

IAEA/CRP 「核データ評価のためのモデルパラメータ のテスト(RIPL-2)」第1回検討会合報告

原研核データセンター

深堀 智生

fukahori@ndc.tokai.jaeri.go.jp

1. はじめに

平成 10 年 11 月 25 日～27 日、国際原子力機関(IAEA)本部(ウィーン)にて、IAEA 協力研究計画 (IAEA/CRP) 「核データ評価のための原子核模型パラメータのテスト(RIPL-2)」第 1 回検討会合が開催された。本 CRP 作業に関して 1998-2001 年の 3 年間に以下のような協力を予定している。

1. 標準入力パラメータライブラリー“RIPL Starter File”の光学模型パラメータセグメントに関する断面積計算テスト
2. 選択されたモデル計算コードに対するユーザインターフェースの開発
3. WWW 用及び種々の計算機環境(UNIX, VMS, Windows)への検索ツールの開発(CD-ROM 化も考慮する)
4. 本 CRP の最終報告書として作成され、IAEA-TECDOC として公開される改訂版標準入力パラメータライブラリーハンドブックの一部執筆

本会合では、最初の会合であるので、同計画の立ち上げ、作業分担及び作業計画について討論を行った。まず、D.W. Muir (IAEA/NDS 長)の挨拶の後、P.G. Young (LANL)を本 CRP の Chairman に選択した。Agenda 及び参加者リストを資料 1、2 に示す。この後、本 CRP の目標を確認し、討議に入った。公式な報告書は IAEA/NDS から交換される予定であるのでこれを参考にして頂きたい。本報告では、Agenda にしたがって、会議の概要及び合意事項を速報する。便宜上、敬称は省略させて頂く。

2. 関連発表

作業分担に先立ち、本 CRP に関連する発表があった。まず、RIPL の新分野のユーザとして期待されている天体物理分野に関する概要紹介があり、各参加者(一部)による関連発

表があった。以下、各発表の概略を報告する。

2.1 天体核物理のための核データ (Goriely、ブリュッセル大学)

基本的に、原子核質量、変形、核内核子分布、shell 及び pairing 効果の補正、spin-parity 情報、核分裂障壁、光学模型パラメータ、準位密度パラメータ、 γ 線強度関数、分光学的因子等の基本物理定数及び反応率($\langle\sigma v\rangle$)が原子核天体物理には必要となる。Extended Thomas-Fermi + Strutinski Integral Approximation (ETFSI, Nucl. Phys., A605 (1996) 26)による原子核合成計算の有効性及び精度を増すためには、関連する基本定数とともに以下のような改良が必要である。

- 1) 核構造データ： 原子核合成計算の基礎データである
- 2) 準位密度パラメータ(BSFG, GSM, microscopic (statistic, combinatorial))： 原子核の励起状態を記述するのに必要である
- 3) 光学模型ポテンシャル(特に中性子、陽子、 α)： 逆反応過程及び捕獲断面積計算
- 4) γ 線強度関数： 巨大共鳴パラメータの系統性に関して放射幅に対する shell 効果が重要
- 5) 核分裂障壁： 液滴模型による核分裂からの原子核合成

この発表は、全体的に研究会の久保野の発表に似ていた。また、<http://astro.ufb.ac.be/iaa.htm> でこれらの情報を公開している。

2.2 microscopic 部分準位密度計算、その他に関する将来計画 (Copote)

microscopic 部分準位密度パラメータについて、BCS combinatorial approach により、部分準位密度 (1p-1h, 2p-2h, etc.) 及び全準位密度計算を用いて検証したい。光学模型パラメータのテストのため SCAT2 への、断面積テストのため STAPRE へのインターフェース (RIPL パラメータを用いた入力データ自動作成ツール)を開発する。

2.3 RIPL を用いた断面積計算 (Maslov)

U-238 の全断面積、弾性散乱断面積、中性子捕獲断面積を RIPL をベースに計算した結果について報告した。捕獲断面積の計算結果は 0.1-0.5 MeV 領域で過大評価であったが、その外はおおむね良好であった(JAERI-Research 98-040)。これを修正するためには、 γ 線強度関数を 10%程度下げる必要がある。

2.4 RIPL-II に対する日本の提案と協力計画 (深堀)

日本からの協力として、5章で総括されるような提案を行った。

2.5 LANL における核データ評価及びコード開発に関する最近の活動 (Young)

LA150、MCNPX、new-GNASH、Hybrid Monte Carlo Simulation (HMS)についての報告があった。

3. RIPL Starter File の Critical Review

RIPL Starter File(以下、RIPL-1 と呼ぶ)に関する critical review が各担当予定者から行われた。以下、セグメント(パラメータ別の分類)毎に報告の概略を報告する。

3.1 離散準位構造 (Belgva)

ENSDF から作成した離散準位構造データセグメントの総括報告を行った。フォーマットは ENEA Bologna のものを採用しているが、改訂が必要である。最低限、100 本に制限されている順異数を拡張する必要がある。また、other file として RIPL に登録されているデータとの比較も必要であろう。これに関しては、検索ツール作成担当者とも協力する。

スピンの不確定であるという理由で与えられていない準位に関しては、議論が必要であるが、以下のように提案したい。

- 1) 複数のスピンの与えられている場合： 1つを選択する(フラグを付加する)
- 2) スピンが与えられていない場合： 統計理論的にスピンを与える(別のフラグを付加する)
- 3) EC 遷移がまったく含まれていない問題： 全遷移確立を与える

現状で与えられている constant temperature パラメータ(T)は一部物理的に小さすぎる値が格納されているので、改定を要する。

3.2 光学模型ポテンシャル(Young, Bersillon)

単一エネルギー点のみに与えられているパラメータを除き、グローバルなものをまとめる必要がある。この中から、最終的に推奨できるパラメータを選定する。この他、新たに分散理論や Microscopic approach (JLM Model)によるパラメータも追加する。

3.3 準位密度(Ignatyuk)

RIPL-1 作成以降に(再)提唱された以下のものについて紹介した。

- 1) Static Path Approach + Random Phase Approximation (SPA+RPA):
Phys. Lett., B421 (1998) 13
- 2) Monte Carlo Shell Model Method (MCSM):
Phys. Lett., B438 (1998) 235

3) Interactive boson model (IBM)

4) Extended Thomas-Fermi + Strutinski Integral Approximation (ETFSI):

Nucl. Phys., A605 (1996) 26

RIPL-1 の現象論的パラメータ(全準位密度)改良のために以下のような研究を行った。

- 1) 平均中性子共鳴パラメータについてs-波共鳴パラメータを一部新しい実験による解析値と置き換え、p-波共鳴パラメータ及び強度関数を追加した。
- 2) constant temperature パラメータをチェックし、離散準位セグメントで計算されたものは一部過小であると結論した。これに対して、上でも述べたが、Budapest により改定が行われる予定である。
- 3) shell 効果補正に関して Phys. Rev., C56 (1997) 1613 のものが整合性が取れていると提案された。
- 4) Collective Enhancement Factor に関して、Nucl. Phys., A629 (1998) 635 のものを採用したいとの提案があった。

部分準位密度パラメータに関して、非等間隔単一粒子準位モデル(Phys. Rev., C58 (1998) 295)が、pairing 効果の統一的解釈(Nucl. Phys., to be published)が紹介された。今後、核データ評価の具体的計算によって RIPL-1 のパラメータをチェックしたい。また、PC 版の準位密度解析ツールを開発する予定である。

3.4 γ 線強度関数

M1 及び E2 遷移に関しては RIPL-1 のものより影響の大きい systematics があるかもしれない(深堀)との意見が出され V. Plujko (Kiev)に連絡して、協力してチェックすることになった。E1 遷移放射幅の shell 効果は改定すべきである (Goriely)との意見が出された。GDR に関する Varlamov compilation は、良いテストになるので、検討の対象とすることとした。

3.5 原子核質量

shell 補正に関連して、RIPL-1 に格納してある Emic (microscopic energy)を準位密度計算で使用されているものと整合性が取れるように、最低限説明を加えることとした。

3.6 平均中性子共鳴パラメータ

p-波パラメータを加え、s-波パラメータの一部を改定する。

3.7 前平衡過程からの放出粒子角度分布

Chadwick (LANL)の改良を含めるために、Oblozinsky 及び Young が連絡を取ることにした。

3.8 核分裂障壁パラメータ

Pb, Biのような非核分裂性の核種に対しても重要である(Bersillon)との意見が出された。

4. RIPL-2 作業の提案

4.1 改良と拡張

改良に関しては 3 章の議論によって合意が確認された。拡張に関しては、天然存在比データを含め、担当を Oblozinsky とする。中性子及び陽子のドリップラインに関するデータを追加すべきとの意見が出たが、質量表から計算できるので、見送ることとした。

4.2 RIPL-2 ファイルへ向けてのテスト

テストは recommended file についてのみ行い、改訂を施す。other file は recommended file の補完及びチェックに用いる他は考慮しないこととした。まず、各セグメント毎に自己チェック(一般テスト、フォーマットチェック等)を行う。断面積テスト前までに各セグメントのファイルは修正を済ませ、フォーマットなどのチェックを経た後、working file として一時保管する。この後、断面積チェック等の物理的テストのための物理量を選定し、テストに入る。

4.3 モデルコードのためのインターフェイス

以下のコードに対してインターフェースを作成することとし、担当者を決定した。

ECIS95: Koning

SCAT2: Capote

GNASH: Young, Ignatyuk

SINCROS-II: Fukahori

ALICE-IPPE: Ignatyuk

ALICE95, ALICE-F: Fukahori

STAPRE: Capote

EMPIRE: Herman

また、これらコードは RIPL-2 終了までに最低 NEA/DB を通して公開可能にしておくこととした。

4.4 検索ツール及び WWW

WWW 及び UNIX に関する検索ツールを深堀が担当することとした。

5. スコープと活動方針

5.1 スコープの詳細

目標と優先度は 4 章の議論を、期待される成果に関しては 1 章での確認をもって合意された。

5.2 RIPL 最終ファイル

5.2.1 構造と内容

構造及び修正内容については以下のように決められた。各セグメントの表現に関しては、セグメントのタイトルとなるので、英文のままに記述する。なお、()内は総括担当者である。

a) Atomic Masses, Shell Corrections and Deformations

- shell correction に関する適切な解説(間違った使用を防ぐため)を追加する。
- Audi の質量表を最新版に置換する。
- other file として変形、shell 及び pairing 補正、各内核子分布等を Belgium から提供する。
- 天然存在比を recommended file として追加する (Koning)。

b) Discrete Level Schemes (Goriely)

- フォーマットの改訂のため、変更に関するドラフトを配布する。
- 新しいデータを追加するために、ENSDF2 から再変換を行う。(1999 年 5 月まで)
- T パラメータの再計算を行う。
- スピンが与えられていない準位には、可能な限り統計理論的計算によりスピンを推奨する。

c) Average Neutron Resonance Parameter (Ignatyuk)

- p-波共鳴に対するパラメータを追加する。
- s-波共鳴データを見直し、一部修正する。(1999 年 9 月)

d) Optical Model Parameters (Bersillon)

- JLM Model を追加する。
- 球形核に対するグローバル・パラメータを提供する (Koning)
- recommended file と other file を分離する。

e) Level Densities

Total (Ignatyuk)

- 構造は変化させない(G-C, BSFG, GSF モデル)で、テストを行う。

- Thielmann の BSFG モデルに関するパラメータの systematics を考慮する。
- 各パラメータをできるだけグローバル化(systematics の導入)する。

Partial (Capote)

- テストを行い、いくつかの公式の中から推奨データを選定する。

Fission (Maslov)

- 核分裂障壁パラメータをより重い核及び pre-actinides に拡張する。
- 核分裂障壁パラメータに関する Goriely compilation を other file として格納する。

f) Gamma-ray Strength Functions (Plujko)

- E1 遷移に関するデータのチェック及び改定する。
- M1 及び E2 遷移データに関する改定を検討する。
- データファイル(現状はテキストファイル)化のために再構成する。

g) Continuum Angular Distribution

- 変更無し。

5.2.2 フォーマット

変更無し： 原子核質量、平均中性子共鳴、光学模型、準位密度、
角度分布

変更が必要： 準位構造、 γ 線強度関数

other file の取り扱い

- 最低限、同じ表現とするが、平均中性子共鳴及び準位密度のセグメントに関しては、フォーマットを統一する
- 検索ツールに関する便宜上必要なセグメントに関しては、深堀が核種別等で小さく分離する。

5.3 活動計画の詳細

上述の議論を踏まえ、個別の作業を改定することで確認した。

6. 検討会合の報告書作成

次のような目次(0内は執筆担当者)で報告書のドラフトを作成した。

1. Summary of the Meeting (Oblozinsky)
2. Objective of the CRP (Oblozinsky)
3. Presentations (Oblozinsky)
4. Critical Review of the RIPL Starter File
 - 4.1 Segment 1: Atomic Masses and Deformations (Goriely)

- 4.2 Segment 2: Discrete Level Scheme (Belgya)
- 4.3 Segment 3: Average Neutron Resonance Parameters (Ignatyuk)
- 4.4 Segment 4: Optical Model Parameters (Bersillon, Young)
- 4.5 Segment 5: Level Densities (Ignatyuk)
- 4.6 Segment 6: Gamma-ray Strength Functions (Oblozinsky)
- 4.7 Segment 7: Continuum Angular Distributions (Oblozinsky)
- 5. Scope and Work Plan of the CRP
 - 5.1 Detailed Scope
 - Goals and Priorities
 - Improvements and Extensions (Each Participant)
 - Testing (Young)
 - Interfaces to Nuclear Reaction Codes (Oblozinsky)
 - Retrieval Tools, Web (Fukahori)
 - Expected Products (Oblozinsky)
 - 5.2 RIPL Final File
 - Structure and Contents (Each Segment Leader)
 - Format (Each Segment Leader)
 - 5.3 Detailed Working Plan
 - Distribution of Responsibilities (Young)
 - Individual Tasks (Each Participant)
- Appendices: (Oblozinsky)
 - Appendix 1: Agenda
 - Appendix 2: List of Participants
 - Appendix 3: Extended Abstracts of Presented Papers (Each Participant)
 - Appendix 4: Information Sheet
 - Appendix 5: Individual Tasks



International Atomic Energy Agency
First Research Co-ordination Meeting on
Nuclear Model Parameter Testing for Nuclear Data Evaluation
(Reference Input Parameter Library: Phase II)

IAEA Headquarters, Vienna, Austria
25 - 27 November 1998
Meeting Room A-12-46

Preliminary AGENDA

Wednesday, 25 November

09:00 - 09:20 Registration (Registration desk, C-tower, ground floor)

09:30 - 10:00 Opening Session

- Opening (D.W. Muir, Head, IAEA Nuclear Data Section)
- Election of chairman (Obložinský)
- Adoption of Agenda (Chairman)
- Goals of the CRP (Obložinský)

10:00 - 12:00 Presentations

- Nuclear data for nuclear astrophysics (Goriely, 15')
- Other papers and reports (Meeting participants, 15' maximum each)

14:00 - 18:00 Critical Review of the RIPL Starter File

- Discrete level schemes (Belgysa)
- Optical model parameters (Young, Bersillon)
- Level densities (Ignatyuk)
- Other segments

Thursday, 26 November

09:00 - 12:00 Proposed RIPL II Activities

- Improvements and extensions
- Testing
- Interfaces to nuclear reaction codes
- Retrieval tools, Web

14:00 - 18:00 Scope and Workplan of the CRP

- Detailed scope
 - * Goals and priorities
 - * Expected products
- RIPL Final File
 - * Structure and contents
 - * Format
- Detailed working plan
 - * Distribution of responsibilities
 - * Individual tasks
 - * CRP participation

19:00 - 21:00 Meeting Dinner

Friday, 27 November

09:00 - 12:00 Drafting the Meeting Report

- Scope of the CRP
- RIPL Final File
- Workplan of the CRP

14:00 - 17:00 Concluding Session

- Adoption the Meeting Report
- Final discussion, adjournment

Notes

1. Participants may bring extended abstracts (two pages) of their papers, reports and other contributions for inclusion into the Meeting Report.
2. Coffee breaks will be introduced at both morning and afternoon sessions as appropriate. Lunches will be served at the IAEA Cafeteria between 12:00 - 14:00.



International Atomic Energy Agency

First Research Co-ordination Meeting on
Nuclear Model Parameter Testing for Nuclear Data Evaluation
(Reference Input Parameter Library: Phase II)

IAEA Headquarters, Vienna, Austria
25 - 27 November 1998

LIST OF PARTICIPANTS

CUBA

Roberto Capote Noy
Departamento de Aplicaciones Fisicas
Centro de Estudios Aplicados al
Desarrollo Nuclear
11300 Ciudad de la Habana
Tel.: +53-7-221518
Fax: +53-7-221518
E-mail: rcapote@infomed.sld.cu

JAPAN

Tokio Fukahori
Department of Nuclear Engineering
Nuclear Data Center
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun
Ibaraki-ken, 319-1195
Tel.: +81-29-282-5907
Fax: +81-29-282-5766, 6122
E-mail: fukahori@cracker.tokai.jaeri.go.jp

FRANCE

Olivier Bersillon
Service de Physique et Techniques
Nucléaires
Centre d'Etudes Nucléaires
de Bruyères-le-Châtel
B.P. No. 12
F-91680 Bruyères-le-Châtel
Tel.: +33-1-69265414
Fax: +33-1-69267063
E-mail: bersil@bruyeres cea.fr

THE NETHERLANDS

Arjan Koning
Netherlands Energy Research
Foundation (ECN)
Postbus 1
NL-1755 ZG Petten
Tel.: +31-22-464-078
Fax: +31-22-463-490
E-mail: koning@ecn.nl

HUNGARY

Tamás Belgya
Nuclear Physics Department
Chemical Research Center
Institute of Isotopes and
Surface Chemistry
Hungarian Academy of Sciences
P.O. Box 77
H-1525 Budapest
Tel.: +36-1-395-9073
Fax: +36-1-395-9075
E-mail: belgya@alpha0.iki.kfki.hu

RUSSIA

Anatoly V. Ignatyuk
Fiziko-Energeticheskij Institut
Bondarenko Sq. 1
249020 Obninsk, Kaluga Region
Tel.: +7-084-399-8035
Fax: +7-095-883-3112
E-mail: ignatyuk@ippe.rssi.ru

UNITED STATES OF AMERICA

Phillip G. Young
Group T-2, MS B-243
Theoretical Division
Los Alamos National Laboratory
Los Alamos, NM 87545
Tel.: +1-505-667-7670
Fax: +1-505-667-9671
E-mail: pgy@lanl.gov

OBSERVERS

BELGIUM

Stephane Goriely
Institut d'Astrophysique, CP-226
Universite Libre de Bruxelles
Campus de la Plaine
Boulevard du Triomphe
B-1050 Brussels
Tel.: +32-2-650-2843
Fax: +32-2-650-4226
E-mail: sgoriely@astro.ulb.ac.be

BELARUS

Vladimir Maslov
Radiation Physics and Chemistry
Problems Institute
Belarus Academy of Science
220109 Minsk-Sosny
Tel.: +7-0172-467341
Fax: +7-0172-467341
E-mail: maslov@sosny@bas-net.by

IAEA

Pavel Obložinský
Nuclear Data Section
Wagramer Strasse 5
A-1400 Vienna
Tel.: +43 1 2600 21712
Fax: +43 1 26007
E-mail: oblozinsky@iaeand.iaea.or.at