

宇宙で植物を育てる

国際宇宙ステーションでの実験計画が本格始動



神阪 盛一郎 (かみさか せいいちろう)

横浜市出身
1964年 大阪市立大学理学部生物学科を卒業
1966年 同大学院理学研究科修士課程修了
1991年 大阪市立大学理学部教授となり
2000年 大阪市立大学名誉教授 富山大学理学部教授に着任
理学博士。日本植物学会、日本植物生理学会、日本宇宙生物科学会、植物化学調節学会、生態工学会、米國植物科学会、スカンジナビア植物生理学会所属。

一九九三年、宇宙開発事業団(NASDA)が国際宇宙ステーションの実験棟「きぼう」(JEM)で行う実験を公募したところ、採択されたテーマの一つが、本学の神阪盛一郎教授の「微小重力環境における高等植物の生活環」でした。先頃、その実験装置が完成し、目下、二〇〇七年に運用開始予定の国際宇宙ステーションに搭載するための準備が進められています。
地球に生きる私たちにとっては、植物の茎は上へ、根は下を向いて伸びるのがあたりまえですが、果たして宇宙ではどうでしょうか。宇宙植物学の分野では、世界最高レベルといわれる日本。ロマンあふれる壮大な計画の陰で、地道に続けられてきた実験の概要と意義について紹介します。

重力環境にうまく適応した 陸上植物

相本 今から三〇年程前のSF映画には、夢のような宇宙ステーションの様子がまことしやかに描かれていましたが、実現にはまだ程遠いですね。ところで、宇宙植物学というのは比較的新しい学問だそうです。

神阪 その研究の目的は二つあって、一つは、宇宙で活動する人類の食料としての植物をどうやって生産するかという研究。もう一つは、宇宙の微小重力環境下で重力に対する植物の反応のしくみを研究することです。僕たちは、陸上植物が微小重力下でも生活環を完結できるかどうかを調べます。

相本 微小重力ということは、宇宙は無重力ではないのですか。
神阪 一般には無重力と聞いていますが、宇宙船の重心からの距離や機器の振動などの関係で重力加速度がゼロではないため、このように呼びます。スペースシャトルや国際宇宙ステーションでは、厳密にいうと地上の重力加速度の一万分の一から百万分の一の重力になります。
相本 植物は根を張っていて自由に動かせませんが、樹木のように何百年とか、千年単位で生きるものもありますし、人間とは別の知恵があって当然かもしれませんね。ただ、地球で発生した植物が、地球環境とまったく異なるところで生きていけるのでしょうか。
神阪 現在、地球には一五〇万種を超える生物が生息していますが、これらは約三五億年前に誕生した原始生命体から進化したものです。長い間、生物は重力の影響をほとんど受けない水中で生活していましたが、今から約四億年前に初めて陸上に進出した植物は、細胞壁によって重力に対抗して体を支えてきたのです。
相本 つまり、その能力を獲得したものが生き残ったわけですね。
神阪 植物は重力をストレスとして感じつつも、その刺激を利用して面が興味深いですよ。



相本 シロイヌナズナとは？
神阪 アブラナ科の植物で、発芽から種子の収穫までが約四〇日と短いのが特徴です。しかも、ほかの植物に比べてゲノムの数がごく少なくて、二〇〇〇年には全ゲノムが既に解読されており、微小重力環境における遺伝子のはたらきを

地球の重力が植物の細胞壁を強くする

相本 突然変異を起こした植物の種子は、同じ性質を受け継ぐのですか？
神阪 うまくいけば固定しますが、変異が不安定だと、また元に戻ってしまいます。植物には土着性があり、動物のように環境が変わっても逃げるのができないために、環境刺激に対していろんな工夫をしています。体を支えるうえで邪魔になる重力に対しても、重力の方向をうまく利用して根や茎の成長方向を調整することで、根を地下に、地上部を上へ伸ばすとともに、葉を空間に配置して効率よく光合成を行う能力を進化させてきたのです。
相本 すると、重力がほとんどない状態で植物はどうなりますか？
神阪 茎や根の成長方向がランダムになり、細胞壁はやわらかくなります。僕は、植物ホルモンが植物の茎の成長を調節するしくみを三〇年近く研究してきました。細胞壁に注目しました。細胞壁の中には、セルロースの繊維が結晶の状態で見えています。また、マトリクス多糖にはいろんな糖類が存在していて、お互いにいろんな形で結合し、セルロースの



相本 芳彦 (あいもと よしひこ)

高岡市出身
1979年 慶應義塾大学を卒業後、北日本放送㈱に入社
2000年 報道制作局制作部長に就任
2005年 報道制作局制作専任部長兼ラジオセンター専任部長

無重力ではないのですか。
神阪 一般には無重力と聞いていますが、宇宙船の重心からの距離や機器の振動などの関係で重力加速度がゼロではないため、このように呼びます。スペースシャトルや国際宇宙ステーションでは、厳密にいうと地上の重力加速度の一万分の一から百万分の一の重力になります。
相本 植物は根を張っていて自由に動かせませんが、樹木のように何百年とか、千年単位で生きるものもありますし、人間とは別の知恵があって当然かもしれませんね。ただ、地球で発生した植物が、地球環境とまったく異なるところで生きていけるのでしょうか。
神阪 現在、地球には一五〇万種を超える生物が生息していますが、これらは約三五億年前に誕生した原始生命体から進化したものです。長い間、生物は重力の影響をほとんど受けない水中で生活していましたが、今から約四億年前に初めて陸上に進出した植物は、細胞壁によって重力に対抗して体を支えてきたのです。
相本 つまり、その能力を獲得したものが生き残ったわけですね。
神阪 植物は重力をストレスとして感じつつも、その刺激を利用して面が興味深いですよ。
相本 シロイヌナズナとは？
神阪 アブラナ科の植物で、発芽から種子の収穫までが約四〇日と短いのが特徴です。しかも、ほかの植物に比べてゲノムの数がごく少なくて、二〇〇〇年には全ゲノムが既に解読されており、微小重力環境における遺伝子のはたらきを

解明するのに適しています。
たとえば、正常な植物は発芽するとすぐに重力の方向を認識し、重力屈性によって根っこが下へ伸びていきます。これは鉢を横にしても同じで、茎は上を向いて伸びますが、なかにはそうでないものもあります。つまり、突然変異体です。突然変異体が見つかるということは、未知の新しい遺伝子を見つけたことができ、突然変異を生じさせた遺伝子を知るわけ、突然変異を生じさせた遺伝子特定することもできます。しかもおもしろいことに、一部の遺伝子の異常によって根が土の上に飛び出しても、しばらく

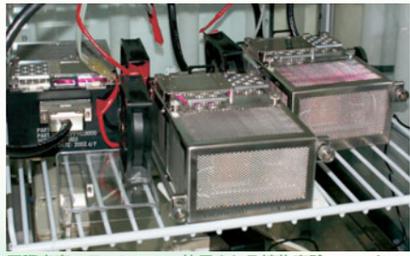


分子と水素結合することによってつながっています。そこで、細胞壁の変化とマトリクス多糖の変化が密接につながっていることがわかったのです。

相本 単純にいうと、マトリクス多糖類とセルロースが一部で水素結合していることで、細胞壁が頑丈さを増しているんですね。ということは、植物の細胞壁が頑丈になったのも重力のおかげですか？

神 阪 細胞壁はバネと粘土の両方の性質(粘弾性)をもっていて、その元になるのは、マトリクス多糖の分子の状態です。陸上植物の体を支えているのは細胞壁ですが、私たち人間をはじめ、動物は地上の1Gの重力下で骨と筋肉を用いて体を支えています。そこで、宇宙飛行士が宇宙へ行くとき骨や筋肉が衰えることなどに着目し、重力がほとんどない宇宙では植物も体を支える必要がないため、細胞壁も弱く、やわらかくなって伸びやすくなるのではないかと考えました。

早速、地上で遠心分離機を使って模擬



国際宇宙ステーションで使用される植物実験ユニット



植物実験ユニットについて質問する相本氏



植物実験ユニットの説明をする神阪先生

けという状況です。
相本 実験が成功すれば、先生の仮説が証明されるわけですね。
神 阪 人類が宇宙で長期にわたって活動するには、宇宙環境下での植物の栽培も重要な課題となります。実験の結果



は、将来人類が宇宙で農作物を栽培する際の貴重なデータとしても役立ちます。僕は根っからの生物学者で、宇宙と関わるようになったのは一五年前からです。当時の文部省(現文部科学省)の宇宙科学研究所の人たちが、何百年とか何千年の単位で地球の未来を考えて仕事をしていることを知り、ショックを受けたものです。

相本 宇宙旅行が身近なものになるのは、まだずっと先ですね。
神 阪 どこかのお金持ちが、大金を払ってボンと宇宙へ行くには大きな危険を伴います。旅客機の場合、百万回の離着陸で墜落する確率は約一回ですが、スペースシャトルは過去に約百回打ち上げられて、チャレンジャーとコロンビアが落ちていきます。つまり、事故が起きる確率は飛行機の約二万倍です。宇宙へ行くことが危険を伴うのは、昔も今も変わりありません。

相本 そういえば、アポロが月へ行ったときのコンピュータ設備

実験を試みたところ、植物に地上の約10倍の重力(10G)を加えると成長が遅くなるのがわかりました。再び1Gに戻すと、またすみやかに成長します。その際、重力が大きくなると細胞壁が強くなり、枝葉を支える力が増すことも証明できました。この結果から、重力のない宇宙では、逆に植物がしなやかに早く成長するのではないかとこの仮説を立てたのです。一九九八年にスペースシャトルで実施されたSTS95などの実験によって、宇宙では植物の細胞壁が弱くなることも明らかになりました。

相本 一九九八年というとき、向井千秋さんが宇宙飛行士のときですね。
神 阪 そのとき、イネを使って実験をしてくれたのが向井さんです。宇宙では重力の刺激を受けないため、葉っぱが曲がったり、根っこが上へ伸びたりしました。種をまいた位置によって、植物本来



大航海時代に匹敵する 宇宙開発への取り組み

相本 「きぼう」に搭載される実験装置について教えてください。

神 阪 NASA(現JAXA)と共同開発した植物実験ユニットで、五センチ四方のプラスチック製の容器にシロイヌナズナの種子を植え、植物の成長に関係のある赤と青色の発光ダイオードで照射します。それを地上からの遠隔操作によって、温度は23℃、湿度は五〇パーセントに保ち、生育の様子を小型CCDカメラで観察します。

相本 従来の宇宙実験との違いは？

神 阪 搭載した人工重力発生装置を用いて、国際宇宙ステーション内に地球上と同じ1Gの重力空間を創り出し、ゼロGと比較する点です。二つの実験を同時に行うことで、放射線や磁場など、重力以外の要因が植物の成長に影響を与えていないかを確かめることができます。

相本 実験後のユニットを回収すると、どんな発見が期待できますか？

神 阪 最近、マトリクス多糖の代謝に関わる酵素が発見され、その遺伝子が重力の影響を受けて発現が変化するのではないかとこの仮説が立てられました。宇宙の微小重力下ではこれらの支持組織が弱くなり、生物の物質代謝のパターンが大きく変化することが考えられます。宇

の性質に従って根や茎の成長の方向がまっすぐに伸びます。その結果から、重力が細胞壁を強くし、植物の体を支えているという説を立証することができました。

も、今から思えばパソコンに毛が生えたような代物ですよ。

神 阪 当時はコンピュータを三台搭載し、二台が同じ答えになったらゴースサインが出たそうです(笑)。それだけリスクが高かったんですね。「リスク」の語源には諸説ありますが、共通するのは、航海に関連した用語が元

になっただけです。「あえて海図に載っていないところへ行く」という意味から発展し、「危険を冒して挑戦する」というニュアンスで使われています。
相本 言葉は悪いのですが、要するに賭みたいなものですね。

神 阪 そういう意味では宇宙開発への取り組みも、まだ海図もできていないのに、危険を冒して新大陸や新しい航路を発見したコロンブスやバスコ・ダ・ガマが活躍した大航海時代に通じるころがあるかもしれません。

相本 なるほど。きょうは植物の細胞

の模式図を見せていただいたりして、高校の生物の授業を思い出したりして、専門用語もたくさん出てきて、対談というよりも、神阪先生の講義を受けている学生のような気分が勉強させてもらいました。

神 阪 せっかくだから、相本さんにはレポートを提出してもらおうかな(笑)。
相本 いや、それだけは勘弁してください(笑)。



宙で育った植物のサンプルを持ち帰り、変化を調べれば、重力の変化に応答する新しい遺伝子が見つかるかもしれません。
相本 二〇〇三年のスペースシャトル「コロンビア」の事故が、計画に与えた影響も大きかったでしょうね。

神 阪 宇宙ステーションの主なパーツはスペースシャトルで運ぶため、事故によって完成は大幅に遅れましたが、準備は着々と進んでいます。筑波宇宙センター(茨城県つくば市)には実験棟の模型があり、そちらとも連携して本番に近い方法でテストを進めています。実際に宇宙に打ち上げられる実験棟は既にアメリカのケネディスペースセンターの工場に設置されており、あとは打ち上げを待つだけ

対談を終えて..

インタビュアーの後半に神阪先生が「宇宙科学研究所の人たちが何百年、何千年の単位で地球の未来を考えていてショックを受けた」とありますが、先生自身がすでにそうした考えをお持ちで、こちらの方が感動しました。宇宙への想いをかつての大航海時代になぞらえて話す先生は、少年が熱き夢を語るが如きでした。こうした薄紙を重ねるような研究の向こうに人間と科学の発展があるのだと痛感しました。出来得るならば神阪先生に宇宙に行ってもらいたい！もちろんその時は、わたしがリポーターで..。(相本芳彦)

対談で、大航海時代の木造船建造にカシが用いられたこと、それが一因となって森林破壊が進んだことをお話しました。ところが今ドイッには広大な黒い森が広がっていますとお話すると、相本さんはすぐに「それはシュバルツバルトのことですね」と答えられました。黒い森は一九世紀に作られた人工林であるとお話すると、「ほーそうでしたか」と答えられました。雑学の人、失礼、博士の相本さんはそのことをご存じだったと今でも思っています。私は学生時代、探検部員でした。探検精神は冒険、夢、雑学です。ここに私の研究の原点がありそうです。(神阪盛一郎)



大西 宏治 (おにし こうじ)
Ohnishi Koji

人文学部国際文化学科 文化環境論講座 人文地理学コース
1969年 12月生まれ
2000年 名古屋大学大学院文学研究科博士課程満期退学
2000年 名古屋大学大学院文学研究科助手、2001 同大学院環境学研究科助手
2002年 富山大学人文学部助教授
専門：地理学、行動地理学、子どもの生活空間研究

にしくなってきた。遊び仲間が集うには、同じ時間・同じ場所に友達が集う必要がある(バンドル)。同じ地域に暮らしている子ども同士でも、空間と時間がバラバラとなり、集えなくなった。図4は子どもの生活時空間を示したダイヤグラムである。縦軸が時間、横軸が空間である。祖父父母の世代は自分の町内会の中で生活の時空間が完結していた。しかし時代と共に、管理された空間(ドメイン)が増大し、近所の遊び場が利用できなくなり、逆に遠く離れた場所で行う活動を行うようになった。そのため、子どもたちが街で集うことができなくなった。

生き残った遊び場：道路

世代を通じて変わらないインフォーマルな遊び場がある。それは「道路」である。図1から、どの時代も道路は重要な遊び場として報告され、遊び場として利用した経験率も時代による大きな差は見られないことがわかる。今でも大人のわからないところで子どもたちが道路を遊び場として利用している。

道路はかつて屋外遊び場の代表であった。しかし舗装され、道路が拡幅、直線化され、車が走りやすくなるにつれ、遊びに不向きになっていった。また、道路は自動車や人の移動に利用するものとの価値観が定着し、かつて人々が縁台を広げていたような多目的利用の空間としてとらえられなくなった。このようにして、子どもたちが道路で遊び、地域の人と触れあうことから街や社会の仕組みを学習することが困難となった。



図5 道路で遊ぶ子ども

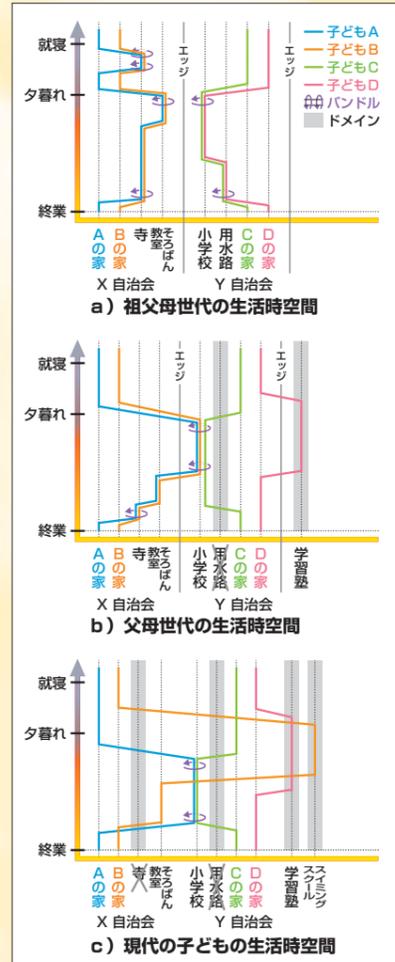


図4 子どもの生活時空間ダイヤグラムの時代変化

子どものまなざしから街を考える必要性
子どもたちが屋外で集い、遊べる地域は人々が暮らしやすい地域といえるのではないだろうか。例えば、道のちよとした段差を子どもたちは敏感に感じ取る。自転車で移動するとき、ちよとした段差が大きな移動障壁になるためである。子どもの視点は、車いすなどを考慮したバリアフリーのまちづくりで有益である。また、大人が気にとめないような草花や動物などにも子どもたちは気づく。身近な地域の中にある心の安らぐ場所を彼らは見事に見つけ出す。街の中にある「タカラ」に気づかなくなった大人たちに、自分の暮らす街のよいところを教えてください。子どもたちが街に愛着を持てば、大人と違う視点から、街の改善のための有益な意見を提示できる可能性がある。自分の暮らす街に愛着を持つためには街を濃密に体験する必要がある。犯罪や危険を上手に排除し、図4のドメイン(管理された空間)をいかに減らすか、大人の知恵が求められている。

しかし、子どもたちは街の隙間を上手に見つけ、遊び場を創り出す。子どもに街の写真を撮影してもらい、子どもの「まなざし」から見た街を調査したことがある。その写真の中に数多くの道路での遊びが見られた。自動車の往来がほとんどなく、見通しのよい道路は子どもにとって絶好の遊び場である(図5)。このような道路での遊びが残る街こそ、住み良い街なのかもしれない。

子どものまなざしから街を考える

屋外に子どもの姿が見えなくなった

子どもたちは、古くから道路や寺社の境内、井戸端などの空間で地域の人々と触れ合い、大人になるとはどういうことなのか、地域社会の構成員として生活するとはどういうことなのかを学習していた。また、かつては空き地や川、水田などで近所の子どもたちと異年齢の集団を形成して遊んでいた。この遊びが人間関係の学習や創造力の形成へとつながって来ない。しかし、現在、子どもたちはかつてないほどに安全志向で育てられ、子どもの活動空間が屋内中心となりつつある。

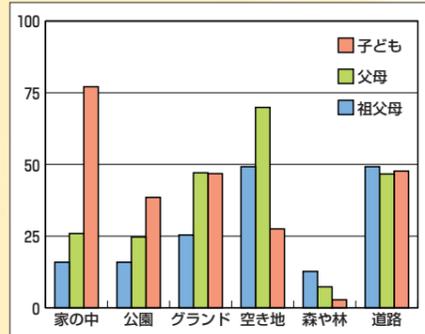


図1 小学生時代によく遊んだ遊び場(複数回答)



図2 子どもの遊び空間の三世間変化

子どもの遊び場の時代変化

図1は祖父父母の世代、父母の世代、現在の子どもに小学生時代によく遊んだ遊び場を調査した結果である。「家の中」の増加は遊び空間の屋内化を、公園の増加は都市計画・地域計画で創り出された遊び場の増加を示している。子どもたちの遊び空間は時代と共に屋内化し、そして大人が創造した空間へと変化していった。かつて、子どもたちは身近な地域のあらゆる場所をインフォーマルな遊び場として使っていた。川で遊び、空き地や水田、畑で泥だらけになって遊んだ。しかし、危険であるという理由から川遊びが消え、空き地や水田での遊びは管理責任を問われるからと消えていった。子ど

集わなくなった子ども

大規模な子どもの仲間集団をあまり見られなくなった(図3)。子どもたちは時代と共に様々な空間から閉め出されてしまった。さらに少子化も影響し、ドラえもんに出てくるような土管のある空き地にのび太やジャイアンがいるような遊び場を現代社会に見つけるのは難しい。



図3 子どもはここで遊ばない

「第二の故郷、富山での出会いに支えられて」

富山大学への留学が実現

一九七八年、私が北京にある北方交通大学に入学した頃には文化大革命による混乱も治まり、外国語の授業で英語か日本語を選択することができるようになりました。マスクミを通して日本経済やハイテク産業の発展を知り、日本と中国との技術および経済交流が増大していることを知った私は、迷わず日本語を第一外国語に選んだのです。



工学部屋上にて(前列中央が伊藤先生、前列右が呉さん)

私は初めて日本の土を踏み、日本海に面した富山で三年間を過ごしました。当時、学内に留学生は二〇数名しかいませんでしたが、学生部の皆さんは私たちが留学生が日本への理解を深め、市民との交流の場がもてるよう努力してくださいました。また、日中友好協会は、中国人留学生を県内の観光地へ案内してくださいました。

日本と中国の橋渡し役を夢みて

一九九〇年、X線分析装置の専門メーカーである理学電機工業(株)に入社した私は設計部に配属され、機械設計を担当しました。しかし、留学生としての体験を活かし、国際舞台で両国の潤滑油の役割を果たしたいという気持ちが次第に募ってきた私は、思い切って上司に自分の考え

を伝えることができました。親切で人情味にあふれる富山の人々、こうして今から一八年前の三月、

私に先生方の研究室へ遊びに行くこと、ご自分の研究内容や研究に関連する企業状況などをとても親切に教えてくださいました。そのおかげで留学期間中にたくさんのお話を聞くとともに、多くの日本の方々と友達になれたことが、日本社会にスムーズに順応できた最大の要因ではないかと思っています。

を伝え、(株)リガクの国際事業部に転属させてもらいました。その後、中国のWTO加盟をきっかけに国際交流および国際貿易が加速し、中国市場の長期戦略の一環として私が(株)リガクの中国首席代表(中国事務所所長)として北京に赴任することになりました。このような重要なポストに外国人を就かせることは日本企業としてまれで、RIGAKUグループにとっても初めてのケースだそうです。

現在は富山大学で得た専門知識や設計部で得た商品知識を活用し、自分の能力を最大限に発揮しています。また、中国で開催される各種会議に出席して日本のX線分析技術を紹介したり、中国にある一〇以上の大学と技術交流を行い、日本と中国の大学の橋渡しをすることもできました。

「富山大学に留学した経験が、将来への道を開いた」と語る呉さん



呉 為民氏 (ウ ウエイミン)

- 1957年 中国北京市生まれる。
- 1982年 北方交通大学(中国北京市)機械工学部卒業
同大学助手として5年間勤務
- 1987年 富山大学大学院工学研究科研究生(～1988年)
- 1990年 富山大学大学院生産機械工学専攻修了
- 1990年 理学電機工業株式会社に就職
- 1994年 株式会社リガク国際事業部主事
- 2002年 株式会社リガク中国首席代表 / 北京事務所 所長、現在に至る

人形劇団ピノキオ

手作り人形で
子どもに夢を与えたい



今回紹介するクラブは、「人形劇団ピノキオ」です。

すべてが手作りの人形劇

「人形劇団ピノキオ」とは、名前から連想される通り、手作りの人形劇を通して幼児に夢を与えることをモットーとするクラブです。公演は、おおむね六月、八月、十一月、十二月、三月と、二～三ヶ月の間隔で、富山県内の保育所や幼稚園からの依頼などを受けて行っています。定期練習は、毎週水曜日と土曜日の午後に、主に学生会館で行っています。

手作りの人形劇ですので、新しい演目を行うためには、まずシナリオの作成に始まり、人形作り、舞台装置の製作、そして人形操作まで、公演に必要な作業のすべてを自分たちでこなさなければならず、一人の部員が力を合わせて、どうか三ヶ月の公演間隔を維持していることです。

子どもたちの喜ぶ笑顔がエネルギー源

公演日が決まれば、舞台装置の確認や通し稽古、個別稽古など、公演を作り上げるために定期練習日以外の日も授業の合間を縫って活動することになります。どの部員も口をそ

ろえて、「きついでいけれど、子どもが好きだし、喜んでくれるのを楽しみに頑張っています」と言っていました。

人形の操作はまったくといっていいほどできなくても、「大好きな子どもたちに夢を与える活動がしたい」という学生が新入部員として入ってくるわけですから、舞台作りのような大道具から人形操作の裏方まで、三・四年生は優しく、丁寧な指導心がけています。また、当然のことながら、クラブの目的及び活動方針は、人形劇を通して夢を与えることにあり、自分自身が子どもとのふれあいを楽しむことも活動の基本となっています。

一年間の活動を振り返って感想を聞いたところ、保育所や幼稚園で「サル・カニ合戦」などの公演を行ったときに、子どもたちから素直な反応が返ってきたときや、公演の後、感想を書いた手紙などをもらい、みんなが喜んでくれたと実感できたことが一番嬉しく、「来年も頑張ろう!」と逆に力をもらったように感じているとのことでした。特に印象に残ったのが、昨年一月に



今後の活動について

富山市の徳風幼稚園で行った公演だったということで、その理由を尋ねてみました。すると、一番の理由は「何といっても九〇人余りのたくさんの園児が見に来てくれたこと、次いで、こちらが狙いとしていた反応を非常に素直に出してくれたこと、さらに、劇が終わってからの園児たちとの交流(遊び)がとても楽しかったなどがあげられました。」



最後に、どのクラブにも聞いていることですが、劇団ピノキオの目指すもの、また、今後どのような活動を行っていきたいかを尋ねました。返ってきたのは、「クラブのモットーである、人形劇を通して子どもたちに夢を与えていくこと。そのために、部員同士がまずは仲良く元気に活動することです」という力強い言葉でした。子どもたちに夢を与える一方で、逆に元気がもらえるような手作りの人形劇の創作を目指している劇団ピノキオ。これからも頑張る活動を続けてほしいと思いました。



『直観でわかる数学』

著者：畑村洋太郎
岩波書店刊 定価：本体 1900円+税

釣りを知らない人は人生の楽しみの半分を知らないという。数学の面白さも似たようなものだ。少なくとも数学が面白いと思えた方が人生はつまらなくない。「部分を見れば全体がわかる」というのが微分の基本的な考え方で、これは日常生活での頭の基本的な使い方に通じると著者は言う。しかも、著者は「大学を出たら微分方程式を解くことは金輪際ない」と、きわめて正直に語ってくれる。しかし、微分と積分の考え方は、知っておいたほうがいい。確かにその通りだ。

えてして**専門家は秘密さを重んじて難しく語りすぎるきらいがある。この本の著者が数学者ではないことは重要なことだ**らう。イラストを多用し、宣伝文句のように印象に残る表現が各ページに踊る。数学嫌いを数学好きにする力はないかもしれないが、読んでいて楽しい。「**クニバーン**」「**やっほ**」と言いながら読んだ。

かなりのページを割いて、「行列の表記はなぜあんなふうか」を説明する熱心さには、ちょっと笑ってしまう。もちろん、指数対数も三角関数もすっかり忘れていては楽しめないが、昔に数学を習っていて多少なりとも記憶に留めている大人が「**あれは、こ**ういうことだったのか」と思いながら読むのには向いている。

別段数学を身につけるための本ではない。たいていは、苦勞しないものは身につかない。

(加藤重広)



人文学部 人文学科 歴史文化講座

西洋史コース

Western History Department

▲ 学生に語りかける川村先生(中央)と小林先生(右から3人目)

世界を支配したローマとイギリス

人文学部の西洋史コース入り口ドアの内側には、ゴシック建築の代表ケルン大聖堂のB1判大の模式図が貼ってある。この研究室には三〇代の助教が二人おられ、一人は川村朋貴先生で、イギリスの近代と現代が、もう一人は小林功先生で、古代から中世までの東ローマ帝国が、それぞれの専門である。

日本で西洋史を研究する目的は、ヨーロッパ人が持たない独特の視点から、その時代の歴史を解釈、分析し、それを現代に活かす事であり、自分の興味のある分野の文献や資料を読み、整理していく事が研究の第一歩だとのこと。

例えば、イギリスは帝国の歴史だから、植物園や紅茶の文化を発達させたとか、イスタンブールは何故二回も地名が変わったのか等をきっかけに、それぞれの大帝国の本国と植民地の関係をシステム論的に結びつけて解釈するそうだ。

講座所属の学生は二年から四年まで各学年一〇人程で、院生も入れると三〇人から三五人の所帯である。学生の就職先、昔は書籍や出版関係が多かったが、最近証券会社など多方面に散らばっている。

この講座のホームページには、「ローマ帝国を旅するクイズ」があり、「シーザーが紀元前四四年三月にブルータス等によって暗殺された時、叫んだとされる言葉は何でしょうか。」等の問題がある。興味のある方はアクセスしてみても？

<http://www.hmlt.yaman-u.ac.jp/seiyoshi/>

(山田 茂)

「夢」はドラえもんマンガのキー・コンセプトであります。歴史が現在未来を読み解く宝石箱であるように、ドラえもんマンガはまるで、「夢を叶える」宝石箱のように豊穡な世界を教えてください。ドラえもんマンガには、視座が広いため、子どもだけでなく大人にとっても身近な夢から深遠な夢に至るまでのメッセージがふんだんに組み込まれています。

のび太は世間では、ぐうたらな生活を送り、ドジでマヌケな小学生の代表選手のように思われています。

しかし、のび太はドラえもんの全作品千三百四十五話に登場する唯一の人物であり、アカデミー賞のパロディである「ドラデミー大賞」では**ドラえもんの倍近い得票を獲得して、主演キャラクター賞でグランプリに輝いており**ます。

のび太にとって、「あんな夢」「こんな夢」は所詮叶わぬ夢かもしれませんが、ドラえもんの秘密道具によって、バーチャルな世界で夢を疑似体験し、いつまでもいつまでも夢に憧れる心を持ち続けています。**人間というものは、夢に憧れ続けるエネルギーが枯渇すると、年齢に関係なく、たちどころに青春の終焉を迎えます。**

『のび太』という生きかたは、夢が人生においていかに大切であるかをしっかりと証明しています。

(横山泰行)



『「のび太」という生きかた』

著者：横山泰行 富山大学教育学部教授
アスコム刊 定価：本体 1200円+税

発展的な算数・数学教育を目指して

算数・数学教育とは、一口に言えば算数・数学の教え方に関する学問である。岸本先生によれば、なぜ数学を教えるのか、どのような教材を用い、どう指導するのかという原理的な探求と、理論や歴史的分野など多岐にわたる学問領域である。近年、子どもたちの学力低下問題が論じられるようになり、ゆとり教育も「見直し」がすすめられている。そんな中、算数・数学教育が注目をあびている。いわゆる筆算のような計算技能の習熟という点だけみれば、算数・数学は一見「教えやすい」教科に見えるが、数学的な考え方を伸ばしたり、数学への関心・意欲を育てることは難しい、と岸本先生は考える。先生の研究テーマは、一斉授業の中で数学的知識がどのような相互作用が行われているかを探り、授業の実態を明らかにすることにある。

現在、大学院生が四人、学部生が六人、計一〇人の学生が、主に卒業論文・修士論文の作成を目標とし、課題に取り組んでいる。岸本先生が学生たちに期待することは、単に数学教育に対する理解を深めることにとどまらず、文章の表現力を高めることだ。完成した論文は、今年で第五号となる『富山数学教育学研究』として刊行され、学生たちの励みとなっている。

教員採用試験の現役合格者は一人八人ときわめて高い合格率を誇る。今後、子どもたちの充実した算数・数学教育を手がける教師たちが岸本研究室から巣立っていくことだろう。

(仲嶺政光)



◀ 岸本先生(後列中央)と研究室の学生たち

教育学部 数学教育専攻

数学教育学研究室

Mathematics Education

スマトラ沖地震

超巨大地震と津波

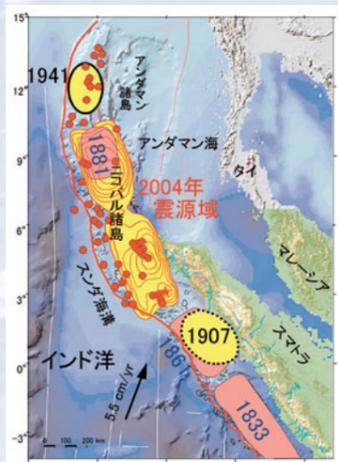
二〇〇四年スマトラ沖地震による津波は、インド洋各地で無防備な海岸を容赦なく襲った。タイ、スリランカやインドなどでは揺れを感じはしたが、日本の震度階で言えば二か三程度であり、およそ百分後、海岸にいた人々は何の警報もなく津波に襲われ、未曾有の被害になっていく。インド東岸のコロンボで百六十分後6m、モルジブで二百分後3〜5m、アフリカ東部でも3m前後の津波となり、一三七人の死者が確認されている。

インドネシアのアチエ州やインド領アンダマン・ニコバル諸島は現地時間二六日午前六時半に地震の直撃も受けた。地震後一〇分で波高14mの津波が襲来し、地震の直撃で半壊状態だった建物は次々に波にのまれて崩れた。日本の緊急津波調査団により最大波高は35mであったことが確認された。

地震後、三ヶ月を過ぎた現在でも各国で行方不明者の捜索が続いており、死者八三万人と記録されている中国の華東地震(二五五六年)に次ぐ人類史上有数の震災である。しかし被害の全貌

が明確になるにはまだまだ年月を要するだろう。

インド洋津波を惹き起こした地震は、スマトラ沖地震と命名され、インドネシア時間で二月二六日午前七時五八分五三秒にインドネシア・スマトラ島西方沖約百六十kmのインド洋海底にあるスンダ海溝で発生した。米国地質調査所(USGS)の解析によると、地震の規模を示すモーメントマグニチュードは九・〇〜九・三で、巨大地震は一九六〇年のチリ沖地震(M九・五)に次ぐ規模で、真の巨大地震である。USGSは、スマトラ島沖地震によってインド洋海底を構成するインドオーストラリアプレートが20mほど水平に移動したという見解を示した。スンダ海溝は、インドオーストラリアプレートの下に沈み込む場所(図I)、太平洋周縁と同じく海溝型地震の多発地帯である。この付近では北から一九四一年、一八八一年、一八六一年、一九〇



図I スンダ海溝沿いの震源域 (数字は地震発生年、赤丸は余震)

七年、一八三三年にそれぞれM八〜九クラスの地震が起こっている。今回の震源域に隣接する南側で二つのM九クラスの巨大地震が発生している。このパターンから、中部スマトラ南西沖は今後、巨大地震の発生が心配される。

スマトラ沖地震の正体

海溝型の巨大地震は大きなプレートが別のプレートの下に沈み込む場所にある境界断層のすべりで発生する。地震の規模は、プレート境界面固着域の破壊を生じた部分(震源域)の面積とすべり量に比例するが、震源域は余震活

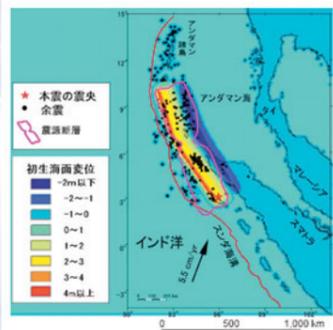
動の分布範囲とほぼ一致する。スマトラ沖地震の場合、スマトラ島北部西方沖からニコバル諸島を経てアンダマン諸島まで、海溝沿いに長さ千二百〜千三百kmの長大な区間に余震が分布する。破壊は、震源域の南端にあたる北緯三・三一六度、東経九五・八五四度付近から始まり、次いで北端のニコバル諸島付近を中心にもう一つの地震が起こり、この二つが重なったため超巨大地震になったと見られる。

図Iには、東京大学地震研究所の山中佳子先生が世界地震観測網から推定した震源断層のすべり分布を重ねて示してある。南北に長さ八五〇km、幅百二〇km、深さ三〇km程度で、大きな破壊域が二つ求められ、ここで三六〇秒間に最大約9mのすべりを生じた。大きくすべったところは三カ所、スマトラ島北部沖の一つ、ここが震央(破壊開始点)である。ここから一五〇km付近が二つ目、三つ目は六百kmも離れている。一つ目はかなり小さく見えるが、すべり量からM八・六と推定される。今まで誰もこのような超巨大地震を

解析したことがなく、今も試行錯誤が続けられている。問題は震源域北半部アンダマン諸島付近で、すべり分布が求まっていないこと。解析で想定する断層を長くするには、地震波形も長い記録を使うことになるが、反射波の混在が解析の正確さを損なうようになる。

名古屋大学地震火山・防災研究センターの木保文昭先生によると、広帯域の地震計には周期が五百秒をこえるような非常にゆっくりとした波が観測されている。地震波と津波を生じた源は同一の断層運動であり、そのすべり分布が明確にならないことには津波の発生メカニズムも議論できない。

偶然、スマトラ島沖地震が起きてから二時間後に、インド洋を通過した人工衛星によって歴史上初めて外洋を伝播する津波が観測された。阪神・淡路大震災記念「人と防災未来センター」の越村俊一博士は、人工衛星が観測した海面高データから津波発生源の範囲と



図II 震源断層運動による海底の上下変動で波源域に生じた最初の波

最初の海面変化を推定した(図II)。

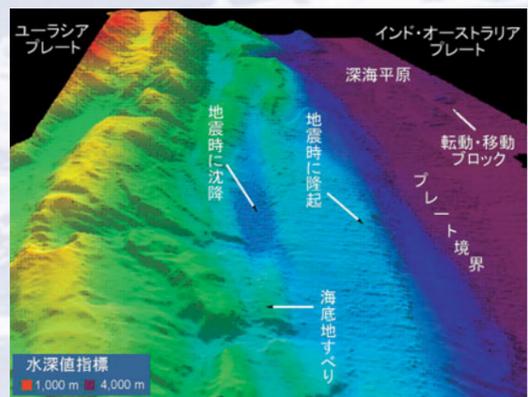
津波の発生メカニズムを検証するためには、震源断層の破壊過程の解明とともに、精密な海底地形データで津波のシミュレーションを行う必要がある。スマトラ沖地震の震源域ではこうしたデータが欠けていたが、地震後の英国海軍調査船による精密な音波探査で明らかになった(図III)。

津波の伝播速度とエネルギー

津波が洋上を伝播する速度は、重力加速度と水深の積の平方根で表され、例えば水深四kmの大洋では波長五〇kmの津波がジェット機並のスピードで広がる。津波が陸に近づくと、水深が浅くなる影響で伝播速度は遅くなり、うしろから来る波に追いつかれるため、波高はどんどん高くなり、「段波」となる。波高は、水深の四分の一乗に逆比例し、水深四kmの大洋で2mの波高は水深二百mの大陸棚に入ると二倍の4mとなる。さらに水深10mの海岸では、波高9m、群速度は毎秒10mに落ちるが、このまま岸に打ち上がった来る第一波は、例えオリンピック選手であつても逃げおせないだろう。

史上まれな大規模災害への楽観

富山大学のある日本海側でも、一九八三年日本海中部地震(M七・七)や、一九九三年北海道南西沖地震(M七・



図III スマトラ島北部西方沖の海底地形図(BBC) 方角は手前が北(図IIとは左右が逆)

八)の津波被害が記憶に新しい。こうした災害が起きるまで、「日本海側には津波が起きない」という思い込みがあった。それまでの約百年間、地震津波がなかったためであるが、心理学的には非現実的楽観主義と呼ぶらしい。

富山湾でも直江津沖から親不知沖にかけて延長百kmに及ぶ海底活断層がすでに知られている。地震後の津波に対する警戒心が一般市民に求められると同時に、チリ地震津波を教訓にした行政の対応として、地震と津波に対する実用的な早期警戒システムの構築が必要である。読者にとってもこの記事が単なるトリビアで終わらないよう祈りたい。



竹内 章

Takeuchi Akira (たけうち あきら)

理学部 地球科学科 地球ダイナミクス講座
 1950年 10月生まれ
 1973年 3月 金沢大学理学部地学科卒業
 1975年 3月 金沢大学大学院理学研究科修士課程了
 1979年 3月 大阪市立大学大学院理学研究科博士課程修了
 1979年 4月 富山大学理学部助手、1993年 4月 理学部助教授
 1997年 7月 富山大学理学部教授
 専門分野：地震地質学・海洋地質学・構造地質学・テクトニクス

TOM'S Essay 韓国(江原大学校経営大学)での留学を終えて

斉木 理栄子 (さいきりえこ)
経済学部 経営学科

留学中の楽しい1コマ



は不可能です。何かしら人の助けがなければ生活はしていけません。特に分らないことや一人で抱えきれない問題が起きる度に、ああ私はこうやって人に支えられて生きているのだなあと感じました。

そして逆に結局は自分であるということも多く感じました。何を始めるかも自分。進めるのも自分。そしてやめるのも自分。人は自分の代わりにはなってくれませんが、結局は自分で最終決断を下していかなければいけないのです。

韓国にきた当初は言葉、歴史、習慣や文化などを十分に理解が出来ないことから韓国の良い所を見つけることが出来ず、韓国を嫌いになってしまいました。こんなことではいけないと思います、私は必死に韓国語、歴史などの勉強をしました。



晴らしい出会いがあったからだと思います。私にとって韓国での一番の財産は出会いです。最後に、このような素晴らしい留学の機会を与えて下さり、本当にありがとうございます。これからもこの経験を活かし、人生を歩んで行きたいです。

また、今回の留学で私は、(人は一人では生きられない)と(結局人は一人)という二つの矛盾したことを学びました。一人で生きていくこと

高めるための良い経験が出来たのも、沢山の素

学内探訪

経済学部玄関ホールの壁画「劔岳」



経済学部では新校舎建設にあたり、二階吹き抜けの玄関ホールに芸術品を飾ることとし、その寄贈を、同窓会「越嶺会」に依頼した。越嶺会では、一九九四年経済学部創立七〇周年を祝って記念式典等を挙げていたが、記念事業の一環として募金期間を延長して資金を集め、会長副会長等を委員に小委員会を設け塑像や各種合金モニュメントを含め検討した。



その結果、陶壁画を飾ることとし、日本画家・大島秀信先生に、ご自身の「連峰晴日」を基に原画制作をお願いすることにした。大島先生は快く承諾され、校舎建築現場を視察し陶壁画制作会社と打

合せを重ね九州有田へも数回にわたり足を運んで制作チェックをされた。その最終チェックを経て完成したものである。一九九六(平成八)年九月一日校舎竣工記念式典が黒田講堂で行われ、東宗幸・越嶺会長に小黒千足学長から感謝状が贈られた。その後、校舎入り口でテープカットが行われ、続いて壁画の除幕式が行われた。増田信彦経済学部長、吉原節夫前学部長、大島秀信画伯、東宗幸越嶺会長が壁画を覆った白布の緒を一齐に引くと、特徴ある劔岳の姿を青と白で大胆に描いた陶壁画が現れた。ライトに照らされると一段と色が冴え校舎の外からもその鮮やかな色合いや姿を眺めることが出来る。

大きさは、幅三二〇cm、高さ五二〇cm。制作請負は(株)尾関。制作工場は岩尾磁器工業(株)有田工場である。

「改革」期・富山大学の大学開放

現代の大学は、大きな「改革」期を迎えています。それは、大学が本来あるべき開放的な機能を追究する「改革」に積極的に取り組むチャンスでもあります。ここでは、富山大学の大学開放事業についてご紹介いたします。

◆サテライト公開講座・相談事業
富山駅前(Cビル3F)、高岡駅前(ウイング・ウイング高岡5F)でサテライト公開講座と相談事業を行っています。聴講無料、事前の予約の必要は無く、誰でも気軽に参加できます。

◆公開授業(オープン・クラス)
正規学生向けの授業のうち、年約一〇〇科目を一般市民に公開しています。担当教員の許可を得て手続きを済ませれば正規学生とともに授業を受けることができます。



◆公開講座

年間およそ四〇の公開講座を実施しています。講座のジャンルとしては、IT講座、教養講座、外国言語文化講座、健康・スポーツ講座などがあります。その他、各種団体の要望に応じて講師を派遣する「出張公開講座」も実施しています。

◆出前講義・高大連携
地域の中・高校生向けに自然科学の最先端をわかりやすく解説する「出前講義」を理学部が行っています。また、高校生を対象としたSSH(スーパーサイエンスハイスクール)、SPP(サイエンスパートナーシッププログラム)などの教育活動を行っています。

◆大学開放イベント
学内の知的資源を地域に開放するイベント「夢大学」、親子で遊びや学び、ものづくりを体験するイベント「親子フェスティバル」を実施しています。

読者からの声

Reader's Voice

◆つるびが団子の話題に仰天
泥だらけの竹井助教を想像して失笑、意表をついた学説に脱帽。(高岡市M・K)

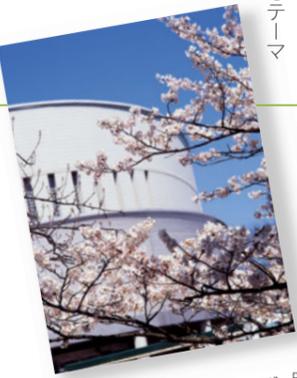
◆「環境に優しい言語学」
かにも思わず頷いた。方言などでも、その地方独特の表現でないと言い表せない表現が多くあり、残していくことが必要でないかと思つた。(東京都新宿区K・S)

◆人物ファイル、すぐそばに
おられるようで親しみを覚える方だった。このような方を今後取り上げてほしい。(大阪府阪南市T・I)

読者の皆様ありがとうございます。第17号についても是非ご意見・ご感想をお寄せください。

また、こんな研究はやってないのか?とか、こんなテーマを取り上げて!というご要望をお待ちしています。

(編集PJ事務局)



●編集●後●記●

「ホリエモン」という生き方

ある週刊誌の広告に「ホリエモンのように生きる!」という記事があり(広告の見出しを見ただけですが)、キャプションには「オレが買ったオレのモノ」「他人を利用して金持ちになる」「暖かい家庭を信じない」と書かれていました。もしこの記述が事実だとすれば、暖かい家庭を信じられなくて、他人を欺いても自分がその上に立ち、自分の力を見せつけようとするホリエモンなる人物は、強烈な自己愛の塊だといえるでしょう。『自分さえよければ何をしてもいいんだ』という人間を、ビジネス界の革命児だの風雲児だのともてはやす風潮は大いに危惧すべきです。日本は、いろいろな弱さを抱えた人々たちを尊重しながら、互いに共生していく社会づくりを目指しているからです。

ホリエモンの対極にあるのがび太です。そんなにガツガツしなくても、ちよっと下ジでも、ありのままの自分を受け入れてくれる家族や仲間たちがいます。のび太がそれなりに幸せな人生を見つめるのは決して難しいことではありません。誰かが大勝ちするということは、その裏には負けた人が踏みつけられた人が必ずいるということです。ホリエモンとのび太、皆さんはどちらの生き方を選びますか。(K・M)

TOM'S Magazine

研究 **子どもものまなざしから街を考える**
 紹介 人物ファイル No.17 **呉為民氏**
 クラブ紹介 人形劇団 **ピノキオ**
 研究室への招待
 BOOK REVIEW 「直観でわかる数学」『のび太』という生きかた
 カイセツの鉄人 **スマートラ沖地震**—超巨大地震と津波—
 TOM'S Essay / 社内探訪 経済学部玄関ホール壁画「銅匠」
 トピックス **「改革」期・富山大学の開放**



特集・対談
宇宙で植物を育てる
 神阪盛一郎 富山大学教授
 相本 芳彦 KNBAアナウンサー

No.17
Spring 2005

後と黒田講堂

◆大学の動き

第4回経営協議会を開催



3月16日(水)、事務局中会議室において、平成16年度第4回経営協議会が開催されました。

大学開放推進懇話会を開催



2月2日(水)、大学開放推進懇話会委員10名と本学から学長、生涯学習教育研究センター長ら13名が出席し、第6回大学開放推進懇話会を開催しました。

この懇話会は同大学の開放事業をより円滑に推進するとともに、その実施状況について評価を受けるため、平成11年度から開催されているものです。

懇話会では始めに、瀧澤学長から挨拶があり、続いて、大石センター長から平成16年度の事業報告と前回懇話会における提言に対するセンターの対応状況の説明が行われました。

その後活発な質疑応答が行われ、委員からは「一般の人に興味を持ってもらえるような内容や名称を考えるなど工夫すべき」、「真理を探究するような学問的な講座が求められて

知的財産戦略室及び産学官連携推進室を開設



本学では、国立大学法人化への移行に伴い、地域連携推進機構の下に産学官連携推進本部を設置し、同本部の活動拠点となる組織の整備を進めていきました。

3月までに、知的財産の創出・活動を活性化及び知的財産を適切な保護並びに社会全体で活用するための知的財産戦略室と共同研究等の充実によって地域産業・経済及び本学の教育研究の活性化を組織的に支援する産学官連携推進室の整備が完了したことから、3月10日(木)に室名札の上掲式を瀧澤学長(機構長)、塩澤理事(本部長)、松本教授(知的財産戦略室長、池野教授産学官連携推進室長)、遠藤事務局長をはじめとする学内関係者が参加して行いました。

知的財産戦略室及び産学官連携推進室が開設されたことにより、今後、これまでに以上に大学全体としての地域貢献の組織的・総合的な取組を推進していくこととしています。

◆行事

韓国慶熙大学校併設初等学校訪問団が来学



教育学部附属小学校と友好学校協定を締結しているソウル慶熙大学校併設初等学校から車日龍校長ほか2名の教員が来日され、1月27日(木)に、教育学部と附属小学校に訪問されました。

午前中に、附属小学校の5年

大連・富山経済協力シンポジウム開催される



1月11日(火)、中国の大連市シャングリラホテルにおいて、「大連と富山の経済発展協力の可能性」をテーマとする大連・富山経済協力シンポジウムが、極東地域研究センターと東北財経大学(大連市)共催、富山県大連現地事務所後援により開催されました。

シンポジウムは、今後の研究プロジェクト遂行の基盤形成に向けた中国における学術ネットワークの充実と、産学官連携による社会的ニーズを反映した研究成果の社会還元について協議することを目的として開催されたもので、大連市への外資導入や富山県企業からの進出などについての中国側、日本側からの報告に基づき、活発な討論が行われました。また、大学が極東地域における産学官連携においてどのような貢献ができるのかなどについても意見交換が行われました。

附属幼稚園で不審者侵入避難訓練を実施

教育学部附属幼稚園は、2月21日(月)に不審者が前庭から侵入するという設定で、警察官立ち会いの下、不審者侵入避難訓練を実施しました。

不審者役の富山警察署五福交番所の警察官は、帽子、マスク、ジャンパー姿で、大声で



廊下に侵入し、驚いて泣く子も出るほどの迫力でしたが、園児は避難指示の放送を静かに聞き、クラス担任の指示に従って避難することができました。また、避難誘導の一方緊急通報の警報ブザーや緊急連絡網による事件発生時の通報を聞きつけ、サスマタを持って現場に駆けつけた附属小学校園の教職員や警備員と力を合わせて不審者を取り押さえ、身柄を確保しました。

講師の場では、五福交番所長からの不審者はどんな格好だったかなどの質問に園児らは元気よく答え、最後は「素早く避難できました」とのお褒めの言葉と園児からの「今日は有り難うございました」との大きな声でのお礼、避難訓練を終了しました。



スマートラ沖地震及び大津波被災国へ義援金

2月25日(金)、昨年12月に発生したスマートラ沖地震及び大津波による被災国への義援金として、学内教職員から募った54万1千円をユニセフに送金しました。

富山大学では、被災国から多くの留学生を受け入れており、被災国の復興を少しでも援助したいという趣旨で、教職員に呼びかけ、募金活動を行ったものです。

富山大学では、昨年10月の新潟県中越地震の際にも学内募金を行い、日本赤十字社へ被災者見舞金を送金しています。

●本誌は、富大構内などで無料配布しています。郵送のご希望もお受けいたします。
 ●本誌は、年4回、3ヶ月毎に発行します。ご意見、ご要望を是非お聞かせください。
 ●無断転載はご遠慮ください。
 ●本誌は、古紙100%の再生紙と大豆インクを使用しています。

TOM'S Magazine 編集PJ 加藤 重広 人文学部助教授 小林 真 教育学部助教授 河野 三郎 経済学部助教授 森脇 喜紀 理学部助教授
 山田 茂 工学部助教授 高井 正三 総合情報基盤センター教授 仲濱 政光 生涯学習教育研究センター講師 安念 英憲 総務部総務課長

富山大学広報誌 TOM'S トムズマガジン No.17

発行日 平成17年3月31日 発行 国立大学法人富山大学 ●問合せ先 富山大学総務課広報室 〒930-8585 富山市五福3190 TEL 076-445-6027 FAX 076-445-6033
 E-mail: kouhou@adm.toyama-u.ac.jp ●トムズマガジンはインターネットでもご覧いただけます。http://www.toyama-u.ac.jp/jp/ 印刷製本株式会社ニッポン