2019.3
vol. 57

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

健康未来への扉を開く
スポーツ・エクササイズのポテンシャル

柳田 昌彦
同志社大学 スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 教授

井澤 鉄也
同志社大学 スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 教授

海老根 直之
同志社大学 スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 准教授

上林 清孝
同志社大学 スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 准教授

▸ LIAISON OFFICE NEWS & TOPICS
▸ 研究者をたずねて 田口 聡志 商学部商学科 教授 / 鄭 躍軍 文化情報学部文化情報学科 教授 / 森田 有亮 生命医科学部医工学科 教授

大井 英之
Ohi Hideyuki
同志社大学 研究開発推進機構
リエゾンオフィス
産官学連携コーディネーター

上林 清孝
Kamibayashi Kiyotaka
同志社大学
スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 准教授

柳田 昌彦
Yanagita Masahiko
同志社大学
スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 教授

井澤 鉄也
Izawa Tetsuya
同志社大学
スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 教授

海老根 直之
Ebine Naoyuki
同志社大学
スポーツ健康科学部
スポーツ健康科学科 准教授

巻頭特集

健康未来への扉を開く

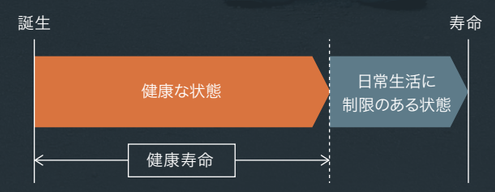
スポーツ・エクササイズのポテンシャル

少子高齢化が進み、老若男女を問わず健康志向が高まっている日本。
社会には健康増進に関する情報があふれ、その手段も一層広がりを見せています。
本座談会ではスポーツ健康科学部の研究者4名を招き、
「スポーツ・エクササイズが健康の質に果たす役割」について幅広く語っていただきました。

Keyword

健康の質

日常的・継続的な医療・介護に依存せずに、自立した生活を送れる期間である健康寿命は平均寿命との格差が大きく、自身や家族の心身への負担や医療費・介護費の増大を招いている。人生を長く健やかに生きQOL（生活の質）を高めることは、少子高齢化の進む日本において、重要な課題といえる。



運動は健康維持の第一歩。多様な研究によるアプローチで、「運動不足大国ニッポン」を救えるか。

大井：ニューズレターの特集でスポーツ健康科学部を取り上げるのは今回が初めてになります。まず、スポーツ健康科学部の概要について教えてください。

柳田：スポーツ健康科学部は、「スポーツ科学」と「健康科学」という2つの研究分野で構成されています。スポーツ科学分野では、競技力の向上とスポーツの発展を目的とし、選手の資質やトレーニング効果の測定・評価、トレーニング方法の開発・普及など幅広いテーマを扱います。スポーツビジネス、政策論、マネジメントといった社会科学的な分野から、スポーツ生理学や心理学、動作解析などのバイオメカニクスまで多様な研究によるアプローチが大きな特徴ですね。もう一方の健康科学分野は、「一次予防」がメインテーマです。少子高齢化が急速に進む日本では、生活習慣病の予防・改善や中高年者の介護予防が重要な課題です。幅広い世代に対して、運動を中心に、食事や睡眠、休養を通していかに一次予防につなげることができるか、分子・細胞レベルのミクロな面から政策論などマクロな視点まで深く追究しています。

大井：トップアスリートからリハビリを要する人まで、若年層から高齢者まであらゆる人を対象にしてスポーツや健康を軸として総合的な研究を進めている学部ですね。その中でも今回は、座談会のテーマであるスポーツ・エクササイズが健康にもたらす役割についてお聞かせいただけますか。

井澤：「エクササイズ・イズ・メディシン」、直訳すれば「運動は薬」という言葉がアメリカのスポーツ医学の学会で提唱されている通り、運動が生活習慣病や認知症の予防にもたらす効果は絶大です。

柳田：そうですね。しかし、日本の運動習慣者の割合は3割程度しかなく、推移を見ても横ばいで頭打ちの状態となっています 図1 。世界的に見ても、日本は運動不足社会であるのが現状です。

海老根：なかなか運動に時間を割けない多忙な現代人が、どうやって運動したらよいのかは世界的な関心事になっています。座位から立ち上がる動作によってもエネルギー代謝は高まるため、それらも運動と見なすことで、「エクササイズをしましょう」ではなく「座位安静な生活をやめましょう」といったキャンペーンも行われるようになっています。運動のトレンドが変化し続けている中、スポーツ健康科学部が本来ターゲットとしていた「運動」や「身体活動」といった概念はここ数年でますます広がりを見せています。

大井：とにかく動くことが重要なんですね。

柳田：はい。厚生労働省も「1に運動、2に食事、しっかり禁煙、最後にクスリ」というスローガンでヘルスプロモーションを進めており、何より最優先すべき事項として運動を掲げています。海老根先生が述べたように、「体を動かさない」という身体不活動の問題は深刻です。オーストラリアの研究機関が主要先進国を対象に国民の1日あたりの座位時間を調査したところ、なんと日本人が最長という結果が出ました。つまり、私たちは世界で最も動かない国民ということです。運動やトレーニング以前に、日本人の場合はとにかく座り続けないことが求められています。

脳神経や体脂肪、エネルギー代謝…あらゆる専門領域で次々と証明される「運動の価値」。

大井：運動がどのような形で健康の質の向上に寄与しているのか、先生方それぞれの研究領域で明らかになったことを教えてください。

上林：私は神経生理学の分野で、ヒトの身体運動における制御・学習メカニズムを研究テーマとしています。神経系の調節が上手くいかなければ筋肉があっても歩けないので、脳の制御は身体の細かな動きに大きく影響します。最近は、学生アスリートを対象にMRIを使って、スポーツ経験者における脳の構造や体積の評価も行っています 図2 。軽度の電気刺激を与えて脳の興奮性を高めた状態でトレーニングを行えば、運動学習が促進するという結果も出ています。さらに掘り下げて研究を進めたいですね。

大井：アスリートに対する研究は脳神経系にダメージを受けた方のリハビリにも役立つのでしょうか。

上林：そうですね。一度損傷した運動機能を回復するには「繰り返し使う」という学習が必要なので、それはスポーツでいうトレーニングと類似しています。さらに、脳の体積変化に関する実験では、加齢とともに脳の灰白質と呼ばれる領域の体積が減少することが明らかになりました。これは加齢によって脳の神経細胞が減少することが原因とされ、私自身も大学生に比べると脳全体における灰白質の割合が約5%も減少していました。しかし、この体積減少は軽運動によって低下が抑えられるという報告もあります。散歩程度のエクササイズでも、脳の灰白質体積の維持といった効果を期待できます。

井澤：神経系では軽運動が効果的とのことですが、私が専門とする脂肪組織へのアプローチでメタボリックシンドロームの改善を考える場合、軽運動では大きな効果は得られません。運動が健康的な脂肪組織の形成に寄与するという事実はありますが、そのメカニズムはまだ解明されていないため、運動がもたらす体脂肪の減少効果について研究しています 図3 。運動が標的とする細胞内の分子を明らかにできれば、新薬の研究開発にもつながるはずです。

大井：井澤先生の研究はエネルギー代謝を扱う海老根先生の専門分野とも深い関連がありそうですね。

海老根：はい。私はヒトのエネルギー代謝を専門にしています。摂取カロリーと消費カロリーのバランスを取るためには、必要に応じて後者を増やす必要があり、その最たる手段がまさにエクササイズやスポーツです。

大井：トレーニング理論を専門とされる柳田先生の立場から見た効果的な運動のポイントはありますか。

柳田：まずは家庭や職場などでの生活習慣を見直し、低強度で消費カロリーの少ない活動を見直していくことが求められます。運動強度を測る際、「METs（メッツ）」という指標が用いられますが、この指標で3METs未満となると、エネルギー消費量の観点からすれば有効な身体活動とは認められません。しかし、私たちが実生活の中で3METs以上の運動を行っている時間は5%程度にしかすぎないのです。寝転がったり、座ったりといった行為が井澤先生の研究で扱う肥満や糖尿病に結び付くこともわかっています。

海老根：運動中はエネルギー代謝が安静時の10倍近く高まりますが、運動後にも代謝の亢進は継続することが明らかになっています。運動中の消費カロリーと運動後の代謝亢進量が同程度であるという研究結果も報告されています。運動によって生じるさまざまな健康効果は日常生活中にも表れるわけですから、分野を問わず研究が進めば進むほど運動の重要性は高まると言えそうです。

大井：日頃あまり体を動かす習慣がない人に知ってほしいお話ですね。

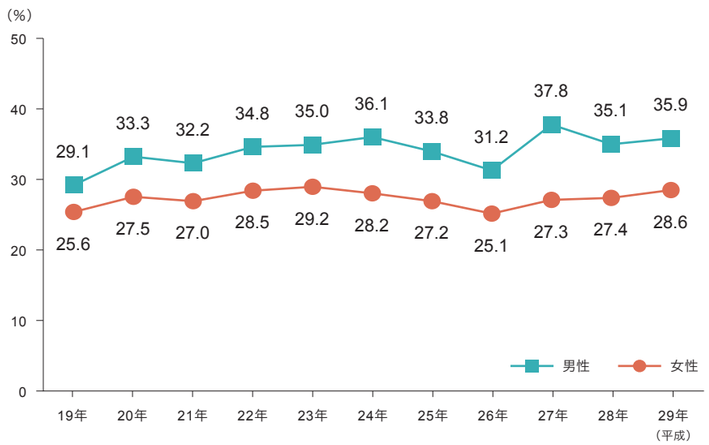
「運動嫌い」はヒトの本能。しかし、運動の効果が生きがいをもたらす。

大井：運動が健康に与える影響はよく分かりましたが、高齢者や運動嫌いな方を奮い立たせる方法はあるのでしょうか。

井澤：結局モチベーションをどう保つのかが、運動を継続するための大きな鍵だと思います。

柳田：健康づくりのための身体活動基準を定めてキャンペーンを展開するなど厚生労働省も国民に働きかけています。し

図1　運動習慣のある者の割合の年次の推移（20歳以上）



厚生労働省「国民健康・栄養調査」（平成29年）

図2　MRIを用いた脳の評価

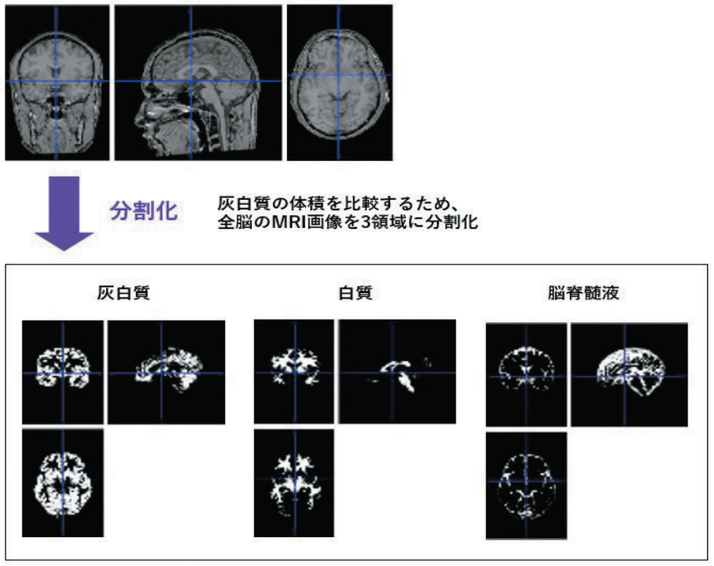
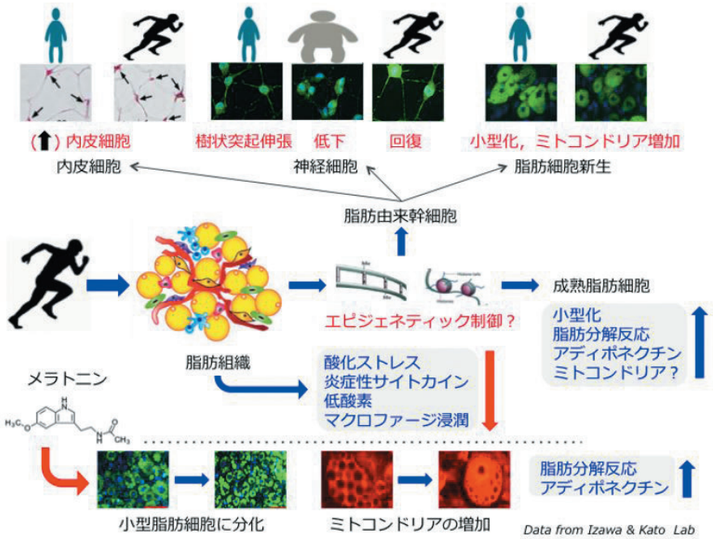


図3　運動やメラトニンが脂肪組織の生物学的キャラクターに及ぼす影響



Acta Physiol (2010), Stand J Med Sci Sport (2011), J Pineal Res (2015), J Cell Physical (2019)

かし、元々人類は「いかに動かずに体に食べ物をため込むか」という飢餓状態を経て進化してきたので、そもそも運動は本能的な欲求に反する行為です。身近な人の支えをはじめ、遊歩道の整備や高齢者用サロンの設置など行政による環境作りも大切です。運動できる社会を目指す動きは日本のみならず、世界的な潮流でしょう。

井澤：肥満が進んでいると激しい運動はできませんし、そもそも運動嫌いという人もいます。

柳田：そういう人は食事療法から始めてみるとよいかもしれません。個人によって肥満度もモチベーションも違いますから、今後はトレーニングもオーダーメイド化していくでしょう。

海老根：スポーツ健康科学部としては、誰もが利用しやすい運動施設の考案といったアプローチを学部全体で行えるかもしれませんね。

大井：なるほど。それは新たなサービスの開発などビジネスチャンスにつながりそうで興味深いですね。

海老根：自戒的になりますが、運動を単なるカロリー消費と捉えるのは実に勿体ないと考えています。運動することで新しい出会いが生まれたり、会話が増えたり、そういったこともすべて運動の魅力です。柳田先生は実際に高齢者に対するトレーニング指導を通して、そこから派生する効果も強く実感されているのではないでしょうか。

柳田：その通りですね。私は日常生活の行動に支障がない方を対象にした研究も進めていますが、被験者は運動による自分の変化を目の当たりにし、どんどん前向きな気持ちになっていきます。筋力アップや体脂肪率の減少はもちろん、生活の行動範囲も自然と広がっていくことが高齢者にとって大きな生きがいになるのです。これはQOL（生活の質）の向上につながることであり、食事や睡眠だけでは達成できない運動ならではの効用でしょう。

最期の瞬間まで人生を謳歌するために。何歳であっても鍛えるべきは「筋肉」。

大井：先生方の科学的なデータや知見は今後社会にどのように活かされていくのでしょうか。

井澤：私の研究分野は生命科学と結びつきが強いので、栄養関連のサプリメントの開発などに必要な基盤的知見を提供できるかと思います。

海老根：私の分野ではスポーツ現場に近い研究も行われますので、効果的なトレーニング法やコンディショニング法が見つかれば直接的な貢献が可能です。また、企業が開発した製品を適切に評価し、科学的根拠を提供することで、安心・安全な購買活動にも貢献していきたいですね。

上林：エビデンスが重要なので、まずは運動のメカニズムに関する有用なデータを掴むところを目指したいです。例えば、データをもとにリハビリの回復度合いなどを予測できるようになれば、患者さんのモチベーションアップにもつながるでしょう。

海老根：運動は誰のものでもなく、全員に無料でひらかれたものであり、そこに私たちが幅広い観点から知見を提供していきたいと思います。

井澤：運動の本質はまだまだブラックボックスであり、複雑で難しい。しかし、そこが研究のやりがいですね。未解明な領域が大きい分、学問としても果てしない可能性を秘めています。

上林：私の研究でもヒトの神経系が有する適応能力の高さを実感しますね。例えば、右足と左足でトレッドミルのベルトの速度を変えてぎこちない歩行運動を強いてもしばらくすると慣れてしまう。アスリートに限らず、人体のポテンシャルに迫ることに面白みを感じます。

柳田：個体差も大きいですしね。スポーツ選手なんてある意味驚異的な発達を見せています。

上林：特にパラリンピックの選手はある機能に特化して優れた能力を示しているので、そういった分野のデータも集めることができればいいですね。

井澤：オリンピック・パラリンピックでは華々しいアスリートたちに注目が集まるかと思いますが、スポーツへの興味・関心を通じて、健康に対する意識も高まってほしいですね。

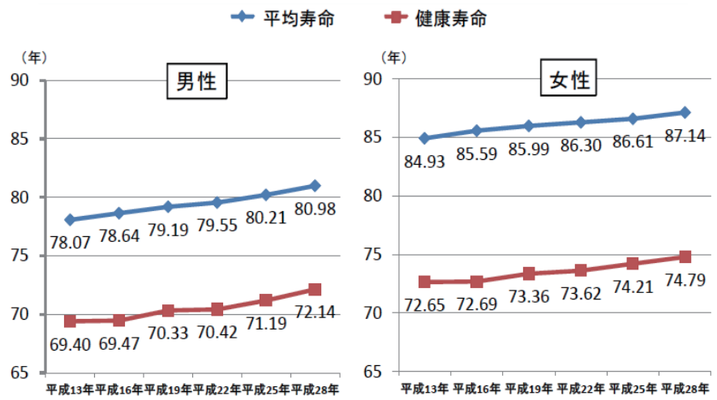
海老根：スポーツ健康科学部で取り上げる話題は健康やスポーツなど、分かりやすく「前向き」です。そのおかげなのか、学部内には感覚が若く、エネルギッシュな先生方が多いと感じます。

柳田：人生百年時代が叫ばれる中、日本では平均寿命と健康寿命の差は、男女で異なるものの約10年となっており、この差をいかに埋めるかが重要な課題です 図4 。

井澤：繰り返しになりますが、そのためには栄養だけではなくて運動が必要です。そして、体を動かすのは筋肉に他なりません。

柳田：はい。キーポイントは「筋肉を鍛える」こと。筋肉は何歳になってもトレーニングで増やすことができます。誰もが一度きりの人生を最後の瞬間まで謳歌できるような社会を実現したいですね。

図4　平均寿命と健康寿命の推移



厚生労働省資料

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 S

「2018年度同志社大学 リエゾンフェア・ハリス理化学研究所発表会」を開催

日時：2018年11月28日（水）　場所：ホテルグランヴィア京都（京都府京都市）

ホテルグランヴィア京都において、「2018年度同志社大学リエゾンフェア・ハリス理化学研究所発表会～知と知をつなぎ、切り拓く未来～」を開催しました。今年度は、リエゾンフェアとハリス理化学研究所発表会、エネルギー変換研究センター成果報告会の合同開催とし、258名の参加がありました。

学長挨拶

基調講演

基調講演では、京都大学名誉教授／京都大学大学院エネルギー科学研究科特任教授の塩路昌宏氏から「水素社会構築に向けた取り組みの現状と技術的展望」と題し、水素エネルギーシステムの特徴から現在進行中のプロジェクト、実用化に向けての展望について紹介いただきました。

基調講演の様子

発表会各会場　リエゾンフェア・ハリス理化学研究所発表会・エネルギー変換研究センター成果報告会

その後、5つの会場に分かれて、リエゾンフェアとハリス理化学研究所発表会の研究発表と、エネルギー変換研究センター成果報告会を行いました。

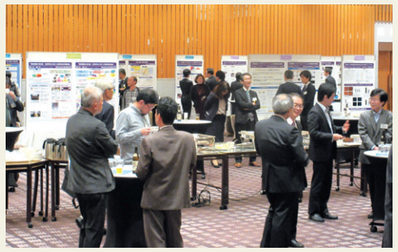
リエゾンフェアでは、次の3つのグループ構成で研究紹介を行いました。1つめは、大学の新たなブランドを構築するための研究プロジェクトである「宇宙生体医工学研究プロジェクト」で進めている宇宙環境を利用した地球上の健康寿命を目指す研究について、プロジェクト代表の理工学部 辻内伸好教授とスポーツ健康科学部 大平充宣教授が発表を行いました。2つめは、現代社会の課題である「働き方」に関連する社会学研究として「働き方改革実現の本質的課題」について社会学部 寺井基博准教授が、「女性研究者・技術者のインポスター・シンドローム」について政策学部 藤本哲史教授が発表を行いました。3つめは、生命医科学部 池川雅哉教授が「医療・創薬・食品分野におけるイメージング質量分析法」、角田伸人助教が「イメージング質量分析法を用いたアルツハイマー病脳の中」と題して発表を行いました。

また、ハリス理化学研究所発表会では、ハリス理化学研究所の研究について、「ナノテクノロジー」「材料特性」「新物質・新材料」「社会調査・文化財調査」「人間行動学」「心理学」「医薬・医療」「スポーツ科学」の8つの分野に分けて発表を行い、エネルギー変換研究センター成果報告会では6つの研究成果報告を行いました。

宇宙生体医工学プロジェクト辻内伸好教授

ポスター展示会場

引き続き、ポスター展示会場に場所を移し、「知」の出会いの場として研究交流を行いました。会場では、研究センターや様々な分野の先端的研究シーズ、産学連携支援体制などについてブースを設置し、合計41点のポスターが展示されました。研究者をはじめ、産官学連携コーディネーター、リサーチ・アドミニストレーター、学生らが研究内容の説明を行い、企業や関係機関からの来場者と活発な情報交換を行いました。


ポスター展示会場

学生ショートプレゼン

今年度より、ポスター展示会場の一角に「学生ショートプレゼン会場」を設け、本学の学生（学部生・大学院生）合計12名が、来場者に向けて自身の研究内容の発表を行いました。学生ショートプレゼン会場での学生の発表を聞き、研究内容に関心を持たれた来場者が、ポスター展示ブースにて、さらに活発な議論を交わすなど研究交流が促進され、今後研究者を目指す学生にとっても産学連携の足掛かりとなる良い機会となりました。

学生ショートプレゼン

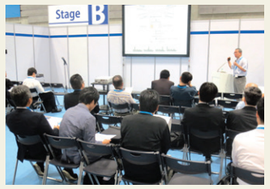
学生ショートプレゼン

EVENT E

「BioJapan 2018」に出展

日時：2018年10月10日（水）～10月12日（金）
場所：パシフィコ横浜（神奈川県横浜市）

BioJapanは20年以上の歴史を持ち、16000名以上の参加者が世界から集まる創薬、医療、ヘルスケア分野などのバイオビジネスにおけるアジア最大のパートナリングイベントです。同志社大学からは生命医科学部 西川喜代孝教授が「新規多価型ペプチドによるインフルエンザウイルス感染制御」と題して、新規に創製されたインフルエンザ治療薬の候補ペプチドをポスター及び口頭で発表を行いました。候補ペプチドは従来の治療薬とは異なり、インフルエンザウイルスのヘマグルチニンを標的とし、さらにウイルスが細胞に感染する複雑な様式を効果的に阻害する作用を有しており、細胞およびマウス個体レベルで顕著にウイルス増殖を阻害する能力を示しました。新規なコンセプトのインフルエンザ治療薬は、現行薬に出現している耐性の問題や近い将来に予測されるパンデミック対策としても開発意義は高く、今後の展開が期待されます。



EVENT E

「けいはんな情報通信フェア2018」に出展

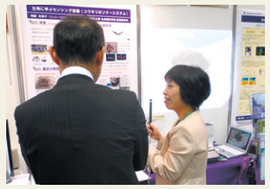
日時：2018年10月25日（木）～27日（土）
場所：けいはんなプラザ（京都府相楽郡）

「生物に学ぶセンシング技術（コウモリのソナーシステム）」生命医科学部 飛龍志津子教授　と「自由視聴点VR技術の開発」理工学部 土屋隆生教授の2テーマを展示しました。

飛龍先生らのテーマは、コウモリのシンプルかつユニークな超音波センシング技術をアルゴリズムの工学検証、ナビゲーション研究を進めることで、自律走行車の衝突回避やドローンの協調行動への応用展開を目指しており、コウモリ飛行解析の実験をビデオやデモサンプルで紹介しました。

また、土屋先生らのテーマは、自由に視点および聴取点を変更できるバーチャルリアリティ技術をヘッドマウントディスプレイとバイノーラルヘッドフォンを用いてのさまざまなシーンの映像と音響を同時に提供できるデモで来場者に技術体験をしていただきました。

いずれのテーマもけいはんな地区の先端企業や研究機関だけでなく、けいはんな地域の住民の皆様を中心に多くの来場者と活発な意見交換をすることができました。



着任紹介　リエゾンオフィス　山下（やました） 武彦（たけひこ）　産官学連携コーディネーター

12月に着任し、機械・材料・化学・環境分野を主に担当しております。永年電器メーカーで材料・デバイス・ディスプレイの研究開発を行っておりました。自らの研究成果を事業化する全プロセスを経験しましたので、外部企業との連携やOEM管理も得意です。また国内外の大型展示会への出展経験もありますので、本学の研究活動成果の訴求とその具現化、実用化に貢献できるよう、努力していく所存です。

研究者をたずねて 1

ゲーム理論と経済実験を駆使して人間行動と社会の仕組みを読み解く。

田口 聡志（たぐち さとし） 商学部商学科 教授

数字の裏にある人間心理を解明し、新しい会計制度を構築する。

企業活動を定量化し、ビジネスの共通語として機能する会計学。まさに、ビジネスの４要素である「ヒト・モノ・情報・カネ」の「カネ」そのものであり、経済活動を考える上で切っても切り離すことはできない。しかし、近年は大企業による粉飾決算など、監査制度や会計制度をかいくぐった問題が目立つ。「会計と聞くと、単純明快な数字の世界を想像されるかもしれませんが、数字は人の心によっていかようにも歪めることができるのです」。そう語る田口教授は、ゲーム理論や経済実験を武器に、人間行動と社会の仕組みとの関係性を解明することで新たな会計制度の構築に挑む「実験会計学」の第一人者である。

「『信頼ゲーム』 図1 と呼ばれる人の行動を予測する理論を用いることで、経営者と投資家の信頼関係を深められるような理想的な情報開示の仕組みを探っています」。田口教授は、信頼ゲームの条件に経営者と投資家を設定し、情報開示の仕組みを複数パターン組み込むことで、それぞれの場合における投資行動と配当行動の変化をデータ化。

写真1 『実験制度会計論―未来の会計をデザインする―』（中央経済社）

PROFESSOR'S PROFILE

慶應義塾大学商学部卒業後、慶應義塾大学大学院商学研究科後期博士課程修了。慶應義塾大学商学部助手、財団法人地球産業文化研究所客員研究員、多摩大学助教授などを経て、現職。同志社大学企業・技術・国際競争力研究センター（ITEC）のディレクターや公認会計士としても活躍し、東証一部上場企業の社外取締役も務める。主著『実験制度会計論―未来の会計をデザインする―』（中央経済社） 写真1 では第58回日経・経済図書文化賞を受賞。

図1 信頼ゲーム

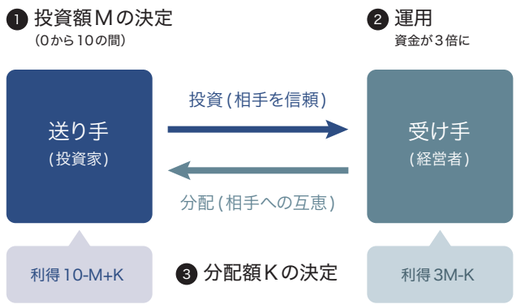


写真2 自動運転シンポジウムでの経済実験の様子

その結果、企業の情報開示のあり方について、従来の先行研究とは異なる結果を得た。「これまでは経営者による自発的な情報開示によって企業の評判や信頼性が高まるとされていましたが、今回の実験では自発性に任せすぎると不正が起こりやすくなることが明らかとなりました。また、投資家が情報開示を要求できる仕組みを構築すれば、両者の信頼関係がより深まるという結果も出ています」。経営者と投資家の間に信頼関係が無ければ、投資も配当も実施されない。証券市場の活性化や企業の不正対策のためにも、信頼という観点を軸に会計制度を考える田口教授の研究は意義深い。「経営者と投資家のどちらが先行してアクションを起こすのかというごく単純な違いを一つとっても、社会の在り方はいとも簡単に変わります。その中でどんな情報開示の仕組みを構築すれば、人々が信頼・協力し合える社会を実現できるかを考えています」。

自動運転やAI面接。人とテクノロジーが「心から」共存するために。

AI（人工知能）が目覚ましい発展を遂げる今日、人とAIが共存していくためには、機能や操作性といった技術面だけではなく、人の心がいかにAIを受け入れられるのかという視点も忘れてはならない。田口教授は会計学の領域にとどまらず、このような新しいテクノロジーに対する人や社会の「受容感」についても研究を進めている。

「一口に自動運転といっても、完全にハンドル操作が要らないものから、緊急時のみ作動するものまでレベルはさまざまです。車種によっても人が求めるものはそれぞれ変わってきます」。そう語る田口教授は2018年12月に開催された自動運転のシンポジウムで、自動車メーカー社員や理系の研究者を被験者とした経済実験を行っている 写真2 。「オークション理論」を用いた実験を行い、自動運転の経済価値を測定したのだ。その結果、ミニバンなど家族向けの車種に対しては自動運転の導入が高評価であったのに対し、セダンやスポーツカーなどでは低評価となった。「家族使いのミニバンでは自動運転の安全性が評価されていますが、セダンやスポーツカーは運転そのものを楽しみたいという思いが大きいためこのような結果となったのでしょう。テクノロジーのタイプによって人が求めるものが異なるということを、今回の実験によってデータとして実証できました」。

さらに、田口教授はAI面接に対する人の受容感についても研究を進めている。「AIに採用結果を決められることについて、人の納得感や不信感はどうなるのか。さまざまな条件を組み合わせながらシミュレーションを行っています」。一部の企業では採用活動においてAI面接官の導入を推進しているが、テクノロジーがどれだけ発展しても、人の心を置き去りにすれば社会の役に立つという本来の意義が損なわれてしまう。AIと人との関係性に着目する研究はまだまだ黎明期であるが、これからの社会を考えるにあたって無くてはならない視座といえるだろう。

フューチャーデザインで より良い未来の実現を目指す。

会計学に携わる第一人者でありながら、会計の枠を大きく超えて多彩な研究に挑む田口教授の研究姿勢は、若手時代に参加したワークショップをきっかけに培われた。「出会った研究者たちの『社会を良くしたい』という純粋な思いに衝撃を受けましたね。研究者であっても学問を探究することにとどまらず、さまざまな形で社会に貢献できると気づきました」。そこから田口教授はもともと興味があった人間心理をベースに研究を進めるようになり、会計学以外にも経済学や政治学、心理学、脳科学といった異分野と交流しながら研究領域を広げてきた。その中でも現在力を入れているのが「フューチャーデザイン」だ。経済実験をパソコン上でシミュレーションするだけではなく、現実の社会にも応用しようとする取り組みである。例えば、地方自治体との共同研究では住民参加型のワークショップを実施し、住民が未来志向で議論ができるような仕掛けを開発中だ。「町の改善点について話し合ってもらうのですが、何も条件を与えないグループでは『バスが来ない』『交通の便が悪い』といった現状の不満が話題の中心となりました。一方、『皆さんは2050年の未来からきた仮想将来世代です』という設定を与えたグループでは、人口減少や若い世代の子育てといった課題をいかに解決するか、未来志向のディスカッションが繰り広げられました。単純な仕掛けでも人の心は大きく変わりますので、さらに研究を続けて10年後、100年後を見据えた経済政策に活かしていきたいですね」と田口教授は期待を込めて語った。今後、一人ひとりが少し先の未来を意識することが社会を良くする大きな原動力となることは間違いない。ゲーム理論と経済実験によって数々の仮想世界を創り上げた田口教授の「仕掛け」は、現実の社会を明るく照らす大きな希望だ。なぜなら、田口教授のすべての研究のベースにあるのは、われわれ人の心だからである。

研究者を
たずねて
2

人々の意識や行動をデータ化し 人間社会の本質に迫る。

鄭（てい） 躍軍（やくぐん）　文化情報学部文化情報学科 教授

データの「生成」と「解析」の両輪で質の高い定量研究を実現。

AI（人工知能）やIoT（モノのインターネット）をはじめとするデジタル技術の発展によりビジネスや研究の現場で大量のデータがあふれるようになった現在、データを活用してものごとの本質に迫るデータサイエンスのニーズはますます高まっている。「データサイエンスとは、数学や化学のように独自の基盤がある学問ではないからこそ、すべての分野・事象に応用することができます」。データの専門家である鄭教授は、「個」から「集団」を推測するデータサイエンスの「社会を読み解く道具」としての重要性を説く。

「私の場合は、一人ひとりの人間と社会全体との関係性を軸に研究を進めています。個人の考え方・意識・行動パターンをデータによって把握すれば、会社や国といった組織全体のパフォーマンス向上にもつながり、一人ひとりが暮らしやすい社会を実現できるはずです」。鄭教授が20年以上携わる国民性調査では、日本人の価値観の歴史的な変化が明らかとなった。『生まれ変わるなら男性か女性か』という設問に対する女性の回答は、1960年代前半までは『男性が良い』が7割、『女性のままが良い』が3割だったのに対し、1960年代後半から徐々に変わり始め、現在は『女性のままが良い』という回答が7割に至ったのだ。「中国や韓国では、依然として女性の約半分は『男性』と回答しています。このように、女性の社会的地位の向上や自己評価の高まりなど、近年の日本社会の変化はデータからも読み取れます。ただし、データサイエンスにおいて、データの解析以上に重要な観点はデータの『生成』です。人間の考えや行動は些細なことで常に変化するので、データ解析につながるような質の良いデータを取ることは容易ではありません」と語る鄭教授は、世論調査やマーケティング調査などのデータ収集に欠かせないサンプリング方法も長年開発してきた。「現在は、最小限の指標をもとに相違点や共通点を簡単に抽出できる手法を開発中です。データの質の保証と適切な解析方法のマッチングは難しいですが、やりがいを感じるところです」。

写真1　『統計的社会調査 ―心を測る理論と方法―』（勉誠出版）

意識と行動のメカニズムを解明し、最適な環境教育の実現を目指す。

頭では意識していても、それが実際の行動として表れるかは別問題である。鄭教授はこのような人間の意識と行動のメカニズムについても、環境問題をテーマに研究を続けている。「環境問題に敏感な人ほど、エコ商品の購入やリサイクル、省エネを行うのか。環境意識と環境配慮行動との関係を調査しました。環境意識は、個人の感性、環境の変化、国の規制・社会制度という3つの要素の相互作用によって形成されます。よって、同じ環境下にあっても日本人と韓国人と中国人では認識が異なります。このような差異も分析しながら、行動のメカニズムの解明に挑みました」。そう語る鄭教授の調査では、日本人は環境問題に対する意識が高い一方、中国人や韓国人に比べて、環境配慮行動を実施している人数がまだまだ少ないという結果が明らかとなった。「韓国人や中国人は環境意識が低くても、近年の節水・節約ブームを背景に、経済的節約を目的として環境配慮行動をとる人が多いことが判明しました。逆に、日本人は環境配慮行動を経済的節約と考える人が少なく、この差が実際の行動に影響していると考えられます。しかし、長期的に見れば、日本人のように環境意識に由来する動機の方が継続的な行動につながります。このようなメカニズムを認識した上で、日本人にとって効果的な環境教育を考えていく必要があります」と鄭教授は今後の課題点を指摘した。

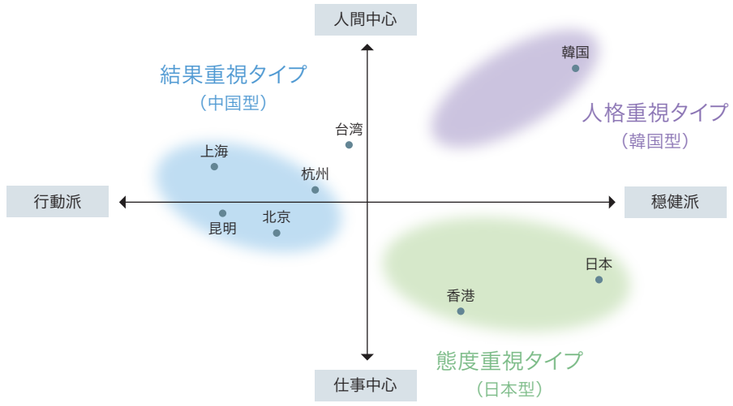
鄭教授が環境問題を研究の軸の一つとするのは、かつて森林経理学を専門としていた異色の研究経歴も影響している。「森林経理学とは、木の高さ、太さ、位置などを測ることによって、樹木同士の競争関係を森林社会としてとらえ、森林管理・材木量予測の統計モデルを構築しようとする学問です。そこから、木から森を知るという統計学的研究に興味を持ちました。現在はその研究対象を人間としていますが、今も森林に対する愛情がありますので、研究を通して環境問題に貢献したいと思っています」。

グローバル人材の資質を国ごとに分析。真実を映すデータは「宝物」。

多彩な企業とも連携する鄭教授の最近の共同研究では、人材サービス系の企業と共に、好まれるリーダーの資質について、国際的な違いを明らかにしている 図1 。日本では「決断力が優れている」「年功を積んでいる」「仕事に真剣に取り組んでいる」といった態度に関する項目が上位に入るのに対し、結果重視の中国では「部下に利益をもたらす」「技術的に優れている」、人格重視の韓国では「良い階層の出身」「人間関係が良好」「部下に尊敬される」といった項目が上位に挙がっており、求められるリーダーの資質が日中韓で大きく異なることが分かった。「例えば日本企業が海外に支社を立ち上げる際、日本で優れた評価のリーダーを送り込んだとしても、現地でもそのまま活躍できるとは限りません。人材は企業の命運を握る大切な資源です。その国ごとにどんなリーダーを送り出せばよいかを考える際に非常に参考になる結果となりました。また、海外人材を採用する場合でも、その国民性・特徴をあらかじめ捉えておくことが適性検査などの採用場面でも活きるでしょう」。急速なグローバル化に伴い、多くの企業でグローバル人材の獲得と育成が迫られる中、鄭教授の国際比較研究は企業活動を円滑に進める上での頼もしい羅針盤となるだろう。

「統計科学は実証的な学問です。いくら立派な分析手法があっても、現場に適用されなければ意味がありません。その意味で、お互いのニーズのもとに企業や官公庁と協力し合う産官学連携は学問を発展させていくために必要不可欠なアプローチです」。鄭教授は人や社会と一緒に発展する統計学の可能性に期待を込めた。「物事を主観的に語ることは誰でもできます。しかし、データが示す客観的な結果は一つの真実であり、ブレません。私がデータに別の名前をつけるとするならば、『宝物』以外にふさわしい言葉は思い浮かびません」。鄭教授の「宝探し」はあいまいで不確かな社会を救う鍵となるに違いない。

図1　好まれるリーダーのタイプ分布図



PROFESSOR'S PROFILE

内蒙古農業大学林学部卒業、北京林業大学森林資源と環境研究科森林経理学専攻修了。大学で教鞭をとった後、1991年に来日し、東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了、統計数理研究所助手、総合地球環境学研究所助教授などを経て現職。統計科学を専門領域とし、研究テーマは国際比較や環境問題について。著書には『統計的社会調査―心を測る理論と方法―』（勉誠出版） 写真1 、『データサイエンス入門』（勉誠出版・共著）など多数。

研究者を
たずねて
3

医学と工学の融合で
適材適所なバイオマテリアルを創製する。

森田（もりた） 有亮（ゆうすけ） 生命医科学部医工学科 教授

物理的な刺激を加えることで本来の組織の機能を取り戻す。

再生医療とは、本来生物が有する自己治癒能力を利用して病気やケガで失われた組織とその機能を再生させる医療を指す。一般的に広く名が知れたiPS細胞以外にも再生医療分野における研究開発の進歩は目覚ましい。その中でも、人工骨や組織再生などに応用する、生体適合性に優れた材料であるバイオマテリアル（生体材料）の開発には世界的な注目が集まっている。「バイオマテリアルの研究で、私がターゲットにしているのは、骨・軟骨・筋肉・神経など、人間の運動に関わる組織の再生です」。そう語る森田教授は、機械工学や電気工学の領域を研究してきたバックグラウンドを活かし、工学と医学を融合したアプローチによってかつてないバイオマテリアルの創製に挑んでいる。

「遺伝子や分子構造など細胞そのものを探究する生物学的な領域はもちろん重要ですが、私は工学分野出身ですので、培ってきた工学知識を駆使しながら新しい形で再生医療に貢献したいです」と語る森田教授の研究開発のベースは物理的な刺激をもとにした組織の再生・活性化や、それを実現するバイオマテリアルの開発である。「例えば、歩行などの関節運動によって軟骨には体重が加わるので、軟骨組織の再生には、衝撃吸収や荷重支持などの力学的な機能が必須です。このように人体の組織の多くは物理的な刺激の中で機能しています。それぞれの生体組織に応じて細胞が活性化できるような環境にするため、一般的な培養とは違い、細胞に電気的な刺激や機械的な刺激を与えながら細胞を育てることで、組織が本来持つ機能の再生を目指しています」。医療の目的は単に治療するだけでなく、その延長線上にある患者のQOL（生活の質）を高めることにある。それぞれの組織に最適な条件を導き出し、日常的な生体環境の模倣を可能とする森田教授がつくる人体により近い「材料」への期待は大きい。

PROFESSOR'S PROFILE

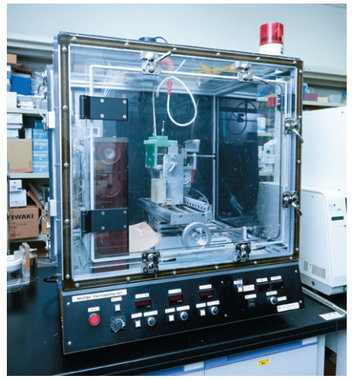
同志社大学工学部機械工学科卒業、同志社大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程前期課程修了後、機械メーカーに勤務。その後、京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程後期課程修了、大阪工業大学工学部電子情報通信工学科助教授を経て、現職。医学と工学を融合したアプローチでバイオマテリアルの創製に挑む。研究テーマは「組織再生におけるナノファイバーを活用した細胞足場の開発」など。

これまでにない画期的なスキャホールド（組織足場材料）が軟骨や骨の再生を促進。

軟骨組織は、一度損傷を受けると自然には治らない。軟骨組織にはもともと血管が無いため、治すための栄養が供給されにくいからである。そのため、生体より取り出した軟骨細胞やiPS細胞から作製した「培養軟骨」を再び体内に移植する治療へ期待が高まっており、森田教授も力学特性に優れた軟骨組織を迅速に再生させる画期的なスキャホールドの開発に取り組んでいる。「培養軟骨では産生された細胞外基質によって栄養供給が阻害されるため、軟骨細胞の活性が低下します。そこで、エレクトロスピニング法（電界紡糸法）によって多孔質中空構造を有するPLLA（ポリ-L-乳酸）マイクロファイバースキャホールドを開発しました 写真1 。多数の細孔（小さな穴）から培養液が浸透するので、細胞活性の低下を抑えることができます」。エレクトロスピニング法とは、エレクトロスピニング装置 写真2 を用いて、ポリマー溶液に電圧を加えることでナノ/マイクロファイバーを作製する技術である。紡糸条件を調整することでナノレベルの微細構造を操ることができ、軟骨組織以外の部位における多様な材料開発でも活用されている。

骨再生分野では、森田教授はリン酸水素カルシウムを添加したスキャホールド 写真3 の研究を現在進めている。「ポリ乳酸を使った材料で自家骨の再生を促す研究がありますが、これは細胞接着性に劣り、機械的物性も生体骨に及ばないため、再生に時間がかかるという課題がありました。そこで、骨形成の基となるリン酸水素カルシウムなどのアパタイト前駆体を添加すると同時に、ファイバーを多孔質とすることで、早期かつ均等なアパタイト形成を促すことに成功しました」。さらに骨再生の過程では、アパタイトで覆われたスキャホールド自体に生体骨と同等の細胞環境が早期に構築されるため、細胞の侵入と生着が加速される。また、多孔質構造による比表面積増大により自家骨の再生後はファイバースキャホールド成分の速やかな生体吸収も期待され、早期に新生された自家骨での骨欠損修復が可能となる。このように疑似骨の形成により骨環境を模倣することで細胞が活性化されるため、骨再生の促進が期待されるのだ。

写真2 エレクトロスピニング装置



さらに骨の性質を活かした研究として、森田教授が開発したのが圧電材料であるチタン酸バリウム（BTO）粒子を添加したPLLAナノファイバースキャホールドだ。「骨に力が加わると電位が発生し、骨芽細胞が刺激されることで骨が形成されます。そこで、力を加えると電圧が生じる圧電材料をスキャホールドに応用すれば、歩行時の衝撃などでスキャホールド内が骨に近い環境となると考えました。人体に害のない圧電材料を探したり、ナノファイバーの中に分布させる圧電粒子の量をコントロールしたり、改良を重ねています」と語る森田教授はこれらの研究成果の実用化に向けて精力的に取り組んでいる。患者の早期退院や医療費の削減など、早期の骨欠損修復が私たちの暮らしにもたらすメリットは大きい。

骨再生のヒントは生体内環境の再現。多彩な専門領域が研究の源。

材料添加による骨の性質の再現や、自ら骨化する材料を用いた骨環境の再現といった森田教授の研究から、生体内環境の設計・模倣によって再生が促進されることが明らかとなってきた。生体内環境をつくり出す上で、工学分野の中で電気の領域も経験してきたという森田教授の幅広い視点は欠かせない。「電気や機械、さまざまな領域で研究に取り組んできたので、これじゃないといけないという概念に縛られることなく、工学的な知見を活かした柔軟な思考ができています。また測定や材料の開発には装置を使うので工学と医学は切っても切れない関係です。両方に精通しているからこそ、貢献できる部分があると思います。少子高齢化の進む現在、医療のベクトルはどうしても高齢者に向きがちですが、私は若い世代にフォーカスした研究も進めたいですね」。医学と工学の融合というアプローチからもたらされる研究成果が再生医療に与える可能性は計り知れない。AI（人工知能）などをはじめ、あらゆる分野で人力を省くことを目的とした技術開発が進む中、「自分の力で治す」再生医療に挑む森田教授の研究は人間が持つ可能性に改めて気づかせてくれるだろう。

写真1
多孔質中空PLLAマイクロファイバースキャホールド

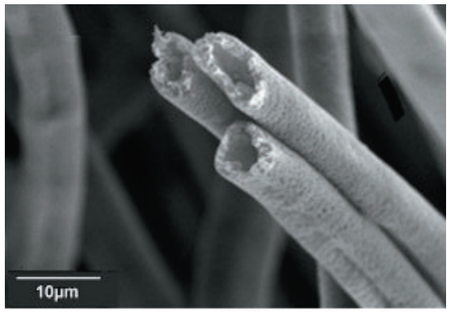
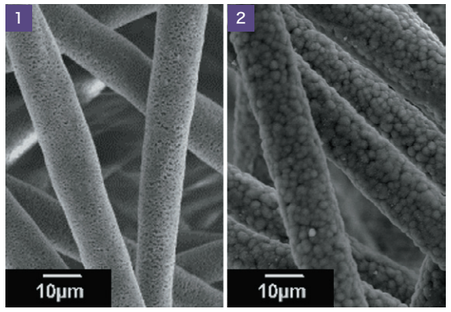


写真3
リン酸水素カルシウム添加多孔質PLLAファイバースキャホールド



1 開発したリン酸水素カルシウム添加多孔質PLLAファイバースキャホールド

2 体液と同等の成分組成液に7日間浸漬後、表面全体にアパタイトが形成された多孔質PLLAファイバースキャホールド

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。

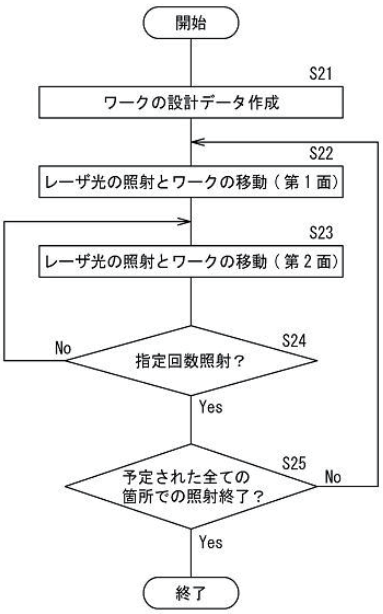
発明の名称

レーザフォーミング加工方法および レーザフォーミング加工装置

特許番号	特許第6367058号	登録日	2018年7月13日
出願番号	特願2014−181928	出願日	2014年9月8日
権利者	学校法人同志社	発明者	廣垣 俊樹
適用分野・用途	薄板鋼材の加工		

【課題】薄板鋼材の曲げ加工と焼入れを同時に行えるレーザフォーミング加工方法を提供。

【解決手段】第1に、レーザ光を、ワークの一方の面に照射しながらワークに対して相対的に移動させ、レーザ光の照射軌跡に沿ってワークに焼入れを行う。第2に、ワークの他方の面のうち、前記レーザ光の照射軌跡に対向する箇所に、レーザ光を照射すると共にレーザ光をワークに対して相対的に移動させる動作を繰り返し行い、第1のステップの焼入れと合わせて、レーザ光の照射軌跡に沿ったワークの断面全体に焼入れを行うと共に、ワークをレーザ光の照射軌跡に沿って所定の角度曲げる。



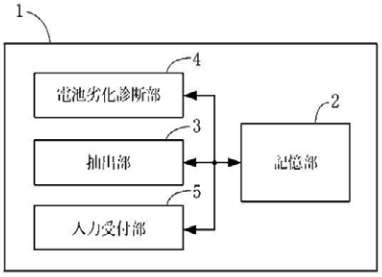
発明の名称

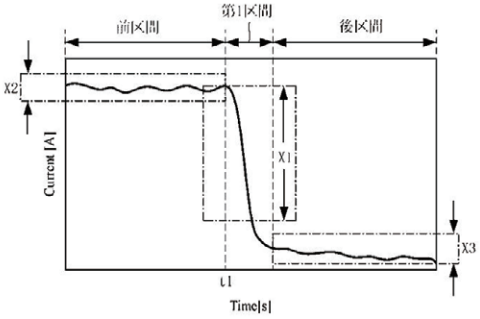
データ抽出装置、データ抽出方法および データ抽出プログラム

特許番号	特許第6161133号	登録日	2017年6月23日
出願番号	特願2015−216762	出願日	2015年11月4日
権利者	学校法人同志社	発明者	長岡 直人
適用分野・用途	二次電池の電池劣化の診断		

【課題】測定データから電池劣化の診断に適したデータ抽出を可能とする抽出装置を提供。

【解決手段】記憶部2と、記憶部2に格納された電流測定データから二次電池の過渡応答データを抽出する抽出部3と、を備えたデータ抽出装置1であって、抽出部3は、電流値の変化量が第1閾値以上となる第１区間を特定する第1処理と、第1区間の始点の電流値に対する変化量が第2閾値以下となる前区間を特定する第２処理と、第1区間の終点の電流値に対する変化量が第3閾値以下となる後区間を特定する第3処理と、前区間の始点から後区間の終点までの電流値データを過渡応答データとして抽出する第4処理と、を実行することを特徴とする。





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

LIAISON vol. 57

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/　2019年3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。