



京機短信

KEIKI short letter

No.393 2024.06.04

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 京機短信編集委員会

目次

- ・ 2024年度中部支部総会・講演会・新人歓迎懇親会……藤 智範 (pp.2-3)
- ・ 「井上達雄先生を偲ぶ会」報告……今谷勝次 (p.4)
- ・ series ものづくり出前講義 (5) ウォシュレット開発物語 ～日本トイレの進化～
……中村久志 (pp.5-8)
- ・ series わたしの仕事 (46) 有人宇宙システム株式会社 (JAMSS) ……広瀬貴之 (pp.9-15)
- ・ series 研究最前線 (15) タンパク質分子の引張挙動からゲノムの静水圧動態まで
～力に対する未知なる生体応答を探して～ ……牧功一郎 (pp.16-21)
- ・ 新刊紹介：東近江市 西堀榮三郎記念 探検の殿堂 編 西堀榮三郎の南極・山岳・品質管理
——探検的精神で「未知」を切り拓く……吉田英生 (pp.22-24)
- ・ 高校時代は人間力の醸成の大事な時……宮内 直 (pp.24-32)

今月号では2012年京機会総会の特別講演でご講演いただきました中村久志氏 (S56 / 1981卒) のものづくり出前講義が掲載されています。出前講義では以下の写真に関わる内容もあります。また、出前講義の講師も募集されています。ご一読ください。



◎1914年日本初：「腰掛式水洗便器」

◎1980年「ウォシュレットG」

◎1999年「水の形を変えたウォシュレット」

テレビでは新プロジェクトXが始まりましたが、京機会会員の多くの皆様もご自分のプロジェクトXがお有りかと思います。

ものづくり出前講義や京機短信でご披露いただくのはいかがでしょうか。

2024 年度中部支部総会・講演会・新人歓迎懇親会

中部支部総会幹事 藤 智範 (H15/2003卒)

【総会】

2024 年度の中部支部総会も、昨年に引き続きリアル＋リモートのハイブリッドでの開催となり、総勢 73 名という多くの方々にご参加いただきました。

今年は森 雅彦支部長 (H60/1985 卒) から近藤功一新支部長 (H61/1986 卒) への交代の年にあたり、お二人からこれまでの活動や今後の活動への抱負を語っていただきました。

2024 年度からは「人とつながり、未来への壁を破る 中部支部」をテーマとし、コロナ禍以前にも増して会員同士がつながっていけるよう活動を推進してまいります。

【特別講演会】

今年はジュゴン研究の第一人者 市川光太郎様、キャリアコンサルタントの常光瑞穂様 (H60/1985 卒) のお二人にご講演いただきました。

市川様からは、音によるジュゴンの探索手法から捕まえ方、それらの探索技術を用いた南極地域観測隊での水中生物の研究を、現地での動画を交え紹介いただきました。

常光様からは、働き方が多様化・複雑化するいま、キャリアデザインの進め方をものづくりに例えたフローや、その場でのアンケートを用いて、わかりやすくご説明いただきました。



講演会：市川様



講演会：常光様

【懇親会・新人歓迎会】

リアル開催の懇親会にも、55名と多くの方々にご参加いただきました。

ご講演者のお二人も交えた講演にまつわるクイズは大変盛り上がり、また4月から加わった7名の新社会人にはこれからの抱負を語って頂きました。締めは恒例の「琵琶湖周航の歌」を、今年は石橋基弘さん（H4/1992卒）の音頭のもと全員でアカペラ合唱し、大変盛会となりました。



リアル参加者集合写真



肩を組んで円になり、琵琶湖周航の歌

「井上達雄先生を偲ぶ会」報告

今谷勝次 (S58/1983 卒)

2024年5月11日(日)、ホテルグランヴィア京都にて「井上達雄先生を偲ぶ会」が開催されました。奥様の恭子夫人やご家族にも出席いただき、山田・井上研立ち上げ時から2000年代までの同窓生、さらに研究をとおして井上達雄先生(S38/1963 卒)にお世話になった方々など、総勢59名のご参加がありました。

井上達雄先生は、2023年9月23日に逝去されました。会では井上先生のご業績の紹介、黙祷、献杯の後、ご家族から提供いただいた先生の若い頃のスライドやビデオの上映、さらに研究室OBからの思い出話で往時を懐かしみました。会場には、生前に受けられた瑞宝中綬章や追贈された「正四位」位記のほか、弓道衣を着けられた先生のタペストリー、装束、趣味の絵画が展示され、皆で井上先生の思い出を語り合いました。



series ものづくり出前講義 (5)

ウォシュレット開発物語 ～日本トイレの進化～

「こんな私がなぜ講師に？」

楽しいですよ！！ あなたもやってみませんか！

(前回までの藤川さんからバトンを受けて・・・)

中村久志 (S56 / 1981 卒)



1. ことの始まり

話は、2012年「ウォシュレットG」が機械遺産に認定いただいたところから始まります。その年の京機会総会でウォシュレットの話をする約束を受けてきた先輩会員から、突然の講師指示が筆者におりてきました。急遽、同僚に手伝ってもらいながら準備を行い、京大時計台のホールでお話をいたしました。

大学時代と言えば、夜の西部講堂や百万遍あたりをうろうろしていた筆者にとって、並み居る先生方の前で話をするとはとても想像できず、「どうしよう！何をお話しできるだろう！」と頭が真っ白になった記憶が残っています。

そこで考えたのは、「ウォシュレット」を“機械”として意識しておられる方はほとんどいないのでは？ということでした、発電機や車のエンジンなどとは違い公の場ではなく、私的（それも、もっとも私的）な空間で使う道具としてのみ認識いただいている！と思い定め（それにすがって）「まずはどんなものか見てもらおう！」という切り口で話を組み立てていきました。講演会場にウォシュレット実機を持ち込み、カバーを外して、内部構造をつぶさに確認していただいて（カメラで細部もスクリーンに映し出しました）、これを話の掴みにしました。

- ・ノズルの構造や、水流の出し方
- ・便座の構造や原理

など内部は、ローテクの中にもハイテクも組み合わせて出来上がっている事、先人の努力のたまものであることを話して乗り切った覚えがあります。きっと、ご参加の方々が、筆者の話の内容のはるか先に行くご理解と解釈と想像で受け入れていただいたことと思い、今思い出しても、冷や汗ものです。

2. 高校生に伝える

その後、福岡県立修猷館高校（11月3日を「出前講座の日」として、お医者さん、大学の先生、漫画家さん、市役所の方など多彩な方をボランティア講師として、約50講座を学校挙げて取り組んでいます。前半と後半に分けて各90分、25講座ずつ実施）で2018年から「出前授業」の講義をしています（千々木京機会会長（S54/1979卒）からのお話で参加できました）。対象は1, 2年生で生徒さんは希望の講座を受講します。講座数が多いので、生徒さんを勧誘する文章も、各講師の方が事前に提出します。講師の方は、生徒さんが何人来てくれるのか、ドキドキしながら準備します。また、同じく県立東筑高校でも、2019年、2021年（オンライン）、に実施しました。

◎講義内容について。・・・ここで、時計台での話が役に立ちます！

最初の掴みは、時計台の時と同じです。実機を持ち込み、当初はさらに、展示会で使う、デモンストレーションキットも用いて、ノズルから実際に水が出るのを見てもらいました。生徒さんは、興味津々で、カバーを開けて内部を見てもら



らうと、もう最高潮です！ノズルなどの部品も展示したり、回覧したりしていました。普段目にするウォシュレットに、たくさんのモーターなどが詰め込まれていることを初めて知って、驚いてくれます。

水が出る、デモ機
(水漏れを起こして大変だった時もあり)



ひとつおりの驚きの時間経過後、話の骨子は

① 創業者が渡欧した時に“便器”を持ち帰った話

- ② ウォシュレット1号機を作った先輩の話（プロジェクトX風に・・・）
- ③ 筆者が当事者でもあった“ウォシュレットの危機”を乗り越える話

この3本柱で構成し、特に、

- ・自然界の「原理、原則」を応用していろいろな機能を作り出し、最終的にお客様にとって、使いやすい・使い心地の良い商品に仕上げること・・・今勉強している物理や化学などがその「原理・原則」を理解する基礎となっていく！
- ・新商品を作り上げるときは生みの苦しみが続くこと。苦しみながらも“仲間”とともに作り上げた時の喜び、“お客様の笑顔”に出会った時の喜び・・・これこそが商品開発の醍醐味！！

といったことがうまく伝えられたら・・・と思いつつ、講義を行っています。

※講義に使用するスライドの例

ここでちょっと『原理原則の世界』へ TOTO

■問題1, 200Wが作り出せる37℃のお湯の量は？

(水温0℃のとき) (1W=1j/s)

- ・ 1, 200W=1, 200j/s
- ・ 水の比熱: 4.2j/(g・K)
- ・ 0℃の水を37℃の湯にする・・・ΔT: 37

式: $a \times 4.2 \times 37 = 1,200$

$a \approx 7.7(\text{g/sec}) \rightarrow 7.7\text{cc/sec}$

$\Rightarrow 460\text{cc/min}$

最大でも: 毎分460ccのお湯

3分の1!

*当時の最新ウォシュレットGの最大流量約1,400cc/min

◎例: 「原理原則の世界」を説明するときのスライド

*ちよつと『よこみち・・・』 TOTO

発売した後の『開発者の喜び』とはどんなものでしょうか？

●開発者の喜び

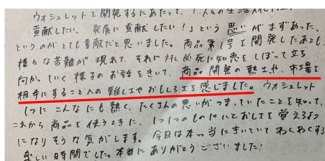
- ・ お客様が使ってくれている！！
 - ・ お客様が喜んでくれている！！
- 「こりゃあいいよ！！」
- ・ 開発者は、原因不明の故障現場には、急行します
- 不具合によるお客様との会話
トイレに2時間雪隠詰め
「本音問答」で嬉しい

◎例: 「開発者の喜び」を話すときのスライド

3. 講義のたびに、大きなお土産がいただけること

出前授業を行って特に強く思うことを3つだけ挙げると

- ① 生徒さんたちと対面でお話ができ、イキイキとした言動や行動に接することができます・・・睡魔と一生懸命戦っている方もいます！
- ② 生徒さんたちの感想に感激！



・・・商品開発の熱さや、市場を相手にする事への難しさや面白さを感じました・・・

◎レポートの一例

筆者自身の拙い授業でも「こんなに感じ取ってくれるんだ！」と感動します。それゆえ改めて、講義内容について一層の責任を感じるようになります。

レポートをいただけた場合、何度も読み返しながら、授業の場面を思い出し、「もっと、ああすればよかった。こうすればよかった。」と、次の機会へ向けて、楽しく思いを巡らすこととなります。

③学校側のご苦勞も並大抵ではないことがわかり、感謝しかありません！

我々の申し出が遅いタイミングであっても、生徒さんにとって良い機会になると判断されたときは、本当に一生懸命、実現に向けて走り回ってくださいます。私共も一過性の取り組みではなく、学校の年間計画に組み入れていただけるよう、早め早めのアプローチと継続的实施を考えていかねばならないと思います。課題も多く、準備も大変な時もありますが、とても楽しい思い出となって、「次回もやっていこう！！」と、思わずにはいられなくなります。

4. 「出前授業」への誘い

筆者の場合は、商品開発の切り口で話をしています。商品を作り上げるまでの泥臭い話や、「原理・原則」の話を、生徒さんたちが、新鮮な気持ちで捉えてくれているのでは・・・と手ごたえを感じることができます。

経験豊富な皆様方。大学生活や研究の話、進路決めの話、社会に出てからの話など様々な切り口で興味深い話を、是非、若い方たち、高校生や高専生へお伝え願えないでしょうか。

現状は、出前先があってもなかなかむやみに広げられない状況です。ご協力いただける方が一人でも二人でも増えると、大変心強く思います。

◆最後に

手探りで始めた「出前授業」講師です。当初は、水漏れ騒動を起こしたり、高校の同窓生を多く同席させて叱られたりと、失敗しながらもなんとかやっています。今では、デモ機も簡便なものを準備し、靴一つでできるようになりました。高校生のレポートを読み返すたびに、今年はどんな自己紹介をしようか・・・など準備段階から楽しめるようになっていきます（去年の山に登った話は結構受けました！）。

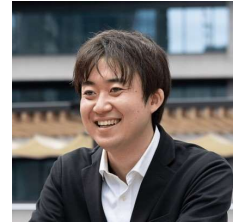
皆様方も、是非この楽しい講師を経験されることを願っています（京機会本部でも募集しています）。私も、体が続く限り継続させていただこうと思っています。

どうぞよろしく願いいたします。

series わたしの仕事 (46)

有人宇宙システム株式会社 (JAMSS)

広瀬貴之 (H27/2015 卒)



1. はじめに

私は榎木哲夫先生の機械システム創成学研究室にて修士・博士課程を過ごし、現在は有人宇宙システム株式会社 (JAMSS:「ジャムス」と読みます) という会社の安全開発・ミッション保証部・先端技術研究センターというチームに所属しています。JAMSSは社名の通り宇宙業界の会社ですが、自己紹介をすると「そんな会社があったのか・・・」という反応を頂く事も多く、もっと知名度を上げていかねばと思っている今日この頃です。このたび光栄なことに、学生の頃より目にしていた「わたしの仕事」シリーズに寄稿する機会を頂きましたので、本稿では会社での仕事のみならず、修士課程からそのまま博士課程に進み、博士号を取って就職した経験についても紹介できればと思います。

2. 会社概要

JAMSSはJAXAのパートナー会社として、国際宇宙ステーション (ISS) の運用や宇宙飛行士の訓練および健康管理、各種宇宙機の安全評価など、日本の有人宇宙活動をあらゆる方面から支えている民間会社です。主な拠点は東京大手町にある本社とJAXAの筑波宇宙センター (TKSC) にある事務所で、そこでは約250名の社員が働いています。私も就職活動が始めるまで詳しくなかったのですが、上記のような有人宇宙活動は民間委託されている部分も多く、一般の方々には「それってJAXAの仕事だと思っていた」と思われている業務も多く含まれます。JAMSSはそのような業務を軸に、現在の有人宇宙活動や今後の宇宙開発への貢献を目指す会社であり、その代表的な業務や部門には次のようなものがあります。

まず社内で一番の大所帯は、ISSの運用管制官が在籍する部門です。各種メディア等で図1のような管制室の写真や映像を見たことがある人も多いと思います。彼らはまさにこの場にて、JAXAや同業他社の管制官の皆さんと24時間365日体制でISSの管制業務にあたっています。



図1 筑波宇宙センター（TKSC）・ISS運用管制室 [1]

（この写真にもJAMSS社員の姿がちらほら）

JAMSSには宇宙飛行士の訓練インストラクタや健康管理要員の在籍する部門も存在します。彼らは主にTKSCにて、ISSの中でも日本の開発したモジュール「きぼう」に搭載された機器の扱いに関する訓練や、微小重力、閉鎖・隔離環境といった過酷な宇宙環境に晒される宇宙飛行士の健康面におけるサポートを行っています。また近年では、十数年ぶりに行われた宇宙飛行士の選抜試験にも携わりました。彼らは有人宇宙活動の中でも、運用管制官以上に「人」に特化した部隊といえます。



図2 宇宙飛行士訓練の様子

このような活動と切っても切れない関係にあるのが、私も所属する安全部門です。JAMSSの安全部門は宇宙機の設計から運用に至るまでの安全評価はもちろんのこと、近年ではそのような経験を経て培った知識や技術の他産業への応用にも取り組んでいます。私の仕事も後者のような、「分野横断的な安全」に対する取り組みです。前置きが少々長くなりましたが、そのような業務も含め、私の主な3つの仕事を次章にてご紹介します。

3. 私の仕事

3.1 仕事1：自動車や船舶など自動運航（運転）システムの安全解析&設計支援

私が業務時間の大半を費やしている仕事は、自動化の導入が推し進められている自動車や船舶などに対して、人と機械（システム）の協調の観点から安全解析や設計支援を行う事です。近年はIT技術の進歩も相まって各種自動化システムも非常に優秀になり、我々も日々のあらゆる面で恩恵を受けています。しかしこのような技術の発展には、一般にシステムの複雑化がつきものです；たとえ機械の側のみどれだけ賢くなったとしても、それを扱う人間が機器の挙動と上手く協調できなければ、システム全体として不適切な挙動に繋がり安全も脅かされてしまいます。よって自動化システムの安全について考える際には、機械の故障や人間のミス（いわゆるヒューマンエラー）の特定・排除のみを独立的に考えるのみでなく、1) 人と機械のインタラクションが特定の状況（Context）下でいかに進行し、2) それが別の状況下ではどのように変貌しうるかという視点に基づく分析が必要となります。もう少し平たく言うと、モノを「どう作るか」のみでなく、それが実際の現場において「どのように使われるか」まで考えることが重要とも言えます。私の業務では、このように人や機械を個々の独立した系として捉えるのではなく、人間—機械系およびその周囲を取り巻く状況まで総体的（Systemic）な視点で捉えた社会・技術システムとして対象の系を考え、既存システムの安全評価や現在開発の進められているシステムの設計支援を各メーカーや機関などとも協力しながら行っています。

1つ具体例を挙げると最近では、船舶運航の自動化を目指す国のプロジェクトに参画し、自動操船システムの概念設計のための分析作業に携わっています。船舶は自動車や航空機などと比べゆっくりとした速さで航行する乗り物であり、衝突回避なども時間的余裕を持って臨めると思われがちですが、大きな船になると質量が他の乗り物の比にならず、旋回や減速にも非常に時間を要するため、多くの船舶が輻輳する海域では、先読みの連続による操船が船長に要求されます。しかし、このような「先読み操船の極意」は、「グレートキャプテン」と呼ばれる熟練者の方々でさえ、自身の普段遂行しているタスクにも関わらず体系的に説明するのが難しく、したがって同タスクを自動化システムに落とし込むのも困難な状況にあります。また、これに関して昨今は機械学習を用いた各種物標の検知や航行経路のプランニングなども試みられていますが、その取り組みも難航している

様子です。このような課題に対し我々は、グレートキャプテンと呼ばれる方々が普段何を考え、彼らの口から断片的に語られる要素がどのように連動することで上記のような操船が実現されているのか — すなわち先読み操船の極意をモデルとして表現し明らかにするというアプローチをとりました。詳細は発表資料として公開されたもの[2]があるのでそちらに譲りますが、この一連のインタビューやモデル構築、分析作業により、ニューラルネットワークなど用いずとも、人間の船長を模した操船を実装可能なロジックに落とし込むための知見が得られました。これを踏まえ現在は、あたかも人間の船長が操船しているような操船プログラムを実装する作業にも取り組んでいます。

ここで少々話は逸れますが、実はこの仕事、榎木研究室で取り組んでいた研究のほぼ延長みたいな内容になっています。私の修士・博士での研究テーマは、オートパイロットを用いた旅客機の操縦や車の自動運転、製鉄所のオペレーションなどを題材に、まさに上記のような社会・技術システムの構造や特徴、挙動などをモデルとして表現し、そのレジリエンス — すなわちあらゆる環境の変動の中で同システムが生き延びていくことのできる能力¹ がいかに発揮されるかを明らかにすることでした。特にレジリエンスという用語は近年の災害なども相まって多くの場面で聞かれるようになりましたが、これをいかに発揮するかは、システムや組織、ひいては社会の安全を考える上で非常に重要な概念であり、社会人になってからも一貫してこのテーマに取り組んでいることになります。

¹レジリエンスという用語は固体力学の「変形したものが元に戻る」や「弾性力」といった意味合いに端を発し、それが転じて心理学の「逆境やストレスを乗り越え立ち直る力」や「回復力」といった意味でも使われるようになりましたが、ここではC.S. Holling [3] の提唱した「生態系における生物の種があらゆる外敵や環境からの外乱を受けるも、自身の状態を環境に適応（≒進化？）させつつ生き延びていく能力」といった意味で用いています。またErik Hollnagel という学者が上記「生態系のレジリエンス」の考えを安全工学に拡張したレジリエンスエンジニアリング [4] という領域もあり、私の研究の基盤でもあります。

3.2 仕事2：HTV-X運用管制官

前節に紹介した業務と並行して、私は宇宙機の管制官業務にも携わっています。管制するのは HTV-X と呼ばれる機体で、過去9度にわたりISSへと物資や実験器具などを運び届けた輸送機 H-II Transfer Vehicle (HTV；通称「こうのとり」) の後継機となります。主な仕事は種子島宇宙センターから打ち上げられ宇宙空間で

ロケットから分離した機体をISSとのドッキングまで導き、ISSへの補給後は離脱から地球への再突入までを地球から支援することです。地上ではこの間、機体から送られてくるテレメトリの監視やアメリカ・ヒューストンよりISSを管制しているNASAメンバとの調整、イレギュラーが起きた際の各種対応に追われることとなります。HTV-X初号機の打ち上げ時期は2024年春時点でまだ正確に決まっておらず、私自身も訓練中の身ゆえ実体験はじめこのような場に適した「オモロイ話」を語るにはネタ不足ですが、また近い将来報告できるよう頑張っています。

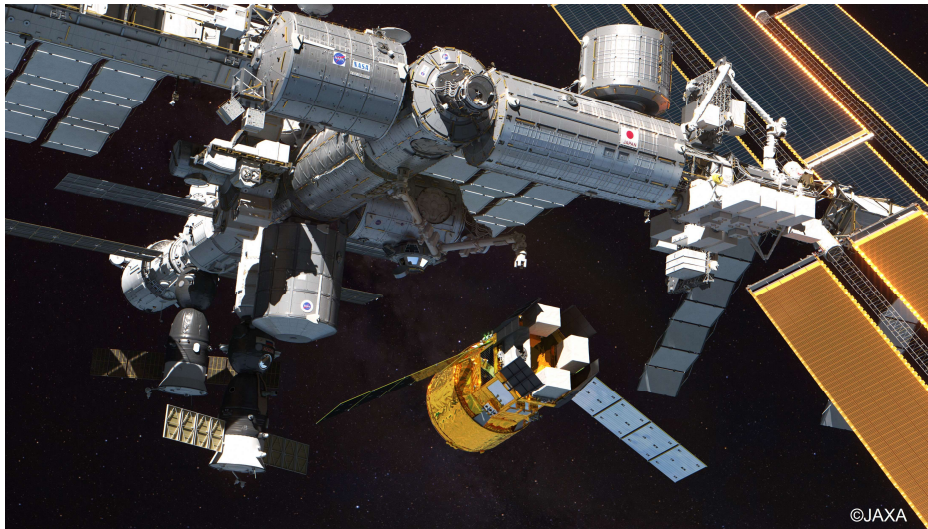


図3 ドッキングのためISSへ向かうHTV-Xのイメージ図 [5]

3.3 仕事3：各種研究・学会活動

1つ目の仕事を紹介した際にも述べましたが、現在の仕事は私の学生時代の研究と密接に関わっています。その関係もあり(?)、会社ではここまで紹介したような仕事をこなす傍ら、各種研究や学会活動のための時間も業務として確保されています。特に博士号を取得してからは学生の頃と異なり、論文執筆や学会発表のみならず、学会の委員やジャーナルの査読に携わる機会も増え、活動の幅がどんどん広がっているように感じます。特に2023年夏には日本で約40年ぶりの開催となったIFAC World Congress 2023という学会の委員も務め、主に市民フォーラムと銘打った、元宇宙飛行士の方の特別講演や、弊社所属の宇宙飛行士インストラクタ全面協力のもと、宇宙飛行士選抜試験の課題をアレンジしたテーブルゲームの体験イベントの運営に携わり、多くの貴重な経験をさせていただきました。民間企業であるがゆえに研究と商売の兼ね合いについて悩むことも多いですが、こちら常にもバランスを意識し日々の仕事に励んでいます。



(a) 元宇宙飛行士の方による特別講演会

(b) 宇宙飛行士体験ゲーム：
学会関係者のみならず小中学生はじめ多く
の方に楽しんで頂きました

図 4 IFAC World Congress 2023 市民フォーラム@パシフィコ横浜の様子

4. おわりに

以上が現在私の携わっている主な仕事となります。私は修士課程で周囲がどんどん就職を決めていく中で博士課程への進学を選びました。当時何の迷いも不安もなく博士課程進学を決断したといえは嘘になりますが、それでも研究活動を通じて多くのことを学び、分野や業界のみならず国境も越えて多くの人と出会えた経験を思い返すと、当時の選択は間違っていなかったと思います。現在の勤めているJAMSSも、そのような研究活動の中で現在の上司にあたる技術者たちと出会い、学生時代から定期的にディスカッションを重ねる中で就職を考えるようになった会社です。私は研究活動が単なる知識の探求に留まらず、人と人を繋ぐ活動でもあると考えています。立場的に民間企業で研究者として働くことの意義を問われることも多いですが、このような思いを胸に今後も頑張っていきたいと思えます。

ここまで読んで頂きありがとうございました。また京機会のイベントなどで皆様と直接お会いできるのを楽しみにしています。

参考資料

[1] <https://www.jamss.co.jp/mission/kibou/> (Access: 2024/5/26)

[2] Hirose, T., Nomoto, H., Iino S., Michiura, Y. (2022). Functional Analysis of Safe-

Ship Operations: Envisioning Success Factors of Great Captains, The 14th FRAMily Meeting/Workshop.

<https://functionalresonance.com/framily-meetings/FRAMily2022/Files/Presentations/index.html>

[3] Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. Annual review of ecology and systematics, 4(1), 1-23.

[4] Hollnagel, E. (2017). Safety-II in practice: developing the resilience potentials. Routledge.

[5] <https://humans-in-space.jaxa.jp/htv-x/gallery/cg/index.html#cg2>

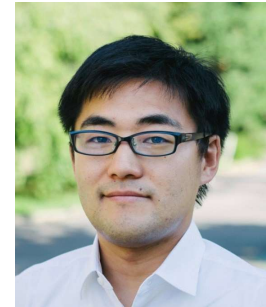
(Access: 2024/5/26)

series 研究最前線 (15)

タンパク質分子の引張挙動からゲノムの静水圧動態まで

～力に対する未知なる生体応答を探して～

牧功一郎 (H24/2012 卒)



「生体が力に応答する分子レベルのメカニズムとは？」

1. はじめに ～生体を力の観点から見つめる面白さ～

京機会短信での研究紹介の機会をいただき、御礼申し上げます。私はこれまで、力学環境への生体の応答・適応の仕組みに興味をもち、研究を進めてきました。例えば、適度な身体運動によって、筋肉は、より大きな出力を出すようになり、骨は、より丈夫になることが経験的に知られております。このような生体組織がもつ機能的な形態（かたち）が胚発生期に形成される上でも、細胞自体が発生させる力の重要性が示唆されております。その他にも、植物の重力方向への屈性などが報告されております。私は、このように生体が力に応答・適応する仕組みの鍵を握る、生体組織を構成する「細胞」「分子（タンパク質・DNA）」に着目し、これらの力学的挙動、および、生化学的反応との連関を探ってきました。

本稿では ① タンパク質分子の引張挙動 と ② ゲノム（全遺伝情報を含むDNA）の静水圧作用下の動態 に関して、近年の研究をご紹介します。

2. タンパク質分子の引張挙動

博士課程（マイクロエンジニアリング専攻）在籍時には、安達泰治先生のもとで、細胞間の接着部位に存在するメカノセンサ分子（力を感じるタンパク質）に着目し、その引張挙動を理解することを目的としました。メカノセンサ分子は、隣接する細胞間の張力発生（綱引き）に寄与し、上皮シートなど、多細胞レベルの局所的な変形を生み出します (Fig. 1)。

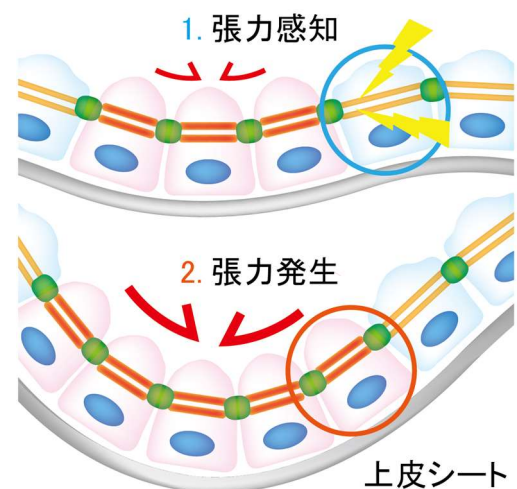


Fig. 1 細胞間の張力発生
フィードバックと多細胞変形

細胞間接着に存在するメカノセンサ分子（ α カテニン）は、細胞間においてアクチンフィラメントとミオシン分子の相互作用により生じる張力のもとで、そのコンフォメーションを変化させ、生化学的因子との結合性を変化させることが知られます (Fig. 2)。このような描像は、細胞生物学的な実験検討によって示されたものでしたが、分子レベルで生じる力のオーダーが不明であり、その立体構造も明らかありませんでした。以上の研究背景から、 α カテニンの分子レベルの引張挙動を解明することを目的とし、

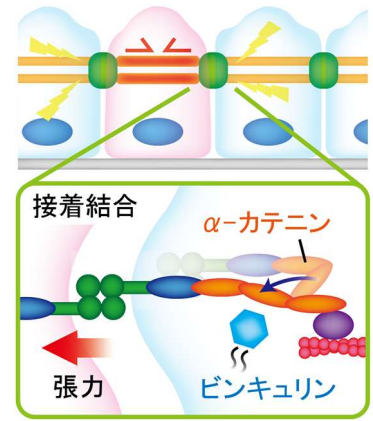


Fig. 2 メカノセンサ分子（ α カテニン）の引張挙動

原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた分子引張試験¹⁻³ (AFM 探針を用いて生体分子に直接張力を負荷し、その引張挙動を解析する実験手法) を行いました (Fig. 3A)。

本研究では、自己阻害構造をとる α カテニンに対して、2種類の方法 (40 nm 伸展させた状態での待ち時間あり・なし) で張力を負荷しました (Fig. 3B)²。その結果、フォースカーブ (Fig. 3C、カー伸び量関係) を取得しました。

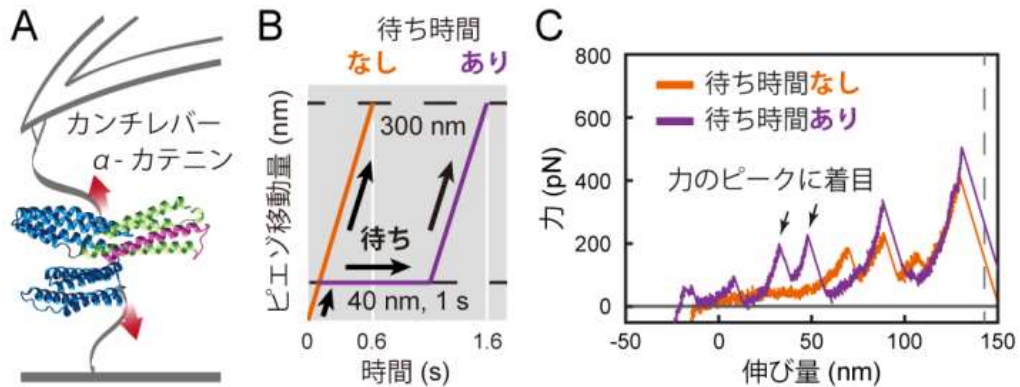


Fig. 3 α カテニンの AFM 引張試験

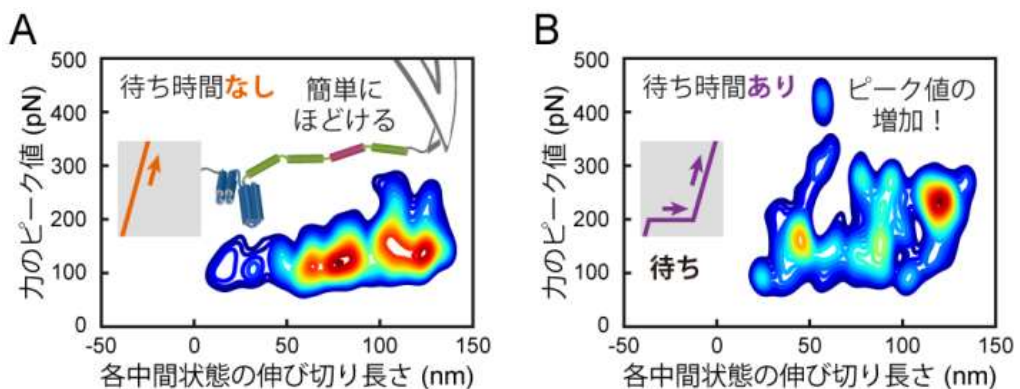


Fig. 4 α カテニンの力学適応的構造変化 (Maki et al., Sci. Rep. 2016 より改変)

フォースカーブにおいて、分子の中間状態の遷移を示す力のピークに着目し、力のピーク値を解析した結果、待ち時間を設けた条件においては、 α カテニンをほどくのに必要な力が増加することが示されました (Fig. 4)。このことから、 α カテニンに張力が作用すると、立体構造が変化し、よりほどけにくい状態でビンキュリンを待ち受ける力学適応的な分子メカニズムが明らかとなりました。

さらに、張力のもとで α カテニンがビンキュリンを誘導する仕組みを探るため、 α カテニンに張力を負荷し、同時に、全反射蛍光照明と呼ばれる分子観察法を用いて生化学的因子を観察する実験を行いました³ (Fig. 5)。その結果、張力作用下の α カテニンがビンキュリンを誘導する瞬間をリアルタイムで捉えることに成功しました。メカノセンサ分子が、力のもとで生化学的因子を誘導する過程を観測した初めての例となりました。

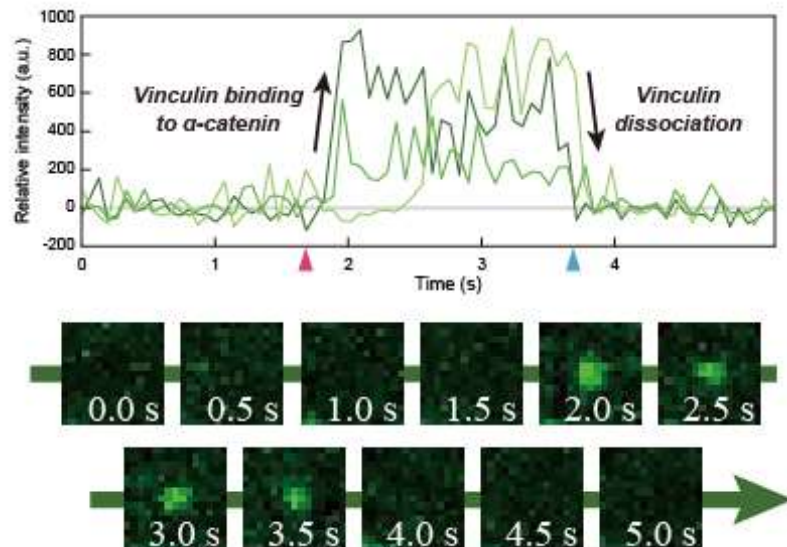


Fig. 5 α カテニンによる生化学的因子の結合
(Maki et al., Sci. Rep. 2018 より改変)

3. ゲノムの静水圧作用下の動態

博士取得後「細胞内でもっとも長い分子鎖の挙動に着目した研究をしよう」と考え、東京大学大学院工学系研究科（牛田多加志先生）とヘルシンキ大学 HiLIFE 研究所（Sara Wickström 先生）において、関節内の静水圧変化に対する軟骨細胞のゲノム（全遺伝情報を含む DNA）の動態に着目して研究を進めました。細胞内では、2 m を超える DNA が「核」とよばれる構造の中に収納されています。

現地で細胞生物学実験を習得し、みずから、細胞を不死化（?!）させるなど、新しい世界に新鮮な驚きをもちながら、研究を進めることができました。

詳細は割愛いたしますが、マウス由来の軟骨細胞に対して 5 MPa のピーク値をもつ周期的な静水圧を負荷した結果、細胞核内における DNA の折り畳み状態、および、遺伝情報の転写（出力）に変化が生じることが示されました⁴ (Fig. 6)。しかしながら、数～数十 MPa の静水圧が DNA およびタンパク質に与える変形は微小であると見積もられることから、静水圧が DNA の折り畳み状態に及ぼすメカニズムは依然不明でした。

そこで、京都大学に助教として着任してからは、生体組織・細胞スケールの力学計測技術を発展させながら^{5,6}、細胞核内でゲノム（DNA）が形成する構造体を分子レベルで特定し、その静水圧作用下の力学動態を理解することを目的としました。特に、一口に DNA といっても、核内の力学・生化学的環境のもとでは、一定のねじれ角を有した二重らせん構造から、ゆるくほどけたり、完全に開裂したり、左巻きに逆ねじりしたりすることが推測されているため、DNA をバックボーンとした分子構造体に関しては、広い研究可能性が広がっていると考えました。

核内の力学・生化学環境において、DNAの一部は二重らせんのねじれ角が小さい DNA（underwound DNA）へと構造変化します。Underwound DNA は、遺伝子転写や複製など、種々の核内反応の制御に寄与することが知られており、ます。細胞核内の Underwound DNA を「その場観察」した結果、核内構造体の1つである核小体（タンパク質を合成する分子機械であるリボソーム、を合成する大元の工場）において、underwound DNA が顕著に発生していることを見出しました⁷ (Fig. 7)。

さらに、核小体の構成タンパク質である nucleophosmin (NPM) が、DNAの軸回転を拘束し、RNA ポリメラーゼ I (RNAPI) を駆動力とした underwound DNA の発生に寄与する機構を示しました (Fig. 8)。Underwound DNA の発生により、遺伝子領域へのさらなる RNAP の結合を介して、協調的な転写、および、間欠的な転写活性化（転写バースト）が駆動されるメカニズムの解明が期待されます。

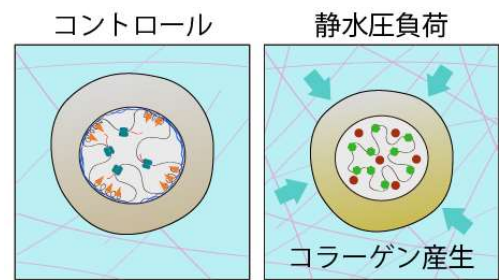


Fig. 6 ゲノムの静水圧応答

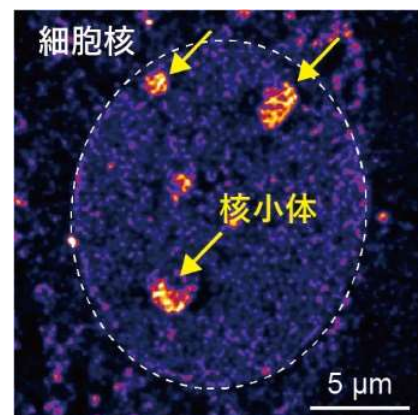


Fig. 7 Underwound DNA の細胞核内におけるその場観察 (Fukute et al., Commun. Biol. 2024 より改変)

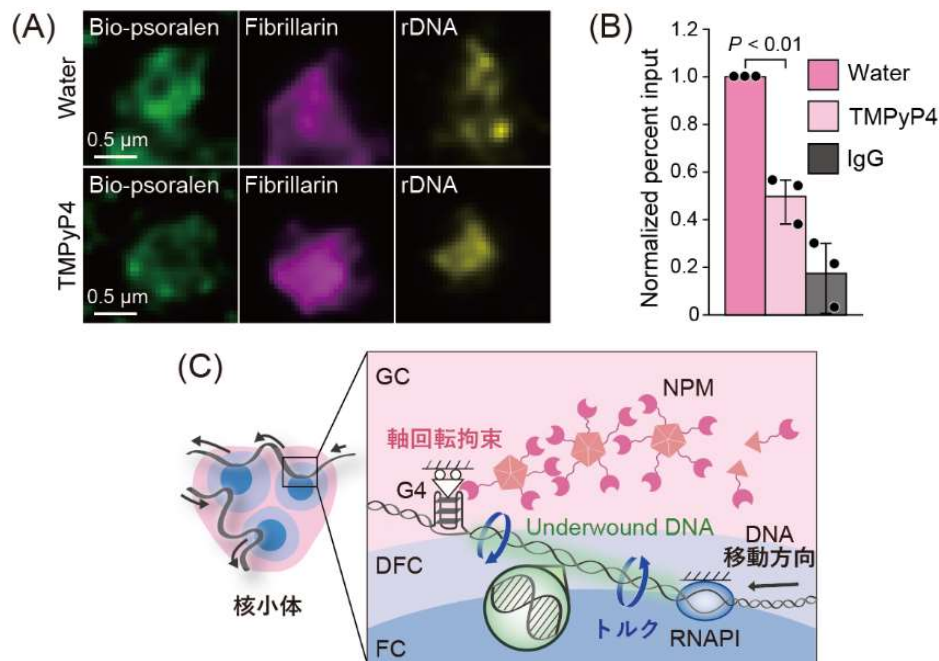


Fig. 8 Underwound DNA の発生メカニズム
(Fukute et al., Commun. Biol. 2024 より改変)

4. まとめ

生体（細胞）による力への応答・適応は、ナノメートルサイズの分子1個から、2 mにもおよぶゲノムの力学的振る舞いを起因として生じます。現在は、静水圧作用下における NPM 分子複合体の安定化を介して、Underwound DNA の発生が導かれるとの仮説を立てて、研究を進めております。NPM などのタンパク質が形成する複合体に静水圧が及ぼす効果について、また、その結果として DNA に生じるナノスケールの構造変化について、新たな装置・解析手法の開発を通じ、核心的機構、そして、力に対する未知なる生体応答に迫ってゆきたいと思えます。

参考文献

- [1] Koichiro Maki, Sung-Woong Han, Taiji Adachi, “ β -catenin as a tension transmitter revealed by AFM nanomechanical testing”, Cellular and Molecular Bioengineering 8, pp.14-21 (2015).
- [2] Koichiro Maki, Sung-Woong Han, Yoshinori Hirano, Shigenobu Yonemura, Toshio Hakoshima, Taiji Adachi, “Mechano-adaptive sensory mechanism of α -catenin under tension”, Scientific Reports 6:24878 (2016).

- [3] Koichiro Maki, Sung-Woong Han, Yoshinori Hirano, Shigenobu Yonemura, Toshio Hakoshima, Taiji Adachi, “Real-time TIRF observation of vinculin recruitment to stretched α -catenin by AFM”, *Scientific Reports* 8:1575 (2018).
- [4] Koichiro Maki, Michele M. Nava, Clémentine Villeneuve, Minki Chang, Katsuko S. Furukawa, Takashi Ushida, Sara A. Wickström, “Hydrostatic pressure prevents chondrocyte differentiation through heterochromatin remodeling”, *Journal of Cell Science* 134:247643 (2021).
- [5] Ryo Ichijo, Koichiro Maki, ..., Taiji Adachi, ..., Fumiko Toyoshima, “Vasculature atrophy causes a stiffened microenvironment that augments epidermal stem cell differentiation in aged skin”, *Nature Aging* 2, pp. 592-600 (2022).
- [6] Tanita Frey, Tomonari Murakami, Koichiro Maki, ..., Taiji Adachi, ..., Yusuke Kishi, “Age-associated reduction of nuclear dynamics in excitatory neurons of visual cortex”, *Aging Cell*, e13925 (2023).
- [7] Jumpei Fukute, Koichiro Maki, Taiji Adachi, “The nucleolar shell provides anchoring sites for DNA untwisting”, *Communications Biology* 7:83 (2024).

Profile

京都大学医生物学研究所生命システム研究部門 バイオメカニクス分野 助教

大学院工学研究科 マイクロエンジニアリング専攻

大学院生命科学研究科 高次生命科学専攻

大学院医学研究科 医学・医科学専攻

1989年、京都市左京区に生まれる。2008年、洛星高校を卒業する。2012年、京都大学工学部物理工学科を卒業する。2017年に工学研究科博士後期課程を修了し、博士号を取得する。2017年より、日本学術振興会特別研究員PDとして東京大学およびヘルシンキ大学で研究を進める。2019年から現職。

研究室HP: <https://www2.infront.kyoto-u.ac.jp/bf05/>

Researchmap : <https://researchmap.jp/koichiro-maki>

新刊紹介

漫画で解説

西堀榮三郎の南極・山岳・品質管理——探検的精神で「未知」を切り拓く

東近江市 西堀榮三郎記念 探検の殿堂 編 2024年3月発行 ¥1800+税

サンライズ出版 <https://www.sunrise-pub.co.jp/isbn978-4-88325-816-1/>

西堀榮三郎×東近江市湖東町×殿堂スタッフ——三つの情熱の賜

吉田英生（S53/1978卒）



京都大学が誇る西堀榮三郎（1903-1989）の生誕120周年記念として、願ってもない本が出ました。西堀家の出身地、東近江市「西堀榮三郎記念 探検の殿堂（以下、殿堂）」のスタッフにより編集された本書は「ハヶ岳のような人」と呼ばれた西堀の全体像を詳細かつビジュアルに描いています。西堀が紙面から現れて読者に語りかけ、そのスピリットが伝わってくるような出色の一冊ですが、この本は一朝にして生まれたのではなく、実に半世紀を越える関係者の情熱の賜であることに気がきました。

タイトルに追記した「三つの情熱」の一つ目、西堀榮三郎については拙稿（京機短信376号 <http://www.wattandedison.com/lmanishi-Nishibori.pdf>）でも紹介しましたので、ここでは二つ目、東近江市湖東町から。殿堂は、JRびわこ線（東海道本線）近江八幡で近江鉄道に乗り換え、6駅目の八日市で下車し、さらに北東方向に数キロ——車なしにはアクセスも不便な田んぼと溜め池に接する田園にあり

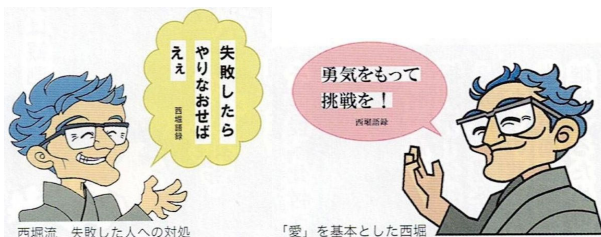


ます。失礼ながらそんな田舎に、立派な白亜の殿堂が1994年に実現したのは、湖東町長 西堀茂平氏（1929-2013：在職期間は3期1983-1995、たまたま榮三郎と同姓）が1960年代、榮三郎の魅力に圧倒されてぜひとも！と情熱をもって先頭に立ち、地元の人たちも一丸となって推進した素晴らしいプロジェクトの結果でした（参考：滋賀県湖東町建町40周年記念



「注文の多い田園風景——多くの夢と希望に育まれた日本一の田園風景」1994）。

そして三つ目、そのような町だからこそ志に満ちた人たちが集まって存分に活躍できた——気鋭の殿堂スタッフ——市の学芸員 館長の角川(すみかわ)咲江さん、小林亜美さん、田中一美さんのお三方が、西堀榮三郎への限りない敬愛とともに情熱を注いで編集した結晶が本書なのです。マンガ（+イラスト）は小林さんの創作で本書全223ページ中の83ページ。貴重な写真の数々、元南極観測越冬隊員／長男の西堀岳夫氏／品質管理の大家 唐津一氏などへのインタビューや講演も含め、全編に西堀の貴重な情報が満載です。3部からなる全体の構成（次ページに掲載した目次参照）から、一文一文、一画一画の細部まで、どの部分を見てもとことん考え抜かれていることに感銘を受けます。



「西堀隊長のリーダーとしての器量」p.34 「ヘビに睨まれたカエル？ 大親分！今西錦司」p.172

今年4月で没後35年となった西堀榮三郎は、若い世代にはあまり知られていないように思いますし、関連書のほとんどは図書館や古書でしか接することができません。世界は混迷を極め、わが国は何かと落ち目で元気にかける今日、京都大学が輩出した偉大な西堀榮三郎を理解し、「とにかく、やってみなはれ」のスピリットに触れ、勇気をもって前に進む重要性は申すまでもありません。京機会のみなさまも「とにかく、読んでみなはれ」。

湊 長博 京大総長、この本を殿堂のパンフレットとともに、来年から新入生全員に配布してはいかがでしょうか！

はじめに	8
プロローグ 西堀の「探検的精神」と「技術」と「愛」を育てた家族	
第1章 南極 少年時代の夢が叶う	
『漫画』南極への夢を持つ	14
初代南極観測隊隊長・西堀栄三郎	15
『漫画』白瀬轟	17
インタビュー 西堀栄三郎はなぜ南極観測隊隊長に選ばれたのか	20
『漫画』失敗してもやりなおせばいい	30
西堀隊長のリーダーとしての器量	34
報告 第一次隊の観測装置を復元してみた	38
↑ナメコ博士(アリ)を挿入!	
写真で見ると第一回南極観測	44
南極基地の今昔	55
第2章 山岳 フォロワーとしての能力を高める	
フォロワー 西堀栄三郎	58
リーダー 今西錦司	60
『漫画』愛用のピッケル	62
『漫画』めざせ北山! 山城(〇)山 青葉のころ	63
『漫画』登山の歴史と山の道具 三種の神器	75
西堀栄三郎の交渉術	83
『漫画』西堀栄三郎 ネパール編	88
インタビュー 父・西堀栄三郎と伯父・今西錦司	94
西堀岳夫	
第3章 品質管理 社会や人の役に立つ	
『漫画』役に立つ人間になれ	102
品質は作る人間の込めた魂	104
『漫画』栄三郎チヨチヨ 80歳からの挑戦	108
インタビュー 器用で穏やかな性格の父	112
『漫画』木造ヨット・ヤルン・カン	116
『漫画』持つべきものは友	117
科学と技術	117
『漫画』技術と人の心 (丹後の娘たち)	122
技術と人の心	123
『漫画』アイデアとその実現	126
基地とドラム缶をパイプでつなぐ	128
『漫画』西堀家の家系類	131
インタビュー 西堀栄三郎の統計的品質管理	132
講演 「良くて安」MADE IN JAPANの父・西堀栄三郎	136
どうする西堀 あたなのうまさ	142
『漫画』北陸ミサワホーム × 西堀 愛	159
植 広計	
唐澤 一	
外伝	
『漫画』大親分! 今西錦司	170
『漫画』悩める若人 大学進学について大激論!	173
『漫画』今西錦司流・人材育成術 とにかく現地に放り込め!!	181
山岳スキー術派論	182
伊吹山住みの日記	183
『漫画』スキー × 伊吹山 × 中山再次郎 × 西堀栄三郎	188
西堀かるた	200
関西キヤノン研究会	
おわりに	
西堀栄三郎年譜	
参考・引用文献	
お世話になった方々・施設 スタッフ	

追記：京機短信376号の拙稿では、京大の大先輩として敬意と親しみを込めて「西堀先生」と表現しましたが、ここでは殿堂スタッフによる新刊の紹介ということもあり、歴史上の人物として敬称なしで表現しました。

高校時代は人間力の醸成の大事な時

宮内 直 (S53/1978 卒)

1. はじめに

大学受験は選別のための選別、更に受験勉強は単なる合格手段に墮し、好奇心・感受性の高い中・高校生の中に自我と共に形成すべき人間力と好奇心や感受性、また科学的思考力の形成も阻害と思う。詰込教育は受験の短期決戦には向くが、大学・社会で伸び代0の無機的人間を作ろう。私立高校の偏差値対策、特進学級が多様性に相反も自明。国公立大合格者数は多様性の大きな1指標とも思う(後述の母校は私の卒業年、1974年に全国1位)。

日本企業は高い生産技術と開発力、事業力でリーマンショック以降の急変し厳しい事業環境や国際競争も売上増で凌いだが、今後も物作り等の自らの強み・存立基盤を基にIT技術も適宜、活用し後述の水素社会等の新領域へ展開しよう。ク

ボタ時代のリクルート担当の際、人事部門は世界中の顧客とも渡合える人間力を持つ地方公立名門高校出身者を重視（所謂、高校学歴重視[1]）。一方、中高一貫校生には私も温室育ちのひ弱さを感じた。また組織は発足後、急速に陳腐化とよく言われるが、更に競争と責任、信賞必罰の無い組織は成員を無能にする。パウハラを恐れ部下を指導・育成しない上司は責任放棄。組織の長は確信と熱意、律儀とその裏付けの実務能力と経験、知識、金集め力、社内人脈（製品開発の際は営業キーマンと多方面で共闘）。成員には業務分担による全員参画・当事者意識と達成感。成員が神輿ぶら下がりや様子見、仲良クラブでは組織は動かず、その責務の成果は出ず解散となる。また性能未達の試作品は開発期限も迫る中、極めて冷酷な現実だが、頭も体も使ったアナログな汗かき仕事のみで答え、机上や仮想空間内の事後評論的空論には決して答えない。これらも私の実感・経験則である。

大学4年間は人生のほんの一瞬。特に逆境バネを持ち積極的に社会に活力を与える若者等の人生100年の自助・生計も含め、大阪府等の高校の授業料無償化また有望学生への給付型奨学金は日本の未来への大きな投資と思う。ポンプ業界の大先輩の言「昭和の国立大学の安い授業料の恩恵を受けた者は社会へ還元を」には全く同感だが、彼らも将来、社会還元をしよう。よって本施策は負担先送り解消の財政再建や人口減対策より、喫緊の即効性と共に持続性も高いと思う。地方公立名門高校は日本の屋台骨を背負う人材を集め芋洗いの環境の擬似社会体験をさせ人間力を醸成、よって飛び級は不要も私の実感。そこで私の高校時代を以下に紹介する。昨年11月の京機短信に投稿の「IT・デジタル化と企業の生産性向上につき思う事」[2]は京大同期や業界の友人達に好評だったが、本投稿の読後感を私のEメール（miya-uchi@gaia.eonet.ne.jp）に頂きたいです。

また全392号の検索・取得がURL（<https://keikikai.jp/publications/tanshin/>）から容易な京機短信は、日本有数の大学関連の情報媒体です（投稿規定の京大らしい緩さも良い）。京大機械OBの懇親と共に情報発信・共有の有意義な場なので、企業OBも奮って投稿すべきです。私の同期にも自動車業界の有名人が多数おり、年間売上が数～数10兆円の高価格・大量製品の開発や事業の、厳しくも豊かな経験・成功体験は非常に貴重。社会に出る学生諸氏の大いなる道標また勇気になると思います。

2. 私の高校時代

地方公立名門高校の卒業生は人間力と好奇心・地頭が強く伸び代が大。率直で元気で挑戦的、ストレス・逆境に強く、様々の境遇の仕事相手の懐へ初対面でも飛込む。また地方の親達は「子供は何とか国立大学へ」と懸命に働き、子供もその感謝で社会に出て勤勉なので企業に人気[1]。地方創生が最近よく話題になるが、明治の急速な近代化から戦後復興・高度成長は、江戸時代の全 264 藩（領邦）が殖産興業で作った社会インフラと経済力（文化拠点の城下町の産業や交通網、教育機関等）と、これらにより輩出した多彩な地方人材が背負った事は周知。また 2002 年に Darmstadt 工科大の Stoffel 教授（元 KSB）を訪問後、ルイ 14 世の侵略で廃墟と化した Heidelberg 城に登り、韓国の自動車技術者と知合い遅い昼食。端麗な果実味の Pfalz ワインの酔い醒しに見やる街の既視感は、松山城から見渡す 360° 箱庭の城下町だった。日独は領邦国家でほぼ同時期、19 世紀半ばに近代国家になったが、地方の多様な風土・文化も多彩な人材を産むと思う。

斜陽の気配もある日本の発展の持続には、地方のこの活力と人材が今後も絶対に必要。母校の愛媛県立松山東高校（以下、東高）の運動会また京大の大学祭（同期会は毎年、同日に百万遍で開催）に行くと、学生達は今も人間力豊かで一安心。また京大同期は今だ人間力の塊、引退後も技術コンサルや自営業、社会の各所で活躍中。忙しい事もありゲンキンだが専門外で困った時等は連絡し合い、お互いの頼り甲斐と律儀さ、信頼・連帯を確認しあう。

伊予（愛媛）は瀬戸内で最長の海岸線また石鎚山系の特産（塩や海産物、蠟、砥石等）や絹織物等の手工業品、更に瀬戸内海の水運（馬より大量輸送）で豊かな熟国のため、国司は播磨と共に平安貴族に最も人気。更に源氏も始祖の満仲・頼光父子以来、伊予守になり大きな基盤とした。江戸時代も国造以来 1000 年の名族・河野の宗家断絶で、伊予は 8 藩に細分割されたが、各城下に連歌や俳句、算額、芝居、能等の文化。儒学は大洲藩は中江藤樹以来、蘭学も南予の二宮敬作や三瀬諸淵、武田成章等。私塾・寺子屋も鷺野南村（大阪 2 大私塾・梅花社の塾頭で頼山陽と親交）の橙黄園等、農村部を含め各地で盛ん。

愛媛の県立高校はこれら文化を継承し 3 人のノーベル賞受賞者、大洲高の中村修二や三島高の真鍋淑郎、東高の大江健三郎を輩出（愛媛人の伊予水軍以来の海洋民の特質か、内 2 人は日本国籍を放棄）。愛媛県は東・中・南予の 3 地域に別れ各々、城下町や中心都市（四国中央・新居浜・西条・今治と松山、大洲・八幡

浜・西予・宇和島）と特色・競争力のある産業（工業や農林水産業、観光業）を持つが、上記3人の出身はこの3地域に分散。この地方力は今も人材を育てており、真鍋博士の2021年の受賞の当日、憧れの目を輝かす後輩達を見て、人材輩出主体である地方公立名門高校は今も健在と思ひ、頼もしくも嬉しかった。

藩校が前身の東高はその典型だが、人材輩出の旧制中学以来の教養主義また自立心醸成の放任。また男子学生が多く、新米教員の漱石と渡り合っただけで以来のバンカラ。4グループ対抗（青龍、紫雲、紅樹、黒潮）の学校行事も多く、秋は全国的に有名な運動会、冬は予餞会等。夏のボートレースの選手に選ばれ、梅津寺の艇庫には渋々顔の遅参。既に野球部等の4人がこの『青春の一大事』に全身全霊、熊の様に猛る力比べの真っ最中（同級生550人の中に埋没せぬ様、何でも良いから目立つ）。私は全員の冷視を浴び「コックスでもやれ」となったが、リズム感0の掛声にオールが全く揃わず、薄ら寒い曇天下の半日練習は非難の嵐。どうなる事かの本番は気合で紅樹艇と大接戦、掛声「キャッチ・ロー」のピッチを上げ鼻差の大逆転。私を厄介者扱いの猛者達も一転の大感謝、全員で小躍りしボートは転覆寸前。堀江浜への凱旋は真夏の真青な空と海、真白な入道雲は西日本1の山、石鎚山より遥かに高く、次第に近づく大歓声と笑顔の観衆も心地良。

運動会[3]はまずリヤカーを引き城山を一周し商店街や銭湯の段ボール集め。櫓建ては運動場の堅い地面に多数、直径100mm深さ1mの穴掘り。夜半の炊出は家庭科室で作った餡入握り飯。また若気の至りも余韻の深夜0時過ぎ、教員の見回りと聞き理科室の床下に潜込むと蜘蛛の巣だらけだが眠り呆け、秋雨の頬打つ飛沫に目が覚めた。当日は『松山や天より高き天守閣』の盛秋の日本晴。白馬が引くローマの戦車の壁画（W12×H3m）は、友人の驚愕の画才。野外劇は「チンギス汗になった義経」。馬も乗せ日本海を渡る大フェリーの舳先には義経。兜の鍬形は真青に澄みきった広空の下、西陽にキラキラ黄金色に輝く。ケレイトやメルキトを次々と破り西夏へ。突如、高塔に現れた王女が飛降り（勿論、体操部が代役）井上靖の名作、敦煌を想起し演出監督の才気に驚嘆。東高は多士済々だった。

予餞会（3年生の受験の壮行会）の演出も巧み、パネル等の大道具は体育館の壇上に所狭しと並ぶ。光源氏はタイムマシンの故障で現代に不時着。家司の伊予介に聞いた都でも評判の賑わい、伊予の湯桁の道後温泉で時空を超えた長旅をいやす。更にヘルメットに角棒のゲヴァルト女子3人に襲われ右袖へ。彼女達は左袖へ悠然と去るが直後、右袖から光源氏を追い再登場。更に二番町の飲屋街での

大乱闘に巻き込まれ、時間を止め平安時代へ帰還。投光器の七色光が回転する中、手足を挙げ静止の群衆へ場内から大歓声。また浦島太郎では、生活指導教員に似た丸眼鏡の門番が竜宮城の前に仁王立ちで観衆は騒めく。更に「帽章ないし校章ない。上履き履いてどこへ行く」の一言で大爆笑だが、小学校からずっと優等生の女子達は渋い顔。若気の至りの一部学生は昼休み、校門前のたこ焼店へ上履きのまま行っていた。



運動会（全国的に有名）[3]



松山城と満開の桜 [4]

私は野心満々で尖った目立ちたがり屋の5人組の一員。花見は城山[4]の広大な本丸（平山城では日本最高所の空中庭園）の満開の桜並木へ。東雲口に補導員との情報に急遽、照葉樹が密生する北側から登るが絶壁で断念。日本3大連立平山城の堅固さを実感し結局、東雲口へ。若気の至りで頬染め降りると、観光客が笑い「城下町の高校生は良いな」。

放課後は一泳ぎ後、海パン一丁でハンドボールに場外乱入しボディタッチの空中戦。左利きを生かし左ライン際をドリブル突破しシュート。11月半ばの夕暮、南国でも肌寒いプールに唯1人、受験日も近づき心細くなった。また明屋書店で暇任せの立読中、友人達の『青春の一大事』大喫茶店内の自転車通過やラーメン3杯の10分で完食無料等の立会人に呼ばれ行った。

剣道は剣勢が上達せず中学で止めた。ただ間合や目付（相手の目線や動き）、弱者の返し技（払い小手等）、更に試合に出る度に黒胴を相手に『1対1の格闘技は実力が即、結果』も身に染みて習得。社会に出ての相手との駆引・見切りや仕かけに役立った。ラグビーの授業ではゴール前、相手の目線で右パスを読みインターセプト。中学校継走駅伝の第1走者6位の走力で「県大会で70m独走トライ」と新聞に載ったラグビー部ウイングを振切ったが、次第に遠ざかる荒い息は今も鮮明。弟が生徒会長立候補の際は、3グループ長の全面支援を取付けた。

3. おわりに

以上の様な芋洗いな東高生活の勢いで、卒業文集には強い思いと気合で退路を断つ合格宣言「旅行の時、宿の世話を頼む。合格者へ」。私の人生訓は『準備は万端、本番は気合と樂觀』また前向きで一生懸命の人は『幸運の女神が誰にでも微笑む僅かの機会』を必ず発見。また今は大昔の、若さゆえの馬鹿々々しくもひた向きの人間力の切磋琢磨^N（N；大数）は、社会に出て大きな財産になった。

また人間力醸成には重過ぎる受験負荷を改善す可し。英語は文法は簡単だが（屈折語に特有の無法則で煩瑣な名詞の格変化や動詞活用が単純化）、母音に[æ]等の異音が多く、綴りと発音の不一致も煩雑。日本語の濁音や拗音等が少なく綺麗な音韻組織への[ɜ]や[]等の異音の侵入も困る。更に専門英語（工業や契約等）は日常会話と全く別物。海外技術部は中東の大型プラント受注の際、欧コンサル会社が作成の膨大な英文契約書を数ヶ月かけ精査（法律用語の解釈の違いは違約金等の重大問題になる）。よって専門英語は目的に応じ大学や企業で習得す可し。その結果、英語の負荷は中学英語程度に下がり、中国やインド以上に理科教育を充実できよう。

日本語の文字定着は早く、ローマ以外の欧が森・原野の頃。この1500年間、音韻や語彙・文法の変化が小さく整合・合理性が大（欧諸語は発音容易化のための音韻変化が文法を侵食・摩耗）。現代人もその意味や抒情が理解でき素晴らしい。また和漢混交文は平家物語の冒頭の名文の様に和文の豊かな抒情・柔軟性の上に、漢字・漢詩の凝縮・象徴性も持とう。また日本人が漢字の一部を用い音節文字の仮名を作った事は、動詞と助動詞（補助動詞）の活用等の膠着語特有の文法の規制・合理化によると思う。また現代文の敬語や構文・統語の冗長さに対し、古文は簡潔で文法は物理学的法則性が強いので、物理と世界史と共に面白く京大合格の得点源となった。貝塚茂樹や今西錦司等の京都学派が主に執筆し豊かで広く深い視点と洞察の名著、世界の歴史・全24巻（河出文庫）のアジアと中東は中学時代に読破。アッシュールバニパルやネブカドネザル等のセム系の王名（共に神の祝福や加護の意。西ユーラシア的な王権神授）の多音節・多子音の耳慣れない響きも知的好奇心を刺激し高校の世界史はその復習。また歴史は連続体力学に良く似ており、そこにアナロジ（波・振動や拡散流束は勿論、特異点や応力集中、時効、等々）[5]を感じた。

国語は勿論、意志疎通だけでなく文章の読解・作成力や論理力（帰国子女の漢

字・日本語力よって思考力の弱さは、よく話題に)、更に感性また日本文化継承の上で必須と思う。万葉集は日本の文化・美意識の原点また当時の豊穡な口承文学を今に伝えるが、磐之媛や額田王、万葉女性の自由な魂の率直で才長けた歌は、現代でも与謝野晶子の歌と共に瑞々しい光彩を放つ。

ありつつも 君をば待たむ 打ち靡く わが黒髪に 霜の置くまでに
磐之媛、巻 2-87 番

熟田津に 船乗りせむと 月待てば 潮もかなひぬ 今は漕ぎ出でな
額田王、巻 1-8 番

与謝野晶子が旅順攻囲戦の弟に送った詩「君死にたまふことなかれ」は母から教わり衝撃だったが反戦歌以上に、晶子が神の依代となり詠んだ『戦争の世紀、20世紀』への挽歌・慟哭と思う[6]。西ユーラシアの収奪型文明は自然破壊・砂漠化と地球温暖化また食糧・水・エネルギー・地下資源危機等、多数の大問題を惹起中だが、西ユーラシアは今世紀も国境紛争より遥かに際限無い動乱が連鎖・拡散。地理・歴史・文化的に遠い東ユーラシアや日本は距離を置きつつ（GDP3位をドイツに譲った日本に、その経済的余裕は無い）、アジア的価値・英知・道徳（大愛寛容や儉約勤勉、謙虚、自然との共生・回帰）を示すべき時期と思う[6]。文化は迂遠だが時代（社会や経済、政治）の上澄みの点で普遍永続（万葉集は1500年以上、時宗の同朋衆による室町文化は600年以上）の骨太い上位価値と思う。この1年間、府の産業支援センターでの所用の際に冬の妙心寺や祇園祭、晩秋の嵐山、葵祭に行き、世界中の訪日客も含む善男善女の大群衆を見て日本は平和と思う一方『これが21世紀の世界の本来の姿』と天啓の確信を得た[6]。

評論家は日本と世界情勢に喧しく、またIT製品のテレビCMの事務系社員役の間抜けた演技にも辟易。また不況の波を真面に被り無為無策は即倒産の町工場の息子、また仕掛けが速く赤字事業は即清算の関西企業で勤務の肌感覚から、今の日本には少し不安を感じるが、日本の活路は勿論、市場は『21世紀の成長・繁栄中心、アジアへの選択と集中』[1]、シーズ・事業は『水素社会』と思う。後者はホワイト水素（最近、膨大な埋蔵量が判明）で一層の加速。学生諸氏も是非、関連企業へ就職・活躍すべきと思う。水素燃料エンジンは永久磁石同期モータより高出力かつ軽量（蓄電池が小）なので、自動車だけでなく空飛ぶ車の原動機にもなろう。また本エンジンは日本で発達した世界史上最高の精密機械（このためメカ屋が大好き）かつ20世紀を牽引した内燃機関[6]の希薄燃焼や筒内直噴、高速

小型化（高過給圧や高速回転）、NOx 低減、また過給機や高圧燃料噴射等の補機の技術の継承・発展形、また大手 IT 企業等の参入への高い技術・事業障壁になろう。

日本はその屋台骨である自動車産業を、その裾野の中小の部品メーカーも含め一層、支援（米の EV 税優遇や補助金等、各国も自国企業を支援）、また経済安保（但し欧の様に高価格・利益の高付加価値製品の輸出への適用は必要最小限。また『友好・平和とその不断の努力が貿易の大前提』はウクライナ紛争が明白にした）で守る必要があると思う。更に、水素社会の技術・産業は多岐だが下記等、日本のこの 70 年近くの高度技術（これらも国策として守るべし）の蓄積が役立つと思う。

(1) 液化水素ポンプや水素ステーション、水素エンジン

①高槻の有力ポンプメーカー西島製作所は液化水素ポンプに注力。世界初の大流量ポンプを開発[7]。水素を液化し体積 1 / 800 にして大量運搬。

- ・高温・高圧多段ポンプの技術（振動や軸スラスト対策）により高速回転（5000 rpm）。
- ・流量 30.5 m³/hr は液化水素ポンプ、吐出圧 1.6 MPa は遠心ポンプで世界 1。
- ・原動機は京大の電気電子工学科の中村武恒先生が開発した高温超電導モータ。発熱量が小さく - 253 °C の液化水素の蒸発を抑制。

②日機装は水素等の極低温液体の圧送ポンプ。その技術課題（キャビテーションや旋回失速等）は大阪工業大学の宮部正洋先生（元西島）と共同研究[8]。

③神戸製鋼所[9]は高圧水素圧縮機、プレクーラーを核とした水素ステーション。同期の上原一浩氏はその ISO/TC197 の WG21 日本委員会委員長等、日本主導の水素社会の実現へ尽力。

④川崎重工業は水素輸送・貯蔵技術・事業（液化水素運搬船やトレーラ、貯蔵タンク）に注力[10]。

(2) 核融合

①京大ベンチャーの京都フュージョニアリングは高出力 1 MW のジャイロトロン製造技術[11]を持ち電力や商社、金融業界等から累計 122 億円（2023 年 6 月）を資金調達。米英の国立機関からも受注。

②量子科学技術研究開発機構（QST）とキヤノン電子管デバイスがジャイロトロン（1 MW のマイクロ波を発生しプラズマを加熱）を 8 機、国際熱核融合実験炉

に納入[12]。

<参考文献>

- [1] 宮内 直、流体技術者の一寸の回想（昭和と両親の事）、ターボ機械、48-12、(2020)
- [2] https://keikikai.jp/wp-content/uploads/2023/11/tanshin_no386.pdf
- [3] 松山東高校 学校紹介ビデオ（アクセス数 約 288 万）
https://matsuyamahigashi-h.esnet.ed.jp/page_20210901021520
- [4] 松山城公式ホームページ <https://www.matsuyamajo.jp/>
- [5] 宮内 直、ポンプ羽根車設計手法の研究、工学博士論文（徳島大学、甲工第 315 号、2004 年）
- [6] 宮内 直、馬車も自動車も文明を牽引：自然も人も物作りもアナログ、ターボ機械、51 - 1(2023)
- [7] https://www.t.kyoto-u.ac.jp/ja/research/topics/copy_of_r60319seika_yokokawa
- [8] <https://bright.nikkiso.co.jp/article/production/cryogenic-pump>
- [9] https://www.kobelco.co.jp/products/hydrogen_station/
- [10] https://www.khi.co.jp/ir/finance/bond_hydrogen.html
- [11] <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC300B00Q3A131C2000000/>
- [12] <https://www.qst.go.jp/site/press/20221221.html>