

主な掲載内容

◆活動報告

- ▶ 北陸産業活性化フォーラム
- ▶ 産業技術総合研究所イノベーションシーズ講演会

◆R & D推進・研究助成事業成果報告

◆賛助会員ズームアップ

- ▶ 伏木海陸運送株式会社



伏木海陸運送株式会社 創立 75 周年記念館

北陸技術交流テクノフェア 2019

開催報告

開催日： 2019年10月24日（木）～25日（金）

開催場所： 福井県産業会館（福井県福井市下六条町 103）

主催： 技術交流テクノフェア実行委員会

福井商工会議所、北陸電力株式会社、北陸経済連合会、一般財団法人 北陸産業活性化センター 他

内容：

実行委員会の一員として、同フェアの企画・運営に参画するとともに、当日は、当財団の概要や2017年度採択分のR&D推進・研究助成事業の成果概要等について、パネルや成果品の実演などにより紹介するとともに商談を実施しました。



富山県ものづくり総合見本市 2019 (T-Messe)

開催報告

開催日： 2019年10月31日（木）～11月2日（土）

開催場所： 富山産業展示館 [テクノホール]（富山県富山市友杉 1682）

主催： 富山県ものづくり総合見本市実行委員会

内容：

北陸経済連合会と共同で出展し、当財団の概要や2017年度採択分のR&D推進・研究助成事業の成果概要等について、パネルや成果品の実演などにより紹介するとともに商談を実施しました。



開催日：2019年10月8日（火）

開催場所：◆講演・意見交換 石川ハイテク交流センター A会議室（石川県能美市旭台 2-1）
◆施設見学 北陸先端科学技術大学院大学 [JAIST]（石川県能美市旭台 1-1）

主催：一般財団法人 北陸産業活性化センター

共催：NPO法人 北陸ライフケアクラスター研究会 ほくりく環境・バイオマス研究会
北陸マイクロナノプロセス研究会 ほくりく先端複合材研究会 北陸経済連合会

参加人数：59名

内容：

◆第I部[基調講演]：ナノ電子機械システム（NEMS）を作製する材料として、近年注目されている『原子層材料グラフェン』。従来の半導体センサでは検出不可能な濃度 \leq ppb レベルの生体ガス(皮膚から放散されるガス)や室内環境ガスを検出する先端センサと低温(<200℃)の熱を制御する新技術に関する現状と将来展望について、JAISTの水田先生にご講演いただきました。

◆第II部[施設見学・意見交換]：JAISTの最先端の設備や装置を学外の方が利用できる制度について、大木先生にご紹介いただき、実際にその設備・装置等を見学させていただきました。

<第I部 基調講演>

講師：水田 博 氏（北陸先端科学技術大学院大学 卓越教授）

演題：『グラフェンナノデバイスによる超高感度環境・生体ガスセンシング技術と熱制御技術の現状と展望』



皆さま、こんにちは。私は2011年からJAISTで研究室を構えており、現在はグラフェンという原子層材料を使った研究を行っています。私はどちらかというとデバイス応用の研究者です。いろんな応用をやっていますが、今日は「センサーのお話」と「熱を制御する新しいアプローチ」の二つに絞って紹介します。

その前に、私自身のことを少しお話ししたいと思います。1985年に日立中央研究所に入り、3年目にイギリスに行きました。当時はまだバブルがはじける前で、日本の電機業界は非常に元気がありました。行った先はケンブリッジ大学物理学部キャベンディッシュ研究所という非常に歴史ある研究所で、そのビルの一部を借りて日立の研究所を立ち上げました。去年退官された名古屋大学の中里先生が初代所長、私が二代目所長でした。

その後いったん中央研究所に戻り、開発の仕事をして5年くらいした後、ラボラトリーマネージャーという立場でもう一度イギリスに行き、7年やらせてもらいました。

半導体の新技術で、1個の電子を使って集積回路やメモリを作る研究などをやっていました。当時日本企業としては初めてエスプリというヨーロッパのプロジェクトに入れていただき、ネットワークができました。評判もいただきましたが、同時にヨーロッパから見ると日本の企業にキャッシュを初めて流すということで、かなり批判的な記事も出ました。フランスの新聞では痛烈にやり玉に挙げられたりもしました。こういった環境で、日立の半導体メモリの次世代の製品開発を直前までやった上で、理由があって日立をやめました。その後、縁があって東京工業大学に職をいただき助教授として3年半仕事をしました。

この頃、南の海岸のサウサンプトン大学で大火があったと、イギリスの同僚から連絡がありました。私がケンブリッジにいる時にお世話になった先生がいる大学ですが、そこのクリーンルームのある大きな研究センターが全部燃えた。大変だなと思っていましたら、しばらくして研究センターの立て直しに来てくれないかと言われました。ずいぶん考えましたが、結局もう一度イギリスに行ってその仕事をやることになりました。

イギリスの大学は保険金がかぼり入る仕組みになっており、約 240 億円かけて新しい研究センターが建てられました。私は新センターの設計の段階から携わっていたのですが、このお金の 7 割は保険金です。イギリスの国立大学はかなり自立していて、何かあった時自活するために保険金をいっぱいかけています。あとの 3 割は大学が自前で出しました。

ここでは、十数名の先生と一緒に研究しているナノテクノロジーのグループのヘッドをやっていました。いろんな先生とコラボできて、非常にいい経験になりました。

ずっとイギリスにいるつもりでしたが、個人的な事情で日本に帰ることになり、JAIST(北陸先端科学技術大学院大学)に職を得て、しばらくサウサンプトン大学と兼務しながら日英を往復していました。古巣ケンブリッジでも客員のポジションをいただき、息子がそこで博士課程に在籍していることもあって、顔を見に行く意味でも時々ケンブリッジに行っています。

私の研究室は現在 20 名ちょっとの体制です。半分以上は外国の方です。JAIST は全体的に海外の留学生が多いのですが、その中でも特に外国の方が多い研究室です。

JAIST 内ではエクセレントコアという研究拠点を組んでおり、高村先生のバイオセンサーのグループや下田先生・増田先生の超微細加工・液体プロセスのチームと組んで、一桁のナノを表すシングルナノという 10 ナノメートル未満の領域を対象とする技術で機能デバイスを作っていく研究をやっております。

今日はグラフェンという原子層材料を使った研究の話をして。グラフェンとは、積層材料であるグラファイト、これは鉛筆の芯の材料としておなじみの黒鉛のことですが、この層になっている炭素原子のシートを一枚だけ剥いたものです。私の研究では、グラフェンで NEMS(Nano Electro Mechanical Systems) というデバイスを作ってい

ます。MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)という言葉はご存知の方も多いと思いますが、身の回りに MEMS はたくさんあります。例えばスマホが回転すると自動的に絵が回りますが、あれは MEMS の加速度センサーで重力を検出して動いています。他にも、自動車では衝突の瞬間に負の加速度がかかってエアバッグが出るとか、MEMS はたくさん生活の中にあるのです。

MEMS に対して、私の NEMS はナノ、非常に小さいスケールで作ることを専門にしています。しかも材料をグラフェンとしている点の特徴です。今日は簡単にその技術を紹介した上で、主として超高感度環境・生体ガスセンシングの話を、その後、熱の制御への応用の話をします。例えるなら、犬の嗅覚に匹敵する超高感度のセンサーをグラフェンで作れないかという研究が一つ。もう一つは、皆さんの身の回りにある低温廃熱と呼ばれほとんど捨てられている 100℃~200℃の熱を拾って応用することができないかという研究です。

では、まずグラフェン NEMS 技術の話をして。先ほど話したように、グラファイトは層状物質です。面内は非常に強固に sp² 結合していますが、層と層の間はファンデルワールス力で弱く繋がっているだけなので簡単に剥がすことができます。2004 年にイギリスのマンチェスター大学の Geim 先生と Novoselov 先生が初めて発見し、非常に優れた特性を持つことも分かって 2010 年にノーベル物理学賞を受賞されました。グラファイトにセロテープを貼っては剥がすことで、簡単にグラフェンが得られます。実際、この二人の先生方はセロテープで取り出したグラフェンでデバイスを作って、ノーベル賞を受賞されたのです。

セロテープをグラファイトの表面にくっつけて剥がすと、何百層とか、何千層くっついている訳ですが、それを何度もくっつけて剥がしてを繰り返して、もういいかなと思った頃にゆっくりこすって剥がしてやると、セロテープの表面に 1 層とか 2 層のグラフェンが取れます。これは全くのローテクノロジーで始まった実験、研究です。ノーベル賞を受賞したお二人はこれが上手で、私たちはどのセロテープが一番いいか、実際にどれをこすって剥がしているか、マンチェスター大学まで行って、やっているところを見せてもらって習っていました。我々はこれを“Geim 詣”と言っていました。

グラフェンは上から見るとハチの巣構造をしており、面

内は非常に強いです。20%くらい引き伸ばしても弾性的にちゃんと元に戻ります。同時に非常によく熱を通します。また、ノーベル物理学賞が出たのはここですが、この中を動く電子が非常に速い。室温でモビリティが1万 5000 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ぐらい出ます。コンピューターに入っているシリコンでは、純粋なシリコンでも1500 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 程度、実際に使っている不純物が入ったものと200~300 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ ですが、それと比較しても高い移動度が出ます。また、化学的に sp^2 結合でダングリッドボンドの無い状態なので非常に安定しています。さらに、一層で取り出した場合、バルクがなく全て表面となるため、センサーへの応用が多分すごくいいと最初から皆気付いていました。グラフェンが出た当初、シリコンを全てグラフェンに置き換えれば超高速トランジスタができるのではと皆歓喜したのですが、実際に作るとほぼ無理だということが分かりました。なぜかという、トランジスタには、電流がすごく流れるオン状態と流れないオフ状態が必要なのですが、グラフェンにはオフがない。これは、シリコンのようなバンドギャップがなく、円錐形のバンドが頂点で接するようなところで電子とホールが切り替わるという、グラフェンの特異なバンド構造が原因ですが、電流はあるところまで減っても、また上がってしまいオフを取ることができません。それで、最初は盛り上がりしましたが、「デバイス応用は難しい」となりました。

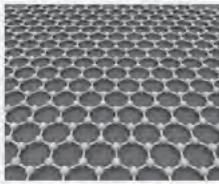
なぜグラフェンでNEMS?

NEMS: ナノ電子機械システム

①優れた電気的特性
 キャリア移動度 $\mu \sim 15,000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ @RT
 ⇨シリコン $\mu \sim 1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

②優れた機械的特性
 ・ヤング率 $E \sim 1 \text{ TPa} (=1000 \text{ GPa})$
 ⇨シリコン $E \sim 131 \text{ GPa}$
 ・引っ張り応力に対して約20%の格子ひずみに耐える

③極めて高い表面・体積比率
 ・単層グラフェンであれば全ての炭素原子が表面を構成




私は日立にいた頃から電子機械システムをやっていました。グラフェンの優れた電気的特性と機械的特性から、電子機械システムを作るには理想的だと考えましたが、7、8年くらい前にこの研究を始めた頃、グラフェンでNEMSを作ると言っても誰も信じてくれませんでした。専門家の先生方は「それは無理でしょ」と。なぜかという一原子

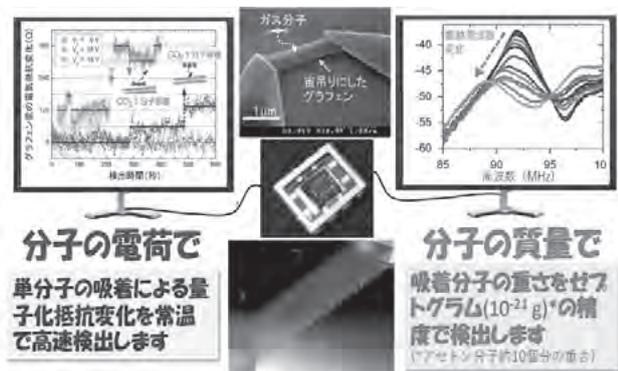
層の厚みを測って維持するのは難しく、グラファイトの二層の間隔は大体 3.4 オームストロング、0.34 nm、こんなに薄いものを取り出して電気をかけて動かすなんてことは無理だと考えられていました。誰も手を出さない技術でしたが、やってみたらできたというのが本当のところ、それをかなり無謀に始めたことで私はこの技術では少し先を行くことになりました。

まず、NEMS 構造として両端または一方の端を押さえて宙づりにする技術を立ち上げました。二層のグラフェンで両端を固定し、この表面にガスの分子がくっつく状況を電氣的に検出できるかという基礎実験を行いました。結論から言うと、二酸化炭素の一分子が表面にくっついた、離れたというのを抵抗の変化で見ることになりました。最初雑音かと思いましたが、データを統計的に処理すると、増える時は必ず60 Ω 程度増え、減る時は60 Ω 減っており、量子化している状態であることが分かります。もしかしたら一分子の吸着・離脱を見ているのではないかと考えましたが、本当にそうだと確信するまで1年かかりました。JAISTのスーパーコンピュータをフル回転し、二酸化炭素の分子がグラフェンの表面に物理吸着した状態を解析したところ、確かに一分子くっただけでもクーロンポテンシャルが周りに形成され、抵抗が生じるというのが分かり、2016年に発表しました。室温で一分子を測れるのは非常に面白いということで、少し注目されました。

もう一つ最近やっているのは、重さを測ることで。宙づりにしたグラフェンを100MHz くらいのRFで振動させます。その時にガス分子が表面にくっつくとガスの重量で振動数が下がるという検出方法です。グラフェンをギターの弦だと思ってください。ギターの弦をある長さで張ると音が決まります。鳴らしている状態で、おもりが弦につくと音が下がります。それと同じことをやっているのです。非常に簡単な原理ですが、振動している膜の重さと表面にくっついた分子の重さの比が大事です。この小さい比を測るには、分母を小さくする必要があります。グラフェンは炭素原子一層ですので、これが十分小さく、そのためガス分子の質量を測れるというのがミソです。現時点で100zg（zeptogram）程度まで測れています。z（zepto）はなかなか見かけない単位ですが、n（ナノ）が 10^{-9} 、その3ケタ下がp（ピコ）、さらに3ケタ下がf（フェムト）、さらに3ケタ下がa（アト）で、その3ケタ下がz（zepto）

です。そのくらいの質量の変化を室温で見ることができません。グラフェンを小さくすればもう少し頑張れると思っています。1zg あるいはその下の yg (ヨクトグラム) までいけたらいいなと考えています。

一分子レベルを抵抗で測れる、1zg の質量を測れる、このふたつが私のところの基礎的な技術です。これが元になって、現在のいろんな応用の研究に繋がっています。



例えば、室内環境のモニタリングへの応用という話があります。シックハウス症候群では、100 種類くらいの揮発性の有機化合物のガスが極めて低い濃度でも人間に影響が出るというのが分かってきています。ここにあげたのは代表的な3つ (ホルムアルデヒド、ベンゼン、テトラクロエチレン) で、WHO が気を付けるべきレベルとして出した数字です。ppb という単位は体積比率の濃度が 10 億分の 1 という数字です。すごくいいガスセンサーを買っても ppm というのが出てきますが、それより 3 ケタ下が ppb です。WHO によると、ppb よりさらに下のレベルでも、8 時間中にいると人間に健康被害が出る場合があるとされています。特に女性の被害者が多い。日本で潜在的に 100 万人くらい患者がいると言われています。

これを現在どうやって検査しているかというと、パッシブサンプラーというプラスチックの棒を家の中に一日吊るします。この頭に吸着剤が付いていて 24 時間かけてガスを吸着します。それをガスクロマトグラフィーで検査します。エレクトロニクスで測ることはまだできておらず、もちろんリアルタイムでの計測は全くできていません。

シックハウス症候群の原因となる超微量のガスが測れるなら、人間の体から出る生体ガスも測れるのではないかという話も出てきました。これも非常に重要視される分野になってきています。例えばアセトンは、糖尿病、肥満に関係することが知られています。また、アンモニアは肝臓

害や胃癌、精神的なストレスに関係することも分かってきました。皮膚ガスと疾病との関係は、化学や医療関係の方々が研究を進めているところですが、濃度としては ppb またはそれより下で、市販のセンサーでは測れません。これは共同研究をしている東海大学の関根先生が開発されたパッシブフラックスサンプラーですが、これを 1 時間体につけてガスを捕集し、その後クロマトグラフィーで測定する方法しか現在はありません。



関根先生のご研究によりますと、皮膚からアンモニアが出るメカニズムは3つあります。汗からアンモニアが出る場合、汗が皮膚の上の常在菌と反応して出る場合、血管からそのまま蒸発して出る場合です。大事なのは3つ目で、もともと量が少ないので、なんらかの原因でこれが増えたり減ったりすると、シグナルとして見やすいのです。アンモニアを尿や息で測ろうとする試みもありますが、例えばメンタルストレスによって増えた分というのは、なかなか見えません。特に日本では今、精神的ストレスをモニタリングする需要が高まっていて、生体ガスに注目が集まっています。

環境センシングや生体センシングの市場はまだこれからです。イギリスの調査会社によりますと、生活環境センサーの市場はまだほとんどないですが、今後大きくなり、2028年には3億ドルに成長すると予測されています。特にヘルスサポートやメンタルモニタリングは大きく伸びると考えられています。今、市販のセンサーは ppm のレベルから上です。シックハウス症候群や皮膚ガスによる病気の判断など、本当に大事なところは、ppb の下の ppt、1 兆分の 1 の濃度にならないと見えません。最近話題の癌検査、線虫を使った匂いの分析はやはりこの値です。我々はこのレベルを狙って研究開発を行っています。

去年から太陽誘電さんと超高感度のスマート匂いセンサーを開発しようと一緒に研究を進めています。太陽誘電さんは既に匂いセンサーのプラットフォームを持っていますが、今までの QCM センサーでは精度が取れないので、我々のセンサーを入れたいという話です。実験室内の理想的な環境で測るのではなく、大気中でどこまで測れるかを調べています。大気中のアンモニアは現時点で 500ppt くらいまで測れるデータが出ていて、もう少しいけると思っています。

また、我々の今までの研究で、ある測り方をすると、ガス分子の種類によってグラフェンと分子の間の電荷の移動が非常に違った振る舞い、スペクトルを示すことが分かっています。これによって、何の分子がくっついたかを判別できる高機能なセンサーが作れるのではないかと期待しています。普通は特定の対象に対する高感度センサーを開発しますが、これからは分からない分子を同定するという技術も可能になると考えています。

IoT 化、集積化には太陽誘電さんのプラットフォームを使っています。16 本のセンサーアレイで、表面の受容体を少しずつ変えて、別のガスに反応するようにしています。それぞれのセンサーが示すシグナルのパターンを機械学習させて、匂いを判別するという応用です。1ch から 16ch まで表面を少しずつ変えることで、特定の例えばアセトン、トルエン、アンモニアを選択的に検出するということが可能になります。クラウドあるいはセンサーネットワークを組んでデータを整理することも一緒に開発しておりまして、最終的にはもっと集積度を上げたいと思っています。犬の鼻は 1200 種類くらいの嗅覚同位体を持っていると言われます。今 16 個なので、まだまだとてもそこには辿り着きませんが。

最終的にできるだけ低消費電力でセンサーを動かすために、電源とセンサー回路の間にあるパワーゲーティングという素子を、グラフェン NEMS のスイッチで作っています。あるところでピュッと立ち上がってオンになったりオフになったりと、非常に急激なスイッチングが可能です。従来のシリコントランジスタではできない特性が得られています。

こういう技術がたち上がってくると、単純に匂いセンサー、ガスセンサーといった応用だけではなく、より新しい産業が生まれる可能性があると考えています。この世界で

はヒト、モノ、生活環境、自然、それぞれがいろんな匂いを出しています。“サイレントボイス”ですね。別に何かを主張しようと思って出したり、制御して出したりしている訳ではないのですが、それをお互いに受け取って、ある意味コミュニケーションしている訳です。ある場合は、インタラクティブにこれを制御しなければならない。あるいは、非常に低濃度で読み取って問題の予知と改善・解決を可能とする。こういう産業になるのではないかと考えています。

人間で言えば、例えば未病と呼ばれている、まだ病気が分からない状態を非侵襲で予知できる可能性があります。また、先ほども挙げましたがストレスのモニタリングや、逆に香りを利用して交感神経・副交感神経に働く薬理効果を出すこともできるかもしれません。

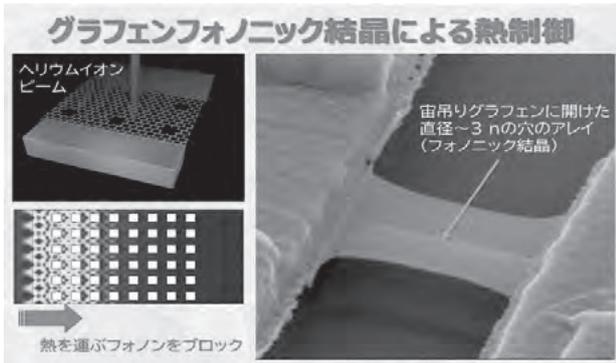
自然との関係を考えて、さらにいろいろありそうです。実際に私の研究室のマノハラン先生にインドから問い合わせが来たのは、稲の害虫の出すフェロモンを低濃度で測れないかという話です。害虫が大量発生する前に農薬を適時適量与えたいと。現在はいつどこでどんな規模で発生するのか分からないので、大量の農薬を撒いてしまう。それを変えたいと言います。要はある意味、昆虫の気持ちですね、そういうのが読めるようにならないか。

あとはインフラ関係です。事故が起こる前の非常に微弱な香りを検出できないか。まだまだこれからもセンサーの開発を進めていかなければなりません。

次に、熱の話をしただけご紹介します。文科省の戦略目標で、熱を伝える格子振動の量子「フォノン」を制御できないかという問題提起がなされています。我々の周りでは電子エレクトロン、光子フォトン、磁気ディスクのスピンといった量子は充分活用されていますが、格子振動のフォノンだけはまだ制御に至っていません。これに対して、例えば温度差を与えると電圧が生じるような熱電変換素子の開発が進んでいます。熱電変換素子のゼーベック素子向けにいろんな材料の探索が行なわれていますが、一番利用されていないのは 200℃以下の低温廃熱です。この温度領域で発見されている材料には、ピスマステルルや鉛テルルがあります。ここで難しいのは、テルルは白金より希少性が高い材料で、鉛はもちろん毒性があります。

私が別のアプローチとしてやっているのは、宙づりにしたグラフェンに小さな穴を開けて、フォノンニック結晶を作ることです。要は穴の開いているところは柔らかい

と考えてもらって、硬い／柔らかいの繰り返し構造を周期的に作ります。



この研究をグラフェンで始めたのは最近ですが、ずいぶん前から東大の野村先生がシリコンでフォノンクリスタルの研究をされています。シリコンでの研究はかなり進んでいます。私はグラフェンの方に利があると考えてやっています。熱の波動性を使おうとすると、テラヘルツ領域のフォノンを制御しなければなりません。これにはグラフェンでないとやりにくいということが理由です。グラフェンに穴を開け、熱に対応するテラヘルツの格子振動を入れてやると熱を通さない領域を作ることができます。要は熱を選択的に止めるようなことができるのです。これは理論的にはかなり前から分かっていたのですが、穴のサイズを2 nm～3 nmくらいに小さくしないとならぬのでなかなか作れませんでした。普通の半導体の微細加工では作れない

ので、ヘリウムイオンビームという新しい技術を使った超微細加工技術を研究しています。電子ビームよりも一桁小さい直径0.3 nmくらいのビームでグラフェンを直接削っていくという技術です。田植えのように直径が3 nmから4 nmくらい小さい穴の配列を作ることができています。これにより、ちょうど100～200℃くらいの熱に対応するフォノンの伝播を止める「フォニックバンドギャップ」を作ることができます。穴を開けてもちゃんと電気は流れます。「電気は流れても熱は止まる」、これが出来ればいろんな熱の応用が可能になるのです。

今一番の関心事は、熱のダイオードが作れるかということです。これは原理的に可能かという意味も含めてクエスションマークです。電気が一方に流れるダイオードは当たり前ですが、熱を一方だけに通す素子を作れるかは非常に面白い課題です。これができれば蓄熱、あるいは一方的に流して排熱するなどの制御が可能になります。あるいは熱を熱で制御する素子ができれば、スピードは遅いですが熱を使った情報処理も可能になるかもしれません。また、ナノスケールで熱を測るという計測技術にも非常に難しい問題が残っています。これも今一生懸命研究を立ち上げています。将来もし熱で動くトランジスタができれば非常に面白いなあ、と夢をもって研究を進めています。

<第Ⅱ部 施設見学・意見交換>

◆『ナノテクノロジープラットフォーム事業』＆『JAIST 技術サービス制度』の紹介

北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター 教授

マテリアルサイエンス系 生命機能工学領域 大木 進野 氏

※学外の方が JAIST の最先端の設備や装置を利用できる制度についてご紹介いただきました。



◆施設見学

※水田研究室・ナノマテリアルテクノロジーセンター・クリーンルーム・スーパーコンピュータ・ギャラリーなどを見学しました。



◆意見交換

開催日：2019年11月12日（火）

開催場所：A N Aクラウンプラザホテル金沢（石川県金沢市昭和町 16-3）

【Matching HUB Kanazawa 2019 の関係機関セミナーとして実施】

主催：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 中部センター
一般財団法人 北陸産業活性化センター

後援：北陸経済連合会

参加人数：49名

内容：

日本で唯一の『地質調査』のナショナルセンターとして、地質情報の整備に取り組む地質調査総合研究センターでは、地質情報を基礎として地質災害の軽減などに関連するさまざまな問題を解決するための技術を開発しています。

今回は、北陸地域における地質災害に対するBCP（事業継続計画）の策定を念頭に、地質図の見方などについて学ぶ講演会を開催しました。

講師：齋藤 眞 氏

（国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
研究戦略部 イノベーションコーディネーター(IC)）

演題：『あなたの会社の場所は大丈夫か!? ～ 地質はBCPの基本情報 ～ 』



皆さんの会社がもしBCP（事業継続計画：business continuity plan）を策定

されているなら、この講演で、見直しにつなげていただければと思います。地質のことを知っていると、どういうことが起こり得るか、起こった後どうなるのかが分かります。そういうイメージが有るか無いかでは大きな違いだと思いますので、そういうきっかけだけでも掴んでいただければと思います。

私は、産総研つくばセンターの地質調査総合センターというところで、簡単に言うと、研究所の成果の営業をやっている立場にあります。産総研は、全体で研究者が約2,250名、事務職・契約職員などを合わせると8,500名から9,000名になります。

産総研のルーツは1882年に設立された農商務省地質調

査所に始まります。今年は137周年になりますが、私が今までやってきた研究の大元になります。地質調査総合センターには、常勤の研究職が210名くらい在籍し、そこで日本中の地質に関する情報の整理や様々な技術開発を一手に行っています。各国に1つは有る機関で、アメリカには米国地質調査所や英国地質調査所などがあります。

1889年には、19世紀末の日本列島にはこんな地質がありますという「地質総図」（資料1）というものを出してい



資料 1

ますが、当時の印刷技術はすごいものです。ちなみにTVの『ブラタモリ』にも協力しており、番組最後に流れるテロップに「協力：産総研地質調査総合センター」という表示がよく出てきます。

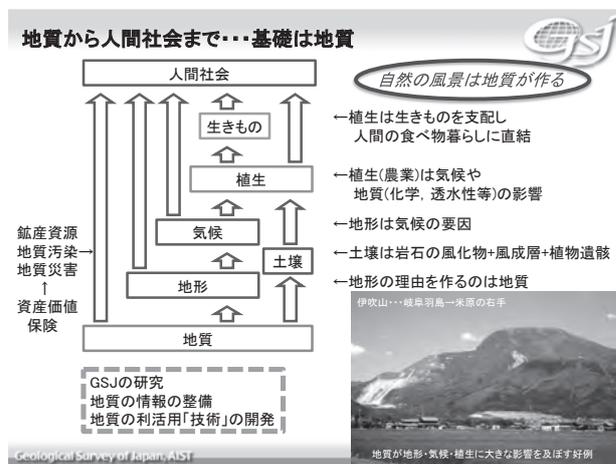
私は、地質図の作成を専門としており、主に九州から南西諸島を担当してきました。火山屋ではありませんが、日本列島に破局的に火山灰がばらまいた地域の地質をやってきました。現在は、デジタルの地質図の編集責任者をやっております。紙の地質図ができると、デジタルの方へはめ込んで全国一律の見方に見えるものを作っていくのが今の仕事です。

地質は何かというと、大地を作る地層・岩石・性質のことです。温泉や風景といった良い面ももたらしますが、逆に災害をもたらすという悪い面もあります。人間社会は地質と深い関係があり、地質を理解できると安全・安心で豊かな暮らしができ、地球や環境の保全もできます。

資源エネルギー庁から、高レベル放射性廃棄物の地層処分を行う場所を選ぶ際にどのような科学的特性を考慮する必要があるのか、それらは日本全国にどのように分布しているか、といったことを分かりやすく示す「科学的特性マップ」が出されましたが、その7割くらいは我々のデータが使われています。

この地質図（資料2）は三次元的に見えますが、時間軸も入っているので四次元情報になります。地形は地質の影

関係しており、ヨーロッパではテロワールという言葉で表現されています。これはワインづくりなどでも注目されている考え方ですが、日本ではまだなじみがありません。その植生があるからこそ、生き物があって、我々人間社会が生きているということになります。（資料3）

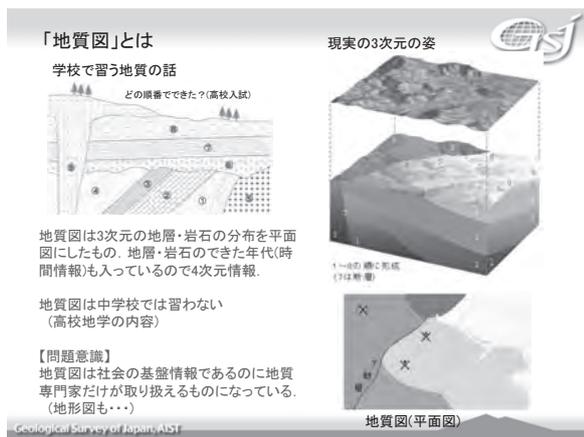


資料3

日本列島は海洋プレートの沈み込むところにあるというのはご存知かと思います。地震の痕跡や震源を調べると基本的にプレートの沈み込むところで起こっています。3000 万年前から火山活動が起こり、大陸と陸続きだった2000 万年前から 1500 万年前まで日本列島が動き、島弧といって弧状列島に配置するような状況になっています。北陸にはその時にできた火山の岩石や熱い海の中で止まった地層があるので、石油が取れるところもあります。日本列島のメインは海洋プレートの沈み込む時の地層でできています。簡単に言えば、日本列島は海洋プレート上に溜まったゴミ溜めです。プレートが沈み込んでいって地下 100 kmを越えたあたりからマグマが出るようになるので、火山が並んでいるところを見ると大体 100 kmくらい下にプレートがあるということが分かります。

知っておいて欲しいのは、地質における時間感覚は皆さんの時間感覚とは全く違うということ。火山の一生は何百万年。陸上で起こる地震も早くて 1000 年に 1 回くらいです。時間感覚が色々なことを考える上で重要だということをよく考えておいてください。時間を忘れて「ここに工業団地を造ってしまった。」ということがよくあるのです。

どのように地質図を作るのかとよく聞かれるのですが、実際に歩いて作っています。地質図は地層と地層の相互関係を探するため、断層についても調べる必要があるからです。



資料2

響を受けています。金沢辺りも地質の影響を受けて海岸線ができていますし、名古屋から金沢に来る途中に見られた方もいるかもしれませんが、伊吹山も活断層が盛り上がってできていて、高い山ができると気候まで変わります。

土壌も岩石風生物、風化物、風成層、植物以外に地質が

地質調査総合センターのウェブサイト (<https://www.gsr.jp>) のデータベースでは地質、表土、年代、相
互断層、地下を四次元情報として捉えることができます。
地質調査の結果を捉えた目に見えない植生のあるところ
の下を描いており、工作物なので著作物になります。

産総研の中には7つの領域がありますが、エネルギー・
環境、生命工学、情報・人間工学、材料・化学、エレクト
ロニクス・製造の5領域は基本的に特許で、計量は計量法
に縛られますが、地質調査は著作物が重要な成果です。実
は経済産業省の設置法や組織令の中で、どこが地質調査を
やるのかということが書かれており、それが全部産総研法
に引き継がれていることや、地質図は中立公正に作らない
といけないことから、産総研が適当だろうと2000年頃か
ら行っています。地面の下である地質がこちらで、内水面
と陸上の形については国土地理院、海洋情報は海上保安庁
の海洋情報部が行なっています。海洋情報は衛星で確認で
きずデータも取りづらく、一番秘密性が高い情報です。

地質図で地下の情報が四次元で分かると言いましたが、
ポイントになるのは今から2万年くらい前の最終氷期で海
水面が120mくらい下がった時期です。海水面が下がり、
平野にいっぱい谷ができ、その後、海が上がってきて内湾
の泥が谷を埋め尽くします。すると表面は平坦でも地下に
ブヨブヨの地層が溜まることになります。地質図は土木建
設の資料や防災の資料としても使われます。昔は資源開発
の資料としても使われました。これから30年後には農業
人口が5分の1になると言われているので、いかに適地で
いい農産物を作るかということや環境対策の資料として
使われていくことになります。例えばダムを作る場合でも、
土木屋さんは地質図を見て仕事をしているとのことでした。
1950年代から60年代にかけては資源開発を目的に、
石灰岩について一生懸命地質図を作っていて、現在は、観
光資源としての利用もされています。自然の風景の理由は
ほとんど地質が握っています。兼六園から山が立ち上がっ
てくるところも活断層が作り出した地形です。

地質の違うところでは断層が無くても、局地的にずれが
生じることもあります。近頃では電柱を地下に埋めよう
という話がありますが、地質のことを考えてやらないと管路
が破壊されることにもなりかねません。東日本大震災の際
には、あるインフラ会社から自社の管路の地図と地質図を
重ねて、災害が起きた時にどこからチェックしたら良いか

という相談もありました。また東京スカイツリーは、倒れ
ないように地下60m弱ある地層の下まで返しのついた杭
を打っています。地質図がどういうことに役立っているの
か分かってもらえたかと思います。

さて、BCPですが、企業が緊急事態に対して事業の継続
や早期復旧のために準備すべき事項や対応方法を定めた
計画のことを言います。緊急事態には自然災害や、サイバ
ーテロ、感染症、ウイルス、火災、事故、犯罪などがあり
ます。今までは会社や社員が安全でさえあれば良いとい
うことでしたが、それだけでは困るだろう、あらかじめ対応
方法を検討し、訓練しておいた方が良いと言われています。
特に中小企業などはこれを作っておかないと、事業縮小や
廃業につながる可能性があります。内閣府の事業継続ガイ
ドラインでは、それをまわすBCM(事業継続マネジメント:
Business Continuity Management)が必要とされています。

実は自然災害の多くは地質が関係しています。大雨は気
象だから関係ないだろうと言われるかもしれませんが、斜
面崩壊や土石流などは地質が悪さをする地質現象なので
す。ポイントはこの分析検討に地質の知識を入れていくと、
何が起きて今後どのように展開していくのかを知ること
ができるのです。一番基本になるので、地質はBCPに加
えるべき視点だと考えています。

その理由は、地質の情報には時間軸が入っており、地質
からみると皆さんが言う「想定外」は「想定外」ではな
いのです。人間の時間軸で考えるから「想定外」なのであ
って、地質現象は何万年とか何十万年という地質の時間感
で考えることが必要なのです。

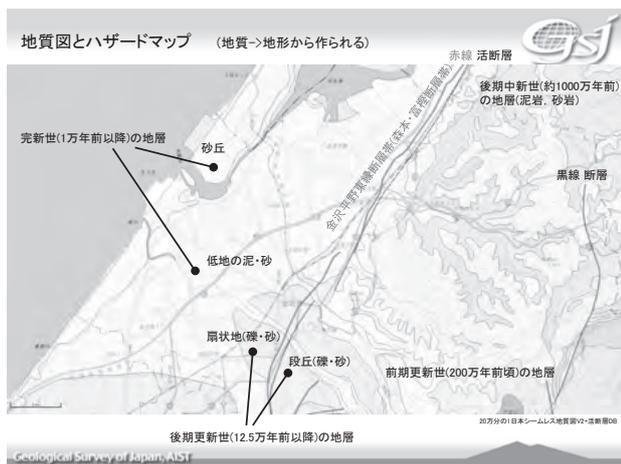
地質現象を知れば、起こりうる現象のイメージを持つこ
とができるので慌てずに済みます。例えば、雨が降ったら、
この場所はどうなるのかが分かります。そういうことを考
えて、サーバーの位置を変えたり、別のプレートにミラー
サーバーを置いたりしている企業もあります。ただ、代替
拠点を作るにはお金がかかる話なので簡単にはいかない
と思います。建物の設備や商品が被害を受けるか否かは立
地の場所によって違いますし、復旧の方法も違います。地
質の知識は立地に関して重要だということ覚えておか
れると良いと思います。内閣府や経済産業省中小企業庁な
どもホームページでBCPに関する解説をしていますので
参考にされると良いですが、地質の視点で述べているもの

はほとんどありません。

最初に BCP を策定しておかないと、緊急事態の際に事業を長期間ストップせざるを得なくなるかもしれません。BCP 文化を根付かせることが重要なのです。皆さんが地質について理解していただけると良いと思いますが、こういうことは学校では教えていません。昔の方は経験上良く知っていました。例えば徳川家康のお城はよく考えて造られていました。現代は土木技術で全てどうにかなるというおごりがあるかもしれません。法人の使命として、人命の安全や経営の維持等がありますが、自社が止まってしまうとサプライチェーンも止まってしまう、その逆もあり得ます。そうすると従業員の雇用も守れなくなり、社会的な貢献もできなくなるのです。このように地質と人間社会は深くつながっているのです。

実際に金沢周辺を例に見てみましょう。金沢平野には森本断層や富樫断層などの活断層があります。それらを境に山側は比較的古い断層できており、元々海だったところが上昇したため、泥や砂でできています。森本・富樫断層帯の海沿いには砂丘があり、その内側にラグーンのようなものができ、そこは埋められたような軟弱な積層でできています。金沢市が出している液状化の危険予測図では断層西側の発生危険度がかなり高いとされています。

地質の方を見てみましょう。(資料4)



資料4

岩石の種類で色分けされ、断層も書いてあります。産総研の地質図Naviでは、目当ての活断層をクリックすると、それがどういう活断層で、どれくらい前に動いて、どれくらい時間が経っているのかなどの履歴が確認できるようになっています。

熊本地震は、地質の専門家からすると想定外ではないの

です。以前から、九州の警固断層と日奈久断層の変動量が大きい上に、近頃動いてないと言われていました。十数年前に福岡の街中を走っている警固断層が、北側3分の1だけ動きました。熊本の南側にある日奈久断層も変動が大きく、近頃動いた記録が無いと言われていたのが、10年くらい前から直上で時々震度5くらいの揺れを観測し始め、ついに熊本地震が起こりました。その際に日奈久断層の北部が動きましたが南部は動いていないので、専門家の中にはここが動くのではないかと危惧している人もいます。

それから火山噴火の影響も考えなくてはなりません。火山のデータベースでオーバーレイのものをクリックすると詳細や1万年以内の活動履歴が出てきます。金沢平野では2~3cmの火山灰の地層が残っています。噴火による火山灰は西から多く降ってきます。多量な火砕流を噴出する破局的な噴火は10cmとか20cmの厚さがあります。それくらいの厚さがあるのは7300年前の鬼界アカホヤ(鬼界カルデラ/屋久島の北)で、全国の縄文遺跡のマーカーとなっています。ほかに2.9万年前の始良-Tn火山灰(入戸火砕流、始良カルデラ/鹿児島湾奥)、5.5万年前の大山倉吉テフラ、9万年前の阿蘇-4火山灰(阿蘇カルデラ)など、九州では破局的噴火が10万年間に数回起こりました。大山の噴火では金沢あたりでも10cmくらいの火山灰が降っていますが、それくらいの噴火があると考えておく必要があるのかもしれません。

もっと身近な水害についてお話しします。水害も実は地質によります。地層を見れば水没するところが分かります。先般水没した岡山県真備町は、国土地理院が出した水没地域の地図と地質図を重ねてやると、きれいに完新世の河川堆積物のあるエリアに重なります。(資料5, 6)



資料5



資料6

氾濫時にできた泥などがたまってできた地層なので、堤防が無くなれば水没する氾濫原です。先日は長野県の新幹線車両基地が水没しましたが、この辺りも、氾濫原堆積物と書いてあります。川から近い方では粗いものが溜まり、川から離れると標高も少し低くなって泥が溜まります。ハザードマップにも水没の可能性について書いてあるのですが、原因については触れていません。実は信濃川の流域は昔から水害の多いところでした。下流では海に直接出す分水路は作ってあります。松本方面や上田方面など集水域がとても広く、それが長野に集まってくるのです。

平野の地質で注意したいのは、2万年前に最後の氷河期があり、海水面は今より120m下がっており、平野には深い谷が刻まれていたことです。縄文海進による海水面の上昇が始まる前までは東京湾はありませんでした。地下には数万年前から12万年くらい前のやや硬い地層がありますが、その上に1万年くらい前のプヨブヨの地層が60mくらい堆積し、そこにどンドン人が住んでいます。土木をやっている人なら分かると思いますが、ボーリング調査でN値（標準貫入試験値）が0というところがあります。N値は地盤の強度を示し、N値が高いほど地盤が強いことを表します。ボーリングでベタベタになったところは地下に水が溜まっている証拠です。ゆるく詰まった砂のところに水が入って揺さぶられて水が噴き出すのが液状化現象です。そういうところは地震が起きた時の挙動を考えておいた方が良いのです。

斜面災害についても地質が関係します。広島で大雨が降り土砂崩れが起きました。国土地理院がどの地点で土砂崩

れが起こったかをまとめたところ、花崗岩周辺で起こっていることが分かりました。古くから住んでいる人は分かっているのですが、広島は土地が無いのでそういうところに家が建てられています。家や工場が大丈夫でも道路がやられれば、交通がダメになるということを考えておかなければなりません。

最後に石川県内の新しい地質図として20万分の1地質図幅「輪島(第2版)」についてお話しします。1961年のものと何が変わったのかと言うと、当時は活断層や火砕流の概念はありませんでした。その後、海底に活断層が見つかり、能登半島の海岸線は活断層で出来たものだと分かりました。日本海ができた歴史は面白く、2000万年から1500万年くらい前に大陸の縁が裂けたところに海ができてきました。実は3000万年ごろから前兆の火山活動があり、1800万年から1500万年くらい前に一気に海底が広がり、日本海ができたのです。600万年くらい前までは地層が溜まり続けましたが、その頃になると日本列島はプレートの沈み込みによって、日本海が広がった時の断層が逆に押される力によって動くインバージョンテクトニクスが起きてきます。この時以降にできた断層が、日本海の海岸線を作っていると言えるかもしれません。

地質図を見ていただくとBCPだけではなく、面白いネタが転がっていますので、関心を持っていただければと思います。

全国産業活性化センター連絡会議

開催報告

開催日：2019年9月26日（木）～27日（金）

開催場所：【討議・意見交換／事務連絡】名鉄ニューグランドホテル（愛知県名古屋市中村区椿町6-9）
【企業視察】三菱重工株式会社 MRJ ミュージアム（愛知県西春日井郡豊山町豊場林先1）

内 容：各団体の近況報告と各々が抱える課題等について意見交換を行いました。

全国地域技術センター連絡会議 第1回事務連絡協議会

開催報告

開催日：2019年11月14日（木）～15日（金）

開催場所：【意見交換会・政策懇談会】八汐荘（沖縄県那覇市松尾1-6-1）
【企業視察】有限会社金武酒造（沖縄県国頭郡金武町金武429）
株式会社佐喜眞義肢（沖縄県国頭郡金武町字金武10914）

内 容：各団体の近況報告と各々が抱える課題等について意見交換を行いました。

セミナー「データ駆動型社会における北陸地域の未来」

開催報告

開催日：2020年2月19日（水）

開催場所：ホテル金沢（石川県金沢市堀川新町1-1）

主 催：東京大学地域未来社会連携研究機構 一般財団法人 北陸産業活性化センター

後 援：北陸経済連合会

参加人数：92名

内 容：

当財団は昨年度、東京大学地域未来社会連携研究機構と連携協定を結び、経済産業省の地域中核企業創出・支援事業「北陸地域における先端ものづくり産業の国際競争力強化事業の創出」を進めてまいりました。

今回は、製造業企業におけるIoT・AI導入はもとより、農林水産業や物流、医療、健康、交通分野のスマート化や自治体のオープンデータ化、スマートシティに関して、東京大学情報学環長の越塚 登教授にご講演いただくとともに、地域未来社会連携研究機構と経済産業省から産業立地分析の最前線と施策展開等に関してご報告いただきました。

【基調講演】

「IoTやAIを活用した地方経済活性化と地域課題の解決」

東京大学大学院情報学環長 越塚 登 氏

【報告】

「データ駆動型社会における市民協働・シビックテックによる地域課題解決」

東京大学空間情報科学研究センター特任講師 瀬戸 寿一 氏

「データを活用した地域経済分析と北陸ものづくり産業」

東京大学大学院総合文化研究科教授・地域未来社会連携研究機構長 松原 宏 氏

東京大学大学院総合文化研究科助教 鎌倉 夏来 氏

「今後の地域経済施策の方向性について」

経済産業省地域経済産業グループ 地域企業高度化推進課 地域政策研究官 藤井 法夫 氏

<詳細は次号でご紹介させていただきます>

R&D推進・研究助成事業 成果報告

平成29（2017年）度のR&D推進・研究助成事業にて採択されました4件の成果報告をご紹介します。

超高張力鋼板の塑性加工金型向けに 開発された硬質膜の実用化に関する研究

研究機関
／
研究者

フジタ技研(株) 研究開発部 開発室 南条 吉保、北岸 靖弘、岡崎 健一

石川県工業試験場 機械金属部 安井 治之、鷹合 滋樹

産業総合研究所(中部センター) 構造材料研究部門 光熱制御材料グループ 山田 保誠、中尾 節男

北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルメタサイエンス系 応用物理学領域 大島 義文

目 的

ここ近年、自動車に対する衝突安全基準の強化とEVシフトへの要望から、引張強度1 GPa以上の超高張力鋼板を採用した軽量・高強度な車体が要望されている。超高張力鋼板の塑性加工は、工具である金型(図1)に大きな負荷をかけるため、金型を保護する硬質膜の特性向上が必須となる。そこで当社では、既存の硬質膜とは異なる結晶構造を持つ、新しい硬質膜を開発した(図2)。結晶構造を操作することで、この膜は既存の硬質膜をはるかに凌駕する硬さ(図3)と靱性を獲得しており、それら特徴は超高張力鋼板など高負荷の塑性加工に最適と期待される。

本事業では、新たに開発した硬質膜の実用化を目的に、耐酸化性の改善、量産体制の確立、実用試験を行った。

成果概要

開発した硬質膜の成膜範囲は、当初は被覆処理装置の特定範囲のみであったが、現在はφ500mm×H500mmまで広げることができ、600mmの長尺金型への被覆処理が可能となった。また、構成元素を調整することで、TiAlN膜に相当する約800°Cの耐熱性を獲得できた。開発した硬質膜を金型に被覆して実際に使用したところ、この膜の特徴は凝着・かじりに強いが、摩耗は早いことがわかった。そのため、開発した硬質膜を超高張力鋼板の塑性加工に適用するには、耐摩耗性の高い硬質膜との複合化が必要で、今後の課題と考える。その他、開発した膜のみでも低炭素鋼やフェライト系ステンレス鋼など、凝着が問題となる材料の塑性加工にも適用できるとわかった。今後の改良内容によって、開発した硬質膜の適用範囲はさらに広がることを期待される。



図1 塑性加工用金型(パンチ)の例(銀色はTiC、金色はTiNを被覆)



図2 開発した硬質膜(銀色)を被覆した塑性加工用金型

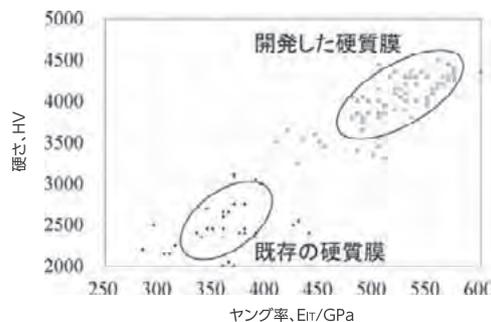


図3 硬質膜の硬さとヤング率

炭素繊維を使用した 低コストのポールの製造方法の開発

研究機関
／研究者

三光合成株式会社

炭素繊維事業部長 土井 努

三光合成株式会社

炭素繊維事業部主任技師 小西 勉

三光合成株式会社

炭素繊維事業部 安田 満男

三光合成株式会社

情報通信BU技術開発部 森井 信之

目 的

炭素繊維を使用した製品の製造には、決まった製造方法や既製の成形機がないため、製品の形状や、使用する目的によって様々な成形装置や方法が開発されている。

また、炭素繊維の基材となる樹脂も、熱硬化性のエポキシ樹脂やポリアミド樹脂等の熱可塑性樹脂など多様化が進み飛行機や自動車以外の一般用途にも利用が広がっている。近年、社会インフラの老朽化が問題となるなか、腐食による信号機や電柱の倒壊が多発しており、腐食に強く錆びない熱可塑性の炭素繊維のポールの開発の要望が出てきた。熱可塑性の炭素繊維は、熱硬化性に比べて韧性があるため、外力により一機に破壊することはないが、円筒形に加工することが難しいため、低コストで量産性のある加工方法を検討して、熱可塑性の炭素繊維のポールの開発を目指す。

成果概要

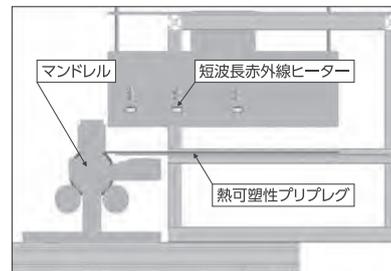
熱可塑性の炭素繊維のプリプレグは、含浸した樹脂が硬化した状態のため、加工できるように可塑性化する必要がある。可塑性したプリプレグはマンドレルに巻き取るのが、ヒーターと加圧ローラーを使用し、可塑性したプリプレグを加圧することで、巻タルミのないパイプを作ることができた。また、製造設備の投資費用や、製品のコストを下げるためにジョイント方式として、複数の短いパイプをつなぐことで目的の長さのポールが製作できるようにした。

一方、熱可塑性の炭素繊維のプリプレグには半硬化状態で、熱硬化性プリプレグと加工性が同じようなものがあるが、重合温度が高いため高耐熱のフィルム等の補助材料が必要で加工条件も異なるが、熱硬化性に準じた工法でパイプが製作できることを確認した。

【CFRTPパイプ積層装置】



熱可塑性プリプレグの加熱部の断面図



【ジョイント式CFRTPパイプ】



光架橋性人工核酸を用いた 高精度なコンパニオン診断薬の開発

研究機関
研究者

国立大学法人 福井大学 医学部医学科 腫瘍病理学 准教授 法木 左近

日華化学(株) 界面科学研究所 先端技術研究部 先端材料研究グループ 向當 綾子

日華化学(株) 界面科学研究所 先端技術研究部 先端材料研究グループ 中社 彩香

目的

本研究で開発する試薬のコンセプトは、「S/N比に優れた簡便なFISH(蛍光 in situ hybridization)検査」である。原理は、光架橋性核酸を修飾したプローブ(以下、CNVプローブ)をUV照射によりターゲットと共有結合させた後、高強度洗浄を行うことでミスマッチプローブを除去し、ターゲットにパーフェクトマッチしたプローブのみを検出することである。

光架橋性核酸は、通常のDNAやRNAでは塩基が相当する部分が3-シアノビニルカルバゾールに置き換えられた人工核酸(CNV-K)である。北陸先端科学技術大学院大学で開発され、日華化学が試薬として販売している。光架橋性核を修飾したオリゴDNAは、相補的な配列を持つDNAと結合した後、光(UV 366nm)を照射することで、光架橋核酸(CNV-K)が周辺のピリミジン塩基と共有結合を形成する。光架橋核酸を修飾したオリゴDNAをFISHのプローブに用いることで、従来のハイブリダイゼーションのみの結合では不可能な、高精度なFISHを実現できる可能性がある。

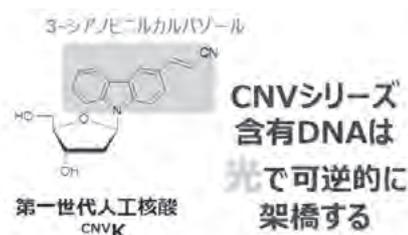
本助成研究では試薬のコンセプト検証を実施した。

成果概要

CNVプローブの機能確認を、A:細胞内でターゲットを捕捉できるか、B:光架橋により捕捉能力が向上するか、の2項目により実施した。先行研究と同様の方法を用いて、本研究のコンセプトを、ヒト病理組織(乳がん、胃がん)で実証済できた。

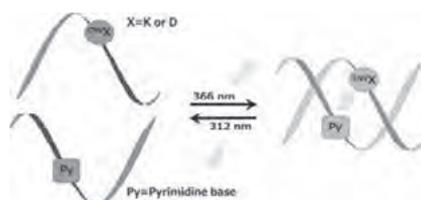
今後は乳がん遺伝子Her2をはじめとする、疾患原因遺伝子をターゲットとした、高精度なISHの開発を進めていく。

■ 日華化学の光架橋性人工核酸



※北陸先端科学技術大学院大学 藤本研究室 開発

■ CNV-Kによる光架橋反応の概略



■ 光架橋FISHのコンセプト

[光架橋FISH]

ミスマッチを除去しターゲットのみを検出する
光架橋させた後、水素結合が非難する洗浄でミスマッチを除去



モバイル型迅速簡便 微生物菌遺伝子検査システムの開発

研究機関
研究者

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 教授 高村 禪

北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 客員教授 Manish Biyani

(株)バイオデバイステクノロジー 取締役企画部長 牛島 ひろみ

(株)バイオデバイステクノロジー 研究員 Madhu Biyani、道畠 さゆ美

目的

食品の微生物検査は食品衛生上重要であるが、通常の培養法では結果が出るまでに2~3日かかり、生鮮食品では汚染が見つかった時点で消費されている可能性がある。

本研究では30分という短時間、低コストで持ち運びできる微生物検査システムを開発、普及させ、食の安心・安全を高める。

成果概要

(測定原理)RPA法に基づいて行う。PRA法では、DNAの増幅、検査を37℃の等温で可能であり、試験チューブを手で握って反応させることが可能である。この手法と我々が開発した印刷電極及び手のひらサイズの小型ポテンショスタットを用いた遺伝子センサーを組み合わせることで、小型低コストのシステムを実現させる(図1)。

(成果1)当初プローブを固定することなく、methylene blueやHoechst33258等電気化学的活性を持つインターカラーターを用いた検出方法の開発を目指した。しかし、DNA増幅量が比較的小さいRPAではこの方法は陰性と陽性の差が検出できなかった。そこで、金ナノ粒子を標識としたプライマーを磁性粒子で電極上に固定化して測定する方法を新たに考案した。この方法ではRPAによる増幅反応10分、後処理10分、電気化学測定に5分で、30分以内に測定可能であった。洗浄を十分に行うことで陽性と陰性を良好に分別できた(図2左)。

(成果2)成果1の方法では、RPA後の溶液中に、金ナノ粒子標識増幅DNA、標識されていないもの、標識用のprobe、残存するprimer等が混在し、遠心分離を行う必要がある。遠心分離機は持ち運びしにくく、オンサイトの検査には難がある。そこで、5分でゲル電気泳動が完了するマイクロゲル電気泳動装置を試作し、これによりRPA後の解析を検討したところ、容易に陰性と陽性の区別が可能となった。この電気泳動装置は約20cm角サイズの小型軽量タイプであり、マイクロゲルはプレキャストタイプにできるためモバイル型システムとしての製品化は容易である(図2右)。

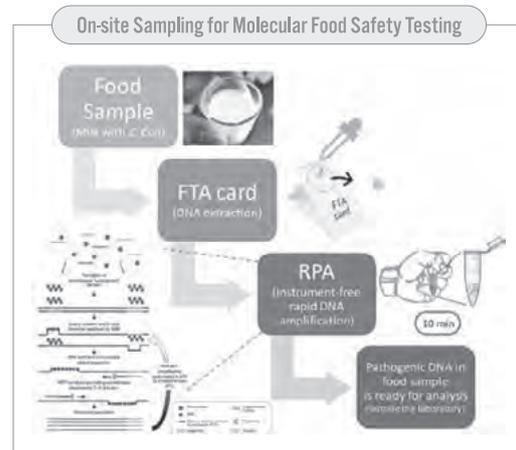


図1 サンプルングの方法とRPA法を用いたオンサイトDNA増幅・検査のしくみ。

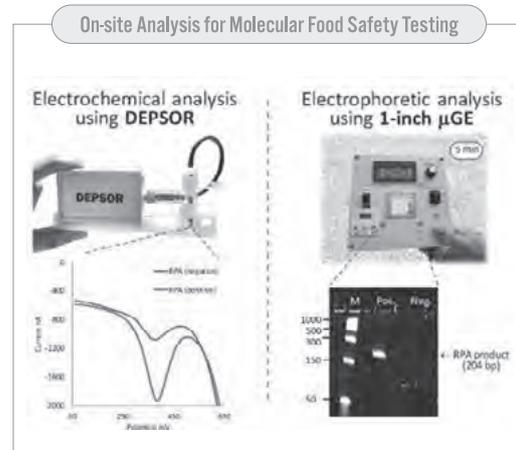


図2 食品安全のオンサイト分子レベル検査装置と検査結果。電極型(左)と電気泳動型(右)。

主な行事予定

行事名	開催日	開催場所
第 28 回 理事会	2020 年 3 月 11 日 (水)	金沢市
北陸ライフサイエンスクラスター推進協議会	2020 年 3 月 13 日 (金)	書面
第 24 回 評議員会	2020 年 3 月 31 日 (火)	金沢市



当財団の事業内容や最新情報を Web サイトでご紹介しております。
各種講演会やセミナーなどご案内しております。
ぜひご覧ください。

【その他お知らせ】

経済産業省中部経済産業局様より、『プラスチック製買物袋(レジ袋)の有料化に向けた取組についてのお願い』の周知依頼が以下(一部抜粋)のとおりありましたのでご案内させていただきます。

.....

平素より 3 R 行政にご理解とご協力をいただきまして、誠にありがとうございます。

プラスチックが短期間で経済社会に浸透し、我々の生活に利便性と恩恵をもたらしてきた一方で、資源・廃棄物制約や海洋ごみ問題、地球温暖化といった、地球規模の課題が深刻さを増しております。こうした背景を踏まえ、政府において、プラスチックの過剰な使用の抑制を進めていくための取組の一環として、プラスチック製買物袋の有料化を通じて消費者のライフスタイルの変革を促すため、「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」(以下、容器包装リサイクル法という)の枠組みを基本とし、令和元年 12 月 27 日、「小売業に属する事業を行う者の容器包装の使用の合理化による容器包装廃棄物の排出の抑制の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令」が改正されました。

本改正により、小売業に属する事業を行う事業者は、商品の販売に際して、消費者がその商品の持ち運びに用いるためのプラスチック製買物袋(いわゆるレジ袋)を有料で提供することにより、プラスチック製買物袋の排出抑制を促進することとなります。令和 2 年 7 月 1 日から全国で一律にプラスチック製買物袋の有料化が開始されます。

つきましては、これまでも容器包装リサイクル法に基づく 3 R、プラスチック製買物袋の有料化制度等にご協力いただいているところではございますが、下記(プラスチック製買物袋の有料化に関する HP を参照ください)のとおりプラスチック製買物袋の有料化に向けた準備を進めていただきますよう、よろしくごお願い申し上げます。

<各種問い合わせ先(コールセンター)>

相談受付時間 月～金曜日(祝日除く) 9:00～18:15

○事業者の皆様向けの相談窓口 0570-000930

○消費者の皆様向けの相談窓口 0570-080180



<プラスチック製買物袋の有料化に関する HP>

https://www.meti.go.jp/policy/recycle/plasticbag/plasticbag_top.html

伏木海陸運送株式会社



常務取締役
久保 啓二郎 様

創 業 1944 (昭和 19) 年 3 月 31 日
所 在 地 富山県高岡市伏木湊町 5 番 1 号
資 本 金 18 億 5,050 万円
従業員数 303 名 (2019 年 12 月 31 日現在)
ホームページ <https://www.fkk-toyama.co.jp/>

事業内容
港湾運送事業、貨物利用運送事業、倉庫業、海上運送業、
内航運送業、不定期航路事業、海運代理店業、通関業、
梱包業、貨物自動車運送事業、産業廃棄物収集運搬事業、
空港運送代理店業ほか

総合物流企業として地域社会の発展に貢献する伏木海陸運送株式会社に伺いました。

一 御社の事業について教えてください

1944 年、当時の伏木港で回漕業を営んでいた 8 社が統合してできた伏木港運送(株)と日本通運(株)伏木支店が合併し、伏木海陸運送(株)が創立されました。

当社の事業内容は港湾運送事業を柱に、これに付随する海上運送業、船舶代理店業、通関業、貨物自動車運送業、倉庫業、警備業など多岐にわたり、伏木港・富山新港を拠点とした海から陸に繋がる国際物流を通じて成長・発展してきました。

一 国際物流の発展について

当社の物流事業の特徴の一つとして、ロシア極東港との輸出入があります。1975 年に当時旧ソ連のワニノ、ナホトカ港⇄伏木港の定期航路が就航しました。これは極東港から材木を積んだロシア船が伏木港・富山新港で揚荷した後、伏木港で日本製雑貨を積んで帰るという在来船航路です。当時は横浜港に匹敵するほどの対ソ輸出货量を誇りましたが、1991 年のソ連邦崩壊とともに貿易形態や貨物の種類も大きく様変わりし、現在の RORO 船を中心とした中古車輸出へと変化してきました。一方、コンテナ航路については、1984 年に極東のポストーチヌイ港を結ぶ富山新港初のコンテナ定期航路が就航し、これを皮切りにその後韓国、中国、東南アジアへのコンテナ航路の拡充を図り、今日の世界を結ぶ物流ルート構築に至っています。

また、もう一つの大きな特徴は、当社の柱でもある地場産業に不可欠な輸入原料(バラ貨物)の取扱いです。1968 年に大型化の進む外航船への対応可能な港として富山新港が供用開始されて以来、ウッドチップ、コークス、鉄鉱石、アルミ地金など大型船によるバラ貨物の荷揚作業に携わってきました。

そしてこれら当社の事業に欠かせない港湾施設においても、岸壁の延伸や水深化工事などによる規模の拡大が図られており、当社としてはこれに応えるべく更なる事業の拡大に努めていきたいと思っています。

一 今後のさらなる展望について

2019 年に当社は創立 75 周年を迎え、同年、本社前に「創立 75 周年記念館」が完成しました。伏木港や当社の歴史、また、昨年、日本選手権にも出場した硬式野球部の活躍などを紹介しています。



創立 75 周年記念館

当社は 2013 年に AEO 制度(*)の特定保税承認者の認定を受け、2019 年には新たに認定通関業者としての認定も取得しました。これにより当社は AEO 事業者という立場での更なる責任を担うことになりましたが、取引先からの信頼を高め、社員のレベルアップにも繋がるものとして取り組んでいます。

また、現在、伏木万葉ふ頭においては、2021 年秋の稼働開始を目指すバイオマス発電施設の建設が進められています。港湾背後地の利用や大量の木質燃料の輸入など、港の発展に大きく寄与する事業として、当社も港湾作業を中心に積極的に携わっていきたく考えています。

同様に伏木万葉ふ頭では、当社 FKK グループの旅行部門である FKK エアサービス(株)が毎年夏に豪華客船「飛鳥 II」をチャーターし、主に県内の皆さんを対象に優雅な船旅を提供しております。初の就航から今年で 20 年を迎えますが、地域の恒例イベントにもなっており、今後も続けていきたいと思っています。

最後に、当社「内和外信」の社訓のもと、これからも総合物流企業として様々な顧客ニーズに応えるべく社員一丸となって社業に励むことで、企業としての地盤を固め、地域社会の発展に努めていきますのでよろしくお願い申し上げます。

(*) 貨物のセキュリティ管理と法令順守の体制が整備された事業者に対し、税関が承認・認定し、税関手続きの緩和・簡素化等のベネフィットを与える制度)