

(di ōstek)

the

2018

Winter

Vol. 27 /No.1

[ジ・オステック] 2018年1月5日発行 (年4回・季刊) 第27巻第1号 (通巻189号)

ISSN 0916-8702

[ジ・オステック]

OSTEC

OSAKA SCIENCE & TECHNOLOGY CENTER



the OSTEC 2018 Winter. Vol.27, No.1 CONTENTS

■ご挨拶

- ・土井 義宏 1
一般財団法人 大阪科学技術センター 会長

■レクチャーレポート①

- 第35回 大阪科学賞・記念講演
・複雑な系の上の確率過程と異常拡散現象の解析
京都大学数理解析研究所 教授
熊谷 隆 氏 2
- ・ネットワーク環境上のデータ管理と
社会センシングに関する研究
大阪大学大学院情報科学研究科 教授
原 隆浩 氏 5

■レクチャーレポート②

- 第8回 参与会
・環境変化に強く自律的作業を実現するロボットを目指して
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 知能システム研究部門 研究部門長
河井 良浩 氏 8

■事業紹介

- ・平成29年度 LSS サイエンスカフェ
第14回「ハーブ・スパイスを科学する」
開催報告 13
- ・大阪科学技術館 名誉館長「テクノくん」活動報告 14
- ・てくてくテクノ新聞(株式会社三社電機製作所) 14
- ・平成29年度 大阪府学生科学賞 表彰式報告 15
- ・平成29年度「おもしろい! なんだろう?」
サイエンス・ラボ」実施報告 15
- ・「ネクストリーダー育成ワークショップ」実施報告 16
- ・全国地域技術センター連絡協議会
設立30周年記念行事を開催しました 18
- ・地球環境技術推進懇談会
循環・代謝型社会システム研究会、
水再生・バイオソリッド研究会のご紹介 19

■インフォメーション 20

表紙解説

スーパーコンピュータ「京」と大阪科学技術館名誉館長テクノくん
世界トップクラスの大規模で高性能なスパコン「京」を、理化学
研究所計算科学研究機構で見学させていただきました。

一般財団法人 大阪科学技術センター

会 長 土 井 義 宏



新年あけましておめでとうございます。

皆様方におかれましては、ご家族ともども輝かしい新年をめでたくお迎えのこととお慶び申し上げます。

さて、「第5期科学技術基本計画」の2年目となった昨年を振り返りますと、安倍首相が3月にドイツでこれからの産業のあり方として「Connected Industries」のコンセプトを発信するとともに、6月には「未来投資戦略2017—Society 5.0の実現に向けた改革—」が発表されるなど、IoTやビッグデータ、人工知能(AI)、ロボット、シェアリングエコノミーなどのイノベーションをあらゆる産業や社会生活に取り入れることで、さまざまな社会課題の解決を目指そうという「Society 5.0」の実現に向け大きく踏み出した1年でした。

Society5.0においては、技能継承や生産方式への導入のあり方が大きく変わるとともに、ものづくりとITの双方が分かる人材の育成が必要となるとされています。当センターでは、発足以来、そうした社会の基盤づくりをめざし、多くの方に科学技術に興味・関心をもってもらえるよう大阪科学技術館を運営するとともに、中堅中小企業をはじめとするものづくり企業の支援、ネットワーク作りに取り組んで参りました。

昨年の事業を振り返りますと、普及広報事業では、2年に1度の「大阪科学技術館」の展示リニューアルを「知りたいな!未来をつくる科学技術」を新たなテーマに実施し、合わせて特別展示「日本の十大発明家」や「教えて!ロボットテクノロジーの世界」の実施、研究機関・企業との連携による「サイエンス・ステージ」の開設を実施することができました。関係者の皆様のご支援・ご協力に改めまして厚く御礼申し上げます。これからも年間26万人超の方の来場を誇る大阪科学技術館を最大限に活用するとともに、小中学校、特別支援学校や病院内学級などへの出前授業を充実させ、次世代を担う子供たちをはじめ、より多くの方々に科学技術に興味を持っていただき、科学技術の正しい理解が促進されるよう取り組んでまいります。

技術振興事業では、新技術を活用し製品開発や事業化を目指す企業に対し、国の支援を受けられるよう、勉強会や相談会等を開催した結果、「戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン)」に新たに9件採択され、従来から実施している13件を含め、事業管理機関として、これまで最多の22件を実施しております。引き続き、サポインの支援だけでなく、サポイン終了後の製品化に向けたフォローについても提案企業と連携して進めてまいります。

また、昨年は、新たな取組みとして、関西一円の研究開発拠点や大学等で生み出された新たな技術を産業・ユーザに繋ぐハブ機能の実現を目指し、関西経済連合会、大阪商工会議所、UR都市機構、大阪府、大阪市とともに「うめきた2期みどりとイノベーションの融合拠点形成推進協議会」を6月に設立、8月には設立記念シンポジウムを開催しました。さらに、最新技術をテーマとしたグループディスカッションやプレゼンテーションを通じて「幅広い視点から考え・整理できる力」を身に付けることで、将来の指導者・管理者を育成することを目的とした「ネクストリーダー育成ワークショップ」を実施し、賛助会員をはじめ多くの企業から参加いただきました。一方、昨年度終了した「カーボンナノ材料研究会」に代わる新たな研究会設立に向けた検討等にも取り組んでおります。

平成27年度より開始した当センタービルの大規模改修工事では、第一期工事である空調設備の取替工事と会議室レイアウト変更が完了し、使い勝手の良い会議室が提供できるようになりました。皆様のより一層のご利用拡大につながることを期待しております。

昨年、このように充実した活動が実施できましたのも、賛助会員の皆様をはじめ、関係各位のご支援の賜物であり、厚く御礼申し上げます。今年は「戊戌(つちのえいぬ)」でございます。十干の戊、十二支の戌は、ともに「万物を育成し保護する土」の性質を持ち、「四季の移り変わりの象徴」の意味も有すると言われております。今年は、それらが重なる年であり、その気が盛んになるという意味から、「新たに芽生えた新たな意味や価値が大きく成長する」年になると期待されます。当センターといたしましても、「関西の産業発展に繋がる成長の土」として、地域・中小企業へのさらなる展開となる政策と歩調を合わせながら、これまでの活動をさらに活性化させてまいりますので、引き続きご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

最後になりましたが、賛助会員はじめ、関係各位の益々のご健勝を祈念いたしまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

第 35 回 大阪科学賞・記念講演

複雑な系の上の確率過程と異常拡散現象の解析

京都大学数理解析研究所
教授

熊谷 隆 氏



業績の概要

フラクタル、これは 20 世紀後半にフランスの数学者マンデルブロが造り出した用語です。図形の一部と全体間に相似性があるような図形をフラクタルといいます。山の稜線やリアス式海岸、雲の形、結晶構造など自然界にもフラクタル的な構造をもつ形がたくさんあります。

20 世紀後半にフラクタルを典型例とする複雑な図形の幾何学が発達しますと、その上の熱伝導や波動の伝播といった物理現象にも関心が集まりました。その結果、複雑な図形上のダイナミックスの研究が進められ、熱伝導が通常のユークリッド空間のそれとは異なる、異常拡散を起こすことが分かってきたのです。フラクタルの典型例としては、後ほど紹介しますシェルピンスキーガスケット、シェルピンスキーカーベットなどが挙げられます。

受賞者である熊谷隆氏は、1980 年代に始まったフラクタル上の確率過程の研究を進展させ、より複雑な形状での異常拡散現象の解析を行う業績を挙げています。氏は典型的なフラクタル上でブラウン運動の詳細な性質の研究や異常拡散現象の解析を行い、この分野の基礎理論を開拓したのです。とくに、20 年以上未解決であったシェルピンスキーカーベット上のブラウン運動の一意性の問題を解決したことは、この方面の大きな進歩であると高く評価されています。

熊谷隆氏はまた、熱方程式の基本解の精密な評価に関して、フラクタルを含む広い範囲で熱方程式の摂動安定性理論を構築しました。もとの熱方程式の係数の部分を多少変える、あるいはランダムウォークにおいて粒子が動く推移確率を多少変えるような操作を、摂動を加えるといいますが、これによって熱方程式の解に大きな変化が生じない、つまりは摂動安定性の理論を展開したのです。

さらにこの理論を発展させることにより、後ほど述べますパーコレーションなどの確率モデルの臨界確率における熱伝導の研究を推し進め、いくつかの重要な確率モデルで熱伝導に関する数理物理学者の予想（アレキサンダー・オーバハハ予想）を解決したのです。

これらの理論は様々な現実のモデルにも適用できる可能性があり、基礎理論と応用の両面において今後の発展が期待できるのです。



熱の伝導

複雑な空間上での熱の伝わり方を探る ランダムウォークと熱伝導

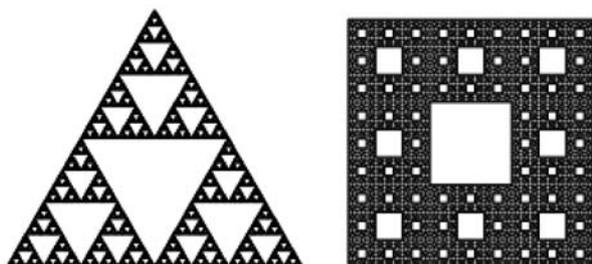
上の図のようにあらゆる物質のなかでは、各々の粒子がランダムに振動して熱が伝わっていきます。このような熱伝導は、熱方程式という微分方程式を解くことによって数学的に解析できますが、この熱方程式を解析するための、もっと直感的にわかりやすい方法があります。それは確率論のアプローチです。すなわち空間上にブラウン運動を作り、このブラウン運動の性質を調べることによって熱方程式を解析する方法です。ドイツの物理学者、R・ブラウンの名前から付けられたブラウン運動は、微小粒子の不規則な動きから発見されたのです。

ここでいうブラウン運動は、粒子のランダムな動きを数学的に記述したものです。空間が離散の場合には、ブラウン運動の代わりにランダムウォークの（酔っ払いの千鳥足のような）動きを使って解析することができます。このような確率論を使った解析は、粒子の動きという具体的なイメージがあるのでわかりやすいという強みがあります。

以下で述べるフラクタルのような滑らかでない空間の場合、空間上の微分の意味をつけることが大変難しくなりますが、ランダムウォークやブラウン運動はそもそも滑らかではないので、これらを用いて複雑な図形上の熱伝導を解析できる可能性があります。

フラクタルとは

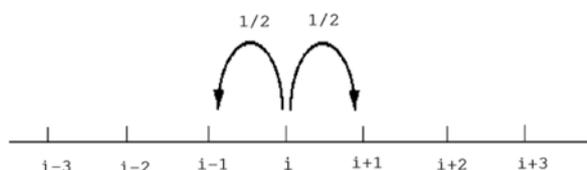
フラクタルの典型例としては、下の図に示すシェルピンスキーガスケット、シェルピンスキーカーペットなどがあります。



シェルピンスキーガスケット

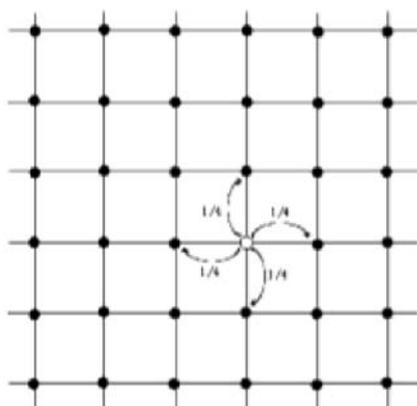
シェルピンスキーカーペット

ランダムウォークとブラウン運動



まずユークリッド空間上でブラウン運動がどう現れるかを調べましょう。上図のように、一次元の場合1秒後に確率1/2で1歩右に、確率1/2で1歩左に動くようなランダムな動きを一次元シンプルランダムウォーク(酔歩)と呼びます。d次元正方格子の上でも、シンプルランダムウォークを同様に定義できます。例えば、二次元の場合、1秒後に確率1/4で一歩上 or 下 or 右 or 左に動くわけです。

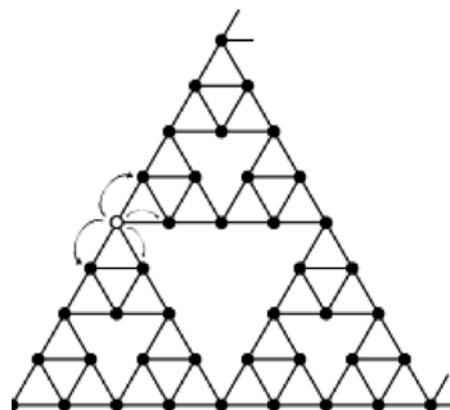
次に、ランダムウォークのメッシュをどんどん小さくした極限を考えましょう。空間として正方格子を縮小して一辺の長さを 2^{-n} としてnを無限大にすると連続な空間(ユークリッド空間)になりますが、対応するランダムウォークは1秒間に 2^{-n} しか動かないので、そのままでは極限まで小さくとると全く動かなくなります。



そこで時間もnに応じてスピードアップしてみます。この時、時間を $4^n = 2^{2n}$ でスピードアップしま

すと、ランダムな粒子は極限でも動き、ブラウン運動と呼ばれるものに収束するのです。このブラウン運動を使うと、熱方程式の解を表現できます。

次に、同じ考え方でシェルピンスキーガスケット上にブラウン運動を作ります。まずは下の図のようなガスケットを近似したグラフで、先ほどと同じように、ある点にいる粒子が1秒後に等確率で隣の点に動くようなランダムウォークを考えます。グラフを縮小して、一辺の長さを 2^{-n} としてnを無限大にすると、無限に延びたガスケットができます。



ガスケットを近似したグラフ

ここでも、対応するランダムウォークの時間をnに応じてスピードアップする必要があります。この時、時間を $5^n = 2^{n \log 5 / \log 2}$ でスピードアップすると、ブラウン運動と呼ばれるランダムな粒子の動きに収束することが、1980年代後半に数学的に厳密に示されました。4 < 5なので、正方格子の時より時間をさらにスピードアップしないといけないのですが、これはガスケット上の熱伝導が通常空間より遅いことを示しています。通常の拡散は、上に見たように空間と時間のスケールが2乗の関係で結びついており、この時のウォーク次元が2であるといいます。(これは熱方程式に現れるプラス作用素が二階微分になっていることと深く関係しています。)ウォーク次元が2でないような熱拡散の現象を、異常拡散現象と呼びます。

異常拡散現象

異常拡散現象とは、通常空間(ユークリッド空間)での熱の伝わり方と、質的に異なる熱拡散が起きる現象であると言えます。ユークリッド空間では、ブラウン運動の粒子はt秒後に平均して元の点から \sqrt{t} ほど離れた位置にいますが、フラクタルにおいては拡散の仕方が遅く、 t^a , $a < 1/2$ のオーダーほど離れた位置にいることが知られています。

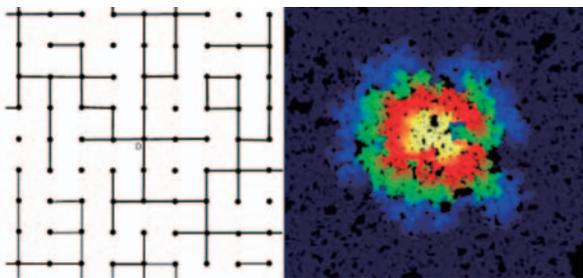
このようなフラクタル上のブラウン運動の構成には、楠岡成雄先生(東京大学名誉教授)、木上淳先生(京都大学教授)、福島正俊先生(大阪大学名誉教授)ら多くの日本の数学者が初期の段階から深く関与し、関連分野の研究は日本が世界を引っ張ってきました。私が研究者としてスタートしたのは、まさにフラクタル

上の確率論、解析学が始まった時期で、諸先生方の深い研究を間近で見てアドバイスを受けながら自分の研究を進めることができたのは、大変幸運でした。

私の研究は、このようなフラクタル上のブラウン運動や対応する熱方程式の解を詳しく調べることから出発しました。私は広い範疇のフラクタルで熱方程式の解の精密な評価を行い、より解析が難しいシェルピンスキーカーペットについて、その上のブラウン運動と呼べる性質の良い粒子の動きは唯一であることを、カナダやアメリカの研究者との共同研究で証明しました。後者はフラクタル上の解析学で大きな未解決問題でしたが、「三人寄れば文殊の知恵」のことわざのように得意技の異なる研究者がそれぞれに知恵を出し合って解決することができました。

ランダムな媒質の上のランダムウォークと異常拡散

フラクタルは複雑な図形の典型例ですが、かなり理想化された例です。今世紀に入ってから我々の研究の主題の一つが、複雑な図形やその上のランダムウォークに多少変形を加えた時に、熱の伝わり方がどのように変わるかという問題でした。この研究の成果として、フラクタルを含む広い範疇で、ある程度の摂動を加えても大局的には熱伝導に大きな変化はないという、熱伝導の摂動安定性理論を構築することができました。



パーコレーションとその上の熱伝導

さらにこの理論を発展させることで、ランダムな媒質上のランダムウォークとそのスケール極限の研究を進めています。典型例は上図のようなパーコレーションと呼ばれるモデルで、 d 次元正方格子のそれぞれのボンドを独立に確率 p で開き、確率 $1 - p$ で閉じる(切る)ことで作られるモデルです。パーコレーション(浸透)というのは、例えば、水が砂粒の隙間を通して逆側に伝わるような現象をさす言葉です。物体への雨水などの「浸透」の仕方を単純化したこのモデルは、確率論において最も基本的なモデルとして多くの研究がなされてきました。

d が 2 以上の場合、ある $0 < P_c(d) < 1$ が存在して $p < P_c(d)$ ならば無限クラスター(開いたボンドの繋がり)で、長さが無限の集合)は存在せず、 $p > P_c(d)$ ならば無限クラスターが唯一存在することが知られています。例えば、温度を上げることで氷が水になり、さらに水蒸気になるように、統計力学におい

てある系の相が別の相に変わることを相転移と呼びますが、パーコレーションモデルは、相転移を起こす最も基本的な確率モデルなのです。

左図は、パーコレーションの例です。右図は、このようなパーコレーション上に熱がどのように伝わるかを表すシミュレーションです。(共同研究者のマルチン・パーロー先生が作成されました。) 青い部分は冷たく、赤や白の部分は熱い部分です。図が示すように、たくさんの穴が空いているため熱の伝わり方はいびつになっています。このモデルの上の熱の伝わり方を、数学的に解析するのが我々の目標です。

そのためにパーコレーション上のランダムウォークを考えます。粒子は 1 秒後にボンドで繋がった近傍の点に等確率で移動します。パーコレーションクラスター上のランダムウォークは、「迷路の中のアリ」の動きに例えられますが、ランダムに作られた迷路の中をアリがウロウロさまよっている様は、まさにこの動きを的確に表現しています。

まずは優臨界確率、つまり $p > P_c(d)$ の場合を考えましょう。この場合には、たくさんの穴があるにも関わらず通常の熱伝導と同様の挙動をすることが分かっています。では、臨界確率つまり $p = P_c(d)$ の場合はどうでしょうか？

1982年に数理物理学者のアレキサンダーとオーバハハは、臨界確率においてランダムウォークは異常拡散を起こし、その上のスペクトル次元と呼ばれる量が $4/3$ になると予想しました。私は、カナダやイギリスの研究者との共同研究において、樹木上のパーコレーションや高次元の有向パーコレーションにおいてこの予想を肯定的に解決しました。さらに、この場合ウォーク次元は 3 であることも分かっています。スペクトル次元は、このクラスターのハウスドルフ次元が 2 でウォーク次元が 3 であることから、 $2/3$ を 2 倍することで導き出すことができるのです。

おわりに

複雑な形の上の物理現象の解析が数学的に厳密なやり方で研究されるようになったのは、典型例であるフラクタルの場合ですらこの 30 年くらいのことです。世の中には色々な種類の複雑な形があり、その上の熱や波の伝わり方を研究することは、例えばネットワークにウイルスが侵入した時の伝播の仕方を調べたり、不均質な媒質からなる土壤に汚染物質が染み込む速さを解析したりするなど、現実のモデルにも応用できる可能性があり、基礎理論と応用の両面において今後の発展が期待できます。複雑な形の解析は、ビッグデータやネットワークなど現代社会に大きく関わる問題を解析することにも繋がります。まだまだ若い研究分野で、様々な方向に研究が発展していく可能性がありませぬか？

ネットワーク環境上のデータ管理と 社会センシングに関する研究

大阪大学大学院情報科学研究科
教授

原 隆浩 氏



業績の概要

原氏はクラウドコンピューティング環境など高度化、多様化するネットワーク環境におけるデータベース技術の重要性をいち早く認識し、データアクセスの高速化、データの動的な配置や、データ複製間のバージョン管理、省電力を含む効率的な問い合わせ処理などについて、研究を推進してきました。最近では、Twitterなどのソーシャルネットワークサービス(SNS)のデータを、社会を映すセンサーとして活用するためのデータ解析(社会センシング)の基盤技術について研究を推進しています。

その研究成果の多くは、先見性に非常に優れており、この研究分野における常識を覆すような方法論を数多く考案しています。また、原氏の研究成果は学術的な価値に加えて、社会的な貢献が非常に大きく、例えば、近年、情報システムの根幹を支えているクラウドコンピューティングやIoT環境における有効なビッグデータ処理技術やSNSを用いた社会センシングに関する人工知能技術など、将来の情報システムを構築する際の指標となるものが多く含まれています。

特に原氏は最近、各組織や研究者によって個別に開発されている社会センシングの解析結果と解析手法を共有するための基盤プラットフォームの研究開発を推進しており、これが実現すると、多数の研究者、技術者が開発したシステム、手法を相互に連携することが可能となります。その結果、新たな技術的なブレイクスルーの起点となるとともに、災害対策、救助活動など社会的に重要な応用、サービスの開発が活性化されることが期待できるのです。

進化するICT ～ビッグデータ・AI技術が社会を映す変革の時代

ブロードバンド(高速)ネットワークや無線ネットワーク、スマートフォン、クラウドサービスの急激な普及、それを足掛かりにしたTwitterやFacebookなどのソーシャルネットワークサービス(SNS)の大流行、さらには様々なセンサー機器(防犯カメラ・マイク、気象センサー、車載センサーなど)や小型デバイスがネットワークで相互接続されるIoT環境の整備などといった大きな変革が、ビジネスだけでなく私たちの日常生活を大きく変化させています。

今日の急激な変革の恩恵の一つとして、ビッグデータ解析による社会システムの改善や新たなサービスの創成が挙げられるでしょう。SNSやIoT環境から大量のデータ(ビッグデータ)が生成され、それを人工知能(AI)技術などで解析することにより、これまででは絶対に不可能であった、実社会で起きていること

の詳細な分析やモデル化、それに基づく将来予測が可能になります。例えば、IoT環境から得られる人々の位置情報(GPSデータなど)と、SNSから得られる人々のコメントを解析することで、特定の場所や時間帯での人々の行動やその動機・感想がわかり、実社会における人の行動モデルを詳細に構築することができます。このようなモデルは、都市計画や、防災、マーケティングなど様々な目的に応用できます。

私を含む情報科学に携わる研究者は、このような時代が来ることを予見・期待し、実際に世の中の変革が起こるかなり前(10～20年前)から、多様なネットワーク環境におけるデータベース技術やAI技術の研究開発に取り組んできました。

多様化するネットワーク環境におけるビッグデータ・AI時代において取り組むべき課題

ネットワークが多様化(高速・無線・モバイル、IoT)し、ビッグデータやAIが注目されている状況において、新たに取り組むべき課題が生じています。私たちの研究では、その中でも特に次の課題に取り組んでいます。

課題1：個々のネットワーク環境を考慮したデータ管理技術の確立

人間と同様に高速ネットワークや無線ネットワークなど個々のネットワークには、それぞれの特徴(性格・クセ)があります。例えば、最近ではクラウドサービスなどの普及により、広域(国や世界規模)に分散したサービスを、高速ネットワークを経由して利用することが一般的です。ここで、高速ネットワークでは大容量の回線を用いて大量のデータを短時間で送ることが可能ですが、通信パケット(信号)がネットワーク内に進む速度は物理的な制約(電波・光の速度など)があり急激に速くなっているわけではありません。そのため、広域な高速ネットワークでは、多数の通信を行うより、大胆に大きなデータを送ることが有効となります。

一方、モバイルネットワークの一種であるモバイルアドホックネットワーク(MANET)は、モバイル端末のみで無線通信により構成されるため、災害時などインフラが破たんした状況での重要な通信手段として注目されています。MANETでは端末が移動するため、ネットワークの形(トポロジー)が絶えず変化し、分断等が頻繁に発生します。さらに、端末のリソース(メモリ、通信速度、バッテリーなど)に大きな制約があります。

ICT(情報通信技術)に関するすべてのサービス・アプリケーションは、情報(データ)を介して動作す

るため、データをどう扱うかが重要です。上記のように個々のネットワークには独自の特徴があるため、同じアプリケーション・サービスでも、それを実行するネットワークに応じて適切なデータ処理方法を用いなければ、処理の遅延が大きくなったり、リソースを浪費するようなことが生じます。そのため、ネットワーク特性を考慮したデータ管理技術の開発が必要となるのです。

課題2：SNSが生成するビッグデータをAIで解析する基盤の確立

SNSから一般ユーザが投稿するメッセージは、一般的なセンサーなどでは決して得ることができない重要な情報（口コミ、評判、感想など）を多く含んでいます。そのため、大量のSNSデータを解析した結果は、社会を映す特殊なセンサー（社会センサー）として捉えることができます。私たちは、SNSデータを解析することを「社会センシング」と呼んでいます。

社会センシングに関する研究開発は、近年盛んに行われています。その一方で、これらの研究開発は、個々のプロジェクトや機関で単独に実施されているのが実状です。個々の取り組みには限界があるため、それらを統合・共有することで、社会センシングの効果・効率は大幅に向上し、さらなる発展が期待できます。このような統合・共有のための基盤技術やプラットフォームの確立が急務です。

研究内容の紹介

私たちは、上記の課題に取り組み以下のような研究開発を推進しました。

高速ネットワーク上のデータベース移動

私たちは、高速ネットワークを最大限活用する概念として「データベース移動」を提唱しました。データベース移動とは、データベースを高速ネットワーク上で移動させることであり、アクセス特性に応じてデータベースを最適な場所に再配置する際に利用されます（図1）。私たちは時々刻々と変化する状況（アクセスパターン）を正確に把握・予測して、適切なタイミングで適切な場所にデータベースを移動する技術を実現しました。そして、データベース移動の機能をもつ実システムを実装し実測評価を行い、実用性を確認しました。

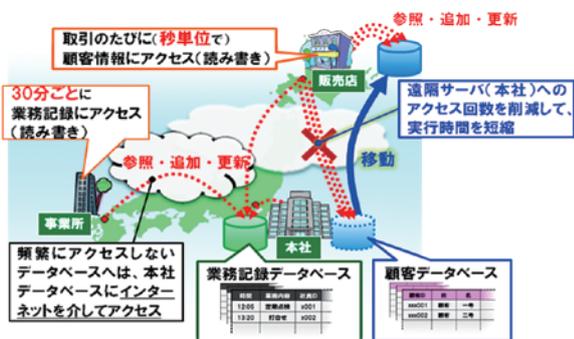


図1：データベース移動の概念図

この提唱の当時（1990年代終盤）は、データベースは特定のサーバに固定されているのが常識であったため、データベース移動は非常に独創的なアイデアとして、学術的に高く評価されました。

さらに、高速ネットワークを経由して様々なクラウドが接続・連携している現在の環境は、まさにデータ

ベース移動が想定しているものです。私たちは先見的（20年前）に現在の状況を予想していたと言えるでしょう。データベース移動は、クラウドコンピューティング環境のデータアクセス性能を大幅に向上する可能性があるため、その価値が見直されることを期待します。

データ管理：コンピュータシステム上で、データをどのように蓄積・加工し、データアクセス要求に応答するかなど、データの扱い方の全般をデータ管理といえます。

クラウドコンピューティング：サーバ、ストレージ、サービスなど計算機に関わるリソースを、インターネットを経由して提供するコンピューティングモデルのことを指します。このようなサービスを提供するサーバ群をクラウドと呼びます。

MANET上のデータ管理

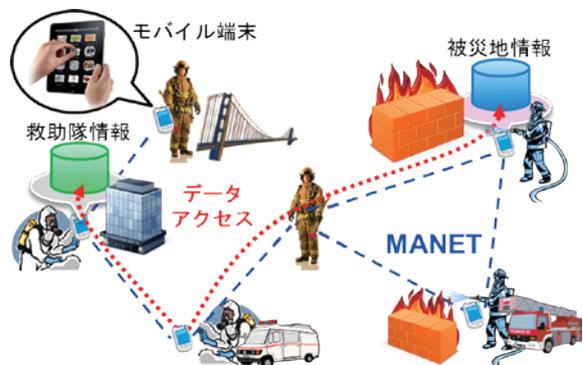


図2：MANETの災害時救助活動への応用

MANETは、インフラが破たんした災害時において、被災状況や負傷者の情報、救助活動の状況など各種の情報（データ）を共有して協調作業を支援する用途などが期待されています（図2）。そのため、有限のリソース（メモリー、バッテリー、通信速度など）内で必要なデータを効率よく取得できる仕組みが必要となります。特に、MANETでは、各端末が無線通信により通信パケットを中継し、バケツリレー的に遠距離の端末間の通信を実現するため（図3）、ネットワークの分断により、必要なデータを取得できない状況が頻繁に発生します。

そこで私たちは、ネットワーク分断に備えて、ネットワークのトポロジーやデータアクセス特性を考慮して、データの複製（コピー）を周期的に再配置する手法を考案しました。さらに、複数の端末が所得する複製間のバージョン管理や高速なデータ検索など、多角的に研究を行いました。

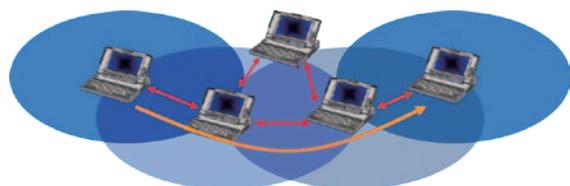


図3：MANETにおけるバケツリレー的通信

本研究の最初の提案当時（2000年頃）は、MANET研究の最盛期でしたが、ほとんどがネットワーク技

術（通信方法）に関する研究であったため、私たちの研究成果は、「MANET 上のデータ管理」という新分野を確立した先駆的研究として高く評価されています。さらに本研究成果は、MANET を用いた災害時の救助活動など社会的価値の高い応用において、情報共有の効果・効率を大幅に向上する効果があるため、社会的な貢献も大きいと考えます。

社会センシング

私たちは 2006 年頃から社会センシングの研究を推進してきました。その一例として、位置情報が付与されているツイート（Twitter データ）を収集して、時間的・空間的なツイート数の偏りから、ローカルなイベントを抽出する手法（図 4）を開発しました。その他にも、世の中のトレンドやユーザの興味などを抽出する手法の開発を行いました。

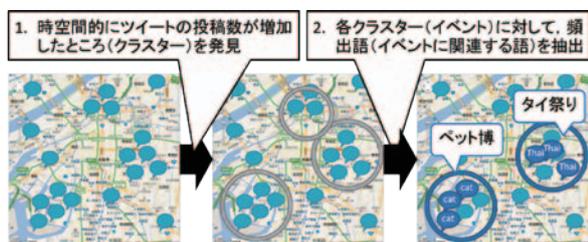


図 4：ツイートからのイベント抽出

また、社会センシングの技術や結果を再利用できるようにする基礎技術やプラットフォームの構築にも取り組みました。基礎技術としては、ツイートなどノイズの多い短文中の語句の類似性や重要性を正確に見積もる手法を考案しました。さらに、位置情報付ツイートが現状ではごくわずか（1%未満）であることを考慮して、社会センシングの発展を促進することを目的とし、ツイートの投稿位置を推定する方法を考案しました。この手法では、位置情報付ツイートを訓練用データとして用い、ツイート内の「場所名」と「投稿場所」が一致するケースの特徴を学習し、一般ツイートに位置情報を付与します（図 5）。

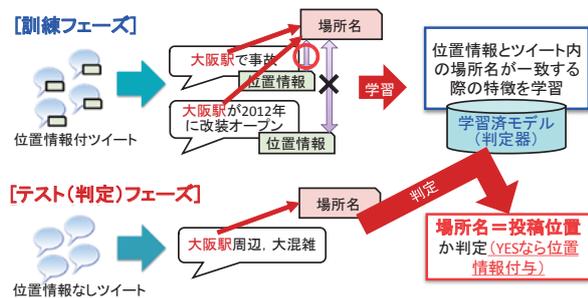


図 5：ツイートの投稿位置予測

私たちは数年前から、社会センシングの解析技術・結果の共有を目的として新しいプラットフォーム（図 6）の構築を進めています。このプラットフォームは解析結果だけではなく、解析手法も社会センサーとして共有できるように、プログラムソースの共有を可能にしています。

これらの研究成果は、国内外で学術的に高く評価されています。また、社会センシングを促進する効果があるため、社会的な貢献も大きいと考えます。

将来展望

私たちの研究は、情報科学分野の常識を覆すような先駆的な方法論を数多く考案しているため、それらが今後の研究分野の新しい方向性を生み出すことを期待しています。

最後に紹介した社会センシングの解析結果と解析手法を共有するための基盤プラットフォームは、これが実現すると、各機関、企業で個別に開発された解析システムや手法を相互に連携することが可能になります。その結果、新たな技術的なブレイクスルーの起点になることが期待されます。さらに、災害対策・対応など社会的に重要性の高い応用やサービスの開発が活性化されることが期待されます。

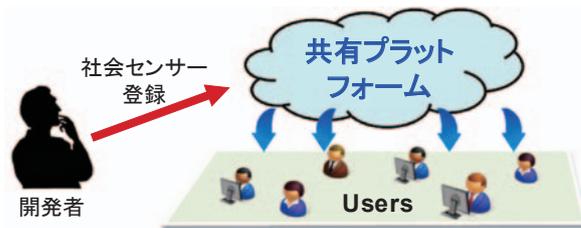


図 6：SNS センシング手法・結果の共有プラットフォーム

情報技術の研究への誘い

最近では、情報技術に直接携わる分野以外でも、ほとんどの分野において、ビッグデータと AI が業務改善や新サービス創出の観点で必須となっています。その一方で、ビッグデータと AI の研究者・技術者の数は十分ではなく、その育成が急務です。情報科学の分野は、ベースとなる技術（ネットワーク、ハードウェア、プログラミング言語、データベース、AI など）の進歩が急速であり、日々の継続的な勉強・研さんを必要とする厳しさもありますが、若い人たちでも頑張れば短期間で成長し、活躍することが可能です。また、情報科学は、真理を発見するその他の自然科学分野とは一線を画し、自分が想像した世界を自分で実現できる分野でもあります（図 7）。つまり、発想・哲学（思想）が重要であり、人を学び理解する学問とも言えます。私自身、技術と創造性の両方を必要とする情報科学の魅力の虜となり、研究者になりました。



図 7：一般の自然科学と情報科学の違い

この講演で情報科学に興味をもち、情報技術者・研究者を目指す若い人が少しでも増えれば、至極の喜びです。

ぜひ、一緒に情報科学について研究し、未来を切り拓きましょう。

第8回参与会

環境変化に強く自律的作業を実現する ロボットを目指して

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 知能システム研究部門 研究部門長

河井 良浩 氏

大阪科学技術センターでは、平成29年11月10日（金）第8回参与会を開催しました。参与会は、年1回当センター参与に就任いただいている方（現在175名）を対象に「法人の運営に関し説明を行うとともに意見をいただく場」として開催しています。今回は、代理出席の方を含め、42名の方にご出席いただき、当センターの事業状況・予算の説明、イノベーション推進事業の紹介、ならびに休憩時間には当日より開催の特別展「ロボットテクノロジーの世界」をご覧いただきました。また、話題提供として、「環境変化に強く自律的作業を実現するロボットを目指して」と題し、産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 知能システム研究部門 研究部門長河井良浩氏より講演いただきました。なお、講演において意見にわたる部分は、産業技術総合研究所を代表するものではなく、河井良浩氏の個人的見解です。

皆さん、こんにちは。産総研の河井と申します。本日はこのような場でお話しをさせていただく機会を設けさせていただきまして誠にありがとうございます。弊所の知能システム部門で取り組んでいるロボット、モノづくりに関するトピック的な取り組みをお話しさせていただきます。よろしく願い致します。

産業技術総合研究所について

池田市にも、産総研関西センターがありますが、全国に10か所の研究拠点がおり、その中でもつくばが一番規模が大きく、研究者としては2200名ぐらい、ポスドクの方、学生の方、外部研究機関・企業の方、いろいろな方を含めるとその倍以上の方が在籍されています。

主に、グリーンテクノロジー、ライフ・テクノロジー、インフォメーションテクノロジーの3つの技術を対象に研究開発を行っており、その成果を企業の方に使っていただくこと、そして持続可能な社会実現に向け技術を社会に実装していこうというのが大きな目的となっています。かといって、先端技術をやっていないというわけではなく、アカデミックな先端技術もやりつつ、企業に技術を橋渡しできるように進めているところであります。

領域としては、エネルギー・環境や材料系、エレクトロニクス、ライフサイエンス、情報・人間工学、そして特徴的なところでは、地質調査、計量標準といった7つの領域があります。今回お話しをさせていただく私の部門は情報・人間工学領域と申しまして、人工知能やIoT、ロボットといった分野を主に取り組んで

いる所であり、そういった技術を本日紹介させていただきます。



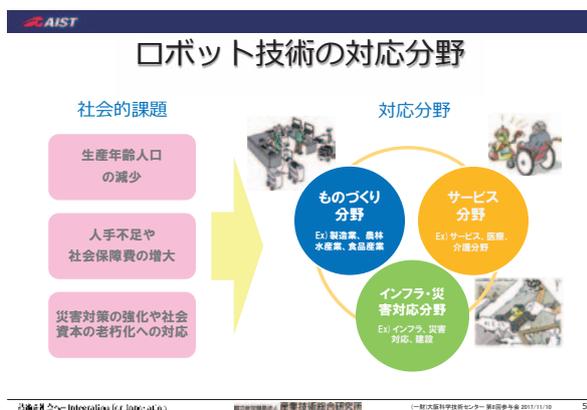
情報・人間工学領域というところは、6つの研究ユニットがありますが、重点課題としましては4つあります。まずは人間計測評価、領域名に人間工学と入っていますが、社会でいろんな人間が活動してそういった人間の情報を正確に計測し、人間がどう活動しているのかを取得する取組みです。取得したデータをサイバーフィジカルシステムにより解析する。解析する際、非常に多くのデータを解析することとなりますので、ビッグデータから意味のある情報を取り出すために人工知能を活用する。そして得られた情報を基に、ロボットが行う作業の制御を行う。ロボットが作業を行うことで、環境とか人に作用するので人の計測が必要となる。このように人間計測評価→サイバーフィジカル

システム→人工知能→ロボット→人間計測評価…と、4つの重点課題が順繰りに深く関わりあうわけであり、私の属する知能システム研究部門は、人間計測やサイバーフィジカルシステム、人工知能といった部分をやっていない訳ではないのですが、主にロボットに関する研究開発を中心に行っております。

ロボット技術の対応分野

タイトルに「環境変化に強く自律的に作業を行う知能システム」とありますが、決められた環境で、教えた作業を行うロボットは既に産業用ロボット等出来上がってきていますが、今後は状況や対象が変化の中で、人が介在しないでロボット自身で変化に対応する機能・システムが必要となってまいります。そこで必要となる技術ですが、基盤技術研究としては、「3次元の空間情報を取得し認識すること」、「ロボット動作の計画」、「過酷環境下での移動技術」、「人の行動計測・行動検知」等があります。また、応用研究としては、「先進的な物流システム」、「変種変量生産に対応可能なロボット」、「インフラ維持管理・災害対応などに使えるロボット」などがございます。

社会的な課題として、「労働生産人口が減ってくる、つまり、人手不足」、「社会保障費の増大」、「東日本大震災、阪神・淡路大震災といった災害が起こった時にどうするか」、「戦後70年ぐらいたって老朽化しているインフラへの対応」などがあります。ロボット技術は、いろんな分野に適用できる技術だとは思っておりますが、今述べました社会的な課題に対応して、主にものづくり分野、介護等のサービス分野、インフラ・災害対応分野に適用するという事で基盤技術の開発と応用研究を行っています。



最新研究トピックの紹介

今日は最初にここ最近プレス発表した最新の研究トピックを紹介したいと思います。まず1点目は、「3次元形状計測」についてです。世の中にいろんな3次

元計測できる計測法があります。Google Carで計測するような場合は、かなり高価な計測器を車の上に搭載して、レーザーをスキャンして3次元を計測しています。この計測器は、スキャン型計測法といって、パワーの強いレーザーを使っていますので、直射日光下でも十分計測できます。ただし、レーザーのスキャンに時間がかかりますので、対象が動くと歪みが生じたり、また、高精細に3次元情報を計測しようとするものによっては1時間ぐらいかかり、時間を要したりするといったデメリットがあります。もう1つの計測方法としては、面計測、カメラを人の目と同じように2つ使って三角測量のように計測する方法がありますが、真っ白な壁のような物だと対応が取れず計測を誤ってしまいます。そのデメリットを解消するために、カメラの一方をプロジェクタにしてパターンを投影することで距離を正確に計測できるRGB-Dカメラというものがありますが、直射日光下では投影したパターンが把握できないため、直射日光下における正確な3次元形状計測が課題となっていました。今回、RGB-Dカメラが直射日光下でも使えるようにできれば、どこでも使える有用なセンサになると考え取り組みました。太陽光をいかに克服するかということで、最初はパターン光のパワーを強くすればよいと考えたのですが、レーザーのパワーをあげると人の眼に入ると危ないので、使用環境が限られてしまうことから断念し、強い太陽光の下でも弱い情報ではあるが、その情報を取り出す方法はないか、ということで検討しました。携帯電話の無線出力は微弱ではありますが、ノイズがある中でも通信出来ていることに着目し、そこで使用されている「スペクトラム拡散変調技術」の画像センシングへの応用を考えました。机上検討では、「理論上うまくいきそうだ」との感触を得たため、実験を実施しうまく計測できることが確認できました。これまでは、スポーツにおける人の激しい動きを高速カメラで撮影する屋内システムを開発していましたが、屋外でのスポーツにも、このパターン投影により実現可能となります。このようにこれを屋外で使うのも1つのメリットではありますが、ものづくり系でどんな適用ができるかという、例えば溶接とか精錬など、かなり眩しくカメラで撮ろうとしても逆に見えないような場合の計測に活用できると考えています。あるいは、まだ実証はできていませんが、自己発光して計測ができない場合にも、この技術を拡張することで計測できるようになると考えています。この技術がものづくりにおいて、いろんなところで活用できるのではないかと考え、今回ご紹介させていただきました。

2点目が、先ほど社会的な課題としてあげたインフラ・災害への対応にあたる「コンクリートのひび割れ

を AI で自動検出」する取組について説明します。この取り組みは、NEDO のプロジェクトで、東北大学と首都高速道路株式会社と一緒に実施しているものです。インフラの抱える課題の1つとしてトンネルや橋、道路の高齢化が問題となっています。定期的に検査は行われていますが、機械で行ってもなかなか見えない部分とか、トンネルの中をリフト車に乗って目視や打音、触診で検査をしています。この中で目視点検を支援・自動化する技術開発に取り組んでいます。目視検査は、平成 26 年の事故が起きてから 5 年に 1 回必ず行うよう義務化されましたが、これがインフラ事業者である道路公団等にとって大変な負担であることに加え、人手の確保も難しくなっていることから、専門、熟練していなくても異常の有無を判断することができる技術につなげられないか、というところから技術開発を行いました。

従来は、撮影した画像エリアを微分したり、周波数変化を解析したりして、変化量の大きいところから異常箇所を抽出していましたが、閾値の設定が必要となり、その結果、ひび割れでないところを異常箇所として検知するなど、なかなか使いにくいものでした。今回我々が開発した技術は、ひび割れているところの特徴的なパターン、特徴量を抽出して検出するものであり、機械学習することによりひび割れの検出性能の向上を行える技術となっています。ひび割れの検出精度として、0.2mm ぐらいのひび割れを 8 割の確率で判別することが求められており、それを目標値に設定し取り組んでいます。現在、まだ進行中のプロジェクトであり、ひび割れにも塩害によるものや寒冷地の影響、アルカリとシリカ成分が反応して発生するもの等、いろいろと種類があり、それらのデータを収集して機械学習させています。

汚れたコンクリート面でのひび割れ検出は、専門家はひび割れと認識するが、適用した技術ではまだ十分ではないところがあるものの、橋や橋梁のサンプルがまだ少ないとは感じている段階ではありますが、現時点で 81% 以上の検出精度が出ており、首都高速道路で実際に使って評価してもらっています。また、ひび割れを発見した際、ひび割れの大きさ等を自動で計測・記録する技術は確立されていますが、前回記録したひび割れかどうかの判定を含め、ひび割れの経年変化を把握する方法の確立が課題として残っています。今回、ひび割れを例に紹介しましたが、機械学習を使うことで、いろいろな検査に適用できるものと考えています。

ものづくり分野の現状

次にものづくり分野の現状についてお話したいと思います。ちょっと古いデータですが、経産省のロボッ

ト市場動向調査によると 2035 年に向けたロボット産業の将来市場予測は右肩上がりとなっており、その中で大きく成長すると予測されているのが、サービス分野です。最近、産総研の私の所属するユニットとは別のユニットでは、ロボット介護機器の開発として、排泄支援等の簡易な介護シーズに対して安価で安全性が高く、そして使い勝手が良いものにフォーカスして普及を促す取組みをしています。

最近では、ロボット本体は安くなっており 300 万円ぐらいであります。必要とする作業を行うためのロボットハンド部分とその固定等の関連設備費用、安全柵の設置等の周辺設備費用、さらに詳細設計等のシステムインテグレーション関連費用があり、現場に導入するには、時間もコストもかかってしまう状況にあります。ロボット本体以外の費用を少しでも安くすることが今の流れであり、そのための技術開発が必要だと思っています。



平成 26 年のロボット革命実現会議において、重点的に取り組む項目として、

1. ロボットのできる領域を広げること
2. ロボットそのものの高度化

の 2 つが挙げられています。

特にロボットそのものの高度化について、今のロボットは単純なこと、教え込んだことは正確にできますが、ある工程で使ったロボットを他の工程に持って行ってもすぐに使えず、最初から組み上げなければならない、といった課題があります。ロボットそのものを高度化することで、固定された工程だけで数百万円するロボットというのではなく、いろんなことに適用できるロボットになります。

産業用ロボットを取り巻く環境の変化として、

1. 生産方式の変化
2. 安全基準の変化
3. 導入産業の変化
4. 人工知能の活用

の4点について説明します。

生産方式の変化は、多品種少量生産、セル生産のように生産ラインの中で仕様が異なる製品を生産する場合、ロボットが対応できず、人手に頼っており、またその方がロボットよりも効率が良いということに対する対応です。

次に、安全基準の変化では、定格出力が80Wを超えないロボットなら人の近くでの作業が可能となり、人とロボットが協働して作業することが可能になってきました。

これまでロボットが導入されてきた産業は、主に自動車・電気・電子産業でしたが、医薬品・食品・化粧品といういわゆる三品産業分野へ適用され始めております（導入産業の変化）。

ロボットに作業を覚えさせる機械学習では、学習当初は失敗を繰り返すが、1日程度時間が経つと一定の成功率を得ることができるようになるため、人工知能を活用すれば多くの事業に活用できる環境になってきました。

産総研の主な取り組み

民間との共同研究の一例として「低コストなバラ積み自動車部品組付けシステムの開発」に取り組んでいます。



システムの概要は、「ランダムに入った部品をカメラで見て、ロボットが治具に組み付ける」というものですが、ここで必要な基盤技術は、

- ①モノ（部品）を見つける
- ②ロボットがモノを取って設置する

の2点です。安価にするため、通常使うFAのカメラは使用せず、2～3万円程度のカメラをキャリブレーション（計器や目盛りを正しく調整）して適用、計測して得たデータとCADモデルとを比較して部品の位置を検出するようにしました（①）。次に見つけた複雑な形状の対象物を確実につかむため、計算によりどこが持ちやすいかを数値化した把持データベースをあ

らかじめ用意するとともに、持ち上げて作業を完了するまでに持ち替え等を含めた最適な把持・動作計画を作成するようにしました（②）。

次の事例は、NEDOの次世代ロボット中核技術開発プロジェクトにおいて、AI for Manufacturingと言っている製造のためにAIを活用していくことを目的とした取り組みです。人の作業動作や組立作業等のデータベースを構築し、機械学習、シミュレーションを活用したロボットプラットフォームの確立をすすめています。

3つ目の事例は、食品製造・加工への展開についてです。鮭フィレを切り身にする装置が水産加工メーカーから販売されています。元の鮭フィレの形状を把握して100g毎に切り分ける作業をしますが、

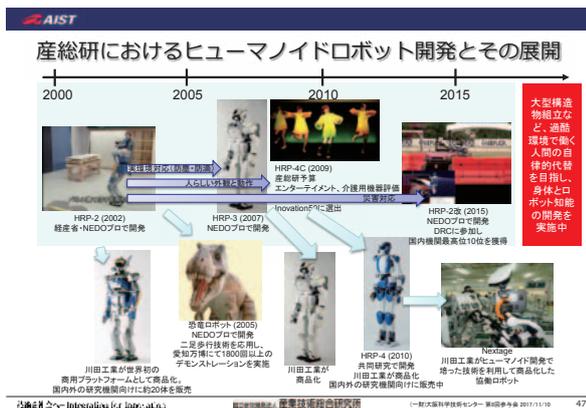
- ・同一品種でも大きさ、形状が異なる
- ・色は黒いだけでなく、光って白くなっている部分もありダイナミックレンジが非常に広い
- ・解凍された魚や生魚の柔らかく、水分も多く、形状の検出が難しい、

といった課題があり、メーカーから相談を受けました。対応としては、ベルトコンベアを流れる鮭フィレに対して、上からのカメラと下からのカメラから同時計測することで形状を検出できるようにしました。また、魚の次は肉、ということで豚肉の肋骨を取り除く作業の自動化についてです。手作業ですると、包丁を持っているため危険性も高く、かつ品質保証のため寒い環境での作業となり、かなりの重労働を強いられます。これを自動化するためには、画像計測からどこに肋骨があるかを見つけ筋入れとか骨引きをする場所を特定する必要がありますが、肋骨の位置は、表面の見たと実際の位置とでは少しずれており、見た目通りにはいかず、形状計測、色情報を使って統計モデル等から肋骨の位置を推定する必要がありました。その推定結果をロボットに与えることで自動化を実現しています。

他の食品系の取組みとしては、菌床シイタケの発芽数予測があります。シイタケの栽培プロセスとして、袋の中で菌を入れて、熟成させたのち、袋の封を切り、発芽させて成長させますが、どのタイミングで封を切るのが良いか、をこれまで人が判断していましたが、収量の安定化、発芽量を一定化させることを目的に画像計測の適用に取り組みました。ポイントは、袋の中に入っている菌の熟成状況の把握となりますが、光を袋が反射する等の影響を受けるため、単純な撮影では難しい。そこで弊所で開発した高次局所自己相関（HLAC）を使って特徴を抽出し、発芽数の推定・予測に取り組んでいます。このように栽培に対しても画像処理と機械学習を組み合わせることで効率化する取組を行っています。

これまでの組立作業現場では、物が流れてきてロボットが作業するため、ロボット自体が動くことはありませんでしたが、航空機の組立現場とか建築現場等大型構造物組立現場では、人が狭いところを移動して作業を行っています。建築就業者数がピーク時より3割以上減ってきており、これらの大型構造物組立現場にロボットをどう適用するかが課題となっています。

産総研が最初にヒューマノイドロボットを2002年NEDOプロジェクトで開発し、川田工業が商品化、研究機関に20数体販売しました。その後、実環境への対応を目指して取り組みましたが、産業用ロボットと異なり、なかなか出口が見出せませんでした。そんな中、人間らしいロボットとしてエンターテインメント系を出口に取り組んだ結果、その技術は介護現場における人の動作をロボットで再現することで人への負担、負荷の変化、無理な姿勢の状態等の計測へと展開されています。



2015年には、DRC (DARPA[※] Robotics Challenge) に参加した経験から、「人の遠隔操作が必要であり自律的に動作できないこと」、「人の介入による誤操作」、「プログラム改良におけるちょっとした設定ミスで全く予期しない動きをする等」、多くの技術課題が浮き彫りとなり、高信頼かつ自律的に移動・作業できるロボットの開発が不可欠です。現在取り組んでいるのは、機械学習でどんな状況でも対象物を安定して見つけることができるようにすること。また、現段階ではシミュレータレベルですが、壁に片手を当てて踏ん張って、壁を支える動作を作り上げることにも取り組んでいます。ハード面の改善も併せて取り組んでおり、そう遠くない将来に、今までのロボットとは違ったことが行なえるヒューマノイドロボットが紹介できると考えています。

その他「ラストマイル自動走行の実証評価」に取り組んでいます。単に技術を開発するだけでなく、「社会への実用」の目標に向け取り組んでいるものです。

実証実験を、今年6月に沖縄の北谷町で自治体と一緒に開始しました。完全自動運転となると、ハードルが高く実証実験も難しいので、画像情報等を解析して異常時は停止し、回避対応を遠隔操作で人が介在し、通常状態になれば自動運転するといった形でのシステムとなっています。また、福井県の永平寺町では、冬になると雪が積もり周囲が真っ白な状況になるので、そういった状況でも適用できるかどうかを実証しようとしています。

1年ぐらい前から豊田自動織機とロボティクス技術、AI / アナリティクス技術に関する連携研究を行っています。フォークリフトの知能化、自動化、さらにはシステム化やソリューション、サービスへの展開を目的に、平成32年3月までの予定で取り組んでいる最中です。

経済産業省の取組み

経済産業省の取組みで、2030年代の目指すべき将来像として、暮らしのサポートや生産性向上、労働力人口減少への対応等に向けAI次世代ロボットによる社会課題の解決を目指しています。

また、研究開発、産業化を強力に推進していくため、Center of Excellence (戦略研究開発拠点) として、東京大学 柏キャンパスと産総研 臨海センターに研究拠点を整備しています。

最後に World Robot Summit を経産省とNEDOで進めており、来年2018年に東京ビッグサイトでプレ大会、2020年愛知と福島で本大会が行なわれます。「ものづくり」、「インフラ・災害対応」、「サービス」、「ジュニア」の категорияで行われます。「ものづくり競技」の委員長は神戸大学の横小路先生が就任され、導入コストが安く使いまわしが出来て、専用機械ではなく汎用機械として使えるロボットをイメージして課題を設定しています。

以上、最近のトピックを中心にロボットの取組みについて説明いたしました。ご清聴、ありがとうございました。

※DARPA：米国防総省内の研究開発部門である高等研究計画局

平成29年度 LSSサイエンスカフェ 第14回「ハーブ・スパイスを科学する」開催報告

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 普及事業部 TEL: 06-6443-5318

日	時:	平成29年11月25日(土) 13:30~16:00
場	所:	大阪科学技術センター 8階中ホール
講	師:	NPO法人日本ハーブ振興協会 主席研究員 ハーブスクール&プロデュース ウィズハーブ 代表 若林葉子氏
ファシリテーター: (LSS委員)		小牧規子代表(関西外国語大学)、下山昭子委員(日立造船株)
参加者:		88名

LSS(レディース・サイエンス・セッション)では、身近に科学を感じ、興味を持っていただけるテーマを毎年委員と検討し、「サイエンスカフェ」を開催しております。今回は、暮らしの中に気軽に取り入れられ、自然と科学のパワーが秘められている「ハーブ・スパイス」をテーマに実施いたしました。

第一部では、講師よりハーブとスパイスの利用の歴史、植物の持つ力やフィトセラピー(植物療法)についての内容で、古代からハーブとスパイスはその効能が知られ、クレオパトラは、バラが肝臓の機能を高めるといったデトックス効果や、女性の魅力を引き出す力があることを利用し、自分の女性らしさを際立たせて力を持つようになりました。

ハーブとは、人が利用できる植物すべてがハーブであり、その中で食卓に頻繁に流通するものを野菜と呼んでいます。植物から放出される芳香性化学物質が、他の植物などの成長を妨害または促進したり、抗菌作用、害虫の忌避作用などの影響を与えることを「アレロパシー」といい、植物は様々な生物と相互に影響を受けながら地球全体に生息しています。そのような植物の薬理効果を使って体の不調を整えたり、自身の治癒力を上げたりしていくことを「フィトセラピー」といい、飲む、食べる、つける、嗅ぐなど様々な用法で取り入れることができます。手軽に取り入れられるハーブティーは、一番効果の高い状態のものをいつでも楽しめるため、乾燥したものが多くですが、生のハーブを使用する方が香りも良く、効能も高いなど、ハーブについて科学的な切り口からも分かりやすくお話いただきました。

第二部では(株)カネカサンスパイス 長井氏、(株)向井珍味堂 松村氏のお二人にも登壇いただき、ファシリテーターと参加者からの質問を交え、充実した内容となりました。あわせて、協賛企業のご協力を得て、テーマに関連した体験展示を実施し、実体験を通して充実した内容で開催することができました。

参加者からは、お話だけでなく自身で七味の調合ができ、どのような材料を使っているか理解できた、スパイスでの減塩効果を体感できてよく分かったなどのご意見をいただきました。



(株)カリス成城
「ハーブティーの試飲と紹介」



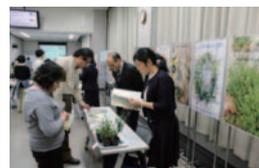
(株)カネカサンスパイス
「天然スパイスで減塩体験」



(株)向井珍味堂
「七味調合体験」



全日本カレー工業
協同組合



NPO 法人日本ハーブ
振興協会



実際のハーブ・
スパイスを体験

協賛企業：大阪ガス(株)・(株)大林組・(株)カネカサンスパイス・(株)カリス成城・サントリーホールディングス(株)・
全日本カレー工業協同組合・NPO法人日本ハーブ振興協会・日立造船(株)・(株)向井珍味堂 (50音順)

次回のサイエンスカフェは、平成30年1月18日(木)
「アンチエイジング」をテーマに開催いたします。

～ 詳細は LSS ホームページ <http://www.ostec.or.jp/pop/lss/> やチラシをご覧ください ～

平成 29 年度 大阪府学生科学賞 表彰式報告

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 普及事業部 TEL: 06-6443-5318

第 61 回 大阪府学生科学賞の表彰式が 11 月 11 日 (土) に大阪市北区の読売新聞社大阪本社で行われ、最優秀賞と優秀賞、学校賞の受賞者に賞状が贈られました。

本科学賞では、研究課題を見出し、それについての実験記録や成果について創意工夫のあふれる作品を小学校から高校生の個人からクラブ活動まで幅広く募集致しました。今回、その応募作品から最優秀賞の一つとして、当センターからも「大阪科学技術センター賞」を土井会長から子ども達に授与致しました。

受賞者の父親は子どもの頃、大阪科学技術館の科学クラブ「サイエンス・メイト」の会員であったとの話もされ、当センターの事業成果の広がりを感じることができる表彰式となりました。

今年度の受賞者および作品は以下の通りです。

～最優秀賞 大阪科学技術センター賞～

◆小学校の部「食生活を通してのかたつむりとめだかへの挑戦状! ～かたつむり実験Ⅳ&めだか実験～」

池田市立五月丘小学校 6年 八田 知也

◆中学校の部「メダカの透明骨格標本を用いた条数の観察」

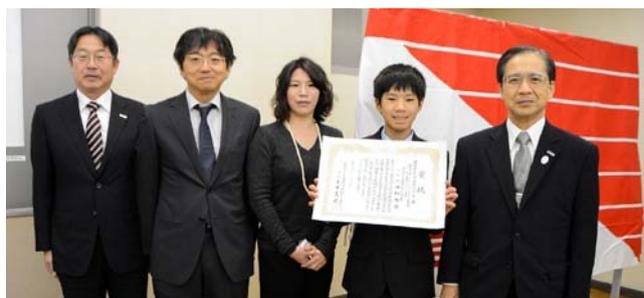
和泉市立横尾中学校 2年 城 さくら

◆高等学校の部「ソフトテニスボールの空気圧とバウンドの変化」

大阪府立生野高等学校 2年 生野高校理系探求物理C班
野口 悠久、廣川 翔太、安原 輝 (以上敬称略)



(一財)大阪科学技術センター 土井会長より賞状を授与



八田知也君ご家族と土井会長・西内専務との記念撮影

【主催】大阪府教育委員会、大阪市教育委員会、堺市教育委員会、大阪府科学教育振興委員会、読売新聞社

【後援】大阪府、大阪市、堺市、(一財)大阪科学技術センター

平成 29 年度「おもしろい! なんでだろう? サイエンス・ラボ」実施報告

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 普及事業部 TEL: 06-6443-5318

大阪科学技術センターでは、聴覚・視覚に障害のある子どもたちや、長期加療中の子どもたちが学ぶ支援学校ならびに院内学級に出向き、出前科学教室「おもしろい! なんでだろう? サイエンス・ラボ」を平成 19 年度から実施しております。

平成 29 年度の実施テーマは「振動と音のふしぎ」と題して、音と振動の関係性について、グラスハープや声の振動でヘビの形をしたモールを動かす「ダンシングスネーク」の実験などを通じて、音エネルギーについて解説しました。実験の最後には、スピーカーの音でワイングラスを割る実験を行い、割れた瞬間、子ども達から驚きの声が上がりました。

本出前科学教室の実施以降、多くの学校からお声掛けを頂き、今年度も新規 1 校を含め、計 11 校での実施を行いました。支援学校等より、次年度以降についても新規の希望のお声も頂いており、さらにその輪を広げて実施できるように努めてまいりたいと思います。



「ネクストリーダー育成ワークショップ」 実施報告

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター イノベーション推進室 TEL:06-6131-4746

「IoT、ビッグデータ、AI など最新技術がものづくりにどう影響するのかわからない」、「技術系人材確保が難しく、次のリーダー人材が育っていないのでどうにかしたい」といった意見を賛助会員企業の方から多く聞いたことを受け、「技術（物事）に対して幅広い視点から考え・整理できる人材」の育成を目的とした、「ネクストリーダー育成ワークショップ」を、平成 29 年度より新たに実施しております。5月から9月まで5回シリーズで実施しましたので、その概要をご紹介します。

＜ワークショップの狙い（仕掛けと育成する能力）＞

仕掛け	育成する能力
・最新技術等、注目されている技術に関する講演の受講	・基礎的な知識・知見の習得
・講演の受講だけでなく、講演内容を題材とした少人数グループに分かれたディスカッションに重点を置く	・自分の意見を発信する能力 ・バックグラウンドの異なる他業種からの参加者からの意見を聞くことによる視野の拡大（日頃、交流のない他業種の参加者との交流） ・ディスカッションを通じて内容のより深い理解
・グループ毎にディスカッションの結果を発表 ・発表内容に対する講師、ファシリテータからのフィードバック	・議論した内容をまとめる能力 ・プレゼンテーション能力 ・自分たちのディスカッション結果と他のグループの結果との比較により、欠けていた視点の気づき

実施にあたり、グループディスカッションや発表など、ワークショップを効果的にすすめられるように、大阪大学 CO デザインセンター 副センター長 教授の池田 光穂先生にファシリテータを務めて頂きました。また、グループディスカッションと発表を行う形態であるため、定員を 30 名として募集した結果、ほぼ定員の 22 社 29 名に参加頂きました。

回	テーマ
第 1 回 (5/25)	「IoT/Big Data/AI/Industrie4.0 の理解のために」～業務プロセスの IoT 化と産業構造の変化～ 近畿総合通信局 局長 関 啓一郎 氏
第 2 回 (6/27)	「データ活用で競争優位を生み出す ～知識を発見し未来を予測する～」 (株)KSK アナリティクス データサイエンス本部 本部長 北島 聡 氏
第 3 回 (7/25)	「IoT、ビッグデータ解析、AI 技術に基づく高効率営農法」 佐賀大学 理工学部知能情報システム学科 特任教授 新井 康平 氏
第 4 回 (9/6)	「ブロックチェーンの分類論とビジネスへの応用可能性」 国立情報学研究所 情報社会相関研究系 准教授 岡田 仁志 氏
第 5 回 (9/26)	(最終報告会)「2030 年の『ものづくり企業』のあり方を考える」 グループ毎に発表／優秀賞・審査員賞授与／修了証授与



講師には、各分野で活躍する第一線の方々をお迎えし、技術の基礎から応用事例、今後広がるビジネスの可能性などをレクチャーいただきました。

本ワークショップの最大の特徴として、多様な参加者の属性（業種・職種・年齢）、業種や会社風土、バックグラウンドの違いから、自分と異なる考え方、物の見方、感覚の違いなどから、幅広い視点を学び、新たな気づきを得られ、また、異なる意見やアイデアを限

られた時間内にまとめるためのファシリテーションも実践的に体得できるように、単なる座学ではなく、グループディスカッションと発表に重点を置いて実施しました。

また、毎回終了後に行った交流会は、ワークショップの内容や仕事に関する話にとどまらず、趣味など多岐に亘り、盛り上がりを見せました。

最終回では、これまでに得た最新技術の知識と、ファシリテーションのスキルを発揮し、集大成として、「2030年の『ものづくり企業』のあり方を考える」をテーマに、グループ毎に発表、審査し、最優秀賞、審査員賞を授与し、全員に修了証が手渡され、ワークショップを終了しました。



ディスカッションまとめ



プレゼン



交流会



優秀賞、審査員賞の授与



修了証の授与

参加者の声

- ・アイデアが出ない時に、粘り強くディスカッションすることで、打開策を見つけ出せた。
- ・異業種メンバーとのディスカッションで、自分が顧客目線でニーズを捉えられていない事に気付いた。
- ・ディスカッションを通じて自分の考え方の狭さを認識し、枠を超えた自由大胆な発想を行うことの重要性が理解できた。など

講師からの講評

- ・異業種企業の参加者による技術の使い方のアイデアや考え方がとても勉強になった。
- ・短いディスカッションの中で、IoTの導入における課題を鋭く捉えたり、実際に検討に値するようなユニークなアイデアが複数出されたり、大変有意義であった。
- ・別の研究会の1年のアウトプットとあまり変わらないレベルの活用アイデアが出てきて驚いた。など

平成30年度は、次の2つのテーマで実施予定です。

- ①「イノベーション」をテーマに、デザイン思考・ビジネスモデルキャンバス等も用いて価値創造を考える。
- ②「IoT、AI、ロボット等」をテーマに、ものづくり企業などに影響の大きい最新技術の活用を考える。

*今後、参加者の募集は、当センターのウェブサイト及びメール等でご案内致します。

直接メールでご案内をご希望の方は、以下、問合せに記載のアドレスまでご連絡ください。

本件お問合せ：イノベーション推進室 篠崎（メール：k.shinozaki@ostec.or.jp）

全国地域技術センター連絡協議会 設立 30 周年記念行事を開催しました

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 総務部 TEL: 06-6443-5316

全国地域技術センター連絡協議会（以下、全技連）は、「地域技術の活性化のための共通の課題、および各地域の課題をとりまとめ、その実現をはかり、地域技術の振興ならびに産業の発展に寄与すること」を目的に設立され、今年 30 周年を迎えました。

設立 30 周年を記念し、平成 29 年 10 月 20 日（金）大阪科学技術センターにて「イノベーション」をテーマにしたシンポジウムを開催しました。

シンポジウムでは、経済産業省 経済産業政策局 地域経済産業グループ 地域企業高度化推進課長 實國慎一氏より基調講演として「地域経済の活性化とイノベーション」、また関西学院大学経営戦略研究科教授 玉田俊平太氏より特別講演として「破壊的イノベーションを担う企業になるための 7 つのステップ～厳しい時代に伸び続けている企業は何が違うのか～」をご講演いただいた後、「未来をつくるイノベーション」をテーマにパネルディスカッションを行いました。

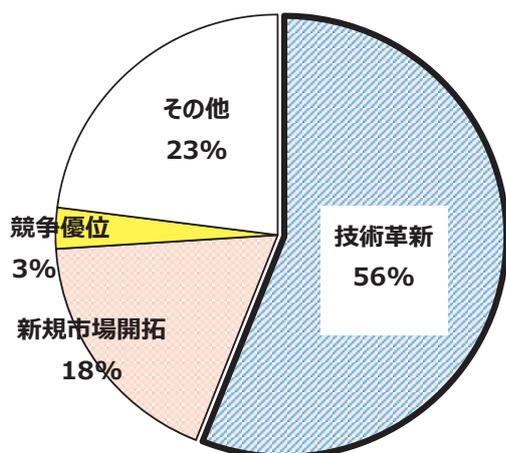
パネルディスカッションでは、モデレータに玉田教授、パネリストにはイノベーションに対してそれぞれ立場の異なる實國課長、北九州市立大学大学院教授 城戸宏史氏、(株)ヴィッツ 代表取締役社長 服部博行氏、東海パネ工業(株) 代表取締役社長 渡辺良機氏の 4 氏にご登壇いただきました。

会場には 216 名の方にご参加いただき、シンポジウムにあわせておこないましたアンケート結果では、7 割の方が「イノベーションのイメージや捉え方が変わった」と回答され、また印象に残った内容としては、「登壇者の経験に基づく具体的な話」が数多く挙げられておりました。ご登壇いただきました皆様、ご参加いただきました皆様、ありがとうございました。



【アンケート結果】

イノベーションに対するイメージ
(事前アンケートでは技術革新のイメージが強かった)



事後アンケートでは、7 割の方が「イノベーションのイメージや捉え方が変わった」と回答され、具体的には、

- ・破壊的イノベーションの必要性やその理解
- ・技術革新だけではないこと
- ・玉田教授が提唱されている「創新普及」
- ・あいまいだったイノベーションの見方、考え方が明確になった

等が挙げられました。

全技連は、北海道から沖縄まで地域ブロック単位の産業支援機関 10 機関で構成して連携・活動しています。構成機関は以下の通り。

- ①(公財)北海道科学技術総合振興センター、
- ②(公財)東北活性化研究センター、
- ③(一財)北陸産業活性化センター、
- ④(公財)中部科学技術センター、
- ⑤(公財)名古屋産業科学研究所、
- ⑥(公財)ちゅうごく産業創造センター、
- ⑦(一財)四国産業・技術振興センター、
- ⑧(一財)九州産業技術センター
- ⑨(一財)南西地域産業活性化センター、
- ⑩(一財)大阪科学技術センター【今回事務局】

地球環境技術推進懇談会

循環・代謝型社会システム研究会、水再生・バイオソリッド研究会のご紹介

お問い合わせ (一財) 大阪科学技術センター 技術振興部 西垣、石田、吉岡 TEL: 06-6443-5320

1. 概要

当懇談会では、地球環境に関する国際的な動向を念頭に、産学官の連携を図り、革新的環境技術や社会システムの方向性を探求、ひいては新たな環境ビジネスの創生を目指して活動しています。

主査の先生方をはじめ会員各位のご指導のもと、最新的话题を取り上げた講演会、見学会を開催し、情報交換、ディスカッションを通じて地球環境技術のさらなる発展に寄与して参りたいと考えております。

是非ご入会下さいますようお願い申し上げます。

2. 活動内容

(1) 地球環境技術推進懇談会

① 講演会 (3回/年)

大学、研究機関、官庁等より専門家を招き革新的技術の紹介、グローバルな視点での最新情報、我が国の環境施策等の講演会を開催しています。

② 見学会 (3回/年)

環境関連の最新設備やシステムを対象として見学会を開催しています。

(2) 循環・代謝型社会システム研究会 (4回/年)

環境負荷物質等を対象にその代謝機能を担う技術や社会システムを創造・改善し、循環型社会形成に資するための調査研究を実施しています。

(3) 水再生・バイオソリッド研究会 (4回/年)

持続的な水資源利用の観点から、下水の再生利用や汚泥の資源としての有効活用を図ることを目的に調査研究を実施しています。

3. 体制

・委員長 池島 賢治 (大阪ガス(株)顧問)

【循環・代謝型社会システム研究会】

・主査 高岡 昌輝 (京都大学大学院 教授)

【水再生・バイオソリッド研究会】

・主査 田中 宏明 (京都大学大学院 教授)

(敬称略)

平成 29 年度の活動と実績 (実績は平成 29 年 12 月現在)

循環・代謝型社会システム研究会



主査 高岡 昌輝 教授

当年度は「静脈系システムの今後のありかた」をテーマに廃棄物の資源循環やエネルギー回収の技術について、調査研究を行っています。

海外の例として、①東南アジアの静脈産業の動向、有害廃棄物の例として、②水銀に関する今後の法規制の動きや管理方法を取り上げ専門家を招き研究活動を行いました。

水再生・バイオソリッド研究会



主査 田中 宏明 教授

当年度は「バイオソリッドを利用した創資源、創エネルギー」をテーマに調査研究を行っています。

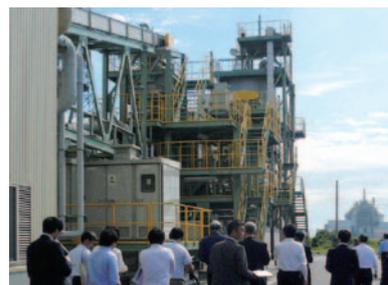
下水道の資源・エネルギー利用について国の方針を共有した後、バイオソリッドを利用した具体的な例として、下水汚泥からの①水素製造と利用②肥料利用促進、③メタン発酵を取り上げ専門家を招き研究活動を行いました。



仮設焼却施設見学 (福島県)



石炭ガス化複合発電事業見学 (広島県)



汚泥固形燃料化事業見学 (広島県)

平成 30 年度 OSTEC 見学会のご案内

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 総務部 TEL: 06-6443-5316

当財団では、企業等の施設見学を通じて、最先端の技術や設備の動向、ユニークな取り組みなどの見聞を深め、会員の皆さま方のビジネスのヒントに繋がるような有意義な情報提供の場として賛助会員をはじめとする見学受入先の協力を得て「OSTEC 見学会」を定期的で開催しています。

今年度は、6月にヤンマー株式会社 本社 (YANMAR FLYING-Y BUILDING)、9月に株式会社ダイセル イノベーション・パークで開催いたしました。また、この冬(2月)には、株式会社大阪ソーダ 総合研究開発センターでの開催を予定しています。

さて、平成30年度に向けてのOSTEC見学会ですが、表に示す内容で調整を進めています。各見学会の2~3ヶ月前には詳細なご案内をしておりますのでご予約いただきたく、よろしくお願い申し上げます。

また、OSTEC見学会についてのご希望・ご要望をお待ちしています。総務部までよろしくお願い致します。

○平成 29 ~ 30 年度 OSTEC 見学会の予定

時期	見学先	見学の概要
2月	株式会社大阪ソーダ 総合研究開発センター (兵庫県尼崎市)	昨年秋、研究センター敷地内に建設された新研究棟の見学。 新研究棟は、将来の発展を見据えグループの成長をリードする役割を担うべき研究開発機能の強化を目的に計画された施設です。
4月	理化学研究所 計算科学研究機構、 神戸医療産業都市 (兵庫県神戸市)	スーパーコンピュータ「京」、先端医療技術の研究開発拠点 (我が国最大の医療産業クラスター)の見学を予定しています。
7月	株式会社堀場製作所 本社、 HORIBA 最先端技術センター (京都府京都市)	平成27年に竣工されたHORIBA最先端技術センター、および堀場製作所本社の見学。 HORIBA最先端技術センターは、分析・計測機器の心臓部である“半導体センサー開發生産を一体化を目的に分散されていた半導体事業の開発・生産機能の集結、ならびにHORIBAグループの半導体技術の研究開発専用拠点を新設しました。
10月	パナソニック株式会社 Panasonic Wonder LAB Osaka 他 (大阪府門真市)	Panasonic Wonder LAB Osakaほかの見学を予定しています。 Panasonic Wonder LAB Osakaは、新たな価値を創造するプレイフルな共創空間で、これまでにないワクワクやドキドキを共に創り、発信されておられる施設です。

※表の計画を基に調整を進めてまいります。やむを得ない事情により変更となる場合がございます。あらかじめご了承願います。

梶田 隆章先生お話し会 「神岡でのニュートリノ研究をふりかえって」

お問い合わせ (一財)大阪科学技術センター 普及事業部 TEL: 06-6443-5318

ニュートリノで、宇宙の謎がとけるかな？ニュートリノのわかりやすい解説を聞いた後は、ノーベル物理学賞を受賞された梶田先生がニュートリノの研究を始められたきっかけや、苦労したこと、嬉しかったことなどのお話しと参加者からの質問にご答え頂きます。



梶田隆章 教授
(2015年ノーベル物理学賞受賞)
提供：東京大学宇宙線研究所

日 時：2018年2月18日(日) 14:00～16:00 (予定)
(お話しと質疑応答)

コーディネーター：佐藤 文隆先生 (京都大学 名誉教授)

場 所：大阪科学技術センター 8階大ホール

対 象：青少年とその保護者

定 員：290名 (先着順)

参 加 費：無 料

締 め 切 り：定員になり次第締め切ります

応 募 要 領：「メール」もしくは「郵便往復はがき」にて以下の通り、記入してお申し込みください。**1通のメール(ハガキ)で複数名**応募できます。**(※電話、FAXでは受付できません。)**

【メールにてご応募の方】

- (1) 件 名：梶田 隆章先生お話し会
 - (2) 参加者の ①住所 ②氏名 ③年齢 ④電話番号
 - (3) 複数名参加希望の場合、全員の ①氏名 ②年齢
- ※これらをご記入の上、下記メールアドレスまでお申し込みください。
メールアドレス kan-info@ostec.or.jp

【郵便往復はがきにてご応募の方】

<p style="text-align: center;">郵便往復はがき</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">62 55000004</p> <p style="text-align: center;">往 信</p> </div> <p>往復はがき おもと</p> <p>大阪市西区鞆本町 1-8-4</p> <p>大阪科学技術館 梶田隆章先生お話し会</p>	<p style="color: red; font-size: 1.2em;">何も記入 しないで 下さい</p> <p>事務局で記入します</p>	<p style="text-align: center;">郵便往復はがき</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center;">62 □□□□□□</p> <p style="text-align: center;">返 信</p> </div> <p>往復はがき うら</p> <p style="text-align: center;">参加代表者の方の 郵便番号 住所 氏名</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 参加者の ①住所 ②氏名 ③年齢 ④電話番号 (2) 複数名参加希望の場合、全員の ①氏名 ②年齢
---	---	--

※記入に不備があった場合や、「メール」「郵便往復はがき」以外でのご応募は無効となりますのでご注意ください。
※受付完了次第、「メール返信」もしくは「返信用はがき」にて参加の可否のご連絡を致します。
※ご応募頂いた情報は、本件以外の目的では使用致しません。

JST シンポジウム in 大阪 ～オープンイノベーションの本格的駆動に向けて～

本格的産学連携の実現に向け、如何に未来を拓くオープンイノベーションを実現していくか、産学官の有識者が一堂に会して検討するシンポジウムを開催します。

開催日時：2018年2月26日(月) 13:30～16:00
会 場：グランフロント大阪 コングレコンベンションセンター ホールA
主 催：国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
後 援：うめきた2期みどりとイノベーションの融合拠点形成推進協議会
参加登録：無料 事前登録制 ▶ <http://www.jst.go.jp/tt/west2018>



《貸会場のご案内》

豊かな緑に囲まれた抜群の環境下、バラエティに富んだ全 19 室のスペースをご用意して、多彩なコンベンションを快適にサポートします。(全室インターネット対応)



8F 大ホール
大人数の講演会や講習会、表彰式などのビッグイベントに最適。



8F 中・小ホール
講習会・試験・展示会・ワークショップ等広い空間を最大限に活かした多目的ホール。



瀟洒な内装が好評の700号室。大切な方を招いての会議・セミナーに最適な全4室。



小人数のセミナーや研修、採用面接にぴったりの落ち着いた雰囲気、の全5室のコミュニケーション空間。



小人数での会議から100名以上の講習会まで対応可能な全5室。



専用ロビーを有する静かで明るいミーティングルーム2室。

OSTEC

一般財団法人

大阪科学技術センター

〒550-0004 大阪市西区靛本町1丁目8番4号

TEL(06)6443-5316 FAX(06)6443-5319

<http://www.ostec.or.jp/>

the OSTEC [ジ・オステック]

2018年1月5日 第27巻1号(通巻189号)

編集 / (一財)大阪科学技術センター 総務部

発行人 / 専務理事 西内 誠

発行 / (一財)大阪科学技術センター

大阪市西区靛本町1丁目8番4号

〒550-0004

TEL.(06) 6443-5316

FAX.(06) 6443-5319

制作 / (株) ケーエスアイ

部屋名	収容人数(人)	広さ(m ²)	
8F	大ホール	294(固定)	360
	中ホール	S型: 135 □型: 66	154
	小ホール	S型: 81 □型: 42	102
7F	700	S型: 76 □型: 40	146
	701	S型: 90 □型: 36	102
	702	S型: 63 □型: 36	102
	703	16〇型(固定)	51
6F	600	S型: 60 □型: 32	88
	601~3	S型: 27 □型: 24	51
	605	S型: 60 □型: 42	88
4F	401	S型: 135 □型: 60	154
	402	S型: 28 □型: 20	51
	403	S型: 60 □型: 42	88
	404	S型: 90 □型: 42	102
	405	S型: 88 □型: 44	102
B1F	B101	S型: 81 □型: 44	102
	B102	S型: 60 □型: 42	88

交通のご案内

貸会場をお探しの方はお気軽に

- 平日(月~土)9時~21時まで利用可
- 日・祝日も営業(9時~17時)
- 交通の便抜群(大阪駅から約15分)
- 環境抜群(ビジネス街で眼下に靛公園の緑)
- 各種視聴覚機器を完備
- ご予約は、当月から起算して12ヶ月先まで受付



- ※新大阪から
地下鉄御堂筋線本町下車
徒歩8分
- ※大阪駅から
地下鉄四つ橋線本町下車
北へ徒歩5分
- または肥後橋下車南へ5分
うつぼ公園北角

ご予約お問合せ

〒550-0004 大阪市西区靛本町1丁目8番4号

(一財)大阪科学技術センター 貸会場担当

<http://www.ostec.or.jp/ostec-room>

TEL:06-6443-5324 FAX:06-6443-5315