

予測市場を応用した商品コンセプト評価システムの設計と検証

Design and Verification of a Product Concept Evaluation System Applying Prediction Markets

今井 未来 水山 元
Miku Imai Hajime Mizuyama

青山学院大学
Aoyama Gakuin University

This paper develops a product concept evaluation system, which combines conjoint analysis with the knowledge aggregation function of prediction markets, as a means to compare the attractiveness of candidate new product concepts. It also proposes how to define the payoff value for each prediction security corresponding to a product concept, so as to induce participants to trade securities truthfully in the market. The proposed system makes it possible to reflect the preferences of potential customers into the final concept more efficiently than traditional methods such as questionnaire survey. The function of the system is tested through a simple agent simulation.

1. はじめに

新商品開発において、多様化する顧客のニーズに対し、迅速にかつ正確に商品コンセプトの魅力を明らかにする技法が強く求められている。しかし、従来のコンジョイント分析のような技法には、いくつかの課題がある。まず、質問票を用いた訪問調査や郵送調査などの調査法は、労力や時間がかかる傾向にあるのと同時に、大規模な意見の収集を行うことが難しい。また、インターネットによる調査方法ではそのような課題は克服できるが、回答者が匿名なため信憑性が低い。さらに、回答内容に関わらず報酬が一定であるなど、回答者が正直な意見を提供するためのインセンティブに欠けることが挙げられる。

そこで、本研究では、予測市場 [水山 14] の知識収集機能をコンジョイント分析と組み合わせた、商品コンセプト評価システムを提案する。人々の選好を対象とした予測市場では、一般的な予測市場と違い、予測対象の最終的な正しい結果が存在しない。そのため、予測証券のペイオフを内生的に定めざるを得ない [Dahan 11]。その結果、自分の予測を正直に反映させた取引戦略が市場において支配的になるとは限らない（したがって、予測市場結果の精度が低下してしまう）という問題が生じる。そこで、予測市場結果の精度を維持するために、ペイオフの決定方法を新たに提案し、システムに組み込む。そして、数値実験によって、提案システムの効果を検証する。

2. 商品コンセプト評価システムの提案

2.1 商品コンセプトの魅力のモデル化

設計中の新商品に組み込むことができる N 個の候補属性 B_1, B_2, \dots, B_N があるとす。新商品のコンセプトは、次のように、これらの属性の束として表すことができる。

$$\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T \quad (1)$$

ただし、 $x_n = 1$ は属性 B_n がコンセプトに含まれていることを示し、 $x_n = 0$ は含まれていないことを示す。

魅力的な商品コンセプトほど、実際の市場に投入された場合に高いマーケットシェアを達成すると考えられる。そこで、

これを、ロジットマーケットシェアモデルを用いて次のように表現する。

$$SA(\mathbf{x}) = \frac{A(\mathbf{x})}{A(\mathbf{x}) + \sum_{i \in Others} A_i} \quad (2)$$

ここで、 $SA(\mathbf{x})$ は予想されるマーケットシェア、 $A(\mathbf{x})$ は商品の魅力、 $Others$ はターゲット市場の競合商品の集合、 A_i は集合の中の i 番目の商品の魅力である。商品の魅力 $A(\mathbf{x})$ は

$$A(\mathbf{x}) = \exp(\mathbf{a}^T \mathbf{x}) \quad (3)$$

で定義され、ベクトル $\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_N)^T$ の各要素 a_n は属性 B_n を含むことによって追加される部分的な魅力を表す。

2.2 予測証券と市場制度

可能なすべての商品コンセプトに対応する予測証券を発行するアプローチでは、必要な証券数が膨大になりすぎるが多い。そのため、予測市場で比較する商品コンセプトの集合を、実験計画法を用いて絞り込む。また、それらの商品コンセプト間の相対的なマーケットシェアを予測できるようにするために、各予測証券に対応する商品コンセプトのシェアに比例したペイオフを支払う Vote-Share 型の配当政策を用いる。証券取引の制度としては、LMSR (Logarithmic Market Scoring Rule) [Hanson 03] による Market Making 方式を採用する。

2.3 ペイオフの決定方法

比較対象の商品をすべて売り出すわけではないので、それらを売り出した際のシェアは実際には観測できない。したがって、ペイオフは、予測市場における予測証券の値動きに基づいて定めることになる。このとき、そのペイオフを、対応する商品コンセプトの予測シェアにリンクさせるための工夫が必要となる。そこで、以下のようなペイオフ決定方法を提案する。

まず、可能な限り、複数の予測市場を同時に実行し、それらすべての結果を合わせてペイオフを定めることにする。また、予測証券の終値から直接ペイオフを定めるのではなく、それらから式 (2) のモデルのパラメータを推定し、それを用いてペイオフを間接的に定めることにする。すなわち、 m 番目の市場の証券 i の終値 P_{mi} から

$$\log(P_{mi}) \cong a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_N x_N \quad (4)$$

連絡先: 水山 元, 青山学院大学理工学部経営システム工学科, mizuyama@ise.aoyama.ac.jp

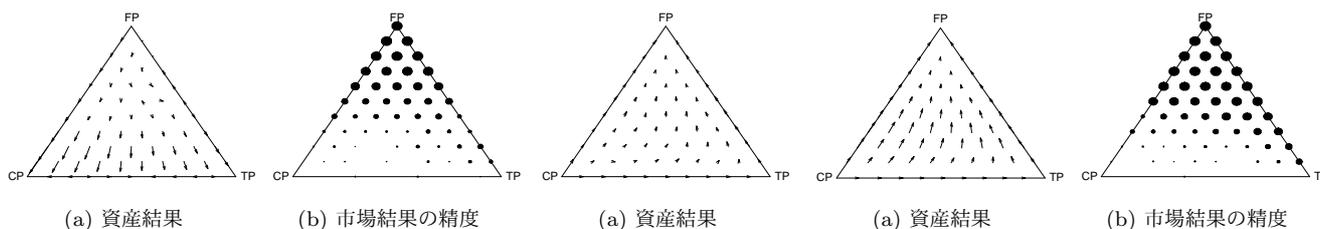


図 1: 1 市場実行 (終値)

図 2: 1 市場実行 (提案法)

図 3: 3 市場実行 (提案法)

のように重回帰分析を行い、属性の魅力ベクトル \mathbf{a} を推定し、この結果より、それぞれの予測証券のペイオフを決定する。これによって、選好モデルの予測に基づいて正直に取引を行った参加者へのペイオフを高額にするという効果を期待する。

3. 数値実験による検証

3.1 実験の目的と概要

本実験の目的は、提案システムが市場参加者の正直な回答を引きだし、精度の高い予測市場結果を得ることができるかを検証することである。そのために、いくつかのタイプの参加者をモデル化し、数値シミュレーションによって予測市場を再現する。まず、理想的なプレイヤーを、ファンダメンタル型プレイヤー (FP) とした。FP は、正解モデルに誤差を与えた選好モデルをもち、そこから証券のペイオフを予測する。次に、市場をかく乱させ得るダミープレイヤーを 2 種類導入した。一つは、一点集中型プレイヤー (CP) で、最高値の証券を市場シェア 100% と予測させる。もう一方は、テクニカル型プレイヤー (TP) で、証券価格推移から Holt 法で証券のペイオフを予測させる。各プレイヤーは、取引を行うタイミングでそれぞれの予測モデルに基づき、市場終了後の自己資産が最大になるように証券の取引を行う。具体的には、

- 1 市場につきプレイヤーは合計 30 人ずつ。
- 1 回の取引につきプレイヤーは予測証券を 1 枚ずつ売買する (空売り空買いが可能)、または何も行わない、のいずれかの行動をとる。
- 取引を行うプレイヤーはランダムで選出され、500 回行動した時点で市場は終了する。

とした。プレイヤーの割合や実行市場数を変化させ、各設定ごとに 20 回ずつ市場を実行する。また、市場結果の精度を測定するために、交互作用のない架空の 5 属性の選好モデルを用意し、それを正解のモデルと仮定する。実験結果からペイオフ決定方法ごとに市場終了時の資産額の比較を行い、また正解のモデルと市場の結果から推定された属性の魅力度の相関を市場の精度とし、システムの検証を行う。

3.2 実験結果と考察

市場終了後の各プレイヤーの資産額の変化を、レプリケータダイナミクスにあてはめ、ベクトル図として表す。正三角形の各頂点がそれぞれのプレイヤーの割合が 1 である点であり、ベクトルの向きが、市場開始と比べどのプレイヤーの資産が増加しているかを表している。また、市場を実行した各プレイヤーの組み合わせごとの市場の精度を円の大きさで表す。円が大きいくほど実行した市場の精度は高い。

初めに、1 市場のみ実行し、終値によるペイオフ決定方法を用いた場合は、図 1 より、FP は勝ちづらく、ダミープレイ

ヤー、特に CP が勝ちやすいことがわかる。しかし、市場の精度は FP の割合が小さくなるほど低くなる。これらから、市場を繰り返して行い、プレイヤーが戦略を変化させていくと、ダミープレイヤーの戦略が増え、市場精度が落ちていく可能性が高い。次に、提案したペイオフ決定方法を用いた場合は、図 2 より、全体的に、ベクトルが FP の方向に向かうことがわかる。このことから市場を繰り返すことで、上記の問題を防げるが、ベクトルの長さは短いため、戦略による差があまり大きくないことがわかる。最後に、3 市場を平行して実行し、提案したペイオフ決定方法を用いた場合は、図 3 より、1 市場のみ実行した場合より、FP へ向かうベクトルの長さが長くなっていることがわかる。また、FP の割合が減少することによる市場精度の低下傾向が小さくなっている。これらより、複数市場実行することで、市場を繰り返して行い、プレイヤーが戦略を変化させていくと、FP の割合が増え、同時に市場の精度も高くなっていくと考えられる。

4. おわりに

本稿では、予測市場の知識収集機能をコンジョイント分析と組み合わせた商品コンセプト評価システムを提案し、その機能を検証するために、ダミープレイヤーを用いた数値実験を行った。その結果、並行して複数の市場を実行することで予測市場の精度が向上することが確認された。また、提案したペイオフ決定方法を用いることによって、正しい回答を行う参加者の事後資産が高額に、そうでない参加者の事後資産が低額になることが確認された。これらから、提案手法中長期的に予測市場の精度を向上・維持するために有効であるといえる。

今後の課題として、属性間の交互作用を考慮するなど、予測市場結果から属性の魅力度を推定するモデルの改善、同時実行する最適な市場数、終値の定義による市場結果の精度についての検証、予測市場に投入する予測証券セットの決定方法の工夫などが挙げられる。また、今回の実験は数値実験であったが、製品コンセプト評価システムとして有用性を実証するためには、実際に被験者を用いて実験を行うことも必要である。

参考文献

- [水山 14] 水山 元: 予測市場とその周辺, 人工知能, Vol.29, pp.34-39 (2014)
- [Dahan 11] Dahan, E., Kim, A.J., Lo, A.W., Poggio, T. and Chan, N.: Securities Trading of Concepts (STOC), *Journal of Marketing Research*, Vol.48, pp.497-517 (2011)
- [Hanson 03] Hanson, R.: Combinatorial Information Market Design, *Information Systems Frontiers*, Vol.5, pp.107-119 (2003)