

講演会報告

■第8回 中山 由美 氏

自然科学研究教育センター講演会（第8回）が2010年10月4日（月）16：30から日吉キャンパス来往舎1階シンポジウムスペースで開催され、「極地から地球が見える」と題し、中山由美氏（朝日新聞東京本社科学医療グループ記者）の講演が行われた。

朝日新聞記者である中山氏は2003年11月から2005年3月にかけて、第45次南極観測越冬隊に同行し、ドームふじでの氷床掘削の現場にも立ち会った。さらに、2009年11月から2010年3月まで第51次南極観測隊に同行し、隕石探査の取材も行った。新聞記事などを通してその内容はすでに紹介されているが、是非実際に話を聞いてみたいと思っていた。朝日新聞の講演センターが講師派遣を行っていること、そしてその中に中山氏も登録されていることを知り、まだ南極から帰っていない時点で講演を申し込み、帰国後の今年4月に講演受諾の通知を受けた。

講演の1週間前から、中山氏の著書「こちら南極 ただいまマイナス60度」（草思社、2005年）を読み出した。そしてわかったことは、南極派遣と朝日新聞との関係は深く、1956年の1次隊から78年の20次隊まで、計8回も記者を派遣したこと、また中山記者に声がかかったのは、朝日新聞社の125周年記念事業の企画としてであり、25年ぶりの記者派遣であったことである。また、同じ南極とはいっても、昭和基地はまだ序の口であり、そこからドームふじに行くのに雪上車で約1カ月かかること、またドームふじは標高が3,810mで富士山の3,776mよりも高く、つまりそれだけ寒く空気も薄い過酷な環境下にある、という事実であった。

講演は、南極の紹介から始まった。南極点に初めて到達したのはノルウェーのアムンゼンであるが、ほぼ同じ頃、日本の白瀬中尉も南極点をめざして探検し、それが今日の南極観測につながっている。「南極の面積は日本の面積の何倍だと思いますか？」正解は37倍。ただし、これは棚氷（夏でも溶けない）を含めた面積であり、南極大陸に限定すると33倍とのこと。南極派遣と朝日新聞との関係が深いことも紹介された。1次隊に朝日新聞から10人も出ている。また、第三次隊では南極に着いたときに大きいニュースに沸いた。スクリーンには黒い大きな犬が2匹写っている。「この犬の名前はわかりますか？」南極に取り残されたタロウとジロウが奇跡的に生きていたというニュースであった。また、南極では24時間気象観測を行い、CO₂の濃度測定などを行っているとのこと。「南極ではCO₂の濃度が年々増加しているのか、それともあまり変化していないと思いますか？」正解は季節による変動はあるものの、右肩上がりに増えている。南極での化石燃料の消費はわずかであるが、大気循環により地球全体の様子が反映される。氷山、ペンギン、あざらし、オーロラ、雪原、ブリザードなどの映像に交えて、南極（昭和基地は南緯69°）だけでなく、北極圏（グリーンランドのイルリサット、北緯69°）

で氷床が溶けている状況の調査にも同行し取材したこと、また赤道付近ではバン格拉ディッシュで洪水が予想外に増えて、浸水による畑や住宅地の被害が深刻だという話が紹介された。

南極の水を掘削し、その中に存在する宇宙じんも調べると聞き、耳を疑った。投影画面をよくみると、「宇宙塵」と書かれていた。つまり、隕石よりも小さい砂粒のことであった。講演が約1時間行われ、その後約30分に渡って多くの質問がなされた。講演会への参加者は約50名であった。

終了後、中山氏と話をしていたら、今日の夕方6時30分に東京本社から連絡がくるという。用件は、今日発表された今年のノーベル医学生理学賞にもし日本人が含まれていたら、すぐ本社にもどって取材をしなければならないという。しかし、残念ながら、その必要はなかった。（大場 茂）



今後の講演会予定

自然科学研究教育センター講演会（第11回）

日程：2011年5月11日（水） 17：30～19：00

場所：慶應義塾大学日吉キャンパス

来往舎1階シンポジウムスペース

講師：北里 洋氏

（海洋研究開発機構 海洋・極限環境生物圏領域長）

題目：「深海：生物多様性のゆりかご」

自然科学研究教育センター講演会（第13回）

日程：2011年7月5日（火） 16：30～18：00

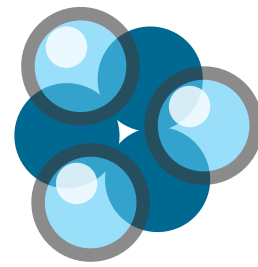
場所：慶應義塾大学日吉キャンパス

来往舎1階シンポジウムスペース

講師：小島秀康氏（国立極地研究所教授）

題目：「南極隕石が教えてくれること（仮題）」

なお、第12回（6月）の講演会については、詳細が決まり次第、自然科学研究教育センターのウェブサイトに掲載します。



REC for NS
research and education center for natural sciences

Newsletter

Mar. 2011

No. 04

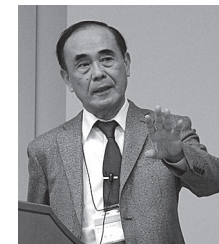
慶應義塾大学自然科学研究教育センター

2010年自然科学研究教育センターシンポジウム『自然における色や形のしくみ』

2010年11月19日午後1時から、2010年自然科学研究教育センターシンポジウムが、日吉キャンパス来往舎シンポジウムスペースにて開催された。当日は天候にも恵まれ、小春日和の穏やかな一日であった。シンポジウムは、青木センター所長の開会の挨拶から始まった。センターを中心として慶應義塾大学から申請した教育GPが採択されたことが紹介され、また今回のシンポジウムのテーマ「色や形のしくみ」および趣旨が紹介された。その後、次の4件の講演が行われた。「モルフォ蝶が語るナノの世界」木下修一氏（大阪大学大学院生命機能研究科教授）、「生物発光を源流とする化学発光—高効率化の過程から垣間見える発光のメカニズム—」松本正勝氏（神奈川大学理学部教授）、「生き物のかたち、ホヤのかたち」西田宏記氏（大阪大学大学院理学研究科教授）、「雪と氷の結晶の形を探る—宇宙実験からのメッセージ—」古川義純氏（北海道大学低温科学研究所教授）。また、最後に長谷山常任理事による閉会の挨拶があった。シンポジウムには、センターの所員を始めとした塾内の教員および外部からの参加者なども含めて、約60名が出席した。



「モルフォ蝶が語るナノの世界」
木下 修一先生



「生物発光を源流とする化学発光」
松本 正勝先生

4講演の内容は、物理、生物、化学の複数の分野にまたがるものであった。（講演1）モルフォチョウの碧い輝きと鱗粉の棚構造による光の干渉、（講演2）蛍の光に似せた人工的な発光分子の合成、（講演3）ホヤの受精卵の細胞分裂において非対称性を誘発する物質の移動、そして（講演4）無重力下における氷の結晶の成長過程、とたいへん興味深く示唆に富んだ話が続いた。講演後の質疑応答の時間も10分ではとても足りず、途中で質問を打ち切らざるを得ない状況であった。長谷山理事には、お忙しい中、後半の2講演にも出席していただき、その感想も含めてセンターのシンポジウム開催の意義、および今後のセンターの活動への期待についてお話いただいた。

なお、昨年度は開所記念シンポジウムの報告書（冊子体）を作成したが、今年度はシンポジウムの報告を、センターの年間活動報告書に含める形とすることにした。そこには、シンポジウムで司会を担当した所員から、それぞれの講演についての注目箇所、印象や感想などの報告も掲載する予定である。（大場 茂）



「生き物のかたち、ホヤのかたち」
西田 宏記先生



「雪と氷の結晶のかたちを探る」
古川 義純先生

大学教育推進プログラム・イベントのお知らせ 第1回 自然科学教育シンポジウム

「科学的思考力を育む文系学生の実験の開発」 —いま学生に何が求められているのか—

2010年度に採択された本取組の理念ならびに事業内容を確認し、今後のめざす方向を明らかにする。また、文系学生に求められている科学的思考力とは何かに焦点を当て、実験を通してそれをいかに育むかについて議論する場としたい。

2011年3月17日（木） 12時50分より
日吉キャンパス 来往舎1階シンポジウムスペース

- 12:50～ 開会の挨拶
長谷山 彰氏（慶應義塾教育担当常任理事）
- 13:00～ 「科学的思考力、実学と実験—取組の目的と内容—」
青木 健一郎氏（センター所長、経済学部教授）
- 13:40～ 「心理学の体験型実験を含んだ授業のねらい」
増田 直衛氏（心理学教室、文学部教授）
- 14:00～ 「文系学生の科学的思考力増進のための心理学教育—講義・演習・実習の総合—」
辻 敬一郎氏（名古屋大学名誉教授）
- 15:20～ 「科学的思考力・表現力を育む理科教育の今日的課題—実験・観察を中心として—」
畦 浩二氏（大阪教育大学教授）
- 16:20～ パネルディスカッション
「科学的思考力を育むにはどうするか」
- 17:10～ 閉会の挨拶
真壁 利明氏（慶應義塾研究担当常任理事）

※シンポジウムは無料で、参加登録の必要はありません。
詳細は自然科学研究教育センター事務局（日吉キャンパス 来往舎1F）までお問い合わせください。
詳しくは URL: <http://www.sci.keio.ac.jp/gp2010/>

Newsletter Mar. 2011 No. 04 慶應義塾大学自然科学研究教育センター

RESEARCH AND EDUCATION CENTER
FOR NATURAL SCIENCES

発行日 ●2011年3月10日 代表者 ●青木 健一郎

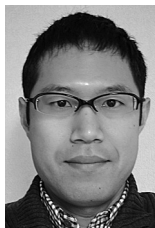
〒223-8521 横浜市港北区日吉4-1-1
TEL: 045-566-1111（直通）
E-mail: office@sci.keio.ac.jp
URL: <http://www.sci.keio.ac.jp>

研究紹介

物理学教室

『ひも理論を用いた 宇宙の謎の解明に向けて』

商学部助教・自然科学研究教育センター所員 足田 泰章



私の所属している商学部物理学教室には、私の他に新田宗土准教授と松浦壮専任講師が在籍しています。それぞれ独立に研究を行っていますが、私は特に「ひも理論」に興味を持っています。ブライアン・グリーン著の「エレガントな宇宙」が特に欧米でベストセラーになりましたので、ご存知の方も多いと思います。ひも理論は、私たちの世の中を記述する最も基本的な理論であると期待されています。そこでこの理論を用いることで、私たちの住んでいる宇宙の基本的な性質を理解したい、というのが私の研究目的となっております。

私は数年前に、ドイツのハンブルグにある DESY 研究所というところでポストドク研究員をしていました。現在でも、主にその時の受け入れ教官や同僚たちと研究を行っています。ポストドク研究員は世界中を数年ごとに移り歩く生活になってしまうため、なかなか直接会って議論することが難しいという困難があります。そのため、電子メールでのやり取りを中心に議論を進めています。このような国際的な共同研究においては、最近では Skype を多用している方々も多いです。よく「理論物理屋は普段何をしているのか？」と聞かれますが、議論以外には基本的に他の研究者の論文を読んだり計算したりしています。昔の人は紙と鉛筆さえあれば研究できると言っていたようですが、最近ではコンピュータを使った計算も主流になってきています。

私たちの住んでいる宇宙には、未だに数多くの謎が残されています。非常に遠くの星や銀河を観察すると、これらは地球から遠ざかる方向に動いていることが分かります。これは、私たちの宇宙が膨張していることを示唆しています。逆にたどってみると、宇宙は過去には今よりも小さかったということになります。さらにずっと遡ると、いつかは宇宙の半径がゼロになってしまいます。この時に宇宙が誕生し、ビッグバンが起こったと言われています。ただ、ビッグバンがどうして起きたのか、ビッグバンが起こる前は宇宙がどうであったのかなどの問いには、今の科学は答えることができません。また、宇宙にはブラックホールという物体が存在していることが知られています。例えば、私たちの銀河系の中心にも大きなブラックホールがあるとされています。ブラックホールの内部にいったん入ってしまうと、どんなに速い宇宙船をもってしても脱出することができません。では、ブラックホールの内部に落ちて行ったものは一体どうなるのでしょうか。こちら、今のところ理解することができません。

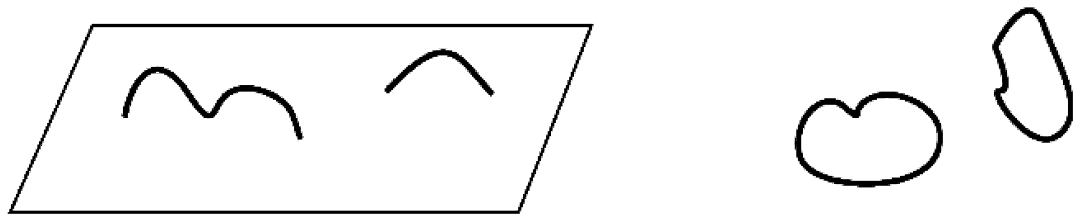


図1：開いたひも（左）と閉じたひも（右）。開いたひもはある平面上を動き、物質の構成要素となっています。閉じたひもは空間上すべてを動き、重力を担います。

私はひも理論がこれらの問題に対する答えを与えてくれると考えています。宇宙を記述する重力理論としては、アインシュタインによって提唱された一般相対論が有名です。一般相対論が正しく宇宙を記述しているということは、数多くの実験によって確かめられています。例えば、GPSなどに応用されていたりもします。ただし、宇宙初期やブラックホール内部では、空間の曲がり具合が大きく重力が非常に強くなってしまい、一般相対論による記述が破たんしてしまいます。そこで、一般相対論を超えるような理論が必要となります。そのような理論として自己矛盾を含んでいないものは、今のところひも理論しか知られていません。さらに興味深いことに、ひも理論は重力理論としてのみでなく、私たちの世界のすべてを記述することのできる理論であるとされています。そのため、よく「Theory of Everything」と呼ばれたりもします。

ひも理論が他の理論とどう違うかというと、すべてのものは点粒子ではなく、名前の通り「ひも」からできているという点にあります。机でも椅子でもすべてのものはだんだん細かくしていくと、いつかは構成要素である分子や原子に行きつきます。原子も原子核と電子からなり、原子核も陽子や中性子からできています。さらに細かくしていくと、陽子や中性子はクォークからできていることが分かります。電子やクォークは空間の一点からなる粒子であり、これらの点粒子がすべての源であるというのが一般的な理論です。ところがひも理論では、点粒子の代わりにすべてがひもからできているとします。このひもは空間方向に広がっているのですが、広がり方がとてつもなく小さいため、原子レベルの大きさでは点にしか見えないという主張です。ひもはバイオリンなどの弦楽器のように振動し、その振動の仕方が異なる粒子として見えてきます。開いたひもと閉じたひもの2種類が考えられるのですが、開いたひもが原子など物質のもととなり、閉じたひもが重力のもととなります（図1）。

ひも理論の最も顕著な特徴は時空の次元にあります。ひも理論が自己矛盾を含まないように要請すると、自然に私たちの時空が10次元あるいは11次元でなくてはならないという結論を得てしまいます。私たちが感じられる時空は、前後の1次元、左右の1次元、上下の1次元を合わせて空間3次元であり、時間を加えて4次元時空となっています。残りの6次元あるいは7次元の空間は非常に小さく丸まっており、我々には感じることはできないと解釈されています。例えば、綱渡りをしている人にとって綱は1次元としか感じられませんが、綱の上を歩いている蟻は丸まっている次元と合わせて2次元と感じていることでしょう。最近ではさらに、私たちが4次元の膜の上に閉じ込められているという膜宇宙論も議論されています。この理論では重力は膜の上から離れることができるため、ブラックホール生成などを通して実験的に余分な次元を観測しようという試みもあります。

私はこれまでひも理論に関する様々な研究を行ってきましたが、私の関わった研究の中で特に気に入っているのは次のものです。簡単のために私たちの空間が2次元であると仮定し、図2の左のようなボーリングのピンの表面のような形をしているとします。すると、閉じたひもは輪ゴムのような形をしているため、空間の一部に巻き付くことができます。この輪ゴムが張力のために縮み、図2の右のように空間を切り離してしまうことがあります。この現象をひも理論の枠内で矛盾なく起こせることを、私たちのグループは証明しました。この空間を切り離すという現象は、一般相対論の枠内では絶対に起きることがありません。したがって、一般相対論を超えたひも理論特有な現象をつかんだことになっています。今はまだ単純化したおもちゃ



図2：空間に一次元の円を含む場合、閉じたひもはその空間に巻き付くことができます。その際、ひもが縮むことで空間が二つにちぎれることがあります。

講演会報告

■第9回 三浦 佳世 氏

第9回自然科学研究教育センターシンポジウムは2010年12月3日に、九州大学大学院 人間環境学研究院・教授の三浦佳世先生をお迎えして開催されました。講演は「美を科学する～感性認知学の視座～」と題し、絵画に描かれた視線がどのように感性に訴えるかを手はじめに、感性認知学の奥深い世界がわかりやすく紹介されました。この講演は学生の関心も非常に高く、教職員と合わせて総勢約60名が参加しました。



■第10回 池上 晋 氏

自然科学研究教育センター講演会（第10回）が1月17日（月）16時から日吉キャンパス来往舎1階シンポジウムスペースで開催され、「イトマキヒトデの初期発生に関する化学生物学的研究」と題し、池上晋氏（広島大学名誉教授、自然科学研究教育センター訪問教授）の講演が行われた。

はじめに研究材料として用いられたヒトデの分類学的・生態学的特徴、およびヒトデを用いた発生生物学研究の先駆者による研究の概要が紹介され、その後講演の主題である発生阻害剤を用いたヒトデ発生機構の解析研究へと話題が移った。この研究で用いられた阻害剤は主にカイメンから単離・精製されている。カイメンは生理活性物質の宝庫として知られている。特にヒトデに対しては段階特異的に発生を阻害する物質が池上氏の研究グループにより数多く単離され、それらを効果的に利用した発生機構の解析研究が進められてきた。今回の講演では、その中から卵形成と卵成熟、過熟卵の細胞死、受精における卵と精子の膜融合、胞胚期における細胞周期制御の変化と個性性の確立などの機構解析に関する研究が紹介された。

定期試験期間中ということもあり聴講者の数はそれほど多くはなかったが、講演後には活発な質疑応答が繰り返された。（倉石 立）

