

淡青

t a n s e i

23

2010/01

[特集]

実験

—— 遥かなる夢の試み

[サイエンスへの招待]

翻訳 —— 来るべき諸言語の姿を映し出す実践の研究

血糖値に反応して光る耳!?

体内埋め込み型連続血糖値モニタリングデバイスの開発

[キャンパス散歩]

大学院農学生命科学研究科附属牧場
(茨城県笠間市)

[巻末企画]

データで見る東京大学の姿

淡青

t a n s e i

23

2010/01

夜の大学は昼間とはまた違った表情をたたえています。外灯に照らされてきらきらと光る石畳は幻想的な雰囲気を醸し出し、並木は静かな夜の公園を思わせます。研究室には深夜まで煌々と明かりが灯り、構内は意外にも人通りが途絶えません。今号の表紙には本郷キャンパスの「夜の表情」を取り上げてみました。夜を徹して実験を行う学生や研究者達。彼らにとって実験は昼夜を超えた「日常」なのかもしれません。

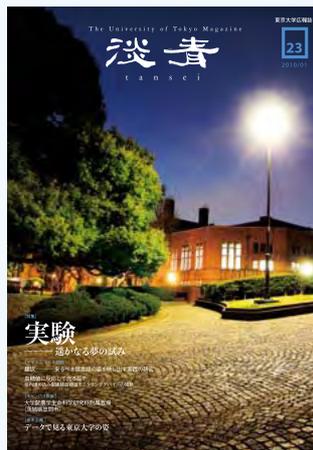
「淡青」について

東京大学と京都大学（当時は東京帝国大学、京都帝国大学）が1920年に最初の対抗レガッタを瀬田川で行なった際、抽選によって決まった色が「淡青（ライト・ブルー）」であり、本学の運動会をはじめスクール・カラーとして親しまれてきました。

『淡青』23号をお届けいたします。『淡青』は東京大学で行われている教育や学術研究の活動を皆様に紹介することが目的の一つです。今回は「実験」を特集します。「実験」というと理工系の実験をすぐに思い浮かべますが、実は社会科学を含む広汎な研究分野で実験は不可欠です。そして東京大学では実に様々な実験が日々行われています。自然の摂理に迫るもの、究極のエコに挑戦するもの、幼児の発達過程を探るもの、そして哲学研究室の実験哲学まで。驚かれるかもしれませんが、これはほんの一部です。東京大学の教員や学生が毎晩遅くまで奮闘している実験を読者の皆様に少しでも実感していただけたらと思います。どうかお楽しみ下さい。

また今回の『淡青』からテレメールを利用してお取り寄せできるようにしました（35ページ参照）。できるだけ多くの方に東京大学の活動に触れていただきたいと思っています。

広報委員会委員長 武田洋幸



contents

p.03-29

【特集】

実験

—— 遥かなる夢の試み

p.30-31

【サイエンスへの招待】

翻訳 —— 来るべき諸言語の姿を映し出す実践の研究
血糖値に反応して光る耳!?
体内埋め込み型連続血糖値モニタリングデバイスの開発

p.32-33

【キャンパス散歩】

大学院農学生命科学研究科附属牧場
(茨城県笠間市)

p.34-35

【巻末企画】

データで見る東京大学の姿

実験

—— 遥かなる夢の試み

実験という言葉聞いて、貴方は何を思い浮かべるのでしょうか。

子供の頃に使ったリトマス試験紙の色。

ピサの斜塔から鉄球を落とすガリレオの姿。

スプートニク2号に乗せられたライカ犬の写真……。

有史以来、人類は実に様々な実験を繰り返してきました。

それは「知」を紡ぎ出すためのたゆみない挑戦の歴史でした。

未知の領域に対するあらゆる「試み」を実験と呼ぶならば、

学術は、まさに、実験によって築き上げられてきたのです。

実験室で、街で、そして、頭の中で。

研究者達は、今日もまた、遥かなる夢の試みに挑み続けています。

生産技術研究所附属千葉実験所

リアルな実験環境を次々と創り出す「実験ワンダーランド」の魅力

工学では社会での使用を想定した実験環境が必要となる。

だからこそ、千葉実験所では通常の研究室では実現できない実験環境を整えている。

リアルな鉄道、リアルな建物、リアルな海洋環境。

ここは徹底的にリアリティを追求する「実験ワンダーランド」なのである。

聞き手／清水修(本部広報グループ)

常識では考えられないことを 発見するために



Interview

須田義大

千葉実験所長
生産技術研究所 教授

千葉実験所は、通常の研究室ではなかなかできない大掛かりな実験を行うための特別な実験所で、東京大学生産技術研究所（以下、生研）の附属施設です。JR西千葉駅にほど近い、この実験所の敷地は、元々、生研の前身・第二工学部があった場所でした。1949年、第二工学部が生研に改組され、その生研は1961年に六本木に移転しましたが、「大型の実験は西千葉の地で続けたい」との要望があり、千葉実験場が発足しました【編集部註：現在の生研所在地は駒場地区キャンパス内】。「実験場」というのは本学の組織の中の名称だったんですが、1967年に国立学校施行規則によって「実験所」となり現在に至っています。

ここで行う実験は管理運営委員会が公募して決めています。「実験所で行う実

験にふさわしいか」を審査し、決定した研究テーマの研究者には期限を決めて使ってもらうわけです。民主的な運営を心掛けているわけですね。

時代により変遷してきた 実験テーマ

当初、1967年には、ここで28件の実験が行われていました。現在は約50件の実験が行われています。行われる実験の分野は時代とともに変遷してきていますね。発足当時は溶鉱炉が設置されていて、鉄鋼に関する実験も行われていました。次に土木実験。河川や港湾の実験です。東京湾の模型が設置されて、「東京湾に高潮が来たらどうなるか」という実験や吊り橋の実験などを行っていました。その後、雷の実験、防災研究の実験

に移っていきました。この実験所が飛躍するきっかけとなったのは1995年に研究実験棟という鉄筋コンクリート製の建物できたこと。それまでは第二工学部時代の木造の建物を使っていましたから。最近では、生産技術研究所海洋工学水槽、ホワイト・ライノ（解説写真・左端）なども設置されて、実験内容の幅が広がっています。

私自身は、ここで「次世代の交通モビリティ」に関する実験を行っています。列車の脱線予兆検知装置の実験、新たな車輪構造の鉄道車両の実験、列車の座席配置のシミュレーション、少ない動力エネルギーで走行できる「エコライド」の走行実験……それらを実物スケール、あるいは、10分の1ぐらいのスケールのモデルを使ってやっています。



張力型空間構造モデルドーム観測システム「ホワイト・ライノ」。メインの柱が結節しないテンセグリティ構造のモデルドーム。この建造物の建設自体が実験であるとともに、ドームの内部が実験室として機能している



次世代鉄道車両スケールモデル。鉄道車両など軌道を走る乗り物の走行実験をするための模型。この模型により列車がカーブを走る際の車輪とレールの摩擦などが検証されている



生産技術研究所千葉試験線。構内には約100mの本物の鉄道レールが敷かれており、本物の鉄道台車を走らせることができる。この台車は関西の私鉄で実際に使われていたもの。このような「リアル」な環境で実験を行えるという点が大きな特徴



二次元振動台は地震を再現するための実験装置。3m四方の台の上に7トンまでの試験体を載せて実験することができる。垂直方向（一次）と水平方向（二次）の揺れを再現できるので、リアルな耐震研究が可能となる

生研の最大の特徴は「役に立つ」ことを目指して研究する組織だということです。研究成果を実用化して社会貢献しているということですね。組織としては、教授・准教授が皆、独立した研究室を持っており、横の垣根が低いので、工学分野の中で様々なコラボレーションができます。また、目的別のセンターがあり、私の所属するセンター（先進モビリティ研究センター）では異分野の先生方と共同で交通モビリティの研究をやっています。そのような研究をするうえで必要となってくる、実物スケールのリアルな実験をやるためにこの実験所があるわけです。

常識を覆す新たなことが見えてくる

最近ではコンピュータを使っている

なシミュレーションができるようになってきましたが、すべてを計算で済ませるまでには至っていません。私の専門分野である鉄道や自動車も、まだまだ計算だけではやりきれないんですよ。情けないようにも聞こえますが、どちらも歴史は高々150年くらいで、計算で評価できるようになったのは、この50年くらいです。工学系の研究はバーチャルな「計算」とリアルな「実験」を連携させながらやっていく必要があるんですね。それから、実験の持つ魅力のひとつとして「今までの常識では考えられない新しいことが見えてくる」という点があります。私は今、逆踏面勾配独立回転輪軸というものを開発していますが、従来の常識を覆す、まったく新しいメカニズムなんです。そういうことは実験をやっ

て実物をいろいろといじっているうちに見えてくるもので、計算だけではなかなか気づきません。

実験は「頭の中で考えているだけでは気づかないこと」をたくさん教えてくれる……この実験所は、研究者にとって、まさにそういうきっかけを与えてくれる場所なんですね。

【2009年11月2日 東京大学 生産技術研究所附属千葉実験所にて】

写真は生産技術研究所海洋工学水槽。水槽のサイズは、長さ50m、幅10m、深さ5m。この水槽の上に台車を移動させて実験を行う。本物の海のように波風、流れを起こすことができるので、台車の上に乗っていると、本当に船に乗って海を航行しているような気分になる。また、この施設は天井が高いため、大きな構造物を水槽に浮かべて（あるいは沈めて）実験を行うことができる。これぞ、リアルな実験環境の追求を旨とする千葉実験所の象徴。研究者達の「現実の再現」にかける情熱はこの実験ワンダーランドの随所にあふれている。

海洋基礎生物学研究推進センター
理学系研究科附属三崎臨海実験所

世界一多様な海洋生物群が 教えてくれる「実験」の醍醐味

明治時代から世界一多様な海洋生物環境として

注目され続けてきた三崎臨海実験所。

ここでは現在も様々な海の生き物を使った
実験が繰り広げられている。

多くの外国人研究者を魅了する「ミサキ」は、
いわば、海洋生物実験の聖地なのだ。



赤坂甲治

海洋基礎生物学研究推進センター長
三崎臨海実験所長
理学系研究科 教授

海洋基礎生物学研究推進センターは海洋生物の特徴を活用して、生命の基本メカニズムを実験・研究する場である。

「生命とは何か」。古くから人類の大きな命題である。人類の最大の興味はヒトであろう。しかし、ヒトを実験に使うことはできない。一世紀ほど前の実験生物学の黎明期には、卵と精子が得やすく、幼生の体が透明で内部を観察しやすい海洋動物が用いられ、当研究施設は生命科学の中心であった。やがて研究室で飼育できるハエやマウスなどがモデル動物として使われるようになり、海洋動物の需要が減る一方、便利なモデル動物は生命科学を飛躍的に発展させ、すべての生物

三崎臨海実験所は1886（明治19）年に現在の三崎の町に我が国最初の、世界でも最も歴史の古い臨海実験所のひとつとして設立された。それ以来、多数の国内外の研究者・学生に利用され、我が国における生物学の発展に大いに貢献をしている。世界的にも、ウッズホール（米）・ナポリ（伊）・プリマス（英）の各実験所とともに海洋生物研究の歴史に大きな影響を与えてきた。三崎近辺は世界でもっとも深海生物の種類が豊富な地域でもあり、いわば、海洋生物学のメッカなのだ。写真の古い建物は、1909（明治42）年頃に建設された実験棟。現在は使用されていないが、三崎の地にその歴史の足跡をくっきりと残している。



は共通のしくみで生命活動を営んでいることを明らかにする。同時に、成熟期を迎えた生命科学の標的は、共通の遺伝子、共通のしくみが多様な生物を生み出す機構となり、再び、多様でほとんどすべての動物種が棲息する海が注目を集めている。多様な海洋動物の中には特定の研究に適した特徴を持つものがある。その特徴を活かせば、生命活動のメカニズムの本質を解明することができ、その成果は大きな波及効果をもたらす。ウニを用いた細胞増殖機構の研究はがんの発生メカニズム、イカの太い神経を用いた研究は神経伝達機構、ヒトデの体腔細胞は白血球などの免疫機構の解明につながり、いずれ

もノーベル生理学・医学賞を受賞している。クラゲの光るタンパク質の研究で下村脩博士がノーベル化学賞を受賞したことは記憶に新しい。当センターにおいても、ウニのゲノムDNAを利用した遺伝子治療にも応用可能な遺伝子導入システム、ウミシダの強い再生力を利用した再生機構の研究、ホヤの精子の特性を活用した精子誘引機構の研究、フグのコンパクトなゲノムを利用した脳の形成機構とその進化の研究が行なわれている。

海洋生物学の研究施設の役割の一つは、動物を採集し実験に供することであるが、野生動物は遺伝的に多様であり、実験結果が必ずしも安定しない。信頼性のある

モデル動物にするためには、遺伝的に均質な純系の樹立が必要である。当センターでは、見かけは全く違うが脊椎動物と系統が非常に近いホヤとウミシダの完全飼育と純系作成をナショナルバイオリソースプロジェクトとして行なっている。

当研究施設は123年の歴史があり、理学部附属臨海実験所として国内外からの多くの研究者が来所し、実験・研究を行なってきた。このたび、全学組織の海洋基礎生物学研究推進センターが設立され、海洋基礎生物学の共同研究拠点として更なる活躍が期待されている。

ゲノム情報解析システムなど最先端の研究設備が整う新実験研究棟。ここには世界中の海洋生物研究者が集まってくる



学生・院生の実験作業風景。遺伝情報を解析するための遺伝子操作。大腸菌のDNA複製機能を利用している



ナショナル・バイオリソースとして、この三崎実験所から世界中の学術・研究機関に供給されている実験用生物、カタユレイボヤ



こちらも学生・院生の実験作業風景。大腸菌を利用して増殖させたプラスミドDNAを大腸菌から抽出しているところ



近所の漁師さんから買い取って実験用生物としてストックしているアカウニ



御木本幸吉氏が初めて養殖に成功したドーム状半円真珠。養殖真珠は初代実験所長の箕作佳吉教授と御木本氏の共同研究から始まった



農学生命科学研究科附属科学の森教育研究センター 秩父演習林 数百年にわたる「森の生命」の行方を追う 壮大な観測実験

全国に7カ所ある農学生命科学研究科附属科学の森教育研究センター。

ここでは、百年単位でデータを取り続ける長期間の観測実験が行われている。

人間の一生をも上回るタイムスケールで行われる壮大な実験……

今回はその中のひとつ、秩父演習林を訪れた。

藤原章雄

秩父演習林 教育研究主任
農学生命科学研究科 助教

森林で大きな樹木を見ると、その樹はすいぶんまえからそこにあって、これからもずっとそこにあるように感じます。また、その下にある小振りな樹々を見ても、その樹が多くの樹々の中から信じられないほどわずかなチャンスで勝ち抜いたからそこに存在する、ということに思いが至ることは希でしょう。しかし、長い年月の間には、老木に腐りが入るなどの理由で枯れる樹があり、一方で、多くの芽生えの中から、動物に食べられたり十分な日光や水が得られなかったりといった、様々な障害を乗り越え、わずかな確率で生き抜いてきた若い樹木が成長してきます。その変化は広い森のどこかで少しずつ起こっていますが、台風など希に起こるイベントによって突然大きな変化が訪れることもあります。

広い森林のどこかで僅かな頻度で起こる出来事を観測するには、十分に大きい面積の森林を十分に長い期間しっかり目を見開いて観測し続けることしか方法がありません。この観測を行うために設定する壮大な観測実験を大面積長期生態系プロットと呼びます。東京大学秩父演習林では1994年に設定し、5年毎に観測を



繰り返して森林生態系の動態を観測する基礎データを蓄積しています。

秩父演習林では、6.9haの森林を大面積長期生態系プロットに設定しています。主な樹種はブナ、イヌブナ、モミ、ツガです。プロット内の全ての樹木（およそ1万本）に番号札をつけて位置を記録し、サイズを5年毎に測定します。また、リタートラップというネットを設置して樹

上から落下する種子や枯れ枝や葉の量も測定しています。トラップから一枚の葉っぱ、一粒の小さな種も見逃さないように大切に回収してきたものを、実験室で丁寧に仕分けます。1万本もの樹の太さや小さな種子などの量をひたすら測るのは、大変地味で根気と体力の要る作業です。そして1回の調査データは、今後長期にわたって積み上げていく時系列デー



タのたった1点の観測データにすぎないのです。しかし、この観測が10年、100年と続いて行くと、一本一本の樹木の生き死にを捉えることができ、森林がゆるやかに世代交代していく様子が明らかになってきます。こうして、人間の歴史よりずっと長い、何百年、何千年という年月をかけてじっくり動いている森林の動態が少しずつ見えてくるのです。

演習林は、森林を対象とした学問領域における教育研究の施設です。東京大学大学院農学生命科学研究科には、附属科学の森教育研究センターのもとに、北海道、千葉、秩父、愛知、富士、樹芸研究所、田無試験地の各演習林があります。そこで、我々は長い長い年月を経て豊かに茂った自然の樹々たちの、力強い生命の営みを見つめ続けています。

樹木上部の様子を定点観測的に記録する「ロボット・カメラ」。葉の展開の様子など、センサーだけでは分からないデータを拾ってくれる



上から降ってくる花、葉、種など、あらゆる落下物を回収する「リタートラップ」。観測エリア内に25のリタートラップを設置している



リタートラップで回収した落下物は実験室で丁寧に仕分けされる。秩父演習林では、この観測作業の期限を決めず、無限にやる予定だ



観測エリアの樹木は1本1本、ナンバリングされている。木の幹を傷つけぬようナンバーはプレートか、ペンキ書きで標されている



西武池袋線西武秩父駅からほど近い、秩父演習林事務所。風格ある木造建築が歴史を物語る



秩父演習林は、大血川と栃本の2エリアから成る。写真は秩父演習林事務所からクルマで1時間ほど奥に入った栃本エリアの山林。植林された森林ではなく、数百年続く自然の森林だ。藤原助教の脇に立っている鉄塔は「樹冠観察鉄塔」。高い樹木は下層部と上層部で環境が異なる。ならば、高所に登って観察しようということで、この鉄塔が建てられた……そもそも、森林における観測実験は百年単位のスパンで行うことが重要となる。他の学問分野ならば、研究者個人が実験を設定し、実行し、そのデータから研究成果を導くスタイルが基本となるが、森林研究分野ではそうはいかない。明治時代に設定した実験の結果が21世紀に入ってようやく確定し、設定者の数代後の研究者が論文を書くという話になる。社会実験を上回る壮大な観測実験。それはまさに大自然との対話に他ならない。

宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設 宇宙の謎に迫るための巨大な水タンク ——スーパーカミオカンデ

山の中に埋められた巨大な水タンク。そして、その壁面を埋め尽くす大きな検知管……
宇宙の謎を解き明かすための実験施設、スーパーカミオカンデは、
世界中の科学者を集めて、今日もまた、着々と大実験に挑んでいる。
人類未踏の領域に踏み込むために。



伊藤英男

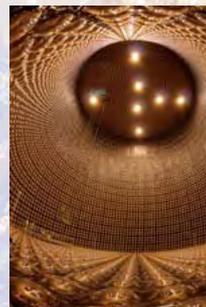
宇宙線研究所広報担当(特任助教)

この世界を構成する最も基本的な粒子「素粒子」の仲間であるニュートリノ(以下 ν :ギリシャ文字のニュー)。それを捕まえるため、今この瞬間も稼働中の ν 検出装置、岐阜県の神岡鉱山内地下1千メートルに設置されている東京大学宇宙線研究所のスーパーカミオカンデ(以下、SK)を皆さんはご存知でしょうか? その正体は、内壁が約1万1千2百個もの微弱な光を捕えるセンサー(光電子増倍管)によって覆われた、約5万トンもの純水を内包する巨大な円筒状の水タンクです。どれだけ大きな物体であって

も簡単にすり抜ける ν は、極めて小さい確率で水分子と反応を起こし、チェレンコフ光と呼ばれる微弱な光が元々の進行方向に放出されます。地球には宇宙から膨大な数の ν が降り注いでおり、一ヶ所に大量の純水の塊を置いておけば、1日に二十個程度が反応を起こすため、その光を捕えることで ν を検出するわけです。

このようなSKですが、そこまでの工夫を凝らしてまで何故素粒子物理学者は ν を捕えようとしているのでしょうか? それは ν の持つ性質に関係があります。 ν は ν 振動という現象を起こすことが判明しており、この現象を利用することによって太陽内部の構造や、地球内部の情報を得るばかりか、様々な天体現象を調べることが原理的に可能なのです。我々は太陽内部はおろか、地球最深部に入り込んで直接その様子を調べることは出来ません。それを(少しだけ地下ですが)

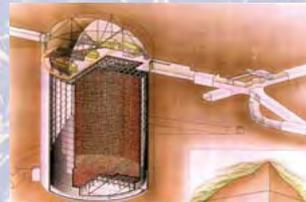
微弱な光を捕えるセンサー（光電子増倍管）の取り付けがほぼ完了した2006年4月7日時点のSK内部。直径50cmの光電子増倍管は、世界最大級である



純水を入れたSKの内部。水上にボートを浮かべて担当者が乗り、壁面の光電子増倍管をチェックしている。ちょっと不思議な光景。まるで湖上で作業をしているように見える



図のように、SKは山の内部に設置されている。山の麓の坑口からトンネルに入り、水平に約2km進むと、SKの上部に位置する実験室に到着する。山頂から地下1000mにある実験室だ



地上に居ながらにして調べることが出来る、これがどれほど素晴らしいことか、想像に難くないことでしょう。しかしそれはあくまで原理上の話であって、現在はまだそこまでのことは出来ていません。そのようなことを行なうためには、ニュートリノのより詳細な性質を精密に調べ上げる必要があるのです。そしてそれは、この世界が何からどのように作られているかを探る素粒子物理学にとっても極めて重要な情報なのです。それ故、SKは今この瞬間も稼動し続けているのです。

ν 振動自体、SKによって約10年前に検証された現象に他なりません。これは ν に質量があるとする理論においてのみ起こると言われていたものですが、SK以前の実験結果は質量を持たないとする理論でも矛盾なしに説明することが出来ていました。もし素粒子物理学者が、 ν が持つごく僅かな質量の存在可能性を無視していたとしたら、 ν 振動はもとより、

今現在のSKがもたらしてくれている様々なニュートリノの情報を手にすることは出来なかったでしょう。これは理論的な不定性（今の場合で言えば質量の有無）をそのままにせず、きちんと実験によって検証していくという姿勢があったからこそ得られた成果に他ならないでしょう。

このような真摯な姿勢をもってして、SKは今後も人類にとって重要な知見を得るための興味深い様々な実験結果を出していきますので、どうかその活動を温かく皆さんに見守って頂ければと思います。

(文責・伊藤英男)

5万トンの大型水チェレンコフ宇宙素粒子観測装置・スーパーカミオカンデ(以下、SK)は、かつて、チェレンコフ光を捕えた観測装置・カミオカンデを大型化・精密化した後継装置である。このSKは大気ニュートリノ・太陽ニュートリノの観測から、世界で初めてニュートリノ振動を発見し、「ニュートリノに質量がある」ということを世に知らしめた。これにより、従来の素粒子理論は見直しを迫られ、新たな物理への扉が開かれた。現在もスーパーカミオカンデは東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設を中心に、日本、米国、韓国、中国、ポーランド、スペインの28の大学、研究機関との共同研究で実験が行われている。まさに、世界規模の巨大実験施設なのである。

研究者が語る「実験」の意義と魅力

従来から、理系分野の研究活動においてきわめて重要な位置を占めてきた「実験」。

しかし、文理融合が進み、文系・理系の境界が曖昧になりつつある現在、より幅広い学問分野において「実験的な試み」が行われるようになってきています。今回の特別インタビューでは、分野の違うお二人の研究者に、それぞれのご研究における「実験」の意義と魅力についてうかがいました。

聞き手／本郷恵子（広報委員会副委員長）

私にとって、実験とは「小さな未来」を創ってみることなんです

情報学環・学際情報学府 准教授

山内祐平

——今日は山内先生のご研究において「実験」はどのように行われているか、さらには、教育学分野における「実験」の意義などについてうかがいたいと思います。まず、ご研究内容について、だまかにご説明いただけますか？

山内 教育学、教育工学の分野において、いろいろな研究をやっているのですが、特に実験的な手法をよく使うのは「学習環境デザインにおける人工物の開発研究」です。世の中が情報化社会になって正規の学校教育以外にも「学ぶ場所」がたくさん現れてきましたよね。情報ネットワークの上でも学べる場が出てきたし、知識流通の時代だからこそ大切にしたいワークショップのような「体験学習の場」もたくさん生まれてきています。そんな社会に相応しい「豊かな学びの環境」を構成するためにはどんなデザインがあり得るのかということ、**「空間」、「活動」、「共同体」、「人工物」という4つの領域**において研究を進めています。

——その研究において、具体的にはどのような実験を行うのでしょうか？

山内 現在、ベネッセ先端教育技術学講

座という寄付講座が設置されており、その中で「Monogatari」というシステムを開発しました。これはまさに「モノが語る」という試みです。このようなハーフミラーディスプレイが装着された箱に化石を入れます。その化石を手で触れると、触れた箇所に合わせて解説がディスプレイに現れ、音声で語りかけてくるんです。化石の様々な部分にICチップが埋め込まれていて、手で触るとその部分の細かな情報が得られる仕組みになっています。この教育システムを評価する際に実験的な手法を使っています。このような教材の評価には2種類の評価があって、ひとつは「形成的評価」、もうひとつは「総括的評価」と言います。「形成的評価」とは、教材の開発途中で、学習目標に対し、より適切なデザインとなるように修正していくプロセスのことです……『セサミ・ストリート』という子供向けTV番組がありますよね。あの番組は、日本では英語教育番組として受け取られていますが、元々は米国のヘッド・スタート計画という「子供達の学力格差をなくす施策」のためのツールとして開発された番組なんです。よ。「TVを使えば家庭にも教育を届けられるのではないか」ということで、研究者やクリエイ

ターなどによるプロジェクトチームを作り、形成的評価実験を繰り返しながら、番組をデザインしていったんです。様々なクリップを作って、それを子供達に見せて、「どんな内容なら集中力が持続するか、学習効果が上がるか」を検証しながら内容を修正していく。「Monogatari」システムも10人ほどの中学生にやってみてもらって、そのデータをもとに修正してきました……もうひとつの評価、「総括的評価」は、完成した教材、ここで言うなら「Monogatari」システムの使用前と使用後に、使用者にテストを行って学習効果を測定すること。このシステムは映像と音声の両方が学習素材となるので、単に化石に関する知識テストを行うだけでなく、化石のスケッチを描いてもらって、ビジュアルイメージがどれだけ伝わっているかなども調べました。

——なるほど。評価について実験的環境を構成していくことが教育学における「実験」なんです。ね。

山内 もうひとつ、事例をご紹介します。現在、進行中のプロジェクトで、「Conomi+」プロジェクトという研究なんです。WEB上で英文ニュースを



私にとって、実験とは「小さな未来」を創ってみることなんです



読みながら自然にリーディングを学ぶことを目的にしています。普通の英文ニュースサイトと違う点は「協調フィルタリング」という手法を取り入れていること。アマゾンなどで本を買くと、「おすすめ」が出てきますね。「この本を買ったあなたはきっとこういう本もお好きでしょう」ということ。あれはけっこう当たりますよね。この「おすすめ」に類似した推薦を英文ニュースサイトでやるわけです。難しすぎる英文を読むのは大変だし、興味を持ってない内容の英文を読むのはつまらない。その人の実力に見合った、なおかつ、興味を持ってそうな英文を提示していくシステムです。このシステムは多くの方が使えば使うほど精度が上がっていくものなので、形成的評価の時点で200名くらいの被験者にご協力いただき、修正していきました。現在は、最適なものを推薦するだけでなく、「興味を持っている内容の英文から、少しずらした分野の英文を提示する」というシステムを開



(写真・上) Monogatariシステムを利用している様子 (写真・右下) 上部のディスプレイには、持ち方に対応した説明映像が化石に重ねて提示される

発中です。従来のシステムでは、何度も繰り返すと、毎回同じタイプの内容の英文ばかりが推薦されるので飽きてくる。だから、少しずらして、その人の興味の対象を少しだけ広げていける検索エンジンがあれば、ずっと飽きずに学習していくことができますよね。現在、特許申請中で、大学生に協力してもらって実験を続けています。

——— 分かりやすいご説明、ありがとうございます。山内先生は自らのご研

究において、「実験」の意義をどのように位置づけていらっしゃいますか？

山内 研究というのは、「何かを明らかにする作業」が主となると思うんですが、そのような「記述する研究」では取り扱えないタイプのテーマにおいては、「可能性のある選択肢」を想像してみることが大切なんですね。とりあえず、箱庭的環境を作って、何が起こるのかを確認してみる……ですから、私にとって「実験」とは「小さな未来を仮想的に創ってみる」ことなんです。

——— 「小さな未来」って素敵ですね。それが検証されれば、もっと大きな未来に広がっていくということですよ。そのような、教育学の実験と、いわゆる理系実験とでは、どのような違いがあるのでしょうか？

山内 教育学の実験は「人間を扱う」という点が、理系実験との大きな違いですね。もちろん、理系でもヒューマン・インターフェースの研究など、人間を扱う実験はあると思いますが、教育学の場合は実験結果に「文化」が大きく影響してきます。「どの場所でどういう方に実験に協力していただくか」によって結果が変わることがあるんですね。これは理系とずいぶん違う点です。米国人と日本人で結果が違ったり、50年前と現在で結果が違ったりする。歴史も含めた文化的背景が実験結果に影響してくるので、再現性が限定された知見になるわけです。

——— おもしろいですね。「文化」が実験結果に影響を与える……そのような実験の試みは、今後、どのように発展していくとお考えですか？

山内 さきほど「小さな未来を創る」というお話をしましたが、現在では「小さな未来」だけではおさまらない話になってきているんです。「社会実験」という言葉が妥当かどうか分からないのですが、

山内祐平 Yuhei YAMAUCHI

1990年、大阪大学人間科学部卒業。92年、大阪大学大学院人間科学研究科修士課程修了。93年、大阪大学大学院人間科学研究科博士後期課程中退。博士（人間科学）。93年、大阪大学人間科学部助手。97年、茨城大学人文学部講師。2001年、東京大学大学院情報学環助教。07年、東京大学大学院情報学環准教授。

数百人から数千人くらいのレベルの大きさで実験を行うことが、今後は重要になってくると考えています。たとえば……WEB上で『FREE RICE』というサイトが注目されています。これは一種の学習クイズサイトで、科学、英語、地理、芸術など様々な教科が用意されています。このサイトの特徴は「1問正解する度に10粒のお米が国連を通じて寄附される」という点。おもしろいでしょ？ 教育システムが社会的に良い行為に直結している。サイトを訪れる人をどんどん巻き込んでいくことで、社会的運動的な力を持ち始めているわけです。この試みには、研究パートナーとして、ハーバード大学が関与しています。

——— 学ぶことが飢えている人々を助ける行為になるということですね。

山内 そうです。こういう社会実験的な試みを教育システムで行うことが今後の教育学分野において大事になってくると思います。また、このような流れに大学がコミットすることは、今後、ますます社会から求められてくると考えています。

——— 大きな未来を創る実験ですね。

山内 学ぶことや研究することの最終目的は、より良い社会の建設につなげていくことだと思います。これは理系でも文系でもそうですね。「大きな良い未来を創る」実験をしていくことが学問全体の「実験」の意義なのではないでしょうか？

【2009年11月25日 東京大学 情報学環・福武ホール 山内研究室にて】

小さな未来を創ることが
大きな未来につながって
いくということですね



実験は「自然との対話」。 新たな真実の発見は、 そこから始まります

工学系研究科 教授

野崎京子

——野崎先生は化学生命工学分野のご研究をなさっているようですが、まず、具体的な研究内容について大まかにご説明いただけますか？

野崎 研究テーマを一言で言うと、「均一系触媒の開発とその応用」です。触媒というのは物質と物質を反応させて新しい物質に合成する際に使うものですが、合成のターゲットとしては例えば医薬や農薬の合成中間体などがあります。それから、最近取り組んでいるのがポリマーの合成。プラスチック、フィルム、糸などの化学合成品を作る際に、いかに従来よりも省資源的、省エネルギー的に作るかという研究に従事しています。私が学生だった時代には「より安く、より効率良く」というのが物質合成の一般的な目標でした。現在も「効率良く」という目標は続いています、その意味合いが多少変わってきています。少ない原料と少ないエネルギーを使って作って、廃棄物も減らしていけば、環境にも優しいし、結果的にコストは下がる。「より安く」という目標が環境問題にもリンクしているわけですね。今後も、さらにその方向に進んでいくはずですよ。

——なるほど。そのようなご研究の中で、「実験」はどのように行われているのでしょうか？

野崎 今回のインタビューのお話をいただいた時に、「私は『研究』という言葉と『実験』という言葉に分けて使っていない」ということに気づきました。私に限らず、実験化学系の研究者は皆、そう

だと思うんですが、学生さん達に「研究しなさい」と言うことは「実験しなさい」と言うことと同じ意味なんですね。そのくらい、私達実験系の研究は毎日毎日、「実験」なんです。大学院生達は1日のうち、論文を書く時間、論文を読む時間、議論をする時間以外はすべて実験室の中にいます。いつもやっている実験には2種類あります。2～3割は「結果が分かっている実験」ですね。たとえば、Aという物質を作り出す研究を行う前に、「Aという物質を作るために必要なBという物質」を作っておかねばならない。そういった実験は、「結果が分かっている実験」つまり準備作業です……本当の意味での「実験」、世界で初めて行う実験は1年間に行っている実験の7～8割だと思います。行う実験の内容によって、このような目的の違いはありますが、いずれにせよ、アクションとしては同様の「実験」をしているわけですから、実験化学系の研究者にとっての「実験」とは「食べる、寝る以外のすべて」といっても過言ではありませんね。「ある大学院生の1日：朝、起きて実験、昼御飯を食べて実験、晩御飯を食べて実験、で、帰って寝る」という感じです。まさに実験は「日常」なんです。学生さん達は「やらされている」という感覚は持っていないと思います。そんなに四六時中、実験ばかりやっているなんて、「やらされている」という気持ちがあったらとてもできないことですよ。ましてや、学生さん達は授業料を支払って、そういうことを続けているわけですから。なぜ、そこまでして実験を続けるのか……たぶん、それは「自然との対話」、「真実との対話」が面白くて仕方がないからなのだと思います。

——実験は「真実との対話」である。重みのある言葉ですね。実験の醍醐味を日々、感じていらっしゃる、と。



野崎 最近ではコンピュータ・シミュレーションもよく行っていますが、パソコンがはじき出した計算結果と、実際に行った実験の結果が食い違うことが度々あります。しかし、答えは明快で、実験結果のほうが絶対的な「真実」なんですね。学生の頃に経験した「問題集をやって、後ろのほうの解答を見たら不正解だった」という時の感覚に似ています。不正解だったのだから、なぜ間違えたのかを考えてロジックを立て直す必要があるわけです。私達の場合は、ほとんどの実験結果が、自然から「残念でした」と言われているかんじですね（笑）。元来、大学で行われている実験は、企業などで行われている実験よりも、かなり「冒険」に近いものです。毎日毎日、実験を行って、3年間に1回か2回、「もしや、これは『当たり前』なのだろうか」と思える結果が出てくるといふ具合。学生さん達も学生時代ずっと実験をやり続けて1回か2回、嬉しい経験をして卒業していきます……



科学者は、自然との対話、
真実との対話がおもしろくて仕方がないんです

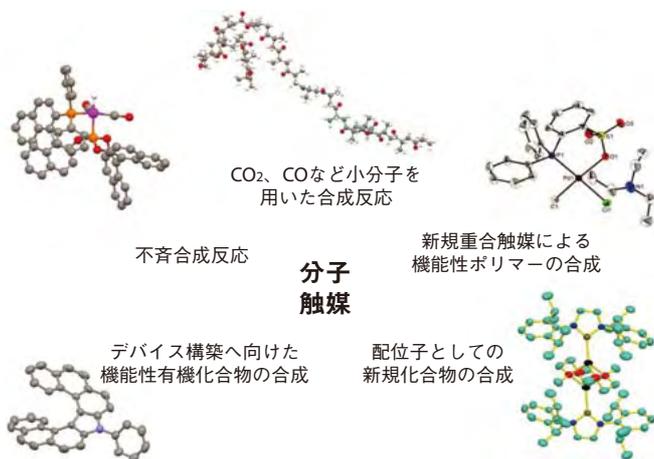
「真実の発見」は人類社会全体への貢献とすることができますね。

野崎 工学部の研究には「真理の追究（基礎研究）」と「社会、特に産業界への貢献（応用研究）」という2つの側面があります。東京大学には税金が投入されているわけですから、当然、納税者に対して学問によって貢献しなければならない。そう考えると、応用研究を重視しがちですが、一方で、基礎研究の著しい成果、つまり「教科書を書き換えてしまうような、真実の発見」をすることも大きな貢献のひとつだと考えています。実際、社会が大学に対してもっとも求めていることは「新たな真実の提示」なのではないでしょうか。新たな真実を提示することにより、産業界にパラダイムシフトが起こり、大きく産業が発展する可能性もありますね。つまり「発見された真実」がやがて社会貢献につながっていく。大学における研究の本質はそこにあるのではないかと考えています……実験で予想通りの結果が出た瞬間は、とっても嬉しいですよ（笑）。でも、予想通りの実験結果が出なかったとしても、それはそれ、とても、わくわくするんです。結果はいつでも「真実」。だから、考え方が間違っていたことに気づくヒントを与えてくれているんですね。また、ひとつ、ヒントをもらった……私達が実験に魅了され続けている理由は、そこにあるのかもしれない。

【2009年12月21日 東京大学 工学部 5号館 野崎研究室にて】

野崎京子 Kyoko NOZAKI

1986年、京都大学工学部卒業。88年、京都大学大学院工学研究科修士課程修了。91年、京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了。工学博士。91年、京都大学工学部助手。96年、京都大学大学院工学研究科助手。2002年、東京大学大学院工学系研究科助教授。03年、東京大学大学院工学系研究科教授。



分子触媒とは、一分子としてとらえられる構造の明確な触媒、均一系触媒のこと。触媒開発をおこなうことで、さまざまな役に立つ物質を簡便に合成できるようになる

もちろん、毎日の実験を行う前に「今回もだめだろうな」なんて思っていませんよ。朝、家を出る時には「こうすれば絶対にうまくいく」と思っています。実験即日、あるいは2、3日のうちには結果が判明して「あ、またダメだった」という感じ。それでも、その翌日には「ああすれば、うまくいく」と思いながら大学へ行きます。めげませんね（笑）。科学者は皆、性格が明るくて楽天的な人が多いんじゃないかと思えます。そうでないとやっていられない（笑）。

野崎先生は学生時代からずっとそういう感じで、実験に魅せられ続けていらっしゃるんですか？

野崎 実は、大学3年生の頃までは実験が嫌いだったんですよ。中学生から大学3年生にかけての時期に授業でやる「実験」は、あらかじめ結果が分かっている実験ばかり。つまり、「実験の練習」なんですよ。最初から結果が分かっているので面白くなかったんです。ところが、卒業研究を始めて、「結果がどうなるかわからない実験」を初めて行った時、「実験ってこんなに面白かったのか！」と思いました。それ以来、ずっと実験に魅せられ続けています……実際、日々、面白くて仕方がありません。実験結果を見て、予測していた答えと違っては、思わず「おお、そう来たか！」と言いたく

なるんです。もちろん、そう来た相手は「自然」ですね。あたりまえですが、人よりも自然のほうがずっと賢い。まさに、自然との対話、真実との対話。自然をリスペクトしつつ、次の実験に挑戦していくんです。

そんなふうに野崎先生を魅了し続けている「実験」は、今後、どのように進化し、どのようなスタイルで行われていくのだと思われますか？

野崎 30年くらい前から、私の研究分野でも「今後はコンピュータ・シミュレーションが発展していくので、実際に実験を行わなくても確かめられるようになる」と言われ続けてきました。たしかに、その後、コンピュータ・シミュレーションは発展し続けていますが、「実験しなくても良い時代」は一向に訪れません。ですから、やはり、どこまでも「実験」は「実験」なんだろうなと思います。もちろん、コンピュータ・シミュレーションは今後も発展し続けるだろうけれど、最終的には自然に聞いてみなければ真実は分からない。私の場合、実験結果から「なぜ、そのような結果が出たのか」を考えていく際に、よくコンピュータ・シミュレーションを使っています。真実を説明するためにシミュレーションを行うわけです。いかにして真実を発見し、いかにして真実への道筋を説明するかということですね。

実験に魅了され、
その醍醐味を日々、
感じていらっしゃるんですね



総合文化研究科、情報学環 開一夫研究室

人間の生得的な特性を明かしてくれる「赤ちゃんラボ」

赤ちゃんは人の視線が分かるのか。赤ちゃんは「善悪」が分かるのか。

赤ちゃんに関する様々な疑問を解き明かしていくことは、人の認知能力の根源に迫る第一歩だ。

赤ちゃんラボでは、多くの親子の協力のもと、認知科学的な赤ちゃん実験が行われている。

聞き手／清水修(本部広報グループ)



「赤ちゃんラボ」とは？

赤ちゃん実験を行うための実験室。それが『赤ちゃんラボ』である。TVモニター、パソコン、脳波測定装置など、実験を行うための機材が設置されたこの部屋は、壁や天井の色がパステル調に統一されている。また、たくさんのおもちゃが常備され、赤ちゃんが遊べるようになっている。緊張感を感じさせず、リラックスした明るい雰囲気の中で実験を行えるように、工夫が凝らされているのだ。



Interview

開一夫

総合文化研究科(進化認知科学研究センター)、情報学環
准教授

赤ちゃんには予め様々な能力が備わっています

「赤ちゃんラボ」は、一般の方々に協力してもらって、赤ちゃんの認知に関する研究・実験を行う所です。週に3日以上は赤ちゃん実験を実施していますよ。すでに累計で2000人以上の赤ちゃんの実験データを取っています。実験の目的は、「赤ちゃんがどのように世界をとらえてい

るか」を調べること。たとえば、「人間や人工物をどのように区別・認知するか」ということをいろいろな角度から調べています。

具体的な実験方法としては、TVモニターで映像と音を流して赤ちゃんに見てもらい、様々なデータを取ります。たと

ば、昔、TVが発明されたばかりの頃に、「初めて映像を見た時に『箱の中に人間が入っているんだ』と勘違いした人がけっこういた」というエピソードをよく聞きますね。赤ちゃんもTVを見始めた時はそう思っているかもしれません。ですから、人間の姿をTVモニターに流して、

赤ちゃんが「TVに映っている人」と「現実の人」をどう区別しているかを調べるわけです。調べ方としては、赤ちゃんの視線を追ったり、赤ちゃんが画面に触れようとするかどうかなどの動きを追ったりしています。さらに、脳波計で脳波を計ったり、「近赤外分光法（NIRS）」という方法で「赤ちゃんの頭のどの部分が活動しているか」を調べたりしています。NIRSで赤ちゃんの脳を調べると、「TVに映っている人」を見ている時と「現実の人」を見ている時では、反応している脳の部位が違うんですね。

赤ちゃん研究は30～40年前から欧米で増えてきました。今では「赤ちゃんには、予め、様々な能力が備わっている」ということが分かってきています。たとえば、数に関する知見。生まれて4ヶ月の赤ちゃんでも、一つしかなかったのが二つになったり、二つだったのが一つになったりすると「あれ？」と反応します。つまり、数に関する知識や感覚があるわけです。それから、「赤ちゃんには、予め、モラルが備わっている」という報告もあります。赤ちゃんに「坂を登っていく物体Aを、物体Bが上から邪魔し、物体Cが下からサポートする」という内容のアニメーションを見せます。その後、実物の物体B、Cを目の前に置くと、物体Cを手取るそうです。つまり、「赤ちゃんは利他的な行動をするものを好む」ということ。モラルを教える以前から、そのような性向を持っているわけですね。今後の赤ちゃん研究は「脳科学としての研究」と「人工物設計論としての研究」が大きな流れになっていくと私は考えています。将来は「赤ちゃんでも直観的に操作できるメカ」がたくさん開発されるかもしれませんね。

【2009年10月28日 東京大学 駒場Iキャンパス17号館 赤ちゃんラボにて】



赤ちゃん実験

上の写真は、TVモニター上で動く映像を赤ちゃんに見せて、赤ちゃんの目の動きを追う実験を行っている様子。たとえば、上下左右、様々な方向を見ている人物の顔の写真をランダムに映し、赤ちゃんの視線を追う。すると、赤ちゃんは画面内の人物が見ている方向に視線を向ける傾向を示す。この結果から「赤ちゃんは人の視線が分かっている」ということが導き出されるわけだ。右の写真は赤ちゃんに見せる映像を操作しているところ。赤ちゃんとお母さんが座ったブースの裏で、赤ちゃんの様子をうかがいながら、映像と音を流していく。他にも、赤ちゃんに脳波計をセットして、頭の中での情報処理の仕組みを調べる実験などを日々、行っている。



実験用語COLUMN

条件を変えた実験を行い、実験同士を比較して真実を追求する「対照実験」の重要性

「プラセボ効果」という言葉を聞いたことはあるだろうか？例えば、食塩水など薬でないものを投与しても、それを「薬だ」と思うことで症状が改善することがある。それは、「効くだろう」という期待が薬効に影響を与えたからだ。ただ、新薬開発の現場では、「心理的」効果は排除されなければならない。そこで、薬効を科学的に確認するために「治験」を行う。患者を2グループに分け、一方には本物の薬を、他方には薬効のない偽薬を与え、2つの結果を推計学的に判

定する。あえて偽薬を与えるのはプラセボ効果の問題を考慮してのことだ。その結果、体に現れた変化が本来の薬の作用かどうかを知ることができる。

ある因子が本当に作用しているかどうかを調べるために条件を変えた実験を行い、複数の実験を比較検証する。その際、後者の実験を対照実験という。全ての科学的実験には以上のような対照実験が必要であり、研究者を目指す学生が最初に学ぶのは対照実験の意義なのである。(清水理恵)

参考文献：『世界大百科事典』平凡社刊

法学政治学研究科 加藤淳子研究室 政治学と脳科学の出会い ——政治行動に関するfMRI実験

選挙において候補者を選択する時、人の脳はどのように働いているのか。かつての政治学分野では行われたことのない脳科学実験が、今、注目を浴びている。政治学と脳科学の出会い——新たな学問分野の出現を予感させる、きわめて興味深い学融合がここにはある。



加藤淳子
法学政治学研究科 教授

社会行動をつかさどる脳の働きに、「選挙」のような現実の事例でアプローチしようと政治学と脳神経科学の共同研究が始まったのは2006年秋だった。共催校イェール大学における「社会科学における脳認知科学的アプローチ」シンポジウム(2008年4月)¹での発表を経て、2009年5月には1992年米大統領選挙キャンペーンビデオを使ったfMRI実験の論文²が専門誌に掲載された。

現実社会をそのまま切り出した素材で実験系を組むこと³は未だ例外的である。

今回は、対立候補を攻撃するネガティブ・キャンペーン(以下NC)の効果を脳活動から解明した。NCは、直接支持を訴えるポジティブ・キャンペーン(以下PC)と区別され、感情的反応から支持を左右すると考えられ問題視されることも多い。行動選択や回答が分析される政治学研究では、NCが引き起こす心理過程に関するデータはない。それに対し、本実験ではNC視聴の際、感情ではなく認知判断に関わる部位の脳活動が特定された。

参加者はMR装置内でPC->NC->PCの順で選挙ビデオを視聴し支持候補者を決める(図1)。当初支持した候補を攻撃するNCを視聴した後に支持を変えた集

「人間の政治行動」と「脳の働き」の関連を調べるfMRI(磁気共鳴画像法)実験は、国立障害者リハビリテーションセンター研究所の神作憲司感覚認知障害研究室長の協力のもと、同研究所にて実施されている。下の写真は実験に使われている磁気共鳴画像装置



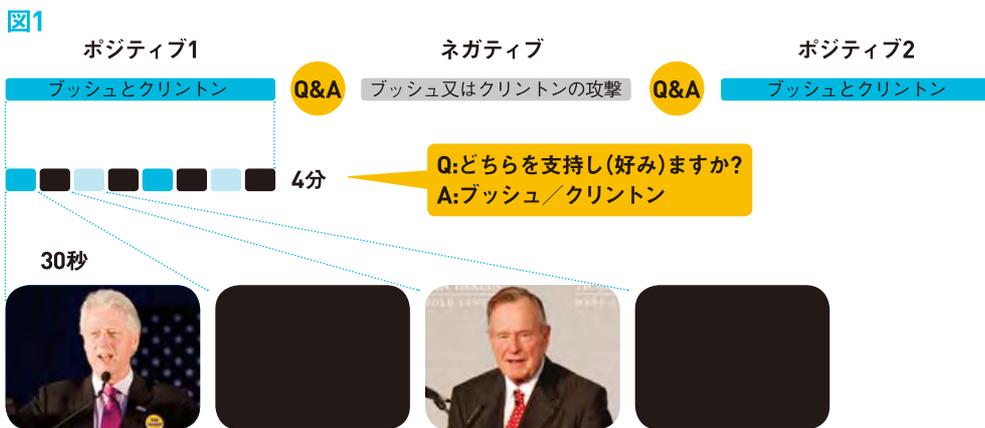
団と変えなかった集団(図2)の脳活動の相違に焦点があてられた。認知判断を司る前頭前野でも両集団間で異なる部位の活動が強く出ただけではなく、それぞれの部位の脳活動の変化が、攻撃された候補者に対する支持の度合の変化(図3 a・b)と正負全く逆方向の相関をする(図4 a・b)。脳活動と行動が一貫した方向に変化している。

本実験と同じ脳の部位が強く活動した過去の実験課題は政治とは無関係であった。政治的支持も他者に対する社会的決定の一つであり、過去の経験や学習に基づく帰納的判断⁴と並び、その時点で得た情報の一貫性を演繹的に判断するという全く逆の能力⁵が要請される。本実験では、支持変化・非変化集団において、この相対立する機能をつかさどる部位における活動がそれぞれ観察された。社会現象には国や文化の多様性がついて回り、その多様性の解明のためにも、生物としての共通性から人間の行動を解明しようとする試みは意義が大きい。

1. <http://www.yale.edu/tyi-symposium2008/>
2. Kato et al. 2009. Neural correlates of attitude change following positive and negative advertisements. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 3 www.frontiersin.org/behavioralNeuroscience/paper/10.3389/08/006.2009/
3. Kansaku et al. 2000. Sex-differences in lateralization revealed in the posterior language areas. *Cerebral Cortex* 10(9): 866-872.
4. Weissman, D.H., A. S. Perkins, and M.G. Woldorff. 2008. "Cognitive Control in Social Situations: A Role for the Dorsolateral Prefrontal Cortex." *Neuro-image* 40 (2): 955-62.
5. Monti, M.M., D.N. Osherson, M.J. Martinez, and L.M. Parsons. 2007. "Functional Neuroanatomy of Deductive Inference: A Language-Independent Distributed Network." *Neuroimage* 37 (3): 1005-16.

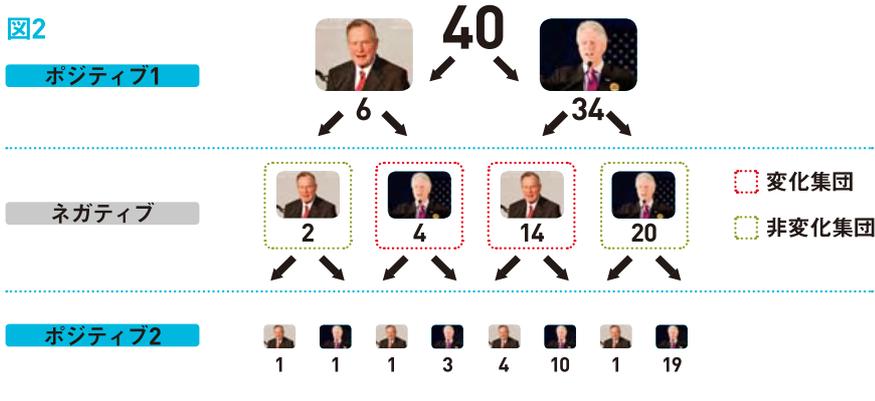
fMRI(functional Magnetic Resonance Imaging 機能的磁気共鳴画像)装置内でのタスク

ブッシュ/クリントン両候補者のPC (各2×30秒)を視聴し支持する方を選ぶ(第1セッション)。第2セッションで支持した候補者を対立候補が攻撃するNC(4×30秒)を視聴し、再びどちらを支持するか選択する。第3セッションは両候補の別のPC(各2×30秒)を視聴する。各セッションでPC或いはNCと黒画面上の注視点を交互に30秒ずつ見ることによって選挙CM視聴の際の脳活動を特定する。



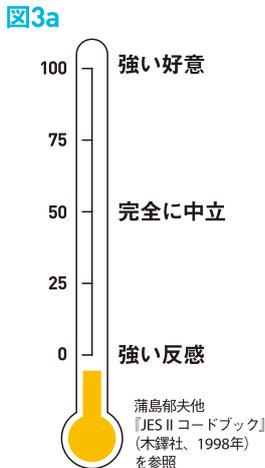
実験参加者のセッションごとの候補者支持の変化

第1(ポジティブ)セッション後、支持すると答えた候補者に対するNCを視聴する(ネガティブセッション)。その結果、支持が変化したか否かによって変化集団・非変化集団を区別する。解析では、各集団で、NC視聴の際、活動が強く出た脳の部位を特定し、候補者支持の変化の有無に付随する脳活動を特定する。



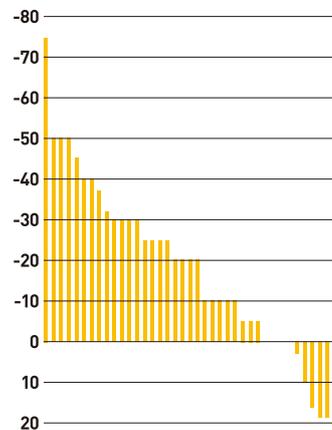
支持選択及びその変化の数量化(感情温度計)

fMRI撮像がすべて終わった後に、各セッション後の両候補者に対する「感情温度」を聞く。脳活動に伴う行動の数量化は社会行動を脳科学で解明する重要な方法の一つである。本実験では、候補者が最も好ましい時には100度、最も好ましくない時には0度、中立であれば50度という基準で回答を求める「感情温度計」を用いた。



支持選択及びその変化の数量化 (NCで攻撃された候補者に対する感情温度の変化)

政治学の世論調査で使われてきたこの指標により、NC前後の候補者に対する感情温度の変化は上図のようにまとめられる。



行動の指標(感情温度計)と脳活動の変化の相関

脳活動が強く出た部位は、部位の名とともに3次元座標による表現(それぞれ1ミリの単位)で表される。各部位における脳活動の変化はfMRI信号の変化として表現され、それと感情温度で表現された支持の度合の変化は、変化集団でより強い活動が見られた部位において正相関(左図)を、非変化集団でより強い活動が見られた部位において負相関(右図)を示す。

図4a 内側部前頭前野 (-16, 39, 44; BA8)

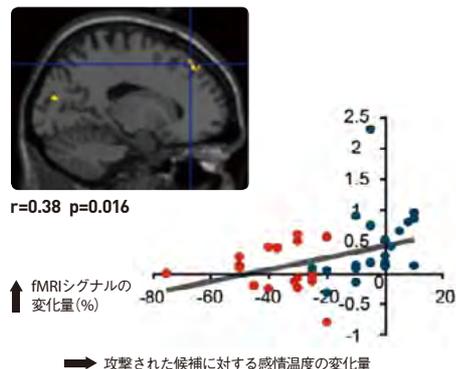
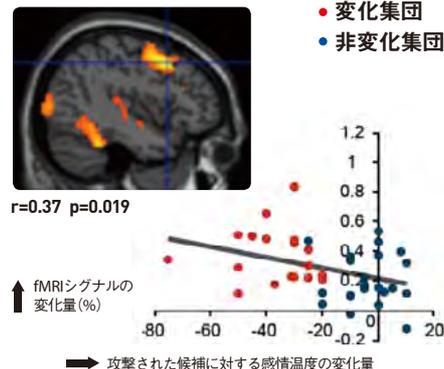


図4b 背外側部前頭前野 (-42, 16, 40; BA9/6)



→ 攻撃された候補に対する感情温度の変化量

→ 攻撃された候補に対する感情温度の変化量

工学系研究科 都市デザイン研究室 古き良き「まち」の可能性を広げる 社会実験、佐原プロジェクト

都市デザインの中で、古き良き「まち」に新たな可能性を与える。
そんな試みが千葉県・佐原で行われている「佐原プロジェクト」だ。
地元の人々と研究者・学生との活発なコミュニケーションの中で、
少しずつ、「まち」の将来像が浮かび上がっていく。



窪田 亜矢
工学系研究科 准教授

佐原（さわら）は、利根川支流の小野川と香取街道が交差する立地条件を活かし、周辺農村の中心として栄えたまちである。富は立派な蔵や町家となった。

しかし、物流や産業構造の変化により中心性は低下した。それでも地域を愛する市民組織と行政の連携により、町並みは重要伝統的建造物群保存地区として国

に選定され、町家への修理補助が可能となった。本物の町並みの魅力はしばしばメディアでも取り上げられ、観光地ともなっている。

今、まちの課題の一つは「丁寧に修理されたにも拘らず、空いている町家」を活用することである。

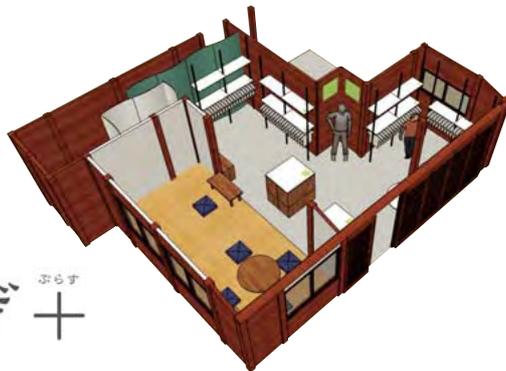
香取市やNPO法人「小野川と佐原の町並みを考える会」の方々のご協力、そして何よりもご家主のご理解によって、「都市デザイン研究室」では空き家を借り受け、2008年夏から秋、金曜と土曜に古着屋をオープンさせた。店員は企画者でもある有志学生さんら。服は着られて

こそ、町家は使われてこそ、活かされる。

単に町家を店舗とするのは、マーケティングや市場の仕事だろう。それを都市デザイン研究室が社会実験として関わったのはなぜか。出来事を起こすための詳細な調査、多様な方々との協働、実験結果を真摯に受け止め次へ活かす考察が、私たちの技術と能力を磨いてくれるからである。そして、まちが向かっている将来像に合致した使い方を具現化し、様々な理由で空き家になっている状況に一石を投じ、灯がともった町並みを先取りして実感できることが地域への貢献にもなると考えている。



学生が制作した宣伝用ポスター。佐原の街に貼られた。また、並行してチラシも制作し、観光案内所等に置いてもらった



古着屋
ぐるぎ+

「佐原プロジェクト」とは？

2008年度「佐原プロジェクト」は、歴史的建造物活用促進事業のひとつとして千葉県香取市の依頼により実施されたプロジェクトである。町家の活用案を大学院生が提案し、実験店舗「ぐるぎ+」（古着屋）などを運営した。「ぐるぎ+」の店舗として使用された町家は、大体の修理は終わったものの空き家のままとされている「旧井上材木店」家屋。学生達は店舗の内装および外装、宣伝用ポスターやチラシの制作、実験店舗ブログの開設などを行い、地元の協力によって古着を集め、店舗販売を行った。

古着屋「ぐるぎ+」店舗の外観。学生が制作した暖簾・日よけ暖簾（布製看板）を設置し、休憩用ベンチを軒先に置いた。



- ①～③陳列棚、④仕切り、⑤試着室、
⑥レジ、⑦休憩スペース、⑧小物を陳列、
⑨井上家の模型を設置



店舗内装作業の様子



開店時の店内の様子



総合文化研究科 表象文化論実験実習Ⅰ 『エディトリアル・デザイン研究』

「実際にメディアを作ってみる」という クリエイティブな試み

表象文化論の実験実習のひとつとして行われている、エディトリアル・デザイン研究。

この実習では学生達が実際に雑誌を作るという「体験型の実験」が行われている。

メディアの常識を超えた斬新な雑誌『fold』は、
学生達の実験的試みの末に生まれた宝物なのだ。



1 企画、構成、編集

企画会議から製本作業まで、大学院の研究室を「編集部」兼「工房」として利用した。



2 学内で自前印刷

キャンパス内に設置された安価な印刷機ゲスプリで印刷。原稿を順番に綴じて、冊子を制作する。



3 手作りの製本作業

カッターで断裁してきれいに仕上げる。家内制手工業的な手づくりによる製本作業。



4 袋詰め作業で完成

紙フォルダーに冊子や付録を挿入して袋詰めをしたら、シールを貼って完成。全400部をつくりあげた。



斬新なスタイルの雑誌『fold』

出来上がったfold。綴じない形態の実験的雑誌は、一般商業誌よりも、はるかに、メディアとしての個性を放っている。



田中 純
総合文化研究科 教授

文化や芸術のダイナミズムを解明しようとする表象文化論の研究には、文化の動向を敏感にとらえ、さらに異なる領域を横につなぐ力、いわば「編集力」が不可欠だ。大学院と学部後期課程それぞれの実験実習の授業として設けた「エディトリアル・デザイン研究」では、一学期間で「知的」な雑誌を作るという目標のもと、自主的な企画の策定と集团的作業を通じて、この編集力の育成と積極的な発信型の実験的授業を意図した。院と後期課程という二集団の競合も一種の実験的な要素だった。

今「知的」で刺激的な雑誌とはどんなものかを学生たち自身が議論して企画を練って記事を書き、限られた時間内で雑誌という形態にまとめることが主眼である。私はプロデューサーとして、趣旨や

構成について意見を述べ、時に改善を要求したが、基本的には学生の自主性に委ねた。

最終的に、大学院のグループは『fold』、後期課程は『街』という雑誌を完成させることができた。『fold』は杉本博司氏の講演をはじめとする創刊イベントも行ない、多数の聴衆を集めている。学期末には二つの編集部合同で、相互に成果を批評し合う最終総括を行なった。

特に『fold』編集部は授業の枠を越えて、独立した運動体となり、第二号の刊行も目指していると聞く。断片をフォルダーに収めるという『fold』の形態が象徴しているような、緩くて柔軟な結合がこの運動体の特徴かもしれない。そうした集団形成の過程を観察できたことも私にとっては大きな収穫であった。イベントのような知的事件の「編集」へと広がるその活動が今後どんな展開を見せるか、この実験自体の「編集者」を務めた者としても興味津々である。

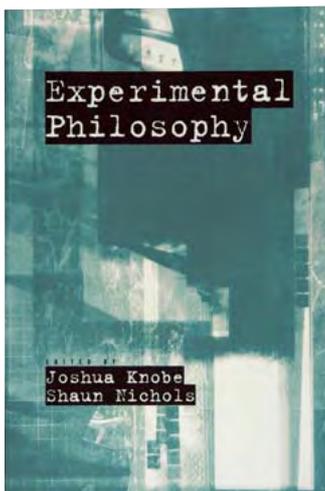
人文社会系研究科 哲学研究室 社会と切り結ぶ新たな哲学の流れ ——「実験哲学」という実験

今、もっとも新しい哲学のひとつとして「実験哲学」が注目され始めている。
従来の思考実験的哲学の枠組みを超え、
社会と切り結ぶ新たな哲学が生まれつつある。
学術の世界において、これもまた、
ひとつの「実験」と呼ぶことができよう。

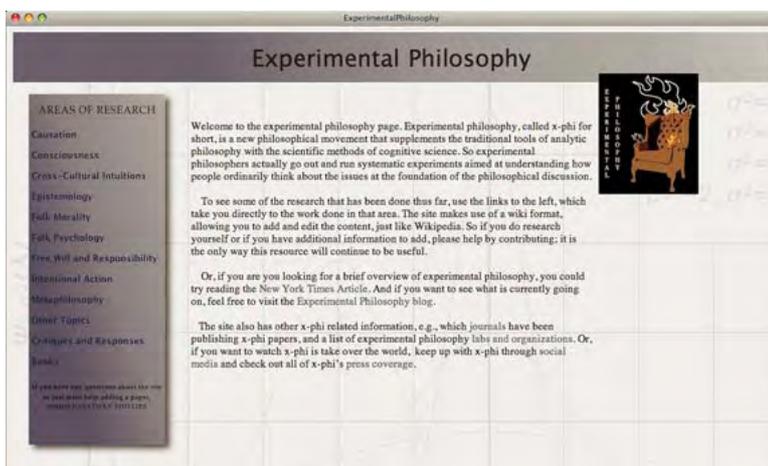


一ノ瀬正樹
人文社会系研究科 教授

「実験」は、哲学では、理論の根拠と見なされにくい。それは哲学の確実性志向に由来する。実験や観察は、その場の一回的なもので、未来にも同じ結果が得られる確実な保証はないと哲学者たちは考えるからである。ならば、何を基準にして議論の正否を決めるのか。すばり、哲学者たちの直観、それしか基準はない。しかし、彼らの直観はときに対立する。その対立が道徳や倫理に関わるときには、机上の話ではすまない。哲学の理論が、責任や利害の実際に影響するからである。こうしたなか、21世紀の今日、従来の哲学を脱構築するような、「実験哲学」と呼ばれる哲学運動が立ち上がってきた。「実験哲学」とは、書齋で思弁的に、哲学者の直観にのみ依拠して、論じられてきた従来の哲学に対して、外に出かけ、一般の人々から統計を取るなどによって哲学者の直観を検証しようとする新しい運動である。こうした手法が「実験」の名に値するか疑問もあるが、確実性志向から離れ、人間の現実に即した議論を構築しようとする態度は新鮮である。たとえば、「意図的行為」について、「実験哲学」はこんな風に統計に基づいて論じる。会社の利益を得ようと行為 a を行うとき、その副産物として環境汚染 b が生じると分かっていた場合、当の会社が汚染 b を意図的に引き起こしたと捉える人々が多いのに対して、会社の利益を得ようと



実験哲学に関する文献。
『Experimental Philosophy』
(Editor: Joshua Knobe, Shaun Nichols)
Published by Oxford University Press,
USA, July 15, 2008)



実験哲学をテーマとしたWEBサイト『Experimental Philosophy』
<http://pantheon.yale.edu/~jk762/ExperimentalPhilosophy.html>

行為 c を行うとき、その副産物として環境改善 d が生じると分かっていた場合、当の会社が改善 d を意図的に引き起こしたと捉える人々は少ない、よって「意図的」という概念は道徳的考慮を包摂している、と。非難と賞賛の非対称性が、こ

実験用語COLUMN

思考実験—— 頭の中で行う実験の妙味

世界5分前仮説という仮説がある。哲学者、B.ラッセルが提唱した「世界はたった5分前に始まったのかもしれない」というこの仮説、一見、荒唐無稽な話のようだが、実は論理では反証できない命題だそうだ。このような命題を頭の中で厳密にシミュレーションしていく行為を「思考実験」と呼ぶ。思考実験は哲学だけでなく自然科学でも昔から行われており、「ラプラスの悪魔」、「シュレディンガーの猫」など興味深いタイトルの命題が多い。思えば、思考実験とは「もしもの世界」のような話を厳密にしっかりと考えてみるということなのかもしれない。さて、目下の問題は本日のランチに関する思考実験だ。定食かそばか。明るいう午後をもたらしてくれるのはどちらだろう？ (清水修)

参考文献：『思考実験とは何か』金子務著・講談社ブルーバックス刊

んな仕方でも暴き出されるとは驚きである。それにしても、哲学を統計調査で論じるとは、何と奇想天外なことだろう！ それ自体が「実験」的な運動である。さて、こうした運動から何が出てくるか、私もまさしくそれを「実験」してみようか。

公共政策大学院 授業プログラム『交渉と合意』 「交渉の実験」でスキルを磨く授業

利害関係に基づく合理的判断を通じて、相互利益をもたらす交渉を研究する学問、交渉学。

公共政策大学院では、交渉学のトレーニングとして、

1対1の学生による交渉シミュレーションの授業が行われている。

これは、いわば、学生による自らの交渉実験なのだ。



松浦正浩

公共政策大学院 特任准教授

公共政策大学院の「交渉と合意」では、交渉学の入門編から公共政策の形成過程まで、交渉と合意形成のための分析枠組みと実践的手法を教育しています。日本ではあまり知られていませんが、北米の専門職大学院の多くが交渉学(negotiation)の授業を行っていて、関連する研究者もたくさんいます。交渉学は、利害関心にもとづく合理的判断を通じて、いわゆる

Win/Winの相互利益をもたらす交渉の分析と戦略策定を、行政、経営、まちづくりなどの事例を題材に行っています。

私は講義の中で、「交渉の勉強は、普通自動車免許を取るのと同じ」とよく言います。なぜなら、交渉には知識と技能の両方が必要だからです。授業では、座学で分析の方法論を理解してもらいつつ、交渉シミュレーションで技能を磨いてもらっています。交渉シミュレーションは教習コースでの運転のようなものです。失敗が許されますし、そこでの失敗を反省してから、交渉の現場（自動車でいえ

ば公道）に出ていけるように腕を磨くのです。公共政策大学院の授業では、大学院修了後も交渉の反省と学習が自分自身でできるように分析の枠組みを教え込みます。さらに交渉の背後にある構造的問題を認識したダブルループ学習まで自分自身で行う癖をつけてもらうように留意しています。「交渉と合意」は、就職してから、日々の業務で行われる交渉を素直に反省して自ら切磋琢磨するとともに、必要ときには抜本的見直しまで提言できる人材の育成を目指しています。

ルール&注意事項確認



小池さん代理人役の学生と桜井さん代理人役の学生を別々の部屋に集めて、ルール確認と注意事項の伝達。設定やルールを忠実に守らないと、シミュレーション自体が成立しなくなってしまうため、大切なステップだ。

交渉シミュレーション



2人1組で交渉シミュレーションを開始。30分間の交渉で、土地の価格を決定する。

合意内容の報告と講評

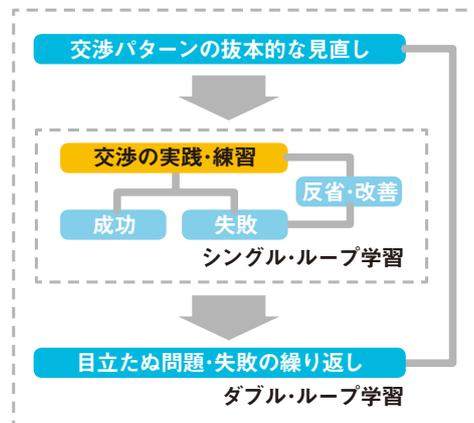


シミュレーション終了後、一室に集合。それぞれのペアが合意した土地の取引価格を聞いていき、松浦特任准教授が講評する。

授業で行われた 交渉シミュレーション 「桜井さんvs.小池さん」

このシミュレーションは、学生が2人1組になって、それぞれ「桜井さんの代理人」と「小池さんの代理人」になりきり、両家の間に存在する土地をめぐる売買金額交渉を行うというゲームである。

交渉学習における2つの「ループ」



個別の交渉における失敗を反省して改めるだけでなく、繰り返し起きる問題を分析して、交渉の進め方を抜本的に見直すダブル・ループ学習も、交渉学では求められる。



新領域創成科学研究科 大島・大友研究室

モデル実験室—— 実験室の安全を科学するという挑戦

化学分野の実験室では、研究者の安全を確保することが使用上の前提となる。

そこで、柏キャンパスに現れたのが、「モデル実験室」。

実験研究の安全を支援する様々なツールを配備し、
実験室を作る際の安全面での工夫を来訪者に伝授している。



モデル実験室の様々な工夫



給気ファン

実験室の排気をする場合、出した分と同量の新鮮な空気を部屋に取り込まねばならない。通常は室外に給気ファンを置き、排気とのバランスをとる。ここでは、あえて給気ファンを室内に置き、給気と排気の関係、室内の空気の流れが理解できるようになっている。



シミュレーション用積み木

この積み木を使って様々な実験室レイアウトをシミュレーションし、安全な動線を割り出していく。左の写真のように、人が移動する際に危険な箇所を発見できるわけだ。また、積み木で作った閉鎖空間において、煙による「気流の可視化」を行うという用途もある。



大島義人

新領域創成科学研究科 教授

技術の進化と多様化が進む今日、大学では科学技術の発展を支える様々な先端的研究が行われています。実験研究を行う者にとってその拠点となる実験室は、いわば城のようなものであって、自分の研究に対する想いが込められた大切な場所と言えるでしょう。その実験室を作る



見える「排気ダクト」

ドラフトチャンバーから吸い上げた排気は天井裏のダクトを通過して外に排出される。このモデル実験室では、天井板を外し、排気ダクトの構造を可視化している。これにより、通常では気づかない排気の仕組みを知ることができる。



簡易検知管

ガラス管をセットして物質に近づけるだけで濃度が分かる、小型の簡易検知管。揮発性の化学物質を扱う時など、空気中の濃度が気になる場合に測定すれば、作業環境の実態を知ることができる。



廃液タンクのキャップ

廃液をタンクに注ぐ際、気化すると人体に有害な蒸気が立ち上る。このキャップは廃液の蒸気がタンクの外に漏れない工夫が施されている。じょうごに小さなボールがはめ込まれていて、廃液を注ぎ終わるとボールが口を塞ぐ。いわば、ラムネ方式のキャップなのだ。



場合、研究目的や計画している実験手法に基づいて機器の構成やレイアウトなどを決めることになるのですが、一方で、スペースや人数、経済的リソースなどの面での制約があることも多く、また作業者の安全や健康といった環境安全についても考慮に入れなければなりません。このような実験研究の重要性と環境安全確保のバランスを図る上で、実験室というハードウェアの側面からの支援も重要ではないかと考え、我々は、柏キャンパス

環境棟にモデル実験室を作りました。

この実験室は、主に化学系実験室を想定し、実験台や局所排気装置、試薬庫、安全防災器具などが備え付けられていますが、モデル実験室と言っても、高度な機器の実装による理想的な実験環境を意味するものではありません。例えば、局所排気装置については、設備の目的を正しく理解し使用する技能を習得するための体験型学習ツールとすべく、部屋の天井をはずして給気から排気までの配管が

すべて見えるようになっているほか、スモークマシンで発生させる煙によって気流が可視化できるようになっています。また、什器や物品を模擬的に示すための“積み木”を使って様々な実験室のレイアウトを再現し、物品配置に伴う潜在的危険性を人の動線や視線から解析する人間工学的実験を行っています。このほか、薬品がこぼれた時の蒸気の拡散挙動解析や、実験廃液の原点処理手法の開発など、化学系実験室が共通して抱える様々な問題や課題についても、実験的に検討を進めています。このように、モデル実験室を用いて“実験室を科学する”ことにより、合理的な実験室設計や運営に関する指針の提示や、自主的リスク管理の重要性を体験的に学習するための実験プログラムの開発などを進め、実験室の環境安全に関する情報発信基地として活用することを目指しています。



スモークマシン +ドラフトチャンバー

実験室の排気にはドラフトチャンバーが使われることが多いが、完全に排気できるわけではなく、多少は室内に漏れる。モデル実験室では、ドラフトチャンバーとスモークマシンを組み合わせ、煙による「気流の可視化」を行い、この危険性を体験できる仕組みを提供している。



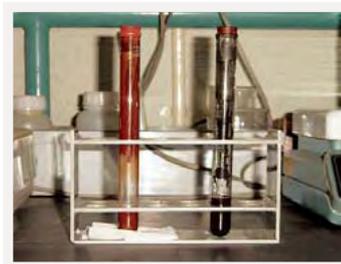
卓上用ドラフトチャンバー

実験台の上で試薬を扱うなどの際に、ぜひ、使用したい卓上型ドラフトチャンバー。掃除機のような構造になっていて、フィルターを通した安全な空気が室内に供給される。



簡易廃棄物処理実験

高校の理科の実験でもできるようなシンプルな手順で廃棄物を処理できる、簡易廃棄物処理実験。ビーカーに廃液を入れて一定の処理をすると、鉄の結晶の中に廃棄物が取り込まれて固定化される。ここでは、廃棄物処理を学ぶために、学生がこの実験を行っている。



個人認証方式の試薬庫

試薬庫は複数の人間が開閉を行うため、鍵の管理が難しい。メーカーと共同で開発された、この試薬庫は個人認証ICカード(たとえば、Suica、Pasmaなど)を近づけると解錠され、扉を開めると常に施錠される構造になっている。



情報理工学系研究科
江崎浩研究室

東大を舞台とする壮大な実験 ——グリーン東大工学部 プロジェクトの可能性

東大そのものを実験の対象にする……この大胆な発想を実行に移した「グリーンITによるCO₂削減プロジェクト」が始まっている。

建物からキャンパス全体へ、都市へ、地方へ、国へ、そして、世界へ。研究者達のイメージはいつしか地球レベルへと広がっていく。



江崎浩

情報理工学系研究科 教授

私の研究室で蓄積・醸成された研究活動は、松本洋一郎工学部長（2007年12月時点）が、本郷キャンパスから根津駅に向かう師走の夜にさりげなく囁かれた一言から、急速に増殖を始めた。「工学部2号館の省エネを実現できないか?」。「単純な」省エネ事業では価値がないので、「研究開発を産学連携で推進する」ことを（確固たる実現性は考えずに）条件とした。こうして、始まったのが、ICT（情報通信）技術などによって使用電力量とCO₂を削減する実験プロジェクト、「グリーン東大工学部プロジェクト」である。ありがたいことに、コアとなる発起人組織は約30組織集まった。次のチャレンジは小宮山宏総長（当時）からの、「新産業の創成」であった。難題であるが「我が意を得たり」。すぐに、本プロジェクトのミッションにさせていただいた。2008年6月にプロジェクトを発足、公的資金への提案を取って行わず、企業からの支援のみでプロジェクトを運用することとし、「2年間で活動を総括し、次を考える」を、参加組織のみなさんとの約束とした。リーマンショックの中での各企業との契約交渉であり、プロジェクトの価値への期待値なしには、離陸することができない状況であった。参加組織の担当者および幹部の方々のご理解とご高配、産学連携本部や情報理工学系研究科スタッフの

方々のご尽力により、プロジェクトは無事発足、活動を開始することができた。2008年度は、プロジェクトの構造が評価され、グッドデザイン賞を受賞させて頂いた。2009年度は、参加組織の皆さんのご尽力により、京都議定書（COP3）およびTSCPの目標達成の貢献に資する成果が着実に具現化されつつある。本プロジェクトの活動は、発足当初から工学部のみへの展開ではなく、東京都などの自治体や大学などの公共施設への展開、さらに、グローバルへの展開を目標とした。特に、SmartGridなど国際標準化活動や、キャンパスなど広域展開する施設における新しいエネルギー管理手法とビジネスへの可能性への展開を戦略的に推進している。本プロジェクトは、「情報工学」と「エネルギー工学」、さらに「都市設計学」との有機的で創造的な融合を実現し、21世紀の課題である「持続可能な社会」の実現に資する新分野の創成を目指している。

プロジェクトの背景

グリーンICT実現

東京都環境条例
への対策・貢献

新ファシリティ
運用管理手法確立

多くの分野で活用
可能な参照仕様書

東大全学CO₂
削減目標への貢献

活動指針

1. 快適で効率的な環境を構築することで結果的に省エネを実現する。
2. 新しい利用法と新ビジネス・新産業を創成する。
3. 東京大工学部2号館は、Flag-Ship Testbedであり、Our One of Testbedsである。
4. グローバルな技術標準を目指す。
5. “Eco-System”として、Sustainableな省エネ・環境保全システムを目指す。

プロジェクトの組織構成



「グリーン東大工学部プロジェクト」とは？

東大工学部2号館を舞台に、IT活用による省電力化とCO₂削減を実証するプロジェクト。ここで構築した実証モデルをケーススタディとし、将来、都市単位、地方単位、国単位へとモデルを広げていくという構想を有している。ITを「成長と省エネの協働を実現するための触媒」と位置づける一大プロジェクトであり、21世紀の日本の発展の鍵を握る壮大な実験なのだ。

多角的なモニタリングと効果的な施策

モニタリング例

- 電力使用量のリアルタイム・遠隔モニタリング
- 光ファイバーによる「温度分布計測」
- タッチパネルによる「電力使用量見える化」
- データロガーを用いたデータベースシステム
- 温度・湿度を無線技術により計測

施策例

- 空調の位置の工夫により、サーバーの熱を効率的に下げる
- センサー付き照明器具による「不在時消灯」で省エネ
- 既設の機器を省エネモデルに入れ替え
- 照明制御システムを利用した「各種設備のトータル省エネコントロール」

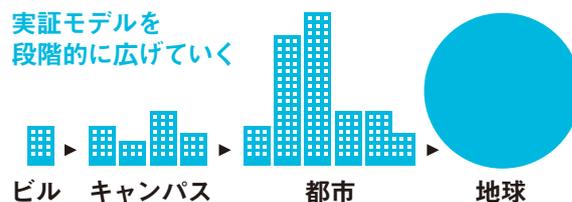
実験用語COLUMN

実験計画法——真実と遭遇するための技術

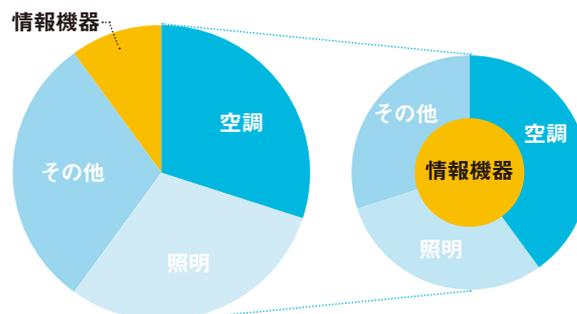
実験計画法という言葉を聞くと、つい、我々一般人は「今日はこの実験を、明日はこの実験をやれば期日までに間に合うぞ」といった時間軸上のプランニングを思い浮かべてしまう。が、学術研究における実験計画法は「実験を効率的に進めるための共通技術」のことを指す。遺伝学者・統計学者のR.A.フィッシャーが提唱したこの技術は「どんな実験をどれだけ行うか」、「実験結果をどう分析するか」という2点について、統計学を用いてもっとも効率の良いやり方を策定するものだ。膨大な回数の実験を必要とする実験系学問分野において、この技術はとて大切。やみくもに実験回数だけを増やしても「真実」と遭遇できる機会はなかなかやっこないということだろう。実験計画法とは、研究者が「ドン・キホーテの悲劇」に陥るのを回避するためのエクセレントな戦略なのである。(清水 修)

参考文献：「よくわかる実験計画法」中村義作著・近代科学社刊

実証モデルを段階的に広げていく



電力消費に対する考え方



成長と省エネの協働を実現する触媒としての情報機器

総合研究博物館ミュージアム・テクノロジー寄付研究部門 博物館工学の未来を予見する 「実験展示」

斬新にして個性的な博物館展示を行う試み。それを「実験展示」と呼ぶ。
展示者と来訪者の声なきコミュニケーションを成立させる、静謐な空間……
博物館は実験展示により刻々とその姿を変え、
来訪者を異次元へといざなっていく。



洪 恒夫

総合研究博物館 特任教授

博物館における 「実験展示」の 魅力と可能性

「実験展示」は、一般の方々には聞きなれない組合せの言葉だと思います。決して「実験の展示」のことを言っている訳ではなく、自分たちが行う展示を「実験展示」と称し、総合研究博物館における研究の一環として取り組んでいるものです。学術研究の成果は論文等で発表されるのが一般的ですが、本館では開館当初より展示による新しい公開の方法を研究し、それを研究成果の公表の手段と捉え実践しています。

大学博物館は「大学」の博物館ですから、教育研究が主眼となるのは当然です。本館では、一般の博物館が持ち合わせないこのポイントを重視し積極的に取り組むことで、館の独自性を高めると共に、博物館の可能性を拡げることを目指しています。

「実験展示」では、展示自体も研究分野であり、そのためには最新の展示工学の知識や技術の導入が不可欠になります。そのようななか、2002年には筆者が所



「石の記憶—ヒロシマ・ナガサキ 被爆資料に注がれた科学者の目」展

1945年、広島・長崎の原爆投下2ヵ月後に、学術研究会議の被爆調査団の地学班長として調査を行った渡辺武男・東京帝国大学教授（当時）が採集した広島・長崎の被爆岩石・瓦や、教授自ら撮影した写真、被爆調査団関連紙資料、野帳に光を当てた展覧会。原爆投下直後の極限状態の中で、研究者としてど

のように試料を収集し、そこから何を読み取っていったかという科学者の真摯な視点、そして体系的に収集された試料を、現代の科学者たちがその課程を解き明かしていった。

会期：2004年1月24日～4月12日
ディスプレイデザイン賞2004グランプリ受賞作品

属するミュージアム・テクノロジー（博物館工学）寄付研究部門が発足し、展示の見せ方やその効果、展示公開活動のさらなる充実を図るのにとどまらず、博物館コンセプトそのものの斬新的なデザイン化を推進する目的研究が加わり、「研究」博物館としての「実験」の色合いが

より濃くなりました。

博物館の展示は、展示物を配置し解説を施すことが中心となりますが、ここでは展示をコミュニケーションのメディアと捉え、構成やデザインに配慮することで、観覧者がモノ（学術標本）や企画者（研究者）の意図と対話できる環境をつ



「鳥のビオソフィア— 山階コレクションへの誘い」展

本館が財団法人山階鳥類研究所と共同で進めてきた研究セミナー「生き物の文化誌」の活動成果の一端を、同研究所に保存蓄積されている貴重な鳥類学コレクションと併せ、初めて社会に向けて広く公開した展覧会。自然誌と文化誌、学術標本とアートワークの新しい融合展示、レプリカの活用法、さらには空間構成、ライティング、グラフィックなど、ミュージアム展示における各種の先進的な試みを集大成した。
会期：2008年3月15日～5月18日
ディスプレイデザイン賞2008グランプリ受賞作品



モバイルミュージアム

興和不動産株式会社からの受託研究により実現したプロジェクト。東京大学の学術標本をミニマムな展示ユニットに仕立てて、東京赤坂のオフィスビル（赤坂インターシティ）のロビーに設置している。（現在公開中）



「キュラトリアル・グラフィティ— 学術標本の表現」展

近年のキュラトリアル・ワークの成果を発表すると共に、本館の基盤と言える標本資料に関わる日々の営みの象徴である標本資料報告集そのものの存在をアピールしている（現在公開中）。

くることに注力しています。こうした独自の活動の成果でしょうか、当館の展示は、ディスプレイデザイン賞というデザイン分野の評価において、近年2度のグランプリを受賞する栄誉を与えられました。また最近では、実験展示もその活動領域を館外に広げ、次世代型のミュージアム

活動の開発を進めています。標本や展示ユニットを館外に持ち出して、期せずして遭遇した人々との間にミュージアム活動を繰り広げる「モバイルミュージアム」の実践や、「ミドルヤード」という新しいミュージアム構造を持つ博物館を構想し、受託研究として、長野市の博物館で

これを具現化しました。

このように、当館では大学の研究機関として既成の枠を超えた展示の実験、すなわち「実験展示」の名の下、博物館、ミュージアムの発展、進化を目標に、実践的なスタイルで研究を進め、その可能性を追求しています。

翻訳——来るべき諸言語の姿を 映し出す実践の研究

インターネットの世界的な発達、言葉の流通様態を世界規模で変えつつある。個人にとって、社会にとって、来るべき多言語世界はどのような姿で現れるのだろうか。翻訳の現場を通して新しい多言語世界のかたちを見る。



影浦 峽 / 文
大学院教育学研究科 教授
<http://panflute.p.u-tokyo.ac.jp/~kyo/index-j.html>

私 たちが今話している日本語は、いつ頃できたのでしょうか。冷静に考えれば、19世紀後半にできたことは明らかです（誰も江戸時代の人々のような言葉は使っていませんし、19世紀半ば以前の「日本語」は、古語として別扱いされるくらいですから）。このとき、語彙だけでなく文構造の形成にまで大きな役割を果たしたのが、翻訳でした。実は、日本語に限らず、ドイツ語やフランス語なども含めて、よく知られている言語の多くは、翻訳による書き言葉を基盤としてできたものです。これらの言語が概ね「国」に対応して一様に広まったのは、辞書や新聞、雑誌、図書などが言語の参照軸となり、「国」中に流通したこと、また、そうした言語が教育を通して一様に教えられたことによります。それ以前、言語は、混ざったり分かれたりを繰り返しながら、はるかに多様な姿を見せていました。言語は本来的に雑種の、一定の軸がなければ、どんどん姿を変えます。ところで、今。新聞も雑誌も本も読まれな

くなる一方、ネットの発達により多言語の情報流通が国境を越えて進み、機械翻訳された文書がネット上に現れ、自分の関心分野について複数の言語で文章を読む人も増えていきます。キノコマニアの小学生がネットで世界各地のキノコサイトにアクセスし、キノコ情報を数言語で読みこなし、といったケースも現れています——彼女にとっては「数言語」という感覚さえないかもしれません。情報技術の展開とともに、「日本語」「スワヒリ語」といった言語の境界を維持していたこれまでの参照軸が、少なくとも一部で解体しつつあるのです。これから、日本語は、世界の言語編成は、そしてコミュニケーションは、どうなるのだろうか？ ここで再び、翻訳の登場です。一見したところ言語の垣根を前提としたコンサバな活動に思える翻訳ですが、言語の創成に重要な役割を果たしてきたことからもうかがえるように、新たな言語表現の編制と流通の中で来るべき言語の姿を示す先端の現場だ、私たちは翻訳をこう捉えています。特に注目

しているのは、ネット上で進む翻訳です——言語表現の新たな流通は主としてネットが可能にしたものですから。

新しい言語とコミュニケーションのかたちを映し出す翻訳の現場を捉えるために、私たちは、オンライン翻訳支援とホスティングのサイト「みんなの翻訳」(<http://trans-aid.jp/>)を開発・公開し、運用しています。言語処理技術を活用し、Web 2.0的機能も取り入れた実験的なサイトですが、使われなければ意味はありませんから、オンライン文書を訳したり読んだりする人々が便利に使えるようになっています（アムネ스티・インターナショナルやデモクラシー・ナウなどのNGOも使っています）。ぜひ登録して使ってみてください。

コトバは実験室での実験ができませんし、変化にも長い時間がかかる対象なので、私が研究を続ける間に大きな結果が得られることはないかもしれません。それでも無性にわくわくする。未来に向けて翻訳を考えることには、圧倒的な魅力があります。



世界中で増殖する多言語の独立系ニュースサイト（日本版）

「みんなの翻訳」での翻訳
左パネル：「みんなの翻訳」メインページ
真中パネル：「みんなの翻訳」組込みの翻訳支援エディタQRedit
右下パネル：QReditからGoogleを呼び出して調べ物

糖 尿病は、世界の約2.5億人、わが国では予備軍を含めて約2千万人が関わる

重大な生活習慣病です。放っておけば、脳梗塞や心筋梗塞、失明など重大な疾患を併発する可能性があるため、血糖値の厳正な管理は必要不可欠です。現在、多くの糖尿病患者は一日数回、指などに針を刺し、血糖値を計測しています。しかし血糖値は、食事や運動などによって、時々刻々と変動するため、一日数回の計測では、細かい変化をとらえることは困難です。このため、24時間連続して血糖値計測が行なえる方法が望まれていました。

そこで我々のグループでは、体内埋め込み型の血糖値センサの研究を行っています。体内に完全に埋め込んでしまうため、採血する必要がなく、患者のQOL (Quality of Life) が向上します。また、計測を自動化することで、睡眠中など、自らが計測することができない場合でも、無意識のうちに血糖値が連続して計測できるため、血糖値の変化に異常がないか24時間管理することができるようになります。

ここでは、我々の取り組みの一つとして、血糖値に応じて光（蛍光）の強度を変化させるゼリー状ビーズの研究をご紹介します。血糖値の計測法は血液の中にあるグルコースに応じて電位を計測する電気計測法が一般的ですが、埋め込み型のセンサの場合には電源や配線が必要になってしまいます。そこで我々はセンサを長期間安定して機能させるために、体外からワイヤレスで計測できる光計測法に注目しました。血糖値が高くなると、体内で強く光るようなセンサです。

具体的には、センサの材料として、ボロン酸を持つアントラセン誘導体という血糖（グルコース）と結合すると蛍光を発する物質を、ポリアクリルアミドとよばれる寒天のような

血糖値に反応して光る耳!?

体内埋め込み型連続血糖値モニタリングデバイスの開発

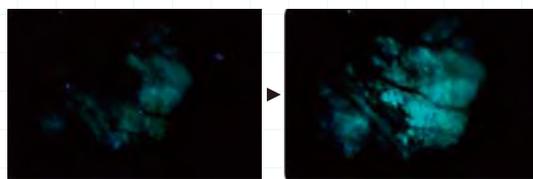
マウスの耳が光っている——

それは、血糖値に応じて光るゼリー状ビーズが埋め込まれているからだ。糖尿病患者が採血することなく、24時間連続して血糖値を計測できるように、この技術の実用化に向けた研究が行われている。



竹内昌治 / 文
生産技術研究所 准教授
<http://www.hybrid.iis.u-tokyo.ac.jp/>

埋め込まれたマイクロビーズにグルコースを加えると体外からでも観察できるほど光の強度が変化する。今後、光の検出器を耳の近くに設置することで、24時間連続して血糖値を検査できる超小型システムの実現が期待できる。

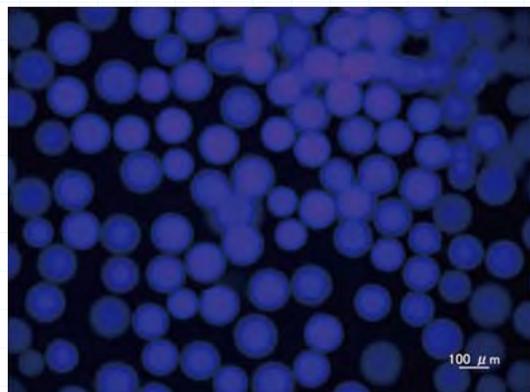


柔らかい材料（水素ゲルと呼んでいます）に化学結合させた材料を利用しました。この材料を、微小流体のハンドリングに適したマイクロ流体デバイス技術を利用して加工し、直径0.1ミリ程度に揃ったビーズを作成することに成功しました。均一直径の水素ゲルビーズにすることで、体の隅々まで運ぶことができるようになります。今回は、マウスの体の中でも皮膚が薄い耳に埋め込むことで、「写真」のように、体内のグルコース濃度の変化に応じて変わる蛍光強度を体外からモニターすることに成功しました。また、周辺のグルコースの濃度に応じて変化するビーズの光の強さを体外から計測することにも成功し

ました。

このセンサを発展させれば、24時間連続血糖値計測も夢ではないかもしれません。しかし、実用化に向けてはまだ課題をクリアする必要があります。たとえば、「長期安定性」です。ポリアクリルアミドは医療材料としても使われている材料なのですが、長期間安定して蛍光を放出できるか、安定して存在するビーズ直径はどのくらいが適当なのか、どの部位に埋め込めば生体に負担なく計測ができるかなど、一つ一つ解決しなければなりません。

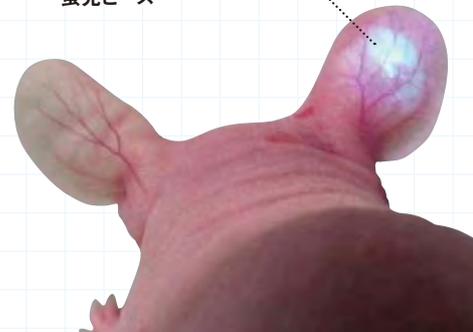
本研究は、現在、産学共同プロジェクトであるNEDOの委託事業「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト（通称BEANSプロジェクト）」の一環として進められています。医薬機器企業と医者、それに我々工学者がしっかりとタッグを組んで10年後には実用化できるように進めていきたいと思っています。



ポリアクリルアミドゲルに血糖（グルコース）に反応して光の強度を変化させる物質を組み込んだマイクロビーズ。グルコース溶液に触れた状態で、外から紫外線を当てると強く光り出す。

右耳にマイクロビーズが埋め込まれたマウス（後頭部からの撮影）。普段は光らないが、ブラックライトなどで紫外線を当てると光る様子が体外からでも容易に観察できる。

マウスの右耳に埋め込まれた
蛍光ビーズ





眞鍋 昇

大学院農学生命科学研究科
附属牧場 教授

キャンパス散歩

大学院農学生命科学研究科附属牧場 (茨城県笠間市)

JR 常磐線上野駅から北に向かって約2時間で行く岩間駅に着き、ここから東に6Kmのところの附属牧場があります。自動車だと常磐自動車道岩間インターチェンジの出口から左に約600m、最初の信号の角が牧場正門です(図1)。牧場は1949年に獣医学・畜産学領域の教育・研究を行うための施設として設置されました。人間国宝を輩出してきた笠間焼や多くの参拝者がつめかける笠間稲荷で有名であるばかりでなく、東京の食料庫の茨城県の中央部にあって、栗や梨などの果樹や様々な野菜の栽培、牛、豚、鶏などの家畜の飼育が盛んな食料基地の役割を果たしている笠間市は牧場の立地に最適な場所です。

牧場には場長(併任)、教授、助教各1名、技術職員(農学博士1名、獣医師2名、農学修士1名含)8名、技能補佐員3名、事務職員2名と事務補佐員1名が在籍して教育・研究と牧場の維持管理を担い、修士と博士課程の学生と中国、タイ、ベトナム、バングラディッシュなどからの博士課程留学生在が常駐して研究に励んでいます。この総面積は36haで、講義室、会議室、研究・実験室、図書室、小動物飼育室、事務室などを含む中央研究棟、家畜を用いた特殊実験のための高度動物研究棟、家畜の外科手術のための大型産業動物診療治療棟、各種の動物飼育舎と放牧場、飼料保存庫や農機具の整備・保管用の資材庫、家畜糞尿や汚水の処理施設、牧草圃場があり、馬、牛、山羊約200頭の飼養と牧草の栽培を行っています。厩舎では競走馬のサラブレッド種、ヨーロッパの貴族が乗用にもちいたセルフランセ種、スペイン人が南米に持ち込んだ後野生化したものを再度家畜化したクリオージョ種(図2)を飼養しています。性格が温順で堅強なので身障者治療のためのアニマルセラピー(図3)に適しているクリオージョ種馬を生産しているのはこのみで、生産馬は全国の施設で活躍しています。牛舎では牛乳生産の主役であるホルスタイン・フリージアン種(図4)や高品質の牛肉を生産する黒毛和種などを飼養しています。西洋種と比較して体重が三分の一しかない西南諸島が原

産のシバ種山羊(図5)も飼育しています。ここで40年以上も近交を継続しており、反芻動物の実験モデル動物として全国の研究機関で神経内分泌学研究や遺伝子組換え動物の作出などの先進的な研究に活用されています。

牧場は約50名が宿泊できる学生宿舎(図6)と20名が宿泊できる教職員宿舎(各室にバス・トイレが付設)を備えていて、学生はここに泊まり込んで家畜を取り扱わなくてはできないフィールド実習を受講しています。家畜の日常的な飼養管理の実習、季節繁殖動物の馬の交配実習(図7)、早朝からの搾乳実習、乳牛の繁殖を人為制御して優秀な子孫を得るための直腸検査(図8)や人工授精(図9)の実習、家畜の定期的健康診断のための採血(図10)と生化学的検査や駆虫薬投与の実習、牛でよく発症する第四胃変位を治療するための外科手術実習(図11)や蹄葉炎を防ぐための削蹄実習、効率的な牧草生産の実習(図12)などの多岐にわたるフィールドアソシエイトなプログラムを提供しています。これらの本学の学生を対象とした教育だけでなく、タイ(図6)や韓国などの外国の学生の実習、近隣の保育所、幼稚園、小学校(図13)、中学校、高等学校の生徒を対象とした食の安全研修や体験学習、養護学校生を対象とした身障者乗馬研修(図3)や全国の身障者乗馬を行っている施設の担当者に対する研修会、一般市民を対象とした牧場公開や食の安全セミナーなどの幅広い教育活動を通じて社会貢献に取り組む、毎年2,000名以上が来場しています。

牧場では、優秀な遺伝形質を備えた家畜を一層効率よく増殖・生産するための基盤的技術の研究開発の一環として、(1) 卵子の品質を評価できるパラメーターの開発研究、(2) 乳幼期仔牛にアミノ酸カクテルを給与することによる発育改善法の開発研究、(3) 食の安全性担保の視点から牛海綿状脳症に罹患しないプリオン遺伝子ノックアウト牛の作出と有効性を見きわめる研究(図14)、(4) 好気性超高温発酵菌を用いた家畜糞尿の衛生的処理技術の開発研究(図15)などを継続しています。開発中の糞尿処理法では100℃以上の超高温

発酵を1ヶ月継続でき、人や家畜に感染する糞尿中病原体を駆逐できますので全国で毎年1億トン近く排出されている家畜糞尿の適切な処理が可能になると期待されています。さらに学内はもとより国内、中国、タイ、ベトナム、韓国、ハンガリー、ドイツ、フランスなどの大学や研究機関との共同研究も積極的に進めています。

本郷からは離れていますが、芝に囲まれたバーベキューヤードがあり、山の幸と海の幸に恵まれた好地ですので、泊まりがけで見学においでください。教職員、学生一同お待ちしております。

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

1. 附属牧場正門
2. アルゼンチン原産のクリオージョ種馬の親仔
3. 身障者治療のためのアニマルセラピー講習会
4. 冬の放牧場の乳牛
5. 哺乳をねだる仔山羊
6. 学生宿舎の前でタイの学生と記念写真
7. 馬の交配実習
8. 乳牛の直腸検査実習
9. 乳牛の人工授精実習
10. 馬の頸静脈からの採血実習
11. 牛の外科手術実習
12. 牧草生産の実習
13. 近隣の小学生への畜産物の安全性講習会
14. プリオン遺伝子ノックアウト牛
15. 好気性超高温発酵菌による糞尿処理

※ <http://park.ita.u-tokyo.ac.jp/bokujo/>



27,821人 →

学部学生数 14,057人
 修士課程学生数 6,719人
 博士課程学生数 6,046人
 専門職課程学生数 999人

総学生数

東大に来ている
外国人研究者の数

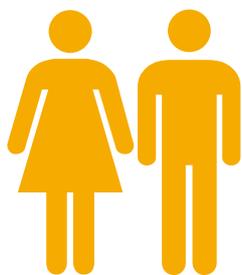
3,570人 2008年度実績

常勤教職員数

東大が海外に派遣
している研究者の数

9,130人 2008年度実績

7,637人



ヨーロッパ

228人

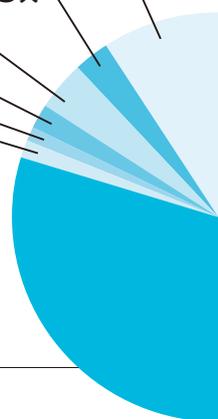
中南米
95人

中近東
56人

オセアニア
28人

アフリカ
36人

北米
75人



特定有期雇用教職員数

留学生の数

1,886人

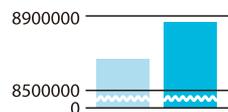
2,555人 → (97カ国・地域)

東大にある
本の数

8,699,292冊 → 8,803,707冊

2008年3月31日現在

2009年3月31日現在



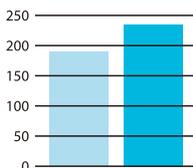
東大の保有する
特許の数

国内

189件 → 235件

2008年3月末現在

2009年3月末現在

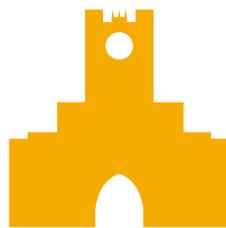
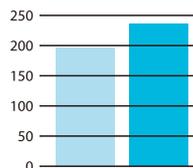


国外

197件 → 236件

2008年3月末現在

2009年3月末現在



東大の
建物面積

1,593,477㎡

2009年4月1日現在

東大の
土地面積

325,991,990㎡

2009年4月1日現在

東大の所有する船舶数

36隻

2009年4月1日現在

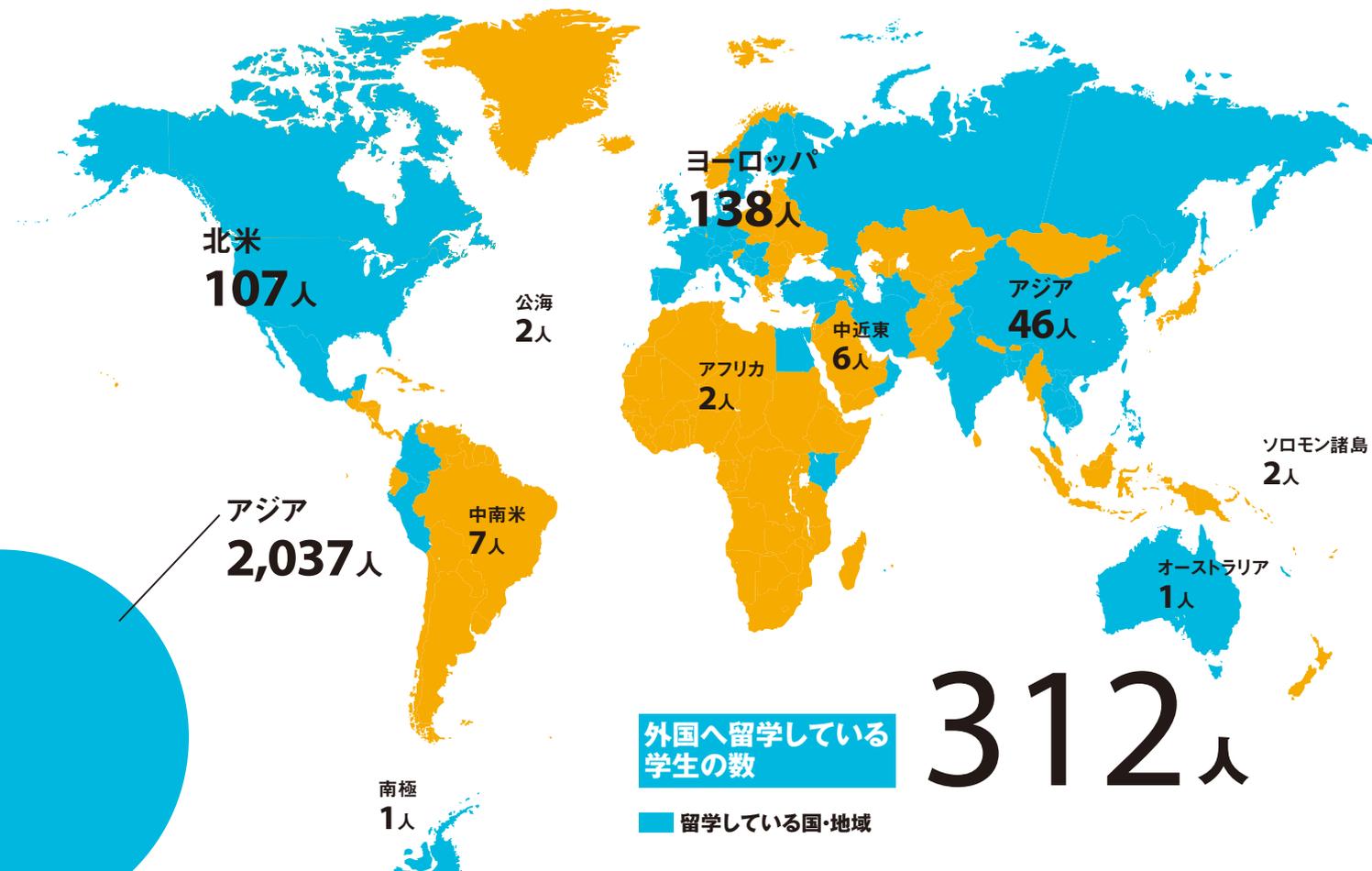
データで見る東京大学の姿

東京大学に関するさまざまな数字をご紹介しますこのコーナー、「データで見る東京大学の姿」。

今回は、最新の東大の姿だけでなく、東大の「成長」もご紹介します。

東大の組織、教育、研究、そして、東大と社会とのつながりの実像をぜひご覧ください。

特に注意書きのないデータは、2009年5月1日現在のものです。

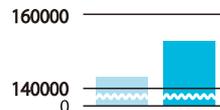


東大にある雑誌の種類の数

144,962冊 → 152,814冊

2008年3月31日現在

2009年3月31日現在



2008年度総支出額

226,533 百万円

10 15 11 17

学部の数

大学院の数

附置研究所の数

全学センターの数

東京大学で行なわれる各イベントに関する情報は、以下のアドレスからご覧になることができます。

東京大学ホームページURL
<http://www.u-tokyo.ac.jp/>



【淡青】
お取り寄せ
方法



テレメールを利用して【淡青】を取り寄せることができます。パソコンまたは携帯電話から以下のURL、またはTEL（自動応答電話）にアクセスして、資料請求番号をご入力ください。送料（後納）のみご負担ください。

URL : <http://telemail.jp> TEL 050-8601-0101 (24時間受付)
資料請求番号 : 869968 送料 : 200円 (後納)



The University of Tokyo Magazine

東京大学広報誌

淡青
t a n s e i

23
2010/01

東京大学本部広報グループ
〒113-8654 東京都文京区本郷7丁目3番1号
TEL 03-3811-3393 FAX 03-3816-3913
E-mail : kouhou@ml.adm.u-tokyo.ac.jp
URL : <http://www.u-tokyo.ac.jp/>

編集発行 / 東京大学広報委員会
武田洋幸 (広報室長・広報委員会委員長 大学院理学系研究科・理学部 教授)
本郷恵子 (広報委員会副委員長 史料編纂所 准教授)
清水修 (本部広報グループ 特任専門員)
清水理恵 (本部広報グループ)

アートディレクション / 細山田光宣 (細山田デザイン)
デザイン / グスクマ・クリスチャン (細山田デザイン)
撮影 / 貝塚純一 (p.1, p.3, p.8-9, p.12-17, p.21, p.23)
広川智基 (p.4-5, p.24-25) 安彦幸枝 (p.6-7, p.18)、岡村典子 (p.26)
印刷 / 石田大成社
発行 / 平成22年1月



フーコーの回転鏡

第一高等学校旧蔵の実験機器のひとつで、『フーコーの振り子』で有名なフランスのフーコーが光速の測定に用いたものをもとにした教材です。毎秒数百回回転する中央の小さな鏡と遠方に置いた鏡の間を光に行き来させ、往復にかかった時間と「その間に鏡がどれだけ回転したか」を測ることによって、光速を求めるものです。1850年に実験が行われた際には、水中と空中ではどちらでの光速が大きいかが確かめられ、1862年の実験では光速の値が高い精度で求められました。後に（1878年）アメリカのマイケルソンが改良した機器を用いてさらに精度を高めていますが、写真の機器はこの型のものようです。（駒場博物館所蔵、1890年代、スイス製）