

未来へ **げんき**

G E N K I

NO.14
平成21年
季刊 未来へ
げんき



(本誌は再生紙を使用しています)

左上: DNA複製の *in situ* ハイブリダイゼーション
左下: 放射線治療の局所温度計算のための詳細なモデル
右上: 複製した PprA 試験により可視化した DNA 複製
右下: 放射線による DNA 複製過程のシミュレーション



量子ビームで、
みる、つくる、なおす

量子生命科学が拓く新しい可能性

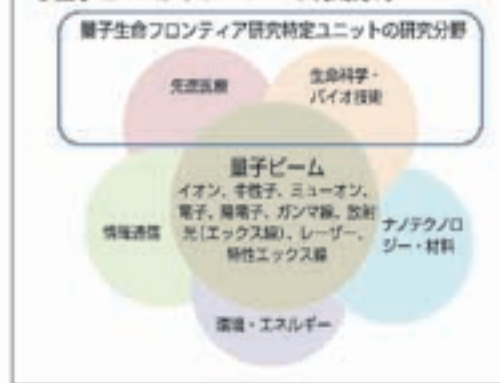
原子力機構では、機構内の異なる組織から横断的に研究者を集め、それぞれの知見を集約し、多面的角度から研究を行うことで、重点的テーマに挑戦する「特定ユニット」という組織があります。今回は、生命科学やバイオテクノロジー分野で先進的な成果をあげている量子生命科学フロンティア研究特定ユニットの活動について紹介します。この分野は社会的ニーズも高まっており、原子力応用研究の視点からも今後ますます重要になることが予想されます。特定ユニットでは、量子ビームテクノロジーを駆使し原子力機構にしかできない研究を進めています。

量子生命科学とは
どのような科学なのか

エクス線や中性子線、イオン線などの粒子線をまとめて量子ビームと呼んでいます。現在、量子ビームはさまざまな分野で利用され、科学や医療、産業の分野で活用されています。

たとえば、低い温度で電気抵抗がゼロになる超伝導現象がおこるしくみを調べたり、燃料電池の開発には中性子線が利用されています。イオン線は作物の品種改良や、がんの治療に利用されていますし、情報通信機器の開発でも活躍しています。さまざまな分野で活用されている量子ビームを生命科学やバイオテ

●量子ビームテクノロジーの利用分野



ノロジー分野、先進的な医療分野で利用するための研究分野が「量子生命科学」です。原子力機構では、量子生命科学分野を重点的に研究するために「量子生命科学フロンティア研究特定

●粒子線 加速された電子や中性子、イオンなどのビームのこと。
●イオン線 電子などを正または負に荷電し加速した粒子線、イオンビームともいう。
●中性子線 陽子とともに原子核をかたちづくる中性子の流れ。
●エクス線 波長が1nm~10nm程度の原子から放出される電磁波で放射線の一つ。
●*in situ* ハイブリダイゼーション 細胞内における特定のDNA配列の場所を可視化して検出する方法。
●PprA DNA複製を促進する多量タンパク質。

未来へ **げんき**
G E N K I

今号の「未来へげんき」では、原子力機構のさまざまな部門から組織を超えて研究者が集まり、生命科学やバイオテクノロジーの分野で先進的な成果をあげている量子生命科学フロンティア研究特定ユニットの活動について紹介します。「ふるさとげんき」のコーナーでは、群馬県の東村(現みどり市)出身の詩人作家の星野富弘さんにご登場いただきました。

■表紙写真: 草津白根山 湯釜
群馬県の草津白根山は多くの爆裂火口があります。頂上部分あたりやその周辺には、爆裂火口の跡に雨水などが溜まり、沼や湿地となったものが数多くあります。白根の池沼を代表する湯釜は、標高約2000m、直径約300m、水温は30℃程度、水質は強酸性とされています。湖水の色は天候により乳白色、薄水色、エメラルドグリーンへと何色にも変化する色彩の美しさは絶景です。
画像提供 ビジュアルくんま
<http://www.wind.ne.jp/g-kanko/visual/index.html>



■特集
量子ビームで、みる、つくる、なおす
量子生命科学が拓く新しい可能性

■サイエンスノート
高精度な診断・照射技術により
正確に患部だけをねらい撃ちし、
患者の負担を減らし、治療率を高める
重粒子線がん治療の普及のために

■ふるさと・げんき
詩人作家 星野富弘さん
群馬の里山に抱かれて
繊細な詩人に綴る自然の歎び

■わたしたちの研究
放射性同位元素で「診て」、
「治す」
—核医学検査と核医学治療—
新しい医用放射性同位体をつくる

■特許ストーリー
カニやエビの殻が
植物を元気にする
「キトサン」を主原料に放射線を照射した植物活力剤

■新たな発見 科学館へ行こう
多彩な展示と地域と連携した教育プログラム
科学する心を育む「学びの場」を提供
きつぷ光科学館ふもとん(京都府木津川市)

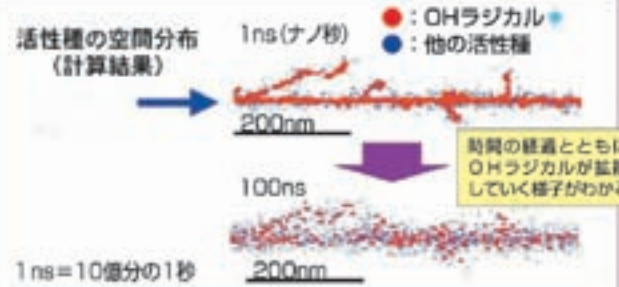
■げんきなSTAFF
粒子線がん治療装置を
レーザー駆動で小型化する
光医療研究連携センター
光医療産業研究特別グループ

■PLAZA
原子力機構の動き
Information

●縦じ込み読者アンケートハガキ

成果1 ■イオンビームの生物作用のしくみに迫る

イオンビームは、X線やガンマ線に比べ、がん細胞の殺傷効果が高いことと、体内での患部への線量集中性が高いことから、副作用が少ない効果的ながん治療に役立っています。また、植物育種のための突然変異を効率的に誘発できます。イオンビームの生物作用がなぜX線やガンマ線と異なるのか、そのメカニズムはまだよく分かっていません。そこで、イオンがヒットした直後から起こる過程の連鎖を一貫したストーリーとして解明することを目指しています。今回、イオン種、エネルギー、経過時間に依存した生物を構成する水の中の活性種収率の特性を定量的に明らかにし、その実験データを再現する数値モデルを構築することに成功しました。このメカニズム解明ががん治療の高度化や植物育種の多様化が期待できるかもしれません。



成果2 ■放射線への抵抗力の謎を探る

は乳類が死んでしまうほど強い放射線をおびても平気な生物がいます。細菌の一種でデキノコッカス・ラディオデュランス (Deinococcus radiodurans)、放射線に耐える奇妙な果実という名前がつけられています。放射線が生物に影響を与えるのは、放射線が遺伝子を傷つけるためと考えられています。つまり、デキノコッカス・ラディオデュランスは、遺伝子を修復する能力が高いため、放射線の影響を受けにくいと考えられているのです。わたしたちの遺伝子は紫外線などによっても、傷つけられていて、老化やがんの原因のひとつになるといわれています。デキノコッカス・ラディオデュランスが遺伝子を修復する仕組みが解明できれば、将来がんの治療薬や老化防止に役立てることができると期待されています。



●デキノコッカス・ラディオデュランスの電子顕微鏡写真

成果3 ■高度計算科学技術を活用して過剰放射線治療を支援

放射線治療では、腫瘍部分に適切な線量を与え逆に正常な部分の線量はなるべく少なくするため、正確な線量評価が必要です。最新の計算科学技術を活用して、複雑な照射条件の治療に対しても高精度の線量計算を短時間で実行するシステムの開発を行ってきました。このシステムでは、線量計算を専用の高性能計算機で集中して実施し、ネットワークを介して多数の医療施設を支援することができます。実用化されれば、放射線治療の品質向上に大きく役立ち、また日本でも高度な線量情報に基づいた治療が可能であるため、医療格差の是正にも繋がることを期待されます。



量子ビームを使って 生命の神秘を解明

現在、特定ユニットでは4つのグループがそれぞれのテーマをもって研究を行っています。放射線が生物に与える影響を研究しているのが、「放射線生物作用解明グループ」です。放射線がDNAなどに作用するしくみを研究することで、放射線影響の根本的な理解や植物の品種改良などに役立つ知識が得られます。量子ビームを利用してタンパク質の構造や機能を解明しているのが

「DNA修復タンパク質解析グループ」です。生物は放射線によって傷つけられた遺伝子を自分で治す力を持っています。このしくみを解明することで、生物がなぜ放射線の影響を受けられるのか、影響を小さくするためにはどうすればよいか、といったことが分かるようになります。量子ビームの医療への応用を研究しているのは、「がん診断・治療用RI-DDS開発グループ」と「外部照射放射線治療高度化グループ」です。「がん診断・治療用RI-DDS開発グループ」では、がんの診断や治療

に利用できる新しい放射性同位元素の開発・研究を行っています。放射性同位元素を利用することで、患者の負担が少なく、生活の質(QOL)に影響の少ないがん治療を実現することができるようになります。また、「外部照射放射線治療高度化グループ」では、中性子の反応を利用して患部だけに量子ビームのエネルギーを集中して与える治療法の研究や、原子力で培った計算科学技術を用いて患者の線量を高い精度で計算するシステムの開発などを行っています。量子ビームを医療の分野

で利用するためには医学系の研究者との連携が重要になってきます。原子力機構では外部の研究者と密接に連携することで、医療分野への応用研究を進めています。異なる研究分野を組み合わせることで効果的で効率的な研究を進めている特定ユニットは、原子力機構が行う生命科学研究所の情報発信の窓口であり、外部との研究協力の接点でもあります。今後も具体的な研究テーマを設定して、成果を社会に還元していきます。

●量子生命科学の研究拠点 J-PARC, JRR-3, TIARA, SPring-8などの量子ビーム施設を連携することで、効果的な研究を行うことができる。



原子力機構は日本全国にさまざまな施設をもっており、平成21年(2009) 2つの施設を利用することで、放射性同位元素のつくり方のちがいに影響を比較するなど、多彩な研究を行うことができます。また、東海村のシミュレーション技術を利用すれば、放射性同位元素が生物に与える影響を事前に予測することができるようになります。このように、原子力機構のさまざまな施設や技術を結びつけて研究を進めることで、より詳しく、幅の広い研究を行うことができます。

ユニット(以下、特定ユニット)という研究者のチームをつくり、多彩な研究を行っています。特定ユニットでは3つの大きな研究テーマに取り組んでいます。

1つめは、放射線が生物にどのような影響を与えるのか、そのしくみを調べる研究です。2つめは、量子ビームを利用して生物の身体をまたたく間に破壊するタンパク質の構造を明らかにする研究です。タンパク質の構造・機能を調べることで、生物の生きるしくみを明らかにすることができ、新しい薬を効率的に作ることもできるようになります。そして3つめが、診断や治療などの医療分野で量子ビームを利用するための研究です。

09年7月に完成記念の式典が行われたJ-PARCなどがある茨城県東海村、群馬県高崎市のTIARA、兵庫県佐用町のSPring-8と、レーザーを研究している京都府木津川市の関西光学科学研究所の4つの施設が量子生命科学研究所の拠点となっています。各拠点にある量子ビームの装置や得意とする研究分野を結びつけることによって、より効率的に研究を進めることができたり、新しいアイデアが生みだしたりすることができるようになります。たとえば、がんの治療に薬として利用されている放射性同位元素をつくる研究では、TIARAのイオンビームを使ってつくる方法と東海村にある研究用原子炉(JRR-3)を使ってつくる方法があります。2つの施設を利用することで、放射性同位元素のつくり方のちがいに影響を比較するなど、多彩な研究を行うことができます。また、東海村のシミュレーション技術を利用すれば、放射性同位元素が生物に与える影響を事前に予測することができるようになります。

生命・バイオ分野の研究者が連携して研究を進める 量子生命フロンティア研究特定ユニット

原子力機構の特長を最大限に活かす

量子生命フロンティア研究特定ユニット(以下、特定ユニット)は、平成18年(2006年)に発足した新しい形の研究チームです。生物に対する放射線の影響と量子ビームの生命科学分野での活用が大きな研究テーマです。特定ユニットには、2つの強みがありました。ひとつは、原子力機構で行っている研究の内容を外部から見えるよう(Visible: 可視的)にすることです。原子力機構は全国各地に施設があり、それぞれの組織で独自に成果をあげてきた。外部からどの組織がどんな研究を行っている、どのような成果をあげているのかが見えにくい、という課題を解消するのが、狙いです。2つめは、さまざまな組織から研究者が集まった組織横断的な研究チームを作ることによって、多様な研究テーマに柔軟に対応していくことです。異なる分野の研究者が互いに刺激しあう相乗効果もあります。特定ユニットに参加する研究者は、それぞれの役割に応じて、所属する組織の研究と特定ユニットの研究に時間を自分で調整しています。特定ユニットは、企業が新たな取り組みを行う際のプロジェクトチームに似ているかも知れません。

異なる分野の研究者の集まる特定ユニットが、これからも大きな成果をあげるものと期待しています。

●特定ユニットはさまざまな組織の研究者で組織される

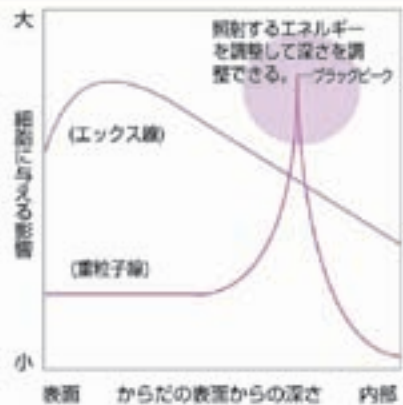
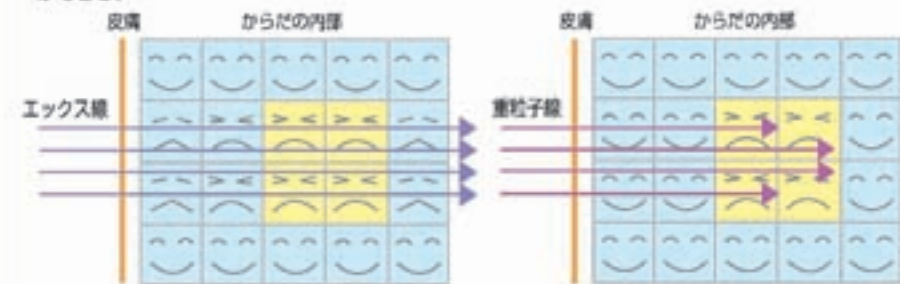


原子力基礎工学研究部門 上級研究主幹 量子ビーム応用研究部門(横断) 量子生命フロンティア研究特定ユニット長 齋藤 公明(さいとう きみあき) 環境放射線の測定・評価、人体放射線モデルを用いた線量評価、放射線治療用高精度線量評価システムの開発等に従事

- OHラジカル DNA損傷過程で重要な役割を果たす活性酸素の一種。
- ODS ドラッグリバーシブルシステム(逆)「わたしたちの研究」特報。
- DNA 遺伝子情報を担う化学物質。
- JRR-3(じゅいあーるあーるすりー) 中性子を利用した研究などに利用されている研究用原子炉施設。
- 放射性同位元素 同じ元素で中性子の数が異なる同位体のうち、放射線を出す元素。
- Spring-8(すぷりんぐえいと) 放射光(エックス線)を利用した実験を行える大型放射光施設。日本原子力研究所(当時)、理化学研究所が建設。現在は、理化学研究所と東海村科学センターが運営。科学装置や幅広い業種の産業に利用されている。
- TIARA(ていあーら) さまざまな種類のイオンビームを利用できるイオン照射研究施設。
- J-PARC(じゅいぱーく) 中性子ビームやニュートリノビームの実験ができる大型加速器施設。

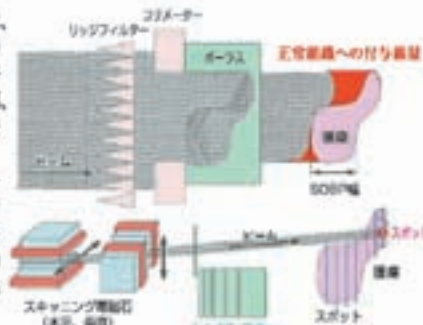
■がん細胞をねらい撃ちできる重粒子線

エックス線はがん細胞の前後の正常な細胞に損傷を与える。重粒子線は体の深部のがん細胞だけをねらい撃ちすることができる。



■拡大ビーム照射法と3次元スキャニング照射法

拡大ビーム照射法では、コリメーターとポラスでがんの形に重粒子線を調整するが、一部、正常な細胞にも影響を与える。3次元スキャニング法では、ピンポイントでがん細胞を攻撃できるため、正常な細胞への影響を最小限に抑えることができる。



重粒子線治療を受けることのできるのは HIMAC だけなのでしょうか。HIMAC のほかには兵庫県立粒子線医療センター*で重粒子線治療を受けることができます。また平成22年(2010年)からは群馬大学でも重粒子線治療が始まる予定です。群馬大学に設置される重粒子線照射装置は HIMAC での研究成果を

いる機材でがんの深さ方向に一致するように重粒子線のエネルギーを調節します。これによってがん細胞だけをねらい撃ちするわけです。これは「拡大ビーム照射法」と呼んでいます。これをさらに進めたのが後述の「3次元スキャニング照射法」です。(野田さん)

現在建設が進んでいる第二治療室には、どのような技術が取り入れられるのでしょうか。第二治療室の照射装置には、より精度よく重粒子線ががん細胞を狙うための工夫をほどこしています。それが「3次元スキャニング照射法」という照射方法です。これは細く絞った重粒子線を少しずつずらしながら照射する方法で、テレビのブラウン管についている電子銃と同じ原理です。電磁石で重粒子線の方向を決めて、レンジシフターという機材でエネルギーを調整する仕組みです。拡大ビーム照射法と比較して、3次元スキャニング照射法では正常な細胞への影響を抑えながら、より複雑な形のがんを攻撃することができるようになります。(野田さん)

重粒子線治療は日本で生まれたすぐれたがんの治療方法です。その普及のためにには2つの課題があると考え

■独立行政法人 放射線医学総合研究所 重粒子医学センター病院

日本で唯一の放射線診療単科病院で、がんの放射線診療に特化した治療と診断、先進医療や臨床試験などを行っています。重粒子線がん治療を受けた患者の総数は、平成21年(2009年)に5000人を超える予定です。



【治療などの相談窓口】
住所 ●〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区六ツ井4丁目9番1号
電話 ●043-264-8852
受付時間 ●9:30~12:00, 13:00~15:15
URL ●http://www.nirs.go.jp

*医学物理士

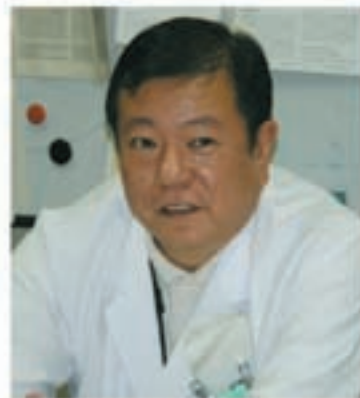
放射線照射に関する放射線防護の安全管理や放射線測定などを行う技術者。医学物理士について ●医学物理士会: http://www.geocities.jp/Technicals/5207/ 医学物理士会加盟について ●JPM: 医学物理士会加盟: http://www.jpmp.org/

●兵庫県立重粒子線医療センター

URL: http://www.hnrc.shnhe.tyho.ac.jp/ 電話: 0791-59-0100 (代)



野田 精司 (のだ こうじ)さん
放射線医学総合研究所 重粒子医学センター
物理工学部 部長
次世代照射システム研究グループリーダー



辻 比呂志 (つじ ひろし)さん
放射線医学総合研究所 重粒子医学センター
第三治療室長
臨床治療高度化研究グループリーダー

重粒子線治療とはどのようながん治療なのでしょうか。エックス線やガンマ線のかわりに、陽子や炭素などの重い粒子(重粒子)を照射するのが重粒子線治療です。人体に照射されたエックス線やガンマ線は、少しずつエネルギーを放射しながら人体の中を通り抜けます。このエネルギーによって、がん細胞のDNAを攻撃します。しかし、エックス線やガンマ線は体の中を通る途中で、がん細胞の前後にある正常な細胞にも損傷を与えてしまいます。これに対して、人体に入射した重粒子線はある深さまでかけぬけ、止る直前で大きなエネルギーを与えて

線量のピーク(ブランクピーク)を作りその後止ります。重粒子が進む距離は、照射するエネルギーを変えたりフィルターを使うことで自由に調節することができます。これは正常な細胞に影響を与えずに、がん細胞だけをねらい撃ちできることを意味しています。

平成6年(1994年)から重粒子線治療をはじめたHIMAC*では、すでに5000名近いがん患者の治療実績があります。(辻さん)

動いている肺のがん細胞に照射する先導的な取り組みについて教えてください。たとえば肺がんを治療する際には、呼吸して動いている肺のがん細胞だけを狙って重粒子線を照射する必要があります。

また、重粒子線の照射ポイントががんの形に合わせて3次元で調整することで、正常な細胞への影響を最小限に抑えながら、がん細胞を攻撃する方法も開発しました。まず、カメラの「絞り」に似たコリメーターという機材で重粒子線ががんの面方向の形に整えます。つぎに、ポラスと呼ん

があります。そのためにはまず、患者が息を吐いたときのがん細胞の位置を測定しておきます。そして、重粒子線を照射する際も、患者が息を吐いたタイミングにぴったりと合わせて照射します。このように呼吸と同期させることによって、動きを止めることのできない部分のがん細胞だけに重粒子線を照射することができますようになるのです。



サイエンスノート

高精度な診断・照射技術により
正確に患部だけをねらい撃ちし、
患者の負担を減らし、治療率を高める

重粒子線がん治療の普及のために

がんの治療法として、切らずに治すことのできる放射線治療が注目を集めています。中でも治療効果の大きい「重粒子線」を用いるがん治療は、日本で開発され先進医療に認定された治療方法です。世界に先駆けた研究と治療が行われている放射線医学総合研究所で臨床を担当する辻さんと装置を担当する野田さんに、お話をうかがいました。

●医学物理士

放射線照射に関する放射線防護の安全管理や放射線測定などを行う技術者。医学物理士について ●医学物理士会: http://www.geocities.jp/Technicals/5207/ 医学物理士会加盟について ●JPM: 医学物理士会加盟: http://www.jpmp.org/

●兵庫県立重粒子線医療センター

URL: http://www.hnrc.shnhe.tyho.ac.jp/ 電話: 0791-59-0100 (代)

●HIMAC (はいまっく)

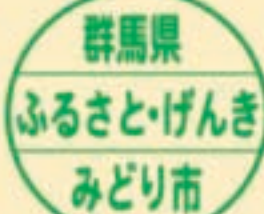
放射線医学総合研究所の重粒子がん治療設備。Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba(千葉県にある重イオン医療施設)の英文学から名付けられた。

●重粒子(じゅうりゅうし)

電子よりも重い、陽子、中性子、炭素などの粒子。重粒子を加速器で加速して加速したものを重粒子線と呼ぶ。

群馬の里山に抱かれて 繊細な詩画に綴る自然の歓び

●詩画作家 星野富弘さん



やさしくて豊かな色彩、凛としたタッチで描かれた草花たち。詩画作家・星野富弘さんの繊細な作品は、頸髄損傷の事故後から、口にくわえた筆で描いてきました。植物がこれほどに美しいものだったかと、観る人の心を震わせる詩画を生んできた人生をお伺いしました。



幼い頃からずっと群馬県だそうですが、どんな場所に思い出がありますか。

生まれた所は当時、東村(現みどり市)と呼ばれていた人口3000人足らずの小さな村です。山の中の村で、村中の人が知り合いました。

私は大変活発な子どもで落ち着きがなく、じっとしているのが大嫌い。とにかく日がな一日中、外で元気に遊び回っていました。自然に囲まれた環境で育ち、当時は今のようによくも少なかったもので、遊び道具は工夫して作っていました。草笛や箆舟はもちろん、草花や木端を利用していろんな遊びを考え出しました。

著書にも書いた十二時山は、うちの正面の1000mに満たない小高

い山です。村の人たちは農作業をしながら、太陽がその山の頂上にくるのを待ってお昼にするんです。時計のいらないゆったりとした暮らしでした。

日本中にファンが多い詩画作家ですが、きっかけは何でしたか。

体を動かす仕事をしたくて体育教師になった私ですが、教師就任2ヶ月後今から約40年前、クラブ活動中に頸髄損傷の事故に遭い、突然、肩から下がマヒしてしまっただけです。事故直後は命が危険で助かりたいと念じたのに、助かった後、動けない自分に対峙すると絶望し、生きるのがイヤになりました。将来の夢も希望もなくした私を、母親はもちろん周囲の方々が励ましてくれました。

植物画が多いのは、自然に囲まれた環境に影響がありますか。

体を動かせませんから、一番身近にある草花をモチーフにしているうち

野の花でも手を入れてやらないとダメなのです。また葉っぱがしつかりよく付いていないと、キレイな花は咲きません。不必要なものはないことを、自然にも学ばされますね。

人生でいろいろなことを体験されましたが、最も影響されたものは何ですか。

事故後、私はキリスト教の洗礼を受けました。人一倍、動くのが好きな私が、全く動けなくなるなんて、こんな皮肉はありません。でもたくさんの人々の励ましや、支えによってここまでできました。人との出会いは私にとって、人生の指南でもありました。全ての人の縁が、今の自分を築いていると思っています。事故で絶望した私に一筋の光が差したのは、人の支えで「自分のできる

こと」を見つけたときでした。たった1行でも字が書けた。それが大きな自信につながり、毎日が楽しみになったのです。本当に嬉しくて、朝がくるのが待ち遠しくなりました。人生には目標が必要です。目指すものがあつてこそ、人は進んで行ける。自分のための人生を導く光、自信を見つめることは大事です。聖書には、植物の美しさを称える言葉がたくさんあります。こうした草花の美しさを信じ、絵を描いていけば、きっと大丈夫という安心感に包まれます。この自信が自分に示唆を与えてくれるのです。

今の自分を顧みて、今どんなことを感じていますか。

人生ってというのは本当に不思議なものです。もし事故に遭わなかったら

やがてたくさんの手紙や言葉をかけられ、多くの温かい心にあふれて少しずつ元気を取り戻していったのです。絵と出会ったのはそんなときでした。せつかくの手紙にどうしてもひと言、返事が書きたい。そう思って、唯一自由に動かせた口で筆をくわえたのがきっかけです。しかし口で字を書くには、首の力が必要です。事故後の私には首の力が入れられなかったもので、その日から訓練して何とか簡単な字を書き、空いたスペースには花瓶の花を描いていくようになったのです。

私は自由な体で旅行を楽しんだりたでしょう。しかしただ一人の教師で終わっていたかもしれない。

事故で一時は絶望に陥りながらも、絵のおかげで立ち上がり、今の生き方を手に入れることができました。ケガを決して良いこととは言いませんが、あれが人生の大きなチャンスになったのです。だから今はとても幸せで満足しています。失うものもありませんでしたが、別の大きなものを得られたので、トータルで考えるとプラスですし、良い人生です。

今は支えてくれた母や妻、周囲の方々に感謝の気持ちでいっぱいです。山で共に過ごした仲間が多いためか、利害関係もなく、心でつきあってくれます。それに応えていくためにも、今後も目の前に広がる自然を自由に描いていきたいと思っています。

神が与えた植物の美しさにますます惹かれていきました。

絵を描くときはじっくり観察します。すると書き終わる頃には、どんな草花でも好きになってしまっています。だから私はどれが一番好きな花か、という質問には答えられません。

毎日、自宅の近所を散歩しますから、そういう全てのものがテーマになります。遠くに見える山、目の前に咲き乱れる色とりどりの花たち。私の周りにはこんなにも恵まれたモチーフがありますし、植物というのは自分でも描きながら感心するほど美しくよくできているものです。

実は道ばたの雑草もきちんと下草を刈り込んで手入れしないと、あつという間に強い外来種がはびこります。日本古来の草花たちを守るためには、



■星野 富弘 (ほしの とみひろ)さん
昭和21年(1946年)群馬県勢多郡東村生まれ。1970年群馬大学卒業後、地元中学校の教諭となる。2ヶ月後、クラブ活動の指導中に頸髄損傷の事故に遭い、手足の自由を失う。1972年入院中に口で筆をくわえて絵を描き始め、話題となる。1979年前橋市で最初の展覧会が開催。退院後、結婚。雑誌や新聞に詩画作品やエッセイを発表。全国各地で講演会が開催され、著書も多数。1991年群馬県勢多郡東村に村立富弘美術館開館。世界各地でも講演会が開催される。2006年戸北町立星野富弘美術館開館。群馬県名誉市民となり、現在も制作に励む。

●富弘美術館
住所：群馬県みどり市東町草木88
電話：0277-95-6333
ウェブサイト：http://www.tomihiro.jp/

●みどり市
平成18年(2006年)3月27日に前田郡勢多町・山田郡大岡町・勢多郡東村の2町1村が合併して、群馬県で12番目の市「みどり市」が誕生しました。

私の好きなふるさと
山あいの風景に抱かれ、
みどり豊かな
ふるさとを描く日々。



●作品「あせがき」

群馬県みどり市

今も昔も群馬の山々に囲まれた風景が大好きだという星野さん。繊細なタッチで描かれた美しい作品群はどれも温かみにあふれ、深い愛情が感じられます。少年時代から山あいの村で走り回り、どっしりした山に抱かれる環境で育ったせいか、大学時代の町での暮らしはどうしても慣れませんでした。



毎日の散歩は、近所の田んぼや畑のあぜ道、可憐な睡蓮が美しい小さな池のほとりなど、四季折々の草花が咲き乱れるところです。赤城山や谷川の風景も絶好のモチーフになり、絵の素材には事欠きません。

30数年前、入院中に近所の障害者センターの所長さんの勧めで展覧会を開催してから話題となり、詩画作家への道が切り開かれました。

2005年にオープンした富弘美術館(新館)は草木湖のそばで、風光明媚な場所。館内には初期から最新の絵画が並び、やさしい詩と共に楽しめます。



●富弘美術館内部

星野さんがときどき立ち寄るのがうどん屋さん。桐生市はうどんの里と呼ばれるほど美味しいうどんが多く、好物の一品です。相生町にある、行きつけのうどん屋、「橋」さんは、わざわざ入口に車いすが通れるようなスロープを作ってくれました。

わたしたちの研究 13

放射性同位元素で”診て”、”治す” —核医学診断と核医学治療—

新しい医用放射性同位元素(RI)をつくる

群馬県高崎市にある原子力機構の高崎量子応用研究所では、医療に利用する新しい放射性同位元素の研究を行っています。診断や治療など目的に応じた放射性同位元素を開発するために、群馬大学と共同で進めている核医学研究についてご紹介いたします。

長い歴史のある RI を利用した医療

「核医学」とはどのような医学の分野なのでしょうか。

速藤教授 核医学というと耳慣れないかも知れませんが、RI検査やPETといった言葉は聞いたことがあると思います。PETは最近、がんの診断に有効であることが知られ、普及が進んでいます。これらはRIを病気の診断に利用するものですが、RIは古くから病気の治療に利用されてきました。

RIを治療に利用した例では、1991年の湾岸戦争のときの米国のブッシュ大統領の例が知られています。当時のブッシュ大統領は湾岸戦争の最中にバセドウ病という甲状腺の病気にかかりました。このときに医師団は、ブッシュ大統領に放射性ヨウ素(ヨウ素131)を投与するRI内用療法を施しました。RIを用いた治療を行うことで、ブッシュ大統領は手術を行うことなく、バセドウ病を治すことができたのです。

石岡 バセドウ病の場合、甲状腺にヨウ素が集まる化学的な特徴と、ヨウ素131が持つ放射線(ベータ線)を利用して治療を行います。肥大した甲状腺の悪い細胞をベータ線が壊すことにより、約2カ月後には甲状腺は縮小し、正常な機能を回復させることが可能です。

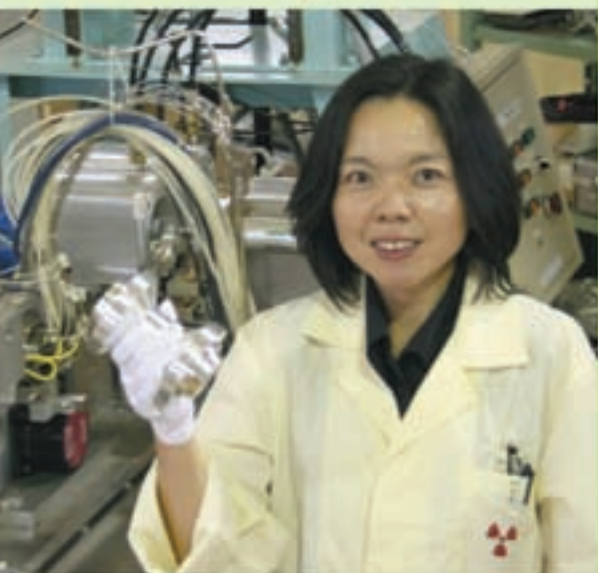
手術することなくがんの治療ができるRI内用療法は、患者さんのQOLの向上にも大きな期待が寄せられています。例えば、ストロンチウム89はがんが転移した骨の痛みの緩和に、イットリウム90は悪性リンパ腫の治療に用いられています。

目的に応じてさまざまなRIを使い分ける

RIを利用した診断や治療にはどのような方法があるのでしょうか。

速藤教授 最近、普及し始めているのがFDG-PETと呼ばれる方法です。最近、普及し始めているのがFDG-PETと呼ばれる方法です。

速藤教授 最近、普及し始めているのがFDG-PETと呼ばれる方法です。最近、普及し始めているのがFDG-PETと呼ばれる方法です。



●手に持っている金属部品に充填されている「ターゲット」に照射することで放射性同位元素が生成される。

法です。がん細胞は正常な細胞と比較してブドウ糖の代謝が活発という特徴があります。そこで、細胞のエネルギー源であるブドウ糖に目印としてRIのひとつであるフッ素18をつけておきます。これを体内に投与してPETで撮影すると、身体の中のどの部分でブドウ糖の代謝が行わ

●がん治療に利用されるRI (ベータ線)の例

現在、日本で保険が適用されるRI内用療法で利用される核種はつぎの3種類のみ。そのほか、Re-186/188 (レニウム)、Lu-177 (ルテチウム)、Cu-64/67 (銅) などの研究が進められている。

核種	半減期	病名
I-131 (ヨウ素)	約8日	バセドウ病、甲状腺がん
Sr-89 (ストロンチウム)	約50日	がん転移による疼痛
Y-90 (イットリウム)	約3日	悪性リンパ腫

核医学で利用されるさまざまなRI

●画像診断に利用されるRIの例

核種をできるだけ少なくするために、半減期の短い、ガンマ線だけを放出する核種が利用される。

核種	半減期
Tc-99m (テクネチウム)	約6時間
I-123 (ヨウ素)	約13時間
I-131 (ヨウ素)	約8日
Tl-201 (タリウム)	約73時間
Ga-67 (ガリウム)	約3日
In-111 (インジウム)	約3日
Kr-81m (クリプトン)	約13秒
Xe-133 (キセノン)	約5日

石岡 原子力機構にはRIを製造できる貴重な施設があります。高崎量子応用研究所にはイオン照射研究施設(TIARRA)、原子力科学研究所(東海)には研究用原子炉(JRR-3等)があります。原子力機構では、実験で使用するRIを

新しいRIを共同で開発していく

新しいRIを共同で研究していますが、原子力機構と群馬大学の役割分担を教えてください。

石岡 RI内用療法は、大きな可能性のある治療法であると期待しています。現在、レニウム、ルテチウム、銅などさまざまなRIの研究を進めています。診断の面では、がんの早期発見のほか、治療の効果を確認していくためのRIの研究を進めています。群馬大学と共同で研究を行うことで、着実に研究を進めていきたいと考えています。

今後の研究の予定などについて

お話し下さい。

お問い合わせ先

- RI診断・治療について
群馬大学医学部付属病院
電話：027-220-7111 (代表)
URL: <http://hospital.med.gunma-u.ac.jp/>
住所：〒371-8511 群馬県前橋市昭和町三丁目39番15号
- イオン照射研究施設の利用について
原子力機構 放射線高度利用施設 利用計画課
電話：027-348-9614
URL: <http://www.taka.jaea.go.jp/tisra/j661/riyoutebiki/>
住所：〒370-1292 高崎市岡前町1233
- 原子力機構との共同研究について
原子力機構 放射線高度利用施設 共同研究課
電話：029-282-5124 (直通)
URL: <http://sangaku.jaea.go.jp/>
住所：〒319-1195 茨城県那珂市東海村白方白根2-4

FDG-PETによる治療経過画像診断の例

患性リンパ腫

左 図：がんに対する抗体が集まっているところが赤く見える。
治療前：腹部に見えるのが病巣。図や図柄も同時に赤く見えている。
治療後：腹部の赤い部分が見えなくなっていることが分かる。

右写真：PET-CT。腹部中央の穴の周りにセンサーが取り付けられている。

●PET-CT
ブドウ糖の代謝の画像(PET)と臓器の位置や形の画像(CT)を重ね合わせることでできる画像で、より正確ながんの診断に役立つ。

●FDG
RI(F-18)がついたグルコース(ブドウ糖)で、ブドウ糖の代謝の画像に用いられる。

●QOL
Quality of Lifeの略で、患者さんが不快に感じることや苦しむこと、行動できる生活の質を維持しようとする考え方。

●甲状腺(こうじょうせん)
代謝に関係する甲状腺ホルモンをつくるなど、非常に重要な役割をもつ臓器。

●バセドウ病
甲状腺が肥大する病気。眼球の突出、動悸、発汗などの症状がある。

●PET
ポジトロン断層法(positron emission tomography)のことで、PETは陽電子放射線断層撮影装置を指すこともある。

●RI
放射性同位元素のこと。ラジオアイソトープ(radionuclide)ともいう。

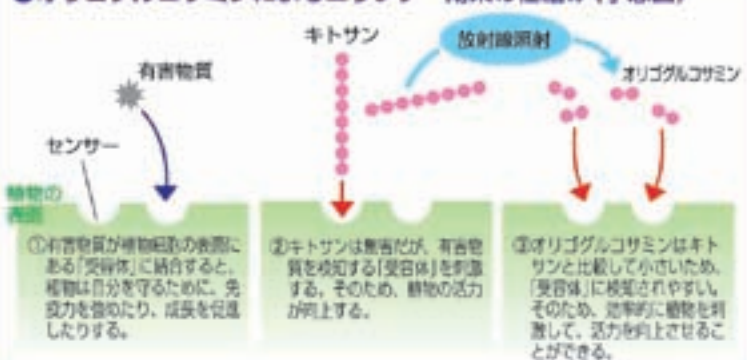
●植物活力剤の効果

植物活力剤を使用したコマツナ(右写真左側)は、使用しないものと比較して約2倍の収量となった。芝の根も、植物活力剤を使用することでよく伸びていることが分かる(左写真左側)。



芝の根 コマツナ

●オリゴグルコサミンによるエリシター効果の仕組み(予想図)



①有害物質が植物細胞の表面にある「受容体」に結合すると、植物は自分を守るために、免疫力を強めたり、成長を促進したりする。
②キトサンは無害だが、有害物質を吸引する「受容体」を刺激する。そのため、植物の活力が向上する。
③オリゴグルコサミンはキトサンと比較して小さいため、「受容体」に結合しやすい。そのため、効率的に植物を刺激して、活力を向上させることができる。

(株)アズビオ
研究開発部長
佐藤 昌敦(さとう ますのぶ)さん
千葉県出身



植物を元気にする

「キトサン」を主原料に放射線を照射した植物活力剤

カニやエビの殻に含まれているキトサンには植物の成長を速めたり、免疫力を強めたりする効果(エリシター効果)があることが知られています。原子力機構では、キトサンに放射線を照射することでエリシター効果を高める特許技術を開発しました。千葉県香取市にある(株)アズビオでは、この特許技術を利用して、植物活力剤の商品化に成功しました。

技術相談から生まれた
新しい植物活力剤

ゴルフ場やサッカー場の芝の種や肥料などを製造・輸入・販売している(株)アズビオの佐藤さんが原子力機構の高崎量子応用研究所を訪ねたのは平成19年(2007年)のことです。「芝を育てるためには、苗床となる土に水分や栄養分が豊富に含まれている必要があります。そこで、原子力機構の生分解性*の吸水材*に興味を持ち、高崎研を訪ねました。そのときに原子力機構がほかにもいろいろな特許技術を持っていて、植物活力剤についてもさまざまな研究を行っていることを知り、新しい商品に活かしたいと考えました」と、佐藤さんは当時を振り返ります。

これまでに、原子力機構ではFNC A*の活動の一環としてベトナムやインドネシアでキトサンを原料にした植物活力剤の開発や実用化に取り組んできました。放射線を照射し、分子を小さくしたキトサンを散布することで、トウガラシやジャガイモ、ニンジンなどの収穫量が増えることを確認しています。また、収穫できるまでの期間が短くなることも分かりました。

(株)アズビオのキトサンを利用した植物活力剤を商品化するための研究は、原子力機構の平成20年度の成果展開事業*に採択され、共同研究として行われました。「植物活力剤を芝生に使えば、肥料や農薬を減らすことができます。キトサンの植物活力剤をぜひ商品化したい。そのためには国内でも効果を確認する必要があります

天然の原料だから
自然にやさしい

植物活力剤の原料となるキトサンは、エビやカニなどの甲殻類の殻に含まれるキチンから作られています。キトサンは分子が鎖のように長くつながった形をしています。キトサンに放射線を照射することによって、分子の鎖が切れて短くなったものをオリゴグルコサミン(オリゴ糖*)といい、これが植物を元気にする成分と考えられています。

じつは、植物を元気にする仕組みについて詳しいことは明らかにしてはいません。しかしおおむね次のようになっていいるものと想像されて

食料やバイオ燃料など
多様な分野で活用

実験の結果、植物活力剤はさまざまな植物に対して効果があることが分かりました。植物の活力を向上させることで、農薬や化学肥料を使う量を減らしたり、食料やバイオ燃料用の植物を効率的に栽培することが可能になります。佐藤さんは、「将来は植物活力剤を通じて、食糧問題やエネルギー問題の解決に貢献できるのでは」と期待しています。

日本だけでなくアジアの国々でも利用されている原子力機構の特許技術は、エコ技術として世界の農業の発展に大きな貢献をすることが期待されています。

高い農業技術の下で
効果を確かめる

作物を育てるためには、土地を耕したり、適当な時期に種をまいたり、水や肥料、農薬などの量を適切に調整するなど、たくさん作業が必要で、これらを栽培管理と呼びます。

「日本の栽培管理の技術はたいへんに優れています。日本では、すでに作物が持つ能力を最大限に引き出す工夫がされているので、東南アジア各国の事例で示されたほど、植物活力剤には効果がないのでは、と思ったのです。そこで、栽培管理のプロフェッショナルである農家の方に協力していただいて、植物活力剤の効果を確認し



●原子力機構の特許技術により開発された植物活力剤「オリゴグルコサミン」

■特許データ

発明の名称 ●植物生長促進剤
特許番号 ●特許第3817912号
技術の概要 ●放射線照射によって海洋天然資源であるアルギン酸ナトリウムを安価で、安全かつ確実に分解して得られた植物成長促進剤。

発明の名称 ●放射線処理多糖類を利用した植物組織培養方法
公開番号 ●特開2004-049184
技術の概要 ●キトサンなどの天然高分子にガンマ線やエクス線などを照射して得られた分解生成物によって、植物の生育促進を図る植物組織培養方法。

●原子力機構の特許、成果展開事業、ライセンス企業等情報については、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://sangaku.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/>

●原料のキトサンと放射線の照射前後の植物活力剤

粉状のキトサン(左)を水に溶かすと黄色の液体(中央)になる。これに放射線を照射して褐色になったもの(右)が、植物活力剤になる。



Science museum

新たな発見
科学館へ行こう

多彩な展示と地域と連携した教育プログラム 科学する心を育む“学びの場”を提供

きつづ光科学館ふおとん(京都府木津川市)

わたしたちの身のまわりにある「光」、さまざまな不思議に満ちているこの「光」をテーマにした科学館が、「きつづ光科学館ふおとん」です。子供から大人まで、光科学技術に親しんでいただくことができる施設です。



●「光」をテーマに充実した展示物が揃っている。

3つの展示ゾーンなど 光に触れて、考える

JR木津駅と奈良駅のちょうど中間、京都府と奈良県の県境に広がる関西文化学術研究都市、その中に、「きつづ光科学館ふおとん」の大きな円筒状の建物が見えてきます。「きつづ光科学館ふおとん」では、展示と映像、実験・工作の3つの方法で光の不思議を探求していくことができます。

展示には「光の再発見」「光の科学」「光の技術」の3つのゾーンがあります。大昔から人類が利用してきた自然の光から、最先端のレーザー技術、そしてそれらを実現するために発見・開発された科学技術などが分かりやすい体験型の展示で説明されています。2階にある「光の映像ホール」では



●きつづ光科学館ふおとん

プラネタリウムのような全天周映像スクリーンに最新のCG映像を駆使したプログラムが上映されます。来館者は「光の科学の旅」に参加・体験しながら光の科学について学びます。また、「きつづ光科学館ふおとん」では毎日、実験・工作教室とレーザーラボでの実験ショーを開催しています。自分の手を動かして、実験や工作をすることで、科学に対する興味が増し、理解を深めることができるプログラムが用意されています。

子供から教員までが学ぶ 地域の科学教育の拠点

「きつづ光科学館ふおとん」の「きつづ」には子供を意味するkidsと、科学館のある木津のふたつの意味がこめられています。「きつづ光科学館ふおとん」では、地域の科学教育に

貢献するさまざまな取り組みを行っています。小中学生を対象とした実験・工作教室のほか、高校生、大学生、教員など大人向けのさまざまなプログラムが充実していることが大きな特長です。

また、「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト」では、京都府山城教育局と連携して、観察・実験・実習などを中心とした体験・問題解決型の学習活動に研究者を講師として派遣しています。また、教員を指導している大学生が科学教育について学ぶ科学館実習の受け入れも行っていきます。さらに、地域の教育局や教育委員会と連携した教員研修をここで先行、児童や生徒を指導する教員の科学技術への理解を深めて

企業の最新技術に触れる

「大阪科学技術館」では、日本を代表する企業や団体が工夫を凝らした展示で、最先端の科学技術を学ぶことができるのが特徴です。電力、ガス、鉄鋼、電機、製薬、建設などのほか、原子力機構をはじめとした独立行政法人がそれぞれの得意分野をわかりやすく紹介しています。団体見学の場合には、無料の見学のみコースのほか、映像プログラムの上映、講座、科学実験などと見学を組み合わせた有料のコースも用意されています。



大阪科学技術館

大阪科学技術館
http://www.oastec.or.jp/pop/html/op_1.html
●所在地：〒550-0004 大阪市西区本町1丁目8番4号
●電話：06-6441-0915
●開館時間：10：00AM～5：00PM
(日曜特別開館日のみ10：00AM～4：30PM)
●休館日：毎月第2・4以外の日曜日、祝日、年末年始
●入館料：無料

実験とライブラリで、自ら学ぶ

建物に特徴のある「扇町キッズパーク」の3階にある「科学体験館サイエンス・サテライト」は、エネルギーと地球環境、放射線などについて、学ぶことができる施設です。工作教室や実験教室、講演会などのほか、充実したライブラリではエネルギー、原子力、宇宙、海洋などの科学技術の書籍や資料を閲覧できます。展示物や教室で学んだことを、ライブラリの資料やインターネットなどを利用して、さらに深く学習することができる環境を提供しています。



扇町キッズパーク ライブラリ

科学体験館 サイエンス・サテライト
http://www.satellite.jp/
●所在地：〒530-0025 大阪市北区扇町2-1-7 (扇町キッズパーク3F)
●電話：06-6316-8110
●開館時間：10：30AM～5：30PM (平日)、10：30AM～6：30PM (土日祝)
●休館日：月曜日・火曜日(その日が祝日の場合はそれぞれ翌日の平日に振替)、年末年始
●入館料：無料

もらう取り組みを行っています。また、同館が毎年開催している「ふおとんサイエンスクラブ」は大変人気があり、募集人数の1000名をはるかに超える応募があります。同館ではサイエンスクラブのほかにも派遣・出前講座や実験屋台村など、科学教育への高いニーズに応えています。8年目を迎えた「ふおとんサイエンスクラブ」の最初の修了生が、実験屋台村で講師を務めることもあります。

同館ではそのほかにも一般向けに多彩なテーマで科学講演会を開催しています。ときには藤原定家の明月記に記録の残る超新星爆発から光の不思議に迫るなど、科学に馴染みの薄い人でも親しみやすいテーマを取り上げ、啓蒙活動を行っています。平成21年度(2009年度)からは学芸員を導入して、いっそうの科学教育の充実を努めています。「きつづ光科学館ふおとん」は、研究者・科学者と社会をつなぐ架け橋として、地域の科学教育の拠点として、ぜひ活用していただきたい施設です。



●ふおとん・せいぼん実習屋台村で、子供たちに説明する「ふおとんサイエンスクラブ」の修了生。

■アクセス情報

きつづ光科学館 ふおとん
http://www.k-photon.com/

- 所在地：〒619-0215 京都府木津川市南美台8丁目1番
- 電話：0774-71-3180
- 開館時間：9：30AM～4：30PM (入館は4：00PMまで)
- 休館日：毎週月曜日(祝日・振替休日の場合はその翌日)、年末年始(12月29日～1月3日)など
- 入館料(個人)：大人300円、高校生200円、小中学生100円。

きつづ光科学館ふおとんが提供する多彩な“学びの場”

- 対象●小中学生
工作教室、レーザーラボ、マンズリー実験、映像ホール上映、特別実験教室、ふおとんサイエンスクラブ、派遣・出前講座
 - 対象●高校生
サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト、サイエンスキャンプ、スーパーサイエンス・セミナー、SSH・特別実験
 - 対象●大学生
施設訪問研究、科学館実習
 - 対象●教員
教員研修
 - 対象●一般
サイエンスフェスティバル、実験屋台村、科学講演会・特別講演会、親子実験教室、開放公開
- そのほか「平成21年度(2009年度)」に向けたイベントも企画中です。詳しくは、同館までお問い合わせ下さい。



●スーパーサイエンスハイスクール(SSH)
未来を担う科学技術系の人材を育てることをねらいとして、数教省教育の充実を図る高校を指定する文部科学省の制度。

●学芸員
科学館の資料の収集、保管、展示や調査研究などを行う専門の職員。社会教育施設における教育従事者としての役割も担う。

●ふおとんサイエンスクラブ
7月から翌年3月まで実施。グループに分かれてそれぞれ独自のテーマを研究し、まとめ、発表する活動。

●サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(SPP)
児童生徒の進路分野への興味・関心を高め、幅広い人材の育成を目的として、学校などが大学や科学館などと連携して取り組む学際活動を支援する(独)科学技術振興機構の事業。

●ふたつの意味
子供のKids(キッズ)、木津の「きつづ」を合わせて「きつづ」としています。なお、「ふおとん」は光の粒子(photon)という意味。館名は両作品を組み合わせたもの。

●JR木津駅
JR奈良線で京都から約40分、JR関西本線で大阪から約1時間。

げんきな STAFF

レーザーをつかって 粒子線がん治療装置を 小型化する

光医療研究連携センター 光医療産業研究特別グループ

原子力機構の光医療研究連携センターでは、大学や病院、企業などと共同研究を行って、がんの治療に利用できるレーザーを利用した陽子線照射装置を世界で初めて開発しました。

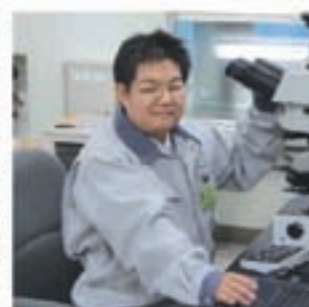
それぞれ物理学と生物学が専門ですが、どのような分担で研究を進めているのでしょうか。

余語 私は関西光科学研究所にある高強度レーザー装置^①を利用して、陽子線^②をつくる研究を担当しています。テレビの科学番組などを見て、子供の頃から物理や原子の世界に興味がありました。学生時代には物理学を専攻しており実験で加速器^③を使っていたので、今度は装置を作る側になったの



■余語 寛文 (よこ おせのみ)
光医療研究連携センター
光医療産業研究特別グループ
2005年(平成17年)入社
愛知県出身

ですが、とても大きな加速器と比べて自分が開発に取り組んでいる「レーザー駆動陽子線照射装置」がとても小さなサイズであることを実感しています。



■前田 拓也 (まえだ たくや)
光医療研究連携センター
光医療産業研究特別グループ
(兵庫県立粒子線医療センター発起)
2008年(平成20年)入社
兵庫県出身

前田 私の担当は実験用のがん細胞を培養したり、その遺伝子を調べるなど、陽子線が与える生物学的な影響を研究することです。普段は兵庫県立粒子線医療センターで研究をしています。陽子線の照射を行うときには、関西光科学研究所に来ていっしょに実験を行います。

同じ理系分野ですが研究の方法や考え方に違いはありますか。

前田 がん細胞の研究では、たとえば特別な薬品を使って細胞の中の遺伝子を切って、その影響を調べることがあります。どの薬品を使えば、必要な影響を与えることができるのかは、あらかじめ分かっています。つまり、実験に使う道具が用意されているわけです。ところが、今回の研究では、レーザー装置で加速された陽子線がどのようにして遺伝子に影響を与えているのか、というところから研究を始める必要がありました。実験に使う道具を自分で作る場所から始めなければならぬのです。そしてその道具を理解するためには物理学の知識が必要です。物理の研究では、実験の道具を自分で作るこ



●手に持っているのは、研究成果が表紙に掲載された米国物理学会の論文誌。

■異分野の融合でイノベーションをおこす。

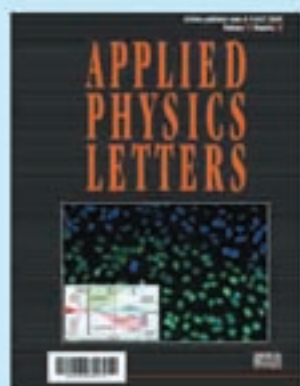
レーザーを利用して陽子線をつくる研究を始めてから足かけ10年になります。10年で、レーザーを作る、陽子線を出して測定する、陽子線ががん細胞にある、その影響を分析するところまで、研究が進みました。レーザー駆動陽子線照射装置を使って人間のがん治療ができることを明らかにした研究成果は海外の専門誌にも掲載されました。医療への貢献のほかにも、レーザー駆動陽子線照射装置は新しいタイプの加速器としての活用も期待されることです。先人たちの研究成果を土台にして、分野の異なる若い研究者がますます研究を見聞させることを期待しています。



関西光科学研究所長
光医療研究連携センター長
河西 俊一 (かわにし しゅんいち)
1977年(昭和52年)入社
大阪府出身

●論文誌(表紙)

研究の成果は米国物理学会の論文誌「Applied Physics Letters (Issue 18, vol. 94)」に掲載されました。データは以下よりダウンロードして下さい。
<http://scitation.aip.org/dbt/dbt.jsp?KEY=APPLAB&Volume=94&Issue=18>
表紙をクリックするとPDFをおとせます。



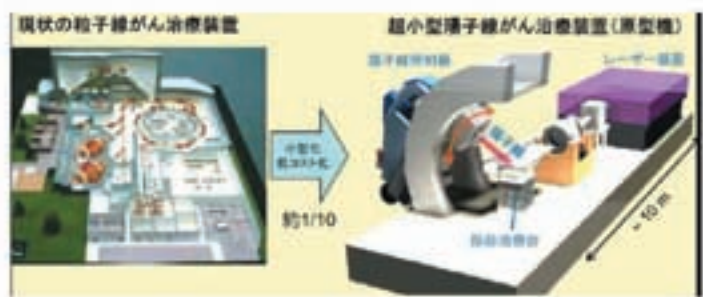
の1の時間^④で照射することができません。これは治療にかかる時間が短くなるほか、装置を小型化できるので、建設にかかる費用を少なくすることもできます。パソコンが壊れたときに、部品を交換するのが外科手術だとすると、プログラムを書き換えてパソコンを直すのが陽子線治療といえます。陽子線照射装置が小型化・低コスト化されれば、外科手術をしないでがんを治す陽子線治療の普及が期待できます。

患者を治療することができるようになります。また、現在は兵庫県立粒子線医療センターなど、陽子線治療を行っている医療機関は限られています。小型で低コストの装置が普及すれば、全国で陽子線治療を受けることができるようになるかもしれません。研究を進めるうえで、苦労ややりがいを感じるのとはどのような感じでしょうか。

余語 なにをやっても世界で初めてのことばかりなので、面白いし、やりがいがありますね。ただ、これまで細胞を扱った実験を行った経験がないので、手探りで進めている部分もたくさんあります。生物学では当たり前前にならなっていることでも、物理の分野の人間にとっては初めて知る知識だったりすることが珍しくありません。

■レーザー駆動陽子線がん治療装置の予想図

現在は巨大な加速器を利用して陽子線を作り出しているが、レーザーを利用することで、照射装置の小型化、低コストが可能になります。



■兵庫県立粒子線医療センター

平成13年(2001年)に陽子線と炭素線の両方の治療が行える世界的施設として完成した。がんの治療率を改善するとともに、がん患者の社会復帰を実現するための病院を目指している。



電話●0791-58-0100 (代)
URL●<http://www.hibmc.shingu.hyogo.jp/index.html>
住所●〒679-5165 兵庫県たつの市新宮町光部1丁目2番1号

余語 普及機のもとになる「原型機」の完成が当面の目標です。レーザー駆動陽子線照射装置の基礎的なデータを蓄積して、そのつぎには装置の小型化を目指します。

前田 原型機を利用して、従来の加速器と生体に与える影響がどのように異なるのかを明らかにしていく予定です。実際の治療の段階を意識して実験を進めていきます。

今後はどのように研究を進めていく予定ですか。

① 1億倍強い陽子線を1億分の1の時間
陽子線で10¹⁴個/cm²/s、照射時間は約1億分の1秒。

② 加速器
電子や陽子などの粒子を光の速度に近づけようとして、高いエネルギーを持った粒子を作る装置。

③ 陽子線
放射線のうち、粒子線の一つで、水素の原子核(陽子)が加速されて束になっているもの。

④ 高強度レーザー装置
高強度・高コントラスト・高繰り返し回数のレーザーシステム。装置名:KAFEL

●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、皆さまからのご意見を編集に反映させてまいります。

- ・青森県出身なので漁村だった手島が科学の最先端地域に変貌した姿に感激しました。(埼玉県さいたま市 男性)
- ・「むつ科学技術館」を是非見学したい。毎号楽しみにして拝読させていただいております。(愛知県春日井市 男性)
- ・廃棄物の処理処分問題について知りたい。(福島県須賀川市 男性)

※アンケートにお返しいたします個人情報は、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

今号では量子ビームなどを用いた原子力の医療分野での貢献についてご紹介させていただきました。現在でも、レントゲンやPET検査、治療などでも利用されています。治療や検査の高精度化、治療器具の汎用性を高めることで更に私たちの生活に貢献できるのではないかとあらためて実感しました。広報紙『未来へげんき』では、原子力機構の業務の他、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.14 2009

平成21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 03-5248-2505(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松4番地33
TEL 029-282-1111(代表)
- J-PARC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町4002番
TEL 029-267-4141(代表)
- 敦賀地区**
- 敦賀本部**
〒914-8585 福井県敦賀市木津65号20番
TEL 0770-23-3021(代表)
- 高経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)
- 原子炉停止措置研究開発センター**
〒914-8510 福井県敦賀市明神町3番地
TEL 0770-26-1221(代表)
- 那珂核融合研究所**
〒311-0193 茨城県那珂市向山801番地1
TEL 029-270-7213(代表)
- 高経量子応用研究所**
〒370-1292 群馬県高崎市橋野町1233番地
TEL 027-348-9232(代表)
- 関西光科学研究所**
- 木津**
〒619-0215 京都府木津川市梅美台6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)
- 福井深地層研究所**
〒998-3224 北海道天塩郡横足町北津432番2
TEL 01832-6-2022(代表)
- 東海地科学センター**
〒509-5102 岐阜県土岐市京町定林寺959番地31
TEL 0572-53-0211(代表)
- 福井深地層研究所**
〒509-6132 岐阜県福井市明世町山野内1番地64
TEL 0572-66-2244(代表)
- 人形峠環境技術センター**
〒708-0698 岡山県吉田郡鏡野町上倉原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南沢字表部2番166
TEL 0175-71-6500(代表)



●文部科学省新庁舎2階 エントランスホール室内花壇として設置



●屋外花壇の施工例

原子力機構では、このレンガを一人でも多くの皆様に、花壇の縁取り、道路塗装、室内花壇などとしてご利用いただければと考え、購入を希望される皆様に有償で頒布を開始しました。

(詳細については、下記のホームページを御覧ください。)

<http://www.jaea.go.jp/04/zningyo/info/info20090525.pdf>

PLAZA
原子力機構の動き

人形峠レンガ加工場で製造したレンガの利用開始

原子力機構は、人形峠環境技術センターの隣接地である鳥取県有地の人形峠レンガ加工場でレンガの製造を行っています。

このレンガは、昭和30年代鳥取県湯梨浜町におけるウラン探鉱活動により生じた残土を利用して製造しています。レンガについては、財団法人原子力安全技術センターに物性確認試験を依頼し、一般に使用するにあたり安全上の問題はないとの確認をすでに得ています。

このレンガを皆様にご利用いただくために、5月25日から文部科学省および原子力機構東京事務所、レンガ製鉢置台や室内花壇などを設置し実用に供しています。皆様に活用いただければ幸いです。

J-PARC記念式典

高エネルギー加速器研究機構(KEK)と原子力機構が共同で建設を進めてきた大強度陽子加速器施設J-PARCが昨年12月に、物質・生命科学実験施設における中性子・ミュオンビームを用いた物質材料・生命科学の研究のための供用を開始しました。また、宇宙創生の起源や重さの謎を探るハドロン実験施設も今年2月から利用開始となり、4月にはニュートリノ実験施設でニュートリノビーム生成にも成功し、第一期計画として予定していた全施設の建設が完了しました。

そこで平成21年7月6日、九段会館(東京都千代田区)において「J-PARC完成記念式典」を開催しました。式典には、これまでJ-PARCの建設にご支援、ご協力をいただいた国、地方自治体、大学、産業界、研究機関、研究者など、約900名の方々にご参加いただきました。

水宮正治J-PARCセンター長の挨拶のなか、昨年のノーベル物理学賞受賞者であるKEK特別荣誉教授、小林誠博士による「J-PARCへの期待」と題する記念講演が行われました。世界各国からお祝いに訪れた研究者が登壇し、J-PARCに期待するエールが送られました。

J-PARCは世界に開かれた最先端科学の研究施設として研究が行なわれていきます。これからの研究成果にご期待ください。



●小林 誠 KEK特別荣誉教授の記念講演の様子



●握手を交わす鈴木 厚人 KEK機構長(右)、水宮 正治 J-PARCセンター長(中央)、岡崎 保雄 原子力機構理事長(左)

郵便はがき

3 1 9 - 1 1 9 0

料会受取人払郵便

ひたちなか支店
栄 店

21

差出有効期間
平成22年8月
20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 _____

JAEA
Japan Atomic Energy Agency

今後の編集の参考とさせていただきますので、皆さまの声をお寄せ下さい。

1.どこで入手されましたか。

- ①原子力機構展示館 ②公共施設 ③郵送
④その他()

2.今号の記事・読み物で良かったもの(複数解答可)

- ①特集
②サイエンスノート
③ふるさと・げんき
④特許ストーリー
⑤新たな発見 科学館へ行こう
⑥げんきなSTAFF
⑦PLAZA

(その理由)

3.表紙や誌面のデザインの印象

- ①良い ②まあ良い ③普通 ④あまり良くない ⑤悪い

4.量子生命科学についてよく理解できましたか。

- ①良くてきた ②まあできた ③普通 ④あまり分からない ⑤分からない

5.原子力機構及び本誌に関するご意見・ご要望をお聞かせ下さい。今後、取り上げてほしいテーマなど、ご自由にご記入願います。

()

ご協力ありがとうございました。