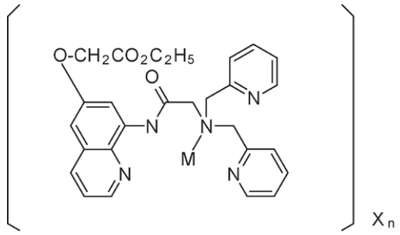
同志社大学 特許情報
「知」の軌跡
Patent Information

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

抗癌剤

特許番号	特許第6154231号	登録日	2017年6月9日
出願番号	特願2013-151507	出願日	2013年7月22日
権利者	学校法人同志社	発明者	人見 穣
適用分野・用途	ライフイノベーション		



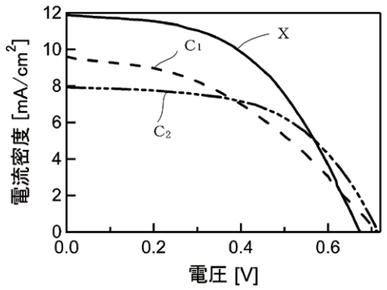
【目的】
高価な貴金属を使用せず安価で従来の白金製剤とは作用機序が異なる抗癌剤の提供。

【解決手段】
上記一般式で表される金属錯体を有効成分として含有する抗癌剤。
（式中Ｍは鉄、マンガン又はコバルトの何れかを表す。
Ｘは対イオンを表す、ｎは１又は２を表す。）

発明の名称

色素増感型光電変換素子の光入射側電極の製造法

特許番号	特許第6269923号	登録日	2018年1月12日
出願番号	特願2013-196730	出願日	2013年9月24日
権利者	学校法人同志社	発明者	吉門 進三
適用分野・用途	グリーンイノベーション		



グラフ中、X、C_1及びC_2は、それぞれ、実施例１、比較例１及び比較例２。結果、実施例１、比較例１、比較例２の順に、短絡電流密度が大きくなる。

【目的】
色素増感型光電変換素子の光入射側電極を安価、かつ安定的に製造可能な方法を提供。

【解決手段】
以下の工程を含む製造方法。

- 工程１ 平均粒径が異なる複数の半導体微粒子群を準備
- 工程２ 複数の半導体微粒子群のそれぞれを個別に分散媒中に混ぜて複数のコロイドを形成
- 工程３ 平均粒径が最小の半導体微粒子群のコロイド中に、一方が透明導電膜を有する透明基板からなる一対の電極を挿入し、電極間に電流を流して電気泳動を行う
- 工程４ 電気泳動の間に、残りの半導体微粒子群のコロイドを平均粒径が小さいものから順に所定の時間間隔で所定量添加し、透明基板の透明導電膜上に半導体微粒子を積層
- 工程５ 半導体微粒子を積層した透明基板を熱処理
- 工程６ 当該透明基板上の半導体微粒子層に色素を吸着させる

特許についてのお問い合わせ先
同志社大学知的財産センター　TEL：0774-65-6900　FAX：0774-65-6773　E-mail：jt-chiza@mail.doshisha.ac.jp

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

LIAISON vol. 55

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 楽友館 2階　TEL：075-251-3147　FAX：075-251-3046　E-mail：ji-liais@mail.doshisha.ac.jp
http://liaison.doshisha.ac.jp/　2018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。

2018.8
vol. 55

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　先端基盤技術の導入で加速する産官学連携

医療・創薬分野における イメージング質量分析法の新展開

野口 範子
同志社大学 生命医科学部長 / 生命医科学部 医生命システム学科 教授

池川 雅哉
同志社大学 生命医科学部 医生命システム学科 教授

角田 伸人
同志社大学 生命医科学部 医生命システム学科 助教

植田 初江
国立循環器病研究センター 病理部長 / バイオバンク長

▸ LIAISON OFFICE NEWS & TOPICS
▸ 研究者をたずねて
古賀 智之 理工学部 機能分子・生命化学科 教授 ／ **田中 あゆみ** 心理学部 心理学科 教授 ／ **児玉 俊洋** 大学院 ビジネス研究科 教授

医療・創薬分野における イメージング質量分析法の新展開

―先端基盤技術の導入で加速する産官学連携―

2017年、優れたイメージング機能を搭載した最新の質量分析機器が生命医科学部に導入されました。この技術を用いることで、組織の病理学的解析情報や組織切片上での位置情報を取得できるため、新たなバイオマーカーや創薬標的の探索、薬剤の作用機序の解明や病理学における方法論の確立など多岐にわたる応用が可能になりました。今回は、生命医科学部と国立循環器病研究センターの研究者を招き、イメージング質量分析法が持つ可能性や応用研究への展望について、語っていただきました。

KEY WORD 質量分析法

適当なイオン化法を用いて物質を原子・分子レベルの微細なイオンにし、その質量数と数を測定することで、物質の同定や定量を行う方法。物質の状態や化学的性質には依存せず、イオン計数法などが利用できるので検出感度が極めて高く、迅速かつ正確な分析が可能。2002年にノーベル化学賞を受賞した田中耕一氏のソフトレーザー脱離イオン化法とJ.B.Fenn氏によるエレクトロスプレーイオン化の開発により、解析対象は高分子化合物にも広がった。

池川 雅哉
Ikegawa Masaya
同志社大学
生命医科学部
医生命システム学科 教授

野口 範子
Noguchi Noriko
同志社大学
生命医科学部長 /
生命医科学部
医生命システム学科 教授

植田 初江
Ueda Hatsue
国立循環器病研究センター
病理部長 /
バイオバンク長

角田 伸人
Kakuda Nobuto
同志社大学
生命医科学部
医生命システム学科 助教

解析速度・解像度・正確性に優れた最新分析機器を日本で初めて導入。

野口：本日は「医療・創薬分野におけるイメージング質量分析法」というテーマのもと、本学における質量分析法を用いた研究の成果や国立循環器病研究センターとの共同研究について、意見交換をさせていただきたいと思います。はじめに、池川先生が質量分析法を用いる研究に着手した経緯を教えてください。

池川：私が本学に着任した2013年にはプロテオミクス（タンパク質の構造・機能を総合的に研究する分野）研究に最新技術を取り入れ、得られた成果を臨床現場に還元したいという思いがありました。そこで、急速に発展していた質量分析法の中でもMALDI（マトリックス支援レーザー脱離イオン化法）型質量分析や、LC（液体クロマトグラフ）型質量分析などの新技術を導入しながら研究を続けてまいりました。しばらくして、病理学の分野でイメージング機能を有する質量分析技術が開発され、プロテオミクス研究にはタンパク質レベルの組織解析が可能なイメージング技術が理想的だと考え、現在はこの技術を主軸に置き、研究に取り組んでいます。

野口：今日のプロテオミクス研究において、質量分析は欠かせない技術です。2017年に導入したイメージング質量分析機器（イメージング・マススペクトロメトリー：IMS）図1 にはどのような特徴があるのでしょうか。

池川：高解像度の画像を高速で取得することができます。従来であれば、試料となる組織の断片を一つひとつプレートに乗せて解析しなければいけませんでした。しかし、この装置を用いて、特殊なコーティングが施されたグラスの上に試料を乗せて解析を行えば、サンプルステージは自動的に移動するため、広域を短時間で解析することが可能です。また、最小で20μmごとにレーザーを照射できるため、非常に高い解像度の解析データを得られます。この世界最速レベルの解析速度を誇るイメージング質量分析機器の導入は国内初の事例となりますので、さまざまな分野から注目されています。

植田：これほど鮮明にイメージングできる技術は画期的でした。病理の分野では、これまで物質・分子の増減を把握するために試料を擦り潰して分析する手法が一般的でしたが、同志社大学が取り入れたマシンを駆使すると、試料の構造を破壊せずそのままで、何の物質が「どこで」増減しているかを確認できるようになりました。これは臨床・病理の現場では非常に重宝される情報です。

角田：位置情報の正確性に加え、大量の分子を同時に検出できる点にも驚きましたね。私が専門とするアルツハイマー病の研究では、抗体を用いて実験サンプル中の抗原（生物体内で抗体を形成・出現させる物質）を検出する免疫染色という手法で、アミロイドβと呼ばれるタンパク質の蓄積を測定してきました。しかし、一枚の組織切片に対して、多くても2・3種類のアミロイドβしか検出できないだけでなく、組織切片のわずかな厚さの違いで位置情報がずれるという欠点がありました。この機器の導入により、従来の難点は克服され、研究は劇的な発展を遂げています。

アルツハイマー病脳に蓄積するアミロイドβを網羅的に解析。超早期診断法の確立を目指す。

野口：池川先生と角田先生の研究はメディアに取り上げられて話題になりましたが、どのような発見があったのか教えてください。

角田：アルツハイマー病を引き起こす一つの原因として、アミロイドβの蓄積が挙げられます。アミロイドβは脳内で作られたタンパク質が分解されたもので、通常であれば短期間で分解・排出されます。しかし、アミロイドβは毒性も持ち、脳内に蓄積すると神経細胞を死滅させてしまうため、脳が萎縮して認知症を発症させると考えられています。今回、ブルカージャパン株式会社や東京都健康長寿医療センターの協力を得て、ヒト脳を対象としたIMSによる病理研究を行い、アミロイドβの蓄積から排出までの挙動や機序を把握することができました。また、脳内に蓄積するアミロイドβには、アミロイドβ40やアミロイドβ42など複数種が存在するとわかっていますが、これまで発見されてこなかったアミロイドβ41を世界で初めて検出しました 図2 。

池川：質量分析を用いて、新たな分子を発見できたことは前代未聞です。長年、アルツハイマー病の研究に従事する井原康夫元教授（生命医科学部）に成果を報告した時、言葉を失うほどの感銘を受けてくださったのは印象的でした。このような歴史的瞬間に立ち会うことができ、一研究者として大変嬉しく思います。

野口：大きな研究成果ですね。この発見は今後、どのような研究へと発展するのでしょうか。

角田：アミロイドβ41の発見によって、アミロイドβ40・41は凝集しにくく血管に沈着しやすい一方で、アミロイドβ42は脳内に蓄積されやすいなど、アミロイドβ40・42だけでは判断できなかったさまざまな境界線や性質が明確になってきました。これらの特徴を糸口にした超早期診断方法の開発にも取り組んでいきたいです。

国内最高峰の研究機関、国立循環器病研究センターと連携。拡張型心筋症の機序解明を目指す。

野口：アルツハイマー病研究について話を伺いましたが、植田先生が在籍している国立循環器病研究センターと池川先生が取り組んできた共同研究の概要を教えてください。

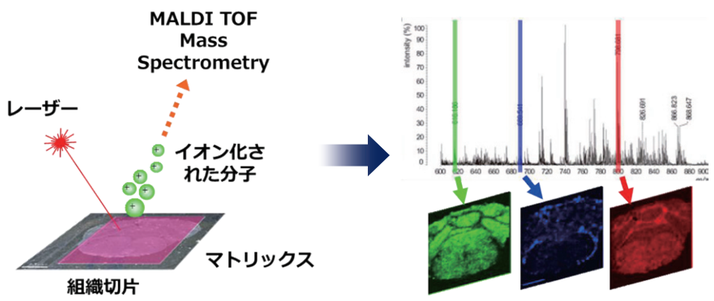
植田：池川先生との共同研究は10年ほど前からスタートしました。最初は、浜松医科大学で行われた大動脈に関する先行研究を基に、頸動脈における動脈硬化症に関する研究を行いました。ご存知の通り、比較的小さな血管である頸動脈で動脈硬化が起こり、プラーク（壊死物質や脂質、増殖した血管平滑筋細胞などの固まり）が蓄積した場合、頸動脈が破裂し、脳梗塞や心筋梗塞を発症する恐れがあります。近年では手術によってプラークを取り除くことができますので、そのプラークを試料として質量分析を行い、動脈硬化・プラークの蓄積・動脈の破裂といった一連のメカニズムを解明しようと立ち上がりました 図3 。

池川：日本でも脳梗塞や心筋梗塞が増加しているように、動脈硬化は世界的にも非常に重要な医療課題とされていますが、数万人の患者からデータを収集して、集約的な研究を行う必要があると言われています。国立循環器病研究センターには、医療情報や知見が多く蓄積されていますので、それらを活用して日本人特有のプラークに関する病理を評価したり、治療方法を模索したりしています。

野口：国立循環器病研究センターと池川先生はこれまでも密に連携しながら研究を進めてきたようですね。今回、導入したIMSを用いることで、研究にどのような進展がありましたか。

池川：もともと、国立循環器病研究センターで部長を務められていた先生が、京都大学附属病院の心臓外科で臨床医として勤められることになり、これを機に国立循環器病研究センターやアカデミアとの交流・連携を深め

図1 イメージング質量分析法の原理

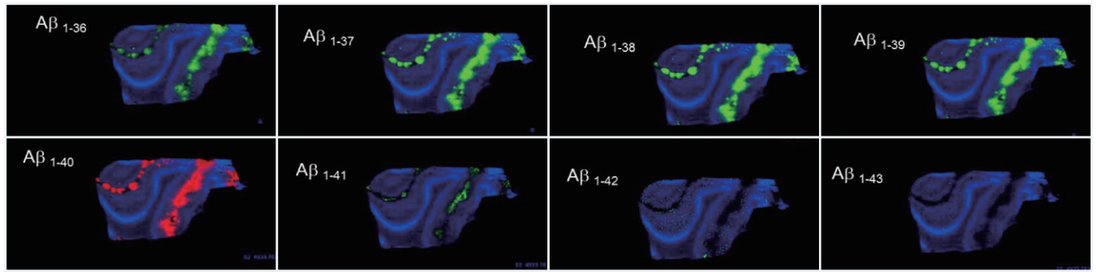


組織切片上で質量分析を行うことで、生体分子や投与薬剤を*in situ*で検出

生体組織上における目的化合物の分布を画像として表示する

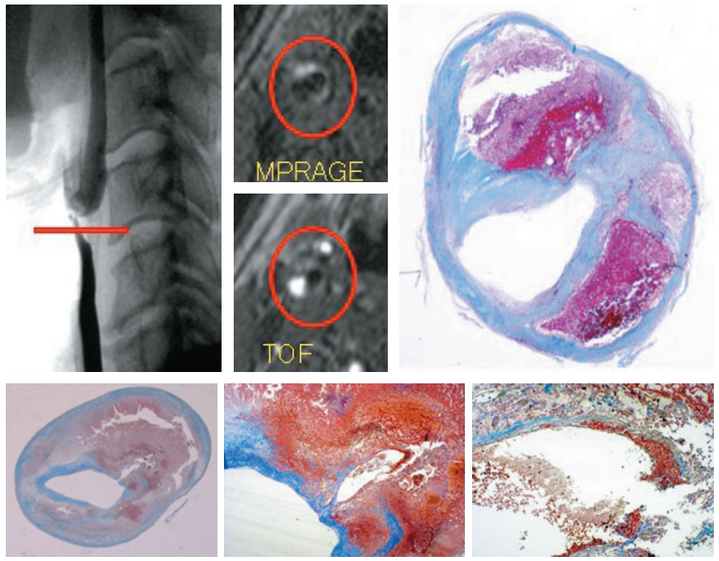
図2 アルツハイマー病脳病理をイメージング質量分析

抗体を用いることなく、脳・血管周囲に蓄積したアミロイドβの全ての断片を高解像度で解析することに世界で初めて成功した。



Kakuda, N. et al. *Acta Neuropathol. Commun.* 5,73(2017).

図3 動脈硬化のプロテオミック・バイオマーカー探索



Modifed from Saito, K. et al. *Stroke* 45,3037(2014).

ようと動き出しました。その流れの中で、拡張型心筋症を研究する京都大学の研修医の方がハムスターを使って移植実験に伴う拒絶反応を調査するため、本学のIMSを用いて質量分析を行うことになりました。一般的に、心臓外科医は生後20週や30週のハムスターを対象に調査をしていますが、4・5週目のハムスターで実験したところ、非常に早期の段階から炎症を起こしていることが新たに判明しました。

植田：一目見た時に、炎症の強さに驚きました。IMSでハムスターを毎週観測し続けたら、炎症が先行した拡張心筋症の新たなモデルになるのではないかと思い、実験を続けてもらっています。

池川：他大学のメタボロミクス（質量分析を使って代謝物を分析し、生命現象を解明する研究分野）の研究グループが拡張型心筋症における左心室のメタボローム解析を行っていました。しかし、メタボローム解析の場合、一点あたりのデータ量が非常に多いため、解析できたのは4週目と16週目のハムスターから得られるデータのみでした。IMSは高速で解析を行うことができるため、先行した大学の研究では明らかにできなかった期間における病態の進行プロセスを解明できると考えています。

野口：私も動脈硬化症の研究を進めているので、今後どのような発見があるのか非常に興味深いです。研究の進展に期待しましょう。

産官学連携で生み出すイノベーションの機運。IMSを主軸に、本格始動。

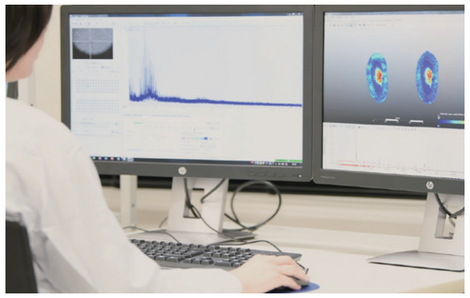
野口：池川先生と植田先生の研究ネットワークを使って、人材育成にも尽力されていると伺いました。

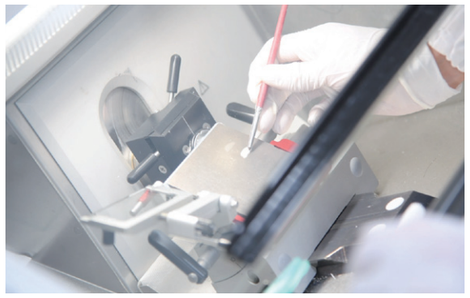
池川：植田先生をはじめとした先生方のご厚意で、私の研究室の学生をパリ大学の連携病院に派遣することができました。学生は現代的なオミックス解析（生体内の分子全体を網羅的に解析し、生命現象を包括的に調べる手法）を用いて、心臓移植の拒絶反応に関する研究成果を出しています。今後は学生を海外に送り出すだけでなく、学生の受け入れも積極的に行うことで、グローバルな研究ネットワークを広げていきたいですね。

植田：同志社大学とは、2014年に教育・研究・医療に関わる交流を目的とした包括協定を締結しています。私達の共同研究以外にも複数の研究が既に行われているようですが、IMSの技術を基盤としたさらなる連携が実施されるでしょう。また、2019年に国立循環器病研究センターはJR京都線岸辺駅の北側にある旧国鉄吹田操車場跡地に移転しますが、これを機に同センター内にオープンイノベーションセンターを設置する予定です。このセンターの隣には大規模な病院が隣接する予定ですので、企業・大学・研究機関の知識と技術を集結させた、新たなイノベーション拠点となるでしょう。

野口：本学もそのようなイノベーションの場に積極的に参画し、革新的な技術・製品の開発に貢献したいですね。オープンイノベーションセンターに入居する企業は既に決定しているのでしょうか。

IMSを用いた生体機能分子の研究





植田：製薬会社などの医療系企業が入居する予定だと聞いています。

池川：他にも、健康管理や健康促進を目的とした商品やサービスを提供する健康産業の企業が参画する可能性も考えられますね。病院や企業などの臨床応用を見据えた研究でも、IMSは十分に効力を発揮するはずです。

角田：臨床施設との連携には、動物実験では発見できない疾患の原因や発症メカニズムを解明できるなど、多くのメリットがあります。先程申し上げましたアルツハイマー病に関する研究でも、東京都健康長寿医療センターに保存されているブレインバンク（医療研究の発展を目的に、患者が死後、自身の脳を提供するシステム）を活用させていただきました。このようなご協力があったからこそ、研究成果を生み出すことができました。

池川：角田先生が現在取り組んでいる超早期診断方法の開発に向けた研究では、血中のペプチドを計量・分析して新たなバイオマーカーを探索する必要があります。特定の病態を表す患者だけではなく、別の病態の患者や健常者に関するサンプルがあれば、実験の幅はさらに広がるはずです。

野口：産官学連携がイノベーションを創出するための重大な役割を担うと、研究者としても実感しています。本学も産官学連携の場として、5月にブルカージャパン株式会社と生命医科学部の共催で「加速する分子イメージングの世界」をテーマにしたセミナーを開催しました。外国からも多くのスピーカーが登壇してくださいましたね。

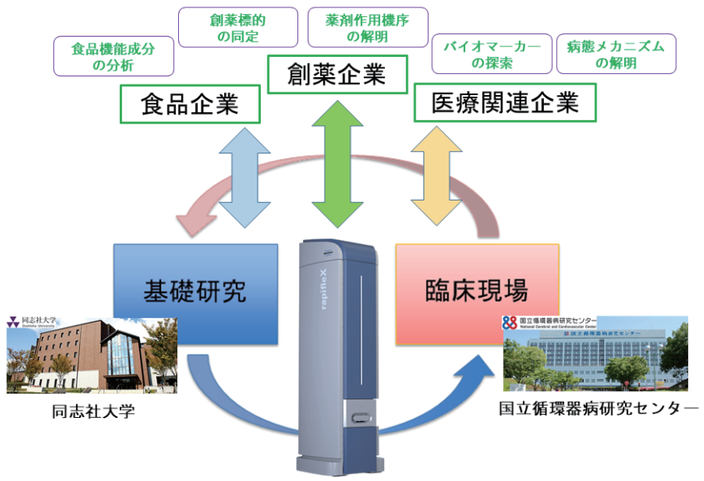
池川：80名を超える参加者のうち、半数以上は企業の研究者でした。イメージング技術はこの10年ほどで驚異的に発展しており、製薬業界をはじめとしたさまざまな業界・企業から熱い視線が注がれています。

野口：このセミナーではさまざまな企業の方と意見交換ができ、非常に有意義なものになりました。IMSを研究基盤とした産官学連携が進めば、新たなイノベーションを創造できるでしょう。

池川：私が描く産官学連携の近未来構想は、国立循環器病研究センターと連携しながら本学が中核となった「イメージング質量分析法を活用した研究センター」を設立することです。本学が開発した基盤技術と国立循環器病研究センターの先進的な医療リソースを用いて、このセンターに参画する企業や研究機関が医療・創薬・食品分野で応用展開を目指すことが目的です。同時に、これらの分野の将来を担う若手人材育成にも注力したいと考えています 図4 。

野口：その実現のために、今年の8月30日・31日に東京ビッグサイトで開催されるイノベーション・ジャパン2018をはじめとする展示会やイベントで、研究の発表や企業との情報交換を予定されているのですね。大いなる成果を期待しましょう。

図4 イメージング質量分析法で橋渡すオープンイノベーション



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

「第5回 同志社大学『新ビジネス』フォーラム」を開催

日時：2018年1月29日（月）　場所：同志社大学東京サテライト・キャンパス（東京都中央区）

今回は「超音波技術による医療、計測、光学分野への応用」をテーマに掲げ、首都圏を中心とする企業や研究機関などからの出席者を前に４名の教員が本学における超音波研究や研究内容を紹介しました。

渡辺好章教授から超音波技術とエレクトロニクスの融合によって生まれた超音波エレクトロニクスの概念や本学における研究の現況・歩みを紹介し、小山大介教授からは「超音波技術によるレンズ革命」と題して、超音波の放射力を用いてレンズの形状や屈折率分布を変化させ、モジュール全体の小型・薄型化と高速応答化を実現できる可変焦点レンズについての発表がありました。また、秋山いわき教授からは「超音波照射による先端医療技術開発について」と題し、本学超音波医科学研究センターで開発されたMRIと超音波の同時撮像によるマルチモダリティイメージングシステムと、超音波過加熱による音速変化を無侵襲に測定する熱物性イメージングシステムについての発表がありました。さらに、松川真美教授からは、「超音波で骨を診る－ミクロ&マクロな視点から－」と題して、生体材料としての骨の超音波物性と、骨の成長が大きな課題となる中高生の超音波骨診断技術を取り上げ、最新の成果について発表がありました。

各講演の質疑応答では、出席者から熱心な質問が続き、研究テーマの内容だけでなく、産学連携の可能性など密度の濃い意見交換、情報交換がなされました。

着任紹介

リエゾンオフィス所長

加藤（かとう） 将樹（まさき）（理工学部 機能分子・生命化学科 教授）

４月よりリエゾンオフィス所長を拝命いたしました。私の専門は、強い電子相関に基づく特異な電気・磁気特性を示す遷移金属化合物の固体化学や物性化学で、研究は基礎科学的なものが中心です。私自身はこれまで産業界などとの連携をあまり意識しておりませんでしたが、本学の教職員とともに産業界や地域との連携をより一層、推進し、本学の特色を活かした産官学連携の発展に少しでも貢献できるよう、微力を尽くしてまいります。何卒ご指導ご鞭撻のほどお願い申し上げます。

研究開発推進課 知的財産センター担当

飛野（ひの） 達（さとる）

6月に着任いたしました飛野達と申します。民間企業の研究職を経た後、2013年に中途採用で同志社大学に入社しました。入社後は免許資格課程センターにて、教員免許取得を目指す学生のサポートなど、教育に関わる業務に携わりましたが、この度、知的財産センター担当となり、研究分野の業務に携われることを大変嬉しく思います。知的財産管理業務について、1日も早く知識を身につけ、業務を通じて大学や社会に貢献できるように努力いたします。

EXHIBITION

E

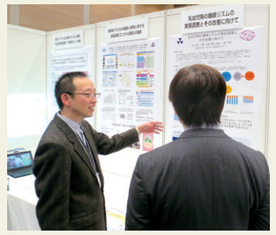
「イノベーションストリーム KANSAI 2018」に出展

日時：2018年2月26日（月）・27日（火）　場所：グランフロント大阪コングレコンベンションセンター（大阪府大阪市）

2018年２月26日（月）・27日（火）にグランフロント大阪コングレコンベンションセンターにて、「イノベーションストリーム KANSAI 2018」（主催：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）が開催されました。

うめきた２期区域では、関西一円の研究開発拠点や大学などで生み出された新たな技術と産業・ユーザーが既存の垣根を越えて繋がり、新たな価値を生み出すイノベーションのハブ機能の実現を目指しており、本イベントには関西に拠点を置く９大学・３研究機関の出展がありました。

本学からは、文部科学省の共同利用・共同研究拠点である「赤ちゃん学研究センター」が、医学、心理学、保育・教育学、工学、生物学、看護学など多彩な研究分野を融合させた“赤ちゃん学”のユニークな研究テーマのうち、「自閉スペクトラム症の発症メカニズムの解明～オープンシステムサイエンスで迫る～」「子どものための音環境とは～保育園の音の響きと子どもの聴く力～」「乳幼児期の睡眠リズムの実態調査とその改善に向けて」など６題について紹介しました。本学ブースに来られた多くのご来場者の方と、研究内容や技術連携に関する議論が活発になされました。また、ショート・プレゼンには赤ちゃん学研究センターの小西行郎センター長・教授、加藤正晴准教授、松田佳尚准教授も登壇し、ユニークな研究拠点の活動を幅広く紹介する有意義な機会となりました。



UNIVERSITY

U

D-egg（同志社大学連携型起業家育成施設）入居者募集中

D-eggは、同志社大学京田辺キャンパスにおいて中小機構・京都府・京田辺市が一体となり運営するインキュベーション施設です。IM（インキュベーションマネージャー）が常駐し、事業スペース（全33室）を提供するとともに、入居者が抱えるさまざまな課題について相談・支援を行っています。新たなアイデアや技術の実現を目指す起業家の皆様、どうぞお気軽にご連絡ください。

入居企業紹介

エム・テックス株式会社

D-eggを研究開発拠点として、同志社大学 理工学部 廣垣俊樹教授とナノファイバー繊維および製造技術に関する共同開発を実施しています。新しいナノファイバー製造装置の開発や改良、各種特性データの取得・解析、学会への発表など、ナノファイバーの新規用途開発および事業化に向けて奔走される毎日です。

（同志社大学 D-egg インキュベーションマネージャー　野村 聡）

M-TEchX Inc.

会社情報

代 表 者：代表取締役　曽田 浩義
本社住所：東京都渋谷区東３丁目25-11　LUCID SQUARE EBISU 6F
連 絡 先：本社　03-5774-0750
D-egg　0774-74-8827（担当：卜部（うらべ） 賢一）
U R L：http://www.mtechx.co.jp/jpn/

事業内容

- ナノファイバー量産機械装置の開発
- ナノファイバー応用製品の研究開発
- 化学繊維製造・販売

応用製品例

お問い合わせ先
D-egg IM室
〒610-0332 京都府京田辺市興戸地蔵谷１番地 同志社大学京田辺キャンパス業成館
Tel：0774-68-1378　メール：D-egg_info@smrj.go.jp　URL：http://www.smrj.go.jp/incubation/d-egg/

研究者をたずねて 1

生体の持つ機能や特性をヒントに、革新的な高分子材料の創製に挑む。

古賀 智之（こが ともゆき） 理工学部 機能分子・生命化学科 教授

微細なナノスケールで高分子を精密にデザインし、スマートな機能を持つ材料を開発。

人類は幾多にわたる材料の変遷を経験してきた。石器時代には硬い石を加工して道具として使い、青銅器時代や鉄器時代には石よりも強度が高く、加工性に優れた金属が登場した。そして18世紀に起こった産業革命による技術革新を皮切りに化学工業は爆発的な成長を遂げ、ゴム・プラスチックなどが活躍する「高分子の時代」となった。現在では、さまざまな機能性高分子が開発され、私たちの生活を支えている。「高分子が発現する機能や特性は一次構造だけでなく、それらが組織化された高次構造にも強く依存します。そのためナノスケールの構造を自在に制御する技術開発は重要です」と話す古賀教授は、アミノ酸やペプチドのような生体分子と合成分子を掛け合わせ、スマートかつユニークな特性を持つ高分子材料の開発に挑んでいる。「例えば、タンパク質のように生体の持つ精緻な構造と豊富な機能は絶好の研究対象です。生体の優れた機能をヒントにしながら高分子を設計・合成し、世界には未だ存在しない優れた特性を持った材料の開発を目指しています」。古賀教授は現在、さまざまな形状・サイズの三次元・ナノ構造体をボトムアップ的に創製する「プログラム化されたペプチド自己組織化技術」に取り組み、ナノファイバーやナノチューブ、球状・棒状ミセルなどに自己組織化する人工ペプチド群や、これらを合成高分子と組み合わせたハイブリッドポリマーを合成している。「分子が一定の条件下で、自発的に集まってナノ構造を形成するには、分子間で非共有結合性の相互作用を精密かつ適切に働かせる必要があります。こうした分子の設計にペプチドは非常に適しています」。この自己組織化技術を用いて、pH変化などの外部刺激に高速応答するハイドロゲル 図1 や自己修復性フィルム材料を開発してきた古賀教授に多方面から大きな注目が集まっている。

PROFESSOR'S PROFILE

同志社大学工学部工業化学科卒業、同志社大学大学院工学研究科工業化学専攻修了。産業技術総合研究所界面ナノアーキテクトニクス研究センター博士研究員、名古屋工業大学博士研究員、カリフォルニア工科大学客員研究員などを経て、現職に至る。高分子化学・生体高分子を専門とし、「人工ペプチド・タンパク質を基盤とする自己組織性ナノバイオ材料の開発」や「機能性ブロックポリマーの開発」を研究テーマとする。

組み合わせ次第で発現する機能は多種多様。アミノ酸が持つ可能性に迫る。

肌・毛髪・筋肉など姿形を変えて多岐にわたる働きを見せるタンパク質は、生体内のあらゆる場所に存在し、生命活動を支える最も重要な物質と言っても過言ではない。その数は約10万種類と言われているが、タンパク質自体はわずか20種類のアミノ酸が結合して作られている。「発現する機能はアミノ酸の組み合わせ次第です。そのような意味でも、機能性高分子の研究において、アミノ酸が秘めるポテンシャルは無限大と言えるでしょう」。アミノ酸は基本骨格が類似しているので同一の合成戦略を適用しやすい。タンパク質のように縮合重合により高分子化することはもちろん、ビニルモノマー型にして連鎖重合で高分子化することもできる。分子量のコントロールも可能なので、材料開発に非常に適している素材だという。古賀教授はアミノ酸を利用した研究を進め、近年では温度操作によって形状を変化・固定させたり、元の形に回復させたりできる形状記憶ハイドロゲル 図2 や、任意の温度で膨潤・収縮するゲルなどユニークなソフトマテリアルの開発にも成功した。「アミノ酸は環境に優しいだけでなく、生体に対する適合性が高いのも特徴です。アミノ酸を用いたゲルは、細胞工学の足場材料にもなりますし、特定の刺激に応答して内包した物質を放出するスマート・ドラッグデリバリーシステムへの応用も期待されます」。医学や薬学などの生体を対象とした分野では、信用性の観点から新規材料が敬遠されることも少なくないが、新しい技術を導入せずに既存の材料に依存していては科学の発展は見込めない。生体への適合性が高いアミノ酸を用いた古賀教授の研究が生命化学の発展に新たな風を吹き込むことを期待したい。

古賀教授のようにアミノ酸を用いて高分子材料にアプローチする研究は、未だ謎に包まれている部分が多い。「思い描いている機能が発現しない場合は分子の再設計と検証を繰り返しますが、新しい高分子がうまく合成できた時の喜びやワクワク感は言葉にできません。また、当初想定していなかった現象や挙動が現れることも少なくないため、そういった現象を見逃さないことも重要です。失敗を楽しむ心意気で、研究を突き詰めていけば、必ず大きな成果が出ると信じています」と古賀教授は微笑んだ。

企業と手を取り合いながら、新規材料の研究シーズを世に送り出す。

産官学連携やシーズ発表の機会を通して、独自性と新規性に富む古賀教授の研究に関心を持つ企業は多い。古賀教授もそのような企業からの質問や打診を受けて、機能性高分子が秘める可能性を改めて実感するという。「企業からの貴重なご意見は研究にもフィードバックしていきたいですし、私どもの研究成果が製品開発のヒントになると嬉しいです」。材料設計の基本的な原理・原則を確立することが大学の一つの使命である一方で、研究成果を世に送り出すためには企業との連携が不可欠だ。「大学は機能や特性に着目して新規高分子素材の研究・開発を進められるので、その研究成果や知見を提供することはできますが、製品化のための市場調査や生産技術、販売のノウハウは不十分です。互いの長所を活かした産官学連携を行い、私たちの生活をより豊かにするような材料の創製に繋げたいです」と古賀教授は語る。大学と企業が密接に連携し、そのシナジー効果から新たなイノベーションが生まれることを期待したい。

写真1 ゲルの物性を評価する装置

図1 自己組織性ペプチド - ポリマー・ハイブリッドからなるpH応答性ハイドロゲル

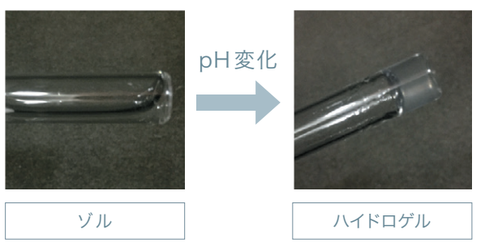
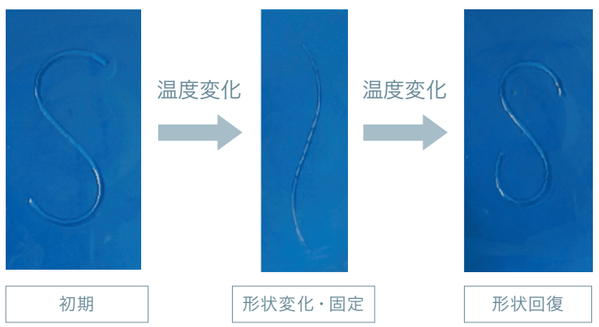


図2 アミノ酸ポリマーからなる形状記憶ゲル



研究者をたずねて 2

人々の内面に隠れた「動機づけ」のメカニズムを探る。

田中（たなか） あゆみ　心理学部 心理学科 教授

PROFESSOR'S PROFILE

同志社大学文学部文化学科心理学専攻卒業、同志社大学大学院文学研究科心理学専攻博士課程終了。ヒューマン・モチベーションを専門領域とし「達成目標の効果」や「自律性・自己決定とその支援」を研究テーマとする。主な著書は『絶対役立つ教育心理学』（共著）写真1 。文部科学省の科学研究費助成事業の一つである新学術領域研究「意思動力学（ウィルダイナミクス）の創製と推進」を遂行する代表研究者のうちの一人。

行動の理由となるモチベーションを活用し、人々の能力を最大限引き出す。

人は何のために行動するのか。純粋な好奇心や優越感・報酬の獲得など、さまざまな理由が原動力となるように、人間を含めたあらゆる生物の行動には何らかの動機づけが作用していると考えられている。「動機づけを科学的に解明するには、動機づけに関する次元や要素を整理して、法則を導き出すことが必要です」と話す田中教授が心理学の扉を開いたのは、大学生の時に配属された研究室がきっかけであった。当時の指導教官であった故 山内弘継先生（本学名誉教授）は1950年代にアメリカで提唱されて以来、今日まで世界中で研究され続けている「達成動機づけ（目標に向かって努力し、物事を達成しようとする動機づけ）」の概念をいち早く日本に導入した研究者だ。当該分野の権威である山内先生の指導のもと、田中教授は心理学の奥深さと魅力に惹かれ、研究者としての道を歩むことを決意。山内先生の研究を引き継ぎ、達成感や有能感、他者との関係性など人間特有の動機づけ「ヒューマン・モチベーション」を専門的に研究している。「研究が発展すれば、個人の能力を最大限に発揮できるような動機づけや、効果的なサポート方法を解明できるかもしれません。心理学は大きな効果（影響力）のある現象を見出すのは難しい学問だと思いますが、誰にでも共通するような普遍的な理論の確立を目標に、日々奮闘しています」。田中教授の熱意あふれる言葉とまなざしから、心理学が秘める大きな可能性が感じられた。

写真1

『絶対役立つ教育心理学』（ミネルヴァ書房）

写真2　NIRSを使った実験風景

図1　「意思動力学（ウィルダイナミクス）の創成と推進」の領域概要

最新の画像処理技術を用いて考える、心と脳の結びつき。再現性のある研究を目指す。

近年、科学技術の発達により、MRIやCTをはじめとした画像処理技術は急速な進歩を遂げている。さらに、これらを用いることで、脳の活動が可視化でき、人の知覚や記憶、学習などの情報処理に関する研究は目覚ましく発展した。これに伴い、心理学・神経科学・生理学などの近接領域が互いに統合した学際的な研究が活発に行われるようになり、脳における特定部位の役割や活性も心理学の新たな研究対象になっているという。「設定した達成目標次第で、前頭葉の活動が異なることも考えられます。そこで、近年は達成目標と実行機能の関連を検討する実験を行っています」。この実験では、被験者に計画力や空間認知能力を測定する課題を課し、達成目標が及ぼす影響を調査。その結果、難易度の高い課題において、他者よりも良い成績を目指す目標（パフォーマンス接近目標）を設定すると正答率は下がり、練習よりも成績が悪くならないことを目指す目標（マスタリー回避目標）を設定すると、回答への反応時間が長くなる傾向があると判明した。「実験結果から、達成目標と実行機能との関連性を検討するためのパラダイムを確立できました。今後は近赤外線分光法（NIRS：near-infrared spectroscopy）を用いることで、達成目標と課題遂行の相関関係が脳賦活にどのように反映されるかを調べる予定です」写真2 。この領域の研究では質問紙調査が一般的だが、最新機器を導入することで、今までは発見できなかった論点や、新たな理論を構築するヒントを得られる可能性も高まるだろう。「心理学の分野でも、要素や条件を整えた時に同じ事象が起きる『再現性』や、異なる分析手法を用いたり異なる集団を分析したりしても、同様の結果が得られる『頑健性』が重要視される潮流が強まってきました。学問として、発展を続けるためには、再現性や頑健性を追求し、より一般化できる効果や法則を見出すことが必要でしょう」。

異分野融合研究が始動。未来を切り拓く「意志力」の謎に迫る。

今日の教育現場では、いじめやひきこもり、少年犯罪など青少年をめぐる社会問題が増加している。社会人として自立できる人材を育成するためには、生きるための原動力となる意欲を高めることが重要だ。そこで、文部科学省は科学研究費助成事業の新学術領域研究として、2016年に「意思動力学（ウィルダイナミクス）の創成と推進 図1 」を採択した。これは、「意志力」という精神機能のメカニズムに影響を与える社会環境・体内環境の要因を突き止め、意志力を育むための支援方策を確立することを目的としている。また、このプロジェクトには、神経科学・内科学・精神病態医学・スポーツ科学など多岐にわたる分野の専門家が参加し、異分野融合型の研究が進められている。田中教授は「学校教育現場における無気力の規定因の解明：家庭環境と友人関係に着目した横断的検討」というテーマのもと、教育現場で子ども達が無気力になる仕組みを探る。「子どもを取り巻く家庭環境は、無気力になる理由の一つとして考えられます。質問紙を用いながら、親の養育態度や、パーソナリティなどが子どものモチベーションにどのような影響を与えるかを調査しています。調査結果から得られる相関関係を分析して、少しでも教育現場の実態や課題解明の糸口が見つかれば嬉しいです」。また、田中教授が参加するグループは、教室などにおけるモチベーションの伝染についても研究している。親交の深い友人の影響でモチベーションが変化したり、友人同士で脳の反応パターンが類似したりするかなど、学校で多くのサンプルをとれる利点を活かした幅広いテーマを4年間にわたって縦断的に調査していくという。「心理学は短期間で目に見える成果を出せないため、企業などの営利を目的とした団体と共同研究を行うのは難しいかもしれません。しかし、次代の担い手である子ども達のために、より良い未来を創造することの重要性に共感し、調査に協力してくださる学校には心から感謝しています」。将来の変化を予測することが困難な時代だが、田中教授の研究成果が教育現場に還元されれば、子供たちが自らの「意思」で人生を力強く切り拓いていけるだろう。

研究者をたずねて 3

実務と研究で得た知見を活かし、中小企業の事業創造を支援する。

児玉 俊洋（こだま としひろ） 大学院 ビジネス研究科 教授

PROFESSOR'S PROFILE

東京大学経済学部卒業。通商産業省（現・経済産業省）で中小企業政策・地域産業政策などに従事した後、独立行政法人経済産業研究所上席研究員、京都大学経済研究所教授、日本政策金融公庫特別参与を経て2012年度から現職。主な著作として『労働市場設計の経済分析―マッチング機能の強化に向けて』（東洋経済新報社・共著・2005年） 写真1 や『オープンイノベーションにおけるニーズ情報開示問題―TAMA協会の実績に見る解決方策の可能性―』（日本ベンチャー学会誌・2017年9月）などがある。

東京・神奈川・埼玉に集積するイノベーティブな中小企業に産業発展の可能性を見出す。

1990年代、バブル経済崩壊後の経済低迷の中、経済のグローバル化とそれ以前からの円高の影響を受けて、製造業の海外生産・海外調達が加速。産業の空洞化と国際競争力の低下が問題視され始めた。「当時、新事業創出・新産業創出の担い手として日本国内で期待されていたのは、研究開発型中小企業としてのベンチャー企業でした。しかし、研究開発型中小企業は良い研究はしているものの事業化につながっているという話はめったに聞きませんでした」。そう語るのは、20年以上にわたり中小企業の動向を追ってきた児玉教授だ。当時、関東通商産業局で商工部長や産業企画部長を務めていた児玉教授は、日本産業の活路を見出すべく、関東通商産業局職員とともに調査を開始。調査対象は、埼玉県南西部から神奈川県中央部にかけて広がる「広域多摩地域 図1 」に集積する中小企業であった。「広域多摩地域には、大企業から中小企業までさまざまな形態の企業が集積していることに加え、自社製品の売上実績に優れた企業が多いのが特徴です。売上実績が良いということは企業が市場ニーズを把握しながら製品を開発する力を持っていることを意味します」。関東通商産業局は、自社の企画・設計に基づいて新製品を開発する力を持つ企業を「製品開発型」と名付け、研究活動に重点を置く「研究開発型」や、切削・研磨・プレスなどの加工を担う「基盤技術型」と区別した。また、調査を進めるうちに、製品開発型中小企業は周囲の基盤技術型中小企業と生産分業関係を形成していることが判明。製品開発型中小企業が中核を担い大学や他企業と連携することで、広域多摩地域は技術連携集積として、新たな技術や製品、事業を生み出すポテンシャルを秘めていることがわかった。「しかし、当時は産学連携や企業間連携の前提となる大学や他企業の情報を手に入れることが難しい状況でした。まずは情報が広く行きわたるネットワークを発達させて、イノベーション創出の環境基盤を構築することを目指しました」。そこで、関東通商産業局は東京都や埼玉県、神奈川県と共同で広域多摩地域の産学連携・企業間連携の環境基盤を構築するための準備会を発足。この準備会には、当該地域に集積する中小企業や大学などの研究機関、商工団体から集まった有志数十名が参加した。児玉教授も関東通商産業局の担当部長として参加し、牽引役を担った。説明会の開催や、大企業の訪問を通して、新技術・新製品の創出を図る連携仲介組織の設立を呼びかけた結果、TAMA（Technology Advanced Metropolitan Area: 技術先進首都圏地域）協会の名で知られるTAMA産業活性化協議会（現 一般社団法人首都圏産業活性化協会）が発足した。「TAMA協会の設立は、後に経済産業省が推進する『産業クラスター計画』のモデルケースとなりました」と児玉教授は付言した。

写真1

『労働市場設計の経済分析
―マッチング機能の強化に向けて』
（東洋経済新報社・共著）

図1 広域多摩地域

（備考）
… TAMA産業活性化協会の正会員適格地域
… （社）TAMA産業活性化協会の正会員適格地域として追加された地域

大学発ベンチャー企業の経営に活かすため、実態調査で課題把握に努める。

産学連携・企業間連携からイノベーションを多数創出することを目指す「産業クラスター」研究を専門とする児玉教授は、インキュベーション施設のネットワーク作り活動にも積極的に協力している。「昨今、改めてベンチャー企業や起業家を育成する機運が高まっています。そこで、D-egg（同志社大学連携型企業家育成施設）のインキュベーションマネージャーの方が幹事役となって、関西の5つの大学（京都大学、立命館大学、龍谷大学、関西大学、同志社大学）の大学連携型ビジネスインキュベーション施設が『BI（ビジネス・インキュベータ）ネットワーク』を形成しお互いに情報交換しながら、入居企業や卒業企業の支援に活かすための活動をしています。同ネットワークから依頼をいただき、同志社大学に籍を置く研究者として、積極的に協力したいと考えました」。そう語る児玉教授は、「BIネットワーク構築支援事業」のアドバイザーを務め、事業に参画する5大学のBIによる研究会 写真2 や合同ビジネスマッチング交流会で講演などを行っている。また、同ネットワークの事業としてインキュベーション施設入居企業の実態調査に着手。売上げや営業利益などの事業成果指標をはじめとして多角的に企業を調査・分析し、入居企業の有効な経営方策を見出すことを目的としている。「インキュベーション施設を利用する企業は、研究開発だけでなく、事業化に向けたニーズ把握や生産体制の整備も必要です。実態調査で得たデータは入居企業のみならず、我が国の大学発ベンチャー企業、その他の大学連携型企業が抱える課題の把握や解決にも役立てたいです」。

ビジネスリーダーを目指して大学院で学ぶという産学連携

児玉教授が教壇に立つビジネス研究科は、地域の中小企業経営者からグローバルなビジネス分野での活躍を目指す学生まで幅広い人材が集まるビジネススクールである。児玉教授はこれまでの研究や調査で得た経験・見識を活かして、次世代を担うビジネスリーダーの育成に注力している。「ビジネス研究科では、経営判断の基礎となる知識と手法を学ぶことができます。事業を創造するために必要な考え方やフレームワークを学生がしっかりと修得できるよう、一人ひとりと向き合いながら指導することを心掛けています」。また、ビジネス研究科では、学生は自ら設定した課題への解決策について実証分析を踏まえ提案するソリューション・レポートを作成する。児玉教授の指導のもと、多くの学生が事業を生み出し、成果を上げてきた。「この実践的なレポート作成を通じて、学生はビジネスに対する洞察を深化でき、将来の製品・サービスとなるアイデアを構想することができます。ビジネスに携わる人々が事業の成功やビジネスリーダーとしての成長を目指して大学院で学ぶことは、非常に有意義な産学連携のかたちと言えるでしょう」。最前線での実務経験や、研究活動を通して培った知見を駆使し、研究・教育の現場で多才な活躍を見せる児玉教授は、今後も研究領域を拡大し、中小・ベンチャー企業、ひいては日本産業の発展に貢献したいと熱い思いを語った。

写真2

「BIネットワーク構築支援事業」研究会風景