2018.11
vol. 56

LIAISON OFFICE NEWS LETTER

同志社大学
リエゾンオフィス ニューズレター

特集

新時代の人工知能実現へ向けて
―「人工知能工学研究センター」が始動―

加藤 恒夫
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 准教授

土屋 誠司
同志社大学
人工知能工学研究センター センター長／
理工学部 インテリジェント情報工学科 教授

桂井 麻里衣
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 助教

木村 共孝
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 助教

▸ LIAISON OFFICE NEWS & TOPICS
▸ 研究者をたずねて
寺井 基博 社会学部 産業関係学科 准教授 / **彌田 智一** ハリス理化学研究所 教授 / **福岡 義之** スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 教授

新時代の人工知 能実現へ向けて

人工知能工学研究センターが始動

世間から大きな注目を集め、日進月歩で目覚ましい進化を遂げる人工知能。2018年6月、同志社大学は次代に求められる人工知能の研究を推進するために、人工知能工学研究センターを設置しました。本座談会ではセンター長をはじめとする人工知能工学研究センターの研究者4名を招き、設置目的から、活動内容、今後の展望まで幅広く語っていただきました。

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。

加藤 恒夫
Kato Tsuneo
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 准教授

土屋 誠司
Tsuchiya Seiji
同志社大学
人工知能工学研究センター センター長／
理工学部 インテリジェント情報工学科 教授

桂井 麻里衣
Katsurai Marie
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 助教

木村 共孝
Kimura Tomotaka
同志社大学 理工学部
インテリジェント情報工学科 助教

「常識」を理解し、人間のパートナーとして人に寄り添える人工知能を。

――人工知能工学研究センターを設置した目的を教えてください。

土屋：第三次人工知能ブーム 図1 と言われるほど、人工知能（AI）は、広く一般的に使用され、将来的に不可欠な技術として確立されようとしています。その中で、同志社大学でも世界に発信できる研究を行うべく、人工知能工学研究センターを設置しました。

加藤：このセンターには「AI」という共通の枠組みの中で、多様な研究を行う先生方が在籍していますよね。

木村：私は通信ネットワークが専門分野なのですが、もともとAIに興味があって、機械学習などの勉強にも力を入れてきました。センターでの活動を通して、自分自身も研究者としてステップアップしていきたいですね。

桂井：先生方がそれぞれどのようなアプローチで課題に向き合っているのかを学び合うこともできますし、積極的な「知」の交流を期待しています。それにしても最近は、民間でもAIを扱う研究所が次々と立ち上がっていますね。

土屋：そうですね。各大学や研究機関、民間企業が揃ってAIの研究に取り組む中で重要になってくるのが、オリジナリティです。本センターでは現在の「ある機能」に特化した技術ではなく、総合的にさまざまなメディアを横断的に駆使できるAIの開発を目指しています。国や文化、性別や世代によって変わる価値観や倫理観、マナーといった「常識」を理解し、より人間のパートナーとして寄り添える新時代のAIを作ることが最終目標です。

加藤：そのためにも、私たち研究者一人ひとりの専門性を活かし合うことが大切になってきますね。

音声処理から感情分類、セキュリティ対策までセンターを彩る幅広い研究領域。

――皆様はそれぞれどのような研究を進めているのでしょうか。

土屋：センター長として私の研究室では、本センターの主目的である「常識」を持った知能ロボットの開発を進めています。人間の連想機能を活用することで、機械的に学習することが難しい「常識」の実現を目指していますが、そのためには人の感情や言葉を理解する能力が必要です。まさに加藤先生が手掛けている会話システムの技術は是非とも活用していきたいです。

加藤：私は音声言語処理機構研究室に所属しており、AIによる学習支援システムを開発しています。具体的には、日本人が英語を学ぶという条件のもとで、発音が正しいか、抑揚がとれているかなど、AIを使って大量のデータから判定しています。また、翻訳システムが破綻していないか、対話中の人の視線はどう動くかなどの分析もしており、そこにもディープラーニングの技術を使っています。

桂井：発音や発声といった生体情報を大量に集めることは大変ではありませんか？

加藤：はい。データ収集には苦労が尽きません。他のデータを転用するにはどうすればいいか、などを工夫しています。例えば、文章の整合性を判定する場面では、文法だけではなく、品詞のデータも組み合わせて分析を行えば、同じデータから、より価値のある情報を導くことができます。基本的にディープラーニングはデータが大量であればあるほど、研究に有利ですよね。

土屋：大国に比べて人口が少ない日本において、データ不足の問題は深刻です。昨年に世界的なAIの学会に参加しましたが、発表の8割以上は中国の研究者が行っていました。大国に負けないために、少量のデータであっても、高性能な分析ができる技術を開発することも本センターの使命ですね。

木村：それは、まだあまり研究されていない先駆的な視点ですね。大手通信企業の研究者の方から聞いた話でも、長期的に見れば、少量のデータから質の高い価値を抽出するプロセスが流行るだろうとのことでした。

土屋：そうなると、桂井先生のようにさまざまなメディアを活用した研究手法は非常に有効ですね。

桂井：私は、データが持つさまざまな種類の特徴に着目した情報検索技術を研究しています。例えば、SNS上の画像とコメント文を収集し、それぞれから特徴量を学習することで、画像の表す感情を分類する手法や、投稿データの人気度を予測するモデルを構築しました。この技術は情報推薦やデータマイニングなどにも活用可能です。

土屋：SNSのデータを扱うのは若者らしい感覚ですね。そういう発想やセンスは私たちの研究にとっても非常に重要です。

桂井：同志社大学でのAI研究において、ウェブ上のデータを対象としているのが私の所属する知的機構研究室の特色といえます。インターネットの高速化や、SNSの普及で今やデータがひっきりなしに飛び交う時代なので、どの情報に注目すべきかをきちんと検討する必要があります。大量に蓄積された画像や文書から人々に役立つ知識を抽出することを主題とし、現在は研究者向けのプロジェクトを中心に進めています。インターネット上で公開されている学術論文から各分野で最先端の研究テーマを導き出したり、研究者の経歴を簡単に整理・検索したりできるシステムを構築し、研究者同士のコラボレーションを活性化させたいと考えています。

加藤：今は関連キーワードを使ったマッチング手法が中心でも、将来的にはその研究者の過去の研究、未来の研究といった具合に時系列に沿って研究者同士の関連性を見出すのもよいかもしれませんね。

桂井：そうですね。そのアプローチはまさに大学院生たちと共に取り組んでいるところです。

土屋：桂井先生の研究もそうですが、私たちは個人情報などのデータを扱うことが多いので、木村先生が取り組むセキュリティ関連の技術は、AIの研究と切り離して考えることはできませんね。

図1 第三次人工知能ブーム

	人工知能の置かれた状況	主な技術等	人工知能に関する出来事
1950年代			・チューリングテストの提唱（1950年）
1960年代	第一次人工知能ブーム（探索と推論）	・探索、推論 ・自然言語処理 ・ニューラルネットワーク ・遺伝的アルゴリズム	・ダートマス会議にて「人工知能」という言葉が登場（1956年） ・ニューラルネットワークのパーセプトロン開発（1958年） ・人工対話システムELIZA開発（1964年）
1970年代	冬の時代	・エキスパートシステム	・初のエキスパートシステムMYCIN開発（1972年） ・MYCINの知識表現と推論を一般化したEMYCIN開発（1979年）
1980年代	第二次人工知能ブーム（知識表現）	・知識ベース ・音声認識	・第五世代コンピュータプロジェクト（1982～92年） ・知識記述のサイクプロジェクト開始（1984年） ・誤差逆伝播法の発表（1986年）
1990年代	冬の時代	・データマイニング ・オントロジー ・統計的自然言語処理	
2000年代	第三次人工知能ブーム（機械学習）	・ディープラーニング	・ディープラーニングの提唱（2006年）
2010年代			・ディープラーニング技術を画像認識コンテストに適用（2012年）

（出典）総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」（平成28年）

木村：その通りです。私は、AIがインターネット取引のセキュリティに与える影響をテーマに、AIを使ったマルウェア（悪意のあるソフトウェア）が今後出現した場合の対抗策を検討しています。多くのAI技術では1台のマシンを用いるよりも、複数のマシンを連携させることで性能が向上するのですが、第三者にマシンのリソースを乗っ取られ、それらが未知の脆弱性の発見に利用されれば大きな脅威となります。事前にソフトウェアの脆弱性を発見し、その挙動を数学的にモデル化することでアンチマルウェアシステムの構築に取り組んでいます。AIの良い面ばかりに注目しがちですが、負の側面にもしっかりと目を向けることが必要だと思います。

土屋：科学技術というのは悪用しようと思えばできてしまうもので、戦争に使われてきた不幸な歴史もあります。そういう意味では、同志社大学が掲げる「良心教育」は、本センターの「常識」という切り口とも重なって鍵になる要素ですね。良心をもった科学者を育てていくことも我々の使命だと思います。

「AI」を軸に多方面へ広がる研究が専門性と汎用性を高める。

――人工知能工学研究センターの特徴を教えてください。

土屋：一般的な研究所やセンターは、皆がある程度一つの方向に向かって研究をすることが多いと思います。しかし、私たちの場合は各先生方が実に多様な方向でそれぞれの専門性を磨いており、それを人工知能工学研究センターでまとめるというアプローチをとっている点が特徴です。自由に研究しながらも積極的にコラボレーションすることで、専門性と汎用性のどちらも高めていきたいと思っています。定期的にシンポジウムや報告会などを開催して、活発な議論を交わしていきたいですね。

加藤：例えば、ひとくちに言語モデルの開発といっても、音声認識なのか自然言語処理なのか目的が違えば、その研究は全く別物になります。

土屋：ずいぶん違いますよね。

加藤：これまでのAIの技術開発では、個別の目的に合わせて性能を最大化させるという傾向がありましたが、今後は一つの機能に特化せず、より汎用的なAIが必要になると思います。私は現在、音声と言語の研究が中心ですが、センターの活動を通じてさまざまな分野に研究成果を広げることができると感じています。

土屋：その通りですね。センターの目標の一つとして「電子秘書エージェント」図2 の開発を挙げていますが、画像や音声、言語、行動履歴のようにさまざまな情報を融合して判断しないと、真の意味で人間に寄り添うことはできません。

桂井：一見関係ないところで聞いた話が他の場面で役に立つことは研究者生活の中でもよくありますね。

木村：私はAIそのものよりも、AIを応用することに興味があるので、先生方にはAIの基礎となる部分の研究開発を進めていただき、その成果を通信ネットワークの改善に使わせていただきたいです。常識を持ったAIが通信ネットワークの異常を判断してくれるようになれば、非常に有用だと思います。

土屋：AIは最終的に人の生活に還元される技術ですので、広い視点と柔軟な思考を持って研究に臨むことが重要ですね。

学外の企業・機関と活発に連携し、研究成果を社会に還元。

――学外との連携についてはどのようにお考えでしょうか。

土屋：AIの技術が世間から大きな注目を集めていることもあり、最近は企業からお声掛けいただく機会も増えてきましたね。これからは共同研究も始まります。

桂井：注目度の高まりは実感しますね。私も民間企業や研究所と複数のプロジェクトを進めています。

土屋：ただ、AIを使いたいけど何ができるのか分からないという相談も多いですね。また、私の研究分野外の相談をされることもあります。これまで各先生方に個別に来ていた相談も、本センターを窓口として一本化することで、それぞれのニーズに合った研究者や技術を紹介することも可能になるでしょう。

加藤：私も企業と共同研究を進めていますが、企業は大学では手に入らないような現場のデータを大量に持っているので非常に面白いですね。逆に、企業側から見ると、大学には最新の技術や豊富な知見があります。

桂井：アカデミックな立場からAIに関わるからには、研究の成果を学生の教育に還元することも大切にしたいですね。学生が自身の興味の中に学術的な意義や新規性を見出せるようサポートすることで、学習意欲を高めてあげたいと考えています。大学には、目先の利益にとらわれず科学的好奇心に基づいて研究に打ち込める環境があります。

加藤：私はもともと企業出身なのですが、確かに、同志社大学では学生の意欲次第で本当にやりたいことができると思います。

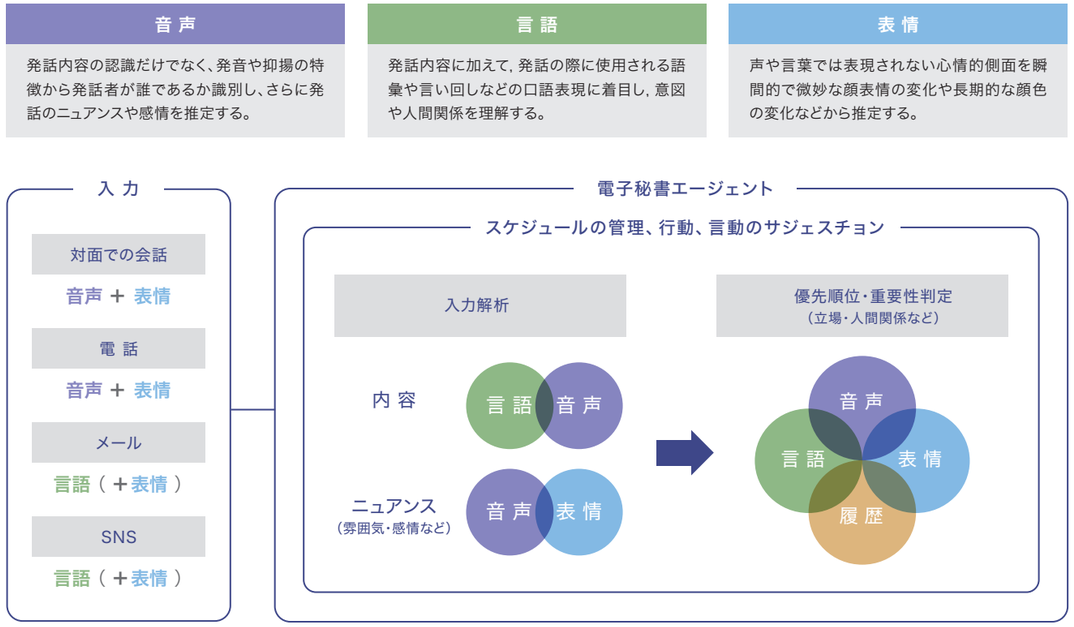
木村：私は理論寄りの研究をしているので、「今後こういうことが起こるかもしれない」とじっくり推察することもアカデミックな立場だからこそできると感じています。企業が普段のビジネス活動では検討しないような課題にも着目していきたいですね。

土屋：ベースは我々の好奇心ですが、世の中に貢献できるかは常に考えないといけませんね。そういう意味では、大学と企業はフェーズが違っても、目指すところは一緒なのではないでしょうか。ただ、長期的なビジョンをもった研究はもちろん私たちの利点なので、本センターとしても企業のニーズを予測して先回りできれば良いですね。

桂井：何年か先の社会で大きなプロジェクトになるような「芽」をこのセンターで育てていきましょう。

土屋：その成果を社会に還元できれば、これほど嬉しいことはありません。

図2 電子秘書エージェント



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

EVENT E

BIO tech 2018 アカデミックフォーラムに出展

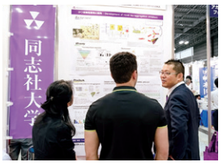
日時：2018年6月27日（水）・28日（木）・29日（金）　場所：東京ビッグサイト（東京都江東区）

本展示会はアカデミアの研究者が、企業との連携を目的として創薬や医療を始めとするライフサイエンス研究の成果発表を行う場です。
今回は生命医科学部の宮坂知宏准教授及び貞包浩一朗准教授がそれぞれのシーズを紹介しました。

タウ凝集阻害剤の開発

生命医科学部 医生命システム学科　**宮坂 知宏 准教授**

高齢化社会を迎えてアルツハイマー病などの認知症に対する新規な医薬品開発には大きな期待が寄せられており、世界中で熾烈な競争となっていますが、その研究開発は困難を極めています。宮坂准教授は、病態形成において神経細胞死に直結する「タウ蛋白の異常な凝集・蓄積」に注目し、タウ凝集を阻害する分子を医薬品候補として新規に創製しました。その薬理効果は既知化合物より大幅に向上し、優れた脳移行性を示しました。会場では多くの企業や研究機関と発展的な議論することができ、協業による創薬研究開発が加速することが期待されます。



近赤外レーザーを活用した細胞3D組織化：ミニ臓器構築に向けての新手法

生命医科学部 医情報学科　**貞包 浩一朗 准教授**

貞包准教授らのグループは、レーザーピンセット技術と高分子枯渇効果を組み合わせて非接触・非破壊で細胞を自在に操作して任意の3次元形状に構築できる技術を開発し、わずか数分間で細胞を3次元に配置し、安定に接着させることに成功しました。現在、異種細胞による組織体構築についても研究を進めています。ミニ臓器としての本来の機能や構造を模すことを可能とし得る本技術はiPS細胞などの幹細胞を用いた再生医療や創薬評価系構築などに向けて大きな期待がかけられており、医療やバイオ機器関連企業などから高い興味が示されました。

EVENT E

イノベーション・ジャパン2018に出展

日時：2018年8月30日（木）・31日（金）　場所：東京ビッグサイト（東京都江東区）

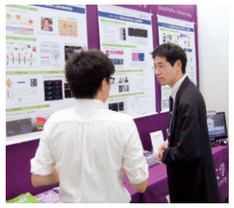
8月30日（木）31日（金）、東京ビッグサイトで開催された「イノベーション・ジャパン2018 ～大学見本市&ビジネスマッチング～」に出展しました。イノベーション・ジャパンは、研究成果のPR、企業との情報交換、技術移転の促進を目的としたマッチングイベントです。今年度も、個別シーズ展示に加え、大型共同研究に向けた「大学組織展示」が設けられ、本学ではその両方に出展しました。各ブースとも企業関係者や研究機関関係者らが数多く訪れ、本学の研究成果を広くアピールすることができました。

組織展示　医療・創薬・食品分野におけるイメージング質量分析法の新展開

生命医科学部 医生命システム学科　**池川 雅哉 教授／角田 伸人 助教**

質量分析法と組織病理学研究を統合したイメージング質量分析法は、組織上に存在するさまざまな超微量物質を直接可視化と特定を可能にする発展途上の技術です。本学では世界で初めてアルツハイマー病ヒト脳におけるアミロイドのマッピングに成功した他、多発性硬化症の発症予測マーカーと治療標的の提案、胆汁の腸肝循環および食品の消化吸収機構の可視化など数々の革新的な研究成果をあげています。展示ではこれらの成果を紹介すると共に、本学が描くこの分野の将来構想※をビデオやニューズレター特集号なども活用して提案し、多くの来場者と前向きな議論をすることができました。

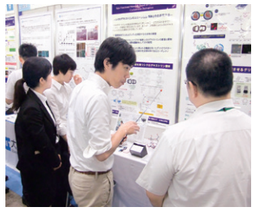
※本学が中核となって企業やアカデミアに参画を呼びかけ、「創薬標的の探索」、「薬剤の局在や作用機序の解明」、「臨床バイオマーカーの同定」、「食品の消化吸収機構の解明や安全性評価」などの最先端の研究を進め、同時に本分野の将来を担う若手人材の育成をはかる。



化学修飾シクロデキストリンによる新機能素材開発

理工学部 機能分子・生命化学科　**北岸 宏亮 准教授**

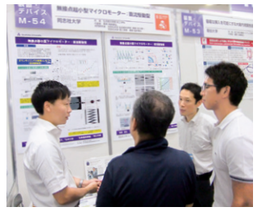
シクロデキストリン（CD）は、食品添加物などに用いられる安全性の確認された水溶性ホスト分子です。北岸准教授は化学修飾によるCDのさらなる高機能化を目指して研究を実施しており、（1）体内で一酸化炭素およびシアンを捕捉するCD化合物の創製、（2）薬物を細胞内に送達する運搬体として利用可能な細胞膜透過性を付与したペプチド修飾CDの創製、（3）CDの切断で得られる糖鎖を用いたグリコクラスター化合物の合成とそれによる疎水性炭素材料であるカーボンナノチューブの水への分散化、を紹介しました。古くからユニークな機能に着目されているCDをさらに高機能化して付加価値を高めた発表に対し、バイオや化学企業からは熱心な質問が相次ぎました。



無接点超小型マイクロモーター：直流駆動型

生命医科学部 医工学科　**剣持 貴弘 教授**

精密小型モーターは、スマートフォンなど多くの電子機器に組み込まれています。現在はモーターの回転軸のサイズが摩擦の影響を回避できるmm程度のものが最小ですが、さらなるダウンサイジングが期待されています。本発表では、直流電圧下における数十μmサイズの誘電体（水滴）が電極間を自律的に回転運動する現象を応用することで、従来のモーターの動作原理とは全く異なる回転軸をもたないメカニズムに基づく、超小型モーター創出への取り組みを報告しました。将来的にはスマートフォンなどの小型精密機器や低侵襲の医療機器、マイクロロボットなどへの適用が想定され、電気やデバイス関連企業から大きな興味を示していただきました。



高硬度・強靭性TiB_2 / ZrO_2系セラミックス

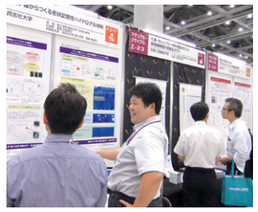
理工学部 機能分子・生命化学科　**廣田 健 教授**

従来、高硬度と強靭性を同時に示す素材は、金属系材料しかありませんでした。廣田教授は、セラミックスでこれを達成しようと研究しています。今迄、ビッカース硬度Hv 20 GPa以上、破壊靭性値KIC10 MPa・$m^{1/2}$以上を同時に示すセラミックスの報告はありませんでしたが、今回は、廣田教授が開発したHv≧22 GPa、KIC≧12 MPa・$m^{1/2}$を同時に示す高硬度・強靭性セラミックスについて発表しました。ダイヤモンドが使用できない高硬度の鉄系金属新素材の切断や切削用工具の先端チップ（ダイヤモンドは鉄と反応するため使用できない）、または、高硬度、高耐久性が必要とされる冶工具、硬度が必要とされる定盤等への応用が期待できる材料となっています。

アミノ酸からつくる形状記憶性ハイドロゲル材料

理工学部 機能分子・生命化学科　**古賀 智之 教授**

ハイドロゲル材料は高い含水性に基づく生体適合性等により、医学から工学まで幅広い分野で応用されていますが、大部分が水で構成されており、形状の変形・固定・記憶が難しいという問題があります。古賀教授は、アミノ酸由来ビニルポリマーの温度応答性と水素結合性を利用することで、柔軟性・透明性・物質内包性等を維持しながら、温度操作により形状を変形・固定でき、さらに温度に応答し元の形に回復する形状記憶特性を有するハイドロゲル材料の開発に成功し、その研究成果を発表しました。光学材料（レンズ素材）・ソフトアクチュエータ・オーダーメード医療材料（スマートDDSや三次元細胞足場材料）・ホビークラフト用品等の事業開拓が期待できる材料となっています。



着任紹介　研究開発推進機構

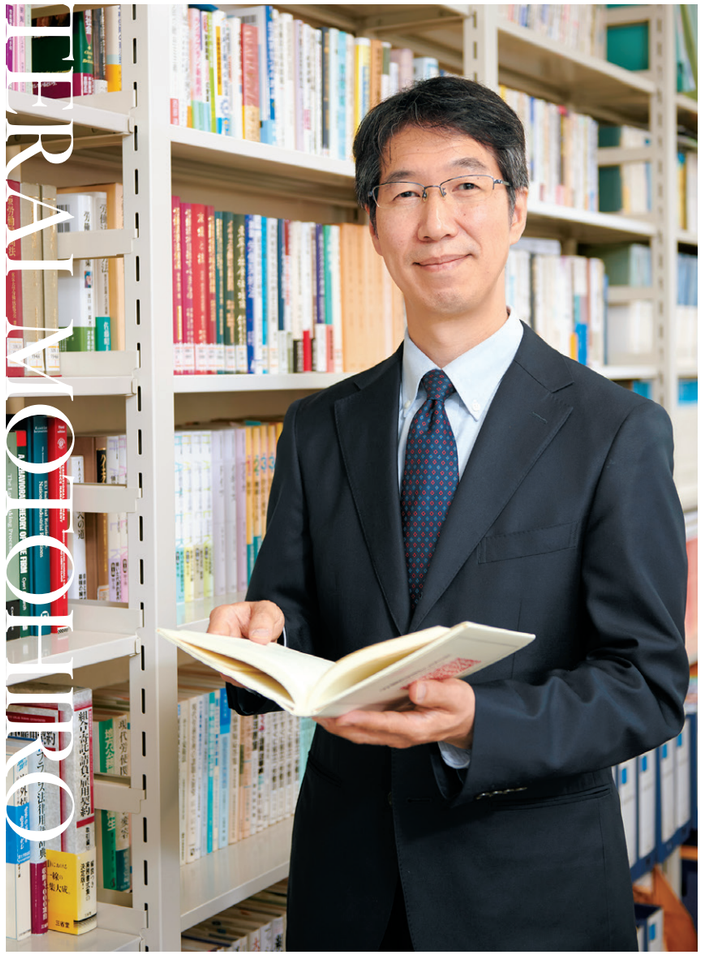
片山（かたやま） 詩朗（しろう）　リサーチ・アドミニストレーター（URA）

6月にURAとして着任いたしました。これまで大学で外部資金獲得支援、研究プロジェクト運営など、人文・社会科学系を中心とした研究支援の業務を経験して参りました。本学着任以降は、支援させていただく研究分野も担当業務も幅が大きく広がり、日々勉強させていただいております。未熟者ではありますが、本学の研究活動の発展に貢献できるよう努力いたしますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

研究者をたずねて 1

実態に即したルールをつくり、長時間労働や処遇格差の是正を目指す。

寺井 基博（てらい もとひろ） 社会学部 産業関係学科 准教授



労働問題の本質を見極めることが「働き方改革」成功の鍵。

少子化が進む今日において、「50年後も人口1億人を維持し、職場・家庭・地域で誰しもが活躍出来る社会『一億総活躍社会』」を実現しようと国家規模での「働き方改革」が推し進められている。しかし、労働時間を規制する法改正によって統計上の数字が改善したとしても、実際の現場では、持ち帰り残業や休日出勤が発生するのではないかと疑問視する声も少なくない。「法律を改正したからといって、必ずしも現場レベルの課題が解決するとは限りません」。そう語る寺井准教授は、働き方改革の大きな論点である「長時間労働の是正」や「正規・非正規労働者の処遇格差の是正」などを研究テーマとする労働法の専門家だ。労働法とは、労働基準法や労働契約法、労働組合法といった労働に関するルールの総称であり、「労働条件の最低基準保障」「雇用者に対する労働者の交渉力強化」を目的としたものだが、寺井准教授は社会の変化とともに雇用に関する法制度も見直すことが重要だと指摘する。「近年、非正規やフリーランスで働く人が増加している背景もあり、さまざまな手続きや庶務が生じる労働組合に所属する労働者は減少していると言われています。このような社会状況の中で、それぞれの労働者に適切な労働条件を提供するには、『ひとりの労働者』として認識する『個別化』の考え方が求められると言われますが、裁判コストや納得性という点からみると、集団的交渉力の重要性はなお軽視できません」。寺井准教授は、時代の流れに伴う雇用形態の変化や統計結果には表れにくい実態を正しく理解したうえで、改革を推し進めることの必要性を説いた。

PROFESSOR'S PROFILE

同志社大学法学部法律学科卒業後、民間企業で勤務。その後、同志社大学大学院法学研究科公法学専攻博士課程へ進み、現職に。労働法を専門領域とし「長時間労働の是正」や「正規・非正規労働者の処遇格差の是正」を研究テーマとする。主な著書は『労働時間の決定－時間管理の実態分析』（ミネルヴァ書房・共著） 写真1 など。関西広域連合の関西女性活躍推進フォーラム委員を務めるなど、学外での活動にも取り組んでいる。

写真1 『労働時間の決定－時間管理の実態分析』（ミネルヴァ書房・共著）

日本の文化的背景を考慮した制度を導入・運用するため海外事例との比較研究に取り組む。

働き方改革における重要課題の一つに「希望出生率1.8」の実現が挙げられている。しかし、若者が経済的理由によって子供を授かれないという状況を抜本的に改善するには、非正規雇用労働者の正社員転換や処遇格差の改善が不可欠だ。この課題を克服し、国民一人ひとりが多様で柔軟な働き方を選択できる社会を創造するために、EU諸国で確立している「同一労働同一賃金」の導入に向けた動きが日本でも強まっている。「EU諸国では、合理的な理由がない限り、非正規雇用者に不利益な取扱いをしてはいけないことになっています。また、職務に対して賃金が支払われるので、労働時間の長さが賃金額に比例します 図1 。このような文化・風潮が深く根付いているからこそ、ヨーロッパ諸国では正規・非正規労働者の処遇格差が小さいのでしょう」。

一方、日本における労働法は、諸外国の法制度を参考にしながら形成されてきた。海外からの影響を受けてきたという背景はあるが、海に囲われた地理的状況下にある日本では「評価とキャリア形成のメカニズム」や「労働者の規範意識」のような独自の労働・雇用文化をガラパゴス的に発展させてきたとも言われている。「日本企業は前年度の実績に基づいて労働者の達成目標を設定することが多いため、労働契約の範疇を超えた目標を設定し、達成度に基づいた評価を行う傾向があります 図2 。また、労働者が従事する仕事内容や仕事量は年々流動的に変動するだけでなく、前年度を上回る目標を達成しようとするため、長時間労働に陥りやすいです」と寺井准教授は警鐘を鳴らした。「正規・非正規労働者の働き方の違いを明らかにすることなく一律的なルールで規制をかけようとする日本の働き方改革は、同一労働同一賃金を特徴とするヨーロッパ社会を模倣した対処療法と言えます。日本に根付いた企業経営の特徴や文化的背景を十分に考慮せずに、海外の制度を導入したところで本質的な課題の解決にはつながらないでしょう。研究者の立場として、日本と海外の制度内容や社会背景を比較・整理することで明らかにした知見を、社会へ還元したいと考えています」。

ヒアリング調査で明らかになった課題を企業へフィードバック。実務と研究の両観点から解決に挑む。

寺井准教授が主査を務める関西経済連合会「女性活躍推進に資する雇用システムの検討チーム」では、就労の継続や退職後の職場復帰など、長期的な視点に基づく働き方改革のあり方が検討された。例えば、企業を対象に実施したヒアリング調査では、時間制約のない働き方での継続就労を昇進の前提とする考え方が女性の活躍を阻む大きな要因となっていることが明らかになったという。このような調査結果を報告書にまとめて企業へフィードバックしながら、女性にとって働きやすい職場環境の整備に貢献している。「研究者には、現象のメカニズムを解明することが求められます。現場の最前線を行く実務家が実施した試みを我々が客観的に分析すれば、その試みの矛盾点や失敗の原因を発見できるでしょう。実務と研究の両観点から改善することで、実態に即した働き方改革のあり方を導き出せるはずです」。そう語る寺井准教授が研究を行う上で大事にしているのは、「不明確な事柄を明らかにする方法の考案」。特定の原理・原則のもとで成り立つ理系の領域とは異なり、文系学問が対象とする人間の営みや社会の仕組みは曖昧で不確かな部分が多い。さらに、時代の流れとともに、社会は着実に変化するため、固定観念や既成事実に基づいて確立・導入した手法はいずれ通用しなくなるという。「日本における雇用制度の理解に、海外との比較が役立つように、課題の本質を見極めるには、ものさしとなる指標や基準が重要です」。客観的根拠に基づく多様な視点からメカニズムの解明に挑むその研究姿勢は、多様化する社会でも決して揺るがない本質を掴むための、寺井准教授独自の「ルール」と言えるだろう。

図1 EU諸国における賃金と仕事の取引関係（一般労働者）

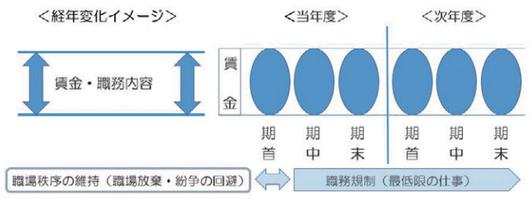
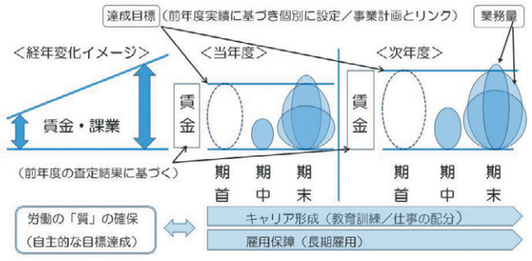


図2 日本における賃金と仕事の取引関係（一般労働者）



研究者を
たずねて
2

自然が創るナノスケールのパターンや形を利用し、これまでにない高機能材料を開発する。

彌田（いよだ） 智一（ともかず） ハリス理化学研究所 教授

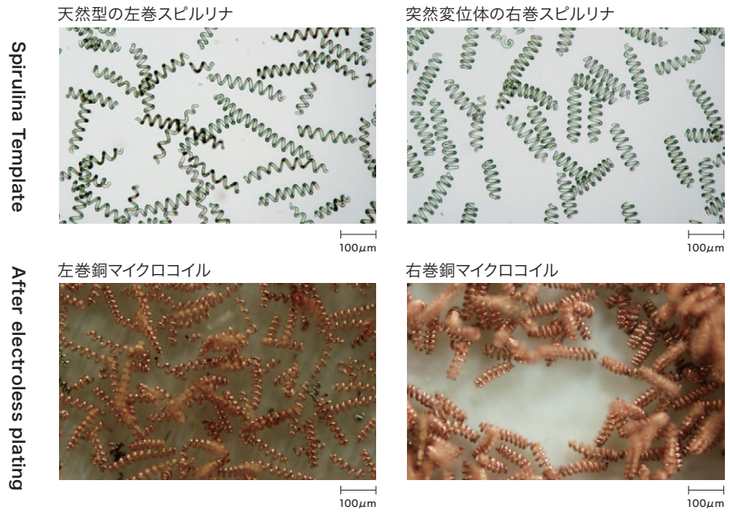
PROFESSOR'S PROFILE

京都大学工学部石油化学科卒業、同大学院工学研究科石油化学専攻博士課程修了、同研究科分子工学専攻助手、米国アルゴンヌ国立研究所研究員を経て、（財）神奈川科学技術アカデミーでは橋本「光機能変換材料」プロジェクトの副室長を務める。その後、東京都立大学工学部工業化学科教授、東京工業大学資源化学研究所を経て、現職。ナノ・マイクロスケールの材料化学、特に、高分子ナノ相分離を利用した金属、酸化物、高分子など異種材料ナノテンプレートプロセスとスマートメンブレンを研究課題とする。

藍藻を使った金属マイクロコイルの量産プロセスを確立。

日用品から衣料品、電化製品まで私たちの暮らしを支えるあらゆるモノに、プラスチックや合成繊維といった「高分子」が使われている現在、時代とともに変化する社会のニーズに応えるべく、高分子科学は目覚ましい発展を遂げてきた。彌田教授はその材料開発で世界をリードする研究者の一人であり、独自の手法で革新的な機能探索に挑んでいる。「私がヒントにしているのは、生物の微細な構造です」。そう語る彌田教授は、量産困難な生物の三次元微細構造をそのまま異種材料に転写する「バイオテンプレート研究」を行っている。その一例が、スピルリナの形状を使った新素材「金属マイクロコイル」 写真1 である。「らせん形状の微細藻類スピルリナを鋳型としてめっきを施し、表面を金属化することで金属マイクロコイルを生成しました。古くから知られるめっき技術ですが、ナノスケールの微細な凹凸構造を忠実に転写できる要素技術でもあるのです」。金属マイクロコイルは、光合成によって増殖する藍藻スピルリナの特性を利用した量産プロセスも確立されている。「スピルリナは太陽光と二酸化炭素だけで生産される究極のテンプレートです。さらに、研究を進める過程で、金属マイクロコイルは高い電磁波応答特性を持つことが分かりました」。金属マイクロコイルを含んだ分散シートは、その特異で微細な形状から、従来の磁性材料では吸収効率が低下していた次々世代の通信帯域であるミリ波・テラヘルツ波においても高い電波吸収と遮蔽機能を持つことが実証できたという。

写真1 金属マイクロコイル



情報通信社会の発展に伴い、人々の生活にはスマートフォンやパソコンといった電磁波を発する製品が増え続けており、電波障害や健康被害などの弊害を防ぐことは今後ますます重要となってくる。彌田教授の金属マイクロコイルが、電磁波の飛び交う現代を救う新素材となることが大いに期待される。

革新的な膜づくり。ヒントは水と油の関係。

性格や嗜好などが全く合わない者同士の関係を「水と油」と表現するように、水と油は物理的に混ざらない。これは水分子と油分子が、それぞれ同じ分子同士で自然に集まる性質を持つため、異なる構造を持つ分子は自動的に引き離されるのである。この反発する性質を分子内に組み込むと、ナノスケールの規則構造が自然に形成される（自己組織化）。彌田教授は生体の物理的な構造の転写にとどまらず、このような自然の摂理をも素材開発に応用していた。

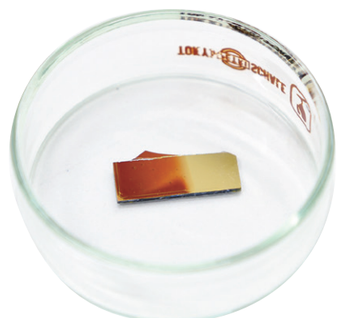
「互いに混ざらない性質の異なる高分子を一点で結合させることで、数十ナノメートル周期の規則的なミクロ相分離構造を自発的に示すことを発見しました。そこから液晶性の導入や加熱処理などの工夫を実施することで、直径10ナノメートルの垂直な“筒”状の構造を等間隔かつ高密度に配置した膜をつくることに成功したのです」。この画期的な薄膜は世界最高品位の垂直配向PEOシリンダー構造であるとともに、工学的に利用できる自己組織化ナノ規則構造であることも実証済みだという。「親水性のポリマーと疎水性のポリマーを用いてブロックコポリマーを合成すれば、筒の中身だけを親水性にした透過膜も作れますし、加工工程で調整を加えれば、筒の直径から長さまで自由にコントロールすることができます」。合理的な設計に基づいて作られた膜だからこそ、ユーザーの細かいニーズに対して臨機応変に作り直すことができ、微細な成分のフィルタリングを必要とする医療現場など幅広い場面での応用が考えられる。「現在は垂直配向PEOシリンダー構造を金属ナノ規則構造に転写するナノテンプレートプロセスも進めています 写真2 。力学的強度を向上することで、垂直貫通ナノ孔をもつ耐熱性に優れた無機膜としての応用展開が期待できます」。さらに、彌田教授は、学外の研究機関や企業に一部サンプル提供を行うことで、より広範な用途開発を目指すとともに、現場の研究者が簡単にカスタマイズできるような膜のキット開発にも取り組んでいる。「私一人での用途開発には限界があり、工学的に幅広く活用してもらうためには、ユーザーが安心して取り扱える素材でなければなりません」。このキットを使ってさまざまなフィールドで用途開発が進めば、やがて事業化も起こり、社会に多大なメリットをもたらしてくれることだろう。

材料開発の両輪は真理の探究とシナリオづくり。

京都大学大学院卒業後、数多くの研究機関で実に多彩なキャリアを築いてきた彌田教授だが、どの時代にも共通しているのは、自らの知的好奇心とオリジナルな発想をベースにものづくりと向き合ってきた研究姿勢である。「さまざまな環境に飛び込んで刺激を受けたことで、興味の幅も広がっていきました。その中で自分の感性で面白いと感じたものに集中して取り組むことが得意でしたね」。そう語る彌田教授は独自性に富んだ研究で各界から注目を集める一方で、ものづくりにおいて欠かせない現実的な視点も絶対に忘れない。「工学の世界は、構造や原理を解明・実証する真理の探究だけでは成り立ちません。社会のニーズに応える用途と現場レベルで量産できるプロセスを開発できなければ実社会で有用な材料にならないからです。自然界にこれまで無かったものをわざわざ作るのですから、そこに確かな付加価値を見出す“シナリオづくり”が必須ですし、研究者はその責任を担っていると思います」。彌田教授は事業化に向けて、数々の企業や研究機関とともに新材料の用途開発や量産化に取り組んでいる。

「私が研究者を志したのは、自由闊達なディスカッションが盛んだった大学院時代の研究室がきっかけです。サイエンスに対する高い志と努力を惜しまない雰囲気の中で、研究とはいくらやっても足りないものだということに気づかされました」。彌田教授の取り扱う高分子の世界はナノスケールであるが、その研究が秘める可能性の大きさは計り知れない。

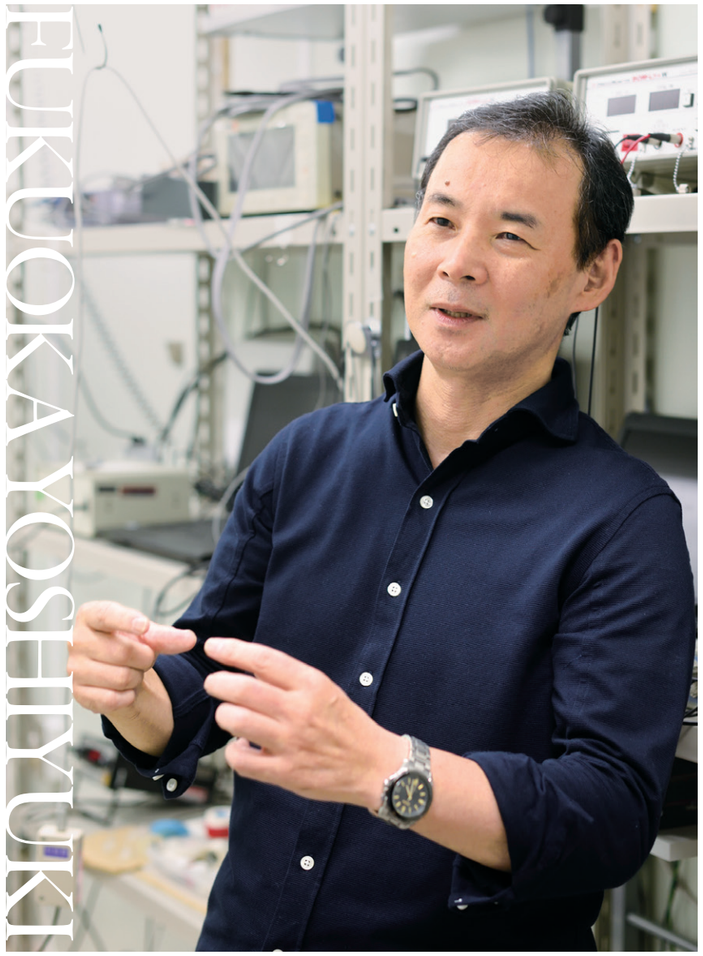
写真2 金ナノロッドアレイ



研究者をたずねて 3

人体のメカニズムや環境適応の観点から ヒトの可能性を最大限に引き出す。

福岡 義之（ふくおか よしゆき） スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 教授



マイクロバブルを使った革新的なケア。アスリートのパフォーマンス向上へ。

2019年の日本開催ラグビーワールドカップや、2020年の東京オリンピック・パラリンピック開催が迫る中で、スポーツに資する研究もますます注目を集めている。大会開催時期の日本では猛暑が懸念されており、アスリートには高いパフォーマンスを維持するための体調管理対策が欠かせない。これまでにないユニークなアイデアでこの課題に取り組む福岡教授は、アスリートの疲労回復や暑熱対策を効果的に実現する手法として「マイクロバブル発生装置を用いた炭酸冷水浴」を考案した。運動後のケアといえば、冷却することで血管を収縮させて痛みや腫れを抑えるアイシングが一般的だ。「冷却は炎症の早期回復に有効な一方で、血流が悪くなるため、疲労物質をきちんと循環させて除去できないジレンマがありました」。そう語る福岡教授が目を付けたのが二酸化炭素だ。「二酸化炭素には強力な血管拡張作用があり、皮膚から吸収できます。炭酸ガスの入浴剤は昔からありますが、温浴は運動直後のアスリートに適しません。そこで、炭酸冷水浴によって血流を循環させつつ、アイシングも行う“いいとこどり”を狙いました」。炭酸冷水の生成にあたっては、開発者である大巧技研（熊本）のマイクロバブル発生装置 写真1 が大きく貢献した。装置によって二酸化炭素を封じ込める気泡を小さくし、水液中の滞在時間を長くすることで、高濃度の炭酸冷水をつくることに成功したのだ。「マイクロバブルは水産養殖の現場で成長促進といった効果をもたらすことも明らかになっており、その可能性に大きな注目が集まっています」。現在、福岡教授は学生アスリートを被験者として、二酸化炭素濃度や入浴時間などさまざまな条件を変えながら、炭酸冷水浴の有効性を検証している。「実験は順調で、最も効果的な条件を掴みつつあります。実用化されれば、試合後はもちろんハーフタイム中にも入浴するなど選手のパフォーマンス向上に、大いに貢献できるでしょう」と福岡教授は期待を込めた。国内外でドーピング問題なども深刻化する中、健全な方法でどれだけ人間の身体能力を高めることができるのか。これはスポーツ科学の研究者が挑む普遍的なテーマと言えるだろう。

写真1 マイクロバブル発生装置

加齢とともに人間の燃費は悪くなる？「経済速度」の謎に迫る。

速く歩きすぎても遅く歩きすぎても楽ではないように、「歩きやすさ」には最適な歩行速度がある。歩行にかかるエネルギーコストを最小にする最も効率の良い速度を、「経済速度」と呼ぶ。歩行速度とエネルギーコストの関係 図1 は動物の種類によってさまざまであるが、直立二足歩行を行う人間の場合は、経済速度時のエネルギーコストを最小としてU字曲線を描く。よって、経済速度より速くても遅くてもエネルギーコストは増加する。福岡教授は、あらゆる条件のもとで、経済速度の変化を調査する研究にも取り組んでいる。「酸素が薄いと経済速度が遅くなることや、道の傾斜を変えても経済速度はあまり変わらないことを発見しました。歩行のメカニズムを解明すれば、『富士山を登るにあたって一番効率的な速度は何か』などさまざまなテーマで興味深い事実が分かるでしょう」。

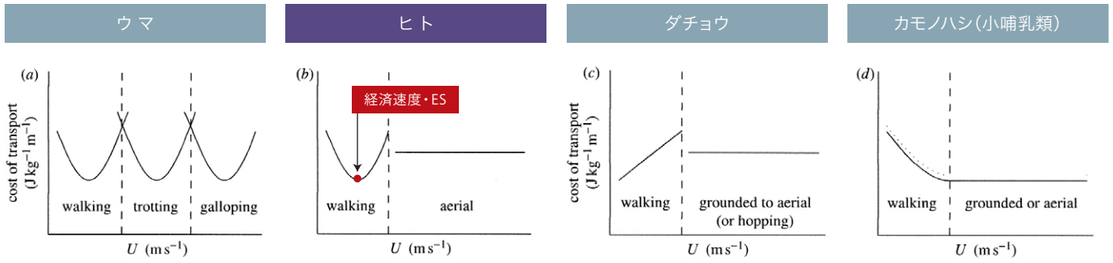
また、加齢によって筋肉が衰えることでも歩き方が変わると福岡教授は言う。「特に高齢者は足首を動かす力（トルク）が低下するので、足首が安定せずエネルギーを多くつかいます。普段から適度に運動をしてしっかり身体を動かすことで状態は改善し、省エネで安定して歩くことが出来るようになります」。

そもそも地球上の生物で唯一ヒトだけが行っている直立二足歩行は、腰痛や立ち眩みなどの原因となる一方で、実は非常にエネルギー効率が良い歩き方であった。「ヒトがアフリカ大陸から全世界へと生息地域を広げることができたのも、約400万年前に直立二足歩行を獲得したことで、より遠くまで歩けるようになったからです。さらに、両手が自由になったことで道具を使うこともできるようになりました。ヒトはなぜ立ち上がり、なぜ歩いたのか。我々特有の歩行のメカニズムを解明することは、ヒトの原点に迫る、人類学的にも非常に面白いテーマなのです」。

吸湿性の高いイグサを衣服に応用。多様なアプローチで新しい価値を。

何か面白そうなことはないか、常に考えているという福岡教授の研究業績は実に多彩である。過去には産官学連携プロジェクトとして、建材メーカーと共に、畳の材料であるイグサを活用した衣服素材の開発にも取り組んだ。「イグサには高い吸湿性があります。そこで、畳作りの工程で生じる廃材イグサを綿と混ぜて衣服にすることを提案しました」。研究を進める中で、イグサ混紡の衣服は、衣服内の保湿効果が高く、吸着した水分が蒸発しにくいことが明らかになっており、寒冷環境での体温低下を緩和する効果などが期待されている。さらに、合成繊維でできた衣類は「焼却時の地球温暖化」や「有害ガスの発生」が懸念されるが、天然素材であるイグサは地球環境にかける負荷も少ないという。「研究者は他人と同じことをしても意味がなく、自分が導き出したデータにはどれほど新しい学術的価値があるのかを常に意識しなければいけません。可能性を限定せずに、さまざまな分野・業界と連携し、相手が求めるものに合わせ、自分の引き出しから最良の成果を生み出せるように心がけています」。福岡教授が扱う環境生理学は、環境変化に対する人体の適応メカニズムを解明していく学問だが、福岡教授自身もまた、アプローチを柔軟に変化させながらそれぞれの研究課題と対峙していた。福岡教授の独自性に満ちた多様でユニークな研究から今後も目が離せない。

図1 歩行速度とエネルギー効率の関係



Modified from Nodds. *Proc.R.Soc.B*(2011)

PROFESSOR'S PROFILE

金沢大学教育学部卒業後、身体科学の世界に興味を持ち、筑波大学大学院体育科学研究科体育科学専攻博士課程へ進学。修了後、研究者の道へ。スポーツ科学、応用人類学、環境生理学を専門領域とし「マイクロナノバブル装置を用いたアスリートの疲労回復と暑熱環境適応」や「ヒトの移行速度と経済速度に関する生理人類学的検討」などを研究課題とする。日本生理人類学会では理事も務める。

同志社大学 特許情報

「知」の軌跡

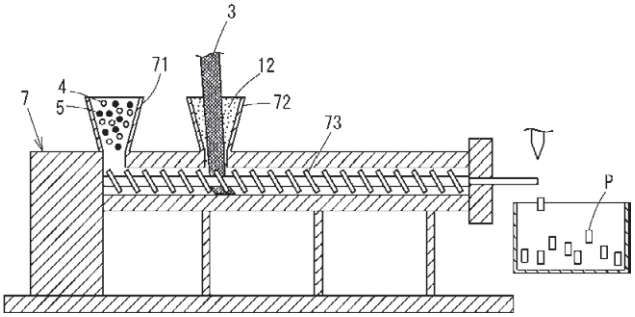
Patent Information

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。ご興味を持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

再生炭素繊維強化プラスチック成形体およびその製造方法

特許番号	特許第6300487号
出願番号	特願2013-218332
権利者	学校法人同志社
適用分野・用途	グリーンイノベーション
登録日	2018年3月9日
出願日	2013年10月21日
発明者	大窪 和也



再生炭素繊維塊を、バインダ水溶液で処理して表面に水溶性バインダ樹脂を付着させた状態で再生炭素繊維塊を解繊した後、処理再生炭素繊維を得、次に、母材樹脂ペレットをメインフィーダを介して混練押出機7に供給するとともに、処理再生炭素繊維を母材樹脂より高い融点の樹脂繊維からなる不織布テープ3とともにサイドフィーダ72を介して混練押出機7に供給し、混練押出して得た造粒体Pを射出成形する。

発明の名称

炭化ホウ素／ホウ化チタンコンポジットセラミックス及びその作製法

特許番号	特許第6344844号
出願番号	特願2014-028174
権利者	学校法人同志社
適用分野・用途	ナノコンポジット材料
登録日	2018年6月1日
出願日	2014年2月18日
発明者	廣田 健

TiN(vol%)	TiB_2(vol%)	Dobs(Mg/m³)	Dx(Mg/m³)	Dobs/Dx(%)	Hv(GPa)	K_{1c}(MPa・$m^{1/2}$)
0	-	2.510	2.515	99.8	34.4	3.28
0.1	0.05	2.472	2.518	98.2	33.2	3.97
0.5	0.67	2.437	2.529	96.3	42.8	4.92
1	1.35	2.456	2.550	96.3	43.7	5.86
2	2.69	2.463	2.572	95.7	38.3	4.56
3	4	2.24	2.594	86.2	15.9	-

非晶質ホウ素と非晶質炭素をB：C＝4：1のモル比となるように秤量、湿式混合を行い非晶質ホウ素と非晶質炭素とから成る出発原料を調製する工程と、前記出発原料から合成される炭化ホウ素に対して内割りで0.5～1.5vol.%のチッ化チタンを前記出発原料に添加、水及びアルコールから選択される溶媒中にて分散処理し、乾燥を行って混合粉を得る工程と、前記混合粉を用いて金型成形を行うことにより成形体を得、当該成形体を静水圧プレス処理した後、パルス通電加圧焼結法により加圧しながら加熱昇温し、炭化ホウ素／ホウ化チタンコンポジットセラミックスを合成同時焼結する工程を含む。

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　https://ipc.doshisha.ac.jp/patent_list/patent_list.html

LIAISON vol. 56

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 寒梅館2階　TEL：075-251-3147　FAX：075-251-3046　E-mail：ji-liais@mail.doshisha.ac.jp

https://liaison.doshisha.ac.jp/　2018年11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。