

## 特集にあたって

奥野 貴之（理化学研究所革新知能統合研究センター）

本特集は、その名前からわかるように2014年59巻3月号掲載の「新世代が切り拓く連続最適化」の続編にあたる。前回特集は、当時（かつ現）編集委員である高野祐一氏の連続最適化分野をより盛り上げようという一声から企画されたものであり、私自身も執筆者として末席に加えていただいた。それから早六年以上経過した。その間にOR学会海外研修支援で香港の大学に有難くも一ヶ月滞在させてもらい、そこで中国の連続最適化の研究者たちの勢いを目のあたりにした。そして、連日のコロナ騒ぎでの自粛中悶々と論文を改訂していたときに、高野氏から話をいただいてこの特集が実現したのである。

早速であるが、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、伊藤伸志氏、二反田篤史氏、中山舜民氏、小林健氏、山川雄也氏、伊藤勝氏とロウレンソ武流野フィゲラ氏（記事掲載順）の計七人の研究者にご執筆いただいた。二十代後半から三十代前半の新進気鋭の研究者たちであり、新世代とよぶのにふさわしい。多忙の中、ご協力いただいたすべての執筆者に心から感謝申し上げます。

ご執筆いただいた内容は二種類に大別できると思う。前半は、伊藤（伸）氏、二反田氏、中山氏による機械学習に付随した最適化理論に関する研究である。後半の小林氏、山川氏、伊藤（勝）氏と武流野氏による記事は、日本の連続最適化ではもはや伝統的ともいえる、半正定値錐（半正定値実対称行列の集合）や2次錐といった凸錐を制約条件の中を含む最適化問題を対象とした錐最適化についてである。

さて、伊藤（伸）氏には、オンライン最適化における種々のアルゴリズムの紹介とともに、それらが実は鏡像降下法という方法論の枠組みの中で統一的に捉えることができるという興味深い内容をご解説いただいた。またバンディット最適化問題に対する鏡像降下法の最近の研究結果についてもご紹介いただいた。

二反田氏には、深層ニューラルネットワークにおける最適化理論についてご執筆いただいた。ニューラルネットワークが高い学習性能を発揮することはよく知

られた事実であるが、その理論的解明は十分に進んでいない。今回は、ニューラルネットワークに付随する非凸最適化問題に対する大域的最適化理論に関する最新の研究成果についてご紹介いただいた。

中山氏には、平滑な関数と非平滑な関数の和として表現されるような関数の最適化問題についてご執筆いただいた。このクラスの問題は機械学習やその他諸分野で重要な、いわゆるスパース最適化問題を含んでいる。今回は、その問題に対して有効とされる近接勾配法に関する最新の研究成果についてご紹介いただいた。

小林氏には、連続変数だけでなく離散変数も備えた半正定値最適化問題（以下、SDP）である混合整数制約付きSDPについてご執筆いただいた。近年では、半正定値錐の線形化に基づく切除平面法を用いた反復解法が有望視されており、今回小林氏にはその最新動向とご自身の研究についてご紹介いただいた。

山川氏には、半正定値錐と非線形関数で記述された最適化問題である非線形SDPについてご執筆いただいた。非線形SDPは、制御や金融分野などにおいて応用が多くある反面、その構造の複雑性から未だ十分に開拓はされていない分野である。山川氏には、制約付き非線形最適化問題に対してよく知られた逐次2次計画法の拡張版といえる、逐次2次半正定値計画法に関する最新の研究成果についてご紹介いただいた。

伊藤（勝）氏と武流野氏には、 $p$ 次錐とよばれる、 $p$ 次ノルムで定義された凸錐に関する最新の研究成果についてご紹介いただいた。 $p=2$ の場合を除いて $p$ 次錐はある意味での“対称性”をもたないだろうと長年考えられてきた。それに肯定的な数学的解決を与えた（対称でないことを厳密に証明した）というのが本内容である。

最後に、分野を盛り上げるためには若い世代が頑張らねばと思う。本特集を読んで少しでも多くの研究者が刺激を受けてくれたならばこの特集は大成功である。また、学生の皆さんが連続最適化に少しでも興味をもち、後に「新世代が切り拓く連続最適化：パート3」が実現したならば幸甚である。