

未来へ げんき

NO.6

平成19年 夏

季刊 未来へ
げんき

■特集■

動き始めた
国際熱核融合実験炉

最先端をゆく日本の研究が夢のエネルギー実現の鍵



■核融合発電の実用化までのスケジュール■



ITER (手塚図)

●21世紀中葉
プラント実証

核融合によって、実際に発電が行えることを確認する。

●2007年
工学的実証

長時間の核融合が実際に入ることを確認する。
7種が国際協力によりITERを建設し、研究を行う。

●1985年
科学的実証

中性子プラズマ (超高温) が実現できることを確認する。
各国の大型トカマク型実験装置で研究が進められる。(JET/欧州・TFTR/米国)



JT-60 (日本)

1950年代より始まった核融合の研究開発は、ソ連、英国、米国、日本などで進められました。
日本の核融合研究では、1972年に日本原子力研究所(当時)が、核融合基礎実験装置 JFT-2 で摂氏300万度の超高温プラズマの発生に成功しています。これは当時の世界記録で、日本は核融合研究の初期の段階から大きな成果を上げています。そして、1970年代から1980年代にかけては、各国で大型の試験装置が設計・建設され、日本では原子力機構で実験をくりかえしているトカマク型の試験装置 J-T-60 が1985年に運転を開始しています。現在計画が進められている国際熱核融合実験炉(ITER)計画は、

1985年の米ソ首脳(レーガン・ゴルバチョフ)会議がきっかけとなって計画が始まりました。その後、参加国や計画の見直しなどを経て、2006年には「ITER機構設立協定」に参加各々が署名しています。ITER計画は、核融合エネルギーを実際に利用できることを証明するための、人類で初めての核融合実験炉を実現する、超大型の国際プロジェクトです。日本のほか、EU・ロシア・米国・中国・韓国・インドが参加しています。
ITER本体は南フランスのカダラッシュに建設される予定です。日本の青森県六ヶ所村には、ITER計画を補完するためのブローダーアプローチャプロジェクトの施設が日・EU協力で建設



原型炉(手塚図)
実用化
核融合により発電したエネルギーを利用する。

特集
動き始めた国際熱核融合実験炉

最先端をゆく日本の研究が夢のエネルギー実現の鍵

日本やアメリカ、EUなど7種が協力して進めている国際熱核融合実験炉(ITER)計画。この計画では、エネルギー源としての核融合の可能性を実証し、核融合エネルギーを利用するために必要な技術をまとめることを目的としています。この特集では、ITER計画で原子力機構が果たす役割について紹介します。

2016年の実験炉完成を目指し本格的に始動したITER計画



核融合研究所長
核融合研究所副所長グループリーダー
工学博士・研究主査 牛草 健吉

未来へげんき
NO.6 / 目次

今号の「未来へげんき」では、国際熱核融合実験炉(ITER)計画をサポートするために青森県六ヶ所村に建設する新しい拠点の紹介を掲載しています。「ふるさと・げんき」のコーナーにも、青森県八戸市出身のアマチュアレスリング選手の伊藤千春さん・麗さん姉妹にご登場いただきました。

- 3 ■特集
動き始めた
国際熱核融合実験炉
最先端をゆく日本の研究が夢のエネルギー実現の鍵
- 6 ■サイエンスノート
建物や工場を“健康診断”する
放射線を利用した
「非破壊検査」
- 8 ■ふるさと・げんき
青森県八戸市 伊藤千春さん・麗さん姉妹
オリンピックから帰国して市内を視察/レード
八戸の町は、懐かしくて、あったかかった
- 10 ■わたしたちの研究
世界にひとつだけの花をつくる
植物が持っている可能性を
イオンビームを利用して引き出す
- 12 ■特許ストーリー
地元企業の地の利を活かし
密接な連携で開発に成功
ハンディ型簡易放射線メータ
- 14 ■Project J
青森県内における事業を円滑に
進めるための新しい拠点を開設
- 16 ■げんきなSTAFF
世界中でまだ誰も成功していない
核融合発電の実現に向けて
- 18 ■PLAZA
「原子力機構の動き」
[Information]
●縦じ込み読者アンケートハガキ
本誌は再生紙を使用しています。



■表紙写真：青森ねぶた
ねぶた祭りは、七夕の盂蘭盆会の一つだと言われていて、旧暦七月七日の夜、燈籠を川や海に流す習わしがあります。その七夕の行事がいろいろかたちを変え、その土地独自の祭りになりました。もともとねぶたも「七日目(なのかひ)に、川や海に流していました。青森で8月7日の盂蘭盆会の夜「海上漂行」を行なうのは、こういった「ねぶた流し」の名残りのようです。

●ITER
International Thermonuclear Experimental Reactorの略称。
●JT-60U
1985年に運転を開始し、核融合研究に貢献した超高温プラズマ発生装置。世界最大トカマク型実験装置の一つとして、ITERの設計や建設に重要な役割を果たしている。

■なぜ？なに？核融合基礎講座■

Q：核融合エネルギーと原子力エネルギーはどのように違うのでしょうか？

A：原子力発電では、重い原子であるウランが分裂するとき生じるエネルギーを利用しています。

これとは逆に、核融合では、軽い原子である水素（重水素と三重水素）を反応（融合）させたときに発生するエネルギーを利用します。

Q：「プラズマ」とは、どのようなものなのでしょうか？

A：原子が電子とイオンに分離したバラバラの状態を「プラズマ」と呼んでいます。身近な例では、蛍光灯やプラズマディスプレイ、オーロラなどもプラズマの一種です。

Q：どうすれば、核融合が起るのでしょうか？

A：核融合反応を起こすためには、プラズマの温度、密度、エネルギーの閉じ込め時間の3つの条件がそろわなければなりません。

たとえば、十分な量の重水素と三重水素を1億度以上に加熱して、数秒間閉じこめておくことができれば、核融合反応が起こります。

Q：どのようにプラズマを加熱するのですか？

A：プラズマを高エネルギー粒子や電磁波を入れて、それらのエネルギーをプラズマに与えることで、プラズマを超高温に加熱します。

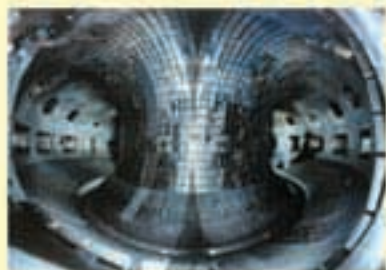
Q：数億度の超高温は、どのように測定しているのでしょうか？

A：JT-60Uでこれまでに到達した最高温度は5.2億度です。数億度という超高温は、普通の温度計では測定できません。

実際は核融合では、光の波長の変化（ドップラー効果）を利用して温度を測定しています。

Q：内部が超高温になるのに、核融合がはなせ起るのですか？

A：数億度のプラズマは、核融合炉の中心部分であるドーナツ状の真空容器に、磁力で浮かぶように閉じこめられています。プラズマと容器の間は真空状態であり、真空容器は真空室と同じように常に真空状態を保持して二重絶縁のステンレス製で高い断熱効果があります。



JT-60 真空容器

Q：トカマク型の「トカマク」とは、どのような意味ですか？

A：ロシア語の円環（toroidal）や電流（tok）、容器（kapsula）、磁場（magnitnyye）、コイル（katushki）を総称して表記したのが、トカマク（Tokamak）の語源とされています。

1955年にジュネーブで開催された第1回原子力平和利用国際会議で、議長の日・Bhabha氏が「核融合パワーの制御に成功すれば人類は永遠にエネルギー問題を解決することになる」と述べました。なぜなら、核融合反応に用いる燃料がほぼ無尽蔵に備わって存在しているからです。核融合の燃料となる重水素は海水中に豊富に存在しています。もうひとつの燃料である三重水素（トリチウム）はパソコンのバッテリーなどに利用されているリチウムから生成できます。家庭のバスタブに4分の1ほどの水が残っていれば、その中には約1・7グラムの重水素が含まれています。これとパソコンのバッテリーから取り出した6グラムのリチウムがあれば、石油35トン相当のエネルギーを発生させることができます。燃料がどこにでもあるというのは、核融合の特徴のひとつです。もうひとつの核融合の特徴は、安全性です。核融合炉では、燃料は常に外部から供給されています。つまり、なにか問題が生じても、燃料の供給をストップしてしまえば、核融合反応は停止してしまいます。原子力発電で利用されている核分裂反応のように、連鎖的に核融合が起ることはありません。

世界中が注目する核融合エネルギー

また、廃棄物の処理が比較的容易で環境への影響が少ない点も重要です。将来の核融合発電炉でも低レベルの放射性廃棄物の発生を想定していますが、現在の技術でも十分に処理が可能なものです。H・Bhabha氏は「今後20年以内に熱核融合反応の平和利用の見通しが得られるであろう」とも発言しましたが、その発言から50年が経過した現在、核融合の実現に向けて、大きな一歩が踏み出されようとしています。今後10年ほどかけて、ITERの完成を目指すとともに、幅広いアプローチ活動を進め、核融合エネルギーを取り出すための研究を行っています。また、世界中の研究者と協力して、核融合発電を実現するための研究開発を進めていきます。ITERには、ラテン語で道や旅という意味も含まれています。ITER計画は、建設に10年、その後20年間に渡って運転していくという30年ものプロジェクトです。また、ITER計画の参加国の人口を合計すると全世界の人口の半数を超えます。つまり、世界の半分以上の人がITER計画を支えていることになりました。核融合を実用化するための道を行く、世界中の人々が協力する旅。それがITER計画といえるでしょう。

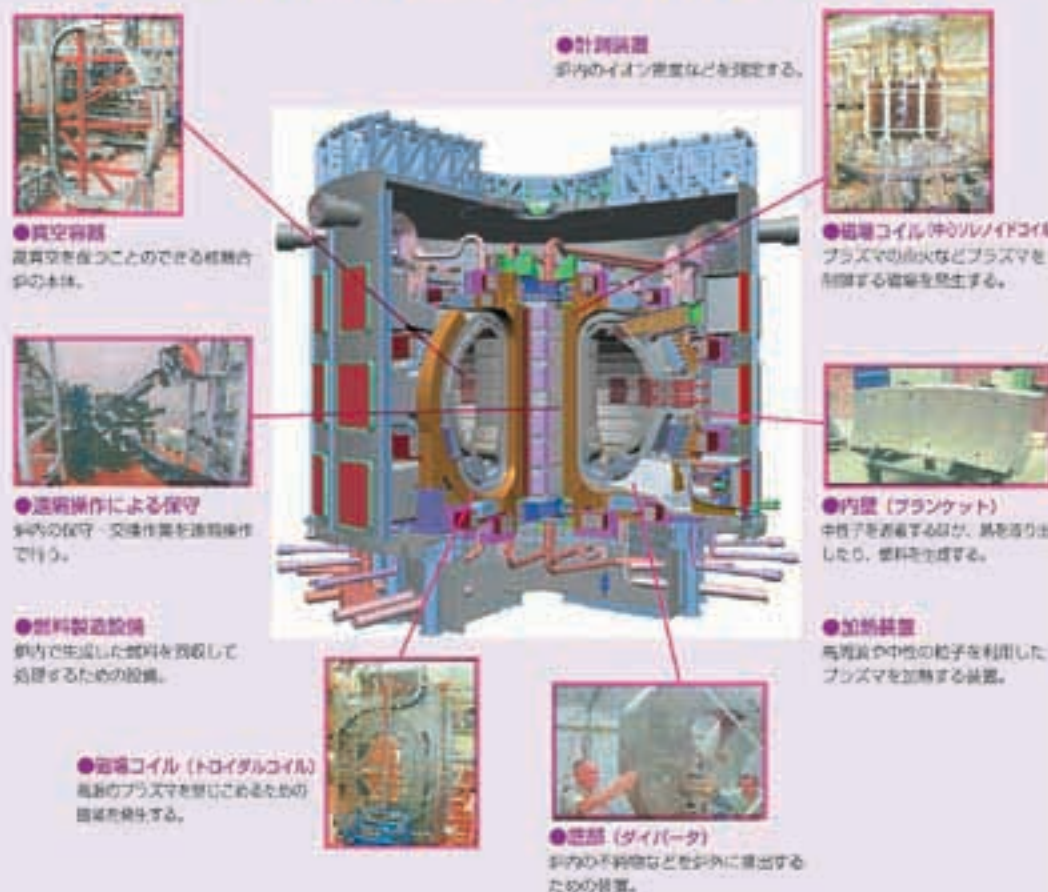
●三重水素（トリチウム）
原子核が陽子1個、中性子が2個からなる重水素の放射性同位体。

●ダイバーのきびしい条件
ダイバーはプラズマからの放射線や中性子にさらされ、放射線の総量制限時間内に10000に達することもある。また、放射線による放射線障害や放射線による放射線障害を防ぐため、高度の放射線に対する防護措置も必要となる。

される予定で、茨城県の那珂核融合研究所と合わせてITER計画を日本として支えていきます。ITERでは、核融合エネルギーが実際に利用できることを証明することが大きな目的です。これを、航空機の開発と比較してみると、ちょうどライト兄弟が最初にエンジンの付いた飛行機で飛行する段階に相当します。JT-60Uなどによって、エンジン（核融合）の開発には成功しました。つぎは、ITERという機体で、実際に空を飛べる（核融合が安定して行えること）を証明するというわけです。航空機がさまざまな部品や技術から構成されているように、核融合エネルギーを利用するためにも、非常に多くの技術的な課題を克服する必要があります。これらの課題に対する研究は、ITERの開発と同時に進めていかなくては、つぎの段階である核融合実証プラントによる発電にスムーズに進むことはできません。このために、さまざまな角度から核融合炉の研究を行っていくのが、幅広いアプローチ（BA）活動です。現在、青森県六ヶ所村で建設が進められている施設では、原型炉の設計、遠隔実験技術、スーパーコンピュータによるシミュレーションや材料照射施設（IFMIF）の工学R&Dなどの研究が行われる計画です。同時に、那珂核融合研究所にあるJT-60Uを改造してさまざまな研究を行い、その成果をITERに還元するとともに、次の原型炉設計に役立てていく予定です。

期待される日本の役割
ITER-60は、これまでに数多くの研究成果を出し、核融合研究の中では世界一の記録を出し続けてきた。世界の核融合研究を20年にわたって主導してきたと言っても過言ではありません。例えば5・2億度という世界でもっとも高い温度を記録しました。これはギネスブックにも掲載されています。牛草博士は「ITERのさまざまな分野に日本の研究成果が大きな貢献をしてくる」と、ITER計画で日本が大きな役割を担っていると力強く話します。ITER計画では、主要な機器を日本が中心となって開発を進めています。そのひとつが、核融合炉の本体である「真空容器」です。これは巨大なステンレス製の容器で、その内部は高い真空状態に保つ必要があります。また、核融合炉では発生したヘリウムガスや不純物粒子を真空容器の外に排出する必要があります。この役割を担うのが、日本で発明された「ダイバーク」と呼ばれる機器で、非常に高い熱と磁場にさらされる材料に、きびしい条件を求められる機器です。核融合炉の内壁には、「ブランケット」と呼ばれる機器が取り付けられます。これはひとつが1メートル四方で重さは約4トンもあります。このブランケットを炉内で取り付けたり、交換したりするブランケット遠隔保守機器には日本のロボット技

■日本がITER計画で果たす技術的な役割■



ITERの重要な機器の開発を担う
さらに、プラズマを制御するための強力な磁場を発生する超伝導コイルも日本が担当している部分です。そのほかにも、プラズマを加熱するための高周波加熱装置や中性粒子入射加熱装置、プラズマの状態を観測するための計測装置なども日本が担

当っています。日本の貢献は、技術面だけではありません。ITER計画を実施するITER機構には、最終的に40名近い日本のスタッフや研究者がカダラッシュで活動する予定です。実は、ITER機構の機構長も日本人に内定しています。

建物や工場を“健康診断”する 放射線を利用した「非破壊検査」

見えない内部を壊さずに調査できる

安全・安心意識の高まりにより、ビルの壁の中の鉄筋やパイプの厚さなど、外からは見えない部分を検査する方法が注目されています。中でも、壊さずに内部の様子を調査できる「非破壊検査」は、さまざまな分野での利用が進んでいます。日本非破壊検査株式会社の細江英俊東京営業所長に、最近の動向や放射線を利用した非破壊検査についてお話を伺いました。

「非破壊検査」とは、どのような検査方法なのでしょう？

「非破壊検査」とは、検査する対象（材料、機器、建造物など）を傷つけたり、破壊することなしに、それらの性質、内部や表面の状態などを調べる検査方法です。

パイプの内側やコンクリートの壁の内部などは私たちが直接、目にすることはできません。しかし、長い間使用するうちに、金属が錆びたり、コンクリートが劣化するなど、さまざまな問題が生じます。機械や建物などが故障したり壊れたりする前に、その兆候を知るために役立つのが、「非破壊検査」なのです。

非破壊検査は、どのようなところで利用されているのでしょうか？

工場や発電所での検査が大部分です。たとえば、新しく建設された工場などでは、パイプなどの溶接した部分に問題がないかを検査します。すでに稼働している工場などでは、パイプの厚さが基準を満たしているかなど、検査の目的もさまざまです。また、ビルの耐震検査のために、コンクリートの中の鉄筋を検査することもあります。最近の例では、公園などの遊具の検査も増えています。お祭りや使う山車（だし）の車軸を検査した珍しい例もあります。また、放射線を利用した検査を行

うには、細心の注意が必要です。そのため、人の出入りを制限できる発電所や工場で利用される場合がほとんどです。

どのような方法で、「内部」を調査するのでしょうか？

非破壊検査では、光、放射線、電磁気、超音波などさまざまな方法を用いて検査します。

例えば、「浸透探傷検査」では、検査する対象の表面に特殊な薬剤を塗布します。薬剤は目で見つけることの難しい細かな傷や亀裂に染み込みます。そこで、余分な薬剤を表面からふき取ることで、傷や亀裂

非破壊検査にはどのような放射線を利用しているのでしょうか？

「放射線透過検査」では、エックス線とガンマ線を目的と用途に応じて使い分けています。

例えば、エックス線は、溶接した部分に異常がないことを確認する目的で使用しています。工場や発電所を新しく建設したときや、工場や発電所の運転を停止して行う定期的な検査で使用されます。一方、ガンマ線は運転中の工場や発電所での検査や、パイプの厚さの測定などに用いられます。

放射線を利用した非破壊検査にはどのような特徴がありますか？

放射線透過検査のメリットのひとつは磁力や超音波を用いる方法と比較して、より詳細に内部の情報を知ることができるところにあります。磁力や超音波では検出が難しい針の先ほどの小さな異物も検出することができるとのことです。

現在使用されている放射線透過検査では、0.2ミリメートルの物体を見分けられるほどの非常に高い解像度を実現しています。これは、医療用のエックス線写真の解像度が2.5ミリメートル程度であることと比較すると、非常に高い解像度であることが分かります。

また、これまでは撮影した写真を人間が目で見ると判断していたため、個人差が誤差の要因になることがありました。現在は、撮影した写真をデジタル処理することで、個人差が



■ガンマ線照射装置
イリジウムは放射線源として使われ、鉛容器に収められている。照射時は、ワイヤーで搬送する装置まで移動する。

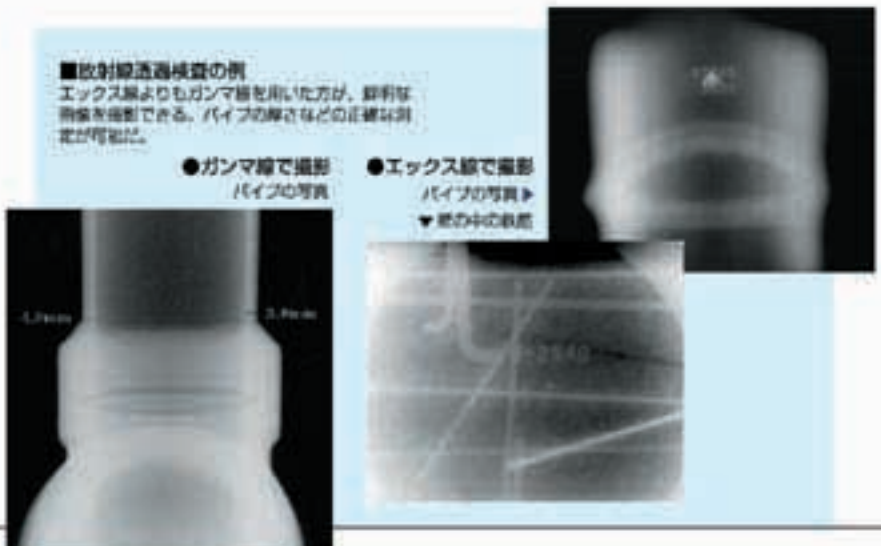
■エックス線照射装置
高圧が1メートルほどのエックス線を発生する装置（右側）と、それを制御する装置（左側）。円筒形の装置の側面にある穴の部分からエックス線が照射される。



を染み込んだ薬剤で目立たせることができるわけです。

放射線を利用した「放射線透過検査」では、主にエックス線とガンマ線が利用されています。これは、私たちが病院や健康診断のときに撮影されるエックス線写真と同じ原理が利用されています。

放射線を利用することで、たとえば郵便物やスーツケースの中身を写



■放射線透過検査の例
エックス線よりもガンマ線を用いた方が、鮮明な画像を撮影できる。パイプの厚さなどの正確な測定が可能だ。

●ガンマ線で撮影
パイプの写真

●エックス線で撮影
パイプの写真
▼壁の中の鉄筋

※イリジウム
放射線源の一つ。放射線、171キロ電子ボルト（171keV）として放射されている。放射線は透過力が高いことから工業用の放射線検査や医療用の放射線治療に用いられる。放射線に曝露していることから放射線防護の観点から厳格な管理が行われている。

※浸透探傷検査
非破壊検査の一つ。PT (penetrant inspection)、PTI (penetrant testing、浸透探傷検査)とも呼ばれる。材料表面の開口した傷を染み込ませておくことで、傷の内部に染料や着色剤を染み込ませることで傷の内部を可視化する。検査対象は金属の表面である。



日本非破壊検査株式会社
東京営業所長
細江英俊さん



伊調千春 (いちょう・ちよこ)
1981年生まれ。青森県八戸市出身。高校からレスリングを始め、大学進学を経て女子アスレチックの選手として活躍。2000年シドニー五輪で金メダルを獲得。2004年アテネ五輪で銀メダルを獲得。2007年、北京五輪で銅メダルを獲得。2008年、北京五輪で銅メダルを獲得。2009年、北京五輪で銅メダルを獲得。2010年、北京五輪で銅メダルを獲得。



伊調千春 (いちょう・ちよこ)
1981年生まれ。青森県八戸市出身。高校からレスリングを始め、大学進学を経て女子アスレチックの選手として活躍。2000年シドニー五輪で金メダルを獲得。2004年アテネ五輪で銀メダルを獲得。2007年、北京五輪で銅メダルを獲得。2008年、北京五輪で銅メダルを獲得。2009年、北京五輪で銅メダルを獲得。2010年、北京五輪で銅メダルを獲得。

オリンピックから帰国して市内を祝賀パレード 八戸の町は、懐かしくて、あったかかった

日本中を沸かせたアテネオリンピックの金銀姉妹、女子レスリングの伊調千春さん、馨さんを大府(愛知県)にある中京女子大学の練習場に訪ねました。故郷の八戸の思い出話から、おすすめのスポーツ、そしてレスリングの魅力までたっぷり聞いてきました。



故郷は青森県の八戸市。どんなところですか。

千春 一言でいうと魚の町。漁港と市場があって、食べものがなんでもおいしい。八戸には、今でもお盆と正月、年に2回は必ず帰っています。

千春 二人もオリンピック強化選手なので、毎日、練習漬けです。朝は7時から8時の1時間。午後は大学のSSC(スポーツサイエンスセンター)で夕方5時半から8時まで。休日は、私は出かけることが多いけど、姉は寝ていることが多いですね。

千春 レスリングは道具を使わない。自分の体ひとつで戦う。それから頭で考えるスポーツということですね。例えば、タックルをかける。相手のふところに入り込むのが勝負どころ。どっちから攻めようかって、体を左右に揺らしながら相手の出方を誘って、仕掛ける。もう、だまし合っているのか、そういう頭脳プレイ。たまに自分のだましがズバリの中ずることがある。経験すればするほど、難しくなる。その難しさがスゴク楽しいですね。

お2人も中学を卒業すると、故郷を離れたんですね。

千春 レスリングが強くなりたという一心で京都の高校に進学しました。監督の家にお世話になったんですが、他人の家に住むのも、甘えられるひとが傍にいないのも、初めての経験。掃除や洗濯も慣れるのに1年半くらいかかりました。学校に行くとき、クラスの誰かがお父さんやお母さんとケンカしたとか話している。それだっただけ羨ましいという気持ちでした。

千春 私には千春をずっと見てきたので、中学を出たら県外に出るんだと、そ

千春 もっと強くなりたい、もっとやれるって思いがいつもある。その思いがあるかぎりはずっと続けるんじゃないかなと。

千春 行き詰まったときとか、いつも帰りたいところ。八戸駅や小さい頃に通っていた道を眺めるだけで心が慰められます。

千春 嬉しさを実感したのは帰国して、八戸の市内を祝賀パレードしたとき。市役所を出発して、1時間くら

れが当たり前のように考えていました。ある程度、気楽だったかな。実際にそうなるってみると、自分は甘かったなと。学校にしろ、練習にしろ、思っていた以上に辛くて、ずいぶん泣きました。

アテネでは、姉妹で金と銀のメダルを獲得。日本中が大騒ぎでした。

千春 帰国して、八戸の市内を祝賀パレードしたとき。市役所を出発して、1時間くら

私の好きなふるさと
青森県 八戸市
世界へと続いた町は、
いまも海の香りで迎えてくれる

姉妹の故郷、八戸は青森県で2番目に大きな町。南部八戸藩2万石の城下町であり、水揚げ高で全国有数の八戸漁港をかかえる町でもあります。伊調姉妹に八戸の思い出の場所を聞いてみました。

例えは新鮮な魚や干物の店が60以上も軒を並べ、いまや八戸の観光コースになるほどの人気。姉妹も海産物と必ず出かけるそうですが、最近是有名になったせいで賑わってしまっただけ、ちょっとした悩みとか。



●八戸市武蔵館

「建物の1階がレスリング、2階が剣道。地階が柔道の道場に分割され、土日は欠かさずここに通いました。その間、ずっと教えていただいたのは沢内和興先生。恩師であり、お父さんみたいな存在」と、千春さん。今でも、姉妹の試合には国内外を問わず、必ず同行してくれる先生。でも、沢内先生に教わったのはレスリングだけではありません。

以上、伊調姉妹の「思い出の場所めぐり」でした。



●八戸ランチ

わたしたちの研究 6

世界にひとつだけの花をつくる

植物が持っている可能性を
イオンビームを利用して引き出す

群馬県高崎市にある量子ビーム応用研究部門バイオ応用技術研究ユニットでは、イオンビームを利用した植物の品種改良について研究しています。地域の農業関係者と連携して開発された新品種は、本年度から群馬県内で本格的に栽培される予定です。

量子ビーム応用研究部門
バイオ応用技術研究ユニット
量子ビーム遺伝子資源研究グループ
長谷 純宏



30万分の1から30000分の1へ

はじめに、今回の品種改良をはじめたきっかけについてお話しください。

長谷 これは花の市場に限りませんが、消費者は常に新しい商品を探しています。そのため、常に品種改良を行い、新しい品種を市場に投入していく必要があります。

実は今回、私たちが新品種の開発に取り組んだオステオスペルマムの全世界の生産量の約50%を占める

品種を開発した方が群馬県にお住まいです。その方が、新品種の開発に協力していただいた関口政行さんで、関口さんは群馬県農業技術センターの地域研究員でもあります。群馬県農業技術センターと日本原子力研究開発機構はこれまでにも共同で品種改良に取り組んでいるのですが、そこで、関口さんからオステオスペルマムの品種改良のお話があり、三者で共同開発することになったのです。

5千年前の縄文人もクリの木を品種改良をしていたと言われていますが、これまではどのような方法で、品種改良をされていたのですか。

長谷 植物だけでなく、生物が子孫を残すためには、DNA(遺伝子)をコピーしなければなりません。しかし、DNAをコピーして子孫に伝える際には、コピーされたDNAがいつも元のDNAと同じになる訳では

持っている
形質は現れない

イオンビームを利用すれば、たとえば暗いところで光る蛍のような植物もつくれることができるのでしょうか。

長谷 イオンビームを利用した品種改良では、遺伝子を組換えしている訳ではありません。ですから、その植物がもともと持っている性質を与えることはできないのです。

今回、新品種として登録を出願した「ヴィエントフラミンゴ」のバスターカラーも、関口さんもこれまで見たことがないという色合いでしたが、もともとオステオスペルマムがその色を持っていたからこそ、実現できたのです。

イオンビームを利用することで、バスターカラー以外にはどのような色のオステオスペルマムが生まれ出されたのでしょうか。

長谷 原品種は黄色ですが、白、オレンジ、クリーム色など、さまざまな色のオステオスペルマムをイオンビームを照射することで、効率的に作り出せました。これらの中から商品価値の高い色を選び出し、安定して栽培できるものだけが、新品種となります。

進化のスピードを
加速する

今後の研究の予定をお話しください。

長谷 イオンビームを利用した品種改良のよいところは、植物が持っている性質を引き出し、自然の力では何年かかる品種改良を効率的に行えることです。オステオスペルマムに関しては、これまで得られたことが無い純白の花や背が低い品種の開発を目指しています。これ以外にも、花や野菜、果樹など、イオンビームを利用して様々な植物の品種改良に取り組んでいます。植物の持っている可能性を、イオンビームを利用してうまく引き出していきたいと考えています。

温室で育成されている新品種「ヴィエントフラミンゴ」。新品種の開発には群馬県農業技術センター 藤原 正実さんのねばり強い取り組みが不可欠でした。

●イオンビームを利用した品種改良の手順●



さまざまな花色を持つオステオスペルマム。上段中央の黄色の花が原品種「マザーシンフォニー」。そのほかはイオンビームを利用して得られた様々な色変わり。下段中央の科は今回開発した「ヴィエントフラミンゴ」。



年に一度というとても少ない確率です。自然のままでは、長い時間と手間がかかる品種改良を効率よく行うのが、イオンビームを用いた品種改良なのです。

イオンビームを利用した品種改良はどのように行うのでしょうか。また、イオンビームとは、具体的にどのようなものなのでしょうか。

長谷 まず、関口さんが育成した原品種「マザーシンフォニー」から葉の組織を採取します。そして、葉の組織にイオンビームを照射します。照射するイオンビームは、直径1億分の1センチのさらに10万分の1くらい、イメージするともできないくらい小さい粒子である炭素

イオンを集めて束にして大型の加速器を用いて秒速6〜7万キロという速度まで加速したものを照射するのです。照射する時間は、直径6センチ程度の容器ひとつに対して、十数秒から1分くらいです。照射された葉の組織は、群馬県農業技術センターで培養し、優秀な性質を持つ株だけを選抜して、育成していきます。選抜・育成という作業は、根気の必要な作業ですが、群馬県農業技術センターの飯塚さんにねばり強く取り組みんでいただいたことが、今回の成功要因のひとつです。

イオンビームを照射することで、これまでの方法では約30万株に1株しか現れなかった新しい品種を、約3000株で実現することができました。



オステオスペルマム。オステオスペルマムはオステオスペルマム属の植物。

【コラム】

■放射線を表す単位

物質が放射線をだす力（放射能）はベクレル（Bq）という単位で表されます。また、放射線を受けた物質がどのくらいのエネルギーを吸収したのかを表す単位がグレイ（Gy）です。簡易放射線メータで使われているシーベルト（Sv）は、生物に放射線が照射されたときに、どのくらいのエネルギーを吸収したのかを表す単位です。線量当量ともいいます。放射線が生物に与える影響の大きさを表します。簡易放射線メータに表示されているミリシーベルトのミリは1000分の1を意味しています。長さの単位のミリメートルのミリと同じです。



●PINフォトダイオード
開発された簡易放射線メータで実際に使用されているPINフォトダイオード。狭く長くなる部分に放射線や光を感知する部分で大きさはおよそ1平方センチメートル。



●開発された簡易放射線メータ
開発された簡易放射線メータで実際に使用されているPINフォトダイオード。狭く長くなる部分に放射線や光を感知する部分で大きさはおよそ1平方センチメートル。

特許ストーリー 6

地元企業の地の利を活かし 密接な連携で開発に成功

ハンディ型簡易放射線メータ

目に見えず、匂いも音もしない放射線は、人間の五感で捉えることはできません。放射線の測定には、取り扱いが難しい測定器が必要でしたが、原子力機構の「成果展開事業」を活用して、有価会社テクノエービー（茨城県ひたなか市）が小型で低価格の簡易放射線メータを開発しました。

フォトダイオードをセンサーに採用 安価・安定・簡単なメータを実現

これまでに放射線を測定するためにさまざまな測定器が開発されてきました。現在、もっとも一般的といわれている放射線測定器はGM計数管と呼ばれる検出器を利用したものです。発明者の名前を取って、「ガイガーカウンター」と呼ばれることもあります。そのほかにもゲルマニウム検出器やシンチレーションカウンタなどさまざまな種類の放射線測定器が開発されています。広く用いられているGM計数管は金属の筒にヘリウムなどの気体を閉じこめた構造になっています。このため、大量生産が難しく、さらに使用する前にひとつひとつのGM計数管を調整しなければならないという特徴を持っています。

また、放射線測定器は生物に影響を与える放射線の量を測定するので、その測定結果が正確でなければなりません。そのため、定期的に正確に測定できているかを検査したり、調整したりするメンテナンス作業が必要で、大量生産が難しく、価格が高額であること、メンテナンスが必要なために、取り扱いが面倒であること。従来の放射線測定器が持つ2つの問題を解決したのが、原子力機構の特許技術を利用して有価会社テクノエービー（以下、テクノエービー）が開発した「簡易放射線メータ」です。開発された「簡易放射線メータ」に

高い意欲を持つ地元企業と連携 原子力機構の技術を社会に還元

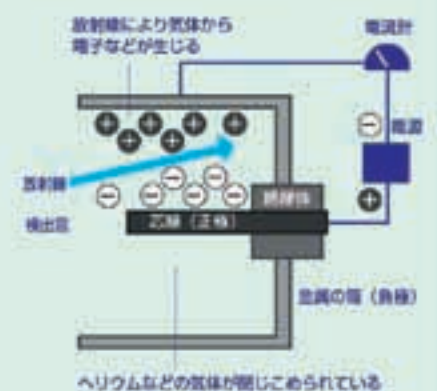
原子力機構では、これまでの研究成果を社会に還元するために、原子力機構が保有している特許や研究成果を企業に提供し、企業の新製品開発を支援する「成果展開事業」を行っています。そして、原子力機構の特許を使用している企業には、「JAEAライセンセンス企業」の呼称とロゴマークの使用が許可されます。実は、テクノエービーはこの「JAEAライセンセンス企業」の第1号でもあります。テクノエービーの荒井孝司代表取締役は、「当社は、以前から試験装置や実験設備などで、原子力機構と

測定結果を分かりやすく表示 誰でも簡単に放射線が測定できる

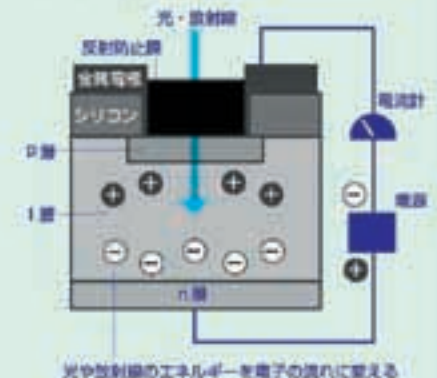
開発された「簡易放射線メータ」のもう一つの特徴が測定結果の表示方法です。通常、放射線の量はミリシーベルト毎時（mSv/h）で表されます。しかし、数値で表示された測定結果を理解するためには、専門的な知識が必要です。そこで「簡易放射線メータ」では、測定した放射線量を自然放射線量と簡単に比較できるように表示部分に工夫が施されています。また、プザーとランプで放射線を検出したことを知らせるしくみになっ

ています。また、電源には3本の単三型乾電池を使用していて、電池を含めても

●ガイガーカウンターのしくみ
内部の中心部に電極を付けた筒にヘリウムなどを封じ込み、高い電圧をかける。筒の中に放射線が入ると、ヘリウムなどが電離され、電極の間に電流が流れることで、放射線を感知する。



●PINフォトダイオードのしくみ
放射線や光が入ってくると、半導体層（I層）でそのエネルギーを吸収して電子の流れに変換される。



有価会社テクノエービー
代表取締役 荒井孝司さん

●PINフォトダイオード
放射線や光が入ってくると、半導体層（I層）でそのエネルギーを吸収して電子の流れに変換される。

光や放射線のエネルギーを電子の流れに変える

●読者の「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、皆さまからの意見を編集に反映させてまいります。

- ・医療技術への貢献に心を深めました。(埼玉県 男性)
- ・「原子力機構の動き」が細かく書いてあり、見やすかったです。(福井県 女性)
- ・原子力発電に関し、各電力会社の不透明にはいささか困惑します。こんなことが今後ないよう期待します。(千葉県 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 茨城県那珂市東海村松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

様々な化石燃料の利用により招いた地球温暖化や大気汚染。日本で排出される二酸化炭素の約9割はエネルギーを起源としているものといわれています。二酸化炭素や窒素酸化物を放出しない、クリーンなエネルギーの一つとして考えられている核融合エネルギー。原子力機構は、この核融合エネルギーの実現のための研究開発も行っており、国際プロジェクトであるITER計画の中でも那珂核融合研究所や青森研究開発センターを中心として重要な役割を果たしていくこととなります。

さて、先頃の新潟県中越沖地震において被災された皆さまには心よりお見舞い申し上げます。原子力機構においても対岸の火事とせず、安全確保の最優先に努めてまいります。また、10月25日には、有楽町朝日ホールにおいて「第2回原子力機構報告会」を開催いたしますので、皆さま奮ってご参加ください。

広報誌「未来へげんき」では、原子力機構の業務のほか、原子力エネルギーや放射線利用など、原子力に関することをよりわかりやすい言葉で正確に、皆さまに提供できるよう、未来に向けて元気に頑張っております。

未来へ
げんき
No.6 2007
平成19年度
編集・発行：日本原子力研究開発機構 広報部 広報課
制作：株式会社千原
エム・デザイン・スタジオ

日本原子力研究開発機構 研究開発拠点一覧

本部
〒319-1184 茨城県那珂市東海村松4番地49
TEL 029-282-1122(代表)
原子力開発推進・研究センター
〒311-1206 茨城県ひたちなか市西十三幸行11601番13
TEL 029-265-5111(代表)

東京地区
東京事務所
〒100-8577 東京都千代田区千代田2丁目1番地8号
TEL 03-3582-2111(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 茨城県那珂市東海村白方白根2番地4
TEL 029-282-5100(代表)

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

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

J-PARCセンター
〒319-1195 茨城県那珂市東海村白方白根2番地4
TEL 029-282-5100(代表)

大洗研究開発センター
〒311-1393 茨城県茨城県大洗町成田4002番
TEL 029-267-4141(代表)

筑波地区
筑波本部
〒914-8585 福井県敦賀市本崎65号20番
TEL 0770-23-3021(代表)

高速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)

ふげん県立推進研究開発センター(仮称)※
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
TEL 0770-26-1221(代表)

那珂核融合研究所
〒311-0193 茨城県那珂市山1801番地1
TEL 029-270-7213(代表)

高純度原子工学研究所
〒370-1292 群馬県高崎市新箕町1233番地
TEL 027-346-9232(代表)

関西科学研究所
本部
〒619-0215 京都府木津川市梅葉台8丁目1番
TEL 0774-71-3000(代表)

播磨
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光郷1丁目1番地1号
TEL 0791-58-0822(代表)

横浜深地圏研究センター
〒098-3224 北海道旭川市旭川432番地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)

遠東深地圏研究センター
〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山内1番地64
TEL 0572-66-2244(代表)

人形峠環境技術センター
〒708-0698 岡山県志布志町大字光取字新1番地3 オフロードビル
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光取字新1番地3 オフロードビル
TEL 0175-45-1240(代表)

※「新形増殖炉(ふげん)発電所」を廃止措置に係る法字補給に改称予定



原子力機構の動き

「核融合の将来への幅広いアプローチ協定」の実施機関に指定

6月1日、原子力発電機構は、文部科学省から「核融合の将来への幅広いアプローチ協定」に基づく実施機関に指定されました。

「幅広いアプローチ」は、核融合エネルギーの実現に向けて、国際核融合実験炉(Fusion)計画を支援・補完する研究開発プロジェクトであり、日欧協力により我が国で実施する事業です。原子力機構は、青森県六ヶ所村において国際核融合材料照射施設(工学実証・工学設計活動)と国際核融合エネルギー研究センター活動を、茨城県那珂市においてサテライト活動を進めてまいります。

高速実験炉「常陽」臨界30周年記念報告会を開催

6月6日、大洗研究開発センターの高速実験炉「常陽」の30周年を記念して、記念行事を開催しました。



●アメリカ原子力学会ハワード・マクファーレン会長から同学会へのグランドマーク賞の記念プレート授与

報告会では、来賓の皆様からご祝辞を頂くとともに、米国原子力学会のマーク・アレン会長よりランドマーク賞の記念プレートが授与されました。さらに、作家の神津カンナ先生をお迎えしての特別講演、地域の関わりと共生への取り組みについて地元大洗町と原子力機構からの報告などが行われました。報告会は、各界関係者、地域の方々、報道関係者を合わせて約600名にご参加頂き、盛大に行われました。

高市早苗科学技術政策担当大臣の「もんじゅ」視察

6月8日、高市早苗科学技術政策担当大臣が高速増殖炉「もんじゅ」を視察されました。

高速増殖炉研究開発センターでは、もんじゅ展示館(エムシースクエア)、FBRサイクル総合研修施設(ネトリウム棟を「もんじゅ」施設では、2次系改造工事現場、原子炉建屋内の炉上層と中央制御室をご視察いただきました。それぞれの現場では、建設の状況などについて興味深くご質問になられ、多くのご質問をいただきました。その後、総合管理棟において、もんじゅ従業員に対して激励をいただきました。

従業員への激励では、5月に米国で開催された国際原子力パートナーシップ(GNEP)関係者会議の席上での各国からの「もんじゅ」への期待の大きさにも触れられ、「誇りと使命感を持って世界が目指している「もんじゅ」の開発を安全第一に進めていって頂きたい」という旨のご発言をいただきました。



●原子炉建屋内をこの様子で様子(左から60歳代 高市科学技術政策担当大臣)

青森研究開発センターおよび国際核融合エネルギー研究センター開所式を開催

7月3日、青森研究開発センターおよび国際核融合エネルギー研究センターの開所式を新事務所となった「オフロードビル」で開催しました。

開所式に先立ち、正門において両センターの看板除幕が、副理事長、バスカル・ギャラン事務局長、そして大島理森衆議院議員と未来を担う地元尾越小学校の生徒さん22人により力強く執り行われました。

開所式は、三村青森県知事、大島衆議院議員、欧州連合駐日代表部からフィリップ・タクシー・デュ・ボエツト一等参事官、古川六ヶ所村長を始め地元や関係機関の方々約200人の出席を頂き盛大に行われました。

また、核融合エネルギー推進議員連盟会長の尾身財務大臣からビデオによる祝辞をいただき、将来の原型炉は日本に是非誘致したい旨の心強いメッセージと励ましを頂きました。



●核融合エネルギー推進議員連盟会長の尾身財務大臣によるビデオ祝辞

郵便はがき

3 1 9 - 1 1 9 0

料金受取人払郵便

ひたちなか局承認

432号

差出有効期間
平成21年3月
31日まで

切手不要

茨城県那珂郡東海村村松4-49

独立行政法人
日本原子力研究開発機構
広報部「未来へげんき」係 行き

お名前 _____ 年齢 _____ 歳 _____ 男・女

ご職業 _____

ご住所 〒 _____

お電話 _____



