

企画セッション | 総合講演・報告：総合講演・報告3「シグマ」特別専門委員会[核データ部会]

■ 2019年9月12日(木) 13:00 ~ 14:30 | 会場 M会場 共通教育棟 3F A31

[2M_PL] 「シグマ」特別専門委員会2017、2018年度活動報告

座長:千葉 敏(東工大)

[2M_PL01] 核データロードマップについて

*国枝 賢¹ (1. JAEA)

[2M_PL02] 放射線計測分野への機械学習の応用 ―核データ測定とガンマ線分析の例―

*金 政浩¹ (1. 九大)

[2M_PL03] 中性子捕捉療法と核データ研究

*片渕 竜也¹ (1. 東工大)

[2M_PL04] 「シグマ」調査専門委員会の活動予定

*深堀 智生¹ (1. JAEA)

総合講演・報告 3 「シグマ」特別専門委員会

「シグマ」特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告

Activity report of special committee for nuclear data in the fiscal years of 2017 and 2018

(1) 核データロードマップについて

(1) Roadmap of Nuclear Data

*国枝 賢

日本原子力研究開発機構

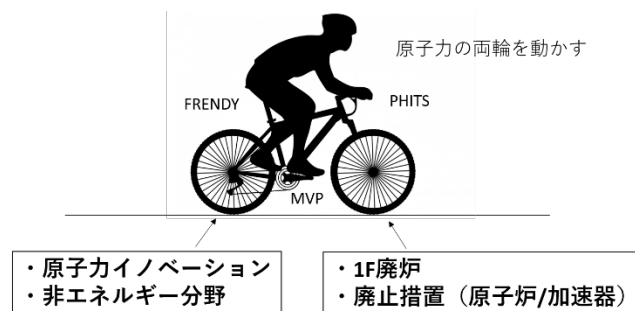
1. はじめに

原子力開発が本格的に開始された 1950 年代以降、先人たちは国を平和と発展を想い、夢を持ち、明るいビジョンを掲げて研究開発に邁進していたに違いない。特に 1970 年代から 90 年代にかけては大きな躍進を遂げ、日本の経済成長を支えた真に「飛躍」の時代であった。21 世紀はどうであろうか？ 少なくとも前半世紀は「課題への取り組み」と「イノベーションの創出」が両輪になって、安心/平和で持続可能な社会を構築することが必要であると考えられる。

課題として取り組むべきは、東京電力福島第一原子力発電所廃炉計画への貢献が第一に挙げられるであろう。加えて、寿命を迎えた原子力施設の安全かつ合理的な廃止措置を着実に実施する必要がある。さらに核セキュリティ対策、余剰プルトニウムや使用済み燃料の処理・処分に関わる検討を進める必要がある。一方、原子力工学は医療、微量元素分析や宇宙科学・工学等々に裾野を広がりつつあり、横断的な分野を開拓する可能性を秘めた夢のある研究でもある。例えば、医療分野においては粒子線を用いた癌治療や放射性薬剤の製造に関わる研究が産学連携で活発に推進されている。また、ADS や加速器を使った使用済み燃料の処理・処分に関わる負担低減のためのイノベーションの創出は人類の大きなチャレンジである。

2. 核データロードマップ計画

核データは原子力研究開発のほぼ全てを根底から支える研究分野である。昨年度、核データに関わる今後の研究・技術開発の“方向性”を示す指標とすることを目的とし、「核データロードマップ (RM)」の作製に着手した。RM を作成することにより、核データのニーズ/方向性の共有化、国内関係者間の協働による効果的な研究開発の実現、若手研究者や学生へ分野の意義や研究の魅力の提示などが期待される。H30 年度には手始めとして、若手を中心とした約 10 名のチームによる小会合を開催し、核データの課題（核物理、測定/実験、評価、検証/利用、人材育成）や将来像などについて議論した。本講演では RM 作成計画の全体像や小会合における議論の内容について報告を行う。なお、今後、JENDL 委員会へはニーズ調査、核データ部会会員の皆様にはアンケートにてご協力頂ければ幸いである。



*Satoshi Kunieda

Japan Atomic Energy Agency

総合講演・報告3 「シグマ」特別専門委員会

「シグマ」特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告

Activity report of special committee for nuclear data in the fiscal years of 2017 and 2018

(2) 放射線計測分野への機械学習の応用 —核データ測定とガンマ線分析の例—

(2) Application of Machine Learning for Radiation Measurements

- Examples of Nuclear Data Analysis and Gamma-ray Spectrometry -

*金 政浩¹¹九州大学総合理工学部

1. 序論

現在の第3次機械学習ブームは、機械学習最大の関門であった勾配消失問題と過学習問題のほぼすべてを Hinton[1,2]らが解決したことからはじまった。ブーム到来によって、使いやすいライブラリが整備され、あらゆる分野で容易に機械学習を適用できるようになり、放射線計測分野にもその波は押し寄せてきている。本稿では、九州大学が取り組んでいる放射線計測分野への適用例を2つ示す。

2. 多重箔放射化法におけるスペクトルアンフォールディング

東北大 CYRIC で、医療用などに応用可能な RI 製造に関する研究を行っている。特に C or Be(d,n)反応による中性子源に着目しており、その二重微分 Thick Target Neutron Yield を多重箔放射化法で系統的に計測している。多重箔放射化法によるスペクトルアンフォールディングに機械学習を用いた手法を適用し、図1に示すように既存のコードと同等の結果が得られることがわっている。

3. ガンマ線スペクトルからの迅速核種同定

福島第一原子力発電所事故からの環境回復の一環として、がれきなどの大量のサンプルの放射能を迅速に計測する手法を開発している。現状として、スペクトル形状から核種同定を行う部分まで達成している。計測時間の極めて短いスペクトルから、95%以上の精度で核種同定することに成功している。今後は複数核種が混在するサンプルに対して、核種同定のみならず放射能を決定できるモデルに発展させていく予定となっている。

4. 結論

近年の機械学習の発展は、ライブラリの整備に伴うものである。今回の例のように第2次機械学習ブームの技術だけでも十分な成果が得られる例も多く、今後さらに複雑で難易度が高い問題へも適用されていくだろう。

参考文献

- [1] G.E. Hinton and R.R. Salakhutdinov, SCIENCE 313 (2006) 504.
[2] V. Nair and G.E. Hinton, Proc. of 27th ICML'10 (2010) 807.

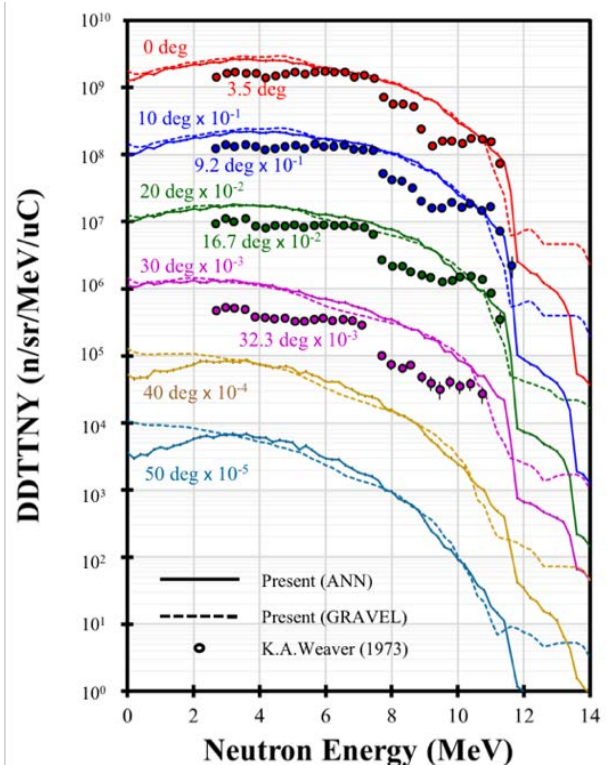


図1 12MeV 重陽子入射による C(d,n)反応の二重微分中性子収量。既存コード GRAVEL と機械学習 ANN による解析結果の比較。

*Tardahiro Kin¹¹Kyushu Univ.

総合講演・報告 3 「シグマ」特別専門委員会

「シグマ」特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告

Activity report of special committee for nuclear data in the fiscal years of 2017 and 2018

(3) 中性子捕捉療法と核データ研究

(3) Neutron Capture Therapy and Nuclear Data

*片渕 竜也

東京工業大学

1. はじめに

近年、中性子を利用した放射線治療である中性子捕捉療法が注目されている。特に中性子とホウ素の原子核反応 $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 反応を利用したホウ素中性子捕捉療法 (Boron Neutron Capture Therapy, 以下 BNCT) への期待が大きい。

BNCT は細胞レベルの選択的治療を可能とすることから、浸潤性の腫瘍に対する有望な治療法として期待されている。特に悪性脳腫瘍のひとつである悪性神経膠芽腫に対して治療の期待が高いまた、最近では、脳腫瘍以外に頭頸部、口腔内の癌にも適用が試みられており、治療対象の拡大が進められている。

最近の BNCT の大きな動きとして、加速器中性子源の利用があげられる。従来、BNCT は原子炉からの中性子ビームを用いて治療が行われてきた。原子炉からは非常に安定した中性子ビームが得られるという大きな利点がある一方、BNCT を行える原子炉施設は限られている。また、原子炉施設の新設は用意ではなく、さまざまな拘束条件が存在する。そこで、加速器を用いて中性子発生反応を起こし、そこから得られる中性子ビームを BNCT に利用しようという動きが多方面で進められている。

2. 中性子捕捉療法と核データ研究

中性子捕捉療法は、中性子の起こす原子核反応を用いていることから当然のことながら核データと密接に結びついている。そこで必要とされる核データは以下の 3 つに大別することができる。

(1) (治療のもととなる原子核反応) 治療効果を引き起こす原子核反応である。つまり、BNCT であれば、 $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 反応である。他にも $^{157}\text{Gd}(\text{n},\gamma)^{158}\text{Gd}$ や $^{33}\text{S}(\text{n},\alpha)^{30}\text{Si}$ といった反応を用いた中性子捕捉療法が提案されている。これらの反応断面積は治療効果を評価する上で非常に重要である。

(2) (生体内物質との原子核反応) 生体を構成する元素 H, C, N, O 等との原子核反応である。がん細胞、正常細胞に関係なく起こることから、患者の被ばく線量評価で重要となる。 $^1\text{H}(\text{n},\text{n})^1\text{H}$ や $^{14}\text{N}(\text{n},\text{p})^{14}\text{C}$ などの反応が重要なものとして挙げられる。

(3) (加速器中性子源に関連した原子核反応) 加速器中性子源は荷電粒子による中性子発生反応を利用する。したがって、加速器中性子源の設計には当然のことながら、その中性子発生反応の断面積が重要となる。また、一般に加速器中性子源からは中性子だけではなくガンマ線も発生してしまう。中性子源からのガンマ線の患者に与える被ばく線量評価には中性子源中で起こるガンマ線発生反応の断面積データも必要となる。

本講演では以上のことを踏まえ、中性子捕捉療法で必要とされる核データの現状および近年の測定状況について報告する。

*Tatsuya Katabuchi

Tokyo Institute of Technology

総合講演・報告 3 「シグマ」特別専門委員会

「シグマ」特別専門委員会 2017、2018 年度活動報告

Activity report of special committee for nuclear data in the fiscal years of 2017 and 2018

(4) 「シグマ」調査専門委員会の活動予定

(4) Work plan of sigma research group

*深堀 智生

日本原子力研究開発機構

1. はじめに

「シグマ」特別専門委員会は、2005 年 9 月末迄の約 40 年間、日本原子力研究所（原研）「シグマ研究委員会」と表裏一体の活動をしてきた。2005 年 10 月の 2 法人統合による原研「シグマ研究委員会」の自然消滅以降については、本委員会は核データ部会と協同して活動を継続した。特に原子力以外の分野を含む内外学術機関と連携し、我が国の科学技術開発における今後の核データ活動方針等についての情報交換と俯瞰的な立場からの合意形成に貢献してきた。

近年、我が国の核データ活動は、従前からの原子炉核特性計算等軽水炉の運用や高速炉の開発といったエネルギー利用のみならず、ImPACT 計画や代理反応のように原子核物理等他分野との協働によって新手法が取り入れられ、画期的な進展が期待されている状況にある。このような近年の実験及び理論計算手法の発展、超並列計算機利用によって従来は困難であったマイナーアクチノイド (MA) や長寿命核分裂生成物 (LLFP) 等の放射性核種の核データの測定や精密計算が可能となりつつある。また、シグマ委員会メンバーは宇宙物理や医療用核データの分野においても多大な貢献を行っているが、このような他分野における知見や、他分野からのリクエストは、核データ研究自体に新たな血流をもたらす原動力となっている。

以上の観点に鑑み、「シグマ」特別専門委員会を発展的に改組して「シグマ」調査専門委員会を設置し世界のグローバルな動向を調査・注視しつつ我が国の核データ活動に対する大所高所からの俯瞰的検討や原子力学会以外の広い分野の内外学術機関との連絡、情報交換や学際協力体制の構築を行い、我が国の核データ活動の更なる発展に資することを新委員会の設置目的としている。

2. 活動計画

「シグマ」調査専門委員会では核データ部会、原子力機構の JENDL 委員会との連絡を緊密にとりつつ、同部会・委員会でカバーできていない以下の調査活動を中心に行う。

- (1) 原子力のみならず核データが関連する原子核物理、宇宙物理、放射線医学など、広く分野を横断する視点から科学技術研究開発の動向及び核データの貢献可能性を調査する。
- (2) 学術的な立場から、核データに係る実験、理論、統計解析手法などについて最新知見の調査を行う。
- (3) 核データに対する要求リストサイトを運用し、広範な分野からのニーズ把握を恒常的に行う。
- (4) 核データに関する研究会やセミナーの開催、教科書作成等を通して当該分野の人材育成に貢献する。
- (5) 核データ整備について、中長期的な視点から課題とその対応を検討し、チェックポイントを検討し、ロードマップとして公表する。

*Tokio Fukahori

Japan Atomic Energy Agency