同志社大学 リエゾンオフィス ニューズレター

LIAISON

DOSHISHA UNIVERSITY LIAISON OFFICE NEWS LETTER

巻頭特集

同志社大学 宇宙生体医工学研究プロジェクト キックオフシンポジウム

金井 宣茂
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙飛行士

土井 隆雄
京都大学 宇宙総合学研究ユニット 特定教授

辻内 伸好
同志社大学 理工学部 教授
同志社大学 宇宙生体医工学研究プロジェクト 代表

後藤 琢也
同志社大学 学長補佐 理工学部 教授

大平 充宣
同志社大学 研究開発推進機構 客員教授

Sara TAVELLA
ジェノバ大学 医学部 生物細胞学 教授

Elena S. TOMILOVSKAYA
ロシア科学アカデミー 生物医学課題研究所 教授

LIAISON OFFICE NEWS & TOPICS

研究者をたずねて

津田 博史 理工学部 数理システム学科 教授
小寺 政人 理工学部 機能分子・生命化学科 教授
人見 穣 理工学部 機能分子・生命化学科 教授

2019.8 vol. 58

巻頭特集

新時代を切り拓く、宇宙への挑戦

同志社大学宇宙生体医工学研究プロジェクト キックオフシンポジウム

科学のあらゆる英知を結集させての研究が進む宇宙。
宇宙という研究フィールドは私たち人類の夢と称しても過言ではありません。
同志社大学は2018年4月に先端的教育研究拠点として
「宇宙生体医工学研究プロジェクト」を発足し、
このプロジェクトを中心とする取り組みは、文部科学省の2018年度
私立大学研究ブランディング事業に採択されました。
本誌巻頭では、去る2019年6月1日に今出川キャンパスで行われた
キックオフシンポジウムの様子をお届けします。

研究者講演「宇宙環境への人体の適応に関する研究」

研究者それぞれの専門分野から
宇宙につながる知に挑む

【2019.6.1 SAT. @同志社大学今出川キャンパス良心館】

宇宙生体医工学研究プロジェクト キックオフシンポジウムでは5名の研究者が講演を行い、
各分野での研究成果や経緯、今後の展望が語られました。

LECTURE 01

▷「宇宙をめざせ!」有人宇宙活動の歴史と宇宙研究が拓く知の地平

京都大学
宇宙総合学研究ユニット 特定教授
土井 隆雄 氏　Takao DOI

京都大学宇宙総合学研究ユニット特定教授で元宇宙飛行士の土井隆雄氏による基調講演でシンポジウムは幕を開けました。「有人宇宙活動: Human Space Activities」と題された講演の前半では、日本人宇宙飛行士として初めて宇宙での船外活動を経験された土井氏から、有人宇宙活動の歴史と国際宇宙ステーションの概要が語られました。「有人宇宙活動は最先端の科学技術を結集させたもので、さらには人文社会科学とも連携した、国民の関心も高い分野です」と土井氏が語る地球から宇宙へとつながる開発の壮大さは、客席の聴講者を圧倒するものでした。また、「千年前から都だった京都の人たちの考え方は、千年後を見通せる程スケールが大きい」と、京都で研究活動に従事する現在の心境も語られました。
講演後半のテーマは「無重力の世界」と「真空の世界」。国際宇宙ステーションで現在実施されている研究が紹介されました。地球上とは異なる環境下で見られる様々な現象が新技術の開発や自然界の原理解明につながることが示され、最後は「宇宙をめざせ!」という力強いメッセージで締めくくられました。

LECTURE 02

▷宇宙環境を利用して地球上での健康寿命の延伸をめざす Doshisha Space-DREAM Project

同志社大学 理工学部 教授
同志社大学 宇宙生体医工学研究プロジェクト 代表
辻内 伸好 氏　Nobutaka TSUJIUCHI

宇宙生体医工学研究プロジェクト代表の辻内伸好教授は「『宇宙生体医工学』を利用した健康寿命の延伸をめざす統合的研究基盤と国際的連携拠点“Space－DREAM Project”」と題して講演を行いました。“Doshisha Research Project for Active Life in Space Engineering and Medical Biology”の頭文字を取ってDREAMと名付けられたこのプロジェクトが、宇宙環境における人体の適応と地球上の健康増進をめざすことを目的としており、地球上の歩行困難者や宇宙飛行士の新規運動療法、リハビリテーション方策および機器開発、創薬の一助となることが語られました。
また、本プロジェクト推進が同志社大学の創立150周年ビジョン「VISION 2025」に掲げられている「創造と共同による研究力の向上」や「『国際主義』の更なる深化」、「学びのかたちの新展開」にもつながる点も強調されました。

LECTURE 03

▷地球上での生活を豊かにする研究と人類の生存圏拡大につながる研究、宇宙医学が示す2つの方向性

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙飛行士
金井 宣茂 氏　Norishige KANAI

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の金井宣茂宇宙飛行士による特別講演「健康長寿のヒントは宇宙にある」で第二部は始まりました。サバイバル訓練や検疫隔離といった地球上での事前準備や、国際宇宙ステーション滞在中に行われた筋力維持トレーニング、帰還後のリハビリテーションについての経験が紹介されました。宇宙空間に滞在している間は骨や筋肉が弱まるため毎日2時間程度のトレーニングが必要であること、閉鎖環境での生活には精神的な困難もあったことなど、6ヶ月間の実体験から語られるエピソードは、地上とは異なる宇宙空間での生活の様子を伝えるものでした。
宇宙飛行士になる前は自衛隊で医師として働いていた金井氏は、宇宙医学の研究についても紹介。「宇宙医学の研究には2つの方向があります。一つは地上の生活を豊かにする、健康管理や商品開発につながるような『地球人のための宇宙医学』です。もう一つは宇宙旅行や人間の生存圏拡大につながる、人類が今後宇宙で生きるための『宇宙人のための宇宙医学』です」。金井氏の伝える内容は、宇宙開発に関する数々の研究の可能性を感じさせるものとなりました。

LECTURE 04

▷無重力状態が骨に与える影響を究明することが、高齢社会の問題解決へとつながる

ジェノバ大学 医学部
生物細胞学 教授
サラ タベラ 氏　Sara TAVELLA

ジェノバ大学のSara TAVELLA氏は、無重力状態が骨へ与える影響について紹介しました。「無重力空間では骨の生成と破壊のバランスが崩れるため、骨密度が低下しやすい」として、細胞を使った研究を中心とした原因究明の必要性が語られました。また、研究成果は骨粗しょう症の解決にも役立てられ、宇宙開発の研究が高齢社会の課題解決にもつながることが明らかとなりました。

LECTURE 05

▷宇宙空間で筋肉量を保持するトレーニング手法のさらなる効率化をめざして

ロシア科学アカデミー
生物医学課題研究所 教授
エレーナ トミロフスカヤ 氏　Elena S. TOMILOVSKAYA

ロシア科学アカデミーのElena S. TOMILOVSKAYA氏の講演テーマは「筋肉への影響と対応策」。宇宙空間滞在期間の長期化に伴なった宇宙飛行士の健康状態の悪化が、筋肉維持のための研究を行う発端となったことが紹介されました。筋力トレーニングなど運動の重要性が語られるとともに、テクノロジーを駆使した短時間で効率的な運動制御など、テーマは今後の科学技術の展望にも及びました。

座談会「世界の宇宙医学研究」

国際共同研究を通じて
新たな社会の実現をめざす

人体に多くの変化を もたらす「無重力の世界」に 対応するための研究の数々

―同志社大学で活動をしている後藤先生、大平先生が本プロジェクトの中で担当する研究内容をお聞かせください。

後藤：シンポジウムの前半で辻内先生が紹介した宇宙生体医工学研究プロジェクトの一員ですが、私はその中で宇宙放射線の研究をしています。私たちが地上で生きていくうえで問題になることはありませんが、今後人類が宇宙空間で長期の活動をするとなると、宇宙放射線が生体にどう影響するのかということを調べなくてはなりません。さらに、「生命維持装置」に関する研究を行っています。宇宙には酸素も水もなく、そのような過酷な環境で人が生活できるようにするために必要となるのが「生命維持装置」です。国際宇宙ステーションをはじめとした地球の周囲を回る人工衛星は、地上から数百キロ程度と近距離にあるため地上から空気や水、食料などの資源を運び、また空気や水はリサイクルもして活用しています。ですが火星など遠く離れた場所に行くとなると、地球からの資源輸送が困難なため、すべての資源を宇宙船内で再生・生産しなければなりません。つまり、人を安全に遠くの宇宙空間まで運ぶための研究をしています。

大平：私は宇宙生体医工学研究プロジェクト内の「マッスルフィジオロジー・リサーチグループ」で、主に筋肉を維持するための方法を研究しています。本日登壇されたTAVELLA先生やTOMILOVSKAYA先生とも共同研究をしていて、マウスを宇宙空間で飼育して、無重力状態が筋肉に与える影響を調べています。本日の講演で登壇者の先生方が語ったように、宇宙開発に関する研究は、宇宙飛行士だけが関わるものではありません。多くの若い人にまずは興味を持ってもらい、自身の分野に活かそうと思ってもらえるような取り組みを同志社大学から発信していくつもりです。

―お互いに聞きたいことがあれば、この機会にぜひお願いします。

金井：TAVELLA先生にお聞きしたいのですが、宇宙に行くと筋肉や骨はあたかも加齢現象のように弱くなります。加齢の場合はなかなか元通りになりませんが、宇宙飛行士は地上に戻って訓練すると弱った筋肉や骨は元に戻ります。そこの違いはどのようなものなのでしょうか。

TAVELLA：宇宙飛行士の場合は、筋肉や骨が衰える環境下に置かれているのが一時的なので、そこが徐々に進行していく老化との違いですね。

TOMILOVSKAYA：世界で一番長く宇宙空間にいたのはロシアのポリャコフ飛行士で、438日間の滞在を経験しています。彼が地球に帰ってきたときの健康状態は非常にいいものでした。彼は医者だったので、宇宙飛行中に何をしたらいいか非常によく分かっていたようです。実際に滞在期間中は多くのトレーニングを自身に課して、短期間宇宙に滞在した同僚の宇宙飛行士よりもよい健康状態で帰還しました。

大平：私はポリャコフ飛行士とは付き合いが長いのですが、無酸素運動も有酸素運動も相当量やっていたようです。

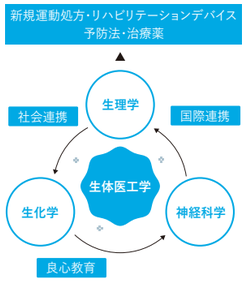
特別な訓練を必要としない「豪華客船」に乗っているかのような宇宙旅行は可能なのか？

後藤：宇宙に行くようなトップエリートでも宇宙船に乗るまでに過酷な訓練が必要で、さらに宇宙にいる間も継続的に訓練が必要ということですね。おそらく本日シンポジウムを聴講している客席のみなさんは、豪華客船に乗っているかのような宇宙旅行をしたいと考えているのではないでしょうか。過酷な訓練をもっと減らして宇宙に行くという日は、いつか来るのでしょうか。もし来るとすれば、どういった研究を展開していけばよいのでしょうか。

金井：今、JAXAが国際宇宙ステーションにある「きぼう」の中で小動物を使ったミッションをしています。2種類の飼育装置があり、一つは遠心機を回して人工重力を発生させるもので、もう一つは宇宙空間の無重力状態のままで飼育するものです。マウスの骨や筋肉を調べると、人工重力下で飼育されたマウスは、宇宙空間でトレーニングをした宇宙飛行士と同様に筋肉と骨が健康的に保たれていました。1G（地上と同程度の重力）である必要はないかもしれませんが、昔の映画のように宇宙船内に人工重力を作る仕組みができれば、人間の健康を保つのに非常に楽なんじゃないかなと思います。

TAVELLA：骨や筋肉を保つうえで運動は基本的に必要なので、運動を全くなくすというのは難しいかもしれませんね。ですが、運動量を減らすことはできるかもしれません。また、違うタイプの運動を考えるという方法もあります。

大平：人工重力は足の方に血液が引っ張られるため頭に回る血液が少なくなり、意識を失ってしまう可能性がNASAなどから指摘されています。将来的に地球から遠く離れた火星に降り立つことも考えると、移動中の骨や筋肉の維持は本当に大事な問題です。地球に帰ってくるだけなら体が弱っていたとしても迎えに来てくれた人の手を借りられますが、火星の場合は宇宙船に搭乗したクルーしかおらず、着陸後に他の人の力は借りられませんから。また長期飛行となると宇宙船内に大掛かりな機械も詰め込めないので、よりコンパクトな運動機器の開発も必要でしょう。



宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸をめざす「Doshisha-Space-DREAM-Project」

金井：生物が進化の過程で水から地上に出たときに、重力に対抗する体の仕組みの変化が必要となりました。それと同じようなことが、地上の1Gの環境から宇宙に生活圏を広げる中で起こっていて、人類の歴史において今が過渡期であるように思います。また今回の場合はテクノロジーで重力の問題を解決しようとしています。短い宇宙フライトなら対策も少なく済むので、一般の方にも宇宙旅行が広がりつつあります。その流れの中で人類全体として宇宙に関する経験を積み重ねていけばより高度で信頼性の高いテクノロジーが生まれて、有人の火星探査も現実的になっていくはずです。

後藤：同志社大学では宇宙生体医工学研究プロジェクトが発足して、今後多角的に宇宙開発にコミットしていきます。運動機器を小さくしてより遠くに簡単に運べるようにする研究は既に始めています。また宇宙空間で体をどう健康に保つのか、エネルギーをどう供給し続けるのかといった諸問題に対して、理工学部やスポーツ健康科学部をはじめとした様々な組織の取り組みを結集していければと思います。宇宙探査の醍醐味は多国籍の人が関わることにあるので、地球上の国際紛争が小さく見えるような研究や講座も組み入れていきたいです。宇宙環境への突入は簡単ではありませんが、そのきっかけとなる小さな芽を作っていければ良いなと考えています。

競争ではなく 共創の姿勢を持って、 全人類の夢である宇宙へ

―最後に新時代を切り拓く宇宙への挑戦にちなんで、今後先生方が挑戦したいことをお聞かせください。

大平：宇宙空間での筋肉や骨の維持は非常に難しい問題です。実は、筋肉の衰えに対しては活性酸素が悪さをしているということが分かっています。そしてこの活性酸素は加齢によっても発生するものです。宇宙とは一見関係のないような分野においても広い目で研究を続けて、宇宙開発につなげていくべきだと思います。

後藤：私は、「生命維持装置」の研究の一環として、月から火星にロケットを飛ばそうと考えています。どのようにして月にあるものだけをエネルギーにして火星へ飛ばすか、というのが今後の研究の課題です。

TOMILOVSKAYA：私は、引き続き今関わっている研究を行っていきたいです。また、宇宙に関する研究というのは共同事業なので、国を越えた協力関係を広めていきたいです。

TAVELLA：様々な人との対話をしていく中で宇宙の問題についての理解を深め、改善の方法を探っていきたいです。具体的には、細胞を使った研究を進めたいと思います。細胞実験は、動物実験に比べて迅速に行うことができるので、まずは細胞を使った研究を進めて知見を積み重ねていこうと思います。

金井：今日はいろいろな話が聞けて楽しかったです。宇宙開発って、人類の夢ですよね。国同士の競争でもなく、みんなで協力してアイデアを出して、研究をして、人類全体が次のステップに進んでいく。そういう夢のある分野だなと思っています。個人的には宇宙飛行士だけが宇宙に行くのは不公平だと考えているので、普通の方が宇宙旅行を楽しめるような社会を実現させたいです。私は医学が専門なので、医学の分野でどうやったら安全で快適に宇宙旅行ができるのかを研究して、新しい社会の実現に向けて励んでいきます。

金井 宣茂
Norishige KANAI
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙飛行士

後藤 琢也
Takuya GOTO
同志社大学 学長補佐
理工学部 教授

大平 充宣
Yoshinobu OHIRA
同志社大学 研究開発推進機構
客員教授

サラ タベラ
Sara TAVELLA
ジェノバ大学 医学部
生物細胞学 教授

エレーナ トミロフスカヤ
Elena S. TOMILOVSKAYA
ロシア科学アカデミー
生物医学課題研究所 教授

SEMINAR

第6回同志社大学「新ビジネス」フォーラムを開催

日時 2019年3月4日（月）　**場所** 同志社大学東京サテライト・キャンパス

今回6回目の開催となった「新ビジネス」フォーラムは、「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」をテーマに、同志社大学スポーツ健康科学部の研究成果を60名の参加者の方々に紹介しました。また、今回のフォーラムにあわせて特集した「ニューズレター57号」も配付し、聴講の参考にしていただきました。

まず、スポーツ健康科学部長の栁田昌彦教授から「シニアの健康・体力を増進するための最新トレーニング処方」と題して、身体不活動の現状や問題点を解説し、有酸素運動とレジスタンス運動の複合トレーニングの有効性や地域社会での取組み成果などを紹介しました。次いで上林清孝准教授が「身体運動によって生じる脳での変化」と題して、磁気共鳴画像装置（MRI）による脳画像の解析から示された運動による脳での構造的・機能的変化について発表しました。続いて海老根直之准教授から「古くて新しいヒトのエネルギー代謝研究」と題して、エネルギー代謝の基礎的な解説から最新の測定法およびそれによって策定された日本人のエネルギー必要量を紹介しました。最後に井澤鉄也教授は「脂肪組織の代謝的・細胞性可塑性（plasticity）に及ぼす運動の効果」と題して、脂肪組織・細胞の生体での機能や幹細胞の分化制御などを紹介し、運動やメラトニンによる効果を示しました。

参加者は熱心に聴講され、名刺交換会では活発な質疑が行われました。スポーツ・健康への関心がたいへん高まっていることを実感したフォーラムでもあり、本学としても本分野での新たな連携が期待されます。

着任紹介

研究開発推進課　リエゾンオフィス担当

中島（なかじま）　靖弘（やすひろ）

6月に産学連携担当として着任いたしました中島靖弘と申します。民間企業での事務職の経験を経て、2014年10月に本学に入職いたしました。これから、本学の産学連携業務の一翼を担う存在になれるよう、精一杯業務に努めていきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

大森（おおもり）　まい

民間企業の営業職を経て、2014年に中途採用で本学に入職しました。入職後は情報企画課で事務システムの開発保守に携わり、この度、研究開発推進課に配属となりました。本学の産官学連携の一助となるよう、日々努力してまいります。なにとぞご指導ご鞭撻のほどお願い申し上げます。

EXHIBITION

「京都産学公連携フォーラム2019」・「京都ビジネス交流フェア」に出展

日時 2019年2月14日（木）～15日（金）　**場所** 京都パルスプラザ（京都府総合見本市会館）

京都産学公連携フォーラムは京都府及び京都工業会が新産業・新事業の創出をめざして、平成14年度から開催しており、基調講演、ブース展示、研究成果発表会から構成されています。また、本フォーラムは京都産業21主催の「京都ビジネス交流フェア」と同時開催のため、京都地区を中心とした企業からの来場者も多いことで知られています。今回は、理工学部 小武内清貴准教授が「高精度画像計測向け新規画素値補間手法」と題して、「京都産学公連携フォーラム2019」にて研究成果発表を、「京都ビジネス交流フェア」にてポスター展示を行いました。小武内准教授のテーマは、画像計測の発展と高精度化のニーズを背景に、従来の画像補間法の問題を新規な提案方である画像値を積分した関数により補間することでより高精度を実現できるとしています。

本提案の補間法による材料・機械工学分野での材料のひずみ分布などでより現実に近い形がシミュレートすることが期待できると計測機器企業などの来場者と活発な意見交換をすることができました。

【京都産学公連携フォーラム2019】研究成果発表会～シーズとの出会い～

【京都ビジネス交流フェア】ポスター展示

着任紹介

リエゾンオフィス　けいはんなリサーチコンプレックス事業コーディネーター

松原（まつばら）　正治（せいじ）

4月に着任致しました。「けいはんなリサーチコンプレックス事業」のコーディネーターとして、プロデューサー人材の育成や技術人材の知識のベースアップ等に取り組んでいます。今年度が最終年度となる本事業の仕上げと、これまでの成果を今後にしっかりと繋げていけるよう尽力したいと考えています。皆様、よろしくお願いいたします。

知的財産センター　知的財産コーディネーター

小林（こばやし）　和生（かずお）

化学メーカーを定年退職後4月に着任して、化学・バイオ分野を主に担当しております。着任以来、本学の先端技術に触れ、再び新鮮な気持ちで業務に取り組んでおります。本学の発明が実用化され、社会貢献に繋がるよう知的財産面からサポートしたいと考えておりますので、よろしくお願いいたします。

研究開発推進機構　リサーチ・アドミニストレーター（URA）

浦田（うらた）　穣司（じょうじ）

4月にURAとして着任しました。これまで通信会社において、クラウド・IoT・AI等の情報系技術に関する研究開発のほか、ネットワークサービスの実用化など大規模プロジェクトも経験してきました。企業での研究開発、プロジェクトマネジメント経験等を活かし、同志社大学の研究力強化に貢献したいと思います。

勝田（かつだ）　利文（としふみ）

5月1日付でURAに着任いたしました。URAとして果たすべき役割・業務を着実に履行することで、本学研究事業の発展に少しでも寄与できるよう精進してまいる所存です。これからもどうぞよろしくお願いします。

データ科学を駆使した企業業績評価手法を開発

「AIを活用すれば、口コミからの企業業績予測も可能です。」

INTERVIEW

津田 博史
理工学部 数理システム学科 教授

金融（Finance）が最先端のIT（Technology）と融合して誕生したFinTech

今日の社会において、目覚ましい発展を遂げている情報科学。新たな技術が生まれることは新たなサービスの誕生を意味し、それだけでなく新たなマーケットが生まれることも意味する。「インターネットのような情報空間と、私たちが実際に生活している空間とが融合したサイバーフィジカル融合社会の中で、今まさに情報産業革命が起きています。その波は金融界においても“これまでとは違うレベル”での革新的な商品・サービスを生みだしています。空間を越えた新たなお金の流れ、時間を越えたリスクの捉え方、圧倒的な低コストでのサービス提供など、ITの進展によって新たな技術や商品、企業が生まれています。このような金融サービスと情報技術を結びつけた革新的な動きのことを、金融（Finance）と技術（Technology）を組み合わせた造語で『FinTech』と呼んでいます」と語る津田教授 図1 。ディープラーニングを代表としたAI、自然言語処理技術、ネットワーク科学を駆使したFinTechの最先端を研究し、過去には日本の金融工学の学会である日本金融・証券計量・工学学会（JAFEE）の会長を務めたこともあるわが国の金融工学分野を切り開いたパイオニアだ 図2 。

FinTechによって可能となるビジネスソリューションは大きく3つに分類される。1つ目は「既存のサービスをサポートするもの」。窓口支援AIや家計支出管理支援など、既存サービスの生産性や効率性の向上・高度化をもたらすことから「enabler（実現者）」とも呼ばれている。2つ目は「既存のサービスを変革するもの」で、送金・決済や資金調達支援、資金運用アドバイスなど既存の金融機関の中核業務を脅かすことから「disruptor（破壊者）」とも称される。最後に挙げられるのが、「既存のサービスの及ばない領域を開拓するもの」だ。これまで金融機関がサービス対象としていなかったアンバンク（高い信用リスクを抱えていた層）を対象とした金融サービスがこのカテゴリーに分類され、その他にはブロックチェーン技術を使ったビットコインなどの暗号資産もここに該当する。

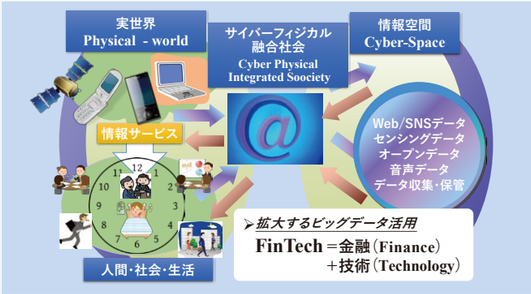
これらのカテゴリーは金融業に従事する者の視点で分類されたものであり、根底にある技術は共通している。数ある技術の中で最も重要な役割を果たしているのが、「ディープニューラルネットワーク」だ。ディープニューラルネットワークは機械学習のアプローチのひとつで、人間の脳の神経構造を数学モデル化したものだ。考え方自体は1950年代からあったものだが、近年のコンピュータ技術の進歩により高度な予測や推定、判別が現実に再現されるようになった。さらにAPI（Application Programming Interface）の中でも外部や第三者に向けて公開されている「オープンAPI」の登場が、外部企業との安全なデータ連携を可能として大量のデータ活用を後押しし、FinTechの技術進歩を促した。

文章や口コミなどの定性データを分析し、企業の業績評価に活用

スマートスピーカーの普及が示すように、近年は自然言語処理技術も大きく進歩している。「自然言語処理の発展により、ファイナンスの世界ではアナリストレポートに関する計量化の容易な数値情報だけでなく、計量化の困難な記述情報の持つ重要性も指摘されるようになりました。例えば企業が毎年発表している有価証券報告書内の文章を、まずは形態素解析して動詞や形容詞などの品詞単位に分解します。分解された単語間の共起性（一緒に登場する頻度）を分析すると、報告書内にある単語が出てきた際に業績がプラスなのかマイナスなのかが確率的に分かってきます。大量にある単語間の共起性を学習させたプログラムを作れば、有価証券報告書の文章から企業の業績を予測するモデルを作り上げることが可能です。私の研究室の学生が行った研究で有価証券報告書5,626社分、四半期報告書16,760社分について分析したところ、有価証券報告書から予測した売上高成長率の的中率は8割近くにのぼり、営業利益成長率についても7割近い的中率を得られました。つまり、文章を読み込ませるだけで会社の業績にプラスのことを言っているのかマイナスのことを言っているのかが判断できるのです」。

さらに津田教授は、ソーシャルメディア上の情報もデータ分析の俎上に乗せた研究論文を2018年に発表した。「従業員口コミを用いた企業の組織文化と業績パフォーマンスとの関係」と題されたこの論文は、民間企業と共同で作られたものだ。津田教授は、会社の組織文化を表す代替情報としてインターネット上の従業員の口コミ情報を定量化し、「組織文化スコア」を算出。「ブラック」などネガティブな感情を示す単語が口コミに含まれる企業の組織文化スコアは低く、またスコアの良し悪しと企業の財務状況や株式パフォーマンスの間には統計的に有意な相関関係が見られた。この論文は、独創性と論理の展開力が高く評価され、我が国の金融分野で最も知名度が高い、2019年7月時点で会員数約2万7千人をほこる日本証券アナリスト協会の機関誌である証券アナリストジャーナルにおいて、2018年度証券アナリストジャーナル賞を受賞した。本来、当ジャーナルへの応募論文が多い中、ジャーナルに論文が採択される審査基準が厳しい上、受賞論文の審査の選定において、（1）独創性、（2）論理の展開力、（3）実務への応用性、の3つの審査基準により、第1段階：編集委員（30名）とモニター（5名）により推薦、第2段階：予備審査委員会で推薦論文について精査し、受賞論文の予備選定、第3段階で全審査委員による最終審議を行うなど厳格な審査を経て選定された。本賞を大学教員が受賞したのは、日本全国において10名程度で、西日本の大学では津田教授が3人目となり、FinTechの最前線を研究する津田教授の研究内容のレベルの高さがうかがえる結果となった。

図1 情報の産業革命

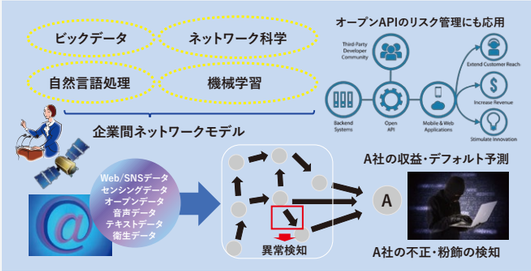


口コミや行動データから観光地の人気ファクターを分析、めざすは観光科学の創生

データサイエンスの最先端を追う津田教授の研究領域は、金融工学のみに留まらない。「大学が京都に立地しているということもあり、観光分野の研究も行っています。FinTechの技術を応用してSNS上に大量にある観光客の口コミや移動に関する情報を分析すれば、京都にあるそれぞれの観光地について、何が人気のファクターなのかを明らかにできます。また海外観光客の出身国別に分析すれば、それぞれの好みに応じた最適な観光ルートを策定することも可能です。高齢化が進む日本では、成長産業として観光が非常に重要になってきます。学問として体系化されていない観光科学の創生を柱に、研究活動だけでなくシンポジウムなども企画してきました」。

自身の研究活動を積極的に外部へと発信する背景には、「研究や論文の内容を見て実務に活用してくれれば」という津田教授の思いがある。知識を独占するのではなく流動性を高めることで、近年のテクノロジーは大きく進歩してきた。「オープンイノベーション」の精神を体現する津田教授の姿勢は、必ずやFinTechの未来を切り拓くこととなるだろう。

図2 企業間ネットワークモデルの進化とリスクマネジメントの今後



KEYWORD

FinTech ／ AI ／ 機械学習 ／ ディープラーニング ／ 自然言語処理 ／ 金融工学 ／ ファイナンス ／ 観光 ／ SNS

GOALS 研究の目標

① 企業の価値評価、企業文化の定量化理論・手法
② 企業間ネットワーク理論・モデル
③ エビデンスに基づく観光科学の創生

PROFILE

津田 博史　理工学部 数理システム学科 教授

専攻分野	企業価値評価、データサイエンス、金融工学
研究テーマ	•企業の価値評価、企業文化の定量化理論・手法 •企業間ネットワーク理論・モデルによる企業収益予想、信用リスク管理 •ビッグデータを用いた観光人気ファクターの推定
著書	『株式の計量分析入門』（朝倉書店）など多数

『FinTechイノベーション入門』（朝倉書店）
『株式の計量分析入門』（朝倉書店）

教員紹介HP

高速・高効率なフェノール合成を実現

「サスティナブルなシステムのヒントは我々生物の中にある。」

INTERVIEW

小寺 政人
理工学部 機能分子・生命化学科 教授

生命のサスティナブルなシステムに着想を得たバイオインスパイアードの姿勢

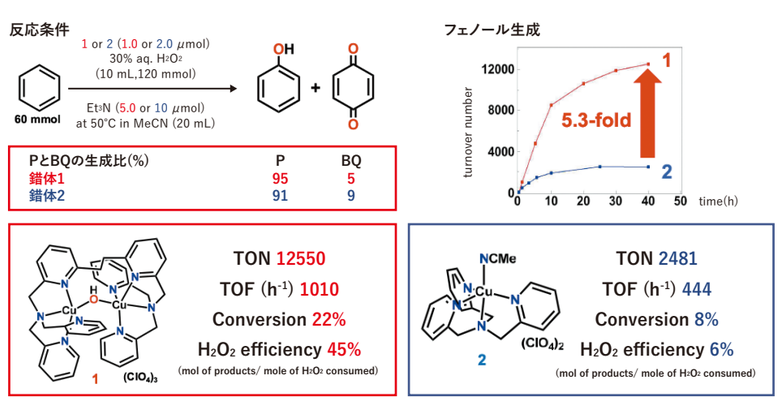
人間が生きていくうえで欠かすことのできない酸素。私たちは呼吸を通して空気中から酸素を取り込み、脳をはじめとした臓器に酸素を供給している。酸素が糖や脂質と結びつくことでエネルギーが発生するが、このように酸素が他の物質と結合することを「酸化」と呼ぶ。また生物の体内のみならず、工業製品の製造工程などでも酸化反応は必要とされている。例えば農薬・医薬をはじめとして住宅、自動車、繊維、家電、電子産業など幅広い産業分野で用いられるフェノールは、ベンゼンを酸化させることで作られる。その製造方法としては主に「クメン法」と呼ばれる工業プロセスが用いられ、これはベンゼンから得られるクメンを酸素酸化してフェノールとアセトンへと変換するものだ。今日においてフェノール合成法の主流とされるクメン法だが、問題点も多い。まずはベンゼンあたりのフェノール収率が5%と低いこと。そして中間生成物として生まれるクメンヒドロペルオキシドに爆発性や腐食性があること。そして高温・高圧の環境や硫酸の使用が必要となり、環境適応性が低いこと。生物無機化学のエキスパートである小寺教授は、生命体の活動や構造に学ぶ「バイオインスパイアード」の視点を持って、酸化反応に新たな知見をもたらした。

「バイオインスパイアードは造語で、『生命体』を意味する『bio』と『触発された』を意味する『inspired』が組み合わさった言葉です。つまり生命のさまざまな現象から着想を得た研究のことを意味します」。「サスティナブル」という言葉が近年よく聞かれるようになったが、生命が持つシステムこそが最もサスティナブルなのではないか、と小寺教授は語る。「何かを酸化させて化合物を作り出すにしても、人工的に行うと数百度の高熱が必要となるところを、体内では36〜37℃程度でできてしまう。そのようなシステムを身につけたからこそ生物は長期にわたって存在できたのであり、バイオインスパイアードの視点で研究する意義もそこにあるのです」。

二核銅錯体を用いて高効率なフェノール合成を実現

メタンは人工的・選択的に酸化させることが極めて難しく「高難度酸化基質」と呼ばれている。しかし自然界では、メタンの選択的酸化反応、つまりメタノールへの変化が容易に起こっている。人工的に作り出すには大きな労力のかかる酸化反応が、なぜ自然界ではいとも簡単に発生するのか。謎を解く鍵は、生物の体内にあった。「メタンを含んだ土壌を培養すると、メタン資化細菌が増殖します。この細菌はメタンを食べて生きていて、体内にメタンを酸化させるメタンモノオキシゲナーゼという酵素を持っています。メタンモノオキシゲナーゼは二核鉄を活性中心に持つ金属酵素で、私の研究ではこの構造を模した二核銅錯体を用いてフェノールの高効率な製造に成功しました」。メタン資化細菌やメタンモノオキシゲナーゼの存在は以前から知られていたが、他の研究者が細菌そのものを酸化反応の触媒にしようとしたのに対して、小寺教授は細菌が持つ酵素の働きをモデル化し、人工的に触媒を作り上げた点に違いが見られる。小寺教授が作った二核銅錯体では、メタン資化細菌をモデルとしながらもより効率的で選択性の高い酸化反応が得られる。冒頭で紹介したクメン法に代わって二核銅錯体を利用してベンゼンからフェノールを生成したところ、従来より4倍以上高い収率結果が得られた（図1）。また酸化反応は常温・常圧の環境下でも見られるため、環境適合性は従来法より高い。高温・高圧など特殊な環境を作る設備が不要となれば、フェノール合成の際に必要なエネルギー消費量が大幅に削減できる。「石油に代わる資源としてメタンハイドレートが注目されていますが、気体であるメタンよりも、それを酸化することで液体のメタノールにできれば、より扱いやすくなります。今回の研究は、メタン酸化によるメタノール製造など、付加価値の高い酸化反応にも活用できると想定されます」。このように、二核銅錯体の触媒利用は、酸化反応の新たな製造技術として大きく期待されている。

図1 二核銅錯体を用いたフェノール合成



小寺教授が作った二核銅錯体（図左下赤枠）を利用したフェノール合成では、
既存の単核錯体（図右下青枠）による合成よりも4倍以上高い収率結果が得られた（図右上）。

副作用のない抗ガン剤を開発する一助となる、金属錯体の高選択性

酸化反応を追求してきた小寺教授の研究だが、近年は新たな分野への広がりを見せている。「これまでの研究は高性能な触媒を作り、酸素を活性化させることを目的としていましたが、今は作り出した触媒を生物の中でも有効活用できないかと考えています。例えばガン細胞は、私たちの体内の正常な細胞が変異して生まれるものです。治療で用いられる抗ガン剤は正常な細胞にもガン細胞にも同じようにしか作用しないため、非常に強い副作用が出ます。ガン細胞にのみ選択的に薬が働く仕組みを開発できれば、副作用のない抗ガン剤の創薬も可能です。ガン細胞は正常細胞とは違う特異環境を持っているので、私がこれまでに研究してきた金属錯体の高選択的な酸化反応を病理に適する形で発展させれば、医療分野でも役に立てるのではないかと考えています」。

また、どれだけ研究領域が広がろうとも小寺教授の「バイオインスパイアード」の姿勢が変わることはない。「人類がこれからも長く生存していくためには、サスティナブルなシステムの構築が不可欠です。誕生したばかりの地球は、大気の8割ほどが二酸化炭素でした。その後シアノバクテリアが誕生し、光合成をすることによって酸素が作られました。ここで重要なのは、酸素が作られたことに加えて、水が還元剤として使われているところです。水を還元剤とした酸化反応は、無駄がないエコシステムです。酸化反応に関する研究の究極的な目標にはなりますが、この仕組みを産業システムに組み込めればよりサスティナブルな世界に近づくはずです」。生物が持つシステムに学び、研究を続ける小寺教授の今後の活動に注目したい。

▼ 0.000001Torrの高真空を保つ真空ライン

▼ 生成物を分離、検出、定量するガスクロマトグラフ・質量分析装置

KEYWORD

酸化反応 / フェノール合成 / 生物無機化学 / バイオインスパイアード / 二核銅錯体 / メタン酸化 / 高難度酸化基質 / 選択的酸化触媒 / 錯体化学

GOALS 研究の目標

① 選択性・効率性の高い酸化触媒の開発
② 選択的酸化触媒の医療分野への活用
③ サスティナブルな環境システムの構築

PROFILE

小寺 政人　理工学部 機能分子・生命化学科 教授

専攻分野	基礎化学、生物無機化学
研究テーマ	• バイオインスパイアード二核金属メタン酸化触媒の開発 • DNA及びがん細胞に作用する金属錯体の開発
著書	『クライトン生物無機化学』（東京化学同人）、『フロンティア生物無機化学』（三共出版）など

『クライトン生物無機化学』（東京化学同人）
『フロンティア生物無機化学』（三共出版）

研究室HP

過酸化水素のリアルタイムイメージングに成功

「生体反応から学び有用な人工分子を創る！」
～理論から実用まで～

INTERVIEW

人見 穣
理工学部 機能分子・生命化学科 教授

人工分子を使い、高感度・高速に過酸化水素を検出

消毒液「オキシドール」の主原料である過酸化水素。その高い酸化作用から消毒剤や殺菌剤、漂白剤に用いられており、私たちの日常生活でもなじみ深い存在だ。過酸化水素は人の体内でも発生し、スーパーオキシドやヒドロキシラジカル、一重項酸素とともに活性酸素の一種に分類される。活性酸素と聞くとガンや生活習慣病、老化等、さまざまな病気の原因となる有害な存在とされているが、近年の研究では細胞の移動や増殖、分化などのさまざまな細胞の機能に対して過酸化水素が不可欠な役割を果たすことが明らかとされている。例えば白血球などの好中球やマクロファージが体内の異物や毒物を分解することは知られているが、この時に働くのは過酸化水素だ。白血球は体内に侵入した細菌を貪食し、NAD(P)Hオキシダーゼを使ってNADH(NADPH)とH^+と酸素を反応させて過酸化水素を生成。貪食されてもまだ増殖しようとする細菌を殺菌し、人体を感染から守っている。また過酸化水素が情報伝達物質として働き、多様な生理作用を発揮していることも明らかとなっている。このように過酸化水素については有害性と有用性の両面からの研究が行われており、その役割をより正確に理解するには、細胞内の過酸化水素を詳細に解析することが求められている。

生物無機化学を専門とする人見教授は、生物内の過酸化水素を検出するプローブに関する革新的な分子を発明した 写真1 。「生物内の過酸化水素の検出には蛍光プローブを使用するバイオイメージング法が利用されており、『炭素−ホウ素の酸化的開裂によって蛍光強度が増大する分子』を用いた手法などが報告されていました。ですがこれらの分子は反応が開始してから蛍光強度が最大になるまでに約100分もの時間がかかり、最大値の半分の強度に達するまでにも約22分を要するため、過酸化水素の発生や消滅をリアルタイムで検出することはできませんでした。過去に私が金属錯体を用いて開発した過酸化水素蛍光プローブ『MBFh1(Metal-based fluorescent probe for H_2O_2)』は、過酸化水素と反応して赤色蛍光物質レゾルフィンを放出し、反応速度は既存の蛍光プローブの約1,000倍に達しました 図1 。ですがMBFh1は細胞培養液中での安定性が低く、細胞内の過酸化水素の蛍光イメージングへの適用には至りませんでした。この課題を解消するために開発したMBFh2は、MBFh1よりも高速で過酸化水素と反応し、さらに細胞培養液中でも十分な安定性が確認されました」。

酸化反応を理解しこれまでにないアプローチで酸化反応を操る

過酸化水素の検出には人工分子を用いるだけでなく、酵素も用いられてきた。この酵素はペルオキシダーゼと呼ばれ、過酸化水素との反応により酸化活性種を生成し、外部のフェノール性基質を速やかに酸化する。西洋ワサビに含まれるペルオキシダーゼがもっとも利用されており、生化学実験ではHRPと呼ばれている。基質として、酸化されると蛍光を発するようになる基質(蛍光基質)を使うと、過酸化水素の添加により、HRPの作用によって、蛍光が検出されるようになる。蛍光は微弱でも感度良く観測されるために、HRPで修飾した抗体は、ELISAなどの生体分子の微量検出で現在でも多用されている。しかし、HRPは酵素であるために、活性を失いやすい、サンプル中の阻害剤の影響を受け易いという問題点があった。人見教授は、HRPの働きを再現する分子を開発し、これに蛍光基質をつなげた。この分子がMBFhである。上述のように過酸化水素を添加すると、HRPと同じように酸化活性種を生成し、蛍光をださない基質を酸化的に蛍光物質へと変換する。蛍光基質がつながっているために、高速かつ阻害物質の影響を受けずに過酸化水素を検出できる。特長はそれだけではない。「開発したMBFhは酵素とは異なり、室温で乾燥状態でも水中でも保存も可能です。ろ紙にMBFhを染み込ませて乾燥させれば、気相の過酸化水素を検出することもできます」。人見教授が開発したMBFhは、従来のさまざまな過酸化水素検出法の課題を解決し、さらなる利点をも付与した画期的な発明と言える。

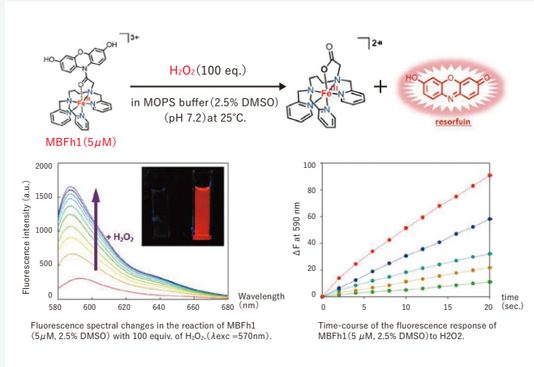
生物無機化学を研究する人見教授は、過酸化水素の検出からさらに進んで酸化反応全般へと研究の視点を移しつつある。「酸化反応はとても面白くて、生物の体内では簡単に行われるにもかかわらず、反応の制御が難しく、フラスコ内で酵素の選択的な酸化反応を再現することが難しいとされてきました。ですが近年は研究が進み、光や電気を利用して酸化反応をコントロールできるようになってきました。可視光を利用する光触媒には酸化反応のために太陽エネルギーを利用できるという利点があります。一方で電気を用いた触媒は電圧の制御が容易なため、まるで酸化剤をかえるように0.1 V単位で反応を制御することが可能です」。

「巨人の肩」となるべく次の世代へと研究のリレーをつなぐ

これまでにない画期的な人工分子を開発した人見教授だが、研究活動の意義は実社会への応用だけに限られないと語る。「なぜ私が研究を続けているかというと、研究には自然の原理を究明するという面白さがあるからです。研究には、応用の面でも面白さがあることは事実です。社会で活用されて私たちの生活の在り様を変えることができ、魅力的です。ですがさらに、研究には人々が過去より少しずつ積み重ねてきたという事実があります。積み重ねられてきたものを学び、自身の成果を加えて、また次の世代へとリレーをつなぐ。その流れに加わることそのものが、研究活動の醍醐味だと考えています。また、研究をはじめたばかりの学生ですら、その流れに加わることができるのも面白く、学生にはそれを楽しんでもらいたいと考えています。今の時代に生きる研究だけでなく、次の世代における基礎や原理となるような研究をしていくことがアカデミックの研究者として大切なのではないかと考えています」。

「巨人の肩の上に立つ」という言葉がある。これは、先人が積み重ねた発見に基づいて何かを発見することを指し、アインザック・ニュートンが科学の進歩について語った際の言葉だとされている。次世代へと研究のバトンを受け継ぐ姿勢を忘れない人見教授の研究もまた、未来へとつながる知の礎となることだろう。

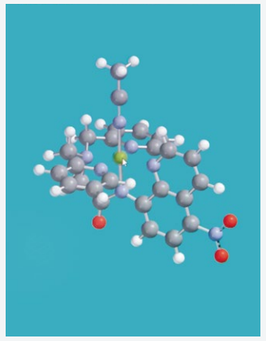
図1 人工分子を用いた過酸化水素の検出



Fluorescence spectral changes in the reaction of MBFh1 (5μM, 2.5% DMSO) with 100 equiv. of H_2O_2.(λexc =570nm).

Time-course of the fluorescence response of MBFh1(5 μM, 2.5% DMSO)to H2O2.

写真1 人工分子のモデリング



▼電解酸化を行うための反応装置

KEYWORD

過酸化水素検出 | 蛍光プローブ | 酸化反応 | 生物無機化学 | 触媒化学 | 錯体化学 | 酸化触媒 | バイオイメージング | 人工分子

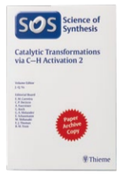
GOALS 研究の目標

① 電気や光を用いて複雑な有機分子を簡単に合成する
② 細胞内で働く分子を創り細胞の中の反応を可視化する
③ 酸化反応の本質を理解し新しい触媒の設計指針を打ちだす

PROFILE

人見 穣　理工学部 機能分子・生命化学科 教授

専攻分野	生体分子科学、合成化学、生体関連化学
研究テーマ	• 過酸化水素検出蛍光プローブの開発 • 高選択性酸化触媒の製造と利用 • 白金を使用しない安価な抗がん剤の開発
著書	『Science of Synthesis』(Theime社)



『Science of Synthesis』(Theime社)

研究室HP

同志社大学 特許情報「知」の軌跡

Patent Information

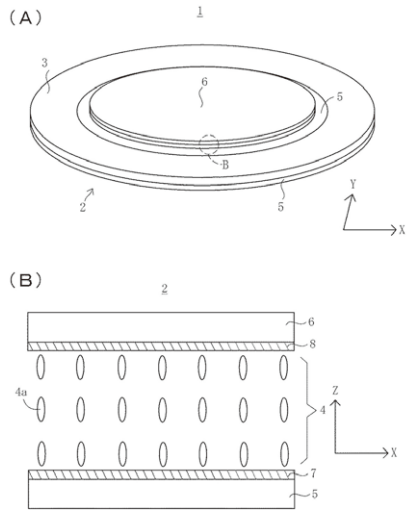
同志社大学には、研究技術開発によって生まれた様々な知的財産があります。
これらの中で特許登録された発明を紹介します。ご興味を持たれた皆様からのご連絡をお待ちしています。

発明の名称

液晶可変焦点レンズおよび焦点距離制御方法

特許番号	特許第6414994号	登録日	2018年10月12日
出願番号	特願2016−236802	出願日	2016年12月6日
権利者	学校法人同志社	発明者	小山 大介
適用分野・用途	カメラモジュール、眼鏡		

【課題】
薄型化が可能で、かつ透明電極を用いることなく焦点距離を変えることが可能な液晶可変焦点レンズを提供する。
【解決手段】
液晶可変焦点レンズ1は、液晶レンズ2と、液晶レンズ2の共振周波数に一致した周波数をもつ超音波を発生させる超音波振動子3と、を備える。超音波振動子3は、振動強度が液晶層4の中心側から周縁側に向かって連続的に小さくなる1次モードのたわみ振動を液晶レンズ2に発生させ、液晶層4の厚みを変化させて、液晶分子4aの配向を変化させる。

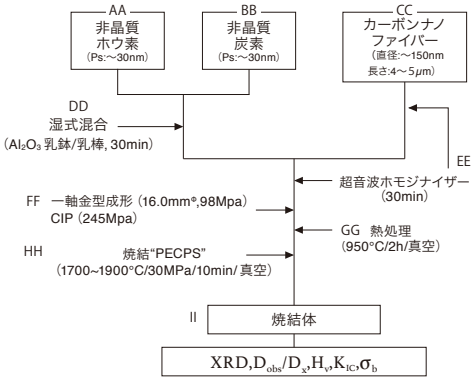


発明の名称

炭化ホウ素セラミックス及びその作製法

特許番号	特許第6436905号	登録日	2018年11月22日
出願番号	特願2015−216762	出願日	2014年8月4日
権利者	学校法人同志社	発明者	廣田 健
適用分野・用途	高温構造材料		

高温下での機械的特性に優れた炭化ホウ素セラミックス及びその作製法を提供する。
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し、湿式混合を行ない、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5〜15 vol%（好ましくは10〜12.5 vol%）のカーボンナノファイバーを、水またはアルコール中にて分散処理を行った後、前記出発原料に添加し、さらに分散処理を行った後、乾燥を行い、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、炭化ホウ素セラミックスを合成同時焼結する工程を含む。



AA Amorphous boron(Ps:30nm or less)
BB Amorphous carbon (Ps: 30nm or less)
CC Carbon nano-fibres(diameter:150nm or less, length:4-5μm)
DD Wet blending(Al_2O_3 mortar/pestle, 30min)
EE Ultrasonic homogeniser(30min)
FF Uniaxial die moulding (16.0mm$^{\phi}$,98Mpa) CIP (245Mpa)
GG Heat treatment (950°C/2h/vacuum)
HH Sintering"PECPS" (1700~1900°C/30MPa/10min/ vacuum)
II Sintered body

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://kikou.doshisha.ac.jp/collab/patent_list.html

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 凝梅館 2階　TEL：075-251-3147　FAX：075-251-3046　E-mail：ji-liais@mail.doshisha.ac.jp
https://kikou.doshisha.ac.jp/　2019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。