

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K03732

研究課題名(和文) 電力卸売市場におけるリスク管理

研究課題名(英文) Risk measurement in wholesale electricity markets

研究代表者

丸茂 幸平 (Marumo, Kohei)

埼玉大学・人文社会科学部研究科・准教授

研究者番号：90596959

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：オーストラリアなど、発達した電力の卸売市場を観察すると、例えば通貨や株式といった資本市場とは、まったく性質が異なっていることが分かる。例えば、価格の変動は正規分布とは全く異なり、また、その分布の形は取引量に大きく依存しているように見える。つまり、電力の取引量が大きい場合、価格の分散が非常に大きく、普段の数十倍を超えるような高騰を見せることがある。ただしこうした高騰は長続きせずすぐに通常の水準に落ち着く。本研究では、こうした性質を捉えながら、価格の分布を近似できるような方法の開発を企図した。より具体的には、エルミート展開を使った分布近似をこの問題へ当てはめるための方法を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、エルミート展開の漸近的な性質がいくつか明らかになったことが挙げられる。すなわち、エルミート展開が一樣収束することが示されてことは応用数学の分野における意義といえる。社会的意義としては、その市場リスク計測への応用を展望したことが挙げられる。特に、Marumo(2017)においては投資信託のリスク管理への応用が述べられており、実務におけるリスク計測・管理に対して示唆を与えるものとする。

研究成果の概要(英文)：Spikes in the wholesale electricity price time series are studied by many including Christensen, Hurn and Lindsay (2011). They investigate how some explanatory variables such as demand in the market can explain the occurrence and intensity of the price spikes. This project focuses on approximating the price distribution conditioned on the demand. Since the demand series has strong periodicity and can relatively easily be predicted, conditional price distribution can be useful for managing the risk in wholesale electricity markets.

I investigated the application of the non-parametric method called Hermite expansion for approximating the distributions.

研究分野：統計学の応用，リスク計測

キーワード：エルミート多項式系

1. 研究開始当初の背景

発送電分離と電力卸売市場. 欧米や豪州などでは、1990年代の規制緩和以降、発電を行う企業（卸売業者）と、消費者に電力を送る企業（小売業者）が分離している、発送電分離方式が一般的となってきた。この方式では、電力の需要と供給がマッチされる卸売市場が電力供給システムの要といえる。自由化が進んだ国や地域の中でも、豪州の市場は、規制が緩やかで、市場原理に忠実であることが

国際エネルギー機関 (IEA) によって高く評価されており、調査を行う対象としては最適である。2015年当時から、日本にも日本卸電力取引所が存在していたものの、電力会社が発電と送電の両方を行う形態が主となっている。ただし、経済産業省において発送電分離への移行が議論されている。

電力卸売市場の特殊性. 電力の卸売価格時系列を見ると、殆どの期間は平均的なレベルの周囲で比較的安定的に推移するものの、年に数回の頻度で価格が数十倍に高騰する、いわゆる価格の‘棘 (spike)’が存在することがわかる。

棘が発生する原因としては、需要の急激な高まりなどが挙げられているが、こうした棘は、他の商品や金融資産の市場では見られない。また多くの金融市場では、正規分布が価格収益率の分布に対するまずまずの近似を与えるが、電力価格に関しては、価格水準そのものの自己相関が低く、また、収益率の分布も正規分布とは程遠い形状を見せる。

先行研究. Christensen, Hurn and Lindsay (2011) を含む先行研究は、主に価格の棘の発生確率や大きさを、電力需要などの変数で説明しようとするものであった。電力価格の分布は、電力需要量に大きく依存しており、この方向自体は妥当なものに感じられる。しかしながら、電力価格時系列を子細に観察すると、価格の棘が平時の価格時系列と切り離されて発生しているのではなく、電力需要が大きいつきに、価格の分布が極端に歪んでいて、その歪みによって棘が発生している、と考えることも可能であることがわかる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、データから確率密度関数を推定する方法を調査し、電力市場を含む市場価格時系列へそれを応用することを展望することである。ことに、観測値の分布が正規分布と大きく離れているような場合にも適用可能な方法を開発することに焦点を当てる。一般に、扱いが容易な多変量の分布は正規分布など少数に限られている。対象とするデータが正規分布とは程遠い形状を持っているため、本研究では正規分布などパラメトリックな分布を使うのではなく、ノンパラメトリックな方法に焦点を当てる。

3. 研究の方法

一連の観測値を、互いに独立に同じ分布から生成されたものと仮定した上でそれを生み出した確率分布を推定する方法としてはカーネル法が最もよく使われるが、本研究では、エルミート多項式系を使った確率分布の近似法の応用を検討した。カーネルを使う方法は、直感的にわかりやすい反面、ナイーブな応用では、分散がデータの分散よりも大きくなってしまふという欠点を有する。また、カーネルの選択が分布の裾に与える影響も大きい。こうした欠点は、リスク管理への適用を企図する本研究においては問題となる。そこで、本研究では、カーネル法と比べると一般的ではないエルミート多項式系を使った分布の近似方法を調査した。エルミート多項式系については、多項式を使っているため、近似された密度関数が負の値を取ることがあるという欠点が問題となりうる。本研究においては、近似の漸近的な性質を調査することによってこの問題に答えを出すことを企図した。つまり、エルミート展開を使った近似が漸近的に良い性質を持つことが明らかになれば、実際に近似を用いるときに生じうる多くの問題は、展開の次数を大きくしていくことで解決できる。

4 . 研究成果

こうした背景から ,エルミート展開の漸近的な性質について調査を行い ,それが一様収束することなどを明らかにした . また ,エルミート展開のリスク計測への応用についても検討を行った . 特に ,リスク管理上必要になるような Value at Risk や Expected Shortfall に関する制約が線形制約の形で記述できることを明らかにしたうえで ,一般の線形制約下での密度関数が推定できることを示した .

こうした成果は ,論文にまとめ ,以下の通り海外紙に掲載された :

[1] A Non-parametric Method for Calculating Conditional Stressed Value at Risk, Statistics and Economics Vol. 14 No. 5 (2017)

[2] On Optimal Smoothing of Density Estimators Obtained from Orthogonal Polynomial Expansion Methods, Journal of Risk Vol. 18 No. 3, (2016)

以 上

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kohei Marumo	4. 巻 14
2. 論文標題 A Non-parametric Method for Calculating Conditional Stressed Value at Risk	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Statistics and Economics	6. 最初と最後の頁 42-48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2017-5-42-48	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 K. Marumo
2. 発表標題 Risk Measurement for Investment Funds
3. 学会等名 第20回ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Kohei MARUMO	4. 発行年 2017年
2. 出版社 埼玉大学経済学部ワーキングペーパー	5. 総ページ数 17
3. 書名 A Non-parametric Method for Calculating Stressed Value at Risk	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----