

序

確率分布からなる空間の幾何学的性質の探究に源を発する情報幾何学は、我々の想像力を刺激する、その卓越した命名も相俟って、多くの数理科学者が自らの研究分野を表すキーワードの1つとして、今日、位置づけられている。情報幾何学の様々な応用例を多角的に紹介するテキストもすでにいくつか出版されている。しかし、全くの初学者を対象とした情報幾何学の入門書は、和書・洋書を問わずこれまで出版されていなかった。このため、情報幾何学を学ぶには、まずは標準的な数学のテキストで多様体の基礎を学び、しかる後に上述のテキストに取り組むというコースをたどることになる。このような現状が、必ずしも数学を専門としない工学系や情報系の学生・研究者にとって障害となり、結果として情報幾何学の真の姿が正しく伝わっていなかったとしたら残念なことである。

そんな矢先、著者は、大阪大学理学研究科の専攻間教育交流プログラムの一環として、物理学専攻の大学院学生向けに半期の講義を行うことになった。そこでこの機会を利用して、微分幾何学を全く学んだことのない初学者を対象に、大学1年時に学ぶ解析学と線形代数学以上の予備知識をできるだけ仮定せずに情報幾何学の入門的講義を行うことを思い立った。こうした“崇高な”試みは得てして企画倒れに終わるものだが、幸いにして何とか無事に講義を終了することができた。とはいえ、主として講義時間の制約から多くの話題を割愛せざるを得ず、説明の仕方についても反省点が多く残った。こうした背景のもと、上述の講義メモをベースに、講義で割愛した内容や応用例などを追加し、反省点を改良してできあがったのが本書である。

本書の構成は以下の通りである。第0章では、大学1年時に学ぶ知識を前提として若干の数学的準備を行う。第1章では、誰もが慣れ親しんでいる Euclid 空間の幾何を、通常とはやや異なる視点から捉え直し、多様体論への橋渡しを行う。平らな空間を曲がった座標系で記述するとどうなるかという愚問が本章のテーマであり、数学的には全く無駄な作業であるため、標準的な数学

ii 序

のテキストでこのような話題が取り上げられることはまずない。逆説的ではあるが、このようなアプローチが、必ずしも数学を専門としない読者から歓迎されることを期待している。以上の準備を経て、多様体に関する基本事項を第2章と第3章で、情報幾何学の考え方を第4章で説明する。これまでになされた情報幾何学の応用例のほとんどすべてが依拠していた双対平坦構造についても第4章で詳しく論ずる。第5章では、情報幾何学の誕生の由来となった確率分布空間の幾何構造について解説する。ここまでが本書の基礎編に相当する部分であり、ここから先は応用編となる。第6章では統計物理学における情報幾何学的視点について、第7章では統計的推論の背後にある情報幾何構造について、最後の第8章では、近年発展が著しい量子情報理論と深く関係する量子情報幾何構造について、それぞれ紹介する。第6章から第8章は互いにほぼ独立しており、読者は各自の興味に応じて取捨選択して読むことができる。

上でも述べたように、本書では解析学と線形代数学のごく基本的事項のみを予備知識として仮定しているのだから、理工系2年次以上の学生であれば、すぐに読み始めることができると思う。本書が情報幾何学の裾野を広げること少しでも役立つことができたなら、著者にとってこれ以上の喜びはない。

本書が完成するまでに多くの方々のお世話になった。特に、著者の恩師である甘利俊一先生からは、大所高所から貴重なご助言を頂いた。情報幾何学の真髓をご教授下さった長岡浩司氏は、機会あるごとに著者を熱く激励して下さいました。また、本書の大半は著者がケンブリッジ大学滞在中に執筆されたものであるが、同地で大変お世話になった A. P. Dawid 教授からは、理想的な環境を提供して頂いた。情報幾何学の創始者に名を連ねる以上の方々に、心からの感謝を申し上げたい。

2015 年春

* * *

今般、共立出版から新版を刊行するにあたり、旧版となる牧野書店版からの変更は最小限にとどめた。新版刊行の機会を与えて下さった菅沼正裕氏はじめ共立出版編集部の方々に、厚くお礼申し上げます。

2021 年春

藤原 彰夫