



Title	Asymptotic Properties of Estimators in Some Nonnegative Integer-Valued Time Series Models [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	曾, 小強
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(経済学)
Dissertation Number	甲第15882号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92310
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Zeng_Xiaoqiang_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（経済学）

氏名：曾 小強

審査委員	主査	教授	高木	真吾
	副査	教授	柿沢	佳秀
	副査	教授	鈴川	晶夫

学位論文題名

Asymptotic Properties of Estimators in Some Nonnegative Integer-Valued Time Series Models （非負整数値時系列モデルにおける推定量の漸近的性質）

本論文は 2 部からなる。1 部は 2 章～4 章の 1 次の非負整数値自己回帰過程（以降、INAR(1)過程と記す）、2 部は 5 章と 6 章の 1 次の一般化従属カウントによる非負整数値自己回帰過程（以降、ADCINAR(1)過程と記す）である。曾君は、一貫して、間引き作用素に基づくアプローチからのモデリングに関心をおいた。主な貢献として、両モデルにおいて (i) 高次の自己キュムラント関数を導出し（自己共分散関数（2 次）は既に知られていた）、(ii) 時系列分析で基本的な推定量（ユール・ウォーカー及び条件付き最小 2 乗推定量；以下で、YW と CLS と記す）のバイアス補正をすることで、2 つの推定量の小標本特性を改善したことが挙げられる。

1 章で、まず、計数時系列過程の近年の発展を概観して、ポアソン INAR(1)過程のイクイ・ディスパーション（平均と分散が同じであるという性質）の問題点を挙げ、2 章～6 章で議論される研究の動機を説明している。非ポアソンの場合の高次の自己キュムラント関数を扱うような先行研究が無いため、第 1 に、これらを明らかにすること。第 2 に、INAR(1)過程では、フィットル対数尤度の先行研究はポアソンの場合の数値実験しかなく、これに対する漸近論を明らかにすることも重要であること。さらに、INAR(1)過程だけでなく、第 3 に、ADCINAR(1)過程に対して高次の自己キュムラント関数を導くこと。第 4 に、ADCINAR(1)過程で導入されたパラメータに関する 2 段階条件付き最小 2 乗推定量の漸近正規性を再考察すること。第 5 に、両者の定常過程における YW 推定量及び CLS 推定量のバイアスを補正し、小標本特性を改善すること。これらの項目について以下の 2 章～6 章で数学的厳密性を損なわずに議論していく。

2 章で、2 項間引き作用素に関する 6 乗までの期待値公式ならびに 3 次～6 次

のキュムラント公式を導出し、それらの系として定常な INAR(1)過程に対し3次～6次の自己キュムラント関数を明示的に与えている。

3章で、定常な INAR(1)過程で、まず YW 推定量と CLS 推定量のバイアスの漸近展開公式を導出し、解析的にバイアス補正された推定量を提案している。次に、数値実験を実施し、バイアス補正法が機能していることを検証している。

4章で、定常な INAR(1)過程でフィットル対数尤度最大化から定義される推定量の漸近論を明らかにし、この推定量からだけでなく、YW 推定量及び CLS 推定量をベースにしたイクイ・ディスペーション検定を提案し、その検定サイズと検出力を数値実験で検証した。

5章では、2項間引き作用素の拡張である、従属カウントによる一般化された間引き作用素に関する4乗までの期待値公式ならびに3次と4次のキュムラント公式を導出し、それらの系として定常な ADCINAR(1)過程に対し3次と4次の自己キュムラント関数を明示的に与えている。また、任意次の自己キュムラント関数の構造を証明している。

6章では、定常な ADCINAR(1)過程において、(i)新たに導入されたパラメータの2段階条件付き最小2乗推定量の漸近正規性を示して、(ii)3章の INAR(1)で考察されたバイアス修正を ADCINAR(1)へ拡張しただけでなく、ラグウィンドウ型のノンパラメトリック補正法を提案し、YW 推定量と CLS 推定量に対するバイアス補正法を提案している。この方法は解析的バイアス補正法のようにバイアス漸近展開を計算する必要がなく、ノンパラメトリック法の利点としてモデル誤特定の問題がないことを数値実験で検証している。勿論、ノンパラメトリック法ならばラグ数 L を決めなければいけないという弱点を有するが、漸近論として L の最適オーダーを与えている。

7章で、INAR(1)過程と ADCINAR(1)過程の有用性を示す2つの実データ分析例を与え、8章で、論文全体の結論と解決すべき課題をいくつか挙げている。

以上のように、本論文を数理統計学的に高く評価して、審査委員全員一致で、博士（経済学）の学位を授与するに値すると判断した。