【36】

氏　名	**Harriet H. Kagiwada** ハリエット　カギワダ
学位の種類	理　学　博　士
学位記番号	論理博第99号
学位授与の日付	昭和40年6月22日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**Computational Aspects of Inverse Problems in Analytical Mechanics, Transport Theory, and Wave Propagation** （解析力学，輸達理論及び波動伝播における反転問題の数値解の研究）
論文調査委員	（主　査） 教授 上野季夫　教授 小林　稔　教授 宮本正太郎 教授 清水　彊

論　文　内　容　の　要　旨

物理学の諸問題の数学的取扱いは，おおむね直接問題に限られていた。即ち，系の完全な物理像を与えて，その出力を系のパラメーターの函数として求めている。然るに科学の進歩と共に，近年，反転問題が注目の的となってきた。これにおいては，逆に，出力の観測値から，未知の系の構造やパラメーターを決定している。

本論文においては，高速電子計算機による計算に適する如き巧みな数学的方法を用いて，広範囲の分野における反転問題を取り扱っている。数学的に言えば，先ず正確に初期条件の組を与えて，常微分方程式の大きい体系に帰することである。輻射輸達理論における微積分方程式は，定積分をガウス又は他の求積公式により近似して，常微分方程式の系に還元する。波動方程式の如き偏微分方程式においては，ラプラス変換，フーリェー分解及び定差法等を用いて，常微分方程式の系に帰する。

さて，反転問題は，上記の還元を念頭において，非線形境界値問題として取り扱われている。初期条件の完全な組は茲に求められる。未知の系のパラメーターは直接にその初期条件から計算される。次に準線形化の方法を用いて，非線形境界値問題を線形境界値問題の収斂系列により置換する。あるいは，ダイナミックプログラミングに依り，その問題を多階決定過程として考える。斯様に，非線形境界値問題の解から，当該系の内部構造が決定される。

本論文の特徴は，天体力学，輻射輸達，熱中性子散乱，及び波動伝播等の諸例において，以上の新しい解析方法，数値計算技術，及びその応用を試みて，斯界の理論研究に新分野を開拓し，将来の発展の基礎を作ったことにある。

本論文の第一章においては，天体力学の簡単な一例を取り扱っている。太陽の重力場にある一天体の地心観測値を与えて，準線形化により，未知の質量及びその軌道要素の決定を試みている。

第二章においては，不変埋蔵法及び準線形化法を利用して，輻射輸達における反転問題を取り扱っている。平行光線が有限の厚さの非均質平面平行大気の境界面に入射した際，その拡散散乱及び透過光線の強

度を支配する非線形積分方程式が先ず求められる。例えば，散乱函数 $R(\mu,\mu_0;\tau_1)$ に対しては

$$\frac{\partial R}{\partial \tau_1}(\mu,\mu_0;\tau_1)+\left(\frac{1}{\mu}+\frac{1}{\mu_0}\right)R=\lambda(T_1)\left[1+\frac{1}{2}\int_0^1 R(\mu',\mu_0;\tau_1)\frac{d\mu'}{\mu'}\right]$$
$$\left[1+\frac{1}{2}\int_0^1 R(\mu,\mu';\tau_1)\frac{d\mu'}{\mu'}\right]$$

茲に λ は反射率，初期条件 $R(\mu,\mu_0;0)=0$，及びR函数は変数 μ,μ_0 $(0<\mu$（又は $\mu_0)\leq 1)$ につき対称である。茲に反転問題とは，その厚さ τ_1 及び層の光学的性質 $\lambda(\tau)$ を決定することである。更に簡単な場合として，その複合層の厚さ及び各層内の反射率等が計算される。第３章では観測誤差の影響等も考慮されている。第４章においては，非等方性散乱の輻射場を取り扱っている。その位相函数は各方向における拡散反射光線の観測を基にして決定される。

第５章における熱中性子散乱の反転問題は，新しい方法，すなわち，ダイナミックプログラミングを用いて，内部場の観測から，棒中における吸収係数を決定する。それは正確な方法で求められ，近似法によるものとの比較が与えられている。

第６章及び第７章においては，波動伝播の反転問題は，過渡的及び定常的現象として，それぞれ論じられている。前者においては，ラプラス変換及び準線形化法を用い，均質媒質への入力として，階段函数及びデルター函数を考慮している。後者においては，式

$$u(x,t)=u(x)e^{-i\omega t}$$

により，定常性の問題に帰し，不変埋蔵法を用いて，非均質平板内における反射係数を求めている。当該常微分方程式中の未知の屈折率の決定には，準線形化法を応用して，この非線形境界値問題を解き，若干の計算例が与えられている。

最後の章においては，反転問題の一般的検討がなされている。

参考論文20編中において，申請者は，不変埋蔵法，準線形化法，及びダイナミックプログラミング等を用いて，光子の多重散乱，熱中性子の輸送過程，希薄ガスの古典的 Couette 流，通信の濾過過程等における興味ある非可逆性輸達理論を取り扱っている。

論文審査の結果の要旨

従来の輸達理論においては，直接問題がその主な研究対象であった。然るに近年，科学の進歩と共に，反転問題が重要視されてきた。即ち，観測された出力値から，その系の内部構造を決定することである。

主論文の特徴は，新しい数学的方法を以て，解析力学，輸達理論，及び波動伝播の場における反転問題の数値解の研究をなし，以て過渡的輸送過程の理論に有望な分野を開拓したことにある。

その数学的方法は，高速度電子計算機による計算に適する如く構成されている。換言すれば，正確に初期条件の組を与えて，常微分方程式の大きな体系に還元することである。先ず反転問題を非線形境界値問題として表式化する。未知の系のパラメーターは直接に初期条件から計算される。次に若干の巧みな方法により，この非線形境界値問題を線形境界値問題の収斂系列により置換する。例えば準線形化の方法を使用する。または，不変埋蔵法によって，直接に初期条件を求めることもできる。あるいは，ダイナミックプログラミングを用いて，この問題を多階決定過程としても取り扱う。斯様に，非線形境界値問題の解か

ら直ちに当該系の内部構造を決定することができる。

応用例として，太陽の重力場内における簡単な三体問題，地球並びに惑星大気（有限な非均質平面平行大気）内における光子の多重散乱，すなわち，輻射の拡散散乱及び透過過程，熱中性子の散乱過程，及び過渡的（または定常的）波動伝播の諸問題を取り扱っている。

参考論文20編は，いずれも天体物理学及び物理学上の諸問題を数学的に厳密性を失うことなく論じたものであり，当該分野及び数理物理学の観点からみて，それぞれ立派な成果をあげている。

よって，申請者の本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。