

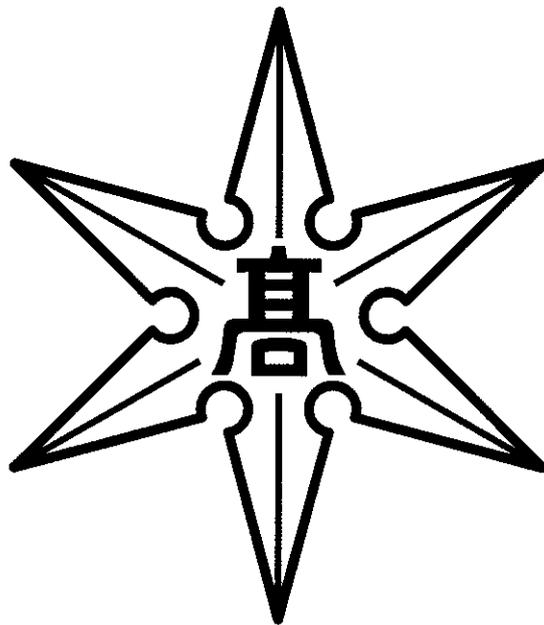
義一第

「未来に向けて
探求する高田」
令和5年度
文部科学省 SSH
指定校(経過措置)

令和5年度MC 課題研究Ⅲ

理数科3年

課題研究論文集



新潟県立高田高等学校

課題研究論文集発刊に寄せて

新潟県立高田高等学校長 山田 喜昭

本校は平成 30 年度にスーパーサイエンスハイスクール（SSH）二期目の指定を受け、昨年度末で二期目最終年が終了しました。本来であれば今年度から三期がスタートだったのですが、三期目申請は文部科学省の選考から漏れてしまい、令和 5 年度は「経過措置」として、二期を 1 年延長しての活動となりました。今一度、三期目採択に向け、今年度は英語発信力、対話力の強化、オンラインでの国際交流の充実など世界とのつながりを意識した新たな取組、また一方で、上越を代表する企業である有沢製作所様との連携をはじめとした地域探究の強化など、地元上越でのイノベーションの可能性を探る取組を先行して実施してきました。

3 年生の課題研究については、コロナ禍で十分な時間が取れなかった面はあるものの、ほぼ計画どおりに進めることができました。令和 5 年 1 月の課題研究中間発表会では理数科 1 年生と普通科 2 年生理系生徒が聴衆として参加、同様に令和 5 年 4 月の課題研究発表会では理数科 1・2 年生と普通科 3 年生全員が聴衆として参加し、活発な意見交換が行われました。理数科 3 年生の皆さんがこの研究論文をまとめるにあたり、参考になる意見をたくさんもらったのではないかと思います。

また、運営指導委員の皆様をはじめ、外部評価者として多くの皆様から生徒たちの発表についてご指導をいただきました。あわせて、今後の本校 SSH 事業についても多くのご助言、ご指導を賜りました。紙面を借りて深く御礼申し上げます。ありがとうございました。

残念ながら、8 月に神戸で開催された SSH 生徒研究発表会での入賞はなりませんでした。第 67 回日本学生科学賞新潟県大会において、本校生徒の「カサガイの歯舌と殻高に見られる地域差」が最優秀賞を獲得し、他に「虹と水滴の関係性」「藻類を用いたメタンガスの生成量について」の 2 点が奨励賞をいただきました。地道に課題研究に取り組んできた成果であり、素晴らしいことです。あとに続く 1・2 年生にも、課題研究が自身の将来に必ず役に立つことを強く認識し、努力してくれることを期待します。

本冊子は、本校の SSH 事業で理数科の生徒たちが取り組んできた課題研究の成果をまとめた論文集です。生徒一人ひとりが考えに考えを重ねて課題を設定し、仮説を立て、それを立証すべく実験、観察、分析を続けました。中にはまだまだというものもありますが、それらがまた次の研究の先行事例として繋がってくれたら、それも高田高校としての大事な伝統になると考えます。

最後に、課題研究を進めるにあたり、大学等の研究機関や地元企業の皆様、運営指導委員の皆様、そして科学技術振興機構様、新潟県教育委員会様など、大変多くの関係者の方々から、熱心なご指導と温かいご支援をいただきましたことに深く感謝申し上げます。課題研究論文集発刊のご挨拶といたします。

目次

1	巻頭言	校長	山田 喜昭	1
2	目次			2
3	サイエンスコース生 研究論文			3
	① 畳敷き戦略を用いた三目並べの解析			4
	② Nボナッチ数列の性質を探る			9
	③ サイコロの目のランダム性			17
	④ 虹と水滴の関係性			20
	⑤ 杉の葉から精油を精製する方法について			24
	⑥ 天然由来の融雪剤を作る			29
	⑦ イオン交換法によるガラスの可能性			34
	⑧ 放線菌による生分解性プラスチックの分解について			39
	⑨ カサガイの歯舌と殻高に見られる地域差			45
	⑩ 藻類を用いたメタンガスの生成量について			51
4	メディカルコース生 研究論文			57
	① 自殺の要因と対策			58
	② 災害医療のICT化			60
	③ 継承開業の課題と応用			64
	④ 日本でのLGBTにおける医療問題と改善に向けて			67
	⑤ うつ病の原因と対策			69
	⑥ 花粉症による生活への影響			71
	⑦ 内密出産の現状と課題			73
	⑧ 発達障害とその支援			77
	⑨ 過量服薬の現状と対策			80
	⑩ 精神科の入院基準について			83
	⑪ 災害医療におけるトリアージの課題と解決策			85
	⑫ ヤングケアラーから見た医療・介護の課題			87
5	編集後記			90

サイエンスコース生 研究論文

畳敷き戦略を用いた三目並べの解析

理数科 3 年

In order to make the game "Tic-tac-toe", the game known all over the world, more strategic, we repeated trials by changing the rules of the game. As a result, we were able to create an interesting game with different ways of placing pieces and different victory conditions.

1 要旨

世界中で知られているゲーム「三目並べ」をより戦略的なものにするべく、ゲームのルールを考えて試行を繰り返した。その結果、駒の置き方、勝利条件を変えた面白いゲームを生み出すことに成功した。

2 研究目的

2009 年に「どうぶつしょうぎ」の完全解析が行われ、78 手で後手必勝という事が示された。「どうぶつしょうぎ」だけでなく、オセロ・将棋・囲碁などの二人零和有限確定完全情報ゲームは互いに最善手を出し続けた場合において、「先手必勝」、「後手必勝」、「引き分け」のいずれかになることがあらかじめ決まっており、無限の計算時間と計算機資源さえあれば、それを容易に解析できることが知られている。その中でも、三目並べは紙とペンがあれば簡単に「引き分け」が証明でき、ゲームとして非常に面白みがないと言える。私たちはあまりに単純で面白みのないこのゲームを発展させ新たなゲームを作ろうと考えた。

3 先行研究

1) ゴブレットゴブラーズの解析

まずは、三目並べの発展させたゲームを調べ、解析を行い、どのような要素を加えれば面白いゲームができるかを調べることにした。調べていく中で、「ゴブレットゴブラーズ」というゲームの考察及び完全解析がされていた文献を見つけたので、初めにこのゲームについて先行研究をもとに考察・解析を行うことにした。

① ゴブレットゴブラーズのルールについて

「3×3 のマス目」に「自分の色のコマを縦/横/斜めのいずれか一列に並べたら勝ち」というルールは三目並べと変わらないが、ゴブレットゴブラーズは三目並べと違って駒に大、中、小の三種類がある。中のコマは小の上に、大のコマは中・小の上に被せて置くことができる。また、このゲームは一度置いたコマを再度動かすことができる。

② 解析の手順

【1】 一種類のコマを用いる時の盤面の総数

盤面上の自分のコマの数を k 、相手のコマの数を l とする。 ($0 \leq k, l \leq 2$)

このとき、コマの置き方の総数は、 ${}_9C_k \times {}_{9-k}C_l = \frac{9!}{k!l!(9-k-l)!}$ である。

よって、場合の数は、 $\sum_{k=0}^2 \sum_{l=0}^2 \frac{9!}{k!l!(9-k-l)!}$ である。これを計算すると 1423 となる。

【2】 全てのコマを用いたときの盤面の総数

【1】の結果を使って全てのコマがある状態での盤面の総数を調べる。コマは重ねて置くことができるから、コマの種類によって置くことができる位置への制限はない。したがって、残りの二種類のコマも同様に、盤面の種類の総数は1423通りである。ゆえに、全体の総数は $1423^3 \approx 28.8$ 億通り

【3】 全ての局面の勝ち負けの確定

ゲームが終了した盤面から遡って元の盤面の勝ち負けを調べることができる後退解析により、全ての局面の勝ち負けを確定させる。

③ 結果・考察

解析結果から最短13手で先手必勝であることがわかった。また初手は場所に拘らず小の駒か大の駒を置けば先手必勝となる。一方で、中の駒はどこに置いて後手必勝になるという面白い規則があることがわかった。結果から駒に優劣をつけることで、従来の三目並べよりはるかに戦略性の高いゲームになる。また、三目並べを構成する要因は、コマの他に盤面・勝利条件があると考えた。

2) 一般化三目並べについて

三目並べを構成する要素は、駒・盤面・勝利条件の三つである。このうち盤面・勝利条件の二つを変更させたゲームがフランク・ハラリィによって作られた「一般化三目並べ」である。一般化三目並べのルールは、三目並べのルールのうち以下の三点の変更をいう。

- ・盤面の大きさを3×3マスから無限大にした点
- ・作る形を3連から任意の形〈図1〉（以下動物と呼ぶ。1マス=1細胞）を定めるとする点
- ・定めた形の90度ごとの回転とその反転は同一の形とするが、45度ごとの回転とその反転は同一の形とは認めない点

〈図1〉



また一般化三目並べは、両者が最善を尽くした時の勝敗結果は、先手必勝、無限に決着がつかない、のいずれかになる。ここでは、先手必勝となる形を「勝ち型」、決着がつかない形を「負け型」と定める。ある形が負け型であることを証明する方法として、「畳敷き戦略」というものがある。

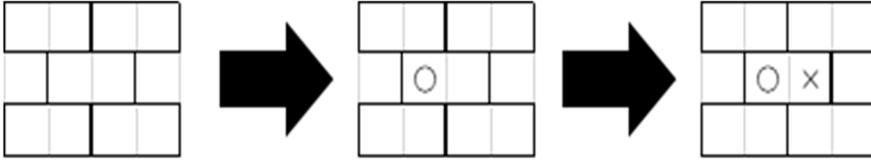
3) 畳敷き戦略について

「畳敷き戦略」とは、盤面に2マス1組の「畳」を敷き詰め、先手の駒が置かれた「畳」のもう一方のマスを後手の駒を1対1対応で置いていくという戦略である。〈図2〉

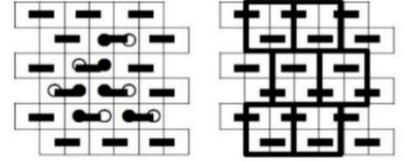
負け型の証明方法としては、盤面上にある動物を作ろうとした時、どこにどの向きで作ろうとしても必ずその動物の中に「畳」が少なくとも1枚含まれる事が確認できれば、後手の駒が必ず含まれてしまうため、その動物が負け型となる事が確定する。〈図3〉

そのため畳敷き戦略は規則性を持っているものと考え、その規則性を考慮した十分な範囲内で必ず「畳」が含まれることを示せばよい。

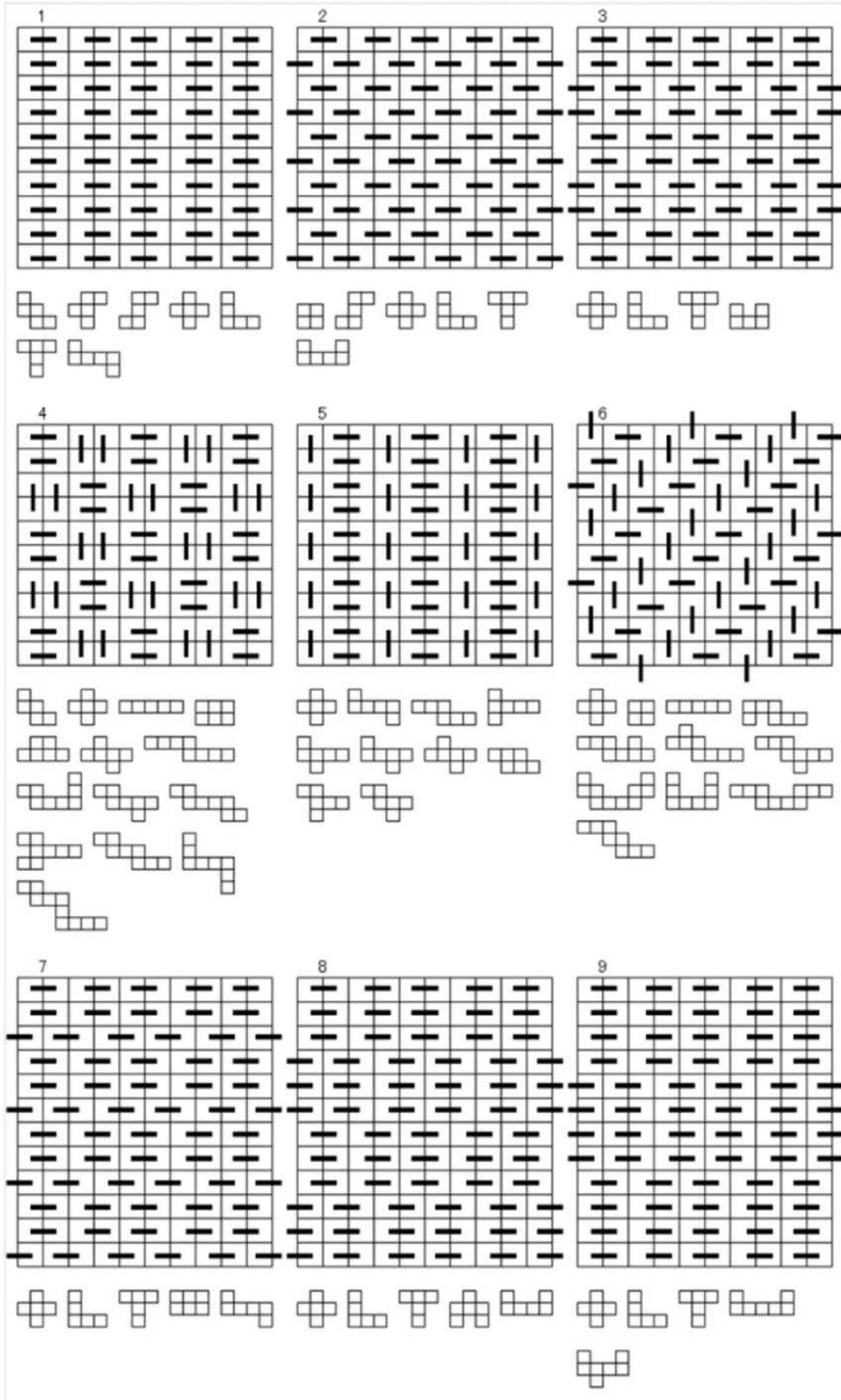
〈図2〉



〈図3〉



〈図4〉 主な畳敷きと負け型



4 研究

1) オリジナルゲームの考案

〈目的〉

先行研究から、一般化三目並べは、互いに最善手を尽くした場合、後手が勝つ場合がないこと、負け型が多いことがわかった。そこで、新しい要素を加えることで、負け型が減り、後手が勝つ場合も作れるのではないかと考え、研究した。

〈仮説〉

一般化三目並べを以下の一点において変更することで、勝ち型の動物を増やすことができる。また、後手必勝のパターンを作ることができる。

- ・先手と後手は駒を置く時、置いた場所から上下左右のいずれか一方向に1マスだけスライドして動かすか〈図5〉、そのまま置くかを選べる点

〈検証〉

先手役、後手役に分かれ、試行を繰り返した。

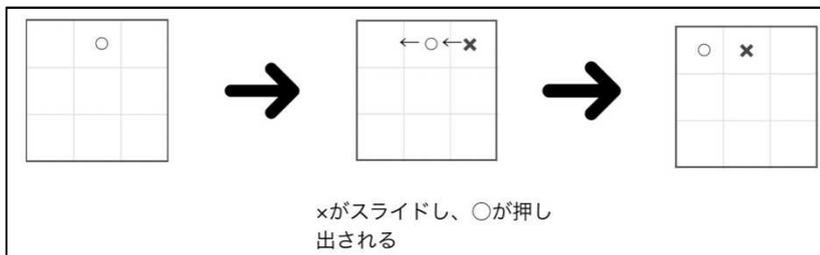
〈結果〉

- ・スライドによって畳2マスに同一駒が入る場合が見られ、従来の畳敷き戦略を用いることができなかった。しかし、従来の「畳」の置き方を発展させた新たな形を見つけた。〈図6〉
- ・これを用いて解析を行ったところ、新たに勝ち型となる動物を見つけることはできなかった。

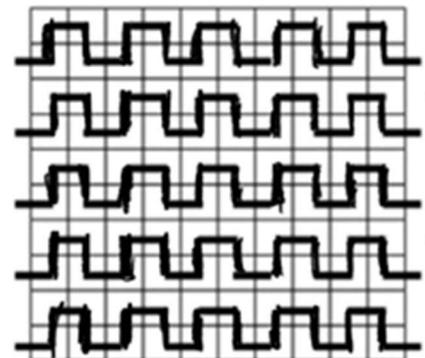
〈考察〉

後手は先手の駒のつながりをなくすように、スライドさせるので、勝ち型が増えない要因は盤面が無限であることにありと考えられる。

〈図5〉



〈図6〉



2) オリジナルゲームの改善

〈目的〉

1) の結果を受け、盤面に制限をかけることにより、勝ち型を増やそうと考えた。

(4細胞までに限定した)

〈仮説〉

- ・スライドによって「畳」が1つだけであれば自分のコマで埋めることができる。〈図7〉
→ 一般化三目並べで「畳」が1つだけ含まれている負け型は勝ち型になる。
- ・1) での経験則より、直線の形をした動物(4細胞以上)は負け型であると思われる。
- ・1) のルールを以下の一点において変更することで、勝ち型の動物を増やし、後手必勝のパターンを作ることにつながる。
- ・無限に広い盤面で行う → 有限の盤面で行う
ただし、盤面の形は正方形とし、一辺のマス目の数は「(目標の動物)+1」マスとする。
スライドによって盤面外に出た駒は同列の反対に置く。〈図8〉

盤面に駒がすべて埋まったら、盤面内の自分の駒を一つ取り、外側からスライドさせて置く。

〈検証〉

1) の時と同様に先手役、後手役に別れて試行を繰り返した。特に一般化三目並べでは、「負け方」とされていた正方形について調べた。〈図 9〉

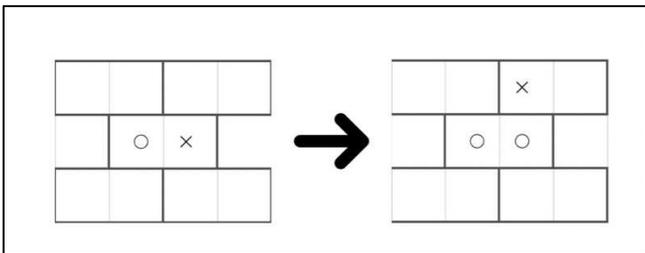
〈結果〉

- ・新たに正方形が勝ち型であることが分かった。
- ・直線の形をした動物は負け型となることが分かった。
- ・後手必勝を証明する方法が分からなかった。

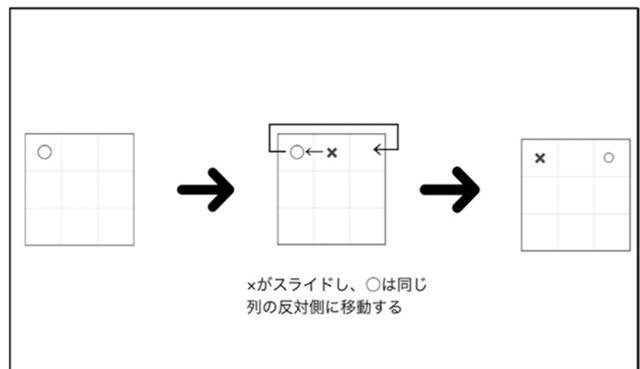
〈考察〉

盤面を有限にすることで、駒同士が離れすぎることがないため、動物が作りやすくなり、非常に面白いゲームとなった。また、盤面が埋まってから、どの駒を取り出してスライドさせるかなど旧ゲームよりもはるかに駆け引きが必要となる。

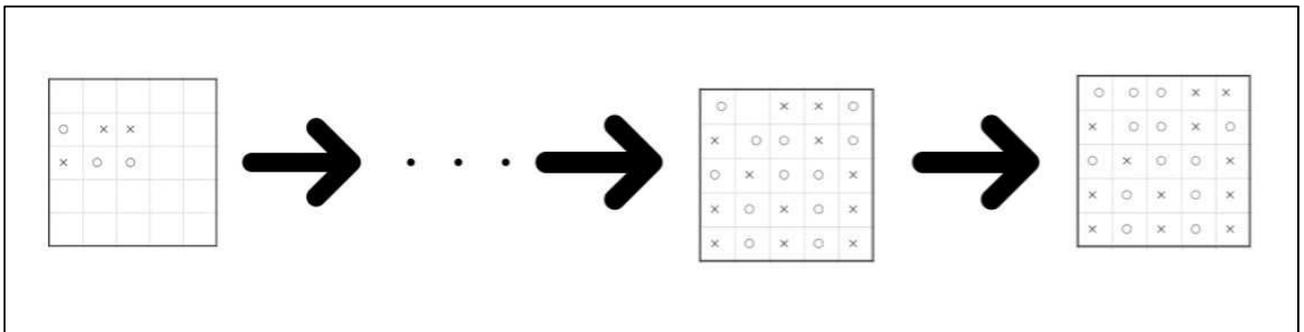
〈図 7〉



〈図 8〉



〈図 9〉



5 今後の展望

今回は、5細胞以上の動物について解析できなかったもので、5細胞以上の動物についても解析したい。また、後手必勝の場合を証明できる証明方法を見つけたい。今回作成した新たな三目並べを商品化して、世界中の方々に楽しんでもらいたいと思う。

6 参考文献

- (1) [ゴブレットゴブラスは先手必勝？完全解析してみた【Python】 - Qiita](#)
- (2) 一般化三目並べの拡張における勝敗判定に関する研究 東北大学 本田 耕一 (2011)
[Honda-koichi-2011-Tour03-007 \(1\).pdf](#)

N ボナッチ数列の性質を探る

理数科 3 年

There is an extension of the Fibonacci and Tribonacci sequences called the "N-Bonacci sequence," and we have studied its properties from three perspectives: the general term, the ratio between adjacent binomial terms, and the factorial sequence. As a result, we found a property that seems to be common to all N-bonacci sequences.

1 要旨

フィボナッチ数列やトリボナッチ数列を拡張した「N ボナッチ数列」について、我々は一般項、隣接二項間の比、階差数列の 3 つの観点からその性質を調べた。その結果、N ボナッチ数列全てに共通しそうな性質が見つかった。

2 研究目的

何年も前からフィボナッチ数列について研究されてきたが、N ボナッチ数列についてはあまり研究されていなかったため、その性質については分かっていないことが多い。そのため、これを研究することにより、N ボナッチ数列全てで共通している事柄やフィボナッチ数列、トリボナッチ数列特有の性質などで分けられるのではないかと思い、これらの研究を行った。

3 研究方法

前述したように、一般項、隣接二項間の比、階差数列の 3 つの観点からそれぞれの性質を探った。

① 一般項

N ボナッチ数列の第 n 項の値はその和が自然数 n をつくる $1, 2, 3, \dots, n$ の並べ方の総数に一致することを証明する。

② 隣接二項間の比

フィボナッチ数列の隣接二項間の比が黄金比に収束することから、N ボナッチ数列の隣接二項間の比の極限値を考え、N ボナッチ数列と黄金比の関係を探る。その他の性質も調べる。

③ 階差数列

N ボナッチ数列の階差数列が N ボナッチ数列であることを示す。

4 結果と考察

① 一般項

定義 4. 1

数列 $\{N_{2(n)}\}$ がフィボナッチ数列であるとは、 $\{N_{2(n)}\}$ が次の漸化式をみたすことである。

$$N_{2(1)} = 1, N_{2(2)} = 2, N_{2(n+2)} = N_{2(n+1)} + N_{2(n)}$$

命題 4. 1

フィボナッチ数列の第 n 項の値は自然数 n を作る 1 と 2 の並べ方の総数に一致する。

証明

自然数 n を作る 1 と 2 の並べ方の総数を A_n とする。

$1=1, 2=1+1=2, 1=1$ から $A_1=1, A_2=2$ である。

A_n は最後に 1 が並ぶ並べ方と最後に 2 が並ぶ並べ方の 2 つに分けることができる。

1) 1 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-1$ を作る 1 と 2 の並べ方の総数であるから A_{n-1} である。

2) 2 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-2$ を作る 1 と 2 の並べ方の総数であるから A_{n-2} である。

このことから、 $A_1=1$ 、 $A_2=2$ 、 $A_n=A_{n-1}+A_{n-2}$ である。よって、フィボナッチ数列に一致する。 ■

定義 4. 2

数列 $\{N_{3(n)}\}$ がトリボナッチ数列であるとは、 $\{N_{3(n)}\}$ が次の漸化式をみたすことである。

$$N_{3(1)} = 1, N_{3(2)} = 2, N_{3(3)} = 4, N_{3(n+3)} = N_{3(n+2)} + N_{3(n+1)} + N_{3(n)}$$

命題 4. 2

トリボナッチ数列の第 n 項の値は自然数 n を作る 1 と 2 と 3 の並べ方の総数に一致する。

証明

自然数 n を作る 1 と 2 と 3 の並べ方の総数を A_n とする。

$A_1=1$ 、 $A_2=2$ 、 $A_3=4$ である

A_n は最後にそれぞれ 1、2、3 が並ぶ並べ方の 3 つに分けることができる。

1) 1 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-1$ を作る 1 と 2 と 3 並べ方の総数であるから A_{n-1} である。

2) 2 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-2$ を作る 1 と 2 と 3 の並べ方の総数であるから A_{n-2} である。

3) 3 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-3$ を作る 1 と 2 と 3 の並べ方の総数であるから A_{n-3} である。 ■

このことから、 $A_1=1$ 、 $A_2=2$ 、 $A_3=4$ 、 $A_n=A_{n-1}+A_{n-2}+A_{n-3}$ である。

よって、テトラナッチ数列に一致する。

定義 4. 3

数列 $\{N_{4(n)}\}$ がテトラナッチ数列であるとは、 $\{N_{4(n)}\}$ が次の漸化式をみたすことである。

$$N_{4(1)} = 1, N_{4(2)} = 2, N_{4(3)} = 4, N_{4(4)} = 8, N_{4(n+4)} = N_{4(n+3)} + N_{4(n+2)} + N_{4(n+1)} + N_{4(n)}$$

命題 4. 3

テトラナッチ数列の第 n 項の値は自然数 n を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数に一致する。

証明

自然数 n を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数を A_n とする。

$A_1=1$ 、 $A_2=2$ 、 $A_3=4$ 、 $A_4=8$ である。

A_n は最後にそれぞれ 1、2、3、4 が並ぶ並べ方の 4 つに分けることができる。

1) 1 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-1$ を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数であり、つまり A_{n-1} である。

2) 2 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-2$ を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数であり、つまり A_{n-2} である。

3) 3 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-3$ を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数であり、つまり A_{n-3} である。

4) 4 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は $n-4$ を作る 1 と 2 と 3 と 4 の並べ方の総数であり、つまり A_{n-4} である。

このことから、 $A_1=1$ 、 $A_2=2$ 、 $A_3=4$ 、 $A_4=8$ 、 $A_n=A_{n-1}+A_{n-2}+A_{n-3}+A_{n-4}$ である。

よって、テトラナッチ数列に一致する。 ■

定義 4. 4

数列 $\{N_{k(n)}\}$ が N ボナッチ数列であるとは、 $\{N_{k(n)}\}$ が次の漸化式をみたすことである。

$$N_{k(1)} = 1, N_{k(n)} = N_{k(n-1)} + N_{k(n-2)} + \dots + N_{k(n-k)} \quad \dots \text{式①}$$

ただし、 $n \leq 0$ のとき、 $N_{k(n)} = 0$ とする。

命題 4. 4

k ボナッチ数列の第 n 項の値は自然数 n を作る 1, 2, 3, ..., k の並べ方の総数に一致する。

証明

自然数 n を作る 1 と 2 と 3 と ... k の並べ方の総数を A_n とする。

1) 1 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は n-1 を作る 1, 2, 3, ..., k 並べ方の総数であるから $N_{k(n-1)}$ である。

2) 2 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は n-2 を作る 1, 2, 3, ..., k の並べ方の総数であるから $N_{k(n-2)}$ である。

3) 3 が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は n-3 を作る 1, 2, 3, ..., k の並べ方の総数であるから $N_{k(n-3)}$ である。

.....

k) k が最後に並ぶとき

そのときの並べ方は n-k を作る 1, 2, 3, ..., k の並べ方の総数であるから $N_{k(n-k)}$ である。

よって N ボナッチの漸化式

$$N_{k(n)} = N_{k(n-1)} + N_{k(n-2)} + \dots + N_{k(n-k)}$$

これらのことから、2 以上の任意の自然数 k に対し、k ボナッチ数列の第 n 項の値はその和が自然数 n を作る 1, 2, 3, ..., k の並べ方の総数に一致することが示された。■

なお、 $\{N_{k(n)}\}$ は k=2, k=3 のとき、それぞれフィボナッチ数列、トリボナッチ数列である。以下、命題 4. 4 を用いて一般項の導出を行う。

1, 2, 3, ..., k の個数をそれぞれ $l_{(1)}, l_{(2)}, \dots, l_{(3)}, \dots, l_{(k)}$ (それぞれ 0 以上の整数) とする。

また同じ数字同士は同じものとみなし並べ方を考える。

N ボナッチ数列の k=2 (フィボナッチ数列) のときの第 n 項について、

$l_{(1)} + 2l_{(2)} = n$ を満たす全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。

1) $l_{(1)} = 1$ のとき

全体で扱う個数は $n - 2 + 1$ であるから、並べ方は $\frac{(n-2+1)!}{1!(n-2)!} = \frac{(n-1)!}{1!(n-2)!}$ である。

2) $l_{(2)} = 2$ のとき

全体で扱う個数は $n - 2 \times 2 + 2$ であるから、並べ方は $\frac{(n-2 \times 2 + 2)!}{2!(n-2 \times 2)!} = \frac{(n-2)!}{2!(n-4)!}$ である。

.....

m) $l_{(2)} = m_{(2)}, l_{(1)} = n - 2m_{(2)}$ のとき

全体で扱う個数は $m_{(2)} + (n - 2m_{(2)})$ であるから、並べ方は $\frac{(m_{(2)} + (n - 2m_{(2)}))!}{m_{(2)}!(n - 2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は 0 からは n を 2 で割った時の商であるから、

$$0 \leq m_{(2)} \leq \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \quad \text{ただし、} [x] \text{ は } n \leq x < n + 1 \text{ をみたす整数である。}$$

求めるのは全ての $l_{(2)}$ に対しての並べ方の和なので、k=2、すなわちフィボナッチ数列の一般項は

$$N_{2(n)} = \sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(2)} + (n - 2m_{(2)}))!}{m_{(2)}!(n - 2m_{(2)})!} \quad \text{である。}$$

N ボナッチ数列の k=3 (トリボナッチ数列) のときの第 n 項について、

命題4. 2から $1_{(1)}+2l_{(2)}+3l_{(3)}=n$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)}, l_{(3)})$ の組に対する並び方を求める。 $l_{(3)}$ を決定した後、 $1_{(1)}+2l_{(2)}=n-3l_{(3)}$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。それを全ての $l_{(3)}$ に対して行い、それら全ての和を求める。この作業により全ての組み合わせに対しての並び方を考えることができる。

まず3を使う個数を決定する。

1) $l_{(3)}=1$ のとき

残りは、 $n-3$ である。この下で全ての $1_{(1)}+2l_{(2)}=n-3$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。

$l_{(2)}=m_{(2)}$ のときの並び方は $\frac{(1+m_{(2)}+(n-3-2m_{(2)}))!}{1!(n-3-2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \lfloor \frac{n-3}{2} \rfloor$ である。

よって、並び方は $\sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor \frac{n-3}{2} \rfloor} \frac{(1+m_{(2)}+(n-3-2m_{(2)}))!}{1!m_{(2)}!(n-3-2m_{(2)})!}$ である。

2) $l_{(3)}=2$ のとき

残りは、 $n-3 \times 2$ である。これの下で全ての $1_{(1)}+2l_{(2)}=n-6$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。

$l_{(2)}=m_{(2)}$ のときの並び方は $\frac{(2+m_{(2)}+(n-6-2m_{(2)}))!}{2!m_{(2)}!(n-6-2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \lfloor \frac{n-6}{2} \rfloor$ である。

よって、並び方は $\sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor \frac{n-6}{2} \rfloor} \frac{(2+m_{(2)}+(n-6-2m_{(2)}))!}{2!m_{(2)}!(n-6-2m_{(2)})!}$ である。

3) $l_{(3)}=3$ のとき

残りは、 $(n-3) \times 3$ である。これの下で全ての $1_{(1)}+2l_{(2)}=n-9$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。

$l_{(2)}=m_{(2)}$ のときの並び方は $\frac{(3+m_{(2)}+(n-9-2m_{(2)}))!}{3!m_{(2)}!(n-9-2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \lfloor \frac{n-9}{2} \rfloor$ である。

よって、並び方は $\sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor \frac{n-9}{2} \rfloor} \frac{(3+m_{(2)}+(n-9-2m_{(2)}))!}{3!m_{(2)}!(n-9-2m_{(2)})!}$ である。

.....

m) $l_{(3)}=m_{(3)}$ のとき

残りは、 $n-3m_{(3)}$ である。この下で全ての $1_{(1)}+2l_{(2)}=n-3m_{(3)}$ をみたく全ての $(l_{(1)}, l_{(2)})$ の組に対する並び方を求め、その和を求める。

$l_{(2)}=m_{(2)}$ のときの並び方は $\frac{(m_{(3)}+m_{(2)}+(n-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(3)}!m_{(2)}!(n-3m_{(3)}-2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \left\lfloor \frac{n-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor$ である。

よって、 $l_{(3)}=m_{(3)}$ のときの並べ方は $\sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(3)}+m_{(2)}+(n-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(3)}!m_{(2)}!(n-3m_{(3)}-2m_{(2)})!}$ である。

求めるのは、全ての $l_{(3)}$ に対する並べ方の総和である。 $m_{(3)}$ の範囲は $0 \leq m_{(3)} \leq \left\lfloor \frac{n}{3} \right\rfloor$ である。

よって、 $k=3$ 、すなわちトリボナッチ数列の一般項は

$$N_{3(n)} = \sum_{m_{(3)}=0}^{\left\lfloor \frac{n}{3} \right\rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(3)}+m_{(2)}+(n-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(3)}!m_{(2)}!(n-3m_{(3)}-2m_{(2)})!} \text{ と表せる。}$$

N ボナッチ数列の $k=4$ (テトラナッチ数列) のときの第 n 項について、

$l_{(4)}=m_{(4)}, l_{(3)}=m_{(3)}, l_{(2)}=m_{(2)}$ のとき並べ方は $\frac{(m_{(4)}+m_{(3)}+m_{(2)}+(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(4)}!m_{(3)}!m_{(2)}!(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)})!}$ である。

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor$ である。

よって $l_{(3)}=m_{(3)}, l_{(4)}=m_{(4)}$ のときの並べ方は

$$\sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(4)}+m_{(3)}+m_{(2)}+(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(4)}!m_{(3)}!m_{(2)}!(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)})!} \text{ である。}$$

$m_{(3)}$ の範囲は $0 \leq m_{(3)} \leq \left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}}{3} \right\rfloor$ である。

よって $l_{(4)}=m_{(4)}$ のときの並べ方は

$$\sum_{m_{(3)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}}{3} \right\rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(4)}+m_{(3)}+m_{(2)}+(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(4)}!m_{(3)}!m_{(2)}!(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)})!} \text{ である。}$$

$m_{(4)}$ の範囲は $0 \leq m_{(4)} \leq \left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor$ である。

よって、 $k=4$ 、すなわちテトラナッチ数列の一般項は

$$N_{4(n)} = \sum_{m_{(4)}=0}^{\left\lfloor \frac{n}{4} \right\rfloor} \sum_{m_{(3)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}}{3} \right\rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n-4m_{(4)}-3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{(m_{(4)}+m_{(3)}+m_{(2)}+(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)}))!}{m_{(4)}!m_{(3)}!m_{(2)}!(n-4m_{(4)}-3m_{(3)}-2m_{(2)})!} \text{ である。}$$

.....

k ボナッチ数列の第 n 項について

k ボナッチ数列の第 n 項の値はその和が自然数 n を作る $1, 2, 3, \dots, k$ の並べ方の総数に一致する。

そこで $l_{(1)}+2l_{(2)}+3l_{(3)}+\dots+kl_{(k)}=n$ をみたく、全ての $(l_{(1)}, l_{(2)}, l_{(3)}, \dots, l_{(k)})$ の組を求める。各

$(l_{(1)}, l_{(2)}, l_{(3)}, \dots, l_{(k)})$ の組に対しての並べ方を求め、その和を求める。先述と同様の理由から、最も大きい N から考える。

$l_{(1)}=m_{(1)}, l_{(2)}=m_{(2)}, l_{(3)}=m_{(3)}, \dots, l_{(k)}=m_{(k)}$ のときの並べ方は

$$\frac{\left(m_{(k)} + \dots + m_{(4)} + m_{(3)} + m_{(2)} + (n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)})\right)!}{m_{(k)}! \dots m_{(4)}! m_{(3)}! m_{(2)}! \left(n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)}\right)!} \quad \text{である。}$$

$m_{(2)}$ の範囲は $0 \leq m_{(2)} \leq \left\lfloor \frac{n - km_{(k)} \dots - 5m_{(5)} - 4m_{(4)} - 3m_{(3)}}{2} \right\rfloor$ である。

よって、 $l_{(3)}=m_{(3)}, l_{(4)}=m_{(4)}, l_{(5)}=m_{(5)}, \dots, l_{(k)}=m_{(k)}$ のときの並べ方は

$$\sum_{m_{(2)}=0}^{\left\lfloor \frac{n - km_{(k)} \dots - 5m_{(5)} - 4m_{(4)} - 3m_{(3)}}{2} \right\rfloor} \frac{\left(m_{(k)} + \dots + m_{(4)} + m_{(3)} + m_{(2)} + (n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)})\right)!}{m_{(k)}! \dots m_{(4)}! m_{(3)}! m_{(2)}! \left(n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)}\right)!} \quad \text{である。}$$

$m_{(3)}$ の範囲は $0 \leq m_{(3)} \leq \left\lfloor \frac{n - km_{(k)} \dots - 6m_{(6)} - 5m_{(5)} - 4m_{(4)}}{3} \right\rfloor$ である。

よって、 $l_{(4)}=m_{(4)}, l_{(5)}=m_{(5)}, l_{(6)}=m_{(6)}, \dots, l_{(k)}=m_{(k)}$ のときの並べ方は

$$\sum_{m_{(3)}=0}^{\lfloor s_3 \rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor s_2 \rfloor} \frac{\left(m_{(k)} + \dots + m_{(4)} + m_{(3)} + m_{(2)} + (n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)})\right)!}{m_{(k)}! \dots m_{(4)}! m_{(3)}! m_{(2)}! \left(n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)}\right)!} \quad \text{である。}$$

ただし $s_2 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 5m_{(5)} - 4m_{(4)} - 3m_{(3)}}{2}$, $s_3 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 6m_{(6)} - 5m_{(5)} - 4m_{(4)}}{3}$ とする。

.....

$m_{(k-1)}, m_{(k)}$ のときの並べ方は

$$\sum_{m_{(k-1)}=0}^{\lfloor s_{k-1} \rfloor} \dots \sum_{m_{(3)}=0}^{\lfloor s_3 \rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor s_2 \rfloor} \frac{\left(m_{(k)} + \dots + m_{(4)} + m_{(3)} + m_{(2)} + (n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)})\right)!}{m_{(k)}! \dots m_{(4)}! m_{(3)}! m_{(2)}! \left(n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)}\right)!} \quad \text{である。}$$

ただし $s_2 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 5m_{(5)} - 4m_{(4)} - 3m_{(3)}}{2}$, $s_3 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 6m_{(6)} - 5m_{(5)} - 4m_{(4)}}{3}$, \dots , $s_{k-1} = \frac{n - km_{(k)}}{k-1}$ とする。

$m_{(k)}$ の範囲は $0 \leq m_{(k)} \leq \left\lfloor \frac{n}{k} \right\rfloor$ である。

よって、 k ボナッチ数列の一般項は、

$$N_k(n) = \sum_{m_{(k)}=0}^{\lfloor s_k \rfloor} \dots \sum_{m_{(3)}=0}^{\lfloor s_3 \rfloor} \sum_{m_{(2)}=0}^{\lfloor s_2 \rfloor} \frac{\left(m_{(k)} + \dots + m_{(4)} + m_{(3)} + m_{(2)} + (n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)})\right)!}{m_{(k)}! \dots m_{(4)}! m_{(3)}! m_{(2)}! \left(n - km_{(k)} \dots - 4m_{(4)} - 3m_{(3)} - 2m_{(2)}\right)!} \quad \text{である。}$$

ある。

ただし $s_2 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 5m_{(5)} - 4m_{(4)} - 3m_{(3)}}{2}$, $s_3 = \frac{n - km_{(k)} \dots - 6m_{(6)} - 5m_{(5)} - 4m_{(4)}}{3}$, \dots , $s_k = \frac{n}{k}$ とする。

② 隣接二項間の比

隣接二項間の比を求めるために、 N ボナッチ数列の漸化式に着目する。

式①において、両辺を $N_{k(n-1)}$ で割ると

$$\frac{N_k(n)}{N_{k(n-1)}} = 1 + \frac{N_{k(n-2)}}{N_{k(n-1)}} + \frac{N_{k(n-3)}}{N_{k(n-1)}} + \dots + \frac{N_{k(n-k)}}{N_{k(n-1)}}$$

ここで、 $a_{k(n)} = \frac{N_{k(n-1)}}{N_k}$ とすると

$$a_{k(n)} = 1 + \frac{1}{a_{k(n-1)}} + \frac{1}{a_{k(n-1)}a_{k(n-2)}} + \cdots + \frac{1}{a_{k(n-1)}\cdots a_{k(n-k+1)}} \cdots \text{式②}$$

$a_{k(n)}$ の極限值を α とおく。すなわち、 $\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{k(n)}$

$$\alpha = 1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} + \cdots + \frac{1}{\alpha^{k-1}}$$

$$\alpha^k - \alpha^{k-1} - \alpha^{k-2} - \cdots - 1 = 0$$

この方程式がただ一つの正の実数解を持つと仮定すると、その実数解が N ボナッチ数列の隣接二項間の比の収束する値である。

黄金比 $(1 + \sqrt{5})/2$ は $x^2 - x - 1 = 0$ の実数解の一つであるので、 $k=2$ のときのみ隣接二項間の比は黄金比に収束することが分かる。このことから、フィボナッチ数列以外の N ボナッチ数列は、黄金比と関わりがないと言える。

また、 n が十分大きいとき

$$a_{k(n-1)} = 1 + \frac{1}{a_{k(n)}} + \frac{1}{a_{k(n)}a_{k(n-1)}} + \cdots + \frac{1}{a_{k(n)}\cdots a_{k(n-k+2)}}$$

$$= 1 + \frac{1 + \frac{1}{a_{k(n-1)}} + \frac{1}{a_{k(n-1)}a_{k(n-2)}} + \cdots + \frac{1}{a_{k(n-1)}\cdots a_{k(n-k+1)}}}{a_{k(n)}} - \frac{1}{a_{k(n)}\cdots a_{k(n-k+1)}}$$

ここで式②より

$$1 + \frac{1}{a_{k(n-1)}} + \frac{1}{a_{k(n-1)}a_{k(n-2)}} + \cdots + \frac{1}{a_{k(n-1)}a_{k(n-k+1)}} = a_{k(n)}$$

であるから

$$a_{k(n+1)} = 1 + \frac{a_{k(n)}}{a_{k(n)}} - \frac{1}{a_{k(n)}\cdots a_{k(n-k+1)}}$$

$$= 2 - \frac{1}{a_{k(n)}\cdots a_{k(n-k+1)}}$$

$\frac{1}{a_{k(n)}\cdots a_{k(n-k+1)}}$ は正の実数であるから、 $a_{k(n-1)}$ は 2 より小さい。

よって N ボナッチ数列の隣接二項間の比 $a_{k(n)}$ は 2 より小さい値に収束する。隣接二項間の比からは以上のような性質が見られた。

③ 階差数列

フィボナッチ数列の階差数列の漸化式を $f(n) = N_{2(n+1)} - N_{2(n)}$ とすると、
 $f(n) = (N_{2(n+1)} - N_{2(n)}) = (N_{2(n)} - N_{2(n-1)}) + (N_{2(n-1)} - N_{2(n-2)}) = f(n-1) + f(n-2)$ となるので、
 フィボナッチ数列の階差数列である数列は、フィボナッチ数列の漸化式と同じ形となった。

同様の操作をトリボナッチ数列でも行うと同様の結果となる。

N ボナッチ数列の階差数列の漸化式を $n(n) = N_{k(n+1)} - N_{k(n)}$ とすると、

$$n(n) = (N_{k(n+1)} - N_{k(n)})$$

$$= (N_{k(n)} - N_{k(n-1)}) + (N_{k(n-1)} - N_{k(n-2)}) + \cdots + (N_{k(n-k+1)} - N_{k(n-k)})$$

$$= n(n-1) + n(n-2) + \cdots + n(n-k)$$

となるので、 N ボナッチ数列の階差数列である数列は、 N ボナッチ数列の漸化式と同じ形となる。

5 結論

一般項はおおよその形が決まった。フィボナッチ数列やトリボナッチ数列などへの変換が容易であるが、計算に多くの時間がかかるのに加えて、式が煩雑なため、あまり実用的ではない。

N ボナッチ数列の隣接二項間の比は黄金比との関係が見られなかった。その他の性質について、隣接二項間の比が 2 以上にならないことがわかった。

階差数列については望んだ結果を導くことができた。フィボナッチ数列、トリボナッチ数列、 N ボナッチ数列について同様のことが言えたので、テトラナッチ数列、ペンタナッチ数列、…と、 N ボナッチ数列全てについて同じ結果が出てくることがわかる。

6 謝辞

長い間我々の研究を支えてくださった多くの先生方に心より感謝申し上げます。

7 参考文献

フィボナッチ数列を拡張した k ボナッチ数列の一般項についての予想

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=8b7c71489ae7ed52JmltdHM9MTY5Mzk1ODQwMCZpZ3VpZD0yNTA4NTg1ZS1mNGUxLTZhZWQtMmUzNC01N2Y2ZjU5MjZiNmYmaW5zaWQ9NTE4Mg&ptn=3&hsh=3&fclid=2508585e-f4e1-6aed-2e34-57f6f5926b6f&psq=https%3a%2f%2fmatthlog.info%2farticles%2f431&u=a1aHR0cHM6Ly9tYXRobG9nLmluZm8vYXJ0aWNsZXMvNDMx&ntb=1>

サイコロの目のランダム性

理数科 3 年

An experiment was conducted to find out what exactly is a 'random throw' in the throwing method that determines the roll of the dice. As a result, it was inferred that the payout of dice free-falling on a vertical clause is related to the distance and direction travelled by the dice, and that the way in which the dice travel is strongly influenced by the way in which the dice collide with the ground.

1 要旨

サイコロの出目を決定づける投げ方における、「ランダムな投げ方」とは具体的に何であるかを知るため、実験を行った。その結果、サイコロの上面と下面を水平に保った状態に自由落下させたサイコロの出目は、サイコロの移動した距離と方向に関係があり、その移動の仕方はサイコロと地面の衝突の仕方に大きく影響されることが推察された。

2 研究目的

サイコロの目は、その投げ方によって決まる。よって、どのように出る目がランダムになるかを知るためには、投げ方（初期条件）がどのようなものであるかを調べ、また、「無作為に」投げたときの、初期条件自体の出方を調べる必要があると考えた。そこで今回は、その投げ方（初期条件）を、装置を用いて繰り返し再現できるようにして、目の出方がどうなるかを調べた。

3 研究方法

実験装置は、水準器と電磁石を用いて、各辺 3 cm の鉄の立方体（以下サイコロと呼称）を水平に落下させる装置である。電磁石に加える電圧は 4.5 ~ 5.0 V としている。電磁石の高さは変更することができる。（図 1、図 2）

すべての実験において、サイコロは一の目を上にして二の目を正面にし、三の目が右にくるように電磁石につける。（図 3、図 4）

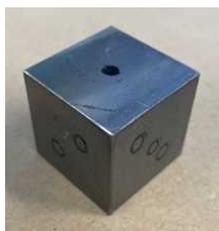


図 1 サイコロ

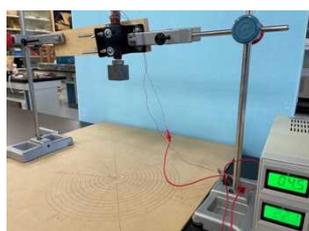


図 2 実験装置

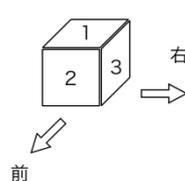


図 3 サイコロの
付け方



図 4 サイコロの
展開図

【実験 1】

実験装置の高さを変えながらサイコロを落下させ、上を向いている一の目が出続ける高さ、それ以外の目が出る高さの境界を探る。高さは 8 cm から始め、1 cm ずつ高くしていき、一の目が出る割合が 50% 以下になる高さがあったら、それを基準に高さを下げ、一の目が出る割合を調べ、また高さを変えるということを繰り返し、一の目が出る割合が 50% 以下になる高さを絞り込んでいく。また、その基準よりさらに高くした場合どうなるかを調べる。なお、高さは実験装置につけたサイコロの下面と地面との距離とする。それぞれの高さで 30 回投げる。

[仮説] 高さが低い地点では上になっている一の目が出続け、高さが高いと出る目が一定でなくなる。また、高さを上げるごとに徐々に出る目が一定でなくなっていく。

【実験 2】

一定の高さ（15 cm）で、サイコロの上面と下面を水平に保った状態で実験装置からサイコロを落とし、サイコロの中央が落ちる地点を中心として、目が確定した場所とそこからの距離（0～15 cm、5 mm 単位で記録）と方向（16通り）と出る目の関係を調べる。（図5）

[仮説] 目が確定した場所と出る目にはある程度の規則性が存在する。

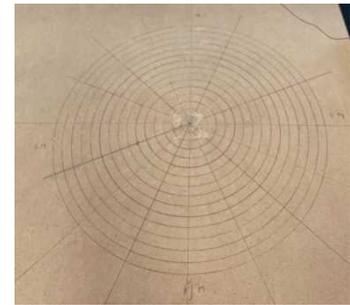


図5 実験に使用した板

4 結果

【実験 1】

8～30 cmの高さにおいては、半回転以上することはなく、結果六の目は一度も出なかった。また、仮説に反して高さをかなり高くしても、一の目が出る回数はあまり変わらなかった。このとき、目は、サイコロが着地した後に回転して出ている。これらの高さではサイコロは1回転することがなく、着地後にサイコロが回転しない際に一の目が出ているが、さらに高さを上げるとはサイコロが1回転以上し、一の目が多く出た。なお、特筆すべき点として、高さ10 cmにおいて三の目が14回出ている点が挙げられる。二、三、四、五それぞれの目は位置的に対称であるため、なぜこれほどまでにこの目が多く出たのかは疑問である。（図6）

高さ/出目	一	二	三	四	五	六
8 cm	17	3	4	4	2	0
9 cm	17	5	4	0	4	0
9.5 cm	13	4	3	2	8	0
10 cm	8	2	14	2	4	0
30 cm	11	1	5	8	5	0
40 cm	12	1	8	2	3	4

図6 実験1の結果

【実験 2】

16の方向について、2の目のついてる方向「前」を基準として、時計回りに、「前」「左前前」「左前」「左前左」「左」「左奥左」「左奥」「左奥奥」「奥」「右奥奥」「右奥」「右奥右」「右」「右前右」「右前」「右前前」と呼称する。

仮説通り、出た目と距離、方向にはある程度の規則性があった。16の方向のうち、隣あっている方向では近い目が出た。また、距離が小さい場合には一の目が多く出た。左方向へ行った回数が右方向のそれと比べ多かった。（図7、図8）

距離/方向	前	右前前	右前	右前右	右	右奥右	右奥	右奥奥	奥	左奥奥	左奥	左奥左	左	左前左	左前	左前前
2											1(2/2)		1(2/2)		4(1/1)	
2.5						1(1/1)										4(1/1)
3	3(1/1)	4(1/1)					4(1/1)	1(1/1)			1(2/2)					
3.5		3(1/1)			1(1/1)			1(1/1)	2(2/2)		5(1/1)	25(2/4)				
4	4(1/1)		1(1/1)					2(1/1)	3(1/1)		5(1/1)	5(2/2)	1(2/2)		2(1/1)	1(1/1)
4.5	1(1/1)									1(1/1)	4(1/1)	5(1/1)		1(1/1)		
5			1(1/1)						2(2/3)			4(1/1)	3(4/6)			
5.5					4(1/1)	4(1/1)					2(1/1)		3(1/1)			
6	5(2/2)									2(1/1)			3(3/3)	3(2/2)	24(1/2)	
6.5										2(1/1)			3(1/1)			15(1/2)
7							1(1/1)		2(1/1)	2(1/1)		3(1/1)	3(5/5)	5(1/1)		
7.5		5(1/1)			4(1/1)			2(1/1)	2(2/3)			3(1/1)	3(2/2)			
8	5(1/1)							2(1/1)					3(1/1)	135(1/3)		
8.5	5(1/1)												3(2/2)	3(1/1)		
9	5(1/1)	1(1/1)			4(1/1)			2(1/1)	2(1/1)	2(1/1)			3(1/1)	3(1/1)		5(1/1)
9.5										6(1/1)						
10	5(2/2)									3(1/1)				2(1/1)		
10.5													1(1/1)			
11													2(1/1)		5(1/1)	
11.5															3(1/1)	
12			3(1/1)													

図7 実験2の結果

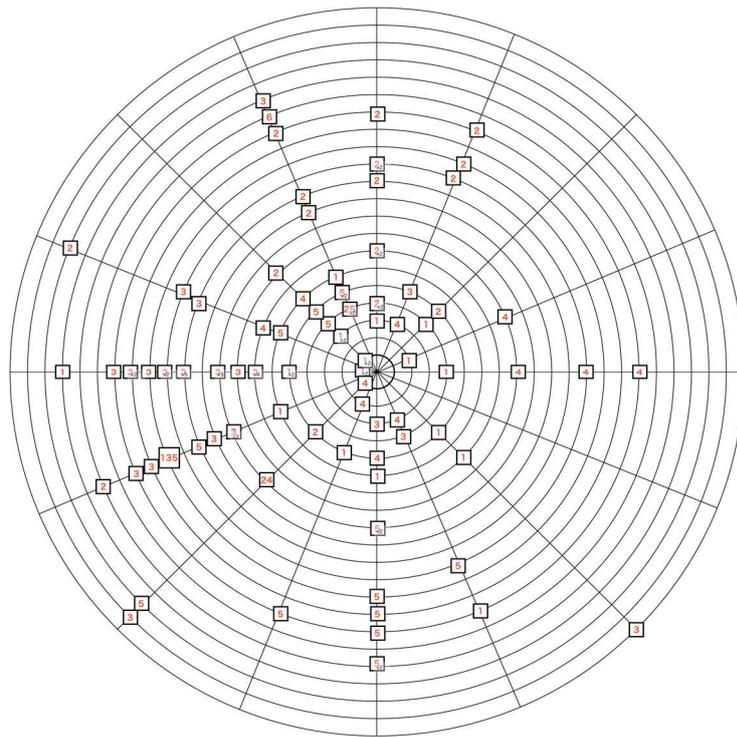


図8 実験2の結果を同心円上に表した。

5 考察

実験1を行っていた際の様子から、着地時の僅かなサイコロの状態の誤差が軌道と目の出方に大きく影響を与えることが分かった。また、落下させる高さに対して、着地後の回転数は予想していたほどあまり変わらないことがわかった。逆に、実験2から、サイコロが着地してある方向に向かって跳ねた後はサイコロの状態の誤差はあまり目の出方には影響を与えなかったことが分かった。このことから、大きな力が与えられる程（より高所から落下させる）目が変わるか、もしくは、特定の方向の力（鉛直下向きの力）にサイコロの軌道が影響を与えられやすいと考えられる。また、「左」に移動したときには三の目が多く出る、「右」に移動した時には四の目が多く出る、といったように、落下前のサイコロのつき方（一の目を上、二の目を「前」に三の目が「左」、四の目が「右」についている）とは反対の目が多く出ていることがわかる。これは、サイコロが大きく回転することはないものを示すものと考えられる。

6 結論と展望

今回実験した高さでは、落下させたサイコロの目は、着地した後に動いた方向によって目がかなり定まる。また、高さを変えて落下させると、着地した後の運動の軌道は異なっても、回転数自体はあまり変わらない。

今後は、実験自体の試行回数を増やして着地前の軌道の分析を行いたい。また、今回それぞれの実験で試さなかった高さについても実験を行い、垂直に落下させる以外にも、回転、横方向から力を与えた場合などについても実験を行いたい。その際に、より高い精度で同じ軌道を再現させながら実験することが課題である。そして、着地後の回転についてもっと調べる必要があると考えている。

虹と水滴の関係性

理数科 3 年

Focusing on the shape and size of water droplets when a rainbow can be observed, research was conducted based on the drawing of water droplets and light in order to explore the relationship between rainbows and water droplets. As a result, it was found that the path of light changes depending on the state of water droplets, which affects the observation of rainbows.

1 要旨

虹を観測されるとき水滴の形状や大きさに着目して虹と水滴の関係性を探るため、水滴と光の作図をもとに研究を行った。その結果、水滴の状態によって光の道筋が変化し虹の観測に影響があることが分かった。

2 研究目的

虹は私たちの身近に観測することができる気象現象のひとつである。虹は空気中の水滴に太陽光が当たり反射・屈折によって光の帯が現れる現象である。私たちはここで水滴に着目した。虹は降水後に観測されるが、降水時に観測されることはない。そこで水滴の形状や大きさに虹との関係性があるとして研究を進めた。

・主虹…私たちが一般的に見る、太陽の光が水滴に入射し、水滴内で一回反射して出ていった光によって生じるものであり、太陽を背にして太陽から 42 度の角度に観察することができる虹のことである。ここで太陽と観測者のなす角を θ_r とすると、グラフより $\theta_r=42^\circ$ で最大となり、図 1 より $\theta_r=42^\circ$ の付近で最も光が集まっている。したがって $\theta_r=42^\circ$ のとき虹ができる。

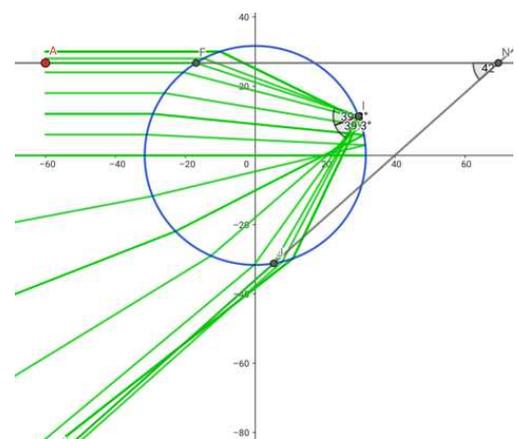
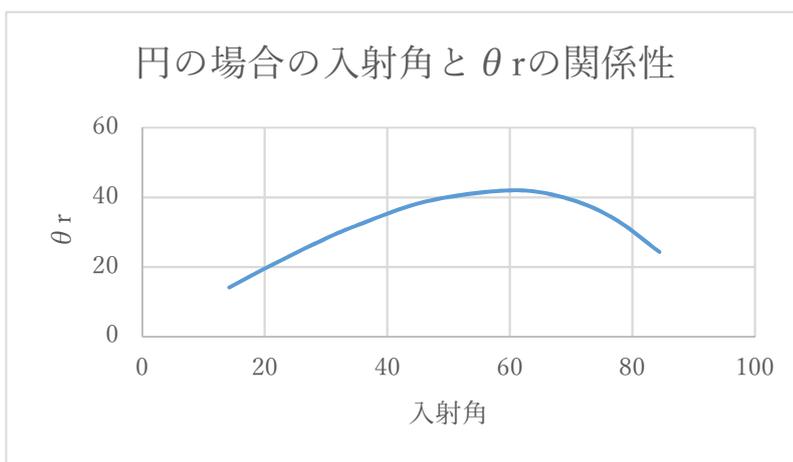


図 1: 主虹における水滴の光の道筋

3 実験方法・結果

水滴に対する光の道筋を考察するために水滴の形状を調べる。プラスチック容器の底面に穴を開けて水滴が一定に滴下する条件を作り出す。この容器から滴下される水滴を高シャッタースピードのカメラで撮影を行う。撮影した写真をもとに Geogebra 幾何を用いて水滴の形状とそれを通る光の道筋を作図する。

- ・仮説 水滴が大きくなると空気抵抗が大きくなることによって球ではなくなってしまい、水滴内で何度も反射してしまうため虹(主虹)が観測されなくなる。



図 2: 水滴を観察する実験装置

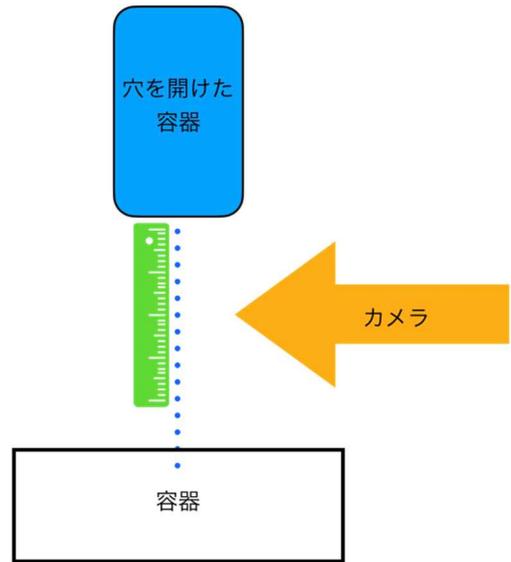


図 3: 実験装置の仕組み

・結果

水滴が横長の楕円になると光が屈折して上方向に出ていくため、光が観測者に届かず虹が観測されない。(図 5) また、楕円の長軸の長さ:短軸の長さ=5:X と定義するとき以下のことが考察される。

- ① $X \leq 4$ のとき水滴が横長の楕円となるため光が観測者に届かず虹が観測されない
- ② $4 < X < 5$ のとき光は下方向に出て観測者には届くものの、入射角と反射角のなす角(以降 θ_r とする)と虹の可視、不可視の関係が不明瞭であったため虹が観測されるかについて結論付けることができなかつた。現段階の研究では図 5 より点 A, B によって θ_r の最大値が一つに定まらないため、観測されないと考える。

撮影した水滴の例

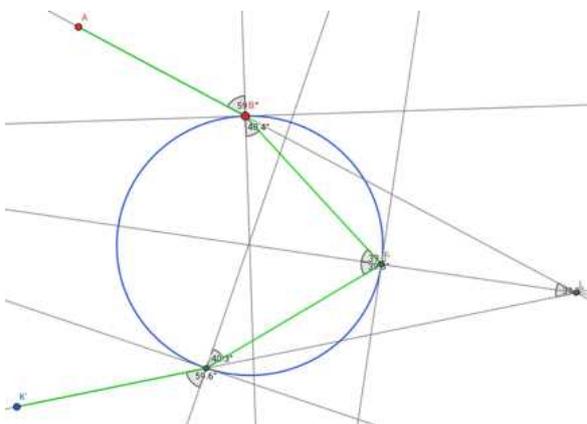
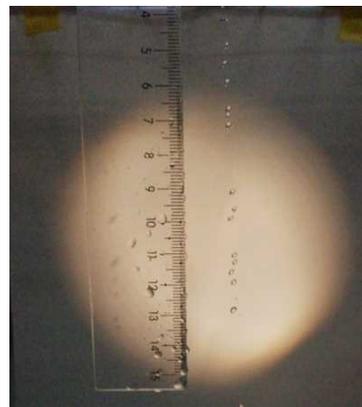
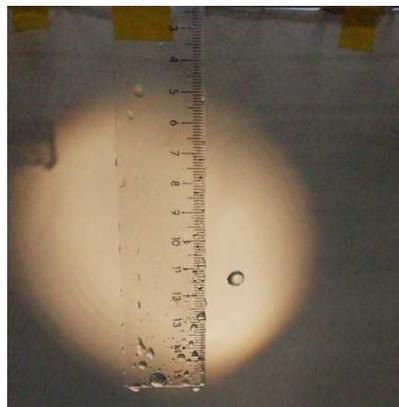


図 4: 円に近い楕円形の場合の光の道筋

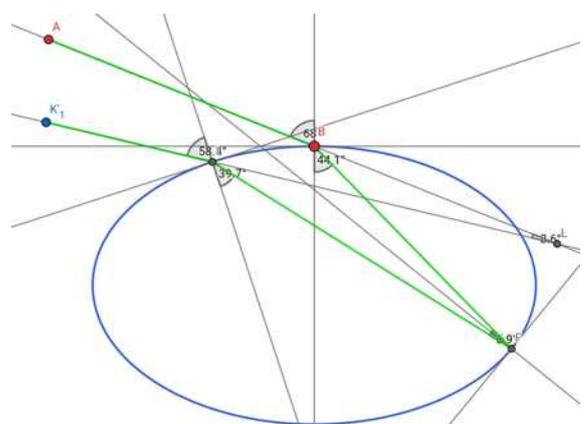


図 5: 水滴が横長の場合の光の道筋

実験 2

実験 1 より GeoGebra を用いて自然界で虹が観測できる時の水滴の予想図をつくり、その予想図をもとに実際に虹を発現させ、予想図の正確性を証明する。

・仮説

自然界で虹が観測できるときの水滴は非常に小さく空気抵抗が小さい。したがって水滴は球状であると仮定した。図 6 の通り虹ができると予想した。

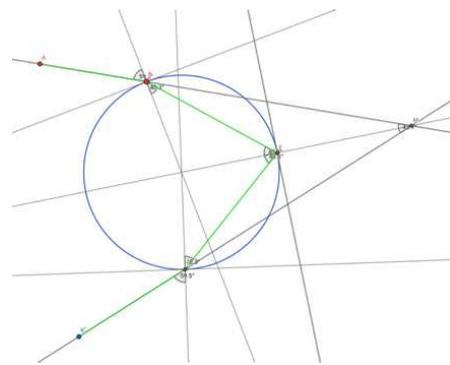


図 6：予想図

・実験方法

電動霧吹きを用いて大気中に一定の水滴を作り出し、ライトから光を入射させる。このときの光を入射させる角度、観測者の位置は予想図によるものとする。

・結果

予想の通り θ_r が約 42° の時に虹が観測できた。また、これにより電動霧吹きで作成した水滴は球であり、GeoGebra で作成した光の道筋は正しいと考えられる。



実験 2 実験装置写真

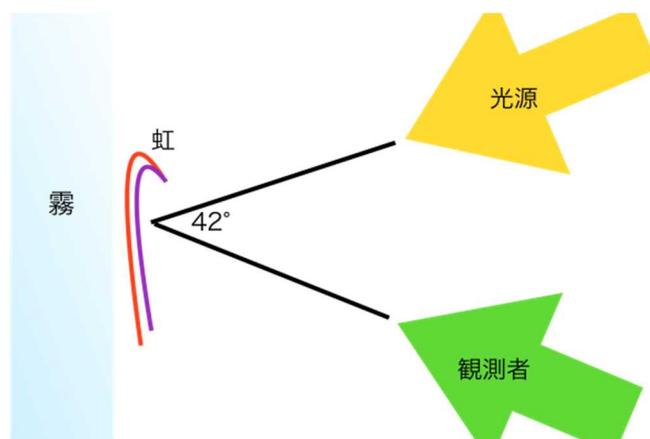


図 7: 実験 2 実験装置模式図

4 結論

実験 1 (水滴の形状を調べる実験) より水滴が横長の楕円になるにつれて光が上方方向に出てしまう (図 5) ため虹が観測されない。また、実験 2 (自然界において虹が観測されるとき水滴の予想図をつくり出す実験) から自然界において虹をつくる水滴は非常に小さいため球であり、その大きさについて、水滴が大きくなるほど水滴が受ける空気抵抗が増すことにより水滴の形状が楕円形に近づくため虹が観測されなくなると考える。

5 今後の展望

実験 1 より、 $4 < x < 5$ のとき虹が観測できるかどうか結論づけることができなかった。円による θ_r と虹の関係は明らかになっているため楕円の場合についての関係を明らかにしたい。今回作成した図をもとに水滴に対する光の入射光・反射光の関係のグラフの作成、図形的に証明したいと考えている。また、水滴が通常よりも大きく饅頭型であるときに twinned rainbow (双子虹の一種) と呼ばれる虹の円弧上端付近で少しずれた虹が観測される場合があり、本研究で仮説を行った楕円状の水滴

のケースと類している。twinned rainbowは風や空気抵抗の影響で水滴が変形して生じるものであるため、今後の実験はそうした条件を考慮しなくてはならない。また、幾何光学の範囲だけでは考察できない要素があるため、光の波の性質も考慮したい。

6 謝辞

本研究の遂行にあたり指導、助言して下さった新潟県立佐渡高等学校の石田勝幹先生、及びご協力くださった皆様に感謝申し上げます。

7 参考文献

- ・荒木健太郎、2014/6/23、雲の中で何が起きているのか、ベレ出版、344 ページ
- ・荒井邦中、小山隆文、1975/5、様々の水滴の滴下中の形について、天気、22(5)、245～251 ページ

杉の葉から精油を精製する方法について

理数科 3 年

We explored how to simplify apparatus needed to extract essential oil using Steam distillation method. We could not do it. However it find out organic solvent extraction method might be suitable to extract it easily.

1 要旨

工業生産に用いられる水蒸気蒸留法の原理を用いて精油を精製するのに必要な装置を簡略化することはできないか模索したが、装置そのものを簡略化することはできなかった。しかし、有機溶剤抽出法を使えばより簡単に精製できる可能性が高いということが分かった。

2 研究目的

精油とは植物の花、葉、果皮などから抽出される天然の芳香物質のことを言い、レモンやバラ、杉など様々な植物の精油が嗜好品として生産されている。その中でも私たちは、身近に大量にある杉の葉から採れる精油に着目し、使われていない杉の葉をより有効活用したいと考え研究を始めた。私たちの研究では、先行研究の複雑な抽出方法を簡略化し、一般に入手可能なもののみで杉の精油を抽出できるようにすることで、一般の人でも杉の葉から精油を取り出せるようにすることを目標とする。

3 予備実験

<目的>

私たちが新たに試みる精製方法によって精製できる精油の量と、従来の精製方法によって精製できる精油の量を比較できるようにするために、既に用いられている方法で、単位質量当たりの杉の葉から何 g または何 ml の精油を精製することができるのかを調べる。先行研究により、杉の葉の質量に対する精製される精油の質量の割合は調べられているが、採集される杉の葉によりその値が大きく異なるため、私たちの研究で用いる杉の葉のその割合を調べる必要がある。

・予備実験 1

<目的>

水蒸気蒸留法により精製できる精油の量の測定

<実験道具>

- ・杉の葉（予備実験、本実験で使う杉の葉は、高田高校の校舎の周囲にあるものを用いる）20g
- ・枝付きフラスコ ・丸底フラスコ ・ガラス管 ・コニカルビーカー（収集用） ・ゴム栓
- ・ガスバーナー ・スタンド ・リービッヒ冷却器 ・ゴムチューブ

<実験手順>

- ① 図 1 の装置を組み立て、フラスコに入れた水を沸騰させ水蒸気を発生させる。
- ② 枝付きフラスコに入った杉の葉に発生した水蒸気を当て精油を含ませる。
- ③ 精油を含む蒸気を、リービッヒ冷却器を通して、蒸留する。

<蒸留時間>

正確な時間は計測しなかったが、リービッヒ冷却器を通りビーカーに捕集された液体の表面に浮かぶ油分が目視で確認できなくなるまで蒸留を行なった。

図 1



・予備実験 2

<目的>

熱水蒸留法により精製される精油の量の測定

<実験道具>

- ・杉の葉 20g (ミキサーで細かくしたもの) ・枝付きフラスコ ・コニカルビーカー (収集用)
- ・ゴム栓 ・ガスバーナー ・スタンド ・リービッヒ冷却器 ・ゴムチューブ

<実験手順>

- ① 図 2 の装置を組み立て、フラスコにミキサーで細かくした杉の葉 20g ※と水を入れる。
- ② 杉の葉を煮沸させる。
- ③ 発生した蒸気を蒸留し、精油を捕集する。(蒸留時間は実験 1 と同様)
※この実験で予備実験 1 と異なり、ミキサーで細かくした杉の葉を用いたのは精製量を増やすためであり、二つの実験を比較するためではない。
また、予備実験 1、2 の試料である杉の葉は同じ時期に採取したものであり、単位質量当たりに含まれる精油の量は同じであるとして用いた。

図 2



4 予備実験の結果

・予備実験 1 の結果

図 3 のように液体の表面に水玉模様状に精油が浮かんでいたのを確認することはできたが、精製された精油は少量であったため量を測定することはできなかった。



・予備実験 2 の結果

図 4 のように精油と考えられる油分が分液漏斗の内壁に多く付着してしまい量を量ることはできなかったが、予備実験 1 と比べ同じ質量の杉の葉からとれる精油の量は多いと考えられる。

図 4



5 予備実験の結論

装置の写真からも分かるように蒸留法による精油の精製では、予想していた通り装置を一般に入手可能な物で再現するのは難しいということが明らかになった。具体的には、精油を含む水蒸気を通る経路の接続部分にゴム栓と口の大きさをそれに合わせた容器が必要であるため再現するのは難しいと考えた。

6 本実験 <無水エタノールを溶媒とした有機溶剤抽出法による実験>

<目的>

- ・水蒸気蒸留法や熱水蒸留法では蒸留時間が短くて取り出すことができない蒸留後期の物質も取り出すことで、蒸留時間を短縮する。
- ・エタノールを溶媒として有機溶剤抽出法で、杉の葉から精油を取り出すことができることを示す。
- ・エタノールと精油を分離し分離後の精油の収率を求める。

【収率について】

ある時間における、

$(\text{収率}) = (\text{混合物中の精油の質量}) / (\text{精油とエタノールの混合物の質量})$

- ・ (精油とエタノールの混合物の質量) について
→実験 2 で計測する

- ・（混合物中の精油の質量）について

→実験 2 で精油のみを湯煎して計測する

同じ条件下で、混合物と精油を蒸発させて質量を比較することで、「精油がエタノールに溶解している」事以外の蒸発に影響する要因を除く。

<実験の概略>

有機溶剤抽出法によって杉の葉から精油を取り出すには、杉の葉をエタノールに浸してすり潰し、精油をエタノールに溶かし出す操作と、その溶液から精油を取り出す操作の 2 つがある。この 2 つの操作を経ることで、精油を抽出できると考えられるが 1 つ目の操作を行うと、精油以外にも他の不純物が抽出されてしまい実験に関する条件が複雑になると考えたので条件を絞り込むために、1 つ目の操作で精油のみがエタノールに溶け込んだと仮定し、2 つ目の操作の実験を行った。

7 本実験 1

<目的>

湯煎によるエタノールと精油の蒸発の様子を観察する。

<実験手順>

試験管に手の指紋がついて質量が変化しないように、手袋を着用して作業する。

- 1, 試験管の重さを量り精油 1ml を入れて重さを量る。→精油 : 0.89g
- 2, 1 の試験管に 34ml※ (26.58g) エタノールを入れ、よく混ぜてその混合物から 5ml だけとったものを別の試験管に入れる。混合物 5ml : 3.94g

※（精油）：（エタノール） \div 3 : 100 (ml) となるようにした。ただしこの数値設定には大きな意味があると断言はできない。先行研究により 100g の杉の葉には、多くて 3ml の精油が含まれていることが分かっているので、杉の葉 100g を 100ml のエタノールで浸し全ての精油を溶かし出したと仮定するとそのように設定される。しかし、実験の結果から分かるように湯煎初期の段階で多くのエタノールが蒸発するので、混合物中のエタノールの質量は厳密な計算により定められる必要はない。

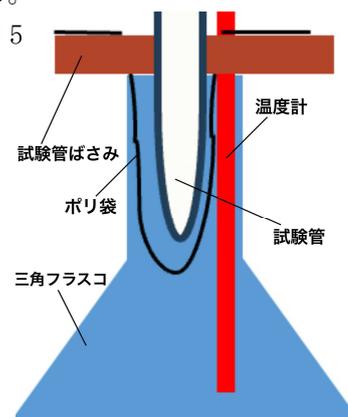
- 3, 試験管を水に触れさせないように袋で包み、温度計で測りながら約 90℃ に保った湯が入っている三角フラスコに入れ湯煎し、10 分おきに袋から取り出して質量を量る。

※4 回目以降は 5 分おきに計測

[補足]

- ・三角フラスコを用いたのは、口径が試験管よりも大きすぎることがなく、試験管を包むポリ袋を三角フラスコの外側まで折り返すことで水蒸気のポリ袋内部への流入を防ぐことができるからである。
- ・試験管ばさみを用いたのは、
 - ① ポリ袋がしっかり試験管に密着するようにするため
 - ② ポリ袋がフラスコの底面について、ガスバーナーの熱でポリ袋に穴が開くのを防ぐため。

図 5



<実験 1 の結果及び考察>

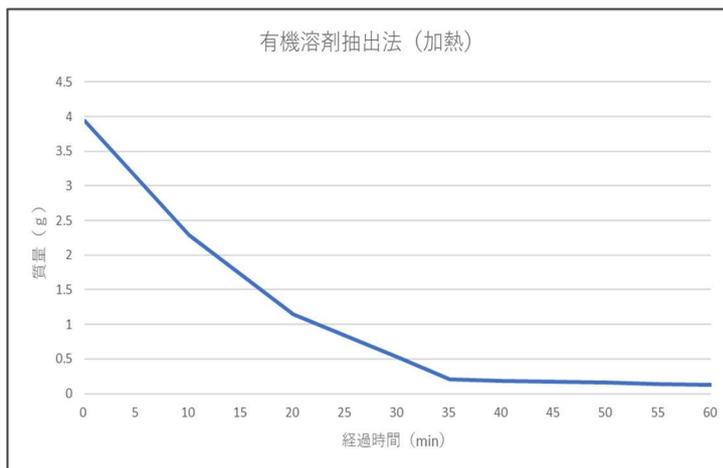
- ・グラフ 1 の通りに計測された。
- ・混合物の減少量が著しく少なくなった時から、エタノールの蒸発速度が著しく小さくなったと考えられるため、そのほとんどが精油であると考えられる。
- ・量りが小数第 2 位までしか測れなかったため、もう一桁細かく量る必要がある。

<湯煎前の濃度について>

- ・混合物に含まれる精油（理論値）…0.128g

→混合物の中の精油の濃度…約 3.2%

グラフ 1



加熱時間	0分	5分	10分	15分	20分	25分	30分	35分	40分	45分	50分	55分	60分
混合物の質量	3.94g	—	2.29g	—	1.14g	—	0.53g	0.21g	0.18g	0.17g	0.16g	0.14g	0.13g

8 本実験 2

<実験道具>

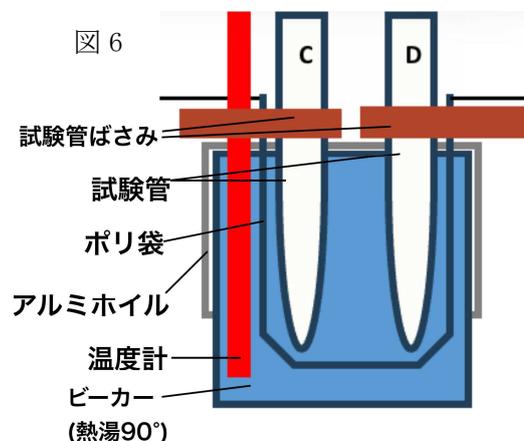
- ・無水エタノール 5ml ・市販の精油 1ml ・ホールピペット ・メスシリンダー ・試験管 2本
- ・電子天秤 (小数第 3 位まで) ・ビーカー ・ポリ袋 ・手袋 ・試験管ばさみ
- ・温度計 (摂氏 100 度まで) ・アルミホイル ・ガスバーナー

<目的>

エタノール中における精油の蒸発量の推移の様子を調べる。それによって、エタノールの溶解が精油に及ぼす影響を調べる。

<実験>

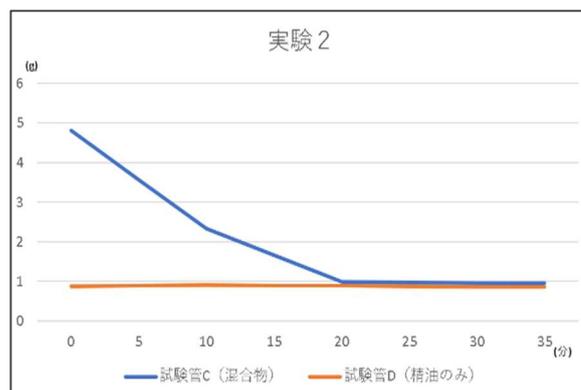
- 1、試験管 C は、精油の重さを量ってからエタノールを入れて重さを量る。試験管 D は精油を量って入れるのみにする。(精油はホールピペット、エタノールはメスシリンダーを使って入れる)
 - ・試験管 C・・・精油 (0.902g) とエタノール (3.901g) の混合物 (4.803g)
 - ・試験管 D・・・精油のみ (0.878g)
- 2、アルミホイルに試験管の口径よりも少し大きい穴をあけ、セロテープなどで補強したのち、ビーカーにかぶせる。
- 3、ビーカーに水を入れ、温度計を入れて 90℃一定に保つ。(ポリ袋の中に熱湯が入ってしまうのを防ぐため。約 95℃で沸騰し始める。)
- 4、試験管 2 本をポリ袋でつつみ、試験管ばさみで閉じたあと、アルミホイルの穴へ入れる。(図 6)
- 5、計測の初めは 10 分おき、3 回目以降は 5 分おきに計測。計測はビニールから外して、手袋で試験管を持って計測した。



<実験2・結果>

- ・アルミホイルで試験管の中に水蒸気が入らないようにしたが、アルミホイルが途中で破けてしまい水蒸気が試験管の内壁で凝結し水滴がついてしまった。その水滴を各計測の前に完全に拭き取れなかったため、試験管の質量に誤差が生じてしまい正確な質量を計測できなかった。精油のみの試験管では湯煎途中で水滴がつき質量が増加してしまった。

→グラフ (右)



<考察>

- ・蒸発したエタノールと水蒸気が極性で集まることで、実験2のように多くの量の水滴が付いたのではないかと考える。

9 実験の展望

- ・この実験では杉の葉から直接精油を取り出しているわけではないので、実際に葉からエタノールで精油を取り出して実験すると、溶け出した精油の量が求めづらい他、杉の葉に含まれる色素などが溶け出すことが考えられる。それがどのように精油とエタノールの分離に影響を及ぼすのかを調べる必要がある。また、精油以外に抽出される成分をエタノールからどのように取り出すことができるのかについてさらに調べる必要があると考える。
- ・精油の収率の求め方について
混合物中の精油の蒸発速度は精油のみの蒸発速度と等しいと仮定して収率計算の式を作っているが、混合物中のエタノールがどのように精油の蒸発に影響するのかは不確かであるため、それを考慮すると計算による収率の値が変わり正確な数値を求めることはできないと考える。
- ・本実験1で混合物中から取り出した精油は匂いがあったものの、市販の精油と比べて匂いが弱かった。これは揮発しやすい匂い成分が、湯煎途中で揮発してしまったためであると考えられる。

<実験方法改善案>

- ・ガスバーナーなどの火を使うのではなく、ヒーターやIHなどの火を使わない加熱方法にする方がよかったと考える。
- ・湯煎している試験管に管付きゴム栓をすれば内部に水蒸気が入ることを防げたと考える。ただし、試験管Cのように、エタノールが蒸発するものは火の近くだと引火の恐れがあるので、管の先を水につける必要がある。
- ・湯煎は水蒸気の処理で大変であったため、湯浴をしたほうが良かったと考える。ただし、100度以上の沸点をもつため、温度管理を徹底する必要がある。
- ・今回は授業時間の関係で実験時間は60分が限界であったが、もっと日程の管理をして、2時間程度の実験ができる環境を作れたらよかったと考える。

10 研究の結論

本実験1、2から精油の収率を求めることはできなかったが、混合物から取り出した精油の濃度は高いと考えられる。そのため、杉の葉から精油と一緒に抽出される不純物を簡単に取り出す方法を見つけることができれば、一般に入手可能な物のみで精油を取り出すことができる可能性もあると考える。

11 参考文献

- ・「精油とは」日本アロマ環境協会
- ・スギ精油の採取方法及びその成分 (gifu.lg.jp) (岐阜県森林研究所)
- ・https://m.chemicalbook.com/ProductIndex_JP.aspx
- ・<http://www.thegoodscentscopy.com/>

天然由来の融雪剤を作る

理数科 3 年

We conducted this experiment in order to create naturally derived snow melting agent which has a little effect on the environment. As the results of some experiments in which we investigated the effect of melting ice and the freezing point depression of some materials, we observed that seaweed plants lowered freezing point and thought we can create the derived snow melting agent using seaweed plants.

1 要旨

環境被害の少ない天然由来の融雪剤を開発するために研究を行った。様々な物質の氷解効果や凝固点降下度を調べた結果、海藻類の植物を用いたときに凝固点降下が確認されたため、それを用いた融雪剤の作成が可能であると考えられる。

2 研究目的

大雪を溶かすために塩化ナトリウムや塩化カルシウムなどが使われているが、それらは同時に塩害などの環境被害を引き起こしている。そのような問題を解決するため、塩害被害の少ない独自の融雪剤を天然由来の物質から作り出すことを目標に研究を行った。

3 研究課題

融雪剤に含まれる塩化物イオンが鉄に付着することで、劣化したり、錆を発生させたりする。また、植物に付着すると、葉の水分を吸収し、生育を阻害する。さらに、土壌中のイオン濃度が高くなることによって生じる浸透圧で、水の吸い上げを阻害する。これらのことから、塩化物イオンが塩害を引き起こす一因であると仮定し、それを含まない融雪剤を作ることをこの実験の課題とした。

4 実験 1

目的：現在使われている融雪剤の融雪効果を調べた。

方法：プラスチック容器に 20mL の水を凍らせ、そこに試料を 0.50、1.00、1.50g 振りかける。容器を約 -3°C の氷水に浸し、一定時間後、生じた水を拭き取り、減少した水の質量を計測した。

試料：①塩化ナトリウム②塩化カルシウム③炭酸カルシウム④炭酸水素ナトリウム

⑤酢酸ナトリウム⑥酢酸カルシウム⑦プロピオン酸ナトリウム

(現在融雪剤として用いられている①②や、日常生活で使われることの多い物質を選んだ。

食品添加物である⑦は先行研究で融雪効果があることが分かったので使用した。)

仮説：③④では融雪効果が見られず、その他の物質では融雪効果が起こる。

結果：以下の表(表 1)のようになった。

- ・塩化物イオンを含む物質で融雪効果が見られた。
- ・溶質の質量が増加すると水の溶解量も増加した。
- ・この実験方法では外気温の影響や、水を拭き取るにより誤差が大きくなってしまおうと考えられ、正確な結果は得られていないのではないかと考えている。

表 1 試料の量と溶けた氷の量(g)の関係

	①	②	③	④
0.50 g	3.7	3.7	3.5	2.0
1.00 g	9.2	6.9	2.1	2.1
1.50 g	10.7	9.6	3.1	-
	⑤	⑥	⑦	
0.50 g	5.07	3.8	5.5	
1.00 g	6.9	5.9	7.1	
1.50 g	11.1	8.0	9.5	



図 1 容器を氷水に浸す様子

5 実験 2

目的：様々な物質の凝固点降下度を計測した。

方法：試験管に 10mL の水と試料を入れ、試験管を約 -9°C の氷水で冷却した。そのときの溶液の温度変化を電子温度計で計測した。また液体の試料については、試験管に 10mL 量りとり、同様に凝固点降下度を計測した。

試料：①塩化ナトリウム 0.50g ②レモン果汁 ③藁灰 + シュウ酸

④ ホウレンソウ + シュウ酸 ⑤昆布だしを加熱して生成した固体 0.60g

- ① 現在使用されている融雪剤がどのくらい凝固点降下を引き起こしているのかを確かめるために用いた。
- ② 身近にある食品で、クエン酸を含み、凝固点降下が起こるのではないかと考えたため用いた。
- ③ 藁灰には炭酸カリウムが含まれており、酸性の溶媒と反応させて、凝固点降下を起こすことができるのではないかと考えたため用いた。
- ④ ほうれん草には多量のカリウムが含まれており、酸性の溶媒と反応させて、凝固点降下を起こすことができるのではないかと考えたため用いた。
- ⑤ 昆布には多量のカリウムが含まれており、凝固点降下が起こるのではないかと考えたため用いた。

(③④において、植物の中にはシュウ酸を含むものがあると知り、シュウ酸を用いた。)

結果：グラフは下図 (図 2~6) のようになった。

図 2 ①の溶液の温度変化

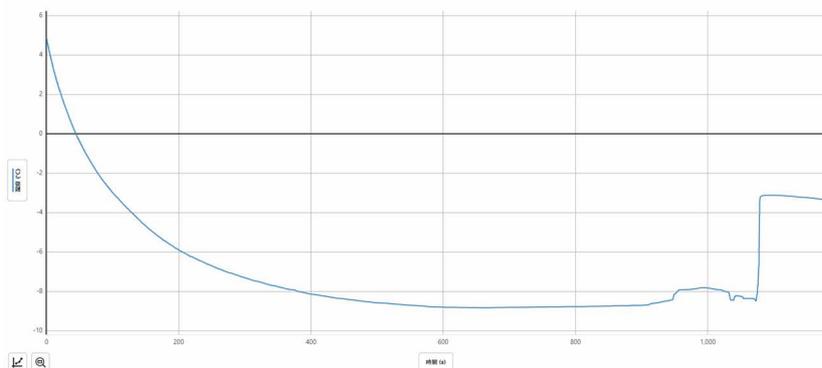


図 3 ②の溶液の温度変化

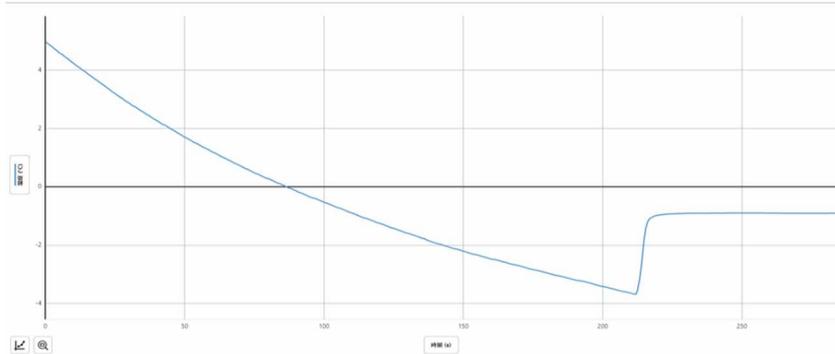


図 4 ③の溶液の温度変化

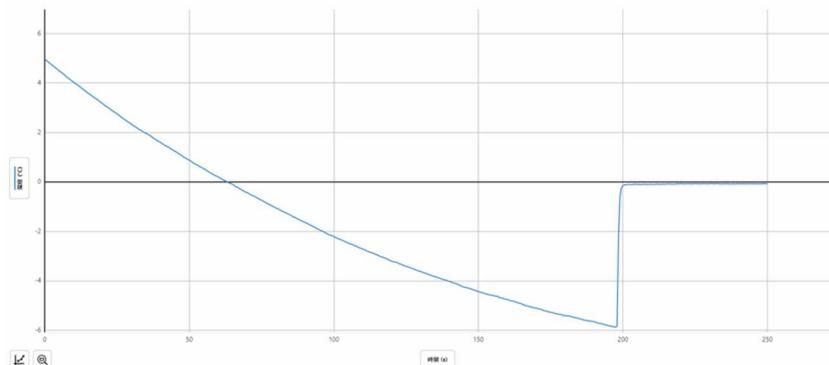


図 5 ④の溶液の温度変化

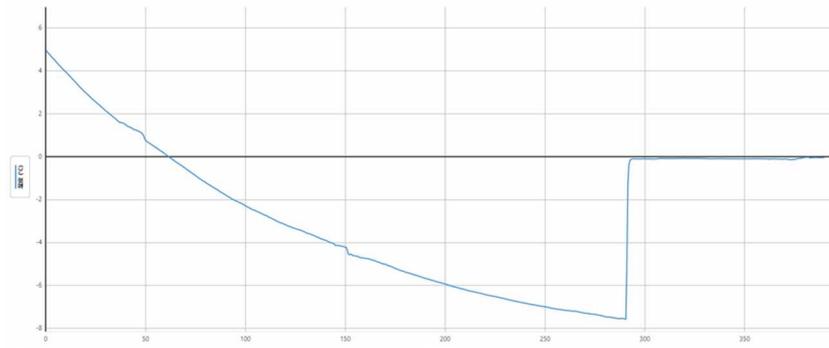
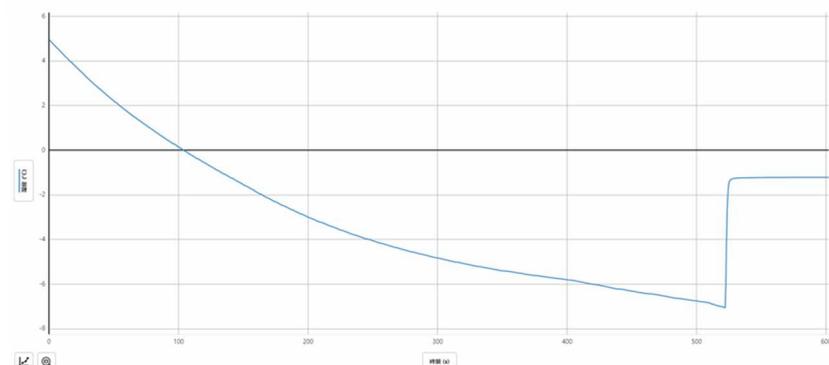


図 6 ⑤の溶液の温度変化



- ・ ①②⑤の試料において凝固点降下が確認できた。
- ・ 塩化ナトリウムでは予想したような凝固点降下が見られた。
- ・ 凝固点降下度は塩化ナトリウム、昆布からとった物質、レモン果汁の順に大きかった。

仮説：実験の結果から海藻を用いることで、独自の天然由来の融雪剤を作ることができる。

6 実験 3

目的：海藻で凝固点降下が起こるか調べる。

方法：海岸で拾ってきた海藻(マメタワラ)を乾燥させ、細かく切断し、乳鉢ですりつぶした。これを用い、以下の様に凝固点降下を測定した。また、予備実験 2 と同様の方法で測定した。

①海藻 0.50g を水 10mL に加えた。

②海藻 50g を水 100mL に入れ、加熱、沸騰させ、上澄み液 10mL を用いた。

③すりつぶした海藻を加熱し、炭化した。炭化した物質 0.50g を蒸留水 10mL に加えた。

④すりつぶした海藻を加熱し、炭化した。炭化した物質 1.0g を蒸留水 10mL に加えた。

結果：グラフは下の図（図7～10）のようになった。

図7 ①の溶液の温度変化

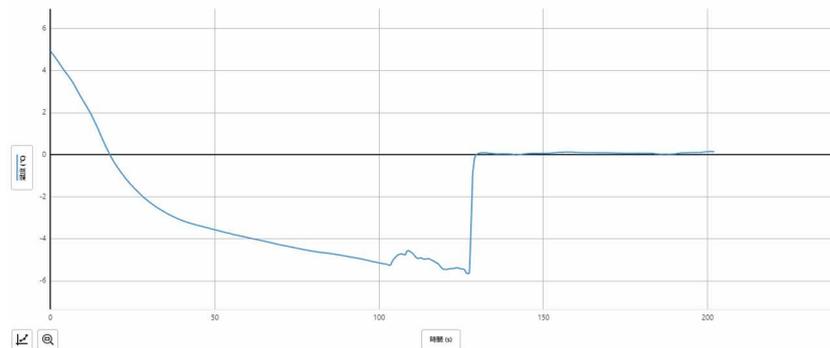


図8 ②の溶液の温度変化

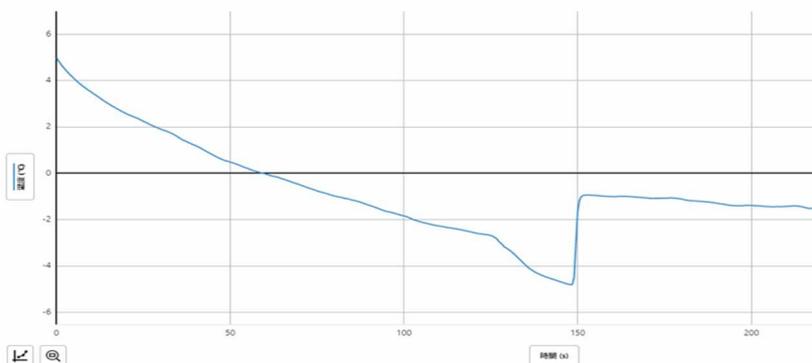


図9 ③の溶液の温度変化

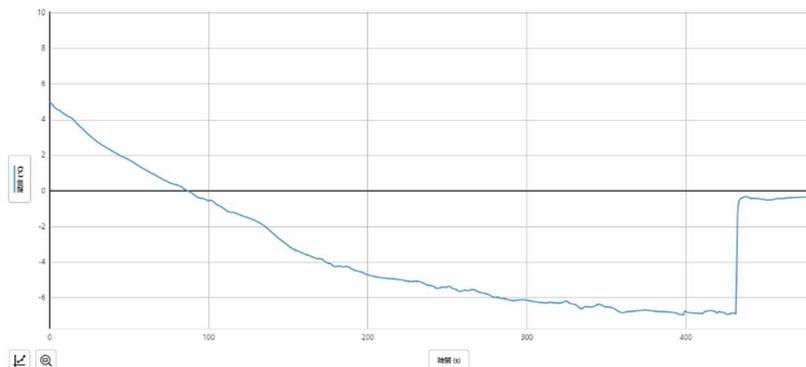
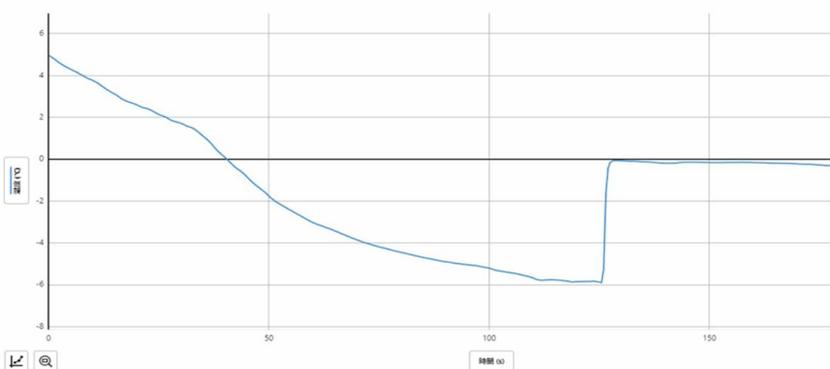


図10 ④の溶液の温度変化



- ・炭化した物質を水に溶かした液体において凝固点降下が発生した。
- ・炭化した物質の質量を増加させると、凝固点降下度も増加した。

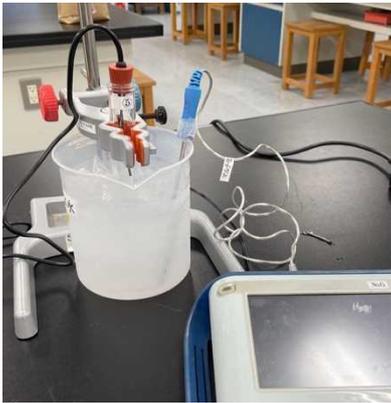


図 11 実験 2、3 における凝固点降下度計測の様子



図 12 実験 3 における海藻を煮出す様子

7 結果と展望

実験 3 の結果から、海藻類の植物を用いることで天然由来の融雪剤を作ることができると考えられる。また、他の植物でも加熱することによって水の凝固点降下を起こすものが存在することが確認できた。今後は、より凝固点降下度が大きいものは存在するのか、実際現在用いられている融雪剤よりも塩害被害が小さくなるのかどうかなどを探っていきたい。

8 謝辞

本研究を進めるにあたり、アドバイスをいただいた上越科学館の永井克行館長様、および本研究にご協力いただいた皆様に感謝を申し上げます。

9 参考文献

『秋田県の廃棄物を用いた秋田県独自の融雪剤を作る』 2022/03
秋田県立横手高等学校 佐々木 桃子 麻生 凧紗 鈴木 結唯 横井 史菜 吉田 乙葉



『プロピオン酸ナトリウム的高速道路本線への試行導入における効果検証について』
国土交通省 東北地方整備局 佐藤 賢治 徳永 ロベルト 高橋 尚人 中島 範行 藤野 友裕



イオン交換法によるガラスの可能性

理数科 3 年

Glass, which is widely used as a building material, can be shattered by earthquakes and typhoons, causing secondary disasters. To reduce such secondary disasters, we conducted research on chemically strengthened glass. Chemically strengthened glass currently available on the market is made by exchanging sodium ions with potassium ions on the surface of glass to increase its strength. Instead, we conducted experiments to exchange sodium ions with rubidium ions. As a result, we discovered the possibility of creating chemically strengthened glass with rubidium ions by using lithium chloride or cesium chloride as a solvent.

1 要旨

建築材料として広く利用されるガラスは地震や台風によって破片が飛散し、二次災害を起こすことがある。このような二次災害を減らすために化学強化ガラスの研究を行った。現在市販されている化学強化ガラスは、製造後のガラスの表面のナトリウムイオンをカリウムイオンと交換して強度を上げたガラスであるが、私たちはナトリウムイオンをルビジウムイオンと交換することを目的に実験を行った。その結果、塩化リチウムまたは塩化セシウムを溶媒として使うことでルビジウムイオンを用いた化学強化ガラス作成の可能性を見出した。

2 研究目的

現在市販されている化学強化ガラスは、製造後のガラスの表面のナトリウムイオンをカリウムイオンとイオン交換法によって交換してガラス表面に高密度な圧縮応力層を形成させて強化したガラスである。この方法では交換するイオンの半径が大きいほど圧縮応力が強くなり、強固なガラスになると考えられている。先行研究では交換に適する原子は一価の陽イオンになるアルカリ金属元素が最適であるが、カリウムイオンより半径が大きいイオンには通常は交換されないとされている。しかし、カリウムイオンより大きいイオンに交換させることができないと証明した論文や記述は私たちで発見できなかった。そこで私たちはガラス表面のナトリウムイオンをアルカリ金属元素の中でカリウムイオンの次にイオン半径が大きいルビジウムイオンと交換することができれば、より強固なガラスを作れると仮説を立て研究を開始した。

アルカリ種	Li+	Na+	K+	Rb+	Cs+
イオン半径	0.060nm	0.095nm	0.133nm	0.148nm	0.169nm

3 化学強化の原理

板ガラスは圧縮される力には非常に強いが、引張られる力には非常に弱いという特性がある。強化ガラスとはガラス表面にあらかじめ圧縮応力(縮もうとする力)を発生させ、外部からの引張り力を相殺することで強度を上げたガラスである。化学強化ガラスとは、イオン交換法によってガラス表面のナトリウムイオンを強化液中のカリウムイオンと交換することで強度を上げている。またイオン交換が起こる原動力は、ガラス内外のイオンの濃度勾配や、外部電場による作用などがあり、これらの力によってガラス内外のイオンの相互拡散が起こり、イオンが交換されている。

4 一般的な化学強化ガラスの製造方法

硝酸カリウムを容器の中に入れ、融点以上沸点未満の温度で融かす。そこに融剤を添加し、温度を一定に保ちながら攪拌翼などで全体が均一になるように混ぜる。ガラスを予熱し、溶融塩を、化学強化を

行う温度に調整する。ガラスを熔融塩中に所定の時間浸漬し、ガラスを引き上げ、放冷する。その後ガラスを洗浄する。

5 実験 1

【目的】ルビジウムイオンを用いて化学強化の工程を行い、ガラスの状態の変化を確認する。

【実験方法】一般的な化学強化ガラスの製造方法を参考に、ガラスと試薬を容器に入れ、一定時間加熱してガラスの状態の変化を観察した。なお、ガラスはソーダ石灰ガラスのスライドガラスを3枚ずつ使用した。

〔試薬〕塩化ルビジウム(RbCl)、炭酸ナトリウム(Na₂CO₃)、塩化ナトリウム(NaCl)
(詳細は表1の通り)

〔加熱方法〕試薬とガラスを入れた容器を電気炉で20分かけて850℃まで加熱し、この状態のまま2時間維持した後に十分に自然冷却した。

表 1	1 回目 (①)	2 回目 (②)	3 回目 (③)	4 回目 (④)
RbCl	2.50g	8.00g	4.00g	0.140g
Na ₂ CO ₃	30.0g	8.00g	4.00g	0.490g
NaCl	なし	なし	なし	3.37g
容器の種類	ステンレス鋼	陶器	陶器	酸化アルミニウム

【結果】1～3回目ではガラスの変形が大きかったが、4回目(先行研究で示されていた割合)では原型が残るようになった。1～3回目ではガラスの内部に多数の気泡が見られた。1回目ではガラスは緑色、2回目と3回目では白色に変色し、4回目では中心部分は白色、周縁部分は白く濁った。



【考察】ガラスの変形について、先行研究で示されていた試薬の量で実験を行ったことで結合の切断の程度が適切になり、ガラスの原型が残るようになったと考えられるが、依然として変形の程度が大きいため、加熱する温度もガラスの変形に影響していると考えられる。また、1～3回目では結合の切断が過剰になされたために多数の気泡ができたと考えられる。ガラスの変色については私たちが原因を考えることができなかった。

6 実験 2

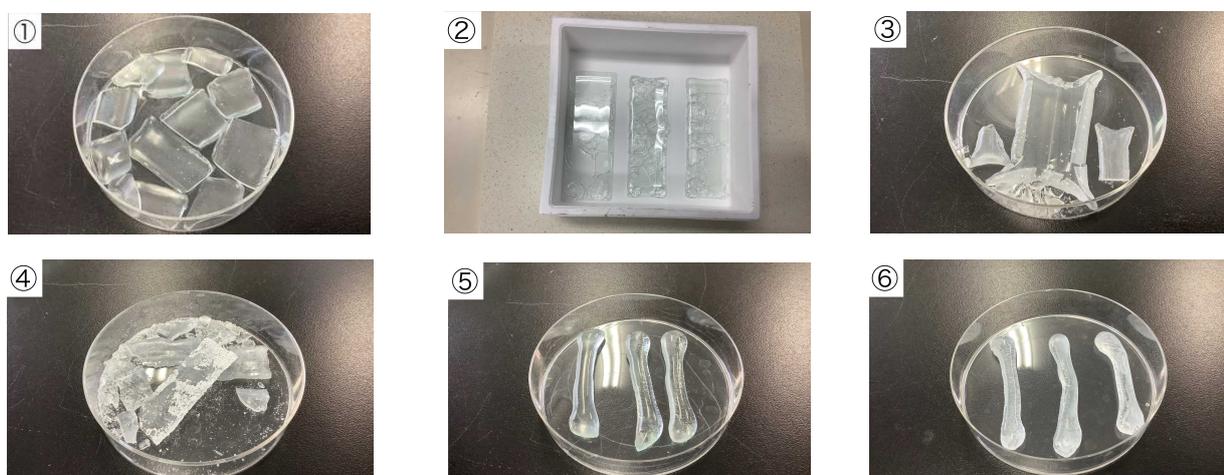
【目的】試薬を使用せずに加熱のみを行い、変形が少なくなる加熱方法を探る。

【実験方法】

〔加熱方法〕容器にガラスを入れ、20分～2時間かけて850℃まで加熱し、保温は1時間～2時間行い、十分に自然冷却した。(詳細は表2の通り)

表 2	1 回目 (①)	2 回目 (②)	3 回目 (③)	4 回目 (④)	5 回目 (⑤)	6 回目 (⑥)
加熱時間	20 分	20 分	40 分	20 分	40 分	2 時間
保温時間	2 時間	1 時間	2 時間	2 時間	2 時間	2 時間
容器の材質	酸化アルミニウム	酸化アルミニウム	酸化アルミニウム	グラファイト	グラファイト	グラファイト
ガラスの種類	ソーダ石灰ガラス 3 枚	ソーダ石灰ガラス 3 枚	ソーダ石灰ガラス 2 枚 カリウムガラス 1 枚	カリウムガラス 3 枚	ソーダ石灰ガラス 1 枚 カリウムガラス 2 枚	カリウムガラス 3 枚

【結果】 全ての実験においてガラス内に多数の気泡や亀裂が見られ、形状に著しく変化が起こった。ガラスの変色や透明度の変化は見られなかった。



【考察】 ガラスの変形には加熱する温度も影響していると考えられ、850℃での強化処理は出来ないと判断した。より低い温度で実験するために、融点が試薬より低く、試薬を溶かすことができる溶媒が必要であると考えられる。

7 実験 3

【目的】 ガラスの軟化点以下(約700℃)で塩化ルビジウムと炭酸ナトリウムを溶かすことができる溶媒を探る。

【実験方法】 溶媒候補として本校にある薬品の中で、融点がガラスの軟化点(約700℃)以下かつ安全性が高いと判断できるものを合計で8つ選択した。溶媒候補を加熱し、状態の変化を観察した。

〔溶媒候補〕 酢酸鉛($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$)、塩化銅(I) (CuCl)、塩化銅(II) (CuCl_2)、塩化スズ(II) (SnCl_2)、亜鉛(Zn)、硫酸銅(II)五水和物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、塩化セシウム(CsCl)、塩化リチウム(LiCl)

〔加熱方法〕 るつぽに〔溶媒候補〕2.0 g(1種類ずつ)、塩化ルビジウム0.20 g、炭酸ナトリウム0.20 gを入れ、マッフルを用いて放射温度計で温度を測りながら溶媒候補の融点に達するまでガスバーナーで加熱した。

【結果】 酢酸鉛と亜鉛は融点に達して液体となったあとすぐに固体になった。塩化銅(I)と塩化銅(II)は融点に達すると黒色の液体になり、突沸のような現象が起こった。硫酸銅(II)五水和物は融点に達すると黒色の液体となり、同時に気体が発生した。塩化スズは溶け始めるのと同時に刺激臭のある気体が発生した。

塩化セシウム、塩化リチウムは融点に達すると透明な液体になり、るつぼ内には塩化ルビジウムと炭酸ナトリウムの結晶は見られなかった。

【考察】塩化セシウムまたは塩化リチウムを溶媒として使うことでガラスの軟化点以下で強化処理ができると考えられる。それ以外の溶媒候補については溶媒として使うのは困難だと考えられる。

8 実験4

【目的】塩化セシウムまたは塩化リチウムを溶媒としてルビジウムイオンを用いた化学強化を行い、ガラスの状態の変化を確認する。

【実験方法】

〔試薬〕塩化リチウムまたは塩化セシウム、塩化ルビジウム、炭酸ナトリウム

〔加熱方法〕容器に試薬とガラスを入れ、20分～130分かけて最高温度は610℃～650℃まで加熱し、保温は2時間行い、十分に自然冷却した。(詳細は表3-1、3-2の通り)

表3-1	1回目(①)	2回目(②)	3回目(③)
最高温度	650℃	610℃	610℃
加熱時間	20分	20分	120分
保温時間	2時間	2時間	2時間
LiCl	3.37g	6.74g	17.770g
RbCl	0.140g	0.980g	17.770g
Na ₂ CO ₃	0.490g	0.980g	2.583g
表3-2	1回目(④)	2回目(⑤)	3回目(⑥)
最高温度	610℃	650℃	650℃
加熱時間	20分	20分	130分
保温時間	2時間	2時間	2時間
CsCl	3.37g	17.770g	17.770g
RbCl	0.140g	17.770g	17.770g
Na ₂ CO ₃	0.490g	2.583g	2.583g

【結果】全ての実験においてガラス内に亀裂が見られた。しかし実験1とは異なり、ガラスに気泡は見られず、ガラスの原型もよく残っていた。ガラスの変色は見られなかった。



【考察】 ガラスの軟化点以下での強化処理は化学強化ガラス作成の十分な可能性があると考えられる。

9 実験5

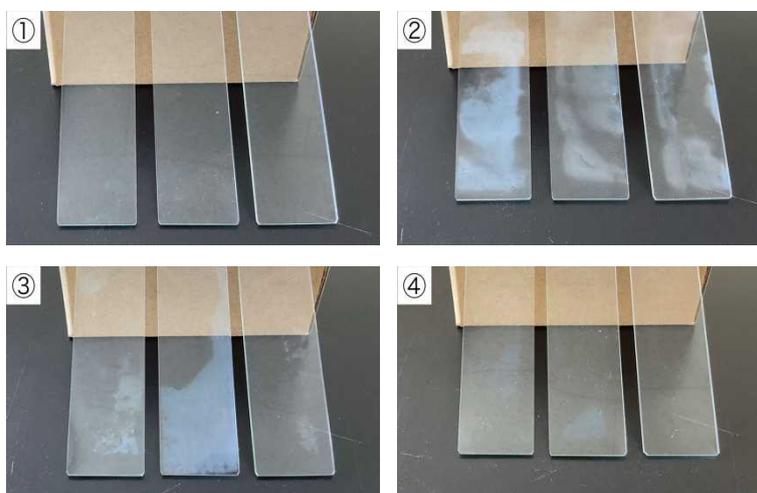
【目的】 実験4でガラスが割れた原因が温度であるか確認する。

【実験方法】

〔加熱方法〕 容器にガラスを入れ、最高温度は600℃～650℃、加熱は20分～130分、保温は2時間行い、十分に自然冷却した。（詳細は表4の通り）

表4	1回目(①)	2回目(②)	3回目(③)	4回目(④)
最高温度	600℃	650℃	650℃	610℃
加熱時間	120分	20分	130分	20分
保温時間	2時間	2時間	2時間	2時間

【結果】 全ての実験においてガラス内に亀裂は見られなかった。ガラスの変色や透明度の変化は見られなかった。



【考察】 実験4でガラス内に亀裂が発生した原因は試薬によるものだと考えられるが、どの試薬の作用によるものかは判断できなかった。

10 結論と展望

私達の研究では、仮説で考えていた塩化ルビジウムを用いた化学強化ガラスの作成はできなかったが、2種類の溶媒を選定し、軟化点以下での化学強化の可能性を見出すことができた。これからはガラスが割れた原因だと考えられる試薬の割合の調整や最適な温度管理について研究を行っていきたい。

11 参考文献

- 旭硝子株式会社“化学強化ガラスの製造方法”. Google Patents
<https://patents.google.com/patent/W02015008763A1/ja>,
- 山本哲, 吉田宜史“イオン交換法によるガラスの化学強化” 石塚硝子株式会社研究開発センター
<https://www.newglass.jp/mag/TITL/maghtml/90-pdf/+90-p032.pdf>
- 厚生労働省. 職場のあんぜんサイト. “安衛法名称公表化学物質等”
https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/KAG_FND.aspx

放線菌による生分解性プラスチックの分解について

理数科3年

In this experiment, an experiment was conducted on how to accelerate the degradation of biodegradable plastics under different temperature and soil conditions using actinomycetes, which play a role as decomposers in the decomposition of organic matter such as fallen leaves and in the material cycle in an ecosystem. The sample stored at 70 °C showed the most accelerated degradation, and the actinomycetes were more. The temperature at which the actinomycetes were more active was considered to be 70 °C.

1. 要旨

本研究では、生態系において、落葉などの有機物の分解や物質循環に関与する分解者としての役割を果たす放線菌を用いて温度や土壌の条件の違いにより生分解性プラスチックの分解を促進させる方法について実験を行った。70°Cで保管したサンプルが最も分解が促進され、放線菌がより活発に働く温度（以下、活性温度と呼ぶ）であると考えた。

2. 研究目的

プラスチックの大量消費が問題となっており、代替案として生分解性プラスチックが認知され始めている。しかし、実際その分解速度は、プラスチック全体が土壌中に埋まっている状態で2～5年であり（引用文献1）、速いとは言えない。そこで放線菌を含む土壌において条件の違いにより生分解性プラスチックの分解速度に変化が見られるのか調べようと考えた。

3. 予備実験

【予備実験①】

採集地の異なる土壌に、主成分ポリ乳酸のポリ袋片4×4cm（以下生分解性プラスチック）を埋めて62°Cで保管し、それを週1回取り出して、観察する実験を56日間行った。ポリ袋片の分解過程でみられる変化を以下のように分類し（表1）、変化を記録した。結果は以下のとおりである（表3）。なお、本実験では+以上の変化を分解したと定義する。

ポリ袋片の変化を示す評価基準
-…変化なし +…変色した ++…裂け目ができた
+++…分離した ++++…破片になった

表1 ポリ袋片の変化を示す評価基準



表2 評価の目安

ポリ袋	35日後	43日後	49日後	56日後
花の土	—	+	++	+++
プランター培養土	—	+	+++	+++
花と野菜の培養土	—	—	++	+++
川	—	+	+++	+++
畑	++	+++	++++	++++
山	+	+	+++	++++
公園の土	—	—	+++	++++

表3 予備実験①結果

【予備実験②】

放線菌(Actinomyces streptomyces 属)を含んだ市販の土壌(※)に生分解性プラスチックを埋め62℃に保ち、変化を観察した。結果は以下のとおりである(表4)。評価基準は予備実験①と同様である。※使用した土壌はオーガニック農材販売グリーンフロント『Dr. 放線菌』である。なお、この土壌に含まれている菌の約90%が放線菌である。

ポリ袋	7日後	15日後	21日後	35日後
サンプル1	—	+	+++	++++
サンプル2	+	+++	+++	++++
サンプル3	+	++++	++++	++++

表4 予備実験②結果

[考察] 予備実験①、②より放線菌は生分解性プラスチックの分解の促進に関与していると考えられる。

4. 活性温度の測定

【実験①】

[目的] 放線菌が生分解性プラスチックの分解を促進させる活性温度を探る。

[方法] 放線菌を含んだ市販の土壌に生分解性プラスチックを埋め、62℃、35℃、25℃、5℃で保管する。週に一度観察する。

[仮説] 放線菌は自然界に存在するため、25℃～35℃が活性温度であると考えた。

[結果] 結果は以下のとおりである(表5)。評価基準は予備実験①と同様である。

温度	サンプル	7日後	15日後	20日後	27日後	31日後
62℃	①	+++	++++	++++	++++	++++
	②	+++	++++	++++	++++	++++
35℃	①	+	+	+	+	+
	②	+	+	+	+	+
25℃	①	—	+	+	+	+
	②	—	—	+	+	+
3~6℃	①	—	—	—	—	—
	②	—	—	—	—	—

表5 実験①結果



62°C 7日後 「+++」



35°C 31日後 「+」

[考察] 62°Cに保ったサンプルが最も分解が促進されたことから、本実験の設定温度の中では、62°Cが活性温度に最も近いと考えられる。また、他の温度では変色以上の変化が見られなかったことから放線菌は活性温度域以下の温度では生分解性プラスチックの分解を促進しないと考えられる。

【実験②】

[目的] 実験①を踏まえて、活性温度を細かく探る。

[方法] 放線菌を含んだ土壌に生分解性プラスチック (0.25g) を埋め、50°Cで8サンプル、60°Cで8サンプル、70°Cで8サンプルの計24サンプルを保管する。2日おきに各温度1つのサンプルのポリ袋を取り出し、乾燥させ質量を計測する。なお、サンプルは一度のみ使用する。

[仮説] 実験①より、より高温で分解が促進することが分かったため、70°Cで保管したサンプルが最も質量が減少する。

[結果] 結果は以下のとおりである (図1)。

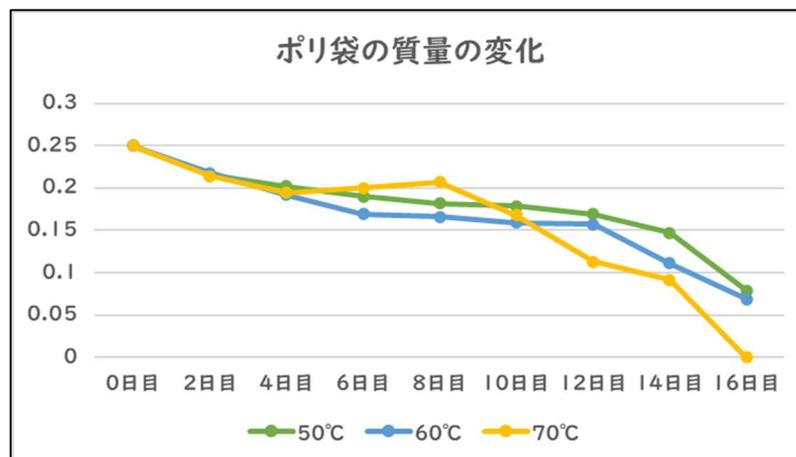


図1 実験③ ポリ袋の質量の変化

[考察] 70°C、60°C、50°Cの順でサンプルの質量が減少したことから、放線菌は活性温度域中でより高い温度で分解を促進させると考えられる。また、50°C~70°Cは放線菌の活性温度域であると考えられる。

5. 放線菌の生分解性プラスチックの分解への関与

【実験③】

[目的] 生分解性プラスチックの分解が放線菌によるものなのかを確かめる。

[方法] 放線菌を含んだ市販の土壌を 15 分焙煎し、その土壌に生分解性プラスチックを埋め 62℃、35℃、25℃、5℃で保管する。週に一度観察する。

[仮説] 土壌を焙煎することにより放線菌は死滅し、生分解性プラスチックは分解されなくなると考えた。

[結果] 結果は以下のとおりである（表 6）。評価基準は予備実験①と同様である。

温度	サンプル	6日後	11日後	23日後	28日後	36日後
62℃	①	+	+	+	+	+
	②	+	+	+	+	+
35℃	①	-	+	+	+	+
	②	-	+	+	+	+
25℃	①	-	+	+	+	+
	②	-	+	+	+	+
3~6℃	①	-	-	-	-	-
	②	-	-	-	-	-

表 6 実験③結果



62℃ 31日後 「+」



35℃ 36日後 「+」

[考察] 観察した期間内では、焙煎した土壌では生分解性プラスチックの分解が促進されなかったことから、実験①と実験③の比較により、放線菌は生分解性プラスチックの分解に関与していたと考えられる。

6. 温度変化による分解の促進

【実験④】

[目的] 放線菌を含んだ土壌において温度変化を加えることで分解速度に影響が出るのか探る。

[方法] i) 放線菌を含んだ土壌に生分解性プラスチックを埋め、2日間常温（約 25℃）で保管したサンプル（サンプル①）、2日間 5℃で保管したサンプル（サンプル②）を 60℃で 7日間保管した。60℃におけるそれぞれのポリ袋片の分解の過程を観察した（図 3 参照）。

ii) 放線菌を含んだ土壌に生分解性プラスチックを埋め、30日間常温（約 25℃）で保管したサンプル（サンプル③）、30日間 5℃で保管したサンプル（サンプル④）を 60℃で 7日間保管した。60℃におけるそれぞれのポリ袋片の分解の過程を観察した（図 3 参照）。

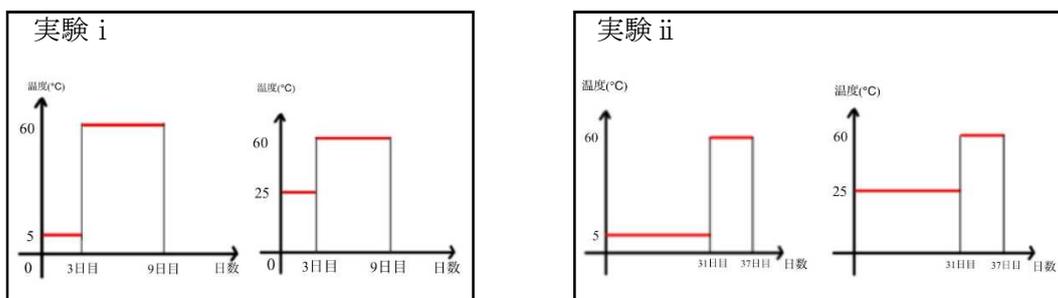


図3 保管期間及び観察期間 60°Cで保管する7日間を観察期間とした。

[仮説] サンプル②、④はサンプル①、③に比べ分解が促進される。また、サンプル②とサンプル④を比べると、サンプル②の方が分解は促進される。

[結果] 分解の過程は以下のとおりである（表5）。また、評価基準は予備実験①と同様である。

実験④	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
2日間常温 サンプル①	+	+	++	++	+++	++++	++++
2日間5°C サンプル②	+	+	+++	+++	++++	++++	++++
30日間常温 サンプル③	-	+	+	+	++	+++	++++
30日間5°C サンプル④	-	+	+	++	+++	++++	++++

表5 実験④ 分解の過程

[考察] 分解速度は サンプル②>サンプル①>サンプル④>サンプル③ であると判断した。サンプル②が最も早い段階で分解が始まったことから、温度が短期間に大きく変化すると分解が促進されると考えられる。

【実験⑤】

[目的] 焙煎した土壌において温度変化を加えることで分解速度に影響が出るのか探る。

[方法] i) 15分焙煎した土壌に生分解性プラスチックを埋め、2日間常温（約25°C）で保管したサンプル（サンプル⑤）、2日間5°Cで保管したサンプル（サンプル⑥）を60°Cで7日間保管した。60°Cにおけるそれぞれのポリ袋の分解の過程を観察した。

ii) 15分焙煎した土壌に生分解性プラスチックでできたポリ袋片（4×4 cm）埋め、30日間常温（約25°C）で保管したサンプル（サンプル⑦）、30日間5°Cで保管したサンプル（サンプル⑧）を60°Cで7日間保管した。60°Cにおけるそれぞれのポリ袋片の分解の過程を観察した。

[仮説] サンプル⑥、⑧がサンプル⑤、⑦に比べ分解速度が速い。また、サンプル⑥、⑧を比べると、サンプル⑥の方が分解は促進される。

[結果] 結果は以下のとおりである（表6）。また、評価基準は予備実験①と同様である。

実験⑤	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
2日間常温 サンプル⑤	+	+	+	+	+	++	++
2日間5℃ サンプル⑥	+	+	+	+	++	++	++
30日間常温 サンプル⑦	-	-	+	+	+	+	+
30日間 5℃ サンプル⑧	-	+	+	+	+	+	+

表6 実験⑤ 分解の過程

[考察] 分解速度は サンプル⑥>サンプル⑤>サンプル⑧>サンプル⑦ であると判断した。実験③と比べ、サンプル⑥に変色以上の変化が見られたことから、温度変化によって分解が多少促進されると考えられる。放線菌は少なくとも15分の焙煎によってはすべて死滅しないと考えられる。さらに5℃で30日間保管しても放線菌は死滅しないと考えられる。

7. 結論・展望

- ・放線菌は生分解性プラスチックの分解に関与しており、50℃～70℃は活性温度域であること、本実験では温度が高いほど分解が促進されると推察される。
- ・焙煎することによって放線菌による生分解性プラスチックの分解は抑制される。
- ・実験④、⑤より、温度が短期間に大きく変化するほど分解速度が速い。

本実験では放線菌によって生分解性プラスチックの分解を促進させる方法を探った。しかし、使用したインキュベーターの温度の上限により、70℃以上での実験が行えなかったため、今後はより高温での実験を行い、活性温度をより細かく探っていきたい。また、日光、湿度などの自然環境を考慮した実験を行いたい。さらに、放線菌以外の土壌微生物でも対照実験を行い、より生分解性プラスチックの分解を促進させる方法を探っていきたい。

8. 引用文献

- 1, 生分解性プラスチックの分解速度 NTT 技術ジャーナル 2005, 2
<https://journal.ntt.co.jp/backnumber2/0502/files/jn200502068.pdf>

9. 参考文献

1. NBRC ニュース 第53号 「細菌・アーキアの育成の仕方から選ぶ保存方法」
nite 独立行政法人 製品評価技術基盤機構
https://www.nite.go.jp/nbrc/cultures/others/nbrcnews/news_vol53.html

10. 謝辞

本研究を進めるにあたり、アドバイスをしてくださった上越教育大学教授の五百川裕先生、及びご指導いただいた皆様に感謝を申し上げます。

カサガイの歯舌と殻高に見られる地域差

理数科 3 年

About 300 individuals of two species of limpet, *Cellana toreuma* and *Cellana grata*, were dissected to measure the length of the radula and shell height. We collected samples at four coasts in Niigata Prefecture, Japan, and summarize the regional differences of each coast into data. We then examined the relationship between regional differences in beach environments and populations of creature. As a result, it was found that many individuals of the limpet in the coasts that frequently use their radula have long radula. In addition, the shell height of the *Cellana toreuma* inhabiting near the low tide line was found to be lower on beaches with strong waves. In addition, the shell height of *Cellana grata* living near the high tide line was found to be higher on drier beaches.

(注釈) Limpet.....カサガイ *Cellana toreuma* (Reeve,1854)ヨメガカサ

Cellana grata (Gould,1859)ベッコウガサ Shell height.....殻高 Radula.....歯舌

1 序論

歯舌は巻貝などの軟体動物が餌を捕食する際に使用する器官であり、よく観察することでその種や個体の食性を知ることができる。また、殻高は貝の殻の高さであり、その高さの違いは生息する環境に大きく影響されている。それらを計測し、各海岸のデータをまとめ、地域差を見出した。その上で、地域差に伴う海岸の環境や生物の個体数の関連性を考察した。この研究では、比較的、採集・観察のしやすいカサガイ類を用いることとした。

研究対象に選んだのはどちらもヨメガカサ科のヨメガカサとベッコウガサである。日本全国に分布し、潮間帯の岩場や消波ブロックで普通に見られる。これらを含むカサガイ類は歯舌を使って岩の表面の藻類を削りとり食べている。

2 実験方法

岩の表面の様子や波の強さの異なる 4 ヶ所の海岸で採集を行った。

【計測】 (図 1 参照)

採集した貝は一度茹でてから解剖して歯舌を取り出し、殻長、殻高、歯舌の長さを計測した。

殻長とは殻の長さ、殻高は殻の高さであり、歯舌の長さとは、丸まってしまわれている歯舌を伸ばした長さである。

計測したデータをエクセルで解析し、殻長に対する歯舌の長さ、殻長に対する殻高を比較した。

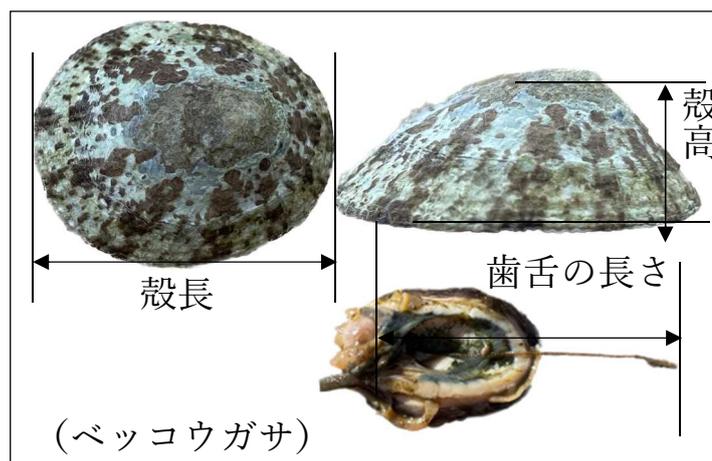


図 1—カサガイの部位

【個体数調査】

潮間帯上部、下部や、岩の表面、隙間などの条件を変えながら、個体の分布の特徴が顕著な部分を選択した。そして、50cm×50cm の紐で区切りその内部の貝類の個体数を数える、コドラート法を採用した。

3 調査場所と調査日 (図3、図4、図5参照)

1 柏崎市西鯨波

2022年7月17日、2022年8月8日、2022年9月5日、2023年3月19日

- ・凹凸のある岩礁で波が強く当たりやすい。
- ・カサガイ類の個体数、種類数ともに多い。
- ・イボニシが多く、イトマキヒトデ、ヤツデヒトデもいる。
- ・高潮帯にポツポツとベッコウガサがいる。中潮帯の窪みの部分にベッコウガサとヨメガカサをはじめ、多くの種類のカサガイが生息。低潮帯には海藻があるためカサガイ類はいない。

2 上越市虫生岩戸

2022年3月21日、2023年2月5日、2023年4月20日

- ・やや凹凸のある岩礁で波がやや強く当たる。
- ・カサガイ類の個体数はやや多く、種類数は少ない。
- ・イボニシが多い。
- ・潮上帯の隙間部分にベッコウガサ、中潮帯から下の平坦な部分にヨメガカサが生息する。

3 上越市谷浜

2022年10月16日、2023年2月5日

- ・大きい岩がゴロゴロと点在しその岩の表面は滑らか。波があまり当たりにくいところで調査した。
- ・カサガイ類の個体数、種類数ともに少ない。
- ・潮上帯にはわずかにベッコウガサ。中潮帯には岩の表面、隙間関係なくベッコウガサとヨメガカサが生息。潮下帯にはヨメガカサが生息。

4 糸魚川市筒石

2022年6月19日、2022年10月31日、2023年1月23日、2023年3月27日

- ・人為的に敷石が敷き詰められておりその表面は滑らか。沖に消波ブロックが入っており囲まれているため、波がほぼ強く当たらない。
- ・カサガイ類の個体数はやや多く、種類数は少ない。
- ・イワガニが多い。
- ・高潮帯から中潮帯の隙間部分にベッコウガサ。波が当たる中潮帯から下の平坦な部分にはヨメガカサが生息する。

4 結果

	西鯨波	虫生岩戸	谷浜	筒石
① ヨメガカサ	1.7 (n=51)	2.2 (n=13)	1.8 (n=36)	2.3 (n=24)
② ヨメガカサ	0.23 (n=51)	0.25 (n=13)	0.28 (n=36)	0.22 (n=24)
① ベッコウガサ	3.5 (n=27)	4.6 (n=18)	4.5 (n=46)	5.0 (n=86)
② ベッコウガサ	0.31 (n=27)	0.37 (n=18)	0.37 (n=46)	0.36 (n=86)
波の強さ	強い	やや強い	やや弱い	弱い
岩の表面	凹凸がある	やや凹凸がある	なめらか	なめらか

※項目①は殻長に対する歯舌の長さ、項目②は殻長に対する殻高を比で表している。つまりそれぞれ、殻長を1としたとき殻長の何倍かを示す数値である。

※nはその条件の個体の計測数である。

※波の強さ、岩の表面はいずれも数値化しておらず、感覚的なものである。

5 考察

○箱ひげ図から読み取れる傾向（図6、図7参照）

例えば西鯨波に着目したとき、どの項目においても低い値を示していることから、殻長の大きさと歯舌の長さや殻高の大きさは正の相関関係があると言える。

多少の散らばりはあるものの、箱ひげ図とコドラート法による個体数を比較すると、個体数の多い位置に生息する西鯨波のヨメガカサとベッコウガサは殻長が小さい個体が多く、逆に個体数の少ない位置に生息する虫生岩戸や谷浜のベッコウガサは殻長が大きい個体が多いことが読み取れる。

○ヨメガカサ

●歯舌

虫生岩戸、筒石の歯舌が長い

海藻が少なく、岩の表面がなめらかで移動しやすい→餌を探りやすい→歯舌をよく使うので歯舌が長い個体が多い

西鯨波、谷浜の歯舌が短い

西鯨波は海藻が多く、岩の表面に凹凸が多いため移動しにくい→餌を探りにくい→歯舌をあまり使わないので歯舌が短い個体が多い

また、西鯨波は多くの種類が生息し個体数も多いため餌の藻類を食べる競争が激しく、食べられる餌の量が少なくなる→歯舌をあまり使わないので歯舌が短い個体が多い

谷浜は他の海岸のような岩とは違い大きな石がゴロゴロと点在する地形のため、ひとつの岩の中でしか移動することができない→餌を探せる範囲が狭い→歯舌をあまり使わないので歯舌が短い個体が多い

●殻高

谷浜の殻高が高い

谷浜は個体数が少ない。また波が弱く剥がれる心配もない→大型化→同時に殻高も高くなる個体が多い

西鯨波、筒石の殻高が低い

直接波が当たる位置に生息しているため波を受け流したい→殻高が低い個体が多い

○ベッコウガサ

●歯舌

筒石の歯舌が長い

筒石は岩の隙間にいる貝の大多数がベッコウガサで個体数も少ないため餌を取り合う競争が激しくない。また岩の表面が平らで移動しやすい→餌を探りやすい→歯舌をよく使うので歯舌が長い個体が多い

西鯨波の歯舌が短い

西鯨波のベッコウガサはヨメガカサと同じ場所に生息しているため同様の理由が当てはまり、海藻が多く、岩の表面に凹凸が多いため移動しにくい→餌を探りにくい→歯舌をあまり使わないので歯舌が短い個体が多い

また、西鯨波は多くの種類が生息し個体数も多いため餌の藻類を食べる競争が激しく、食べられる餌の量が少なくなる→歯舌をあまり使わないので歯舌が短い個体が多い

●殻高

西鯨波の殻高が低い

西鯨波のベッコウガサはヨメガカサと同じ場所に生息しているため同様の理由が当てはまり、直接波が当たる位置に生息しているため波を受け流したい→殻高が低い個体が多い

虫生岩戸、谷浜、筒石の殻高が高い

西鯨波とは違い、岩の高さがあるため潮間帯上部から高潮帯に生息している

→乾燥に耐える際、海水を蓄える必要がある→容量が大きい、殻高が高い個体が多い

○天敵の影響（図2参照）

先行研究からカサガイの防御行動は主に4種類に分類されることがわかっている。いずれも水槽内で容易に観察することができる。この研究で示されていたヨメガカサとベッコウガサがとる防御行動の傾向と、考えられるカサガイの天敵を対応させて考察した。

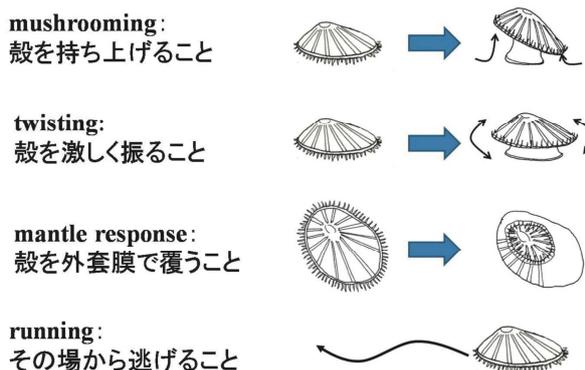


図2—カサガイ類の防御行動

カサガイが岩に張り付いているところを襲う肉食性巻貝類、肉食性ヒトデ類

例) イボニシ、ヤツデヒトデ

天敵を見つけたら防御行動をとらなくてはいけない

ヨメガカサは **running** がメイン、その次に **mantle response**

なぜなら、**mushrooming** をやるには体が小さいが、体が小さい分いろんな範囲に動けるためである

ベッコウガサは **mushrooming** がメイン

なぜなら、体が大きい分いろんな範囲には動けないが、**mushrooming** をやるには十分な大きさだからである

カサガイが岩から剥がれたところを襲う甲殻類、魚類

例) ベニツケガニ、イシダイ

岩から剥がされないようにしなくてはいけない

ヨメガカサは主に岩の表面の平らな部分に生息するため、岩肌にぴったり張り付くことが多い

ベッコウガサは主に岩の隙間部分に生息するため、波の当たりにくい岩の奥に潜むことが多い

この考察をもとに各海岸の天敵の数と比較したが、関連性が見られなかった

○全体として

歯舌が短い海岸では、海藻や岩の表面の凹凸が多く移動しにくいという特徴が共通して見られた。また、個体数が多く餌を食べる競争が激しいという特徴も見られた。このことから、歯舌の長さには移動のしやすさや餌の競争率から、歯舌の使用に対する需要の高さが関連していると考えられる。

殻高が低い海岸では、波が直接当たるという特徴が共通して見られた。また、岩の高い場所に生息するベッコウガサは海水を蓄えるために殻高が高くなっていた。このことから、殻高の高さには強い波や乾燥から、身を守るという意味があると考えられる。

また、天敵の数と、殻長、歯舌の長さ、殻高との関連性は見られなかった。

6 今後の展望

生物の地域差というのは複雑な要因が絡み合って生じるものであり、必ずしも今回の考察通りのことが成り立つとは限らない。今後は県内だけでなく日本全国のカサガイについて調べ、地域差を生み出す新たな要因を探っていきたい。

また、波の強さや岩の硬さを数値化できる方法を模索したい。岩については現地から岩を採取してきてぶついたり成分を調べたりする方法や、カサガイの胃袋内の削られた岩を調べる方法、現地の調査地点を決めてカサガイが捕食の際、岩が何 cm 削れるかを年間を通して観察する方法などがあると思う。波については海岸の中の数 m 四方の部分に調査場所を絞っているため、ピンポイントでの波の強さを年

間を通して測る必要があり、難しいと感じている。

さらに、この研究では300 個体ほどしか調査ができなかったが、今後もっと解剖数を増やせばより正確なデータになると思う。

7 参考文献

「潮間帯に生息するカサガイ類の防御行動の比較」 神奈川大学総合理学研究所（2009 年発行）

8 資料

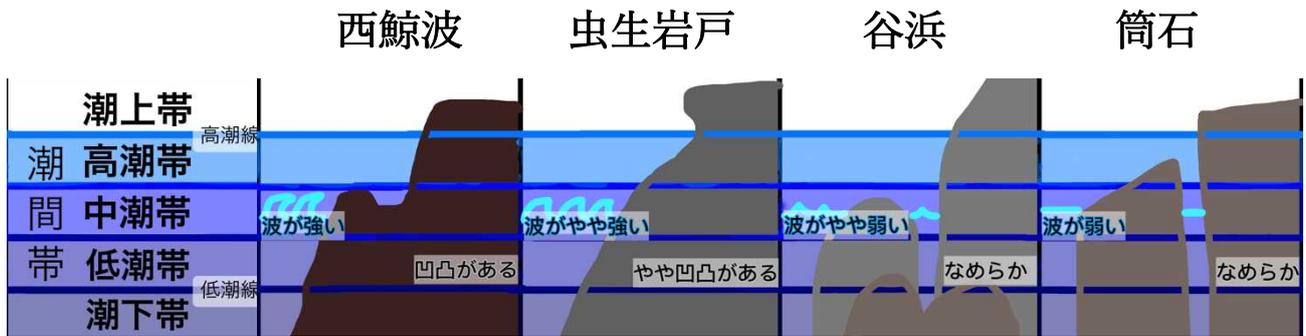


図 3—横から見た各海岸の地形



※図の上が北である。

※ ○ は採集した場所を表す。

図 4—上から見た各海岸の地形

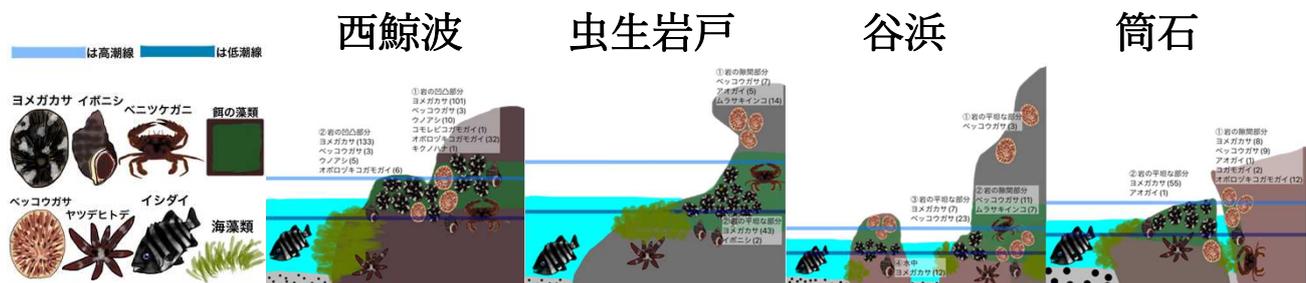


図 5—各海岸の生物の分布

※ () の数字は 50cm×50cm 内の個体数を表す。

※イボニシ、ヤツデヒトデはカサガイが岩に張り付いているときに襲う天敵、ベニツケガニ、イシダイは岩から剥がれたときに襲う天敵である。

※海藻はカサガイが移動する際に邪魔になる。

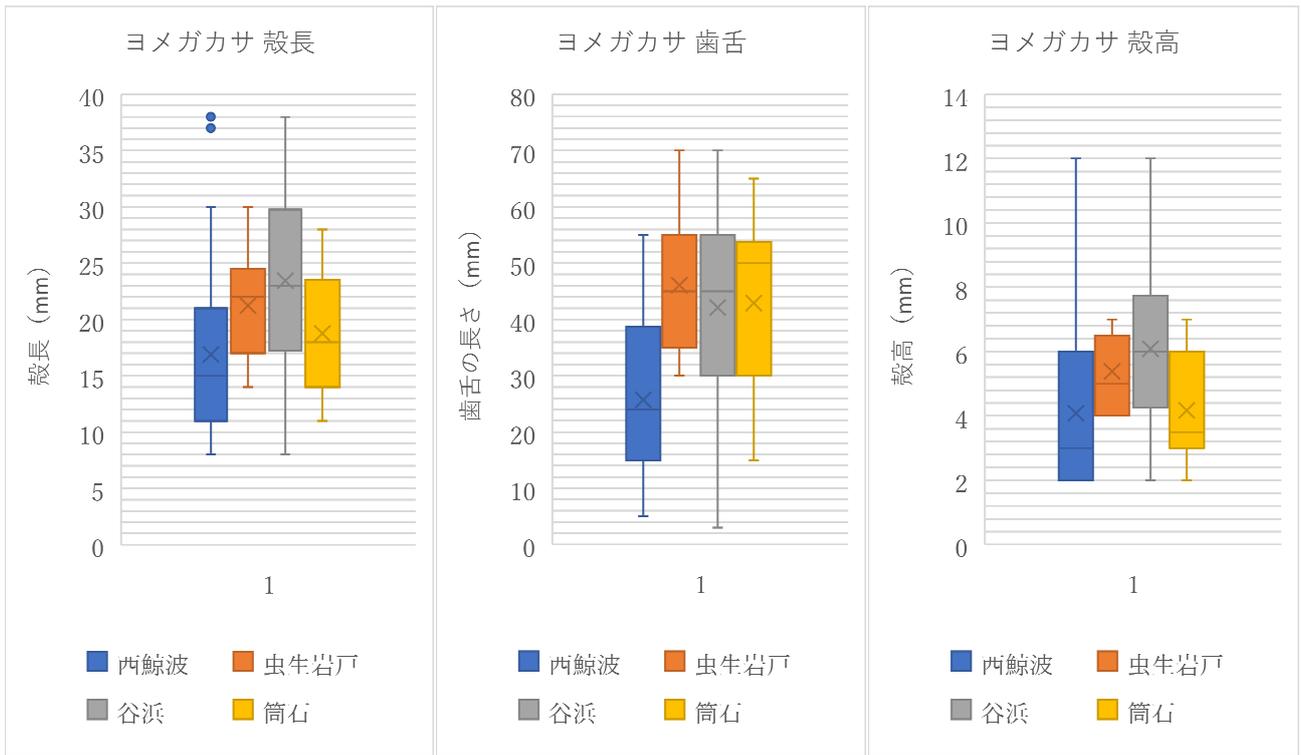


図 6—ヨメガカサのデータの散らばり

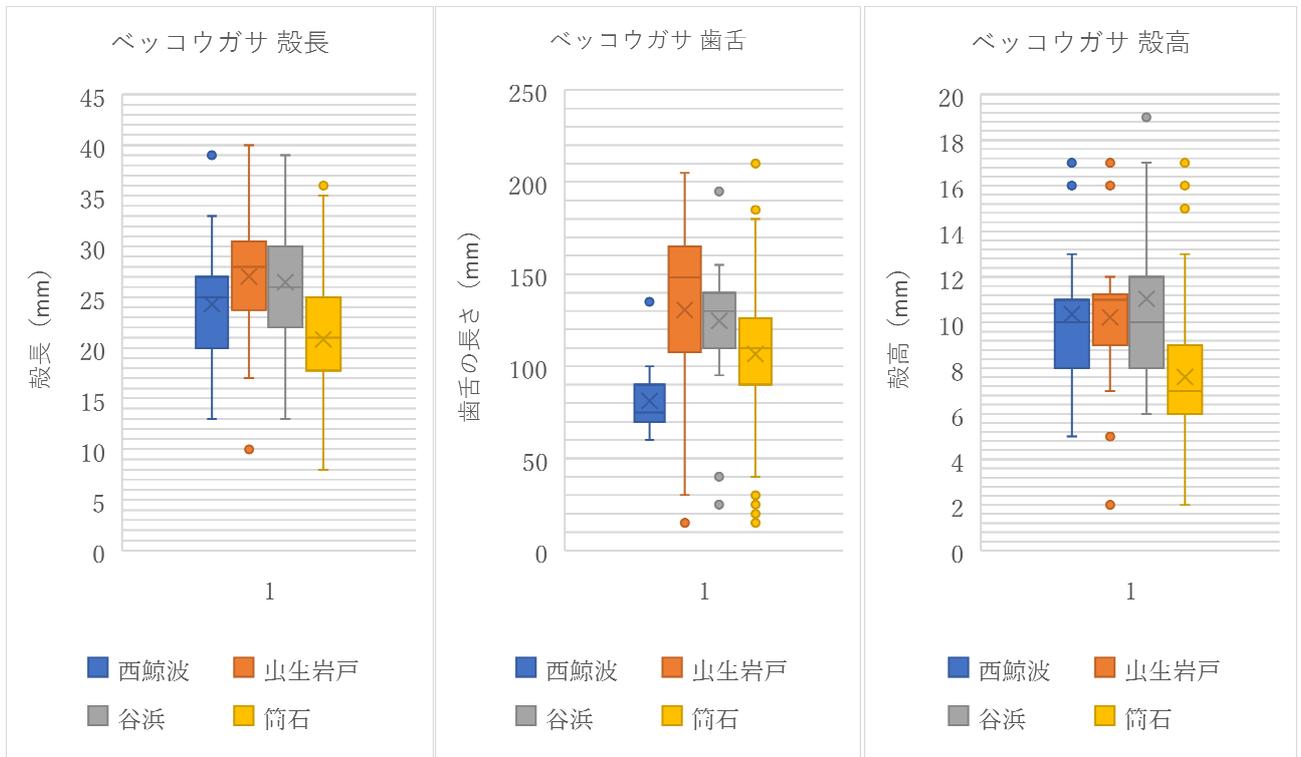


図 7—ベッコウガサのデータの散らばり

藻類を用いたメタンガスの生成量について

理数科3年

Methane gas is used for fuel , whereas it occurs from paddy field and be hastened global warming. Therefore we wanted to manage amount produced of methane gas. As a result, we discovered that to increase methane's production by involving fermentation and decrease by acting photosynthesis.

1. 要旨

メタンガスとは、土壌中に含まれるメタン生成菌が嫌気環境下でメタン発酵を行うことで発生する引火性の気体である。本研究では、メタンガスの生成量を藻類（アオミドロ）を用いることでコントロールした。その結果、メタンガスの生成量が増加する条件、藻類が発酵に関わることでメタンガスの生成量が増加すること、藻類の光合成の働きで生成量が減少することが判明した。

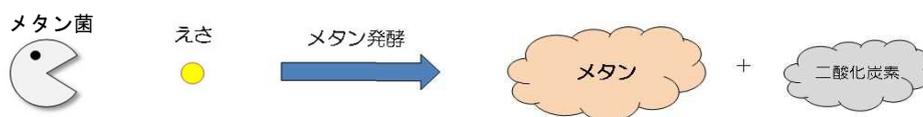
2. 研究目的

メタンガスは、燃料用のガスとして利用される一方で、二酸化炭素の 25 倍以上の温室効果があり地球温暖化を加速させている。稲作が盛んな日本ではメタン発酵の条件が整った水田から年間約 1485 万トンのメタンガスが発生し問題となっている。そこで、私たちは藻類を用いることでメタンガスの発生量をコントロールしたいと考えた。

3. メタン発酵

メタン発酵では、酸素がない場合、ある場合で反応が異なる。

- ・酸素なし（嫌気環境）：メタン発酵によりメタンガスと二酸化炭素が発生する。



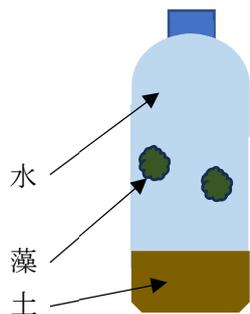
- ・酸素あり（好気環境）：呼吸により二酸化炭素が発生する。



環境省-メタンガス化が何かを知るための情報サイト <https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/whatisbiogass.html> より

※メタン発酵においてメタン生成菌は有機物を分解しガスを発生させている。この図において、えさは有機物（藻類）を表す。

4. 実験方法



1. ペットボトルに水、メタン生成菌を含む土、藻類（アオミドロ）を入れて空気を抜き、セロファンテープを巻き空気の出入りを遮断した。
2. インキュベーター内の温度を一定にしてメタン発酵をした。
3. 気体の発生が止まったら水上置換法で気体を試験管に採取し、メタンガスの生成量を記録した。

※今後は実験の条件を下記のように記載する。

土の量 (g) / 水の量 (mL) / 藻の量 (g) / 発酵時の温度 (°C) / 発酵時 (暗所・明所) / サンプル数 (×本) / 期間 (日数)



発酵前



発酵後

5. メタンガス生成量の促進

メタンガスが発生しやすい条件を藻類の有無、メタン発酵時の温度、藻類の量、メタン生成菌の量の4つの観点から探った。ここでは、嫌気環境下で実験を行ったため、メタン発酵中に起こっている反応は上図 [3. メタン発酵] の酸素なしの通りである。

【予備実験 0】 藻類の有無

〔目的〕 藻類がメタン発酵に有用であることを確かめる。

〔条件〕 藻類の有無で対照実験を行った。

- ・ 条件 A / 50 (g) / 200 (mL) / 0 (g) / 37 (°C) / 暗所 / ×3 本
- ・ 条件 B / 50 (g) / 200 (mL) / 15 (g) / 37 (°C) / 暗所 / ×3 本

〔結果〕 グラフ 0 の通り

〔考察〕 藻類が分解され、メタン発酵が促進されたと考えられる。

〔備考〕 結果より藻類がメタン発酵を促進させることが判明したため、以降の実験では藻類を使用して実験を行った。

【実験 1】 メタン発酵時の温度

〔目的〕 今回の研究で使用した土壌に含まれるメタン生成菌の活性しやすい温度帯の特定する。

〔条件〕 一般的にメタン生成菌が活性されると言われる温度帯の中温域 (30°C~37°C) と高温域 (50°C~55°C) で対照実験を行った。

- ・ 条件 B / 50 (g) / 200 (mL) / 15 (g) / 37 (°C) / 暗所 / ×3 本 / 30 日
- ・ 条件 C / 50 (g) / 200 (mL) / 15 (g) / 55 (°C) / 暗所 / ×3 本 / 30 日

〔結果〕 グラフ 1 の通り

〔考察〕 中温域は、土を採取した環境の気温に近かった。このことより、土を採取した環境によって、発酵しやすい温度帯が決まると考えられる。

〔備考〕 結果より発酵時の温度は 37℃が適していることが判明したため、以降の実験では 37℃で実験を行った。

【実験 2】 藻類の量

〔目的〕 メタンガス生成量が有機物（藻類）の量で変化することを確認する。

〔条件〕 ペットボトルに入れる藻類の量で対照実験を行った。

- ・ 条件 D/50 (g) /200 (mL) /10 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日
- ・ 条件 B/50 (g) /200 (mL) /15 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日
- ・ 条件 E/50 (g) /200 (mL) /20 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日

〔結果〕 グラフ 2 の通り

〔考察〕 メタン生成菌の量に対して、発酵を促進させられる有機物の量には上限があると考えられる。

〔備考〕 結果より土 50g に対して最適な藻類の量が 15g であることが判明したため、以降の実験では藻類の量を 15g で実験を行った。

【実験 3】 メタン生成菌の量

〔目的〕 メタン生成菌の量でメタンガス生成量が増加することを確認する。

〔条件〕 メタン生成菌（ペットボトル中の土の量）で対照実験を行った。

- ・ 条件 B/50 (g) /200 (mL) /15 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日
- ・ 条件 F/100 (g) /200 (mL) /30 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日

※土の量を倍にしたため、藻類の量も 2 倍にして実験を行った。

〔結果〕 グラフ 3 の通り

〔考察〕 メタン生成菌の量が多いほど、発酵は促進されると考えられる。

6. メタンガス生成量の抑制

メタンガス生成の抑制に藻類の光合成の働きが有効であると考え、明所で発酵させることで藻類による酸素の発生を試みた。ここでは、好気環境下で実験を行ったため、メタン発酵中に起こっている反応は上図 [3. メタン発酵] の酸素ありの通りである。

【実験 4】 照明の有無

〔目的〕 藻類の光合成によってメタンガスの生成が抑制されることを確認する。

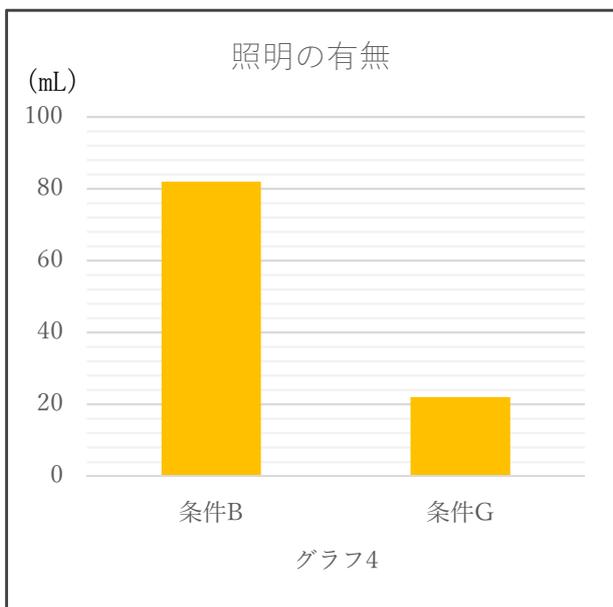
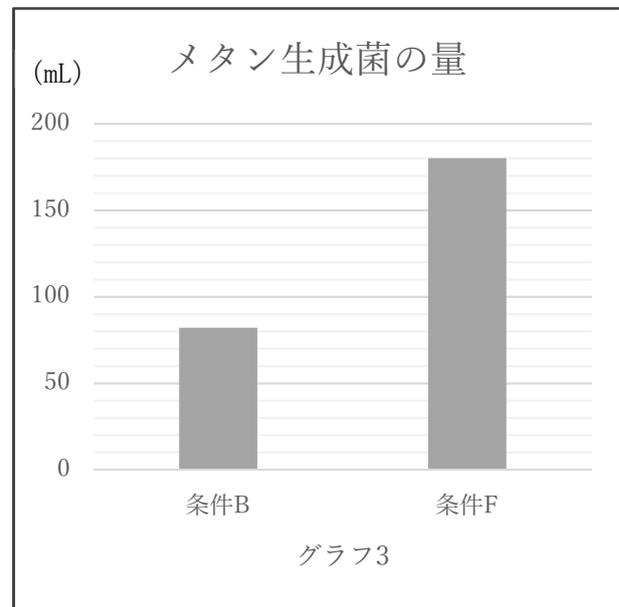
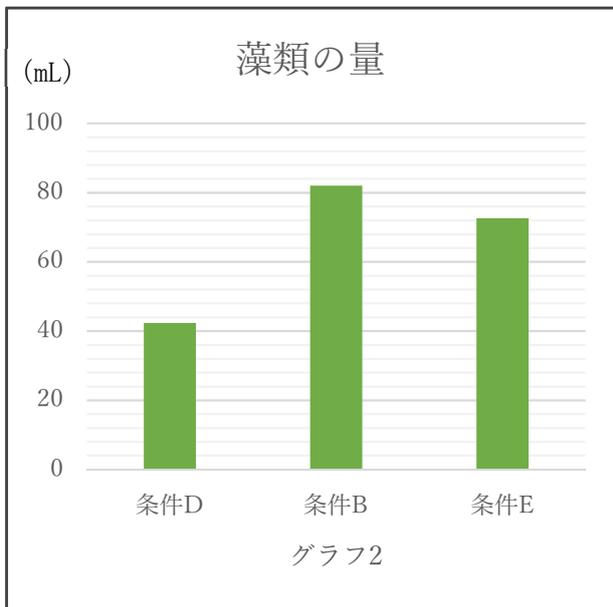
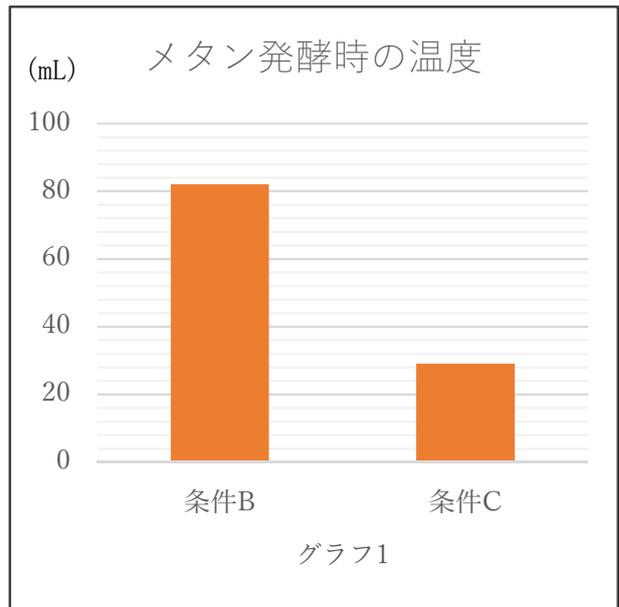
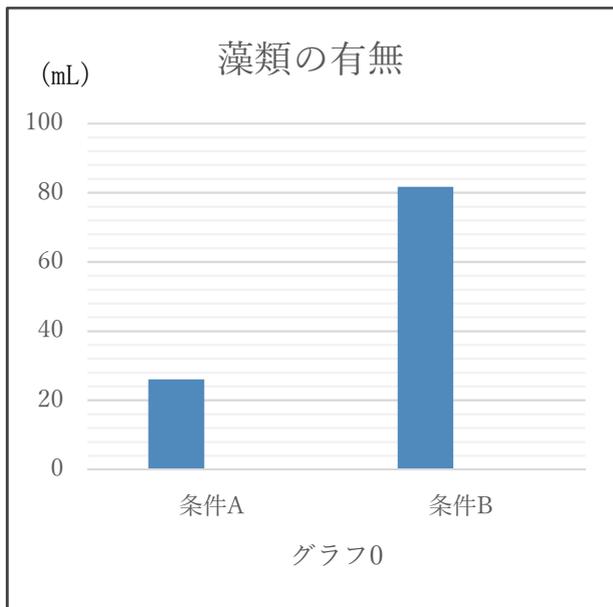
〔条件〕 照明有無によって対照実験を行った。

- ・ 条件 B/50 (g) /200 (mL) /15 (g) /37 (°C) /暗所/×3 本/30 日
- ・ 条件 G/50 (g) /200 (mL) /15 (g) /37 (°C) /明所/×3 本/30 日

※光合成を行わせるため、条件 G は 10mL の空気を入れて行った。生成量は 10mL を引いて記録した。

〔結果〕 グラフ 4 の通り

〔考察〕 藻類の光合成によってペットボトル内が好気環境となったためメタンガスの生成が抑制されたと考えられる。



※気体の生成量は、全て採取した3本の平均をとった。

条件/項目	土の量 (g)	水の量 (mL)	藻の量 (g)	温度 (°C)	暗・明	サンプル数 (本)	期間 (日)
条件 A	50	200	0	37	暗所	3	30
条件 B	50	200	15	37	暗所	3	30
条件 C	50	200	15	55	暗所	3	30
条件 D	50	200	10	37	暗所	3	30
条件 E	50	200	20	37	暗所	3	30
条件 F	100	200	30	37	暗所	3	30
条件 G	50	200	15	37	明所	3	30

7. 気体の特定

5. メタンガス生成量の促進、6. メタンガス生成量の抑制、それぞれで発生した気体の特定を行った。

【実験 5】 気体の燃焼

〔目的〕 5. メタンガス生成量の促進で発生した気体がメタンガスの引火性の特性を持つことを確かめた。

〔方法〕 条件 A～条件 F の気体を試験管に採取した気体にマッチを近づける。

〔結果〕 全ての試験管で青色の炎が見られた。



【実験 6】 ガスマトグラフィー法を用いた気体の特定

〔目的〕 5. メタンガス生成量の促進（条件 A から F）で発生した気体がメタンガスであることを確かめた。

〔結果〕 気体はメタンガスであった。

【実験 7】 照明ありで発生した気体の特定

〔目的〕 6. メタンガス生成量の抑制（条件 G）で発生した気体が二酸化炭素であることを確かめた。

〔方法〕 条件 G で発生した気体にマッチを近づけた。

〔結果〕 火が消えたことより、気体は二酸化炭素であった。

8. 結論

今回の研究を通して、メタンガス生成を促進する際に藻類が有用であること、メタン生成菌を含む土の採取環境がメタン発酵時の最適温度に関わること、メタン生成菌の量に対して発酵を促進させられる藻類の量に上限があること、メタン生成菌の量が多いほどメタン発酵が促進されることが判明した。また、藻類の光合成によって好気環境を作り出すことでメタンガス生成量が抑制できることが判明した。これらのことから、藻類によってメタンガスの生成量をコントロールできると結論づける。

9. 最後に

今回の研究ではメタンガスの生成を促進する条件、メタンガスの生成を抑制する条件を発見することができた。今後はメタンガス化施設などのメタンガスの効率的な生成が求められる際に今回の結果が与

える影響についてさらに考察を深めていきたい。また、新潟県では稲作が盛んであるため、水田から大量のメタンガスが発生していると言える。地球温暖化抑止のために藻類の光合成の働きが有効であると考えられるため、今後はさらに実際の環境に近づけた条件で実験を進め、状況に応じて生成量をコントロールできるような方法を模索していきたい。

10. 謝辞

リサーチユニット藻類バイオマス・エネルギーシステムの渡邊信様、上越環境化学センター様をはじめ本研究にご協力いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

11. 参考文献

環境省 メタンガス化が何かを知るための情報サイト

<https://www.env.go.jp/recycle/waste/biomass/whatisbiogass.html>

NPO 法人再生可能エネルギー推進委員会 メタン発酵の基礎知識

http://www.repa-npo.com/Kaiin_PDF/TERAKOYA_02.pdf

メデイカルコース生 研究論文

自殺の要因と対策

理数科 3 年

It was found that mental health problems have a significant impact on suicide, with depression having a particularly large impact. In addition, I believe that suicide prevention efforts that fall into the interpersonal support stage of the TIS model do not help people with suicidal ideation to encourage them to talk to others about their concerns, so I considered suicide prevention advertisements using search targeting and efforts applying group cognitive therapy.

1 要旨

自殺には心の健康問題が大きく影響しており、その中でも特にうつ病の影響が大きいことがわかった。また、TIS モデルにおける対人支援の段階に当てはまる自殺防止の取り組みは、希死念慮を抱く人がその悩みを他者に話す後押しをする手助けができていないと考え、サーチターゲティングを用いた自殺防止の広告や、集団認知療法を応用した取り組みなどを考えた。

2 研究目的

コロナ禍の影響などにより、年間に約 2 万 2 0 0 0 人が自殺により死亡しており、この傾向は依然として続くと考えられている。このように大きな社会問題である自殺を防止するために、現状の自殺対策を調べ、自殺の原因として高い割合を占めている精神的な困窮を解消する方法を考えた。

3 研究方法

インターネット等を用いて調べた。

4 結果

研究により平均気温や経済的な余裕によって自殺率が変化することが確認されているが、都道府県別の自殺率と気温、平均収入を比較する限り、大きな差は見られなかった。

厚生労働省による自殺対策白書によると、自殺の原因は、「健康問題」「家庭問題」「生活、経済問題」の順に多く「健康問題」のうちの約 60%が精神疾患であり、その中でもうつ病が高い割合を占めていた。

また、現在の自殺対策は「対人支援」「地域連携」「社会制度」という 3 段階に分けて考える三階層自殺対策連動モデル (TIS モデル) (図 1) を元に考えられており、メンタルヘルスに関する講演会や心の健康相談ダイヤルなどの心のケアに関するものや、地域ごとの自殺に関するプロフィールの作成などの包括的な取り組みも行われていた。一方で、相談相手を信頼できない、あるいは誰かに迷惑をかけることを申し訳ないと感じる人も少なくなく、このような人たちが他者に頼る後押しができる環境が必要であると考えた。

改善案としては、イギリスにおいて行われていた「sort out stress」という若者向けに CD ジャケットのような表紙と若者の感情に沿った内容のパンフレットのように、さまざまな人の感覚にあった自殺防止の広告を作成し、指定したタイプの人に対して広告を配信できるターゲティング広告と組み合わせることで、個人の感覚に沿った、受け入れやすい広報運動を行うことを考えた。

また、数人のグループと専門家が会話を通して物事の捉え方について話し合ったり、悩みを共有して意見を交換し合う集団認知療法を応用した、悩みを抱える複数の人と専門家による、インターネット上での話し合いを考えた。

この手法では、会話の主体が悩みを抱える人同士であるため、専門家と一対一で話すよりも必要な勇気や心配が少ないうえ、互いに共感し合うことが可能であり、近い境遇の第三者から意見を得ることができる。そして、この経験は悩みを抱える人が他者に理解された経験となり、悩みを軽減しつつ専門的な支援を受ける勇気を得ることができると考えた。また、インターネット上でのビデオ通話が以下の表1より、通話、文章、対面に比べ最も専門的な治療への橋渡しとして効果的だと考えた。

図 1



「Sort out stress」の表紙



表 1

4つの方法の評価			
	勇気	続けやすさ	効果
文章	◎	◎	△
通話	○	○	△
ビデオ通話	△	○	○
対面	x	x	◎

5 考察

同じ境遇の人には悩みを打ち明けやすく、共感されやすいため、他人と関わるのが怖い人が他者に理解された経験を得られる。それが医療機関で診断や治療を受ける事や、希死念慮の軽減につながると考える。一方で、集団認知療法にも合わない人やサーチターゲット広告を不快に思う人もいるため、その人に受け入れられる環境の整備には課題が残る。

6 参考文献

厚生労働省 令和4年版自殺対策白書

いのち支える自殺対策推進センター 自殺対策とは

英国の若者男性に対する自殺対策

うつ病患者のためのサービス「U2plus」が作るやさしいコミュニティ U2plus

災害医療の ICT 化

理数科 3 年

For people living in Japan, which is known as a disaster-prone country, it is important to think about medical care in the case of a disaster in order to reduce the damage. In this study, I focused on earthquake disasters, which tend to cause serious damage. In the past, the EMIS (Emergency Medical Information System) was not effectively used, and evacuees and medical supplies were not visualized. In order to solve these problems, we discussed measures for future disaster medical care that also use ICTs such as satellite communications and electronic tags.

Key words : 防ぎえた災害死 DMAT(災害派遣医療チーム) EMIS(広域災害救急医療情報システム)

1. はじめに

日本は、災害大国と言われるように自然災害が多く、災害による死傷者の数も非常に多くなっている。そのような国で暮らす我々にとって災害発生時の医療について考えることは、被害を最大限減らすためにも重要だ。本稿では、災害の中でも特に被害が大きくなりやすい地震災害に焦点を当て、過去の災害を考察することで、これからの災害医療について考えた。

2. 過去の災害について

本稿は過去の災害を「建物倒壊タイプ」と「津波タイプ」の二つに分けて考えた。それぞれの代表的な例として「阪神・淡路大震災¹⁾」と「東日本大震災²⁾」について調査を行った。

① 阪神・淡路大震災 (建物倒壊タイプ)¹⁾

大都市直下を震源とする地震で、建物の倒壊と地震発生後の大規模な火災が被害を拡大した。「防ぎえた災害死」と呼ばれる「医療が適切に介入すれば避けられた可能性のある災害死」が多発する^{*1)}など、災害時の医療提供の課題が浮き彫りになった。

特に、プレホスピタルケア（現場や病院に搬送する間に救急救命士などによって行われる救急活動）が機能していなかったことや、ライフラインの断絶などによって、病院の機能が停止し、適切な医療が実施できなかったこと³⁾などが課題としてあげられる。

② 東日本大震災 (津波タイプ)²⁾

三陸沖を震源とする地震で、地震の発生に伴う非常に大きな津波によって、被害が拡大した。災害関連死（避難所での病気の発症や持病の悪化などによる間接的な死）が多くなった^{*1)}のもこの地震の特徴と言える。

東日本大震災においても、ライフラインの断絶などにより急性期（災害発生後概ね 48 時間以内）以降の医療に空白が生まれたこと³⁾、EMIS（医療機関への支援など被災地域での迅速かつ適切な医療救護活動を行うための全国統一のシステム）が活用されなかったこと⁴⁾、などが課題としてあげられる。

一方で、DMAT（急性期医療の専門的な訓練を受けた医療チーム）などの医療チームの派遣により、多くの命が救われ、「防ぎえた災害死」は減少した^{*1)}と考えることができる。

*1) 「防ぎえた災害死」と「災害関連死」の定義について、本稿は「防ぎえた災害死」を「医療が適切に介入すれば避けられた可能性のある死亡例のうち、特に、停電による病院の機能停止など災害による被害を直接的な原因とする状況によってもたらされた死亡例」とし、「災害関連死」を「災害による直接的な死とは異なり、避難所生活等の負担など間接的要因による死亡例」とした。

以上のことを表にまとめて表した（図1）¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

図1	阪神・淡路大震災（1995/1/17 5:46 発生）	東日本大震災（2011/3/11 14:46 発生）
死者/負傷者	6,434人 / 43,792人 ^{*2)}	19,765人 / 6,242人 ^{*2)}
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・大都市直下を震源とする地震 ・地震発生後の大規模な火災 ・「防ぎえた災害死」と呼ばれる事例が多数発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・三陸沖を震源とする地震 ・地震発生による高い津波 ・災害関連死の事例の増加
良かった点	<ul style="list-style-type: none"> ・医療者不足の状況下であったが、現場の懸命な処置により多くの命が助かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・DMATなどの医療チームの派遣により多くの命が救われ、「防ぎえた災害死」は減少した。
課題点	<ul style="list-style-type: none"> ・プレホスピタルケアが機能していなかった。 ・ライフラインの断絶などにより病院の機能が停止、適切な医療が提供されなかった。 ・各病院における負傷者の受け入れ人数の偏りで医療資源が不足する機関もあった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ライフラインの断絶により急性期以降の医療に空白が生まれた。 ・EMISを活用できない医療機関が多かったため事態の把握に時間が大幅にかかった。

この調査から以下の4点が考えられる。

- ・建物倒壊タイプでは、負傷者が多数発生するため急性期医療の重要性が特に上がる。
- ・津波タイプでは、被害が広範囲になりやすく、医療を求めている人を見つけにくい場合も多い。
- ・災害発生後は、ライフラインの断絶等が起こることもあるため、両タイプともに、中長期的な医療提供体制が必要となる。
- ・適切な医療を行うためには、負傷者や避難者、そして、医療従事者や医療物資などを含めた医療資源の見える化が必要となる。

*2) 建物倒壊タイプと津波タイプの間、負傷者数と死者数に大きな違いがあることがわかる。これは、津波タイプにおいて、津波に巻き込まれてしまった被害者のほとんどは死亡し、津波から逃れた人は、無傷または軽傷という状況が多いという状況が関係している。

3. これからの災害医療

過去の災害から読み取れたことをもとに、これからの災害医療について考え、大きく分けて2つのことができるのではないかと考えた。1つ目として、情報共有のスマート化、2つ目として、RFIDタグによる自動管理・共有を考えた。詳しい説明は以下の通りだ。

① 情報共有のスマート化

災害時においては、錯綜する情報をいかにまとめ上げ、その情報をどのように利用していくかが、大きな問題となる。そのため発展してきているICTを用いて、情報共有をさらに使いやすく、スムーズにしていく必要があると考える。この具体例として以下の2点をあげる。

i) EMISの利便性向上

過去の災害からEMISについて円滑な操作、機能の追加、デザインの向上を求める声が多数上がっている（図2）。このことから政府はシステムデザインを見やすいよう変更したり、ボタンを大きくするなど操作性の高い形に変更するべきだ。一方で、通信状況が悪くなった災害時にも使えるようデータ容量の圧縮とのバランスも考える必要がある。

ii) 災害時でもつながるネットワークの整備

災害時には、電波障害なども起こる可能性がある。そのような状況下でも、問題なく情報共有を行うため、災害時の影響が少ないとされる衛星通信の拡充を進めたり、専用のネットワー

クを設けるなど、災害にも負けないネットワークの整備を進めていく必要がある。

② RFID タグによる自動管理・共有

災害発生時に、避難者の情報や医療資源についても一括管理ができれば、現在よりも良い医療提供だけではなく、よりよい避難生活を提供できると考える。そこで、無人レジの導入などにも利用され、現在注目を集めてきている技術の一つである RFID タグ^{*3)}の利用について考えた。具体的な利用法は次の2点である。

*3) RFID タグとは、情報を電波などでワイヤレスに通信し、情報の読み取りや書き換えをする技術に用いられる専用のタグのこと。小型で耐久性に優れている点や、通信において遮蔽物・距離に強い点、そして同時に複数の RFID タグを読み取れる点などがこの特徴である。コストダウンなども進み次世代のテクノロジーとしてさまざまな場面での活用が期待されている⁶⁾。

ただしこれ以降、本稿においては「RFID タグ」を「タグ」と表記する。

i) 避難者が身につけるタグ

現在の避難所では、受付などは紙ベースによる管理となっている。しかし、これは手間や時間がかかること、安否確認が取りにくいことや、データの利用法が非常に限られることなどいくつかの問題が伴っている。この問題の解決策としてタグを導入することを考えた。導入の方法としては、各避難所にリストバンド型のタグとゲート型のリーダーを配置する。名前などの現行の基本情報に加え、持病などの情報も書き込んだタグを受付で腕に巻いてもらう。避難所の出入りの際にゲートリーダーを用いて読み取り、このデータをシステム上で一括管理する。これにより、避難者情報がすぐに確認できるようになったり、避難所内外における医療活動にも活用できることが考えられる。

(ii) 医療物資につけるタグ

これは、災害発生前から取り組む対策である。災害発生前から医療物資にタグをつけ、その情報を管理し、国全体で共有する。これにより災害発生時には、医療物資の不足地域をすぐに確認することができるため、適切かつ効率的な物資供給につなげることができる。また、普段の備品管理もシステム上で可能になるため、医療従事者の手間を省くことができると考えられる。

4. RFID タグ利用の実現可能性(補足)

これからの災害対策における対策として RFID タグの活用をあげた。ここでその実現可能性について考える。

まず災害時の使用について考える。タグのリーダーにはハンディータイプのものなどもあるため電源が取れない環境でも扱うことができる。実際、企業のホームページには、災害時の点呼に使用する例があげられている⁷⁾。また、経済産業省でも災害時の物資供給にタグを利用するという実験も行なっているため⁸⁾、災害発生時の利用には多少の不自由が生じる可能性があるとしても、十分使用可能と言える。

次に、避難者につける際のプライバシーの確保について考える。タグはその性質上、リーダーなしでは、情報を見ることはできない⁶⁾。そのため、リーダーの管理さえ徹底すれば、現行の紙ベースよりもプライバシーは確保されると言える。

最後に、普及するののかという点についてだが、すでにセルフレジ化のために使用する企業があることや、経済産業省が2025年までにコンビニの全商品をタグによる管理を目指していること⁹⁾などから考えても、これからタグはさらに普及していくと見られる。

以上のことから、タグの災害利用の実現可能性は十分高いと考えられる。

図 2 EMISのバージョンアップに求めること

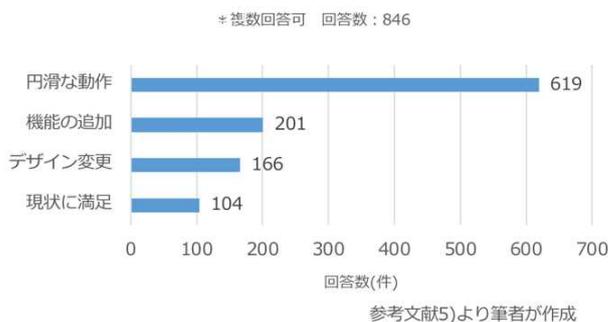
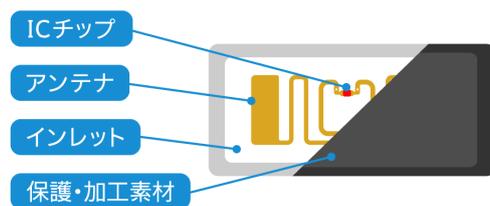


図 3 RFID タグの構造



6)より貼り付け

5. まとめ

近年における ICT の著しい発展に伴い、そのような技術を災害現場でも利用できる可能性が生まれた。特に今回あげた RFID タグはこれからもさらなる発展が期待される。災害医療においても、犠牲を減らすため、このような新しい技術を導入していくことは大切なことだ。医療に関わる者は、このような新しい技術にも目を向けながら、社会にとっての最善策を考え続ける責任があると思う。

6. 参考文献

- 1) 消防庁. “阪神・淡路大震災について（確定報）”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/assets/post1.pdf>
- 2) 消防庁. “平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)の被害状況(令和 5 年 3 月 1 日現在)”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://www.fdma.go.jp/disaster/higashinihon/items/163.pdf>
- 3) 中田敬司. “日本における災害医療の新たな課題とその対策について”. 神戸学院大学現代社会学部社会防災学科（最終閲覧日：2023/07/19）
http://kobegakuin-css.jp/wp-content/uploads/2015/12/JCSS01_5.pdf
- 4) 小井土雄一(研究代表者). “首都直下地震・南海トラフ地震等の大規模災害時に医療チームが効果的、効率的に活動するための今後の災害医療体制のあり方に関する研究”. 地域医療基盤開発推進研究事業（最終閲覧日：2023/07/19）
http://www.dmat.jp/korokaken/shutochokka/07-3.mhlw_scientific_inquiry_related_report.pdf
- 5) NEC ソリューションイノベータ. “RFID とは？ 電子タグの仕組みや特徴を解説”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sp/contents/column/20220128.html>
- 6) 東北システムズ. “IC タグ・RF タグの基礎知識”（最終閲覧日：2023/07/19）
https://rfid.tss21.co.jp/knowledge/whatsrfid/basic_tag.html
- 7) 東北システムズ. “RFID 災害復旧支援ソリューション”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://rfid.tss21.co.jp/product/disaster/>
- 8) 経済産業省. “大規模災害時を想定した被災地向け生活必需物資の共同配送及び電子タグ(RFID)活用の有効性に関する実証実験を行います”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://www.meti.go.jp/press/2022/03/20230306001/20230306001.html>
- 9) 経済産業省. “コンビニ電子タグ 1000 億枚宣言”（最終閲覧日：2023/07/19）
<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11646345/www.meti.go.jp/press/2017/04/20170418005/20170418005-1.pdf>

継承開業の課題と応用

理数科 3 年

While the number of practitioners has been increasing in recent years, the average age of practitioners is over 60 years old, and the problem is the lack of successors. Therefore, I focused on third-party succession. While third-party succession can reduce costs and shorten the preparation period compared to new practice, the number of cases has been sluggish due to problems caused by differences in policies between the two parties, the amount of funds to be paid to the intermediary company that will take over the practice, and the location. Therefore, I attempted to solve these problems through collaboration among the government, practitioners, and companies.

1 要旨

近年開業数が増えている中で、開業医の平均年齢は約60歳を超えており問題となってくるのは後継者不足である。そこで私は第三者継承での開業に着目した。第三者継承は新規開業に比べて費用を抑えたり、準備期間を短くしたりできる一方で、双方の方針の違いからのトラブルや継承開業の仲介となる企業に払う資金の関係そして立地面などで件数が伸び悩んでいるのが現状である。そこで私は政府・勤務医・開業医・企業が連携することによってそれらの問題を解決しようと試みた。

2 研究目的

近年、「継承開業」という開業したいと考えている勤務医の医師が、年齢的、経済的に医院を続けることが難しい開業医から医院を譲り受け開業する案件が徐々に増加している。しかしその数は足りておらず、継承開業を行うための物件数が少なく、自分の行いたい場所で継承開業を行えないのが現状である。そこで今より継承開業を新規開業医と退職する医師の両方にとって行いやすい継承開業のシステムを構築することができないかという疑問を解決するために調査を行なった。

3 研究方法

医学概説を使い言葉を調べたのち、インターネットで現在行われている継承開業の現状や、地域と都市部の医師数の偏在具合を調べ課題解決に向けて手がかりを探った。

4 現状

現在の継承開業の主なメリット、デメリットは以下の通りである。

・メリット

- ① 低コストでの開業が可能ためリスクが少ない
→図1からわかる通り新規開業と継承開業とでは平均して3400万円もコストを抑えることができる
- ② 患者さんや看護師を引き継げるため、事業の立ち上がりが新規開業より早くできる
- ③ 開業までの準備期間を短くすることができる
→図2の通り、職員の応募や医療機器・備品の選定を行わないため短い期間での開業ができる

新規開業と継承開業との投資額比較

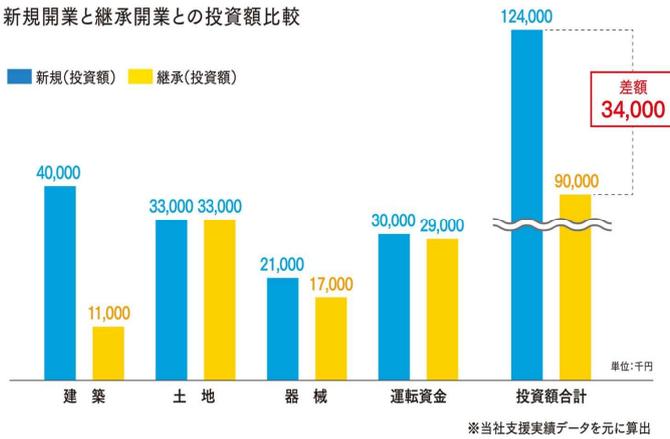


図 1



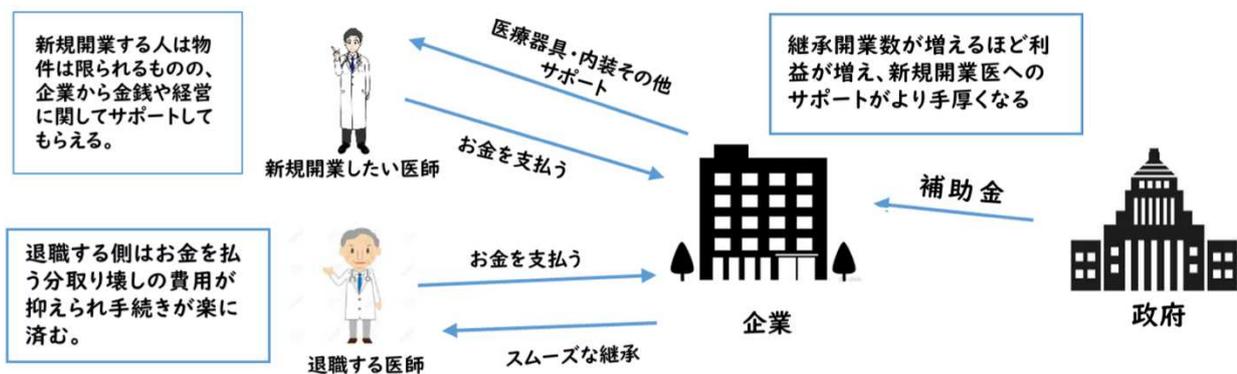
図 2

・デメリット

- ①継承開業を行うための物件が多く存在しないため、限られた物件の中から選定が必要である
- ②診療、経営方針の違いによるトラブルが発生する可能性がある
- ③医療器具や内装の刷新が必要な場合があり、その時にお金がかかる
- ④開業直後の収支面での予測が立てづらい

5 課題解決

デメリットの一つである「医療機器や内装などの刷新に使う資金の調達が難しい」「開業直後の収支面での予測が立てづらい」という問題を改善するために、現在行われている継承開業を少し変化させることで国・企業・医師が連携した、よりスムーズな継承開業を行えるのではないかと考えた。そこで下記のように図にまとめた。



流れ

- ① 政府が国営の企業を作り、政府はそれに対して補助金を出す
- ② 退職する医師は企業に対して申請を行い、お金を支払って自分の持っていた物件を渡す
- ③ 新規開業医は企業に対して開業したいという旨を伝え、お金を支払う
- ④ 国営企業は新規開業医と退職する医師の取引の仲介を行う
- ⑤ 国営企業は新規開業医に対して、開業するためにかかる医療器具・備品の刷新のためにかかるお金や、経営不振があった場合には随時金銭面、経営面で支援を行なっていく

6 考察

今回の検証を通して、国営企業が新規開業医と退職する医師の経営面や経済面で支援することによって、より継承開業が増えていくと同時に、物件数も増えていくので、デメリットの一つであった、「限られた場所での選定が必要」という問題の解決につながる。しかし、この国営企業にしたことや継承開業を行うにあたって更なる課題が見つかった。

- ① 国営企業よりも民間企業の方が企業同士の競争が生まれ、より低価格で開業が可能になるのではないか
- ② 地方ではそもそも開業する人の数が足りないため継承開業が進まない可能性がある。また都市部では物件数が多い分、継承開業が進むがそれは都市部と地方の医師偏在が加速するのではないかこれらに対して、①では、民間企業だと、どうしても利益重視の方針になってしまうから、国が立ち上げた国営企業にすることによって、より低価格で新規開業医と退職する医師双方にとって良い取引を行うことができると考えた。②に対しては、都市部と地方での国営企業からの金銭面での支援に差を出すことによって、都市部から地方への医師の移動が見込まれ、医師偏在を解決する手がかりを掴めるのではないかと考えた。

7 参考文献

継承開業ガイドライン	https://www.doodle.he.up/Kaigyo-topics/Keisho/
継承開業メリット・デメリット	https://hikitsugu.recruitdc.co.up/content/column/buyer/01
医師数の総計	https://www.mhlw.go.jp/toukei/Saiki/hw/Ishi/gaikyo.pdf
継承開業とは	https://2ndlabo.com/article/548/
継承開業ガイド	https://www.medicalplus.info/buy-guide/

日本での LGBT における医療問題と改善に向けて

理数科 3 年

I wanted to learn about the current state of LGBT healthcare and make it better. So I conducted a survey of LGBT persons and universities to find out the current situation. As a result, I found that the percentage of LGBT people visiting a medical facility is low, and the number of hours universities spend on LGBT education ranges from 0 to 1.

1 要旨

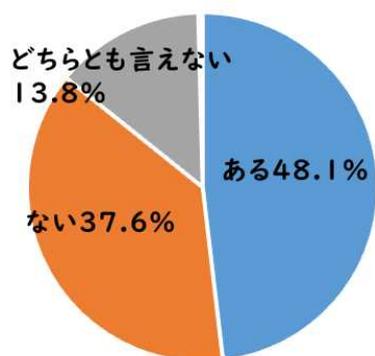
日本の LGBT 医療の現状について知りたいと思い、当事者の医療機関への受診の割合や日本の医学部医学科が LGBT 教育に費やしている時間について調査を行った。その結果、当事者の医療機関への受診の割合は少なく、大学が LGBT 教育に費やしている時間は、0~1 時間程度であることが分かった。

2 LGBT とは

Lesbian (女性同性愛者)、Gay (男性同性愛者)、Bisexual (両性愛者)、Transgender (出生時に判断された性と自認する性の不一致を感じる者) の頭文字をつなげた略語である。これだけに限らず、Queer/Questioning (性的思考、性自認が定まらない人) の頭文字をつなげた LGBTQ やその他の性的マイノリティがある。

3 LGBT 医療に関する現状と問題点

まず、LGBT 当事者 484 人に「医療機関への受診を躊躇ったことがあるか」というアンケートを実施した。グラフ 1 のアンケート結果によると、この質問に対し、「ある」と答えた割合は、48.1%であった。その主な理由としては、他人の反応に対する恐怖、頭ごなしに批判された経験、受診の拒否、保険証に掲載されている本名と性別などが原因となるものが多かった。また、LGBT 教育に費やしている時間数について、調査依頼をした日本の医学部医学科 82 校のうち回答を得られた 59 校のデータを解析対象としてグラフ 2 を作成した。グラフ 2 からは、大多数の医学部医学科が LGBT 教育に費やしている時間が少なく、中には何も行っていない大学があることがわかった。LGBT 教育があまり行われていない背景には、事例の少なさや優先順位の低さなどがあった。これらのことから、LGBT 教育を受ける機会が少ないこと、医療機関への受診のハードルが高いこと、LGBT に関する知識が不足していること、LGBT における医療の取組が少ないことなどが問題点となっていると考えた。



グラフ 1



グラフ 2

4 解決策

解決策は2つ考えた。1つ目は、小中学生に向けたLGBT教育の導入である。これは、小中学生が授業の一環としてLGBTに関する知識、ALLY（アライ）の存在（LGBTの支援者や理解者である人を示す人のこと）、大学病院や市立病院などで行われているLGBT医療の取り組みについて学ぶというものである。それにより、LGBTの理解を深め、当事者が医療機関へ受診をしやすくなるように、受診の重要性を理解してもらおうと考えた。図1は、LGBT医療の取り組みの例として順天堂大学病院のSOGI相談窓口についての写真である。この病院では、SOGIで悩みを抱えている人に対し相談窓口を設けて悩みを緩和する取り組みが行われている。この他に、兵庫県の宝塚市立病院では診察券の性別表示の廃止、福岡県の千鳥橋病院ではALLYの象徴であるレインボーフラッグの設置などを行なっている。2つ目は、医療従事者を対象としたLGBT研修の導入である。これは、LGBT特有の医療問題を学び関わり方を考える場を設けることにより、誰もが受診しやすい環境を整えようと考えた。先行事例として、図2の順天堂大学病院によるレインボーバッジ研修が挙げられる。また、図3は、一般社団法人「虹色ドクターズ」のロゴマークである。この団体は、LGBT医療についてともに学び考える場を提供することを目的とし、医療従事者向けに講演やワークショップ、学会発表などを行なっている。医療機関内だけの研修に限らず、このような団体と連携することでLGBT教育を行うより多くの機会を得られるのではないかと考えた。



図1



図2



図3

5 まとめ、考察

医療現場では、LGBT教育が不十分であることが原因で医療機関への受診のハードルの高さが課題となっている。しかし、少しずつ医療機関で課題解決に向けての取り組みが行われていることがわかった。今後、この取り組みを増やしていくとともに、どのようにしてこれを広めていくかが重要だと感じた。

6 参考文献

- ・大西彩乃. “日本における医療問題を解決する方法について”. 大阪大学大学院医学系研究科. <med.osaka-u.ac.jp> (2023/7/17 アクセス)
- ・吉田絵里子. “日本の医学部・医科大学におけるLGBT未教育の割合”. 東京慈恵会医科大学. <<http://www.jihe.ac.jp>> (2023/7/17 アクセス)
- ・認定NPO法人 ReBit. “[調査報告]「支援者のLGBT意識調査」公開結果”. <https://rebitlgbt.org> (2023/7/17 アクセス)
- ・BuzzFeed <<https://www.buzzfeed.com>>
- ・順天堂大学. “順天堂医院のSOGIへの取り組み”. <https://hospital.juntendo.ac.jp> (2023/7/17 アクセス)
- ・千鳥橋病院. 2 “LGBTの取り組み | 公益社団法人福岡医療団千鳥橋病院”. <https://www.chidoribashi-hp.or.jp> (2023/7/17 アクセス)
- ・宝塚市立病院. “当院の取り組み内容”. <https://www.takarazukacity-hp.com>. (2023/7/17 アクセス)

うつ病の原因と対策

理数科 3 年

Depression is a state in which the brain does not work due to mental and physical stress. This is likely to lead to suicide. For this reason, I decided to think about the measure against depression. It is mostly caused by increased HHV-6(human herpesvirus) due to tiredness and the production of SITH-1. I tried to think about measures from the aspects of exercise and food.

1 要旨

うつ病とは気分障害の一つであり、だれもが発症しうる病気である。また自殺に至る可能性も高いことから、うつ病の原因を調べ、対策を考えようと思った。結果として疲労により産生される SITH-1 という遺伝子がうつ病に関係していることがわかった。そこで疲労を減らすために運動面・食事面からの対策について考察した。

2 研究目的

近年、精神疾患を有する総患者数は年々増加傾向にあり、平成 29 年度には約 419.3 万人に及ぶ。その中でもうつ病患者は約 127 万人で多くの割合をしめている。またうつ病は自殺の大きな原因となっている。このことから原因を調べ、対策を考えることで、うつ病を発症する人を減らしたいと思った。

3 調査方法

インターネットや書籍からの抜粋。

4 結果

〈現状〉

平成 29 年度の精神疾患を有する総患者数は、約 419.3 万人と年々増え続けている。その中でもうつ病患者は約 127 万人に及ぶ。(表 1) また自殺の原因・動機についての統計で、健康問題の中でもうつ病が自殺の大きな原因となっている。(表 2)

〈うつ病とは〉

うつ病とは、気分障害の一つであり、精神的ストレスや身体的ストレスにより脳がうまく働かなくなっている状態のことを指す。症状として、一日中落ち込んでいる・何をしても楽しめないなどの精神症状や、眠れない・食欲がない・頭痛などの身体症状が現れる。

〈うつ病の原因〉

疲労の原因となる疲労因子の増加に伴い、HHV-6 というヒトヘルペスウイルスが再活性化を行い、爆発的に増加する。HHV-6 は小児期に親や兄弟の唾液から経口的・経気道的に感染し、ほぼ 100% の確率で体内に潜伏感染している。このウイルスが嗅球という脳の一部に感染し、SITH-1 といううつ病の原因となる遺伝子を産生する。うつ病患者の約 8 割がこの遺伝子が原因でうつ病を発症している。このことから疲労を減らすことがうつ病対策になるのではないかと考えた。

〈対策〉

疲労感を減らす事がうつ病対策になると考えた。そこで運動による対策と食事による対策の二つの面の対策について考察を行った。

①運動による対策

有酸素運動を行うことで、身体中の血流が良くなり、血中の乳酸酸生物や不要な老廃物などが肝臓や腎臓に運ばれ、そこで分解、排出されて疲労が回復すると考えられている。強いストレスがかかる激し

い運動後に行うクールダウンも疲労を回復させるので、日頃から激しい運動をおこなっている人は疲労を溜めないために必要である。具体的な運動の例として、軽く息が上がる程度のウォーキングやジョギングが挙げられる。ショッピングセンターを歩き回るだけでも十分な運動になる。

②食事による対策

疲労回復にはバランスの良い食事が大切だと言われている。バランスの良い食事とは主食、主菜、副菜を組み合わせた食事のことを指し、具体的にどのようなものをどのくらい食べれば良いかを示したのが厚生労働省が出している食事バランスガイド（図 a）である。これは一日に食べる事が望ましい料理の組み合わせとおおよその量が示されている。

多くの人がバランスの良い食事が良いとわかっているが、実践できていない理由として、バランスの良い食事を毎日考えて作るのは大変、時間がなくて食事に気が回らないということが挙げられる。そこで献立アプリを使用することでこの問題を解決できるのではないかと考えた。現在無料で使用できるアプリの中では一週間分の献立を作成し、またアレルギーを考慮したレシピを提案してくれるものもある。誰でも簡単に始めやすいうつ病対策の一つだと思ふ。

表 1

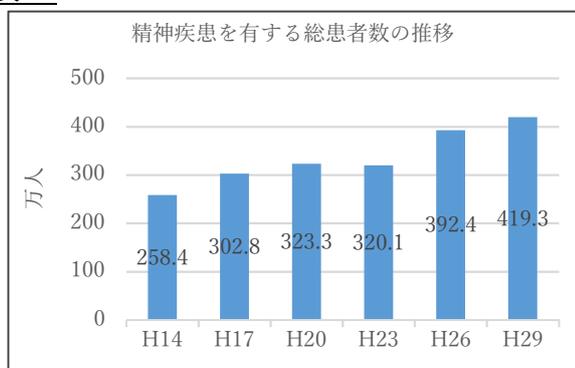


表 2

	自殺者	健康問題	うつ病 (健康問題を占める割合)	
			うつ病	(健康問題を占める割合)
平成19年	33,093	15,867	6060	41.3%
平成20年	32,249	15,153	6490	42.8%
平成21年	32,845	15,867	6949	43.8%

図 a



5 考察

運動と食事の面からうつ病対策を考えたが、これらの対策はうつ病だけでなく生活習慣病などの他の病気にも効果があるのではないかと考えた。今後は他のどのような病気に効果があるか、調べていきたい。

6 参考文献

厚生労働省 食事バランスガイド

https://www.maff.go.jp/j/balance_guide/kakudaizu.html

こころの情報ガイド

<https://kokoro.ncnp.go.jp/disease.php?@uid=9D2BdBaF8nGgVLbL>

大正製薬スポーツコラム

<https://brand.taisho.co.jp/contents/sports/508/>

書籍 「疲労ちゃんとストレス君」 監修；近藤一博・原作にしかたく 河出書房新書

花粉症による生活への影響

理数科 3 年

In recent years, more and more people have developed hay fever, affecting their lives. Therefore, I investigated how we can reduce the impact of hay fever on our lives. As a result, I decided that the best way to deal with hay fever is to visit a medical institution and receive appropriate treatment as soon as possible.

1 要旨

花粉症は、花粉が体内に取り込まれた際に免疫細胞が体に害のあるものだと判断し化学物質を放出することによって引き起こされる。スギ花粉症は試験成績の低下など生活に悪影響を及ぼしていると分かった。こういったことを防ぐため、早めに医療機関を受診することが最も大切なことだと考えた。

2 目的

近年スギ花粉の飛散量増加により、花粉症罹患者の数も増加しているという話題があがる。スギ花粉症は様々な症状を伴い生活に影響を及ぼしているが、その影響については詳しく聞く機会は少ない。そこで、発症のきっかけと花粉症が生活にどのような影響を及ぼすか調査した。また、調査結果を踏まえスギ花粉症の対策について考えた。

3 調査方法

インターネット上の記事や調査、アンケートを調べる。

4 現状

スギ花粉症は日本の全人口のうち約 38%、3 人に 1 人もが発症しており「国民病」とも言われている。罹患者数は年々増加する一方であり、治療を受けるのが遅いと症状が悪化してしまう。

5 花粉症発症のきっかけ

スギ花粉が体内に取り込まれると、これを異物として免疫細胞が免疫応答を開始する。この免疫応答は、ヒスタミンと呼ばれる化学物質を放出して血管の拡張・粘液の分泌に働きかけるものである。これにより、くしゃみや鼻づまり、目の充血といった花粉症の三大症状が引き起こされる。

上記のような症状は花粉症を罹患すると起こるが、個人差がみられる。その理由は、花粉の許容量の差、生活習慣によるものである。

また花粉症の 0～16 歳の子供 4371 人とその両親 2587 人にアンケートによれば、19%の子どもの両親は共に、その他約 47%の子供の両親のどちらかは花粉症であった。このアンケートの結果から、花粉症を発症する原因の一つは、両親からの遺伝だと考えられている。(図 1)

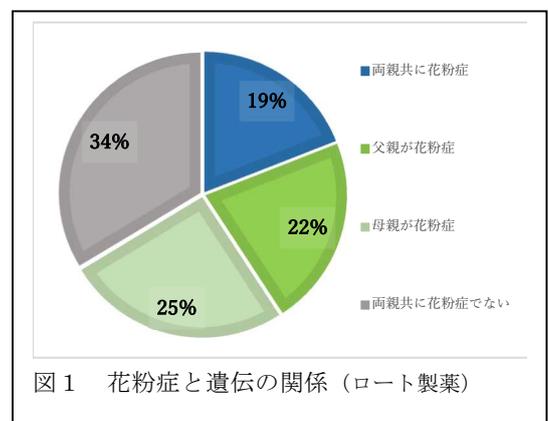


図 1 花粉症と遺伝の関係 (ロート製薬)

6 生活への影響

花粉症患者が感じている影響は、主に次のようなものだ。

まず、イライラして集中が続かない。また、頭痛が起こるや眠気が増すなどである。こういったことのほとんどが、花粉症の三大症状ともいわれるくしゃみ、鼻水、目の充血などが原因となっている。また、花粉症の症状を抑えるために飲んだ薬の副作用により眠気が増してしまうということも少なくない。これらの影響は、長い目で見ても生活に多大な影響を与えている。

事例の一つは「試験成績の低下」である。

国家試験を受けた花粉症の症状を持つ 1834 人を対象に、国家試験本番と模試の時の成績を比較し、成績低下のオッズ比を調べた結果がある。(図 2) オッズ比とはここでは、花粉症による試験成績の低下が起こる危険性である。オッズ比の値が 1 以上であれば、危険性はより高くなる。

図 2 より、花粉症の薬の服用の有無にかかわらずオッズ比の値は 1 以上と高い。このことから花粉症を発症した場合には、試験成績の低下が見込まれる。

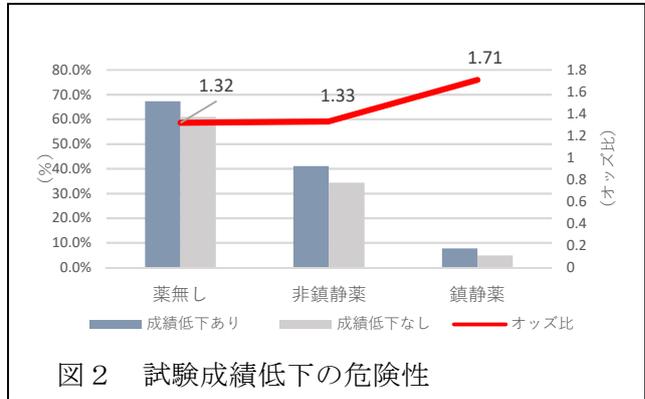


図 2 試験成績低下の危険性

7 治療法とセルフケア

花粉症の生活への影響は大きい。そこで私は、何かしらその影響を小さくする対処はないものかを考えた。

まず、私生活の中で行えるセルフケアについて考えた。花粉症は花粉が、粘膜に直接付着した時だけではなく、衣服についた場合でも症状が悪化する可能性がある。そのため、花粉が付きやすいウールやモヘヤを使用した衣服を着ての外出を避けたほうが良い。

また、生活習慣が崩れてしまうと免疫バランスも崩れてしまいアレルギー症状が現れやすい。そのため、適度な運動や睡眠時間を確保することが大切である。

ただしセルフケアには限界もあり、セルフケアのみに頼りきると、花粉症の症状が重症化する場合もあるため適切な医療機関にすることが重要だと考えた。さらに、近年ではスギ花粉症の症状を根本的に抑える「根本治療」も開発され、耳鼻科や内科で医師との相談、検査の上で治療を受けることが出来る。しかし、こういった治療はアナフィラキシーショックの危険性もあり治療期間が長いのに対し、大人だと治療費が高いために普及していないのが現状である。

8 考察

スギ花粉症は、学業成績や労働生産性を低下させる原因の一つとなっており、その対策や治療法に注目している人は多い。セルフケアを行うことも大切だが、できるだけ発症初期に病院に行き治療を受けることが、花粉症を悪化させないための一番の手段だろう。また、近年新しく開発された根本治療の認知度を高めていくことも一つだと考えた。

内密出産の現状と課題

理数科 3 年

The confidential birth system is subject to various problems. Then I surveyed current situations and issues and considered them. I raised issues that there is only a hospital that accepts confidential births and children will need helps after they grow up. I came up with a system plan which would be carried out in other hospitals and considered the feasibility of the plan. I concluded it is difficult to do it due to lack of staff and taxes and so on.

1 要旨

内密出産は様々な問題が指摘されている。そこで日本における内密出産の現状と課題を調査し、考察した。課題として受け入れ施設が 1 カ所しかないこと、子供の成長後の支援が挙げられた。受け入れ施設を増やした場合のシステム案を考え、実現可能性を考察した。人材不足や税金等の観点から実現は難しいという結論に至った。

2 研究目的

2019 年から熊本市の医療法人聖粒会慈恵病院が独自に内密出産の運用を開始したが、出自を知る権利など様々な問題が指摘されている。そこで内密出産の現状と課題を調査し考察した。また他の医療機関で運用する際のシステム案を考えた。

3 内密出産について

(1)内密出産の定義

2022 年 9 月に政府が公表したガイドラインによると、内密出産の定義は“何らかの事情により、妊婦が身元情報を一部の者のみに明らかにして出産を望み、医療機関等の説得に応じないため、そのような出産を医療機関が受け入れる場合”である。

(2)制度の概要（表 1 参照）

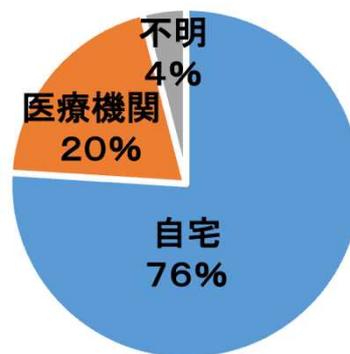
- ①女性が病院に相談し、匿名で出産する。
- ②女性が身元を明らかにしなかった場合、病院が自治体（熊本市）に出生届を提出する。
- ③赤ちゃんの戸籍が作成される。

(3)制度導入の背景

慈恵病院では 2007 年から自分では育てられない子供を匿名で預けることができる「このとりのゆりかご」（以下ゆりかごと呼ぶ）という取り組みを行っている。ゆりかごに預けられるこどもの半数以上が自宅で生まれており（グラフ参照）、その割合は年々増えている。医師や助産師のいない自宅等での孤立出産は母子共に危険である。また孤立出産をした母親は乳児遺棄や虐待をする傾向にある。このような背景から慈恵病院は安全な病院で出産できる内密出産制度を導入した。



表1：内密出産の流れ



グラフ：このとりのゆりかごに預けられた子の出産場所
(H29年4月～R2年3月)

(4)女性が内密出産を選ぶ背景

複雑な家庭環境、相手男性からのDVなどから、身内に妊娠したことを知られたくない。経済的困窮から養育できないなどが挙げられる。女性の中には、スマートフォンで「妊娠 お金がない 知られたくない」等の言葉を入力し内密出産について知った人もいる。また知的障害や発達障害のグレーゾーンの母親もいて、社会や内密出産制度についてよく理解しないまま追い込まれて慈恵病院に連絡するケースもあった。

(5)現状

制度利用人数は2023年6月22日現在で11名で、このうち出産後に身元を明かして児童相談所等と話し合いをしたり自らで育てることにした人もいる。また母親の居住地は全員熊本県外で、メールや電話等で慈恵病院とやり取りをし、新幹線等で出産直前に来院し出産している。自分で育てない決断をした人は特別養子縁組を希望するケースが多い。現在母親の身元を子どもに明かす時の子の年齢は特に決められていないため母親が決めている。また出産費用は病院が負担している。

4 課題

今回は日本の内密出産について母親と子どもの二つの視点から以下の課題を挙げた。

- (1) 受け入れ施設が1か所しかない。
- (2) 子供が成長した後について

(1) 受け入れ施設が1か所しかない。

前述の通り現在の受け入れ施設は熊本市の慈恵病院のみである。妊婦は全員熊本県外に居住しており、北日本や東日本からも来ている。出産直前に遠方から新幹線等で病院に到着してすぐに出産するケースも少なくなく、身体的・経済的に負担が大きい。熊本に到着するまでに産まれてしまいそうになったケースもあった。母子の安全を確保するために受け入れ施設を各地に増やすことが重要であると考え、課題の分析を行なった。

他の医療機関が内密出産を受け入れられない理由として、出産費用の負担が大きい、未受診妊婦の受け入れのリスク、人材不足が挙げられる。未受診妊婦とは、“全妊娠経過を通しての妊娠検診受診回数が3回以下または最終受診日から3ヶ月以上の受診がない妊婦”のことを指す。このような場合、妊娠週数や胎児の健康状態などの未把握によるリスクが高く、設備・人材が十分な施設しか分娩を受け入れることができない。

一方慈恵病院が受け入れられる要因として、ゆりかごでの実績、病院が直接運営する妊娠相談ダイヤル、専門性の高いスタッフなどが挙げられる。

(2) 子供が成長した後について

現在母親の身元を子どもに明かす時の子の年齢は母親が決めている。ある程度成長した 15～20 歳ごろが多いと考えられる。思春期の心が繊細な時期に情報開示が行われることで混乱や葛藤が生じてしまうことが予測できる。子どもたちに生まれた時のことをどのように伝えるか、その際の心のケアなど今後課題が出てくるだろう。子どもたちの心の不安を和らげる専門知識を持った相談スタッフが必要である。

5 システム案

課題(1)についての分析を踏まえて熊本県外に受け入れ施設を設置する際のシステムを考えた。その際に慈恵病院以外の機関で行われている、悩みを抱える妊婦を支援する活動も参考にした。

(1) 活動例

①一般社団法人全国 SOS ネットワーク

妊娠・出産に関して相談することができる「にんしん SOS 相談窓口」を紹介している。相談窓口は 34 都道府県に設置されており、電話やメール、LINE で相談することができる。

②一般社団法人あんしん母と子の産婦人科連絡協議会

18 歳以下の女性を対象に、無料で相談や初診を受けつける事業を行っている。専門スタッフが電話やメールなどで相談を受ける。直接来院した場合は妊娠検査や医師の間診などの初診にかかる費用は医療機関側が負担し、初診に限り匿名でも受診できる。全国 20 の医療機関が参加している。

(2) システムの概要 (表 2)

(ア) 妊婦がにんしん SOS 相談窓口相談し、医療機関が紹介される。相談窓口と医療機関は情報を共有する。

(イ) 妊婦が医療機関を受診し出産する。

(ウ) 国が出産費用を補助する。

図には記していないが、自治体や児童相談所、民間機関等と連携をとることも想定している。

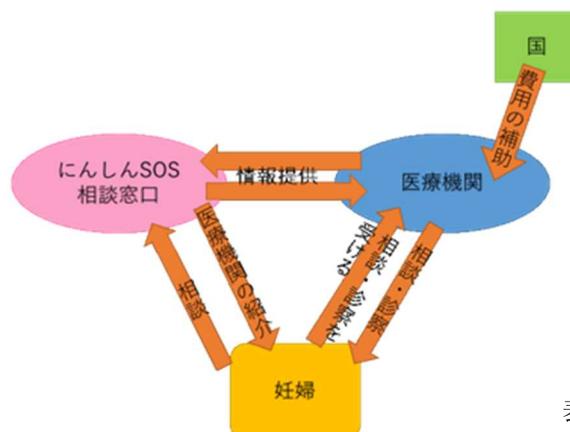


表 2：システム図

このシステムのメリットは、出産前に診察ができるため母子の健康状態を事前を知ることができる、直接会って話を聞いたり、説得する機会が増える、病院が費用を負担しなくて済むなどが挙げられる。

問題点として、自宅から距離的に通院できなかつたり、診察を拒否したりする可能性が挙げられる。

(3)実現可能性

国の補助金の実現する場合、社会保障費から歳出されると考えられる。社会保障給付費の財源は主に消費税や所得税、法人税で賄われている。よって実現するためには消費税などの増税が必要になる可能性がある。また産婦人科は全国的に不足傾向のため、通常業務に加えて内密出産を受け入れることは現実的に難しいと考えられる。以上のことから現時点ではシステムの実現は難しいと考える。

6 まとめと考察

内密出産を考える妊婦は複雑な問題を抱えている。早い段階で気づき、その人に合った支援に繋げることが重要だ。悩みを抱える妊婦が声を上げやすくなるため内密出産の受け入れ施設を増やすことは非常に意義がある。しかし産婦人科の人手不足や税金等の観点から今回考えたシステム案の実現は難しい。内密出産を選択する前段階で、医療機関や自治体、にんしん SOS 相談窓口などの民間の機関が連携するなど、支援の強化が必要である。また、内密出産で生まれた子どもたちに生まれた時のことをいつ伝えるか、その際の心のケアなど今後課題が出てくることが予想される。子どもたちの不安や混乱を和らげる専門知識を持った相談スタッフが必要だと考える。

7 引用・参考文献

- ・国内初の「内密出産」へ「覚悟」の前に立ちはだかる壁 慈恵病院.朝日新聞.2022-2-4, 朝日新聞デジタル, 最終閲覧日 2023-7-17 <https://www.asahi.com/articles/ASQ246HWXQ24TIPE002.html>
- ・一般社団法人あんしん母と子の産婦人科連絡協議会ホームページ, 最終閲覧日 2023-7-17 <https://anshin-hahatoko.jp/>
- ・一般社団法人全国妊娠 SOS ネットワークホームページ, 最終閲覧日 2023-7-17 <https://zenninnet-sos.org/contact-list>
- ・熊本市ホームページ「こうのとりのゆりかご」第 5 期検証報告書第 2 章 ゆりかごの預け入れ状況とその背景 19 ページ表 2-8, 最終閲覧日 2023-7-17 https://www.city.kumamoto.jp/common/UploadFileDsp.aspx?c_id=5&id=36001&sub_id=3&flid=263642
- ・厚生労働省ホームページ「産科における医師偏在指標(暫定), 最終閲覧日 2023-7-17 <https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000483632.pdf>
- ・厚生労働省ホームページ「妊婦がその身元情報を医療機関の一部の者のみに明らかにして出産したときの取り扱いについて」, 最終閲覧日 2023-7-17 <https://www.mhlw.go.jp/content/000995585.pdf>
- ・厚生労働省ホームページ「令和 4 年度予算 国の一般歳出における社会保障関係費」, 最終閲覧日 2023-7-17 https://www.google.com/url?client=internal-element-cse&cx=005876357619168369638:ydrbkuj3fss&q=https://www.mhlw.go.jp/content/12600000/000986415.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwjXrceC1JSAAXnqFYBHVmxCSIQFnoECAYQAQ&usg=A0vVaw3cP5I7Ha_jrSq8gUkZoEsi_j
- ・身元を明かさない「内密出産」から聞こえる、孤立した妊婦の SOS.静岡新聞.2023-3-13, あなたの静岡新聞, 最終閲覧日 2023-7-17 <https://www.at-s.com/news/article/national/1207271.html>

発達障害とその支援

理数科 3 年

While the child population is declining in Japan, the number of children with developmental disabilities continues to increase. For a long time, people with severe autism and intellectual disabilities have been the target of social support.) had no intellectual delay and were often treated as "naughty children" or "troubled children" without being diagnosed. However, in recent years, the number of children with such developmental disorders has increased rapidly. In 2006, there were more than 7,000 people, but in 2019, the number exceeded 70,000. Why is the number of children with developmental disabilities increasing so much this time? We investigated and considered what form of support is appropriate.

1 はじめに

日本で子供の人口が減少する中、「発達障害」と呼ばれる子供は増え続けている。以前から、重度の自閉症や知的障害などは、社会的にも支援の対象だったが、軽度の発達障害である ASD(自閉症スペクトラム症)や ADHD (注意欠陥・多動性障害)などは知的には遅れがなく、診断がつかず「わんぱくな子」「困った子」として扱われることが多かった。しかし近年こういった発達障害と呼ばれる子供の数が急増しており 2006 年には 7000 人余りだったのが、2019 年には 7 万人を超えた。今回はなぜ発達障害とされる子供の数がここまで増えているのか。どういった形での支援が適切かを中心に調査・考察した。

2 発達障害とは

発達障害者支援法では以下のように定義されている。

第二条 この法律において「発達障害」とは自閉症・アスペルガー症候群その他の広汎性発達障害、学習障害、注意欠陥多動性障害、その他これに類する脳機能の障害であって通常低年齢で発現するものとして政令で定めるものをいう。

発達障害は特性や現れる困りごとによって、大きく ASD (自閉症スペクトラム症)、ADHD (注意欠陥・多動性障害)、LD (学習障害) の 3 つのタイプに分けられる。

(1) ASD: 自閉症スペクトラム症

自閉症スペクトラム症は、三歳くらいまでに現れ、他人との社会的関係の形成の困難さ、言葉の発達の遅れ、興味や関心が狭く特定のものにこだわることを特徴とする行動の障害であり、中枢神経の何らかの要因による機能不全があると推定される。

(2) ADHD (注意欠陥・多動性障害)

ADHD とは、年齢あるいは発達に不釣り合いな注意力、衝動性、多動性と特徴とする行動の障害で、社会的な活動や学業の機能に支障をきたすものである。また、7 歳以前に現れ、その機能が継続し、中枢神経に何らかの要因による機能不全があると推定される。

(3) LD : 学習障害

学習障害とは基本的には全般的な知的発達に遅れはないが、聞く、話す、読む、書く、計算するまたは推論する能力のうち特定の習得と使用に著しい困難を示す様々な状態を指すものである。学習障害は、視覚障害、聴覚障害、知的障害、情緒障害などの障害が直接の原因となるものではない。

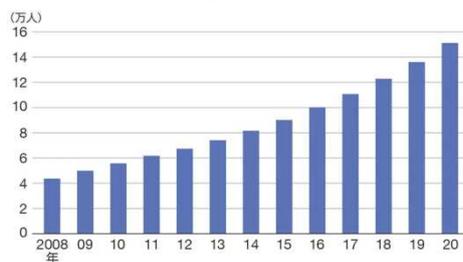
発達障害の現れ方はグラデーションのように幅が広く、当事者とそうでない人の線引きは困難で多く

の当事者や同じような特性を持つ人が社会の中に存在している。

3 現状と課題

日本では発達障害と診断される児童生徒数はここ 13 年間で 10 倍に増加している。文部科学省が 2022 年に発表した調査結果によると通常学級に在籍する 8.8%の児童に学習面や行動面で著しい困難を示す発達障害の可能性があることが報告されている。発達障害と診断される生徒数が近年急激に上昇していることについてはいくつかの原因が挙げられる。①発達障害の認知度の向上②ライフスタイル、環境の変化などが挙げられる。

■ 特別支援学級に入る子どもが増加
— 自閉症・情緒障害で特別支援学級に入る児童生徒数 —



(出所)文部科学省「学校基本調査」



課題は、学校における課題、家庭における課題の 2 つに分けて考えた

① 学校

現在多くの公立の小中学校では通常学級と特別支援学級があり、自分の特性に応じて通常学級または特別支援学級で学べる仕組みになっている。発達障害を抱える児童も必要に応じて支援を受けられるようになってきている。しかし、このままだと「インクルーシブ教育」が十分に行われているという点において議論の余地が残る。言い換えるなら、障害のある子とない子を分けて教育する分離教育の側面がまだ強いのではないか。ここでいうインクルーシブ教育とは人間の多様性の尊重等を強化し、障害者が精神的及び身体的な能力等を可能な最大限度まで発達させ、自由な社会に効果的に参加することを可能にするという目的の下、障害のあるものと障害のないものが共に学ぶ仕組みのことをいう。また、発達障害の子どもは増加している一方で、教育現場の教員の数は年々減少している。このことにより発達障害をもつ児童に十分な支援が行き届かず、不登校に繋がってしまうのではないか。

② 家庭

発達障害の子どもを持つ親の負担が大きい。具体的には、発達障害を持つ子どもの多くは小中学校の学校生活で他の生徒との揉め事や癈癪を起こしてしまうことが多く、その都度親が学校に呼び出されたり、発達障害と診断はされていないものの傾向が強く見られる子に対しての難しさがなどが挙げられる。

4 考察

① インクルーシブ教育の必要性と実現するために

インクルーシブ教育を行うことのメリットとしては以下のことが挙げられる。

- ・様々なクラスメイト、多様性に児童期から触れられる。障害のない生徒にとっても有益である。
- 一方で、デメリットとしては授業の進捗についていくことが懸念されることや教員の負担がより大きくなる可能性があることなどが挙げられる。

インクルーシブ教育の実現のためには以下の 2 つが重要であると考えた。

① 合理的配慮

例えば、子供によってはじっとしているほうが学びやすい子、動いている方が集中できる子などがいる。このように教室には多様な生徒がいて、生徒全員にじっとしていることを強制するのはナンセンスである。インクルーシブ教育が進んでいるカナダなどでは、動いている方が集中できるという生徒のために教室にバランスボールやペダル付きの机などが用意されていて、様々な生徒がそれぞれの集中の仕方や学習の仕方に合わせて学校生活を送れるようになっている。日本でも、同様の理解の促進が重要である。

② 専門性のある教員の配置

日本では、現状を見る限り様々な特性を持つ生徒の支援に専門性のある教員の育成はまだまだであると言える。インクルーシブ教育の実践として、カナダでは、教員は教員の育成過程からインクルーシブ教育の基礎知識を学び教員がインクルーシブ教育の必要性、大切さについて学べるようになっている。また、教員を支える継続的な学びとして2ヶ月に一回研修日があり、発達障害を持っている生徒との関わり方や技術教育の導入などの様々なトピックについて同じ悩みを持つ先生と相談したり、専門家からの指導を受けられるようになっている。日本でも同様の研修プログラムを行うことにより、様々な生徒の支援が可能になると考えられる。

5 結論

発達障害と診断された子供たちが生きていく上で困難を生じやすいと感じた小中学校での支援のあり方について考えた。日本ではまだ特別支援教育が分離教育の側面が強く、インクルーシブ教育を行うことが重要であると考えた。発達障害に限らず、様々な特性を持った子供がそうでない子供たちと一緒に学び合える場所が学校の在り方であると考え、そのためには教員の育成過程や教員以外の教育補助員などの連携が大切であると考えた。

6 参考文献

東洋経済オンライン 「発達障害は学校から生まれる」

<https://toyokeizai.net/category/developmental-disorder>

インクルーシブ教育を実現するカナダの教育制度とは

<https://eduwell.jp/article/canada-inclusive-education-system-201912-part1/>

文部科学省 通常学級に在籍する特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果

https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2022/1421569_00005.htm

Abema TV 発達障害

<https://www.youtube.com/watch?v=TG6a-AIOTAI>

過量服薬の現状と対策

理数科 3 年

Currently, the number of drug users in Japan is on a slight increase overall. Among these, abuse of OTC(over-the-counter) drugs and medical-use drugs has become a problem in recent years. The use of drugs in quantities that cause serious physical or mental harm is called overdose, and a survey conducted in 2021 showed that more than 500,000 people in Japan have experienced overdose. In addition, cases of drug poisoning caused by the using of OTC and medical drugs have been increasing since around 2018, and this characteristic is particularly pronounced among young people aged 15-19 years old. Those drugs are easily obtained through hospital prescriptions, and drugstores, and their use does not lead to arrest, so the physical and mental barriers to their use are smaller than those of other illegal drugs. In this report, I investigated and analyzed the current status of these drugs and discuss countermeasures.

1 はじめに

現在、日本での薬物使用者数は薬物により差はあるものの全体としてやや上昇傾向にある。その中でも近年問題となっているのは市販薬や医療用医薬品の乱用である。今回はこれら現状を調査、分析し、今後の課題、対策などについて考察した。

2 現状

「1 年以内に主たる薬物の使用が認められた症例」によると 2016 年の調査では覚せい剤、揮発性溶剤・抗不安薬、睡眠薬・抗不安薬の順で多いのに対し、2018 年、2020 年の調査では覚せい剤、睡眠薬・抗不安薬、市販薬の順で多く、睡眠薬・抗不安薬と市販薬の割合は増加傾向にあることがわかった(図 1)。また、他の調査では過去 1 年間に薬物を乱用目的で使用した国民の使用薬物として解熱剤が約 51 万人(下限 29 万人～上限 73 万人)、睡眠薬が約 7.8 万人(下限 0～上限 16 万人)、抗不安薬が約 38 万人(下限 16 万人～上限 61 万人)と推計されている。加えて、市販薬の乱用は他の薬物(覚せい剤や大麻など)よりも再使用率が高く、重症度が高いことがわかった。また、近年の薬物乱用者の特徴として主に二つが挙げられる。1 つ目は乱用者の年齢層についてである。特に市販薬の薬物乱用者は 15～19 歳の若年層に多く、他の年齢層と比べても顕著な増加がみられた(図 2)。2 つ目は乱用者の性格、環境についてである。学校や職場、家庭での孤独感を持っている。また、薬物乱用の誘いを断れない、自分自身を大切にできないなど自信や自尊心をもてないなどの心理社会的性格を持っていることがわかった。加えて、薬物販売の状況についても主に 3 つが挙げられる。1 つ目は販売店舗での販売時の法律についてである。ドラッグストアや薬局などの販売店舗では毒物及び劇物取締法等により「濫用等の恐れのある医薬品」に指定されている商品(パブロンゴールド A、エスエスブロン錠など)を販売する際には購入理由を聞いたり、販売個数を制限したりする必要がある。しかし、一部の店舗において大量購入を黙認、または促進していることがわかった。加えて、濫用等の恐れのある医薬品に指定されていない薬物による乱用も多く、販売を防ぎきれていないことがわかった。2 つ目は購入経路についてである。現在、インターネットでは購入時に濫用等の恐れのある医薬品を含めた一般用医薬品(第 1 類を除く)は医師や薬剤師の説明、処方箋を必要としない。薬物の入手経路として現在は薬局やドラッグストアなどの店舗や知人からの入手

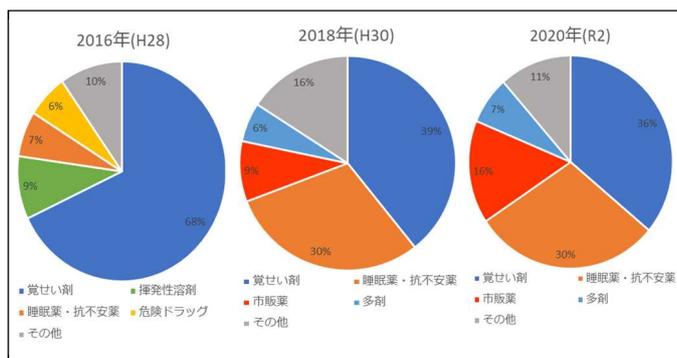


図1「全国の精神科医療施設における薬物関連精神疾患の実態調査」

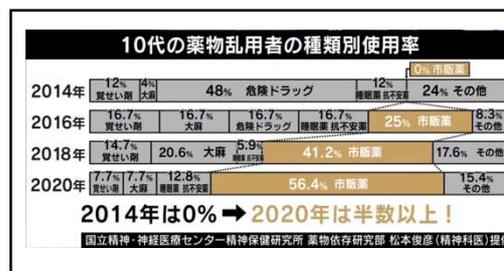


図2「10代の薬物乱用者の種類別使用率」

が主になっているが、インターネットからの入手が増加傾向にある。3つ目は乱用が違法ではないことである。他の違法薬物と異なり一般的に販売されている合法的な薬物の乱用であるためどれだけ乱用しても罪に問われることは無い。これらのことから、医薬品による薬物乱用の増加の原因として乱用者の社会的心理的環境や入手の容易さ、合法性による使用に対する心理的ハードルの低さがあることがわかった。

3 課題と対策

現状から考えられる課題として主に2つが挙げられる。1つ目は医薬品の薬物乱用についての学校教育である。現在の学校での薬物乱用教室では、薬物乱用による症状やそれによる自身や周囲への影響などの薬物乱用の危険性についての知識を教える教育や薬物乱用を勧められた時の対処法などが主なものである。しかし、薬物乱用に関する知識があることと薬物乱用には相関がみられず、薬物乱用者を減らすために知識を教えることはさほど意味がないと言える。そのため、現在の薬物乱用教室の内容は薬物乱用を抑止するには不十分であり、改善される必要があるのである。また、薬物乱用者の特徴として先述の通り日々の生活環境における孤独感や自信、自尊心の低さなどが挙げられるためこのような生徒を減らすための対策が必要である。これらのことから、学校教育には自己決定能力と自尊心についての教育が必要であると考えた。具体的には、日々のストレスによる突発的な感情や好奇心への対処、カウンセラーとの相談の機会、相談窓口の情報の提供などが挙げられる。2つ目は薬物の販売についてである。現在は上記の通り入手の容易さや使用に対する合法性により法律だけでは乱用目的の薬物購入を完全に防げていない状況にある。そのため販売店としては次の2つの解決策が考えられる。1つ目は販売店での説明や配置場所、販売システムの改善である。現在濫用等の恐れのある医薬品の販売時に行っている購入理由の質問や購入個数の制限に加え、医薬品の陳列棚の移動、薬剤師による医薬品の効果や危険性の説明の義務化が必要であると考えられる。これにより、大量購入を抑止し、薬剤師が乱用の予兆がある購入者に気づくことができる。加えて、説明を行うことで突発的な薬物乱用を防ぐことが期待される。また、従業員の研修の義務化も重要であると考えられる。実際、薬物乱用の恐れのある購入者への対応の研修を受けたことのある従業員の方が受けたことがない従業員よりも購入者への声かけ率が高く、研修を義務化することでより多くの乱用目的の購入を止めることができると考えられる。2つ目は地方自治体や販売企業での独自の販売ルールの制定である。現在は上記の通り、濫用等の恐れのある医薬品以外の薬物による乱用も多く対応が追い付いていない状況にある。そのため、乱用が多くみられるが濫用等の恐れのある医薬品に指定されていない医薬品については地方自治体や販売企業がその医薬品を濫用等の恐れのある医薬品と同等の扱いにするなどのルールを定めることで、より早急な対応を行うことができ、より多くの乱用目的の購入を止めることができると考えられる。3つ目はインターネットでの濫用

等の恐れのある医薬品の販売禁止である。現在は上記の通り、インターネットからの乱用目的の医薬品の購入はさほど多くないが上昇傾向であり、近年の IT 化に伴いさらに急激に上昇すると考えられる。そのためインターネットでの濫用等の恐れのある医薬品に指定されている医薬品の販売を禁止することでインターネットからの乱用目的の購入を防ぐことができると考えられる。しかし、通常使用が目的の購入者は不便を強いられることになるため難しいとも思われる。

4 結論

現在の医薬品による薬物乱用は若年層の孤独感を持ち、自信や自尊心がもてない人に多く、入手の容易さや合法性などから心理的ハードルの低さが原因である。そのため学校教育や販売方法について改善すべきであり、学校教育の改善については実現可能性が高いと考えられる。

5 参考文献

- ・ 国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター 全国の精神科医療施設における薬物関連精神疾患の実態調査(H28, H30, R2)
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NMHS_2016.pdf
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NMHS_2018.pdf
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NMHS_2020.pdf
- ・ 薬剤師を情報源とする医薬品乱用の実態把握に関する研究(2012年, 2013年)
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/OTC_H23.pdf
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/OTC_H24.pdf
- ・ 飲酒・喫煙・薬物乱用についての全国中学生意識・実態調査(2018年, 2020年)
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NJHS_2018.pdf
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NJHS_2020.pdf
- ・ 一般用医薬品の適正使用の一層の推進に向けた依存性の実態把握と適切な販売のための研究(R1)
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/OTC_R1.pdf
- ・ 実態把握と薬物依存症者の社会復帰に向けた支援に関する研究(R3)
https://www.ncnp.go.jp/nimh/yakubutsu/report/pdf/J_NGPS_2021.pdf
- ・ 厚生労働省 第五次薬物乱用防止五か年戦略
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000339984.pdf>
- ・ 昭和 35 年法律第百四十五号 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律
<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=335AC0000000145>
- ・ ABEMA prime 【OD】「市販薬は手に入りやすい。止めるのが難しい」なぜオーバードーズを？間違った情報から安易に大量摂取？治すより共生？当事者に聞く
<https://youtu.be/NG2I9HwxsMM>

精神科の入院基準について

理数科 3 年

In order to prevent people who do not suffer from mental illness from being admitted to psychiatric hospitals, we have developed alternatives to the above two admission criteria, since these procedures include coercive measures.

1 要旨

精神科病院の入院方法である措置入院と医療保護入院の入院基準についてそれらの手順に強制的な物が含まれているため、その手順により精神病を患っていない人が入院させられることを防ぐために、上記二つの入院基準の代替案を考えた。

2 研究目的

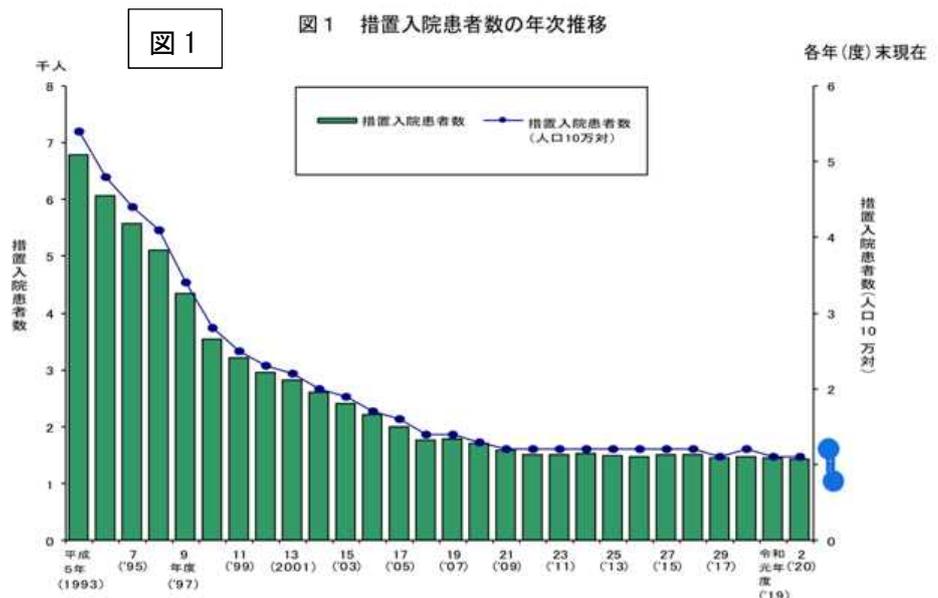
医療水準が上がり、普遍的な医療の一分野として精神科が認知され始め、普遍的な病気として精神疾患も認知され始めた。精神疾患に対する医療である精神科の医療について調べていくと、閉鎖病棟や病院内での拘束などについての問題がたくさん見られた。そのような問題の影響を受ける人が少なくなるように病棟への入院条件について見直す案を考えた。

3 研究方法

インターネットで調べた情報をもとに考察した。

4 考察

措置入院患者数は 1993 年に七千人近くいたが、年々減少し 2009 年あたりから現在までおよそ千人を保ち続けている(図 1)。精神科病院での在院期間は平成 24 年時点で、1 年未満が約 35%、1 年以上 5 年未満が 30%、5 年以上が約 35%となっている。任意入院について:1 年未満が約 4 割、1 年以上 5 年未満が約 3 割、5 年以上が約 3 割、措置入院について:1 年未満が約 6 割(3 か月未満だけで約 5 割)、1 年以上 5 年未満が約 2 割、5 年以上が約 2 割である。このいずれの入院方法についても 1 年未満に退院できる人が 1 番多く、不必要なまでにも入院しているのではないかと考えた。



注:平成8年までは、暦年の数値である。

1)平成22年度は、東日本大震災の影響により、宮城県のうち仙台市以外の市町村が含まれていない。

5 結果

措置入院の入院基準「医師2名の診察」を「医師2名の時間を空けた診察」に、医療保護入院の入院基準「指定による診察」を「指定医による複数回の診察」に変えることで丁寧な診断ができる。

6 結論

これによりより人道的な診断ができると思う。

7 参考文献

平成30年度 最近の精神保健医療福祉施策の動向について

<https://www.mhlw.go.jp/content/12200000/000462293.pdf>

平成24年年度医療保護入院制度について

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001zwut-att/2r9852000001zx2u.pdf>

厚生労働省 令和2年度衛生行政報告例の概況

https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/eisei_houkoku/20/dl/gaikyo.pdf

災害医療におけるトリアージの課題と解決策

理数科3年

Japan is a country that is known for its disasters, with a high probability of large-scale earthquakes in the future and frequent typhoons and landslides. In this study, I focused on triage, which plays an important role in disaster medical care, because I felt that there are many issues to be solved in this field. Triage is the process of deciding the priority of treatment based on the severity and urgency of injuries and illnesses, and is currently a paper-based, analog process, which makes it difficult to collect information such as the number of injured and sick people. I thought that using ICT for this triage system would enable smooth triage and provide more effective disaster medical care, so we researched and considered the best ICT method and possibility of its introduction.

1 要旨

日本は、将来高確率で大規模なものの発生も予想されている地震を始めとして、土砂災害や台風による被害などといった自然災害の多い災害大国であり、災害医療の拡充が必要である。今回は、その災害医療において重要な役割を担うトリアージについて課題が多くあると感じたため、これに着目し研究を行った。トリアージとは、傷病者の重症度や緊急度に応じて治療の優先順位を決めることであるが、現在は紙を用いてアナログで行われているため、傷病者数などの情報の集約が難しくなっているといった課題がある。このトリアージのシステムを、タブレット端末や電子トリアージ・タグを用いて ICT 化することで、スムーズなトリアージを実施が可能になり、より充実した災害医療を提供できるのではと考え、現在の課題や運用状況などを踏まえながら、最適な ICT 化の方法について調査・考察を行った。

2 トリアージとは

トリアージとは、災害などにより多数の傷病者が発生した際に、限られた医療資源の中でより多くの人を救うために、傷病者の緊急度・重症度などから、治療や救急搬送の優先順位¹⁾を決めることである。歩行の可否、呼吸、循環状態、意識レベルなどが評価の基準²⁾として用いられる。医師や救急救命士、看護師など知識を持った人が2人1組となり、判定と記入に分かれてトリアージを行う。判定はトリアージ・タグ³⁾に記入する。

優先順位	色	《名称》 患者の状態
4	0	《不処置 群(死亡群)》 死亡、または救命の可能性が低い
1	I	《最優先治療群》 重症、直ちに治療が必要
2	II	《非緊急治療群》 中等症、バイタルは安定、治療は必要
3	III	《軽処置群》 歩行可能、専門的な治療を必要としない

¹⁾ トリアージの区分

二次トリアージ

<PAT法>

<第1段階（生理学的評価）>

項目	呼吸が停止しない、不整	JCS 2ケタ以上	
気道	舌根沈下、気道閉塞		
呼吸	浅い呼吸、速い呼吸、失調性 胸郭壁上下左右差、呼吸音左右差	10回未満 30回以上	SpO2 90%未満
循環	脉搏弱い、速い、触知不可 皮膚蒼白・冷感・湿潤 運動性出血	CRT2秒以上	BP90 未満 BP200 以上
体温		HR120 以上、50 未満	35℃以下

<第3段階（受傷機転）>

体幹部挫まれ、1段以上の挫まれ（4時間以上）
骨折、脱臼、骨折、異常温度感
有難付、NIC 汚染

<第4段階（管理準備）>

幼小児、高齢者、妊婦、障害者
慢性基礎疾患、数行病

第2段階（解剖学的評価）>

<身体所見>	<疑われる状態>
開放性頭蓋骨（陥凹）骨折	頭蓋底骨折
顔面腫痛、顔面青腫	眼窩底骨折
頸部皮下気腫、気管造影	気管損傷
外頸静脈の膨らみ感強	心タンポナーデ、緊張性気胸
気管偏位	緊張性気胸、気管損傷
皮下気腫	気胸
呼吸音左右差	血気胸
胸郭膨脹、奇異性呼吸	フライルチェスト
胸郭創より気泡流しでの出血	開放性気胸
腹壁膨脹、腹部膨脹、腸管脱出	腹腔内出血、腹部臓器損傷
骨盤膨脹・圧痛、下腔長傷	骨盤骨折
大腿の膨脹・出血・膨脹・圧痛、下腔長傷	両側大腿骨骨折
四肢膨脹	上肢骨髄骨挫損傷
四肢膨脹が初発病院	デグロービング損傷
顔面の膨脹、鼻毛捻内、口鼻腔内入付物、硬声	気道熱傷
重量物挫まれ、下顎、ボートウイン窓	クランジウズ損傷
頭頸部・体幹部・それ部への穿通性外傷	重要臓器損傷、大血管損傷
四肢の切創	
15%以上の熱傷を伴う外傷、顔面/気道熱傷	

トリアージ・タグ

(災害現場用)

氏名 (Name)	性別 (Sex) 性別 (Sex) 男 (M) 女 (F)
住所 (Address)	電話 (Phone)
トリアージ実施日・時刻 月 日 AM PM 時 分	トリアージ実施者氏名
救急隊員名	救急隊員別名

トリアージ実施場所

意識	清明	覚醒している	昏倒しても応答しない
バイタルサイン	呼吸	回/分、呼吸困難、無呼吸	
脈拍	回/分、整、不整、触知せず		
血圧	/	mmHg	

トリアージ区分 0 I II III

0

I

II

III

2) 二次トリアージの評価基準

3) トリアージ・タグ

3 課題

従来のトリアージにはいくつかの課題があり、法整備がなされていないこと、命の選別に関する倫理的問題、短時間での正確な判定の難しさ、傷病者の位置や数、状態の把握の困難さなどが挙げられる。今回はトリアージのシステムを改善することで解決できる課題について考える。

4 解決策

上記の課題の解決策として、トリアージシステムの ICT 化を提案する。タブレット端末と電子トリアージ・タグを活用することで、トリアージ実施者の迅速かつ正確な評価・記録、緊急時の意思決定をサポートすることができる。

・タブレット端末

タブレット端末を使用して、患者情報、バイタルサイン、トリアージ区分などを入力する。AI を活用してトリアージ判定をサポートすることで、迅速かつ正確なトリアージが可能となる。情報は本部、医療機関、他のタブレットと共有され、傷病者数や状態を包括的に把握することができる。

・電子トリアージ・タグ

電子トリアージ・タグはリストバンド型でわかりやすい色の表示をし、瞬時に評価情報を提供する。位置情報を発信することで、傷病者の追跡を容易にする。

5 まとめ

ICT を活用したのトリアージシステムの導入により、災害医療の充実が期待される。しかし、実用化に向けては技術的な進展や財政的な考慮、倫理的な側面などの課題を克服する必要がある。これらの側面を慎重に考慮した上で、トリアージシステムの ICT 化の実現に向けた具体的で適切なアプローチを追求していくことが求められる。

6 参考

1) 日赤和歌山情報局 Hot (2021) トリアージ <https://www.wakayama-med.jrc.or.jp/webmagazine/>

3) 日本救急医療財団 (2017) トリアージ・タグ <http://qqzaidan.jp/about/triagetag/>

ヤングケアラーから見た医療・介護の課題

理数科3年

A survey on young caregivers was conducted to find out what can be done to reduce the number of young caregivers and the current situation. As a result, problems related to support for young carers and problems related to cooperation between medical care and nursing care were identified.

1 要旨

ヤングケアラーを減らすための工夫や現状を調べるためにヤングケアラーに関する調査を行なった。その結果、ヤングケアラー支援に関する問題点と医療と介護の連携に関する問題点が見えてきた。

2 研究目的

近年「ヤングケアラー」と呼ばれる、本来大人が担うとされている介護や家事を行う未成年者が増加している。今後、少子高齢化の影響でヤングケアラーの数も増加すると予想されている一方でヤングケアラーに対する支援は滞っているのが現状である。今回はヤングケアラーを減らすためにすべきことを検討することを目的として調査を行なった。

3 ヤングケアラーに関して

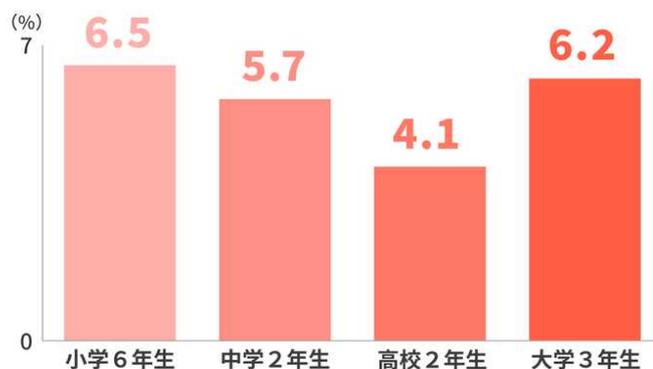
ヤングケアラーとは法律上では定義されていないが、一般に「本来大人が担うとされている家事や家族の世話などを日常的に行なっているこども」を指す。厚生労働省の調査（図1）によると、高校2年生でヤングケアラーを行なっているのは全体の4.1%という結果となった。

また、ヤングケアラーの問題点として次のようなものが挙げられる。

- ・生活リズムの悪化（睡眠時間の不足、学校の授業に遅れる）
- ・精神的疲労（自分の時間を作れない、相談しにくい）

これら問題は子供の健康的な生活に支障をきたす可能性があるためヤングケアラーの負担を減らすことが重要な課題となってくる。

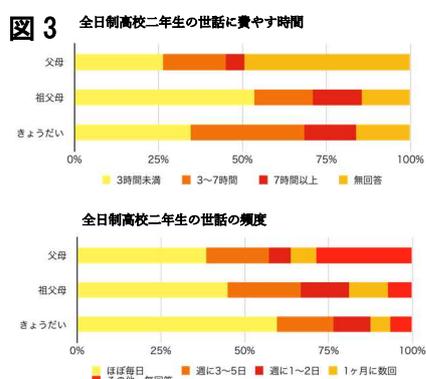
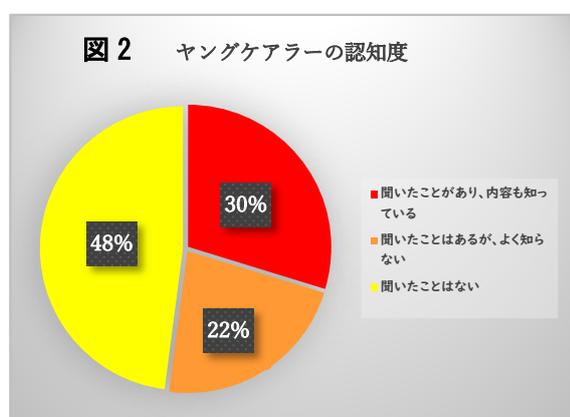
図1 小中高大のヤングケアラーの割合



4 現状の課題

ヤングケアラーに関する課題として「ヤングケアラーの認知度が低い」ということが挙げられる。全世代を対象にした日本総合研究所の調査（図 2）によると、ヤングケアラーを知っていると答えた人はわずか 30%ほどであり、国民の半数以上はヤングケアラーについてよく知らないという結果になった。ヤングケアラーについて正しい情報を持っていないため、自分がヤングケアラーであることに気づいておらず、適正な支援を受けられていないというケースも多い。そのような子供を減らしていくことが重要となってくる。

また、「本来介護施設での生活や訪問介護による支援が必要な高齢者の介護を中心に行うヤングケアラーがいる」というものも問題の一つとして挙げられる。厚生労働省の調査（図 3）によると、全日制高校 2 年生のヤングケアラーのうち約 30%が高齢者の介護に 3 時間以上の時間を費やしており、世話をする頻度も約半数がほぼ毎日と回答している。毎日介護をする人の負担を減らすために地域の介護施設による支援や介護の委託を円滑に進めることが重要となっている。



5 考察

現在、政府はヤングケアラーへ 4 つの支援策を打ち出している。

1. 早期支援

学校生活での様子などから早期発見をして、スクールカウンセラーやソーシャルワーカーと連携して自治体の提供する福祉サービスなどにつなぐ

2. 相談支援

ヤングケアラーの相談にのるスクールカウンセラーやソーシャルワーカーの配置を支援して、相談機能を強化し、福祉サービスのほか、民間の学習支援などにつなげる

3. 家事育児支援

「家事」や「保育所への送迎」などを担っているヤングケアラーのために家庭での家事や育児を支援する新たなサービスを創設する

4. 介護サービスによる支援

子どもによる介護を前提とせず、在宅向けの介護サービスの提供を十分に検討するよう、自治体などに周知する

以上の 4 つの支援策をもとにして課題の対策について考えた。

「ヤングケアラーの認知度が低い」という問題に対して、現在 SNS を中心にヤングケアラーの啓発活動が行われている。しかしながら、学校でのヤングケアラーの情報提供が不足しているのが現状だ。そ

のため、学校内でヤングケアラーの認知度を上げる活動を行い、そしてソーシャルワーカーを置くことでヤングケアラーと福祉施設の間の連携を円滑に進めていくことが大切である。

「本来介護施設での生活や訪問介護による支援が必要な高齢者の介護を中心に行うヤングケアラーがいる」という問題に対して、「地域包括ケアシステム」を構築していくことが大切となってくる。地域包括ケアシステムとは要介護状態となった患者が住み慣れた地域で自分らしい生活を続けることができるように地域内で助け合う体制を指す。また、その一つの事例として「在宅医療・介護連携の推進」が挙げられる。在宅医療・介護連携の推進とは、医療と介護の両方を必要とする状態の高齢者が、住み慣れた地域で自分らしい暮らしを続けることができるよう、地域における医療・介護の関係機関が連携して、包括的かつ継続的な在宅医療・介護を提供することを指す。在宅医療と介護の連携では、二者間だけでなく、市町村とも連携することでより地域の関係機関の連携体制を構築することが大切である。

6 結論

調査を通してヤングケアラーは認知度が低く、ヤングケアラーの間で起きている問題は軽視されてしまう傾向にあることが分かった。また、問題を解決するためには医療従事者、介護従事者に関わらず老若男女全ての人がある問題と認識し、正しく理解していくことが必要だ。そのため、今後は様々な情報機関を通じてより多くの人にヤングケアラーの問題について認知していくことが重要だ。

7 参考文献

- ・ヤングケアラーについて 厚生労働省 (<https://www.mhlw.go.jp/stf/young-carer.html>)
- ・ヤングケアラー支援に向けた福祉・介護・医療・教育の連携プロジェクトチーム報告 (<https://www.mhlw.go.jp/content/11907000/000779903.pdf>)
- ・株式会社日本総合研究所 ヤングケアラーの実態に関する調査 (https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/column/opinion/detail/2021_13332.pdf)
- ・文部科学省 ヤングケアラーに関する調査研究について (https://www.mext.go.jp/content/20210521-mxt_jidou02-000015177_00.pdf)
- ・在宅医療・介護連携推進事業の現状と課題について 厚生労働省老健局老人保健課 (<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12400000-Hokenkyoku/0000142946.pdf>)

編集後記

この「令和5年度理数科3年課題研究論文集」は、理数科の生徒が取り組んだ課題研究の成果をまとめたものです。

今期の理数科生は、SSH指定9期生、またメディカルコース6期生となります。1学年より大学の先生による各種講演会や大学での実験講座など様々なプログラムを体験してきました。これらの経験を踏まえ、1学年の終わりに研究テーマを設定し、2学年から本格的に研究をスタートさせました。

この成果を以下の校内外の発表会で発表し、外部評価者の先生方より多くの指導・助言をいただき、この論文集にまとめることができました。

令和5年1月10日 **課題研究中間発表会** 本校にて

令和5年4月24日 **課題研究発表会** 高田城址公園オーレンプラザにて

審査結果：サイエンスコース最優秀賞・庄山悦彦杯

「放線菌による生分解性プラスチックの分解について」
メディカルコース最優秀賞

「災害医療のICT化」

令和5年7月28日 **第11回新潟県SSH生徒研究発表会 in Echigo-NAGAOKA**

アオーレ長岡にて

ステージ発表「放線菌による生分解性プラスチックの分解について」

ポスター発表 サイエンス10本、メディカル12本

令和5年8月9、10日 **SSH生徒研究発表会** 神戸国際展示場にて

「放線菌による生分解性プラスチックの分解について」

令和5年10月5日 **全国理数科教育研究大会** ANAクラウンプラザホテル新潟にて

「カサガイの歯舌と殻高に見られる地域差」

「畳敷き戦略を用いた三目並べの解析」

「災害医療のICT化」

令和5年10月7日 **21世紀の中高生による国際科学技術フォーラム** 静岡北高等学校主催

(オンライン)

- ・「Regional differences found in the radula and shell height of the limpet」

(Encouragement Award 受賞)

- ・「Degradation of Biodegradable plastics by Actinomycetes」

第67回日本学生科学賞新潟県大会 10テーマ出品

表彰 最優秀賞 「カサガイの歯舌と殻高に見られる地域差」

※全国大会予備審査に出品

奨励賞 「虹と水滴の関係性」

〃 「藻類を用いたメタンガスの生成量について」

このSSH課題研究の取組みは、自然科学や科学技術の発展に貢献する人材育成の一環として実施されていますが、本校からも一人でも多くこのような人材が現れてくれることを期待してやみません。最後に、この課題研究ならびに論文作成にご協力いただいた皆様に深く感謝申し上げます。

(井澤 正直)