

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 21 日現在

機関番号：21201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23530373

研究課題名(和文) 岩手県における主要企業と天候リスク及び天候デリバティブの活用に関する研究

研究課題名(英文) Research of utilizing the weather derivatives, relation between the major companies and the risk of unseasonable weather in Iwate Prefecture

研究代表者

Tee Kian Heng (Tee, Kian Heng)

岩手県立大学・総合政策学部・准教授

研究者番号：70325140

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円、(間接経費) 570,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は岩手県の企業と天候リスクについての分析を行う。企業が異常気象(猛暑・冷夏或いは暖冬・厳冬)による収益減少を回避するために、保険会社の天候デリバティブ商品を利用する場合の条件や価格等の分析を行った。また、保険会社の商品を利用せず、2つの会社が収益減少を回避するためにリスクを交換した場合の契約の公平性の分析も行った。分析はBurnign Cost法と確率分布法を用いた。

分析結果から保険会社の商品を利用する場合、分析に用いる気温プロセスによって価格が異なることがわかった。リスク交換の場合も契約の公平性を得ることができなかった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is analysis of the weather risk of a company in Iwate Prefecture, and analyzing the hedge effect when utilizing weather derivatives.

I used burning cost method and probability distribution method to calculating the premium of the temperature derivatives. Burning cost method is the method of calculating the premium using the past data. And probability distribution method is the method of assuming about the distribution of the data, performing the simulation based on the distribution, and calculating the premium based on the result of the simulation. I also consider weather derivative transaction between two companies in order to transfer the risks of adverse weather, called risk swap transaction. I used Hellinger distance to verify the equity of the risk swap transaction.

I found that the premium of the derivatives calculated by the two methods was different and the equity of the risk swap transaction is not obtained.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・財政学・金融論

キーワード：天候デリバティブ リスクヘッジ リスクスワップ 気温オプション GARCHモデル SVモデル Hellinger距離

## 1. 研究開始当初の背景

日本経済新聞社の記事によると平成 22 年の夏では「猛暑で東北では食用鶏が 15 万羽死ぬ(9/4)」、「サツマイモ、猛暑と少雨で卸値 19% 高く(9/25)」、「テーマパーク・遊園地の 4~9 月、猛暑が影響で前年割れも多く(10/3)」、「ユニクロ 9 月もマイナス、残暑で秋物振るわず(10/5)」など企業の収益が猛暑(異常気象)の影響を受けていることがわかる。天候デリバティブ商品はこのような気象リスクによる損失を回避する(リスクヘッジという)ための金融商品である。主にオプション理論を援用して、商品の設計を行う。

また、天候デリバティブの分析はエネルギー会社同士での夏季の気温リスクの交換(ゼロコストのリスク・スワップ)の公平性の分析があるが、保険会社が販売する商品の保険料・補償金の分析はあまりなかった。

平成 20 年度から平成 22 年度までの科学研究費助成金(若手研究(B))で「地域及び企業における気温リスクヘッジの必要性に関する研究」を行った。平成 22 年の猛暑のようなケースを含め気温の変動(冷夏、暖冬・厳冬)による収益の減少を軽減するために天候デリバティブの 1 つである気温オプションの有用性について、(1)気温オプションの商品の設計において地域ごとに観測期間を設けるべきか、(2)地域によって企業の気温リスクが異なっているかどうか、(3)気温オプション設計とその有効性、の分析を行っている。これまで 47 地点(都道府県庁所在地)の気温データを用いて、収益の影響の度合いが高い夏季と冬季について分析を行った結果、気温オプションの対象期間が異なる(例えば 7 月と 8 月の 2 ヶ月の契約、7 月から 9 月までの 3 ヶ月の契約)と、補償金額やオプション料(保険料)が変動することが明らかとなった。

「猛暑で東北では食用鶏が 15 万羽死ぬ」という記事で岩手県は 6 万 9000 羽が死亡し、最も多かったとある。岩手県の養鶏場を調べ

ると盛岡市以外の地域にあり、都市部以外の地域でも気象リスクのヘッジが必要であることがわかる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的はこれまでの研究成果を援用して、岩手県における企業の気象リスク及び天候デリバティブを活用した場合のヘッジ効果について分析を行うことである。岩手県は農林水産業が盛んであり、観光資源も豊かである。例えば夏季のやや涼やかな気候は高冷地野菜の生産に適している。また過ごしやすく避暑地の候補地として考慮できる。冬季は降雪量が多く、スキーができる地域が多い一方で、多額な除雪費が必要とする自治体もある。このように岩手県の主要産業や自治体が異常気象の影響で収益や財政支出が不安定となり、ひいては雇用や県民所得に負の影響を与える。天候デリバティブによって気象リスクをヘッジできれば、異常気象による収益や財政の不安定さを和らげることができると思われる。

## 3. 研究の方法

本研究ではまず岩手県のそれぞれの地区の主要産業について調べる。主要産業についてどのような気象リスクにさらされているかを考察して、オプション理論を援用して天候デリバティブ商品の設計を行う。そして、設計した商品の有効性について検証する。また、観光産業に特化している地域において、天候デリバティブの活用で観光客の誘致が可能であるかどうかについて検証する。最後に積雪オプションを用いて自治体の除雪費の平準化に有効であるかどうかを検証する。

これらの検証について Burning Cost 法と確率分布法を用いる。Burning Cost 法とは過去のデータを用いて保険料を計算する方法のことであり、保険商品の保険料計算によく用いられる方法である。確率分布法とは用い

るデータについて確率分布と仮定し、その分布をもとにシミュレーションを行い、シミュレーションの結果をもとに保険料を算出する方法のことである。

#### 4. 研究成果

(1) 岩手県を内陸北部、内陸中部、内陸南部、北上山地、沢内・湯田、沿岸北部、沿岸南部の7つの地区に分けて産業別の就業者数と純生産について市町村別の比較を行った。天候リスクに関連する産業のうち、内陸北部は農林業、内陸中部は農林業(岩手町)、卸売行・小売業(盛岡市と矢巾町)、電気・ガス・熱供給・水道業(盛岡市と矢巾町)、宿泊業・飲食サービス業(八幡平市と雫石町)と運輸業・郵便業(紫波町と矢巾町)、内陸南部(藤沢町【現一関市】)と北上山地(岩泉町と葛巻町)は農林業、沿岸北部は水産業と建設業、沿岸南部は水産業と電気・ガス・熱供給・水道業(釜石市)の比重が高いことがわかった。上述の地域において異常気象による収益減のリスクを軽減する必要があるが、地域内では企業が少なく、規模も大きくないことから、天候デリバティブ商品の利用に適していない可能性がある。

そこで、本研究はより天候デリバティブ商品の利用に適していると思われる内陸と沿岸の都市を対象にして分析を行うこととした。内陸では二戸市・盛岡市・北上市・一関市・遠野市を対象とし、沿岸部では久慈市・宮古市・大船渡市・釜石市を対象とした。

(2) 上記の地点について、夏季と冬季の気温オプション取引の価格分析と気温リスクスワップ取引の公平性の分析を行った。気温オプション取引とは企業が異常気象の影響による収益減リスクを軽減するために、保険会社から商品を購入する取引のことである。気温リスクスワップ取引とは保険会社から商品を購入せず、2つの企業がお互いの異常

気象による収益減少のリスクを交換する契約のことである。この取引は2つの企業が同じ気象条件のもとで収益構造が逆であるときのみ成立です。リスクスワップ取引を考慮したのは例えば30年のうち3か4回しか発生しない異常気象による収益減を防ぐために、毎年保険会社から商品を購入するより、コストゼロの企業間のリスクスワップの方が利用しやすいと思われるからである。

気温オプション取引の価格はBurning Cost法と確率分布法を用いて算出した。Burning Cost法では1977年から2012年までの気温データをもとに支払回数と金額を算出し、そのもとで保険料を算出した。確率分布法では1977年から2012年までの気温データをもとに気温プロセスを分散が変動するモデルの1つであるGARCHモデルを想定し、気温シミュレーションを行う。シミュレーションの結果をもとに支払回数と金額を算出し、そのもとで保険料を算出した。両方法による価格差があることを示すことができた。

気温リスクスワップ取引は同じ地域内の2つの企業を考える。リスクスワップの公平性を検証するためにHellinger距離を用いる。GARCHモデルによるシミュレーションのとも、2つの企業のペイオフを算出し、Hellinger距離を計算した結果から公平性の可能性が低いであることを示すことができた。

(3) 同じ地域内におけるリスクスワップ取引の公平性が得られなかったことから、異なる2地点間のリスクスワップ取引の公平性が得られるかどうかの分析も行った。同じ気象要件で収益構造が逆となる企業がそれぞれの都市に存在すると想定している。

この分析は2変量のSV(ストキャスティック・ボラティリティ)モデルを用いて、気温プロセスの定式化を行い、そのもとで気温シミュレーションを行う。シミュレーション

の結果から 2 つの企業のペイオフを算出し、Hellinger 距離を用いてリスクスワップ取引の公正性の検証を行った結果、公平性が得られないことを示すこととなった。

(4) 積雪オプションでは Burning Cost 法による分析を行った。大雪或いは小雪による収益減リスクの軽減や費用増大の軽減を考える。1977 年から 2012 年までの積雪データから補償はそれぞれ 3 か 4 回しかなく、収益や費用の平準化というメリットがあるにしても、毎年支出（保険料を支払う）をしなければならぬことが自治体や企業にとって、ネックになると思われる。

(5) 以上の分析結果から、異常気象による収益減リスクや費用増大リスクを軽減する必要性があることがわかった。しかし、天候デリバティブ商品による補償は 36 年間のうち、3 か 4 回と少なく、毎年保険料支払うメリットがないと思われる。そこで、その代わりにコストゼロのリスクスワップ取引を考えたが、取引の公平性を得ることができなかった。

以上のことから、観光産業に特化している地域において、天候デリバティブの活用で観光客の誘致が可能であるかどうかについて検証ができなかった。リスクスワップ取引について岩手県外の都市との組み合わせを検証してその可能性を探る必要があると思われる。これらのことを今後の課題としたい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Tee KianHeng, 岩手県県内都市における冬の気温オプションの価格分析とリスクスワップの分析, 岩手県立大学総合政

策学会, 査読なし, 第 14 巻 1 号, 2012, 1-18

Tee KianHeng, 岩手県における夏季のリスクスワップの分析, 岩手県立大学総合政策学会, 査読なし, 第 16 巻 1 号, 2014, 未定

[学会発表](計 2 件)

Tee KianHeng, 岩手県内都市における気温オプションのペイオフに関する分析, 科学研究費補助金「ファイナンス時系列における「発展モデル」の開発と統計的推測」による計量経済学・計量ファイナンス研究集会, 2011 年 12 月 23 日, 広島経済大学

Tee KianHeng, 気温スワップ取引 GARCH モデルと SV モデルとの比較, 科学研究費補助金「ファイナンス時系列における「発展モデル」の開発と統計的推測」による計量経済学・計量ファイナンス研究集会, 2013 年 12 月 23 日, 広島経済大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

Tee Kian Heng (TEE Kian Heng)

岩手県立大学・総合政策学部・准教授

研究者番号: 70325140