

年頭の挨拶



放射線医学総合研究所 所長 佐々木 康人

“世の中の動きに一步先んじることを目標に  
放医研時計をほんの数秒早く進めたい”

新年明けましておめでとうございます。皆様それぞれにご家族やご友

人と共に、気分を新たにしてさわやかに新春を迎えられたことと存じま

す。

20世紀も余すところ2年となりました。2001年に省庁再編成、独立行

政法人化、ならびに所内のいわゆる“再リストラ”を予定している放射

線医学総合研究所にとって今年は、その準備をする最も重要な年になり

ます。研究所の未来像を的確に捉え、世の中の動きを鋭敏に感知しつつ

現実的で具体的な計画をたてる必要があります。2020年委員会、省庁再

編等対応委員会、長期業務計画委員会の活動を軸として全所的に意見を

興し、合意を得る努力をしたいと思います。同時に世の中の動きに一步

先んじること、いわば放医研時計をほんの数秒早く進める事を目標にし

たいと思います。皆様のご協力をお願い致します。

科学史の中で連続的進歩に対比される、非連続的な  
パラダイムの交

代、すなわち科学革命が起こってきた事を指摘し、ク  
ーンがパラダイム

の概念を導入したのは1962年でした。この理論を近代  
宇宙論、コスモロ

ジーにあてはめると、地動説革命、進化論革命につい  
で、1973年の第一

次石油危機以来の科学技術への見方の変化をとらえ  
て、地球環境革命と

呼ぶことが出来るとの提唱があります。前二者がそれ  
ぞれ、地球中心主

義、人間中心主義の終わりを意味するならば、地球環  
境革命は無制限な

進歩主義の終焉の宣言であり、生命倫理や環境倫理の  
重要性の認知である

とされます。コスモロジーは人間というミクロコスモ  
スの世界観、宇

宙観をも意味する二義性のある言葉です。いわば放射  
線の間人学を総合

的に探求する放医研は放射線コスモロジーを目指して  
いるといえないで

しょうか？ 当然倫理の問題は重要な課題となりま  
す。クーンのいう科

学者共同体の内部にとどまらず、異なるディシプリンや  
一般の方々への説

明責任が求められています。モード2の科学と言われ  
る知識生産の新し

い組織の一環とも言えるのでしょうか。本研究所は重粒  
子線治療臨床試行

を最初から、倫理性、科学性に細心の注意を払いなが  
ら推進してきまし

た。1994年に開始した当時、我が国の臨床試験として最も進んだ計画で

あったと自負しています。それにも拘わらず、批判的な報道が年末にな

されたことは誠に残念です。記者会見や文書で良く説明し、ある程度の

理解は得られたと信じています。臨床研究や医療における説明、告知、

同意を巡る歴史と最近の動向については別の機会に述べたいと思います

が、専門家と一般の方との理解のギャップの大きさを痛感します。究極

的には相互の信頼感の有無に左右されるようです。信頼感を築く努力が

大事だと思います。ただし、急速に変化する世の中の動向を常に追従し

てきたとは必ずしもいえなかったことは反省すべきであると思います。

その機関独自の時計があつて、歴史のある大きな組織程、世の中一般

の時計よりゆっくりと動いていると感ずることがあります。放医研時計

は数秒でも良いから早く進めたいと熱望する所以です。

かつて奴隷と自由人との対比に模せられた技術と科学が同等とみなさ

れ、さらに、コンピュータという道具の進歩により技術の優位性が確立

されようとしているのが現代科学の特徴であり、新たなパラダイムシフ

トであるともいわれます。コンピュータ技術を駆使した、高度の情報シ

STEMの確立が放医研の研究活動と業務の推進および効率化に不可欠な

急務であると認識しております。これまで進めてきた透明性の強化とル

ールの確立、精度の高い評価の実施にも大きな役割を果たすはずで

“真理は発見されるのではなく発明される”という考えがあります。

宝物のように地中深く埋め込まれている真理を科学者が掘り起こし、発

見するのではなく、科学者の想像力を媒介にして、自然というテキスト

と科学者の間の相互作用により真理は生成される、すなわち発明される

というものです。この考えは、1975年にファイヤーベントが提唱した相

対主義または多元主義に通ずるものがあると思います。相対主義は近代

西欧中心主義の否定であるといわれます。グローバリゼーションにおい

て、欧米の基準一辺倒ではなく、日本あるいはアジアの特徴を如何に盛

り込みバランスをとるか、科学におけるジャポニズムを達成できるか、

も我々に課せられた大切な課題であると思います。昨年放医研の多くの

研究者並びに外国人研究者との懇談をとおして学んだことが数々ありま

す。今年も大勢の方々と意見を交換しながら、必要に応じて迅速な決断

をしていきたいと思っております。皆様のご理解とご支援、ご協力を切にお願い

い致します。今年もどうぞ宜しくお願い致します。

(平

成11年1月4日)

## 水田土壤中のテクネチウム-99

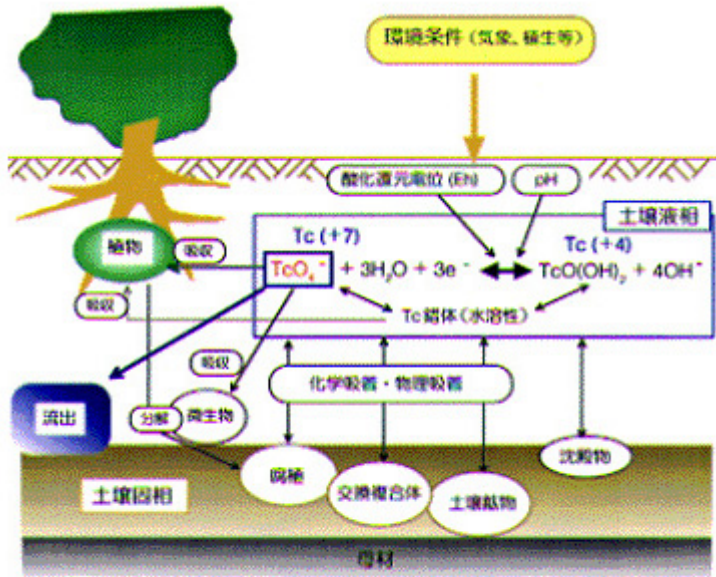


図1 土壤中におけるTcの物理化学的形態

現在、陸上環境中に存在する<sup>99</sup>Tc（半減期21万年、純β放出体）のほと

んどは、過去の大気圏内核実験に由来し、近年医療用の使用が増加して

いる<sup>99m</sup>Tcからの寄与は、無視できる程度でしかない。<sup>99</sup>Tcの核分裂収率

は<sup>137</sup>Csと同程度の約6%であり、原子力の平和利用により年々蓄積す

る。一般的に、<sup>99</sup>Tcは環境中において移行しやすく、植物に吸収され易い

と言われており、放射線影響や環境安全の観点から、その環境中での挙

動が注目されている。しかし、実環境試料中の濃度が極めて低く、分析

法が複雑で放射能測定法による定量が困難なことから、陸上環境中<sup>99</sup>Tc濃

度レベルの報告例はほとんどなかった。そこで我々は、誘導結合プラズ

マ質量分析装置 (ICP-MS) を用いた分析法を、主に土壌を対象に開発し

た。ICP-MSは $^{99}\text{Tc}$ の検出下限値が放射能測定法に比べて1～2桁低く、

より短時間で測定できる。昨年、ヨーロッパの研究者を中心とした『 $^{99}\text{Tc}$

の標準物質作成プロジェクト』に本分析法で臨み、良好な結果が得られ

た。

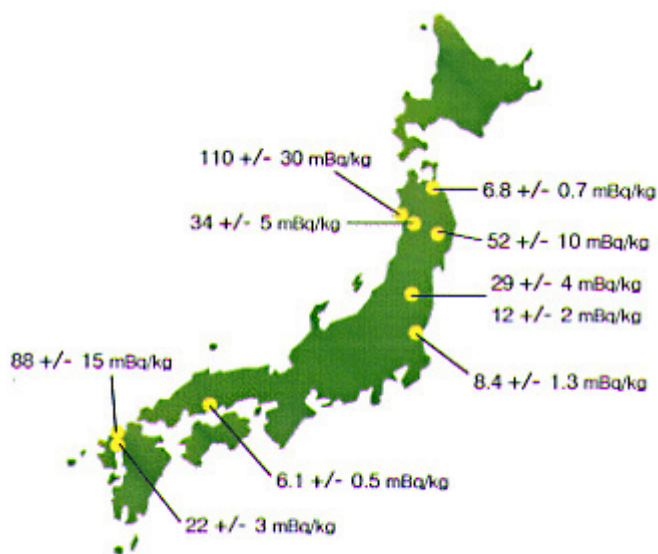


図2 水田土壌採取地点と土壌中 $^{99}\text{Tc}$ 濃度

我々は数年前から水田土壌に着目して $^{99}\text{Tc}$ 濃度測定を行っている。

なぜ水田土壌なのかというと、Tcの物理化学的形態が酸化還元雰囲気

敏感に反応するためである。図1に土壌中でのTcの物理化学的形態を単

純化して示した。Tcは酸化的雰囲気の水溶液中では可溶性が高い過テク

ネチウム酸イオン ( $\text{TcO}_4^-$ ) で存在する。土壌粒子の表面はマイナスに

チャージしているため、陰イオンのTcは土壌に収着されにくい。一方、

Tcは還元されると不溶化し、土壌に収着すると考えられる。水田という

還元的雰囲気となる特殊な環境では、Tcは蓄積される可能性がある。

さらに、 $^{99}\text{Tc}$ の人体への移行経路として食物摂取は重要だが、日本人の場

合、特に主食である米へのTc移行を把握することが大切であり、そのた

めには、水田での挙動を明らかにする必要がある。日本の水田10地点か

ら採取した土壌試料中の $^{99}\text{Tc}$ 濃度を測定した結果を図2に示す。濃度範囲

は6～110mBq/kg乾土であった。グローバルフォールアウト $^{99}\text{Tc}$ が北半球

に均一に降下すると表層土壌中濃度は約6 mBq/kgであると計算されてい

る。今回測定したほとんどの地点において、これよりも高い値が得られ

た。実際にはフォールアウト $^{99}\text{Tc}$ は不均一に降下していると考えられるた

め一概に比較できないが、少なくとも、水田に直接沈着した $^{99}\text{Tc}$ 及び灌漑

水等により水田に間接的に流入した $^{99}\text{Tc}$ が、水田土壌はほとんど保持され

ているということになる。

では、どのようなメカニズムによりTcは水田に保持されたのであろう

か？ 我々はトレーサー実験により水田条件を再現し、Tcの挙動を観察

した。その結果、Tcが不溶化して土壌有機物等の土壌固相に収着するこ



と、土壌の還元化等によるTcの不溶化には土壌微生物の関与が大きいこ

と、一旦土壌に収着したTcは安定に存在し、酸化的雰囲気下でも容易に

溶出しないことがわかった。水田土壌中に<sup>99</sup>Tcが保持されたのは、これ

らの要因によるものである。

(第4研究グループ)

田上 恵子)

●シリーズ：放射線とつきあうために……4



## 放射線と放射能の単位

物の量や速さを表すには、長さや質量、時間の単位があります。長さ

についてはメートル (m)、センチメートル (cm)、質量についてはグ

ラム (g)、キログラム (kg)、時間については秒 (s)、分 (min) 等の

単位が日常使われています。放射線や放射能の量を表すのにもいくつ

かの特別な言葉があって、それぞれ単位があります。

### 放射線 — 照射線量、吸収線量、線量当量

放射線の量を表す言葉として、照射線量、吸収線量や線量当量等があ

ります。

照射線量は、X線やγ線だけに使われるもので、空気を電離する能力

で表します。例えば、X線やγ線が、人体にどれだけ当たっているかと

というようなときの目安になります。X線やγ線で1 kgの空気を照射した

ときに、電離により1クーロン (C) の電気量が生ずる線量を単位として

います。以前はレントゲン (R) という単位が使われていました。1 C/kg

は約3876Rです。

吸収線量は、放射線が人体に当たると、その放射線のエネルギーの

一部または全部がその人体組織に吸収されますが、その組織の単位質量

(kg) 当たり吸収されたエネルギーの量ジュール (J) を吸収線量とい

います。1 kg 当たり1 Jの放射線エネルギーが吸収されたとき1グレイ

(Gy) という単位で表します。同じ放射線を照射したとき、その組織に

対する効果をみるための良い目安となります。しかし、吸収線量が同じ

でも放射線の種類とエネルギー (線質) によって人体組織に与える影響

に差が出てきます。線量当量は、放射線の防護を目安として人体に与え

る影響の程度を示すものです。吸収線量 (Gy) に線質を加味した係数を

掛け合わせたもので、シーベルト (Sv) という単位で表します。中性子

の線質係数はエネルギーによって異なり5~20、陽子は5、重イオンは

20となっています。

## 放射性物質 — 放射能

放射性物質の量を表す放射能の単位としてベクレルという単位があり

ます。1秒間に1個の原子核が自然に壊れるときの放射性物質の放射能

を1ベクレル (Bq) といいます。以前はキュリー (Ci) という単位で表

していました。37ギガベクレル (GBq :  $10^9$ Bq) が1 Ciです。

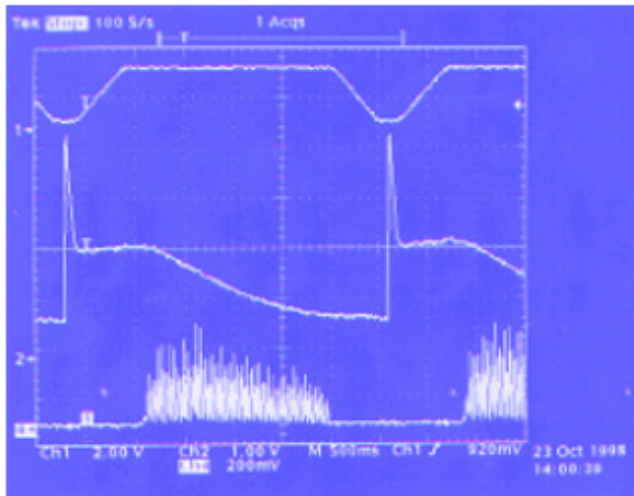
## (特別研究

官 河内 清光)

	言葉	意味	単位の名称 記号	備考 (古い単位)
放射線に関する単位	照射線量	人体にどれだけ当たっているか	クーロン / C/kg キログラム	レントゲン (R)
	吸収線量	人体にどれだけ吸収されたか	グレイ Gy	ラド (rad)
	線量当量	人体への影響はどれだけか	シーベルト Sv	レム (rem)
放射能の単位	放射能	どれだけ放射線が出ているか	ベクレル Bq	キュリー (Ci)

記号	読み	倍数	
T	tera テラ	$10^{12}$	1兆倍
G	giga ギガ	$10^9$	10億倍
M	mega メガ	$10^6$	100万倍
k	kilo キロ	$10^3$	1000倍
m	mili ミリ	$10^{-3}$	1000分の1
$\mu$	micro マイクロ	$10^{-6}$	100万分の1
n	nano ナノ	$10^{-9}$	10億分の1
p	pico ピコ	$10^{-12}$	1兆分の1
f	femto フェムト	$10^{-15}$	1000兆分の1

## シンクロトロンビームの時間波形モニタ



上から、シンクロトロン偏向電磁石電流信号、リング内ビーム強度信号、取り出されたビームの信号（開発中モニタの）

シンクロトロンのビーム調整において、かなり微妙な調整が要求され

るものの1つに、遅いビーム取り出しがある。高い取り出し効率でしか

も1秒程度の間できるだけ時間的に一様に取り出す必要がある。このた

めにシンクロトロンリング内のビーム強度とリングから取り出されたビ

ーム強度を測定する2つのモニタを使ってビームの取り出し効率を求

め、さらに時間的にどのようにビームが出てきているか知るために、取

り出しビームの時間波形をモニタする必要がある。この後者のために

HIMAC運転の当初から使用してきたものとして、プラスチックシンチレ

ーションモニタがある。照射中もモニタするために、ビームに対する影

響を小さくする必要があり、0.2mm厚と非常に薄いプラスチックシンチレータ

レータをビームラインに挿入して使う。シンチレータからの光の信号

を光電子増倍管で電気信号にすると共にさらに増幅して利用する。

このモニタを実際に利用してみると、解決するべき問題がいくつか有る

ことがわかった。それらは次のようなことである。

1) 治療ビーム強度で数週間利用すると、ビームが当たったところ

が、褐色に変色してしまう。このためモニタの出力信号が小さくなる。

さらにビームの位置が動くと、まだ変色していない所にあたり、信号が

大きくなり、モニタ信号が強い位置依存性を持つ。

2) この影響を少なくするために、頻繁にプラスチックシンチレータ

を交換する必要がある。そのためにビーム輸送系の真空を一度大気圧

にする必要があり、加速器の維持のための余分な時間と労働力が必要に

なる。

3) 0.2mmと薄いとは言え、散乱が無視できずビームが広がってしま

い、輸送系でのビーム調整をしにくくしている。特にぎりぎりビームを

絞りたい実験の場合には散乱の効果を小さくするために、このモニタは

利用できない。また、陽子ビームの場合にも、散乱の効果が大きい

め、このモニタは利用できない。

そこでHIMACではこれらの欠点を克服したモニタを開発中である。原

理は、ビームが通過した時に金属表面から出る2次電子を利用するもの

である。このモニタの原理自体は良く解明されたものである。ただ

HIMACの取り出しビームの時間波形をモニタでき、上記の欠点の無いも

のは他に例が見あたらない。そこで、ビーム実験をしながら、この新し

いモニタを開発することにした。以下にモニタの概略を説明する。

I. 2次電子は厚さ2 $\mu$ mのポリプロピレンにアルミを蒸着したものを

使用。これでシンチレータ厚に比べて百分の一にできた。(アルミの

薄膜10 $\times$ 10cm<sup>2</sup>で2 $\mu$ m厚のものもテストしたが、人間の手で取り扱える

のはこの薄さが限度であった。ビームの散乱の大きさでは、厚さは同じ

でもポリプロピレンの方が散乱を小さくでき、扱いも容易である。)

II. このアルミ蒸着面からの2次電子を増幅するために、電子増倍管を

使う。この増倍管の入り口は8mm $\phi$ と小さいので、そこに効率的に電子

を集めるための電場分布を作るための電極板を持つ。

III. 電子増倍管の寿命は、出力電流が小さいと長くできる。このため

増倍管の出力電流が小さくとも良いように、電子増倍管からの信号はさ

らに電気回路により増幅する。これで、治療ビーム強度でもオシロスコ

ープで信号が容易に観測できる十分大きなビーム信号が得られ、かつ増

倍管の寿命も長くできる。

現在ほぼテストが終わり、平成11年度から最終的な状態での利用を

HIMACで始める予定である。

(医用重粒子物理・工学研究

部 金澤 光隆)





職員とのコミュニケーションを大切に —

## 研究所業務の円滑な運営に取り組む

庶務課の活動



庶務課は、機密、人事、官印等の保管、公文書類の  
接受・発送、編集

及び保管、職員の福利厚生に関する業務のほか、他部  
及び他課の所掌に

属しない業務を、総勢21名のメンバーにより精力的に  
遂行しています。

所掌の業務の大部分が、その性質上、直接、間接に  
職員個々に関わり

の深い業務が多いことから、コミュニケーションを大  
切に円滑な業務の

遂行に日々努力を重ねています。

課の業務は、庶務、人事、給与、厚生 of 4つの業務  
に区分され、それ

ぞれの係りが分担し、遂行しています。

**庶務係は、** 1.機密に関すること。 2.所長の官印及  
び所印の保管に関す

ること。 3.公文書類の接受、発送、編集及び保存に関  
すること。 4.所内

規程案、その他成案文書の審査及び進達に関するこ  
と。 5.庁中の取り締

まりに関すること。6.その他の業務を担当していません。具体的には、到

達公文書類の接受、到達書類等の各部課への配布、各部課郵便物の発

送、文書原簿の管理、秘書業務、春、秋の叙勲や褒章、研究功労者、放

射線安全功労者等各種表彰の申請書類の作成、外勤費のとりまとめ、身

分証明書等の発行、所内諸行事の庶務等、各会議室等の管理、所議の事

務局、職員の慶弔対応、庁内の環境整備、庁内安全秩序維持業務、各種

人名録の原稿作成、放医研会の事務局等の業務を担当しています。いわ

ば、所内のよろず相談窓口的存在です。

**人事係は**、職員の任免、給与、職階、懲戒、分限、服務、試験その他

の人事並びに教養及び訓練に関する業務を担当しています。具体的に

は、任免関係では職員の採用、異動、昇任、退職、休職、派遣等に関する

事務、給与関係では職員の昇給（定期、特別）・昇格、期末・勤勉手

当の期間率・成績率、人件費の管理、退職手当に関する業務、研究所の

定数管理、服務関係では勤務時間全般に関する業務、各種内外委員会委

員就任、兼職申請に係る手続き、勤務評定、職員倫理規程に関する業

務、試験関係では職員採用試験、訓練関係では新規採用職員研修の実

施、科技庁研修、外部機関研修等外部研修への参加等の諸業務、その他

業績表彰、勤続精励表彰、各種証明書の交付、各種人事関係の統計・調

査など、他機関との人事関連折衝等に係る業務を担当しています。近

年、柔軟で競争的な研究開発環境の実現を目指して、研究活動の活性化

を図るため、人事制度面において、フレックスタイムの導入、任期付研

究員法の創設、勤勉手当・特別昇給に勤務成績をより反映した制度改

正、研究員調整手当の新設など各種の改正が図られ、人事事務面におい

てもめまぐるしい変化がありました。

**給与係は**、職員の給与、旅費等の支払に関する業務を担当していま

す。具体的には、給与関係では毎月の給与の支給、扶養、住居、通勤等

各種手当の認定・支給、期末・勤勉手当の支給、児童手当の認定・支

給、年末調整、住民税の異動、財形貯蓄に関する業務等、旅費関係では

各部課の旅費の管理、旅行命令に関する業務、赴任旅費に関する業務、

外国出張の出張命令、旅券発給に関する業務を担当しています。

**厚生係は**、1.職員の保健衛生、宿舍その他の福利厚生に関すること。

2.共済組合に関することを担当しています。具体的には、職員の健康診

断、職員の宿舍の入退去業務及び宿舍の確保、健康管理相談等健康管理

室の運営、職場のレクレーション大会の実施、海の家  
の開設、職員食

堂、理髪室の運営、職員互助会の事務等のほか共済・  
社会保険・雇用保

険制度関係の業務として、組合員証等の発行、回収、  
被扶養者の認定、

医療費の給付、付加金の給付、住宅、普通、特別等の  
貸付事務、年金請

求等の業務を担当しています。 今後、激しく変化する  
社会において、

我々の仕事への関わりも確実に変化してきており、従  
来どおりのレベル

での対応ではなく変化に応じた迅速、柔軟な対応をめ  
ざして努力してま

いります。

## 第26回放医研環境セミナー報告

# 放射性核種の環境動態と線量評価モデル



平成10年12月10日に開催された放医研環境セミナー風景

本セミナーは、平成10年12月10日（木）、11日（金）の両

日、放医研・講堂において開催された。今回のセミナーは放医研の環境

部門の過去の研究成果を「線量評価モデルと線量推定コード」に統合す

ること、及び長半減期核種の環境動態や代謝データを蓄積することを目

的として実施された特研の成果を報告し、外部機関の特別講演をも併

せ、主として「環境モデル」について議論するため企画された。

各講演・セッションの概要は以下の通りである。

まず、本特研の班長であった内山氏（放医研）により、モデルやコー

ドに指向した経緯について説明があった。

## I. 線量評価モデルと移行パラメータ（6演題）：このセッションで

は、線源から人体までの環境移行モデル（本郷氏）と大気圏（坂下氏

）、陸圏（内田氏）、水圏（渡部氏）、人体内（西村氏、武田氏）の各

環境のモデルとパラメータについて、各班担当者から成果の発表があった。

## II. 長半減期核種の環境挙動と公衆被ばく（6演題）：このセッション

は、陸圏（村松氏、田上氏）、水圏（平野氏、中原氏）、食品・人体

（白石氏、河村氏）における長半減期核種の各種パラメータの研究成果

について、担当者から発表があった。

### ・特別講演－1 線量評価モデルの開発経緯：原子力施設設置前の安全審

査等に使用するための線量評価モデルの開発に長期間従事された飯嶋氏

（原子力発電技術機構）から線量評価モデルの進展、今後の問題につい

て解説があった。

### ・特別講演－2の1 沿岸海域環境保全情報の整備：柴山氏（海上保安

庁）から油流出事故対応のための情報整備事業の進展状況について解説

があった。

### ・特別講演－2の2 水路部における漂流予測の現状：小田巻氏（海上保

安庁) からタンカー等からの油流出事故の際、海流や潮流のデータを活

用して漂流予測を行うが、現場の海象観測のデータが不足するとその精

度が良くないとの説明があり、原子力災害時の予測のための対策に示唆

が得られた。

・トピックスー1 薬物動態モデルの現状：薬品の開発の際に必要とされ

る薬物動態モデルについて、長塚氏（第一化学薬品）から解説があっ

た。

・トピックスー2 体内動態モデルの有効性に関するIAEA調整研究プロ

グラムについて：仮定のシナリオに沿って内部被ばく線量を評価すると

いうIAEAプログラムについて石樽氏（放医研）の解析結果の発表があっ

た。

・パネルーモデル研究への提言：今回開発された環境移行予測コードにつ

いて、緊急時等の実用に供する方向や数値実験のツールに使うという方

向があり、これらの問題点を中心に議論が行われた。

指定発言者：土居氏（放医研）、高橋氏（原研）、中村氏（放医研）、

宮本氏（放医研）、内山氏（放医研）

今回のセミナーでモデルが有効に機能するためには、その検証や予測

精度の向上が重要であり、また汚染状態の把握・解析の研究は進んでい

るが、予測のためのパラメータはそろっていないことを認識

させられた。

(実行委

員長 中村 清)