

会議のトピックス(II)

第 8 回アジア核反応データベースワークショップ

国際原子力機関 核データ課

大塚 直彦

n.otsuka@iaea.org

1. はじめに

アジア核反応データベースワークショップ (AASPP Workshop on Asian Nuclear Reaction Database Development)は、国際核データセンターネットワーク(NRDC)のセンターがあるアジア 4 カ国(日中韓印)ほか数カ国の持ち回りで 2010 年度から毎年開催されている。合川正幸氏(北大)による第 2 回ワークショップの報告 [1]に、このワークショップが開始された経緯が記されている。学術振興会の事業として開催された最初の 3 回(2010 年札幌、2011 年北京、2012 年浦項)をもって学術振興会による補助は途絶えてしまったのであるが、各方面の尽力により 2013 年アルマティ [2]、2014 年ムンバイ [3]、2015 年札幌 [4]、2016 年北京 [5]、と継続して開催され、今回はウランバートルで 2017 年 10 月 9 日～13 日の 5 日間の日程での開催となった。国立モンゴル大学原子核研究センターには北大に 2011 年～2014 年に在籍された Myagmarjav Odsuren さんがおられる。彼女は帰国後も北大との共同研究を続けるとともに、EXFOR へのデータ採録に携わっている。私の IAEA での前任者の Otto Schwerer 氏は、将来計画への助言のために同センターに滞在したことがあり、その出張報告書を目にして以来、私もモンゴルの核データ関係者に会いたいと思っていたところ、今回のワークショップ参加を通じてその念願がかなった。

モンゴルといえば「スーホの白い馬」という物語を連想する人が多いらしい。私はこの物語が採用されている光村図書刊行の教科書で学習しなかったが、弟の教科書にこの物語が掲載されていたことを覚えている。昨夏、ウィーン赴任以来はじめて夏休みに奈良の実家に戻ったところ、京大関係者が張家口の西北研究所を拠点として戦中に実施したモンゴル(主に内蒙古)探検に関する話を収録した 2 冊 [6-7]が目にはいり、畳に寝転びながら読んだ。梅棹忠夫がモンゴル探検の先輩から受けた影響について「かれらは、はてしなくひろがるモンゴルの大草原の魅力をかたった。また、そこにすむモンゴル遊牧民たちの生活をいきいきとかたった。それらはすべて耳あたらしく、わたしはモンゴル草原およびモンゴル人にふかい興味をおぼえたのである。」 [7]と記しているのを見て、私はいよいよモンゴルに行きたくなった。

2. ウィーンからウランバートルへ

ウィーンからウランバートルへの旅程案として秘書さんから受け取ったのはモスクワ経由のアエロフロート便。経由地となるモスクワのシェレメチボ空港にはろくな思い出がないので秘書さんに他の便を当たってもらったところ、数日出発日を繰り上げればトルコ航空が使えることが分かった。これはイスタンブールを発った飛行機が一旦ビシュケク（キルギスの首都）に着陸・離陸してウランバートルに向かうという面白そうな旅程で、それを予約してもらって喜んでいたのもつかのま、これでは自分が担当していた邦人職員会の例会（ニホニウム講演会）に出られないことに気づいてしまった。それで結局は当初案にあったアエロフロート便を利用することになった。ただ、シェレメチボ空港は明るい近代的な空港に様変わりしていて、乗継者の旅券検査場も思ったほど待たされずに通過できた。ちなみにカザフスタンからのワークショップ参加者の一人はアルマティから陸路をビシュケクまで移動(約 230 km)し、そこから上述のトルコ航空便でウランバートルにやってきた。私がウランバートルに到着したのは日曜早朝で、その日は Odsuren さんの案内で市内見物。私がぜひ見たかったのはラマ（チベット）仏教寺院で、少年僧の読経、マニ車、五体投地台など、ラマ寺院独特の雰囲気味わった(図 1)。ワークショップの会場が市中心部に近かったので、会期中も夕刻に一人で市内を歩き回ることができた。市内にはオペラ劇場があり、これはタシケントの劇場と同様、ソ連経由で送られた抑留日本兵が建設したものである。モンゴルには 1 万人ほどの日本兵が抑留されていたようで、その抑留生活は悲惨極まりないものだったようである。



図 1 ガンダン寺の入口にて主催者の Odsuren さんと

3. 国立モンゴル大学原子核研究センター

ワークショップに触れる前にこのセンターについて簡単に紹介しておく。センターは1965年に国立モンゴル大学原子核研究室(Nuclear Research Laboratory)として設立され、1997年にモンゴル政府により原子核研究センター(Nuclear Research Center)に拡充された。1965年の設立に先立ちモンゴルは1956年にドゥブナ合同原子核研究所(JINR)に加盟し、低エネルギー核物理の研究を開始した。センターにはJINRによってハンガリー製の14 MeV neutron generator NA-4が設置された(現存せず)。1991年にはもう一つの母体であるモンゴル科学アカデミーの応用核物理部門(Applied Nuclear Physics Section)に22 MeVのマイクロトロンが設置された(運転を終えており撤去予定)。1997年にこれら2つの母体が合併して現在の原子核研究センターが設立された。現在センター長のTsedenbalkir Enkhbat氏(素粒子論)のもとに常勤職員17名(研究職員15名、技術職員2名)が配置されている。現在も利用可能な設備として Cf-252 中性子源(10^9 neutrons/sec)、Pu-Be 中性子源(10^8 neutrons/sec)、ガンマ線検出器などがある。

4. ワークショップ

今回のワークショップにはモンゴルのほか、インド、カザフスタン、韓国、中国、日本から参加者が集まった。開催場所の「モンゴル日本センター」は国際協力機構(JICA)の事業で国立モンゴル大学構内に建てられたもので、ここでは日本での就学・就職を目指して日本語を勉強しているたくさんの若者に会った。このセンターの近くには大学の本館ともいべき建物があり、その正面にはホルローギーン・チョイバルサン(Khorloogiin Choibalsan, 1895-1952)の像が立っていた(図2)。彼がスターリンから多大な影響を受け、多数のモンゴル人を日本のスパイとして粛清した話を読んでいたのが、彼が国立モンゴル大学の設立者だと知ってからは、彼の話はやりがなくなってしまった。地政学上極めて微妙な位置にあるモンゴルにおいて、チョイバルサンほかモンゴルの指導者がいかにソ連と密接に関係していたかという話は興味深い。北京への移動中に読んだ論文[8]には、「モンゴル人民共和国をソ連に加盟させることは必須である」と在モンゴルソ連大使に説いたモンゴルの指導者の話が記されていた。

ワークショップに話を戻すと、全五日間の日程のうち最初の二日間はEXFOR関係者のみの出席とし、EXFOR エントリーを集中的に作成した。隔年でウィーンにて開催されるEXFOR ワークショップを除くと採録者同士がEXFORのドラフトを持ち寄って議論する機会があまりなく、私としてはこのような機会が持てることは大変ありがたい。インドのBARCで測定されPhys. Rev. Cに2編の論文として公刊されたものの、色々な理由から長年採録がかなわなかったウラン235の即発中性子スペクトルに関するデータを、今回ようやくインドからの参加者と採録することができた。



図2 国立モンゴル大学本館前に建つチョイバルサン像

表1 演題と講演者の一覧

北大原子核反応データ研究開発センター(JCPRG)の活動 (木村真明, 北大)
銀 103 生成のための重陽子入射反応放射化断面積測定 (合川正幸, 北大)
複素スケーリング法によるバーチャル状態の記述 (M. Odsuren, 国立モンゴル大)
$^4\text{He} \cdot ^3\text{He}$ の $^{27}\text{Al} \cdot ^{59}\text{Co}$ との相互作用 (T.K. Zholdybayev, カザフスタン原子核研究所)
^{52}Cr の光核反応の評価 (Xi Tao, 中国原子能研究院)
モンゴルにおける EXFOR 採録活動 (2016-2017)の概要 (M. Odsuren, 国立モンゴル大)
NDPlot: 核データ作図ソフトウェア (Yongli Jin, 中国原子能研究院)
CNDC における EXFOR 採録 (Jimin Wang, 中国原子能研究院)
低エネルギー加速器及び小型炉での放射性核種生成 (Ch. Saikhanbayar, 国立モンゴル大)
図式的 2 体模型における共鳴状態 (D. Dolzodmaa, 国立モンゴル大)
高速中性子による(n, α)反応での α クラスタ生成確率 (B. Batchimeg, 国立モンゴル大)
2 クラスタ系の動力学と軽核の構造 (A D. Duisenbay, カザフ国立大)
インドにおける EXFOR 活動と検出効率の誤差伝搬 (V. Devi)
励起子模型による 14.8 MeV の(n, α)反応の分析 (Ts. Zolbadral, 国立モンゴル大)
光核反応データの系統的解析 (B. Regzedmaa, 国立モンゴル大)
KAERI/NDC における EXFOR 採録と核データ測定 (Sung-Chul Yang, 韓国原子力研究所)
CDCC による $^{16}\text{O}(n,pn)^{15}\text{O}$ 反応の分析 (D. Ichinkhorloo, 北大)
Am-Be 中性子源を用いた $^{71}\text{Ga}(n_{th},\gamma)^{72}\text{Ga}$ 断面積測定 (大塚直彦, IAEA)

この2日間の EXFOR セッションに続く2日がワークショップの中心部分であり、参加者各自が核データ・核物理の研究・活動内容について報告を行った。演題と講演者を表1にまとめる。



図3 ワークショップ参加者たちとチンギスハン像の前で

今回ご自分では講演されなかったが、モンゴル国立大の若手研究者のほとんどは Gonchigdroj Khuukhenkhoo 先生の弟子のようであった。この先生は北京大と JINR(ドゥブナ)が長年続けている (n,α) 反応断面積の測定研究にも関わっていて、その特徴あるお名前は一連の論文でよく拝見していたが、今回ようやくご本人に会うことができなかった。私は長らくこの先生の名前を「キューケンキュー」と発音していたのであるが、実際の発音は「ホーヘンホー」に近い。ちなみにローマンアルファベットの u (キリル文字の y) の発音はモンゴル語では「オ」に近い。例えばハンガリー料理のグヤーシュ(Gulyash)がモンゴルにも存在しているらしいが、モンゴルではそれを「ゴリヤシ」と呼んでいる。

先生の主な関心は (n,α) 反応であり、学生の研究発表にもこれに関する話題が目立った。標的核内のアルファの生成確率の (n,α) 反応断面積の影響については国枝賢氏の仕事もあり、彼にも参加してもらい研究交流を深めてもらえばよかったと後悔した。このグループではこれまで系統式の研究などが多かったようだが、札幌で研究経験を積まれた Odsuren さんや Dagvadorj Ichinkhorloo さんらが微視的な手法を導入され、センターにおける研究の裾野を広げていかれるのではないかと期待している。私の古巣の JCPRG の木

村真明センター長による AMD (Antisymmetrized Molecular Dynamics)を用いた ^{20}Ne の α 粒子の非弾性散乱データの分析の話は、私の核データの日常業務ではなかなか注意が行き届かない話で大変に勉強になった。阪大 RCNP の大雷電で得られた α の高分解能のスペクトルの鋭いピークのそれぞれが $\alpha+^{20}\text{Ne}$, $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$, $2\alpha+^{16}\text{O}$ などのクラスタ状態と関連づけられる話が印象的だった (院生時代に核理論研究室のセミナーにもっと真面目に参加すべきだったと反省…)

会議最終日は開催者のお計らいでモンゴルの伝統的な遊牧生活を体感することのできる場所に連れて行っていただいた。先に挙げた梅棹忠夫のモンゴルに関する短編集 [7] 所載の「モンゴル遊牧図譜」は当地の多種多様な民具をスケッチや現地名とともに解説したもので、これは現地の人たちとの会話を盛り上げるのに大いに役立った。スケッチが作成されたのは終戦直前のことであるが、図譜の解説として記されていることは現在でも大きく変わっていないようである。私が見つけた明らかな例外は「小便をする場合は、男もしゃがんでする」[7]という習慣に関してで、幼少時をゲルで過ごした Davaa 先生 (原子力委員会顧問、元国立モンゴル大学学長) に聞いたところそんな習慣は知らないようであった。この梅棹忠夫の短編集は他に「ラクダのはな木」「ウシの口がせ」という遊牧民具に関する小論を収録しており、いずれもとても面白い。はな木の方は遠足の際に実物を見ることができた (図 4)。



図 4 ラクダのはな木 (はな木に結んだひもでラクダを操縦する)

5. ウランバートルから北京へ

このモンゴル滞在の翌週は中国核データセンター(CNDC)に滞在した。移動が土日にあたることもあり、長年親しくしている CNDC の陳国長(Chen Guochang)氏と一緒にウラン

バートルから北京まで列車で移動しよう、と以前から約束していた。ところがワークショップの少し前に陳氏が CNDC から転出されてしまい、私一人が列車で移動することになってしまった。ウランバートルから北京への列車はこのワークショップの時期には週 3 便である。うち 1 便はモスクワ発で、シベリア鉄道を何日もかけてやってくる客車はウオトカ臭が充満したりトイレが詰まっていたりしてろくなものではないだろうと想像されたが、幸いワークショップ最終日翌日の列車はウランバートル始発であった。運賃改訂に関する国際協議がなかなかまとまらなかったとかで切符の発売日が当初見込みよりもだいぶ遅れ、Odsuren さんには切符手配のために何度もウランバートル駅まで足を運ばせてしまった。この旅行費用は CNDC に負担いただいたが 2 人個室 (ルクス) で 15000 円ほどであった。料金、移動距離、移動時間どれをとっても 2008 年にオブニンスクで核反応データセンター(NRDC)会議を開催した後に、モスクワからウィーンまで 2 人個室の客車で移動したときと似ている。券面には蒙・露・独の三カ国語が印刷されていた。



図 5 蒙・中・英の三カ国語が記された K24 次列車の行先札

ウランバートル始発の北京行のうち通年運行の列車は中国が担当しており、夏季のみに運行される列車はモンゴルが担当している。私の移動日に出発するのはモンゴル担当列車であった。ウランバートル駅に着くと各車両の乗降口に客室乗務員の女性が立っていて乗車券や旅券を確認している。この光景から私が連想したのはモスクワ～ウィーンの列車の無愛想な客室乗務員であったが、私の車両を担当したモンゴル人客室乗務員は実に愛想がよく、おかげでこの列車の旅は愉快なものとなった。車両は中国製ではあるが設計はモンゴルが行ったことを彼女たちは強調していた。客室が近代的で極めて清潔、

(隣室との共用ではあるが) トイレにシャワーまでついているのに驚いた。このあたり中国への対抗意識もあるのではないだろうか。この「ルクス」の車両は何両か連結されていたが、私の車両の乗客は私を除いてみな西洋人、そして隣の車両は中国人ばかりであった(モンゴル人もいたのかも)。

列車はウランバートルを朝 7:00 に出発。日が暮れる頃に国境のザミンウド(Zamyn-Üüd) に到着するまでにモンゴル国内で 2 度停車した。いずれも 20 分~30 分程度の停車時間が確保されていて、乗客はホームに降り立ち、露店で買い物をしたり喫煙したり背伸びをしたりする。列車は 1 時間以上遅延したが、遅延が発生しても停車時間を短縮しないのが面白い。蒙露国境と蒙中国境の南北 1110 km 余を結ぶモンゴル縦断鉄道はソ連の支援で 1951 年に完成したものだが、建設時にトンネルの掘削を避けた結果として急勾配・急カーブの多い設計となっており、これはレールの摩耗を加速するようである [9]。加えてソ連崩壊後はレールや貨車の調達が難しくなり、その改善のために JICA も鉄道輸送力整備事業を 1990 年代に実施している [9]。線路の規格がよくないせいか列車はのろのろと走るのであるが、これは生まれて初めてステップというものをじっくり眺めるのに好都合であった(図 6)。モンゴル国内で連結されていた食堂車は大変に立派なもので、広くて清潔な厨房にて料理人が製麺したり炒めものをしている姿に感銘を受けつつ、ウランバートルで私のお気に入りとなった干肉麺(борцтой шөл)を賞味することができた。南下した列車はゴビ砂漠の東縁をかする。砂漠とはいわゆる短い草が点在する礫原といった感じだ。



図 6 線路脇のゲル(パオ)とその奥に広がるステップ(あるいはゴビか?)

国境駅にて車内での旅券・税関検査が終了した列車が国境へ向かいだすと、進行方向のかなたにネオンがあかあかとついた街が車窓越しに見えだした。これが中国側の街エレ

ンホト(二連浩特)である。20分ほどで二連駅に到着。この駅を境に軌間が広軌(旧ソ連規格)から標準軌(ヨーロッパ規格)に変わるために、客車は一両ずつ「国際換輪庫」に入れられ乗客ごと持ち上げての台車交換となる。作業場や作業員を汚さぬよう、国境を通過する相当以前からトイレは施錠された(私は困りませんでした)。二連駅にはそれまで見なかったモンゴル文字が駅の案内板などに表示されていて面白かった。ちなみにあるモンゴルの学生は、モンゴル文字は学校で習ったものの殆ど読めないと言っていた。ラマ僧の排除やラマ寺院の破壊などモンゴルの社会主義化を嫌い、国境監視兵の目を逃れて外蒙古から内蒙古へと逃れてきた遊牧民もいたようで、モンゴルの伝統文化の中には中国側によりよく残っているものがあるのかも知れない。

朝、目が覚めると列車は河北省を昨日とは比較にならない速度で快走していた。張家口で中国の食堂車が連結されると聞いてでかけてみたものの、厨房に火の気配はなく、メニューにはトーストやオムレツしかない。それで何も食わずに自分の車両に戻ると廊下の向こうから食欲をそそる匂いがする。その源を探っているとモンゴル人客室乗務員が何やらさげふ。よく聞くと「オオツカ」と呼んでいるようだ。乗務員室にお邪魔すると彼女らが朝食用に用意した茹でたての水餃子が目に入った。勧められるままにこれをご馳走になり片言での雑談を楽しむうちに列車は北京市内へ。彼女たちに別れを告げ北京駅のホームに降り立ったところで、CNDCの人たちと出迎えの詳細を打ち合わせていなかったことに気づいた(駅構内には旅行者以外は入れない)。不安な気持ちで駅の玄関を出たところ、このアジアワークショップがきっかけで付き合いがはじまった王記民(Wang Jimin)氏がすぐに私を見つけてくれて事なきを得た。



図7 豊沙線(河北省)の車窓から

4. おわりに

今回ワークショップで出会ったモンゴルの学生・若手研究者はみな英語での会話に積極的で、海外に出る機会に恵まれない彼らにとって今回のワークショップはいい国際交流経験になったのではないかと思う。若い世代にも関わらず英語に加えてロシア語を上手に話す学生がいたのは驚きで、彼らがワークショップに参加していたことは、英語が概して苦手なカザフスタンからの参加者には幸いしたものと思われる。地図をよくみるとモンゴルとカザフスタンは国境を共有こそしないものの最近接地点では実は 50 km ほどしか離れていない。そんな2つの国の核物理分野での交流がこのワークショップがきっかけとなって少しでも深まれば面白い。

このワークショップの母体である学術振興会事業に先駆けて北大と国立モンゴル大学の交流の土台をつくられた加藤幾芳先生からは、当地での馬乳酒のふるまいについてたびたび聞かされていた。これは独特な匂いを発する酒だそうで、今回、どの機会に馬乳酒がふるまわれるか、出発前からずっと気になっていたのであるが、幸か不幸かこの馬乳酒を注がれる機会は一度もなかった。聞けば馬乳酒は草が青々としている時期にだけ作られるとのことである。今回、褐色の草原しか見られなかった私は、馬乳酒を飲みたいかどうか別として、緑色の草原が広がる季節にモンゴルを再訪してみたいと思っている。

本会議の報告書は INDC レポートとして刊行された [10]。次回は韓国での開催が決まっている。アジア域の核データ交流にご関心おありの方はぜひご参加ください。

引用文献

- [1] 合川正幸：「第 2 回アジア核反応データベースワークショップ」、核データニュース No.101、p.6 (2012).
- [2] N. Takibayev, N. Otsuka, N. Kenzhebayev (eds.), INDC(KAS)-0001 (2014).
- [3] A. Saxena (ed.), INDC(IND)-0048 (2015).
- [4] A. Sarsembayeva, Bo Zhou, N. Otuka (eds.), INDC(JPN)-0100 (2016).
- [5] Guochang Chen, N. Otuka (eds.), INDC(CPR)-062 (2017).
- [6] 今西錦司：「山と探検（人と思想シリーズ）」、文藝春秋 (1970)
- [7] 梅棹忠夫：「回想のモンゴル」、中央公論新社 (2011)
- [8] オユンバートル、ムンヘジン：「スターリン批判とモンゴル人民共和国の政治過程：ソ連の影響下におけるモンゴル指導部の権力闘争を中心に」、スラブ研究 No. 61、p.55 (2014).
- [9] 国際協力銀行：「2004年度円借款事業評価報告書 モンゴル鉄道輸送力整備事業1・2」 (2005).
- [10] M. Odsuren, G. Khuukhenkhuu, S. Davaa, N. Otuka (eds.), INDC(MGL)-0001 (2018).