



京機短信

KEIKI short letter

No.356 2021.08.05

京機会(京都大学機械系同窓会) tel. & fax. 075-383-3713

E-Mail: jimukyoku@keikikai.jp

URL: <http://www.keikikai.jp> 編集責任者 吉田英生

目次

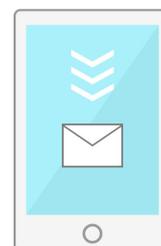
- ・ 自動車用半導体不足の原因と対応 自動車産業の変化暗示
…「二刀流」エンジニアの発掘・育成を……朴 正圭 (pp. 3-6)
- ・ series わたしたちの研究 (5) 生産システム工学研究室……泉井一浩 (pp. 7-14)
- ・ series わたしの仕事 (32) ローム(株)……浜地健次 (pp. 15-23)
- ・ 連載「水彩スケッチ紀行」(1) ……下間頼一 (pp. 24-25)
- ・ The car which I loved (11) メルセデス・ベンツ「190E」 ……駒井謙治郎 (pp. 26-30)
- ・ 歴史遺産紹介 ラジオ塔 (京都編) ……渡辺治男 (pp. 31-36)
- ・ 古希にて巡り合ったライフワーク：振動問題……今岡善次郎 (pp. 37-42)
- ・ 書評 久保愛三 編著「歯車損傷大全」……吉田英生 (pp. 43-44)
- ・ 書評 森口 透 著「北オハイオの冷たい風」並木宏徳 (pp. 45-46)
- ・ 両国界隈から亀戸天神までの散策 (1) ……中谷 博 (pp. 47-53)
- ・ 京都の散歩道 (6) 国際日本文化研究センター データベース……編集人 (p. 54)



頑張れ♥ 山西利和選手(H30/2018卒 愛知製鋼)

応援メッセージをお願いします <https://keikikai.jp/event/form/?id=156>

(4日17時までに届いた分は、4日中に山西選手にお伝えします)



男子20km競歩決勝 2021年8月5日(木)16:30～ 札幌大通公園

https://www.city.sapporo.jp/sports/tokyo2020/marathonracewalk/documents/tokyo2020_racewalk_course.pdf

https://www.jaaf.or.jp/athletes/profile/toshikazu_yamanishi/

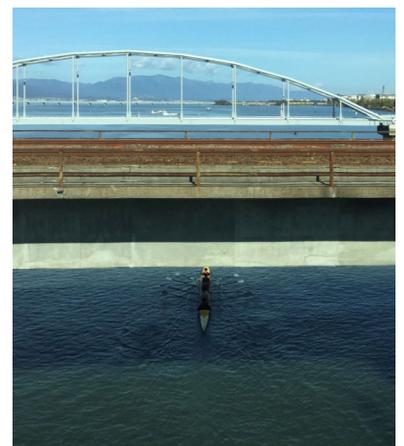
とにかく速い！

予想記録は約1時間17分 → 時速15.6km → 100m 約23秒
 (マラソンの距離42.195kmに換算すると2時間42分)
 これって歩き!？

せっかくなので、山西選手に、西京極総合運動公園(たけびしスタジアム京都: 地図の★印)からスタートしたと想定し、真東方向に歩いていただきましょう。内側の円が半径10km、外側の円が半径20km。なんと約38分で山科を通過、約1時間17分で瀬田に到着。



余談ながら、瀬田と体育会関連で思い出すことを一つ。京大ボート部の学生は、瀬田の合宿所(大津市螢谷2-24)で練習を終えたあと、自転車で逢坂山・蹴上経由で山越えて大学の講義に駆けつけるそうです(時間45~60分)。これもまたご立派!(写真: JR西日本 姫路行き「新快速」車中より偶然のタイミングで撮影 2018年11月18日)



自動車用半導体不足の原因と対応 自動車産業の変化暗示... 「二刀流」エンジニアの発掘・育成を



朴 正圭 (1991卒)

漢陽大 機械工学部 兼職教授

漢陽大工学部、韓国科学技術院(KAIST)修士課程、京都大博士課程修了(2002)。京都大助手・助教(2002-2006)、米ミシガン大訪問研究員、LG電子生産技術院研究員、現代自動車韓国自動車産業研究所・海外工場支援室部長を歴任。

「自動車産業の崩壊」を意味する「カーマゲドン(Carmageddon、自動車と最終戦争を意味するアルマゲドンの合成語)」という言葉は、自動車産業に参入しようとする情報技術(IT)企業の挑戦に対する完成車メーカーの恐れを表す表現だ。米シリコンバレーのテック企業(テスラ、アップルなど)は既に電気自動車(EV)を生産、またはテストしている。既存の完成車メーカーも我先にバッテリー企業との合併会社を設立し、電気自動車を発売している。

このように各社が神経をとがらせている時期に、爪の先ほどの大きさの半導体の不足により自動車工場は操業を停止している。現在、半導体を注文してから出荷までにかかる時間(リードタイム)は普段より3~6倍長くなり、なかでも自動車に多く使われる半導体は程度が深刻だ。

自動車用半導体不足は、カーマゲドンの始まりを知らせる序曲のような事件だ。このような状況がなぜ起こり、どのような意味を持ち、われわれは何に備えるべきか? 韓日産業技術協力財団に先ごろ提出した研究報告書を基に、対応策を提示したい。

本来、自動車と半導体の生産方式は大きく異なる。自動車メーカーは必要な分だけ部品を仕入れて生産する。在庫の負担を軽減し、生産柔軟性を確保するためだ。一方、半導体はナノメートル(nm、10億分の1メートル)単位の回路で電子が動く世界だ。半導体を生産するためには、超高精密度機器を用いた約800の工程を経る必要があり、生産には数カ月かかる。したがって、半導体はなるべく同じものを継続的に生産するのが有利だ。一例として、アップルは台湾のファウンドリー(半導体受託生産)企業、台湾積体電路製造(TSMC)と1年ごとの長期契約を結んでいる。

今回の自動車用半導体不足の原因は次の通りだ。最初に、完成車メーカーは半導体の生産方法についてあまりに無知だった。新型コロナウイルスのパンデミック(pandemic、感染症の大流行)で自動車の売上げが減少すると、自動車メーカーは従来と同じように部品の注文を減らした。だが、自動車の売上げが予想外に早い回復傾向を示すと、再び注文を増やした。ところが、半導体工場の生産ラインは既に在宅勤務によって増加した家電、コンピューターのサーバー用半導体を生産していた。半導体工場は柔軟な生産を行うのが難しいのだ。

今回、半導体不足にもかかわらず最も余裕があった企業は、半導体の在庫4カ月分を確保していたトヨタ自動車だ。トヨタは2011年の東日本大震災で今回と同様の経験をした。当時、日本の半導体メーカー、ルネサスエレクトロニクス的那珂工場(茨城県ひたちなか市)が大きな被害を受け、完成車工場がストップした。この時、半導体不足がもたらす被害を知ったトヨタは、自社のみならず部品メーカーの半導体の在庫まで確認するシステムを導入し、余裕を持って半導体の在庫を確保し始めた。

二つ目に、半導体工場は外部の環境の影響を受けやすい。折悪しく日本、米国、台湾の半導体工場が火災や寒波、干ばつなどの異常気象によってストップしていた。日本は2月に震度6の地震でルネサスの那珂工場が操業を停止し、3月には火災が発生した。半導体不足により、ルネサスがTSMCに外注した自動車用半導体の生産を急ぐ中で発生した火災だった。2010年のルネサスの従業員は約4万9000人だったが、現在は約1万9000人だ。日本の半導体産業の没落を物語る数値だ。それだけ工場の設備を管理する能力が落ちていることを証明している。

米国では異常な寒波による電力不足でサムスン電子、独インフィニオン・テクノロジー、蘭NXPセミコンダクターズの半導体工場が稼働を停止した。台湾は深刻な水不足に見舞われていた。工業用水が15%減少し、世界最大のファウンドリー企業であるTSMCも3月に生産調整を行った。

自動車・IT部品供給網の重複の始まり

しかし、自動車用半導体の不足問題は一時的なハプニングではなく、未来の自動車産業がどのように変化するかを暗示している。

その一つ目として、自動車産業とIT産業が相互に影響し始め、半導体は単一障害点(Single Point of Failure)になった。単一障害点とは通信分野で用いられる用

語で、ネットワークを構成するさまざまな要素の中で一つが作動しなければネットワーク全体が停止する地点を意味する特別管理の対象だ。自動車の電装化が進み、スマートフォンに代表される通信機器の発展により、半導体は自動車産業とIT産業の単一障害点になった。

実は、半導体不足によって自動車工場がストップした事件はこれが初めてではない。2010年に日産自動車が欧州半導体大手のSTマイクロエレクトロニクス(STM)から半導体を調達できず、日本の4工場、米国の2工場の操業を止めたことがある。当時はスマートフォンの普及で半導体の需要が増加し、STMが利益の大きいスマートフォンメーカーに半導体を優先供給したために起こったことだ。自動車産業とIT産業の部品供給網が重複したことで影響が生じ始めた最初の象徴的事件であり、このような現象はより深刻化するだろう。

二つ目は、自動車産業に「逆ブルウィップ効果」が発生する時代への突入だ。ブルウィップ効果とは、完成車工場の生産計画の変化が部品会社に変動を引き起こすことを意味する。だが、逆ブルウィップ効果は珍しい。TSMCの売上高に対する自動車用半導体の割合は通常4~5%の水準だが、2020年7~9月期には完成車メーカーの注文キャンセルで2%まで減少した。しかし、世界各国の首脳が自動車用半導体の増産要請に応じ、TSMCの2021年1~3月期の自動車用半導体の割合は4%に回復した。だが依然として完成車メーカーは半導体不足にあえいでいる。いまや、半導体工場の生産変動が自動車工場に大きな影響を与える時代になった。

三つ目に、ファウンドリー企業のTSMCが自動車産業でも圧倒的な存在感を示すことが現実化した。本来、自動車用部品メーカーは完成車メーカーを頂点とするピラミッド構造だ。だが、自動運転車用の先端半導体(特に線幅50nm以下)の場合は逆ピラミッド構造となり、その頂点に台湾のTSMCが君臨している。

半導体生産力が完成車の競争力を左右する時代

今後、IT産業と自動車産業における半導体技術競争はさらに激化するだろう。自動運転を左右する半導体は先端工程を利用しなければならない。そうしてこそ電気コスト(バッテリーの電気効率)の改善が可能になる。ところが、TSMCの最先端工程はアップルが独占している。

今年はTSMCの5nm工程の生産ラインの80%をアップルが事前契約済みだ。アップルが電気自動車を生産するとすれば、圧倒的な半導体の性能で攻略すること

ができる。

現在、半導体は「モアムーア (More Moore)」と「モアザンムーア (More than Moore)」という二つの方向に進化しており、TSMCは両面戦略を取って半導体産業の最終勝者を夢見ている。モアムーアは、ムーア (Moore) の法則を引き続き追求するものだ。ムーアの法則とは、2年ごとに半導体集積度が2倍向上することを意味する。このところ集積度が向上し、半導体装置・設備や設計費用が大幅に増加しており、限界に到達したともいわれている。しかし、台湾政府の全面的な支援を受けているTSMCは依然としてムーアの法則に挑戦している。

現在、TSMCは5nm半導体工場工場の運営しており、3nm半導体工場を建設中だ。モアザンムーアは、半導体集積度以外の競争を意味する。TSMCは半導体パッケージングの競争力向上を追求しており、これには日本の高い素材技術が必要だ。TSMCは半導体復興を夢見る日本政府の支援により、日本にパッケージング技術開発のための研究所を作る。台湾—日本半導体連合戦線が形成されるのだ。

このような状況で、われわれは何をするべきか？ 最初に、自動車と半導体という異なる生産システムの円滑な連結のために、二つの生産システムと部品供給網を理解できる「二刀流エンジニア」を発掘し、育成しなければならない。二つ目に、大変動の時期には何が起こるか予測しづらい。このような時こそ、技術力を持つ相手と円満な関係を維持することが重要だ。日本の半導体材料と装置・設備を活用しなければならない韓国は、日本との円満な協力関係が必須だ。

最後に、自動車メーカーは過去にエンジンとシャシーを独自の方法でチューニングし、差別化したが、今後は独自の半導体とソフトウェアで差別化された「味 (taste)」を提供するだろう。半導体設計力が自動車メーカーのコア・コンピタンスになる日が近づいている。今から準備しなければならない。

(原文は「エコノミ朝鮮」に掲載)

http://economychosun.com/client/news/view.php?boardName=C05&page=5&t_num=13610927

翻訳：岡 裕美)

わたしたちの研究 (5) 生産システム工学研究室

泉井一浩 (H8/1996卒)



1. 本研究室の歴史と教員紹介

機械理工学専攻生産システム工学研究室は、教授・西脇眞二、准教授・泉井一浩、講師・林聖勳と、研究員4名、博士課程学生10名（内、社会人ドクター9名）、大学院生11名、学部生7名、事務補佐員2名が所属し、構造物やデバイス、生産システム等の設計・最適化手法に関する研究を行っています。また、マイクロエンジニアリング専攻デジタル設計生産学寄附講座の古田幸三特定助教も、前号の松原先生の記事で紹介されていましたが、当研究室と研究活動で強く連携していますので、今回もあわせて紹介させていただきます。

まずは、私、准教授の泉井一浩の自己紹介から始めたいと思います。私は、本学精密工学科に入学したのは1992年で、4回生時に最適システム設計工学研究室に配属され、吉村允孝先生のもとで研究をはじめました。1996年、1998年に学部、修士課程を修了し、そのまま同研究室にて博士後期課程に進学しました。吉村允孝先生には、その後助手として採用していただき、また学位取得など、引退されるまで長きに渡ってご指導をいただきました。研究内容は、いまでいう人工知能的・機械学習的な手法に基づく最適化や、設計・生産のコンカレント最適化、構造最適化、俯瞰的な視点に基づくシステムの最適化アプローチなどで、多岐にわたる数々を手法・考え方を学ばせていただきました。

その研究室に、西脇眞二現教授(図1)が当時助教授として着任されたのが2002年です。西脇教授は1982年に本学精密工学科に入学され、人見勝人先生の研究室(当時の研究室名も生産システム工学研究室です。なお「生産システム工学」という言葉を日本で最初にお造りになられたのが人見先生です。)にて1988年に同修士課程を修了されています。その後、(株)豊田中央研究所に入社され、その研究所時代には、米国のミシガン大学機械工学・応用力学学科の博士課程でPh.D.を取得されています。後半にお示しする構造最適化に関する一連の成果は、この博士課程でのご研究が出发点となっています。



図1 西脇眞二教授



図2 2004年米国ノートルダム大学を訪問
John Renaud教授および現地の学生さんとともに



図3 西脇教授の博士課程時代のアドバイザー
である菊池昇教授と Panos Papalambros 教授

当時の写真を1枚、[図2](#)として掲載します。吉村先生は米国の最適設計の研究者とのコネクションを数多くお持ちでした。西脇教授が留学先としてミシガン大学を選ばれたのも、その縁があったため、とのことでした（[図3](#)）。私も吉村先生のご紹介により、1年間、米国ノートルダム大学にて研究活動を行う機会をいただくことができました。

その後、学内の組織変更により航空宇宙工学専攻への所属を経て、2009年には西脇教授が独立され、機械理工学専攻に、現研究室である生産システム工学研究室を立ち上げられました。2011年には私、泉井も、准教授として本研究室の一員となりました。

次に、林聖勳（Sunghoon Lim）講師（[図4](#)）ですが、2009年に韓国Hanyang大学機械工学科を卒業後、2011年に同大学自動車工学科修士課程を、2016年には博士課程を修了されています。その在学中に、日本学術振興会（JSPS）の支援に基づいて京都大学とHanyang大学間で行われた磁気アクチュエータやモーターの最適設計に関する国際共同研究に参画されてきた縁もあり、2017年に来日するとともに本学の特定研究員に着任していただきました。そして、2018年に同特定助教、2020年には同講師となりました。これまで、構造最適化手法のモーター等の電磁機械システムへの応用や、ミクロ・マクロのマルチスケール最適化に関して、多くの成果をあげられています。

古田幸三特定助教（[図5](#)）は、本研究室に2012年に入ってから、修士課程では一旦同じ機械理工学専攻の中性子物理工学研究室に移られた後、博士後期課程で

本研究室に戻ってこられ、2018年に学位を取得されました。在学中はデザイン学連携プログラム (<http://www.design.kyoto-u.ac.jp/>) の1期生としても活躍され、在学中にはJSPSの特別研究員にも採用されるなど、アクティブに研究活動を進められています。その後、2019年には本研究室の特定研究員に、2020年からは現職のマイクロエンジニアリング専攻特定助教に採用されています。研究内容としては、熱電変換デバイスの最適設計で多大な成果をあげられていますし、複数材料の同時最適化理論の構築にも大きな貢献をしてくださっています。

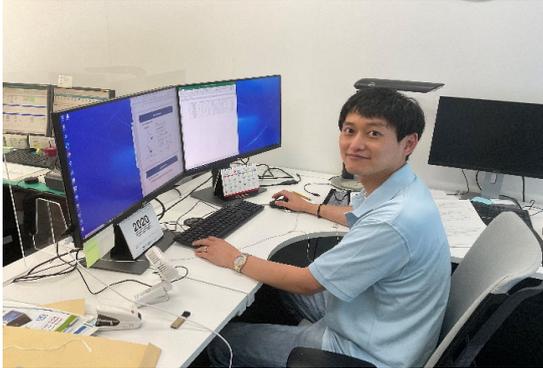


図4 林聖勳講師

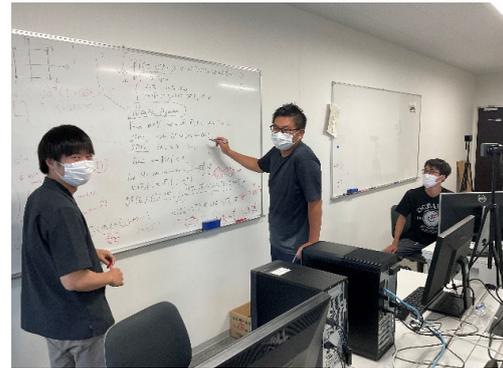


図5 大学院生と議論中の古田特定助教 院生室の壁にホワイトボードを設置し、そのときどきに思いついた内容について、いつでも気軽に議論できる環境にしています。

また、2012年から2020年まで、本研究室で助教として大変大きな研究成果を残された山田崇恭先生は、現在、東京大学工学系研究科総合研究機構戦略研究部門にて准教授としてご活躍されています。

2. 構造最適化・トポロジー最適化

では、本研究室の研究内容を紹介していきます。まず、構造最適化から。

構造最適化は、数理的、力学的根拠に基づいて、定められた性能を最大にするような形状を数値計算により求める手法です。構造最適化の中でも、特にトポロジー最適化は、外形形状とともに構造物中の穴の数やその位置まで同時に最適化することができるため、構造最適化の中でも極めて自由度が高く、抜本的に構造物の性能を向上させる方法として注目されています。図6にそのトポロジー最適化の実施例を示しておりますように、最初に設定した形状を創成する範囲を規定する設計領域のなかで、定められた制約条件のもとで目的関数を最善にする形状を導き出すことができます。この例では、体積制約のもとで剛性を最大化することで、軽くて剛性の高い形状を導出しています。

このトポロジー最適化の考え方は、剛性最大化や振動問題の他にも、実に多様



図6 トポロジー最適化実施例

な対象に展開することができます。図7では、熱流体の解析にもとづいて、圧力損失を最小にしながら冷却性能を最大化する水冷デバイスの流路をトポロジー最適化により導出した例を示しています。図8は、ハイブリッド車のインバーターケースの熱問題に対応するために、熱伝導の解析に基づいて、表面に最適な熱伝導縞構造を設計した例です。

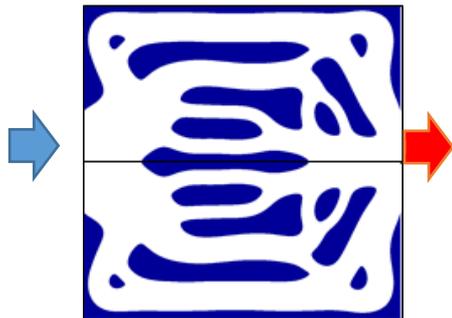


図7 水冷デバイスの流路設計



図8 ハイブリッド車のインバーターケース
表面に最適な熱伝導縞構造を設計

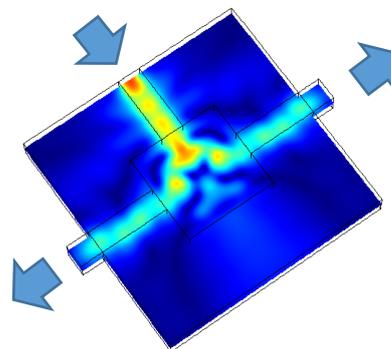
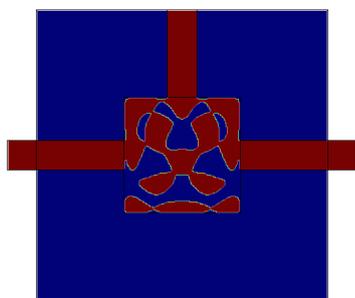


図9 誘電体導波路（NRDガイド）の設計

図9はNRDガイド（Non-Radiative Dielectric Waveguide）とよばれる電磁波の誘電体導波路であり、誘電体を適切に配置することで、電磁波を左右に曲げるように設計した構造例です。このようにトポロジー最適化の適用範囲は、機械工学

の範疇を超えています。

また、異なる特性をもつ複数の材料を適材適所に配置することができれば、単一の材料のみで最適化された形状をさらに凌駕する性能をもつ構造が得られることが期待されます。図10は、3種類の材料を利用した場合の、マルチマテリアルトポロジー最適化の例を示しています。比較的剛性の高い材料と軽量な材料の3種類の材料を最適配置した例です。

これらの例でご覧いただいたように、トポロジー最適化により得られた最適な構造形状は、その性能を最大限に発揮させるために複雑な形となっている場合が多いです。したがって、従来の成形法を用いると、得られた構造形状を実際に製造することは困難であることもありました。一方で、近年注目を集めている3次元造形は、成形する形状の自由度が極めて高く、トポロジー最適化との相性が極めて高いと言われています（図11）。このような観点から、3次元造形機の利用を含めた新しい設計・製造のかたちについても日々議論をしています。

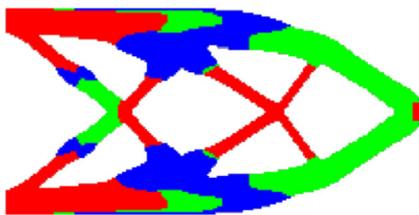


図10 複数材料のトポロジー最適化。剛性の高い材料と軽量な材料を適材適所に配置している。

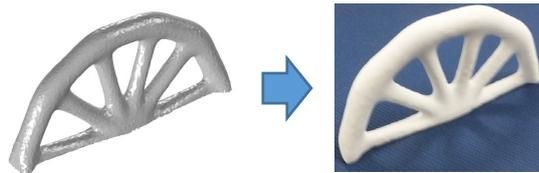


図11 トポロジー最適化による最適構造と3次元造形モデル。

3. 材料設計

さらにトポロジー最適化の考え方は、構造物のマクロ的な形状を求めるだけでなく、ミクロ構造に着目した材料設計にも応用が可能です。材料のミクロ構造の形状の設計に最適化を導入することで、メタマテリアルと呼ばれる自然界にはないような特性をもつ材料を創成することができます。

図12には、周期的に配置されるミクロ構造を最適化により求めた例を示しています。ここではマクロ的にみた構造物が負のポアソン比をもつようにミクロの周期構造を設計しています。他にも、負の体積弾性率をもつ音響メタマテリアルや負の屈折率をもつ電磁メタマテリアル等など、材料のミクロ構造の設計により、これまでにない特徴を持った機械デバイスの創成に取り組んでいます。

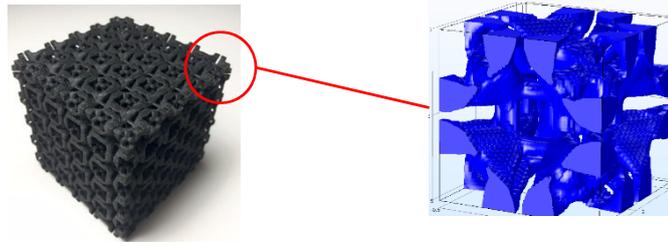


図12 周期的なマイクロ構造をもつ材料による負のポアソン比をもつ構造。

4. 最適解の解釈支援

近年では最適化手法やAIの技術が進み、多様な方面で活用されるようになりました。もちろんその成果は目覚ましいのですが、そのようにツールが便利になればなるほど、複雑な問題が解けるようになればなるほど、ツールはブラックボックス化して利用されるようになっていく傾向があります。しかしながら、一方で、得られた最適解がなぜそのような形になっているのか、その理屈は何か、ということまでは最適化のツールは直接は教えてくれません。よって、利用する技術者が最適解の意味を理解し、物理的な説明ができるようにしておくことがとても重要です。しかし、実はそれは容易なプロセスではありません。そこで、本研究室ではデータ科学の手法を用いて最適解の意味理解を支援するシステムについての研究にも取り組んでいます。図13はトポロジー最適化の結果について、最適解を得る途中に得られた多量のデータを利用することで、最適解の意味解釈の支援を行っている例を示しています。

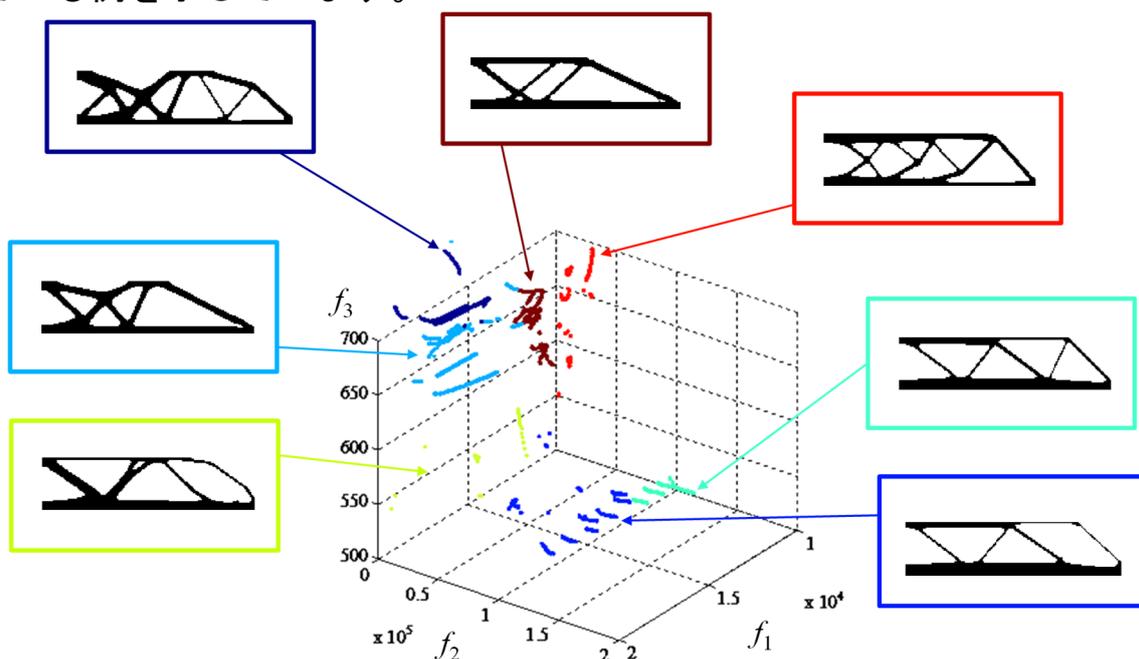


図13 最適解の物理的解釈支援

5. 生産システムの最適化

また、生産システムの最適化にも取り組んでいます。図14はロボットセル生産システムでの機器の配置を最適化している結果例です。生産システムでは多数の要件を満足することが求められていることが多く、多目的最適化手法を開発しています。この例では、作業効率、設置面積、ロボットによる作業可能性の3指標に基づいた評価を行っています。レイアウト問題だけでなく、スケジューリング問題や、不確定性を考慮した最適化の研究の他、製品性能とサプライチェーンのトレードオフの評価など、設計と製造の統合的な観点からの最適設計にも取り組んでいます。

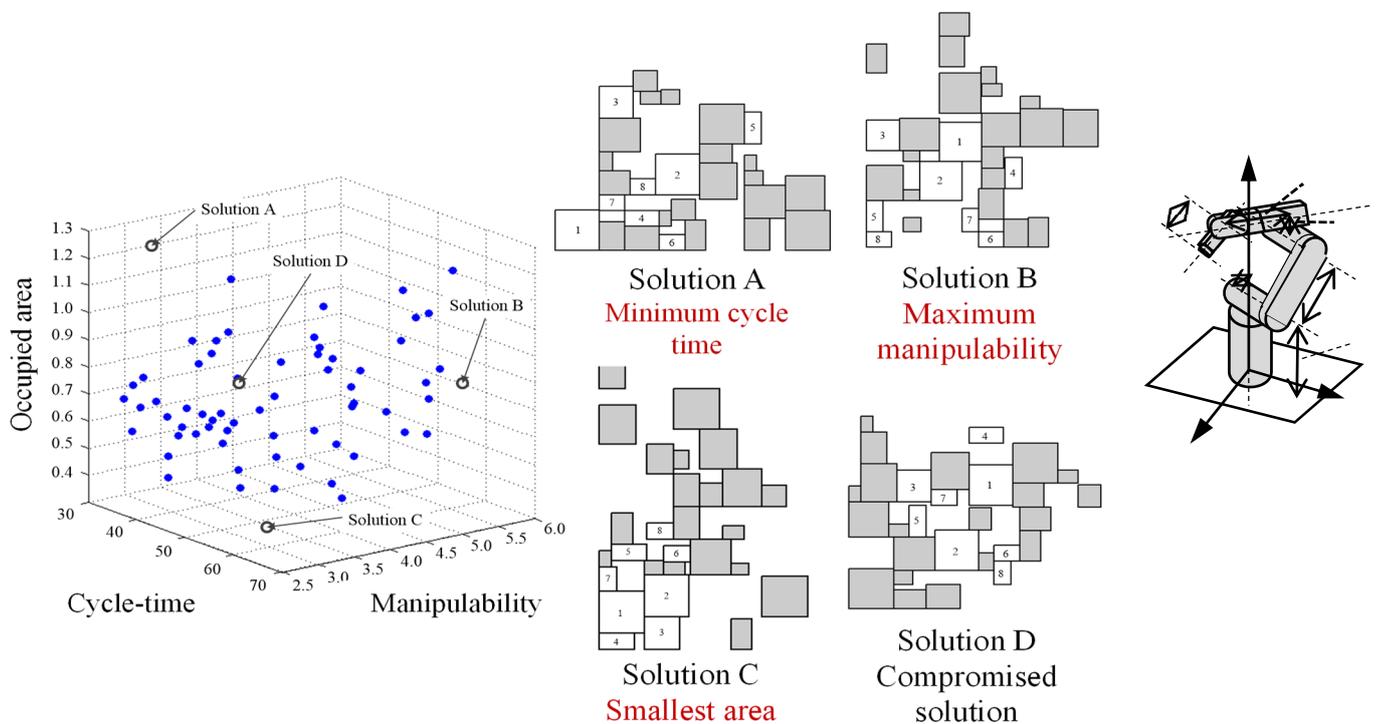


図14 ロボットセル生産システムのレイアウト最適化

6. おわりに

最適化の研究の面白いところに、他の多くの分野の方々とのコラボレーションを比較的行きやすいというものがあります。これまでもそれぞれの分野の専門家の方々との協業をさせていただくことにより、斬新な最適化結果を多く生み出してくることができましたし、また、そういった方々の深い知識の一端に触れさせてもらえることが、最適化の研究を行っていく際の大きなモチベーションになっております。

現在でも、様々なの方々との協業を続けさせていただいており、1対1の共同研究

として実施するような形態の他にも、複数の大学、企業の方々が同時に参加されるコンソーシアムという場も貴重な情報交換の場となっております。本研究室では、トポロジー最適化応用コンソーシアム（<http://www.osdel.me.kyoto-u.ac.jp/SIP/>）、熱流体を対象としたトポロジー最適化研究コンソーシアム（<http://www.osdel.me.kyoto-u.ac.jp/TOF/>）、の2つの研究コンソーシアムを運営するなどの活動を行っています。

今回紹介させていただいた事例の中にも、コラボレーションの結果として得られたものが多く含まれております。この場をお借りして、これまで一緒に研究をしてくださった方々と、そして、研究の実務を担当した研究室スタッフや学生の皆さんに、感謝の意を表したいと思います。また、わたしどもの研究に興味を持っていただいた方は、ぜひお気軽にお声がけくださいますと幸いです。

わたしの仕事 (32) ローム(株)

浜地健次 (H19/2007卒)



1. はじめに～自己紹介～

京機会会会員の皆様、こんにちは。ナノ物性研究室（木村健二先生、鈴木基史先生、中嶋薫先生）OBの浜地と申します。鈴木先生から京機短信への寄稿のお話をいただきました。学部時代は、固体物理学をはじめ結晶成長、薄膜、表面での物理現象に興味を持ち、研究室では“高温斜め蒸着による金属ナノウイスカの創製およびその成長メカニズム解明”をテーマにしていました。朝は実験、夜は成長モデルを考える、という楽しい日々でした。

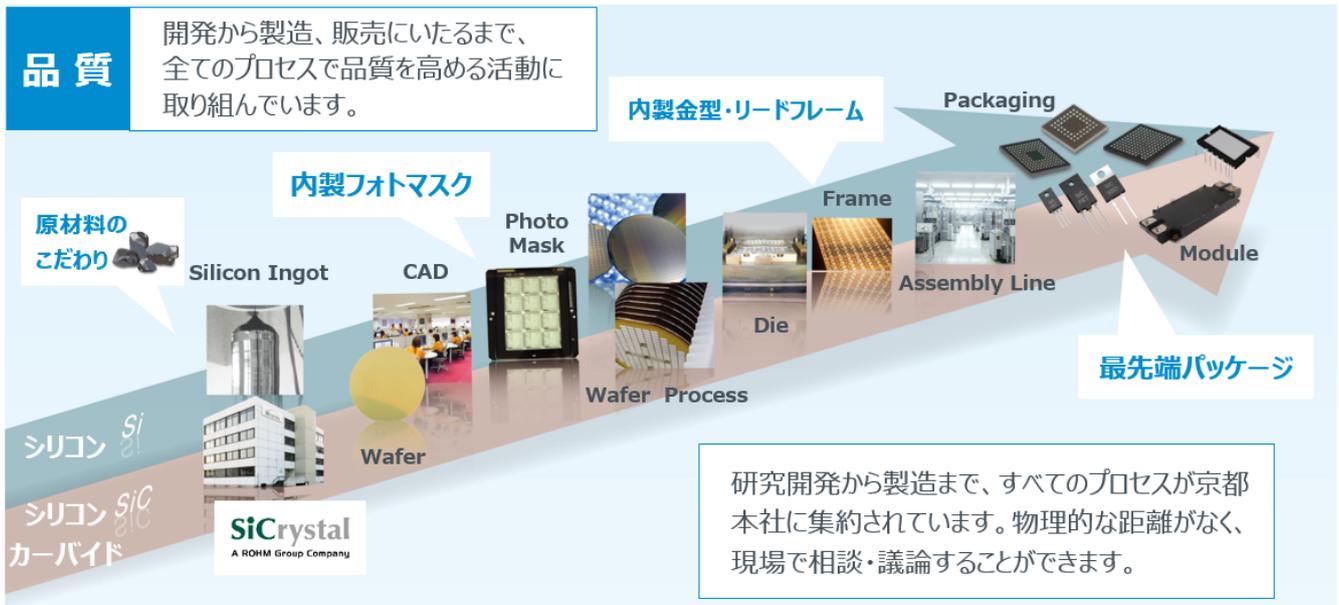
実は、今もその日々と大して変わっていません。私のロームでの仕事について、飾らずそのままを紹介させていただきたいと思います。

2. 入社 (2009年～2011年)

2009年にロームに入社して、社会人13年目です。社内では中堅です。私の働くロームは、LSIをはじめとした電子部品の開発、製造、販売を行っている会社です。“われわれは、つねに品質を第一とする。”を企業目的の最初の一文に掲げているのですが、この部分がなかなか気に入っています。社内でなにかトラブルがあった時でも、必ず立ち戻って考えるのは、本当に品質を第一として判断しているだろうか、という点です。社長よりもこの一文が偉いので、これには誰も逆らえません。

ロームの特徴は、研究開発から製造までが右京区西大路五条の京都本社に集まっており、研究開発と設計、製造、工場との物理的な距離がなく、気軽に現場で議論ができる場所です。研究開発の立場としては、研究テーマに対して耳の痛いことをたくさん言われますが、それらは必ず製品化の壁として立ちはだかるものですので、大事な情報が早々にインプットされ、製品化を意識した研究開発が行えます。もちろん自分が始めたテーマをそのまま製造まで担当することも可能です。

博士課程に進学するか迷い、就職すると決めた後にロームを選んだのは京都に



ローム株式会社の紹介

あったから、というのが一番の理由です。附属図書館もこれまで通り利用できますし、彼女（現在の妻）と一緒に住めるからです。

そして、2009年に入社し、社内でも尖った新事業としてバイオ、医療関係の研究開発と事業化に取り組む部署に配属されました。様々な研究開発テーマに関わりましたが、医療・健康用途の“センサ”に取り組むことが多かったです。どのテーマも、これまであまり縁がなかった生物学や医学の現象について考えるワクワクするものでした。

共同研究で東京の大学へ通った時期もありますが、そこでも、電車が動き始める早朝から実験を行い、夕方以降は図書館にこもり、実験で観測した現象を微分方程式でどうにか表現できないか、と考える日々でした。朝に実験すると目が冴えていますので思考が研ぎ澄まされて良いアイデアが浮かぶような気がします。朝実験は周りにおすすめしています！

どのテーマでもやっていることは、仮説を立て、実験をし、得られたデータをよく観察し、現象を捉えなおし、仮説を修正、そしてまた実験、という当たり前の繰り返しでした。科学的にはどのテーマも新しく、考えていて楽しいものばかりでした。

しかし、楽しいだけでは製品化には至りません。ビジネス（法規制、規格、採算性、製品ライフサイクルなど）の観点でしっかりやっていけるという判断がなかなかできず、ほとんどのテーマは製品化には結びつけられませんでした。

3. 小型血液検査装置 Banalyst (2010年～2018年)



小型血液検査装置 Banalyst とバイオチップ

製品化に結びついたテーマとして小型血液検査装置 Banalyst があります。Banalyst は、これまでは大病院の大型装置に限られていた一部の検査項目を、手のひらサイズのバイオチップを利用することにより小型装置で検査可能にしたものです。具体的な検査項目は、糖尿病のマーカである HbA1c や炎症マーカーの CRP、hsCRP、腎機能マーカー Cys-C などです。ロームのバイオチップは、 μ -TAS (Micro-Total Analysis Systems) という技術を応用して、血液の血漿血球分離から試薬との混合、攪拌、光学測定までを行うことができます。

私に関わり始めたのは Banalyst を市場に投入してこれから軌道に乗せていこう、という時期でした。まずは取扱説明書の作成を担当しました。そこから、本当に色々な業務を体験させてもらいました。感じたこと、反省したことを幾つかピックアップしてみます。

- ・装置の取扱説明書の作成：

検査技師さんにとってわかりやすく書くことが必須でした。並行して印刷所を探すのも大変でした。はじめに部数を控えめに発注し、結局はもっと必要になったのも苦い経験です。取扱説明書の改訂タイミング、装置販売数予測、印刷コスト、在庫の保管などを総合的に考慮して数量を決めなくてはいけないのに、どれも見積もりが難しく苦勞しました。

- ・ バイオチップの出荷梱包の設計 :

国内陸路、空路、海外陸路を輸送する際に、内部試薬が移動すると検査時にエラーとなるため、衝撃による試薬漏出を防ぐクッション性が要求されました。さらに、空路ではマイナス 20 °C まで周囲温度が下がるため、試薬が凍らないように対策する必要もありました。

梱包により、耐衝撃、耐寒冷の対策をしましたが、それだけでは不十分で、お客様からのクレームが止みませんでした。寒冷については試薬自体の改良という根本対策で解決しました。しかし、衝撃については根本対策を打てず、漏出してしまった試薬を事前に検知する機能を装置に追加することでなんとかお客様に納得いただきました。

確率的に発生する問題を完全にゼロにすることは難しいので、発生率（ばらつき）を統計的に正しく分析し、対策の効果を数値的に示しながらお客様に納得していただけるよう折衝していくしかないと感じました。

- ・ 欧州、米国、中国での販売店探し :

海外の展示会の設営業者との交渉、ノベルティーの準備など細かいところまで自分たちで行いました。ドイツ出展時は、展示会期間中に紹介動画を映す液晶モニタの盗難にあい、ドイツの警察署に届け出る事態も。英語があまり通じませんが、身振り手振りと絵、そしてgoogle翻訳でなんとか乗り切りました。海外出張時は警察にお世話になることも想定して、現地の言葉の準備をするようになりました。

- ・ 次世代機種の開発 :

初代Banalyst装置が販売から10年経過するタイミングで後継機をリリースすべく、新装置の開発に着手しました。機械、電気、試薬、ソフト専門など多様なメンバーでの開発、議論は楽しかったです。私は、装置開発の検証と妥当性確認を担当し、装置の機能・性能を全てカバーできるよう、まずは広く、そして部分的に深く勉強する日々でした。家庭的にも、結婚し子供が生まれ、ハードワークが続いた時期です。これまでは基本的には自分一人でなんでもやってしまう働き方でしたが、膨大な試験を一人でこなせるわけもなく、自分以外の人の上に頼ることが多くなりました。ナノ物性研究室時代から、“時間がかかっても常に自分で考えながら、マニュアルに頼らず、勉強し、現場で理解しながら進める”というスタイルでやってきたので、自分でやってみて把握する、と

いうことができないのはストレスを感じました。妻にも一人で育児を任せがちになり、反省しました。

・装置の修理、アフターサービス：

次世代機種を無事市場投入できた後は、すぐに修理とアフターサービスのプロセスを構築に着手しました。お客様から故障で装置が返却されれば、お客様での検査に支障がないよう、すぐに代替え機を用意し、故障機を迅速に修理し返却しなければなりません。故障機の返却には意外にも変動があり、年末、年度末は返却数が急増するため、それに合わせて人員を確保したり、交換部品を見積もったり、細かな調整に追われる日々でした。

こうして振り返ってみると、華やかな仕事とは言えません。しかし、誰かがやらなければいけない仕事をこぼさずにしっかり拾って着々とクリアしてこられたと思います。実際に病院やクリニックに訪問し、自分の設計した装置が役立っているのを見ると、“嬉しい”という一言では言い表し難い様々な感情が湧き出しました。

Banalyst が表示する検査値は、人の人生を左右します。糖尿病マーカーのHbA1c の値が高ければ、薬の服用や生活習慣を変える必要があります。新生児にとっての炎症マーカーである hsCRP は感染症の有無を示し、治療方針を決める判断材料となります。患者様の生活を左右しますので、装置が間違っただけを表示することはあってはならないのです。そういったことから、病院やクリニックで Banalyst を見つけると、嬉しいという感情と同時に、正しい値が変わらず表示してくれているかなあ、どこかおかしくなっていないかなあ、と不安な感情も同時に現れます。もちろん、市場に出すときにはあらゆる検証・確認をして送り出しているのですが、やはり不安は消えないのです。

そんな小型血液検査装置 Banalyst の事業ですが、本当に色々な理由があり、2018年末に株式会社堀場製作所に事業譲渡されました。事業譲渡といっても、お客様（患者様、病院、販売店）にご迷惑を掛けるわけにはいきませんので、通常業務をしつつ、事業譲渡の業務もし、肉体的にも精神的にも疲れしました。丁度、事業譲渡が決まる前からLSI事業のモデルベース開発を推進する業務も並行して行っていましたので、わらじを三足履いているような状況で、さらに第二子も誕生してヘトヘトになっていました。しかし、第一子の時には出来なかった育児休

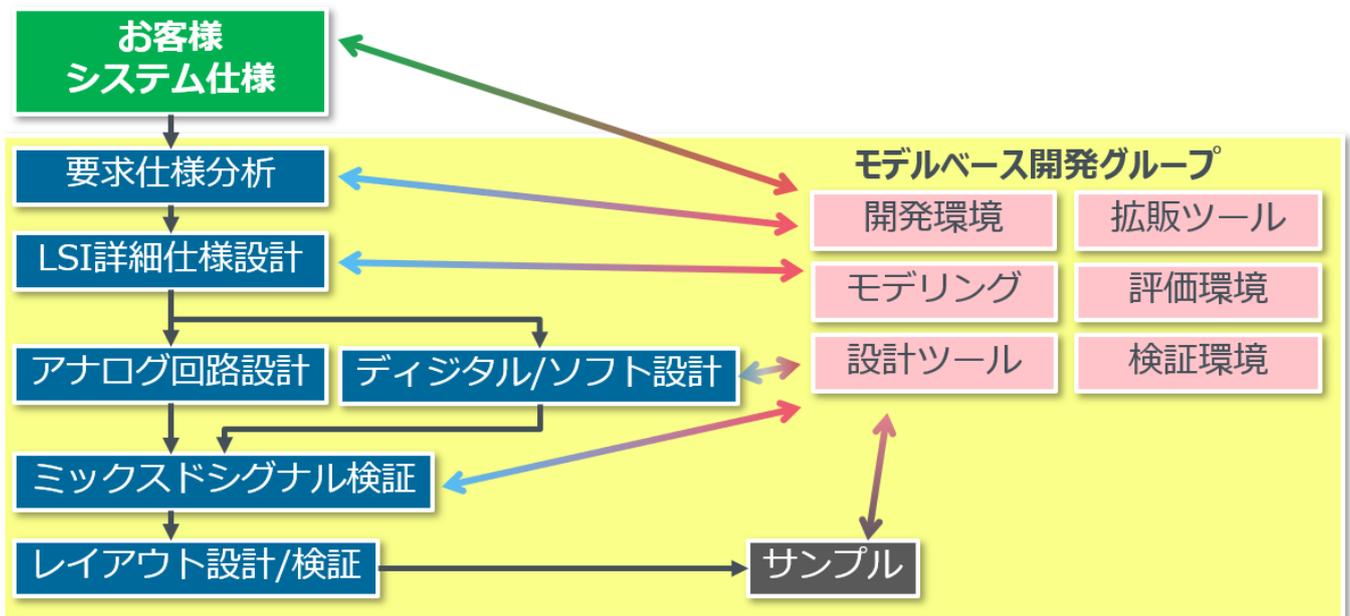
暇を取得することで、子供たちとの関係の基盤を作る良い機会になりました。

4. モデルベース開発（2016年～現在）

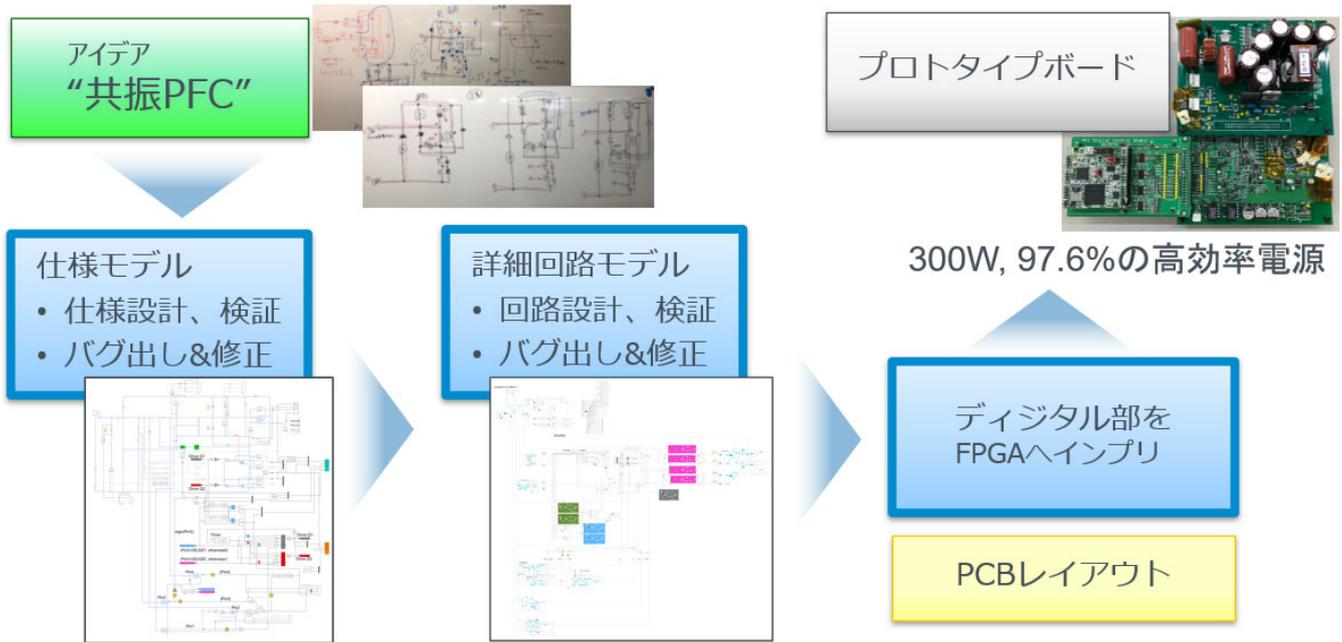
小型血液検査装置 Banalyst の事業譲渡後は、LSI 事業本部に異動し、モデルベース開発を社内に推進展開しています。モデルベース開発は、2000年はじめ頃から自動車メーカーを中心として自動車開発に積極的に導入されたフロントローディングを行う開発手法の一つです。

自動車業界での導入の背景に、別々に作られたシステムをいざ車に搭載して評価する際に、元のシステムの仕様が正しく共有できておらず狙った性能が出ない、という問題がありました。多様なシステムを搭載する自動車メーカーを特に悩ませるものです。その対策として、動くモデルを通して部門を跨いで仕様を正しく共有する“モデルベース開発”が自動車業界では推進されてきました。

ロームの LSI 開発に置き換えてみても、同様の問題があります。そのため、モデルベース開発が有効な部分には積極的に導入するような取り組みを行っています。



ロームのモデルベース開発 “モデルベースといえばローム！”



AC-DC 変換電源トポロジー “共振 PFC” のモデルベース開発事例

具体的には、交流電圧を直流電圧に変換するための電源ICの開発や、制御ICの受け手側のプラント（例えば直流電動機、交流電動機）のモデリング、放射ノイズの規格試験の事前検証などにモデルベース開発を適用しています。全体に適用したり、部分的に適用したりと、製品に応じて臨機応変に対応しています。

どのような場合でも、モデリングする対象のことを素っ裸にするつもりで深く深く知っておく必要がありますので、色々な手法で対象の特性を暴き出します。対象を良く知った上で妥当な近似や簡素化をして、設計検証に必要な精度（正確性、再現性）とリーズナブルなシミュレーション時間を両立するモデルに落とし込んでやります。こうして、ロームの開発にマッチしたモデルベース開発を行うことで、開発期間の大幅な短縮やコスト・人工数の削減を実現できています。モデルの精度を追求することで試作をせずに量産に進むことができた製品もあります。

ただし、モデルベース開発も完璧ではありません。モデルベース開発で設計・検証をすれば早い段階でミスが見つかり後工程での手戻りがなくなる、試作レスで開発ができる、というのがうたい文句なのですが、大事な注意点が2点あります。

1. モデルベース開発による検証の網羅性が低いとミスを見逃す。網羅性が十分であることをいかに保証するか。
2. モデルがいくら実機と同じ動作・応答をするといっても、細かく見れば必ず

実機との差異、誤差は存在する。その実機との差をどのように扱うか。

私自身も上の2点に対して、いつも確実に答えられるわけではないのですが、物理的な見方、統計的なデータの扱い方を養うことが答える助けになっています。理論的に押さえられるところ（ホワイトモデリングできる部分）は確実に押さえたいですし、値は全て平均、標準偏差などの指標により統計的に扱います。

そのような訳で私の机の上、棚の上など、平らな面はいつも物理と数学の本で“整然と”散らかっています。コロナ禍で在宅勤務が中心となり非可逆過程をたどる一途です。恩師の鈴木基史先生の講義プリントの式をフォローした時のノートは、今でも見返すことがあり、手に取れるところに置いています。学生の頃は生意気にも電磁気学は古典的で完成した学問だからさっと勉強して応用的な内容に進みたいと思っていました。しかし、電磁気学は勉強すればするほど素朴な疑問が湧いてきて、非常に奥深い学問だということが30代になってようやく認識できました。今は、特殊相対性理論もしっかり勉強してようやく磁場というものがなんであるのか、理解しかけてきたところです。いくつになっても勉強は楽しいですし、まだまだわからないことだらけです。死ぬまでに少しでも多くこの世界の成り立ちについて知ることができれば、というのが勉強のモチベーションです。私の仕事とも被っていますので、ありがたい限りです。

最近では社内で電磁気学の講義もどきをする機会もいただきます。社内の講義では、よくわかりやすい説明を、と求められます。わかりやすく説明する努力はしますし、難しいことをわかりやすく説明することは良いことです。ただ、自分がわかりやすく説明できる内容ばかりを集めても本末転倒ですので、わかりやすく説明できないことは開き直って私の理解のままを説明しています。最低限、何が（私にとって）難しいかを明確にして、どこに問題（本質）があるのか（あると考えているのか）をわかりにくくとも示すのが重要と考えているからです。書いていて、ただの言い訳のような気もしてきましたが。

5. 終わりに

長々とお付き合いいただきまして、ありがとうございます。鈴木基史先生から本稿のお話をいただいた時、唯一ついていたご注文は“飾らずに書け”ということでしたので、半日で一気に書き上げました。内容が飛んだり、本題から逸脱し

たりと読みにくいところもあるかと思いますが、何かのご参考になれば幸いです。

そして、在校生の皆様へ。よく学び、学びながら遊んでください。学生時代にもっと基礎をしっかり学んでいればよかったと振り返ることもありますが、遊んでいた経験も案外と役立つ場面がくるものです。学ぶ中でも、少し足を延ばして別分野の本を読んでみたり、ちょっとした思い付きで実験条件を変えてみたり、遊びながら学んだことは忘れないものです。

それから、友人を大切にしてください。学生時代の友人というのは変なこだわりがあったり、必ず発言の最初に“逆に”と言うやつがいたり、どんなに寒い日でも四月と十月にはコートを着ないと決めて震えていたり、計算を間違う度に激怒して用紙を破り捨てたり、一癖二癖あるやつが多いと思います。そんな奴らこそ大切です。自分に同意してくれる人とばかり話をしていてもあまり新しい思考には繋がりません。喧嘩のように熱く議論できる友人がいれば、知恵を拝借し、励ましあいましょう。

最後になりましたが、木村健二先生、鈴木基史先生、中嶋薫先生に心からのお礼と、これからのご健康をお祈り申し上げます。

水彩スケッチ紀行

下間 頼一



水彩スケッチ紀行

・目次・

プロローグ	1
I 初期の習作	3
II 巨石文明	6
III 欧州	16
IV オリエント	34
V アフリカ	58
VI シルクロード	72
VII 中国	102
VIII 日本	132
IX 太平洋	164
X 北米	168
XI 中南米	176
略年譜	186
印譜・謝辞	188

プロローグ

1926年(大正15年)夏、京都に生を享けた。東西両本願寺の中間、江戸時代の漢方医の古く広い邸。朝な夕な読経が流れる宗教的雰囲気の中で育った。植柳小学校で広田可六先生は文化への憧憬の種を撒いて下さり「子供の目と耳」に“ロケット”綴方を載せて頂いた。

京都一中で英数国漢地歴の他図画音楽園芸があった。図画の安江先生は筆をとって指導され、スケッチの楽しさを教えて下さった。スケッチ帳を片手に身近な題材を画いた。無心の境を体感した。三高理甲五組は寮生活。一中三高とも戦時に拘わらず、自由の空気に満ちていた。

歴史文学哲学への関心を高めた。京大では佐々木外喜雄先生・菅原菅雄先生・藤野清久先生のご薫陶を受けた。

1958年関西大学に工学部が新設され、幸運にも専任講師に採用された。京大・関西大とも自由闊達な雰囲気ので幾多の学恩を受けた。

関大勤務44年間、網干善教先生のご指導を受け、海外学術調査団に度々技術史担当として加えて頂いた。

高松塚古墳再構築実験に参加させて頂き見聞を広めた。この頃透明水彩画の魅力に取りつかれ、大自然と史跡を精力的に画いた。又水墨画に志し、藤本胤峰先生の直接指導を受け、篆刻の楽しさを知った。スケッチに印を押すと印象に強く残る。画面より雰囲気が出る。外遊百回、画帳40冊となった。ここに紀行文を付し画集に纏めた。スケッチで綴る自分史である。

2015年 秋立つ日
下間 頼一



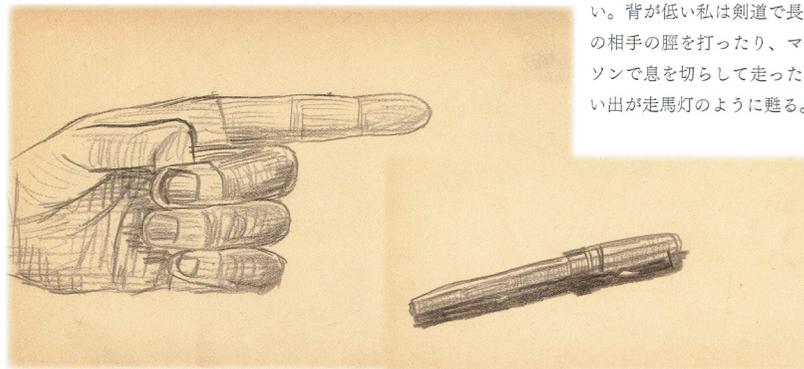
真実 Prof. C. Pier のサイン

I 初期の習作

1-1 手と万年筆

京一中の2年生、安江先生の御指導で始めた最初のスケッチ。先生に、何を描いたらと訪ねると、身近な物、先ず手が良いと言われハッとした。

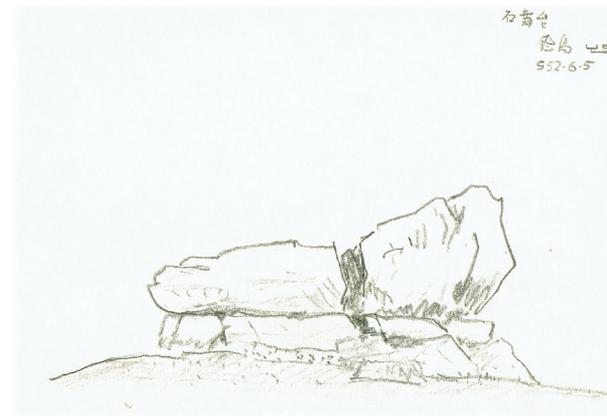
力が入り過ぎているが、今見ると中2の頃が懐かしい。背が低い私は剣道で長身の相手の脛を打ったり、マラソンで息を切らして走った想い出が走馬灯のように甦る。



1-2 アロエ成長す

医者いらずといわれる薬草で、古来広く用いられた。緑濃いアロエの成長は少年が青年へ成長する様を想起させる。

庭にあった鉢植えのアロエを写生した。少し写生のコツが会得できたかという感じ。青年時代の想い出のスケッチ。



1-3 石舞台

飛鳥島の庄の石舞台古墳は飛鳥文化の象徴。石郭が露出しているが、羨道と墓室を持つ横穴式古墳。網干先生指導の再構築実験に参加した。30tの巨石も道板・ころ・修羅・綱・轆轤があれば数人で運搬出来た。

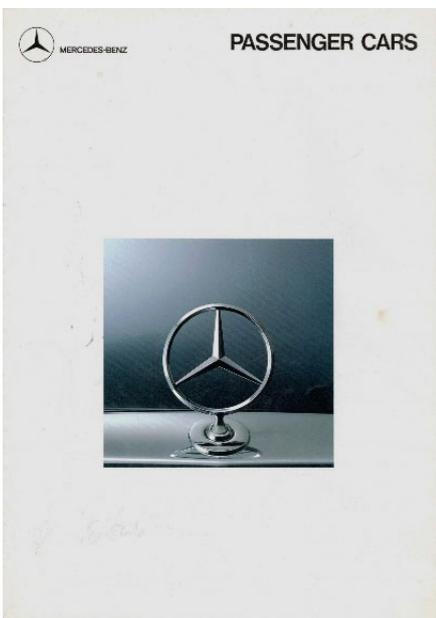
The car which I loved (11)メルセデス・ベンツ「190E」

駒井謙治郎 (S38/1963卒 遠藤研)

その高品質、高速安定性、乗り心地に驚愕した。

京機短信 (No.343、2020年7月) ですでにBMW2002について拙稿を掲載していただいた。2002を手放した後何といたっても値段が頃合いだったのでコロナ2000CXに1978年乗り換えたが、2002と比較して余りのドライバビリティの差に愕然とした。100km/hを超えると不安を覚えさせる高速安定性、段差を乗り越えるときのドタバタ感がぬぐえない乗り心地など、彼我の技術力の差を痛感させられた。2002に乗っていた時も夏場の遠出にはエヤコンが装備された兄のメルセデス・ベンツ(MB)500SLCを借用して家族旅行を楽しんでいたが、何せMBは値段が値段であったから我慢してコロナに乗っていた。

1985年にダイムラーベンツ社としては初の5ナンバー190Eが日本に輸入され始めたので早速1987年の10月より乗り始めた。最初座席に座った瞬間、シートの座り心地の良さに驚き、次に走り始めての乗り心地の良さにまた驚き、高速道に入っの100km/h走行時も全く不安を感じさせない安定性にまたまた驚いた。ベンツのドライバビリティについては500SLCで経験済であったが、それとほとんど同様な感覚を5ナンバーの小型車で実現したダイムラー社には兜を脱いだ。但し車格としては190EはSクラスを頂点とするランクでは最下位であるが、それでも国家公務員の小生にとっては当時の年間所得に近い高価格であった。1987年当時の価格表を示すように、輸入代理店のヤナセとダイムラー社はMBを好きな価格



いんもの551を世界から

'87メルセデス・ベンツ価格表

(昭和61年12月10日現在 京都・滋賀地区店頭渡し現金価格)

車名 (通称名)	ハンドル	店頭渡し現金価格 (単位千円)	店頭渡し現金価格に含まれる付属品明細						車両本体価格 (単位千円)	エンジン仕様				取得税 (円)	
			合計 13,000	モーター 12,000	ラジオ 25,000	オーディオ 39,000	エアコン 11,000	その他		気筒数	排気量 cc	最高出力 PS/rpm	最大トルク kgm/rpm		
190E	4ドアセダン マニュアル5速	右	4,400	90	○	○	○	○	○	4,310	4	1,965	115/5,100	17.5/3,500	194,000
190E	4ドアセダン オートマチック	右・左	4,950	90	○	○	○	○	○	4,860	4	1,965	115/5,100	17.5/3,500	218,500
190D2.5	4ドアセダン オートマチック	左	4,800	90	○	○	○	○	○	4,710	5	2,406	90/4,600	15.7/2,800	212,000
190E2.3-16	4ドアセダン マニュアル5速	左	8,300	90	○	○	○	○	○	8,210	4	2,297	175/5,800	22.9/4,750	369,500
190E2.3-16	4ドアセダン オートマチック	左	8,800	90	○	○	○	○	○	8,710	4	2,297	175/5,800	22.9/4,750	392,000
190E2.6	4ドアセダン オートマチック	左	6,000	90	○	○	○	○	○	5,910	6	2,597	165/5,800	23.0/4,600	296,000
230E	4ドアセダン オートマチック	右・左	6,300	90	○	○	○	○	○	6,210	4	2,297	135/5,100	20.6/3,500	279,500
260E	4ドアセダン オートマチック	左	7,000	90	○	○	○	○	○	6,910	6	2,597	165/5,800	23.0/4,600	311,000
300E	4ドアセダン オートマチック	左	7,700	90	○	○	○	○	○	7,610	6	2,960	185/5,700	26.5/4,400	342,500
300Dターボ	4ドアセダン オートマチック	左	6,800	90	○	○	○	○	○	6,710	6	2,960	150/4,600	27.8/2,400	302,000
230TE	5ドアステーションワゴン オートマチック	左	7,300	90	○	○	○	○	○	7,210	4	2,297	135/5,100	20.6/3,500	324,500
300SE	4ドアセダン オートマチック	右・左	9,000	90	○	○	○	○	○	8,910	6	2,960	185/5,700	26.5/4,400	401,000
420SEL	4ドアセダン オートマチック	左	12,400	90	○	○	○	○	○	12,310	V8	4,116	210/5,200	32.3/3,800	554,000
560SEL	4ドアセダン オートマチック	左	15,300	90	○	○	○	○	○	15,210	V8	5,546	245/4,800	40.6/3,500	684,500
560SEC	2ドアクーペ オートマチック	左	17,000	90	○	○	○	○	○	16,910	V8	5,546	245/4,800	40.6/3,500	761,000
560SL	2ドアコンバーチブル オートマチック	左	14,400	90	○	○	○	○	○	14,310	V8	5,546	235/4,750	39.6/3,250	644,000

※本表は概算価格に、メータタリ、検査工料一式が加算されますが、税別、送料、保証料、修理・持ち帰り費用は含まれておりません。
 ※ディーラーの取扱いには、上記の価格に、この金額が加算されます。190E ¥1,500 230E ¥4,000
 ※ディーラーの取扱いには、上記の価格に、この金額が加算されます。300E ¥1,500 300Dターボ ¥4,000
 ※ディーラーの取扱いには、上記の価格に、この金額が加算されます。420SEL ¥1,500 560SEL ¥1,500 560SEC ¥1,500 560SL ¥1,500
 ※ディーラーの取扱いには、上記の価格に、この金額が加算されます。300E ¥1,500 300Dターボ ¥4,000 420SEL ¥1,500 560SEL ¥1,500 560SEC ¥1,500 560SL ¥1,500

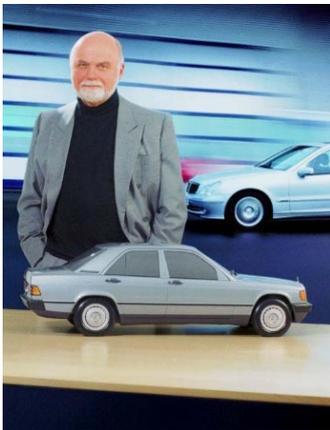
本誌の発行所
 〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1
 電話 03-5561-1111

滋賀営業所
 〒520-0811 滋賀県彦根市彦根1-1-1
 電話 077-521-0111

good new days
 ヤナセ
 株式会社ヤナセ

に設定しそれが通用する競争力を持っていたことが分かる。190E購入時も新規にオーダーすると数ヶ月かかるのでヤナセで左ハンドルの在庫車を購入した。輸入当初は人気が沸騰し入手困難であったとのことである。

定格は全長×全幅×全高＝4,420×1,680×1,385mm、ホイールベース2,665mm、最小回転半径＝5m、車両重量＝1,200kg。エンジンは4サイクル燃料噴射方式で、4気筒、総排気量1,995cc、出力115/5,100PS/rpm(DIN)、最高速度185km/hであり、当時の国産セダンの「コロナ」、「ブルーバード」クラスのコンパクトボディであった。堂々と最高速度を記載しているのは自信の表れか。但し高速道でもこの速度まで上げたことはなかった。今見ても飽きのこない直線を基調とした端正なデザインは黄金期のメルセデス・ベンツをリードしたチーフデザイナー、ブルーノ・サッコになるもので、フロントグリルとスリー・ポインテッドスター以外、外観にメッキ装飾がない実にクリーンでシンプルなものだった。Sクラスから190Eに至るまでデザインは完全に統一されていて古き良きドイツそのものであった。ブルーノ・サッコ本人によるとデザイナー人生で最も燃えた作品は190EとAクラスであったという。その点最近のメルセデス・ベンツはつきたての餅を置いたようなダラットしたデザインで好きではない。



ブルーノ・サッコ



右ハンドル車のダッシュボード

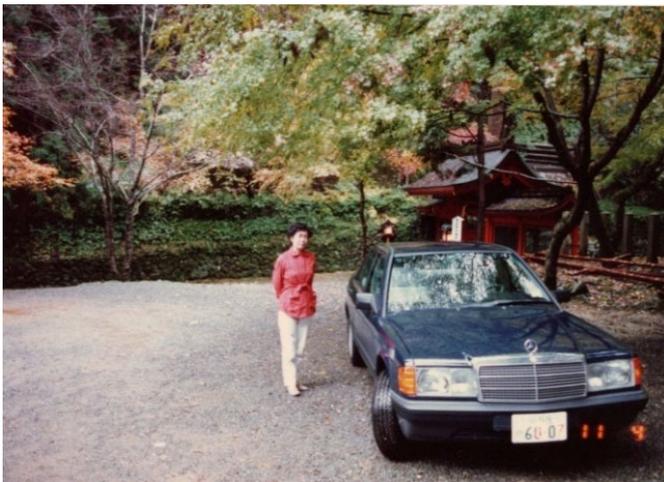
独創性あふれる新機構を採用していた。

車で最も重要視されるサスペンションに世界初のマルチリンク式を後輪に採用したこと、左右で形状の違うドアミラー、伸縮しながら独特な動きを見せるパラマワイパー(シングルアームでありながら払拭面積は86%を確保)、汚れても光量を確保する凹凸を持ったテールランプ、光軸調整ダイヤルを備えるライトスイッチ、操舵力可変式パワーステアリングなど当時としては意欲満点の車で新しい

もの好きの小生にピッタリであった。しかし、上級ベンツと同じクオリティと作り方でスケールダウンされたため過剰品質であった。

お気に入りの車を手に入れて国宝巡りを始めた。

数々の新機能を盛り込んだ独特のドライバビリティは、軽量かつコンパクトなボディでありながらまさにメルセデス・ベンツそのものだった。かくして西ドイツで過ごした2002による日常を人生第一の黄金期とすれば、公私ともに充実した第二の黄金期を190Eとともに経験することができた。元ワングル仲間との山行の足は勿論のこと、週末に各地の名所を訪れることが日常となり、多い時は毎週のように関西近辺から岡山、岐阜、長野辺りまで足を延ばして日帰りや一泊の国宝巡りを始めた。コロナに乗っていた時はそのような気持ちにはならなかった。年齢がまだ40代後半の若かったせいもあるが、190Eを運転している時は全く疲れることはなく、お陰で多くの国宝の寺社・仏閣・仏像・絵画を鑑賞することができた。



1987/11/4 貴船神社にて



鞍馬寺山門前



1988/9/10 奈良 不退寺山門前



1989/8/12 瀬戸大橋

190Eは一代限りで、後継モデルからは「Cクラス」と呼び名が変わったが、ノーズ先端のマスコットを眺めながら独特の走りを堪能させてくれた190Eの経験は今でも忘れられない。190Eに不満はなかったが、1993年ユーノスロードスターに試乗する機会がありオープンカーの魅力に取りつかれた。2台目マイカーとしてのユーノスは久しぶりのマニュアルトランスミッション車で、限定色であったブリリアントイエローできびきびした走りを楽しんだ。



1992/4/7 円山公園のしだれ桜



教え子が作ってくれたプラモデル

しかしその後ダイムラーベンツ社から世界初のリトラクタブルハードトップを備えた2シーターSLK230 Kompressorが発売され、1997年に日本に上陸してきた。すぐさま当時の宝ヶ池ヤナセに出向き運よく展示車を手に入れた。SLKは二人乗りであったから荷物がある場合や3人以上乗車する場合は190Eを使う状況がしばらく続いた。手品のようにハードトップが折りたたまれてトランクルームに収納される機構は大いに衆目を集め、得意になってオープンエアードライブを楽しんだ。以後、毎年4月初旬は海津大崎海岸の桜吹雪の中をSLKで走り抜けるのが恒例となった。



2002/4/6 海津大崎



SLK230 Kompressor

190Eは現在でも人気があり比較的安価に入手可能であるが、まともに手を入れるとCクラスの新車と同程度の出費が必要とのことである。小生の190Eの場合もエヤコン配管からのガス漏れを修理したとき目が飛び出るような金額を要求された。今のCクラスはエヤコンも日本の酷暑に対応していると思われるが、190Eではエヤコンの効きが悪いことと維持費が国産車と比べて高くつくことが欠点であった。

最後に、現在の国産車はドイツ車と比べても高性能スポーツカーを除くと、品質、性能等ドライバビリティを含んで全く遜色はないと思う。2003年に、新発売になったゼロクラウンにたまたま試乗したところ新設計のV型6気筒DOHCエンジンの吹き上がりの良さと加速感はSLKの比ではなく国産車への認識を改める機会となった。当時は福井高専に校長として鯖江に赴任していたがSLKで出勤したところ衆人環視の的となり、若い学生諸君に浮かれたところを見せるのも如何かという思いもあって、目立たないゼロクラウンに乗り替えた。現在乗っているクラウンRSを選ぶにあたってMB、BMW、AUDIに試乗したが全てで遜色がないばかりか極めて優れた工業製品であり安全装備満載のRSに不満はない。

歴史遺産紹介 ラジオ塔（京都編）

渡辺治男（S42/1967卒）



1. はじめに

ラジオ塔とは戦前に建設された「公衆用聴取施設」の通称名で、神社仏閣の灯籠を連想させる建築物である。ラジオ塔なる言葉を初めて耳にした方も多いと思うので一例として京都市東山区の円山公園に現存するラジオ塔を写真1に示す。本塔は昭和7年（1932）に建設された比較的大型の塔で、高さは約3.3m、火袋部に拡声器、躯体部にラジオ受信機を内蔵する構造となっている。側面にはNHK京都放送局のコールサインJOOKの文字板と塔の周りでラジオを聴く人々の写真が掲示されている。



写真1 京都市円山公園のラジオ塔

2. ラジオ塔建設の経緯

ラジオ年鑑(S7)⁽¹⁾にラジオ塔の必要性について下記の記述があり、この趣旨で建設が始まった。

『異常時など特に必要がある際、放送事業者は適當の場所へ拡大装置を有する高声ラジオ受信機を設置し警報その他の特殊放送を一般に聴取せしめて報道任務を果たすべきことはもちろんであるが、少なくとも大都市においては平常一般放送を公衆に聴取せしめる設備が必要とされる』

日本のラジオ放送は大正14年（1925）に東京を皮切りとして大阪、名古屋で始まった。ラジオ年鑑（S6）によると、昭和5年（1930）末の聴取加入数は約70万件で所帯当たりの普及率は約5%と低く、ラジオは富裕層の家庭にしか無かった。普及が進まなかった理由は高価な受信機と聴取料1円/月（現在の2000円/月）を必要としたことが大きい。

こうした中、上記の趣旨とラジオの普及を目的に、昭和5年に日本最初のラジオ塔が大阪の天王寺公園に設置された(写真2、現存せず)。以降、全国の主要都市に展開され、約470基が建設された。



写真2 天王寺公園のラジオ塔(S5)⁽²⁾

3. ラジオ塔の建設数・現存数

参考文献(1)、(3) から集計した年別建設数を図1に、都道府県別建設数と現存数を表1に示す。

図1のように建設年は昭和7、8年と昭和14、15年に二つのピークを持つ、前者は放送聴取100万件越えを記念した建設で更なる聴取者増を目的とし、そのほとんどは日本放送協会自らの建設である。一方、第2のピークは戦争が激しくなる中、戦況伝達と戦意高揚を目的とした建設で地方自治体、各種団体、篤志家が建設した。

表1によると、北海道を除けば東日本、北陸の建設数は少ない、住民の多い東京で7基と少ないのはすでにラジオの普及が進んでいたためと推定する。西日本は東日本に比べて建設数が多いがその理由はよく判らない。全国の現存数は37基で写真家の一幡公平氏(3)が確認した数字である。現存が最も多いのは京都府であり、その8基全てが京都市に存在する。詳細は5項で述べる。

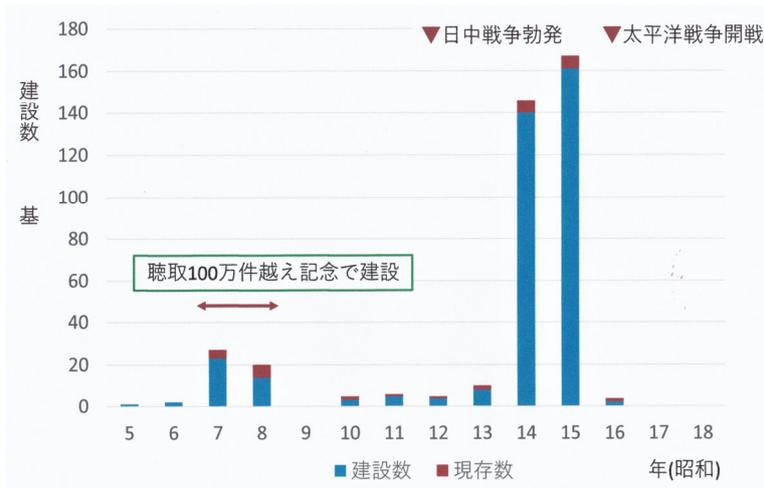


図1 年別ラジオ塔建設数

表1 都道府県別の建設数と現存数

都道府県	建設数	現存数	群馬	3	1	三重	6	香川	10	1	
北海道	51		栃木	4		大阪	28	7	徳島	5	1
青森	8		埼玉	3	1	京都	14	8	愛媛	13	
岩手	5		山梨	1		兵庫	17	2	高知	4	
秋田	9		新潟	2	1	奈良	9		福岡	31	
宮城	12		長野	7		滋賀	6		佐賀	3	
山形	11		富山	3		和歌山	8		長崎	13	2
福島	16		石川	6	2	岡山	12	3	熊本	17	
東京都	7	1	福井	6		広島	20		大分	8	
神奈川	2	1	静岡	4	1	鳥取	6		宮崎	10	
千葉	2		愛知	12	4	島根	11	1	鹿児島	15	
茨城	2		岐阜	5		山口	16		沖縄	11	

4. 地域で歓迎されたラジオ塔

写真3は東京の隅田公園に昭和7年に建設された東京初のラジオ塔の除幕式の様子である（現存せず）。芸者衆を呼んで盛大に催されていた様子が分かる。当時のラジオ塔は重要かつ貴重な情報媒体の誕生であったので各地でも竣工式が盛大に行われていたことが新聞報道などで確認できる。

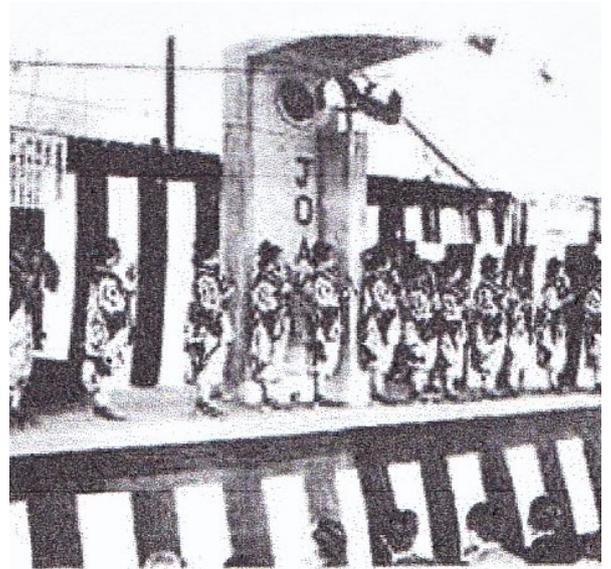


写真3 東京隅田公園のラジオ塔除幕式(S7)⁽⁴⁾

5. 京都市のラジオ塔

表1に示すように京都府でのラジオ塔建設数は14基で、その内の8基が京都市内に現存する。特筆すべきは全国の現存37基中最も多い8基が京都市内に現存していることである。京都は古都であり昔から古いものを尊んで残してきた風土が影響していると思われる。

表2に京都市内で建設された塔の一覧、写真4～10に円山公園以外の7基の写真を示す。

表2 京都市のラジオ塔一覧

No	建設場所	建設年	現存	形状・特記事項
1	東山区 円山公園	S7	○	大型灯籠形、JOOK・写真表示、3.3m
2	北区 紫野柳公園	不明	○	四角タワー、ベンチと一体、放物線状トップ、2.4m
3	〃 船岡山公園	S10/H27	○	四角タワー、公園の高台、H27 改修で機器設置、3m
4	〃 小松原公園	S15	○	灯籠形、紀元 2600 年記念、2.7m
5	上京区 橘公園	S14	○	灯籠形、異形躯体に機器格納用空洞、2.3m
6	〃 二条公園	S14	×	不明
7	左京区 八瀬公園	S14	○	四角タワー、JOOK 表示、説明板有り、2.8m
8	〃 菟兎童公園	S16	○	コの字タワー、JOOK 表示、個人寄付建設、2.9m
9	中京区 御射山公園	不明	○	装飾円柱＋ベンチ、旧日彰小から移設、2.7m
10	下京区 小坂公園	S14	×	不明



写真4 北区 紫野柳公園



写真5 北区 船岡山公園

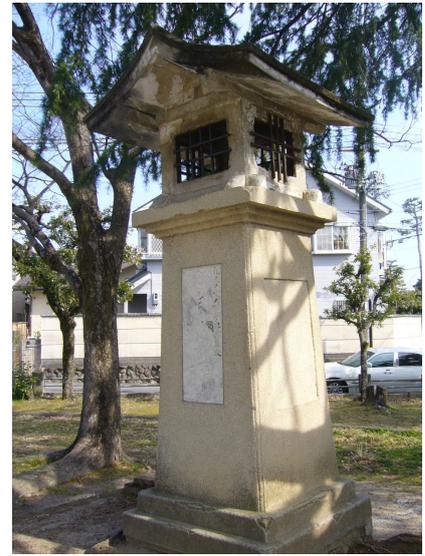


写真6 北区 小松原公園



写真7 上京区 橘公園



写真8 左京区 八瀬公園



写真9 左京区 萩児童公園



写真10 中京区 御射山公園(旧日彰小学校より移設)

[各塔の追加説明]

(1) 紫野柳公園 (写真4)

コンクリート製のベンチと一体となったモダンな塔、裏面には機器を収める空洞がある。上部の丸穴はスピーカを収めた場所だろう、その下のデザイン格子付きの四角穴は用途不明。

(2) 船岡山公園 (写真5)

H27に地元のラジオ体操クラブが元の機器空洞に音響機器を設置し、毎朝ラジオ体操を流している。原形を保ったままで活用している例は珍しい。

(3) 小松原公園 (写真6)

切妻屋根を持った燈籠スタイル、前面の石板には「紀元2600年記念建設、心身錬成」と記されている躯体には機器を収めたような空洞があるがコンクリートでふさがれている。

(4) 橘公園 (写真7)

普通の燈籠スタイルだが、躯体は機器を収めるスペースを確保するために無理に張り出した形。

(5) 八瀬公園 (写真8)

八瀬遊園の散策道沿いの斜面に立つスマートなラジオ塔、土台下の土が流されて倒壊が心配。前面上部にはJOOKの文字が取り付いていた跡が残る。機器の収納スペースは無い、説明板有り。

(6) 萩児童公園 (写真9)

コの字型の特異なデザイン、スピーカ部のルーバーは欠損、躯体は薄く機器の収納場所はない。正面にはJOOKの文字の跡が残る。裏面の石板に5名の個人寄付で建設されたことが記されている。

(7) 御射山公園 (写真10)

他に類を見ない豪華な石造り構造で、円柱状の塔とベンチが組み合わされている。塔とベンチの間は池となっていて塔に設けられた4個のライオン口から水が出ていたと思われる。しかし、ラジオ塔としての明確な記録が見当たらずラジオ塔ではない可能性が大きい。

6. 終わりに

近年、一幡⁽³⁾、佐藤⁽⁴⁾、吉井⁽⁵⁾、人見⁽⁶⁾各氏が全国のラジオ塔を報告して以来、

ラジオ塔を歴史的遺産とする認識が進み、地区住民、自治体による保存活用の動きが活発になった。しかし、ラジオ塔と分らないまま放置されている塔がまだ存在すると思われ、昨年、川越市とさぬき市で新たに発見されたとの情報もある。今後さらなる現存確認と、設置者、運営方法、機器の種類・設置方法など調査すべきことが多くある。

次報で、ラジオ塔（大阪・愛知編）を紹介予定。

7. 参考文献

- (1) 日本放送協会編『ラジオ年鑑 昭和6～18年』誠文堂、1931-1943
- (2) 『こちらJOBK NHK大阪放送局七十年』日本放送協会大阪放送局、1995.5、P74
- (3) 一幡公平『ラジオ塔大百科2017』タカノメ特殊探検隊、2017.8
- (4) 佐藤紘司『ラジオ塔についての考察』NHK 放送博物館だより58号、2012.5
- (5) 吉井正彦『ラジオ塔を訪ね歩く』月刊みんなく、2011.5
- (6) 人見佐知子『ラジオ塔についての覚書』民俗文化No.31、近畿大学民俗学研究所、2019.10

古希にて巡り合ったライフワーク：振動問題

今岡善次郎（S45/1970卒）



1. 自己紹介

機械系昭和45年学部、47年修士卒業の今岡善次郎です。卒業当時は全国的に学園紛争で勉強や研究よりも、いろいろ書物を読み漁り社会問題に関心が向き、将来1技術者として1企業で生涯を過ごす未来ではなく、ひとつのテーマをもった武者修行の人生を送ろうと密かに考えておりました。ひとつ思いついたのが現代システム制御理論の定式化である「システム目的関数」「システム行動状態方程式」「制約条件」で問題を定義し最適化するモデル化の概念を社会問題に応用するというライフワークでした。モデル化は微分方程式など数学だけではなく、社会学、経済学、経営学、会計学などのようにいろいろなモデルがある。

結果的に東洋エンジニアリング、マッキンゼー、大塚製薬、PDAエンジニアリングと日本企業2社、外資系2社の4社の企業勤務22年と、著作「経営力学」「サプライチェーンマネジメント」等をきっかけとして自由業の経営コンサルタント、客員教授（東京農工大MOT、多摩大学MBA、法政大学経営システム工学）の22年、そして人生第3コーナーを回って若年性アルツハイマーの妻の介護と看取り、社会人向けドラッカー塾、メルマガ配信、など人生を忙しく歩んでおります。

2. 回転軸振動問題と振動論とは別にニュートン力学的手法に立ち還る

(1) ある振動低減現象を観て

自宅事務所で開催していたドラッカー塾でのゲスト講師の紹介で、工作機械の刃が受ける切削反力によるブレで加工精度が落ちるのを防いでいるオート balancer と称する現象を観察したことがきっかけで balancer や振動論を調べました。発明者は現場の技能者出身で力学的基礎が無い。しかし自家用車のタイヤホイールに取り付けて燃費を30%節約できたと豪語する。現代産業の動力は車にしる、電動機にしる、回転軸のビビリ振動がエネルギー効率や生産加工品質に悪影響していることは明白なので、この技術の原理が分かれば世の中に大きく貢献するのではないかと考えました。

ブレとは振れであり、工学的には振動という往復運動です。偏心のない真円の

コマは倒れないが偏心していると遠心力が働いて倒れます。偏心とは回転中心と回転体の重心が離れていることです。これが回転軸ブレ振動の原因とみられ、いろいろなメカニズムのバルンサーが開発され多くの分野で使われています。バルンサーは偏心のズレを無くす調整装置で、遠心力による振動を抑えます。即ち、バルンサーは偏心遠心力が加振力になる振動は抑えますが、一方振動の元は遠心力だけではない。回転抵抗、又は摩擦による振動が実は大きいのです。

(2) バルンサーではない別の力学的考察

振動技術を調べると切削反力などの回転摩擦はノイズ扱いであり、ノイズの振動対策としては高剛性、高粘性、高質量、共振回避の形状、材質の選択ありノイズを抑える技術は見当たりません。

ノイズである加振力は方向も大きさもランダムです。ノイズの1つである偏心遠心力は回転体の半径方向、すなわち回転軸を曲げる振動を起こしますが、回転摩擦ノイズは周方向、すなわちねじり振動を起こします。又ドリルで穴をあける時の反力は軸方向（スラスト方向）の反力ノイズにより伸縮振動を起こします。回転機械がトルクを発生し作用する過程で回転抵抗である衝撃力によって3次元の複合したビビリ振動を起こします。そのビビリ振動がムダな運動エネルギーを消費させる。そこで私は、先のオートバルンサーと称している技術は遠心力だけではなく大きさも方向もランダムなノイズを抑制しているのではないかとの仮説を立てました。そしてその仮説に基づき、私はR2O（Rotary Resistance Offset: 回転抵抗相殺技術）と称する構造で研削盤、ボール盤、ミニ四駆などで実証し特許も取得しました。図1に特許証を示します。また、回転機械システムの振動問題を概念的にとらえたものを図2に示します。



図1 回転体の制振機構に関する特許

回転機械システムの振動問題とは

回転機械システムは、自動車など内燃機関、発電機・電動機などで回転軸を通じて回転力（トルク）の発生・伝達・作用（負荷）のメカニズムで構成されます。そのメカニズムにおいてノイズとなる3つの抵抗衝撃力によって機械システム全体がビビリ振動を起こす

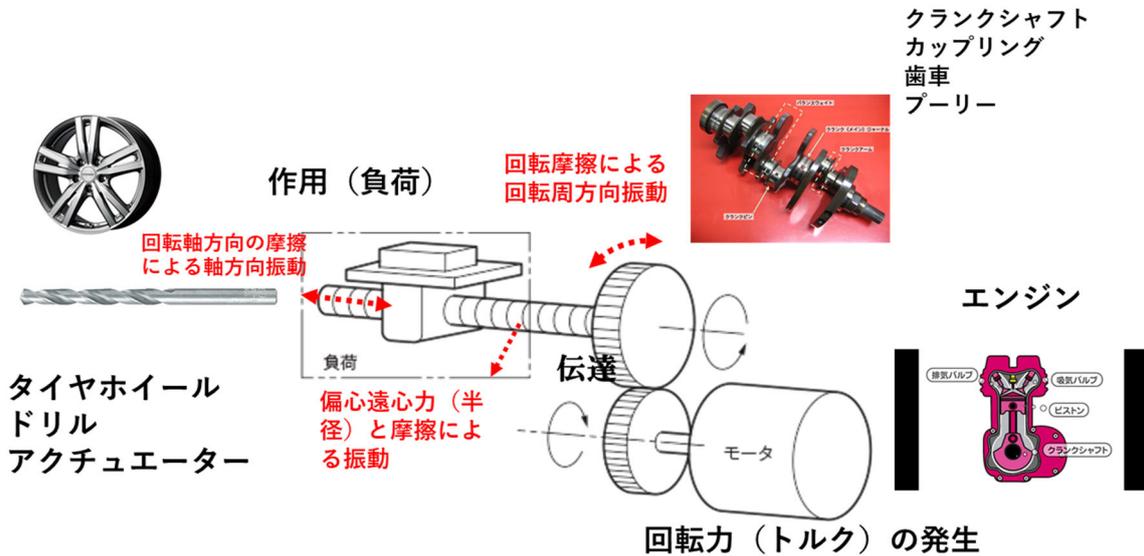


図2 回転機械システムの振動問題模式図

(3) 特許技術R20の原理と構造

振動は運動の一種であり、物の運動はニュートンの法則に従い微分方程式でモデル化できます。

高校の物理でニュートンの法則を学びます。ニュートン力学に従って先ず振動とは何かを考察してR20の原理を説明します。

【第1法則 慣性の法則】

物体に力が働かなければ物体は止まっているか等速運動する。定速回転運動でもトルクが働かなければ永久に回転運動が続く。

【第2法則 加速度×質量＝力（加速度＝力／質量）】

加速度は力に比例し、質量に反比例すると一般には説明されていますが、力が作用すると反力として慣性力（加速度×質量）が発生するとも言えます。

【第3法則 作用力＝反作用力】

物体に力を加えると同じ大きさで方向が真逆の反作用が働く。第2法則は第3法則で言えば力＝慣性力です。第1法則は第2法則で言えば力が0なら慣性力は0、加速度は0です。加速度0ならば等速運動します。従って3つの法則の内、基本は

力の釣り合いである第3法則と言えます。

ここまでは外から働く力と慣性力だけの力のつり合いですが、振動力学では粘性力（摩擦力）と弾性力（バネ力）が加わります。第3法則の力のつり合い式は外部から物体に力が加わると反作用として慣性力+粘性力+弾性力の合力が発生し外部から働く力（ノイズ）と等しくなります。つまりノイズに対して慣性力か粘性力か弾性力、あるいはその組み合わせがつり合います。力のつり合い式を微分方程式でモデル化したのが振動方程式と言えます。弾性力がプラスとマイナスに交互に逆転することで振動が起こります。弾性係数を0にすると最初に働いた衝撃力で物体は一方向に動いて戻ってきません。粘性（摩擦）力で止まることはありますが振動は起こりません。振動の正体は弾性にあります。そして振動を抑制するには弾性力、粘性力、慣性力を上げるか、受ける加振力（ノイズ）を減らすしかありません。第1は剛性を上げる耐震構造で、第2は粘性力を使うのは免振ダンパーで、第3は慣性力を使う重量化です。そして第4の振動を抑える方法が特許になった**衝撃力（回転抵抗）を抑える方法**です。「受けた力を抑える」とは相撲の張り手や柔道の受け身など格闘技ではお馴染みです。ニュートンの第3法則で、質点1が別の質点2に衝突すると質点1から質点2に作用する力と質点2から質点1に作用する力は大きさが同じで方向が真逆です。質点1になる回転体の中の球空間に質点2に相当する慣性球を僅かな隙間で挿入することでノイズを減らします。慣性体とは力を受けると（ぶつけられると）その場に留まるために反作用を生む物体です。

具体的には、回転軸と一体化して回転するフランジ（デスク）の内部に円対称に配置された球空間内で自由に動く球体が入れてある。この球体は慣性体なので**慣性球**と呼びます。定速回転している状態では慣性球は遠心力を受け球空間で回転半径の方向の球壁面に押し付けられて回転体とともに定速回転している。例えば回転体が回転しているドリルだとします。空運転しているときは抵抗摩擦がほとんどないので慣性の法則どおり定速回転を続けます。実際に穴をあける実運転をすると回転方向に回転体が摩擦抵抗を受ける。定速で回転している慣性球に抵抗する力（回転抵抗、又はノイズ）が働くと慣性球は動くまいとして反作用を発生させる。これはニュートン力学第3法則の「作用反作用」です。右手で左手を叩くと右手から左手に力が働くとともに左手からも右手に同じ力が働くのと同じ現象です。

3. 本技術を社会に広める（社会実装）ために行っていること

(1) 適用先・分野

内燃機関や電動機などにより動力を利用する分野は、自動車、電車、飛行機などの移動手段、工場の生産設備、加工機械、洗濯機やエアコンなどの家電など回転機械の回転抵抗による振動問題は多岐に亘ります。どのメーカーも長年振動問題に取り組んでいます。その中でいろいろな企業にR2Oを提案していますが、関心は持っても中々共同開発まで進まない状況にあります。その理由として上げられるのは以下の通りです。1つは、振動の専門家は従来の振動技術で説明しようとしてデータを真摯に見ようとしてくれない。2つ目は、R2Oの特徴はその本質からして実運転での負荷が大きい分野に効果があるが、従来の振動技術では空運転で効果がないと実運転でも効果なしと結論づける。3つ目は、現状の機械は高剛性、高粘性（ダンパー）、高重量の技術改善で高価格帯での事業に成功しており、R2Oを導入するとゼロベースで製品戦略を見直さなければならないこと。そして4つ目は、振動抑制を安全性、加工精度向上などの目的にはしているが動力エネルギー効率向上を目的にしていけないことが挙げられます。従って、私は多様な実機で実装実験することで適用分野も絞りこむことができると考えています。

(2) 期待される効果・便益

少量の偏心による遠心力は抑制するので、芯出しの段取り替え時間短縮による生産性向上、空運転と負荷運転の差が大きい時の動力エネルギー節減による省エネ効果、高剛性、高粘性、高重量で高価格ではない加工機械が期待できることなどがあげられます。

2014年のノーベル物理学賞受賞者の赤崎勇氏、天野浩名古屋大学教授、中村修二氏が発明した「明るくエネルギー消費の少ない白色光源を可能にした高効率な青色LEDの発明」は「20世紀は白熱灯が照らし、21世紀はLEDが照らす」が授賞理由でした。つまり光エネルギーのロスを大幅に減らすという社会的に大きな価値がある技術でした。まだまだ実証実験が必要ですが、R2Oは光エネルギーより大きい動力エネルギーのロスを減らす可能性を持っています。老人の妄想と笑われることを覚悟しながら古希になってライフワークにした開発動機は、温暖化による地球環境破壊につながるエネルギー消費を削減できると信じたからです。イノベーションの原理を数多くの事例から解説しているクリステンセンによると

「イノベーションは既存の技術ではなく社会的ニーズから起こる」「イノベーションは周辺から起こる」と述べています。R2Oは既存の技術ではなく周辺にあることがイノベーションの条件に合っていると考えることで、自分を支えて継続しようと動機付けています。

4. 会員の皆様へ御支援・御協力をお願い

京機会会員の皆様、自己紹介にも記しましたが、振動を仕事にしたこともなく、学会活動もそれ程したことのない素人の随筆である本駄文をお読みいただき感謝します。これまで日本機械学会やアメリカ機械学会など海外の学会へも研削盤やドリル実験及び解析に基づき理論化を試みて論文を投稿しましたが、中々専門家の査読を通過しないので、先に特許を取得して実業界で普及させることにして現在に至っております。世の中では、ノーベル賞級の研究も学会より先に産業界が先行する事例は多いようです。

本稿をお読みいただき、関心を持たれた方や可能性があるると共感された方は、是非実機を使った実験を通して実用化に向けてパートナーとして共同開発の仲間になってご指導いただければ幸いです。本投稿を勧めてくれた同期生の土井健志様に感謝します。

<今岡善次郎の連絡先>

メールアドレス：imaoka@bizdyn.jp

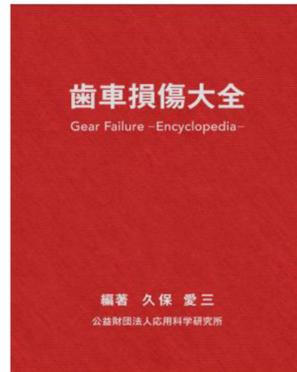
携帯電話：090-2538-7867

ホームページ：<https://www.bizdyn.jp/>

書評 久保愛三 編著「歯車損傷大全」

吉田英生 (S53/1978卒)

京機短信のFounding Editorで京機会元会長(2009-2010)の久保愛三氏(S41/1966卒)が編著者の「歯車損傷大全」(公益財団法人 応用科学研究所、2019年発行、872ページ、本体価格60,000円)を最近知った。深紅の表紙でA4版厚さ45mmの大著である。この大著を、限られた紙面でいかなる視点と順番で評すべきか迷いに迷ったが、評者がぜひとも強調したいと願ったポイントは、久保氏による次の3部作



「巻頭言」 <https://www.rias.or.jp/uploads/Preface.pdf>

「第0章 序論」 http://www.wattandedison.com/gear_0.0.pdf

「あとがき」 http://www.wattandedison.com/gear_final.pdf

に全て凝縮しているので、これらから引用する(濃紺色で表示)形でご紹介したい。

本書の原本は、日本機械学会RC(Research Committee)156(1997.4~2000.6)「コンペティティブ歯車装置のための最新設計製造技術調査研究分科会(主査:久保愛三)」で生まれたが、その後20年近い経験や研究の充実を反映して大改訂を行い「世界初の歯車損傷エンサイクロペディア」というべきものに成長した。しかし、本来出版の任にあたる日本機械学会が経営上の理由から難色を示したため、後継のRC275(2017.4~2019.3)で検討——本出版は機械技術の根幹にかかわる大事で、日本の技術立国の基盤として不可欠であるとの意思を受けて、応用科学研究所¹による出版となった。評者も、救われた思い——感謝の限り。

まず、「巻頭言」から、編集方針の中でとりわけ印象的な項目を抜粋しよう。

- ・「この規格書にこれと同じような写真がこの分類にあるので、そうしなければなりません」と言うような意見は、規格書を宗教的聖典であるかのように考える意見であるので、これに捉われることなく、歯車損傷を物理現象として捉え、全体を見直すこととした。
- ・原因についても、一義的に言うのではなく、色々な可能性を全て列挙するよう心掛けた。我々は神様ではないので、原因を一つに断定できるほど賢くはない。多くの可能性のある原因の内からどれが一番有力なファクターとしてその損傷を進展させていくかは、ケースバイケースであるので、各々の例について可能な限り関連する記述を残すこととする。
- ・可能性のある損傷原因を可能なかぎり列挙しながら、図鑑としての形態を保つには、「この損傷については、どこどこも参考になるので、その箇所をも見なさい」といった、リンクを縦横に張ることが大切であると思われ、その作業を実行した。その結果として、一つの損傷について理解するには、図鑑の大半の損傷を見なければならぬ、あるいは、無限ループに陥るようないつまでたっても参照が続くようなことになるかもしれない。しかし、これこそ、歯車技術者を育てるために一番有効な教育的状況だという気がする。
- ・以下のような態度は、極めて危険であり、担当者の知見、トラブル対策の経験を増すもので

¹ 拙記事「百万遍周辺探訪(その1)応用科学研究所」京機短信 No.335(2019年12月)
https://keikikai.jp/wp-content/uploads/2020/04/tanshin_no335.pdf 参照

はない。1. Photographは写真であって写嘘ではない。すなわち、トラブルの現物写真は全てを正しく写しており、その損傷の情報が全て詰まっている。2. 損傷図鑑に書いてあることは全て真理である。3. 損傷図鑑に似ている写真を見つけた事例と今問題になっているトラブル事例とは同じ環境条件のもとで起こっている。等々（注：文章の順序は評者が変更）

次いで、「第0章 序論」から。こちらは、歯車に限らず機械工学・機械技術論全般に関わる内容といってもよい。

古典的な機械要素設計やそのトラブルシューティングをやっていると、近頃の世の中の声は「何百年も前からある機械技術を対象にしているなんて、まだやることってあるの？時代に合っていないよね。」と陰ではいつも言われている。このことは、技術というものは、基盤技術の上に先端技術が構築され、そのバランスで現実には有用なものとして機能するものであることが理解されていない状況を示すものである。近年、先端技術と基盤技術のバランスが極端に崩れてきているようであるが、それを正しく認識できていないのが現状と思われる。

現在のマスコミや政治家、あるいは、多くの社会の指導的立場にある人には、一旦できた技術は永続的であると信じている人が多いようである。しかし、人に依存した技術は、維持の努力をし、正しく伝承しなくては、人と同じ寿命しか持ちえない。基盤機械技術は長年の経験と実績の上にできているものであり、その内容は極めて複雑であって、如何にIT技術が進歩しても、IT技術という機械技術にとっては仮想現実の世界のみには移行ができないような部分が多くを占めている。すなわち、基盤機械技術には、熟練技能者の経験に基づく、設計、製造、運用に関するノウハウが技術の中核をなしているものが多くある。そのため、「基盤機械技術は人間に依存したものである」という本性は避けられない。そして何も手が打たれない現状では、この現在の社会の豊かさを支えてきた機械技術の寿命は、すでに高齢化している熟練技術者と同じ寿命しかないのである。

（中略）

本歯車損傷大全は、世の中の思想や状況がどう変わろうと壊れるものは壊れる物理世界の機械技術の根幹としての歯車に起こる各種損傷を客観的に観察した資料に、今、かなりの確実さでおそらくこのような物理現象の結果であろうと思われる意見を解説として付けて紹介していく。歯車技術に係る人々が歯車損傷に出くわし、自分の目でそれを見て評価しようとするとき、先人にはこのように見てきた人もいますよということを知って、自分の頭で考えて理解し、判断を下して知見を広げていくのが、歴史が証明している人間の知的進化の正しいあり方である。

最後に、「あとがき」から。これから巣立つ技術者へ贈る言葉にもなろう。

本書は可能な限り嘘が含まれないように努力して内容を精査したつもりであるが、神様でない人間のやること、所詮、完全無欠のものではありえない。本書を利用する方は、本書に書かれていることが、宗教的聖典のように疑ってはならない真実であるとは決して思わないで頂きたい。常に批判的に本書を参照し、自分の経験と照らして、どの部分を信じどの部分は別の理解をした方が損傷の観察結果と自分の考えの間に論理的整合が取れるかを考えることが必要である。すなわち、自分なりの説が立てられるように歯車事故を始めとする機械損傷事例を観察し、対策を立て、その結果がどのように評価されるものになったかを記憶していただきたい。このような態度で機械損傷に接することが、その人の機械損傷研究者・技術者としての能力をより発展させてゆくものであると信ずる。

書評 森口 透 著「北オハイオの冷たい風」

並木宏徳 (S44/1969卒)

京機会会員で作家の天野 到 氏(S40/1965卒、ペンネーム森口 透)が最近表題の単行本を出版されました(発行者: 澗沢純平、発行所: 株式会社 編集工房ノア)。新型タイヤ加硫プレスに関して米国・オハイオ州の競合会社から特許侵害で提訴された裁判で勝訴を勝ち取るまでの経験を小説とした「北オハイオの冷たい風」をはじめ、米国子会社における出来事などを詩情豊かな短編六編に纏めておられます。海外で活躍し、あるいはしようとしている京機会員の皆さん、とりわけ若い方々に読んでいただきたい書です。



天野氏は「あとがき」で『この中の「ばね定数」と「シンディー・オーシェスキーの新居」はフィクションですが、小説の背景は私の経験そのものです。他の四編は、多くが私の体験に基づいていますので、私小説または自伝的な作品だと思います。自分で読み直してみても、高度経済成長時代の日本で生真面目に生きた、平凡なサラリーマンとその家族が書かれているだけで面白みがないな、と感じています。それだけに、この中の一作品でも読んで下さった方には心より感謝申し上げます。』と書いておられます。天野氏は2020年の3月までの6年間、大阪文学学校の講師をしておられました^{2,3}。司馬遼太郎、開高健など著名な作家なども講師を勤めたことがあるこの学校で若い作家の卵を教えられた経験からのお言葉なのかもしれません。京機会会員でしたら受け止め方は、これとかなり違うのではないのでしょうか？

このような問い掛けで終わりましたのは、私にはこれ以上説明する情報も能力

² https://keikikai.jp/wp-content/uploads/2020/04/tanshin_no335.pdf

³ https://keikikai.jp/wp-content/uploads/2020/04/tanshin_no336.pdf

も無いからですが、後は作品をお読みいただきたいと思います。なお、関連して、塩野七生氏が、「私にレオナルド・ダ・ビンチが書けない理由は、何のことはない、高校時代にサボって勉強しなかったことを、改めて勉強しなおす根気がもう私にはないからである。」と書いておられるのに出くわしました。

「北オハイオの冷たい風」は機械技術者が執筆した貴重な小説集です。是非ご一読下さい。



米国オハイオ州クリーブランドにて裁判対策を相談する関係者
作品中の仮名で、左から、阪神重工・黒木和夫、山本貞治、
担当弁護士のアブライエン、同ニューマン、
渡辺浩二（本名は天野到、作品の執筆者）

両国界隈から亀戸天神までの散策（1）

中谷 博（S34/1959卒）

私が平成2年から勤めていた特許審査関連の「公益財団法人IPCC」は、昭和60年設立当初から霞が関ビルに隣接する特許庁に近い3か所のビルに分かれていた。平成3年には職場を一か所への集約と職員の急激な増加に対処するため、JR錦糸町駅近くに新しく建てられたばかりの「東京トラフィック錦糸町ビル」へ移転することが決まった。

職場移転にともない、私の新しい通勤経路はJR山手線の途中秋葉原でJR総武線に乗り換えて、錦糸町駅まで行くことになり、天気の良い日はJR総武線では両国駅で途中下車して錦糸町駅までウォーキングが目的で約3kmの道を歩くことにした。両国駅の南側、東西に走る交通量の多い「京葉道路」、あるいは総武線の北側の葛飾北斎の生誕地を記念して名付けられた「北斎通り」のいずれかを歩くことになる。これらの道を歩いてみて、この界隈には多くの名所、旧跡があることに気付いたので、両国界隈の名所、旧跡を度々訪れた。

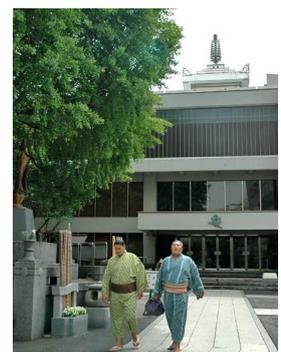
1. 回向院と旧両国国技館

京葉道路を歩くと、京葉道路に面して「回向院」の山門がある（写真1.1）。回向院は1657年の明歴の大火の犠牲者を供養するため建てられたものである。（写真1.2）は現在の本堂で、お寺の建物に見えない。（写真1.3）は戦争で焼ける前の本堂で、お寺らしい雰囲気がある。私が初めて回向院を訪れた時、寺院境内に「力塚」（写真1.4）があるのを見て、何故この地に相撲にかかわる「力塚」があるのか不思議に思った。調べてみると「回向院正門跡」の案内版が回向院の西側の幼稚園に立っていた。案内板には回向院の正門は江戸の中心に向かって西向きに建てられていたことが説明されていた。

「旧国技館跡」の案内版（写真1.5）も山門の前に建てられていて、この地が相撲発祥の地であることも分かった。現在の「両国国技館」は、JR総武線の両国駅の北側



（写真 1.1）



（写真 1.2）



（写真 1.3）

にあるが、私は「旧両国国技館」も元々この地にあったものと思っていた。実際には京葉道路沿いの「回向院」の境内にあったことが分かったので、その歴史を調べてみた。1768年以降には境内で勧進相撲が興行され、これが今日の大相撲の起源となっている。旧国技館は、1906年(明治39年)6月着工、3年後の1909年(明治42年)5月に竣工し、6月2日に開館式が行われた(写真1.6)。設計は東京駅などの設計で知られる辰野金吾とその教え子葛西萬司とのことである。1936年1月には日本相撲協会が物故力士や年寄の霊を祀る「力塚」が建立された。

2. 蔵前国技館

蔵前国技館はGHQにより旧両国国技館が接收され、相撲興行が出来なくなった相撲協会は本格的な興行場所を求めて蔵前に1949年(昭和24年)10月23日地鎮祭より建設を開始翌年仮設のまま「蔵前国技館」として開館、正式に完成したのは、1954年(昭和29年)9月18日である(写真1.7)。蔵前国技館は都営地下鉄浅草線蔵前駅から徒歩で約5分の位置にあり、蔵前駅の南改札が大きいのは、当時の混雑を緩和するためと言われている。開館式では、千代乃山と鏡里の両横綱が相撲道の儀式、三段構えを行ったということである。1953年5月場所からテレビ中継放送が始まり、1955年には昭和天皇が初めて国技館で相撲を観戦、以後天覧相撲が国技館で行われることになった。蔵前国技館は「栃若時代」「柏鵬時代」「輪湖時代」の各黄金時代の舞台となり、非常に活気のある時代であった。この時代私はテレビでの観戦が全てで、実際に国技館で観戦することは考えたこともなかった。1984年9月場所をもって閉館、その後解体され、現在その跡地には東京都下水道局の処理施設「蔵前水の館」が建っている(写真1.8)。地下30mの水道施設が見



(写真 1.4)



(写真 1.5)



(写真 1.6)



(写真 1.7)



(写真 1.8)



(写真 1.9)

学可能で、地下へ降りる階段には力士の手形など大相撲に関する展示を見ることが出来る。隅田川に架かる「蔵前橋」は橋全体が稲の籾殻を連想させる黄色に塗装されていて、橋の高欄には力士などのレリーフが施されている（写真1.9）。

3. 現在の両国国技館

現在の両国国技館は1985年（昭和60年）旧両国貨物駅跡地に建設された。地上2階、地下1階でJR総武線両国駅のすぐ北側にある（写真1.10）。1月9日に落成式が催され、千代の富士と北の湖の両横綱による三段構えが披露されたとのことである。その1月場所で千代の富士が全勝優勝した。私は1991年から通勤途中両国駅で下車して、両国国技館の南側の道を東に進み、右折して細い道路を通過して「京葉道路」に出て、京葉道路を東に歩くことが多かった。私が歩き始めた頃はまだ建設中だったが、1993年3月28日には「江戸東京博物館」が両国国技館のすぐ東側に開館した。毎日両国国技館の横を通るので、大相撲を直に観戦したいと思ったが、しばらくの間観戦チケットの入手は難しいと思っていた。テレビ放送で、マス席でなく椅子席のチケットなら簡単に手に入ることが分かったので、早速国技館の窓口で購入することにした。イス席のA席を購入すると、二階の前の方に座ることが出来る。マス席で観戦する迫力はないが、結構相撲を楽しむことが出来た。正面二階席の左後方には放送用カメラの部屋があった。早い時間帯では、幕下の相撲が多く見ることであり、観客の数も少なく、取り組みのスピードは速いが、ゆっくり観戦することが出来た。十両の取り組みが始まる頃になると、観客の数も徐々に増えて会場の雰囲気も盛り上がった。幕下の相撲が行われている間に、二階の壁面に掲げられている優勝力士の額を見て回った。私が観戦した平成10年から平成13年頃は、現在と違って優勝力士は「貴乃花」、「若乃花」などまだ日本人の力士が多かったと思う。外国人力士では「武蔵丸」や「曙」の優勝額が見られた。両国国技館の2階席の上部の壁面に、正面、向こう正面、東西の4方向に8枚ずつ計32枚「優勝力士の額」が常時掲額されている。東京で開催される度に2枚新しい優勝力士の額が掲げられ、古い2枚の額が取り外され、他の場所で保管されるとのことである（写真1.11）。掲額される額をモノクロ写真に手作業で着色していたのは佐藤寿々江さんという方で、平成25年まで62年間に渡



（写真 1.10）



（写真 1.11）

って手がけられたが、佐藤さんが85歳で引退後はデジタル処理したカラー写真に変わったとのことである。初めて相撲観戦した平成10年の5月場所で若乃花が優勝した時には、両国国技館前で、オープンカーに乗って優勝パレードに出かける「横綱若乃花」を見ることが出来た。東京で勤務する最後の年となる平成13年、1月場所中日の日曜日に、両国国技館での見納めとなるので、私は家内と一緒に相撲観戦した。予期していたわけではなかったが、幸い平成天皇、皇后の天覧日にあたり、向こう正面の2階席から正面2階にある貴賓席の天皇皇后両陛下を拝見することになった。また同じ日に宇宙飛行士の若田さんも相撲観戦に来場されて、観客に紹介されたのも予期せぬことで、強く印象に残っている。この日の相撲で印象に残っているのは、寺尾の激しい突っ張りの澆瀨とした動きとである。また、若乃花や貴乃花の両横綱と横綱武蔵丸を見ることが出来てよかったと思う。当時は四横綱の時代であったが、曙はこの場所では全場所休場となり「横綱曙」を見ることが出来なかったのは残念であった。この場所では、優勝決定戦で貴乃花が武蔵丸を下し14勝1敗で優勝した。しかし、2年後の平成15年に現役引退となった。

4. 東京都慰霊堂

「東京都慰霊堂」は墨田区横綱町公園内にある慰霊施設である（写真1.12）。JR両国駅西口から北方に歩いて約10分の位置にあり、都営地下鉄大江戸線の両国駅からは北に歩いて2分の位置にある。私が「東京都慰霊堂」を訪れたのは、職場の同好会「ウォーキングの会」の行事で立ち寄ったのが最初で、その後も家内と一緒に一度訪れている。慰霊堂の中に入って、周囲の壁面の上部に「徳永柳州」という画家の震災画の額が掲げられていた。東京大空襲による戦争被災の写真も掲げられていて、被災当時の様子に強い衝撃を受けた。



(写真 1.12)



(写真 1.13)

（写真1.13）は慰霊堂内部の写真である。この慰霊施設は1930年（昭和5年）に関東大震災の身元不明の遺骨を納め、死亡者の霊を祀る「震災記念堂」として建設され、1948年（昭和23年）からは東京大空襲の身元不明の遺骨を納め、死亡者の霊を合祀して1951年（昭和26年）現在の姿となったとのことである。震災と戦争の犠牲者16万3000柱を供養し、毎年3月10日と9月1日に大法要が営まれる。横綱町公園は、かつて陸軍被服廠があったが、赤

羽に移転して更地になり、「被服廠跡」と呼ばれていた。関東大震災による被災の概要は下記のようなものであったとのことである。「1923年（大正12年）9月1日、関東大震災が発生した。公園予定地として整備されていた当地は周辺の罹災者の避難場所となり、4万人近い大群衆が場内へ詰めかけた。拡大する火災で周辺が取り囲まれた午後4時頃、火災旋風が発生した。群衆が持ち込んだ家財道具が燃え上がり、旋風に巻き上げられ、この地だけで東京市全体の死亡者の半数以上の3万8000人程度が死亡したとされている。」震災後、死亡者を慰霊し、このような災害が二度と起こらないよう祈念するための慰霊堂を建てることになり、官民協力のもと、広く浄財が求められた。東京震災記念事業協会によって1930年9月に「震災記念堂」として建設され、東京市に寄付された。その後、第二次世界大戦における「東京大空襲」で、再び東京は焦土と化し、関東大震災を超える7万7000人が死亡した。1948年より、各地に仮埋葬された身元不明の遺骨を納骨堂に改葬し、戦災者整葬事業が完了した1951年に「東京都慰霊堂」と改称したとのことである。

5. 清澄庭園

隅田川に近く、京葉道路と交差して南北にはしる清澄通りを南に進むと、千葉県の実徳塩田から兵糧の塩を運ぶため、江戸時代徳川家康の命令で作られたという、隅田川と中川を結び真っ直ぐ東西に流



(写真 1.14)

れる約5kmの運河「小名木川」があり、そのすぐ南に「清澄庭園」がある（写真1.14）。この地には元禄期の豪商「紀伊国屋文左衛門」の屋敷があったとのこと、享保年間（1716年～1736年）には下総関宿藩主・久世大和守の下屋敷となり庭園が築かれていた大名庭園である。1878年（明治11年）には、荒廃していた邸地を三菱財閥創業者の岩崎弥太郎が買い取り庭園の造成に着手し、1880年（明治13年）に竣工した。2代目社長の岩崎弥之助は庭園の泉水に隅田川の水を引き込んで、1891年（明治24年）に「回遊式林泉庭園」として完成させた。1923年（大正12年）に発生した関東大震災で庭園は大きな被害を受けたが、この時図らずも災害時の避難場所としての役割を果たし、多数の人命を救ったとのことである。岩崎家では、公園の持つ防災機能を重視し、3代目社長の岩崎久弥は、当時の東京市に庭園の東側半分（現庭園部分）を公園用地として東京市に寄贈、市はこれを整備して昭和7年7月公開、また西側に隣接する敷地は公園として追加開園した。清

澄庭園でまず目につくのは、広大な池泉で、入口側には大正記念館、対岸には涼亭という日本建築が建ち、西南側には築山が築かれていることである。私がこの庭園を訪れた時大きく印象に残ったのは、岩崎家三代が全国から買い集めたという沈石奇石が至る所に置かれ、庭石の標本園の観を呈していたことである(写真1.15)(写真1.16)(写真1.17)。



(写真1.15)



(写真1.16)



(写真1.17)

6. 芭蕉記念館と芭蕉庵史跡展望庭園

清澄庭園の西北、隅田川の遊歩道沿いに「芭蕉記念館」と分館の「芭蕉庵史跡展望庭園」がある。芭蕉は、1680年(延宝8年)江戸日本橋から深川の草庵に移り住み、この庵を拠点に多くの名句や「奥の細道」などの紀行文を残している。この草庵は門人から送られた芭蕉の株が生い茂ったところから「芭蕉庵」と呼ばれるようになった。江東区は、芭蕉の業績を顕彰するため、1981年(昭和56年)4月19日に「芭蕉記念館」を、1995年(平成7年)4月6日に分館を会館した。芭蕉記念館の庭園には、芭蕉の句碑が3点建っている。その中には有名な「古池や 蛙飛び込む水の音」などがある。「芭蕉庵史跡展望庭園」は隅田川と小名木川に隣接している。庭内には、17時に回転する芭蕉像や芭蕉庵のレリーフがあり、22時までライトアップされていて、隅田川の遊歩道から見ることができる(写真1.18)。庭園からは、モダンで美しいと言われる「清洲橋」を見ることが出来る(写真1.19)。この橋は国の重要文化財にも指定されている。句が詠まれたとされる「五本松」は小名木川の2km上流、隅田川から数えて四つ目の「四つ目通り」にある小名木川橋たもとに「五本松」があったとのことで、橋の欄干に五本松のレリーフが飾られている。芭蕉



(写真 1.18)



(写真 1.19)

の旅のほとんどが「小名木川」から舟に乗って出かけたとのことである。

7. 吉良邸跡（本所松坂町公園）と吉良祭および義士祭

京葉道路から回向院の東の道を南に進むと、両国小学校の少し西側に忠臣蔵で有名な吉良上野介の「吉良邸跡」がある（写真1.20）。現在「吉良邸跡」として残っているのは、約二十九坪で当時の八十六分の一に過ぎない。旧本所松坂町、現在の墨田区両国三丁目に、なまこ壁に囲まれている。元禄十五年十二月十四日、赤穂の四十七士が討ち入りしたところで、屋敷の表門は東側、今の両国小学校に面した方にあり、裏門は西側にあっらしい。現在の「吉良邸跡」は昭和9年地元両国三丁目町会有志が発起人となって、邸内の「吉良公御首級（みしるし）洗い井戸」を中心に土地を購入し、同年三月に東京市に寄付し貴重な旧蹟として維持された。区への移管は昭和二十五年九月ということである。「吉良祭」は主君を守り、犠牲になった20名の吉良上野介の家臣達の供養として、昭和48年より開催されている。「義士祭」は毎年12月14日討ち入りの日に、赤穂浪士47士と吉良家臣20士の両家の供養として、討ち入りの舞台となった吉良邸跡地で、両国連合町主催により、昭和9年から開催されている（写真1.21）。私が勤務していたIPCCの同好会では、「義士祭」の12月14日に、「吉良邸跡」から港区高輪の「泉岳寺」まで「ウォーキングの会」の行事として、かつて討ち入りの後赤穂義士が歩いたと言われている隅田川に架かる「永代橋」を渡り、歩いたことがあった。一方赤穂義士の墓のある港区高輪の泉岳寺でも、毎年「義士祭」と「義士行列」が盛大に行われている。泉岳寺にある義士の墓には、今日でも多くの人の墓参りの姿が見られる。私は二度泉岳寺を訪れたが、赤穂義士記念館で、義士たちの貴重な遺品を見ることが出来た。



（写真1.20）



（写真1.21）

京都の散歩道 (5) 国際日本文化研究センター データベース



今月は、やはり「五山送り火」に関して散歩を試みようと、関連の本をあれこれや調べておりました。しかし、その結果判明したのは、これだけ京都市民のみならず日本中に知れ渡った行事でありながら、その起源、つまりwhenも、whoも、whyもよく分からないとのこと。このため、これ以上調べてみるのは諦めたのですが、文献を調べているうちに、国際日本文化研究センター（日文研）に、興味深いデータベースが公開されていることに、遅ればせながら気付いたので。

<https://www.nichibun.ac.jp/pc1/ja/information/access/>

なお、京大桂キャンパスに向けて京阪京都交通の赤いバス（桂駅西口からは20・20B系統、京都駅前からは21・21A系統）に乗ると、9号線から曲がって山道を登り始める榎原嶋谷（かたぎはらしぎたに）手前で「南極観測隊料理長のお店レストラン“赤おに”・・・花の舞公園前で」とアナウンスのある例の「日文研」です。

特に筆者が関心をもったデータベースを以下に列挙します。

- ・ 平安京都名所図会 <https://db.nichibun.ac.jp/pc1/ja/category/meisyozyue.html>
- 『都名所図会』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/kyoto/c-pg1.html>
- 『拾遺都名所図会』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/kyotosyui/c-pg2.html>
- 『都林泉名勝図会』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/rinsen/c-pg3.html>
- 『花洛名勝図会』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/karaku/c-pg4.html>
- 『花洛細見図』
- 『都名所画譜』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/gafu/c-pg6.html>
- 『京都名所順覧記』
- 『京都名所撮影』 <https://www.nichibun.ac.jp/meisyozyue/satsuei/c-pg8.html>
- ・ 都年中行事画帖 <https://db.nichibun.ac.jp/pc1/ja/category/gyouji.html>
- ・ 吉田初三郎式鳥瞰図データベース <https://iiif.nichibun.ac.jp/YSD/>
- ・ 古写真 <https://db.nichibun.ac.jp/pc1/ja/category/oldp.html>
- ・ 和歌 <https://db.nichibun.ac.jp/pc1/ja/category/waka.html>

なお、

- ・ 艶本資料 <https://db.nichibun.ac.jp/pc1/ja/category/enbon.html> は要申請（汗）

編集人