

## 中長期予報が天候デリバティブの価格に与える影響に関する一考察

早稲田大学 下土居 俊英 SHIMODOI Toshihide  
01201890 早稲田大学 逆瀬川 浩孝 SAKASEGAWA Hiroataka

## 1 研究目的

冷夏や暖冬などの異常気象によって企業の受ける収益変動リスクを回避するための金融商品が天候デリバティブである。1999年に日本で始めてスキー用品販売会社が契約して以来、取引件数は増加している。しかし、標準的な価格評価手法が無く、デリバティブの買い手は提示価格が妥当であるかが判断しにくい。このことが天候リスクをヘッジしたいと考える企業があっても広く普及しない原因になっていると考えられる。

本研究では代表的な価格付け手法を用いる際の問題点を考え、また、中長期予報を考慮した場合に価格がどのように変化するかを調べた。さらに企業収益をモデル化し、天候デリバティブを契約することによる収益ヘッジ効果を定量化した。

## 2 価格付け手法

## 2.1 Burning Cost 法

この手法は過去の気温の実績値から価格付けを行う方法で、いかなる条件の商品でも容易に価格付けを行うことができる。しかし、過去何年分のデータを用いるかによって値が大きく変わる欠点を持つ。

実務的には毎年の支払額を計算し、その平均と標準偏差を計算することで価格を求めることができるが、理論的にはペイオフ関数  $X(T)$  と気温の経験分布関数  $F(T)$  の期待値、分散で求められる。(  $T$  は気温 )

$$E[X(T)] = \int_{-\infty}^{\infty} X(T) dF(T) dT \quad (1)$$

$$V[X(T)] = E\{[X(T) - E[X(T)]]^2\} \quad (2)$$

## 2.2 確率分布適合法

過去の気温データにある確率分布を当てはめ、支払額の期待値、標準偏差を解析的に計算する方法で、正規分布を当てはめることが多い。これは 2.1 節の式(1)の経験分布をなんらかの確率分布に近似したものである。対象指数が雨や雪の場合には当てはめる確率分布を決めるのは困難である。

## 2.3 気温時系列モデルによる価格付け

日々の気温変動をモデル化し、主にシミュレーションによって支払額の期待値、標準偏差を求める方法である。Dornier and Queruel[4]の提案した平均回帰

過程モデル、Cao and Wei[3]の提案した自己回帰過程モデルが有名である。岸田、塩田[1]によると、二つのモデル間で気温予測モデルとしての性能差は無い。本研究では平均回帰過程モデルを用いる。

$$dT_t = \left\{ \frac{d\theta_t}{dt} + a(\theta_t - T_t) \right\} dt + \sigma dW_t \quad (3)$$

ここで、 $t$  は時間、 $T_t$  が気温、 $\theta_t$  が回帰レベル、 $a$  が平均回帰速度、 $\sigma^2$  が気温変化の分散、 $dW_t$  が標準 Winner 過程である。1年を通した気温変動には周期性があり、回帰レベルを三角関数で記述することでその周期性は表現できる。しかし一年を通してパラメータを推定すると、梅雨の時期などの局所的な気温変動を捉えることができないので、時期を限定して回帰レベルを推定する必要がある。時期を限定した場合には周期性を考える必要がなく、三角関数を局所的に近似した二次関数で回帰レベルを表現できる。

図1に一年を通して推定した回帰レベルと、1ヶ月ごとに推定した回帰レベルを示す。

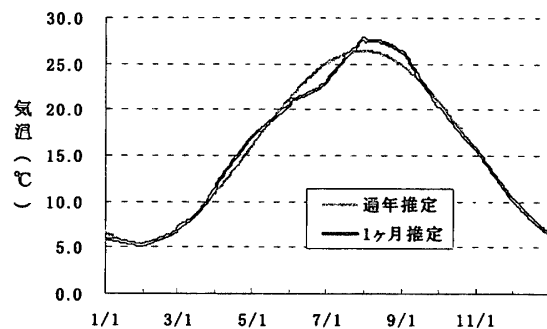


図1 通年推定の回帰レベルと1ヶ月推定の回帰レベル

## 3 分析手法

## 3.1 天候デリバティブの条件

電力会社やガス会社をはじめ、暖冬になると売上が減少する企業は多い。本研究では表1の条件の暖冬デリバティブの価格評価を行う。

表1 暖冬デリバティブ

対象期間	2003/12/1～2004/2/29
対象指数	日々の平均気温の平均値
観測地点	東京
支払条件	ストライク値を上回った場合、 0.01℃あたり18,000円支払う
ストライク値	7.4℃

### 3.2 中長期予報の考慮

中長期予報を考慮すると、対象期間の予想気温が変化し、天候デリバティブの価格も変化する。予報を回帰レベルのパラメータを変えることで考慮し、暖冬デリバティブの価格を算出する。

本研究では回帰レベルの中心レベルを変化させることのみで予報を考慮するが、さらに式(3)の分散を変化させることも考えられる。

### 3.3 企業収益のモデル化

経済産業省の資源・エネルギー統計月報の灯油販売データを基に12月～3月の灯油販売と月次平均気温の関係を図2に示す。灯油販売量に単価と利益率をかけることでモデル企業の収益を算出する。12月～2月の平均気温が1℃上昇すると平均的に収益が360万円減る。また12月～2月の平均気温が7.5℃を超えると売れ残りが生じ、在庫費用として1℃あたり20万円かかるとする。

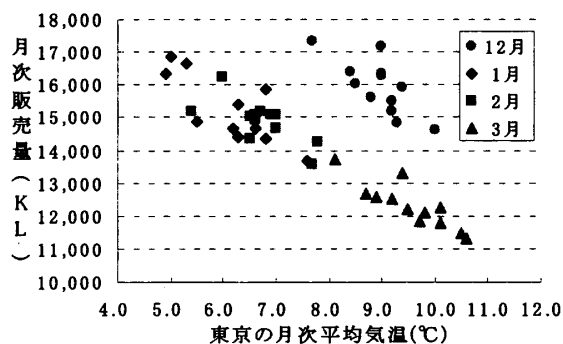


図2 灯油販売量と気温の関係

## 4 結果

中長期予報(平年+0.2℃)を考慮しない場合と、考慮した場合の表1の天候デリバティブの支払額をシミュレーションで求めると次のようになった。

予報無:(期待値, 標準偏差)=(40万円, 51万円)

予報有:(期待値, 標準偏差)=(64万円, 62万円)

天候デリバティブの価格は期待値にリスクプレミアムを上乗せすることで求められる。リスクプレミアムは標準偏差の30%～50%が一般的である[2]。リスクプレミアムを標準偏差の50%として期待値に上乗せした場合の予報無しの場合のプレミアムは66万円、予報有りのプレミアムは95万円になる。

ここで、中長期予報の信頼度が高ければ支払いの不確実性は減少し、リスクプレミアムを低くすることができる。リスクプレミアムを標準偏差の30%とした場合、予報後のプレミアムは83万円に下がる。

予報を考慮することで変化したプレミアムが企業収

益に与える影響を調べるために、3.3節で想定した灯油販売会社が天候デリバティブを契約する状況を想定する。予報無しで契約した時の契約前後の収益変化と、予報(平年+0.2℃)有りで契約した時の契約前後の収益変化を表2に示す。天候デリバティブの条件は表1と同じで、プレミアムは予報無しの場合が66万円、予報有りの場合が83万円とする。

表2 天候デリバティブ契約による収益分布の変化 (単位:万円)

		期待値	標準偏差	1%点	5%点
予報無	契約前	5,817	201	5,341	5,482
	契約後	5,791	168	5,427	5,529
差		-26	-33	86	47
予報有	契約前	5,742	202	5,265	5,406
	契約後	5,723	160	5,369	5,471
差		-19	-42	104	65

## 5 考察

暖冬予報を考慮すると平均支払額は増加するのでプレミアムは高くなる。しかし不確実性が減少するのでリスクプレミアムは減ると考えられる。

表2の天候デリバティブ契約前後での期待収益の差の絶対値がリスクプレミアム、収益の下側1%点、5%点の差がヘッジ効果を表している。リスクプレミアムは予報によって低くなるので、価格が上昇していても企業にとってはヘッジ効果の増加が見込める。

## 6 結論

天候デリバティブの価格評価を行う際には気温や降雨量などの変動をモデル化することが重要である。使用するデータ期間や中長期予報の考慮、気温の場合にはさらに温暖化の影響を考えることで値が大きく変わる可能性がある。

市場価格が多数存在するようになれば、予報発表の前後や、対象期間までの時間の違いによるリスクプレミアムの変化を考えることが可能になる。

## 参考文献

- [1] 岸田 則生, 塩田 雅之 (2002), “SAS/ETS ソフトウェアを用いた天候デリバティブの価格評価”, SAS ユーザー会研究発表資料.
- [2] 土方 薫 (2003), “総論 天候デリバティブ”, シグマベイスキャピタル.
- [3] M.Cao, J.Wei (2003), “Weather Derivatives Valuation and Market Price of Weather Derivatives”, Working Paper.
- [4] F.Dornier, M.Queruel (2000), “Caution to the wind”, *Weather Risk Special Report*, August, pp.30-32.