

第6章 結語

間接計測から計算機を用いて対象物を観測する新しい計測手法について検討を行なった。従来から行なわれている直接計測では、計測されたデータ自身についての議論だけですむので、計測の際のハード的な部分が重要となっていた。それに対して、計算機を用いた間接計測の手法は、計測の際のハード的な部分に加えて、計測データから観測したい対象を計算機で計算する際のソフト的な部分も同様に重要となる。

典型的な間接計測の1つである計算機トモグラフィにおいては、そのソフト的な部分である画像再構成問題が大きな研究対象になっている。画像再構成問題のような計算機を用いて処理を行なう場合、最初にその問題を数学的に解くことが要求され、そしてそれを計算機上のアルゴリズムに書き換え、実行することになる。実際の計算においては、変動成分が混入してくるので、その伝播の仕方が問題となり、数学的には等価な式であっても、それをアルゴリズムにして計算機で実行する場合、一般にそのアルゴリズムによって変動成分の伝播の仕方が異なってくる。その中で、変動成分を拡大するようなアルゴリズムは、実用的ではないといえる。

本研究では、計算機トモグラフィの画像再構成問題に相当するRadon変換の逆問題について、それを工学的に実行する際の種々の問題点について検討を行なった。Radon変換の逆問題において、数学的には等価な式になるものが、アルゴリズムの違いによって変動成分の伝播に仕方が異なることを実際に示した。また、減衰項を含むRadon変換の逆問題においては、厳密解を用いたアルゴリズムが従来提案されているアルゴリズムに対して比較的良好に再構成されることを確認し、さらに、実際の装置を用いた実験においても、このアルゴリズムを用いて再構成した画像の定量性が保証されることを確認した。その上で、投影データから自動的に被写体の輪郭を補正する方法を提案し、その有効性を確認した。また、このアルゴリズムに特有のアーティファクトが確認され、その原因を究明し、それを軽減する方法を提案した。また、減衰係数が不均一な場合の再構成法について、厳密解のアルゴリズムを利用した近似的な方法を提案し、その有効性を確認した。このように、厳密解のアルゴリズムを用いて、実際の計算に対する具体的な問題に対応して、アルゴリズムの改良を行なった。

さらに、逆Radon変換の不完全問題について、数学的解法とその工学応用について検討した。解析性の条件を利用した場合の解法について触れ、その解析性の条件がどの程度利用できるかについて、実空間とFourier空間の両方で検討を行なった。解析性の条件は、計算精度や変動成分に敏感であるが、Fourier空間でデータが取られるMRIの撮像条件のもとでは、この解析性の条件を用いて15~20%のデータの削減が可能であることを示唆するものであった。

Radon変換の逆問題は、工学はもとより、純粋な数学の問題としてもさかんに研究が行なわれている。数学の分野では、当然のように用いられている関数の解析性は、工学の分野においては、問題のある条件であることが分かる。これは、論理学としての数学では考慮する必要のない様々な変動成分が、工学の分野では重要な位置を占めていることから生じてくる問題である。さらには、数学的には完全に解いた解であっても、工学では、変動成分やその他種々の問題を

考慮しなければならないため、それをそのまま用いることができないような解も存在する。このように、画像再構成のような間接計測で、計算機を用いて観測したい対象を計算して求めるような問題では、その計算手法において、数学的に解いたものと工学的に応用するものでは、同じ対象を扱うにしても問題に開きがある。

こういった、数学と工学の関係を議論したものはあまり見られなかった。今後は、このような議論がますます重要になっていくものと考えられる。