



# 京機短信

KEIKI short letter

No.360 2021.10.05

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

- ・ 能面を打つ —幽玄美の再現—……藤田大東 (pp. 2-12)
- ・ series わたしたちの研究 (7)メカトロニクス研究室……松野文俊、遠藤孝浩 (pp. 13-20)
- ・ series わたしの仕事 (34)国立研究開発法人 海洋研究開発機構……松田景吾 (pp. 21-30)
- ・ 連載「水彩スケッチ紀行」(3)……下間頼一 (pp. 31-32)
- ・ 京都大学フォーミュラプロジェクトKART 2021 Formula SAE Japan 大会報告 (pp. 33-39)
- ・ 京都の散歩道 (8)出版社……編集人 (p. 40)
- ・ 第17回京都大学鉄道研究会写真展  
鉄道のある情景—くらしの中鉄道を再発見する写真旅行…… (p. 41)



2018年5月1日(火)



新幹線は一番南(左)の線路を走ります。「梅小路公園」 右に「京都水族館」と「京都鉄道博物館」があり、転車台がある扇形車庫の屋根が見えます。

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

## 能面を打つ ―幽玄美の再現―

藤田大東 (S42/1967卒)

## 1. はじめに

日曜Eテレの番組「古典芸能への招待」などで時々能が演じられ、人間国宝の能楽師の円熟した舞と同時に、大切に使われているすばらしい能面をも見ることができます。私は能面を打ち始めてから17年、趣味の域ではありますが打った面も70面程になりますので自分なりにますますの出来になってきたかなと思っています。しかし昔に作られた面や現在名人と言われる能面師の方々の面と比べるとかなり見劣りすることがよくわかります。なぜでしょうか。また人にお会いしますと「なぜ能面を打ち始めたのか」とよく聞かれます。その度になぜか躊躇するのですがなぜでしょうか。この2つのなぜには何か共通するものがあると感じています。以前機会があつて能楽師の方に良い面とはどんな面かお聞きしたことがありました。「その面をつけて舞いたくなるような面」という答えでした。よくわかりませんでした。能面と能楽は切り離せないものだということはよくわかります。また能面は観る時やその時々のお気持ちによって感じ方も異なるとも言われます。まことに能面とは不思議なものと思うのですが、本当に良い面とはどんな面なのかを考えることが2つのなぜの答えに繋がるものだと思います。

日本古来の伝統芸能である能楽や能面について書くのはまだまだ理解不足ではありますが折角の機会ですのでこれまでをふり返り、知り得たことや今思っていることを書いてみたいと思います。



静御前衣装を着ける筆者  
京都観世会館にて

## 2. 略歴、能面との出会い

私は兵庫県の川西市に住んでいますが実家は九州湯の町別府で、市内で八女茶の店をやっておりましたので、もしかしたら今頃は別府でお茶店の主人になっていたかもしれません。両親が亡くなった後、郊外にある家を空き家としていたもので、退職後に時々は帰省して温泉にも入れるようにリフォームし、後で出てきますが能面ギャラリーも作って残しています。



郷里の別府市遠望

京都とのかかわりは大学からですが、中学の修学旅行が京都奈良で、その時金閣寺や東大寺等の社寺仏閣を印象深く見たことが始まりになったと思います。大学では卒業まで南禅寺の近くに下宿、そこは元京大教授の家で教授が亡くなったあと下宿屋になっていた所で、隣に細川邸、周りに野村邸、松下邸、能衣装に欠かせない西陣織の龍村の屋敷もあり閑静でとても京都らしいところでした。近くに下宿していたのが紅葉の永観堂近くに、いつも冷静で頼りになる加藤由人君、今は昔のチンチン電車の頃の岡崎錦林車庫の近くに、何事にも大らかで付き合いの良い浦川信夫君がいてよく行き来していました。下宿先の都合で一時、能にゆかりの糺の森下賀茂神社の近くに移ったことがありましたがそこには、おおきな風貌に似合わず優しい林正広君がいてしばらく一緒でしたがまた元の南禅寺の所に戻りました。また京都育ちのとてもダンディで遊び好きの米倉平八郎君は10年以上もまえに亡くなりました。惜しいことですが時々思い出すのも供養になるでしょうか。

大学では当時の遠藤研究室で、研究室におられた駒井謙治郎先生には修士論文などをご指導頂きました。研究室の中島政明先輩や何人かの先輩方とはゴルフなどご一緒させて頂いています。学生生活ではよく神社仏閣など見て回りましたが現在の能面作りにも繋がったのでしょうか、その頃集めた寺社仏像などの書籍写真はいまでも大切にしています。

卒業後は大阪ガス(株)に豪快で何にでも熱心な椿本敏弘君と一緒に入社しました。会社生活でも出来事はいろいろありましたが省略して、ただ阪神大震災の後、被害の大きかった神戸の地域冷暖房設備等の復旧に携わりましたが、復旧を通じ

て神戸の大型商業施設等のお客様との親交を深め、その時苦労した方々とは今でも親しくして頂いています。

退職後間もない頃別府に帰省した折に、それまで年賀状のやり取りだけだったカメラ好きでとても面倒見の良い藤川卓爾君を長崎に訪ね、会うのは卒業以来久しぶりでした。昼の長崎、夜の長崎案内してもらいましたが、その後藤川君は九州支部の設立に尽力され、その縁で私も長崎での支部発足会から始まって、九重阿蘇、九州博物館大宰府、大分中津の温泉、山口宇部などでの部会に参加させて頂きました。本題の能面とは関係ないことをあれこれ書きましたが、人との出会いは不思議なものだということは能の世界ではよくあります。私も人生の後半に入って久しく、なお強く思うようになりました。退職後5年程経った頃、京機会からの案内で井手亜里教授の主催で中国西安の大学との文化財デジタル保存に関する交流会に参加し、西安（昔の長安）の兵馬俑や敦煌遺跡を見学するなど貴重な経験をさせて頂きました。その折京劇の仮面や京劇も興味深く見る事ができました。

能面との出会いは会社定年間近の頃、なにげなく覗いた神戸の能面の展示会で、その時興味深く見入ったのを覚えています。退職後何をしようかと考えていた頃でしたのでちょうどタイミングよく心に入ってきたのでしょうか。退職後暫くして自宅の川西市に在住している能面師で、昔の公卿の烏丸家からすまるの流れをくむ烏丸光広先生に師事しました。私の住んでいる多田地区ただは多田源氏発祥の地で、すぐ近くに源頼光などの先祖を祭る多田神社があり能にもゆかりのある所です。川西市が毎年開催する新能たきぎのう「おもろ能」での能面展には毎年能面を出展しています。又全国的な能面コンクールにも出展入選を果たしたこともあって、名前も「策刻とうこく」として能面の裏にはこの名前の焼印を押すようにしています。



川西市新能「おもろ能」

### 3. 能面作品展、能面ギャラリー

さて能面を打ち始めて5年経った頃、郷里の別府の従妹の喫茶店で開いたのが最初の作品展でした。その後作品も多くなりましたので自分でも専用のギャラリーが欲しいと思うようになっていました。家内の趣味は「和紙のちぎり絵」これは色和紙をちぎって貼っていく絵ですが自宅近くで教室を開いて教えたり、全国的なコンクールでグランプリ大賞を受けるなどしていただきましたのでギャラリーは家内の作品と共同のものとして、別府の家の一角に小さなものですが平成25年に建てました。第2回の能面展はこのギャラリーで開催しました。このギャラリーについて今思うことは家内と私の作った作品に居場所が出来たこと、そして私自身にとっても心安まる所となっていることです。夜のほのかな灯りの元で能面達に囲まれていますと、一つ一つの面が語り掛けてくるようでまさに至福の時と言えるでしょうか。



能面ギャラリー 平成25年能面展

第3回能面展は別府の八幡朝見神社<sup>はちまんあさみ</sup>で、神社や地元紙の大分合同新聞社、高校同窓会の支援を得て令和元年秋に開催しました。この折は奉納能面展として、能面は「翁」<sup>おきな</sup>と神社の祭神「神功皇后」<sup>じんこうこうごう</sup>の2面を奉納しました。この神社は別府の守護神で、小さい頃から初詣や神輿担ぎ<sup>みこし</sup>などして親しんでいましたので此処での作品展や奉納は感慨深いものでした。



令和元年 別府八幡朝見神社奉納能面展 正面は奉納2面

またこれらの能面展を通じて、小学校から高校までの友人にも多数会う機会となって、いまさらに郷里が身近に感じられるようになっていきます。これが縁で卒業した高校（別府鶴見丘高校）に能面2面を寄贈しました。「小面」<sup>こおもて</sup>「大癒見」<sup>おおべし</sup>ですが鬼神面の大癒見は全国能面コンクールで入選したものです。



高校寄贈能面

#### 4. 能面と能楽の関係

能面と能楽は切り離せないことは冒頭に述べましたが、面（おもて）は魂のこもったものとして特に大切に扱われます。その歴史は古く、室町時代に創作されたものが六百年を超える時を超えて今日に受け継がれてきたものです。物語には「本説」と言っても出典が確かな平家物語や源氏物語、多くの説話などで語られる男、女、鬼神などが化身や亡霊として登場します。面はそれらの人物の生きた時代や人間関係によって余儀なくされた運命に対する心情を象徴的に表現するものと言われています。したがって面には、今昔を問わず人間の心に奥深く内在する怒り、恨み、哀しみなどが優れた造形美によって表現されています。こうして創られた面は能役者が舞台上で演ずる時、能独特の装束、舞、謡と合まって観る人の心に強く訴えかけてまいります。一見無表情と言われる面も演者の動き、テラス、クモラス等の顔の動作で様々な表情を見せます。又、顔より少し小さい面をつけることで演者の存在感を示すと共に、面との一体感が感じられるようになっています。さらに面は少し左右を非対称とすることによって表情に動きをもたせるなど鬼神面や怨霊面の印象を強くする効果をだしています。長い年月をかけて、能楽師、能面師が多くの工夫を重ねてきたことがわかります。

#### 5. 能面と能楽の歴史

能楽の歴史は六百年以上に及びますが、長い年月受け継いでくることが出来たのは、徹底した様式美にありこれを固く守り発展してきたことによるものだと思います。面も優れた面が数多く創られ様式化され継承されてきました。その数は主なもので約60面、類型を加えて約100面程になります。その経過は概略次のようになります。

## I. 初期—鎌倉南北朝—

それまで大和地方を中心とした田楽・猿楽と言う踊りが中心であったものが大和猿楽四座の専門職によって多少物語を取り入れた田楽能・猿楽能となっていく。能面のもとになる翁（7項写真翁の原型）や鬼が創られるようになる。

## II. 創作期—室町初期・中期—

足利将軍家による支援大きく観阿弥により物語中心の現在の能楽が形成され、世阿弥による「夢幻能」によりほぼ完成する。それに伴い能面も男、女など多くの優れた面が創作される。

## III. 完成期—室町後期・安土桃山—

能楽の現在の様式が定着し、時の権力者や武士階級の芸能となっていく。能面も般若など秀作が多く創作されほぼ全ての面が完成した。このころまでに創作されたオリジナルの面を「本面」と言い、以後の能面師の手本とされている。

## IV. 成熟期—江戸—

幕府の式楽となり能楽四座一流（観世、金剛、金春、宝生に喜多流を加える）が定着すると共に能楽は幕府や各地の大名に独占されるようになる。能面制作は本面の模作が中心となり、能面師家元の世襲となる。

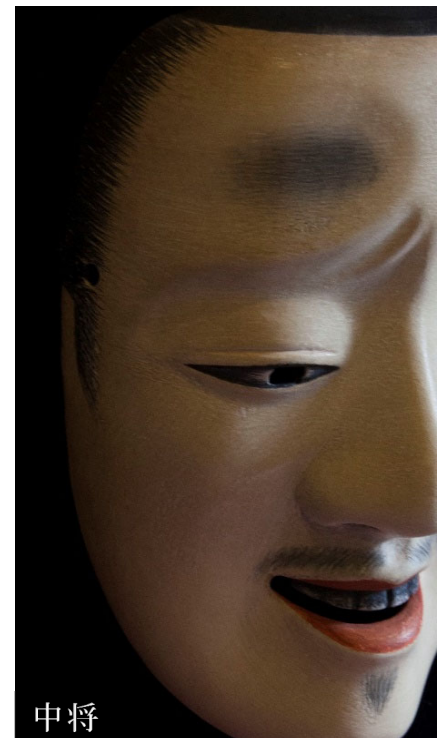
歴史上特筆すべきは能楽が庶民芸能から宮廷貴族や武士の芸能に大きく変遷していく上で世阿弥の夢幻能による影響が大きいことはよく知られているところです。しかし世阿弥の晩年は不遇で、後継の息子には先立たれ、足利将軍にも疎まれるようになって座主の太夫の座も甥に譲り、自身は佐渡に流されて没年場所も定かではありません。しかし一生を通じて多くの優れた作品を創り、能楽について残した芸論も多く、その集大成が有名な伝書「風姿花伝<sup>ふうしかでん</sup>」です。その中には「初心忘るべからず」「秘すれば花」「下手は上手の手本」など多くの名言があります。

## 6. 良い能面についての考察

世阿弥の総合芸論とも言える「風姿花伝」には能の目指すところについて、能を花にたとえて「花は能の命」と表現しています。ここで言う花とは、人の心に呼び起こす感動であると解釈されています。そして作者と演者と見る者の心が一

つになることが大切だとも言っています。さらに最も美しい花は「幽玄」であると言っています。当時の幽玄は宮廷貴族女性の柔和な美しさを典型とするみやびとされていましたが、その後次第に禅の思想が入ってきて閑寂さや無を重視した奥深く神秘的な優美さを言うようになったと考えられています。幽玄の美を舞台上で表現したものが「夢幻能」です。その形式は概略、シテ（主人公）が夜になって旅の僧の前に亡霊となって現れ昔の栄華や戦いの様子、恋の馴れ初めなどを回想しながら舞を舞い、過去と現在、あの世とこの世を行き来して夜明けと共に消えて、すべては夢の中の出来事であったという筋立てになっています。亡霊となって現れるシテも最後には仏の力によって救われることをうかがわせています。このことから多くの夢幻能の主題が鎮魂にあることがわかります。このことが当時の貴族武家社会の死生観に合って受け入れられたのだと思います。能面もこのような夢幻能に相応しい幽玄の美を求められたことは当然であり多くの優れた面が創られています。では実際の能面で幽玄美を表現するのにどんな工夫がされているのでしょうか代表的な面で考えたいと思います。

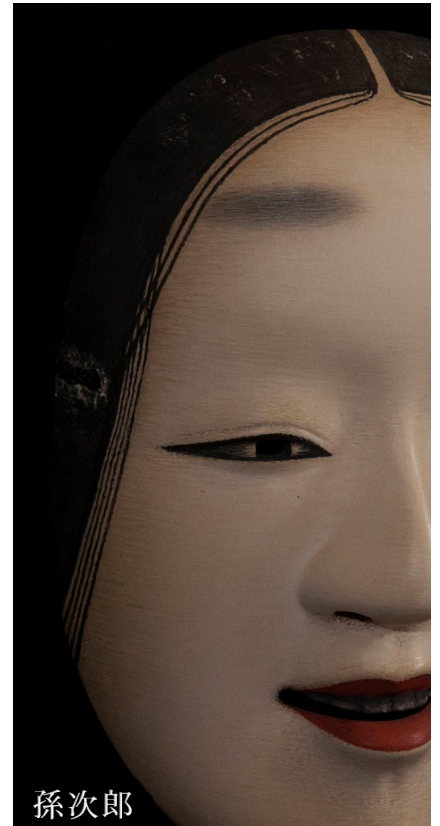
まず能面の表情をつくる形です。夢幻能に出る男面や女面は優美な面が多く、その中に宮廷貴公子であったありわらのなりひら在原業平の相貌を写したと言われるもの（7項写真ちゅうじょう中将）、金剛流の先祖孫次郎が亡き妻を偲んで打ったと言われるもの（7項写真孫次郎別名おもかげ面影）があります。中将は眉の付け根の大きなしわ皺が特徴でこれが貴族的な表情の中に一抹の哀愁を感じさせて滅びゆく平家の公達の役には欠かせません。また孫次郎は、面を少し薄くすることによって面長でやさしく、はかなさも感じる表情となり、金剛流の専用面になっています。いずれも優美な形に創られています。女性のアイラインは切れ長で美しく、黒目部分は四角に切り込むことで、しっかりした優しい眼差しとしています。口は少し開いて口元を少し上げ、下唇は少し前に出して妖艶さを出しています。口元をさらに上げた面はさらに微笑みが出てかわいくなり（7項写真小面）、口元を下げた面は引き締まって厳しい面となります（7項写真増女）。いずれも口は下の歯がありませんがこれは、感情を表に出さない優しさ、みやびを表現する手法です。





次は地肌作りで、白い胡粉<sup>ごふん</sup>を主体に朱土、黄土、雲母<sup>うんも</sup>、累青<sup>るいせい</sup>などを膠<sup>ニカワ</sup>で溶いたものを筆で塗ります。完成した面をみますと肌には細い筋状の線が入っていることがわかります。この筋を「はけ目」と言って胡粉が乾く前に筆先で掃くようにして作り、下地作りでは最も大事なところではあります。彩色しますとこのはけ目が浮き出て面全体をぼかす効果がでます。さらに海綿などをつかってナシ肌のような効果を合わせることもします。

次に彩色は、日本画などで使う顔彩などを薄く溶いたもので着色します。その方法はいくつかありますが、布で作ったタンポンで叩くぼかしの方法、細金網で散らす方法がよく使われ難しいところではあります。しかしここで最も重要なことは自然な古色を出すことです。色の配合、すす、ヤシャブシの木の実を煮込んで作る液を使うなど工夫して幽玄な古色を出していきます。非常に難しいところですので自分で体得しなければなりません。彩色は顔に均一ではなく、顔端や髪が生え際に近いところを濃くすることで顔が浮き上がるような効果を出しています。彩色で、はけ目を少し出すか強く出すかでも印象は変わります。また顔に金泥、目や歯に板金金箔を施すことは、怒りや恨みと共にこの世の者でないことを表すのに効果的な技法で鬼神面、怨霊面に使います（7項写真 小癩<sup>こべし</sup>見、不動、般若）。板金は薄い真鍮<sup>しんちゆう</sup>の板を切り取り、目や歯型になるまで叩いて成型したものをはめ込みし金箔をはります。最後に目、髪、眉など細筆<sup>めんそうふで</sup>（面相筆）をつかって描きます。眉は薄くぼかすように描き女性の髪の毛は本数、形まで細かく決まりがあり、うまく細筆書きができれば真に流麗優美な表情となる大切なところではあります。特に面の細部まで徹底的に様式化しているのが最も古い能面の翁<sup>おきな</sup>（7項写真翁）です。上下に分けた顎<sup>あご</sup>を飾り紐で結ぶ切り顎の形式が特徴で、ボウボウ眉、への字の目、大きな鼻や口、顔の皺まで図形化した様式美で円福の相です



孫次郎



獅子口

肌金泥、目歯板金金箔

## 7. 能面作品（名前の下は代表的な使用例）

これまで打った面は約70面になりますがその中から9面紹介します。



おきな  
翁  
新年の祝賀等で舞う



ちゅうじょう  
中将  
滅び行く平家の公達



まごじろう  
孫次郎（別名面影）  
恋の思い出を語る女性



せみまる  
蝉丸  
琵琶と共に独り暮す盲目の皇子



こもて  
小面  
優雅に羽衣を着て舞う天女



ぞうおんな  
増女  
厳かに神楽を舞う女神

写真「蝉丸」は帝の皇子として生まれながら盲目であったため都の東、逢坂山で独り暮すことを余儀なくされます。狂人となった姉君との再会と悲しい別れが物語です。面は琵琶を友として純真な心を失わない皇子の相貌を写しています。



こべしみ  
小癡見

亡者を救う仏の使いの鬼



あおぶどう  
青不動

曾我兄弟の仇討ちを祝う明王



はんにゃ  
般若

恋の恨みを抱く怨霊

写真の「般若」は白般若と言ひ、目や口は大きく激しい怒りを表していますが、全体は白い細面で額から流れる2本の髪に特徴があり女性を思わせ、眼差しは嫉妬に苦しむ表情も感じられます。品位を感じさせることから位の高い女性の怨霊に使われます。

## 8. 創作面

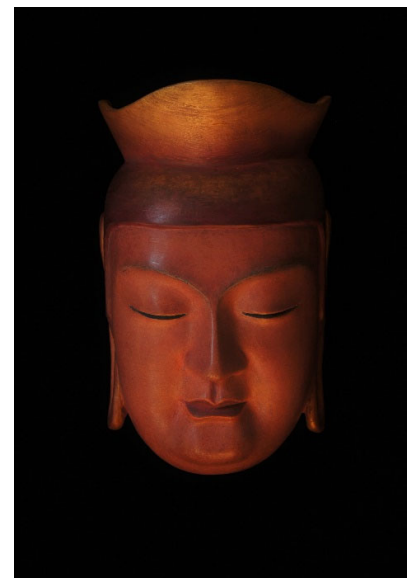
能面の作り方を踏襲したオリジナル作品です。有名な仏像の顔をいくつか能面風に創りましたので3面紹介します。これにはもちろん型紙などはありませんので直接お寺で拝観して写真を見ながら創ったものです。彩色は元の姿を想像しながら付けています。



阿修羅  
(奈良 興福寺)



観音菩薩  
(京都西 法菩提院)



弥勒菩薩  
(太秦 広隆寺)

## 9. おわりに本当に良い面とは

ここまで幽玄美について幾つかの面を例に書いてきましたが、名品と言われる面にはそれぞれに色んな表現の工夫が見られます。それらの工夫の跡を見て効果を検証しそれを再現することは面を打つ者にとって楽しいことでもあり、また作者の意図や優れた技を知ることにもなると思っています。全国各地には昔の優れた能面が残されていますので、それらを多く見ることは新しい工夫の発見にも繋がるものと思います。また能を鑑賞することも大事なことで、何度も観るうちに世阿弥の言う“花” 観る人が感動する幽玄美をより深く理解できると思います。その上で改めてよい能面とはと考える時、能面が創られてからの長い年月を思えば、“幽玄美”と同時に“歴史の重み”を写すことができればと思っています。今に残る数々の面を多く知る程、歴史を経た美しさと重みを感じずにはられません。言い換えれば “歴史を感じる幽玄美”これが冒頭で能楽者が言った「付けて舞いたくなるような面」ではないかと思っています。今の私にはまだ難しい技域なのですが、このことが冒頭の“なぜ”の答えに近いかもしれません。謡曲も15年程前から練習しており、能を理解するのに大変役立っております。人生100年と言われる昨今、まだ暫くは元気で居られると思っていますので「良い能面」を目指したいと思っています。今が“初心忘るべからず”の時だと思っています。“なぜ”が消えるのはまだ先のようなので。まことに拙文の程お許し下さい。

### [余談]

別府の従妹がアマのカメラマンで、能面を題材にして写真展に応募したところ初めて大きな賞を貰えたと言ってとても喜んでいました。この写真2点です。以外なところで能面が役に立ちました。



大分県美展 大分放送大賞



北村写真コンテスト 入選

## わたしたちの研究 (7)メカトロニクス研究室



松野文俊  
(S56/1981卒)



遠藤孝浩  
(H13/2001卒)

### 1. 本研究室の概要と教員紹介

機械理工学専攻メカトロニクス研究室は、現在、松野文俊教授、遠藤孝浩准教授、竹森達也特定研究員、2名の外国人非常勤研究員、事務補佐員3名、博士後期課程学生11名（内、社会人1名）、修士課程学生15名、学部卒研究生5名が所属しています。2009年4月に松野が教授として赴任した当時は、横小路泰義准教授、福島宏明助教が在籍していました。2010年横小路先生が神戸大学教授として転出し、福島先生が講師に昇任しました。2011年には当研究室で博士の学位を取得した根(こん)和幸氏が助教として着任しました。2015年には根助教の退職に伴い、遠藤孝浩氏が助教に着任しました。2017年にHemma PHILAMORE講師が着任し、主にソフトロボティクスの研究を行いました。彼女は、2020年には母校の英国ブリストル大学講師として異動しました。2019年には福島先生が京都先端科学大学教授として転出し、遠藤先生が准教授に昇任し、現在に至っております。松野は1996年に東京工業大学で研究室を持たせていただいて以来、電気通信大学と本学と合わせて25名の博士学位取得者を輩出しております。また、これまでに多くの外国人研究者や交換留学生（ライス大学、ブラウン大学、ジョージア工科大学、マドリッド工科大学、ミューヘン工科大学、ゲッチンゲン大学、カールスルーエ工科大学、パリ大学、ブリストル大学、香港大学、清華大学、インド工科大学など）の長期滞在（3か月以上）を受け入れています。さらに、研究室の学生が長期に（半年以上）海外の大学（カーネギーメロン大学、スタンフォード大学、ジョージア工科大学、ジョンホプキンス大学、シェフィールド大学、ゲッチンゲン大学など）に滞在し、共同研究を実施してきました。

メカトロニクス研究室では、理論やシミュレーションだけでなく、アイデアを実際のものとして具現化する“ものづくり”にも重点を置いております。研究室では、4月から新しく研究室に入ってきた学生を対象に、新人研修と呼ば

れるロボット製作実習を半年かけて実施し、9月末には競技会を開催します。製作費用は一人1万円です。機械系の学生にとって、電気電子回路設計製作やプログラミングは初めての経験で、四苦八苦しています。博士の学生の監修のもと、主に修士2年の学生が競技内容を考え、新人のアイデア出しから実際のものづくりまで指導します。修士の学生にとって教えることで自身の理解がより深まり、先輩と後輩の信頼関係も築け、研究室としての一体感も生まれます。最終の競技会では、ロボットが動かなかったり、思わず吹き出してしまうような珍プレーも出たりで、大きな歓声や笑い声で大いに盛り上がります（[図1](#)参照）。ここ2年は、見学者は遠隔での参加となり、少し残念です。学生には、ものは簡単には動かない、設計図通りに作っても思う様に動かないという、貴重な経験をしてもらいます。また、これもCOVID-19の影響で最近実施できていませんが、夏の研究室旅行では、夕食後夜にお酒を飲みながら、裏研究会なるものを開催します。教員も含め参加者全員、自分の研究以外で面白いことを紹介します（[図2](#)参照）。その人の意外な一面が分かたりして、大いに盛り上がります。バケツプリン作りを披露したり、折り紙理論を展開したり、ドラえもんに関する蘊蓄を紹介したり、大いに感心したり腹を抱えて笑ったりで、毎回あっという間に深夜になってしまいます。



図1 新人研修

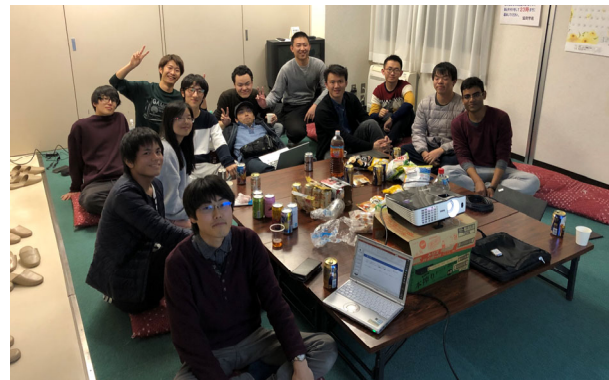


図2 裏研究会

このような雰囲気の中で、世界が驚くカッコよく面白い研究を目指して、活動しております。また、京大のアピールにもメカトロニクス研究室は貢献しています。

【京大先生シアター】

[探検！京都大学 | 京大先生シアター \(kyoto-u.ac.jp\)](https://www.kyoto-u.ac.jp)

【探検！京都大学】

[探検！京都大学 | 京大の発明|災害救助ロボット \(kyoto-u.ac.jp\)](https://www.kyoto-u.ac.jp)

## 2. 研究概要

### 2.1 生物の運動知能の理解と超生物ロボット

生物の知能を理解して、それをロボットにより実現し、最終的には生物を超えるロボットを創ることを目標に研究しています。例えば、足がないヘビがなぜ移動できるのか、生物の足の数はなぜ偶数なのか、馬は移動速度に応じて足の運び（歩容）をウオーク・トロット・ギャロップとなぜ変化させるか、馬とキリンはなぜ歩容が違うのか、など生物の運動の不思議は限りがありません。ヘビの動きを観察して、ヘビ型ロボットを実現し、ヘビにはできない運動機能をもつヘビ型ロボットを開発しています（[図3](#)参照）。また、1本足や3本足の脚ロボットを製作し、それらが結合分離できるモジュラー脚ロボット（合体変形ロボット）を開発し、独自の自律分散制御系を提案しています（[図4](#)参照）。さらに、4足の生物の走行を理解するために、その運動の本質をとらえたシンプルな動力学モデルを導出し、走行を継続するための周期解を持つ条件や生物の歩容選択の理由を力学的に解析するなどの研究を行っています。

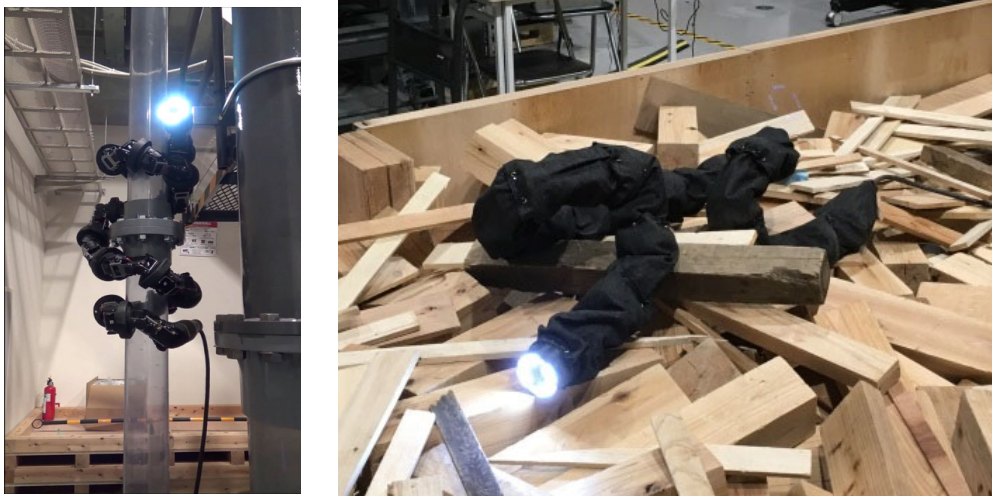
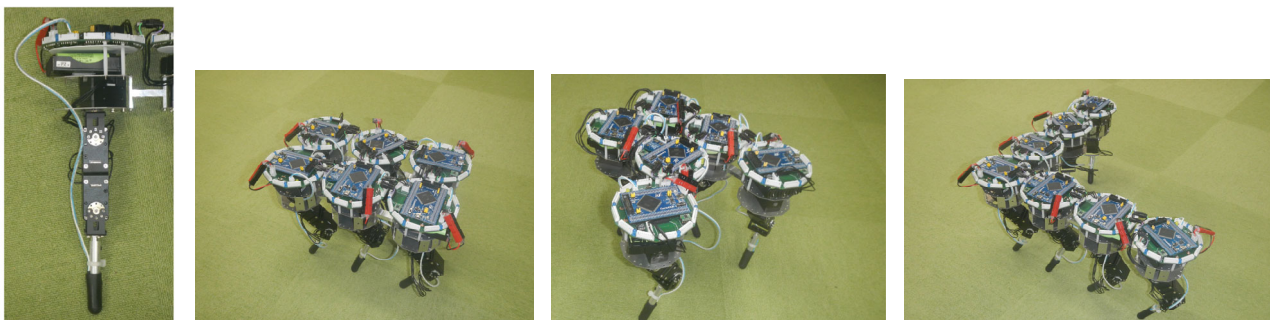


図3 ImPACTヘビ型ロボット



(a)

(b)

(c)

(d)

図4 (a) 1脚モジュラーロボット (b) 6脚昆虫型 (c) 6脚非対称型 (d) 7脚V字型

## 2.2 群知能の理解と群ロボット

社会性昆虫であるアリの群行動は大変興味深く、一匹一匹の知能や運動能力は大したことがないのに、群れとしては別次元の予想を大きく超える驚くべき機能を発揮します。例えば、群れ全体の利益のために自身が犠牲になる利他行動を行ったり、フェロモンを使った局所的な相互作用で餌の場所などの大域的な情報を共有したりと、群れとしては非常に知的です。これらの群知能を理解して、群ロボットに応用したいと考えて、研究を進めています。2015年から International Symposium of Swarm Behavior and Bio-inspired Robotics という国際会議を立ち上げ、国内外の200名以上の生物学研究者や工学研究者が集い、議論をしております。

複数のロボットが群れを成すロボット群には様々な特徴があり、それを活かすことで単一のロボットでは実現困難なタスクを行うことができます。例えば、狭所や入り組んだ環境では、小さな個体が複数集まったロボット群ならば、群れのフォーメーションを変えることで通過できるため、単一の大型ロボットでは入り込めない環境にも対応できる潜在性を持ちます。また、複数台のロボットを展開・配置することで、より広い範囲を監視し、通信網を整備することも可能となります。このようにロボット群は、協調的な調査や探索、運搬など多くの場面での活躍が期待されます。本研究室では、群れを維持したまま目的の場所へ移動するロボット群の誘導制御、複数ロボットのうち故障したロボットがいても群を誘導できる制御手法、複数ロボットによる編隊制御等を開発し、その安定性の理論的証明、実験による有効性の検証を行っています（[図5](#)参照）。

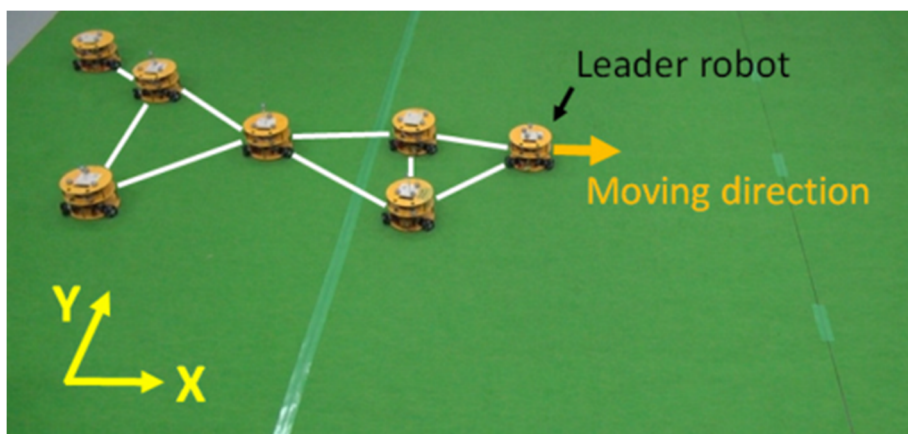


図5 ロボット群の誘導制御。リーダーロボットにより多数のロボット群を誘導します。各ロボットは、白線で繋がれた他ロボットの情報をもとに、自身の制御入力を決定します。なお白線は便宜上引いており、実際は見えません。また白線は、ロボットが自身で決定します。



## 2.3 機械システムの非線形制御と分布定数系の制御

機械システムの動力学モデルは非線形システムであり、一般に制御が難しいとされています。システムの入力の数が制御したい状態変数の数より少ない劣駆動系の制御系設計論や安定性解析に取り組んでいます。具体的には、クレーンやワヤー駆動マニピュレータなどの実プラントの制御を企業との共同研究として実施しています。また、移動ロボットマニピュレータの経路計画や動的障害物回避を考慮した軌道計画、マニピュレータによる物体の最適把持戦略に関する研究も行っています。

運動方程式が偏微分方程式で表されるシステムを分布定数系と呼びます。本研究室では、分布定数系の一例として、ロボットアームの一部が軽量リンクから構成される柔軟アームの制御を行っています。柔軟アームは、剛体アームと比べ、低エネルギー消費・高ペイロード重量比・低慣性による安全性等の利点を持ち、その利点を活かした研究が古くから行われています。我々は特に、システムのもつ力学特性をうまく制御系設計に活かすことで、たとえシステムの運動方程式が複雑であろうとも、構造がシンプルな制御系で安定化できることを示しています。また先に紹介した群ロボットの運動も、ロボットの数が多くなれば偏微分方程式で近似することができます。分布定数系の制御を応用することで、ロボット群の制御を実現する研究にもチャレンジしています。

## 2.4 レスキューロボットシステム

松野が神戸大学に助教授として勤務していた1995年1月17日に発生した阪神淡路大震災で、研究室の大学院の1年生の学生が下宿のアパートの倒壊により亡くなってしまいました。自分が何もできなかったという虚しさや残念さで打ちひしがれました。しかし、亡くなった方々のためにも何かするべきだと思い、工学技術で災害時の様々なリソース不足を補完することはできないかと考え、志を同じくする人達と、レスキュー工学を立ち上げてきました。2002年に国際的ロボット競技会であるRoboCupにロボカップレスキューを立ち上げ、チームSHINOBIとして参加してきました。2019年にシドニーで開催された世界大会では京大チームSHINOBIが総合優勝（[図6](#)参照）を果たすなど、数々の実績を上げています。また、東日本大震災や西日本豪雨などの実災害でのクローラ型ロボットやヘビ型ロボットの実運用も経験してきました。まだまだ、十

分ではありませんが、蒔いた種が少しずつではありますが、芽を出しつつあります。大都市大震災特別プロジェクトやImPACTタフロボット・チャレンジ・プロジェクトなどの国の大型プロジェクトで、学生たちが他の大学の研究室の教員や学生たちと交流することにより、大きく成長してくれたのも大きな成果だと思っています。

2005年から阪神淡路大震災で亡くなった、当時松野が在籍していた神戸大学の研究室の修士1年の学生の名前をいただいた競基弘賞を創設しました。この事業では、小学生から若手の研究者まで、災害対応に関わる研究開発に貢献があった方々を表彰しています。引き続き、皆様のご理解とご協力をお願い致します。

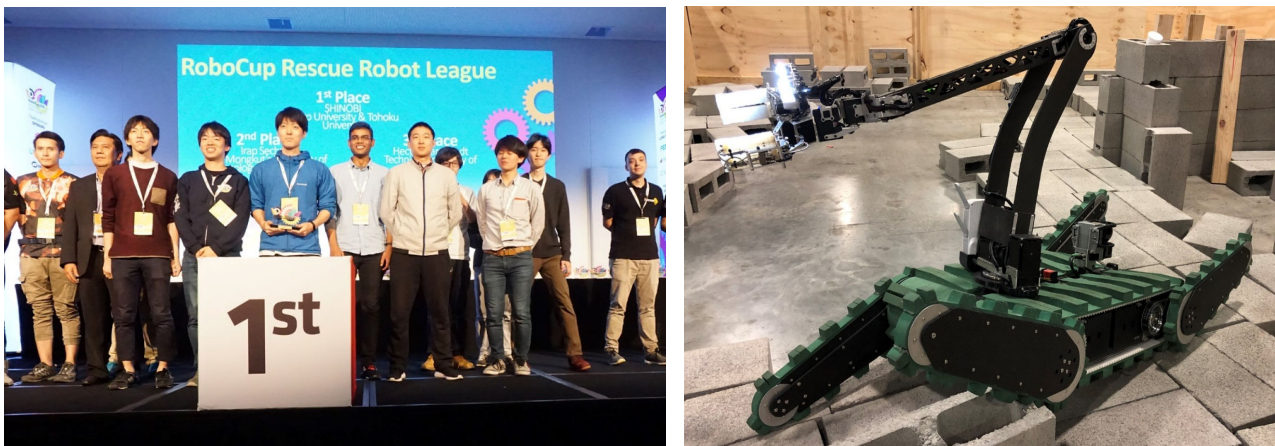


図6 2019RoboCup世界大会@シドニー 総合優勝

西日本豪雨における災害対応活動（京大HP）

松野文俊 工学研究科教授らの開発したロボットが、西日本豪雨による岡山県半田山のがけ崩れ現場において災害対応活動を行いました。（2018年7月25日、26日） | 京都大学 ([kyoto-u.ac.jp](http://kyoto-u.ac.jp))

2019RoboCup世界大会@シドニー 総合優勝（京大HP）

工学研究科大学院生らによるレスキューロボット開発チーム「SHINOBI」が、RoboCup2019世界大会で優勝しました。（2019年7月4日～7日） | 京都大学 ([kyoto-u.ac.jp](http://kyoto-u.ac.jp))

## 2.5 インターフェース

レスキューロボットを開発するにあたり、ロボットの遠隔操作システムの重要性を認識しました。災害のようなインフラが十分ではない環境下でも、操作者が簡単に操作でき、通信網などに負担をかけない遠隔操作システムを目指して研究開発をしてきました。ロボットに搭載されたカメラにより取得した過去

の画像に、ロボットの現在の位置と姿勢を考慮してロボットのCGモデルを重畳することにより、俯瞰画像を提示するMR技術を開発しました（特許第4348468）。また、最近では、作業者はロボットを操作することが目的ではなく、作業を遂行することが目的であるという根本に立ち返って、ロボットの存在を意識させない遠隔操作システムを開発しています。具体的には、自身がアバターとして仮想空間で作業すれば、実空間のロボットが複数で協力してその作業を実現してくれる、アバターシステムの開発をしています（特許第6940879）。

## 2.6 ハプティクス

触覚に関する学問をハプティクスと呼びます。ハプティクスは、触覚機序の解明や触覚をつくり提示する技術など多岐にわたります。本研究室では、ロボット技術を応用したハプティックインタフェースの開発（触覚をヒトに提示する技術）、ヒトの触覚能力を向上させる技術の開発、それを応用した運動学習法に関する研究を重点的に行っています。例えば、ヒトの指先での触覚能力を高める確率共鳴現象（SR）を発現するVRシステムの開発、それを用いた運動学習スキームの提案、確率共鳴現象の効果を高めることで、触覚能力をより高めるシステムの研究開発を行っています。将来的には、熟練技能者のように優れた触覚能力を獲得する、加齢により衰えた触覚能力を回復する等を実現したいと考えています。

## 3. 消えるロボットの実現を目指し

最近、松野は「消えるロボットを創りたい」という題目で講演させていただくことがあります。これは透明ロボットを創ることを意味しているわけではありません。例えば、お掃除ロボットを考えてみましょう。これまでの掃除機とはまったく別の道具が出てきて、名前が付けようがないので、取り敢えずお掃除ロボットと名前を付けておくという感じではないかと思えます。これが年月が経ち、現在のお掃除ロボットが普通になり、ロボットという言葉が消えて、それが掃除機と呼ばれるようになるのではないかと考えています。ロボットという言葉がついているうちは、まだ本当の意味で私達の生活に溶け込んだ道具になっていないのではないかと考えています。私たちの本当の道具となった時、

ロボットのという言葉が消えると考えています。また、ロボット技術が私たちの生活に溶け込んで、その存在が見えなくなるくらい浸透してほしいとも考えています。先に紹介したロボットの存在を感じさせないアバターシステムはその一つの実現例です。このような二つの思いを込めて、消えるロボットを創りたいと言っています。

#### 4. 終わりに

新しい研究分野はともすれば、学問としての礎が不確かであるとみられることもあります。メカトロニクスは機械と電気の融合であり、その礎は何なのか、単なる融合ではないのかななどの疑問が投げかけられていました。メカトロニクス研究室を最初に担任された吉川恒夫先生は正にロボット工学やメカトロニクスの黎明期からご活躍され、これらの学問体系の礎を造られました。先人に造っていただいた礎にあぐらをかきことなく、努力して教育研究に邁進して参りたいと考えております。今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。

是非、研究室のHPをのぞいてみてください。

[Matsuno Lab Kyoto University - Mechatronics lab Graduate School of Engineering \(kyoto-u.ac.jp\)](http://Matsuno Lab Kyoto University - Mechatronics lab Graduate School of Engineering (kyoto-u.ac.jp))

追伸：

メカトロニクス研究室では京都大学公認サークルの機械研究会の顧問を担当することになっております。機械研究会には理学部や電気電子工学科や情報学科の学生もおりますが、物理工学科の多くの学生が参加しております。機械研究会は2019年にNHKロボコンで優勝し、世界大会でもベスト8に進出しました。今年も、2回の事前審査を通過し、NHKロボコンに出場することが決まり、ロボット開発に励んでおります。是非、皆様のご協力をいただきたくお願い申し上げます。

大変恐縮ではございますが、「京大機械研究会基金」へのご寄付をお願いいたします。以下のURLから簡単にご寄付いただけます。

[京大機械研究会基金 \(kyoto-u.ac.jp\)](http://京大機械研究会基金 (kyoto-u.ac.jp))

ご支援・応援の程、何卒よろしくお願い申し上げます。

## わたしの仕事 (34) 国立研究開発法人 海洋研究開発機構

松田景吾 (H19/2007卒)



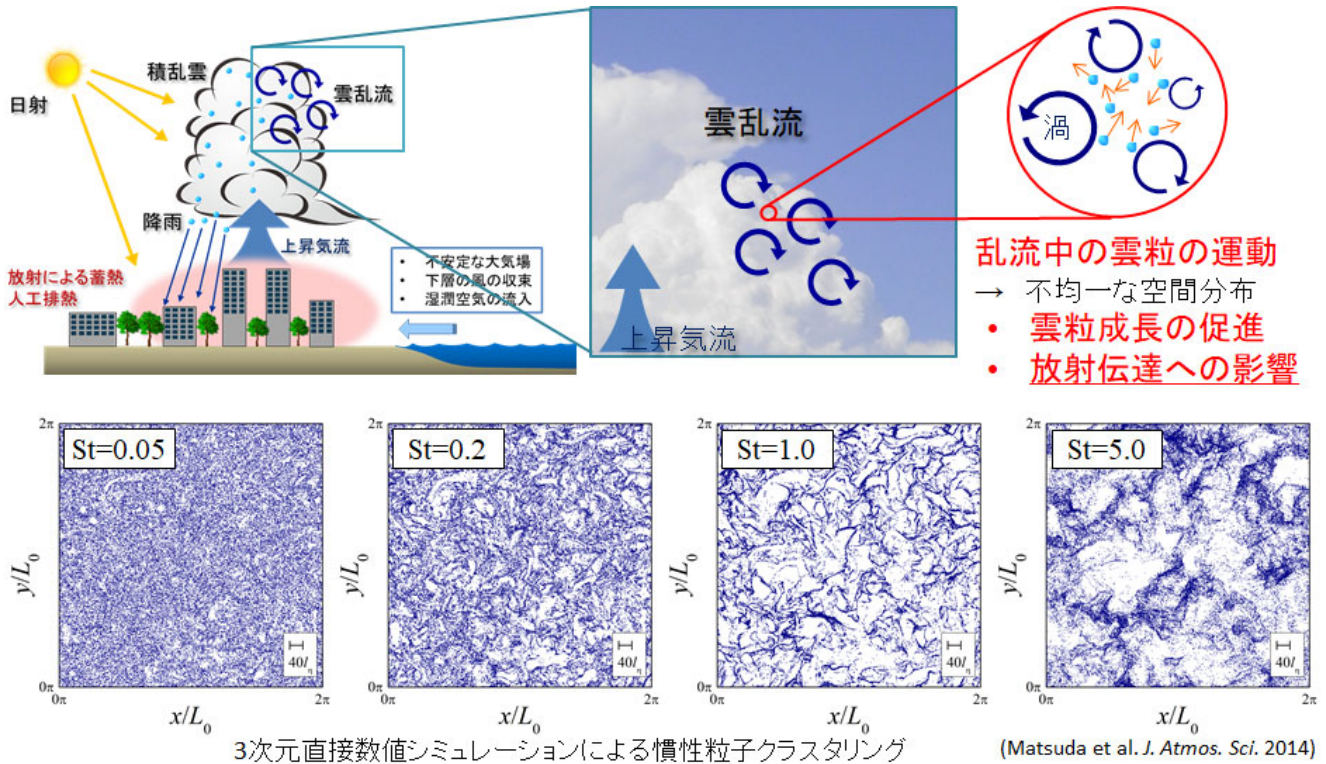
### 1. はじめに

私は環境熱流体工学研究室にて6年間、小森 悟 先生、黒瀬良一先生らのご指導を授かり、2012年3月に博士学位を取得した松田と申します。現在、国立研究開発法人 海洋研究開発機構の副主任研究員として大規模数値シミュレーションを用いた研究を行っています。今年8月のこと、黒瀬先生より京機短信に原稿を執筆してくれないかとのご連絡をいただきました。どうしようかと思いつつ京機短信の最新号を見てみたところ、なんと、同回生の浜地君が「わたしの仕事」に原稿を寄せているのではないですか。急に懐かしさが込みあげ、執筆を快諾することにしました。内容自由、長さ自由と、何とも寛大な制約条件のもと、これまでの私を振り返りながら、或る博士学生のその頃とその後をご紹介したいと思います。

### 2. 環境熱流体工学研究室

現在の私の仕事について書こうと思つくと、やはり学部4年から博士後期課程まで在籍した機械理工学専攻・環境熱流体工学研究室から話を始めなくてはなりません。

研究室配属前の学部3回生の頃の私は、本当に新しいものを創り出す仕事として研究開発の仕事を目指したいと考えており、研究開発の仕事を得るための手段として博士課程への進学は有力な選択肢でした。そのため、学部4回生での研究室選びの際には、博士課程まで視野に入れて面白い研究ができそうな研究室はどこかを考えていました。そんな最中、環境熱流体工学研究室では、機械理工学専攻でありながら風波や雲などの自然環境の中の流体現象を対象にした研究が行われていること、それだけでなく乱流を伴う燃焼流や混合反応流を対象とした研究も行われていることを知りました。特に私の目を引いたのは、燃焼の数値シミュレーションの可視化図に現れていた、見るからに“複雑そう”な乱流渦構造でした。



## 雲乱流と雲粒の慣性粒子クラスタリングに対する数値シミュレーション結果

「乱流とはこんなに“複雑そう”な構造なのか、こんなに“複雑そう”なら研究すべきことが沢山あるに違いない」という安直な考えと、もともと気象などに興味があったこともあって、環境熱流体工学研究室への配属を希望しました。

環境熱流体工学研究室では、雲を対象とした研究を進めることになりました。積雲や積乱雲などの対流雲の中では、多数の雲粒（水滴）が乱流中を運動しています。雲粒同士が衝突し合体すると大きくなり、それによって雨粒へと成長します。このような雲粒の衝突併合成長は雲の発達から降水に至るまでのプロセスを精度よく予測するうえで重要となるものです。卒論の研究テーマは、この雲粒の衝突併合成長が乱流によって促進される効果に関する研究でした。

この研究を通して、乱流中での粒子の運動について勉強するうちに、雲乱流というのが非常に興味深いものであることを知りました。乱流中を運動する雲粒は、空気に比べて質量が大きい重い慣性粒子であるために、慣性力によって乱流渦からはじき出されます。この効果によって、乱流中では雲粒の不均一な空間分布が形成されます。これを乱流による慣性粒子クラスタリング（または乱流クラスタリング）と呼びます。つまり、乱流がなければ雲粒が一様ランダムに分布するような条件であっても、乱流があると慣性粒子クラスタリングによって不均一に分布するようになるのです。そこで、修士課程以降では、このような乱流中での慣

性粒子クラスタリングに着目し、日射などに伴う熱輸送プロセスである放射伝達プロセスや、雲のレーダー観測において重要なマイクロ波散乱プロセスに及ぼす雲粒のクラスタリングの影響について調べる研究に取り組みました。例えば、ナビエ・ストークス方程式をそのまま解く直接数値シミュレーションによって一様等方性乱流場を形成し、その乱流中での多数の粒子の運動を追跡することで慣性粒子クラスタリングを再現します。さらに、得られた粒子分布に対して、乱数を用いて放射伝達を計算するモンテ・カルロ光線追跡シミュレーションを実施することで、世界で初めて乱流による粒子クラスタリングが放射伝達に及ぼす影響を定量的に明らかにしました。雲乱流中の放射伝達プロセスに着目するということは、環境流を研究対象としてきた小森先生と、噴霧燃焼の研究を行っている黒瀬先生のお二人がいたからこそ、いただくことのできた着眼点でした。雲乱流を模擬した風洞実験にも取り組みましたが困難を極め、最終的には数値シミュレーションの結果を中心として博士論文をまとめ、学位を取得するに至りました。

環境熱流体力学研究室に在籍して最も強く感じたことは、機械工学の知識は決して機械工学だけに使えるものではないということです。機械工学として学んできた物理・数学やシステム概念などは、様々な工業装置に共通しているだけでなく、工業装置の外の様々な自然現象にも共通しています。そのため、応用次第で様々な分野へ進出していけるのです。

### 3. 海洋研究開発機構（JAMSTEC）

学位取得後、2012年に、幸いにも海洋研究開発機構（JAMSTEC）の地球シミュレータセンターに研究員として着任することができました。

海洋研究開発機構は、文部科学省所管の独立行政法人（国立研究開発法人）のひとつで、海と地球に関する研究開発を行う研究機関です。海の中を深度6500mまで潜航することのできる有人潜水調査船「しんかい6500」や、海上からドリルパイプを7000m以上伸ばして深海底を掘削することのできる地球深部探査船「ちきゅう」などを保有していることで知られています。また、日本のスーパーコンピュータ開発史上の金字塔のひとつである「地球シミュレータ」を運用していることでも有名です。2002年に運用が開始された地球シミュレータ（初代）は、その圧倒的な性能で当時の世界最速のスーパーコンピュータとなりました。その後、地球シミュレータは世界ランキング上位を目指すマシンではなくなったものの、

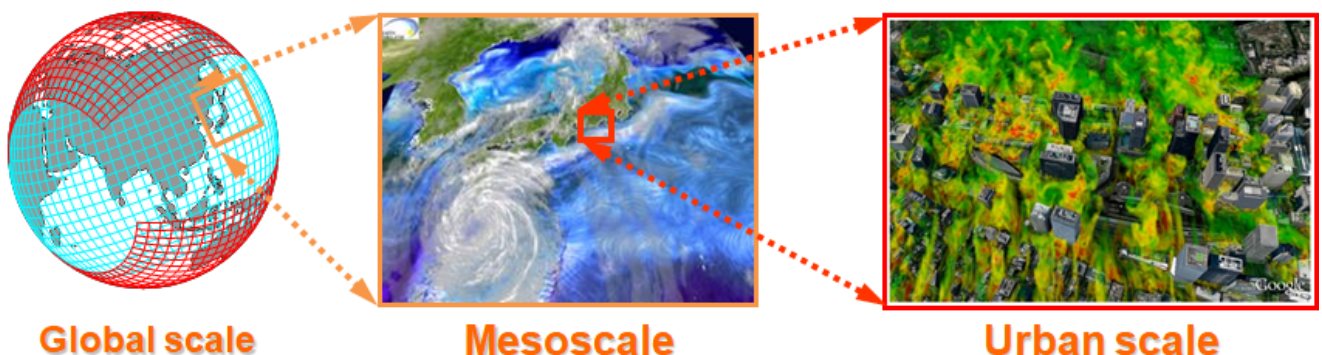
リプレースによって計算性能を向上させながら運用が続けられており、世界最先端の数値シミュレーション研究を支え続けています。今年3月には、4代目の地球シミュレータ（ES4）が稼働を開始しました。

私が着任した地球シミュレータセンター（現 地球情報基盤センター）では、この地球シミュレータを活用して、数値シミュレーションを用いた気象・海洋・宇宙などに関する研究や数値シミュレーション技術の研究開発が行われていました。私は、当時の高橋桂子グループリーダー（現 早稲田大学・教授）の下で、雲乱流に関する研究に継続して取り組み、数値シミュレーションを大規模化させながら発展させる機会をいただきました。また、雲乱流の研究と並行して、グループで開発されてきたマルチスケール大気海洋モデルMSSG（Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment）の研究開発にも携わることになったのです。

#### 4. マルチスケール大気海洋モデルMSSGの高度化

マルチスケール大気海洋モデルMSSGは、大気と海洋の現象を対象とした高解像度シミュレーションを実施するために、海洋研究開発機構で開発された数値モデルです。MSSGと書いて「メッセージ」と呼んでいます。地球全体（全球）をカバーするスケールから、国・地域などを数kmから数百mのメッシュで解像したメソスケール、さらには建物の一つ一つを数mメッシュで解像した都市街区スケールまでも対象とすることができるマルチスケールのモデルです。対流活動による雲の形成を考慮できる高解像度の台風予測シミュレーションや、赤道付近のメソスケール対流活動を捉える大気海洋結合シミュレーションなどを実施することができます。

MSSGの大気コンポーネントでは、大気の密度、運動量、圧力の輸送方程式と水蒸気・雲水・雨水などの水物質の輸送方程式の計算をコアとして、雲粒の発生

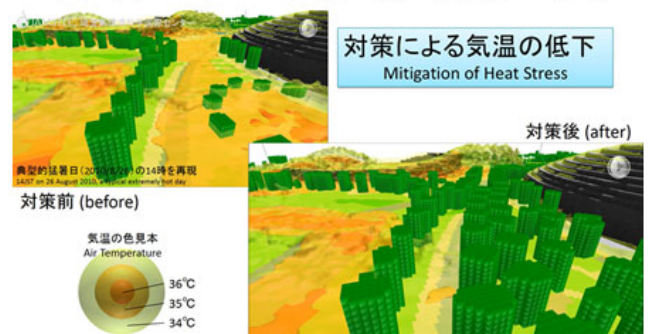
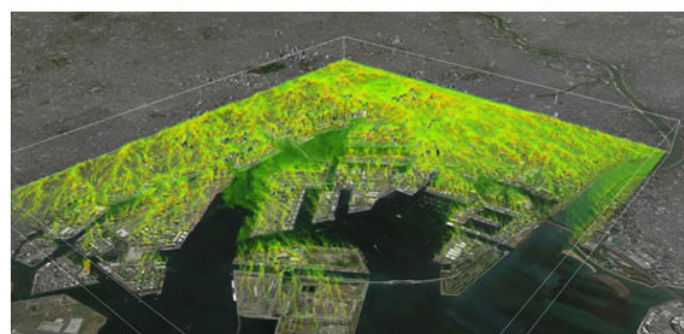
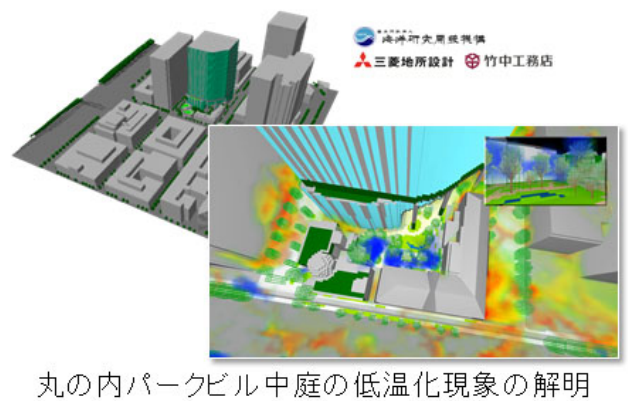
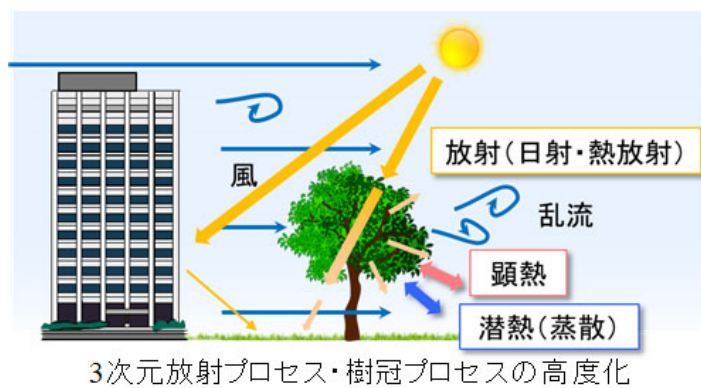


マルチスケール大気海洋モデル MSSG



や雨粒への成長を取り扱う雲微物理プロセスや、日射や熱放射による熱輸送を取り扱う放射伝達プロセスなど、様々な要素物理プロセスの計算が行われます。都市街区スケールシミュレーションでは、その放射伝達プロセスをより精緻に計算する必要があります。そのため、大学で放射伝達シミュレーションを行った経験を活かして、都市街区スケールシミュレーションの高度化のためのモデル開発を私が担当することになりました。放射伝達プロセスについては、全球スケールやメソスケールの大気シミュレーションでは、鉛直方向の1次元の放射熱輸送を考慮するだけで十分なのですが、都市街区スケールの大気シミュレーションでは、建物の壁面や樹木の樹冠（葉の茂っている部分）での放射熱収支やそれらによる日陰の影響も考慮しなければなりませんので、3次元の放射伝達計算が必要となります。私は、都市街区スケールの3次元放射伝達プロセス部分を改良して計算コストの低下と計算精度の向上を図り、さらに街区内の樹木の樹冠熱収支計算部分についても放射熱収支や蒸散量の計算の精緻化を進めました。これらの改良を進めることで、MSSGを使って実在街区を対象とした暑熱環境シミュレーションを実行できるようにしました。

改良後のMSSGによる最初の街区暑熱環境シミュレーションは、株式会社三菱地所設計と株式会社竹中工務店との共同研究のもとで「丸の内パークビル」（東京・丸の内）の中庭緑地を対象に1m解像度で実施したものでした（2014年）。建



## MSSG による都市街区スケール暑熱環境シミュレーション

物に囲まれた中庭緑地の夜間の低温化現象に対する樹木の効果を明らかにしました（動画：<https://youtu.be/AI0O-Y3fdPI>）。

その後、今度は中央大学との共同研究のもとで、当時建て替えが計画中であった新国立競技場（ザハ・ハディド氏の提案に基づく旧計画案）の周辺を対象に暑熱環境シミュレーションを実施しました（2014年）。3次元放射伝達を考慮して暑さ指数（Wet-Bulb Globe Temperature, WBGT）を算出することにより熱中症リスクの評価も行い、日本学術会議の提言の作成に貢献しました。このシミュレーション結果について、2015年に国際会議で発表するためにフランスへ渡航する直前、計画案そのものが白紙撤回されたことは今でも忘れられません。「ここまで説明してきたこの競技場の建設計画は実は数々の批判を受けていました。そして、3日前に、3日前に、安倍首相により白紙撤回されてしまいました！ だからこの競技場を実際に目にすることはありません！ とにかく、2020年の東京オリンピックをどうぞお楽しみに！」と最後に話したその発表は、これまでの国際会議発表の中で最も聴衆に受けた発表となりました。

さて、その次には、環境省と文部科学省の協力要請に応じて、2020年東京オリンピック・パラリンピック大会を契機とした環境対策の検討に貢献するため、主要な競技会場が置かれる東京湾臨海部を対象としたシミュレーションに取り組みました（2015年）。計算効率を向上させることで、12.5km×14.0kmを5mで解像した大規模暑熱環境シミュレーション（動画：<https://youtu.be/9x9jCmkhTf0>）を実現し、来場者の想定ルートを対象に緑地による暑熱環境改善効果を明らかにしました。ご存じのように、大会は1年延期になった末、無観客での開催となりました。暑熱環境の評価を行った身として、残念でなりません。

とはいえ、このように実績を積みながらモデルの性能や機能も拡充させてきたことで、ついには社会実装可能なレベルまでMSSGを成長させることができました。文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）の一環で、熊谷スポーツ文化公園（埼玉県・熊谷市）を対象とした事例では、埼玉県と協力し、現地観測に基づいてシミュレーションの信頼性を検証したうえで、埼玉県が検討中だった暑熱環境改善策を事前評価しました（2016～2018年）。埼玉県では暑熱環境シミュレーションの結果を踏まえて暑熱対策工事計画を決定し、実際に対策工事が行われるに至りました。

このように実施してきたMSSGによる都市街区スケールの暑熱環境シミュレー

シヨン結果のアニメーションは、ヒートアイランド現象について説明する日本科学未来館の展示動画 (<https://www.youtube.com/watch?v=EMm9La3riNA>) にも用いられています。

MSSGによる都市街区スケールシミュレーションについては、現在も高度化技術開発を進めており、将来的には暑熱環境以外の様々な微気象現象に対して高速かつ高精度に解析できるモデルへと成長させていきたいと思えます。

## 5. エクス=マルセイユ大学長期滞在

MSSGのモデル開発と暑熱環境シミュレーションを進める一方で、雲乱流に関する研究も継続して進めてきました。それまでに、雲粒の乱流中でのクラスタリングが雲のレーダー反射強度に及ぼす影響を定量的に評価し、その影響を推定するための数式モデルの構築も行っていました。雲のレーダー観測では、アンテナから雲に向かってマイクロ波を送信し、雲粒によって散乱されて返ってくるマイクロ波をアンテナで受信しています。この反射強度が、雲粒のクラスタリングが生じている場合には、散乱されたマイクロ波同士の干渉によって増加する可能性があり、その定量評価を行ったのです。その際に重要となったのが、雲粒の数密度変動スペクトル（数密度の空間変動強度に関する波数スペクトル）でした。乱流に関しては乱流エネルギースペクトルがどのような形状となるのかがよく知られているのですが、乱流中の慣性粒子クラスタリングが生じている場合の数密度変動スペクトルについては全く知られていなかったのです。私の研究ではこれを数値シミュレーション結果に基づいて半経験的な数式モデルに落とし込んだのですが、その適用範囲を明らかにするためには、そもそも高レイノルズ数乱流中の慣性粒子クラスタリングがどのようなマルチスケール構造を持つのかを明らかにする必要がありました。そんな時期に運よく、ウェーブレット法を使った乱流のマルチスケール解析で有名なKai Schneider先生（エクス=マルセイユ大学・教授）に出会うことができたのです。ハワイ島での国際会議でのことで、素晴らしい自然環境に囲まれて楽しく意見交換ができたことも幸いでした。共同研究の話も進んだので、せっかくの機会だと考え、海洋研究開発機構の在外研究員等派遣制度に申請することにしました。

海洋研究開発機構の在外研究員等派遣制度では、希望者が申請し審査で認められれば、1年間を上限として海外の研究機関に長期滞在することができます。研究



### 在外研究員等派遣制度によるマルセイユ滞在（2018年9月～2019年8月）

職の職員に限らず毎年数名がこの制度で海外へ派遣されています。私の申請は無事に認められ、2018年9月から2019年8月までの1年間、エクス=マルセイユ大学のマルセイユ数学研究所に長期滞在し、共同研究を進めることになったのです。

マルセイユ数学研究所は、名前の通りフランス南部の主要都市マルセイユにあります。地中海に面した港湾都市で、旧港の周辺は南フランスらしいベージュ色の外観の建物が並ぶ美しい街並みである一方、少し路地を入ると落書きアートが

あふれる、様々な側面を持つ街です。ギリシャ人が入植して以降およそ2600年の歴史を通して、地中海文化圏の国々との往来も多いことから、多様な背景の人々が暮らす街でもあります。

マルセイユでの共同研究では、当初考えていた手法ではうまく結果が出なかったものの、少しアプローチを変えて慣性粒子クラスタリングのマルチスケール構造の一端を明らかにする研究を進めることができました。しかし、それだけでなく、マルセイユを起点にパリやイギリスなどに足を運んで様々な研究者と出会う機会を得られましたし、マルセイユで混相乱流に関するワークショップを開催することもできました。また、マルセイユで出会った学生や他大の先生らとのさらなる共同研究にも着手することができ、研究者として活動の範囲を拡げることもできました。

私の滞在期間中には、マクロン大統領の政策を批判するデモ「黄色いベスト運動 (les gilets jaunes)」が活発化し、一部暴徒化したこともあって、土曜の外出時に出くわしてヒヤヒヤする場面も何度かありました。それでも、研究に、観光に、趣味にと様々な目的で、美しい景色と多くの人に出会うことのできた有意義な滞在でした。今思えば、非常に幸運なタイミングで1年間を過ごせたと思います。私が長期滞在を終えて日本に帰国した半年後、新型コロナウイルスの感染がヨーロッパにも拡大し、マルセイユでは厳しい外出制限を伴うロックダウンが実施されました。それ以降、マルセイユで知り合った人たちとの再会はまだ叶っていません。その反面、急速なオンラインツールの普及によって、国際共同研究は以前より進めやすくなったように感じています（日仏米を繋いだ深夜のオンライン会議には辛いものがありますが）。この国際共同研究を今後も継続し、そのうちまた現地で顔を合わせられればと願う日々です。

## 6. おわりに

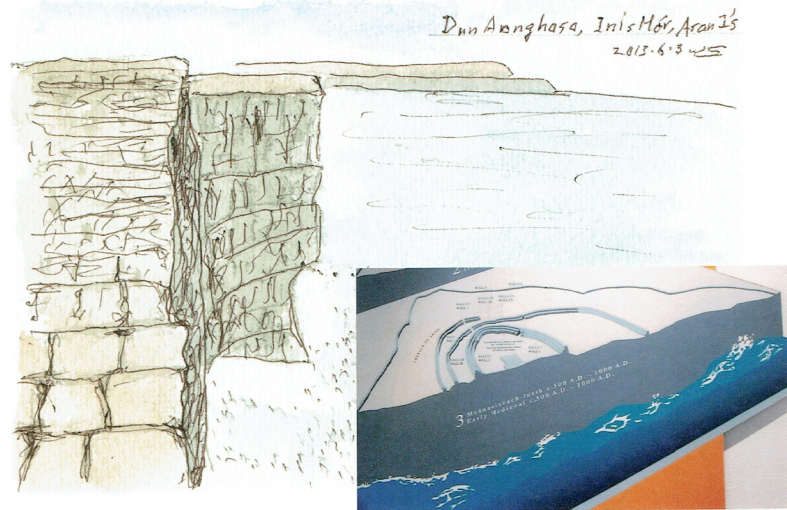
ここまで、私が携わってきた仕事についてつらつらと振り返ってきました。気が付けば、私が海洋研究開発機構に来てもうすぐ10年が経ちます。これまで、雲乱流や都市街区スケール暑熱環境シミュレーションに関する研究に取り組んできましたが、このような様々な物理を含むマルチフィジックス現象を相手にするうえでは、学生時代に様々な科目を愚直に勉強していたことが生きてきていると感じます。流体力学や輸送論、熱力学はもちろんのこと、電磁気学、制御工学、固

体物理学、物理化学、工業数学などなど。当時の試験勉強の最中、友人らと黒板を使って議論したことも確実に功を奏していると思います。

また、研究室配属のころを振り返れば、「こんなに“複雑そう”な乱流には研究すべきことが沢山あるに違いない」という安直な考えは、強ち間違いではなかったと思います。実際、乱流は複雑でした。雲乱流も、都市街区スケールの微気象も、どちらも乱流を無視することはできず、また研究するほどに底が深いと感じてしまいます。最近では、雲乱流中のクラスタリングについて、教科書には書かれていない新しい現象を見つけて論文を準備中です。

最後になりますが、大変ありがたいことに、2020年度には、雲乱流に関するこれまでの研究業績を認められ、日本流体力学会の若手研究者賞である竜門賞を受賞するという榮譽にあずかることができました。研究室の諸先輩方が過去に受賞しており、私もいつか受賞できればと思っていた賞を受賞できたことは、大変光栄であるとともに、身の引き締まる思いです。今後は、研究者として中堅と呼ばれるところに入っていくことになるかと思いますが、より一層、大きく活躍していければと思います。

小森先生、黒瀬先生を始め、これまでに様々なご指導をくださり、研究活動を支えてくださった皆様に感謝申し上げます。



14

III-5 ドン エンガス 断崖上の城塞

2013年6月アイルランドの西Aran諸島の主島Inis Mor イイシモア島を訪れた。90mの断崖の上にDun Aonghasa ドン エンガスの城塞がある。3重の城壁を巡らす強固な城塞である。石造基壇で太陽を祀り、神に祈ったのか？

マルタ島に発し大西洋を北上し遂にこの巨石遺跡を残したビーカー文化人の偉業である。

軍事・政治・経済・文化の中心であった。強風に波しぶき高く舞い上がり、先人の偉業に強い感銘を受けた。

15

III 欧 州



16

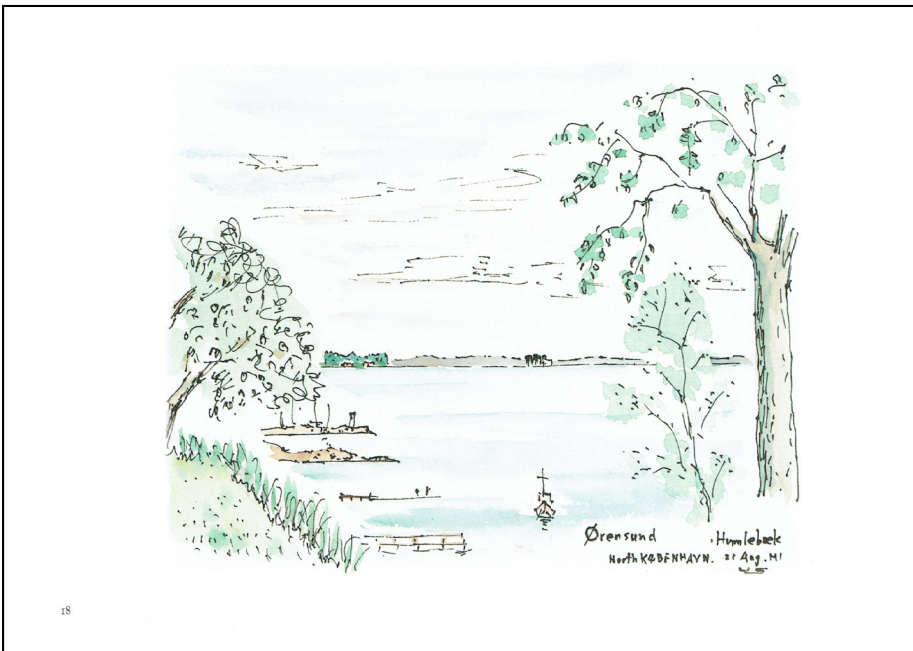
III-1 Oslo Royal Palace オスロ王宮

1989年8月Norway(英語、ノルウェイ語ではNorige)を訪れた。総人口400万人の王国で平和を愛する国として国際政治上で大きな役割を果たしている。早速王宮を訪れた。緑濃い大樹の影、荘重な王宮は静かなたずまい。抑えられた華麗さというか、上品な独特の美学がある。静かな北欧の朝、王宮広場を散歩。

これがバイキングの国なのか。デンマークではバイキング船に勇猛果敢な進取精神を感じた。北欧3国は土地狭隘で新天地を求めて船出した。アイスランドやグリーンランドへ植民した。南下し地中海のシチリア島とナポリにノルマン王国を築いた。パレルモには北欧式の教会がある。

古都Trondheim理工大学へ講演に招かれたこともあり、旧知が多い。北欧には学ぶべきものが多い。

17



18

### III-2 Φrensundオーレンズンドの海

Denmark北方の静かな海岸。デンマークは500万人の王国。住民は元デーン人で、9～14世紀に海洋に進出したVikingの故郷である。ブラッセルの喧騒に比べ、ここオーレンズンドの海岸では爽涼の風が頬をなでる。旅の疲れを癒した。

19



20

### III-3 ソグネフィヨルド



Kjosfossen Waterfall 93m  
Flåm, Norige

ノルウェイ南西部にあるSogne Fjordを訪ねた。氷河が作ったリアス式峡谷で、幅5～10km、長さ180kmに達する。崖が迫り、無数の滝が落ちる。次々に変わる勝景に見とれる。海・空・崖・遠山の色の素晴らしいハーモニー。

Hardangefjordenは静か。バスが峠でラッパを鳴らす。坂を下ってUlvikの宿へ着くとカルテットが素敵な演奏で迎えてくれる。早速ウエルカムドリンク。ロビーで寛ぐ。自室の窓より静かなフィヨルドが見える。小村の心温まる旅の一コマであった。

21



## 2021 Formula SAE Japan

### 大会報告

学生フォーミュラ日本大会 2021 はコロナウイルスの蔓延に伴い昨年度と同様に現地で実施予定だった車検と動的審査がなくなり、静的審査のみがオンラインで行われ、弊チームは総合 3 位を獲得しました。

コスト審査では車両の製造コストや製造プロセスについて審査されます。昨年度までの反省を活かし、製造プロセスの裏付けを行う資料の拡充を行い、その結果ディスカッションスコアを前回より伸ばすことができました。指定された部品の知識・理解度を評価するリアルケースシナリオにおいては電装トラブルに対する改善案の立案が求められ、例年の数値的な目標の達成手法を検討するのと異なり、トラブルを撲滅することが求められたため、改善策の立案に苦戦し、得点を伸ばすことができませんでした。



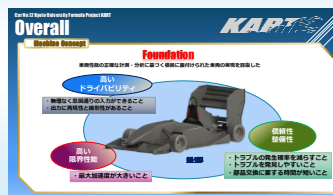
リアルケースで用いた資料



プレゼンの総括

プレゼンテーション審査では、車両の販売戦略を説明し、その実現性を審査されます。2 年かけて準備してきたこともあり課題分析や企画提案に関する発表の流れや資料の見やすさを評価していただくことができました。しかし、続く質疑応答で車両の製造を依頼するという特殊なシチュエーション下で、想定外の質問に適切に対応することができませんでした。また、10 分という短い時間で発表するには様々なコンテンツに触れすぎたため、内容が浅くなってしまっているのご指摘も受け、得点を伸ばせませんでした。

デザイン審査では車両設計のプロセスやその成熟度が審査されます。今年度走行データ収集のために新たに組み込んだソフトウェアの開発に興味を持っていただけたこともあり、前回大会に引き続きデザインファイナルに出場することができました。しかし、審査のカテゴリーがパワートレイン・ボディ・サスペンションに分かれており、複数の領域を担当するメンバーも存在したため、デザインファイナルでは時間内に議論をしきることができず、同じくデザインファイナルに出場した名古屋工業大学に及ばずデザイン 2 位という結果に終わりました。



車両コンセプト

以上の結果、目標の総合優勝は達成できませんでしたが、弊チームとしては 7 年ぶりの 3 位表彰台となりました。また特別賞としてベストエアロ賞、ベストコンポジット賞、CAE 特別賞 1 位、エルゴノミクス賞 1 位をいただきました。設計に関する特別賞について全てベスト賞及び 1 位を獲得することができ、私たちの取り組みや設計方針について高く評価していただきました。

最後になりましたが、一年間あたたかいご声援、ご支援をくださいましたスポンサー、サポーター、先生、技術職員の皆さんには心より感謝申し上げます。総合優勝という目標を達成できなかったことには悔しさが残りますが、この活動を通して学んだことを糧にしてまた来年良いご報告ができますよう KART は活動して参ります。これからも KART の挑戦にどうか変わらぬご期待をくださいますよう、心よりお願い申し上げます。



### 得点

Cost .....	54.75(6 位)
(Penalty -20.00)	
Presentation .....	58.87(12 位)
Design .....	145.00(2 位)
Acceleration .....	canceled
Skid Pad .....	canceled
Autocross .....	canceled
Endurance .....	canceled
Efficiency .....	canceled
<b>Total .....</b>	<b>238.62(3 位)</b>

### 獲得した特別賞

ベストエアロ賞	
ベストコンポジット賞	
<b>CAE 特別賞</b>	<b>1 位</b>
エルゴノミクス賞	<b>1 位</b>

## 学生フォーミュラ大会に参加して～メンバーの感想～

丸山ゆう（学部4回生：電気電子工学科） チームリーダー、エンジン班  
 小山 光（学部4回生） テクニカルディレクター、エンジン班リーダー  
 久保田純矢（学部4回生） シャシ班リーダー、ドライバー  
 藤川高嘉（学部4回生：電気電子工学科） 会計、エンジン班  
 富樫明寛（修士1回生：エネルギー応用科学専攻） シャシ班  
 津田修一郎（学部4回生） ソフトウェア班  
 尾崎凌明（学部3回生：理学部） ソフトウェア班  
 那須翔太（学部3回生：地球工学科） エンジン班  
 長濱龍矢（学部2回生） シャシ班  
 平野功太（学部2回生） エンジン班  
 加藤雅大（学部2回生） シャシ班  
 柴田 匠（学部2回生） シャシ班  
 （注：学部生で記載なき場合は物理工学科機械システム学コース）

### 丸山ゆう（学部4回生：電気電子工学科） チームリーダー、エンジン班



昨年度から継続してチームリーダーとして本プロジェクトに携わらせていただきました。活動開始当初より、リーダーとして、指導面での力不足を感じており、せめてメンバーが有意義な活動を行える環境づくりに注力しようと考えておりましたが、学業活動やコロナウイルスのために、メンバーとのコミュニケーションを密にとることができず、悔いの残る年となってしまいました。来年度は学部生のメンバーの内、現地開催での大会を経験したメンバー一人しかいない勝負の年となりますので、知見やノウハウの継承をしっかりと行いたいと考えております。最後になりましたが、私たちの活動を支えてくださりありがとうございました。

### 小山 光（学部4回生） テクニカルディレクター、エンジン班リーダー



大会が途中で中止となった2020年度プロジェクトに引き続き、2021年度プロジェクトにも、車両の設計製作を統括するテクニカルディレクターとして参加しました。今年度こそ総合優勝を達成するために、特にパワートレイン関連の設計やデザイン部門への対策など、真剣に活動に取り組んでまいりました。個人的には大学院入試

などもあったため非常に忙しい期間となりましたが、この活動を通して様々な技術を包括的に捉える機会も多くなり、大きく成長することが出来たと実感しております。コロナ禍の影響で工場に行くことが出来ない期間も長くあり、計画していたことが実現しきれなかった取り組みが多数あり、それらに関しては引き続き来年度大会に向けて全力で取り組んでまいります。

#### 久保田純矢（学部4回生） シャシ班リーダー、ドライバー



2020年度に引き続き2021年度もシャシ班リーダーとして活動に参加しました。実働メンバーが少ない中で早期にマシンを完成させ、実走行のデータを多く取ることを目標にしていたのですが、コロナ禍による工場の閉鎖など、思うような活動ができなかった反面、設計をじっくりと見直す時間が与えられた1年でした。チームの運営が少人数で行われていることもあり一人一人の担当箇所が多く、様々な知識や技術を身に付けることができたと思います。動的審査は開催されませんでした。デザイン審査で高い評価を頂くなど、総合優勝があと一步のところまで見えていただけに残念でなりません。私は今年度をもって引退になるので、後輩に技術を継承できるよう全力で取り組んでまいります。

#### 藤川高嘉（学部4回生：電気電子工学科） 会計、エンジン班



2020年度プロジェクトより引き続き、2021年度プロジェクトに参加して活動してまいりました。パワートレイン班で補器類の設計・製作を主に担当し、2021年度の目標の一つであった信頼性の向上のために、設計には信頼性向上のための工夫を多数施しました。しかしながら、コロナ禍において製作も順調に進まず、走行会の回数も少なく、実機での評価を十分にすることができなかったということが悔やまれます。パワートレイン関連で多数企画していた実験もありましたので、今後は設計の基盤となるデータの収集を引き続き行ってまいりたいと思います。

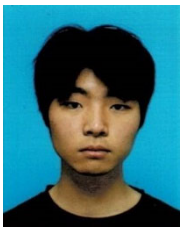
最後となりましたが、一年間ご支援・ご声援いただいた皆様に深く感謝申し上げます、結びといたします。

**富樫明寛（修士課程1回生） シャシ班**

今年度はエアロパーツの担当として設計・製作・静的資料製作まで全て行ってきました。前回大会でのオーバーヒートやパーツの路面接触を反省し、空力性能値至上主義的な思想を改めて確実に完走できるよう今まで以上に検討し、バリデーションについても例年以上に取り組みました。静的資料については内容の充実を図り、考えたことを全て審査員に伝えられるよう努めました。大学院での活動との両立は簡単ではありませんでしたが、昨年までの走行時の問題は解決でき、大会ではデザイン審査においてボディ分野の素点満点、さらに念願だったベストエアロ賞も獲得でき、成果を出せたことには満足しています。今後は培った技術をチームで踏襲できるよう、引継ぎに力を注ぎたいと思います。

**津田修一郎（学部4回生） ソフトウェア班**

ソフトウェア開発の知見を自動車製作に活かしたいという思いから、今年度より活動に参加させていただきました。短期間で車両の設計・製作に関する知識をキャッチアップすることは難しかったです。メンバーの協力の下、0からインパネや電子制御スロットル等の機器を製作することができました。来年度もチームに貢献するようなソフトウェアを作っていきたいと思います。今年度お世話になったスポンサー、学校関係者や、チームメンバーに深い感謝を申し上げます。

**尾崎凌明（学部3回生：理学部） ソフトウェア班**

2月に入部してこの半年間、KARTや学生フォーミュラというものを見てその技術力の高さに驚きました。同時に、チーム運営の部分でまだまだ改善できる部分があることも感じました。来年度はメンバーが少ないこともあり、入部してたった半年でリーダーとして携わる事になりました。メンバーが心身ともにストレスなく車両開発に邁進できる環境を作れるよう、チームを引っ張って行きます。

**那須翔太（学部3回生：地球工学科） エンジン班**

今年度は、エンジン班兼プレゼンテーション担当として活動に参加しました。今年度から一部パーツの設計も担当させていただき、実際に車両のパーツを設計していくことを通して、他パーツとの兼ね合いによる制約を満たすことや、実際に製作した製品の効果と設計値を下回ることをはじめとした全体としてのモノづくりの難しさを感じることができました。

また、プレゼンテーションにおいては、前任者のフィードバックを基にさらなる高得点を目標として昨年に引き続き構想を練って参りましたが、なれないオンラインでの審査ということもあり、思うような結果を残すことはかなわず、非常に悔しい思いをすることとなりました。この悔しさは確実にチームへのフィードバックという形で残し、来年の飛躍へとつなげていきたいと思えます。

この2年間は、思うように活動ができないもどかしい期間でしたが、多くの方のご支援によって活動を続けていくことができました。最後にはなりましたが、昨今の厳しい情勢の中においても、弊社チームへの引き続きの厚いご支援をいただきましたスポンサー、教職員、その他の関係者の皆様には感謝してもしきれません。心よりお礼申し上げます。ありがとうございました。

**長濱龍矢（学部2回生） シャシ班**

私は今年度よりシャシ班の一員として本活動に携わらせていただきました。知識不足や経験不足から、チームに迷惑をかけてしまうことも多かったですが、この1年を通して、先輩方やスポンサー様方のおかげで、少しではありますが成長できたのではないかと思います。特にコストレポート作成の際は、始めは右も左もわからないような状態でしたが、先輩方の助言のおかげで担当箇所を仕上げることができました。本年度も新型コロナウイルス感染症の蔓延により動的審査が中止になるなど、満足のいく形ではありませんでした。来年度は無事開催されることを願いながら、今年度に培った知識、経験を生かして設計製作にこれまで以上に全力で取り組んでいきたいと思えます。

最後になりますが、1年間ご支援・ご声援いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

**平野功太（学部2回生） エンジン班**

今年度は2回生として初めて大会に参加しました。設計・製作の面では、吸気と電装に関わりましたが、基礎的な知識不足により、主体的に行動ができず、先輩に頼ってしまっただけでした。また、静的審査においては、コストリーダーとして裏付け資料の作成などを率先して行いましたが、スケジュール管理不足により、資料提出が遅延し、リーダーとしての役割を果たせませんでした。来年度は、これらの反省を生かし、動的審査・静的審査の両面でチームに貢献できるよう精進していきたいと思っております。最後になりましたが、今年度のKARTの活動を支援してくださった先生方・スポンサーの方々、本当にありがとうございました。

**加藤雅大（学部2回生） シャシ班**

今年の2月からKARTのメンバーに加わり、微力ながら車両製作の一部に関わりました。車に関する知識や加工に関する知識がほとんどない状態からのスタートだったので、一つ一つの作業に時間がかかり、チームにあまり貢献することができませんでした。しかしながら、先輩方の丁寧なご指導のおかげで着実に知識や技術を身につけることができ、参加当初と比べて大きく成長することができました。来年度大会では今まで以上にチームに役立てるよう、積極的に活動に取り組み、知識や経験を身につけるなど、精進してまいります。最後になりましたが、今年度の活動を支えてくださった皆様に深く御礼申し上げます。

**柴田 匠（学部2回生） シャシ班**

私は今年の夏前ごろからKARTの活動に参加させていただいているため、今年度の車両については、設計などには大きくかかわることはできませんでした。しかしながら、先輩方に教わりながら一部のパーツを制作・加工したり、走行会に参加させていただいたり、貴重な経験をさせていただけたと感じています。特に、自らが制作にかかわった車両が、走行会などで実際に走っているのを見た時の感動は忘れられません。今年度の車両設計・制作に大きく役に立てたとは言えませんが、先輩方が試行錯誤を繰り返される中で、わずかながらそのお手伝いをできたことをうれしく思います。

私自身は、知識・技術ともにまだまだ未熟ではありますが、来年度は先輩方に負けないように、より積極的に活動していきたいと考えております。最後になりましたが、今年度の活動にご支援いただいた、スポンサー・関係者の皆様、誠にありがとうございました。

## 京都の散歩道 (8) 出版社

読書の秋ですので今月は本の話題を。「李承晩」と「蒋介石」をまとめて宇治**三色アイス**のようなタイトルとした珍しい本を図書館で借りてみた（目次だけ確認したら、結局つまらなそうでした）ところ、奥付（右図）からなんとあの**三一書房**は、元は京都の出版社だったんだと気付きました<sup>1</sup>。そういえばいかにも京都らしい雰囲気だなあと。そこで同社のホームページ<https://31shobo.com/> を見てみると

李承晩・蒋介石	定価 150 円
1960年8月6日 第一版発行	
著者 ©	中川信夫 1960年
発行者	田畑弘
印刷所	誠和印刷株式会社
製本所	本間製本株式会社
発行所	株式会社 三一書房
京都市左京区北白川西平井町24 電話京都 (7) 3101, 3885 番 振替京都 6403 番 東京都千代田区飯田町2の14 電話東京 (331) 9393, 5657 番 振替東京 84160 番	
落丁・乱丁本はおとりかえいたします	三一新書 252

1945年10月 京都（京都市左京区**吉田泉殿町1-1**）にて創業。1947年 東京出張所を設置（千代田区神田神保町1-14）。1949年 京都社屋移転（京都市左京区**北白川西平井町24**）。1957年 東京出張所移転（千代田飯田橋2-14）。1961年 東京本社（千代田区神田駿河台2-9）を新築。京都本社、飯田橋出張所を合併移転。

とありました。同社の原点となった**吉田泉殿町1-1**は、百万遍のマクドナルド付近（西側）です<sup>2</sup>。京大構内にある京都大学学術出版会 <https://www.kyoto-up.or.jp/> や吉岡書店（後述）の次に近い出版社だったんですね。そこで、思いつくままで申し訳ありませんが、京都に拠点をおく馴染み（名前をよく目にする）の出版社を調べてみました（<https://www.books.gr.jp/publisher.html>）。

- ・化学同人 <https://www.kagakudojin.co.jp/> 化学の殿堂、敬礼！
- ・かもがわ出版 <http://www.kamogawa.co.jp/> 加藤周一さんのイメージが強いですね。
- ・現代数学社 <https://www.gensu.jp/> 山本義隆さんの「熱学思想の史的展開」は稀代の名著です。
- ・思文閣出版 <https://www.shibunkaku.co.jp/publishing/> 百万遍でよく見ますが本の方は・・・
- ・人文書院 <http://www.jimbunshoin.co.jp/> 「東京出版文化圏の渦から少し身を離して、日本有数の文化都市であり学術都市である京都の洛南伏見の地にて（HPより）」いい言葉ですね！
- ・数研出版 <https://www.chart.co.jp/> 高校でチャート式にはお世話になりました。
- ・（世界思想社）教学社 <https://ss-kg.jp/> 大学受験用の永遠のベストセラー？赤本。
- ・淡交社 <https://www.tankosha.co.jp/> 「君子之交淡若水」に由来する格調高さ。筆者には無縁。
- ・PHP研究所 <https://www.php.co.jp/> 新書はこの10月で創刊25周年。もうすぐNo.1300です。
- ・光村推古書院 <http://www.mitsumura-suiko.co.jp/> 京都に関する魅力的な本がいっぱい。
- ・ミネルヴァ書房 <https://www.minervashobo.co.jp/> ヘーゲルの『法哲学』序文にある「ミネルヴァのふくろう」からだそうです。ああむずかし。
- ・吉岡書店 <http://www.yoshiokasyoten.sakura.ne.jp/> 古くさく質実剛健ですが物理の名著群。

編集人

<sup>1</sup> 井家上(いけがみ)隆幸「三一新書の時代」論創社(2014)によると、同志社大出身の田畑弘と竹村一が創業。百万遍の古本屋「三一書店」（朴元俊店主は「三・一運動」にちなんで命名）の2階から始まったので、それにあやかって三一書房となったそうです。話題となった本に、「人間の条件」（五味川純平）、「愛のコリーダ」（大島渚）、「検定不合格日本史」（家永三郎）など。

<sup>2</sup> マクドナルド東側の旧レブン書房 <http://www.kyoto-up.org/archives/1617> ではありません。





「流氷の離岸」

湧網線 常呂～常呂港 1975年4月 杉木 孝行

■京都会場：10月13日(水)～18日(月) (会期中無休、入場無料)；  
11時～19時 (18日は17時まで)；アートギャラリー北野 2F

◆地下鉄「京都市役所前」駅又は京阪「三条」駅  
より徒歩5分、「河原町三条」交差点角；〒604-8005 京都市中京区三条通河原町東入ル恵比須町439-4 コーカビル；☎075-221-5397；  
<https://www.gallery-kitano.com/>



■東京会場：11月19日(金)～24日(水) (会期中無休、入場無料)；  
10時～19時 (19日は14時から、24日は15時まで)；こくみん共済  
coop ホール/スペース・ゼロ 展示室

◆JR「新宿」駅南口/甲州街道改札口より徒歩  
5分、葵通り「代々木二丁目交番」向い側；  
〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-12-10  
こくみん共済 coop 会館 B1 (地下1階)；  
☎03-5371-2688 (展示室直通、会期中の  
開催時間中のみ通話可)；  
<https://www.spacezero.co.jp/>

