

二つの国際機関での核データ活動の経験をふり返ってみて

(原産) 岡本浩一

NEA - CCDN (現在 Data Bank) と IAEA - Nuclear Data Section (NDS) に通算 19 年 5 ヶ月勤務し、後者を停年退職し、祖国日本へ本年 3 月末帰国しました。帰国子女ならぬ帰国オジサンとして、日本へ帰ってきて経験する多くのことに、カルチャーショックと言う程ひどくはないにしても、大いに色々驚かされています。原子力推進側の世界的な退潮を反映して、地道な核データ活動への認識も残念ながら欠けてきている風潮がみうけられます。この傾向は IAEA や NEA のみならず、アメリカの BNL の National Nuclear Data Center (NNDC) でも、ソ連の Obninsk にある Fiziko - Energeticheskij Institut の Nuclear Data Center でも、夫々程度の差はあっても、強くなってきています。しかしこの世界的な反原子力或は No more atomic power といった動きとは、ある意味で独立に、核データの必要性は、増えこそすれ、絶対に減るものではないことを改めて強調したいと思います。ただ、そういっても魅力を感じられないプログラムの所には、人が集ってこないことは、昨今の原子力工学科への若い学生の関心の程度からも判ることです。核データ活動のためにもやはり新しい人手が必要です。IAEA・NDS が事務局をしている International Nuclear Data Committee (INDC) のメンバーのよく知った顔にシワが目立つ様になってきました。また労力が必要な CINDA, EXFOR, WRENDIA といった仕事には、新しく参加 (してくれた場合) の職員は全くといっていい程興味を示してくれません。責任者の私には辛うじて、採用の際の契約条項の 1 つだからとおしつけることは出来ても、興味なくされた仕事はどうしても不完全な結果になってしまいます。また IAEA に一たん採用された後は、長期雇用の可能性のない部門より、将来が安定した保障措置査察官へなろうとする傾向が甚しくなっています。勿論、査察官の仕事も科学的興味を刺激するかどうかは判りませんが、大変に大事な仕事には違いありません。IAEA では何人かの開発途上国からの若い科学者の職員に接する機会があっただけに、何か新しい空気を従来の核データ活動にふきこもうと努力をいたしました。

(1) 核データの産業への応用

まず地質探査のために必要な核データというテーマをかかげ、1983 年にポーランドの Krakow で始めてコンサルタント会議を開きました。(INDC (NDS) - 151)。その結果 ENDF /B には含まれていなかった、Si, Mn, Hg などといった核種の特に中性子非弾性散乱断面積、

マクロな吸収断面積というものの必要性が結果として出されました。地質屋さんとの接触は、IAEA 中の核燃料サイクル担当の部局や、IAEA の Seibesdorf の研究所（主に保障措置のための核燃料サンプルの校正検定をしている）の職員の関心も刺激し、Uranium 含有 Rock sample の比較標準検定への動きなどの副産物まで出て来て、大いに NDS の名を IAEA の中で高めたものでした。また開発途上国援助計画の項目としても採り上げられました。データ本来の仕事は現在 N. Kocherov が担当しています。

(2) 核データ（原子・分子データ）の医学への応用

このプログラムは、NDS での私が企画した当初から、実に多くの障壁をのりこえて実現させたもので、今ふりかえてみると我ながら「1人」でよくやって来たと自賛しています。現在は IAEA のライフ・サイエンス部の全面的な支持を得、はじめはその成果をあやぶんでいた NDS の同僚も、この頃は大いに期待してくれ、更に環境データへの応用へと調子が上がってきている程です。（私はしかし環境データへの出発には充分慎重であるべきと考えて忠告しています。確かに大きなプログラムですが、あまりにも政治的な要素にまきこまれることが予想されるだけに注意が必要だといっております。）

私が手がけた医学用へのデータのプログラムは大別して

I（診断の手段としての）放射性同位元素生産のために必要な核データ、

II（治療を目的とする）粒子線治療のために必要なデータ、

としています。また II は科学的文類とは言えませんが更に便宜上

II-1 中性子線治療のための核データ（陽子線、重粒子線、 π 中間子線を次の段階として考える）、と

II-2 放射線治療のための原子・分子データ

の2つに分けました。二つの研究調整プログラムをつくるための予算上の参加人員の制約などの問題は、この2つに分けることにより一応解決されました。

ここでは詳しいプログラムの内容の紹介は省略するが、I の発展として、特にサイクロトロン運転のために必要なモニター反応というサブ・プログラムが出来上り、荷電粒子反応としては、始めて 19 の反応について評価済みデータが要求されるということになりました。（INDC (NDS) - 195 参照）私は帰国の前約 5 ヶ月を status report の作成に使って、若い O. Schwerer と共著で INDC (NDS) - 218/GZ を 1990 年 1 月に出版したので、もし御一読頂けて、本当の評価活動への刺激となれば幸いです。

勿論一般の医学用 RI 生産のための荷電粒子励起関数を計算コードにより推定することは、大切なことで、その手始めとして $^{76}\text{AS} (p, Xn)$ と $^{127}\text{I} (p, Xn)$ をとり上げ、計算は Livermore の Marshal Blann と実験は Jülich の S. Qaim に依頼してデータの比較を既に始めています。これは更に Computer Codes の比較という作業に発展させることは既に計画をたてて、NDS で

承認されています。その結果ある特定の荷電粒子反応で、ALICE, GNASH, STAPRE, ELIESE3などの計算コードでの比較がされると楽しみにしています。

治療の方は中性子線治療の大家、ベルギーのAndré Wambersieの参加を得たことは大成功で、彼の豊かな治療経験と、データの必要性の理解は共に素晴らしいことと考えています。更にII-1, 2の座長としてLivermoreのRoger WhiteとANLの井口道生両氏を得たことも、これらのプログラムのスムーズな出発に役立っています。私はこの医学利用のプログラムには、原子炉による利用を除いていますが、Iでは生産される医学用アイソトープの主体が原子炉では $^{99m}\text{Tc} - ^{99}\text{Mo}$ (generator) であり、IIでは脳腫瘍のBoron治療が主で、従ってそれに必要なデータが限られているのが大きな理由です。原子・分子のデータは、NDSですでに「核融合のための原子・分子データ」という活動が存在するが、あくまでも核融合のためにという条件がつけられているので、将来当然一本化されると思うが、イオン化断面積、電子衝突断面積といったターゲットは別にしても重複する項目がある一方、阻止能、イオン対の形成、Track-Structure量(マイクロシメトリー)といった放射線科学特有なデータも医学用の方には含まれています。ともかくこの2つの治療のための常設の研究調整プログラム(CRP)をスタートさせたことは、一つの大きな成果と考えています。因にII-1のCRPの中には、H. H. Barshall, R. C. Haight, H. Condé, G. Dietze, R. J. Howerton, R. Whiteといった核データなじみの人々が多く入っていることは、核データの医学利用がいかに核データの世界で大きな場所を占めてきているか示していると思われます。II-2の方のメンバーとしても望み得る最高の人々を集められたことは、素晴らしいことと思っています。

(3) 中性子源, サンプルとターゲット

実験屋であった自分が、何んとかNDSの活動の中に入れてくれて始めたのがこの2つのテーマです。私がIAEA/NDSに参加した時にはEXFORでのデータ収集とデータ要求への処理の日常業務以外の、いわゆる典型的な核データのプログラムは先任のSchmidt, Lorenz, Lemmel, Lammer, Vlasov等に全部占められて、私に残されたものは何もないという事情からスタートしました。ハンガリーのDebrecenでの1980年の会の成功は、1986年のLeningradでChernobyl事故直後の6月での第2回目の中性子源についてのアドバイザーによる諮問委員会(Advisory Group Meeting AGM)につながります。このLeningradの会の報告IAEA-TECDOC-410はNEA発行の同名のMonograph Seriesのレポートにくらべて、それ以上の高い評価を受けており、その好評に刺激されて、S. W. Cierjacksが、再びJ. Nuclear Engineeringに新しく中性子源のまとめをしようとしています。私はこのSummaryをまだ見ていませんが、少くとも現在でベストの中性子源の参考文献は、このIAEA-TECDOC-410であると自負しておりますし、(α, n), (γ, n)といったIsotopic Neutron Sourceを詳しく取扱ったDebrecen会議のレポートINDC (NDS) - 114と共に自信をもってすすめられる文

献と思っています。Leningrad会議のレポート (IAEA - TECDOC - 410) は、未だかなりの残部が残っているので、希望者は直接IAEA・NDS宛に気楽に請求されることおすすめ。この2回の会議で略、完全に中性子源のデータ調査はなされたと考えられるので、いくつかの個々のテーマでのこれからの発展の可能性はあるにしても、IAEAとしては、これからの中性子源についてはSpallation Neutron Sourceに重点を置いた展開がなされるべきで、私のこの意見はSchmidtによりとり上げられて、次の中性子源の会が計画されています。

もう一つの「サンプルとターゲット」は私自身の原研時代の経験に基づいて出て来たテーマで、私が如何に当時、原研化学部の方々に世話になったかということや、ホルミウムの断面積測定の際、添付分析表には記載されていなかったp.p.m程度のガドリニウムの混入による影響についての苦い思い出から、これまた当初NDSの反対をおしてスタートしたものです。この時もSchmidtは自分が納得した時点から、率先して絶大な支持者となってくれたことは忘れ得ないことです。とくに実験前、中間、そして実験後にサンプルを分析して成分の変ったことの報告や、測定中に生成娘核が出来て、測定値が変る例として、 ^{243}Am (n, f) の断面積 ($\sigma_f \cong 0.1\text{b}$) が、 α と β 崩壊のあと生成された ^{239}Pu の (n, f) ($\sigma_f \cong 740\text{b}$) に大きく影響されることが報告されています。(INDC (NDS) - 200, p15)。International Nuclear Target Development Society (INTDS) (委員長は、現在ORNLのH. L. Adair) と接触し、個人会員にまず自分なることから始まって、IAEA - INDCとの共催の形で1988年Darmstadtで第14回INTDSの国際会議にこぎつけました。同時に開いたIAEAのAdvisory Groupの会議の報告はINDC (NDS) - 213として、また発表論文はNuclear Instrument & Methods in Physics Research, Volume A282 (1989) のNo.1 (独立分冊出版) に出ていますので参照して下さい。残念なことに、私が去った後は、このプログラムをNDSで更にすぐ発展することは、人員の都合で難しい状態ではあるが、サンプルやターゲットの性格を詳しく調べることなしに核データを論じることはおかしな話ですので、王大海やN. Kocherovといった実験屋出身が私以上に大きな関心を現在もっているのです、私は特にこの2人がこの問題に取り組んでいくことに期待しています。勿論、IAEAの援助局は、このテーマに大きな関心をもっていますが、前記INTDSの会員は、どちらかというより高度なターゲット作成といった問題へのチャレンジに興味を示していますので、IAEA側のより基礎的な核ターゲット作成のためのTraining Courseを開きたいというのと間の調整が大変かも知れないと思います。

項目としてはあげませんが、自分から進んでNeutron RadiographyのIAEA側代表となり、1985年のパリ会議に出席したのも、中性子源、サンプルとターゲットのプログラムの延長の仕事と私は考えていたからです。

(4) 実験装置のデータファイル

EXFORでデータ収集する時、いつもCompilerが会う問題の1つが装置についての情報で

す。発表の際の頁数の関係か殆ど装置についてふれていないのが、Compiler泣かせの原因となっています。荷電粒子のデータ収集では、例えばサイクロトロン内のターゲットか、外部のターゲットかは、加速器の性能と共に大事な情報です。ですからCompilerのためにと考えて始めたプログラムです。一応PCへの入力をd-Base III+を使って始めたが、さらに誰かが完結してくれることを期待しています。最終的には、加速器の性能、それを用いての論文、EXFORのENTRY No、従事する研究者名なども合わせて入力出来る様に考えました。勿論こういう作業は人手不足の今日、同様の重複作業は絶対に避けるべきで、既にある収集は極力利用しなければなりません。例えば研究炉について略、完全な情報はIAEAの物理課にあり、サイクロトロンについては、東ヨーロッパ関係は、やや不充分だが、最近理研のK. Hatanaka氏の収集が出版されています。更に医学・産業用のベータトロン、電子線装置、ベビーサイクロトロンなどについては、限られた製造者側からの情報をそのまま使うといったことが考えられます。

(5) Nuclear Activationデータのハンドブック

今ふりかえてみて、よくやったなあと思われるのが、事実上の主編集者としての、この“Handbook on Nuclear Activation Data” IAEA Technical Report Series 273発行でした。まず、この本にはIAEA有料出版物なのにIAEA/NDSには予算削減の結果、投稿者への謝礼のための金が一文も無いことでした。今時無料でIAEAの有料出版物に協力する人は、少くとも西側諸国の科学者の中には中々見当たらない。次にIAEAの官僚体質にぶつかったことです。NEA在勤中に事実上A. Schettとの二人で、Threshold Reactionsについての収集の結果を出版した時にも、よく似た経験をしているのでいささか覚悟はしていたが、投稿者を激怒させたことが起きました。その1つが、IAEA出版局は独自のフィロソフィで英文原稿の訂正を行うが、これはQueen Englishに直すということの意味する。英米人の間でも、IAEAで会議するとOxfordかWebsterの辞書かというのが、さいごに出席者の間の論議になるのは通例ですが、とくにドイツ人の英語を徹底的に訂正する。その上そのあとのAuthor Proofを認めないという点は、私自身、科学者にとって夫々の科学論文は生命の様なものであり、従ってAuthor Proofは必要と立ちむかったが、駄目でした。勿論IAEA側にたって考えると、何も科学的出版物だけがIAEAからの出版ではなく、むしろこれらは少い方であり、いかなる加盟国も当惑させる文句はIAEAの責任で除去すること（こんな文句は科学論文には出てきませんが）、またProofを待っていたら永久にペーパーは集まらないなどの事情からというのが大きな理由でありました。同じ理由で、主編集者の名として職員の名は、出させられず全て事務総長の責任ということになりました。自分を売りこむというのは日本的な美風になじまないこともあって、私はすぐにあきらめたので、私の名はどこにも出ていません。ただ私自身が作った序文のAcknowledgementの最後に私の名が“特別”としてのせられて主編集者としての責任は

IAEA事務総長にあるということになってしまいました。(これも個々の職員の報告について各加盟国からの追及をされるのを防ぐという、温い配慮ということになります。)私のこの態度は各章の執筆担当者からは、責任をとらないのは困ると文句を言われました。勿論事情は、多くの人知っているのでCINDA89には、私をEditorとしてこのHandbookが紹介されています。私は実はZ. Bödyと共同でI-2章の“中性子のための標準反応”を書いたのですが、主編集者の方がよいという勧告で私の名は削りました。とにかく私が“科学者”という点を、強調したので、善良な出版局のスタッフとの間が少しまずい雰囲気となるのを恐れて、シャンペンをとどけたり、招待したりして友情を温めたのも今では、なつかしい思い出となっています。

余談ですが、これからIAEAに職員として応募される方々は、IAEAが研究機関でなくOfficeであることに、留意する必要があります。ですから食堂に出かけるのは勿論、階段を1つ上下する場合も必ず上衣の着用が必要です。(といっても冷房のないビルですから真夏の何日かは、例外とされるが……)。また日本人流の働き方は、NDSの中では評価されても、人事部からはならまれることを覚悟しておいた方がよろしい。

ともかくこのHandbookでは、私なりにAuthor proofの問題をIAEAと執筆者の間にたって、何とか解決したが、もうこりこりといった所です。またIAEAはSI単位系に固執して、勝手に換算をつけて来られ、主編集者の私のチェックが及ばなくなった悪い結果の1つが同本の562頁のdis/minをベクレルBqに直してくれた時に変換をまちがえ、ドイツの読者から、注意されたというおまけまでついてしまいました。これからの仕事として各章のデータはComputer Fileに入れるということが、完全に終了していないが、これもNDSの同僚がやってくれることになっています。またENDF/B-VIが発表された現在では、更に訂正版を出す必要があるのかも知れません。

(6) その他

“その他”といっても沢山あるが、特に実験屋として核データを完成するには、

入射線の性格
ターゲット/サンプル
検出系 そしてさいごに
データの解析, 評価

の4つの段階のうち、第3の検出系が今まで、考慮に入れてなかったとわめいたおかげで、昨年のINDCに、modestな提案として呈出することがNDSで認められました。結果はNDSの推察と反対に、John Boldeman, S. S. Kapoor, そして鹿園氏等より、むしろ高いpriorityの将来のプログラムであるという勧告を受けたことは、嬉しいことでした。早速Schmidtの支持も得て、私が立案したのは、同様な多くの会合との重複をさける意味でも、ある特定の項目についての小さな会を開いてはという提案をつくり、その項目として「常温での半導体検出器の最

近の進歩」と「Cryogenic 検出器の発展」の2つをとり上げました。とくに後者はMössbauer自身が熱心ですので、もし開かれれば面白いものとなるでしょう。

その外、思い出としては、ANLの井口氏の忠告に従って、NDSに電子メール（或はBitnet）のチャンネルを親友のMonica SeitsにたのんでIAEAのどこよりも早く開いたことです。この思い出も、Red Cullenの仕事の後をついで、Schmidtからも期待された彼女が、将来への自分の気持から、私のNDS離任の1月前にNDSを去り保障措置局へ移ったことは、NDSにとって大きな損失でした。しかし彼女のNDSの将来に対する彼女なりの気持が、よく判るだけに、私は彼女に祝福の言葉を二人だけの時に贈ったのを今でも、何か複雑な気持で味合っています。

ずい分とまとまりなく書いてしまいましたが、とくに15年5ヶ月のNDSの思い出を自分なりにたどってみた次第です。今後も核データ活動に何分ともお役に立てれば幸せと存じております。

