

未来へ **げんき**
G E N K I

NO.27

平成25年

季刊 未来へ
げんき



(本誌は再生紙を使用しています)



今回の「未来へげんき」では、2012年11月28日に開催された「第7回 原子力機構報告会」の様相についてご紹介します。「放射線セミナー」では、生きた細胞の超微細構造を観察できる「レーザープラズマ軟X線顕微鏡」について、世界で初めて開発に成功した関西光科学研究所の研究開発グループ・サブリーダーに話を聞きました。

CONTENTS

- 3 第7回 原子力機構報告会 開催**
私たちの取り組み
-原子力事故を踏まえて-
- 6 震災対応**
作業員の被ばく線量や所在位置を一括把握
入域管理システムを開発
- 8 わたしたちの研究**
分離変換技術の高度化で
放射性廃棄物の負担軽減に貢献
- 10 特許ストーリー**
線量率測定とマッピングを同時に行い
作業員の負担を大幅に軽減
- 12 放射線セミナー**
生きた細胞の内部構造を高解像度で
観察できる、夢の顕微鏡=軟X線顕微鏡の
開発に成功しました
- 16 放射線Q&A**
軟X線って何？
- 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



表紙写真:冬の塔のへつり(福島県)

塔のへつりは、阿賀川(大川)上流の景勝地に位置する国指定天然記念物の溪谷。「へつり」とは“危険な崖”を指す方言で、100万年の歳月をかけて浸食・風化を繰り返してきたと言われています。つり橋を渡れば、この切り立った崖に触れることができ、遊歩道を散策することもできます。

(c)maso/a.collectionRF/amanaimages

第7回 原子力機構報告会 開催

私たちの取り組み—原子力事故を踏まえて—

原子力機構は2012年11月28日、都内で第7回原子力機構報告会(以下、「報告会」)を開催しました。「私たちの取り組み—原子力事故を踏まえて—」をテーマとし、原子力機構のさまざまな活動実績や今後の方針について報告を行いました。初めに鈴木篤之理事長が、専門家集団としての責任と今後果たすべき使命について話し、続いて伊藤洋一理事が研究開発活動を総括的に紹介しました。後半は特定テーマの現況と今後の方針について報告を行いました。

開会にあたって —原子力事故に学ぶ—

「東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故原因は、安全基本原則である『科学的新知見の学習と反映』の欠落にあったのではないでしょう。か。日本の『甘えの構造』社会の下でいわゆる『情報の非対称性』問題(当事者間での情報の不均衡)が顕在化し、『炉心溶融は起きない』との過信や『規制の無謬性(誤りがなく)』に關連する安全神話説もこの情報の非対称性問題にその根拠がある、と私は感じています。今後は科学的不確かさを前提にした上で多重防護のいっそうの頑健化を図るとともに、その点に関する説明責任を果たす上から徹底した透明性の確保策を講じていかな

ければなりません。専門家集団である原子力機構は、そのための知見と経験を再構築し、不断の研鑽に努める必要があります」

冒頭の開会あいさつで鈴木篤之理事長は、専門家集団としての責任と求められている気概をこう語りました。

鈴木理事長はさらに、経験知と想像力、そして統合力が必要だと続けます。

「私たちがまずなすべきことは、災厄の克服にあります。オンサイト(事故が発生した敷地内)では事故の解析、原子炉解体と廃棄物管理が課題です。またオフサイト(事故が発生した敷地外)では線量評価や除染活動、長期の環境中放射性物質の移行調査分析が課題です。そこでは、経験知を動員しなければ

ならず、被災されている地元の人たちと意思を共有するなど、想像力も働かせねばなりません。さらに組織内の資源を有機的に統合し、職員がその想いを一つにすることで化学反応的相乗作用を促し、組織として大きな力を生むようにしていかなければなりません」

鈴木理事長は、そのような統合効果の具体例として、科学的基礎基盤をベースとした原子力機構での取り組みや成果をいくつか紹介しました。

最後に鈴木理事長は、災害復旧分野で最近注目されているレジリエンス(Resilience、復元力)に言及。「これは個人が持つ資源や知識を活用するだけでなく、人々の多様なつながりや知識、体験などを組み合わせて問題解決を図る考え方や解釈されています。そのような人的交流を重視することにより、復元力を醸成することの重要性が認識され、そこでは外部と良好な関係を築き、謙虚に学ぶ姿勢も必要になります」と述べ、「これまでの科学技術は資源制約を緩和する技術として開発されてきましたが、これからは安全・安心を含む社会的制約や環境制約などに対応できる技術の開発が要請されており、

技術そのものがいわば自律的社会環境調和系へと進化することが求められています。「復元性の科学」としての原子力を目指すためには、科学的新知見が技術に適切に反映される仕組みが構造的に備わっていないければなりません。同時に、科学や技術の研究開発の進め方に關する透明性を高め、それによって社会への説明性がいわば自動的に促進されるよう、科学と技術及び社会の間に一種の調和的相関関係が構成されている必要があります。こうすることによって地球社会を資源ではなく技術によって真に豊かにすることができるよう未来が展望されるのではないかと考えます。そして、原子力をその技術のひとつとしていくことが、我々の使命であります」と締めくくりました。



鈴木篤之 理事長

研究開発活動報告

伊藤洋一理事は原子力機構を取り巻く状況と、原子力機構が行う主要事業の動向について、全般的な報告を行いました。第二次中期計画期間の平成22(2010)年度からは高速増殖炉サイクル技術、高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発、核融合研究開発および量子ビーム応用研究の4つが主要事業でしたが、「2012年3月に中期計画を改定し、原子力事故への対応を主要事業として位置付け、最重要課題として取り組んでいます」と、原子力事故対応に注力していることを紹介しました。

安全研究については、原子力施設のリスク低減に向けた広範な研究を実施し、現象解明や安全規制に用いられる基準づくりに貢献し、今後はシビアアクシデントの発生防止及び評価法、低頻度で影響の大きな外的事象の評価法、並びに緊急時への準備の充実を図るための研究に重点化していくことを示しました。

また原子力機構は、原子力事故への取り組みとして、事故後延べ4万5000人以上の職員がさまざまな活動に従事していること、また政府・東京電力中長期対策会議の研究開発推進本部が定めた19の個別研究開発

プロジェクトのうち原子力機構は12のプロジェクトに関与するなど廃止措置に向けた研究開発において重要な役割を担っていると報告しました。さらに、「原子力機構はこれまで

に整備してきたさまざまな研究施設や人材を有効活用することが重要です。これまでの知見、経験を活かしながら、東京電力(株)福島第一原子力発電所での廃止措置計画に反映させたい」と今後の方針を表明しました。



伊藤洋一 理事

環境回復に向けた原子力機構の取り組み

「本日の講演会が始まる前、私は皆さまを玄関先でお迎えしました。そこで、私はこの1年ほどの間に福島でお会いしたたくさんの方々と再会し、多くの方が今も、福島の実状を憂い、気遣っていらっしゃるのを感じました。また、自分たちでできることはないかとの提案も頂きま

した。私たちの活動は皆さまの支えがあって成り立っています。改めてお礼を申し上げます」と、福島技術本部・福島環境安全センターの石田順一郎センター長は来場者への謝辞を述べ、環境回復に向けた取り組みの報告を行いました。

福島環境安全センターの活動内容については、3つの取り組みを軸に具体例を交えて説明しました。まず「福島地区における関係機関との連携と協力」については内閣府委託事業による除染モデル実証事業の実施、「環境における放射線状況の把握—モニタリング・マッピング」では文部科学省委託事業による環境中の放射線レベルや放射性物質の分布を調べる測定法とその集大成である詳細マップの作成、「環境回復研究開発」では被ばく評価や低減化を目的とした環境回復に向けた研究開発などを紹介しました。

そして今後の活動について、次のように述べて報告を締めくくりました。「原子力機構は、福島県の住民の方々が安心して生活できるように、国や地方自治体及び関連機関と協力して、今後も環境回復に向けた活動を進めます。また、原子力の専門家集団として、生活環境の回復に向けた研究開発を主導的に実

施し、国内外の専門家及び専門機関と連携して、学術的専門性を結集した活動を進めます。さらに、ここで得られた成果を国内外に積極的に発信してまいります」



石田順一郎 福島技術本部 福島環境安全センター長

安全に係る研究開発—大洗研究開発センターでの取り組み—

大洗研究開発センターは、材料試験炉「JMTTR」、高速実験炉「常陽」、高温工学試験研究炉「HTTR」という3基の異なる炉型の原子炉を有する世界的にも類を見ないユニークな原子力工学試験センターです。ここで実施されている安全に係る取り組みについて、河村弘副所長が報告しました。

「JMTTRでは、約40年間にわたって、軽水炉燃料材料等の照射試験を実施し、原子炉内の複雑な現象について実測・解明するため、高放射線下で使用可能な各種計測

機器を開発してきました」と述べ、これまでのJMTTRの安全研究への貢献について説明するとともに、「今後、軽水炉が稼働する限り、JMTTRを用いた安全研究は不可欠です」と述べました。

一方、東京電力(株)福島第一原子力発電所で発生したシビアアクシデントに関し、2011年6月の「原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本政府の報告書」では「原子炉及び格納容器などの計装系の強化」が教訓として示されています。

また、2012年3月の原子力安全・保安院(当時)による「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について」の中では、「水素爆発の防止、計装設備の信頼性確保及びプラント状態の監視機能強化に関する対策の必要性が示されています。これらの



河村弘 大洗研究開発センター副所長

対策に当センターが開発・蓄積してきた技術の活用が可能です」との考え方を示し、シビアアクシデント時にも、水素濃度や水位、線量率等の計測が可能な機器の開発状況について報告を行いました。続けて、国際協力による高速炉や高温ガス炉のシビアアクシデントに対する取り組みや安全管理の高度化に係るシステム開発について報告を行い、「安全に係る課題などに挑戦し続けます」と述べました。

解体技術の経験と知見を活かす

最後に、東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた経験や知見として、原子力機構がこれまでに蓄積している自らの施設の廃止措置や、高放射線環境下での遠隔解体技術などについて報告しました。

東海研究開発センター原子力科学研究所バックエンド技術部の小川弘道部長は、動力試験炉(JPDR)解体プロジェクトについて「適切な解体技術と放射線管理により原子炉施設の安全解体を完遂し、解体技術や除染技術などを開発・検証しました」と成果を紹介し、原子炉施設解体に係る基礎を確立できたと報告しました。

次に福島技術本部企画調整部の飯



飯島隆 福島技術本部 企画調整部長、小川弘道 東海研究開発センター 原子力科学研究所 バックエンド技術部長、大谷吉邦 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所 副所長・再処理技術開発センター長(左から)

島隆部長が、新型転換炉ふげんの廃止措置を踏まえて「実用規模の水冷却炉として初めて廃止措置に取り組んだ『ふげん』では、JPDR解体で確立された基礎技術を応用し、レーザー切断などの解体技術や廃棄物減容化技術の高度化を図るとともに、施設解体に係る人工数や被ばく線量、費用等のデータを蓄積して廃止措置計画評価システムを構築しています」と述べ、施設解体技術や廃棄物処理技術など将来の実用炉廃止措置へ向けて応用を図りたいと続けました。

さらに東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所の大谷吉邦副所長が、東海再処理施設での解体技術の経験から「東海再処理

閉会にあたって

報告会の最後には辻蔵米蔵副理事長が登壇しました。原子力機構は核燃料サイクル分野のみならず、核融合、量子ビーム、また基礎基盤的な先端的研究開発も幅広く行っていると述べ、「私たちのなすべき役割はますます大きくなっています。安全最優先で、その成果を世に発信し続けるよう取り組んでいきます」と述べ、報告会を締めくくりました。



辻蔵米蔵 副理事長

作業者の被ばく線量や 所在位置を一括把握 入域管理システムを開発

原子力機構は、リアルタイムで放射線管理区域※における作業者の所在管理と放射線管理が行える、多機能入域管理システムを開発しました。
2012年3月に大洗研究開発センターの材料試験炉
※(Japan Materials Testing Reactor, 以下「JMTR」) 建家に導入し、
2012年8月から本格運用を開始しました。
この開発の中心となった塙信広技術副主幹に話を聞きました。



塙 信広
はなわ・のぶひろ
大洗研究開発センター 照射試験炉センター
材料試験炉部 原子炉第1課 技術副主幹
茨城県出身 1976年入社

線量・位置情報の 一括管理システム

原子力機構は、原子力施設などの放射線管理区域における作業者の安全管理を強化するため、「リアルタイム多機能入域管理システム」を開発しました。このシステムは、位置情報管理システム、線量管理システム、健康状態管理システムおよび携行品管理システムによって構成され、データはLAN*で構成されたネットワークにより常時一括管理が可能です。

従来のシステムでは、JMTR原子炉建家の炉室などへの出入状況は入り口でボタンを押すことなどによって表示し、放射線管理区域への入域人数もそれを数えることで確認し、作業者の被ばく線量も退域時に積算線量を記録することで管理していました。

しかし、新システムでは作業員が二つの機器(位置検知タグ、姿勢検知機能付き無線式線量計)を身に付けることにより、自動的に、かつリアルタイムで多くの情報を管理できるようになりました。

位置検知タグからは入域時間や場所などの情報が、無線式線量計からは積算線量や現在の線量率、そして作業員の姿勢(起きているか倒れているかどうか)に関するデータが放射線管理区域内に設置されたアクセスポイント及び無線中継器からLANを通じてサーバーに送られ、管理者や現場責任者がパソコンや現場表示器(タブレット)で確認できるというものです。

作業員の安全に留意し、事故にも迅速に対応
作業員が身に付ける無線式線量計には、三次元センサーが内蔵され、作業中の姿勢情報も送られます。

「感応する時間を設定しておき、作業で横になっていないのか、何らかの体調不良や不慮の事故が発生して倒れているのかを判断できる仕組みです。とくに原子炉運転中にひとりで巡回する場合などに有効なシステムです」

この姿勢検知システムと線量データを合わせ見れば、万が一、作業員が倒れていた場合にも救助



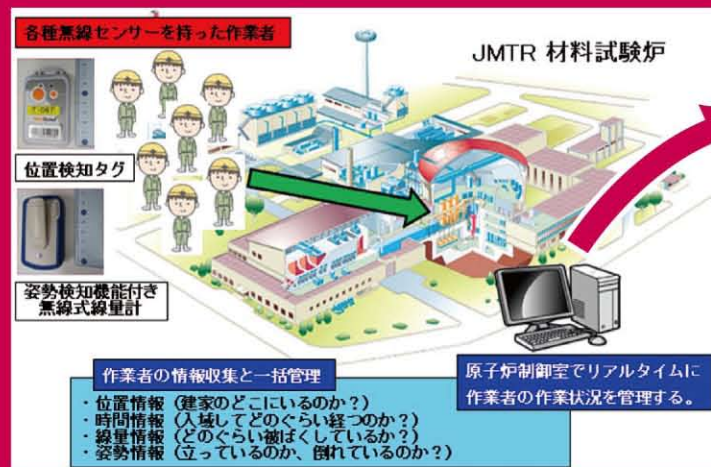
作業員が付ける姿勢検知機能付き無線式線量計(右)と位置検知タグ(左)。

震災対応

リアルタイム多機能入域管理システム 入域状況一覧

氏名	所属	氏名	所属	氏名	所属	氏名	所属
田村 21	原子炉 60	田村 22	原子炉 61	田村 23	原子炉 62	田村 24	原子炉 63
田村 25	原子炉 64	田村 26	原子炉 65	田村 27	原子炉 66	田村 28	原子炉 67
田村 29	原子炉 68	田村 30	原子炉 69	田村 31	原子炉 70	田村 32	原子炉 71
田村 33	原子炉 72	田村 34	原子炉 73	田村 35	原子炉 74	田村 36	原子炉 75
田村 37	原子炉 76	田村 38	原子炉 77	田村 39	原子炉 78	田村 40	原子炉 79
田村 41	原子炉 80	田村 42	原子炉 81	田村 43	原子炉 82	田村 44	原子炉 83
田村 45	原子炉 84	田村 46	原子炉 85	田村 47	原子炉 86	田村 48	原子炉 87
田村 49	原子炉 88	田村 50	原子炉 89	田村 51	原子炉 90	田村 52	原子炉 91
田村 53	原子炉 92	田村 54	原子炉 93	田村 55	原子炉 94	田村 56	原子炉 95
田村 57	原子炉 96	田村 58	原子炉 97	田村 59	原子炉 98	田村 60	原子炉 99
田村 61	原子炉 100	田村 62	原子炉 101	田村 63	原子炉 102	田村 64	原子炉 103
田村 65	原子炉 104	田村 66	原子炉 105	田村 67	原子炉 106	田村 68	原子炉 107
田村 69	原子炉 108	田村 70	原子炉 109	田村 71	原子炉 110	田村 72	原子炉 111
田村 73	原子炉 112	田村 74	原子炉 113	田村 75	原子炉 114	田村 76	原子炉 115
田村 77	原子炉 116	田村 78	原子炉 117	田村 79	原子炉 118	田村 80	原子炉 119
田村 81	原子炉 120	田村 82	原子炉 121	田村 83	原子炉 122	田村 84	原子炉 123
田村 85	原子炉 124	田村 86	原子炉 125	田村 87	原子炉 126	田村 88	原子炉 127
田村 89	原子炉 128	田村 90	原子炉 129	田村 91	原子炉 130	田村 92	原子炉 131
田村 93	原子炉 132	田村 94	原子炉 133	田村 95	原子炉 134	田村 96	原子炉 135
田村 97	原子炉 136	田村 98	原子炉 137	田村 99	原子炉 138	田村 100	原子炉 139

位置情報管理システムによって入域者一覧(入域者、異常のあるなしを確認)や入域者マップをパソコン上に表示。



多機能入域管理システムの概念図。

安全管理ニーズの 高まりに対応

多機能入域管理システムは、原子力機構と日立アロカメディアカル(株)が共同取得した特許「被ばく管理システム」に基づき開発したものです。

この特許が登録されたのは東日本大震災前の2010年12月でしたが、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故を受け、原子力施設における作業員の安全管理がよりいっそう求められると考え、その後短期間で実用化にこぎつけたものです。

「無線の線量計は、内蔵されてい

る半導体が振動により誤作動を起すこともあり、無線で受けるデータが他の機器のノイズの影響を受けやすかったり、実用化に難点があったので、一日も早い問題解決を目指して取り組みました」

今後は現場に持ち込みやすいように現場表示器を小型化し、さらに、機器の耐久性を高め、ソフトを更新して、よりスムーズにデータが表示できるように改良を加えていく予定です。

また、国内外の原子力施設の放射線管理区域はもちろん、オンサイト*での作業や被災地域での除染作業など、種々の環境下での用途展開も可能です。

「除染作業においては、まずはオフサイト*での展開を進めたいと考えています。屋外ではノートパソコンとLANアンテナを使用すれば、配線しなくてもシステム構築は可能ですので、除染作業従事者の線量管理にも有効な手段となるでしょう」

JMTRの 再稼働に向けて

多機能入域管理システムが導入されているJMTRは、1968年3月の初臨界以降、軽水炉*等の燃料や材料の照射試験に広く利用されてきました。2007年度からは、4年をかけて原子炉施設の改修を行い、再稼働の準備を進めていきましたが、現在は、2011年3月の東日本大震災を受け、設備や機器の健全性確認等を実施しているところです。

JMTRは、国内唯一の照射試験炉として、今後、現行軽水炉の安全対策の高度化、科学技術の向上、産業利用の拡大、原子力人材の育成等、幅広い分野で貢献できるように、再稼働に向けて事業運営を強化しているところです。

新JMTRは、利用者の期待に応えるべく、新たな挑戦を始めています。

用語解説

***放射線管理区域**
放射線や放射性物質を取り扱う場合に、作業員の放射線障害を防止するために、法令で設定された区域を指します。区域は明確に区画され、出入りや被ばく線量の管理が行われます。放射線業務従事者以外の立ち入りは制限されています。

***材料試験炉 (JMTR)**
「原子炉をつくるための原子炉」といわれ、世界で現在稼働中の試験炉・研究炉の中で有数の高い中性子束(一定時間単位に一定空間を通過する中性子の数の尺度)を発生させることができます。原子炉の燃料、材料の耐久性、健全性の試験や基礎研究、ラジオアイソトープ(RI)の製造等に利用されています。

***LAN**
Local Area Network の略で、限られた特定の範囲内のコンピューターをケーブル、または無線でつないだネットワークのことです。

***オンサイト
オフサイト**
原子力施設の事故や緊急事態において、事故が発生した敷地内をオンサイト、敷地外をオフサイトと言います。

***軽水炉**
軽水とは普通の水のことです。減速材に水を用いる原子炉を軽水炉と呼びます。他には重水炉、黒鉛炉があります。日本の商業用原子炉はすべて軽水炉です。

分離変換技術の高度化で 放射性廃棄物の負担軽減に貢献

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故(以下、「原子力事故」)の対応が続く中で、今後大きな問題になってくるのが高レベル放射性廃棄物の処理方法です。とくに難しいのは、半減期*の長い放射性物質(長寿命放射性核種)をどう処分するかということです。そこで注目されるのが、「長寿命放射性核種の変換技術」(以下、「分離変換技術」)。原子力機構では20年以上にわたって研究開発を続けています。

長寿命放射性核種の半減期を短くする

【長寿命放射性核種とは、どういふものですか？】

大井川 原子力事故で大気中に放出された放射性核種の中で、現在も大きな影響が続いているのはセシウム137 (Cs-137)です。このセシウム137の半減期は約30年で、私たちの視点では「短寿命放射性核種」(以下、「短寿命核種」ということ)になります。もちろん、福島で被害を受けたり避難を余儀なくされたりしている方たちにとって、30年というのはとても長い年月だと思えます。しかしながら、放射性核種の中には半減期が数百年のものから百万年を超えるものもあり、そうしたものを「長寿命放射性核種」(以下、「長寿命核種」と呼んでいます)。

具体的にはどのような物質(核種)ですか？

大井川 原子力発電によって発生する使用済み燃料の中に含まれている元素は、「アクチノイド」と「核分裂生成物(FP)*」の元素群に大別できます。ウラン(U)やプルトニウム(Pu)などのアクチノイドは再処理して、原子力発電の燃料として再利用することができません。

しかし、核反応によって生成したネプツニウム(Np)やアメリシウム(Am)、キュリウム(Cm)といった「マイナーアクチノイド(MA)」は長寿命核種が多く、現在の日本の政策では高レベル放射性廃棄物としてガラス固化*し、地層処分することになっています。このほか、核分裂生成物にもいくつかの長寿命核種が含まれています。

分離変換することには、どういふ意味があるのですか？

大井川 家庭で出るゴミの処理を考えると、資源として再利用できるものは再利用し、埋め立て処分するのは埋め立てる、燃えるものは燃やすというように、それぞれの

東京電力(株)福島第一原子力発電所にも長寿命核種はあるのですか？

大井川 使用済み燃料には必ず長寿命核種が含まれていますから、東京電力(株)福島第一原子力発電所のプールに貯蔵された使用済み燃料には間違いなくあります。そうした長寿命核種を、その半減期や利用目的に応じて分離するとともに、短寿命の核種あるいは非放射性核種に変えるのが、「分離変換技術」です。

どのような技術ですか？

大井川 分離技術と核変換技術で構成され、分離技術とは、高レベル放射性廃棄物に含まれる元素をいくつかの群に分離する技術です。核変換技術とは、核変換対象のマイナーアクチノイドに高いエネルギーに

特性に応じた処理をしています。同じように、現在は地層処分されることになっている高レベル放射性廃棄物を、マイナーアクチノイド、白金族(ルテニウムRu、ロジウムRh、パラジウムPd)、発熱性元素(ストロンチウムSr、セシウムCs)などの群に分けます。

白金族は資源として利用し、発熱性元素は半減期が約30年なので、適切な形で保管しながら放射線源や熱源として有効活用した後に地層処分し、マイナーアクチノイドは短寿命化する、というように、それぞれの特性に応じた処理ができるようになります。

それにより、長期にわたる環境リスクの低減、処分場の面積の縮小、放射性廃棄物の再資源化などが可能になります。

欧州を中心とした国際的連携も推進

【今後の見通しはいかがですか？】

分離変換技術の研究は、海外でも行われています。ベルギーでは、かなり大きなADSを建設する計画があります。私たちはそのベルギーと研究協力する協定を結んでいます。日本でこの技術を確立できるのは原子力機構しかないと思いますし、私たちがやらなければならぬという使命感も持っています。だからこそ何としても実験施設の建設に向けて一歩踏み出したいと強く思っています。



大井川宏之
おおいがわ・ひろゆき
原子力基礎工学研究部門
研究推進室長/博士(工学)
J-PARCセンター核変換セクションリーダー(兼務)
大阪府出身 1987年入社

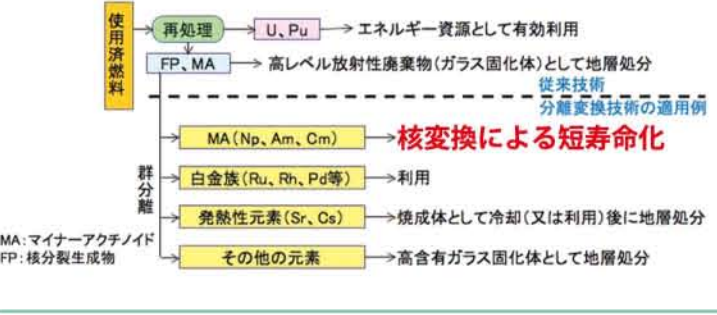
■使用済み燃料中の主な長寿命核種

使用済み燃料の中にはウランやプルトニウムの他に、核分裂や放射性崩壊で生じる半減期がさまざまな、長寿命核種が含まれています。

核種	半減期	核種	半減期
U-235	7億年	Se-79	29万5千年
U-238	45億年	Sr-90	28.8年
Pu-238	87.7年	Zr-93	153万年
Pu-239	2万4千年	Tc-99	21万1千年
Pu-240	6,564年	Pd-107	650万年
Pu-241	14.3年	Sn-126	10万年
Np-237	214万年	I-129	1,570万年
Am-241	432年	Cs-135	230万年
Am-243	7,370年	Cs-137	30.1年
Cm-244	18.1年		

■使用済み燃料を用いた分離変換の流れ

高レベル放射性廃棄物から放射性核種を分離し、また長寿命核種を短寿命核種に変換できれば、長期管理の負担軽減、処分場の実効処分容量の増大、放射性廃棄物の一部資源化が期待できます。



用語解説

***半減期**
放射性物質が出す放射線の量が、元の半分になるまでの期間のこと。放射性物質により、期間は大きく異なります。

***核分裂生成物 (FP)**
ウランやプルトニウム等の核分裂反応に伴って生じた核種で、発熱性元素や希少な白金族元素も含まれています。

***ガラス固化**
液体状の高レベル放射性廃棄物をガラス原料とともに高温で溶かしたものをステンレス容器に入れて冷やし固めたものです。

***オメガ計画**
高レベル放射性廃棄物処分の効率化などを目指した「群分離・消滅処理技術研究開発長期計画」のこと。オメガというのは「Options Making Extra Gains from Actinides and Fission Products」の略です。

***加速器駆動未臨界システム (ADS)**
陽子加速器、核破砕ターゲット、未臨界炉心などの広範囲な技術分野で構成されるシステムです。核変換の仕組みは、超伝導加速器で加速された大強度の陽子による核破砕反応で大量の中性子が発生し、その中性子によりマイナーアクチノイドに核分裂反応を起こして短寿命核種に変換するものです。核分裂反応の際に発生する熱を使って発電し、電力を加速器に供給するとともに、余った電力は売電することもできます。

■ガンマプロッターHの概要

測定表示部



自動測定機能のほかに手動のデータ転送スイッチ(黄色)があり、任意の測定ポイントでデータを送ることができる

測定結果マップ表示(※イメージ図)



線量率範囲ごとに色分けした測定値がGPS位置データとともに図示される

測定の様子

軽量のため誰でも測定可能



「特急の開発でした」と宮崎室長は振り返ります。ガンマプロッターHの場合、「GPS

Sと検出器2つを付けたもの」という原子力機構の仕様に基づき、同社としては「開発に半年は必要」と考

線量率測定とマッピングを同時に行い作業者の負担を大幅に軽減

地上線量率マップ作製装置

正確な放射線量を測定するとともに、現場作業者の負担を少しでも軽くしたい。そうした思いから、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故(以下、「原子力事故」)後の2011年10月、日本放射線エンジニアリング(株)*は原子力機構と共同で地上線量率マップ作製装置「ガンマプロッターH」(特許出願中)を開発しました。原子力事故を受けて同社が開発した対応製品は全部で12種類。これからも福島県の実情回復に役立つものづくりに取り組んでいきたいと意気込んでいます。



日本放射線エンジニアリング(株)の須藤副会長、宮崎室長、須藤部長(右から)

特許ストーリー 23

用語解説

*日本放射線エンジニアリング(株)

- 設立:1972(昭和47)年
- 本社所在地:茨城県日立市榎川町1-5-20
- TEL:0294(34)4375(代表)
- 代表者:齊藤義彦
- 従業員数:122名
- URL: <http://www.jrec.co/>

*GPS

Global Positioning System: 全地球位置システム。カーナビゲーションなどにも使われています。

*マッピング

測定結果を地図や衛星写真上などに表示し、分布状態を可視化すること。「ガンマプロッターH」では、地図ソフトや航空写真上でも線量率がわかるように表示され、線量率マップの自動作成が可能です。

*ライセンス企業

原子力機構では、保有する特許などの知的財産権を利用して製品化に取り組む企業に「JAEAライセンス企業」の呼称とロゴマークの使用を許可しています。 <http://sangaku.jaea.go.jp/1-complex/11-licence/index.html>

*ゲートモニタ

原子力発電所の出入口などに放射性物質の持ち出し防止や体表面の汚染検査をする目的で設置されている、放射線計測による監視装置のことです。

特許データ

特許発明:地上線量率マップ作製装置「ガンマプロッターH」(特許出願中)
技術の概要:軽量で持ち運び可能なステッキ形状の本体に放射線検出器を備え、地上5センチと100センチの2地点の放射線量を同時に自動検出。GPSによる測定位置情報とともにリアルタイムで地図に線量率のマッピングを表示する。

原子力機構の特許や技術移転については、下記までご連絡ください。
原子力機構 産学連携推進部
TEL:029(284)3415
URL: <http://sangaku.jaea.go.jp/>

位置情報も自動取得

「ガンマプロッターH」は軽量金属製のステッキ型をした本体に、2つの放射線検出器を内蔵して、地上5センチメートルと同100センチメートルの2つの高さの空間線量率(以下、「線量率」という)を同時に測定することができます。また、高精度GPS*を搭載しているため、測定した場所の位置情報も自動的に取得します。

しかも、そうした線量率と位置データは無線通信により設定した時間間隔で自動的にパソコンに取り込まれるため、測定した地点ごとの線量率をリアルタイムで自動的に電子地図上にマッピング* (線量率の分布を設定した色の違いで示すこと) することができます。

「今までは、地上5センチメートルと100センチメートルの線量率を測るのに、作業者がいちいち立ち回りしゃがんだりを繰り返していましたが、しかも、線量率を測定するたびに自分で記録し、事務所に帰ってからデータをパソコンに入力するなどの一連の作業がすべて手作業でした。ガンマプロッターHを使えば、そうした作業者の肉体的、精神的負担を軽減できますし、時間短縮やコ

えていました。しかし、福島県の環境回復が急がれる状況から示された納期は「3カ月」でした。結局、同社はそれを上回る約2カ月で開発しました。

「受注後、原子力機構と最初に話し合ったその日の夜に設計を始め、すぐに部品を発注しました。ほとんどオーダーメイドの部品です。だから、我が社の協力会社に急いでつくってもらうのが大変でした。日ごろからの信頼関係がないと、無理でした」(宮崎室長)

対応製品は、テレビのニュースなどでも紹介されました。それは会社全体のモチベーションアップにつながったといえます。実際、同社の開発陣は今、これまでに開発した製品の精度向上に精力的に取り組んでいます。ガンマプロッターHの測定データをスマートフォンで受信できるソフトもすでに開発済みだといえます。

「最近、ある自治体からガンマプロッターHについてお問い合わせや引き合いをいただきました。原子力機構と共同で開発した技術や製品を応用展開していけば、用途拡大ができるかと期待しています」(須藤達雄・取締役営業部統括部長)

こうして開発したガンマプロッターHは、原子力機構と同社の共同で特許も出願されています。

「うちは技術先行で、商品を売ろうという意欲が弱い。でも、世の中の役に立ち、使った人に喜ばれば、それで良いと思っています」(須藤副会長)

ガンマプロッターHをはじめとする同社が開発した原子力事故の

「保守・点検業務からスタートしましたが、原子力機構の要望に応じた製品の開発を行うようになりました。当初は原子炉に付けるパネルのような小さなものですが、そのうちゲートモニタ*のような大きなものもつくることができました。ゲートモニタはうちのバイオニアです」と話す須藤茂男・取締役副会長は「うちの技術は原子力機構に育てられた」と付け加えます。

同社に対するそうした注文は原子力事故以降、急増しました。原子力事故の対応で、原子力機構にさまざまな案件が持ち込まれ、対策に必要な機器を開発する機会が多くなったからです。原子力機構からの発注を同社が受注して開発した製品は、原子力事故の対応のものだけで12種類にも及びます。そうしたもののづくりのいずれもが

スト削減にもつながります」(宮崎信之・取締役つくば研究室室長)

同社は、旧動力炉・核燃料開発事業団や旧日本原子力研究所の時代から放射線管理モニタの保守・点検業務を行ってきています。現在は原子力機構のライセンス企業*にもなっています。

わずか2カ月の特急開発

「保守・点検業務からスタートしましたが、原子力機構の要望に応じた製品の開発を行うようになりました。当初は原子炉に付けるパネルのような小さなものですが、そのうちゲートモニタ*のような大きなものもつくることができました。ゲートモニタはうちのバイオニアです」と話す須藤茂男・取締役副会長は「うちの技術は原子力機構に育てられた」と付け加えます。

レーザープラズマ軟X線顕微鏡とはどんなもの？

加道 高強度のレーザーを金属薄膜表面に集光してレーザープラズマ*を生成し、そこから放射される軟X線*を光源とする顕微鏡です。

今回の「レーザープラズマ軟X線顕微鏡」の開発で、生きた細胞内の構造を90ナノメートル*以下の高解像度で観察できるようになり、生きている細胞内のミトコンドリアや細胞骨格を世界で初めて撮像することに成功しました。

生物の生きた姿を観察するのに学校などで一般的に用いられている顕微鏡は光学顕微鏡といい、波長の長い可視光を光源としているため、空間分解能*は原理的には数百ナノメートルが限界で、細胞の詳細な内部構造までは見ることができません。

それに比べ、放射線の一種である軟X線の波長ははるかに短く、その軟X線を利用した顕微鏡は高い解像度が期待できます。

軟X線を使うメリットはほかにありますか？

加道 電子顕微鏡*は高エネルギーの電子を光の代わりに用いており、光の波長に比べ電子の波長は非常に短いため、原子レベルの空間分解能を持っています。

しかし、モノの透過力が弱い電子の性質から細胞そのままの状態では見ることができず、いったん乾燥させたうえで0.1マイクロメートル以下の薄い切片にして観察せざるを得ないという制約があります。

軟X線のうち、約2〜4ナノメートル程度の波長領域の軟X線は、細胞に含まれる多量の水に吸収されにくい一方で、炭素を主成分とするタンパク質などには吸収されやすいという特徴を持っています。

それを光源にした顕微鏡なら、これまで不可能だった生きたままの細胞内部の微細な構造変化の観察が可能なんです。そこで以前から「夢の顕微鏡」と言われていた軟X線顕微鏡の開発に挑むことにしたのです。

用語解説

***レーザープラズマ**
高い出力を持つレーザーを金属の表面に集光すると、レーザーの強い電界によって金属表面の電子が剥がされ、イオンと電子がばらばらになった状態が作られます。こうした状態をプラズマといい、レーザーにより生成されたプラズマをレーザープラズマと呼びます。

***軟X線**
軟X線については、P16~17の「放射線Q & A」で詳しく説明しています。


***ナノメートル**
長さの単位で、10⁻⁹メートル=10億分の1メートル。光の波長や原子・分子の構造などを表わすのに使われます。

***空間分解能**
近い距離にある2つの物体を2つのものとして区別できる最小の距離。この距離が小さいほど空間分解能が高く、微細な画像の観測が可能。

***電子顕微鏡**
高エネルギーの電子を光の代わりに用い、強力な電磁石で試料に集光します。原子レベルの空間分解能を持ちますが、電子は物質の透過性が高くないため、観察の際には細胞を切片化する必要があります。

放射線セミナー 放射線を正確に知るために

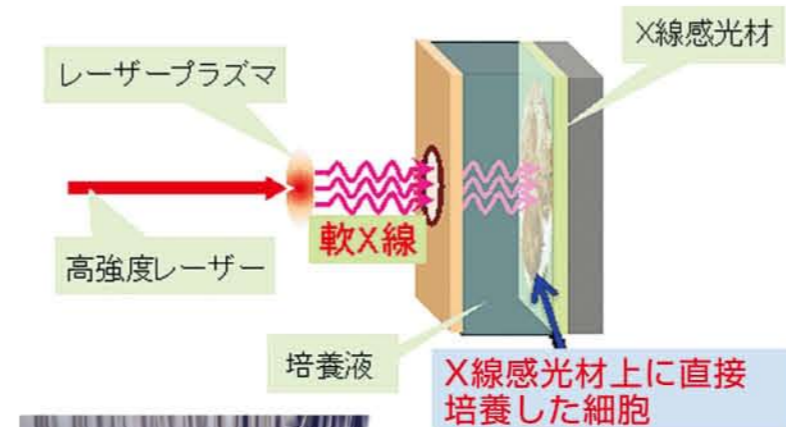
生きた細胞の内部構造を
高解像度で観察できる、
夢の顕微鏡＝軟X線顕微鏡の
開発に成功しました



加道 雅孝
かどう・まさたか
量子ビーム応用研究部門
照射細胞解析研究グループ
サブリーダー/博士(工学)
大阪府出身 1996年入社

2011年8月、原子力機構と奈良女子大学は、生きた細胞の超微細構造を観察できる「レーザープラズマ軟X線顕微鏡」の開発に世界で初めて成功しました。放射線の一種である軟X線を利用した顕微鏡は今後、医療や生命科学への貢献が期待されています。研究の中心を担ったのは加道雅孝サブリーダー。京都府内にある原子力機構関西光科学研究所木津地区を訪ねて、話を聞きました。

レーザープラズマ軟X線顕微鏡の原理図と外観



レーザープラズマ軟X線顕微鏡の外観

軟X線顕微鏡開発に携わるキッカケは何でしたか？

加道 私は大阪大学レーザー核融合研究センターの博士課程に在籍中、レーザーを固体ターゲットに照射したときエネルギーがどう吸収されるかといった、エネルギー変換輸送分野の研究をしていました。

卒業後、日本学術振興会の研究員としてアメリカのフロリダにある大学に留学し、レーザープラズマを使った軟X線顕微鏡の研究テーマに出合ったのです。

1996年、原子力機構(統合前の当時は日本原子力研究所)関西光科学研究所の開設翌年に入社、その後奈良女子大学の保智己(たもつ・さとし)先生(准教授)と出会い、2006年から改めて本格的にレーザープラズマ軟X線顕微鏡の開発に取り組むことになりました。

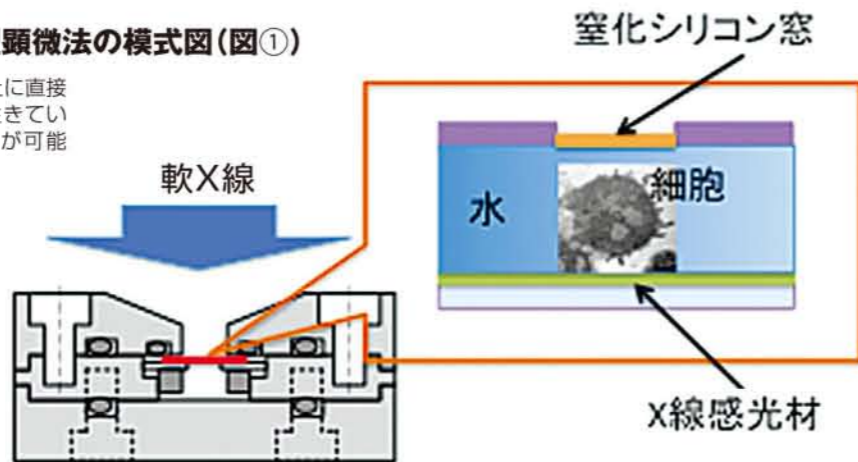
開発上の壁になったのはどんなことでしたか？

加道 軟X線顕微鏡が長い「夢の顕微鏡」だったのは、生きている細胞が静止して見える短い時間で、瞬時に撮像しなければならぬからです。従来の軟X線顕微鏡では、軟X線の輝度が十分でないため、数秒から数分という長時間の露光が必要でした。そのため、解像度の低下や放射線の影響を回避するには、細胞の凍結や固定が必要でした。

私たち原子力機構と奈良女子大学のグループは、世界トップクラスの高強度レーザーを活用して高輝度の軟X線を発生させる技術と、細胞をX線感光材*上に直接培養する手法を開発し、これらを組み合わせることで、「夢の顕微鏡」を実現したのです。

高効率密着型顕微法の模式図(図①)

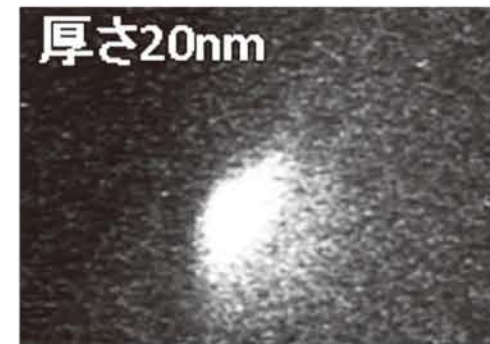
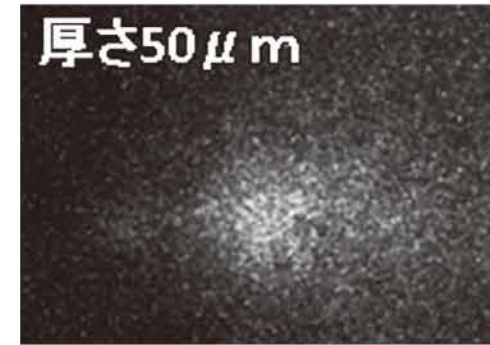
細胞をX線感光材上に直接培養することで、生きている細胞の瞬時撮像が可能になりました。



高輝度軟X線はどうやって発生させるのですか？

加道 私が1990年代にアメリカのフロリダでレーザープラズマを使った軟X線顕微鏡の研究開発をしていた頃、光源として用いた軟X線の光量が不足していたため、撮像では細胞の輪郭や周辺がぼんやり見える程度という状態でした。現在、原子力機構が保有するレーザーは、一般的に市販されているレーザーの出力の20倍以上あり、パルス*の時間幅も極めて短く、非常に強力です。このような強力なレーザーを金属表面に集光した場合、生成されるレーザープラズマからは非常に強力な軟X線が放射されます。

厚さ50マイクロメートルの金属板にレーザーを集光したときの軟X線像と、厚さ20ナノメートルの金属薄膜にレーザーを集光したときの軟X線像(写真①)



そのうえ高強度レーザーを厚さ20ナノメートルという極めて薄い金属膜に集光させてエネルギーの拡散を抑え、さらに非常に小さな領域にエネルギーを集中することで、高輝度の軟X線を発生させることに成功したのです(写真①参照)。こうしてプラズマを制御し、加熱効率を高くすることは、私の大学院時代の研究テーマでもありました。

奈良女子大学と共同開発で成果が上がった点は？

加道 生物学が専門の保先生と安田恵子先生(講師)には、研究開発に使う貴重な細胞試料を提供していただいたほか、高効率な密着型顕微鏡の開発も共同で行いました。レ

ザープラズマから放射された高輝度軟X線を、X線感光材上に直接貼り付け培養した細胞に照射する「密着法」(図①参照)というこの方法は、いくつかあるX線顕微鏡技術の中で、唯一生きている細胞の瞬時撮像が可能で、この手法では細胞を真空中に配置する必要があります。また、この手法を長時間保持することが可能な試料保持ホルダーも開発しました。さらに、今回の開発に重要な役割を果たした蛍光顕微鏡*(光学顕微鏡の一種)での併用法のアイデアは、あるとき保先生が私に語った言葉がきっかけでした。「きれいな像が写っていても、中に何が写っているかわからなければ使い物になりませんよ」。たしかに、細胞の内部構造やその変化を観察するためには、生きている細胞の撮像ができるだけでは不十分です。そこで、蛍光顕微鏡を使った細胞内器官の位置を特定する方法を組み合わせることで、軟X線顕微鏡で撮像した細胞の内部構造を正確に特定する手法を考案したのです。

そうした要素技術を加えた撮像はいかがでしたか？

タンパク質の合成、染色体の遺伝情報の伝達などさまざまな生命現象の理解のために役立つことから、皆さん

加道 これらの技術開発の結果、1ナノ秒以下の瞬時撮像によって生きている細胞(精巣ライディッチ細胞*)の軟X線像の取得に成功しました(写真②参照)。その右写真は一部を拡大した写真ですが、細胞核と細胞核内のヘテロクロマチン*様構造が観察できていたことが分かります。また、核膜部分を拡大した写真で、二つの先端に挟まれた最も薄い部分の厚さが約90ナノメートルであることから、少なくとも90ナノメートルの解像度が実現できていることが証明されました。

開発成功への過程で一番のターニングポイントは？

一方、③の写真は、ミトコンドリアを染色した精巣ライディッチ細胞の蛍光顕微鏡像(a)と軟X線像(b)を示しています。両方を重ねた(c)と二つの像が非常によく似ていることが分かりました。その右の軟X線像の一部を拡大した写真(d)を見ると、ミトコンドリアと細胞骨格が明瞭に確認できます。

加道 世界トップクラスの高強度レーザーが原子力機構にあったこ

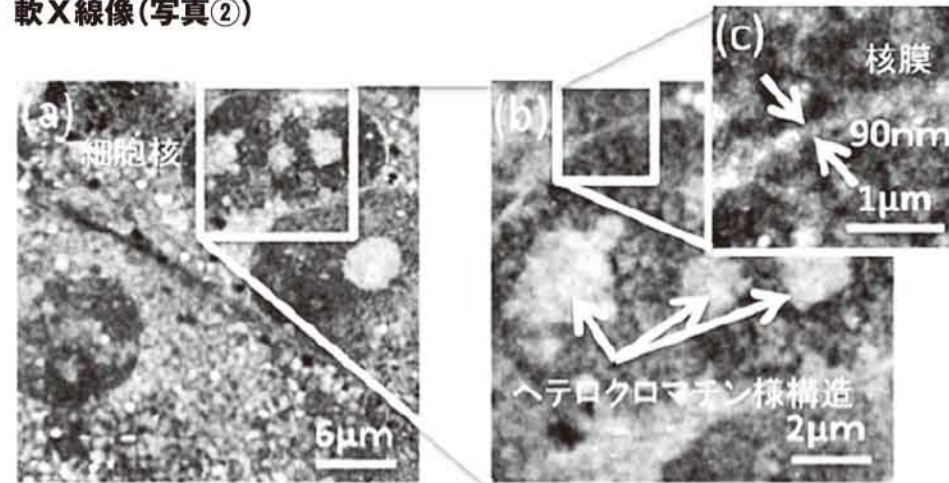
の期待に応えられるよう引き続き努力していきます。

ともそうですが、そうした素晴らしいインフラだけでなく、やはり人のつながりも大きかったと思います。とくに、奈良女子大学の保先生と共同で開発を始めたことでユーザー側からのいろいろな意見をいただくことができるようになり、私のほうもそれに触発されてフィードバックしながら研究が前に進んでいった気がしています。要約すれば、ハードとソフトのシナジー(相乗)効果だったと言えるでしょう。

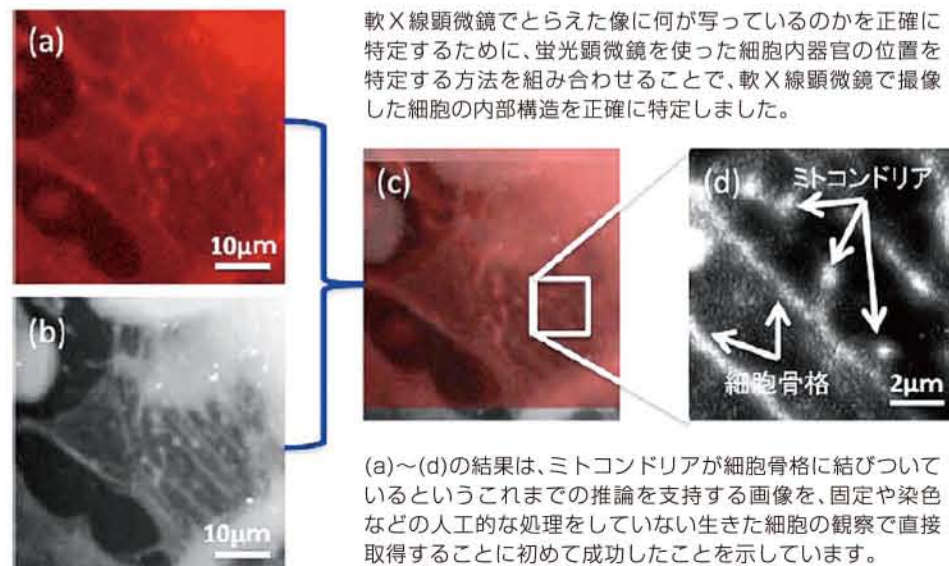
軟X線顕微鏡の次はどんな開発を目指していますか？

加道 まだアイデア段階ですが、重要な瞬間の動画を蛍光顕微鏡で撮り、レーザープラズマ軟X線顕微鏡観察の結果と組み合わせ、細胞の動態観察と高解像観察の併用ができる「ハイブリッド顕微鏡」の開発を考えています。

生きている細胞(精巣ライディッチ細胞)の軟X線像(写真②)



精巣ライディッチ細胞の蛍光顕微鏡像(a)と軟X線顕微鏡像(b)、二つの像を重ね合わせた像(c)、軟X線像の一部を拡大した像(d)(写真③)



軟X線顕微鏡でとらえた像に何が写っているのかを正確に特定するために、蛍光顕微鏡を使った細胞内器官の位置を特定する方法を組み合わせることで、軟X線顕微鏡で撮像した細胞の内部構造を正確に特定しました。

(a)~(d)の結果は、ミトコンドリアが細胞骨格に結びついているというこれまでの推論を支持する画像を、固定や染色などの人工的な処理をしていない生きた細胞の観察で直接取得することに初めて成功したことを示しています。

用語解説

***X線感光材**
ポリメタクリル酸メチル樹脂(PMMA)が代表的です。X線照射後、有機溶剤による現像処理を行うと、吸収したX線量に応じて表面に凹凸が生じることから、これを利用して撮像フィルムとして使います。

***パルス**
瞬間的に流れてしばらく休むようなかたちの電流波形のこと。

***蛍光顕微鏡**
光学顕微鏡の一種で、紫外線を光源として試料を照射し、試料が発する蛍光によってその試料を観察する顕微鏡のことです。

***精巣ライディッチ細胞**
ドイツの解剖学者フランツ・ライディッチにより1850年に発見された、哺乳類の精巣にある細胞。内分泌細胞の生理的な活動を観察するのに適しているだけでなく、長時間X線感光材上に培養した時、非常に薄く大きく広がる特徴を持つため、細胞内構造の観察にも適しています。

***ヘテロクロマチン**
クロマチンは、細胞核内に存在するDNAとタンパク質の複合体。通常のクロマチンは細胞分裂時に凝縮され細胞核の中で形をあらわしますが、細胞分裂期以外においても凝縮されている部分をヘテロクロマチンといいます。

用語解説

***レントゲン博士**
1845年ドイツ生まれの物理学者。ヴュルツブルグ大学で研究中にX線を発見。その報告の功績により、1901年に第1回ノーベル物理学賞を受賞。

***電磁波**
電場と磁場の波をあらわす言葉。空間の電場と磁場の変化によって形成された波(波動)のことをいいます。

A

電子製品などに多く使われる半導体の製造加工に波

Q5

軟X線はほかにどのようなことに利用されていますか？

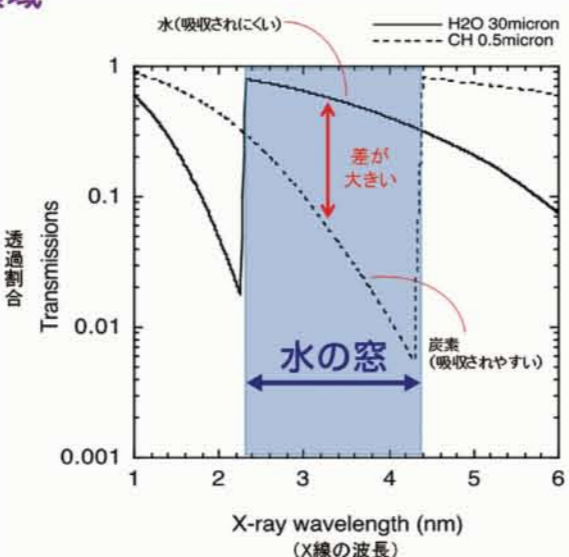
炭素は細胞内の構造を反映させることから、この波長領域は細胞を生きたままの姿で観察する顕微鏡の光源として適しているのです。

軟X線の場合、透過度が弱まり軽元素による吸収が大きくなります。とくに波長2ナノメートルから4ナノメートルの「水の窓」と呼ばれる領域では、細胞を取り巻く水による吸収に比べ、炭素による吸収が非常に大きくなります。

や炭化水素のような軽元素を主成分とする筋肉や内臓などには吸収されずに透過するものの、カルシウムを含む歯や骨などは透過しないといったX線の特徴を活かしているのです。したがって、軽元素を主成分とする細胞は、ほとんど透明な状態になるためその中身の様子を識別することができます。

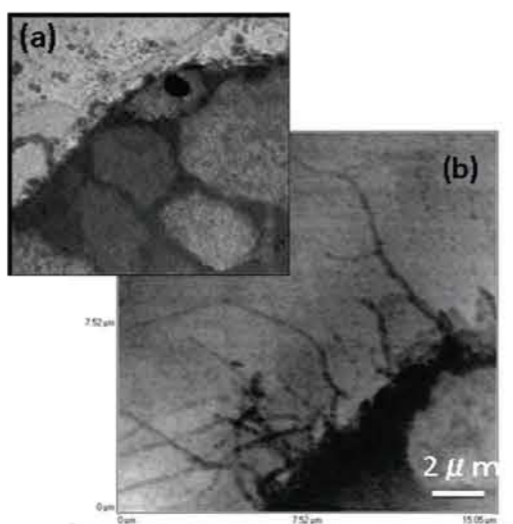
「水の窓」の波長領域

軟X線の波長領域(2.33~4.37ナノメートル)は、細胞の主要構成元素である炭素に吸収されやすく、細胞を取り巻く水にはほとんど吸収されないという特徴を持ちます。この吸収の差をうまく利用することで、水溶液(培養液)中の生物試料の観察が可能となります。



ネズミの免疫細胞の軟X線像

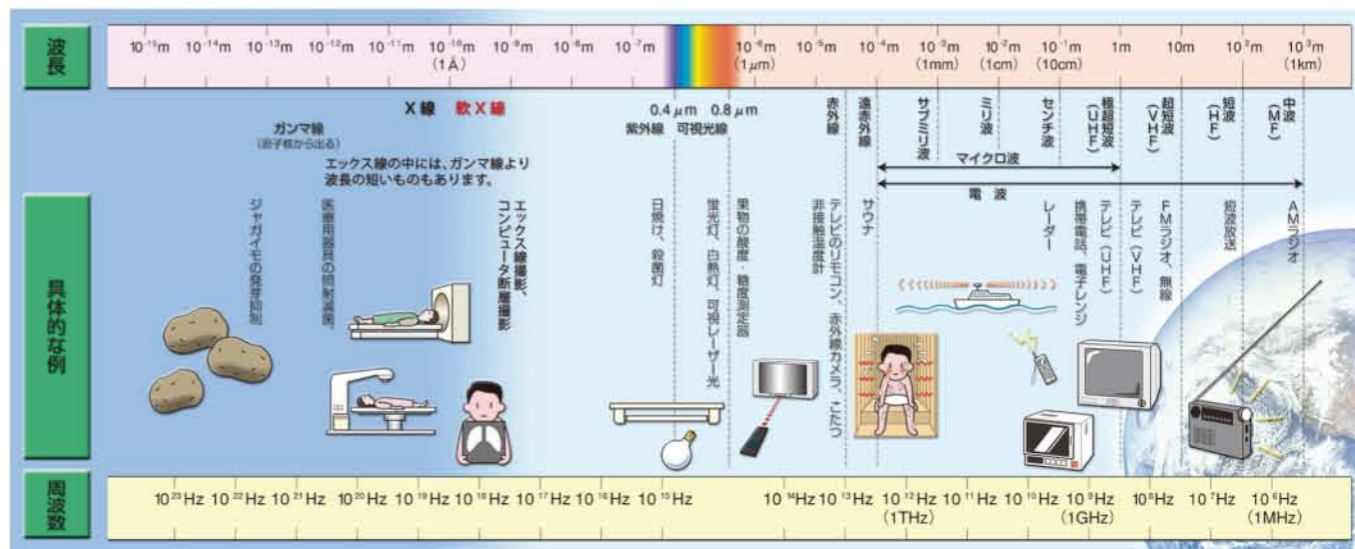
免疫細胞は外敵(バクテリア等)を取り込んで殺す免疫機能を持っていますが、その免疫機能が発現する瞬間の細胞周辺の触手構造を、高輝度の軟X線が発生するレーザープラズマ軟X線顕微鏡の瞬時露光(5ナノ秒)によって初めて明瞭に捉えたものです。



長い短い光を利用する露光技術があり、これまで短波長の紫外線レーザーが利用されてきました。半導体の超微細化に伴って、次世代の製造装置にはさらに波長の短い軟X線領域の

光源が求められるようになっており、EUVリソングラフィーと呼ばれる、波長13.5ナノメートルの露光技術の実用化が進んでいます。

電磁波の波長分布



軟X線って何？

今号の「放射線セミナー」では、原子力機構量子ビーム応用研究部門・照射細胞解析研究グループの加道雅孝サブリーダーに「レーザープラズマ軟X線顕微鏡の開発」について聞きました。そこで、今回は「軟X線」について解説します。

放射線



Q1

そもそも軟X線やX線とは何ですか？

私たちの身の回りには、人間が何もしなくても発生する自然放射線がある一方、人工的につくられる放射線があります。軟X線やX線は何らかに利用されることを目的にした人工放射線です。X線の場合、目に見える光(可視光線)に比べて波長が1000分の1程度と短いため、振動数が光の1000倍くらいになり、さらにエネルギーも1000倍になるといって、非常にエネルギーの高い光ということが出来ます。

Q2

X線はどうやって発見されたのですか？

1895年、ドイツの物理学者であるレントゲン博士*が、真空管を使って陰極線(電子線)の実験をしている時、机の上に置いてある蛍光紙が緑色に光っているのに気づいたのがきっかけでした。博士は、目には見えないものの、陰極線の当たる陽極から強い放射線が出ているのが原因だと考え、数学上で未知の数を表わす「X」の文字を使

A

軟X線やX線は、可視光線と同じ電磁波*の一種ですが、波長の長短によって区別されています。0.1ナノメートル(100億分の1メートル)から0.001ナノメートルに至るX線に対し、軟X線は0.1ナノメートルから数十ナノメートルまでと比較的長く、紫外線に近い非常にエネルギーの低いものもあります。

い、仮の名前としてX線と名付けたそうです。

Q3

軟X線はX線とどこが違うのですか？

また、X線は高いエネルギーを持つため物質を貫通する力(透過性)が大きく、軽い原子や分子には吸収されにくいという性質を持っています。一方、軟X線は透過性が比較的低いため、物質の原子や分子によって吸収されやすくなります。

Q4

軟X線などが生体の解析などに使われるのはなぜですか？

よく知られているように、波長の短いX線は、歯科の診療や肺がん検査、骨折の診断などに活用されています。透過度が高く、水

PLAZA

原子力機構の動き

各地で開催の展示会へ 積極的にブース出展 原子力機構の活動を紹介

環境モニタリングなど福島での環境回復に向けた様々な取り組みをはじめ、原子力機構の活動を広く紹介するため、各種展示会へのブース出展を行いました。

10月17日(水)から19日(金)にかけての3日間、東京ビッグサイトで開催された「2012 土壌・地下水環境展」(主催/土壤環境センター、日刊工業新聞社)では、除染モデル実証事業などについてのパネル展示のほか、プラスチック・シンチレーション・ファイバー(P SF)と無人ヘリに搭載する放射線測定器の実機などを展示。P SFは簡単な測定デモも行いました。TVモニターでは除染活動の動画を上映するなど、来場者に対し様々な

情報発信を行いました。また、10月19日(金)から21日(日)の3日間は、仙台市の夢メッセみやぎで開催された「エコプロダクツ東北2012」(主催/NPO法人 環境会議所東北)に出展。こちらではガンマプロッターHと無人ヘリの実機も展示し、来場者の目を引いていました。

特に、会場となった夢メッセみやぎは、東日本大震災の際に津波で浸水し、ようやく再開したばかりということもあり、モニタリングや環境回復など、原子力機構が行う取り組みに対する質問も多く、関心の高さが伝わってきました。これら以外のイベントにも多数の来場者があり、質問には、各々の専門家が丁寧に対応しました。



「エコプロダクツ東北2012」展示ブースの様子

「高温ガス炉技術 国際会議」を開催

第6回高温ガス炉技術国際会議(HTR2012・原子力機構主催)を10月29日(月)から11月1日(木)にかけて日本科学未来館で開催しました。18カ国から224名が参加し、140件の講演が行われ、盛会の内に終了しました。

国内組織委員長の上塚理事、主催者の鈴木理事長及び国際組織副委員長の Dr. Fütterer 氏による開会挨拶の後、近藤原子力委員長から「3.11後の原子力に関する考察」と題する基調講演があり、その中で、本質的安全性の妥当性を国際的に議論し、先進的な原子炉に取り込むこと、また、高温ガス炉技術を評価し、国際的な実証活動を進めることとのご発言がありました。

総合講演では、カザフスタン及びサウジアラビアの政府関係者から、高温ガス炉の利用についての期待が述べられ、韓国からは2012年に原子力水素製造に関する国家プロジェクトを開始したことが報告されました。また、原子力機構からは、革新的で本質的に安全な高温ガス炉の新しい概念を提案しました。高温ガス炉のユーザーとなるサウジアラ



第6回高温ガス炉技術国際会議の様子

ビア、韓国ポスコ、日産自動車やメーカーの三菱重工、東芝、千代田化工建設からは、高温ガス炉の幅広い利用、商用炉の検討状況等についての講演がありました。技術セッションでは、核熱利用、炉物理、熱流動、燃料・廃棄物、材料・機器など8分野に分かれて活発な討議が行われました。今回新たに台湾、スウェーデンからも技術発表があり、高温ガス炉研究開発の実施国に拡がりが見られました。また、11月1日午後には高温ガス炉の安全性等を議論する一般公開フォーラムを開催しました。一般の方々170名余が参加され、高温ガス炉について大いに理解を深めていただくことができました。11月2日にHTRと水素製造試験装置の見学会を行い、34名が参加しました。次回は、2014年に中国で開催されます。

日本原子力研究開発機構 所在地一覧

- 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奉行11601番13
TEL 029-265-5111(代表)
- 東京事務所**
〒100-8577 東京都千代田区内幸町2丁目2番地2号
TEL 03-3592-2111(代表)
- システム計算科学センター**
〒277-8587 千葉県柏市柏の葉5-1-5
東京大学柏キャンパス内
TEL 04-7135-2350(代表)
- 福島環境安全センター**
〒960-8031 福島県福島市栄町6-6NBFユニックスビル
TEL 024-524-1060(代表)
- 敦賀本部**
〒914-8585 福井県敦賀市木崎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)
- 原子炉廃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)
- 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)
- 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4002番
TEL 029-267-4141(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)
- 高崎量子応用研究所**
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町1233番地
TEL 027-346-9232(代表)
- 関西光科学研究所**
木津
〒619-0215 京都府木津川市梅美台8丁目1番地7
TEL 0774-71-3000(代表)
- 播磨**
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1番地1号
TEL 0791-58-0822(代表)
- 幌延深地層研究センター**
〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進432番2
TEL 01632-5-2022(代表)
- 東濃地科学センター**
〒509-5102 岐阜県土岐市京町定林寺959番地31
TEL 0572-53-0211(代表)
- 瑞浪超深地層研究所**
〒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**
〒708-0698 岡山県苫田郡鏡野町上齋原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敷字表館2番166
TEL 0175-71-6500(代表)

皆さまの「声」をご紹介します

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。

- 人間の尊厳を引き裂くような事態になるのを未然に防ぐ安全対策、防災計画を徹底して欲しい。(福井県越前市 男性)
- 原子力機構以外の方のコラムのような、肩の凝らない記事も掲載して欲しい。(茨城県水戸市 男性)
- 原子力の未来、共存について取り上げて欲しい。(愛知県知多市 男性)
- これからの日本のエネルギーの行方に、原子力はどのような役割を持っているのかを知りたい。(奈良県大和郡 男性)

※アンケートに記載いただきます個人情報は、本件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込みください。

http://www.jaea.go.jp/14/14_0.html

●ツイッターによる情報発信について

原子力機構は、福島支援状況や研究開発成果などをツイッターで情報発信しています。

http://twitter.com/JAEA_japan

編集後記

無人ヘリによる環境モニタリングの測定試験に立ち会いました。場所は東京電力(株)福島第一原子力発電所から2kmの地点。大勢の報道関係者がつめかける中で、ヘリは近くの山林の上を旋回し、そこでの放射線量を地上のパソコンにリアルタイムで送ってきました。



当日の天気は小雨。3時間ほどの試験飛行が終わると、報道関係者は引き上げました。担当者はそれを見送ると、顔にふりかかる雨のしずくを手でぬぐいながら、ヘリの調整や次の飛行のために、黙々と作業を再開しました。このあたりは警戒区域。津波の爪痕がまだ、生々しく残ったままです。もともとは田畑だったと思われる場所には、草が生い茂っていました。そして、そのはるか向こうには東京電力(株)福島第一原子力発電所と、それを数多くのクレーンが取り囲んでいるのが見えました。

事故はまだ、完全に収束したわけではありません。周辺の広大な地域の環境回復も、まだ緒についたばかりです。そのために私たちにできることは何か。行動と自問とが問われ続けています。



未来へ
季刊 **げんき**
NO.27 2013

平成25年
編集・発行：日本原子力研究開発機構 広報部 広報課
制作：株式会社中小企業総合サービス