

非線形現象解明に向けた計算機援用解析学の構築

なかお みつひろ
中尾 充宏

(九州大学・大学院数理学研究院・教授)

【研究の概要等】

計算機援用証明あるいは数値的検証法とは、数学上の問題に対する解の存在（およびその一意性）を計算機による数値計算によって証明すること、およびそのための数値計算技法のことである。このような方法は、近年の計算機技術のめざましい発展と相まって、応用解析学や計算理工学に現れる複雑な非線形問題の中で、理論解析が困難な問題に対する数値的証明としてその意義が次第に高まりつつある。研究代表者は、早い時期からその重要性に着目し、主として非線形楕円型偏微分方程式に対する解の存在を計算機により立証する手法について、世界に先駆けた研究を進めてきた。本研究ではそれらの成果の上に、一層広い応用解析学分野への計算機援用証明を実現し、その有効性を実証することを旨とする。特に非線形発展方程式への新しい数値的検証法の開発と適用も含めて、理論解析が困難な非線形現象を数値的に解明し、計算機援用証明を21世紀における解析学研究の一つの方法論として確立することを旨とするものである。また同時に、非線形現象の数値シミュレーションに対する高精度化・高信頼化手法への貢献も本研究の目的の一つとしている。

【当該研究から期待される成果】

数学分野においては、非線形解析（偏微分方程式、力学系）における未解決問題（例えば3次元 Navier-Stokes 方程式の分岐解や複雑なカオス現象等）の数値的解決に貢献できる。また純粋数学を含む新たな数学研究の方法論を創出し定着させることによるインパクトは大きいであろう。他の理工学分野と産業技術においても、例えば有限要素法の新たな a posteriori 誤差評価法の開拓とその実用化・普及により数値シミュレーションの高信頼化を実現できる。そのことによって、これらの分野に対して「証明すること」を通じた数学からの新たな貢献が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M.T.Nakao, K.Hashimoto, Y.Watanabe, A numerical method to verify the invertibility of linear elliptic operators with applications to nonlinear problems, Computing 75 (2005), 1-14.
- ・ Y.Watanabe, N.Yamamoto, M.T.Nakao, T.Nishida, A numerical verification of nontrivial solutions for the heat convection problem, Journal of Mathematical Fluid Mechanics 6 (2004), 1-20.

【研究期間】 平成20年度－23年度

【研究期間の配分（予定）額】

65,300,000 円（直接経費）

【ホームページアドレス】

<http://www2.math.kyushu-u.ac.jp/~mtnakao/>