

き ら
煌めき

北見工業大学、研究者たちから

研究広報シリーズ収録、別冊 Okhotsk Skies



vol.2

煌めき

北見工業大学、研究者たちから

vol.2



オホーツク地域と呼ばれる北海道北東部は、美しく豊かな自然に恵まれているだけでなく、日本を支える広大な一次産業地帯でもあります。また、冬には北海道の中でも特に厳しい寒さが訪れるなど、いくつもの際だった特徴を持っています。

そのオホーツク地域の中核都市「北見」に位置する北見工業大学では、研究者たちが地域の特色を反映したユニークな研究、世界をリードする先端研究を繰り広げています。

この「煌めき」北見工業大学、研究者たちから」は、北見工業大学の広報誌「Okhotsk Skies (オホーツクスカイ)」で連載している研究広報シリーズを小冊子に収録したものです。私たちが放つキラキラとした輝き「煌めき」をご覧ください、進んでいる研究の大切さや面白さを感じ、工学の、そして北見工業大学のファンになっていただけると幸いです。

北見工業大学広報誌編集委員会

Index

- 01 海底・湖底に眠るエネルギー メタンハイドレートの神秘
- 09 CO₂・CH₄ 環境課題、そしてエネルギーへ
- 17 医療への工学の挑戦 クオリティオブライフの向上を目指して
- 25 人・道路・クルマ・社会
- 33 光 あらゆる技術へ、光の可能性
- 41 カーリングの街「北見」に技術の力
- 49 モデリング 科学的モデル化・コンピュータシミュレーション

お断り

本書で紹介している研究のテーマ、研究者とその職名などは、広報誌「オホーツクスカイ」に掲載された時点での情報となっています。研究・研究者に関するお問い合わせは、北見工業大学企画広報課（連絡先は巻末に記載）までお寄せ下さい。

研究広報シリーズ〈8〉

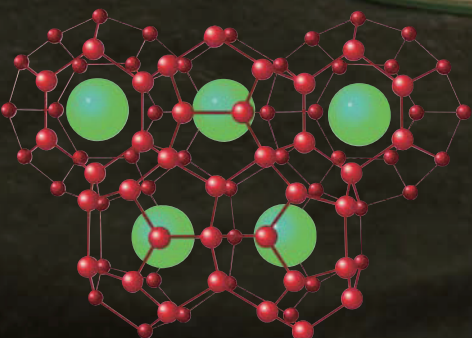
「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている価値ある独自の研究を連載し、紹介していきます。

海底・湖底に眠るエネルギー

メタンハイドレートの神秘

燃える氷

水にメタンガスや炭酸ガスを混ぜて低温高圧下に置くと、クラスレートハイドレート(包接水和物)と呼ばれるユニークな結晶ができます。このとき取り込まれるガスがメタンの場合、その結晶はメタンハイドレートと呼ばれます。メタンハイドレートは火をつけると燃えるため「燃える氷」といわれ、低温・高圧条件を満たす永久凍土地帯や湖底下、海底下に存在します。メタンガスは油田やガス田から採掘されエネルギー源として有用な天然ガスの主成分であり、20世紀末以降、新たなエネルギー源として注目されているのです。日本のメタンハイドレートの資源量は、1999年の時点でわかっているだけでも、日本で消費される天然ガスの約96年分(天然ガス換算で7.35兆m³)以上と推計されています。



メタンハイドレートの結晶構造

水分子(赤玉)はナノ(1mmの百万分の一)スケールの小さな籠を作っており、その籠の中にメタン分子(緑玉)が取り込まれている。水とメタン分子個数の比率(水和数)は約6:1で、大量のメタンを結晶内部に効率よく含んでいる。

海底・湖底に眠るエネルギー

～メタンハイドレートの神秘～



バイカル湖

バイカル湖はユーラシア大陸中央部の北緯51°27'から55°46'、東経103°42'から109°58'に位置する。南北の長さ680km、東西の幅40～50km(最大80km)である。最大水深は1643mであり、世界一の水深を有する湖である。1月～5月には湖面が凍結し、氷厚は70～115cmに達する。バイカル湖の湖底堆積物試料の採取は1979年より行われてきており、地質調査や周辺域の環境変動などが研究されてきている。

1997年にバイカル湖底の堆積土からメタンハイドレートが発見された。これは淡水湖としては唯一である。現在、マレンキー泥火山をはじめ多くの地点での表層型メタンハイドレート採取を主とした湖底堆積物試料の調査が行われている。

オホーツク海

オホーツク海サハリン沖は、北見工業大学は2003年からしている。この調査により40カ所の3カ所のストラクチャーのひ
C H A O S 計画：

S S G H 計画：

もっとも大きなメタンハイドレートの存在域のひとつと考えられている。
CHAOS(カオス)計画および**SSGH計画**に参画し、サハリン沖海底の表層型ハイドレートを研究し以上の湧出ストラクチャー(鉱床)が発見され、サハリン島沖合北東のDerugin(デリューギン)海盆とつば「北見」から名を取り、Kitamiストラクチャーと命名されている。
Hydro-Carbon Hydrate Accumulations in the Okhotsk Sea
日本(北見工業大学)、ロシア、韓国が主導し、ドイツ、ベルギーとともに実施した国際共同プロジェクト研究
Sakhalin Slope Gas Hydrate
日本(北見工業大学)が主導し、ロシア、韓国とともに実施している国際共同プロジェクト研究

北見工業大学とメタンハイドレート

北見工業大学は2001年4月、未だに利用されていない新たなエネルギー分野を開拓するため、メタンハイドレートを研究対象の主軸とする「未利用エネルギー研究センター」を設置しました。ここではオホーツク海、バイカル湖での調査をはじめ、様々なハイドレートに関する研究を行っています。
今回は、この将来の新エネルギーとして注目されているメタンハイドレートの研究を展開している4人の先生においでいただきました。



坂上寛敏 さかがみ ひろとし

マテリアル工学科 助教
触媒化学、有機化学を専門とする。
2001年からメタンハイドレートのフィールド調査に参画している。



山下 聡 やました さとし

社会環境工学科 教授
土質力学、地盤工学を専門とする。
2005年からメタンハイドレートの研究を始める。



八久保晶弘 はちくぼ あきひろ

未利用エネルギー研究センター 准教授
雪氷学、気象学、結晶物理学を専門とする。
2001年未利用エネルギー研究センター設置とともにスタッフとしてガスハイドレートに関する研究を展開し始める。



庄子 仁 しょうじひとし

未利用エネルギー研究センター長・教授
応用物性学、雪氷学、結晶物理学を専門とする。
2001年未利用エネルギー研究センター設置とともにセンター長を務める。



司会 内島典子 うちじま ふうみこ

産学官連携コーディネータ
技術アウトリーチを専門とし、北見工業大学の魅力を全国に発信

坂上 基礎研究により解明すべき部分として、構造、生成解離機構、物性などに関する研究を進めています。これまでに、ガスクロマトグラフ(高精度で成分を分析する装置)やNMR(物質の結合状態を解析する装置)を用いて、ハイドレートの結晶構造や包接された炭化水素に関する情報を得るための研究を進めてきています。実際の資源量を見積もる上でも、まだまだ基礎データの積み上げが必要です。結晶構造を明らかにすることも重要です。測定結果から、包接ガスの組成や包接ガス量を見積もるうえでも重要な知見が得られつつあります。

山下 私はバイカル湖やオホーツク海サハリン島沖のメタンハイドレート存在域の湖底、海底地盤から堆積土を採取して、種々の物理試験(粒度、含水比、流動性、密度、鉱物組成など)や力学試験を行っています。
ガスハイドレートは、資源、環境、災害という3つの側面で人類社会と密接な関わりを持っています。ガスハイドレートは将来のエネルギー資源のひとつとして注目されていますが、エネルギー資源としての採取時の地盤変動や、地球環境変動に伴う海水温上昇によるハイドレートの解離は、海底地すべりなどの地盤災害のきっかけとも成り得るのです。

その危険性を把握するためには、ハイドレートが存在している地盤の土質特性を調べる必要があります。

八久保 天然ガスハイドレートがいつ頃、どうやってできたのか、どのような地底構造なのかも分からず、資源利用だとか、どうやって掘ろうとか、そればかり考えていたのでは環境破壊や大きな災害を引き起こしてしまうかもしれません。天然ガスハイドレートは温室効果ガスであるメタンの巨大なリザーバーでもあり、ハイドレート層が分解すれば海底地すべりの原因になるとも考えられています。基礎研究分野で開拓すべき部分はまだまだ大きいのです。

庄子 私たちは、天然のメタンハイドレートを現場で体系的に採取して、どうしてここにあるのか、どうやってできたのかを詳しく調べ、将来のハイドレート活用に役立てようとしています。2011年3月に発生した東日本大震災などで、今後のエネルギー資源確保の問題が、あらためて社会的に注目されています。原子力よりも天然ガスの方が安心できるという議論もあります。天然に存在するメタンハイドレートを回収して活用できれば、新しいタイプの天然ガス資源として使えます。オホーツク海サハリン沖の海底やバイカル湖の湖底にあることは既に判っていますが、ただやみくもに採掘すれば、環境を壊したり公害をまき散らしたりしかねません。

司会 メタンハイドレートに関するどのような研究を展開しているのですか。

私たちは、天然のメタンハイドレートを現場で体系的に採取して、どうしてここにあるのか、どうやってできたのかを詳しく調べ、将来のハイドレート活用に役立てようとしています。2011年3月に発生した東日本大震災などで、今後のエネルギー資源確保の問題が、あらためて社会的に注目されています。原子力よりも天然ガスの方が安心できるという議論もあります。天然に存在するメタンハイドレートを回収して活用できれば、新しいタイプの天然ガス資源として使えます。オホーツク海サハリン沖の海底やバイカル湖の湖底にあることは既に判っていますが、ただやみくもに採掘すれば、環境を壊したり公害をまき散らしたりしかねません。

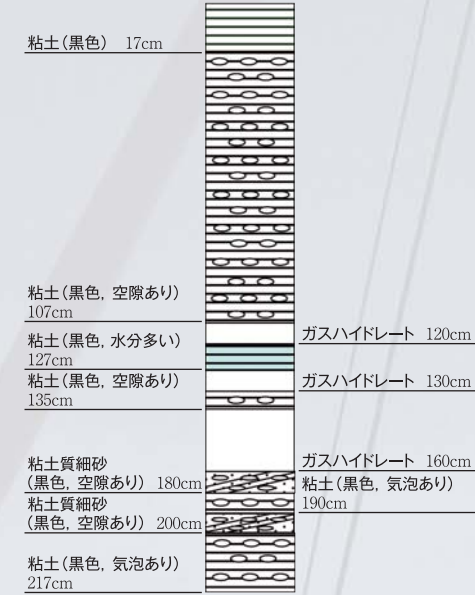
バイカル湖



バイカル湖湖底の
表層型メタンハイドレート堆積物
コア
2分割コア中に白く見える部分が
メタンハイドレート



採取した堆積物コアを縦方向に2分割する



ペーセン断試験
(地盤のせん断強さを求める試験)

採取した堆積物コアに回転力を測るドライバーを差し込み、ドライバーを回すのに必要な力からコアの強さ(せん断強さ)を測定する。コアのせん断強さを知ることによって、地震などに対する海底地盤の強度特性を考察することができる。

堆積物中に白く見えるのがメタンハイドレート



コアラー先端



海底のサンプルが詰ったコアラーを船上に引き上げる

マレンキー・ストラクチャー領域で採取したコアの土質柱状図の例

粘土質の細砂が存在し、ガスハイドレートはすべて粘土層に存在する。ハイドレートを含む湖底の地質構造が解明されつつある。

片岡ら, 地盤工学会北海道支部技術報告集 No. 47, Page255-264, 2007

研究広報シリーズ<8>

海底・湖底に眠るエネルギー

～メタンハイドレートの神秘～

【司会】「浅いメタンハイドレート」の調査では具体的にどのようなことを解析しているのですか。

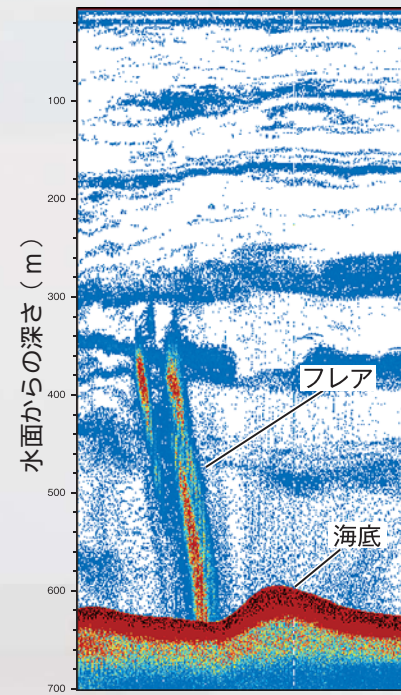
山下 正確に海底地盤の強度特性を調べるためには、実際に海底地盤で海底の強度を測定できればよいのですが、それは費用の面からも難しいことです。そのため、私は海上から地震波探査で海底構造を調査したり、採取した試料の室内試験結果からその強度特性を推定しようとしています。しかし、高水圧条件にある海底地盤から試料を採取すると、コア引き上げ時の圧力解放によって堆積物の性質が変化してしまいます。特にハイドレートが存在している地域はメタンガスが多く海水中に溶解しているため、特性変化の割合が大きいのです。その変化の程度と要因を評価することが必要です。また、海底地盤中でハイドレートが分解した場合に、周辺地盤にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることも重要となります。これらのことを明らかにするために、採取堆積物に含まれているガス濃度と強度の関係や室内試験で海底地盤からの試料採取をシミュレートする実験などを行っています。

できるものであり、そして場所ごとに性質が異なり、それぞれに特徴があります。たまたまヘンテコなサンプルが見つかることも面白く、謎解きのネタが増えて嬉しくなっています。私は、調査でもサンプル測定でも、自分が最前線に立つことを信条としています。寝食の時間以外はずっと測定に没頭し、世界で初めてのデータが得られたときには大きな喜びを感じています。

【司会】なぜ、オホーツク海やバイカル湖でのメタンハイドレートのフィールド調査をおこなっているのですか。

庄子 メタンハイドレートは、ふつうは海底下数百mに観察されるBSR(海底擬似)反射層のすぐ上部にあるため、取り出すには深いボーリングが必要で、しかし、海底からメタンガスが噴出するような場所ではハイドレートが噴出孔近くにもできていますので、採取等のアクセスが極めて簡単なのです。オホーツク海サハリン沖の海底には、メタンガスを含む湧水が数多く発見されており、それらはストラクチャーと呼ばれる大きな数百mの海底域毎に分かれて存在しています。ストラクチャー上の海中には、エコー探査でメタンの気泡が音波を反射してできる炎のようなイメージフレアが現れます。ここではストラクチャー内で直径10cm程度の金属円筒を用いて高々深さ数mの掘削を行うと、堆積物コア中に白いメタンハイドレートを容易に採取することができるとのことです。バイカル湖も同様に容易にメタンハイドレートの採取を行うことができるとのことです。夏は調査船を用いて、冬は厚さ80cmの湖水の上から調査を行っています。こうした「浅いメタンハイドレート」の生成過程と機構を理解するために、サンプルを国内に持ち帰って詳しく解析しています。2008年8月には、北見工業大学を含む国際プロジェクトでバイカル湖湖底のメタンハイドレートの採取実験を行いました。ウォータージェットで湖底を攪拌し、ガスを湖水に溶け込ませて引き揚げる手法により14mのガスを採取することができました。表層のメタンハイドレートからガスを採取した世界初の事例となりました。

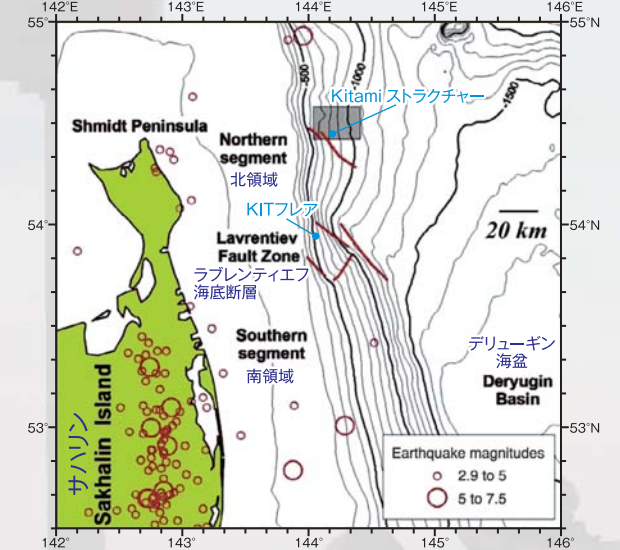
KITフレア (キットフレア) 画像



水深からの (m)

水平距離 [写真幅約1m]

中央部のラヴレンティエフ断層域を境に、南北で大陸斜面の形状が大きく異なる。赤線は個々の断層を示す。地震波の伝わり方で海底の地盤を調査している。赤丸の位置と大きさは、地震の震央とマグニチュードを示す。



サハリン北東沖の海底と調査域(灰色の長方形) 庄子ら, 地学雑誌 118(1), 175-193, 2009

ラヴレンティエフ海底断層付近で発見したメタンハイドレート採取地点のフレアは、北見工業大学の略称であるKIT (Kitami Institute of Technology) からKITフレア (キットフレア) と命名された。北緯54° 東経144°

図中の赤色の部分がメタンガスを含む湧水を示すフレア



堆積物コアの分取(南)

調査船上での堆積物コアの解析(坂上、南)

マテリアル工学科の南尚嗣准教授も、庄子教授らと共にメタンハイドレートに関する研究を手がけている。間隙水や海水・湖水中の溶存イオン、堆積物中の元素などの化学分析を担当しており、それらの中にある化学反応とメタンハイドレート生成環境との関係を明らかにしつつある。

オホーツク海



手の上でメタンハイドレートを燃やす(山下)



堆積物コアの解析(坂上)



学生と教員との研究進展状況報告



地球惑星科学連合大会での研究成果発表(八久保)



ラマン分光装置によるハイドレート結晶構造の解析



バイカル湖での堆積物コアの採取



冬のバイカル湖の氷上調査では謎の大形淡水魚との出会いもあります。(庄子)

司会 この研究を進めることの魅力とはなんですか。

山下 北見工業大学には小さい大学だからこそ小回りが利き、他分野の研究者と交流・研究がしやすい環境があります。そのような環境にいることに感謝しています。

メタンハイドレートが存在している場所は、低温・高圧環境にあり、我々が生活している環境と大きく異なっています。そのため、自分が専門とする地盤工学の分野では、そのような環境下での研究成果がほとんどありません。未知の領域であり、これまで考慮する必要がなかったことを考えなければなりません。しかし、地盤工学の分野でハイドレートの研究をしている研究者は、国内外でも僅かですし、他分野の研究者と一緒にいる人はほとんどいません。新たな分野でもあり、まだわからないことが沢山あることが研究者にとって魅力的なのです。誰でもできる研究ではないですよ。

坂上 資源の乏しい日本において、この天然ガスハイドレートは新たなエネルギー源として利用できる可能性を持っています。そこに、非常に興味を持ちます。

研究広報シリーズ(8)
海底・湖底に眠るエネルギー
～メタンハイドレートの神秘～

司会 オホーツク海サハリン沖という海底からメタンガスが湧き出す世界有数の密集域に極めて近いことが、他の大学にはない北見工業大学の優位性をもたらしているのですね。調査フィールドが近いという地の利は大きいと感じました。そして、小さな一地方大学の研究センターだからこそ、小回りがきく動きやすいチームで研究を進められる、ということも大きな利点であることもわかりました。

1年のうちおよそ6週間もの間フィールド調査で過ごして採取したハイドレートを北見に持ち帰り、化学的・物理的分析から、安全安心な環境との関係、新しいエネルギーとしての可能性などを研究されているのですね。私たちの生活を安全安心へと導いてくれそうな、メタンハイドレートの研究により生まれてくる大きな可能性にわくわくしました。

この対談終了後、オホーツク海の調査に出発するのですが、また、新しい発見をお聞きできるのを楽しみにしています。

ありがとうございました。

司会 これからの研究への夢や期待を教えてください。

八久保 私は大学院時代、積雪層構造の研究をしていましたが、センター設立を機にメタンハイドレートの研究を始めました。最初の頃は慣れない研究分野にとまどいましたが、最近ようやくオリジナルな論文を出せるようになりました。

面白がつて研究に取り組む学生にもっと来てほしいですね。入学前後の学生はみな、二言目には「メタンハイドレート」と言います。現在、我々が手がけている野外調査の規模や豊富な実験装置などを考え、「大学院生が10人以上いて、ポストドク数名がばりばり研究をしていて、実験室は不夜城と化していて…」というような姿を夢見ます。

山下 そうですね。学生にもっと興味を持ってもらいたいですね。

私がハイドレートに関する研究を手がけ始めたのは、ひとつは庄子先生とよく飲みに行っていて、そんな関係からいつしか引きずり込まれたということがありますが、ハイドレートに関する共同研究相手の清水建設側の研究者が旧知であったということもあります。そして、博士後期課程の学生がいたこともきっかけだったといえます。まだまだ研究したい魅力がたくさん持っているハイドレートの研究にぜひ興味を持ってもらいたいです。

庄子 私たちが目指す研究は一人ではできません。また、北見工業大学一校だけでもできません。国内各機関の協力・国際協力があつてこそ可能な研究です。大学や研究所の壁や国境を乗り越えてこそ可能になります。チームワークで重要なのは信頼関係です。一緒に研究している仲間が、「共に成長すること」に疑いを持ってはいけません。ところがチームが大きくなると、メンバー全員が信頼しあうことは容易ではありません。

難しいのは、「小さなチームを維持して、共に成長すること」です。北見工業大学におけるメタンハイドレート研究は約10年前に始まりました。この成果を世界に発信するばかりでなく、北見工業大学の教育カリキュラムにバランスよく活かす必要があります。そうしなければ、現在進められているハイドレート研究も、いずれ失速することになります。

山下 工学の立場から、私は、今の研究をどのように人のために役立たせるかと期待が膨らみます。本学のハイドレート研究は、基礎的、理学的、サイエンス的な面がありますが、工学の分野では研究成果を如何に利用するかが求められます。現在の研究内容を工学分野でどのように発展させるかが今後の課題でもあり期待でもあります。エネルギー資源として活用できる研究成果を上げることも今後の目標としています。

坂上 私はこれまでにメタンや二酸化炭素が主成分のバイオガスの有効利用に関する研究や、道央圏で供給する天然ガスのハイドレート化に関する研究を進めています。さらに工学的应用研究についても研究を進めたいですね。

山下 将来の研究成果の還元を考えれば、国内での調査・研究も必要です。

北海道周辺の網走沖や十勝沖の海底地盤にもメタンハイドレートが存在することが推定されています。これまでの研究成果を土台として、北見工業大学の地の優位性を生かして北海道周辺海域での研究展開も必要だと思えます。実際に、2011年9月から網走沖や稚内沖での調査計画が進行しているんですよ。

CO₂

二酸化炭素

CH₄

メタン

～環境課題、
そしてエネルギーへ～

研究広報シリーズ〈9〉

「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている
価値ある独自の研究を連載し、紹介していきます。

マイクロガスタービンNo.2

環境に優しい安全・安心なエネルギーが強く求められる
ようになり、近年、次世代エネルギーとして「未利用資源」
を活用する気運が高まっています。地球環境課題として
温暖化が懸念されている今、温暖化物質として代表的な
二酸化炭素(CO₂)やメタンガス(CH₄)については、環境
課題解決に向けた調査研究だけでなく、それらを有効に活
用する技術にも関心が高まっており、盛んに研究開発が進
められています。

流水を迎え入れるオホーツク海沿岸

Column 1

北海道オホーツク海沿岸は流水が訪れる世界最南の地です。毎年1月の下旬には北見の常呂海岸にも、真っ白な大地が出現したかのように海一面を埋め尽くす流水がやってきます。ゆっくりと形成された高純度の氷からなる流水は、太陽光の青い光以外を吸収するため透き通るような青い光を放つ幻想的な冬の別世界を創りだし、私たちを楽しませてくれます。また、その氷の下に連れてきてくれる豊富なプランクトンは、オホーツク海の豊かな漁場を生み出す源ともなっています。



北見工業大学と 二酸化炭素・メタン

北見工業大学が位置する北海道東部(道東)には、利用されずに放置されている多量のエネルギー資源があります。自然環境豊かな寒冷地という特徴から、さらされる、太陽光、風力などに代表される自然エネルギーや、地熱、雪氷冷熱、温泉廃熱などです。しかし、これらのエネルギーを工業的に有効活用するには、エネルギーとしての密度や品位が低すぎるといふ大きな課題も抱えています。北見工業大学では、これらのエネルギー資源の工業的利用に向けた研究を精力的に進めています。その一環として、温室効果ガスとしてよく耳にする二酸化炭素やメタンガスを、逆にエネルギー資源として活用できないかという取組も始めています。さらに、北見工業大学では、特に環境を意識した二酸化炭素やメタンガスに関わる研究活動も盛んに行われています。



佐々木正史 ささきまさふみ
機械工学科 教授
熱工学、動力システム、環境工学を専門とする



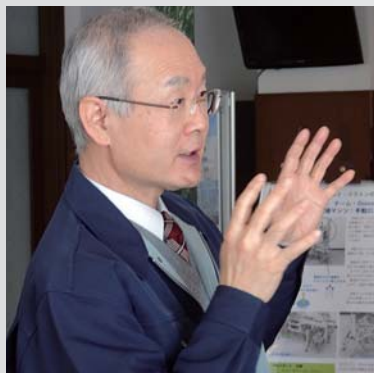
小原伸哉 おばらしんや
電気電子工学科 教授
エネルギーシステム、熱工学を専門とする

司会 先生方はそれぞれ専門分野も異なりますが、二酸化炭素、メタンに関してどのような研究を展開しているのですか。

佐々木 私は、みなさんが二酸化炭素、メタンと聞いて真っ先に思い描くように、環境に関する研究を進めています。2003年から2005年にかけて、南極地域観測隊の越冬観測に参加したのですが、そのときに南極大陸沿岸に出現する湖沼で、あぶくが氷の中に作る、見惚れるような美しい造形を目にしたんです。しかし、そのあぶくの中には予想だにしない高濃度のメタンが在ることがわかり、もう、その不思議にとつぶりハマってしまいました。動植物の生育が殆どできない環境の中で、湖底の苔や地衣類の死骸(有機物)が無酸素(嫌氣的)環境で分解され、メタンを生成します。そのあぶくはこうした生物起源のガスが冬期の氷盤に閉じ込められてきたものでした。それから、世界中の湖沼からどれだけメタンが大气に出ているのかを突きとめる研究をするようになりました。湖沼メタンのみならず、南極と同じ寒冷環境にある北極圏全域から大气に放出されるメタン量も推計し、例えば温暖化のような気候変動との関連性の解明に寄与したいと考えています。

山田 私は身の回りのメタンに注目しています。生ゴミや下水汚泥のように人々の生活が日常的に営まれるような、どの場所でも例外なく発生する廃棄物からのメタンです。私は、エネルギー資源としてこれらのメタンに注目しています。有効利用しうる貴重な燃料資源です。

とりわけ地域的に第一次産業が近隣地に控えるこのオホーツク圏にあつては、発酵メタンの生産につながる貴重なエネルギー資源がまだまだ眠っていると思います。具体的には、下水処理施設で発生するバイオガス(二酸化炭素とメタンで構成されるガス)を効率よく利用するための理想的なエネルギー供給システム(コージェネレーションシステム)の実現に向けた解析をしています。この研究では、熱需要が特に冬季に高まる北見のような寒冷地の場で、夏季に余剰分に生じたバイオガスを*バイドレイト化して貯蔵し、燃料源として不足がちになる寒冷期に、無駄なく再利用するためのシステムについて検討しているのです。バイオガスを貯蔵すると言っても因子が多く解析が難しいので、バイオガスだけでなくその構成ガスであるメタンおよび二酸化炭素それぞれのバイドレイト生成の様子について実験で明らかにする試みも並行して行っています。



山田貴延 やまだたかのぶ
機械工学科 教授
伝熱工学、熱エネルギー変換工学、内燃機関工学、燃焼工学を専門とする



司会 内島典子 うちじま ぬみこ
産学官連携コーディネータ
アウトリーチを専門とし、
北見工業大学の魅力を全国に発信



高橋信夫 たかはしのぶお
材料工学科 教授
触媒化学、工業物理解化学を専門とする



生物起源のガスが冬期の氷盤に閉じ込められている氷盤気泡群(南極西オングル島大池)

*バイドレイト
低温、高圧の環境で、水分子が作るカゴのような構造の中に、二酸化炭素やメタンが取り込まれてできる化合物

研究広報シリーズ(9)

CO₂・CH₄

～環境課題、そしてエネルギーへ～

司会 ここまでお話をいただいたように、温室効果ガスである二酸化炭素やメタンガスをエネルギーとして有効活用するための技術について取り組まれています。実際に地球上で大気に放出されているメタンの実情はどのようなものなのでしょうか。



アラスカタイガ地帯

佐々木 私は、湖沼のタイプと溶けているメタン濃度との関係を研究しています。これまでに湖沼面積が小さいほどメタン濃度が高いとか、富栄養ほどメタン濃度が高いというような傾向が見られています。近隣の調査では、北見の近くにある網走湖は大量のメタンを放出しており、その湖沼面積は北海道全体の湖沼面積の5%なのに、北海道の湖沼全体から大気に放出されるメタンの半分以上を占めることが分かっています。最近では、温暖化に伴う永久凍土の融解とそれに伴うメタン放出の増加が温暖化をさらに加速するの、と疑念に答えを出そうと、連続的な永久凍土の地域に存在するアラスカの北極圏の湖沼調査に乗り出しています。一ヶ月近い調査期間になるので、大学の講義や行事との両立が大変ですが・・・。

しかし、グローバルな湖沼メタンの研究を鳥瞰してみると、抜け落ちている点は、熱帯域なんです。さすがに熱帯までジャンプすると寒帯までと違い、水温の影響が出てくるでしょう。メタン濃度は温帯域の15倍になるという論文もあります。これらが明らかにできれば、地球全体を見た場合のメタン放出による環境影響評価ができると感じています。最近、体力・気力の限界を突きつけられて、自分はどこまで辿りつけるのかと思うことがあります。この研究を引き継いでくれる若い力の台頭を期待しているところです。

今は、湖沼に焦点をあて研究をしていますが、以前は、海洋でのメタン放出について研究をしていました。私たちの地域のオホーツク海は、北半球で最も低緯度で流水がやってくる海ですが、その海に溶け込んでいるメタン濃度を観測していました。オホーツク海の日本沿岸では、不思議なことに流水がやって来ると海面を覆う割合に比例してメタン濃度が増すことがわかりました。それは流水の起源であるサハリン沖で海が凍る時に、海水面近くにあったメタンが海水に取り込まれ、日本沿岸まで輸送されることによる結果なのだとわかりました。この研究は、北見工業大学がサハリン沖、そして、オホーツク海に眠るメタンハイドレートに関する研究をしていて、メタンの量からその埋蔵を察知できないかと言うことがきっかけでもありました。流水が訪れるオホーツク海に面した北見の大学だからこそ、テーマとすることができた研究ですね。

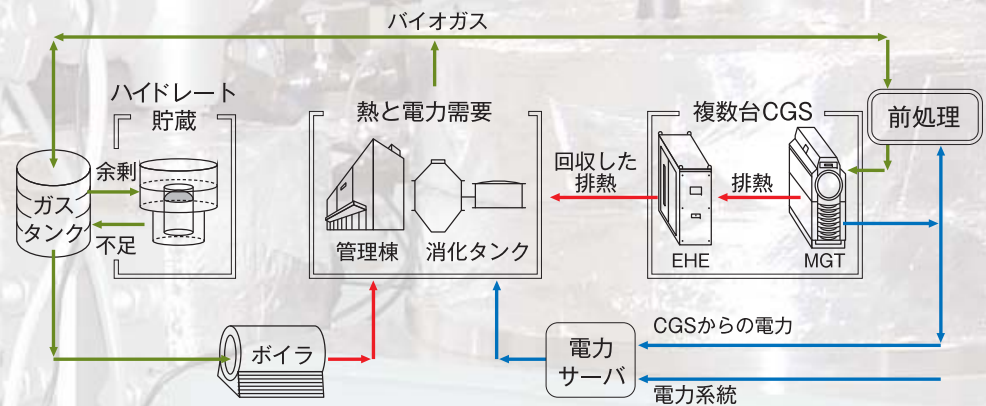


網走湖での調査

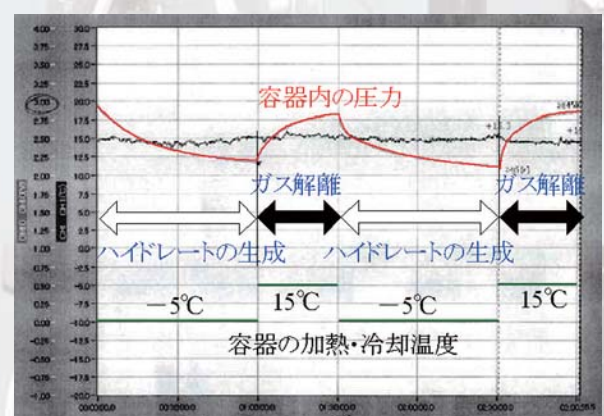
高橋 ハイドレート技術を利用したバイオガス中の「メタン濃縮」について、「三井造船株式会社」「北見市企業局」と共同で研究しました。北見市が管理している浄化施設から発生するバイオガスを都市ガスに混合して利用するための検討です。平成21年に、都市ガスの高カロリー化について検討することとなり、バイオメタンの有効活用の一助として取り組んだものです。ハイドレート技術を利用することで比較的容易に95%程度までメタンを濃縮することも可能になりました。バイオガスの発生量が夏に多く冬に少ないということから、通年安定したエネルギー供給を行うには、山田先生が取り組んでいる貯蔵技術が期待できますね。

ガスハイドレートは生成・分解に伴い大きな発熱・吸熱が生じます。また、1ℓのメタンハイドレート(固体)には、約160ℓに及ぶメタンガス(0℃、1気圧)を取り込むことができます。ハイドレートは高いガス圧縮率を持つので、「貯蔵及び輸送」技術として利用可能という魅力を持ち合わせています。

北見工業大学では、ハイドレートに関連して大きく分けて二つの分野の研究をしています。一つは天然のメタンハイドレートに関する基礎的研究やフィールド調査です。もう一つは、ガスハイドレートの工業的利用に向けて進んでいる、「寒冷地」の特色を生かした特長ある技術の開発、そして、分散型エネルギーシステムの要素技術の構築です。



下水処理場におけるバイオガス・コジェネレーション・システムの概要(ハイドレート貯蔵部分がこれからの検討課題)



わずかな温度変化に対して大きなガス解離圧力が得られることが、ハイドレートの特徴の1つ

小原 私は積雪寒冷地にクリーンな分散エネルギーシステムを導入することを、研究の目標としています。自然エネルギーと協調した分散エネルギー網の構築を計画することで、エネルギーの地産地消を意識した、次世代の寒冷地用分散エネルギーの情報発信を担うということです。その取り組みのひとつとして、ガスハイドレートの特異な物理的性質に着目して、低温排熱および昼夜の温度差などで運転可能な電源を開発することに挑戦しようとしています。ガスハイドレートはバッテリーと同様に、ガスの膨張に伴う圧力の形で電気エネルギーを蓄えることができます。二酸化炭素のハイドレートの場合は、0℃から10℃の温度変化で、解離ガスはおよそ30気圧まで膨張します。ハイドレートの解離膨張ガスの圧力は、圧縮ガスエンジンを十分に運転できる値で、しかも0℃から10℃の温度範囲は、太陽光などの自然エネルギー(高温側)と寒冷地の外気や簡単な冷凍機(低温側)で達成することができます。ガスハイドレートとして利用できるガスの種類は多いのですが、現在のところ可燃性のない二酸化炭素を想定しています。これは、温暖化ガスである二酸化炭素削減にも貢献できると感じています。ガスハイドレートの物理的特性に着目した、クリーンな発電システムの開発は世界に例がないので、これからの挑戦が楽しみです。



司会 地域や大学の特徴などから、「北見工業大学だからできること」、「北見工業大学での研究の魅力」について、先生方は研究を進めながらどんなことを感じていらっしゃいますか。

高橋 今までのお話に上がっている以外にも、我々の周辺にはまだ使われていないエネルギー資源がたくさんあります。しかし、それらのエネルギーを活用するためにはそれなりの工夫が必要です。そのひとつとして、今回はこの場にはご一緒していませんが、社会環境工学科の高橋修平教授が地域ならではの牧草を断熱材として使い雪の冷熱を貯冷庫に活用できないかと検討している研究が挙げられます。生活廃熱や焼却炉等の冷却廃水などもそうです。個々の要素技術の多くは技術的には確立されている部分が多いのですが、工業利用という面ではまだ努力が必要です。これからは、様々な分野の研究者が協力して、行政との連携も行い、総合的に取り組む必要があると感じています。「個々人」の研究ではなく、「大学としての研究」が取り組めるのは、北見工業大学の大きな特長だと思っています。札幌でも、東京でもできない「北見だからこそ取り組める」という道東地域に適した「エネルギー総合計画」を北見工業大学から発信したいですね。

小原 北見工業大学は「我が国で最も寒く、自然環境に恵まれた地域に位置することを最大限に活かし、『個性化』と『高度化』を目指した特色ある研究を推進する。」と目標を掲げています。この内容のとおり、北見工業大学が立地条件を活かし推進している4つの研究分野「社会基盤技術」「エネルギー・環境」「バイオ・材料科学」「情報科学」の各技術を背景にして、北見工業大学だからこそ取り組める、個性的で高度なクリーンエネルギーシステムの構築を実現していきたいと思っています。

佐々木 今回のテーマである二酸化炭素やメタンガスについて、わたしは主として環境課題への興味を軸として研究を進めています。3人の先生方のガスハイドレート研究のように、未利用のエネルギー資源をどのように工業的に利用するかという観点からの研究も進められています。北見工業大学には寒冷地や低温に関連する問題に強い先生方、南極や北極などの極地に詳しい先生方が多く、北見工業大学らしい特色のひとつを形づくっているように思います。二酸化炭素、メタンに関する研究では、こうした先生方が協力していくように、他の大学では真似のできない分野を開拓し、育てていくことが可能ではないかと思っています。

山田 私は、10年近く前に今後の日本のエネルギー利用技術の大きな技術分野を占めることが予想されたコージェネレーションに興味を持ち、これまで研究を行ってきました。身の回りには様々なメタンと言う再生可能ではあるものの未だに利用されていないエネルギー資源があふれています。一方、すぐ近くのオホーツクの海底には、莫大なメタンハイドレートが眠っていて、大学の中には、それらを研究している先生方が何人もいらっしゃいます。先ほどお話ししたメタンハイドレートの研究も、そういった北見工業大学の環境だからこそ、着想し始めることができた研究です。ハイドレートの実験においては、メタンや二酸化炭素を用い、自作の压力容器内で温度や圧力のさまざまな組み合わせ条件でハイドレートを生成させます。最良のハイドレート生成速度や生成率を得たときには、その理由や今後予想される実験結果について学生と討論したり推論したりします。学生諸君のいろいろな発想に触れることもでき非常に楽しいと感じます。学生自身にとっても自分の考えが正しいかどうか実験によってすぐに結果が出るので常に意欲的に研究に取り組んでいるようです。この地域がもたらしてくれる研究材料は、学生にとっても北見工業大学だからこそ学べる貴重な場を提供していると思います。

他にも、先ほど、高橋先生からのお話にもありましたが、大学周辺には共同研究を通して、たとえば北見市や他の企業の協力が得られる土壌もあり、本学ではこの種の研究推進はこれからも期待できるのではないかと思います。

司会 本日は、世界で環境面から問題視されることの多い二酸化炭素とメタンをテーマとして取り上げ、気候変動や環境との関係を研究されている先生と、それらをエネルギー資源として有効活用するための研究をされている先生方にお出でいただきました。先生方のお話をうかがいながら、二酸化炭素やメタンとの良い付き合い方を見つけることで、将来の世界を救ってくれる大ヒーローに生まれ変わってもらえるような、そんな様子を思い描くことができました。

私たちは今、深刻なエネルギー問題に直面し、これまでの生き方を大きく方向転換することについて真剣に考え、答えを出さなければならない状況にあります。

北見工業大学の特長や地域環境の特徴を最大限に活かした取り組みによって、世界中で使われ、社会に大きなインパクトを与える成果が生み出されることを期待したいと思います。



医療への工学の挑戦 クオリティオブライフの向上を目指して

北見工業大学は、平成22年度に、大学院博士後期課程に医療工学専攻を設置しました。平成25年3月には輝かしい1期生を輩出します。生体材料の開発、転倒解析、骨形成シミュレーション、介護・福祉システムの構築などを手がけており、工学が果たすことのできる役割は、医療へも広がりがつつあります。北見工業大学では、機械、電気電子、情報システム、バイオ環境化学、マテリアル等の分野を専門とするそれぞれの視点から、医療への役割を果たす研究を展開している研究者がいます。今回は、その中から4人の先生にお集まりいただきお話をお伺いします。

豊富な自然エネルギー資源

Column 2

北見の周辺には、その活用に期待が寄せられている潜在エネルギーが豊富にあります。自然エネルギーといわれる太陽光、風力、水力、またバイオマスや第1次産業廃棄物などによる再生エネルギーです。さらに、寒冷な北見地域ならではの、雪や氷による冷熱エネルギー、環境との温度差を利用する地中熱エネルギーもあります。これら潜在エネルギーの総和は、北見市内で消費されるエネルギーの全量をまかなえるほどになると試算されています。北見市がかかげる「快適な生活環境を守り育てる『創エネルギー都市』の実現」を目指し、私たちは様々な取り組みを展開しています。





早川吉彦 はやかわ よしひろ
情報システム工学科 准教授
医用画像処理工学、
医療情報学を専門とする

情報分野の視点からこんな医療への貢献へ

私たちがよく耳にするX線CT画像、つまり、コンピュータで処理して得る画像について、より鮮明な画像を得るための、そして治療に問題のない確実性、安心・安全性をもたらす画像処理法の研究を行っている。

顔認識の画像処理も行っている。最近注目しているのは、「まばたき」であり、目の疲れについて、まばたきの回数の視点から研究を行っている。



広島で行われた
国際会議にて

ラウンドテーブルディスカッションの前のプレゼンテーションです。医療情報の国際共通規格(DICOM)に日本発の新規格を加える活動です。各国の医療事情は異なりますのでタフである必要があります。経験と人とのつながりを活かして取り組んでいます。

バイオ環境化学分野の視点から こんな医療への貢献へ

いろいろな測定したい物質の種類や濃度を、目で見て簡単にかつ正確な測定を行うことができるセンサーを開発している。

糖類のような生体・食品成分をターゲットにしており、糖尿病予防や管理に誰もが使える簡単な糖センサーへ開発を進めている。

本学に赴任する前、つくば市にある研究所においてポストドクという不安定な身分(契約書には契約期間1日とありました)で研究に従事していました。現在は、安定した身分で独立した研究室を運営し、やりたい研究に好きに打ち込むことができます。このような環境にあることは研究者として何よりの幸せです。



研究所時代



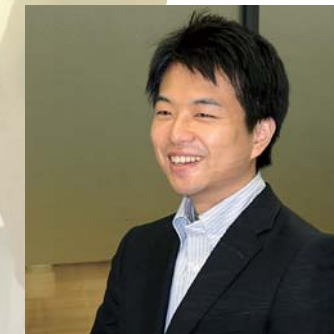
兼清泰正 かねきよ やすまさ
バイオ環境化学科 准教授
分子認識化学を専門とする

電気電子分野の視点からこんな医療への貢献へ

身体が不自由な人のための機器や技術を開発している。

運動機能の回復を目指した訓練システムの開発や、わずかな随意機能でセンサーやスイッチを動作させ、複数の装置を操作出来る環境制御装置の開発を行っている。

特に、人間の脳波などの神経系の活動を利用して機器を操作する技術(BMI、といわれる)の開発・改良を行っている。



橋本泰成 はしもと やすなり
電気電子工学科 准教授
リハビリテーション工学、生体医工学、神経生理学を専門とする



北見医工連携研究会
平成23年度医工連携
授賞式

BMIのような先端工学技術が社会に受容される日がいつか来る、それを信じていることが研究へのモチベーションになっています。

本田 明 ほんだ あきら
保健管理センター 教授
呼吸器内科学を専門とする



医師の視点からこんな医療への貢献へ

医師の専門分野では、微生物(病原真菌)が引き起こす感染症、呼吸生理(不全)に関する研究等を進めている。本学に赴任してからは、土壌や流水などの地域(風土)における真菌および真菌症の研究も手がけている。

医師の立場から工学の医療への役割を考え、電子カルテを用いた医療情報に関する地域間連携の研究会に参加している。また、睡眠時無呼吸症候群に対する治療の一環として、優れたフェイスマスクの開発へと結びつく研究にも取り組んでいる。



流水野外調査

基礎的研究はかなりのハードワークですが、結果がでたり、新しい傾向がつかめたときには大きな喜びがあります。新たな実験系を考えていく過程は大変面白いものであり、その実験が成功すれば、より大きな喜びがあります。

司会 先生方のご専門はそれぞれ異なりますが、「医療」というキーワードが共通していますね。医療に関わる研究を始めるようになったきっかけから教えてください。



司会 内島典子 うちじま ふみこ
産学官連携コーディネータ
アウトリーチを専門とし、
北見工業大学の魅力を全国に発信

橋本 きっかけはかなり偶発的なものだったと思います。もともと生物学や数学が好きだったので大学では細胞生物学や生体システム工学、生命情報学を学びました。大学生の時読んだ「脳の中の幽霊」(S.ラマチャンドラン著、角川書店)がきっかけで、脳機能の解明や医療系の研究をしようと思いついて、生体計測工学や神経科学を学ぶことができる大学の研究室に入りました。修士一年生のとき、ようやく脳波をリアルタイムに処理するBMI技術を開発・習得しました。そこでちょうど当時流行していたインターネット上の三次元仮想社会サービスをBMIシステムに組み込んだところ、海外のメディアを含むテレビや新聞などで取り上げて頂き、大きな反響を得ることができました。その後、大学のリハビリテーション医学教室や関連病院との共同研究で同システムの臨床応用を進めることが出来ました。

早川 ここ30余年、X線CT画像は医療における画像診断を大きく変えています。若い頃からそこに興味を持ち取り組み始め、いまでは、海外研究者や臨床研究者との共同研究にまで発展し現在に至っています。画像処理による顔認識の研究は工学部の学生が面白がってくれるので始めました。私自身が若い頃からの興味があったので今に至っているように、学生が興味を持つ研究を積極的に展開することで、その学生の将来を拓くことができると思っています。

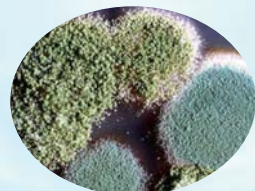
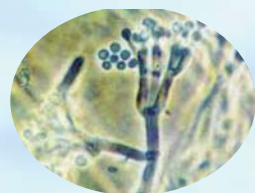
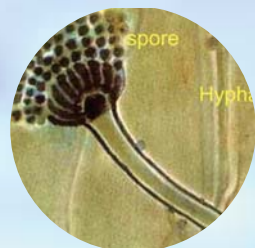
兼清 私は6年前に北見工業大学に赴任してきました。私ですが、糖尿病予防や管理に役立つセンサーという視点で開発するきっかけとなったのは、健康診断で血糖値がポーターラインぎりぎりの高い値を示したからです。・・・というのは冗談で、以前から糖類を研究対象として取り組んでいました。現在の研究もその延長線上にあります。

本田 きっかけはいろいろありますね。前任時代に取り組んだ研究を現在も進めていたり、今回一緒にしている早川先生から相談を受けたのがきっかけとなって始めた研究もあります。所属の保健管理センター内の機材の一部が新しくなり、センサーとして初めてデジタル型レントゲン撮影装置が導入されました。この地域との地域間連携については、着任時から取り組み始めていますが実は、まだ十分ではないんですね。

医療への工学の挑戦

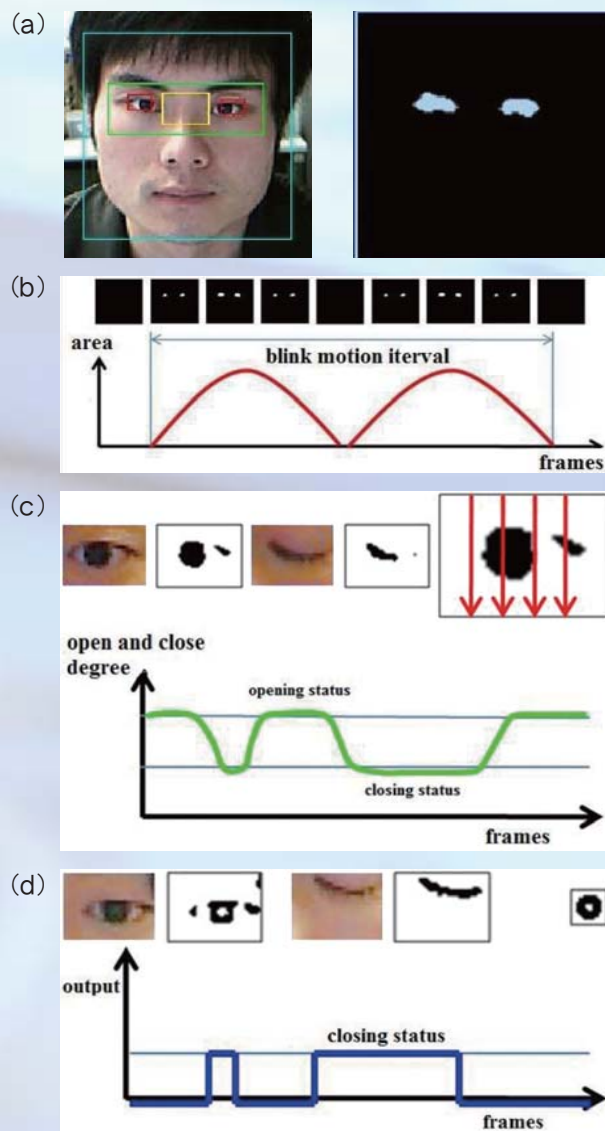
～クオリティオブライフの向上を目指して～

早川 最近のデジカメは顔認識ができませんが、この顔認識を応用した、私たちの「瞬きカウンタ」は被験者の行動を妨げない非接触な手法です。通常3、4秒に1回、生理的な瞬きを行っていますが、パソコン操作時には、特にマウス操作をするとき回数が減るようになります。そこでカウンタを作ってみることにしました。実際に測ってみると結構個人差があることがわかりました。この技術はパソコン操作者だけでなくドライバ等への応用も考えられます。また「咀嚼(そしゃく)カウンタ」や「視線アナライザー」なんてどうかと学生たちと議論しています。



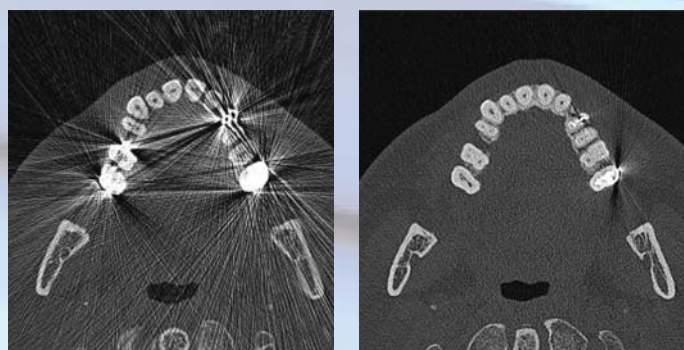
研究対象としている真菌類の菌糸等とそのコロニー

また、医療情報に関する地域間連携の研究も行っています。多くの先生方との共同研究で、電子カルテ等を用いて、地域の病院、診療所との紹介等情報交換をより的確に行うことができる方法について、医師会、市役所とも共同で検討を行っています。「北見市医療福祉情報連携協議会」が設立され、活動が本格化しつつあります。しかし、現状では予算がなく、一次健診へのデジタルX線画像診断システムの適用の遅れ、電子カルテシステムはまだ未採用の状況なのです。当センターで電子カルテシステムが購入整備され、地域間の医療情報ネットワークに対し正常に機能する会員施設として参画し、かつ運用できるようにしたいです。その他、デジタル画像診断の比較研究や、呼吸生理関連の診断技術や治療に関する研究も手がけています。いずれも北見工業大学の工学部の先生方と協力しながらの研究であり、工学とのつながりは非常に大切だと感じています。



顔認識技術を応用し開発した「瞬きカウンタ」技術

(a) 顔領域が認識されたら眼領域検出、眉間パターンでテンプレートマッチング、そして二値化処理。(b) フレーム間差分、(c) 眼の開閉度の計測、(d) 虹彩の検出、の3通りで瞬き波形を得る。メガネを装着の有無、環境の光の強弱にも対応できる。(b)と(c)の方法は有望である。

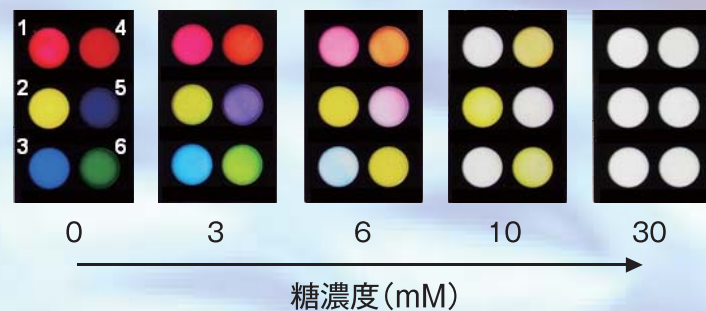


上顎の歯列と歯槽骨のX線CT画像

生体に金属材料が存在すると放射状アーチファクトという実際の物体ではない二次的に発生した画像が生じる(写真左)。統計的画像再構成法を応用し、アーチファクトを減らす方法を開発(写真右)。開発した画像処理法はX線CT技術のホット・トピックスである。

早川 21世紀になった頃、国内の6万を超える歯科医院にはX線CT装置はありませんでした。しかし、今は1万を超える歯科医院にコーンビーム型X線CT装置が普及していると思われまます。10年ちょっとで急速に普及しました。しかし、画質、画像表示ソフトウェア等に改善の余地があります。次はこのCT画像の処理や見せ方に新しい提案をしたいと考えています。「見えていなかったものが見えてくる」かもしれません。

本田 前任地の千葉にいた時から、肺真菌症の基礎的臨床的研究を続けています。感染機序、感染防御機構、病理、診断法、感染実験等の研究を、カンジダ属、アスペルギルス属、ムールコル属等に関して行い、ことにムールコル属のカニングハマラという菌種については、感染モデルを確立することができました。



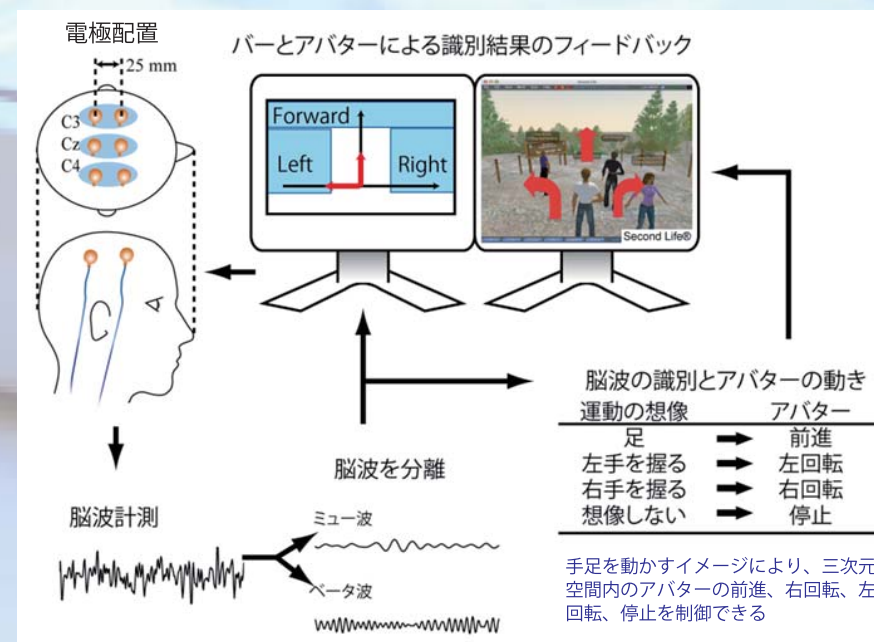
多彩な変色パターンを示す糖検出チップ

ポロニ酸を糖認識部位として用い、適切な複数の色素を乗せたナノスケール薄膜を作製する。膜は糖濃度によって多彩な色調に変化する。色調変化は10分程度の短時間で発現し、従来1時間以上要していた応答時間を大幅に短縮することができる。将来、生活習慣病であるメタボリック・シンドロームや糖尿病の治療・予防に向け、コンパクトな携帯ツール、そして日常の血糖状態をチェックするツールとしての適用が期待できる。

司会 先生方が取り組む日々の研究への想いをお聞かせください。

兼清 現在主に取り組んでいるのは、様々な化合物に対するセンサーの開発です。私が目指しているタイプの最大の特徴は、化学反応というマイクロ・ナノの世界の現象が鮮やかな色の変化として現れ、目で見て化学を感じ取れるという点です。これは大変興味を惹かれる点だと思っています。私は、人間の知的資源の多様化に貢献していきたいと考えています。アカデミックな世界での基本的スタンスは、興味のおもむくままに研究を進めるといふことだと思えます。今現在の社会からの要請に応える研究も大事ですが、将来の予測不能な需要にも応え得るよう、自由な発想で多様性のある研究成果(知的資源を生み出していくことが、与えられた重要な使命ではないかと思っています)今後、アイディアが尽きるまで(多分尽きないと思いますが...)、様々なバリエーションのセンサーやその他の機能性材料を創造していきたいと思っています。

橋本 肢体不自由者の生活の質(クオリティオブライフ)を高める技術を作ることが研究の最大の目標です。私たちはBMIのような工学的な技術を使ってQOLを回復させる、維持するための研究・機器開発を行っています。脳や身体の一部に発達する技術がさらにわかることが増えるでしょう。その知見を活かして新たな工学技術がでてくるはずで、そのような技術発展、システム解明のリンクを促進していくことが将来の目標です。読み取り精度など問題はまだまだありますが、ゆくゆくは重度肢体不自由者のコミュニケーションを支援するシステムとして技術を確認したいと考えています。研究成果を神経疾患の治療やリハビリテーションに活かすことができたら素晴らしいと思います。研究をおこなう中で、「たくさんの方の福音になる可能性のある技術だからこそ協力をしたい」、そうやって研究に協力していただいた被験者の存在は非常に大きいです。



三次元仮想空間内のキャラクター(アバター)を操作するBMIシステムの概要
脳波を処理し、表示した運動イメージ(バー)と分身(アバター)の行動を見て、脳活動に可塑的な変化を起こす。より正確で活発な行動が可能となっていく。

慢性期筋ジストロフィ患者を対象に、開発したBMIシステムを用いて三次元の仮想空間内のキャラクターを操作するシステムを開発。10年以上の長期にわたって運動機能を使っていなかった方でも、運動しようとしたときに発生する脳波を使ってBMIを操作できることを証明。

司会 「医療・生体」に関わる研究に取り組む魅力、先生方の原動力はなんですか。

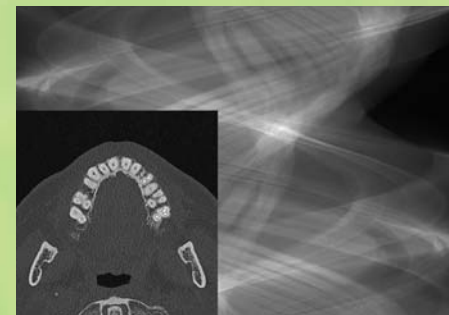
「工学」の立場から取り組む魅力

本田 工学の視点は、より広い視野から医療に科学技術的發展をもたらし、その成果が医療現場や社会へ役立っていきます。貢献できる可能性が大きく膨らむ魅力がありますね。医療器具、検査器具、介護器具等への機械工学的、材料工学的研究など、わたしが現在取り組んでいる研究もそうです。

橋本 医療や生体は工学に残されたフロンティアのひとつです。

私たちが研究しているBMI技術には、脳の情報直接読み取って肢体不自由者がロボットの手足を動かすような、臨床的な応用が期待されています。さらには、心と身体の関係や人間と機械の関係に変革を迫るものであるともいわれています。脳の解明が進めば、教育に脳科学の成果が応用できないか、ビジネスの成功に結びつくヒントが得られないかなど、さまざまな要求と期待が社会から求められるでしょう。しかしながら社会が求めるような知識は、そう簡単には得られません。たとえば、現在の脳科学に基づく早期教育が子供にとって良いことなのか、なんらかの悪影響はないのか、今の成果だけではなにも断言できないのが現状です。脳はあまりにも複雑であり、脳科学と社会の間にはまだ深い闇が広がっています。だからこそ長年にわたって知見を少しずつ多分野から積み上げていくことが重要で、工学の方面からこの分野を開拓していくことは、私にとって大きな知的冒険といえるものです。

早川 医学・歯学と理工学の両方から参加者が集まる国際会議等に参加してきましたが、最近顕著に人数が増加しています。健康に生きる知恵と知識、ハンディキャップ・パーソンを支える技術を多くの方が考えています。技術者が臨床家にニーズとヒントを求め、臨床家が新しい技術にソリューションを求めるといった連携が世界中で広がっています。その一部に参画できるのは素晴らしいことかと思えます。



研究広報シリーズ(10)

医療への工学の挑戦

~クオリティオブライフの向上を目指して~

司会 医学、電気電子、情報、化学の各専門のお立場から先生方にお話をいただき、工学という視点だからこそ展開できる、医療に貢献する研究があることを知りました。

医療の分野では今、不可能とされてきたことが、様々な技術開発により次々に実現されてきていますが、私たちの医療に対する大きな期待は消えることはありません。北見工業大学で取り組むこれからの医療への挑戦を楽しみにしたいと思います。

今日は大変ありがとうございました。

「北見」という地の魅力、そして北見工業大学

橋本 本学が位置するオホーツク地域では過疎と高齢化が進行しており、地域医療の充実に役立つ医療工学分野への期待が高まっています。総合大学などでも医学部と工学部が共同で研究することは、文化の違いもあり事例は少ないように思います。事例があっても同じ大学内だけで留まっていることも多いと思います。本学は工学系の単科大学として、旭川医科大学や日本赤十字北海道看護大学など様々な医療系機関と提携していく素地があります。それらを強みに連携を強化して研究を推進していくことで社会に大きく貢献していくことができると思っています。

早川 医療・福祉・介護への応用に発展できる研究にはヒューマニズムも感じますし、注目度も高いかと思えます。この街には素晴らしい情報技術者さんがいます。また医療関係者は学究肌です。市井の臨床家はひとりの人の痛みを緩和したり命を救うことをしますが、世界の万人に影響する事柄も研究したいと思っています。本田先生も触れていますが、地元の医師に協力して「北見市の医療と介護の情報共有ネットワークを作る会」を立ち上げたところ、瞬く間に「北見市医療福祉情報連携協議会」の「北見net」に発展しました。身近なところの連携で価値のあるものが作っていけるかと思えます。北見工業大学としても医療工学の研究に力を入れて取り組んでいます。ぜひその一人となり活躍・貢献したいですね。

兼清 本学の最大の特徴は、その立地条件にあると思います。北見周辺の豊かな自然や冷涼な気候は、最近話題の「医療ツーリズム」に適しているのではないのでしょうか。美しい風景やおいしい空気に囲まれていた方が、治療効果は高まりそうです。気候に関して言うと、夏の涼しさや湿度の低さは、日本の他の地域と比較して大きな魅力です。冬も暖房完備の室内で暖かく過ごせます。私は本州の瀬戸内沿岸の出身ですが、老後は北見周辺に別荘を建てて過ごしたいですね。この地域に医療ツーリズム産業を誘致し、それとコラボレーションした研究を展開できれば面白いと思います。

本田 北見に来てからは、土壌中の真菌だけではなく、流水中の真菌にも興味を持ち研究対象とするようになりました。これなどは、北見工業大学にいるからこそできる研究ですね。

人 道 路 ク ル マ

社 会

研究広報シリーズ(11)

「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている
価値ある独自の研究を連載し、紹介していきます。

北見工業大学は、一年の約半分が雪に覆われ真冬には気温がマイナス20℃を下回る北海道東部(道東)に位置します。そこは広大で四季がはっきりとした自然豊かな地でもあります。

そこでは、観光の上でもまた私たちの生活の上でも、移動手段としてのクルマは非常に身近な存在です。今回は、この地で暮らす私たちの生活の中にあたり前のように存在する「クルマ」、「道」、「そしてそれらのユーザである「人」と私たちの「社会」について研究を行っている、4人の先生にお集まりいただきました。



ハッカ 北見を育み、世界に名を馳せた薄荷

Column 3

冷涼な気候でも育つ薄荷は、北見地域では明治の末頃から作られるようになりました。北見薄荷が全盛を迎えた昭和10年代半ばには、その市場は世界の約7割を占めていました。作られていた結晶「薄荷脳」が、香りだけでなく、消炎、解熱、鎮痛などの薬効を持つとして世界中で珍重されたのです。他国製品や合成品に押され昭和50年代後半には一度姿を消した北見の薄荷ですが、地域を特徴づけるその歴史は現在でも北見の地に息づいています。私たちの研究活動においても、地域再生の中心的な役割を担う存在として薄荷に再び熱い視線が注がれています。



川村 彰 かわむら あきら
社会環境工学科 教授
交通工学、道路工学を専門とする

Keyword
路面性状評価、PMS、
車と路面の相互作用



富山和也 とみやま かずや
社会環境工学科 助教
道路工学、交通工学、舗装工学を専門とする

Keyword
路面情報処理、舗装マネジメント、生体情報、
ドライビングシミュレータ



司会 内島典子 うちじま ふみこ
産学官連携コーディネータ
アウトリーチを専門とし、
北見工業大学の魅力を全国に発信

Keyword
技術広報(アウトリーチ)、産学官連携



高橋 清 たかはし きよし
社会環境工学科 教授
交通安全政策、交通政策評価、交通リスク分析、
物流政策を専門とする

Keyword
交通安全、リスク、交通政策、交通行動、意思決定、
物流政策



川村 武 かわむら たけし
電気電子工学科 准教授
制御工学を専門とする

Keyword
ロバスト安定、区間パラメータ、単調性、RF-IDシステム



研究広報シリーズ<11>
人・道路・クルマ・社会

司会 先生方が進めていらっしゃる研究はどのようなものなのですか。

川村(彰) 今日の「交通」は、人間の生活・社会活動には不可欠なものとなっております。それを工学的に扱う交通工学には最新の技術が数多く集まっています。その中で、交通事故を防止したり、道路を快適に車が走行するための道路整備のあり方についてなど、路面の凹凸を簡単にそして効率よく測定・把握できる技術を開発し、道路を利用する人の立場にたつてどのような道路であることが人にとって良いのかを考えながら研究を行っています。
ドライビングシミュレータ(以下、DS)という、研究室においても道路で車を運転しているのと同じような気持ちにさせる最新の装置を利用して、研究を行っています。特に「乗り心地の悪い道路から良い道路まで実際の道路の様々な状態を味わうことができる」という点では、国内で最も進んだ装置なので、研究では多くの新しい発見を得ることが出来ます。また、道路の状況調査のため測定に出かける機会も多く、多種多様な路面状況を目の当たりにします。
私は、北見から約45km離れた町に住んでいて、毎日クルマで通勤しています。道路は毎日その顔が違います。生きているんですよ。特に冬の路面は、天候はもちろんのこと、クルマの交通量や除雪により作られる路面となるので、日々刻々とその顔を変えます。毎日の通勤が研究の新しい発見・発想を生み出してくれています。

富山 私は、主に川村(彰)先生と一緒に研究を進めています。私は本学出身で、交通工学や道路工学、都市計画などの講義を受講し、道路・交通問題に関心をもちました。道路の快適性確保や交通事故防止など、道路・交通に関する研究には必ず「人の要素」が伴います。そして、道路に求められるものが、時代とともに変化するため、常に道路を使う人の視点から、「人」と「クルマ」と「道路」が連携した研究が必要になります。そのため、道路の安全性・快適性は永遠のテーマともいえます。特に、川村(彰)先生が言われるように、寒冷地での道路環境は、非常に多様かつ複雑で、それが難しくも重要なところであり、研究のモチベーションにつながっています。

川村(武) 私は、自動車位置推定、悪視界下の車線維持・誘導システムの開発研究をしています。また若かりし頃、猛吹雪の石北峠を越えていた時に吹雪の切れ間にふと気づくと中央分離帯が車の左手にありました。偶然、反対車線に入り込んで気づかずに峠道を逆走していたことがこの研究を始めた遠い遠い動機です。
走行環境に左右されない位置推定ができれば、RFID (Radio Frequency Identification) と言う無線通信で情報の読み書きをする技術を用いて道路上の車両の位置推定と車線維持のための誘導を行っています。このRFIDは意外と身近にある技術です。たとえば、乗車カードで有名なSuica、PASMIOや電子マネーのEdyやIDなどに使われていて、最近急速に市場拡大している技術なんです。

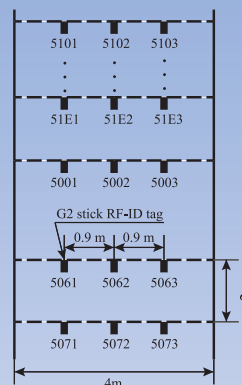
高橋 私は人の「移動」を、綿密なフィールド調査や数値モデルを用いて解きほぐしていくことが研究のテーマです。人々の意識を調査分析し、行動を予測し、それが街や地域にどのように波及(効果の出現)していくか、また、波及させるか(政策等の実施の影響評価)を研究の基本にしています。

人の「移動」は、人間の基本的な欲求の一つなんです。「移動」は人を幸せにする力があると思っています。人は移動することを目的を達して人生を豊かにしたり、ある時は危険から身を守ったりします。さらに移動は街や地域を豊かにします。人の「移動」は生活を構成する重要な活動「アクティビティ」であり、それは街や地域にとっても同じですね。その重要な活動をより安全で安心に、さらには快適にしたいと思っています。この部分で問題があればどんなテーマの「移動」でも取り組んでいきます。

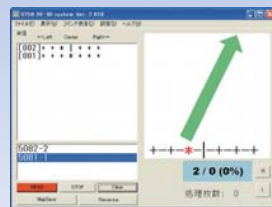
現在は、大きく「移動のためのインフラ整備」、「公共交通などの移動手段」、「地域の防災計画や防災まちづくり」3つの研究を展開しています。

走行実験道路にRFIDタグを設置

4mの幅の実験道路に、2m間隔でRFIDタグを埋めている。



道路中のRFIDタグとアンテナの通信可能範囲の測定



視界を悪くした走行誘導実験

走行実験中の運転席からは外が見えないように気泡梱包材を運転席の前と左右リアウィンドウに貼っている。正面に置いてある液晶画面と音声で車線中央に誘導する。
(左図：液晶画面)大きな矢印が車線中央を示し、その左側には走行履歴とタグとアンテナ情報が表示される。

高橋 今後普及が考えられる電気自動車等の環境対応型の自動車により、広域な道東地域の観光を可能とするために、充電施設の配置などの移動インフラ整備について研究しています。また、高齢化や少子化の中、地方都市では公共交通による移動手段の確保も大きな問題です。そこで、高齢者やバス利用者の意識をアンケート調査により把握・分析しています。さらに、街を一つの実験場と想定して実際に新しいサービスのバスを走行させる「社会実験」を行い、その移動の効果分析を行っています。最近では、避難行動をシミュレーションし、非日常の移動である避難行動を、地域の防災計画や防災まちづくりにつながる研究も実施しています。



EVの充電施設配置への検討

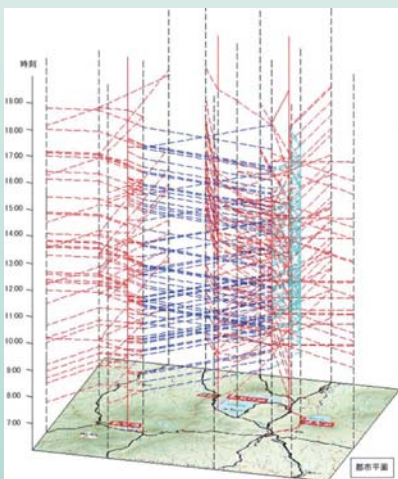
「北見」を基点としEV充電満タンで走行した場合の航続可能範囲を示す。赤から黒で表される箇所では充電量が残り少ないことを示している。

道東エリアの観光行動

観光客の行動を地図上と時間軸により示した時空間パス。どの時間帯に、どの場所に、観光客が集中するかを示している。



協働による道づくりワークショップ

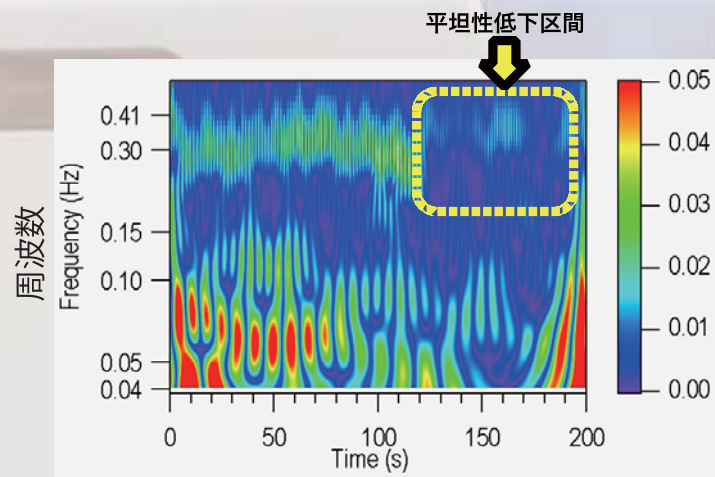


現在、UHF帯のRFIDシステムを用いて直線路の誘導はほぼできるようになっています。吹雪などの悪視界条件を再現するために気泡梱包材を車の窓に張って周囲が見えない条件下で走行実験を行うのですが、上手く誘導できています。しかし、この研究を進めていくうえで常に問題となるのがRFIDタグの敷設に関わるコストです。如何にしてこれを下げるかが今取り組んでいる問題です。将来的には悪視界下でも安全に走行できる車両の開発をするのが夢です。これには吹雪の中での衝突防止などの難しい問題があります。ハードのソフト化というのは学生時分から言われてきておりますが、道路もシステムと捉え、クルマを含めたトータルシステムのソフトの強化がこれから必要とされると思います。今はハードウェア・ソフトウェアの両方の整備・改良、屋外実験の立会、時には車の運転もこなしているのが2つ3つ欲しくなります。特に最近では厳冬の走行実験で屋外にいることが辛くなってしまいましたが・・・

川村(武) 車両の位置推定には一般的にGPS (Global Positioning System) が用いられていますが、建物の陰やトンネルなどの受信環境が悪くと推定誤差が大きくなったり、位置そのものがわからないことがあります。これに対して、UHF帯RFIDは、GPSに比べて短い通信距離なので環境に左右されず通信できます。また電磁誘導型RFIDと比べてUHF帯RFIDは通信距離が長いので情報を書き込んだRFIDタグを道路に埋めることができます。このおかげでRFIDタグが壊れにくくなりました。

DSを用いて、路面状態を再現

測定した路面データを、データベース化し、どの路面がどのような状態なのかをDSで再現する。そのときに人の乗り心地やクルマがどのような挙動を示すかを明らかにしている。右図は冬のある路面状態を示している。



DSを用いた走行試験による心拍変動の測定結果

意図的に路面凹凸を発生させたとき、ストレスにより心拍数が増えていることを示している。



人の乗り心地評価

オリジナルの路面評価型DSを用いて走行試験を実施し、生体信号である心拍変動による評価方法を提案。従来では困難であった、路面凹凸に起因する利用者の潜在的なメンタルストレスの把握が可能となる。

研究広報シリーズ(11)

人・道路・クルマ・社会

富山 車の振動応答に着目し、簡便かつ安価に路面凹凸を測定する装置を、民間会社と共同で開発しました。現在実用化され、多くの道路管理者(機関)にご活用いただいています。この装置は、レーザ変位計等の従来の高価なシステムを用いず、またクルマを走らせるだけで短時間に簡単に測定できます。寒冷地での路面管理上重要な、冬期積雪路面の凹凸測定も可能となっています。



System with Two Accelerometers for Measuring Profile Enabling Real-time data collection

開発した路面の凹凸を測定する装置STAMPER

STAMPERとは「スタンプを押す人」を示し、路面の状態に太鼓判を捺す(=STAMPする)装置という意味が込められている。



STAMPERによる平坦性の測定結果をGISを利用しデジタル道路地図上にプロット

北見市の主な路線を数日間の測定で網羅している。道路ネットワークにおける路面性状の良し悪しが、面的に一目で確認できる。

研究広報シリーズ(11)
人・道路・クルマ・社会

技術の応用

高橋 今後益々、少子・高齢化が進行し、街や地域の将来図を描くことが困難となっています。その中であつても「移動」は生活や街を支える重要な活動の一つであることは変わりありません。現在問題になっている「地方都市の公共交通による移動の必要性」や「広域な観光行動を実現するための新しいタイプの車と施設」、さらに「災害時の適切な避難行動とそれを支援する施設の充実」といった問題の解決は、将来の社会に大いに役立つと考えられています。

交通計画や都市計画における研究成果は、長い時間経過しないと評価されないものが少なくありません。最終的に街や地域にとって評価されるものは数年や数十年後にわかることも多いので、かなり長い時間的スパンで将来を見通し研究する必要があります。また、研究成果は専門家のみではなく、一般の方にもその善し悪しが評価されるものでもあり、常に緊張感をもって研究する必要があります。

さらに計画には必ず「人」が介在しています。特に人の意識は、まだまだわからないことが多く、計画の研究実施にあたっては、工学以外にも心理学や社会学、経済学といった多方面の知識を必要とします。他分野の研究を取り入れることは大変でもあるのですが、研究の面白みの一つでもあるんですよ。



川村(彰) どんな種類のクルマにも装着ができるので、あらゆる道路の状況をクルマを走らせることだけでデータを得ることができます。たとえば、冬季にクルマのユーザー全員にこの装置を取り付けてそこから得られる路面のデータを除雪に有効に使えるのでは、というのも応用的に考える一つです。除雪前と除雪後のデータを比較することで、私たちにとって安全・安心な、私たちの冬の暮らしの質(QOL)クオリティオブライフ(向上)となる除雪技術の向上につながると考えます。

路面を知ることによって、道路維持管理やクルマへの耐久性や乗り心地はもちろんのこと、ほかにも応用を期待しています。騒音や振動対策のように環境対策として車両の燃費診断、また、輸送産業における荷傷みの回避や運転手の疲労軽減、そして急速に普及しているIT産業としてカーナビゲーションシステムへの路面情報の提供などです。路面データを知ることによって私たちの生活にいくつもの良い効果を得ることができると夢が膨らんでいます。



川村(武) 北見工業大学の強みであり欠点であるのは、寒い、雪が降る、地方大学ということ、これに打ち勝つ、利用するような研究が良いのではないかと考えています。私がキャンパスの敷地内で行っている走行実験は、人があふれかえっている狭隘な敷地の大学では行うことができません。また降雪地、寒冷地に対応した研究でもあると思います。

私は元々自動制御に関わる研究をしていましたが、人を含めたシステム、このトータル制御系で人のなすべき役割とコンピュータを含めた機械のなすべき役割をどうするか、を考えてきました。基本的には人のできることは人がなすべきで、機械はすべからず補助的な役割に徹するべきであろうと思います。人のできないことや過ちをカバーできるシステムが望ましいです。道路・クルマを含めたシステム自体もこの手伝いができて、不幸な事故などが減る社会が良いと思います。

川村(彰) 北見の地では、道路というライフラインは首都圏に較べて、良い面でも悪い面でも人にとっても近い存在なのだと思います。特に冬には道路はまさにライフラインです。雪で道路が断たれたり水で路面がツルツルになったりします。それらの現象が日常茶飯事でごくあたり前のことのように目の前で起こっています。少し間違えば、人にもクルマにも大きな負荷を与える環境となり、あつと言間に私たちの生活の安心・安全が損なわれてしまいます。それらはこの地だからこそその研究フィールドだと思えます。北見工業大学が持つ環境は、研究上の発想・興味の宝庫だと思っています。

司会 北見工業大学が持つフィールドでこそ実現できる研究の面白みはありますか。
『人・道路・クルマ・社会』という広い視野から、私たちの生活をどのように変えていきたいと考えていらっしゃいますか。

高橋 「大学周辺に多様な研究のフィールドを持つことができること。」「地域の関係者と協働でプロジェクトを進めることができ、顔の見える関係を構築できること。」「が大きな魅力だと思います。

人の生活や街・地域にとって重要な活動である「移動」は、将来も同様に重要です。しかし今後は、移動についても生活についても、単なる利便性の観点だけではなく、より高い質を求められることになると思います。豊かな「移動」を目指すことで豊かな人の生活や街・地域づくりに貢献していきたいですね。

川村(彰) クルマや道路の技術がそれぞれ個別に向上しても私たちの生活・社会の安心を導くことは難しく、「人」、「クルマ」、「道路」、そして自然環境を含む「社会」との連携があつてはじめてそれらが実現するのだと強く感じています。

司会 道路・クルマがそこにある「社会」とつながり、果たせる役割があることを知りました。そしてそこには私たちの「人」との深い関係があることが分かりました。
自然環境豊かな地だからこそ快適に暮らしたいと願う私たちの想いに応えてくれる成果が、「人」、「クルマ」、「道路」、そして「社会」の関わりを研究することで生まれて来るのですね。
新たな展開に期待したいと思います。
今日は、ありがとうございました。

富山 寒冷地の道路環境は多様性に富んでいます。北見は夏と冬で気温差が60℃近くあり、一年の半分は雪に覆われます。これは、道路研究をする上で、最高の実験フィールドだと思いますし、国内のみならず、世界的に重要な研究拠点になると思います。

道路は非常に身近な土木構造物であり、現在では、あつてあたり前となっています。そして、豊かな社会生活を営む上で、なくてはならないものになっています。北見工業大学の路面評価・測定技術で、豊かな市民生活に貢献できれば、この上ない喜びです。

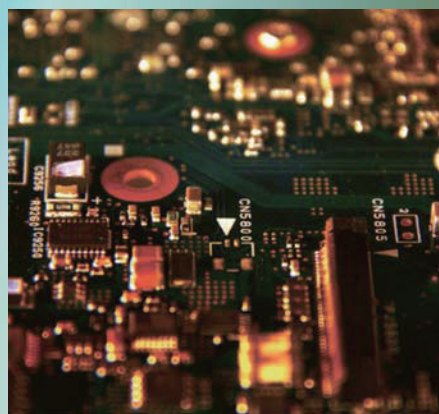
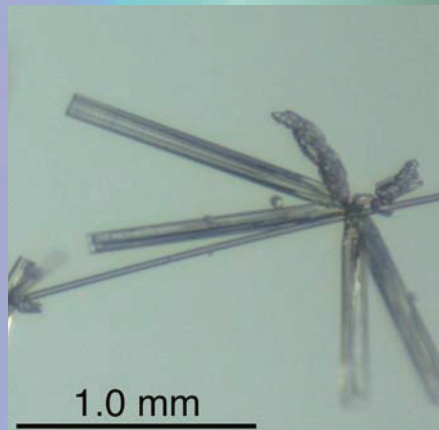
光

あらゆる技術へ、光の可能性

北見工業大学の「光」が織りなす技術

北見工業大学では、光に関連する研究をしている研究者が少なくありません。光により観察する技術、顕微鏡や望遠鏡に関する研究、光を利用する研究、光を処理する装置やデバイスに関する研究などです。扱っている対象は、1mmの数十分の1以下という微細な領域から、百億光年以上の広がりを持つ宇宙にまで及びます。

今号のオホーツクスカイでは、「北天に光を放つ北見工業大学」で繰り広げられている光にまつわる研究をご紹介します。



研究広報シリーズ〈12〉

「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている価値ある独自の研究を連載し、紹介していきます。

目をみはるほどの広大な土地

Column 4

北見を訪れた人々は、移動中の景観や町のコンビニエンスストアの駐車場など、何を見てもその広さやゆったりとした土地の使い方に目をみはることでしょ。北見市の面積約1,400km²は東京都23区の面積約620km²の2倍強もあります。人口約12万人は同じく約920万人の1.3%程ですから、北見市の人口密度は東京都23区平均の0.6%にも満たないことになります。私たちの研究活動の中でも、また地域の公共サービスや産業振興などを考える際にも、この広さと密度に由来する課題の克服や、それら環境の活用が大切なテーマになっています。

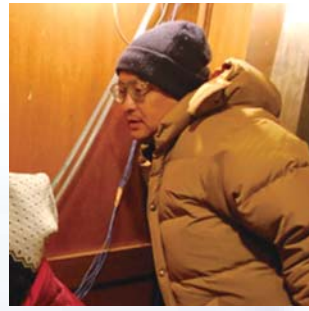




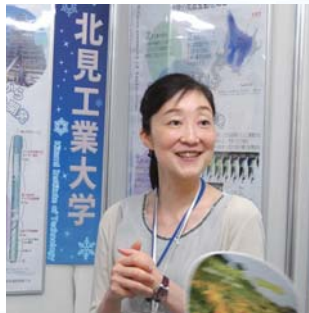
三浦則明 みうらのりあき
 情報システム工学科 教授
 画像工学、補償光学を専門とする



平山浩一 ひらやま こういち
 電気電子工学科 教授
 電磁波工学、光エレクトロニクス、
 量子エレクトロニクスを専門とする



原田康浩 はらだ やすひろ
 情報システム工学科 准教授
 光工学、光計測学、光情報処理を
 専門とする



司会 **内島典子** うちじま ふみこ
 産学官連携コーディネータ
 技術アウトリーチを専門とし、
 北見工業大学の魅力を全国に発信

研究広報シリーズ(12)

光 あらゆる技術へ、光の可能性



林田和宏 はやしだ かずひろ
 機械工学科 准教授
 燃焼工学、内燃機関工学、微粒化
 工学を専門とする

司会 先生方は様々な「光」をそれぞれの研究のキーとされています。具体的にはどのような研究なのですか。

三浦 「補償光学装置」を開発しています。地上から天体観測を行うとき、太陽望遠鏡に装備して、大気ゆらぎによる像の劣化をリアルタイムで補正し、劣化のない太陽観測像を得るための装置です。地球大気の影響が大きい観測像が劣化してしまい、天体の細かな空間構造の情報が得られなくなるのです。また、大気ゆらぎの度合いは、観測地、季節などによって大きく変わります。世界のいろいろな天文台での観測経験を通し、日本国内はゆらぎの影響が非常に大きく、天文学の研究に大きな支障となっていることを強く感じました。

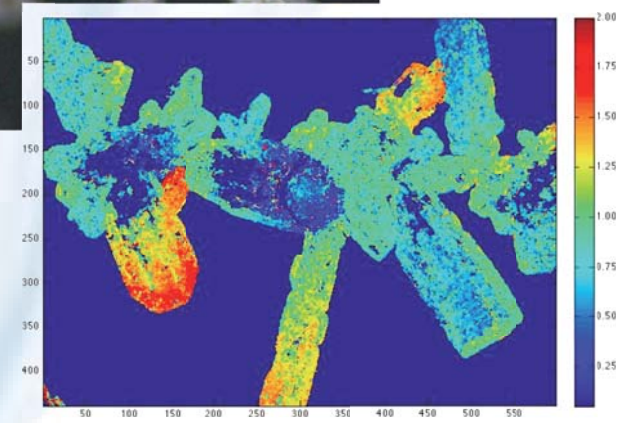
そして、ゆらぎの影響が大きい画像をいくら画像処理しても、なかなか良い結果がでないことも痛感しました。補償光学によってゆらぎの影響を部分的にでも取り除くことが可能となれば、画像処理でもよりよい結果が得られることはわかっていたのですが、補償光学の研究を始めた当時(2000年頃)は、国内に誰もこの研究をしている人がいなかったんですよ。誰もいないなら自分で作ろう!という気持ちで、この研究をはじめました。

国内では飛騨、兵庫、海外ではハワイ、メキシコなどの天文台での観測に成果を適用しながら、研究を進めています。



飛騨天文台で開発中の補償光学装置。実際に観測に用いられている装置としては、日本国内では唯一の装置である。海外では、ハワイにある日本のすばる望遠鏡に装備されている。

現在、京都大学との共同研究で、京都大学附属飛騨天文台のドームレス太陽望遠鏡で用いるための補償光学系の開発を進めている。大気ゆらぎによる像の変動を大幅に抑えることに成功し、さらに本格的な装置の開発に挑戦している。



焦点位置を複数に変えて撮影した顕微鏡写真の合成により、微細な雪結晶の立体像を再構成する。

原田 私は三浦先生が扱っている宇宙という壮大な世界にむけた望遠鏡への技術とは対照的に、雪結晶や氷晶という立体的で特殊な微細な世界で、それらの3次元構造を「光学顕微鏡」「逆フィラタリング」「デジタルホログラフィ」という三つの方法を使って測定する技術の開発を進めています。

光を用いる顕微鏡、光学顕微鏡を使うと、非接触で対象を壊すことなく観察することができるので、その形状を精度良く測定することが可能です。しかし、焦点深度が浅いため、立体的な形をとる物体を観察するには向きません。私はその欠点を補う顕微鏡観察法として焦点位置を複数に変えて撮影した顕微鏡写真の合成による立体像の再構成(光学顕微鏡の拡張、一枚の顕微鏡写真から3次元像を作り出す逆フィラタリング、レンズを使わずに雪結晶の3次元情報を記録し計算機により再生するデジタルホログラフィ)の三つの方法をそれぞれ試しています。いずれもある程度確立された技術のように思われるかも知れませんが、そのような計測システムの製品が存在するわけではなく、観察対象に応じた手作りの装置、システム、計算処理の開発が必要な状態なのです。

平山 お二人の研究でもそうですが、今、みなさんはごく当たり前のように大容量の画像、映像や音楽などのファイルメールなどで送受信しています。私はそれらを可能にした技術を手がけています。つまり、光通信です。

光通信は高速・大容量の有線通信で、携帯電話やスマートフォンに代表されるような電波による無線通信に対する「縁の下力持ち」的な存在なのです。例えば本学のLANは基本的には光ファイバによる光通信ですが、利用者のPCと接続するためにLANケーブルや無線LANによる電波の通信が利用されています。光に情報を載せたり、逆に光から情報を取り出したりするには何らかの部品(回路)が必要です。その光の回路設計を行っています。

それまでは光・マイクロ波回路の特性解析を中心に研究していましたが、ある時企業と共同研究することになり、それがきっかけで現在の研究がスタートしました。光回路の基本構造を設計するには、従来からある構造の改良や発見的な方法によることが多く、これは今でもこれからも重要な手法です。一方、構造解析の分野では寸法最適化、形状最適化に加え、構造・形態をも含めた最適化技術が発展してきています。これを光回路設計にも応用できないかということ、共同研究することになったのです。

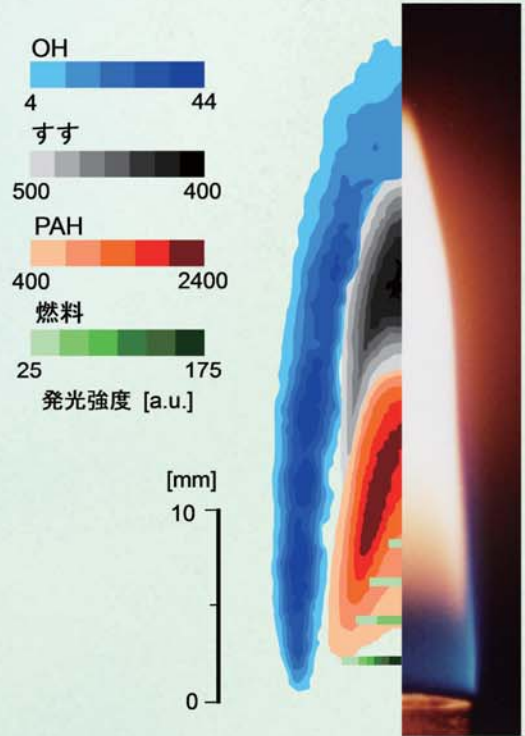
林田 私の研究では、「レーザ光」と「すす」がキーワードです。ディーゼルエンジンやガスタービン、燃焼炉等から燃料の不完全燃焼により生成し、排出される「すす」です。これまでの三人の先生方は、「光」を使うための研究をされていますが、私は「光」を使って、「すす」について研究をしていることになりました。すす粒子は生体に悪影響を及ぼすと同時に地球温暖化を加速する一因となるため、排出低減が求められています。すす粒子の排出を低減するためには、精密な計測によって得られた情報に基づきすす粒子の生成メカニズムの理解が不可欠になります。そこで、燃料性状や火炎構造がすす粒子生成過程に及ぼす影響をレーザ計測により解析しています。レーザ光を使用した計測は空間分解能に優れ、さらに測定場に物理的な乱れを与えることなくに情報を得ることが可能なんです。しかし、従来は、すす粒子の存在する場にレーザ光を照射すると、すす粒子に起因するさまざまな発光成分が発生するためレーザ計測はあまり適用されていませんでした。しかし発光成分の中には、すす粒子の前駆物質である多環芳香族炭化水素(PAH)からの蛍光が含まれていたため、この蛍光を利用してすす粒子の生成過程を調べ始めたのです。それが今の研究のきっかけでした。

林田 私の研究では、レーザー発振器の調整、レーザー光を測定場に導くレンズ・ミラー等の位置や角度、および測定対象からの発光を捉える分光器・カメラの設定など多くの因子の状態によって、得られるレーザー計測データの質が大きく左右されます。一度最適な状態にセットしても、温度変化による材料の熱膨張の違いなどで設定が変化するので、質の良いデータを得るのはたやすいことではありません。しかし、測定対象物質からの発光を詳細に調べると、目では見ることのできない分子の状態やナノレベルの構造に関する情報を得ることが出来ます。難しいだけに、そこに面白みを感じます。また、解析を通じて自然科学の本質の一端を解き明かすことができるのがこの研究の魅力です。



レーザー計測システム
レーザー光を火炎やすす粒子に照射し、発生する発光を分析することで各種の濃度分布やすす粒子のナノ構造を調べることができる。

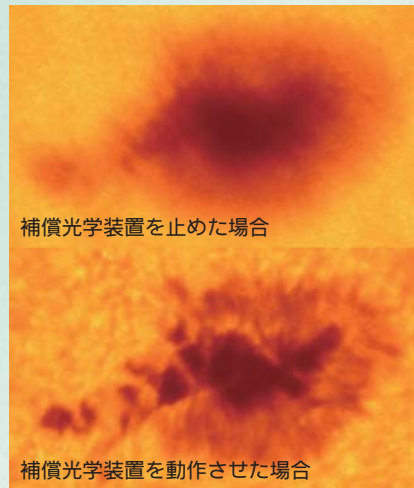
その魅力を教えてください。



プロパン拡散火炎の構造
レーザー計測で求めた、プロパンを燃料とする拡散火炎内におけるすす粒子、OH、PAHおよび燃料の濃度分布。OHはすす粒子を酸化する物質で、PAHはすす粒子の前駆物質である。

三浦 実験室では正常に働いた補償光学装置でも、観測で最初からうまく動作することはまずありません。その原因を考えて、必要であれば装置の改良をし、また観測に適用する。この繰り返しです。ハワイのすばる望遠鏡用の装置を作っていたときは、望遠鏡が標高4000mもの高所にあり、寒い時期だったので故障が頻発し、装置をまともに動かすだけでも非常に大変でした。そのため逆に、装置が設計通り動いた時には非常にうれしいし、データ処理によって面白い結果が出た時には興奮します。

太陽はまだに謎に包まれた星である。例えば、太陽の表面は6000度なのに、表面から離れたコロナは100万度もある。コロナにエネルギーがどのように輸送されているのか、まだよくわかっていない。また、太陽表面で大規模な爆発(フレア)が起きると、通信障害など地球にも大きな影響を及ぼす。このようなフレアがどのようなメカニズムで起こっているのか解明し、宇宙天気予報に役立てようという研究も盛んに行われている。



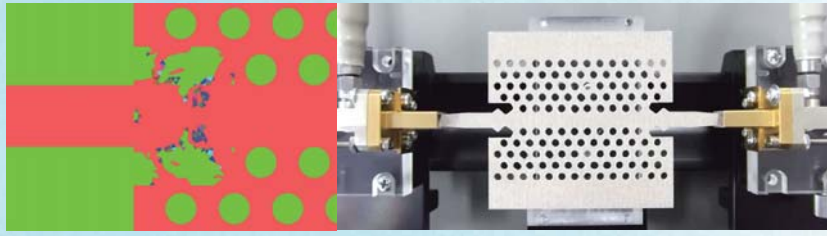
観測された太陽黒点像
補償光学装置を動作させることで黒点像の周りに細かな模様が見えるようになる。

望遠鏡は大抵人のいないところにあるので、観測に行くと普段の旅行ではできない体験ができる。メキシコの天文台に行く際には、町から天文台まで5時間砂漠の中を走る。途中、背の高いサボテンをバックにした馬に乗ったカウボーイに出会った。まるで、西部劇のシーンを見ているようだった。すばる望遠鏡のある山頂へ麓の町から向かう途中、標高2000-3000m辺りに発生している雲の中を車で通り抜けていくと、だんだん雲が晴れて星空が見えてきた。そのときほぼ真横に見えた南十字星が忘れられない。

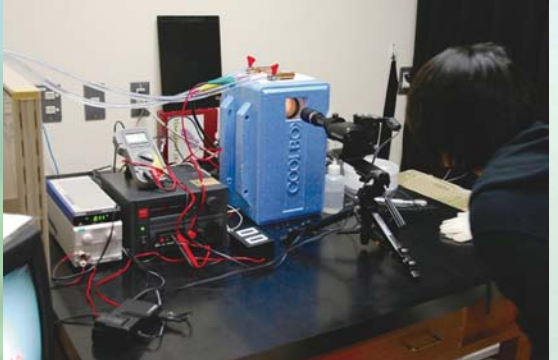


すばる望遠鏡のドーム(左端)
望遠鏡の向こうに雲海が見える。右の二つはアメリカのKeck望遠鏡

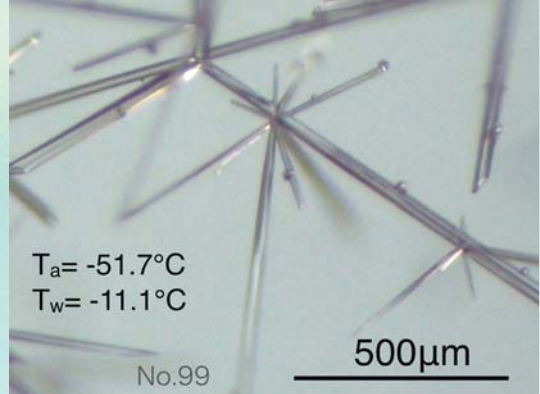
司会 研究を行いながら感じる



光回路設計の一例
(図の右側)規則正しく孔が開いた構造はフォトニック結晶光導波路。現在、光を効率よく制御できる構造として大変注目されている。赤と緑以外の色の部分は設計が不完全な部分だが、特性を調べつつ構造を簡略化して最終的に作製可能な構造にしている。(写真)実際にマイクロ波帯で実験・測定し、特性を調べている。



人工雪生成装置による生成実験風景
ペルチェ素子を用いた電子的な方法により、実験室内にて-50℃以下の気温での実験を実現した。



-50℃より低い温度条件で新しく発見された放射状の針状結晶

平山 コンピュータの計算速度は非常に高速になってきたので、現実に近いモデルで光回路の計算ができるようになりつつあります。しかし、設計には繰り返し計算が必要ですので、計算時間が掛かることやコンピュータのメモリ量が不足することなどは、おそらくはいつまでも解消されない悩みです。一方で、コンピュータによる光回路の自動設計では、思いもよらない構造が現れることがあります。その構造を分析して簡略することは地道な作業ですがとても重要で、うまく構造の特徴を捉えることができることと良い回路設計に繋がっていきます。研究を大きく進めることができている充実感があります。

原田 光計測・画像処理では、ちょっとした照明条件やパラメータの違いで望む再生像が得られなくなる場合があります。テラレーザモードな対応が必要で苦労しています。一方で、まだよく分かっていないマイナス40℃以下の低温域で生成する氷晶や雪結晶の形態と生成条件についても研究しています。生成した雪結晶に別の結晶が続き生成されてしまったため、形態の再現性を得るのに苦労しました。しかし、学生が根気よく実験をしてくれた結果、再現条件が分かり、「放射型の針状結晶」という新しい形態の雪結晶も発見するに至りました。試行錯誤を重ねながらも研究成果として新たな知見が得られた時は素直に嬉しいですね。また、私は雪国で生まれ育ったこともあり、高校時代の山岳部活動、大学時代から始めて現在も続いている山スキー・冬山を通して、いつか雪氷に関連した研究に関わりたいものだと常に興味をもっていました。自分の専門がこのような研究に活かせることが嬉しいですね。

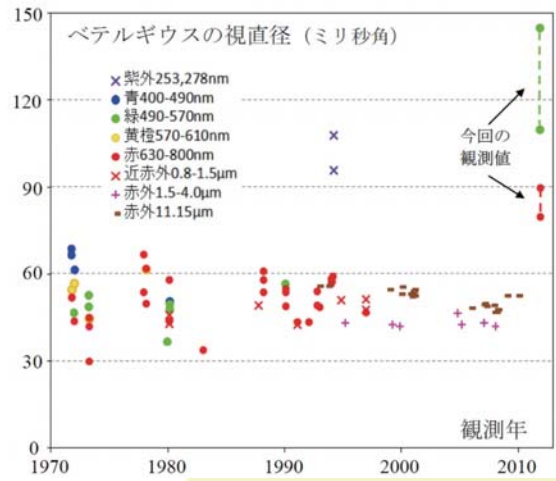
研究広報シリーズ(12)

光 あらゆる技術へ、光の可能性



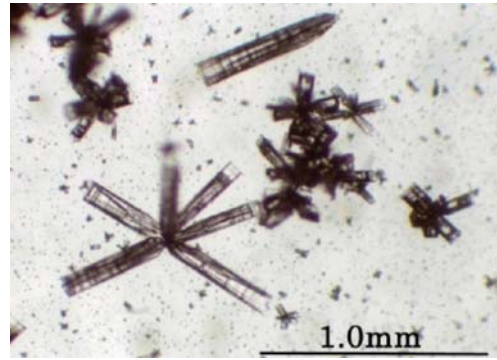


日本一の2 mの口径を誇るなゆた望遠鏡
赤い箱が、開発を続けている補償光学観測装置
「VTOS(ブイトス)」



ベテルギウスの視直径
今回の観測値は、過去の値に比較して非常に大きい
ことが分かる。

三浦 西はりま天文台なゆた望遠鏡に観測装置VTOSを取り付けて行った2012年11月の観測で、オリオン座の1等星ベテルギウスがある特定の波長で、これまで観測されていた大きさの2〜3倍に膨れていることを発見しました。今後その原因を探ることで、ベテルギウスで起こっていることへの理解が進むことと思えます。このように、自ら開発した装置を使って、今までわかっていなかったことをさらに明らかにしていきたいと思っています。また、多くの研究者にも開発装置を使ってもらい、どんどん新しい発見をしてもらいたいですね。サイエンスの発展に貢献できれば幸せの限りです。



南極ドームふじにて観察された砲弾集合型雪結晶
(社会環境工学科 亀田貴雄教授提供)

動や科学に対する興味を刺激する、おもしろい教育用観測装置となるのではないかと考えています。
高層大気中や南極氷床に降る雪結晶の再現と生成条件の解明、さらには生成された雪結晶の光散乱特性の解明を行うつもりです。地球規模での太陽放射エネルギー収支見積りの基礎データを提供することが、地球温暖化の解明の一助となればと考えています。



原田 南極ドームふじ基地で越冬観測し日本に戻られた社会環境工学科の亀田先生から、「ドームふじでは、こんな不思議な形をした雪が一年を通してたくさん見られる。この3次元形状を調べられないか」という相談を受けました。「砲弾集合型」と呼ばれる雪結晶の顕微鏡写真でした。3次元的に成長した結晶の一部はピンぼけになっていて、「貴重な観察結果なものもつたいいな」と思いました。それが今の研究に着手したきっかけでした。ぜひ、3次元構造の観察・解析方法を装置化して、次期ドームふじ観測計画で、降雪粒子の観測に使ってもらいたいと思っています。また、手軽に微小な物体の3次元構造を視覚化できる装置として小中学校などの教育現場で活用できるようにしたいとも思っています。自分が顕微鏡を覗いた時に感じたワクワク感のさらに上を行く感じ



司会 将来に向けた研究への期待・想いはありますか。

平山 衣食住に情報(通信)があれば生活のほとんどが満たされることになるので、情報通信は今もこれからも人々の暮らしを支える大切な技術分野の一つであり続けると思っています。情報通信量は2年で2倍程度の割合で増加していて、情報通信に対する人々のニーズの拡大は留まることを知りません。また、情報通信は地域の選ばずすべての人々に貢献できる分野なので、例えば光通信の普及で北見の住宅やアパートなどでも高速なインターネットを気軽に利用できるようになり、地域間の差が縮まることにもつながっています。それらのニーズに応えるため、光回線の高性能化や小型化で、光通信の今後の発展に少しでも貢献できればと思います。

研究広報シリーズ<12>

光 あらゆる技術へ、光の可能性



司会 最後に、研究を進める上で感じる、「北見ならではの」、「北見工業大学ならではの」良さをおきかせください。

林田 すず粒子の排出低減が課題とされるディーゼルエンジンですが、もう一つの課題が低温環境下における始動性の向上です。始動性が悪化すると、人体や環境に有害な物質や不快な臭気成分が多量に排出されます。常温からマイナス30℃までの範囲で室温を調節できる低温室にエンジンを設置し、低温始動性の向上に関する研究を行っています。国内の大学で低温環境下のエンジン実験が行えるのは本学のみで、これは世界的にも数少ない研究環境ですね。
今後、レーザ計測で低温環境下におけるディーゼルエンジンの燃焼解析を行い、ディーゼルエンジンの低温始動性を向上して、寒冷地における冬場の生活環境や作業環境の改善に貢献したいと考えています。

平山 正直なところ、私の研究内容は北海道にいても沖縄にいても同じように可能です。

三浦 私の研究もそうですよ。天文台に出かけて行ってデータを取得し、研究室でデータ処理するというスタイルなので、特に「北見」だからというのはいんです。

一同 (笑)

平山 しかし、北見は「寒さ」という大きな特徴があるように、四季がはっきりしているところがよいと感じていて、それは研究環境としてもよいことと思っています。

三浦 そうですね。私の研究の舞台である天文台は山の上にあるので、大抵寒いです。ハワイの山の上でも路面が凍ったりするので、現在観測によく行っている飛騨天文台は北見とほぼ同じ気候なんです。周りの研究者は、「寒い、寒い」と言っているのですが、私は観測時に自然環境に関するストレスを全く感じないんです。「北見」という環境に居ることが私を支えてくれているのだと思いますね。

私の研究の装置開発には、装置を制御するための高度なソフトウェアが必要になります。私は情報システム工学科に所属しているので、研究室にはソフトウェア技術を習得した学生が配属されてくるのですが、北見工業大学の学生はソフトウェアを作る能力では京都大学の学生に引けを取りません。彼らの能力が研究の遂行に大きく役立っているんですよ。

原田 「寒さ」というのはこの地のキーワードだと思います。私にとっても、「寒さ」がもたらす雪や氷が新たな興味深い研究を手がけるきっかけになりました。

また、学生もそうですが、北見工業大学は小さな単科大学であり、学科や所属を超えて専門分野の異なる研究者同士が比較的容易に情報交換したり、研究を共同で進めたりすることができ環境にあります。互いに得手不得手の分野を補うことができる環境にあります。互いに得手不得手の分野を補うことからの取り組みや発想で、課題に対する理解が格段に深まり進展も効率的になっていきます。今以上に、学内研究者のシナジーとニーズを明らかにして、それを結びつける動きがあると面白いと思います。現在私が行っている研究そのものがまさにそうですからね。

司会 私たちはおおくの「光」に囲まれています。太陽の「光」だったり、暗闇を灯す明かりだったり。しかし、気がつかないところでおおくの「光」が私たちの日常生活を支えていること、そして新しいことを知るために使われていることを知りました。今日はありがとうございました。

先生方が生み出す「光」の織りなす技術が、未来を明るく照らしてくれることを期待します。

澄んだ冬の夜空に瞬く無数の星々

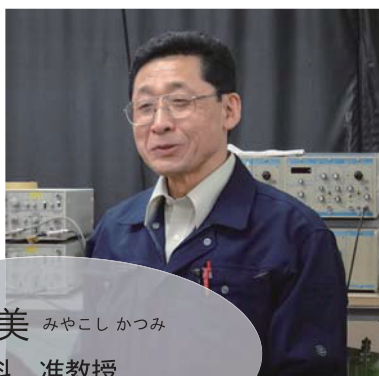
Column 5

冬には北海道の中でも特に厳しい寒さが訪れる北見ですが、その寒さがもたらす澄み切った冷たい空気は、瞬く星たちをいっそうきらびやかに見せてくれます。都会ではなかなか見ることのできないオリオン座のベルト下に縦に並ぶ小三ツ星の剣も、北見では肉眼ではっきりと確認することができます。淡い輝きで他の星々を際立たせる脇役であるはずの「冬銀河」でさえ、北見でははっきりと姿を現す冬の夜空の主役の一人です。



カーリングの街

「北見」に技術の力



宮越勝美 みやこし かつみ

機械工学科 准教授

流体工学を専門とする。噴流の混合・拡散作用を制御する研究、物体に作用する流体からの力を直接測定する研究に携わる。



栴井文人 ますい ふみと

情報システム工学科 准教授

自然言語処理、知識工学を専門とする。コンピューターに人間の言語を理解させたり、人間の言語活動を支援する人工知能の研究を手がける。最近では、観光情報学、カーリング情報学も専門とする。



柳 等 やなぎ ひとし

共通講座 准教授

スポーツバイオメカニクス、運動生理学を専門とする。力学や生理学の視点からスポーツや運動の仕組みを解析し、スポーツ選手の競技力向上に関する研究に携わる。国立スポーツ科学センターから平成14年に本学に着任。現在、公益社団法人日本カーリング協会強化委員長を務める。ソチ五輪にチームリーダーとして参加。

研究広報シリーズ<13>

「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている価値ある独創的な研究を連載し、紹介していきます。

北見工業大学の「カーリング」への挑戦

北海道北見市は、カーリングの五輪選手を何人も生み出している街です。平成25年には北見市常呂町に日本最大級の通年型カーリングホールも設置され、市をあげてカーリング競技に力を入れています。

北見工業大学では、平成17年にカーリング部は創部され、全道、全国で開催される数々のカーリング選手権で活躍しています。それらの戦績が学生の努力によるものであることはもちろんですが、その背景には、学生の競技力向上に向けた北見工業大学の熱意ある研究者による研究面からの支援があります。

今回の研究広報シリーズでは、カーリングを盛り上げていきたいという思いからそれらの研究開発に携わっている専門分野の異なる3人の先生にご登場いただきました。





司会 内島典子 うちじま ふみこ

産学官連携コーディネータ

技術アウトリーチを専門とし、北見工業大学の魅力を全国に発信



司会 何がカーリング競技の技術向上を支援する研究のきっかけになったのですか。

柳 私の専門分野はスポーツバイオメカニクスというものです。国立スポーツ科学センター在職中には、様々なスポーツ選手の競技力向上に関する研究に携わってきました。本学に着任してからは、学生のカーリング部の指導にあたるようになりました。カーリングでは、投げられたストーンの速度や方向を修正するために氷面をブラシでこするスウィーピングという動作がありますね。カーリングの試合で、「あの選手のスウィーピングはいい」とか、「スウィープが効いている」と評している人をよく見かけました。「本当にそうなのか？」と感じていたんです。ちょうどその頃、私は宮越先生と「雪かき(除雪)シャベルの研究」を手がけていました。この研究は、シャベルに二つ目のハンドルをつけることで膝や腰の屈曲を少なくし、身体的負担を軽減させて積雪寒冷地での生活環境の改善に役立てようというものでした。宮越先生に先ほどのお話を聞いて、実際にブラシの力と速度を測定できないか?とご相談したんです。

宮越 私は、1998年の長野五輪、2002年のソルトレイクシティ五輪、また、2006年のトリノ五輪などで、北見市出身(当時は合併前の常呂町出身)の選手が活躍しているのを見ました。カーリング競技が全国的にも脚光を浴び、また、北見工業大学にも学生のカーリングチームが結成されて、私自身もカーリングに関心を持つようになりました。そのようなときに、柳先生からお声をかけていただいたんです。私は、流体工学が専門分野で、物体に作用する流体からの力を直接測定する研究に携わってきました。その研究を通して身に付けた微小な力の測定技術をスウィーピング力測定装置の開発へ応用できる!と柳先生のお話を受け、一緒に研究を始めました。

榎井 私の場合は、私の方から柳先生にご相談したんです。私の専門分野は自然言語処理という分野です。簡単にいえば、コンピューターに人間が使っている言語を理解させる技術、あるいは人間の言語活動を支援させる技術を研究する、人工知能の一分野です。現在は情報抽出、情報検索、知識獲得、ネットいじめ情報分析、意見情報分析、多言語処理といった応用研究を手がけています。自然言語処理の応用研究として、カーリングの戦術を支援する研究ができないかと考えていたんです。大学内のあるイベントの時に、「カーリングを盛り上げたいね。」という話があり、まじめに研究テーマを考えよう!と柳先生に相談に行っただけなんです。

最近、観光情報学という研究分野にも脚を突っ込んでいます。成果も出はじめ、非常に面白い段階まできているので、つい本業より力が入ってしまうことが多いです(笑)。そんな視点からも、カーリングを観光資源としてオホーツク圏をアピールすることができないか、と地域活性化に繋がるような取組みもしたいと考えはじめています。

柳 榎井先生が相談にいらした時、実は、私自身は学生の試合を専用のスノアシートを使って記録していました。ショット率を試合後に計算するのが非常に面倒くさいし、もつとスマートにならないものかと感じて、いつも学内で誰かソフトを作ってくれないかなと思っていました。以前、情報システム工学科の亀丸先生の研究室に配属されたカーリング部の学生が卒業論文のテーマで「エクセルを使ったゲームの記録システム」に取り組んでくれたことがあります。そのお話をしながら、どんどん具体的な研究の話へとなりました。

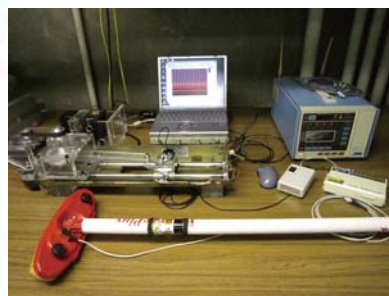
研究広報シリーズ(13)
カーリングの街「北見」に技術の力

スウィーピング・ブラシングスキル向上

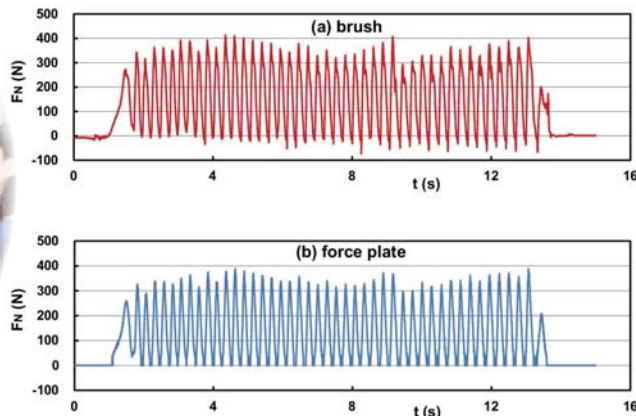
また、本学の総合研究棟には人体の運動解析が可能な三次元動作分析装置や、スウィーピング力測定装置の精度検定に必要な床反力計などが設置されており、一流選手の技術と本学の測定・解析環境、さらにフィールド実験環境を活かしていくことで新たな知見を得ることが可能であると考えています。

宮越 試合でスウィープする距離は2000メートル近くにもなり、体力の消耗を軽減するためにも、効率的なスウィーピング技術をも身につける必要があります。

このため、スウィーピングのフォームやストロークの速さと距離、氷に加わる力などの関係を明らかにすることが、スウィーピング技術の向上を図る上で有効な手段になるものと考えられています。スウィーピング時のブラシシャフトの角度やブラシヘッドに加わる荷重や速度を測定する装置の開発を行っています。スウィーピング動作に及ぼす機器装着の影響をできるだけ少なくするため、角度や加速度を検出するセンサなどの電氣的知識の他、測定の際に競技者が身に付ける装置や測定用ブラシを小型・軽量化する必要があります。検出されたデータを競技者から離れた場所においてコンピュータに無線で送信し、そのコンピュータで演算と解析結果の表示を行えるようにする知識も必要です。近年のデータ通信の進歩は目覚ましく、最新の通信技術を利用するためには専門家の協力を得る必要があると感じています。

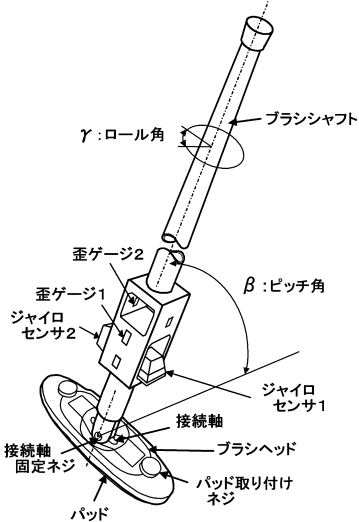


加速度センサーを装着したカーリングブラシと検出信号の送信機・受信機



氷面に対して垂直なスウィーピング力(N)の比較
(a) 開発した計測ブラシによるデータ (b) 床反力計によるデータ
開発した計測ブラシから得られるデータは、氷面を想定した床反力計表面に加わる力のデータと良く対応している。右の写真で白く見えている床は、ブラシから受けている力を3次元的に計測する床反力計。

柳 宮越先生とは、スウィーピング中に発揮する力を測定する装置を開発し、スウィーピング・パフォーマンスを客観的に評価するシステムの確立を目指しています。効果的なスウィーピングの条件は、「力強く、速く」ブラシを動かすことだといわれます。ですから、こうしたシステムができれば、選手個人のスウィーピング・パフォーマンスの特徴や問題点をよりの確に把握できるようになり、カーリング選手の競技力向上やトレーニング方法・指導法の改善に貢献することになるだろうと考えています。



開発した計測ブラシとその構造
カーリングブラシに、シャフトの角度、ヘッドに加わる荷重や加速度を測定するセンサが取り付けられている。また、センサで検出した情報はコンピュータに無線で送信する。プレイへの影響、計測への影響を最小限に留めるため、ブラシに装着する装置も選手が装着する装置も小型・軽量化が図られている。



データを取るために試合会場に足を運ぶ
「長時間寒い中で我慢しなければなりません。はじめて試合データを記録したときは、一日中寒さの中でじっとしていたため、体のエネルギーがどんどん消費されていくのを体感しました。現在は、防寒対策をしっかりとっています。」



情報処理北海道シンポジウム2013において、「カーリングインフォマティクスに向けて - タブレット端末を利用した戦術支援システムの開発と運用 -」に関する研究は、実用性の高い優れた研究として情報処理学会北海道支部技術研究賞を受賞した。

司会 カーリング競技の技術向上に向けて現在取り組んでいる研究開発について教えてください。

柳 そうなんです。榊井先生がこれまでとは違った観点から結果を提示してくれることが多々あり、刺激を受けています。また、アプリに新たな機能を加えるようお願いすると、しばらくするとそれができているのでいつもすごいなあと感じています。

システム開発の過程で、我々のアイデアや実装に対して柳先生が喜んでくれたときは、「やったあ」と心の中で小躍りしています(笑)。

もう一つは開発システムを使って収集した試合情報をより詳細に分析し、戦術と関連する様々な情報を見出す研究です。得られた知見は試合中のみならず練習時にも応用できると考えています。こちらは今年度から力を入れている研究です。「カーリングインフォマティクス」、つまりカーリングの情報処理技術という領域を創出したいと考えています。

榊井 手探り状態ではじめました。具体的には二つの取り組みがあります。一つは競技情報をリアルタイムで記録・分析し、分析結果をその場で提示できるタブレット型支援システムの開発です。現在、実証実験を兼ねて選手やコーチに試験運用してもらえようになっています。試合の合間に選手やコーチがストレッチや談笑をしながらシステムを使ってデータを見てくれる場面に出会うと、とてもやりがいを感じます。

榊井先生と「カーリングの戦術に関する研究」をしています。タブレット端末を利用した「カーリング戦術支援のためのポータブルデータベースシステム」を開発して、日本のトップチームを戦術面で支援するシステムを構築することを目指しています。カーリングは「氷上のチェス」といわれるように、戦術面の要素が強く影響するスポーツです。試合では、コーチが専用のスコアシートやPCの戦術ソフトを使って試合を記録して、試合後の反省や相手チームの分析を行っています。この研究では新たに開発したシステムを利用して、カーリングの国内主要大会・国際大会でゲーム分析を行い、日本のトップチームの特徴や外国チームの特徴を明らかにすることで、日本のトップチームの競技力向上に貢献したいと考えています。



ポータブル戦術支援データベースシステム「ICE」
intelligent Curling Elicitorの略。知的カーリング(情報)抽出の意。カーリング・インフォマティクス構想の第一段階である、「情報の蓄積と解析」を実現することを目指して解析した。ICEはタブレットPC上で稼動し、指先やタッチペンによる直感的な操作によって簡単に試合情報や試合経過を記録することができる。また、記録された情報は即座に解析され、グラフとして表示することができるため、競技中のハーフタイムやタイムアウトにおけるコーチング、試合直後の選手の振り返りやモチベーション維持に役立てることができる。現在、北見工業大学カーリング部と国内トップチームで使用しており、さらなる高機能化を図っている。

戦術



柳 今日お話をした研究のどちらにも、カーリング部の学生が研究の対象になることが多いのですが、その学生たちが結果を見て興味や関心を持ってくれることが魅力だと思います。また、自分の勉強している工学はカーリングやスポーツにも応用されて役立つのだということを感じてもらいたい、その気付きを大学での学びにも活かしてもらいたいと思っています。そしてこれらの研究がさらに発展していき、本学にとどまらずより多くの方々に活用してもらえるようになると、日本のカーリングの国際的な競技方向上や普及に繋がっていくと思っています。

一同 カーリングと言えば、「北見」、そして「カーリングの技術は、北見工業大学ここにあり！」を目指しましょう。



司会 数センチ、数ミリのショットのズレがゲームの勝敗を大きく左右するカーリング競技。戦術の向上、そして投げたストーンの速さや進路をコントロールするスウィーピング技術の向上をもたらす研究面からの支援が、その繊細なゲームを勝利につなげる鍵となっていることがよくわかりました。また、北見工業大学が位置する北見の気候、施設、選手など、全ての面がそれらの研究開発の優れた環境になっていることもわかりました。これからの北見工業大学の、北見の、そして日本のカーリングに大きく貢献していただけることを期待しています。

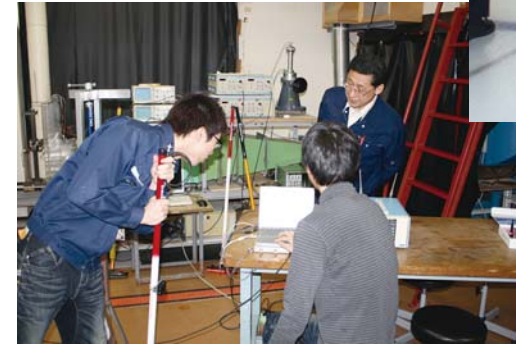
今日はありがとうございました。

先生方のお話をワクワクしてお聞きしました。私自身もそうですが、読者の皆さんもカーリング競技に対するアンテナがこれまで以上に高くなり、興味が一段と増したものと思います。ぜひ、これからの北見工業大学のカーリング支援の研究とともに、カーリング競技での学生の活躍にも注目いただけましたら幸いです。



開発した「ICE」を使い、北見工業大学カーリング部(女子)との反省会

これまで手や電卓で計算していたショット率などを瞬時に把握することができ、指導に役立っている。スキル向上に直接つながる有効なフィードバックがその場で得られるため、学生たちもより熱心に集中してミーティングに臨むようになった。



スウィーピング力測定の実験

ブラシの挙動やブラシに掛かる荷重をより科学的に解析し定量化して示すことができるよう、実験室や練習場で実験しながら装置を改良している。それらを実現することにより、高度なスウィーピング技術の習得や初心者への技術指導により有効な装置とすることができる。



司会 北見工業大学だからこそ実現できる研究のおもしろさ、研究への魅力について教えてください。

榎井 北見はカーリングのメッカとして有名です。何よりも北見工業大学に全国大会優勝チームが存在しています。こうした環境下ですので、試合データの収集やエキスパートの意見聴取などにおいて、質の高いものを得ることが出来ます。これは研究推進において大変なアドバンテージだと思います。

宮越 そうですね。北見市常呂町では、30年以上前から町を挙げてカーリングの普及に取り組んでいて国内トップクラスのアスリートを輩出しています。オホーツク地域は一流選手の協力を得やすい環境にありますね。

柳 本学の近くに2シートの専用施設、常呂町には昨年オープンした通年型施設があります。北見市からはこれまで多くのオリンピック選手や日本代表選手が輩出されていて、現在も日本のトップクラスのチームがいます。カーリングをテーマとした研究を行うにしても、その対象となる選手やチームも多数存在し、さらに国際レベルの大会も開催されるので、大変恵まれた環境であると思います。

宮越 フィールド実験を行う上でも、北見工業大学のカーリング部の学生にとっても、大変恵まれた環境にあると思います。

榎井 柳先生には笑われるのですが、カーリング部が冬季五輪に出場する一助になる研究をしたいと思っています。実際、会場での選手達の頑張りを見ているとこちらもやる気が出て来ますね。開発したシステムを、国内の様々なチームに使って頂きたいと考えています。日本全体でお互いに情報を共有できるように、切磋琢磨できるようにしようと面白いですね。研究成果がトップチームの戦術支援に資することができれば光栄なことですし、カーリングインフォマティクスの確立に向けて地道に頑張っていきたいと思っています。

宮越 スウィーピング力測定の屋内実験やフィールド実験は、カーリング部の学生の協力を得ながら進めています。それぞれの学生は、解析結果に現れた自分のスウィーピングの特徴に目を見張り、歓声を上げることも多くあります。解析結果は、その後の練習に活かされているものと思います。さらに、スウィーピング力測定装置は、毎日の練習において学生のみで操作できるように、調整の簡略化や耐久性のアップを図っていきたいと考えています。この装置を利用することによってスウィーピング技術が向上し、カーリング部の好成績に繋がることを期待しています。

日本を代表するチームへと成長した 北見工業大学カーリング部

Column 6

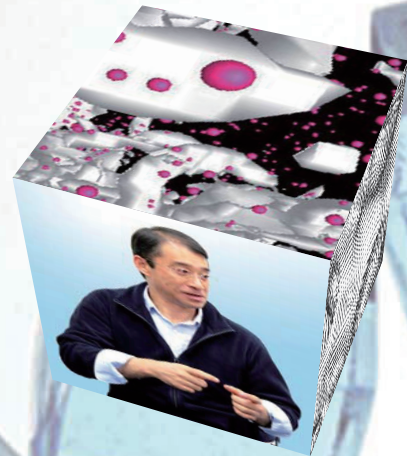
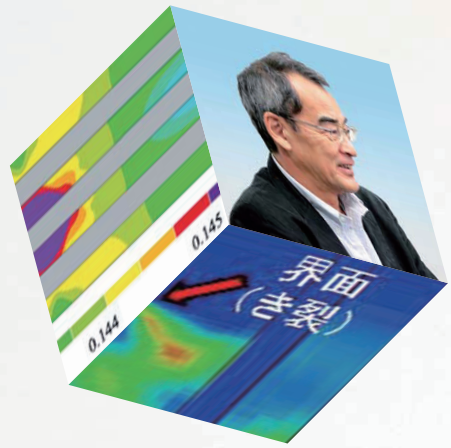
2014年、北見工業大学カーリング部は大きく飛躍しました。男子は大学日本一に輝き、全日本選手権大会へと出場しました。また、2015年1月には、「2015パシフィックアジアジュニアカーリング選手権大会」に日本代表として出場しました。選考会となった、「JOCジュニアオリンピックカップ第23回日本ジュニアカーリング選手権大会」で、国立大学のチームとして初の優勝を遂げたことによるものです。私たちが研究面から支援する「カーリングの街・北見」は、学生チームの活躍によってさらに輝きを増し注目を集めています。



北見工業大学が取り組むモデリング

「モデリング」とは一般には、ある事柄を抽象化し概念的・図式的あるいは数理的モデル(模型)を作るプロセスのことを言います。科学の様々な分野においても、様々な現象・仮説や理論がモデル化され、コンピュータによるシミュレーションで研究されています。この科学的モデリングによる多様な要素で構成される複雑難解な事柄を単純化しコンピュータで計算することにより、起こっている現象や考えている理論について知りたいことが容易に読み取れるようになるのです。

北見工業大学においても様々な専門分野でモデリングを駆使している研究者がいます。今回はその中から、4人の先生にご登場いただきました。



モデリング

～科学的モデル化・コンピュータシミュレーション～

研究広報シリーズ<14>

「オホーツクスカイ」では、北見工業大学で行われている価値ある独創的な研究を連載し、紹介していきます。



大橋 鉄也 おおはしてつや

機械工学科 教授

材料科学、数値解析、力学物性、材料強度を専門とする。



三戸 陽一 みとよういち

機械工学科 准教授

熱流体工学、乱流工学、混相流工学、流体力学、数値流体力学を専門とする。



渡辺 美知子 わたなべみちこ

機械工学科 准教授

知能機械、知的システム工学を専門とする。



堀内 淳一 ほりうちじゅんいち

バイオ環境化学科 教授

バイオプロセス工学、生物化学工学、生物情報工学、環境生物学を専門とする。

司会 先生方はそれぞれの専門分野でモデリングの手法を使ってどのような研究を展開されているのか教えてください。

三戸 流体が高速で流れるときや静止流体中を物体が高速で移動するときを生じる乱流の物理、乱流の持つ大きな拡散性により増加する抵抗の低減手法の開発、逆に乱流の大きな拡散性を積極的に用いる熱伝達促進手法の開発、物質の輸送・混合のメカニズム解明・高効率化に関する研究を行っています。乱流の起こっている状態を模式化したモデルを作ります。それをコンピュータシミュレーションで再現し、いろいろな計算ができるようになります。すると、管路の表面状態や形状、流体の種類や流し方などの変数を変えることにより、乱流がどのように変わるかを計算することができます。新しい理論をモデル化して計算すれば、結果が現実と合っているかをつき合わせることにより、その理論が正しいかどうかを知ることができます。乱流をうまく利用したり、乱流を防いだりするための条件も計算することができます。

堀内 微生物や細胞、酵素などの生物機能を物質生産や環境浄化に活用する技術がバイオプロセス技術です。バイオプロセスの中核である生物反応は一般に複雑で、非線形性が強く、数式モデルを用いて実用的な工学的モデルを作ることは困難な課題でした。このため多くのバイオプロセスは、経験のある熟練運転者(例えば清酒製造における杜氏)の技量に依存し運転が行われてきましたが、高齢化やグローバル化の進展に伴い、技術の継承が困難になりつつあります。我々は、これらの課題を克服するため、運転員の経験的知識や蓄積された運転データを活用できるフuzzy理論やニューラルネットといった人工知能的手法を用いたバイオプロセスのモデリングに取り組んできました。

大橋 私は、金属および半導体材料の塑性変形と強度・破壊、組織形成と安定性、それらに関する数値モデリングを行っています。

金属材料は一般に強く壊れにくいという優れた性質があり、現代の我々の暮らしを支える重要な材料です。金属材料のこのような性質がなぜ・どのように現れるのかを調べるといのが研究テーマです。材料が変形するときに変形現象を全体としてみるのではなく、材料の微視構造では何が起きるかを調べるのです。

渡辺 アニロボット(Animated Robot)を研究テーマの一つとして取り組んでいます。私達の環境は、重力、摩擦力、水・空気の抵抗などの物理法則に従って日々過ごしています。この環境をコンピュータの三次元空間内に再現して、現実社会の物理法則に基づき、自律的な振る舞いを獲得する人工物モデルの設計とシミュレーションを行い、視覚的に検証します。つまりアニロボットとは、たとえば、水中、地上、空中などの周りの環境を知覚し、状況や目的に応じた行動を学習することで、遊泳、歩行、飛行などの自律的な行動を獲得するロボットのことなのです。このような進化の過程や獲得した行動の分析は、ロボット工学、生物学、CGアニメーションなど多くの分野への応用が期待されています。

1987年にロスアラモスで第1回人工生命国際会議がChristopher Langtonによって開催されて、人工生命(A-life)という言葉と概念が驚きとともに世界中に普及して現在に至っています。Christopher Langtonは、「A-life」や「生命のありうる姿 (life as it could be)」、「人間が想像しうる生命 (life as we can imagine)」と述べています。この後者の言葉に強く感銘し、今実在していない恐竜、モンスター、空を飛ぶ8枚羽の鳥などの動きを再現できるかも知れないかと思いました。現実の世界ではそれは、ダビンチのヘリコプターを再現して飛行を試みたり、ヘリウムを充填した飛行船の飛行を試みたり、無人搬送車の障害物回避行動や協調行動などを三次元物理空間内でシミュレーションを行うことで検証可能です。また、現在実在していない恐竜、モンスター、風の谷のナウシカの中で出てくる空を飛ぶ8枚羽の鳥などの動きを再現できるかも知れない、と思っています。



司会 内島 典子 うちじま ぬみこ

産学官連携コーディネータ

技術アウトリーチを専門とし、北見工業大学の魅力を全国に発信

研究広報シリーズ(14)

モデリング

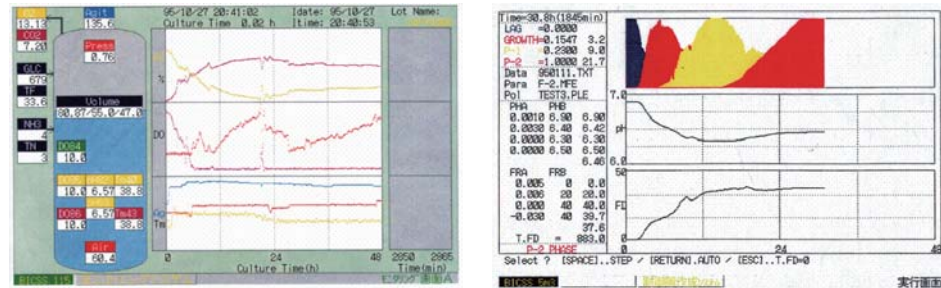
～科学的モデル化・コンピュータシミュレーション～

【司会】 研究について、より具体的に教えてください。

堀内 ファジィ制御を導入することで、運転員のあいまいな経験的知識をコンピュータシステムに取り込んで自動制御を実現することが出来ます。また三層ネットワークは、脳の学習機能を模倣した非線形プロセス(1+1が2にならない)のモデリングに適する手法です。

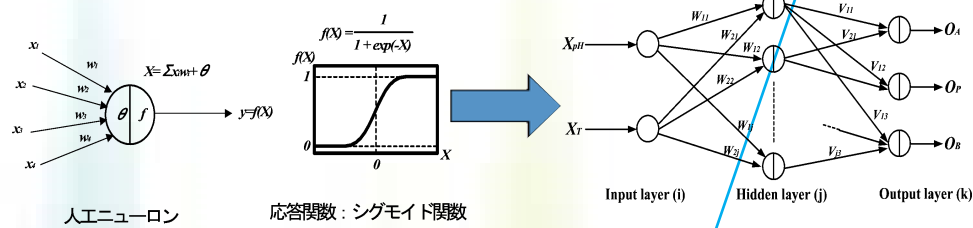
その結果、ファジィ制御を用いたビタミンB2生産プロセスの自動制御に世界で始めて成功しました。最近ではある乳業会社と共同でバター製造工程のモデリングに三層ネットワークを適用し、世の中に報告しています。

このような手法の開発は、世界的に高い水準にある日本のバイオプロセス技術について、グローバル化・高齢化の中で散逸することを防ぎながら、その高度化を進めるために極めて有意義と考えています。



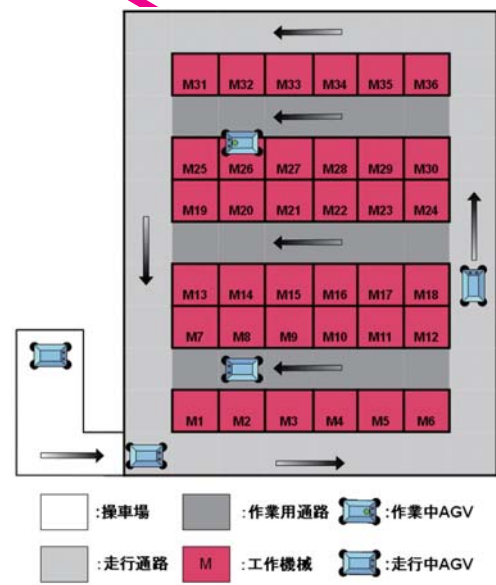
ビタミンB2生産のファジィ制御画面

人間特有の個性、直感、主観などのような「あいまい=ファジィ」さ加減を扱うファジィ制御を用いることにより、マニュアル生産を上回る高い生産性を維持しつつ、運転管理を自動化することが可能となった。このシステムでは微生物の代謝活性や培養状態といったプロセス状態をファジィ推論により同定し、運転員の経験的な知識を加味して工程を制御することができる。



ニューラルネットワーク

ニューラルネットワーク (Artificial Neural Network, ANN) は、脳の神経組織の基本構造をコンピュータ上に模倣したシステムである。このアルゴリズム (コンピュータによる情報処理方法) は学習能力を持っており、特に非線形システムのモデリングに威力を発揮する処理方法である。バイオプロセス分野でも、複雑・膨大な入出力データに基づく様々な非線形プロセスのモデリングに利用されている。



工場内を移動する無人搬送車 (AGV) の自律行動の獲得
ここでは、工場内を移動する複数のAGVは、お互いに衝突する確率を計算し回避する自律行動を学習し獲得していく自律ロボット (確率的学習オートマトン) になっている。AGVはお互いの衝突を回避しながら複数の工作機械で仕事を行って最終的に出発地へ自律的に戻る。

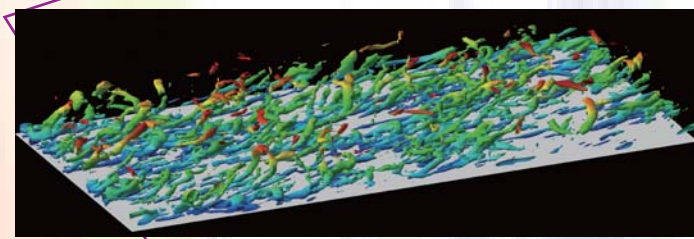
研究広報シリーズ(14)

モデリング

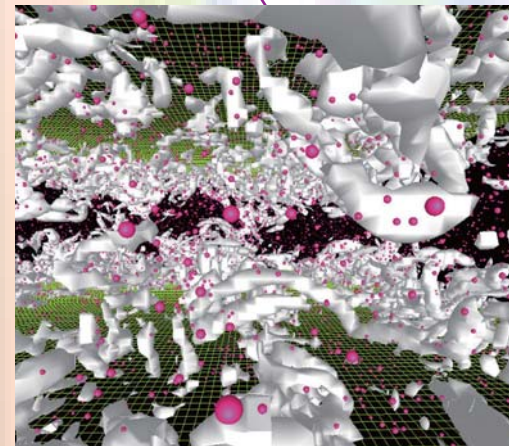
~科学的モデル化・コンピュータシミュレーション~

きたりすることもあり、より深く現象を理解することが可能になります。

材料の強度に関する研究は長い間「実験」を主体にしたものがほとんどでしたが、最近は実験と計算の両者が協力することが増えてきました。将来はこの結びつきがますます強くなるでしょう。また、金属だけでなく、半導体、セラミクス、プラスチック、生体材料、自然素材など様々な分野で数値シミュレーションの技術が発展していくと考えられます。数値シミュレーションの技術が発達していけば、それとともに実験の技術も高度化していくでしょう。実験とシミュレーションをうまく組み合わせることで材料の強度が発現するメカニズムをより深く理解し、それにより限られた資源の最も有効な利用に役立つことを目指しています。



物体表面上に生じる乱流内の渦構造の分布を表す。流体は左下から右上へ流れている。青色部分は壁近くの渦構造、赤色部分は壁から離れた位置にある渦構造を表す。乱流は無数の渦によって構成されており、これらの渦が抵抗の生成や熱・物質の輸送において重要な役割を担う。



ダクト内乱流中の渦構造 (白) と粒子 (赤) の分布を表す。流体は紙面奥から手前へ向かって流れている。熱や物質の輸送において、乱流は重要な役割を担う。一方、ポリマー等の粒子やマイクロバブルの添加により、乱流抵抗を低減することも可能である。

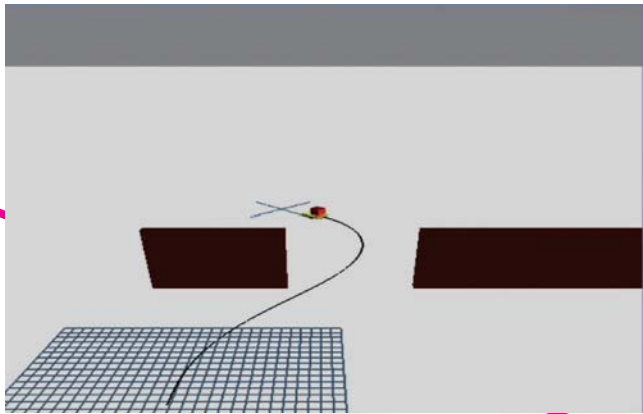
三戸 私たちの生活環境には、様々なモノが流れています。大気や熱もそうです。例えば、ビルの谷間で吹く強い風、「ビル風」と呼ばれる現象があります。あれは建造物があることで空気の流れが変化したものなのですが、時には凶器となって人に危害をもたらすこともあります。このような環境に応じて変化させる空気の流れなどの現象を、事前にコンピュータによってシミュレーションすることが出来ます。私の場合には、「乱流」をキーワードに、その防ぎ方や利用の仕方を研究しているわけです。

渡辺 モデルの自律的な振る舞いを獲得するためには学習機能を用いてモデル自身の学習が必要になります。例えば、赤ちゃんの二足歩行を考えた場合、最初は四つ足で歩き、次にテーブルに捕まって二足で立ち上がり、テーブルの周りを二足で歩きまわり、何度も失敗を繰り返しながら完全に二足で歩いて目的の場所へ移動する方法を学びます。

モデルの自律的な振る舞いを獲得するためには学習機能を用います。学習は、人間の脳細胞を模倣した人工ニューラルネットワークを用いてこのネットワークのニューロン間のシナプス結合の最適化に生物の進化過程を模倣した遺伝的アルゴリズムを用いています。これらの学習や最適化手法は、場内を移動する無人搬送車 (AGV) の学習による最適経路の獲得、物流システムのカーナビゲーション問題、大規模倉庫の棚配置の最適化問題にも応用できます。

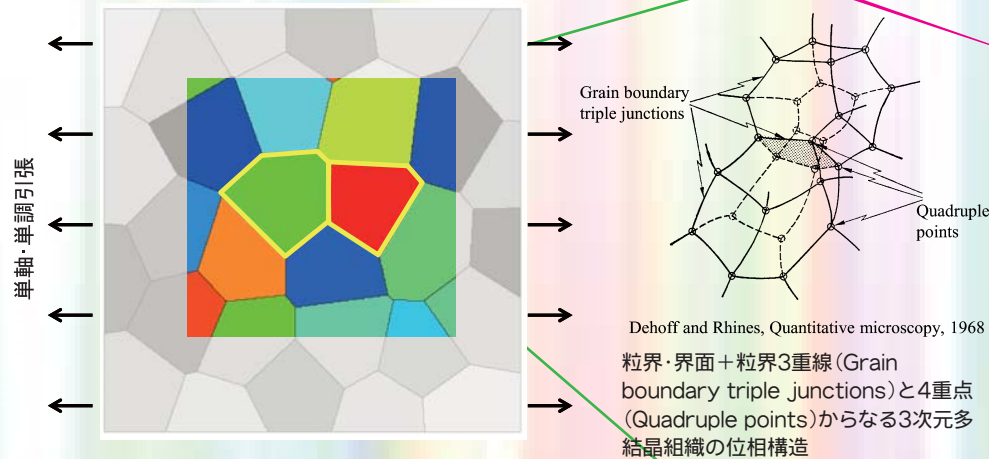
アニメーションは1フレームずつ作成していて、1秒間に24~30フレーム必要なので大変な作業です。しかし、アニメーションを用いた場合は、ある環境の中で目的を与える自分自身で目的を達成するために自律的に振る舞いを獲得するので容易に映画やアニメーションの世界でも応用可能だと思います。

実際に映画の世界では、バットマンに出て来るペンギンやコウモリの群としての動きを初めてこの方法で表現したり、ロード・オブ・ザ・リングに出てくる羽の付いたドラゴンを表現したりしています。



無人搬送車 (AGV) の障害物回避と自律行動の獲得
AGVは、ニューラルネットワークの学習機能を用い、周りの環境を認識し障害物を回避しながら目的地まで行く行き方を自律的に獲得していく。

単軸・単調引張



Dehoff and Rhines, Quantitative microscopy, 1968
粒界・界面+粒界3重線 (Grain boundary triple junctions) と4重点 (Quadruple points) からなる3次元多結晶組織の位相構造

何がき裂形成をもたらすか、結晶粒間相互作用・相互拘束による変形集中現象の探求
一般的な金属材料のような多結晶を引っ張ると、ミクロな組織の中でも特に変形が集中する場所ができる。3つの結晶が接する3重線、4つの結晶が接する4重点などである。その様子をモデリングで明らかにしている。

- ・粒界・界面近傍のすべりの不均一性、不連続性
- ・強い変形異方性 (結晶構造に由来する) がもたらす効果
- ・変形の適合性条件と粒界性格
- ・3重線、4重点における変形集中

三戸 私が今の研究をすることになったきっかけは、米国人リノイ大学化学工学部のハンラティー先生と東京大学機械工学科の笠木先生から多くのことを学べたことだと思えます。

私を取り組む研究の応用は、航空機・自動車・船舶のエンジンやボデーの開発から、医薬食品・資源・都市・宇宙の開発に及びます。

この100年で熱工学・流体工学の進歩により我々の生活はがらりと変わりましたが、次の100年においても同様あるいはそれ以上の変化が期待されています。熱工学・流体工学において永らく人類を悩ませてきた乱流・混相流の問題を解決していくことにより社会の発展に貢献したいと考えています。研究を仕事として行えることを幸運と考えています。

大橋 私の場合は、学部、大学院修士課程、博士課程それぞれで色々な分かれ道がありました。結果として大学院博士課程で今のような研究の方向を選択したことが大きかったと思います。若い頃に勤務した企業で与えられた研究テーマも同じ方向性であったこと、その頃に出会った材料研究者が極めて魅力的であったことも、重要な因子でした。研究にも研究特有の困難な状況というのが無数にあるように思います。しかし困難があるのが常態化しており、それを辛く感じたことはありません。数値シミュレーションといえども研究対象は自然です。その一部を切り出して研究をしてもまだ無限の広がりや深さがあります。その茫漠とした対象にどの様に足を踏み入れるか、どこにきつかけがあるのか、次の方向はどちらが良いのか。これを決めてゆくのが最も難しくまた面白いところです。この途中で時々小さなgureka(わかった!)があつたり、突如として自分と同じような人に出会って話をしたりと言うことがあるのも、研究を進める上での面白みかも知れません。

司会 どのような点に研究の面白みや今後の期待などを感じていらっしゃいますか。

堀内 本学の立地するオホーツク地域は豊かな農林水産資源に恵まれた地域ですが、一方で有効利用が進んでいない様々なバイオ資源が存在します。これらのバイオ資源を活用するバイオ技術の開発は、循環型社会構築の上で大きな課題です。

最近我々の研究グループは、北海道で大量に発生する非可食リグノセルロース系バイオマスの一つであるトウモロコシの芯(コーンコブ)をモデル原料とし、バイオプロセスによりキシリトール、バイオエタノール、乳酸、バイオ界面活性剤およびアスタキサンチンなどを生産するバイオリアイナリーの研究を進めています。このような研究は、北見工大にいなければ出来なかったと思います。

渡辺 研究室では、4年生は北海道支部の学会で研究成果の発表、修士の学生は北海道支部や全国の学会で数回研究成果の発表を義務づけています。学生は、これらの学会で発表するために日々努力し、発表を終えると学生自身が成長を実感します。それらを間近で見ながらともに感じる事ができた時に喜びを感じます。

研究室では、時々焼肉コンパを行ったり、北見工大・北海道大学・北海道情報大学の合同夏旅行などで交流を深めています。屈斜路研修所は、湖や湖に浮かぶ白鳥、周りの草や木々などの大自然に恵まれていて、大学間の交流を深めるのに最適な環境でした。

三戸 私は、北見市内もキャンパス内も混雑が少なく、一年を通して天気の良い日が多いことが気に入っています。

大橋 そうですね。研究は個々人の営みでありまた、人と人とのぶつかり合いによって触発されるものです。北見工大は地理的に人口密集地域とは少し距離があるので、「人と人とのぶつかり合い」にさらされるチャンスは一般的に少ないと言えるでしょう。一方で、ものを考える・思うということをするには、雑音の少ないとても良い環境です。「雑音がない」というのは、雑音の中に含まれる有意な情報も届かないということにもつながりますが、雑音の中で自分を見失ってしまいうリスクと、雑多な情報を受け続けるメリット(?)の差引勘定はプラスかマイナスか。この答えは人によって違うでしょう。あなた方次第です。

研究の話題とは少し離れますがついでに言うと、オホーツクという地域は驚くべき自然の美しさで満たされています。こういう場所若くは時期を過ごし、自分の感受性を解放していくことが出来れば、それはその人の心に宝ものとして残るでしょう。間接的に、良い研究につながるかも知れません。

司会 北見工業大学という環境が研究に良い影響を与えている点などはありますか。



司会

「モデリング」という言葉は、私たちの生活では使われることのない馴染みのない言葉です。しかし、先生方のお話しをお聞きし、私たちの生活をより快適なものとしていくための様々な技術の背景として、そしてこれからの技術の開発に向けた大事な手法として、「モデリング」と呼ばれるコンピュータシミュレーションを使った研究が広く存在することを知りました。これからは、私たちの生活で極当然のように触れるあらゆるモノや環境に、「モデリング」がどう貢献しているのだろうか、という視点を持って接してみようと思います。

今日はありがとうございました。

研究広報シリーズ(14)

モデリング

～科学的モデル化・コンピュータシミュレーション～

「研究広報シリーズ収録、別冊
Okhotsk Skies『煌めき—北見工業大
学、研究者たちから—』」の初回号を
発行したのは今からおよそ4年前のこ
とです。その初回号を楽しんでいた
いた多くのみなさまからの後押しを受
け、その後「Okhotsk Skies」に連載
した研究広報シリーズをまとめ、念願
の「煌めき」第二号をお届けできるは
こびとなりました。初回号に引き続
き、今号もみなさまにご愛読いただけ
ることを願っています。

広報誌編集委員会委員
研究広報シリーズ担当
内島典子



本小冊子およびオホーツクスカイは
北見工業大学ホームページからもご覧いただけます。

<http://www.kitami-it.ac.jp>

本小冊子へのご意見をお聞かせ下さい。

連絡先 北見工業大学企画広報課

〒090-8507 北海道北見市公園町165

TEL:0157-26-9116

FAX:0157-26-9122

E-mail: soumu05@desk.kitami-it.ac.jp

発行: 2015年3月

企画・編集: 北見工業大学広報誌編集委員会

