

特集にあたって

相原 研輔（東京都市大学）

本特集は、成島康史先生（慶應義塾大学）から「数値解析」に関するテーマで特集を組めないか？とお声がけいただいたことが始まりである。その後、成島先生と構想を相談しつつ、担当編集委員の伊豆永洋先生（九州大学）のご協力を経て執筆者やテーマを選定したが、ちょうどその頃に数値解析シンポジウムも開催され、関係者から多様なテーマのご提案をいただいた。後日、編集委員長の関谷和之先生（成蹊大学）ともお話をさせていただいたが、具体的な企画案に興味をもっていただけたので大変幸いであった。

さて、企画内容であるが、関係者と相談する中で、数値解析というよりも、そこで使用される重要なツールである「数値計算」に重きを置くこととなった。現代の科学技術計算の発展は目覚ましく、たとえば複雑な現象をコンピュータ上で模擬的に再現する数値シミュレーションは重宝されているが、その中で用いられるアルゴリズムは多くがパッケージ化され、利用者側が数値計算法そのものを意識する機会は少ないと思われる。そこで本特集を通して、数値計算の基盤的な話題を概観しつつ発展的なテーマにも触れ、現在でも活発な議論が行われていることを皆様にお伝えしたい。ただ、ページ数の制約から、筆者の専門である数値線形代数に絡む話題が中心であることはご容赦願いたい。たとえば、数値計算法の巨塔である数値積分は取り上げておらず、また行列計算などの実装面において重要となるハイパフォーマンスコンピューティング、あるいは OR と親和性の高い数値最適化との関連などは割愛を余儀なくした。とはいえ、各方面で活躍中の比較的若手の研究者を集い、多様性に富むように構成したつもりである。執筆者は梶井晃基先生（大阪大学）、今倉暁先生（筑波大学）、田中一成先生（早稲田大学）、宮武勇登先生（大阪大学）、橋本悠香先生（NTT ネットワークサービスシステム研究所）であり、各テーマは以下のとおりである。

まず梶井先生には、現象に対する数値シミュレーションの全般的な流れを執筆いただいた。特に、電磁場解析の数値実験例も踏まえながら、モデルの離散化による連立一次方程式の成り立ちとその数値解法の概観、

高精度演算の有効性、反復法の収束性を向上させる前処理などについて、俯瞰的に解説いただいている。当該分野の全体像を掴める大変有益な導入と思われる。

次に今倉先生には、行列に関する最も基本的な問題である連立一次方程式や固有値問題の数値解法について執筆いただき、筆者も部分的に共同執筆させていただいた。特に、両者の問題に共通するアプローチとして知られるクリロフ部分空間を用いた射影法の考え方を丁寧に解説いただいている。大規模な行列計算に対する方法論を考えるきっかけになれば幸いである。

また田中先生には、数値計算において避けては通れない「誤差」を起点にして、数値計算の信頼性に関わる事項を執筆いただいた。さまざまな誤差と区間演算などの精度保証付き数値計算の基本、またその応用として計算機援用証明の話題、さらにはニューラルネットワークを用いた発展の可能性なども解説いただいている。豊富な内容に目から鱗の方もいるであろう。

少し話題を変え、宮武先生には微分方程式の数値解法に関して執筆いただいた。特に、常微分方程式にアプローチする際に重要な役割を果たす Butcher 級数について、その考え方や応用、これまでの貢献などを歴史的背景も含めてわかり易く解説いただいている。一般的な教科書には記載されていない事柄も多く、Butcher 級数について理解を深められる大変貴重な資料といえる。

最後に橋本先生には、時系列データ解析やニューラルネットワークの汎化誤差解析に対する作用素論的アプローチについて執筆いただいた。これまでの数値計算の話題とは毛色が異なるが、上述のクリロフ部分空間との繋がりなどを含めて解説いただいている。機械学習分野に携わる方々には、ぜひ数値線形代数分野との融合研究に活用していただきたい。

本特集が数値計算に関わる方々の横断的な分野理解に繋がり、何らかの研究・開発のきっかけになれば幸いである。最後に、著者の先生方はもちろん、本特集の機会を与えて下さった成島先生、機関誌編集委員会、担当編集委員として多大なるサポートをいただいた伊豆永洋先生に深く感謝したい。