

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用  
2020年度採択研究者

2020年度 年次報告書
-----------------

町田 学

浜松医科大学光先端医学教育研究センター  
指定講師

逆問題の級数的手法による近赤外イメージング

## § 1. 研究成果の概要

第一年次の研究計画に沿って、解析解と離散方位法を組み合わせた輻射輸送方程式の新しい数値計算手法について取り組んだ。この手法は3次元解析的離散方位法と名付けた。輻射輸送方程式は積分項を含む積分微分方程式であり、解析的にはもちろん数値的に解を求めることも容易でない。

本研究では、3次元の輻射輸送方程式の数値解を、有限要素法などで方程式を直接数値計算することなく求める。具体的には、2014年に回転座標の考えを用いて解析的に求めた輻射輸送方程式の基本解を利用する。この方法は、積分核が定数でない非等方散乱の場合にも基本解が解析的に求まることに特徴がある。基本解は3次元特異固有関数の重ね合わせで表せるが、半空間や二枚の平面で挟まれたslab領域における数値解を求める際にも、解を3次元特異固有関数の重ね合わせで書き、その係数を数値的に計算する。

本研究では、輻射輸送方程式の積分項をまず離散方位法によって近似しておく。角度変数を離散化して得られるこの近似方程式から出発すると、3次元特異固有関数に超関数が現れることを避けることができる。3次元特異固有関数は1次元の特異固有関数を複素領域で回転させることによって求まる。

したがって、解析接続されたウィグナーのD行列を用いて計算できる。新しい光トモグラフィーとして近年登場した構造照射による光トモグラフィーへの応用を想定して、空間周波数領域においてこの離散方位法による輻射輸送方程式の数値手法を構築した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Three-dimensional analytical discrete-ordinates method for structured illumination”, preprint (arXiv:2105.12398)