

2006年度

研究活動報告
研究活動報告

Description of research (研究内容)

物理的現象を特徴づける物理係数は，しばしば偏微分作用素の係数に現れる．様々な計測ではこれらの物理係数を求める問題，すなわち偏微分方程式の係数同定逆問題が重要となる．例えば，標的に粒子をぶつけ散乱された粒子を観測し，そのデータから標的の物理的性質を決定するという散乱の逆問題．物体の表面に電流を流し一定時間経過した後，その物体の表面での電圧を計測し，これらのデータから物体の伝導率を決定するという境界値逆問題などがある．これらの問題で決定しようとしている未知の物は偏微分方程式の係数として記述される．このような問題を理論的に解析する際，これまでの研究の主流は，線形偏微分方程式をモデル方程式として導入し，個々の方程式に対して様々な解析を行うことであった．いうまでもなく，未知係数を計測データから具体的に構成する手続き（以下，**再構成手続き**と呼ぶ）を与えることが応用上あるいは実用上最も重要である．

ところで，現実の物理現象の多くは非線形であり，そのモデル方程式は必然的に非線形偏微分方程式となる．モデル方程式が線形の場合は多くの研究があるが，非線形方程式の逆問題研究は揺籃期にある．

私の研究の全体構想は現在のところ以下の3つである．

- ① 偏微分方程式の解の漸近的振る舞いを解析し，その解から定義される散乱振幅あるいは散乱作用素を観測データとみなし，それらから方程式の未知係数を具体的に構成する**再構成手続き**を与えること．（散乱の逆問題）
- ② 偏微分方程式の境界値問題の適切性（解の一意，存在，安定性）を解析し，その解の境界での値を観測データとして，それらのデータから方程式の未知係数を具体的に構成する**再構成手続き**を与えること．（境界値逆問題）
- ③ 散乱の逆問題と境界値逆問題との関連を調べること．

本年度（2006年度）は具体的に次にあげる偏微分方程式の逆問題について研究した．

- (I) 非線形シュレーディンガー方程式（特にHartree-Fock方程式）の散乱の逆問題．
- (II) 非線形波動方程式の境界値逆問題（中村玄氏（北大）とKaltenbacher氏（Erlangen）との共同研究）．
- (III) Optical diffusion equationの境界値逆問題（Jheng氏（Fudan），Wang氏（Fudan），中村氏玄（北大）…）．

研究成果：

- (I)については，論文〔6〕，〔7〕にまとめ専門誌に投稿した．
- (II)については，論文〔8〕，〔9〕にまとめ専門誌に投稿する準備が整っている．
- (III)のDiffusion Optical Tomographyは中村玄氏が中心となって研究を行っている．私は主に複素幾何光学解の構成について研究協力をした．

Publications and Preprints (論文リスト)

(査読あり)

- [1] M. Watanabe 『Inverse scattering for the nonlinear Schrödinger equation with cubic convolution nonlinearity』, 『Tokyo Journal of Mathematics』, Vol.24, No.1, pp59–67, 2001.
- [2] M. Watanabe 『Uniqueness in the inverse scattering problem for Hartree type equation』, 『Proceedings of the Japan Academy』, Vol.77, Ser. A, No.9, pp143–146, 2001.
- [3] M. Watanabe 『Reconstruction of the Hartree type nonlinearity』, 『Inverse Problems』, Vol.18, No.6, pp1477–1481, 2002.
- [4] H. Sasaki and M. Watanabe 『Uniqueness on identification of cubic convolution nonlinearity』, 『Journal of Mathematical Analysis and Applications』, Vol.309, No.1, pp294–306, 2005.
- [5] M. Watanabe 『An inverse scattering problem for the wave equation with the friction term in two dimensions』, 『GAKUTO International Series Mathematical Science and Applications』, Vol.26(2006) Nonlinear Dispersive Equations, pp213–226.
- [6] M. Watanabe 『An inverse scattering problem for time dependent Hartree-Fock equations in the three body case』 (投稿中).
- [7] M. Watanabe 『A remark on inverse scattering for time dependent Hartree equations』 (投稿中).

(投稿準備中論文)

- [8] G. Nakamura and M. Watanabe 『An inverse boundary value problem for a nonlinear wave equation in one dimension』 (プレプリント).
- [9] B. Kaltenbacher, G. Nakamura and M. Watanabe 『On the identification of a coefficient function in a nonlinear wave equation』 (プレプリント).

(講究録など)

- [1] 渡邊 道之 『第5回COE研究員連続講演会 『逆散乱法』入門』, 『Hokkaido University Technical Report Series in Mathematics』, Series #97, 52 pages, July, 2005.
- [2] 渡邊 道之 『Inverse scattering problem for the nonlinear Schroedinger equations with cubic convolution nonlinearity』, 『スペクトル・散乱理論とその周辺(京都, 2001)』, 京都大学数理解析研究所講究録, No.1255 (2002), pp98–102.
- [3] 渡邊 道之 『摩擦項を持つ波動方程式の2次元逆散乱問題』, 『スペクトル・散乱理論とその周辺(京都, 2004年12月)』, 京都大学数理解析研究所講究録 (投稿中).
- [4] 中村 玄, 渡邊 道之 『空間1次元での非線形波動方程式の境界値逆問題』, 『応用逆問題の新しい展開(京都, 2005年10月)』, 京都大学数理解析研究所講究録 (投稿中).

M. Watanabe

Presentation (口頭発表)

2006年度の講演

(1) 渡邊道之 「An inverse boundary value problem for a nonlinear wave equation in one dimension」 「波動セミナー」 北海道大学, 2006年5月.

(2) 渡邊道之 「On solutions of the initial boundary value problem for nonlinear wave equations」 「波動セミナー」 北海道大学, 2006年5月.

(3) 渡邊道之 「非線形波動方程式の境界値逆問題」 「中央大学偏微分方程式セミナー」 中央大学, 2006年6月.

(4) M. Watanabe (Invited speaker) 「Inverse scattering problem for time dependent Hartree-Fock equation」 「Inverse Problems in Applied Sciences」 Hokkaido (July 2006).

(5) 渡邊道之 「非線形波動方程式の境界値逆問題 ～定数係数の同定～」 「千葉工大における波動方程式研究集会」 千葉工業大学, 2006年8月.

(6) 渡邊道之 「非線形波動方程式の境界値逆問題」 「清水偏微分方程式研究集会 ～線形及び非線形の諸問題」 東海大学海洋学部, 2006年10月.

(7) 渡邊道之 「非線形波動方程式の境界値逆問題」 「解析セミナー」 愛媛大学, 2006年10月.

2005年度までの講演

- 国際会議での発表...3回
- 学会での発表...4回
- 京都大学数理解析研究所での発表...3回
- 談話会, 集中講義での発表...2回
- 研究集会での発表...12回
- セミナーでの発表...9回