

PHYSOR2024 出張報告

名古屋大学 遠藤 知弘

筆者が、海外開催の国際会議に初めて参加したのが、20 年前にシカゴで開催された炉物理国際会議 PHYSOR2004 であった。その当手を思い出し、比較しながら記述することで、PHYSOR2024 の感想を以下に綴りたいと思う。

ちょうど 20 年前の PHYSOR2004 に参加した経緯を振り返ると、名大・旧・山根研の助教として山本 章夫 先生がご着任され、研究室学生(田淵さん、遠藤)に海外国際会議への参加を促してくださった形だったかと記憶している。私の性質は非常に保守的・悲観的・自己肯定感が低いので、初めての海外・国際会議への参加は相当腰が重く、当時の指導教員の先生方には相当苦勞をおかけした、と顧みている。

サンフランシスコで開催された PHYSOR2024 には、名大・山本章夫研究室からは新 M1 の学生 4 名全員と教員 2 名が参加した。20 年前と比較すれば、自分の指導学生 2 名が国際会議で発表することができるよう「研究ストーリーの落とし所」を見いだす術が、幾ばくか上達したかと思う。何より、この 20 年間での大きな技術発展としては、DeepL Write のような AI を活用した文章作成アシストツールが実用的に使えるレベルとなった点が極めて大きい。卒論研究と並行して、学生も PHYSOR2024 の full paper の執筆に励んでいたが、それを成し遂げることができたのも、上述した技術に依るところも大きい。また、プレゼン発表時の発音を鍛錬する術として、現在であれば、英文テキスト音声読み上げ機能の英語発音も実に自然な響きとなっており、時間さえかければ、一人でも十分練習を積むことができる。将来的には、英語そのもののハードルは益々下がるため、将来の若手研究者・エンジニアに求められる能力として「AI では補えない領域」を伸ばすよう、教員としては指導を工夫していかねばならないと感じている次第である。

私自身の発表についても、過去を振り返ってみよう。研究室 PC に残っていた古いデータとして、2004 年の時に初めて作成した PHYSOR2004 ポスター発表 ppt が残っていたので、参考までに右図に示す。炉雑音解析の一種である「三次中性子相関法」に関する内容についての報告であり、内容そのものがマニアックである点を踏まえても、文章が多く、視覚的にも非常に分かり難い…。振り返ると、①基本的に私は数式が好物だが、匙加減を間違えて難解な資料になりがち、②アドリブで英語は出てこず自信が無いので、空いた余白に英語文章を盛り込みがち、③故に、難解さの螺旋から

Derivation of the Space and Energy Dependent Formula for the Third Order Neutron Correlation Technique
Teruhiro Endo, Yasuhiro Kitamura, Akio Yamamoto, Yoshihiro Yamane
Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Japan

1. Introduction
From the viewpoint of the analytical study, consideration of the third-order correlation function is one of the most important subjects. Having taken the above-mentioned viewpoint into account, we have derived the third-order correlation function which takes the third-order fluctuations of neutron counts. To use this correlation function, we need to know the third-order correlation function of the neutron counts. In this paper, we derive the third-order correlation function of the neutron counts by using the space and energy dependent formula for the third-order correlation function. For the purpose, we derive the space and energy dependent formula for the third-order correlation function.

2. Third order neutron correlation technique
The third-order correlation function is defined as follows:
$$C_3(t) = \langle n(t_1)n(t_2)n(t_3) \rangle - \langle n(t_1) \rangle \langle n(t_2) \rangle \langle n(t_3) \rangle - \langle n(t_1) \rangle \langle n(t_2) \rangle \langle n(t_3) \rangle - \langle n(t_1) \rangle \langle n(t_2) \rangle \langle n(t_3) \rangle$$

where $n(t)$ is the neutron count at time t . The third-order correlation function is calculated by using the space and energy dependent formula for the third-order correlation function.

3. Simple numerical example
We carried out Monte Carlo simulation of the neutron counts of the third-order correlation function. The results are shown in Table 1. The results of the Monte Carlo simulation are compared with the results of the analytical calculation. The results are in good agreement.

Interval	Mean	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis
1.00	1.00	1.00	0.00	3.00
2.00	2.00	1.41	0.75	4.50
3.00	3.00	1.73	1.50	6.00
4.00	4.00	2.00	2.25	7.50

4. Conclusion
We derived the space and energy dependent formula for the third-order correlation function. The results of the Monte Carlo simulation are in good agreement with the results of the analytical calculation. We will continue to study the third-order correlation function of the neutron counts in the future.

抜け出せず苦勞してきた。私見として、「失敗しても影響度が少なく、周りのサポートがある若い時にこそ、とにかく経験を積むに限る」と考えている。幸い、PHYSOR2024 で口頭発表した Ikaros3D の成果については、これまでにコンスタントに口頭発表経験を積めた(典型的なプレゼン資料構成の勘所を掴めた)ことや、大学での英語講義の担当コマ数が増えてきたお陰もあって、質疑応答含めて英語口頭発表ができるようになってきたかと思う。特に、専門知識を得るにつれて、研究に関連した内容については英語が聴き取り難くても内容を補って聴けるようにもなってきたので、学生や共著者の質疑応答時に少しは英語でサポートできるようになった点については、自分で自分を褒めたいと思う。

さて、PHYSOR2024 発表内容のうち、私に関心ある研究内容に焦点を当てて、以下で感想を箇条書きで述べる。

- ✓ やはり世界は広い。国内ではマニアックな分野だが、CROCUS での炉雑音測定や炉物理実験に関する興味深い R&D を拝聴し学ぶことができたし、海外研究者の方々と質疑応答で議論することもできた。ガンマ線炉雑音解析など、私も関心がある分野は国際的には研究が進んでおり、何らかの独創性を一味加えた研究をしないといけない、と帰路についた。
- ✓ Reduced Order Model(ROM)関連では、データ駆動型の ROM を用いたデータ同化手法として Generalized Empirical Interpolation Method (GEIM)による熔融塩炉内の中性子束分布再構成手法が興味深かった。あとは、固有直交分解(POD)を活用した時間依存動特性計算手法として、改良準静近似に対する POD の応用も個人的には面白かった。振幅項の動特性計算に必要となる一点炉動特性パラメータを求める際に、随伴中性子束を POD 展開して動特性パラメータを内挿するといった手法であり、随伴中性子束を展開するアイデアもあり得るのかと感動した。ROM 関連もまだまだ応用先がありそうだと感じた一方、私のほうで思いつくアイデアは海外で先に取り組みまれてしまいそうな危機感も感じた。
- ✓ 革新炉設計に資する臨界実験。例えば、2024 年夏に実施される予定の Deimos 実験。HALEU-TRISO 燃料、黒鉛減速、Be 反射体。150 度まで昇温した臨界実験も実施するらしい。高温ガス炉関係の R&D が日本国内でも進みつつあるが、将来的な TRISO 燃料の臨界実験解析 Validation の 1 つとして活用できそうである

20 年前の PHYSOR2004 では、シカゴに到着してから全ての経験が新鮮で、随分緊張したし、夜道を歩くのも怖かったことを覚えている。当時、社会人の H 氏が田淵さんと私を夜ご飯に誘ってくださったが、怖そうな人にかまれた際に冷静に対処して下さって、「僕も、いつか落ち着いて対応できるようになれるかな？」と憧れを抱いたものである。

その後 20 年経過したが、こればかりはそうはならなかった。資質に依るところも多からう。サンフランシスコでも道を歩いていた時にヒヤッとする場面もあったが、危うきには近寄らず、をモットーにして事なきを得た。

空港から会場周辺までの移動も、スリなど何かトラブルに遭うのではないかと、いつも気が気ではない。今回のサンフランシスコに限って言えば、非常にスムーズかつ楽に会場周辺のホテルまで移動することができたので一安心であった。事前に、iPhone のウォレットに CLIPPER カードを追加してチャージしておいたので、あたかもモバイル Suica を利用してセントレア-名駅間を名鉄で移動するようなイメージである。

さて、20 年前のシカゴの時には、食事にも苦労した記憶がある。美味しんぼ「ピザの横綱」で知った「シカゴピザ」が食べてみたい、と意気込んで注文したものの、想像を超えるチーズの塊に早々にギブアップしてしまった苦い経験が残っている。その反動で、食に保守的になり過ぎて、宿泊したホテル前の同じカフェで、毎朝「サニーサイドアップの目玉焼き・パン・珈琲」といった同じメニューを食べ続けてしまう、といった体たらくであった。

一方、サンフランシスコの食事は非常に美味しくて口に合った。思い出しながら書き連ねると、到着後にハンバーガー(IN-N-OUT BURGER San Francisco) ; 2 日目がエッグベネディクト(Mo'z Cafe)、ハンバーガー(Shake Shack)、ステーキ(Tad's Steakhouse) ; 3 日目ステーキ(Morton's The Steakhouse) ; 4 日目炒飯と小籠包(King Ke)、ロブスターのビスク・真鯛のグリル(Historic John's Grill) ; 5 日目カツカレー(Tonton Restaurant)…。これだけ、一人で色々なお店を回ることができたのも、iPhone のお陰といっても過言ではない。20 年前の 2004 年には、J-PHONE かボーダフォンのガラケーを使用していたと思われるが、google map は当然利用できなかったのも、ガイドブック(地球の歩き方)を片手にアナログの地図を見ながらシカゴ市内を移動したと記憶している。今となってはそれも良い経験だったが、ガイドブックに掲載されたお店を目当てにして、右往左往した挙句、既に閉店となっていてガッカリした記憶もある。

なお、20 年前と比べて円安が相当進んでいる点についても記しておく。2004 年は 110 円 / 1 ドル程度だったのが、PHYSOR2024 開催時には 155 円 / 1 ドルであった。米国の物価が日本より高いこともあって食費も随分かさんでしまったが、コロナ禍明け後に初めて米国に渡航できた嬉しさもあり後悔してない。

PHYSOR2024 初日 welcome reception 前に、ニューメキシコ大学の Christopher Perfetti 先生が、初めて国際会議に参加する学生・若手向けに「国際会議とは何ぞや」といった Q&A meeting の機会を設けておられ、個人的には大変感銘を受けた。PHYSOR2024 国際会議の運営としては、ホスト国の方々もさることながら、日本国内では北大・千葉先生が日本代表として、国内 reviewer に対する査読依頼、プログラム編成など、陰でご尽力下さった。なお、バンケットの時の会議報告の一部として、査読件数の順位(山本先生、千葉先生、遠藤が上

位ランクイン)や、**student best paper awards** の表彰もあった。選出された3名学生のうち日本の大学院生2名が選ばれた点は、20年前の自分の状況を振り返っても、本当に快挙だと思うのでここに記しておく。

次回2年後 **PHYSOR2026** については、米国以外の国がホストとして開催することになる。この記事を読んだ学生・若手研究者には是非とも、国際会議への積極的な参加を強く推奨する。次世代の方々が執筆されるであろう、**PHYSOR2026** 国際会議参加記事を期待して、筆を擱きたいと思う。