



2012年11月30日

報道関係者各位

慶應義塾大学

KEIO TECHNO-MALL 2012(第13回慶應科学技術展)

「理学の熱情(enthusiasm) 工学の情熱(passion)」12月7日(金)開催 ～注目研究のご紹介～

慶應義塾先端科学技術研究センター(神奈川県横浜市港北区、略称:KLL)は、12月7日(金)、東京国際フォーラム(東京都千代田区丸の内)にて、「理学の熱情(enthusiasm) 工学の情熱(passion)」をテーマに、第13回慶應科学技術展「KEIO TECHNO-MALL2012」を開催いたします。

本技術展示会は、慶應義塾大学理工学部と大学院理工学研究科の研究成果を社会に発信することを目的として、大学の中で生まれたさまざまな研究成果や技術を実演や現物展示、パネル展示等(約80テーマ)を通じてご覧いただける貴重な機会となっています。

イベント概要は11月7日付プレスリリースでもご案内しておりますが、今回は、「今年の注目テーマ」として4つをご紹介します。また、今年各種メディアに取り上げていただいた「話題のテーマ」にもご注目ください。

最前線で活動する研究者や大学院生の生の声をご取材いただき、慶應義塾大学の理工学分野での研究への取り組み、そしてその成果をぜひ広くお伝えいただきますよう、お願いいたします。

今年の注目テーマ(※各研究成果の概要は次頁以降をご参照ください)

① 「画像解析技術の実用化に向けた取り組み」 理工学部 物理情報工学科 教授 田中 敏幸 (展示ブース 10,52)
② 「再生医療の発展を工学的アプローチから支える」 理工学部 機械工学科 教授 小茂鳥 潤(展示ブース5,46/ラウンドテーブルセッションⅡ12:30~13:50) 理工学部 機械工学科 専任講師 宮田 昌悟(展示ブース9)
③ 「高速・高精度テラヘルツ偏波計測技術と産業応用」 理工学部 物理学科 准教授 渡邊 紳一 (パネル72)
④ 「高分子溶融体の圧力による構造制御」 理工学部 物理学科 助教 千葉 文野 (パネル77/連携技術セミナー13:40~14:10)

今年メディアに取り上げられた話題のテーマ (※掲載紙については一例です)

理工学部 生命情報学科 准教授 牛場 潤一 (展示ブース8)

「テストの花道「BENBU キャンパスツアー 慶應義塾大学」(11月12・19日 NHK Eテレ)

理工学部 システムデザイン工学科 准教授 桂 誠一郎 (展示ブース49)

「人の筆遣いロボが再現 慶大研究者らがシステム 力加減や触感分析」(10月2日 日本経済新聞)

理工学部 物理情報工学科 准教授 白鳥 世明(展示ブース38)

「有機薄膜太陽電池セル 張り合わせ電極層形成 慶大 真空プロセス不要に 表裏両面からの光で発電」(9月12日 日刊工業新聞)

理工学部 化学科 教授 栄長 泰明(パネル76)

「ダイヤモンドで有機電解反応 慶大 天然物を高効率合成」(4月19日 日刊工業新聞)

*展示、セミナー等の詳細はWebサイトをご覧ください。URL:<http://www.kll.keio.ac.jp/ktm/>

*ご取材・掲載の際は、事前に下記までご一報下さいますようお願い申し上げます。

*本資料は文部科学記者会、科学記者会、各紙科学部、イベント欄担当等に送信しております。

本発表資料のお問い合わせ先

慶應義塾広報室 久保 Tel:03-5427-1541 Fax:03-5441-7640 E-Mail:m-koho@adst.keio.ac.jp

慶應義塾先端科学技術研究センター事務室 磯田・金丸・伊川

Tel:045-566-1794 Fax:045-566-1436 E-Mail:ktm@kll.keio.ac.jp



2014年、理工学部創立75年。

【注目研究①】 画像解析技術の実用化に向けた取り組み（展示ブース 10,52）

田中 敏幸(たなか としゆき)教授は、画像から特徴的な部分を抽出し、その特徴を数値化して分類するという一連の画像解析技術をベースに、前立腺がんの重症度をほぼ自動で診断できるシステムを発表しました。これにより、検査時間の短縮やがん化した部位の見落としを防ぐだけでなく、病理医の負担軽減に貢献できるとして期待されています。

病理診断や探索ロボットへの応用が期待される画像解析技術

近年の画像解析技術は非常に進展しており、工業製品の検品工程をはじめ、数字や文字認識などに応用されており、高速かつ高精度での処理が可能です。一方、正常な細胞と異常な細胞の識別など、生体や自然物への適用は難しく、いまだ解決できない課題を抱えています。田中教授はこの現状を打破するため、画像解析技術の実用化に取り組んでいます。展示ブース No.10 では、病理診断に活用した「画像解析による診断支援システム」を紹介し、また、展示ブース No.52 では、カメラや GPS、各種センサーを搭載して自律走行する探索ロボットのベースとなる「ジャイロ搭載の二輪ロボットカー」も併せて紹介しています。

画像解析による診断支援システム（展示ブース 10）

健康診断やがん検診で集められた検体のスクリーニングや、がん患者の細胞を使った重症度診断など、病理医の仕事の重要性が高まる一方で、病理医の育成が追いつかないと言われています。そこで画像解析技術による病理医支援を目的に、地域の病院や医院で気軽に導入できるように市販のワークステーションや高性能パソコン上で動くシステムの開発が進んでいます。検査から診断までを自動処理でき、アルゴリズムやシステムのアップデートも簡単にできるシンプルで使いやすいシステムが目標です。

本システムは大きく 3 つのステップで構成されています。まず画像から形や模様などの特徴的な部分を抽出し、その特徴を数値化し、最終的に目的に応じて分類します。この処理は改善が重ねられ、現在ではこの 3 つのステップを一度で処理できるように自動化されています。

最新の成果としては、2 種類の染色材で処理したために一部の組織が重複して染色され、見分けが付きにくくなった場合、画像解析技術でそれぞれ個別の染色処理をした 2 枚の画像として分けられるようにしたものが、あります。この重複した部分の識別は病理医ならできるのですが、コンピュータには難しかったのです。これらの成果に加え、特徴の抽出、数値化、分類といった一連のアルゴリズムのチューニングをはじめ、細部の最適化も着実に進んでおり、日々確実に判別精度は向上しています。現在は、日本人に多いとされる腺がんを中心に判別できるがんの種類を増やしており、今後は腺がん以外のがんにも適用できるように特徴の数値化の手法や分類のアルゴリズムを拡充させているところです。

ジャイロ搭載の二輪ロボットカー(展示ブース 52)

一方、産業分野への取り組みとして、自律走行可能な探索用ロボットの研究があります。足場の悪い場所や狭い場所でも自由に動ける機動性を備えた二輪タイプのロボットを想定し、そのベース車両を開発しています。展示ブース No.52 では、静止状態のまま直立し続ける二輪ロボットカーを展示する予定です。

このロボットカーは、オープンソースハードウェアの Arduino でデジタル制御しています。たとえば、直立する車体が左右どちらかに倒れかけた場合、その挙動を車体内のセンサーが検知し、直立状態を保つためにセンサーからの情報をもとに車体内のジャイロを制御して対応します。この仕組みにより、ロボットを指で押ししたり揺らしたりしても倒れません。今後は「直進、曲がる、止まる」の制御に着手し、将来的にはカメラや GPS、各種センサーを搭載して、自律的な姿勢制御や複数の二輪ロボットカーの協調制御を実現していく予定です。応用先としては、災害時の探索用ロボットとして、あるいは、マラソンの先導車などのエンターテインメントでの利用を想定しています。

【注目研究②】 再生医療の発展を工学的アプローチから支える

(小茂鳥教授 展示ブース 5,46/ラウンドテーブルセッション II 12:30~13:50)

(宮田専任講師 展示ブース 9)

小茂鳥 潤(こもとり じゅん)教授、宮田 昌悟(みやた しょうご)専任講師らの研究グループは、細胞培養の自動化を実現する小型培養システムを発表しました。A3 判の用紙程度のスペースがあれば設置でき、研究室やラボ単位での導入に最適です。本システムの最大の特徴は、細胞の接着面として、生体親和性を向上させる表面処理をした金属を採用した点で、従来製品よりも高い増殖率を実現しています。このシステムに欠かせないのが、小茂鳥教授が取り組んできた金属の表面処理の研究成果であり、宮田専任講師が蓄積してきた細胞の活性度の測定・評価に関する研究成果でした。

構造用鋼のためのハイブリッド表面改質 (展示ブース 46)

小茂鳥教授が取り組む金属の表面処理の研究の1つが、金属表面に小さな粒子を高速で当てるピーニングによる表面処理です。これは、400~900°Cのアルゴン雰囲気の中、30~50ミクロンの微粒子を100m/sの高速で当てるという独特な手法で、これにより材料の表面だけを変質させた特殊鋼が作り出せます。たとえば、鉄にクロム粒子を当てると鉄の表面だけをステンレスにできます。この手法は、通常めっき処理と違い、地(鉄)と表面(ステンレス)の間に界面ができないため、高い耐食性と表面強度を実現できます。また、この手法は前処理としての表面処理にも有用で、ダイヤモンドコーティングや DLC (Diamond-Like Carbon) コーティングに際し、鉄表面をシリサイトなどの金属間化合物に改質させることにも利用できます。中間層を作る場合に比べて界面を1つに減らせるので、強度の向上につながります。

生体・医療材料のための表面改質 (展示ブース 5)

生体・医療材料を対象にした研究としてナノパルスレーザを使った表面処理があります。人工歯根(インプラント)にこの処理を施し、生体擬似体液(Simulated body fluid: SBF)に漬けておくと、数日でハイドロキシアパタイトが表面に析出してきます。ハイドロキシアパタイトは骨の主成分で、骨との親和性が高いことから骨への定着速度が高まると期待されています。また、この処理は 0.8mm の細線にも行えるので、人工椎間板のクッション材料として期待されています。

また、前出の小型培養システムについても、現在、金属表面で増殖した細胞にダメージを与えずに取り出すために超音波震動を併用する手法を考案するなど、さらなる改善に努めています。

ダメージレス&ラベルフリー細胞分離デバイス (展示ブース 9)

宮田専任講師は再生医工学という立場から再生医療に関わっており、細胞培養をはじめ、それらの細胞の測定・評価に関する研究を行ってきました。その一例が骨や軟骨細胞に一定のリズムで負荷を与えながら培養できる装置の開発です。通常、人間は日々の行動を通して骨や軟骨細胞に負荷を与えています。この装置では、こうした生体環境を細胞培養時にも再現できるので、これにより 2 倍の強度を持ち、タンパク質密度の高い細胞の培養に成功しています。

今回の宮田専任講師のブースでは、誘電泳動の仕組みを活用した新しい細胞ソーティングシステムを紹介しています。このシステムでは選別用ラベルとして細胞自身が持っている電気的特性を利用しており、従来、選別に必要とされた染色標識や磁気標識のための処理が不要になりました。その結果、細胞へのダメージは最小限に抑えられ、ラベル処理に伴う不安材料の解消に貢献しています。細胞の選別は、種類の違いはもちろん、細胞の活性度や特定の機能の有無などで行うことができます。しかもこの手法では、細胞を選別結果別に集めることができ、回収も簡単です。サイズの的にも本ソーティングシステムは事務机に乗る程度の小型化が可能で、ラボスケールなど、少量の細胞を手軽に分類したいといったニーズから本格的な医療用途まで幅広く対応できます。当日はブース内で模擬細胞を使ったデモを予定しており、実際の細胞を使った選別作業を紹介する動画も用意します。

【注目研究③】 高速・高精度テラヘルツ偏波計測技術と産業応用 (パネル 72)

渡邊 紳一(わたなべ しんいち)准教授は、光と電波の境界の周波数帯域にあるテラヘルツ波を用いた光物性研究に取り組み、金属表面の微細な凹凸について $1\mu\text{m}$ (マイクロメートル)の差を明確に判別できるイメージングシステムを発表しました。テラヘルツ波は紙やプラスチックに対して透過性を持ち、遮蔽物や塗装で覆われた下部構造の計測や薄膜検査などに利用できます。しかも、同じ透過性を持つX線と比べ、人体に対する影響も少なく、今後の展開が期待されています。

光でもあり電波でもあるテラヘルツ波

テラヘルツ波とは、周波数が 1THz (テラヘルツ)、波長では $300\mu\text{m}$ 程度の電磁波の1つです。一般に、電磁波はその波長によってガンマ線、X線、可視光線、赤外線、電波に大別されており、テラヘルツ波はこの赤外線と電波の境界領域に属しています。そのため、光である赤外線と波である電波の両方の性質を持ち、光による偏光イメージング処理と電波の透過性を組み合わせるなど、非破壊・非接触検査分野で注目を集めています。ただ、テラヘルツ波によるイメージング処理には課題が多く、特に凹凸計測精度の向上が必要だったのですが、それを解決したのが渡邊准教授の偏光検出技術です。

短時間で計測でき、 $1\mu\text{m}$ の凹凸をイメージで判別可能に

本システムは計測精度の向上に加え、計測時間も大幅に短縮しています。1回の計測に要する時間は21ミリ秒と短時間で、繰り返し計測による計測精度の向上効果も期待できます。実際、積算により計測の標準偏差を 200nm 以下に抑えることもできます。さらに、表面全体を多点計測し、モノクロイメージとして提供することも可能です。このイメージでは $1\mu\text{m}$ の凹凸を濃淡の差として判別でき、直感的な理解を助けます。また、テラヘルツ波は可視光よりも波長が長いので、可視光線を透過してしまうガラス素材の計測にも使え、レンズ表面の凹凸や傷、曲率半径の高精度計測を非接触で行えます。

光源の揺らぎの影響を受けない高精度計測法

本システム最大の特徴はテラヘルツ波の偏光情報の取得方法にあり、この手法により高精度かつ短時間での計測を可能にしました。テラヘルツ波は、進行方向に対して垂直に電場ベクトルが振動する直線偏光で、その電場振幅の変化を利用して対象までの距離を知ることができます。渡邊准教授はこの方法にさらに工夫を加え、テラヘルツ波の直線偏光を偏光板で楕円偏光に変換し、光の振幅の大きさを楕円偏光の回転角に置き換えてから計測する方法を採用しました。さらに、楕円偏光の回転角を計測する際、検出に使う結晶板を一定の角速度で回転させることで、偏光の大きさと回転角を同時に計測できるようにしています。

従来のシステムでは実現できなかった高い計測精度が、これらの新たな手法によって実現しています。しかも、振幅の大きさを直接測定しないため、電源や外部環境を原因とするテラヘルツ波の電場強度の揺らぎを考慮する必要がありません。なお、この仕組みを支える公式は渡邊研究室に在籍していた学部生が手計算で発見したもので、テラヘルツ波に限らず、電磁波全般に適用できることも分かっており、他領域での活用も期待されています。

生体・医療領域での実用化を検討

現在は、計測時間の短縮と計測精度のさらなる向上に取り組んでいます。具体的には、20分程度かかるモノクロイメージの取得を1分程度まで短縮し、計測精度も nm オーダーに向上させる予定です。将来的には、高精度計測を短時間で行え、しかも生体に対する高い安全性という特長を活かし、角膜形状の精密計測など、医療分野での応用を考えています。また、遮蔽物を透過するというテラヘルツ波特有の性質から、非破壊検査への応用や薄膜の厚み計測など、産業分野での展開も検討しています。

【注目研究④】 高分子溶融体の圧力による構造制御

(パネル 77/連携技術セミナー13:40~14:10)

千葉文野(ちば あやの)助教は、実験による液体の構造研究に精力的に取り組んでおり、最近では溶融高分子が圧力に応じて構造変化することを発見し、注目を集めています。溶融高分子は液体の一種ですが、その構造は温度や圧力などの条件で大きく変化するとは考えられていませんでした。そのような背景で、ナノスケールの構造が圧力によって劇的に変化するという今回の発見は従来の基礎的概念を一新させる可能性があり、新しい応用展開も期待されます。溶融高分子の圧力を用いた物性制御には、産業界への活用という観点からも、多岐にわたる可能性があります。

低分子系で見つかった現象を高分子系に応用

加熱や加圧による物質の構造変化には構造間相転移と呼ばれるものがあり、例えば氷が加熱によって水になるのも相転移の一種です。圧力が重要な役割を果たす相転移としては例えば、鉛筆の芯としても利用されるグラファイト(黒鉛)が、高温高压条件下でダイヤモンドに変化することは良く知られており、このような固体から固体への構造変化は他にも多く知られています。一方で、液体から液体への構造変化は近年まで知られていませんでした。代表的な液体から液体への構造変化は、単体のリンについて知られています。液体のリンは4つのリン原子からなる分子性液体ですが、加圧によって、その構造が密なネットワーク構造に急激に変化することが発見されています。

今回の高分子についての発見の出発点は、液体での構造変化がリンのような低分子系で起きるという点に着目し、同様の現象が高分子系でも起きるかもしれない、と仮説を立てたところにあります。先行研究を分析してその条件に合う高分子を洗い出し、その結果、P4MP1 [isotactic poly(4-methyl-1-pentene)] という高分子について、ナノスケールの構造が圧力で大きく変化し、その変化は可逆的であることを見出しました。

圧力によって構造が疎から密に変化する

高分子 P4MP1 は、鎖状に連なった、炭素だけで構成される「主鎖」と、主鎖を構成する炭素原子1個おきに結合する短い「側鎖」で構成されています。この側鎖は短いのですが、かさ張る形状をしているために、分子間つまり主鎖と主鎖の間に特徴的な隙間が作られます。その空隙のために、この高分子 P4MP1 には特異な気体透過性があることが知られていました。この側鎖とその周りの空隙によって、主鎖と主鎖の間の距離はおおよそ 1nm 程度となっています。

今回行った実験では、溶融した P4MP1 を加圧したところ、この特徴的な空隙を持った疎な構造が大きく変化し、圧力によって空隙部分がつぶされて密な構造を取ることが分かりました。また、減圧すると密な構造から疎な構造へと変化し、圧力に応じて可逆的に変化することも分かりました。

ガス透過性や屈折率の変化・制御を通して広がる応用分野

疎と密の二種類の溶融状態をそれぞれ急冷することで、一種類の高分子であるにもかかわらず二種類のガラス固体を作成することが可能かもしれません。その応用として、密な構造にするほど空隙が小さくなる特性を活かし、気体透過性を制御したガスフィルターに活用できると考えられます。あるいは、高分子 P4MP1 は透明ですし、他の透明な高分子について同じような圧力による構造変化を発見できれば、透明な高分子の屈折率の変化も期待できるかもしれません。つまり今回の発見は、ガス透過性や屈折率を、圧力で制御するという新しいアプローチを提唱するものであり、一種類の高分子に二種類の物性を発揮させる可能性を秘めています。さらに、安全・軽量・低コストな高分子の特徴を活かした水素吸蔵分野への展開も検討しています。空隙の利用と、その圧力による制御や、さらには、高分子と無機材料の水素結合を圧力で制御して水素を発生させる手法などを実験によって研究中です。新しい現実的なエネルギーへの道を開拓するという大きな夢を持って、様々な産業界への提案を行っていきます。

可逆的な構造変化を見せる溶融高分子

溶融高分子の構造が圧力で大きく変化するという今回の発見は、その可逆性も含めて高分子の新しい可能性を示唆しています。当日の連携技術セミナー「液体・溶融体の構造制御」(13:40~14:10)の講演の中で、研究背景やこの研究課題に至った経緯、また、高分子と圧力を用いた実験的な試みを紹介し、今後の応用展開の可能性も紹介させていただく予定です。また、身近な素材で磁気浮遊で遊べる科学おもちゃを考案したので紹介します。