

氏名(本籍)	し みず せん じょう (長野県)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 1,211 号		
学位授与年月日	平成 6 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当		
審査研究科	数 学 研 究 科		
学位論文題目	ELASTIC WAVE PROPAGATION PROBLEMS IN STRATIFIED MEDIA \mathbb{R}^3 (層状媒質 \mathbb{R}^3 における弾性波伝播問題)		
主査	筑波大学教授	理学博士	松 村 睦 豪
副査	筑波大学助教授	理学博士	若 林 誠一郎
副査	筑波大学教授	理学博士	中 川 久 雄
副査	筑波大学教授	理学博士	中 川 良 祐

論 文 の 要 旨

本論文は、3次元層状弾性媒質における波動伝播を記述する連立2階双曲型方程式系に対する初期一界面値混合問題の解の構造と性質に関する研究であり、2つの章から成る。

第1章で、この問題に対応する定常問題における空間変数 x の偏微分作用素系が3次元ユークリッド空間 \mathbb{R}^3 上で自乗可積分関数のつくるヒルベルト空間 $L^2 = L^2(\mathbb{R}^3, \mathbb{C}^3)$ における自己共役作用素 A を定めることを先ず証明している。そのとき上記の混合問題は、時間変数 t の L^2 の値をとる関数 $u(t)$ についての発展方程式の Cauchy 問題： $d^2u/dt^2(t) + Au(t) = 0 (t \in \mathbb{R}), u(0) = f, du/dt(0) = g$ (初期条件) として定式化される。そこで自己共役作用素 A の構造を調べるのが問題となるが、著者は作用素 A に対する一般固有関数展開理論を確立した。すなわち、 A のスペクトルは連続スペクトルのみで固有値、固有関数は存在しない。そこで A のグリーン関数=解の積分表示の核関数を用い一般固有関数を求め、これらの一般固有関数に関するフーリエ変換の L^2 理論を確立している。そのフーリエ変換は L^2 を L^2 の上へ移す線形作用素となり、プランシェル=パースバルの等式、反転公式すなわち、 L^2 の任意関数の一般固有関数展開、一般固有関数系の完全性を証明し A の標準形を与えている。その際、界面 (Interface) 上の波動伝播を支配するロパチンスキー行列式の実零点に起因する Stoneley 波に対応する一般固有関数を合せたことにより一般固有関数系の完全性が得られることを示している。

第2章で、この一般固有関数展開定理と作用素解析を用い、層状媒質における弾性波動伝播問題の解のスペクトル積分表示を与え、漸近挙動に関する定常位相の方法を用い時間 $t \rightarrow \infty$ のとき解にエネルギーノルムの意味で近づく漸近波動関数を構成し、解のエネルギーの漸近分布を調べている。特に

解の Stoneley 成分のエネルギーは時間 $t \rightarrow \infty$ のとき Interface に沿って集中してゆくことの数学的な証明を与えている。

審 査 の 要 旨

1970年代アメリカの Wilcox 等により波動方程式に対する初期値問題や初期一境界値混合問題（外部問題）に対する一般固有関数展開理論や解のエネルギー分布が研究された。一方近年 Dermenjian, Guillot, Joly 等フランス学派による境界近傍にエネルギーが集中してゆく波すなわち被きょう導波（guided wave）の存在等に関する数学理論が研究されている。

清水氏は界面が平面状である層状弾性媒質における波動伝播問題をモデルとする2階双曲型方程式系の初期一境界値混合問題の解の構造と性質を調べる為、Wilcox の波動方程式に対する方法を一般化し、一般的な1階対称双曲型方程式系の半空間における初期一境界値混合問題に対する一般固有関数展開理論を確立した若林の方法を用い、工夫を加えこの問題に対する一般固有関数展開定理を得ている。特にこの問題ではロパチンスキー行列式が複雑な代数関数となりその実零点の存在を示すのに難しさがある。また Wilcox の漸近波動関数の構成方法をこの問題に適するにも多くの困難を生ずるが、これらを新しいアイデアにより克服し、エネルギー分布を調べることに成功した。著者はこれらの研究により双曲型方程式論の発展に一定の貢献をしたものと考えられる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。