

三題噺、独り言

— 自分史、夢、イノベーションの起こる町 —



随 筆

長谷川 和 彦*

Three stories - Monolog

- Autobiography, Incident Simulator, City of Innovation -

Key Words : Autobiography, Incident Simulator, City of Innovation

はじめに

早いもので、サンフランシスコにある（正確にはあった、現在は郊外のパークレー）大阪大学の北米拠点の拠点長としての任務を終えて2年が経った。

この随筆というコーナーはたぶん退職した教員に現役当時の思い出や現在の状況、考えていること、あるいは、趣味の世界など思い思いのことを自由に書くことが期待されている、いやいや、やはり、サンフランシスコの話が期待されているのかなと思い、途端に筆が止まってしまった。「すでに大阪大学の人間ではない。余計なことを書いて担当部署や理事などを困らせてはまずい。無難にシリコンバレーやアメリカの大学事情など書いてごまかそう。いやいや、退職したのだから、自由に書いていいのだ。」相反する思いに時間だけが過ぎ締切を過ぎてしまった。「まあ、いいや。」アメリカにおける日本の他大学を含めた海外拠点の実情を知っていただき、その使い方、使われ方を考えるきっかけになれば、と考え直して書き始めたものの、これは理事や総長に直接申し上げるべきことだ。本誌の読者に対しての内容としては中途半端でおもしろくない。もう本誌に投稿することはないであろうから、遺書のつもりで書こう。退職した教員の独り言である。お許しいただきたい。

自分史 I : 錬金術と人工知能

これまで、本誌にどれだけの記事を（順番が回ってきて）書いたのか調べてみた。5本あり、この寄稿が6本目である。二つ目の職場として母校の助手として採用されて2年目に書いたのが「錬金術と人工知能」（生産と技術、若者、37、4、1985年10月）、34歳の時である。ハノイの塔や Ackermann 関数を例に取り再帰呼び出しにより、一種の人工知能っぽいプログラミングができるというような趣旨で、いま思えば、恥ずかしいが、新しい世界を知った一人の研究者が自立しようとした時の記録でもある。

当時は人工知能の第1ブームの時にワークステーションとUNIXの開発や各種の「考えるための」言語が開発された時代である。新しい物好きの私はすぐに飛びつき、その後の研究の方向性を決めることになった。エキスパートシステム、ファジィ理論、ニューラルネットワーク、コンピュータグラフィックス・アニメーション、計算幾何学などありとあらゆる世界にのめり込み、コンピュータサイエンス分野はもとより電気、機械、制御関係の学会などにも怖いもの知らずで乗り込んでいった。1989年にシアトルでファジィ関係の国際会議の第3回が開催されるというので、「今だ」と思い、論文を投稿したところ、採択され、提唱者の Zadeh 先生や日本の主立った先生と親しくさせていただいたり、現在も国際制御連盟 (IFAC) の海事分野の技術委員をさせてもらっているのはこの時の勢いのお陰で、一気に世界の同分野の人たちと知り合うことができた。研究者としてもいちばん勢いのあった時期である。

現在の人工知能は畳み込みニューラルネットワーク（深層学習）によるビックデータ解析が主流だが、当時はエキスパートシステムが主流で、推論エンジンの設計、連想や忘却をどう取り扱うかなど、まだ、インターネットが発達しておらず、学会論文よりは



* Kazuhiko HASEGAWA

1951年9月生まれ
大阪大学大学院 工学研究科 造船学専攻
攻博士前期課程 (1976年)
工学研究科地球総合工学専攻教授、北米
拠点拠点長を経て
現在、大阪大学名誉教授 工学博士
専門/船舶海洋工学、船舶操縦性、船舶
の自動航行システム、海難事故解析など
E-mail : hasegawa@naoe.eng.osaka-u.ac.jp

関連する雑誌の記事をむさぼるように読んで記憶が懐かしい。孫正義さんもこの頃はパソコンオタクで何度か雑誌（たぶんアスキー）に書かれた記事を目にした記憶がある。その後の彼の活躍はご存じの通りである。その意味でも、この記事は、当時のことが走馬灯のように思い出されて懐かしく、たった2ページであるが私が書いた論文を含めた原稿の中で、2番目に気に入っている。記事は『良い意味で人工知能は正に現代の錬金術である。そして、その評価は、何十年後に下されるであろう。その時「人工知能」という術語が「錬金術」のかわりに使われていないことを願ってやまない。』と締めているが、この結論が出るのはもう少し先だろう。

自分史 II：人間の制御能力の同定と最適制御の評価関数

私の博士論文「針路不安定船の許容限界に関する研究」（1982年）は、平たく言うと「人間はいったいどれくらい大型の船を制御できるのか」、「オートパイロットでは、どういう制御がもっともエネルギー効率がいいのか」というものである。当時の背景を少し説明すると、物流のスケールメリットやエネルギー効率、タンカーが主に輸送する原油は備蓄が効く（必要な）物資である（生鮮食料品や工場生産品の場合は早く市場に届け資金を回収する必要がある）ことからその大型化、低速化が進んだ。エジプトによるスエズ運河国有化宣言に端を発したスエズ動乱でスエズ運河が2度にわたり封鎖されたこともこれに拍車をかけた。その後の湾岸戦争に端を発したオイルショックもあり、日本の造船所で相次いで50万トン、100万トンクラスの大型ドックが建造され、そこで大型タンカーが建造された。これまでに建造された最大のタンカーの載貨重量トン（DWTという）は564,763トン、全長（正確にはおよそ水面長）は458.5mであり、マレーシアのペトロナスツインタワービル（451m）に匹敵する。大型のタンカーというのは、真正面から見るとまるで佐渡のたらい舟、どう見ても方向安定性が悪い。それを一人の船長（実務は数人のチーム）の指示でたった一枚の舵を操作して動かすのだから想像するだけで怖ろしい。つまり、たとえば厚さ10mm、幅1m、長さ5mのしなるベニア板の短辺を両手で支え鉛直方向に立てて倒れないようにしながら、100m

歩くようなものである。両手を前後に動かし続けなければいずれ倒れる。しかも時定数が大きい（具体的に言うとステップ状に針路の変更指示を出してからその指示針路の60%に達する時間が数分になることが多い）ので、倒れ始めてから操作したのでは間に合わない。一種の予見制御、フィードフォワード制御が必要である。

前置きが長くなったが、博士論文では、船の操船シミュレータを製作し、さまざまなレベルの不安定船を再現して、人間が制御ループに含まれるいわゆる人間機械系の解析を行い、人間が持つ位相補償能力を同定するというものであった。その結果から、制御できる不安定限界の判断基準を導き出した。この研究を含む我々の研究室の成果がその後、国際連合の下部機関である世界海事機関（IMO）に日本政府の提案として出され、最終的には発展途上国の造船所でも海上公試（完成後、船主立ち会いのもと、各種性能が設計条件に合っているかどうかを確認するための試験）で判定ができるような簡易判断基準として採用され、現在に至っている。

船舶は、長時間運転し続けなければいけない交通手段である。どんなに長距離の航空機でも24時間以上飛び続けるものはない。陸上では24時間365日稼働し続けているプラントはあるが、船は言わばそれ自体が稼働しながら移動するプラントである。人間は短時間であれば優れた制御能力を発揮できるが長時間続けることは困難であるので、早くから（1920年代）オートパイロットが開発された。コンパスと直結して指令針路との偏差をもとに機械仕掛けで舵を取るものであった。現在でも一人乗りの外洋ヨットでは同じ原理のものが使われている。しかし、針路不安定船ではそれだけではうまく制御できないだけでなく、蛇行が徐々に大きくなり最後は制御不能になる。制御分野では折しも、現代制御理論による最適制御理論や適応制御が盛んに研究された頃である。博士論文の後半では、この課題に制御手法の問題ではなく、最適制御理論の最大の問題、評価関数を取り上げた。一般の最適制御理論では制御成績（制御目標からの偏差の自乗平均値）とその制御のために要した制御量（船舶の場合、舵角の自乗平均値）のふたつの物理量の間にある重みをつけて足し合わせ評価関数とする場合が多い。しかし、その重みについては理論的決定法はなく主観的、経験

的に与えられる。私の研究では、流体力学的に求めた船舶の運動方程式をもとにして、船舶が蛇行することによる抵抗増加、舵を操作することによる抵抗増加、さらに蛇行による航行距離の増加を勘案し、総合的に、船舶の運航に必要なエネルギー、すなわち、燃費を理想的に制御された（操作量0で針路偏差も0）状態からの増加量として求め、評価関数として提案した。こうした結果をもとに、寄稿したのが「船舶の省エネルギーとオートパイロット」（生産と技術、研究ノート、36、2、1984年4月）で助手として採用されてから1年目のことである。

自分史 III：船舶の衝突回避を科学する

「船舶の衝突回避を科学する～自動運航システムの応用～」(生産と技術、研究ノート、61、3、2009年9月)は、最初にファジィ理論を用いて船舶の自動衝突回避システムを作成(1987年)してから20年以上経った言わば、研究がある程度成熟してきた頃のものである。この一連のシステムの開発と研究はその後も私がサンフランシスコに赴任するまで続けたが、現在、システムは発明届およびソフトウェア登録(海上交通流シミュレーションプログラム、P第10215-1号)の上、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所との研究連携協定により同研究所へ移管し、同研究所が行う運輸安全調査委員会などの委託事業や自動航行システムへの応用、各種の航路・港湾開発などの際に行われる航行安全性アセスメントのツールとして利用されている。

夢：重大事故シミュレータ

スエズ運河を塞いでしまった巨大コンテナ船の事件(2021年3月)の記憶が新しい。2020年7月にはモーリシャス沖でやはり日本籍の貨物船が座礁し、大量の燃料油が流出するという事件も世界中のメディアで報道されたのでご存じの方も多であろう。実は、2013年6月にはイエメン沖のインド洋で日本籍の大型コンテナ船が真っ二つに折損して沈没するという事件が起っていて、大型船の安全が問われている。船舶の事故・事件に関しては1912年4月に起こったタイタニック号の氷山衝突事件を始め、2014年4月に韓国で修学旅行生を乗せたフェリー・セオル号の転覆・沈没事件を含め、船舶の性

能だけではなく、組織を含むヒューマンエラーが絡んでいることが多い。

船舶の操縦運動を模型実験や実船実験で行い運動方程式の係数を同定し、それを使ってシミュレータや計算機シミュレーションを行い、さらに、自動航行システムの開発で人間の操船判断を含む操作やオートパイロットの機能をプログラム上で再現してきたので、それが船舶の性能の限界なのか、操舵システムなどの故障なのか、あるいは、人間の何らかのミスなのかがある程度推定できる。その経験からセオル号を含め、海事裁判案件で証人や技術証言、意見書の提出を求められる機会が多くあり、幸い、私の関係した案件では、和解や執行猶予を含め、すべて私の依頼主側が勝訴しているのは実に気持ちがいい。

こうした経験から、あるアイデアが浮かんだ。福島第一原子力発電所事件や最近では水虫薬に睡眠導入剤が混入して死亡者が出る事件を含め、めったに起こることはないが起こると被害が大規模になる組織やシステムの欠陥をシステムシミュレーションとロジックプログラミングを組み合わせ、あらゆる事象の独立した組み合わせ、あるいは、従属的発現で再現し、その組織改善に役立てようという**重大事故シミュレータ**の開発である。開発途中でサンフランシスコに赴任することになったので完成はしていないが、誰かが完成してくれるであろう。

自分史 O：船舶工学講座船舶設計学領域

「工学研究科・船舶海洋工学専攻船舶工学講座船舶設計学領域」(生産と技術、研究室紹介、52、1、2000年1月)は私が所属していた領域の紹介記事である。私の恩師でかつ講座(現領域)創設時の教授である故野本謙作教授(船舶操縦性)と2代目教授の浜本剛実名誉教授(船舶復原性)の研究とともに上述したような私の研究を紹介した。現在は、梅田直哉教授(船舶復原性)が引き継いでいる。だいたい大学の先生は個性的な人が多いが、私以外の3名もたいへん個性的でうらやましい限りである。また、全員の研究が世界的に認知されたものであったというのもこの研究室環境が役立ったのかも知れない。さらに、野本先生は定年を前に60歳で世界海事機関(IMO)の傘下の世界海事大学(WMU、マルメ、スウェーデン)の教授として派遣され、発

展途上国で将来の海事政策に携わる人材の教育に貢献されたし、浜本先生は韓国やイギリスとの研究交流の流れを作られ、それを私が引き継ぐきっかけとなったし、私も参加した日本学術振興会 (JSPS) のプログラムでインドネシアの国立研究所での船舶の転覆実験や実海域での波浪計測の指導などに当たられるなど国際的な研究支援にも尽力された。その後、英語特別コースの設置により、他の研究室とともに研究室には多数の留学生が在籍するようになり、多くが博士号を取得して母国などで活躍しているのは大変うれしい限りである。

イノベーションの起こる町

「サンフランシスコ便り - 大阪大学北米拠点報告」(生産と技術、海外交流、70、1、2018年1月)では大阪大学の北米拠点の業務を中心に紹介した。ここでは、退職後でもあるので、本務から外れたことを少し紹介しよう。

赴任中、北米拠点(当時)から徒歩圏にある中華街に設置された慰安婦像(2017~)が火種となり、大阪市がサンフランシスコ市との姉妹都市関係を解消するという話が舞い込んだ。たまたま、北米拠点長はサンフランシスコ・大阪姉妹都市協会(SFOSCA)の幹事メンバーであったことから姉妹都市継続の働きかけを日本にいる関係の方経由で理事、総長にお願いした(反応はご想像にお任せ)。また、SFOSCAのメンバーが大阪市を訪問したときに吉村洋文市長(当時)と直接面談した。こうした努力も空しく、姉妹都市は解消された。大阪市はサンフランシスコ市が締結している姉妹都市の第一号(1957年)であったし、福沢諭吉らに乗せた威臨丸のサンフランシスコ到着100周年を記念して、大阪市が1960年にゴールデンゲートブリッジが見えるリンカーン公園の中に記念碑を寄贈している(写真右上、筆者撮影)。また、向かいの広場にはナチによるユダヤ人虐殺をテーマにしたホロコースト・メモリアル(1984~)もある。さらにこの公園内を散策していると太平洋に向けたチェスター砲台(1902-1943年)跡もあれば、第二次世界大戦で日米の激戦があったガダルカナル島沖で自らも47発の爆撃を受け、多くの乗組員の死者、負傷者を出したサンフランシスコ号の一部も保存されている。威臨丸の碑の向かいにはリージョン・オブ・オナー宮



殿(美術館)があり、玄関前にこの碑を斜めに見る形でロダンの考える人がある。「そんなことで子供の喧嘩みたいなことするな」と言わんばかりににやりとしているようである。

サンフランシスコは、もともとゴールドラッシュによって発展した町。カリフォルニア州の元知事でアメリカ横断鉄道のひとつの所有者であったリーランド・スタンフォードが創設したスタンフォード大学(1891年~)、トランジスタの発明者で、ベル研究所を辞めて1955年に母親の故郷パルアルトでトランジスタ開発のための研究所を作ったウィリアム・ショックレー(1956年ノーベル物理学賞、後にインテルを始めとした半導体メーカーができるきっかけとなり、シリコンバレーという名前が定着した)、同じくパルアルトの実家のガレージから始まったヒューレット・パッカドやアップルを始め、グーグル、Facebook、YouTube、TwitterなどのIT産業、TESRA(は交流電気の発明者でエジソンの会社でも働いていたセルビア出身のニコラ・テスラの名前を取った)、Uber、Salesforceなどなど、ユニークな発想で新しいビジネスモデルが次々と生み出された風土がある。市内では自動運転車のテスト走行やどこでも乗り捨てられるレンタル電動スクーターがほとんど何の規制もなく共存している。サンフランシスコ周辺でイノベーションが起こるのは、サンフランシスコ市から助成金が出るわけでもどこの国のように自治体が誘致してできた工業団地があるわけでもない。市が援助もしない代わりに何の邪魔もしないのが最大の政策、とも言われている。

最後は、話が脱線してしまったが、紙面も尽きたのでまとめよう。最初に出て来た Fuzzy 理論の創設者である Zadeh 先生もカリフォルニア大学バークレー校電気学科の教授であったが、彼自身は「ロシア生まれのアメリカ人で数学をベースとしたイラン人の血を引いた電気技師」と呼んでいた。サンフランシスコは LGBT 発祥の地。国籍も宗教や思想の違いも関係ない。セミナーや学会での質疑応答は質問する方もされる方も真剣、後のパーティーや朝食ミーティングなどあらゆる機会を使って、いろいろな意見や違ったアイデアを受入れ、失敗を共有する

文化 (Fail Cheap) があり、かつ、そうした交流から、次々新しい職場を求めている (アメリカの平均勤続年数は 4.6 年と言われている)。

おわりに

前半は、研究のきっかけや人脈づくり、そして、目を世界に向けるようになった背景を述べた自分史である。道半ばで実現しなかった夢も。最後は、慰安婦問題からイノベーションの起こる町の風土を多少強引に紹介したつもりである。

