

研究種目：基盤研究 (C)
研究期間：2007～2010
課題番号：19540139
研究課題名 (和文) 確率 Runge-Kutta 法の研究

研究課題名 (英文) Runge-Kutta methods for stochastic differential equations

研究代表者

小守 良雄 (KOMORI YOSHIO)
九州工業大学・大学院情報工学研究院・助教
研究者番号：20285430

研究代表者の専門分野：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：数値数学

1. 研究計画の概要

研究目標は、本研究代表者が提案した確率 Runge-Kutta (SRK) 族 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.apnum.2006.02.002>) を基に様々な SRK 法を考察し、SRK スキームを充実させることである。具体的には以下の通りである。

- (1) 弱い意味の近似解を与える陰的 SRK スキームの導出。
- (2) ドリフト係数についてのみ陰的あるいは半陰的である drift-implicit SRK スキームの導出。
- (3) 数値的安定性に優れた陽的 SRK スキームの導出。
- (4) 少ないシミュレーション回数で良い近似を与える効率的な SRK スキームの導出。

2. 研究の進捗状況

- (1) Wiener 過程が 1 次元である確率微分方程式 (SDE) に対して陰的な SRK 法を考え、弱い意味で 2 次で、平均二乗の意味で A-安定な SRK スキームを導出した。この成果は論文で発表した。一方 Wiener 過程が多次元である SDE に対して、弱い意味で 2 次の SRK 法を考えると、たとえ陰的であっても解法の段数を低くできないことがわかった。この為、計算コストの点で現実的な解法は得られないだろうと判断し、この研究はここまでで終えた。
- (2) Wiener 過程が多次元である SDE に対して、ドリフト係数についてのみ陰的な SRK 法を考え、弱い意味で 1 次で、平均二乗の意味で A-安定な SRK スキームを導出した。一方、弱い意味で 2 次のものについては、A-安定な SRK スキームの導出に

至っていない。数式処理ソフト

Mathematica を援用し、これまでの計算結果を確認し終えた。現在、今後の方針を検討中である。

- (3) 常微分方程式に対する Chebyshev 法 (Runge-Kutta 法の一つ) を拡張し、弱い意味で 2 次の陽的 SRK スキームを導出した。本スキームは陽的な解法であるから計算コストが低い。その一方で、本スキームは拡張された数値的安定領域を持つので、ドリフト係数の固有値が負の実軸周りに分布する問題に対して効果的である。これまでの研究成果を原稿にまとめ、また、4 段の SRK 法から 104 段の SRK 法まで、解法のパラメータ値を計算し終えた。後は数値実験を行い、結果を原稿に付け加えるだけである。近日中に、投稿予定である。

3. 現在までの達成度

やや遅れている。

(理由)

2. (3) で述べた SRK スキームの導出やパラメータ値の計算に手間取り、時間がかかり過ぎた為。

4. 今後の研究の推進方策

まず、2. (3) で述べた SRK スキームに関する論文を投稿し、その後、同スキームに関して、シミュレーション回数を減らす為の効率的な方法を考える。また、2. (2) で述べた、弱い意味で 2 次の A-安定な SRK スキームの導出に向けて、引き続き研究を行う。

5. 代表的な研究成果
(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 1 件)

Yoshio Komori, Weak first- or second-order implicit Runge-Kutta methods for stochastic differential equations with a scalar Wiener process, Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. 217, pp. 166-179, 2008, 査読有り.
(<http://ds.lib.kyutech.ac.jp/dspace/handle/10228/446>)

[学会発表](計 5 件)

Kevin Burrage, 小守良雄 (発表者), 硬い確率微分方程式に対するチェビシェフ法, 日本応用数理学会 2009 年度年会, 2009 年 9 月 30 日, 大阪大学豊中キャンパス.

Kevin Burrage and Yoshio Komori (発表者), Weak order Chebyshev methods for stiff stochastic differential equations, International Conference on Scientific Computational and Differential Equations 2009, 2009 年 5 月 29 日, Beijing Friendship Hotel, Beijing, China.

Yoshio Komori, Weak order drift-implicit Runge-Kutta methods for stochastic differential equations, International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics 2008, 2008 年 9 月 17 日, Kyriotis International Conference Center, Kos, Greece.

小守良雄, Drift-implicit 確率 Runge-Kutta 法について, 日本応用数理学会 2007 年度年会, 2007 年 9 月 17 日, 北海道大学工学部.

Yoshio Komori, Fully implicit stochastic Runge-Kutta methods for stochastic differential equations with a scalar Wiener process, International Conference on Scientific Computational and Differential Equations 2007, 2007 年 7 月 12 日, Le Palais du Grand Large, Saint-Malo, France.

[その他]

<http://galois.ces.kyutech.ac.jp/~komori/index.html>