

話 題 (I)

炉物理国際会議 (PHYSOR'90) (International Conference on the Physics of Reactors: Operation, Design and Computation) に参加して

(原研) 石黒 幸雄

本会議は1990年4月23日～27日の間フランスのマルセイユで開催された。31か国と3国際機関から計424名の登録があり、我が国からの参加者数は34名で、開催国のフランスに次いで米国と並んで第2位を占めた。この会議の概要については阪大竹田氏が日本原子力学会誌 [32, No.7, 706 (1990)] に既に報告している。従って、ここでは筆者の偏見と誇張に基づき会議の印象を記述することとする。

会議の性格、次回以降の計画

本国際会議は2年に一度開催され、今回のPHYSOR'90はANS炉物理会議として米国国外で初めて開催されたものである。本会議では、炉物理の基盤となる基礎研究及び各開催時期に調和した研究課題として選ばれたトピックスについて、研究成果の発表と討議が行われる。なお、次回及び次々回は1992年及び1994年に、それぞれ米国で開催されることが決定している。

今回の日本からの参加者数及び論文アブストラクト提出数はそれぞれ全体の8%及び12%を占めた。これらの割合は前回とほぼ同じである。このため、これまでも会議関係者からは日本も多少役割分担をして欲しいとの要望があった。OECD NEAの炉物理委員会の各国の代表者等からは一様に "1994年の会議の開催国は日本だろう" との発言がコーヒー・ブレイクやパーティー会場等で聞かれた。したがって、適当な時期に日本で開催せざるを得ないと思われる。

プログラム委員会での論文選考経緯 (表1参照)

表1のアブストラクトによる選考結果から見られるように、提出論文のうちの25%が会議での発表に値せずとして論文審査を通過しなかった。さらに、4%が "combine" を要請されているので約1/3近くが発表を拒否されたことになり、論文選考はかなり厳しいものであった。このような状況の中で、日本から提出された論文アブストラクトについて見ると、"rejected"(17%) + "combine"(6%)の計は23%で、カナダの20% ("rejected"のみ) に次ぎ優秀であったと見ることができる。

しかし、諸外国の場合と異なり日本からの発表は圧倒的にポスターセッションに回

されている。最初、日本人は英語が下手で“見苦しい”発表をするという認識が世界的に行き渡っているためであろうと独断していた。プログラム委員の1人に「この論文などは“教育レベル”のものである。なぜ日本の論文でもっと優れたものがあるのに、口頭発表させなかったのか？」と聞いたところ、「あるセッションに、日本からの発表のみ並べると“国際会議”にはならない。」そうである。国際会議において、日本からの発表が特定の分野に偏るようでは、ポスターセッションでの発表が多くなるであろう。ここで、筆者は「口頭発表に採択された論文は質の高いものとして選ばれたもので、ポスターセッションで発表される論文は遠い異国から提出されたものであると判断された。」といているわけではない。口頭発表よりポスターによる説明に適した研究成果があること、さらに個人的に深くかつ充分時間をかけて議論する場としてのポスターセッションの意義を否定するものでないことを付け加えておこう。

会議の印象：日本の研究指向と研究成果について

日本からの研究発表は“Advanced Reactor Design”等の分野に集中的に見られ、流行的、追従的研究課題に関するものが多い（筆者の発表もその中に入る）。ちなみに、“Advanced Reactors”のポスターセッションでは、21件中9件が日本からの発表である（日本からの全発表数23件）。一方、外国からの提出論文では、地道な努力と独創力を要する原子炉理論や基本コードの開発、さらにこれらを検証するための貴重なデータを取得する炉物理実験等の基盤的研究に関するものが高い割合を示している。原子力開発について現在最もめざましい国の一つといわれている日本で、基礎研究を充実させ世界に貢献していこうという姿勢が見られないのは残念なことである。

さらに、Opening sessionにおけるM.I.T.のA.F.Henry教授の招待講演論文“The Physics of Thermal Reactors—A View of Where We Are and How Got There”において、66編の論文を引用しているが、残念なことに“他人のフンドシで相撲をとったような”筆者等の提案した「NEACRP高転換軽水炉の格子燃焼ベンチマーク計算」に関する報告書のみが日本の成果として引用されているに過ぎない。無論、M.I.T.の研究成果を中心として論文がまとめられていることは確かである。それにしても、いつになったら我々日本人が“construction”と“creation”のc-c間の区別ができるようになるのだろうか？筆者は、日本の研究の指向と基礎分野での成果について、相当暗い印象をもって帰国した。

後れをとったと感じられる分野（原研の立場から）

○実用的核設計コード；WIMS, CASMO, APPL0-2等の実用核設計コードの汎用化、使い易さの面での進歩が著しい。特に、これらのコードは世界各国に売

りに出されていることもあって、金のかけたポスターを使った宣伝的発表は人目を引いた。原研においてはこれらに対応するのはSRACコードであるが、実用炉から遠ざかっていた時期もあったこともあり、問題認識の不足から実用炉の解析法の開発では相当後れをとったと判断せざるを得ない。

○3次元核・熱結合動特性コード；ノード法や有限要素法を用いた動特性コードは、フランス、ドイツでは完成の域に達している。

○高転換軽水炉の炉物理実験

格子計算コード及び輸送理論という分野の原研の活動はモンテカルロ法等の一部の成果を除いて数年前から停滞しており、手を付けていないノード法、時間依存問題への取り組みとともに何等かの打開策を講じなければならない段階にあると思われる。

評価を受けたと思われる分野（原研の立場から）

筆者等が提案した「OECD NEACRP 高転換軽水炉格子ベンチマーク計算」は各国の計算手法・データの開発整備に貢献したとして、かなりの評価を受けているようである。即ち、Opening session と Closing session でこのベンチマーク計算に触れた発言があった。即ち、

○Opening session での前述のA.F.Henry教授の招待講演において、

These theoretical difficulties with the usual model for finding multi-group cell cross sections may be one reason that many of the codes, which do so well for uniform lattices of the type now employed for LWR's, did so poorly when first applied to the NEACRP burnup benchmark calculations for high conversion light water reactor lattices.⁽¹³⁾ In any event, it seems a bit premature to rule out the possibility that the success of present approximate lattice cell methods is due in part to a cancellation of errors.

筆者は後半の部分の記述（発言）には賛成し兼ねる。というのは、高転換軽水炉格子系のような共鳴スペクトルが重要な系ではもともと精度が良くないコードを使用したため悪い結果を得たのであって、これらのコードも良く減速された軽水炉格子系では充分高い精度を有していると判断されるからである。

○Dr. J.RowlandsのSummary speechにおいて、上記NEACRPのベンチマーク計算に触れて、

"The work on high conversion light water reactors has shown the need for an improved treatment of resonance shielding. Improvements continue to be made in the methods of treatment of resonance shielding with several different lines of development being followed : the traditional group resonance integral tabulations, sub-group methods and direct slowing down

calculations with detailed point energy tabulations and fast spatial treatments. The latter approach is becoming more practical with the increases in computer power. The problem of treating resonance overlap effects and intermediate resonance effects in heterogeneous geometries are not easy to solve, although there are encouraging developments both in the group resonance integral tabulation methods and the sub-group methods."

(NEA Data CenterのDr. E.Sartoriからの手紙から)

核データに関する研究発表

[筆者が原研東海研部長会議への当会合の報告のために、原研菊池氏にお願いして書いていただいた原稿の一部を拝借した。]

測定と評価に関しては、6件の発表があり、いずれも現在の炉物理から見て重要と思われるテーマに関するものであった。熱中性子領域における η 値の構造は、熱中性子炉の減速材温度係数から予測されて70年代後半から話題になっているが、Geelにおける ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu の核分裂断面積の2meV-100meVの精密な測定が報告され、炉物理側の予測が正しいことが示された。これに関しては、ORNLから ^{235}U の η のこの構造を再現するような共鳴パラメータのセットが報告された。

FBRの冷却材であるNaは、その深層透過の予測精度が構造材の寿命評価に大きく影響する。

Harwellにおいて厚いサンプルでの全断面積測定を行い、ORNLの薄いサンプルのデータと相補的に解析を行い、550keVまでの共鳴パラメータが報告された。

^{238}U の共鳴パラメータは、全ての炉型に対して重要であるにもかかわらず、いまだに精度に問題がある。JEF-2とENDF/B-VIのための評価が報告された。これはNEANDCのタスク・フォースでの作業でもあり、shape analysis と area analysis を組合せて評価をしているが、基になる実験データの補正についてはいまだに解決しない面もあり、 ^{238}U の共鳴パラメータは今後も課題の一つであり続けられると思われる。

遅発中性子に関しては4件の発表があったが、核データ関係の2件のうち1件は、高次アクチニドの遅発中性子数を2N-2の系統性から推定したものであった。他の1件は、271の先行核データを基に43の核分裂性核種による遅発中性子スペクトルを計算し、Lowel大学での ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu の実測値と比較したものである。

特記事項

会議初日の Opening session において挨拶したマルセイユ市長以外の全員

(P.Bacher 米国原子力学会フランス支部議長、植松 OECD/NEA局長、J.Bouchard 本会議共同議長；CENサックレー)が TRU消滅処理に関して言及し、TRU消滅処理は炉物

理の今後の課題、高レベル放射性廃棄物処理処分の重要なオプションの一つ、あるいは原子力の活性化につながるフロンティア等との見解を述べた。消滅処理に関する情勢がこのような急激に変化するとは驚きであった。招待講演者の一人のI. Slesarev（ソ連クルチャトフ研究所）もTRU処理処分に関連してTRU核データ整備の重要性について言及している。

会議最終日の円卓討議において、J. Askew（UKAEA 今年退職）はTRU消滅処理に物理的な興奮を覚えると述べ、植松局長は再度TRU消滅処理研究の重要性を述べた。

さらに、Dr. J. Askew は「安全性は炉固有のものであって、確率論的評価にはそれほど賛成できない。」と述べた。筆者はこの意見に大賛成である。

表1 PHYSOR'90- Decision by country
International Programme Committee Meeting, Paris, 25-26 September 1989

	Country	Abstracts	Oral	Poster	Combined	Rejected
1	Argentina	4		2		2
2	Bangladesh	1		1		
3	Belgium	8	6	1		1
4	Brazil	2	1	1		
5	Bulgaria	2				2
6	Canada	10	6	2		2
7	China, P.R.	2				2
8	Czechoslovakia	1	1			
9	Denmark	1		1		
10	Finland	1		1		
11	France	50	20	18	8	8
12	Germany, D.R.	2	1	1		
13	Germany, F.R.	16	7	4		5
14	Hungary	3		2	2	
15	India	4	3			1
16	Iran	1				1
17	Israel	2	1	1		
18	Italy	10	3	4		3
19	Japan	35	9	18	4	6
20	Korea South	5	2	2		1
21	Netherlands	3	1	1		1
22	Norway	2		1		1
23	Poland	2		1		1
24	Portugal	1		1		
25	Sweden	4	2	2		
26	Switzerland	5	2	2		1
27	Taiwan	3	1			2
28	Turkey	4				4
29	UK	30	14.5	7	1	8
30	USA	53	21.5	19	5	10
31	USSR	30	8	9	8	9
32	Yugoslavia	5	1	1		3
	TOTAL	302	111	103	28	74
	Percent	100	37	34	4	25