

辻 健氏 Takeshi Tsuji

准教授 | CO₂貯留部門

物理探査技術により、地下の構造や物性の変化を調べる研究をしています。一見地味ですが、地震や津波の研究、さらには月の構造も調べることができます。私は、この手法を有効に用いて、環境資源・防災・宇宙開発の3つを総合的に研究し、持続可能な社会の実現に貢献したいと考えています。特に最近、CO₂を地下に圧入することで、大気中へのCO₂の放出を減らす研究に取り組んでいます。福岡に住むのは初めてですが、九州には魅力的な場所が多くあるので、とても楽しみにしています。海と山を近くに感じることができるこの恵まれた場所で、バリバリと研究していきたいですね。



貞清 正彰氏 Masaaki Sadakiyo

助教 | 物質変換部門

今春、京都大学博士課程を卒業し、I²CNERに赴任してきました。魚の美味しい福岡で働くことができるので、とてもわくわくしています。私は、新規のイオン伝導体やガス分離材料の開発を研究しています。イオン伝導体は燃料電池の固体電解質などにも用いられる重要な固体材料です。I²CNERのプロジェクトを通して、これまでにない優れた材料を創製することで、少しでも社会に貢献したいと思っています。休日は、家でギターやピアノを弾いて過ごすのが好きです。運動不足を解消するため、昨年マラソンも始めました。今年は昨年よりも良いタイムを出すのが目標です。



John Druce氏 ジョン・ドゥルース

学術研究員 | 水素製造部門

インペリアル・カレッジ・ロンドンから赴任してきました。学生時代は、固体電解質型燃料電池の陰極材料について学びました。卒業後は、トライボロジー（摩擦学）の研究をしていましたが、I²CNERでは、燃料電池に使用する新しい水素の電気化学的な製造方法を研究しています。今回、初めて海外生活を体験します。日本での生活は私にとって大きな変化で、研究に限らず色々な経験ができることを楽しみにしています。休日は、サッカーをしたりジムへ通ったりしています。日本にいる間に、子供のころに習っていた柔道にも挑戦したいです。ギターやピアノ演奏が好きで、バンドの生演奏へ行くのも楽しみです。



Arnaud Macadre氏 アルノー・マカドレ

学術研究員 | 水素構造材料部門

九州大学博士課程を卒業し、I²CNERの研究員になりました。水素環境下における、材料強度と安全性を解明するため、水素と金属疲労について研究しています。フランスでは、材料強度のモデリングに焦点を当てた研究を行っていたので、実際の実験方法については日本で学びました。そして、失敗しても、続けることで成長することができることを知りました。日本の文化には以前から興味があり、フランスで居合道をしていました。もちろん、今も続けています。和室の雰囲気大好きなんです!! 時間を見つけて温泉へ行くのも楽しみの一つです。



AWARDS

永縄 友規 学術研究員
(物質変換部門)
—— 第28回井上研究奨励賞を受賞

Ping Chen 教授
(水素貯蔵材料部門 主任研究者/中国・科学院大連化学物理研究所 所属)
—— 第8回中国青年女性科学者賞を受賞



「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」は、高いレベルの研究者を中核とした世界トップレベルの研究拠点を形成するため、文部科学省が2007年度より開始した事業です。第一線の研究者が世界から多数集まってくるような、優れた研究環境と極めて高い研究水準を誇る「目に見える研究拠点」の形成を目指しています。

I²CNER 九州大学
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER)

低炭素社会の実現に向けて、水素エネルギー利用とCO₂の回収・貯留に関する課題を、原子レベルから地球規模の科学の融合により解決する研究拠点です。

WPI-AIMR 東北大学
原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR)

物理学、化学、材料科学、バイオエンジニアリング、電子・機械工学の領域を融合させ、革新的な機能性材料を創製・開発します。さらに、材料科学の統一的学理の創成のため、2011年度より数学ユニットが加わり、国際材料科学研究拠点の形成を目指しています。

iFReC 大阪大学
免疫学フロンティア研究センター (iFReC)

様々な生体イメージング(画像化)の技術と免疫反応を予測する生体情報学を用いて、体を病原体から守る免疫システムの全貌解明を目指す新しい免疫学の研究拠点です。

MANA 物質・材料研究機構
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)

従来のナノテクノロジーを革新した材料開発の新しいパラダイム「ナノアーキテクトニクス」のもと、画期的な材料を開発する研究拠点です。

iCeMS 京都大学
物質-細胞統合システム拠点 (iCeMS)

細胞科学と物質科学を統合した新たな学際領域の創出を目標とし、幹細胞研究 (ES/iPS細胞など) やメソ科学を進展させ、医学・創薬・環境・産業に貢献する研究拠点です。

Kavli IPMU INSTITUTE FOR THE PHYSICS AND MATHEMATICS OF THE UNIVERSITY
東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構 (Kavli IPMU)

数学、物理学、天文学等の研究者が集まり、宇宙の始まり、進化の解明など、宇宙の謎に迫る研究拠点です。

編集後記
■ I²CNERでは、さまざまなイベントを開催しています。詳しくは <http://i2cner.kyushu-u.ac.jp/ja/results/seminar.php> (I²CNERのイベント情報)

■ 記事の中の「世の中に発信する力」「自分独自の技術」という言葉は、広報誌制作に携わる私にとっても、大切なことだと実感しています。これからも有意義な情報を皆さまにお届けできるように、頑張っていきたいと思っております。皆さまからのご意見・ご感想をお待ちしております。

Hello! I²CNER vol.4 May 2012
[発行] 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER)
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 I²CNER支援部門 (九州大学伊都キャンパス)
Tel. +81-(0)92-802-6935 Fax. +81-(0)92-802-6939
Email: wpinewsletter@i2cner.kyushu-u.ac.jp
URL: <http://i2cner.kyushu-u.ac.jp>
[編集・デザイン] 株式会社 石田大成社 [カメラ] 入江 修
[企画・編集] I²CNER支援部門 (花村 美香・藍谷 早苗・早田 淳子・池田 靖彦)

Hello! I²CNER

International Institute for Carbon-Neutral Energy Research

vol.4



香住丘高等学校 3年
かみおか あみ
上岡 亜美さん

香住丘高等学校 3年
よしだ たかほる
吉田 隆晴さん

香住丘高等学校 3年
たけもと ひでひろ
竹本 英弘さん

香住丘高等学校 3年
あらい なつこ
荒井 奈津子さん

I²CNER CO₂分離・濃縮研究部門長
主任研究者
みねもと まさき
峯元 雅樹教授

I²CNER 熱物性研究部門長
主任研究者
たかた やすゆき
高田 保之教授

Welcome to I²CNER

持続可能な低炭素社会に向けて!

昨年9月、I²CNERの9つ目の研究部門として誕生した「エネルギーアナリシス部門」
日本とアメリカでそれぞれエネルギー分野の仕事に携わる2人の先生をご紹介します!



本田 国昭 WPI招へい教授

Prof. Kuniaki HONDA from Japan

大阪ガス株式会社理事、内閣府総合科学技術会議専門委員を経て、株式会社ガスアンドパワー常勤監査役(現職)に就任。

マーク・パスター WPI招へい教授

Prof. Mark PASTER from United States

米国モンサントカンパニー、米国エネルギー省(DOE)技術開発マネージャーを経て、同省にて水素・燃料電池事業およびバイオマス事業のコンサルタントを務める。

エネルギーアナリシス部門にとって何よりも大切なのは、研究者と一緒に話し合うこと!

本田先生:エネルギーアナリシス部門は、I²CNERにとって「触媒」の役割をするところです。研究者と話し合い、それぞれの研究部門が「低炭素社会」の実現という目標に向けてベクトルを合わせて行けるようマネジメントしていきたいと考えています。その中で、外部機関との連携をサポートすることも検討しています。また、どのようなエネルギーシステムがCO₂の発生量を最も少なくできるのか、そのために必要な技術課題は何かを明確にする。そして、最適と思われるエネルギーシステムはどのようなものかを示すことが、私たちの重要な役割の一つだと考えています。



パスター先生:エネルギーアナリシス部門は、持続可能なエネルギーについて理解を深めることが求められています。具体的には、経済的で、温室効果ガスの排出やエネルギー消費を最小限に抑えるための技術的な課題を総合的に分析することです。結果を出すまでには時間がかかりますが、研究者とよく話し合い、理解を深め、課題を洗い出し、正しい方向に導くことが私たちの役割だと思います。I²CNERの研究者には、私たちの分析結果を利用し、素晴らしい研究成果をあげてもらいたいと考えています。

持続可能なエネルギーシステムを構築しよう!

本田先生:水素エネルギーは、太陽光や化石燃料などの一次エネルギーからつくりだされる二次エネルギーです。ですから、「水素社会」イコール「低炭素社会」とはなりません。水素エネルギーだけでなく、太陽光や風力エネルギーを利用して、上手に、統合的に運用できるようなエネルギーシステムの構築が求められています。



パスター先生:水素燃料電池分野の仕事をした当初は、水素がエネルギー問題解決の鍵になるとは思いませんでした。しかし、太陽光や風力を始めとした様々なエネルギーがある中で、水素エネルギーもその重要な可能性の一つとなっています。いかなる状況でも対応できるよう、私たちは「持続可能なエネルギー」を融合させる必要があります。

アナリストになるには?

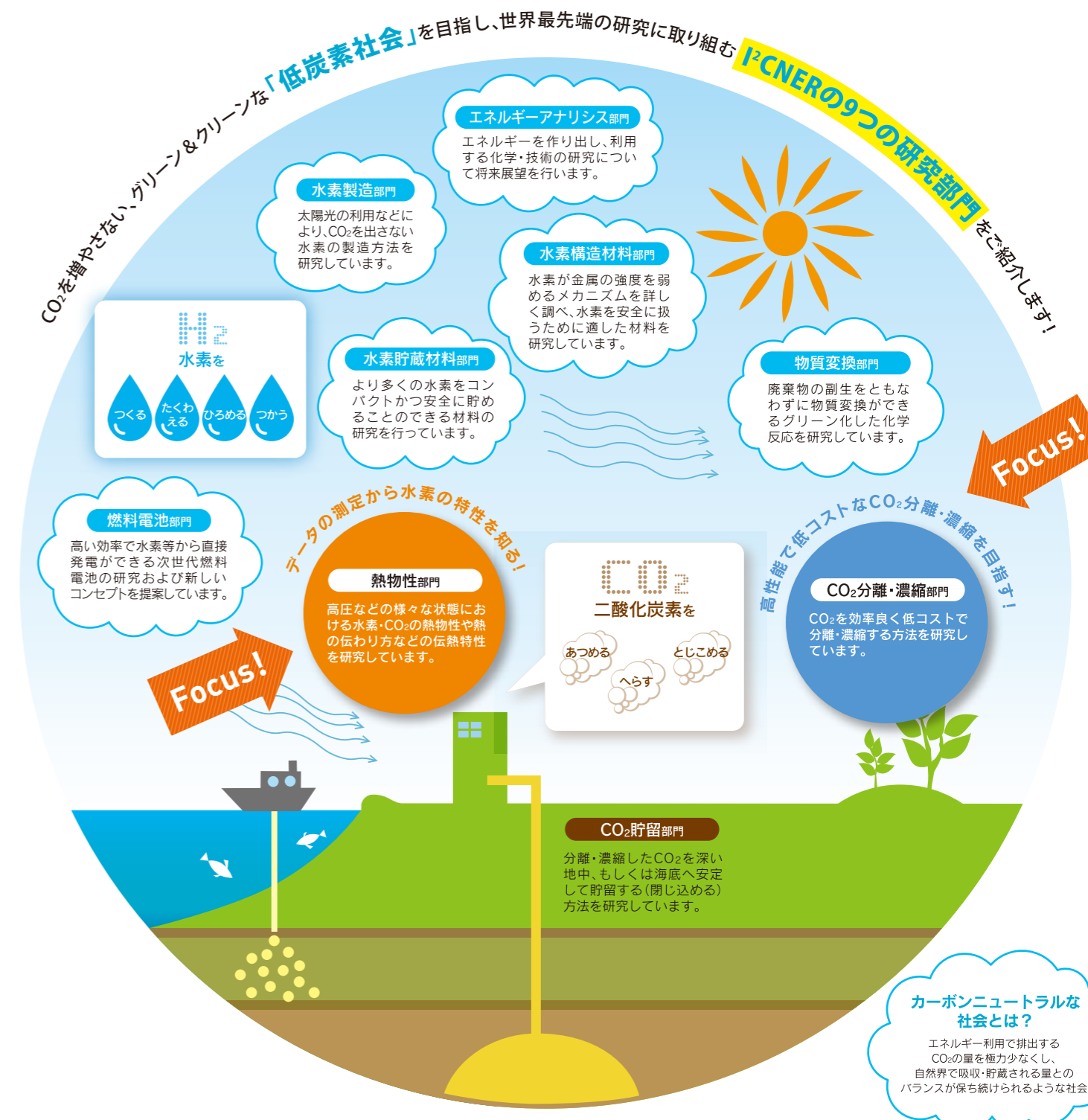
本田先生:エネルギー分野について言えば、システムチックに考えられる人、そして、社会科学的なアプローチのできる人が必要だと思います。特に、I²CNERのエネルギーアナリシス部門には、エネルギー分野に関する幅広い知識や、研究者と話し合い複数の研究内容をまとめるためのコミュニケーション能力が必要です。



パスター先生:この分野では、化学工学、機械工学、経済学を勉強してアナリストになることが多いです。なぜなら、大学でそれらの分野を勉強する過程で、分析の基礎についても学ぶからです。まずは、大学で基礎を身につけ、その後、アナリストになるための経験を積みばいいと思います。

Message to Young People

エネルギー問題は、世界中で最も重要な課題の一つとなっています。地球と人類の存続のためには、クリーンで持続可能なエネルギーが必要です。そして、エネルギー分野で活躍する優秀な人材が求められています。



高校生がI²CNERの峯元教授と高田教授を訪ねます。

Interviewers インタビューア

機械航空工学が農学部への進学で迷っています。
香住丘高等学校 3年
たけもと ひでひろ
竹本 英弘さん

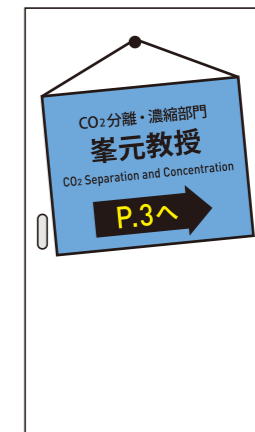
化学が好きです!
香住丘高等学校 3年
かみおか あみ
上岡 亜美さん



go! go!!

化学と世界史が好きです!
香住丘高等学校 3年
あらい まつこ
荒井 奈津子さん

電気情報工学への進学を希望しています!
香住丘高等学校 3年
よした たかはる
吉田 隆晴さん



CO₂分離・濃縮部門 峯元 雅樹 教授

CO₂ Separation and Concentration, Prof. Masaki Minemoto
九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (PCNER) 主任研究者



明日の環境とエネルギー問題を考える

CO₂分離・濃縮部門

CO₂分離・濃縮部門では、CO₂の排出量を減らすために、「流体力学」を使って、次のような研究に取り組んでいます。

- ① 排出されたCO₂の回収
- ② CO₂の排出量が少ない燃料(メタンハイドレート)の回収、利用
- ③ 少ない燃料から多くのエネルギーを得る

— 京都議定書 —

1997年12月に地球温暖化防止京都会議が開催され、日本は2010年の温室効果ガス排出量を1990年と比較して6%削減することを約束しました。(2005年2月正式発効)

CO₂吸着材

低温時にCO₂を吸着し、高温時になるとCO₂を放出する性質を持った材料。

ハニカム構造

正六角形または正六角柱を隙間なく並べた構造をいう。ハニカム(honey comb)とは英語で「蜂の巣」という意味。

峯元&松隈 はじめまして。突然ですが、皆さんに質問です。どうしたら、CO₂を減らすことができると思いますか？

吉田 発電に自然の力を利用する。
上岡 車に乗る回数を減らす。
峯元&松隈 そうですね。CO₂を減らすためには色々な方法があり、それらを総合的に行うことがとても大切です。

CO₂を減らすには？

峯元&松隈 CO₂分離・濃縮部門では、地球温暖化の原因となるCO₂を減らすため、次のような研究を行っています。

- ① 排出されたCO₂の回収
- ② CO₂の排出量が少ない燃料(メタンハイドレート)の回収、利用
- ③ 少ない燃料から多くのエネルギーを得る

今日は、その中から①と②の研究をご紹介します。

CO₂を回収しよう!

峯元&松隈 一つ目の研究は、排出されたCO₂の回収です。私たちの生活で使用されるエネルギーの多くは発電所で作られ、大気中には、大量のCO₂が放出されます。例えば、100万kWの発電力のある火力発電所で排出されるガスは、1時間当たり240万m³で、このうち10%がCO₂です。これは、Yahooドームを7時間でいっぱいにする量に相当します。そこで、私たちはCO₂吸着材を使って、発電所

などから排出されるCO₂を分離・回収する装置を開発しました。



松隈 洋介 准教授
(九州大学 工学研究院 化学工学部門)

地球温暖化のメカニズム

18世紀に起こった産業革命以降、人類は石油や石炭を燃やしてエネルギーとして使うようになりました。そのため、大気中には「温室効果ガス」と呼ばれるCO₂、メタン、フロン等が増加しています。温室効果ガスは、本来宇宙に放散されるべき地表から出る赤外線を吸収するため、地球の温度は温室の中のように上昇します。そして、その大部分をCO₂が占めることから、世界中でCO₂を減らす取り組みが行われるようになりました。

[温室効果ガス]
光はよく通すが、赤外線(熱)を吸収する。

実験室へGO!

ローター型ハニカム式吸着材

峯元&松隈 研究室では、ハニカム構造の吸着材を使ったCO₂の回収に取り組んでいます。ハニカム構造の吸着材を使用すると、圧力による損失が低くなり、大流量のガスを処理することが可能となります。この吸着材を円筒状のローターに詰め、回転させながら、冷却・加熱を交互に繰り返し排ガスを流すと、CO₂だけが吸着・着脱される仕組みです。



ハニカム式吸着材を用いたCO₂濃縮・回収装置

メタンハイドレートの回収

峯元&松隈 二つ目の研究は、CO₂の排出量が少ない燃料の回収です。「メタンハイドレート」という言葉を聞いたことはありませんか？

全員 ありません。

峯元&松隈 メタンハイドレートは、メタンと水分子が低温かつ高圧の条件下で結合してできたシャーベット状の物質です。日本周辺の海底にたくさん存在することが分かっていて、新しいエネルギーとして、近年注目が集まっています。その量は、年間の天然ガス使用量の100年分と言われているんですよ。私たちは、石油や石炭に比べてCO₂の排出量が少なく、環境への影響が小さいこのメタンハイドレートを回収する研究をしています。

燃えるメタンハイドレート▶

峯元 それでは、実際に実験装置を見てみましょう。これは、ガスリフト法でメタンハイドレートを回収する装置です。下に溜まっているプラスチックの球がメタンハイドレートを模擬しています。



ガスリフト法によるメタンハイドレートの回収実験装置

峯元 メタンハイドレートは低温高圧の条件下で固体の状態が存在するため、その回収が難しいんです。

ガスリフト法とは!?

海底のメタンハイドレートの層までパイプを伸ばし、その途中にガスを吹き込んで上昇流を作ってメタンハイドレートを吸い上げる方法。

回収タンク(メタンガス分離) → パイプライン → 海面
メタンガス → ガス吹き込み → コンプレッサ
上昇流 → 500~3000m → 海底
パイプ内掘削 → ハイドレート堆積層

ガスリフト法の概念図

竹本 海底に埋まっているメタンハイドレートをどうやって見つけたのですか？

峯元 そもそもメタンは、動物や植物の死骸からできています。海底からブクブクと泡が出ているのを見つけて、調べたらメタンガスだったことが発見のきっかけです。

荒井 実際に海底に降ろすパイプはどのくらいの大きさになりますか？

峯元 おそらく直径1mくらいになるでしょう。メタンハイドレートは50気圧以上で生成するので、そのパイプを水深500m以上の海底に降ろし、海水を流速約10m/秒で吸い上げながら固体のメタンハイドレートを回収します。現在も、効率のよい方法を模索していて、数年以内に成果を出したいと思っています。当初の予定ではこの実験を博多湾でやる予定でした。その時には、皆さんにも招待状を出しますね(笑)。

発信力を身につけよう!!

峯元 研究というのは、その内容を人に理解してもらわなければなりません。自分だけが理解していても意味がないのです。研究成果を世の中に発信して、世の中の役に立つ。それこそが最終的な研究の目的です。物理、化学、数学の他にも日本語の表現力、国語の力が必要です。さらに、最近は海外で研究発表をする機会も増えてきました。今後は英語の力も必ず必要になります。今皆さんが勉強していることは大学の勉強の基礎になり、これからは必ず役に立つと思いますよ。今日の体験が、皆さんの将来を考えるうえで、一つのヒントになればいいと思います。頑張って勉強して、有意義な高校生活を送ってください。



たかた やすゆき
熱物性部門 高田 保之 教授

Thermophysical Properties, Prof. Yasuyuki Takata
 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I²CNER) 主任研究者



ナノからマクロ、
 低温から高温

熱物性部門

「理想気体の状態方程式」とは？

ボイル＝シャルルの法則とアボガドロの法則から得られる理想気体の状態を表す方程式のこと。圧力をP、体積をV、物質量をn、気体定数をR、絶対温度をTとおくと、以下のように表すことができる。

理想気体の状態方程式
 $PV = nRT$

① ボイル＝シャルルの法則

一定質量の気体の体積は、圧力に反比例し、絶対温度に比例する。

② アボガドロの法則

温度と圧力が等しいどんな種類の気体でも、体積が同じであれば、含まれる気体分子の数も同じである。

③ 理想気体

気体分子自体に体積も分子間力もない仮想上の気体のこと。(実在の気体分子には体積があり、分子間力も働いている)

水素の状態方程式を作る！

高田 九州大学内には、水素を約400気圧まで圧縮して貯蔵できる水素ステーションがあります。これを使うと水素自動車に約350気圧の水素を充填することができます。最新の水素自動車には約700気圧の水素を充填できますが、気体の性質として、水素ガスは圧力の高い方から低い方へ流れるので、送り込む側の水素タンクはさらに高圧力(1000気圧)で水素を貯蔵しておかなければなりません。ところで、皆さん、『理想気体の状態方程式』は習いましたか？



全員 はい、習いました。

高田 では、ここで一つ問題です。理想気体の状態方程式から考えて、温度が一定で圧力が大気圧の1000倍のとき、水素の体積は何分の一になるのでしょうか？

全員 1/1000です。

高田 そのとおり!! でも、実際は1/600になります。実在の気体の状態方程式は、理想気体よりずっと複雑なんです。実在の気体には、わずかですが、分子に体積があり、分子間力が作用します。あまりに温度が低かったり、圧力が高かったりするとこの式は成立しません。しかし、水素貯蔵や輸送を容易にするためには水素を高圧にする必要があります。そこで、高圧の水素に対応できる設備を設計するために、水素の精密なデータを測定して、水素の状態方程式を作ろうとしています。私たちの研究は、カーボンニュートラルな水素社会を実現する上で重要な鍵となるのです。

安全と信頼を確保する！

高田 私たちは、まだ明らかになっていない高温・高圧の状態における水素の性質について、(独)産業技術総合研究所と共同で世界最先端の装置を使って実験を行っています。

迫田 例えば、最大1000気圧、最高500℃まで測定できる装置があります。1000気圧というのは、海底1万mに潜ったときの水圧と同じくらい高い圧力です。高圧の水素は取り



迫田 直也 特任助教
 (九州大学 水素エネルギー国際研究センター)

扱いに注意が必要なので、安全のため監視室から遠隔操作で実験を行います。

高田 それから、水素自体は危険ではありませんが、水素は漏れると危険なこともあるので、万が一に備え、常に天井にセンサーを設置しているんですよ。

荒井 水素が漏れたらどうして危ないんですか？

高田 水素が漏れたら、空気中の酸素と混ざり、水素と酸素の割合が可燃範囲に達すると火花が発生するからです。しかし、水素は空気より軽いので、上方に拡散しやすく、燃えても水しか発生しないという性質もあります。水素は燃えやすいイメージがありますが、使い方が正しければ、安全に扱うことができるエネルギーキャリアです。安全性・信頼性を確保するためにも、私たちの研究が必要不可欠なのです。

粘性と熱伝導率の測定

高田 私たちは、水素の粘性や熱伝導についても研究しています。粘性って分かりますか？

全員 何だろう?? 分かりません。

高田 例えば、天ぷら油は、鍋に入れたときはドロツとしていますが、温度が上がるとサラツとした状態に変わりますよね。これは温度が上がることによって、油の粘性が下がったことを意味します。

では、熱伝導率とは何でしょうか。お湯にステンレスの棒を浸けると、どう感じるか、ちょっと実験してみましょう。この2本のステンレスの棒をお湯に浸けてみてください。

荒井 …… 熱い!

高田 どっちが熱いですか？



荒井 こっちです! すごく熱い!!

高田 片方だけ熱くなったでしょう。実は、熱くなった棒の中には水が閉じ込められていて、30℃~40℃で沸騰するように圧力を下げています。富士山の山頂だと、60℃~70℃で水が沸騰するのと同じ原理ですね。このため、棒をお湯に浸けると中の水が沸騰して、蒸気が棒の先端まで昇って結露します。その時に発する熱が棒を熱くしているというわけです。もう片方の棒の中には何も入れていないので、お湯に浸けてもこれほど急激に熱くなりません。このように熱の伝わり方を示すのが、熱伝導率です。私たちは、このような測定を水素に置き換え、高圧の特殊な環境下での水素の性質を研究しています。水素



大学では、熱や水素を一つ一つ詳しく研究していて、私たちが知っている知識とはぜんぜん違うものでした。九州大学でもっと勉強したいなと思いました。今日一日、楽しかったです。

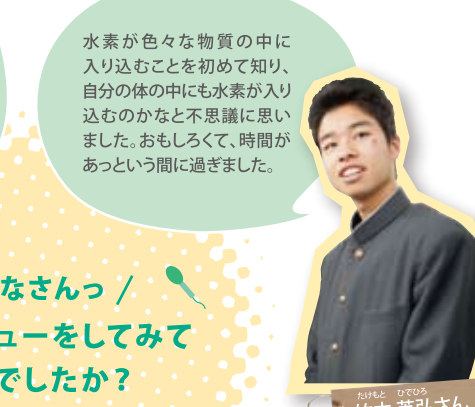
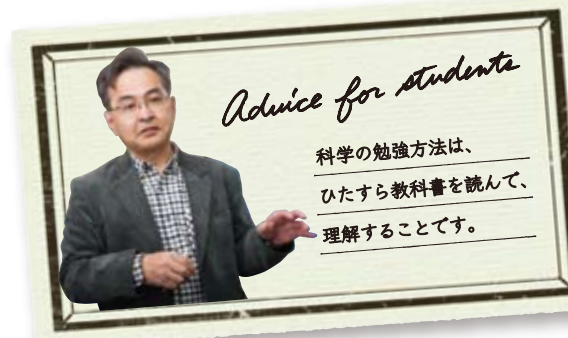


日本にもメタンハイドレートという資源があることは、新しい発見でした。絶対九州大学に合格したいという強い意志が生まれました。これからも頑張っていきたいと思います。

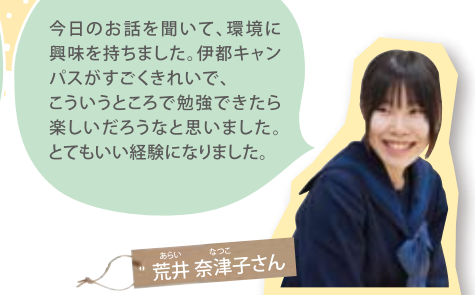
自動車や水素ステーションなどを安全かつ効率的に設計・製造・利用するためには水素の粘性や熱伝導率などの正確なデータを測定することが重要なんです。

世界最前線での活躍を!!

高田 どんな進路に進むにしても、自分独自の技術を持つことが重要です。人にまねされないような能力を身に付けてください。それから、昔と違って、海外の人とやり取りをする機会が多くあります。去年は私の研究室から7名の学生が各国の国際会議に出席し、英語で発表を行いました。皆さんもぜひ国際会議に活躍してください。



水素が色々な物質の中に入り込むことを初めて知り、自分の体の中にも水素が入り込むのかなと不思議に思いました。おもしろくて、時間があっという間に過ぎました。



今日のお話を聞いて、環境に興味を持ちました。伊都キャンパスがすごくきれいで、こういうところで勉強できたら楽しいだろうなと思いました。とてもいい経験になりました。