

令和2年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
第I期

SSH 課題研究 論文集



令和7年3月

兵庫県立姫路西高等学校

目 次

第1部 日本語論文（令和6年受賞作品）

- 1 ミミズ団子の核心に迫る 2
令和6年度SSH生徒研究発表会(全国大会)参加作品
- 2 単語の分散表現を用いた日本語形容詞の通時的な意味変化傾向の研究 7
第九回高校生国際シンポジウムスライド発表優良賞作品
第68回全国学芸サイエンスコンクール入選作品
- 3 ため池が周辺地域の気温とWBGTに及ぼす影響 22
第15回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト入賞作品
- 4 アフターコロナに向けた兵庫県観光振興のための施策の提案 29
第15回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト入賞作品
- 5 スクラブの代用品についての研究 34
第15回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト佳作作品
- 6 カタツムリの殻における防汚効果について 38
第15回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト奨励賞作品
- 7 My Hometown Project 40
ひめじ創生SDGsアワード感謝状作品
- 8 酵母を用いた団粒構造の形成手法について 44
日本藻類学会第48回大会高校生発表作品
- 9 関西弁を全国へ 48
全国中高生AI・DS探究コンペティション日本統計学会特別賞作品

第2部 英語論文（令和6年受賞作品）

- 10 Ocean Acidification and Flatfish Growth Rate 50
第15回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト(日本語論文)佳作作品
- 11 Economic Circulation through Business Succession 54
第27回全国中学高校Webコンテストセミファイナリスト(日本語)作品

(参考) SSH I期5年間の受賞論文(抜粋)

- ・ “大気に聞く”地震予測 —GNSS-TEC法による地震直前予知の可能性— 69
令和4年度SSH生徒研究発表会(全国大会)ポスター発表賞作品
- ・ 地域データ分析から見たオンライン診療普及戦略 75
第七回高校生国際シンポジウムポスター発表最優秀賞作品
- ・ COVID-19関連記事が株価に与える影響力の定量化 87
第七回高校生国際シンポジウムスライド発表優秀賞作品
- ・ はちみつを用いた風邪薬の作成 93
第14回坊っちゃん科学賞研究論文コンテスト佳作作品

ミミズ団子の核心に迫る

明珍 若那 入江 はる香

要旨

本研究では、シマミミズ(*Eisenia fetida*)を調査の対象とし、ミミズ同士が絡まり合っている「ミミズ団子」がなぜできるのかに着目し調査を行った。調査1~3では、シマミミズ団子を作った状態から調査を行い、いずれも水分のある土に潜っていったことから、ミミズ団子にいるよりも水分のある土を好むことが分かった。そして調査4では調査1~3とは違う視点で、ミミズを離れた状態から調査を行い、ミミズが求めるのはミミズの水分なのかそれとも土の水分なのかということに着目し調査を行ったところ、土よりミミズの体表の水分が多い場合はミミズ同士で絡まり合いミミズ団子を形成し、ミミズの体表より土の水分が多い場合は土の方に行くことが分かった。本研究では、一見ミミズが協力しているように見えた「ミミズ団子のまま土に潜る」という行動は大発見だったが、それはミミズが普段生活している土の中の環境に近い状況になるまで、体表を乾燥から守る術であったことが読み取れた。また、シマミミズは体内の水分量が一定量保持されることが生命線であるということをも本能的に分かっている生き物だということが分かった。特にシマミミズの体は細いので少しの脱水でも命取りとなるため、住みよい環境を即座に判断する能力が備わっていることが判明した。そのため、ミミズを容器に入れると「ミミズ団子」となるという行動は、生き延びるために水分を求めていた結果であったことが分かった。

キーワード

ミミズ団子 水分 群れ

1. 研究背景

なぜ、生き物は群がるのだろうか？人間を始めとする多くの生き物の群がる要因が知られていく中、ミミズが群がる要因はまだ知られていない。10年継続しているミミズの研究の過程でミミズを探すために土を掘ってきたが、1度たりともミミズが住んでいる土の中でミミズが群がる「ミミズ団子」を見つけたことがない。しかしミミズを採取し容器に入れたとたんミミズが団子状になる。このミミズの謎を解明したいと思い、調査を始めることとした。

2. 研究目的・意義

ミミズが団子になるという習性をヒントに、どのような要因でミミズ団子が形成されるのかを調べるとともに、まだ発見されていない新たなミミズの生態を解明していく。

3. 研究方法

調査 1:



「土の中では散らばっているが、容器に入れると団子になる」というミミズの習性をヒントに、土がある所とない所を作り、中央に 50 匹のシマミミズ団子を置くと、ミミズ団子はどのようにほぐれ、普段住んでいる土に潜るのかに着目し 95 分間調査を行った。

調査 2:



直接土の上に 50 匹のシマミミズ団子を置くと、普段住んでいる、水分のある土を好むミミズはすぐに団子を解消し、個々に土に潜って行くのかを 60 分間調査を行った。また、調査終了時点でのミミズの散らばりを表すために、中心から半径 5cm を A とし、A と B の間を 5cm、B と C の間も 5cm とする 3 つの区間を設定した。

調査 3:



土に含まれる水分量の違いでシマミミズ団子の潜り方や土での散らばり方は異なるのかに着目し 180 分間調査を行った。土に含まれる水分量は 0%・20%・40% と変化させた。ここで言う水分量 0% とはミミズが普段住んでいる土を天日干しで 2、3 日乾燥させた土を指しており、水分量 20% とは 1000g の土に対して水 200g を水分量 0% の土に含ませたもので、水分量 40% とは 1000g の土に対して水 200g を水分量 0% の土に含ませたものを指している。

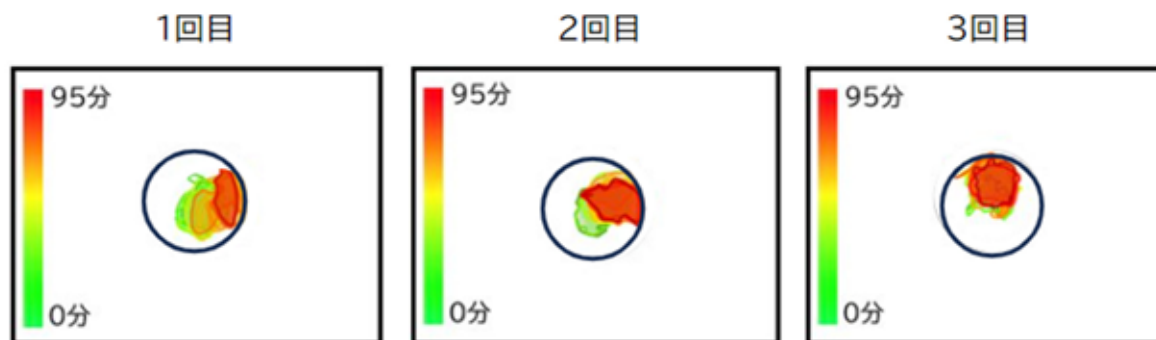
調査 4:



シマミミズを 1 匹ずつ等間隔に円形に並べ、ミミズが求めるのはミミズの水分なのか、土の水分なのかということを調査 1~3 とは違う視点で 30 分間調査を行った。また、ミミズを置く土の水分量は、調査 3 と同様の加工を施した水分量 0%・20%・40% を使用した。

4. 結果・考察

調査 1:

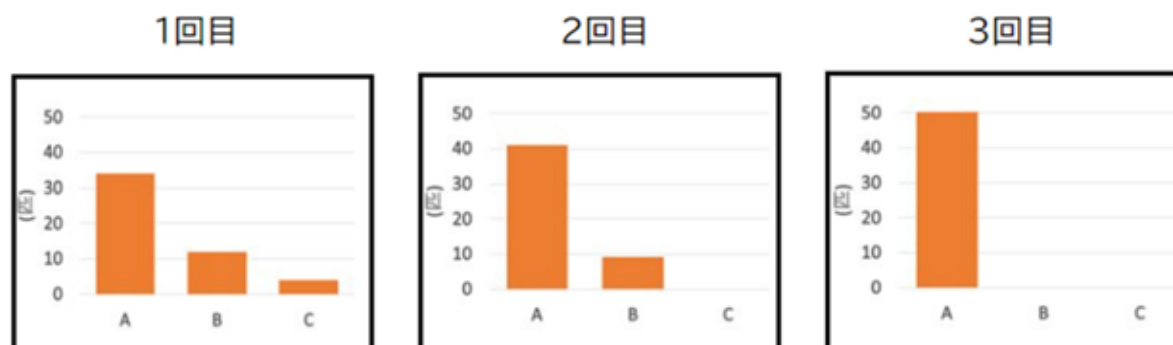


上記の図は、緑色の範囲が調査開始の 0 分時点でのミミズ団子の位置と概形を表し、5 分ごとの範囲の変化を重ねて示したものとなっており、最終的な赤色の範囲が調査終了時の 95 分時点でのミミズ団子の位置と概形を表している。黒い円は土がある範囲とない範囲の境を表しており、時間の経過と共にミミズ団子がどのように動いているのかを確認することができる。

この調査から、ケースの上では、ミミズはミミズ団子の状態で移動していることが分かった。またミミズ団子ごと移動した先が、ミミズが普段生活している土であったことから、ミミズはミミズ団子でいるよりも普段生活している、水分のある土を好むことが分かった。

調査 1 では、土がない場所にミミズ団子を置いたため団子ごと移動しただけなのかもしれないと考えたので、次の調査 2 では直接土の上にミミズ団子を置くと、普段生活している水分のある土を好むミミズはすぐにミミズ団子を解消し、個々に土に潜って行くのではないかとすることに着目し調査を行うこととした。

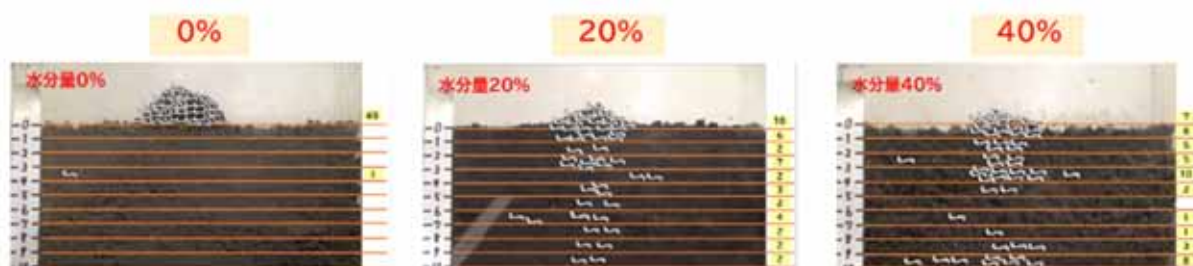
調査 2:



上記のグラフより、ミミズは置かれた A からあまり動いていないことが分かる。その理由は、ミミズは水分のある土に触れているにも関わらず、個々に違う場所から土に潜って行くのではなく、団子の状態を保ちながら土へと潜って行ったからだ分かった。

今回の調査では、ミミズは体表を乾燥から守るために、水分を補える地中に入るまではミミズ団子の状態を維持し、地中に入れば体表が乾燥することがないため、ミミズ団子がほぐれるのではないかと考えたので、次の調査 3 では、土に含まれる水分量を変化させたときのミミズ団子の潜り方や土の中での散らばり方に着目して調査を行うこととした。

調査 3:



水分量 0%では、乾燥した土よりミミズ団子にいた方が、体表の乾燥を防げるため土へは潜らず、ミミズ団子の絡まり合いがより強くなっていた。水分量 20%では、調査を行ったミミズの約 2/3 が土に潜り、ケースの底へと潜っている様子を確認することができた。しかし左右への散らばりは見られなかった。普段生活している水分量と近い水分量 40%では、水分を含んだ土がミミズにとって活動しやすく、ケースの底まで潜り切ったミミズが多くいることが分かり、また左右への散らばりも確認できた。これらのことから、ミミズは普段生活している水分量 40%に近づくにつれて、ミミズは広範囲に散らばることが分かった。

調査 1～3 のまとめ:

ここまで行った調査 1～3 では、ミミズ団子よりも土の水分量が多かった場合、ミミズは土に潜って行き、ミミズ団子より土の水分量が少なかった場合、ミミズはより絡まりが強くなり、土には潜って行かなかったことが分かった。

次の調査 4 では、調査 1～3 のようにミミズ団子から調査を始めるのではなく、1 匹ずつミミズを離れた状態から調査を始めることによって、ミミズは、ミミズの水分を求めるのか、それとも土の水分を求めるのかを調査 1～3 とは違う視点で調査を行うこととした。

調査 4:

水分量0%		水分量20%		水分量40%	
30分後のミミズの様子	ミミズ数 (匹)	30分後のミミズの様子	ミミズ数 (匹)	30分後のミミズの様子	ミミズ数 (匹)
①ミミズ団子になったミミズ	10	①ミミズ団子になったミミズ	0	①ミミズ団子になったミミズ	0
②他のミミズと触れたが土に潜ったミミズ	0	②他のミミズと触れたが土に潜ったミミズ	19	②他のミミズと触れたが土に潜ったミミズ	17
③置かれた場所で土に潜ったミミズ	0	③置かれた場所で土に潜ったミミズ	2	③置かれた場所で土に潜ったミミズ	8
④土に潜らなかったミミズ	19	④土に潜らなかったミミズ	9	④土に潜らなかったミミズ	5

※1匹はケースの外に出た

水分量 0%では、ミミズはミミズの水分を求めて、行動していたことが分かった。また、上記の表の④の土に潜らなかったミミズが多くいることが分かるが、それは調査時間が 30 分と短かったためであり、調査時間を長くすると①のミミズ団子になったミミズが増えると推測される。また水分量 20%・40%では、上記の表の②の他のミミズと触れたが土に潜ったミミズが多くいることから、ミミズはミミズよりも土の水分が多いと判断したため、他のミミズと接触したが団子になることはなく、そのまま土に潜って行ったことが分かった。

5. 結論及び今後の展望

5-1. 結論

本研究では、一見ミミズが協力しているように見えた「ミミズ団子のまま土に潜る」という行動は大発見だったが、それはミミズが普段生活している土の中の環境に近い状況になるまで、体表を乾燥から守る術であったことが読み取れた。また、シマミミズは体内の水分量が一定量保持されることが生命線であるということを実感的に分かっている生き物だということが分かった。特にシマミミズの体は細いので少しの脱水でも命取りとなるため、住みよい環境を即座に判断する能力が備わっていることが判明した。そのため、容器に入れておくとミミズ団子なるという行為は生き延びるために水分を求めていた結果であったことが分かった。

5-2. 今後の展望

本研究では、シマミミズは生き延びるためには水分が必要であり、水分の有無を実感的に判断している生き物であると結論付けられたが、そのことを確証するために、他個体同士で団子を作った場合はどうなるかに着目し調査を行い、ミミズ団子の形成要因は本当に水分だけなのかをより詳しく調べていきたい。またミミズの研究を通して、何気ない生き物にもそれぞれが命を次世代に継いでいくために培われた本能があり、それを忠実に守りながら日々生きている生物が尊重され、共存できる住みよい環境を我々人間が守っていかなくてはならないと思った。

6. 引用文献・参考文献

明珍若那の自由研究(2014～2023)

単語の分散表現を用いた日本語形容詞の 通時的な意味変化傾向の研究

改發 尚雅 三木 駆人 渡邊 佳歩

要旨

本研究の目的は、単語の分散表現を用いて、日本語形容詞の通時的な意味変化の傾向を明らかにすることである。Word2vec を使用して、いくつかの時代の期間にある文献上の形容詞の意味をベクトルで表現した。さらに、主成分分析を用いてベクトルを可視化し、期間ごとに比較した。本研究では、日本語形容詞の意味変化として客観的な意味を持つ形容詞が主観的な意味に変化した傾向があることや、主観的な形容詞が徐々に多義性を失っていったことが示唆された。単語の分散表現を用いた研究の可能性が見出せた一方で、課題も見つかった。

キーワード

形容詞、意味変化、Word2vec、分散表現

1. 研究背景

1.1. 研究動機

私たちは古典の授業等で、ある単語の昔と今での意味の違いを学び、その違いの大きさに驚かされることが多い。しかし、そのような単語の意味変化がどのような過程をたどって起こったのかについては学ばない。そこで私たちは、日本語の意味変化の過程について研究したいと考えた。これまでの日本語の意味変化に関する先行研究では、一つの単語の意味変化に注目した研究が多い一方で、日本語全体の意味変化の傾向を調べる研究は少ない。また、単語の意味の研究には、非常に曖昧で主観的な側面が大いにあるという課題が存在する。これを受けて、私たちは、日本語の意味変化について、より包括的かつ客観的に行える方法はないかと考えた。そこで注目したのが、「自然言語処理(*1)」、さらに言うなら「単語の分散表現(*2)」である。

(*1) 自然言語処理: 人間が日常的に使用している言語をコンピュータによって、処理・分析する技術のこと。

(*2) 単語の分散表現: 自然言語処理の中でも、特に単語の意味をベクトルで表現する技術を指す。Word2vec[1]等を用いた機械学習を通して得られる。この技術によって、単語の意味を定量的に把握することや、単語の意味の足し算や引き算をすることが可能となる。

1.2. 先行研究

日本語形容詞の歴史的変化については、以下のようなことがわかっている。

本来、日本語形容詞にはク活用とシク活用の二種類があった。しかし、室町時代にはク活用とシク活用の区別がなくなり、活用は一種類となった[2]。また、口語では終止形は「イ」が一般的となった。

意味については、山本俊英は、奈良時代において、ク活用の形容詞は状態を表す形容詞が多く、シク活用の形容詞は心情などを表す形容詞が多かったと述べている。しかし、これは平安時代には例外が多くなり、形容詞一般に普遍的に当てはまるものではなくなってしまった。この理由として、平安時代に多くの形容詞が新たに作られたことが挙げられている。「なし」や「いたし」などを用いた合形容詞が多く作られ、このときにク活用とシク活用の意味の混同があったと推測されている[3]。

奈良時代において、ク活用が状態を表し、シク活用が感情的意味を表すことが多かった理由について釘貫は次のように述べている。古代語において、形容詞は形容詞から形容詞をつくり出すシステムが存在しないゆえに、常に語彙不足であった。そのため、状態を表す名詞に語尾をつけてク活用の形容詞を生み出し、感情的意味を表す動詞からシク活用の形容詞を生み出し、語彙不足に対応した。また、平安時代にはナリ活用の形容動詞、存在動詞アリに形容詞連用形を上接させたカリ活用形容動詞などが作られ、これも形容詞の語彙不足を補ったという[4]。

山本は平安時代において形容詞が増加し、ク活用とシク活用の意味的な区別がなくなったと述べている[3]が、安本真弓は平安時代、すなわち中古における形容詞の造語法については次のような考察をしている。中古においては、名詞や動詞などと既存の形容詞を組み合わせて作られた形容詞が多い。この手法は主に、形容詞に「名詞」「動詞連用形」「接頭辞」をつける三種類に分けられる。名詞は状態形容詞（ク活用が多いと思われる）につくことが多く、主語を示す役割（例えば、「ところせし」の場合、「ところ」が「せし」であることを示す）や、客観的な状態を形容詞に付与する。例としては、「ところせし」のほか、「めやすし」「おもにくし」などがある。二つ目に、動詞連用形は名詞とは対照的に、感情形容詞につく場合が多い。ちなみに、この理由は釘貫が述べたように、感情形容詞に多いシク活用の形容詞は動詞から作られていることがあると考えられる。この造語法では、多様な動作に対する主体の感情を一語で表現するために用いられる。そして、「接頭辞」は、主観的な程度を強めることを目的としており、そのため状態形容詞にも感情形容詞にも上接する。例えば、「ものはかなし」「そらおそろし」などの形容詞がそうである。さらに、安本は中古にこのような造語法によって形容詞が盛んに作られた要因として、形容詞の多義性を挙げる。一つの形容詞が複数の意味を持つために、形容詞が客観的な事実を述べているのか、主観的な感情を述べているのか分かりにくい場合があり、この区別をはっきりさせるために形容詞の造語法が盛んに用いられたという[5]。形容詞が多義的であった一因は、先ほど述べたように、形容詞の数が少なく、語彙不足だったことだろう。これらの先行研究から、もともと数が少ない故に複数の意味を持っていた形容詞は、文章中で示す意味をわかりやすくするために、動詞や名詞を活用して数が増やされたことがわかる。形容詞や形容動詞の増加した分、一つの形容詞が持つ意味は少なくなった可能性があるという指摘できる。

このように、主に平安時代までの通時的な意味変化についての先行研究を見ると、形容詞の意味は大きく変わってきたことがわかる。ただ、これらの形容詞の通時的な意味変化についての先行研究は、研究対象の時代が狭い一時期に限られるものや、特定の形容詞のみに着目するものが多かった。より広い視点を持って形容詞の通時的な意味変化の傾向を捉えることができるのではないかと思い、本研究に着手した。

私たちが今回の研究で使用した単語の分散表現を用いた先行研究としては、次のようなものがある。

相田らは、単語の分散表現を用いて日本語の単語の意味の変化を分析し、「特定の対象に用いられていた語が、別の特定の対象にも用いられるようになる」ことや、「具体的な対象に用いられていた語が、抽象的な対象にも用いられるようになる」ことを明らかにした[6]。また近藤は、それを「意味の体系の変化」、つまりある意味に対応する単語の変化、に応用し、「源氏物語」のシク形容詞と現代語のシイを語尾とする形容詞それぞれを単語の分散表現によって100次元のベクトルとして表現し、機械学習で次元圧縮して二次元の散布図に展開して比較を行っている[7]。

1.3. 日本語意味論研究の現状・課題

次に日本語における意味論的な言語研究の現状について再確認したい。第一に、意味論という分野は、音韻論や構文論などの他の言語学の分野と比べても、意味というものがとても漠然としているが故に、研究を行うことが難しい分野であると言える。阪倉は、音韻や文法は共時態ごとに体系を想定することが容易であるのに対して、語彙(意味)の体系なるものを想定することには、相当な困難を覚悟しなければならない、と述べている[8]。ましてある言語全体の意味変化の傾向を捉えるというのは非常に困難を伴うであろう。実際、先行研究の節でも述べたように、現在行われている言語の意味変化に関する研究の多くは、ある特定の単語がどのような意味の語として使われているのかに着目し、その変化を考察するものが多く、言語全体の意味変化傾向を研究するとしても、特定の単語の変化の仕方を研究することで普遍的な変化傾向を見出そうとするものが多く、言語全体の意味変化の傾向を一括に捉えて論じる研究はいまだ少ない。時代ごとに使われている語彙を品詞や意味の種類で分類し、その割合の変化に注目して考察するような計量的な研究も行われてはいるが、品詞の分類だけでは単語の意味のある一部分を捉えているにすぎず、また意味の種類による分類というのも、意味を明確に分類することは難しく、分類の仕方も研究者の主観に依らざるを得ないといった意味で、未だ課題が多い。

そんな中で、客観的かつ定量的に単語の意味を捉えるために用いられるようになったのが、すでに紹介した、単語の分散表現である。しかしその単語の分散表現を用いた研究は、英語については発展している一方で日本語については未だあまり進んでいない。

2. 研究目的・意義

本研究の目的は、単語の分散表現を用いて、日本語形容詞の語形が持つ意味について通時的な変化の傾向を捉えることである。研究背景の章でも述べたように、単語の分散表現を活用することができれば、従来主観的であった単語の意味変化の研究をより客観的・定量的に行うことができ、また日本語といった言語全体の変化を包括的に研究することも可能になるだろう。その意味で、単語の分散表現をはじめとする自然言語処理は、従来の言語研究の短所や課題を補う可能性を秘めた分野であり、これからの意味論研究、または言語研究全体において重要な役割を果たすと思われる。本研究では、その単語の分散表現を用いて平安時代から現代に至るまでの複数の時代の日本語形容詞の意味の特徴を比較し考察を行い、その結果と先行研究の結果等を比較する。

その考察から、単語の分散表現を用いた研究の可能性や課題を探り、この研究分野のさらなる発展へとつなげ、日本語形容詞の語形が持つ意味の変化により深く迫っていくことを目的とした。

日本語形容詞の意味の通時的な変化を捉える、というのは先ほど紹介した近藤氏の先行研究 [2]でも2つの時代の単語の意味を比較することによって行われている。しかし、現代と平安時代というおよそ1,000年も離れている2つの時代を比較するだけでは意味の通時的な変化の様子を理解するには不十分であり、氏もそこでは手法の提示程度にとどめている。そのため本研究では4つの期間を定めて単語の意味を比較することで詳細な意味変化の過程を理解し、考察を深め、また単語の分散表現を用いた研究の課題を発見することを目指した。

また、近年「ChatGPT」をはじめとする大量の文章データを学習させた大規模言語モデルが注目されているが、本研究で古典資料の数理的処理の方法を探ることによって、有限である古典資料の少なさを補い、膨大なデータが必要である大規模言語モデルでの古語の利用の可能性を高めることにもつながる。

3. 研究方法

3.1. 概要

まず、11世紀から現代までに4つの期間を抜き出し、期間ごとにインターネット上で適当な数の文献を取得した。それぞれの文献には、後の分析が可能な形にするために品詞ごとの分類、不要な語句の削除などを行った。その後、通時的な研究を行うため、期間ごとに、Word2vec [1]を用いてモデルの学習を行い、形容詞の持つ意味をベクトルで表現した。そして、得られたデータから、いずれの期間の文献においても一定回数以上使われている形容詞について、ベクトルを散布図で可視化し、そこで得られた結果をもとに、日本語形容詞の通時的な意味変化の傾向についての考察や、先行研究との比較を行った。

3.2. データ

形容詞の意味を比較するために、1001～1200年を中古、1301～1500年を中世、1601～1800年を近世、1901年以降を現代と定めた。1001年以前の時代については、散文の資料が乏しかったため、対象期間に含めるのは断念した。中古、中世、近世については公開されている学習済みの単語モデルが存在しなかったため、Word2vecのモデルを作成するために各期間に成立した日本語文献をインターネット上から取得した。利用した資料を表1に示す。

ただし、現代については、日本語版 Wikipedia の本文全文から学習を行い単語の分散表現が行われている「日本語 Wikipedia エンティティベクトル」[9]を使用したため、文献の取得は行っていない。

表1 各期間で取得した資料

名称	期間 (年)	モデルの総語数 (語)	取得した文献
中古	1001～1200	263930	<ul style="list-style-type: none"> ・源氏物語[10] ・更級日記 [11]
中世	1301～1500	321707	<ul style="list-style-type: none"> ・太平記 [12] ・とはずがたり [13] ・徒然草 [14] ・風姿花伝 [15]
近世	1601～1800	160048	<ul style="list-style-type: none"> ・養生訓 [16] ・駿台雑話 [17] ・雨月物語[18] ・仮名手本忠臣蔵[19] ・好色五人女[20] ・世間妾形気[21] ・醒睡笑[22] ・諸道聴耳世間猿[23] ・奥の細道[24]
現代	1901～		「日本語 Wikipedia エンティティベクトル」[9]を使用したため、取得文献はなし。モデルの総語数は不明。

3.3 Word2vec のモデルの学習と形容詞の選定

はじめに、それぞれの資料について、形態素解析を行った。形態素解析には、Web 茶まめ[25][26]を利用した。Web 茶まめでは、形態素解析器として Mecab[27]が用いられている。形態素解析に用いた辞書を表2に示す。

また、モデルの精度を向上させるために、登場頻度の高い品詞や固有名詞などを一部取り除いた。取り除いた品詞は以下のとおりである。

名詞の一部 (固有名詞—一般、固有名詞—人名、数詞、助数詞語幹)、連体詞、接続詞、感動詞、助数詞、助詞、接頭辞、接尾辞、記号、補助記号 (補助記号—一般を除く)

その後、時代ごとに Word2vec を用いてモデルを作成した。学習には、Python の Gensim [28]を用いた。Word2vec の学習のオプションを表3に示す。

また、通時的な変化を調べるために、3つの期間 (中古、中世、近世、現代) すべてで5回以上使用されている形容詞のみを抽出し、研究の対象とした。

表 2 各期間で使用した形態素解析用辞書

時代	使用した形態素解析用辞書
中古	中古和文 UniDic
中世	中世文語 UniDic
近世	近世文語 UniDic

表 3 Word2vec の学習オプション

オプション	値
-vector_size	200
-window	5
-sample	1e-3
-negative	5
-hs	0

4. 結果・考察

4.1. 主成分分析の結果の考察

時代ごとに、3.3 で選定した形容詞のベクトルを、K-Means 法を用いて二つのクラスタに分類した。図 1 は、2 クラスタで分類した散布図であり、2 つのグループがそれぞれ十字と丸でプロットされている。

すでに紹介した近藤氏の先行研究[2]と同じように、どの時代においても、左側の十字のグループには主観的な意味を持つ形容詞、右側の丸のグループには客観的な意味を持つ形容詞が多く含まれていた。なお、主観的とは感情を表していることであり、客観的とは、物事の状態や性質を表していることと定義する。このことから、各時代に共通した主成分があることが明らかになった。

このクラスタリングの結果より、散布図の横軸が表す第一主成分は、単語の意味が主観的か客観的かであると考察した。また、縦軸が表す第二主成分は、散布図上の単語の分布から、単語が表す対象が具体的か抽象的かを表していると考えた。ただし、主成分分析の性質上、第二主成分は第一主成分ほどはっきりと意味付けることは難しく、断言はできない。ここでは、具体的とは、形容詞の表す対象が、実際に存在するものや物理的な性質（重さなど）であることと定義する。また、抽象的とは、形容詞の表す対象が、時間のような概念的なものであることと定義する。

どの時代においても、散布図がこの二つの主成分によって表されたと考えられることから、これらが単語の通時的な意味変化の傾向を考えるうえで重要になると思われる。

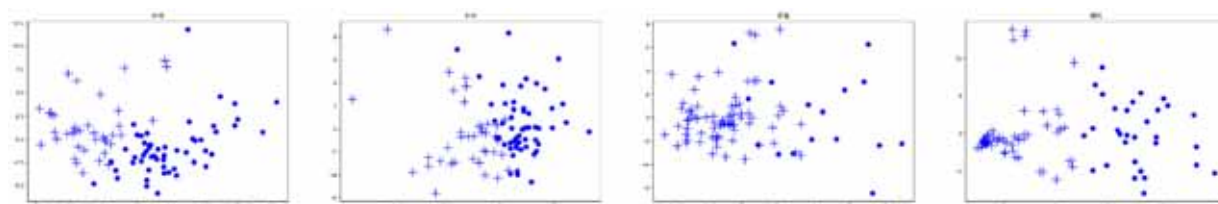


図 1 K-Means で 2 クラスタに分類した結果に基づいて分類した散布図

4.2. 主成分分析に基づいた単語の意味変化の傾向についての考察

4.1 で、単語の意味が主観的か、あるいは客観的かが単語の通時的な意味変化の傾向において重要であると述べた。この観点から単語の意味変化について考察するために、各時代での図1のグラフで十字のグループと丸のグループに含まれている形容詞の数を調べた。ここでは、十字のグループの形容詞はその時代で主観的である、丸のグループの形容詞は客観的であると仮定する。結果を表4に示す。

この表から、中古においては客観的な形容詞の方が数が多かったが、時代が現代に近づくにつれて主観的な形容詞の方が数が増えていることがわかる。

また、中古と現代での、各単語の主観的・客観的な意味の変化についても調べたところ、意味が変わった場合、客観的な意味から主観的な意味に変わった単語が多く、逆に主観的な意味から客観的な意味に変わった単語は少なかった。

よって、単語の意味変化には、客観的な意味から主観的な意味へ変化する傾向があると考えられる。

表4 各時代の二つのグループに含まれる形容詞の数

	中古	中世	近世	現代
十字のグループ (主観的な形容詞) (個)	38	37	75	60
丸のグループ (客観的な形容詞) (個)	53	54	16	31

ところで、先行研究については形容詞の意味変化にのみ注目して述べたが、日本語の和語の意味変化の研究についても調べてみたところ、次のような研究が見つかった。和語の意味変化の分類が池上によってまとめられたものを、具体例を一部省略して引用して示す[29]。

I. 指示物をめぐる状況の変化

- a. 指示物の変化
- b. 指示物に対する人間の認識の変化
- c. 指示物に対する人間の主観的態度の変化

II. 言語自体の意味変化

A. 意味の相似 (連想による転用)

- a. 実感的な相似
- b. 共感覚による変化 (感覚表現語同士の転用)
例: {やわらかい/つめたい/しぶい} 色
- c. 情意的な相似 (感覚表現語の心情表現語への転用)
例: 固い姿勢、あたたかい心、しぶい対応

B. 意味の近似（近接する意味への変化）

a. 語義が重なり合うように転移

例：うつくし〈かわいらしい〉 > 〈きれいだ〉

b. 語義が重なり合わないところへの転移

例：めでたい〈ほめるべきだ〉 > 〈ばかだ〉

Ⅲ. 形態の関わりによる変化（形態の相似・近接）

例：あたらし〈惜しい〉・あたらし〈新しい〉 > あたらし〈新しい〉

なお、この分類での「感覚」は、五感によって得られる感覚を指している。形容詞は、名詞のように特定のものを指示物とすることは少ないことから、ⅡやⅢの意味変化が多いと思われる。今回の考察によって得られた、客観的な意味から主観的な意味への変化というのは、これらの中では、II-A-cの「情意的な相似」に当てはまる。なぜなら、これを、池上は「”感覚で認識した具体的な事物の客観的な属性を表す語”から”頭・心で認識した抽象的な物事に対する主観的な属性を表す語”への変化と言い換えられる」[29]（原文での傍点を下線で示している）と述べているからだ。ただ、この「情意的な相似」で述べられている「感覚」はあくまで五感であり、この変化の対象は五感を表す語のみに制限されている。一方で、形容詞は五感の感覚のみならず、感情や物事の状態などを幅広く表す。今回の研究から明らかになった、形容詞の意味の客観的な意味から主観的な意味へ移り変わることは、形容詞の意味対象が五感であるかどうかに関わらず当てはまると考えられる。つまり、この「情意的な相似」は、感覚語だけでなく、もっと普遍的に、より多くの単語に当てはまるのではないだろうか。さらに、言語の意味変化は、多くの場合人間の認識が原因で起こる。人間の認識はいくら客観的であろうとしても、個人的、主観的であることをまぬがれることはできない。その意味では、どのような単語であれ、人間の認識を原因とする意味変化が主観的な方向へ傾くのは避けられないのかもしれない。

4.3. 散布図上の単語の散らばりに基づいた単語の意味変化の傾向についての考察

図1から、時代が進むにつれて左側の主観的な形容詞のグループが凝集していることが読み取れる。また本研究の根幹である単語の分散表現は、その単語が使われた文脈によって単語の意味が決まるという仮説に基づいている。つまり、散布図上で点が近い、ということはそれらが使われた文脈が類似していると考えることができる。よって、図1で点が凝集していることは、主観的な形容詞が、時代が進むにつれて似たような文脈で使われるようになったと考察することができる。

この原因について、主観的な形容詞においては、中古など昔は一つ一つの単語が多義的でありさまざまな文脈で使われており、その結果、散布図では点が散らばっているが、現代に近づくにつれて単語が一義的になり使われる文脈が減っていった、つまり、主観的な形容詞の多義性が失われたのだと考察する。中古や中世では、例えば「かなし」や「はづかし」などのように、単純に感情を表すだけでなく、物事の状態を形容するのにも使われるなど、幅広く多義的に用いられている単語が多かったが、現在では純粋に人物の感情を表す目的でのみ使われるようになり、そのような、「人の感情を表す」という意味で共通の文脈で使われるようになったために、このようにして散布図でも主観的な形容詞が凝集したのではないだろうか。

以下の図2は、この考察を視覚的に示したものである。

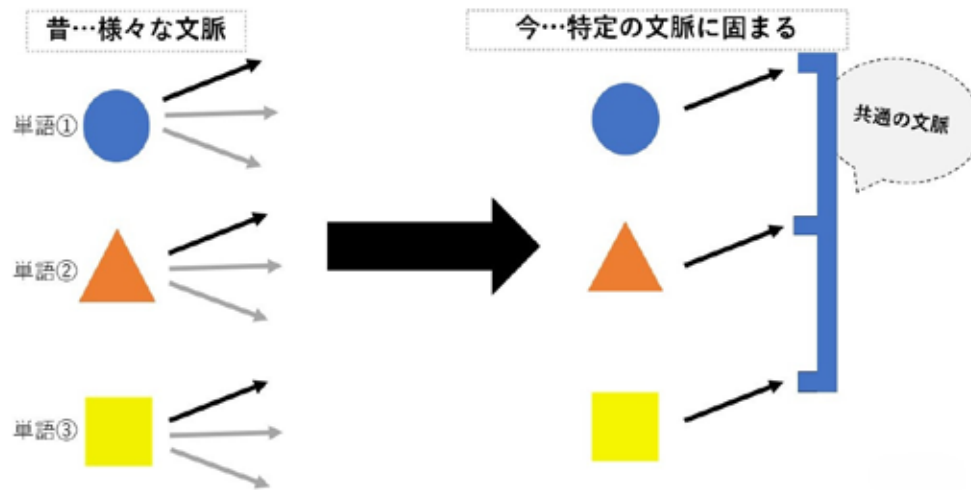


図2 単語の文脈多様性の推移

では、このような変化は、社会のどのような変化から引き起こされたものなのだろうか。私たちは文学の庶民への普及が関連していると考察する。中古つまり平安時代ごろは、庶民の識字率は低く、文学は貴族中心のものであったが、時代が下るとともに、次第に庶民の識字率が向上し、文字や文学が庶民にも広まっていった。冒頭でも触れた先行研究[5]では、中古の時点で形容詞の意味を分かりやすくするために形容詞が新たに作られ、それによって形容詞の意味を一義的にすることが試みられていたと述べられているが、この傾向が、近代や現代で、庶民に文学が普及する過程でより強まったのではないだろうか。すなわち、庶民に文学が普及していく際に、文章の分かりやすさがそれまで以上に強く求められ、単語の意味が一義的になっていったのではないか、ということである。

しかし、この考察を裏付けるような先行研究は見つからなかった。しかもこの考察では主観的な形容詞は一義的になっていった一方で、客観的な形容詞はあまり変化していないという本研究で得られた結果は説明できず、考察としては不十分であると言える。

また、量的な考察として、4.2.で述べたように主観的な形容詞の数が時代の経過とともに増加したことから、一つの単語の持つ意味が分散されたのではないかと考えたが、その場合、客観的な形容詞は数が減っているにも関わらず点の凝集度に激しい変化は見られないことが説明できないため、他の原因があるのではないかと考えた。

そこで、形容動詞による意味の補完による影響について考察したい。形容詞と形容動詞は、単独で述語になることができる活用語である。また、事柄の状態などを叙述するという類似点があり、形容動詞が形容詞の意味を十分補完しうるものであると思われる。玉村によると、形容詞を補完する品詞の一つとして形容動詞が挙げられており、「形容詞の少なさをおぎなうものとして形容動詞が機能していた」とも記されている[30]。

この形容動詞による意味の補完が、時代の経過とともに主観的な形容詞の意味の多義性を小さくしていったことに大きな影響を与えていると考える。その理由の一つ目は前述した「形容動詞による形容詞の意味の補完が可能であること」であり、二つ目は、「形容詞と比較して形容動詞の使用割合の増加が著しいこと」である。村田、前川によると、時代が奈良から室町に下るにつれて、一次的な形容詞、つまり派生や合成によってでなく元々あった形容詞の使用割合が減少し、対して合形成容詞や形容動詞の割合が増加している。また、共に割合が増加した合形成容詞と形容動詞を比べると、特に平安後期から形容動詞が徐々に台頭していったとある[31]。ここから、特に平安後期から形容動詞が、それ以前よりも多く使用されるようになっていったと読みとることができるだろう。

この理由としては、平安時代後期に和漢混交文が発達したからだと考える。というのも、形容動詞は比較的漢語から影響を受けて形成されることが多く、和漢混交文が発達する中で、漢語由来の形容動詞が多く使われるようになったと思われる。

その後も、周書によると、漢語形容動詞は特に大きな増加率で増加していったとわかる。特に明治時代では、洋書の翻訳のために漢語が必要になったことなどによってその数が大きく増えたとある[32]。ここから、これまでの歴史において漢語形容動詞が形容詞との関係の中で大きな影響を持っていたと考えられるため、漢語形容動詞に注目していきたい。実際、前述の先行研究[32]でも上代から近代を3つの期間に分け、形容動詞や形容詞の語数の変遷を示している。そこからは、形容動詞の場合、上代では0で中世では89、そして近代では2231と、ほかの個項目と比べても増加が著しいとわかる。

これによって、形容詞の意味範囲が圧迫されて狭まった、と考えたいところだが、研究結果の図1からわかるように、すべての形容詞ではなく、主観的な形容詞のみ、凝集具合が著しい事がわかる。よって、更に別の要素が関係していると考えた。

そこで次に、漢語形容動詞の意味的特徴について触れておきたい。形容動詞という品詞は、平安時代において状態的意味を持つ名詞に、断定辞ナリを付加させてできたと言われている[4]。明治時代においても前述の通り、新たな概念を日本に紹介する際に漢語名詞を使い、そこから派生して形容動詞ができたという。このことから、漢語形容動詞は、特に状態を表す、つまり客観的な形容詞の意味を補完することが多いのではないかと考えた。

漢語形容動詞が著しく増えたこと、そしてそれらは客観的な形容詞の意味を補完し易いという2つの背景から、客観的な意味をもつ形容詞の数が減った（実際に表4からも読み取れる）という経緯があるのではないだろうか。またこれによって、相対的に主観的な意味を持つ形容詞の数が増えたのではないかと考えた。そして主観的な意味を持つ形容詞が増えたことにより、その分、一つの単語が持つ意味が少なくなったのではないかと、という仮説を立てた。この意味の分散により、一つの形容詞が持つ意味が減り、主観的な形容詞の多義性が減少したのではないだろうか。

しかしながらこの考察には、問題点がある。それは、形容動詞以外で形容詞を補完しうる品詞、例えば副詞などを考慮していない点である。これらが少なからず複合的に形容詞の意味変化に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

4.4 色を表す形容詞の意味変化の考察

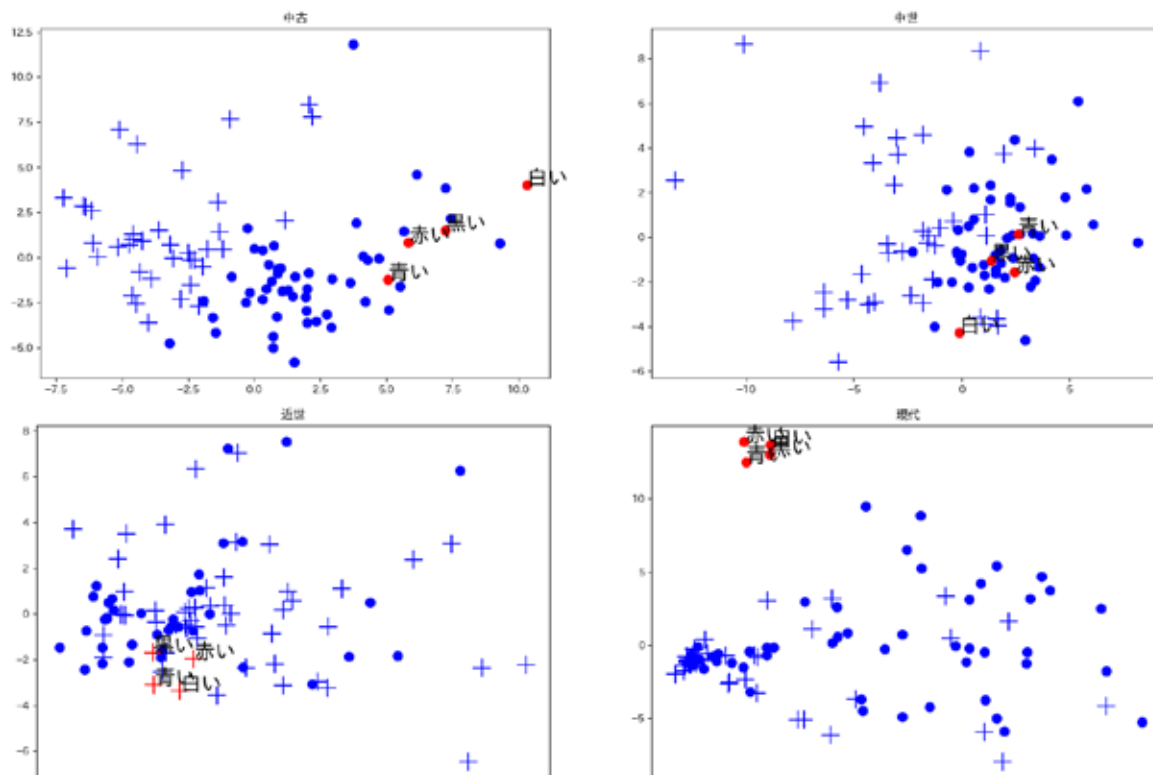


図3 図1と同じ図について、同じ図を、「青い」「赤い」「黒い」「白い」の形容詞を赤色で表したものの

青、赤、黒、白の四色は古代からこれら意味する言葉が存在してきた。そのため、使用頻度が古来高く、日本人に親しみ深い色であったと考えられる。ゆえに、名詞にとどまらず、形容詞となったと考えられる。図を見ると、色を表す4つの形容詞（「青い」「赤い」「黒い」「白い」）が各時代においてある程度一か所に集まっていることが分かる。さらに、時代が現代に近づくにつれて、これらの形容詞の位置が、客観的である右側から、主観的である左側に移動している。この位置の変化について次のように考察した。

色を表す形容詞が客観的な形容詞となっている中古・中世においては、貴族が中心の社会だった。貴族社会においては、飛鳥時代の冠位十二階などが分かりやすい例だが、衣装の色によって身分や階級を表すことが多かった。さらに、季節や心情に合わせて衣装の色に様々な意味合いを込めていた[33]。平安時代の貴族は、四季の変化に合わせて着物の色の取り合わせを決めており、これを「かさねの色目」という[34]。例えば、春のかさねの色目の一つに、「山吹」がある。源氏物語にも記述がある「山吹」は、表に青（濃い緑）、裏に黄色を合わせる青山吹、青山吹と色が逆の裏山吹などの種類がある[35]。ほかにも季節ごとに多様な色の組み合わせが存在し、平安時代の貴族にとってかさねの色目をもとにして衣装を着こなすことは、欠かせない教養であった。また、中世における武士の鎧の色にも似たような傾向があり、身分などを示している。例として、「帥」という司令官にあたる身分は黒糸織が最高の鎧とされ、萌黄や紫裾濃、緋織、唐綾織などの種類が存在する[33]。これらのことから、この時代には色に込められた意味が当時の人々の間で共通認識として存在し、身分や季節などの客観的な要素を示す用例が多かったと考えられる。それにより、色を表す形容詞が客観的な形容詞に分類されたと考察した。

しかし、色を表す形容詞のグラフ上の位置は少しずつ主観的である左側へ移動し、近世・現代においては主観的な形容詞となった。近世において、社会の中心は貴族から町人に移っており、今回データとして利用した文献においても町人が主役の物語が多い。この時代では、人々は色によって身分を示すだけでなく、自らの個性を表現するようになった[33]。また現代においては、色が身分を示すという場はほとんどなく、色によってある程度のイメージはあるものの、共通認識としてはっきり存在しているとはいえない。つまり、近世・現代においては、色が何かを象徴する意味合いが減り、単純に個人の一つの感覚としての色の意味合いが強まったと考えられる。こうした動きから、色を表す形容詞が主観的な形容詞に分類されたと考えられる。

5. 結論および今後の展望

5.1. 結論

今回、日本語形容詞を、いくつかの時代に分けて単語の分散表現によってベクトルで表現し比較した。ベクトルを散布図に表すと、分布などにいくつか特徴がみられた。主成分分析の結果からは、単語の意味が主観的/客観的か、単語の表す対象が具体的/抽象的かというふたつの主成分を見出すことができた。これらは各時代に共通して見られることから、単語の意味変化の傾向を明らかにするうえで有益な観点であると結論づける。

日本語形容詞の通時的な意味変化の傾向としては、主に2つの考察が得られた。第一に、日本語形容詞の意味は客観的なものから主観的なものへ変化しやすい傾向があることがわかった。ただ、類似の傾向は先行研究で指摘されており、新たな発見とはならなかった。しかし、先行研究と一致する成果が得られたことで、今回の研究手法の妥当性が立証されたと思われる。第二に、主観的な形容詞については、時代が下るにつれて単語が一義的になっていったという考察が得られた。これは先行研究にはあまり見られない結果であり、新たな発見の可能性はあるが、研究手法の面に問題がある可能性も否定できないため、その判断のためにはさらなる研究が必要である。

単語の分散表現が単語の意味を完全に表現できているわけではないが、意味を数字で定量的に表現することで、抽象的に意味の変化を捉える可能性が改めて見出された。また、今回は通時的な意味変化について考察したが、同様の手法は他の意味変化にも応用可能である。例えば、隣接した複数の地域での方言の意味の違いのような、同一時期における言語の意味の違いの考察にも利用できると思われる。

5.2. 課題と今後の展望

一方、課題が五点見られた。

一つ目は、今回、現代を除く古文については、独自に Word2vec のモデルを作成したが、現代のモデルとして利用した日本語 Wikipedia エンティティベクトルに比べると、学習に使用したデータの量が少ないため、その精度に問題があることである。このような言語モデルを実用に耐えうるものにするためには、さらに多くの文献をデータとして利用する必要がある。より多くの文献をデータとして利用した研究が望まれる。

二つ目は、Word2vec を利用した学習では、単語が複数の意味を持つとしても、それらをまとめて一つの意味としてベクトルで表現してしまうため、実際の意味を十分に掴めているとは言い難いということである。単語の意味をベクトルで表現する手法は Word2vec 以外にも存在するが、今回は比較的容易に使用できる Word2vec を利用した。今後は単語の多義性なども考慮した単語ベクトルを使用できると、より実態に近い言語の意味変化の考察ができると考えられる。

三つ目は、Word2vec のモデルを作成するために使用した文献の性質が、時代ごとに異なることである。中古・中世においては、物語文学や日記文学、随筆などが中心だが、近世では文学以外の医学書などもある。また、現代の Word2vec のモデルとして利用した日本語 Wikipedia エンティティベクトルは名前の通り、Wikipedia をもととしており、文学作品とは文章の性質が異なると思われる。文献が文学かそうでないかによって、単語の使い方などに差があり、結果が異なる可能性も考えられる。そのため、より厳密な時代ごとの比較を行うためには、文献のジャンルもそろえる必要があると考えた。また、明治時代に言文一致運動が行われたことで、書き言葉が話し言葉に近づけられた。基本的に、近世までの文献は書き言葉（文語体）、現代の文献は話し言葉（口語体）となるため、この違いが結果に影響を与えている可能性も指摘できる。

四つ目に、調査した年代が制限されていることである。10 世紀以前の日本語については散文の資料を一定量入手することが難しく、研究対象に含めなかったため、古代日本語も含めた意味変化を考察することができなかった。また、それ以降の年代についても、より細かく時代を分けて調べることで、より詳細な言語の意味変化を考察できる。

五つ目は、すでに触れた内容ではあるが、主成分分析の寄与率の低さである。本研究では、可視化し、考察を行いやすくするために、主成分分析により単語ベクトルを 2 次元に圧縮したが、その分単語の意味を表す多くの要素が失われてしまった。単語の意味変化の実態により迫っていくためには主成分の数を増やす必要があるが、そうするとデータの読み取りはより困難になる。主成分分析以外の選択肢も含め、新たなより良い研究手法を探ることが求められる。

これらの課題があるため、本研究で得られた結果が正確であるとは断言できない。そのため、本研究の結果や考察と信憑性というのは慎重に検討される必要がある。先行研究とやや整合性がとれない結果も得られたのは、研究手法に問題があったことが原因かもしれない。今後さらなる研究手法の改善が求められる。

また、今回考察した形容詞の意味変化が、実際の社会の変化とどうかかわっているのかといった考察を行うことで、言語変化と社会の変化を結び付けて考えることができる。今後は、研究の精度を上げていくとともに、得られた成果を古典学習など、実用的な用途への応用も模索していきたい。

最後に、単語の分散表現を用いた意味論研究は未だ課題が多いが、それらの課題を克服し、この分野の研究が発展すれば、単語の意味というものに今までよりも一層迫ることができるはずである。単語の分散表現を含めた自然言語処理の技術の登場をきっかけに、言語研究がますます活性化していくことを期待している。

6. 引用文献・参考文献

- [1] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean(2013). Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. ICLR2013
- [2] 倉島節尚(2019) 「中高生からの日本語の歴史」ちくまプリマー新書 p116
- [3] 山本俊英(1955) 「形容詞ク活用・シク活用の意味上の相違について」(『国語学』23集)
- [4] 釘貫亨(2015) 「第3章 古代日本語動詞の歴史的動向から推測される先史日本語」
京都大学文学研究科編「日本語の起源と古代日本語」臨川書店 pp169-171, p196
- [5] 安本真弓(2006) 「中古における形容詞の造語法とその機能－『接頭辞』『名詞』『動詞連用形』に下接する形容詞を中心として－」
- [6] 相田太一他 「単語分散表現の結合学習による単語の意味の通時的変化の分析」
(言語処理学会・26回年次大会・発表論文集・2020)
- [7] 近藤泰弘(2022) 「コラム: 「意味の語形変化」をめぐって」. ことば研究館
(国立国語研究所) <https://kotobaken.jp/digest/11/d-11-11/>(参照日 2023年8月18日)
- [8] 阪倉篤義(1971) 「第一章 語彙史の方法」 阪倉篤義編 「講座国語史 第3巻 語彙史」
大修館書店
- [9] 鈴木正敏(2017) 「日本語 Wikipedia エンティティベクトル」
http://www.cl.ecei.tohoku.ac.jp/~m-suzuki/jawiki_vector/(参照日 2023年11月19日)
- [10] Masaaki Shibata (2010). 「『源氏物語の世界』校訂本文差分」
<http://emptypage.jp/genji/rev/>
- [11] 三島久典 「更級日記 (全文)」
<https://www.asahi-net.or.jp/~kc2h-msm/pbsb/sarasina.htm>
- [12] 荒山慶一(2001) 「太平記・国民文庫本・全巻」 <http://www.kikuchi2.com/sheet/thkm.html>
- [13] 中川聡(2019) 「とはずがたり:後深草院二条」
<https://yatanavi.org/text/towazu/index.html>
- [14] 中川聡(2018) 「烏丸光広本『徒然草』:兼好法師」.
<https://yatanavi.org/text/turezure/index.html>
- [15] 駒澤大学(2001) 「世阿弥『風姿花伝』」
https://www.komazawa-u.ac.jp/~hagi/txt_fushikaden.txt
- [16] 中村学園大学・中村学園大学短期大学部 「養生訓 中村学園大学校訂テキスト」
<https://www.nakamura-u.ac.jp/institute/media/library/kaibara/text03.html#sec02>
- [17] 川平敏文(2017) 「駿台雑話」
<https://www2.lit.kyushu-u.ac.jp/~kawahira/sundaizatu-all.html>
- [18] 上田秋成, 鶴月洋(翻訳)(1959) 「03 校注 雨月物語」『雨月物語』角川文庫、
角川書店. 青空文庫デジタル版.
<https://www.aozora.gr.jp/cards/001271/card60609.html>
- [19] 駒澤大学(2006). 「『仮名手本忠臣蔵』」.
<https://www.komazawa-u.ac.jp/~hagi/n-kanatehontyusingura.pdf>
- [20] University of Virginia Library. 「好色五人女巻一 姿姫路清十郎物語 (Koshoku Gonin Onna)」.
<https://xtf.lib.virginia.edu/xtf/view?docId=Japanese/uvaGenText/tei/IhaGoni.xml;query=&brand=default>

- [21] 上智大学木越研究室. 「上田全集 07 卷_世間妾形氣」.
https://docs.google.com/document/pub?id=1XV0rEY10SGr1DD_rBUEjKp6zICXLY9RI-3A5qJq10Q
- [22] 駒澤大学 (2001). 「寛永版『醒睡笑』」
https://www.komazawa-u.ac.jp/~hagi/txt_seisuisyo.txt
- [23] 上智大学木越研究室. 「上田全集 07 卷_諸道聴耳世間猿」
https://docs.google.com/document/d/1NdL3ZJqpC-rIou6j_HTn1VFskvn2_WwlvHkYYRYwvM/pub
- [24] 上智大学木越研究室 「おくのほそ道_おくのほそ道」
https://docs.google.com/document/u/0/d/182qyo2Rsu0_mpPGch5SKbUH7qxyHK11PQS67tvN6REw/pub?pli=1
- [25] 堤 智昭, 小木曾 智信 (2023) 「複数の UniDic 辞書による形態素解析支援ツール『Web 茶まめ』の実装と運用」, 情報処理学会, Vol. 64, No. 3, pp. 749-757.
<http://doi.org/10.20729/00225271>
- [26] 小木曾 智信, 小町 守, 松本 裕治: 「歴史的日本語資料を対象とした形態素解析」, 自然言語処理, Vol. 20, No. 5, pp. 727-748 (2013).
- [27] MeCab: Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer
<https://taku910.github.io/mecab/>
- [28] Radim Řehůřek(2009) 「Gensim:Topic modelling for humans」
<https://radimrehurek.com/gensim/> (参照日 2023 年 11 月 19 日)
- [29] 池上尚 「第八章 語彙の変化」 飛田良文・佐藤武義一編集代表 石井正彦一編
シリーズ<日本語の語彙 1>1 語彙の原理—先人たちが切り開いた言葉の妖野— 朝倉書店
- [30] 玉村文雄 (1975) 「語彙論からみた形容詞」
- [31] 村田菜穂子, 前川武 国際研究論叢 : 大阪国際大学紀要(2022)内収録 形容詞・形容動詞
の歴史的変遷 —上代から中古、そして中古から中世へ—
- [32] 周菁(2016) 「明治以降の漢語形容動詞の発達について」
- [33] 小田里央菜 「衣装から見た色彩—三つの時代の色彩と身分—」 vt022-4. pdf
(keiwa-c.ac.jp) (参照日 2024 年 7 月 11 日)
- [34] 政府広報オンライン 「自然の移ろいを表す「かさねの色目」」 https://www.govonline.go.jp/eng/publicity/book/hlj/html/202010/202010_06_jp.html
(参照日 2024 年 7 月 18 日)
- [35] 「山吹①|日本服飾史」 <https://costume.iz2.or.jp/color/540.html>
(参照日 2024 年 7 月 18 日)

ため池が周辺地域の気温と WBGT に及ぼす影響

小林 菜央華 上川 瑠奈 本家 茉桜

要旨

ため池が池周辺地域の暑熱環境に及ぼす影響について領域気象モデルを用いた数値シミュレーションにより調べた。2022年8月1日、2日における四ツ池（姫路市苫編、堤長110m）を対象とした先行研究では、気象モデルにおける土地利用を池（水域）から住宅地に変更した場合、池周辺地域において0.5～0.9℃の気温上昇があったこと、すなわち池があることで0.5～0.9℃の気温抑制効果があることが示された。本研究では、池の大きさによる気温抑制効果の違いと池の有無による体感温度の変化について研究した。長池（神崎郡福崎、堤長120m）を中心とした地域を対象とした数値シミュレーションを行った結果、風がため池の上を通る距離が長いほど気温抑制効果は大きくなること、気温抑制効果が大きい条件ではWBGT値が小さくなることを解明した。

キーワード

地球温暖化 ため池 気温抑制効果 WBGT シミュレーション

1. 研究背景

1.1 研究背景

近年、地球温暖化が進んでいるというニュースをよく耳にする。私たちが住む兵庫県も、県内各地の年平均気温が長期的に上昇している。この問題を私たちの身近なものから少しでも解決できないかと考えていた時に、同校の先輩による発表を聞いた。ため池という私たちにとって身近な存在のものに気温抑制効果があるということを知り、感銘を受けた。そして、新しい視点からその先行研究をより深めたいと考え、研究を始めた。

1.2 先行研究

四ツ池（姫路市苫編、堤長110m）を対象とした兵庫県立姫路西高校76回生による研究「ため池が周辺地域の暑熱環境に及ぼす効果」では、気象モデルにおける土地利用を池（水域）から住宅地に変更した場合、池周辺地域において0.5～0.9℃の気温上昇があったこと、すなわち池があることで0.5～0.9℃の気温抑制効果があることが示された。

2. 研究目的・意義

ため池による高温化抑制、体感温度低下の効果を数値で示すことによって、近年埋め立てが進んでいるため池を守ること、ため池が周辺地域の高温化抑制の効果を解明し、SDGsに貢献することを意義とする。

3. 研究方法

3.1 研究対象地域

長池（堤長 120m）と長池周辺にある 7 つの池（計 8 つ、神崎郡福崎）



図 1 100 万分の 1 の地図



図 2 5 万分の 1 の地図

3.2 研究対象期間

2022 年 8 月 2 日 午前 7 時から午後 7 時

気温が高く、降水量が 0.0 で、日射量が高かったためこの期間に決定した。降水量が 0.0 で日射量が多いことにより雲の影響を無視して考えることができると考えた。

3.3 研究方法

3.3.1 たため池の大きさによる気温抑制効果の違い

- (1) 領域気象モデルを用いた気象シミュレーションにより、対象の池を住宅地に変更した場合の気温を調べる。
- (2) シミュレーションの精度を確認したあと、10 分間隔で対象期間の時間平均を算出し、メッシュマップを作る。

$$\frac{\sum_{t=7:00}^{t=19:00} T}{n} - \frac{\sum_{t=7:00}^{t=19:00} T_u}{n}$$

※T = 池があるときの気温

T_u = 池を住宅地に変えたときの気温

N = 73 (データ数 (10 分毎のデータ))

3.3.2 たため池の有無による WBGT 値の違い

- (1) 領域気象モデルを用いた気象シミュレーションにより、対象の池を住宅地に変更した場合の WBGT を調べる。

(2) シミュレーションの精度を確認したあと、10分間隔で対象期間の時間平均を算出し、メッシュマップを作る。

$$\frac{\sum_{i=7:00}^{t=19:00} W}{n} - \frac{\sum_{i=7:00}^{t=19:00} W_u}{n}$$

※W = 池があるときの WBGT 値

W_u = 池を住宅地に変えたときの WBGT 値

N = 73 (データ数 (10分毎のデータ))

3.4 WBGT 値について

WBGT (湿球黒球温度、暑さ指数)とは、湿度、日射・輻射、気温を取り入れた指標で、体感的な暑さを示し熱中症を予防することを目的としている。単位は気温と同じ摂氏度(°C)で示されるが、その値は気温とは異なる。本来は、黒球温度、湿球温度、乾球温度をもとに算出される。今回はWBGTを気象庁のデータから算出するため、以下の式を使用する。(※参考文献4)

$$WBGT = 0.735 \times Ta + 0.0374 \times RH + 0.00292 \times Ta \times RH + 7.619 \times SR - 4.557 \times SR^2 - 0.572 \times WS - 4.064$$

※Ta ; 気温(°C), RH ; 相対湿度(%), SR ; 全天日射量(kW/m²), WS ; 平均風速(m/s)

4. 結果・考察

4.1 ため池の大きさによる気温抑制効果の違い

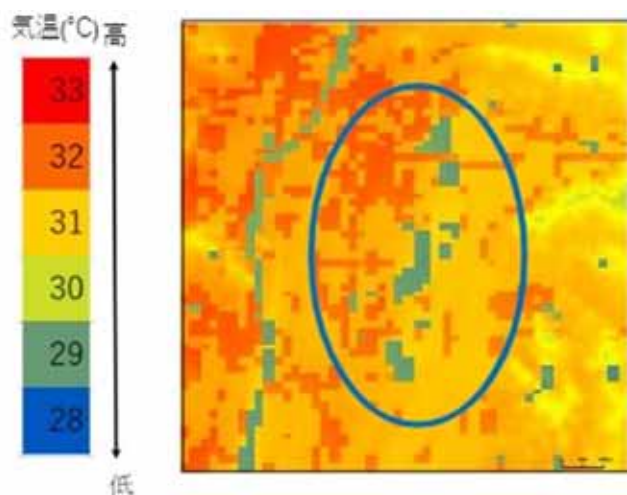


図3 池がある場合の対象地域の気温のメッシュマップ

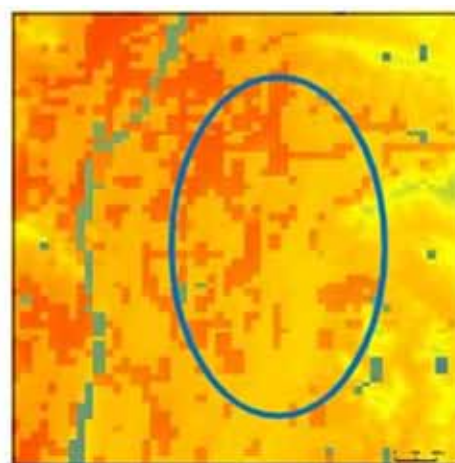


図4 宅地化した場合の対象地域の気温のメッシュマップ

図3、図4より、青の丸で囲った池がある地域では、池やその周辺が黄色になっているが、宅地化した場合はオレンジ色になっている。(左側にある黄色の線は市川を表す。)

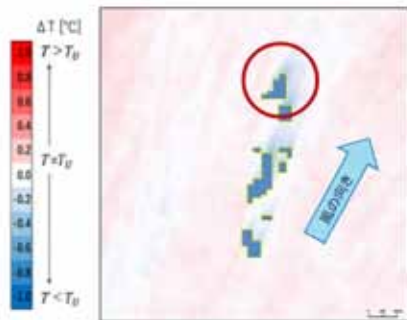


図 5

池がある場合と宅地化した場合の
気温の差（全体）

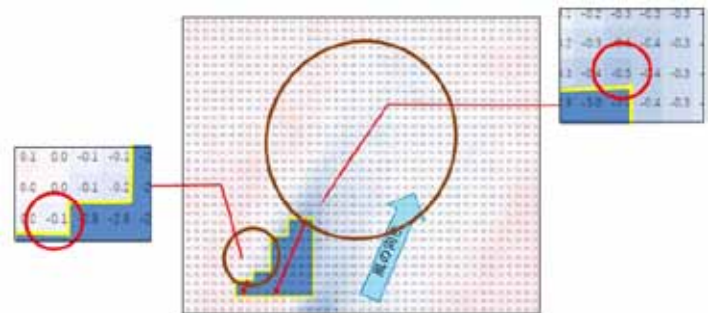


図 6

池がある場合と宅地化した場合の
気温の差（一部）

図 5 は、池がある場合と宅地化した場合の気温の差を示したメッシュマップである。グラフの色が濃い青色に近づくほど、池がある場合より宅地化した場合の気温が高い、すなわちため池による気温抑制効果が大いということの意味する。このとき風は南西（図 6 中の矢印）の向きから吹いていることから、風の向きに気温抑制効果があることが分かる。さらに、池の大きさが大きいほど気温が大きく下がることを読み取ることができる。しかし、詳しく見てみると、1つの池でも地点によって下がる気温の大きさに差が見られた。図 6 は、図 5 の赤の丸で囲った池のみを拡大したものである、このメッシュマップより、風が通る池の距離が短い地点（約 100m）では 0.1～0.2℃気温が下がっているのに対し、風が通る池の距離が長い地点（約 500m）では 0.4～0.5℃気温が下がっている。

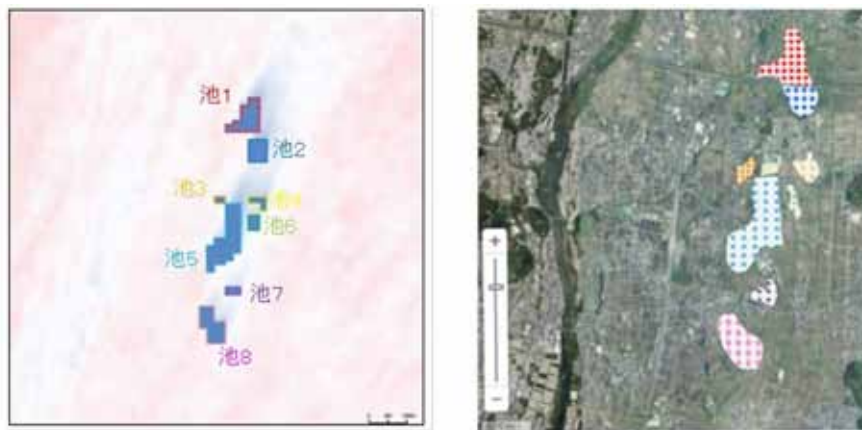


図 7 池の色分け

8つの池それぞれが及ぼす影響について調べるために8つの池をそれぞれ色分けし、風が通る池の長さとして気温差をそれぞれ調べ、散布図に表した。

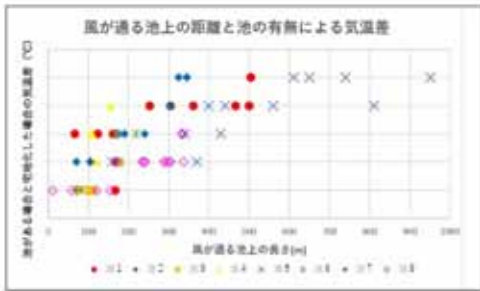


図 8

風が通る池上の距離と
池の有無による気温差の相関

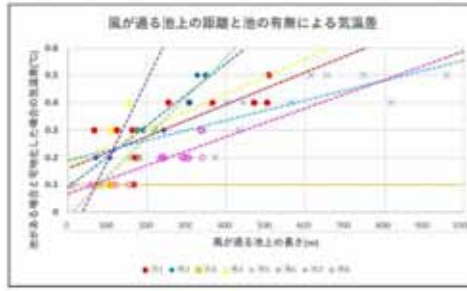


図 9

風が通る池上の距離と
池の有無による気温差の相関（傾きあり）

以上より、ため池による気温抑制効果は池の面積ではなく風が通る池の距離と関係していて、風が通る池の距離が長ければ長いほど気温抑制効果の及ぶ範囲が大きく、気温も大きく下がるといふこと、風下側に池がある場合、風上側の池は風下側の池の影響を受け、高温化抑制効果が大きくなることが明らかになった。

4.2 ため池の有無による WBGT 値の違い

気温抑制効果に風が大きさ影響を及ぼしていたことから、風の有無で体感温度も変化するのではないかと思い、体感温度の違いの研究をすることにした。今回、体感温度を WBGT 値で表すこととする。

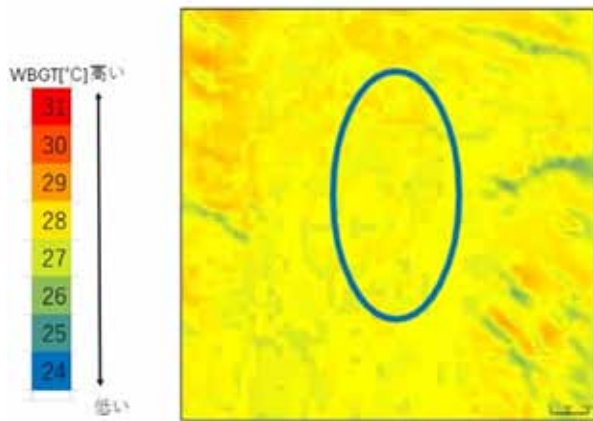


図 10 池がある場合の対象地域の
WBGT のメッシュマップ

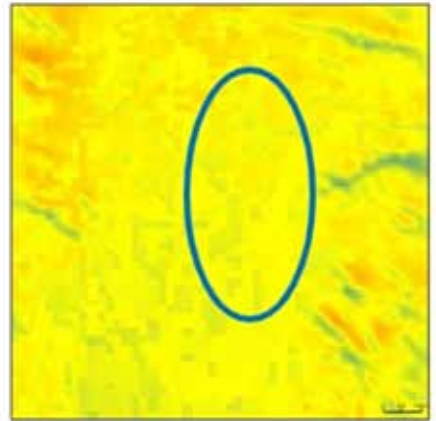


図 11 宅地化した場合の対象地域の
WBGT のメッシュマップ

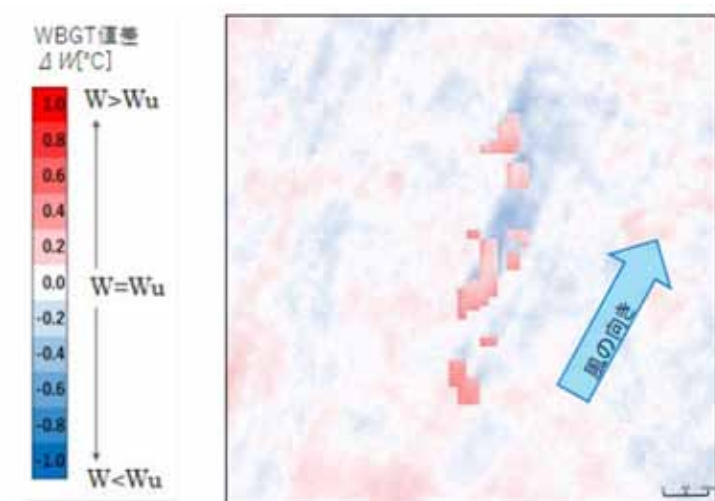


図 12 池がある場合と宅地化した場合の WBGT の差

図 9, 10, 11 より、ため池があることにより風向き方向に WBGT 値抑制効果が見られた。気温、湿度、全天日射量、風速のそれぞれが WBGT に及ぼす影響について考察した。各メッシュマップの係数は 3, 4WBGT 値についての WBGT 算出式を参考としている。
 ※以下のメッシュマップの値の色分けの範囲は図 12 と同じである。

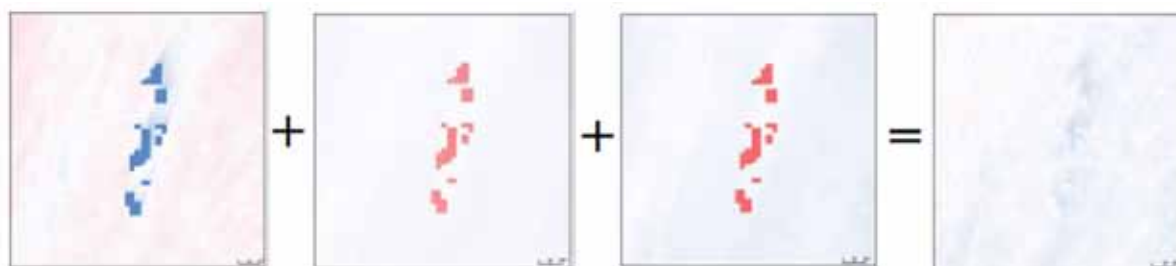


図 13

「 $0.735 \times \text{気温}$ 」

図 14

「 $0.0374 \times \text{湿度}$ 」

図 15

「 $0.00292 \times \text{気温} \times \text{湿度}$ 」

図 16

図 13~15 の値を
足したメッシュマップ

図 13~16 より、気温の影響が湿度の影響によって打ち消されたと考察した。

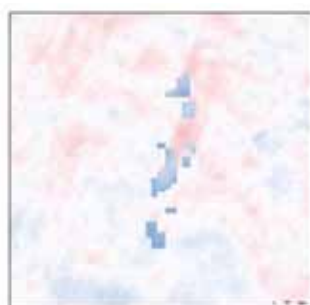


図 17 「 $0.572 \times \text{風速}$ 」のメッシュマップ

図 17 が図 11 とほとんど一致したことから、WBGT は風速によって決まると結論づけた。

5. 結論及び今後の展望

5.1 結論

ため池による気温抑制、体感気温低下の効果を数値化することにより、池の上を風が通る距離が長いほど気温抑制効果が大きくなり、及ぼし範囲も広くなること、池の風下側に池がある場合、その影響を受けて風上側にある池が及ぼす気温抑制効果は大きくなること、池は風速の影響による WBGT 値抑制効果もることの3つが明らかになった。ため池を守ることは SDGs の 13 番「気候変動に具体的な対策を」に貢献しており、ため池の気温抑制や体感温度低下の効果は SDGs の 11 番「住み続けられる街づくりを」に有効的である。ため池周辺に街を作る場合、風の向きや風速に考慮した街づくりをすることでより過ごしやすい街になると考察した。現在、田畑の減少に伴いため池の埋め立てが進んでいる。だが、ため池は周辺地域の気温、WBGT 値を抑制する点において、地球にとっても人間にとってもやさしい環境を作っている。よって、私たちはため池を守り続けなければならない。

5.2 今後の展望

- (1) 風が通る池上の距離と WBGT の関係性
- (2) 夏以外の季節での結果の相違

6. 謝辞

本研究は、兵庫県立大学環境人間学部の奥勇一郎先生からシミュレーションのデータや多くの助言をいただきました。心からお礼申し上げます。

7. 参考文献

1. 厚さ指数 (WBGT) について 環境省熱中症予防情報サイト
https://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php
2. 過去の気象データ検索 気象庁
<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>
3. 地理院地図
<https://maps.gsi.go.jp/>
4. 通常観測気象要素を用いた WBGT の推定 小野雅司, 登内道彦
https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikisho/50/4/50_147/_pdf
5. 姫路西高校 76 回生による先行研究「ため池が周辺地域の暑熱環境に及ぼす影響」

アフターコロナに向けた兵庫県観光振興のための施策の提案

都築 晴久 藤田 雄太

要旨

新型コロナウイルスの流行が落ち着きを見せ始めた昨今、訪れた観光客をリピーターとし、今後の観光業興隆に弾みをつけることは喫緊の課題である。本研究では、オープンデータを用いた独自の都道府県評価指標を使用することによって、各都道府県の観光的魅力度及びその中で兵庫県の強みと弱みを分析し、新たな観光施策「点・線・面で作る！ バスを利用した兵庫観光プロモーション計画」を提案する。

キーワード

観光業 兵庫県 指標 バス

しばらくコロナ禍以前の水準には戻っていなかった。しかしながら、最新（令和4年度）の統計では観光客入込数が1億1000万人を超えており、今後もアフターコロナの時代において急速に需要が回復していくことが予想されている。そんな中で、各地方自治体は今までのような「いち早く観光客を回復させるような観光支援体制の整備」から方針を転換し、「今後やってくる観光客、特にインバウンドのリピーター率を高められる地域づくり」を行っていく必要がある。前者は兵庫県で例を挙げると「ひょうごを旅しようキャンペーン」などがそれにあたるが、後者については未だ大きな施策がなされていない。今後さらに増えていく宿泊客やインバウンドを想定し、早急に県としての方向性を示す必要がある。

1. 研究背景

1.1 観光業の復興

2020年来の新型コロナウイルス流行により、世界中の観光産業が低迷の一途を辿っていたことは改めて言うまでもない。もちろん兵庫県もその例外ではなく、令和元年度に1億3600万人を超えていた観光入込客数は、翌年度には約7500万人さらにその翌年度には約8400万人と、

1.2 兵庫県の観光課題

兵庫県の観光はコロナ以前からも課題を抱えていた。まずは、旅行消費単価が全国平均以下であることだ（図1）。この原因はいくつか考えられるが、主なものとして長期滞在する人の割合が少ないということが挙げられる。滞在する期間が長ければ長いほど、宿泊費や食費などその地域での消費額も大きくなると推定できるからだ。実際に、人口に対する宿泊客割合が高い北海道や沖縄県、石川県においては、旅行消費単価も高くなっている。また、兵庫県では観光客の中

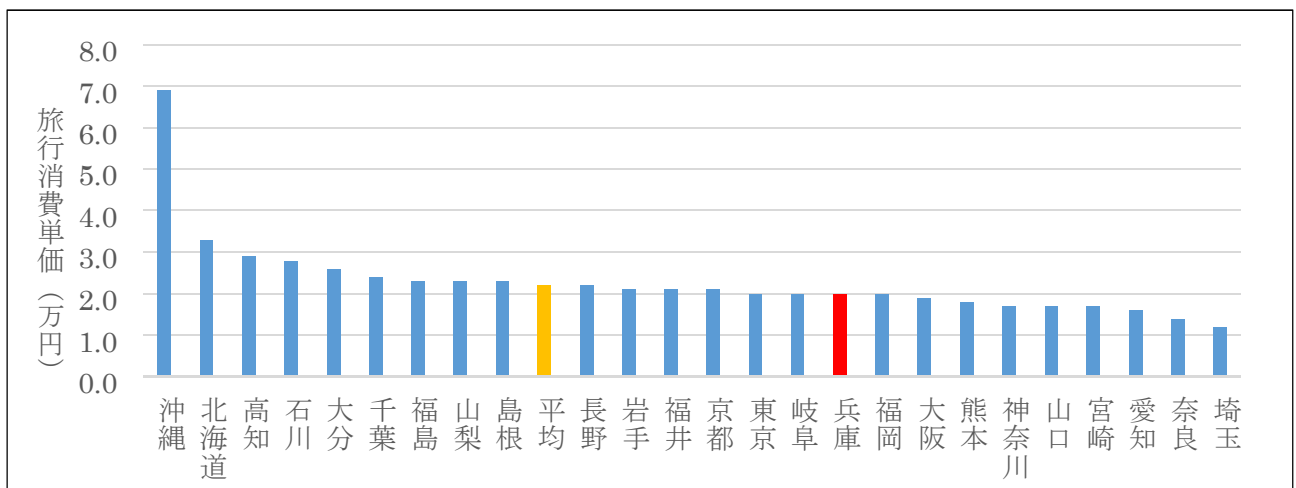


図1 都道府県別旅行消費単価（一部抜粋）

での若者の割合も低い傾向にある。その他にも、遠方からの観光客が少なく、近畿圏からの観光客が多いなどの課題も抱えており、私たちはこれらの課題の解決が、兵庫県のさらなる観光振興につながるのではないかと考えている。

2. 研究目的・意義

この研究の目的は、上に挙げた課題を解決するため、独自の指標を用いたデータ分析を行い兵庫県に観光施策を提案することである。さまざまなデータを用い、それらを客観的な手法で分析することで、多角的な視点からの施策を可能にした。

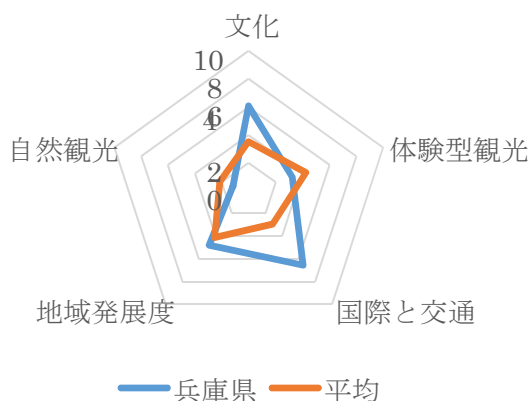
3. 研究方法

3.1 データセットについて

この分析では、各都道府県の観光分野における魅力度を評価する。まず、e-Stat や各種官公庁のオープンデータから観光に関するデータを収集し、クラスタリングの結果をもとに「文化」「体験型観光」「国際と交通」「地域発展度」「自然観光」の五つに分類した。データは、新型コロナウイルス流行の影響を排除するために2015～2020年のものを収集しているが、世界遺産数など年月を経て追加されていくものは最新のものを使用している。

表1 各グループで使用したデータ

文化	世界文化遺産数 文化芸術創造都市数 国宝・重要文化財数史跡数 名勝数伝統工芸品数
体験型観光	博物館・美術館数 宿泊旅行客割合 温泉を目的とする旅行者割合食 を目的とした旅行者割合アクテ ィビティ件数 飲食店数 宿泊業・飲食業従事者数
国際と交通	着陸する飛行機数 鉄道総延長レンタカー保有台数 外国人人口 MICE 開催件数
地域発展度	高速道路総延長新幹線駅数 キャッシュレス普及店舗割合 昼夜間人口比率警察官数
自然観光	世界自然遺産数 国立公園の面積割合 自然環境保全地域の面積割合 観光資源密集度天然記念物数



兵庫県のスコア			
文化	6.08 (全体 6 位)	体験型観光	3.22 (全体 34 位)
国際と交通	6.55 (全体 6 位)	地域発展度	4.76 (全体 18 位)
自然観光	1.16 (全体 35 位)		

4. 結果・考察

以上の手順によって算出された各都道府県のスコアを k-means 法を用いて5つのクラスターにクラスタリングしたところ、兵庫県は「都市部クラスター」「文化発展クラスター」「独自観光地クラスター」「東京周縁部クラスター」「一般都道府県クラスター」のうち「都市部クラスター」に属していることが分かった。同じクラスターに属する都道府県には、東京都、京都府、大阪府、愛知県、福岡県がある。このクラスターの特徴は、古くからの文化が多く残っており、都市として発展しているがゆえに交通インフラも整備されているが、アクティビティ体験や自然との触れ合いなど「体で感じる観光」の分野が比較的弱いということである。しかしながら、兵庫県には有馬温泉、城崎温泉など日本全国でも高い人気を誇る温泉や、六甲山や竹田城跡など雄大な自然も存在している。そこで私たちは、兵庫県の自然・体験型観光資源が少ないのではなく、兵庫県がその資源を生かし切れていないのではないかと考え、今ある観光資源を生かすための施策を考案した。

4. 結論および今後の展望

4.1 観光プラン

以上の結果から、私たちは「点・線・面で作る！バスを利用した兵庫観光プロモーション計画」を提案する。この施策は、兵庫県を東西南北につなぐ基幹道路を活用したものだ。バスを使うことのメリットは3つある。1つ目はそれぞれの観光客が自家用車を使うよりも二酸化炭素排出量を削減でき SGDの達成につながることで、2つ目は夏休みや正月など旅行のシーズン

でも車の量が減ることで渋滞が起りにくくなること、3つ目は赤字経営が多いバス事業者の収益が増加することだ。また、兵庫県の基幹道路は整備されているもののその活用がいまだ見つかっていないという課題もあり、この施策が基幹道路のよりよい活用につながるのではないかと期待もある。

4.1 「点」の観光

「点」の観光は、県内または近隣都道府県に住む高齢者をメインターゲットとした自然観光プランである。兵庫県の高齢化率は 29.3% であり、少子高齢化が進む昨今ではさらなる上昇が見込まれている。そのため、高齢者のニーズを満たすような観光プランが必要であると考案した私たちは、50~60代において人気の高い自然観光に注目し、兵庫県の豊かな自然を生かした観光プランを考案した。ここでは、淡路島の渦潮を主とした観光ルートを例として挙げる。

淡路島南部の沿岸には、クルーズ船の上から鳴門海峡の渦潮をみることができ「うずしおクルーズ」というイベントがある。世界と比較しても巨大な、非常に迫力のある渦潮である。このクルーズの乗船客をより増やすためには、まず淡路までの交通手段が必要である。そこで、神戸・三宮と淡路島北部・南部とを繋ぐシャトルバスを開設する。平日は運賃を割引するなどすれば、より高齢者の需要も増すだろう。また、淡路島には既に島内を周遊するシャトルバスが運行しており、乗船後はそれらを利用して淡路島のグルメ、市場、温泉などを堪能することが出来る。一つ、鍵となるバスを開通させることで、淡路島全体の地域活性化につながるのではないだろうか。

兵庫県には他にも多様な自然観光資源があり、それらの活用には誰もが利用できる交通手段の存在が必須であると私たちは考える。そこで、免許返納後の高齢者でも利用でき、安価でシニア割、平日割などの割引を適用しやすいバスの利用こそが、高齢者の観光需要を満たす良い方法の一つではないだろうか。

4.3 「線」の観光

「線」の観光は、西日本在住の若者を対象とした体験型観光重視の観光プランである。観光客に占める若者の割合が低いことは兵庫県の以前からの課題であるため、ここでは基幹道路を活用し、五感で感じるアグレッシブなプランを提案する。城崎温泉、有馬温泉という兵庫の南北に位置する人気温泉を使った例を挙げよう。

兵庫県の面積は広く、同じ県の中でも移動に時間がかかるため、最近まで一般的に兵庫県全体を観光するような人はそれほど多くなかった。しかし、ここ数年で基幹道路は大きく整備され、神戸市から城崎温泉まで車で 2~3 時間で移動することが出来るようになった。そのため、一度の旅行で兵庫県の南北にある観光スポットを両方楽しむことも難しくはなくなってきているのだ。そこで、城崎・有馬温泉をバスでつなぎ、数日間この両温泉の外湯に入り放題になる「ひょうご温泉巡りパス」などを発行すれば、観光客は 2 地点で大きく異なる文化やグルメ、周辺の観光施設も楽しみながら、両温泉を満喫することが出来る。付近にはそれぞれ特急駅や空港があるため、他県からの来訪の敷居も低いほか、バスを主な移動手段とすれば自家用車で来る必要もない。また、秋には神戸の六甲山で紅葉狩りを楽しみ、冬には日本海側でスキーを楽しむなど季節によって違った楽しみ方が可能なほか、若者に人気なマリンスポーツ・ウィンタースポーツもすることが可能である。線のつなぎ方によって観光ルートが無数に生み出せることが、このプランの魅力だ。

4.4 「面」の観光

「面」の観光は、「線」の観光を延長したもので、日本各地の様々な世代とインバウンドを対象としている。主に宿泊割合と旅行消費単価の上昇が目的で、兵庫県の多様な文化と環境を余すところなく活用した魅力あふれるプランとなった。

私たちがここで提案するのは、「長期休みなど限定的に兵庫の主要都市をつないだ県内長距離バスの運行を行う」ことである。兵庫県は人口、面積ともに国内上位に位置しており、観光資源や宿泊施設が多く、長期滞在に向いた都道府県であると言える。そこで、旅行シーズンに各都市間の移動を容易にすれば、都市間移動で連泊を促し、かつ観光客一人当たりの単価も高めることが出来るのではないだろうか。兵庫県は「五国」と称されるほど多様な環境が持ち味であり、同じ県の中でも全く異なる体験をすることが出来る。また、比較的観光客の少ない兵庫県中部では、

近年パラグライダーやリアルサバイバルゲームなど広大な敷地を活かしたアクティビティに力を入れており、バス利用がこれらの参加者増加にもつながるのではないかと考える。基幹道路の拡大はこれからも進められていく予定であり、さらなる観光ルートの増加も見込まれる。

5. 引用文献・参考文献

「兵庫再生計画」兵庫県立姫路西高等学校 76 回生 チーム「ちょーおんぱ！」

「Google Colaboratory」

<https://colab.research.google.com/?hl=ja>

「scikit-learn でクラスタ分析 (K-means 法)」

<https://pythondatascience.plavox.info/scikitlearn/%E3%82%AF%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%82%BF%E5%88%86%E6%9E%90-kmeans>

「旅行年報-日本交通公社」

<https://www.jtb.or.jp/research/statistics/tourist/>

「E-STAT 政府統計の総合窓口」

<https://www.e-stat.go.jp/>

「文化芸術創造都市-文化庁」

https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunka_gyousei/chiho/creative_city/

「国指定文化財等データベース」

<https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/index>

「伝統工芸品指定品目一覧[都道府県別]」

<https://www.meti.go.jp/press/2022/11/20221116001/20221116001-2.pdf>

「ACTIVITY JAPAN」

<https://activityjapan.com/>

「共通基準による観光入込客統計」

<https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/tokei/irikomi.html>

「JTBF 旅行者調査-日本交通公社」

<https://www.jtb.or.jp/research/statistics/tourist/>

「空港管理状況調書-国土交通省」
https://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000185.html 「うずしおクルーズ」

<https://www.uzu-shio.com/>
「抜群の交通アクセスと物流インフラ-ひょうご・神戸投資サポートセンター」

<https://hyogo-kobe.jp/his/tokusei4-2/>
「都道府県データランキング」

<https://uub.jp/pdr/>
「運輸支局別レンタカー車両数について-日本レンタカー協会」

<https://www.rentacar.or.jp/about/archives>
「国内都市別 国際会議開催件数 一覧表-日本政府観光局」

[https://mice.jnto.go.jp/assets/doc/survey-statistical-](https://mice.jnto.go.jp/assets/doc/survey-statistical-data/cv_tokei_2021_shiyohen1_1.pdf)
[data/cv_tokei_2021_shiyohen1_1.pdf](https://mice.jnto.go.jp/assets/doc/survey-statistical-data/cv_tokei_2021_shiyohen1_1.pdf)

「道路統計年報 2022-国土交通省」
[https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-](https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokeinen/index.html)
[data/tokeinen/index.html](https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokeinen/index.html)

「キャッシュレスデータ集-経済産業省」
[https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_s-](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/cashless/cashless_data/index.html)
[ervi ce/cashless/cashless_data/index.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/cashless/cashless_data/index.html)

「観光資源台帳」
<https://tabi.jtb.or.jp/>

「自然保護各種データ一覧-環境省」
<https://www.env.go.jp/park/doc/data.html>

「旅行・観光消費動向調査」
[https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/to-](https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/shouhidoukou.html)
[ukei/ shouhidoukou.html](https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/shouhidoukou.html)

「ひょうご新観光戦略」
[https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryak-](https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryaku/doc/uments/senryaku.html)
[u/doc uments/senryaku.html](https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryaku/doc/uments/senryaku.html)

「兵庫観光の現状と課題について」
[https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryak-](https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryaku/doc/uments/documents/4-siryou2.pdf)
[u/doc uments/documents/4-siryou2.pdf](https://web.pref.hyogo.lg.jp/sr16/senryaku/doc/uments/documents/4-siryou2.pdf)

「兵庫県観光関連産業総生産（観光 GDP）」

[https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk11/kankoug-](https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk11/kankougdp.html)
[dp.html](https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk11/kankougdp.html)

「高齢者保健福祉関係資料」
[https://web.pref.hyogo.lg.jp/kf02/hw07_00-](https://web.pref.hyogo.lg.jp/kf02/hw07_00000012.html)
[0000012.html](https://web.pref.hyogo.lg.jp/kf02/hw07_00000012.html)

スクラブの代用品についての研究

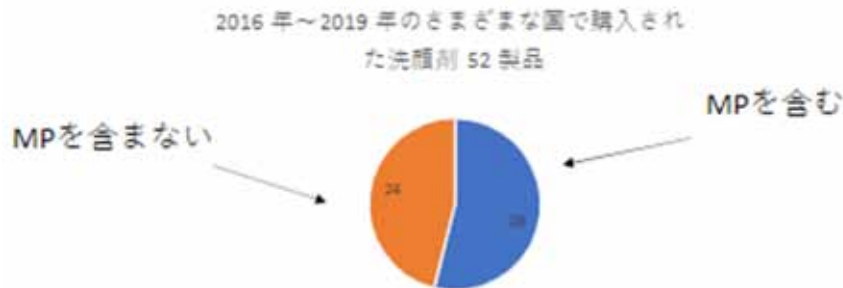
泉原 壮汰 湯浅 元晴 鈴木 崇平

1. 研究背景

プラスチックは、自然界では分解されないことが問題点の1つである。大きさが5mmサイズ以下のプラスチックを、特にマイクロプラスチックという。マイクロプラスチックには一次と二次に分かれる。一次は、製品の原料に含まれるプラスチックであり、二次は、環境中に流れ出たプラスチックが外的要因（特に紫外線や力）によって徐々に劣化、崩壊し、小さくなったものである。今回は、一次マイクロプラスチックに注目した。生活関連の商品のうち、洗顔料や歯磨き粉に含まれることのあるスクラブは、0.5mm以下の小さなビーズ状のマイクロプラスチックであり、それらを使用後は、下水処理を通り抜けて海に流出し、生態系の食物連鎖に影響を及ぼしている。このため、マイクロプラスチックを減らすための代用品の開発に取り組むことにした。

2. 研究意義・目的

2017年では一次マイクロプラスチックの排出量は、世界のプラスチック排出量の15%に当たる150万トンである。この研究により、マイクロプラスチックの排出量を減らし、特に海洋の生態系の保護につなげることができる。次にスクラブとして使われるマイクロプラスチックの現状について述べる。先行研究により、現在、世界各国でマイクロプラスチックに関する規制が行われているが、いまだに使用されている商品が多く、特に、洗顔剤や歯磨き粉、化粧品に含まれる。下図のように、MP（マイクロプラスチック）を含んでいる洗顔剤は世界各国で使われている52製品中、半分以上の28製品であるというデータがある。



3. 研究方法

今回、スクラブの代用品の候補として、コーヒー豆、アボガドの種、アーモンド、食塩、マイクロプラスチックを選び、以下の実験を行った。スクラブの洗浄効果を測定するために、汚れのモデルとして黒の油性ペンを使い、スクラブを使用する前後の状態について、色の変化(指定した原色の割合など)を分析することによって調べた。具体的には、次の①～⑥の操作を3回行い、その平均値を求めた。

- ① スクラブの代用品を、乳鉢等を用いて、それぞれ 3mm 程度以下の大きさに潰す。
- ② 腕に黒色の油性ペンで、2cm×2cm の正方形を描く。(汚れの再現)
- ③ 色抽出アプリ (色とりどり) を使い、最初の黒色の油性ペンの色を調べる。
色とりどりは、画像の色をデータ分析し、色を判定するアプリであり、無料で利用できる。
使われている色の種類や割合などが分かる。
- ④ 油性ペンの正方形を少量の水で濡らし、①で潰した粒を 15 粒取り、指で 30 秒間こする。
- ⑤ 色とりどりをを使って、こすった後の色を調べる。
- ⑥ 独自に定めた黒色油性ペンの原色(本来の色)の割合がどれくらい減っているのかを調べる。


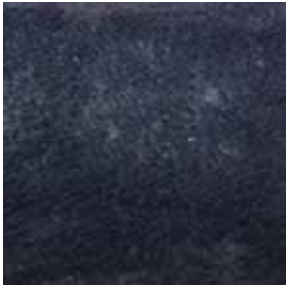
黒色の油性ペンの原色(本来の色)の決定するために、濃色であり、色の系統が無彩か青系である次の 5 色を、黒色油性ペンの原色とした。スクラブ使用後に、5 色の割合がより小さくなっているものほど、黒色油性ペンの汚れを落としており、洗浄能力があると判断した。







以下は黒色の油性ペンの原色とした 5 色である。



6 桁の数字はカラーコードとよばれる。光の三原色のそれぞれの強度を表す。具体的には、最初の 2 桁は赤色、中の 2 桁は青色、後ろ 2 桁は緑色の光の強さを表す。2 桁の英数字は 16 進数になっており、各色について 256 段階の強さを表す。

4. 結果・考察

<p>①洗浄をしていない油性ペンのみの状態 5 原色の割合：96%</p> 	<p>②スクラブをつけずに水のみで洗浄した状態 5 原色の割合：93%</p> 
---	--

<p>③コーヒー豆 (大きさ 3 mm) 5 原色の割合 : 32%</p> 	<p>④アボカドの種 (大) (大きさ 3 mm) 5 原色の割合 : 36%</p> 
<p>⑤アボカドの種 (小) (大きさ 1.5 mm) 5 原色の割合 : 80%</p> 	<p>⑥アーモンド (大きさ 3 mm) 5 原色の割合 : 27%</p> 
<p>⑦食塩 (大きさ 0.5 mm) 5 原色の割合 : 82%</p> 	<p>⑧プラスチックスクラブ (大きさ 2 mm) 5 原色の割合 : 30%</p> 

素材が統一されている、④アボカドの種(大)と、⑤アボカドの種(小)の結果を比較した。

④アボカドの種(大) 大きさ : 3mm

カラーコード	202020	202040	204040	404040	404060
割合 (%)	0.0	1.4	3.0	12.2	19.0

5 原色の割合 : 36%

⑤アボカドの種(小) 大きさ : 1.5mm

カラーコード	202020	202040	204040	404040	404060
割合 (%)	2.8	13.4	16.6	28.9	18.6

5 原色の割合 : 80%

この結果から、スクラブの大きさが 3mm のときは、1.5mm のときよりも 2 倍以上洗浄能力が高いことが分かった。

次に、大きさが 3mm に統一されている③コーヒー豆、④アボカドの種(大)、⑥アーモンドの結果を比較した。④のデータは上に示してある。

③コーヒー豆

カラーコード	202020	202040	204040	404040	404060
割合 (%)	2.1	4.0	4.9	15.2	5.7

5 原色の割合：32%

⑥アーモンド

カラーコード	202020	202040	204040	404040	404060
割合 (%)	5.2	0.0	2.3	15	4.7

5 原色の割合：27%

この 3 つの結果から、アーモンドがコーヒー豆やアボカドの種よりも洗浄能力が高いことが分かった。

5. 結論および今後の展望

結果から、粒の大きさが、他と比べて小さいアボカドの種(小)と食塩については、他の素材と比べて汚れの落ち具合が小さいこと、アーモンドが、他のスクラブと比較して汚れの落ち具合が大きいことが分かった。これらのことから、スクラブの適性には粒の大きさが深く関係しており、アーモンドには、含まれる油も影響していると考えた。今回は、スクラブのもつ複数の要素について、十分に検討ができなかった。今後は、「アーモンドのような油を含む食材がスクラブの適性が高い」「大きいスクラブの方がより汚れが取れる」という二つの仮説について調べていきたい。

6. 引用文献・参考文献

- ・ 兼廣春之「洗顔料や歯磨き粉に含まれるマイクロプラスチック問題」
<https://www.env.go.jp/content/900542809.pdf> (参照日 2024 年 1 月 26 日)
- ・ 色探求人「カラー成分測定(色とりどり)」配色の見本帳
<https://ironodata.info/extraction/irotoridori.php> (参照日 2024 年 1 月 26 日)
- ・ 浜田博一、梶原泰、有沢正俊「皮膚洗浄における物理洗浄粒子の機能と設計」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sccj1979/30/1/30_1_47/pdf
(参照日 2024 年 1 月 26 日)
- ・ Khattiya OUNJAI「洗顔剤中のスクラブ剤に使用される 1 次マイクロプラスチックに関する研究」京都大学 大学院 地球環境学童・学舎
[Khattiya-OUNJAI_J.pdf\(kyoto-u.ac.jp\)](https://www.kyoto-u.ac.jp/~khattiya-OUNJAI_J.pdf) (参照日 2024 年 1 月 26 日)
- ・ 日本自然保護協会「レジ袋有料化でも海洋プラスチックの問題は解決されない理由」
<https://www.nacsj.or.jp/2020/09/21731> (参照日 2024 年 2 月 2 日)

カタツムリの殻における防汚効果について

南 咲妃

要旨

カタツムリの殻がもつ防汚構造のインク汚れへの効果を調査した。また似た構造を持つ素材やカタツムリ間で異なる構造をもつものを用いて、インク汚れに対してより高い効果を発揮する素材を調査した。

キーワード

カタツムリ 殻 防汚効果 バイオミメティクス

1. 研究背景

近年はバイオミメティクスへの関心の高まりから身近に生物模倣の技術が見られるようになった。カタツムリの殻の防汚効果はその一つである。住宅で汚れやすい環境にある屋外や水まわり向けの素材に防汚性能を付与することで、建造物の長寿化に寄与し、環境負荷の低減にもつながる。このような観点から、企業でもカタツムリバイオミメティクスを用いた素材の開発が進められている。世界には20,000種類以上の種類のカタツムリが生息しているが、それらの種類すべてに防汚効果が働くのか、カタツムリの殻の仕組みを応用した防汚機能はすべての種類において普遍的に言える機能なのか、を身近に生息するカタツムリを用いて確かめたい。

2. 研究目的・意義

カタツムリの殻構造による防汚効果は、表面の微細な凹凸によって成り立っているため、現在その技術が用いられている屋外や水回りでは劣化が激しく、維持が難しい。そこで、防汚効果を長期的に保つことができるよう、屋内の床や家具の側面などに適応することが最適なのではないかと考えた。このような場所では、日常生活の中で発生する人工的な汚れ、つまり食べ物汚れやインク汚れへの対策が重要である。本研究では、カタツムリの殻の防汚効果はインク汚れにも通用するのかどうかを実際に身の回りに生息するカタツムリや海産貝類、その他さまざまな殻を用いて検証した。

3. 研究方法

水性インクと油性インクを別々に、カタツムリの殻などの素材に塗布し、完全にインクが乾くまで放置し、乾燥したタオルでインクを拭き取り、インクの取れる程度を観察する。

水性インクと油性インクを別々に、カタツムリの殻などの素材に塗布し、インク塗布面全体が濡れるまで霧吹きで水を吹きかけ、乾燥したタオルで拭き取り、インクの取れる程度を観察する。

それらの結果を、大きく次の三段階に分ける。

○ (インクが完全に取れた) △ (インクの跡が残った) × (インクが一切取れなかった)

素材 ①ハリママイマイ、鶏卵、シライトマキバイ、タカラガイ

②クチベニマイマイ、コベツマイマイ、ナミマイマイ、ハリママイマイ、オオケマイマイ

③カタツムリの同一種の若個体、中間個体、老個体

4. 結果・考察

①

	水性（乾燥）	油性（乾燥）	水性（水あり）	油性（水あり）
ハリママイマイ	×	×	○	○
鶏卵	×	×	△	×
シライトマキバイ	×	×	×	×
タカラガイ	×	×	×	×

②

	水性（乾燥）	油性（乾燥）	水性（水あり）	油性（水あり）	防汚効果
クチベニマイマイ	×	×	○	○	高
コベソマイマイ	×	×	○	○	
ナミマイマイ	×	×	○	○	
ハリママイマイ	×	×	○	○	
オオケマイマイ	×	×	○	△	低

③

	水性（乾燥）	油性（乾燥）	水性（水あり）	油性（水あり）
若個体	×	×	○	○
中間個体	×	×	△	△
老個体	×	×	×	×

5. 結論および今後の展望

防汚効果を発揮するのはカタツムリのみであり、カタツムリの種類の中で高い防汚性を示したのは、凹凸が細かく光沢のある種であった。殻皮が剥がれ落ち凹凸が風化した老個体個体は一切の防汚効果を持たなかった。今後の展望として、劣化を防ぎ防汚効果を長く保つ方法を模索していきたい。

6. 謝辞・参考文献

https://umdb.um.u-tokyo.ac.jp/DPastExh/Publish_db/2002Shell/02/02700.html

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjws/78/3/78_187/_pdf

<https://www.showa-network.co.jp/cms/?p=5305>

<https://www.city.saitama.jp/sciencenavi/tanoshimu/004/p040175.html>

<http://takakis.la.coocan.jp/rankaku-syou.htm#kuchi>

<https://www.zukan-bouz.com/zkanmein/kai.html>

<https://cloth-app.com/naturecloth/223/>

<https://www.weblio.jp/content/%E6%AE%BB%E7%9A%AE>

兵庫県のカタツムリ 姫路市立水族館図録⑤

カタツムリハンドブック 武田 晋一、西 浩孝

姫路市立水族館 増田 修

My Hometown Project

白濱 琴莉 田中 美羽 廣岡 遥羽 山田 優芽 渡邊 晴香

要旨

近年、日本全国で少子高齢化による人口減少が課題となっている。特に山村や離島での減少幅は著しく、労働力不足による地域経済の破綻や、空き家の増加による防犯上・景観上の問題などが顕在化している。しかし私達は、地域住民の方々が本当に人口を増加させることを望んでいるのか疑問をもった。そこで人口減少をネガティブな事象としてではなくポジティブな事象として捉えられないかと考え、人口が減少してもなお持続可能な地域維持の方策を探ることにした。これらの課題に対処するには、当該地域に生産年齢人口を中長期的に招致することが重要であると考えた。そこで今回の研究では、大学生以上の参加を想定した山村留学・離島留学のプランを立案することとした。研究対象地域に兵庫県の夢前町・家島本島を選定し、それぞれでフィールドワーク並びにインタビュー調査を実施した。さらに現役高校生の視点から、プログラム参加者が現地滞在を行う際に理想とする環境・条件についても考察した。これらを踏まえ、最終的に空き家修理ボランティアや短期間の地域内アルバイトなどのプランを提案した。今回の研究は、地域内の生産年齢人口の増加によって、労働力の確保はもちろん滞在に伴う経済効果、参加者の当該地域に対する関心の向上を図ることができるという点で重要である。

1. 研究背景

地方創生に興味を持った当初は、過疎化対策を主とした地域活性化に関する先行研究を調査していた。これは地域の人口減少に歯止めをかけられないかと考えたからである。しかし日本の人口推移・兵庫県の小学校区別人口減少率を調べると、日本の人口減少は山村・離島地域を中心に全国的かつ大規模に進行していることが分かり、我々高校生が有効な対策を講じるのは現実的ではないと考えるに至った。さらに人口の過密に伴って発生する弊害も存在することから、地域に住む方々が本当に人口増加を望んでいるのか疑問に思った。そこで、私たちは人口減少をネガティブなものとしてではなくポジティブなものとして捉え、人口が減少しても実行可能な地域維持の方策を探ることにした。なお、本研究は小学校区別人口減少率が市内最大の夢前町・家島を研究対象地域に設定し、研究対象者を大学生に限定して実施した。対象者を大学生に絞った理由として、家島高校と夢前高校が2025年度をもって閉校となるため高校生の受け入れが難しいこと、また中学生以下については兵庫県内に複数先例が存在したため新規性に乏しいことが挙げられる。

2. 研究目的・意義

人口が減少している地域に生産年齢人口を呼び込むことで、対象地域における建築・漁業・農業など様々な分野の労働力確保、PR などによって起こりうる滞在に伴う経済効果、プラン参加者の対象地域に対する関心の向上を図ることができる。さらに、対象地域のみならず参加者自身のスキルアップ、自己啓発にも繋がる。このようにして持続的かつ相互扶助的な地域コミュニティを形成することが可能である。

3. 研究方法

本研究を進めるにあたり、GIS (Geographic Information System: 地理情報システム) を用いて各都道府県内の大学数と大学生数の関係を可視化させた。これは、兵庫県周辺に通学または居住する大学生の概数を把握し、兵庫県においてプログラムを実施した際にターゲット層を確保できるか調査するためである。また、夢前町と家島本島にてフィールドワークを行い、姫路市役所の職員に対しインタビュー調査を実施した。さらに、本研究を行う上でご指導いただいた兵庫県立大学の学生に考案したプランを提案し、実現可能性や大学生の視点からの魅力について伺った。

4. 研究内容

夢前町でのフィールドワークでは現地企業の活動に関するインタビューを実施したほか、空き家の状況視察やアクセスの検証を行った。家島でのフィールドワークでは、地域の情報発信をされている「いえしまコンシェルジュ」の方のご協力のもと島内を1周散策し、現地アーティストのアトリエ訪問や地域活性化に携わる方へのインタビューを行った。姫路市役所職員の方へのインタビューでは、実際に地域活性化の施策を行う市町村目線での課題を伺った。



5. 結果・考察

夢前町・家島でのフィールドワークから私たちは以下のプランを提案する。大まかに共通プラン、離島プラン、山村プランに分類し以下に示す。プランを立案するうえで、地域人口が減少してもなお若者によって経済活動を継続できるようにすることを目標とした。

<共通プラン>

プラン案	対象の学生	期間	意義	内容
空き家修理	建築科生	1 か月 ～1 年	地域貢献(空き家減少) 地域特有の空き家の 特徴や問題の認知	畳の張替えなど (居住できるよう改装)
地域の 情報発信	全て	—	離島・山村地域の 認知度向上	些細な魅力の発信 バイト情報の提供など 職の斡旋
PR コンテスト	SNS を 使用可能	募集 期間中	SNS による魅力発信 →観光客数増加	SNS で PR コンテスト実施 優秀作品には景品授与

<離島プラン>

プラン案	対象の学生	期間	意義	内容
デザイン	美大生, 美術専門学 生, 建築科生	1 年	地域貢献 空き家問題認知	1 組(1 人～)につき空き家 1 棟を貸出 自分たちでリフォーム
漁業系	海洋系, 商業, 食物関係	1 か月	漁業に関する問題認知	漁師のもとで漁業体験 魚屋での販売・提供

<山村プラン>

プラン案	対象	期間	意義	内容
農業 ボランティア	農学部生	1 か月～	農業に関する問題認知 人手不足の解消	研究所の畑の管理 手伝い
田畑利用	農学部生 (十分な 土地が ない人)	1 年	農作放棄地の有効活用 農業の機会提供	耕作されていない田畑を 貸し出し農業に使用

6. 結論および今後の展望

フィールドワーク等を通して、対象地域である家島、夢前では高い人口減少率・多数の空き家・深刻な人手不足という共通の課題があることを発見した。今回提示したプランの特性と各地域の特徴をレーダーチャートに可視化したうえで、姫路市市役所等に提案し実現させていきたい。

7. 引用文献・参考文献

姫路市. “姫路市人口動態調査～6・9小学校区の現状と将来人口推計～”. 姫路市人口動態調査. 2018-03.

<https://www.city.himeji.lg.jp/shisei/cmsfiles/contents/0000006/6204/2018620131020.pdf> (参照 2024-02-07)

兵庫県神河町. “広報かみかわ”. かみかわ広報 185号 4月. indd. 2021-04.

<https://www.town.kamikawa.hyogo.jp/cmsfiles/contents/0000001/1709/202104kouhou185.pdf>, (参照 2024-02-07)

南あわじ市. “離島留学について”. 南あわじ市. 2023-06-12.

<https://www.city.minamiawaji.hyogo.jp/soshiki/gakkou/ritouryuugaku.html>, (参照 2024-02-07)

姫路市. “姫路の農林水産業（令和4年度 統計版）”姫路市. 2023-03.

<https://www.city.himeji.lg.jp/shisei/cmsfiles/contents/0000001/1672/himeR4.pdf>, (参照 2024-02-07)

文部科学省 総合教育政策局調査企画課. “学校基本調査”e-Stat 政府統計の総合窓口. 2023-01. <https://www.e-stat.go.jp/statistics/00400001>, (参照 2024-02-07)

酵母を用いた団粒構造の形成手法について

The Method of Developing Aggregate Structure by Yeast

北 伊織 小原 羽乃 竹中 謙太郎 横田侑真

Introduction: はじめに

土壤団粒	土壤を構成する個々の土粒が小さく球状に集まった状態
耕起農業	作物を植える前に柔らかい土をつくるため、土を深く耕す農業
不耕起農業	作物を植える前に表面の土のみ耕し、地中深くまで耕さない農業
孔隙率	土の体積に対する団粒同士の間でできた小さな空間の割合
気相率	土壤の容積を 100%としたときの土壤中の空気の占める割合
液相率	土壤の容積を 100%としたときの土壤中の液体の占める割合
有機肥料	植物性または動物性の有機物からつくられた肥料
化成肥料	作物の生育に不可欠な、窒素やリン、カリウムなどを原料として化学的に合成した肥料
追肥	種をまいた後、追加で成長をよくするために必要な肥料をまくこと
乾土重	採取・使用する土を乾燥させたときの質量[g]

Abstract: 要旨

現在世界では環境保全などの視点から、不耕起農業が推奨されている。しかし、その農地面積は全体の 12.5%にとどまっており、普及しているとはいえない。原因として、土壤内の空洞量を保つために不可欠な団粒構造が形成されにくいために植物の根が張りにくいことがある。酵母を利用した液体肥料により団粒を短期間で生成する方法を検討した。その結果、土壤を模した黒ボク土に、酵母+砂糖水溶液を添加した時は、水のみを添加時に比べ、団粒の発達度を示す孔隙率は大きく変化が見られなかったが、硫酸カリウム水溶液と共に添加することで孔隙率や、土壤内の空気の割合を表す気相率が上昇した。以上の結果により、酵母と硫酸カリウムの両方を土壤に添加することによって、団粒構造が発達し、植物の根により酸素がいきわたるようになり生育を促すと考えられた。

Keywords: 酵母 孔隙率 気相率 水分の増加量

1. 研究背景

現在世界では環境保全などの視点から、しかし、その農地面積は全体の 12.5%にとどまっており、普及しているとはいえない。原因として、土壤内の空洞量を保つために不可欠な団粒構造が形成されにくいために植物の根が張りにくいことがある。日本の農業形態として、耕起農業が中心であることに着眼した。耕起作業は肉体的負荷が大きく、機械を導入するにも金銭的負担が大きい。そのため、耕起コストを削減するために、微生物を利用した液体肥料を提案したいと考えた。その際、自然界の多くの植物種に存在し、窒素源で容易に増殖し、グルコース等で容易に呼吸を行い、炭酸ガスを発生する酵母が利用に最適だと考えた。また酵母は既に、土壤団粒の形成を促進するという主張がなされている。(参考資料 2)

2. 研究目的・意義

酵母が、土壤の孔隙率を上げ、土壤団粒形成に効果的であることを示すため。また、酵母が化成肥料や有機肥料の存在する土壤条件下においても、十分の効果を発揮することを確認する。

3. 研究方法

実験は10月17日に開始し、11月13日まで26日間にわたって常温下で実施した。(なお、月から11月の平均気温はおおよそ15.2℃であった。) 実験は以下の要領で行った。乾燥した黒ボク土を80mL(68.8g)計量し13本の試験瓶に入れた。試験瓶の添加試料を表1で示した。

表1 各試験瓶の添加試料

サンプル番号	添加試料
No. 1	イースト (35.0mL)
No. 2	イースト (17.5mL)
No. 3	尿素(17.5mL) 濃度: 10g/L
No. 4	硫酸カリウム(17.5mL) 濃度: 10g/L
No. 5	魚粉 (2.0g)
No. 6	イーストと魚粉
No. 7	イーストと尿素 (各 17.5mL) 濃度: 10g/L
No. 8	イーストと尿素 (尿素 8.75mL) 濃度: 10g/L
No. 9	イーストと硫酸カリウム (各 17.5mL) 濃度: 10g/L
No. 10	水 (35.0mL)
No. 11	石灰 (0.1g)
No. 12	イーストと石灰 (石灰 0.1g、17.5mL)
No. 13	イースト (35.0mL)

乾燥させたパン酵母は10%スクロース液で0.5%になるように調製したものを使用した。対照実験用のサンプルには魚粉や尿素などの有機物、又は無機物を添加する。なお、魚粉については土に混ぜ込まず、表面に施用した。各試験瓶内の菌の生育状況を把握するため、約1週間毎に土の表面を観察した。また、土壌の乾燥を防ぐ観点から実験開始8日目と22日目に水5mLを各瓶に追加した。実験期間中、各試験瓶の蓋は酵母の呼吸や保水性を比較するため、やや開いた状態で保管した。実験終了後、各試験瓶の質量を測定し、105℃のインキュベータ内で50時間加熱滅菌・乾燥させた後、再び各試験瓶の質量を測定し、乾土重を求め、表2に数値をまとめた。なお、表2の数値の算出式を以下に示した。また、水分の増加量と孔隙率、気相率の関係を図1と図2にまとめた。

数値の算出式

- $P(\%) = 100 - S_v$ P : 孔隙率[%] S_v : 固相率[%]
- $S_v = S/d$ S : 乾土重[g] d : 真比重 (ここでは、 $d=2.5$)
- $w = W - S$ w : 水分質量[g] w : 乾燥前の質量[g]
- S : 乾土重[g] G_v : 気相率[%]
- $G_v = 100 - S_v - L_v$ L_v : 液相率[%] 体積は80mLなので、 $L_v = w/0.8$
- $S_v + G_v + L_v = 100$

表 2 各試験瓶のデータ

A：酵母を添加した試験瓶と添加しなかった試験瓶の数値

	質量 M [g]	乾土重 S [g]	水分質量 w [g]	孔隙率 P [%]	気相率 G_v [%]
酵母あり	106.98	53.58	53.94	78.57	11.82
酵母なし	106.25	54.61	51.64	78.16	13.61

B：添加試料等がある場合の数値

サンプル番号	質量 M [g]	乾土重 S [g]	水分質量 w [g]	孔隙率 P [%]	気相率 G_v [%]
No. 2	110.11	54.54	55.57	78.18	8.72
No. 7	110.08	51.74	58.34	79.30	6.38
No. 9	105.72	51.79	53.93	79.28	11.87
No. 10	114.46	53.23	61.23	78.71	2.17

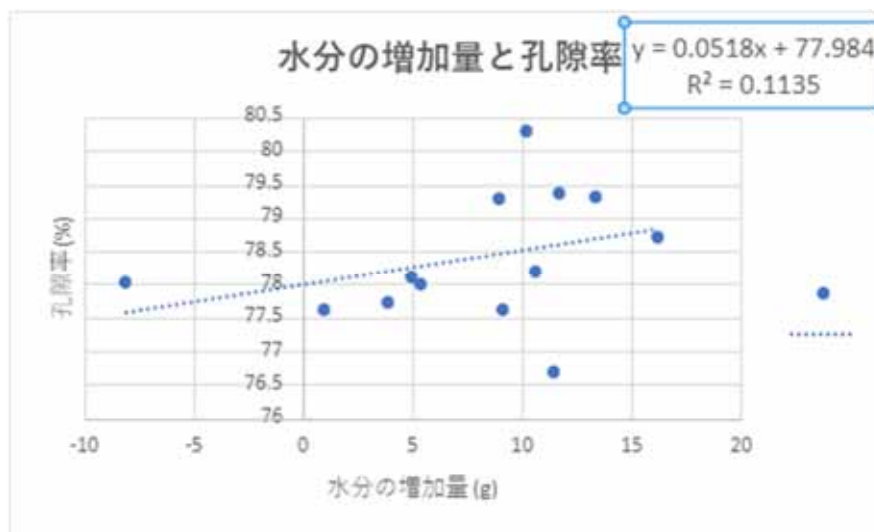


図 1 水分の増加量と孔隙率

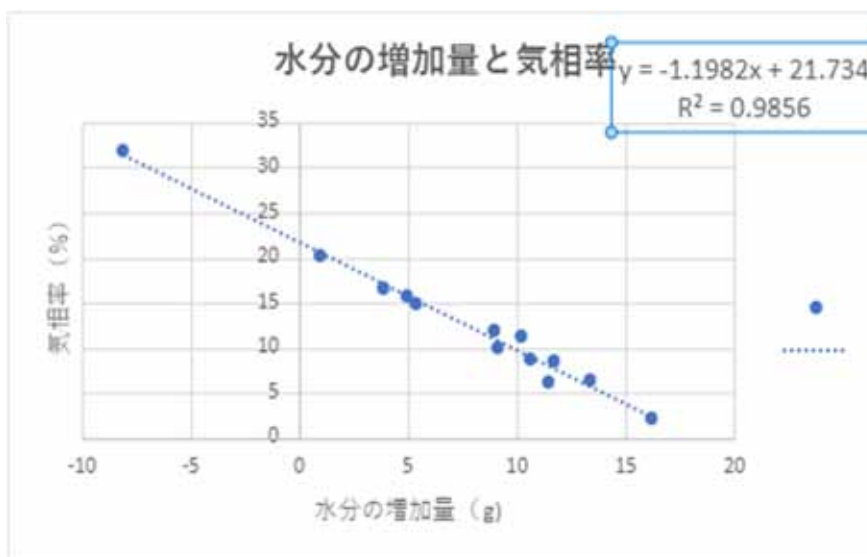


図 2 水分の増加量と気相率

4. 結果・考察

表 2A から、パン酵母の添加した瓶と添加していない瓶での孔隙率に大きな差異はないが、水分の増加量と気相率の平均値にそれぞれ、2~5g ほど、1~2%ほどの差異があることが分かった。

図 1 では水分の増加量と孔隙率の相関は見られないが、図 2 では気相率との強い相関がみられることが分かった。魚粉の瓶は総じて孔隙率が高かったが、酵母ではなく魚粉由来のカビが発生しており植物の生育に悪影響を及ぼす可能性がある。したがって、酵母と化成肥料（硫酸カリウム・尿素）の組み合わせが最も効率よく孔隙率を増加させることができると推測された。また、酵母と併せての添加時、水分は硫酸カリウム添加時で増加し、尿素添加時で減少した。また、気相率は硫酸カリウム添加時で増加し、尿素添加時で減少した。

5. 結論及び今後の展望

酵母単体よりも、硫酸カリウムや尿素のような化成肥料を施用した方が孔隙率が高くなるほか、硫酸カリウムでは気相率が増加し、尿素では気相率が減少するため、前者は水はけのよい果樹栽培に適した土壌が、後者は適度に保水性のある稲作等に適した土壌を作ることによってそれぞれ適していると考えられる。今後は今回測定できなかった土壌の体積や真比重について正確な数値を出すほか、植物を用いた生育実験やミカンの皮等から分離した酵母液を用いて比較、効能を検証していきたい。また、夏期の高温下における効果の調査も行っていきたい。

6. 参考文献・引用文献

- ・農林水産省 5 土壌の物理性の測定
- ・鳥取大学 13 土壌透水性・保水性の診断
- ・ジャパンバイオフィーム「BLOF 酵母」 <https://japanbiofarm.com/special-material/1915.html>
- ・化学物質による土壌の物理性改良 久保田徹 (1985)
- ・農林水産省 土壌の基礎知識

関西弁を全国へ

Bringing Kansai Dialect to the Whole Country

平松 佑理 後藤 菜々子 山本 佳奈 渡辺 陽花

Abstract: 要旨

関西弁は他地域民からも親しまれつつある一方で、「キツイ」「怖い」といった否定的な印象も持たれている。これは我々関西弁話者が会話する上で障壁となる。こういった印象はなぜ生じているのだろうか。またそれを解消する方法はないのだろうか。AIを用いた解析を通して探っていく。

Keywords

音声感情認識 AI、非関西弁、関西弁、語尾

1. 研究背景

関西弁は、流行語にノミネートしたり好きな方言として挙げられたりすることがある反面、他地域民に「怖い」、「きつい」などの印象を抱かれることもあると知り、関西弁になぜ負のイメージがついているのか、それを払拭する方法はないのかを明らかにしたいと考えた。

2. 研究目的・意義

我々も日頃話す関西弁が他方言話者に負の印象を抱かれてしまう原因を究明し、他地域民に関西弁に対して親近感と好感を抱いてもらう。また、関西弁話者が他地域の人と会話する上で留意すべき点を明らかにする。

3. 研究方法

<実験 1>

関西弁が他地域民に負の印象を与える原因の一つとして、関西弁の音声で怒りの感情を含んだ非関西弁の音声に類似しているからではないかと仮説を立てた。そこで User Local 社が提供している、ディープラーニングを基に音声から平穏・幸福・怒り・恐怖/悲しみ・驚きの5つの感情を認識し、それぞれの強さを数値化して感情を客観的に分析することができる「音声感情認識 AI」を利用した。User Local 様の企業秘密のため、ディープラーニングの機密な内容は得られなかった。音声の波形が見られるアプリケーションを使用する案もあったが、具体的に感情がわかる点からこのツールを選んだ。

この AI を利用し、YouTube に投稿された動画から、通常の場合で話す関西弁と怒りの感情を含んだ非関西弁の音声をそれぞれ十数個抽出し、先述の AI に通した。その結果を基に、通常時の関西弁と怒りの感情を含んだ非関西弁では聞いたときの印象が近いのかを考察する。

<実験 2>

関西弁の台詞の中でも特に、特徴的な文末表現が負の印象を生んでいるのでは、と新たな仮説を立てた。文末表現が関西弁特有な短い台詞を十数個と、それらを独自に標準語に直した台詞を用意した。関西弁の台詞は班員4人が読み上げて録音し、標準語の台詞は文章読み上げ機能を持つ AI である「音読さん」に読み上げさせ、文末表現のみを切り取った。なお、AI の声は多くの種類があったが、今回は女性の”ななみ”の音声を採用した。それらを実験1同様の音声感情認識 AI に通した。文末表現が本当に負の印象の原因であるのかどうかを考察する。

<実験1'>

AIに通す音声の条件を実験1とは逆にしてみることで新たな発見があるのではと考え、怒りの感情をもって話す関西弁と、通常の場合での非関西弁を解析した。

<実験2'>

AIが読み上げた音声は人間らしさに欠けるのではという反省点をふまえ、関東居住経験があり今もなお関東地方のイントネーションが根付いている1人の男子学生の肉声を用いて実験を行った。

本探究で利用した User Local 音声感情認識 AI <https://emotion-voice-ai.userlocal.jp/>

4. 結果・考察

<実験1>

両音声で怒りと驚きの感情の強さを示す数値が大きかった。したがって関西弁は、たとえ通常の場合で話されても、非関西弁における怒りに相当する感情をもつよう感じさせてしまうと考察できた。

<実験2>

数値を全体的に眺めたとき、関西弁の怒りの数値が唯一30を超えている。よって関西弁の語尾が負の印象の一因である可能性はあるといえる。

<実験1'>

AIが示した数値の平均は下記の通り

関西弁	怒り	32.500	恐怖/悲しみ	12.300	幸福	14.100	平穏	15.900	驚き	22.000
非関西弁	怒り	23.800	恐怖/悲しみ	13.500	幸福	13.700	平穏	32.200	驚き	13.600

<実験2'>

AIが示した数値の平均は下記の通り

怒り	14.000	恐怖/悲しみ	14.933	幸福	14.067	平穏	39.467	驚き	14.067
----	--------	--------	--------	----	--------	----	--------	----	--------

5. 結論及び今後の展望

実験1の結果から、たとえ話し手がそう意図していなくても関西弁は聞き手に怒っているような印象を与えてしまう傾向にあるということがわかった。さらに特有の抑揚のある文末に着目して比較した実験2では、関西弁で怒りの数値が最大となった。

また、今回行った実験では、自力での解決が難しい問題点がいくつかあった。一つ目は、録音の際、取り除ききれない雑音が入ってしまったことである。二つ目は、読み上げたのは班員四人(全員女子)のみで、年齢、性別に偏りが生じていることであり、データの数も決して十分だとは言えないことである。三つ目は、非関西弁の台詞は、人間性に多少欠けるAIが読み上げたことである。AIの音声は人間の音声に比べて、ややイントネーションが平坦な印象がある。実際に、非関西弁話者が話したときとAIが読んだときとは実験結果に多少の違いがあった。

これらの解決方法として、録音の環境を見直す、被験者の数とバラエティーを増やす(例えば、他クラスや他学年、さらには先生方など)、AIに頼ることについて慎重に思案するといったことを検討していきたいと考えている。

6. 参考文献・引用文献

村上敬一「芸予諸島高校生の関西方言に対する意識・イメージ:広島・愛媛県境域高校方言調査より」

井上史雄「方言イメージの評価語」

京都府立大学大学院生命環境科学研究所「母音に着目した事例ベース感情音声合成」

伊東久美子「感情を含む音声に関する基礎研究」 彭飛「外国人留学生からみた大阪ことばの特徴」

田中ゆかり「『方言コスプレ』の時代」「方言萌え!？」

Ocean Acidification and Flatfish Growth Rate

Nonoka Kawata Ichinosuke Sakaguchi Ayuka Yamaguchi Ryoga Tanaka

Abstract

The effects of ocean acidification on fish growth are discussed by rearing juvenile flatfish in tanks with different pH levels, in view of the recent progression of ocean acidification.

Key words

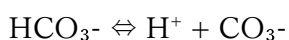
Ocean acidification, pH, flatfish

Research Background

In recent years, the progression of global warming has had various effects on ecosystems. We focused on greenhouse gases among the causes of global warming. Furthermore, among the greenhouse gases, we focused on carbon dioxide and investigated how to decarbonize it. This is because we wanted to investigate and find a way to solve the problem of carbon dioxide, a gas that is both familiar to us as high school students and directly related to a global problem.

Currently, photosynthesis by plants and absorption of carbon dioxide into seawater are the two most common means of removing carbon dioxide from the atmosphere. However, the absorption of carbon dioxide into seawater is causing a new environmental problem: ocean acidification.

Ocean acidification is a phenomenon in which the pH (hydrogen ion concentration index) of seawater decreases, resulting in the death of plants and animals. Specifically, it results in the reduction of coral and zooplankton skeletons. The main component of the skeletons of these organisms is calcium carbonate CaCO_3 . The calcium carbonate skeleton is formed from the carbonate ion CO_3 in seawater. On the other hand, carbon dioxide ionizes in seawater as shown in the following equation.



When carbon dioxide hydrates, it dissociates into hydrogen and bicarbonate ions through the reaction in the upper part of the above equation. The resulting hydrogen ions are converted to bicarbonate ions together with carbonate ions in seawater by the reverse reaction in the lower reaction step. As a result, there are not enough carbonate ions to form the skeleton, and the skeleton cannot grow.

According to a study conducted in 2009 by Kyoto University, the Fisheries Research Agency, the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, and the University of the Ryukyus, the fertilization and hatching rates of Ezo abalone, turban shell, and blue squids were reduced and the shell length of juvenile shells decreased when they were raised under CO₂-added conditions. The turban shells showed a delay in egg development, while the survival and hatchability of the bluefin squid were not affected.

Our next focus was on the effects on fish, which prey on zooplankton through the food chain. If ocean acidification affects the growth of zooplankton, resulting in population declines, it would be expected to affect the predator fish as well.

However, no previous studies on the effects of ocean acidification on fish were found. Therefore, we decided to conduct a study on fish. In this study, we will use juvenile flatfish, which have been farmed in many cases and were relatively easy to obtain.

Purpose and Significance of the Study

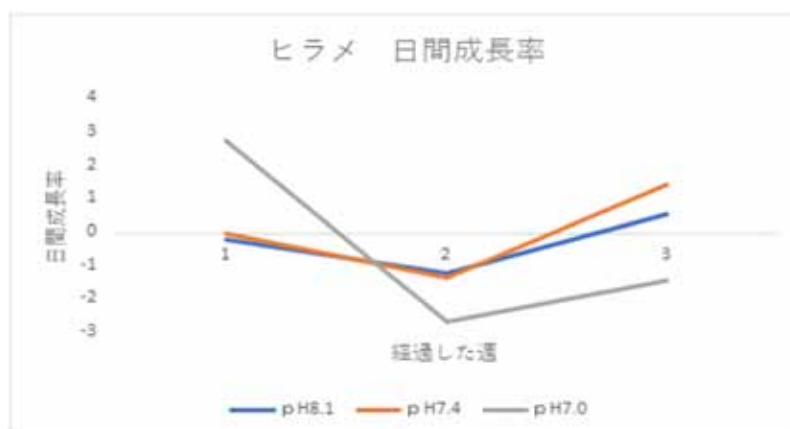
The purpose of this study was to examine the effects of an acidic environment on fish, as described in the previous chapter. Note that pH shock will not be considered in this study.

By examining the relationship between the marine environment itself and fish growth, the results of this research can be used in the field of marine aquaculture.

Research Methods

Flounder fry will be used for the study; 7 fry each will be reared in three tanks (W60 x D20 x H25) with pH 7.0, 7.4, and 8.1 to determine growth degree. The definition of growth rate is as in Table 1. Note that pH 8.1 is the current global average surface value of seawater, pH 7.4 is the lowest pH value of the current global ocean, and pH 7.0 is the lowest possible pH value, as the JMA defines ocean acidification as not having a pH below 7.0 This represents the minimum possible pH value. The pH value for each tank was determined from the above indicators. pH adjustment was done using a pH adjuster that has no direct effect on the fish.

Body weight was calculated using the median weight of the fry reared in each of the three tanks. This is because the average value would be affected by outliers or dead fish.



(Table 1) Definition of growth rate

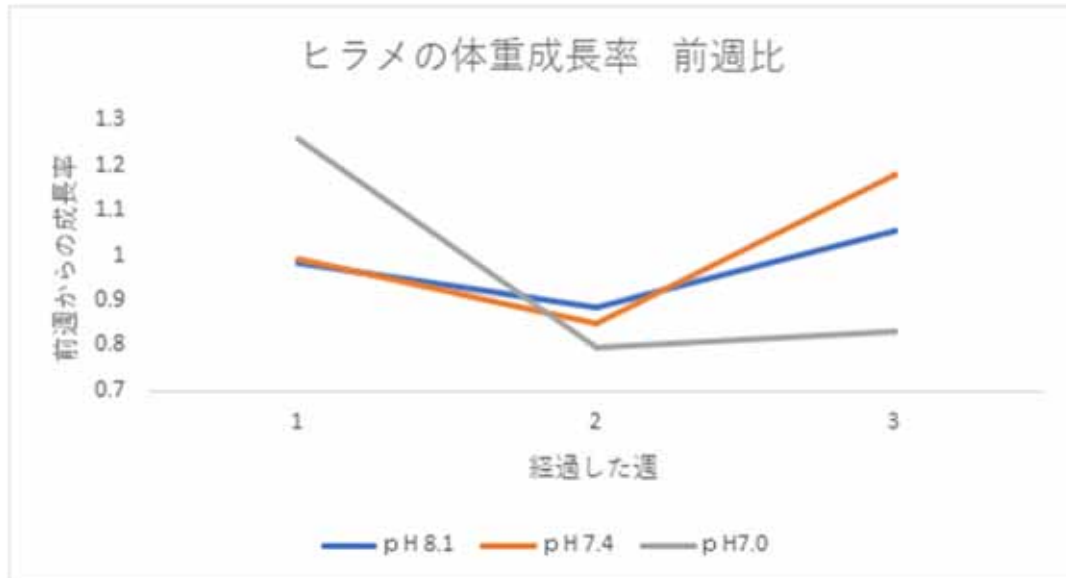
Weight Growth Rate M/m

Daily growth rate $[(M-m)/0.5(M+m)]/D$

M: Weight on the day of measurement

m: Weight on the day of measurement in the previous week

D: Number of days of rearing



These equations are taken from "Research on the Development of Spontaneous Feeding System for Farmed Fish" (Kohji Yamashita et al., 2001).

For both body weight growth rate and daily growth rate of flatfish, the growth rate for pH 8.1 and 7.4 was relatively low in weeks 1 and 2, but higher in week 3. For pH 7.0, the growth rate was high in the first week, but low in the second and third weeks.

The results of this experiment, in which both body weight growth rate and daily growth rate were relatively high in the first week under pH 7.0 and relatively low under pH 8.1 and 7.4, led us to believe that pH may not have much to do with short-term growth.

The relatively low weight growth rate and daily growth rate at pH 7.0 and relatively high growth rate at pH 8.1 and 7.4 at weeks 2 and 3 may indicate a decrease in the growth rate of flatfish under pH 7.0.

As for the part of the growth rate graph where the growth rate was below 0, we thought that it was related to the fact that the flatfish did not feed well due to stress caused by the change in their growth environment, and that this problem could be solved by conducting a long-term experiment.

There are also some problems, such as the small number of flounder reared, the short number of days in the experiment, and the inadequacy of the experiment, which caused all the flounder to die during the experiment, but the timing of each death was different, making it impossible to determine the starting weight and at what point in time each died.

Therefore, we believe that this experiment lacks credibility.

Conclusion and Future Prospects

We were unable to conduct a control experiment in which only the pH was changed due to the fact that the experiment was conducted during a period of large temperature fluctuations.

We would also like to clarify the cause of mortality of the flatfish as much as possible, since we do not know the cause of mortality.

References and Bibliography

Experimental study of the effects of ocean acidification on calcifying organisms.

https://www.env.go.jp/policy/kenkyu/suishin/kadai/syuryo_report/pdf/A0804-2.pdf

Thermal changes in aragonite, a component of shells

https://www.jstage.jst.go.jp/article/agcjchikyukagaku/27/1/27_KJ00005299283/_pdf/-char/ja

Effects of ocean acidification on calcifying organisms in coral reef areas

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaiyou/19/1/19_21/_pdf/-char/ja

Growth rate formulas and growth methods

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsam1937/63/4/63_4_117/_pdf/-char/ja

Economic circulation through business succession

So Takashima Urakawa Hinata Saya Yamamoto

Abstract

We found the significance of business succession in increasing international competitiveness, and used data analysis to investigate what kind of people should promote business succession. In one of them, the results showed that the younger generation is effective in business succession. Therefore, to create a system that is easy for the younger generation to use, we promoted the use of SNS and created a mock site for business succession.

Keyword

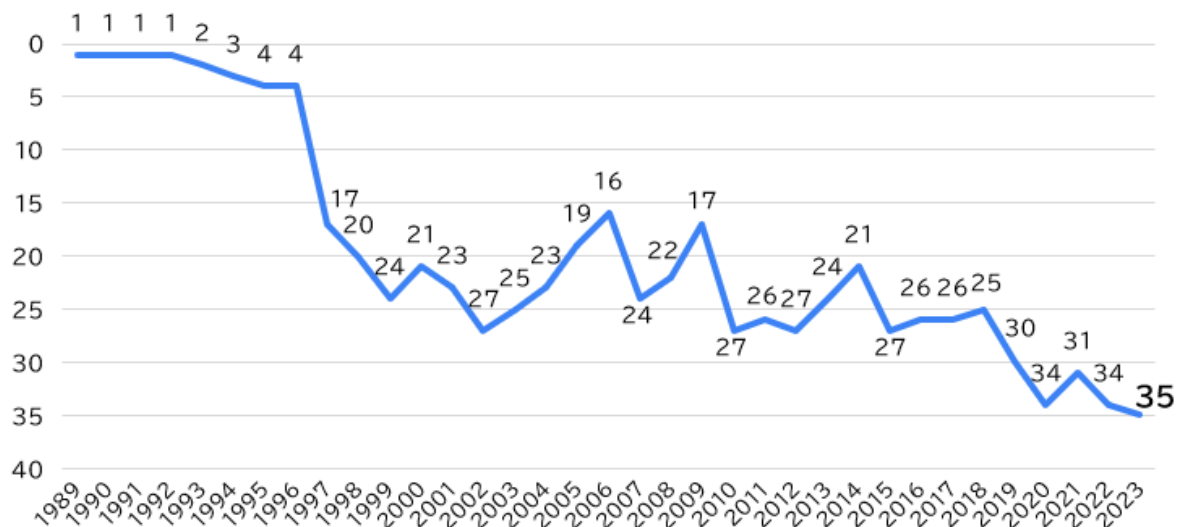
Business Succession, Business Efficiency, Youth, and ICT

1. Research Background

We started this study because we were concerned that Japan's ranking of international competitiveness (according to the IMD's World Competitiveness Yearbook) was declining year by year. The international competitiveness of Japan companies, which once boasted the number one position, has become a glory of the past, and now it is in a long period of stagnation. In order to discover an effective approach to improving Japan's international competitiveness, we would like to identify economic problems from previous research and analyze improvement methods to solve those problems.

Previous research

The * to the right of the chart caption indicates the number of the bibliography.



Source: Created by Mitsubishi Research Institute from IMD's "World Competitiveness Yearbook"

Figure 1: Changes in Japan's overall IMD ranking *1

Figure 1 shows the evolution of Japan's overall IMD ranking. As mentioned in the motivation for the study, it can be confirmed that the overall ranking of Japan's IMD is on a downward trend.

Table 1: Evaluation items of IMD ranking *2

Factor	Economic-Performance	Government-Efficiency	Business-Efficiency	Infrastructure
Sub-Factor	Domestic-Economy (25) Trade (24) International-Investment (17) Employment (8) Prices (4)	Finance (12) Tax Policy (13) Institutional-Framework (13) Business-Legislation (20) Societal-Framework (12)	Productivity & Efficiency (11) Labor Market (23) Finance (17) Management-Practices (9) Attitudes & Values (7)	Basic-Infrastructure (25) Technological-Infrastructure (23) Scientific-Infrastructure (23) Health & Environment (27) Education (16)

The figures in parentheses indicate the number of Minor Factors in the latest version.

Table 1 shows the IMD's international competitiveness indicators. Among these items, we focused on business efficiency. In terms of business efficiency, Japan ranks 57th out of 63 OECD member countries, which is a very low level. Therefore, I thought that economic efficiency was a shortcoming for Japan and that there was room for improvement. There are various sub-items in this category, but it is particularly low in the "labor market" and "management practice" areas. In the "Management Practice" area, the company ranked last at 63rd in five categories: speed of decision-making, awareness of changing markets, quick response to opportunities and threats, use of big data analytics in decision-making, and entrepreneurship, and we thought there was room for improvement in these areas.

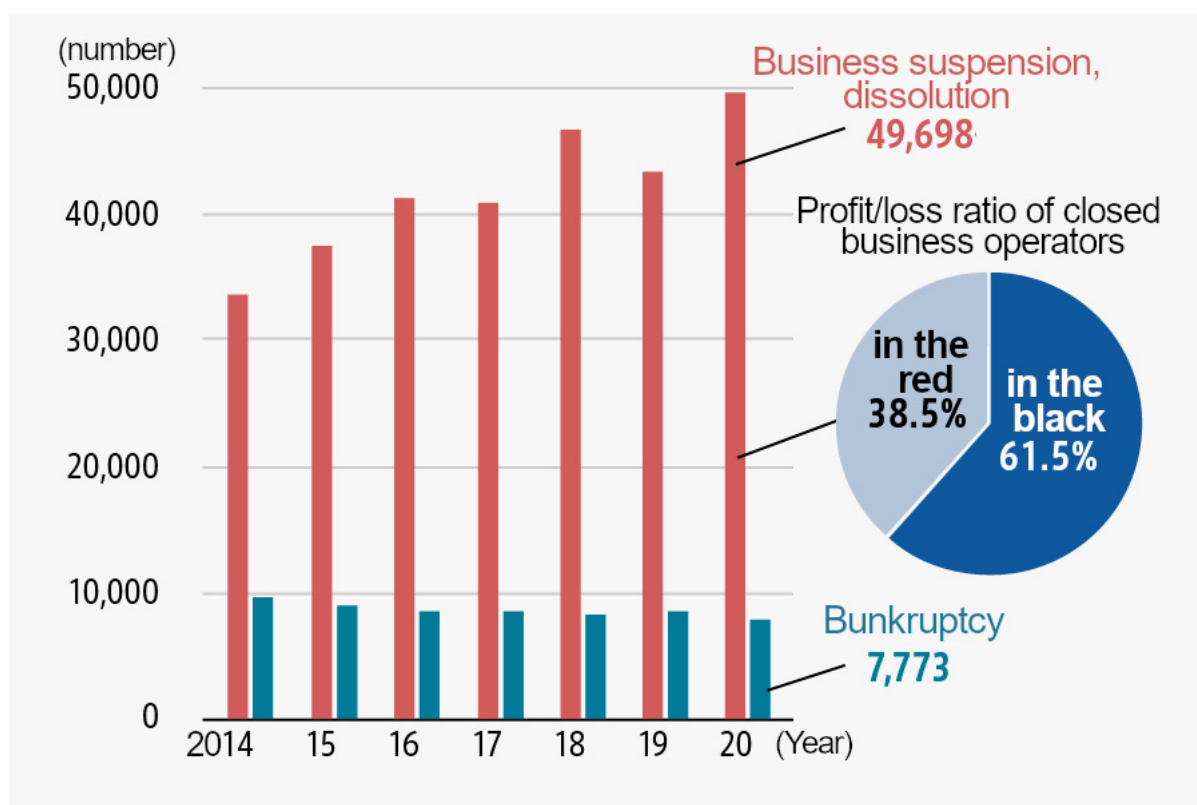


Figure 2: Changes in the number of business closures and bankruptcies of Japan companies

*3

Figure 2 shows data on business closures or dissolution and bankruptcy in Japan. From this data, the number of business closures and dissolutions is overwhelmingly higher than that of bankruptcies. If we look at the profit-and-loss ratio of companies that have gone out of business, we can see that more than 60% of the companies that have gone out of business have gone out of business even though they were in the black.

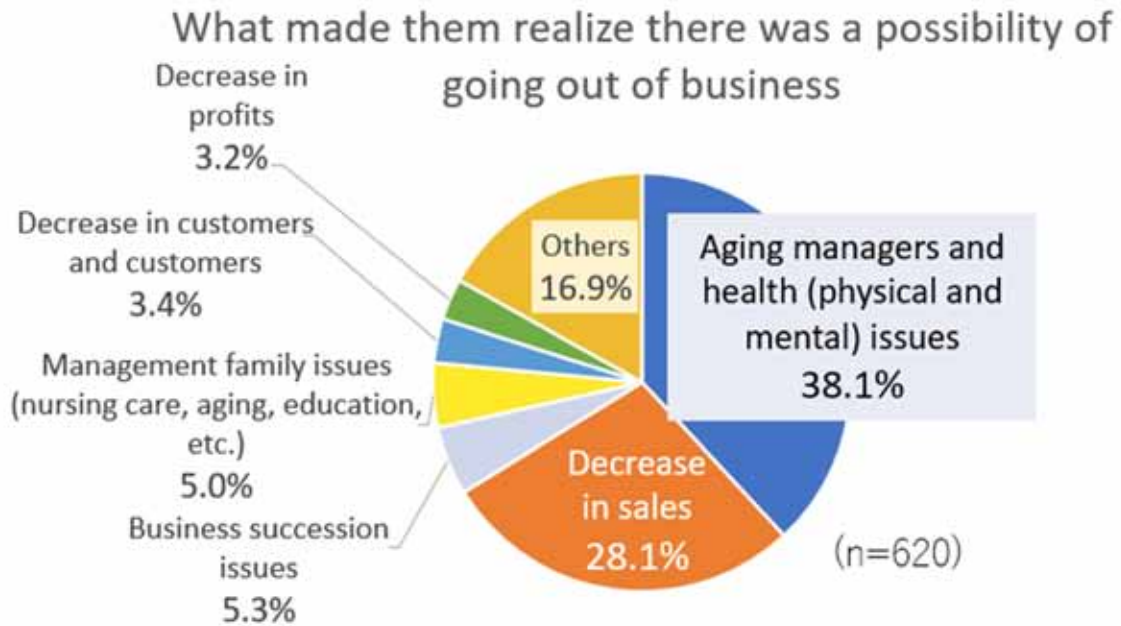


Figure 3: Reasons for feeling the possibility of going out of business *4

Figure 3 shows the results of asking business owners who went out of business what made them feel the possibility of going out of business. From this data, it can be seen that "the aging of managers and health (physical strength and energy) problems" account for a large proportion. The decline in sales and profits is less than half, and the aging of the business owners themselves and health problems account for a large proportion of the reasons why they felt that they might go out of business. This is the main cause of the closure of the surplus.

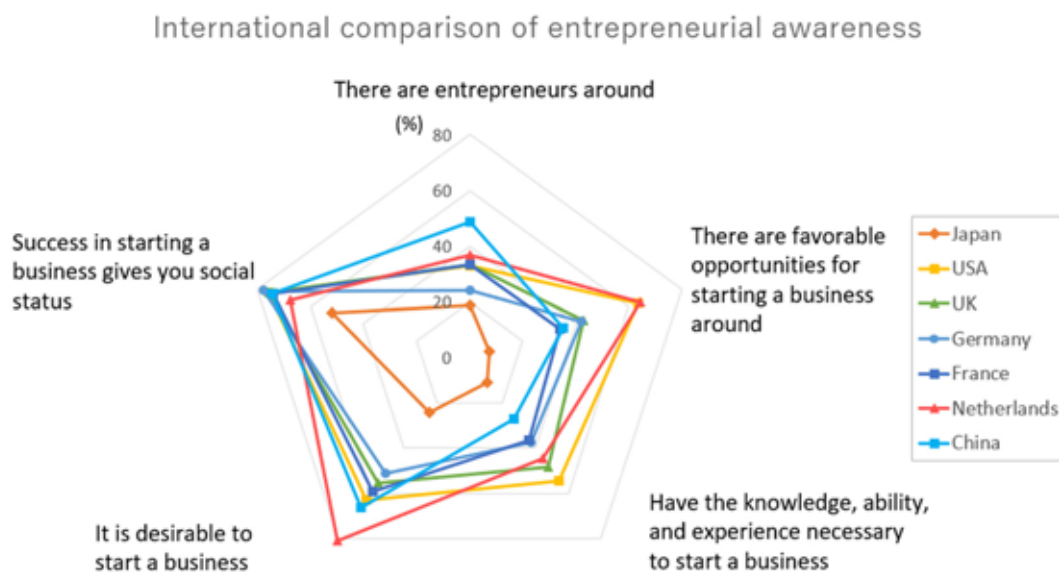


Figure 4: International comparison of entrepreneurial attitudes *5

Figure 4 shows a survey of attitudes toward entrepreneurship. Japan has the lowest in the above five items. Entrepreneurial awareness is low in Japan, and the hurdles to starting a business are high. This is one of the causes of Japan's conservative economy.

From previous research

So far, I have considered various problems in the Japan economy by looking at previous research. In this context, we thought that reducing the number of surplus closures would lead to an increase in business efficiency and an increase in the ranking of international competitiveness, and we established a policy to reduce the number of surplus closures. That's why we focused on the idea of business succession. Business succession is literally handing over a business to a new manager, but unlike just taking over management rights, it is often possible to manage freely after succession. In addition, business succession can not only prevent the closure of businesses, but also increase economic and social circulation (according to previous research). In addition, there are three types of business succession, such as succession within the family, internal business succession, and succession to a third party, but based on previous research, we thought that having a third party take over the business was the most advantageous method, and we proceeded with the research. There are two main advantages of business succession. The number of unemployed people will decrease and the economic cycle will improve. The latter is the advantage of third-party succession.

3. Research Methods

Based on previous research, we thought that business succession was one of the keys to improving the economy of Japan, and we thought that the problem was the lack of awareness of business succession. For this reason, we decided to establish a basic policy of publicity and promotion of business succession, and to investigate the most suitable target for this purpose.

The following three items were used as research questions and data analysis was conducted.

Question 1: What kind of people should be promoted?

Question 2: What age group should be promoted?

Question 3: What kind of industries are influencing the economy?

4. Results and Discussion

- Result

Question 1: What kind of people should be promoted?

Data used: FY2022 Survey on Entrepreneurship and Entrepreneurship Awareness (Japan Finance Corporation)

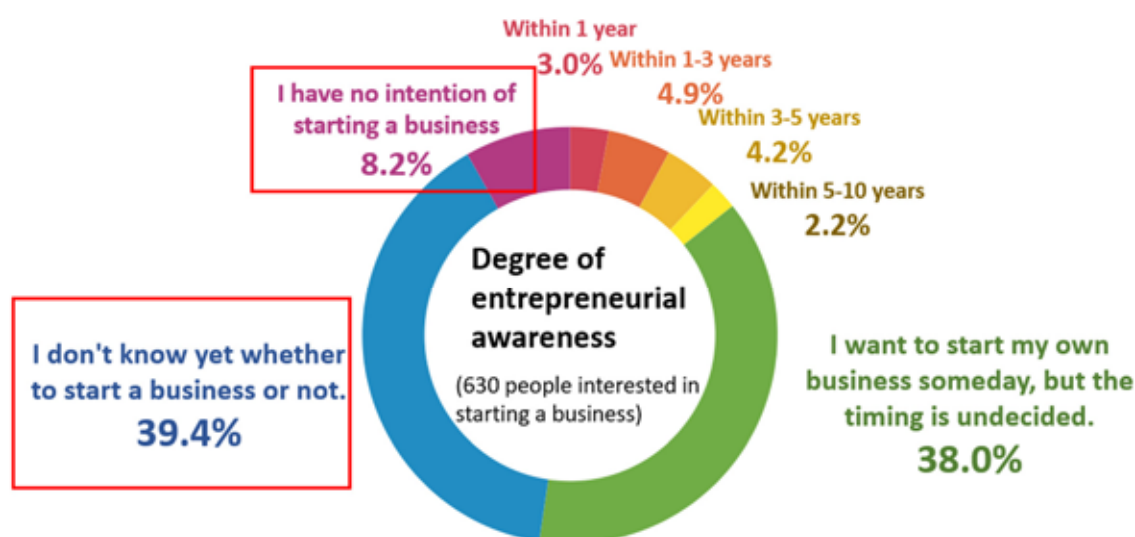


Figure 5: Plans to start a business *6

Figure 5 shows the results of a questionnaire survey of people interested in starting a business. From this, the number of subjects who answered "I don't know whether to start a business" or "I don't intend to start a business" is large among those who are interested in starting a business. Of the 630 people interested in companies who were the total subjects, nearly half answered as described above, indicating that there are a considerable number of people who are interested in starting a business but do not have a clear corporate intention.

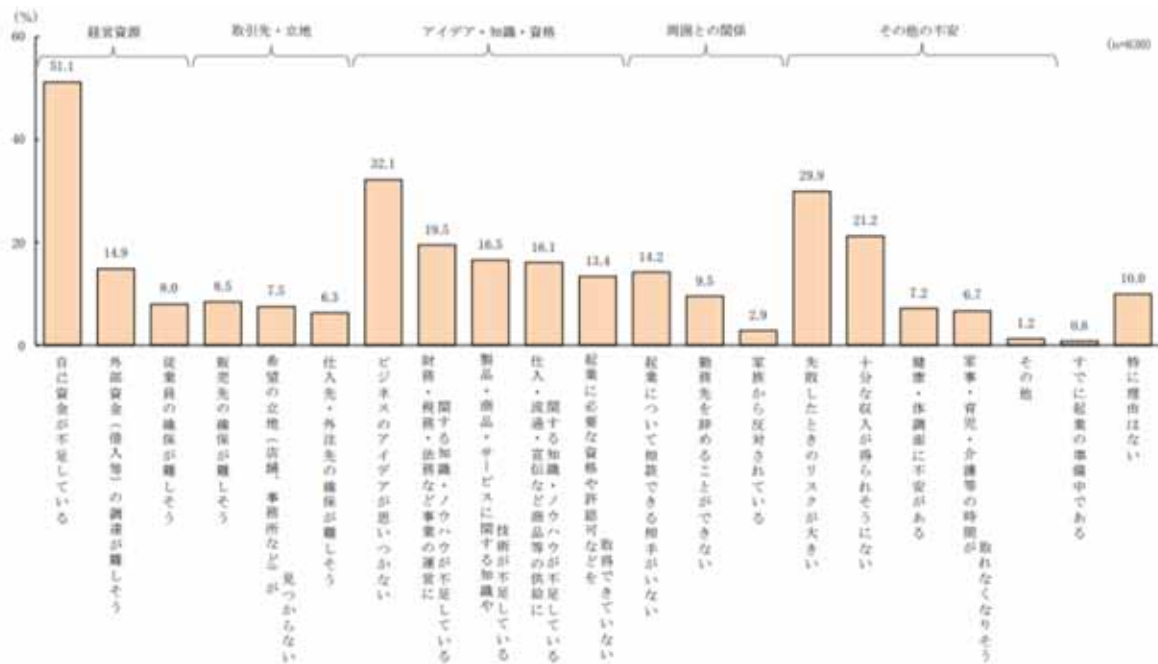


Figure 6: Reasons for not starting a business yet *6

Among the subjects in Figure 5, 10.0% answered that there was no reason. However, the total of all other responses is 292%, and on average, it is 3.5% per person. As a result of the combination of 24 factors, it is not possible to step into entrepreneurship. In other words, although the economic value of starting a business is high, the barriers are intricately intertwined and not easy to remove. Based on these results and the similarity between business succession and entrepreneurship, we thought that it could be promoted for those who do not have a clear intention to start a business among those who are interested in starting a business.

Question 2: What age group should be promoted?

Firstly, the premise was that we wanted to target the generation that has the most positive impact on the economy as a sum. And the best impact was defined as:

- "(1) The sum of the wealth that the person generates after becoming president is large, and
- (2) The number of people who are interested in starting a business is large."

In addition, the retirement age of the president was assumed to be 65 years old (compared to the current average).

Usage data: Population data by age (2020) *7

Entrepreneurship Interest Rate Data by Age (2020) *8

Data on the percentage of people who have no clear intention to start a business among those interested in starting a business by age (2020) *9

President's annual sales data by age *10

Software used: Microsoft Excel

Procedure (explained using a man as an example)

① From question 1, we decided to conduct data analysis by targeting people who are interested in starting a business but have no clear plans to start a business. Multiply the population data by age and the data on the interest rate in starting a business by age by the percentage of people who are interested in starting a business but have no clear intention to start a business to calculate the population interested in starting a business by age (20 to 65 years old)

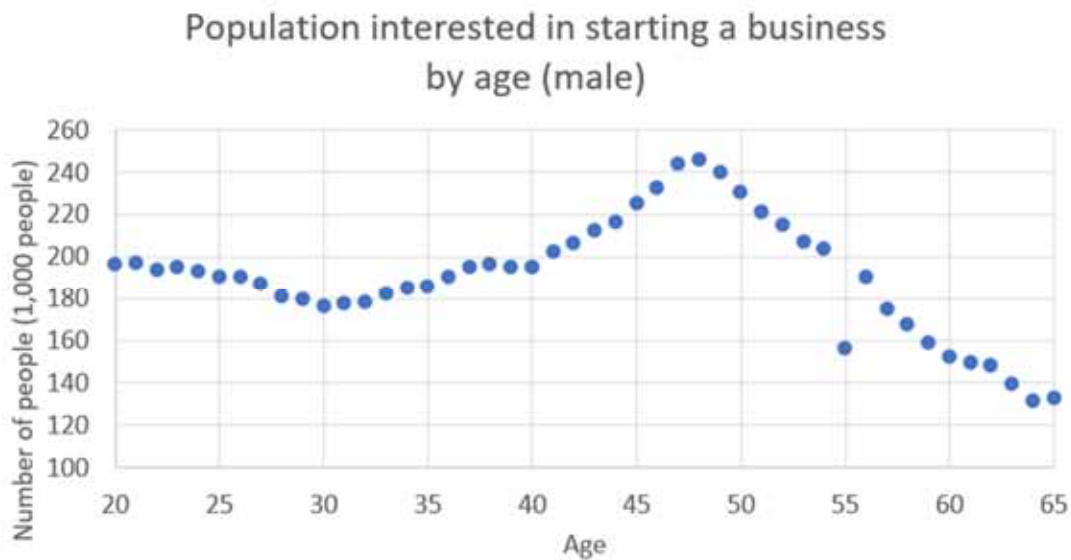


Figure 7: Number of people who want to start a business by age and who have no clear intention to start a business

② Because there was little data on annual sales by age, we approximated it with a cubic function from the perspective of accuracy and operability.

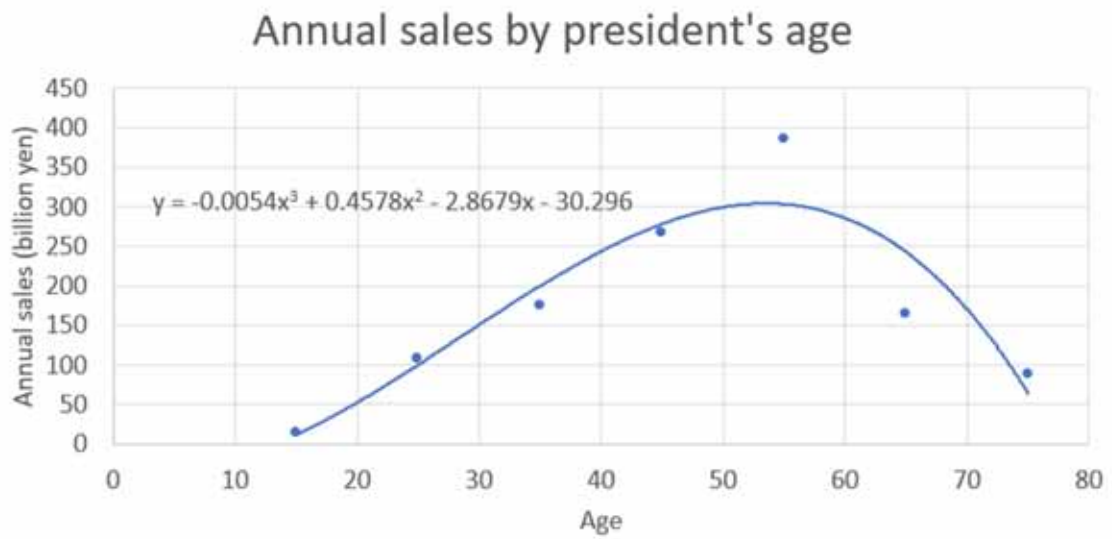


Figure 8: Annual sales by president age

③ To calculate how much wealth you can generate by the time you retire at age **a**, take the definite integral from age a to age 65 (following formula 1)

$$f(a) = \int_a^{65} g(x) \quad (1)$$

* **f**: Wealth generated per person by age **g**: Annual sales by age (approximated function)

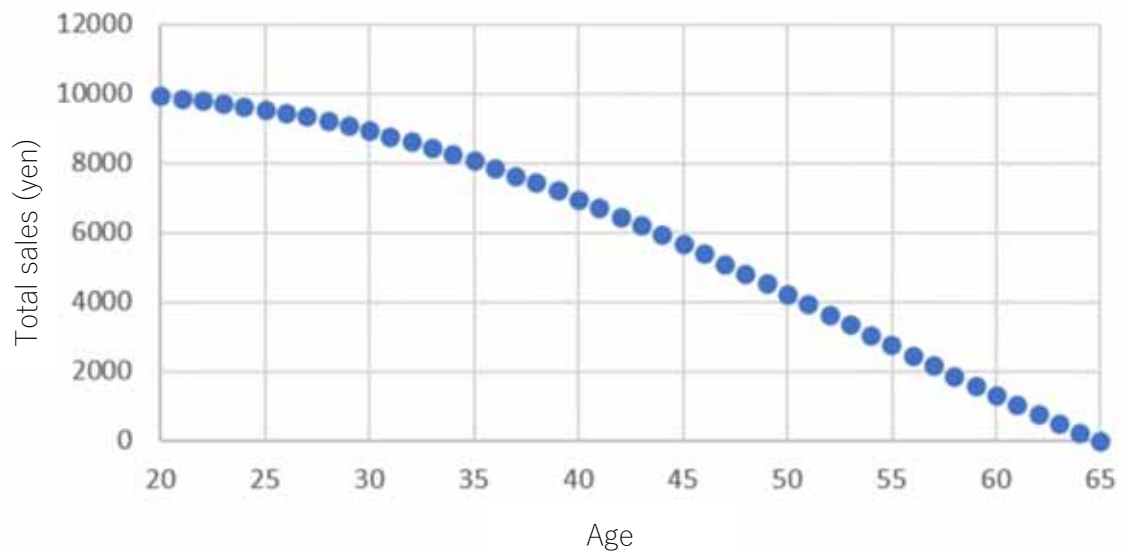


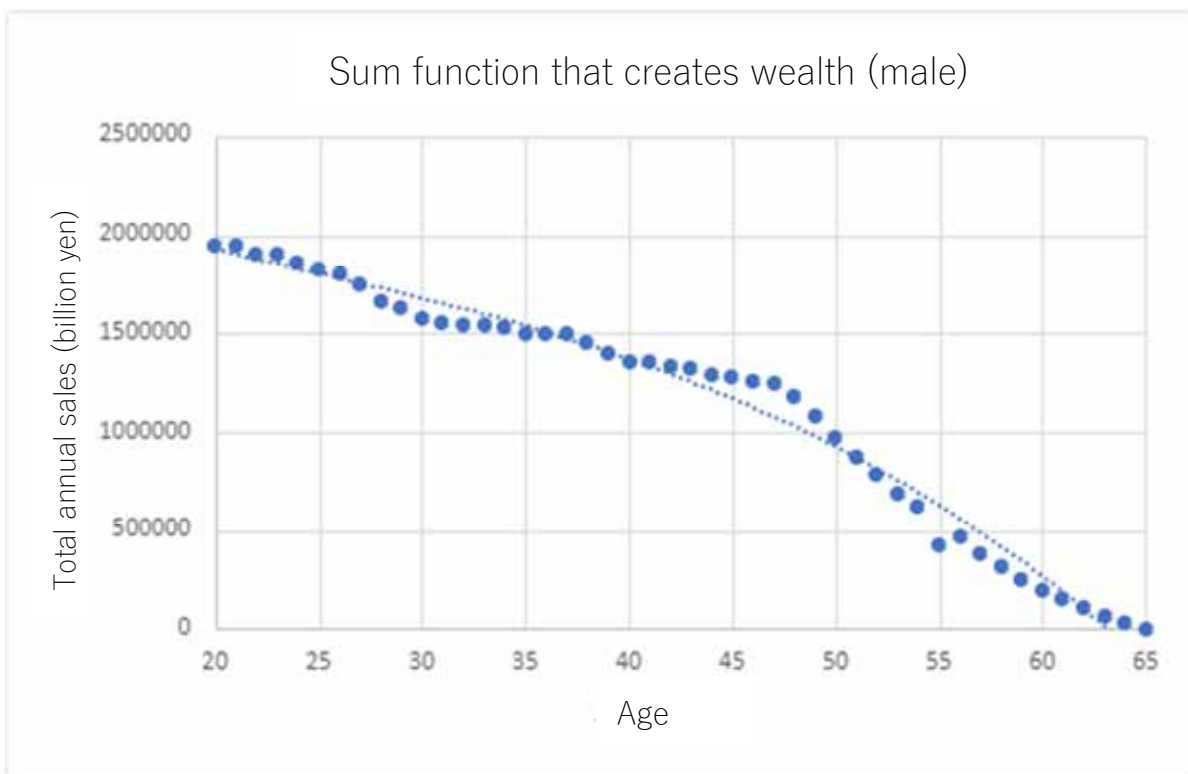
Figure 9: Wealth generated by a person who becomes a president at a certain age by the time he or she retires

④ The value obtained by multiplying the definite integral of ③ by the age-specific population interested in starting a business is defined as the "Sum function that creates wealth" (Equation 2 below).

$$F(a) = f(a)p(a) \quad (2)$$

* **F**: Sum function that creates wealth **f**: wealth created per person by age

p: population with no intention of starting a business among those interested in starting a business by age



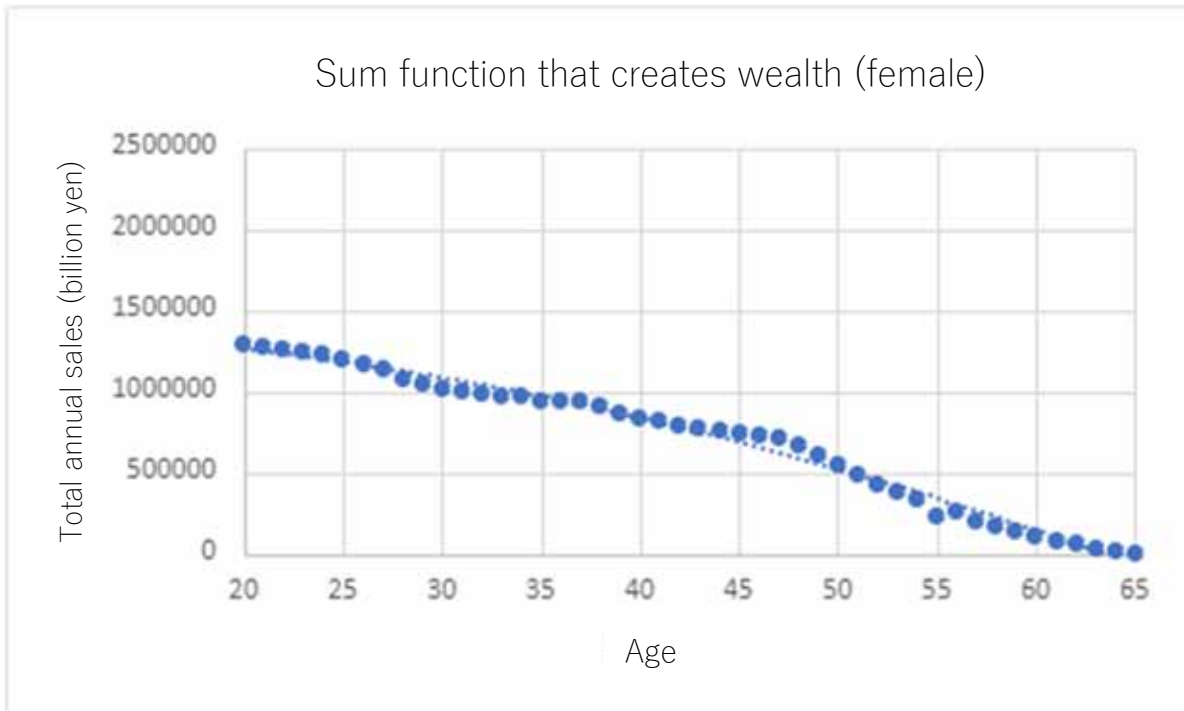


Figure 10: The sum function that creates wealth

• **Results**

From Figures 7 and 8, the values on the vertical axis increase as the age on the horizontal axis decreases. This shows that it is effective to promote the program to younger generations, both men and women.

Question 3: What industries have an impact on the economy?

Based on data from the OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), we investigated correlations using the percentage of each industry in the GDP of OECD member countries as an explanatory variable and IMD, which indicates international competitiveness, as a response variable.

Table 2: Correlation between industry share of GDP and IMD in OECD member countries

Kinds	Correlation coefficient	Correlations
Agriculture, Forestry, and Fisheries	-0.67	Moderate negative correlation
Industry and Energy	-0.17	Almost none

Construction	-0.03	Almost none
Distribution, Repair, Lodging, Food and beverage, Transportation	-0.48	Moderate negative correlation
Information technology	0.36	Weak positive correlation
Finance and Insurance	0.38	Weak positive correlation
Real estate	-0.14	Almost none
Science and technology/Research	0.60	Moderate positive correlation
Public administration, Social security, Education, and Health	0.52	Moderate positive correlation
Other service industry	-0.11	Almost none

From the Guilford Criterion

From Table 2, "Science and technology/Research" and "Public administration, Social security, Education, and Health" have a relatively strong positive correlation with the economy. However, since these items are not in the category of items that can be passed on to business succession, the results could not be considered valid.

Observations, new questions, practical application of observations

These results show that we should target those interested in starting a business who have no plans to do so. Furthermore, we found that the greatest economic effect can be expected by targeting young people. Therefore, to lower the barrier to young people's involvement in business succession, we thought we would like to use SNS as a place where those involved in business succession can connect with each other.

Differences from existing services

Existing services are often troublesome and difficult to create an account, and the usage fees are high. However, many people are familiar with SNS, there is no need to open an account, and it does not cost anything for the parties to reach an agreement. However, the disadvantage is that legal experts may be required separately, but since there are fewer intermediary companies, it is still possible to reduce costs.

Here, we decided to ask a new question and examine how SNS is currently being used for business succession. We chose X (formerly Twitter) as the app to use because it is used by many people.

Question 4: How is SNS currently used for business succession?

App used: X (formerly Twitter)

Hypothesis: Currently, there are few posts on social media to agree on business succession.

Research method: Search for "#事業承継" in X and categorize the content of the post from a unique perspective

* Search for "trending tweets" on December 6, 2023

* Search for the top 100

Table 3: Contents of Tweets

	Activity reports and advance notice	Business Succession Site propaganda	Business Succession Explanation and enlightenment	Direct referrals	Others
TOP 20	5	0	4	7	4
TOP 50	10	4	15	9	12
TOP 100	25	6	21	34	14

Study results: 34 out of 100 posts were for direct introduction to the social media we are trying to promote. Therefore, the hypothesis was erroneous. However, posts about them received relatively little attention, and reports and notices of enlightenment and events at the top were conspicuous.

Therefore, we decided to create a new "#事業承継したい" and aim to build a system that connects people who want to inherit the business and those who want to do it by searching for the hashtag. Currently, there are various business succession sites, but the hurdles to creating an account are raised, and the cost of using them is high. On the other hand, although there is a disadvantage that legal experts and others need to be separate, SNS is an app that young people are used to using on a daily basis, so the hurdles are low, and there is no cost for the parties to agree. In the end, we decided to build a mock site to recognize the results of our research, recognize the "#事業承継したい", and use SNS on behalf of the former president, who is often elderly.

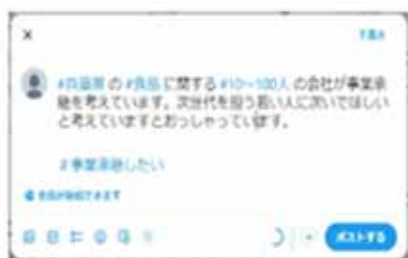
Some parts of the site (this site uses studio.site)

URL: <https://preview.studio.site/live/nBW2b8r9Wv/>



あなたの承継したい会社の情報をご入力いただけますと、その情報をX(旧Twitter)で発信いたします。
X(旧Twitter)で発信いたしました数にお記入のメールアドレス宛にご連絡致します。
あなたの会社に興味のある人がいらっしゃれば再度お記入のメールアドレス宛にご連絡致します。

使用例

The image shows a web form titled '承継したい会社' (Company I want to inherit). The form has a purple header bar. Below the title is a blue link: 'Googleにログインすると作業内容が保存されます。詳細'. Below that is a red asterisk and the text '*必須の項目です'. The form contains three input fields: 1. 'お名前 (例: 山田 太郎) *' with a '戻る' button below it. 2. 'メールアドレス (例: sasaki@gmail.com) *' with a '戻る' button below it. 3. '会社名 (例: 株式会社〇〇) *' with a '戻る' button below it.

Feedback

As a result of sharing this site with the "My Project Award" community that we participated in, we received the following feedback.

- I think it is good to understand with specific examples. It is easier to understand if you write "To all business owners who are interested in business succession" on the top page.
- I would like to see an explanation somewhere for those who want to inherit and manage the business.
- It is better to make a point that will be sold, even if it is hypothetical, and specify it.

7. Conclusions and Future Prospects

The purpose of our research was to investigate the problems of Japan's sluggish economy and to find out how to solve them. After confirming the usefulness of business succession from previous research, we concluded that business succession should be promoted by targeting entrepreneurial interested people who do not plan to start a business, especially young people.

We would like to develop a mock site after refining the content of the analysis and considering the contents of business succession that are not currently considered. To increase its practicality, we would like to conduct surveys assuming actual users, collect data, and improve it. In addition, we would like to consider the details so that it can be used in society.

8. References

1. "Japan's Competitiveness as Seen from the 2023 Edition of IMD's World Competitiveness Yearbook Part 1: Data Commentary Overall Ranking Ranked 35th, Breaking Record Low". Japan's Competitiveness in the IMD World Competitiveness Yearbook | Mitsubishi Research Institute.2023-10-24. <https://www.mri.co.jp/knowledge/insight/20231024.html> , (ref. 2023-11-15)
2. Toshihiko Takemura (2014) "Strategies and Challenges for Strengthening Japan's International Competitiveness", (Ref. 2023-11-16)
3. "Small and Medium Enterprise Administration: Financial Support "Business Succession"" |Small and Medium Enterprise Agency.2023-10-01. https://www.chusho.meti.go.jp/zaimu/shoukei/known_business_succession.html , (Ref. 2023-11-16)
4. "White Paper on Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) 2014"|Small and Medium Enterprise Agency.2014, (Ref. 2023-11-16)
5. "2017 White Paper on Small and Medium Enterprises"|Small and Medium Enterprise Agency.2017, (Ref. 2023-11-16)
6. "FY2022 Survey on Entrepreneurship and Entrepreneurial Attitude"|Research Institute, Japan Finance Corporation 2023, (Ref. 2023-11-18)
7. "Population Estimates as of October 1, 2020 (Reiwa 4)" |Ministry of Internal Affairs and Communications.2023, (Ref. 2023-11-16)
8. "FY2020 Survey on Entrepreneurship and Entrepreneurial Attitude"|Research Institute, Japan Finance Corporation 2023, (Ref. 2023-11-16)
9. "2020 Edition Awareness Survey on Independent Business Practice"|Mynavi Independent.2020, (Ref. 2023-11-16)
10. "Nationwide 'Company President' Age Analysis Survey (2022)"|Teikoku Databank.2022, (Ref. 2023-11-16)
11. "The 2022 IMD World Competitiveness Ranking"|IMD Business school.2022, (Ref. 2023-11-19)
12. "Gross domestic product (GDP)"|OECD Data 2022, (Accessed 2023-11-19)

“大気に聞く”地震予測

—— GNSS-TEC 法による地震直前予測の可能性 ——

柏木 創太

1. 要旨

本研究は、地球大気の上層、高度約 60~1000km に位置し、大気が太陽からの強い紫外線の影響で電離している領域である電離圏に存在する電子の数（電離圏総電子数, TEC）を全球測位衛星システム（GNSS）のデータから算出し、地震の予兆を捉えることを目的とするものである。地震直前に震源付近上空で TEC が増加するという現象が報告されており、これを正確に捉えることで地震を直前に予測することが可能となる。本研究では特にどのような異常の出現のしかたが地震前に見られるかという点に注目した。

2. 研究の動機と目的

近年、静岡県沖から紀伊半島沖、高知県沖にかけて広がる南海トラフで巨大地震が発生し、最大 30m を超える津波が沿岸部に押し寄せ、未曾有の大災害を日本にもたらす可能性が危惧されている。具体的には M8~9 クラスの地震が 30 年以内に 70~80% の確率で発生すると予測されている。

これは過去に南海トラフで発生した地震の記録（図 1 はその一部）を調べても明らかである。これまで約 100 年ごとに M8~9 の地震が発生してきており、2022 年現在、最後の地震である昭和南海地震（1946 年 12 月 21 日）から 76 年が経過していることから、いつ巨大地震が発生してもおかしくない状況にあると言える。

今も避難所・津波避難タワーの整備、防波堤の建設などさまざまな防災の取り組みがなされているが、これらは全て「発生した後に被害を減らす」ための取り組みであり、大阪北部地震の際に当時小学 4 年生の女兒が倒壊したブロック塀の下敷きとなって亡くなったという痛ましい事例があったが、このような地震発生直後の 1 次災害による犠牲を無くすことは不可能である。

しかし大きな地震の発生を直前に予測することができれば、従来は不可避のものと考えられてきた 1 次災害による犠牲も無くすことができ、さらに地震発生後のパニックも軽減することができる。

エネルギー保存則より、地震発生時に放出される大量のエネルギーは地震発生前から地中に蓄えられているはずであり、それが地表に与える何らかの影響を観測によって捉えることで地震を予測しようとするのは自然な試みである。



図 1. 南海トラフで起きた巨大地震
User: Pekachu; derivative work: CC BY-SA 3.0 による。
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8633592>

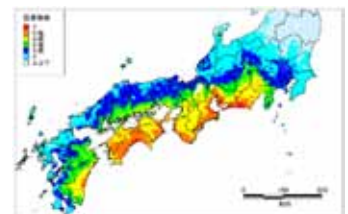


図 2. 南海トラフ巨大地震震度予測
南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ、南海トラフ巨大地震の被害想定（第二次報告）より

ここで私は祖母が阪神淡路大震災発生を前日に雲の色・形を見て的中したというエピソードを思い出した。この話に科学的根拠はないが、地震前に地中に溜まったエネルギーが何らかの電氣的な変化を引き起こし、それが大気に作用して異常を観測できる可能性は十分に考えられる。

調べてみると、地震 30 分～1 時間前に電離圏に存在する電子の数（電離圏総電子数, TEC）が増加するという研究結果があった。そこで、この地震前 TEC 異常を実際に TEC を算出することで捉え、どのような異常が地震の予兆なのか研究を行うことにした。

3. 研究方法

地震を予測する際、以下の 3 つのポイントを抑える必要がある。

- 予測感度 … どれぐらい詳細に発生する地震の特徴を予測できるか
(マグニチュード, 震源位置, 発生までの時間 など)
- 観測可能性 … 現在既に利用可能で、かつ日本全国に設置されている観測機器を用いること
- 精度 … どれぐらい正確に地震を予測できるか

これを踏まえて、今回用いるのは「GNSS-TEC 法」を用いた TEC 観測による方法である。GNSS（全球測位衛星システム）から来る周波数の異なる 2 種類の電波のタイムラグから電波の経路差を求め、それによって TEC を推定し、地震前の TEC の異常を捉える。3 つのポイントについては以下の通りである。

- 予測感度 : およそ M7 以上, 震源上空を特定, 地震発生約 30 分～1 時間前に異常を検知
- 観測可能性: 全国約 1,300 か所に存在する電子基準点から成る GEONET (GNSS 連続観測システム) のデータを利用
- 精度 : 不明

以下に具体的な TEC の算出方法を示す。

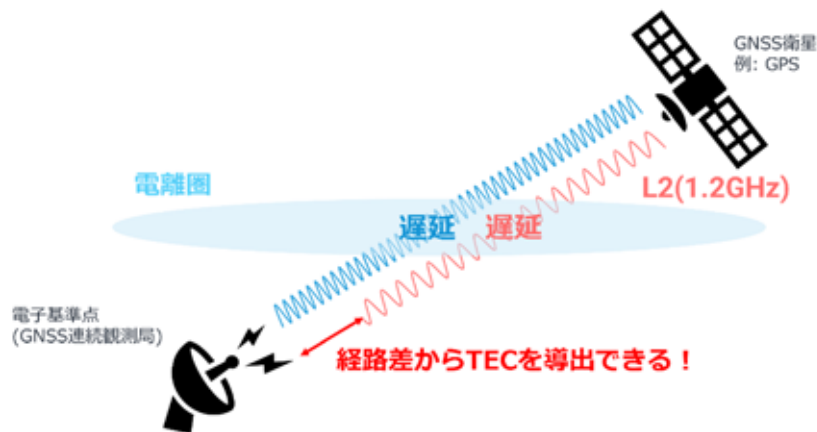


図 3. TEC 導出の原理

$$D_{iono} = \frac{40.3N_e}{f^2} \dots \textcircled{1}$$

D_{iono} は電波が電離圏で遅延される長さ、 N_e は電離圏総電子数 (TEC)、 f は電波の周波数である。①より、電離圏遅延の長さは電波の周波数の 2 乗に反比例し、TEC に比例する。つまり、電波の周波数が低く、電離

圏にたくさんの電子が存在するほど、電波はより長く遅延される。これを利用して、GNSS で用いられる 2 種類の異なる周波数を持つ電波 (L1, L2) のタイムラグから経路差を求めることで TEC を算出することができる。(図 3)

$$L = \lambda\phi = \rho - D_{iono} + D_{tropo} + \lambda n + \varepsilon + \tau$$

L は搬送波位相測定 (波の通った経路の長さ)、 λ は搬送波波長、 ϕ は搬送波位相である。なお、 ε 、 τ はそれぞれ衛星と受信機によるバイアス、 D_{tropo} は対流圏遅延である。ここに①を代入して、

$$L = \lambda\phi = \rho - \frac{40.3N_e}{f^2} + D_{tropo} + \lambda n + \varepsilon + \tau$$

さらにこの式を 2 種類の電波それぞれについて立てると

$$L_1 = \rho - \frac{40.3N_e}{f_1^2} + D_{tropo} + \lambda_1 n_1 + \varepsilon_1 + \tau_1 \cdots \textcircled{2}$$

$$L_2 = \rho - \frac{40.3N_e}{f_2^2} + D_{tropo} + \lambda_2 n_2 + \varepsilon_2 + \tau_2 \cdots \textcircled{3}$$

②から③を引くことで余計な変数を消去し、経路差 $L_1 - L_2$ 、導出したい値である N_e 、定数のみから成る式をつくることができる。

$$L_1 - L_2 = -40.3N_e \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2} \right) + Const.$$

さらに変形をして、最終的に 2 種類の電波の経路差から TEC を算出する式が求められる。

$$N_e = -\frac{1}{40.3} \frac{L_1 - L_2}{\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2}} + Const.$$

$$TEC = N_e = \frac{1}{40.3} \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} (L_1 - L_2) + Const.$$

$$\Delta TEC = \frac{1}{40.3} \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \Delta(L_1 - L_2)$$

今回は東日本大震災前の TEC の変化 (ΔTEC) を実際に計算し、地震前に変化がみられるか検証を行った。

4. 結果

まず、2011 年 3 月 10 日と 11 日の 14 時からの、震源に近い釜石・宮古と震源から遠く離れた姫路上空の TEC の変化を 15 時までグラフにプロットした。横軸は時間[時]、縦軸は ΔTEC [TECU] (TEC unit, 10^{16} 電子/ m^2) である。

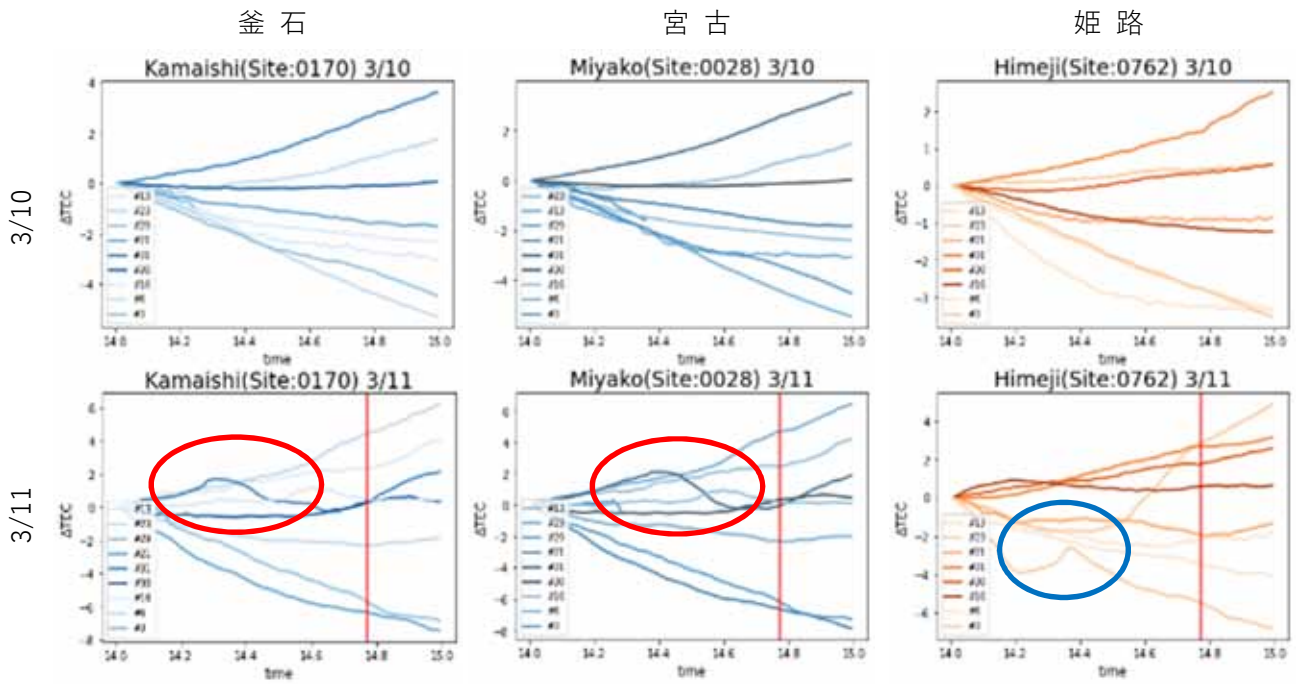
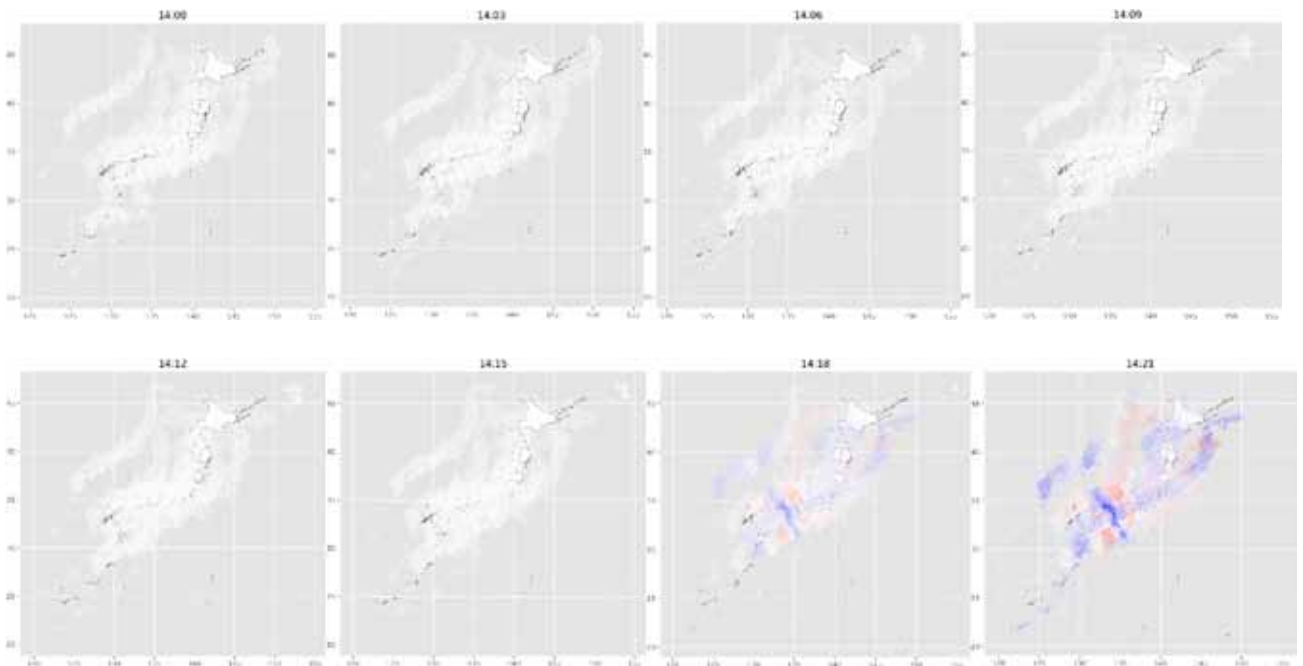


図 4. 2011 年 3 月 10, 11 日の 14 時からの TEC 変化

3 月 11 日のグラフ内の縦軸に平行に引かれた赤い線は東日本大震災発生時刻を表している。赤い丸で示したところに注目すると、地震発生 30 分前から震源に近い釜石、宮古では TEC が増加していたことが読み取れる。対照的に 3 月 10 日のグラフは直線的な形をしており、TEC は大きく変化をしていない。しかし青い丸で示したように、震源から遠く離れた姫路でも地震発生 30 分頃に TEC が変化していたことがわかる。震源上空に現れる地震の予兆とそれ以外の TEC の変化を正確に区別できなければ地震予測ができたとは言えないので、さらに全国の 3 月 11 日 14 時からの TEC の変化を調べ、地図にプロットした (図 5)。赤色は TEC が増加したこと、青色は TEC が減少したことを示す。



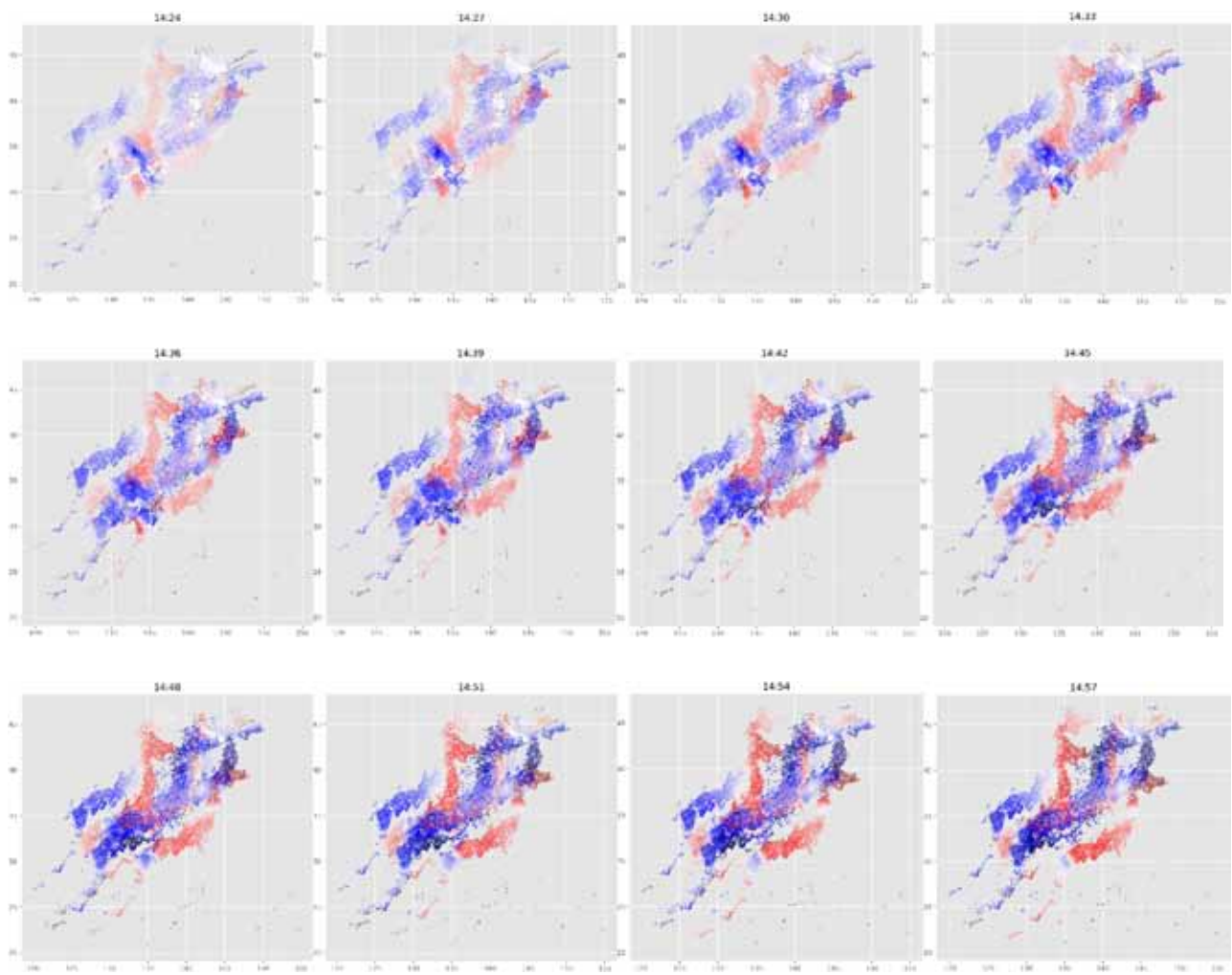


図 5. 2011 年 3 月 11 日の 14 時からの TEC 変化

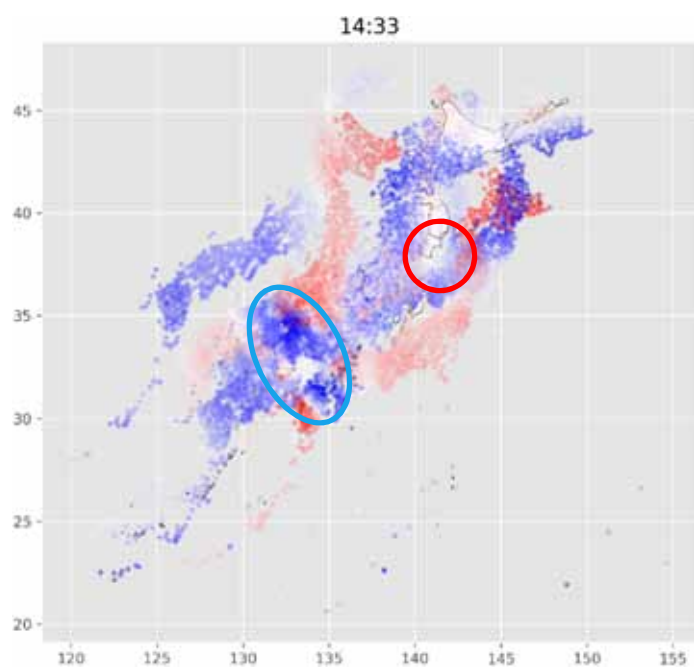


図 6. 14:33 の 14:00 からの TEC 変化拡大図

14:33 時点の 14 時からの TEC 変化をプロットした地図を図 6 として拡大して示した。赤い丸で囲んだ震源付近のエリアで周囲よりも TEC が増加傾向にあることが見て取れる。これは図 4 の釜石、宮古での TEC 増加に合致する結果である。水色の丸で囲んだ部分は TEC 減少の大きな波のような現象が起きていることが図 5 を時系列順に追うことで読み取れる。図 4 の姫路での TEC の変化は、この TEC 減少の波によって引き起こされたものであると考えられる。

5. 考察

結果から、東日本大震災発生約 30 分前に実際に震源上空で TEC の増加があったことが確認できた。増加範囲は震源上空におおよそ円形で現れた。もしこの円形の TEC 正異常が巨大地震全般に共通する現象であるとすれば、ピンポイントでの予測ができることを意味する。しかし、図 5 で見られた地震には関係のない TEC 変化の大きな波（地震に関係ない別の現象によるものと考えられる）のように、別の現象による TEC 変化と地震前の TEC 異常を区別することはこれだけではできず、地震予測をすることは現時点では不可能である。

6. 結論と今後の展望

以上より、東日本大震災発生直前にあったと報告されている TEC 増加を実際に確認することができた。しかし、これを巨大地震全般に共通する特徴であると言い切ることはできない。ゆえに今後、もっと事例を増やして地震直前に TEC 増加があったのか検証を行う必要がある。

7. 参考文献

- (1) 政府地震調査推進研究本部：“今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧”（2022）。
- (2) 日置幸介：“巨大地震直前に増える電離圏の電子”（2012）。
- (3) 高須知二：“搬送波位相測定値による精密測位の理論及び解析処理”（2005）。
http://gpspp.sakura.ne.jp/tutorial/html/gps_symp_2005_1.htm
- (4) 日置幸介、菅原守、大関優、岡崎郁也：“GPS-TEC 法による地球物理学”、測地学会誌、第 56 巻、第 4 号、pp125-134（2010）。
- (5) 梅野健、岩田卓也：“Correlation analysis for preseismic total electron content anomalies around the 2011 Tohoku-Oki earthquake”、Journal of Geophysical Research、121 巻、9 号、pp. 8969-8984（2016）。

8. 謝辞

丁寧にご指導をしてくださった梅野健教授（京都大学大学院情報学研究所）ならびに中林亮さん、また研究活動全てを通して厚くサポートをしてくださった林宏樹先生に心より感謝を申し上げます。本当にありがとうございました。

また、TEC 導出の計算を行う際、日置幸介教授（北海道大学理学研究院自然史科学部門地球惑星ダイナミクス分野）が作成されたプログラムを使用させていただきました。ありがとうございました。

地域データ分析から見たオンライン診療普及戦略

Online medical care dissemination strategy from the viewpoint of regional data analysis

荻 愛実 沖中 優奈 明珍 初音

Abstract:

The number of online medical examinations is small. I propose to carry out online medical care at community centers in order for online medical care to become widespread. The demonstration experiment was conducted using a community center in Himeji City to investigate the merits and demerits of online medical care. The widespread use of online medical care may be advantageous to both the doctors and patients.

Keywords:

Community center, Online medical care, Clustering, mapping, Python

1.研究背景

1.1 研究の動機

新型コロナウイルスの流行により、外出することの抵抗感から通院することが困難となった患者が増えた。一方で、急速なオンラインシステムの普及により、オンライン診療という新たなスタイルの診療方法が現れてきた。しかし、オンライン診療をするためには、情報機器の整備、使用方法などでの障壁がある。そのため、本研究では、その障壁を緩和し、オンライン診療が社会全体により普及するために、通院は面倒でも足を運ぼうと思えることができる施設として、公民館を利用したオンライン診療の導入を提案する。これは公民館が地域に根差した施設であることがわかったからである^[1]。

1.2 研究目的・意義

本研究は、公民館を活用したオンライン診療を実施することで、オンライン診療を普及させることを目的としている。情報機器の活用に対して抵抗感の大きい高齢者をターゲットにした実験を通して、オンライン診療のメリット・デメリットを見出していく。

また、公民館は地域の人が気軽に立ち寄れる場所である。公民館が診察を受けたいが通院はするほどでもないと考える人や、情報機器が扱えない、操作方法が難しいと抵抗する人が情報機器のサポートを受けながら診察を受けられるメリットを享受できる場所となることを意図している。

1.3 オンライン診療の現状

1.3.1 オープンデータの分析

図1～4は都道府県別データから

図1,2 オンライン診療対応病院割合(オンライン診療対応病院数/病院数)と
高齢化率(高齢者数/人口)、高血圧患者割合(高血圧患者数/人口)

図3,4 オンライン診療患者延数(患者延数/人口)と高齢化率、高血圧患者割合
の相関関係を分析し、散布図を描いたものである。

オンライン診療対応病院割合と高齢化率、高血圧患者割合には弱い正の相関があった(相関係数: 0.36、0.37)。また、オンライン診療患者延数と高齢化率、高血圧患者割合には弱い負の相関があった(相関係数: -0.39、-0.33)。このことから、高齢者、高血圧患者が多い地域ほどオンライン診療に対応している病院は多いがそのような地域で患者はオンライン診療を受けていないということが分かる。高血圧患者は高齢者に多い傾向がある。よってオンライン診療を高齢者にとって身近な公民館で実施することでオンライン診療をさらに普及させることができると考えられる。

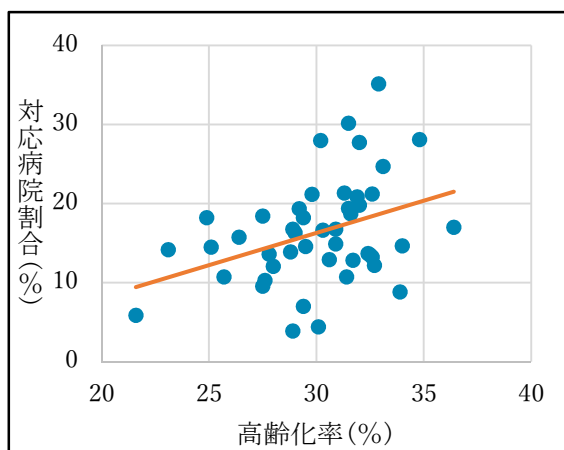


図 1.

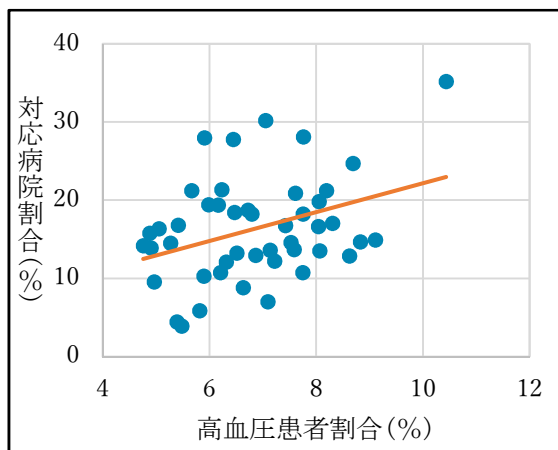


図 2.

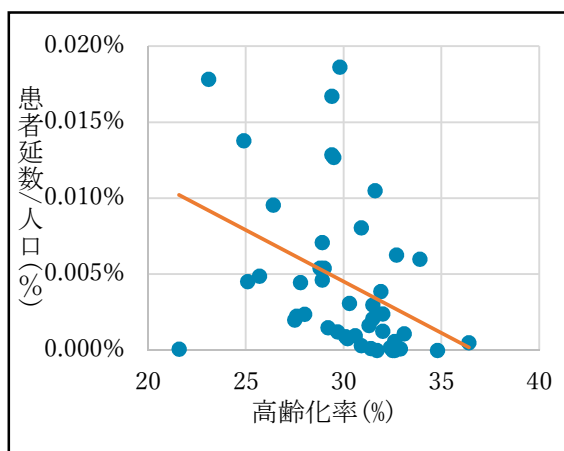


図 3.(外れ値の大阪、島根は除外)

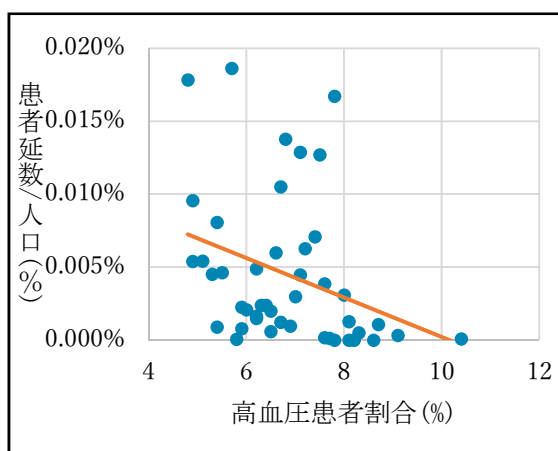


図 4.(外れ値の大阪、島根は除外)

使用データ	出典
高齢化率	内閣府「令和元年版高齢社会白書」(2018)
高血圧患者数	厚生労働省(2017)
オンライン診療対応病院数	厚生労働省(2017)
オンライン診療患者延数	厚生労働省(2017)
人口	総務省(2017)
病院数	厚生労働省(2017)

表 1.分析に使用したオープンデータ

1.3.2 インタビュー調査

オンライン診療の現状について知るため現役医師の方五人にインタビューを実施した。インタビューの結果、医師側のオンライン診療のメリットは「二次感染の心配がない」、「なかなか病院に来られない患者にも医療を提供できる」、「アプリ(curon, CLINICS など)を使えばシステムは簡単」などが挙げられた。患者側のメリットは「病院に行きにくい人が病院に行かなくてもよい」、「料金は一般の診療とほとんど変わらない」「待ち時間がない」、「薬剤指導もオンラインで受けられる」などがあつた。オンライン診療によりさらに地域の医療を発展できることが分かつた。医師側のオンライン診療のデメリットは「オンライン診療に適している病状の範囲が狭い(慢性疾患患者に向いている)」「システムの維持費が高いわりにオンライン診療患者が少ない」などがある。これらの課題は公民館でオンライン診療を広めることでオンライン診療の件数が増え、病院の経営を黒字にし、解決できるものもある。患者側のオンライン診療のデメリットは「情報機器の使い方が高齢者にとっては難しい」、「対面に比べて医師とのコミュニケーションがとりにくい」などがある。これらの課題は公民館でのオンライン診療により、患者は公民館で情報機器の使い方を教わりながらオンライン診療を受けることができ、解決できるものもある。このことから公民館でのオンライン診療はオンライン診療のさらなる普及につながるといえる。

2.研究の流れ

本研究は以下のような流れで進めた。

- ①普及させるべき対象を調査するためアンケート作成・実施・分析
- ②機械学習で実証実験をするのに有効な公民館を選抜
- ③姫路市の公民館で実証実験実施

「公民館でオンライン診療を実施する」というのは私たち独自のアイデアであるため、このアイデアを普及させるべき対象についての先行研究は見つからなかつた。そのため、アンケートを作成・実施し、分析することとした。また、姫路市のすべての公民館で実証実験を実施するわけにはいかないため、より有効性が高いと考えられる公民館を機械学習で絞り込んだ。そのうちのひとつで、医師・地元の方協力のもと、実証実験を行った。

3.普及させるべき対象をアンケート調査

3.1 仮説

オンライン診療を必要とする人の特徴を知るためにアンケート調査をした。

公民館でオンライン診療を受けたい人は、

- ① 生活習慣病の人
- ② インターネットに抵抗感がある人
- ③ 高齢者
- ④ 病院での待ち時間が長い人
- ⑤ 病院より公民館が近い人 であるという5つの仮説を立てた。

①にした理由は、病状が比較的安定している生活習慣病を患っている方は、常用薬を処方してもらったためだけに通院するのが面倒だと感じている人が多く、オンライン診療を受けたいと感じている人が多いと考えたからである

②にした理由は、インターネットに抵抗感がある人は、公民館でインターネットの使い方を教えてもらい、オンライン診療を受けたい人が多いと考えたからである。

③にした理由は、高齢者は病院に行くのがつらいと感じていると考えたからである。

④にした理由は、公民館でのオンライン診療は待ち時間が少ないと考えたからである。

⑤にした理由は、病院より公民館の方が近いと公民館に行きやすいと考えたからである。

3.2 方法

アンケートは、質問紙・インターネットを用いて、対象年齢は20歳以上とし、令和3年7月28日から8月20日の期間で実施し、379人の回答があった。アンケートは、 χ 二乗検定を使って分析した。

3.3 結果・考察

アンケートの中の公民館でオンライン診療を受けられるなら、受けたいと思いますかという質問に対し、分析した結果、受けたい人は2%、どちらかといえば受けたい人は12%であった。この結果から14%の人はどのような人なのかを分析した。

① 生活習慣病がある人

「公民館でのオンライン診療×生活習慣病」をクロス集計し χ 二乗検定すると、結果は34%となり、有意差はなかった。考察として、病状が安定している人と安定していない人が混在していたため、傾向が見られなかったと考えられる。

② インターネットに抵抗感がある人

「公民館でのオンライン診療×インターネットに抵抗感がある人」をクロス集計し χ 二乗検定すると、結果は6.6%となり、有意差はなかった。考察として、インターネットが得意な人は公民館で情報機器の操作方法を教わらなくても一人でオンライン診療ができ、インターネットが苦手な人は情報機器を利用するオンライン診療自体に抵抗感あるため、傾向が見られなかったと考えられる。

③ 高齢者

「公民館でのオンライン診療×年代」をクロス集計し χ^2 二乗検定すると、結果は1.2%となり、有意差があった。クロス集計の結果は図5のようになった。

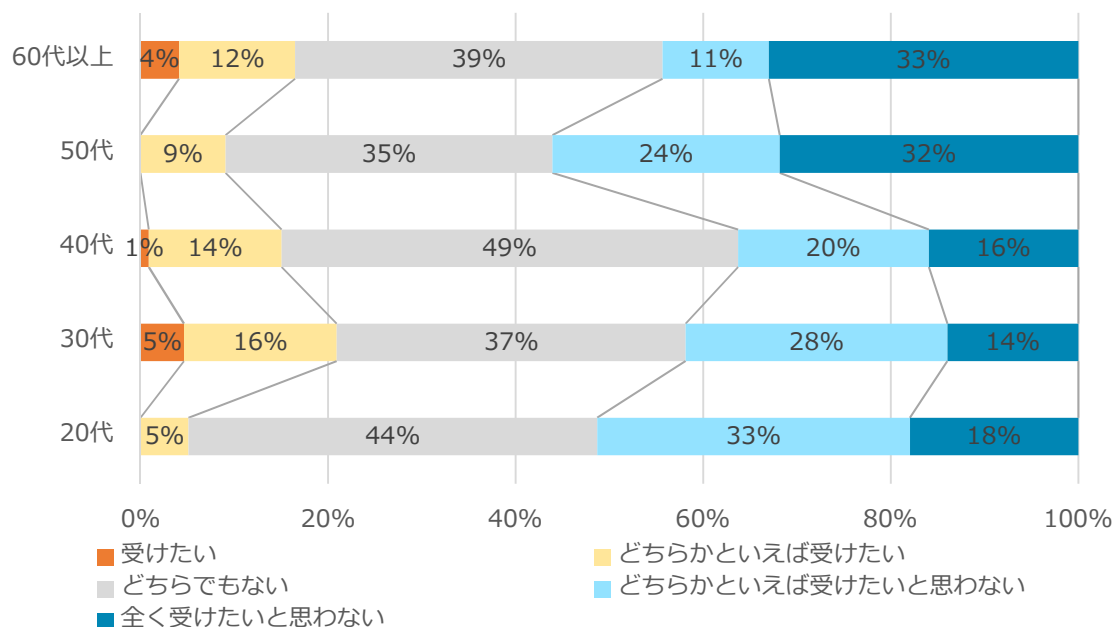


図5.公民館でのオンライン診療×年代の帯グラフ

図5から読み取れる通り、30代と60代以上で受けたい人が多かった。考察として、病院に行くのが辛いと感じる高齢者と子育て世代は多くの方が受けたいと感じていると考えられる。50代は慢性疾患などの体調不良を自覚し始める人が多く、容態が安定していないため、オンライン診療を受けたい人が少ないと考えられる。

④ 病院での待ち時間が長い人

「公民館でのオンライン診療×普段の病院での待ち時間」をクロス集計し、 χ^2 二乗検定すると、結果は2.2%となり、有意差があった。クロス集計の結果は図6のようになった。

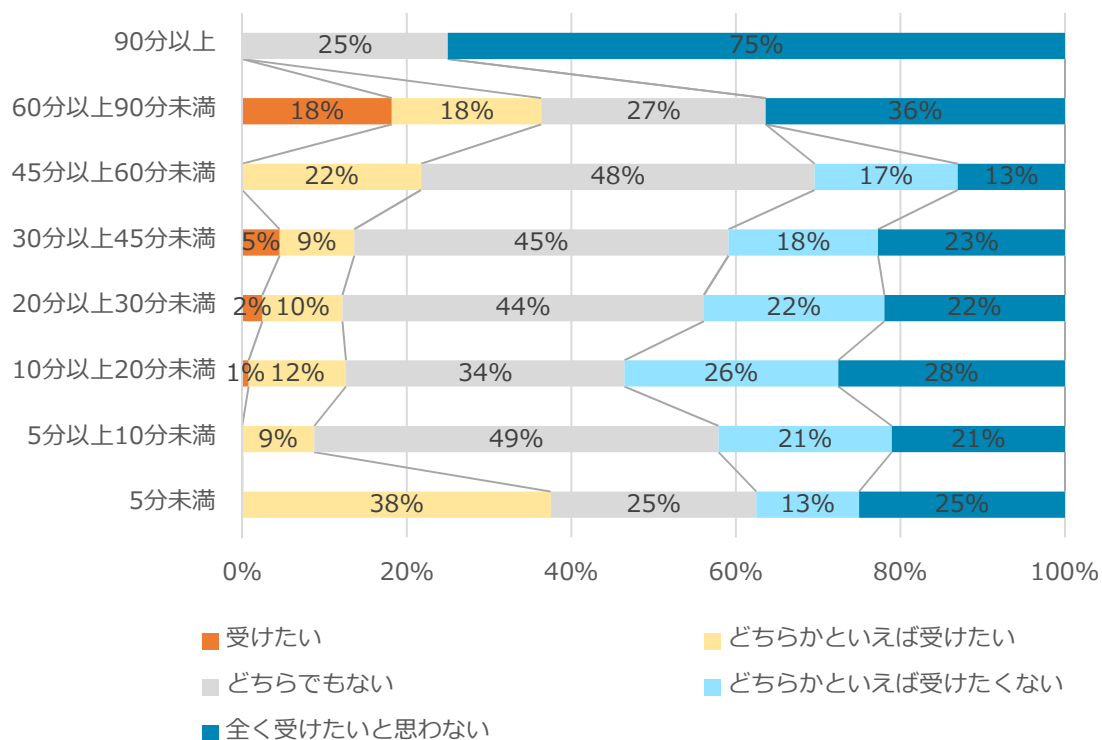


図6.公民館でのオンライン診療×病院での待ち時間の帯グラフ

図6から読み取れる通り、病院の待ち時間が長い人ほど公民館でオンライン診療を受けたい人が多かった。考察としてオンライン診療をすると待ち時間が解消できるからだと考えられる。

⑤ 病院より公民館が近い人

「公民館でのオンライン診療×病院と比べた公民館までの距離」をクロス集計し、 χ^2 乗検定すると、結果は0.014%となり、有意差があった。クロス集計の結果は図7のようになった。

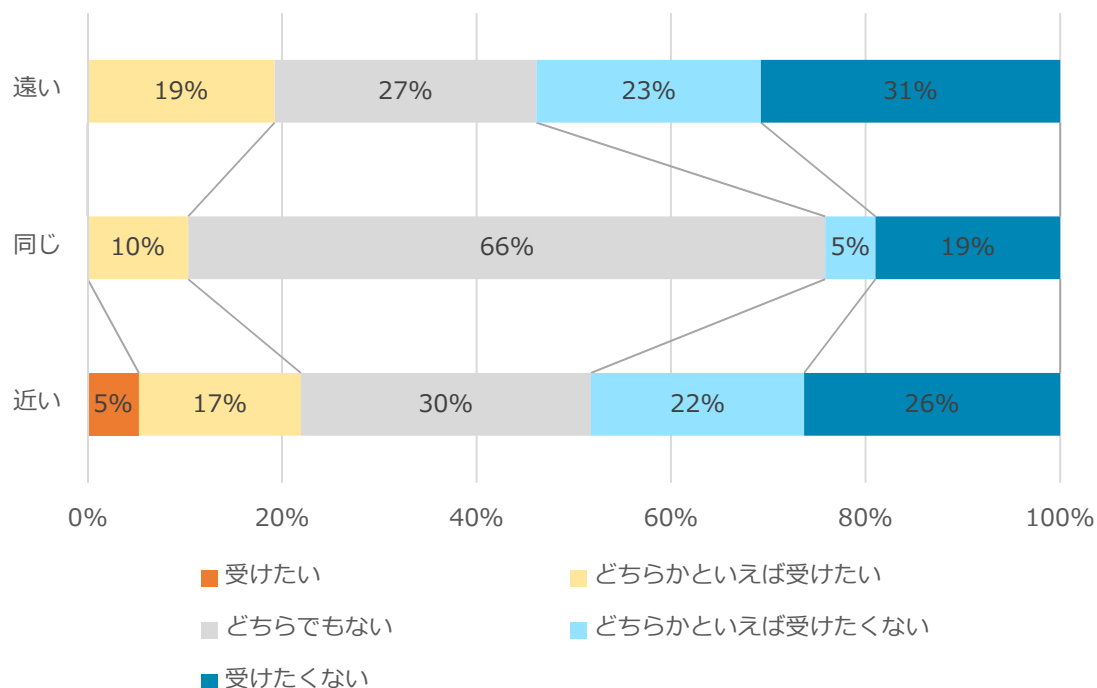


図7.公民館でのオンライン診療×病院と比べた公民館までの距離の帯グラフ

図7から読み取れる通り、病院より公民館までの方が近い人ほど、公民館でオンライン診療を受けたい人が多かった。考察として公民館に近い人ほど気軽に行くことができるからだと考えられる。

4.実証実験を行う公民館をデータから導出

4.1 方法

アンケート調査により、年代と自宅から公民館や病院までの距離が公民館でオンライン診療を受けたいか否かを決定づける重要な要因にあることが分かった。

このことから、姫路市の公民館と内科診療所、小地域ごとの高齢者数(表1参照)を地図上に可視化して、実証実験を行う公民館を絞りこむことにした。

使用データ	出典
姫路市立公民館名・住所	姫路市ホームページ(2021)
姫路市内の内科診療所名・住所	地域医療情報システム(2021)
姫路市小地域ごとの高齢者数	国勢調査(2015)
姫路市小地域境界データ	国勢調査(2015)

表 2.実証実験を行う公民館を絞り込むのに使用したデータ

4.1.1 姫路市の公民館・内科診療所を地図上に可視化

姫路市立公民館と内科診療所の名前と住所を各ホームページから Web スクレイピングし(9.1.1.1 参照)、住所はそれぞれ緯度経度に変換した(9.1.2 参照)。これらの実装には Python 言語を使用した。それらの緯度経度から、Python 言語の `folium` というライブラリを使って公民館と内科診療所を可視化した(9.1.3 参照)。公民館は橙ピンで、内科診療所は青ピンで示した。(参考[3])

4.1.2 公民館と内科診療所から高齢者徒歩圏を描写

「高齢者の交通負担感を反映したバス停間隔評価の試み」^[2]という先行研究から、高齢者徒歩で移動可能な距離(以下高齢者徒歩圏と呼称)を 400m と設定した。そして、Python 言語の `folium` というライブラリを使って公民館と内科診療所から 400m 円を描写した(9.1.3 参照)。公民館からの円は赤で、内科診療所からの円は青で示した。(参考[3])

4.1.3 姫路市小地域ごとの階級区分図を描写

姫路市小地域ごとの高齢者数を一目で評価できるようにするために、Python 言語の `folium` というライブラリを使って姫路市小地域ごとの階級区分図を描写した(9.1.5 参照)。姫路市の小地域ごとの高齢者数は、(その地域の高齢者数)÷(姫路市全体の高齢者数)で相対値化しておいた。なお、国勢調査の姫路市小地域境界データは、`shape` ファイルであるため、QGIS という地理情報システムの閲覧、編集、分析機能を有するソフトを使って `json` ファイルに変換し、Python 言語を使って、その形式を変換しておいた。(9.1.4 参照)。(参考[4][5])

4.2 条件

実証実験を行うのに有効な公民館を絞り込むにあたり、以下の条件を設定した。

- ① 地図上の公民館(橙ピン)と内科診療所(青ピン)からの半径 400m 円の重なりがないこと(図 8)
- ② 高齢者数が多い小地域に位置していること
高齢者数は `k-means` 法によって 3 つにクラスタリングし、上位 2 グループを候補地の条件とする。これには Python 言語の `scikitlearn` というライブラリを使用した(9.1.6 参照)。



図 8.候補地の一例

4.3 結果

68 箇所の姫路市立公民館から、公民館と内科診療所の円が重ならない場所が 11 箇所、高齢者数が多い地域（上位 2 つのクラスター）が 44 箇所となり、共通する公民館 11 箇所が絞り込めた。

公民館名	小地域名	高齢化率(%)	*クラスター
峰相公民館	六角	28.65	1
太市公民館	西脇	36.98	1
伊勢公民館	林田町上伊勢	33.40	1
谷外公民館	飾東町豊国	36.55	1
谷内公民館	飾東町八重畑	35.10	1
船津公民館	船津町	32.74	1
勝原公民館	勝原区宮田	25.16	1
八木公民館	木場	38.33	0
古知公民館	夢前町古知之庄	32.73	1
上菅公民館	夢前町塚本	53.52	0
香寺北公民館	香寺町中寺	43.43	0

*0：高齢者数が最も多いクラスター

1：高齢者数が多いクラスター

2：高齢者数が少ないクラスター

表 3.条件を満たした公民館一覧

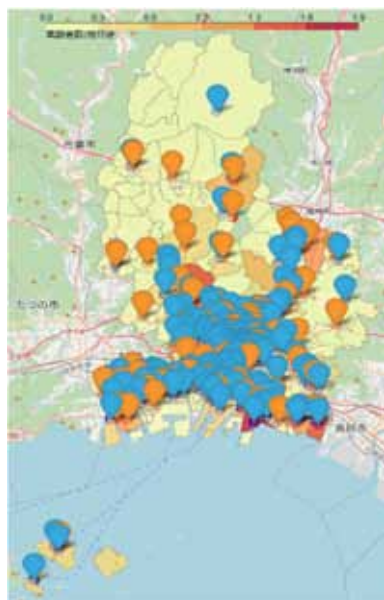


図 9.公民館(橙ピン)・内科診療所(青ピン)の分布と階級区分図

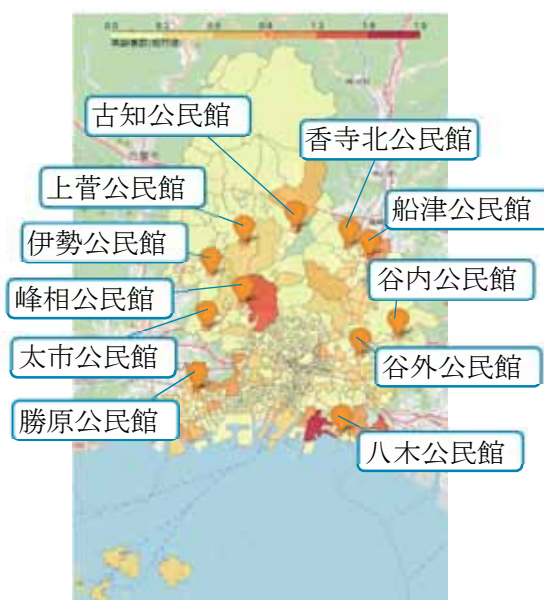


図 10.条件を満たした公民館の分布

5.実証実験

5.1 方法

機械学習によって、68箇所あった公民館の中から11箇所の公民館に絞り込むことができた。そのうちのひとつである太市公民館で令和3年12月25日に実証実験を行った。検証項目は、人の導線、PCの操作、参加者の感想(アンケート調査)である。

はじめに集まっていた被験者の方全員の前で、今回の研究・実証実験の概要を広告やポスターを使って説明した。その後、一人ずつ別室の診察室に入ってもらい、Zoomでつながった医師に健康相談をしていただいた。その際、1対1でPCの操作方法を説明しながら、医師につないだ。これには、自作のマニュアルを活用した(9.3 図16 参照)待機要員はいつでもサポートできるように同室後ろで待機した。プライバシー保護のため、被験者、待機要員ともにイヤホンを装着した。相談時間は7分程度で、相談後には所要時間5分程度のアンケートに答えていただいた。(参考[6])

5.2 結果・考察

アンケートの結果、もう一度公民館でオンライン診療を受けたいと答えた人は2人、どちらかといえば受けたいと答えた人は6人、どちらでもないと答えた人は3人だった(図11)。このことから、実証実験によって、オンライン診療への関心が高まった可能性があるといえる。

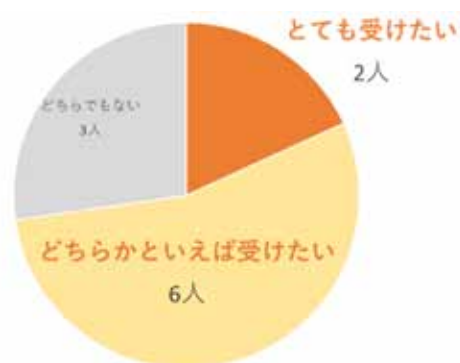


図 11.実証実験被験者へのアンケート結果

また、実証実験での反省点として、情報機器の使い方の説明がなかなか伝わりにくかったり、イヤホンが使いにくい方がいらっしやったり、最後の被験者の方の待ち時間が長くなってしまったりしたことが挙げられた。このことから、今後の課題として、待合室で一連の説明用動画を繰り返し流したり、イヤホンをヘッドホンに変更したり、アプリを使って待ち時間を可視化したりしたいと考えている。



図 12,13.実証実験の様子

6.結論・今後の展望

本研究では、オンライン診療は、子育て世代や高齢者で病院に通いにくい人を対象に普及することができ、家から近い位置にある公民館の活用により、病院の待ち時間の緩和、移動距離が短いことを望む人を対象に普及できることが分かった。また、情報機器のサポートを受けられるのは、インターネットの活用が苦手な人にとってオンライン診療活用への興味を喚起することにつながったといえる。よって、本研究によって、オンライン診療と公民館を組み合わせる有効性を見出せた。

今後の展望としては、公民館でのオンライン診療の医療体制を日本全国に波及させることにより、高齢化社会や過疎化における医療問題の解決策の一助とすることを目指す。また、医療が進んでいない国・地域でも、気軽に受けられるオンライン診療の拠点づくりによって世界でオンライン診療の仕組みが定常化すると、日本でもオンライン診療の普及は大きく進む可能性が高い。地域に根差したオンライン診療の普及を国や地方自治体に働きかけ、日本の新たな医療モデルの構築を目指す。

7.謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。

株式会社 Rejoui 代表取締役の菅由紀子様、株式会社アステラス製薬の石川様、齋藤様には1年次に WiDS HIROSHIMA で大賞に選んでいただき、このような研究の機会をいただけたこと、大変感謝しております。菅様からは多大なご指導を賜り、アンケートの作り方や分析方法、人に伝わりやすいデザインの仕方などもご教示いただき感謝の念に堪えません。石川様、齋藤様からはオンライン診療について貴重なデータ、情報をいただきました。ありがとうございました。

兵庫県医師会会長・空地内科院院長・姫路西高校学校医の空地先生、さわだ内科・呼吸器クリニックの澤田先生、書写西村内科の西村先生、たまきファミリークリニックの玉置先生ご夫妻には、オンライン診療の現状について親身になってインタビューに答えていただきました。ありがとうございました。

空地先生におかれましては、Zoom を使った実証実験で、実際にオンライン健康相談に協力していただきました。厚く御礼を申し上げ、感謝する次第です。

アンケート調査の実施には379人の方に、実証実験には11人の方に被験者を務めていただきました。貴重なデータ収集にご協力いただいたことに改めて感謝いたします。

最後にこの課題研究をする機会を作って下さった姫路西高等学校の先生方(研究の道筋を示して下さった林宏樹先生、私たちのチームを担当して下さった福島香先生、英語のプレゼンテーションの添削をしていただいた富田先生、西村先生、Michel 先生、アンケートのチェックと空地先生の紹介、マスコミへの PR をして下さった松浦弘幹教頭先生)に深く感謝し、お礼を申し上げます。

8.参考文献・引用文献

[1]三菱総合研究所(2011).平成 22 年度「生涯学習施策に関する調査研究」社会教育施設の利用者アンケート等による効果的社会教育施設形成に関する調査研究報告書. 文部科学省総合教育政策局地域学習課.

https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2011/05/23/1306239_001.pdf

[2]新田保次、上羽省司(1997).「高齢者の交通負担感を反映したバス停間隔評価の試み」.『土木計画学研究・論文集』,14,687-693.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalip1984/14/0/14_0_687/_pdf

[3]Qiita(2020).「folium の基本的な使い方とオープンデータ活用」.

<https://qiita.com/Kumanuron-1910/items/12ce7aa02922927de2f4>.2021/3/2

[4] akatak(2018).「【珈琲たいむ】Python でコロプレス図を描く」.

<https://akatak.hatenadiary.jp/entry/2018/08/26/093839>.2021/4/24

[5]Rob Story(2013).「Quickstart」.

<https://python-visualization.github.io/folium/quickstart.html>.2021/4/24

[6]衣笠智子、豊澤圭、藤岡秀英、山岡淳、田村穂(神戸大学)(2021).「兵庫県姫路市山之内地区における住民の健康の決定要因」.よいとこ健診(加点式健康診断).

<http://www.econ.kobe-u.ac.jp/activity/publication/dp/pdf/2021/2111.pdf>

COVID-19 関連記事が株価に与える影響力の定量化

The Quantification of The Influences COVID-19-related Articles Have on Stock Prices

萩野 朝陽 石井 俊次郎 森上 結斗 山野 瑞起

Abstract:

You often receive much information from media. There is a high possibility that media influence your behavior in some way or other. So, we analyzed the effect of media during pandemic by comparing COVID-19-related articles with fluctuations in stock prices and made an attempt to reveal their characteristics.

Keywords: COVID-19, Stock Prices, Quantification, Influence

1. 研究背景

私たちは、普段の生活のなかで様々なメディアから多くの情報を受け取っており、その情報によって行動が変化することがある。このように、私たちの行動を変化させる力のことを影響力と呼ぶことにした。そこで、メディアが発信する情報を COVID-19 に関連する記事（以下、記事）とし、行動の変化を株価の変動として、記事と株価の変動との関係性を分析することによって、記事の影響力を定量化することを試みた。

2. 研究目的・意義

本研究では、記事のデータを用いて、株価の変動を予測することが目的であり、この予測を行うことを影響力の定量化と考える。先行研究では、日本証券市場に関する日本語のニュース記事を用いて株価データを予測する研究などが見られた。

3. 研究方法

3-1 使用するデータ

記事データとして、NHK NEWS WEB の「コロナ関連記事全記録」にある 2020 年 1 月 25 日～2020 年 5 月 31 日の記事の見出しを使用した。ただし、休祝日は株価のデータがないため除外した。

株価のデータとして、東証 1 部の個別株 2186 銘柄の休祝日を除く 2020 年 1 月 25 日～2020 年 5 月 31 日における始値を使用した。

3-2 データの加工・分析

(1)記事データの処理

記事データは自然言語で書かれた文章のデータなので、そのままではデータの特徴を取り出すのは難しい。そこで、記事データに対して自然言語処理、テキストマイニングを行うことで記事データの特徴を数値として取り出す。具体的には、日毎の記事データに対して分かち書きと形態素解析を行うことによって各単語の品詞情報、単語ごとに分かち書きされた文章を取得する。次に、品詞情報を利用して、名詞以外の単語を除外し、各名詞の tf-idf 値を取得する。しかし、出現する日がほとんどない単語は分析対象から除外し、出現日数が 100 日以上単語のみを分析の対象とするデータの選別を行い、各単語の tf-idf 値の変動を取得した。また、一連の自然言語処理、テキストマイニングの処理は Python を用いて行った。(以下の処理、分析も同様に Python を用いて行った。

(2) 株価の変動の定義

株価のデータの変動を記述するにあたって、上昇した、下落したなどの判断が必要になる。この判断を定性的に行うため、ボリンジャーバンドを用いて株価の変動を定義した。

定義の方法は、 $\pm\sigma=15$ 日間の始値の移動平均 ± 15 日間の始値の移動標準偏差、 $\pm 2\sigma=15$ 日間の始値の移動平均 ± 15 日間の移動標準偏差 $\times 2$ として、始値 $< -\sigma$ 、 $-\sigma \leq$ 始値 $\leq \sigma$ 、 $\sigma <$ 始値の日をそれぞれ下落した日、変化がなかった日、上昇した日と定義した。

図 1 は $\pm\sigma$ 、移動平均、始値をそれぞれ緑色、黄色、青色の線として表示したグラフの例である。緑色の線は上側が $+\sigma$ 、下側が $-\sigma$ を表している。

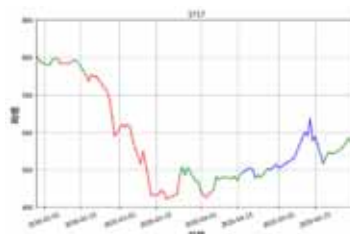
図 2 は定義に基づいて変動の判断を行い、下落した日、変化がなかった日、上昇した日をそれぞれ青、緑、赤で図 1 のグラフにおける始値の部分の色分けしたものである。実際に $-\sigma$ を下回っている部分は赤、 $-\sigma$ と $+\sigma$ の間の部分は緑、 $+\sigma$ を上回っている部分は青で色分けされていることがわかる。

(以下、下落した日、変化がなかった日、上昇した日をそれぞれ単に、下落、変化なし、上昇と表記する。)

図 1



図 2



4. データの解析

4-1 解析方法

ここまでで取得した tf-idf 値の変動と、始値の変動やその判断を比較し変動の仕方の近似度を算出方法の異なる I 近似度、R 近似度として取得し、その値を影響力とする。最終的には、他の期間や手法によって得られた影響力と比較を行い、影響力を評価する。

4-2 I 近似度

(1) I 近似度の算出

まず、株価の始値のデータと tf-idf 値のデータを正規化(最大値を 1、最小値を 0 に変換)する。次に正規化した 2 つのデータの日毎の差の絶対値を取得し、その総和を I 近似度とする。つまり、I 近似度が小さいほど株価の変動と tf-idf 値の変動がより似ていると判断することができる。

(2) 企業、業種ごとの分析

上の方法によって、各業種の企業ごとに各単語の I 近似度を算出する。次に、I 近似度が小さい順に各企業に対して 1 位～3 位の単語を決定する。最後に、業種ごとに各単語の 1 位～3 位になった回数を集計し、結果として 1 位になった回数が多い順に、3 つの単語を業種ごとに示す。

(3) 結果

サービス業

単語	強化	安倍首相	東京
回数(1位)	73	48	34

医薬品

単語	強化	対策	東京
回数(1位)	12	8	8

卸売業

単語	強化	東京	安倍首相
回数(1位)	44	29	23

機械

単語	安倍首相	強化	東京
回数(1位)	27	23	14

建設業

単語	強化	安倍首相	東京
回数(1位)	31	18	12

鉱業

単語	医療	東京	安倍首相
回数(1位)	1	1	1

情報・通信業

単語	強化	東京	対策
回数(1位)	81	55	21

食料品

単語	強化	安倍首相	対策
回数(1位)	11	7	4

精密機器

単語	強化	安倍首相	対策
回数(1位)	11	7	4

石油・石炭製品

単語	安倍首相	強化	対策
回数(1位)	3	3	1

倉庫・運輸関連

単語	強化	東京	首相
回数(1位)	10	6	2

鉄鋼

単語	強化	安倍首相	日本
回数(1位)	10	9	2

水産・農林業

単語	強化	東京	安倍首相
回数(1位)	2	2	1

不動産業

単語	安倍首相	強化	日本
回数(1位)	22	15	11

陸運業

単語	東京	安倍首相	強化
回数(1位)	12	8	8

ガラス・土石製品

単語	安倍首相	強化	東京
回数(1位)	12	11	4

パルプ・紙

単語	東京	首相	強化
回数(1位)	4	3	2

化学

単語	強化	安倍首相	東京
回数(1位)	50	27	25

海運業

単語	強化	安倍首相	対策
回数(1位)	5	2	1

金属製品

単語	強化	安倍首相	東京
回数(1位)	15	7	5

銀行業

単語	強化	対策	首相
回数(1位)	20	18	17

空運業

単語	日本	患者
回数(1位)	2	1

小売業

単語	強化	東京	安倍首相
回数(1位)	43	40	31

証券、商品先物取引業

単語	日本	強化	安倍首相
回数(1位)	6	6	5

繊維製品

単語	強化	対策	安倍首相
回数(1位)	15	6	5

電気・ガス業

単語	東京	首相	強化
回数(1位)	7	3	2

電気機器

単語	強化	安倍首相	東京
回数(1位)	54	33	22

非鉄金属

単語	強化	安倍首相	対策
回数(1位)	9	7	3

保険業

単語	東京	対応	患者
回数(1位)	2	2	2

輸送用機器

単語	安倍首相	強化	対応
回数(1位)	22	16	8

ゴム製品

単語	安倍首相	対応	強化
回数(1位)	4	2	2

その他金融業

単語	安倍首相	日本	強化
回数(1位)	7	7	6

その他製品

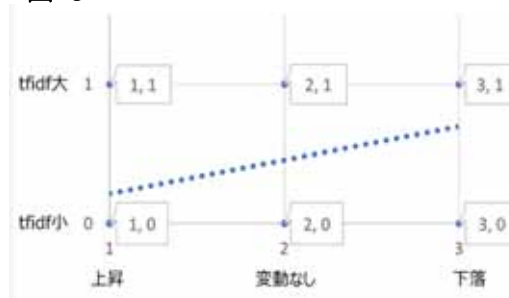
単語	強化	安倍首相	対策
回数(1位)	17	12	7

4-2 R 近似度

(1)R 近似度の算出

まず、前述の方法で日毎に株価の変動を上昇、変動なし、下落の3つに分類し、それぞれに1、2、3、の番号を割り当てる。また、同日の tf-idf 値については、平均+ σ を基準として小、大の2つに分類し、それぞれに0、1の番号を割り当てる。次に、株価の変動と tf-idf 値の大きさを組み合わせて座標を取得する。例えば、株価上昇かつ tf-idf 値大の日ならば上の定義に基づいて(1,1)の座標が取得できる。この処理を日毎に行う。図3は取得した座標を日毎にプロットしたらどのようなようになるかを示した仮の図である。図の縦軸は tf-idf 値の大小を示し、横軸は各企業の株価の始値の変動を示している。最後に、プロットされた6つの点に関して相関係数を算出し、この値を R 近似度とする。定義より、相関係数が大きいほど下落の影響が強く、小さいほど、上昇の影響が強いと判断することができる。

図 3



(2) 企業、業種ごとの分析

上の方法によって、各業種の企業ごとに各単語の R 近似度を算出する。次に、R 近似度が最も大きい単語を下落 1 位、最も小さい単語を上昇 1 位の単語とし、これらの単語を企業ごとに決定し、業種ごとに、下落 1 位になった回数が最も多い単語と、上昇 1 位になった回数が最も多い単語を決定し、その 2 つの単語を結果として示す。

(3) 結果

業種	下落 1 位	上昇 1 位
その他製品	休校	新型コロナ
その他金融業	休校	再開
ガラス・土石製品	休校	再開
ゴム製品	休校	再開
サービス業	中止	新型コロナ
パルプ・紙	中止	新型コロナ
不動産業	中止	新型コロナ
保険業	中止	新型コロナ
倉庫・運輸関連業	中止	新型コロナ

業種	下落 1 位	上昇 1 位
化学	中止	新型コロナ
医薬品	中止	新型コロナ
卸売業	休校	新型コロナ
小売業	休校	新型コロナ
建設業	休校	新型コロナ
情報・通信業	休校	新型コロナ
機械	休校	新型コロナ
水産・農林業	休校	新型コロナ
海運業	休校	新型コロナ

業種	下落 1 位	上昇 1 位
石油・石炭製品	休校	新型コロナ
空運業	休校	新型コロナ
精密機器	休校	新型コロナ
繊維製品	休校	新型コロナ
証券、商品先物取引業	休校	新型コロナ
輸送用機器	休校	新型コロナ
金属製品	休校	新型コロナ
鉄鋼	休校	新型コロナ
鋳業	休校	新型コロナ

業種	下落 1 位	上昇 1 位
銀行業	休校	新型コロナ
陸運業	休校	新型コロナ
電気・ガス業	休校	新型コロナ
電気機器	休校	新型コロナ
非鉄金属	休校	新型コロナ
食料品	休校	新型コロナ

図 4、図 5 はそれぞれ上昇の影響が強い単語、下落の影響が強い単語の tf-idf 値（正規化）の変動と株価の始値（正規化）の変動をオレンジ色の線、青色の線で示したグラフである。

図 4



5.考察

まず、影響力の大きい単語として得られた結果は、I 近似度、R 近似度でともに業種間の差異はほとんど見られなかった。これはデータの選別の時点で業種特有の単語が失われてしまったからだと考えられる。また、単語を細かく分割しすぎたことによって情報が失われてしまったと考えられる。例えば、「安倍首相」では、安倍首相が何をしたのか、発言したのかがわからない。



6.今後の展望

単語の分割に関しては N-gram を用いることで解決できないかと考えた。例えば、「安倍首相が緊急事態宣言を発表した」という文を tri-gram を用いて分割した場合、安倍首相が緊急事態宣言、が緊急事態宣言を、緊急事態宣言を発表、を発表した、というように近くの単語も考慮して分割することができる。

最終的には、2020年6月以降の期間や他の手法で得られた影響力と比較することで影響力の変化や最適な手法を見つける。

参考文献・引用文献

[1]五島圭一、高橋大志、寺野隆雄(2015)「ニュースのテキスト情報から株価を予測する」

『2015年度人工知能学会全国大会(第29回)』

[2]NHK NEWS WEB 特設サイト新型コロナウイルス「コロナ関連記事全記録」

<https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/chronology/>

2021年12月30日

はちみつを用いた風邪薬の作成 Honey kill virus

大山 悠稀 都倉 陽彦

Abstract:

古来から風邪に対する民間療法として用いられてきた蜂蜜の抗菌・殺菌作用を調べることを目的とした。これは蜂蜜が、風邪の症状である喉の痛みを治す効果があると証明するのに有効であると考え実験を計画した。実験対象として身近によくあるスーパーで購入した蜂蜜より、はちみつ大根、はちみつ生姜、はちみつレモンを作成し、細菌の発育阻止効果（阻止円）の発現を調べた。結果として1回目の実験で阻止円はできなかったが、蜂蜜の濃度を変えた2回目の実験では、はちみつレモンが阻止円を発生した。このことから蜂蜜の適切な濃度が抗菌・殺菌作用に関係していると考えられる。

Keywords:

蜂蜜 抗菌・殺菌作用 風邪 民間療法

1. 研究背景

ある日私が風邪をひいて咳をして寝込んでいる時、祖母が蜂蜜は風邪による喉の痛みには効くからと言って、はちみつレモンを飲ませてくれたことがあった。その後体調がよくなったので、本当にそうなのかと気になって蜂蜜について調査してみることにした。

蜂蜜が風邪に効くというのは私たちの父母、祖父母、また古来より言われ続けていることであり、実際、民間療法としても用いられてきたのは既知の事実である。近年では英オックスフォード大学から、蜂蜜はせきや風邪の治療に市販薬よりも有効であるとする研究結果が発表された。その要因として蜂蜜には抗菌・殺菌作用があることがネット上やいくつかの論文で挙げられている。しかし、私たちの調査では蜂蜜が風邪に効く理由を、蜂蜜の成分を調べて述べた論文は見つからなかった。前述のオックスフォード大学の研究でも、人間を実験対象にしたものが主であった。そこで今回私たちは蜂蜜の風邪に対する有効性について蜂蜜自体を調べる研究をおこなって示し、その結果をもとに“はちみつを用いた風邪薬の作成”を目指すことにした。

2. 研究目的・意義

2-1. 研究目的・意義

1で述べたように本研究の最終目的は“はちみつを用いた風邪薬の作成”であるが、中間目標として私たちが目指すのは「蜂蜜を用いた家庭医療」、すなわち民間療法の有効性を調べることである。

※本研究での風邪薬は風邪の症状を緩和するものと定義する。

ある日風邪をひいてしまったとき、当然ながら私たちは早く治したいと思う。ここで私たちは“はちみつを用いた風邪薬”の使用による治癒、すなわち蜂蜜を利用した食事療法を提案したい。

ここでわざわざ蜂蜜を使う理由が分からない人も多いだろう。そこで既に市販の風邪薬が多くある中で蜂蜜を使うことのメリットを下記で紹介する。

①費用

下記の通り、(本体価格) × (1日服用・摂取量) ÷ (内容量) = (1日当たり費用) と定めた時、【スーパーで買える一般的な蜂蜜】 < 【主な市販薬】 となっており、両者の差は決して小さくはない。よって、蜂蜜と市販薬の効果が同程度と仮定した場合、蜂蜜は市販薬よりも費用対効果が良いと言える。

●主な市販薬の例

- ・ベンザブロックLプレミアム24錠（アリナミン製薬）

<選考理由>

大手製薬会社の看板製品のひとつで、人気女優が宣伝しているため知名度も高い。アマゾン売れ筋ランキング 29 位(2023 年 6 月 29 日時点)。

本体価格 1,998 円

1 日服用量 2 錠×3 回=6 錠

1 日当たり費用 500 円

※本体価格はマツモトキヨシオンラインストアより

●スーパーで買える一般的な蜂蜜の例

- ・トップバリュベストプライス 純粋はちみつ 500 g（イオン株式会社）

<選考理由>

イオンのプライベートブランド‘トップバリュ’の蜂蜜。一般に需要が高いと考えられる。

本体価格 498 円

1 日摂取量目安 大さじ 1～2 杯（15 g～30 g）→30 g とする

1 日当たり費用 30 円

※本体価格はイオンの販売価格より

②副作用

一般に市販の風邪薬では、体のかゆみ、発疹、口の渇き、腹痛、吐き気、下痢・便秘、眠気・集中力の低下、動悸、めまいといった症状が軽い副作用として起こりやすく、かぜ薬の配合成分によって、まれに重篤な症状としてショック（アナフィラキシー）、皮膚粘膜眼症候群（スティーブンス・ジョンソン症候群）などを起こすことが報告されている。しかし、蜂蜜は食材であるため、基本的にそのような副作用は存在せず、安心・安全である。ただし、1 歳未満の赤ちゃんに蜂蜜を与えると乳児ボツリヌス症にかかることがあるため注意が必要である。しかし、はちみつにはアレルギーがない。

③味

市販薬は美味しいものではないが、蜂蜜は甘くて美味しい(人によるところもある)。

2-2. リサーチクエスチョン

今回はあくまで家庭医療の範囲で考えるため、スーパーで買える安価な蜂蜜が研究対象である。そこで、リサーチクエスチョンとしては

- (1) “はちみつ(今回の研究対象)を用いた風邪薬”に抗菌・殺菌作用があるのか

→風邪の症状の 1 つである喉の痛みを治す力がある。

※喉には細菌による炎症の痛みがあるため。

- (2) 人に用いたときに本当に風邪に効くのか

の大きく 2 つが考えられる。

2-3. 仮説

私たちは蜂蜜が風邪薬として働くメカニズムを次のように考えた。

①蜂蜜を口から摂取。

②蜂蜜の抗菌・殺菌作用で細菌を排除し、喉の痛みを緩和する。

③蜂蜜に含まれる栄養素(150 種類以上)が体の各部に働き、風邪を治す。

3. 研究方法

実際に家庭で作ることを想定し、多くの人の家にあるだろうと考えられる、スーパーで買える安価な蜂蜜を使用した。そして、民間療法を応用して効果があると考えられている物（はちみつ大根、はちみつレモン、はちみつ生姜）を作った。

(1) 使用蜂蜜

*蜂蜜の定義

公正競争規約における「はちみつ」とは、ミツバチが植物の花蜜、植物の分泌物又は同分泌物を吸った他の昆虫の排出物を集め、巣に貯え、熟成した天然の甘味物質であって、特定の性状（特有の香味）を有し、また、別に定める組成基準に適合したものです。（全国はちみつ公正取引協議会）

*蜂蜜の種類について

○純粋はちみつ

「純粋はちみつ」とは人工的に手を加えていない蜂蜜のこと。蜂蜜はミツバチが花から花へと飛び回って蜜を集め、持ち帰った蜜に自分達の羽で風を送って、水分を飛ばすことで長期保存ができるようにしたもの。これを採集し、人の口に入っても安全なように仕上げられたものが「純粋はちみつ」。（<https://www.omochabako-webstore.jp/contents/article/manukahoney/>より引用）

○マヌカハニー

ニュージーランドのごく一部の地域で原生するマヌカの木。先住民のマオリ族はマヌカを「復活の木」と呼び、古くから万能薬として健康維持に役立てていた。そのマヌカの花から採れるはちみつが、マヌカハニーだ。マヌカハニーが普通の蜂蜜と違う点は、高い抗菌力（抗炎症力）。風邪や花粉症など、人のあらゆる病気はウイルスや炎症によるもので、それらに対する高い抗菌力（抗炎症力）から、たくさんの効能が報告されている。マヌカの原産国となるニュージーランドでは医療機関でも用いられるほど。その他ヨーロッパなど世界各国でも医薬品として扱われ、その効能は幅広く認識された。2008年に世界中で研究が進む中、マヌカハニーに特別に含まれる物質「MGO（メチルグリオキサール）」の存在が明らかになった。そのMGOが1kgあたり何mg含まれているかを表したのがMG値。「MG50+」「MG150+」「MG550+」で数値が大きいほど抗菌性が強く安定している指標になり、希少価値も高くなっている。

（<https://www.myhoneyjapan.com/journal/2023/01/12/honeyguideline/>より引用）

- ・トップバリュ マヌカハニー入りアカシアはちみつ 250g（イオン株式会社）

本体価格 498円

蜂蜜は多様な種類があるが、マヌカハニーと呼ばれるものは特に抗菌・殺菌作用が強いとして注目されている。

- ・サクラ印 純粋はちみつ 250g（加藤美蜂園本舗）

大手蜂蜜メーカーのスタンダードな蜂蜜。

(2) 準備物

○“はちみつを用いた風邪薬”（今回は風邪の民間療法で有名なはちみつ大根、はちみつレモン、はちみつ生姜の3種を作成）

- ・はちみつレモン

<効能>

- ・美肌効果

蜂蜜には、さまざまなビタミン類やミネラル類が含まれている。なかでも「亜鉛」は、新しい細胞を生み出すためのタンパク質の合成をサポートする役割があり、体内の新陳代謝を促す。また、レモンに含まれるビタミンCは、肌の土台となるコラーゲンの生成に欠かせない成分である。ビタミンC不足によりコラーゲンが生成されないと、シワやたるみの原因になる。

- ・アンチエイジング効果

レモンに含まれているビタミンCには、強い抗酸化作用がある。肌や血管、内臓など体

全体の老化は、活性酸素という物質が各器官を酸化させることにより起こるが、抗酸化作用をもったビタミン C には活性酸素の動きを抑制する働きがあり、アンチエイジング効果が期待できる。

・ビタミン C による免疫力強化

体内に風邪の原因となる細菌が入り込むと、血液中の白血球という成分が菌を退治するため動き出す。ビタミン C には白血球を活性化させる役割があるため、免疫力をアップさせて風邪対策に役立つ。

・はちみつによる保湿効果

喉の粘膜が乾燥すると免疫力が下がり、菌に感染しやすくなる。蜂蜜には、水分を保持する力（保湿力）があり、摂取することで喉の粘膜を乾燥から防ぐことに役立つ。

(<https://macaro-ni.jp/9716> より引用)

作り方（サクラ印公式サイトより）

材料 はちみつ 40 g レモン（広島県産）2 分の 1 個

レモンを 3 mm で薄く輪切りにし、保存容器にレモンとはちみつを交互に入れて、レモンが浮かないように最後にたっぷりはちみつを入れ、一日以上置く。

・はちみつ大根

<効能>

はちみつ

- ・グルコン酸(殺菌作用、腸内環境の改善)
- ・過酸化水素水(炎症の改善、殺菌作用、漂白作用)

+

大根

- ・アリルイソチオシアネート(殺菌作用、抗酸化作用)
- ・ビタミン C(免疫力効果、抗酸化作用)
- ・カリウム(血圧を下げる、利尿作用)

作り方（DELISH KITCHEN より）

材料 はちみつ 40g 大根(祖母の畑)250 g

大根は薄く皮をむき、1cm の角切りにし、保存容器に大根を入れて、はちみつを加えて全体になじむ程度に混ぜる。3 時間程置く。

・はちみつ生姜

<効能>

- ・免疫アップ

蜂蜜に含まれる酵素と、生姜に含まれる血行を促進させる「ジンゲロール」や「生姜オール」。この組み合わせは、喉の粘膜を潤しながら腸内環境を守り、免疫をアップする。

・美肌効果

蜂蜜に含まれる、豊富なビタミンやミネラル、アミノ酸などは、肌荒れの防止などにとっても効果的だと言われている。

それに加えて生姜で体を温めて血行を促進する。代謝もアップして肌のターンオーバーも助ける。

(<https://www.veltra.com/jp/yokka/article/how-to-make-honey-ginger/> より引用)

作り方（macaroni[マカロニ]より）

材料 はちみつ 40 g 生姜（高知県産）100 g

※今回保存容器は家で飲んでいるコーヒーの瓶を熱殺菌して利用した

A はちみつレモン (マヌカ)、B はちみつ生姜 (マヌカ)、C はちみつ大根 (マヌカ)、D はちみつ生姜 (サクラ印)、E はちみつレモン (サクラ印)、F はちみつ大根 (サクラ印) とする。

○その他実験に必要なもの

粉末寒天 1 本・スティックシュガー 1 本・コンソメキューブ (味の素) 1 個・ヤクルト・おかめひきわり納豆・唾液・水 200mL・耐熱ガラス容器・培養地用タッパー×6・ストロー・綿棒・シャーレ・薬さじ・スポイト・インキュベーター (温度を一定に保つ機械)・消毒スプレー、

(3) 実験内容

【1】培養地を作る

耐熱ガラス容器に粉末寒天 1 本とスティックシュガー 1 本とコンソメキューブ 1 個と水 200mL を入れて薬さじで混ぜる。その後、耐熱ガラス容器を電子レンジに入れ、700Wで3分温め、手で触れるぐらいまで冷ます。培養地用タッパーに耐熱用ガラス容器の中身を同量ずつ入れる (培養地完成)。培養地に4つの円をストローで等間隔に開ける。

【2】培養地に (納豆菌、唾液、乳酸菌) をつける

ヤクルトから乳酸菌を、おかめひきわり納豆から納豆菌を、綿棒にしみこませることで抽出する。

※納豆菌は納豆を水につけて混ぜ、数分たった後のもの (上澄み液) から抽出した。

しみこませた綿棒で納豆菌、乳酸菌、唾液を培養地の表面に塗りこむ。

【細菌の選考に関して】

蜂蜜の原因の8~9割はライノウイルスを中心としたウイルスが原因のものであるが、残りは細菌によるものである。しかし、ウイルスを用いた実験は私たちでは実現が難しいため、今回は風邪の原因菌と考えられている A 群溶血性レンサ球菌 (こちらも採取が困難であったため今回は使用しなかった) と同じグラム陽性菌であり、身近に採取ができる納豆菌、乳酸菌を使った。また、唾液に風邪の原因菌が含まれる可能性もあるため、唾液も綿棒で採取し、培養地に塗った。

【1】



【2】



【2】



【3】培養地に対象物を入れる

1、ストローであけた穴にスポイトを使って対象物 A B C D E F (はちみつ大根、はちみつショウガ、はちみつレモン、はちみつ) を入れる。

【3】 1



- 2、培養地用タッパーを 37℃に設定したインキュベーターに入れて放置する。
37℃にした理由は体温に近くして、実際の状況を表現するため。
- 3、24 時間後に観察する。

4. 結果・考察



↑ A, B, C (左から乳酸菌、納豆菌、唾液)



↑ D, E, F (左から乳酸菌、納豆菌、唾液)

[結果(1回目)]

どれも菌は繁殖していたが、阻止円が見られなかった。
うまく発生しなかった原因があると考えられる。

1回目の実験の結果をもとに以下の変更点を加え、2回目の実験をおこなった。

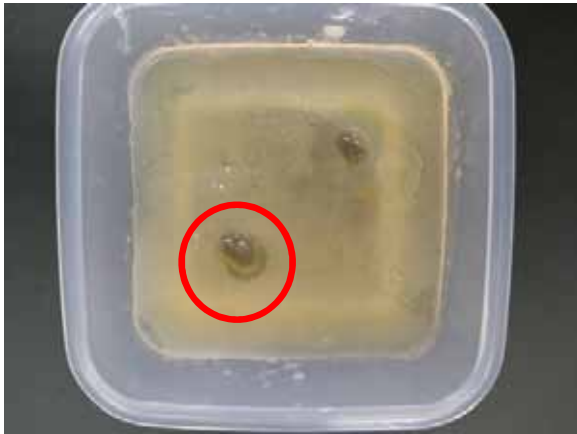
[変更点]

- ・蜂蜜の濃度を増やす(蜂蜜が薄まってしまったのではないかと考えられるため)。
- ・唾液を除外する(菌を繁殖していなかったため)。
- ・蜂蜜単体でも調べる(蜂蜜本体の効果を調べるため)。



↑変更点を実施した後のはちみつレモン、大根、生姜

[結果(2回目)]



↑ 純粋はちみつ+レモン(納豆菌)



↑ 純粋はちみつ+レモン(乳酸菌)

純粋はちみつ+レモンが納豆菌に対して阻止円を発生した。ただし、納豆菌に対しては阻止円が発生しなかった。はちみつ単体の実験からは特に反応が見られなかった。

5-1. 結果・考察

<結果>

1. 1回目の実験と2回目の実験で濃度を変えたことにより、阻止円が発生したものがあつた。
2. 納豆菌に対して阻止円が発生した純粋はちみつ+レモンが、乳酸菌に対しては阻止円が発生しなかった。

<考察>

1. 蜂蜜と大根、生姜、レモンの割合を変えることで抗菌・殺菌作用の有無が変化するのではないか。
2. 蜂蜜では効果が得られない菌もあるのではないか。

5-2. 今後の展望

1. 「蜂蜜を用いた風邪薬」の抗菌・殺菌作用をより高めるために、蜂蜜と大根、生姜、レモンの適切な割合の調査を行う必要がある。
2. 風邪に対してのより信頼性のあるデータを得るために、蜂蜜の原因菌(A群溶血性レンサ球菌)によく似た菌の採取をする必要がある。
※実際にA群溶血性レンサ球菌を採取することは難しい。
3. 2回目の実験で阻止円が発生した純粋はちみつ+レモンの有効性の調査をする必要がある。
※レモンの酸が関係している可能性がある。

参考文献・引用文献

- ・ 国立大学 55 工学系学部ホームページ「抗菌作用を見てみよう」
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/210305.php>
- ・ 感染症四方山話(9) 家庭でできる微生物実験 その2
https://www.kanto.co.jp/dcms_media/other/series_pdf09.pdf
- ・ リセマム「寒天培地で微生物を育てよう(中学生向け)」
<https://resemom.jp/article/2018/07/11/45586.html>
- ・ 協会けんぽ健康サポート「風邪や発熱・軽い症状なら市販薬、でも副作用には気をつけて」
https://kenkousupport.kyoukaikenpo.or.jp/support/05/20190927_1.html
- ・ 日本国産蜂蜜によるマクロファージと好中球の免疫機能に及ぼす影響
[file:///C:/Users/s76727/Downloads/KJ00009329060%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/s76727/Downloads/KJ00009329060%20(1).pdf)
- ・ 耳鼻咽喉科サージッククリニック老木医院「喉がずきずき痛い、イガイガ・ムズムズする場合の対処法」
<https://www.oikiin.com/sore-throat/>
- ・ 蜂蜜の抗菌作用の利用
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H30ssh/sc2/21848.pdf>
- ・ nite 微生物で実験をしてみませんか?
<https://www.nite.go.jp/nbr/cultures/support/jikken.html>
- ・ MSD マニュアル「喉の感染症」
<https://www.msmanuals.com/ja-jp>

令和7年3月 発行

兵庫県立姫路西高等学校

〒670-0877 兵庫県姫路市北八代2-1-33

TEL : 079-281-6621

FAX : 079-281-6623

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~himenisi-hs/>

