

ICRS10/RPS2004

10th International Conference on Radiation Shielding ANS Topical Meeting on Radiation Protection and Shielding 2004

に参加して

日本原子力研究所

施設安全グループ

中島 宏

nakasima@shield4.tokai.jaeri.go.jp

1. はじめに

ICRS10/RPS2004 (10th International Conference on Radiation Shielding/ANS Topical Meeting on Radiation Protection and Shielding 2004) が、2004年5月9日から14日、ポルトガル、マデイラ島フンシャル市にて開催された。ICRS10は、第1回開催以来、今年で45年目を迎える。本会議は、OECD/NEA、米国ANS/RPSD (Radiation Protection and Shielding Division of the American Nuclear Society) 及びポルトガルITN (Instituto Tecnológico e Nuclear, Portugal) の共同主催により、ANS/RPSDの第13回 Topical Meeting との共同で開催された。そのためか、本会議は前回日本で開催されたものとはかなり様相が異なった。

今回の参加者は、32カ国、4国際機関 (OECD/NEA, IAEA, ICRP, CERN) から約330人、内訳：米国 (72)、日本 (34)、フランス (29)、ドイツ (29)、イタリア (18)、英国 (17)、ポルトガル (17)、スペイン (16)、ロシア (11)、韓国 (8)、台湾 (6)、中国 (3)、CERN (7) 他であった。発表件数は口頭発表約230件、ポスター発表約130件の合計約350件であり、前回に比して約1.5倍に増えていた。また、併せて、Tutorials：

- Big Challenge in Monte Carlo: from Physics to Biology
- An Introductory Course in Proton Cancer Therapy
- Radiation Shielding for Diagnostic Radiology & Radiation Therapy

が開催されたが、これらは何れも医療、診断及び生命科学に関するものであった。

2. 会議の状況、傾向

本会議の傾向として、研究目的分類からすると、これまで主に、原子炉、核融合炉、核燃料関連施設における関する発表が大半であった。それに対して今回は、放射線医療施設設計及びそれにかかる測定法などの医療関係と、宇宙船における被ばく線量評価及び宇宙環境下における宇宙線照射効果等の宇宙関連、その他工業利用にかかるに関する発表が約 180 件と約半数を占めた。一方、原子炉、核融合炉、核燃料施設関係は約 30 件程度であり 10%に満たない状況であった。また、私がプログラム編成などを担当したセッション: Accelerator shielding には約 70 件の発表があったが、他のセッション、例えば、施設設計、放射能評価、医療関係等の内容を見ると、加速器に関するものが半数以上あり、全体では半数近くが加速器関連の発表であった。

研究手法の分類からすると、計算法にかかるものが約 100 件で、その大半はモンテカルロ手法の開発及びそれを用いた設計計算などであった。一方で、実験、測定関係は約 50 件しかなく、それも検出器開発にかかるものがそのほとんどを占めていた。

3. 基調講演から

3.1 Opening plenary session

米国ウイスコンシン大学 P.M. DeLuca 教授の講演 (Radiation Medical Sciences-Shielding Application: A Century of Development and Success) においても先の会議の傾向は分析されていた。氏によると、学術雑誌 Medical Physics では、モンテカルロ計算による医療施設設計、治療計画解析の研究は 20 年前全体の数%に過ぎなかったが、いまや全体の約 30% を占めるまでになっている。しかし、未だ医療関係者の要求に応える計算コードが整備されていないのも事実で、今後どのように展開していくかが課題であるとの話であった。

米国ミシガン大学 A.F. Bielajew 教授の講演 (Big Challenges in Monte Carlo: From Physics to Biology) は、微視的な生物学的効果としての DNA 損傷解析におけるモンテカルロ計算法の適用可能性について期待を寄せたものであった。米国 DOE では 7、8 年ほど前から低線量リスク評価を DNA レベルで評価するファンドを設けて、この分野の研究を推進してきたが、モンテカルロ計算により各種放射線によるラジカル生成、輸送、DNA の損傷をシミュレーションできる段階に達しており、モンテカルロ計算が DNA レベルの放射線損傷の研究に大きな役割を果たしつつあるとの報告であった。

3.2 The Future Evolution of the International Radiological Protection System

ICRP R. Clarke 氏の講演 (Draft 2005 Recommendations of ICRP) は、2005 年に予定されている ICRP 新勧告の概要紹介であった。遮へいの観点からする主なところでは、 W_r (Radiation weighting factor) の見直し、即ち、陽子と 1MeV 以下の中性子に対する値が 2 に引き下げられたこと、また、生殖腺に対する W_t (Tissue weighting factor) も

UNSCEAR2001 に従って引き下げられたことである。全体としては、防護の概念が見直されており、考え方を整理する方向で改訂されている。

CERN H.G. Menzel 氏の講演 (Dosimetric Quantities for Radiation Protection of Humans Considerations for Non-Human Species) では、歴史的に放射線リスクを表示する単位系の整理が行われ、放射線影響において最も基本となるのは、物理量である吸収線量である。それを基に、放射線防護の観点から、放射線、組織の荷重係数を取り入れ、現在の実効線量へと変遷してきたことを総括的に紹介した。

米国 Wake Forest 大学 R.L. Dixon 氏の講演 (Modern Radiation Protection Standards: Their Evolution from Science to Religion) は、医療施設の遮蔽設計を実際に行う立場から、NCRP の基準に問題があることを指摘した。NCRP 基準では複数の線源からの線量評価を考慮して、線量評価基準を 4 分の 1 にすることを課しているが、医療用の X 線装置を例に、放射線リスク低減効果は実質的な効果がないこと、それにより年に 2.6B\$ の損失となることとであり、その金額があれば、他にもっと行うべきリスク低減施策が数多くあるとの主張であった。

3.3 Challenging Projects

米国 ORNL F.X. Gallmeier 氏の講演 (The Spallation Neutron Source (SNS) Project: A Fertile Ground for Radiation Protection and Shielding Challenges) では、米国 ORNL で建設中である SNS の建設状況が紹介された。設計の 94%、プロジェクト全体の 80% が既に終了しており、2006 年の完成を目指している。現在は、運用における残留放射能等の安全管理に向けた評価が主に行われている。

原研・田中俊一副理事長は、「High Intensity Proton Accelerator Project in Japan: J-PARC」と題するテーマで、原研・KEK が協同で建設を進めている J-PARC の概要、研究構想、現在の進捗状況について報告した。J-PARC は、2007 年の完成を目指しているが、昨年、ニュートリノ実験施設の建設が、2 期計画から前倒しで建設されること等も報告された。

ベルギー SCK-CEN H.A. bderrahim 氏の講演 (The European ADS Initiative) では、EU における加速器核変換 (ADS) の研究開発に対する大きな期待を中心に報告された。本報告では、先ず、現在、フランス、ドイツ、イタリア、ベルギー等を中核とした研究開発 (MUSE, MEGAPIE, LBE, HPPA, TRADE 等) とベルギーが担当している PDS-XADS (Preliminary Design Study for Experimental ADS) の概要が紹介された。また、2006 年以降には、実用レベルの ADS システム (P&T) と、そのために必要な基礎データの開発へと進むという計画が報告された。本年度の予算規模は約 28MEUR とのことである。

3.4 Closing Plenary Session

最終セッションでは、ポルトガル・コインブラ大学 J.J. Pedroso 教授から医療診断、特に

イメージング、における放射線測定機器の分解能向上に期待が大きいこと、米国テネシー大学 L.W. Townsend 教授から宇宙飛行における被ばく線量予測、航空機の高速化に対応する高高度飛行における被ばく評価等に対するモンテカルロ法の適用性について、今後大いに期待できる旨、報告があった。

4. 最後に

今回は、RPS の共催ということもあってか、ICRS の様相が前回と大分異なっていた。放射線遮へいの主要な研究対象は、原子力から医療、生命、宇宙といった、より広い放射線利用分野に明らかに移行している。それに伴って、研究範囲は、これまで遮へいで主に取り扱われてきた放射線、ガンマ線、中性子線に加えて、放射線の種類が X 線、陽子線、重粒子線、中間子に拡張されている。また、エネルギー範囲も、上は数 100MeV、数 GeV 領域に、下は数 meV 程度まで拡大している。世界的に放射線遮へいに関する研究は大きく変動している。

次回は、4 年後に米国アトランタで、今回と同様に RPS と共催で行われることが決まった。

尚、本会議のホームページ <http://www.itn.mces.pt/ICRS-RPS/index.html> から、ここで報告した各講演のファイルを入手することが出来るので、詳しく知りたい方は、そちらを参照してください。

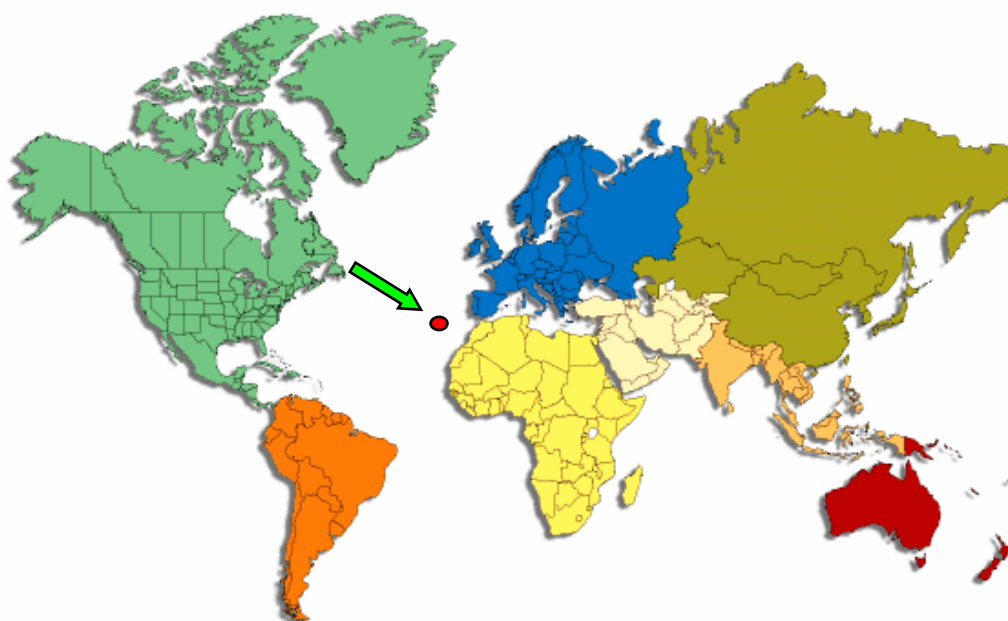


図1 会議開催場所（マデイラ島）

5. 補足

最初に、本会議はマデイラ島で開催されたとあっさり書きましたが、恐らくほとんどの方がマデイラ島をご存知ないかと思い、若干補足します。

マデイラ島は、リスボンから約 1000km、アフリカのモロッコから 600km 離れた大西洋に位置する絶海の孤島で、別名「大西洋の真珠」と呼ばれる緑の生い茂る、常春のリゾート地です（図 1, 2）。マデイラ島はポルトガル領ですが、独自の議会・政府を持つ自治領で、面積は 741 平方 km、人口は 26 万人でその大部分の 12 万人が首都であるフンシャルに住んでいます。会議冒頭、フンシャル市長の歓迎挨拶がありました。

この島はポルトガルの探検王、航海王ヘンリーによって 15 世紀に発見され、広大な森林があったことから、「木」という意味を表す「マデイラ」と名付けられました。彼はキプロス島・クレタ島のブドウを移植し、またシシリー島からはサトウキビを移植しました。その後、ここで作られるワインと砂糖の品質が優れていたために、ヨーロッパ中の商人の注目を集めました。最初にこの島を訪れた商人のうちの一人であるクリストファー・コロンブスは、マデイラ島の北方にあるポルト・サント島にしばらく居を構え、その長官の娘と結婚しています。

この島の気候は冬でも温暖な亜熱帯の気候で、1 年を通して 16 度から 25 度と快適です。そのため、数え切れないほどの種類のエキゾチックな植物が生い茂っています。ガイドの説明によると、その大半が、固有種だそうです。が、植えたものは大体何でも育つようで、南アメリカに移住していた人たちが帰島して、たくさんの種類の花を植えたそう



図 2 会議開催場所（フンシャル市）

です。その結果多くの在来種と合わせて、島の植物だけで植物図鑑が出来る程の種類となったそうです。会議のポスターに使われていたのは、この島の特産：極楽鳥花です。(図3) また、会議中はジャカラダ (南アメリカ原産) の紫の花が街路を飾っていました。

観光はこの島の最も重要な産業です。現在、約 60 のホテルがあり、ホテルのうち 8 軒が五つ星、20 軒が四つ星、三つ星が 3 軒あります。某大学の Y 氏は、熱海みたいだと話していました。私は熱海に行ったことがありませんので良く分かりませんが、O 氏は興奮めだと話していました。

本会議は、会議場とホテル (Hotel Pestana Carlton Park) とで行われましたが、その間にはカジノがあり、ホテルの部屋にはカジノで使えるチケットがおいてありました。韓国 PAL の L 氏は、ルーレットで勝ちつづけたそうで、韓国の仲間たちに酒をご馳走していました。

マディラ島はワインが特に有名で、それは世界三大酒精強化ワイン (マディラ、ポート、シェリー) の一つだそうです。大西洋の強風、亜熱帯の自然条件下で栽培され収穫された葡萄が、ブラジリアン・オークの巨大な樽で加熱され、3 年の熟成 (最短で) を経て、マディラワインになるとのことです。街中にはワインを扱っている店がたくさんあり、私も何軒か回りました。いずれも非常に甘いのですが、甘さにも 4 種類あり、製造元によって、それぞれに風味、味などの違いを楽しめました。但し、かなり強い酒ですので甘さに騙されると後が大変そうです。日本にある程度纏めて送ろうと試みたのですが、輸送費が非常に高く、残念ながら持てるだけしか購入できませんでした。

マディラ島からフェリーで少々北方へ向かった先に、ポルト・サントという小島があります。ここは、ホテルも数軒しかなく、見所は 15 世紀クリストファー・コロンブスが滞在した家等しかありません。しかし、約 9 キロも続く白い砂浜が美しく、ほとんど観光開発がされていない隠れ家的存在です。先程、熱海が云々と言っていた Y 氏も、ここはすばらしいと絶賛でした。恐らくここを知っている日本人はほとんどいないだろうと思いますが、以前に日本から有名な人 (日本で最初に宇宙飛行した人らしい) が来ると言うことで、ガイドの何人かは急遽日本語を勉強したとのことでした。

マディラ島では、周りが海ですので、当然のように魚が豊富です。市場では、鮪や太刀魚がゴロゴロしていましたし、蛸、鰻、鰯なども見かけました。また、日本では見かけない名前を知らない魚も数多くありました。値段が安く、鮪など桁が違うのではないかと、何度も計算してみました。街中のレストランでも、魚を扱うところが多々あり、マディラ島では黒太刀魚の料理がお勧めとのことでした。焼き、フライなど試してみましたが、やや塩味が濃いことを除けば、大変美味しいと思いました。ワインと共に食せば全く問題ありません。会議最後の夜、食後に散策していたところ、中国人が経営する鮪屋を見つけました。朝、市場で鮪を見たばかりでしたので、やや心残りでしたが、得てしてこう言うものです。

最後は、取り止めのない話となりました。会議についても、観光についても詳しくは、先のホームページからアクセスしてみてください。



図3 ICRS10/RPS2004のポスター：極楽鳥花