

氏名：吉田朋広

分野名：確率・統計

キーワード：極限定理，確率解析，確率微分方程式の統計推測，マリアバン解析，漸近決定理論，擬似尤度解析，統計的学習理論

現在の研究概要

確率過程に対する極限定理および統計推測理論

観測に対して行動を対応させる規則（決定関数）のもとで起こる確率現象を解析するのが数理統計学の課題である。統計的決定理論は決定関数の総体における最適性，許容性の問題を扱うが，その基礎となるのが分布の計算である。確率過程のように分布の構造が複雑な場合は漸近的決定理論に頼ることになり，その適用のためには確率過程のクラス（マルコフ過程，ミキシング過程，セミマルチンゲール，弱および強従属過程，摂動モデル，…）に応じた極限定理の研究が必要となる。さらに，高次の極限定理である漸近展開が重要である。これは，分布の近似精度の改善のみならず，多変量解析，時系列解析，高次漸近決定理論，ブートストラップ法（データの経験分布をもとに人工的なデータを発生させる計算法），情報量規準，統計的予測などの現代的な統計理論の基礎となる。漸近展開の理論が既に発展していた独立観測に対してそれは成功を収め，統計的多様体に関する情報幾何も高次有効性の議論にはじめ現れた。このように一旦極限理論が確立すれば，高次統計推測論がそれを基礎に構築できるのだが，セミマルチンゲールのような連続時間確率過程に対して（分布論的）漸近展開が与えられたのは比較的最近のことである。公式の解析的正当性（validity）の証明には無限次元確率解析（マリアバン解析）が用いられる。応用として，連続時間確率過程に対する高次統計推測論が発展しつつあり，統計量の有効性の証明，モデル選択における情報量規準の構成などに役立っている。ファイナンスに現れる多くのモデルに適用でき，データ解析やオプション価格の近似計算への応用がなされている。極限定理の歴史の中で，一般のウイナー汎関数に対する漸近展開と，非エルゴード的統計における漸近展開は新しい課題であり，現在理論が発展している。医学統計におけるサバイバルアナリシスも確率過程の漸近分布論の課題である。確率過程の統計学は擬似尤度解析によって新しい局面に入り，また，機械学習と接近している。

学生への要望

- (1) 統計科学の目標は，現実のデータから情報を抽出し統計的に有効な意志決定をするための方法論を構築することである。本来その目的は数学と独立なものであり，研究対象の選択が必要な進んだレベルではそれを意識することは重要である。しかしながら，計量ファイナンスという非常に実際的な分野ですら，まずモデリングに確率微分方程式が必要になるように，統計的現象を記述する言語として必要な数学の基礎は習得すべきである。セミマルチンゲールの漸近分布論の動機の一つが確率過程の統計推測にあったが，現象の解析に必要な新しい数学的道具を自ら作らなければならない状況もよく起こる。この意味で，確率統計学の基礎を緻密に勉強しておいてほしい。
- (2) 統計科学は近代的な数理統計に限っても100年以上の歴史があり，応用，理論両方で細分化されている。数学として統計学を研究してゆくこともできるし，記述統計的な研究も可能である（本質的な進歩はしばしばデータの観察から生まれてくる！）。研究スタイルによって大きく異なるので，何が必要となるか限定するのは難しいが，大学院ではたとえば，数理統計学（推定論，検定論，決定理論，漸近理論，多変量解析），確率解析（確率微分方程式，セミマルチンゲール理論，密度公式，マルコフ過程とエルゴード性，極限定理，漸近展開，マリアバン解析），さらに数理ファイナンス，非線形時系列解析，サバイバルアナリシス等も勉強することになるだろう。もっとも，ここに並べた課題はどれもそれだけで既に十分広いので，一つの分野を深く勉強することから始めてもよい。他にも多くの選択肢があり網羅できないが，入学してから徐々に決めていけばよいだろう。ホームページ <https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~nakahiro> に大学院で用いたセミナーテキストが載っている。