

核データ専門部会評価活動調査 タスクフォースの答申

(原 研) 水 本 元 治

シグマ委員会核データ専門部会は昭和63年度10人のメンバー（メンバー名及び所属は本文末に記す）よりなるタスクフォースを設け、JENDL-3完成以降の核データ活動を維持・発展させるために、今後行うべき評価活動の検討を行った。討論では技術的な面に主眼を置き、特にJENDL-3評価の過程で蓄積された知識を集約し今後の評価活動に生かすこと、新しい核データ評価の分野を検討すること、さらに高度な手法を取り入れた評価を行う方策を検討することなどを話し合った。本文ではその検討結果を記す。なお、本記述内容と各メンバーの具体的な提案は別途JEARI-memoに記載予定である。

1. 経緯

JENDL-3の評価作業がほぼ終了し、これまで行ってきた仕事を総括し今後の新たな作業目標を設定しなければならない時期にきている。振り返ってみるとJENDL-2の評価が終了し、JENDL-3への移行が行われた時期と今回とでは状況がいささか異なっているように思われる。それは、JENDL-3ファイルの評価結果は若干の問題点はなお残されているものの、これまでに求められてきた核データへの要求は、概ね満たされつつある。そのため、今後汎用ファイルの再度の大幅な手直しが必要になるという一般的な認識は薄い様に思われる。一方、核データ評価活動のこれからの目的が、原子炉の開発以外の多方面への利用分野を含めて考える必要があるとの認識が広まりつつある。これは、現在原子力開発研究が置かれている状況とも密接に関連しており、また、JENDL-3評価の大目標の1つであった核融合開発からのニーズも一時期ほど強力なものではなくなっている感がある。

これからの核データ評価の主体となる目標を何に設定するかは、さらに時間をかけて十分に検討する必要があるが、JENDL-3以後、我々が当面取り組むべき重要施策として、1985年度に検討された”JENDL-3以降の核データ関連分野の動向「中沢委員会答申：JEARI-memo61-330」”に記載されている内容が考えられる。そこでは、いわゆる特殊目的核データファイル作成が重要課題の1つと見なされ、また核データ評価に関与するスコープの拡張が唱われている。

この方針にそって日本におけるこれからの核データ活動を維持・発展させることが核データ評価者に課せられた課題である。この課題を実行に移すために、技術的な面からの具体化へむけて検討を行う必要がある。一方、JENDL-3の評価過程で評価者間に多くの経験が蓄積されてきており、また作業の際に経験され

た問題点や反省点が纏められつつある。

これらの事情を鑑み、核データ評価専門部会長（村田徹氏）は、核データコミュニティのなかから小人数のタスクフォースを設定し、今後の核データ評価活動の調査報告を依頼した。

このタスクフォースは昭和63年度2回にわたって会合を行った。タスクフォースが取った具体的な作業のやり方は、予めメンバーに対して核データ評価関連分野ごとに担当分野を割当てておき、担当者は、自分の担当分野ごとに想定される検討項目をいくつか設定し、その中で、今後やるべきこと、その作業量等を検討した。その結果は会合の前に取りまとめられ、予めタスクフォースのメンバー全員に配布され、各自事前の検討を加えて置くこととした。会合では、それらの内容に関して逐一検討を加え、そこでの議論の結果を再度検討案に反映させた。

このようにして得られた最終検討結果は平成元年3月に専門部会長に提出され、タスクフォースの作業を終了した。この報告書では、核データ専門部会長に提出した最終検討結果を示す。

2. 検討項目の抽出

当タスクフォースでは核データ活動を以下のA～Eまでの5つの分野に分割し、分野ごとに担当者を定め、今後核データ専門部会が取り組んで行くべき課題の抽出を行った。

- A 新しい評価手法とデータの提供（AIの利用、新しい計算機技術の利用）
- B 評価に用いる核理論（直接過程理論、準位密度、誤差ファイル）
- C 計算コード（高エネルギー領域、光核反応）
- D 評価済み核データ格納方式（荷電粒子反応、高エネルギー反応）
- E 新しい実験への要請

また各々の課題に対して、現在の核データ評価の陣容などを考慮し、作業すべき項目、作業に要する人数、期間等の具体的な項目を検討した。これらの項目は以下の通りである。

課題名：

概要：

- ①現在抱えている問題点、必要性、外部からのニーズ等
- ②緊急性（早急にやらなければならない作業内容か、長期に腰を据てやらなければならない作業内容か）

- ③具体的な作業内容
- ④適当だと思われる作業のやり方（委員会作業、小グループ作業、委託・外注、等。委員会やグループの作業では、いくつかの課題を同時に分担する可能性もあり、その場合はそのことも記述する。）
- ⑤必要とするマンパワー
- ⑥特に困難だと思われる問題点
- ⑦現在使用可能なリソースの現状
- ⑧出来た際の大きなメリット及び考えられる利用者の範囲
- ⑨その他

提案された課題の一覧、作業期間・人数・形態は表1に示す。タスクフォースの会合では、メンバーから出された課題に対してその内容を明かにし、さらに新たな課題を付加したり、いくつかの課題を統一した。特に、AI関連の課題（新しい評価手法とデータの提供）では担当者間で取り上げられた課題に重複するものがあつたため担当者間で課題の再検討を行った結果表2の様に取りまとめた。

更に、各課題に対して、以下に上げる事項に対して検討を加えた。

- (1) 1989年（平成元年）に行うべき課題の具体化
- (2) 早急に行うべき課題または腰をすえて行うべき課題の振り分け
- (3) 目標とする作業期間
- (4) 作業に要する人数
- (5) 作業形態（作業を担当すべきワーキンググループ、小グループ）
- (6) 作業のやり方（委員会、核データセンターでの作業、委託または外注等）
- (7) 現在利用できる資源

これらの検討の結果、答申案に盛り込まれた平成元年度に作成すべきワーキンググループタスクフォースなどの提案は表3に記載されている。

3. 検討結果の概要

先述したように、検討を行った時期がJENDL-3の評価作業が最終段階に達した時期であるという関係から、討論の内容も勢いJENDL-3の評価作業に於ける反省点が主体となった。先ず当面の仕事として、JENDL-3で得られた多くの知識が散逸しない様にする、その内容の集約化が大きな課題であろうということで意見が一致した。そのためには、最近の計算機技術を取入れ、大量の知識を効

率的、系統的に取り扱うことの出来るAI技術により、JENDL-3での知識の集約化に貢献してはということでAI関連の議論にかなりの時間が割かれた。

また、最近の一般的な傾向として評価作業の高度化、複雑化、さらには作業量の増大にも係わらず、人員の固定化、さらに高齢化に対する危慮が述べられ、その解決の一助にするためにもAIの利用による、作業の効率化を計る必要が指摘された。

一方、AIに対しては、未だ完成した技術ではなく不備な面が存在すること、特に核データ評価などの特殊で高度な仕事に対しては解決されていない問題点が数多く存在する面などが指摘された。なにをAI化でき、何が評価者独自で行わなければならない点か検討する必要がある。今後進める作業として、評価知識を集約化しデータベース化することが検討された。

JENDL-3の評価作業に於いて数多くの評価計算コードが使用されたが、ある面では、ブラックボックス的な使い方に終わったのではという反省が述べられた。今後の核データの発展のためには、評価者全員が評価手法により精通することが期待される。また、計算コードの面で特に準位密度の計算などで改良の余地があること、借り物でない日本独自の計算コードを開発する必要があることが述べられた。さらに、新しい高度な理論計算（Feshbach・Kerman・Koonin理論、田村・宇田川理論など）を評価に取り入れていく必要が指摘された。ただし純粋な核理論は、そのままでは評価などのような応用には利用できない面も考慮する。また、それらを推進する手だてとして応用に理解のある核理論家に核データコミュニティーへの協力を求める。例えば資金的な裏付けを得て、計算依頼を出すなどの方策を講じるなども討論の過程で議論された。

JENDL-3でデータ格納に使用されたフォーマットは、諸般の事情からENDF-5フォーマットであった。しかし、最近の世界的傾向として、粒子放出反応の角分布スペクトルなどが正しく表現できるENDF-6への変換の必要性が指摘された。現在処理コードの整備が遅れてはいるものの早急に作業の手順を定め、ENDF-6への変換を検討する必要が指摘された。

また、わが国の核データ評価作業のなかで、米国の断面積評価WG（CSEWG）が持っているような、評価結果のレビューを行い、内容を厳しく検討するシステムが必要なのではないかとの指摘もあった。

評価と一体をなす実験に関してもこれからやって行かなければならない課題の検討が行われた。最近の核融合核データ測定分野などいくつかの領域で画期的な実験が行われているものの、残念ながら、わが国の実験分野での世界への貢献度は高くない。検討課題として取り上げられた要望の多くが、大型の加速器が必要であるなどの設備の制約から、早急に実現するのは困難かも知れないが、これからの地道な長期的な努力が必要とされ、それこそが核データ活動

のこれからの発展に寄与するものと考えられる。

4. まとめ

本タスクフォースでは、核データの分野でこれからどういうデータの評価が重要になるであろうかというような、作業のスコープに関する議論は詳細には行われなかった。また、作業のプライオリティーにたいする議論がもっと厳密になされなければならなかったかも知れない。若い核データ評価者がより魅力を持って核データの評価活動に参加する手だてに関してももっと議論する必要があるし、また予算を決定する人たち、仕事を評価する人たちに対して、我々の仕事をアピールする方法なども議論されても良かったのかも知れない。

核データ活動の主たる目的は核分裂炉、核融合炉を問わず原子力開発に係わる大小のプロジェクトからの要請を主体とするものであるのには違いない。原子力を巡る社会的な情勢がきびしい現実を見るに、核データの応用範囲をより広く見すえ、また、それらにいつでも対応できるための体制、陣容、評価の手法等をより現実的に開拓していく必要がある。さもないと実験に限らず、核データ評価に関しても、これからの活動の維持発展にはかなり厳しいものがあることを覚悟しなければならない。

最近一般的に、“全員が原因不明で多忙”であり、会合の数がむやみに多いという傾向を何とか緩和したいという切なる願いとから会合の回数を極力減らす努力を行った。この作業の効率化、会議の回数の低減化は、或は今後の核データ評価作業ためには一考の価値があるかも知れない。しかし残念ながら、反面、時間的制約から十分な検討が行われなかった面も否定できない。

本報告書が以上のような検討結果に基づき今後の評価活動の効率化を計ると共に今後の発展に寄与することを切に期待するものである。

タスクフォースメンバー (アイウエオ順)

井頭政之	東京工業大学 原子炉工学研究所
岩崎信	東北大学 原子核工学科
大沢孝明	近畿大学 原子力研究所
岸田則生	センチュリー・リサーチ・センター(株) 技術室
柴田恵一	日本原子力研究所 核データセンター
杉本昌義	日本原子力研究所 核物理第2研究室
中川庸雄	日本原子力研究所 核データセンター
肥田和毅	日本原子力事業(株) 総合研究所
深堀智生	日本原子力研究所 核データセンター
水本元治	日本原子力研究所 核物理第2研究室

表1 提案された課題の作業期間・人数・形態

A 新しい評価手法とデータの提供 (AIの利用、新しい計算機技術の利用)

分野	課題	平成1	長期	期間(年)	人数	形態*	作業**	資源
データ提供	A-1 評価活動に関する支援システムの開発	○	○	3.5	6	ア	WG	九大、東北大
	A-2 核データ編集作業支援システムの開発		○	2		ア,イ	NDC	
	A-3 情報数値提供サービス作業支援システムの開発	○	○	2	(2)	ア	A	
	A-4 各種数値、パラメータ・データベースの整備	○		1	(2)	ア	NDC	
	A-5 JENDL-3データのプロット図の配布	○		0.5	1	イ	A	
	A-6 ORIGEN用1群断面積の作成・公開	○	○	1	2-3	イ	A	SRAC
	A-7 理論計算パラメータの整理・発行	○		0.2-0.3	1	ア	NDC	評価者全員
	A-8 既存の理論計算コードとマニュアルの整備		○	1	1	ア		
	A-9 核反応理論理解		○	数年	1-2	イ		核データ研究会
評価手法	A-10 理論計算パラメータの自動設定		○	1-2	1/コト	イ	B	
	A-11 評価作業の流れの分析		○	1	3-4	ア	SWG	九大、東北大
	A-12 評価コードデータベースの調査・整備	○		1	2	イ	SWG	
	A-13 評価方法の知識ベース化		○	1	3-4	ア	SWG	九大、東北大
	A-14 評価結果の検討方法の分析		○	2-3	5-6	ア	WG,CG	
	A-15 評価結果の検討方法の知識ベース化		○	1	3-4	ア	SWG	

*形態 ア: AI検討グループ イ: データ提供サービス検討グループ エ: 理論計算コード検討グループ

**作業 A: 外注 B: 委託研究 WG: 核データ専門部会のWG NDC: 原研核データセンターでの作業 CG: JENDL編集グループ

B 評価に用いる核理論（直接過程理論、準位密度、誤差ファイル）

分野	課題	平成1	長期	期間(年)	人数	形態	作業	資源
核理論	B-1 準位密度公式	○	○	2-3		I	WG,B	
	B-2 直接反応および核分裂理論	○	○	3-5		I	WG,B	NMTC,HETC
誤差	B-3 評価の過程で数値化が可能な誤差の検討		○	1	4	オ		
	B-4 誤差評価の可能な評価計算コードの調査・整備		○	1	3+(2)	オ		
	B-5 誤差評価結果のレビューの手法の検討		○	1	4	オ		
	B-6 誤差ファイルのフォーマットの選択		○	0.5	4	オ,カ		
	B-7 誤差ファイルのプロセッシング・コードの整備		○	2	1+(2)	オ,カ		
	B-8 核種・核反応別誤差のファイル化の必要優先度の		○	0.5	4	オ		

C 計算コード（高エネルギー領域、光核反応）

高エネルギー 光核反応	C-1 高エネルギー反応計算コード	○	○	4-5	4-5	I	A	ALICE,HETC
	C-2 理論的光核反応断面積計算コードの開発	○	○	4	9	キ	A,B	

D 評価済み核データ格納方式（荷電粒子反応、高エネルギー反応）

ファイル	D-1 理論計算結果のENDFフォーマット化	○	○	数年	0.5人/コト	カ	A	
	D-2 評価済み核データ格納フォーマットの検討	○		1-2	2	カ	NDC,CG	ENDF6
	D-3 単独評価値のデータベース作成		○	1-2	1	カ	NDC,CG	EDFSRS
	D-4 ENDF-6フォーマット対応処理コードの整備	○	○	数年	?	カ	A,NDC,CG	各種既存コト
	D-5 コードのマニュアル整備	○	○	数年	?	カ	NDC,CG	
	D-6 データ利用者からの情報の対応	○	○	継続的	2-3	カ	NDC,CG	

・形態 I：理論計算コード検討グループ オ：誤差ファイル評価検討グループ カ：データ格納法検討グループ キ：光核反応データSWG（既存）

E 新し実験への要請

分野	課題	平成1	長期	期間(年)	人数	形態	作業	資源
実験	E-1 高エネルギー分解能の(n, xn)反応2重微分 断面積($E_n \leq 20\text{MeV}$, $\Delta E_n = 15, 100\text{keV}$ @ $E_n = 5, 15\text{MeV}$)	○		1	5-7	ク		
	E-2 アクチノイドの中性子断面積の測定($E_n \leq 20\text{MeV}$)	○		1	5-7	ク		
	E-3 FPの中性子捕獲断面積の測定($E_n \leq 1\text{MeV}$)	○		1	5-7	ク		
	E-4 $8\text{MeV} \leq E_n \leq 12\text{MeV}$ に於ける中性子断面積の測定	○		1	5-7	ク		
	E-5 $200\text{MeV} \leq E_i \leq 2\text{GeV}$ ($i = p, n, \pi$)における (i, xn), (i, xp), (i, x π), (i, x γ)反応 2重微分断面積、核種収率、及び誘導放射能の測定	○		1	5-7	ク		
	E-6 $20\text{MeV} \leq E_i \leq 200\text{MeV}$ ($i = p, d, \alpha, n, \gamma$)に於ける (i, xn), (i, xp), (i, x π), (i, x γ)反応2重 微分断面積、及び誘導放射能の測定	○		1	5-7	ク		
	E-7 $E_i \leq 20\text{MeV}$ ($i = p, d, \alpha, \gamma$)に於ける(i, xn), (i, x γ), (i, α)反応2重微分断面積、及び誘	○		1	5-7	ク		

*形態 ク: 実験検討グループ (検討のみ)

表2 新しい評価手法とデータの提供の課題の統合

A'-1	理論計算コードパラメータの整備 データベース化、ハンドブック化、コード入力の自動設定	(A-4,7,10,12)
A'-2	理論計算コードマニュアルの整備 オンライン検索、印刷物	(A-3,8,12,D-5)
A'-3	情報提供サービスシステムの整備 文献情報、中間結果のサービス、数値情報のハンドブック化	(A-3,5,6,D-3,6)
A'-4	評価支援システム AIによる自動評価計算システム	(A-1,9,11,13)
A'-5	評価結果検討システム AIによる編集作業支援	(A-2,14,15)

表3 作成すべきワーキンググループWG(2)とタスクフォースTF(6)

検討項目	グループ	内 容	人 員
AI検討	TF	予備検討 将来 SWG 評価支援システム SWG 評価結果検討システム	SWから1人 (4-5人) (5-6人)
データ提供サービス	TF	パラメータ整備 系統的に行うにはWG	2-3人
	TF	マニュアル整備	2-3人
	TF	情報提供サービスシステムの整備 (またはCG)	2-3人
高エネルギー 断面積	TF	HETC, NMTC, ALICE, VEGAS, MECC7, NUCLEUS を整備する 中性子も含む 外注作業あり (さし当りWGは作らないが検討を行う)	4-5人
理論計算	WG	準位密度、直接反応、高エネルギー、光核反応 核分裂、評価コードデータベース整備 WGが長期的に欲しい(緊急ではない)	4-5人
誤差ファイル	WG	調査を目的 誤差ファイルの評価手法、内容の検討 ファイルを作る作業は行わない (トシメトリWGと関連)	4-5人
データ格納検討	TF	ENDF-6ファイルフォーマットの検討(短期的)	4-5人