

機関番号：21201

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20730215

研究課題名（和文） 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

研究課題名（英文） Study of the necessity for the temperature risk hedge in area and firm

研究代表者

Tee KianHeng (TEE KIANHENG)

岩手県立大学・総合政策学部・准教授

研究者番号：70325140

研究成果の概要（和文）：

多くの企業の収益は異常気象の影響を受ける。安定した収益をもたらすためにそのリスクを回避する必要がある。1999年以降日本に導入している天候デリバティブ商品が有効と思われるが、市場は徐々に拡大しているが取引が盛んに行われているとは言えない。本研究は異常気象と企業との関係を調べ、冬より夏の方が異常気象の影響を受ける企業が多いことが分かった。また、天候デリバティブ商品の設計と保険料の分析を行い、夏よりも冬では地域ごとに設計する必要があることがわかった。

研究成果の概要（英文）：

The corporate earnings are influenced of abnormal weather. In order to bring stable earnings, it is necessary to avoid the weather risk. Although the weather derivatives which considered most effective to avoid the risk are introduced into Japan in 1999 and the market is expanded gradually, it cannot be said that transaction volume is briskly. This study investigated the relationship between abnormal weather and the enterprise, and was understood that there are more enterprises influenced of abnormal weather in summer. Moreover, from analysis of the compensation and price of weather derivatives, it turned out that it is necessary to design the weather derivatives for each area in winter rather than summer.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

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・気温リスクヘッジ・オプション理論・Burning Cost法・確率分布法

## 1. 研究開始当初の背景

気象は多くの産業の収益に影響を与える。天候デリバティブは異常気象による収益減リスクを回避する（リスクヘッジ）ための金

融商品である。これまで企業は利益の内部保留で異常気象による損失を対応してきたが、天候デリバティブの登場により内部保留がより有効に活用できるようになると思われ

る。現在の日本市場では保険会社を中心に気温（暖冬や冷夏など）・台風・雨などの気象を対象に商品を発売している。またエネルギー会社同士では夏の気温リスク交換取引（ゼロコストのリスク・スワップ）も行われている。

1999年に最初の取引以来、日本の天候デリバティブ市場は徐々に拡大しているが取引が盛んに行われているとは言えない。この取引の問題点として(1)エネルギー会社間のリスク交換契約時の基準となる気温の設定の問題、(2)保険会社が販売する商品の価格と設定した観測期間の問題などが挙げられる。

(1)の場合において、基準値の設定によってはまったくリスクヘッジできていない場合もありうる。(2)の場合において販売価格の設定によっては補償額を大幅に上回る可能性がある。また、地域によって寒暖の時期に差があり、リスクヘッジする期間が期間が異なる場合もありうる。

これらの問題点が解決できれば取引の活性化につながる可能性がある。

## 2. 研究の目的

天候デリバティブ商品の契約は基準値・観測期間・免責値・保険金の支払い（補償金）のルール・契約料（販売価格）を決めなければならない。観測期間によって基準値と免責値が変わる。地域によって企業が例えば夏季の気温リスクにさらされる期間が異なる可能性がある。

本研究は気温に関する天候デリバティブ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どうか、同じ季節でも地域によって必要としない天候デリバティブが考えられるかどうかを解明したい。

## 3. 研究の方法

本研究は表1のような気温オプションを考える。猛暑によって収益の損失を被る企業を対象に保険会社が発売するものを想定する。対象とする地点は東京都大手町であり、気象要件は日平均気温の7月1日から9月30日までの92日の平均である。この平均がストライク26.4℃を上回ると0.01℃付きに10万円の支払いを受け取ることができる。最大支払額は1千万円とする。このような商品において、対象とする観測地点や観測期間によってストライクや商品の価格が異なるはずである。また、冷夏のリスクヘッジを考えると表1のストライクを変更することとなる。

そこで本研究は47都道府県庁所在地の気温データの特徴について分析する。気温変動の違いを明確にして、気温リスクヘッジの観測期間を設定する。観測期間によって地域を分けることを試みる。

表1 猛暑オプション商品の一例

気象要素	日平均気温
指数	日平均気温の平均
観測期間	7月1日から9月30日
観測地点	東京都大手町
ストライク	26.55℃
単位当たり支払額	ストライクを上回って、0.01℃につき10万円
最大支払額	1000万円

企業収益が気温にどの程度影響されているかを会社四季報の財務諸表から抽出する。

以上の分析結果からオプション理論を援用して気温デリバティブ商品を設定し、気温シミュレーションを行い、その有意性を検証する。

## 4. 研究成果

本研究の成果は以下の三つとなる。

(1)47都道府県所在地の1976年から2007年までの気温データの分析を行った。特に経済に与える影響が大きい時期である夏（7月から9月）と冬（12月から2月）のデータについて分析を行った。夏において地域ごと（九州・四国・中国など）に気温差が大きくなく、36都市が7月下旬から8月中旬までの観測期間が気温の平均に差がない結果となった。冬において地域内の温度差が夏より顕著に見られる。よって、両期間における気温デリバティブ商品のストライクの設定などは同じ地域内でも個別に設定する必要があると思われる。

表2 34年間の夏の3か月平均気温

	那覇	大阪	東京	札幌
平均	28.30	26.94	25.52	20.15
標準偏差	0.59	0.88	1.03	0.95
+1標準偏差	28.89	27.83	26.55	21.10
支払回数	4	4	5	6
-1標準偏差	27.72	26.06	24.49	19.19
支払回数	5	4	6	4

表3 20年間の夏の3か月平均気温

	那覇	大阪	東京	札幌
平均	28.57	27.25	25.88	20.34
標準偏差	0.50	0.79	0.97	1.00
+1標準偏差	29.07	28.04	26.85	21.33
支払回数	3	3	4	3
-1標準偏差	28.07	26.47	24.91	19.34
支払回数	2	2	3	2

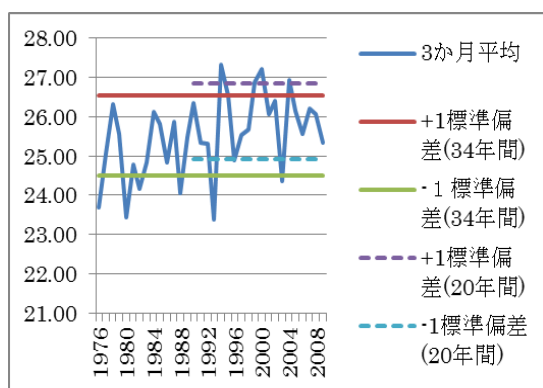


図1 東京都の夏の3か月平均とストライク

夏の気温オプションの対象を7月1日から9月30日までの92日に限定して一部の結果を取り上げる。

表2は34年間のデータを対象に日平均気温の7月1日から9月30日までの3か月平均の統計量を示したものである。表3はその1990年以降の20年間のデータを対象にしているものである。

両表の項目である±1標準偏差はストライクである。+の方は猛暑リスク対応、-の方は冷夏リスク対応となる。これらの値の外側になるときは支払が発生し、それぞれの回数は支払回数の欄に示してある。

両表を比べると、1990年以降の平均が高いことがわかる。その分ストライク(±1標準偏差)も高めである。支払回数については各表に大きな差はない。しかし、90年以降のデータでは対象期間が短い分、支払回数が少ない。なお、各地の支払回数の違いは猛暑や冷夏であってもストライクを超えていないためであり、異常気象が発生していないことではない。

図1は東京都大手町で観測された1976以降の7月1日から9月30日までの日平均気温の3か月平均をグラフにしたものがある。点線で示してある20年間のデータの±1標準偏差は34年間のデータの±1標準偏差より高いことがわかる。34年間のデータを見ると1990年以前では-1標準偏差を下回るものが多く、1990年以降は+1標準偏差を上回るものが多いことを示している。この現象はほとんどの地点で見られる。

次に冬の気温オプションの対象期間を12月1日から2月28日までの90日に限定して一部の結果を取り上げる。冬の対象期間は1976年12月から1977年2月までといったまとめ方をする事から、標本の期間は最大33年となる。

表4 33年間の冬の3か月平均気温

	那覇	大阪	東京	札幌
平均	17.50	6.91	7.00	-2.71
標準偏差	0.80	0.92	0.90	1.13
+1標準偏差	18.30	7.84	7.90	-1.58
支払回数	5	4	5	6
-1標準偏差	16.69	5.99	6.10	-3.84
支払回数	5	5	6	5

表5 20年間の冬の3か月平均気温

	那覇	大阪	東京	札幌
平均	17.91	7.26	7.35	-2.25
標準偏差	0.53	0.60	0.63	0.94
+1標準偏差	18.44	7.86	7.98	-1.31
支払回数	4	3	2	5
-1標準偏差	17.38	6.67	6.72	-3.19
支払回数	2	2	3	2

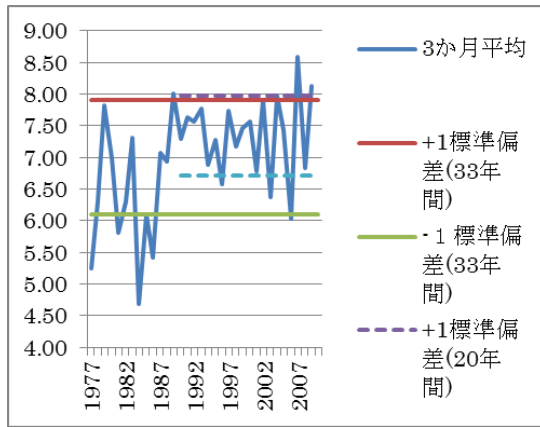


図2 東京都の冬の3か月平均とストライク

冬において対象とする気温リスクは厳冬と暖冬となる。+1標準偏差は暖冬に対応するストライクであり、-1標準偏差は冷夏に対応するストライクである。

表4と表5を比較すると、夏の場合と同様に1990以降の平均が高いことがわかる。その分ストライクも高めである。各年における支払回数は札幌の20年間のデータを用いたもの以外はほとんど差がないことがわかる。

図2は東京都大手町で観測された33年間の12月1日から2月28日までの日平均気温の3か月平均をグラフにしたものがある。点線で示してある20年間のデータの±1標準偏差は33年間のデータの±1標準偏差より高いことがわかる。33年間のデータを見ると1990年以前では-1標準偏差を下回るものが多く、1990年以降は+1標準偏差を上回るものが多いことを示している。この現象は図1の夏の場合と似ている。

以上のことから1990年を境に冷夏・厳冬はそれより以前が多く、猛暑・暖冬はそれより以降が多いことが言える。しかし、ここでは示していないが、冬においてほとんどの地点では気温の上昇傾向にあると言える一方で、夏において関東以北では気温が上昇傾向にあると言えない結果となった。

(2)1976年以降で異常気象と言われた年について会社四季報に載っているすべての企業を調べ、どのような業種が影響を受けるかを調べた。その結果、暖冬・厳冬よりも猛暑・冷夏の影響を受ける企業が多いことがわかった。たとえば、電力会社とガス会社は夏と冬の異常気象の影響をすべて受けるが、食料品関連企業は夏の異常気象の影響を強く受ける。また、関連企業（製缶や印刷など）も間接的に異常気象の影響を受けることがわかった。

(3) Burning Cost法と確率分布法を用いて気温オプション商品の補償金と保険料（商品

の価格)の分析を行った。温暖化傾向にあるといわれていることから、1990年以降の気温データでも分析を行った。

確率分布法は Burning Cost 法の結果との差がほとんどないため、以下は Burning Cost 法の結果を一部取り上げる。

表6は猛暑のオプション商品の価格分析結果を示してある。平均支払は表2或いは表3のストライクと比較してストライクを上回った年に対して、ストライクとの差分に $0.01^{\circ}\text{C}$ につき10万円をかけて、最高1千万円までとして、その総額に分析対象とする年数で割ったものである。この平均をもとに標準偏差が計算される。価格範囲はオプションの価格であり、平均支払に標準偏差の0.3倍から0.5倍を足した値である。保険会社は人件費や利益などを価格に加算することから、支払わなければならない額の平均を価格しないのである。

地域別を見ると、34年間のデータと20年間のデータを比較すると、札幌以外の地域では20年間のデータをもとに計算される価格の方が低いのである。これは対象とすると期

表6 猛暑のオプション商品の価格分析

34年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	70.88	63.24	91.18	107.06
標準偏差	5.27	6.13	7.74	8.53
価格範囲	72.46	65.07	93.50	109.62
	73.52	66.30	95.05	111.33
20年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	32.50	36.50	48.50	108.50
標準偏差	2.61	4.94	4.14	9.30
価格範囲	33.28	37.98	49.74	111.29
	33.81	38.97	50.57	113.15

表7 冷夏のオプション商品の価格分析

34年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	35.59	91.47	107.65	42.06
標準偏差	4.57	8.18	8.77	4.05
価格範囲	36.96	93.92	110.28	43.27
	37.87	95.56	112.03	44.08
20年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	52.5	51.5	78.5	58
標準偏差	5.27	7.06	7.92	5.78
価格範囲	54.08	53.62	80.87	59.73
	55.13	55.03	82.46	60.89

間が短い分、ストライクが上がり、支払額が減ったためと思われる。

表7は冷夏のオプションの商品価格分析の結果を示してある。冷夏においても札幌以外は20年間のデータを用いた分析の方が価格が低い。

また47地域でみたときは20年間のデータを用いた分析の方が34年間のデータの分析よりも価格が低くなる地域が多い。

冬についても同様の分析を行った。分析結果は一部を表8と表9にまとめた。34年間のデータを用いた場合をみると、暖冬になりやすいことから表8にあるように価格が表9のそれをよりも高いことがわかる。20年間のデータはこのような傾向があるといえない。

両分析において、ほとんどの地域では期間を20年間で分析した場合の方が価格が安くなる。

分析結果から以下のことが言える。①1976年から2009年までの気温データを用いた分析では、最初に(1)の検定で確定した観測期間の方が受け取る補償金が高い一方、保険料

表8 暖冬のオプション商品の価格分析

34年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	66.97	66.67	88.79	137.27
標準偏差	5.51	5.70	6.44	9.35
価格範囲	68.62	68.38	90.72	140.08
	69.73	69.51	92.01	141.95
20年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	55.00	36.50	38.00	66.50
標準偏差	4.34	4.11	4.39	5.62
価格範囲	56.30	37.73	39.32	68.19
	57.17	38.55	40.19	69.31

表9 厳冬のオプション商品の価格分析

34年	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	33.33	72.12	53.64	90.00
標準偏差	3.33	6.83	6.16	8.09
価格範囲	34.33	74.17	55.49	92.43
	35.00	75.54	56.72	94.04
20年間	那覇	大阪	東京	札幌
平均支払	23.50	57.00	59.50	58.00
標準偏差	2.41	5.66	5.38	7.10
価格範囲	24.22	58.70	61.11	60.13
	24.71	59.83	62.19	61.55

も高い。②1990年以降の気温データを用いると冷夏・厳冬の場合の補償金も保険料も安い一方で、猛暑・暖冬の補償金も保険料も高い。③観測期間を広めにとった分析では補償金も保険料も上記の①と②の結果と比べて低い傾向にある。

図2にもあるように20年間のデータをもとに計算される価格が高くなることもあることもわかった。

ここでは一部の結果しか載せられなかったが、この結果からもわかるように、地域ごとに分析を進めていくことが必要であると思われる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Tee KianHeng、「地域における気温オプションの分析」、日本金融・証券計量・工学工学学会冬季大会予稿集、査読なし、2009、P.63～P.82.

〔学会発表〕(計1件)

Tee KianHeng、「地域における気温オプションの分析」、日本金融・証券計量・工学工学学会、2009年12月23日、明治大学。

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

Tee KianHeng (TEE KIANHENG)

岩手県立大学・総合政策学部・准教授

研究者番号：70325140