

FNCA ニュースレター

アジア原子力協力フォーラム
Forum for Nuclear Cooperation in Asia

2003年3月

No.6

主な内容 <ページ>

- | | |
|--------------------------------|------|
| ●第4回FNCAコーディネーター会合を沖縄で開催 | 1 |
| —概要紹介 | 1 |
| —ハイライト | 2~3 |
| —2003年度活動計画(表) | 3 |
| —FNCAプロジェクトの現状 | 4~8 |
| ●(トピックス)核医学診断と放射線治療
命を救う放射線 | 9~11 |
| ●FNCAとは | 12 |

沖縄で第4回FNCAコーディネーター会合開催 —“目に見える成果”を目指して意見交換—

第4回アジア原子力協力フォーラム(FNCA)コーディネーター会合が3月5日~7日の3日間、内閣府と文部科学省の主催により沖縄県那覇市で開催された。この会合には、各国のコーディネーター、関係者など約50名が参加し、FNCAがめざす社会・経済的なインパクトがある“目に見える成果”的達成に向けて、水平協力を効果的に実施するための議論が行われた。同会合が東京以外で開催されたのは今回が初めてで、挨拶に立った稲嶺恵一・沖縄県知事からは、12月頃に予定されている第4回FNCA本会合の沖縄での開催要請がなされ、大村秀章・内閣府大臣政務官も賛意を示した。



歓迎挨拶をする稲嶺恵一・沖縄県知事

FNCAコーディネーター会合は、各国ごとに1名が選任されているFNCAコーディネーターが集まり、現在8つの分野で展開されている11の検討FNCAプロジェクトの評価、調整、改廃および新規プロジェクトの導入などを検討するためのもの。

会合初日の5日には、来賓として稲嶺恵一・沖縄県知事が、「沖縄県では、不妊虫放棄法(STI)により1993年までに全県からウリミバエの根絶に成功し、それまで植物検疫法で禁止・制限されていたウリ類の本土への出荷が可能となった」と、同県における原子力科学技術利用の成果を紹介した。また、各国の原子力担当大臣級代表が参加するFNCA本会合の開催についても、今年度の会合の沖縄での開催を要請した。

また、引き続き挨拶に立った大村秀章・内閣府大臣政務官から「FNCAでは、これまで医学利用分野での子宮頸がんの治療などで大きな成果を上げてきた。また、沖縄県におけるウリミバエの根絶事業の成功を見ても分かる通り、原子力の開発利用は幅広いニーズに応えていくことができる科学技術のひとつであり、この機会を活用し、アジ

ア各国でこうした成果が広がることを期待する」と挨拶が述べられた。また、FNCAの沖縄県での開催についても、「その方向で検討したい」との賛意を示した。

開会セッションに引き続いだ、2002年10月に韓国・ソウルで開催された第3回FNCA本会合の概要と各国におけるFNCA活動の現況が報告された。

2日目には、FNCAプロジェクトについて現状報告が行われ、『“目に見える成果”的達成』に向け着実にプロジェクトが進展しつつあることが示された。また、第3回FNCA本会合で提起された①アジアの持続的発展と原子力エネルギー、②人材養成戦略、と新規提案のあった

③原子力関連技術による海洋環境モニタリング、④医学放射線機器保守ネットワークの進め方について討議した。そして、「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」について取り組むことを基本合意した。さらに、人材養成戦略についても必要な調査・検討が行われることになった。

最終日には、FNCAプロジェクトの進め方について議論するとともに、議事録を採択した。

「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」の取り組みについて基本合意 — コーディネーター会合のハイライト —

第4回FNCAコーディネーター会合は、FNCAプロジェクトの進め方を中心に、現行の11プロジェクトに関する現状報告と討議を行い、2003年度の活動計画を決めた。また、昨年10月の第3回FNCA本会合のフォローアップとして「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」、「人材養成戦略」の2つ及び新たに提案された「原子力関連技術による海洋環境モニタリング」、「医学放射線機器保守ネットワーク」の2つについて検討し、「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」については、FNCAとして具体的な取り組みを進めていくことで基本合意された。



一堂に会した第4回FNCAコーディネーター会合の参加者

順調に進展する8分野11プロジェクト

コーディネーター会合2日目には、現行の8分野11プロジェクトの進展状況と今後の進め方について日本のプロジェクトリーダーから全体報告があり、具体的な進め方についての議論がなされた。また、テクネシウム99mジェネレーターと突然変異育種の2プロジェクトについては、ベトナムとタイのプロジェクトリーダーからの特別報告がなされ、原子力安全文化についても主導国であるオーストラリアから基調報告がなされた。

いずれのFNCAプロジェクトも、社会・経済的效果の

ある成果を目指し、順調に進展しつつあることが報告された（合意された2003年度のFNCAの活動スケジュールと活動概要を次ページに、また、プロジェクトの現状報告の概要を4~8ページに示す）。

なお、現行の計画からの大きな変更としては、放射性廃棄物管理プロジェクトの一環として2ヵ年計画で実施していた「使用済線源管理調査」の活動が終了したことから、新たに、鉱山での残渣のように人工的に放射能レベルが高められた自然起源の放射性物質（TENORM）に関する調査活動をスタートすることとした。また、2004年度から、研究炉の安全な運転管理や高度利用についての情報・経験の共有化を図るプロジェクトを立ち上げることも基本的に合意された。



コーディネーター会合では活発な討議がなされた

第4回コーディネーター会合プログラム

- 日 時：平成15年3月5日（水）～7日（金）
場 所：ホテル日航那覇グランドキャッスル
主 催：内閣府、文部科学省
- テクニカルツアー（沖縄県ミバエ対策事業所）
 - 開会セッション
 - セッション1：2002年度成果・第3回FNCA本会合の概要報告
 - セッション2：カントリー・レポート
RCAに関する特別報告
 - セッション3：FNCAプロジェクト現状報告と将来の方向
 - セッション4：（討議）「第3回FNCA本会合フォローアップおよび新規プロジェクト提案」
 - セッション5：（討議）「FNCAプロジェクトの効率化に向けた討議」
 - セッション6：議事録とりまとめ
持続的発展と原子力エネルギーに関する特別講演
第4回FNCA本会合について
 - 閉会セッション：議事録採択

新規プロジェクトへの取り組み検討

第3回FNCA本会合のフォローアップである「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」及び「人材養成戦略」、さらにベトナムからの提案である「原子力関連技術による海洋環境モニタリング」とインドネシアからの提案である「医学放射線機器保守ネットワーク」の4つのテーマについて、新規プロジェクトとしての妥当性が検討された。

このうち、町・日本コーディネーターが提案した「アジアの持続的発展と原子力エネルギー」については、資金の確保を前提として、プロジェクトをスタートさせ

2003年度のFNCAの活動スケジュール（予定）と活動概要

WS/会合 (プロジェクト/分野)	WS/会合開催国・日程 (予定)	活動概要
FNCA本会合	12月 (日本)	FNCA参加国の大臣級参加者によるアジア地域での原子力平和利用に関する協力の政策討議。
FNCAコーディネーター会合	2004年3月上旬 (日本)	新規FNCAプロジェクトの創設、既存のプロジェクトの改廃、FNCA体制のあり方などを討議。
テクネシウム99mジェネレータWS (研究炉利用)	2004年1月 (インドネシア)	高分子ジルコニウム化合物(PZC)を吸着材とした核医学診断用Tc-99mジェネレータ製造のデモンストレーション試験。
中性子放射化分析WS (研究炉利用)	2004年1月 (ベトナム)	大気汚染防止を目的とした中性子放射化分析による大気浮遊塵分析のための標準手法の開発。
中性子散乱専門家会合 (研究炉利用)	2004年1月 (インドネシア)	小角中性子散乱(SANS)技術を用いた天然および合成高分子材料の評価技術の確立。
突然変異育種WS (農業利用)	8月25~29日 (フィリピン)	稲や大豆、ソルガム、ランなどアジア諸国ニーズが高い作物に関する情報交換、多国間共同研究の推進と新計画の策定。
バイオ肥料WS (農業利用)	調整中 (ベトナム)	空気中の窒素を固定する根粒菌やリン等、植物の養分吸収を助ける菌根菌などの微生物資材を利用したバイオ肥料についてのフィールドデモンストレーションの実施。
放射線治療WS (医学利用)	12月9~11日 (中国)	子宮頸がんを対象とした標準治療手順の高度化と抗がん剤との併用の研究。
原子力広報PL会合 (原子力広報)	10月 (ベトナム)	高校生を対象に実施した放射線利用に関する意識調査結果の分析、および原子力広報を目的に各国に専門家を派遣するスピーカーズ・ビュロー。
放射性廃棄物管理WS (放射性廃棄物管理)	12月15~19日 (インドネシア)	各国の放射性廃棄物管理の現状、法規制体系、組織などに関する情報交換およびTENORMの安全管理に関する情報交換、現状把握についての調査のとりまとめ。8月頃、マレーシア、ベトナムでTENORM調査実施予定。
原子力安全文化WS (原子力安全文化)	2004年2月 (韓国)	安全文化指標などの国別調査を通じた各国の原子力安全文化促進活動、および研究炉のピアレビュー（相互評価）活動。
人材養成WS (人材養成)	10月8~10日 (タイ)	「放射線防護」の共通教材作成、インターネット利用のEラーニング導入の調査、および人材養成戦略検討の基礎データ調査の実施。
電子加速器利用WS (工業利用)	8月 (マレーシア)	アジア諸国への低エネルギー電子加速器の工業利用の普及。

1) WS:ワークショップ、PL会合:プロジェクト・リーダー会合

ることで基本的合意に達した。具体的には、2030年あるいは2050年までを対象としたアジアでの長期的なエネルギー需給見通しと、炭酸ガス排出量の削減に原子力が果す役割について、原子力をクリーン開発メカニズム(CDM)に加えることの必要性を含め、検討していくこととなった。ただ、予算的な問題等から、本プロジェクトの開始年や詳細な実施計画などについては引き続き検討が必要である。

「人材養成戦略」については、大臣級会合で、韓国が

IAEAに提案しているIT技術を使ってのネットワークによる「国際原子力大学」の構想や、FNCAで実施している「人材養成基礎データ調査」等が話題になった。これを踏まえ、現在継続中の人材養成プロジェクトの中で、原子力関連学科等を有する大学について、学生数や教授数などを調査することで合意された。

また、ベトナムとインドネシアからの2つの新規プロジェクト提案については事前の検討不足等もあり、引き続き検討していくこととなった。

社会・経済的インパクトがある11のプロジェクトを展開 — FNCAプロジェクトの現状 —

FNCAでは、単なる情報交換にとどまらず、アジア諸国のニーズに沿った社会・経済的なインパクトがある「目に見える成果」をめざしている。現在、2002年度より新たにスタートした①テクネシウム99mジェネレータ製造、②バイオ肥料、③低エネルギー電子加速器利用の3プロジェクトを含め、8つの分野で合計11のプロジェクトが展開されている。今回のコーディネーター会合では、日本のプロジェクト・リーダーから、各プロジェクトの進展状況について報告がなされた。

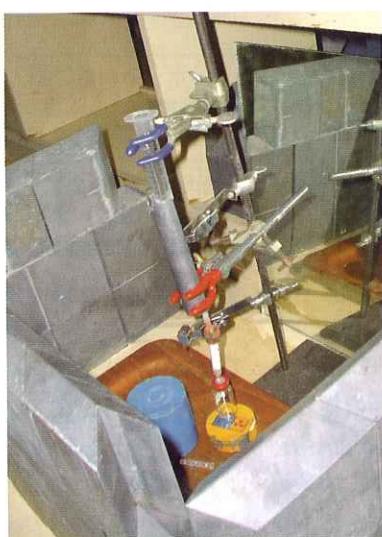
■テクネシウム99mジェネレータ

テクネシウム99mジェネレータの性能を実証

テクネシウム99mは、核医学診断で最も多く利用されているラジオアイソトープだが、アジア諸国は大半を輸入に頼っており、FNCA諸国で自給体制を確立することは安定供給の確保の面で意義は大きい。

FNCAテクネシウム99mジェネレータ製造・プロジェクトは、原子炉で天然モリブデンを中性子照射して生産したモリブデン99（半減期67時間のモリブデン99が崩壊してテクネシウム99mとなる）を高分子ジルコニウム化合物(PZC)で吸着し、核医学診断用のテクネシウム99mを生産する「テクネシウム99mジェネレータ」の開発を目的としている。

PZCは、日本原子力研究所と(株)化研が開発した画期的な吸着材で、2001年度には、①モリブデン99の吸着性能、②テクネシウム99mの溶離率、③モリブデン99の脱離率など、PZCを利用したテクネシウム99mジェネレータの性能評価が実施された。また、2003年度にはインドネシアで開催されたワークショップでインドネシア原子



インドネシア原子力庁（BATAN）に設置されたテクネシウム99mジェネレータの実証用アッセンブリ

力庁(BATAN)のホットセルに設置されたテクネシウム99mジェネレータを使った実証実験が行われ、良好な結果が得られている。今後は、テクネシウム99mジェネレータによる生産方式の標準化、ラベリング試験による品質確認、ジェネレータの改良、市場調査などをを行う計画である。

■中性子放射化分析

各国の大気汚染物質を分析

中性子放射化分析(NAA)は、サンプルに中性子照射して測定対象の元素を放射性核種に転換させ、その放射能およびエネルギーを測定して元素の種類や存在量の分析を行う手法で、試料の化学組成に関係なく、高感度な分析が可能で、微量元素の分析によく利用されている。



大気浮遊塵のサンプル収集

FNCA中性子放射化分析プロジェクトでは、参加各国が大気汚染の原因となる大気中浮遊塵の中性子放射化分析を行うとともに、「 K_0 （ケー・ゼロ）法」と呼ばれる中性子放射化分析の手法（ソフトウェア）の標準化を進めている。 K_0 法を使うことで、分析対象となる元素ごとの比較標準試料を必要とせず、多元素同時分析を簡単かつ正確に行うことができる。

各国は2002年度～2003年度にかけて、大気浮遊塵のサンプル収集を実施しており、2003年ワークショップでは K_0 法を使って得られた大気浮遊塵の中性子放射化分析の結果を持ち寄ることになっている。また、大気浮遊塵に続くテーマとして海洋汚染物質（重金属）の分析などが提案されている。

■ 中性子散乱

ソフトマテリアルの構造分析に取組む

中性子散乱は、中性子をX線のようにサンプルにあて、その散乱の仕方（散乱方向による強度変化など）を測定



日本原子力研究所で実施された海外からのサンプルの小角中性子散乱測定

することで、高分子材料（ゴムやポリマーなど）のようないくつかの物質を構成する元素の原子量が小さいサンプルの構造を調べるのに適している。中性子散乱は基礎研究分野の技術であり、まだ経済的・社会的なインパクトを得るまでには至っていない。

FNCA中性子散乱プロジェクトは、高分子材料の構造解析を小角中性子散乱(SANS)で行なうことを目的としており、2001年から、参加各国で準備した①天然ゴム・ポリエチレン混合材、②放射線重合した天然ゴム、③放射線重合したポリビニールアルコール・ポリマー、④海藻より抽出した多糖類であるカラギーナンの4つの高分子材料を対象として、小角中性子散乱による天然・人工ポリマー材料の評価技術の開発に取組んでいる。

天然ゴム・ポリエチレン混合材と放射線重合した天然ゴムは、いずれも熱可塑性ゴム弹性体の原料で、放射線重合したポリビニールアルコール・ポリマーは海底か

らの重油回収剤に利用される。また、カラギーナンは火傷などの治療に用いるドレッシング材（損傷部の保護材）として利用される。

同プロジェクトでは、これまでにタイとベトナムが提供した天然ゴム・ポリエチレン混合材等をサンプルとして、日本原子力研究所のJRR-3で小角中性子散乱測定を実施した。取得したデータを解析することにより、小角中性子散乱が天然ゴム混合材の構造解析に有用であることを実証しつつある。今後は、他のサンプルも対象として、小角中性子散乱技術による構造解析を行い、アジア諸国への同技術の普及を図っていく。

■突然変異育種

耐虫害性をテーマにランの品種改良に着手



2つ目の多国間共同研究テーマとなったラン（デンドロビウム）

放射線を変異原とした突然変異育種により、収量が高く、旱魃や害虫、病気などへの耐性を持つ品種を作り

各国コーディネーターが沖縄県ミバエ対策事業所を視察

FNCAコーディネーター会合初日には、テクニカルツアーとして、沖縄県ミバエ対策事業所への視察が行われた。沖縄県ではウリ類に寄生する害虫であるウリミバエが発生していたため、亜熱帯地域特産のゴーヤなどのウリ類やトロピカル・フルーツの本土への出荷が植物検疫法で禁止または制限されていた。

このため沖縄県では、1972年から放射線を利用した不妊虫放飼法(SIT)によるウリミバエ根絶事業を進め、1993年までに沖縄県全域からのウリミバエ根絶に成功し、ウリ類の本土への出荷が可能となったことで、亜熱帯性気候の地域特性を活かした農業生産が展開されるようになった。

同施設はIAEAのフェローシップ・プログラムを通して、アジア地域のSITの研究者の訓練施設としても使われており、視察した各国のコーディネーターに深い印象を与えた。



沖縄県ミバエ対策事業所と不妊虫散布用ヘリコプターを視察するFNCAコーディネーター会合の参加者

出すことで、アジア諸国の食糧の安定供給に役立つほか、農薬や化学肥料の使用量低下による環境保護、輸出作物の増産による外貨収入などが期待できる。

FNCA突然変異育種プロジェクトは、現在、フェーズⅢ（2002年度～2004年度）として作物の生殖様式（殖え方）をテーマとした情報交換を進めているが、「多国間共同研究計画」(MRP)として、従来の情報交換から各国のニーズの高い作物に焦点を絞った活動にシフトしており、2002年度からソルガムとダイズの耐乾性をテーマとした多国間共同研究を実施している。中国、インドネシア、フィリピン、ベトナムの参加4ヶ国間で種子の交換など具体的な活動が始まっている。

また、2002年の北京ワークショップでは、2003年度よりランの耐虫性をテーマとした次の多国間共同研究に着手することが合意された。これにはランの生産が盛んなインドネシア、マレーシア、タイの3ヶ国が参加し、デンドロビウムというランの一種を対象作物として、スリップスと呼ばれるランの害虫への耐性を有した新品種の開発を目指している。

■バイオ肥料

微生物で持続可能な農業の実現をめざす



ダイズの根に付着した根粒菌（左）

FNCAバイオ肥料プロジェクトは、2002年度より新たにスタートしたプロジェクトであり、植物と共生して植物の三大栄養素の1つである窒素の固定を行う根粒菌や、リンの吸収を助ける菌根菌などの微生物を、肥料のように植物や土壤に

施用することで、アジアにおける食糧生産を増加させるとともに、化学肥料の使用を削減し、食糧生産と環境・土壤の保全という2つの条件を同時に満たした「持続可能な農業」の実現をめざしている。

本プロジェクトは、2002年から2006年までの5ヶ年計画で、2002年にはバイオ肥料として役に立つ微生物の選抜やバイオ肥料の効果を検証するためのアイソトープを利用したトレーサー技術などに関する検討を行った。

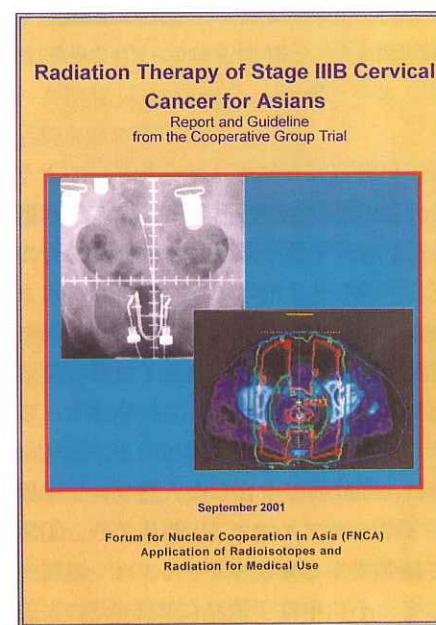
今後の展開としては、2003年にバイオ肥料に含まれる有用微生物を生きたまま保つ接種効果の高い担体（キャリア）の改良、2004年に有用微生物の改良、2005年には

圃場（畠）での栽培試験、2006年度に経済性の分析などが計画されている。

また、2002年度からは、エンドユーザー（農家）にバイオ肥料の有用性を示すことを目的として、参加各国が異なる種類の作物を対象にフィールド・デモンストレーションをスタートさせている。

■医学利用

子宮頸がんの放射線治療水準向上に大きな成果



「子宮頸がんの標準治療手順書」のガイドブック

FNCA医学利用プロジェクトは、子宮頸がんを対象として、統一・標準化されたプロトコル（治療手順）を確立し、その治療成績を評価する国際共同臨床試行を通じてのアジア地域の子宮頸がんの放射線治療の水準向上を目的としている。

本プロジェクトでは、1994年度から1998年度にかけて、合計210名の登録患者を対象に子宮頸がんの標準治療手順（プロトコル）による治療成績の評価を行い、局所制御率81.6%、5年生存率52.5%という良好な結果が得られている。このプロトコルは2001年9月にガイドブックとして刊行され、各国に頒布されており、アジア地域での活用が期待される。

また、2000年度からは、さらなる治療成績の向上をめざして、放射線の加速多分割照射治療法（照射線量と治療の間隔を最適化することで正常組織へのダメージを抑えながらがん腫瘍の消滅効果を高める）による共同臨床試行を開始しており、2002年度までに103治療例を登録し終え、今後の追跡調査により、良好な治療成績が期待できる。

今後の共同研究の計画としては、上咽頭がんを対象としたものや子宮頸がんを対象とした化学放射線療法（抗がん剤と放射線治療を組み合わせた治療法）が検討されている。

■原子力広報

高校生を対象に放射線に関する合同意識調査を実施

アジア地域における原子力科学技術利用による社会・経済開発のためには、原子力科学技術の有用性を各国の国民が理解することがきわめて重要である。



高校生を対象とした放射線に関する合同意識調査（タイ）

この観点から、FNCA原子力広報プロジェクトでは、アジア諸国で開催されるセミナーやシンポジウムなどへの原子力科学技術分野の専門家の派遣（スピーカーズ・ピュロー）、FNCAウェップサイト、FNCAニュースレターなどを通じた情報提供・交換——などの活動を展開している。

2002年度の主な活動としては、FNCA参加8ヶ国の高校生約8,800人を対象に、放射線に関する認識、放射線利用に関する認知等に関する合同意識調査（アンケート調査）を実施し、現在その結果の集計と分析をおこなっている。この調査により、各國で、より効果的・効率的な広報活動の展開に役立てるとともに、調査を通じて将来を担う高校生に放射線利用に関する正確な知識を持つ契機となることもねらいとしている。

また、原子力広報イベントの支援を目的として、2002年10月にマレーシアのクアラルンプールで開催された国際原子力会議(INC'02)に専門家を日本から派遣し、特別講演を行った。

■放射性管理

TENORMを新たなターゲットに

FNCA放射性廃棄物管理プロジェクトは、FNCA参加国間で放射性廃棄物管理に関する情報や経験を交換・共有することで、アジア地域における放射性廃棄物管理の安全性向上に役立てることを目的としている。

本プロジェクトでは、これまで、①各國における放射性廃棄物管理の現状及び課題、②放射性廃棄物管理のための教育訓練、③アジア地域における放射性廃棄物管理分野の協力のあり方——などについて、情報交換や議

論を進めてきており、これらを通じて得られた成果を「FNCA各國の放射性廃棄物管理統合報告書」（放射性廃棄物管理ガイドブック）として2003年3月に刊行した。

また、本プロジェクトでは、アジア地域における放射性廃棄物分野の特定の問題に焦点を絞ったタスクグループを設置しており、2001年度及び2002年度は使用済線源管理に関する調査や情報交換を行った。

続いて、2002年の韓国ワークショップでは、「TENORM（人工的に放射能濃度が高められた自然起源の放射性物質）」を新たな活動テーマとしてタスクグループを設置することが合意され、FNCA参加国におけるTENORM問題の現状把握などを行うことしている。



鉱山活動に伴う残渣や土砂は典型的なTENORM
写真はオーストラリアのオリンピックダム・ウラン鉱山

■原子力安全文化

研究炉のピアレビューに着手

FNCA原子力安全文化プロジェクトはオーストラリアの主導で1996年度からスタートしており、これまでに①安全文化（安全文化の向上を目的とした会合や事故分析システムの有無・実績等）の6つの指標に基づく各國の原子力安全文化の向上に向けた取り組みの実施状況の経験・情報の交換、②国家政策としての非発電炉への安全文化原則の導入促進、③安全文化の評価手法の開発及び



ベトナム南部のダラト研究炉(DNRR)でのピアレビューの模様

それに基づく安全文化の現状報告を行う体制の確立、④国際原子力機関(IAEA)の原子力安全条約の研究炉への適用促進——などを目的とした活動を展開してきた。

2002年度のワークショップでは、ベトナムがホスト国となり、同国のダラト研究炉(DNRR)を対象に最初のピアレビューが行われた。また、ワークショップではFNCA各国の研究炉の自己評価報告書についてのピアレビューも実施された。

ピアレビューは、ワークショップ参加者が「仲間」の視点で各国の研究炉で原子力安全文化の醸成・定着状況を観察し、お互いに評価し合うものである。今回のダラト研究炉でのピアレビューでは、同施設における12項目の優良実践事例が高く評価されるとともに、安全文化向上のため16項目の勧告がなされた。このピアレビューは、今後も各国の研究炉で実施されることになっており、アジア地域における研究炉に関する原子力安全文化の向上に大きく貢献するものと期待されている。

■人材養成

原子力分野の人材養成基礎データ調査を実施

FNCA人材養成プロジェクトは、アジア諸国の原子力科学技術分野の人材養成に関するニーズの把握、情報交換・調査、協力のあり方の検討、教材の共同作成など、具体的な協力や相互支援を通じて、アジア地域の人材養成・交流の促進と原子力技術基盤の強化に役立てることを目的としている。

本プロジェクトは1999年度からスタートした比較的、新しいものである。これまでの成果として、アジア各国の原子力科学技術分野の人材養成に関するニーズを抽出し、研修教材の交換など参加各国の相互支援活動を実施してきた。

現在、本プロジェクトは各国の現状把握という初期段階から具体的なニーズを浮き彫りにする新たなフェー



韓国原子力研究所・原子力訓練センター(NTC/KAERI)のインターネットを使ったE-ラーニングシステム
(<http://www.kntc.re.kr>)

ズに入っている。

「人材養成基礎データ調査」は、2002年3月の第3回FNCAコーディネーター会合で実施が合意されたもので、各国の原子力科学技術関係の政府の行政官、研究機関の研究者、大学の教授や学生の人数を調査し、他国のデータとの比較も踏まえて、自国で不足している原子力科学技術分野の人材（層）を洗い出し、今後の人材養成戦略の策定に役立てることを目的としている。

また、インターネットを利用したE-ラーニング導入の検討、あるいは、韓国の提案に基づき、現在、IAEAで検討がなされている「アジア原子力教育・訓練ネットワーク構想」の検討など、さまざまな人材養成分野の協力活動を進めている。

■低エネルギー電子加速器利用

アジアへの低エネルギー電子加速器の普及を図る

2001年度からスタートしたFNCA低エネルギー電子加速器プロジェクトは、FNCAとしては初の工業分野のプロジェクトである。自己遮蔽型で、加速電圧が数百キロボルト程度の低エネルギー電子加速器は、コバルト60を線源とする照射施設と比べて初期投資が小さく、操作が簡単で安全性も高いなどの特長がある。本プロジェクトではこの工業利用について、単に情報交換にとどまらず、放射線プロセスや環境保護への利用など、さまざまな分野での共同研究とデモンストレーションを行う。



原研・高崎研究所での低エネルギー電子加速器を用いた液体照射のデモンストレーション

2002年度には、天然ゴム・ラテックスやカラギーナンなどの「液体」への電子線照射に関する情報・経験の交換が行われたほか、日本原子力研究所・高崎研究所でキトサン（エビやカニなどの甲殻類の殻に含まれるポリマー）溶液の電子線照射（放射線分解）のデモンストレーションが行われた。今後、「液体」に統いて、ハイドロゲル（創傷被覆材や眼内レンズなどの材料）や天然ポリマー・フィルムなどの「フィルム」、排煙処理などの「ガス」、スピリス類や種子などの「粉体・粒体」も対象とする計画である。

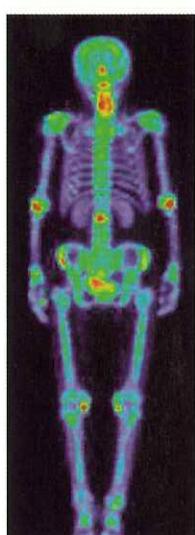
(トピックス) 生活の中の原子力利用

核医学診断と放射線治療：命を救う放射線

— 病気をさぐりだす核医学診断と病気を治す放射線治療 —

放射線とラジオアイソotopeは、農業や産業など幅広い分野に利用されていますが、医学・医療関連の利用——病気をさぐりだす核医学診断と病気を治す放射線治療——は、私たちの生活に大きく役立っており、FNCAでも研究炉利用分野でテクネシウム99mジェネレータ・プロジェクトや医学利用分野で放射線治療プロジェクトが展開されています。「放射線」という言葉から健康影響を連想してしまう人もまだ多いのですが、そうしたケースは世界全体でもきわめてわずかであり、放射線やラジオアイソotopeにより救われた多くの人々の数とは比べものになりません。今号では、「核医学診断と放射線治療：命を救う放射線」として、医療分野への放射線・ラジオアイソotopeの利用を紹介します。

放射線・ラジオアイソotopeで病気を診断する



核医学診断により検出された画像。写真の赤い部分にがんの骨転移がみられる。
(写真:日本メジフィジクス株式会社)

の経過や、がんの存在、転移病巣の有無、骨の異常など、核医学診断はさまざまな病気の検査に用いられます。

また検査によって実際に体内で受ける放射線の量は非常に少なく、微量な短半減期のラジオアイソotopeを使用しているので、徐々に放射線の量が減少しながら最終的に消滅してしまいます。したがって、核医学診断を受けたからといって健康に影響を与えるものではなく、苦痛や危険はありません。

たとえば、FNCAプロジェクトにもなっているテクネシウム(^{99m}Tc)というラジオアイソotopeを使った放射性医薬品の1つ (^{99m}Tc-HMDPといいます) は、がんの骨への転移の診断に使われます。これは注射した放射性医薬品が骨移転部分に集まる性質を利用したもので、健康な部分よりも多くの放射線が検出されることで骨転移を発見しますが、このような診断はレントゲン撮影や超音

波ではできません。

核医学診断では、テクネシウム以外にもヨウ素、タリウム、ガリウムなどのラジオアイソotopeも利用され、心筋や脳の血流の状態、腎臓や肝臓、甲状腺のがんの診断に役立てられています。

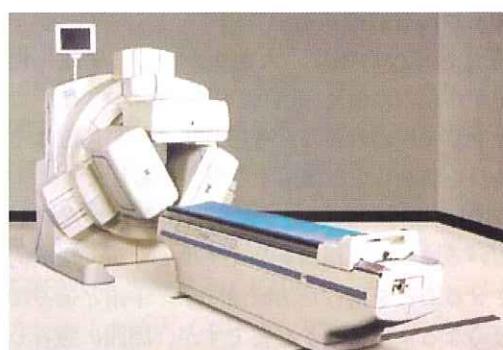
いろいろな核医学診断

核医学診断を行うためには、ラジオアイソotope（放射性医薬品）のほかに、微弱な放射線を体外から検出し画像化する装置が必要です。この装置の代表的なものにガンマカメラとかシングルフォトンエミッション断層撮影装置(SPECT)があります。

また、ポジトロン放出断層撮影(PET)という比較的新しい方法の装置があります。PETは、がんの性質（悪性度）や転移・再発の診断、あるいは治療効果判定に用いられます。

PETでよく使用される放射性医薬品をフルオロデオキシグルコース(FDG)といいますが、これは簡単にいえばブドウ糖にフッ素18(¹⁸F)という半減期約110分のラジオアイソotopeをくっつけたものです。

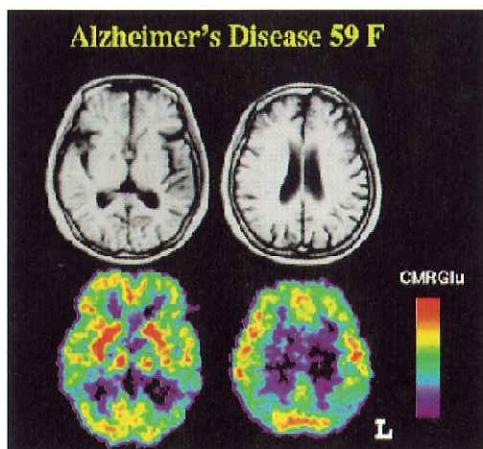
細胞はブドウ糖をエネルギー源としていますが、がん細胞は正常の細胞よりも活動性が高いので、栄養であるブドウ糖をたくさん取り込む性質があります。そこでFDGが投与されるとがん組織に多く取り込まれ、この部



体内のアイソotopeからの放射線を計測するガンマカメラ
(写真:(株)島津製作所)

分から正常組織よりも強い放射線が出てきます。PETによる核医学診断では、がん細胞がブドウ糖を取り込む量、つまり活動性（＝がんの「悪性度」）に比例して放射線の量が多くなることを利用しています。このように、PETによる核医学診断ではがん細胞の悪性度まで知ることができます。

PETは、他にも、脳の状態（脳血流量、脳酸素消費量、脳ブドウ糖消費量など）を調べることによって、脳血管障害、アルツハイマー病などの病態解明や、脳腫瘍における良性悪性の鑑別、治療効果の判断・予後評価にも役立っています。



核磁器共鳴断層診断装置(MRI)（上段）では全く分かんなくとも、PET（下段）では糖代謝が両側の側頭葉、頭頂葉で明らかに低下していることが分かる。
（写真：（独）放射線医学総合研究所）

PETのネックとなっているのは、ここで使われる放射性医薬品が一般に半減期が非常に短いため、放射性医薬品を製造できる施設を持つ病院でしか検査を行えないことです。検査が可能な施設は日本国内で約70台しかありません。しかし、近年ではFDGががんの診断に有用であることから、欧米では急速にPET施設が増加しており、たとえば米国では今年中に1000台を超えるといわれています。

放射線でがんを治療する

現在、がんの治療は、大きく分けて、手術、化学療法（抗がん剤の注射）、放射線療法、の3つです。これらは、独立して使われることもありますが、最近はそれぞれの特長を活かして、併用する場合があります。

放射線治療は、放射線でがん（またはがんに栄養を与えている血管）に損傷を与えて小さくし、最終的には消滅させることを狙った治療法です。手術と違って、がんがなくなるまで日数が必要ですが、周囲に癒着しても効果を發揮します。照射には痛みをともなわないでの、麻酔をかける必要もありません。また、手術をすれ

ば大きな傷跡が残り、身体の外観や機能が損なわれたりするような場合でも、「放射線」によって障害を最小限におさえて治療をすることが可能です。これにより乳がんでの乳房切除や口頭がんなどでの声帯の切除などで悩まずに治療ができる利点があります。患者の肉体的な負担が少ないので、転移したがんを抑えるのにも効果を發揮します。

放射線治療の特長

放射線が体の細胞に与える影響は主として染色体のなかのDNA（デオキシリボ核酸：遺伝子の本体）の切断です。切断されたかどうかはその細胞が分裂する時にならないとわかりません。そこで、通常、放射線治療では、放射線を一度に照射するのではなく、何回にも分けて照射する分割照射を行います。

これは、がんの細胞の代謝にあわせて、ちょうどがん細胞が再び活発になる時期をねらうとともに、正常な組織への影響を小さくするために、正常細胞の回復をはかりつつ、がん細胞を徐々に殺してゆくのに十分な放射線を照射することができます。

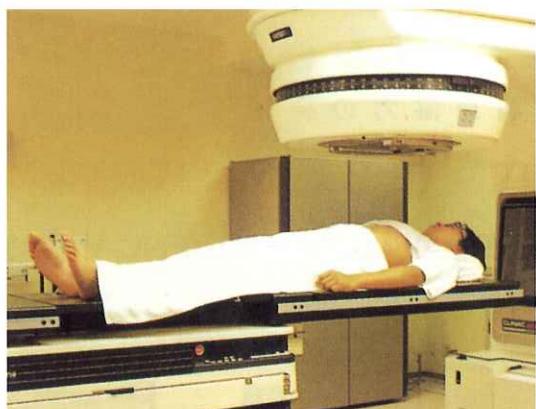
また、がんの周囲の正常な組織、とくに細胞活動が活発な臓器に放射線があたってしまうと、正常細胞が障害を受けます。そこで、放射線治療の専門医は、どのようにしたらがん細胞には最大の効果を与えて正常細胞には最小の影響をまぜられるか、患者さんそれぞれの状態にあわせていろいろな方面から治療の計画を立てます。このような放射線治療の治療計画は精密に行われ、また、治療に使われる装置は非常に精度の高いものなので、計画どおり行うことで必要な範囲以外に放射線はあたらないようになっています。

外部照射と内部照射

放射線治療には、大きくわけて体の外から放射線をあてる外部照射と、体の中に放射線のできる物質を入れて治療する内部照射とがあります。

外部照射にはいろいろな療法がありますが、一般的な治療方法としては治療台に横になり体の外から放射線を照射します。代表的なものには次のようなものがあります。

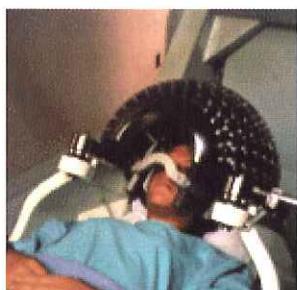
①エックス線・電子線（リニアック） リニアックと呼ばれる直線加速器から発生させたエックス線あるいは電子線という放射線を用いてがん細胞を壊す治療です。歴史も古く、設備費も安いことから、多くの病院で使用されています。



がんの治療に使われるリニアック
〈写真：(独)放射線医学総合研究所〉

とくに近年、多数の放射線遮蔽板を備えたリニアック^{しゃへい}が普及し、がん患部の形に合わせて照射野を作ることによって、周囲の正常組織にかかる不必要な放射線を減らし、患部に照射できる放射線の量を多くすることで、治療効果を高められるようになりました。さらに、従来の放射線治療は体に垂直な方向から照射が行われてきましたが、三次元的な照射が可能となる装置を備えたリニアックも開発され、利用の範囲が広がっています。

②ガンマナイフ ガンマナイフとは、ガンマ線を頭部病巣部に集中照射するための装置であり、装置本体のヘルメットの201個の発射口よりコバルト60(⁶⁰Co)というラジオアイソotopeが出すγ線を照射します。1本1本の放射線の量は少ないため、頭を貫通するときに正常な脳組織などには障害を与えませんが、ガンマ線が集中したごく狭い範囲にのみ、強力なエネルギーが集中し、がんを破壊することができるので脳腫瘍や脳動静脈奇形などの治療を行えます。また、これまで手術が困難とされていた脳深部の病巣にも適用できる治療法です。照射範囲の設定をMRIやCTスキャンなどの検査結果をもとにコンピュータで正確に確認し治療計画を作成することで、照射の誤差は±0.3mmと高精度です。



ガンマナイフのヘルメット

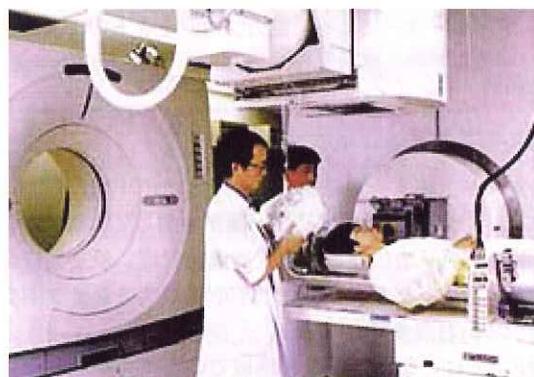
〈写真：米コロラド大学医学部〉



ガンマナイフの仕組み

③陽子線や重粒子線 現在、多くの病院で用いられている放射線は、エックス線、ガンマ線、電子線ですが、最近開発された治療法として、陽子線、重粒子線があります。どちらも設備が大掛かりで設備費用が高価になりますが、この療法は、陽子線や重粒子線を集中的にがんへ照射することができるという大変優れた特長があります。

陽子線や重粒子線では、照射するときのエネルギーを微調整することで放射線量のピークをがんの患部の深さに集中させることができるので、その前後に与える線量を非常に少なくすることができます。がん細胞を破壊する効果も大きく、重粒子線は普通の放射線では効きにくいがんでもがん縮小効果があるので、手術に匹敵する方法として期待されています。



重粒子線照射装置
〈写真：(独)放射線医学総合研究所〉

内部照射とは子宮、食道、上咽頭などの体腔内にアプリケーターと呼ばれる管を挿入し、その中に粒状の小さな放射線源を挿入することにより照射を行う方法です。



RALSにより体内に挿入された線源
〈写真：(独)放射線医学総合研究所〉

現在では、アプリケーターを挿入しエックス線撮影による位置確認などを行った後、遠隔操作により線源を挿入する方法がとられています。この装置を遠隔操作式後充填装置(RALS)といいます。RALSは主に子宮頸がんの治療に使われます。

(今井 盟／日本原子力産業会議・アジア協力センター)

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)とは — 日本が主導する原子力平和利用協力の枠組み —

名 称	アジア原子力協力フォーラム(FNCA) Forum for Nuclear Cooperation in Asia
参加国	日本、オーストラリア、中国、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの9ヶ国(IAEAオブザーバー参加)
枠組み	次の3つが基本的枠組み
①	FNCA本会合：原子力を所管する大臣級代表が出席して、協力方策や原子力政策について討議。また、大臣級会合を補佐するための上級行政官会合を付設。
②	コーディネーター会合：各国1名の選任されたコーディネーターによる、協力プロジェクトの導入・改廃・調整・評価等の討議
③	個別プロジェクトについての協力活動

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)は日本(原子力委員会)が主導する原子力平和利用協力の枠組みであり、オーストラリアを含むアジア9ヶ国が参加して、研究炉、農業、医学、原子力広報、放射性廃棄物管理、原子力安全文化、人材養成、工業の8つの分野で11のプロジェクトを展開している(右図参照)。

FNCAでは、毎年、アジア地域での原子力平和利用に関する協力について大臣級参加者が政策討議を行うFNCA本会合とFNCAプロジェクトの創設・改廃、体制検討などを行うコーディネーター会合が開催されるほか、各分野のワークショップ、プロジェクト・リーダー会合等が開催される。

アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の枠組み



編集後記

FNCAパートナーシップの成果が見えてきた 第4回コーディネーター会合



町 宗男
FNCA日本コーディネーター
(社)日本原子力産業会議常務理事

悲しい戦争の思い出もある沖縄で「原子力の利用の国際会議」—第4回FNCAコーディネーター会合一が開かれた。青年海外協力隊のカウンセラーとして途上国協力にも熱意のある稲嶺・沖縄県知事と大村・内閣府大臣政務

官の挨拶は参加者に暖かな歓迎の気持ちを伝えた。本号の記事になっているFNCA活動の2002年度の成果が各国コーディネーターの注目を集めた。

子宫頸がんの「放射線治療」の見事な成果、「原子力安全文化」のベトナムの研究炉現場での率直な評価と改善提案、8000人以上の高校生を対象に行なわれた「放射線」についての初めての国際レベルの「意識調査」、ニーズの高い大豆とソルガムに的を絞った品種改良の研究、医療、核医学診断に不可欠なテクネシウム99mジェネレーター製造のデモストレーションなどなど。

FNCAの目指す社会・経済的インパクトのある成果がパートナーシップを基盤にして実現しようとしている。

社団法人 日本原子力産業会議 アジア協力センター 発行
住所：〒105-8605 東京都港区芝大門1-2-13 第一丁子家ビル TEL: 03-5777-0753 FAX: 03-5777-0757
ホームページ <http://www.fnca.jp>

このニュースレターは文部科学省の委託に基づき(社)日本原子力産業会議が発行したものです。