

会議のトピックス (I)

国際会議報告二題

— ヴァレンナ (イタリア) とリラ (ブルガリア) 訪問記 —

九州大学大学院総合理工学研究院

渡辺 幸信

watanabe@ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

今年6月、3週間ほどヨーロッパに滞在し、北イタリアのヴァレンナ (Varenna) で開催された「第9回原子核反応機構に関する国際会議」(6月5日~9日)と、ブルガリアのリラ (Rila) で開催された「第19回原子核理論に関する国際ワークショップ」(6月11日~16日)に参加した。イタリアには、1997年の核データ国際会議(トリエステ)、1998年の前平衡多段階直接過程に関するワークショップ(トレントECT*)に引き続き、3度目の訪問になる。一方、ブルガリアは初めての訪問で、会議への参加だけでなく、ブルガリア科学アカデミー所属の原子核及びエネルギー研究所(INRNE: Institute of Nuclear Research and Nuclear Energy of the Bulgarian Academy of Sciences)への訪問も含め、2週間滞在する機会を得た。以下、それぞれの会議の概要紹介と体験談について報告する。

2. 第9回原子核反応機構に関する国際会議 (ヴァレンナ)

ヴァレンナは、ミラノの北に位置するリゾート地として有名なコモ湖畔(図1)にある小さな町である。この地で3年に1度開催される本会議は、ミラノ大学のGadioli教授等の主催で行われ、今年で9回目になる。会場(写真1)は、コモ湖畔に立つ修道院の跡を改装した建物(Villa

LAGO DI COMO

CARATTERISTICHE DEL LAGO

Livello sul mare 198 m.
Superficie 145.91 Km²
Larghezza massima 4,7 Km.
Lunghezza massima 45 Km.
Profondità massima 410 m.

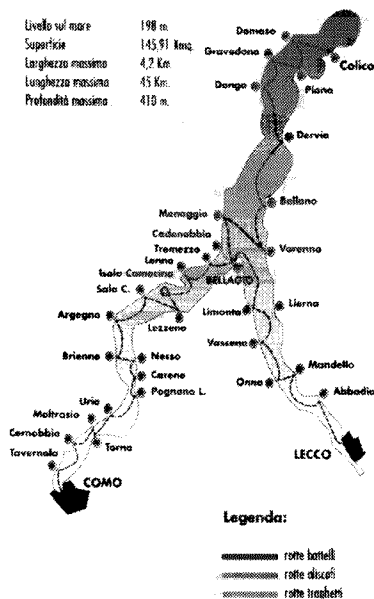


図1 コモ湖周辺の地図

Monestero と呼ばれる) で、よく整備された美しい庭を有し、コモ湖の最高の眺めを楽しむことができる。今回の参加者総数は 96 名で日本からの参加者は 10 名 (内、核データコミュニティーからは、筆者と河野俊彦氏 (九大)) であった。会議の場所がコモ湖畔のリゾート地であるためか、参加者にリピーターが多いという特徴がある。講演はすべてオーラル発表で、招待講演も含め、全部で 78 件あった。すべてプレナリーセッションのせいもあり、2 時間の昼食時間を挟み、連日朝 9 時から夕方 7 時までのかなり過密な会議スケジュールであった。3 日目の夜には、9 時から 11 時過ぎまで続く特別セッション (後述) が企画されていた。

会議の名称は、原子核反応機構に関する国際会議となっているが、発表内容は核構造 (殻模型やクラスタ模型)、ニュートリノ物理や天体核物理、LHC (CERN) での高エネルギー実験等と多岐に及んでおり、原子核物理研究全般の最前線を知る良い機会となった。この会議では、70 歳を迎える著名な研究者を招待して、その業績を称える記念講演を行うことが恒例となっている。前回の Hodgson 教授に続き、今回は、自然界に存在するニュートリノの発見 (1965) で有名な Sellschop 教授だった。前述した夜の特別セッションでは、3 名の研究者が登壇し、まず Hodgson 博士が 50 年間に渡って行ってきた彼の研究 (宇宙線の実験屋としての出発から最近の前平衡多段階過程の研究まで) を振り返った。次にドイツ核物理界の重鎮 Greiner 教授は、彼らの最近の研究成果と将来の核物理の展望について講演を行った。最後に、イタリアの Ricci 教授が「核物理と Public awareness」というタイトルで、彼の持論を展開した。しかしながら、筆者は断続的に襲ってくる夕食後の睡魔との戦いに忙しく、後半の講演内容のディテールまで把握できなかったことは残念だった。

以下、多岐に亘る講演の中から、筆者の関心が高い核データ研究にも関連した話題を 2 つ絞って、それらの講演内容を紹介する。

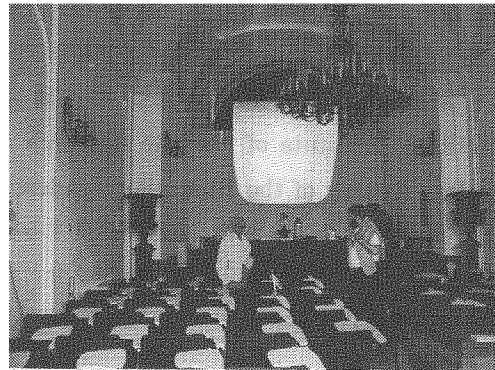


写真 1 Varenna 会議の会場風景 (左側の人物はブルガリアの Antonov 教授)

(1) 多階直接反応や前平衡原子核反応に関連した話題

主催者のミラノ大グループは、70 年代初めの (n,p) や (n,α) 反応に対する励起子モデルに始まる長い前平衡反応研究の歴史を有している。そのため、本会議では、前平衡原子核反応に関連した発表が多いのが 1 つの特徴である。

会議初日のトップバッターとして、Kerman 教授が登壇し、2 年前に行われた前平衡

多段階直接 (MSD) 過程に関するワークショップ (トレント ECT*)¹⁾ で議論された内容を踏まえて、MSD 理論の現状 (Open problems) と展望について基調講演を行った。次に、Wolter 教授が、MSD 理論の 1 つである Tamura-Udagawa-Lenske (TUL) 理論を概説し、中性子入射反応等への応用結果を紹介した。又、Hussein 教授は、重イオン反応や 2 重電荷交換パイオン反応で励起される 2 重巨大双極子共鳴に対する 2 段階直接反応理論を報告した。Feshbach-Kerman-Koonin (FKK) 理論に関連した発表は 3 件あった。1 つは、上述のトレントワークショップで再確認された問題点²⁾に対して、修正した DWBA 行列要素を多段階過程の計算に使った計算結果が、Marcinkowski 博士により報告された。26MeV 入射でも 4 段階過程の寄与まで必要であるとの結果は、著者には納得がいかなかった。もう 1 件は、Avriganu 博士が、現実的な NN 相互作用である DDM3Y を使って導出した folding ポテンシャルから FKK 解析で導出された有効相互作用の強さを説明する試みを報告した。Hodgson 教授は、先に述べた特別セッションの中で、(p,³He) 反応の偏極分解能の解析結果を示した。

この分野では、筆者も含め日本から 4 件の発表があった。市村教授 (法政大) は、連続 RPA と DWIA を使った中間エネルギー-(p,n) 反応のスピンドル関数計算を、2 段階過程計算まで拡張し、その影響について報告を行った。河野氏 (九大) は、代表的な MSD 理論の 1 つである突然近似を使った Nishioka-Weidenmüller-Yoshida 理論の公式を真面目に数値計算し、2 段階過程の散乱振幅干渉効果について議論を展開した。緒方氏 (九大理院) と筆者は、九大グループが数年来研究を続けている半古典歪曲波模型 (SCDW) の現状について報告した。緒方氏は、SCDW 模型を拡張した (p,n) 反応のスピンドル係数の計算を初めて行い、多段階過程の重要性を指摘した。また、筆者は、有限ポテンシャル内の 1 粒子波動関数を使った SCDW 計算により、後方角での過小評価を改善できることを示し、核内核子の運動量分布の観点からの考察を発表した。

多段階直接反応に関する実験としては、2 件の報告があった。阪大 RCNP で行われた ⁴⁰Ca に対する 392MeV(p,xp) 反応の DDX 測定結果とその SCDW 解析について Steyn 博士が報告した。Förtsch 博士は、南アフリカの NAC で行われた広い質量数範囲の標的核に対する 100MeV(d,d') 反応の系統的な DDX 測定とカスケードモデル解析について報告した。

その他の講演として、クラスター放出計算に対する励起子模型の改良について Betak 博士より報告があった。又、イタリアの研究グループから、数十 MeV/核子の重イオン入射における前平衡粒子放出の実験および理論に関する報告が数件あった。

(2) 高エネルギー核データに関連の講演

癌の粒子線治療に関連した原子核物理という内容で、Chadwick 博士が中性子や陽子治療に必要な原子核反応データやカーマファクタについて解説を行った。講演の中では、

今年の5月に起こった Los Alamos の山火事の報告もあった。当時現場で彼が撮影した写真や人工衛星から撮影された山火事による煙の写真を交えた臨場感あふれる状況報道で、聴衆の注目を引いたことを付記しておく。

Rejmund 博士は、加速器駆動核変換システムの設計に必要なデータを提供することを目的に、ドイツ・フランス共同チームが GSI で行った実験について報告した。逆運動学を利用して、高エネルギー重イオン (Pb や U など) を水素ガス標的に入射し、入射核フラグメンテーションで生成される同位体の収量分布を質量分離・分析装置で測定している。同位体の広い(A,Z)領域に亘る測定がなされており、高エネルギー核データ評価に使われている QMD コード等の検証に役立つものと思われる。なお、彼等は Fe の実験を今後予定しているそうである。

多段階直接過程の発表の中でもふれたが、阪大 RCNP で行われた ^{40}Ca に対する $392\text{MeV}(p, xp)$ 反応の DDX 測定 (Steyn 博士) は、現在データが欠落している $200\sim 400\text{MeV}$ 領域の貴重な実験データを提供しており、高エネルギー核データ評価用の計算コードの検証に役立つであろう。

会議 2 日目の夜は、前回から恒例になったワインパーティーが会議場の近くにあるホテルのテラスで開催された。チーフソムリエは Amos 教授で、アシスタントは Gadioli 教授、Karataglis 博士、Steyn 博士が担当した。このパーティーへの参加条件は、少なくとも 1 本、自国のワイン持参することだった。チーズやハムを肴に、イタリアはじめ、フランス、ドイツ、南アフリカ、オーストラリア、カリフォルニア等々の各地のワインを楽しむことができた。ワイン通の Richter 教授 (彼は、念願叶って昨年南アのシュテルンボシュにあるワインショップのオーナーになったそうである。) がワインの利き酒役を買って出て、ベストワインを決めることになった。残念ながら、筆者は酔いがまわり、その結果がどうなったか聞きそびれてしまった。

以前から一度参加したいと思っていた会議に参加し、ここ数年共同研究を続けている Cowley 教授等をはじめとする南アの友人達とも久しぶりに再会でき、有意義なヴァレナ滞在であった。会議終了の翌朝、日本から参加していた若手の研究者達と一緒にミラノ空港まで出た。ミラノからは、筆者をブルガリアへ招待してくれた Antonov 教授と一緒にブルガリアの首都ソフィアへ向かった。

3. 第 19 回原子核理論に関する国際ワークショップ (リラ)

Antonov 教授は、INRNE 研究所原子核理論グループのリーダーで、原子核の核子多体系に関する理論を専門としている。特に、「Nucleon Correlation in Nuclei (Springer-Verlag, 1993)」という本を出版し、核内での核子核子相関に関連した多くの業績を持っている。筆者が 1993 年にオックスフォード大に滞在していた折に知り合いに

なり、それ以来このワークショップへの参加要請を受けていたが、なかなか都合が付き、なかなか参加できなかった。今回、日本学術振興会の特定国派遣事業から援助を得ることができ、実現する運びとなった。

ワークショップの会場は、首都ソフィアから車で約 90 分のリラ山岳地帯（ブルガリア正教の総本山であるリラの僧院で有名）にあるソフィア大学所有のロッジで、2000m級 の山々に囲まれた美しい自然環境の中に位置している。参加者は、43 名（外国人招待者 14 名、日本からは筆者のみ）で発表件数 23 件程度の小規模なワークショップ（写真 2）であった。このワークショップは、INRNE 研究所原子核理論グループの夏の学校（家族同伴）として始まり、その後、海外の研究者を数名招待し国際ワークショップとして発展した経緯があり、今年で 19 回を数えるそうである。1 つのロッジに参加者全員宿泊し、1 週間寝食を共にした生活を送る。毎日、午前 3 件の招待講演があり、昼食後 4 時間の休憩を挟んで、午後 3 件（主にブルガリアの若手研究者の発表）の一般講演が設定されていた。前述のヴァレンナの国際会議に比べ、ゆったりとした時間配分でじっくりと発表を聞き、休憩時間も利用した討論も十分でき、夏の学校的な雰囲気が大いに気に入った。また、博士課程の学生も含むブルガリアの若手研究者も多く参加しており、彼等との情報交換もでき、楽しい 1 週間であった。

23 件の講演は、多体系物理を大枠に据え、原子核から金属クラスタ、液体ヘリウムのボーズ・アインシュタイン遷移まで含む多岐に亘る内容であった。原子核物理に関しては、ブルガリア研究者達の研究分野を反映して、核構造の話題が多かった。筆者の印象に残っている話題を列記すると以下のとおりである。エキゾチック核の構造変化に関する考察（Casten 教授）、陽子放出不安定核に関する非断熱的チャネル結合計算（Barmore 博士）、density matrix renormalization group の大規模核構造計算への新しい応用（Pittel 教授）、

generator coordinate 法を使った核構造計算と(p,d) pick-up 反応の解析（Gaidrov 博士）、核物質の相対論的有効相互作用に関する研究（Schiller 博士）、超重核合成のダイナミクス（Scheid 教授）、変形核の $K=0^+$ 励起バンドに関する実験的研究（Arahamian 教授）。

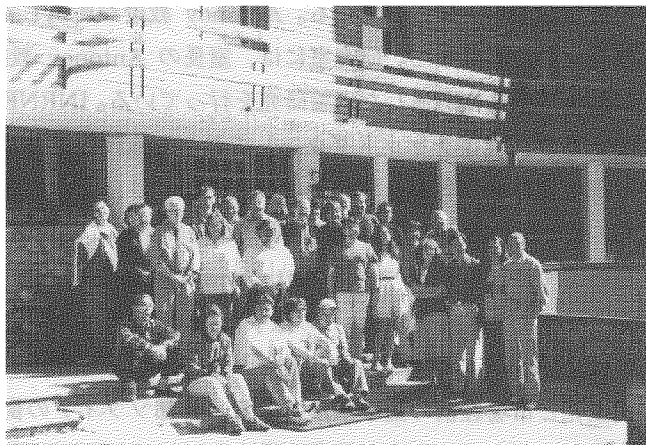


写真 2 ロッジを背景にしたワークショップの集合写真

さらに、反応に関する話題としては、 $(p, ^3\text{He})$ 反応偏極分解能の多段階直接反応解析 (Dimetriva 博士) や核内核子相関を調べるツールとしての $(e, e'nn)$ knock-out 反応 (Giusti 教授) に関する発表があった。ブルガリアの若手研究者の発表も数件あった。彼等にとっては、初めての国際舞台での発表で、英語でのプレゼンテーションの経験を積む良い機会となっている様子であった。

ワークショップ3日目の夜には、ロッジの食堂で若手研究者が準備してくれたパーティがあった。参加者全員が、各国の歌、詩の朗読、ジョーク等を披露し合い、和気あいあいとした楽しいパーティであった。翌日は、終日、遠足になっており、筆者は山登りに参加した。片道約2時間の山歩きで、まだ周辺には雪が残っている湖へ行った。森林の中では蚊の大群に襲われながらも、登山途中に見える絶景を楽しみ、澄みきった空気の中で気持ちよい汗をかき、心身ともにリフレッシュする思いであった。核データコミュニティーとしても、原子力学会に核データ部会ができたので、海外から数名の研究者を招待したこのような夏の学校を開きたいという思いを強く持った次第である。



写真3 リラの山々 (ロッジのテラスより撮影)

ワークショップ終了後は、1週間、ソフィア市内にある INRNE 研究所に滞在した。素粒子・原子核物理の基礎研究および原子核エネルギー利用に関連した応用研究を遂行している研究機関で、7つの研究部門と5つの附属施設から構成されている。Antonov 教授が所属している理論物理部門の原子核理論研究室にお邪魔した。研究室には、室長の Antonov 教授はじめ、17名のスタッフが主に原子核構造に関連した理論研究を行っている。INRNE 附属施設の1つに研究用原子炉があるが、現在シャットダウンしており、施設の維持管理・安全性に関する研究や将来計画策定作業が行われていた。研究所内には、旧体制時代からの老朽化した施設が目立ち、この国の抱える厳しい財政事情を垣間見ることができた。なお、INRNEに関する詳しい情報は、ホームページ (<http://www.inrne.bas.bg>) から得ることができる。

ここで、ソフィア市内 (写真4) の様子について少しふれておく。ご存知のように、ブルガリアは、1989年のベルリンの壁崩壊で始まった東欧革命により共産党体制が終焉した後、民主化と市場経済の道を歩んでいる。首都ソフィアの街には、マクドナルドに代表されるファーストフード店が数多く進出し、スーパーマーケットにも豊富な食材や衣料品が並び、想像していたよりは活気を呈していた。しかしながら、道路や住居等のイ

ンフラ整備はまだまだ遅れている。
西欧なみの水準に達するには長い道
程がかかりそうだと実感させられる
光景を多く目にした。

最後に、ブルガリア人の奇妙なし
ぐさを1つ紹介しよう。実は、「はい」
と「いいえ」の身振りが我々とは逆な
のである。「はい（ブルガリア語で
ダ）」時には、頭を横に振り、「い
いえ（ネ）」時には頭を縦に振る動作
（正確には、頭を突き上げる動作）
をするそうである。ブルガリアに到
着して初めて泊まったホテルに置いて
いた旅行ガイドに書かれていた。
ブルガリア語（文字はキリル文字）

をまったく勉強せずにやってきており、身振り手振りが唯一のコミュニケーション手段になるので、早速、Antonov 教授にそのことを話したら、笑いながらそうだという。研究室にいる彼等を見ていたが、残念ながらそのような動作をはっきり確認できなかった。研究所からの帰りの市内バスに乗って、庶民の代表である中年婦人ご一行をよく観察していると、「ダ、ダ」と言いながら、頭を左右に揺らす、そのしぐさを見ることができた。幸い、滞在中にこの奇妙なしぐさのせいでトラブルに巻き込まれることはなかった。ブルガリアの歴史や文化について調べる糸口を、この奇妙なしぐさに対する文化人類学的解釈から始めてみてはどうかと思った次第である。

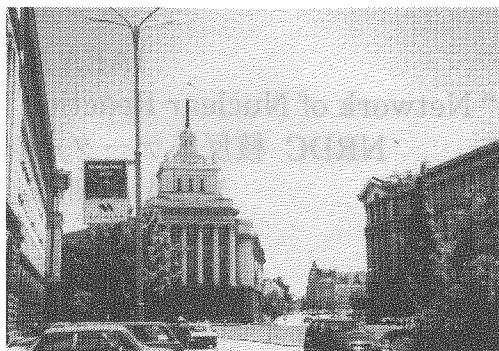


写真4 ソフィア市内中心部。中央の建物は旧
共産党本部（今は国会機能の1部）、右は大統
領府（写っていないが、向かって右側にシェラ
トンホテルがある）。

謝 辞

Antonov 教授はじめ INRNE の研究者の方々には、滞在中大変お世話になりました。おかげで、大変思い出深いブルガリアへの初訪問となりました。心よりお礼申し上げます。今回のイタリア・ブルガリア訪問では、日本学術振興会の特定国派遣事業から援助を受けました。謝意を表します。

参考文献

- 1) M.B. Chadwick et al., *Acta physica slovacica* 49, No.3, pp.365-379 (1999);
河野俊彦、核データニュース No.68, p.93 (1999).
- 2) 例えば、河野俊彦、核データニュース No.66, p.93 (2000).