

世界をひっくり返したのは、無名の公務員だった

天才の代名詞で、内容は難解なのに相対性理論の名は誰の記憶にも刻まれ、今なおスーパースターのアインシュタイン。いったいどこが偉大で、なぜ愛され続けるのか。2回にわたり、その横顔を浮き彫りにします。

磁気コンパスは、なぜ北を指すのか

エジソンが白熱電球を発明した年、南ドイツの商家に生まれたアルバートは、4〜5歳の頃に磁気コンパスを見て、**針が常に北を指す不思議に驚き、宇宙には目に見えない法則がある**と感じます。そして12歳の時、ユークリッド幾何学の本に感銘し、微積分を独習していきます。一人で遊ぶのが好きで、興味のある事だけに没頭する性癖は生涯変わりませんでした。

この性癖は中高等学校時代から周囲との軋轢を生み、軍国主義的なミュンヘンの学校になじめず中退。転入したスイスの学校でコンパスが北を指すのは電磁気の仕業であることを実験で確認し、「光」は空間を移動する電磁波であると教えられました。

暗記と語学は苦手でも数学と物理が抜群だった彼は、チューリッヒ連邦工科大学に入学。教員試験に合格・卒業したものの生意気な言動がたたり母校への就職は叶わず、ノルウェーからイタリアまで就職先を探しますが採用されません。やむなく家庭教師や代用教員で4年間糊口をしのぎ、見かねた親友の口利きで、スイス特許局の技官に採用されたのは23歳。同級生との間に長女が誕生していました。

1905年、無名のアマチュア学者が奇跡を起こす

アルバートは仕事の合間に、16歳から頭を離れない「光の謎」を解くため思考実験を繰り返します。「光を追いかけたら、光はどのように見えるか？光と同じ速さで走れたら光は止まって見えるのか？」…そして26歳の時、半年で5つの論文 ①**光の粒子説** ②**分子の大きさの決定法** ③**ブラウン運動（気体や液体中の微粒子が不規則に動く）の理論化（原子の実在）** ④**特殊相対性理論** ⑤**その第2論文「質量とエネルギー」**を書き上げ、ドイツの物理学誌に投稿します。

①の論文は**量子力学の先駆け**ですが、ほとんど理解されませんでした。④の理論では、常識とされたニュートンの絶対時間・空間説（どこであれ「時間」は一定に流れ、物体は動いていても不動でも長さは不変）を覆し、『**動いている物体は、その速さに応じて進行方向に長さが縮み、重さも重くなり、時間の進み方も遅くなる**』と説きまし

止まっている時

光速に近いスピードで動いている時

光速に近いスピードで動いているものは、止まっている人から見ると**時間が遅く進み、縮んで見える**

止まっている時

光速に近いスピードで動いている時

光速に近いスピードで動いているものは、止まっている人から見ると**時間が遅く進み、縮んで見える**

【参考資料】●ホームページ: ATOMICA アインシュタイン、アインシュタイン（ウィキペディア）など ●書籍: アインシュタインロマン（日本放送出版協会）、やさしい相対性理論（日本放送出版協会）日経サイエンス「一般相対論100年（2015年12月号、日経サイエンス社）、アインシュタイン丸かじり（志村史夫著、新潮社）など

中部原子力懇談会

〒460-0008 名古屋市中区栄2-10-19 名古屋商工会議所ビル6F
TEL:052-223-6616 FAX:052-231-7279
<http://www.chugenkon.org>

放射線出前教室・出張授業を実施します。お気軽にお問い合わせください。詳しくはHPをご覧ください。

ホームページから本誌の定期送付のお申し込みが可能です。

この印刷物に使用している用紙は、森を元気にするための間伐と間伐材の有効活用に使われます。

森の町内会
間伐に寄与する紙
www.mori-cho.org

この冊子は地球環境保護のため、植物性大豆油インクを使用し、有害な廃液の発生が少ない水なし印刷をしています。

PRINTED WITH
SOY INK

環境にやさしい印刷

特集

原子力人材育成を考える

大学における
教育・研究の現場から

これは
な〜に？

詳しくは4ページを
ご覧ください

CHUBU GENSIRYOKU KONDANKAI シープレス

C-press

エネルギーサイト
訪問記

第9回

日本発・アジア初の快挙！

113番の新元素ニホニウムを合成

国立研究開発法人 理化学研究所（略称：理研）

仁科加速器研究センター

（埼玉県和光市）

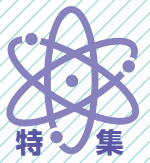


vol.107

2016年10月発行（年3回刊）

発行/中部原子力懇談会

名古屋市中区栄2-10-19 名古屋商工会議所ビル6F



原子力人材の育成を考える

～大学における教育・研究の現場から～

人材の確保・育成は原子力産業の基盤

原子力産業の裾野は広く、電力会社の原子力部門(運転・保守)、プラントメーカー(設計・設備工事)、工事会社(定期点検・保守)、部品・燃料成型加工メーカー(技術・材料、燃料等の供給)などで**8万人以上が従事**^{*1}しています。その中でも高度な専門知識や技量を備えた「原子力人材」は、ベースロード電源としての原子力発電の円滑な運用はもちろん、新型炉の開発から廃炉や放射性廃棄物の処分まで**ライフサイクル全般での十分な人員の確保が不可欠**です。

原子力人材の育成は、国の方針のもと大学などの教育機関・産業界が連携し、世界でも有数のレベルを維持していますが、2011年(平成23年)の東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、**学生の原子力産業への関心度が低下し、原子力専攻学科への志望者数も減少**しています^{*2}。

こうした中で人材育成の第一段階となる大学では、どのような教育が行われ、課題があるのか。それを探るため、1961年に理工学部原子炉工学科(現在は電気電子工学科エネルギー環境コース)を開設以来、教育・研究用小型原子炉を活用し、50年以上にわたり4,000名以上の卒業生を輩出している近畿大学 原子力研究所(大阪府東大阪市)を訪ねました。

※1:電気事業連合会2012年資料より

※2:原子力人材育成の課題と今後の対応(原子力人材育成ネットワーク:2014年10月)



原子力研究所 准教授
若林 源一郎 さん

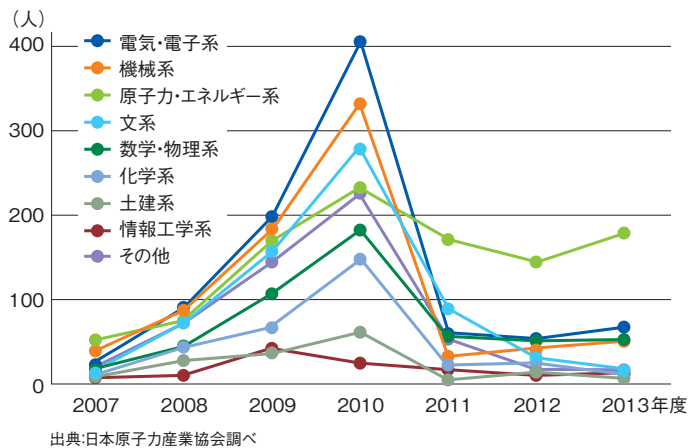


原子力研究所 所長
伊藤 哲夫 さん



原子力研究所 講師
堀口 哲男 さん

◆原子力関係企業の合同就職説明会の参加者数(東京・大阪会場)



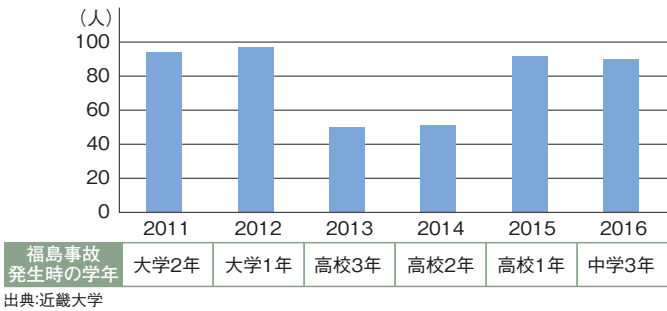
原子力技術者を目指す学生と時代の流れ

原子力技術者をを目指す学生数は、1960年代後半～80年代前半まで安定し、5大学で教育・研究用原子炉が6基設置されました。その後の不況に伴い90年代後半から志望者数が減少し、原子力関連学科の廃止・改組が相次ぎ、大学原子炉も2基が姿を消しました。

しかし、2000年代前半から世界的な原子カルネッサンス時代を迎え、04年頃から原子力関連学科が新たに創設されるなど回復の兆しが高まっていた11年3月に福島の事故が発生。同時期に、大学原子炉1基の永久停止が重なり、**近畿大学1、京都大学2の計3基**となりました。

このような中で、原子力・放射線関連企業に人材を輩出してきた近畿大学 電気電子工学科エネルギー環境コースを選択する学生数は回復しつつあります。

◆近畿大学 電気電子工学科エネルギー環境コース選択者数の推移



新規制基準に対応のため2014年に運転停止

近畿大学は、その後も原子炉の運転実習を続けるとともに、福島県伊達郡川俣町の震災復興支援アドバイザーとして、ガラスバッジを子ども達に配布して被ばく線量管理を実施するなど放射線管理の知見を活かした活動を展開しました。

しかし、2013年12月に試験研究炉の新規制基準(耐震性・火災対策など)が施行され、これに対応するため14年2月に運転を停止。**京都大学2基、日本原子力研究開発機構5基とともにすべての研究用原子炉が使えなくなりました。**この間、各大学の原子力関連学科は教育プログラムを変更し、近畿大学では代替措置として「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」(文部科学省)に参画する韓国・慶熙(キョンヒ)大学(研究炉を保有)に学生を数日間派遣し、他大学と合同実習を行っています。そして16年5月～9月、近畿大学・京都大学の3基とも原子力規制委員会による安全審査の合格が決定し、**17年に運転再開の目途**が立ちました。

(注)京大炉(KUCA)は2016年12月、近大炉および京大炉(KUR)は2017年に運転再開予定。

極低出力炉を活用した基礎教育・研究とは？

見て触れて、実際に運転・実験して学ぶ

近畿大学の原子炉(近大炉)は発電用ではなく、教育・研究用に開発されたもので、**最大熱出力はわずか1ワット**。熱の発生がほぼなく、ウランの燃焼がごく微量(50年間の運転でウラン235の燃焼量は1mg以下)で、**冷却も燃料交換も不要**です。また、核分裂生成物もごく微量で放射能は非破壊検査用の線源よりはるかに弱く、**炉心に接近でき操作も容易**です。さらに炉心構造が極めてシンプルで、**約20分でフルパワーとなり、瞬時に緊急停止**できます。

一方で、放射線管理区域・周辺監視区域・防護区域として、**保安規定や放射線管理は法令に則り厳正に順守**されています。こうした現場で求められるルールや手順に基づき、**実際に原子炉を運転して状況を把握する訓練**は、設定した事象しか起きないシミュレーターでは経験できません。



制御棒を操作して原子炉を運転



原子炉運転中の放射線量測定

原子炉を持たない大学の教育・実習にも活用

近大炉は理工学部の放射線実習のほか、数十年前から原子炉を持たない大学の原子力関係学部の運転実

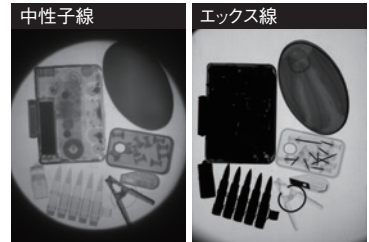
習にも活用され、これまで9大学から2,500名以上^{*3}が参加。また、全国の小・中・高校の教員、高校生や一般の人々を対象に「原子炉実験研修会」^{*4}を行い、延べ6,500名以上が参加しました。特に**3.11の事故後の研修会に参加した受講者からは「氾濫する情報を鵜呑みにするのではなく、冷静に自分で考えて判断するきっかけになった」という感想**が多数寄せられました。

※3:近畿大学原子炉等利用共同研究(昭和56年～)、経済産業省委託事業「人材育成プログラム事業」(平成19年～22年)などの合計。

※4:日本原子力産業協会、関西原子力懇談会などの委託事業。

扱いやすい中性子源として幅広い研究に活用

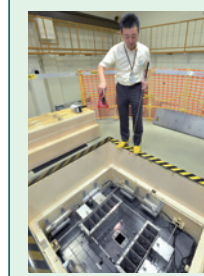
近大炉は扱いやすい中性子源として物理(中性子測定技術の開発、原子炉の雑音測定など)・化学(放射化分析、被ばく試料の残留放射能の推定など)・生物(低線量の中性子被ばくによる生物への影響など)の研究に幅広く活用され、数々の成果を上げています。



対象物質によって中性子線の方が鮮明に透視できる

近畿大学原子炉(UTR-KINKI)

1959年(昭和34年)の国際見本市(東京)を視察した世耕弘一近畿大学初代総長(当時:経済企画庁長官)は、原子力人材育成のため出品中の米国製原子炉の購入を決意。同大学に原子力研究所と原子炉工学科を設立し、61年に日本初の民間・大学原子炉として初臨界しました。



炉心部



UTR-KINKI



原子炉制御コンソール

様々な課題を乗り越えて次世代の原子力人材を

原子力人材の育成については、国・教育機関・学会・産業界など多くの関係者が危機感を抱き、「夢の持てるプロジェクトの提示」「人材育成のグローバル化」「教育システムの一元化」「研究炉の戦略的な更新」など様々な提言が行われています。

こうした中で近畿大学を取材し、実際に原子炉を運転して実験・実習できる「教育・研究炉」の役割の大きさを再認識しました。**人材育成や研究での活用はもちろん、教員や一般の人々への放射線に関する正しい知識の普及、次世代に向けた科学への関心の喚起においても、その貢献は測りしれません。**

ご対応いただいた若林准教授から「**3.11後の復興に役立ちたいからとエネルギー環境コースを専攻する学生もいます。また、福島第一原子力発電所を見学した時は、世間での後ろ向きのイメージとは違い史上初のチャレンジングな課題に立ち向かう技術者魂に火が点いたような人たちが集まって活気に満ちた印象でした**」というお話を伺い、教育・研究炉の早期の運転再開を願わずにはいられませんでした。

【参考資料】 ●原子力人材の育成と今後の対応(経済産業省:2015年4月)総合資源エネルギー調査会ワーキンググループ資料 ●近畿大学原子力研究所における原子力人材育成(平成28年) ●原子力技術・人材の維持について(電気事業連合会:平成26年8月)総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第4回会合資料 ●原子力人材育成ネットワークの活動について

●エネルギーレビュー誌 2012年7月号(特集:近畿大学 原子力教育研究の半世紀) ●原子力人材の確保・育成に関する取組の推進について(見解)(内閣府 原子力委員会:平成24年11月)(平成27年9月) ●研究用原子炉のあり方について(原子力委員会)



ナビゲーターの横田です
理研は1917年に創設。約3,000人の
理研が、物理学・工学・化学・生物
学など幅広い分野で世界水準の研
究を行っています。仁科加速器研
究センターは、世界最高峰の装置
を駆使して原子核や素粒子の解
明に取り組んでいます。

日本発・アジア初の快挙! 113番の新元素「ニホニウム」を発見

仁科加速器研究センター

(埼玉県和光市)



理化学研究所内の展示施設「理研ギャラリー」にて

元素周期表に初めて 日本発の元素が掲載される

教科書でおなじみの「元素周期表」は、物質の構成要素である元素を原子番号順に化学的性質の周期性をもとに分類したもので、1869年にロシアの化学者メンデレーエフが考案しました。彼はそれまでに発見された元素だけでなく、未知の元素の存在も予言。以来、各国の科学者が新元素の発見を競いました。そして約90種類の自然界の元素を特定し終えると加速器を使ってより重い元素の合成を競います。日本の科学者も挑戦しましたが正式認定には至りませんでした。

それが2015年12月、理化学研究所 仁科加速器研究センターの森田浩介グループディレクターの研究グループが9年がかりで発見した「113番元素」が国際機関から正式認定。命名権者として提案した「ニホニウム」(元素記号Nh)という元素名が、周期表(下図)に掲載されることになったのです。



仁科加速器研究センター
超重元素研究グループ
グループディレクター
森田 浩介 さん

ニホニウムが
世界中の教科書に
載るなんて
ワクワク!

	27 コバルト	載るのを ワクワク!			31 亜鉛	32 ガリウム	33 ゲルマニウム	34 セレン	35 臭素	36 クリプトン	
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
	45 ロニウム	46 パラジウム	47 銀	48 カドミウム	49 インジウム	50 スズ	51 アンチモン	52 テルル	53 ヨウ素	54 キセノン	
	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
	77 アイリウム	78 白金	79 金	80 水銀	81 タリウム	82 鉛	83 ビスマス	84 ポロニウム	85 アスタチン	86 ラドン	
Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
107 ボヘリウム	108 ハッシウム	109 マイタケウム	110 ダームシュタット	111 コペンハーゲン	112 ニホリウム	113 ネホリウム	114 フロロビウム	115 グレンツヒウム	116 リバモヴィウム	117 テネシウム	118 オガネソン
Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
60 ネオジム	61 プロメチウム	62 サマリウム	63 ユウロピウム	64 ガドリウム	65 テルビウム	66 ジスプロシウム	67 ホルミウム	68 エルビウム	69 ツリウム	70 イットリウム	71 ルースセチウム
Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
92 ウラン	93 ネプツニウム	94 プルトニウム	95 アメリシウム	96 キュリウム	97 バークリウム	98 カリフォルニウム	99 アインシュタイン	100 フェルミウム	101 メンデレーフ	102 ノーバキウム	103 ローレンシウム
U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

国民を幸せにするエネルギー政策とは？ ～改めてエネルギー・電力と経済・暮らしの関係を問う～

エネルギー問題は暮らしや産業に大きな影響を与えます。資源小国の日本が持続的に発展するには、現在の状況や課題を正しく認識し、政策に反映する必要があります。そこでエネルギーや経済に深い見識をお持ちの山本隆三氏が新たな視点で問題の核心に迫りました。



やま もと りゅうぞう
山本 隆三 氏
常葉大学
経営学部教授
京都大学工学部卒業、住友商事入社。石炭部副部長、地球環境部長などを歴任。その後、プール学院大学国際文化学部教授を経て、2010年、富士常葉大学総合経営学部教授、2013年より現職。NPO法人国際環境経済研究所長も務める。

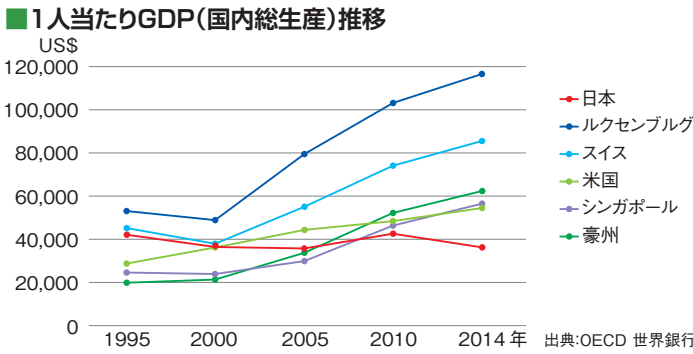
原油価格の高騰、金融緩和による円安、さらに再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)導入などで、2014年度の製造業は2011年以前に比べて電気代の負担が1兆円も増えています。これを人件費に回せたら中小企業も含む全製造業の給与を3%アップできます。

産業競争力を回復するための好循環を

エネルギー政策の基本は「3E+S(安全保障・経済性・環境性・安全性)」です。再生可能エネルギーに注力してきたドイツは、支援策による賦課金の上昇に耐えかねて2014年にFITを廃止しました。風力で電力の半分の賄うデンマークは、安定供給用の輸入電力コストのため、家庭用電気料金は世界一です。水力と原子力で電力を賄うスウェーデンは「原発をやめて風力に切り替える」政策を転換して10基の原発を建て替えます。風力で代替すれば電気料金が2倍に跳ね上がるからです。英国政府は「原子力のもたらす利益>原子力の事故リスク」という考えを明確に示し、原子力を利用しない社会リスク(エネルギーコストの上昇・エネルギー安全保障・地球温暖化)は、利用する際の事故リスクより大きいとしています。米国はエネルギー安全保障の観点から原子力発電を維持しています。かたや日本は電力需要期に揚水発電まで動かし、夜に化石燃料でつくる電気で水を揚げ、昼に落として発電するような無理をしている。原子力発電の夜間電力を利用していた頃と比べればコストは数倍も上がり、こんなことを続けていたら電気料金の値下げなど望めません。政府は「2030年までにエネルギー効率を35%上げてCO2排出量を削減する」としていますが、それには経済成長が不可欠です。経済成長がなければ省エネ投資も技術革新も起こらずCO2も減らせない。原子力発電所を再稼働して電気代を下げ、研究開発投資を増やし、産業競争力を回復する好循環をつくり出すことが肝要です。

日本人は幸福か―経済成長なくして幸せなし

世界で日本人の幸福度は何位か？ 2015年の国連レポートでは46位です。しかも国の「年収と生活実感」調査では、生活が苦しいと感じている人が6割もいます。これで果たして先進国と言えるでしょうか？その大きな要因は、バブル経済崩壊後の20年間で、日本はほとんど経済成長できず税金も給与も増えていないからです。1994年では日本は1人あたりGDPは世界第2位でしたが、その後他国に次々に追い抜かれました。デフレのため製造業は設備投資や研究開発よりも借金返済に力を注ぎ、リストラを繰り返す中で生産人口は製造業・建設業から生産性の低い医療福祉(介護)に移ってしまいました。また、稼ぐ力の大きい金融・保険業はグローバル化が進まず、アジアの金融センターとして成長を続けるシンガポール(公用語は英語、規制も緩やか)に水をあけられています。



製造業は物流とも密接につながり、これらを合わせると日本のGDPの3割を占め、その影響力は大きい。従って日本が成長するには製造業で稼ぐしかないのですが、3.11震災後の電気料金の高騰が産業競争力の足かせになっています。原発停止に伴う化石燃料の輸入増、

今後の行事予定 詳細・参加希望については、当会ホームページまたはTEL052-223-6616までお問い合わせください。

■ 情勢講演会 【本部開催】 主催:中部原子力懇談会 本部 参加費無料

開催日	場 所	演 題	講 師
平成28年11月18日(金) 15:00～17:00(14:30開場)	名古屋商工会議所 2階ホール	放射線の健康影響と食の重要性・免疫力 ～福島からなにを学ぶ～	うの かづこ 宇野 賀津子氏 【ルイ・バストゥール医学研究センター基礎研究部】 インターフェロン・生体防御研究室長
平成28年12月10日(土) 15:00～17:00(14:30開場)	静岡労政会館 大ホール	放射線と健康への影響 ～福島の復興と現状～	たかむら のぼる 高村 昇氏 【長崎大学原爆後障害医学研究所】 国際保健医療福祉学研究分野教授
平成28年12月11日(日) 13:30～15:30(13:00開場)	アクティシティ浜松 コンgresセンター52～54会議室		
平成29年1月27日(金) 15:00～17:00(14:30開場)	名古屋商工会議所 2階ホール	測って伝える～BABYSCANから見る福島の今～	はやの りゅうご 早野 龍吾氏 【東京大学大学院教授】

※受付中

※平成28年10月中旬受付開始

※平成28年12月初旬受付開始

エネルギー アンナ話こんな話【要約】

当懇談会は2016年12月に設立60周年を迎えます。これを記念し、エネルギー関連施設の取材経験が豊富な荻野アンナ氏をお迎えして、5月16日に名古屋市内で講演会を開催しました。



おぎ の
荻野 アンナ 氏
慶應義塾大学文学部教授
小説家

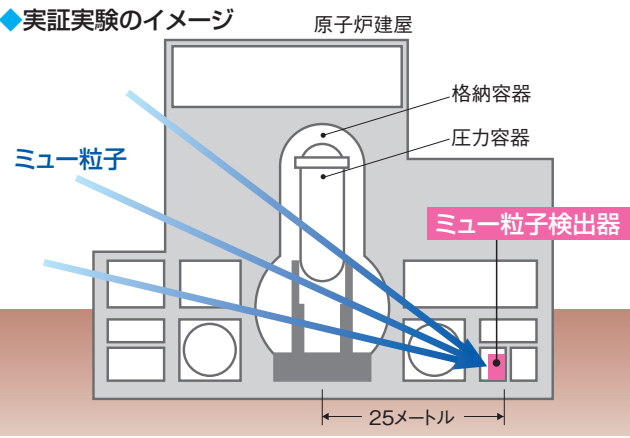
フランス人の原子力エネルギーとの向き合い方

私は雑誌企画を通じて、約10年間、国内外の様々なエネルギー関連施設を訪れました。そこではユニークなアイデアや巨大な設備に眼を丸くしたり、従事する方々の仕事ぶりや発言にハッとさせられることが多々ありました。例えば、山形県の豪雪地帯や北海道の美瑛市では、やっかいものだった雪を有効活用する「利雪」に挑戦し、効率的な雪冷房システムを開発。農作物の貯蔵やビル全体の空調に利用していました。また、札幌郊外の酪農場では、乳牛の排泄物を発酵させてバイオガスで発電し、電力供給と悪臭対策を両立させていました。他にも、実験船による波力発電、海洋温度差発電(沖縄県)の実験プラントなども取材し、各地で再生可能エネルギーによる地産地消の取り組みを見聞しました。原子力関連では国内だけでなく、電力の8割を原子力で賄うフランスに赴き、原子力庁・電力会社・発電所・核燃料再処理施設などを訪問しました。ここでは「フランスには資源は無いがアイデアがある」「私たちは技術の進歩を信じる、原子力は人類の有用な道具」という信念、リスクに関する情報を積極的に公開する姿勢、「全員一致より意見の相違のある方がむしろ健全」として情報委員会のメンバーに反対派を迎える懐の深さに感銘を受けました。現場の規律は緩やかなのに、不具合は起きても大事故は起きていない。その背景には現実的で合理的な思考があり、法に裏打ちされた骨太の民主主義が根付いているからかもしれません。

What's Up? そこが知りたい! 浜岡原子力発電所のいま

ここにフォーカス! 宇宙線で原子炉を透視する研究を行っています

浜岡原子力発電所2号機では、中部電力と名古屋大学が共同で、宇宙から飛来するミュー粒子という素粒子によって、原子炉の底をエックス線写真のように透視する実証試験が行われています。これは原子炉の格納容器や圧力容器の内部を遠隔かつ非破壊で確認する技術開発の一環です。



ミュー粒子は大気中を飛び交い、厚さ1kmの岩盤でも通り抜ける性質があり、通り道に物質があると厚さや密度によって通過する粒子の量が変わります。これを名古屋大学の研究グループが開発した「原子核乾板」という検出器で捉え、解析したデータをコンピュータ画面で映し出す仕組みです。この技術は、火山の内部状況やピラミッドの構造調査でも活用されています。また、東京電力福島第一原子力発電所の事故で溶け落ちた燃料の状況調査でもミュー粒子による透視が行われていますが、装置が大型で電源が必要なことから地上に設置するしかなく、格納容器底部の状況はわかっていません。一方、浜岡の実証試験で使用されている検出器は小型で電気を使用せず、防水性が高いのが特徴で、今後の成果が期待されています。



原子炉建屋の地下に設置されたミュー粒子検出器