

# NUBIC NEWS

2022  
OCTOBER

10

特集

## 医療に繋がる工学研究

### 【巻頭言】

我が国における医工連携の解決課題と本学の取り組みについて

### 【TOPICS】

産学連携施策の最近の動向

### 【医療に繋がる工学研究】

- 新型薬剤吸入補助器具とマウスピースの研究開発
- 量子計測に基づく生体断層撮影法の開発 — 量子技術の社会実装をめざして —
- 低被曝・高画質・高信頼性を実現する歯科用X線口内法撮影の開発 — 二重プレート法と画像処理技術 —

### 【若き研究者が情熱を注ぐ…】

### 【チャレンジャーの観察眼】

### 【進化する研究の『真価』】

### 【NUBIC Information】

- コーディネーター紹介
- 日本大学における産官学連携

# 我が国における医工連携の解決課題と 本学の取り組みについて



**武井 正美** (たけい まさみ)  
日本大学副学長  
 日本大学総合科学研究所所長  
 日本大学産官学連携知財センター長

1980年日本大学医学部卒業、1985年日本大学大学院医学研究科修了。1985年テキサス大学研究員、2013年日本大学血液膠原病内科学分野主任教授、2016年同内科学系主任教授、同年より特定国立研究開発法人理化学研究所客員研究員、2017年より公益財団法人佐々木研究所理事、2021年より日本大学総合科学研究所教授、2022年より同所長(現在に至る。)

令和4年7月1日より日本大学副学長(研究担当)、同9月1日より産官学連携知財センター長を拝命いたしました。昨年3月までは医学部附属板橋病院で難病であるリウマチ・膠原病、白血病などの血液癌や原発不明癌を担当する内科を主催しておりました。

つい最近、東京医科歯科大学と東京工業大学の併で、医工連携を主なテーマに卓越大学を目指す旨の報道がなされました。以前より、文科省、経済産業省、内閣府、厚労省関連機関(AMED:国立研究開発法人日本医療研究開発機構)などが、医工連携をテーマに国のプロジェクトとして助成を行っております。既に10年を大きく超える日時を経て様々な成果が積み上げてきております。さらなる先端的な成果がAIの進歩に伴い発出される状況です。本学は、医歯薬系学部を揃え、工学系は多様な学部を有しています。他大学に引けを取らない体制を既に有している事は、本学関係者であればご存じのことと思います。しかし、このスケールメリットを十分に生かすことができている事も事実です。それぞれの学部で素晴らしい研究成果をお持ちにも関わらず、世に広く知られるような広報活動が工夫されておられません。

日本において医工連携が、飛躍的に発展できない理由は次に上げる3つの要素が大きいと考えています。第一に、医歯薬系の事業を展開するには規制が大きく立ち塞がっている事です。第2には、医歯薬研究者と工学研究者の常識のずれです。第3には、その常識のずれを仲介して互いの研究者をつなげる事ができ、経営的なセンスを持ち効率よく社会実装化のシナリオを作る人材が不足している事と考えます。

第一の課題である、医歯薬系の規制を緩めることは、新型コロナウイルス感染により、感染予防と新規感染対策の観点から飛躍的に進んでいる状況です。しかし、人を対象とする臨床研究に関しては倫理的な縛りが強く、利益相反に関する規定も厳格に運用する必要があります。本学医学部附属板橋病院は、全国

の病院6000余の内でも数少ない特定臨床研究の倫理審査を担当する厚労大臣認定の委員会と厳格に審査されたAMED認定倫理審査委員会の2つの認定を受けた歴史があります。医工連携に必要な、人を対象としたデータの取得にはこの委員会の審査を経ることが重要です。患者様や研究者のリスクを回避するために本学内委員会承認を得ることが可能です。共同研究企業や他施設の研究の倫理審査も行うことも可能になっております。

第2の課題、医歯薬系と工学系の研究者の常識のずれの調整は一朝一夕ではできない課題と考えます。常日頃の情報共有と自由な意見交換をする場が必要です。これも新型コロナウイルス感染症の社会的な要求により、リモートでの会議が日常になっており、SNSを利用した意見交換の場所を本部研究推進部の中に設置し、自由に出入りして意見交換と夢を語れる場所の提供を考えております。

第3に、最も解決困難な課題ですが、ベンチャー起業家の中には常にライフサイエンスのシーズを探している方々が多くおられます。ベンチャーの起業家は、プレゼン能力も高く、申請書も瞬時に作成する力も持っています。優良なベンチャー起業家と研究者を結びつけ、中小企業の実務家と連携を図ることで、技術開発のスピードを上げることが可能と考えております。本部研究推進部でも本学研究者の知財と研究資金の獲得にさらなる体制を作ることが重要と認識を新たにしています。大学発ベンチャーへの支援で学生をも含めた起業家の育成は、本学の重要な課題と考えております。社長の数日本一の本学が、さらなる発展を遂げるためには、新たな分野にチャレンジする日大魂をより大きく育成する支援を大学全体で行うことが肝要と考えます。

最後に、医工連携分野への推進の大きな風が吹き始めている現状を見極め、逃す事なく本学の発展に寄与できるよう産官学連携支援センターは支援することをお約束して、巻頭のご挨拶と致します。

# 産学連携施策の最近の動向



**加藤 浩** (かとう ひろし)

日本大学産学連携知財センター  
副センター長

1990年3月に東京大学大学院を修了後、1990年4月～2009年3月まで、経済産業省(特許庁)において特許行政を担当(2008年3月に博士号取得)。2009年4月より、日本大学法学部教授。2019年4月より現職。

近年、日本経済の持続的な成長を実現するため、産学連携の強化に向けた政策が推進されている。本稿では、産学連携の現状を説明し、産学連携施策の最近の動向について解説する。

## 1. 産学連携の現状

日本では、大学と民間企業との共同研究は、実施件数、研究費受入額ともに、近年、堅調に推移している(図1)。大学からの民間企業への特許ライセンス(件数、収入額)についても、堅調に推移している(図2)。直近の令和2年度においても、高い実績が示されており、コロナ禍においても、それまでと同様に、産学連携活動が実施されていたことが窺われる。このような状況の下、今後とも、日本経済の持続的な成長を実現するため、現在、産学連携の強化に向けた政策が推進されている。



図1 大学と民間企業との共同研究の実施件数及び研究費受入額の推移(参考文献1)



図2 大学における特許権実施等件数及び収入額の推移(参考文献1)

## 2. 産学連携施策の最近の動向

### 2-1. 科学技術基本法の改正

【2021年4月施行】

科学技術基本法は、1995年11月15日に施行され、

現在に至るまで、日本が「科学技術創造立国」を目指して科学技術の振興を推進していくための根幹として位置づけられてきた。

科学技術基本法は、2020年6月に25年ぶりに改正され、2021年4月に施行された。この改正により、「人文・社会科学の振興」と「イノベーションの創出」が法の適用対象に加えられ、「科学技術基本法」は「科学技術・イノベーション基本法」に名称変更された。

また、改正法では、大学の責務規定(努力規定)が新設され、以下のように規定された。

#### 第6条(研究開発法人及び大学等の責務)

1 研究開発法人及び大学等は、その活動が科学技術の水準の向上及びイノベーションの創出の促進に資するものであることに鑑み、振興方針にのっとり、科学技術の進展及び社会の要請に的確に対応しつつ、人材の育成並びに研究開発及びその成果の普及に自主的かつ計画的に努めるものとする。

### 2-2. 第6期・科学技術基本計画 【2021年度～2025年度】

科学技術基本計画は、科学技術基本法の規定に基づいて、日本全体の科学技術振興に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、1996年度以降、5か年計画として策定されてきた。現在は、2021年度より「第6期・科学技術基本計画」(2021年度～2025年度)が実施されている。

第6期・科学技術基本計画は、「科学技術・イノベーション基本法」に基づいて、「人文・社会科学の振興」の観点から、人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」により、課題解決に資する政策であることが盛り込まれた。また、「イノベーションの創出」の観点から、「科学技術基本計画」は「科学技術・イノベーション基本計画」に名称変更された。「科学技術・イノベーション基本計画」では、「産学連携の推進」、「地域イノベーション」、「スタートアップ支援」について、以下のような提言が示されている。

#### ①産学連携の推進

産学官共同研究の推進や産学官のマッチングを強化し、また、オープンイノベーション拠点の整備等を推進

し、大学と企業の連携を後押しする。(産学官連携による新たな価値共創の推進)

### ②地域イノベーション

市民が参画したまちづくりが進み、多くの産業が生まれ、成功体験が次なる挑戦を続々と誘発し、産学官連携を通じて地域の知が社会へと還元される取組を活性化させる。(スマートシティの展開)

### ③スタートアップ支援

スタートアップ・エコシステム拠点都市に対して、大学等におけるスタートアップ創出の活性化、スマートシティ事業との連携等の官民による集中的な支援を行う。(世界に比肩するスタートアップ・エコシステム拠点の形成)

## 2-3. 産学官連携ガイドライン

【2020年6月:追補版】(2022年3月18日更新)

産学連携に関する政策目標として、「日本再興戦略2016」(2016年6月2日閣議決定)において、「2025年度までに大学等に対する企業の投資を2014年度の3倍にする」という目標が示された。

この目標を達成するために、2016年11月30日に「産学官連携ガイドライン」(産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン)が、文部科学省と経済産業省により策定された。さらに、2020年6月30日に「産学官連携ガイドライン(追補版)」が策定され、産学連携を「コスト」ではなく「価値」への投資としてとらえ、「知」を価値付けする手法が整理された。「産学官連携ガイドライン(追補版)」には、「資金の好循環」、「知の好循環」、「人材の好循環」の3つの視点から、以下のような提言が示されている。

### ①資金の好循環

現在、大学においては、実務上の慣習に基づき、コストの積算という考え方に基づいた共同研究費の算定が行われている。一方で、企業においては、共同研究を実施するにあたって、必要なコストの是非よりも、投資に見合った価値が得られるかが重要である。すなわち、大学等の「知」にどれだけの価値があり、さらに、それがどれだけの価値を生み出していくかが関心事となる。今後は、大学において、産学官連携を「コスト」ではなく「価値」への投資としてとらえ、「知」を価値付けすることが重要である。

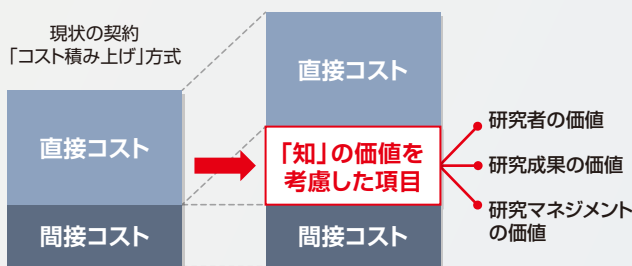


図3 「知」の価値付けの概念図(参考文献3より筆者作成)

### ②知の好循環

産学連携における特許の取扱いとしては、企業と大学による共同出願による共有特許とされることが多い。共同出願の場合、特許の活用は共有先の企業にほぼ限られるため、例えば、その企業が実用化を行わない場合には、結果として大学の研究成果の社会実装が実現できない可能性がある。したがって、研究成果の製品・サービス化など、特許を活用する場面においては、特許の保有関係は、よりシンプルであること(例えば、大学の単独保有)が望ましい。

【解説】特許の積極的活用を前提とした契約を推進するため、経済産業省は、2022年3月18日、「オープンイノベーション促進のためのモデル契約書」(大学編)を策定・公表した。そのほか、スタートアップに向けて、2020年6月に「モデル契約書」(新素材編)が公表され、2021年3月に「モデル契約書」(AI編)が公表されており、現在は、大学の共同研究やライセンスのモデル契約書が検討されている(近日公表)。

### ③人材の好循環

現状では、大学の研究者がクロスアポイントメント制度を利用するインセンティブが乏しいため、大学の研究者が企業に出向する形でのクロスアポイントメント制度の活用が進んでいない。今後は、クロスアポイントメント制度を利用するインセンティブを高めるための対応を検討することが必要である。(例えば、所属大学の人事評価制度において、研究者のクロスアポイントメントに係る業務も含めて実績を評価すること等)

【解説】クロスアポイントメント制度の活用により人材交流を行うにあたっては、利益相反等のリスクマネジメントを適切に行うことが重要である。特に、研究者が大学発ベンチャーの経営等に関与する場合、大学からの特許ライセンス、共同研究契約等を行うにあたって、利益相反等の観点から様々な考慮すべき事項が発生することに注意を要する。

## 3. 今後の方向性

日本における知的財産政策は、知的財産基本法(2002年11月成立)に基づいて、2003年以降、毎年、「知的財産推進計画」(知的財産戦略本部)として策定され、これを実行することにより推進されている。「知的財産推進計画2022」(2022年6月3日閣議決定)において、産学連携施策の今後の方向性について、以下のような提言が示されている。

### ①TLO等機能の強化

大学における一部のTLO等は、大学で創出された特許等をスタートアップに移転し、事業化に結びつける上で、高いパフォーマンスを実現している一方、一部のTLO等は、十分なパフォーマンスを挙げられていない。

今後、大学の知財マネジメント機能の強化は急務であり、例えば、TLO等のネットワーク化を図りつつ、パフォーマンスの高いTLO等の機能が全国において浸透していくような方策が検討される。また、質の高いプロ人材がマネジメントするTLO等とその支援が必要なTLO等をハブ・アンド・スポーク型に再編し、マネジメントの統合を図る方策も考えられている。

## ②事業化を見据えた強い権利の取得

大学の研究者による研究成果については、論文を発表する前の早いタイミングで特許出願をすることが必要となるため、事業化を見据えた質の高い明細書を作成することは困難な場合がある。

企業からも、大学で出願される特許について、企業の特許と比較して、個々の特許の権利範囲やポートフォリオ全体としての保護範囲が不十分であり、事業や製品を十分にカバーできないという指摘がある。

こうした状況を解消するため、大学の研究成果について特許出願をする段階から、事業化を見据えた質の高い特許ポートフォリオを構築するためのプロセスマネジメントを確立することが必要である。

## ③大学における共同研究成果の活用促進

共有特許の活用は共有先企業にほぼ限られ、共有先企業が実施しない場合、結果として大学における研究成果について社会貢献できないという問題がある。

そこで、大学と企業との共有特許について、企業が一定期間、不実施の場合に、大学が第三者にライセンスすることが可能となるよう、共有特許の取扱いルールの整備が検討されている。

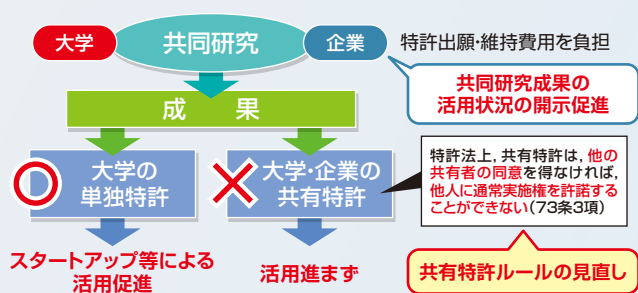


図4 大学における共同研究成果の活用促進(参考文献5)

## ④外国出願支援の抜本的強化

外国出願においては、出願・維持に係る費用、翻訳費用、現地の代理人費用など、多額の費用を要するが、このような資金を大学が確保することは困難なことが多い。このため、科学技術振興機構(JST)では、大学によるPCT国際出願及び各国への特許出願について、費用の一部を支援している。しかし、支援を受けられなかった案件については、外国出願を断念するが多い。

このような状況を改善するため、大学による外国出願に対する支援を抜本的に拡充するための新しいスキームが検討されている。

## ⑤スタートアップ支援

スタートアップが大学から知的財産の移転を受けて事業化する際、その対価として株式・新株予約権を活用することが有益である。このため、2017年の文部科学省の通知により、国立大学は、対価を現金により支払うことが困難な大学発ベンチャー企業の株式・新株予約権の取得が可能とされ、また、2019年1月に施行された「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により、この点が法律上、明記された。

現在は、スタートアップへの知的財産の移転に係る新株予約権による適正な対価取得の在り方について検討されている。

《解説》私立大学においては、企業から株式・新株予約権を取得する際の制限は無く、今後、「スタートアップへの知財の移転に係る新株予約権による適正な対価取得の在り方」が示されることにより、今後のスタートアップの推進が期待される。

## ⑥「大学知財ガバナンスガイドライン(仮称)」の策定

スタートアップへの知財の移転に係る対価取得の在り方、事業化を見据えた特許出願プロセスマネジメント、企業との共同研究成果の取扱いに関するルール等、大学における知財マネジメントに関わる内容については、今後、「大学知財ガバナンスガイドライン(仮称)」を策定・公表することが検討されている。

### 1. スタートアップへの知財移転に係る対価取得の在り方

- 株式・新株予約権の積極活用
- 技術移転の対価としての新株予約権の発行枠の考え方(人材獲得のための発行枠(10-15%)と区別し、個々の知財の価値評価を通じて個別に決定)

### 2. 事業化を見据えた権利取得

- 事業化主体との連携プロセス(例:優先権主張を伴う出願から一定期間以内に事業化主体と連携など)

### 3. 共同研究成果の取扱い

- 共同研究成果については単願が望ましいが、共有特許とする場合には、共有相手方が一定期間不実施の場合に大学側の判断で第三者へのライセンスを可能とするルール

図5 大学知財ガバナンスガイドライン(仮称)(参考文献5)

## 4. おわりに

本稿では、産学連携の現状を説明し、産学連携施策の最近の動向について解説した。今後とも、産学連携施策が実施され、産学連携が推進されることに期待したい。

〈参考文献〉

1. 文部科学省「大学等における産学連携等実施状況について」2022年2月1日
2. 内閣府「第6期・科学技術・イノベーション基本計画」2021年3月26日(閣議決定)
3. 文部科学省・経済産業省「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」(追補版)2020年6月30日
4. 経済産業省・特許庁「オープンイノベーション促進のためのモデル契約書(大学編)」2022年3月18日
5. 知的財産戦略本部「知的財産推進計画2022」2022年6月3日(閣議決定)

# 新型薬剤吸入補助器具とマウスピースの研究開発



肥田 不二夫くえだ ふじお

芸術学部  
特任教授

1977年日本大学芸術学部卒業。赤井電機株式会社勤務後、専任講師、助教授を経て2004年より教授。専門はユニバーサルデザイン。フィンランド国立美術工芸大学客員研究員('97~'98)、(財)デザイン振興会グッドデザイン賞審査委員('02~'06)、2021年より現職。

## 研究の背景とその概要

本研究開発は平成27年度から行っている芸術・医学・生産工学の学部間連携研究「UD視点による呼吸プロダクトの可能性について」の継続研究の一環です。

気管支喘息患者は世界で約3億人と言われ、日本全人口の3~6%の有病率であり、厚生労働省の調査によると日本の喘息患者数は450万人と報告されています。また日本人の慢性閉塞性肺疾患(COPD)の有病率は40歳以上の約530万人、70歳以上では約210万人がCOPDに罹患していると報告されています。これらの疾病治療の代表的な方法として加圧噴霧式定量吸入器(以下:pMDI)を用いた吸入療法があります。しかし、pMDIは使用者の手技に依存し、ポンペをプッシュし噴霧する際の握力負担が大きいため、子供や高齢者、また噴霧と呼吸との同調が難しい人にとっては、決められた量を吸入出来ていないという問題があります。

この様な患者に対しては吸入補助器具(スパーサー)の利用が推奨されています。スパーサーはpMDIから噴霧された薬剤をチャンバー内に充填させ、それを自身のタイミングで吸引することが可能となります。これにより吸入同期の必要性が低下する他、薬剤の口腔内への付着抑制、むせ返り防止などのメリットが挙げられます。しかし一般的な筒型スパーサーの使用上の問題点として、pMDIの吸入口を筒型の一面に挿入し、その反対面から吸入するためpMDIと患者の口との間に一定の距離が出来、安定して吸入するためにはpMDIのポンペを押す手と反対の手でスパーサーそのものを保持するか介助者の協力が必要となります。また性能上の問題として噴霧した薬剤がスパーサー内部に付着することにより、吸入可能な薬剤が減少することが考えられます。

そこで、本研究チームではデザインによって使用上

の問題解決を図ることとしました。それと並行して、エアロゾル化した薬剤量および粒子径分布を測定し、スパーサーが与えるエアロゾル化した粒子への影響について調べました。更に携帯性の向上、並びに清潔性を保つための分解・洗浄を容易にするため、薬剤に接触する部品点数が少なくなることも目的としスパーサーの開発を行い、加えてそのスパーサーの一部である吸入口をマウスピースとして分離させ、より効果的な薬剤吸入マウスピースの開発を進めています。

## pMDI-スパーサー

上述した問題などに対してポンペを押す力を3分の1程度に減少させ、従来の考えと全く異なる発想で筒状のチャンバーにpMDIの噴霧口を挿入し薬剤を噴霧させ、その同一面下部から吸入する新たなスパーサーをデザインしました。つまり薬剤を直線的に一方方向に流すのではなく、噴霧した薬剤を反転して吸入するのです(図1)。これによりpMDIとスパーサーは一体となり片手で保持し軽い力で押すことが可能になります。また一般的な筒型スパーサーのチャンバー容量は150ml~200mlですが、エアロゾル化した薬剤量についてチャンバー容量を変えて(50ml,100ml,150ml)測定した結果、チャンバー容量は100mLあればスパーサーとしての機能を満たすと考えられました。また薬剤付着については、噴出されたもののエアロゾル化に至らない大きな粒子はチャンバー内に付着しやすいことが分かりました。このことは一般的な筒型スパーサーも本スパーサーも同等でした。更に筒型スパーサーでは噴霧の勢いを維持したままエアロゾル化薬剤が流れるため逆止弁を用いてその勢いを一旦止めて滞留させ、患者自身のタイミングで薬剤を吸引しますが、本スパーサーでは噴霧された薬剤は内壁に衝突し勢いを軽減することで薬剤の

流れを緩和していることが解析結果より伺えました。

この様なことから本スパーサーは逆止弁を必要とせず、大人の手のひらに収まる程度の大ききで、そのチャンバーは垂直に対して約105度に設定し、pMDIを押すためのレバーは使用者の負担軽減を考慮し中指から小指の3本の指が掛かる長さとしています。これらをまとめ令和元年『薬剤吸入器』として特許出願を行なっています(特願2019-050109 / 図2)。

## pMDI-マウスピース

本スパーサーの吸入口を長くすることで使用者の鼻がpMDIに当たらず、喉が開いたように感じたとの報告を受けました。そこで長い吸入口は舌を押し下げることが可能か否かマウスピースにカメラを取り付け、口腔内撮影実験を行いました。その結果、マウスピースの利用は舌位置の改善および噴霧の安定に有用であり、適切な長さのマウスピースを使用することにより多くの被験者の50~80%咽頭後壁面積の増加が確認され、マウスピースの使用は咽頭後壁面積の増加にも有効であることが伺えました。現在もpMDI使用している者も含め殆どの男性被験者から「マウスピース使用時はpMDIが啜え易く、押し易い」との意見があったことからマウスピースの利点は多いと思われる。このマウスピースの形状は先端を斜めに切り落とし下部を下に大きく弓なりに反らせています。

図3はpMDI薬剤(エアロスフィア)に装着したも

のと吸入口を共通の形状とした本スパーサーに同マウスピースを装着した場合です。このように本スパーサーとの互換性を持たせることにより普通にpMDIを使用できる人も、握力負担が大きい子供や高齢者、また噴霧と呼吸との同調が難しい人にとっても薬剤が効率よく効果的に吸入されることが可能になります。図4は実際に本スパーサーを使用している様子です。今後は同マウスピースの形状を基に柔らかく復元性のある素材で、現行のpMDIの吸入口の外形寸法に可能な限り近い寸法で新たに実験・検証し、性別を問わず使い易い医療補助具に進化させていきたいと考えています。

## 今後の製造販売について

現在流通している多くの筒型スパーサーは国外企業が製作し日本の代理店が販売しています。本研究チームは生産工学部・中川一人専任講師を代表として文科省・科学技術研究費を獲得し現在も研究を進めています。併せてNUBICの協力を得て本スパーサー及びマウスピースを生産・販売可能な企業を探しています。日本ではスパーサーは医療補助器具であり一般医療機器:呼吸ガス混合器(医療機器クラスI)の資格を有した企業であれば製造販売可能です。気管支喘息及びCOPD患者の自己「疾病管理」技術向上を促す画期的なスパーサーとマウスピースを世に出すことに協力して頂ける企業の出現を切に願っております。

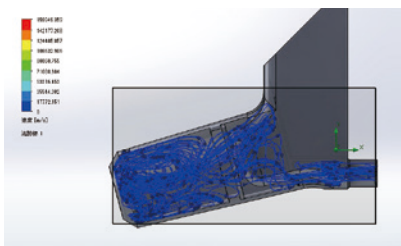


図1 本スパーサー内薬剤の流体解析

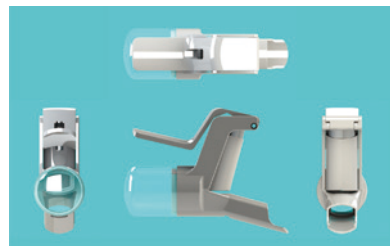


図2 特許出願した本スパーサー完成予想図



図3 本マウスピースを装着したpMDI及び本スパーサー



図4 本スパーサー使用例

# 量子計測に基づく生体断層撮影法の開発 — 量子技術の社会実装をめざして —



井上 修一郎 (いのうえ しゅういちろう)

日本大学量子科学研究所  
教授

1993年早稲田大学大学院理工学研究科物理学及び応用物理学専攻博士課程修了。  
1993年Stanford大学Ginzton研究所Postdoctoral Fellow, 1996年同Research  
Associate, 1998年日本大学原子力研究所助手, 2000年同専任講師, 2003年量子科  
学研究所助教授, 2006年より現職。2006年スウェーデン王立工科大学客員教授。

## 21世紀は量子の世紀

量子力学は1925年にヴェルナー・ハイゼンベルクが発表した行列力学と1926年にエルヴィン・シュレディンガーが発表した波動力学を基礎として、原子や分子などのミクロな世界で起こる物理現象を説明する学問です。量子力学で記述される世界では、「二つの状態が同時に存在する」、「二つの物理量を同時に正確に測定できない」、「ある粒子の状態測定が別の粒子の状態を決定する」といった、私たちの日常生活では起こり得ない現象が起こります。これらの不思議な現象を情報処理に応用したものが量子計算・量子暗号・量子通信です。一方、電磁場と物質の量子力学的な相互作用を利用した計測は量子計測・量子センシングと呼ばれ、従来の計測技術では測定不可能な微弱な物理量の測定を可能とします。これら量子計算・量子暗号・量子通信・量子計測・量子センシングは「量子技術」と呼ばれ、政府の重点投資4本柱の一つである「科学技術・イノベーションへの重点的投資」のなかでAI(人工知能)を抑え筆頭に挙げられています。20世紀に確立された量子力学を基礎とした量子技術の社会実装が経済発展と社会課題の解決を目指す超スマート社会(Society 5.0)実現の鍵と考えられています。

## 生体の可視化

医学・生物学の研究において、生体の構造や働きを可視化する技術は非常に重要です。生体の可視化には光学顕微鏡が広く使われていますが、生体はミクロなスケールでは透明であるため、生体に染色もしくは蛍光標識を施す必要があります。そのため、染色・標識が困難な生体分子からなる試料の観察は不可能です。また、染色・標識は生命活動に影響を及ぼすため、真の生命活動を観察することはできません。一方、生体に照射する光の強度も生命活動に影響を及ぼします。ある種の細胞やバクテリアは強い光照射により死滅します。また、光により活動が低下したり全く止まったりする酵素反応も存在します。真の生命活動を観察するためには、微弱光照射による無染色・無標識での生体の可視化技術が必要になります。

響を及ぼすため、真の生命活動を観察することはできません。一方、生体に照射する光の強度も生命活動に影響を及ぼします。ある種の細胞やバクテリアは強い光照射により死滅します。また、光により活動が低下したり全く止まったりする酵素反応も存在します。真の生命活動を観察するためには、微弱光照射による無染色・無標識での生体の可視化技術が必要になります。

## OCT(光干渉断層計)による生体断層撮影

OCTは生体表面から深さ3~12 mm、深さ方向の分解能5~12 μmで生体の断層構造を可視化できます。このOCTは眼の網膜のほか、生体内の血管や臓器を非接触・非侵襲で可視化でき、近年、医療診断で広く使用されています。OCTは生体に干渉度の低い光を照射し、生体内からの反射光と参照光との干渉により断層画像を取得します。生体内で散乱や吸収が少ない光を使用することで、生体のより深部を撮影できます。しかし、深部で反射して戻ってきた光と同時刻に到来する表面近傍で多重反射して戻ってきた光との区別がつかないため、多重反射して戻ってきた光が背景雑音となり、深部画像の劣化を引き起こします。近年、コンピューターを用いた画像処理による背景雑音の除去が試みられていますが、背景雑音だけでなく画像データも除去されている可能性が指摘されています。

## 光パルスの時間分解測定による生体断層撮影

本研究では、生体試料に光パルス照射し、試料内部からの反射光により断層構造を可視化します。この点ではOCTと同じですが、断層構造の情報を得るのにOCTのように参照光との干渉を用いるの



## 量子パルスゲートによる背景雑音の抑圧

ではなく、試料内部からの反射光を時間分解測定します。時間分解測定は光パルスが照射された時刻を基準として、光パルスが戻ってくるまでの時間を測定します。この光パルスが戻ってくるまでの時間測定の精度(試料の深さ方向の分解能)は測定に使用する光パルスの時間幅と光検出器の時間ジッタ(光検出における時間分解能)で決まります。近年、超短パルスレーザーを使用すると100フェムト秒(fs)以下の時間幅をもつ光パルスを時間分解測定に使用できますが、光散乱の少ない短波長赤外領域(1.4~3  $\mu\text{m}$ )に感度を有する光検出器(例えば、InGaAs/InP雪崩フォトダイオード)の時間ジッタは500ピコ秒程度です。OCTと同等の試料深さ方向の分解能を得るには、100 fs程度の時間分解能が必要になります。光検出器の時間ジッタで決まる時間分解能を超えて100 fs以下の時間分解能を達成するために、本研究では光パルスの検出に和周波発生(SFG)を利用します。SFGは2次の非線形光学過程により反射光パルスの周波数をより高い周波数に変換します。反射光パルスとポンプ光パルスを同時に非線形光学結晶に入射し、2つの光パルスが結合した第3のより周波数の高い光パルスを発生させます。試料表面で反射され最初に戻ってくる光パルスに対してポンプ光パルスに時間遅延を与えることで、試料内部の異なる深さから戻ってくる光パルスをSFGにより周波数上方変換して検出します(図1)。これにより、時間分解測定の分解能は光検出器の時間ジッタではなく反射光パルスの時間幅で決まります。ポンプ光パルスの時間遅延から検出された光パルスが試料内部のどこで反射したかの情報を得ることができ、その情報と検出された光強度(光子数)から試料の断層画像を取得できます。

この光パルスの時間分解測定によりOCTを凌ぐ撮影深度と高画質を実現するためには、生体内部で1回反射して戻ってくる光パルスと同時刻に到来する生体内部で多重反射して戻ってくる光パルス(背景雑音)を除去しなければなりません。そこで、量子通信への応用を目指して開発された「量子パルスゲート(QPG)」を利用します。通常のSFGは、周波数変換に要求されるエネルギー保存と運動量保存を満たす複数の周波数-時間モードを変換する「多モード変換過程」ですが、QPGによるSFGはポンプ光パルスの周波数-時間モードと一致した光パルスのみが変換される「単一モード変換過程」となります。このQPGにより1回反射して戻ってくる光パルスを、多重反射により波面・位相・偏光・パルス幅が変化して戻ってくる雑音光パルスから分離します。さらに、QPGの光検出には単一光子検出器を使用します。これにより、生体深部から戻ってくる単一光子レベルの光パルスを検出します。また、生体に微弱光パルスを照射しても高いS/N比で断層画像を取得できます。図2は中心波長1570 nm、パルス幅~500 fs、平均出力~500  $\mu\text{W}$ の光パルスを照射して撮影したマウス固定脳の断層画像です。このように、量子計測を用いると微弱光照射・無染色・無標識で生体内部を可視化できます。今後、アルツハイマー病モデルマウスの脳断層撮影を行い、アルツハイマー病の原因因子の一つであるアミロイド $\beta$ 蓄積の脳内分布の特定を目指します。これにより、本断層撮影法がアルツハイマー病の治療開発に役立つ新しいモダリティ(医用画像撮影装置)となり、超高齢化社会の課題解決に役立つことを期待しています。

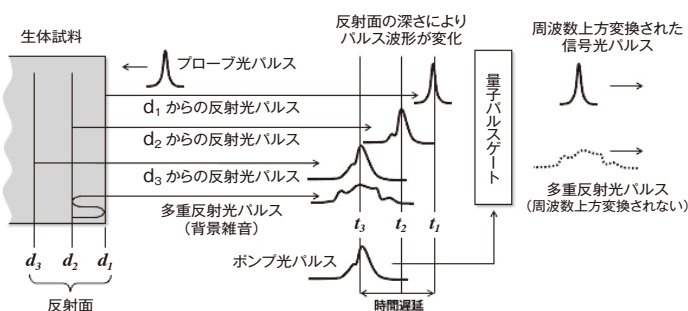


図1 量子パルスゲートによる多重反射光パルスの除去

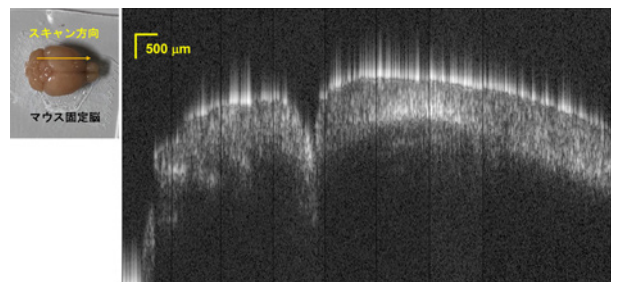


図2 マウス固定脳の断層画像

## 低被曝・高画質・高信頼性を実現する 歯科用X線口内法撮影の開発 — 二重プレート法と画像処理技術 —



新井 嘉則(あらい よしのり)

歯学部 歯科放射線学  
教授

1988年日本大学大学院歯学研究科(歯科放射線学)修了。1997年小照射野高精細歯科用コンビームCTの開発。2005年実験動物用マイクロCTの開発。2017年日本大学歯学部歯科放射線学講座教授(現職)。受賞歴:産学官連携功労者科学技術政策担当大臣賞(2003年)。文部科学大臣発明奨励賞(2007年)。京都発明協会会長賞(2016年)。

### 研究開発の背景

歯科ではユニークなX線撮影法が多用されています。その一つは口腔内部に薄い特殊なプレート状のX線センサーを挿入する撮影法です。実は、体内にX線のセンサーを挿入して撮影する方法は医科にはなく、歯科独特の撮影法です。この撮影方法では、X線センサーが歯に密着されることから、非常に鮮鋭な画像が得られる特徴があります。また、本邦では年間に8000万回の撮影が実施され、これは国民一人あたり年間0.6回の撮影が実施されていることとなります。非常に頻度が高い撮影であることがわかります。このX線撮影法は体の内部を非破壊的に観察することが可能であることから、病気の診断に非常に有効です。

このプレート状のX線センサーは特殊な蛍光板で構成されています。一般的な蛍光板はX線が照射されると瞬間的に、そのエネルギーを可視光線に変換して発光します。ここで使用される特殊な蛍光板は、X線が照射されると、そのエネルギーが一旦内部に蓄積されます。次に、この蛍光板に赤いレーザーを照射すると、その刺激で内部に蓄積されていたエネルギーを青い蛍光として開放します。この青い蛍光を捉えることで、X線の画像を得るようにしています。

実際の歯科での臨床応用では、この特殊なプレートを口腔内に挿入するため、唾液から保護するビニール袋が使用されます。撮影後はビニール袋から取り出され、前述のようにレーザーで読み取られ、情報が消去されたのちに再びビニール袋に装填されて、再利用されます。

理論的にはこの特殊なプレートは1000回以上の再利用が可能です。ところが、口腔への挿入や読み取りの過程で、プレートに傷や汚れが付着して、人工的な像が生じて画像が劣化して診断の妨げとなる場合があります。結果として、このプレートの寿命が大き

く短縮するという問題がありました。

また、X線撮影の根本的な欠点は、将来“ガン”を誘発する可能性があることです。これは、確率的に発生することから、できるだけ低被曝の撮影が求められます。特に、前述のように口内法撮影は撮影頻度が高く、放射線感受性の高い小児の撮影にも使用されることから、X線の低被曝化が重要となります。ところが、ある限度を超えて被曝線量を低下させると、その情報量が低下することから画質も低下してしまい正しい画像診断ができなくなるという大きな問題がありました。

以上のことから、長寿命化で、低被曝でも高画質が得られる優れたX線センサーの開発が望まれていました。しかしながら、このX線センサー自体の基本性能を上昇させるには理論的にも限界があり、簡単にこれらの問題を克服することは困難でした。

### 二重プレート法と画像処理技術による問題の克服

そこで、長寿命・低被曝・高画質の3つの問題を克服するために、二重プレート法を発明しました。この方法は、前述の特殊なプレートを二枚重ねて使用する方法です。このプレートに入射したX線は一枚目のプレートに約30%が吸収されますが、約70%が通過してしまいます。この通過したX線を二枚目のプレートに吸収させます。二枚目には最初に入射したX線の約20%が吸収されることとなります。一枚目と二枚目を合わせると、約50%のX線が吸収されることとなります。一枚目のみに比較すると、二枚をあわせることで、約1.66倍のX線を捉えることが可能となります。X線の利用率が上がることから、感度が上昇し、より低被曝であっても画質を維持することが可能となります。およそ、被曝線量を40%低下させることが可能となり、低被曝と高画質を実現しました(図1)。

実際の応用では、二枚を重ねてX線撮影を行ったのち、それぞれに赤いレーザーを照射して、二枚のX線画像を得ます。この二枚のX線画像を画像処理で平均化を行い一枚の合成画像を得ます。これによって、画像は強調され、ノイズは平均化されて低下することで、高い画質を得ることが可能となりました。

さらに、もし、一枚目のプレートに傷や汚れがあった場合は、それを画像処理で検出します。そして、傷のない二枚目のプレートで得られた情報で合成画像を得ることで、傷や汚れの補正を行います(図2)。逆に、二枚目のプレートに傷や汚れがあった場合には、一枚目のデータを使用して修正します。

この方法では、一枚目と二枚目の同じ場所に、傷や汚れある場合には画像の補正ができませんが、片方のみに傷や汚れがある場合は修復が可能となります。

ます。結果として、少々の傷は修復されることから、プレートの寿命を大きく延長することが可能となりました。

## おわりに

この方法が実際に臨床応用されるには、単純に開発や特許の取得及び製品化することにとどまりません。その製品が医薬品医療機器等法の承認を受ける必要があります。これらは非常に長い道のりですので、地道に一步一步前進していきたいと考えています。この中で、NUBIC(日本大学産官学連携知財センター)はそれを応援してくれる強力なパートナーです。これからも製品化に向けて努力していきたいと考えています。

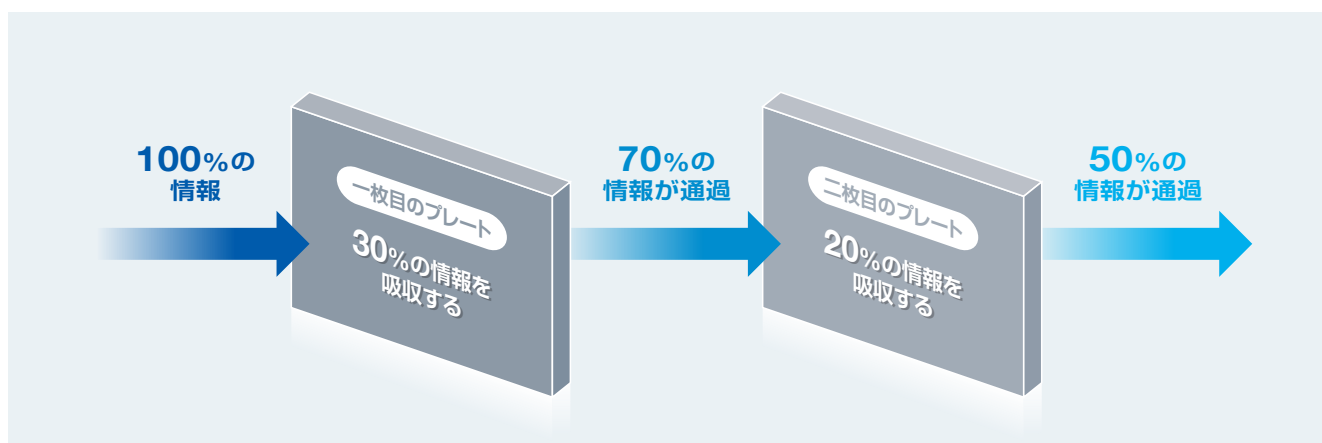


図1 二重プレート法の原理

二枚目のプレートを追加することで、一枚目のプレートを通じた情報を無駄なくとらえることが可能となります。これによって、低被曝と高画質を実現します。

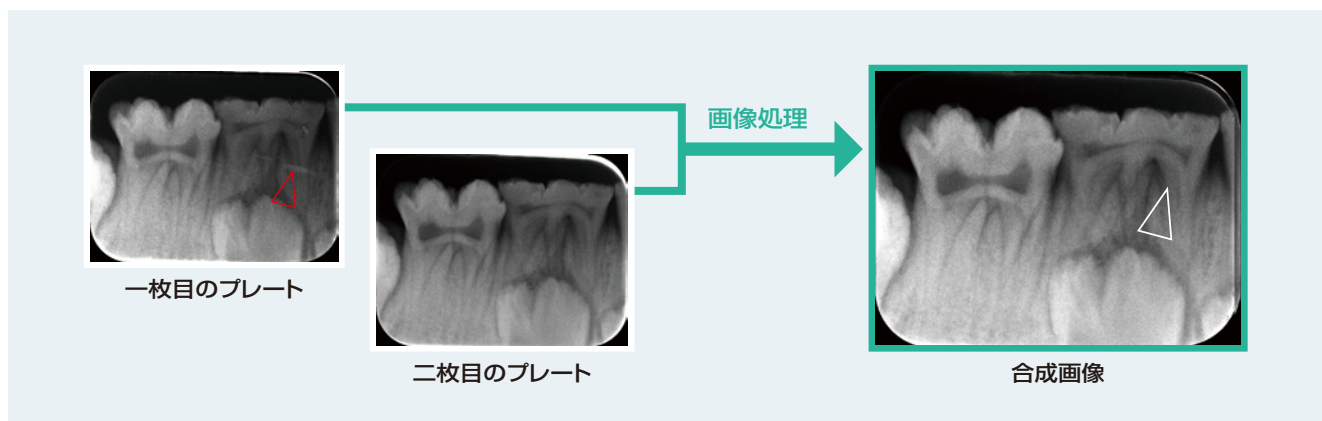


図2 画像処理による傷や汚れによる画像劣化の補正

傷や汚れがあり画像が劣化した場合は、傷や汚れのない側の画像を利用して補正を行います。1枚目のプレートにあった汚れ(赤矢頭)は、合成画像では補正(白矢頭)されています。これによって、長寿命化を実現します。

# 若き研究者が情熱を注ぐ…

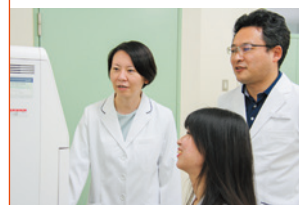
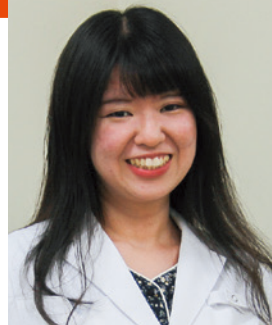
薬学専攻  
博士課程1年

「神経障害性疼痛治療薬」の発明に貢献

## 副作用が少なく、難治性にも有効な 神経障害性疼痛治療薬の発明に貢献

高橋 愛（たかはし あい）

大学院薬学研究科 薬学専攻 ● 薬理学研究室 指導教員:小菅康弘



神経障害性疼痛は、モノを触るなどの通常では痛みを引き起こさない刺激によって痛みが生じる病態が慢性化する難治性の疾患です。アセトアミノフェンや非ステロイド性抗炎症薬(NSAIDs)などの一般的な鎮痛薬は無効で、現在、治療に使用される鎮痛薬が効果を示さないことや、めまいや眠気など中枢性の副作用を起こすことがあります。

今回の発明は、難治性の症例にも有効で、副作用が少なく、安全性が確立された新規の治療薬となると考えています。また、健康食品としても使用されているため、予防薬としての可能性も極めて高いものです。

私は、神経障害性疼痛のモデルマウスを作製し、被験薬が疼痛行動に及ぼす影響を検討しました。当研究室では、神経障害性疼痛モデルマウスを用いる検討は初めてだったので、指導教員の先生方と議論を重ね、実験系の立ち上げから、すべての実験を自分自身で担当しました。

実験期間は21日間×2回。実験を予定していた学部4年生の2月は2019年で、新型コロナウイルス感染症の流行が始まったばかり。分散登校が始まり、まとまった実験時間がとれないなか、実験は翌年の2月に持ち越されました。21日間の実験を終えた後、例数を増やしたほうがいいとの指導があり、6年生の4月に、もう一度、21日間の実験を行いました。

実験の結果、モデルマウスに明らかに変化がありました。私も実験をしながら、「効いているんじゃないか」とワクワクしました。有効性を示すデータが取得できたため特許の申請を行うことになりましたが、卒業論文にはデータが使えなくなってしまい、6年生の4月に卒業論文のデータがゼロになるという危機が訪れました。

6年生の一年間は、コロナ禍での研究、卒業論文、卒業試験、薬剤師の国家試験、大学院の入試と、課題山積で、本当に大変でしたが、先生方が全力で支えてくださり、なんとか頑張り切ることができました。

現在、調剤薬局で薬剤師としてアルバイトをするなかで、神経障害性疼痛を抱える患者さんの痛みに対する現状への不安や諦めを感じ、社会へ研究成果を還元したいと強く思うようになりました。薬剤師資格を持つ研究者として、患者さん中心の臨床を意識した神経障害性疼痛の研究を続けていきたいと考えています。

11

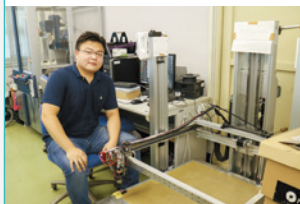
「樹脂製の成形型で成形された成形品及び成形方法」の発明に貢献

## 5時間かかった成形が3分でできる カーボンシート成形法の発明に貢献

浅野 友軌（あさの ゆうき）

大学院理工学研究科 機械工学専攻 ● 上田研究室 指導教員:上田政人

機械工学専攻  
博士課程1年



炭素繊維織物、いわゆるカーボンシートの新しい成形手法を発明しました。

カーボンシートは、成形がとても難しく、時間もコストもかかります。短時間で加工できるカーボンシートもありますが、扱いが難しく、商業化には向きませんでした。

しかし、今回発明した手法を使うと一度で成型できるので、これまで3~5時間かかっていた作業が3分でできるようになります。この成形方法が確立されると、大量生産の可能性が見えてきます。

今回の研究は、カーボンシートを使ったスーツケースの製造を目標にしています。私は、スーツケースのモデリングから型起こし、成形性、材料や手法の選択、安定化まですべて携わりました。

実は、もともと私は他大学の物理学科出身です。どうしても機械工学がやりたかったので、大学院に進みましたが、工学系の知識もなく、3Dプリンターを使うのも、工学系のデザインをするのも初めてでした。

この研究は、そもそも3Dプリンターを使って成形時の型をつくることから始まっています。修士1年の一年間は3Dプリンターの特性を掴むために費やしました。わからないことも多く、なんでも聞いて、その都度教えていただき、たくさん勉強しました。その点では苦労したと言えるかもしれません。

ただ、大学院に進学する前の1年間、上田先生の勧めもあって、機械工学部の授業を聴講生として受講させていただく機会を得ました。研究室訪問の際に、「授業を受けていけば?」とさせていただき、聴講の前には、まだ学生でもない私を連れて、各先生方のところへ挨拶にも行ってくださいました。

靴屋さん、プレス屋さん、材料屋さん、3Dプリンターを支援してくださる方など、たくさんの方々に関わっていただいていた特許までこぎつけた研究です。チームをまとめながら研究を進めていく、その核に学生の私がいるという経験を通し、今は、現場と研究をつなげる仕事をしたという思いを強くしています。

商品化できたら、Makuakeで発売しよう! と意気込んでいますので、ぜひ注目していただければ幸いです。

## 空中超音波音源の小型化・強力化で さまざまな機器への搭載が可能に

大淵 稜太(おおふち りょうた)

大学院理工学研究科 電気工学専攻 ● 三浦・浅見研究室 指導教員:三浦光・浅見拓哉

小型空中強力超音波源とは、小型で強力な空中超音波を発生する装置です。代表的な用途としては、自動車の搭載されるパーキングアシストシステムのバックソナーやコーナーソナーなどがあります。

修士1年生のときから始めた研究で、引き継いだときに方向性は決まっていたので、音源の長さを短くするという一点に集中して研究を進めました。

実際に行ったのは、パソコンでのシミュレーション解析、CADを使っでのモデルづくり、実物の作製と測定です。解析から測定まで一貫して携わりました。

結果として、音源の長さをこれまでの3分の1程度にまで短くすることができました。さらに音圧も上げることができたので、商品化されれば、さまざまな機器に搭載しやすくなります。

2021年6月にできた初号機は、全然うまくいかず失敗しました。三浦先生に相談したり、過去のデータを見直したりして、明確に原因がわかったので、9月につくった2号機はうまくいきました。ただ、もう少し短くできる可能性があると考えて、12月に3号機をつくり、これで特許を申請しました。

私自身、大学院への進学は、「就職活動で役立つかな」くらいの考えだったので、まさか自分が特許を取得できるものができるかとは思っておらず、驚きと喜びを感じました。

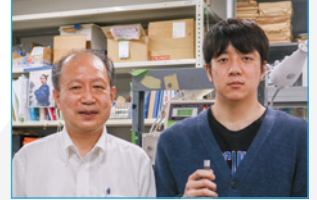
私たちの学年は、学部4年生のときに新型コロナウイルス感染症の流行が始まり、登校できない期間が長かったので、研究を進める上で大変な一年でした。

修士1年生になり、多少は登校できるようになりましたが、研究室で旅行に行ったり、集まって懇親を深めたりということではできません。

登校もできない期間、三浦研究室ではウェブ上に仮想研究室をつくっていただきました。ログインすると先生や仲間がいて直接コミュニケーションをとることができて、とても良かったです。

研究を通して、学会発表を経験させてもらったことも、自分にとって大きな財産となりました。

現在は、国内で行われる2度の学会発表の準備と、実用化に向けたフランジの作製で忙しくしています。



「ロハスの家群跡地再生プロジェクト」のメンバーとして、新しいものづくりに挑戦

## 「ロハスの家群跡地再生プロジェクト」メンバーという 恵まれた環境で、特許申請にもチャレンジ

遠藤 龍世(えんどう りゅうせい)

工学部 機械工学科 ● 創成学研究室 指導教員:伊藤耕祐

2022年2月、学部3年のときに参加したメディカルクリエイションふくしま主催の「第2回創生アイデアコンテスト」で最優秀賞を受賞しました。

受賞した「視覚障がい者のためのエコーロケーション装置」は、視覚に障害のある方のための、音声ナビゲーションアプリです。スマホに搭載されているLiDARを使って測定し、装着者に、周囲のどこになにがあるかといった情報を音声で知らせます。

装置のアイデアは私が考えたのですが、「Lohas ProLab」のメンバーと一緒に形にしていきました。「Lohas ProLab」とは、工学部ロハス工学センターのプロジェクトのひとつ「ロハスの家群跡地再生プロジェクト」のメンバーが運営するもので、現在、私も含めた8名の学生が学科横断的に集まって活動しています。

土木・建築・機械・電気電子・生命応用・情報という異なる分野の学生が集まっているので、自分では思いつかない視点のアイデアや指摘があり、修正を繰り返すことでより完成形に近いものができました。

「Lohas ProLab」の活動に参加するようになったきっかけは、学部2年前期の必修科目「ロハス工学II」の授業。コロナ禍のオンライン授業でしたが、伊藤先生が「学生主体の新しいものづくりや研究活動を支援する計画があるんだけど、やりたい人はいますか」とおっしゃって、その場で「やってみたい!」と手を挙げました。

そこからは、アイデアが浮かぶと、伊藤先生にメールを送ってアドバイスを受けるということを繰り返しました。参加を決めたときに、これは長期でかかわることになると思って、大学院へ進学することも決めました。

私は中学生の頃から機械の構造が好きで、個人で機械やプログラミングの勉強をずっとしてきたので、つくりたいものがたくさんあります。実は今も、個人的に、次世代ロボットに使えるような機構の開発を進めています。試作品をつくっている最中ですが、コアとなる機構が成立すれば、特許申請もしたいと思っています。

作業は、自宅と、次世代工学技術研究センターの2階に設置していただいた「Lohas ProLab」の部屋で行っています。3Dプリンターなども自由に使えるので、活用して、新しいものをどんどん生み出したいです。

機械工学科  
学部4年

12

Young researchers are  
passionate about...

## がんの診断のための 分子検査支援アプリケーション

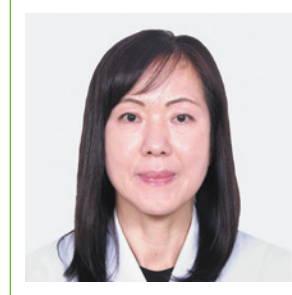
近年、がんに対する多くの治療法が開発されています。「個別化治療」と言われるように、一人一人に適切な治療法を選択するためには、適切な病理診断が必要です。病理診断では、顕微鏡下での形態学的評価に加えて、患者個々のがん細胞が発現するタンパク質や遺伝子異常を調べます。ですが、これらの情報は、例えば大腸がん、乳がん、肺がんなど、臓器別やがん種別に分かれて多数存在し、頻繁に更新されます。情報がエビデンスに基づいているかどうか重要です。

そこで本研究では、これらの病理学的知識情報を診断業務工程に沿って初めて組織化し、簡便に提示するWebアプリケーション(<https://evico.jp/>)を構築しました。がんの治療に直結する診断において、必要な情報を調べる時に情報のもれを回避することは重要です。このアプリケーションは、「調べたいもの」ではなく、「調べるべきものが全てわかる」という診断に特化した情報の入出力方法に特徴があります。「候補の診断名を考慮して鑑別方法を調べる」という医師の行動を、根拠に基づいて知識化することで、診断の適正や迅速性向上に寄与しようとする初めての技術です。

本研究は、本学理工学部、五味悠一郎准教授(システム構築)と五味研究室の大学院生や卒研究生、医学部、増田しのぶ教授(病理診断学的監修)、根東義明教授(医療情報システム監修)との共同研究により、アイデアを短期間で実装することができました。

がんの病理診断以外にも、様々な疾患を対象とした診断分野への応用と、多言語化による国際的な展開も可能であり、情報学的診断支援から、治療成績向上への貢献を目指しています。

## チャレンジャーの 観察眼



中西 陽子(なかにし ようこ)

医学部  
病態病理学系腫瘍病理学分野  
准教授



1991年、京都工芸繊維大学繊維学部応用生物学科卒業。大日本印刷、筑波大学、茨城県立医療大学を経て、2019年より現職。博士(医学)、博士(情報学)。がんの薬剤耐性と新規治療法、希少がんの発生機序、情報組織化研究に従事。



eVico Ver.1.4 病理診断ガイドアプリケーション

がんの種類を調べたい臓器をクリックしてください。候補の診断名と鑑別のための分子検査情報が簡単にわかります。

## 核酸医薬開発に向けた 分子シミュレーション技術

近年、急速に向上しているコンピュータの処理能力と、新たな理論やアルゴリズムの開発を背景に、タンパク質や核酸など生体高分子の構造やその機能を、コンピュータ上で高精度にシミュレートすることが可能となってきました。現在、このような生体分子シミュレーションは、実用的な研究手法の一つとして認識されつつあります。

このような状況に先駆けて、私はタンパク質や核酸などの生体高分子の立体構造、および生体高分子とそれに結合する分子との間にはたらく分子間相互作用を、量子化学計算や分子動力学計算などの分子シミュレーション手法を用いて解析し、生体高分子の構造と機能について研究を進めてきました。

近年では、アプタマーと呼ばれる核酸分子に対して、精力的に研究を進めています。アプタマーは、低分子化合物やタンパク質など様々な分子に特異的に強く結合することができるため、抗体医薬品と同等の薬理作用を有する次世代医薬品として期待されている分子です。しかしながら、新規アプタマーの設計開発には、配列設計の難易度が高いだけでなく、研究者の経験に頼るところが大きく、現在までアプタマーの実用化は進んでいません。

当研究室では、これまで研究者の経験に頼ることが大きかったアプタマー設計に、はじめて計算化学(分子シミュレーション)という手法を取り入れて、論理的な観点から新規アプタマーを設計する基盤技術の確立を目指し、研究に取り組んでいます。すでに、抗体に結合するアプタマーに対して、計算化学を用いて新たな配列を持つアプタマーの設計に成功しており、今後の研究に大きな期待が寄せられています。

また、本研究の解析技術は、アプタマー設計にとどまらず、アンチセンスやsiRNAなど核酸医薬品分子の開発にも応用展開が可能であると考えています。

## チャレンジャーの 観察眼

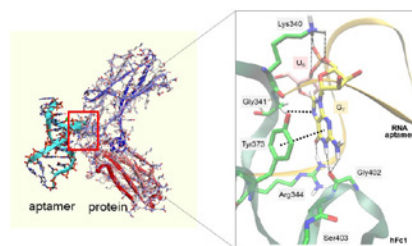


山岸 賢司(やまぎし けんじ)

工学部  
生命応用化学科  
准教授



2006年立教大学大学院理学研究科化学専攻修了、博士(理学)取得。その後、JST博士研究員、立教大学極限生命情報研究センター博士研究員を経て、2011年より日本大学工学部生命応用化学科に着任、バイオインフォマティクス研究室を主宰。2019年より現職。



核酸アプタマーと標的タンパク質との相互作用の解析

## 進化する研究の『真価』

### 天然由来材料を用いた リサイクル複合材料成形

現在、持続可能な開発課題であるSDGsや低炭素社会の実現、海洋プラスチック問題などの地球環境問題に注目が浴びております。非常に多くの方々に地球環境や環境汚染問題などに興味を持たれているのが現状です。本研究室でも、環境負荷を低減した成形や加工を考えていく上で、材料のリサイクルについて着目しております。また、生産工学部は、千葉県習志野市にあります。千葉の名産は落花生です。生産される落花生の重量の内、30%(莢など)は産業廃棄物として捨てられています。地域社会への還元を合わせて考えた場合にその有効活用ができないか考え、木製の合板であるパーティクルボードに使用されている木材の破片の代替として、落花生の莢を使用した板材の研究を行っております。さらに、より環境負荷を低減させるため、接着剤に使用する樹脂には生分解性樹脂であるPVA(ポリビニールアルコール)を使用しております。これらを用い、板形状での機械特性などを調査し、さらに適応範囲を広げるため、コースターや皿の形状にも加工し、3次元形状にした際の加工性についても検討しております。天然素材の有効利用は今後も様々な分野で注目されると考えられ、生物資源科学部にご協力いただき、エンバク材などを用いたカトラリー製品の成形にも今後挑戦していきます。

コースター(生産工学部マーク付き)



鈴木 康介(すずき こうすけ)

生産工学部 機械工学科 助教

2009年日本大学大学院博士後期課程修了、博士(工学)取得。2009年東京製綱株式会社入社、技術研究所配属、エレベータなどのワイヤロープの研究や開発に従事。2018年日本大学生産工学部機械工学科着任、成形シミュレーションの精度良く行うための材料測定方法研究や、天然由来材料を用いたリサイクル複合材料成形などについて研究を行っている。



## 進化する研究の『真価』

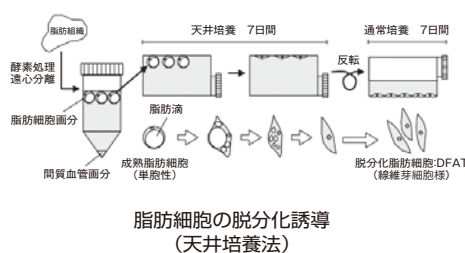
### 足場の「硬さ」で細胞の運命を制御する

私たちのからだを構成する組織や器官は固有の硬さを有しています。近年、間葉系幹細胞を、脳、筋肉あるいは骨組織と同じ硬さを持つ細胞外基質上で培養すると、硬度依存的にそれぞれの組織の特徴をもつ細胞へと分化するという驚くべき研究成果が報告されました。すなわち、細胞は接着する足場の硬さにあわせて自らの運命を決定することを示しています。遺伝子によって細胞の運命が支配されるというこれまでの常識を覆す発見は世界的に大きなインパクトを与えました。

私たちの研究グループでは、哺乳類の脂肪細胞を一般的な細胞培養フラスコ内で培養すると自発的に脱分化し、脱分化脂肪細胞(de-differentiated fat cells: DFAT)となって活発に増殖することを発見しました。また、DFATは間葉系幹細胞のような多能性を持ち、至適な培養条件下において、脂肪細胞に再分化するだけでなく、骨格筋、軟骨、骨、血管および神経系細胞など、さまざまな細胞へ分化させることを明らかにしました。現在、私は脂肪細胞が自発的に脱分化し、多能性をもつDFATに転換するメカニズムの解明に取り組んでいます。

軟らかい脂肪組織から単離された脂肪細胞は球形ですが、硬いポリスチレン製の基底面に接着すると、細胞の形を徐々に伸展させながら細胞質中にある脂肪滴を消失させて、線維芽細胞様のDFATへと変化します。一方、DFATは脂肪組織のような軟らかいシリコン製の基底面に接着すると、脂肪滴を蓄積し、再び脂肪細胞へ戻ることを明らかにしました。このことは、脂肪細胞の脱分化および分化の状態を足場の硬さによって制御できることを示しています。

私たちは脂肪細胞が自発的に脱分化および再分化する培養系を駆逐することで、足場の硬さが細胞の運命を決定するメカニズムの一端を解明できると考えています。



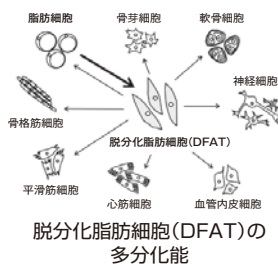
沖 嘉尚

(おき よしなむ)

生物資源科学部  
応用生物科学科  
専任講師



2009年日本大学大学院生物資源科学研究科にて博士(生物資源科学)取得後、2010年日本大学生物資源科学部動物資源科学科助手、2022年より現職。哺乳類の体細胞における脱分化および多能性獲得機構に関する研究に従事。



# NUBIC Information

インフォメーション

## コーディネーター紹介

日本大学では、3名のコーディネーターが、本学で生み出された研究成果を基に、産業界等との共同研究をコーディネートするだけでなく、本学が保有する特許権等のマッチングなど、社会の皆さまと本学をつなぐ橋渡しを展開しています。

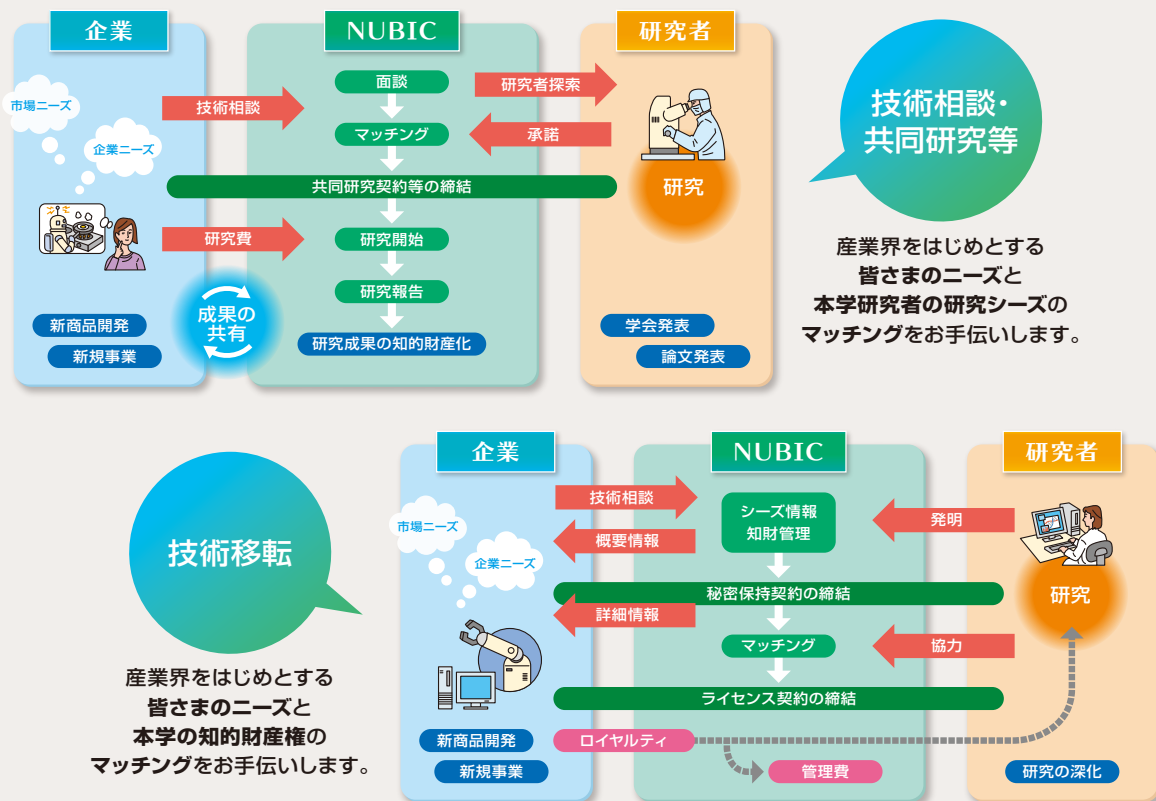
各コーディネーターの培ってきた経験や専門性と幅広いネットワークを生かし、社会の皆さまと日本大学が「Win-Win」の関係を築くことができるよう心がけて活動しています。

何かお困りことはないでしょうか？日本大学がお手伝いできることはないでしょうか？

日本大学が社会の皆さまのお役に立てますよう活動してまいりますのでお気軽にご相談ください。

皆さまからのお問い合わせをお待ちしております。

## 日本大学における産官学連携



## 編集後記

本号は、これまでのデザインを一新するとともに、新たなテーマとして、大学院学生等の特集をしています。研究に傾ける熱意やその裏側にある苦悩やコロナ禍での葛藤だけでなく、自身の発明が人々の手に届く喜びや将来の希望についても熱く語って貰いました。若き研究者ならではの発想や着眼点、創意工夫などにもご興味を持っていただけれますと幸いです。

