

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年5月22日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21540147

研究課題名（和文） 相分離・金融工学等の非線形系の数理解析

研究課題名（英文） Mathematical analysis of the nonlinear systems arising in the industry.

研究代表者

中村 正彰（NAKAMURA MASAOKI）

日本大学・理工学部・教授

研究者番号：00017419

研究成果の概要（和文）： 次のような成果を得た。

1. 非線形系の数理解析に欠かせないモデル方程式の解の数値近似と解の漸近挙動の可視化を目指して多倍長計算を導入して、その有効性を確認した。
2. Default risk を記述する常微分方程式系を導出し、解析した。
3. 磁気ベナール問題のアトラクター の存在とその有限次元性を示した。
4. 数値近似が難しい大域的な項である遅延項を含む遅延微分方程式への多倍長計算の応用を実行した。 解が解析的である場合は有効であることを示唆した。

研究成果の概要（英文）： We have obtained the following results.

1. We showed the effectiveness of the multiple precision arithmetic to approximate the solutions of PDE 's which have transition phase and the blow up in finite time.
2. We derived the default risk model equation and analyze theoretically and numerically.
3. We showed the existence and the finite dimensional property of the attractors in magnetic Benard problem
4. We applied the multi-precision computation to the equation with delay term, which is hard to compute, and showed that in the case the solution is analytic, it is effective.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・数学一般（含確率論・統計数学）

キーワード：数理モデル

1. 研究開始当初の背景  
ナノテク、ナノサイエンスが実用化されつつある状況で、従来はマクロな観点からのモ

デリングが主であり、ミクロの観点からの方程式のモデリングとその解析が期待されていた。同一問題に対するマクロとミクロのモ

デル方程式の間の関係の解析が期待されていた。

本研究はその方程式系のモデリングと解析を目指した。そのためには高度の数理解析と数値解析が必要とされていた。

その一環が漸近挙動の解析、アトラクターの解析であり、またそのための手段としての数値解法の開発が必要とされていた。

近年注目されていた金融問題への数理解析の必要性はますます高まっていた。

## 2. 研究の目的

次の問題について研究した。

- (1) アトラクター等非線形方程式の解析
- (2) 金融工学の非線形方程式の解析
- (3) 爆発時間, 非線形方程式の解の数値近似

## 3. 研究の方法

次の方法で研究を実行した。

- (1) 非線系の数理解析。
  - 1-1. 金融工学の債務不履行等のモデリングとその数学的定式化、解の挙動の解析。
  - 1-2. 磁気ベナール問題、相分離問題の解の挙動、アトラクタの存在と有限次元性の解析
  - 1-3. Tricomi 方程式の解の存在・非存在の数値シミュレーションの実行。
- (2) 数値近似法の発見と解析
  - 2-1. 数値シミュレーションの試行と正当化。
  - 2-2. 爆発解と爆発時間の高精度近似法の試行、多倍長計算の導入とその有効性の証明を目指す。
- (3) 解と近似の適合性と収束の証明。
- (4) 内外の非線系問題の情報収集。
- (5) 内外の数値近似法の状況の情報収集。
- (6) 非線系問題・数値解析の国際会議への参加と成果の発表。

## 4. 研究成果

次のような成果を得た。

- (1) 非線形系の数理解析に欠かせないモデル方程式の解の数値近似と解の漸近挙動の可視化を目指して多倍長計算を導入して、その有効性を確認した。

1-1. 債務不履行到達時間の高精度近似計算。

1-2. 遅延項を持つ方程式への応用で解が解析的である場合に有効性の示唆。

- (2) Default risk を記述する常微分方程式系を導出し、解の漸近挙動を解析した。

- (3) 磁気ベナール問題のアトラクターの存在とその有限次元性を示した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計10件)

- ① N. Ishimura and Masa Aki Nakamura Models of the short interest rate in discrete process, To appear in Open Journal of Applied Sciences. 2013.5 (査読有)
- ② N. Ishimura and Masa Aki Nakamura A model dynamics of interacting firms, International Journal of Applied Physics and Mathematics, Vol. 3, No. 2, March 2013, pp. 143-145. (査読有)
- ③ N. Ishimura and Masa Aki Nakamura Blow-up behavior of a system of nonlinear ODEs. Journal of Research Institute of Science and Technology, College of Science and Technology, Nihon University, No. 130, pp. 1-8. 2013. 3. (査読有)
- ④ Hitoshi IMAI, Hideo Sakaguchi and Yuusuke Iso, NUMERICAL SIMULATIONS ON NON-EXISTENCE AND NON-UNIQUENESS OF SOLUTIONS FOR THE TRICOMI EQUATION, GAKUTO International Series, Mathematical Sciences and Applications, Vol. 34 (2011), pp. 39-58. (査読有)

⑤ Hideo Sakaguchi, Hitoshi IMAI and Yuusuke Iso, Simple numerical judgement on the singularity of the matrix by using the multiple-precision arithmetic, Theoretical and Applied Mechanics Japan, 60(2011), 343-351. (査読有)

⑥ N. Ishimura and Masa Aki Nakamura, Risk Preference Under Stochastic Environment, The Proceedings of 2011 International Conference on Business Management and Electric Information. vol.1, pp.668-670. 2011.6. IEEE catalogu number CFP1128-PRT. (査読有)

⑦ 安部公輔, 今井仁司, 中村正彰, スペクトル選点法を用いた遅延微分方程式の数値計算, 日本大学理工学部一般教育教室集報, Vol.89, (2011), pp.1-10. (査読有)

⑧ M. Inoue, N. Ishimura and Masa Aki Nakamura Numerical study on the systems of nonlinear ordinary differential equations for default risk model, The Proceedings 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial engineering and Engineering Management. pp.1066-1069. 2010.10. Edited by Qi Ershi, Liu Binghui, Shen Jiang and Dou Runliang. IEEE catalogu number CFP1016G-PRT. (査読有)

⑨ 安部公輔, 今井仁司, 中村正彰, スペクトル選点法による遅延微分方程式の高精度数値計算, 第59回理論応用力学講演会講演論文集, pp.355-356, 日本学術会議, 2010.6. (査読無)

⑩ 井上学, 石村直之, 中村正彰 Numerical analysis of default risks 第59回理論応用力学講演会講演論文集, pp.283-284. 日本学術会議, 2010.6. (査読無)

[学会発表] (計8件)

① Masa Aki Nakamura, Attractors for the magnetic Benard problem. Algorithmy2012, Slovakia, 2012.9.06-14.

② Masa Aki Nakamura, Attractors for the magnetic Benard problem (Plenary talk). 第4届海内外華人青年学者計算数学交流会, 電子科技大学, 成都, 2012.7.20-23.

③ M. Inoue, N. Ishimura and M. Nakamura, An ODE system describing the default risk, 西安交通大学学樹講演会, 2012.3.13. 西安交通大学.

④ N. Ishimura and Masa Aki Nakamura, Attractors for the Magnetic Benard System, The second International Conference on Electric information and control Engineering. Jiujiang, China, 2012.4.7.

⑤ Hitoshi Imai, Hideo Sakaguchi, Yusuke Iso, NUMERICAL SIMULATION ON NON-EXISTENCE AND NON-UNIQUENESS OF SOLUTIONS FOR THE TRICOMI EQUATION, International Symposium on Computational Science 2011 (Kanazawa, 2011.2.15-2.17), 2011, p.13.

⑥ N. Ishimura and M. Nakamura, Numerical approach to the ODE system for the default risk model, Czech-Japanese Seminar in Applied Mathematics, August 30 - September 4, 2010, Czech Technical University. Prague. Czech.

⑦ 安部公輔, 今井仁司, 中村正彰 スペクトル選点法による遅延微分方程式の高精度数値計算, 第59回理論応用力学講演会, 2010年6月7日, 学術会議

⑧ 井上学, 石村直之, 中村正彰 Numerical analysis of default risks, 第59回理論応用力学講演会 2010年6月7日, 学術会議.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：  
〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中村 正彰 (NAKAMURA MASAACKI)  
日本大学・理工学部・教授  
研究者番号：00017419

### (2) 研究分担者

該当者なし

### (3) 連携研究者

石村 直之 (ISHIMURA NAOYUKI)  
一橋大学・大学院経済学研究科・教授  
研究者番号：8021934

今井 仁司 (IMAI HITOSHI)  
徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス  
研究部・教授  
研究者番号：80203298

水谷 明 (MIZUTANI AKIRA)  
学習院大学・理学部・教授  
研究者番号：80011716

陳 蘊剛 (CHEN YUNGANG)  
東海大学・生物理工学部・教授  
研究者番号：50217262