

意思決定者のリスク選好態度を考慮した確率予報の利用について

－ 確率予報を利用した意思決定に関する研究（第4報） －

平松章男（日本気象予報士会北陸支部）

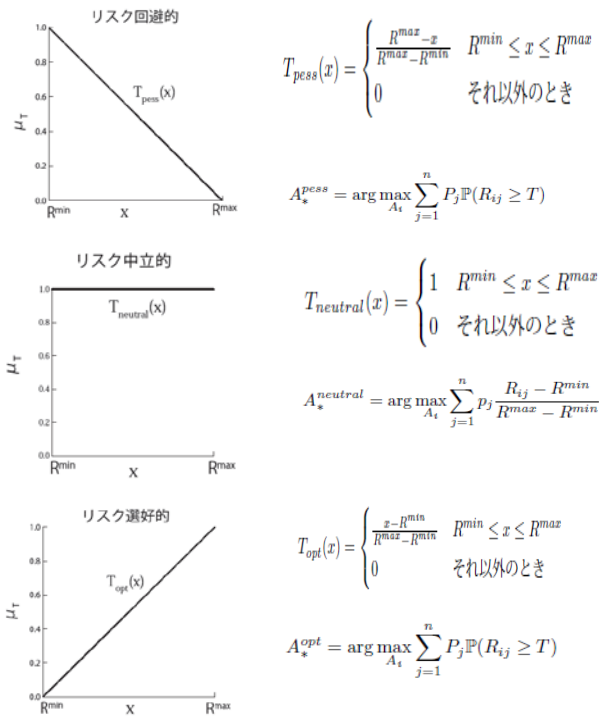
1. はじめに

降水確率や季節予報のような確率予報を、社会・経済活動に有効利用することが課題である[1][2]。確率予報は天候状態の不確実性を客観的な確率分布で規定したものであるから、客観的リスクの場合の意思決定として、期待値原理や期待値・分散原理のような決定理論的アプローチを用いて、意思決定の価値評価が可能である[3]。しかし、ペイオフの変動に対して意思決定者がリスク回避的か、あるいはリスク選好的かという、意思決定者の態度を反映することは困難である。

本研究では、ファジィ理論を用いて意思決定者のリスク選好態度を表現し、意思決定者の態度の違いによって、同じ確率予報を用いても選択する行動代替案が異なることを数学的に示す。

2. 意思決定者のリスク選好態度

意思決定者の態度を、ファジィ理論[4]におけるメンバーシップ関数を用いて図1のように表現し、ファジィ目標への合致可能性 $A^* T$ が最大となる行動代替案を選択することにする。



$R^{\min} = \min\{R_{ij}\}, R^{\max} = \max\{R_{ij}\}$: R_{ij} はペイオフ

図1. 意思決定者の態度とメンバーシップ関数

3. 具体例

意思決定者のリスク選好態度を考慮した確率予報の利用例を、食品仕入量決定の例題[5]で示す。

表1. 気温と販売量（単位：個）

気温	低い	平年並	高い
販売量	1,300	1,000	800

表2. 仕入量に対する気温と収益の関係（単位：円）

仕入量 (個)	気温		
	低い	平年並	高い
1,300	130,000	68,500	27,500
1,000	100,000	100,000	59,000
800	80,000	80,000	80,000

気温と販売量との関係が表1の場合、気温が「低い」ときは仕入量 1,300 個、「平年並」のときは 1,000 個、「高い」ときは 800 個とすれば、売れ残りや売り損ないがなく、収益が最大となる（表2の太枠）。

(1) 期待値・分散原理の利用

表3のような気温の確率予報（ケース1）を利用すれば、表4のような収益の期待値と標準偏差（バラツキ）が得られる。

表3. 確率予報（ケース1）

気温	低い	平年並	高い
確率	60%	30%	10%

表4. 期待値・分散原理（ケース1）

仕入量（個）	収益期待値（円）	収益標準偏差（円）
1,300	101,300	36,900
1,000	95,900	12,300
800	80,000	0

この例では、収益の期待値が最大となるのは仕入量 1,300 個の時であるが、収益の標準偏差も大きく、予報が外れたときのリスクも大きい。仕入量 800 個なら気温に関係なく収益の期待値は一定であるが、収益の大きさは他と比べて小さい。収益は大きいリスクも大きい仕入量を選ぶか、あるいはリスクは小さいが収益も小さい仕入量を選ぶかは、意思決定者のリスク選好態度による。

表5. 確率予報（ケース2）

気温	低い	平年並	高い
確率	50%	30%	20%

表6. 期待値・分散原理（ケース2）

仕入量（個）	収益期待値（円）	収益標準偏差（円）
1,300	91,050	41,459
1,000	91,800	16,400
800	80,000	0

表 7. 確率予報 (ケース 3)

気温	低い	平年並	高い
確率	40%	30%	30%

表 8. 期待値・分散原理 (ケース 3)

仕入量 (個)	収益期待値 (円)	収益標準偏差 (円)
1,300	80,800	43,196
1,000	87,700	18,789
800	80,000	0

気温の確率予報が表 5 (ケース 2) や表 7 (ケース 3) の場合は、収益の期待値や標準偏差はそれぞれ表 6 や表 8 のようになる。どちらも気温が「低い」確率が最も大きい、収益の期待値が最大となるのは仕入量が 1,000 個のときである。なお、ケース 1 よりもケース 2、ケース 2 よりもケース 3 の方が予報のバラツキが大きい (すなわち、予報の信頼度が小さい) ため、収益の標準偏差が大きくなっている (つまり、リスクが大きい) ことがわかる。

(2) 意思決定者のリスク選好態度を考慮

気温の確率予報が表 3 (ケース 1) であるとき、図 1 に示すファジィ理論を利用して意思決定者のリスク選好態度を考慮すれば、ファジィ目標への合致可能性 A^*T が最大となる仕入量は表 9 に示す太枠のようになる (計算過程の説明は省略)。

表 9. 意思決定者のリスク選好態度を考慮 (1)

仕入量 (個)	可能性 A^*T の大小		
	リスク回避的	リスク中立的	リスク選好的
1,300	0.792	0.720	-0.792
1,000	0.875	0.667	-0.875
800	0.762	0.512	-0.762

この例では、意思決定者がリスク中立的なら仕入量 1,300 個 (期待値原理と同じ)、リスク回避的なら 1,000 個、リスク選好的なら 800 個となる。

また、気温の確率予報が表 7 (ケース 3) であるとき、意思決定者のリスク選好態度を考慮してファジィ目標への合致可能性 A^*T が最大となる仕入量は表 10 に示す太枠のようになる。

表 10. 意思決定者のリスク選好態度を考慮 (2)

仕入量 (個)	可能性 A^*T の大小		
	リスク回避的	リスク中立的	リスク選好的
1,300	0.592	0.520	-0.592
1,000	0.796	0.587	-0.796
800	0.762	0.512	-0.762

この例でも気温が「低い」可能性が最も大きい、意思決定者のリスク選好態度がリスク中立的やリスク回避的の場合は、仕入量 1,000 個となる。仕入量 1,300 個とするのは、リスク選好的な態度と言える。

4. まとめと今後の課題

期待値原理や期待値・分散原理に基づいて、確率予報を利用した意思決定について考察した。しかしこれらの原理は、意思決定者のリスク選好態度を定量的に考慮したものではない。そこで意思決定者のリスク選好態度をファジィ理論によって定量化して表現した。その結果、同じ確率予報であってもリスク選好態度が異なれば、選択する行動代替案が変化することが数学的に示された。

なお、今回提示した具体例はモデルを説明するための仮想的なものである。今後、実際の確率予測資料を利用した実用的な意思決定の事例を示すこと、およびこの意思決定モデルの有効性検証が必要である。

参考文献

- [1] 立平良三, 1999: 気象予報による意思決定—不確実情報の経済価値—. 東京堂出版, 142p.
- [2] Katz, R. W., and A. H. Murphy, ed., 1997: *Economic value of weather and climate forecasts*. Cambridge University Press, 222p.
- [3] 平松章男, V. N. Huynh, 中森義輝, 2011: 確率予報を利用した意思決定のモデルについて. 日本気象学会 2011 年度春季大会講演予稿集, P108, 287.
- [4] 柳原一夫, 市川政治, 1992: ファジィ理論と気象学. 気象研究ノート, 第 174 号, 日本気象学会, 115p.
- [5] 気象庁ホームページ, 2011: 確率予報の利用例: 食品の仕入れ量の決定, http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/kisetsu_riyousei/howtouse2.html

ⁱ 日本気象学会 2011 年度秋季大会 (名古屋) にて一部発表