



同志社大学 特許情報
「知」の軌跡
Patent Information

同志社大学には、研究技術開発によって生まれたさまざまな知的財産があります。これらの中で特許登録された発明を紹介します。ご興味をもたれた皆様からのご連絡をお待ちしています。

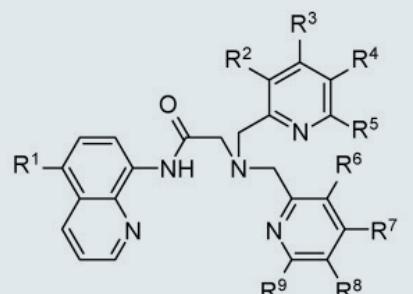
発明の名称

複素環化合物、金属錯体触媒及びその使用

特許番号	特許第5659191号	登録日	2014年12月5日
出願番号	特願2012-112606	出願日	2012年5月16日
権利者	学校法人同志社	発明者	人見 穣
適用分野・用途	化学品合成、特に医薬品分野		

【課題】選択性の高い酸化触媒を与える複素環化合物及びこれを用いた金属錯体触媒と、その使用法及びアルコールの製造法の提供。

【手段】左式で表される複素環化合物。式中、R¹はニトロ基等であり、R²及びR⁶は水素原子等であり、R³及びR⁷は水素原子等であり、R⁴及びR⁸は水素原子等であり、R⁵及びR⁹は水素原子等である。



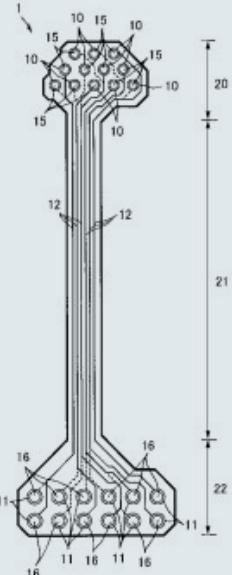
発明の名称

生体装着用電極

特許番号	特許第5771437号	登録日	2015年7月3日
出願番号	特願2011-098603	出願日	2011年4月26日
権利者	学校法人同志社	発明者	高橋 晋
適用分野・用途	ライフサイエンス		

【課題】げっ歯類等の小動物の頭蓋内の様な小さな空間でも設置可能かつ、脳の形状に左右されない生体装着用電極を提供する。

【手段】少なくとも一部分を頭蓋内に設置する硬膜外電極1において、頭蓋内に流れる微弱な電気による信号を受信したり／又は頭蓋内に微弱な電気による信号を発信する電極領域20と、外部装置と電気的に接続可能なコネクター領域22と、前記電極領域20とコネクター領域22とを電気的に接続する伝達領域21とを有し、電極領域20には、複数の電極端子10が平面的広がりをもって分布すると共に各電極端子10に接続された電極配線12があり、電極領域20の先端側に配された電極端子10に接続している電極配線12は、後列の幅方向に隣接する電極端子10同士の間を通過しており、電極領域20は可撓性を有している構成としている。



特許についてのお問い合わせ先

同志社大学知的財産センター TEL:0774-65-6900 FAX:0774-65-6773 E-mail:jt-chiza@mail.doshisha.ac.jp

公開特許一覧ホームページアドレス http://ipc.doshisha.ac.jp/patent_list/patent_list.html

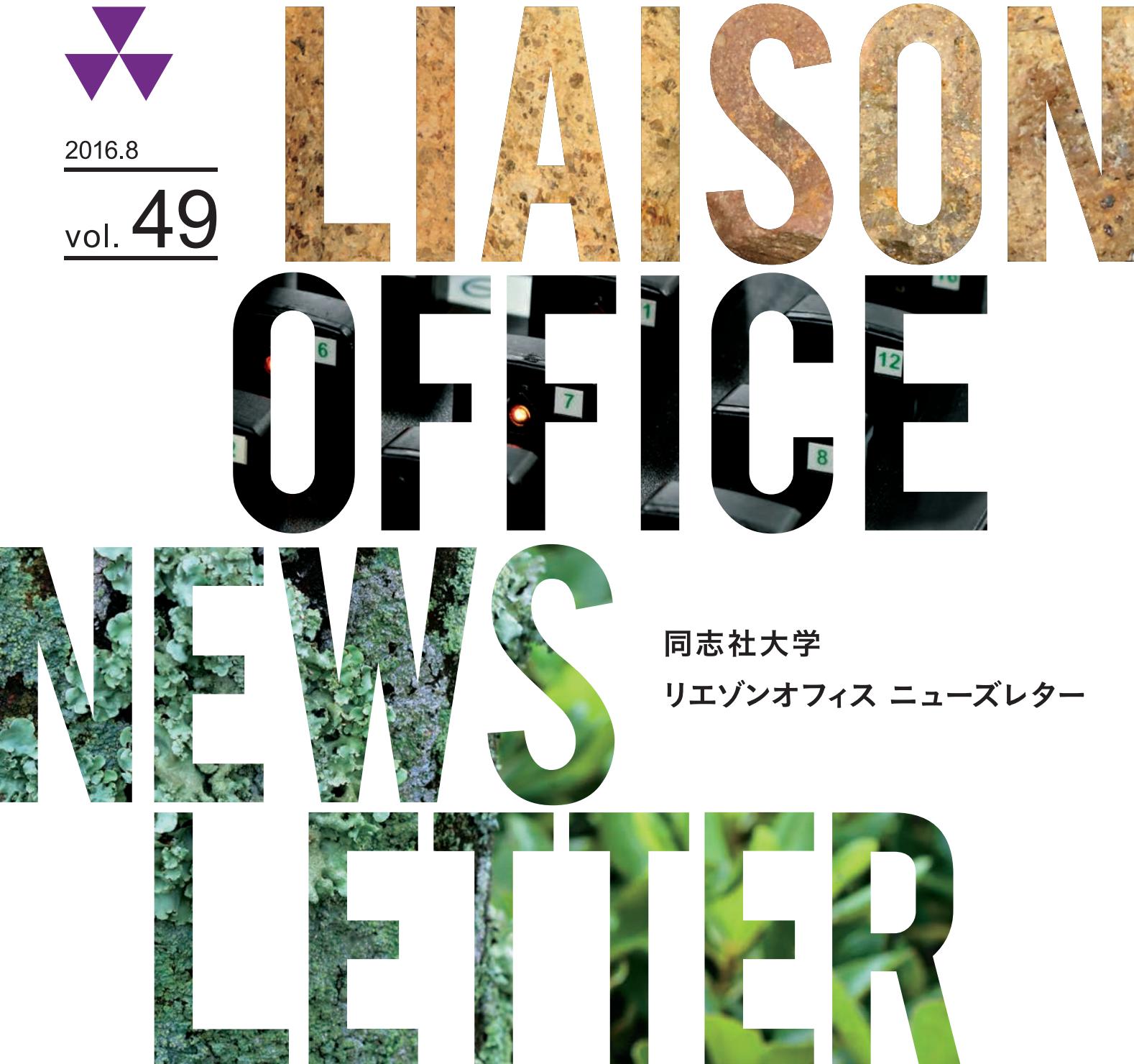
LIAISON



2016.8

vol. 49

京田辺リエゾンオフィス 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 同志社大学京田辺校地 同志社ローム記念館2階 TEL:0774-65-6223 FAX:0774-65-6773 E-mail:jt-liais@mail.doshisha.ac.jp
今出川リエゾンオフィス 〒602-0023 京都府京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町103 同志社大学今出川校地 愛海館2階 TEL:075-251-3147 FAX:075-251-3046 E-mail:ji-liais@mail.doshisha.ac.jp
<http://liaison.doshisha.ac.jp/> 2016年8月発行(年3回発行)同志社大学リエゾンオフィスニュースレター 編集／発行:同志社大学研究開発推進機構 LIAISONバックナンバーは、HPからダウンロードいただけます。



特集 | 同志社大学 × 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

ロボット・人工知能の可能性を語る

横川 隆一 同志社大学 副学長/研究開発推進機構長/生命医科学部 医工学科 教授

橋本 雅文 同志社大学 ハリス理化学研究所長/理工学部 インテリジェント情報工学科 教授

弓取 修二 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部長/AI社会実装推進室長

川上 憲治 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部専門調査員

内山 佳親 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部主査

坂本 健一 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部主査

▶ LIAISON OFFICE NEWS & TOPICS

▶ 研究者をたずねて

松藤 和人 文学部 文化史学科 教授

坂東 敏博 理工学部 インテリジェント情報工学科 准教授

上林 清孝 スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 准教授



卷頭特集 | 同志社大学 × 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

ロボット・人工知能の可能性を語る

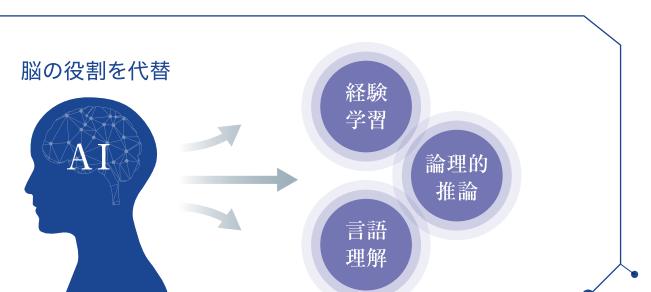


同志社大学とNEDOによるトークセッションを開催。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(略称NEDO)は、経済産業行政の一翼を担い、エネルギー・環境問題の解決と産業技術力の強化という二つのミッションに取り組む国立研究開発法人だ。日本最大級の公的研究開発マネジメント機関として、産官学の連携や国際ネットワークを活用しながら先進的な研究を展開している。今回、同志社大学の研究者とNEDOの担当官でトークセッションを開催。ロボット・人工知能分野が持つ可能性や連携の在り方を語った。

KEYWORD 人工知能(AI)

人工知能とは脳が行う知的な作業をコンピューターで模倣したソフトウェアやシステムの総称である。人工知能研究が対象とする課題は、言語理解、論理的推論、経験学習などである。人工知能に関する研究は1950年代から行われ、今日では人工知能が金融分野、製造分野、マーケティング分野に活用されるほどの目覚ましい発展を遂げている。



政府の政策が後押しするように、ロボットとともに人工知能(AI)の研究開発が活発化。

弓取：「ロボット」は、今後の人類にとって息の長いテーマになりますね。近年、この分野を学びたいと考える学生数も増えています。同志社大学にはロボット関連の研究者が在籍しているようですね。具体的にどのような研究をされているのかと興味があります。

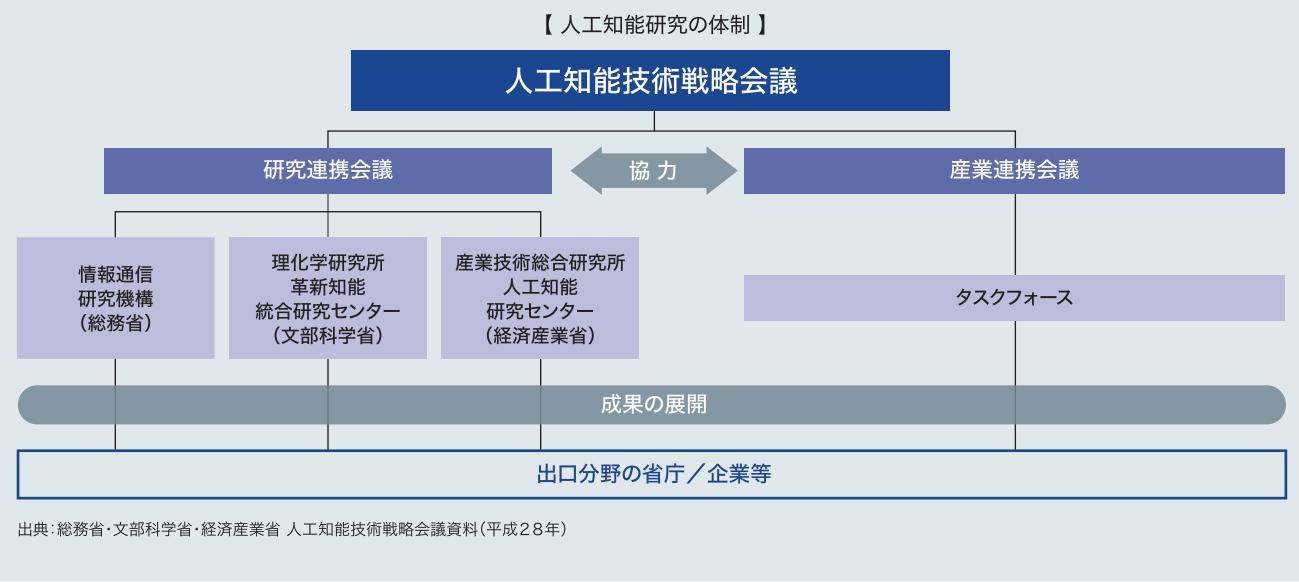
内山：横川教授はパワーアシスト技術の研究をされているそうですね。とりわけ介護業界でロボットに対する需要が年々高

まっており、期待を集めていますね。
横川：そうですね。私は利用者の身体状況に合わせて補助できる「分散協調型運動支援ロボットシステム」をはじめ、要介護者のリハビリ支援を行うコミュニケーション型のロボット開発に取り組んでいます。
坂本：NEDOでも民間企業と共同で、物流工程においてモノを運ぶ際にパワーアシストするスーツを開発しています。手足のみならず、全身をサポートするタイプのロボットです。
弓取：ロボット研究もそうですが、日本政府が「人工知能技術戦略会議」(p.3

図参照)を発足させたように、人工知能(AI)の研究開発が活発化しています。我々もロボット技術とAI技術の両方を開発しながら、社会に役立つ技術の創出に努めています。
橋本：AIは無限の可能性を秘めていますね。私は走行中の車や周辺環境をリアルタイムにセンシングし、AIによって人の動作を予測する進化適応型自動車運転支援システム「ドライバー・イン・ザ・ループ」の研究に取り組んでいます。このシステムは完全自動運転ではなく、半自動運転です。ドライビングプレジャーと安全性を両立させるために、コンピューターが

人工知能技術戦略会議について

平成28年4月に開催された第5回「未来投資に向けた官民対話」で、安倍首相より人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップを今年中に策定すると発表され、人工知能技術戦略会議が発足した。総務省・文部科学省・経済産業省の連携をはじめとして産官学連携体制を強化。企業や大学、研究開発法人への投資を今後10年間で3倍に増やす方針だ。これによりAI開発研究と技術の産業化を推進する。産官学の叡智を集めた人工知能研究開発に向け、新たな一步が踏み出された。



裏方になってドライバをサポートします。ドライバが不自然な運転をすると制御系が運転を管理する仕組みとなっています。現在はセンシングの開発に注力しています。

横川：センシングという観点でいえば、生命医科学部の飛龍志津子准教授はコウモリが超音波を利用して行う周囲環境情報収集システムをロボット技術に応用しようとしています。コウモリはシンプルな脳構造なのに、検知能力が非常に優れています。

坂本：生物が有するさまざまな生体アルゴリズムをテクノロジーへ応用するバイオミメティックス(生態模倣技術)は、ロボット分野においても盛んに研究されています。

弓取：研究開発の補助・助成という面ではやはり文部科学省がメインになります。

橋本：文部科学省からの補助・助成を利用する機会は多いですね。科学研究費助成事業の採択率は、大学全体の評価にもつながってくるという面があります。したがって、大学としても科学研究

り、その中で経年劣化していく橋のモニタリングも行っています。各所に湿度や振動、塩害による塩度を測るセンサーを貼りつけて、その橋の経過状態情報を継続的に採取しています。センサー技術はロボット分野から切り離すことができない重要なファクターだと思います。

**総合大学としての強みを活かし
エンジニアリング面だけではない複合的な課題を解決する。**

費助成事業の採択は無視できない項目です。ただし、産官学連携を推進する本学ではより連携の幅を広げていきたいと考えています。今後はNEDOのプロジェクトも積極的に利用させていただきたいですね。

横川：これまで研究者が単独で取り組む研究が多かったので、大学側でまとめて組織化してより連携しやすい体制づくりも推進できればいいな、と個人的には思っています。

弓取：是非、連携の機会を増やしていけばいいですね。今後、同志社大学はロボット・AI分野でどのような研究を重点的に進めていくのでしょうか。

横川：生命医科学部の設立をはじめとして、これまで本学は脳科学に力を入れてきました。MRIなどの研究設備を揃え、細胞・分子レベルで人体のメカニズムを研究しています。生体系分野とエン

ジニアリング分野、双方の研究をうまく融合させ、研究技術を社会に役立てたいですね。

橋本：私が研究している自動運転支援技術でいえば、現代の道路環境で自動運転車を走らせる場合、新しい法律の整備をはじめ、どのような社会的影響が生じるかを考える必要があります。その際には、当然、経済学や法学の専門性も必要となります。ロボットについても技術だけではなく、周辺分野も十分に意識して開発していかなければと思っています。

川上：我々もロボットの社会実装に向けて、さまざまな会合で議論を重ねています。技術さえ発達すればロボットをどんどん活用していくというのは大間違いで、人間社会に溶け込ませると複雑な問題が絡んできますよね。文系学部の力も必要となります。

橋本：本学であれば心理学部や文化情報学部もあり、多様な学問領域をカバーしていますので、気軽に異分野の人と連携できるメリットがあるのではないかと感じています。

内山：そこは、総合大学ならではの大きな強みですね。ロボット・AI分野において学内プロジェクトや学内連携を明示的に展開していく構想もあるのでしょうか。

橋本：ロボット・AIという技術的な面ばかりに目を向けてしまいますが、最終的には人間とのインターフェイスが肝心



です。この課題に対して、文系の教授と理系の教授とでスムーズにリレーションをとることができればいいのですが、プロジェクトを進めようとしても最後の最後でかみ合わないこともあります。

立ちはだかるのは間違いありません。

橋本：本学は多様な研究施設・研究科を有しているので、ロボットと人との共存に関する研究もこれからの使命になってくるでしょうね。

横川：企業や国の側からだけでは難しい分野の研究を本学がサポートできればよいと思います。企業だとコストが合わないと産業化させることができません。私が研究している介護機器の分野はコストパフォーマンスを考慮すると大量にロボットを製造することはできませんが、研究を行うことはできます。ロボット・AI分野の発展のために、すぐには結果が出にくいような研究も大学が担っていくべきなのではないでしょうか。

内山：なるほど。NEDOにも同様に、難易度が高く実現に時間がかかる研究に取り組んで方向性を示していくことで、それが呼び水となり、研究を活発化させていきたいという思いがあります。

弓取：今回お話をさせていただいた同志社大学をはじめ、さまざまな大学の特徴を把握した上で、積極的にコラボレーションしていきたいと考えています。産官学連携の取り組みから、次代を切り拓く新たな可能性が生まれるでしょう。



CASE STUDY | 1

研究名
人の上肢運動に協調して動作補助を行うロボットの開発
(メディカルロボティクス研究室)

人とロボットの協調により複雑な上肢運動を支援する

腕の筋力が弱った高齢者の上肢運動補助、あるいは高齢者・脳卒中患者の上肢運動機能のリハビリテーションのための次世代ロボットマニピュレータ(Human motion Assisting Robot Manipulator; HARMony、ハーモニー)を開発し、その実用化に向けて研究をしている。人間の上肢運動は、運動での個人的特徴に大きく影響を受ける。したがって、ロボットの動作特性は使用者の身体情報、年齢、性別、動作意図に対応して適切に制御される必要がある。これに対して、本技術は多自由度を有する関節マニピュレータが要介護者の上肢を支えながら、要介護者の運動能力や動作意図に合わせて上肢の動きを追従し、安全に運動を補助できるロボット技術である。本技術を使用することにより、高齢者や上肢運動機能に障害を持つ人などのリハビリテーションや生活必需作業(食事や筆記等)を補助することが可能となる。

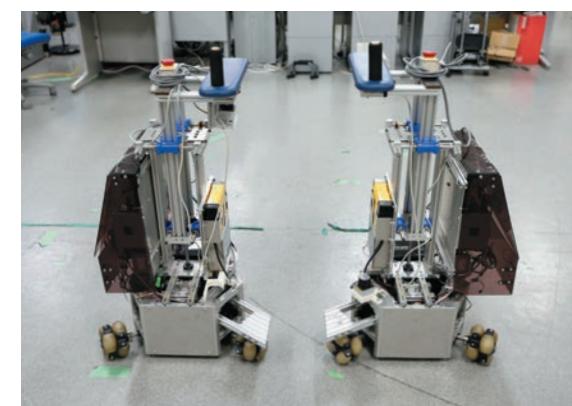


CASE STUDY | 2

研究名
通信ネットワークを用いた分散協調型運動支援ロボットシステム
(メディカルロボティクス研究室)

複数ロボットの協調制御が人間の多彩な動作を支援する

機能を単純化した各ロボット(椅子ロボット、左右の手摺ロボット、監視用カメラロボット)をネットワーク環境下で協調制御。これにより使用者の身体状況・能力に応じたロボットシステムの構築を目指す。ロボットの組み合わせによって使用者の多彩な動きに対応する。①椅子ロボットと左右の手摺ロボットの協調制御により、電動車いすとして使用者の移動の補助を行う。②椅子ロボットと左右の手摺ロボットの協調制御により、使用者の立ち上がる動作を補助する。③左右の手摺ロボットを連動させることで使用者の歩行運動を補助する。④カメラロボットは協調制御下にある複数ロボットと使用者の相対位置・運動を認識し、使用者の安全を見守る。上記のようにネットワーク環境を利用して単機能ロボットを組み合わせることにより、複数のロボットをバーチャルに合体させることが可能となる。



CASE STUDY | 3

研究名
進化適応型自動車運転支援システム
'ドライバ・イン・ザ・ループ'
(同志社大学モビリティ研究センター)

自動運転技術を確立し安全なクルマ社会の実現へ

高齢者を想定したドライバや走行中の車、およびその周辺環境に適応した車両の運転支援技術を確立することで、人と車の共存および周辺車両や環境との協調を行う自動車運転支援システムである。ドライバのヒト生体情報を解析する高度な技術と人工知能とを駆使し、高齢者ドライバごとの運転特性を把握。ソフトウェアエージェントとして遺伝的アルゴリズム・機械学習を利用して運転システムをソフトウェア的に進化させ、最適と考えられる運転支援・制御を行う。また、センシング技術によって認識した周辺環境状況を車両間で相互に交換することで、システムが周辺の人と車両の状態をリアルタイムに予測し安全な車両制御を実現する。ドライバの特性や嗜好、更にリアルタイムの運転・周辺状況を考慮した安全運転の実現により、交通事故を削減し高齢者が安心して運転できる社会作りへの貢献を目的とする。

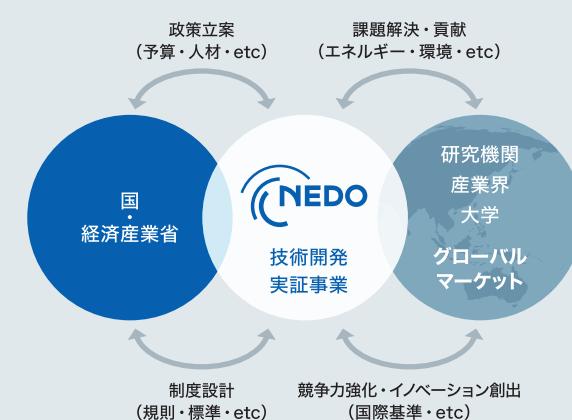


機関紹介



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

NEDOは日本最大級の
公的研究開発マネジメント機関として、
さまざまな分野で活躍しています。



NEDOの使命

1) エネルギー・地球環境問題の解決

新エネルギーおよび省エネルギー技術の開発と実証試験等を展開。エネルギーの安定供給と地球環境問題の解決に貢献します。

[技術開発フィールド]

- 省エネルギー分野
- 蓄電池・エネルギー・システム分野
- 新エネルギー分野
- 環境・省資源分野
- クリーンコールテクノロジー分野
- 國際展開支援
- 地球温暖化対策分野

2) 産業技術力の強化

将来の産業において核となる技術シーズの発掘や技術の実用化に向けた技術開発などを、産官学の英知を結集して実施。新技術の市場化を図る。

[技術開発フィールド]

- 材料・ナノテクノロジー分野
- ロボット技術分野
- 新製造技術分野
- 境界・融合分野
- 電子・情報通信分野



NEWS & TOPICS

S セミナー・シンポジウム開催

E 出展

U 大学・学生関連



SEMINAR

関西10私大新技術説明会を開催

日時：2016年3月3日（木） 場所：JST東京本部別館ホール（東京都千代田区）



関西私立大学知的財産連絡協議会加入大学と国立研究開発法人科学技術振興機構の共催で関西10私大新技術説明会が開催されました。研究者自身が、企業関係者に対し、「研究シーズ」の実用化を展望しました。

説明を行い、ライセンス先や、共同研究開発のパートナーを募りました。約140名の参加者にむけて、エネルギー、材料、情報通信、アグリ・バイオなどの分野の発表がありました。

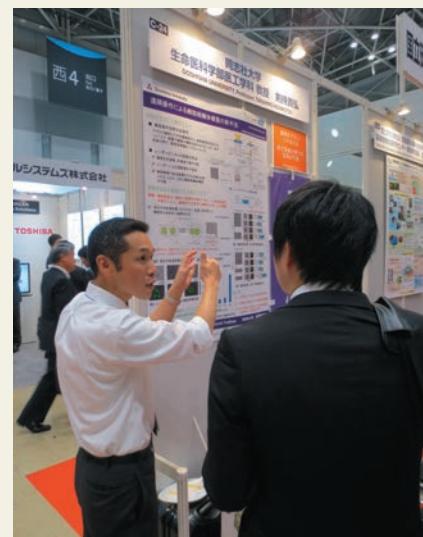
本学からは、長岡直人教授（理工学部）が、「リチウムイオン電池の稼動時劣化診断」について発表しました。リチウムイオン電池の劣化を診断用充放電装置を用いることなく、稼動時の電池電圧電流波形から推定する技術です。電池を機器から取り外す従来法と異なり、機器稼動時の電圧電流波形から電池の等価回路を導出し、等価回路定数の変化から劣化を診断することができます。大規模太陽光発電・風力発電等の電力系統分野、電気自動車等の車両分野、UPS・中継基地等の通信・建築分野への実用化が期待されます。発表後には、今後の展開について、意見交換が行われました。



EXHIBITION

第13回アカデミックフォーラムに出展

日時：2016年5月11日（水）～13日（金） 場所：東京ビッグサイト（東京都江東区）



アカデミックフォーラムとは世界のバイオ研究者、企業、ベンチャー、政府や地方機関が集う「ライフサイエンスワールド2016」の一環として、国際バイオテクノロジー展などと同時開催されるものです。大学や研究機関の研究者が、口頭やポスターによるバイオ研究の成果発表を行い、来場者と活発に議論することで共同研究や技術移転などの産学連携を生み出す機会として活用されます。

本学からは、剣持貴弘教授（生命医科学部）が「遠隔操作による細胞組織体構築の新手法」の題目で口頭およびポスターにて発表し、レーザーピンセット技術を用いた遠

隔操作と高分子の枯渇効果により、細胞異物である基盤を用いることなく細胞一つひとつを非接触・非破壊で操作して3次元的な細胞組織体を構築し、細胞同士の安定した接着を維持する新たな手法について紹介しました。ポスター展示ブースには3日間で約100名が来場し、有意義な意見交換をすることができました。本技術は再生医療や生体を模した細胞組織体を用いた医薬品の検証実験などに応用可能であると期待されることから、多くの方から革新的なコンセプトであり、将来の実用化に大きな期待をしているとの反響をいただきました。



SEMINAR

「新ビジネス」フォーラム～「赤ちゃん学」シンポジウム～を開催

日時：2016年3月16日（水） 場所：同志社大学東京サテライト・キャンパス（東京都中央区）

『赤ちゃん学』から始まる新しいヘルスケア技術の創成」をテーマにシンポジウムを開催しました。

小西行郎センター長・教授（赤ちゃん学研究センター）が「赤ちゃんの科学～異分野・異業種をつなぐ赤ちゃんの世界～」と題して、赤ちゃん学の領域とその課題について紹介し、本学の赤ちゃん学研究センターとの連携について提案いたしました。

次に、松田佳尚准教授（赤ちゃん学研究センター）が、「機能リズム障害としての自閉症スペクトラム症／障害(ASD)」と題して、ASDと乳幼児期の睡眠リズム障害はじめとした生体内の様々なリズム障害との関連性

について紹介しました。

最後に、桜田一洋シニアリサーチャー（ソニーコンピュータサイエンス研究所）から「人生最初の1000日からはじまるヘルスケア」と題して講演いただきました。胎児から2歳児までの環境要因が成長後の慢性疾患や発達障害と相関関係にあることを解明するため

に、IoT技術やデータ分析技術を用いて研究を進めているとの紹介がありました。これらの研究の成果をヘルスケアの分野に活かすためにソリューションサービスをプロデュースする役割が産業界に期待されると述べられました。質疑応答ではフロアからまだ未知の部分が多い赤ちゃんの発達の仕組みについて

で熱心なディスカッションがなされました。

今回のシンポジウムをきっかけとして、本学の赤ちゃん学研究センターを核とした共同研究や連携が生まれることが期待されます（赤ちゃん学研究センターは2016年4月に文部科学省共同利用・共同研究拠点に認定されました）。



着任紹介

OUR NEW STAFF

岩井 誠人

リエゾンオフィス所長／理工学部電子工学科 教授



4月からリエゾンオフィス所長を務めております。個人の専門は無線通信分野であり、民間企業の研究職に従事した後、本学にて研究に励んでまいりました。これまでリエゾンオフィスにお世話頂く立場でしたが、先頭に立って産官学連携活動を進める所長という立場となりました。大学における研究成果をもとに社会の発展に貢献することを大きな目的として、教職員が一丸となって産官学の連携活動を進めて行きたいと考えています。

大井 英之

リエゾンオフィス 産官学連携コーディネーター



4月より着任いたしました。前職は製薬企業の研究所マネジャーとして、バイオ医薬の創製、新規創薬標的の探索・検証などの研究に取り組んでおりました。今後は主にライフサイエンス系を担当しますが、私が経験してきた創薬研究以外にも機能性食品、サプリメント、生体材料、医用工学、運動支援、福祉・介護など携わる研究は多岐にわたります。多様な研究を的確に理解し、革新的な成果を社会へ橋渡しできるよう努力いたします。

加藤 司

研究開発推進課 知的財産センター担当



6月に着任いたしました加藤司と申します。2006年に同志社大学に入社し、学内の情報部門にて学内事務室へのPC配備や学内業務システムの保守・構築などの業務を経験し、その後は生命医科学部事務室にて入試運営、履修登録や成績管理などの学部運営に従事しました。この度、知的財産センター担当となりましたが一日も早く知識を身につけ、業務を通じて大学や社会へ貢献したいと考えております。よろしくお願いいたします。

吉間 一雅

リエゾンオフィス 産官学連携コーディネーター

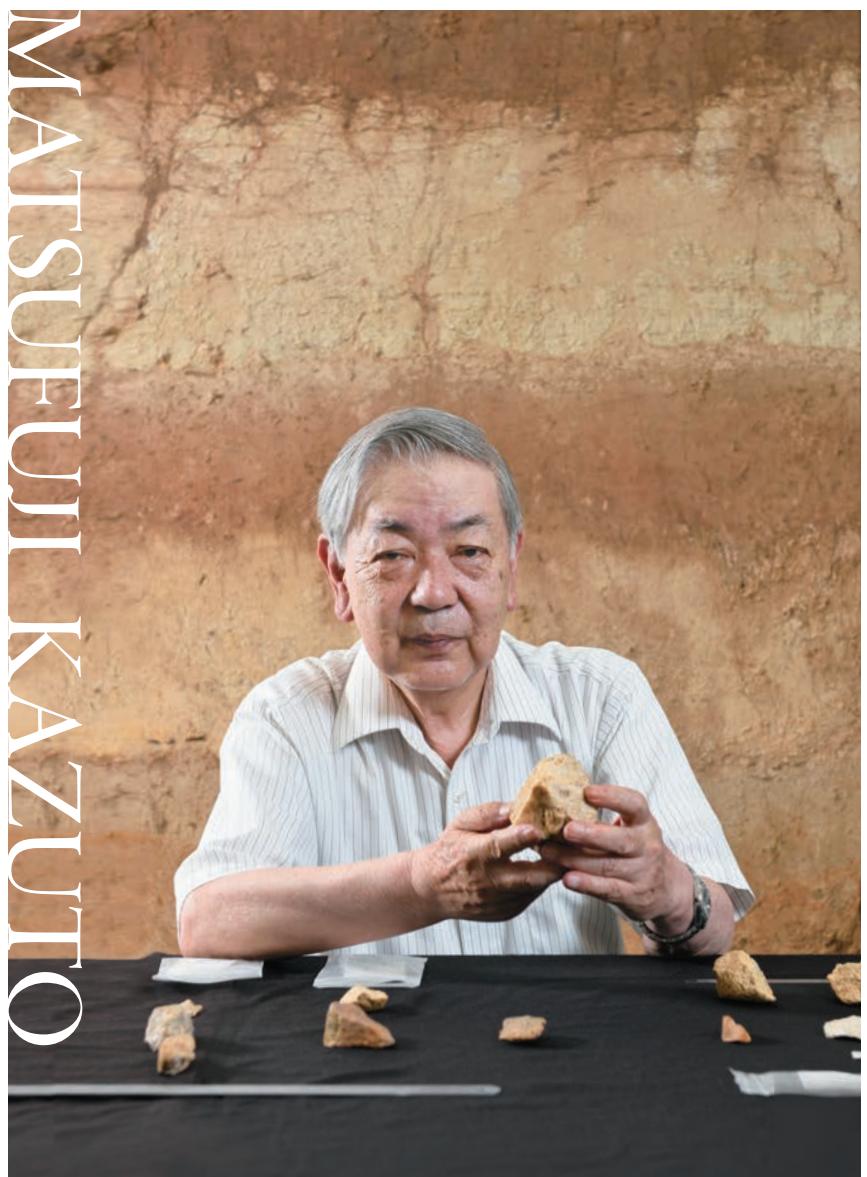


4月より着任いたしました吉間一雅と申します。理工学部の機械系、化学系、心理学部、生命医科学部の一部の先生方を担当させていただきます。私は、3月末まで勤めていた企業では、溶接ロボット開発に携わっていました。特に人の溶接動作をロボットに置き換えるソフトウェアやセンサーを使ってロボットの動作を制御するソフトウェアの開発を行いました。前職で培った知識や経験を今後の業務に活かして尽力いたします。



日本列島における 「人類史の起源」を追い求めて。

まつふじ かずと
松藤 和人 文学部 文化史学科 教授



PROFESSOR'S PROFILE

1947年生まれ。同志社大学文学部文化学科卒業、同志社大学大学院文学研究科文化史学専攻修了。元日本旧石器学会副会長。東アジアにおける旧石器文化の起源と発展を研究課題とする。また、考古学界でもいち早く周辺分野との共同研究に着手し、学際的な研究を展開。主な著書に『日本と東アジアの旧石器考古学』(雄山閣)や『旧石器が語る「砂原遺跡」—遙かなる人類の足跡をもとめて—』(ハーベスト出版)などがある。

地質学の手法を活用したことが 国内最古とされる 石器の発見につながった。

「後期旧石器時代からさらにさかのぼって、いつ人類が日本列島へ渡来してきたのかを探査しています」と目を輝かせて語るのは考古学者として活躍する松藤和人教授だ。考古学とは人類が残した痕跡からその起源や活動をひも解く学問である。中でも石器は人類が存在したという重要な証拠で、使われ始めたのは200万年以上前とされている。加工の度合いによっては自然石との見分けが難しく、石器そのものだけでは年代も特定できないため、埋まっていた地層が重要な手掛かりになる。松藤教授によると、石器の見極めには何よりも「経験」が大切だという。

考古学者として豊富なキャリアを誇る松藤教授だが、国内にとどまらず中国・韓国に渡って海外の研究者と交流を重ね、発掘調査の現場や資料を自身の目で数多く見てきた。アジアで発掘された石器と日本で発掘された石器とを比較研究する中で、共通点や相違点が浮かび上がり、日本における発掘調査に大いに役立つのだ。「日本という狭い島国の中だけに目を向けるのではなく、グローバルな視点を持って他国と比較研究しながらダイナミックに考察してほしいと学生たちにも伝えています」。

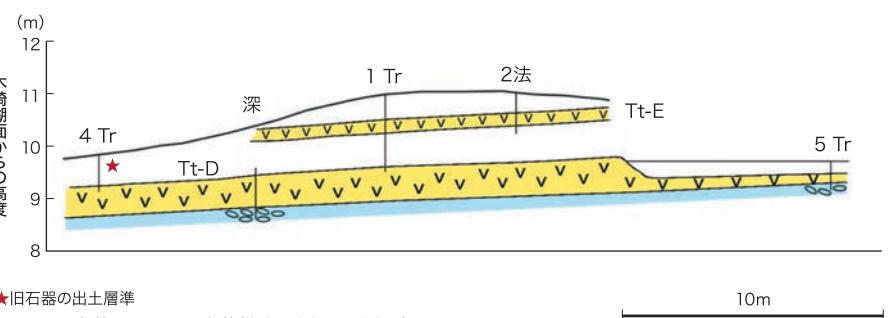
2009年、松藤教授が団長を務める学術発掘調査団が島根県出雲市多伎町の砂原遺跡で36点の石器を発見した。石器の鑑定においては、考古学の研究ではあまり試みられなかった地質学の手法を導入。発掘された石器を含む地層を詳しく調べたところ、中国大陆から飛来した黄砂や三瓶山から噴出した火山灰の地層が堆積しており、最終的に石器は11~12万年前のものだと結論付けられた。

これは、5~9万年前の石器が見つかった金取遺跡(岩手県遠野市)を抜いて国内最古であると考えられる。地質学の手法を活用した砂原遺跡での歴史的発見は、遺跡調査の手法を飛躍的に高める先例になったといえよう。「学際的かつ国際的な研究を行って初めて真偽が見えてきます。日本で発掘した石器に関しても、周辺大陸の石器や資料との比較研究を重ねながら、慎重に結論を出します」。従来の伝統的な研究手法にとらわれず、豊富な経験をもとに複合的な観点からアプローチしたこと、考古学の新たな1ページを開いたのである。

木崎湖畔で歴史的発掘。 学問分野を超えて研究者が 連携し、検証・分析を行う。

砂原遺跡での快挙に続き、2016年5月には松藤教授率いる学術調査団が長野県大町市平の木崎湖畔の小丸山で、約8万年前の地層から石器と見られる流紋岩を発掘した【図1】。かく乱されていない安定した地層からの出土で年代を絞り込めた意義は大きい。この発掘に関しては、日本旧石器学会の会員である杉原保幸さんが、木崎湖畔で採集した石が石器ではないかと松藤教授に鑑定を依頼したことから始まった。「杉原さんが持ってこられた石器を見たとき、木崎湖畔が有望な遺跡だと直感しました」。そこから採集された石器を、1点1点すべて確認し、杉原さんが調査した地層の断面や発掘した石器の位置をもとに、どのような地層に埋まっていたのかを図面上で復元して年代を考察した。そして、石器の表面に残る土をルーペで丹念にチェックすると、粘土やローム層(火山灰が風化・堆積してできた地層)が付着していることが確認された。その後、京都の民間企業に詳細な火山灰分析を依頼

【図1】木崎湖畔小丸山遺跡の地質断面図(渡辺満久原図)



し、約7~12万年前のローム層に埋まっていた可能性が高いことが判明し、本格的な発掘調査に乗り出す十分な理由になった。

5月に松藤教授らが木崎湖畔で新たに発見した流紋岩は、今後幅広い専門家の分析を通して加工法や用途を詳細に調べられる。旧石器考古学では地質学・堆積学・地形学・岩石学・年代測定学の研究者、さらには日本に飛んでくる黄砂を専門に調査する研究者らとの連携が欠かせない。学問分野を超えた交流によって、新たな発見や発想の転換がもたらされるのだ。「石器の鑑定などにおいて、共同研究者の中に一人でも見解の異なる者がいれば、その疑問点を徹底的に調べ尽くします。皆がお互いの専門的見地から遠慮なく意見を述べ合い、妥協せずに納得できる結論を導き出すことが真の研究であり、研究の醍醐味なのです」と松藤教授は熱を込めて語る。

旧石器捏造事件以降、 考古学界に蔓延するネガティブな 風潮から脱却するために。

今から330万年前に人類はアフリカで誕生した。そして、非常に長い年月をかけて大陸を渡り、この日本の地に私たちの祖先が到達した。その具体的な年代に関しては考古学界

でも意見が分かれ、定説は存在しない。1960年代から50年以上もの間、激しく議論が交わされてきたテーマである。近年まで、4万年以上前の遺跡は存在しないとの見解が多数派を占めてきた。それに拍車をかけたのが2000年に発覚した旧石器捏造事件である。これにより、4万年以上前に日本人は存在しないという風潮が確立されてしまった。そのため、2009年の砂原遺跡と2016年の木崎湖畔での発掘に対しても、一部の研究者からは懐疑的なまなざしが向けられている。旧石器捏造事件以来、新たな発見を頭ごなしに否定しようとする考古学界の姿勢に対して松藤教授は警鐘を鳴らす。「本来、研究とは先入観に束縛されず、自由な発想を取り組むべきものです。現在の考古学会は旧石器捏造事件から続く、『羹に懲りて膾を吹く』ようなスタンスから脱却する必要があります。隣接分野の研究者と垣根を超えて連携し、多様な観点から証拠を積み重ねることで、4万年以上前にも旧石器人が日本に存在したこと私はこれからも立証していくたい」。松藤教授による木崎湖畔での発掘調査は、考古学史上における一つのターニングポイントとなる可能性が高いだろう。日本列島人類史の起源に迫るその壮大な挑戦から目が離せない。



地層断面実測調査の様子



流紋岩製石器の出土状態



木崎湖畔の小丸山で出土した石器2点



白色照明の分光分布制御から生まれるイノベーション。

ばんどう としひろ
坂東 敏博 理工学部 インテリジェント情報工学科 准教授



PROFESSOR'S PROFILE

1952年生まれ。大阪大学理学部生物学科卒業、大阪大学基礎工学研究科(物理系生物工学専攻)修了。専門分野は知能情報学。「カモフラージュにみる自然パターンの視覚認知」や「視覚におけるテクスチャーの役割」を研究課題とする。自身の研究室では、視覚情報と聴覚情報に関する信号処理・感性処理の立場から研究を行い、画像解析やコンピュータグラフィックス、認知科学的手法を用いて視覚のメカニズムに迫っている。

「自然の在り様」の面白さへの興味が昔から変わらない研究の原動力に。

人間の脳には両目から大量の視覚情報が時々刻々と送られており、この視覚情報は人間が外界から取り入れる情報の8割以上を占めている。視覚に関する研究史は非常に長く、古来より多方面からさまざまなアプローチが行われてきた。坂東准教授も視覚の解明に取り組む研究者一人だ。

「好きこそ物の上手なれ」という諺が存在するように、強い興味や関心が物事に対する理解や上達を促すものである。「幼い頃から『見る』ことが好きだったので、大学入学以前から視覚に関する研究に関心を持っていました」と自身のルーツを語る。大学では理学部生物学科に在籍し、微生物が光に集まる行動を研究。さらに、基礎工学研究科物理系生物工学専攻へ進学し、蛙や鯉の網膜神経細胞の生理学的研究に明け暮れる。その後は研究者として、ベタと呼ばれる闘魚を用い魚が「テクスチャ」を認識しているのかを研究した。テクスチャとは物体表面の細かな質感や模様を指す。実験ではベタのテクスチャを再現した写真と少しほかした写真を用意し、ベタが同種を認識した際に見せる闘争行動を利用して、見せる写真の違いによる行動変化を観察した。すると、ベタの鱗模様のテクスチャを忠実に再現した写真には明瞭な闘争行動を起こしたベタが、鱗模様をぼかした写真には闘争行動が明らかに鈍ることが確認された。魚が鱗模様のテクスチャの変化を認識していることが判明した。これをきっかけとして「自然の在り様」の面白さへの興味が高まり、同志社大学理工学部に就任してからは、「照明によるものの見え方の変化」の研究に力を入れている。

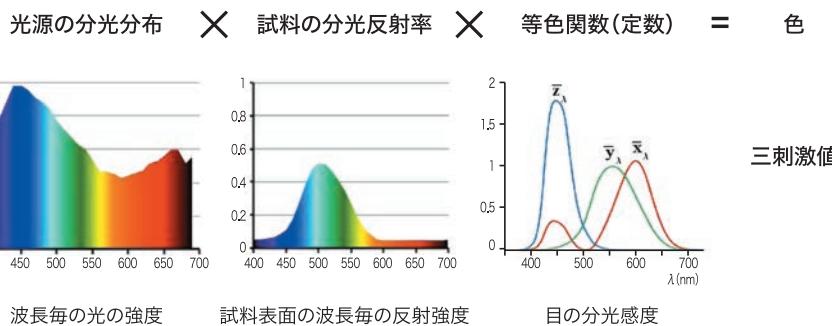
照明の変化に気づかず、
物体の色がひとりでに変化。
画期的な照明技術の開発に成功。

店頭では魅力的に映った商品が、自宅では色味が変わって見えてぱっとせずにがっかりした、そんな経験をしたことはないだろうか。この見え方の違いは、照明によって発せられた光が物体に反射して、私たちの目に入る光の波長構成が変化することが原因だという。そもそも光は空中を飛び交っている電磁波の一種で、さまざまな波長の組み合わせによって成り立っている。これを波長毎に分割した際に、各波長がどの程度含まれているのか表したもの「分光分布」と呼ぶ。我々の目に入る光の波長構成は光源の分光分布と物体の分光反射率の組み合わせによって変化する。【図1】光源の分光分布によって、人が認識する色は異なるのだ。したがって、照明毎に発する光の波長は異なるため、どのような波長の光の下で見るかによって色の感じ方に違いが生まれるのである。「この現象に着目し、照明の波長調節により、色の恒常性に囚われない色彩認識を実現しようと試みたのです」と坂東准教授は振り返る。

色の恒常性とは、赤いリンゴを緑の照明光の下においても人はそのリンゴを赤いと認識するように、照明光の条件が変わっても照明光の色に影響されることなく物が持つ固有色を知覚する現象だ。【図2】研究を重ねた結果、坂東准教授は極端な分光分布の偏りを持つ白色光を照明に用いることで、見る人が照明の変化に気づかず、物体の色がひとりでに変化したように見せられる技術の開発に成功した。【図3】

当てる光が変われば目に入る光が変わる。この鍵を握るのは、光を反射する色材の存在である。光の分光分布と色材の分光反射率をもとに視覚認識する色をシミュレーションで

【図1】物体の色は照明環境と物体の色の相互作用で現れる



きるが、まずは適当な色材そのものが存在しないと実用化には至らない。そのため、植物から宝石まで多種多様な色材を調べて分光反射率を計測し、膨大な量のデータを集めることが今後の課題だという。「労力を要しますが、発見する喜びは何にも代えられません。テクスチャの研究を始めた頃からの習慣で、頻繁にフィールドワークに繰り出しては色材の情報を集めています」。

照明の光をコントロールし、有害な紫外線を用いることなく安全に対象物の色を変化させる。これは私たちの生活に新たな刺激をもたらすだろう。店舗照明や芸術作品ディスプレイ、舞台照明、住空間・車室空間の雰囲気転換などを照明の切り替えひとつで実現する。「瞬間に色を切り替えるだけではなく、徐々に光を調整していく間にか対象物の色が変わっていた、なんていうアイデアも面白いですよね」と坂東准教授は笑みをこぼした。

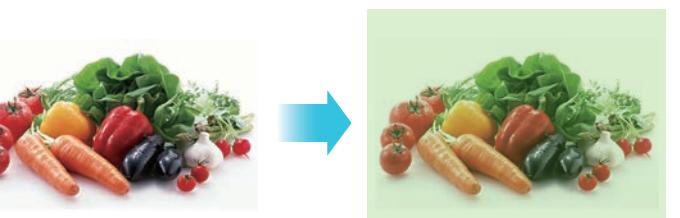
リエゾンフェアで得た手応え。
民間企業との共同研究で
新たなフェーズへ。

2015年12月に同志社大学リエゾンフェアが開催され、坂東准教授は研究シ

の発表を行った。視覚と色彩という参加者が馴染み易い研究テーマだったことも影響し、非常に多くの反響があったという。活発な意見が飛び交った産学交流の場では、坂東准教授自身も気が付かなかった可能性を指摘された。その一例として医療現場での応用が挙げられる。長時間特定の色を見た後、目を離すと補色が残像として視界に残ることを「補色残像効果」という。この補色残像効果は、特に白色を見たときに発生するため、医者の手術着は白ではなく緑のものを着用してミスの発生を防いでいる。照明のコントロールによってより手術しやすい視覚環境を作り出すなど、医療の発展に寄与することも十分に考えられるのだ。人が肉眼で見た際の視覚情報を変化させると、革新的なアイデアは、幅広い分野でイノベーションをもたらすかもしれない。

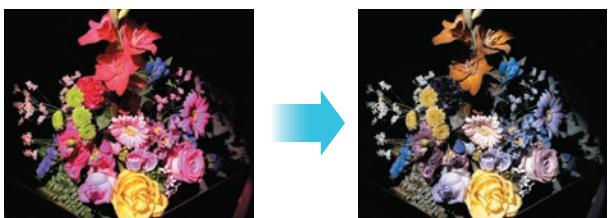
イノベーション・ジャパンで色材を扱うメーカーから声を掛けられたことで、坂東准教授は民間企業との共同研究を進めようとしている。「例えアイデアがあったとしても、技術面や費用面で頓挫してしまっては実用化できません。それぞれの専門性を活かした相互支援によって新たなフェーズに移行できることは、産官学連携の魅力ですね」。物体色を操る不思議な照明が持つその可能性に注目が集まる。

【図2】色の恒常性



色光の照明では照明の色変化を認識しやすいが、物体の色変化は認識しにくい。

【図3】花束の個々の花が白色照明の下で多様に変化する様子



白色照明の分光分布の調節により、物体の色が変化するように認識される。



いまだ多くの謎に包まれている 運動生成の神経メカニズムを解き明かす。

かみばやし きよたか
上林 清孝 スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 准教授



PROFESSOR'S PROFILE

1975年生まれ。早稲田大学人間科学部卒業、早稲田大学修士課程人間科学研究科修了、東邦大学博士課程医学研究科修了。国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所の流動研究員や筑波大学大学院システム情報工学研究科(現:筑波大学システム情報系)の助教を経て2013年より現職。ヒト二足歩行の神経基盤に関する基礎実験や歩行機能障害に対するリハビリテーション研究に従事する。

私たちの身体運動を支える 「フィードフォワード制御」と 「フィードバック制御」。

同じスポーツをしていてもすぐに上達する運動神経の良い人がいる一方で、なかなか上達しない運動神経の悪い人もいるが、実は運動神経自体に大きな個人差がないことをご存知だろうか。運動神経とは運動ニューロンと呼ばれる神経細胞と筋肉とをつなぐ神経を指し、運動に関わる能力差をもたらすのは神経系での調節能だと考えられている。運動神経が良いというのは、この調節能が優れていることを意味するのだ。上林清孝准教授は神経科学や神経・筋肉生理学の観点からヒトの運動制御機構と運動学習メカニズムを解き明かそうとしている。

神経系が身体運動にどのように関わっているのか、着地動作を例に説明しよう。まず、下肢が地面に接地する前に、体と地面までの距離を視覚でとらえて脳内で情報処理し、地面の硬さなどの状況判断とこれまでの経験をもとに、運動のプログラムが脳内で計画され、下肢が地面に接地する前から下肢の多数の筋に収縮指令が送られる。この状況判断・経験をもとにした予測によって必要な筋力を準備的に決定する制御方法を「フィードフォワード制御」と呼ぶ。そして、下肢が地面に接地した衝撃によって筋が引き伸ばされ、圧が加わり、それらの「感覚情報」が脊髄や脳へフィードバックされる。この感覚器からの情報をもとに動きを修正する制御方法を「フィードバック制御」と呼ぶ。「私たちが行っている身体運動は、運動プログラムによるフィードフォワード制御と感覚情報によるフィードバック制御【図1】の両作用によって生成されています」と上林准教授は語る。

「感覚情報」が筋肉の収縮に関わる。 リハビリテーションは 神経回路の再生が鍵に。

身体運動のしくみを解明することは、運動機能障害の改善などリハビリテーション分野においても非常に意義がある。通常人間が歩行する時、脳からの指令によって歩き始めるタイミングや速度がコントロールされている。しかし、脊髄の中にも歩行の筋活動を生み出す神経回路があり、歩行制御機構の一翼を担っていることが分かってきた。もう一つ重要なのが、前述した感覚情報だ。感覚情報は脊髄にある神経細胞の興奮性を変化させ、状況に応じて筋活動を生み出す。上林准教授は筋や皮膚の感覚情報が神経系の興奮性にどのような影響を与えているのかに着目してきた。「筋が引き伸ばされている、足裏に荷重がかかっているといった感覚情報を受けて歩行の動きが作り出されていることが実験を通して明らかになっています。脳や脊髄からの指令に加え、感覚情報が筋肉の動きに大きな影響を与えているのです」。

脊髄損傷を負っていたり、脳梗塞で血管が詰まつたりして歩行機能障害がある人は、自分の体重を支えるだけでも一苦労だ。そこで、患者の身体を吊り上げて体重を軽減した状態で歩ける、免荷式トレッドミルを取り入れたリハビリテーションが注目を集めている。歩行機能障害を抱える人も、体が軽くなった状態なら長時間トレーニングができる。従来のリハビリテーションでは麻痺した部分を動かすなどの機能維持に主眼が置かれていたが、神経系の研究が進むにつれてトレッドミルといった器具を駆使して歩行パターンを学習させる「ニューロリハビ

リテーション」が効果的であると考えられるようになってきた。

「長時間歩くと感覚情報がたくさん入り、活動していなかった神経系が賦活してより歩行しやすくなります。ただ筋肉を鍛えるだけではなく、神経回路を再生させることが大切なのです」と上林准教授はその重要性を語る。脊髄損傷患者の場合、セラピストが横について患者の足を動かすリハビリテーション【図2】が行われるが、人間であるセラピストの体力には限界がある。そこで、筑波大学を中心に研究開発されたロボットスツ HALに代表される「ロボット型歩行支援機器」が活用され始めている。ロボットであれば長時間同じ動きを繰り返して行えるため、セラピストの身体的負担を軽減とともに、長時間の歩行トレーニングが可能になるのだ。

テクノロジーの発達で ヒト被験者を対象にした 新たな研究が進む。

ロボットをはじめ、テクノロジーの発達によってもたらされた新たなデバイスの開発や計測技術の向上が、神経科学の進歩を加速させている。上林准教授は最新の実験装置を揃え、筋電図や脊髄反射、脳波、経頭蓋磁気刺激(TMS)といった電気生理学的手法を用いた研究を展開してきた。磁気によって大脳を刺激して興奮度合を調べられるTMSでは、被験者を歩かせて、脳から筋を収縮させる運動ニューロンまでの経路がどれだけ興奮しているのかを探っている。また、近年では頭皮上の電極に痛みのない強度で直流電気刺激を与える経頭蓋直流刺激(tDCS)によって

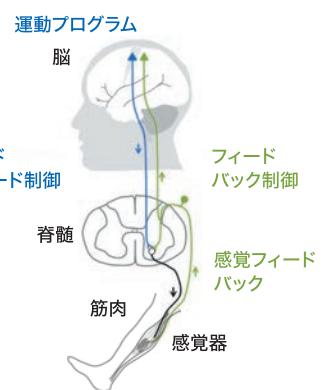


免荷式トレッドミル

運動学習が促進するといった研究内容も報告されているという。これらのメカニズムの解明は運動機能障害者の機能回復やスポーツパフォーマンスの向上にもつながっていく。「生体を傷つけない非侵襲的な脳機能計測方法が開発されたことで、ヒト被験者を対象にした研究が進んで新たな展開を見せていました。私も同志社大学の生命医科学部にあるMRI装置を活用して、脳の構造や神経系の変化を計測しようと準備を進めています」。

上林准教授はトレッドミルなどを扱うメーカーとリレーションを築き、測定データのフィードバックなども行っている。「新たな装置や機器の開発は自分だけではできないため、産官学連携が欠かせません。今後は研究者としてテクノロジーの開発面といった部分にも積極的に貢献していきたいです」。まだまだ謎に包まれているヒトの運動制御機構・運動学習メカニズムの解明に挑む上林准教授の声は前向きで意欲にあふれている。リハビリテーションからスポーツ分野まで、その研究成果が社会にもたらす価値は果てしなく大きい。

【図1】フィードフォワード制御とフィードバック制御



【図2】ロボット型歩行支援機器を利用したリハビリテーション

▼ セラピストによるアシスト



ロボティクスの
応用

▼ ロボットによるアシスト

