

Ttime!

学生が作る工学部広報誌

Vol.45

2011.12

特集

新領域創成科学研究科

研究

未来型ロケット開発

～もうSFの世界ではない！？～

脳の中をみる

～次世代MRIを目指して～

海底に眠る可能性

～海底熱水鉱床～

レポート

柏オープンキャンパス特集

柏の葉サイエンスエデュケーションラボ (KSEL) による

駅前出張サイエンスカフェ at 柏の葉 2011



未来型ロケット開発 ~もうSFの世界ではない!?!~

皆さん、未来のロケットと言われてどのようなモノを想像するでしょうか？今回は、新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻で将来型宇宙推進システム・宇宙エネルギーシステムを研究なさっている小紫公也先生にお話を伺ってきました。

先生は何を研究なさっているのですか？

私は昔から宇宙推進の研究に興味を持ち、人工衛星をイオンエンジン（*1）等で動かす電気推進システムを研究してきました。その中で培われたプラズマを生成する技術を活かし、今度は電気の力で地上からのロケット打ち上げをやってみようと思い、次のチャレンジとして電磁ビームロケットを研究しています。

何故電気のでロケットを飛ばそうと思ったのですか？

従来の燃料ロケットは大量の燃料を積み込むため、打ち上げたい貨物の100倍の質量を必要としてきました。大量の貨物を宇宙に打ち上げるためには、その分巨大なロケットが必要なわけです。例えば、将来予想される大規模宇宙開発として宇宙空間に太陽光発電パネルを打ち上げ、その発電力をマイク

ロ波等のエネルギー波に乗せて地上に送る太陽発電衛星が挙げられます。しかし、その建設に必要な資材は2万トンとされています。つまり、実現のためには200万トン分のロケットを打ち上げる必要があり、コスト的に非現実的です。これまでの燃料ロケットの限界にぶつかった時、視点を変えて研究しようと思ったわけです。

電磁ビームロケットの原理について説明をお願いします。

ロケットに対し、地上に設置した電磁ビーム発信機からレーザーやマイクロ波といった電磁波をロケットに照射することでエネルギー供給し、ロケットを駆動するシステムです。ロケット内部の空気に電磁波を照射することにより、急激に加熱して圧力差を生み、空気を噴出することで推進力を得ます。

極端に言えばロケットはただの筒状の入れ物でいいということですか？

極論を言えばそうですね。ほとんど燃料を積まずに、半分以上貨物の重さだけで打ち上げるロケットを目指しています。軽量で安価に使い捨てることのできるロケットを作ることが可能です。前述の太陽光発電衛星の建設が4万トン分のロケットの打ち上げで済むように、地上からの打ち上げコストを格段に下げることが出来れば、その先の宇宙ホテルやスペースコロニーといった大型の宇宙開発の実現性も高まると思います。

現在どのぐらいの重さのモノを浮かすことができるのですか？

計算上、1 MW（*2）の照射器で10kgの物体をあげることができる。つまり、1000本の照射器を用いれば、一度に10トンぐらいまでは上がると思います。

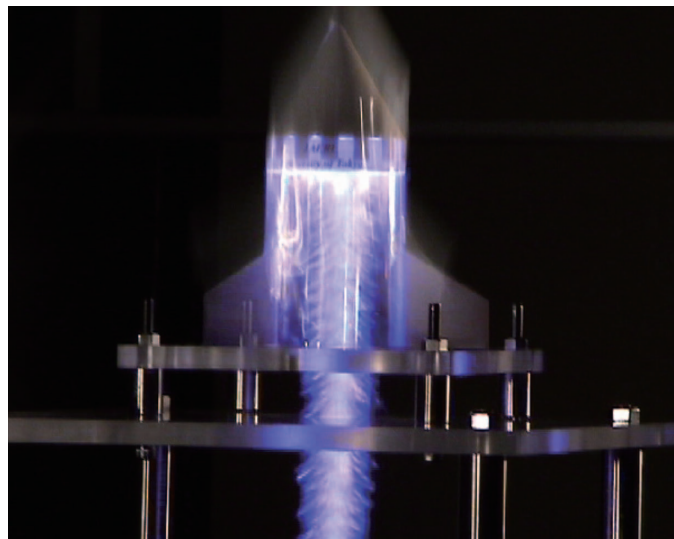


図1：電磁ビームロケットシステムのイメージ図 地上の発射基地からビームを照射されロケットが進む。もちろん地上基地は一度作ってしまえば何度も使える。

図2：電磁ビームロケットの発射実験の様子 マイクロ波を照射され発生したプラズマにより空気を噴射し浮いている。模型サイズ。

現在は模型サイズの実験ですが、上昇可能距離はビームのサイズで決まるので、スケールをあわせてやれば再現できます。発射から2～3分程で、宇宙に辿り着くために必要な軌道速度に到達することができるでしょう。

SFのようなすごい話ですね！

SFではないですよ。成功する確実な保証はないですけど、技術的に嘘や無理のない範囲内、現代のテクノロジーで実現できる範囲内でチャレンジングなテーマにむかっています。私は昔、スペースシャトルが開発された時これで宇宙開発は軌道に乗るだろうと思いました。しかし、現実には燃料ロケットには限界があった。宇宙ロケットという夢にあふれたテーマに対し、その限界を突きつけられるだけではむなしいですよ。多様な発想、分野から様々な可能性を追求すべきではないかと私は思います。ちなみに、この

電磁ビームロケットの研究は、核融合の研究をなさっている先生から、燃料加熱用のハイパワーなマイクロ波発振器を使ってみないかといわれたことがきっかけで始まりました。

他分野の先生からも刺激をうけているんですね

新領域創成科学研究科では学融合を目標としていて、様々な分野をオーバーラップすることで新しいものを作ってい

こうとしています。新しい分野へのチャレンジがしやすい雰囲気があるのかもしれないですね。

最後に読者にむけてメッセージをお願いします。

自分のやりたいことを研究できるのが一番楽しいと思います。誰にでもきっとやりたいことはある。それを自分に問うて大学での研究を楽しんでいってください。

(インタビューー 逢澤 正憲)



図3：柏のオープンキャンパスでの展示 図中右から、実際に打ち上げ実験に用いたロケット 箱上にあるのは長距離照射が可能なパラボラ集光ミラーを搭載したモデル 左下はリード弁吸気機構のついたモデル

* 1) キセノン等のガスをイオン化させ、電位差をかけた空間で加速し噴出させることで推進力を生むエンジンのこと。
 * 2) 家庭用100Wの電球1万個光らせることのできる電力

脳の中をみる ～次世代 MRI を目指して～



どのようにマウスに記憶障害があるかを調べるのでしょうか。

まず、マウスを専用の箱にいれ、電気ショックを与えます。そして、その次の日に再びそのマウスを同じ箱に入れるのです。そうすると正常なマウスは「この箱は危険だ」と覚えているので、箱の中をあまり動かなくなるのですが、アルツハイマー病のマウスはその記憶を忘れていたために平気で箱の中を動き回るので、こうして動いた量を調べることで記憶に障害があるか判別出来ます。

脳の内部を見ることで、いろんなことがわかるのですね。

そうですね。しかし、現在の MRI の性能ではセンチメートルレベル以下の情報は見られず、得られる情報は限られています。脳を取り出すことのできる動物と違い、人の研究のためには外から脳の中が見られる、より高性能な MRI の開発が必要なのです。高性能な MRI を用いることで、認知症をコンピュータにより診断することも将来的に可能だと考えています。

最後に学生に向けたメッセージをお願いします。

研究でも何であっても、新しい分野にどんどん挑戦して、息の長いことをやって欲しいです。誰もやっていないことは、最初はチャレンジですが、得られるものもたくさんあります。自分が「いけるぞ」と思うことに果敢にチャレンジしてください。

(インタビューー 須原 宜史)

研究内容についてお聞かせください。

私は脳の研究を行っています。体の外からの情報に対して、脳がどのような応答を示すかを調べるのです。その中でも、脳の中を見る技術を用いて記憶や認知症にかかわる研究を行っています。

どのように脳の中を見るのでしょうか。

みなさんは光学顕微鏡をご存知ですか。通常の可視光で見る光学顕微鏡と違い、私が開発を行っているのは MRI (Magnetic Resonance Imaging) と呼ばれるもので、物質に強力な磁場をあてることで発生される電波を検出する顕微鏡なのです。これにより、今までは見られなかった脳のリアルタイムの情報が見られるようになります。

脳の中の可視化することでどのようなことがわかるのでしょうか。

アルツハイマー病などの認知症の原因解明や、脳腫瘍、脳梗塞の原因にもなる血栓の早期発見に役立てることが出来ます。例えばアルツハイマー病は、脳の中で記憶に関わる海馬の機能に障害が起きることで生じます。正常な体では、この海馬の中の歯状回(しじょうかい)にあるニューロンから発生した電気シグナルが、脳の他の部位へと伝達されることに

より記憶されます(図1)。

そのため歯状回は記憶が生まれる場所とされています。そして、このシグナル伝達が上手くいかなくなることで、アルツハイマー病やうつ病などの精神疾患の原因になることがわかっています。

現在では MRI によりニューロン間のシグナル伝達を可視化することが出来ます。脳の中でシグナルを放出している場所では血流が増加することから、その血流変化を MRI によって検出するのです。

私は、シグナルが生じる歯状回に様々な分子を投与することで、アルツハイマー病が生じる原因を研究してきました。例えば、薬や放射線をラットの歯状回の一部の細胞に作用すると、このシグナル伝達が上手く行われずアルツハイマー病と似た記憶障害を引き起こすことがわかったのです(図2)。



図1：正常な脳の海馬



図2：放射線を照射した海馬

海馬の MRI 画像。正常な海馬では、歯状回(図中 Optic Stimulation の位置)から発せられたシグナルが海馬の他の部位に伝達され記憶が生まれるが、歯状回に放射線をあけるとシグナル伝達がおきずに、記憶障害がおこる。

海底に眠る可能性 ～海底熱水鉱床～

飯笹 幸吉 教授

東京大学大学院新領域創成科学研究科
海洋技術環境学専攻



「海底熱水鉱床」という言葉を聞いたことがあるでしょうか？海底熱水鉱床とは、海底で熱水が吹き上げる場所の近くにある潜在的な鉱物資源のことです。日本には、鉱物資源の埋蔵量が少ないとされていますが、日本付近の海底には海底熱水鉱床として、銅・金・銀・レアメタルなどが存在することがわかってきました。今回は、海底熱水鉱床について研究なさっている飯笹先生にお話を伺いました。

研究内容について教えてください。

海底熱水鉱床のある場所とその資源量の調査をしています。海底熱水鉱床は、日本周辺の海では200mから1600mの深さのところで見つかってきています。写真に示すようなチムニーという亜鉛や銅・鉄の硫化物濃集体が、海底で熱水を吹き上げている場所にあります。

海底熱水鉱床のある場所を特定する地球科学的手法について教えてください。

それでは重鉱物分析法という一つの例を紹介しましょう。まず、円筒状の採泥器を船からワイヤーでつり下げて海底の堆積物を採取します。実験室ではこの試料中の鉱物を、重さの違いや磁気を用いて分離します。最後に特殊な処理をして、光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡を用いて分析・鉱物同定を行います。採取し



写真：熱水を吹き上げている亜鉛や銅・鉄の濃集体。チムニーと呼ばれる。

た試料中には石英、輝石、磁鉄鉱などの様々な鉱物が含まれていますが、硫化物などの熱水起源の成分はわずかしかなりません。こうして試料中の熱水起源重鉱物の分布図を作成して海底熱水鉱床の場所を特定していくのです。その後、無人探査機 ROV を使って探査を行います。これは、船から伸ばしたケーブルの先についている探査機です。

資源量はどのように調べるのでしょうか。

間接的には音、電磁気、重力などの物理的な方法とボーリングのように試料を直接手に入れる方法があります。日本がこれまで行ってきた海底熱水鉱床におけるボーリングは掘削機を海底に着座させ海底下の地質試料（鉱石など）を取り出すことでした。なだらかな海底面ではボーリングが出来るのですが、チムニーが林立しているような海底面では、ごつごつしているためボーリングができません。これからは船の上からもボーリングができるようになります。

海底熱水鉱床の商業開発にあたって問題はありますか？

今から30年くらい前、ガラパゴス諸島の周辺の海底で熱水が吹き上がっている

のが見つかりました。これまで発見された海底熱水活動域にはチューブワームをはじめ多種多様な貴重な生物が、メタンや硫化水素などを栄養分にして生きていることが確認されています。これらは商業開発によって、絶滅してしまう可能性が出てきています。そのため、生物の専門家からは資源開発に反対する声があがっています。

生物を傷つけずに資源を集める方法はあるのでしょうか？

熱水活動が活発な場所はブラックスモークが吹き上げています。このスモークには銅、鉛、亜鉛などの鉱物資源が含まれているので、これを効率的に集めることができれば、生物も傷つけず、双方に利益がある状態と言えます。今後の研究では、すでに活動を終えた熱水鉱床を探ることが重要となってきます。

最後にメッセージをお願いします。

自分のやりたいことを迷わずやってください。好きなことは多少の困難があってもできますから、それが自分の道を切り開く一番の近道だと思います。

(インタビュアー 西村 知)

柏オープンキャンパス特集

10月21、22日に東京大学の柏キャンパスでオープンキャンパスが開催されました。柏キャンパスは本郷、駒場に続く第3のキャンパスで学問の新たな領域を探ることに挑戦しています。そのため、会場には魅力的な展示がたくさんあり、大人から子供まで幅広い年齢の方が興味深そうに説明を聞いていました。今回は数ある展示の中からいくつかをピックアップして紹介します。



仮想空間であそぶ

ここでは現実には存在しないコンピュータ上のCGに触れることができます。手に取り付けたグローブ状の装置で現実の手の動きをコンピュータ上の手に伝えることでCGに触れることができるのです。指の動きまで正確に伝わるので、本当にそこに物体があるかのようなリアルな仮想体験ができました。このような技術が普及すれば動画や音楽とは異なる全く新しいメディアコンテンツが誕生する可能性があります。

図. CGのボールを使ってお手玉3D映像でとてもリアル

マッハ7の風

ロケットなどが大気圏に突入するとき、機体は強烈な風を受けます。そのような「極超音速」と呼ばれるマッハ7の風を発生させることができるのが、この風洞と呼ばれる装置です(図1)。風速が速くなると、それにともない空気摩擦も大きくなり熱が発生します。この熱は機体に重大な影響を与える可能性があります。そのため風洞でシミュレーションを行い強烈な風に耐えられる材料の研究が行われているのです。このような研究は次世代の超高速旅客機の開発にもつながります。

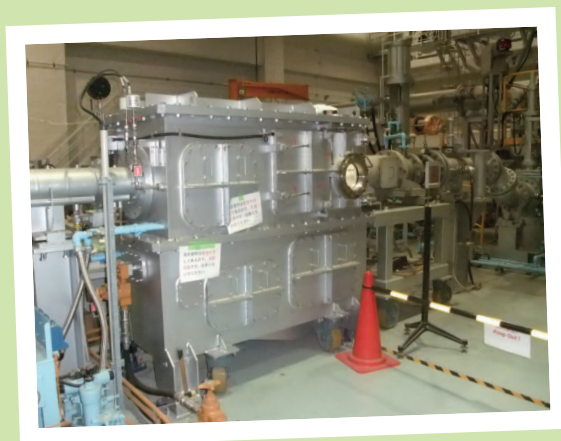


図2. 密度の変化を利用して風が当たる様子を映像化している。図中の物体は氷。空気摩擦で高温になり氷が溶けていることがわかる。

図1. 風洞の写真。実際には写真に収まり切らないほど大きく、装置の一部は建物の外にある。

未来のプラズマ発電

気体に大きなエネルギーを与えると原子核と電子が解離したプラズマ状態になります。プラズマからは核融合によるエネルギーが得られるのですが、プラズマ自体は発生してもすぐに消滅してしまいます。ここでは、超電導を利用する新しい手法でプラズマを長時間保持する研究を行なっています。プラズマを長時間保持し、プラズマによる発電を実用化できれば、火力発電よりクリーンで原子力発電より安全なエネルギー源が得られることになり、エネルギー問題の解決につながるでしょう。
※原子力発電の核分裂とプラズマの核融合は別の反応です。

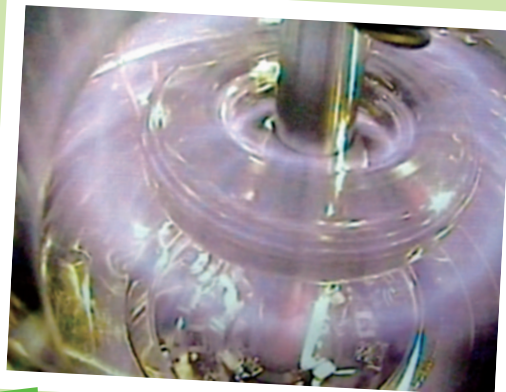


図. 超電導で浮かせたコイル（写真中央部）の周りにプラズマを引き寄せて保持している



図. 衝突実験の様子。弾丸は目に見えないほどの速さ。

地球に隕石が衝突！？

隕石は莫大なエネルギーを持つため、地球に衝突するとクレーター形成など、様々な現象を引き起こします。この装置では、下部のガラスビーズを敷き詰めた模擬地面に向かって、上部から隕石を模したプラスチックの弾丸をおよそ秒速100mで発射することで、隕石衝突の様子を再現することができます。生命の起源、恐竜の絶滅など隕石衝突は地球の歴史の転換に大きく関わった可能性があります。隕石の衝突を研究することで地球に対する知見を深めることができるのです。

（レポーター 本山 央人）

柏の葉サイエンスエデュケーションラボ (KSEL) による 駅前出張サイエンスカフェ at 柏の葉2011



柏の葉サイエンスエデュケーションラボ（以下、KSEL）は、新領域創成科学研究科の大学院生が中心となって活動している団体です。柏の葉地域で、周辺の高校と連携しながら科学の魅力を発信することを通して、地域活性化を目指しています。その活動の一環として、柏オープンキャンパスと連動したサイエンスカフェが開催されました。

10月22日土曜日、柏の葉キャンパス駅前のUDCKで、オープンキャンパス終了後の17時半から開催されたサイエンスカフェは、70名以上のお客さんと賑わっていました。そのほとんどが柏の葉キャンパス駅周辺に住む地域の方で、去年からのリピーターもたくさんいらしていました。このサイエンスカフェは5つのブースに分かれており、参加者はそこから前半と後半で1つずつ、合計2つのブースを選んで活動できます。小学生に人気だったのは紙飛行機を作るブースとロボットを見られるブースで、自分で作った紙飛行機を飛ばす子供たちの笑顔が印象的でした。一方で、大人たちは、飛行機



↑紙飛行機を飛ばす小学生

機機材料や歩く時の加速度、衣

食住といった身近な科学を考えるブースに集まって、議論を繰り広げていました。また、高校生が講師を担当するブースもありました。KSELは近隣の高校と連携しているのが特徴で、今回のようにサイエンスカフェと一緒に運営したり、高校生と一緒に小学生向けの科学講座を開いたりしています。このような地域貢献活動が認められ、平成22年度の新領域創成科学研究科長賞を受賞しました。今後もクリスマスに向けて音楽と科学をつなぐイベントなどを企画しています。柏の葉地域にお越しの際はぜひKSELのイベントに参加してみたいはいかがでしょうか。



↑加速度の話聞く大人たち

↑加速度の話聞く大人たち

（レポーター 大嶽 晴佳）

参考 URL : <http://udcx.k.u-tokyo.ac.jp/KSEL/index.html>



研究科紹介

新領域創成科学研究科は既存の学問分野を超えた未開拓の領域における課題に取り組むため、1998年に設立されました。2011年現在、研究系としては基盤科学、生命科学、環境学があり、それらとは独立して情報生命科学専攻があります。

ほとんどの研究室が千葉県柏市にある柏キャンパスにあり、広大な敷地に建てられた緑ゆたかなキャンパスで2011年現在1400名の学生が学んでいます。研究や授業はもちろんですが、バーベキュー大会や運動会もあり、学生生活を楽しむことができます。写真は2011年度運動会の様子。



<広報アシスタント>

逢澤 正憲、朝倉 彰洋、伊與木健太、大嶽 晴佳、小川 灯
大原 寛司、岡 功 皆藤 彰吾、清水 裕介、須原 宜史
土居 篤典、西村 知、沼田 恵里、長谷川拓人、藤島孝太郎
本田 信吾、間部 悟、松浦 慧介、本山 央人、森西 亨太
谷中 瞳

<広報室>

横山 明彦（先端エネルギー工学専攻）
中須賀真一（広報室長・航空宇宙工学専攻）
永合由美子、川瀬 珠江