

楠岡近似の紹介：最近の問題意識を踏まえて

篠崎 裕司 (日本銀行 / 東京工業大学)

アブストラクト

「楠岡近似」に関し、基本事項から最近の研究動向まで広く紹介する。

楠岡近似とは、自由リー代数とマリアバン解析に基づく、確率微分方程式の弱近似のための高次離散化手法の枠組みであり、近似誤差評価等の数学的根拠が [1] で証明されてから多くの研究がなされてきた。特に、楠岡近似に基づく具体的な高次離散化手法が、[2, 3, 4] で提示された。デリバティブ (金融派生商品) の価格付けは、確率微分方程式の弱近似問題の典型例であり、実務上しばしば計算コストが問題となる。楠岡近似に基づく手法により、その計算コストを劇的に減らすことが可能 (例えば、現在広く普及している Euler-Maruyama 法比、約 6000 分の 1 程度) であるため、楠岡近似は重要な研究対象であると考えられる。

本セミナーでは、楠岡近似に関し、その数学的根拠、計算高速化の仕組み、実装アルゴリズム・方法、金融実務への応用、今後の展望等の幅広い内容を様々な視点から紹介し、全体像を明らかにする。特に、金融実務での数値計算問題の解決例として、リーマンショック後に金融機関で問題となっている「XVA」計算への応用 (前進後進確率微分方程式への応用)[5] や、金利指標改革を受け益々普及している「Quasi-Gaussian term-structure model」(Cheyette model) への応用 [6] について紹介する。その他、非線形偏微分方程式や機械学習等との関わりも簡単に触れる。

参考文献

- 1 Kusuoka(2001) : Approximation of expectation of diffusion process and mathematical finance, *Taniguchi Conference on Mathematics Nara*
- 2 Ninomiya-Victoir(2008) : Weak approximation of stochastic differential equations and application to derivative pricing, *Applied Mathematical Finance*
- 3 Ninomiya-Ninomiya(2009) : A new higher-order weak approximation scheme for stochastic differential equations and the Runge-Kutta method, *Finance and Stochastics*
- 4 Shinozaki(2017) : Construction of a Third-Order K-Scheme and Its Application to Financial Models , *SIAM journal on financial mathematics*
- 5 Ninomiya-Shinozaki(2019) : Higher-order Discretization Methods of Forward-backward SDEs Using KLVN-scheme and Their Applications to XVA Pricing , *Applied mathematical finance*
- 6 Shinozaki(2021) : Efficient simulation methods for the quasi-Gaussian term-structure model with volatility smiles : Practical applications of KLVN-scheme , *Quantitative Finance*