

過敏性腸症候群（IBS）の改善を目的とした食事管理支援方式の提案

山中 拓哉[†] 栗 達^{††} 中島 伸介^{††}

[†] 京都産業大学大学院 先端情報学研究科 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

^{††} 京都産業大学 情報理工学部 〒603-8555 京都府京都市北区上賀茂本山

E-mail: †i2186195@cc.kyoto-su.ac.jp, ††{lida,nakajima}@cc.kyoto-su.ac.jp,

あらまし 過敏性腸症候群（Irritable Bowel Syndrome: IBS）は、通常の検査では腸に炎症、潰瘍などが認められないにも関わらず、慢性的に腹部の不快感や下痢、便秘など便通の異常を感じる症候群である。IBS に対する治療法の一つとして食事療法があり、症状軽減のために刺激物、高脂肪食を控え、食物繊維の多い食べ物や発酵食品が勧められている。しかし、腸内環境は個人差があるため人によって合う食べ物と合わない食べ物がある。患者自身が自分の体に合った食べ物を見つけることができれば症状を改善できるのではないかと考えた。そこで本研究では、毎日の食事内容とその時のお腹の調子を記録し、食事内容から IBS の症状が現れるのか、そうでないのかを予測する手法を提案する。本稿では、提案手法による実験結果とそれに対する評価を行う。

キーワード 過敏性腸症候群, IBS, 機械学習, データマイニング, ヘルスケア

1. はじめに

過敏性腸症候群（Irritable Bowel Syndrome: IBS）は代表的な腸の機能的な病気であり、腹痛あるいは腹部不快感とそれに関連する便通異常が慢性もしくは再発的に持続する状態と定義されている [1]。日本における IBS の有病率は男性が 12.9%、女性が 15.5% となっており、7 人に 1 人が抱える現代病である。IBS では腸内の常在菌も健常とは異なり、便秘型、下痢型、混合型によってもプロファイルが異なる。また、小腸において腸内細菌の異常増殖をきたす場合があるとされている [2]。

IBS の治療法は薬物療法、食事療法、生活習慣の改善の 3 つが主な治療法である。薬物療法の 1 つとして消化管運動機能調整薬を投与することが提案されている。消化管運動機能調整薬は消化管運動に関与する受容体に作用する薬剤の総称で IBS の治療薬としてはマレイン酸トリメブチンが代表的である。マレイン酸トリメブチンは、交感神経活性化状態では消化管運動を亢進させ、副交感神経活性化状態では消化管運動を抑制する作用があり、この二面性により IBS の下痢や便秘に効果を示すとされている。食事療法として、症状を誘発しやすい食品である脂質、カフェイン類、香辛料を多く含む食品やミルク、乳製品を抑えることが提案されている。症状軽減のために規則的な食事摂取、十分な水分の摂取があげられている。生活習慣を改善する治療法では、ヨガやウォーキングなどの運動を行うことが IBS の治療として効果があるといわれているが、喫煙や飲酒、睡眠を改善することに関して明瞭なエビデンスはないとされている [3] [4] [5]。

本研究では、症状を誘発しやすい食事に注目し、過敏性腸症候群の改善を目的とした食事管理支援方式を提案する。具体的には、摂取した食事内容と食後のお腹の状態（正常 or 異常）のデータを活用し、機械学習（決定木 [6]、ランダムフォレスト [7]、SVM [8]）によって IBS の症状が発症するかどうかを予測

することを目標とし、症状を悪化させる要因となっている食材を特定し、IBS 患者一人一人に合う食事療法を提案する。

2. 関連研究

普段の生活習慣のデータや健康診断のデータを活用して病気の予測を行ったり要因分析を行ったりすることで、発病を防いだり、生活習慣の改善を促す研究は多く取り組まれている [9] [10]。

大場らは、健康診断データから糖尿病の発症予測を行う研究で多層ニューラルネットワークを活用し、糖尿病の判定を予測するモデルを構築した [11]。また、Permutation importance を用いて入力データである健康診断データのどの属性を重視して予測をしているのかを示した。

恒川らの研究では、定期健康診断データを使用して 1 年以内に生活習慣病が発症するかどうかの予測を行った [12]。研究のために用意したデータは健康な人のデータが圧倒的に多かった。そのため不均衡なデータに対して有効な学習方法としてアンダーサンプリングによりクラス間のデータ数のバランスが取れたデータセットを用意してバギングするという手法を使用した。

過敏性腸症候群の治療や誘因などに関する研究は多く行われている [13] [14] [15]。また、IBS の症状を誘発しやすいものについて、Moayyedi らはプロバイオティクス (Probiotics) [16]、Bijkerk らは食物繊維 [17] について調査し、それぞれの治療効果と IBS の症状にもたらす影響を明らかにした。

久米らは、国内一地域の一般住民において IBS と生活習慣及び抑うつ度との関係を検討した [18]。日本人の IBS の予防で、男性は節酒、女性は和食の食生活、男性女性共にメンタルヘルス対策が必要と結論付けた。

本研究では、具体的な食事内容に注目し、過敏性腸症候群の改善を目的とした食事管理支援方式の提案を目的とする。

3. 提案手法

本研究では、摂取した食事内容と食後のお腹の状態（正常 or 異常）のデータを活用し、機械学習によって IBS の症状が発症するか否かを予測することを目標とし、症状を悪化させる要因となっている食材を特定し、IBS 患者一人一人に合う食事療法を提案し症状を改善すること目的とする。本実験では、決定木、ランダムフォレスト、SVM を用いて予測を行なった。

3.1 使用するデータ

本実験では、1 日に摂取した食事内容と食後のお腹の状態が正常なのか異常なのかを記録した。約 5ヶ月分のデータ:427 (異常:91 回, 正常:336) を使用する。機械学習で学習させる際は、お腹の状態を目的変数とし、食事内容と時間帯を説明変数とする。

3.2 ベクトル生成方法 (1)

記録した食事内容を食材ごとに分解する。例えばカレーライスを分解する場合は (カレールー, 白米, 人参, じゃがいも, ...) のように表現する。ただし、塩や醤油, 胡椒のような様々な料理で多用される調味料を考慮すると細かすぎる表現になってしまうので本稿では調味料を考慮せず、食材に焦点を当てている。次に食材ごとに分解したものをダミー変数化させる。摂取した食材は 1, 摂取していない食材は 0 というように 2 値で表現した。ベクトル生成方法 (1) では、摂取した時間帯 (朝, 昼, 夕) を考慮している。目的変数として扱うお腹の状態のデータに関しても同じように、食後のお腹の状態が異常であれば 1, 正常であれば 0 というように表現した。本研究では食材のカテゴリー 105 種類を実験で使用した。(表 1 参照) ただし、お腹の状態が異常になった時、直前に摂取した食事だけでなくもう一つ前の時間帯に摂取した食事にも影響を与えたと考えられる。そのため、例えば昼食後に異常が見られた場合は昼食とその前の時間帯に摂取した朝食を IBS 発症に影響を与えたものとして記録する。

3.3 ベクトル生成方法 (2)

ベクトル生成方法 (1) では似たような食材であってもそれぞれが全く別の食材として学習を行っていた。ベクトル生成方法 (2) では、食材の類似性を考慮した。類似性を考慮するために、単語の分散表現を活用した。モデルの作成にあたって、クックパッド株式会社が国立情報学研究所を通じて提供を行っているデータを使用した^(注1)。このモデルは 1 つの単語を 300 次元で表現することが可能である。各時間帯 (朝, 昼, 夕) ごとに摂取した食材 1 つ 1 つを word2vec によって 300 次元で表現し、それらを全て足し合わせ食材の数で割り平均値を算出する。この平均値をその時間帯に摂取した食事内容として表現し、機械学習で学習させるための説明変数として使用する。目的変数はベクトル生成方法 (1) と変わらず、お腹の状態 (0: 正常 or 1: 異常) を 2 値で表したものを使用する。また、学習デー

タの比率を 1:1 (異常:70, 正常:70) とした。テストデータは全体のデータセットの比率と同じ 1.0:3.7 (異常:21, 正常:78) とした。

表 1 ベクトル生成方法 (1) のデータセット例

お腹の状態	白米	パン	...	キャベツ	にんじん
0	1	0	...	1	1
0	1	0	...	0	0
1	0	1	...	1	1
1	1	0	...	1	0

4. 評価実験

ベクトル生成方法 (1) の評価結果を表 2 に示す。決定木 (Decision Tree), ランダムフォレスト (Random Forest), SVM (Support Vector Machines) を比較するとランダムフォレストが全ての評価指標において一番良い結果となった。しかし、Accuracy:0.83098 に対して、Precision:0.28571, Recall:0.22222, F-score:0.25 となっており、予測としてはよくない結果であることが確認できた。他の 2 つの学習方法でも Accuracy が 0.7 を超えているのに対して、他の評価指標が 0.2 を下回っている。

ベクトル生成方法 (2) の評価結果を表 3 に示す。Accuracy, Precision, F-score に関しては SVM の結果が一番良く、Recall に関してはランダムフォレストが一番良いという結果が得られた。ベクトル生成方法 (1) と比較すると、Accuracy に関しては 3 つのアルゴリズム全てにおいて数値が下がっているが、Precision, Recall, F-score に関してはほぼ全ての数値が上がっていることが分かる。

表 2 ベクトル生成方法 (1) の評価結果

	Accuracy	Precision	Recall	F-score
決定木	0.7465	0.1000	0.1000	0.1000
ランダムフォレスト	0.8310	0.2857	0.2222	0.2500
SVM	0.7887	0.1250	0.1111	0.1176

表 3 ベクトル生成方法 (2) の評価結果

	Accuracy	Precision	Recall	F-score
決定木	0.5684	0.2727	0.5714	0.3692
ランダムフォレスト	0.5263	0.2692	0.6667	0.3836
SVM	0.5789	0.2889	0.6190	0.3939

5. 考察

ベクトル生成方法 (1) において、Accuracy のみが高く他の評価指標が低かった原因はデータセットの内容にあると考えられる。全データ:427 に対して異常と正常の比率は 1:4 となっており、学習するときに異常と記録した食事内容と正常と記録した食事内容との明確な違いを見つけることができなかったことから、テストデータで予測するときに Accuracy を上げるためにほとんどの食事内容に対して正常と予測したと考えられる。そのため異常と予測した数が少なかった上にその予測が正

(注1): クックパッド株式会社 (2015): クックパッドデータ. 国立情報学研究所情報学研究データリポジトリ. (データセット). <https://doi.org/10.32130/idr.5.1>

しかった数が半分以下だったので、Precision, Recall, F-scoreの数値が低くなったと考えられる。ベクトル生成方法(2)がベクトル生成方法(1)に比べて正解率が低くなった理由はテストデータに対して異常であると予測する数が大幅に増えたからである。Accuracyを上げることは重要なことであるが、正常であることを多く予測してAccuracyを向上させてもPrecisionやRecallが低いと異常である場合を多く見逃してしまい、IBS症状の発症を予測するモデルとしては全く意味がないモデルになってしまう。本研究において最も重要なことは異常になる場合をいかに見逃さないかである。ベクトル生成方法(2)では、Recallの数値が大幅に向上しており、偽陰性である割合が減ったということが分かる。つまりベクトル生成方法(1)に比べて、実際は異常であるのに正常であると誤って判定する割合が減っているということである。Precisionの数値もわずかに向上していることから、異常と予測したもののうち実際に異常であった割合が増えたということが分かる。Accuracyだけをみて考えるとベクトル生成方法(1)のモデルが優れていると考えられるが、その他の評価指標を考慮するとベクトル生成方法(2)のモデルのほうが優れていると考えられる。

6. まとめと今後の課題

本稿では、摂取した食事内容の記録からIBSの症状が現れるかどうかの予測を2つの手法を用いて行った。ベクトル生成方法(1)での予測結果がAccuracy0.7以上であることを示したが、他の評価指標が0.1~0.2であったため本研究においてはあまり意味のないモデルであるという結果になった。ベクトル生成方法(2)での予測結果はAccuracyがベクトル生成方法(1)よりも低い0.57となってしまったものの、Recallの数値が大幅に向上しており、偽陰性の割合を減らすことができた。他の評価指標もわずかではあるが向上していることが確認でき、ベクトル生成方法(1)よりも優れたモデルであることを示した。今後は、ベクトル生成方法(2)の改善を行うことと、別の手法としてtextCNNを活用し、より精度の高いモデルを構築することを課題としている。食材のベクトル表現に関してや、学習データの工夫も精度向上のためには必要だと考えている。また、本研究の目的であるIBSの症状悪化の原因となっている食材の特定を行っていきたいと考えている。

謝 辞

本研究の一部は、京都産業大学先端科学技術研究所(ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター)共同研究プロジェクト(M2001)の助成を受けたものである。また本研究では、国立情報学研究所のIDRデータセット提供サービスによりクックパッド株式会社から提供を受けた「クックパッドデータセット」を利用した。ここに記して謝意を表す。

文 献

[1] 福土審. 機能的消化管疾患診療ガイドライン 2014—過敏性腸症候群(ibs)診療ガイドライン—. 心身医学, 56(2):113–119, 2016.

[2] 福土審. 過敏性腸症候群の病因. 日本消化器病学会雑誌, 111(7):1323–1333, 2014.

[3] 佐藤信紘. 機能的消化管疾患診療ガイドライン 2020 (改訂) 過敏性腸症候群(ibs). 内科, 126(6):1076–1076, 2020.

[4] 千葉俊美, 松本主之, et al. [過敏性腸症候群(ibs)-ガイドラインと実臨床のエッセンス] ibs ガイドラインと診療の実際 下痢型ibsに対する治療の実際. 消化器の臨床, 17(5):436–441.

[5] 正岡建洋 and 金井隆典. 過敏性腸症候群の最新知見—治療—. 日本消化器病学会雑誌, 116(7):570–575, 2019.

[6] S Rasoul Safavian and David Landgrebe. A survey of decision tree classifier methodology. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 21(3):660–674, 1991.

[7] Tin Kam Ho. Random decision forests. In *Proceedings of 3rd international conference on document analysis and recognition*, volume 1, pages 278–282. IEEE, 1995.

[8] Marti A. Hearst, Susan T Dumais, Edgar Osuna, John Platt, and Bernhard Scholkopf. Support vector machines. *IEEE Intelligent Systems and their applications*, 13(4):18–28, 1998.

[9] Julio Bobes, Celso Arango, Margarida Garcia-Garcia, and Javier Rejas. Healthy lifestyle habits and 10-year cardiovascular risk in schizophrenia spectrum disorders: an analysis of the impact of smoking tobacco in the clamors schizophrenia cohort. *Schizophrenia research*, 119(1-3):101–109, 2010.

[10] Muhammad Imran Razzak, Muhammad Imran, and Guandong Xu. Big data analytics for preventive medicine. *Neural Computing and Applications*, 32(9):4417–4451, 2020.

[11] 大場勇貴, 手塚太郎, 讃岐勝, and 我妻ゆき子. 健康診断データを用いた疾患予測における解釈可能なモデル. In *Proceedings of the 12th Forum on Data Engineering and Information Management*, DEIM Forum 2020, pages I2–2, 2020.

[12] 恒川充, 岡夏樹, 荒木雅弘, 新谷元司, 吉川昌孝, and 谷川武. 健診データを用いた生活習慣病の発症予測. 人工知能学会全国大会論文集, 2019:4D3E205–4D3E205, 2019.

[13] Elspeth Guthrie, Francis Creed, David Dawson, and Barbara Tomenson. A controlled trial of psychological treatment for the irritable bowel syndrome. *Gastroenterology*, 100(2):450–457, 1991.

[14] D Lesbros-Pantofflickova, P Michetti, M Fried, C Beglinger, and AL Blum. Meta-analysis: the treatment of irritable bowel syndrome. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 20(11-12):1253–1269, 2004.

[15] Alan Bensoussan, Nick J Talley, Michael Hing, Robert Menzies, Anna Guo, and Meng Ngu. Treatment of irritable bowel syndrome with chinese herbal medicine: a randomized controlled trial. *Jama*, 280(18):1585–1589, 1998.

[16] Paul Moayyedi, Alexander Charles Ford, Nicholas J Talley, Filippo Cremonini, Amy E Foxx-Orenstein, Lawrence J Brandt, and Eamonn MM Quigley. The efficacy of probiotics in the treatment of irritable bowel syndrome: a systematic review. *Gut*, 59(3):325–332, 2010.

[17] CJ Bijkerk, JWM Muris, JA Knottnerus, AW Hoes, and NJ De Wit. Systematic review: the role of different types of fibre in the treatment of irritable bowel syndrome. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 19(3):245–251, 2004.

[18] 久米田桂子, 福田眞作, 中路重之, 檀上和真, 松坂方士, 高橋一平, 渡邊清誉, 岩根かほり, 津谷亮佑, 梅田孝, et al. 国内一地域的一般住民における過敏性腸症候群の有病率と生活習慣抑うつ度との関係. 弘前医学, 62(2):144–165, 2011.