



# 京機短信

## KEIKI short letter

No.361 2021.11.05

京機(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

- ・ series わたしの仕事(シニア編)(2) ヨット自作の報告……相馬和夫 (pp. 2-16)
- ・ series わたしたちの研究 (8) ナノメトリクス工学研究室……横川隆司 (pp. 17-24)
- ・ series わたしの仕事 (35) 住友電気工業(株)……河内星子 (pp. 25-31)
- ・ 京機学生会会SMILEより……石田尚之 (pp. 32-33)
- ・ 連載「水彩スケッチ紀行」(4)……下間頼一 (pp. 34-35)
- ・ 京都の散歩道 (9) 泰斗による中国歴史研究……編集人 (pp. 36-37)
- ・ 京岬会(昭和33年卒同窓会)報告……中村弥寿家 (pp. 38-39)



← 2008年10月16日(木)百万遍の交差点。京大の角ではいつもの看板に加えて11月祭の看板も出ています。

©京都を歩くアルバム <http://kyoto-albumwalking2.cocolog-nifty.com/>

## 2年続きで新型コロナウイルス下の11月祭(NF)を応援しましょう!

### 11月祭統一テーマ

- 1959 戦後派意識の解明
- 1960 独占資本主義社会におけるマゾヒズムとサディズムの意識
- 1961 仮眠の季節における僕たちのあいさつ
- 1962 故郷喪失の時代と僕ら
- 1963 噛む時には言葉を考えるな
- 1964 ああ自然死ーこのナチュラルなもの
- 1965 新しい歴史は僕らの手で せまりくる嵐のなか わだつみの声をのりこえて 真実を求め ともに考え前進しよう 真の学問文化を追求するなかで
- 1966 青年よ その眸で真実を見よ
- 1967 のぼろ大学に新しい芽を 築け展がれ人類の知恵 鳴らせ高らかに創造のつるぶえ おしよせる戦火の嵐ふきとばし 進め固めて反戦自由の道
- 1968 思索から連帯へ終章。永訣の朝ーB52。君たちの祖国70年6月23日友よ 自己と日本解放の日は近い
- 1969 みずからの手で 新しい大学の創造を 豊かな文化の創造を 京大からの真実の声を そして連帯を 日本の夜明けめざして……
- 1970 歴史の試練に応えんとする我ら 失うまい 奔流の中で科学者の目を! いつわりの孤高に別れをつけ 人民の連帯の息吹をだきしめよう 君のその精悍の腕でがっしりと
- 1971 闇を裂き 燃えあがる松明 凝視せよ! 今この時 虚飾にまみれた城郭は浮かびあがった 打ち砕け! 友よ湧きおこる怒りをこめて……
- 1972 嵐を突き 燃え広がる変革の炎 歴史に問んとする我ら 研ぎすませ! 理性の目 生きた思考 創ろう! 新しい大学そして科学
- 1973 創造の火を! 連帯の輪を! 今こそ君が手に反戦・自由の歌
- 1974 今、矛盾の中で叫びがーさて君はどうする 人間不在の危機的現実その根源と背景
- 1975 流れの中 動かざるものを求めて
- 1976 燃やそう! 新しい文化の炎を 研ぎ澄ませよう!若き知性を 学術文化の奔流よ築け! 若者の未来を!
- 1977 明日に生きる我ら 未来を信じて突き進め 創れ 学生の心を 築け 学生の文化を
- 1978 振りかえれ人類の歴史を みつめよう青年の未来を もどすな歴史の齒車 我らの文化は我らの手で
- 1979 今、新しい時代に立ち向かう仲間たちよ 数百年を内蔵する思想を持つのではないか
- 1980 友よ! この変革のとき 時代の胎動に耳をすまし 共に奏でよう 希望の交響楽を
- 1981 今、戦争と平和の対峙の時 80年代の行く手を示す羅針盤を我らの手に
- 1982 草の根も 花も咲いたら ひざまずき ひろひとおがんで むせび泣く人は昔にや戻れないピーピーヒャララ ピーヒャララ

- 1983 万声一京 極祭色 騒がぬ民に 盛りなし
- 1984 海を、荒れた海を見つめながら 彼女は呟いた「わたしは誰?」
- 1985 もうすぐきつと冬になる 騒ぐんだったら 今のうち
- 1986 えっせん あーす げげっせん よんせん はっせん
- 1987 白い乳房の上の11月祭
- 1988 裏からのぞけば 見えてくる
- 1989 墮落への誘い
- 1990 ……そして創造ー草の根からのルネッサンス
- 1991 ヤルハ粋狂、ヤラヌハ卑怯
- 1992 人が右なら 私は左
- 1993 花も実もある 根も葉もない
- 1994 古今東西 有実無題 若気至りて無限大
- 1995 我輩は京大生である 理性はもうない
- 1996 知と痴の融合
- 1997 狂うは一時の恥、狂わぬは一生の恥
- 1998 墮落の道も一歩より
- 1999 素晴らしき無駄なエネルギー
- 2000 無人島ダンス
- 2001 それはそれ、これはこれ
- 2002 総長! 京都を占拠致しました!
- 2003 やっぱ京大やし。
- 2004 倒れる時は前のめり
- 2005 せつかくだから
- 2006 溢れる才能の無駄使い
- 2007 満喫! モラトリアム。
- 2008 単位より大切なにかを求めて
- 2009 失った常識のかわりに
- 2010 仕分けできないムダがある
- 2011 年に一度の計画発電
- 2012 NFって、出席点ありますか?
- 2013 京大を、取り戻す。大学の理想、形を物語るのは、学生であります。
- 2014 「」
- 2015 「ばっかお前…俺がついてるだろ!」
- 2016 「ばきたw 魔剤ンゴ!? ありえん良さが深いw 京大からのNFで優勝せえへん? そり! そりすぎてソリになったw や、漏れのモタクと化したことのNASAそりでわ、無限に練りをしまつ ぼやしみ~」
- 2017 「戦争に加担した大学から平和を希求する大学へ 軍事研究するヒマがあったら、みんなで肩組んで騒ごうぜ!」
- 2018 「(NFテーマは当局により撤去されました)」
- 2019 ふざけんな、ふざけろよ。
- 2020 NFのミーティングIDとパスワード教えてください
- 2021 我ら社会の変異株

<https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/education-campus/campus-event/festa/november/theme>  
<https://nf.la/about/themes.html>

(1995年の統一テーマ、語呂は最高ですね! 編集人)

## わたしの仕事(シニア編) (2) ヨット自作の報告

相馬和夫 (S50/1975)

S52年院卒(流体研、赤松教授)の相馬和夫です。4年前の2017年に退職したのを機にヨットを自作し、現在大村湾に係留して天気のいい日にはクルージングを楽しんでいます。

それを聞いた吉田英生さん(九州支部活動以来の飲み友達)と丹原允彦先輩(京機短信No.355 わたしの仕事(シニア編)



の著者、私の柔道の先輩)から同コーナーへの寄稿を打診され、筆をとった次第です。

## 自己紹介

私は生まれ育ちは熊本です。子供の時からとにかく物を作るのが好きでした。当時住んでいた熊本市東部は新興の住宅があちこち建築中で、そこから拾い集めた木片などで船や戦車など作っては仲間と遊んでいたものです。その頃の出来事で忘れられないのが飛行機の墜落事故です。放課後小学校のグラウンドで遊んでいると、いつもは見たことのないジェット機が頭上すれすれを掠めて飛び去りました。しばらくすると、どうも墜落したらしいと伝わってきました。仲間たちとソレ



一ツと飛び去った方向に走っていくと、なんと畑に突っ込んでいたのです。まだ縄張りもされておらず近づいて機首の機銃孔に触れた時こんなスゲエものがあるのか!とゾクツとした感触、それにいつか自分もこんなものを作りたいと思ったことが忘れられません。ちなみにこの出来事は航空自衛隊のF86セイバー戦闘機が不知火海上空で訓練中に燃料が切れ、滑空で健軍飛行場を目指したものの直前で墜落したものでした。(興味のある方は『健軍飛行場&F86不時着』で検索

こんなに可愛くはありませんでした

すると写真と記事にたどり着きます。)その後はますますものづくりに嵌りこみ、とくにUコンやラジコンのエンジン模型飛行機を作っては壊していました。

という流れで進学では迷うことなく工学部機械、就職は当時重工業No.1の三菱重工を選びました。大学では神元先生の流体力学や佐藤先生の熱力学の講座も面白かったですが、一番は3年生?のときの機械工作実習かなあ!? その時作ったハンドバイスは今も机の上に置いて小物工作などに重宝していますよ。



実習で作ったハンドバイス

三菱重工では主に長崎造船所を拠点に、蒸気タービンや発電用大型風車の製造に従事し、最後は船用機械（ディーゼルエンジンや過給機など）を扱う子会社の社長を務めて2017年にリタイアしました。仕事の思い出は多々ありますが、一番はと問われると風車のブレード作りでしょうか!

三菱重工は1980年ころから試験的に発電用風車に取り組み始めましたが事業として本格的に活動始めたのは1990年ころ、米国でPURPA法という自然エネルギー優遇政策が適用されてからです。カリフォルニアやハワイむけに次々と受注が決まり、製造能力拡大が急務となりました。三菱重工にとって発電装置やタワーなどの機械ものは得意ですがブレードには手こずりました。風車のブレード(当時は全長10m重量200kg程度)はガラス繊維を樹脂で固めた所謂FRPでできています。当時三菱重工にはFRPの知見は乏しく、漁船やプレジャーボート等の小型船のメーカーから技術を習得しました。当時のブレード製造法は、雌型にガラス繊維を並べては樹脂をスプレーしローラーで脱泡というプロセスを繰り返すもので、全て手作業、上下つなぎのビニル製の作業着にゴム手袋と長靴それに防毒マスクをしていても臭い、ガラス繊維で皮膚がチクチク、おまけに夏場は暑さ(換気のためにエアコンなし)で汗まみれ!!

そこに増産のために臨時作業員(前日までタクシー運転手や魚市場などで働いていたオニイサン、オジサンたち)を大量増員したので、取り掛かり時は小事故や製造ミスそれにケンカなど大混乱でした。

その後、ある程度技能も定着し技術改善により生産は安定してはきましたが、変わらず3K作業であり、長い間自分にとっても関係者にとっても風車ブレード作りは苦行に近いもので、喜びとは程遠いものでした。

## 動機

時は流れて2000年ごろになると各メーカーが切磋琢磨しての技術進歩により大型化・低コスト化が進み単機出力1000kW以上（ブレード全長30m、重量2トン）が標準となり優遇処置がなくともコスト的に



メキシコのブレード工場

従来型発電と肩を並べるようになりました。合わせて地球温暖化防止のためにCO<sub>2</sub>抑制が必要という環境問題も追い風となって再び米国、欧州に風車ブームが訪れます。三菱重工としては更なる事業拡大は国内拠点だけでは無理と判断し、海外パートナーと組んでの海外生産能力拡大と技術進化を目指しました。ブレードについては私自身が主導して米国・欧州の関係先を調査してまわり、その結果米国企業と組んでメキシコでブレードの製造をすることになりました。実はその過程で風車ブレード製造に関するそれまでの見方、つまり低賃金でのやらされ、キツイ、汚いという固定観念が覆され、いつの日か自分でFRPヨットを作ってみたい・・・と思うようになったのです。開眼したのは海外の技術者との付き合いです。海外の技術者の多くがヨット好きが高じてヨットづくりに嵌りこみFRPのつながりで風車技術者となった人たちが結構多く、ビジネスの話をしているとついつい話はヨットになり・・・自分は30ftのカタマラン（双胴船）を2年かけて作ったとか、自作ヨットで大西洋横断したとか、数百万円かけて作ったヨットを倍の値段で売ったとか・・・風車のブレードはヨットと同じだよ、風のエネルギーをブレードが吸い取っているんだ！ヨットのセールと同じだよ、素晴らしいじゃないか！！・・・と話は尽きませんでした。それがきっかけで風車ブレード作りにあらためて熱が入るとともにいつの日か自分もFRPでヨットを作ってみようと思うようになったわけです。前置きが長くなってしまいました。

## 前準備

2017年にリタイヤしてまず始めたのが建造場所探しです。海沿いの倉庫か廃工場のようなものを求めて大村湾や西彼海岸沿いを探して回りました。後で考えると完成したヨットはトラックで水切り場まで運べばいいので必ずしも海沿いである必要はなかったのですが・・・しかしそのお蔭で何人かの海好き、船好きの面白い人たちと知り合いになることができました。

隈なく見て回りましたが適当な物件が見つからないので、代案として廃屋か売家を買とり隣接した空き地にテント小屋を建てようか（郊外に別荘と庭が欲しいといていた女房も賛成）と考えていたころ、飲み友達の鉄工会社の社長から工場の空いた一角を使っていいよとの有難い申出があり、なんと大村湾沿いでおまけに天井クレーンも使えるという船づくりに最適な場所が確保できました。ちなみにこの友人は高橋和裕さん、偶然にも京機会員です（S46入学）。

ところでヨットの建造方法としては下記のようなものがあります。

1. 木材で骨組みを作りその上に木の板を張り合わせて船体を形成する方法・・・  
手作りには一般的
  2. 上記を木材ではなく鉄やアルミを使う方法・・・大型ヨットに適している
  3. 型（モールド）を用いたFRP・・・メーカーでの量産はほとんどこの方法
  4. 型を使わない、あるいは簡易型を用いたFRP・・・私の工法
  5. 型を用いて鉄筋コンクリートで作る・・・ごく稀な工法、少々重いが安価
- ヨットを自作しようという人は初めは小型のヨットで興味を持ちだんだん大型に乗り換え、そしてそれでは飽き足らず、こんなヨットが欲しいというターゲットを決めて自作しようと決意し、それから材料とか工法を決めていくというのがパターンだそうです。一方私は風車ブレードの経験から4の簡易型を用いたフォームコアサンドイッチFRPで建造しようと決めていました。しかしどれくらいの大きさのどんなヨットを作るかは決めていませんでした。そもそもヨットの経験は殆ど無かったのです。

そこで頼りにしたのが三菱重工長崎のヨット部、入社して間もないころ一二度試し乗りに訪ねたことがあるだけですがOBでキーマンの渡辺（84歳）さんと面識がありました。この渡辺さんは若いころ半壊のヨット（堀江謙一太平洋独りぼっちマーメイド号19ftと同型）を購入し独身寮で修理し、そのヨットで



ヨット部OB 渡辺さん

長崎港から新婚旅行に出発したという根っからのヨット好きです。私が自作することに対しては、最初は『ヨットの経験もないのに無謀だよ』『自作するより中古艇を買ったが早いし安いし安心だよ』とネガティブでしたが私の熱意に根負けしてか？そのあとは完成まで実に懇切に指導支援してくれました。

まずはヨット体験からということでディングーという1人、2人乗りの小型ヨットにさせられ、転覆からの復帰操作が最初の練習でした。何とか出来はしたものの、転覆したヨットを水没しながら腕力脚力で復帰自立させそれによじ登るということは60代後半の高齢者にとっては無理であろうと判断しディングー一型は自作対象から外しました。



三菱重工ヨット部艇庫

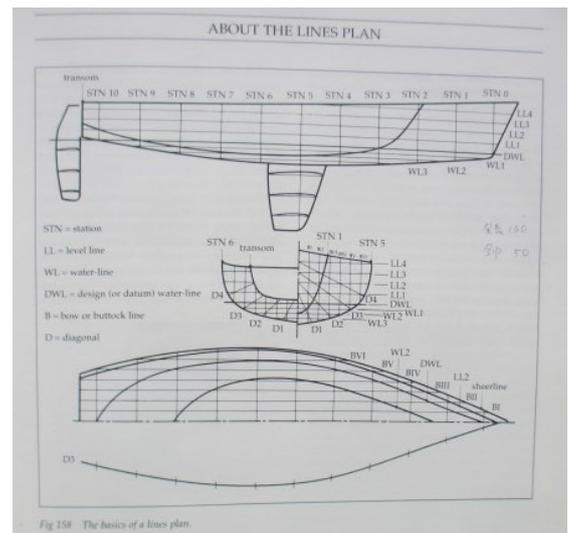
## 設計

どんなヨットにするかについては、かなりの本を読みました（大学時代の教科書をこれくらい熱心に読み込んでいたならば別の人生となっていたのかな？）特に参考になったのが、日本のヨット第一人者である横山晃氏の『ヨット設計法』『新ヨット工作法』と『ヨットデザイン原論』（Lars Larrson & Rolf Eliasson著）『新ヨット工作法』の冒頭にはヨットを自作しようとする者への心得として

- ・ヨットの経験を積み操縦に長けていること
- ・FRPは取り扱いにくく、修正や手直しが困難なので木造を勧める
- ・初めて自作するときは実績のある設計を採用すること

とあります。

実績のある設計図を探しては見たのですが国内ではFRPでの自作ヨットの設計図は見つけられず、海外ではネットでいくつか入手できそうですが、結構高い（1000\$~）割には届いたものは3面外形図に毛が生えた程度という口コミもありました。たぶん自分にとってヨットを自作するのは今回が最初で最後だろう、人の設計で作ったヨットでもし満足できないところがあれば悔いが残る。しかし自分の設計であれば多少性能が悪くても納得できる・・・と考えて設計も自分ですることになりました。

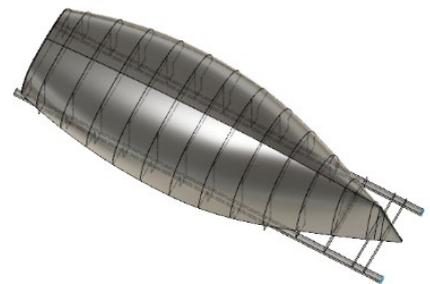


勝手に拝借したライン図

まず概略の仕様ですが、借用する作業場の制約と、取り扱いやすさ、それとい

つでも見学して参考にできるヨットが近くにあるということで、ヤマハの21ft艇を参考モデルとして全長6.5m、全幅2.4mの小型セーリングクルーザーと決めました。セーリングクルーザーとはキャビン（居住区画）つきで、船底部に全重量の30%程度のバラスト（重り）を設置しそれにより起き上がりこぼしのよう横倒しになっても自立するするタイプのヨットです。

設計での第一の問題は船体形状（Hull）をどうするかです。文献によればこれがヨットの性能にとって大変に重要らしいのです。確かに普通の船と違ってヨットはセールに風を受けて傾いて（ヒールして）走ります。傾けば喫水下の船体形状は水平時とはずいぶん異なりかつ左右非対称になり抵抗や直進性などは大きく変化するでしょう。文献によると最適な船体形状を決定しようとしてもパラメーターが多すぎて（風条件、波条件、セール、舵やセンターボードとのバランスなど）公式や定まった手順は存在せず、コンピューター解析を用いたとしても最終的にはモデルそして実機で検証する以外に方策はないそうです。ヤマハや海外のメーカーも自社艇のHull形状は公表していません。横山著書の心得『実績のある図面を使いなさい』の本意はここにあるというのが分かりました。



CADでの船体設計

それならモデルを作って検証すればいいではないか！！ 工作のシミュレーションにもなる！！

船体形状は参考文献（Yacht and Small Craft Design）の図面（Lines Plan）を全長／全幅比率修正して採用することにしました。ラフな図面なので線幅程度の誤差でも実機では10mm程度の誤差になりスムーズな流れを阻害します。そこで役に立ったのが『Fusion 360』という3次元CADです。500mm間隔で描いた断面形状を全体通して曲面を張り、3次的に光の反射具合を見ながら微小な凹凸を修正して船体形状を決定しました。このソフトは船体形状のほかに内部構造やラダーの設計さらに重心や浮心や復元力の計算などにとっても役に立ちました。建造場所の工場とともに私のヨット完成に貢献した2本柱の一つと言えます。（ちなみにこのソフトはネットでダウンロードできて、個人使用は無料という優れたものです。ビジネスで使う場合はライセンス料は年間5万円程度です。）



製作中の1/10モデル

## モデル

モデルは1/10とし工法のシミュレーションも兼ねて、50mm間隔に各断面形状を立てその外側に幅10mm厚さ2mmの板を張り合わせ、サンディング成形したあと布を被せて樹脂で固めて作りました。mmをcmに代えれば実機の寸法になります。バラストは石膏型に鉛を流し込んで作り、マストを張るワイヤーは釣り糸、セールは梱包用フィルムを丁寧に裁断し両面テープで張り合わせ、きちんとキャンパー（膨らみ）も合わせました。材料は殆ど100円ショップで手に入るものばかりです。ラジコン装置だけは通販で買いました。中国製6000円でした。数十年ぶりにラジコンを扱いましたが当時10万円近くで高根の花であったマルチプロポ装置が子供の小遣い程度で買えるとはビックリ！！



完成した 1/10 モデル

浦上川河口に浮かべて動かしてみると結構動きが良く、タッキング（風上方向に斜めに方向転換しながら切り上がる操作）も最初からスムーズにできて自信を持ちました。バラストの位置、マストの位置を変えながら試験して最適条件を確定しました。川沿いを散歩するオジサン達からは『よかもんで遊んどるねえ』と声を掛けられたものです。

## 建造手続き

エンジン付きの船は船舶登録が必要です。そこで着工前に基本的な設計図と仕様書を持参して管轄役所（小型船舶検査機構）に相談に行きました。所長と担当者が対応してくれましたが、第一声は『今頃ヨットを自作するとは珍しいねえ』でしたが前向きに丁寧に対応してくれました。建造途中で一二度立ち合い検査をする、完成検査が済んだら仮の運航許可書を発行し、耐久試験後に検査して異常なければ正式登録となる由。耐久試験とは8m/秒以上の強風下で10時間以タッキング等の操船をして浸水や部材の弛みなどの異常がないこと、ただし耐久試験は立ち合いではなく自己申告でいいとのこと。

さて、いよいよ着工です。

## 着工

2018年4月11日、工場建屋の一角に建造の基準となる2本の100mm角台木をアンカーボルトで設置しました。当日の日記には『もう後戻りはできない』と書いています。

次の工程は500mm毎の断面板（セクションプレート）を台木に垂直に立てて固定、これが簡易モールドになります。セクションプレートは12mm厚ベニヤ板を船体形状のCADデータで直接レーザー切断したもので精度が良く、修正や手直しも殆どなく非常に助かりました。

このモールド上に幅50mm、厚15mmのウレタン発泡材（比重1/20）を長手方向にお互いに接着しながら敷き詰めていきます。簡易モールドは後で取り外すので接着は不可、そのため竹楊枝を釘代わりに使いました。また図に示すように曲率が大きい所ではウレタンの継ぎ目に隙間ができます。切断用具を工夫してウレタンの断面を僅かな台形とし隙間が最小になるようにしました。単調な繰り返し作業ですが、手抜きは即品質悪化に繋がります。しかし少しずつ船体の形が見えてくるのは嬉しいものです。この工程を楽しみながら最後は全体をサンディングでスムーズに成形し、完了したのは6月14日、着工から2か月かかりました。

時間は前後しますが、FRPテストピースを試作し強度や重量を評価して船体外板のスペックを確定しました。決まったスペックは  
外層：#300マット(M)と#600ロービングクロス(RC)を交互に7層

つまりM×RC×M×RC×M×RC×M・・・これで厚さ約3.5mm

内層：M×RC×M×RC・・・厚さ約2mm

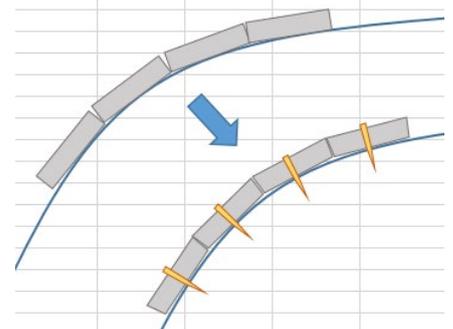
マットとはガラス繊維の細い束（ロービングと呼びます）を約30mm長さに切断しランダムに敷きならべ、バラバラにならないように軽く接着剤で固めたもの。強度は高くないが、FRPの層間接着力強化や表面仕上に適します。#300は単位重



Mold Design



台木上に組立てたモールド



コア材の取付方法



テストピース

量を表し300g/m<sup>2</sup>のことです。ロービングクロスとは、ロービングを切断することなく縦横に織り込んだもの。繊維方向に強度が強い。ちなみに風車ブレードの場合は強度と軽量化が最重要なので、このほかに一方向繊維や斜め45度繊維さらにはカーボン繊維などが最適配置されています。

次はいよいよ山場のFRP積層作業。幅1mのガラス繊維を船体の横方向に敷き刷毛やローラーでポリエステル樹脂を塗布し、細い金属ローラーを使って皺にならないよう、樹脂むらがないように船体上に積層していきます。一旦この作業を始めたなら約30分以内に完了しないと樹脂が硬化し始めるので、丁寧にかつテキパキと行わなければなりません。特に船体中央は面積が広くかつフロアからは手が届かず、台車上の作業となるので一人では無理で、助っ人をお願いしました。長崎総合科学大学造船学科の宮脇君です。有機溶剤の臭気とガラス繊維のチクチクさらに酷暑の中、本人は『地獄の作業』と言いながらよく頑張ってくれました。有機溶剤の臭気が工場や事務所に影響しないように主に土日作業を実施したので船体外面7層の積層が完了したのは7月16日、約1ヶ月間かかりました。

その後外面にはパテ塗りサンディングを繰り返したあと塗装（ゲルコート3層）、これも根気のいる作業でした。完了したのは9月末、結局外面仕上げに2か月半要しました。

次は反転ですが、工場の作業長が天井クレーンを2台使って内側のモールド（セクションプレート）ごとスムーズに反転してくれました。10月1日。



ウレタンの船体にガラス繊維配置



助っ人の宮脇君

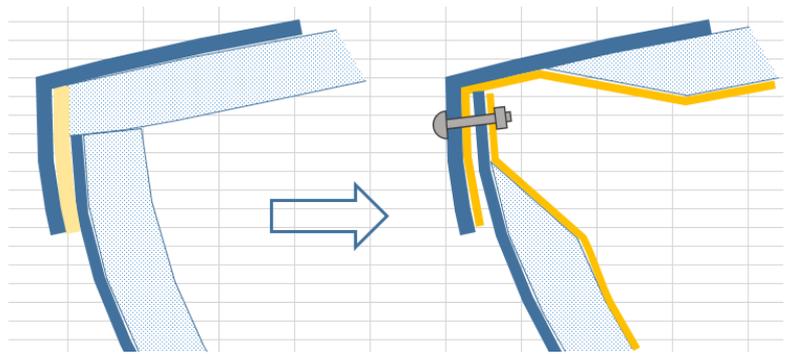


汗まみれのFRP作業



船体の反転作業

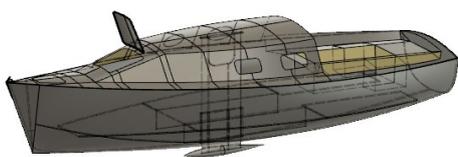
上部構造はモールドを付けた状態で（船体内面FRP施工する前に）前項部2分割で作りこんでいきます。作り方は船体と同様にウレタン発泡体で形を作り、まず外面にFRPを施工し、その後反転して内面のFRPを施工します。こうすることで上下の接合部がぴったり一致します。上下の接合方法も含めてスケッチで示します。



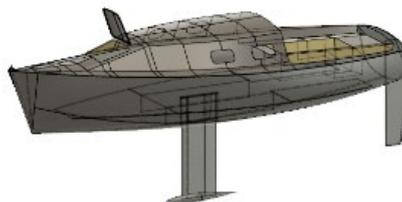
船体と上部デッキの接合部

上部構造を作りながら艀装品の手配も始めました。マストやセールそれとセールを操作するウィンチや金具類などは手作りでは手に負えません。それぞれスペックを指定して専門店で手に入れることはできますが非常に高くなります。一方中古艇はピンからキリまで多数出回っています。そこで適当な中古艇を買ってそれから艀装品を取り外すことにしました。いくつか条件に合いそうなものの中で実際に調査した結果、大村のマリーナに係留中の19ft艇（昭和47年、広島ヨット製造）を購入しました。21ftのマイヨットには19ftのマスト・セールはやや小さいのですが、安全サイドと考えました。三菱重工ヨットクラブまで曳航しそこで艀装品を取りはずしました。真夏に狭い船内で窮屈な姿勢での作業は老体に堪えませんでした。余談ですがこの中古ヨットは購入費用よりも、必要品を取りはずした後の船体を産業廃棄物として破棄処分する費用のほうがずいぶんと高くなりました。

バラストは船体形状（Hull）とともにヨットの走行性能（復元力や操縦性など）を左右する重要部品です。総重量の約30%の重さで鉛や鉄の鋳物でできていて普通は船体の中央部に頑丈なボルトで固定されています。偶に固定式ではなく引込式のバラストのヨットもあります。それは海外で多く見られ、主に車での牽引運



格納式バラスト



バラスト実物

搬が容易にできるということが目的ですが、中には砂浜などの浅瀬に底付けすることを目的としたものもあります。ネットや外国雑誌の写真で南洋の砂浜にヨットを底付けしてバカンスを楽しんでいる光景は優雅です。せっかく自作するのだから独創性も入れようということで、引込式のバラストとしました。結果的には車で牽引したり、砂浜に乗り上げたりすることはありませんが、定期的なメンテナンスがとても容易になりました。船底点検などの際に普通のヨットは大型のクレーンで吊り上げて船台に乗せるという大掛かりなものになりますが、私のヨットはバラストを引き上げればどこにでもある小型船用の船台に簡単に引き上げることができます。バラストの製法はいろいろ検討した結果、一般鋼材を鉄工所で機械加工してもらいました。

前部上部構造の外部積層が完了したのは11月末。その後の作業は

・前部上部構造内面FRP積層（作業場の制限で船体上に据え付けての作業） ～ 12月末

・船体内面FRP積層 ～2019、1月末

・ラダー製作

・センターボードケース製作および取付

・内装工事

・後部デッキ、収納部など製作 ～3月半・・・これで大物構造物はすべて完成。

上記作業を腰痛と闘いながら並行作業し、前後のトップデッキを船体に本取付したのは5月半ばでした。

その後、ハッチや窓等の作りこみや外面パテ仕上げと塗装を終えて、初めてマストを立てたのが7月20日、これで殆ど完成状態に見えます。重量計測の結果は970kg、予想を70kgオーバー、たぶんテストピースより樹脂の比率が大きかったのが原因だと思います。これは想定内と判断しました。



反転して内面積層



上部デッキFRP積層



重量計測

## 進水

その後こまごました詰め作業を終えて作業場から5kmほど離れたマリナーアルパマにて2019年9月29日に進水しました。進水式には40人以上の友人がお祝いに駆けつけてくれました。ヨットの関係者もいますが、多くは飲み友達です。

耐久テスト及び立会検査も無事合格しました。

ベテランのヨットマンに同乗して性能を評価してもらいましたが、『悪い癖がなくよく走るね』とのこと、生みの親に似るのでしょうか。



## 自動操舵装置

ヨットの楽しみ方（付き合い方）にはいろいろありますが、長く楽しんでいる人たちはシングルハンド（一人でヨットに乗ること）が多いようです。シングルハンドに欠かせないのが自動操縦装置（オートティラー、ティラーとは舵棒のこと）、これがあればしばらくは舵から手を離して、セールを取替などの作業や飲食などができます。私はこれも手作りしました。

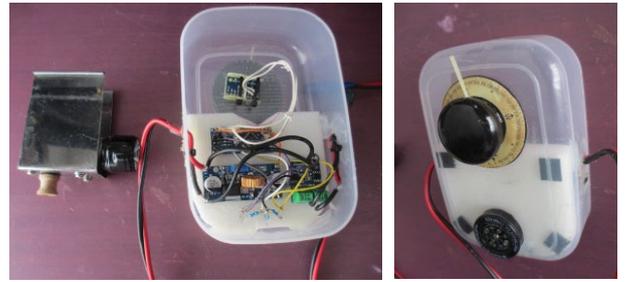
市販品では簡単なものは5万円程度からあります。プログラミングとかアラーム等のオプション機能がついているものもありますが、基本的な機能は、船の進行方向が設定値通りになるように舵の角度を操作することです。例えば設定が0度（真北）の時に北東に進んでいれば左に舵を切るというものです。

フーン！これならできる、と昔の電波ラジオ少年の心が蘇ってきました。図書館でセンサーやマイコン制御などのキーワードで検索し関連の書籍をにわか勉強して、9軸センサーでArduinoを通してDCギアドモーターを制御する装置を作り

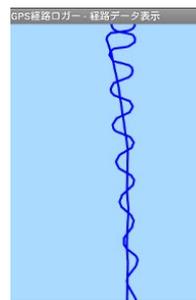
ました。9軸とは地磁気／加速度／角速度それぞれXYZ方向検出するもので、スマホやカーナビやドローンに組み込まれています。Arduinoが一番普及しているマイコンボードです。それらの超精密部品がどれも通販で数百円～千円程度で入手できます。センサーをArduinoにつなぎ、書籍に記載されているプログラムをロードすると、あら摩訶不思議！9軸の値が出力されます。内部の素子や配線がどうなっているのかは全く分かりません。これらは半世紀前の電波少年にとってはまたまたビックリ仰天です。最初は地磁気の偏差のみで舵を動かしました。その結果が上図、蛇のように大きく蛇行を繰り返しました。ゲイン調整だけではだめでした。そこで角速度を追加し、方向偏差が更に大きくなる方向に回転（回頭）しているときにのみ当て舵を打つというように変更しました。これで一件落着と思っていたらもう一つ難題が出てきました。エンジン航行や微風の際はほぼ正常に機能するのですが、風に乗ってヒール（傾きながら）すると方向を見失うのです。原因は地磁気の方が水平ではないためにセンサーが傾けば方向指示が変化するためです。そのため現在でも船の磁気コンパスは常に水平を保つようにジンバルかフローティング保持されています。今回はそれを機械的ではなく、センサーの座標変換で対処しました。具体的にはセンサーの地磁気XYZ出力を、加速度センサーで構築した常に水平なxyz座標に変換し水平面の地磁気方向を求めました。簡単に書きましたがこれは実に難題でした。忘れかけていた三角関数や行列計算を参考書やネットで勉強し直しながらやっと解決した時は嬉しかったですね！

## その後

今では月に一二度、一人あるいは気の置けな



自作したオートティラー 9軸センサーはダイヤルで回転する



蛇行の様子



船体に装着状況



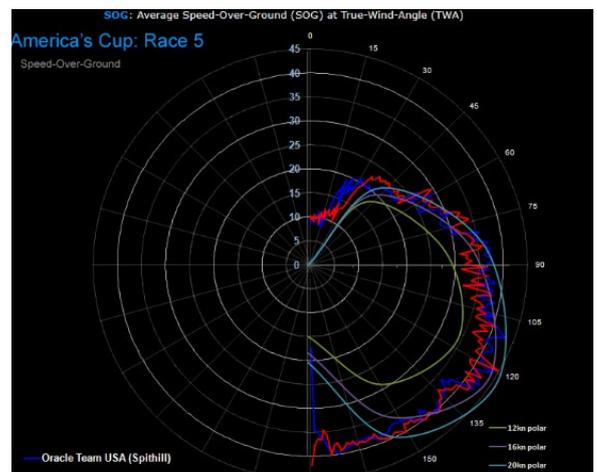
い仲間と、主に大村湾で気軽にセーリングを楽しんでいます。気楽にと言っても年齢も考え、また事故でも起こすと周りに大変な迷惑をかけることになるので安全第一、天候に最大注意し、エンジンや舵等の整備点検を確実に実施して風と遊んでいます。

## 主要諸元

- 船名 La Brisa スペイン語で「そよ風」の意味
- 全長 (LOA) 6300mm (21フィート)
- 水線長 (LWL) 5960mm
- 全幅 (Beam) 2300mm
- 深さ (Draft) 1500mm (センターボード引上時530mm)
- 排水量 (DISPL) 970kg (空荷状態)
- バラスト (Ballast) 300kg
- マスト高さ、セールプラン マスト高 : 7m、メイン : 6m<sup>2</sup>、ジブ (Reg.) : 7m<sup>2</sup>
- エンジン 5馬力船外機 (トーハツ)
- 定員6名

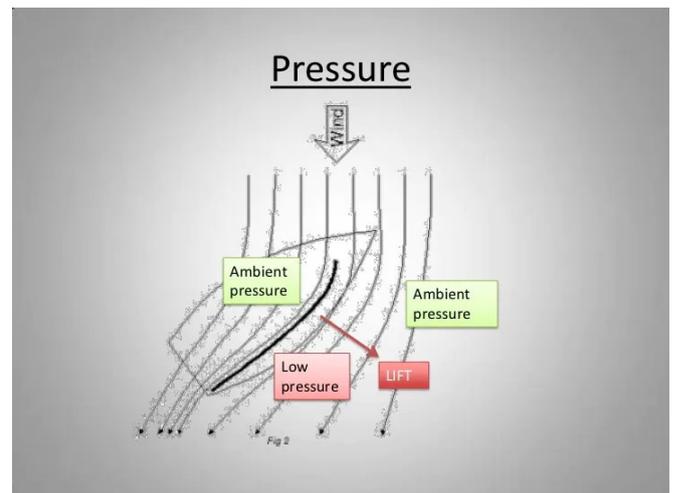
## 最後に

私のヨットの最高速度は風速8~9m/秒で約7ノット (13km/時) です。(これ以上の風速では私の技量では航行不能です)車や大型船と比べると遅いのですが、小型ヨットでは水面が近いこと、それに風との相対速度があるので体感的にはかなりスピード感があります。ヨットはノスタルジックな昔の乗り物というイメージがあるようですが、分野によっては加速度的に技術革新が進んでいます。その最先端がアメリカズカップです。その性能は凄まじく風速の数倍の速さ (30~40knot) で風上へも風下へも走行できます。代表例をPolar Chart (風方向毎の最高速度をプロットしたもの) に示します。



2013 America's CupのPolar Chart 風速20kt、進路150度のとき風下方向速度成分は35ktに達する

America's cup艇といえどもヨットの性として風に真直ぐ向かっては進めません。また風を真後ろに受けては風より早くは進めません。しかしそれ以外の大部分では風速より速く走れます。とくに風下斜め方向には速く、風下方向速度成分が風速よりも大きく走ることができます。これは私を含む大方のヨット経験者にとっても直観的には理解できない驚きです。



京機会の皆さん、驚きを共有される方はそのメカニズムを考察してみてください！

#### もう一つの驚き

風力のみで、真直ぐ風下に風より早く走る車の事例があります。乗員にとっては、走り出しは追い風を受け、途中で無風となり最後は前方から向い風を受けることとなります、信じられますか？

興味のある方はYou Tubeで『Faster than the wind』で検索してみてください。

## わたしたちの研究 (8) ナノメトリックス工学研究室

横川隆司 (H12/2000卒)



### 1 本研究室の概要と教員紹介

マイクロエンジニアリング専攻ナノシステム創成工学講座ナノメトリックス工学研究室は、現在、教授・横川隆司、特定准教授・Ramin BANAN SADEGHIAN、特定准教授・Stanislav L. KARSTEN、助教・藤本和也、博士研究員2名、技術・教務補佐員4名、事務補佐員2名、博士後期課程学生7名、修士課程学生6名、学部生6名が所属しています。機械工学に立脚したマイクロ・ナノ加工技術を活用して、いかにライフサイエンス分野にブレイクスルーをもたらすかを念頭に、学際領域の研究をおこなっています。

まず、本研究室の系譜とご関係の先生方についてご紹介したいと思います。機械設計制御工学講座加工プロセス工学分野を島進教授と共に担当されていた小寺秀俊助教が、赤松映明教授が担当されていた機械システム工学講座の後任として2000年に教授として着任されました。2004年には、機械システム工学講座として小寺教授に加え、神野伊策助教、桑島修一郎講師、宮野公樹特任講師、鈴木孝明助手の陣容となりました。(注:2007年の学校教育法改正により、助教は准教授に、助手は助教に職階名変更。)2005年、機械専攻群の改組によってマイクロエンジニアリング専攻が新設され、ナノシステム創成工学講座ナノメトリックス工学分野となりました。2008年に鈴木助教が香川大学准教授(現・群馬大学教授)として栄転後、2009年に横川が後述の立命館大学より助教として着任いたしました。2011年に神野准教授が神戸大学教授として栄転後、横川が准教授に昇任、2012年には新宅博文助教が大阪大学から着任し、小寺教授、横川准教授、新宅助教の体制となりました。この間、小寺教授は2008年から副理事・総長室長、2012～2014年は理事・副学長として工学研究科を一度離れ大学本部の業務に携わり、2014年に研究室に戻られました。2018年に小寺教授が理化学研究所理事として、新宅助教が理化学研究所チームリーダーとして異動後、2019年から横川が教授として研究室を運営しております。また、プロジェクト特定教員として2015～2019年に鳥澤勇介特定准教授、2015～2019年に梨本裕司特定研究員・助教、2017年に劉莉特定准教授、2018～2019年に劉楊特定研究員・助教が在籍し、現メンバーとしては2017年からBANAN SADEGHIAN特定助教・准教授、2020年からKARSTEN特定研究員・

准教授が加わりました。2020年には、当研究室で博士の学位を取得した藤本和也氏が、企業経験を積んだ後、助教に着任して現在に至ります。

本研究室の特徴は、上記の系譜でご紹介した通り、多くの教員が本研究室の運営に協力してくださっていることです。特に、特定教員や特定研究員は、工学に留まらず異分野から参入して頂くことによって、機械系の教員や学生との連携により新たな融合研究が生まれることを強みとしてきました。その結果、直近20年では、実に30名以上が本研究室に教員、博士研究員、あるいは博士後期課程の学生として参画した後、国内外のアカデミアにおいて活躍しています。

私自身も、このような土壌で育ったため学際融合研究を推進するスタイルを確立してきました。ここで、自己紹介をさせて頂こうと思います。私は、富士山の麓、静岡県富士市で生まれ育ちました。富士山と新幹線が映ったお決まりの構図がありますが、あの写真を思い出して頂くと、新幹線の向こう側くらいがちょうど私の生活範囲でした。北海道、東北などでも生活しましたが、出身は？と言われると静岡です。2000年に本学物理工学科機械システム学コースを卒業後、2002年に機械工学専攻博士前期（修士）課程を修了しました。卒業研究では、島研において粉末成形における振動充填法について研究しました。島先生、小寺先生だけでなく、北條正樹先生、松久寛先生からも装置をお借りして実験しました。修士課程進学時に、小寺先生が独立され、Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)の研究に携わりたいと考えるようになりました。海外での研究生活にも興味があったため、M1の途中からUniversity of California, Los Angeles (UCLA) のC. J. Kim研究室に一年間滞在し、クリーンルームでのフォトリソグラフィなどMEMSプロセスを勉強し、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  aerogelのプロセス開発と物性評価の研究をしました。今から20年も前ですが、クリーンルームに専門スタッフが常駐し、装置のメンテナンスから学生指導、実習講義まで組織的に行われていることに感銘を受けました。当時、一緒にクリーンルームで実験していた多くのメンバーが、世界各国の大学や企業でMEMSやその応用分野を牽引し、今でも学会運営や共同研究を通して交流があります。UCLA留学中に様々な講義を受け、また毎月開催されるDepartment seminarに参加するうちにMEMSの応用範囲の広さを知り、中でもバイオ応用に興味を持つようになりました。同時期にUCLAに滞在されていた東京大学生産技術研究所の年吉洋先生の紹介で博士後期課程から東大に移り、藤田博之先生の下でモータタンパク質を用いたナノシステムの開発に取り組み、2005年に博士（工

学)の学位を取得しました。その後、立命館大学工学部マイクロ機械システム工学科において研究室を主宰させていただき、2009年に本学に戻りました。また、2011年にはUniversity of Michigan, Biomedical EngineeringのS. Takayama研究室に滞在し、MEMSでバイスの細胞応用について研究の幅を広げてきました。このような経緯から、近年の本研究室における研究内容は多岐にわたります。それらを、動くタンパク質であるモータタンパク質を駆動源として用いたナノシステムと臓器細胞の機能を再構築するMicrophysiological System (MPS) にわけて、次項にてご紹介させていただきます。

## 2 モータタンパク質を用いたナノシステム

### 2.1 物質輸送システム

我々が使っているモータタンパク質は、アデノシン三リン酸 (ATP) を加水分解して動くキネシンおよびダイニンです。これらは、長さ数10 nmのタンパク質であり、細胞骨格である微小管に対し結合解離を繰り返しながら、歩くように動くためこのような名前で呼ばれています。大腸菌などを用いた遺伝子工学的技術が確立しており、1分子計測によりその機能や構造解析が進んでいるため、生体材料になじみのない我々のような異分野の研究者にも扱いやすく、様々な融合システムが提案されてきました。機械工学の研究者からすれば、このナノ駆動源を用いて何か有用なシステムを作れないかということになるわけです。

微小管はチューブリンの重合体であり、生細胞内では核のある中央部にプラス端が向き、マイナス端が周辺部に向かって伸びています。キネシンは、微小管上をマイナス端からプラス端（細胞の中心から周辺部）へ、ダイニンはプラス端からマイナス端（細胞の周辺部から中心）へと物質輸送をおこなっています。この細胞内物質輸送系を生体外で再構築する場合、[図1a](#)のように対象物をモータにより輸送する「ビーズアッセイ系」、[図1b,c](#)のようにキネシンあるいはダイニンを基板上に固定して、相対的に微小管が運動する「グライディングアッセイ系」が使われています。

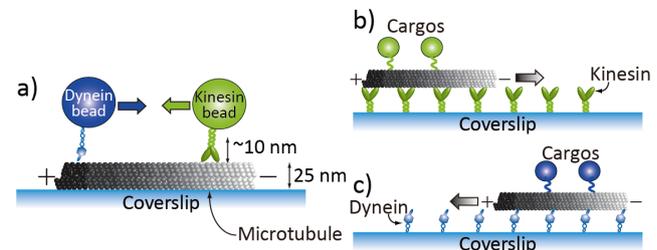


図1：基本となる分子系。a: ビーズアッセイ系。b: グライディングアッセイ系。

ビーズアッセイ系を用いたシステムでは、微小管の極性が規定できると輸送される物質の方向が決まり、細胞内物質輸送を生体外で工学的に再構築した系と捉えることができます。しかし、モータは連続運動距離が数 $\mu\text{m}$ と短く（時間にして数秒）、常に熱揺らぎにさらされるため安定したシステム構築が困難です。そこで我々は、短時間の分子反応を可視化するためのシステムへの

活用を着想しました。幅数100 nmのナノトラック内に微小管の極性を配向後、分子輸送と結合を可視化するシステムを提案しました（図2a）。プラス端に向かって動くキネシンにはGSTとQ-dot655を、逆向きに動くダイニンにはGSHとQ-dot525を付加して微小管上を運動させると、微小管の極性に従ってQ-dotが逆方向に動き、ちょうど2つが重なるところでGST-GSHのタンパク質特異的な結合を観察することができます（図2b,c）。同等の分子結合は、アビジン-ビオチン結合についても可視化することに成功しました。

グライディングアッセイ系を用いたシステムでは、電界印加により微小管の運動方向を制御する技術を活用し、マイクロ流体デバイス内に分子分離システムを開発しました（図2d）。微小管の表面電荷密度に加え、微小管の曲げ剛性を変化させることで電界に応じて微小管の運動曲率を変えることができますので、微小管重合方法を最適化することで曲げ剛性を設計する技術を開発しました。その結果、最も剛性の高い（曲がりにくい）微小管と最も剛性の低くかつ表面電荷密度の高い（曲がりやすい）微小管を2方向に分離するシステムを実証できました（図2e）。

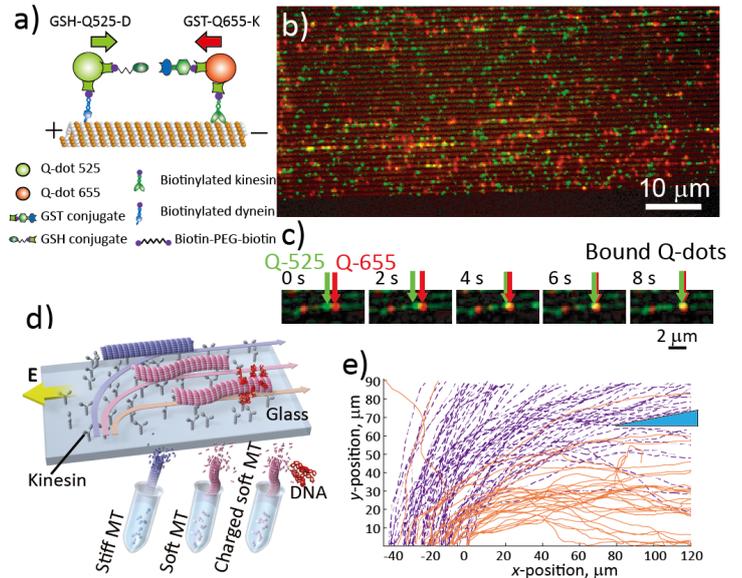


図2: 物質輸送システムの例。a-c: 微小管アレイ上で分子輸送・結合。d-e: 分子分離システムの実証。

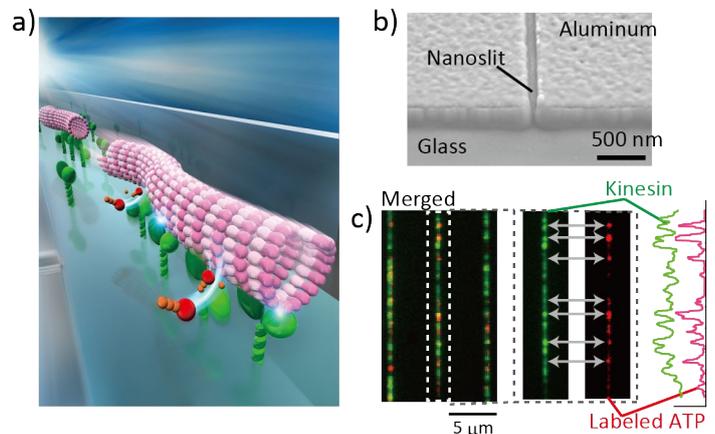


図3: モータ機能計測用デバイスの例。LZMWsを用いたATPとキネシンの1分子同時計測系。

## 2.2 モータタンパク質機能計測用デバイスの開発

上記のようなシステム開発を通して、我々はモータタンパク質の運動機能計測においてもナノ構造が有用だと考え、デバイス開発を進めてきました。例えば、微小管の極性配向を幅100 nm程度のナノスリット構造Linear Zero-Mode Waveguides (LZMWs) 内で実施し、その上を動くキネシンがATPを加水分解する様子を1分子蛍光観察しました (図3)。これは、ZMW効果により背景光を大幅に低減することにより実現した計測であり、微小管に結合することでキネシンが

ATPと結合する時間が短くなることを可視化した初めての例です。さらに、キネシンを一分子ずつパターンニングする技術を開発し、kinesin-1 と kinesin-14 (ncd) という2種類のキネシンについて、協働的な運動特性が異なることを明らかにしました (図4)。モータタンパク

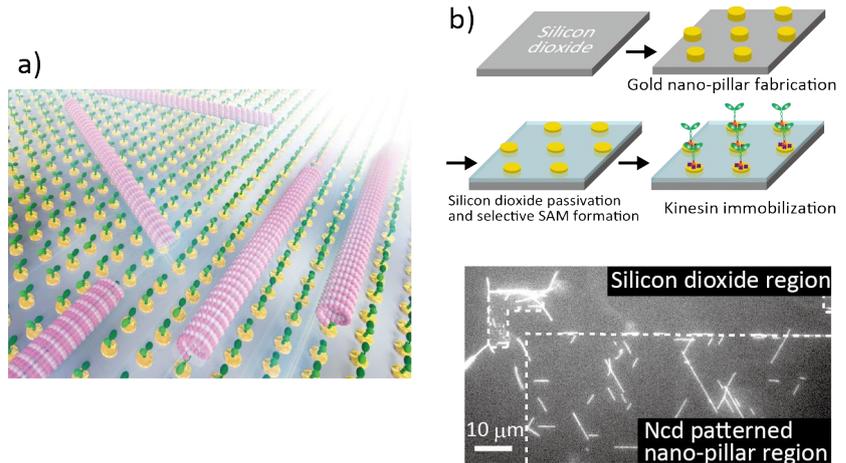


図4：モータ機能計測用デバイスの例。ナノピラーによりパターンニングしたキネシンの協働性の評価系。

質の分子数と分子間距離を、ナノ加工技術により規定する新たな計測系を開発することで、これまで知られていなかったモータタンパク質の特性を明らかにすることができたわけです。マイクロ・ナノ加工学からのモータタンパク質を利用したシステム創成というアプローチを通して、生物物理学的なモータタンパク質の新たな側面が見えるという研究サイクルが回ることで、相補的に研究が展開されたと考えています。

### 3 細胞を用いたマイクロシステム

マイクロスケールのデバイスを生体医工学に応用する取り組みも進めてきました。チップ内に対象の細胞を培養することで生体組織を構築し、in vivoにおける細胞ニッチを再定義して生理学的な機能を獲得させようという試みがMicrophysiological System (MPS) です。最初のMPSとして知られる、肺胞のガス交換機能や免疫機能を再現したLung-on-a-Chipが2010年に報告されてから10年余り、各種臓器への展開や複数の臓器間連携の再現により、分子生物学や発生生物学など生命科学分野における学術的な実用に加え、MPSは製薬企業との連携により創薬研究におけるツールとして産業界へ展開され始めました。さらに、ヒトiPS細胞を用いることにより、さらにヒトの生体内機能に近い高機能MPSの開発が始まっています。

生体内の各所には、基底膜を挟んで上皮組織と血管内皮を覆う内皮組織の構造が存在します。この上皮組織側と内皮組織側の相互作用をin vitroで、かつ実時間で観察や測定することができれば効率的に臓器機能を計測することが可能になります。我々は、腎臓の近位尿細管を対象としたMPS開発を進めてきました。

図5aのような上下

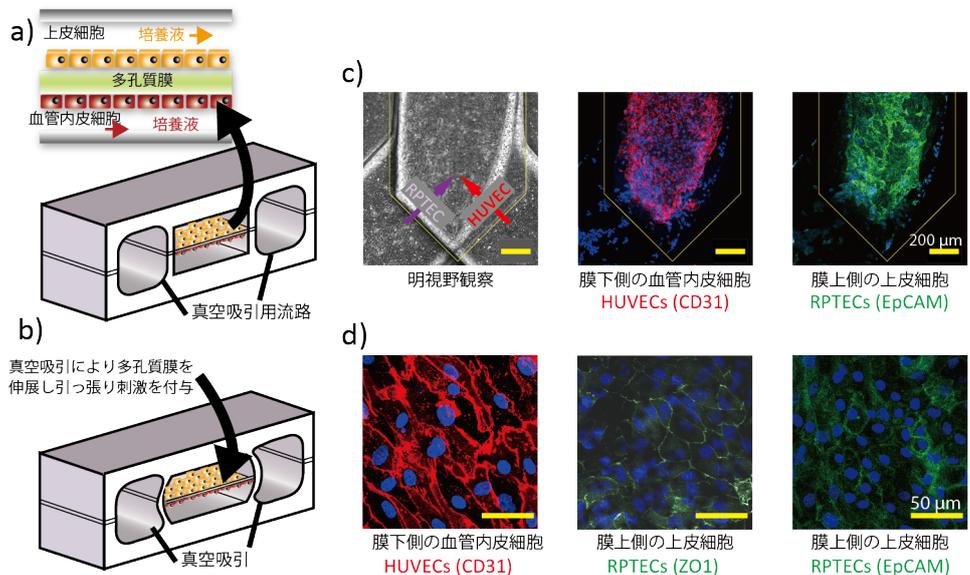


図5 : (a)多孔質膜の上側を上皮組織、下側を内皮組織とした平面培養。(b)空気圧制御により多孔質膜を伸展しせん断刺激を付与できる。(c)近位尿細管上皮細胞と血管内皮細胞を共培養した例。共培養や灌流刺激により、細胞機能の向上が見られる。

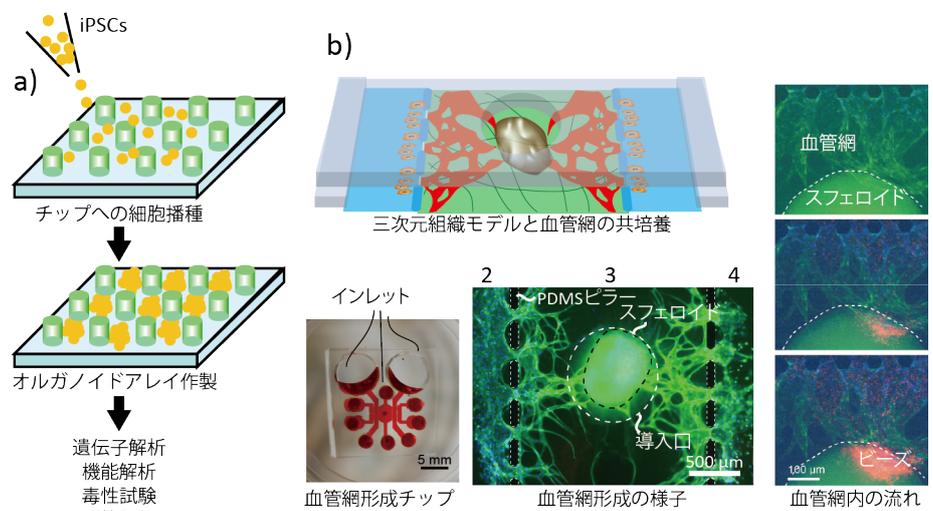


図6 : (a)オルガノイドをチップ上で大量並列に培養し、各種アッセイに用いるチップ。(b)三次元組織モデルの血管化の例。細胞ニッチを定義することで、灌流可能な血管網をチップ内に構築できる。

のマイクロチャネルに近位尿細管上皮細胞と血管内皮細胞を培養すると、灌流によりせん断応力刺激を与えたり、チャネルを変形することで引っ張り刺激を与えたりすることができます（図5b）。このような細胞への働きかけは、従来の培養皿を用いた細胞培養では実現できません。力学刺激を与えることで、刷子縁や側低膜に局在する各種トランスポーターの発現が亢進し、デバイスを用いることでそれらを容易に計測することが可能になります。図5c,dには、実際に近位尿細管上皮細胞と血管内皮細胞を培養することで、細胞接着タンパク質の発現が見られることを示しています。さらに、デバイス内に電極を組み込むことで、経上皮電気抵抗計測を実施して、上皮組織に対する腎毒性のモニタリングにも成功しています。まだ、人工透析を置き換えるようなことはできませんが、腎臓病の理解や創薬の一助となればと考えています。現状では、薬物代謝能まで有する細胞株がないため、現在ヒトiPS細胞から分化誘導した尿細管細胞を用いることでより高機能化を図っております。

上記の培養法では、各細胞が平面的に配置されます。我々の生体内では、様々な臓器が3次元的に配置されていますので、その細胞配置を再現するというアプローチも進めています。近年、幹細胞からミニ臓器を作製するオルガノイド技術が確立してきましたが、その組織内部に養分や酸素供給を行うための血管網を三次元的に作製する技術が求められています。オルガノイドやex vivo培養の組織に血管網が含まれている場合、マイクロチャネルを介して内部にアクセスすることができれば、長期的に灌流培養することが可能になります。我々は、ヒト臍帯静脈内皮細胞（HUVEC）とヒト肺線維芽細胞（hLF）を用いることで、細胞塊であるスフェロイド内に灌流可能な血管網を導入することに成功しました（図6）。また、ヒト乳癌培養細胞（MCF-7）を含む主要スフェロイドに対しても血管網を導入し、薬剤投与の際に灌流の効果を考慮してドーズを決めることの重要性を示しました。現在は、なぜこのような微小環境で血管化が進むのか、あるいは進まないのかを明らかにするため、トランスクリプトーム解析等の生物学的なアプローチも活用しながらその理解を進めています。

#### 4 おわりに

マイクロ・ナノ加工技術を分子から細胞スケールの生体材料と融合した研究についてご紹介しました。一般に、この分野では生命科学・医学・理学分野の研究

者のWhy?に貢献できる計測デバイス開発が主眼となってきました。これに対し、我々はWhy?にまで自ら踏み込んだ研究テーマを重視しています。ナノテクノロジーハブ拠点などクリーンルームが整備され、装置の共有により研究者が装置管理に要する時間が減りました。これにより、ナノメトリクス工学研究室では、マイクロ・ナノ加工技術を流体力学や材料力学のように一つの基盤領域と見なすことによって、新たな研究分野の創出を目指しています。最新の研究内容や研究成果などは下記HPで随時、報告しておりますのでご参照ください。

(研究室HP: <http://www.ksys.me.kyoto-u.ac.jp/>)

## わたしの仕事 (35)住友電気工業(株)

河内星子 (H19/2007卒)

## 1. はじめに・自己紹介

こんにちは。河内星子(かわちせいこ)です。2003年に物理工学科に入学し、4回生で熱物理工学研究室(当時は牧野研)に所属しました。2007年に学部卒で住友電気工業(株)に入社し、現在まで勤続しています。

今回、ご縁あって寄稿させて頂くことになり、自分にとっても改めてこれまでの仕事を振り返る良いきっかけとなりました。この機会を頂いた吉田先生に感謝しております。

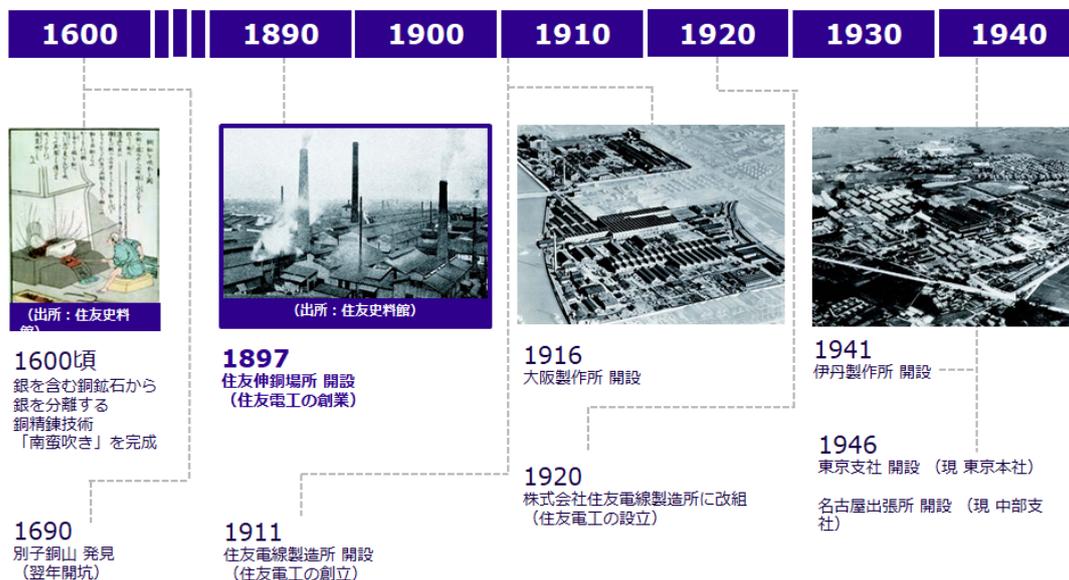


職場の仲間と登山(前列左が筆者)

## 2. 住友電気工業(株)について

まず住友電気工業(以下、住友電工)について簡単にご紹介します。

日本国内で製造業に従事されていれば、社名くらいは聞いたことがある、という方が多いかもしれません。しかし一般的にはあまり知名度が高くないため、入社してしばらくは親戚などにどこで働いているか覚えてもらいにくいのが難点です。私自身、部活の先輩が就職したときに、初めて住友電工の社名を聞いたような気がします。



また、仮に住友電工と仕事上の付き合いがあったとしても、取り扱う製品が多岐にわたるため、どの部門と付き合いがあるかで企業イメージがそれぞれ異なっているようです（個人的な観測範囲での印象ですが）。また、せっかく住友電工のこと知ってるよ！と言って頂いても、そんな製品つくってたっけ？というリアクションになりがちで、申し訳なく思うこともしばしばです。かつては（おそらく今でも）「住友電工は中小企業の寄せ集め」と言われたように、雑多な小さな組織がそれぞれに独自の製品技術で勝負しているような面があり、それは住友電工の強みでもあり弱みでもあります。

**自動車** CASEの加速的進展とモビリティの進化に貢献する。



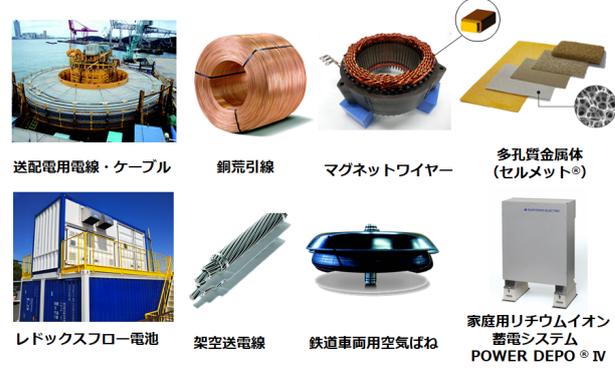
**情報通信** 増加するデータトラフィックに応え、大容量高速通信時代の実現に挑む。



**エレクトロニクス** モバイル端末・自動車・航空機器のさらなる進化を支える。



**環境エネルギー** 再生可能エネルギーの普及など、新しいエネルギーシステムを構築する。



**産業素材** 高機能な素材を開発・提供し、産業や社会インフラの発展に寄与する。



会社四季報などで確認できる業種分類では、住友電工は「非鉄金属」に分類されますが、これは電線（銅線）の製造から事業を始めたことによります。現在では売り上げの多くを自動車関連部品、とくにワイヤーハーネスが占めている、いわゆるBtoBメーカーになっています。近年の主要な製品を挙げるだけでも、ワイヤーハーネスをはじめ、高圧電線ケーブル、光ファイバ、化合物半導体、電子デバイス、超硬工具、交通制御システム、など多岐にわたり、一言では紹介しきれないのが住友電工という会社です。

それでもやはり材料系のイメージが強く、最終製品にも機械装置はほとんどないため、機械系エンジニアが活躍するイメージが湧きにくいかもしれません。採用活動の時期にも、機械系の学生の興味を引くのに苦労することが多いのですが、実際には、たくさんの京機会出身者が住友電工の様々な部門で働いています。その活躍分野は、王道の機械設計から製品の構造設計、ソフトウェア開発、材料開発、解析など多岐にわたっています。

私が入社した2007年頃は、グループ会社全体での売上の中で海外が占める割合はまだ1/3程度でしたが、今では半分を超え、6割に迫る比率となっています。必然的に海外拠点も増え、社員が海外で仕事をする機会も多くなりました。世界的なパンデミックで人やモノの流れは一時的に急減しましたが、そのような状況であっても、ビジネスの舞台が広がっていく流れは変わらないだろうと感じます。

### 3. 私の仕事

#### 3. 1. どんな仕事

2007年に入社してから2021年9月まで生産技術部という部門に所属していました。まず、この生産技術部について紹介します。

私が9月まで所属していた生産技術部は、前項で紹介したように“寄せ集め”でできている住友電工の中ではやや珍しい、全社横断的な組織のひとつです。事務系の部門では人事や経理などがありますが、技術系では生産技術部と、社内の通信インフラ整備を担う情報システム部、それに一部の研究・企画部門しかありません。特に生産技術部は、住友電工のような“寄せ集め”の製造業ではやや珍しい、住友電工グループ全社のモノづくりレベル向上を推進・実現する役割を期待されている部門です。そのための有形無形の技術開発だけでなく、実際に工場を建て、生産設備を設計製作し、生産ラインを整え、改善するところまで自分の手

を動かして参画することが求められます。

では私自身はどのような仕事に携わっていたかという、ひとことで言うなら「検査装置の開発・設計」です。社内の様々な製品の検査（出荷前の最終検査や、途中の工程内検査など）を自動化するための技術開発と、その装置の設計が主な仕事です。つまり、主な「お客さん」は社内の生産現場です。もちろん、検査装置を製造・販売している装置メーカーはたくさんありますが、私が所属していたグループで手掛けている製品は、全くの新製品で製品の情報を社外に出したくないもの、あるいは検査技術が世の中で確立していないものや、既製の検査装置では必要な精度が得られないもの、などです。

そういった要望に対し、計測・制御技術の知識や経験をもとに、新しい検査装置を開発・設計します。仕事の性質上、具体的な内容をここで書けないのが申し訳ないのですが、入社してから学んだ画像処理、センシング、制御プログラミングなどの知識を生かして装置の開発に取り組みました。

仕事のやりがいは、やはり自分で開発した装置が実際の製造ラインで稼働したときに感じる達成感にあります。単なる技術開発だけでなく、すぐに役立つ、つまり“稼げる”装置をリリースするところまでを求められますが、それが実現できたときはそれまでの苦勞が報われるような気持ちになります。

また、全社横断的な組織であることで、様々な製造現場のことを直に知ることができるのも生産技術部の仕事の面白いところです。私が就職活動中に住友電工に興味を持ったきっかけが「いろいろな製品をつくっている」という点であり、それを実感できる職場だったと思います。一つの組織に所属していながら、精密な電子デバイスの実装ラインから巨大な設備が並ぶ海底ケーブルの製造ラインまで、多様なモノづくりの現場に当事者として参加できるところがとても特徴的です。

その代わり、自分がイチから作り上げた製品を世の中に送り出す、という経験はできないのですが、私自身はこの、色々なモノづくりに首を突っ込むような仕事のやり方が向いていたようです。十数年勤める中で色々なモノづくりについて学び、同僚にも恵まれ、楽しく働かせてもらいました。

### 3. 2. グローバル化とダイバーシティ

前項で紹介した通り、海外の売上比率が増えている状況なので、社員としても

海外で仕事をする機会が増えています。もちろん、新卒の新入社員の中に海外でビジネスの経験がある人はほとんどいないので、会社として若手にどうやって海外経験を積ませるか、ということについても検討が進み、ここ数年で色々と選択肢が増えました。

海外経験のある方だと分かって頂けるとは思いますが、海外の支店や関係会社の立場からすると、日本から出張や駐在の形で派遣される社員は、一騎当千の“なんでもできる”、“経験豊かな”人材を求められます。それは現地スタッフを教育・統括したり、日本国内と比べるとステークホルダーの多い複雑なプロジェクトを限られた人数で推進することが必要なので、当然と言えば当然なのですが、それではなかなか若手が経験を積む機会が回ってきません。

そこで、研修の一環として、人事が一部費用を負担したり、期間を短く区切って海外に短期駐在できるような制度が整えられ、比較的、経験の浅い若手社員を海外に送り出すハードルが下がってきました。本人の適性を見極めるという意味でも、色々な選択肢があることは若手社員にとってもプラスになるだろうと思います。

私自身は、そういった諸制度とはまったく縁が無く（制度がリリースされたときにはすでに対象の年次を過ぎていたので…）、2011～12年にかけて約1年半の間、中国・蘇州での新工場立ち上げのプロジェクトにかかわったのが、最も大きな海外経験です。複数の製造ラインをさみだれ式に立ち上げていく計画で、一か月毎に出張と帰国を繰り返すような生活をしていました。

新しい工場の立ち上げだったので現地スタッフも勢いがあり、賑やかで面白い現場でしたが、当然、工場の運営面や技術面では未熟なので、毎日なにかしらのトラブルに見舞われていました。それでも、本当に何も無いところに一台ずつ設備を運び込み、ユーティリティを繋ぎ、動かす、というところから1年が経つ頃にはそれなりの工場として操業できるようになっていたときには、さすがに感慨深いものがありました。このときに国内外および社内外のたくさんの人と一緒に仕事をして、様々な立場や考え方のもとで自分の役割を果たせたことは、その後の仕事の進め方に大きく影響を与える経験となりました。

私のように、個人的な経験としてグローバル化やダイバーシティの進展を実感している社員は多いと思いますが、会社全体の組織的な取り組みとしてはまだ道半ばかなと思います。住友電工は大きくて古い組織なので、良くも悪くも変化は

ゆっくりとしています。10年前に比べれば、ライフステージに関わる諸制度は利用しやすくなり、女性や外国籍の社員は増え、社内外の研修で学ぶ機会も多くなりましたが、ダイバーシティが組織風土として根付き、新しい競争力を生み出すまでにはまだまだ様々な努力が必要そうです。

なお、住友電工の組織風土で良い点をひとつあげると、部門長などの意思決定者について、役員クラスに至るまでエンジニア出身者が過半数を占めるうえ、BtoBでの商売がほとんどなため、様々な場面で技術的な議論が尊重されやすく、立場に寄らないフラットな意見交換をしやすい、というところがあります。エンジニアとして働くうえで、とてもありがたい風土です（会社全体の利益向上に即効性があるかと問われると難しいところですが）。そういう良いところを活かしつつ、新しい価値観も根付いてより良い組織になって欲しいと個人的に思っています。

### 3. 3. リクルータ経験を通じて感じたこと

私の仕事という意味で重要な要素のひとつが、入社以来ずっと続けているリクルータ業務です。就職してから数年間は学生に近い立場の先輩として、勤続10年を越えた頃からは、それなりに経験を積んだ社会人として、毎年、就職活動中の京大機械の学生の皆さんとお話しする機会を頂き、大変貴重な経験となりました。研究の話聞かせてもらったり、就活に関する不安や悩みを伺ったりしていると、私自身も学生時代に、何も分からずに迷ったり悩んだりしていたことを思い出します。

自分が就活をしていたときは、なんとなくメーカー中心に見て回っていたものの、特にやりたいことがあったわけではなく、住友電工みたいに色々やっているところだったら、働いているうちに何かやりたいことや向いていることがみつかるかな、と考えて入社しました。そしてそれは、そんなに間違っていなかったと思います。やりたいことが特にない人も、それに負い目を感じることなく、色々な人と話をしてみたら良いのではないかと思っています。

また、自分の就活当時はほとんど意識していませんでしたが、住友電工のような比較的大きな会社であっても、京大機械系出身者には技術力だけでなく、マネジメントを担う役割も期待されています（前で書いた通り、特に住友電工ではマネージャー層の多くがエンジニア出身であるという事情も関係していると思いま

すが)。

私自身、マネジメントの仕事が面白いと思えるようになったのは最近のことです。就職活動をしていた頃や、入社して数年間は、自分の手を動かして何かを作るほうが絶対おもしろい、人の上に立つ仕事なんて向いていないしめんどくさそう、とっていました。

しかしここ数年で仕事の範囲や裁量が広がったことで、どんな分野であっても、物事は複雑化していて自分ひとりの力で出来ることは限られており、その一方で、人と協調し、みんなで頑張ることで大きな成果が得られるということ学びました。その、みんなで頑張るために方向性を示して環境を整えることこそがマネジメントの役割であり、上手くいったときの達成感は、やはり一人で仕事をしているだけでは味わえないものです。

もちろんエンジニアとして日々の勉強、知識のアップデートは必須ですが、それを前提としたうえで、学生の皆さんには、そういう方向で力を発揮できるかもしれない、ということも頭の片隅に置いて頂ければと思います。

#### 4. 最後に

ところで、2021年10月に生産技術部から異動になり、事業部門の設備設計者として新しい職場で働いています。これまでよりもビジネスの現場に近く、自分の仕事が明日の売上に直結するような職場です。そういう場所でも役に立てそうだと評価してもらえたということで、その期待に応えられるように力を尽くしたいと思っています。

また、これまでの道のりを振り返ると、様々な形で諸先輩方のサポートを頂いてきたことに気付きます。私自身も中堅と言われる年頃になり、おかげさまで後輩も増え、その活躍を目にする機会も多くなりました。これからは学生の皆さんを始め、若い人をサポートする立場であることを意識して、できる限りの支援をしたいと思っています（これは多くの先輩方も同じですよ）。

色々先の見えにくい世の中ですが、親切心と好奇心を忘れずにサバイブしていきたいものですね。末筆になりますが、京機会の皆様のご多幸とご健勝をお祈りしております。

## 京機会学生会SMILEより

石田尚之（機械理工学専攻修士一回生）  
keiki.smile@gmail.com

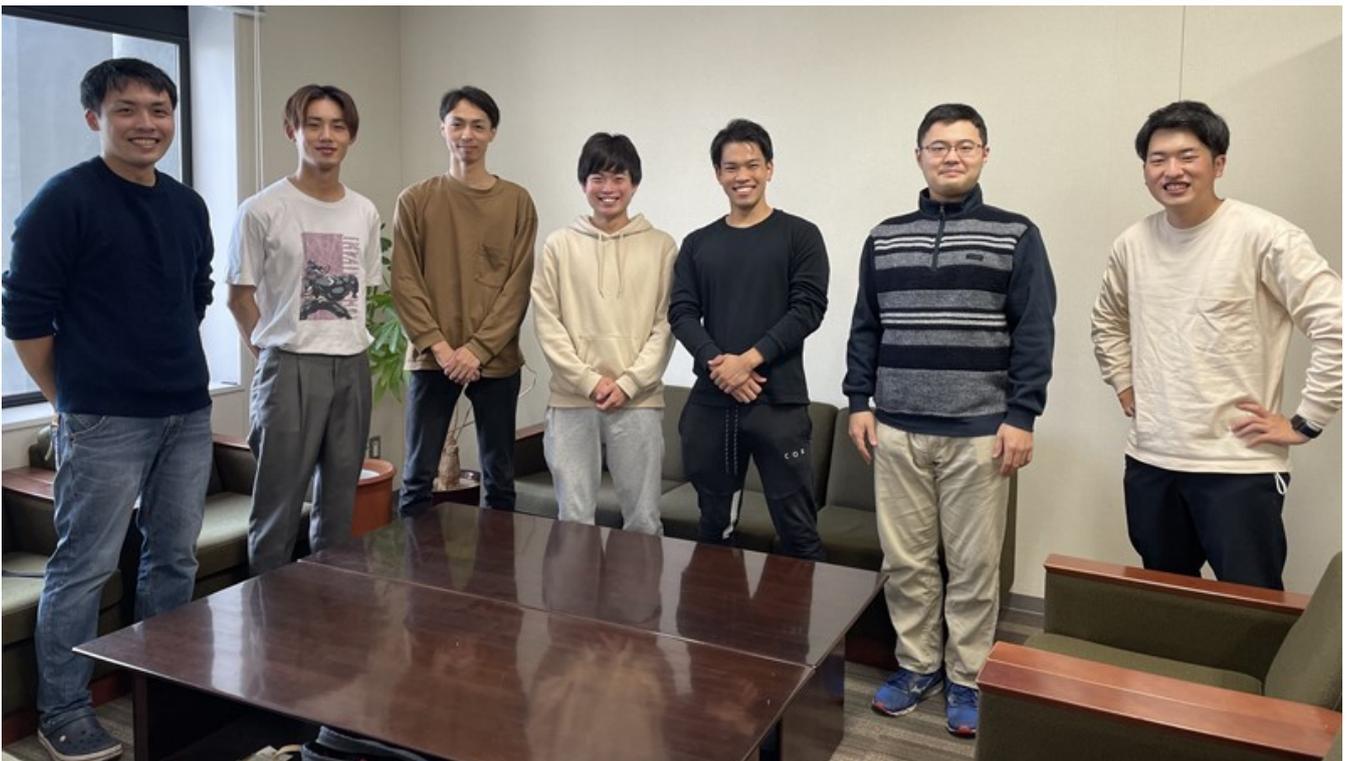
### 1. 会長挨拶、本年度のSMILEメンバー紹介

みなさん、こんにちは。2021年度SMILEの会長を務めさせていただいております機械理工学専攻修士一回生の石田尚之と申します。コロナの影響でSMILEの活動が制限されメンバーも増えず苦労しておりました。しかし本年度は合計7人のメンバーが集まり、SMILE本来の姿になって参りました。メンバーは写真左から

- ・ 田中海斗（会計、M1）
- ・ ダヤンツルモン・ゲルセンツ（交流会担当、B3）
- ・ 上野裕太（書記、B3）
- ・ 北田絢也（副会長、交流会担当、M1）
- ・ 上田康平（交流会担当、M1）
- ・ 三浦啓輔（HP担当、M1）
- ・ 石田尚之（会長、交流会担当、M1）



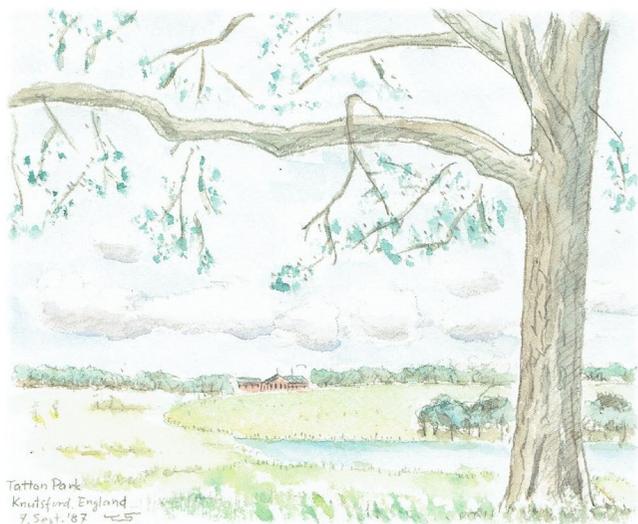
です。先輩方から、「最近SMILE盛り上がっているなー」と思っていただけのような活動して参ります。宜しくお願い致します。



## 2. 学生と先輩の交流会について

本年度の交流会は、2022年2月21日(月)にoVice ( <https://ovice.in/ja/> ) を用いてオンラインで行います。昨年度は、先生方のお力をお借りしながらZoomを使用してオンラインで開催され、交流会後のアンケートにおいて、企業の皆様から様々なご意見をいただきました。その中で、移動制限の中で学生と交流する機会が持てたことや、想定以上に多くの学生と交流できたことに対して、評価していただいた一方、企業の皆様から学生の呼び込みができず、少数の学生としか交流できなかったり、会社説明の後に学生と話す時間が不十分だったことに対して、厳しいご意見もいただきました。これらの貴重なご意見をふまえて、本年度の交流会では、オンラインでのコミュニケーションを可能にするバーチャル空間、「oVice」を用いることに致しました。

初めての試みとなりますが、交流会が学生にとっても、卒業生にとっても有意義なものとなる様に準備を進めていきますのでご理解・ご協力のほど宜しくお願い致します。たくさんのご応募お待ちしております。



Tatton Park  
Knutsford, England  
9. Sept. '87

22

iii-4  
Tatton Park,  
Knutsford, England

1987年9月英国のクッツホードを訪れ、タットン公園を散策した。広く美しく良く手入れされている。人影まばらで秋風が涉って来る。広い芝生の向こうに森、紅い家が点景。長閑な閑静境である。湖水地方などイングランドの風光は日本によく似ている。自然を生かした庭園、水と雲、愛らしい村々。大都会を離れBB (Bed and Breakfast) に泊まって一人旅を楽しむ。Barで軽食、イングランドの生活に飛び込んだ心地がした。

23



Chateau de Namur  
2 Mai '95  
by Shinobu

24

iii-5 **Ardeneアルデンヌの森のシャトー**  
19世紀 ベルギー

1995年5月ベルギーを訪ねた。関西大OB伊野氏の御案内でアルデンヌの森へ。緑鮮やかな丘陵にシャトーが点在する。Namurナミュウルのシャトーホテルに泊まる。バルコニーに出ると緑の森に尖塔が鮮やかである。静寂優雅な別天地。

鳥の囀り、爽風の葉ずれ。森は黙して歴史を語らず。館は貴族生活を物語る。マダムを囲んでアフタヌーンティーのサロン。客人の一期一会の貴重な一時を楽しむ。典雅なラテン文化の世界である。やがて館は暮色に包まれた。

iii-6 **Brugesの運河めぐり**

落ち付いた古都ブルージュはベルギーの近世歴史都市。運河を巡ると教会・尖塔・商家・石のアーチ橋などが次々と現れる。ブリュッセルの喧騒を避け安らぎの一日を過ごした。



O.L. Vrouwekerk  
Bruges, 1 mai. 1985

25



### III-7 LübeckのHolstentor

1989年8月Bremen Univ.にProf.Bauchhageを訪ね、次にリュウベックへ行った。バルト海に臨むHansa同盟の商業都市である。Holstenの城門は中世の面影を良く残している。このあたりは古都の情趣が漂っている。旧東独との境界に近く、苦難の歴史を歩んだと思われる。

ハンザ同盟は「商人の仲間」の意味で13世紀より近世初期にかけて海上交通の安全・共同防衛・商権の確保を目的として北ドイツ特にバルト海と北海沿岸のドイツ諸都市が結んだ都市同盟である。リュウベックが盟主であった。16世紀以降衰えた。現在ルフトハンザ航空にその名を残している。北ドイツ商人の誇りの都市であった。

### III-8 Kastanienカスタンアン落つ

ドイツの秋は早い。9月上旬Düsseldorfの公園のベンチに憩うと、カスタンニアンの実が落ちて来た。もう秋、帰国の途へ。

### III-9 Eiger3970m・Mönch4099・Jungfrau4158

Berner Oberlandの3名峰を谷を隔てたMürenのAllmendhubeより望む。品格のある山容は今も臉に残る。

## 京都の散歩道 (9) 泰斗による中国歴史研究

今月も読書の秋にちなんで、京大が誇る東洋史学の泰斗、宮崎市定(1901-95)先生と貝塚茂樹(1904-87)先生の名著にスポットライトを当ててみたいと思います。お二人とも「京都支那学」と称された内藤湖南(1866-1934)先生や桑原隲蔵(じつぞう)先生(1871-1931)の最後の弟子にあたります。といっても、筆者自身、せっかく京大に長年いたのに宮崎・貝塚両先生の畢生の研究成果も知らないようではもったいない、恥ずかしいと、今秋遅ればせながら読んだに過ぎないことを白状します。また、中国と台湾そして米国を含めた国際関係が過去になく緊張している今日、その原点に遡ってみるよい機会であると考えたことも読む動機となりました。なお、発行年は以下のようで、両書とも1966年の文化大革命から少し経過したところまでが記述されています。

### ◆宮崎市定：中国史

岩波全書(上 1977、下 1978) → 岩波文庫(上・下 2015)

### ◆貝塚茂樹：中国の歴史

岩波新書(上 1964、中 1969、下 1970) → 著作集第八巻、中央公論社(1976)

(なお、現在は岩波新書のKindle版だけが新規入手できますが、古書入手あるいは図書館利用の際は、中央公論社合冊版の方が断然読みやすくお勧めです。)



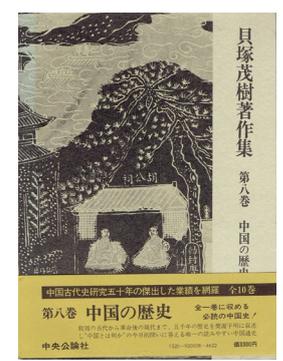
まずは、より大部で多数の図・表・写真や索引も完備している貝塚先生の方から読んでみました。はしがきでは「単に断代史をつなぎ合わせただけで通史はでき上らない。断代史をこえた視点が必要であるからである。それはときに中国をこえて、アジア全体、さらに人類史一般の立場からながめることも必要とする。」、第八巻あとがきでは「通史の記述の困難は何を書くかでなく、何を書かずにするか、その選択にあると思われる。」と述べておられます。記述は極めて整然として明確で体系的、かつ本文より少し小さめの字で随所に挿入された詳細な項目説明により理解が一層促進されます。この大著から適切にポイントを抽出するのは筆者には不可能ですが、いちばん印象に残ったのは「第一次大戦中の日本の二十一カ条要求を中心とする弾圧政策がもとになって、日中戦争までエスカレートしてきた。二十一カ条を強制した失策の責任はいくら責めても責めたりない。」という強い主張です。



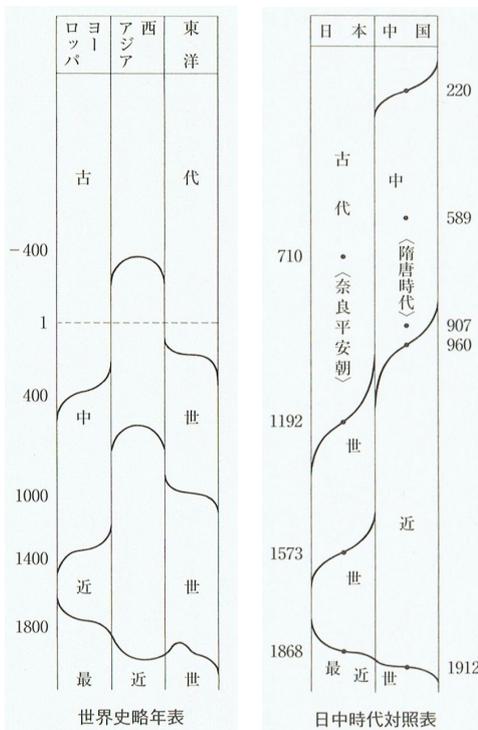
宮崎市定



貝塚茂樹



貝塚先生の本の読了後、直ちに宮崎先生の本に移りました。この順番は正しかったと思います。というのも宮崎先生の本は極めて個性的で、上巻などは、先生が75歳だった1976年9月1日から毎日5枚とノルマを定めて90日で一気に完成に書き上げられた（下巻の解説で引用された1977年1月発行「日本読書新聞」より）ことから理解できるように勢いがあり、体系的に学ぶ教科書のように構成されていないからです。1977年6月に書かれたはしがきには「ここ十数年は学生を持たないから、従って講義したこともない。（中略）私はこの書の読者を、私の学生に見立てて、学生の前で久しぶりに講義するつもりで筆を執ることにした。（中略）私は将来ある若い世代を相手に学問を語りたく思う。」と何とも熱いのです。前出の日本読書新聞には「最初に案を立てる時、有益な本にしようか、それとも読み易い本にしようかと迷った。有益な本とは、学校の副読本などに指定され、授業の進行にあわせて、しづしづ読まされる本のことである。読み易い本とは、歴史学に直接関係しない人でも、大した苦痛を伴わずに、一週間位で読破できそうな本のことを言う。全書本という外形からすると、書店にとっては前者の方が為になるかも知れないが、まかり間違っても受験の参考書にでも利用されると心外でもあり、後者の方に定めた。」ともあります。一方、むすびには「私はこの書を書くに当って、既存の概説書、またはこれに類するものは、他人のものも、また自分のものも、成るべく見ないように心掛けた。（中略）私はなるべく私の記憶だけに頼って、この書中に書きこむ題材を選んだ。もし私の記憶から全く忘れ去ってしまったような事実ならば、それは忘れられるだけの価値しかない事実だ、と判断する自信が私にはある。」とのことです。すごい自信と気迫です。



内容について少しだけ紹介します。「常に世界史を念頭におき、世界史的立場から、最も具体的に個別の歴史研究に取組む用意が必要だ」という主張は貝塚先生と軌を一にします。そして、「時間と空間が織り成す座標軸の広さ」を問題とし、先生が考案された略年表が左図です。古代、中世、近世、最近世の四分法に基づき、時間差を伴って世界全体が関連していて、さらに中国と日本の関係だけに注目すると、近世に入るまでは中国が先行したものの最近世では逆転したことを示しています。先生は、ソルボンヌ大学、ハーバード大学、ハンブルク大学、ルール大学に客員教授としても招聘され、正に世界的な視点で東洋史学に関する研究を深められたといえます。



両書刊行後半世紀近く経った今日、アメリカと中国を中心とする世界展開となりました。両書から学んだ視点で考えなおしてみたいと思います。 編集人

## 京岬会(昭和33年卒同窓会)報告

2年振りに恒例の同窓会を2021年10月25日(月)に沼津リバーサイドホテルにて7名の参加の下、実施した。本年も新型コロナウイルス禍が続き、2回のワクチン接種済とはいえ計画時には開催の危うさもあったが幸い緊急事態宣言も解除され国内の感染状況も鎮静化し、参加予定者全員の賛同のもとの開催であった。



新田

小澤

中村(弥)

造田

岸本

梅本

中村(達)

梅本幹事の挨拶、経過報告の後、中村達君の乾杯の音頭で懇談に入った。本年は課題テーマの報告は無く、各人の近況報告、体験報告、書物紹介、社会への恩返し、調査事項等ほぼ自由課題の報告会になった。

- ・健康管理 ジム、散歩を含め皆さん努力の報告であった。難聴対策で高価な補聴器を装着していたり又医者にも内耳を清掃してもらったら聴力が回復したとの報告があった。
- ・五年日誌を継続している人もいる。
- ・読書の紹介 京機短信8月号で紹介のあった「北オハイオの冷たい風」著者 森口透(本名 天野到氏)の6篇の内、「北オハイオの冷たい風」と「おろし林檎と砂糖水」の内容紹介があった。
- ・社会への恩返し活動 地区の文化センターで歴史講座の講師をしていた。又公

園の週一の清掃活動も続けた。他に小学生に数学の課外学習の講師をやっている。小生は介護保険のお世話になってないことも社会貢献かと思った。

- ・ 豊田市の農村舞台の紹介 市内には80棟の舞台（主に神社内）があり村祭りの余興行事の歌舞伎や演芸が開催されている。市の援助で農村舞台アートプロジェクトが作られ、最近では「紙アート展」が行われた。（和紙は旧小原村の全国的な特産物）

和気藹々の中、予定時間の2時間をややオーバーして来年の再会を約しての閉会となった。

尚、翌日は沼津ゴルフクラブで7名全員参加のコンペを快晴の下、開催した。優勝は小澤君であった。（中村弥寿家）