

第5章 工学部附属センター

5.1 工学部附属センターの変遷

村井 利昭

工学部のミッションの一つは、社会的課題を自然科学の言葉に落とし込み、工学的なアプローチで解決方法を提案することである。またすでに社会的課題として前景化している課題に対する、別の視点から解決方法を提案することも工学部が取り組むべきことである。これら新しいアプローチを開拓するためには、教員個人の独自の研究実績に加えて、複数の教員の共同作業さらに学外の関連する分野で活動する人たちとのコラボレーションも必要である。そこで工学部では、教員の提案に基づき、複数の教員が参画する工学部附属センターの設置と、そこを基盤とする研究開発、技術開発や教育を推進できる制度を整備している。また様々な科学技術が集積されるなかで、すでに社会に巣立った人たちが、それらを学ぶ機会を提供することも工学部の使命である。

このような観点から 21 世紀に入って複数の工学部附属センターが立ち上がり、それぞれの分野の課題解決の新たな手法を提案すると同時に、中にはその重要性や際立った活動が認められて全学組織である高等研究院の一翼を担うセンターとして組織されている例もある。

その一つが工学部附属センターだった「金型創製技術研究センター」である。今では、地域連携スマート金型技術センターとして活動している。

また工学部附属センターだった「未来型太陽光発電システム研究センター」も同様に、高等研究院の組織である「地方創生エネルギーシステム研究センター」に組込まれている。

直近では 2017 年 4 月工学部附属センターとして「知能科学研究センター」を設置した。これは人口知能やビッグデータ解析の

重要性が謳われる中、その分野の研究基盤の整備を目的とした。その後さらにこの分野が、工学部にとどまらず、医学、創薬、農学へも波及し始めていることから、2019 年 4 月には、高等研究院の「人工知能研究推進センター」として拡大されることになった。

2022 年 4 月時点では、次の三つの附属センターが活動している。すなわち 2014 年 4 月設置の「インフラマネジメント技術研究センター」、2017 年 4 月設置の「応用気象研究センター」さらに 2022 年 4 月に「プラズマ応用研究センター」が設置された。それぞれのセンターが推進する研究活動や社会人を対象とした履修証明プログラムについては、それぞれのセンターの章を参照していただいた。

これらのセンターに加えて、様々な技術支援業務や地域社会への貢献を目的とした「ものづくり技術教育支援センター」を 2003 年に設置し、幅広い活動を行っている。2020 年 4 月東海国立大学機構の発足に伴い、「高等研究院全学技術センター」に組み込まれたが、活動の主体は工学部である。夏休みには、小学生を対象とした「ものづくり体験学習」を実施し、工学部の学科・コースで開講されている実験・実習科目を支援している。さらに精密加工を可能にするフライス盤や分子レベルでの化学構造を解き明かすことができる装置が導入され、本学が推進する研究ならびに技術開発を支援している。

今後、科学技術のさらなる高度化が予測される中、工学部教員の独自の目線で問いを立てて、それに取り組むセンターの立ち上げが、さらに期待される。

5.2 技術者教育を通じたインフラ維持管理の高度化による安心社会の実現

工学部附属インフラマネジメント技術研究センター 沢田 和秀

道路等の社会基盤（インフラ）を誰もが安全に使用できることは、安心して社会生活を営めることの基礎である。当センターは、科学技術振興機構「地域再生人材創出拠点の形成プログラム」に「社会基盤メンテナンスエキスパート（ME）養成」が採択されたことを機に平成 20 年に設立された。毎年 2 回継続開講している社会人専用の ME 養成講座は、インフラ整備を通じて社会活動の安定化に寄与できる総合技術者を育成する場であり、受講者は認定試験に合格すると岐阜大学より ME と認定される。これまでに 550 名以上の ME を輩出した。ME 養成講座には以下の特徴がある。

- 1) 4 週間連続の短期集中講座
- 2) 発注者と受注者が同室で同講義を受講
- 3) インフラ管理の体系だったプログラム
- 4) 専門家による最高レベルの講義
- 5) 国土交通省/岐阜県/県内建設関連協会との連携

この社会人の学び直し事業は、講座の枠組みだけでなく、受講料で事業を運営する方法などを他地域（愛媛・山口・新潟等）と共有し、長崎大学や舞鶴高専とともにインフラ人材育成連携コンソーシアムを構築し、広く展開している。

センターは、ME 養成を主とした「人材育成領域」、地域と連携してインフラ管理の技術やしくみを実装する「地域実装領域」、ME 養成のしくみや技術を海外に広める「海外展開領域」の三領域で連携しながら運営している。

地域実装領域では、講演会などを通じ、最新技術や大学のシーズ等を公開している。また、様々な土木構造物のしくみや構造を学ぶ施設として、ほぼ実物大の施設「インフラミュージアム」を学内に設置している

（平成 29 年 8 月～）。インフラミュージアムは技術者の育成や学生教育のためだけでなく、一般にも公開し、インフラ整備と維持管理の重要性をアピールしている。

国際展開領域では、インフラ維持管理技術、人材育成や地域連携といった枠組みの国際的な展開により、世界の「人づくり」による安全安心な暮らしに貢献することが目的である。JICA 事業を通じて、アフリカを足がかりに展開を始めている。

センターの人材育成事業が目指すものは、産官学連携によって生まれた地域に根付く ME と大学との連携を軸とした地域課題の解決と活性化である。健全なインフラを継続的に支えることは、まさに安定的な社会活動に貢献することである。

ME 養成講座から派生した、個性的な集合である ME 認定者の同窓会「ME の会」を紹介する。会には、行政・施工業・調査/設計業・メーカーなど多様な技術者が所属する。ME は、受発注の関係を超え、コンプライアンスを遵守した交流のもと、技術者としての議論に基づく課題解決や情報交換を通じ、技術力の向上に努め、個として、団体として地域に貢献している。

技術者交流の成果として、ME が斜面崩壊の予兆を見つけ災害を未然に防止、ME 同士が協力して適切な技術で災害復旧に貢献、等の事例がある。産官の垣根を越えた技術者ネットワークが実を結び始めている。

社会人のリカレント教育は、学びのひとつの形として推進されるべき事業であるが、国内では継続的に展開されにくい環境にある。ME 養成講座を社会人リカレント教育のグッドプラクティスと位置づけ、そのノウハウの展開により社会に貢献したい。

<http://ciam.xsrv.jp/>

5.3 応用気象研究センターの研究教育活動について

吉野 純（応用気象研究センター センター長）

我が国の社会経済活動は、猛暑・冷夏・暖冬といった長期的な異常天候や落雷・突風・豪雨・豪雪といった異常気象など、様々な気象現象の影響を受けている。過去・現在・未来の気象情報を効果的に活用することで、地域社会の安心安全につながるだけでなく、地域経済の生産性を高めることができる」と期待される。しかしながら、ビッグデータとも言うべき大量の気象情報を十分に活用できていないのが現状である。

そのような背景の中、第4次産業革命を牽引する先端的なICTを活用して、潜在的な気象情報へのニーズに対して付加価値の高い気象情報を提供し、多様な産業における生産性を向上すべく、平成29年4月に岐阜大学工学部は附属応用気象研究センターを設置した。当センターは、大気海洋研究部門、大気電気研究部門、大気水圏研究部門の3部門で構成される。

大気海洋研究部門の小林智尚教授らの研究グループは、太陽光発電電力量の評価と予測に関する応用研究を行っている。気象シミュレーション技術を用いて、微地形や雲の影響を考慮した太陽光発電電力量の賦存量に関する高分解能マップを作成し、Web-GIS上にて公開している。また、太陽光発電システムの大規模導入により生じる需給バランスの不安定化の解消のために、太陽光発電電力量の変動予測に関する研究も進めている。

大気電気研究部門の高木伸之教授や王道洪教授らの研究グループは、個々の雷放電を低い周波数帯域（LF帯）の電波で捉える雷放電3次元マッピングシステム（FALMA）を開発している。このシステムは、従来のシステムよりも安価でかつ詳細な雷情報を取得できる利点があり、平成29年夏季に中

部地方にて数多くの雷の3Dマッピングに成功している。落雷事故の未然防止法を確立する上で不可欠な観測技術となる。

大気水圏研究部門の玉川一郎教授や吉田弘樹教授らの研究グループは、大気中のレーザー光のゆらぎを、気象学および光学的視点からフィールド観測を行い、大気の乱流特性とレーザー光のゆらぎとの関係性について多角的に調査している。また、レーザー光の大気ゆらぎの制御技術の開発も進めており、光エネルギー伝送技術や光通信技術の実用化のための重要な基礎技術となる。

当センターは、応用気象学に関する全国唯一の専門家集団として、設置以降、産官学連携にも積極的に貢献している。一般向けに応用気象学や気象データに関する7件のシンポジウム、ワークショップ、セミナーを開催し、全国からのべ500名を超える社会人に参加いただいている（写真1）。また、令和2年度には気象データ活用のための高度人材「気象データアナリスト」の標準カリキュラムの検討にも貢献している。これらの実績に基づき、令和5年度より、岐阜大学大学院自然科学技術研究科において社会人と大学院生が共に学ぶ「気象データアナリスト養成講座」を開講予定である。



写真 1. 気象データ利活用ワークショップの様子（平成30年12月3日）

5.4 プラズマ応用研究センター

センター長 上坂 裕之

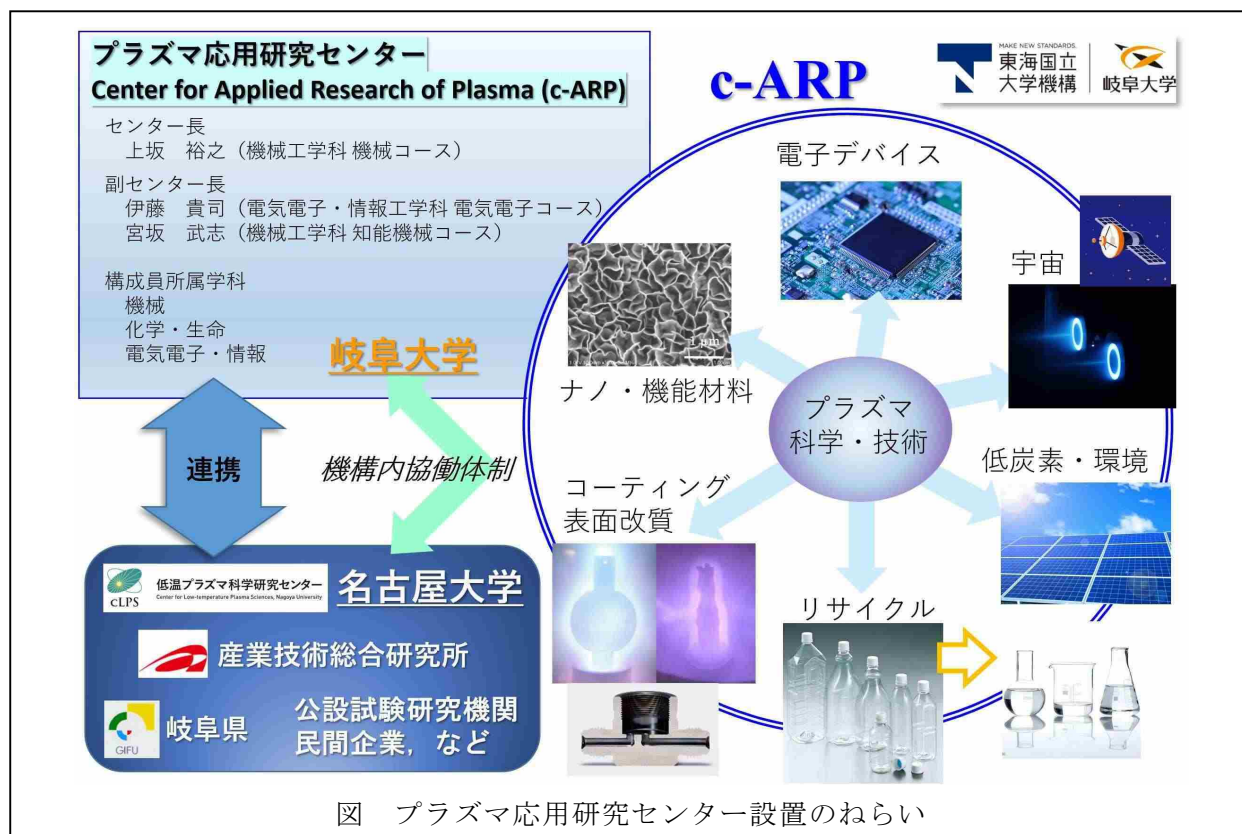
プラズマは、固体、液体、気体につづく物質の第4の状態と言われています。プラズマ中では、気体を構成する原子・分子が電離し、陽イオンと電子に分かれて運動しています。自然界に存在するプラズマとしては、太陽、雷、オーロラなどがあげられます。一方でプラズマは物理・化学的な活性に富んでおり、その工業的有用性を活用するために制御されたプラズマ装置が、地上で様々な産業に貢献してきました。例えば、太陽電池を含む半導体デバイスプロセスにおける微細加工技術や、金属部材表面のしゅう動性や耐久性を向上する材料の表面加工などに利用され、その重要性が幅広い工業分野で高まっています。最近でプラズマの応用範囲は、医療、農業分野にまで拡がりを見せています。

一方で、プラズマ技術の基礎や産業応用は、電気、化学、材料、機械などの幅広い

分野にまたがっていることから、その発展や新産業創出のためには、分野を横断した組織的な取り組みが必須です。

岐阜大学工学部では、少なくない数の教員が様々な分野でプラズマ技術に関する研究を個別に行っていました。それら教員に対して、分野を横断した組織的な研究活動が行える環境を構築し、プラズマを用いた新たな産業創出や現有技術の県内企業など産業界への展開を目的として、工学部附属プラズマ応用研究センターを組織し、令和4年4月1日付で発足させました。

この研究センターは、東海国立大学機構として「名古屋大学との連携」を進めるとともに、岐阜大学が重点領域としている「環境」にも関係し、将来的には他学部を含めた全学的な展開の基礎となることを目指します。今後の本センターの発展にご期待いただければ幸いです。



5.5 ものづくり技術教育支援センター

センター長 山下 実（機械工学科，機械コース）

当センターは，前身の工学部技術部が発展的に改編され平成15年4月に発足した工学部の組織である．業務は工学部の技術教育と研究・技術開発支援はじめ，管理運営業務，地域貢献活動とその守備範囲は広く，ものづくり技術開発支援室，情報技術開発支援室，環境・分析技術開発支援室で構成され，現在11名のスタッフがそれぞれの専門分野と経験を活かし研鑽を積みながら業務にあたっている．

教育支援として，全学科の工学基礎実験，社会基盤工学科の土木工学実験，機械工学科の機械工学実験実習，化学・生命工学科の基礎化学実験，物質化学実験，生命化学実験を担当している．実習前に機材の点検調整，試薬の調製などを行い，授業時間では学生に対する実験手順などの説明，機械装置の使用法などを指導している．さらに地域連携スマート金型技術研究センターの加工実習にも協力している．

研究・技術開発支援では，研究装置の製作や設計，教員や学生に対する助言等を行っている(図1)．大学病院で使われている機能的な廃棄品回収スタンドや次世代エネルギー研究センター(現：地方創生エネルギーシステム研究センター)の太陽光発電装置に代表される製作品は，ものづくり技術開発支援室のスタッフが厳しい要求仕様に合わせて設計から製作すべてを行ったもので総合的な技術力の高さを証明している．



図1 ワイヤ放電加工と溶接

安全衛生管理として環境・分析技術開発支援室が中心となり職場巡視を行い，衛生工学衛生管理者免許を持つスタッフが改善内容を的確に指示している(図2)．さらに局所排気装置や消防設備などの点検，有機・無機系実験廃液の回収(図3)，情報技術開発支援室スタッフによる工学部と全学技術センターのホームページ管理を通して，工学部の安全と円滑な運営を支えている．



図2 衛生工学衛生管理者による職場巡視



図3 有機・無機系実験廃液の回収

地域のものづくりに関する啓蒙活動として，小学生向けの「ものづくり体験学習」を企画し7月頃実施している(図4)．ここに記した以外の業務にも臨機応変に対応し工学部の教育と研究に対する貢献度は大きい．



図4 ものづくり体験学習

第6章 卒業生・修了生の言葉

岐阜大学における研究生生活の思い出

社会基盤工学専攻 2011 年度修了
荒川慎平

岐阜大学での生活を振り返ると研究室に配属されてからの3年間は最も濃密で思い出深いものです。研究室での日々は、技術者としての土台となるものを築かせていただけたと思います。指導してくださった先生には研究を通し、その分野の知識だけでなく、物事の考え方や多角的な捉え方、文章の一字一句に至るまで熱いご指導をいただきました。国内、国際学会への参加、橋梁模型製作や溶接、機械加工作業などに加え、他大学の学生や先生と専門分野を通して交流する機会も設けていただき大変貴重な経験をすることができました。共に支えあい笑いあった同期や先輩、後輩がいたことも素晴らしい財産だと思います。文章には表し難い濃密な時間であり、今でも定期的に夢に出るくらいです。もう一度あの頃にと、易々と口にはできませんが素晴らしい時間であったことは間違いありません。そうした機会や教育を与えてくださった先生方、大学に感謝をしております。

今、社会人として過ごす中で、当時を思い出せば大抵のことは乗り越えていくことができます。また、大学での経験を通して、技術的な意味、効果を考えることや、なぜ、そもそも、ということを考える意識が根付いていると感じます。これからも大学で得たものを社会への貢献として返していくことができるように努力していきたいと思います。

人生のきっかけとなった研究生生活

生産開発システム工学専攻 2020 年
修了

安藤宏恵

東日本大震災の直後に社会基盤工学科に入学してから、同学科の友人との学生生活、サークル活動、アルバイトなど非常に充実した楽しい日々を過ごしておりました。4年生の研究室配属時には当たりクジを引き、第1希望の交通システムデザイン研究室（倉内文孝先生）に配属されました。他の希望学生は研究分野に興味を持ち、配属前より積極的に研究室との関わりを持つなか、私は卒業後の進路を公務員か大学院進学で迷っていたことから“どちらの進路を選んだとしても順応できそうな研究室”という不純な？動機で希望研究室を選んでおり、運の良さにいささか気まずさを感じたことを覚えております。このときは、博士後期課程修了までの6年間、研究室に在籍することになるとは全く想像しておりませんでした。

当初、考えてもみなかった研究職を目指し博士後期課程への進学を決意したのは、研究室配属後の生活を通じて新しい知識を得ること、物事を深く掘り下げることの楽しさを感じたからでした。工学研究科在籍中に、地道な研究活動の継続により見える世界が変わっていくことの魅力を実感することができました。6年間指導教員としてお世話になった倉内先生には、研究遂行や論文執筆はもちろんのこと、学会やセミナー、国際会議など貴重な経験の機会を存分に与えていただいたこと、誠に感謝しております。現在は、岐阜から遠く離れた熊本県において大学教員として勤務しておりますが、岐阜大学工学部で得た経験が自分自身の基盤となっていることを日々感じております。卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展を心より願っております。

大学生活を経て

環境エネルギーシステム専攻 2018 年

修了

井戸 翼

大学入学前はどんな研究をしたい、どんな仕事をしたいということはあまり深く考えていませんでしたが、ざっくりとコンクリートを研究したいという思いがあったため、國枝先生の研究室を希望しました。大学4年生になり、希望通り研究室に配属され、コンクリートの配合設計から打設後の各種試験等を何度も実施しました。研究を通して構造物の基礎をしっかりと身に付けることができただけでなく、もっと勉強したいと思うようになり大学院へ進学することにしました。大学院ではさらに専門的な研究をし、研究成果を国内だけでなく、海外で発表する貴重な経験をさせて頂きました。

研究を通して、構造物の建設から維持管理に携わる仕事がしたいと思うようになり、高速道路会社へ入社しました。こうやって、自分のしたいことを見つけることが出来たのも一緒に研究をした國枝先生をはじめ多くの先生方および友人のおかげです。今では、研究室での経験を活かして、実際に現場に行って、施工会社と品質の高い構造物を施工できるよう日々精進しています。

社会人として働き始めてから気づきましたが、岐阜大学を卒業して社会で活躍している先輩方はたくさんいます。自分自身も先輩方に負けないようこれからも励んでいきたいと思えます。最後に、卒業生の一人として、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

大学、そして恩師への感謝

社会基盤工学専攻 2015年修了

岩本一将

学部4年生の時分、自身の人生において重要な岐路であった研究室配属を迎え、出村先生の研究室を希望した時のことは今で

も鮮明に覚えております。当時の心持ちとしましては「研究室の先生＝恩師」という認識があったため、とても慎重に配属を考えておりました。学部3年生までに様々な講義を受講し、こっそりと色々な研究室に遊びにいったりしていたのですが、それとは別に、学生の身ながら講義を通して出村先生から学問や研究に対する最も熱い思いを感じていたため、「この先生と研究をしたい！」と決断して配属希望の紙に研究室名を書きました。無事に希望する研究室への配属が決まった際には、とても嬉しかったです。

もともと景観工学や都市計画に強い関心を持っていたことも相まって、「興味関心を持って研究に取り組めば必ず良い成果は出るものだ！」と思っていたのですが、早々とそれが浅慮であることを知りました。どれだけ調査に時間をかけても成果が出ず、自分が思いつくアイデアや仮説は既に提示されたものばかり、一体どのようにすれば「研究」が成立するのか、途方に暮れておりました。そのため、毎週のゼミにおいて、当てもなく進捗報告をしていたのですが、多忙なはずの出村先生は決してこちらの発表を切り上げることなく、毎回トコトン私の進捗発表と向き合ってくださいました。「ここを深めてみてはどうか?」、「その視点は既に数年前の論文で出ていたが、そこらはレビューしているか?」など、私の報告と真正面から向き合い、導こうとしてくださった出村先生には、感謝の念が絶えません。

現在は国土交通省の研究機関で働いております。日々の調査・研究業務を進める上で必要となる論理的な考え方、調査計画の作り方、問題提起の示し方、仮説の構築方法など、出村先生に指導いただいた基礎（※土木らしく）が自分の中で活かしていることを感じます。

岐阜大学在学時の思い出を振り返れば、研究室で過ごした時間ばかりが目につかびます。自分の人生においてそれほど思い出深く、そして貴重な時間を過ごすことができましたこと、心から感謝申し上げます。これからは岐阜大学社会基盤工学科が歴史を積み上げ、優秀な卒業生を輩出する学び舎となりますこと、一途に願っております。

岐阜大学における研究生生活の思い出

土木工学科 2001 年卒業

大前伸友

高校 1 年生の冬、阪神大震災が発生しました。元々、父親・親戚に土木関係者がいたため、土木工学が身近なものでしたが、この震災が土木工学を志すきっかけになりました。

実は、入学試験の日まで岐阜大学の場所をはっきりと知らなかったため、岐阜駅から乗車したバスがとても遠く感じ、とんでもなく遠いところに来てしまったというのが印象的でした。

縁あって岐阜大学に入学することができ、1 年生後期から本格的に専門の講義が始まりましたが、構造力学に苦手意識を持つ同級生が多い中、私は、構造力学の講義は特に懸命になって講義を受け、課題に取り組みました。

4 年生になり、希望どおり鋼構造学の奈良先生・村上先生の研究室に配属になりましたが、特に部活やサークルに所属していなかった私にとっては、自分の机がある自分専用の場所が大学内にあるということが、とてもうれしかったことを覚えています。

研究室ではゼミや研究をはじめとして、朝から深夜まで就職試験の勉強、院生の先輩方から就職面接の特訓や年明けの 1 月 3 日から卒業研究の実験準備のために研究室に登校したことなど頑張り・大変なこともありましたが、研究室行事の鍋パーティや

ボウリング大会と楽しいこともあり、大学院には進学しなかった私が研究室に所属したのは 1 年間だけでしたが、奈良先生・村上先生の研究室には卒業後からの仕事の礎となる専門知識だけでなく、数え切れない思い出をいただきました。

私事ではありますが、岐阜大学の先輩・同僚たちのおかげもあって、先日、勤続 20 年を迎える事が出来ました。卒業生のひとりとして、岐阜大学工学部の益々のご発展をいつまでも願っています。

研究と社会基盤工学科と私

生産開発システム工学専攻 2015 年学位取得

杉浦聡志

やりたいこと、人生の目標もなく社会基盤工学科に入学しました。1, 2 年生の講義時間には工学部のピロティや生協横のロビーで可能な限り長い時間を過ごし、各自作成すべきレポートをチームで取り組み、当時の学科長から叱責をうけるなど大変楽しく過ごしておりました。奇跡的に 4 年生で卒論着手できたとき、当時希望学生が多くあった高木朗義准教授の研究室に偶然配属されることとなり、私の研究生生活が始まりました。博士前期過程修了までの 3 年間は高木先生の情熱的な指導のもと、気がつけば夜中になっているような、楽しんで作業する日が多くありました。それまでの講義への取り組み態度からすると不思議なほどに研究は素直に取り組めたと思います。対外的にも多くの経験を積ませていただき、その頃に頂いたご縁は今でも続いており、人脈を形成する貴重な機会を得ました。マスター 2 年生時には倉内文孝准教授が着任され、以降現在に至るまで私の研究意欲をくすぐる絶妙な叱咤激励をいただいております。アイデアの量、質、深い洞察、いずれも全く叶う気がしないと当時衝撃をうけ

ました。

どう振り返っても学部3年生までは勤勉な学生と対照的な生活を満喫しておりましたが、研究活動により得る自由に発想する楽しさ、壁を少しずつ乗り越えていく達成感是我の人生まで変えてしまいました。仮に2年生時の私に、その後自分が博士後期課程へ社会人コースで入学、修了、社会基盤工学科の助教に着任、その後現職へ着任することを伝えてもまず信じないと思います。なぜわざわざ勉強する道を自分が選ぶのか、と問うでしょう。現在の私も研究やとつたらなんかしらんけどこうなった、としか表現がないのですが、ただ、このような大きな人生の転換を迎えたのは間違いなく岐阜大学工学部が私の前にあり、素晴らしいスタッフが熱心に、豊かな研究力をもって指導いただいたことによります。社会人時代にも、岐阜県内の仕事を受ければ、地域のために尽力される先生方の姿を拝見しました。助教在籍時にはその一員として早く参画できるよう多くの先生方のご支援を頂きました。地域を思い、学生を思う社会基盤工学科のスタッフを身近に感じる事ができたからこそ、私もこの職種を選んだのかもしれません。これまでのご指導が変わることなく、これから将来の学生にも伝わっていくことを祈念しております。卒業生の一人として益々のご発展を願っております。

今に繋がる学生時代の経験

社会基盤工学科 2017年卒業

田中ゆい

学生生活を振り返ると、同学科の友人と過ごした日々が思い出されます。卒業から5年が経った今でも、連絡を取り合い、集まって語ることのできる素晴らしい友人です。テスト前には皆で集まって教え合い、時には模型を作成するために夜まで作業し

たこともありました。学生生活の様々な場面で支えられ、多くの経験を共にすることができました。

研究室では、専門的な内容を理解して要約することや3次元の地盤モデルの作成に苦勞していました。何度読んでも頭に入らない論文や慣れないCAD作業など、それまでの3年間とは異なる壁が立ちましたが、今となっては、自分で考え、試行錯誤を重ねる時間を持てて良かったと思います。先生や先輩に助言をいただきながら困難を乗り越え、一步一步前進していく楽しさを学んだ一年でした。

現在は建設コンサルタントで設計業務に携わっていますが、説明資料を作成する中で、顧客に納得していただけるように要点を絞るという部分には、学生時代の経験が生かされていると感じています。神谷先生をはじめ、ご指導くださった先生方、学生生活を共に過ごした友人、お世話になったすべての方々に深く御礼申し上げますとともに、工学部の更なるご発展を願っております。

人の役に立つ仕事

環境社会基盤工学専攻 2021年修了

新田和音

「人の役に立つ仕事がしたい」という想いから、岐阜大学の社会基盤工学科に入学しました。社会基盤工学科では、構造力学や水理学、土質力学、コンクリート工学、土木計画学など、土木に関する様々な分野の講義を受けることができ、幅広い選択肢の中から自分が本当にやりたいこと、興味のあることを模索できる環境であったと感じています。

入学当初は大学院に進学するなど考えてもいみませんでした。毎日興味深い講義を受けていく中でやりたいことが見つかり、もっと勉強したいと感じるようになったた

めに大学院に進学しました。大学院生活では講義を受けつつ、自分の研究にも積極的に取り組む毎日、非常に充実した日々を送ることができていたと感じています。

就職先には高速道路会社を選びました。老朽化した道路を健全に保っていくために日々一生懸命働く中で、大学入学時の「人の役に立つ仕事がしたい」という想いは叶えられていると実感でき、毎日忙しくても頑張れる原動力になっています。今後も高速道路の安全を守り続けていくために、日々精進していきたいと思います。

岐阜大学というグラウンドで大学時代を過ごせたことは、一生の財産であり大切な思い出です。多くの先生方や友人、先輩方、後輩の皆さんに支えられ、楽しく充実した学生生活を送ることができました。そんな素晴らしい環境を作り上げてくださっていた周囲の方々に感謝しています。

最後になりますが、これからの岐阜大学もすべての方にとって素晴らしい場所であり続けてほしいと願うとともに、岐阜大学工学部の卒業生の一人として、益々のご発展をお祈り申し上げます。

世界と岐大工学部との架け橋を目指して

社会基盤工学専攻 2014 年修了
間瀬将成

Parabéns pelo 80º aniversário da Faculdade de Engenharia da Universidade de Gifu!! (岐阜大学工学部創立 80 周年、おめでとうございます!!)

3 年間のブラジル駐在を終え、昨年 9 月からアフリカ南部に位置するアンゴラにて生活しています。当地での勤務開始早々、偶然にも、岐阜大学への留学に関心のあるアンゴラ人女性にお会いしました。世界は本当に狭いなあ、と改めて感じた次第です。

岐阜大学大学院を卒業してはや 8 年経ちますが、今でも一時帰国の度に工学部に訪

問し、お世話になった先生や事務の方々とのご縁を大切にさせて頂いております。

私は、大学院時代に所属していた研究室の本城先生、大竹先生のご指導のおかげで、今の勤務先である JICA の存在を知りました。本城先生は JICA 専門家としてラオスに、大竹先生はコンサルタント時代に JICA の橋梁建設のためモンゴルに、其々滞在されたと伺い、自分も土木の専門を活かしつつ、日本を主体として世界の人々の幸せに貢献したいという夢を持つようになりました。

今現在は土木よりポルトガル語の勉強に必死ですが、これまでのキャリアの選択に全く後悔はなく、寧ろ国際協力の仕事を通じて世界への関心が広がり、異文化理解が深まり、日々幸せを感じながら過ごせています。

「何事にも関心を持って生きるほど、豊かな人生を送れるのではないかなと思う」。ジャパネットたかた創業者の高田明氏は、日経新聞の記事でこう述べていましたが、私も強く賛同します。

就職という人生の大きな選択をする時期に、岐阜大学工学部で学べたことは私にとって貴重な財産であり、今後も母校への感謝を忘れず日々仕事に励む所存です。最後になりましたが、工学部の益々のご発展を祈念し、結びとさせていただきます。

あのとき、あの空間を過ごした経験

生産開発システム工学専攻 2001 年修了
水谷夏樹

一浪したものの建築系学科に進学できず流れるままに岐阜大学の土木に入りました。1~2 年生の頃は、不本意な自分を認められず、ただただ自堕落に過ごしておりましたら、案の定、留年。やっと我に返って留年中に人生を立て直すべく、関わる人すべてに人生相談を持ちかけていました。

復学して安田孝志教授と出会います。講

義中の「君たちは世界を目指せる！」のかけ声を頼りに研究室の門を叩くと、私の将来に対する考え方を全否定されます。それでも、「ここに残れ！」とのお告げを受け、それ以来、人生の師となりました。

研究室では、素晴らしき先輩、一足先に先輩となった同期、同期となってしまった後輩と共に、実験に数値計算に画像解析に、研究のイロハを学びました。毎日昼前に研究室に顔を出し、そのままみんなで生協の昼食を食べて、午後は研究。（当時は）夜8時に閉まる情報科学センターを出て、みんなで夕食、また夜中まで研究、と研究室全員が家族のように同行動をしていたことを思い出します。

強く印象に残っているのは、安田先生が共同研究されていた西松建設の技術研究所（神奈川）に2年ほど、毎年夏に1週間の日程で実験に行っていたことでしょうか。一泊3千円くらいの小汚い安宿に泊まって、朝から夜まで休みなしの実験は夕食だけが楽しみでした。こう書くと食事の思い出しかないような気もしてきますが、当時、最先端だった高速度カメラを車に積んで岐阜から神奈川まで助手の先生が運転する実験旅行は、世の中にはこんな世界もあるんだと、未来が開けていくような心持ちだったと思います。

教育や研究について具体的に学んだこともあるとは思いますが、あのとき、あの空間を過ごした経験があるからこそ、今があると強く思えることは、岐阜大学工学部で良かったと心から思える理由の一つになっています。

今後も私のような落ちこぼれを置いていかないよう寛大な心で学生の方を育てて頂きたいお願い致します。岐阜大学工学部の益々のご発展を祈念しております。

社会人プログラム博士課程（前期・後期）

で得た貴重な経験

生産開発システム工学専攻 2016年
修了

村田直樹

セラミック膜ろ過技術を、より安全・安心な浄水技術として構築し、その研究成果を明らかにすることで社会に貢献したいと思い、2011年工学研究科博士前期課程社会人プログラム社会基盤工学専攻に入学しました。毎週土曜の授業は、自宅から2時間半かけての通学でしたが、興味をそそられる講義と様々な分野の社会人学生や現役の学生と交流することができ、とても有意義な時間を過ごせました。また、授業の後は、李先生とのディスカッションを通じて、違う視点での捉え方、考え方をご教示頂き、自身の中で新たな発見や技術の研鑽を積むことができました。

博士後期課程では、私への論文作成を丁寧に指導しながらも、自身の研究に打ち込む大学院生を熱心に指導している李先生の様子を思い浮かべます。厳しいながらも常に私たち学生のことを考えて心温かいご指導をしてくださった李先生に頭が下がるばかりです。

博士課程の集大成となる学位論文をなんとかまとめられました事は、李先生をはじめ水質安全研究室の先生方、多くの先輩や友人の皆さんに支えて頂きましたおかげです。私自身、大きく成長できたと感じております。本当にありがとうございました。私の人生の中で最も貴重な経験であり宝です。

最後になりますが、卒業生のひとりとして、工学部および工学研究科の益々のご発展をいつまでも願っております。

恐怖のクワトロ・フォルマッジ

社会基盤工学科 2018年卒業
吉武智哉

「岐阜大学工学部棟にはピザ好きの幽霊が出る」そんな噂を聞いたのは確か3年次の秋頃だったと思います。当時、編入してから半年が過ぎ、大学生活にも慣れてきた頃でした。

そんな噂も忘れ、4年生に進級した私は、かねて希望していた地球科学研究室に配属になり、恋愛にバイトに勉学に忙しい毎日を送っていました。あれはたしか2月上旬頃だったと思います。研究の追い込み時期にもかかわらず21時までアルバイトの予定を入れてしまっていた私は、迫りくる卒論製作の期日に焦り、退勤後の夜半に大学に向かったのです。夕食を食べていなかったため、道中どこかで食事をしたと思いますが、そこでピザ好きの幽霊の事を思い出しました。中、高と武闘派でならした私としては、噂のことなど「ここはナポリじゃあるまいし」と馬鹿にしていたこともあり、ピザをテイクアウトして行くことに決めたのです。4種のチーズのクワトロ・フォルマッジを注文し、8等分に切ってもらった私は、ピザを小脇に大学に到着しました。地球科学研究室は全共棟の中にありましたが、武闘派の私はあえて工学部を通り抜けて研究室に向かうことにしました。

夜の工学部を歩いていると、なにか強烈な違和感を感じました。違和感の正体も分からないまま、立ち止まった私は本能的にピザの箱を開けてみました。するとピザが2切れ少なくついていたのです。恐ろしくなった私は、脇目も振らずに研究室まで走りました。研究室の明かりをつけて、ピザの箱を改めて確認すると、トッピングしていたはずのアンチョビも全てなくなっています。これはまさしくピザ好きの幽霊の仕業に違いない、と研究も手につかず、かといって研究室から出る勇気もなく震えていました。突如、私の携帯電話の着信音が鳴り響きました。「お客様、失礼いたしました。

アンチョビトッピングを忘れてしまった上に2切れ分を箱に入れておりませんでした。返金対応とお詫びのクーポンをお渡ししますので、ご来店いただけますでしょうか。いつでも構いません」。安堵で意識が遠のいていったのを覚えています。

その後、その噂は私に教えてくれた先輩本人の作り話であることも分かりました。最後になりますが、この場をお借りして、小嶋先生、大谷先生初め当時の地球科学研究室の先輩、同期に改めて感謝を申し上げますと共に、工学部の益々のご発展を祈念いたします。

一生モノの経験と思い出

機械システム工学専攻 2013年修了

松井 佑太

私が岐阜大学工学部を志望した理由は、「自動車や機械に少し興味があったから」という、非常に漠然としたものでした。そんな思いで入学したせいか、入学後2年間はただなんとなく過ぎ去ってしまいました。しかしながら3年生の春頃から、とある分野に大いに興味を持つようになりました。「生産加工学」という分野です。材料が細かな形状に加工されていく様に、驚きと好奇心が湧きました。4年生の研究室配属にて、私は鑄造や射出成形の研究を行う研究室に入りました。また金型創成技術研究センターで金型の講義を受けました。金型センターの講義は、座学⇒CAD・CAE⇒金型製造と盛りだくさんで、ついていくのが大変でしたが、一緒に講義を受けた同級生と共に楽しく進められたことを今でもよく覚えています。研究室では射出成形の研究を行いました。学内工場には成形機や計測機といった設備が揃っており、部品メーカーと比べても遜色ない環境で研究を進めることができ、大変貴重な経験となりました。時には研究で行き詰ることもありましたが、研究

室の先生方や先輩・同級生・後輩の助けを受けながら、なんとかやりきる事ができました(論文提出前の追い込み時期に、夜な夜な実験&データまとめ&論文執筆したことは、今となっては良き思い出です)。

現在は勤め先の日本特殊陶業にて、金属・セラミック・ゴム部品の調達業務を担当しています。調達業務といっても、金型の知識をはじめとした、ものづくりの一連の流れを熟知している必要があります。金型センターや研究室で学んだことは、今でも私の中で生きております。貴重な学びの場を提供して頂いた事に、本当に感謝しております。卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展を願っております。

人生における貴重な経験

エネルギー工学専攻 2020 年修了

寺嶋 薫

私は将来、自動車関連の職業に就きたいと思い、機械工学科に入学しました。入学後のガイダンスで、あるサークルの勧誘がありました。三人の先輩たちが入室し、突如 PV が講義室の大画面に映し出されました。その PV では学生たちの手で作り出された 1 人乗りのフォーミュラスタイルの車両がサーキットで暴れ馬のように走っていました。この時、私は雷に打たれたような衝撃が走り、「これをやるしかない」と思いました。その日を境に学生フォーミュラの活動に没頭しました。学生フォーミュラは 1 年間で学生の手によって 1 台の車両を製作し、大会でタイムを競う活動です。しかし、何も知らない学生が企画・設計・製作・評価して大会に臨むことを、1 年間で行うなんて時間がいくらあっても足りず、大学生活の大半をこの活動に費やしたのは言うまでもありません。しかし、全く後悔などはありません。失敗を繰り返しながら、仲間と 1 つのモノを作り上げる楽しさは何物にも変え難い経験でした。

研究室は、学生フォーミュラの活動でもお世話になった高橋研究室に所属しました。担当になった研究テーマは宇宙火災でした。このテーマは航空機を使った実験があり、研究の規模が非常に大きく、最初は自分の知らない分野で戸惑いました。しかし、先輩方や先生に教えていただいているうちに、「もっと知りたい」と思いうようになり、研究を続けるため大学院に進学しました。修士 1 年の夏のエピソードですが、他の大学や外部機関との共同実験を控え、実験装置を作るために、研究室のメンバーや高橋先生と夜遅くまで作業していたことがつい昨日のここのように思い出されます。岐阜大学での研究活動を通して、苦しいこともありましたが、多くの経験をさせていただき、物事に対して考える力、観察する力が鍛えられました。これらの力は、私の社会人としての基盤となっていることは間違いありません。

最後に私は決して優秀ではありませんでしたが、周囲の人たちに支えられて、学業、サークル活動、研究、非常に充実した日々を送ることができました。大学で過ごした日々は、私の人生の宝です。この場を借りて、深く感謝を申し上げます。また、母校である岐阜大学工学部が今後も発展していくことを心より願っております。

大学生活と、研究室での経験を振り返って

知能理工学専攻 2021 年修了

岩寄恭諒

この度は、岐阜大学工学部創立 80 周年を迎えられたことを心よりお祝い申し上げます。

さて、私が岐阜大学に入学したのは 2015 年 4 月、そこから岐阜大学大学院に進学し 2021 年 3 月に修了するまで 6 年間在籍しました。まだまだ卒業したての私ですが在籍中も、工学部棟の一部が改築されたり、入学した当初には影も形もなかった航空宇宙

生産技術開発センターが立派に建設されたりと目に見えてわかる変化が様々あったように感じています。岐阜は私にとって元々馴染みのない場所でしたが、1人暮らしや濃い大学生活を送れたこともあり、第2の故郷に思える様になりました。

また、在籍期間のうち丸3年、山田宏尚教授の研究室にお世話になりました。第1志望の研究室に入れたものの、最初は直感で選んだ研究テーマになんとなく向き合っているだけでした。しかし、自分でアルゴリズムを考える楽しさを知ったり、企業との共同研究で普段は得られない経験をするのができたり、気づいたら就活の1つの軸になるくらい前向きにテーマに取り組むことができました。時には進捗が芳しくなかったり、活動が研究として収束せず、発散してしまったりすることもありましたが、山田宏尚教授をはじめとして、研究室の仲間にも助けられながら卒論、修論を最後までやりきることができました。研究室で過ごした3年間で得た経験は今の社会人生活にも大きく役立っています。ありがとうございました。

未筆ながら卒業生の一人として、岐阜大学工学部と山田宏尚研究室の一層のご発展と関係者の方々のご活躍を祈念致しまして、お祝いの言葉とさせていただきます。

全ての経験を糧として

物質・ものづくり工学専攻 2019年修了
日比野孝俊

私は何かを組み上げるということに興味があり、工学部機械工学科に入学しました。授業だけでなく、サークル活動でもロボコンサークルの機械班として、アルミパイプを削り、ネジを締めるといった機械工学科生らしい毎日を過ごしていました。こうして、望み通りの機械工学を存分に学ばせていただき、次は研究にコマを進めようとして

ていました。

しかし、なぜか4年目の研究室配属では「プラズマ」という単語を前面に押し出す、謎の新規研究室を選びました。理由は自分でもわかりません。そこは機械工学というよりは電気工学や化学工学のような雰囲気醸し出していました。しかも新規研究室なので、教授は週に1回程度しか岐阜大学に来られない、学生室と実験室が物理的に存在しないといった状況が夏ごろまで続き、研究できるのだろうかと不安な日々を過ごしていました。ですが、秋ごろには一転して、これまで全く触れることのなかった分野の研究とその根幹となる研究室自体の立ち上げといった貴重な経験が次々に押し寄せてきたので、最終的には王道の機械系研究室を選ぶよりも得るものが多かったと思っています。大きな裁量を与えてくださった先生方や研究員の方の指導の下、やる気に満ち溢れている同期や後輩からの突き上げもあり、切磋琢磨という言葉がよく似合う環境であったことも幸運でした。

そして、今はまた機械工学とも研究内容とも異なる分野を仕事にしています。大学で学んだことは活かしていないのかというところ逆で、幅広い知識が必要とされる仕事ですので機械工学にこだわらなかったことが図らずも良い方向へ転んだものとなりました。「関係なさそうなものでも機会があるなら経験しておくべき。何が役に立つかわからないから。」というのはお世話になった研究員の方の談で、今後も私の指針となっていくでしょう。最後になりますが、かけがえのない経験の場を与えてくださった岐阜大学工学部のさらなる発展を願っております。

大学時代の貴重な経験

機械システム工学専攻 2018年修了
西川涼一郎

振り返ってみると、小さい頃から機械や技術的な話が好きで、気づくとそのまま機械工学科に入学していました。部活とアルバイトに没頭した後に、3年生になり研究室に配属されました。

当時、私の研究室はまだ学生がおらず、我々の代が初めての研究生でした。先生方と研究室の創設から携われたことは他にもない貴重な経験です。研究を通して、現象を離散的に捉えて解析する計算力学的な考え方を養えた事は、社会人になった現在でも、難題に直面した際に順序を整理して解決することに役立っていると思います。また、研究に加えて金型技術センターでのカリキュラムにも参加しました。研究と並行して金型の設計製作を行うことは大変でしたが、当カリキュラムの一環として仲間たちと展示会に金型を展示した事は今となっては良い思い出話です。

学生のタイミングから、ものづくりに携わることができたことはかけがえのない貴重な経験です。

私は現在、ものづくりに欠かせない工作機械の業界にて勤務をしています。現在の仕事でも大学時代の経験が活かされています。

今の私があるのは屋代先生と内藤先生をはじめ、工学部の先生方や多くの先輩後輩・友人の皆さんに支えて頂いたおかげです。ご厚情に深謝申し上げます。卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

研究は楽しく。将来も考えながら。

機械システム工学専攻 2015年修了
宇野孝之

学部1年生の時に学生フォーミュラサークルにて繊維強化プラスチック（FRP）を用いてものづくりを経験してから、FRPに興味を持つようになりました。学部4年

生のときにFRP関連の研究を行う仲井研究室を希望し配属となりました。とにかくFRPの研究がしたいという思いもあったので、配属できたときはとても嬉しかったです。

研究室の1期生でしたので、当時は試験装置もあまり無く、なかなか研究が進みませんでした。他研究室や他大学の装置を借りながら、効率の良い実験計画を立て、2～3件/年の学会発表で新しい結果を報告できるように研究していたことを懐かしく思います。夜遅くまで苦しみながら、また、楽しみながら研究に励むことができるのは、社会に出てからは滅多に経験できることではなく、社会人7年目の今でも当時の経験は役に立っています。

大学院に進んでからは後輩ができ、研究テーマも増えたことで、色々な成果が出始め、自身の研究の参考にするようにしました。自分の研究のみでなく、研究室メンバーの研究も一緒に手伝うことで、専門性は伸びてくると考えていました。これも就職してからきっと役に立つかと思っています。

現在の仕事は化学メーカーで金属樹脂接合技術の研究開発を行っていますが、機械工学の知識、研究の進め方、論文の書き方、発表の仕方、人付き合い等々、大学で学んだことは確実に生かされています。それと同時に、あの時もっと勉強しておけばよかったなと後悔している部分もあります。ここまで成長できたのも、仲井先生をはじめ機械科の先生方、先輩方のご厚情と、同期、後輩、友人の皆さんの支えによるものであり、大変感謝しております。併せて、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

大学時代の大切な思い出

機械システム工学専攻 2013年修了
西川 勝

高校時代に SSH(スーパーサイエンスハイスクール)という活動に所属しており、岐阜大学に度々お邪魔させていただいていたご縁もあって岐阜大学機械システム工学科に入学しました。

入学後は軽音楽部に入部、実家から 30 分という恵まれた通学時間が幸いし、夕方から深夜まで部室に籠って楽器練習に没頭できたことを記憶しています。

熱中した部活動も 3 年生の冬で引退し、4 年生からは兼ねてより希望していた今尾先生の研究室に配属させていただくことができました。研究での実験装置作成からデータ取得、論文作成まで一貫して行なえたことは代え難い貴重な経験となりました。大学院進学後も、引き続き今尾先生の研究室で地元企業との共同研究や学会発表など、更に多くの経験を積ませていただきました。

振り返ると部活動、学科、研究室と、全てにおいて先生や友人に恵まれていたと感じます。恵まれた環境で部活動をはじめ勉学、研究に没頭できたことは私の人生で最も大切な思い出です。お世話になった皆様に厚く御礼申し上げます。岐阜大学工学部の今後益々のご発展をお祈りしております。

濃厚だった研究室生活

知能理工学専攻 2020 年修了

竹中将貴

岐阜大学生生活 6 年間の中で、研究室で過ごした 3 年間は特に私のためになった時間でした。自動車が好きで自動車関連の会社に入りたいと思い機械工学科に入学しました。しかし、漠然とした目的しかもっていなかったため、学部時代に履修した専門科目は今後どのように役立つかがわからず、単位を取るための勉強となっていました。

大学 4 年生となり永井先生の研究室に配属が決まりました。永井先生は学問を現実問題と結びつけて教えてくださり、その考

え方が私にとってとても分かりやすいものでした。研究室に入るまでは力学はとても難しいものだと考えていましたが、永井先生のおかげで力学へのイメージも理解度も大きく変わりました。テストを解くための学問でなく、現実問題に対して学問をどう使うかを学びました。この経験は社会人になってからの会社業務でも大きく役立っています。

研究室では苦しいことも楽しいこともありましたが、すべて良い経験でした。この経験がなければ今の私はないし、大学で身につけた専門知識を活かせず無駄になっていたと思います。永井先生をはじめ研究室の同期・先輩方・後輩に深謝申し上げます。卒業生の一人として、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

岐阜大学で学んだこと

知能理工学専攻 2021 年修了

藤墳 武

将来モノづくりに関わる仕事がしたい、という思いで機械工学科に入学しました。機械工学科の中でも知能機械コースに所属していたので、材料力学や機械工学など機械の構造に関わる分野だけでなく、プログラミングや制御工学等の情報系の分野も学ぶ機会がありました。おかげで他部署の業務も理解でき、効率よく仕事が進められています。

4 年生の時、もっと研究を続けたいと思い大学院への進学を決意しました。夜遅くまで研究室で過ごした日々は大変良い経験となりました。特に、修論発表や学会で研究内容を発表したことは、社会人になって大いに役立っています。

私は創造演習という講義でお世話になった企業に就職しました。自分のやりたいことが実現できる会社だと感じています。この講義がなければ縁がなかったかもしれませ

ん。今の自分があるのは、研究室の先生方、友人の皆さんに支えて頂きましたおかげだと思います。卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

Valuable experience gained from doctoral graduation research

Environmental and Renewable Energy

Systems Division

Graduation year: 2019

Baiqiang Zhang

As an international doctoral student, I began my doctoral period in 2016. After long-term research on thermal energy, I decided to come to Japan for the doctoral degree and choose the laboratory of Prof. Kobayashi and Prof. Itaya in the Faculty of Engineering. The laboratory memory was very fantastic, which I cannot forget in my life.

The members in my lab, the professors, and the staff in Gifu University did lots of favor for me to help me fit the aboard lifestyle not only for daily activities but also for the research experience. Especially under strict and warm guidance from Prof. Kobayashi, I became interested and enthusiastic in scientific research from a novice. Nothing is plain sailing in scientific research; after a long time of exploring, trying, and flailing, the research was on the right track. This process encouraged me to increase my ability of independent and dialectical thinking.

Thanks for the opportunities and training for me to give the presentation at the academic conferences. It trained me to present my research professionally, which benefited communication with other researchers and brainstorming new ideas during the discussion. It also brought me two awards and four

publications which gave me a high opportunity in the job application.

Now I am a lecturer at the Zhengzhou University of Light Industry in China, and I will remain true to my original aspiration and progress with the students. We sincerely appreciate all the kindness from Gifu University. As one of the graduates, I hope that the Faculty of Engineering will continue to grow and the students will enjoy life and research hard.

社会人としての学生生活

機械システム専攻 2012 年修了

曾我啓志

私は会社に就職した後、社会人プログラムとして修士課程の 2 年間を王教授の研究室でお世話になりました。社会人プログラムで入学しましたが、会社の計らいで学生と同じように毎日大学に行って、日中も講義や研究ができるという貴重な 2 年間でした。

社会人になってからもう一度学生生活をやり直すことで、何のための力学なのか、これができると何ができるのかという、学ぶことの目的意識を持ちながら講義や研究に打ち込むことができました。これは現役の学生として講義を受けていた頃には感じることはできなかった感覚であり、仕事に関わってから社会人として学ぶ機会を得られたことはとても幸運なことであったと感じています。また、学生に交ざって研究室対抗ソフトボール大会や、研究室の懇親会などにも参加し、学び以外の面でも大学生活を楽しませていただきました。この 2 年間は私の人生の中でもとても貴重な体験であり、その機会を作っていただいた先生方や、ともに過ごした学生の方々のご厚情に深謝申し上げます。

先生方には今でも大変お世話になってお

り、近年は機械工学創造演習にも参加させていただいています。産学金官が連携して学生により良い経験ができる機会を作るとともに地域に根差した取り組みを行われており、岐阜大学の理念に沿った素晴らしいことと感じています。これからも卒業生の一人として、工学部の益々のご発展を心より願っています。

「一生の仲間たちとの出会い」

機械システム工学専攻 2016 年修了
大橋 寛之

設計士をしていた父と同じ機械に関係した仕事に就きたいと思い、機械について学ぶため機械システム工学学科に入学しました。入学後は趣味の合う仲間たちに恵まれ、夜通し笑いながら話し合ったり、協力して課題を仕上げたりなど、大変ながらも楽しく学生生活を送っていました。

研究室配属後は、松村教授のご指導のもと、機械の振動・波動に関して研究をしていました。松村研究室は当時岐阜大学で発足後間もない研究室で、研究ノウハウも少なく、院生の先輩方や仲間たちと試行錯誤をしながら実験器具を作成していました。今までにないものを考えるということは、それまでの「答えのある勉強」とは全く違う難しさがあり、当時はひたすら悩み、苦勞しておりました。何度も挫折しそうになりましたが、同じ研究室で困難に立ち向かう仲間たちの存在が大きく、ともに苦勞を乗り越えた経験は、社会人になった今でも大きな支えとなっております。日がまたぐまで研究室にこもり、実験器具やデータとにらめっこをしていた当時の思い出は、今思えば本当に楽しく、充実した毎日であったと思っています。

大学と大学院の6年間の成果をまとめた修士論文も無事まとまり、晴れて修士号を取得することができたのは、優しくご指導

してくださった松村教授をはじめ、丁寧にアドバイスをくださった先輩、毎日遅くまで議論に付き合ってくれた同級生、実験やデータの整理をサポートしてくれた後輩たちのおかげです。様々な人々と関わり、また支えられたことで、私の大学生活は本当に豊かなものとなりました。大学時代にできた友人関係は社会に出た今でも続いており、一生の宝物を得たと思っています。卒業生の一人として、これらの素晴らしい仲間たちとの出会いをくれた工学部の益々の発展をいつまでも願っております。

今につながる大学での経験

人間情報システム工学専攻 2013 年修了
加藤太一

岐阜大学工学部が創立 80 周年を迎えられましたこと、心よりお慶び申し上げます。私は3年次編入学から修士課程修了まで4年間過ごした大学生活について、思い出される多くの記憶は、川崎・毛利研究室の一員として過ごしたことです。

林業作業のロボット化に関わる研究をしていた私達グループは、研究室内の模擬環境に始まり、学内の林、さらには学外の森(季節によっては雪や花粉が多い)まで機械を運び、たびたび実験を行いました。結果を報告し、時には厳しいレビューを受けながら課題を打ち合わせ、対策を検討・実行してまた試験を行う。当時はそれを大変に感じることもありましたが、「能動的に計画管理し、考えて、取り組む」ことを実践させて頂き、面白く刺激的でもありました。ご指導やご協力頂きました、教授はじめ研究室の皆様、協力企業、林業関係者など多くの方々には、改めて感謝申し上げます。

ここ最近、社外の寒空の下で製品(荷役機械)の開発試験という、学生時代と同じような業務を行っておりますが、学生時代同様にたくさんの「わからないこと」「想定

外のこと」に直面しております。これからも日々勉強，研鑽して，現在の学生や諸先輩に負けず，自分をアップデートしていきたいです。

最後になりましたが，岐阜大学工学部の創立 80 周年をお祝い申し上げますとともに，引き続き益々ご発展されることをお祈り申し上げます。

研究生生活を経て，今

人間情報システム工学専攻 2017 年修了
熊谷敏

伊藤先生の研究は，まさしく“人間情報システム工学”であった。修士課程までお世話になった研究室の印象です。

感覚に着目して人と機械を結びつける研究にとっても未来を感じました。私が学士，修士と 3 年間行ってきた研究も，人の平衡感覚をロボットに活かす試みでした。幾度となく躓いたものですが，多くの方に協力を頂けたことで自身の成長と結果につながりました。濃密な研究生生活は色彩豊かで，今でも昨日のここのように覚えております。

体力面でもステップアップできました。徹底的な自転車通学の賜物で，毎日 30 分をかけ駅から大学まで走り抜けていました。おかげで自転車には多大な負荷がかかっていたのでしょう。悲しいことに，最終年の残り数ヶ月で愛車のチェーンが吹き飛んだのです。負荷の大きい上り坂での出来事で，そこからは自転車を押して大学まで歩きました。苦渋の決断でしたがチェーンを修理し，修了までともに走り切りました。もう手元にはないのですが。

特別な時間を過ごすことができた研究生生活。苦しい時も辛い時も，先にも述べたように伊藤先生はじめ多くの方々に助けて頂きました。間違いなく，この日々があったから今があると言い切れます。学士，修士の 6 年間は大きな礎となって，日々の生活

に彩を与えてくれました。

いつまでも誰かの成長の一助となる工学部でありますよう，一層のご躍進を卒業生のひとりとして心よりお祈り申し上げます。

地方国立から研究者を志すという経験

知能理工学専攻 2020 年修了

苔米地和也

故郷である埼玉県を離れて岐阜大学に入学したのは，ロボットについて学びたいという気持ちからでした。私の入学した機械工学科知能機械コースは当時学科再編後 2 年目であり，体系的にロボットについて学ぶためのカリキュラムの組まれた数少ない大学でした。機械工学を基礎から学ぶために四大力学を勉強し，さらに，ロボットを動かす上で，必要となるプログラミングや機構学を学びました。

3 年生で希望の研究室への配属が叶わずに 4 年生からロボットと分野の少し異なる玉川研究室へ配属することとなります。最初は希望の研究室に入れず，研究者になるという夢が遠ざかってしまったような気持ちになりましたが，玉川浩久先生との出会いは私にとって研究職とはどういうものかを考える一番の転機となりました。配属後，玉川先生と一人ひとり研究テーマの相談を行い，私は人工物で発生する電位変動と生命中の活動電位の関係について卒業研究を進めました。卒業研究の中で玉川先生と実験結果について議論を交わす場面も多くあり初めて研究に触れた経験となりました。卒業後，同大大学院に進学し同学科の伊藤聡先生のところで，ヒトの運動メカニズムについて，ロボティクスを用いながら解明する研究を行います。その後，現在 2022 年 3 月では，東京大学の山本江先生のもとで，ヒトの運動に関する研究を行い博士号の取得を目指しております。現在，私がバイオメカニズム分野で活動している理由は玉川

先生との出会いがあり、研究の面白さを知れたことにあります。玉川浩久先生をはじめ、伊藤聡先生、佐々木実先生、宮坂武志先生の熱意ある指導を賜りましたことを御礼申し上げます。また、卒業生として工学部の益々のご発展をお祈り申し上げます。

“丘に立つ”勇気を得た研究生活

物質工学専攻 2017 年度修了

北村きらら（旧姓：山口）

創立 80 周年、誠におめでとうございます。私が岐阜大学工学部で過ごしたのは、学部から博士課程までの、長くて短い、9 年間でした。

小学生の頃に理科の実験に魅入られ、大学ではとにかく化学の実験がしたいとの一心で応用化学科を選択しました。授業での学生実験はどの分野も面白く、研究室配属は悩みましたが、とにかく思う存分実験ができると噂を聞きつけ、村井先生の研究室の門戸を叩きました。噂通り、村井研では好きな時に好きなだけ実験ができたのですが、その面白さは想像以上でした。

私が頂いたテーマは、自らの手で前例のない化合物を合成し、その性質を明らかにするというもので、取り組むほどに奥が深くなり、私はそのあまりの面白さに青春を捧げて没頭しました。そんな私ですが、恥ずかしながら学部 3 年生まで成績は全く振るいませんでした。しかし、村井先生の根気強く丁寧なご指導のおかげで、学部 4 年から博士 3 年まで本当に充実した研究生活を過ごしました。先生からは学会や留学など、多く挑戦の場をいただき、貴重な経験をさせていただいたことで、問題解決力や粘り強く取り組み続ける力といった、人生において基盤となる力を身につけることができました。

また、村井先生だけでなく、応用化学科の多くの先生方に研究に対するご助言をい

ただいたり、測定装置をお借りしたりするなど、有機化学だけでなく他分野からの視点でも研究を考察することができました。これにより、物事を多視点から考える力を養うことができ、社会人となった今でも仕事において役に立っています。

9 年間、多くを学び、経験した私ですが、卒業当時の年齢で人生の三分の一を大学で過ごしていたため、新社会人として巣立つことに不安と心細さを感じていました。そのなか出会ったのは「春風や 闘志いだきて 丘に立つ」という高浜虚子の歌でした。この歌を考察した際に、工学部で様々な力を培ったことを思い起こし、恩師や研究室のメンバーのおかげで、入学時とは比べ物にならないほどの成長を遂げたと、自らを奮い立たせました。上記の歌になぞらえると、まさに丘に立つ勇気と実力を工学部で養えたことで、胸を張って社会に踏み出すことができたと思います。

今後も、多くの学生たちの成長を助け、社会に送り出す、すばらしき母校工学部であるよう、ご繁栄とご発展をお祈り申し上げます。

二兎を追う

物質工学専攻 2021 年学位取得

柘植研一

わたしは 50 歳を過ぎてから大学院へ入学をしました。そのいきさつについて書いてみたいと思います。

大学卒業後民間企業に勤めて 25 年ほどたった頃、かねてからの夢でもあった高等学校へ転職をしました。高等学校へ勤めるにあたって「最近の高校生はスマホも、インターネットも使っているので、わたしが高校生の時に比べていろいろなことを知っていて、さめた生徒が多いのかな…」という姿を想像していました。

しかし高等学校での仕事が始まると、生

徒はとても素直で、勉強はもちろんのこと、部活動やボランティアなどの課外活動との両立に頑張っていました。そのような姿を見て「わたしも仕事以外に頑張るものを持ちたい。」と思い、岐阜大学大学院の門を叩きました。

実は、わたしは(中途)難聴の障がいをもっています。そのため某私立大学卒業後に大学院への進学を希望していましたが、「大学院では学会発表などがあり、そこでの質疑応答などが難しいので進学は断念したほうが…」という当時の指導教授のアドバイスがあり、民間企業へ就職しました。当時としてはやむを得なかったと思います。しかし岐阜大学大学院への進学に際して、研究室の竹内豊英教授が「今はそういう時代ではない」と言われたのは本当にありがたく思いました。また、学会でリム・リーワ教授が、関係の先生に奔走してくださったことにも感謝をしています。

大学院での研究はうまくいかないことばかりでしたが、高等学校の教え子と同年代の学生さんと一緒に実験をするのはとても楽しく、教え子の卒業後の姿を見るようにしました。わたしが学部生を過ごした40年ほど前は「大学はレジャーランド」と言われた時代でしたが、いまの大学生は本当によく勉強をしていると思います。

現在勤務している高等学校の校長先生が、入学式で「二兎も三兎も追える人になって欲しい」と話されました。わたしの後ろ姿が、生徒や学生さんが夢や目標に向かう一助になればと思います。

わたしのようなものを受け入れていただき、研究指導を頂くとともに、貴重な機会を頂いた岐阜大学に感謝をしています。

国際色豊かな研究室にいた貴重な経験

応用化学専攻 2009 年度修了
武田佳典

研究室配属される前、サークルの先輩方からは「毎日朝から夜遅くまで研究に打ち込んでいる」という話をよく聞いていたので、配属後ついていけるのか少々心配でした。その後4年生になり希望の瀬瀬研究室に配属、初めは実験が難しく感じておりましたが当時の先輩方や先生が夜遅くまで丁寧に指導してくださり、徐々にこなしていくことができました。

また、当時の研究室にはタンザニア、インドネシア、インドからの留学生が3名おり、非常に国際色豊かな研究室でした。そのため普段から英語に触れ、海外に行く機会もあり、知見を大きく広げることができました。現在アメリカで仕事をしておりますが、この時の経験が自身の選択に大きく影響を及ぼしていると感じています。

研究室での3年間はチャレンジ精神が大きく養われたと思います。今の仕事ができているのもこの時の土台形成があったからだと思っています。

瀬瀬先生をはじめとする研究室の先生方、諸先輩方、友人及び留学生の皆様には感謝の念に堪えません。卒業生として、今後の瀬瀬研究室並びに工学部のご発展をお祈りいたします。

Valuable experience gained from graduation research

Material Engineering Division,

Graduation year: 2020

Amol D. Sonawane

I am Dr. Amol, currently, I am working as Postdoctoral research associate at Department of Chemistry, Purdue university, USA. I received my Ph.D. in the area of ‘Cascade cyclization and photophysical studies of quinoline/ isoquinoline- based heteroarenes’ under the supervision of Professor Mamoru Koketsu at Department of Chemistry and

Biomolecular Science. Koketsu research group is well known for his work about organic synthesis focusing selenium chemistry and isolation of natural products.

I chose Japan for my higher studies because many eminent Noble laureates have been from this country and I also, see myself contributing to the scientific fraternity by being part of such an excellent system. Moreover, statistics reveal that 10 or more universities from Japan hold the positions in the top 200 universities around the world. Studying in another country will always greatly improve your employability, personal development and new exposure, but studying in Japan is particularly valuable. There is something uniquely attractive about Japanese culture that interests people from around the world. Life is very comfortable. It is the safe and developed country. The public transportation is reliable, the food is very healthy.

Koketsu lab has regular scientific discussions as well as research paper presentations which help us all to be actively involved with our research work and get to share our ideas and learn from others. During this period, I have gained considerable research experience in multistep organic syntheses, development of new methodologies. While working on the projects, I have prepared several heterocyclic compounds and screened for photophysical studies as well as biological screening.

This research experience hones my qualities like experience in handling air-sensitive reagents, various chromatographic techniques, characterization of organic compounds through various spectroscopic techniques (NMR, IR, UV, MS, fluorescence

spectroscopy and quantum yield study). I have gained experience for writing reputed international publications, review papers and book chapters.

I hope I will contribute to the development of Japan and India not only in research but also in culture. I am grateful for the opportunity to extend my vision and prove myself as a scientist in Koketsu group – an experience which will lead me to take more challenges in the future. I appreciate being a member of the Koketsu research group at Gifu university. Also grateful to Japanese government for the scholarship (MEXT).

感謝

物質・ものづくり工学専攻 2019 修了
中島 陽平

どちらかと言えば珍しいタイプなのかも知れませんが、私が「岐阜大学」の「化学・生命工学科」に入学したのは、学部4年生以降の研究を見据えたものでした。高校時代の化学の授業で行ったコロイドの実験、メインとしては扱われていなかったものの、コロイドに光を当てた際の挙動や発する構造色に興味も持つようになりました。そんな中岐阜大学には当時、土田亮先生・木村浩先生が指導しているコロイドの研究に注力した研究室があること知り、それが「岐阜大学」の「化学・生命工学科」への入学へと繋がりました。

当初の希望通りに土田先生・木村先生の研究室に配属後、実験を行っていく中でどれだけやっても思うような結果を得られない辛さ、成果を挙げることに出来た時の喜び、学部・修士の3年間で多くの経験をすることができ、充実した学生生活を送ることができました。

この3年間では専門的な知識だけでなく、多くのことを学ぶことができました。その

中でも「人に伝える力」を身につけることができたのは、その後就職した私にとってとても有益なものとなりました。それまでの私は自分の考えを言葉にして相手に伝えることが苦手でした。研究室在籍時代には卒論発表や学会を通して多くの発表の機会を頂きましたが、その都度、研究に関する自分の考えを先生に上手く伝えることが出来ず、また発表の資料を作ってもその度に何度も修正を頂いていました。正直なところ、当時の私は修正を頂く度「こんなに細かいところまで修正しなくてはいけないのか」と感じていましたが、そんな私でも就職後はパワポを用いた報告がある際には同期や上司の方から良い発表と褒めて頂いたり、作成資料を確認して欲しいと頼まれるようになりました。これは学生時代、先生にご指導いただいたおかげであると今では感じています。

こうした身のある学生生活を送ることができたのも担当教員として多くの指導をいただいた木村先生をはじめ、土田先生、先輩や友人の皆さんのおかげです。ご厚情に深謝申し上げます。また卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

大学生活で得られた貴重な経験

生命科学・化学専攻 2019 年度修了
土屋有希

将来は化学で世の中の人々の生活を豊かにすることができる研究開発者になりたい、と思い化学・生命工学科に入学しました。学部生の頃は、有機化学、無機化学、物理化学、生物化学、分析化学など様々な分野を広く学び、基礎的な知識を身につけました。友人と一緒に勉強し、期末試験を乗り越えたのは今でも良い思い出です。

3 年生になると、実験の授業が本格的に始まりました。様々な分野を経験しました

が、その中でも私は、試薬を混ぜ合わせて新しい分子を合成する楽しさに惹かれ、次第に有機合成化学を専門に学びたいと思うようになりました。そして 4 年生になり、希望通り、有機合成化学を専門に研究されている村井先生の研究室に配属されました。はじめは慣れない実験操作に戸惑いましたが、先輩方が優しく丁寧に実験を指導してくださいました。毎月の報告会では、先輩方の実験プロセスや考察から多くのことを学び、また先生方からはいつもの確で温かいご指導を賜りました。今でも心に残っているのは、世の中にまだ無い、新しい分子の合成に成功した時のことです。何度も実験に失敗し、心が折れそうになったこともありましたが、先生や先輩方にご助言を頂きながら粘り強く取り組んだ結果、ついに実験を成功させることができました。この経験は、社会人となった今でも、諦めずに取り組む姿勢に活かされていると感じています。

卒業論文の執筆を無事に終え、研究をもっと続けたいと思い大学院に進学しました。また岐阜大学にて、海外の大学の先生の講演を聴講する機会を頂いたのをきっかけに、海外での研究に挑戦したいという気持ちも芽生えました。幸運にも 1 年間の留学のチャンス頂き、様々な方に支えられて貴重な経験をさせていただきました。岐阜大学工学部には世界に飛び立ち挑戦するチャンスがある、素晴らしい環境が揃っています。

長いようであつという間の大学生活でしたが、多くの先生方や家族、先輩や友人の皆様に支えていただきましたおかげで、沢山の貴重な時間を過ごすことができました。そして今、夢だった研究開発の仕事を通して社会を支える仕事に携わっております。最後になりましたが、これまで支えていただいた全ての方に心より感謝申し上げますとともに、卒業生のひとりとして、工学部

の益々のご発展を願っております。

あの頃を振り返る

連合創薬医療情報研究科 2018 修了

長屋優貴

高校3年時に岐阜大学工学部の市民講座が駅前で開催され、そこで北出先生（現、愛知工業大学）の研究発表を聴講しました。今思えば、その時から研究室配属先は決まっていたような気がします。翌春に岐阜大学工学部生命工学科に入学し、博士後期課程修了までの9年間で様々な経験をさせて頂きました。お世話になった方々には感謝の言葉しかありませんが、機会を逸してしまい、お伝えすることができないままです。この工学部80周年という記念すべき場をお借りして、感謝を伝えさせていたきたいと思います。

何をとっても忘れられない思い出としては、研究室配属後の生活です。実験は毎回興味深く、自らの成長を追求することに集中でき、日々が楽しさであふれておりました。先輩、後輩、先生方との議論では多くを学ばせていただきました。時折、衝突することもあったと記憶しておりますが、今ではかけがえのない経験であったと感じております。

卒業すると岐阜大学とは疎遠になるかと思っておりましたが、2020年に工学部の池田先生からお声かけ頂き、新入生フレッシューズセミナーで講演させて頂きました。貴重な機会を頂いただけでなく、講演を通して大変勉強させて頂きました。少しばかり恩返しになったと自分勝手に思っておりますが、まだまだ還元できることは残されていると感じております。卒業生として工学部の益々の発展と関係者の方々のご多幸を祈念して結びとさせていただきます。

岐阜大学工学部に進学して得たもの

応用化学専攻 2011 年修了

村松智恵（旧姓：江上）

高校生のときに「化学って面白いな」と思い、ものづくりに興味があったので、工学部応用化学科に進学しました。入学してから気ままに過ごしすぎて、3年生で単位の回収に奔走しました。再履修を受けすぎて一学年下の後輩に顔を覚えられる始末でした。3年生は学生実験もあり忙しく、多忙を極めた時はモレラ岐阜のフードコートで友人とごはんを食べながら寝てました（運転手は友人）。その甲斐あって留年は免れました。今となってはいい思い出です。

4年生になると希望の研究室に配属になりました。安藤先生から実験操作や研究、発表を指導して頂いたのは、大変貴重な経験でした。安藤研究室ではみなでお茶会をする時間もあり、先生の部屋で雑談したのも思い出深いです。学長賞を受賞できたのも印象的な出来事の一つです。当時は「私頑張ったなあ」と思ってましたが、今思うとどう考えても安藤先生のご指導のおかげでした。研究も発表も素人同然の学生を指導するのはとんでもなく大変だったと思います。10年くらい社会人をやりアラフォーになると、先生にあれだけ指導してもらえたありがたみがよく分かるようになりました。

研究室の先輩、同期、後輩は苦楽を共にする仲といえる存在でした。有機合成の研究室だったので、実験室に一緒にいる時間が長く、実験や研究のことから他愛のないことまでたくさん話しました。実験が終わったら、ごはんに行ったり誰かの家に集まってワイワイしたり麻雀したりした日もありました。研究室のメンバーで過ごした時間は、とても楽しい時間でした。

大学生活で得たものは、貴重な経験と友人達だと思っています。どちらも私の人生においてとても大切なものです。社会人に

なった今、大学での経験が私の道標になっています。同じ学科や研究室の友人は卒業して 10 年ほど経った今でも交流があります。長い付き合いの友達は貴重な存在だと思っています。

人として成長させてくれた岐阜大学工学部、先生方、友人たちには、感謝の気持ちでいっぱいです。工学部のこれからの益々のご発展をお祈り申し上げます。また、これからも工学部が多くの学生の成長と学びの場であり続けるよう願っています。

今に生きる大学での経験

応用化学専攻 2016 年修了

小次洋平

岐阜大学で過ごした 6 年間は私にとって非常に有意義でかけがえのない時間でした。応用化学科で学業に励む中でより専門的に化学を究め、その奥深さを知ることができました。さらに多くの学友を得ることもできました。考え方や性格などが多様な彼らと過ごした日々はとても刺激的なものでした。ある時は切磋琢磨し、またある時は助け合い、そういった日常を共有したことで、困難に直面した時に頼ることができる人生の友人を得ることが出来ました。

4 年生になり、なんとか希望通り海老原先生の研究室に配属されました。この時の選択が私の人生に大きな影響を与え、先生がいらっしゃったからこそ今の自分があると確信しております。私が取り組んだ研究テーマはこれまでに偉大な先輩方が組み込まれた大きな成果を修められたものを引き継ぎ発展させなくてはならない内容でした。しかし、私の研究は決して一筋縄には進まず、プレッシャーで思い悩むことも少なくありませんでした。そんな私に対して、先生はお忙しいにも関わらずいつも相談にのって下さり、的確なアドバイスを頂くことができました。試行錯誤を繰り返して望ま

しい結果が得られた日に先生が労って下さったことを今でも鮮明に覚えております。海老原先生をはじめ、諸先輩方、友人に支えて頂きましたおかげもあり、修了する頃には興味深い研究結果を得ることができました。

就職後は次世代半導体材料の開発に携わり、つい先日まで海外に駐在しながら研究に取り組んで参りました。困難な課題も多くありましたが、思い悩みながら解決策を思考した岐阜大学工学部での経験があったからこそ乗り切ることができたのだと思います。私に貴重な機会をお与え頂いた岐阜大学の多くの皆様に御礼申し上げるとともに、益々のご発展を心よりお祈りしております。

学ぶことの楽しさ

物質・ものづくり工学専攻 2020 年修了
山田健吾

小さい頃から化学に興味があり、大学でより専門的に極めたいと思い、化学・生命工学科への入学を希望しました。

3 年生の時に実験実習を通して、船曳研究室と出会い、先生・先輩の真摯な実験姿勢や面倒見の良さを目の当たりにして、この研究室で専門的な知識や技術を学びたいという思いを強くし、配属希望をしました。

4 年生からは船曳教授のもとで、含フッ素有機色素の新規合成と物性評価をテーマとして、研究活動に取り組みました。研究室ではそれまでの講義と違い、実際に手を動かして実験をする中で、それまでの知見をさらに広げることに面白みを見出すことができ、とても充実した生活を送ることができました。

また、船曳教授をはじめとした、諸先生方には学会発表や論文投稿、新しい実験手法の確立など、さまざまな挑戦のチャンスを与えていただき、技術者としてのスキル

を向上させる貴重な機会となりました。

現在は化学メーカーに就職し、名古屋市で働いています。岐阜大学で出会った先生や先輩から教わったこと、友人と切磋琢磨した思い出を胸に日々、新素材の開発に従事していますが、学ぶことの楽しさを常に持ち続け東海地方を支える技術者として活躍していくことが今後の目標です。

最後になりましたが、今後の工学部の益々のご発展をお祈りしております。

学生時代を振り返って

生命科学・化学専攻 2020 年修了
高橋希来里

高校時代から化学が好きだったのと興味があつた生命化学分野を学びたいという気持ちで生命化学コースを受験し、入学しました。

入学後は新しい仲間と出会え、遊びに勉強にたくさんの思い出があります。勉強面では、化学・生物系の講義が特に好きでした。

逆に物理系の科目は苦手で、友達の助けを借りながら何とか乗り切ることができました。当時は大変でしたが、今となっては良い思い出です。

4 年生となり、希望通りの研究室に配属され、大学院修了までの 3 年間所属していました。平日は毎日朝から夕方まで研究室で過ごした 3 年間は大変だった時期もありましたが、熱心にご指導いただきました吉田先生、満倉先生をはじめ、先輩方、同期、後輩に支えられ、忙しくも楽しい生活を送ることができました。また卒業後も交流がある友人にも出会うことができました。

今は企業で知的財産に関わる業務に従事しています。幅広い分野の製品を扱う企業のため、技術内容を理解するのが大変な時もありますが、学部時代から学んだ様々な知識を活かしながら業務を行っています。

苦手だった科目も勉強していてよかったと日々感じております。

最後になりますが、卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

大学生活を振り返って

物質・ものづくり工学専攻 2020 年修了
長島悠理

思い返してみると、幼少期の自分は、父親が整備士をしていたこともあり、「航空機」というものに強い憧れを持っていました。高校生になった自分は、「航空機に関連する職業に就く&そのための勉強をしたい!」→「これからは金属ではなく、炭素繊維やその複合材料が主流になっていくはずだ!」→「材料の研究だから化学系だろ!」→「化学系の学部・学科に行けばいい!」という単純(?)な思いこみをしていました。そのため、大学やその学部・学科が得意としている内容・研究等を調べることもせずに、「地元の国公立大学の化学系学部」という理由だけで、工学部化学・生命工学科に入学しました。

入学後の生活では、地元とはいえ自宅から片道 2 時間かかる通学や、思い描いていたものとは異なる講義の数々は非常に楽しくも辛いものではありませんでしたが、講義にサークルにバイトにと、とても充実した大学生活だったのではないかと思います。

その一方で、大学で勉強していく中で、元々やりたかった炭素繊維関係の研究は機械系の方が多いことを知り、衝撃を受けました。そんな中でも、化学・生命工学科では唯一、武野先生・高橋先生の研究室で炭素繊維を扱えると知り、4 年生の研究室配属では、迷わず配属を希望しました。

配属後は、基本的に学生の自主性に任せて研究室を運営してくださる先生方、困ったことがあれば何でも相談に乗ってくださ

る先輩方に囲まれて、のびのびと研究(とサークルとバイト)に打ち込むことができ、大学院を含めた3年間の研究室生活は非常に有意義なものでした。大学院1年の時は研究そっちのけでインターンにも明け暮れましたが、その中でも親身に相談に乗ってくださる先生方や、頼りになる先輩・同期・後輩のおかげもあり、学会でポスター賞を頂くことも、無事就職先を見つけることもできました。

現在は化学メーカーで炭素繊維の開発・分析に関わる業務をしています。昔から思い描いていたような職に就くことは難しく、なかなかない中で、このような仕事に携われているのも、岐阜大学での6年間はあったからだと感じています。武野先生、高橋先生をはじめとした、お世話になった先生方や、堀口さん、田内くん等の先輩・同期・後輩の皆さまに支えて頂きましたおかげです。ご高配に深謝いたします。卒業生のひとりとして、益々の工学部のご発展をお祈り申し上げます。

濃密な研究室生活

化学・生命工学科 2019年卒業

近藤志帆

化学が一番好きで、実験・研究に興味があったことから、化学・生命工学科に入学しました。毎朝の満員のバス通学にも徐々に慣れていき、勉学とサークル活動、アルバイトの両立で忙しいながらも充実した4年間でした。

4年生になり、一番興味のあった分野だった吉田先生の研究室に配属されました。優しい先生、先輩方のご指導のもと、自分に与えられた研究テーマに打ち込みました。トライアンドエラーを繰り返しながら、時間は引かかりましたが、最終的には研究が実を結び、卒業論文をまとめることができたときは達成感がありました。

また、研究だけではなく、日々の研究室生活はとても楽しかったです。研究室全体の空気が明るく、ソフトボール大会などのイベントにもみんなで参加するなど、学生最後の1年間を濃密に過ごすことができました。それぞれ進路は別れましたが、いまでも同期との関わりは続いており、一生ものの友人を作ることができました。

吉田先生や満倉先生、先輩や同期の皆さんのおかげで、貴重な1年間を過ごすことができましたことを深く感謝申し上げます。最後に、工学部が創立80周年を迎えられたことを心よりお祝い申し上げます。これからの工学部の益々のご発展を願っております。

仲間の大切さ

物質・ものづくり工学専攻 2022年修了
堀場雅登

この度は岐阜大学創立80周年おめでとうございます。

2016年に入学してあっという間に6年間の過ぎ、本大学に入学したことがつい昨日のように思い出されます。岐阜大学での6年間、研究活動や海外留学、サークル活動といった多くのことを経験し、本当に多くのことを学び、成長することができました。忙しい時期や大変なこともありましたが、教授や研究室の方々、友人のサポートを頂き、充実した日々を過ごすことができました。特に研究活動に関しては、研究室の同期と夜遅くまで実験をし、将来の夢や目標などを語り合うなどして切磋琢磨することができました。私はみんなに教えられてばかりの立場でしたが、同期の存在があったからこそ、たくさんの力を身につけることができたと確信しており、岐阜大学でたくさんの仲間と共に過ごせたことを幸せに感じております。

これからも岐阜大学が、仲間と切磋琢磨

し、多くの知識や経験を経て、希望ある未来への一步を踏み出せる、そのような大学であることを願って、お祝いの言葉とさせていただきます。

学び多き大学生生活を振り返って

物質工学専攻 2020 年学位取得

堀口結以

80 周年記念冊子への寄稿に際し、大学生時代を振り返っておりますと「どうして岐阜大学に入学したの?」「どうして博士号を取ろうと思ったの?」と質問を受けたことを思い出しました。

家庭への負担を可能な限り少なくしなければという思いから「実家から最も近い国公立大学」である岐阜大に入学し、「(研究室時代の指導教官だった) 武野先生の講義が面白かったから」という理由で所属研究室を決めました。研究室に配属されるまでは、なんともふわふわした決断をし、漠然と学生生活を過ごしていました。

そんな中、研究室に配属されて早々に、企業さんとの共同研究テーマを任せられました。右も左も分からぬまま、先輩に付いていくのが精一杯な日々にもどかしい思いもしましたが、目標を達成する喜び、思い通りの結果が得られない悔しさ、なにより研究のやりがいを、身を以て経験することができました。

そうした日々を過ごす間に、研究をもっと続けたい、極めたいとの思いが非常に強くなり、博士後期課程への進学を決めました。博士号をお持ちの諸先輩方も仰っていましたが、博士後期課程への進学は、博士前期課程へのそれとは比べ物にならないほど、周りの理解(という名の諦めもあったかとは思いますが)が本当に大切で、ありがたいことを痛感しました。博士後期課程に進んで以降、実験が全く上手く行かず、またもともと筆が遅い性分でもありました

ので、日付が変わるまで研究室にて実験や論文執筆をすることも多々ありました。当時は心身ともに負担が大きいと思っていましたが、今となっては、それもまた良き思い出です。

現在、私は岐阜から離れた地で、公設試験職員として働いています。至らぬ部分もまだまだ多い若輩者ながら、大学生活で得た経験を活かし、己の仕事が回り回って多くの方の助けになればとの思いで日々精進しております。

高い志を持って入学し学部生時代を過ごしていた訳でもない人間が、博士号を取得させてもらうほど研究活動に熱中できたのは、ひとえに多くの方々のご理解とご助力のおかげです。お世辞にも優秀な学生ではなかった自分を、辛抱強くご指導いただいた武野先生、高橋先生をはじめとした先生方、研究室生活を共にした先輩、同期、後輩一同に心より感謝申し上げます。

最後に、岐阜大学の卒業生として、また、岐阜にルーツを持つ者の 1 人として、岐阜大学のさらなるご発展を祈念し、締めめの言葉とさせていただきます。

岐阜大学工学部 80 周年寄稿

生命科学・化学専攻 2021 年修了

柴田理古

この度は岐阜大学工学部の創立 80 周年を迎えられたことを心よりお祝い申し上げます。私は、2013 年の学科改組後の 2015 年に化学・生命工学科の生命化学コースに入学し、生物化学、物理化学、有機化学など幅広い知識を提供していただきました。私は有機化学を扱う研究室に入り研究を進めていました。研究室ではそれまで学ぶことのなかったようなより専門的な知識が必要となりましたが、研究室の先生方の熱心な指導のおかげで有機化学に深く興味を示すこととなり、現在の自身の進路である博

士課程進学にも大きく影響を与えることとなりました。岐阜大学工学部の先生方は門戸が広く熱心に指導してくださる先生も多いため、自身の“学び”を深めるのに適した環境であると感じています。最後に、岐阜大学工学部のますますの学術的な発展を期待しています。

岐阜大学工学部 80 周年寄稿

化学・生命工学科 2022 年卒業
三輪一樹

自分の工学部での思い出は 4 年生の時の研究室での生活です。研究など経験がなく不安な中、優しい先輩方、熱心な先生方に指導してもらい研究を進める毎日でした。また、自分は家庭の事情などを考え、外部の大学院へ進学することを春に決めました。今思えば受験勉強は非常に大変だったのですが、そのとき努力したことは自分の大学生活の中での大事な思い出の一つとなり、自信へとつながりました。今年で工学部は 80 周年を迎えられたということですが、少なくとも私が在籍した 4 年間を振り返ると、熱心にサポートして下さった先生や研究室の素晴らしい仲間との出会いがあり、長い歴史の中非常に良い環境を構築していただけたおかげだと思っております。また、現在他大学に籍を置き、振り返ると岐阜大学の教育・研究環境の充実ぶりは誇るべきものであることが実感できています。今後もより一層、工学部が活気あふれることを切に願っております。

社会人になり感じた研究室での経験の貴重さ

物質・ものづくり工学専攻 2021 年修了
船橋晴輝

私が化学科に入学したのは、物理の電気分野が苦手だからという消極的な理由でした。化学も特別好きというわけではなかつ

たため、大学 3 年生まではのんびりとした生活を送っていました。

大学 4 年生から研究室での生活が始まりました。数学は多少好きだったこともあり、研究室は量子化学の研究を行なっている宇田川研究室を選びました。研究室では慣れていないパソコンの操作を覚えたり、報告会の資料作りに追われたりなどと、大学 3 年生までと違い毎日がとても忙しく感じました。この忙しくも充実した日々の中で、宇田川先生の熱心なご指導のおかげもあり、大学院卒業までの 3 年間で様々なことができるようになりました。今まで全くやったことのないプログラミングを少しできるようになったり、資料作りのような苦手なものと向き合うこともできるようになりました。

社会人になりまだ 1 年ですが、初めてやることや苦手なことを仕事としてこなさないといけないことは多くありました。このとき、研究室で初めてのことや苦手なことをこなしてきた経験がとても生きてきたと感じました。研究室での生活は、社会人をしていく中でとても貴重な経験であったと、今日強く感じています。

宇田川先生をはじめ、研究室の先輩、同期、後輩、その他工学部の多くの人々にお世話になりました。卒業生のひとりとして今後も工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

自然に囲まれて

物質工学専攻 2017 年修了
前川侑輝

岐阜大学の、木々や小川など自然に囲まれた、のびのびとした雰囲気が好きでした。そのような空間で、入学から化学に夢中になっていると気が付けば博士課程修了まで 9 年間で岐阜大学で過ごしていました。

自宅から近い、化学が好き、ということ

から選んだ岐阜大学工学部応用化学科。化学に関連する様々な授業を受ける中、有機化学の世界に興味をもち、四年次に村井利昭先生の研究室に所属させていただくことになりました。ダジャレを交えた村井先生の手厚い指導の下、すぐに研究の世界にどっぷりと引き込まれていき、修士課程へ進学。いつのまにか研究の世界から抜け出せなくなり、気が付けば博士課程へと進学していました。その後国外留学などの経験を含め充実した研究生活を過ごすことができました。卒業後は留学時にお世話になった先生のご厚意から、カナダの大学で研究員として働かせていただくことになり、今ではカナダの企業で創薬に携わる仕事に取り組んでいます。

入学時には全くも想像していなかった自分が今あります。それも岐阜大学を取り囲むゆつたりとした雰囲気の中、工学部の村井先生を始めとする先生方の熱意ある指導のもとで、化学に夢中になることができたからにはほかなりません。今後も岐阜大学工学部、そして学生の方々が、周りの自然とともに逞しく育っていくことを心より願っております。

Valuable experience gained from graduation research

Department of Engineering Science

Graduation year: 2022

Khurnia Krisn Puji Pamungkas

I entered the Department of Applied Chemistry at Gifu University to pursue my Master and Doctoral degree in Chemistry. I came to Gifu University for the first time in 2017. Fortunately, I was able to stay in a student dormitory on the university premises in the spring of my first year which was convenience for me for practical training and classes. The interaction with the dormitory

students beyond the faculties and departments warmly healed the days of graduation research that began after that. I joined to Prof. Murai's laboratory as desired, and gradually became able to perform experiments that I was not accustomed to at first.

I still can't forget the attitude of senior graduate students who devote themselves to their own research until late at night while carefully instructing our graduate students on experiments. The one year I spent in the laboratory from morning till evening on weekdays was a very good experience to get my life on track after becoming a member of society. I was very lucky to get Prof. Murai as an advisor, who was very busy but always thought about us students and gave us warm guidance.

After about 5 years, the end of my graduation research, the research I was working on began to produce results, and it was the most valuable experience in my life that I managed to put together a graduation thesis that concludes my university life. I am grateful to Prof. Murai, the teachers in the laboratory, and many seniors and friends for their support. We deeply appreciate your kindness. As one of the graduates, I hope that the Faculty of Engineering will continue to grow.

博士課程に賭けることができたのは

物質工学専攻 2020年修了

桑原一真

私が村井先生の研究室に配属された時に、博士課程の先輩が4人もいて、その存在が眩しいながらも身近であったからという、単純な理由でしょう。「賭ける」という表現は、村井先生がおっしゃった、「博士課程への進学はギャンブルだ」に由来します。ただ当時はその言葉の意味がイマイチよく分

かりませんでした。そこで、卒業して数年経った今、博士課程への進学はギャンブルであったのかを振り返りました。

当時の私は、先輩に憧れて博士課程への進学を決意しただけで、大義名分は持ち合わせていませんでした。目的と目標がはっきりしていない点からすると、当時の私にとっての博士課程への進学は、いわゆるギャンブルのように思えます。

ただ、博士課程に賭けたからこそ得られた財産もあります。それは、好奇心駆動型の研究をベースに課題解決型の研究へと応用する研究スタイルです。企業に就職してからは課題解決型の研究スタイルが求められたため、最初は戸惑いました。一方、課題を解決するためにはブレイクスルーが必要で、自身の好奇心こそが現状を打破する原動力となる事に気付きました。まさに、好奇心駆動型から課題解決型への流れが重要で、博士課程での経験は代え難いものだったのだと実感できました。

なによりも、当時の私にとって分の悪い賭けに勝てたのは、村井先生や芝原先生、博士課程の4人の先輩をはじめとした研究室のメンバーのご支援のおかげだと深く感謝しております。

最後になりましたが、卒業生のひとりとして、工学部の益々のご発展をいつまでも願っております。

材料との出会いと現在

機能材料工学専攻 2012年修了

吉川尚吾

中学から部活動として始めたテニスのラケットの複雑な構造に興味を持ち、材料の勉強をするため機能材料工学科に入学しました。材料の勉強をしていく中でセラミックスの研究をしたいと思い、希望通り大矢先生、伴先生の研究室に配属となりました。初めは不慣れで狙いの結果が得られませ

でしたが、先生方、先輩方に丁寧にご指導頂き、成果が得られ論文をまとめることができました。悩んだ時間、苦労した時間が成果に結びついたと実感しています。ご縁があり窯業のメーカーに入社してセラミックスの研究開発を行っています。大学時代に学んだ知識、研究の進め方、プレゼン力は今も生かされており、先生方のご指導に感謝申し上げます。今後の工学部の益々のご発展を心より祈念申し上げます。

流されて生きた先にある思いがけい人生

連合創薬医療情報研究科 2021年修了

中野 駿

私は工学部生命工学科から博士後期課程まで9年間岐阜大学に在籍していました。まさかこんなに長く在籍し、博士号まで取得するとは入学当初は思っていませんでした。なぜ研究を続けられたのか思い返してみました。

まず研究室配属は、ざっくり興味のある研究分野の中で指導教官の先生の人柄と自分の考えが合いそうな研究室を選択しました。先生はとてもしっかりしている方で、まだ無知で右も左もわからない私たちに懇切丁寧に勉強会や実験指導をしていただきました。このときの指導が現在でも生かされています。加えて、先輩方や同期、後輩にも恵まれ、研究室の行事やプライベートでも仲良くしていただき、先生と学生の雑談も大変多く研究室に雰囲気がとても良く楽しかったため、いいことばかりではなかった研究室生活を続けられました。

やがて博士前期課程が修了し、同期は就職し大学を去る中、研究が好き、もっと続けたい思いと先生からの推薦（口説きに負け(笑)）があり進学しました。これまでより研究に熱量が入り、自分で考えて主体的に取り組むようになったのが大きな違いで、より研究が楽しくなりました。ただ、思い

通りいかないことも多く、モチベーションに浮き沈みがありました。指導教官や研究室メンバーはもちろん他の研究室の先生や先輩方にも助けがあったからこそ、研究論文を完成させることができ、感謝してもしきれない思いです。

最後に、在学中から現在も心に留めている言葉に「今できることを真剣に取り組む、さすれば道開ける」があります。何事も一生懸命取り組み続ければ、助けてくれる人や必ず評価してくれる人やチャンスが現れ、自分では想像してなかった道が開けることがあります。このことが体現された9年間であります。

寄稿させていただきありがとうございました。工学部の皆様の益々のご発展をいつまでも願っております。

岐阜大学での6年間を終えて

生命科学・化学専攻 2021年修了

柴田晴奈

将来、化学を使って人を助ける事ができる人間になりたいと思い、工学部化学・生命工学科に入学しました。1-3年のうちは4年次に好きな研究室に入るためにいろんな講義を取ったのが今でも懐かしいです。専攻とは無関係の分野でも単位のためにと頑張っていましたが、多くの学びや出会いを得る事ができ、とても良い経験ができました。

4年生になり、第一志望だった池田研究室に配属できたときには嬉しさと安堵でいっぱいでした。厳しくも優しい先輩と仲の良い同期に恵まれ、大学生としても研究者としても充実した研究室生活を送る事ができました。先輩方が私たちの指導もしつつ遅くまで研究に没頭しているのをみて、「研究する」ということがどういうことかを学ぶ事ができました。先輩方が示してくださった今後の研究生生活の指針を、後続の後輩

たちに自分が示すことができていると幸いです。

大学院では、より多くの場で知見を広げる事ができました。学会では初めて公の場で自分の成果を発表し、意見交換や他者の研究発表を見ることで良い刺激を得る事ができました。短期ですが留学も経験でき、拙い英語で異文化交流した経験は、今後の社会人生活でも意思伝達の一貫として活かしていきたいです。最終的に私が始めた研究テーマは学術論文にたどり着く事ができませんでしたが、それでも良い成績で修論発表会を終える事ができたのは、親身に相談に乗っていただいた池田先生をはじめとした先生方や研究室の仲間のお陰です。この場を借りて深く感謝申し上げます。私の研究テーマを後輩が引き継ぎ、いつの日か学術論文として池田研究室、ひいては化学の発展の助けとなることを楽しみにしています。

最後に、卒業生のひとりとして、岐阜大学工学部の益々のご発展と在学生の輝かしい前途をいつまでも願っております。

Valuable experience gained from graduation research

Material Engineering Division,

Graduation year: 2020

Firda Furqani

I came to Gifu University in 2015 by joining a new English Program by the Faculty of Engineering called Global Environmental and Energy Course (GU-GLEE). I am so lucky to become the first batch of this program with other Malaysian, Myanmar, and Japanese students. One of the biggest challenges of studying abroad is the language barrier, and honestly, I was afraid that the lecture would be delivered in Japanese. Fortunately, all of it was conducted in English. Another advantage of

this program is I could stay in International Student Dormitory for two years. Living in a student dormitory is convenient besides of close to the university, and the price is affordable I can meet other students from different countries, share our culture and food, and sometimes talk about the experiment.

I was assigned to Prof. Lim's laboratory and gradually became able to perform experiments that I was not familiar with at first. The experiments were difficult at first. But, with the help and guidance of Professors and seniors, I was able to enjoy it and finish it.

In 2017, I managed to finish my Master's degree and decided to pursue my dream of becoming a lecturer by joining Doctoral Program in the same laboratory.

I am very grateful to Prof. Takeuchi and Prof. Lim for accepting me as one of their students. Although sometimes Professors were strict, we know it is to make us become tough and become the best version of us. They always thought about us, the students, enjoying life in the laboratory, and life in Japan, and gave us warm guidance. Also, the kindness of many seniors, friends, and juniors, that help me in many ways. As one of the graduates, I am happy and grateful to become a part of the Faculty of Engineering/Graduate School of Engineering.

学びのバトン

電気電子・情報工学科 2020 年卒業

古宮山新悟

研究室配属の頃、世間は第3次 AI ブームの最中で、ビッグデータという言葉が流行していました。そのような背景もあり、今の社会で必要とされている応用数学の片鱗を見てみたいと興味を持ち、私は数理統計学を卒業研究に選択しました。そこでお世

話になった山室先生は確率論を専門とされており、先生のご指導の下、私の研究は「統計学がなぜ世間ではある程度の信用を得ているのか、それを確率論の立場から考える」という視点で始まりました。

さて、《工学部の研究室》と聞くと、「数々のメカニクなもので埋め尽くされた、いかにもモノづくりを研究する部屋」というイメージを抱きがちですが、私が研究室の門戸をたたいたときの第一印象は「白い部屋だなあ」でした。真っ白な壁で囲われた空間に、PC が2台と、本棚や机椅子と、あとはホワイトボードが備え付けられただけの簡素な部屋でした。窓に設置されているブラインドを閉ざしてしまえば、日光が遮られ、時を忘れて没頭してしまう空間でした。ここで数式と睨み合って過ごした時間も今となっては良い思い出です。友人とはこの部屋のことを、某漫画に登場する修行部屋にあやかって「精神と時の部屋」と呼んでいました。この部屋で先生方や先輩、友人から実に多くのことを学ばせてもらいました。

現在は高校教諭として、今度は高校生へ学びを授ける立場になりました。未熟ながらも大学で得た経験を糧になんとかやっていると自負しております。

数式がどう変化していくのか、その数式にどんな意味を見出すのか。かつて私が先生や仲間とともに得た学びや、学ぶことの愉しさを、今度は次の世代の子どもたちに伝えていけるように日々精進していきます。

自由の使い方

戦争と疫病の世界を生きる

応用情報学専攻 2019 年修了

加藤温思

学生生活を振り返ってみたが、あまり良いエピソードは思い浮かばなかった。

なぜだろう。アルバイトに明け暮れ、留年

と休学を経験し、真面目に学業を行って
いなかったからだろう。

そんな私が今も何とか生きているのは配
属された金子研究室のおかげだろう。

いつ来てもいいし、いつ帰ってもいい。そ
こには自由があった。

元来の怠け者であった私は真面目に研究活
動を行わず、就活がうまくいかないからと
適当な理由をつけて留年し、モラトリアム
を楽しんでいた。そんな折、体調を崩し入
院することになった。

肩の骨に腫瘍が見つかったらしい。幸い良
性で大事には至らなかったのだが。

大義名分を得た私は休学をすることにした。

さて、休学期間も終わろうとする頃、私
は悩んでいた。

大学に戻るべきか、やめるべきか。

どちらにせよ一度先生と話をしなくてはな
らなかった。

私は久しぶりに研究室に戻った。

正直、もう私にここに戻る資格はないと思
っていた。

ところが、先生から"戻ってきなさい"と"最
後までやり遂げなさい"とアドバイスを頂
いてしまいました。

今も私は怠け者である。

昔と違うのは計画的に怠けるようになった
ことだ。

際限なく怠けるのは卒業した。

そして私は仕事に就いた。

社会に出て初めて大学で学んだことが理解
できたような気がする。

"調べて、実験し、検証し、体系的にまとめ
て、人に伝える"

この研究室での活動プロセスがそのまま仕
事に活かしている。

私を研究室に迎えてくださった金子先生に
は感謝してもしきれません。

大変ありがとうございました。

2022年2月27日現在

日本の裏側では軍事侵攻が行われ、また、
世界中に疫病が蔓延しています。

大学で学んだことをフル活用してこの大災
害時代を生き抜いていこうと思います。

世界平和と疫病収束、岐阜大学のますます
の発展お祈り申し上げます。

科学者とあたま

知能理工学専攻 2021年修了

青山友里乃

私は学部3年後期から修士課程の約3年
半の間、新田研究室で御世話になりました。
新田研究室は応用物理コースの研究室の中
では珍しくシミュレーションと実験のどち
らも扱う研究室です。また、扱うテーマが
生体分子モーターと摩擦であること、そし
てコースの中で外国人留学生が所属してい
た唯一の研究室でしたので珍しさから希望
しました。「プログラミングは好きなのでシ
ミュレーションがやりたい。でも折角物理
系の研究室に入ったので実験もやりたい」
と欲張りにそう言って門を叩き、言葉通り
叶えてもらえた3年半だと思います。

ところで、冒頭のタイトルは先生からお
勧めされたエッセイのタイトルです。頭の
「良さ」と「悪さ」の両方を持つことが科
学者に必要な素養であることを書いたエッ
セイなのですが、就活が終わり実験にも手
を出し始めた頃にこれを受け取り、そのと
き先生とお話した内容も併せて救われたよ
うな気持ちになりました。ある程度の器用
さを持つてはいましたが、科学に対して新
しいことを考え、深く理解できる程の頭を
持ち合わせてはおりませんでしたので、頭
が「悪い」なりにも「遠回りをした故に、
多くを知れる」。それを説き、肯定して
いただいたおかげで、在学中失敗を恐れず
に様々な挑戦を続けることができたと思
います。

実験のため共同研究先の大学に連れて行っていただいたり、学会や、元より興味があった大規模データ処理演習を行えるプログラムに参加させていただいたり、流行りのリケジョだからと講演をさせていただいたり、多くの経験を積ませていただきました。短い研究生生活の間に想像以上の経験を積むことができ、これらは私にとって大きな自信になっています。こうして振り返ると、情報コースに入学希望でこちらは不合格となり、滑り込みで応用物理コースに入学した自分がこんなにも応用物理の研究にのめり込むとは思っていませんでした。それは共に研鑽した研究室の仲間、そして常に熱心にご指導いただいた先生の存在が大きく、とても充実した大学生活を送ることができたと思っています。

科学者ではなく技術者の道を選びはしましたが、先生の教えを胸に刻み、今後に役立てていきたいと思っています。大変御世話になった新田先生、研究室の仲間感謝を捧げるとともに、引き合わせてくれた岐阜大学工学部の今後の更なる発展をお祈りしております。

自分の世界が広がった大学生活

エネルギー工学専攻 2020 年修了

安倍響平

大学では新しいこと、やってみたいことをどんどんやろう。そう思って入学しました。今振り返ると、所々より道をしつつも最後まで初心を持って大学院生活まで駆け抜けたと感じます。

数多くある思い出の中でも特に印象深く、私が前に進んだのは本格的に研究室配属となった 4 年生からでした。私は小宮山先生・西田先生の研究室に配属後燃焼の研究を行いました。初めは一つ上の先輩と二人三脚で何度も実験を繰返し、私が上階生となり最後に担当したテーマでは未経験だっ

たプログラミングに悪戦苦闘しながら研究に取り組みました。右も左も分からず手探りで、勉強しながら研究も前に進めるのにとっても苦労しましたが、自分のプログラムで実験装置が動き、求めていた実験ができたときの達成感と喜びはひとしおでした。当時行き詰まった時に様々な手段で解決を模索したことは社会人となった現在でも活きており非常に大きな経験となりました。

また、海外経験や留学生との関わりも私の岐大生活で欠かせない思い出です。学部時代留学生のチューターを行ったこと、大学院にてグローバルコースへ飛び込みマンマーに短期留学したこと、英語で講義や研究発表を行ったことは大変ながらもとても刺激的で、素晴らしい経験として今でも鮮明に覚えております。

この充実した大学生活が視野を広げ、私を大きく成長させてくれたと強く感じます。改めて振り返ってもとても良い大学時代を過ごせました。これら全ては小宮山先生、西田先生をはじめ先輩や友人、家族の支えがあつてこそその経験です。皆様のご厚情に深くお礼申し上げます。卒業生として、岐阜大学、工学部の益々のご発展を願っております。

現在に繋がる研究の経験

電子情報システム工学専攻 2013 年修了
NGUYEN TIEN DONG

ベトナムの大学を卒業した(2007 年 8 月)直後に研究生として岐阜大学工学部に入学しました(2007 年 10 月)。田中(雅)研究室に入りました。研究テーマは電磁波の散乱問題の計算になりました。電磁波とえば、携帯電話とか電子レンジとかで使っているが、何のものが研究者、専門家以外には誰も知りません。なぜなら電磁波は見えないし、触れないし、感じないからです。私の研究は数式で極限まで演算し、コンピ

ューターの力でその計算結果を可視化しましたが、本当は球体群に当たった電磁波の問題は電磁波の一部しかありません。

博士課程の修了した後今までバックエンドエンジニアとして働いています。「あれ〜仕事と電磁波と関係ないじゃん」と言った人もいましたが、実際研究したことは役立ちましたよ。まず、数式からコンピューターの力を利用するとプログラミング経験が上がります。次に、他の研究者のコード（普段いつもコードと理論の関係は説明されていません）を参考するとき、リバースエンジニアリングの経験も上がります。また、研究目的は計算速度を改善するため、色々な技法（アルゴリズム、並列計算など）を利用しましたので、仕事にもすごく役に立ちました。最後は、博士課程の研究テーマは難問なので、解決できたら、問題分析、問題解決経験も得ました。

研究室で自由に研究できること、友達と楽しい時間ができること、田中嘉津夫先生の科学と生活の貴重の話、そして田中雅宏先生のいつも優しいご指導誠にありがとうございます。その研究室での生活はずっと私の記憶に残っています。

Valuable experience gained from graduation research

Informatics Division

Graduation year: 2020

Muhammad Hamad Gul

I contacted Prof. Kamabe and Prof. Lu Shan when I was in my country. I wanted to do Master's degree in their laboratory and fortunately they accepted my proposal. I joined their lab as a research student in 2017.

I came to Japan without any single friend here and it was really tough in the beginning. Adjusting in the culture, searching for part time job, focusing on entrance exam and many other

things were there. At that time, all I had was the support from my supervisors and the people of Kamabe and Lu Lab, and it was great for me. I think I wouldn't have continued my studies if it wasn't for them. Not only were the people from lab, staff members from my department were also very helpful and supportive.

After one year of being research student and passing my entrance exam, I started my Master's degree in 2018. I started my degree as an AGP(Advanced Global Program) student and that was really great. In that program, not only I was able to do my studies and research in English but I got many other benefits as well. I got internship opportunities, fee waiver, excursions and special lectures, just to name a few. For all the coming foreign students, I will definitely recommend these programs offered by the Department of Engineering. Along with that, with the recommendation from Prof. Kamabe and Prof. Lu, I got a prestigious scholarship for the entire time of my degree.

In March 2020, I received my degree and that was the end of an era. Beautiful time at engineering faculty, Gifu University, and in the Gifu city came to an end.

I wish my department to always be the same to all the upcoming students so that they can learn and get valuable experience in their lives as well.

ありがとう岐阜大学工学部

知能理工学専攻 2020年修了

岡田紳太郎

私は2020年3月の大学院卒業まで、計6年間岐阜大学工学部にてお世話になりました。私の大学生活を振り返ると、やはり部活動と研究室が印象的です。

部活動ではアーチェリー部に所属しておりました。部活動で得た友人たちとは、社会人となった今でも定期的に交遊する中で

す。類は友を呼ぶといいますが、本当に気の合う友人です。彼らと部活動で苦楽を共にし、バカなことをして笑いあった日々は、些細なことですが、自分の人生でも忘れることのない思い出です。

研究室では、松本先生にご指導いただきました。研究室で得た知見は、今でも活用させていただいております。決して出来のいい学生ではなかったと思いますが、丁寧にご指導いただき、松本研究室を選んでよかったなと今でも感じております。

こうして振り返ると、岐阜大学での生活は、自分の人格形成に、多くの影響を与えてくれたのだと感じております。今の私があるのも、大学でお世話になった松本先生、友人たちを始め、多くの方々のおかげです。感謝しかないです。卒業生の1人として、工学部の益々のご発展を願っております。

卒業生からの言葉

電気電子・情報工学科 2020年卒業

植木伯臣

私の工学部での1番の思い出は、草刈・今井研究室での生活です。

研究室での生活で、私が得られたものは大きく2つあります。

まず1つ目は、人にわかりやすく伝える力です。研究室ではほぼ毎週輪講があり、それが大きく役に立ったと思っています。輪講では、全員で同じ教科書を読み進めていく中で、メンバーそれぞれが講師役となり、教科書の内容を説明していき、練習問題があれば、解答をつくり資料として配布する、ということを行っていました。そこで、説明の言葉遣いや図と文章の順番など、「どうしたら伝わりやすいか」ということを常に考えていました。現在はIT関係の会社で働いていますが、社内の誰かに自分の考えを説明する際に、資料を作ることが時々あります。資料内で必要に応じて図を入れたりするのですが、「こうしたら

伝わりやすいんじゃないか」と考えられるようになりました。まだまだ説明力は磨く必要がありますが、基礎が出来上がったのは、研究室での輪講があったからだと思っています。

2つ目は、英語への苦手意識の払拭です。

私は今井先生のもとで研究を進めていたのですが、プログラムを書くことはもちろんのこと、英語の論文を読んだり、英語での会話を聞いたりする機会がありました。すべてを理解することはできなかったですが、「英語に触れる」という貴重な体験ができたと思っています。仕事においても、アプリで不具合があったとき、メッセージは9割以上が英語で書かれています。そこから原因の調査に入るときも「見慣れたやつだなあ」という感覚で取り組むことができています。根本の原因を解消するには、ほかにも必要な知識が多くあるので簡単なことではないですが、「英語への苦手意識がない」というのは、その入口に立つ際の大きな支えになっています。

研究以外でも、メンバーと遊んだりご飯を食べに行ったりして、研究室での生活を楽しんでいました。楽しんでいた結果、その経験が今の仕事にも活かすことができているのだと思います。そして、そう思うことができるのは、同期や先輩、後輩と一緒に楽しんでくれていたからです。そのようなすばらしい仲間にもめぐり合わせてくれた岐阜大学に感謝するとともに、今後益々発展されることをお祈りします。

学生時代に訪れた転機に感謝

電子情報システム工学専攻 2021年修了

朝日 翔太

私は2012年度に入学し、学部・修士・博士課程の計9年間岐阜大学・大学院に在籍いたしました。漠然とプログラマーになりたいという理由で、工学部応用情報学科(当時)に入学したものの、学部3年生まではソフトテニス部やアカペラサークル、工学

部学生自治会など、（先生方には申し訳ないですが）学業よりも学業外の活動に精を出す日々でした。

そんな日々に転機が訪れたのは、学部 3 年生の秋でした。私は、画像や音声、音楽などのメディア情報と機械学習を研究テーマとして取り扱う研究室に配属され、速水先生および田村先生の指導の下、私の興味は急速にメディア情報工学および機械学習に傾きました。大学 4 年生の秋には最初の学会発表を経験するなど、学部生の時から熱心に研究に取り組んでいたと自負しております。岐阜大学大学院に進学してからの 5 年間は、修士課程ではサンフランシスコへの語学留学や国際学会発表等を、博士課程ではドイツやオランダの大学との共同研究や岐阜大学に認定を受けた IT ベンチャーの起業など、自分の知らなかった世界にどんどん足を踏み入れることとなりました。

機械学習やメディア情報工学の知見の習得や海外経験、起業そして博士号取得を実

現できたのは、大学 3 年当時に速水・田村研究室に所属したためであると確信しております。学部時代から様々な場に赴き、それまででは考え得られないほどの物事を見聞きできたからこそ、現在の自分の価値観や物事に対する考え方が醸成されたと思っています。速水先生・田村先生、研究室の同期・先輩・後輩、そして工学部の教授陣・スタッフの皆さん、ソフトテニス部・アカペラサークル・起業部のメンバーの皆さんには、感謝してもしきれません。この場を借りて皆様にお礼を申し上げます。

2021 年 3 月の修了後、現在私は特殊鋼を扱う企業に入社し、今までとは全く異なる分野の研究開発に関わっております。しかしながら、現在の業務においても、これまでの経験は十二分に活かしております。今後も、学生時代の経験や知見を糧に様々な課題にチャレンジし、最終的には岐阜・日本を引っ張る存在になれるように頑張っていきます。

第7章 工学部における研究展開

これからの10年を展望して

今後10年さらにはその先も、人々が物質的にも心理的にも豊かに暮らし、一生を終える場を提供することは、われわれに与えられた使命の一つである。地球規模の課題、世界に先駆けて我が国で顕在化している課題も多い。人口問題、今後10年、20年日本の人口は減少し続けるとともに、人口に占める高齢者の割合が増大する。その結果、一人暮らしの方も増える。ではその人たちも命が終わるまで豊かな生活を営むためのまちづくりが大切である。生活圏を移動できる、必要なものを手に入れることができる、また普段通りの生活が維持されるとともに、見守る体制も必要がある。

物流、サプライチェーンの再構築も喫緊の課題である。ある特定の場所に集約して、生活用品や衣類を製造することは、原材料の供給、設備の連続使用を含めた効率面でもメリットが大きい。ただしこれを多くの消費者が住むまちへ運搬し販売しているだけでは不十分である。遠いまちでしかもそれらの品物のニーズがわずかである場所にも供給する必要がある。かつて村や小さな町には「よろず屋」があった。とりあえず一通りのものがそろろう。21世紀版よろず屋が必要なかもしれない。少量多品種を輸送するために、複数の企業が共同利用するトラック、どんな順番でどんなものを積み込むのかを管理し、さらにそのトラックを自動運転する。配達すべき場所に到着した時には、わずかな人数で簡単に受け取るシステムも欲しい。

最も大きな地球規模の課題であるエネルギー問題についても、解決策の発信が期待されている。エネルギーの地産地消体制をまずは工学部さらには本学から発信したい。日本政府は2050年までには、石炭火力発電

を全廃し、替わってアンモニアの燃焼による発電を計画している。アンモニアは、空気中の窒素と水素とから製造される。ここで水素が課題である。現状では、石油などから製造されているが、このプロセスでは二酸化炭素が輩出されるため、アンモニアに置き換える価値はあまりない。水から水素を取り出す、たとえば電気分解はその一例であるものの、この大スケール化を達成したい。さらにアンモニア製造は、高温・高圧プロセスであるため、常温・常圧プロセスに近づけることも求められる。

すべてのものは必ず老朽化する。住居、建物、道路、橋梁。それらの寿命をいかにして延ばすか、補強するための最適な材料は何か、取り組むべき課題である。

またすべてのものはいずれ廃棄物になる。それらを過剰なエネルギーを使わずにリサイクルするか、挑戦すべき内容である。電車、バス、自動車などの移動手段、役目を終えた後に残る金属、高分子、ガラス成分、さらには貴金属も含まれる。これらを資源の宝庫にしたい。

これまで挙げたのは社会的にすでに明らかになっている課題である。これらを工学やそれぞれの専門分野の言葉で語り、問いを立ち上げ、謎解きに挑む。一方で現状では曖昧模糊としていて誰も気がつかない、あるいは顕在化されていない課題や、個人の目線で「不思議だな」という現象から一般的な学理を見つけ出そうとする。どちらも、そこにとどまることはない。純正、創発的研究であると思っていれば、応用研究の基盤であることもしばしばである。この章では今後10年の躍動を感じさせる研究内容が満載である。

村井利昭

地質・地下水に着目した地中熱利用研究の現状と今後の展開

大谷 具幸（社会基盤工学科，環境コース）

再生可能エネルギーである地中熱利用は、冷暖房や給湯等のためのエネルギー消費を減らすことができ、2050年のカーボンニュートラルに向けて普及拡大が望まれている。一方で、他の再生可能エネルギーと同様に、高額な初期コストが普及拡大の障害となっており、その点を解消するために地中熱利用システムの高効率化・低コスト化に関するさまざまな取り組みがなされている。

高効率化・低コスト化への技術的アプローチにはさまざまな方法がある中で、私は地下の地質・地下水に着目した高効率化を目指している。地質・地下水の状況は地域によって異なり、それがシステムの効率に影響を与える。そこで、地質・地下水の状況の中でも地中熱利用に影響を与える項目を取り上げ、それを面的に表現するポテンシャルマップの開発を進めている。

地中熱利用には主にクローズドループ方式とオープンループ方式の2種類があり、前者では地層の分布と建物の熱需要分布に基づくポテンシャルマップを作成した。これは、地層の種類によって採熱可能量が異なることと、その地域における建物の熱需要を比較し、両者のうち小さい方を利用可能熱量とするものである。この手法はその後、環境省による各種再生可能エネルギーのポテンシャルマップ作成において地中熱利用の推計手法として採用されている。

オープンループ方式では、岐阜市のような扇状地地域では特にそのポテンシャルに地下水流動が大きな影響を与える。そこで、地下水温度を観測井の定期的な温度測定によって求めて、扇状地地域において夏季と冬季に河川水の地下涵養によって形成される温水塊と冷水塊の移動を明らかにした。その上で、地下温度の変化に基づいてある

地点にシステムを設置したときの年間の想定成績係数（COP）を求めた。温水塊、冷水塊の移動に伴い地域によっては地下温度の変動が外気温度半年の位相差を有する（図1）ことにより温度変化に逆転が生じることと、それに伴い年間の想定COPが向上することを明らかにした。

また、ここで得られた知見、および実建物を対象にシステムを設置して空調実証実験を行い、その成果に基づいて濃尾平野におけるオープンループ方式のポテンシャルマップを作成した。それにより、地下水位の深度15 m、地下温度17℃を基準とすると平野部の多くの地域でより効率的な運転が行えることを明らかにした。

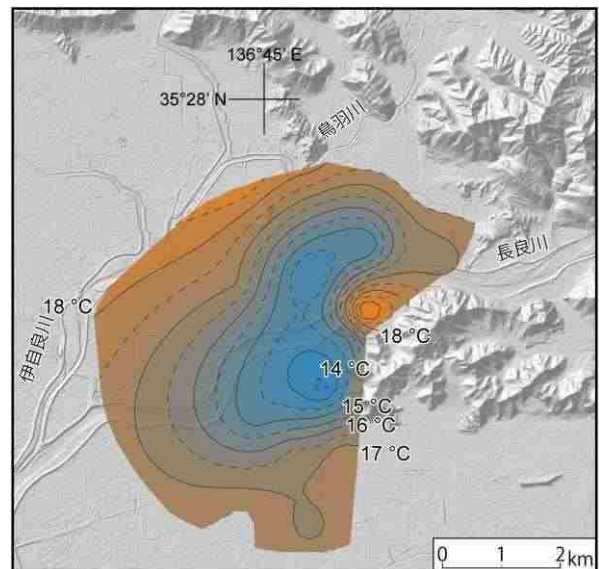


図1. 地下水流動層における9月の地下温度分布

ここで示したように広域的なポテンシャルマップの作成方法をこれまでに開発した。一方で、特にオープンループ方式では、地下の状況に応じて還元井の目詰まりに伴う運転トラブルが懸念されている。今後は、そのような問題にフィールド試験や室内実験を通して取り組むことにより、より効率的な運転が可能となるように研究を進める予定である。

地域の地下水資源の持続利用への貢献

神谷 浩二（社会基盤工学科，環境コース）

濃尾平野では，地下水開発（地下水の利用量増大）によって伊勢湾沿岸部を中心に発生した広域地盤沈下に対処するため，約60年前に法的に揚水量規制（地下水の採取規制）が開始され，それに伴い地下水位の回復と地盤沈下の沈静化が継続している．その一方で，生活用水や工業用水，農業用水などの水資源の多くを地下水に依存していて（例えば岐阜県域では上水道水源のすべてが地下水），地下水は暮らしを支える重要な水資源の一つである．また，近年，冷暖房空調の熱源としての地下水の熱利用，災害時の非常用水のための防災井戸の整備など，新たな利用ニーズも高まっている．

筆者らは，濃尾平野の地下水資源の持続利用のため，地下水の地域特性とくらしとの関わり，地下水の涵養機能（降雨等による地下水への供給）などの研究を遂行してきた．特に，今後の土地利用変化や気象変化による地下水涵養機能の低下，更に異常渇水時には地下水涵養量減少に起因した地盤沈下の再進行が懸念され，地下水涵養機能の安定等を図るといった保全に繋ぐため，地下水涵養量の将来予測手法の開発を進めている．主な地下水涵養源には，扇状地における灌漑水田や河川からの浸透水が挙げられる．しかしながら，濃尾平野の地下水涵養に関する調査・研究は木曽川の扇状地を対象にした事例のみであったため，筆者らは，長良川や揖斐川の扇状地を対象に河川や灌漑水田の地下水涵養量の調査等を実施した．河川について，渇水期には，長良川では1日あたり70万 m^3 ほどの地下水涵養量が見込まれ（図1），その浸透が長良橋から金華橋あたりの河川区間で顕著であること，揖斐川ではその約2倍の量にあり，また河川維持流量が地下水涵養量を安定さ

せていることなどの特徴を明らかにしている¹⁾．数値解析による検討と併せて地下水涵養メカニズムの解明にも至っている．



図1 岐阜市を流れる長良川．河床から浸透して地下水を潤している．

上述したように土地利用や気象の変化によって将来の地下水の賦存量の減少など現状からの変化が予想され，その対応が急務である．水位低下など地下水の状況を回復するには多くの時間等を要するため，未然防止の考え方が重要になる．これまでの研究成果に基づき，種々の将来シナリオを想定しながら濃尾平野全体の地下水涵養量の表現手法の構築を進めて予測することによって，水田保全や河川管理などによる地下水涵養機能の保全の実践が期待できる．なお，筆者は，2003年に産官学民による連携組織「岐阜地下水環境研究会」を発足させ，他地域の地下水政策などの先進事例を学んだり岐阜県の地下水に関する調査・研究を進め，人的ネットワークも形成されていて，地域の地下水問題解決に効果をもたらしている．引き続き，“自然の恩恵である地下水資源を守りながら上手く利用する”ことに貢献できるように努めたい．

1)例えば，井上 裕，神谷浩二，桑山浩幸，宮川省三，木口喬介：濃尾平野の揖斐川による地下水涵養機構の地域特性，河川技術論文集，Vol.26，pp.1-6，2020．

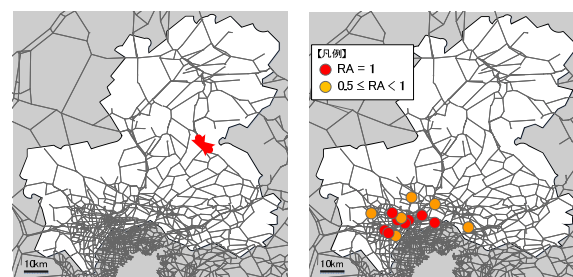
災害発生時にも機能不全に陥らない交通システムの確立に向けて

倉内 文孝（社会基盤工学科，防災コース）

災害発生後には重傷患者の搬送や物資輸送，復旧復興支援のための輸送などに使われるなど，平常時より増して道路は重要になる．一方，地震・豪雨など自然災害によって閉塞が生じ，道路は必ずしも頑健とはいえない．多少の被災が生じたとしても，道路網が深刻な機能不全に陥らないよう道路不通時の影響を最小限にとどめる対策が重要である．

東日本大震災では，沿岸部が広範に被害を被ったことにより深刻な交通不全が生じ，道路ネットワークの冗長性向上による接続性確保が叫ばれた．このような社会的背景に対し，筆者らは接続性評価とともに，潜在的に接続性が著しく低下する弱点箇所を把握するための方法として，アクセシビリティに基づく道路ネットワークの接続脆弱性評価手法を提案¹⁾した．非重複経路の考え方を援用し，複数経路確保を前提としたアクセシビリティを評価指標として，懸念される災害が発生した際の指標変化により脆弱なノードおよび重要なリンクを抽出する方法論を構築している．提案した手法を岐阜県道路ネットワークに適用し妥当な結果をえている（図-1）．

上記の手法は，簡単な数理最適化問題を解くことで評価可能であることが特徴であったが，それでも岐阜県内に存在する全ての道路ネットワークへ拡張することは計算資源上不可能であった．また，道路ネットワークの粗密によって結果が変わることが課題であった．そのため，より簡便に接続性や脆弱性が評価可能な方法論として，ネットワーク科学指標を活用した方法論を提案²⁾している．道路容量を重みに設定した固有ベクトル中心性指標が接続性評価に有効であること，さらには数万のノード／リンクを有する巨大なネットワークにおいても十分計算可能であることを示した（図-2）．



(a) 重要なリンク (b) 脆弱なノード

図-1 ネットワークの脆弱性評価例¹⁾

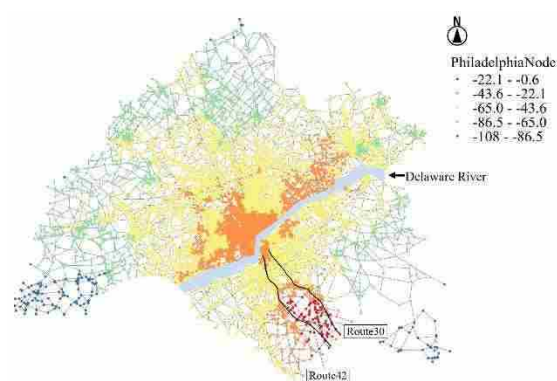


図-2 Philadelphia ネットワークでの接続性評価²⁾

上記のように，今までは道路ネットワークのみに着目した分析を進めてきたが，電気自動車（EV）や自動運転車（AV）の普及，車両共有化など迫りくる交通革命を想定する必要がある．EV 化により電源喪失が交通機能不全へつながること，情報通信喪失により AV が走行不能となることなど，電力供給・情報通信・交通間の相互依存性が想定外の機能低下を引き起こす懸念もある．このような関係性を考慮した方法論の拡張を現在進めている．

- 1) 原田，倉内，高木：“リダンダンシーを考慮したアクセシビリティに基づく道路ネットワークの接続脆弱性評価”，土木学会論文集 D3, 70(1), 76-87, 2014.
- 2) Ando, H, Bell, MGH, Kurauchi, F, Wong, KI and Cheung, KF: “Connectivity Evaluation of Large Road Network by Capacity-weighted Eigenvector Centrality Analysis”, Transportmetrica A, 17(4), 648-674, 2020.

土壌中の流れ現象の解明に向けたセンサ開発

小島 悠揮（社会基盤工学科，環境コース）

“Soils, the final frontier”

2004年に発刊された科学雑誌 *Science* の第 5677 号の表紙に記された言葉である。「土壌，最後の未開拓領域」と訳せるだろうか。Final frontier は宇宙を表す際に良く使われる表現だが，ここでは土壌中には膨大な数の生命が存在し，その多様性を我々は殆ど把握できていないことを意味している。土壌の生物多様性を強調したもので，私が専門とする土壌中の物理現象とは少し離れているかもしれないが，それでも研究対象としての土壌の壮大さを感じさせる。私がこれを知ったのは発刊から少し遅れて，米国で博士課程の学生をしていた 2010 年頃だったと思うが，無謀とも思えるような土壌研究に挑戦していることに心を震わせたのを記憶している。

土壌は多様な鉱物と有機物を有し，更に多様なサイズの間隙を持つことから地球上で最も複雑な物質の一つである。よって土壌中を流れる水や熱，化学物質も非常に複雑な挙動を示す。こうした土壌中の流れ現象は，農業や環境保全において重要となるが，その解明には土壌の各種物理特性を測定することが必須である。学部 3 年で土壌物理学の研究室の門を叩いてから，私は土壌の物理特性を野外で測定できるセンサについて研究を進めてきた。

土壌センサには様々な原理のものがあるが，私は主に土壌の熱に対する反応を利用した手法を扱ってきた。土壌に埋設したヒーターによって土壌を加熱し，ヒーターから数 mm 離れた温度計で温度変化を測定する。この温度変化を解析すると土壌の熱伝導率と比熱が求められる。実はこの熱伝導率と比熱が分かると，土壌の様々な状態が見えてくる。例えば土壌の熱の伝わりやす

さは水や土粒子の配列によって変わるので，水分量や土壌密度が推定できる。また熱の一部は水や水蒸気の移動によって運ばれるので，これらの移動量もわかる。私はこの測定技術を応用し，土壌中の水の圧力状態¹⁾や凍土の氷量²⁾の定量化手法を開発してきた（図 1(a)）。ヒーターと温度計のみで構成されたシンプルなセンサで，土壌中で起きている現象が分かることがとても面白かった。そしてこの手法はまだまだ大きな可能性を秘めていると感じている。

このようにセンサによって土壌中を“診る（推察する）”研究を進めてきたが，近年の X 線 CT の発達により実際に土壌中を“視る”ことが可能となってきた。CT で土粒子や水の分布が可視化できるようになり，今後は CT 画像の解析により土壌中の流れ現象も解明が進むと予想している。私も土壌の CT 画像から植物根が水や熱の移動に与える影響の解明に取り組み始めた（図 1(b)）。CT によって見える情報とセンサによって診える情報を比較し，繋ぎ合わせる事が今後は必要になるだろう。CT の解像度の限界で，まだ比較的大きな土粒子しか視えないが，今後の CT 技術の発展と土壌中の流れ現象の微視的解明に期待している。

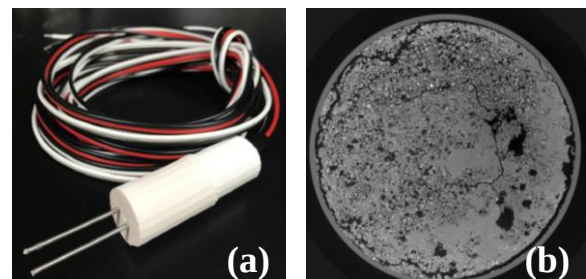


図 1. (a) 開発した土壌センサと(b)CTで撮影した土壌断面

- 1) Kojima, Y. *et al. Comput. Electron. Agr.*, **2021**, 188, 106331.
- 2) Kojima, Y. *et al. Cold Reg. Sci. Technol.*, **2020**, 174, 103060.

社会基盤構造物の維持管理

小林 孝一（社会基盤工学科，環境コース）

時を 80 年遡れば 1942 年（昭和 17 年）であるが，経済白書が「もはや戦後ではない」と結んだのは 1956 年（昭和 31 年）である．以降の 20 年間は，わが国の社会資本整備はひたすら右肩上がりで行進したが，この時期に建設された構造物は 50 歳という節目の年齢を迎えつつある．老朽化や機能の陳腐化が進めば取り壊して再建築することが前提の民間住宅と異なり，土木構造物は長期間にわたって社会を支え続けることが期待されており，事実，設計耐用年数として 50 年が期待されることが多いものの，50 年経ったからといって自動的に解体されることはなく，実際は半永久的に使われ続ける．

構造物を長持ちさせるには，1) 長持ちするように造る，2) こまめに点検して正しい診断を下す，3) 問題が生じていれば適切に対処する，ことが必要であり，振り返れば大学の 4 年生で研究室に配属されて以来これらのことに取り組んできており，かれこれ 30 年以上も（これが長いのか短いのかはさておき）これらばかりやっていることになる．

塩害：塩化物の作用により鉄筋が腐食し，鉄筋の断面積が減少，さらに，鉄筋を保護するコンクリートも剥落する劣化機構である（図 1）．コンクリートの表面のひび割れが内部の鉄筋の腐食（錆び）の進展に与える影響を明らかにし，また塩害を防ぐ材料の開発，塩害が発生した後の補修材料，電気防食などの補修工法の開発等に取り組んできた．

アルカリシリカ反応：コンクリート中の骨材（石や砂）には不安定なシリカガラスを含むものがあり，これがアルカリ（K や Na）と反応して異常膨張を起こす劣化機構（図 2）．亜硝酸リチウム水溶液をコンクリ

ートに圧入して補修する工法について研究を行った．



図 1. 塩害が発生した橋梁



図 2. アルカリシリカ反応が生じたロックシェッド

凍害：コンクリートは水分を含むため，その水分が凍結膨張することによって，組織が破壊される劣化が生じる．岐阜県でも多いこの現象に着目して，数年前から凍害の研究も始めた．凍害を繊維や特殊混和材の使用によって防ぐことを目指している．

戦前や戦後のしばらくは日本人の平均寿命は 50 歳に満たなかったようであり，「50 年」への感じ方は，当時と現在とでは随分違うのだろうと思う．また工学者として「想定外」という語は使いたくはないが，50 年前に現在のような交通量や貨物車両（トラック，トレーラー）の大きさ，重さを想定していた人はほとんどいない．逆に 50 年後に我々の暮らしを支えているものが何であるかを正確に予測することは不可能であるが，その時まで我々の財産を残すことは今に生きる我々の責務である．

みえない水質を測り，社会に役立てる

鈴木 裕識（社会基盤工学科，環境コース）

2008年の夏，アイルランド・ダブリン郊外の泥炭地域で濃茶色の河川水をみた（図1）．モルトビネガーのような水が，絶えまなく川を流れる様子に衝撃を受け，卒業研究のテーマにしたいと思った．「この色の正体は泥炭地から流出した腐植物質によるものである」と指導教員から教わったが，正直イメージが湧かず，その答えよりも，この水の様々な水質測定結果から河川水の特徴を考察することにワクワクした．それ以来，私は水質に関わる研究に携わっている．



図1. ダブリン郊外の泥炭地域でみた河川

上下水道が普及し，環境が整備されてきた都市域では，上述のような視覚的に特徴のある環境水はほぼみられない．一方，様々な化学物質を幅広く生活に役立てている現代では，利用し排出された一部の化学物質が水環境中に残留しているといわれている．2020年，環境省により要監視項目（人の健康の保護に係る項目）にペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）とペルフルオロオクタン酸（PFOA）が追加された．これらには多数の前駆体の存在が指摘されてきたが，それらを考慮した環境中の挙動把握は難しかった．我々は，前駆体から生成するPFOSやPFOA濃度を包括的に評価する手法を開発し，実態不明であったPFOSやPFOAの潜在的汚染情報の把握を可能にした．化合物を個別に測定し物質毎に知見を集める従来型アプローチにはない発想が功を奏した．

同様に，既法から発想を変えて取り組んだのがマイクロプラスチック（MPs）の簡

易分析法の開発である．新たな環境汚染物質として注目されるMPsは5mm以下のプラスチック片と定義されるが，実際にはひと括りにはできず，5mm片は肉眼でははっきり見えるのに対し，数 μm 片はほぼ視えない．材質や形状もまた多様である．特に，洗濯等で発生する繊維状MPsは，夾雑物が多い下水試料等では，摘出して顕微鏡やフーリエ変換型赤外分光光度計（FTIR）に供することが容易ではなく，従来法では正確に計数できなかった．そこで，Nile Red染色試薬に着目し，染色後のプラスチックが落射蛍光顕微鏡下で材質別に各色に発光する特性を利用して，繊維状MPsを可視化して計測する手法を開発した（図2）．現在，安価かつ迅速な簡易スクリーニング法として本手法の普及を図っている．



図2. Nile Red 試薬を用いた蛍光染色観察法によるマイクロプラスチック分析法の開発

水中に含まれる物質は今後さらに増加し多様化していくことが予想される．既往の個別分析的手法には限界があり，水質測定分野はこれまで以上のパラダイムシフトが求められるであろう．我々は，いま，発展が目覚ましい精密質量分析技術に着目し，網羅分析データから水の特徴を総合的に「診る」手法の開発を検討し始めている．今後は，解析の工夫次第で様々な有効活用が期待できるこの技術とビッグデータを使い，汚染物質の実態把握のみならず，水処理不全の原因物質の究明などを含め，社会に役立つような研究展開を考えていきたい．

近代以降都市地域形成史の研究とこれからの実践

出村 嘉史（社会基盤工学科，環境コース）

現代の日本の国土や地域を支える都市基盤の多くは近代以降に建設されている。明治以降，人や物，情報やエネルギーの流通方法や守るべき対象が抜本的に変わり，交通インフラはもちろん，都市を維持するためのインフラもそこから改めて構築されてきた。従って，全国あらゆる場所に，その構築のストーリーが多様にあったはずであるが，私たちの理解を助ける実証研究は，東京などの大都市を対象としたものが多く，地方はその敷衍先程度に捉えられてきた。

近年になって地方創生やコミュニティベースの議論が高まり，こうした一般論に対して，地方独自の都市発達経緯の正しい理解が求められている。私は 2009 年に岐阜大学へ赴任して以来，地方には地方の論理があるはずだと考え，地方都市形成史という旗を掲げて地道に実証研究に携わってきた。その間，純然たる民の力により中心市街地を建設した柳ヶ瀬誕生の実態¹⁾，さらに大河川改修から近郊の用排水改修そして岐阜市街地の下水道建設へ続く長期的基盤づくりのメカニズム²⁾を明らかにするなど，これまで目を向けられていなかった人の関係と地域資源によって生まれる地方都市形成論を基礎づける作業は首尾よく進んだ。

それでは，全国に内務省基準の格を持った都市を形成させるために実施された都市計画制度は，地方においてどのような役割を演じたのか。現代につづく都市計画制度の直接的な原点となるため，大変重要な課題である。昭和初期，地方の都市計画は，いま考えられているよりも大きな自由度をもって運用されていたことが，いくつかの事例から分かり始めてきた。現在はこうした当時の地方創生と都市計画制度のつながりを明らかにする研究に取り組んでいる。

他方，恵那市岩村町のコミュニティに学生を受け入れて頂き実施した参与観察を契機として，コミュニティを形づくる人と組織の関係への興味が生まれ，人のネットワークを分析する **Social Capital** に関する研究を始めた。この研究の形が見えてきた頃に，柳ヶ瀬に自らの研究室を開設して運営したいと考え，半年かけて様々な地域の協力を得ながら，学生たちとともに **DIY** 作業をして「美殿町ラボ」を 2016 年にオープンした。はじめは両者の関係を意識していなかったが，ラボづくりの過程を追跡調査してデータ化し，**Social Capital** の変化をトレースすると，タイミング毎の人のネットワーク上の立場が，次のアクションを促しているような結果を得た。その後ここ 10 年の柳ヶ瀬の変化をやはり **Social Network** として分析をすると，コミュニティの盛衰が，ネットワークの変化で記述でき，また動的平衡ともいえる人の立場の入れ替わりが重要であることも見えてきた³⁾。

これまでの研究成果が示唆しているのは，ローカルの都市を持続的に形成する源泉は人のつながりであることであり，この学問の実装は，地域社会における行動の実践であると言える。これは，社会で新しい価値を創造する人材の教育と根を同じくしていると考え，今その実践を企画している。

- 1) 出村嘉史：近代岐阜の「市区改正」とその運営，日本建築学会計画系論文集，第 77 巻，第 677 号，1643-1652，2012。
- 2) 出村嘉史：岐阜都市計画下水道事業の成立経緯に関する研究，都市計画論文集 53(3)，297-304，2018。
- 3) 堀口拓治，出村嘉史：商店街活動の連鎖的展開をもたらす人と組織のネットワークの構造的特徴，都市計画論文集 55(3)，1386-1393，2020。

気象学と工学を融合した応用気象学研究の今後の展望

吉野 純（社会基盤工学科，環境コース）

現代的な天気予報がはじまった 1884 年以降，気象観測技術や気象予報技術の向上により，その精度は年々向上し続けている．東京地方の夕方発表の翌日の降水有無の予報の適中率は，1955 年には 76%であったものが，2005 年には 86%となり 50 年間で約 10%も向上している．

このような気象予報技術の向上に，格子点で区切った大気をコンピュータ上で予測する「数値予報モデル」と呼ばれる技術の発展が貢献している．数値予報モデルとは，空気の流れを表現する 3 次元のナビエ・ストークス方程式を力学過程として，気象現象を表現する上で不可欠となる境界層・陸面・海面・雪氷・放射・雲微物理・積雲対流といった物理過程を組み合わせた気象モデリングである．格子点を細かくする（分解能を高くする）ほど，地域スケールの詳細な気象現象を予測できるようになる．

われわれは，平成 17 年 6 月に全国大学の中で初となり唯一となる気象予報業務許可（気象・波浪）（許可第 87 号）を取得し，岐阜県・愛知県の「局地気象予報」を毎日発表している（図 1）．岐阜県における急峻な地形とそれによる気象変化を正確に捉え

るために，2 km メッシュの格子点で，36 時間先までの 1 時間毎の天気・風向・風速・気温・湿度・日射量・波浪などのピンポイント予報を提供している¹⁾．

このような気象予報技術は様々な工学分野の応用研究にも適用している．例えば，われわれは，局地気象予報のデータベースに基づき，333 m メッシュの格子点にまで分解能を高めることで，細かな地形起伏と雲の影響を同時に考慮した長期間・超細密な風況マップを構築している（図 2）．このような風況マップは，実際に，三重県青山高原における風力発電施設の適地選定の際にも活用されている²⁾．

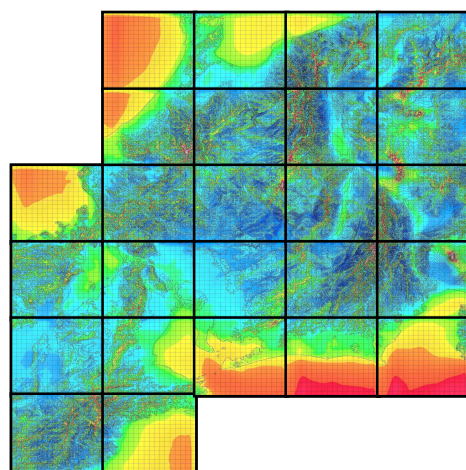


図 2. 年間風況マップ（2001 年平均）

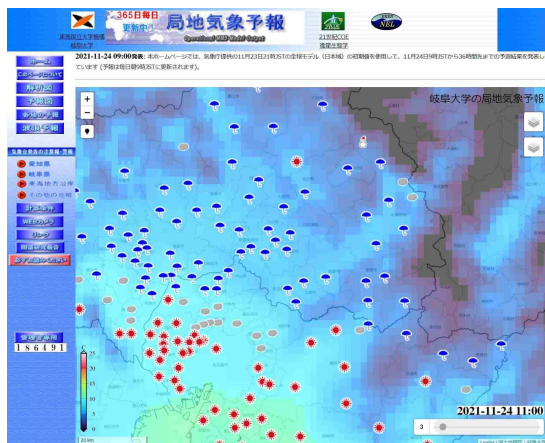


図 1. 局地気象予報のホームページ
(<http://net.cive.gifu-u.ac.jp/>)

今後は，力学的な気象モデリングと統計学的な AI モデリングを組み合わせた局地気象予報エミュレータを開発し，局地気象予報の精度を確保しながら安価で高速な予測を実現できる天気予報デバイスの開発を進めてゆきたい．このような技術により，様々な産業に内在する気象リスクを最小化でき，安全・安心で生産性の高い気象 DX 社会の実現に貢献できると期待している．

- 1) 吉野ら.水工学論文集,2008,52, 325-330.
- 2) 吉野ら.風力エネルギー,2007,4, 115-122.

高速気流に誘起される液滴微粒化研究の新展開

朝原 誠（機械工学科，知能機械コース）

我々の研究室では，これまでに極超音速航空機のエンジン開発を目指し，反応性に優れる水素燃料を用いた燃焼研究を実施してきた．水素は次世代エネルギーとして注目され，将来的な供給量の確保と低コスト化が期待されるが，現状では入手困難で高価な燃料である．そこで実用化に向け，現在の航空機と同等のジェット燃料を用いた極超音速航空機用エンジンの開発に着手した．このエンジンでは，超音速で取り込んだ空気中への液体燃料噴霧燃焼で推力を得るが，極めて短い時間で燃焼を完了させる必要があるため，液体燃料の微粒化促進が重要である．

まずは，液体を高速気流中で短時間に微粒化する方法を調査した．その結果，高速気流での微粒化に関する研究例は少なく，物理的な現象理解には至っていないことがわかった．そこで，高速気流中での微粒化挙動を観察するための実験装置を製作した（図 1）．製作した高速気流誘起微粒化実験装置では，微粒化のしやすさを示す無次元パラメータの Weber 数を従来の 30 倍（ $5 \leq We \leq 3 \times 10^5$ ）まで上げることができ，極限状態における微粒化挙動の観察が可能になった．

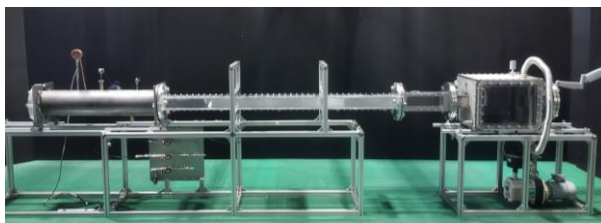


図 1. 高速気流誘起微粒化実験装置

図 2, 3 に単一液滴が微粒化する様子を示す．低速気流（図 2）と比較し，高速気流（図 3）に誘起される微粒化では，径の小さい粒子が確認される．これらの結果から，

微粒化に要する時間と，微粒化後の蒸発・燃焼に要する時間が見積もられ，航行速度に対する燃焼器サイズなどの工学的設計指針を得ることができる．

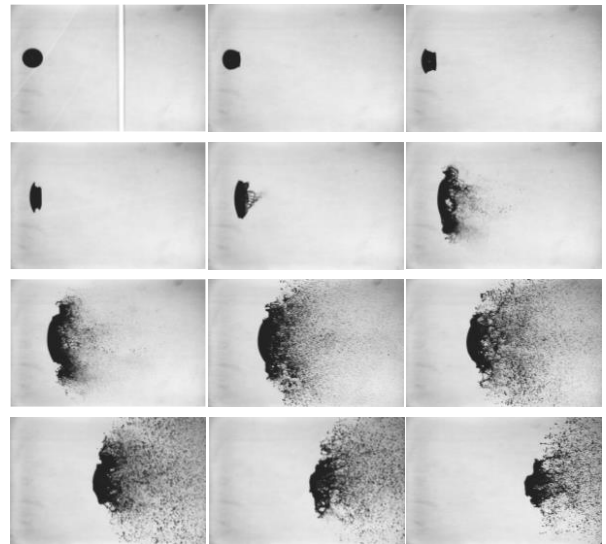


図 2. 単一液滴の微粒化挙動 ($We = 190$)

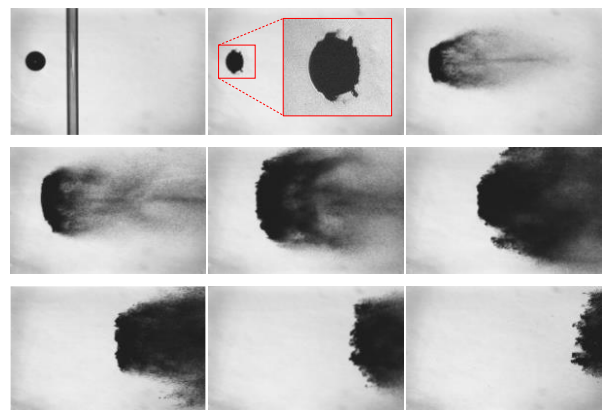


図 3. 単一液滴の微粒化挙動 ($We = 2000$)

現在は，実験装置の IoT 化による実験の自動化を目指している．将来的には，条件を入力するだけで，自動的に実験データが取得され，解析結果を示してくれるようなシステムを構築したい．さらに，ディープラーニングによる液滴微粒化形態分類や粒径同定に挑戦しており，データサイエンスによる微粒化現象理解の新展開が期待される．

ロボットによる高精度加工の実現に向けた取り組み

伊藤 和晃（機械工学科，知能機械コース）

国内のロボット産業の市場規模は，2015年から2035年までの20年間で1.6兆円から9.7兆円に拡大すると予測されている¹⁾。超高齢化社会における労働力確保や，近年の新型コロナ禍における「非接触」，「非対面」による感染リスク低減という観点からも，ロボットの活用が期待されている。特に垂直多関節ロボットは，高い運動自由度を備えるため複雑な作業が任せられるなど，期待される適用範囲は広い。一方で，垂直多関節ロボットは柔軟構造であり，各関節内減速機の角度伝達誤差や非線形摩擦に起因する精度低下のため，あらゆるニーズに応えるだけの十分な制御精度を備えてはいないのが現状である。例えば，小型の主力機種である7kg可搬ロボットの場合，繰り返し精度の公表値は各社 $\pm 10 \sim 20 \mu\text{m}$ であるが，これは同一計測点に繰り返し戻る際の精度であり，アーム先端で自由曲線を描いた場合の軌跡精度とは別物である。測定条件にもよるが，1mm程度の軌跡制御誤差が発生することもある。加えて，ロボットは位置制御が基本であり，動的な力制御は困難である。そのため，搬送・パレタイジングやスポット溶接が垂直多関節ロボットの主な適用範囲となっている。今後，切削加工や穿孔加工等の高精度加工分野にも適用範囲を広げるには，垂直多関節ロボットに加工力に対する動的な力制御性能を備えることが課題となる。

当研究室では，ロボットを含むメカトロニクス装置の制御性能向上に向けた取り組みを継続しており，近年はロボットによる高精度加工用途への適用拡大に向けた要素技術の研究開発に力を入れている。図1は，垂直多関節ロボットの手先に独自開発した高精度力制御エンドエフェクタ（EE）を搭

載したバリ取りロボットである²⁾。ツール先端の加工力を高精度に制御できるよう，加工方向へのEEの駆動にボイスコイルモータを利用し，電流指令値と変位から加工力を高精度推定している。ロボットの姿勢に依らず $\pm 20 \text{ gf}$ の精度で加工力を制御できており，ロボットの軌跡精度に依らず倣いによる高精度加工の実現が期待できる。

これらの成果をベースとして，航空機組立工程での高精度穿孔加工へのロボット応用に取り組んでいる。図2は，穿孔加工ロボットの試作機である²⁾。バリ取りロボットと同様に，穿孔時におけるドリル先端の加工力を高精度に制御することが可能である。熟練工がハンドドリルで加工する動作を模倣し，加工力が一定以下になった段階でドリルを引き抜く動作を実現している。一孔ずつの穿孔加工において，航空機製造で求められる孔径精度が達成できており，今後は社会実装に向けた性能評価を行い，早期の現場導入を目指す考えである。



図1 バリ取りロボット 図2 穿孔加工ロボット

- 1) 2035年に向けたロボット産業の将来市場予測，NEDO
- 2) [気鋭のロボット研究者 vol.22] 【前編】バリ取りに力制御を／【後編】ロボットで高精度な穴加工，
<https://www.robot-digest.com/contents/?ca=2>

使用者の負担軽減と作業効率を考慮した知能機械システム

上木 諭（機械工学科，知能機械コース）

近年，ものづくりにおいて，製品の機能や性能を向上させることに加え，使用者への負担が少なく，使いやすく，導入の簡単なものが求められている．制御工学・メカトロニクス（ロボット工学を含む）・人間工学等の技術を中心とした研究開発を行っている．以下では，これまでに行ってきたいくつかの研究について紹介し，今後の展望について述べる．

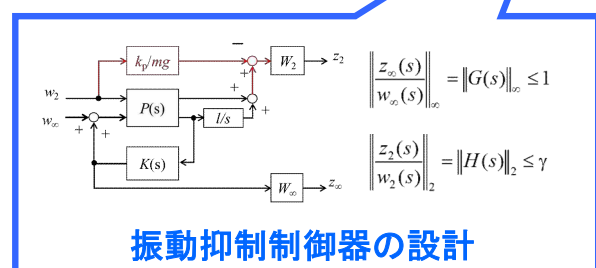
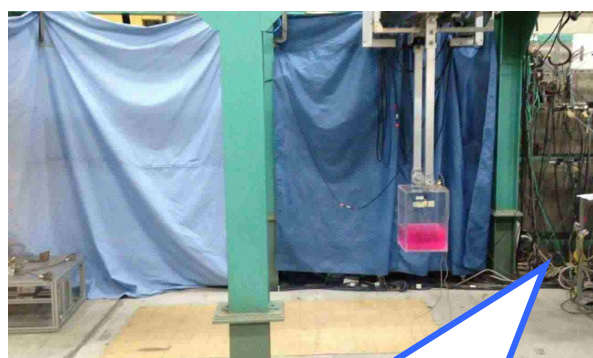


図1 振動抑制制御器による液体搬送

鉄鋼や鋳造業における溶湯搬送は熟練のオペレータにより品質劣化を防止するために容器内液面の振動（スロッシング）を抑えた操作を行っているが，熟練オペレータの不足や作業効率の観点から，非熟練者であってもロッドと液体の両方の振動を抑える搬送制御システムの開発が望まれている．図1に示す研究は，非熟練のオペレータであっても，ロッドと液体の両方の振動を抑える搬送制御システムの研究である．本制御器は，非熟練者の操作においても優れた振動抑制効果を発揮する．

また，ものづくりの分野においては，消費者のニーズに合わせた多品種少量生産が多くなり，人手による作業が増え，負担が大きくなっている．このため，パワーアシスト装置による作業支援システムなどが導入されている．そこで，図2に示すように，パワーアシスト装置に対して，使用者にとって扱いやすい制御システムの研究も行っている．

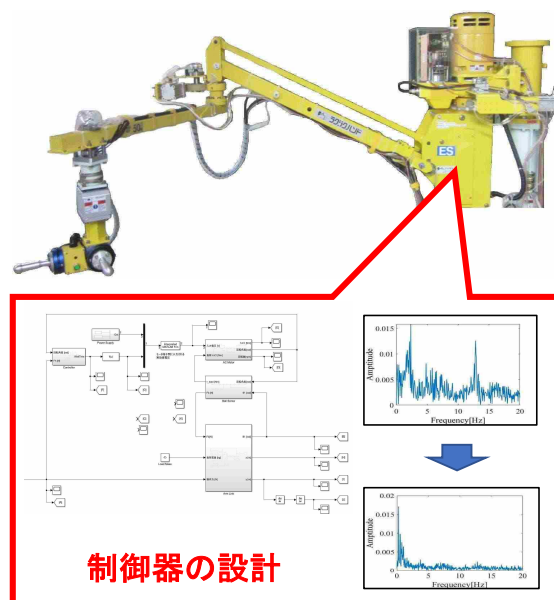


図2 パワーアシスト装置の制御系設計

このように，使用者への低負担化や利便性などの要求を考慮した，多機能化や高性能化の研究を行っている．社会が成熟するにつれて価値観は変化していく．現在の科学技術政策である Society 5.0 も鑑みると，どのような変化にも対応可能な多様性と柔軟性を兼ね備えた研究開発が必要となってくる．社会の要求を考慮し，小さなアイデアを軸に展開できた研究内容である．今後の研究展開として，効率化と負担軽減を考慮し，深層学習などの機械学習を組み込んだ高性能ながら柔軟性を有した研究開発を行っていくつもりである．

空力浮上高速交通システムエアロトレイン

菊地 聡（機械工学科，機械コース）

エアロトレインとは、図 1 のような翼をもっている列車で、ガイドウェイと呼んでいる凹型のコンクリート構造物の中を、翼によりわずかに浮上して高速走行をする乗り物です。リニアモーターカーが磁力を使って浮上走行し高速走行するのに対し、エアロトレインは翼を使って浮上して高速走行する乗り物です。エアロトレインは翼が地面の近くにあるときに発生する翼の地面効果を使うことで、効率を良くすることができます。効率が良いので、風車や太陽電池でガイドウェイの周りの自然エネルギーを収集し、そのエネルギーでの運用を目指して研究開発しています。

エアロトレインの研究は、1985 年から翼の地面効果特性や、翼と胴体の空力干渉を調べる基礎的な風洞実験が行われてきました。さらに 1999 年から実際にこのようなシステムが成立することを証明し、浮上走行時の問題点を洗い出すための浮上走行試験を行ってきました。

浮上走行試験は、JR 総研の宮崎実験センターのガイドウェイを借りて行い、これまで 3 機のモデルを使用しました。図 2 は、3 機目のモデル ART003 の浮上走行試験時の写真になります。ART003 の大きさは全

長約 8.5m、全幅約 3.3m で、機体は難燃性マグネシウム合金で作られており、約 520kg と軽量で高剛性な機体となっています。この ART003 のプロジェクトは東北大、宮崎大、産総研などとの共同で実施しました。この ART003 の浮上走行試験を通して、コンパクトな電動推進システムの開発や、安定して浮上走行するための機体制御プログラムの開発などを行い、最高速度 185km/h での浮上走行を達成しました。この ART003 の浮上走行試験で、十分にエアロトレインが実現可能であることを証明できたので、ART003 プロジェクト以降は浮上走行試験を行っていません。

今後、カーボンニュートラルを実現するために、交通システムに対しても効率化が求められます。そのため効率が良く自然エネルギーでの運用が可能なエアロトレインが注目されると考えています。その時のために、エアロトレインのさらなる効率向上を目的とした風洞実験を継続して実施していきます。また、エアロトレインの研究開発は、乗り物という身近でわかりやすいテーマなので、高校生への出前講義として行ってきました。これまで 14 回行っており、なかなかの好評を得ています。



図 1 エアロトレインイメージスケッチ



図 2 浮上走行試験（ART003）

大気圧プラズマを用いた微粒子の表面改質・触媒ガス改質

小林 信介（機械工学科，機械コース）

大気圧プラズマは材料，医療，農業，環境，エネルギーなど様々な分野で利用されており，特に材料，医療分野におけるプラズマアプリケーションについては，プラズマでこんなこともできるのかと，目を見張るものがあります．ただその一方で，プラズマを利用する装置の開発については若干の遅れを感じます．例えば，材料表面に大気圧プラズマを照射することで，バルク性状を変えることなく，表面性状のみを変化させることが古くから知られており，既に工業用装置としても利用されています．ただ，二次元平面を有する材料に限定され，三次元構造を粒子に対して均一かつ高速でプラズマ処理可能な装置は未だ開発されていません．また，微粒子になるほど粒子ハンドリングが困難となることから，現在原料微粒子の表面改質が必要な場合には気相処理ではなく，液相処理が行われています．

このような状況の中，我々は流動化させた粒子に対してプラズマを照射処理する噴流層型のプラズマリアクターを新たに開発しました．噴流層プラズマリアクターは，プラズマジェットノズルと従来の噴流層を組み合わせた極めてシンプルな構造で，プラズマノズルから噴出させるプラズマガスにより粒子を流動化させるのと同時に，粒子表面のプラズマ改質を行います．図1に示すようにプラズマストリーマが粒子間を縫うように形成され，粒子表面が改質されます．この手法・装置により従来困難とされてきた気相での粒子の均一表面改質が可能となりました¹⁾．ただ，噴流層には大きな弱点もあり，粒子密度にもよりますが100 μm 以下の微粒子は付着性，凝集性が増し，流動化が困難となります．そのため，微粒子の流動化改善に振動を用い，噴流層をわ

ずかに横方向に振動させることで現在では3 μm 程度の微粒子でも均一な表面改質が可能となっています．

材料の表面処理だけではなく，エネルギー分野においても開発した噴流層プラズマリアクターの横展開を図っています．これまでの研究で粒子とプラズマの均一接触が明らかになったことから，流動化粒子を触媒に置き換え，プラズマ化させた反応ガスを触媒に照射することでガス改質を行います．アルミナ触媒を流動化させ，そこにプラズマ化させた CO_2 と CH_4 を吹き込むと，常温・常圧においてメタノール生成が可能であることを明らかにしています²⁾．現時点での選択率は高くはありませんが，触媒選択やプラズマ制御により今後の高効率化が望め，噴流層プラズマリアクターの触媒反応装置としての利用も期待ができます．

新素材開発における原料微粒子の表面制御や CO_2 を資源とする CCU テクノロジーは今後ますます重要性が増すと考えられます．そのため，2030 年までには工業用のプラズマリアクターが実用化できるよう開発を進めていきたいと考えています．

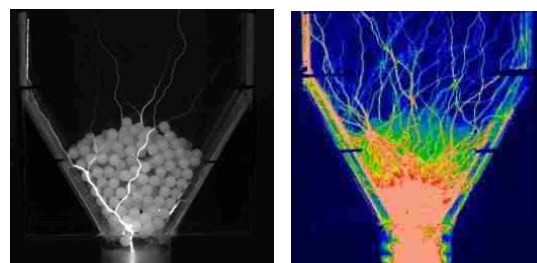


図1 二次元噴流層での粒子とプラズマ
(左:ハイスピードカメラ, 右輝度解析結果)

- 1) Kobayashi K. *et al.* *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, **46**, 183-192 (2020)
- 2) Kamiya, K. *et al.* *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, **47**, 6, 1-8 (2021)

AI と画像技術の融合による実利用化に向けた研究

佐藤 惇哉（機械工学科，知能機械コース）

現在，AI（人工知能）という言葉は誰もが知っている言葉のひとつである．今や人間と同等，あるいはそれ以上の性能で人の顔画像を認識したり，英語の文章を日本語に翻訳したり，自動で車を運転することがパソコンやスマホでできる．私はこの AI という技術を活用し，さらに発展させることで，画像技術を実利用化する研究を進めている．

研究成果例の一つ目として，鍛造部品の異常検知について紹介する．生産工場では，生産過程で部品に傷がついてしまう場合がある（図 1(a)）．この傷検査のために人による目視検査が行われている．しかし，検査員の熟練度によって見逃しが発生したり，熟練者でも疲労によって見逃す可能性がある．そこで，畳み込みニューラルネットワークと呼ばれる AI を活用することで，小さな傷でも検出することができる（図 1(b)）．

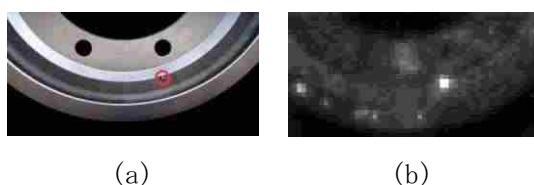


図 1 (a)対象画像（赤丸が傷），(b)AI による傷の検出結果

ものづくりが盛んな東海地方では，こういった目視検査を画像技術で自動化したいという企業からの要望が多く寄せられる．そのニーズに応えていくためには，いかに汎用的な AI を作り込んでいくかが重要である．具体的には，ひとつの AI で多品種の検査ができる，同じ品種でもあらゆる異常パターン（例：折れ，曲げ，傷）が検出できる，といったものが挙げられる．そこで，二つ目の研究成果例として 15 品種に対

応させた AI について紹介する．この AI では品種の多さに加え，様々な異常パターンでも検出することが可能である．図 2 に，トランジスタの取り付け画像に対して AI による異常検出をした結果を示す．(a)ではトランジスタの右足が切れている異常があるが，AI はその部分に着目できている．(b)はそもそもトランジスタが無く，取り付け忘れの異常であるが，同じ AI はその異常も検出できている．

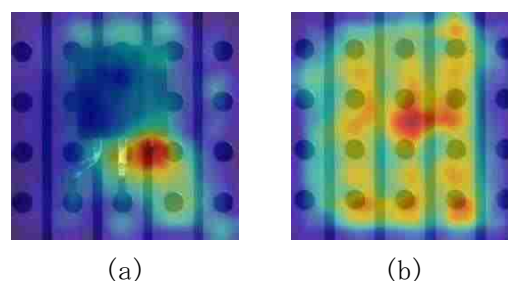


図 2 (a)AI によるトランジスタの右足の異常検出，(b)同じ AI による有無判定結果．

これらの研究成果例より，現代の AI は実環境でも十分にその性能を発揮できるくらいの実力を持っていることがイメージできる．今後の展望としては，より性能を向上させることに加え，企業との密接な関係を築き，現場導入を進めていくことである．

最後に，最近では人類は最終的に AI に飲み込まれるといった，勝ち・負けの観点で AI と人類を論じている記事を目にする．しかし，2 歳と 0 歳の愛娘の成長を見ていると，人間が生まれた時から持つ自律的な学習能力の圧倒的な高さを実感し，この観点での議論は的外れに思える．進化論の観点から工学的問題を解く，進化計算と呼ばれる手法も研究している私からすると，人間と AI は自分の得意分野を見つけ，互いが干渉しないように共生していく未来が見える．

有人宇宙開発における新しい火災安全性評価

高橋 周平（機械工学科，機械コース）

2021 年は，民間企業による宇宙旅行サービスがニュースとなり，資産家の宇宙旅行の様子が動画サイトなどで注目を集めた．まだまだ費用は大変高額とはいえ，宇宙での有人活動が政府機関によるものだけでなく，一般の人にもその裾野が広がる時代となった．宇宙開発の歴史においては，有人ミッションは安全性の確保が最重要課題であり，特にアポロ計画の中で宇宙飛行士の火災死亡事故を経験した経緯から，宇宙環境における火災安全性には，これまで多くの注意が払われ，火災安全性を確保するための規格が NASA を中心に作成され，ISS などで運用されている．

しかしながら，現在運用されている規格は，微小重力環境での燃焼現象に対する知見が乏しい時代に策定が始まったものであり，今後ますます活発となることが予想される地球低周回軌道（0g）での商業活動，また，アルテミス計画に代表される月面での長期有人滞在（1/6g），あるいは将来の有人火星探査計画（1/3 g）など，重力レベルが異なる環境においても火災安全性を確保できる新しい規格の策定が求められている．

微小重力燃焼という研究分野は，意外かもしれないが日本発祥の研究分野であり，世界初の人工衛星が打ち上げられた 1957 年の前年に落下装置を用いた微小重力下での液滴燃焼の結果が国際学会で発表された¹⁾．このような背景があり，宇宙火災の分野でも日本人研究者の活躍は目覚ましく，現在 JAXA が進めている FLARE/FLARE2 という ISS 軌道上実験プロジェクトの成果をもとに，新しい火災安全性規格が策定されつつある²⁾．FLARE2 は岐阜大学が PI となる宇宙実験計画である．

FLARE 計画の中では，プラスチックなどの固体材料の可燃性に関して，地上で実施可能な可燃性試験で取得できるデータから微小重力環境あるいは低重力環境での可燃性を予測する理論の構築が重要目的の 1 つとなっている．図 1 は，流れがある中に置かれた固体材料の限界酸素濃度を示した図であるが，傾向として流れの速度が大きい場合でも小さい場合でも，材料は燃えにくくなる性質があり，図 1 の曲線の底の部分

（⑤の部分）がどこにあるかを見つけることが，火災安全にとって重要となる．しかしながら，重力のある地球環境では常に浮力による自然対流が存在するため，流れが遅い環境（①より左側の部分）での燃焼挙動が分からない．

そこで逆転の発想で，地上では流速が遅い環境が作れないのであれば，逆に速い環境でのデータ（②の部分）を取得し，そこから遅い環境を外挿で予想すればよい．さらに流速が遅い部分の挙動（④の部分）は，これまでの日本の微小重力燃焼研究から理論が構築されており，これらを組み合わせることで⑤の位置を予測する式を完成させ，新しい火災安全規格に盛り込もうというわけである．このプロジェクトの中で，新しい国際規格（ISO 4589-4）も誕生している．2022 年には延期されていた軌道上実験が始まり，これらの理論の検証が進むことが期待されている．また作成された火災安全規格は NASA などでも引用される予定である．さらに今後の展望として，月面活動などの国際宇宙開発において，火災研究などの得意な分野で日本がイニシアチブを取ることで，若手研究者にも夢を持って宇宙分野に参画してもらえよう努力をしていきたい．

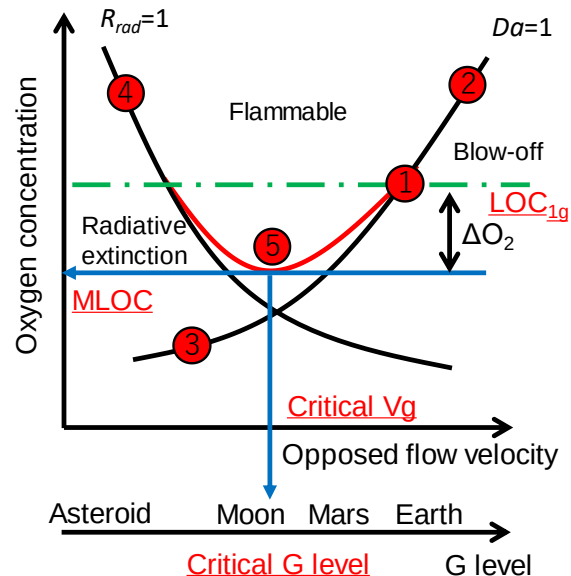


図 1 流れの中に置かれた固体材料の可燃限界
1) Kumagai, S. et al. Proc. Combust. Inst. 1956, 6, 726-731.
2) Takahashi, S. et al. Proc. Combust. Inst. 2019, 37, 4257-4265.

生産加工の発展に寄与する金型内の現象理解

新川 真人（機械工学科，機械コース）

ものづくりにおいて基本的かつ最も重要なことは何かを考えると，筆者は「目標とする範囲（つまり良品）の製品を安定して生産すること」であると考えている．この目的を達成するうえで金型は不可欠であり，ものづくりのマザーツールと言われる所以である．様々な情報技術や機械学習が発達して生産現場の形態が変わったとしても，金型無しにものづくりが行われることは無いと考えられる．

金型の構造は各種成形方法により異なるが，共通する部分としては，金型表面の形状を素材に転写するという点が挙げられる．つまり，転写プロセス中に素材に対してどのような現象が生じているのか，そのとき金型はどのような状態にあるのかを解明することは，成形方法の高度化，高精度化を実現するうえでは不可欠となる．そのため，生産加工学の研究者は様々なアイデアを時間をかけて形にし，金型内の現象解明に取り組んでいる．可視化の方法は，測定対象となる現象（温度やひずみなど）に対応したセンサを取り付けて監視する方法¹⁾と，X線などを活用して直接観察する方法²⁾に大別される．

可視化により現象を解明したのちは，その知識に一般化が必要となる．定説が覆るような現象を除いては，得られた知識をいかにしてもものづくりプロセスに適用するかが求められる．その代表的な方法がコンピュータシミュレーションであり，今後はデジタルツインへと繋がっていくと考えられる．

ここで，筆者の研究の一例を紹介する．目的は，アルミニウム合金による薄肉ダイカスト品を安定して生産できる金型開発である³⁾．図1は検討対象としたヒートシン

クを想定した製品の3D-CAD図である．突起部は，先端部の肉厚が1 mm，高さが70 mmであり，極めて生産が困難な形状であることから，成形技術，金型技術の両方から検討した．図2は，本研究の成果のひとつである離型時の金型内の製品表面温度の計算結果である．離型力やダイカスト中の金型温度変化の測定結果をもとにして実現できたものであり，この結果から適切な金型方案を検討することができた．

なお，本成果は学生（修士課程）と県内企業との協同により実施されたものである．大学の重要ミッションのひとつは，教育研究活動を通じた地域社会の発展である．今後もその立ち位置を忘れることなく取り組んでいきたい．

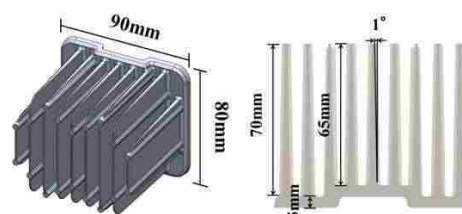


図1 目標製品の3D-CAD



図2 離型直前の製品温度分布の計算結果

- 1) Pedersen, K. M. and Tiedje, N., *Measurement*, **2008**, 41, 551-560.
- 2) T. Schenk, *et al.*, *J. Cryst. Growth*, **2005**, 275, 201-208.
- 3) M. Nikawa, *et al.*, *Int. J. Autom. Technol.*, **2018**, 12, 955-963.

プラズマ CVD による高速製膜技術

西田 哲（機械工学科、機械コース）

一般的にコーティングに使用されている薄膜とは、厚みが nm から μm の薄い膜形状で我々の身の回りの多くの製品に使用されている。例えば、ホワイトボードにインクで書かれた文字も薄膜であるし、ペットボトル容器の内側には DLC コーティングが施されているため、飲料の長期保管が可能になっている。

薄膜を作成する手法として世の中には多くの方法が考案され使用されている。そのうち我々は CVD 法的一种であるプラズマ CVD 法に着目して研究を行ってきた。プラズマ CVD 法では、高エネルギー状態のプラズマを利用して原料ガスを分解する。分解により製膜前駆体と呼ばれる膜になる活性な化学種を生成し製膜を行う。多くの場合、製膜された薄膜の厚みは均一である方が望ましいが、プラズマ CVD ではしばしば製膜装置内へのガス導入部付近で製膜が均一にならないことが知られていた。これは製膜プロセスでは化学反応と物質輸送との兼ね合いで装置内での流れが製膜に影響を与えるためである。そのため、流れの影響が少なくなるように製膜時の圧力を下げ、原料ガス供給時の流速を遅くするのが一般的である。

我々は流れの影響が出るように意図的に装置内圧力を通常よりも高くし、高速で原料ガスを供給して製膜を行ってみた。その結果、図 1 に示すように形状は非常に不均一であるものの、数分の製膜で数 mm の製膜を行うことに成功した。最大の製膜速度としては通常の手法の 1000 倍以上の速度を達成している。図 1 はシラン(SiH_4)/水素系での単孔ノズルを使用した製膜であるが、条件を変えることで、ノズル直下の基板での堆積物の形状が、図 1 の針状の場合や図 2 に示す山状だったり、筒

状だったりとさまざま変化することがわかった。このような製膜は形状は面白いものの、工業的な用途としては、より均一な製膜が求められる。そのため、ノズルの形状変更や基板移動機構を組み合わせることで平滑化を図っている。

本手法による高速製膜では微粒子が凝集した構造を取ることが多いため、緻密な膜を作製するのは難しいものの、構造が緩い堆積物を大量に短時間で作製するのには適している。例えば二次電池の高性能化のため、現在、電極として使用されている炭素系の材料からシリコンを含む材料への転換が期待されている。本手法をそのようなシリコン系材料への応用する研究を進めている。



図 1 シリコン堆積物(5分での製膜結果)



図 2 様々な形状のシリコン堆積物
(左 筒状、右 山状の堆積物)

参考文献

S Kuribayashi, et al, Surface and Coatings Technology 225 75-78 (2013)

計算モデルと実験モデルを組み合わせた予測モデルの構築

古屋 耕平（機械工学科，機械コース）

計算機の性能の向上に従い，有限要素法に代表される数値計算モデル（以下，計算モデル）を利用した性能評価が機械の設計現場で行われるようになった．これにより試作前に問題になる事象を把握し，対策することが可能になるが，計算モデルの予測精度が低い場合，問題となる事象を見つけれないことや，問題ない事象を問題がある事象と判断してしまうことがある．

自動車の振動騒音の予測精度に着目した場合，例えば図 1 上のように，自動車の内装部品やタイヤ・サスペンションがない車体の振動は十分な精度で予測できる一方で，図 1 下のように内装材やタイヤ・サスペンションが取り付けられたときの振動や音の予測精度は低い場合がある．このような場合，試作後に実験で問題を把握するため，大幅な設計変更が必要になることもある．この大幅な設計変更を避けるために，忠実な計算モデルを試作前に構築することが考えられるが，サプライヤーから提供される CAD 図面がない部品の計算モデルの構築や，ゴム，接触などの非線形性を忠実にモデル化することは現状では困難である．

自動車に限定した場合，部品は他の車と共有されているなどして，すでに実物が存

在する場合がある．そのような場合，存在する部品は実験データから実験モデルを構築し，それ以外の部分は計算モデルを構築し，それらを組み合わせて予測を行う方法が古くから提案されており，例えば，伝達関数合成法と呼ばれる方法がある．しかし，精度に問題がある場合や，モデル構築に多くの時間を要する等の問題がある．

これらの背景を踏まえ，計算モデルと実験モデルを組み合わせた新しい予測モデルの構築方法の提案を目指している¹⁾．従来の伝達関数合成法が周波数領域のデータを使って予測モデルを構築しているのに対して，提案法は，時間領域のデータを使って予測モデルを構築している点に新規性がある．提案法によりモデル構築のための時間は短縮できるが，精度に課題が残っている．

そこで近年，研究が盛んに行われている Neural Network²⁾を組み合わせ，予測精度の向上を図れないか検討している．Neural Network を利用することで非線形性などの考慮も可能になるが，現状ではモデル自由度に対して準備する訓練データ数が多くなる課題などがわかってきた．今後はこれらの問題に対して検討を進めていきたい．



図 1. 自動車の有限要素モデル

- 1) 古屋他，実験と有限要素解析をハイブリットして求めた状態遷移行列による振動解析の数値検証，日本機械学会D&D Conference 2020，ID204.
- 2) S. Greydanus, M. et al. “Hamiltonian neural networks” In Advances in Neural Information Processing Systems, (2019), pp. 15353–15363

人間型ロボットハンド

毛利 哲也（機械工学科，知能機械コース）

1920 年に Karel Čapek が戯曲「R.U.R」の中で「ロボット」という言葉を生み出した。劇中の「ロボット」は機械的なものではなく、人間の代わりに働く外見は人間に似た人造生命として描写されている。これから 100 年が経過しているが、現在では生産現場の産業用ロボットだけでなく、我々の身近では日常生活を支援するサービスロボットも導入されている。また、新型コロナウイルスの蔓延により、非対面・非接触を実現するためにもロボット技術に対する期待が大きくなっている。

ロボットは「センサ，知能・制御系，駆動系の 3 つの要素技術を有する知能化した機械システム」と定義されており，多くの要素技術が統合され，その研究分野也多岐にわたる。2000 年春に当時のバーチャルシステムラボラトリの非常勤研究員として着任以降，ロボットハンドに関する研究に従事している。当時，ロボットハンドの研究分野では物体の把持・操作に関する理論研究が先行しており，その理論を検証可能な研究用プラットフォームとして人間型ロボットハンドを研究開発した¹⁾。岐阜県下の中小企業との産学連携で，人間の手とほぼ同じ関節数と自由度を有するサーボモータ内蔵方式の世界初の人間型ロボットハンド Gifu Hand III を実用化している（図 1）。その特徴は，人間と同様に 5 指あり，各指の 4 関節 3 自由度，第 1 関節は内転・外転，第 2～4 関節は屈曲・伸展の動作を実現している。拇指は 4 関節を独立して駆動できるが，それ以外の指は 4 節リンク機構により指先端の第 4 関節を第 3 関節に連動して駆動できる。その全長は人間の手より一回り大きい，リンク長（関節間の長さ）の比は人間に近く，拇指と 4 指には拇指対向性がある。

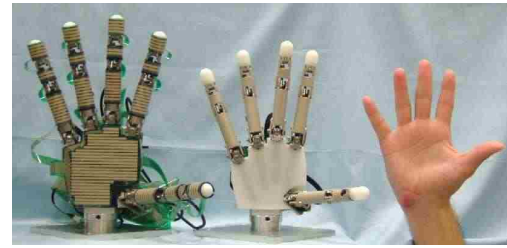


図 1 人間型ロボットハンド

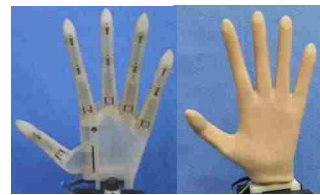


図 2 筋電義手

り，人間の指と同等な速度で器用な動作ができる。このロボット技術を応用して，外観もより人間に近い図 2 の筋電義手²⁾も研究しており，表面筋電位を用いて機械学習により手指関節角度を推定する手法も提案している。人間を超える 1 指で 15kg の指先力を有するロボットハンドも研究している。

今後は，重量物の器用な把持・操作を目標にして，ロボットハンドの更なる高出力化・高精度化を進めるとともに実用化も目指したい。また，メタバースを代表としたオンライン空間における力提示デバイスの研究やロボットの遠隔操作，医工連携で服薬アドヒアランス向上を実現する服薬支援ロボット等の医療福祉ロボットの研究も進めていく予定である。

- 1) T. Mouri *et al.*, Review of Gifu Hand and Its Application, Mechanics Based Design of Structures and Machines: An International Journal, 39, 2, 210-228, 2011.
- 2) M. Hioki *et al.*, Design and Control of Electromyogram Prosthetic Hand with High Grasping Force, Proc of. BIOROBO2011, 1128-1133, 2011.

物理現象をコンピュータで制御するための橋渡し

森田 亮介（機械工学科，知能機械コース）

制御工学の始まりは，19 世紀のイギリスでの産業革命，コンピュータもない時代のことである．蒸気機関の発明により，工業の飛躍的な発展があったこと社会科の授業で習った通りである．その一方で，蒸気機関の安定的な出力を得ることは難しく，いかにして思い通りに機械を「操る」かは重要な課題であった．そこで考え出されたのが James Watt による遠心调速機であり，簡単に言えば，蒸気機関の出力が上がりすぎると，遠心力により蒸気のパルプが閉じられ，出力が下がる仕組みである．こうした，歴史的には機械的な仕組みにより発展した制御工学の理論は，物理現象に基づいて体系化されており，大学の授業で学習する内容の大部分も例外ではない．

さて，話を現代に戻すと，ひたすら運動方程式や回路方程式を手計算で解いていた時代は過去のものとなり，コンピュータの力によって，自在に制御系設計ができる時代となった．そこで問題となるのが，コンピュータの世界，すなわち 0 と 1 のデジタルの世界では，厳密に物理現象を表すことが困難であるという点である．物理現象は連続的な現象であるので，離散的なデジタルの世界では誤差が生じる．いかに精密な制御をするかにしを削る制御の分野では，この誤差は時として致命的となる．

デジタルの時代はそれに応じた新たな制御理論を構築しなおすことも方法の一つであるが，先人達による物理現象に基づいた制御理論の蓄積を簡単に利用できれば，制御系設計の幅が広がる．この考え方に基づいた方法が「量子化制御」である¹⁾．

ロボットなどの制御対象の動きは連続的な物理現象であるが，それを動かすためのコンピュータは離散的な値しか扱えない．

この間を取り持つための「量子化器」と呼ばれる仕組みを取り入れることで，連続的な現象が離散的な値に変換されることによる誤差を小さくすることができる．近年ではコンピュータの性能向上とともに，その誤差は無視しても問題ない場合も増えているが，例えば，遠くの制御対象を遅延なく正確に動かしたい場合などは，制御のための情報量をできるだけ少なく離散的にすることが重要である（図 1）．

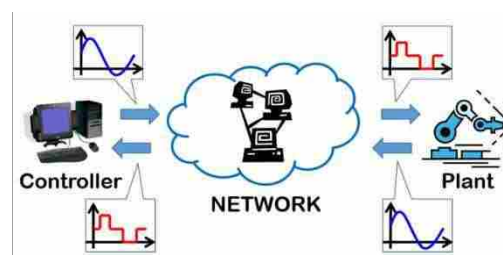


図 1. ネットワーク化制御

量子化器の原理は，制御対象がどのように動くかをあらかじめ予測し，生じる誤差を打ち消すような指令を与える方法や，意図的にノイズを加えることで，制御対象の動作にその誤差が現れにくいように曖昧するディザリングと呼ばれる方法などがある．前者の方法は，よりよい制御性能が保証されている一方で，制御対象の動きを予測するために，正確な制御対象の数理モデルが必要とされる．逆に後者の方法は誤差を曖昧にしているだけであって，確実な制御性能は保証されない一方，制御対象の動きを予測するための事前情報は不要である．

こうした様々な方法により実現される量子化制御のそれぞれの利点を生かした新たな方法を構築することで，物理現象とコンピュータのさらなる融合が期待できる．

- 1) 杉江ほか 6 名，特集 量子化制御：物理と情報をつなぐ新技術，計測と制御，Vol. 49, No. 11 pp. 776–813, 2010.

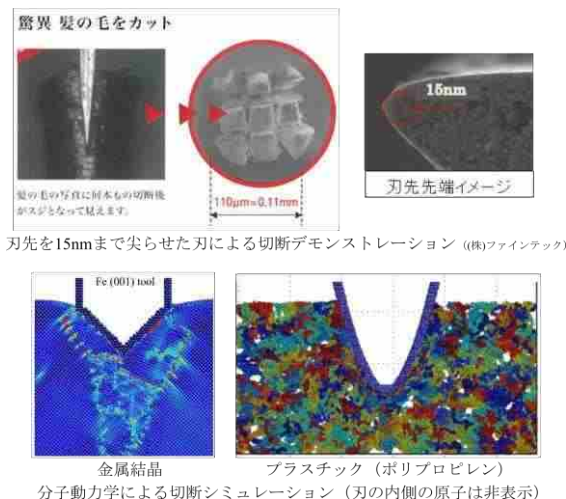
ミクロの世界で変形予測

屋代 如月（機械工学科，機械コース）

本稿のタイトルは，平成 30 年 2 月 20 日の岐阜新聞朝刊に寄稿した「研究室から大学はいま」の記事のものと同一とした．機械工学と聞くと自動車などの輸送機器やロボットをイメージするかもしれないが，材料の変形・破壊を扱う材料力学分野は機械工学に不可欠の学問分野である．ただ，事故が起こらなければ表に出てこない裏方で，日頃は地味な材料試験を繰り返している，という印象が強いかもしれない．しかし近年では，10nm（ナノメートル）以下での加工技術および観察技術の発展と，AIを活用した原子レベルからの材料開発への期待などから，電子・原子シミュレーションによる研究が盛んである．材料を構成する最小単位は原子であり，さらに原子間に作用する力は電子状態によって決定されるためであるが，通常，身の回りの材料では一つ一つの原子を意識する必要はなく，「連続体」（無限に分割しても材料が常に連続しているという数学的近似）として扱う方が全体の変形挙動を表現できる．自動車の衝突シミュレーションなどはこの連続体近似に基づいたものである．一方，破壊は材料の分離を生じるため本質的に連続体の枠組みから外れ，破壊の起点であるき裂先端における原子の分離挙動を議論しなければその本質に迫れない．先の衝突シミュレーションでは，衝突初期の変形はよく再現できるが，後期の，車体の部分的な割れや切断などは連続体の枠組みでは自動的には再現不能である（切断条件を入れて，切断前と後の連続体を別に解析する人為的操作が必要）．また，上述の 10nm 以下の材料要素では（半導体チップ中の回路など），全体寸法に対する原子間隔（Si で約 0.54nm）の割合が大きくなり，原子の存在する点と存在しない点

の違いが無視できなくなる（連続体に対して離散系と称する）．このようなミクロの世界では，これまで培ってきた連続体の力学理論が成立しないことが多く，その力学体系の探求には原子シミュレーションが有力な手法となる．

私は 1990 年代から一貫して原子シミュレーションによる変形・破壊挙動の研究を行ってきた．対象も，金属材料を始めとして，高分子，半導体，ナノカーボン材料（カーボンナノチューブやカーボンナノコイル）など幅広く扱っている．ここでは，九州の刃物メーカー株式会社ファインテックの依頼を受けて行った最近の研究事例を紹介する（下図）．同社では，刃先を極限まで鋭利にすることで切れない物を切れるようにし，また切断面の後処理を不要とする「切断革命」と名付けた技術開発を続けている．通常の打ち抜き加工は，刃とダイの間のせん断力によって材料が分離されるが，刃先端の曲率半径が 15nm まで鋭利にされた刃を押し当て切断する現象はそれとは全く異なるため，その理論的考察・シミュレーションモデル構築の依頼を受けて実施している．現時点では基礎・初期段階の検討であるものの，10 年後には産業レベルで活用されることを目指し研究開発を進めている．



機械学習および CAE を用いた生産工程シミュレーションの知能化

吉田 佳典（機械工学科，機械コース）

金属材料を力学的に大きく変形（塑性変形）させることによって，所望の形状を付与する塑性加工技術は自動車や航空機分野で広く用いられている．なかでも素材を金型によって圧縮することで大変形を付与する鍛造においては，被加工材に所望の形状を与え，材料組織を鍛錬し，製品の機械的特性を向上させることが可能である．近年ではマイクロ金属組織予測技術も向上しており，適切な性能を所望の箇所に発現させるいわゆるネットプロパティをねらった高度な研究が行われている．また，短納期かつ高効率な工程設計においては，有限要素解析をはじめとする CAE 技術を用いたプロセスシミュレーションが有力な理論的検討ツールである．しかしながら加工工程および操業条件の最適化については現場のノウハウに頼るところが大きい．

そこで我々は，機械学習に基づく最適化手法とコンピュータシミュレーションを組み合わせることによって，金型形状および潤滑をはじめとする操業条件の自動最適化を試みている．これを用いて材料流動に伴って生じる材料内部および表面に生じる欠陥の発生有無ならびに欠陥発展に及ぼす加工条件の影響について解析的に検討した．

マンドレルおよびガイドによって鋼管側壁を拘束し，管端部を円環状パンチによって押下することによって端部をフランジ成形する管鍛造（図 1）の研究事例において，管端フランジ外径の最大化を目的とし（図 2），なおかつ内径側に生じる引け欠陥の最小化を同時に満たす最適条件探索を，自律的に加工条件を変化させながら数値解析および結果評価を繰り返す自動運転数値シミュレーション（図 3）を構築して実施した．

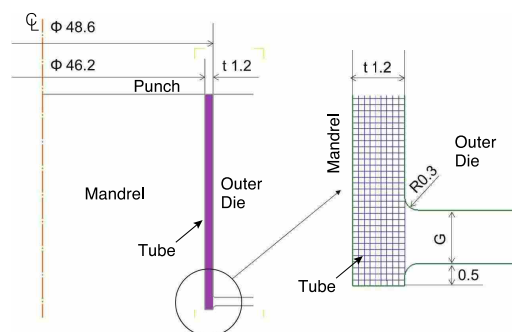


図 1 管鍛造の工程事例

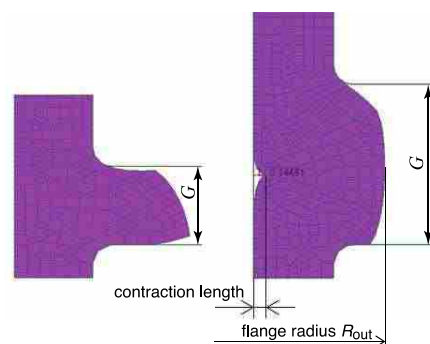


図 2 管端フランジ(左)とひけ欠陥(右)

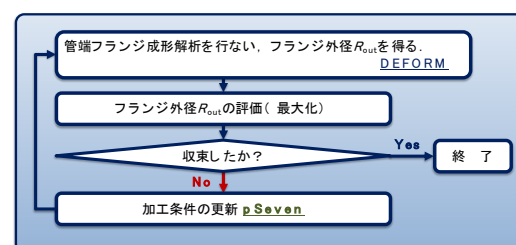


図 3 自動運転シミュレーションの流れ

その結果，目的を実現する金型形状の最適化のみならず，引け欠陥発生条件（プロセスウインドウ）を自動的に得ることに成功した．今後，これを広く適用拡大することで，スマート生産技術の確立および体系化を目指す．

- 1) 吉田佳典，令和 3 年度塑性加工春季講演会講演論文集，（2021）．

出会いを触媒に“生体分子”と“人工分子”を組み合わせる

池田 将（化学・生命工学科，生命化学コース）

“Chemistry”という言葉には、化学という意味の他に、物事の不思議な働きや人の相性という意味も含まれているそうです。

私は、化学の分野の一つである分子を扱う領域で研究を続けています。2009年頃から、“生体分子”に化学反応性の“人工分子”を組み合わせることによって、まだ誰も作ったことのない新しい分子を作り出して、その性質や挙動を調べるという研究を一つの柱にしています。その発端は、京都大学浜地 格教授の研究室で助教として死に物狂いで研究に励んでいた頃に、生体分子である“ペプチド”と酸化反応性を示す人工分子を組み合わせ得られた新しいシンプルな分子が、水中で自発的に集まって直径数 10 nm の繊維状構造となることを発見したことにあります^[1]。

2012年、本学 北出 幸夫教授の研究室に、現応用生物科学部教授 上野 義仁先生の後任の准教授として着任しました。ここで、生体分子である“核酸(Guanine)”に出会い、還元応答性の人工分子を組み合わせることが、低酸素環境に応答して折りたたみ構造の変わる核酸の開発につながりました^[2]。

学位取得から 14 年、2016 年から念願の研究室主宰に至り、縁あって G-CHAIN を、2021 年から iGCORE を兼任し、安藤 弘宗教授をはじめ糖鎖研究をコアとする先鋭的な研究者の中で大きな刺激と小さくないプレッシャーを感じています。一方で、学位を取得した研究室では糖を認識する人工分子を開発していた新海 征治教授(分子機械の先駆的な研究をされた先生)に、そしてポストドク時代には多糖などのらせん状高分子の世界的権威である八島 栄次教授に御指導頂いた経験があったことを思い出し、それも勇気と糧にして“糖鎖”と再会しまし

た。まずは 2 匹目ならぬ 3 匹目の泥鰌を狙って、“単糖(Glucosamine)”に還元応答性の人工分子を組み合わせることで、還元刺激に応答して溶けるヒドロゲルとなる世界最小クラスの分子の開発に成功しました^[3]。この研究では、本学で 2021 年に学位を取得した東小百合博士がその力をいかに発揮しました。

新しい出会いや環境の変化がなければ、着想しなかった分子(図 1) かもしれない気もして、その不思議な働きにほのかな感謝の念を覚えるときがあります。これらの成果^[2,3]はプレスリリースもして頂き、生命に“学び究め貢献する”なかで、小さな貢献になっていればと願っています。もちろん、これらの研究は、それぞれの想いで一生懸命頑張ってくれる本学学生諸氏の努力なしには継続できなかったことを強調しておきたいと思います。



図1 生体分子と人工分子の組み合わせ

さて、この先も幸運に恵まれ勤続できれば残り 20 年近くあります。正直に申し上げると、そうはうまくいかないことも多いですが、可能性を秘めた学生と共に分子と戯れることのできるようやく手にした研究者人生を(できれば、ヒラの一研究者として)最大限楽しみたいのが本音ですが、教授の名に恥じぬよう職責を全うしていかなければならないとも考えるようになってきています。

[1] Ikeda, M. *et al. Adv. Mater.* **2011**, *23*, 2819.

[2] Ikeda, M. *et al. ChemBioChem* **2016**, *17*, 1304.

[3] Higashi, S. *et al. JACS Au* **2021**, *1*, 1639.

新規ドミノ反応の発見と炭素環ヌクレオシド合成への応用

岡 夏央 (化学・生命工学科, 生命化学コース)

新型コロナウイルス感染症が猛威を振るう中、核酸 (DNA・RNA) に対する関心がかつてない高まりを見せている。毎日の様に耳にする「PCR 検査」は、新型コロナウイルスの本体である RNA の情報を DNA に写し取った上で増幅、検出する。mRNA ワクチンの本体は言うまでもなく核酸であり、治療薬として認可されたモルヌピラビル、レムデシビルや、臨床試験が行われているファビピラビル (アビガン) は、核酸の構成単位であるヌクレオシド、ヌクレオチド、核酸塩基を模倣した分子 (アナログ) である。これらの例に限らず、核酸アナログは古くから感染症やがんなどの治療に用いられており、現在でも新興感染症や薬剤耐性の出現、副作用の問題等为解决するために新しい薬の開発が求められている。

我々のグループでは、新しい核酸アナログの開発や効率的合成法の探索に取り組んでいるが、最近、卒論生によって偶然見出された反応を基に、ヌクレオシドアナログの全く新しい合成法を開発したので紹介したい^{1,2)}。図 1 の分子 **I** は、アルデヒド、塩基との Julia-Kocienski 反応によるアルケンの合成用に設計した。しかしながら、**I** を塩基 DBU で処理すると、酸素 1 つと炭素 4 つからなるヌクレオシド由来の環構造 (青で示す) が消失し、新たに炭素 5 つで構成される環構造 (緑で示す) をもつ **II** が生じることを偶然見出した。これは、① 脱離反応 ② Michael 付加 ③ 分子内 Julia-Kocienski 反応、以上 3 つの反応が連続して起こり、中間体 **III**~**VI** を経由して **II** に至ったと考えられる。この様に、一つの化学反応を端緒として複数の化学反応がドミノ倒しの様に連続して起こるプロセスのことをドミノ反応と呼ぶ。**II** は抗ウイルス活性をもつ炭素環ヌクレオン

ドと呼ばれる構造を有しており、この新しいドミノ反応は、新しい抗ウイルス薬の探索に役立つと期待している。

現在、この反応がヌクレオシドアナログに限らず糖アナログの合成にも応用できることや、非天然型の核酸塩基を付加させた炭素環ヌクレオシドの合成が可能であることも見出している。今後は、抗ウイルス活性評価によって高い活性をもつアナログを探索し、創薬への応用を目指したいと考えている。

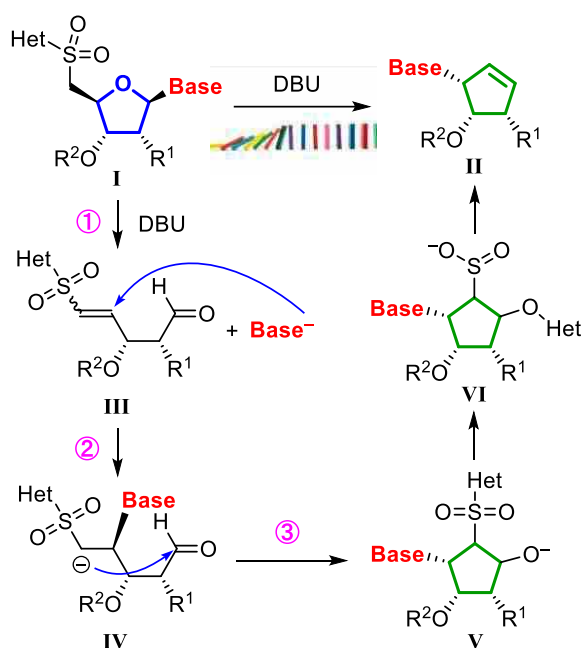


図 1. **I** から **II** へのドミノ反応. ① 脱離反応, ② Michael 付加, ③ 分子内 Julia-Kocienski 反応, 以上 3 つの反応が連続して起こり, 中間体 **III**~**VI** を経由して **II** に至る. Base, Het はそれぞれ核酸塩基, 芳香族複素環を表す。

- 1) 神田 万友香 岐阜大学工学部 2017 年度卒業論文
- 2) Oka, N.; Kanda, M.; Furuzawa, M.; Arai, W.; Ando, K. *J. Org. Chem.* **2021**, 86, 16684–16698.

創薬に貢献する技術の開発を目指して

喜多村 徳昭（化学・生命工学科，生命化学コース）

医薬品の開発には一般に 10 年以上の期間を要する．また，シーズとなる化合物が新薬となる確率は約 1 万分の 1 である．約 20 年前にヒトゲノムが解読され，様々な疾患の発症機構の解明が進んでいる．一方で，シンプルな創薬標的や概念は枯渇しており，創薬研究の難易度は増している．

そのような背景の中，従来の低分子医薬，抗体医薬に次ぐ新しい創薬モダリティとして核酸オリゴマーを基本骨格とする核酸医薬が注目されている．そこで，核酸医薬の創製に繋がる有用な技術の創出を目指し，北出幸夫教授，後任の池田将教授をはじめとする所属研究室の先生方や学生らとともに，種々の機能性核酸の開発，核酸オリゴマーの高機能化を進めてきた（図 1）¹⁾．

機能性核酸の開発に関する研究では，short interfering RNA (siRNA) や microRNA (miRNA) といった機能性短鎖 RNA（配列特異的に遺伝子発現を抑制する二本鎖 RNA）の特徴的な構造である 3'末端 2 塩基突出部位に着目し，当該部位に化学修飾を施すことにより，遺伝子発現抑制活性を保持したまま，核酸分解酵素に対する耐性を付与できることを見出した（図 1A）．

核酸オリゴマーの高機能化に関する研究では，Cu-catalyzed azide-alkyne cycloaddition (CuAAC) に適した種々の末端アルキンプローブを創製するとともに，従来必須であったリガンドが不要で，かつ室温で迅速に進行し，核酸オリゴマーの簡便な化学修飾を可能にする CuAAC を開発した（図 1B）．

また，上記の研究過程で核酸塩基の一つであるウラシルの新規骨格変換反応を見出し，医薬品の合成中間体として汎用されている β -アミノ酸や含窒素複素環化合物の効率的合成に繋がる手法の開発に展開した²⁾．

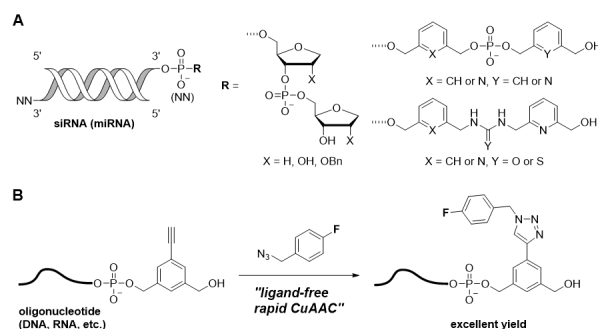


図 1. 核酸医薬創製に役立つ技術（A：3'末端化学修飾機能性短鎖 RNA、B：リガンドフリー高速 CuAAC による核酸オリゴマーの F 標識化）

工学部にご支援を頂いて留学したハーバード大学では，所属先の Andrew G. Myers 教授らと一緒に，複雑な構造を有するためにこれまで多様な誘導体合成が困難であったマクロライド系抗生物質の簡便合成に取り組み，単純なビルディングブロックを収束的に組み立てていく手法での実用的な全合成法を開発した（図 2）³⁾．本手法を用いて新薬ソリスロマイシンをはじめ，300 種類以上の抗生物質の合成を達成した．

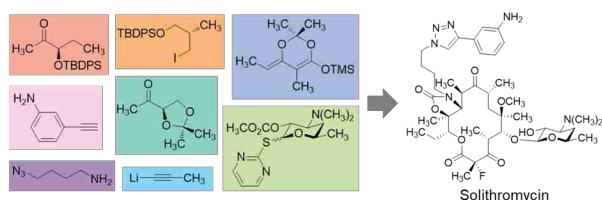


図 2. マクロライド系抗生物質の収束的全合成

現在，これまで培ったノウハウを生かし，医薬品候補化合物の設計や効率的合成法の開発を精力的に進めている．創薬に寄与する技術の一つでも多く生み出すことを使命と考え，今後も研鑽を積む所存である．

- 1) Kitamura, Y. *Yakugaku Zasshi*, **2016**, 11, 1491–1499.
- 2) Kitamura, Y. *et al. Tetrahedron Lett.*, **2022**, 88, 153554.
- 3) Seiple, I. B. *et al. Nature*, **2016**, 533, 338–345.

新規核酸 DDS の開発を目指して

柴田 綾 (化学・生命工学科, 生命化学コース)

siRNA やアンチセンス核酸、アプタマーなどに代表される核酸医薬は、従来の医薬品である低分子医薬品や抗体医薬品では標的とすることのできない mRNA や miRNA などを創薬ターゲットとすることが可能であるため、大きな期待が寄せられている。私が学生の時はまだ理論が先行しており実現は夢のまた夢であった核酸医薬品も 2021 年末時点で 5 製品が日本で承認されており、名実ともに次世代の医薬品として認められてきている。

核酸医薬品は高分子かつ負電荷を有する特性から細胞膜透過性が低いという課題を抱えていた。そのため、核酸に優れた細胞選択性や細胞膜透過性を付与するドラッグデリバリーシステム (DDS) 技術の開発が求められている。これらの問題を解決する手法の一つとして、細胞膜表面に発現している受容体が認識する機能性分子を利用する方法がある。特に、細胞膜表面に発現している受容体には糖分子を特異的に認識するものが多くあり、核酸に糖類を修飾することによる DDS が積極的に研究されている。実際に 2021 年に承認された Givlaari は N-アセチルガラクトサミン (GalNAc) が 3 つ修飾されており、アシアロ糖タンパク質受容体 (ASGPR) を介して肝臓選択的に送達される。しかしながら、細胞膜上に存在する受容体は糖との結合様式を含め未だ不明な点が多く、GalNAc-ASGPR の組み合わせに続く有用な糖修飾は見つかっていない。一方、我々の研究室ではアジド修飾分子と効率よく連結反応 (Click 反応) が起こるエチニルベンゼン修飾したオリゴヌクレオチドの開発に成功していた¹⁾。私はこの Click 反応を用いて様々な糖を修飾した RNA のライブラリーの構築を試みた (図)。アジド

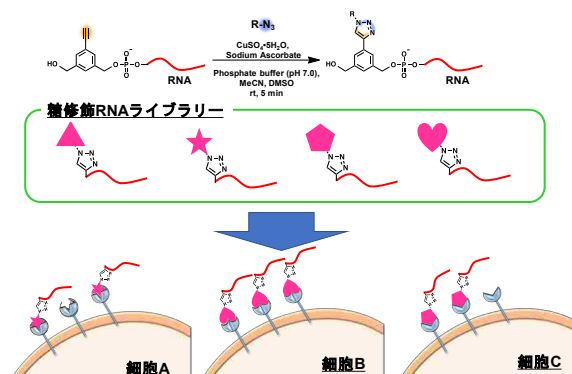


図 Click 反応を用いた糖修飾 RNA ライブラリーの構築

修飾糖類とエチニルベンゼン修飾 RNA との Click 反応の条件を再検討し、反応時間 5 分、平均単離収率約 50% で糖修飾 RNA を得ることに成功した。得られた糖修飾 RNA ライブラリーを用いて様々ながん細胞においてスクリーニングを行った結果、乳がん細胞である MCF7 細胞において、グルコース修飾 siRNA が核酸導入試薬なしで細胞内に導入され遺伝子発現抑制を示すことを見出した。

この糖修飾ライブラリーの研究では 1 分子の糖に 1 分子の RNA を修飾していたため受容体との結合力が弱く、核酸の細胞内への導入量に課題が残った。そこで、この課題を克服するため受容体のクラスター効果とデンドリマー構造に着目し、樹状型核酸を構築しその末端に多数の糖分子を提示することによる受容体相互作用と細胞膜透過性の改善を試みようとしている。

- 1) T. Shiraishi *et al.*, *Chem. Commun.*, 2011, 47, 2691-2693.

ユビキタス結合活性化：科学の発展を支える基礎研究の行く末は？

芝原 文利（化学・生命工学科，生命化学コース）

化学産業は、製造業の中で唯一“学”がつく業種であり、その筋の“学”がない方々には理解が難しい極めて特殊な製造業であることが窺い知れます。実際私の研究領域である有機合成化学は、なじみのない方々には「小汚い実験室の中で得体の知れない薬品を混ぜて化学反応を起こして何かを作っている」≡「魔女が洞窟の中で壺に得体の知れない液体を入れてグツグツさせながら混ぜて何かを作っている」ようなイメージが先行する学問領域です。このため、一旦何か公害や爆発事故が起こると、無理解にやり玉に挙げられることもしばしばありますが、そこから生み出される医薬、農薬、最近では表示材料、太陽電池などは現在の文化的な生活の根幹を担うものばかりで、中身が分からなければまさに魔法を使っているかのごとくではないでしょうか？

分子を組み立てる化学反応は、反応させる分子の構造式を描き、「ある原子と原子の結合を切断し」「そこに新しい原子をつなげていく」ことで設計・理解していきます。この際、組み立ての自由度を高めるためには、なるべくどこにでもある結合を自在に切断し、再度組み立てる技術の発展が重要になりますが、これまでは決まった原子同士の結合切断しか活用できていませんでした。一般に、石油から得られる分子には炭素と水素の結合が多く存在します。それらは安定な結合であり、この結合を切断して、改めて分子の組み立てに使うことは難しいとされてきました。しかしそのようなユビキタスな（どこにでもあるありふれた）結合を簡単かつ選択的に切断、利用することができれば、より自在な分子構築が可能になります。私たちの研究グループでは、これまでこの様なユビキタス結合の切断活性

化を経る有機合成化学の達成をめざし研究を進めてきました。例えば、パラジウムに1,10-フェナントロリンを配位子として結合させた金属錯体が、炭素と水素の結合切断に対して非常に高い活性を持つ触媒になることを発見し、それを使った有機合成を展開してきました¹。また、石油精製時に大量に発生し、温泉地でも自然に湧く硫黄粉末の硫黄-硫黄結合を切断しつつ、分子に組み込む新しい合成手法を開発し、多様な含硫黄化合物の合成、ならびにそれら化合物の特殊な反応性を利用して新しい機能性分子を開発してきました²。有機合成化学は、求められている化合物の合成とその応用部分が注目されがちです。しかし、アウトプットを限定しない、新しい結合切断法が開発が、結果、分子構築の自由度を飛躍的に向上させ、化合物創製のパラダイムを変革させる極めて重要な基盤技術になります。今後もこの様な結合切断を経る新しい化学反応開発が求められていくでしょう。

岐阜大学工学部では、最近、選択と集中の思想の中、すでに価値観が確立された競争の激しい応用分野への選択的な研究支援が盛んです。一方利益に直結しない上記のような基礎研究に対する風当たりは強くなるばかりです。次世代を支える独自研究・強み研究領域の構築は、今は先が見えない基礎研究から始まるのが普通であり、歴代ノーベル賞受賞者も口をそろえて指摘しているところです。今後は基礎研究を進める研究者のモチベーションを維持する施策実践が重要になるのではないのでしょうか？

1 芝原文利 有機合成化学協会誌 77, 776-790(2019).

2 芝原文利ら 有機合成化学協会誌 69, 28-37(2011).

粉の魅力と魔力

高井 千加（化学・生命工学科，物質化学コース）

粉は，私たちの身の回りにありふれた存在である。粉状の粉ミルク，調味料，洗剤だけでなく，粉を原料とした食器，タイヤ，ガラスなど枚挙に暇がない。粉の性質を知り，構造を操り，機能性材料として使う分野を粉体工学という。粉の素材や形状は問わず，サイズが大きな粉を粉体と呼び，100 nm 以下をナノ粒子と区別する。サイズが小さくなるほど，自重より表面の影響が大きくなるため，ナノ粒子特有の機能が発現することが良く知られている。

私は，非晶質のシリカ（ SiO_2 ）という素材に着目し，図 1 に示すような立方体の稜のみからなる，直径 100 nm 以下の格子型ナノ粒子¹⁾の機能化

に取り組んでいる。

シリカは，砂，ガラス，シリカゲルなど身近な素材であり，それ自体に特別な

機能はない。しかし，シリカ粒子にナノサイズの空洞を持たせると，空洞を持たない中実粒子では成し得ない機能（例えば光散乱，滑り止め，断熱）が発現する²⁾。最近では，メカニズムは分からないが，ある特定の有機合成反応触媒として働くことも分かった。身近にありふれた素材が構造制御によって予想を超えた進化を遂げることに魅了されている。

ナノ粒子は自身の表面物性に影響を受ける。つまり，凝集しやすい。せっかく機能に特化した粒子構造を設計しても，凝集してしまえば，その良さを発揮できない。そこで，分散技術が必要になる。機械的に解砕し続ければ分散するかというと，ナノ粒子の場合は特に限界がある。また，解砕

によって生まれた新たな面を，再凝集しないよう化学的に保護する必要もあるし，相手材によって化学的处理の方法も最適化³⁾しなければならない。そして，最適かどうかを判断するためには，評価方法が必要である。既存技術の分散評価法は，理想的な球状粒子をモデルとしている。つまり，格子型粒子のような異形には適用できない。挑戦的であるが，分析メーカーと共同で評価方法の確立にも取り組んでいる。

厳しい自然界を生き抜く生き物から学ぶことも多い。息子の影響でカブトムシの飼育が趣味の一つとなった。幼虫は腐葉土を食し俵状の糞をする。形も大きさも不揃いな腐葉土を顎で粉碎し，栄養抽出，腸内で成形，排出する過程はまさに粉体工学だ。幼虫の見た目に雌雄差は無いが，生殖器付近に糞が成形される腸がある。糞の形も，目視では雌雄差があるようには見えないが，パターン認識が得意な機械学習を使えば雌雄差を検出できると考えた。詳細は省くが，糞形状に雌雄差があり，それをもたらす特徴も判明した。このパターン認識法は，格子型粒子の構造と機能の関係も明らかにできると考えている。発展途上の研究であるが，格子型だけでなく，例えばアスペクト比の大きな繊維や板状など，異形粒子の構造と機能の関係を捉える新しい評価手法として，幅広い分野に貢献できる基盤を作っていきたい。

- 1) Takai, C. *et al. Chem. Lett.*, **2011**, *40*, 1346-1348.
- 2) Takai, C. *et al. Adv. Powder Technol.*, **2020**, *31*, 804-807.
- 3) Takai, C. *et al. Adv. Powder Technol.*, **2018**, *29*, 3062-3069

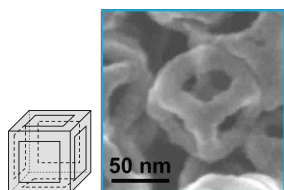


図1 非晶質シリカからなる格子型ナノ粒子

絶滅危惧植物ヌマダイコンの成分と効用解析

濱本 明恵（化学・生命工学科，生命化学コース）

ヌマダイコン（*Adenostemma lavenia* Kuntze）はキク科の多年草であり、主に東アジアや東南アジアに分布している（図 1 左）。中国・台湾においてヌマダイコンの全草は生薬（清熱・解毒消腫作用等）として利用されているが、岐阜市をはじめとした日本のいくつかの地域において、ヌマダイコンは絶滅危惧植物に指定されている。そこで、ヌマダイコンの生産体制の確立を目指した。まず、ヌマダイコン種子の発芽条件を検討したところ、化学的休眠打破処理によりほぼ 100%発芽させるための条件を確立した。さらに、水耕栽培法の確立や岐阜市農家の協力により、年間で総湿重量 100 kg の収穫に成功した。

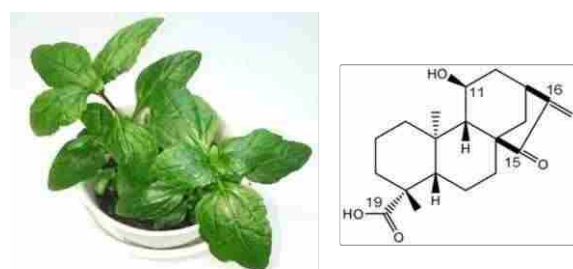


図1. ヌマダイコンと有効成分11 α OH-カウレン酸

ヌマダイコンには美白作用や抗炎症作用を有する 11 α OH-カウレン酸（KA）が含有されている（図 1 右）。高速液体クロマトグラフィーと質量分析によりヌマダイコン水抽出物を解析した結果、11 α OH-KA が主成分であることが分かった（図 2 左）¹⁾。またヌマダイコン葉から 11 α OH-KA は高純度で簡単に精製可能であり、全体の 2.5%と豊富に含まれていることが判明した。次に植物のどの部位に 11 α OH-KA が含まれているかを解析したところ、茎にはあまり含まれておらず、葉に主に含まれていた（図 2 右）。さらに 120 $^{\circ}$ C、20 分間加熱しても 11 α OH-KA は変性することなく熱耐性が高いことが分かった。

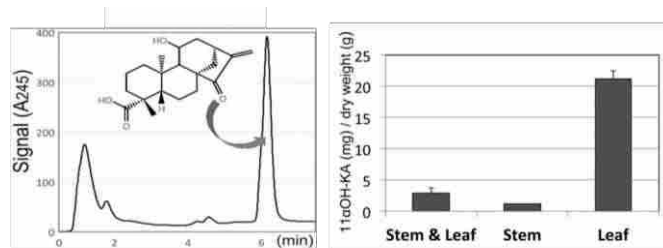


図2. ヌマダイコンに含有される11 α OH-カウレン酸

次にヌマダイコンの生理作用を解析した。マウスメラノーマ細胞にメラニン合成促進剤（Fsk）とヌマダイコン葉水抽出物を 48 時間添加した。その結果、ヌマダイコン水抽出物の濃度依存的にメラニン合成を抑制した（図 3 左）。さらに、マウスの飲み水にヌマダイコン葉水抽出物を添加し、2 週間自由に飲水させると、マウスの体毛の色が明るくなった（図 3 右）。また 3 次元ヒト皮膚モデルなども実施し、ヌマダイコンが美白作用を有することを明らかにした。



図3. ヌマダイコン水抽出物によるメラニン合成抑制効果

さらに、所属研究室ではヌマダイコンが抗炎症作用、抗ガン作用、抗酸化作用も有することを見出し、引き続きその詳細な解析を行っている。以上より、ヌマダイコンは人々の美や健康にとって有益な作用を有することから、新規機能性食品や美白化粧品、医薬品の開発が期待される。現在、実用化に向けて安全性評価に取り組んでおり、ヌマダイコン葉を使用したお茶や飴の試作も行っている。また、休耕田を活用した栽培を進めることで、環境保全だけでなく土地の有効活用にも繋がるだろう。

1) Hamamoto, A. *et al. Foods*, 2020, 9, 73.

水溶液の中で作るナノ結晶の化学

伴 隆幸（化学・生命工学科，物質化学コース）

約1ナノメートル（原子にして数個分）の厚さしかない，金属イオンと酸化物イオンからなる二次元材料（紙のような薄っぺらい材料）であるナノシートを化学反応により水溶液中で合成することを研究している。（図1）

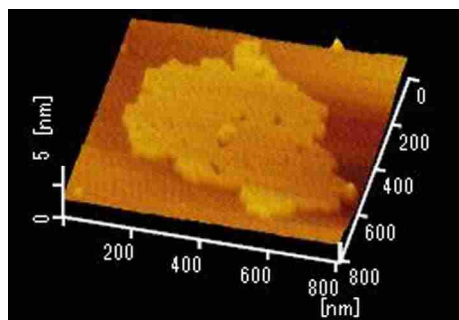


図1 ナノシートの原子間力顕微鏡像

このナノシート合成は，名誉教授である高橋康隆先生と，当時学生であった大矢智一氏（現：イビデンエンジニアリング(株)）による偶然の発見が端緒となっている．チタン化合物と嵩高い陽イオンの水酸化物を水溶液中で混ぜるだけで，用いた試薬の性質からは想像もつかない透明なコロイドが得られ，その中に，チタンイオンと酸化物イオンからなるナノシートが分散していたというわけである．

この合成法は「水溶液の化学」という基礎科学的な観点で見ても面白い．高校の化学の教科書にも載っているように，多くの金属の水酸化物は酸性水溶液に金属イオン（アクアイオン）として溶解し，なかには塩基性水溶液に金属酸イオンとして溶解するものもある．このナノシート生成は，後者の溶解において，pH 調整剤として嵩高い陽イオンの水酸化物を使ったときだけ，金属水酸化物の沈殿生成領域と金属酸イオンとして溶解する領域の間に，ナノシート生成領域が現れるために起こる．つまり，あまり使われない試薬（ここでは，嵩高い陽イオンの水酸化物）を用いることにより，教科書にも載っているような，よく知られた化学現象のなかに，これまで知ら

れていなかった現象を見つけ出したのである．

別の面白さは，合成された材料がナノシートという二次元ナノ結晶だということである．グラフェンをはじめとする二次元ナノ結晶が面白い特性を生み出すことは良く知られている．ここで得られるナノシートは大きさが小さいため，電氣的や機械的な応用よりは，光機能性への応用に適していると考えられる．ハイパーレンズと呼ばれるような光学レンズや，表と裏で異なる反応を示す光触媒薄膜などの様々な面白い材料が，今後このナノシートから作り出されていくことが期待される．

また，このナノシートを用いて金属酸化物を合成すると，その結晶構造からは予想もつかない形態をもった粒子が生成することがある（図2）．このように，ナノ結晶をビルディングユニットとした材料合成では，考えられないような形態が構築されることがあり，それが面白い応用につながる可能性もある．

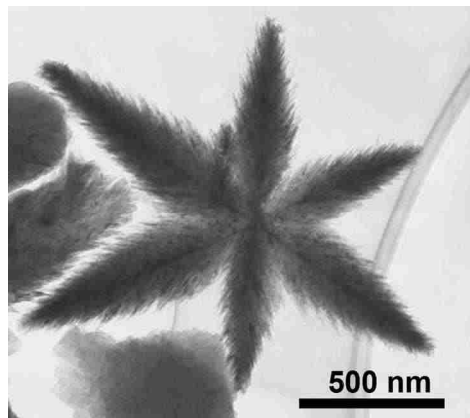


図2 ナノシートから作製した酸化チタン

金属酸化物は，高温で焼いて作るのが一般的であり，カーボンニュートラルという点で課題も多いであろう．そう考えると，水溶液の化学に基づいた温和な条件での合成が，様々なブレイクスルーが生み出す可能性がある．ここで紹介したような面白い現象もまだ隠れているかもしれず，いろいろと可能性を感じずにはいられない．

低エネルギー・高透過性・安全な近赤外光を活用する有機材料の開発

船曳 一正（化学・生命工学科，物質化学コース）

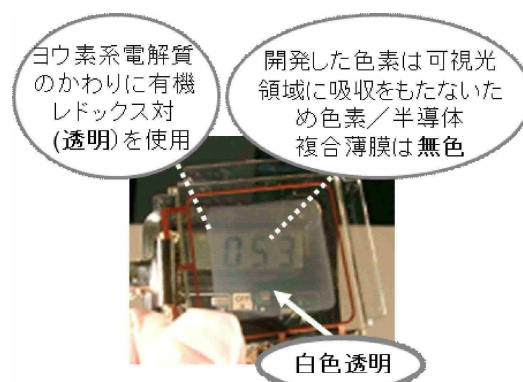
紹介する機会を頂き，岐阜大学で多くの優秀な学生さんとともに，取り組んだ研究の一部をここに紹介致します．ここで紹介できない素晴らしい成果も沢山ありますが，それらも含めて，私と縁があり，一緒に取り組んでくれた多くの学生さん，岐阜大学や他大学の先生方，共同研究した企業の方々に，最初にお礼を述べておきます．

太陽光には，波長の短いものから紫外光，可視光，赤外光の3種類の光があります．我々は，植物の光合成に利用され，我々の生活に彩りを加え鮮やかにする「可視光」ではなく，低エネルギー・高透過性で人体に安全な「近赤外光（短波長赤外光）」に注目しています．すなわち，①可視光を透過し近赤外光のみを効率よく吸収し，光によって劣化しない有機色素や色素含有複合材料の開発，②吸収した赤外光エネルギーを電気エネルギーに変換できる有機色素を含む複合材料やデバイスの開発の2つに注目し，取り組んでいます．

①に関して，デジタルカメラに使用されているイメージセンサは人間の目の視感度に補正するため，近赤外光カットフィルタが必要不可欠です．我々は，現在の材料の欠点を克服し，有機色素の優れた光学特性と高い耐光性と耐熱性を併せ持つ近赤外光吸収有機色素含有複合材料の開発に取り組み，有機色素の特定の部分にフッ素原子や含フッ素置換基を導入することで，飛躍的にその耐光性と耐熱性を向上することに成功し，可視光を透過する薄膜・軽量・成型容易な広帯域赤外光カット複合材料を開発しました．

また，②に関して，偶然に，近赤外光のみを吸収する有機色素と半導体の複合薄膜が無色になることに遭遇し，近赤外光で発

電する色素増感型の太陽電池に注目しています．すなわち，独自の近赤外光吸収色素／半導体複合薄膜電極と無色透明有機レドックス対を組み合わせることで，有機色素を用いているにもかかわらず，黒色，青色，赤色などに着色していない白色シースルーの太陽電池を開発することに成功しています．【図1】に示した太陽電池は，我々の独自シーズを基に，国から研究費を支援頂き，企業が作成したプロトタイプのコセルです．変換効率は，黒色に着色した太陽電池に比べて低いですが，可視光を透過しこれまで未利用の近赤外光を光電変換できる白色シースルーの太陽電池を開発できたことは画期的です．



【図1】開発中の白色シースルー太陽電池

現在は，色素増感型太陽電池だけでなく，有機薄膜太陽電池への利用も，国立研究所や他大学と共同で実施しています．

この近赤外光を電気や信号に変換するのに必要な有機分子や有機材料は，これまでにあまり研究例がなく，まだまだ発展途上です．今後も，低エネルギー・高透過性で人体に安全な近赤外光を活用する革新的な有機色素，エネルギー材料，最先端デバイスの開発に，縁ある学生，先生，企業の方々とともに岐阜から貢献していきます！

動的ネットワークによる新しいポリマー材料の開発

三輪 洋平（化学・生命工学科，物質化学コース）

エラストマー（ゴム）は，私たち生物の皮膚の様にしなやかで弾力にとみ，また，柔軟性と伸張性に優れたポリマー材料である．その独特で優れた特性は，他の材料には替えがたく，エラストマーの用途は輪ゴムなどの日用品から，乗り物のタイヤ，電子部品，自動車・航空機部品，化粧品，医療材料，建築材料まで枚挙に暇がない．

エラストマーは，細長いひも状の巨大分子であるポリマーを架橋（橋架け）してネットワーク化することで得られる．私たちの研究室では，このネットワークに“動的な特性”を付与し，それを制御することで，エラストマーの性能向上と，新しい機能の付与をめざしている．

この研究のきっかけは，偶然によるものであった．私たちの研究室では，ポリマーに少量のイオン性の官能基を付加したイオン性ポリマーについて研究をすすめていた．そのなかで，図1にしめすポリイソプレンからなるイオン性ポリマーが，不思議な特

性をしめすことに学生が気づいた．たとえば，切断した試料片の切断面どうしを接触させておくと，なんと切断片どうしが自発的につながったのである．つまり，このイオン成分によって架橋したエラストマーが，人工物であるにもかかわらず，生物の皮膚さながらに自己修復することを発見した¹．

さまざまな解析の結果，このような特殊な挙動がネットワークの組み換えに由来しており，イオン基どうしの凝集力とポリマーの分子運動性が適度なバランスの場合に，適当な頻度でネットワークの組み換わる“動的なネットワーク”を設計できることがわかった．

私たちは，このエラストマーが，そのネットワークの動的な特性にもとづき，自己修復性だけでなく，材料の疲労回復性や強靱性，また，超延伸性などのさまざまな有用な特性をしめすことを明らかにしてきた¹．さらに，このようなエラストマーがCO₂ガスに敏感に応答して軟化することを学生が発見し，気体を見わけて力学特性を変化させる，世界初の気体可塑性エラストマーの開発にも成功している²．私たちの研究室では，これらの成果にもとづき，ネットワークの動的な制御を基盤技術とし，高性能で実用化可能な自己修復材料の実現と，気体雰囲気を感じ取って，軟化，硬化，強靱化などの様々な力学特性を発現する，まったく新しい材料群の開拓をめざしている．想像もつかない未来を創り出す材料が岐阜大学から発信できれば，さぞかし愉快にちがいない．

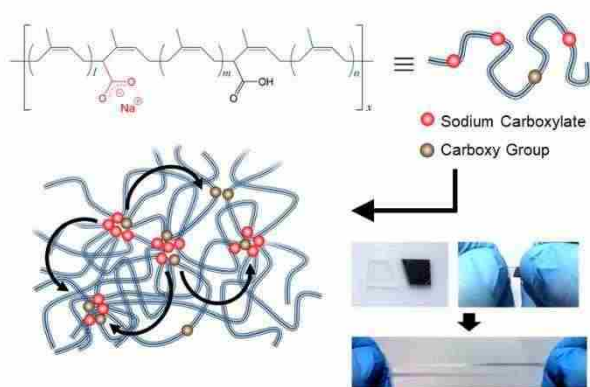


図1. ポリイソプレンをベースとするイオン性ポリマーの化学構造と，イオン成分の凝集によって形成されるネットワーク構造の模式図．このネットワーク構造は室温で自発的な組み換えをしめす．また，この動的なネットワークの結果，このポリマーは室温で自発的な自己修復をしめす．

- 1) Miwa, Y. *et al. Commun. Chem.*, **2018**, *1*, 5.
- 2) Miwa, Y. *et al. Nat. Commun.* **2019**, *10*, 1828.

マルチコア・プログラムを効率よく開発する「型」の開発

今井 敬吾（電気電子・情報工学科，情報コース）

コンピュータシステムが社会基盤の一部となって久しい．現代の CPU の**マルチコア化**，つまり複数の「脳」が連携して動作する**並行性**の活用により複雑さを増している．その**現代的な課題**は，並行性をもつプログラムの**高信頼化**である．例えば Google 社が開発した **Go 言語**では，プログラムの実行が「お見合い」により「フリーズ」する**デッドロック**（図 1）などの問題により，効率性と引換えに**信頼性を損なっている**．

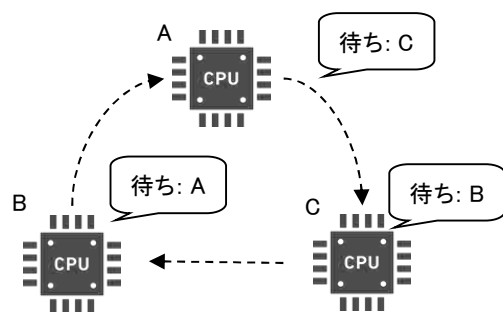


図 1. デッドロック

Honda らの**セッション型**は，並行性に由来するデッドロックなどの**問題が発生しない**プログラミングの**基礎理論**として世界中で**活発に研究されている**．プログラミング言語の**型**では数値，文字列やオブジェクトといった**データ型**が知られるが，セッション型は，プログラムの**通信手順**に着目した型である．複数のプログラム間の通信が，ある**手順に沿って通信すること**を事前に検証することで「フリーズ」しないことを保証できる．

その一方で，セッション型はプログラミング言語への導入が進まず「**理論止まり**」の現状がある．原因の一つはセッション型の検査機構の**複雑さ**にある．図 2 に概略を示す．セッション型の枠組みでは，設計者が**システム全体**を表す**グローバルプロトコル**を与え，そこから個別のプログラムが参照する通信手順をツールにより生成する．このために必要な

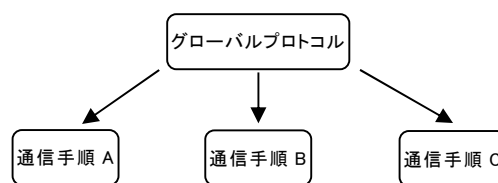


図 2. セッション型の枠組み

セットアップは**煩雑で導入コストが高く**，多くのプログラマが関与する現代的な**マイクロサービス**を始めとしたソフトウェアアーキテクチャには不適であった．

この問題に対し我々は，これまでセッション型に基づく複数の**プログラミングフレームワーク**の開発を進め，好評を得てきた．

(1) セッション型とデータ型の**融合**により，プログラミング言語 OCaml において**シームレスで簡潔に扱える**セッション型のライブラリを開発した¹⁾．さらに，(2) OCaml の**型推論**とセッション型の推論（モデル検査）を統合することで，設計者による**グローバルプロトコルの記述が不要な**プログラミングの枠組みを確立した²⁾．これらの枠組みにより，**プログラマにとってゼロコストで扱える**セッション型の枠組みが実現され，OCaml プログラマを皮切りとして**高信頼な並行プログラムを効率よく実現できる**ようになる．

今後，2 つの展望を考えている．まずは，(A) Python など，より**広範なプログラミング言語**への適用である．(B) セッション型を軸とした**ソフトウェア設計パターン**を蓄積する．具体的には，MirageOS などの産業界で活用されているソースコードにセッション型を適用し，より深い応用へ進むとともに，理論面へのフィードバックとより堅牢な枠組みの構築に努める．

1) K. Imai, et al. ECOOP 2020, 9:1--9:30.

2) K. Imai, et al. TACAS 2022, to appear.

生体分子機械を使って生き物のような工学システムをつくる

新田 高洋（電気電子・情報工学科，応用物理コース）

「分子機械」という言葉は近未来的またはSF的な印象を与えるかもしれないが、実は数十億年も前から存在し、現在も我々の身体の中で働いている。現代の細胞生物学の知見に基づくと、細胞内では様々なタンパク質分子機械がそれぞれの役目を果たすことにより、生命活動が維持されている。近年、これらタンパク質分子機械を細胞から取り出し、工学システムに組み込んで利用しようという研究が行われている。なかでも盛んに研究されているのは、タンパク質分子機械を用いた分子シャトルと呼ばれるマイクロスケールでの移動機構に関するものである。分子シャトルを用いることにより極小で独立したバイオセンサーなどのデバイスをつくることが試みられている。

私たちは、このような試みに実験とシミュレーションの両面から取り組んでいる。分子シャトルを用いたデバイスの性能を左右するのは、分子シャトルの運動特性である。私たちは、蛍光顕微鏡を用いた長時間観察を行い、分子シャトル運動を特徴づける各種パラメーターを測定した。この結果は、分子シャトル運動の予測に重要である。他、分子シャトルを構成する細胞骨格フィラメントについて生物物理学的な知見を与えた。また、この長時間観察の結果をもとに、分子シャトルを誘導する微細加工基板上での運動を予測するシミュレーションを開発した。このシミュレーションは、これまでの実験結果をよく再現し、分子シャトルの経路設計を可能にした。現在、このシミュレーションは他の研究グループによっても使われている。

また私たちは、生体分子機械による人工筋肉の開発にも取り組んでいる¹⁾。この人工筋肉の収縮を再現するシミュレーション

を開発し、人工筋肉の張力を大きくする構造について探索した。その結果、動物の骨格筋のように均一な構造の人工筋肉の方が、ランダムな構造の人工筋肉よりも大きな張力を発生させることを見出した（図1）。このことは、動物の骨格筋が均一な構造をとる理由について示唆している。人工筋肉を用いて、動物の骨格筋構造についての示唆が得られたことは興味深い。

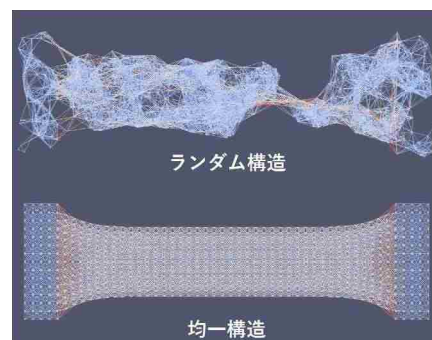


図1. 生体分子モーターによって駆動する人工筋肉のシミュレーション。¹⁾

この研究分野では、これまでに生体分子機械を用いたセンサーなどの試作機が作られている。私たちは、これらの各要素や、私たちの人工筋肉をさらに発展させ、組み合わせることにより、タンパク質分子機械で駆動する細胞サイズや昆虫サイズのロボットを開発したいと考えている。このようなロボットは医療分野などへの応用の可能性もあるが、私たちはこのようなロボットを通して生物をよりよく理解出来るようになるのではないかと考えている。生物と類似の材料や動作原理で、自由に設計が可能なロボットを用いることにより、生物の構造と機能に関する“設計思想”を読み解けるのではないかと期待している。

1) Nitta, T. *et al.* *Nat. Mater.* **2021**, 20, 1149–1155.

IV 族系半導体の新たな展開を目指して

大橋 史隆（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

シリコン(Si)に代表されるように，IV 族元素は現在の半導体材料として，なくてはならない存在である．また炭素は，フラーレン，ナノチューブなどのように，多様な形状をもつ物質であることから，その電気的性質のみならず，構造の観点からも非常に魅力的である．

我々の研究グループでは，Si もしくはゲルマニウム(Ge)により構成される IV 族系クラスレートという材料に着目した．IV 族系クラスレートは，IV 族系原子により構成されるかご状構造が組み合わさった結晶であり，通常そのかご状構造の中には，アルカリ金属やアルカリ土類金属の原子が内包されている．一般的には，金属的性質を持つことが多いが，構成元素の種類，かご状構造の内包原子量等を変えることにより半導体に変化し，その特性から太陽電池や発光素子などへの応用が期待されている．その IV 族系クラスレートは，今から 50 年以上前に発見されたにも関わらず，半導体デバイスへの応用は進んでいない．その原因の一つとして考えられるのが，合成物質の形状である．IV 族クラスレートは，前駆体からの結晶構造の大きな変化に起因して，通常粉末として合成される．粉末形状は，単結晶や薄膜により構成される電子デバイスへの応用が困難なだけでなく，半導体の物性評価の妨げになる．

このような背景において我々のグループでは，10 年ほど前から，IV 族系クラスレートの薄膜化に取り組んできた．作製方法としてはまず，Si や Ge 基板と Na 蒸気を緻密に反応させることにより，基板表面に前駆体薄膜を形成した．その後，前駆体薄膜を真空熱処理し，IV 族系クラスレートの薄膜状合成に，世界で初めて成功した(図 1)¹⁾．

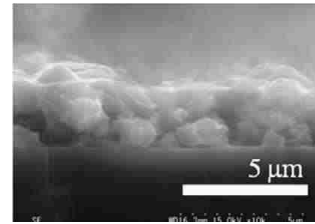


図 1. Si(111)基板上に合成した Si クラスレート薄膜の断面構造

しかしながらこれらの薄膜は，不透明かつ導電性物質である Si もしくは Ge 基板上に作製されていることから，その物性評価手法が限られていた．その状況を打開すべく，従来の方法を応用し，サファイア基板上の Ge 薄膜を出発材料として，Ge クラスレート薄膜を合成した(図 2)²⁾．この試料を用いて，光透過スペクトルにより光学的物性評価を行った．また，絶縁基板であることから，電気伝導特性も明らかになりつつある．

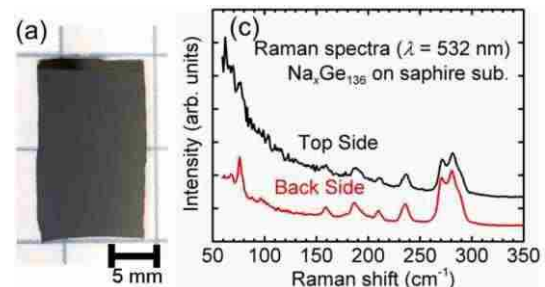


図 2. サファイア基板上に合成した Ge クラスレート薄膜の写真とラマン散乱スペクトル

今後は，これらの技術を基盤として，半導体としての物性を明らかにするとともに，構成元素の変更などにより，多様な薄膜を合成する．また，かご構造を活かした新たな機能や性質の付加も可能であると考えている．それらをもとに，IV 族系半導体の新たな領域を開拓する．

- 1) F. Ohashi, et al. *J Phys Chem Solids*, **2014**, 75, 518.
- 2) R. Kumar, et al. *Thin Solid Films*. **2021**, 734, 138859.

高機能な強誘電体材料の探索

大和 英弘（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

強誘電体の定義は、自発分極を持ち、外部電場によって分極反転できる誘電体である。

歴史は浅く、1921年に発見されたロッシェル塩 ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) が最初といわれ、当時はあまり注目されなかった。その後、第2次世界大戦末期に日米欧で BaTiO_3 が発見されて以来、潜水艦のソナーとして注目され、本格的に研究されるようになった。

強誘電体の特徴は、(1)自発分極を持つので誘電率が大きく、(2)電圧を印加すると結晶構造が変化する、あるいは応力を印加すると表面に現れる電荷量が変化する圧電性をもち、(3)温度変化をさせると表面に現れる電荷量が変化する焦電性も併せ持つ。応用例としては、(1)よりコンデンサの小型化が可能になりスマートフォンなどの電子機器の小型化に貢献、(2)においては、電気エネルギーを力学的エネルギーに変換あるいはその逆をできる唯一の材料として、例を挙げればきりが無いが、魚群探知機、エコー診断装置、ライターなどの発火装置等がある。(3)では人が近づくと照明器具等を作動させる人感センサーなどがあり、そのほかに FeRAM にも応用されている。一般にはあまり知られていないが、私たちの生活において、なくてはならない材料である。

そのような背景の中、我々は強誘電体の中でもリラクサ強誘電体に注目して研究を行ってきた。一般の強誘電体の誘電特性は図1のように、高温になるに従い強誘電体から常誘電体へ構造相転移し、鋭いピークを示すのに対し、リラクサ強誘電体は図2の最も左のように、散漫なピークを示し、周波数分散が現れる。この現象は未だに説明されておらず、機構解明が我々の研究テーマの1つである。

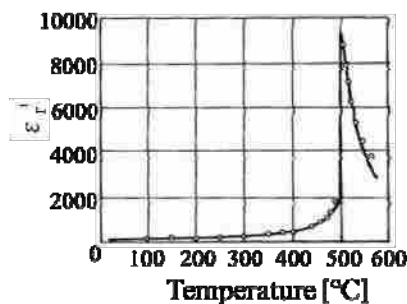


図1. 強誘電体 PbTiO_3 の誘電特性

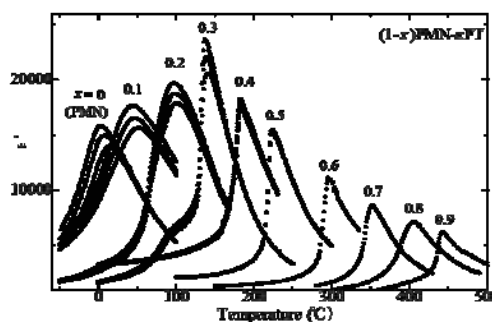


図2. リラクサ強誘電体 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ と PbTiO_3 の化合物の誘電特性¹⁾

また、図2のように異なる強誘電体の固溶体作製が比較的容易であり、濃度による結晶構造が変化する領域（Morphotropic Phase Boundary: MPB）において、誘電率や電気機械結合定数、圧電定数等の特性が非常によくなることが知られている。以上のことを踏まえ、我々は実際に様々な化合物の結晶あるいはセラミックを作製し、実験することにより、より高機能な強誘電体材料を探索している。また、現在、圧電材料に使われている材料には鉛系強誘電体が多いため、非鉛系の材料が世界中で探索されているが、未だに見出されていない。我々も以前からこの問題に取り組んでいるが、これからも引き続き研究していく予定である。

1) Ohwa, H. et al. J. Phys. Soc. Jpn. 2001, 70(10), 3149–3154.

「原子 → 物質」を理解する

小野 頌太（電気電子・情報工学科，応用物理コース）

すべての物質は原子から成る．物質が安定に存在するためには，(1) すべての原子に働く力がゼロである必要がある．これは原子位置の多変数関数であるポテンシャルエネルギー曲面の一階微分がゼロであることに相当する．物質構造がエネルギー曲面の「谷」にある場合は，原子位置が少しだけずれても原子に復元力が働くため，物質は安定である．一方，物質構造がエネルギー曲面の「山」にある場合も力はゼロであるが，図 1 のように外力や揺動に対して不安定である．したがって，物質が安定であるためには，条件 (1) だけでなく，(2) 物質構造がエネルギー曲面の谷にあるという条件も必要である．数学的には，エネルギー曲面の原子位置に関する「二階微分」によってつくられる行列の固有値がすべて正值であることに相当する．このとき，あらゆる微小振動に対して復元力が働き，物質は動的な安定性を持つ．

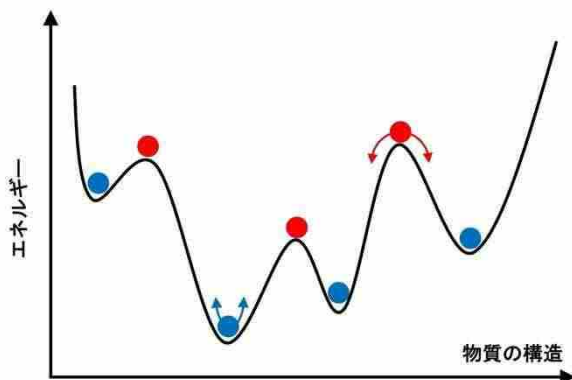


図 1：エネルギー曲面の概念図．物質構造（横軸）が曲面の谷にある場合（青），各原子は平衡位置周りで微小振動できる．これは，各々の谷が準安定な構造であることに対応する．一方，曲面の山にある場合（赤），外力により隣接する谷に落ちる．これは，物質構造の相転移に対応する．

「計算物質科学」の手法を用いることで，動的に安定な物質を予測することができる．計算物質科学は，計算機を用いて量子力学の基礎方程式を解くことで，物質の安定構造や電氣的・磁氣的性質を予測する学問である．実験科学（第一の科学）と理論科学（第二の科学）と並ぶ「シミュレーション科学（第三の科学）」としての地位を確立しており，近年ではデータ科学（第四の科学）との交流も盛んである．筆者は，2020 年から計算物質科学の手法およびスパコンを使って，動的に安定な物質を探索している．特に，数多く存在するエネルギー曲面の谷（準安定構造）同士の相関関係に注目した研究を行なっている．具体的には，2 次元結晶（原子層）の安定構造や，電子温度が非常に高い場合の合金の安定性，微粒子の振動数と魔法数，などに関する研究を行った¹⁾．最近では，原子層合金に関する研究成果が岐阜新聞に掲載され，大変励みになった²⁾．

これまでに，無数の計算物質科学屋が無数の動的安定な物質を予測している．マテリアルデザインという用語が生まれ，さらには計算物質データベースなるウェブサイトも登場した（筆者も作成中）．おそらく，今後もたくさんの新物質が予測されるだろう．しかし，「それらをどのようにして実験的に合成するのか？」を予測することは計算物質科学における未解決問題である．原子を組合せて物質を創るブロック遊びは，まだ終わりそうにない．

- 1) 岐阜大学 HP プレスリリース 4 件（原子層金属 2020.10.30 / 合金 2021.3.30 / 原子層合金 2021.3.31 / 微粒子 2021.9.22）
- 2) 岐阜新聞 2021 年 4 月 24 日

色知覚のステージ理論と網膜の情報処理モデル

近藤 信太郎（電気電子・情報工学科，応用物理コース）

ヤングとヘルツホルムは，網膜に赤・青・緑の3種類の色に反応する受容器を仮定して，それらに反応する光の量で見える色が決まると考えた．ここで，赤と緑の光を混合すると黄に見えるから，黄は3原色には入らない．3つの受容器が等しく刺激されると，白が知覚される．この説はヤング・ヘルツホルム説（または，3色説）と呼ばれる．

3色説以外のシステムとして，ヘーリングによる反対色説がある．経験からわかるように，赤と緑（または黄と青）は互いに拮抗していて，一つの色相（色あい）の中には赤みと緑み（または黄みと青）は同時には存在しない．そこで，赤と緑（または黄と青）を反対色と呼ぶ．ヘーリングの反対色説は，次の(i)，(ii)を仮定したものである．(i)白と黒も反対色対に含み，赤/緑，黄/青，白/黒，の3対の反対色により，すべての色の見えが表せる，(ii)白と黒は，灰色のように1つの色のなかに白みと黒みが同時に感じられる色が存在するので，赤/緑，黄/青，のような拮抗色とはなっていない．

私達は，参考文献 1)で，入力刺激が明暗の場合に対して，網膜の情報処理モデルを提案して，参考文献 2)で，色入力に対するステージ理論（3色説と反対色説の折衷案）を組み合わせる形でモデルの拡張をした．

現在，図1のきらめき格子錯視を，我々の数理モデルから理解する研究を行っている．ここで，図1は，3)を参考に森将輝氏（慶応義塾大学）が作成したものである．図1を見ると，周辺視野においてきらめきが生じたような知覚が得られるが，これは錯覚である．我々は，中心視野と周辺視野における錯覚の生じ方にどのような差異が表れるのかを心理実験を実施することによ

って確認した．複数人の実験結果を統計処理して，それを我々のモデルに反映させることで，きらめき格子錯視の説明を試みた．我々のモデルは，網膜における水平細胞による非局所的な抑制効果を，微分方程式を用いて表現したものであり，中心視野と周辺視野における水平細胞の応答の差異を報告した論文を参考に，モデルの修正を行った．

図1は白黒の入力であるが，これをカラー版にした場合に，背景を赤・青・緑・黄に変更すると，錯視の見え方が色によって異なることが確認できている．今後は，カラー版のきらめき格子に対して心理実験を行い，統計処理した結果を我々のモデルに反映させることで，カラー版のきらめき格子錯視を説明することを目標に研究を進める予定である．

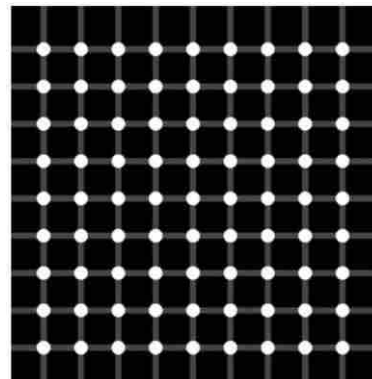


図1．きらめき格子錯視

- 1) T. Sushida, S. Kondo, K. Sugihara, and M. Mimura, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, **2018**, 35, 117-156.
- 2) S. Kondo, M. Mori, T. Sushida, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, **2022**, 39, 283-318.
- 3) M. Schrauf, B. Lingelbach, E. R. Wist, Vision Research, **1997**, 37, 1033-1038.

高圧力を用いた超伝導などの電子物性研究

坂田 雅文（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

物質に高圧力を印加すると，構成原子（分子）の距離すなわち原子（分子）間相互作用が変化する．それにより，常圧下とは異なる構造が現れることもある．例えば，常温で水を加圧すると約 1 GPa（1 万気圧）で固体（氷 VI 相）へ相転移するが，これは常圧下の氷（氷 I 相）とは異なる構造であり水に沈む．物質の（電子）物性はその構造によって決まることから，高圧力は物性を変化させる有効な手段となる．

博士後期課程在籍時にダイヤモンド・アンビル・セル（DAC）を使った分子性固体の分光実験を始めて以来，「高圧力」下での物質の電子物性研究を進めている．分子性導体の金属－絶縁体相転移の制御や絶縁体機構の抑制による超伝導発現，強相関係物質の絶縁相の抑制と新たな磁気秩序相の発見，単体金属元素の超伝導など，DAC を代表とした高圧発生装置を使い，様々な物質を対象として研究を進めてきた．

近年，100 GPa を超える超高圧力下で安定化する高密度水素化物の超伝導現象に注目が集まっている．もともと，元素の中で最も軽い水素が金属化できれば，その超伝導転移温度は室温を超え，「室温超伝導」が達成されるのではないかと予想はあったが，それには 500 GPa 以上の圧力が必要とされ，到達が困難であった．これに対して，水素を物質中であらかじめ高密度化すること（化学的な圧力）により金属化に必要な圧力を下げるアイデアはあったが，これが 2015 年の H_3S 高温超伝導体 ($T_c = 200 \text{ K}$, 150 GPa) の発見によって現実となり，これ以降，幾つかの高密度水素化物超伝導体の発見が報告されている．最近では，「室温超伝導」を示唆する報告もあった．

筆者はこれまで， H_3S 高温超伝導体の再

現実験（図 1）や粉末 X 線回折実験による構造決定¹⁾，新たな水素源を使ったランタン水素化物超伝導体の高圧力下合成²⁾など行ってきた．現在は，新たな高密度水素化物超伝導体の発見を目指して，DAC のつくる高圧力下での赤外レーザー加熱法を使った物質合成，構造・物性の評価を進めている．岐阜大学工学部では，特に高圧力下でのラマン散乱・ブリュアン散乱分光を使った研究が盛んであり，高密度水素化物超伝導体の構造研究に対して，分光学的アプローチで迫りたいと考えている．例えば，結晶構造における水素位置は X 線回折によっては分からない．これに対し，ラマン散乱分光は水素による化学結合の状態を見ることが出来る．これまでの X 線回折や電気抵抗測定と各種分光測定を組み合わせ，水素化物超伝導体の真の姿を明らかにしたい．

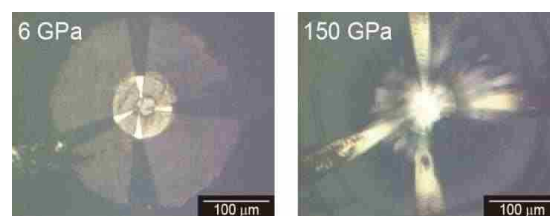


図1. 超高圧力下での電気抵抗測定

今後の展望として，高い温度での超伝導が実現したとしても 100 GPa を超える超高圧力下でのみ発現するのでは使いにくいいため，安定化圧力の低減，究極には常温・常圧超伝導の実現を目指している．超伝導現象を幅広い分野で実用化するには，極低温下や超高圧力下のような特殊環境でなくても超伝導を発現する必要である．それを高圧力技術によって実現したいと考えている．

- 1) Einaga, M. *et al.* *Nat. Phys.* **2016**, *12*, 835–838.
- 2) Sakata M. *et al.* *Supercond. Sci. Technol.* **2020**, *33*, 114004.

CT 画像からの人体の解剖学的構造の自動認識と抽出

周 向栄（電子電気・情報工学科，情報コース）

CT や MR 画像に代表される 3 次元医用画像は，患者の体内情報を観察する有効な手段であり，医療現場で診断，手術計画，治療の目的で大量に撮影・使用されている．しかしながら，医用画像がこのような初期的な目的で一度使用されたあとには，ほとんど再利用されないのが一般である．よってこれらの膨大な画像データに含まれる貴重な人体情報は“眠っている宝の山”と言われ，計算機による“画像支援診断”システムの開発や新しい医学的な知恵を生み出す“ビッグデータ分析”の情報源と期待されている¹⁾．

医用画像に含まれる情報を効率的に活用するために，計算機による画像情報の定量化が必要である．この定量化処理においては，複数の臓器・組織から構成される人体の解剖学的構造を，画像から自動認識・抽出することが前提である．しかし，医用画像における低コントラスト，画像内に含まれる解剖構造の不完全性，個人差による解剖構造のばらつき，病変による解剖構造の変異などの原因で，医用画像からの臓器・組織の自動認識・抽出処理手法の開発は難しい問題の一つであった^{1,2)}．

我々は初期の頃から 3 次元医用画像から複数の臓器・組織を自動認識・抽出に関する研究に努め，計算機による手順の自動構成法を提案した．しかし，我々の手法を含めて医療現場で 3 次元医用画像から多臓器・組織を自動的に抽出できるシステムはまだ実用化されていない．原因としては，計算機による自動抽出手法の性能（特に汎用性，効率性，及び頑丈性）が医用現場での実用レベルにまだ達していないことが大きな要因と考えられる．一方，最近話題になっている「深層学習」の技術が自動車の

自動運転システムの車線認識や携帯電話による顔認証などに実用され，医用画像の研究分野においても注目されている．我々が 3 次元 CT 画像を対象とする深層学習のアプローチに関する研究を国内でいち早く着手し，様々な CT 画像から複雑な解剖構造の自動認識・抽出を成功した²⁾（図 1）．

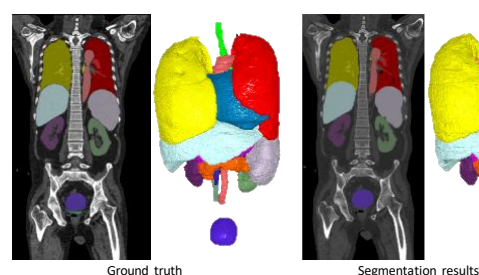


図 1 体幹部 CT 画像における解剖構造の自動認識の例．左側：医師の手入力；右側：計算機による自動抽出の結果^{1,2)}．

これまでの研究結果から解剖構造の自動認識の目標を達成する道筋が見えてきた．しかし，最新の計算機でも 3 次元 CT 画像を効率的に処理できず，学習のための教師データの作成にも膨大な労力がかかる．また，人体画像の収集が国内の倫理規制に縛られ，多施設による医用画像の共有も事実上困難であるため，目標達成までの道は決して平坦ではない．技術面でも深層学習の利用に多くの課題が残されており，引き続き地道に努力を重ねる必要がある．

- 1) 周 向栄，藤田 広志：深層学習に基づく CT 画像からの複数の解剖学的構造の同時自動認識と抽出，*Medical Imaging Technology*, 35(4), 187-193, 2017.
- 2) X. Zhou, et al.: Deep learning of the sectional appearances of 3D CT images for anatomical structure segmentation based on an FCN voting method, *Medical Physics*, 44 (10), 5221-5233, 2017.

消費者が参加できる新しい電力需給運用の実現に向けて

高野 浩貴（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

我々の研究は，高度な電力・エネルギーマネジメント（計画・運用・制御）を実現する技術の探求を通して，社会にとって望ましい電力・エネルギーシステムのカタチを描くものです。ここでは，東日本大震災（2011年3月11日）以降，特に重要視されるようになったデマンドレスポンス（DR：Demand Response）に関する取り組みを紹介します。

DRとは，電力料金や報酬の設定によって，電力の使用状況を需給運用上望ましい状態に誘導する仕組みを指します。元々は電力の需給ひっ迫時や卸市場価格高騰時に節電を促すことを目的としていましたが，太陽光発電システム等の普及に伴う諸問題への対応策，電力市場における資源の供給源としても期待されるようになりました。一方，DRプログラムの基盤となるはずの電力料金や報酬を定める手段は確立できておらず，海外の実証事例やこれまでの電力システム運用で培った知識や経験等を頼りに定めているのが実情です。そのため，直感的にその効果が期待されてはいるものの，電力需給運用の一翼を担うには至っていません。

これに対して，我々は，電力工学や経済学等の様々な理論を融合し，電力供給者と電力消費者の双方が納得できる電力料金，報酬を算定する手段を探求しています。その一環として，電力市場を設計するための研究を応用し，社会全体（供給者と消費者）として望ましい電力料金，報酬を理論的に求める方法を創案しました⁽¹⁾。発電機の燃料費や一般家庭のスマートメータデータ等を元に必要な関数（図1）を推定し，その変化から節電目標を達成するために必要な電力単価（図2）あるいは報酬（図3）を導くものです。また，海外の研究チームと共

に，太陽光発電システムの影響を組み込んだ応用研究にも着手しており，その成果の一部を公表しています⁽²⁾。

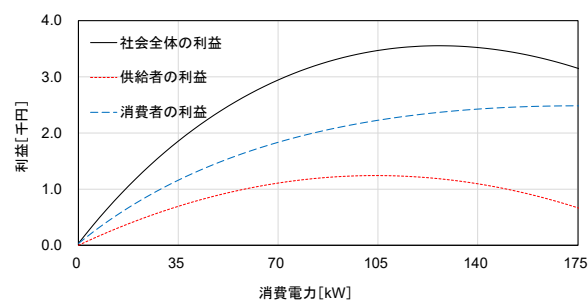


図1 電力消費と社会の利益（最重負荷時）

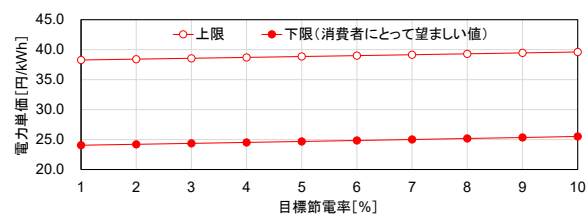


図2 電力単価の許容範囲（最重負荷時）

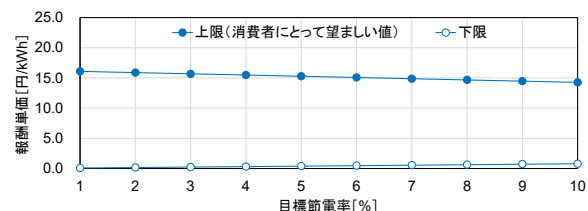


図3 報酬単価の許容範囲（最重負荷時）

これまででは過去のデータに基づいて検討してきましたが，現在は，電力消費者の実際の反応を組み込めるように改良しています。その成果を実証試験等に反映すれば，消費電力の価値を評価できるようになると考えています。また，これにより，消費者が納得して電力の需給運用に参加するという，新しい電力システムのカタチを描けるものと期待しています。

(1) Takano, H. et al. Appl. Sci., **2021**, 11(15), 6871.

(2) Tuyen, N.D. et al. IET Gener. Transm. Distrib., **2022**, 16, 1-20.

極低消費電力集積回路の現状と今後の展開

高橋 康宏（電気電子・情報工学科，電気電子コース）



図1 エネルギーハーベスティング技術と集積回路の融合¹⁾

1947年，ベル研究所のバーディーンとブラッテンによる点接触トランジスタの発明以来，今日に至るまで集積回路は飛躍的な進歩を遂げ，生活においてなくてはならないものとなっている．昨今のIoT社会の到来により，集積回路の重要性はさらなる高まりを見せている．その1つがエネルギーハーベスティング技術による集積回路である¹⁾．エネルギーハーベスティングとは，周囲環境から微弱なエネルギーを収穫（ハーベスト）して電力に変換する技術であり，その技術に展開される集積回路は極低消費電力特性が求められている．

そのような背景のもと，我々の研究室では，極微弱なエネルギーで動作可能な集積回路の設計を行っており，特に断熱的論理回路を用いた研究開発に取り組んでいる．断熱的論理回路とは，従来の直流電圧駆動から交流電圧駆動に置換することで，低電力特性を達成できる技術である．これま

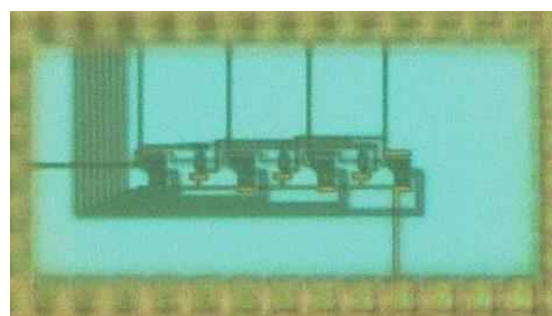


図2 センサノード用断熱的論理集積回路の顕微鏡写真²⁾

でセンサノード用の集積回路試作を行ってきた²⁾．これらの成果をベースとし，今後は，エネルギーハーベスティング向けだけではなくIoTの他，集積回路を必要とする分野全般の展開を見据え，研究を進めていく予定である．

1) 岐大のいぶき, 2015, 12, 10–13.

2) Takahashi, Y. et al. Springer Nature Science. 2020, 1, 237 (7 pages).

Society5.0 を支えるテクノロジーの創成とその社会実装

久武 信太郎（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

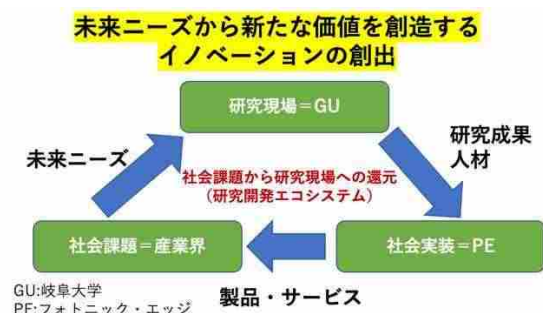
2017年4月に准教授として着任してから早いもので丸5年が経とうとしています。着任当時は、テラヘルツ波の可視化技術を中心に研究開発を行なっていましたが、3年目からは、テラヘルツ無線通信の研究にも着手し、現在では、Society5.0 実現のために不可欠な Beyond5G に関連した研究開発も手がけています。この5年間の学生の頑張りのおかげで、様々な企業、大学、研究所とのコラボレーションを広く展開するまで成長いたしました。留学生も卒業し、2期生から1名、博士課程へ進学しました。

取り組んでいる研究について少しご紹介いたします。久武研究室では、ミリ波・テラヘルツ波技術とフォトニクス技術とを有機的に融合することで、既成概念を超える新技術を創出し、この独自技術に基づく新研究領域の開拓に挑戦しております。例えば、フォトニクス技術に基づきマイクロ波・ミリ波(～100GHz)、テラヘルツ波(100GHz～10THz の電磁波)を可視化する技術を創出し、世界広しといえど岐阜大学にしかないこの技術活用して79GHzミリ波車載レーダの評価、ミリ波・テラヘルツ波無線通信路の解析、メタマテリアル/プラズモニクデバイスの電磁応答に関する実験的研究や光渦・非回折ビームの散乱・回折問題の実験的研究などに取り組んでいます。ミリ波・テラヘルツイメージング技術の開発とその非破壊検査への応用なども行っています。一方で、スマホに搭載可能なほど小型のテラヘルツアンテナの開発とそのテラヘルツ無線通信への応用も行っております。研究室を、未来ニーズから新たな価値を創造する現場と捉えております。

我々は無いものは自ら作る精神でいます。原理から考え、新しいアイデアから新

しいテクノロジーを創る。その過程で必要となる道具も無ければ創る。学生は実験に必要な治具の殆どを研究室所有の3DプリンタやNCミールングマシンで作製しています。有機結晶の育成もしますし、育てた結晶を加工するためのレーザ加工機も作ります。頭と手を有機的に動かせる学生が育ってきています。

学生は社会に羽ばたきますが、研究室で創出したテクノロジーはどうでしょうか？社会実装のために、ベンチャー企業を2019年7月に創業しました。株式会社フォトニック・エッジといい、岐阜大学発ベンチャー認定企業(第一号)です。社員数名ですが、幸いにもいくつかの企業から継続的に仕事を頂き、事業が成り立ち始めております。2021年10月には、着任時に手掛けていたテラヘルツ波の可視化技術の実用化に関する委託研究を、フォトニック・エッジが情報通信研究機構から受けました。ここからが勝負です。未来ニーズを受けて大学で創出したテクノロジーをベンチャーが社会実装し、次なる未来ニーズのための新しいテクノロジーをまた大学で創出する。この真っ只中で頭と手を動かし成長する学生が、アカデミック精神とアントレプレナー精神の両方を持ち合わせる人材となって、社会に羽ばたく。次の5年間はこのプロセスを大きなトルクで回すことに注力します。



目指すエコシステム

ICT と機械学習による地方自治体および途上国の 路面性状モニタリング統合システムの開発

深井 英和（電気電子・情報工学科，情報コース）

国内の道路インフラは戦後の高度経済成長期に急速に整備された為、近年老朽化が大きな問題となっている。ところが、地方自治体は人口減と税収入の低下によりインフラ整備の予算の確保が難しく、道路インフラの維持管理のためのより効率的な路面性状モニタリングと適切な保全計画が強く望まれる。一方、途上国に目を向けると道路インフラ事情は未だ劣悪であり、流通のみならず医療や教育へのアクセスを阻害し、経済発展の大きな足枷となっている。

我々の研究室では研究テーマのひとつとして、JICA のプロジェクトへの参画を機に東ティモール国立大学工学部の情報系の教員と共に、ICT と機械学習を用いた地方自治体および途上国の路面性状モニタリング統合システムの開発を行なっている。本システムではまず一般的なドライブレコーダとスマートフォンを一般車両に搭載してデータを収集する。収集した動画や各センサーデータから、最新の機械学習、深層学習、信号解析、システム同定の方法などを駆使して、路面性状の各項目を解析する。解析項目としては、路面のひび割れ、ポットホール、路面標示、ラフネス（凹凸具合）、道路タイプ分類、道路幅などの情報を含む。解析結果はデータベースに集約され、PC や携帯端末上の地図で確認できる（図 1）。



図 1

当システムの開発は、東ティモール国土開発庁、および岐阜県道路維持管理課の専門家とそれぞれ協議しながら進めている。従来法では、特に路面性状測定車を用いた計測の場合、岐阜県下の道路の調査に何億円も必要としたため、予算の都合上 5 年に 1 度しか調査ができなかった。本手法では非常に安価に計測ができるため、定期的な調査が可能となり、路面の劣化曲線の推定、劣化予測、さらには最適な補修計画を算定でき、より高価的な予算の執行が可能になる。

同様の試みは近年各大手企業や大学発ベンチャーも始めているが、我々は最先端の深層学習を駆使して精度の高い解析を行い（図 2）、学術誌への発表と共に独自技術の順次知財化、および岐阜大学発ベンチャーの設立と地域・国際貢献を目指している。

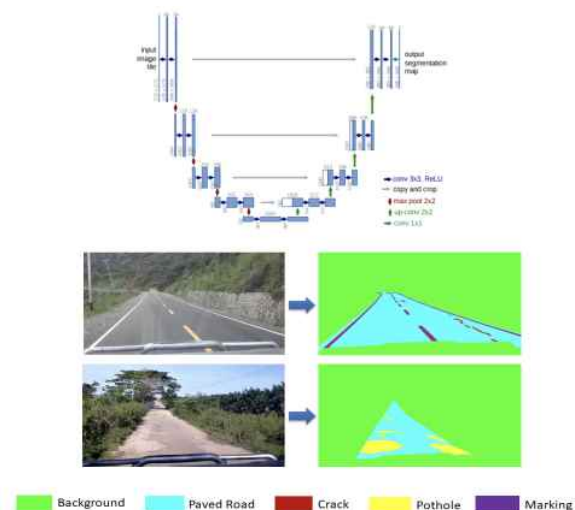


図 2

- 1) Fernão António Lopes Nobre Mouzinho, Hidekazu Fukai, “Hierarchical Semantic Segmentation Based Approach for Road Surface Damage and Marking Detection on Paved Road”, *IEEE ICAICTA*, (2021)
- 2) Hidekazu Fukai, Frederico Soares Cabral, Fernão A.L.N.Mouzinho, Vosco Pereira, Satoshi Tamura, “The development of integrated road condition monitoring system for under developing countries using smartphone sensors and dashcam in vehicles”, *Proceedings of the International Conference on Road and Rail Infrastructure CETRA*, pp.663-669, (2021)

無駄なエネルギー変換・利用ロスゼロのまちづくり

尹 己烈（電気電子・情報工学科，電気電子コース）

現在、モータや変圧器などエネルギーを変換する部品は家電や産業分野など、あらゆる分野で使用されている。特にモータの場合、世界消費電力の約半数近くを占めている。従って、モータや変圧器から生じる損失をできるだけ抑制することが化石燃料の枯渇や CO₂ による地球温暖化等の問題にも貢献できると考えられる。

図 1 のようにモータは電磁鋼板を打ち抜き、カシメ、巻き線挿入、焼きバメの工程で作られている。これは非線形、ヒステリシス特性を持っている。一方、モータを駆動するときにはバッテリーやインバータを用いて線形で制御を行っている。つまり線形と非線形が混合されているのでシステム全体で一番効率がいい最適な動作点を決めるのは困難である。

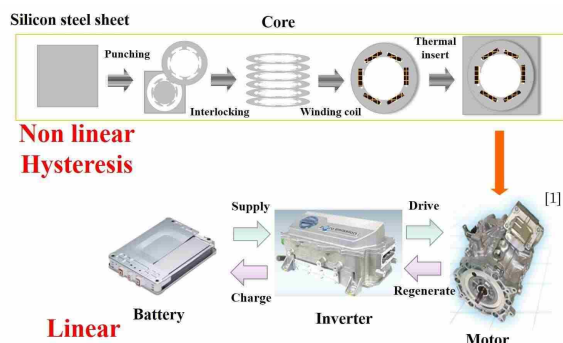


図 1 モータ駆動システム^[1-2]

図 2 のように正弦波励磁に比べてインバータ励磁を行うことでヒステリシス曲線の面積が大きくなる。すなわち、損失が増大していく。インバータの制御パラメータはいろいろあるが、モータや変圧器のコアに限定すると一番大きい影響を与えるパラメータは入力電圧 V_{DC} 、変調度 m 、スイッチング周波数 f_c 、デッドタイム dt である。これらのパラメータを変動させ正弦波に近い励磁波形を生み出すがパラメータの選定によって増加する損失の量が大きく変動す

る。

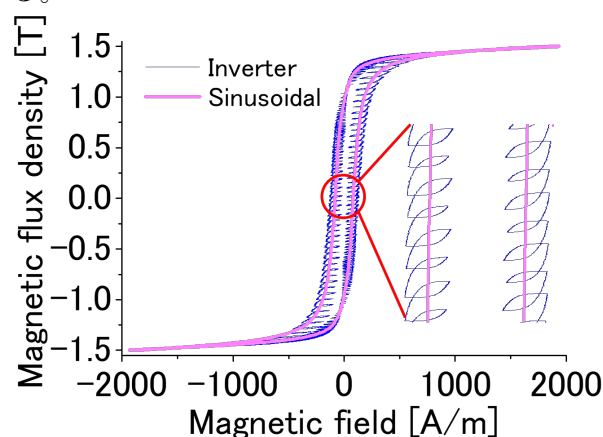


図 2 ヒステリシス曲線

V_{DC} が大きくなれば大きくなるほど 1 回のスイッチング操作でエネルギーの変動量が大きくなることから渦電流が増加し、ヒステリシス曲線を膨らませることで損失が増加する。 m が小さくなることで目標にするトルクを出せるためには大きい V_{DC} が必要になるため渦電流が増加し損失増加につながる。 f_c が大きくなると正弦波に近づけることで損失を減らすことはできるが、一定周波数を超えると損失増加につながる。回路保護に必要な dt は長くなることで m を小さくすることと同じ効果が生じることで損失に増加につながる。

以上のことからバッテリーなどの直流給電、インバータによる電力変換、モータや変圧器の様々な特性を持つ機器の損失を減らすためには使用状況に応じた最適な制御を行う必要がある。今後は 5G/Beyond 5G などのより速い通信系統と連携することでさらなるエネルギー変換ロスを減らすことが可能となる。

- 1) <http://history.nissan.co.jp/LEAF/ZE0/1012/PERFORMANCE/e-powertrain.html>
- 2) Yun, K. *Journal of ELECTRONIC MATERIALS*. **2019**, 48, 1472 – 935. <https://doi.org/10.1007/s11664-018-6804-6>

トポロジーを用いた流れの解析

横山 知郎（電気電子・情報工学科，応用物理コース）

トポロジー以前の幾何学は，三角形や四角形を区別するような，角度や傾きを重要な量とみなす分野であった．一方，トポロジーとは，角度や傾きを無視して，ペーグルとコーヒーカップを同じ形とみなすような幾何学である．言い換えると，切り貼りせずに，連続変形できる図形を同じ形とみなして，空間や物体の性質を解析する幾何学である．このようなトポロジカルな考え方は，18 世紀の初頭に Leonhard Euler によるグラフ上の一筆書きの問題や多面体公式まで遡れる．一方，近代的なトポロジカルな見方は，Henri Poincaré による基本群などの連続変形で不変な性質などの概念の導入によって，飛躍的に発展した．このようなトポロジカルな見方によって，データを解析する分野（トポロジカルデータ解析（TDA））は，計算機の発展により，今世紀に入ってから飛躍的に発展した．特に，工学や医学などの分野への応用として，特徴づけることが難しかった物質や状態の分類にも適用されている．

一方，流れの解析という，微分方程式の解を求めることを思い浮かべるかもしれないが，一般に微分方程式は解析的には解けない．例えば，制限 3 体問題が解析的には解けないことが 19 世紀末には知られていた．このように，一般に微分方程式を解こうとしても，その解を解析的には求められない．そのため，解そのものを調べるのではなく，解が持っている性質（e.g. 周期軌道や極限集合の振る舞い）を調べるという研究が H. Poincaré によって始められ，今では力学系と呼ばれる研究分野になっている．この力学系理論は，時間変化する系をトポロジカルに解析する理論であり，さまざまな現象に適用されている．

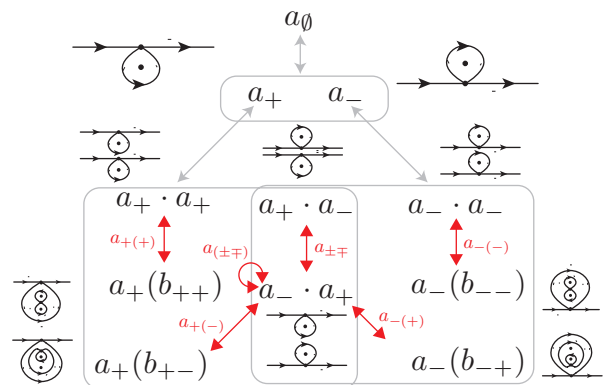


図 1 平面上の渦が 2 つ以下な流れの遷移図

執筆者らは，力学系におけるトポロジカルな手法を用いて，曲面上の流れとみなせる現象をあいまいさなく表現する理論を構築してきた．実際，曲面上の流れとみなせる現象に対して，ほとんど全ての現象をあいまいさなく表現する方法を構成した¹⁾．異分野や社会的な課題への応用としては，対称性や一様性を持つ 3 次元空間内の流れのスライスを取るにより，流れを記述し解析を行ってきた²⁾．

上記の述べた流れの解析の理論と応用は，最近 10 年以内に構成された新しい技術であり，解決すべき課題が多数存在する．例えば，2 次元空間内のベクトル場からそのトポロジーを抜き出す理論の実装，流れの動画データからそのトポロジーを抜き出すアプリの理論の構築と実装などが存在する．これらの課題が解決されたならば，例えば，流れの動画からその流れのトポロジーを検出して異変を察知すること，人の動きの動画から混雑とにぎわいの違いを検出することの自動化が期待できる．

- 1) T. Sakajo and T. Yokoyama, *Physica D*, **2015**, 307, 22–41.
- 2) プレスリリース(2019 年 9 月 30 日), <https://www.jst.go.jp/pr/announce/20190930-2/index.html>

大規模マシンタイプ通信ネットワークための符号の構成

路 姍（電気電子・情報工学科、情報コース）

1948 年 Claude Shannon によって論文「シャノンの通信路符号化定理」を公表し、情報を伝送する際に、ブロック長を無限にして誤り訂正符号化を行うと、必ず正しく伝わる符号化方式が存在するという符号理論を創始した。その後、研究者がさまざまな通信システムに対して、有限長ブロックの符号化方式および復号を研究した。

このような研究背景の中われわれは、多重接続通信システムで端末間の干渉および通信路の誤りを考慮し、高速かつ高信頼性を持つマルチユーザ符号（図 1）の構成を行った。整数論の方法に基づいて、複数ユーザが存在する通信システムで、ユーザの識別および誤りを訂正できる符号を構成できた¹⁾。

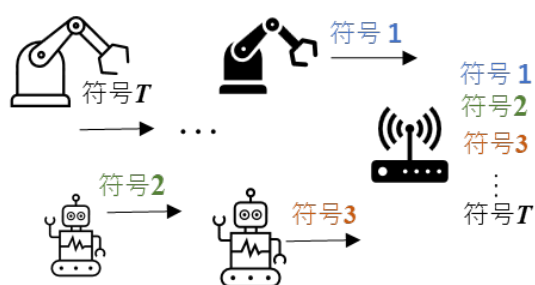


図 1. 多重接続通信システムの符号

次世代移動通信における重要なユースケースの一つである大規模マシンタイプ通信 (massive Machine Type Communication, mMTC) では、大量のデバイスから基地局に同時に通信する。収容する端末数が急激に増加する mMTC は、工場の自動化、自動運転、スマートグリッドなどミッションクリティカル IoT で必要となり、信頼性が非常に高い、遅延が低い、柔軟な収容能力などの性質が必要である。

このようなニーズを応えるため、大規模同時接続を想定した多重接続システムでの符号の構成が新しい課題になる。岐阜大学

に着任後、情報コースの方々のデータサイエンスについて研究から触発されて、人工知能を利用して符号の構成について研究を始めた。

深層学習に基づいて mMTC ネットワークのためのマルチユーザ符号の研究を行うことにした。まず、各ユーザに一つの符号語を割り当てて、アクティブユーザがその符号語を送信すれば、繰り返す深層ニューラルネットワーク (DNN) を構成して、基地局がアクティブユーザを識別および動的なチャネル状態を推定することができる²⁾。さらに、空間多重された信号を検出する方法が DNN により実現した。多重された信号数が増えても、DNN の複雑度を変えずに良い復号性能を示した。

固定的通信環境に対する DNN によりマルチユーザ復号が優れた性能を実現することがわかったので、無線通信システムのチャネル状態に応じて変動する通信環境での符号の研究を続けることにした。変動する通信環境で符号の構成および強化学習に基づいて符号の符号化率の制御を行い、優れた性能を達成した。

変動する mMTC ネットワークには大量のユーザがいるので、最適化符号を構成するための計算量が膨大になり、各端末を制御するためのアルゴリズムの設計が現実的ではない。そこで、これらの成果がベースとなって今後は、変動する通信環境の mMTC 通信ネットワークで、複数のユーザに対して、通信環境および要求に合わせてマルチユーザ符号の構成および動的に通信リソースの割り当てシステム構築も見据えることができる。

1) S. Lu, et al. IEEE IT, **2015**,11, 5848-5853.

2) L. Wei, et al. IEICE E105-A, **2022**, 3.