

ものの中を透視する数学とその数値解法

逆問題の数理解析とその解法

総合情報学部コンピュータシミュレーション学科
大江貴司研究室

研究目的・応用の可能性: ものを破壊したり、生体にメスを入れることなしにその内部を知る方法に現れるさまざまな問題を数学的に捉え、その性質や解法について研究している。

キーワード: 非破壊検査、非侵襲生体検査、逆問題、数値解法

「数学が物の中を透視する」といっても、ピンとこないかもしれません。そこで工学・医学の現場で物の中身を透視する必要があるようなケースを考えてみましょう。例えば、工学の現場でいえば部材の中に走っている亀裂や欠陥をその部材を破壊することなく調べる問題、医学の現場でいえば、心臓や脳の内部の梗塞といった病巣部を生体にメスを入れることなく調べる問題、といったものが考えられます。これらの問題についてはすでいくつかの処方箋があり、部材の中に走っている亀裂や欠陥であれば部材を叩いて音を聞き比べる方法や最近では渦電流を調べる方法、また心臓や脳の内部の梗塞であれば、X線CTやPET、fMRI などで。

今挙げた方法はすべて、調べたい対象が存在するとき、それが原因でおこる現象を診ることでその対象の情報を得ています。この現象が数式という形であらわすことができれば、これを詳細に研究することで、よりよい調査法を得ることができると考えられます。「数学で物の中身を透視する」とはいわば、このような調査法に現れる数式を研究し、数学の側から調査法を改良を考えたり、あるいはこのようなものまで調べることができるという予言をおこなったりすることということができます。

私の研究室では主として次の2つの問題を研究しています。

1. 心電図から心臓の筋肉、神経活動を推定する問題
2. 部材内に通した電流を通して亀裂や欠陥を推定する問題

上の2つはいずれも、数学的にはLaplace 方程式に関する逆問題と呼ばれるもので記述することが可能です。このフォーラムではこれらの問題に対し、本研究室でこれまで開発した数学的手法とその結果について示します。

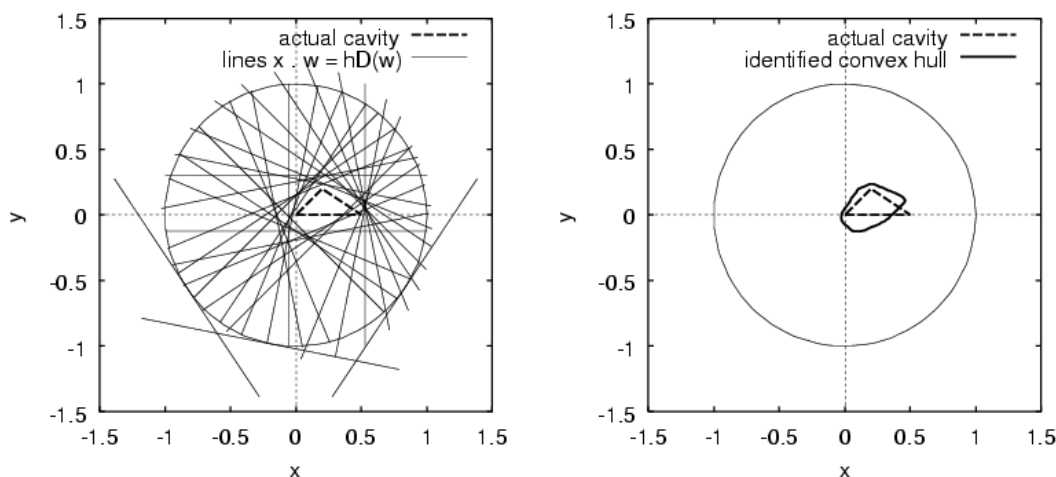


図: 囲い込み法による部材内亀裂の推定のシミュレーション
(本研究室と群馬大・池島研究室の共同研究結果)