

アジアの核医学教育と日本： 核医学専門家育成のための取組み

畑澤 順
Hatazawa Jun

はじめに

今、核医学診療はPET/CTの導入と普及に続く新たな時代を迎えようとしている。現在進行している大きな流れは、様々な悪性腫瘍の核医学診断と内用療法が一体化した核医学 Theranostics (Diagnosis と Therapy を組み合わせた造語) と呼ばれる分野である。I-131による甲状腺疾患の治療, Sr-89, Ra-223による前立腺癌の骨転移の疼痛緩和治療, Y-90による悪性リンパ腫治療は、まさに核医学 Theranostics の手法そのものである。

ここ10年、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency : IAEA) の支援のもと、東南アジア、南アジア、中央アジア、西アジア諸国でPET/CT, SPECT/CT, PET/MRの導入が相次いでおり、それに続いて核医学 Theranostics の時代に移行しつつある。2001年にアジア地域核医学協議会 (Asia Regional Cooperative Council for Nuclear Medicine: ARCCNM), 2013年にはアジアオセアニア核医学会 (Asia Oceania Federation of Nuclear Medicine and Biology: AOFNMB) が設立され、この地域の核医学診療の普及、教育・研修、専門医制度、学術交流、学術誌の発刊、研究支援など、幅広い活動が始まった。日本核医学会は、2022年の世界核医学会学術総会 (大会長 金沢大学絹谷清剛教授) の招致に成功し、世界の核医学診療の普及を推進する立場にある。ここでは、ARCCNM, AOFNMB, IAEA と協力し、アジアの国々のために行っている核医学の教育・研修の取組みをまとめる。

1. 2022年世界核医学会の誘致

2016年10月17日バルセロナで開催された欧州核医学会会期中に、2022年世界核医学会の開催都市を決める投票が行われ、京都に決定した。ここ数年、日本核医学会は国際的情報発信、世界の核医学診療への貢献を目指し招致活動を続けてきた。これまでの貢献と核医学診療のレベルの高さが、海外の先生方の支持につながった。2018年世界核医学会はメルボルンで開催される (大会長 メルボルン大学 Andrew Scott 教授)。オーストラリア・ニュージーランド核医学会の先生方は海外の研修医を受け入れる教育基盤を整備し、ホームページで様々な教材を提供し、学術的なワークショップを開催している。Scott 先生は Nuclear Medicine Global Initiative (NMGI) を組織し、各国で利用可能な放射性核種、放射性医薬品とその供給体制、将来的な需給バランス見通し、放射性核種製造のための原子炉・加速器の稼働状況などを調査している。世界の核医学診療に共通する問題を取り上げ、2018年大会のテーマの1つとして掘り下げる予定になっている。2022年大会では、核医学診療とともに、廃棄物処理、患者さん・核医学診療従事者の被ばく軽減などが世界共通のテーマとなる。

2. アジア地域核医学協議会 ARCCNM

2001年に韓国の Prof. Myun Chul Lee, Prof. June Key Chung, インドの Prof. Indraneel Bandopadhyaya, バングラディッシュの Prof. MA Karim, 東海大学の鈴木豊教授 (当時) がご尽力し、アジア地域に初め

て国際的な核医学会 ARCCNM が設立された（参加国は 24 개국, パキスタンより東の地域）。毎年 1 回南アジア, 東南アジア, 東アジア各国の国内核医学会と同時開催されている。日本では 2014 年に第 54 回日本核医学会総会（大阪）と同時開催された。西アジア, 中央アジア, オセアニアなどからも多数参加者があり, アジアオセアニア全域をカバーする核医学会が必要になったため, AOFNMB が設立されることになった（韓国の Prof. Henry Bom が初代理事長）。

3. アジアオセアニア核医学会 AOFNMB

AOFNMB には, ARCCNM 24 개국・地域に加えて, 中央アジア（イラン, カザフスタンなど 8 개국）, 中東（サウジアラビア, UAE, クウェート, ヨルダン, カタール, イエメン, トルコ, キプロスなど 25 개국）, オセアニア（オーストラリア, ニュージーランド, パラオ, フィジーなど 24 개국）の核医学会が加盟している（総計 73 国・地域核医学会）。現在 520 人の会員が登録しており, 日本からは金沢大学名誉教授久田欣一先生（AOFNMB 第 1 号名誉会員）はじめ, 24 名が登録している。最近の学術総会は, 2012 年テヘラン, 2015 年韓国済州島で開催され, 今後 2017 年 10 月横浜（横浜市立大学 井上登美夫大会長）, 2019 年上海で開催が予定されている。2021 年からは毎年の開催となる。ARCCNM は AOFNMB の中の東アジア, 東南アジア, 南アジア地方会として存続する予定になっている。

AOFNMB は, 2013 年に学会機関誌 *Asia Oceania Journal of Nuclear Medicine & Biology* を発刊した (<http://aojnmb.mums.ac.ir/>)。編集局はイラン北東部のマシュハド大学にあり, Prof. Seyed Rasoul Zakavi が編集長, 金沢大学の絹谷清剛教授が副編集長を務めている。既に 5 巻 1 号がオンラインで発刊され, これまで 89 論文（査読付）が掲載されている。このうち日本から 32 編, イランから 16 編, オーストラリアから 6 編, 韓国から 5 編, パキスタン, クウェート, 中国, フィリピン, インド, ベトナム, タイから 2 編, マレーシア, 香港, バングラディッシュから 1 編が掲載されている。域外からは, エジプト, セルビア, 英国, 南アフリカ, アメリカ, イタ

リアからの論文が掲載されている。Pubmed に採用されており, まもなく IF が付与される。日本からの投稿・掲載が約 1/3 と圧倒的に多い。最新号には, 大阪大学から 2 編, 九州大学から 2 編, 熊本大学から 1 編, 日本メジフィジックス(株)の ¹⁸F-FACBC の治療に関する論文が 1 編掲載されている。

4. 教育研修システム Asian School of Nuclear Medicine (ASNMB)

アジア各国の核医学診療医数, 施設数などを示した（図 1）。年間約 350~400 名の医師が新たに核医学専門医を目指している。日本, 中国, インド, 韓国, 台湾, パキスタンなどには多くの教育研修機関がある一方, スリランカ, モンゴル, UAE では新規核医学診療医のための研修機関がない。バングラディッシュ, ミャンマー, インドネシアでも研修機関は不足している。AOFNMB/ARCCNM では, Asian School of Nuclear Medicine (ASNMB) のもとに核医学の教育・研修活動を行っている（Dean は上海医療健康科学大学学長 Prof. Huang Gang）。アジア共通の教材としてホームページ上に核医学診療の標準教科書をアップロードしている。これは, 南江堂と大阪大学名誉教授小塚隆弘先生, 稲邑清也先生のご厚意により, 「診療放射線技術」改訂第 12 版の第 12 章核医学の基礎, 第 13 章核医学診断法を英文翻訳し, 臨床症例を大幅に加えたものである。翻訳は大阪大学大学院医学系研究科核医学講座が担当した。掲載 1 週間で 3,000 以上の閲覧が記録されている。後述するアジア核医学専門医試験の問題は, この教科書の内容に準拠して出題されている。なお,

	PAK	MAL	PHI	KOR	SRL	BGD	JPN	THA	IRA	MYA	IND	CPR	VIE	UAE	MON	TWI	INS
核医学医数	150	30	80	323	5	40	2650	40	320	10	500	6000	40	20	5	171	31
新規核医学医数(年)	10	10	3	24	0	5	50	5	6	2	30	200	4	0	0	6	3
教育研修機関数	15	4	6	24	0	1	500	5	3	1	20	80	3	0	0	35	1
核医学診療施設数	50	15	30	163	5	20	1267	23	126	5	175	800	20	10	1	49	14

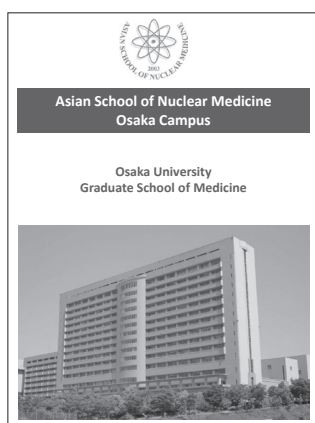
PAK: パキスタン, MAL: マレーシア, PHI: フィリピン, KOR: 韓国, SRL: スリランカ, BGD: バングラディッシュ, JPN: 日本, THA: タイ, IRA: イラン, IND: インド, CPR: 中国, VIE: ベトナム, UAE: アラブ首長国連邦, MON: モンゴル, TWI: 台湾, INS: インドネシア

Durr-e-Sabih. AOJNMB 2014;1(2) 1-3より抜粋

図 1 アジア諸国の核医学施設と診療医

PET/MR や SPECT/CT についてはまだ記載がないので、順次これらの内容を加えていく予定にしている。また、AOFNMB/ARCCNM から EANM や IAEA の Webinar-series に教材を提供しており、双方の教材の共有化が進められている。

AOFNMB/ARCCNM は、上海交通大学（Shanghai Campus）、ソウル国立大学（Seoul Campus）、大阪大学（Osaka Campus）で核医学診療の短期研修を受け入れている（図2）。Osaka Campus だけでも受講者は2年間で30名を超えている（図3）。ブルネイ、スリランカ、タイ、フィリピン、マレーシア、ベトナム、サウジアラビア、イエメン、ネパール、バンラディッシュなど多くの国々から2週間～数か月の研修に訪れている。新たに、Fukushima Campus（総合南東北病院）、West Asia Campus（クウェート国立がんセンター）が具体的な計画を始めている。



教育内容（医師コース）

1	radionuclides	radiation safety, labeling with generator labeling with ¹⁸ F/ ¹⁸ O
2	imaging instrument	phantom study with SPECT and PET, understanding of noise and noise correction
3	scanning procedure	FDG PET/CT, brain PET with ¹⁸ O, dynamic whole body imaging
4	data analysis	compartment analysis, quantitative measurement, statistic parametric analysis
5	summary of basic NM	visit 400MeV cyclotron, solid target system, and production of ^{99m} Tc
6	FDG PET/CT Oncology	procedure, application, selection of research topics (one project from many ongoing projects)
7	FDG/PET/CT Oncology	reporting of FDG PET/CT in oncology
8	FDG PET/CT Oncology non-oncology	inflammation, autoimmune diseases, cardiac diseases, epilepsy, pediatric diseases
9	amino acid (methionine) imaging	brain tumor, Parkinson's disease, psychiatric diseases image interpretation
10	Amyloid imaging	synthesis of amyloid probe, clinical practice, and image interpretation
11	pharmacokinetic imaging	good-manufacturing practice based facilities (education and training)
12	Emergency in NM examination	how to treat emergency, unexpected accidents in NM practice

図2 アジアオセアニア核医学会の教育研修制度



受け入れ窓口機関:

- IAEA (国際原子力機関)
- ARCCNM (アジア地域核医学協議会)
- AOFNMB (アジアオセアニア核医学会)

受け入れ審査

大阪大学における教育・研修内容:

- サイクロトロンによる放射性核種の製造
- 放射性核種の標識合成技術
- 放射性物質の管理技術
- 放射性製剤の生体イメージング・計測技術
- 核医学診療に関する修練
- 核医学を用いた臨床研究



図3 大阪大学の受け入れ実績 (2014年4月～)

5. アジア核医学専門医制度 Fellow of Asian Nuclear Medicine Board (FANMB)

次世代を担うアジアの若手核医学診療医を育成するために、AOFNMB/ARCCNM のもとで Asia Nuclear Medicine Board (ANMB) が核医学専門医試験を行っている（委員長はパキスタンのムルタン大学 Prof. Durr-e-Sabih）。合格者には Fellow of ANMB (FANMB) の称号が付与される。EANM の専門医試験委員長らの指導のもと、2014年に大阪で第1回専門医試験が行われた。以後2015年は韓国・済州島、2016年は中国・瀋陽で行われた。今年は横浜で10月4日に行われる。これまでの3回の試験で75名のFANMBが誕生した。日本からは、渡部直史、萱野大樹、伊藤公輝、乾好貴、山根登茂彦、石守崇好、平田健司、中條正豊、平塚義康、森田敬裕、渡辺晋一郎の各先生が合格し、作問委員として活動している。毎年25人程度の受験者枠で行ってきたが、2017年からは40人程度に増やす予定にしており、日本からも多くの若手の先生方に受験していただきたいと思う。

6. 研究支援活動 Asia Oceania Research Initiative Network (AORIN)

2016年7月、瀋陽でのARCCNMで第1回AORIN会議が開催された。この組織の目的は産学連携・学術交流である。Siemens, GE, United Imaging, 日本メジフィジックス, 富士フィルムRIファーマ, 日立製作所, 島津製作所, 東芝メディカル, 住友重機など企業側からも出席いただいた。脳機能画像の普及を目指すプロジェクトAORIN brainは国立精神・神経医療研究センター松田博史先生が中心に行っている。富士フィルムRIファーマから英語版脳機能解析ソフトウェアeZISを供与いただき、松田先生がアジア各国を訪問して教育研修を行い、この地域での脳神経核医学の普及に貢献している。

7. IAEA と大阪大学の核医学教育

アジアの核医学診療の推進に大きな役割を果たしているのは国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency : IAEA, ウィーン, 天野之弥事務総長)

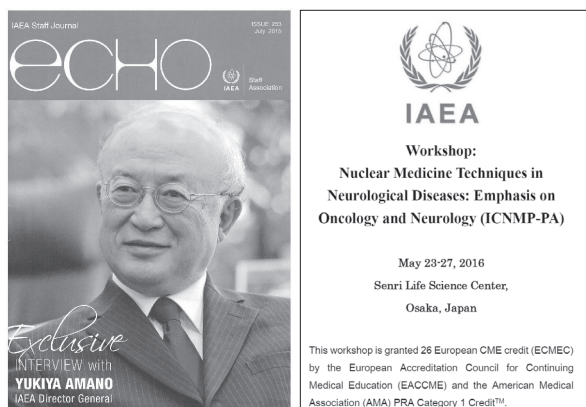


図4 IAEA と大阪大学の協定に基づく教育研修

である。Atoms for Peace and Development, Atoms for Human Health の名のもとに、アフリカ、中東、アジアオセアニア、南アメリカの核医学診療の普及のために、様々な支援を行っている。画像診断機器の普及が徐々に進み、核医学専門医、核医学専門技師の育成を急いで行う必要がある。ホームページに核医学の教育コンテンツが掲載されている (https://www.iaea.org/nuclearenergy/nuclearknowledge/Practitioner-Resources/NKM-Education/E-Learning_in_Nuclear_Medicine/)。2017年の AOFNMB、日本核医学会学術総会には天野之弥事務総長に出席いただくことになっている。大阪大学は IAEA と部局間協定を締結し、IAEA 主催・日本核医学会・AOFNMB 後援の国際 Workshop を継続的に開催している (図 4, 5)。12名の講師陣はすべて日本核医学会にお願いした。



Participants: 102 from 30 country/region

Tunisia, Jordan, Turkey, Syria, Saudi Arabia, Qatar, Oman, Yemen, UAE, Iraq, Iran, Pakistan, India, Bangladesh, Malaysia, Singapore, Indonesia, Myanmar, Thailand, Vietnam, Philippine, Taiwan, China, Korea, Australia, USA, Germany

May 25-29, 2016 in Osaka University

図5 IAEA と大阪大学の協定に基づく教育研修

アジアオセアニアの核医学振興と普及のために、このような地道な教育活動を続けたいと思う。

おわりに

アジア各国では、核医学診療の新たな時代を迎え、非密封放射性核種・放射性医薬品を安全に医療に役立てる専門家（医師、核医学専門技師、看護師、薬剤師、医学物理士など）の育成が急務となっている。この分野での日本の活動、貢献が求められ、大いに期待されている。

（日本核医学会理事長
アジアオセアニア核医学会理事長
大阪大学大学院医学系研究科 核医学講座）