

BERTを用いた観光地の「雰囲気」を味わえるお菓子の試作

村上 和隆^{†1,a)} 本橋 洋介^{†2,b)}

概要：近年の人工知能は絵画、音楽などのアート制作をはじめ、創造的な分野で活用されている。しかし、文書から食品のレシピを作成することにおいて人工知能を活用するノウハウが少ない。今回は、山形の観光地に対するレビューを分析し、その観光地の雰囲気を表現した和菓子を開発した。具体的には BERT を用いて観光地のレビューの味（テイスト）を予測することで、観光地のレビューの味を予測することで、その観光地の雰囲気を表現した。本稿では、レビューの文章から人間の感じる感覚を味に変換する方法と、それを用いた商品開発の方法、出来上がった商品の評価方法について説明する。その実践例として、人工知能のサポートを受けて試作した和菓子を紹介する。今回の試みは、消費者の購買意欲を刺激すると同時に、商品開発者に新たな発見を促すことが見込まれる。今後は、観光地と協力して、和菓子以外の食品に関しても同様のサポートが可能となるようなモデルの構築を目指す。

キーワード：自然言語処理, 食品生産, レシピ生成

A case study of Food Production Using BERT

KAZUTAKA MURAKAMI^{†1,a)} MOTOHASHI YOSUKE^{†2,b)}

1. はじめに

本研究では、山形県の観光地のレビューテキストを味（テイスト）の観点から分析し、その分析結果をもとに観光地の風情・情緒が蘇るような和菓子の製造を試みた。具体的には、まず、レビューのなかに埋め込まれた観光地の雰囲気を5種類の味覚の5段階の指標値として、BERTを用いて抽出した。次に、抽出した指標値をもとに、食品製造の職人に和菓子の製造を委託した。最後に、製造された和菓子の試食会を行い、本研究で行ったBERTによるレビューテキストの味覚への変換の妥当性を、試食に参加した被験者や和菓子の製造職人からのアンケート結果から考察した。

古今東西、人間はさまざまなものをデザインするときや、風景や歴史上の出来事、自らの経験などを表すときに比喩を使用してきた。特に比喩的表現が用いられている典型的な例としては絵画や建物などが挙げられる。比喩的な表現は食品の製作の場においても用いられている。和菓子はその代表例で、練り切りには植物や動物、季節の風景など、自然のモチーフを抽象的に捉えたものが数多く見られる。

今日では、投稿されたレシピを調理者がわかりやすい方法で提示する方法や写真などから栄養価を評価する研究などは盛んに行われている。しかし、目や耳などの感覚器から入ってくる心地よい景色、音、匂い、香り、味などの感覚的なイメージについて、比喩表現を用いて書かれたテキストが与えられたとき、これらのイメージを再現する食べ物や飲み物の作り方（レシピ）を生成する既存研究は [7] 以外に存在しない。さらに、新しい商品を開発するために、生成したレシピにしたがって食べ物や飲み物を実際に作っ

^{†1} 現在、山形大学
Presently with Yamagata University

^{†2} 現在、日本電気株式会社
Presently with NEC Corporation

a) s170073@st.yamagata-u.ac.jp

b) motohashi@nec.com

てみるような、人工知能を活用した商品開発の試みは、著者らが知る限り、存在しない。

そこで、本研究では、まず、人工知能を用いて、感覚的なイメージが書かれたテキストからレシピを生成した。さらに、本研究はこれに留まらず、商品開発を目標として、生成したレシピを用いて和菓子の製造を行った。その後、AIのレシピを基に作成された和菓子の試食会を行うことで、人工知能の分析結果を検証した。

既存研究では、レシピを推奨する試みは IBM CHEF WATSON[1] や調理手順などを明確に示そうとする研究 [4] などがある。また、Word2Vec をもとにしてチョコレートを作成した研究 [7] もある。これらの研究には以下の問題点がある。

- レシピ生成や料理手順の最適化のためのモデルの作成を行なっているが、実際に料理などを作成していない研究が多い点。
- 生成されたレシピ等に従って料理を作成していないため人間の感覚に照らし合わせた際に正しいと言えるかわからない点。
- Word2Vec を用いてチョコレートを作成した研究では [7] Word2Vec を用いてレシピの生成を行なっているため、文書全体の解釈が人間の感覚と異なっている可能性がある点。

本研究では、AI によって生成されたレシピをもとに和菓子を作成し、試食会を行うことで前述の 2 つの問題点を解決した。最後の問題点について、Word2Vec ではなく BERT を用いることで解決した。

- レビューを解析して、AI によって生成されたレシピに従い和菓子を実際に作成した。
- 作成した和菓子の試食会を行うことで、AI の出力とその影響を評価した。
- Word2Vec を用いた従来手法では難しかったレビューに含まれる文書全体をうまくレシピに変換することができた。

2. 関連研究

人工知能がレシピを推奨する試みは IBM CHEF WATSON[1] としてある。そのほかにも、食品の味を分析して、フレーバーネットワークを構築する研究が多く存在する [2][3]。そのほかにも調理手順などを明確に示そうとする研究も存在している [4]。ただし、これらは食品の開発者や職人にとって新たな視点を与えたりすることは非常に難しい。

味覚を知覚と結びつけるような研究が行われている [5][6]。この研究は味覚と音楽の間に視覚と味覚、視覚と聴覚など、本来別々とされる知覚が互いに影響を及ぼし合うような現象であるクロスモーダルな関係があり、その関係が食物の認知に影響を与える可能性があることを示唆している。したがって、クロスモーダルな関係によって新しい体験を提

供できる可能性があると考えられる。

AI を使ってデザインし、製品開発者や職人をサポートする研究も行われている [7]。この研究では日本で発行された 58 年分新聞のデータを使ってレシピを作成している。まず、最頻出の 588 単語について 5 人の参加者がチョコレート職人と開発者で話し合っ決めて 7 つのテイストについて、対象の単語にテイストのイメージが含まれるかどうかで 0 か 1 のアノテーションを行なっている。そのデータを用いて Word2Vec を訓練した。ここで訓練された Word2Vec を用いて、他の新聞データに含まれる単語の 7 つのテイストを予測している。その予測したそれぞれのテイストを年ごとに数値化して、最も特色のあった 5 つの年のチョコレートを作成している。ただ、この先行研究では、Word2Vec を用いている点に問題がある。さらに、Word2Vec では固定長のウィンドウサイズの範囲でのみ共起性を考慮しているが、Attention は文書全体を考慮していることで、[7] の従来手法に比べ適切に文章をベクトルに変換でき、適切なレシピを生成できる可能性がある。

3. 手法

山形県内の 24 の代表的な観光地のレビューの中から頻出 30 個の固有名詞や形容詞それぞれ 1 個ずつ含むレビューを 200 個取り出した。その 200 個のレビューに対して 5 つのテイストについてアノテーションを行った。アノテーションされたレビューを使って BERT のファインチューニングを行なった。

次に、ファインチューニングされたモデルを使ってそれぞれの観光地のレビューについてテイストの予測を行なった。予測されたレビューのテイストをそれぞれ観光地ごとに平均化してレーダーチャートを作成した。作成されたレーダーチャートの結果を用いて和菓子職人がそれぞれの観光地の雰囲気を反映させた和菓子を作成した。

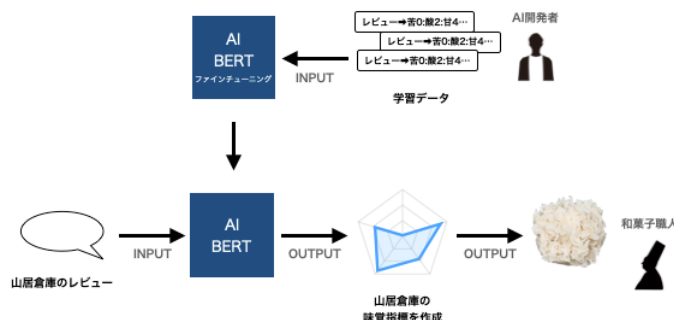


図 1 システムの概要

3.1 アノテーション

ウェブサイトに公開されている山形の観光地に関する

表 1 レビューに対して5つのテイストをアノテーションした例
Table 1 T1(酸味), T2(苦味), T3(甘味), T4(透明感), T5(塩味)

	T1	T2	T3	T4	T5
review1	1	3	2	2	1
review2	4	2	3	3	1
review3	1	4	2	1	5
review4	5	3	5	3	2

51,774 個のレビューから、頻出する 30 個の固有名詞と形容詞をそれぞれ 1 つ以上含む 200 個のレビューを抽出した。それぞれのレビューから感じられるテイストを、1 から 5 までの数値で、3 人のアノテーターが評価した。評価対象とするテイストは、和菓子職人と相談の上、「甘味」、「酸味」、「苦味」、「塩味」、「透明感」の 5 つのテイストを決定した。表 1 は、アノテーションの例である。アノテーターは、各レビューに対して、5 つのテイストとの関連の強さを 5 段階でアノテートした (1: 関連が弱い, 5: 関連が強い)。このデータをトレーニングデータとしてレビューのテイストを予測するモデルを構築した。

各テイストに対して、3 人のアノテーターが付与した 5 段階の数値の割合を、図 2 に示す。「関連が弱い」を表す 1 の割合がやや高いが、各テイストに対して 5 つの数値はほぼ均等に付与されていることが見て取れる。

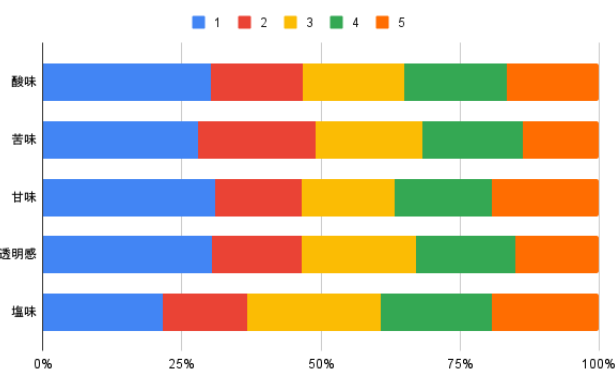


図 2 アノテーターが 5 つのテイストに付与した 5 段階の数値の割合

3.2 モデルのファインチューニング

東北大学乾研究室が公開している事前学習済みの BERT モデルを利用してファインチューニングを行なった。ファインチューニングには、200 個のレビューに対して 3 人のアノテーターが付与した 5 段階の数値をトレーニングデータとして用いた。この際に、最終層を 5 つの数値を出力するように変更した。

3.3 テイストの予測

ファインチューニングによって得られたモデルを用いて、山形県を代表する 24 の観光地について書かれたレビューに対し、5 つのテイストとの関連度の強さを予測した。次に、

観光地ごとにモデルが予測したテイストを平均化して、テイストの指標をレーダーチャートとしてまとめた。

3.4 結果

24 観光地のレビュー情報に基づいてそれぞれの観光地におけるそれぞれのテイストを示したレーダーチャートの中から最もレーダーチャートが特徴的であった観光地を 5 ヶ所選び、観光地ごとの雰囲気表現した和菓子を作成した。

「加茂水族館」はクラゲや水槽、海など透明感を表す代表的な言葉、魚や潮風、海など塩味を表す代表的な言葉がレビューの中に含まれている。その結果、透明感と塩味が表現された和菓子が開発された。

「山寺」は登るやハード、大変など苦味や酸味を代表する言葉、楽しい、よかったなどの甘味を代表する言葉もそれなりにレビューの中に出てきている。そこで、苦味と酸味、甘味が混ざった複雑な味わいの和菓子が作成された。

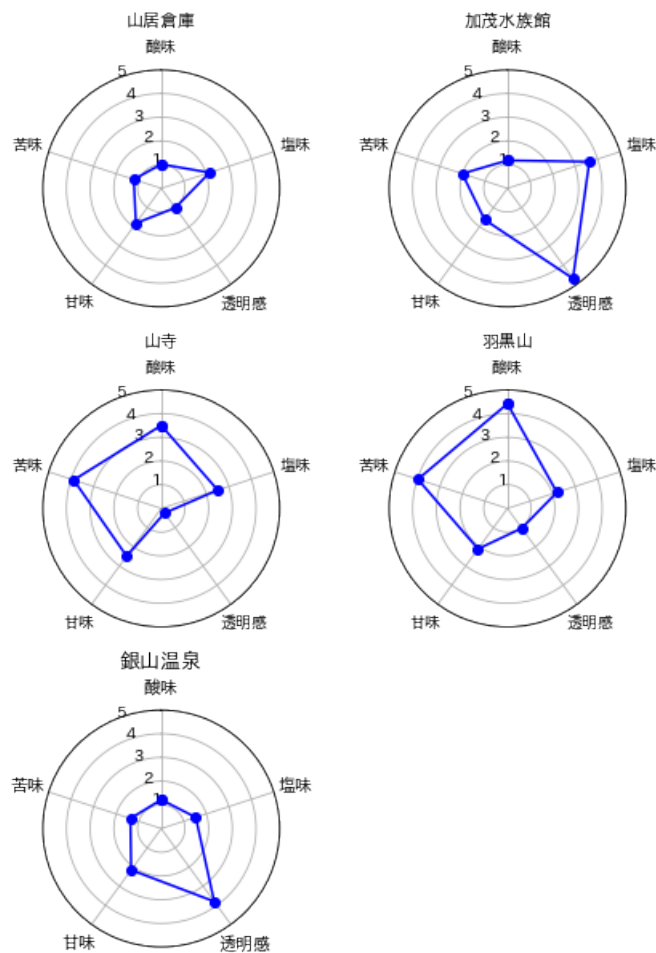


図 3 5 つの観光地の予測結果

4. 評価

AI が作り出したレシピに基づいて作成された和菓子の味

わいと観光地の持つ雰囲気, その観光地に対する人間の関係を理解するために2回の和菓子の試食会とアンケートを行った。ねらいは, どの和菓子がどの観光地を示しているかを予測することだった。その後アンケートをとり1から5の間でそれぞれの和菓子のテイストを評価してもらった。参加者には5つの観光地の名称だけを伝えた。

10代から50代の男性8名, 女性7名の計15人の参加者に対して行い, 参加者は3つのグループに分け, グループごとに和菓子を食べてもらい順番もランダムに変更した。また, 参加者間の会話も禁止した。図4はAIが作成したレシピに基づいて作成された和菓子である。表2は解答の混同行列をあわらし, 図5は各和菓子の参加者によって評価された味の値を示している。

表2 回答の混同行列

	山居	加茂	山寺	羽黒	銀山
山居	0.33	0.13	0.20	0.20	0.13
加茂	0.00	0.73	0.07	0.13	0.07
山寺	0.27	0.07	0.27	0.27	0.13
羽黒	0.27	0.00	0.20	0.33	0.20
銀山	0.20	0.07	0.20	0.13	0.40

正解率が最も高かったものは「加茂水族館」である。「加茂水族館」はAIが作り出したレシピの中で最も透明感が高いものだった。「加茂水族館」の雰囲気を模した和菓子は透明感のある素材を用いて作られている和菓子で最初の口



図4 レシピに基づいて作られた観光地の和菓子

当たりの際に海の潮風のような塩味を感じることができるので, 正解率が上がったようだ。

羽黒山の正解率は33%だった。これはAIによって作り出されたレシピの中で最も酸味が高いものだったが, 加茂水族館を除く他の観光地の誤答割合もほぼ均等という特徴がある。それには二つの理由が考えられる。

一つ目の理由はAIによって予測された「羽黒山」の酸味は4.42, 「山寺」の酸味は3.50と5つの観光地の中では最も酸味という観点で近い関係にあるためである。

二つ目の理由は, 人々の印象の違いによるものである。酸味の印象は「羽黒山」だけではなく他の観光地にも影響を与えた。被験者の27%が「羽黒山」の和菓子を「山居倉庫」と回答し, 20%が「山寺」または「銀山温泉」と回答した。

5. 考察

実験結果は, 「加茂水族館」の印象は人々が共有している観光地の雰囲気とAIの作り出したレシピが類似していることを示している。「山居倉庫」「山寺」「羽黒山」の結果は人々が共有している観光地の雰囲気とは異なっていることを示している。また, 「山寺」「羽黒山」のようにAIの作り出したレシピが類似している和菓子からは観光地を推定できないことを示している。

また, 「加茂水族館」「銀山温泉」は室内施設で, それ以外の3観光地は屋外施設である。その観点で見ると, 屋内施設の方が屋外施設に比べAIによって作り出されたレシピをもとに作成された和菓子を食べた時の観光地の正解率が高いことがわかる。このことから, 屋内施設は屋外施設に比べ季節や天候による影響が小さいため, 屋内施設の方が比較的人々が共有している印象のばらつきが小さかったのではないかと考えられる。図6は観光地の地理的關係と代表的

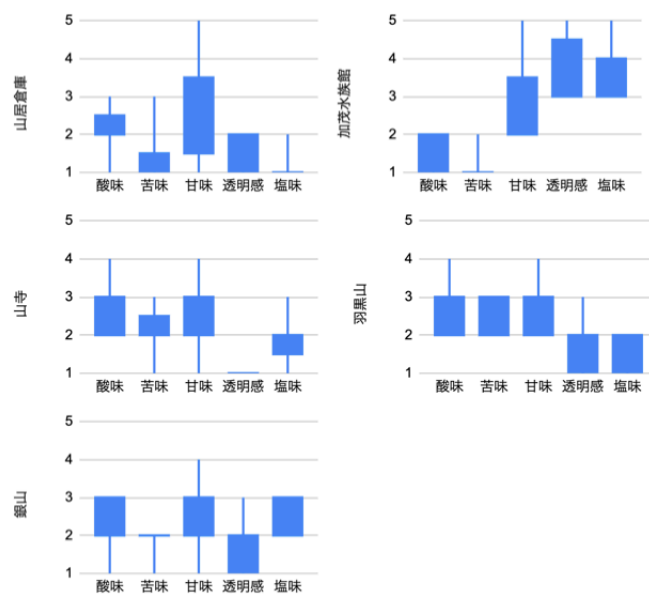


図5 被験者のテイスト解答結果

なイメージ画像を示している。



図 6 観光地の地理的關係と代表的なイメージ画像

和菓子の製造業者は、今回用いたような観光地のデータを分析してチャートを作成した上での製造のプロセスは従来のものとは異なるという点で、面白そうだが不安であると述べていた。具体的には従来は長い間培われた伝統に則って形状や色などを決定し、製造していたものに味の変化を加えるという点で従来と異なっていた。

今回の実験では、味や一部の外見を AI が提示し、目的に応じて職人が形状や色などを決定した。そのため、完成品がどのようなものになるのかということに職人は不安を感じていた。しかし、試行錯誤の結果、これまでの伝統では考えられないような味わいの和菓子を生み出すことができた。職人は普段とは違う和菓子の製造を経験することで、伝統に縛られない別の視点で商品開発を進めることができ、今回の実験を通じた経験は将来の和菓子製造にプラスの影響を与えると述べた。このように、AI がレシピを提案することは食品の製造者を新しい発見や視点に導けることを示唆している。

和菓子の製作後、実験に参加した被験者から口頭で、AI の力を借りて製造された食品は面白く知的好奇心をくすぐるという意見があった。フィードバックによると、AI を使用したレシピの開発は、食品に対する人間の知的好奇心を刺激する可能性があることを示唆している。

一方で、和菓子の雰囲気になんか納得がいけないといった意見もあり、人間の知覚や視覚などに基づいた味覚設定を行う必要と、その理由を説明する必要があることがわかった。

6. 結論

本稿では、人工知能を用いたレシピ生成・レシピからの食品製造の例として、山形県の観光地のレビューをもとに和菓子を製造した実例を紹介した。和菓子を開発し、被験者を対象に調査をした結果、好奇心を刺激するような効果があることがわかった。しかし、被験者はいくつかの観光地に

おいて適切に和菓子から推定することができなかった。

一方、和菓子を製作する職人からは将来行われる商品開発に新しい知見や視点を与えられる可能性がある。

今後、本研究で得たものをもとに AI が作り出したレシピのエビデンスを示すことに関する研究を進めていく。また、季節の変化をより加味したレシピを作成する AI を開発し、食品開発者と AI の相互作用をサポートするようなシステムの作成を目指す。

参考文献

- [1] IBM: "IBM CHEF WATSON", 入手先 (<https://welcome.ai/tech/food/ibm-chef-watson>) (参照 2020-03-13).
- [2] Yong-Yeol Ahn, Sebastian E. Ahnert, James P. Bagrow, Albert-László Barabási : Flavor network and the principles of food pairing, 2011 Sci Rep 1, 196.
- [3] Dana M Small, John Prescott : Odor/taste integration and the perception of flavor, Exp Brain Res, 2005.
- [4] 呉子, 牛尼 剛聡 : 料理レシピの理解支援を目的としたインフォグラフィックの自動生成, DEIM Forum C11-3, 2005.
- [5] Maija Kontukoski, H. Luomala, B. Mesz, M. Sigman, M. Trevisan, Minna Rotola-Pukkila, A. Hopia : Sweet and sour: music and taste associations, Nutrition and Food Science, 2015, Vol.45 No.3, pp.357-376.
- [6] Takuji Narumi, Shinya Nishizaka, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose : Augmented reality flavors: gustatory display based on edible marker and cross-modal interaction, CHI '11: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems May 2011 Pages 93-102.
- [7] Takuya Sera, Sayaka Izukura, Izumi Hashimoto, Takashi Motegi, Yosuke Motohashi : A case study of Food Production Using Artificial Intelligence, AsianCHI '20: Proceedings of the 2020 Symposium on Emerging Research from Asia and on Asian Contexts and Cultures Pages 33-36, April 2020.
- [8] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean : Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. Google Inc. In Proceedings of Workshop at ICLR, 2013.
- [9] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova : BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, 入手先 (<https://arxiv.org/abs/1810.04805>) (参照 2022-05-18).