Title	Statistical Distribution Theory of Runs in Higher-Order Markov Dependent Trials
Author(s)	内田, 雅之
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41017
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

【 24 】

氏名	内田雅之（うちだまさゆき）
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 13544 号
学位授与年月日	平成10年2月18日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Statistical Distribution Theory of Runs in Higher-Order Markov Dependent Trials (高次マルコフ従属試行列における連の統計的分布理論)
論文審査委員	(主査) 教授 稲垣 宣生 (副査) 教授 白旗 慎吾　教授 後藤 昌司　助教授 安芸 重雄

論文内容の要旨

X_1, X_2, ...は{0, 1}の値をとる確率変数列とする。慣例により"1"を成功, "0"を失敗, X_nをn番目の試行と呼ぶことにする。本論文はマルコフ従属試行列における様々な連の分布についての研究を行なった。最初に, マルコフ従属試行列における長さkの成功連がm回起こる事象と長さrの失敗連がl回起こる事象のどちらかが最初に起こるまでの待ち時間 (sooner waiting time) と両方とも起こるまでの待ち時間 (leter waiting time) の分布の確率母関数を導出した。例として, バレーボールの試合の待ち時間は長さ2の"0"の連が重複する数え方で15回起こるか, または長さ2の"1"の連が重複する数え方で15回起こるまでの sooner waiting time と見ることができる。次に, 高次 (m次) のマルコフ従属試行列における長さkの成功連が起こるまでの試行数とそれまでに起こる成功の数と失敗の数の同時分布や長さkの成功連が起こるまでに起こる長さkより短い成功連の数の同時分布を求めた。さらに導出した同時分布から, 長さkの成功連が起こるまでに起こる長さl ($m \leq l \leq k-1$) の成功連の数の周辺分布を求めることにより, order kの幾何分布の新しい geneses を発見することができた。最後に, order kの二項分布を高次マルコフ従属試行列へ拡張することを行なった。ordcr kの二項分布の応用例として Consecutive-k-out-of-n: F system があげられる。この system は, 信頼性の分野で多くの研究かなされてきたにもかかわらず, 従属性を仮定した下での一般的な結果は少ない。そこで, 高次マルコフ従属試行列における order kの二項分布を求めることにより, 従属性を仮定した上記の system の信頼性を考察することができる。

本論文の結果は一般的でかつ新しいだけではなく, 計算機上で数式処理言語を使用することにより実際に厳密分布や厳密分布の特性量などをシンボリックに計算することが可能である。

論文審査の結果の要旨

ここでは, "0001000111000000111100..."のように二値{0, 1}をとる確率変数の列 X_1,

X_2, ..., X_n, ... を考える。近年，これが独立なベルヌーイ試行列の場合に，長さｋの成功連が起こるまでに要する待ち時間（試行数）の従う分布をｋ次の幾何分布といい，長さｋの成功連がｒ回起こるまでに要する待ち時間の従う分布を負の二項分布といい，一般に種々のｋ次の離散分布が論じられている。通信システムや石油パイプラインシステムにおいてｎ個のコンポネントのうち連続ｋ個が故障すると止まるシステムの信頼性問題や実地始動テストを行うとき連続ｋ回始動成功までの待ち時間による品質管理問題などはｋ次幾何分布に従う例である。

本論文では，これまでのｋ次離散分布が独立列に対して導出されてきたけれども，新たにｍ次マルコフ従属列に対して同様の性質を導出している。第２章の例題として挙げているバレーボールでは，サーブ権に対して味方１相手０とした場合，サーブ権を続けることがより難しく，独立ではない。もし，独立として考えるとゲーム時間は平均的に40試行くらいとなり，実際の平均ゲーム時間80試行くらいと適合しないが，ｍ＝１次のマルコフ過程で $P[X_n=1|X_{n-1}=1]=P[X_n=0|X_{n1}=0]=0.3$ として考えるとよく一致すると指摘している。バレーボールは長さｋ＝２の連｛００｝｛１１｝どちらも１点として15点早く取った方が勝ちという早待ち時間の分布の例であるが，共に15点以上を取ったとき終了という遅待ち時間の分布も論じている。さらに，マルコフ従属性の下で，第３章では連続ｋ成功までに起こるそれより短い連の同時分布を論じ，第４章では特定の長さの連が起こる回数の分布を論じ，それらの数式処理計算アルゴリズムを求めている。また，連の数え方（Type I-IV）による分布の違いについても検討している。

以上の成果は，マルコフ従属性の導入と計算アルゴリズムの提示により，一般ｋ次離散分布の研究に大きな貢献をするものであり，博士論文として価値あるものと認める。