

# 特集にあたって

奥野 貴之 (成蹊大学, 理化学研究所 AIP センター)

本特集は、大学の居家で論文の改訂をしていたときに関谷和之編集委員長 (成蹊大学) から「非線形最適化の入門的特集記事を組んでください。できるだけ易しくしてください。」との依頼を受けて始まった企画である。二つ返事で引き受けたものの、非線形最適化の入門書なども数多くある中、少しでも意義ある特集にするためにどうするべきか頭を悩ました。結果からみれば、すべての執筆者が初心者にわかるように気を遣って書いていただいたものの、非線形最適化を全く知らない人たちには読みこなすのがやや難しい特集になったというのが正直な気持ちである。今回の特集に最も適するであろう読者層は、非線形最適化を授業などで軽く勉強したことがあるが本格的に始めてみようという方々、たとえば最適化を使う研究室や部署に配属された学生や実務家の人たちである。そして私を含め、大学もしくは大学院で非線形最適化を教える教員の方々である。

今回の特集は全部で三部より構成される。第一部は、理論・アルゴリズムパートであり、非線形最適化の基本的な最適性理論・アルゴリズムとその実装と動作例についてである。機械学習分野で主流となっている加速勾配法をはじめとした各種アルゴリズムについて知りたい人などには参考になると思われる。第二部はソフトウェアパートである。非線形最適化問題を Python で実装されたソフトウェアを使ってどのように解くかについての記事である。これも実際に学生に非線形最適化問題を解かせてみようという教員の人たちのお役に立てれば幸いである。そして第三部は応用パートであり、非線形最適化の具体的な応用についての記事を集めた。ただし、機械学習・統計学分野が非線形最適化の代表的な応用分野であることは認識しているが、今や十分な情報が書籍やインターネットから容易に取得できることからあえて選ばなかった。

執筆者とその執筆内容について簡単に紹介していく。今回は、田中未来氏 (統計数理研究所)、小林和博氏 (青山学院大学)、林俊介氏 (法政大学)、寒野善博氏 (東京大学)、相馬輔氏 (統計数理研究所) (記事掲載順)、そして私を含めた計六人で執筆を行った。田中氏と私

が理論・アルゴリズムパート、小林氏がソフトウェアパート、林氏、寒野氏、そして相馬氏が応用パートという役割分担となっている。多忙の中、ご協力いただいたすべての執筆者に心より感謝申し上げる。

さて、田中氏には非線形最適化の勾配とヘッセ行列の定義からはじめて、最適性条件とアルゴリズムまで丁寧に解説いただいた。アルゴリズムは最急降下法から始まり、最後は近年よく用いられる加速近接勾配法までを紹介していただいている。また、さらに勉強したい人向けに入手しやすい日本語文献を多くご紹介いただいているのも特徴である。私の記事は元々予定していなかったものの、田中氏の紹介したアルゴリズムの一部でも実装と動作例をさらに示すことができれば、読者の深い理解につながる可能性があるだろうという田中氏自身のご助言により急遽組み込まれることになった。この記事の特徴は、普段は余計なお世話であろうと掲載しないアルゴリズムの実装コードも載せていることである。小林氏には、Python の最適化ソフトウェアである Pyomo と CVXPY を用いて非線形最適化問題を実際にどう解くかについて丁寧に解説いただいた。小林氏は Python による最適化の指南書も出版されていて経験も豊富ということもあって、大変わかりやすい。林氏には、都市経済モデルにおける非線形最適化について、とくに都市の集積モデルである Fujita-Ogawa (FO) モデルについて解説していただいた。FO モデルにおいて相補性問題が大きな役割を果たすのは面白い。寒野氏には、構造物の最適設計における非線形最適化について解説いただいた。とくにトラスの設計において凸最適化だけでなく、非線形最適化問題の中でも難しいとされる均衡制約付き最適化問題が自然な形で現れるのは興味深い。最後に相馬氏には、行列スケーリングにおける非線形最適化について解説いただいた。非正曲率空間上の凸最適化へのつながりも紹介していただいております。非線形最適化の専門家の人たちが新しい非線形最適化をはじめの大きなきっかけになればと思う。

末筆ながら、この特集記事を授業やゼミまたは会社内の勉強会で少しでもご活用いただけたならばそれだけで今回の企画は大成功である。