

Radiological Sciences

# 放射線科学

2011.01

Vol.54

第54巻 第01号

特集

第57回国連科学委員会報告 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation



**印象記**

● UNSCEAR 第57回会合印象記

**最近の成果**

● ストレスをコントロールする内因性カンナビノイドの作用メカニズム

**報告記**

● 国際共同臨床研究における南北問題と倫理

— フィリピン大学マニラ校研究審査委員との議論を中心に —

**報告記 / 第13回放医研一般講演会**

● 九州初、重粒子線がん治療施設への期待

**報告記**

● 異分野コミュニケーションとしての「生物学者のための疫学研修会」

**解説**

● TITAN 320型装置から発生したX線の物理特性 一次X線スペクトルと空気カーマ

ISSN 0441-2540



▲ 第57回国連科学委員会 (UNSCEAR) が行われた、オーストリア・ウィーン国際センター  
写真は今回初めてUNSCEARの会議に使用されたM会議場内で討議が行われている様子で緊張感が伝わってきます



▲ 国際共同研究における南北問題と倫理について議論が行われたフィリピン大学マニラ校医学部の「研究推進開発事務局」(RIDO)にて。透明の楯は、WHOの「研究倫理審査およびアジア・西太平洋地域のためのフォーラム」(FERCAP)により倫理審査の能力の評価を受けたもの



▲ 1月14日にお披露目式典が行われた「新治療研究棟」の外観  
当日は内部の治療室(E室)やシミュレーション室などが公開され、本治療研究施設で実現する次世代照射システムの紹介がありました



研究交流センター前の緑地の寒椿

## Contents

- 巻頭言**
- 04 **放射性同位元素の医学利用の進歩**  
～トレーサーからプローブへ～  
放射線医学総合研究所 理事長 米倉 義晴
- 特集/第57回国連科学委員会 (UNSCEAR)**
- 06 **第57回国連科学委員会報告**  
放射線医学総合研究所 理事長 米倉 義晴
- 印象記**
- 15 **UNSCEAR 第57回会合印象記**  
大分県立看護科学大学 人間科学講座 環境保健学 伴 信彦
- 最近の成果**
- 18 **ストレスをコントロールする内因性カンナビノイドの作用メカニズム**  
分子イメージング研究センター  
分子神経イメージング研究グループ 分子生態研究チーム 辛 龍文  
分子神経イメージング研究グループ 樋口 真人  
分子神経イメージング研究グループ 須原 哲也
- 報告記**
- 21 **国際共同臨床研究における南北問題と倫理**  
～フィリピン大学マニラ校研究審査委員との議論を中心に～  
North-South issue and ethics of international clinical research:  
A Discussion focusing on these topics with University of the Philippines  
-Manila Research Review Committee Members  
分子イメージング研究センター 運営企画ユニット 臨床研究支援室 栗原 千絵子  
企画部 研究倫理管理支援ユニット 福島 芳子
- 報告記/第13回放医研一般講演会**
- 34 **九州初、重粒子線がん治療施設への期待**  
公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団 十時 忠秀
- 報告記**
- 37 **異分野コミュニケーションとしての「生物学者のための疫学研修会」**  
財団法人放射線影響研究所 中村 典
- 解説**
- 38 **TITAN 320型装置から発生したX線の物理特性**  
一次X線スペクトルと空気カーマ  
基盤技術センター 研究基盤技術部 平岡 武  
藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科 加藤 秀起
- 42 **随想**  
市川 龍資
- 43 **編集後記**

# 放射性同位元素の医学利用の進歩 ～トレーサーからプローブへ～

放射性同位元素の医学利用は、1925年のブルムガルトによる循環時間の測定に始まるとされています。彼は、ごく微量のラジウムC(ビスマス214)を自分の右腕の静脈に注入し、反対側の左腕にこの放射性物質が到達するのを検出しました。血液中に混和された放射性物質が、肘の血管から右心房・右心室を通過して肺の末梢血管に到達し、さらに左心房・左心室に戻り、大動脈から腕の動脈に至るまでの循環時間を測定することに成功したのです。心不全の患者さんでは、この時間が著しく延長していることを見つけ、その後の循環生理学の基礎になりました。

ブルムガルトのこの実験は、その約10年あまり前に行われた放射性同位元素の利用に関するとても重要な発見に基づいています。1913年、ハンガリー生まれのヘヴェシーは、ラジウムD(鉛210)を使って鉛化合物の溶解性を調べる実験を報告しました。これが、放射性同位元素を用いるトレーサー法の最初であり、ヘヴェシーはその功績により1943年にノーベル化学賞を受賞しています。

ブルムガルトによる循環時間の測定は、ヘヴェシーの開発したトレーサー法を初めて人体に適用したもので、核医学と呼ばれる新しい領域の出発点になりました。その後、さまざまな放射性核種を用いた化合物が利用されるようになりました。それにともなって、検出装置も二次元のガンマカメラから、PETやSPECTなど三次元分布を画像化する装置の開発へと展開したことは、よくご存じだと思います。

トレーサー(tracer)は、日本語では追跡子と訳されています。物質の移動や変化を追跡するための目印(マーカー)とするものです。一方、同じようにPETやSPECTなどの核医学領域で、分子イメージングと呼ばれる概念が登場してきました。この分子イメージングで利用される標識薬剤は、分子プローブと呼ばれています。同じように放射性同位元素で標識した薬剤

ですが、なぜトレーサーではなくてプローブと呼ばれるのでしょうか？

プローブ(probe)は探索子と訳されていることからわかるように、何かを探るための道具です。身体の中の特定のタンパクや分子と結合させることによって、分子レベルの異常を見つける目的で開発されています。トレーサーの考え方が、標識薬剤を目印として利用する言わば受動的なものだったのに対して、プローブはより積極的に機能を探る目的でデザインされていると言えます。たとえば、川の上流で発信機を埋め込んだマイクロカプセルを流すと、川の水がどのように川下に流れていくかを知ることができます。これに対して、このカプセルに特定の魚が食いつくような仕掛けをつけておくと、その魚の挙動を追いかけることができるといった違いでしょうか。

このようなプローブを利用することによって、病気の超早期診断や治療法の選択に大きな力を発揮することが期待されています。トレーサー法の開発から約1世紀の歴史を経て、放射性同位元素の医学利用は新たな方向を目指して進み出しています。



独立行政法人  
放射線医学総合研究所  
理事長  
米倉 義晴

特集

第57回国連科学委員会報告

放射線医学総合研究所理事長  
米倉 義晴



米倉 義晴 (Yoshiharu Yonekura)

1.はじめに

2010年8月16日から20日まで、オーストリア・ウィーン国際センター内会議場で開催された「原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR) 第57回会合」の内容について報告します。

出席者は委員会加盟21ヶ国中20ヶ国からの代表、代表代理、アドバイザー、オブザーバー参加の6ヶ国からの専門家、6国際機関 (EC、IAEA、ICRU、ICRP、UNEP、WHO) からのオブザーバー、事務局、およびドラフト作成のコンサルタント等で総勢約125名でした。日本からは、代表として米倉義晴 (放射線医学総合研究所理事長)、代表代理として児玉和紀 (放射線影響研究所主席研究員)、古渡意彦 (日本原子力研究開発機構原子力科学研究所放射線管理部放射線計測技術課)、三枝新 (放射線医学総合研究所放射線防護研究センター規制科学総合研究グループ)、酒井一夫 (放射線医学総合研究所放射線防護研究センター長)、鈴木元 (国際健康福祉大学教授)、高橋聖 (内閣府原子力安全委員会事務局)、中野政尚 (日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所放射線管理部環境監視課チームリーダー)、丹羽太貫 (京都大学名誉教授) および伴信彦 (大分県立看護科学大学准教授) の計10名が出席しました。また、会合に先立ち、8月15日午後から、また会合期間中においても各国代表者のみが出席して行われる非公開の事務連絡会議が行われました。

2.会合の概要

今回の会合は、2008年7月に開催された第56回会合以降、UNSCEAR事務局の事情による1年間の開催延期とアイスランド火山噴火による4ヶ月の延期を経て、丸2年間のインターバルを挟んで開催されました。これは50年以上のUNSCEARの歴史から言って

極めて異例の事態でした。わが国からは、代表米倉義晴のもとに、前回会合まで3回にわたって代表代理を務めた丹羽太貫に代わり、新代表代理の児玉和紀を迎えて総勢10名で参加しました。

全体会合の議長は昨年引き続き、N. Gentner氏 (カナダ) が務めました。会合において日本代表団は、国内専門家によるドラフトの事前検討の結果を踏まえ、適宜、発言するとともに、次期の課題提案「低線量・低線量率の自然および人工的環境からの公衆被ばくの疫学」を提案するなど、随所でわが国の存在感を示すことが出来ました。

今回の会合では、2002年以降継続して検討されてきた報告書附属書が前回会合において、全て最終承認されたことを受けて議論された将来戦略の中で、今後の検討課題として挙げられた6つのテーマに関するドラフト文書が検討されました。

6つのドラフト文書はそれぞれ、「文書 R.674：電気エネルギー生産からの放射線レベルの評価」、「文書 R.675：放射線リスク評価における不確実性」、「文書 R.676：健康影響における放射線寄与と評価能力」、「文書 R.677：放出に起因する被ばくの見積もりについての方法論」、「文書 R.678/R.680：放射線影響の概要」、「文書 R.679：データ収集、解析、公表の改善」であり、文書 R.674～R.677 は将来の報告書附属書としてのドラフト、文書 R.678/R.680 は国連総会に対する UNSCEAR 活動の広報的な文書、文書 R.679 は UNSCEAR が今後のデータ収集計画を効率的に進めて行くための作業用資料として位置付けられています。これらのドラフト文書は、2009年2月から各国代表宛てに検討用ドラフトとして送付されてきましたが、会合に2年間のインターバルがあったことから、UNSCEAR事務局とコンサルタント、各国代表団が一同に会してこれらドラフトを検討するのは初めてであり、多くの意見が交わされました。その結果、文書 R.678/R.680 については UNSCEAR からの報告書とし

て第45回国連総会に提出されました。また文書 R.679 に関連して、UNSCEAR の今後の活動に各国のデータ提供協力が不可欠であることから、国連総会に報告して加盟国および国際機関等の理解を得ることになりました。

以上の6つのドラフト文書に続く次期のテーマ候補の検討も行われ、わが国が中国、ロシアとの共同提案をしていた「低線量・低線量率の自然および人工的環境からの公衆被ばくの疫学」は相対的に優先順位の高い課題として評価を得ました。

また、各国代表のみによる事務連絡会議および非公開会議では、新規加盟国に関する問題等、現在

UNSCEAR がかかえる諸問題について意見交換が行われました。

今回の第58回会合は2011年5月23日 (月)～27日 (金) にウィーンで開催されることが案内されました。これまでと同様、わが国としては、国内でのドラフト検討体制の強化を図ると共に、テーマに応じた適切な専門家を代表団として派遣することなど、今後とも UNSCEAR に十分に貢献していく必要があります。

3.開会セッション

議長の N. Gentner 氏 (カナダ) が開会を宣言し、各国代表者およびそのアドバイザーに対して歓迎の

表1.第57回 UNSCEAR会合出席者リスト

国	代表	代表代理	アドバイザー
アルゼンチン	A. J. González		A. Canoba
オーストラリア	C.-M. Larsson	P. Johnston	
ベルギー	H. Vanmarcke	P. Smeesters	H. Bijwaard, G. Eggermont, H. Engels, F. Jamar, L. Mullenders, A. Wambersie
ブラジル	M. N. Martins		M. C. Lourenço
カナダ	N. Gentner	K. Bundy	D. Chambers, R. Lane, C. Lavoie, D. Whillans
中国	Z. Pan		S. Liu, Y. Liu, Q. Qin, X. Su, X. Yang, M. Zhu
エジプト	M. A. M. Gomaa		
フランス	A. Rannou	A. F.-Hérard	J.-R. Jourdain, L. L.-Jacobs, R. Maximilien, M. Tirmarche
ドイツ	W. Weiss	W. Müller	A. A. Friedl, P. Jacob, G. Kirchner, J. Kopp
インド	K. B. Sainis		
インドネシア	Z. Alatas		
日本	米倉義晴	児玉和紀	伴信彦、古渡意彦、中野政尚、丹羽太貫、三枝新、酒井一夫、鈴木元、高橋聖
メキシコ	J. A. Gómez		
ペルー	L. P. Ashton	A. L. Dávila	
ポーランド	M. Waliński	L. Dobrzyński	M. Janiak
ロシア	M. Kiselev		A. Akleyev, R. Iexakhin, T. Azizova, V. Ivanov, I. Kryshev, B. Lobach, O. Pavlovsky, A. Rachkov, S. Romanov, A. Sazhin, S. Shinkarev
スロバキア	E. Bédi		L. Tomášek, I. Zachariášová
スウェーデン	A. E. Elgaylani <sup>3</sup>		E. Ahmed, E. Ali <sup>3</sup>
スウェーデン	L. Moberg	L. Hubbard	
英国	J. Cooper		S. Bouffler
米国	F. Mettler Jr.	R. J. Preston	N. Harley, E. V. Holahan Jr.
国連加盟国からのオブザーバー			
ベラルーシ		J. Kenigsberg	
フィンランド		S. Salomaa	
パキスタン		M. Ali	
韓国		S.-Ho Na	
スペイン		D. Cancio (8月16-18日に出席)、E. Vaňo (8月18-20日に出席)	
ウクライナ		D. Bazyka	
オブザーバー			
United Nations Environment Programme (UNEP)			R. G. Witt
World Health Organization (WHO)			F. Shannoun
International Atomic Energy Agency (IAEA)			E. Amaral, R. Chhem
Technical officers attending individual meetings: A. A. Khatibeh (4c), A. Miketa (4a), D. Telleria (4d, 4f), S. Fesenko (4a-f, 5), T. Colgan (4e), G. Proehl (4d, 4f), J. Wondergem (4b, 4f, 5), P. C. Martin (4a-f), R. Czarwinski (4b, 4c), J. Rowat (4a, 4b), J. Izewska (4c)			
European Commission (EC)			A. Jouve
International Commission on Radiological Protection (ICRP)			C. Clement
International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)			A. Wambersie <sup>1</sup>
コンサルタント/招待された専門家			
K. Faulkner <sup>2</sup> , P. Jacob <sup>1</sup> , D. Melo <sup>2</sup> , E. Rochedo <sup>2</sup> , F. O. Hoffman, C. Land, W.-U. Müller <sup>1</sup> , A. Sowder, B. Hofmann, B. Lauritzen, C. Robinson, R. Wakeford			
UNSCEAR事務局			
M. Crick, A. Brunader, S. Habersack, M2会議室担当 S. Siahmed, P. Kormawa 文書配布所担当 A. Lapid			

<sup>1</sup> 代表団のメンバーを兼ねる。 <sup>2</sup> 電話会議での参加。 <sup>3</sup> 止むを得ない事情によりスウェーデン代表団は参加せず、首席公使である Ms. S. A. Osman が8月19、20日の幾つかの会合に出席。

言葉が表せられました。そして、オーストラリアの A.M. Larsson 氏、ブラジルの M. N. Martins 氏、フランスの A. Rannou 氏、メキシコの J. A. Gómez 氏、ポーランドの M. Waligórski 氏、スウェーデンの L. Moberg 氏および英国の J. Cooper 氏が新しく国代表となったこと、また前回参加できなかったインドネシアの Z. Alatas 氏および日本の米倉義晴が代表に復帰したことが紹介されました。さらに、ベラルーシ、フィンランド、パキスタン、韓国、スペイン、ウクライナのオブザーバー国としての参加が紹介され、また関連する6つの国際機関 (EC: 欧州共同体、IAEA: 国際原子力機関、ICRU: 国際放射線単位・測定委員会、

ICRP: 国際放射線防護委員会、UNEP: 国連環境計画、WHO: 世界保健機関) のオブザーバー参加が紹介されました。最後に W. Weiss 氏 (ドイツ) が副議長として、M.A.M. Gomaa 氏 (エジプト) が書記として任務にあたることが紹介されました。

#### 4. 作業グループ全体会合1

冒頭、議事次第が採択され、議長から議題項目3、4、5、6、7をこの全体会合1で議論し、議題項目8以降については8月20日(金)に予定している全体会合2においてを議論することが説明され承認されました。国連総会決議64/85に基づき引き続き知見の取

表2: 第57回 UNSCEAR 会合配布資料リスト (代表のみが参加する非公開会合での配布資料は除く)

○ 事前配布資料	
R.674/Rev.1	電気エネルギー生産からの放射線レベルの評価 (Assessment of levels of radiation from electrical energy production)
R.675/Rev.1	放射線リスク評価における不確実性 (Uncertainty in radiation risk estimation)
R.676/Rev.1	健康影響における放射線寄与評価能力 (Attributability of health effects to radiation exposure)
R.677/Rev.1	放出に起因する被ばくの見積りについての方法論 (Methodology for estimating exposures due to discharges)
R.678/Rev.1	放射線影響の概要 (Summary of radiation effects)
R.679/Rev.1 附録 A のための作業用資料 附録 B のための作業用資料 附録 C のための作業用資料 作業用資料	データ収集、解析、公表の改善 (Improving data collection, analysis and dissemination) 自然放射線源からの被ばくに関する質問票 職業被ばくに関する質問票 患者被ばくに関する質問票 ラドンデータを調べるための表示アプリケーション
R.680/Rev.1	低線量における放射線作用のメカニズム (Mechanisms of radiation actions at low doses)
○ 会期中配布資料 (* 印については、会合終了後にウェブサイトに掲示された)	
UNSCEAR/57/1	議題
UNSCEAR/57/2	文書リスト
UNSCEAR/57/3	議事進行表
UNSCEAR/57/4	出席者リスト
UNSCEAR/57/4/Rev.1	出席者リスト (修正版) *
UNSCEAR/57/5	全体会合: 開会セッションの議事録
UNSCEAR/57/5/Rev.1	全体会合: 開会セッションの議事録 (修正版) *
UNSCEAR/57/6	作業グループ会合の議事録
UNSCEAR/57/7 UNSCEAR/57/7/Rev.1 添付 1/Rev.1 添付 2/Rev.1 添付 3/Rev.1 添付 4/Rev.1 添付 5/Rev.1	今後の計画 今後の計画 (修正版) ・ Biological effects of selected internal emitters ・ Development of a knowledge base on radiation levels and effects ・ Medical radiation exposures ・ Enhanced exposures to natural sources of radiation due to human activities ・ Report on public information and outreach ・ 検討のために各国から提出された課題と提案
UNSCEAR/57/8	R.676/Rev.1 (寄与評価能力) の暫定文書プランに対する修正案
UNSCEAR/57/9	R.678/Rev.1 (国連総会報告のための科学的要約) の修正案
UNSCEAR/57/10	R.674/Rev.1 (電気エネルギー生産) の作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/11	R.675/Rev.1 (不確実性) の作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/12	R.676/Rev.1 (寄与評価能力) の作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/13	R.677/Rev.1 (放出) の作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/14	R.678/Rev.1 (要約) と R.680/Rev.1 (低線量) 作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/15	R.679/Rev.1 (データ収集) の作業グループ部会議事録
UNSCEAR/57/16	今後の計画に関する8月18、19日の議事録
UNSCEAR/57/17	第65回国連総会への委員会報告書案 (第1部)
UNSCEAR/57/18	第65回国連総会への委員会報告書案 (第2部)
UNSCEAR/57/19	第65回国連総会への委員会報告書案 (第3部)

りまとめを行っていくことが確認されました。

前回までの会合を開催してきた会議室が、アスベスト除去プログラムのための改修工事中であり、今回回会合は新たに建設されたM棟会議室を主会場として実施すること、またプログラムが完了次第、旧会議場で開催することが議長により説明されました。さらに2008年第56回会合において承認された UNSCEAR2008 年報告書・上巻を刊行したので希望する参加者に会合期間中に配付するとの説明があり、その一方で下巻の刊行までにはまだ作業と時間を要するとの説明がなされました。

報告書ドラフトの課題ごとに、下記の議長のもとに議論を進めることが紹介されました。

- R.674 A. Sowder (米国)
- R.675 J. Preston (米国)
- R.676 N. Gentner (カナダ)
- R.677 J. Cooper (英国)
- R.678/R.680 F. Mettler (米国)
- R.679 W. Weiss (ドイツ)

#### 5. 作業グループ全体会合2

事務局長 M. Crick 氏により、国連総会決議64/85に基づき、将来課題の検討が行われました。まず現

行の6テーマ (文書 R.674 ~ R.679) の説明が行われ、このうち、文書 R.678 (「放射線影響の概要」と R.680 (「低線量における放射線作用の機構」) については今回回会合で検討を完了するとの説明がありました。これら6テーマに続く課題として、文書計画の提出を終えた新たな5テーマ (「特定核種による内部被ばくの生物影響」, 「放射線のレベルと影響に関する知識データベースの構築」, 「医療放射線被ばく」, 「人の活動による自然放射線源からの被ばくの増大」, 「情報の公開と提供」) のうち、「特定核種による内部被ばくの生物影響」が7つめのテーマとして格上げされました。次いで、第55回会合以降、今回の会合までに各国から提案されてB評価をうけた20課題のなかで、必要性が高いと評価された5課題が取り上げられました。

- B08: Synthesis of evidence of radiation-induced cataracts
- B15: Risk of special groups
- B16: Secondary cancer whether or not caused by radaiton
- B19: Short update on cardiovascular diseases
- B20: Low dose and low dose rate epidemiology of public exposures from natural and man-made environments

表3: 第57回 UNSCEAR 会合議事進行表

日	時	開催場所	会合内容
8月16日(月)	14:30-17:30	M2 会議室	<b>全体会合</b> 1. 開会 2. 作業の予定: (a) 議事次第採択 (b) 作業の構成 3. 国連総会決議64/85の検討
			<b>作業グループ会合</b> 4.c 「健康影響における放射線寄与評価能力」
8月17日(火)	09:30-12:30	M2 会議室	4.c 「健康影響における放射線寄与評価能力」(続き)
	14:30-17:30		4.a 「電気エネルギー生産からの放射線レベルの評価」
8月18日(水)	09:30-12:30	M2 会議室	4.b 「放射線リスク評価における不確実性」
	14:30-16:30		4.b 「放射線リスク評価における不確実性」(続き)
	16:30-17:30		5. 「今後の計画」
8月19日(木)	09:30-12:30	M2 会議室	<b>生物作業グループ部会</b> 4.e 「放射線影響の概要」
		M7 会議室	<b>物理作業グループ部会</b> 4.d 「放出に起因する被ばくの見積りについての方法論」
	14:30-16:30	M2 会議室	4.f 「データ収集、解析、公表の改善」
16:30-17:30	5. 「今後の計画」(続き)		
8月22日(金)	09:00-11:00	M2 会議室	<b>事務連絡会議 (非公開会議)</b> 議題項目5、6、7の検討
	11:00-11:30		<b>事務連絡会議 (非公開会議)</b> 3. 国連総会決議64/85パラ13の検討
	11:30-12:00		<b>作業グループ会合</b> 4. 専門的議論に関する結論と勧告
	13:30-15:00		<b>全体会合</b> 議題項目3、4、5、6、7に関する勧告の採択 8. 次回会合の予定 9. 第58-59回セッションの執行部選出 10. 国連総会への報告書採択 その他

これら新規課題の検討では

- ・ 優先順位の決定にあたっては提案者の意気込みを反映させるべき。
- ・ WHO、ILO、ICRP等、国際組織から提案されたものもあるが、外部機関からの提案を報告書の課題として採用するか否かにおいては、UNSCEARとしての独自性などにも留意する必要がある。
- ・ 国際機関で進められている検討にも配慮し、重複を避けるべき。

といった意見が示されました。

A. J. González氏は、これら5課題のなかで、わが国が中国、ロシアと共同提案をしていたB20（「低線量・低線量率の自然および人工的環境からの公衆被ばくの疫学」）が、さらに検討に値するとの意見を述べ、F. Mettler氏も同意しました。F. Mettler氏はさらにB15も推薦しましたが、内容が明快ではないとの意見が出たことに対して、医療放射線を受ける子供をspecial groupとして取り上げるべきとの意見を述べました。意見交換のあと、議長はこれら2課題について、さらに検討を行うことが提案され、19日のセッションにおいて再討議がなされました。その結果、これら2課題についてさらに具体的な内容を盛り込んだ白書をもとに、来年の本会合で最終決定することになりました。B20は日本、ロシア、中国の3カ国の共同提案であるため、3ヶ月以内に3カ国で白書を作成し、事務局長のM. Crick氏に提出することになりました。その他のB評価の課題について、今後これらを除くか否かなど議論になったが、申請されたからにはそれぞれの理由があることを勘案し、今後もこれらの課題を継続審議することになりました。

Crick氏より、2年前にA評価を受けた課題について、すでに作成が進行中の報告書や、現在も検討中である課題などが紹介され、本セッションが終了しました。

## 6. 作業グループ部会

6つのテーマの報告書ドラフトの内容について、各作業部会にて下記の通り議論が行われました。

### 6.1 「健康影響における放射線寄与と評価能力」

（文書R.676の検討）

議長：N. Gentner（カナダ）

書記：J. Preston（米国）

コンサルタント：O. Hoffman（米国）

B. Hofman（米国）

W-U. Müller（ドイツ）

本報告書ドラフトは、放射線被ばくの健康影響評価モデルにおいて、放射線被ばくが健康影響発現にどの

程度寄与しているかを評価する際に、その概念的・実践的限界を明確化することを目的に作成されるものです。あくまで基礎になる科学的知見を提供するもので、本ドラフトにおいて防護などについての判断とか決定をするものではありません。

冒頭に、まず事務局長のM. Crick氏から、本報告書を作成するにいたった歴史的経過について報告がありました。2006年のチェルノブイリ事故20周年に際して、「チェルノブイリ・フォーラム」が放射線被ばくに伴う死亡者数の推定を4000人と報告し、その後100万人と推定するような報告が出たりして、大きな混乱を招きました。それを受けて国連総会から、「放射線寄与の評価能力」と「低線量被ばく影響」について報告書をまとめるよう指示を受け、本報告書を取りまとめることになったとのことでした。

その要点は以下のとおりです。

1. 被ばくした個人における健康影響についての放射線の寄与は、個人に組織反応（いわゆる確定的影響）がみられ、かつ明白な病理学的診断がなされることによって、他の原因が否定される場合のみ確定することができる。
2. 血液細胞や染色体などの特殊なバイオアッセイは、放射線被ばくの生物学的指標として用いられている。また被ばく線量推定にも「生物学的線量推定法」として用いられている。しかしながら、これら指標に異常が見られるからといって、その個人の健康影響が放射線影響であることを意味するとは限らない。
3. 個人におけるその他の健康影響、つまり発がんや遺伝的影響（確率的影響）については、放射線の寄与を明確に特定することは出来ない。それは、これらの場合には放射線被ばくが唯一の原因とは為り得ないからであり、また、放射線被ばく特有のバイオマーカーが現時点では特定されていないからである。
4. 個人における確率的影響は明白に特定できないものの、集団における影響は疫学調査などの知見より、寄与の評価は可能である。つまり、集団における疾患過剰罹患数などの評価は可能であり、適切な放射線疫学手順に基づいてこの評価を行うことができる。しかしながら、慢性低線量被ばくにおいては、高LET被ばく（ラドン被ばく）を除くと、被ばくに伴う過剰罹患数が非常に少なく、この方法を用いることはできない。ただし、バックグラウンドの罹患頻度が非常に低く、かつ放射線感受性が非常に高い疾患の場合は例外である。遺伝的影響については、この方法は用いることはできない。
5. バックグラウンドレベルの放射線被ばくについては、現時点では、健康影響における放射線の寄与は特定できない。実際にこのレベルの被ばくにおいても発がんや遺伝的影響は起こっているかもしれないが、科学的証明は現時点では不可能である。したがって、このレベルの放射線被ばくで、集団において寄与の程度を論じたり、前向きに影響（死亡数や患者数など）を推定してはいけぬ。

会合では、本ドラフトに対しての全体的コメントを議長のN. Gentner氏から求められ、各国代表からいくつもの支持意見や改善点についてのコメントが述べられました。

わが国からは、会合前にあらかじめ事務局に文書で提出したコメントに沿って、意見を述べました。その要点は以下のとおりです。

- ・ 本ドラフトは、健康影響における放射線の寄与を「後ろ向き」ならびに「前向き」にどの様に評価できるかについての科学的知見を網羅したもので、非常によく出来ている。
- ・ 科学的な議論のみならず、多くの脚注や用語集が掲載されており、広い範囲の読者に対応するよう配慮が払われている。
- ・ 放射線の寄与を如何に評価するかについて、「症例」も例示されており、複雑な問題をわかりやすく説明する工夫もなされている。
- ・ 科学的知見を誤解や誤用されることを避けるために、注意深い記述がなされている。

しかしながら、

- ・ 一般人や政策決定者などにはまだ難解なものに思え、平易化ならびに簡略化が必要である。
- ・ 健康影響における放射線寄与の評価にあたって、疫学的知見を「後ろ向き」に適用することには問題がないが、集団線量を用いて「前向き」にリスクを予測することには問題が多く、本会合にて更なる議論が必要である。

あらかじめコメントを文書で提出したのは日本とオーストラリアだけであったことから、日本からのコメントは高い評価を受けることになりました。

以上のほかに、各国代表から以下のようなコメントが寄せられました。

- ・ 使用された用語に誤解を招きやすいもののがかなりあり、改善が必要である。
- ・ 「放射線リスク評価における不確実性」のドラフトと重複部分が多くあり、調整が必要である。
- ・ ALARAとか防護についての記述がほとんどなく、失望した。
- ・ UNSCEARはあくまで科学の範囲にとどまるべきで、防護や政策決定に踏み込むべきでない。
- ・ 誤使用や誤解釈を避けるために、現在の科学の強みや限界を示すべき。
- ・ 後ろ向きに寄与を評価する場合には用語として「健康影響」を使用し、前向きの評価の場合は「リスク」を使用すべき。
- ・ 低線量リスクの評価にあたって、疫学的結果の外挿（extrapolation）よりは推定（inference）を使用すべき。
- ・ マイクロドジメトリの立場から、光子1個の吸収線量30mGyが低線量被ばく生物学的反応の転換点になる可能性がある。

これらのコメントに基づき、作業計画が修正され、

報告書のタイトルも「前向きリスクと後ろ向き健康影響における放射線寄与と能力」への変更が提案されました。そして、コンサルタントのR. Wakeford氏に、修正作業計画に沿って12月をめどに中間的報告書を作成するようN. Gentner議長から依頼がなされ、討議を終了しました。

なお本ドラフト文書は、UNSCEARが従来行ってきたコンサルタント制に基づいて作成したのではなく、ワーキンググループによる検討に基づいて作成されたものです。

### 6.2 「電気エネルギー生産からの放射線レベルの評価」

（文書R.674の検討）

議長：L. Moberg（スウェーデン）

書記：H. Bijwaard（ベルギー）

コンサルタント：A. Sowder（米国）

B. Lauritzen（デンマーク）

C. Robinson（IAEA）

本課題は、前回会合で議論されたUNSCEARの将来戦略に基づき、新たに設定された物理的課題のひとつです。そのため、文書計画及び附属書案の方向性を示すことに主眼を置いた検討という位置づけです。

核燃料サイクルからの放射線被ばくについては、これまで継続調査されてきましたが、それ以外の発電方法からの放射線被ばく量は1993年報告書以降、改訂の対象になっておらず、今では時代遅れな評価値になっています。また、核燃料サイクルに限らず、石油、ガス、石炭のような化石燃料発電のライフサイクル全体に起因する被ばく、再生可能エネルギーのライフサイクル（例えば太陽光発電に使用する希土類採掘時のNORMなど）からの被ばくが考えられます。

文書案では、発電手段を2つのフェーズとして捉えました。フェーズ1は、ベースロードとしての電力を提供する従来型の発電手段であり、フェーズ2は再生可能エネルギーである地熱、太陽、風力、バイオマスで、ライフサイクル対してインパクトを同様に評価します。ただし、事故時や人以外の生物へのインパクトは除外するとしています。

冒頭、文書計画（フェーズ1：ベースロード部分）に対する概括的な議論がなされまいした。主な意見を以下に示します。意見については、議長、コンサルタントらで検討し、次回文書案に反映されます。

- ・ 附属書のタイトルが文書計画と異なるのはおかしい。内容から考えると、当初の文書計画のタイトル「発電からの放

放射線被ばくの方が適切である。

- ・ 事故評価については含めないとするが、原子力事故は起こったら被害が甚大であるので含めるべきではない。
- ・ 高レベル放射性廃棄物に起因する線量評価が入っていないので、含めるべきではない。
- ・ 発電方式導入時の意思決定を考慮すると、放射線被ばくは有害な影響の一側面であることから、それ以外の要因(温室効果ガス排出量等)もあることを追記すべきではない。
- ・ 線量評価以前に、発電行為そのものに限定し、各発電方式から放出される放射性物質質量を評価すべきではない。

ついで、附属書案に関して議論されました。特にドラフト中で示されている1993年報告書に掲載された各ベースロード電源からの集団線量については、1982年のデータであり、かなり古いことから、最新の知見を反映した改訂が必要であること、誤差を表記すること、多人数なので集団線量ではなく個人線量を記すべきであること、等の意見が出されました。

また、議長から事前に各国代表者に求めた検討事項については、どこまでの線量を対象にするべきか、他の機関が作成した関連データも利用すべき、自国には本ドラフトに寄与できるデータがある(中国、フランス、ロシア、スウェーデン等)、等の意見が出されました。

最後に議長から、フェーズ1については今回の議論を参考にして、来年の会合までに文書計画及び附属書案の骨子を改訂するとの方針が示されました。

### 6.3 「放射線リスク評価における不確実性」

(文書 R.675 の検討)

議長：J. Preston (米国)

書記：D. Chambers (カナダ)

コンサルタント：P. Jacob (ドイツ)

F. O. Hoffman (米国)

C. Land (米国)

C. Muirhead (英国)

この報告は、放射線リスク評価における不確実性について評価したもので、疫学データの様々な不確実性、数学モデルを構築する際のモデルの選択・パラメータの設定などの不確実性など、多岐にわたり検討されています。しかし、放射線疫学・統計の研究者を主な対象にしているため、他のUNSCEAR報告書より専門性が高く難解です。

報告では、放射線リスクについて、高・中線量被ばくから低線量被ばくへの外挿、生涯リスクへの演繹、高線量率被ばくから低線量率被ばくへの外挿、LSSデータから他の集団へのリスク演繹、動物実験からヒ

トへの演繹などにおける不確実性が述べられています。また、統計解析の手法として、頻度論(frequentist)的手法とベイズ理論(Baysian)的手法が紹介され、モデルの検討においてベイズ理論(Baysian)的手法が優先順位の高さを判定するうえで有用であることが述べられました。この報告は、「健康影響における放射線寄与評価能力」と対をなす報告です。

その討議の要点は以下のとおりです。

- ・ 報告書はがんを中心的に扱っており、遺伝的影響や非がん影響に関する検討は行っていないことより、報告書の題名を「放射線ばく露によるがんのリスク推定における不確実性」に変更するよう提案があり、了承された。
- ・ 短縮版を巻頭に入れる構成にするよう提案があり、了承された。
- ・ ケーススタディを行い、その中で不確実性の検討および頻度論(frequentist)的手法とベイズ理論(Baysian)的手法を比較する事になりました。低線量、屋内ラドン、甲状腺癌を優先的に解析する事になった。
- ・ 不確実性を述べるだけでなく、モデルの頑健性(robustness)を述べないと、読者に誤ったメッセージを与えかねないとの懸念が表明された。
- ・ LQモデルを用いる限りDDREFを用いる必要はないので、DDREFの不確実性に関する議論は、この点に留意すべきとの指摘があった。

9月に文書「健康影響における放射線寄与評価能力」と本報告との合同ワーキンググループを開き、相互の統一性を確認し、2011年5月UNSCEAR会合までに報告書をリバイスを行い、2012年のUNSCEAR会合で承認されるよう準備することになりました。

本ドラフトは、R.676と同様、従来のコンサルタント制に寄らず、ワーキンググループによる検討に基づいています。

### 6.4 「放射線影響の概要」

(文書 R.678/R.680 の検討)

議長：F. Mettler (米国)

書記：W-U. Müller (ドイツ)

コンサルタント：S. Bouffler (英国)

本ドラフト報告書は、低線量放射線影響に関するUNSCEARの見解をまとめたものです。国連総会および非専門家に向けた広報的な文書であり、従来のドラフト文書とは性格を異にしています。

全体的な議論では、表題と低線量の定義が主な争点となりました。表題に関しては低線量の影響であることを明記すべきであるという意見がある一方で、高線量データからの外挿が主であることを理由にそれに反対する立場もありました。また、「影響」ではなく「リ

スク」あるいは「リスク推定」とすべきであるという意見もあり、最終的には、議長が総括し「低線量放射線の健康影響の概要」とすることで落ち着いた。

本報告書案で扱う「低線量」の範囲については、事前に配付されたドラフトには200mGy以下という記述がありますが、ICRP 2007やBEIR VIIの、100mSv以下に合わせてはどうかとの指摘があり、最終的に議長の判断でドラフト通り200mGy以下とすることにになりました。その一方で、200mGyまで含めると、胎児被ばくの影響も加える必要があるとの指摘があり、新たに項目を追加することになりました。また、パラグラフごとの検討の中で、発がんリスクの有意な増加がみられる最低線量を100 - 200mSvとすること、非専門家にもわかりやすいように図表を修正する、高バックグラウンド地域の住民にリスクの増加が見られない旨の記述を追加する、心血管影響および白内障については2006年報告書以降の知見も例外的に加えること等が了承されました。

続いて、関連する「低線量における放射線作用の機構」(R.680)の中から、R.678に組み入れるべき項目が検討され、免疫系への影響に関する記述を追加するとともに、バイスタンダー効果、ゲノム不安定性、適応応答というキーワードを加えることになりました。

上記のコメントを反映したR.678の修正版を各国に送付し承認を求めることになりました。

### 6.5 「放出に起因する被ばくの見積もりについての方法論」

(文書 R.677 の検討)

議長：J. Cooper (英国)

書記：G. Kirchner (ドイツ)

コンサルタント：C. Robinson (IAEA)

本課題は、前回(第56回会合)に議論されたUNSCEARの将来戦略に基づき、新たに設定された物理的課題のひとつです。ここでは、原子力施設からの放出物による一般公衆の線量評価に関して、これまでに発刊された一連の報告書を概観してその手法や特徴をまとめるとともに、検討課題を整理しています。また、関連分野における最近の重要な検討開発を調査して、評価手法をアップデートする内容です。

冒頭、各国から概括的コメントが提示されました。主なコメントを以下に示します。

- ・ 以前の報告書における評価は複雑かつ線量導出の透明性に欠けるため、透明性が重要。また、以前の報告書にはなかった放射性廃棄物処分、輸送を含めるべき。
- ・ 原子力及び原子力以外からの放射性物質の放出を考慮

すべき。

- ・ 国際機関や、他国の評価手法との一貫性を持たせるべき。また、被ばく経路、モデルサイト等をどうするかを検討が必要である。
- ・ 報告書完成までがかなり短めに設定されているが、納期よりも完成度を上げることが重要である。
- ・ タイトルが明確に内容を表していない。Methodology for estimating exposures to human beings due to routine dischargesとする。

また、事務局長から事前に各国代表者に求めた検討事項(a)-(g)については、議論の結果、以下のとおり取り扱うことになりました。

- これまでどおり個人線量及び集団線量を使用する。また、個人線量の範囲に注目し評価を行う。決定グループの線量はUNSCEARでは取り扱わないが文献として取り上げることは考えている。
- Local, regional, globalの範囲の定義はこれまでと同じとして良いが、正当化が必要。100年以上の線量も計算すべきであるが、手法は簡略化してもかまわない。
- 基本的に、線量は発電電力量によって規格化するが、デコミッションングなどで放出される場合等、規格化できないものは違ったやり方にする。
- 希ガス濃度について、CTBTOの測定結果との検証をすることは困難である。
- 人口分布は1970年代の情報であり、現在は人口も施設数も増えている。スタックの高さや人口密度は各国からのデータを求める。
- ラドン及びその子孫核種による放射線被ばくの線量評価は、最近出版されたUNSCEAR報告書に基づいて実施する。
- 用語集を作成する。

決定グループの線量評価に関する各国の方法論、廃棄物処分場情報、<sup>85</sup>Krの実効線量係数、原子力及び石炭火力施設近傍(10km刻みで100kmまで)の人口密度、について各国代表団からの情報提供を求め、議論された内容については、検討し、今年中に改訂稿を提示することになりました。

### 6.6 「データ収集、解析、公表の改善」

(文書 R.679 の検討)

議長：W. Weiss (ドイツ)

書記：V. Holahan (U.S.A.)

コンサルタント：D. Melo (ブラジル)

E. Rochedo (ブラジル)

K. Faulkner (英国)

本ドラフト報告書は、公衆、作業員、そして患者の被ばく線量を収集するための戦略と実施方針についてとりまとめたものであり、データ収集計画を遂行するための作業用内部資料として位置付けられ、従来のド

ラフト文書とは正確を異にしています。  
事務局からの提案された方針は以下の通りでした。

- ・ 各国の状況を反映して、現行のデータ収集フォーマットを改訂
- ・ 電子版調査票の電子化
- ・ 国際機関のデータ収集ネットワークとの提携 (NUMDAB (Nuclear Medicine Database, WHO) / DIRAC (Directory of Radiotherapy Centres, IAEA) / ISOE (Information System on Occupational Exposure, NEA-IAEA) / ESOREX (European Study of Occupational Exposure, EU))
- ・ 連絡窓口の設置と、対象国の絞り込み
- ・ 現存データ (ベース) を使用して暫定的に登録
- ・ 欠落している過去のデータと、規制当局が収集する今後のデータを収集
- ・ データ収集・品質保証のための専門家グループの設置と収集データの評価
- ・ 全ての被ばくデータの収集 / 管理のための WEB データベースの設計を開始

議論では参加国からの国内データ収集の成功事例と失敗事例についての発言が相次ぎましたが、討議の結果、提案内容に沿って UNSCEAR 参加国からデータ収集を開始すること、その際に参加国の代表が連絡窓口となること、参加国は専門家グループのメンバー候補を示すことが了承され、次回会合で進捗を見極めることになりました。また、これらの戦略およびデータ収集の必要性について、国連総会に報告して加盟国の理解を得ることになりました。

## 7. 事務連絡会議

事務連絡会議では、以下の5点について議論が行われ、最終的に合意が得られました。

- (1) 懸案であったオブザーバー6ヶ国からの UNSCEAR への加盟申請問題については、会期中の様々な機会を用いて検討が行われた。その結果、特定課題における委員会からの専門家への直接の参加要請、オブザーバーとしての招待、非加盟国の専門家の加盟国代表団への参加 (現状においても、オランダの科学者がベルギー代表団に参加している) など、個別の調整などを通じて対応するとして、オブザーバー国の個別の参加・不参加については言及することはなかった。
- (2) 国連総会に対する報告書は三部よりなり、第一は会合における検討報告、第二は科学的報告「低線量放射線の影響の概要」第三は国連総会決議64/85のパラグラフ13への対応から構成される。
- (3) 当初4月に開催の予定であった本会合は、アイスランド火山噴火の影響による航空網の混乱によって8月開催となったことから、例年、9月半ばに終了する会期内に国

- 連総会に提出されるが、今会合はそれに間に合うことが出来ず、次期(第65回)国連総会に報告される。
- (4) 次期テーマについて、今回の会合で新たな候補に挙げられた課題について、次回会合において詳細発表を行う。
  - (5) データ収集に関して、各国代表がそれぞれの国における取り組みについて次回会合に進捗報告を行う。

以上、加盟国問題を含む本会合における全ての事項に関する報告書案が採択されました。

## 8. 閉会セッション

会合最終日の8月20日午前に閉会セッションが開催されました。ここでは、第58回会合は、2011年5月23日(月)から27日(金)にかけてウィーンで開催することを確認、また、国連総会への報告書案についての内容を確認し、各国からの修正案含めて承認されました。

最後に、第58および59回会合の議長として W.Weiss 氏(ドイツ)が、副議長として C.-M. Larsson 氏(オーストラリア)が、書記として M. A. M. Gomaa 氏(エジプト)がそれぞれ推薦され了承され閉会しました。

## 9. おわりに

以上、延期による2年間のインターバルを経て開催された今回の UNSCEAR 会合を無事に終了することができました。原子力安全委員会、ウィーン国際機関日本政府代表部、文部科学省、外務省、UNSCEAR 国内対応委員会、その他多くの方々のご尽力、ご支援のおかげです。ここに深く感謝の意を表し厚くお礼を申し上げます。

前回の会合では、UNSCEAR の今後の活動方針について幅広く議論されました。今回の会合ではこれらを踏まえた上で、各国に対してより積極的な UNSCEAR 活動への貢献を求めながら、次の報告書の完成を目指して科学的議論の第一歩を踏み出しました。今後とも、皆様のご協力を宜しくお願い致します。

(公式の報告書は、原子力安全委員会・第12回放射線防護専門部会(平成23年2月開催予定)の資料として、内閣府原子力安全委員会のウェブサイト (<http://www.nsc.go.jp/senmon/shidai/bougo.htm>) で公表される予定です。)

## 印象記

# UNSCEAR第57回会合印象記



伴 信彦 (Nobuhiko Ban)

大分県立看護科学大学  
人間科学講座 環境保健学 准教授  
伴 信彦

原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR) の会合に、今回初めて参加する機会をいただきました。これまで UNSCEAR 国内対応委員会等で会議の様子は耳にしてきましたが、実際にその場に行ってみると、すべてが新鮮な体験でした。学術的な内容については別途報告記事がありますので、本稿では新参者の視点から、周辺事情ならびに個人的な印象を書き連ねてみたいと思います。

## 1. 会議に至るまで

当初、UNSCEAR 第57回会合は、2010年の4月に開催が予定されていました。ところが、出発を目前に控えた4月14日にアイスランドの氷河で火山が噴火し、それによる火山灰の影響で欧州の航空便が大混乱に陥ります。そんな中、私は4月18日のウィーン直行便に乗るべく、前日夜に大分から成田入りしました。

成田のホテルに到着してメールをチェックすると、日本代表団の先生方の中で、「飛ばないかもしれない」「飛ばらしい」といったメールが何本も飛び交っているではありませんか。ウィーンで足止めされていた佐々木前理事長もその輪に加わり、メールの交換は深夜から早朝まで続きました。朝にはフライトのキャンセルが確定したものの、会合の行方がわからず、とりあえず放医研に向かうこととなります。ちょうど一般公開の日に当たっていたため、酒井放射線防護研究センター長にご案内いただいて所内を一通り見学した後、米倉理事長を訪問し、そこで会合が正式に延期されたことを知りました。結局、同日の最終便で羽田から大分へ戻り、記念すべき UNSCEAR への第一歩は、週末の成田往復旅行に終わりました。

延期の後、改めて設定された会合は欧州のパカンスシーズン、日本ではお盆休みにかぶることに。会場確保の都合上やむを得ないと頭ではわかっている、「俺



写真1 議長席(奥の向かって左がGenter議長、その右がCrick事務局長)

の夏休みを返せ！」という気分になります。そんなわけで、8月に入ってからは周囲の夏休みムードをうらめしく思いながら、再び延期にはしないかなどと不謹慎な期待を抱いておりました。しかし、今度は火山が噴火することもなく、無事ウィーンへ到着。晴れて UNSCEAR 第57回会合に臨んだ次第です。

## 2. 会場の様子

会合が行われた場所は、ウィーン国際センターです。ウィーン中心部のシュテファンсплаッツから北東へ4km ちょっと、地下鉄で6駅乗ったところにあります。IAEA（国際原子力機関）や UNIDO（国連工業開発機関）をはじめとする国際機関の本拠地で、UNSCEAR の会合は例年ここで行われているそうです。

会期中、一度だけ二つのセッションに分かれましたが、それ以外はずっと同じ会議室が使われました。ロの字型メインテーブルの上座に議長と書記、コンサルタント（ドラフトの執筆者）が着き（写真1）、その両側に各国の代表者席、下座に国際機関からのオブザーバーの席が設けられました。急な日程変更により、小さ目の会議室しか確保できなかったということで、メインテーブルには各国1名分の席しかありませんでした。そのため、それ以外の参加者は、外側に配置されたテーブルあるいは壁際の椅子に陣取る形となりました（写真2）。



写真2 会場の様子

## 3. 会議風景

初日と最終日を除いて、基本的に午前・午後各3時間の会議が行われました。コーヒープレイクを挟むとはいえ、1時間半にわたって英語の議論に耳を傾けている間には、幾度となく集中が途切れます。その度に、同時通訳される国連公用語を羨ましく思いましたが、そんなことを思うのはおそらく日本人くらいで、参加者の大半は英語などものともしない国際会議の常連たちです。例えば、フランスの代表は終始フランス語で発言していましたが、午後のセッションが長引いて同時通訳が退席してしまったときは、いきなり流暢な英語に切り替えていました。

どんな会議でもそうですが、よく発言する人がいれば、ほとんど口を開かない人もいます。的を射た発言で全体をリードする人がいれば、ほとんど意味もなくしゃべり続ける人もいます。そんな中で大きな存在感を示していたのは、González（アルゼンチン）と Mettler（米国）の二人です。González は何か言わなくては気がすまないという感じで必ず口を開き、その発言は良きにつけ悪きにつけ影響力を持っていました。Mettler の方はアグレッシブではありませんが、時宜を得た現実的なコメントは全体の方向性を左右する力を持っていたように思います。ただし、この二人の存在感が大きいとは言っても、他の参加者が彼らに対して口をつぐむようなことは決してなく、Waligórski（ポーランド）などは、聞いていて気持ちよいほどに正論をぶつけていました。また、ベルギー

やドイツなどの欧州組は低線量のリスクを強調し、カナダはラドンの被ばくを前面に出したがるなど、個人のキャラクター以外に国や地域のカラーが出ることもあり、どの議論も興味深いものがありました。

## 4. レセプション

会合初日の夕刻には、Gentner 議長の母国であるカナダの在ウィーン大使公邸でレセプションが開かれました。大使公邸という響きに若干の畏怖をおぼえていましたが、実態はカジュアルなガーデン・パーティの様相でした。アルコール類はそれなりにありましたが、食するものは時折配給されるカナッペのみ。途中、大使がお出ましになり挨拶を述べた以外はとくに何もなく、それぞれが知己をつかまえて歓談し、三々五々に帰っていくという感じでした。写真3は、そのときの1コマです。

## 5. 会議を終えての感想

UNSCEAR はその名が示すとおり、「科学」について検討する委員会ですが、ここ数年、政策的な色合いが強まっているように思います。今回、実際に参加してみて、その印象を強くしました。「電気エネルギー生産からの放射線レベルの評価」（文書 R.674）や「健康影響における放射線寄与能力」（文書 R.676）などは、テーマ自体に政策的な意図を感じますし、他のテーマの議論においてもアプリケーションを意識した発言が少なからずありました。このような雰囲気になったの

は、IAEA 出身の Crick が事務局長になったことと無関係ではないと思います。

近年、UNSCEAR、ICRP、IAEA、WHO 等の境界が不明瞭になったと感じているのは私だけでしょうか。放射線・原子力を取り巻く環境は変化しており、時代が変わったといえればそれまでかもしれません。しかし、こと UNSCEAR に関しては、防護や利用とは一線を画して科学を貫いてきたからこそ、一定の信頼を得ているのも事実です。時代の要請に応えようとするあまり、自らのアイデンティティを崩すようなことになりはしないか、いささか懸念をおぼえます。同時に、日本はこの分野に少なからぬ貢献をしてきた国として、今後の UNSCEAR の動向にしっかり目を光らせていく必要があると感じました。



写真3 レセプションにて（右より、González氏、Czarwinski氏、筆者）

最近の成果

ストレスをコントロールする内因性カンナビノイドの作用メカニズム

The mechanism of endocannabinoids against stress

分子イメージング研究センター 分子神経イメージング研究グループ  
分子生態研究チーム主任研究員  
辛 龍文

分子神経イメージング研究グループ  
チームリーダー  
樋口 真人

分子神経イメージング研究グループ  
グループリーダー  
須原 哲也



辛 龍文 (Shin Ryong-Moon)

1. 背景と目的

未曾有の経済危機による終身雇用の崩壊やそれに伴う家庭破壊、児童虐待などが国では子供から大人まで過度のストレスにさらされ、引き続き生じる不安障害に対するケアは社会的急務となっています。しかしストレスの臨床研究はまだまだ発展途上であり、この一因として臨床研究へとつなげる基礎研究の立ち遅れが挙げられます。

人を含めた脊椎動物はストレスを感じると大脳辺縁系の中核である扁桃体の神経活動が活発になる事、この神経活動の活発化は神経細胞間の結合部であるシナプスにおける反応の持続的な増大(長期増強: long-term potentiation: LTP)によって生じる事が報告されています<sup>1)</sup>。よってLTPを抑制する脳内機構や物質を発見できれば、過度のストレスによる不安障害を軽減させる手掛かりが得られます。

放射線医学総合研究所 分子イメージング研究センター・分子神経イメージング研究グループでは、精神神経疾患の病態解明や診断法の開発を目標に、臨床研究と基礎研究をつなげるトランスレーションリサーチに取り組んでいます。今回の研究では、不安障害に効くと言われている内因性カンナビノイドに着目し、そのイメージングを目指して、基盤となる作用メカニズムの解明を行いました。

2. 研究手法と結果

1) カイニン酸受容体依存性 LTP

本研究ではラット脳から扁桃体のスライス標本を作成し、パッチクランプ法を用いて扁桃体神経細胞の電気活動を記録しました。恐怖のようなストレスを感じた動物では扁桃体シナプスにLTPが生じており、スライス標本を利用した実験ではその状態を模擬するた

め繰り返し刺激を与えてLTPを誘導させています<sup>1)</sup>。

本研究ではこれまでの最も多く用いられてきた脱分極状態に繰り返し刺激を加えた従来の刺激法(脱分極+繰り返し刺激)ではなく、繰り返し刺激のみを行った後には神経細胞にLTPが生じることに成功した(図1A、B)。繰り返し刺激(図1A赤矢印)した後に反応が増大している一例が示され、図1Bでは平均した結果を示している。

恐怖を記憶した動物の扁桃体で生じたLTPは、神経終末からグルタミン酸神経伝達物質の放出確率が増大している状態である事が報告されています<sup>2)</sup>。同様に今回の刺激によるLTPがどのような状態であるかを、単一シナプスのみを刺激する(unitary stimulation)で調べると、刺激前後で単一シナプス反応の成功率が向上しており、このLTPは神経伝達物質の放出確率が向上した状態であると結論付けられます(図1C、D)。

次にこのLTPがどの受容体によって誘発されるかを調べるため、扁桃体にある受容体のブロッカーを用いて調べた結果、NMDA受容体ブロッカー(D-AP5)を加えた時にはLTPが起こり(図1E)、2種類のカイニン酸受容体ブロッカー(UBP296、ACET)を加えた時にはLTPが起こらないことが分かりました(図1E、F)。これまで扁桃体ではNMDA受容体に関わるLTPの報告が多数ありましたが、カイニン酸受容体に関わるLTPは報告されておりませんでした。今回の研究で初めてカイニン酸受容体に関わるLTPがあることを示しました。

(2) 内因性カンナビノイドによる  
カイニン酸受容体依存性 LTP の抑制

次に、このLTPの脳内での修飾機構を調べました。一般に神経活動が活性化した状態では、細胞が脱分極状態になっており、この時、カンナビノイドという物質が放出されることが知られています。これまで報告されていたNMDA受容体に関わるLTPはカンナビノイドでは抑制されません。今回、新しくカイニン酸受容体に関わるLTPがあることを示したので、これにカンナビノイドが作用するのかもしれないと考え、カンナビノイド受容体を刺激する類似物(anandamide)を加えた状態でLTPの誘導を試みました。その結果、LTPが抑制された(図2A)ことから、カンナビノイドはカイニン酸受容体に関わるLTPを抑制する事が明らかにされました。また、細胞を人為的に脱分極状態にして繰り返し刺激をしたところ

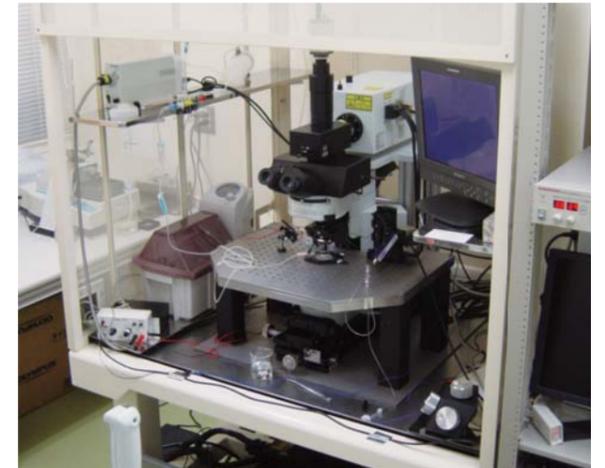


写真1 扁桃体LTPの脳内修飾メカニズム

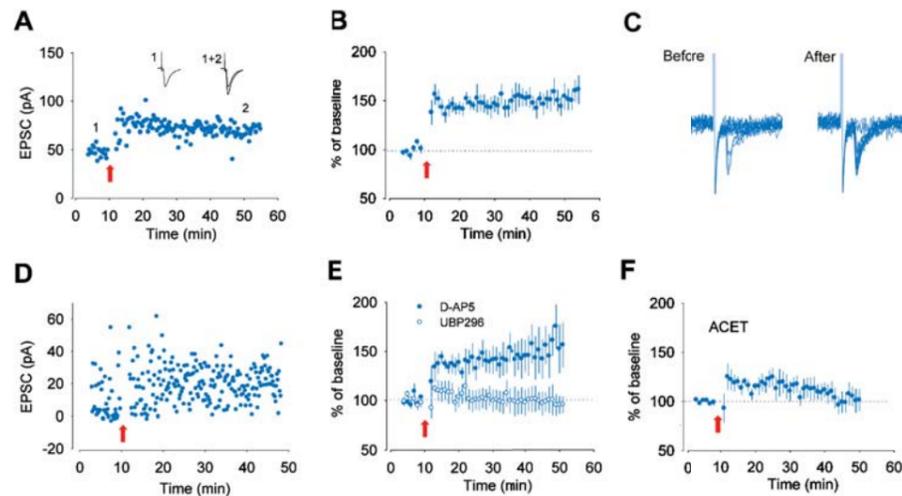


図1 扁桃体スライス標本でのLTP誘導

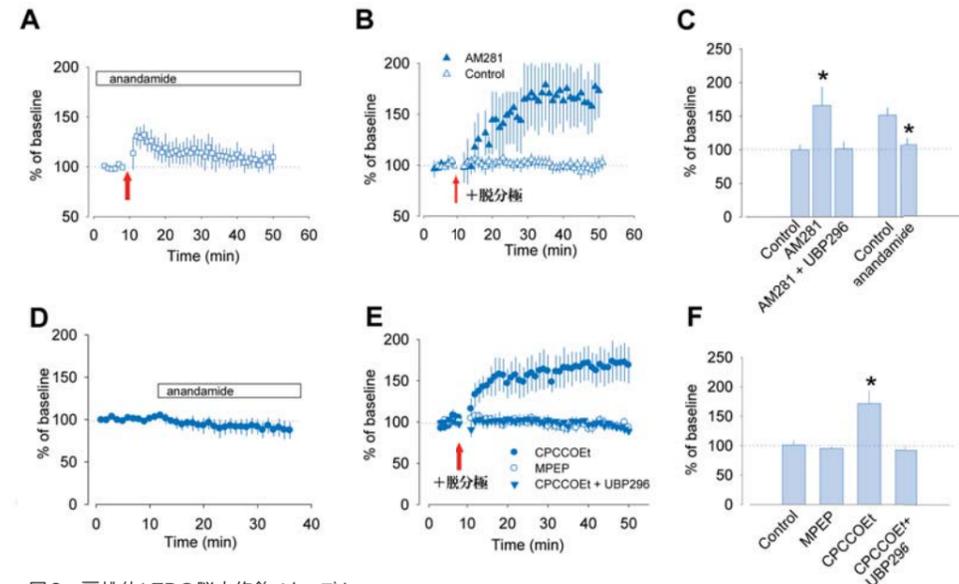


図2 扁桃体LTPの脳内修飾メカニズム

LTP が起こらなくなり、ここにカンナビノイド受容体ブロッカー (AM281) を加えると LTP が誘導されることが分かりました (図 2B)。

これらの結果 (図 2C) より、ストレスなどで扁桃体神経細胞が活性化した状態になると持続的に内因性カンナビノイドが放出され、そのカンナビノイドによって LTP の誘導が抑制されているというメカニズムが推定されます。次にカンナビノイドの放出機構がグルタミン酸神経伝達との関わりについて検討いたしました。図 2B で見られた脱分極によるカンナビノイド放出が LTP を抑制する現象は、代謝性グルタミン酸受容体グループ 1 の mGlu1 ブロッカーである CPCCOEt によって解除されるが、mGlu5 ブロッカーである MPEP によっては解除できなかった (図 2E,F)。これらの結果より代謝性グルタミン酸受容体 mGlu5 の活性によりカンナビノイドが放出されてカイニン酸受容体が関わる LTP を抑制するメカニズムが推定される。

### 3. 今後の展開

扁桃体へカイニン酸を局注すればてんかんが誘発されることから、扁桃体はてんかんの原因部位として認識されてきました。次第に扁桃体がストレス処理の中核である事がわかってきたため、カイニン酸受容体ブロッカーは不安障害への治療薬として研究され始めています<sup>3)</sup>。更に経験的に大麻が不安障害の緩和に働くため、海外では内因性カンナビノイドの濃度を上げる薬を用いた臨床研究<sup>4)</sup>が進められてきました。しかし両薬剤の作用メカニズムは全く不明で、本研究によってその詳細な作用メカニズムを明らかにできました。

扁桃体では恐怖などのストレスを感じた時に LTP が起こり、これがストレス記憶の基本要素であると考えられてきましたが、これまで報告されてきた LTP はほとんど NMDA 受容体の活性により誘発され、それらはカンナビノイドでは抑制されませんでした。今回カイニン酸受容体が関わる LTP が存在することが発見され、更にその LTP がカンナビノイドで抑制されることが明らかとなりました。これらにより、初めてカンナビノイドや脳内カンナビノイド濃度を上げる薬が不安障害の治療薬となりえる根拠を明らかにしました。

一般的にストレスの程度は本人の主観のみから論じられ非常に曖昧なため、個体間の比較などが不可能でした。また不安障害になりやすい気質の実体も全く不

明でした。ストレスにさらされると扁桃体ではカンナビノイド濃度が上昇するという他グループの報告<sup>5)</sup>と本研究成果を考え併せると、扁桃体でのカンナビノイド放出をポジトロン断層撮影でイメージングすることにより、人でのストレスの程度の定量化ができ、客観的な指標が得られ、例えば不安障害になりやすい度合いを診断できる可能性があります。

カンナビノイド受容体リガンドは既に多く存在しており、本所の世界最高水準の分子イメージング技術を用いて脳内カンナビノイド放出をイメージングする方法を実用化し、ヒトでのストレス指標として用いて不安障害の診断に応用したいと思えます。

### 参考文献

- 1) Tsvetkov E, Carlezon WA, Jr, Benes FM, Kandel ER and Bolshakov VY. Fear conditioning occludes LTP-induced presynaptic enhancement of synaptic transmission in the cortical pathway to the lateral amygdala. *Neuron* 34 : 289-300, 2002.
- 2) McKernan MG and Shinnick-Gallagher P. Fear conditioning induces a lasting potentiation of synaptic currents *in vivo*. *Nature* 390 : 607-611, 1997.
- 3) Alt A, Weiss B, Ogden AM, Li X, Gleason SD, Calligaro DO, Bleakman D and Witkin JM. In vitro and in vivo studies in rats with LY293558 suggest AMPA/kainite receptor blockade as a novel potential mechanism for the therapeutic treatment of anxiety disorders. *Psychopharmacology* 185 : 240-247, 2006.
- 4) Kathuria S, Gaetani S, Fegley D, Valino F, Duranti A, Tontini A, Mor M, Tarzia G, La Rana G, Calignano A, Giustino A, Tattolia M, Palmery M, Cuomo V and Piomelli D. Modulation of anxiety through blockade of anandamide hydrolysis. *Nature Medicine* 9 : 76-81, 2003
- 5) Marsicano G, Wotjak CT, Azad SC, Bisogno T, Rammes G, Cascio MG, Hermann H, Tang J, Hofmann C, Zieglgansberger W, Marzo VD and Lutz B. The endogenous cannabinoid system controls extinction of aversive memories. *Nature* 418 : 530-534, 2002.

## 報告記

### North-South issue and ethics of international clinical research: A Discussion focusing on these topics with University of the Philippines -Manila Research Review Committee Members

国際共同臨床研究における南北問題と倫理  
—フィリピン大学マニラ校研究審査委員との議論を中心に—

分子イメージング研究センター 運営企画ユニット  
臨床研究支援室 主任研究員  
栗原 千絵子

Chieko Kurihara  
Senior researcher, Clinical Research Support Section,  
Planning and Promotion Unit, Molecular Imaging Center,  
National Institute of Radiological Sciences

企画部 研究倫理管理支援ユニット  
福島 芳子

Yoshiko Fukushima  
Human Research Governance Unit, Dept. of Planning and Management,  
National Institute of Radiological Sciences

### Summary

The authors visited the Philippines in October 2010 and discussed with research review committee members of the University of the Philippines on North-South issues and ethics of international collaborative clinical research. Declaration of Helsinki states that clinical research project is initiated by industrialized countries and hosted in developing countries should respond to the health needs of the host community and also should include planning of post research provision of affordability for the community of the beneficial therapeutic method demonstrated as the research outcome. The CIOMS guidelines for Biomedical Research state the same things and also state additional norms that even if the research project cannot provide direct affordability of the beneficial therapy, it may be allowable if the research leads to capacity development in the host community. Through the discussion with the Philippine research review members, we found the importance of this CIOMS additional norm. Here we introduce the background situation in the Philippines and the valuable discussion with them.

What we learn here should be reflected not only when we conduct clinical research collaborating with developing countries, but also

### 要約

2010年10月にフィリピンを訪問し、フィリピン大学の研究審査委員会委員らと国際共同臨床研究における南北問題と倫理について議論しました。ヘルシンキ宣言では、先進国が主導し開発途上国で実施される研究計画は、実施地域の保健健康上のニーズに対応するものでなければならないこと、また計画において研究終了後に研究の結果として有益だとされた治療法が同地によって利用可能となるようにする計画を含むべきことが記されています。CIOMS 生物医学研究指針では、同じことを述べていますが、追加的な規範として、研究計画において終了後に有益とされた治療法を現地において直接的に利用可能とすることができなくても、現地における能力開発に結び付くのであればその研究計画は許容しうるとしています。フィリピンの研究審査委員たちとの議論を通して、このCIOMSの追加的な規範の重要性を再認識しました。ここに、フィリピンの背景事情と、研究審査委員の方々との貴重な議論の内容を紹介します。

ここで学んだことは、開発途上国と共同で臨床研究を実施するのみならず、途上国に新しい治療/診断技術を導入する際にも、そうした技術は現地においては研究段階であるため、参考になると考えられます。

when we introduce new therapeutic/diagnostic methods to them which are still in the research stage.

### 1. Introduction

Bioethicists in the United States (US) and Europe have long debated on the North and South issues and ethics of international collaborative clinical research. An especially hot topic had been the ethical justifiability of placebo-controlled clinical trials of preventing HIV/AIDS transmission, sponsored by US and European countries and hosted by African and Asian countries, carried out in carried out in 1990's. At that time, HIV/AIDS therapy or prevention had become already affordable in industrialized countries but not in developing countries. Opinions to support the trials state that such trials are necessary for establishment of therapy affordable for host communities, where intrinsic or extrinsic factors to affect therapeutic effects are different from industrialized countries. Objections are that it is unethical human experimentation not to provide the placebo group the therapy established in industrialized countries. This debate seems to be somewhat settled with the revision in 2002 of CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences) guidelines and also with the revisions of the World Medical Association Declaration of Helsinki in 2000 and 2008.

Japanese researchers and industries have not been sufficiently involved in this debate. On the other hand, they have been committed to international research and clinical development in Asian countries.

The authors visited several research institutes in Republic of the Philippines (Philippines) from 25 to 28 of October, 2010. Among them, on October 26 we had an especially valuable and interesting discussion with the researchers engaged in ethical and technical review at the University of the Philippines, Manila (UP or UPM) (Photo 1) on the North-South issue and ethics of international collaborative research. We report the findings here.

Photo 1: The University of the Philippines, Manila-College of Medicine  
写真1: フィリピン大学マニラ校医学部

### 1.はじめに

米国、ヨーロッパの生命倫理専門家たちは、国際共同臨床研究における南北問題と倫理について長い間にわたり論争を続けてきました。際立って論争が紛糾したのは、1990年代に欧米主導でアフリカ、アジア諸国で実施された HIV/AIDS 感染予防プラセボ対照臨床試験の倫理的正当性をめぐる問題でした。その頃工業国では既に HIV/AIDS の治療/予防薬は利用可能でしたが開発途上国では利用できる状態ではありませんでした。試験を支持する意見は、このような臨床試験は、治療効果に影響する内的・外的要素が先進国とは異なる開発途上国で利用可能な治療法を確立するためには必要である、というものでした。反対意見は、プラセボ群に対して先進国で確立されている治療法を提供しないのは非倫理的な人体実験だとするものでした。この論争は CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences: 国際医学団体協議会) による「人を対象とする生物医学研究の国際的倫理指針」の2002年改訂<sup>1)</sup>と、世界医師会による「ヘルシンキ宣言」の2000年および2008年の改訂<sup>2)</sup>により一定程度の決着がみられました。

日本の研究者・企業はこうした論争に十分に参加してきませんでした。一方、アジア地域における国際共同研究や臨床開発には関与してきています。

筆者らは、2010年10月25日から28日にかけてフィリピンのいくつかの研究施設を訪問しました。その中でも特に、フィリピン大学マニラ校 (University of Philippines, Manila: UP または UPM) (写真1) で倫理審査や技術面の研究審査に携わる研究者らと、国際共同研究における南北問題と倫理について貴重で興味深い議論をすることができたので、ここに報告します。



### 2. Ethics committees and research governance framework<sup>3)</sup> (Fig. 1)

In the Philippines, ethical reviews of clinical researches have been the responsibility of the “National Ethics Committee (NEC)”, which was established in 1984 by the “Philippines Council for Health Research and Development (PCHRD)”, under the Department of Science and Technology (DOST). Effective July 1, 2010, the ethical review function of the NEC ceased and has been mandated to “Institutional Ethics Review Committees (IERCs)”, which have been established in each research institute. The NEC

### 2. 国家倫理委員会と研究倫理体制の構築<sup>3)</sup> (図1)

フィリピンでは、臨床研究の倫理審査は科学技術省に置かれる「フィリピン保健研究開発審議会」(Philippines Council for Health Research and Development: PCHRD) によって1984年に設置された「国家倫理委員会」(National Ethics Committee: NEC) に委任されてきましたが、その審査機能は2010年7月1日に終了し各研究実施施設に設けられる「施設倫理委員会」(Institutional Ethics Review Committees: IERCs) に権限移譲され、2010年末には解散となります。国家倫理委員会は設立の翌年に同

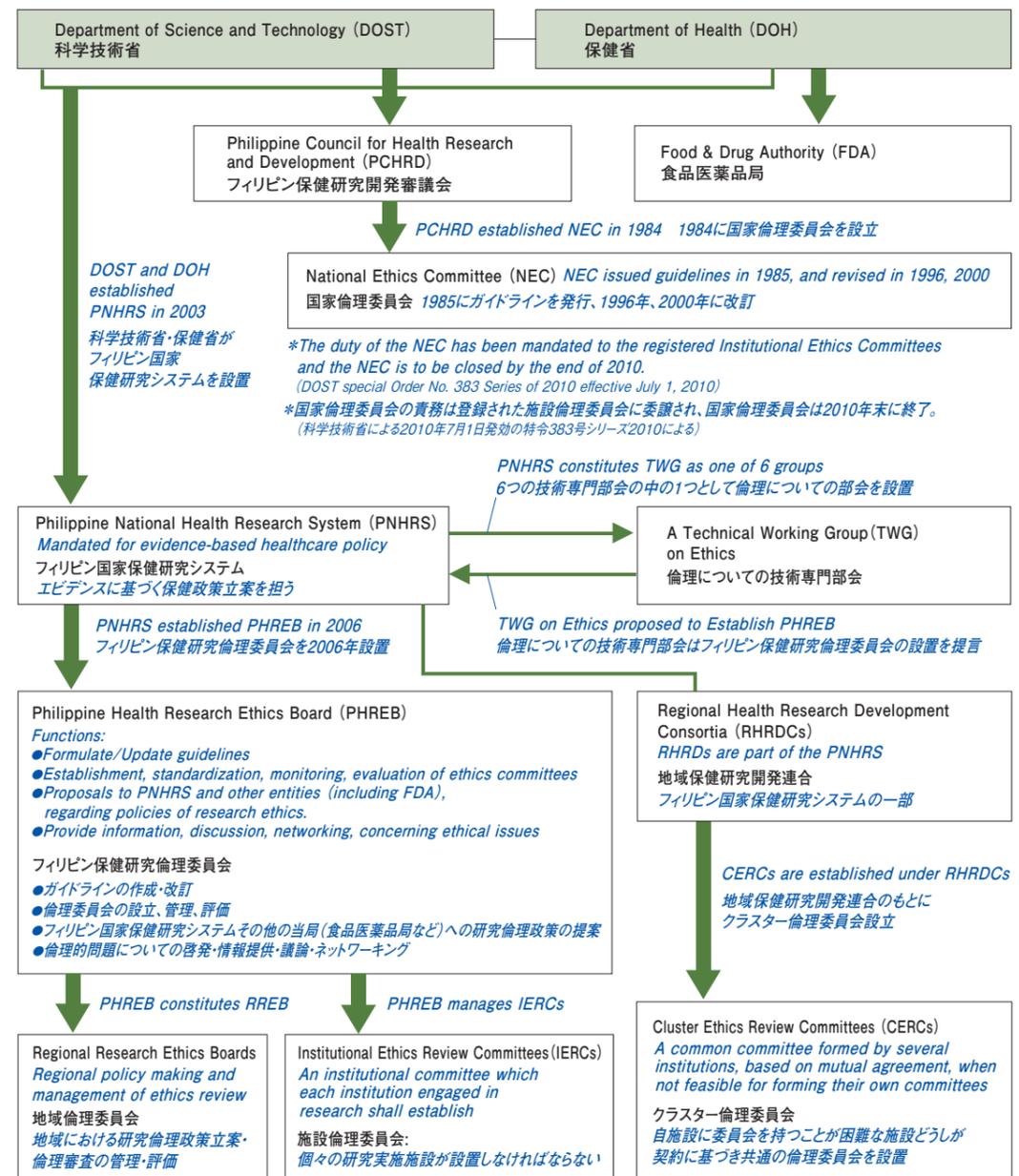


Fig. 1 Ethics review and research governance system in Philippines  
図1 フィリピンにおける倫理審査・研究管理システム

is to be disbanded by the end of 2010. The NEC issued in 1985 the first guidelines for the conduct of biomedical research in the country. The guidelines cover not only drug trials or biomedical research but also social or behavioral research. These categories of research need to be reviewed by an ethics committee. The guidelines were revised in 1996, in 2000, and in 2006<sup>3)</sup>. Now the guidelines are under subsequent revision, in which four of the members whom we met are involved (Vios, Olivar-Santos, Sia, Bravo, see the note of Photo 2).

In 2003, “the Department of Science and Technology (DOST)” and “the Department of Health (DOH)” established “the Philippines National Health Research System (PNHRS)”, to create evidence-based health policies and actions. Under the PNHRS, “a Technical Working Group (TWG) on Ethics” was constituted as one of the 6 groups. According to the proposal of this TWG, “the Philippines Health Research Ethics Board (PHREB)”, was established in 2006. This PHREB is the highest policy-making body for health research ethics. It is engaged in ethics policy making including revision of the guidelines

国における生物医学研究の実施についてのガイドラインを発行しました。このガイドラインは医薬品試験や生物医学研究に限らず、社会学・行動科学研究も包括し、これらの研究は倫理審査の対象となっています。ガイドラインは1996年、2000年、2006年に改訂され、その後も改訂作業は続いています。今回訪問で面会した方々のうち4人が最新の改訂作業に携わっています (Vios, Olivar-Santos, Sia, Bravo。写真2参照。)

2003年には、科学技術省と保健省が「フィリピン国家保健研究システム」(Philippines National Health Research System : PNHRS)を設置、エビデンスに基づく保健政策の立案と実施を委ねました。「フィリピン国家保健研究システム」に置かれた6つの技術専門部会のうちの1つに「倫理についての技術専門部会」(Technical Working Group (TWG) on Ethics)があり、この専門部会の提言に従って、「フィリピン保健研究倫理委員会」(Philippines Health Research Ethics Board : PHREB)が2006年に設立されました。同委員会は研究倫理の最高意思決定機関であり、研究倫理ガイドラインの改訂を含む研究倫理政策の立案や倫理委員会の認定システムの構築にあたっています。

「フィリピン保健研究倫理委員会」は「地域研究倫理委員会」(Regional Research Ethics Board)を設け、

as well as developing a system of accreditation and recognition of ethics committees.

PHREB constitutes “the Regional Research Ethics Board” which is engaged in regional policy making and management of ethics review. There are also “Cluster Ethics Review Committees (CERCs)”, each of which is a common committee formed by several institutions, based on mutual agreement, when not feasible for forming their own committee. CERCs are under the Regional Health Research Development Consortia (RHRDCs) which are part of the PNHRS.

### 3. Pharmaceutical regulations and compliance status

In the Philippines, a drug can be given marketing authorization, if the drug is already authorized in other predefined countries like the US, Japan, Australia, Canada, EU and other European countries, even without the results of a domestic clinical trial. But in some cases, the Philippines regulatory body may still require to conduct a domestic clinical trial. Clinical trials in the Philippines have to be conducted according to the Administrative Order issued by the Department of Health-Bureau of Food and Drugs (DOH-BFAD), dated August 30, 2001<sup>4)</sup>, which requires adherence to the ICH-GCP (International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use-Good Clinical Practice)<sup>5)</sup>, the global standards of ethics and quality assurance of clinical trials. In the Philippines, all clinical trials of drugs or medical devices have to be conducted under this GCP and also under the quality assurance system of the product manufacturing (GMP: good clinical practice) and of the product laboratory test under the Good Laboratory Practice (GLP). The clinical trials in the Philippines are more broadly covered by law than in Japan, where only the clinical trials of drugs and devices aimed at marketing authorization are covered by law (Fig. 2).

At this moment the Philippines has not yet been highly recognized as the field of clinical trials by global drug companies like the other Asian countries as China, India, Korea, Hong Kong, Singapore and

地域における研究倫理政策立案と個々の倫理委員会の管理を委ねています。また、「クラスター倫理委員会」(Cluster Ethics Review Committees : CERCs)は、自施設に委員会を持つことが困難な施設どうしが契約に基づき共通の倫理委員会を持つ形式ですが、これは「フィリピン国家保健研究システム」の一部である地域保健研究開発連合 (Regional Health Research Development Consortia : RHRDCs) の管轄下にあります。

### 3.薬事規制とコンプライアンス体制

フィリピンでは、所定の国々、すなわち米国、日本、オーストラリア、カナダ、EU諸国および他のいくつかのヨーロッパの国で既に承認されている医薬品については国内の臨床試験データがなくても承認できますが、当局が国内での臨床試験の実施を求める場合があります。フィリピンでの医薬品臨床試験は、2001年8月30日付で保健省食品医薬品局より公布された行政令<sup>4)</sup>に従って実施しなければなりません。この行政令は臨床試験の倫理と品質保証の国際基準であるICH-GCP (日米EU規制調和国際委員会によるGood Clinical Practiceガイドライン)<sup>5)</sup>に適合したものです。臨床試験で用いる製剤の品質保証はGMP (good manufacturing practice) に従うこと、製剤の非臨床試験の品質保証はGLP (good laboratory practice) に従うことが求められます。日本では医薬品・医療機器の承認申請を目的とした臨床試験のみが法律で規制されますが、フィリピンではより広範囲に、医薬品・医療機器の臨床試験はすべて法的規制の対象となっています (図2)。

現在のところフィリピンは、中国、インド、韓国、香港、シンガポール、台湾などのアジア諸国と比べるとグローバル製薬企業の臨床試験のフィールドとして十分認識されるに至っていませんが、フィリピンの研究者らは、グローバル製薬企業がフィリピン国内で臨床試験を実施するようになること、特に早期臨床開発を誘致できることを強く望んでいます<sup>6)</sup>。

国家倫理委員会の設立に先立ちフィリピンでは1979年に「研究倫理開発委員会」(Committee on Research Ethics and Development : CRED)がフィリピン大学国立保健研究所 (National Institute of



Photo 2 Members to attend the meeting at the UP-NIH. Sitting, right to left: Lulu Bravo (UPM Vice Chancellor, Director of NIH); Ramon Arcadio (UPM Chancellor); Chieko Kurihara & Yoshiko Fukushima (NIRS); Kimio Yoneda (President, Ina Research Philippines, inc.:INARP); Standing, right to left: Isidro Sia (Director, National Graduate Office for Health Professions); Marilou G. Nicolas (Deputy Director, NIH); Cynthia Valencia (Professor, UPCM); Maria Salome N. Vios (RIDO-UPCM Chair); Rosana A. Generalao & Cherrie C. Rustria (INARP); Other participants not in the photo: Patricia Kuh (medical panel board); Evangeline Olivar-Santos (ERB Chair); Eva Maria Cutingco-dala Paz (coordinator, NIH technical review board)

写真2 フィリピン大学マニラ校NIHでの会合の出席者。前列右からLulu Bravo (UPM Vice Chancellor, Director of NIH), Ramon Arcadio (UPM Chancellor), Chieko Kurihara & Yoshiko Fukushima (NIRS), Kimio Yoneda (President, Ina Research Philippines, inc.:INARP), 後列右からIsidro Sia (Director, National Graduate Office for Health Professions), Marilou G. Nicolas (Deputy Director, NIH), Cynthia Valencia (Professor, UPCM), Maria Salome N. Vios (RIDO-UPCM Chair), Rosana A. Generalao & Cherrie C. Rustria (INARP)。写真にない他の出席者はPatricia Kuh (medical panel board), Evangeline Olivar-Santos (ERB Chair), Eva Maria Cutingco-dala Paz (coordinator, NIH technical review board)

Taiwan, Philippines researchers have a strong desire to attract global companies to conduct clinical trials in Philippines, especially the conduct of early phase clinical trials<sup>6)</sup>.

Before the establishment of the National Ethics Committee, in 1979 the “Committee on Research Ethics and Development (CRED)” was established at the National Institute of Health (NIH) of the University of the Philippines. This was the first committee to be established in the Philippines for the review of research ethics. This committee evaluated and managed the research conducted in the Philippines funded by the “China Medical Board” in US. This board was organized by Chinese Americans and sponsored by the Rockefeller Foundation and funding was given internationally. It was the era of President Marcos, under the strong influence of the US. In 1984, CRED was split into the Technical Review Board (TRB) and Ethics Review Board (ERB). This leads the tradition of research

Health : NIH) に設立されました。これはフィリピンで最初に研究倫理審査のために設立された委員会でした。この委員会は、米国内の「中国医学評議会」(China Medical Board) による助成金によってフィリピンで実施される研究を審査し管理していました。この評議会は中国系米国人により組織されロックフェラー財団を資金源としていました。米国の強い影響下にあったマルコス大統領の時代のことです。1984年に研究倫理開発委員会は「技術審査委員会」(Technical Review Board : TRB) と「倫理審査委員会」(Ethics Review Board : ERB) に分れました。これ以来フィリピンでは倫理審査委員会が研究プロトコルの科学と倫理の双方を審査する際に同時進行で技術委員会が研究の科学的側面を審査するという手順が慣例となっています。

近年になって倫理審査システムは WHO (World Health Organization : 世界保健機関) が組織する「研究倫理審査およびアジア・西太平洋地域のためのフォーラム」(Forum for Ethical Review Committee and the Asia and Western Pacific

review in the Philippines in which the technical board reviews science of the research protocol simultaneously with its parent board to review both the science and ethics of the research.

Recently the Ethical review system has been also improved in collaboration with the initiative, organized by the Forum for Ethical Review Committee and the Asia and Western Pacific Region (FERCAP), a part of WHO (World Health Organization). The Research Implementation and Development Office (RIDO) of the University of Philippines-College of Medicine (UPCM) keeps Standard Operating Procedures (SOPs) for the conduct of research; the records of research; minutes of ethics committee meetings; and through their website introduces the international ethical guidelines and domestic regulations. They also provide a training system for clinical researchers, including those outside of the university. Since 2002, RIDO is under the accreditation of the US Office of Human Research Protection (OHRP), which allows research in the UP-College of Medicine and Philippine General Hospital (PGH) with US federal funding.

The Philippines is not only conforming with the clinical research governance frameworks but also the compliance system of animal experimentation has been constructed according to the laws for animal protection<sup>7)</sup>.

#### 4. International ethical norm and conquest of tropical diseases

The above mentioned “National Ethical Guidelines for Health Research” covers a variety of clinical research and has well-designed, extensive contents (Table 1). It quotes well known international guidelines such as the Declaration of Helsinki<sup>2)</sup>, and CIOMS guidelines<sup>1)</sup>. It also has the following characteristics:

(1) The guidelines focus on some categories of research which need special considerations, not only genome or embryo research, which are intensively discussed in industrialized countries, but also social behavioral research; research on traumatized populations because of war or natural disaster; HIV/AIDS research; and herbal/alternative

Region : FERCAP) との協力体制によってさらに質の向上がはかられています。フィリピン大学医学部の「研究推進開発事務局」(Research Implementation and Development Office : RIDO) では、研究実施のための標準業務手順書 (Standard Operating Procedures : SOPs) を提供し、研究記録や倫理委員会議事録を保管し、ホームページで国際的な倫理ガイドラインや国内規制に関する情報を発信しています。RIDO は臨床研究を実施する研究者にトレーニングを提供しており、学外の研究者も受講できます。2002年には RIDO は米国被験者保護局 (Office of Human Research Protection : OHRP) の認証も受けており、このためフィリピン大学医学部およびフィリピン総合病院では米国による連邦助成金を受けて研究を実施することができます。

フィリピンでは、臨床研究の管理体制を構築してきただけでなく、動物実験も、動物保護の法令に従ったコンプライアンス体制で実施されています<sup>7)</sup>。

#### 4. 国際的な倫理規範と熱帯病克服の戦い

上述の「保健研究のための国家倫理ガイドライン」は多彩な臨床研究を包括しており、秀逸な構成であり広範囲にわたる内容となっています (表 1)。ヘルシンキ宣言<sup>2)</sup> や CIOMS 生物医学研究指針<sup>1)</sup> などの広く知られる国際ガイドラインを引用していますが、以下に示すような特徴を持っています。

(1) 特別な倫理的検討を要するべき研究類型として、ゲノムや胚研究など先進国で集中的に議論してきた研究のみならず、社会学・行動科学研究、戦争や自然災害によるトラウマに関する研究、HIV/AIDS に関する研究、薬草療法や民間療法の研究など、先進国では必ずしも重点的に議論されてこなかった研究類型について検討されている。

(2) 国際共同研究における「南北問題」とこれに伴う倫理的問題について深く考察されている。この論点は、

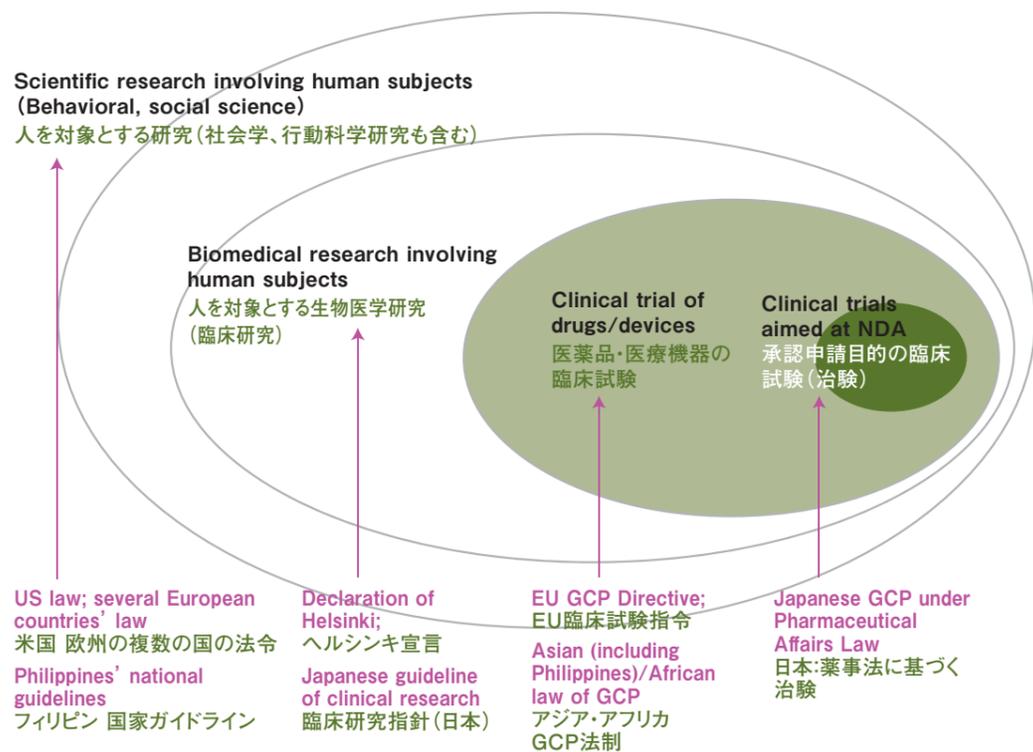


Fig. 2 Comparison of ranges of coverage of law of GCP (good clinical practice) standard between Japan and Philippines and other countries  
図 2 日本、フィリピン、その他の国々における臨床試験／臨床研究の規制の適用範囲

medicine research, which is not always sufficiently discussed in industrialized countries.

(2) The guidelines provide important standards concerning the “North-South” research collaboration and ethical considerations, which means fair distributive balance and share of risk and benefit of research among the industrialized and developing countries.

As for point (1), we introduced in Table 1 the topics for which special ethical considerations are provided in the guidelines. As for point (2), we summarized in Table 2 the related norms defined in the Declaration of Helsinki and the CIOMS guidelines.

Through the 2000 and 2008 revisions of the Declaration of Helsinki, as the consequence of the above mentioned debate on HIV/AIDS transmission prevention trial, the following international norm was established: (i) placebo or no treatment control can be allowed only when there is no any risk of serious or irreversible harm; (ii) research should be planned and conducted responding to the health care needs of the host community, and that the result should be made affordable for the benefit of the community. The latter policy prevents the conduct of early phase or relatively high-risk categories of drug trials hosted by developing countries sponsored by industrialized countries, without further provision of access or development of the drug towards the marketing

先進国と開発途上国の共同研究におけるリスクとベネフィットの配分のバランスにおける公正性の問題である。

(1) についてはガイドラインで特別な研究類型として検討されているトピックを Table 1 に示しました。(2) については関連するヘルシンキ宣言及び CIOMS 生物医学研究指針に明示される規範を Table 2 にまとめました。

ヘルシンキ宣言の 2000 年及び 2008 年改訂では、上述の HIV/AIDS 感染予防薬臨床試験をめぐる論争の結果として、次のような国際的倫理規範が確立しました。(i) プラセボまたは無治療を対照とする試験はそれによって重篤または回復不能な害もたらされることがない限り許容しうる。(ii) 研究は実施地域の保健上のニーズに対応して計画され実施され、その結果は実施地域に有益に利用できるようにすべきである。後者の方針は、医薬品の早期試験やハイリスクな試験を先進国が出資して途上国で行いながら、途上国において承認に至るまでの開発を継続しないといった行為を禁じています。しかしながら、CIOMS 生物医学研究指針はヘルシンキ宣言に対して追加的なガイドラインを提供しています。同指針では、先進国が資源の限られた共同体で研究を実施することを、直接的にその共同体において結果を利用可能とできないとしても、許容しています。その条件は、共同体に対して研究の実施、管理、倫理審査などの能力開発につながるような支援をする、ということです。フィリピンの国家倫理ガイドラインはこの点を強調しています。当然ながら、これは、被験者の安全、福利、人権を守るための

in the host countries. However, CIOMS provides additional guidelines to the Declaration of Helsinki. It allows industrialized countries to conduct research in resource-limited communities, even if they cannot provide direct affordability of the research results for the communities, on condition that they can assist the capacity development of the community to conduct, manage or review their research. The National Ethical Guidelines emphasize this point. Of course, these are the additional conditions to the standard guidelines to protect the safety, welfare and human rights of the research subjects.

標準的なガイドラインに対する追加的な条件ということになります。



Photo 3: Discussion on ethics of international clinical research with the UP-Manila Research Review Committee members  
写真3: フィリピン大学マニラ校研究審査委員との国際共同臨床研究の倫理をめぐる議論

### 5. Discussion with the member of UP-Manila Committee members (photo 3): Desire and challenge towards development

During the discussion with the ethics and technical committee members of UP-NIH, UPCM-RIDO and some officers of the UP College of

### 5. フィリピン大学研究審査委員との議論(写真3): 開発への期待と挑戦

フィリピン大学国立保健研究所 (UP-NIH)、同医学部研究推進開発事務局 (UPCM-RIDO) の倫理および技術審査委員会の委員らとの議論では、担当直入に、「海外の製薬企業がフィリピンで早期臨床試験や比較

Table 2 Obligation of the researcher in collaboration with resource-limited community  
表2 資源の限られた国との共同研究における研究者の責務

Declaration of Helsinki ヘルシンキ宣言	CIOMS CIOMS指針
<p><b>Placebo or no treatment control プラセボまたは無治療対照</b> 32. Placebo or no treatment control may be acceptable when it will not be subject to any risk of serious or irreversible harm 32. プラセボまたは無治療群の患者に重篤または回復できない損害のリスクが生じない場合に許容しうる。</p>	<p><b>Placebo or no treatment control プラセボまたは無治療対照</b> 11. Placebo or no treatment control may be acceptable when it would not add any risk of serious or irreversible harm to the subjects. 11. プラセボまたは無治療対照は研究対象者に重篤または回復不能ないかなる害のリスクも加えない場合に許容しうる。</p>
<p><b>Health needs 保健上のニーズ</b> 17. Research involving a disadvantaged or vulnerable community is only justified if the research is responsive to the health needs of this community. 17. 不利または脆弱な人々を対象とする研究は、研究がその集団の保健上ニーズに応えるものである場合に限り正当化しうる。</p>	<p><b>Health needs 保健上のニーズ</b> 10. The Research in communities with limited resources should be responsive to the health needs of the community. 10. 資源の限られた共同体での研究は、その共同体での保健上のニーズに対応するものであるべきである。</p>
<p><b>Post study access 研究終了後のアクセス</b> 14. The protocol should describe arrangements for post-study access by study subjects to interventions identified as beneficial. 33. At the conclusion of the study, patient participants are entitled to be informed about the outcome of the study and to share any benefits that result from it. 14. 計画書には、その研究の中で有益であると同定された治療行為に対する被験者の研究後のアクセスに関する取り決めが記載されるべきである。 33. 研究終了後、参加した患者は、研究結果を知る権利、研究結果から得られる利益を共有する権利を有する。</p>	<p><b>Post study access 研究終了後のアクセス</b> 10. Any intervention or product developed will be made reasonably available for the benefit of that community. 10. 開発される、あらゆる介入または医療製品は、共同体のベネフィットのために合理的に利用できるようにする。</p>
	<p><b>Capacity development 能力開発</b> 20. The research projects should contribute effectively to national or local capacity to design and conduct biomedical research, and to provide scientific and ethical review and monitoring of such research. 20. 研究計画は、実施国または地域において研究を計画・実施し、科学的倫理的に審査・管理する能力の向上に効果的に貢献すべきである。</p>

Table 1 The cover of the “National Ethical Guidelines for Health Research” and the topics especially discussed in it  
表1 「保健研究のための国家倫理ガイドライン」の表紙および特記される検討項目



- Clinical Trials on Drugs, Devices, and Diagnostics  
医薬品、医療機器、診断についての臨床試験
- Herbal Research  
薬草学的研究
- Complementary and Alternative Medicine Research  
代替補完医療研究
- Epidemiologic Research  
疫学研究
- Social and Behavioral Research  
社会学・行動科学研究
- Conduct of Research on Populations Traumatized in Emergencies and Disasters  
緊急時および災害時におけるトラウマに関する研究
- HIV/AIDS Research  
HIV/AIDS 研究
- Research on Assisted Reproductive Technology  
生殖補助技術に関する研究
- Genetic Research with a Section on Stem Cell Research  
遺伝学的研究および幹細胞研究
- International Collaborative Research  
国際共同研究

Medicine, we asked a straightforward question: “Do you welcome the drug trials of external sponsors even if only early phase/relatively high-risk studies are conducted and no further development is carried out, on the condition that they assist you for capacity development?” All the members said “welcome” with condition that other standard ethical guidelines are also adhered to. It was impressive that they strongly desire research capacity development as the CIOMS guidelines indicate. Additionally, the issue of the sharing of intellectual property rights is also mentioned. This topic is discussed in relation to the Convention on Biological Diversity (CBD).

A few years ago the authors were engaged in a discussion in a regional community in Japan which was very reluctant to accept the conduct of phase I studies on healthy volunteers at their regional public institute. Specialists of ethics in the Philippines in a public institute first start the discussion saying “welcome” for early phase drug trials of an external sponsor and then show their desire for capacity development. This contrast is obvious. Japanese discussion on research ethics tend to be very sensitive to the conduct of high-risk research in their immediate presence but tend to neglect outsourcing of high-risk research which is outside of their scope. The strong desire for capacity development in resource limited countries may indicate their “vulnerability”. It is unethical to utilize such vulnerable people as research subjects when some kind of research is difficult to conduct in industrialized countries. However, based upon deep consideration of the Declaration of Helsinki and CIOMS guidelines, “capacity development” policy may support ethical justifiability. Additionally, such capacity development and technology transfer should result in fair balance of benefit sharing of the community. It should not result in benefit only for the wealthy people of the resource limited countries.

## 6. Asian Clinical Trial Update in Okinawa

After the visit to the Philippines, we participated in the meeting “Asian Clinical Trial Update from Okinawa to Asia 2010 – From ethnic difference to similarity –”, held in Okinawa, November 20, 21. The

的リスクの高い試験のみを行い、その後の臨床開発をフィリピンで進めないとしても、CIOMS 指針のいう能力開発に向けて支援されるとしたら、そのような海外企業の試験を受け入れますか?と問いかけました。この質問に対し委員たちは、標準的な倫理ガイドラインが遵守された上で、ということですが、全員が「Welcome」と答えました。CIOMS 指針の示す「能力開発」に対する現地研究者らの要望の強さが伺われました。さらに、生物多様性条約をめぐって近年話題になっている知的財産権の問題なども言及されました。

筆者らは数年前に日本のある地域コミュニティで、当該地域の公的機関が受注して健康人対象の第 I 相臨床試験を行うことは受容し難いとする議論に関与したことがあります。フィリピンの公的研究機関で倫理を専門とする人々の姿勢は、国外スポンサーの早期臨床試験に対してまず「受け入れる」姿勢を示してそこから能力開発への要望を示しています。この姿勢は日本とは対照的です。日本の研究倫理をめぐる議論では、自分たちの目でハイ・リスクな臨床研究が行われることに対しては過敏ですが、これを避けることによって、ハイ・リスクな研究が国外流出することに対しては比較的無頓着です。フィリピンのような資源の限られた国では、能力開発を強く欲しているという状況が「脆弱さ」を表すともいえます。こうした地域の人々を被験者として、日本では実施し難い研究を実施することは倫理的に正当とは言えません。しかしながら、国際共同研究の南北問題をめぐってのヘルシンキ宣言、CIOMS 指針の規範を熟慮した上で、「能力開発」の考え方が、倫理的な正当性の確保へとつながるかもしれないのです。さらに、能力開発や技術移転は、現地においてベネフィットの適切なシェア・バランスが実現されるような形でなければなりません。資源の限られた国の富裕な人々のみが恩恵を得るような結果となってはならないのです。

## 6. Asian Clinical Trial Update in Okinawa

フィリピン訪問の後 11 月 20 日、21 日の両日沖縄で開催された「Asian Clinical Trial Update from Okinawa to Asia 2010 – From ethnic difference to similarity –」と題する会合に参加しました。ゲストの

guest lecturers were from China, Korea, Malaysia and the Philippines and they discussed the promotion of multinational clinical trials in Asian countries, and focused especially on the importance of promotion of early phases of drug development. They introduced the infrastructure development of clinical facilities for early phase clinical trials and also findings from their research. Importance of early participation of Asian people in clinical trials is because the results in early phases considering regional intrinsic factors (dose response; efficacy and safety information) and extrinsic factors (clinical and social settings) will reflect on the late phases' protocol design, and finally, the authorized description of usage of the drug.

The ten countries in ASEAN (Association of South East Asian Nations: Brunei, Cambodia, Indonesia, Lao PDR, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thailand, Viet Nam) are going to establish one regulatory board of drug authorization by 2015, introducing the system already established in EU. Drug approval in one ASEAN country will come to mean approval in other ASEAN countries. This will give global companies the incentive to conduct clinical trials aiming toward a very large market. They will be able to design a regulatory policy to promote drug development which will meet the

講師は中国、韓国、マレーシア、フィリピンから参加し、アジアにおける多国籍臨床試験の推進について議論されました。中でも特に、早期臨床開発の推進の重要性が強調されました。アジアの代表者らは早期臨床試験実施のための臨床施設の体制整備の状況や早期臨床試験実施施設において得られた研究成果について講演し議論しました。アジア人が早期開発の段階から臨床試験に参加することの重要性は、地域的な内的要因（用量反応や有効性安全性）および外的要因（臨床的および社会的環境要因）を考慮に入れた早期における試験結果は後の開発相のプロトコル立案に影響し、さらに医薬品の使用についての承認文書に影響するところにあります。

ASEAN (Association of South East Asian Nations) 加盟国すなわちブルネイ、カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、シンガポール、タイ、ヴェトナムの 10 か国は、2015 年までに EU と同様のシステムを導入し、ASEAN に 1 つの医薬品承認規制当局を設置しようとしています。これが実現すれば、ASEAN における 1 か国での医薬品承認は、他の ASEAN 加盟国における承認を意味することになります。これによって ASEAN はグローバル企業が巨大なマーケットを標的として臨床試験を実施するインセンティブを提供することになります。さらに、アジアの人々の保健上のニーズを満たすような医薬品開発を推進する規制当局の政



Photo 4 Panel discussion at the Asian Clinical Trial Update in Okinawa and the lecture of Jaime C. Montoya, Professor, Infectious Disease at the University of the Philippines College of Medicine and the Executive Director of the Philippine Council for Health Research and Development, Department of Science and Technology

写真4 Asian Clinical Trial Update in Okinawaにおけるパネルディスカッションおよびフィリピン大学医学部感染症科教授・科学技術省保健研究開発審議会エグゼクティブ・ディレクターである Jaime C. Montoya 教授の講義

health needs of Asian people. Prof. Jaime C. Montoya from the Philippines emphasized the fact that “only 10% of the global resources for health research are focused on 90% of the world’s diseases that are mostly in the developing world”<sup>6)</sup>. This ratio may be reversed as the result of the effort and enterprise of ASEAN people taking a risk of providing their populations for early phase drug development by global companies.

## 7. Conclusions: Toward the sustainable partnership

We have learned from the Asian people that “resource-limited countries” mentioned in CIOMS guidelines have made efforts to resolve their health problems, and have developed their own research ethics governance systems and clinical trial infrastructures. We should respect, appreciate such efforts. Japanese industries and researchers could contribute to such countries’ activities of capacity development, without exploitation of their vulnerable populations, assuring their safety, welfare and human rights, through international research collaboration.

What we learn here should be reflected not only when we conduct clinical research collaborating with developing countries, but also when we introduce new therapeutic/diagnostic methods to them which are still in the research stage.

This contribution not only leads to research conduct or management capacity enforcement but also leads to provision of the chance of employment. We visited several other research institutes and also found that research staff were hired from the community who are working adhering to international standards of research governance, introduced in each institute. They will soon develop beyond just being our collaborators, to becoming potent competitors.

Additionally, traditional ethics has considered it not ethically justifiable to regard the research subjects as workers. This is because research subjects should not be monetarily induced to participate in research as workers. However, there is a situation in which resource-limited community

策が立案されることになるかもしれません。フィリピンから参加した講師である Jaime C. Montoya 教授は、「世界中の疾患の 90% に対してあてられている保健研究の資源はわずか 10% のみに過ぎない。そしてこれら 90% の疾患の大部分は開発途上で発症している。」という事実を強調しました<sup>6)</sup>。ASEAN の人々が地域共同体をグローバル企業の臨床開発フィールドとして提供するというリスクをとり、起業精神に満ちた努力を重ねることで、この比率は逆転することになるかもしれません。

## 7.おわりに: 持続可能な協力体制を目指して

アジアの人々との交流から、CIOMS 指針のいう「資源の限られた国」は、地域に特有の保健上の問題を解決し、研究倫理体制および臨床試験実施体制を整備する努力を重ねていることを学びました。こうした努力を尊敬し高く評価すべきです。日本企業や研究者は、こうした国々の脆弱な人々を搾取することなく、被験者の安全・福利と人権を守りながら国際共同臨床研究を進めることで、現地の能力開発に十分に貢献することができるのです。

ここで学んだことは、新しい治療/診断技術を途上国に導入する際にも、現地にとっては研究段階の技術であるため、熟慮すべき事柄となります。

さらにこうした貢献は現地における研究の実施や管理の能力強化につながるのみならず、雇用の機会を提供することにもなります。今回訪ねたいくつかの施設においては、現地スタッフが地域コミュニティから採用され、国際標準といえる研究管理体制が各施設に取り入れられそれに準拠して業務に従事している様子が伺われました。彼らは早々に協力者の域を超えて有能な競争相手へと成長することが予想されます。

また、伝統的な研究倫理の考え方においては「被験者」を「労働者」とみなすことは、金銭的誘引により試験参加を求めることにつながり倫理的に正当でないとされてきました。しかし資源の限られた共同体においては、厳格に管理された低リスクの研究にその安全と尊厳を守られつつ参加する被験者が、研究参加によって生活の糧を得ているという実情があります。

国際共同臨床研究の倫理という問題設定の中で検討されてきた南北問題の論点を熟慮しつつ、アジア諸国における公正な技術移転を通しての能力開発に貢献することで、持続可能なパートナーシップの構築を推進してゆくことが望まれます。

people are taking part in low-risk research strictly controlled to assure their safety and human dignity, and the research participation fee supports their life.

We should deeply consider the North-South issues which have been discussed in the area of ethics of international collaborative clinical research, and then promote sustainable partnership with Asian countries to contribute to their capacity development through fair-balanced technology transfer.

## Acknowledgement

This study is a part of “Innovative strategies for drug development using microdosing clinical studies” (NEDO MicroDose-PJ), sponsored by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).

We appreciate the discussion and collaboration with the people at the University of the Philippines-Manila, National Institute of Health (NIH), Research Implementation and Development Office (RIDO), UP College of Medicine, UP Philippine General Hospital (PGH); Jaime C. Montoya, Professor, Infectious Disease at the University of the Philippines College of Medicine and the Executive Director of the Philippine Council for Health Research and Development, Department of Science and Technology.

## References

- 1) CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences) . International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects. 2002.
- 2) World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. October 2008. Available from: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>
- 3) Philippine National Health Research System (PNHRS), Philippine Council for Health Research and Development, Department of Science and Technology. National Ethical Guidelines for Health Research. 2006.
- 4) Appendix A- Administrative Order No. 47 series 2001, Rules and Regulations on the Registration, Including Approval and Conduct

## 謝辞

本研究は、NEDO (独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) による「橋渡し促進技術開発/マイクロドーズ臨床試験を活用した革新的創薬技術の開発」の一部として行いました。

フィリピン大学マニラ校における国立保健研究所、研究実施開発事務局、医学部、総合病院の方々との議論と協力に感謝します。また、フィリピン大学医学部感染症科教授・科学技術省保健研究開発審議会エグゼクティブ・ディレクターである Jaime C. Montoya 教授の協力を謝意を表します。

- of Clinical Trials, and Lot or Batch Release Certification of Vaccines and Biologic Products.
- 5) International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use. ICH harmonized tripartite guideline: Guideline for Good Clinical Practice E6. 1996.
- 6) Montoya JC. Philippines’ perspective: New streams for early clinical trials in early stages in the Philippines. In: Asian Clinical Trial Update From Okinawa to Asia 2010 – From ethnic difference to similarity –, held in Okinawa, November 20, 21.
- 7) Appendix A-Administrative Order No. 40 series 1999, Rules and Regulations in the Conduct of Scientific Procedures Using Animals.

報告記/第13回放医研一般講演会(2010年11月21日開催、会場:福岡国際会議場)

九州初、重粒子線がん治療施設への期待

第13回放医研一般講演会を、平成22年11月21日、「がんに強い人に優しい重粒子線がん治療」をテーマに開催しました。800人を超える参加があるなか、放医研の野田耕司物理工学部長による重粒子線がん治療装置の紹介、鎌田正重粒子医学科学センター長による重粒子線がん治療の適用症例や治療成績についての講演に続いて、九州初となる重粒子線がん治療施設の開設を目指す「九州国際重粒子線がん治療センター」プロジェクトについて、運営主体となる公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団の十時忠秀理事長に紹介していただきました。



十時 忠秀 (Tadahide Totoki)

公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団理事長  
前・佐賀大学医学部附属病院長  
十時 忠秀

1.九州国際重粒子線がん治療センタープロジェクト

九州の、そして佐賀県の鳥栖市にどうして重粒子線がん治療施設(図1)をつくることになったのかということをお話いたします。

実は4年ほど前に佐賀県の古川知事から、佐賀県はがんで亡くなる方も多し、九州各県も多い。最先端のがん治療施設を誘致できないか、というお話をいただきました。そこで、経済界、医療界、大学、行政という産学官が連携してやれないかということで、九州の有力企業の幹部や大学の先生方にも相談し、「粒子線がん治療検討専門家会議」を立ち上げて、どこにどういうものをつくろうかという話し合いが始まったのが3年前のことです。

その後、地元からの誘致もあり、九州の交通の要

衝に位置する鳥栖市につくることになりました。そして、粒子線には陽子線と炭素線がありますが、陽子線を使った施設は既に指宿(鹿児島県)で計画されていましたので、鳥栖にはより高い治療効果が期待できる炭素線を使った施設をつくることになりました。

開設に向けては、プロジェクトの発案者であり推進役でもある佐賀県と、放医研とが協力協定を結んで、放医研も全面的に応援しますよといただきました。

また、このプロジェクトの賛同者の集まりを開いたところ、九州の財界や医療界の皆さまを中心に「よし、やろう」ということで、「九州国際重粒子線がん治療センター」、愛称:SAGA HIMAT(サガ



図1:九州国際重粒子線がん治療センター完成イメージ図

ハイマツト)\*を開設するプロジェクトが動き始めたのが2年前のことです。

※SAGA Heavy Ion Medical Accelerator in Tosu 既に建屋を整備する九州重粒子線施設管理株式会社と、治療装置の整備と医療運営を行う公益財団法人佐賀国際重粒子線がん治療財団が立ち上がっていて、治療装置は財団が発注していますし、建屋も平成23年1月には工事の安全祈願祭を行う予定です。

2.医師として、がん治療への思い

「この4年ほどで、よくここまで来たなあ」というのが私の実感です。私は麻酔科医で、40年近くがんの外科療法に携わってきました。もちろん外科療法も大変いいところはあります。だけど、ちょっと困ることもあるんですね。例えば頭頸部のがん、顔のがんとかは手術をすると顔の形が変わってしまうということがあります。鼻や目など顔にできたがんの患者さんが、重粒子線の治療によってきれいな顔のままであれば、こんないいことはないと思います。

それから、19歳の女性の骨肉腫の治療で、命を助けるためとはいえ肩から腕を切断したこともあります。手術後にその女性が本当に悲しそうな顔をしておられたことを思い出します。手を切断した場合、幻肢痛といって無くなった手が痛いということ

が起こります。肺がんも手術で肋骨神経が切れると下着が触れただけで胸が痛むことがあります。

また、脳の深いところにある腫瘍を手術する場合、合併症の心配もあります。神経が切れることによって排尿、排便等の機能が失われることもあります。

40年間、手術場で外科の治療に携わってきたなかで、そういう治療で本当に悲しそうな顔をしておられた患者さんを思い浮かべると、やっぱり副作用が少なく、治療後の患者さんの生活への影響が少ない、そういう「人に優しい治療法」がぜひ欲しいと思っていたのが医師としての私の思いです。

骨盤にできたがんを治療するために足を切断し、車いす生活になった患者さんもいらっしゃいます。重粒子線による治療によって歩ける状態であれば、可能性が広がることは大きな意味があると思います。こういうことが、この重粒子線を使った治療法のすばらしい点だと思っています。

3.九州新幹線「新鳥栖駅」前という好立地

そういう重粒子線を使ったがん治療用装置が世界で始めて放医研で開発され、その後、兵庫県、群馬大学でも導入されていて、このプロジェクトが実現すれば、国内4か所目、九州では初の治療施設となります。

この施設は、平成23年3月に開業する九州新幹線



の「新鳥栖駅」前、駅から歩いてすぐのところになります(図2.3)。新幹線の駅前ができるということは、患者さんも来やすいし、ここで働く医師などの医療スタッフの協力も得やすいという利点もあります。また、鳥栖市は九州を東西と南北に貫く高速道路のクロスポイントでもあることから九州全域からの利用が見込めるほか、福岡空港も近いので、国内はもとよりアジアからも、飛行機で来られる方には非常に便利なおところだと思っています。

九州国際重粒子線がん治療センターは、放医研のほか群馬大学とも協力協定を結んでおり、九州・山口地区の大学連合からも、スタッフの派遣や患者さんの紹介の面で協力を得ながら一緒にやっています。佐賀県からも補助金や準備に携わる人の面で協力いただくなど、様々な方々の協力を得ながらプロジェクトを進めています。

今回の福岡市での講演会に800人を超える方に来ていただいたのも本当にありがたいと思いますし、この重粒子線による治療が県域を超えて多くの方に期待をしていただいていることの表れと思っています。

プロジェクトに必要な初期投資約150億円は、その大半を寄附や出資で調達することにしています。がん医療の充実を目指すこのプロジェクトの趣旨にご賛同いただける皆様からのご支援を、是非、よろしくお願いいたします。

#### 4. 「天の時」、「地の利」、「人の輪」に恵まれたプロジェクト

4年前から始まったこのプロジェクトがここまで進



図3:センター建設地から九州新幹線「新鳥栖駅」を臨む

んでこれたのは、今、日本はがんで亡くなる方が多いから、がんを少しでも減らそう。そのためのがん治療の均てん化を図ろう。つまり、九州ではこういう最先端の治療は受けることができないではなくて、九州でも受けられるようにしようという思いが募った「天の時」だと思えます。

それから鳥栖市につくろうということが決まって、このプロジェクトは加速的に進みました。道州制にでもなれば九州のおへそみたいなところにこの施設ができるということは、「地の利」だと思っています。

それから「人の輪」。これは佐賀県をはじめとする行政の方がいろいろ旗を振って、そして、医療界は九州の大学や医師会のいろんな先生が協力してくれること。そして、九州に関わりのある経済界の方々も「よし、お金も出してやろう」、「鳥栖の地に、人の命を救う世界最先端のがん治療施設ができるんだったら協力しよう」と、社会貢献的な意味も含めてバックアップしてくださる方々がたくさんおられるからこそ、これまでに例を見ない形で、民間主体としては日本初となる重粒子線がん治療施設をつくるというこのプロジェクトがここまで着実に進んできたと思っております。

これまでは遠くに行かないと受けられなかった最先端のがん治療が、九州でも受けられるようになります。がん治療の選択の幅を広げる「九州国際重粒子線がん治療センター」は、経済界、医療界、大学、行政の協力を得ながら、平成25年春の開設を目指しています。

### 報告記

## 異分野コミュニケーションとしての「生物学者のための疫学研修会」



中村 典 (Nori Nakamura)

財団法人放射線影響研究所 主席研究員  
中村 典

このたび放射線影響研究機関協議会(註)の事業の一環として、上記研修会が2010年9月23日に放射線影響研究所において開催された。この事業の目的は、生物学研究者が原爆被爆者の疫学調査結果をよりよく理解できるように疫学調査の方法について学ぶこと、そして疫学・統計研究者と生物研究者が対話を通じて、放射線の影響についての相互理解を深めることであった。

初日は、午後1時から、放影研疫学部長の小笹晃太郎氏により「被爆者疫学調査の方法と結果の概要：白血病リスク・固形がんリスク・非がんリスク」と題して講演が行なわれた。その後、放影研比治山ホールにて懇親会が開催され、多くの参加者でにぎわった。放影研の研究者(特に疫学・統計部の研究者)が、外部の生物関係者と知り合いになれる機会(そしてその逆もまたしかり)となり、大変よかった。

翌日は午前9時から、疫学・統計・生物関係者による相互討論会となった。参加予定者から寄せられていた質問事項に対する回答という形でいくつかの講演が行なわれた。最初は、生物学の側から出された「被爆者における乳がんリスクの年齢依存性は消えたのか?」という問いに対して、清水由紀子氏(放影研)が解説を行なった。その趣旨は、2003年のLand論文と2007年のPreston論文では、取り扱っている乳がんの症例が異なっており、そのため結論の一部が異なるということであった。次いで「終生飼育でなく中途

打ち切りした動物実験から、有用な情報を引き出せないか?」という問いかけに対して、甲斐倫明氏(大分看護大)が解説を行なった。「動物実験において競合する死因をどう評価すればよいか?」という問いかけには、土居主尚氏(放医研)が「生存時間解析と競合リスク」と題して解説を行なった。改めて、生物学者は統計学者と知り合いになっておくことの重要性を感じた(実験の早いうちから相談しておくのがよい)。そして最後は、疫学の側から出されていた究極の問いかけ、「放射線リスクの部位による違い、量反応関係のかたち、被曝時年齢や加齢の影響などに対する、放射線生物学的解釈」について、島田義也氏(中村が代読)と私が考えを述べた。

今回の研修会には、放影研外から32名もの参加があった。内訳は、長崎大学8名、放医研6名(OB含む)、広島原研5名、放射線影響協会3名、環境科学研究所2名、電力中央研究所2名、その他6名であった。放影研からは20名以上の研究者が参加した。運営上反省すべき点もあったが、大学院生からOBの先生方まで多様な参加があり、所期の目的は達成されたように思う。「異分野コミュニケーション」の場をいかにして継続的に創出していくかが残された課題である。

註)放射線影響研究機関協議会は、長崎大学、広島大学、放医研、放影研、(50音順)により構成され、放射線研究機関の相互理解と連携を深めることを目的として作られた。



放影研の大久保理事長による開会の挨拶の様子



懇親会の様子

解説

# TITAN 320型装置から発生したX線の物理特性 一次X線スペクトルと空気カーマ

基盤技術センター 研究基盤技術部 名誉研究員  
平岡 武  
藤田保健衛生大学医療科学部放射線学科 教授  
加藤 秀起

## 1.はじめに

放射線医学総合研究所（放医研）では古くから多くの照射実験の線源としてX線が用いてきた。このX線の線質は物理的にはフルエンスのスペクトルにより最も正確に表現できる。現在放医研で主に使用されているのはTITAN 320型X線発生装置である。スペクトルの測定方法には半導体検出器を用いた色々な方法があり、中でも高純度ゲルマニウムとマルチチャンネル波高分析器を組み合わせ、エネルギー分解能の優れたスペクトルを測定できる。一方、管電圧、管電圧波形、2次電子のターゲットへの入射角度などにより、発生するX線の理論的予測が成されてきた。ターゲットがタングステンの場合、近年ではBirch and Marshall<sup>1)</sup> と Tucker, Barnes and Chakraborty<sup>2)</sup> による計算式が精度の高い方法として利用されている。これらの方法で計算したスペクトルは定量的な評価として屢々利用されている。平岡ら<sup>3)</sup> は種々の厚さのアルミニウムと銅の付加フィルター通過後のX線スペクトルを計算し、空気カーマの測定値と計算値の比較から評価式の優劣を評価した。その結果TITAN 320型X線発生装置から発生するX線にはBirch and Marshallの計算式の方が測定値と良く一致することを報告している。

TITAN 320型装置を使ってX線の照射実験している生物学者は、自分が使用しているX線のスペクトルを理解しておくことが重要である。ここでは、この装置から発生する代表的エネルギースペクトルを計算し、線質を理解するためのデータとして実効エネルギーとともに提供する。また、X線の利用に際しては線量率が重要になるので、付加フィルターと空気カーマの関係を明らかにする。

## 2.TITAN 320装置の概要

X線発生装置でX線スペクトルに影響する因子は

(1) 管電圧、(2) ターゲット物質、(3) X線管球の窓材と厚さ、(4) 加速電子のターゲット角度、(5) 管電圧波形などある。TITAN 320型X線発生装置は、管電圧5～320kV、管電流0.1～30mA、連続定格電力4200W（大焦点4200W）である。出力安定性は管電圧±0.01%以下、管電流±0.01%以下である。再現性は管電圧と管電流共0.05%以下である。X線管球はメタルセラミック管で、ターゲットはタングステン、窓材質はベリリウム、厚さは3mm、ターゲット角度は20°、焦点寸法は直径3mm、電圧は定電圧波形である。照射時のX線は管球窓材質以外の物質は挿入されていないので、固有フィルターは3mmベリリウムのみである。

## 3.X線スペクトルの計算

Birch and Marshall<sup>1)</sup> によれば、照射野中心のX線エネルギー強度 $I_v$ は次式で与えられる。

$$I_v = \frac{\rho N}{A} \int_{T_0}^{T_v} \left(1 + \frac{T}{m_0 c^2}\right) Q \left(\frac{dT}{dx}\right)^{-1} \exp\left(\frac{-\mu_v}{\rho C} (T_0^2 - T^2) \cot \theta\right) dT$$

ここで、 $\rho$ はターゲット物質の密度、 $N$ はアボガド数、 $A$ はターゲット物質の質量数、 $T_0$ は電子の初期運動エネルギー、 $T_v$ は発生光子エネルギーに等しい電子エネルギー、 $m_0 c^2$ は電子の静止エネルギー、 $Q$ はdifferential energy intensity、 $dT/dx$ は物質の阻止能、 $\mu_v$ はターゲット物質の線減弱係数、 $C$ はThomson-Whiddington定数、 $\theta$ はターゲット角度である。

この式から求められるスペクトルは、タングステンターゲット表面から放出されるエネルギー強度スペク

トルであるから、X線管の固有濾過による減弱を計算してX線管から放出されるX線スペクトルが計算できる。計算される強度は制動X線のみであるから、管電圧が70kVを超える場合は、特性X線を付加する必要がある。ここでは計算式で得られる結果のスペクトルを比較しているため、計算式の詳細は文献<sup>4)</sup>を参照のこと。

## 4.低エネルギーX線(30-70 kV)

70kV X線ではタングステターゲットのK吸収端の影響が生じないので、特性X線を考慮する必要がない。従って、付加フィルターが無い状態でのスペクトルを除けば、単一ピークを有する一次X線スペクトルをもたらす。図1にこの領域の代表として50kVのフルエンスを示す。10keV付近に見られる不連続はL吸収端を示し、0.2mm程度の厚さのアルミニウムで除去できる。図1では適当な厚さの付加フィルターに対するフルエンスで、ピークを1.0に規格化した値である。

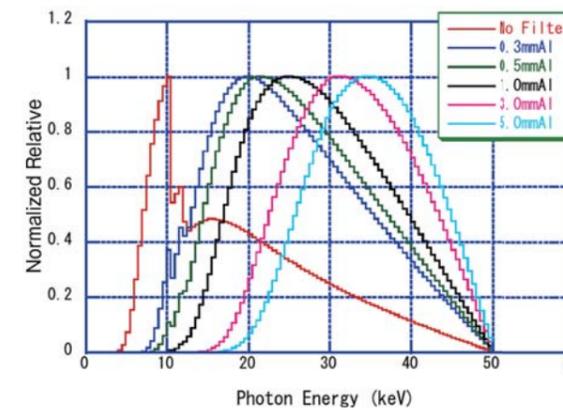


図1.管電圧50kVにより管球から放出される相対フルエンス

Added Filter (mm)	Tube Voltage		
	30kV	50kV	70kV
0.1mmAl	11.15keV	12.31keV	13.61keV
0.2	12.86	14.58	16.39
0.3	14.23	16.42	18.46
0.5	16.09	18.89	21.14
0.7	17.31	20.49	22.88
1	18.55	22.24	24.75
2	20.91	25.82	28.76
3	22.28	28.05	31.59
5	23.92	31.04	35.64
0.2mmCu	24.31	33.21	39.04
0.3	25.8	35.77	42.74
0.5	27.03	38.74	47.28

表1.低エネルギー領域に対するスペクトルから計算した実効エネルギーの関係

低エネルギー領域でのフルエンスのピーク値は違うが、形の上では大きくは異なるないので、同様な図は示さない。但し、30、50、70kVの管電圧に対するスペクトルから計算した実効エネルギーを表1に与える。200kV管電圧に対して半価層の測定値とスペクトルの計算値の比較は、平岡ら<sup>5)</sup>が行っているが、両者は良く一致した。他のエネルギーでどうかは分からないが、同様な結果が得られることは予想できる。スペクトルから実効エネルギーを求める方法は加藤<sup>6)</sup>に記述されている。

## 5.診断レベルX線(80-120 kV)

80-120kVは一般には主に診断用として用いられる領域のX線であるので、そのように分類した。管電圧100kVに対する一次スペクトルを図2に示す。タングステターゲットによるK吸収端が生ずるが、特性X線の影響はそれ程大きくはない。

## 6.照射レベルX線(150-250 kV)

診断レベル以上のエネルギーを照射レベルと呼ぶ

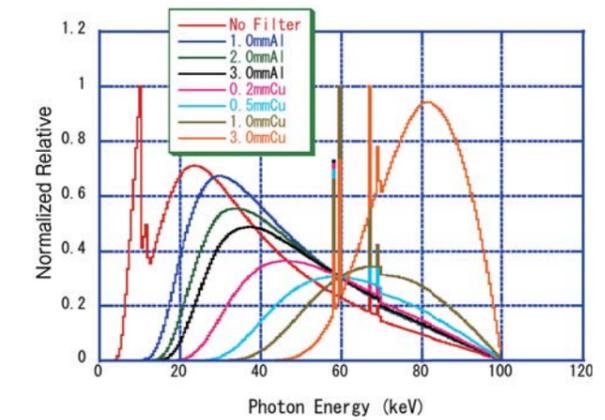


図2.管電圧100kVにより管球から放出される相対フルエンス

Added Filter (mm)	Tube Voltage		
	80kV	100kV	120kV
0.5mmAl	22.32keV	24.69keV	27.09keV
1	25.99	28.42	30.98
2	30.15	33.11	35.99
3	33.34	36.44	39.34
5	37.64	41.15	44.72
0.2mmCu	41.83	46.71	51.29
0.3	46.06	51.65	56.76
0.4	49.01	55.18	60.67
0.5	51.27	57.84	63.8
1	57.82	65.92	73.16
2	63.54	73.4	82.36
3	66.53	77.54	87.92
4	68.48	80.34	91.52

表2.診断レベルエネルギー領域に対するスペクトルから計算した実効エネルギーの関係

ことにして、150、200、250 kVについて取り上げた。この領域ではタングステンターゲットによる自己吸収のためK吸収端（約70keV）における制動X線スペクトルの不連続が顕著になるとともに、特性X線が大きく影響するようになる。

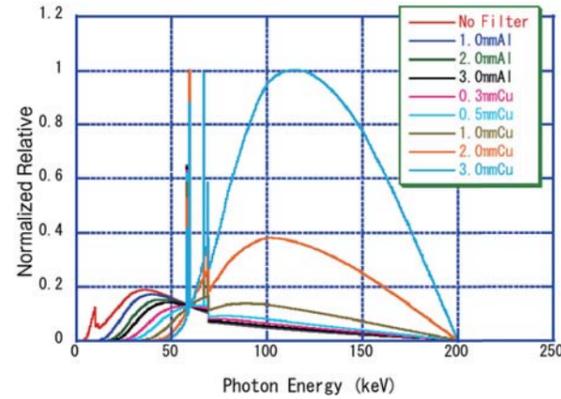


図3. 管電圧200kVにより管球から放出される相対フルエンス

Added Filter (mm)	Tube Voltage		
	150kV	200kV	250kV
1.0mmAl	35.23keV	42.60keV	51.18keV
2	40.23	48.2	57.28
3	44.21	52.26	61.63
5	49.55	58.31	68.98
0.2mmCu	58.1	69.75	82.17
0.3	64.2	76.17	89.2
0.5	77.11	85.18	98.74
1	83.13	98.69	116.05
2	94.9	115.37	133.22
3	101.48	124.22	141.86
4	106.58	129.76	147.26
5	110.1	133.71	151.7

表3. 照射レベルエネルギー領域に対するスペクトルから計算した実効エネルギーの関係

### 7. 空気カーマスペクトル

一般に、電離箱で観測される量は電離量であるが、校正により測定量は空気カーマとして使用される。空気カーマ  $K_{air}$  は定義によれば

$$K_{air} = \phi \cdot E \cdot (\mu_{tr} / \rho)_{air} = \psi \cdot (\mu_{tr} / \rho)_{air}$$

で表される。ここで  $\phi$  は粒子フルエンス、 $E$  は光子エネルギー、 $\psi$  はエネルギーフルエンス、 $(\mu_{tr} / \rho)_{air}$  は空気の質量エネルギー転移係数である。光子エネルギーが300keV以下では質量エネルギー転移係数は0.1%以内で質量エネルギー吸収係数と等しいから、空気カーマは慣用X線領域では次式で表しても良い。

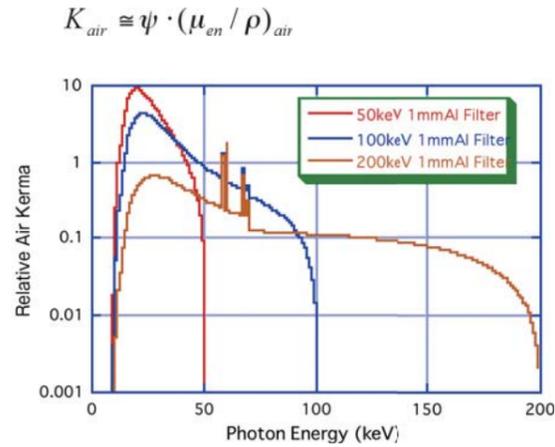


図4. 1mmAlに対する50、100、200keV X線の空気カーマスペクトル

粒子フルエンススペクトルが判明すれば、上記した式から空気カーマが求められる。一例として、50、100、200keV X線に対して計算した空気カーマの値を図4. にしめす。付加フィルター全て1mmアルミニウムである。この場合空気カーマは低エネルギーで極端に大きくなり、縦軸は対数スケールで示してある。この原因は式から明らかのように、光電効果の影響により空気の質量エネルギー吸収係数が低エネルギーで極端に大きくなるからである。リニアスケールで表した空気カーマスペクトルの面積が、発生したX線の空気カーマに等しく、計算から空気カーマを算定できる。

### 8. 付加フィルターと線量の関係

X線発生装置 TITAN320 型装置からの管電圧に対する空気カーマ関係を測定した。図5にFSD（焦点-表面間距離）は60cmにおける管電圧と管電流10mA当たりの空気カーマの関係をしめす。但し、付加フィルターが無い場合である。各管電圧に於ける最大管電流値は図にしめす。低エネルギー領域で空気カーマを測定する場合、測定器のエネルギー特性が問題となる。

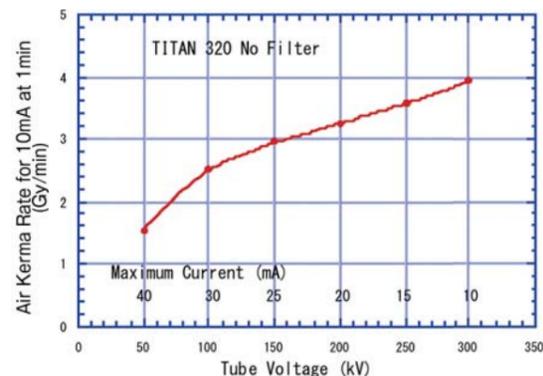


図5. 管電圧に対する付加フィルターなしの空気カーマ

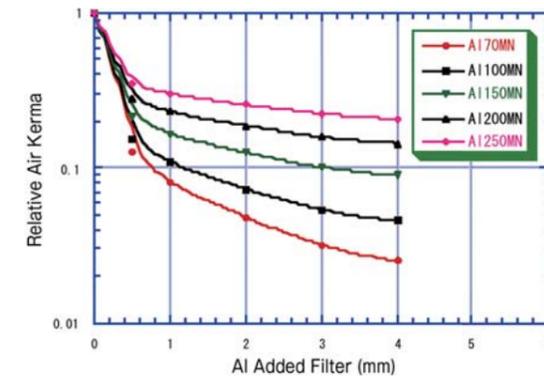


図6. Al付加フィルターを通過後の空気カーマ

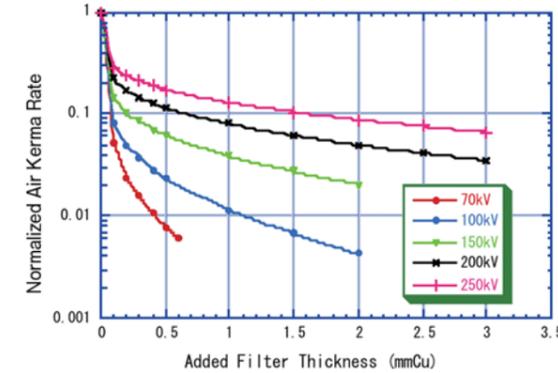


図7. Cu付加フィルターを通過後の空気カーマ

空気カーマの測定はPRM社のLC-0.8平行平板型電離箱で、窓はベリリウム0.125mmの電離体積0.8ml、電極間隔3.8mmである。印加電圧+300V、電離電荷はKeithley 6517で測定した。FSD = 60cm、照射野は解放状態で、AlとCuのフィルターは装置の付加フィルター位置に挿入した。LC-0.8平行平板型電離箱は1995年産総研にて校正されているが、その時点で実効エネルギーが7.97、9.03、10.5keVの3点での校正定数の違いは1.0%以内であった。ここでの測定は絶対値は議論しないが、低エネルギーX線領域での校正定数は1%程度以内と思われる。

種々の付加フィルター通過後の空気カーマの測定値を、アルミニウムの場合を図6に、銅の場合を図7にしめす。両者とも低エネルギー成分の減弱率が大きいから、薄い付加フィルターで急激な減少をしめす。一般的に、付加フィルターが無い状態の空気カーマを正確に測定することは難しい。

### 9. おわりに

ここに示したデータはあくまでもTITAN 320のNo Filterの基本条件に対し、固有フィルターをベリリウム3mm、ターゲット角を20度、整流方式を定電圧方式に設定してスペクトルを計算したものである。

当然のことながら、付加フィルターを通過した一次スペクトルも、一般のX線発生装置からのスペクトルに適用できない。スペクトルの計算には加藤のフリーソフト<sup>7)</sup>を使用した。

X線スペクトルは付加フィルターで大きく異なり、実効エネルギーもそれにともない大きく変わる。また、空気カーマは特に付加フィルターの厚さの影響を受けるから、使用する管電圧のX線に対する注意が必要である。

X線の物理的特性には種々あるが、ここでは一次X線スペクトルと空気カーマについて論じたが、線質を示す上で重要な水中のX線スペクトルや、二次電子スペクトルについても機会を見て本誌で解説する予定である。

### 参考文献

- Birch R and Marshall M, Computation of bremsstrahlung X-ray spectra and comparison with spectra measured with a Ge(Li) detector, Phys Med Biol 24 (1979) 505-517
- Tucker D M, Barnes G T and Chakraborty D P, Semiempirical model for generating tungsten target x-ray spectra, Med Phys 18 (1991) 211-218
- 平岡武、石川剛弘、酢屋徳啓、三井大輔、濱野剛、今関等、TITAN 320からのX線スペクトルの算定、放射線医学総合研究所技術報告書、第5巻(2010)、1-7
- 加藤秀起、パソコンによるモンテカルロシミュレーション-パソコン活用術-、日本放射線技術学会誌、第55巻、第2号(1999) 190-194
- 平岡武、三井大輔、酢屋徳啓、石川剛弘、濱野剛、今関等、200kV X線の線質と線量の評価、放射線医学総合研究所技術報告書、第5巻(2010)、8-12
- 加藤秀起、X線スペクトル、-画像解析の基礎-、日本放射線技術学会誌、第66巻、第3号(2010) 238-245
- 加藤秀起、X線スペクトル近似計算式、<http://www.fujita-hu.ac.jp/~hid-kato/freesoft.html>



## 角帽と推計学 市川龍資

あなたは今放医研にいますのですねと大層なつかしそうで声をかけてくれたのは増山元三郎先生だった。10数年ぶりの再会だったのである。長らくご無沙汰してしまって申し訳ないとはくは思った。科学技術庁原子力局の放射能課長(松友氏)(いずれも当時の名称)の発案で、すぐれた統計数学者の増山先生に放射能調査委員会にお越しを願い、放射能調査計画やデータのまとめ方について助言をいただくためだった。土壌や農作物の<sup>90</sup>Srや<sup>137</sup>Csの全国調査のデータには変動が大きく、日本の代表値をいくりにするかという問題や、代表的な値を得るのに試料採取のデザインをどうつくるかなどの問題に困っていたからであった。

ほくが増山先生に初めて会ったのは、1945年の3月、陸軍軍医学校に動員されて山形県上の山町(現在上の山市)に滞在していた時だった。先生は中央气象台(現在の気象庁)の技師をしておられたが、軍医学校の囑託をしておられ、何度も東京から上の山に来られて、ほく達に推計学の講義をしてくださった。分析や測定の手続きをとりまとめる方式を話してくださり、これをストカステックというのでありますと言われたのを今も覚えている。先生は面白い方で、ほく達が大学に入ったら、先生が学生時代に使っていた角帽を希望する人にあげますと言われた。終戦前後の世の中で、角帽も入手できない時代だったのである。ほく達は皆で顔を見合わせて黙り込んでしまった。先生の顔つまり頭部は極めて大きく、その帽子は恐らく巨大なものであり、ほく達がかぶると両眼ともかくれてしまうに違いないと思われたからである。

8月15日戦争が終ると、9月から学校が開かれるとの知らせが来て、ほく達は東京に帰った。ほくは授業が開始されるまでの期間、友人と二人で東大病院の奥の方にある物療内科という看板のかかった小さな建物の中にある増山先生の部屋にしばしば訪れた。先生は气象台のほかにここでも仕事をしておられたのである。医師達が研究した測定データの取り扱い方を指導しておられたと思う。先生はとても器用な方で、発光バクテリアの培養もしておられた。戦争のため食糧が極度に不足していた時

代なので、先生は恒温器で納豆を自分でつくっておられた。シャーレに煮た大豆を入れ、納豆菌をふりかけておくと出来るのである。ところが戦時下では灯火管制が行われていたから夜の街はまっ暗になる。恒温器にはパイロットランプがあって点滅している。これが外部の人に見えたらしく、憲兵が増山先生の部屋にやって来て取り調べられた。米軍機に信号を送っているのではないかと疑われたのである。

発光バクテリアの培養はほくも興味があってやらせてもらったが、雑菌が生えてしまってことごとく失敗した。先生は書物も多量に集めて本棚がいくつも並んでいて、ほくはその中から読みたい本を見つけると何度も貸してもらい読むことができた。その当時有名になったレマルクの『凱旋門』という作品も先生の本棚から借りて読んだ。先生の書物好きは単に集めて並べて喜んでいるだけではなく、非常によく読んでおられたようである。その証拠に、本の裏表紙の内側の部分に、「名著なり」と書かれているのをよく見かけた。読んだ証しである。

或る時、先生の部屋に行く前に本郷通の古書店をいくつか巡って、一冊の本を買い、先生に見せたところ、先生はあの大きな眼を更に巨大に大きくして「これは良い本を見つけましたね。どこの本屋にあったのですか」と驚きの声をあげられた。その本はラファエル・ケーベル著『小品集』(独文)(岩波書店)だった。よい本を見つかることも大変困難な時代だったのである。

増山先生はその頃まだ三十歳代中頃の若さであったが、「少数例のまとめ方」や「実験計画の立て方」という著書があり、これら推計学の入門書の世話になった覚えのある方達は多くいると思われる。先生はこの分野で次第に有名になられ、推計学の大家になられた。統計学の分野で優れた業績に与えられるデミング賞という賞を受けている。先生の角帽は誰がもらったのだろうか。今から思い出してみると、ほくがもらっておけばよかったと後悔している。

ICHIKAWA RYUSHI (元放医研科学研究官)

## 編集後記

読者の皆さん、本年の最初の1月号をお届けします。正月から少し経ちましたが、正月に頂く雑煮のお餅について、私の郷里の話を紹介します。私が子供の頃、餅つきは暮れの30日、早朝の暗い内から一家総出で行い、丸めたお餅が板の間に一杯になるほど何日もついて昼頃までかかりました。実家の餅つき臼は石製で、杵は樺の木から作ってあり子供にはとても重かったものです。郷里の雑煮の作り方は、先にお餅を別の鍋でゆがいてから、ゆでた丸餅を碗に盛り具とだし汁を加えます。正月にお餅は歳の数だけ食べるようよく言われ、沢山食べた記憶があります。ところで、今年の干支は卯ですが、皆さんも月の表面はうさぎが餅をついているように見える話は聞かれたことがあると思いますが、このようにうさぎと古くから祝賀には欠かせないお餅とのつながりを考え合わせますと、今年が良いことがあると思います。

さて1月号の記事は、先ず巻頭言として、放射性同位元素が医学利用されるようになった歩みと今後の進展について寄稿願いました。私達の健康と病気を診るための核医学検査はかなり一般的になりましたが、その検査に使われる放射性薬剤とその薬剤がプローブと呼ばれる理由についてはよく知られていませんでしたので、改めて、理解することができたのではないのでしょうか。次に、特集記事として『第57回国連科学委員会(UNSCEAR)報告』を掲載致しました。本国連科学委員会は、前回開催以後、2年の間をおき昨年8月に開催されましたが、本会合の内容を詳細に紹介致しました。本報告は当所がUNSCEARの専門家会議に職員を派遣し、国際的な活動に参加し貢献していることを示すものといえます。また、最近の成果では、ストレスを制御する脳内物質の作用メカニズムを解明した最新の研究成果を紹介しました。本成果は私達がストレスや不安を感じた時に脳内で起きている神経活動について調べ、昨年10月にプレス発表も行った興味ある内容です。これら私達の脳を探る研究がさらに進展するよう期待します。それでは、本年も本誌が当所の研究業務の“見える化”の役割を担えるよう務めますので、どうぞよろしくお願い致します。(OM)



厳冬の中、研究交流センター前の緑地に  
沢山実っている柑橘

## 次号予告

特集

「放医研第2期中期計画成果」



- 重粒子医科学センター
- 分子イメージング研究センター
- 放射線防護研究センター
- 緊急被ばく医療研究センター
- 基盤技術センター
- 国際オープンラボラリー

《編集委員会》

委員長……酒井 一夫

委員……白川 芳幸 内堀 幸夫 高田 真志 玉手 和彦 金澤 光隆 小橋 元 長谷川 純崇  
菊池 達矢 神田 玲子 石井 伸昌 立崎 英夫 鈴木 敏和 杉森 裕樹

事務局……岡本 正則

# 放射線科学 Radiological Sciences Vol.54 No.1 2011

第54巻 第01号

2011年1月25日発行

《Editing and Publication 編集・発行》

National Institute of Radiological Sciences  
Anagawa 4-9-1, Inage-ku, Chiba, Japan 263-8555  
tel: +81-43-206-3026 fax: +81-43-206-4062 e-mail: info@nirs.go.jp  
URL: http://www.nirs.go.jp/info/report/rs-sci/index.shtml  
Copyright© 2010 National Institute of Radiological Sciences

独立行政法人 放射線医学総合研究所  
〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1  
電話 043(206) 3026 Fax.043(206) 4062 Eメール info@nirs.go.jp  
本誌 URL: http://www.nirs.go.jp/info/report/rs-sci/index.shtml  
(禁無断転載)



<http://www.nirs.go.jp>

