

# 未来へ げんき

G E N K I

NO.16

平成22年

季刊 未来へ  
げんき



(本誌は再生紙を使用しています)





独立行政法人  
日本学術振興会  
Japan Society for the Promotion of Science



小林 誠 (こばやし まこと) 先生

高エネルギー加速器研究機構特別栄誉教授、独立行政法人日本学術振興会理事、財団法人財団法人国際高等研究所フェロー。昭和19年(1944年)4月7日、愛知県名古屋市に生まれる。名古屋大学にて坂田昌一教授に師事し、京都大学助手、高エネルギー物理学研究所助教授、高エネルギー加速器研究機構理事などを歴任。平成19年(2007年)より現職(独立行政法人日本学術振興会理事)。第25回仁科記念賞、日本学士院賞、アメリカ物理学会J・J・サクライ賞、ヨーロッパ物理学会高エネルギー・素粒子物理学賞、文化勲章を受賞するなど、その功績は内外で高く評価されている。2008年には益川敏英先生、南部陽一郎先生と共にノーベル物理学賞を受賞。

理屈を考えるのが好きな子供でした。小林先生は、いわゆる「理系少年」「科学少年」だったのでしょ。小林先生 科学少年というほど、熱心ではありませんでした。(笑)電気工作などもやりましたが、ラジオの組み立てキットを買ってきて、それを組み立てた程度です。このくらいのことには、当時の子供は誰でもやっていて、取り立てて特別なことではありませんでした。中学生、高校生の頃は、国語、英語、社会はあまり好きではありませんでした。好きな教科は数学と理科で、比較的一生懸命に勉強しました。いつ頃から物理学に興味を持ち始めたのでしょうか。

小林先生 どうしてそうなるのか、という理屈を考えるのが小さな頃から好きでした。それは、子供の頃から物理学者になった今でも変わりありません。この本が自分の進む道にどのくらい影響を与えたのかは分かりませんが、よくよく考えてみると高校生の時に一冊の本に出会いました。それが、アインシュタインとインフェルト\*が書いた「物理学はいかに創られたか\*」です。この本を読んで、物理学には「理論物理学」という分野があることを知りました。それが理論物理学、素粒子物理学との出会いだったのかも知れません。当時は漠然としていましたが、目の前に、新しい別の世界があることに気付かされました。

## 特集

# 素粒子物理学の世界へ

「小さな分かる」の積み重ねが新しい発見につながる。

素粒子物理学は、物質の究極の構造と自然界の力の秘密を解明する学問です。素粒子物理学への貢献が評価され、平成20年(2008年)にノーベル物理学賞を受賞された小林誠先生に、科学の魅力や学生時代のエピソード、稼働し始めたJ-PARC\*に対する期待などについて、お話をうかがいました。

NO.16 / 目次

## 未来へ げんき

G E N K I

今号の「未来へげんき」では、ノーベル物理学賞を受賞されるなど、物質の究極の構造と自然界の力の秘密を解明する素粒子物理学の分野で活躍する小林誠先生に、科学の魅力などについてうかがいました。「ふるさとげんき」のコーナーでは、茨城県つくば市の筑波大学出身の科学ジャーナリストの東嶋和子さんにご登場いただきました。

### ■表紙写真：茨城県大子町「袋田の滝」

茨城県の最北西端にある「滝と温泉のまち」大子町には、日本三名瀑の一つに数えられる「袋田の滝」があります。高さ120m・幅73mの大きさを誇り、大岸壁を階段に流れることから、別名「四重の滝」とも呼ばれており、その昔、西行法師が訪れた際、「四季に一度ずつ来てみなければ本当の良さはわからない」と絶賛したからとも言われます。四季折々の変化が楽しめて、冬の凍結した滝には神秘的な美しさがあり、季節の変化に改めて感動します。アイス・クライミングを楽しみつつ、氷瀑の絶壁にチャレンジするピッケル片手の若者たちの姿が見られます。

画像提供 茨城県大子町  
<http://www.town.daigo.ibaraki.jp/>



■特集  
素粒子物理学の世界へ  
「小さな分かる」の積み重ねが新しい発見につながる。

■サイエンスノート  
遺伝子を理解することで  
「生命とは何か」に答えを出したい。  
突然変異のしくみを解明し、  
がんにも役立てたい

■ふるさと・げんき  
科学ジャーナリスト 東嶋和子さん  
筑波山麓に抱かれた広大な学会で  
科学を語る透明な心を買込んだ日々

■わたしたちの研究  
治り難いDNAの  
ケガ(損傷)の実体を解明する  
がんの原因になる遺伝子変異はどうしておこるのか

■特許ストーリー  
植物からレンズをつくる  
環境にやさしい技術  
橋かけ技術による生分解性材料の製造

■サイエンスカフェで知的好奇心を刺激する  
美肌の秘密から宇宙創成の謎の解明まで  
未知の世界を知る世界最先端研究施設  
J-PARCで分かること

■げんきなSTAFF  
理論と実験の二人三脚で  
新しい原子炉の熱設計手法を開発しています  
原子力基礎工学研究部門 核工学・炉工学ユニット  
機構論的熱設計手法開発グループ

■PLAZA  
原子力機構の動き  
Information

●綴じ込み読者アンケートハガキ

\*物理学はいかに創られたか  
「物理学はいかに創られたか—初稿の概念から相対性理論及び量子論への発展の発展」(上下)、岩波新書。

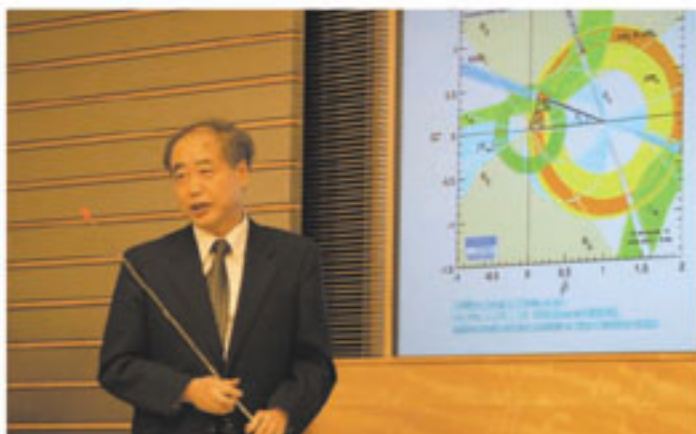
\*レオポルト・インフェルト  
ポーランドの物理学者。アインシュタインの弟子で、多くの数学的アドバイスを行った。

\*J-PARC (じえい・ぱーく)  
茨城県海老川にある「大強度陽子加速器施設」。詳しくは、<http://j-parc.jp/>を参照。





ノーベル賞の受賞後は、講演のために全国を飛び回る毎日。



基礎科学の大切さと面白さを分かりやすく伝えている。



### 巡り合わせはデザインできません。

名古屋大学では、坂田昌一\*先生の研究室に進みましたね。師事する先生や研究室はどのようにお選びになったのでしょうか。

小林先生 坂田先生は当時、名古屋でもっとも有名な物理学者でした。先生に対する漠然とした憧れをもって、進学も先生がいる名古屋大学に決めました。大学院に進んだ理論物理の同期生は4名ですが、素粒子物理学を研究テーマに選んだのは自分一人だけでした。  
たしかに師事する先生や研究室の雰囲気や伝統は大切です。坂田研究室では、物理に対するユニークな見方を学びました。

しかし、これは自分で選ぶことのできるものではなく、巡り合わせだと思っています。あの研究室だから、こういう成果が生まれた、というのはあとづけに過ぎません。そして巡り合わせはあらかじめ計画(デザイン)することはできないのです。  
どのような学生生活を過ごされたのですか。

小林先生 私が大学院に進学した昭和42年(1967年)は、素粒子の研究は混沌としていて、進むべき方向が見つけられない時期でした。その後、1970年代になって、新しい理論が次々に発表されて、素粒子の研究が大きく進み始めました。素粒

最先端の研究では、理論と実験を別々の研究者が受け持つことが多いですね  
小林先生 たとえば、手先が器用だから実験に向いているかといえば、実はそうではありません。理論も実験も、重要な能力は「発想力」なのです。新しい仕組みや原理を考えつくるのも、それを証明するための実験方法を考えるのでも、発想する力が重要になってきます。  
たとえば、素粒子物理学の実験には巨大な装置が必要になります。一人の研究者が扱える装置ではありません。もちろん、実験の現場では職人技も必要になります。しかし、どのような実験を行うかという新しいアイデアをだせることが、研究者としては何よりも必要な能力なのです。

もはや科学に国境は必要ありません。  
現在、J-PARCには世界中から科学者が集まっています。  
小林先生 理論物理学の分野では、世界中の研究者が同じテーマを追いかけて研究を続けています。研究の成果はインターネットを通じてすぐに知ることができます。また、素粒子実験は国際的な協力がなければ実施できないほど巨大なプロジェクトになっています。もはや国という単位で素粒子の研究はできないのです。J-PARCは広く世界に開かれた施設です。世界中から研究者が集まって、お互いに刺激しあえる環境

子研究が大きく変化した時代でした。新しい理論なので、当然、研究は手探りで進めなければなりません。そんな中で、南部陽一郎\*先生の理論が、自分の研究を進めるうえで、道筋となったことを憶えています。  
このような変化の時代は、研究者にとって大きなチャレンジであり、同時に大きなチャンスでもあります。「小林・益川理論」はこの時代の成果です。  
ヨーロッパ滞在中に、新しい素粒子の発見の瞬間に立ち会ったとうかがいました。  
小林先生 実は、私は長期の留学経験はありません。長くて3カ月程度です。ちょうど、私がCERN\*にいた昭和58年(1983年)に素粒子のひとつであるウィークボソン\*が初めて発見されて、世界中の物理学者を興奮させました。  
ウィークボソンは、昭和43年(1968年)には理論で存在が予言されていました。しかし、それを発見するための実験が非常に難しかったのです。私の周りの実験屋\*はみんな熱狂していました。私自身は理論屋なので、わりと冷静だったことを記憶しています。(笑)

「分かる」の積み重ねが大切です。  
小林先生のご専門の素粒子物理学は、とても難しい学問という印象があります。



坂田研究室の大学院生だった頃。名古屋大学の屋上で。

小林先生 たしかに素粒子物理学はやさしい学問ではありません。さらに最先端の研究の内容は、かんたんには理解できなくても当然です。だからこそ、基礎の積み重ねが重要になるのです。  
大切なことは、自分で「考えて」、「分かる」ことです。「分かる」という経験の積み重ねが、何かを学ぶうえでは重要なことで、とくに研究者には必要なことなのです。「分かる」のは、何も新しい発見や理論である必要はありません。教科書に載っていることや、誰かが研究したことでもかまわないのです。小さな「分かる」を一つずつ積み重ねていくことが、新しい発見につながっていくのです。



です。このような素晴らしい環境からは、必ず新しい成果が生まれるはずで、素粒子の分野では、J-PARCを利用したニュートリノ研究に期待しています。また、中性子利用の研究拠点でもあるJ-PARCに、茨城県が実験施設(ビームライン)を持つなど、先進的な取り組みを行っている点でも、今後の成果が期待できますね。  
最後に若い研究者や子供たちにメッセージをお願いします。  
小林先生 基礎科学はすぐに何かの役に立つかという、残念ながらそ

ういうものばかりではありません。素粒子の究極の姿が明らかになっても、すぐに便利な道具に応用できるわけではないのです。  
しかし、宇宙や世界の真の姿が明らかになることで、人類全体の価値観に大きな影響を与えることができます。私は、自分の研究成果が、たまたま正解に近い位置にいただけ、と考えています。真実に近づく道筋は、一つではなくたくさんあります。その出発点は、小さな「分かる」の積み重ねなのです。自分で考えることを大切にしたいと思っています。

\*実験屋・理論屋  
「実験屋」は素粒子実験の専門家、「理論屋」は素粒子理論の専門家です。材料の専門家「材料屋」と呼ぶなど、理工学分野では専門分野に「屋」をつけることがあります。

\*ウィークボソン  
陽子の約80倍〜90倍の質量を持つ粒子。強い相互作用を伝える。

\*CERN(セルン)  
欧州共同原子核研究所。スイスのジュネーブ郊外でフランスとの国境付近にある。現在、大型ハドロン衝突型加速器(LHC)で素粒子研究が行われている。

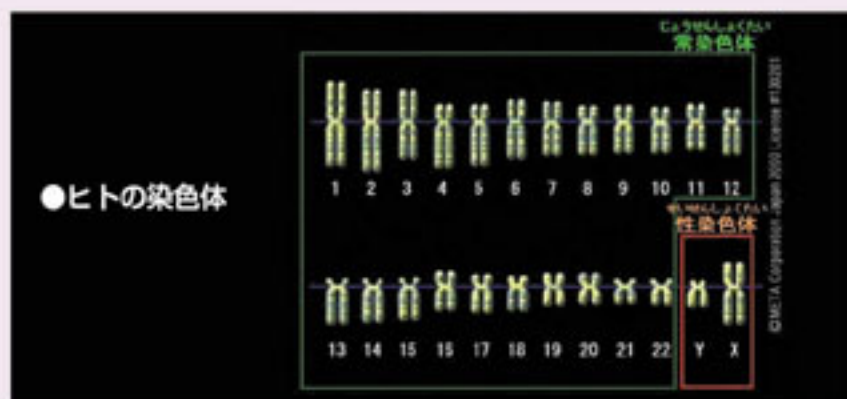
\*南部陽一郎(なんぶ よういちろう)  
シカゴ大学名誉教授、大阪府立大学名誉教授。2008年に小林 誠先生と益川 敏英先生と一緒にノーベル物理学賞を受賞。

\*坂田昌一(さかた しょういち)  
元名古屋大学教授。素粒子の概念模型(坂田模型)やニュートリノ振動の概念を提唱した。



■ヒトの染色体

染色体には、男女に共通の22種類の常染色体と、男女で異なる2種類の性染色体がある。



●ヒトの染色体

APRTとHPRTでは突然変異がおこる確率が違っていることが分かっています。これは、突然変異

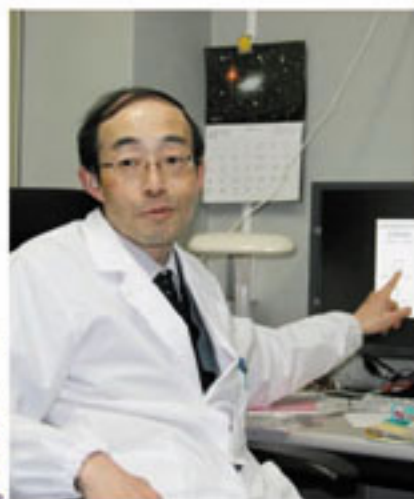
これら20年ほど前に、16番染色体のAPRTが原因である病気を研究した医学の論文が発表されました。その論文には、2つのAPRT遺伝子のうち、1つだけが活性な細胞を培養して実験をおこなった結果が報告されています。これを応用することで、HPRTと同じようにAPRTを使った実験ができるようになります。

なぜ、APRTとHPRTという遺伝子を調べるのですか。  
これらの遺伝子に突然変異がおこる確率はとても低いものです。16番染色体などの常染色体は2本ずつあるために、実験で突然変異がおこっていることを検出するには、2本の染色体にある遺伝子が両方とも突然変異をおこす必要がありますが、ただでさえ低い確率の突然変異が2回おこらなければならぬので、実験で突然変異を確認することがとても難しくなっています。そのため、活発な染色体が1本だけのX染色体上にあるHPRT遺伝子を使った実験が、以前はよくおこなわれていました。

今後どのような研究テーマに取り組み予定ですか。  
生命には、突然変異がおこることを抑える働きがあります。そのしくみを解明していきたいと考えていますが、まず、どのような方法で研究すればよいのか、というところから考えなければなりません。

生命には、突然変異がおこることを抑える働きがあります。そのしくみを解明していきたいと考えていますが、まず、どのような方法で研究すればよいのか、というところから考えなければなりません。

立花 肇 (たちばな あきら)さん  
茨城大学理学部教授 理学博士  
昭和32年(1957年)、大崎市に生まれる。  
京都大学理学部、京都大学大学院理学研究科を卒業後、英国癌研究基金客員研究員、京都大学放射線生物研究センター勤務を経て、平成18年(2006年)より現職。



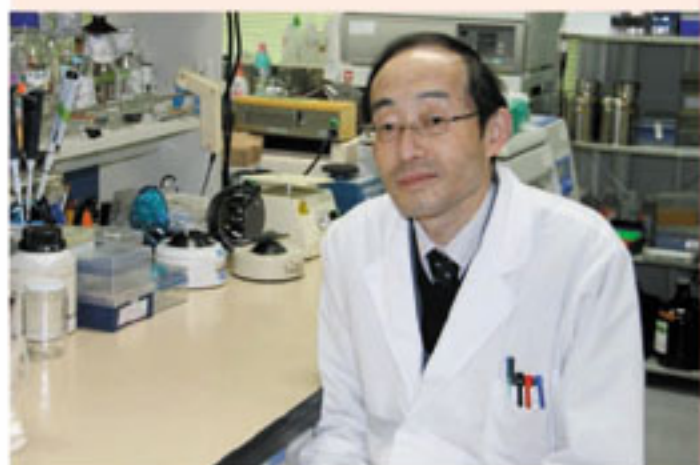
どのようなきっかけで、研究者の道を進むことになったのですか。  
もともと生物に興味があって、とくに昆虫に興味がありました。その後、遺伝子の働きを調べることで生命現象を説明できることから、分子遺伝学を勉強しようとして大学に入ったのですが、生物に放射線をあてることでさまざまな生物反応を引き起こす放射線生物学を大学で学び、研究するようになったのです。

生物にとって、遺伝子はどういう役割をもっているのですか。  
遺伝子は、生命をかたちづくる設計図です。また、生命の情報を伝える書物にたとえられることもあります。遺伝子は書物を書き写すようにして、親から子、孫へと受け継がれていきます。ところが生命の長い進化の歴史の中では、書物を書き写すときに誤字や脱字が生じるように、遺伝子にも誤字や脱字が生まれます。この誤字や脱字が突然変異と呼ばれるもので、遺伝情報が間違っていて伝えられたり、遺伝情報が失われた部分が発生することです。このほかにも、呼吸で生じた活性酸素や放射線によって遺伝子が傷つけられることが、突然変異の原因になることがあります。

私の研究では、ある染色体\*のある部分の遺伝子に注目してその変化を調べています。具体的には私たちが持っている46本の染色体のうち、16番目の上にある染色体のAPRT\*という遺伝子と、性染色体(X染色体)の上にあるHPRT\*という遺伝子の変化を調べます。放射線をあてて、それぞれ遺伝子がどのように変化するのかを調べることで、放射線が遺伝子にあたえる影響を詳しく知ることができるようになります。

「生命とは何か」に答えを出したい。突然変異のしくみを解明し、がんにも役立てたい。  
遺伝子は生命現象の根源に深く関わっています。茨城大学理学部の立花教授は、放射線によって遺伝子にどのような変化がおこるかを研究することで、がんになるしくみを解明したり、生命の謎にせまり続けています。立花教授に、科学の面白さや最新の研究について、お話をうかがいました。

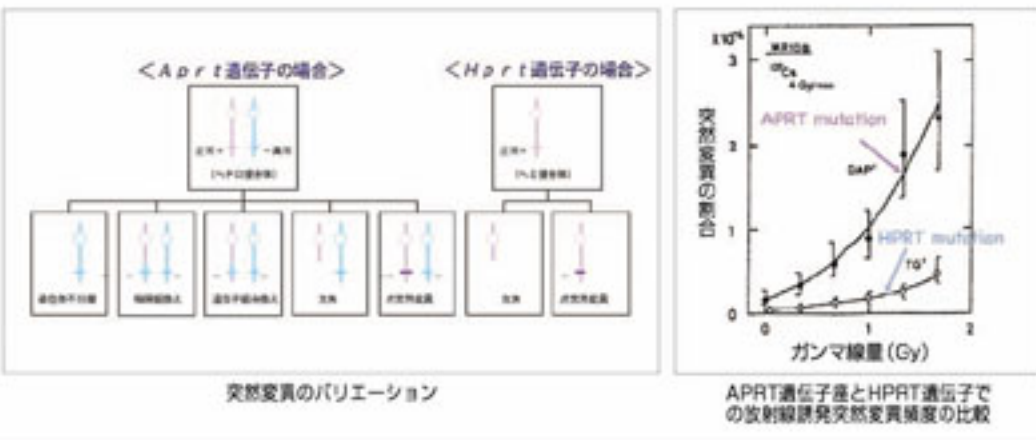
どのようにして、放射線が遺伝子にあたえる影響を研究するのですか。  
私の研究では、ある染色体\*のある部分の遺伝子に注目してその変化を調べています。具体的には私たちが持っている46本の染色体のうち、16番目の上にある染色体のAPRT\*という遺伝子と、性染色体(X染色体)の上にあるHPRT\*という遺伝子の変化を調べます。放射線をあてて、それぞれ遺伝子がどのように変化するのかを調べることで、放射線が遺伝子にあたえる影響を詳しく知ることができるようになります。



●実験では、生きている細胞を培養する(育てる)必要がある。温度管理や細胞に栄養をあたえるなど、気を抜けない毎日が続く。

■突然変異のおこり方

遺伝子の突然変異には、一部分が失われたり、入れ替わったりするなど、さまざまなおこり方がある。HPRT遺伝子の突然変異のおこり方と比較して、APRT遺伝子の突然変異のおこり方には種類が多い。そのため、同じ強さの放射線をあてても、APRT遺伝子の突然変異の発生が大きくなる。



\*がん細胞は無限に増殖  
正常な細胞は、必要な回数しか分裂しない。

●APRTとHPRT  
いずれもプリン体の代謝に関与する遺伝子。それぞれアデニン ホスホリボシルトランスフェラーゼ (Adenine phosphoribosyltransferase) とヒポキサンチン グアニン ホスホリボシルトランスフェラーゼ (Hypoxanthine guanine phosphoribosyltransferase) という酵素の遺伝子。

●染色体  
ヒトは、22対の常染色体(44本)と、XとYの性染色体(男性はXY、女性はXX)の合計46本の染色体を持つ。

●放射線生物学  
さまざまな放射線(紫外線、エクウス線、中性子線など)が生物にあたえる影響を研究する学問分野。

●分子遺伝学  
遺伝子を詳しく調べることで、遺伝のしくみを解明する学問分野。



# ●科学ジャーナリスト 東嶋和子さん 筑波山麓に抱かれた広大な学舎で 科学を観る透明な心を育んだ日々

東京生まれで東京育ち。だからこそ豊かな自然に囲まれた筑波大学に惹かれ、学生生活を過ごしたという東嶋和子さん。科学ジャーナリストとして精力的に活動する合間にも母校で非常勤講師を勤め、交流のあった方々との縁を楽しみます。当時の懐かしい思い出について語っていただきました。



幼い頃はどんなお子さんで、夢中になっていたものがありますか。

読書好きな少女でした。赤毛のアンや若草物語といった、いわゆる女の子が好きな本はもちろん、キュリー夫人などの偉人伝も好きでした。

このほか小学生の頃から実験や観察が大好きで、地域の科学クラブにも入っていました。東京都の大会で発表したり、積極的に活動していたのを覚えています。小学校の理科の先生が実験好きで、授業のほとんどが実験だったことも良かったですね。いい影響を受け、事実を自分の目で見て答えを導き出すことを知りました。これが今の自分につながっているのだと思います。

東京生まれで、あえて筑波大学を選んだ理由は何ですか？

東京の大学が何だか狭苦しく感じて、自然に恵まれた広大な所で学びたかったのです。日米関係を勉強したかったので、筑波大学で比較文化学を専攻しました。当時、筑波大学は学園都市を構成する中核的な存在でした。まだ整地も進んでおらず、ずぶずぶの湿地帯でキャンパスの中もぬかるみだらけでした。

一部の人は陸の孤島のような場所、学生を社会から離して教育するのはよくないと言ったこともありましたが、しかし実際には素晴らしい環境で学べましたし、不確かな情報における批判の愚かさを実感しました。

筑波に住んでいた頃はどんな生活を送っていましたか？

なるべく親に頼らず、自分のお金と奨学金で大学に行こうと決めていました。そこでアルバイトにも精を出しました。なかでも地域の子ともたちに、ESS\*の仲間とボランティアの熱をやったのはいい経験でしたね。友人が下宿していた農家に頼まれたのがきっかけでしたが、おかげで町の人たちと交流を深めることができました。借りた自転車でぬかるみの町を走り回り、地域の産業で働く方々との間も密になり、こうしたふれあいの中で多くのことを学べたと思います。今も当時の子どもたちとおつきあひがあります。よく

今も筑波大学と縁が続いているそうですね？

現在は非常勤講師として、母校に行かせてもらっていることを嬉しく思っています。講義内容は科学ジャーナリズムというものの本質や、私が日ごろこの仕事について考えていることを中心にしています。ジャーナリストはいかに正確な情報を分かりやすく伝えなければならぬか、など物事を正當に評価するために大切なことについて話しており、毎回、理系や文系の学生が集まって熱心に聞いてくれるので、



とても楽しみにしている仕事です。

科学ジャーナリズムを仕事に選んだきっかけは？

大学卒業後、日米関係の仕事を探しましたが、当時は男女雇用機会均等法も整備されてなく、女性のほとんどはお茶くみでした。そこで新聞社に入り、いろんな事件を追ったのがきっかけです。平凡な事故でも調査を進めると、意外な一面があるなど物事の本質を掘り下げていくつかスクープも取りました。そこで医療問題や環境問題も追うようになり、科学ジャーナリストの一步を踏みだしました。

ジャーナリストとして伝えていきたいことはありますか？

一般の人はメディアが流す情報を鵜呑みにしがちです。たとえば遺伝子組み換え\*食品と聞くだけで気味悪がったり、原子力発電に必要以上に不安を抱いたりします。しかし、評価しているのではなく、偏った情報に左右されていることが大半です。大事なのは透明で公平な視点で物事の本質を覗こうとすること。そのためにメディア側は評価の「ものさし」を提供する必要があります。そして市民一人ひとりが正しい評価の目を持つことの重要性も訴えていきたいですね。

講義でも紹介する金子みすずの「大漁」という詩は、浜では大漁を喜び、海ではイワシの引いをしていくというものです。視点を変えてみると



■東嶋 和子 (とうじま わこ)さん

昭和37年(1962年)生まれ。筑波大学比較文化学類卒業。米国カンザス大学に文部省交換留学生として留学。85年読売新聞入社。北海道支社、浦和支社などを経て本社科学部記者。91年よりフリーランスで科学分野を中心に取材執筆。特に生命科学、医療福祉、環境、エネルギー、科学技術分野を中心に「いのち」をキーワードに科学と社会とのかかわりを追う。『放射線利用の基礎知識』『死因事典 人はどのように死んでいくのか』『よみがえる心臓』『メロンパンの真実』他、著書・共著多数。科学ジャーナリスト、筑波大学社会学部非常勤講師。



\*遺伝子組み換え  
生物から有用な性質を持つ遺伝子を取り出し、植物などに組み込むこと。例えば、病気強い遺伝子を組み込むことで病気に強い野菜ができる。

私の好きなふるさと

若さを謳歌する学生たちを、  
自然の懐でゆったりと包み込む  
筑波大学とふもとの町並み。



●空から見た筑波大学周辺。奥に見えるのは筑波山。

## 茨城県つくば市

緑に包まれた筑波大学の広大なキャンパスは、東嶋さんが留学していたカンザス大学にとても似ています。障害を持つ学生も広く受け入れるオープンな校風も、彼女の豊かな気質に合っていたようです。庭園のような芝生のスペースでは、学生たちがくつろぐ風景がよく見られました。第一学群と第二学群の間にある池は特に思い深く、大学の歓迎会を楽しんだとき、先輩たちに思いっきり投げ込まれてしまったそうです。恒例のことらしいのですが、女性で初めてだったためか今も伝説の池となっています。



●学生時代、投げ込まれたキャンパス内の池

たまに友人と登った筑波山は、後に執筆した「メロンパンの真実」(講談社刊)で取材したキムラヤが、パンのために日本で最良と認める酵母を山の中腹で採取していると知り、感慨深いものを覚えたといひます。学生時代に知り合い、交流を深めた仲間には脳性マヒの障害をもつ学生だった、作家の松葉功さんもいました。勉強はもちろんですが、地元の方々との楽しいおつきあひをはじめ、濃密な人間関係を築くことができたのも筑波という地域のふところの深さだったのかもしれない。



●筑波大学入口のモニュメント  
写真は筑波大学提供

●ESS  
English Speaking Societyの略。大学などで英語会話や英語の研究を行うサークル。







# 特許ストーリー 16

## 植物からレンズをつくる 環境にやさしい技術

### 橋かけ技術による生分解性材料の製造

福井県鯖江市は世界的なメガネの産地として知られています。そのため鯖江市周辺にはメガネメーカーやメガネの部品を作る会社が数多くあります。若吉光学工業(株)は、店頭ディスプレイ用に眼鏡のデモレンズを製造していますが、原子力機構の特許技術を利用することで、地球にやさしい植物由来の材料を利用して製品化することに成功しました。



若吉光学工業(株)  
代表取締役  
若吉 耕央 (わかよし やすひさ)さん  
福井県出身

### 捨てられることが 運命づけられた製品

メガネ販売店の店頭に表示されているメガネフレームには、アクリル製のデモレンズが取り付けられています。デモレンズは、工場生産されたメガネフレームが輸送中に重なりすぎるのを防ぐために用いられています。また、高級なメガネフレームには特殊なコーティングを施したデモレンズが用いられ、販売促進を支援しています。デモレンズは、メガネフレームの流通と販売には欠くことのできない存在なのです。

若吉光学工業(株)は、多いときには年間100万枚(50万組)のデモレンズを生産しています。同社の若吉社長は、「デモレンズはメガネフレームの販売に必要なのですが、『度」

### 植物由来の原料は "使えなかった"

の入ったレンズが取り付けられると不要になってしまいます。現在、デモレンズはアクリル\*が原料ですが、環境にやさしい材料でデモレンズを作りたいと、以前から考えていました」と、植物由来の材料を使用するきっかけを話します。

実は環境への関心の高まりから、数年前にも、眼鏡業界内の数社がデモレンズの材料としてカーボンニュートラル\*なポリ乳酸\*を検討したことがありました。しかし、ポリ乳酸を原料にしたデモレンズは、輸送の途中でメガネフレームからはずれてしまったり、白化\*するなどの問題



●ポリ乳酸で作られたデモレンズ。

があり、製品化することはできませんでした。若吉社長は、「ポリ乳酸の製品化には当社も取り組みましたが、耐熱性が低いことを知って、製品化を諦めました」と、当時の苦しい出を噛みしめます。

メガネフレームを輸送するトラックの荷台は、夏には60度以上の高温になることがあります。ポリ乳酸の耐熱性は約60度なので、輸送中に高温にさらされると、柔らかくなったリ、白化したりするのです。一方、アクリルの耐熱性は80度で、夏のトラックの中でも変質する心配がありません。また、デモレンズには90%以上の透明性も必要です。ポリ乳酸製のデモレンズを製品化するためには、耐熱性と透明性の2つの条件を満たす必要があったのです。

### ●カーボンニュートラルな材料

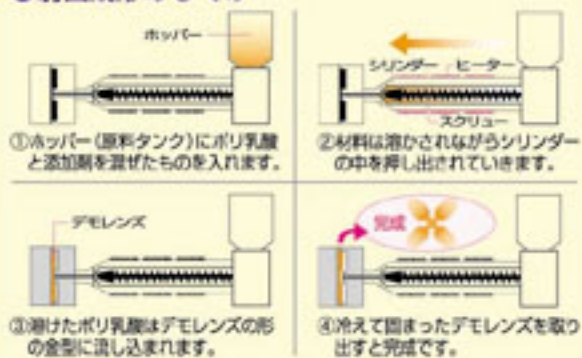
石油などの化石燃料を燃やすと空気中に二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を放出することになります。これに対して、植物は空気中の二酸化炭素を取り込んで成長しているため、植物を燃やして発生した二酸化炭素は、もともと大気中にあった二酸化炭素ということになります。このように大気中の二酸化炭素の量に影響を与えないことを「カーボンニュートラル」と呼んでいます。



### 耐熱性と透明性を 同時にクリアする

若吉社長が、成果展開事業に応募したのは平成20年(2008年)のことです。原子力機構のビジネスコーディネーター\*から、電子線を照射することでプラスチック材料の性質を向上させる、原子力機構の特許技術を紹介されたことがきっかけでした。事前に行った試験では、電子線の照射でポリ乳酸の耐熱性が向上することが分かりました。「これはいいところ!という直感がありました。ところが、成果展開事業に応募して、開発を始めてみると次から次へと問題が起こって、一筋縄では行きませんでした」と若吉社長は研究開発の苦労を振り返ります。

### ●射出成形のしくみ



ポリ乳酸でデモレンズを作るためには、射出成形\*という方法が用いられます。ポリ乳酸に添加剤を加え、射出成形によってレンズの形に成形し、これに電子線を照射することで、耐熱性を高めます。ところが、ポリ乳酸を固めるための添加剤を加えると、うまく成型できない問題が発生しました。若吉社長は、これまでにアクリル成型で培った技術を活かした特殊な成型方法を開発して、この問題を解決しました。添加剤の量や電子線の照射量など、試験はさまざまな条件で行われ、最適な条件を探

### 量産化を目指して 研究開発を続けていく

ポリ乳酸製デモレンズの試作品は、各種展示会に出展され、すでに数社からの引き合いもあるといいます。若吉社長は、「ビジネスコーディネーターへの毎月の進捗報告がきついと感じたこともありましたが、しかし、そのお陰でポリ乳酸のデモレンズを完成できました。ふだんは話すことのない専門家と話すことができたことも良い刺激になりました」と、成果展開事業に取り組んだ1年間を振り返ります。

ポリ乳酸製デモレンズの今後の課題は、商品化に向けた量産化技術の確立です。電子線を照射するとレンズが着色するので、無色化の処理が必要になります。また、アクリルよりも生産性が低いため、生産効率の向上も大きな課題です。そのほかにもさまざまな課題がありますが、若吉社長は、「今後も、原子力機構の技術相談を利用していきたくと考えています」と、原子力機構のサポートへの期待を見せます。

若吉光学工業は、原子力機構の特許技術を利用して植物が原料の材料

### ●ポリ乳酸を原料にして 作成したデモレンズ

(右) 電子線照射によって耐熱性を向上させたポリ乳酸製デモレンズは、80度でも透明のままです。  
(左) 従来のポリ乳酸で作成したデモレンズは60度で白化してしまいます。



から環境にやさしい新しい製品を生み出すことに成功しました。原子力機構では、これらも特許技術を通じて、企業の製品開発をサポートしていきます。

### ■特許データ

発明の名称 ● 橋かけ生分解性材料の製造方法  
特許番号 ● 特許第3759067号  
技術の概要 ● 生分解性材料と低濃度のモノマーとの橋かけにより得られる橋かけ生分解性材料を、電子線などの照射によって耐熱性を改善する技術。  
(注) 生分解性とは自然界の微生物によって分解される性質のこと。  
原子力機構の特許、成果展開事業、ライセンス企業呼称制度については、下記までご連絡下さい。  
● 原子力機構 産学連携推進部  
電話: 029-284-3315 URL: <http://sengaku.jaea.go.jp/>  
特許技術の詳細は以下のウェブサイトでご確認いただけます。  
● 特許電子図書館 <http://www.ipdl.inpit.go.jp/>

● 射出成形  
成型に材料となる樹脂や金属を押し込んで、製品を量産する製造方法。

● ビジネスコーディネーター  
原子力機構で、成果展開事業や技術相談を担当。

● 白化(はっか)  
透明なプラスチックが白く濁ること。

● ポリ乳酸  
デンプンから作られる、自然由来の微生物によって分解されるプラスチックの一種。

● カーボンニュートラル  
大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の増減に影響を与えない性質のこと。詳しくはコラムを参照。

● アクリル(アクリル樹脂)  
石油から作られるプラスチックの一種。透明度が高く強度があるので、カンパや電子機器など、さまざまな分野で利用されている。

● 若吉光学工業株式会社  
設立●昭和30年(1955年)  
所在地●福井県鯖江市杉本町37-1-5  
連絡先●0779-51-1611



# Science Cafe

サイエンスカフェで  
知的好奇心を刺激する

## 美肌の秘密から宇宙創成の謎の解明まで

### 未知の世界を知る世界最先端研究施設 J-PARCで分かること

原子力機構と高エネルギー加速器研究機構が共同で運営している J-PARC は、人間の眼では見ることのできない原子や、さらに小さな原子核の世界を見るための設備です。J-PARC ではどのような研究が、どのような目的で行われ、どのようなことが分かるのか？ 今回はそのごく一部をご紹介します。



●講演の最初に、レストランのメニュー風に話す内容を紹介するなど、親しみやすさにも気を配っています。

■サイエンスカフェ講師  
J-PARCセンター  
広報セクションリーダー  
鈴木 隆弘 (すずき くにひろ)  
昭和54年(1979年)入社 茨城県出身

#### ■「ゼロ」から一歩を進めるために

これまでに、世界プラズマ試験装置「JT-60」、大型放射光施設「SPring-8」、J-PARCなどの大型プロジェクトに関わってきました。どのような目的で研究が行われ、どのような成果が得られているのかを広く理解していただけるように、サイエンスカフェなどのさまざまな取り組みを行って、より分かりやすく説明する方法を模索しています。研究者などの専門家と一般の人が相互に理解を深めるためには、もっと「サイエンス・コミュニケーション」が必要です。そのためには、文学や歴史、芸術などがよいきっかけになると考えています。たとえばJ-PARCの建設工事では、貴重な遺跡が発掘されています。また、最近の考古学には最新の科学技術が随所に利用されています。ふだんあまり科学に興味のない人が、歴史をきっかけにして科学に触れることができる。そのような機会をもっとつくっていく必要があると感じています。最初の感想は「J-PARCって大きな施設なんだ」で十分です。それがサイエンス・コミュニケーションの最初の一歩だと考えています。そして、皆さんは私たち専門家にどんどん質問をして下さい。サイエンスカフェだけでなく、ファクスやメールでも構いません。科学や技術は「夢を実現」するための手段と考えています。ぜひ、たくさんのお問い合わせを、科学技術に対する理解を深めていただきたいと思います。

#### 1億分の1センチメートル を見たい。

望遠鏡、顕微鏡、エックス線写真。これらに共通するものはなんでしょう。

#### ■J-PARCは巨大な実験装置



望遠鏡、顕微鏡、エックス線写真。これらに共通するものはなんでしょう。それは今まで肉眼などでは良く見えなかったものが見られるようになる道具ということ。望遠鏡による観察が地動説を発見したように、新しい道具を利用することで新しい発見が生まれます。私たちの体をはじめ、すべての物質は原子からできています。ダイヤモンドと炭は同じ炭素からできていますが、原子の並び方が違うために、異なる性質を持つています。さまざまな原子がどのように振舞うのかを知ることはできれば、新しい発見を生み出すに違いありません。原子や原子核の世界を見るための道具が J-PARC です。J-PARC は 1億分の1センチメートルというとても小さな原子の世界を調べる装置なのです。

#### ♪♪♪すれば見えるの？

人間の眼で暗いところを見るためには、光を当てる必要があります。J-PARC では光の代わりに、中性子などを使つて、原子の世界を見ています。中性子をつくる手順は少し複雑です。まず、水素の原子核(陽子)を加速することから始めます。陽子や電子のスピードを上げる装置を加速器と呼びます。テレビのブラウン管は電子加速器の一種です。J-PARC では電子加速器により光の速度\*に近くなるまで加速した陽子を金属のターゲット(標的)にぶつけます。その際、金属原子の原子核が破壊されます。J-PARC では、このときに飛び出してくる中性子などを利用して研究を行っているのです。J-PARCには直線状のリニアックと、円形の2台のシンクロトロン合計3台の加速器があります。

#### ■中性子ラジオグラフィ



#### ■美肌のヒミツは皮膚の水にある？



あたって跳ね返ります。電子の数に左右されないで、水素や炭素なども、エックス線と比較してよく調べることができるのです。この特徴を利用することで、水(水素と酸素)やプラスチック(水素・酸素・炭素など)も観察できます。「中性子ラジオグラフィ」という方法で、エックス線との違いがよく解ります。水が「見える」と、何が分かる？ 私たちのまわりの生き物は、大半が水をもっと知っています。ですから水の働きをもっと知ることができれば、生活に役立てる可能性がたくさんあります。たとえば、植物の中で水がどのように動いているかを知ること、農業へ応用することがあります。人間の皮膚のどの部分に水分が含まれているかを分析すれば、肌をみずみずしく、美しくする方法が見つかるかも知れません。J-PARC の中性子を使えば、今まで見えなかったものが見えるようになって、新しい発見につながるのです。

#### 宇宙創成の謎の 解明は役に立つ？

#### ■サイエンスカフェに行こう

原子力機構では、小中学生や高校生・大学生から一般の方まで、科学技術や原子力機構の活動に興味をもつていただくために、さまざまな取り組みを行っています。また、大学生・大学院生を対象として研究者・技術者を講師として派遣する「大学公開特別講座」や、勉強会・講演会などへの講師の派遣も行っています。詳しくは、下記をご参照下さい。

- サイエンスカフェなどの予定は [http://www.jaea.go.jp/02/2\\_3.shtml](http://www.jaea.go.jp/02/2_3.shtml)
- 講師派遣については [http://www.jaea.go.jp/15/15\\_0.shtml](http://www.jaea.go.jp/15/15_0.shtml)
- お問い合わせ先  
広報部広報課  
電話：029-282-1122 (代)  
ファクス：029-282-4934 (広報部直通)  
メール：honbu-koho@jaea.go.jp

サイエンスカフェinリコッティ  
<http://www.jaea.go.jp/04/>  
東海研究開発センター地域交流課  
TEL 029-282-1907  
FAX 029-282-2309

求する分野を「基礎研究」と呼びます。基礎研究として約100年前に発見されたエックス線や電子\*は、当時は何に使えるかよく解りませんでした。100年後の現在、エックス線は医療の分野で大活躍しています。またもし電子が発見されなければ、コンピュータは生まれなかったかもしれません。基礎研究は、なかなかすぐに役立つとか、応用できることが少ないものです。しかし、ものごとの基本を研究することは、将来、必ず役に立つ重要な研究です。私たちは、基礎研究の大切さと面白さをもっと分かりやすく説明できるように、これからも努力していきます。

●エックス線や電子 エックス線は1895年にレントゲンによって、電子は1897年にトムソンによって、それぞれ発見された。  
●ニュートリノを使った実験 J-PARCで発見されたニュートリノを約300km離れた岐阜県の神岡山に設置された「スーパーカミオカンデ」で検出する実験。  
●原子核は大きくて重い 原子核を構成する陽子や中性子の質量は電子の約1800倍。  
●光の速度 毎秒約30万km(1秒間に地球を7.5周できる)。J-PARCでは電子を光速の99.99%まで加速できる。  
●中性子など J-PARCでは中性子ばかりで、ニュートリノや、K中間子、ニュオンも利用している。  
●ファクスやメール 広報部広報課宛てにお願ひします。ファクス：029-282-4934 メール：honbu-koho@jaea.go.jp  
●J-PARC (大強度陽子加速器施設) ウェブサイト：<http://j-parc.jp/>



●20世紀の終わり頃、英国やフランスで始まったといわれている「サイエンスカフェ」は、リラックスした雰囲気の中で気軽に科学や技術について語り合える場所です。写真も、科学技術館(東京都千代田区)で開催されたサイエンスカフェで撮影した鈴木隆弘リーダー。







●皆様の「声」を紹介いたします●

アンケートに多数のご回答をいただき、ありがとうございます。皆さまからお寄せいただきましたご意見を一部紹介させていただきます。「未来へげんき」編集部では、皆さまのご意見を編集に反映させていただきます。

- ・読みやすくなった。たくさん書こうという考えから分かってもらうという書き方になってきた。(福井県福井市 男性)
- ・福井県に居住する者にとって「もんじゅ」の試運転再開は本当に関心をもっています。(福井県福井市 男性)
- ・地元で原子力関係施設が多いので、子供たちにぜひ興味を持ってほしいと思います。(福島県須賀川市 男性)

※アンケートに記載いただきます個人情報は、本誌以外には使用いたしません。

●INFORMATION●

●メルマガ配信の募集について

原子力機構は、メールマガジンにより情報を配信しています。メールマガジンでは、原子力機構の最近のプレス発表、イベント開催の案内など、情報を随時お知らせいたします。配信を希望される方は、下記ホームページよりお申し込みください。



独立行政法人  
日本原子力研究開発機構 広報部 広報課  
Japan Atomic Energy Agency (JAEA)  
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49  
電話029-282-1122(代表) FAX029-282-4934

原子力機構の情報は、インターネットで自由にご覧いただけます。

インターネットホームページアドレス

<http://www.jaea.go.jp/>

編集後記

今号では原子力科学の基礎研究・基礎研究についてご紹介させていただきました。基礎研究は、今すぐに私たちの生活の向上に役立つものばかりではありません。しかし現在、私たちの快適な生活に寄与しているものも数多く存在します。今回ご紹介した研究が将来何かの役に立っていることを願ってやみません。

広報紙「未来へげんき」では、原子力機構の業務の池、原子力エネルギーや放射線など、原子力に関することをわかりやすい言葉で正確にみなさんに提供できるよう、未来に向かって元気に頑張っております。



未来へ  
げんき  
No.16 2010

平成22年  
編集・発行：日本原子力研究開発機構 広報部 広報課  
制作：株式会社千創

日本原子力研究開発機構 研究開発拠点一覧

**本部**  
〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49  
TEL 029-282-1122(代表)

**原子力緊急時支援・研修センター**  
〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三丁目11601番13  
TEL 029-265-5111(代表)

**東京地区**  
**東京事務所**  
〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目1番地8号  
TEL 03-3592-2111(代表)

**システム計算科学センター**  
〒110-0015 東京都台東区東上野6丁目9番地3号  
TEL 03-5246-2505(代表)

**東海研究開発センター**  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4  
TEL 029-282-5100(代表)

**原子力科学研究所**  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4  
TEL 029-282-5100(代表)

**核燃料サイクル工学研究所**  
〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33  
TEL 029-282-1111(代表)

**JPARCセンター**  
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根2番地4  
TEL 029-282-5100(代表)

**大洗研究開発センター**  
〒311-1393 茨城県東茨城郡大洗町成田4002番  
TEL 029-267-4141(代表)

**敦賀地区**  
**敦賀本部**  
〒914-8585 福井県敦賀市本町65号20番  
TEL 0770-23-3021(代表)

**高遠増殖炉研究開発センター**  
〒919-1279 福井県敦賀市白木2丁目1番地  
TEL 0770-39-1031(代表)

**原子炉安全推進研究開発センター**  
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地  
TEL 0770-26-1221(代表)

**羅針核融合研究所**  
〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1  
TEL 029-270-7213(代表)

**高純量子応用研究所**  
〒370-1292 群馬県高崎市純真町1233番地  
TEL 027-346-8232(代表)

**関西光学科学研究所**  
**木津**  
〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番地7  
TEL 0774-71-3000(代表)

**播磨**  
〒679-5148 兵庫県使用部使用町光都1丁目1番地1号  
TEL 0791-58-0822(代表)

**横浜深地層研究センター**  
〒098-3224 北海道天来郡横町北津432番2  
TEL 01632-5-2022(代表)

**東海地科学センター**  
〒509-5102 岐阜県土岐市東町定林寺959番地31  
TEL 0572-53-0211(代表)

**瑞浪深地層研究所**  
〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内1番地64  
TEL 0572-66-2244(代表)

**人形峠環境技術センター**  
〒708-0898 岡山県赤松郡鏡野町上原1550番地  
TEL 0868-44-2211(代表)

**青森研究開発センター**  
〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾崎字表部2番166  
TEL 0175-71-6500(代表)



●T2K実験ニュートリノ検出器「INGRID(イングリッド)」の模式図。

**T2K実験前置  
ニュートリノ検出器で  
ニュートリノの初検出に成功**  
—ニュートリノの謎の解明へ一歩近づく—

茨城県東海村の大強度陽子加速器施設 J-PARCのニュートリノ実験施設において、平成21年11月22日20時25分、T2K実験の前置ニュートリノ検出器「INGRID」にてJ-PARCで生成したニュートリノの謎の解明へ一歩近づく。

PLAZA  
原子力機構の動き



12月10日〜12日、東京ビッグサイト(東京都江東区)にて、エコプロダクツ2009(東京)が開催されました。

原子力機構からは、今回が初めての出展となり、原子力機構が技術協力した植物流力剤、眼鏡用アモレンズ、水質改善装置などを紹介しました。また、高温の熱の利用により水素などの環境にやさしい新エネルギーも製造できることで注目されている高温ガス炉HTRの模型を

**エコプロダクツ2009に出展**

3日間約18万人の来場者があり、色鮮やかなシクラメンで囲まれた原子力機構ブースにたくさんの方にお越しいただきました。今後も、環境に優しい社会のための研究開発成果を身近に感じていただけるよう情報発信に努めていきたいと思っております。

トリノの初検出に成功しました。この観測により、T2K実験がいよいよ本格的に始動しました。

T2K実験は平成16年度から建設が開始され、平成21年3月にJ-PARCニュートリノ実験施設が完成、同年4月にニュートリノビームの初生成に成功、そして今回ニュートリノの初検出に成功しました。T2K実験では、まだ見つかっていない新しいタイプのニュートリノ振動の発見を目指しており、世界の他のニュートリノ実験と熾烈な国際競争を行っています。今回のニュートリノの初検出成功により、他の実験よりT2K実験が一歩リードすることができました。

実験グループは今後、ビーム強度を上げ、INGRIDに加え全ての前置検出器およびスーパーカミオカンデを用いてニュートリノビームを精密に測定することで、新しいタイプのニュートリノ振動を発見することを目指します。

**東京都市大学および早稲田大学と原子力機構との連携協力を  
関する協定を締結**

1月15日、東京都市大学および早稲田大学と原子力機構は、連携協力に関する協定を締結しました。

東京都市大学と早稲田大学は、これまで

3日間約18万人の来場者があり、色鮮やかなシクラメンで囲まれた原子力機構ブースにたくさんの方にお越しいただきました。今後も、環境に優しい社会のための研究開発成果を身近に感じていただけるよう情報発信に努めていきたいと思っております。



●植物活性情により生き生きとしたシクラメンに囲まれた原子力機構ブースの様子



●原子を交わす白井 克彦早稲田大学総長、中村 英夫東京都市大学学長、田崎 保雄 原子力機構理事(右から)

での両大学の連携を核に、企業・研究開発機関・官公庁等とも連携し産学官が一体となった共同教育課程として、平成22年4月1日より「共同原子力専攻」を設立することにいたしました。共同専攻では、実学重視の観点より、原子力機構の原子力あるいは核燃料取扱施設を用いた実験・実習など現場体験の機会を提供します。

さらに、両大学と原子力機構との人材交流およびこれまでの研究協力も含めた新しい分野も包含した協力の促進のため、包括的な連携協定を共同専攻の設立を機に締結することとなりました。

本協定を締結することにより、相互の研究資源を連携活用し、研究および人材育成のより一層の充実を図ることで、我が国の学術および科学技術の振興に大きく寄与することが期待されます。



