

会議のトピックス(II)

国際核反応データセンターネットワーク(NRDC)

2023 年会合

国際原子力機関

原子核科学・応用局理化学部核データ課

大塚 直彦

n.otsuka@iaea.org

1. はじめに

国際核反応データセンターネットワーク (NRDC) の 2023 年会合は 5 月 9 日～12 日の 4 日間の会期でウィーンの IAEA 本部にて開催された。この会合は EXFOR 採録者等が技術的課題のみを討論する「技術会議」またはセンター長の参加を得てネットワークの運営方針をも討論する「センター長会議」として交互に開催されてきた。EXFOR のデータ交換開始 (1970 年 7 月) から 50 周年となる 2020 年に記念セッションを含むセンター長会議を準備していたが、これはコロナの影響で開催がかなわなかった。そのようなわけで、今回の会議はインドで 2018 年に開催されたセンター長会議 [1-2] 以来、実に 5 年ぶりに開催されたセンター長会議となった。昨年、参加者を派遣できず遠隔参加となった 3 か国 (ウクライナ・中国・ロシア) のうち、コロナの入出国制限が緩和された中国からは 3 名もの参加者を迎えることができた。他方、交戦状態にあるウクライナとロシアからは現地参加がかなわず、今年も遠隔参加となった。参加者は 24 名、その内訳はアメリカ 2、ウクライナ 1 (遠隔参加)、カザフスタン 1 (遠隔参加)、韓国 2、中国 3、日本 2 (うち遠隔参加 1)、ハンガリー 1、ロシア 6 (遠隔参加)、NEA 2、IAEA 4 である (図 1)。日本からは原子力機構から岩本修氏が現地参加、北大から理研に移られた木村真明氏が遠隔参加された。

2. 話題

以下では会議で扱われたいくつかの話題に絞った報告を行う。なお、議事録や参加者一覧などは INDC(NDS)-0879 [3]として既に刊行されており、また、発表資料は会議のウェブサイト [4]から公開されている。本会議にて一般利用者への公開が承認された EXFOR Master File(EXFOR 全体をひとつのテキストファイルにまとめたもの)は、NDS ウェブサ

イト [5]で公開が開始されている。



図1 集合写真

2.1 EXFOR 採録実績

前回会合以降に EXFOR に登録されたエントリー数が報告された (表 1)。センターごとの採録分担は測定施設の所在と入射粒子に基づいて決められている。JAEA が試験的に作成した J-PARC 等で測定された中性子入射反応データを格納したエントリーはこの表では NEA DB のエントリー数に含まれている。KazMon はデータセンターに所属していないカザフスタン (カザフスタンで取得されたデータを担当) とモンゴル (西欧の重イオン入射反応データを担当) の採録者の寄与を示す。

新規エントリー数では例年通り NNDC が 1 番であったが、今年の会合で示された同様の統計では 6 位だった北大 JCPRG が今年は 2 位と大健闘した。表の括弧内の数字はまだ採録を終わっていない (刊行 5 年以内の会議録を除いた) 論文の数である。NNDC はじめ少なからぬセンターが 100 編以上の未採録論文を抱えていることが分かる。会議録の図に掲載されているデータは著者から受け取れないことが多い。しかし、Toni Wallner が加速器質量分析で測定し ND2009 で発表した $^{54,56}\text{Fe}(n,2n)^{53,55}\text{Fe}$ 断面積のように、評価者からの要望を受けて著者が会議録掲載データを EXFOR にて公開した場合もある。そのよう

なわけで、必要の折には積極的にデータセンターに入手可否を問い合わせていただきたい。

表1 NRDC2022 会合以降 NRDC2023 会合までに登録された新規 EXFOR エントリー数
(括弧内は未採録論文数)

(n: 中性子入射反応のみ、c: 荷電粒子入射反応のみ、g: 光入射反応のみ)

ATOMKI	CDFE	CJD	CNDC	CNPD
ハンガリー(c)	ロシア(g)	ロシア(n)	中国(n+c)	ロシア(c)
9	6	9	17	25
(6)	(7)	(1)	(146)	(51)
JCPRG	KazMon	KNDC	NDPCI	NDS
日本(c+g)	カザフ・蒙(c)	韓国	インド	残りの国
61	7	5	19	17
(163)	(26)	(33)	(47)	(29)
NEA DB	NNDC	UkrNDC		合計
西欧(n+c)	米・加	ウクライナ		
44	130	2		351
(380)	(533)	(22)		(1444)

2.2 JAEA の EXFOR 採録活動への公式参加

中性子入射反応データの EXFOR への採録分担についてはいわゆる「四センター」(NNDC, NEADB, CJD, NDS)の枠組みがはっきりしており、NNDC が EXFOR 国際協力開始以前(1960 年代)に北米以外で測定されたデータを SCISRS に収録した例があるにせよ、長年にわたり、この四センターが、北米・NEA DB 原加盟国¹・ソ連・その他の地域で測定されたデータの採録をそれぞれ分担してきた。その後、四センター以外にも自国産の中性子入射反応データを採録するセンターが徐々に現れ、ここしばらくはインド・ウクライナ・韓国・中国の各データセンターがそのような体制を敷いている。中国は優秀な採録管理者による高品質の EXFOR エントリーを作成する体制を確立しており、これがここ数年続々と出版される核破砕中性子源 CSNS にて TOF 法で測定されたデータの EXFOR への

¹ 正確にはフィンランドとそれ以前に NEA DB に加盟した以下の国々：オーストリア・ベルギー・デンマーク・フランス・ドイツ・ギリシャ・イタリア・日本・オランダ・ノルウェー・ポルトガル・スペイン・スウェーデン・スイス・トルコ・イギリス。その他、NEA DB 加盟国でないアイルランド・アイスランド・ルクセンブルク・モナコも NRDC では NEA DB 加盟国の扱いになっている。ちなみにフィンランドの 1976 年に続いて NEA DB に加盟したのは韓国(1993 年)であり、韓国とそれ以降に NEA DB に加盟した国のうちロシア以外の下記の国は現在も NDS の担当となっている：アルゼンチン・ブルガリア・チェコ・ハンガリー・メキシコ・ポーランド・ルーマニア・スロバキア・スロベニア。

速やかな格納に貢献している。このことはたとえば IAEA の中性子標準断面積に関する会議での CSNS のデータの存在感を高めている。

NEADB 原加盟国についても、収集体制の分散化という話がなかったわけではない。たとえば、独・仏・英・日の実験研究者を一定期間 NEADB の前身である CCDN に招待し、採録活動への理解を深めてもらう計画が 1960 年代末期にあったようである [6]。しかし、これが日の目をみることはなく、長年、日本を含む NEADB 原加盟国で測定された中性子入射反応データは NEADB が採録を分担してきた。

ところが、1990 年代に NEADB がロシアの採録者への外注に頼るようになって以降、NEADB の採録品質が著しく低下した。同一測定で得られたデータが（例えば会議録と本論文から）あたかも繰り返し測定されたかのように複数回採録される、というのがその典型例で、日本の中性子入射反応データに関して言えば OKTAVIAN で得られた放出中性子二重微分断面積や放射化断面積でそのような事例が多数つくられた [7]。また、当時作られたエントリーの中には外注先の採録者が測定の理解不足をうかがわせるものもままある。

日本で測定されたデータができるだけ良い形で EXFOR に格納され、適切に活用・引用されて欲しい、と欲していたところ、2018 年だったかと思うが、岩本修氏から「JAEA は NRDC の一員として EXFOR 採録を開始することに関心がある」、というお話をいただいた。実際に作業をして下さる方がいることが重要であるが、これについては J-PARC で TOF 測定を主導されている木村敦氏が引き受けて下さることになった。この頃は毎夏 JAEA に滞在していたので、滞在中に木村氏に採録の規則やツールの使い方などを説明したところ、木村氏はすぐに採録方法を理解され、2019 年以降に刊行された日本の中性子入射反応データのうち、J-PARC で測定されたもの、あるいは JAEA の核データ研究グループが参加して国内で測定されたものに関して、EXFOR エントリーを作成されてきた。

この状況を鑑み、当該データの採録分担を NEADB から JAEA に公式に移行することを本会合で提案したところ、NEADB を含め特に異論はせず、承認された。測定を実施したグループが取得データを自ら EXFOR に採録し公開する、という極めて理想的な状況が日本で実現したことは誠に喜ばしい²。

2.3 EXFOR 関連 Fortran コードの近代化

NNDC や NDS では 1990 年前後に計算機が IBM から DEC (VAX, Alpha) に置き換えられた。この時期に NNDC から NDS に異動して課長を数年勤めた Charlie Dunford 氏は自ら計算機系の長を兼務し、既に NNDC に導入されていた DEC の NDS への導入を積極的に進めた。現在 EXFOR の処理で用いられているコードの中には NNDC の Victoria McLane

² 北大 JCPRG も研究室の測定活動で得られた荷電粒子入射放射化断面積に関して同様のことを実現させている。

がこの DEC 環境上で Fortran で開発したものが多く、2000 年代に入ると今度は DEC から Linux への移行が進んだが、McLane が DEC 上で開発した Fortran のコードはそのままでは Linux 環境でコンパイル・実行することができなかった。筆者が日本で EXFOR の採録を開始した頃は、EXFOR のチェックコード CHEX も DEC 上でしか実行できず、このコードの実行だけのために、VMS コマンドを覚え、NDS の Alpha マシンに日本からログインし、CHEX を実行したものである。

このような状況を改善すべく NDS では Viktor Zerkin が NNDC で開発された Fortran コードの Linux 環境への移植を進めた。ただ、EXFOR/CINDA 辞書の処理コードは利用者が実質私のみだったために移植がなかなか行われなかった。このため、NDS 赴任当初、私が年 2 度の辞書更新の際に最初に行うことはサーバ室の鍵を開け、DEC Alpha マシンの電源を入れることであった。その後、2013 年 7 月にこの処理コードの Linux への移植が Zerkin 氏の手により完了した。以上のような経緯から、2005 年の McLane の NNDC 退職後、この種のコードの最低限の維持・管理は Zerkin 氏により NDS で続けられてきた。

ところが Zerkin も昨年 (2023 年) 10 月末で定年退職し、これまで開発してきた EXFOR 関連 Fortran コードの今後の維持管理が大きな課題となっており、NDS では従来のコードを新たなコードと置換する計画を進めている。このうち EXFOR/CINDA 辞書を様々な形式に変換するツール DAN2X4 の Python による書き換えの完了が本会合で報告された。この新しいコードは (1) 読み込んだ辞書情報を JSON 形式に変換する部分と、(2) JSON 形式の辞書を様々な書式に変換する部分からなっている。この JSON 形式の辞書は私自身は中間ファイルとして用いているが、Python で EXFOR のツールを開発する人にとっても有用かもしれない。JSON 辞書を読み込み、EXFOR の物理量略号(CUM),SIG の意味(展開形) を出力する例を図 2 に示す。

```
[otsukan@NB635819] python3
Python 3.8.10 (default, Nov 14 2022, 12:59:47)
>>> import json
>>> file="dictionary.json"
>>> f=open(file,'r')
>>> json=json.load(f)
>>> print(json["236"]["(CUM),SIG"]["expansion"])
Cross section (uncertain if cumulative)
```

図 2 JSON 辞書 dictionary.json を Python で読み込み、辞書 236 で定義されている (CUM), SIG の展開形 Cross section (uncertainty if cumulative) を取得

2.4 機械学習（自然言語処理）を用いた EXFOR 採録の効率化

個々の EXFOR エントリーは数値データ本体部とその記述部からなっている。後者の作成にあたっては、書誌・装置・解析法・標準・不確かさ要因などに関する情報を典拠論文中に探し出し、その要約をファイルに書き込む。この作業を「文書要約」や「文書分類」と呼ばれる自然言語処理の手法により自動化する試みについて本会合で報告した。以下にその概略を紹介したい。

今回、自動化を試みたのは研究機関略号の推定である。EXFOR には INSTITUTE という項目があり、ここには論文の著者が所属する研究機関が略号で列挙される。たとえば、論文の著者の中に南アフリカの iThemba 研究所所属の人がいて、その研究所名が

iThemba Laboratory for Accelerator Based Sciences, Somerset West 7129

と論文に表記されていたならば、採録者は EXFOR の略号の一覧（辞書）に、

3SAFITH iThemba Laboratories, Somerset West

という行を見つけだし、3SAFITH が入力すべき研究機関略号であると判断する。n_TOF Collaboration の公刊論文のように著者の研究機関数が数十にも及ぶ場合、それぞれの研究機関について略号を EXFOR 辞書から拾い出す作業は面倒である。物理屋が時間をかける価値のないこの作業を自動化したい、とかねてから思っていた。今回は「単純ベイズ分類器」という自然言語処理の手法でその効率化を試みた。

この方法では、まず、各研究機関名の論文表記に様々な単語が現れる頻度を調べる。このために、論文を一定数収集し、研究所名の論文表記と対応する略号の一覧表を作成した。この一覧から 3SAFITH の部分を抜き出したものが表 2 である。複数の論文が同一の表記を用いた場合、その表記は論文の数だけこの表に反復されるが、そのような反復は表 1 では省略されている。

表 2 収集論文の所属欄の表記の一覧表のうち iThemba 研究所に関する行の抜粋

略号		論文表記
...		...
3SAFITH	1	iThemba Laboratory for Accelerator Based Sciences,Somerset West 7129, South Africa
3SAFITH	2	iThemba LABS, Old Faure Road, Faure 7131, South Africa
3SAFITH	3	Department of Subatomic Physics, iThemba LABS, PO Box 722, Somerset West 7129, South Africa
3SAFITH	4	iThemba LABS, National Research Foundation, PO Box 722, Somerset West, South Africa
...		...

次に 3SAFITH の論文表記が上の 1,2,3,..のそれぞれの現れ方を求める。このために、単語数が n 個のある論文表記 x は、一覧表全体に含まれる k 種の単語（語彙）の中から単語を n 回選択して生成されると仮定する。また、各選択操作は独立であると仮定する。ある単語 $i (i=1,k)$ が 3SAFITH の論文表記に現れる確率を p_i 、またその単語が論文表記 x に現れる回数を n_i とした場合、単純ベイズ分類器では 3SAFITH が論文表記 x で現れる確率 $P_{x, 3SAFITH}$ は多項分布を仮定して、

$$P_{x, 3SAFITH} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!} p_1^{n_1} p_2^{n_2} \dots p_k^{n_k} \quad \left(\sum_{i=1}^k n_i = n, \quad \sum_{i=1}^k p_i = 1 \right)$$

とする（単語の出現順序は考慮しない。研究機関名の n_i は通常 0 か 1 であろう。）。収集した論文の研究機関表記全てについてこの確率を計算すると、いわゆるベイズの定理により、論文表記 x が 3SAFITH を表す確率 $P_{3SAFITH, x}$ を求めることができる。

この確率 P を様々な論文表記について計算した上で、ある論文表記 x に対応する研究機関略号の推定を以下のように行う。ある論文表記 x が South Africa を含んでいる場合、対応する研究機関略号は EXFOR 辞書に登録されている南アフリカの研究機関のうちの一つであろう。従って、論文表記 x が南アフリカのさまざまな研究機関略号に相当する確率 $P_{3SAFDWU, x}$ 、 $P_{3SAFITH, x}$ 、 $P_{3SAFNAC, x}$ 、... を計算し、その中で一番高い確率をとる研究機関略号が EXFOR に入力すべきもっとも確からしい略号である、と推定する。

応用上は正答率をあげるため様々な工夫を行う。例えば、前置詞・冠詞・研究機関表記としてありふれた単語（例えば University）は、無視する。また本来の多項分布の式では出現回数 n_i は負でない整数であるが、今回は各研究機関を特徴づける単語に重みを置くために、この n_i を TF-IDF (term frequency – inverse document frequency) という尺度で置き換えてみた（TF-IDF は連続値をとるので多項分布の仮定は厳密には適切でない）。

さて、この方法が EXFOR 採録での研究機関略号の選択にどの程度有効であるかを検証した。具体的には 2022 年の第一四半期に採録され EXFOR に入れられた論文に含まれる 495 の研究機関の略号がどの程度正しく判定されるかを、以下の 4 つの方法で試みた。

1. Gestalt pattern matching という単純なパターンマッチに基づく EXFOR 辞書中の各研究機関略号の展開形と論文表記の比較 (66.5%)
2. EXFOR 辞書に登録されている研究機関略号とその展開形からベイズ分類器により確率 P を計算する方法 (74.8%)
3. 2 に加えて 2021 年の第四四半期の採録論文に現れた 542 研究機関表記を用いて確率 P を計算する方法 (84.4%)
4. 3 に加えて 2021 年の第三四半期の採録論文に現れた 472 研究機関表記を用いて確

率 P を計算する方法 (87.1%)

ここで、それぞれの方法の最後に%で記されているのは正答率である。単純ベイズ分類器を導入し、更なる学習材料を増やすことにより正答率が改善されていることが分かる。

NRDC 会合では以上のように EXFOR の研究機関略号の同定を例として紹介したが、論文の全文分析を実施すれば、実験情報に関しても同様の手法が適用できる可能性がある。実際、NNDC は ORNL などと協力してこの種の分析により鉄の分離共鳴パラメータを評価するという野心的な計画を立て、プロジェクトとして申請していると聞いている。³

2.5 EXFOR Master File の一般供用

EXFOR の利用者の多くは特定の反応・エネルギー領域・物理量に関心があり、当該データを検索・入手して活用しているものと思われる。他方で、TENDL ライブラリの開発のように、EXFOR ファイル全体をごっそり読み込み評価に活用、という利用形態も想像できる。

NRDC では EXFOR 利用者が EXFOR ファイル全体を網羅的に読み込んで使用する、ということはこれまで想定してこなかった。NDS では最新の EXFOR 全体を束ねたテキストファイルを EXFOR Backup File として維持しているが、これはあくまでも NRDC の各センターが維持しているファイルに障害が生じた際のバックアップであり、EXFOR 利用者に提供することはなかった。1996 年の NRDC 会合ではデータセンターから入手した EXFOR の再配布の問題が議論されており [8]、そのような再配布の防止がバックアップファイルの公開を NRDC 内に限定してきた理由かと想像している。

ところが、最近、NRDC 内部関係者にのみ公開していたウェブサイトからバックアップファイルが無断で入手・加工・再配布している事例、あるいはウェブ検索システムから網羅的にダウンロード (スクレイピング) ・再配布している事例が散見されるようになってきた。ファイルが広く利用されること自体は大変に結構なことなので、引用・再配布・改変などの規則を整備した上で一般利用者向けに EXFOR ファイル全体を公開すべきではないか、という機運が高まってきた。

上のような状況・論点を踏まえ、本会合で EXFOR 全体を含むファイルの配布に関する方針を議論した (本会合で最も重要な議題であった)。議論の詳細はここでは紹介しないが、以下のような結論が会議の合意事項として議事録に書き込まれた (原文については会合の正式報告書付録 C の C5 を参照) :

「マスターファイル・辞書・ならびに関連文書をオープンデータとして DOI を付与し、

³ このプロジェクトは現在 WPEC で進行中のサブグループ SG50 (Developing an Automatically Readable, Comprehensive and Curated Experimental Nuclear Reaction Database) の活動のうち、EXFOR の実験条件をより充実させる、という米国主導で行っている内容と関連している。

また CC-BY-4.0 あるいはそれと類似のオープンデータのライセンスを付与して公開することを NRDC は推奨する。各マスターファイルに DOI と配布ウェブサイトが必要となるであろう。(ファイルの配布は) 2015 年頃時点のものまで遡って行われるものとし、(マスターファイルの作成に使われる) センター間交換ファイルやバックアップファイルは配布すべきではない。」

ここでいうマスターファイル(EXFOR Master File)とはバックアップファイルと同等であるが、利用者を意識し作成・公開するものである。

著作権やライセンスに関する詳細を詰めるためには法務室などとの相談が必要であり、この方面に明るい同僚の Marian Ludmila に助けられながら、利用規約の詳細を詰めている。仮に CC-BY-4.0 が適用された場合、マスターファイルを入手した者はそれを営利目的も含めて自由に複製・改変・再配布できる一方、製作者や著作権の表示・入手元へのリンク・改変内容の明示を行う義務を担うことになる。NRDC 推奨の EXFOR 論文 [9] さえ引用してくれれば著作権など気にしない、というのがセンター長会議の議場の雰囲気であった。しかし、CC-BY-4.0 を適用するためには著作権者を定める必要があるらしく、NRDC のような法人格を有しない組織は果たして著作権者になれるのか、など細かな疑問について法務室と詰める必要がありそうだ。

2.6 $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ 断面積？

核反応に関する話題なしに本報告を終えるのは寂しいので、そのような話題をひとつ。 ^{211}At は ^{225}Ac と並んで α 線治療薬剤としての役割が期待されている核種であり、一昨年(2022年)の IAEA 総会では日本の内閣府が「 α 線薬剤の開発とアイソトープの供給—アスタチン 211 と国際機関における役割の可能性—」というサイドイベントを組織した。 ^{211}At を荷電粒子入射核反応で直接生成するのであれば、最適な反応経路は $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ である(30 MeV 近傍でピーク断面積およそ 900 mb)。この励起関数は測定によるばらつきも少なく、確立したものと考えてよさそうだ。

さて、EXFOR に現れる反応式の電荷・質量保存を調べていたところ、 $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ という、電荷も質量も保存しない反応の測定が複数登録されているのを発見した。EXFOR に格納されているこの反応の断面積を作図した結果を図 3 に示す。最新(1985)の実験を除くと、断面積は 200~700 MeV で 20 μb ほどである。 π 中間子の閾値エネルギーを超えているので $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ という反応式は電荷保存に関しては問題ないが質量保存という点で具合が悪い。ちなみに 1985 年の実験は厚みの異なる複数の標的を用いており、これが測定結果のばらつきと関連するよう見える。

当然ながら測定者らはこのような反応が起きないことを知っており、いずれの論文とも $^{209}\text{Bi}(p, \alpha+x)$ で生成される α 粒子が標的物質中の別の ^{209}Bi と相互作用し、先に α 線薬剤

のところで紹介した $^{209}\text{Bi}(\alpha, 2n)^{211}\text{At}$ 反応を引き起こす、という文脈で $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ 「断面積」を報告している。標的が厚ければ α 粒子の生成量が増し、従って ^{211}At の生成量も増す。

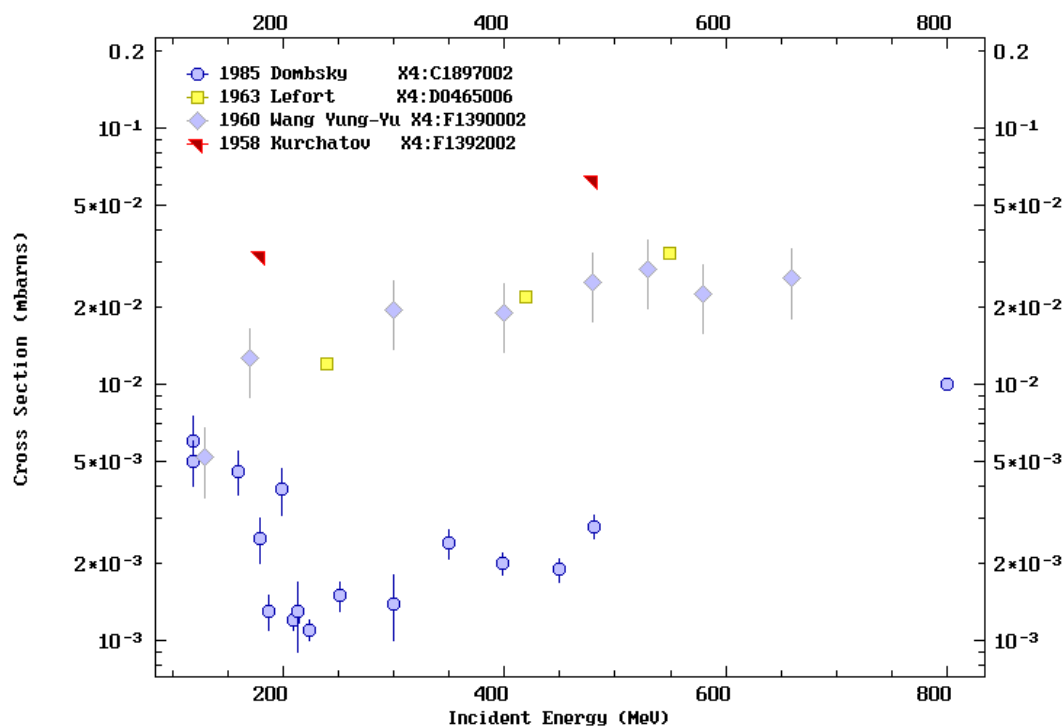


図3 $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ 断面積として EXFOR に登録されているデータ (Kurchatov は原爆開発で有名な I.V. Kurchatov とは別人)

$^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ 「断面積」の標的の厚みの依存性については 1982 年に Clark ら[10]が BNL の線形加速器で取り出した 200 MeV の陽子を用いて詳細な検討を行っている。彼らが $^{209,210,211}\text{At}$ の生成断面積の ^{207}At 生成断面積との比を標的の厚みの関数としてあらわしたものを図 4 に再掲する。 ^{207}At は常に $^{209}\text{Bi}(p, \pi^- 3n)^{207}\text{At}$ 反応で直接生成されると仮定した場合、 $^{209,210,211}\text{At}/^{207}\text{At}$ の生成断面積比の増加は、標的の厚み増加がもたらす α 粒子生成の増加によるものと解釈できる。

以上のような資料を議論した結果、このような二次粒子により誘起される反応事象に関する「断面積」を EXFOR に採録すべきではない、という至極全うな結論に至った。ただし、NNDC のセンター長の David Brown は「アメリカでは ^{211}At 生成は大きな関心事なので、既に EXFOR に入れられた $^{209}\text{Bi}(p, x)^{211}\text{At}$ 断面積については反応式が間違っていたとしてもそのままにして欲しい」と発言した。

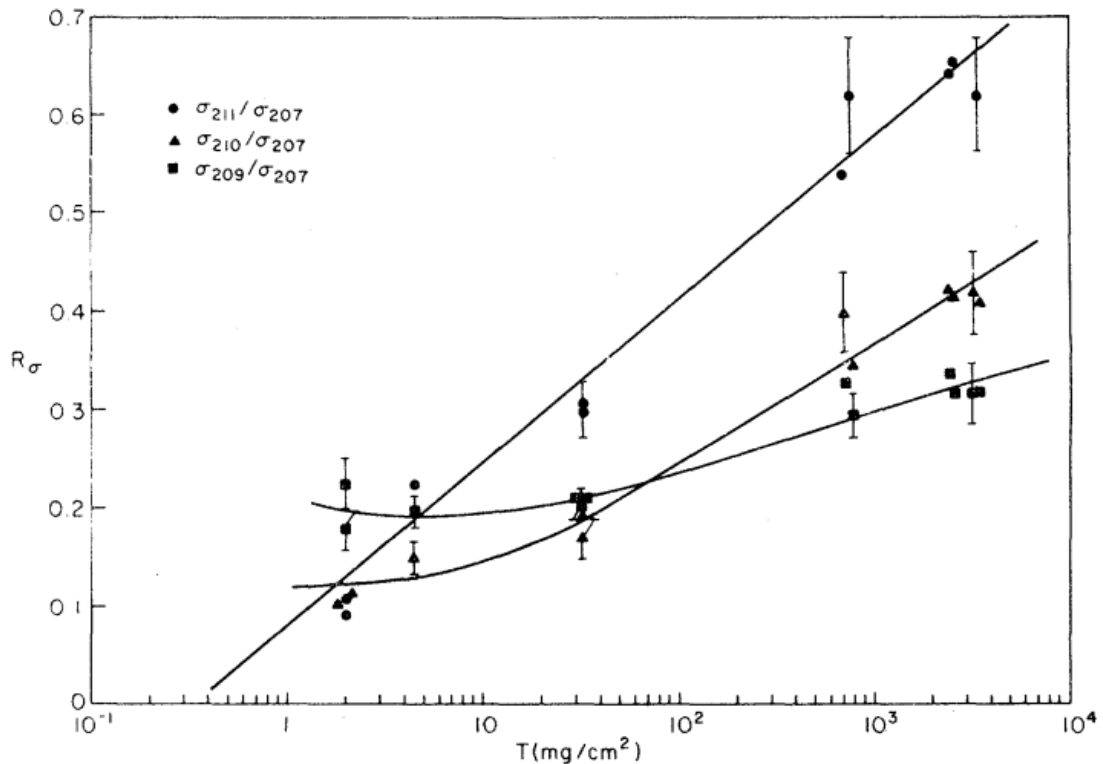


図 4 200 MeV の陽子を様々な厚みの ^{209}Bi 標的にあてて得られた $^{209,210,211}\text{At}$ の生成「断面積」の ^{207}At 生成断面積との比 [10] (APS より転載許可取得済)

3. おわりに

今回の会議はデータファイルや関連コードの著作権・ライセンスなどできれば関わりたくない面倒な話題が多く、会議後の議事録の詰めの過程なども含めてなかなかくたびれた。この NRDC 会合とほぼ同時期に G7 の科学技術相会合が仙台で開催され、ここでは中心議題の一つが「オープンデータ」で日本から（なぜか）経済安全保障担当大臣が出席することを NRDC の会議開催後に知った。また、この翌月には日本学会会議が「オープンサイエンス、データ駆動型研究が変える科学と社会—G7 コミュニケを読み解く」というフォーラムを開催した。

Wikipedia によれば「オープンデータ」は「特定のデータが、一切の著作権、特許などの制御メカニズムの制限なしで、全ての人が望むように利用・再掲載できるような形で入手できるべきであるというアイデア」である。実験核反応データの自由な利用・引用を 50 年以上も推進してきた EXFOR 国際協力は「オープンデータ」の優等生と言えそうだ。ただ、「オープンデータ」は再利用のし易さも重視するようである。公共施設の位置データ公開は自治体の取り組むオープンデータの一例であるが、たとえば自動体外式除細動器 (AED) の位置データは必要なときに素早く調べられてこそ価値がある。今回、EXFOR Master File を自由度の高い形で一般の利用に供することが認められたが、これがきっかけ

となり、様々な人が EXFOR を活用するツールやアプリを開発・公開されると素晴らしい。

他方、このような EXFOR における「オープンデータ」の実現は、測定者の善意と採録者の熱意に依るところが大きいことに留意したい。長谷川明氏は

「誰でもが、データをただで自由に使えるという事は、使った人はその経験なり見出した問題点をデータ作成者・利用者にフィードバックする義務を有すると我々は考えています」

と書かれている [11]。これは JENDL の利用者に対する意見であるが、EXFOR の利用者に対する私の考えをはっきりと代弁している。

今回、日中韓のセンター長が久々に揃い、楽しい会食の時間を持つことができた(図 5)。次回の NRDC 会議（技術会議）は 2024 年 5 月 14 日～17 日にウィーンでの開催を予定している。

参考文献

- [1] 大塚直彦、核データニュース **121** (2018) 7.
- [2] 須山健也、核データニュース **121** (2018) 44.
- [3] N. Otuka, D. Brown (eds.), INDC(NDS)-0879, International Atomic Energy Agency, 2023.
- [4] NRDC 2023 Website https://nds.iaea.org/nrdc/nrdc_2023/.
- [5] EXFOR Master File <http://nds.oaea.org/nrdc/exfor-master/>.
- [6] 岡本浩一、JNDC ニュース **12** (1969) 17.
- [7] 大塚直彦・河野俊彦、核データニュース **106** (2013) 72.
- [8] 長谷川明、核データニュース **55** (1996) 1.
- [9] N. Otuka et al., Nucl. Data Sheets **120** (2014) 272.
- [10] J.L. Clark et al., Phys. Rev. C **26** (1982) 2073.
- [11] 長谷川明、核データニュース **57**(1997) 132.



図5 アジア3センター（日中韓）の関係者との夕食