

地域・行事別の販売最適化に向けた行事食の都道府県別購買傾向の特定

横浜市立大学 データサイエンス学部 学生

笠原 結花

横浜市立大学 データサイエンス学部 学生

岩崎 拓斗

横浜市立大学 データサイエンス学部 学生

勝部 花菜

横浜市立大学 データサイエンス学部 教授

上田 雅夫

要約

日本では、節分の恵方巻など、年間行事に関連する食べ物が、行事の時期に大量に購入される傾向がある。これまで行事食の実態に関する調査研究が行われる一方で、行事が食品の購買行動に与える効果の地域性に着目した研究は行われていない。そこで本研究は、スマートフォンアプリを通じて収集された個人の購買履歴データを分析し、行事が行事食の購買行動に与える影響を都道府県別に明らかにした。分析では、都道府県の変量効果を仮定した折れ線回帰モデルを採用し、購買個数を従属変数とし、行事日からの日数、休日ダミー変数、天気ダミー変数など、購買行動に影響を与える変数を説明変数に設定した。分析の結果、行事による購買行動への影響は商品や都道府県によって異なることが確認され、地域ごとの購買行動の特徴を定量的に明らかにすることに成功した。本研究は、購買履歴データと変量効果モデルを活用することで、地域性を考慮した商品展開や販促戦略の構築に資する知見を提供するものである。

キーワード

行事食、地域性、折れ線回帰モデル、変量効果モデル

1. はじめに

日本では、季節や年中行事に関連した「行事食」が定着しており、食を通じた習慣が多様な形で食文化として受け継がれている。土用の丑の日のうなぎや節分の恵方巻、正月のおせち料理などがその代表例である。これらの行事食は、特定の時期に消費が集中する傾向があると同時に、地域によって認知度や購買傾向に差が見られる（淵上他, 2011）。こうした行事食の購買行動は、地域文化や気候、流通環境など複数の要因と深く結びついており、小売業にとっては、地域ごとの購買傾向を正確に把握し、それに応じた販売戦略を立案することが、在庫管理や人員配置の最適化といった実務的課題の解決に直結する。

小売業界では人手不足を背景に、販売施策の最適化が求められている。特に短い数日間に需要が集中する行事食については、地域ごとの需要差を捉える必要がある。しかし、行事食に関する購買傾向を定量的に分析し、地域性を明らかにする実証的研究は限られている。そこで本研究では、特定の行事に関連する行事食を対象に、都道府県レベルでの分析を行い、行事食の購買が活発化する期間や規模の地域差を定量的に明らかにする。

本論文の構成は以下の通りである。II章では、地域別の行事食に関する研究や行事前後の購買行動に関する研究を整理し、本研究の位置付けを明確化する。III章では、分析に用いたデータ並びに手法の説明を行い、IV章で分析結果を提示する。V章で結果の考察を行い、VI章で本研究の今後の展望を述べる。

II. 先行研究

特定の季節や行事における食品の消費行動は、消費者行動およびマーケティング分野において以前から注目されており、多くの調査研究が行われてきた。例えば、行事食の認知や経験、調達方法については全国規模の調査が実施されており、行事ごとに喫食頻度や喫食状況に差異が存在することが明らかにされている（淵上他, 2011）。また、地域別の調査も多く実施されており、各地域で特性が認められている。東北・北海道地方の7道県間の調査では、行事食の経験度に差異が存在すると報告されている（齋藤, 2012）。近畿地方の調査では、2府4県のうち、大都市を含む大阪府および兵庫県で、年中行事の中に世代間で経験差の大きいものが存在することが指摘されている（坂本, 2012）。このように、地域ごとの特性が各調査によって明らかになっている一方で、関東地方の調査では、県ごとに文化的な相違があるため、関東地方として一括りにした分析の困難さが指摘されており、個別地域の特性に着目する必要性が強調されている（佐藤, 2012）。以上のように、地域別に行事食に関する調査から、地域ごとの特性や独自性を明らかにしているものの、全国を分析対象とし、47都道府県別の比較および購買の定量的な分析を行った研究は依然として不足している。

消費行動における行事日やイベント日の効果に関する研究は、主に海外で報告されている。休日のガス需要に着目した研究では、休日の前後数日に分け、非均質マルコフモデルを用いて影響期間を推定した(Heaps et al., 2018)。企業の販促活動に着目した研究では、販促活動の前・当日・後の三つの区間で売上をモデル化し、期間ごとの売上の傾向を明らかにした (Abolghasemi et al., 2019)。

これらの研究は、イベントの影響が始まる時点や終了時点を、時系列データの区間ごとに捉え、前後の日数単位で定量的に分析している。本研究では、このアプローチに加え、都道府県別の変量効果を考慮した折線回帰モデルを、地域差が出やすい日本の行事食の購買履

歴データに適用し、行事日前後の購買持続期間および影響度を定量的に明らかにする。

III. データと分析手法

1. データの概要

本研究では、経営科学系研究部会連合協議会による、令和6年度データ解析コンペティションで提供された、スマートフォンアプリを通じて収集された個人の購買履歴データを用いた。データの期間は2021年1月1日から2024年6月30日までであり、対象業態はスーパーマーケット並びにコンビニエンスストア、対象カテゴリは生鮮食品及び惣菜である。本データは、商品に関する情報（カテゴリ大分類、カテゴリ中分類、カテゴリ細分類、カテゴリ詳細分類、商品名、価格）、購買に関する情報（購買日時、WB購買個数¹、WB購買金額）、およびユーザーに関する情報（居住都道府県、年齢、性別）から構成される。

2. 分析用データの作成

本研究では、前述の購買履歴データのうち、商品カテゴリに基づいて行事食に該当するものを抽出し、行事食ごとに日別・都道府県別でWB購買個数を集計して、分析用のデータセットを作成した。なお、地域性がより反映されやすいスーパーマーケットでの購買データのみを対象を限定した。さらに、季節変動の影響を除外するため、各行事の前後30日間に限定してデータを集計した。対象とした行事食および対応する行事の一覧を表1に示す。

表—1 分析対象の行事・日付²・行事食

行事	日付	行事食
節分	2月3日*	巻寿司
ひな祭り	3月3日	ちらし寿司
土用の丑の日	7月24日*	うなぎ蒲焼
秋分の日	9月23日*	おはぎ
冬至	12月21日	かぼちゃ、ゆず類
クリスマス	12月24日	いちご類、鶏の焼き物
正月	12月31日	おせち、そば、天ぷら

3. モデルの説明

本研究では、行事食が売れ始める時点および売れ終える時点を明らかにするため、2つの変曲点を持つ折れ線回帰モデルを採用した。モデルは行事食ごとに推定を行い、都道府県別に異なる購買行動を捉えられるように設計した。

従属変数には、数量ベースの購買指標である WB 購買個数を用いた。これは、購買金額ではなく、数量ベースの指標を採用することで、地域ごとの価格水準の違いによる影響を除外するためである。例えば、首都圏のように給与水準が高い地域では、商品価格が相対的に高くなる傾向があるため、購買金額を従属変数に用いると、購買行動の実態が正確に反映されない可能性がある。このような理由から、本研究では金額ではなく数量に基づく変数である WB 購買個数を従属変数として採用した。

説明変数には行事食の購買行動に関する変数と、購買量に影響を与える外的要因に関する変数を作成した。前者は、行事日までの日数を表す変数 t （行事日を 0 とし、前日は-1、翌日は 1 と定義する）を用い、購買食の購買傾向の変化点を捉えられるよう、モデルに組み込んだ。後者には、休日ダミー $D_{it}^{holiday}$ （土日祝日に 1、それ以外は 0 を取る）および天気ダミー D_{it}^{rain} （都道府県 i において、行事日から t 日後に降水が観測されたら 1、それ以外は 0 を取る³⁾）を用い、共変量として加えた。さらに、都道府県の人口の差による購買個数の違いを補正するため、これらダミー変数には各都道府県の WB スケールの人口 4P_i を乗じてモデルに取り入れた。モデルは以下のように表される。都道府県 i における行事日から t 日後の WB 購買個数を y_{it} とすると、

モデル式：

$$y_{it} = \begin{cases} b_{0i} + b_1 P_i D_{it}^{holiday} + b_2 P_i D_{it}^{rain} + \varepsilon_{it}, & \text{if } t \leq \theta_{1i} \text{ または } t \geq \theta_{2i} \quad \text{①} \\ b_{0i} + b_1 P_i D_{it}^{holiday} + b_2 P_i D_{it}^{rain} + b_{3i}(t - \theta_{1i}) + \varepsilon_{it}, & \text{if } \theta_{1i} < t \leq 0 \quad \text{②} \\ b_{0i} + b_1 P_i D_{it}^{holiday} + b_2 P_i D_{it}^{rain} + b_{4i}(\theta_{2i} - t) + \varepsilon_{it}, & \text{if } 0 < t < \theta_{2i} \quad \text{③} \end{cases}$$

$$\begin{pmatrix} b_{0i} \\ b_{3i} \\ b_{4i} \\ \theta_{1i} \\ \theta_{2i} \end{pmatrix} \sim \text{Multivariate Normal Distribution} \left(\begin{pmatrix} \mu_{b_0} \\ \mu_{b_3} \\ \mu_{b_4} \\ \mu_{\theta_1} \\ \mu_{\theta_2} \end{pmatrix}, \Sigma \right)$$

このモデルにおいて、数式①は行事の影響が無い期間におけるベースラインの購買個数を表す。数式②は、行事日前（変曲点 θ_{1i} から行事日まで）の購買個数の変化を示し、数式③は、行事日後（行事日から変曲点 θ_{2i} まで）の購買個数の変化を表す。このとき、係数 b_{3i} は行事日前の 1 日当たりの購買個数の変化量、係数 b_{4i} は行事日後の 1 日当たりの購買個数の変化量に対応する。また、行事の影響が無い期間（すなわち $t \leq \theta_{1i}$ または $t \geq \theta_{2i}$ ）では購買傾向が一定であると仮定し、数式①により共通の回帰式で記述している。

本研究の目的の 1 つに都道府県間の購買行動の違いを明らかにすることがあるため、切片 b_{0i} に加えて、行事による購買個数の変化量 b_{3i} と b_{4i} 、および 2 つの変曲点 θ_{1i} と θ_{2i} を変量効果とし、平均パラメータ μ_{b_0} 、 μ_{b_3} 、 μ_{b_4} 、 μ_{θ_1} 、 μ_{θ_2} と分散共分散行列 Σ を持つ多変量正規分

布に従うと仮定した。一方、休日や天気が購買個数に与える影響（係数 b_1 , b_2 ）の大きさはどの都道府県も同じだと考え、固定効果としてモデルに組み込んだ。

モデルの推定にはマルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を用い、Stan に実装された No-U-Turn Sampler (NUTS) により事後分布からサンプリングを行った。サンプリング数は 16000, warm-up は 8000 とした。また、推定の際に自己相関が確認されたため、thinning を 5 に設定した。

4. クラスタリング

ここでは、行事食の購買傾向における地域の特徴を把握するため、モデル推定により得られる各都道府県の変曲点の位置や WB 購買個数の変化量をもとに、都道府県のクラスタリングを行う。今回は、行事食ごとに都道府県を K-means 法により分類し、クラスタ数はエルボー法に基づいて決定した。使用した変数は、前章で推定したパラメータ θ_1 , θ_2 に加え、 Δ_1 (θ_1 から当日までの増加量の倍率), Δ_2 (当日から θ_2 までの増加量の倍率) を新しく定義し、イベント後の影響が有意でない(タイプII)行事食の場合は、 θ_2 , Δ_2 を除いてクラスタリングを実施する。増加倍率 Δ_1 の計算方法は以下の通りであり、行事の影響により、行事日までに通常時の WB 購買個数の Δ_1 日分の需要量が増加したかを意味する。

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= \frac{\text{行事日にかけて増加した WB 購買個数の総量}}{\text{通常時の 1 日分の WB 購買個数}} \\ &= \sum_{i=0}^{|\theta_1|} \frac{b_3(\theta_1 - i)}{b_0}\end{aligned}$$

V. 結果

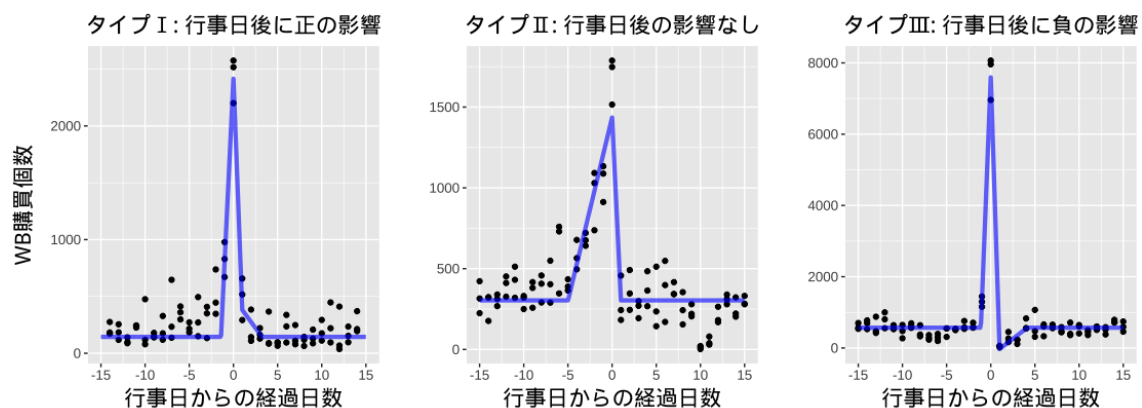
1. モデル推定の結果

(1) 全カテゴリ

グラフ 1 に示すように、行事日後の購買傾向には次の 3 つのタイプが確認された。

- ・タイプ I : 行事日後も WB 購買個数が通常より多い
- ・タイプ II : 行事日の翌日から通常の WB 購買個数に戻る
- ・タイプ III : 行事日後の WB 購買個数が通常より少ない

グラフ—1 行事日後の WB 購買個数の傾向



この分類は、数式③における係数 b_4 および変曲点 θ_2 の有意性および推定値に基づき、次のように判定した。 b_4 、 θ_2 がいずれも有意かつ $b_4 > 0$ の場合はタイプⅠ、 b_4 または θ_2 のいずれかが有意でない場合はタイプⅡ、そして b_4 、 θ_2 がいずれも有意かつ $b_4 < 0$ の場合はタイプⅢとする。なお、 b_4 の95%信用区間に0を含まない場合に b_4 は有意とし、 θ_2 の信用区間に1を含まない場合に θ_2 は有意とする⁵。

各行事食に対してモデル推定を行い、得られた変量効果の平均と固定効果の値を表2に示す。尚、表中の横棒（—）は5%水準で有意でないことを示す。この表から、 μ_{θ_1} と μ_{θ_2} は行事食間に違いがあることが確認された。行事日後の購買傾向に注目し、前述の判定基準の基、行事食を分類したところ、「おはぎ」や「おせち」、「うなぎ蒲焼」、「鶏の焼き物」は行事日後もWB購買個数が多いタイプⅠに分類する一方で、「いちご類」や「天ぷら」はWB購買個数が少ないタイプⅢに属した。

表—2 各行事食の変量効果の平均と固定効果の推定結果とタイプ分類

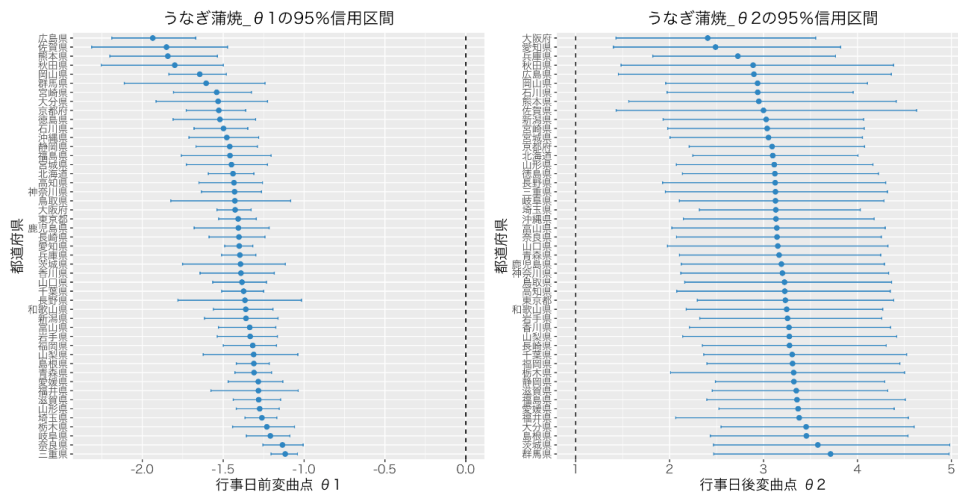
行事食	μ_{θ_1}	μ_{θ_2}	μ_{b_0}	μ_{b_3}	μ_{b_4}	b_1	b_2	タイプ
かぼちゃ	-4.96	—	54.13	41.08	-67.27	0.000437	—	Ⅱ
ゆず類	-4.68	4.41	3.30	11.39	—	0.0000214	—	Ⅱ
おはぎ	-4.65	3.87	29.14	41.62	45.95	0.000307	—	Ⅰ
そば	-3.43	—	18.63	90.73	-45.50	—	—	Ⅱ
おせち	-2.39	2.21	0.19	30.74	1.876	—	—	Ⅰ
いちご類	-2.32	1.54	37.98	23.52	-19.39	0.000673	—	Ⅲ
天ぷら	-1.53	3.10	128.23	738.67	-42.59	0.000352	-0.000216	Ⅲ
うなぎ蒲焼	-1.42	3.15	26.69	383.93	22.11	0.000619	-0.000168	Ⅰ
鶏の焼き物	-1.38	2.02	28.60	293.45	169.47	0.000406	—	Ⅰ
ちらし寿司	-1.14	—	22.05	253.41	-119.24	0.000244	—	Ⅱ
巻寿司	-1.03	—	114.77	2831.60	—	0.000107	-0.000373	Ⅱ

以降、タイプⅠに該当する「うなぎ蒲焼」と、タイプⅡに該当する行事食である「かぼちゃ」を取り上げ、モデルが都道府県間の行事食に対する購買行動の違いを表現できているかを確認する。

(2) うなぎ蒲焼

はじめに、うなぎ蒲焼のモデル推定結果を示す。グラフ 2 は都道府県別の変曲点の 95% 信用区間を示したものであり、左図は行事日前の変曲点(θ_1)、右図は行事日後の変曲点(θ_2)を表す。信用区間に点線を含む場合、有意でないと判別するため、 θ_1 と θ_2 ともに全ての都道府県で有意であることが確認された。左図からは、都道府県ごとに行事（土用の丑の日）による影響を受け、WB 購買個数が増加し始めるタイミング(θ_1)が異なることが確認された。

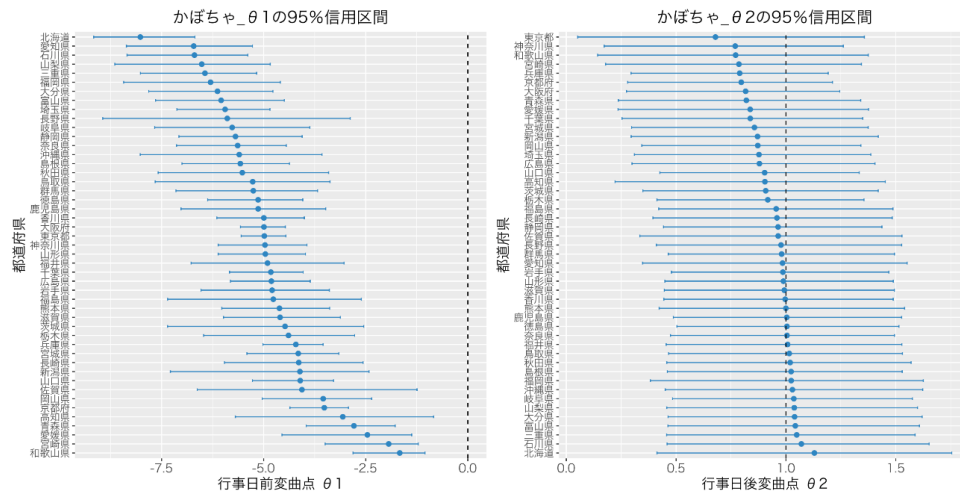
グラフ—2 うなぎ蒲焼の変曲点の 95%信用区間



(3) かぼちゃ

グラフ 3 はかぼちゃの都道府県別の変曲点の 95%信用区間を示している。左図より、都道府県間で行事（冬至）に影響を受けて WB 購買個数が増加し始めるタイミングが異なることが確認された。右図より、すべての都道府県の θ_2 の 95%信用区間に 1 を含んでいるため、行事日後における影響は統計的に有意でないことが確認された。

グラフ—3 かぼちゃの変曲点の95%信用区間

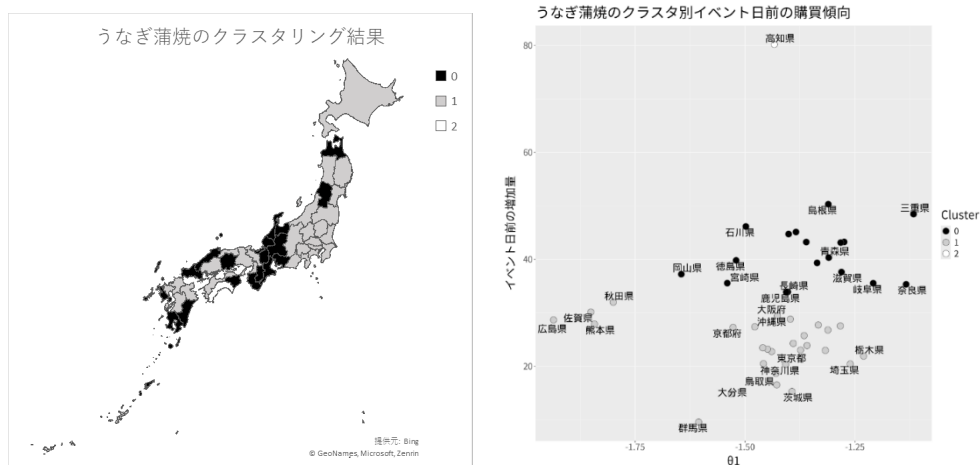


2. クラスタリングの結果

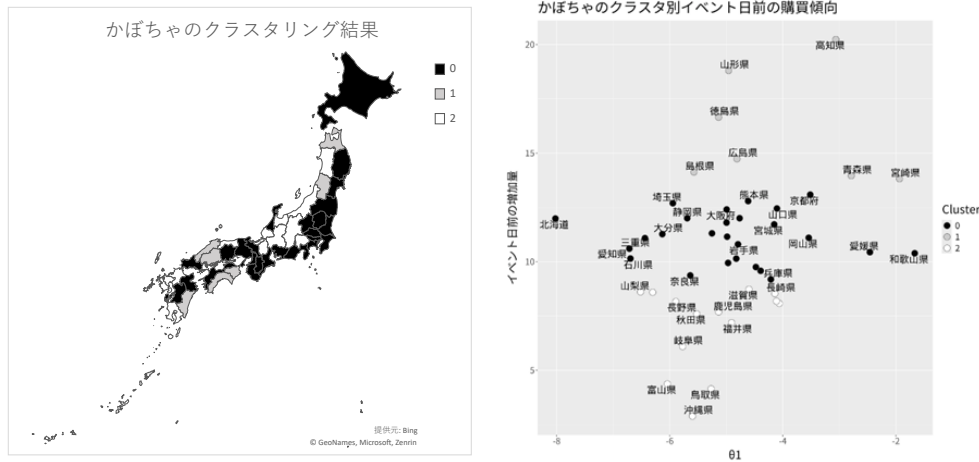
結果は、各クラスタを色分けした日本地図、および横軸に θ_1 、縦軸に Δ_1 をとった散布図により視覚的に確認する。本稿では、うなぎ蒲焼、かぼちゃのみ掲載する（グラフ 4, 5 参照）。

グラフ 4, 5 より、うなぎ蒲焼は近畿地方と北陸地方の一部が同一のクラスタに属しており、東西で購買傾向が分かれる傾向が見られる一方で、かぼちゃは太平洋側と日本海側で異なるクラスタに分かれる傾向が読み取れる。

グラフ 4— うなぎ蒲焼のクラスタリング結果と各クラスタのイベント日前の購買傾向



グラフ 5— かぼちゃのクラスタリング結果と各クラスターのイベント日前の購買傾向



V. 考察

本研究では、変量効果を仮定した折れ線回帰モデルを使用し、行事食購買における地域差と行事日前後の影響期間について定量的な分析を行った。作成したモデルでは、行事日にかけて購買個数が増加していることや、休日には増加、雨の日には減少するなど、実社会における消費者の購買行動を適切に捉えていることが確認できた。

モデルの推定結果および各行事食の購買傾向のタイプ分類を示す表 2 によれば、「おはぎ」や「おせち」、「うなぎ蒲焼」、「鶏の焼き物」のように、行事日後も購買個数が通常時より多い商品がある一方で、「かぼちゃ」、「ゆず類」、「そば」、「ちらし寿司」、「巻寿司」などは行事日当日で影響がほぼ終わり、「いちご類」や「天ぷら」については行事日後に購買個数が通常より少なくなるという傾向が見られた。この結果は、行事によって購買傾向が異なることを示し、淵上ら(2011)の調査において指摘されているように、行事食によって喫食状況に差異があるという知見が購買行動にも反映されたと考える。

この推定結果をもとにしたクラスタリングの結果からは、隣接した都道府県が同じクラスターに属する傾向が見られ、地理的要因が影響している可能性が示唆された。また、本稿では「うなぎ蒲焼」と「かぼちゃ」の異なるタイプに属する行事食を例として比較することで、モデルが都道府県間で行事食の購買行動の違いを表現できているかを確認できた。

「うなぎ蒲焼」のクラスタリング結果を表すグラフ 4 では、フォッサマグナ付近を境に東西で購買傾向が異なることが確認された。この背景としては、うなぎの調理法や食文化の違いが考えられる。また、隣接した都道府県で類似する傾向が見られる一方で、高知県のように、行事日当日の購買個数の増加が著しく、他県とは異なるクラスターとして独立している都道府県も存在した。このような独立した都道府県の存在は、「おはぎ」や「鶏の焼き物」と

いった他の行事食においても確認され、行事によって独自の購買傾向を示す都道府県が存在が示唆された。

グラフ 5 より、「かぼちゃ」のクラスタリング結果に着目すると、日本海側と太平洋側で行事に対する反応に差が確認された。これは、降雪などの気候的要因が、行事食の購買や認知度に影響した結果であると考えられる。また、パラメータの推定結果より、かぼちゃは WB 購買個数が増加し始めるタイミング(θ_1)が他の行事食に比べて早い傾向が確認された。この傾向は同じ冬至の行事食である「ゆず類」でも同様に確認され、行事内で購買傾向が類似する可能性を示している。

以上の考察から、行事による行事食の購買行動は全国一様ではなく、行事の種類・地域によって前後の購買個数の変動が異なることが明らかになった。このように、行事食に対する購買行動を把握することは、在庫管理や人員配置といったマーケティングの最適化にも実務的に貢献し、行事と地域差の両者を考慮したマーケティング設計の必要性も示唆される。

また、調査や実験を通して日本の行事食文化の特性を確認したこれまでの既存研究に対し、実購買データに基づいた定量的な分析を通じた示唆を得た点が本研究の意義である。

VI. 本研究の限界

本研究の限界として、行事の影響による WB 購買個数の増加を線形的にのみ捉えている点が挙げられる。実際には、行事食の中には、行事日にかけて WB 購買個数が指数関数的に増加する傾向を示すものも存在する。したがって、こうした非線形な変化を捉えられていないことが本モデルの精度に限界をもたらしている。今後の展望としては、モデルの構造を拡張し、より柔軟に行事の影響を捉えられるようにすることが挙げられる。具体的には、行事日にかけての WB 購買個数の増加量を表す項に、 $b_{3i}(t - \theta_{1i})^2$ のような 2 次の項を追加することで、非線形な変化を反映し、行事の影響をより詳細にモデル化できると期待される。

引用文献

Abolghasemi, M., Hurley, J., Eshragh, A. & Fahimnia, B. (2020). Demand forecasting in the presence of systematic events: Cases in capturing sales promotions. *International Journal of Production Economics*, 230, 107892. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107892>

洲上倫子, 栗田寛子, 石井香代子, 木村安美(2011). 「特別研究「調理文化の地域性と調理科学：行事食・儀礼食」－全国の報告－」『日本調理科学会誌』 44(6), 436-441. <https://doi.org/10.11402/cookeryscience.44.436>

Heaps, S. E., Farrow, M. & Wilson, K. (2018). Identifying the effect of public holidays on daily demand for

gas. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, 183(2), 471-492.
<https://doi.org/10.1111/rssa.12504>

斎藤寛子(2012). 「特別研究「調理文化の地域性と調理科学—行事食・儀礼食—」東北・北海道支部」『日本調理科学会誌』 45(6), 456-459. <https://doi.org/10.11402/cookeryscience.45.456>

坂本裕子(2012). 「特別研究「調理文化の地域性と調理科学—行事食・儀礼食—」近畿支部」『日本調理科学会誌』 45(3), 231-234. <https://doi.org/10.11402/cookeryscience.45.231>

佐藤恵美子(2012). 「特別研究「調理文化の地域性と調理科学—関東支部：新潟県の地域性と食材を中心に—」」『日本調理科学会誌』 45(2), 164-167. <https://doi.org/10.11402/cookeryscience.45.164>

¹ 文末脚注 1 WB (ウェイトバック) 購買個数とは、日本の総人口を 100 万人と仮定した際の当該商品の購買個数である。2020 年国勢調査に基づく性別・年代別×都道府県別の人口構成比に応じて係数を乗じ、人口構成を補正するようにウェイトバック処理が施されている。

² 文末脚注 2 ※印のついている行事（節分、土用の丑の日、秋分の日）は行事日が毎年異なることに注意する。尚、表 1 には 2024 年の日付を記載している。

³ 文末脚注 3 降水に関する情報は気象庁が公開しているデータを参照し、各都道府県の県庁所在地における観測値を使用した。

⁴ 文末脚注 4 WB スケール人口 P_i は、日本の人口を 100 万人と仮定したときの都道府県 i の人口を意味する。尚、WB スケール人口の計算には総務省が公開している令和 6 年度の都道府県別人口を参照した。

⁵ 文末脚注 5 モデルにおいて、行事日からの日数 t は整数の値を取る。そのため、もし θ_{2i} の値が 1 より小さい場合、任意の日数 t において、行事日後の影響を意味する数式③の条件 ($0 < t < \theta_{2i}$) を満たすものが無く、数式③が機能しない。よって、 θ_{2i} の有意の判定の基準に 1 を採用した。