事ネタを入れながらの再教育訓練講義）、法令改正と対応、学内規則変更³⁾はこの後の業務に強気に繋がっていった(図3)。

- 委員会運営（学部内政治）の理解、予算申請方法
- 難関の資格試験に合格→他の安全衛生資格全勝
- 作業環境測定士（放射線）、衛生工学衛生管理者の資格
- 度重なる法改正→法令対応の一通りと大学規則への落とし込み
- 教育訓練（再教育1h）での講義スキル→安全衛生講習、他学生実験や講義
- 放射線規制室の立ち入り検査対応→労基署立ち入り検査対応

図3. RI 施設時代に獲得した能力・知識

大学に戻ってきて2年で大学は法人化を迎えた。法人格になるにあたり、安全衛生対策が大学は脆弱であった。学科の中で技術職員主導で法令の勉強会を行い対策案の文書を作成し、学部長はそれを受けて飯塚キャンパス全体に広げて行った。その成果で、飯塚キャンパスは法人化に伴い必要な変更書類を労基署に遅滞なく提出して監督官の信頼関係も築くことができた⁴⁾。

九工大では安全管理者を任命することになり、学部長が当時の施設管理委員会の長の教授に声をかけたが断られたので、私に話が回ってきた。私は企業時代の在り様を目指すゴールとして、大学に不足していた要素を分析して対策を立てて行った。この時期に安全衛生関係の本を多く購入して活動に役立てて行った。安全衛生委員会の運営方法を学部長から教わり、大学の政治というものを理解した。安全衛生チェック体制を設立し、安全衛生の実働部隊であるゼロ災委員会の設立・運営、各研究室に直接情報を伝え教育するための学生安全衛生連絡員制度を次々に提言し、実現していった。提言書を適切に作成して学部長・事務長といっ

た企画を実現可能な相談先に持ち込むというのが重要であった。大学本部の人事課課長や係長ともパイプを太くしておいて、計6回にわたる労基署の立ち入り検査を協力して乗り切った。法人化して2年で福岡県労働基準局長表彰を受賞、歴代学部長の安全衛生法面の代理者として支えることで、歴代学部長、事務長、関係事務担当と強固な信頼関係を築くことができた^{5,6)}。

また、産業医大で開催された安全衛生マネジメントシステムの勉強会シリーズを受講して、企業体の社是、基本方針、要求項目といった計画の立てを理解した。

獲得スキル (1)

調査書、企画書は目的・正義性を明確にし必ず文章にした！！

- 状況・課題把握力→学部内の状況を把握し課題把握
- 情報調査力→様々な情報入手源
- 課題解決力→取り組むべき課題を挙げ解決策を提案
- 企画立案・実行力→学部長・事務長等と相談しつつ実施

獲得スキル (2)

- 交渉・調整力→学部長、事務長の様子を見ながら覚える
- コミュニケーション力→種々のポジションの人々と話す
- プレゼンテーション力→教授会で年2回プレゼンテーション
- 歴代学部長、事務長、総務課課長・総務係長からの絶対的信頼

図4. 安全管理者時代に獲得した能力・知識

飯塚キャンパスの技術職員の組織化で新たな運営体制になったが、技術長とその他の委員が徹底的に反目して機能不全に陥った。このため、学部長が介入して構成員の見直しが行われた。この時に、副技術長として就任して部の運営の安定化に勤めた。安全管理者として培った能力と学部長・事務部との関係性を活用し7年間運営を支えた。また、各キャンパス毎の組織化技術部を全学組織にするための、組織化検討委員会メンバーとして提言や各大学の調査に携わった。この際に、技術職員独自の評価方法を広島大学技術部より導入・構築した。その際にも多くの本より知見を得た。

(4) 九工大後半：専門職特化

出身研究室に出入りするようになり、恩師の坂本先生が学位を取るよう勧めて頂いて、学科内にも了承を取って研究活動を再開させた。

- *Pseudomonas putida* の細胞膜間腔タンパク質群のプロテオーム解析
- *C. glutamicum* の呼吸鎖のスイッチングをプロモータ

ー活性でモニタリング

- *G. thermodenitrificans* の Cyt. *bd* オキシダーゼ
- *C. glutamicum* の呼吸鎖拡張型超複合体
- *C. glutamicum* の Cyt. *bd* オキシダーゼ

主に上記研究テーマについて学生を指揮しつつ研究を進めていった。最初のプロテオーム解析のテーマは投稿論文にできなかったが、TOF-MS 装置を用いたペプチドマスフィンガープリンティング法は私の重要な中核技術になった。残りのテーマは投稿論文として世に出すことが出来、そのうち3報で Corresponding author を経験して論文執筆能力を確立させた³⁻⁵⁾ 他、5報の論文に共著者で関わった¹⁰⁻¹⁴⁾。専門技術の積み増しは、CN-PAGE、活性染色、プラスミドや過剰発現などでさほど多くはなく、既存の保有技術で対応した。

(5) オリジナルな活動

「他人と違うこと」をすることは強みになり、まわりの大学を見習わない安全管理者の活動が最たるものであった。学科の就職活動を支援するために就職補佐を自作し後輩達を支援した¹⁵⁾。コロナ禍で学生実験を実施するための独自基準を作り、オンライン教材を大量作成した^{16,17)}。副技術長時代には技術職員の技術内容が俯瞰できるよう技術マップを作製した。RI 施設の管理者で雇われたものの遊休施設であると判断して廃止³⁾。ここ2年は退職教員の実験器具を確保し「生物化学版モノづくり工房」の実現に向け活動している¹⁸⁾。

4. まとめ

これまでの技術者としての経験をまとめる。私は、キャリア初期の時期に受けた社会人基礎力を固めた経験が社会人としてのベースになっていて、「末端の人間が社長の視点を持つ」「人と違うことをやる」という軸を基に活動してきた。大学に戻ってからは、前半部分は大学の管理運営に関わり、一般社会を見てきたという経験に基づいて安全衛生管理体制を学部長と共に築き、技術部の運営に副技術長として携わった。これらの活動を実施する中で上記の2つの軸は極めて重要であった。その後研究活動に取り組み、これまでに9報の英語論文を世に出すことが出来た。所属していた研究室の教員が退職後もさらに複数の研究室の面倒をみている。また、タンパク質精製、遺伝子工学、放射線管理技術、分析技術を活かして学生実験を担当してきた。ただし、学生実験で教員のサポートについているだけというスタンスでは、ほぼ技術は身に付かない。

学生に教えられるように勉強し直しても、実践の研究活動ではトラブルが発生すると中々課題を乗り越えることは出来ない。本当の意味で活きた技術力と知識は、研究活動などの仕事を経ないと身に付かないということを感じている。

私にとって「一生食べていける技術」とは、単なる一分野の技術・知識ではなく、社会人としての総合力を有していることが重要である。その上でコミュニケーション能力を用いて仕事を継続して獲得、成果を出すという良い循環が生まれる。振り返ると、1つ1つの仕事に対してしっかり懸命に取り組むと、そこで得られた知識や能力は必ず後に関わる業務に活きた。

謝辞

歴代の学部長・事務長、事務職員でお世話になった方々にこの場を借りて御礼申し上げます。また、技術の土台を作って頂いた企業時代の諸先輩方、恩師の坂本先生に大変感謝いたします。

参考文献

- 1) **Kusumoto T**, Sakiyama M, Sakamoto J, Noguchi S, Sone N. (2000) Menaquinol oxidase activity and primary structure of cytochrome *bd* from the amino-acid fermenting bacterium *Corynebacterium glutamicum*. *Arch Microbiol.*, 173(5-6): 390-7.
- 2) 出願番号：特開 2000-072713 発明者：大瀧信之、楠本朋一郎、井上千也（関東化学株式会社）
発明名称：不飽和脂肪酸およびその類縁物質の分離剤
- 3) 楠本朋一郎 RI 施設の法改正への対応. (2010) 第 22 回生物学技術研究会：82
- 4) 楠本朋一郎 (2013) 法人化前夜に発揮された技術職員の自主性. 第 25 回生物学技術研究会：50
- 5) 楠本朋一郎 (2011) 飯塚地区安全衛生活動施策決定プロセスに関わる一考察. 熊大総合技術研究会：11-II-1
- 6) 楠本朋一郎、荒川等 (2010) 学生・教職員に対する安全衛生教育の取り組み. 全国産業安全衛生大会
- 7) **Kusumoto T**, Aoyagi M, Iwai H, Kabashima Y, Sakamoto J. (2011) Monitoring enzyme expression of a branched respiratory chain of *Corynebacterium glutamicum* using an EGFP reporter gene. *J Bioenerg Biomembr.* 43(3): 257-266.
- 8) **Kusumoto T**, Aoyagi M, Sugiyama T, Sakamoto J. (2015) Monitoring the enzyme expression in a respiratory

chain of *Corynebacterium glutamicum* in a copper ion-supplemented culture medium. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79(2): 223-229.

9) Takazaki H, **Kusumoto T**, Ishibashi W, Yasunaga T, Sakamoto J. ‡:The first two authors contributed equally to the work. (2022) Extended supercomplex contains type-II NADH dehydrogenase, cytochrome *bcc* complex, and *aa3* oxidase in the respiratory chain of *Corynebacterium glutamicum* *Journal of Bioscience and Bioengineering* 133(1): 76-82.

10) Kabashima Y, Sone N, **Kusumoto T**, Sakamoto J. (2013) Purification and characterization of malate:quinone oxidoreductase from thermophilic *Bacillus* sp. PS3. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes* ,45: 131–136.

11) Safarian S, Rajendran C, Müller H, Preu J, Langer J D., Ovchinnikov S, Hirose T, **Kusumoto T**, Sakamoto J, Michel H. (2016) Structure of a *bd* oxidase indicates similar mechanisms for membraneintegrated oxygen reductases. *Science* , 352(6285): 583–586.

12) Nikolaev A, Safarian S, Thesseling A, Wohlwend D, Friedrich T, Michel H, **Kusumoto T**, Sakamoto J, Melin F, Hellwig P. (2021) Electrocatalytic evidence of the diversity of the oxygen reaction in the bacterial *bd* oxidase from different organisms. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics* 1862(8): 148436.

13) Tamara N, Kabashima Y, **Kusumoto T**, Wu D, Welsch S, Sakamoto J, Michel H, Schara S. (2023) The cryoEM structure of cytochrome *bd* from *C. glutamicum* provides novel insights into structural properties of actinobacterial terminal oxidases. *Front. Chem.*, 10, <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.1085463>.

14) S. Nowroz, S. R. Nasrin, A. M. R. Kabir, T. Yamashita, **T. Kusumoto**, J. Taira, M. Tani, M. Ichikawa, K. Sada, A. Kakugo (2024) Role of tubulin C-terminal tail on mechanical properties of microtubule. *Biochemical and biophysical research communications* 706 : 149761-149761

15) 楠本朋一郎 (2014) 企業と大学をつなぐ戦略的就職支援. 九州地区総合技術研究会 in 長崎大学: 39

16) 楠本朋一郎 (2021) コロナ禍の実習実施に対する主体的取り組み. 総合技術研究会東北大学: R9-04

17) 楠本朋一郎 (2021) 遠隔実習のための教育教材の整備と対応. 第 33 回生物学技術研究会: 52

18) 楠本朋一郎 (2022) 所属研究室の教員定年による閉鎖と技術継承. 第 34 回生物学技術研究会: 72