

COE-INES Business Trip Report

期日： 平成 17 年 9 月 11 日 ~ 9 月 17 日
出張者： 原子核工学専攻博士後期課程 岩永宏平
出張先： アビニヨン、フランス

M & C 2005 (Mathematics and Computation in Avignon) International Topical Meeting

2005 年 9 月 12 日 ~ 16 日 フランス、アビニヨン（フランス南東部）にある法王庁宮殿（Palais des Papes：図 1）において会議が開催された。アビニヨンは南フランスの代表的観光地であり、1309 年、フランス人法王クレメンス 5 世の時代に法王宮殿が移転された非常に由緒ある土地であった。宮殿近郊を流れるローヌ川には崩壊したままの橋（アビニヨン橋：図 2）がかかっており、古い歴史を感じさせる観光スポットになっていた。

<http://www.avignon.fr/en/>

会議について

本会議はフランス原子力学会が主催する原子力全般における計算技術に関するトピカルミーティングで、モンテカルロ法や MOC 法などから炉心静特性・動特性解析等の 18 分野、Oral・Poster あわせ約 305 発表者が参加するトピカルミーティングとしては非常に規模の大きい会議であった。会議は大きく 3 つのワークショップを中心に進められた。ひとつはモンテカルロを用いた先進的計算技術に関するものであり、米国が開発した MCNP のこれまでの発展の経緯と今後のニーズに対する開発目標が議論された。その後、TORIPORI-VI に関する機能面でのコード整備情况及びインターフェイス関連の詳しい説明、議論が交わされた。その後は、決定論的計算コード APOLLO-2 のワークショップであった。特に今回の会議ではモンテカルロ手法に関する発表が多く、臨界計算での精度・収束加速向上や大型計算機を用いた大規模並列計算に関する議論もあった。



図 1 : Palais des Papes



図 2 : アビニヨン橋

Monte Carlo 関連の研究発表

ここでは本会議におけるモンテカルロ関連の成果報告についてまとめる。現在、各国でモンテカルロコードの開発が行われているが、米国 LOS ALAMOS 研究所が開発している MCNP は世界規模で利用されており、本コードも多くの機能が付加されて使用者のニーズに合わせた改良が重ねられている。今回の会議では NISA の研究者から、今後の MCNP 開発に関する詳細な説明があった。本報告書ではそのことについて詳しく述べる。

現在 MCNP はバージョン X2.5 という名称でリリースされている。さらに今後の発展経過としては次のようになると説明された。(表 1)(優先順位はニーズにより変更あり)

表 1 : MCNP の今後の開発予定

バージョン	付加機能
2.6.A	Eigenfunction convergence
2.6.A	Transmutation
2.6.B	Heavy-ion tracking and interaction physics
2.6.B	Delayed neutron and gamma models
2.6.B	CEM upgrade to Version 03
2.6.C	Magnetic fields
	CAD interface
	Varicance reduction techniques extended to models
	Improve point detectors/DXTRAN for models
	Extend electron data to 100GeV

常に優先されるのは、臨界計算 k_{eff} における収束性機能であった。収束法に関する詳しい議論はこのセッションでは割愛されていたが、ポスターセッションにおいて、阪大山本氏により新しい加速法として、空間メッシュの中性子バランスを前条件として用いる Conjugate Gradient method を提案していた。(図 3) 図中 space M が新手法で M が従来法である。また近年、世界的に開発が進められている加速器駆動未臨界炉 (ADS) の

Residual reduction by CG (max. error)

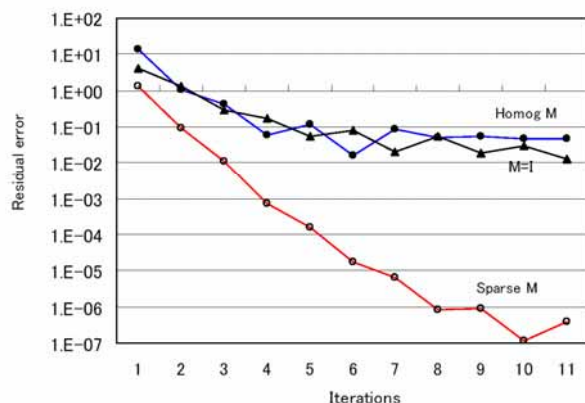


図 3 : 新しい収束加速法の比較

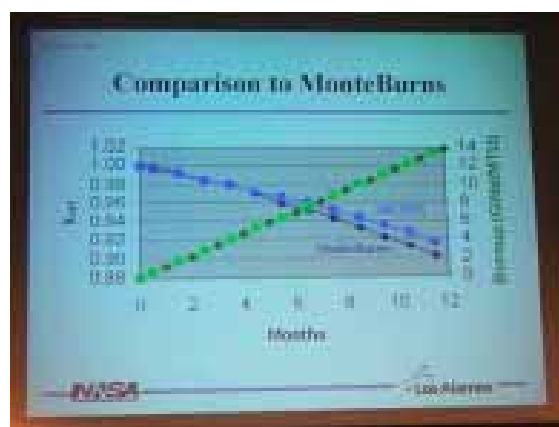


図 4 : 燃焼期間と誤差の関係

解析として核変換の計算機能高精度が進められるようである。また今回、特に強調されていたのはモンテカルロにおける炉内燃焼計算であり、Monte-burns の計算精度等の精度向

上であった。抜本的な改良は核種ライブラリの更新であり、以下のように更新されていく予定である。MCNP2.5.0 RSICC/OECD-NEA(2005年10月)2.6.A CINDER90(2005年10月) 燃焼摂動効果を考慮。2.6.B CEM+LAQGS のように順次行われる。現在、Monte-burns(図4中の青)とMCNPX(図4中の水色)を比較すると、燃焼期間が長期になるほど計算結果に優位な誤差が生じるためである。(図4)また、大型計算機における並列計算の効率化であるが、標準的なGODIVAを用いた向上率試験をしており、図5に示すようにバージョン2.5で用いられている並列化アーキテクチャーは4Cと比較して64CPUを用いた場合、15倍程度の速度向上率を達成できていることがわかる。よって新しいバージョンでは、より効率的な計算が可能となる。以上。

研究発表について

研究発表において、今回はモンテカルロ法を時間依存問題に適用する理論を提案し、実際に実験値と比較した研究成果を発表した。この発表に関しては非常に多くの方からご質問ご助言を頂くことができた。CEAのディレクターDr.SANCHEZ氏、Dr.LEE氏らに、即発中性子と遅発中性子の炉内挙動を時間ピンで分割し、個別の中性子源として取扱う時間的振舞の近似理論について議論し、遅発中性子のウエイトを増加させることで、さらに効率的な計算が可能ではないかという助言を頂いた。また、ドイツFZKのDr.Andrei氏からは遅発中性子の発生位置と燃料移動に伴う炉内分布変化が計算可能であることに非常に高い利用価値があることを指摘され、また計算に用いる遅発中性子の核データの必要性も、本アプローチでは重要度が上がるため、今後、新たな実験および実験方法の提案が必要となるという意見も頂いた。今回、著名な方からも展望的なアドバイスを頂いただくことが出来、またフランス人の研究上の友人(図6)とも知り合うことが出来た。

謝辞

今回、自分の専門であるモンテカルロの専門会議に参加させていただいた。このことにより、今後の研究内容について国際的に宣伝し、議論することが出来、非常に有意義であった。最後に、本会議への参加を支援していただいた関本拠点リーダー、現地まで同行いただいた、COE山野特任教授以下の職員の方々に心より感謝いたします。

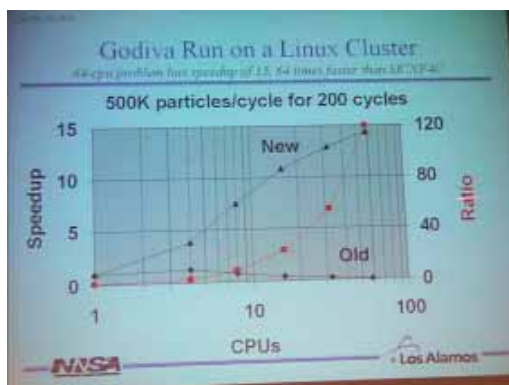


図5：並列化アーキテクチャーの比較



図6：ポスターセッション会場にて