

環境試料中のTc-99の分析ならびに環境挙動の解明に関する研究

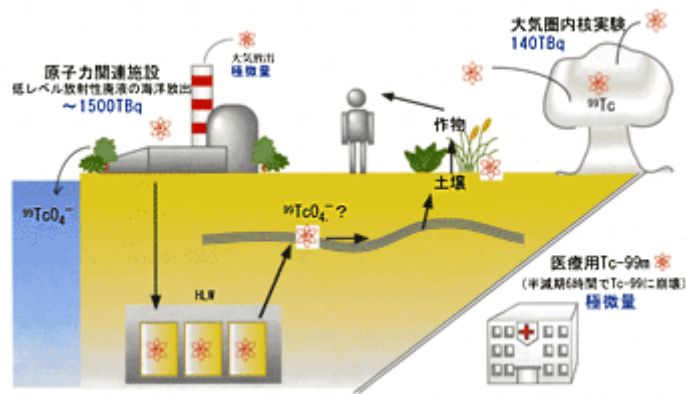


原子番号43のテクネチウム(Tc)は、その同位体がすべて放射性であり、なかでも ^{99}Tc は熱中性子によって ^{235}U や ^{239}Pu から核分裂収率約6%で生成される核分裂生成核種である。この収率は ^{137}Cs と同じくらい高く、また半減期が21万年と長いことから、原子力の平和的利用に伴って ^{99}Tc は徐々に蓄積されていくことになる。その化学的挙動についての研究を行った。

比較環境影響研究グループ 田上 恵子

^{99}Tc の化学的挙動であるが、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(TcO_4^-)が主要な化学形であり、土壤生態圏においてもこの TcO_4^- で存在すると考えられている。陰イオンである TcO_4^- は土壤にほとんど吸着されないため、土壤中を移動しやすい。また、植物にとっては必須ではないが水と共に吸収されてしまうため、植物中の濃度が非常に高くなると予想されてきた。このため、農作物を介して人体へ移行する可能性が高い。これらのことから、再処理施設や放射性廃棄物処分に係わる安全評価において、 ^{99}Tc は重要な放射性核種の1つとなっている。

一般に、汚染物質の環境挙動を解明するためには、環境試料中の汚染物質濃度を明らかにし、環境中における分布を調べることが必要である。 ^{99}Tc もまた、上述した理由により環境中、特に陸上環境試料中の ^{99}Tc 濃度レベルを測定することが重要になってくる。図1に環境中の ^{99}Tc の起源を示した。総量では原子力関連施設(特に再処理施設)からの寄与が大きいですが、海水中に放出された ^{99}Tc は TcO_4^- で安定なために陸圏に到達する可能性が極めて低い。したがって、陸圏の ^{99}Tc は過去の大気圏内核実験由来のものが大部分を占める。重さに換算すると約200kgの ^{99}Tc が地球表面に不均一にばらまかれていることになる。一見して大きい数字のように思われるが、希少である貴金属のプラチナでも地球の地殻中に90億t程も存在するのだから、いかにその量が小さいかお分かりいただけよう。つまり現在 ^{99}Tc 濃度は極低レベルであり、実際の環境試料中の ^{99}Tc 濃度の報告例は少ない。

図1 環境中の⁹⁹Tcの起源と挙動

いかに極低レベルであっても、将来的にどのような環境挙動をするのか推定するために現在集め得る限りの情報を得ておくことは重要であるという観点から、我々はこれまでに環境濃度レベルの⁹⁹Tcの分析法の開発を進め、さらにその分析法を用いて種々の環境土壌試料中の⁹⁹Tc濃度の定量を行ってきた。ちなみに日本の土壌中では4 -88 mBq/kgの範囲にある¹⁾。日本の土壌で特徴的だったのは、水田という還元的气氛となる特殊な環境では、直接沈着した⁹⁹Tc及び灌漑水等により水田に間接的に流入した⁹⁹Tcが、水田土壌にほとんど保持されている可能性が示唆されたことである。これが妥当であるのかどうか、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。特に土壌微生物の関与について知るために、室温で乾燥した土壌と、これをさらにオートクレーブで滅菌した土壌の2種類を用いて、土壌表層水にTcO₄⁻として添加したTc濃度変化を調べた。結果を図2に示す。化学変化がなければTcO₄⁻の可溶性は高いので1に近い値で推移するはずである。滅菌土壌では濃度変化が見られず、したがって土壌を単に湛水するだけでは、TcO₄⁻のまま変化がなかった。しかし非滅菌土壌では徐々にTcの濃度が減っている、すなわち、土壌表層にTcが収着していくのがわかる。ちなみに、土壌にブドウ糖を加えて微生物活動を活発にすると、その傾向がより明らかであった。なお、土壌に収着したTcの化学形は還元形、有機物結合態、その他の化学形の可能性があることが分かっている²⁾。しかし化学種の同定には至っておらず、これについては今後の課題である。

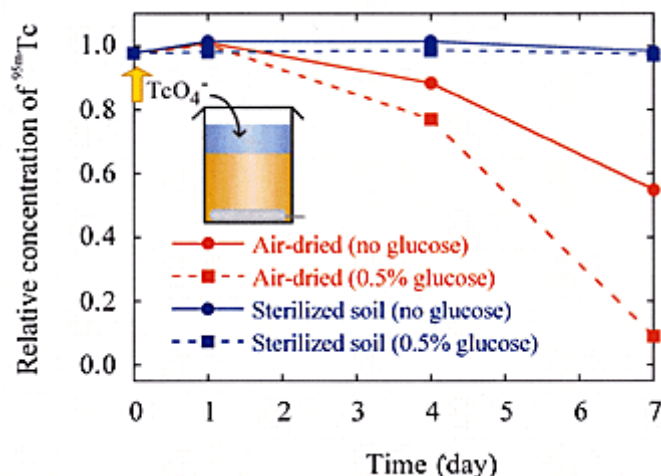


図2 土壌表層水中Tc濃度の経時変化

低濃度ゆえ環境試料中⁹⁹Tcの直接測定が困難だとしても、なんとか挙動を知るためのデータが取れないものであろうか?そこで筆者らは、地球化学的に同じような挙動をとると考えられる同族元素のレニウム(Re)に着目した³⁾。Reもまた極低レベル元素の一つであり環境試料中のデータがほとんど無いが、⁹⁹Tcに比べて濃度が高い(地殻平均推定濃度は0.4μg/kg)ので、⁹⁹Tcの長期挙動予測のための化学アナログになるのではないかと期待している。現在、土壌、植物中のRe分析法の検討を一通り終え⁴⁾、環境試料中のRe濃度データを集めつつあるが、詳細についてはまた別の機会に紹介したい。

(日本放射化学会奨励賞受賞)

<参考文献>

- 1) K. Tagami and S. Uchida: J. Nucl. Radiochim. Sci. 3,1- 5 (2002).
- 2) K. Tagami and S. Uchida: Toxicol. Environ. Chem. 56, 235-247 (1996).
- 3) K. Tagami and S. Uchida: Anal. Chim. Acta 405,227-229 (2000).
- 4) K. Tagami and S. Uchida: J. Anal. Atom. Spectrom. 16, 669-671 (2001).

第4回 一般公開講座のご案内

- テーマ : 遺伝子と重粒子線がん治療
 - 日時 : 2002年12月12日(木) 14:30~17:00
 - 場所 : 放射線医学総合研究所 重粒子治療推進棟2階大会議室
- = プログラム = 14:30~14:40 開講挨拶
- 14:40~15:40 テーマ : 放射線治療のオーダーメイド化を目指して
講師 : 岩川 眞由美 放射線感受性遺伝子プロジェクト 第3グループリーダー
- 15:40~16:00 ブレイクタイム
- 16:00~17:00 テーマ : ここまで来た重粒子線がん治療
講師 : 鎌田 正 重粒子医科学センター病院 第2治療室長
- 17:00 閉会挨拶
- 申込み先 : 広報室
TEL:043-206-3026 FAX:043-206-4062
E-mail:info@nirs.go.jp
お申し込み 先着150名まで

スーパー・サイエンス・ハイスクール

DNA実験に新たな理解を深めた生徒達

新潟県立長岡高等学校で研究者がDNAの実習・講義

文部科学省が、平成14年度から実施しているスーパー・サイエンス・ハイスクール (SSH)には、全国の高校から多数の応募があり、その中から26校が指定されました。

新潟県立長岡高等学校もSSHに指定され、その教育事業の一環として当研究所に依頼があり、本年10月18日～19日の2日間、同学校に研究者が出向きDNAの実習を実施しました。

本年、県立長岡高等学校に、遺伝子実験のできるPCR・電気泳動解析システムが導入されました。以前から、生徒の間にはDNA実験をしたいという強い希望があり、学校としてもSSH教育活動事業の一環としてPCRの実験を計画しました。2年前に同校で実験を行った放医研に依頼があり、当研究所の11名の研究者が学校に出向いて理数科2年生37名を対象に、PCRの実験の実習を熱心に指導しました。

前日(18日)は事前準備作業を行うため、実習参加者に試薬作りなどの準備の協力を呼びかけたところ、4名程度の予想をはるかに上回る20名以上の生徒が手伝ってくれました。

実習当日は、生徒を4班(1班10名程度)に分け、タンパク質をみる実験と、PCR法を使って、犯人捜査の実験をしました。

タンパク質の実験では、台所などにある洗剤など身近なものを使って、タンパク質を調べる実験をしました。まず、魚介類から筋肉や皮など調べたい部分をピンセットやはさみを用いて採取しました。解剖という慣れない作業に、生徒は悪戦苦闘していましたが、作業を行っている生徒の表情は真剣で、この実習に取り組む意気込みが感じられました。サンプルを電気泳動して、組織に存在するタンパクの違いや、魚の種類による違いを考察しました。

PCR実験法では、犯人の残した毛からDNAを抽出し、5種類のマウスの中から犯人を捜すというゲームをしました。PCRでは、微量な量の試薬を扱うので、かなり苦労していましたが、お互いにアドバイスをしあって実験を進めていました。紫外線を当てて、DNAの増幅を確認できると生徒は安心し、電気泳動のパターンをもとに犯人探しを相談していました。また、各班でPCRが実社会で何に使われているか、その応用などについて話が盛り上がりました。

さらに、放射線医学総合研究所の所内一般公開で人気の放射線を目で見ることも経験してもらいました。霧箱で放射線の通過を見たり、湯の花など身近なところで

は、結構放射線を出すものがあることを学びました。

研究者は実習の期間中、生徒からの質問や指導に優しく対応し、和やかな内に時間は着々と進行、昼食時間も短縮しての実習となりました。夕方には、当日の実験結果について各班毎に意見をとりまとめて発表し、今回の実習は無事終了しました。

この実習では、生徒のみでなく同校の先生も今後の教育活動に役立てようと熱心に実習作業の状況をメモに取ったり、ビデオを撮る等して観察していました。

この実習の最後に、参加者と先生方から非常に有意義な実習であったとお礼の言葉が述べられました。



実験終了後の集合写真



タンパク質抽出実験の状況

<生徒の感想>

「放射線医学総合研究所の研究者の指導によるDNA実験」を受講して

私は、遺伝子について以前より興味を持っており、学校でPCRの実験ができるという話を聞いて、先生に本校理数科の課題研究に是非これを使って実験したいとお願いしていました。今回、SSHの事業の一環としてDNA実験を行うと聞いて、興味と期待が高まっていました。僕自身、DNAについて少しは知っているつもりでしたが、実際に準備作業や当日の実習を受けていかに自分が無知だったかに気付かされた。でも、前日の準備作業に参加したことが精神的にはプラスになりました。PCR法は数本のDNAを百万本に増やし電気泳動により、ゲルの中を通過させることで分子量の大小を調べるというものだった。塩基配列の仕組みも理解できたし、温泉でとれたという90°Cでも失活しないDNAポリメラーゼがプライマーを延ばすことにはとても驚いた。また、形質を発現させる遺伝子(例えば、毛の生える遺伝子)の導入の話や、計量の際の薬包紙の扱い方を教えていただいたいへんためになった。このように最先端の話はもちろんのこと、実験にあたってのごく初歩的なことも11人の先生方から身近に指導していただいて、得るものは非常に大きかった。

夏期研修の日本科学未来館と同様に、最先端の研究者のお話を聞いて学ぶことは非常に重要で貴重なことだと感じた。それと同時に、僕達はこれらの恵まれた環境を与えられたことに、応えなくてはならないと思う。僕自身、これからはこのPCRの設備を利用し、様々なことを実験から学んでいきたい。

これから、SSHの課題研究を始める私達にとって、今回のDNA実験はいいスタートダッシュになるに違いない。放射線医学総合研究所の研究者の皆様ありがとうございました。

(新潟県立長岡高等学校 2年理数科 柳村 文寛)

積層原体照射システムの開発 (2)

重粒子がん治療装置HIMACのさらなる性能向上のため導入した新しい照射システムについて、今回は装置の品質保証という観点で報告します。品質保証(または質的保証、通常はQAと呼ばれる)という概念は、例えばJISでは「消費者の要求する品質が十分に満たされていることを保証するために生産者が行なう体系的活動」となっています。放射線腫瘍学会ではこれを消費者=患者、生産者=医療側と解釈して放射線治療とその装置のQAシステムを提案しています。大きくは医療行為での装置性能を保証するための物理・技術的QAとその適切な使用を保証するための臨床的QAに別けられますが、ここでは前者の装置の性能を保証する部分に話を限ります。

積層原体照射システムは実体は従来照射法のシステムと同一です。違いは、従来の照射法では単発的に行なっていた照射をまとめて一連の処理として照射できるように制御系が改造されたことです。使用する機器が共通なので装置の精度や安定性などは従来照射法と同じであることはほぼ自動的に保証されます。従ってQAの主眼は積層照射法独自の部分についての網羅的な性能試験と安全性に関わるような誤りや異常動作を防ぐ機能と手順に置かれます。

まず、積層照射は複雑な計算に基づく一連の照射を正確に実施して初めて成り立つものなので、実際に得られる線量分布が予定したものかどうかで性能を評価します。図1に一例を示しますが平坦な線量分布を意図した積層照射が実際にそのとおりに測定されることを治療に使う全ビームコース・全照射条件で確認しました。また、複雑な形状の標的に対する線量分布形成の限界も定量的に評価し、結果は適用限界条件として治療計画装置にも反映されています。

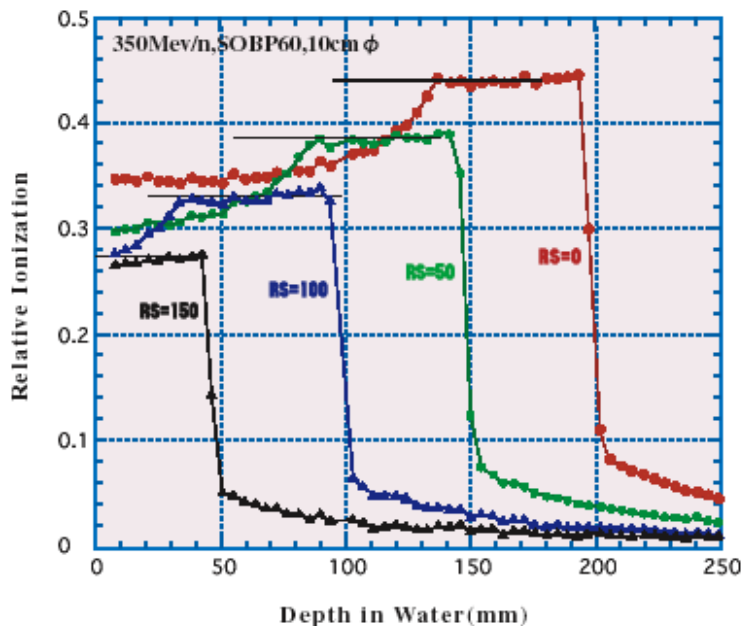


図1 エネルギー350MeV/n垂直コース、標的径10 cm以下の

複数の標的深さに対する60 mm拡大ブラッグピーク形成

次に誤りや異常動作への対策についてですが、もともとHIMACの各照射機器は実際に設定されている値を測定する機構が組み込まれていますので、これを利用して正常な状態でしかビームを出さないように制御系と独立な監視系を構築しました(図2)。これは層間の設定変更時の中間状態では完全にビームを止める役割も果たし、万一主線量モニターが故障した場合には2次電子放出型モニター(SEM)により適性線量の範囲内でビームが遮断されます。また、照射中の機器実測値は電子情報として常時記録されますので、異常が発生したらその原因や兆候なども後で解析できるようになっています。また、自動・手動に関わらず照射の中断や継続も正常に処理できるようになっています。

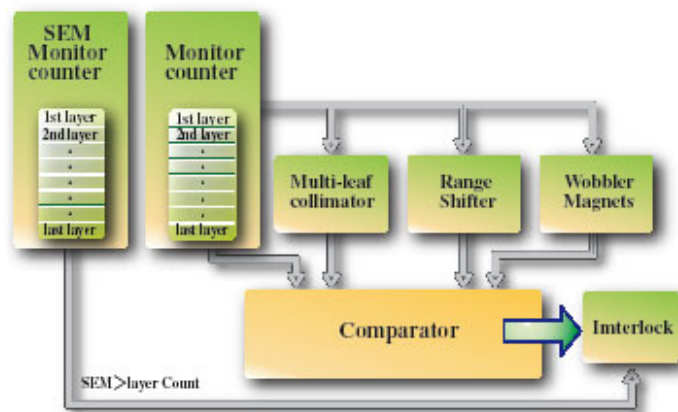


図2 照射制御・監視システム:層ごとのプリセット値に応じて機器設定が順次変更され、機器間の整合性が確認された間だけビームが照射される。

一方、制御情報自身の誤りに対しても対策がとられています。HIMACの治療システムは情報がすべてオンラインで伝達されるため通常は誤りは起こり得ないのですが、ハードウェアの故障やソフトウェアの潜在的な不具合や操作ミスなどによるデータ破壊に対してはそれが予め認証した照射条件に適合するかどうかを機器設定時に自動的にチェックします。また、治療計画時に印刷した機器設定値との目視照合も行います。多葉コリメータについては図として印刷した照射野形状と実際の形状を目視照合します。また、実際に患者治療の照射条件で線量測定することで患者ごとのモニター線量を決めると共に標的をカバーする拡大ブラッグピークが形成されることを確認します。

このように多重化された安全機構をもつシステムとなのですが、この装置を維持・管理していくための日常点検や定期点検については従来照射法に準じてQAプログラムの中で実施していくこととなります。QAプログラムでは実際は効率が非常に重要ですが、この照射法を従来の治療システム上に構築したことで多くの共通部分の試験が省略でき効率的な試験が可能となっています。

(重粒子医科学センター 医学物理部 兼松伸幸)

TOPICS

ナショナルバイオリソースプロジェクトの発足と放医研のメダカ

21世紀型ライフサイエンスに向けての知的基盤整備



実験動物開発研究グループ
第1チームチームリーダー
石川裕二

バイオリソースって、食べ物にかけるソースの一種か、と不審に思われるかもしれませんが。何のことはない有用な生物の遺伝(子)資源のことです。

平成14年度(2002年)、文部科学省はナショナルバイオリソースプロジェクトという事業を発足させました。2010年までに世界最高水準の生物遺伝資源を整備することを目標に掲げ、各研究者/研究機関に分散的に保存されている生物遺伝資源を国家戦略にもとづき開発/収集/保存を進めるとともに、

ゲノム情報も提供しようとするものです。いうまでもなくこの背景には、ゲノム創薬や先端医療などのライフサイエンスにおいて、我が国が21世紀の国際的競争に生き残るための国家戦略があります。

そのため、マウス、ラット、イネ、コムギなどの重要な生物のほか、我が国が強みをもつ生物種を中心に15種類ほどの実験動物、実験植物、微生物が選定されました。我が国が強みをもつ実験動物としては、メダカがそのうちのひとつとして競争の結果、選ばれました。この事業の実施にあたり、国はそれぞれの生物種ごとに最適な研究機関を競争的に選定し、事業を委託することにしました。

メダカは、故江上信雄博士によって、放射線の個体影響を調べるために1961年、実験動物として放医研に導入されました。メダカの近交系(近親交配を繰り返すことにより、すべての個体がほぼ同一の遺伝子型になった系統のこと)は、世界で最初に放医研の田口泰子博士によって作出され、放医研はその供給機関として国内外で活動してきました。また、私達はメダカ精子凍結保存法を最初に確立し(青木一子博士)、誘発突然変異系統を約90系統作出しました。

このような実績が認められ、このほど放医研はメダカのナショナルバイオリソースプロジェクトの実施機関のひとつとして選定されました(メダカの場合、名古屋大学生物応答研究センターを中核機関として、放医研をはじめとする6研究機関が一致協力してプロジェクトの委託事業を実施します)。

現在、Nature Genetics (3,53-64,2002) に"A model organism from the Far East" としてメダカが世界に紹介されるような時代になりました。国立遺伝学研究



北日本近交系メダカ



南日本近交系メダカ



アルビノ近交系メダカ

所、慶応大学、ドイツなどではメダカゲノム解析が開始されています。メダカは脊椎動物モデルとして、ヒトの遺伝病、脳機能、放射線生物学、発生学、環境問題、性分化、進化、老化、など広範な医学/生物学領域に役立つことが国際的に期待されているのです。

今の厳しい経済状況にあって、少なからぬ競争的外部資金を国から今後約10年間受けるわけですから、私達の責任は重大です。国民の期待に応えるような成果をあげるため、私達は新たな気持ちで再出発し、微力を尽す所存です。研究所内外をとわず、皆様のご理解とご支援を切にお願いします。

がん治療最前線

シリーズ19

肝がん治療と超音波診断

造影三次元超音波(Fusion 3D)による精密診断法の開発

■はじめに

放射線治療で最も大切なことの一つに、照射する範囲をいかに正確に設定できるか、ということがあります。言い換えれば、がんの範囲をいかに正確に診断できるかが放射線治療の成績を左右することになります。手術で言えば、どこまで切るかということですから、重要性は明らかです。実際、肝細胞がんに対する重粒子線治療の局所再発例のうち、約半数はがんの増殖範囲の診断が困難な例でした。また、肝細胞がんでは、早期からの血管侵襲が問題となっており、さらなる治療成績の向上には腫瘍結節周囲増殖病変および血管侵襲の精密診断法の確立が必須と考えられます。一方、肝がん診療における腹部超音波検査の重要性はすでに確立されており、この分野で我が国は常に世界をリードしてきました。われわれ放医研の肝臓グループでも、放射線治療における超音波検査の重要性をいち早く認識し、1995年より、正確な照射野の設定と治療後再発の早期発見を目的として、3次元超音波検査法の開発研究と、それを用いた肝細胞がんの精密診断法の研究を行ってきました。特にここ2年間は、超音波造影剤のめざましい発展を受けて、造影三次元超音波診断法の研究を行っております。今回は、造影三次元超音波診断法の紹介と、肝がん診療にとっての有用性について述べたいと思います。

■これまでの超音波診断法

超音波映像法とは、超音波を対象に向かって発信し、反射してきた超音波を受信し画像化する方法です。これを医学診断に応用したものが超音波診断法です。簡便さと非侵襲性(体に悪影響を与えない)、リアルタイム性(その場で結果が分かる)、設置スペースが狭くてすむなど、超音波ならではの利点が多く、今や医療現場になくしてはならない検査法となっています。

超音波診断で利用する画像には大きく分けて2つのものがあります。一つは、いわゆる超音波画像で、肝臓、腎臓、脾臓、胆嚢、心臓など、空気を含まない臓器の実質を画像化したものです(空気は超音波を通さないため画像化できません。胃腸のように空気を孕む臓器は超音波検査に不向きです)。画像はモノクロ画像で表示されることが多いため、gray scale mode(グレースケールモード)と呼ばれます。もう一つは、血液の流れ(血流)など一定の方向に沿って動くものを画像化したもので、ドプラ効果を応用するためdoppler mode(ドプラモード)と呼ばれます。これまでの超音波検査ではいずれも平面(二次元)画像として表示されるため、臓器または腫瘍の立体的なイメージは検査を行っている者の頭の中にだけ存在しました。記録も当

然二次元画像のため、立体像は客観的なデータとして残されません。腫瘍のどの部分にどんな特徴があるのか、あるいは、腫瘍と腫瘍血流(腫瘍に栄養と酸素を供給していると考えられる血流)の相互関係や、その治療後の変化などは、三次元画像による全体像によらなければ客観的に理解することは困難で、まして第三者の理解を得ることは不可能です。つまり、二次元画像では、がんの診療にとって不可欠な客観性と再現性のある画像情報を保存することができなかつたこととなります。これまでの超音波検査は本質的にその場限りで、第三者(検査をした当人ではない医師)にとってCTやMRIもしくは血管造影以上の大きな意味を持つ検査ではあり得なかつたといっても過言ではありません。現に、医療現場ではそのように扱われてきました。

一方、三次元超音波画像はどうかと言いますと、われわれがこの研究を始めた1995年当時、gray scale mode、doppler modeともMIP(Maximum Intensity Projection)法という方式による画像、表面が連続しているのっぺりとした、いわば疑似三次元画像しか存在しませんでした。また、同一部位のgray scale modeによる三次元画像とdoppler modeによる三次元画像を同一画面上に同時に合成表示することができませんでした。つまり、われわれが肝がん診療にとって不可欠と感じていた、「腫瘍と腫瘍血流の相互関係を客観的に同時に捉えられる方法」は画像診断法の世界には存在しませんでした。そこでわれわれは、この開発研究を行うことにしたわけです。

■フュージョン3次元超音波診断法 (Fusion 3D)

最終的に完成した三次元超音波診断法は、gray scale modeとdoppler modeによる三次元情報の全てを同時に取得し、別々に保存して、同時に再合成して合体させるというものでした(図1)。このため、フュージョン3次元超音波診断法(Fusion3D)と命名されました。三次元画像の作成にvolume rendering方式を採用したため、表面は実体に即した凹凸となり、上下関係を明確に再現できるようになりました。これらのことにより、開発当初目標とした、「腫瘍(gray scale mode)と腫瘍血流(doppler mode)の三次元画像を同一画面上に同時に表示し、それらの相互関係を詳細に観察する」ことができるようになりました(図2)。超音波検査の持つ本質的な利点である簡便性、非侵襲性に客観性と再現性を持たせたのがFusion 3Dと言えます。

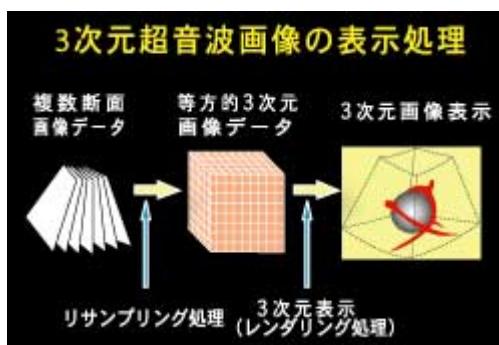


図1 Fusion 3Dの画像データ取得と再合成



図2 Fusion 3Dによる肝細胞がん(矢印)および腫瘍血流像

■ Fusion 3Dによる臨床研究

1.造影Fusion 3Dによる肝細胞がんの鑑別診断の研究

Fusion 3Dは、腫瘍周囲(がんではない部分)の肝実質と血流と共に、腫瘍自体と腫瘍血流を合体して立体表示する方法です。これによれば腫瘍と腫瘍血流の全体像を位置情報と共に詳細に観察することが可能です。この特性を更に向上させるために造影剤を併用し、肝細胞がんの特徴的な腫瘍血流所見を見出すことを目的として研究を行いました。

超音波装置はSSA-770A(Aplio)(東芝)、造影剤はLevovist(田辺・日本シェーリング)を使用し、腫瘍径 $\leq 40\text{mm}$ の肝細胞がん22腫瘍、転移性肝がん5腫瘍を対象として造影Fusion 3Dを行い、次の結果を得ました。

【結果1】 造影Fusion 3Dにより、肝細胞がん(腫瘍径 $\leq 40\text{mm}$)では造影剤による一過性の腫瘍血流増強像(Flush Sign)、動・門脈性網状血流像(Network Pattern)を特徴的な腫瘍血流所見として認めました(図3、表1)。

【結果2】 Network Pattern、Flush Signの腫瘍血流を認めた腫瘍径 $\leq 15\text{mm}$ の肝細胞がんにおける造影CT所見をみると、腫瘍血流を示す所見(早期相濃染像)は60%にみられるのみで、40%は早期相濃染像がみられませんでした。

【結論】 造影Fusion3Dは肝細胞がんの特徴的な腫瘍血流像を示し、腫瘍径 $\leq 15\text{mm}$ の肝細胞がんでは造影CTよりも高い診断能を有する可能性がみとめられました。

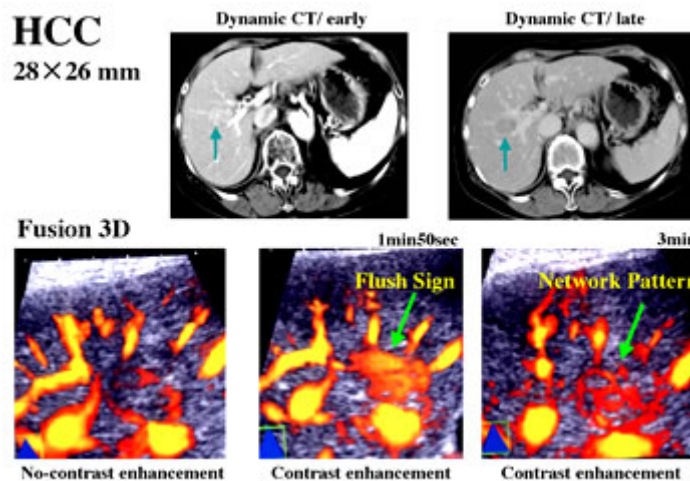


図3 造影Fusion 3Dにおける肝細胞がんの特徴的な腫瘍血流像

腫瘍径 (mm)	個数	血流像	
		Flush Sign	Network Pattern
≤ 15	5	5 / 5	5 / 5

15 < ≤ 30	12	11 / 12	11 / 12
30 < ≤ 40	5	5 / 5	5 / 5

・転移性肝がんの5例はいずれも、Flush Sign (-)、Network Pattern (-)だった。

表1 肝細胞がんの最大腫瘍径と造影Fusion 3Dにおける腫瘍血流像

2.造影Fusion 3Dによる肝細胞がん結節周囲 増殖病変の精密診断の研究

進行肝細胞がんは腫瘍結節周囲増殖病変、門脈腫瘍塞栓、肝内転移などの肝内進展病変を高率に合併し、これらが治療成績を大きく下げています。しかしながら、超音波検査をはじめ既存の方法ではこれらを早期に診断することは困難でした。われわれは、肝細胞がん肝内進展病変の診断に対する造影Fusion 3Dの有用性について研究を行っており、これまでに次の結果を得ています。現在、造影CT検査所見を検討中で、造影Fusion 3Dと造影CTの診断能の比較を行っています。

【結果1】 腫瘍結節周囲増殖病変とは、造影Fusion 3Dにより肝細胞がんの特徴的腫瘍血流像であるFlush SignとNetwork Patternを認め、かつ原発腫瘍と連続する実質性病変と定義することができました(図4)。

【結果2】 肝細胞がん46腫瘍を対象として、原発性肝癌取扱い規約の肉眼分類に準じて造影 Fusion 3D画像による腫瘍径別の形状分類を試みました。腫瘍結節周囲増殖病変を有するものは、単純結節辺縁突出・隆起型、辺縁不規則型、辺縁不規則不明瞭型の3型で、腫瘍径 15 < ≤ 30mmで63% (10/16)、30 < ≤ 70 mm で62% (13/21)を占めました。≤15 mmではみられませんでした。

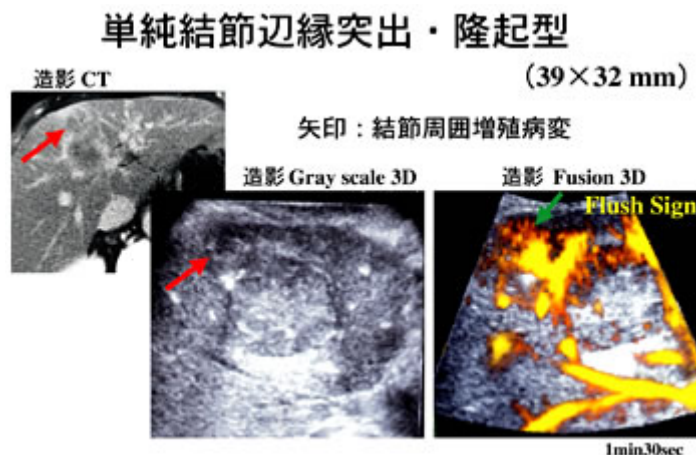


図4 肝細胞がん結節周囲増殖病変と、造影Fusion 3Dにおけるその腫瘍血流像

■三次元超音波診断法の今後の展望

世界中の超音波の研究者が三次元診断法に向かい始めています。今後2、3年のうちに研究報告はピークに達すると思われます。三次元画像の研究はCTでも同様の隆盛を迎えており、今後、同種間、異種間の競争が激しくなることが予想されます。これまで述べてきたとおり、超音波診断法はこの三次元の世界で初めて客観性を獲得

し、CTと肩を並べることができたことになります。超音波検査本来の持ち味である簡便性と低侵襲性、それからリアルタイム性をいかに保持できるか、に三次元超音波診断法の未来がかかっていると言えます。具体的には、1.高リスク群(肝炎ウイルス感染者、肝硬変症患者)に対するスクリーニング検査に引き続き、がんの疑いがある病変部への三次元超音波による精密検査を行えるシステムを構築する。2.既にごんを発症してしまった患者さんに対しては、対象腫瘍に対する確定診断、治療効果判定、局所および近傍再発の早期発見の3点に的を絞って対応する。明らかな他部位再発のスクリーニングはCTもしくはMRI に任せる。3.三次元超音波画像による立体的な位置情報に基づく精密で正確な超音波映像下肝生検法を確立し、これまで困難とされてきた腫瘍径1cm以下の肝がん(原発、転移を問わず)の早期確定診断に道を開く。などにつき、引き続き研究を続けることが重要と考えます。

(重粒子医科学センター病院 加藤 博敏、大藤 正雄)

エッセイ・ぱるす NO.13 「流れ星がくれるもの」



アマチュア天文家のみならず、皆さんのなかにも日食、月食に次いで毎年夏のペルセウス流星群と冬のしし座流星群を楽しみにしている方が少なからずいらっしゃると思います。かくいう私も「何百年に一度のイベント」とか「次に見られるのは5万年後」などという、バーゲンのチラシを天文学的に誇張したような文句に弱いタチで、時間を作ってはいそいそと空を見に行きます。

とくに昨年、2001年のしし座流星群は壮観でした。まさに雨のように息をつく間もないほどの流星雨で、11月の寒空の中、当時住んでいた北九州のアパート近くの公園で凍えた甲斐がありました。流星が流れた経路上に青緑や赤橙の煙のような流星痕を、時には数分という長時間残すことが多いのがしし座の特徴の一つです。黒い夜空に刷毛ですいすいなグリ書きをしているような様は実に見事で、恐らく未来の自分の子供にこれを見せることができないのがとても残念に思われました。私のようなド素人が観測できるのですから流星痕は解明済みの現象かと思っておりましたが、いざ機材を用意して観測するとなると対象とする時間、方向に流星痕が現れてくれるわけではなく、その化学発光メカニズムや1/10秒?10分以上という持続時間の違いなど分からないことが多いそうです。

もう一つ面白い謎があります。私も経験したのですが、明るい流星が流れると同時に「ポッ」というような音が聞こえることがあります。光と同時に、です。流星は100km程度上空で起こる現象ですから音が同時に聞こえるわけがありません。ただの気のせいとか、数分前に流れた星の音が偶然次の流星と一致したという情け容赦ない説や、流星が電磁波を発生することが明らかになっていることから、観測者の近くにある金属物質が特定波長について「アンテナ」と「アンプ」の代わりをしたときに可聴域の空気振動に変換されるという分かったような分からないような説まで出ていますが、皆さんはどのように想像されるでしょうか。

皆さんは昨夜の月の形を覚えていますか。恐らく視界には入っていたはずなのですが、わたしは覚えていません。夜空を見上げる余裕がなかったことに気付かされず。空を見るのに時間的余裕はいりませんから、私になかったのは心理的余裕なのでしょう。今年のしし座流星群の極大は11月18日です。今年は青森で迎える11月ですが、青森の寒空は私に心理的余裕をプレゼントしてくれるのでしょうか。それとも風邪を?

(財)環境科学技術研究所 生物影響研究部 藤川 勝義
(前:放射線安全研究センター低線量生体影響プロジェクト)