

『放射線科学』原稿
国際会議・学会レポート WC2006 報告記

分子イメージング研究センター 先端生体計測研究グループ
イメージング物理研究チーム 日本学術振興会特別研究員 澁谷 憲悟

韓国の空の玄関口・仁川空港に降り立つと、最初に待っていたのはタクシーの客引きとの値段交渉だった。早々にアジア的な混沌を味わってから、後部座席で高速道路沿いの景色を眺めていると、まもなく激しい雷雨に見舞われ、漢江河畔に林立する大規模な団地群が白く霞んで見えた。

1. 本会議の概要

「雨が多い割には、夏休み中で価格帯が高く観光には不適」(某旅行ガイドブック)——学会日和のソウル市では、8月27日から9月1日の日程で、WC 2006, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering が開催された。会場となった COEX (コエックス) は、会議場や展示場の他、ホテル、映画館、水族館、キムチ博物館、百貨店、そして韓国最大のショッピングモールからなる一大複合施設である。国内ではパシフィコ横浜を想起するが、総合的な規模は遙かに大きい。乗り継いだ地下鉄を降りて、免税品店や飲食店が並ぶ地下街の人混みを抜けていくと、WC2006 の青い横断幕が現れた。

WC2006 は、IUPESM (International Union for Physical and Engineering Sciences in Medicine) が主催、IOMP (International Organization of Medical Physics) と IFMBE (International Federation for Medical and Biological Engineering) が共催する、医学物理と医用生体工学に関する最大規模の国際学術大会である。前回は2003年にシドニーで開催され、次回は2009年にミュンヘンで予定されている。1991年には京都でも開催された。今回は、“Imaging the Future Medicine” をテーマに、25の専門領域に分けて約2,500件の演題が発表された。また、後援機関として WHO (World Health Organization: 世界保健機構) と IAEA (International Atomic Energy Agency: 国際原子力機関) が加わるなど、政治的な色彩も帯びていた。

そのため、開会式では各学会や国際機関の重鎮による祝辞や挨拶が相次いだ。特に、来賓の Han, Myung-Sook 首相が登壇し、韓国の国策として医療装置開発を積極的に助成する旨を演説すると、会場の雰囲気は弥が上にも盛り上がりを見せた(写真1)。また、余興として民族太鼓を用いた演舞が披露され、参加者に熱烈な響きとともに開催国の強い意気込みを印象づけた。

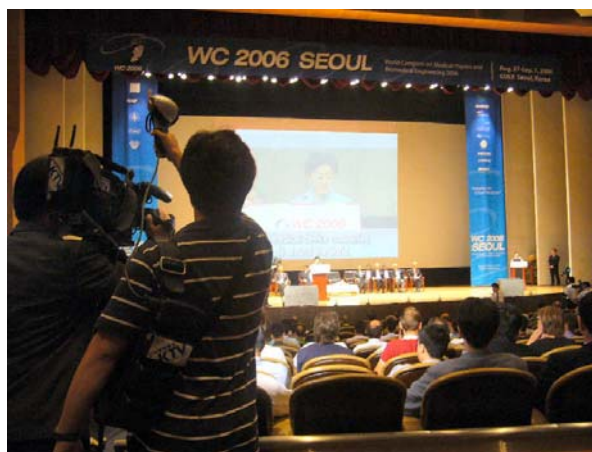


写真1：開会式で医療装置開発支援の施策を発表する韓国の韓明淑首相

2. 背景 (PET 装置開発と日本の貢献)

また、この演出には伏線があり、開会式に先立って、嘉泉 (Gachon) 医科大学の Cho, Zang-Hee 教授が “Advances in Molecular and Physiological Imaging with PET and MRI (PET と MRI による分子生体イメージングの進歩)” と題する基調講演を行った。開会式に向けて、各国の研究者、機関関係者、韓国の政府関係者やマスコミが順次メインホールに集まってくる中で、まず核医学装置の歴史を紐解き

ながら自身の研究を振り返り、続いて頭部用高分解能 PET 装置である HRRT (High Resolution Research Tomograph) や、7T の高磁場 MRI を用いた自身の研究の進捗状況を述べた。Cho 教授は 1977 年に、それまで主流であった NaI(Tl) 結晶よりも高密度な BGO 結晶を、より PET に適したシンチレータとして見出した業績[1]で有名である。

因みに韓国では、政府から『最高科学者』の称号を授与されたソウル大学の Hwang, Woo-Suk 教授が成果捏造と公費着服により失脚してから、ノーベル賞の有力候補者の一人として Cho 教授の名前が挙げられている。周囲の期待に応えたものか、基調講演の中で「コンピュータを用いた X 線断層撮影技術の開発」(1979 年)と「核磁気共鳴画像化法に関する発見」(2003 年)に対して、それぞれ生理学医学賞が贈呈されている点を強調していた。

ところで、実際に BGO 結晶を搭載した PET 装置は、1979 年にまずモントリオール神経研究所で、同年やや遅れて放射線医学総合研究所(放医研)でも完成し、それぞれ“Positome II”[2]および“Positologica”[3]と名付けられた。しかし、残念なことに PET の世界史を語る上で、装置開発に先駆的な役割を果たした日本の業績は忘れられがちである。

例えば、医学物理の国際学術雑誌である PMB (Physics in Medicine and Biology) が本年で創刊 50 周年を迎え、関係各分野を代表する研究者の総論を掲載した記念特集号を発刊した。このうち“Positron Emission Tomography”の章は、ペンシルバニア大の Muehllehner, Gerd 教授と Karp, Joel S 教授が担当し、68 件の学術文献を引用しながら PET 装置の研究開発史を総括している[4]。この中で日本の成果として認められるのは、TOF-PET の画像再構成法に関する 1981 年の論文[5]、放医研で開発された“Positologica III”の性能を評価した 1985 年の論文[6]、jPET の DOI 放射線検出器 (PET 視野内の空間解像度を高い水準で均一に保つ技術)の開発と性能評価に関する 2006 年の論文[7, 8]の計 4 件のみであり、この何れの論文にも放医研は重要な役割を果たしている。このことから、我が国の貢献が軽視されがちなのは、国際会議等におけるアピール不足も考えられるが、放医研の PET 装置開発研究が 90 年代に中断された影響も看過できない。

幸いなことに、jPET® (本年 1 月に放医研が商標登録) は国際的な認知を得つつあり、例えば本年 6 月にサンディエゴ市で開かれた Society of Nuclear Medicine 53rd Annual Meeting では、毎年恒例の Wagner, Henry N. 教授による総括講演 (“SNM Highlight Lecture”と通称される)において、頭部用高解像度 PET 装置 jPET-D4 の完成が健常ボランティア脳画像と合わせて紹介される荣誉に浴した(写真 2)。なお、当該会議における韓国の演題数は 113 件であり、これは米国の 822 件、日本の 165 件、ドイツの 133 件に次いで第 4 番目であった[9]。

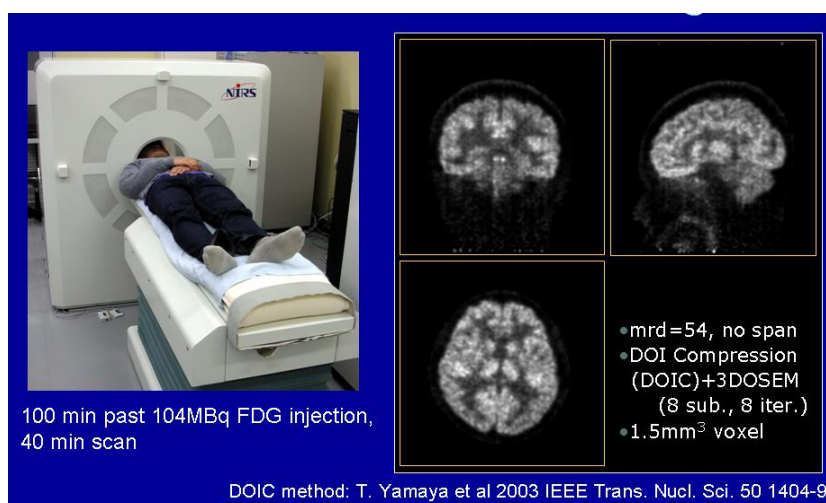


写真 2 : ワーグナー教授の『ハイライト』で紹介された jPET®-D4 のボランティア脳画像

3. 本会議における成果 (情報収集と情報提供)

今回の WC2006 で、我々は PET 研究に関する一般演題を 10 件（口頭 3 件、ポスター 7 件）発表した。内容は、PET の基礎物理と大学院教育に関して各 1 件、放射線検出器に関して 2 件、装置の性能評価（シミュレーションと実験）に関して 3 件、被検者の体動補正に関して 1 件、および画像再構成に関して 2 件であった。また、筆頭著者の所属内訳は放医研が 4 名、千葉大が 3 名、北里大が 2 名、および首都大が 1 名である。因みに、10 名の平均年齢は約 29 歳であった。放医研と大学の若手研究者や学生が、PET 装置に関する広範な技術体系を要素技術ごとに分掌し、村山秀雄チームリーダー（室長）の指揮の下で、国内の機器メーカーの支援を受けながら研究開発を進めている姿が現れている。

韓国でも PET 装置開発を始めるようだとの情報を得ていたので、隣国の若手研究者との交流を楽しみにしていたのだが、ハワイで行われた The Fifth Annual Meeting of the Society for Molecular Imaging（8 月 30 日から 9 月 2 日）と日程が重複したためか、もしくは同じソウル市 COEX で本年 10 月に開催される WFNMB2006（World Federation of Nuclear Medicine & Biology: 世界核医学会）が控えているためか、残念ながら「核医学の物理とシステム」の専門領域では地元韓国からの演題が少なく、結果的に我々が最大所帯であった。

代わりに、有意義な議論をさせていただいたのは、McGill 大学の Thompson, Christopher 教授であった。Thompson 教授は上記の BGO PET 装置“Positome II”の開発者で、今回、お弟子の Karimian, Alireza 博士を伴って来場されていた。ポスターセッションの際には、jPET 関連のポスターを丁寧に見て下さり、終始ご機嫌であったため、我々のポスターの周りには人集りが絶えなかった（写真 3）。シンチレータ結晶ブロックの読み出しには苦勞をされた方なので、特に放射線検出器に関する発表を担当した学生には咬んで含めるような助言があった。



写真 3：jPET®関連のポスターを楽しまれるトンプソン教授（左）。（山谷泰賀撮影）

小職の口頭発表は、基礎物理に関する内容で、陽電子と電子の対消滅で発生する二本の放射線の相対角度に関する報告を行った（写真 4）。厳密には 180 度（正反対）でないため、PET の解像度が劣化する原因となるが、生体ではこれまで考えられていたよりも、180 度からのずれが大きくなることを実験的に示した。「教科書に書かれている値が変わることがあるのか」という水を向けるような質問が出されたので、角度揺動の評価に関して純水は生体の良い近似物質ではない旨を回答した。学会の認知を得るまでには、今後も国際会議で発表を続ける必要がある。我々のチームが、PET 開発に関して国際的な respect を得るようになるためには、基礎物理に関する貢献も必要であると考えている。

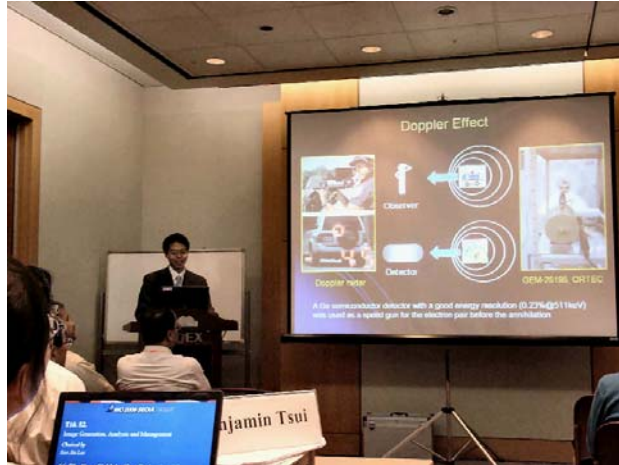


写真4：PETの基礎物理に関する小職の一般講演の様子。（吉田英治撮影）

さて、昨年末に頭部用高解像度装置 jPET-D4 を完成させ、初めての健常ボランティア計測も成功させた我々にとって、今回の学会参加の目的は議論を通じた情報収集だけではなく、情報提供でもあった。具体的には、蔚山 (Ulsan) 大学の Kim, Hee-Joung 博士と村山室長の共同企画による4時間の教育コース“PET Instrumentation: basic and advanced technologies (PET 装置技術の基本と発展)”の実施であり、講義内容は以下の通りであった。

1. PETのあらましー基礎と歴史 Lee, Jae-Sung (ソウル大)
2. シンチレータ 石橋浩之 (日立化成工業)
3. 光電子増倍管 中村雅樹 (浜松ホトニクス)
4. 信号処理 吉田英治 (放医研)
5. データ補正 北村圭司 (島津製作所)
6. 画像再構成 山谷泰賀 (放医研)

jPET-D4の開発に携わった機器メーカーは、主に浜松ホトニクス株、日立化成工業株、(株)島津製作所の3社である。したがって Lee 博士による基礎的な導入部分を受けて、PETの各要素技術がどのように開発されて jPET-D4 に結実したか、そしてそれぞれの要素技術が今後どのような発展するかという趣旨に基づいていた。開会式の前日であったにもかかわらず、我々の予想よりも多くの参加者が集まり、アジア人学生が10名強、アジア人研究者が7~8名(うち日本人が2~3名)、欧米の研究者が5~6名で、関係者を除いて約25名が聴講し、熱心に筆記する姿が見られた(写真5)。

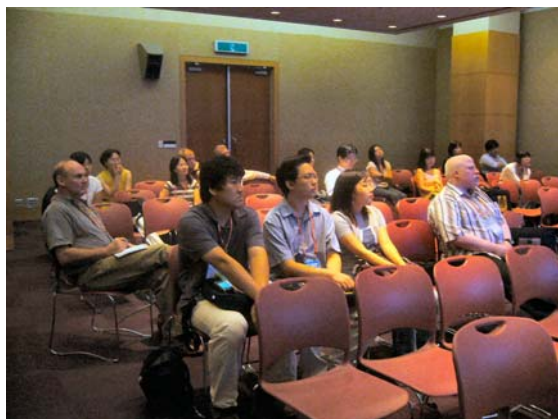


写真5：教育講演に聞き入る聴講者。比較的若い人が多かった。（村山秀雄撮影）

また、「核医学の物理とシステム」の専門領域では、一般講演に先立って、村山室長が“Recent Advances in PET and the new jPET-D4 System (PET装置やjPET-D4における最新技術)”と題する招待講演を行った。部屋が50名ほどで溢れてしまう狭さであったため、聴衆が入り切らないのは運営側

の不幸であった。これから PET の勉強を始めたいという学生や、PET と直接関係のない専門領域の研究者も関心をもって参加しており、終了後には女子学生の希望に応じて記念撮影が行われた。講演内容は、DOI 放射線検出器の仕組みやその読み出し回路を中心に、教育講演とは異なる観点から jPET-D4 の最新技術を紹介し、今後期待される臨床利用や新たな装置開発の展望を述べた。なお座長は、Thompson 教授とソウル大学の Lee, Myung-Chul 教授の 2 名であった。Lee 教授は韓国核医学会の顔役で、上記 WFNMB2006 の大会会長である。

4. 放射線治療

また、放医研からは放射線治療関連の専門領域にも多くの参加者があった。重粒子線治療に関しては従来通り QC/QA (品質の管理・保証) に関する演題が豊富であったが、特にシンポジウムでは韓国やフィリピンの実情を紹介しながら、ファントム郵送調査のシステム構築に関して議論が交わされた。アジア圏において、日本や放医研に期待される役割も大きくなるものと思われる。一方、X 線治療に関しては、がん病巣の形状に合わせて照射の範囲や強度を精密にコンピュータ制御する IMRT (Intensity Modulated Radiation Therapy: 強度変調放射線治療) の技術や、それを発展させた新しい放射線治療装置である Tomotherapy (円筒状構造で照射装置の外見は X 線 CT に類似) に関する演題が増え、臓器移動の問題など普及に向けて深い議論が交わされた。

また、開会式において、トロント大教授であった Cunningham, John R. 博士の医学物理学教育における世界的な貢献を表彰して、“Marie-Sklodowska Curie Award” (キュリー夫人賞) が贈呈された。Cunningham 博士 (写真 6) と Johns, Harold E. 博士 (故人) による共著 “The Physics of Radiology” [10] は全 816 ページに及ぶ大著で、放射線治療に関する物理学の必携書とされている。



写真 6 : キュリー夫人賞のカニンガム博士 (左) と癌研究所物理部長・伊藤彬博士 (右).
(村山秀雄撮影)

5. おわりに

隣国で開催された医学物理と医用生体工学に関する最大規模の国際学術大会に、我々は世界初の 4 層 DOI 技術を実装した jPET-D4 の完成と、更なる PET 装置開発のための要素技術を携えて参加し、情報収集と情報提供の両面に亘って充実した期間を過ごすことができた。

終わりに、日本医学物理学会より、小職 (放医研)、小林彩子君 (首都大)、小林哲哉君 (千葉大) および高橋悠君 (千葉大) の 4 名に対し旅費の一部援助をいただいたので、紙面をお借りして謝意を表したい。

典拠情報

- [1] Cho, Z. H. and Farukhi, M. R., “Bismuth germanate as a potential scintillation detector in positron cameras”, *J. Nucl. Med.*, **18** (1977) 840-844.
- [2] Thompson, C. J., Yamamoto, Y. L., and Meyer, E., “Positome II: A high efficiency positron imaging device for dynamic brain studies”, *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **26** (1979) 583-589.
- [3] Nohara, N., Tanaka, E., Tomitani, T., Yamamoto, M., Murayama, H., Suda, Y., Endo, M., Iinuma, T., Tatenno, Y., Shishido, F., Ishimatsu, K., Ueda, E., and Takami K., “POSITOLOGICA: A positron ECT device with a continuously rotating detector ring”, *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **27** (1980)

1128-1136.

- [4] Muehllehner, G. and Carp, J.S., "Positron emission tomography", *Phys. Med. Biol.*, **51** (2006) R117-R137.
- [5] Tomitani, T., "Image-reconstruction and noise evaluation in photon time-of-flight assisted positron emission tomography", *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **28** (1981) 4582-4589.
- [6] Senda, M., Tamaki, N., Yonekura, Y., Tanada, S., Murata, K., Hayashi, N., Fujita, T., Saji, H., Konishi, J., Torizuka, K., Ishimatsu, K., Takami, K., and Tanaka, E., "Performance characteristics of Positologica III - a whole-body positron emission tomography", *J. Comp. Assist. Tomogr.*, **9** (1985) 940-946.
- [7] Tsuda, T., Murayama, H., Kitamura, K., Yamaya, T., Yoshida, E., Omura, T., Kawai, H., Inadama, N., and Orita, N., "Performance evaluation of a subset of a four-layer LSO detector for a small animal DOI PET scanner: jPET-RD", *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, **53** (2006) 35-39.
- [8] Yoshida, E., Kitamura, K., Tsuda, T., Shibuya, K., Yamaya, T., Inadama, N., Hasegawa, T., and Murayama H., "Energy spectra analysis of the four-layer DOI detector for the brain PET scanner: jPET-D4", *Nucl. Instrum. Methods A*, **577** (2006) 664-669.
- [9] Wagner, H.N. Jr., "2006 SNM Highlight Lecture: From molecular imaging to molecular Medicine", *J. Nucl. Med.*, **47** (2006) 13N-39N.
- [10] Johns, H.E. and Cunningham, J.R., "*The Physics of Radiology. 4th ed.*", Charles & Thomas Publications, USA, 1983. (ISBN: 0-398-04669-7)