

Title	核特性予測値の不確かさの評価と低減のための拡張バイアス因子法に関する研究
Author(s)	久語, 輝彦
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1805
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	久 語 輝 彦
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 2 0 7 9 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科環境・エネルギー工学専攻
学位論文名	核特性予測値の不確かさの評価と低減のための拡張バイアス因子法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 竹田 敏一 (副査) 教授 堀池 寛 教授 山口 彰

論 文 内 容 の 要 旨

多様な核特性を高精度に評価する必要がある革新的な原子炉の開発及び実用化のために、核特性予測値の不確かさの低減を図る新たな不確かさ評価技術として、誤差が十分小さく信頼できる実験結果の活用を前提に、多数の臨界実験結果を効果的に活用することに着目して、バイアス因子法の適用性を高めた拡張バイアス因子法を創出した。複数の実験値の線形和 (a linear combination of experimental values) 及び複数の累乗化した実験値の積 (a product of exponentiated experimental values) により半仮想的に実験値を構成する概念を提案し、各々 LC 法及び PE 法と称する新たな方法を創出した。新たに創出した両手法及び従来法について理論的な比較を行い、PE 法が最も効果的な方法であることを明らかにした。PE 法の利点として、実験を反映させない設計計算値に含まれる元の不確かさよりも必ず不確かさを低減すること及び信頼できる全ての実験結果を組み合わせることにより不確かさは最も低減することを明らかにした。特に前者は他の方法がもたない PE 法特有の利点であり従来法の問題点を解決する特性であった。

FCA 高富化度 MOX 稠密格子炉心模擬実験 (FCA-XXII-1 臨界実験) を活用して、拡張バイアス因子法を水冷却増殖炉心設計に適用し、実際の炉心設計と既存の臨界実験結果に基づき、拡張バイアス因子法の特性及び有効性を実証した。適用結果から、拡張バイアス因子法の特性として、LC 法及び PE 法ともに利用できる全ての実験を組み合わせると核特性予測値の不確かさを最も低減すること、主に断面積誤差に起因する不確かさの低減により核特性予測値の不確かさの低減の達成を図ること、PE 法は信頼できる実験をどのように組み合わせても必ず不確かさを低減するのに対し、LC 法は必ずしも不確かさを低減しないこと、及び不確かさ低減に関して、PE 法は LC 法より優れていることを確認した。FCA-XXII-1 臨界実験を活用した拡張バイアス因子法の有効性については、拡張バイアス因子法を適用すれば、本研究で対象とした全ての核特性、すなわち実効増倍率、 ^{238}U 捕獲対 ^{239}Pu 核分裂反応率比 (C28/F49) 及び冷却材ボイド反応度に対して、実効増倍率の実験値が他の実験値、すなわち C28/F49 及びボイド反応度の実験値より有効であることを明らかにした。その理由として、後者 2 つの実験値に含まれる実験誤差や実験解析値に含まれる手法誤差が大きいため、実機炉心核特性に対する断面積についての強い相関に基づき断面積誤差に起因する不確かさを大幅に低減可能な後者 2 つの実験が有している特性を完全に活かすことができなかつたためであることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

多様な核特性を高精度で評価する必要がある革新的な原子炉の開発及び実用化のために、核特性予測値に含まれる不確かさの低減を図る新たな不確かさ評価方法を創出している。誤差が小さく、かつ信頼できる臨界実験結果の活用を前提に、多数の臨界実験結果を効果的に活用することに着目して、拡張バイアス因子法を導出している。理論的な考察により、拡張バイアス因子法の特性や利点を明らかにしている。特に、拡張バイアス因子法が従来のバイアス因子法の問題点を解決する特性をもつことを理論的に明らかにしている。実際の炉心設計と既存の臨界実験結果に基づき、拡張バイアス因子法が革新的な原子炉の核特性予測値の不確かさを低減するために有効な手法であることを実証している。具体的には、従来のバイアス因子法では不確かさの低減が困難な実機炉心核特性に対して、拡張バイアス因子法が実験結果の効果的な活用により不確かさの低減を達成することを実証しており、拡張バイアス因子法の有用性を示している。また、拡張バイアス因子法が、活用できる実験を全て考慮した場合に、設計予測値の不確かさを最も低減することを実証しており、拡張バイアス因子法が、実機炉心の核特性予測精度の向上に対して、多数の実験結果を効果的に活用できることを示している。

以上のように、本論文は、多数の臨界実験結果を効果的に活用することにより核特性予測値に含まれる不確かさを低減させる新たな不確かさ評価方法として、独創性のある拡張バイアス因子法を創出し、その有用性を実証することによって、将来の革新的な原子炉の開発及び実用化に資するものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。