

放射線利用の未来が見えるー世界最先端施設“SPring-8”

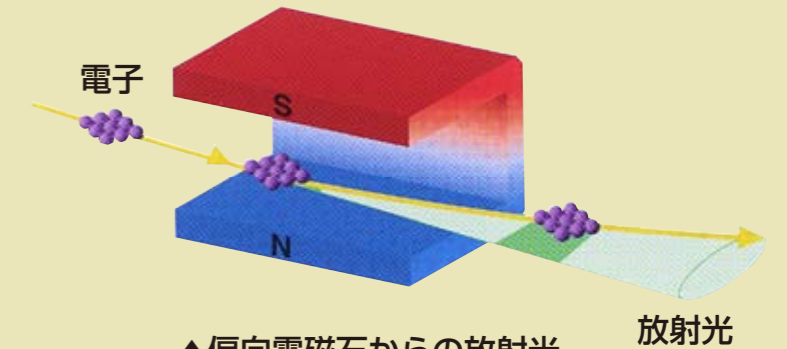
スプリングエイト



大型放射光施設“SPring-8”とは…

日本原子力研究開発機構と理化学研究所が共同で、兵庫県播磨科学公園都市に建設した『大型放射光施設』の愛称、それが“SPring-8”。「超高性能の電子蓄積リング」の中に 80 億電子ボルトの高エネルギーにまで加速した電子を蓄え、強力な磁石でその進路を曲げたり、波打たせたりして、世界最高性能の放射光を発生させることができるのだ。これにより、飛躍的に高精度な物質の解析・分析を実現。材料科学、地球科学、生命科学、環境科学、そして医学利用などさまざまな分野で、21 世紀をにう最先端の学術研究・産業応用が進められている。

※SPring-8 の運営等は、財団法人高輝度光科学研究センターが行っている。



▲偏向電磁石からの放射光

放射光とは…

ほぼ光速で直進する電子の進行方向が磁場で曲げられるとき、強力な電磁波（光）を発生する。それが放射光だ。極めて明るく、細くしぼられ拡散しにくいという性質をもつ。もとの電子のエネルギーが高いほど指向性のよい明るい光となり、また進む方向の変化が大きいほど X 線などの短い波長の光を多く含むようになる。

世界最高性能を誇る、“SPring-8”の放射光

- 広い波長範囲の光に、特に 0.01nm までの短い波長領域の X 線の発生が可能。
- 世界最高性能の高輝度 X 線を発生。
- 発生する X 線は、指向性、干渉性が非常に高く、さまざまな偏光特性を利用することが可能。

ガン診断への応用を目標とした基礎実験 【医学利用】

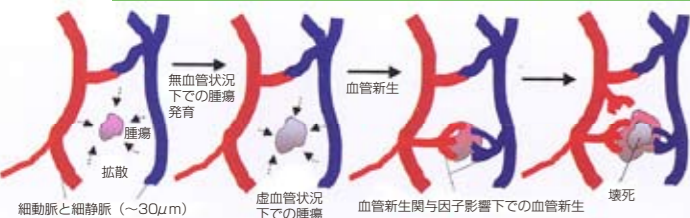
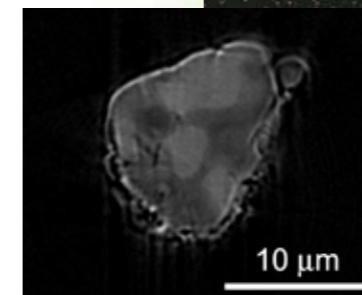
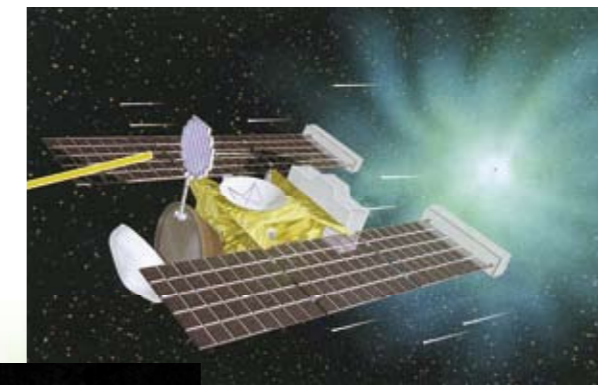


図 1. 腫瘍の発育と腫瘍血管の経時的変化

ガンは血管から酸素や栄養が供給されながら成長し、そのために新しい血管を誘導していく（図 1）。最先端のガン治療の現場では、この新生血管やそれが生じる因子をターゲットにする分子標的治療薬の開発が盛んになっている。川崎医科大学では、ラットの新生血管を“SPring-8”の微小血管撮影装置で観察、薬物の投与を行い、放射線の照射によってそれらが新生血管の形成に及ぼす影響や循環する様子を定量的に評価する実験系を確立した。将来は“SPring-8”の微小血管撮影装置が、ガン化学療法、分子標的治療や放射線治療に新たな知見を提供すると期待されている。

太陽系の謎を探るNASA“スターダスト”計画への参加 【宇宙科学】

太陽系には、太陽・惑星・衛星・小惑星・彗星などさまざまな天体があるが、これらの原材料は何なのか。NASA は、太陽に近づいたヴィルト第 2 彗星がまき散らすダスト（塵）を集め、地球に持ち帰り調べる“スターダスト計画”を推進。日本では大阪大学の土山教授と九州大学の中村准教授らが担当。10 μ m（1 μ m は 100 万分の 1m）以下のダストを高精度で分析するには、高い強度と平行性を持った高輝度放射光が必須だが、それに応えたのが“SPring-8”のビームライン BL47XU だ。ここで X 線 CT 撮影と蛍光 X 線分析を行い、太陽系の起源に迫る。そして、その先に想いを馳せるのは「宇宙の始まり」という壮大なテーマである。



彗星から採取したダスト(塵)のCT画像

究極のクリーンカーへー自動車排気触媒用酸素貯蔵材料 【産業利用】

自動車の排気管には、ガソリンエンジンから排出される有害ガスを還元・酸化によって浄化する三元触媒という装置がある。その新触媒実用化のカギを握るのが、助触媒として含まれるセリア - ジルコニア固溶体 (CZ) だ。(株) 豊田中央研究所では、“SPring-8”の高輝度・高エネルギー X 線を用いた“XAFS”による構造解析を実施。CZ の原子レベルでの均一性が酸素貯蔵・放出能に著しい影響を及ぼすことが分かった。さらに、酸素貯蔵・放出の発現メカニズムや劣化メカニズムも次々と解明。走るほど空気がキレイになる究極のクリーンカーの実現に向け、放射光による三元触媒への期待が高まっている。



先端研究が描き始めた、これが人類の未来図だ。

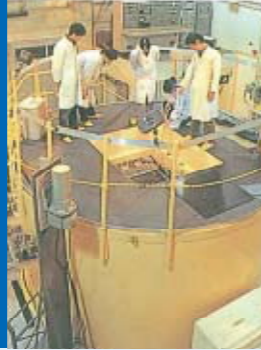
試験研究用の原子炉施設、核燃料物質使用施設

研究炉の例

核分裂反応で発生する放射線を利用して、原子炉の材料や燃料などの照射試験、物質構造の学術的研究、微量物質の放射化分析、原子炉の遮へいや安全性などの基礎的研究、学生や技術者の教育・訓練などを行う原子炉

近畿大炉 UTR-KINKI

最大熱出力 1W の代表的な小型の研究炉。原子力を学ぶ学生の原子炉物理、放射線計測などの教育訓練に利用するため、取り扱いがやすく、固有の安全性の高い炉に設計されている。発熱も少なく、炉から発生する放射性廃棄物なども少ないのが特徴。



JRR-3

(日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター 原子力科学研究所)

最大熱出力 20MW の代表的な大型の研究炉。中性子ビーム実験を中心に、ラジオアイソトープの製造、半導体用シリコン照射、燃料・材料の照射にも使用されている。大型研究炉になると炉心の冷却が重要になるため、停電の場合でも非常用電源によって冷却用のポンプが運転できるように設計されている。



京都大炉 KUR

最大熱出力 5MW の代表的な中型の研究炉で、炉は軽水を減速・冷却材として利用したスイミングプール型。物理学、化学、生物学、工学、農学、医学など広く実験研究に使用されている。炉の運転中に様々な試験ができるよう、原子炉の周辺で作業が可能な設計に。



高速実験炉「常陽」

(日本原子力研究開発機構 大洗研究開発センター)

最大熱出力 140MW のウラン・プルトニウム混合酸化物 (MOX) 燃料を使用するナトリウム冷却型の高速実験炉。「常陽」は運転試験を通じての技術の高度化、燃料・材料の照射、高速炉実用化のための革新技術の実証という3つの基本的役割を持っている。



臨界実験装置の例

核燃料の配列などを容易に組み替えて原子炉物理などの基礎的実験を行う極めて小型の特殊な原子炉

定常臨界実験装置 (STACY) 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター原子力科学研究所



ウラン溶液燃料の濃度、容器の形、大きさなどを変化させた場合の臨界量を明らかにするための実験装置。

過渡臨界実験装置 (TRACY) 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター原子力科学研究所



万一、臨界条件を超えるような過渡現象が生じた場合を想定して、ウラン溶液燃料を用いて、この現象を支配する因子を明らかにするための実験装置。

※臨界実験装置は、この他に京都大学臨界実験装置 (KUCA)、(株) 東芝臨界実験装置 (NCA) などがある。

核燃料物質使用施設の例

核燃料の物性試験、燃料加工試験、核燃料物質を含む放射性廃棄物の処理処分研究、核燃料物質の生物影響研究など、核燃料物質を試験・研究の目的に使用するため、国の使用許可を受け原子炉の運転等を行う核燃料物質使用施設

[高レベル放射性物質研究施設 (CPF)]

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター
核燃料サイクル工学研究所

核燃料サイクルの要となる高速炉用燃料等の新型炉燃料の再処理と高レベル放射性廃液の処理・処分の研究開発のため、実際に高速炉で使用された燃料や高レベルの放射性廃液を使った基礎試験を行っている。プルトニウムなどの核燃料物質や高レベルの放射性物質を取り扱うので、臨界防止が図られ、また厚いコンクリートで覆われた試験室 (ホットセル) や気密性の高い閉じ込め設備をもった施設になっている。



[プルトニウム燃料センター]

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター
核燃料サイクル工学研究所

ウラン・プルトニウム混合酸化物 (MOX) 燃料の開発を行うとともに、高速実験炉「常陽」、高速増殖原型炉「もんじゅ」に用いる MOX 燃料の製造を行っている。

[燃料試験施設 (RFEF)]

日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター
原子力科学研究所

原子力発電所で使用された核燃料について、燃料集合体の解体、燃料要素の非破壊及び破壊試験、さらに再照射試験燃料の製作などを行っている。使用済核燃料は高い放射能を有しているため、これらの試験は厚いコンクリートで覆われた試験室 (ホットセル) 内で行われる。

[固体廃棄物前処理施設 (WDF)]

日本原子力研究開発機構
大洗研究開発センター

大洗研究開発センターで発生する放射性廃棄物の処理を行うほか、放射性廃棄物の処理・解体技術の開発を行っている。



Special Interview

先輩からのメッセージ

世界最先端施設 “SPring-8”を支える、 安全管理の キーマンに聞く。

財団法人 高輝度光科学研究センター
安全管理室室長 津浦 伸次氏



安全管理は、主役じゃない。

私たちが行っている放射線安全管理の仕事は、大きく2つに分けることができます。1つは放射線源の管理を含めた施設の管理であり、もう1つはそこで働く人々の管理です。施設寄与による放射性物質や放射線の量をできるだけ少なくすること、そしてそこで働く人の健康に配慮した個人管理です。定期的にパトロールし施設内に不具合箇所はないか点検して、放射能汚染や放射線レベルを測定する。また、個人の被ばく線量をチェックしてその結果をもとに作業上の注意点を指導します。

でもそれは“安全管理”という仕事全体の一つの側面にすぎません。大切なことは、“SPring-8”を利用してくれる研究者や企業の方々が、良い成果を得られることなのです。そのためには、事故やケガなどマイナスになるようなことを極力無くし、研究や作業に専念できる環境形成に貢献すること全てが安

全管理の仕事、と考えているんです。従って決して表舞台に立つものじゃない。目的は研究成果であり、安全管理の達成が目的ではありません。事故・トラブルは必ず組織の目的や目標の足を引っ張ることを認識しなければなりません。現場で研究・作業をする人が、「あなたに相談して良かった」と良い結果を出して無事、笑顔で帰ってくれることが一番の喜び。“何事もなく”というのが安全管理の成果だから表には何も出て来なくて良いのです。その笑顔があるからこそ、幾つになってもこの仕事を続けていけるのです。



放射線の安全は特別ではない。ただし…

安全管理の内容は、いつでもどこでも同じではなく、その都度違ってきます。放射線の安全は、特別なものではありません。でも、管理区域内で仕事をする研究者や作業員の目的、能力や知識、また作業内容や取り扱う材料等によって安全に向けた対応の仕方が違ってきます。そして彼らは、それぞれの専門分野では十分経験や知識・能力があり、その分野ではミスはほとんどしない。けれども、自分のテーマや目的を達成するために自分の専門外の放射線その他の危険物等を利用したときに、放射線他の安全知識が乏しいものだからミスを犯しがちになります。つい安全性を無視して仕事に没頭してしまいます。これは放射線安全に限ったことじゃありません。たとえば、電気・計装を専門にしている作業員に機械の仕事させたら、知識・経験不足から失敗する可能性が高まります。そこで、そのグループや作業員ごとに想

定される危険のポイントを数点絞って強く伝えることが必要となります。マニュアルを渡したって、自分の研究や仕事に夢中になっている人がマニュアルどおり作業してくれることはほとんど考えられない。人の頭の中は大事なことを同時にたくさん走らせることができないのです。結局、安全を実践するのは実際作業する作業員本人なのです。だから、正しく理解して身につけてもらえるよう、一人一人の現場体験のなかで指導していく必要があるのです。“何回、安全教育を行ったか”というのは意味がない。何回講義を行っても、受講者にとって

興味がなく、講義で寝ていたら意味がない。でも、講義で話した内容について「分かった」と本人が言ってくれたら、本当の安全教育を行ったことになるのです。じゃあ、どうやってそのような千差万別のケースバイケースの指導ができるのか？それは、やはり経験を積むしかないですね。私は幸いなことに自分のキャリアの中で、さまざまな現場経験を積むことができ、いろんな分野の人と接することができました。研究者以外の作業に従事する人々と安全を確保しながら作業を進める難しさや苦労に関しては、同じ気持ちを共有することができるんです。だから、安全管理を志

“SPring-8”で日々行われている数多くの分析・研究。世界最先端の施設で見出されるその結果は、世界が驚くような可能性を秘めている。だが、それらはすべて“安心して作業に専念できる環境”を陰で支える人々の存在があってこそ。「研究者が良い成果を出して、何事もなく笑顔で帰ってくれることが無上の喜び」という、この施設の安全管理室室長・津浦伸次氏が語る、放射線取扱をはじめとした安全を守り続ける仕事の重さ、そして素晴らしさとは…。



す若い人たちには、「なるべく現場を知りなさい」と機会あることに言っています。現在の会社や組織のシステムでは、自らが体を動かし失敗を糧にして身につけるというのは難しいのですが、ならば、現場の人たちと数多く接して、彼らから教わりなさいと。

このように研究者や作業する人たちと接し、現場を知ることによって、安全管理において最も重要なこと、つまり作業を行う方々との信頼感、仲間意識が生まれます。ともすれば、私たち安全管理を担当する者と現場を利用する研究者や作業の方々は対立関係になりがちです。管理区域内を巡回して、いたずらに問題点を指摘して鬼の首を取ったように振



何か起こってから怒っても意味がないのです。だから現場の人たち総てが安全情報のアンテナになってくれるよう、信頼関係を結び、仲間意識を育むことが大事になるのです。理想は「何もありませんでした」と日誌に書けるような職場環境づくりなんです。



舞う安全管理担当者がありますが、それは逆に信頼感を重視する安全管理の考え方からズレていることになるのです。そうすると、問題点や細かなミスは「隠してしまおう」という気分になる。これが後に大きな事故やトラブルにつながるのです。信頼関係、仲間意識があれば、「あの人が来たときに相談しよう」「ちょっと気になるんだけど」と現場で働いている研究者や作業員から話してもらえるようになります。このようにして、できるだけ速やかにお互いに納得できる対処方法で、不具合や危険を排除し、リスクを下げるのが大事なのです。安全管理における最重要課題は、速やかに不具合を見つけ、危険を予測し、その危険因子を事前に排除することです。



信頼関係が、安全な作業環境をつくり出す。

一生の仕事選び、その理想のカタチとは

私の就職時期は、ちょうど敦賀原発の一号機が起ち上がって間もない、昭和46年でした。大阪大学の、できたばかりの医療短大で学んでいましたが、これからは原子力発電所の放射線管理や放射線の工業利用、農業利用などいろんなカタチで放射線に関する施設が増えていこうと考えました。そこで、放射線安全管理という仕事が必要になる、と考え就職先を探したわけです。他の多くの同級生たちは医療分野に進みましたが、私は天邪鬼だったのかも知れませんね。

そして原子力関係の施設を造っている民間企業に入ることができ、そこで放射線管理の仕事をはじめ、放射線管理や一般安全管理に関することを実務を通して学び身につけました。また黎明期だったことから、何につけても基礎から挑戦することができた。それこそ測定器なども、ユーザーの視点に立って、メーカーの技術者の方々と議論し改良していきました。先輩たちに相談すると、一緒になって調べてくれたり、問題点を指摘されて自分で試行錯誤を繰り返し解決していくといった環境



で仕事をして来ました。そういう指導スタイルだったし、会社としても、“より高いレベルの人材を育成し、より高度な仕事を受注することが企業の評価を上げる”という方針でした。

今日まで、大型施設の放射線管理からさまざまな施設、研究所の管理を担当して来ました。そこで学んだことは、まず放射線管理ありきではなく、個々の施設とそこで働く人があって、その状況に合わせた放射線管理をすることの重要性を叩き込まれました。若いとき

に、様々な施設で働かせてもらった経験が、現在の喜びにつながっているのだと思っています。大変でしたけどね。

このようにして、私は会社を選ぶのではなく、放射線管理という仕事がしたいと“職種”を選んだわけです。基本的には自分が何をしたいかで職業を選ぶことが大事だと思いますよ。だって、会社や仕事先はいくつか変わったけれど、40年近くも、放射線管理一筋に飽きもせず、同じ仕事をして来られたんですからね。

放射線取扱主任者をめざすキミへ —津浦さんからのメッセージ—

安全管理とは側面からみんなを支援する仕事。サッカーに例えるならフォワードの点取り屋じゃなく、選手が十分なパフォーマンスを発揮できるよう裏方で働くマネージャーのような存在です。だから、人の成功を素直に喜べる人。そして派手なことは苦手だけど、少しずつでも地道に着実に積み重ねていくようなことが得意な人がいいと思います。私たちの仕事は指図することではなく、あくまで側面からのアドバイス、サポートすること。現場で仕事をする人に対し、仕事しやすい状況を作ってあげよう、という意識を持てる人に安全管理の仕事を選択してもらいたいですね。最後に、別にオールマイティーである必要はない。自分に向けた職場を選ぶことが大事なんです。

