

個人情報保護の観点から
生徒名を削除しました

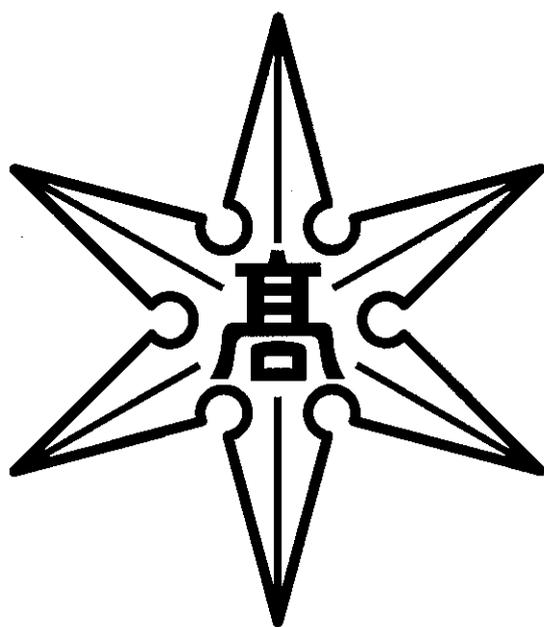
義一第

【未来に向けて
探究する高田】
平成30年度
文部科学省SSH
指定校(第2期)

令和3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 加藤徹男

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ており、今年度末で一期目の指定から通算9年目が終了しようとしています。一期目における様々な取組の成果を基礎として、二期目は、「探究する高田～科学的探究による深い思考力と国際交流による高い表現力の獲得、そして世界に向けた『第一義』の追求～」を研究テーマとして様々な事業に取り組んでおります。

しかしながら、令和2年1月以降、世界規模で新型コロナウイルス感染症の感染拡大が継続していることから、今年度も昨年度に引き続いてベトナム海外研修における現地校訪問を中止しオンラインによる交流に切り換えたり、夏季休業期間に予定していたサイエンスツアーの訪問先と実施時期を変更するなど、SSH事業の一部で計画の見直しが必要となりました。一方、課題研究については、昨年度行われた約2ヶ月間の臨時休業によって、現3年生の課題研究も2ヶ月遅れてスタートすることとなり、昨年度12月に行った課題研究中間発表会では研究への取り組みが遅れているグループもみられましたが、幸いにもその後の頑張りで挽回し、例年どおり4月下旬に校内課題研究発表会を開催することができました。なお、感染拡大防止の観点から、県外の運営指導委員の皆様には、オンラインで運営指導委員会にご参加いただいたため、生徒のポスター発表はご覧いただけませんでした。今後のSSH事業について多くのご指導をいただきましたことに感謝申し上げます。

さて、このような状況の中で、8月に神戸市で開催されたSSH生徒研究発表会において、本校生徒2人のグループが取り組んだ「キッチンを用いた医療用素材の研究」が奨励賞6校の1つに選出されました。今回の受賞は、昨年度の審査委員長賞、一昨年度のポスター発表賞に続くものであり、本校生徒が3年連続で受賞できたことは、生徒と職員にとって大きな励みとなりました。また、昨年度の審査委員長賞は、生徒たちが主体的に先輩の研究テーマを5年間受け継ぎ少しずつ発展させてきたものでしたが、今回の研究は今年度初めて取り組んだテーマであり、新たなテーマで受賞できたことは、1、2年生にとって、課題研究に取り組む意欲をさらに高めてくれたものと喜んでおります。

この冊子は、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論文集となります。テーマ設定から生徒の主体性に任せ、教師はできるだけ細かい指示を出さないように心掛けています。研究論文の中には、実験回数が少なくデータが不足しているものや実験結果の分析が甘く仮説を十分に検証できていないものもあると思います。そうした点については、他のSSH校の取組なども参考にしながら、引き続き改善に取り組んでいきたいと考えています。

最後に、課題研究を進めるに当たり、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方、そして科学技術振興機構様、新潟県教育委員会様など、大変多くの関係者各位から、熱心なご指導と温かいご支援をいただきましたことに厚く御礼申し上げ、論文集発行のご挨拶とさせていただきます。

目次

1	巻頭言	校長 加藤 徹男	1
2	目次		2
3	サイエンスコース生 研究論文		3
	① 回転水槽と外核の流体運動の類似性		4
	② ロータス効果における撥水性と滑落角の検証		8
	③ 効率の良い風力発電		10
	④ ストロー整流子を用いた物体の浮遊		14
	⑤ 天然着色料の活用		18
	⑥ ファインバブルを用いた気体の悪臭物質の分解		23
	⑦ キチンを用いた医療用素材の研究		26
	⑧ 味噌の成分の変化		32
	⑨ アイスプラントの鉛吸収について		36
	⑩ 触角と交替性転向反応の関係		39
	⑪ 根粒が得意やすい環境について		43
4	メディカルコース生 研究論文		46
	① 中高生のゲーム依存症への対策		47
	② ブルーライトによる健康被害		50
	③ 誤嚥性肺炎予防のための取り組み		55
	④ 授業中に眠気が生じるのはなぜか		59
	⑤ コロナ差別対策法		63
	⑥ 日本のLGBTsにおける医療問題		66
	⑦ セクシュアル・リプロダクティブヘルス分野の国際協力		71
	⑧ 日本は安楽死とどう向き合うべきか		76
	⑨ 強迫性障害と心理療法		81
	⑩ 救急車の効率化と民間救急		87
	⑪ 中高生のゲーム依存症への対策		91
	⑫ 西洋医学的治療と東洋医学的治療の比較・検討		95
	⑬ 異種移植の可能性		99
5	編集後記		104

サイエンスコース生 研究論文

回転水槽と外核の流体運動の類似性

3年理数科 1名

The rotating-water-tank experiment is the one to cause the meandered flow of water that is similar to westerlies by rotating tanks and temperature change. This research tried to apply this to movement of a fluid of inside the Earth. As a result, the model of inside the Earth showed that only rotating and temperature change cannot maintain movement of a fluid of the inside the Earth.

1. 要旨

回転水槽とは、大きさの異なる三つの円筒形の水槽を重ね、外側から順に熱水、常温水、冷水を注ぎ、反時計回りに回転させることで中緯度地域の大气の運動を再現する実験である。水槽内の上層には反時計回りの、下層には時計回りの蛇行する流れ（波形）が発生する。この時、上層と下層の波形は半波長ずれていることが知られている。一方で地磁気を維持することができる外核の流れ（自己励起型ダイナモ）を示したものに、ブラード過程がある。ブラード過程では赤道面付近では回転方向が互いに異なる複数の渦の組が存在し、極付近では自転と同じ向きの環状の流れが存在する。本研究では地球規模の流れについて共通点と相違点について考察した。

2. 研究目的

地球内部の外核の運動について理解を深めることは地球環境について本質的な理解につながると考えて本研究に取り組んだ。注目した点は、回転水槽とブラード過程の流れが類似していること、内外に温度差がありかつ回転しているという共通点に着目し、いまだ解明されていない外核の流体運動に対して回転水槽が利用できるのではないかと考え、有用性を検討した。

3. 研究方法

実験1では回転水槽は中央の温度が低く外側の温度が高いが、地球内部は中央の温度が高く外側の温度が低い。この違いが回転水槽を外核に利用する際にどのような影響があるかを知るため、温度差が回転水槽でどのような影響があるか調べた。複数の要素が絡む流体運動では特定の要素の影響を調べることは難しいため、通常回転水槽と、熱水・氷水の位置を入れ替えた回転水槽（逆転した回転水槽）の全体的な共通点・相違点を観察して、温度差の影響を調べた。

外槽の熱水の温度を65℃～45℃に保ち、中央槽に氷を入れ反時計回りに1.0rad/sで回転させる。アルミニウム粉末を浮かべて上層の流れを観察し、水性染料を用いて下層の流れを観察した。また、赤外線カメラを用いて温度分布を観察した。外槽に氷水、中央槽に熱水を注いで同様にした。20回程度行った。

実験2では温度差のエネルギーが流速に影響を与えるならば、外核の流速は回転水槽より速くなるはずである。しかし、地磁気を維持するのに必要な流速は、数mm/sとされており、大きく異なる。この矛盾を解明するため、回転水槽で温度差と回転速度が流速にどのような影響を与えるか調べた。熱水の温度を65℃～45℃、35℃～25℃にして対照実験を行った。また、回転速度を0.8rad/s、1.1rad/s、1.4rad/sにして対照実験を行った。温度を変える時の回転速度は1.0rad/s、回転速度を変える時の熱水の温度は65℃～45℃に固定した。条件ごとに5回ずつ行った。

実験器具

アルミ製円筒形水槽(常温槽直径 163 mm 中央槽 73 mm)・電動回転台・iPad (撮影用)・FLIR ONE (赤外線カメラ)・インク・アルミニウム粉末・注射器型スポイト

4. 結果

実験 1 について

通常回転水槽では上層は反時計回り、下層は時計回りの流れが発生した。逆転した回転水槽では上層は時計回り、下層は反時計回りの流れが発生した。アルミニウム粉末は波形で区切られた温水槽側に分布していて、ここで下降流が発生していると考えられる。

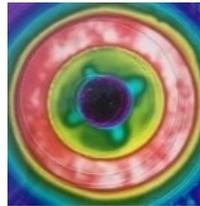
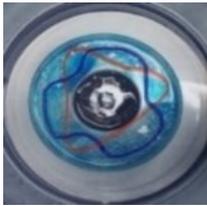


写真 1 通常回転水槽

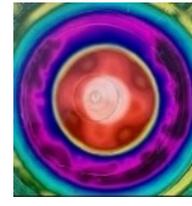


写真 2 逆転した回転水槽

実験 2 については

熱水の温度が上昇するほど流速は速くなったが、回転速度を変化させても流速はあまり変化しなかった。

温度	60~45°C	35~25°C
流速	1.35cm/s	0.53cm/s

表 1 温度と流速の関係

回転速度	0.8rad/s	1.1rad/s	1.4rad/s
流速	1.50cm/s	1.35cm/s	1.38cm/s

表 2 回転速度と流速の関係

5. 結果

・鉛直方向の対流について

結果 1 から水槽内には上層に温かい水 (温水)、下層に冷たい水 (冷水) が分布していて安定する部分 (部分 A) と上層に冷水、下層に温水が分布していて不安定な部分 (部分 B) がある (図 1)。部分 B では密度差により温水が上昇、冷水が下降しようとする。温度の異なる流体は混ざりにくいため、温水と冷水は衝突する。加わる水圧は上層の方が小さいため、温水は冷水を押しつけて上昇し、冷水は部分 B で下降する (図 2)。水の上昇・下降に伴って低圧部・高圧部が生じる。圧傾度力によって発生する水平方向の流れがコリオリ力で曲がり、渦が発生する。熱水の温度が高くなるほど流速が速くなるのは、温水・冷水の密度差が大きくなることで、水の上昇・下降の速度が速くなり、結果的に渦の流速も速くなるからだと考えられる。

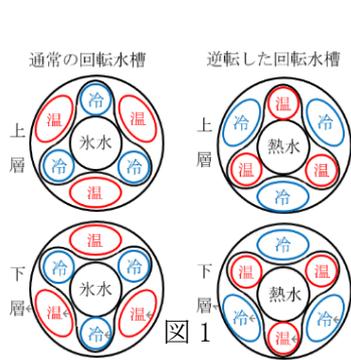


図 1

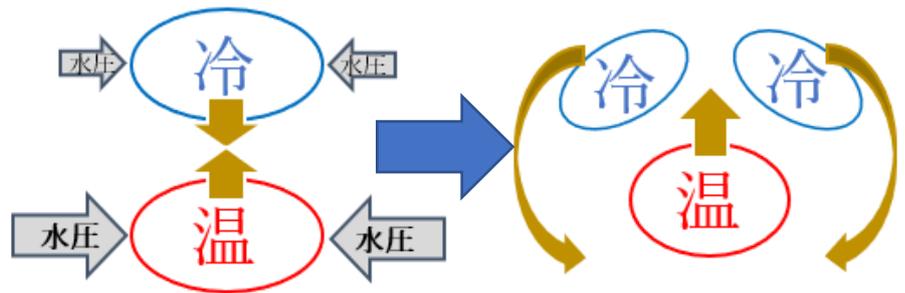


図 2

・外核との比較について

地球を球体とみなすと加わる遠心力（圧力）は赤道面からの距離を l とおくと

$$\frac{1}{2}\rho\omega^2(R^2 - r^2) \quad (0 \leq l \leq r) \quad \frac{1}{2}\rho\omega^2(R^2 - l^2) \quad (r \leq l \leq R)$$

(外核半径 R 内核半径 r 密度 ρ 角速度 ω)

赤道面に近いほど遠心力が大きいので、マントル付近は赤道面に近いほど高圧になる。圧傾度力によって高圧部から低圧部へと流れが発生する（図 3）。流速の回転軸に垂直な成分はコリオリ力によって曲がり、赤道面付近では北極側から見て時計回り、極付近では反時計回りの流れとなる。この流れが温度差によって蛇行する。この時、北半球の外核の様子と回転水槽を対応させることができる（図 4）。しかし、重力の加わる向きが異なるため、前述したような密度差由来の流体運動は発生せず、渦も発生しないため流れは持続しないと考えられる。

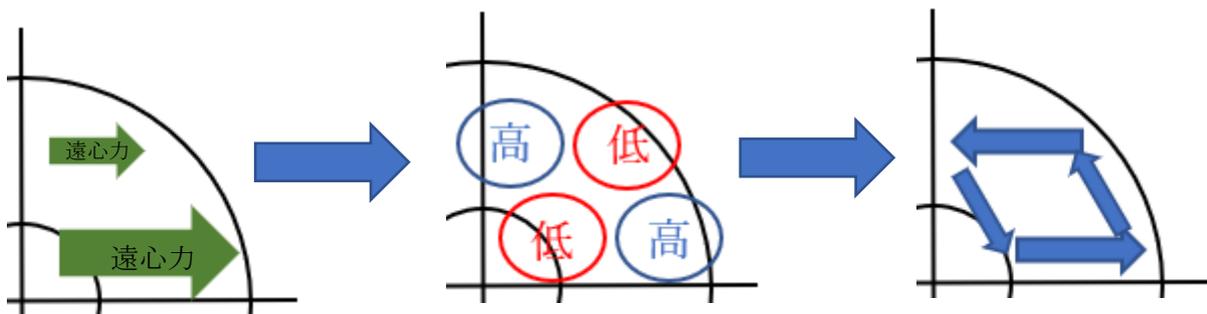


図 3

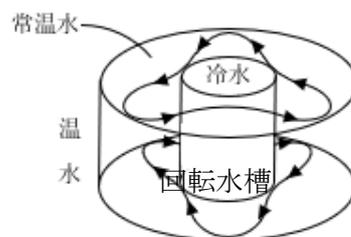
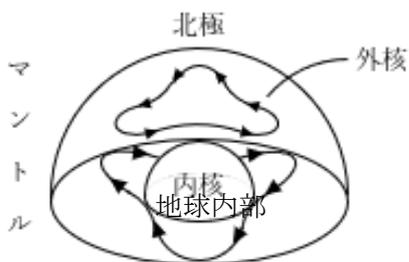


図 4

6. 結論

力学的な要素のみだと、重力の加わる方向が異なるため、回転水槽を模した地球内部の流体運動は持続しないという結論になった。今後は、ローレンツ力などの電磁気的な要素を加味して考察を進めていきたい。また、回転水槽の中層部分を可視化して観察したい。

7. 参考文献等

- ・2020 令和1年度高田高校課題研究 回転水槽実験における流体内部の可視化
- ・横川淳著・三浦郁夫監修 2015 身につく気象の原理 技術評論社
- ・力武常次著 2002 なぜ磁石は北をさす 講談社

ロータス効果における撥水性と滑落角の検証

3年理数科 3名

When we were eating a yogurt, we discovered something to interesting. It was that the yogurt lid had no yogurt stuck to it. We researched this phenomenon; it applies the “Lotus effect”. The Lotus effect is seen on the leaves of Nelumbonaseae. Now, the Lotus effect is applied to umbrellas raincoats and more. We did experiments about kind of water repellent sprays and its of ditches, we obtained tendency especially later.

1. 要旨

私たちが以前にヨーグルトを食べていた時に気になる点があった。蓋のフィルムに全くヨーグルトが付着していなかったことである。この現象について調べると、フィルムにロータス効果が応用されていることがわかった。ロータス効果は、ハス科の植物の葉にみられている。現在、ロータス効果は濡れにくい傘やレインコート等に応用されている。

2. 研究目的

ロータス効果を生じさせ、様々な条件による撥水性の変化を、液体の滑落角を用いて、化学的特性と物理的特性の二つの観点から検証を行う。

3. 研究方法

実験1 化学的特性についての実験

- (1) 衣類用防水スプレー、車用ガラスコートをそれぞれ塗布したアクリル板と、何も塗っていないアクリル板を用意する。
- (2) 実験装置を用意する。(画像1)
- (3) アクリル板からビュレットの高さが2.5cmになるよう調整し水滴を1滴滴下する。
- (4) 滴下してから30秒経った時点で水滴が5cm落下したら滑ったとし、そうでないときは滑らないとする。これを3回繰り返し、2回以上滑ったらその角度において滑ったとする。これを繰り返し、最終的な滑落角を決定する。

実験2 物理的特性についての実験

- (1) アクリル板にアクリル板専用カッターで溝をつける。溝の条件として幅の間隔は3mm、5mm、7mm、溝の模様は縦、横、方眼状のそれぞれ3種類の条件を用意し、これらを組み合わせて9種類の条件で実験する。
- (2) 実験装置を用意する。装置は実験1と同様のものを用いる。
- (3) 一回において滑ったかどうかの判定は実験1と同じだが、繰り返す回数を5回とし、3回以上滑ったらその角度において滑ったとみなす。実験1と同様にして、滑落角を決定する。

4. 研究結果

実験1について結果は表1の通りである。この結果から、車用ガラスコート、衣類用防水スプレー、コーティングなしの順に滑落角が大きくなることがわかった。

実験2について、9種類の条件それぞれについて、表2の通りの結果が得られた。

このことから、横、方眼、縦の順に、また、幅が小さくなるほど、滑落角が小さくなる傾向がみられた。しかし方眼7mm、横3mm、縦3mmは上2つの傾向にあてはまらなかった。

5. 考察

実験2から、撥水性を高めるにはなるべく短い幅で溝をつければよいことがわかった。しかし、得られた滑落角のデータがいずれも実験1で得られたコーティングなしのときの滑落角よりも大きいと分かったので、3つの模様の場合のうちでは縦方向のみ溝をつけたものが最も撥水性があると断定することはできなかった。また、傾向に例外が出たのは溝をつけるのが手作業であったがために溝の深さなどに差が出たものだと考えられる。

6. 今後の展望

今回の実験では、アクリル板を用いてロータス効果を再現しようとすることはできたが、完全に発生させることはできなかった。この研究結果を踏まえて、実験で使用した車用撥水コート of 性質を調べるとともに、さらに細かい間隔で溝をつけたり、微細粒子を使用した凹凸を作ったりして新たな凹凸のつけかたを試したい。そして、撥水性に優れる新製品（食品の付着しないパッケージ容器など）を提案したい。

7. 引用・参考文献

東京大学大学院『葉の表面構造と撥水性の発現機構 - イネの葉における微細構造とロータス効果』

8. 謝辞

本研究を進めるにあたり、協力してくださった柳健太先生と、渡部来先生にこの場をお借りして感謝を申し上げます。

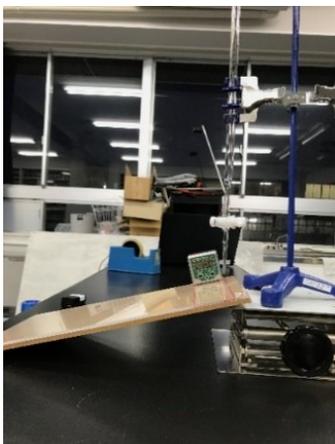
9. 図表・画像

実験1結果	コーティングなし	衣類用防水スプレー	車用ガラスコート
	22.5° ~ 22.6°	17.4° ~ 18.0°	11.7° ~ 11.8°

表1

実験2結果	横	縦	方眼
7 mm	48.5° ~ 48.6°	34.6° ~ 34.7°	50.4° ~ 50.5°
5 mm	44.6° ~ 44.7°	33.8° ~ 33.9°	40.0° ~ 40.1°
3 mm	57.7° ~ 57.8°	37.3° ~ 37.4°	37.7° ~ 37.8°

表2



画像1

効率の良い風力発電

3年理数科 2名

Wind power generation has the advantage of being able to generate electricity day and night, but has the disadvantage of not being able to generate electricity stably depending on the weather. Now, we hypothesized that if the angle of the blades of the wind turbine changes depending on the wind speed, it would be possible to generate electricity more efficiently, and conducted this research. As a result of the experiment, the basic performance of the wind turbine could be investigated, but the cause of the contradiction between the calculated hypothesis and the experimental result could not be clarified.

1. 要旨

私たちは風車の基本的な性能を調べる実験、そこで仮説に反した結果が得られたことについて詳しく調べる実験、の合計2つの実験をしました。

2. 問題提起

世の中には、様々な発電システムが存在する。現在再生可能エネルギーを用いた発電が注目されており、政府は2030年までに総発電量における風力発電の割合を1.7%まで増やすことを目標としている（「エネルギー計画」より）。しかし風力発電は天候に左右され安定して発電できない。そこで私たちは風力発電で用いる風車に注目した。従来の風車は効率、安全性、環境、重さ、騒音などの様々な要素が考慮されて作られている。私たちは風速に応じて風車の羽根の角度を変化させるとより効率よく発電できるのではないかという仮説を立てて検証を行った。ここで、同じ風力で単位時間当たりの風車の羽根の回転数が多いことを効率が良いとする。

3. 研究方法

実験α

目的

様々な条件下の元、風車の基本的な性能について調べる。

方法

送風機で手作りの風車を回転させ、回転の様子を始動時から羽根の回転速度が一定の速さになるとき（以下これを終端時という）までをスローカメラ（20倍スロー）で撮影し、60°回転するのにかかった秒数をiPadのタイマー機能を用いて測定する。

風車の羽根（縦15cm、横7.5cm）の角度は20°～50°まで5°ずつ変化させ、それぞれの角度で3回ずつ測定する。風の強さを強、弱の二種類に変えてさらに測定する。20°～50°以外については予備実験より明らかに遅かったため、測定をしていない。

仮説

空気中の粒子と羽根が弾性衝突をするというモデルを考えて式を立てた（ v [m/s] は風速、 u [m/s] は羽根の中央の回転速度、 θ は風車の回転面と風車の風に対して垂直な面がなす角<図6>）。風車が風を受けたときの回転方向の力の大きさ F を考える。 F が大きいほど u [m/s] が大きくなると考えられる。

$$F \propto (v \cos \theta - u \sin \theta) \sin 2\theta - 2u \sin^3 \theta \cdots \textcircled{1} \quad (\propto \text{は比例を表す})$$

①式は送風機の風から受ける羽根の推進力と羽根の回転方向の空気抵抗を考慮して求めた。

私たちは①式の v と u の比を仮定して仮説を立てた。

$v:u=1:0$ の時、①式は風車が静止しているときの羽根の推進力の大きさを表し、このとき F は 35° 付近

で最大になる。(図 1)

$v:u=1:1$ の時、①式は 20° 付近で最大になる(図 2)。予備実験で $\theta=30^\circ$ の時の羽根の終端速度を実測すると、風速と羽根の回転速度の比は $v:u=1:1$ であったため、 $v:u=1:1$ での①式の値を終端時における羽根の推進力とみなした。

結果考察

実験結果は、始動時の羽根の加速度の大きさは、 30° 、 35° で最大となり(図 3)、羽根の終端速度の大きさは 20° で最大となる(図 4)という点では仮説と同じであった。しかし、①式によれば 20° と 50° は始動時にほぼ同じ加速度の大きさになるが、実験結果は、 50° の方が 20° よりもはるかに加速度の大きさが大きくなり(図 1、3)、①式によれば $25^\circ \sim 35^\circ$ は 20° よりも終端速度が遅くなるが、実験結果 $20^\circ \sim 35^\circ$ の羽根の終端速度の大きさはほとんど同じである(図 2、4)。

これらの原因は、①式では考慮できていない風の干渉によるのではないかという仮説を立て、風の干渉がどの程度生じているかを確かめるために実験 β を行った。(ここで風の干渉とは、送風機から送られてきた風と風車の羽根から反射した風とがぶつかりあい、風が乱れることで風速が遅くなることと同等の現象が生じる意味する。)

実験 β

目的

実験 α の結果は計算による予測と異なった。これらの原因として、①式では考慮していない風の干渉があるのではないかという仮説を立て、風の干渉の角度による違いを調べる。

方法

段ボール(大きさは縦 1m, 横 0.5m で羽根の大きさと相似)の中心に穴をあけ、そこに風速計を置く。送風機で風を送り、段ボールの角度を $0^\circ \sim 50^\circ$ まで 10° ずつ変化させ風速の変化を調べる。

仮説

実験 α の結果もふまえて、 20° では風の干渉は大きく、 50° に近づくにつれて干渉は小さくなると予想した。

結果考察

仮説と同じく、 20° では風の干渉は大きく、 50° に近づくにつれて干渉は小さくなった。そのため角度が浅いときは特に風の干渉が発生していることはわかった。ただし風速計の大きさの関係で風車の羽根と同じ大きさで実験することができなかったこともあり、実際に風車の性能にどれほど影響を与えているかまではわからなかった。

(実験で測定した風速)

干渉なし	0°	10°	20°	30°	40°	50°
3.70	2.50	2.20	2.50	2.75	2.90	3.45
[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]

4. 結論展望

今回の実験から、効率よく発電するには、風車始動時には羽根の角度を大きくし(35° 付近)、回転速度が増した際には角度を小さく(20° 付近)することが有効であると考えられる。今回は風の干渉による影響を考慮した計算式を求めることができなかったが、これを考慮した計算式についても検討してみたい。

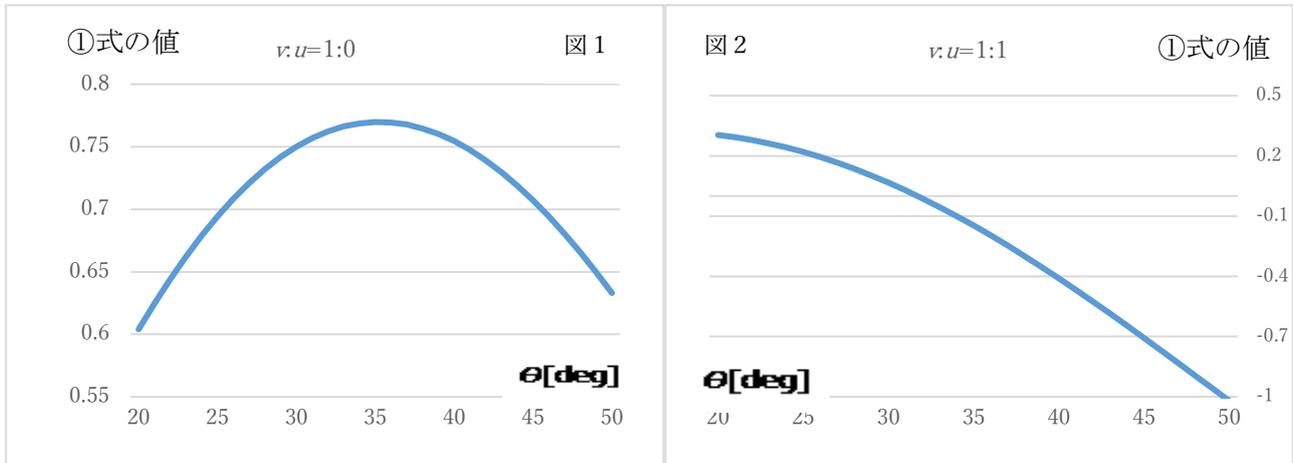
実験 β は、 0° の時の数値と他の数値の傾向を比べると、 0° の時に正しく測定できているとは言いがたく、実験方法に改善の余地がある。今後は、風の干渉による影響を測定できる別の方法についても検討を進めたい。

計算値と実験値が異なったもうひとつの原因として、摩擦がはたらいているのではないかという仮説を新たに立てた。これについて今後は摩擦も考慮した式を立てて実験をし、検討したい。

5. 謝辞

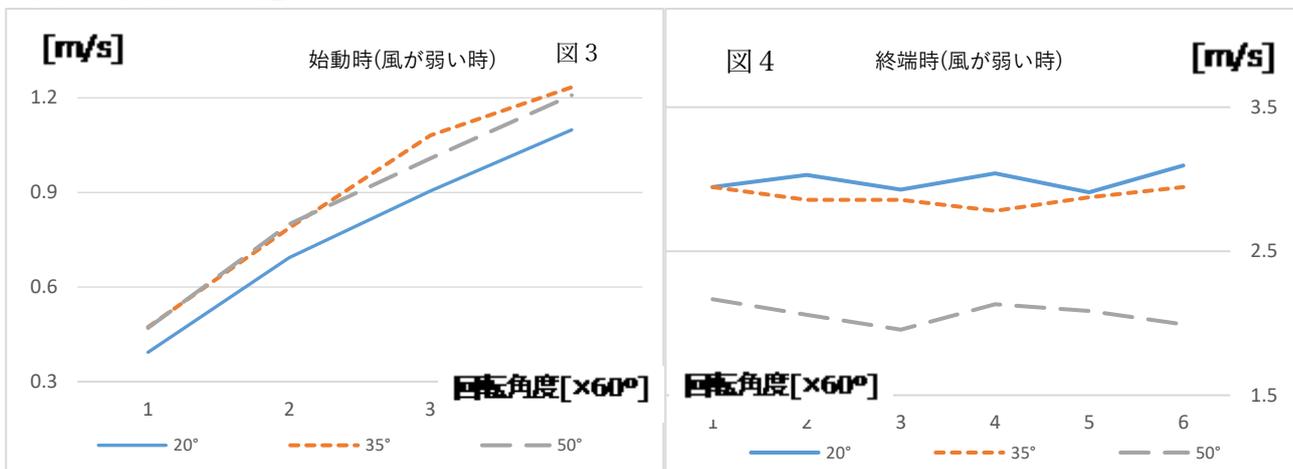
研究にご協力いただいた先生方に深く感謝申し上げます。

6. 図表・グラフ



- 図1, 図2は羽根の角度を変えたときの①式の値を示すグラフである。図1は始動時($v:u=1:0$)、図2は終端時($v:u=1:1$)。
- 図2で値がマイナスになっているところは、実際に $v:u=1:1$ で羽根が回転している状況において、羽根が空気から受ける力の合力が風車の回転方向と逆向きになる(風車の回転を促さない)ことを意味する。

(実際に測定した風速)



- 図3, 図4は縦軸が、羽根の中央が 60° 回転したときに進んだ距離をかかった時間で割ったときの数値すなわち羽根の回転速度を表しており、横軸は羽根の回転角度の累積を表している。
- 図3, 図4は見やすくするため、傾向が分かりやすい 20° , 35° , 50° のみを示している。
- 風が強い時も、風が弱い時と似た傾向であったため、ここでは示していない。

図 5 (実際に実験で使った風車)

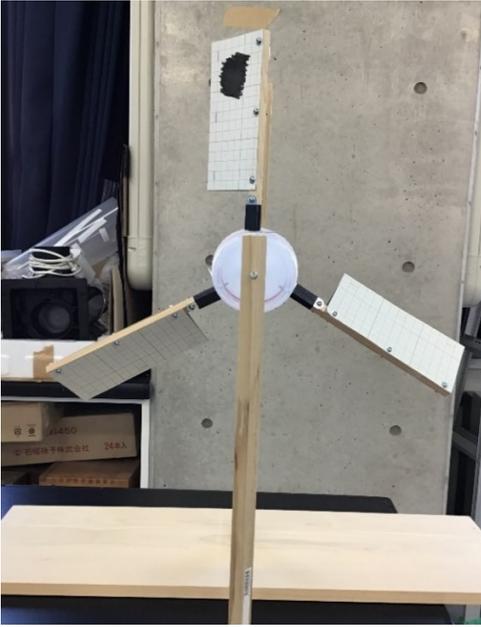
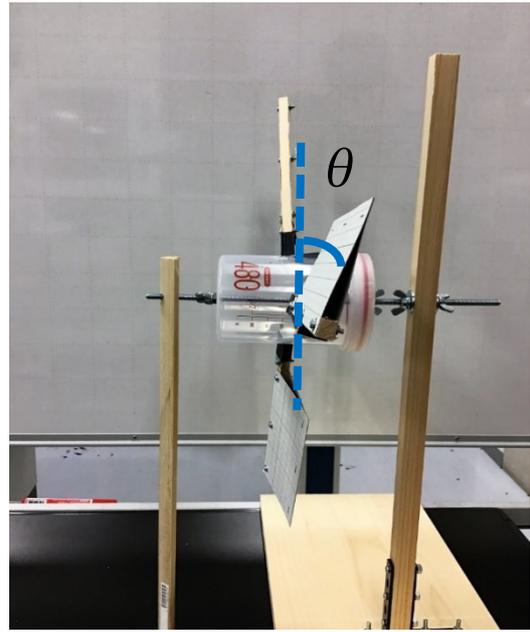


図 6 (風車の羽根の角度 θ)



ストロー整流子を用いた物体の浮遊

3年理数科 3名

Inspired by photographs of floating water droplets in references, I became interested in objects floating in the atmosphere. Therefore, I wanted to conduct an experiment to understand the mechanical behavior of plant seeds and water droplets floating in the atmosphere. We made our own experimental equipment using the references and conducted experiments, and considered the mechanical conditions of floating objects.

1. 要旨

参考文献等で水滴が浮遊している写真に触発され、大気中に浮遊する物体について興味を持った。そこで、大気中に浮遊する植物の種子や水滴の力学的な挙動を理解できる実験をしたいと考えた。参考文献を参考に実験装置を自作して実験を行い、浮遊する物体の力学的条件について考察した。

2. 研究目的

ストロー整流子を用いて物体や水滴を浮かせる実験を行い、浮遊の仕組みや条件を解明することを目的とする。

※ストロー整流子は、風の流れや強さを調整するためにストローで作ったものである(図②参照)。ストローの長さや整流子の形状を変化させると、種子の飛び方に差異が生まれる。ストローの長さを短くすると風が強くなり、長くすると弱くなる。

3. 研究方法

【実験Ⅰ】

複数の種子をそれぞれ浮遊させる。その結果を比較し、安定して浮遊する種子の特徴を考察する。使用した実験器具は以下の通りである。

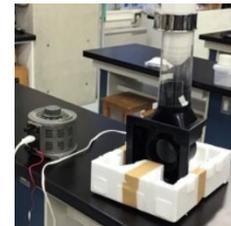
- ・シロッコファン(送風機) ・ストロー整流子(図②参照) ・ベニカエデの種子(図①参照)
- ・iPhone(撮影用) ・スライダック(電圧調整器) ・金網(直径11.2cm)



図①



図②



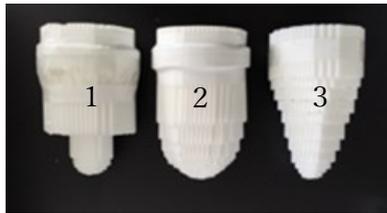
図③(装置の全容)

【実験Ⅱ】

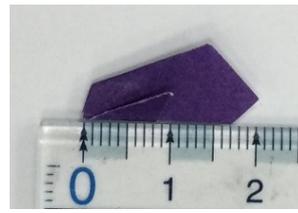
- ① 形状の異なる3つのストロー整流子(図④参照)を用いる。 ※ストロー整流子の全長は統一した。
- ② 種子が浮遊様子をiPhoneで撮影して、種子の軌跡を紙に書き起こし、種子の様子を考察する。

使用した実験器具は以下のとおりである。

- ・ストロー整流子(図④参照) ・スライダック ・シロッコファン ・金網
- ・ベニカエデの種子の模型(図⑤参照) ・iPhone(撮影用) ※装置の全容は実験Ⅰに同じ



図④



図⑤

【実験Ⅲ】

ブロワーにストロー整流子を差し込み、金網をストロー整流子に乗せる。風を送り、金網の上で注射器から水滴を出す。使用した実験器具は以下の通りである。

- ・ストロー整流子 (図⑨参照) ・スライダック ・ブロワー ・金網 ・注射器
- ・iPhone (撮影用) ・デジタル風速計/風量計 (WS-06 CUSTOM 社製) ・水



図⑥ (装置の全容)



図⑦ (水滴の滴下時の様子)



図⑧ (整流子の断面)



図⑨

【実験Ⅳ】

霧吹きを用いて作った小さな水滴をシロッコファンで浮かせる。実験Ⅱで用いた3つの整流子 (図④参照) を使い、5回連続の霧の横からの噴射を1セットとし、それぞれの整流子で3セットずつ行う。使用した実験器具は以下の通りである。

- ・ストロー整流子 (図④参照) ・スライダック ・シロッコファン ・金網
- ・霧吹き ・水 ・iPhone (撮影用) ※装置の全容は実験Ⅰと同じ

4. 結果

【実験Ⅰ】

	種子の特徴	結果
1	長く、横幅が狭い	風を強くしても、傾きが大きくなっていくだけで、飛ばなかった。
2	短く、横幅が狭い	種子が他と比べて小さいため、不規則に回るだけで、飛ばなかった。
3	短く、横幅が広い	48.0v で安定して飛んだ。
4	長く、横幅が広い	47.8v で安定して飛んだ。

【実験Ⅱ】

	ストロー整流子の形	結果
1	階段型	軌跡を調べた結果、1～3はどれも種子の動く範囲に差がなかった。
2	ドーム型	
3	円錐形	

【実験Ⅲ】

水滴は約4秒間浮き、メロンパンのような形になった(図⑩参照)。水滴の大きさは約5mmだった。このときの電圧は約30[v]、風速は6.5~8.2[m/s]だった。また、空気の流れの速度分布図は図⑬のようになった。



図⑩

【実験Ⅳ】

噴射した水滴の大半は浮かなかったが、僅かに浮いている水滴はあった。整流子による小さな水滴の浮遊の様子に明確な違いは見られなかった。

5. 考察

【実験Ⅰ】

横幅が広いものが安定して飛んだ。これは、種子の翼の表面積が広いと風が当たる面積が多くなり、その分揚力も大きくなるから、翼の表面積が広い(横幅が種の部分=図⑪の丸で囲まれた部分と同じかそれよりも大きい)ほうが安定して飛ぶためだと考えた。



図⑪

【実験Ⅱ】

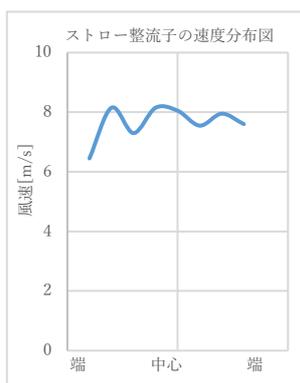
中心のストローが長く、外側のストローが短いという点で共通していたため、この結果になったと考えている。

【実験Ⅲ】

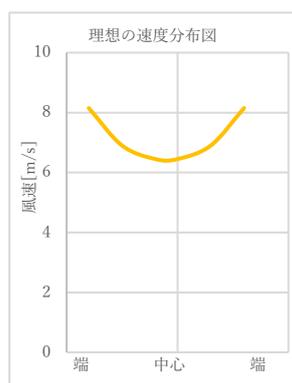
水滴がメロンパンのような形になったのは、水滴の下の部分に当たった空気抵抗と重力が釣り合ったためだと考えた。

空気の流れの速度分布図について、理想は図⑬と考えていたが、実際は図⑭のようになった。計測時は誤差が大きかったため、改めて何回か計測する必要があると考えている。

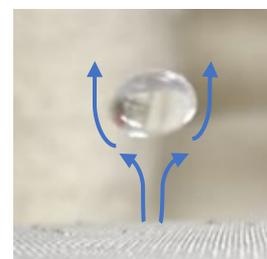
水滴の大きさは約5mmだったが、水滴の大きさがこれより小さいときや、風速を大きくしたときは、水滴は浮かなかった。水滴が小さいときは、風が水滴を避けて進んだため、浮くのに必要な空気抵抗が水滴に働かなかったためだと考えている(図⑭参照)。風速を大きくしたときは、空気抵抗が大きすぎて重力と釣り合わなかったためだと考えている。



図⑫



図⑬



図⑭

【実験Ⅳ】

水滴を装置の横から噴射したことにより、水滴が横方向の速度成分を持っていた。それにより、下からの空気抵抗があまり水滴に影響することがなく、整流子の上に留まらないものが多かったと考えている。

6. 結論と展望

実験Ⅰより、種子は表面積が広い(=横幅が広い)方が安定して飛ぶことが分かった。

実験Ⅱより、ストロー整流子はストローの長さが外側に向かって短くなっていく形であれば大差はないと考えている。

実験Ⅲでは、風速、水滴の大きさが適切な時、水滴を数秒間浮かせることが可能で、さらに水滴はメロンパンのような形で浮遊していることが分かった。今後は長い時間、安定して浮遊させられるように適切な風速の分布等を調整・工夫していきたい。さらに風力等の条件を変えた時の水滴の形状・運動等の変化を通して、大気中を落下する水滴(雨等)について理解を深めたいと考えている。

実験Ⅳでは、適切な風速の時、一時的に少量の水滴が滞空していた。水滴が小さいときは、水滴が大きい時と比べて浮かせることが困難であった。今後は、大きい水滴を浮かせた時と同様に浮かせることが可能な条件を研究していきたい。また、霧吹きから多くの水滴を集めて雲を作れるように工夫したい。

実験Ⅲで比較的大きい水滴(表面積が広い)水滴を浮かせることができたが、実験Ⅳで小さい水滴(表面積が狭い)を浮かせることはできなかった。実験Ⅰの結果もふまえて考えると、一般に安定して浮かせることができるかどうかは表面積の広さに依存すると考えられる。この仮説が正しいのか、今後検証していきたい。

7. 参考文献

- ・たのしい気象の実験室 新版 たのしいお天気学 著者：木村竜治 出版：小峰書店
- ・雨粒は流線形？つぶれた球形？ 順天高校 森川瑠水

出典：日本気象学会 ジュニアセッション2019 予稿集

天然着色料の活用

3年理数科 2名

We found a previous study that the valency number of metal ions in mordants is important when you dye cloth. Therefore, we tried to reveal the relationship between dyeing different kinds of cloth and mordants. It is considered that the combination of mordants with a large valence of metal ions and protein fibers is stable and easy to dye.

1. 要旨

私たちは、布の染色には媒染剤に含まれる金属イオンの価数が重要であるという先行研究を発見した。そこで、布の種類と金属イオンの価数による染まり方の関係について研究した。実験の結果、含まれる金属イオンの価数が大きい媒染剤とタンパク質系繊維の組み合わせが安定して染まりやすいと考えられる。

2. 研究目的

廃棄物となる玉ねぎの皮を染色に有効活用して、合成染料のように布に染めることができれば、より環境にやさしい染料で染色できると思った。そこで、次のような仮説を立てて媒染剤^{*1}中の金属イオンの価数と布の種類による染まり方の関係について研究することで天然着色料でより布を染色する方法を見つけることにした。

仮説:酸性媒染染料^{*2}による染色ではタンパク質系繊維である毛、絹、ナイロンによく染まりやすく、セルロース系繊維である綿、レーヨンには染まりにくい。

媒染剤に含まれるイオンの価数が大きいほど色素がよく染まる。

3. 研究方法

媒染剤の種類を変えて玉ねぎの皮から抽出した色素（ケルセチン）を多織交織布^{*3}に染め、媒染剤ごとに染まりやすさを調べる。実験に用いた媒染剤の種類は、ミョウバン(Al^{3+})、塩化亜鉛(Zn^{2+})、硝酸銀(Ag^+)である。

<実験方法>

① 染色液づくり

玉ねぎの皮（1個分）をビーカーに入れ蒸留水を注ぎ、25分間煮る。

② 媒染剤づくり

少量の蒸留水を沸騰させ、そこにミョウバン、塩化亜鉛、硝酸銀をそれぞれ加え溶かす。

この溶液に蒸留水を加えてそれぞれの媒染剤の濃度をそろえる。

③ 染色

多織交織布を熱した蒸留水で洗浄する。

約70℃に温めている染色液に洗浄した布を入れ、10分間煮詰める。

染色した布を媒染剤に入れ10分間つける。

染色した布を蒸留水に数秒つける。

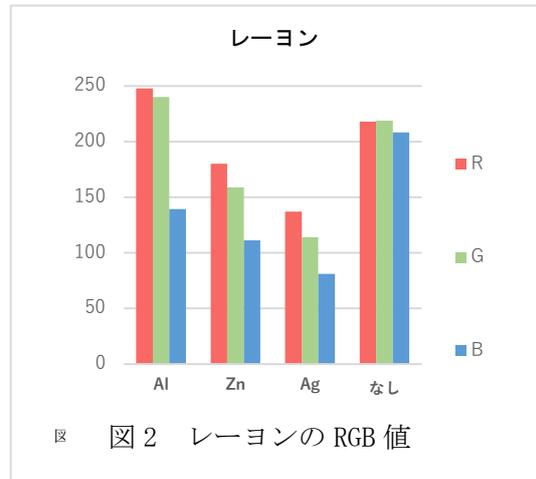
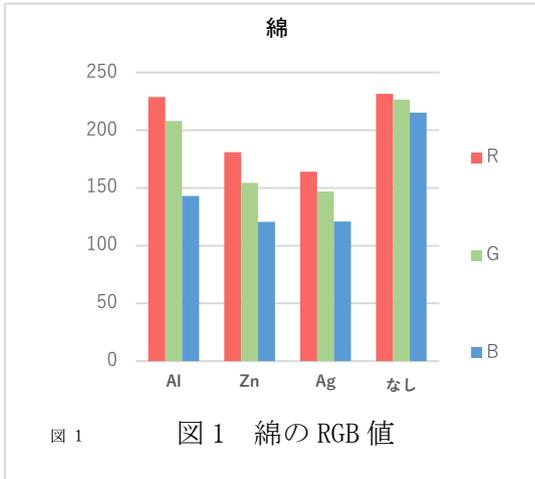
染色した布をドライヤーで温風を当てて短時間で乾燥させる。

④ RGB 値の計測

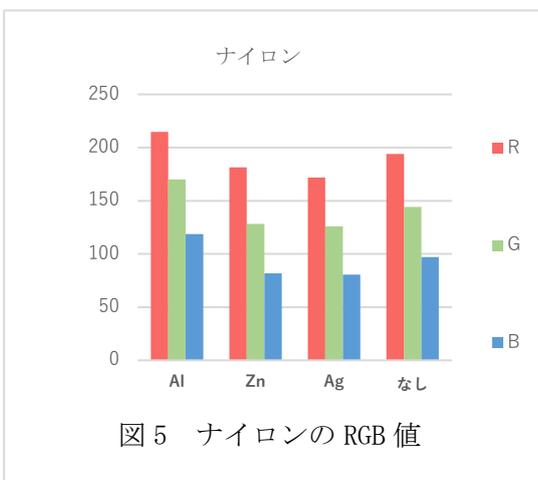
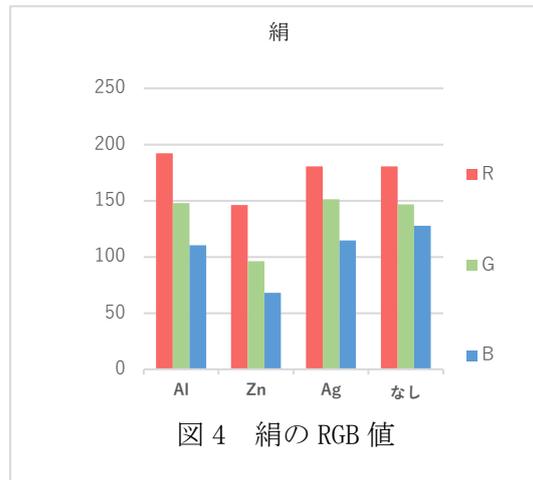
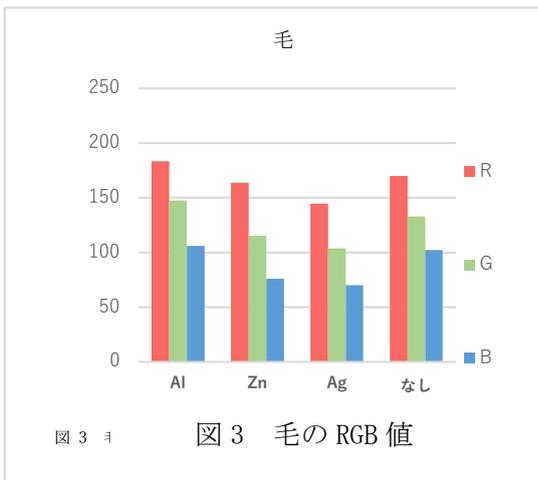
PixelPicker を用いて RGB 値を計測する。

4. 結果

<セルロース系繊維>



<タンパク質系繊維>



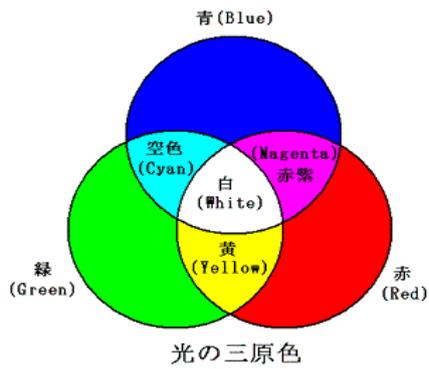


図6 光の3原色と加色混合

図1~5で縦軸はRGB値を示している。RGB値の最大は255である。例えば、RGB値全てが255ならば白、RGB値全てが0ならば黒になる。(図6)また、RGが255ならば、Bが150程度でも0でも染色後の布は黄色く見える。だが、相違点は黄色の濃さが異なることであり、Bが0の方が150程度の値をとる時より濃くなる。よって、RGB値の割合が等しければ色の濃さだけが異なり、割合が変化すれば、色が変わるとわかる。

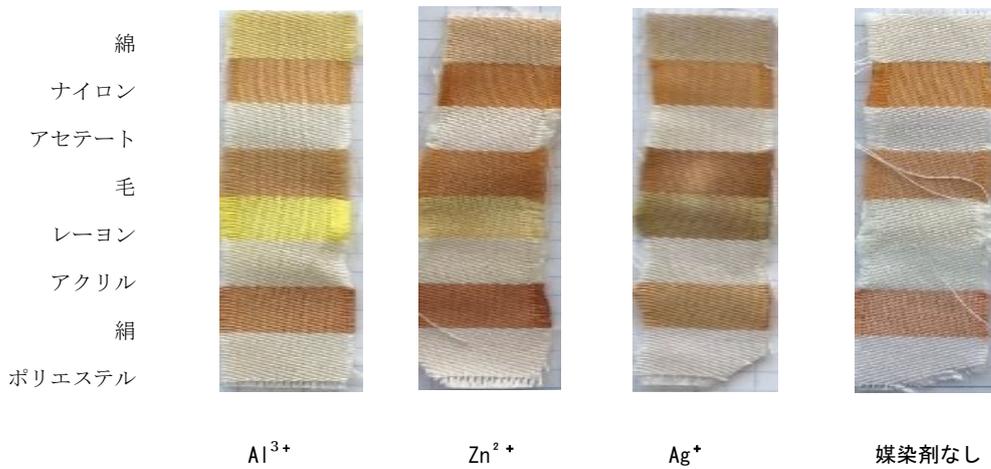


図7 多織交織布の染色の様子

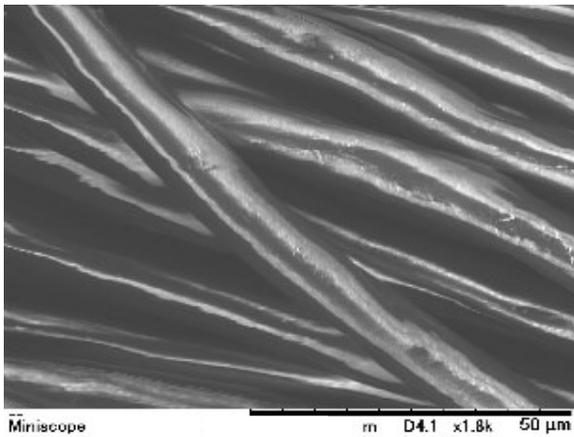


図8 絹表面のSEM像

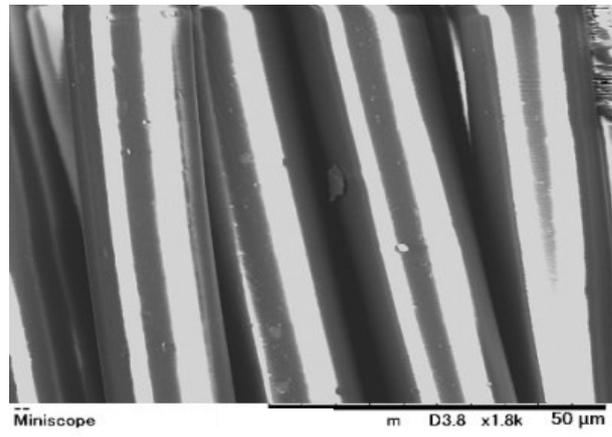


図9 ナイロン表面のSEM像

直接染料においてタンパク質系繊維は染色できたが、セルロース系繊維は染色できなかった。(図7) 媒染剤中のイオンの価数が大きいほうが布に良く染まった。(図7) 媒染剤中のイオンの価数が大きいほうが青色の減少が著しい。(図1, 2, 3, 4, 5) ただし、絹だけは仮説とは異なり、イオンの価数が小さい Ag^+ でもよく染まった。絹の表面に何か違いがあると考え、走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。(図8、9)

5. 考察

(1) 布及び染料の電荷分布

綿、レーヨンをセルロース系繊維、毛、絹、ナイロンをタンパク質系繊維という。

セルロース系繊維はヒドロキシ基を含むので負の電荷を帯びている。(図 10)一方、タンパク質系繊維はアミノ基による正の電荷とヒドロキシ基による負の電荷の両方を帯びている。

そのため、繊維ごとに相性の良い色素や媒染剤が異なる。セルロース系繊維の場合、色素や媒染剤が正の電荷を帯びたものが結合しやすく、タンパク質系繊維は色素や媒染剤が正、負いずれかの電荷を帯びたものが結合しやすい。

色素として用いたケルセチンは、ヒドロキシ基を含むので負の電荷を帯びている。(図 11)

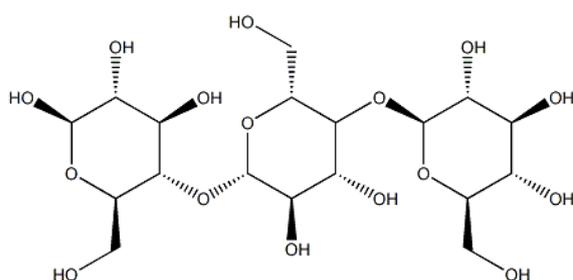


図 10 セルロース系繊維レーヨンの分子構造

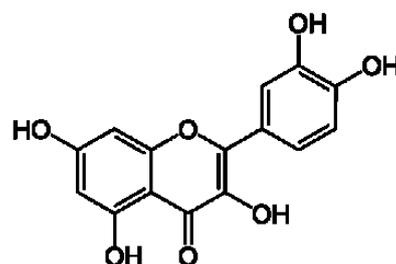


図 11 染料分子ケルセチンの分子構造

(2) 染色の仕組み

タンパク質系繊維はアミノ基を持つため、酸性染料のヒドロキシ基との間で静電気力^{*4}の引力により結合するので直接染色することができる。媒染剤を用いた場合、ケルセチンのヒドロキシ基とタンパク質系繊維のヒドロキシ基との間に陽イオンが入り静電気力の引力で結びつく。価数が大きいイオンの方が正の電荷が大きいので、強い静電気力の引力で結びつくことになるため、イオンの価数が大きい方が良く染まる。

セルロース系繊維はヒドロキシ基を持ち、ケルセチンもヒドロキシ基を持つため、媒染剤無しの直接染色ではケルセチンのヒドロキシ基とセルロース系繊維のヒドロキシ基が同じ負電荷のため静電気力の斥力により反発し合い染色できない。媒染剤を用いた場合、媒染剤中の金属イオンは正に帯電しており、繊維にあるヒドロキシ基とケルセチンにあるヒドロキシ基は負に帯電しているため、金属イオンを間に挟み繊維のヒドロキシ基とケルセチンのヒドロキシ基が静電気力の引力で結合していると考えられる。従って、セルロース系繊維も媒染剤中の金属イオンの価数が大きい方が正の電荷が大きいので、強い静電気力の引力で結びつくことになるため、イオンの価数が大きい方が良く染まる。

また、セルロース系繊維をケルセチンで直接染色する場合、セルロース系繊維に助剤^{*5}を加え、タンパク質系にすれば染色できるようになると考える。

絹が仮説と異なったことについては、絹の表面に何か違いがあると考え、走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。(図 8)しかし、同じタンパク質系繊維であるナイロンの表面(図 9)と比べても特に変わった構造も見られず、今回の研究では解決できなかった。

6. 結論 (課題)

媒染剤中の金属イオンの価数が大きい方がよく染まることが分かったが、絹だけ異なったことについては今後明らかにしていきたい。また、直接染料でセルロース系繊維に助剤を加えてタンパク質系にした後に、毛、絹、ナイロンと同じように染色できるのか実験したい。さらにケルセチン以外の色素についても研究したい。

7. 脚注

*1 酸性染料とは、分子中にスルホ基やカルボキシ基を有し、羊毛やナイロンに染まるが、木綿に対しては親和性の小さい染料のこと。媒染染料とは、適当な媒染剤により繊維に定着できる染料のことで、天然着色料に多い。これら両方の性質を持つ染料を酸性媒染染料という。

*2 媒染剤とは染色の過程において染料を繊維に定着させる際に使うものである。主な成分は金属イオン。この金属イオンに色素が配位結合することで水に対して不溶性になるため、色素が繊維から落ちにくくなる。

*3 多織交織布とは下の写真のように何種類かの繊維を帯状に紡績した布のことである。



図 12 多織交織布

*4 静電気力とはクーロン力とも呼ばれ、2つの粒子の持つ電荷の積に比例する力である。電荷の積が大きければ静電気力は強く、電荷の積が小さければ静電気力は弱い。正電荷と負電荷の間のように異なる符号の電荷の間では引力がはたらき、正電荷と正電荷の間や負電荷と負電荷の間のように同じ符号の電荷の間では斥力がはたらく。

*5 ここでいう助剤とは牛乳などのタンパク質を含むものを言い、これを用いることによって、繊維をタンパク質系にし、色素を定着しやすくする。

8. 参考文献

<https://www.osaka-c.ed.jp/kishiwada/KeM/download/Chemical2.pdf>
tsuchinone.mystrikingly.com

9. 謝辞

本研究を進めるにあたり、指導や助言をしてくださった先生方をはじめ、本研究にご協力いただいた皆様に心から感謝します。本当にありがとうございました。

ファインバブルを用いた気体の悪臭物質の分解

3年理数科 4名

“Fine bubbles” is the general term for microscopically small bubbles such as microbubbles and nanobubbles. They generate free-radicals (hydroxyl-radicals) when they collapse in water. We conducted experiments in order to confirm the decomposition effect of fine bubbles in water as a way of confirming the effect in the air.

1 要旨

ファインバブルとは、マイクロバブルやナノバブルといった微小気泡の総称で、水中で消滅する際にフリーラジカル（ヒドロキシラジカル）を発生させる性質を持つことが知られている(図1)。私たちは、ファインバブルに気体の物質を分解する効果があるかどうかを確かめることを目的として、まずはファインバブルの水中での分解効果を確認するための実験をした。

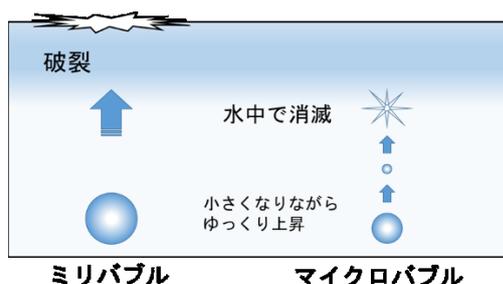


図1 ファインバブルと通常のバブルとの差異

2 実験方法

メチレンブルー ($C_{16}H_{18}N_3SCl$) を 40L の水および水溶液に溶解させ、その溶液中でファインバブル発生装置 (テラダファミリー水中ポンプ SL-102) を稼働し (図2)、一定時間ごとに溶液を採取し試料とした。数分間静置したあとに、分光光度計 (島津製作所 UV-1200) で試料の吸光度を測定することで、相対的な濃度の変化を調べた。実験 No. 1、No. 2 ではメチレンブルーの量を変え、約1時間ごとに試料を採取し、計およそ8時間の実験を行った (これを実験1とする)。実験 No. 3～No. 7 では酸性条件下で、10分間ごとに試料を採取し、計60分間実験を行った (これを実験2とする)。表1に添加した水溶液およびメチレンブルーの量を示す。

なお、添加物質として酸性溶液を加えたのは、石川ら (2020) の先行研究に基づくものであり、酸性条件下でファインバブルによる分解が起こるという研究結果によるものである。また、過酸化水素水は酸性溶液ではないが、ラジカルが発生する際の反応中間体であるため、酸と同様にラジカルを発生させることが石川らの先行研究により明らかになっている。

吸光度とは、ある物体に光が通った際、光の強さがどの程度弱まるかを示す値であり、この値が低いほど、メチレンブルー水溶液の濃度が低下し、ファインバブルによる分解がおこなわれたといえる。

表 1 メチレンブルー量

No.	メチレンブルー量(mg)	添加物質	添加量(ml)
1	5	-	-
2	10	-	-
3	13	-	-
4	13	塩酸	40
5	13	硫酸	100
6	13	硝酸	25
7	13	過酸化水素	15



図 2 ファインバブル発生装置

3 結果と考察

7回にわたり実験を行ったところ、結果は次のようになった(図3)。

いずれの実験でも有意な変化がみられる結果は得られなかった。石川ら(2020)によれば、酸性条件のときのみファインバブルによる分解が起こるといことが分かっているが、今回の実験では、酸性溶液の添加にかかわらず、ほとんど経時変化が見られなかった。この結果から、ファインバブルが十分に発生していなかったと考えられる。ファインバブルが発生しなかった原因として考えられるものは次の通り。

1) 実験装置は、ファインバブルが発生しにくい構造だった。

実験で用いたファインバブル発生装置は、付属のバルブで泡の大きさを調整してから使用するものだった。しかし、バルブで泡の大きさを小さくすると、ポンベから空気を噴出する量が減少するという仕組みだった(図4)ため、分解に十分なファインバブルが発生しなかったと考えられる。

2) 実験装置からそもそもファインバブルが発生していなかった。

研究用途で用いられるファインバブル発生装置の相場はおよそ12万円以上であったのに対し、本研究で使用したものは比較的安価なものであったため、バブルの発生量や1粒当たりの体積に影響があったものと思われる。したがって、ファインバブルが原理上発生していなかったことが考えられる。

3) 装置から熱が発生したことにより泡の発生が妨げられた。

今回使用した装置は稼働時に熱を発生させるものであったため、稼働前後で水温が変化してしまい、泡の発生量、大きさに何らかの影響があったのではないかと考えられる。

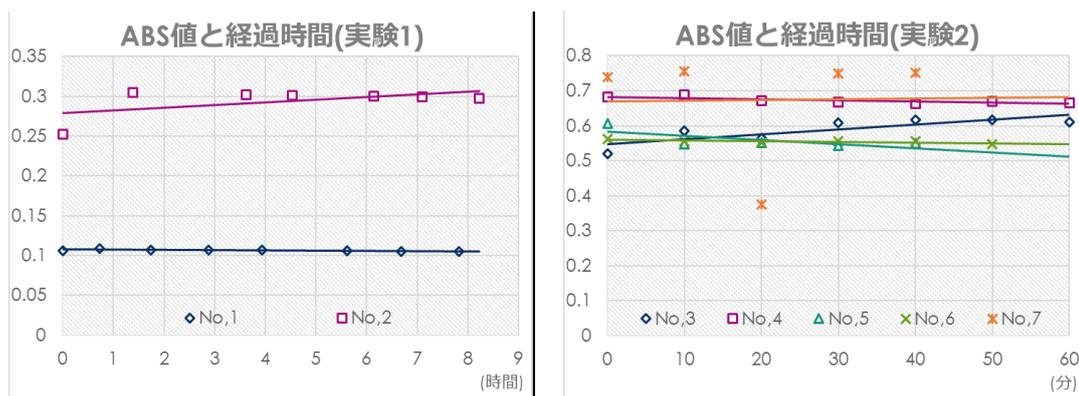


図3 ABS値と経過時間の推移

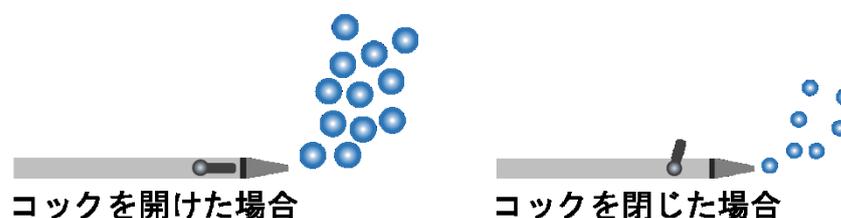


図4 コックの構造の模式図

4 結論と展望

構想の段階では、気体を用いて実験することを目的としていたが、ファインバブル発生装置が思うようにはたらかず、悪臭を分解する実験にたどり着くことができなかった。この発生装置によってファインバブルが実際に発生したかどうかに関わらず、今回のバブル発生量では不十分なことがわかった。

5 謝辞

実験にあたりご教示いただいた新居浜工業高等専門学校橋本千尋様に感謝申し上げます。

6 参考文献

- ・石川真有、藤原野乃果 (2017) ファインバブルによるメチレンブルーの脱色
-小さな泡の力をたしかめる-
- ・Masayoshi Takahashi, Kaneko Chiba, 'Free-Radical Generation from Collapsing Microbubbles in the Absence of a Dynamic Stimulus' Journal of Physical Chemistry B, 111-6, 2007 pp. 1343-1347
- ・Chihiro Minamoto, Nonoka Fujiwara, Yutaka Shigekawa, Kaori Tada, Jun Yano, Takashi Yokoyama, Yoshikazu Minamoto, Susumu Nakayama, 'Effect of acidic conditions on decomposition of methylene blue in aqueous solution by air microbubbles' 21 June 2020

キチンを用いた医療用素材の研究

3年理数科 2名

We tried to create fibers and sheets for medical materials using chitin as a raw material. When the combination of dimethylacetamide as a relatively safe solvent, 7.0% lithium chloride as an additive and dissolved 2.0% chitin are used, the best fibers and sheets are created. Therefore, we conclude that the utilization of chitin-based products will become more spread in the future.

1. 要旨

キチンを原料に用い、医療用材料を目的とした繊維、シートをより容易に作成する方法を研究する。

2. 研究目的

カニの殻の主成分であるキチンは、高い生体親和性や治療効果を持つことが知られている。そのため吸収性縫合糸や人工皮膚などの医療用材料として活用が期待されているが、一般の溶媒に溶けにくいなど加工が難しく、キチンを利用した製品はあまり浸透していない。私たちは、加工方法が改善されれば、キチンを用いた製品の活用が広がると考え、繊維やシートの作成方法の改善を試みた。

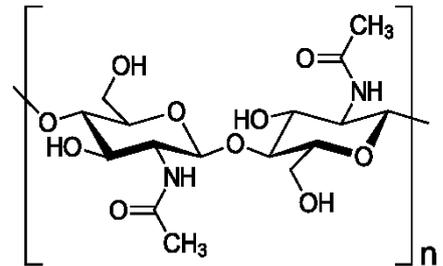


図 1. キチンの構造式

3. 研究方法

【実験 1】キチンは溶けにくい物質である。先行研究を参考に、以下の 4 つの〔溶媒〕にどの程度溶けるか確認する。また、次の〔抽出液〕中で糸やシートが成形されるか確認する。

《実験操作》① 以下の〔溶媒〕15mL にそれぞれキチン粉末 1.0g を加え、懸濁液にする。

② スターラーで 10 分間攪拌した後、1 週間静置する。

③ ②の溶液をろ過し、上澄み液を得る。

④ マイクロピペットを用いて〔抽出液〕中に押し出す。

〔溶 媒〕・硫酸(H₂SO₄)・ギ酸(CH₂O₂)・ジクロロ酢酸(DCA) (C₂H₂Cl₂O₂)・ジメチルアセトアミド (DMA) (C₄H₉NO)

〔抽出液〕・水 ・アセトン

《結 果》

溶媒	硫酸	ギ酸	DCA	DMA
溶け具合	透明、液状	白濁	透明、液状	沈殿有
生成物の有無	アセトン × 水 ×	アセトン △ 水 ×	アセトン ○ 水 ○	-

表 1. 溶媒による溶け方の違い

- ・加えたキチン粉末が白濁せず透明になったものを「溶けた状態」と考え、ジメチルアセトアミド以外の溶媒を用いて操作③④を行った。
- ・キチン粉末はジクロロ酢酸、硫酸によく溶けた。しかし硫酸溶液では、いずれの抽出液でも生成物は形成されなかった。一方でジクロロ酢酸溶液では、抽出液が水、アセトンともに生成物を成形させることができた(表1参照)。

《考察》キチン粉末の溶け残りがなく、溶液が透明であればキチンが溶けた状態だと考えることができる。また、溶媒にジクロロ酢酸を用いたキチン溶液でのみ生成物が得られたことから、キチンのジクロロ酢酸溶液のように溶液がゲル状になると生成物が得やすいのではないかと考える。

【実験2】 先行研究より、溶解を促進すると考えられる、冷凍-解凍操作の効果について検証する。

《実験操作》① 実験1の全ての溶媒に対し操作①②を行った後、冷凍と解凍の操作を3回繰り返す。

② 実験1と同様に操作③④を行い上澄み液を〔抽出液〕中に押し出し、生成物が確認できるか確かめる。

《結果》 冷凍と解凍の操作を3回繰り返したが、キチン粉末の溶け残りが生じ、生成物を得ることが出来なかった。

《考察》 冷凍-解凍の操作によりキチンの構造が崩れ、溶けやすくなるのではないかと考えたが、予想された成果が得られなかったため、冷凍-解凍の操作は今後行わないこととした。

【実験3】 令和2年12月22日に本校で行われた中間発表会にて、ジクロロ酢酸の危険性について、新潟大学の湯川教授より指摘をいただいた。実験1の〔溶媒〕で用いたジクロロ酢酸に代わる、安全性の高い溶媒や添加物を探る。

《実験操作》① 以下の〔溶媒〕15mLに〔添加物〕をそれぞれ溶解する(7.0%)。

② 実験1と同様に操作を行い、上澄み液を注射器で〔抽出液〕中に押し出す。

〔溶媒〕 ・メタノール(CH₃OH)
・ジメチルアセトアミド(DMA)(C₄H₉NO)

〔添加物〕 ・塩化リチウム(LiCl) ・塩化カルシウム(CaCl₂)

《結果》

溶媒	DMA		メタノール	
	LiCl	CaCl ₂	LiCl	CaCl ₂
溶け具合	粘性のある液体	× 溶けない	× 溶けない	× 溶けない
生成物の有無	アセトン ○ 水 ○	アセトン × 水 ×	アセトン × 水 ×	アセトン × 水 ×

表2. 溶媒とその添加物による溶け方の違い

- ・ 溶媒にジメチルアセトアミド、添加物に塩化リチウムを用いたときにキチンがよく溶け、全体的に粘性のある液体となった。さらに、いずれの抽出液においてもキチン溶液はシート状に成形された(表2参照)。

- 抽出液に水を用いると、生成過程で生成物が縮んで形状が変化してしまった。抽出液にアセトンを用いると縮みは見られなかった。

《考察》安全データシートより、ジメチルアセトアミドの特定標的臓器毒性は区分3であるから、区分1であるジクロロ酢酸と比べ比較的安全な方法であると言える。

- 塩化リチウム(リチウムイオン)を添加することで分子量の大きなキチンの溶解が進む原因について、次のように仮説を立てた。

仮説① 標準電極電位が大きいため、キチン分子の単糖間のグリコシド結合を切りやすいのではないかと。

仮説② イオンの大きさが小さいため、キチンの分子内に作用しやすいのではないかと。

- 仮説①②を検証するため、次の実験4を行うことにした。

【実験4】実験3の仮説①②の検証を行った。

《実験操作》Li⁺と同程度に標準電極電位の大きいNa⁺、K⁺を添加物に用いて実験を行う。

イオンの大きさがLi⁺より小さい、Mg²⁺、Al³⁺を添加物に用いて実験を行う。

- 〔添加物〕・塩化ナトリウム(NaCl) ・塩化カリウム(KCl)
 ・塩化マグネシウム(MgCl₂) ・硫酸アルミニウム(Al₂(SO₄)₃)

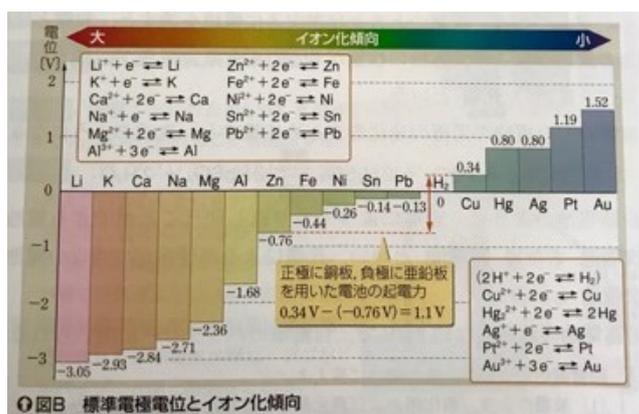


写真1. 標準電極電位

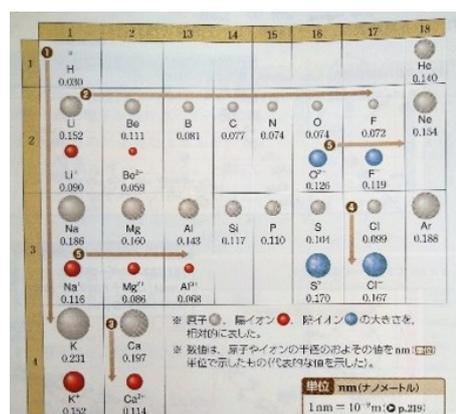


写真2. イオンの大きさ

《結果》標準電極電位については、Li⁺よりも大きいものを用いて実験できなかったため、その因果関係を確認することができなかった。

- 陽イオンの大きさの影響については、Li⁺より大きいNa⁺、K⁺、小さいMg²⁺、Al³⁺のいずれを添加しても溶解性の向上は見られなかった。

《考察》添加物としてのLi⁺の効果について、いずれの実験からも明確な結果を得ることができず、標準電極電位の影響、イオンの大きさによる影響のいずれについても、仮説を証明できなかった。

【実験5】溶解させるキチン粉末の量(濃度)を変えて、得られた生成物を比較する。

《実験操作》ジメチルアセトアミド14mLに塩化リチウム1.0gを添加した溶液に、次のようにキチン粉末の量を変えて溶かし、濃度の異なるキチン溶液からキチンシートの作成を行う。

《結果》

キチン量	0.20g	0.30g	0.40g	0.50g
キチン濃度	1.4%	2.0%	2.7%	3.4%
透明さ	◎	◎	△	×
厚さ	×	◎	○	×

表 3. 生成物の評価

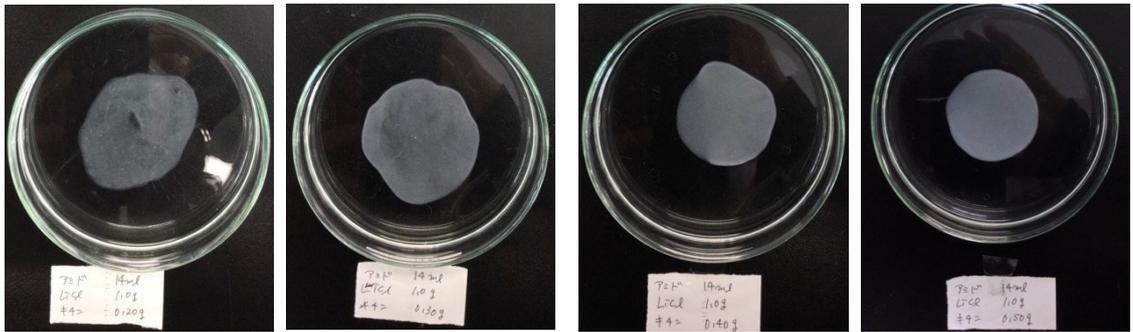


写真 3. キチン濃度による生成物の違い

- 《考察》
- ・濃度 2.0% の溶液が、粘度や透明度などの点においてシートを作る状態に最も適しているようだ。
 - ・シートに成形した際も、キチン濃度 2.0% のものが厚さや透明度の点で最も優れていた(表 3、写真 3 参照)。

【実験 6】 自作したキチンシートと市販のキチンシートの比較を行う。

《実験操作》 6-1 シート状物質の作成

- ① 7.0%塩化リチウム-ジメチルアセトアミド溶液に対して、2.0%のキチンを溶かし、キチン溶液を作成する。
- ② 25cm×19cmの金属製容器にそれぞれ 40g、60g、80gの量の①のキチン溶液を入れ、全体を均一な厚さに広げる。
- ③ アセトンをキチン溶液が浸るまで加え、約 30 分間静置する。
- ④ 生成したシート状物質を網の上に広げ、乾燥させる。

6-2 強度・伸縮率の比較

シートを 1.5cm×4.0cm にカットし、シートが切れるまで重りをぶら下げ、切れた時の重さを記録する。また、重りを 400g ぶら下げた時の、シートの伸びを記録する。(写真 5 参照)

6-3 構造の比較

作成したキチンシートと実際の商品をそれぞれ走査型電子顕微鏡で観察し、構造を比較する。

[6-2、6-3 で比較に用いた商品(写真 4)
株式会社ニプロ バスキチン W]



写真 4. 市販のキチンシート
(バスキチン)



写真 5. 実験装置
(バスキチン)

《結果》6-1、6-2

キチン溶液の量	作成したキチンシート			ベスキチン
	①40g	②60g	③80g	-
厚さ [mm]	0.25	0.60	1.0	0.15
引っ張り強度	53g	73g	503g	506g
伸縮率	-	-	25%	10%

表 4. 自作キチンシートと製品の比較

- ・最も厚みのある 80g の場合、40g、60g のものに比べて圧倒的に強度があった(表 4 参照)。
- ・伸縮率を見ると、作成したシートの方が伸縮性があることが分かった(表 4 参照)。



写真 6. 自作キチンシート

6-3

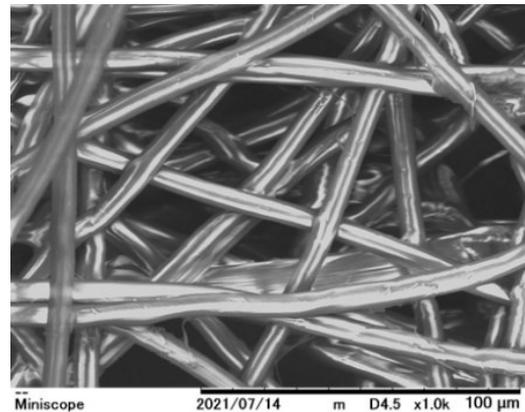
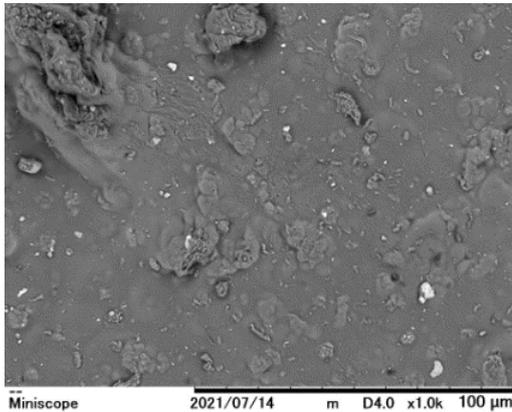


写真 7. 自作キチンシートの電子顕微鏡写真 写真 8. 市販のキチンシートの電子顕微鏡写真

- ・製品には繊維状の構造が見られたが、作成したキチンシートには見られなかった(写真 7、8 参照)。

《考察》 強度、伸縮率の点において、私たちが作成したシートにも十分な性質が備わっていると考えられる。

4 結果

溶媒にジメチルアセトアミド、添加物として塩化リチウム、抽出液としてアセトンを用いた場合のみ、生成物が確認された。キチン粉末の濃度は、溶媒に対し 2.0% が最も適していた。作成したキチンシートは製品化されているシートと同程度の強度で、伸縮率においてより優れていた。

5 考察

- ・キチン溶液が透明でキチン粉末の溶け残りがいないことが、キチン粉末が溶けたと判断できる条件であると考えられる。また、キチンを溶かした溶液がゲル状であることが、生成物を得るために必要な濃度になっていることを示していると考えられる。
- ・キチン粉末を溶解させるためには、リチウムイオンを添加物として用いることが有効である。その添加物の作用として、標準電極電位の大きさ、イオンの大きさ以外に何か要因があるのではないかと考える。

6 結論・展望

当初私たちはジクロロ酢酸を溶媒として用いて実験を始めたが、その危険性を指摘され、ジメチルアセトアミドにリチウムイオンを添加物として組み合わせることで、安全に溶かす方法を検討するに至った。私たちの研究において、溶媒にジメチルアセトアミド、添加物に塩化リチウム、抽出液にアセトンをを用いた組み合わせが、キチンを安全に溶かし、簡便に生成物を取り出すことができる方法である。この方法を用いることで、さらにキチンを用いた製品の活用が広がるのではないかと考える。今後は、リチウムイオンが添加物としてどのように作用しているのか、原理を解明することで、より効率的な溶解方法を探っていきたい。

7 参考文献

- (1) 「キチン、キトサン実験マニュアル」 キチン-キトサン研究会編 (1991年3月25日発行)
- (2) 「キチン、キトサンの応用」 キチン-キトサン研究会編 (1990年2月20日発行)
- (3) 「キチン、キトサンによる生分解性プラスチックの合成」
(2004年東京工業大学附属科学技術高校課題研究)
- (4) 「キチンをほぐす科学の今昔」 井澤浩則 (2016年 化学と教育 64巻4号)
- (5) 化学基礎 数研出版 (2019年発行)
- (6) 化学 数研出版 (2020年発行)
- (6) 安全データシート (富士フィルム和光純薬株式会社)

8 謝辞

本研究を進めるにあたり、中間発表会でアドバイスを頂いた新潟大学理学部教授の湯川靖彦先生、及びご協力いただいた皆様に感謝を申し上げます。

味噌の成分の変化

3年理科 2名

We learned about fermentation in the first grade. And we were interested in the function of koujikamold. Joetsu is famous for its fermented foods. Miso is made with kouji mold. We will follow the changes in the composition of miso and investigate the function of the fungus.

1. 概要

味噌の成分の変化を追うことで、コウジカビがどのようにアミノ酸に働くかを明らかにして、独自のみそを作る。

2. 研究目的

私たちは、一年生の時の発酵ウィークで学んだコウジカビについてもっと知りたいと思い、コウジカビの働きに着目した。コウジカビは、タンパク質やデンプンを分解する働きがあり、日本のさまざまな食品で使われている。上越は発酵食品で有名であり、麴が使われている味噌の成分の変化を追うことで、どのようにコウジカビが働くかが分かるのではないかと考えこの実験を行った。

3. 研究方法

- I. 米麴についているカビが本当にコウジカビかどうかを調べる。米麴からとったカビを純粋培養して、顕微鏡で観察し、コウジカビの特徴と比較する。
- II. 実験 I で米麴のカビがコウジカビだと分かったので、米麴を用い自分たちで味噌を作った。コウジカビはタンパク質を分解しアミノ酸を生成させ、デンプンを分解し糖を生成させる。味噌が生成される過程で、市販の味噌と比較しながら成分の変化を追う。
 - (1) 米麴、大豆、塩 (2:2:1) を混ぜ、菌が入らないようにして保存し、発酵させる。
 - (2) 味噌が出来ていく過程でどのように味噌の成分が変化していくかを調べる。また、ペーパークロマトグラフィーで出現するアミノ酸の濃さや順で、分解される量や速さを調べる。
 - (3) 出てきたアミノ酸(窒素化合物)を特定するために味噌に入っていると思われるアミノ酸のグルタミン酸、システイン、グリシン(この3つを※アミノ酸と呼ぶ)そのものをクロマトグラフィーにかけて、(2)の結果と比較しアミノ酸を特定する。

(実験方法)

- [1] 作った味噌を1か月ごとにアミノ酸、糖、見た目を調べる。
- ・アミノ酸…ペーパークロマトグラフィーを用いて Rf 値を出す。
〈ペーパークロマトグラフィーとは〉
→紙 (今回は TLC Silica gel 60 F254 を使用) に試料を塗り (右の写真の青丸)、ブタノール酢酸溶液 (1-ブタノール:氷酢酸:水=4:1:2) で展開した後、ニンヒドリンエタノール溶液 (0,2%) を吹きかけ、アミノ酸を発色させる。また、発色したアミノ酸の場所 (右の写真の矢印) の違いでアミノ酸の種類が異なる。
〈Rf 値とは〉
→ペーパークロマトグラフィーで発色した位置と試料を塗った位置の比。
 - ・糖…糖度計を用い調べる。

[2]※アミノ酸そのものをペーパークロマトグラフィーにかけ、(1)のペーパークロマトグラフィーの結果と比較しアミノ酸を特定する。

仮説 コウジカビは、アミノ酸の種類によって分解するスピード、量が違ってくる。



4. 結果

I



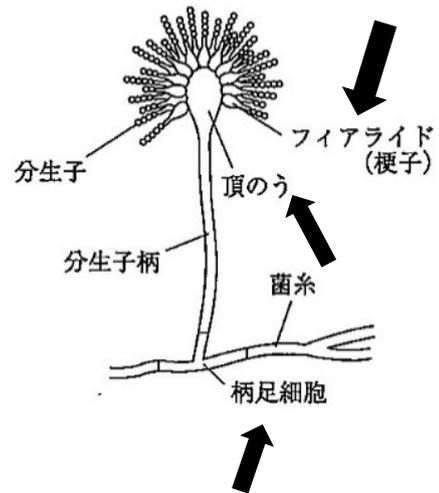
隔壁(左図①参照)によって菌糸が分けられた柄足細胞がみられる。

(図①)



フィアライド、頂のうが見られた。(左図②参照)

(図②)



II

	1日目	1か月目	2か月目
・糖度	1.5	2.1	3.2
・色	薄だいたい色	1日目より濃くなった	だいたい色
・粒の大きさ	粗く角ばっている	まだ粗いが丸みおびた	滑らかになった

・ペーパークロマトグラフィー・・・1日目の時は、市販の味噌と違うアミノ酸(窒素化合物)が確認できた。しかし、8日目にはそれが消え、市販の味噌と同じ成分になっていた。(図③参照)

1 日目



1 か月目



2 か月目



市販味噌



(図③)

1 日目



4 日目



8 日目



市販のみそ



(図④)

5 考察

I 実験 I の結果より、米麴がコウジカビの特徴と一致しており、コウジカビであると断定できる。
(図①、②参照)

II 実験 II の結果より、だいたい 8 日目ぐらいで市販の味噌と同じような成分になった。出てきたアミノ酸と※アミノ酸と比較すると 1 日目は同じアミノ酸ではなかったが、8 日目に出てきたアミノ酸は似ているものであった。それが、同じだとは言いきれないが同じと考え、味噌はグルタミン酸、システイン、グリシンの順で早く、多く出てきた。また、茹でた大豆だけではアミノ酸が出てこ

ないので、一日目にでてきて消えていったアミノ酸は、米麴に由来するものではないかと予想した。しかし、二回目の実験では、違う米麴を使ってしまったため違うアミノ酸が出てきてしまったと考える。(図③、④参照)

6. 結果

コウジカビが、タンパク質やデンプンを分解しアミノ酸や糖が生成され、だいたい8日目くらいで、市販の味噌と同じ成分になった。また、アミノ酸の種類によって分解される速さ、量が違うことが分かった。しかし、クロマトグラフィーではアミノ酸の種類は正確には分からなく、種類によるアミノ酸の量の違いが言い切れないのでそこが課題である。

7. 謝辞

熱心に指導して下さった笠原先生、近藤先生に心から深く感謝申し上げます。ありがとうございました。

アイスプラントの鉛吸収について

3年理数科 3名

Previous studies have shown that Crystalline Iceplant (*M. crystallinum*) have the property of absorbing cadmium, which is a causative agent of soil pollution, as well as the property of absorbing salt. We focused on cadmium absorption and investigated whether it absorbs lead, which is a causative agent of soil pollution and also a main group element like cadmium. We conducted the following experiments, however we couldn't conclude whether or not it was absorbing Lead.

1. 要旨

アイスプラントには塩吸収をする性質とともに、土壌汚染の原因物質であるカドミウムを吸収する性質があることも先行研究により知られている。私達はそのカドミウム吸収の性質に注目し、カドミウムと同様に土壌汚染の原因物質であり、同じく典型金属元素である鉛を吸収するかどうか調べた。実験の結果、鉛を吸収しているかどうかはわからなかった。

2. 研究目的

鉛による土壌汚染の改善にアイスプラントを活用できるか調べる。

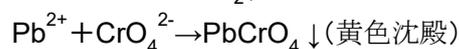
3. 研究方法

a. 実験 I

先行研究を参考にして硝酸鉛(II)の濃度を決め、この濃度の水溶液を用いて水耕栽培を行った。葉に鉛(II)イオンが含まれているか否かを、塩化物イオン、クロム酸イオンを加えて、塩化鉛(II)沈殿とクロム酸鉛(II)沈殿生成の有無により確認した。

① 実験方法

15°C~25°Cの条件の下、アイスプラント二苗を $4.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 硝酸鉛(II)水溶液（先行研究で用いられたカドミウムの最高濃度）で育て、もう二苗を純水で育てた（すべて水耕栽培）。その際、週に3回、溶液を入れ替え、二週間おいた。二週間後、それぞれの葉を2, 3枚採取し、乳鉢ですり潰した。得られた液をシリンジを用いてろ過し、葉液を取った（図1参照）。葉液をふたつの試験管にそれぞれ分け、片方に 1.0 mol/L 塩酸 2.0 mL 、もう片方に 0.10 mol/L クロム酸カリウム水溶液 2.0 mL を加えて反応を観察した。この際、鉛(II)イオンと塩酸が反応した場合は白色、クロム酸イオンと反応した場合は黄色の沈殿がみられる。



(図1) 水耕栽培の様子



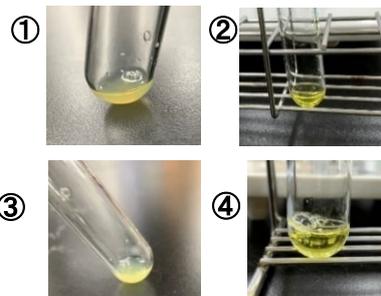
すり潰している様子



シリンジでのろ過

②結果

	塩酸	クロム酸カリウム
硝酸鉛(Ⅱ)水溶液	①白濁した	②反応なし
純水	③白濁した	④反応なし



③考察

葉液に塩酸を加えた際、どちらとも白濁した原因として、塩酸により葉液中に含まれるタンパク質が変性したことが考えられる。クロム酸カリウム水溶液を加えてどちらとも反応が見られなかった原因として、与えた硝酸鉛(Ⅱ)水溶液の濃度が薄すぎた、そもそもアイスプラントが鉛を吸収しない、栽培期間が短かった、の三つが考えられる。

b. 実験Ⅱ

予備実験として、0.16mol/L 硫化アンモニウム水溶液 2.0mL、0.10mol/L クロム酸カリウム水溶液 2.0mL を硝酸鉛(Ⅱ)水溶液 20mL に加えた時の反応を見た。実験Ⅰで用いた濃度 4.0×10^{-5} mol/L の 5 倍の 2.0×10^{-4} mol/L、25 倍の 1.0×10^{-3} mol/L の濃度を用いて、どの程度の濃度で硫化鉛(Ⅱ)、クロム酸鉛(Ⅱ)が沈殿するか調べた。

①実験方法

実験Ⅰで沈殿は全く生じなかった。そこで、硝酸鉛(Ⅱ)水溶液が沈殿を生じる濃度を求め、実験に用いる水溶液の濃度を決定した。塩酸から硫化アンモニウムに変更し、硫化物イオン、クロム酸イオンと鉛(Ⅱ)イオンを反応させた。

②結果

	硫化アンモニウム	クロム酸カリウム	実験①と比較
2.0×10^{-4} mol/L 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液	反応なし	反応なし	5 倍
1.0×10^{-3} mol/L 硝酸鉛(Ⅱ)水溶液	反応あり	反応あり	25 倍

③考察

実験Ⅰの硝酸鉛(Ⅱ)水溶液では濃度が薄すぎて、アイスプラントが吸収していたとしても沈殿が生じないことが分かった。実験Ⅱの結果より、 1.0×10^{-3} mol/L であれば沈殿が生じるので、この溶液を用いてアイスプラントを育てることにした。

c. 実験Ⅲ

実験Ⅱで得られた結果から硝酸鉛(Ⅱ)水溶液の濃度を決め、この濃度の水溶液でアイスプラントを栽培した。

① 実験方法

実験Ⅱの結果を踏まえ、硝酸鉛(Ⅱ)水溶液の最低濃度を 1.0×10^{-3} mol/L とすることにした。15°C~25°C の条件の下、 1.0×10^{-3} mol/L、 5.0×10^{-3} mol/L、 10×10^{-3} mol/L、 20×10^{-3} mol/L の硝酸鉛(Ⅱ)水溶液でアイスプラントを二苗ずつ育て、同時に二苗を純水で育てた。二週間後、実験Ⅰと同様に葉をすり潰し、遠心分離機を用いて(実験Ⅰのシリンジでのろ過ではわずかな葉液しか取れなかったため)葉と葉液をわけた(図2参照)。実験Ⅰと同様に0.16mol/L 硫化アンモニウム水溶液 2.0mL、0.10mol/L クロム酸カリウム水溶液 2.0mL の二つの水溶液をそれぞれ加えて、反応を観察した。鉛(Ⅱ)イオンと硫化アンモニウムの反応では黒色の沈殿がみられる。





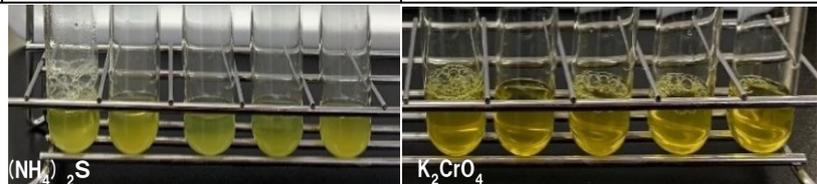
(図2)水耕栽培の様子

すり潰している様子

葉液と葉の分離

②結果

	硫化アンモニウム	クロム酸カリウム
純水	反応なし	反応なし
1.0×10^{-3} mol/L 硝酸鉛(II)水溶液	反応なし	反応なし
5.0×10^{-3} mol/L 硝酸鉛(II)水溶液	反応なし	反応なし
10×10^{-3} mol/L 硝酸鉛(II)水溶液	反応なし	反応なし
20×10^{-3} mol/L 硝酸鉛(II)水溶液	反応なし	反応なし



4. 結果

図3左から 純水、 1.0×10^{-3} 、 5.0×10^{-3} 、 10×10^{-3} 、 20×10^{-3} mol/L

アイスプラントの葉に鉛(II)イオンイオンがあるかどうか確かめることはできなかった。(図3参照)

5. 考察

20×10^{-3} mol/L の溶液でも反応が見られなかった原因として、先行研究のカドミウムの実験と比べて濃度が高かったためアイスプラントの蓄積能力が失われた、水耕栽培ではアイスプラントは鉛を吸収しない、そもそもアイスプラントが鉛を吸わなかった、確認方法が適当でなかった、の四つが考えられる。

6. 課題

水耕栽培でなく土壌栽培でアイスプラントを育てる実験、硝酸鉛(II)水溶液の濃度が 1.0×10^{-3} mol/L より薄い状態でも反応がみられる検出法を用いる実験、この二つの実験の結果を明らかにし確認方法についても検討していきたい。

7. 参考文献

(1)東江栄・小楨誠人・福崎詩織・石川浩二・櫻井直一・藤岡継美・泥谷慎司

アイスプラントにおける鉄及びカルシウム含量を高める栽培技術の確立

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsidre1965/43/10/43_10_641/_pdf/ja(2)林友美・柴田結子・的場

貴祐・中原光久・上野大介・染谷考・井上興一シチメンソウおよびアイスプラントのカドミウム吸収

特性について https://jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48_5_294/_pdf

(3)東江 栄. アイスプラントを用いた土壌脱塩技術の可能性.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/48/5/48/5_294/_pdf

(4)葛西 勤・蓑島 雅登・松原 秀明・伊藤 幸治. カドミウム汚染水田の実態と対策事業

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjsidre1965/43/10/43_10_641/_pdf

触角と交替性転向反応の関係

3年理数科 1名

I wanted to find out how the “alternate conversion reaction” occurs in many invertebrates , so I conducted this experiment using ants as samples. As a result, it was inferred that the direction of the alternating turning reaction was determined by the direct contact of the antennae.

1. 要旨

多くの無脊椎動物で起こるといわれている「交替性転向反応」が起こるしくみについて探ろうと思い、アリを検体にして実験を行った。その結果、交替性転向反応は触角の接触によって方向が決定づけられていることが推察された。

2. 研究目的

「交替性転向反応」とは迷路のような連続する分岐点において、最初の分岐点で動物がある方向に曲がると、次の分岐点では逆の方向に曲がるという反応である。微生物から昆虫にいたるまで幅広い無脊椎動物の間でこの反応が起こることが知られているが、この現象が起こるしくみについてははっきりとは分かっていない。そこでアリを用いてこのしくみを明らかにしたいと思い、この研究を行った。

3. 研究方法

交替性転向反応に関する実験は、主に迷路を使用して行われることが多い。また先行実験の多くは検体としてダンゴムシを用いていた。本実験でも当初はダンゴムシを用いたが、飼育が困難であったため、飼育が簡便なアリで実験を進めることにした。

実験に先立ち、予備実験として、厚紙で簡単な迷路を作成し、通過するアリの動きを観察したところ、触角が壁面に触れながら進む個体が目立ったことから、壁面に触れた触角からの刺激が転向方向に影響を与えるのではないかと考え、触角の動き（左右の触角と壁との触れ方）に着目して調べることにした。

図1のような実験装置を作成し、第2選択点（図2 B）において第1選択点（図2 A）で転向した方向とは逆の方向に転向した場合に、その試行で交替性転向反応が見られたものとする。被検体にはアリを用いたので、アリが分泌するギ酸や道しるべフェロモンの影響を排除するため、迷路にはプラスチック製のプチブロックを使用し、1回の試行ごとに通路を拭き取って実験を行った。1匹につき5回試行し、これを20匹で行い100回の試行を得た。スマートフォンのカメラで動画を撮影し、それを解析して触角の動きを調べた。

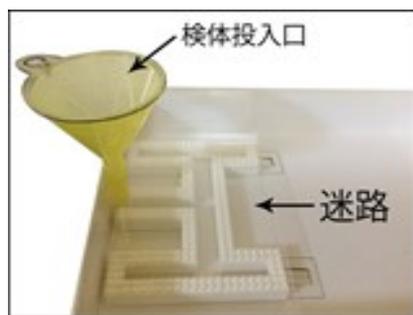


図1 実験装置

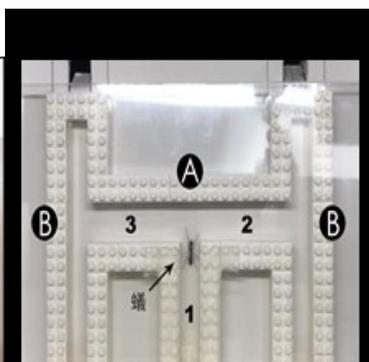


図2 選択点および通路

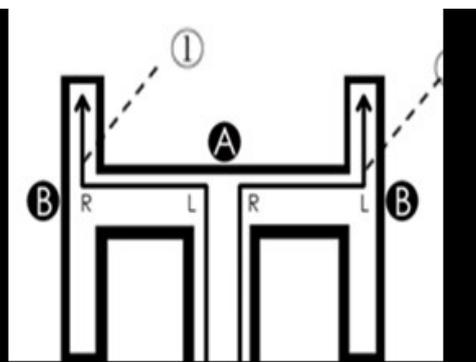


図3 交替性転向反応の概略図

4. 結果

転向の方向や壁への接触のしかたについて、以下のように表記する。

- ・右転向・・・R
- ・左転向・・・L
- ・選択点A－Bで交替性転向反応が発現・・・L－R（図3①）またはR－L（図3②）
- ・右触角が壁に触れる・・・r
- ・左触角が壁に触れる・・・l
- ・両触角が触れる・・・l r

① 交替性転向反応の出現率

100回の試行において、交替性転向反応（L－RまたはR－L）が見られた割合（回数）は79%（79回）であった。そのうち、L－Rが43%（34回）、R－Lが57%（45回）であった。この結果から、アリでも交替性転向反応が十分に確認でき、左右における差異はあまり見られなかった。

② 選択点（A・B）での正面壁への触角の接触方法と転向方向の関係

選択点A・Bともに、接触方法は、l、r、l r→l（両触角接触後、右触角を離す（図4））、l r→r（両触角接触後、左触角を離す）の4種類であった。



図4 両触角接触後、右触角を離す個体（l r→l）

接触と転向方向の関係については、触角が最後に触れていた方とは逆方向に転向する場合が圧倒的に多かった。（選択点A・Bでの全200試行のうち、199回）

③ 通路（図2の1～3）での触角と側壁との触れ方と転向方向の関係

通路1では、全てのアリで左右の触角が片方ずつ交互に壁面に触れていた。それに対し、通路2または3では、以下のa～cに示す3パターンが見られた。交替性転向反応が見られた試行（全79回）のうち、その3通りの内訳を以下に示す。

- | | |
|------------------------------------|----------|
| a. 選択点Aで触れた側の触角のみを壁面に触れさせ続ける（例：図5） | 46回（58%） |
| b. 左右の触角が交互に壁面に触れる（例：図6） | 26回（33%） |
| c. 触角が全く触れない | 7回（9%） |

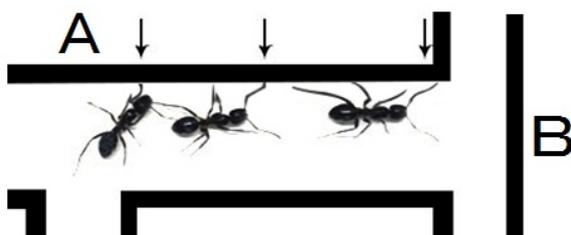


図5 選択点Aで触れた触角を選択点Bの到達点直前まで触れさせ続ける

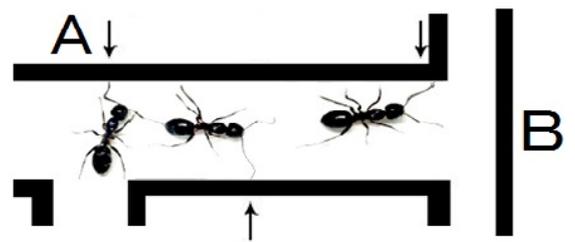


図6 選択点Aから選択点Bの到達直前まで左右の触角が交互に触れ続ける

さらに、上記 a において、選択点 A における転向方向と選択点 B における接触の関係は下表の通りであった。(※選択点 A における触角の接触は、両触角の接触であっても、最後に触れた方のみを表している)

選択点 A の転向方向 (触角の接触)	選択点 B での触角の接触 (転向方向)	回数
L (r)	l (R)	16 回
L (r)	l r → l (R)	6 回
R (l)	r (L)	19 回
R (l)	l r → r (R)	5 回

これにより、上記 a のような動きをする場合、選択点 A と B では逆の触角が壁に触れる傾向が高いことが分かる。

また、上記 b では、選択点 B に到達する直前 (通路 2・通路 3 の出口) における触角の側面壁への触れ方は下表の通りであった。

選択点 A の転向方向 (触角の接触)	通路出口の触角と壁の接触	回数
L (r)	r	6 回
L (r)	l	2 回
R (l)	l	15 回
R (l)	r	3 回

上記 b のような動きをする場合でも、通路出口における触角の触れ方が選択点 A と同じになるケースが 80% (全試行 26 回中 21 回) 見られた。(図 7)

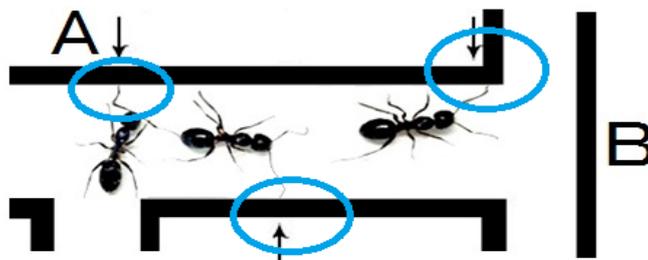


図 7 通路出口における触角の触れ方が選択点 A と同じになる例

5. 考察

結果①、②より、選択点では、触角が触れた方または最後に触れた方とは逆の方向に転向する性質があるように思われる。(図 8)

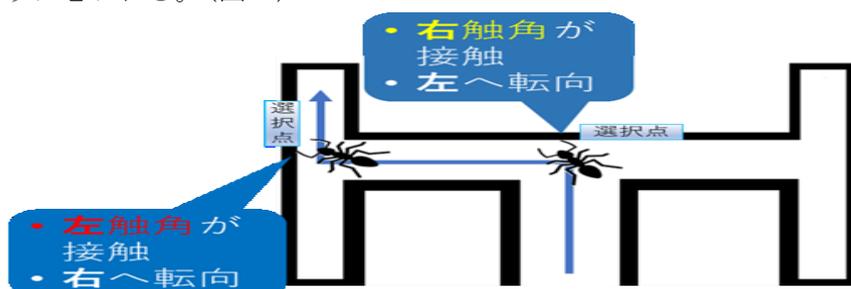


図 8 選択点で触角が触れた方または最後に触れた方とは逆の方向に転向する性質

また、結果③より、通路1では全てのアリで左右の触角が片方ずつ交互に壁面に触れる様子が観察できたが、通路2・3では触角の触れさせ方はa～cの3パターンが見られた。さらに、aの動きをするケースでは、選択点AとBでは逆の触角のみが壁に触れる傾向が高いこと、bの動きをする場合でも、通路出口での触角の触れ方が選択点Aと同じになるケースが多く見られた。

6. 結論

選択点では、2対の触角のうち、触れていない方に転向する割合が極めて高い。また、多くの試行において、選択点AとBで触れる触角が逆になるケースが見られた。従って転向方向も逆となり、それが交替性転向反応につながっていると考えられる。

連続する選択点で触角が逆になる理由として、体勢の変化が考えられる。③の結果から推察すると、選択点Aから選択点Bに向かう際に、直前まで触れていた触角側の壁がなくなることによって体勢が傾き、側壁に触れていた触角と逆側の触角が正面の壁に触れるケースが物理的に多くなることが考えられる(図9)。

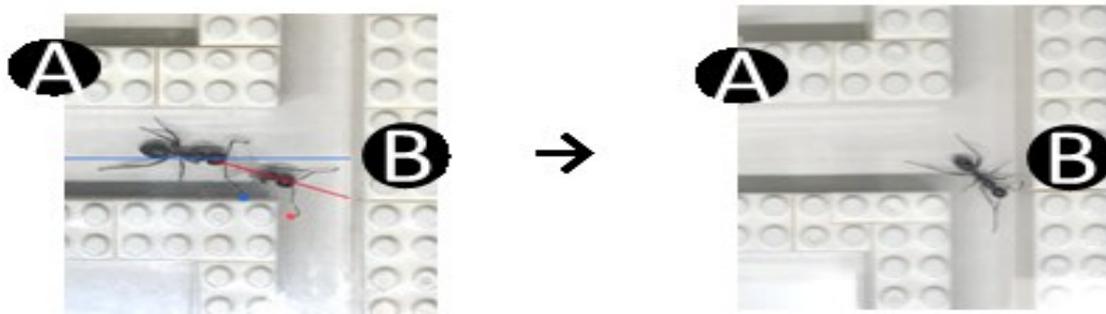


図9 選択点AからBへ向かう際に、体勢が傾く個体

実験結果より、選択点で正面の壁に触れた触角からの刺激が転向方向に影響を与えていることは容易に推察できるが、この行動のメカニズムについては、本実験では明らかにできなかった。上記③bについては、実験装置の距離により変化する可能性があるため、今後さらに検証する必要があると思われる。

7. 参考文献

- (1) 森山徹 ダンゴムシに心はあるのか (2011年)
- (2) 川合隆嗣 オカダンゴムシの交替性転向反応 (2010年)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjaez/50/4/50_4_325/_article/-char/ja/

根粒がしやすい環境について

3年理数科 4名

In this experiment, we grew soy beans under various conditions to investigate the environment for root nodules to form and observed them. Also, we incubated Rhizobia and gave them different kinds of gas to investigate which gas affects the formation of the root nodules.

1. 要旨

この実験は根粒がしやすい環境を作るために様々な条件下でダイズを栽培し、その根に形成される根粒を観察した。また、根粒の形成に影響を与える気体を調べるためにシャーレ内で根粒菌を培養し、それに空気、酸素、窒素（気体）を与えた。

2. 研究目的

根粒が形成されやすい環境を調べることによって、現在の農業の課題である化学肥料の依存から脱却し、環境への負荷を軽減した農業の展開を可能にすることにつながると思いこの研究を行った。

3. 研究方法

行った実験は3つであり、実験Ⅰ、実験Ⅱ、実験Ⅲとする。それぞれの実験の概要は以下のとおりである。

実験Ⅰ

- ・窒素肥料を与えたプランターと与えなかったプランターに分けそこでダイズを栽培することにより土壌中にある窒素肥料の有無と根粒の形成の関係を調べる。
- ・根粒菌を投入するプランターと投入しないプランターに分けそこでダイズを栽培することにより土壌中に根粒菌がない状態で、根粒が作られるかを調べる。
- ・根粒の数と植物の成長に関係があるかを調べる。

実験Ⅰにて次のように条件を定める。また、与えた肥料は尿素である。

- ・条件① 根粒菌有り、肥料有り
- ・条件② 根粒菌無し、肥料有り
- ・条件③ 根粒菌有り、肥料無し
- ・条件④ 根粒菌無し、肥料無し

仮説Ⅰ

- ・窒素肥料を与えたものだと、ダイズは土壌中から十分な栄養を確保できるため、根粒菌の助けを得る必要がなく、根粒の数は少なくなる。与えないと数は多くなる。
- ・根粒菌がもともと土壌中にあると共生しやすく、多くの根粒が形成される。少ないと形成されにくい。
- ・根粒の数が多いと、得られる栄養が多いため、成長が促進される。

実験Ⅱ

- ・実験Ⅰにより、窒素肥料の有無が根粒の形成に影響を及ぼすことが考えられたが、想定よりも茎などの成長が小さく、与える肥料の量が不足していたと思われる。そのため、与える肥料の量を増やした上で、根粒の形成の関係を調べる。

実験Ⅱにて、次のように条件を定める。

- ・条件① 尿素を 1.0 g 与えた。
- ・条件② 尿素を 1.4 g 与えた。
- ・条件③ 尿素を 1.8 g 与えた。

仮説Ⅱ

- ・実験Ⅰより窒素肥料を多く与えると、形成される根粒が少なくなる。反対に、窒素肥料が少ないと形成される根粒は多くなる。

実験Ⅲ

- ・実験Ⅱより、空気と根粒の形成に関係があると考えられるので、根粒の形成の要因に一番関わっている気体について調べる。

仮説Ⅲ

- ・窒素（気体）だけを与える条件下では根粒菌のコロニーが最も大きくなり、酸素（気体）を与える条件下の中では、あまりコロニーは形成されない。

4. 結果

実験Ⅰ

- ・仮説通り、窒素肥料が少ないほうが多くの根粒が形成された。（図 1 参照）
- ・土壌中に根粒菌が存在しないと根粒はほとんど形成されなかった。
- ・根粒の数と植物の成長には関係がなかった。（図 2 参照）

実験Ⅱ

- ・与えた窒素肥料が少ないほど、根粒の数が多くなった。（図 3 参照）

実験Ⅲ

- ・根粒菌の濃度が高かったため、観察が困難になり有効な実験結果が得られなかった。

5. 考察

実験Ⅰ

- ・根粒の形成には、窒素肥料の有無が関係していると思われる。
- ・根粒菌がない条件で根粒ができなかったことを考えると、空気中に根粒菌は、ほとんど存在しないと思われる。
- ・根粒から得られる栄養は多くないため、根粒の数が多くても、植物の成長にあまり影響されないと考えられる。

実験Ⅱ

- ・与えた窒素肥料が少ないと根粒の数が多くなったので、窒素肥料が少ないほど、ダイズは少ない栄養を補うために根粒を作ろうとする働きが活発になる。また、形成された根粒の多くが根の上部にあつたので、根粒の形成に空気の影響があると考えた。

6. 結論

根粒の形成には根粒菌の存在が大きく、また、窒素肥料を多く与えると根粒菌の活動が鈍る。そして、根粒の数と植物の成長には相関が見られない。

7. 参考文献

だいちに対するアゾスピラム菌の摂取効果

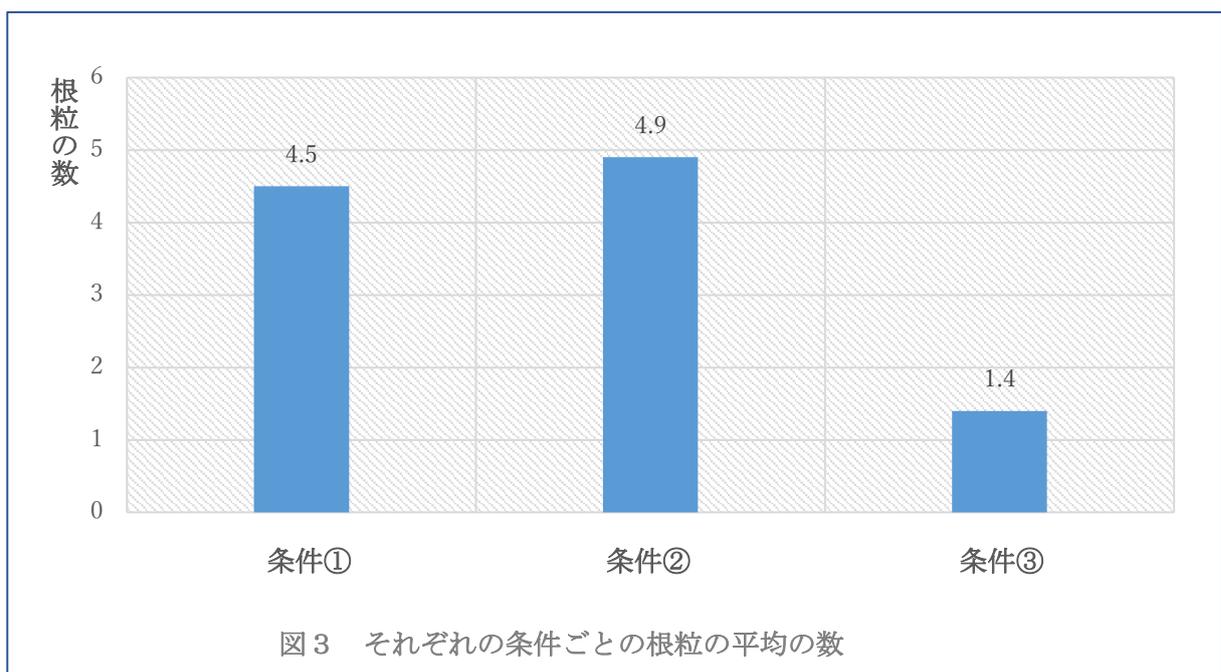
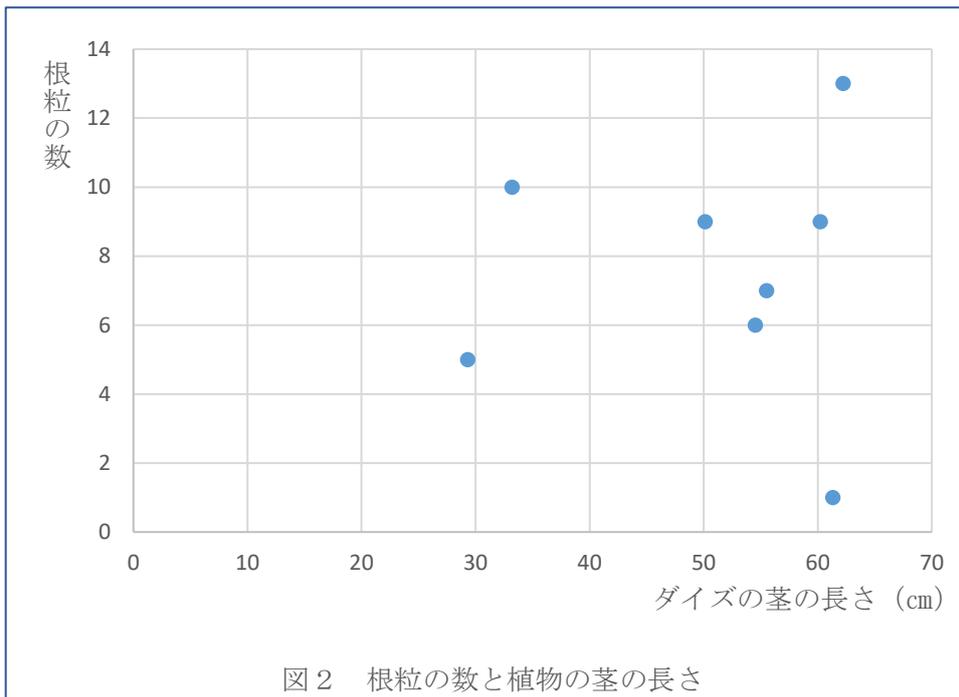
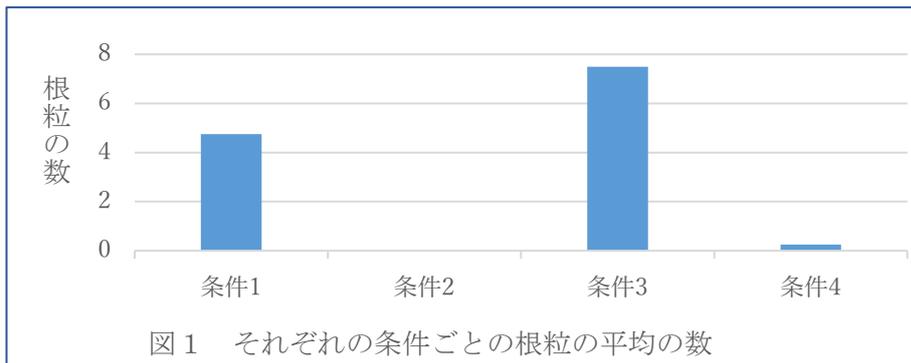
(<http://www.naro.affrc.go.jp/org/harc/seika/h12/cryo00100.html>)

大人の自由研究

(<http://air-laboratory.com/2018/08/05/science-project-1/>)

8. 謝辞

実験に協力してくださった小川先生をはじめとする先生方有難うございました。



メデイカルコース生 研究論文

中高生のゲーム依存症への対策

3年理数科 1名

I have learned about some medical things. In my studies, I become interested in game addiction. As the investigation progressed, I got a lot of knowledge about game addiction. But I could not find the solution to the disease. Therefore, I did an experiment to solve game addiction. In my survey, I found that “Monitoring” can be a solution for the disease.

研究動機

最近、依存症という言葉をよく聞き、依存症に対して興味を持った。また、知らず知らずのうちにスマホやゲームの時間が増えてしまい、最終的には依存症になってしまうということを知り、依存症になる前に、対策をすることができるのかどうかについても興味を持ち、予防策について深く調べてみたいと思った。

ゲーム依存の現状

依存症という病気は、2011年にWHO（世界保健機関）によって、国際疾病分類（ICD-11）に加えられた。つまり、依存症というのは、2011年に初めて病気として認められた、ということになる。したがって、ゲーム依存症は近代の病だと考えることができる。現在、依存症というのは、若者だけでなく、だれもがなりうる病気であり、患者数は現在増加している。その背景には、ゲーム市場の拡大やインターネットの普及などが存在する。

依存症の定義

ある特定の何かに心を奪われ、やめたくてもやめられない状況に陥ること

（日本の厚生労働省による定義）

依存症の予防策

私の調べた範囲では、予防策といったものは見受けられなかった。

依存症の治療薬

依存症は病気であるけれども、薬で治すことはできないとされている。（不眠症などの併発している場合には薬用いることがある。ただし、この薬は依存症を治療する薬ではない。）つまり、依存症を治す薬は存在しないということになる。

実際の依存症の治療方法

具体的な依存症の治療方法としては、主に以下の2つが挙げられる。

①プレー時間のモニタリング

②オフラインの時間を作る この2つについて説明する。

まず一つ目の、プレー時間のモニタリングというのは、自分がゲームをしている時間を記録し、記録することによって視覚的に、自分がどのくらいゲームをしているかや、自分にとってゲームをすることがマイナスとなっているかを認識することによって、ゲームをする時間を減らしていく治療方法である。ただしこの治療方法は、医師や看護師と一緒に振り返ることが必要である。なぜなら、一般的に、依存症の患者さんはゲームをしたいのであるから、一人で振り返ると、正確な記録や振り返りが行われなく、形だけの治療となってしまうからである。

次の、オフラインの時間を作るというのは、ゲームから離れる時間を作り、そのことによってゲーム

と触れていなくても大丈夫なような状況を作る治療法である。この治療方法では、医師や看護師たちの監視がない状況でも、再びゲーム依存症に戻ってしまわないように、極力自分をゲームから遠ざけて生活することが必要となってくる。依存症の患者さんにとって、この治療というのは、苦痛を伴うことも多い。そこで、この治療を行うために、運動療法を用いることがある。この、運動療法というのは、簡単にいえば、ゲームをしていた時間を、運動をする時間に置き換えるというものである。この運動療法には、物理的にゲームをしない状況を作ったり、ゲームを比較的隔離し易い、などといったメリットがある。これにより、患者さんは比較的楽に、ゲームから離れていくことができることもある。

以上の2点が、治療法の主なものである。しかし、依存症の完治というのはとても難しいといわれており、治療がおわっても、外的な要因などによって再び依存症を発症してしまうこともあるといわれている。

依存症の治療についての考察

上記の①のプレー時間のモニタリングによる治療では、自分のゲームによって自分にマイナスであることを認識することによって、時間を減らしていけるということがわかった。ここで、これは依存症の患者さんに限った話ではなく、一般の人（依存症ではない人）にも有効なのではないか。

モニタリング調査によって、予防策を考えられるのではないか。

実験方法

考察を基にして、モニタリング調査の実験を行った。この実験は、モニタリング調査を行うことで、対象者に自身のスマホの使用時間の現状を認識させることが、スマホの使用時間を減らすことに効果を発揮するかを調査するものである。1,2年生を対象とし、奇数クラスと偶数クラスの2グループに分ける。偶数クラスの生徒には3月2日から23日まで毎日アンケート調査を受けてもらい（登校日のみ）奇数クラスには3月2日、14日、23日にアンケート調査を受けてもらう。このアンケート調査で回収したデータを集計し、そのデータをもとにモニタリング調査の効果を調べる。（アンケート調査には、右の用紙を用いた）

メディカルコースの研究への協力を

2-1 お願いします。

3/23のスクリーンタイム ●

2 時間 30 分

スマホ時間は適切であるか 適切 適切でない

スマホにより勉強時間は減っていないか 減った 減っていない

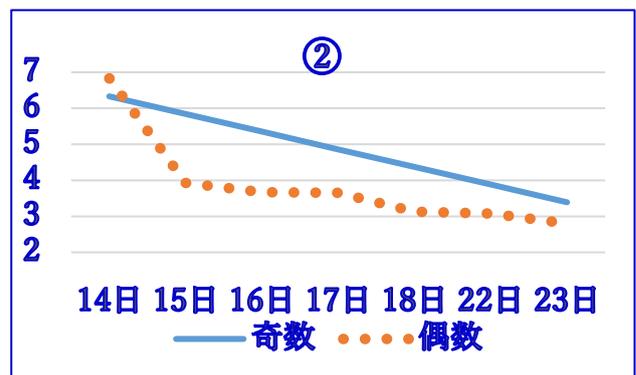
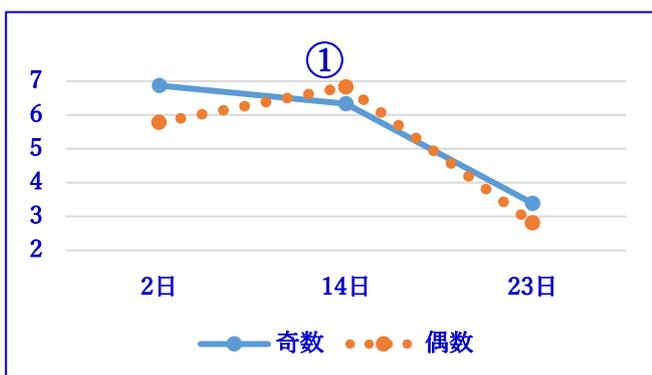
スマホにより睡眠時間は減っていないか 減った 減っていない

仮説

奇数クラスに対して、偶数クラスはスマホの使用時間が減ると考える。

実験結果

下のグラフは①、②ともに奇数クラスと偶数クラスのスマホ使用時間の推移を表したものである。



全頁の①のグラフより、2日から14日にかけて偶数クラスのスマホの使用時間がふえており、モニタリング調査が意味をなしていないように思える。しかし、3日から13日にかけて、偶数クラスの生徒の皆さんに、まとめてアンケートを依頼しており、偶数クラスの皆さんが毎日アンケートに答えてくださっていたかは定かではない。そこで、毎日アンケート調査をしっかりと行えた14日にちから23日のデータを使用し、考察をする。

考察

- ・しっかりと毎日振り返ることができれば効果があるのではないか。
- ・継続をしないと効果がないのではないか。

予防策の提案

今回の実験によって得られた実験や、文献調査を基として、中高生の依存症に対する予防策として、「家庭内等で、毎日、自分がどれほどゲームを行ったかを書き留め、ゲーム時間を振り返り、反省する。」ことを提案する。これは、今回私たち（私と藤原敬継氏）が行ったモニタリング調査の実験を基に考えたものであるので、本当に有効であるかは定かではない。

謝辞

本実験を行うにあたり、ご協力いただいた先生方、生徒の皆さん、ありがとうございました。

参考文献

- ・「スマホゲーム依存症」 樋口進 著 (2017)
- ・ICD-11 「gaming disorder」 の定義
<https://icd.who.int/dev11/f/en#/http%3a%2f%2fid.who.int%2fid%2fentity%2f1448597234>
- ・ICD-11 「gaming disorder」 の日本語訳
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B2%E3%83%BC%E3%83%A0%E4%BE%9D%E5%AD%98%E7%97%87>

ブルーライトによる健康被害

3年理数科 1名

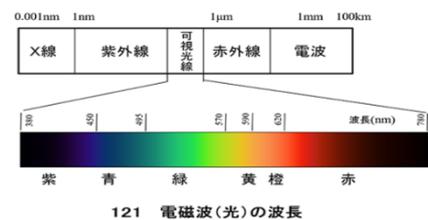
In recent years, more and more people spend their time in front of the screen which emits harmful light. I focused on specific light such as Blue light, Violet light and UV. I considered the effects of these lights with the studies which were carried out by other scientists.

1. はじめに

近年スマートフォンやパソコンの普及により、人々が光を見ることを生活の中の多くの時間で行うようになってきている。スマートフォンやパソコンからのディスプレイからはブルーライトといわれる紫外線より少し波長が長い、可視光線が発せられるといわれている。そこで、そのブルーライトについて調べ、人々の健康との関係を考察することにした。

2. ブルーライトとは

- ① スマホの液晶などに含まれる波長が 380~495nm の青色光。
- ② 可視光線の中で最も波長が短い。
- ③ 可視光線の中で最もエネルギーが強い光である。
- ④ 人々の健康に影響をもたらすといわれている。
- ⑤ ブルーライトカットにより、エネルギーを軽減することができる。



3. 研究内容

- ① ブルーライトの基本情報を調べ、なぜブルーライトが人々の健康に影響するのか科学的根拠に基づいて考察した。
- ②-1 ブルーライトによる影響や症例を調べ、視細胞への影響などについて考察し、
- ②-2 症例については詳細を調べブルーライトとの関係性をまとめた。
- ③-1 ブルーライトによる健康被害が分かったので、ブルーライトを軽減し、ブルーライト対策となるブルーライトカット眼鏡について調べ、
- ③-2 「JINS と慶応義塾大学医学部共同研究グループの実験」を参考に考察した。
- ④ 令和3年4月14日に日本眼科学会から発表された「小児のブルーライトカット眼鏡装用に対する慎重意見」をもとにブルーライトカットの是非についてまとめた。

4. 参考にした研究

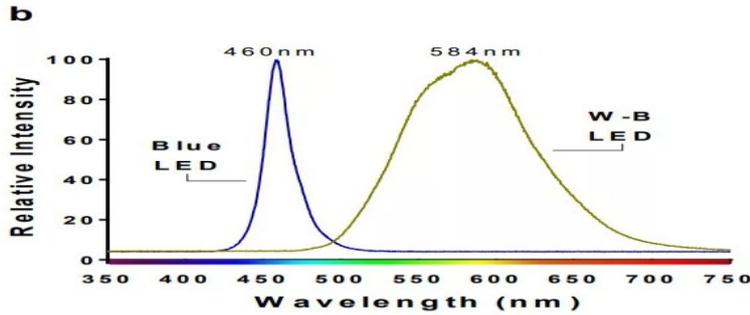
- ②-1 学術誌「npj Aging and Mechanisms of Disease」に2019年10月に掲載された Trevor R. Nash 氏らのショウジョウバエの実験

実験概要 「ショウジョウバエを実験材料として、24時間の光を当て、光の条件を操作することで、ブルーライトによるショウジョウバエに対しての長期的な影響を調べる。」

光の条件 12時間ブルーライト(青色)LED : 12時間暗闇
12時間青色を除去した白色LED : 12時間暗闇
12時間暗闇 : 12時間暗闇(ずっと真っ暗)

ショウジョウバエは眼が白い系統(w)と赤眼の野生型(CS)を使用

実際に実験に使われた光のスペクトル



③-2 「JINS と慶応義塾大学医学部の共同研究グループの実験」

実験内容

- 【1】 マウスを「ほぼ全ての光学波長を通す箱」「UV 光を完全に遮断する箱」「UV 光を完全に遮断し、青色光の約 50%と他の一部の可視波長光を遮断する箱 (JINS PC[®]製)」の 3 群に分ける。
- 【2】 白色蛍光灯 (照度：5.65×10⁻⁵ mW/cm² /s) による 1 時間の光曝露を行う。光曝露後は、薄暗い周期照明下 (照度：6.85×10⁻⁷ mW/cm² /s, 12 時間ごとにオン/オフ) で飼育する。
- 【3】 光曝露後、下記のタイミングで異なる観察を行う。
 - ➡2 日後に、視細胞の細胞死 (アポトーシス) 数を観察。
 - ➡4 日後に、視細胞の障害を組織学的に観察。

透光性	全ての光を通す箱	UV 光を遮断した箱	UV 光と青色光約 50%を遮断した箱 (JINS PC [®] 製)
UV 光 (~400nm の可視波長光)	○ 	× (遮断する) 	× (遮断する) 
ブルーライト (380~495nm の青色光)	○	○	× (青色光約 50%と他の一部の可視波長光を遮断)

5. 研究結果と考察

- ①光を光子(光の粒子)のかたまりと考えた時、光子一つが持つエネルギーを $E=h \cdot c / \lambda$ (E :エネルギー h :プランク定数 c :光速)で求めることができる。この時、プランク定数と光速は定数である。よって、エネルギーの強さは波長の大きさに依存することがわかるが、ブルーライトは波長が短いためエネルギーが強い光とすることができる。このエネルギーの強さが人々の健康に影響するのではないかと考察する。
- ②ブルーライトの影響として、
 - A. 朝に浴びると体内時計が整う*
 - B. 夜に浴びると不眠の要因になる*
 ※ブルーライトを長時間浴びていると、メラトニンという眠気を誘うホルモンが分泌されにくくなるため。
 - C. 脳へのストレスになる
 - D. 光が角膜や水晶体で吸収されず直接網膜に達するため、「網膜色素変性症」や「加齢黄斑変性」になる可能性が高まる
 ことが分かった。

Cについて学術誌「npj Aging and Mechanisms of Disease」に2019年10月に掲載された Trevor R.Nash 氏らのショウジョウバエの実験の論文を参考に結果を要約し、考察した。

- 要約** (1)ブルーライトの環境で育てられたショウジョウバエでは、脳の神経変性が見られた。
 (2)「12時間ブルーライト/12時間暗闇」の環境で育てられたショウジョウバエでは「24時間暗闇や「12時間ブルーライトを除いた白色光/12時間暗闇」のハエよりも寿命が短かった。
 (3)眼がないハエでも寿命低下や脳へのダメージがみられたため、ブルーライトの影響は眼や網膜のダメージとは直接関係がないのかもしれない。

- 考察** (1)よりブルーライトが脳へのストレスになりうる可能性があると考えます。
 (2)よりブルーライトが健康に影響を与え、寿命を短くしてしまう可能性があると考えます。
 (3)よりブルーライトは眼以外からも体の内部に入り込み健康被害を与える可能性があると考えます。

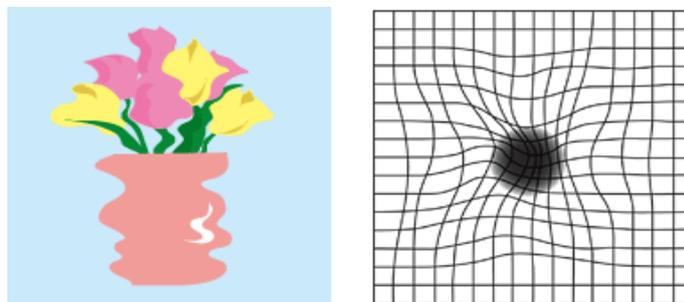
②-2-1 網膜色素変性症について調べた。網膜色素変性症とは、網膜は1億個以上もの「視細胞」という光を感知する細胞が集まって構成されているのだが、その視細胞が年齢よりも早く老化し機能しなくなってしまう両眼性の病気のことだということが分かった。

網膜色素変性症の見える方。写真右側ほど症状が進行している。



②-2-2 加齢黄斑変性について調べた。加齢黄斑変性とは、黄斑が加齢とともにダメージを受けて変化し、視力の低下を引き起こす病気であるということが分かった。黄斑が変化すると、モノが歪んで見える、モノが欠けて見える、視野の中心が暗くなる、視力の低下などの症状が現れる。

加齢黄斑変性に見える方。



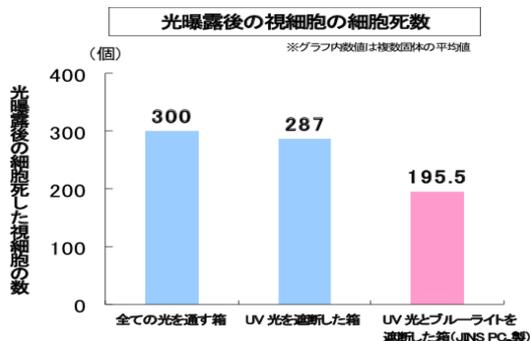
まとめ ブルーライトが紫外線に最も近いエネルギーを有する点から長期的な曝露で加齢黄斑変性や網膜色素変性症など重病へのリスクを伴う危険性がある。

③-1 ブルーライトカット眼鏡には、特殊染色によりブルーライトを吸収・軽減する「カラータイプ」と特殊コーティングによりブルーライトを反射・軽減する「コーティングタイプ」あることが分かった。

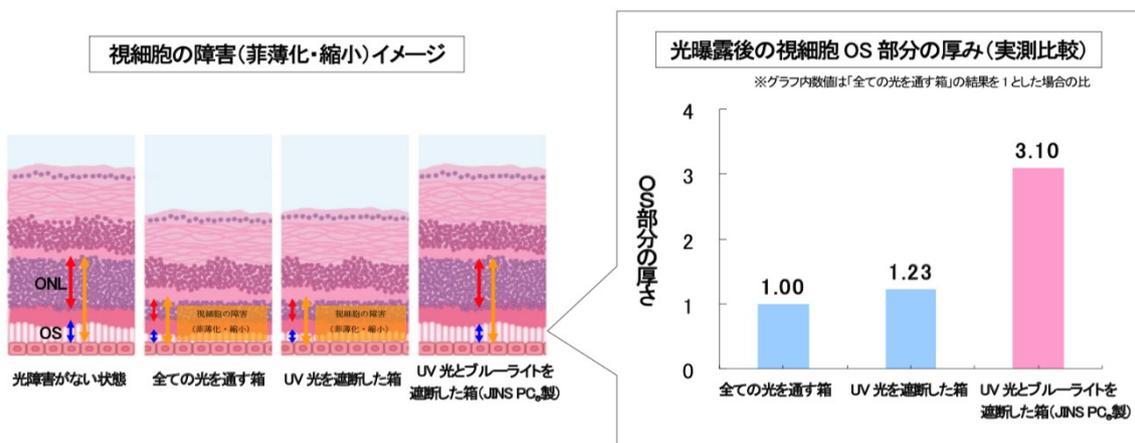


③-2 「JINS と慶応義塾大学医学部共同研究グループの実験」の実験結果を参考に考察した。

結果 ・視細胞の細胞死（アポトーシス）の数が約 2/3 に抑制された。



- ・視細胞の障害（菲薄化や縮小）が抑制された。
 - ・視細胞の中で光を受容する OS 部分※1の厚みが 3 倍に保たれた。
 - ・視細胞の本体部分を持ち、再生することがない ONL 部分※2の障害が抑制された。
- ※1) OS 部分 (outer segment : 網膜視細胞外節)
 ※2) ONL 部分 (outer nuclear layer : 網膜の外顆粒層)



考察 全ての光を通す箱、UV 光を遮断した箱に比べ、ブルーライトと UV 光を遮断した箱での細胞死数が抑制されていることや、視細胞の障害が抑制されたことからブルーライトカットをすることで健康被害への対策となる可能性があるかと考察する。

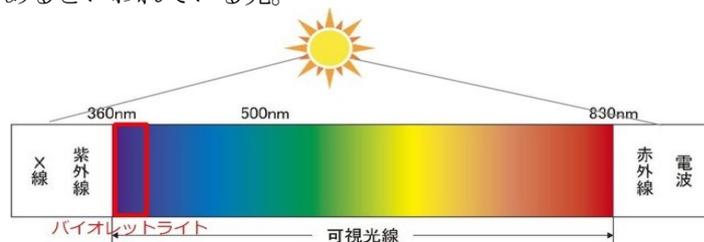
④令和 3 年 4 月 14 日に日本眼科学会から発表された「小児のブルーライトカット眼鏡装用に対する慎重意見」について考察し、まとめた。

「小児にとって太陽光は、心身の発育に好影響を与えるものです。なかでも十分な太陽光を浴びない場合、小児の近視進行のリスクが高まります。ブルーライトカット眼鏡の装用は、ブルーライトの曝露自体よりも有害である可能性が否定できません。」

※「小児のブルーライトカット眼鏡装用に対する慎重意見」より一部抜粋。

太陽光を浴びない場合、小児の近視進行のリスクが高まるのは、ブルーライトカット眼鏡が太陽光に含まれる※バイオレットライトを抑制してしまうからである。

※近視抑制に効果があるといわれている光。



- まとめ (1)一日中、野外にいるときでもブルーライトカット眼鏡を装用するのは好ましくない。
(2)特に小児はブルーライトカット眼鏡を装用する場合は夕方以降、特に寝る前などに装用するのが好ましい。

6. 本研究「ブルーライトによる健康被害」のまとめ

本研究を通して、エネルギーの式、ブルーライトによる影響、症例、動物を対象とした実験からブルーライトがヒトへの健康被害になる可能性があるといえる。

また、ブルーライトカット眼鏡が動物実験より、健康被害への対策となりうるといえる。

しかし、ブルーライトカット眼鏡は近視を抑制するバイオレットライトもカットしてしまうため、ブルーライトカット眼鏡を利用する際には慎重に検討して利用する必要がある。

7. 参考文献

- 【1】ブルーライト研究会「ブルーライトとは」
http://blue-light.biz/about_bluelight/
- 【2】ブルーライト研究会「網膜への影響」
<http://blue-light.biz/feature/?p=156>
- 【3】Quiz Knock 「お空だってこんなに青いのになぜブルーライトは目に悪いの？」
<https://quizknock.com/blue-light>
- 【4】Daily blue-light exposure shortens lifespan and causes brain neurodegeneration in Drosophila
<https://www.nature.com/articles/s41514-019-0038-6>
- 【5】Santen 「加齢黄斑変性とは」
<https://www.santen.co.jp/ja/healthcare/eye/library/amd/>
- 【6】Ito Lens 「ブルーライトカットレンズ 基本構造」
https://www.itolens.jp/eyesupport_bluelightcut_02
- 【7】JINS 「JINS PC®が眼の網膜視細胞に及ぼす光障害を抑制」
<http://pdf.irpocket.com/C3046/YWWN/awGR/jyUi.pdf>
- 【8】ブルーライトが脳や寿命に悪影響を及ぼす可能性、ハエの実験で判明【最新研究】
https://darwin-journal.com/blue_light_drosophila
- 【9】9.網膜色素変性症 | 目と健康シリーズ | 三和化学研究所
https://www.skk-net.com/health/me/c01_09.html
- 【10】小児のブルーライトカット眼鏡装用に対する慎重意見
https://www.gankaikai.or.jp/info/20210414_bluelight.pdf

誤嚥性肺炎予防のための取り組み

3 年理数科 1 名

In this study, I researched precautions and early detections of aspiration pneumonia, which is a large proportion of deaths for elderly people in Japan. Elderly people are different in their health conditions and intellectual abilities. Therefore, we have to take appropriate ways for each person in order to carry out effective precautions and early detection.

はじめに

高齢者は感染症に対しての抵抗力が弱く、運動機能や認知機能の低下により適切な予防策も取りにくいいため、感染症に関して特に注意を必要とする。日本は高齢化率が高く高齢者人口が増えることが予想されているため、さらに高齢者の感染症対策を進める必要がある。様々な感染症がある中で誤嚥性肺炎は高齢者や体の機能が低下した人がかかる割合が多く、死亡率も高いため特に予防に力を入れる必要があると考え、この研究に取り組んだ。

1. 誤嚥性肺炎とは

誤嚥性肺炎は誤嚥によって起こる肺炎のことである。誤嚥の原因となるのは老化や日常生活動作 (ADL) が減ることによる筋力低下、脳血管障害による嚥下反射の低下、肺疾患や心不全などによる呼吸状態の悪化などがある。誤嚥は主に二種類に分けられ、食事や嘔吐時に飲食物や胃内容物が急速かつ大量に気道に入る顕性誤嚥と、就寝中や寝たきりの場合に気づかないうちに唾液や胃液を誤嚥してしまう不顕性誤嚥がある。顕性誤嚥による誤嚥性肺炎のほうがより重症度が高い。しかし不顕性誤嚥は顕性誤嚥に比べ頻度が高く本人や周囲の人が気づきにくいいため、予防や早期発見が難しく、高齢者の誤嚥性肺炎発症に関わる重要な因子である。*1

誤嚥性肺炎の原因菌は口腔内に常在する病原性細菌である。健常者の口腔内には無害な嫌気性細菌の常在細菌叢が存在し、他の病原性細菌の繁殖を抑えている。しかし高齢者や体の機能が低下した人の口腔内では、唾液の減少、飲酒喫煙、抗生物質の服用などが原因で、抗生物質に抵抗性を持つ病原性細菌が繁殖しやすい環境が整っている。そのため、口腔内の衛生状態を保つことが誤嚥性肺炎予防において重要である。口腔内のケアが誤嚥性肺炎発症を抑えることは米山らによって明らかにされている。*2

2. 高齢者の状態に合わせた誤嚥性肺炎予防

高齢者と一口に言っても、年齢や持病の有無、認知機能や運動機能の程度によって誤嚥性肺炎のリスクやとるべき対策が異なる。そのため、適切な予防の取り組みについて研究するにあたり、1) 要介護認定を受け何らかの介護サービスを利用している場合と、2) 要介護認定を受けず介護サービスを利用していない、比較的健康的な場合とに分けた。

1) 介護サービスを利用している場合

要介護認定を受け介護サービスを利用している高齢者は、認知機能や運動機能の低下により自分で誤嚥性肺炎の危険性を理解し予防を行うことが難しい。そのため、適切な予防をするためには介護者が誤嚥性肺炎の危険因子や予防法を理解し、一人一人異なる高齢者の状況を把握する必要がある。誤嚥性肺炎の死亡者は90歳前後で最も多く (図1)、また85歳以上の高齢者の約60%が要支援・要介護認定を受けていることから (図2) 誤嚥性肺炎のハイリスク者は何らかの介護サービスを利用している場合が多いと考えられる。

介護サービスを利用する際は、介護支援専門員が高齢者の心身の状況や介護の要望を踏まえた介護

サービス計画原案を作成する。作成された原案はサービス担当者会議で介護職員や医療関係者の間で共有され、医学上の留意点や介護職員の意見も参考にして具体的なサービス内容が決定される。これによって、口腔衛生や嚥下障害、ADL維持など、個々の課題に合わせた適切な介護サービス計画が立てられる。*3

また、介護支援専門員は月一回の利用者宅への訪問や、利用者が入院した際に行われる退院前カンファレンスなどの際に介護サービス計画を修正し、必要に応じて介護事業者や医療関係者と連携をとることで、高齢者の心身の変化に対応している。

以上から、介護サービスを利用している場合は、介護支援専門員を中心に医療機関と介護事業者の連携がとられ、一人一人の高齢者の状況に応じた適切な誤嚥性肺炎予防につなげやすい環境にあると考えられる。

2) 介護サービスを利用していない場合

介護サービス非利用者は利用者と比べて支援を必要としないため、医療や介護の専門家が関わる機会が少ない。そのため、本人や家族が誤嚥性肺炎の危険因子を理解・発見して予防に努める必要がある。ここでは誤嚥性肺炎の危険因子である口腔の不衛生や嚥下障害、基礎疾患を発見する機会としての歯科検診と健康診査について、上越市を例に調査・考察した。

< 歯科検診 >

上越市は平成25年に「上越市歯科保健計画」を策定し、「市民の誰もが歯や口腔の健康状態を保ち、生活の質を向上させること」を目指した取り組みを行っている。この計画の中では、「成人・後期高齢者歯科検診」をはじめとする各種歯科検診の実施、「歯科衛生士によるブラッシング指導と受診勧奨」「お口の健康フェスタにおける講話及び情報提供の実施」などが取り組みとして挙げられている。一方課題として、成人・後期高齢者歯科検診の受診率低迷、口腔機能の維持及び低下予防に関する知識の普及の不足などを挙げている。*4

また、上越市は高齢者が受診する歯科検診として、対象者にはがきを送付して事前予約を行う個別健診と、申し込み不要の集団検診を行っている。しかし個別健診は高齢者では65歳、70歳、76歳、80歳で実施することになっており*4、受診回数が多いとは言えない。また集団検診は18歳以上を対象として月に1,2回行っているが、これは参加を促すはがき送付を行っていないため*4、高齢者の受診にはつながりにくいと考えられる。

< 健康診査 >

上越市では口腔関連以外の健康診査として、主に「後期高齢者健康診査」「胸部エックス線検査」「後期高齢者医療制度人間ドック」を実施している。しかしいずれも糖尿病や脂質異常症などの一般的な慢性疾患の発見を目的とした検査項目が多く*5、嚥下や咀嚼機能、潜在的な脳血管障害など誤嚥性肺炎の危険因子とされているものを発見する項目は設定されていない。誤嚥性肺炎はこのような数字に表れにくいものや、就寝時の姿勢や咀嚼・嚥下の能力など検査できないものが危険因子となることが多い。そのため、誤嚥性肺炎予防につなげるためには、誤嚥性肺炎に特化した問診表などを作成し、それをもとに誤嚥性肺炎へのリスクを評価する必要があると考えた。

3. 考察

- ・介護支援専門員が関わる何らかの介護サービスを利用している場合は、介護や医療の専門家が定期的に高齢者の状況を把握して、誤嚥性肺炎予防に配慮した適切な介護が行われやすい環境にある。しかし、介助の技術は介助者によって差があり、食事や口腔ケアの介助に不安や困難を抱える介助者も多い。*6 そのため、介助者に向けた講習会などを充実させ、介助技術の向上を図ることが必要であると考えられる。

- ・要介護認定を受けず、介護サービスを利用していない場合は、誤嚥性肺炎の危険因子発見に必要な歯科検診、健康診査が十分ではなく本人と家族だけで予防に努めるのは難しい状況である。危険因子が検査に表れにくい誤嚥性肺炎では、生活の中に表れる危険因子に本人や家族が気づき、予防につなげる必要がある。そのため、誤嚥性肺炎予防に関する講演会や印刷物などで危険性を周知し、健康診断の際には誤嚥性肺炎に特化した問診項目を設けることで、予防や危険因子の早期発見につなげる必要があると考える。

参考文献

- *1 日野原重明,井上裕夫 『看護のための最新医療講座 2呼吸器疾患』 中山書店 (2005年)
- *2 米山武義,嶋田博司「口腔ケアと誤嚥性肺炎予防」,老年歯科医学 16巻 (2001年)
- *3 介護支援専門員テキスト編集委員会 『介護支援専門員テキスト 3高齢者保健医療・福祉の基礎知識』 一般財団法人長寿 社会開発センター (2018年)
- *4 上越市「上越市歯科保健計画改定版」
<https://www.city.joetsu.niigata.jp/uploaded/attachment/143752.pdf> (2021年4月20日最終閲覧)
- *5 上越市ホームページ 歯科健康診査 <https://www.city.joetsu.niigata.jp/soshiki/kenkou/shika-kenshin2021.html>
 健康診査、各種がん検診 <https://www.city.joetsu.niigata.jp/soshiki/kenkou/kenshin2021.html>
 (2021年4月19日最終閲覧)
- *6 北村愛子,佐々木さち子「特別養護老人ホームにおける誤嚥予防対策の現状と課題」
 身延山大学仏教学部紀要 15号 (2014年)

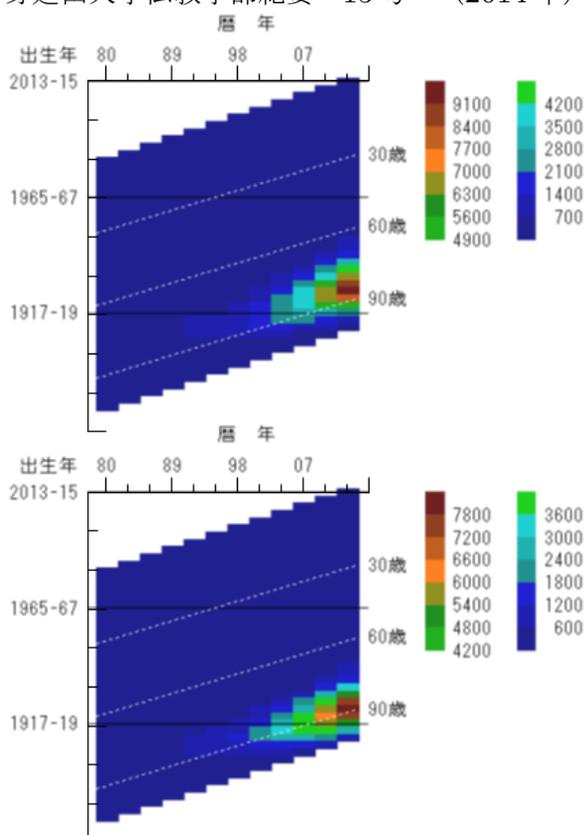


図1

誤嚥性肺炎による死亡者数の世代マップ (上段：男子，下段：女子)

人口動態統計からみた日本における肺炎による死亡について (肺炎, インフルエンザ, 誤嚥性肺炎, 年次推移, 世代マップ, 人口動態統計) 東京都健康安全研究センター年報, 69巻, 271-277 (2018)

<http://www.tokyo-eiken.go.jp/sage/sage2018/>

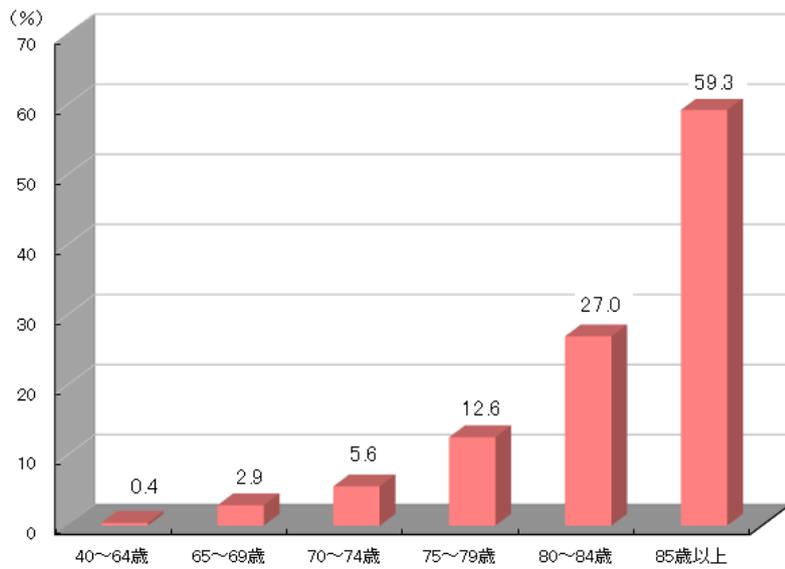


図2
年代別人口に占める要支援・要介護認定者の割合

介護や支援が必要な人の割合はどれくらい？（公益財団法人生命保険文化センター）

<https://www.jili.or.jp/lifeplan/lifesecurity/nursing/2.html>

授業中に眠気が生じるのはなぜか

3年理数科 1名

I searched the cause of sleepiness during a class and the solution for it. The experiment shows that water supply helps decrease sleepiness in class. Also, I looked into many other ways to suppress the sleepiness. My research shows that sleepiness depends on your awareness.

はじめに

午後の授業中における学生の眠気は、日常的に見られる現象である。高校生を対象とした調査では、授業中の居眠りの状況について「よくある」「時々ある」と答えた学生が6割以上を占めていることが指摘されている。眠気の生じる時間帯や教科は様々であり、年齢によっても相違が見られる。今回、授業中における眠気の原因とその対処法について、環境的、年代的などの様々な観点から研究を行った。

第一章 ポストランチディップと日中の眠気

○ポストランチディップとは

昼食後に眠気に襲われる現象およびその時間帯をポストランチディップという。この時間帯は、健康な人であっても能力が落ち込む時間だといわれており、実際に多くの学生がこの時間帯の授業中に居眠りをしている。ポストランチディップの原因は、睡眠負債によって睡眠圧が増してくることや、生体リズムの影響だといわれている。睡眠負債とは、ヒトが必要とする一定の睡眠時間よりも短くなれば足りなくなった分が蓄積し、いわば眠りの借金が生じることからつくられた造語である。

○思春期の概日リズムの変化

ヒトの生体リズムは「概日リズム（約25時間周期の生体リズム）」「ウルトラディアンリズム（概日リズムよりも短い周期をもつ生体リズム）」の大きく二つに分類される。

高校生は体の変化が大きい思春期にあたり、生理的に生体リズムのずれが生じ、夜間睡眠が十分にとれないことが多くなる傾向にある。また小・中学校と比較し、早い始業時間や遠方からの登校のために朝早く起きざるを得ない学生が増えるのも事実である。この「遅寝・早起き」のサイクルが生じやすいことから、高校生は他の年代に比べて睡眠の習慣が崩れやすく、日中の眠気が生じやすいのではないかと考えた。

第二章 授業中睡眠に対する水分補給の抑制効果実験

○午前中の授業の眠気

高田高校の生徒29名にアンケート調査を行ったところ、「午前中の授業でも眠気を感じることがありますか？」という質問に対して「ある」と回答した生徒が約8割を占めた。このことから、時間帯だけではなく、授業の形態にも眠気が生じる原因があるのではないかと考えた。

○従来の授業形態

日本の多くの高校の授業は、体育などの例外を除いては、いすに長時間座り、机に向かって先生の授業を聞く講義形式の授業形態をとっている。また、授業の途中に無断で立ち上がることや飲食などは基本的に認められていない。

このような授業形態が、学生の眠気を引き起こす一つの原因になっている可能性があるということと言及しておきたい。米国立睡眠財団(NSF)のレポートによると、「水分不足」や「長時間同じ姿勢で座っていること」も眠気の原因になるというのである。

○水分補給の抑制効果実験の概要

多くの高校生は、ほとんどの授業で水分補給をせずに机に向かっていることが多い。眠気を感じるのは身体が水分不足になり脱水に陥ってしまった時の一症状であり、脳に必要な酸素や栄養素が届かなくなるため、眠気を感じてしまうといわれている。この状況が環境的な条件として授業中の眠気に何らかの関連があるとみて実験を行った。実験方法は以下の通り。

【対象者、対象授業】

高田高校3年6組 生徒

現代文（実験授業 2限36名、対照授業 1限29名）

化学（実験授業 4限36名、対照授業 4限31名）

物理（実験授業 3限19名、対照授業 3限21名）

【実験内容】

NEDO の評価基準

- ① 眠気レベル 1: まったく眠くなさそう(視線の移動が速く頻繁である、瞬きは2秒に2回くらいの安定した周期、動きが活発で身体の動きを伴う)
- ② 眠気レベル 2: やや眠そう(唇が開いている、視線移動の動きが遅い)
- ③ 眠気レベル 3: 眠そう(瞬きはゆっくりと頻発、口の動きがある、座り直しあり、顔に手をやる)
- ④ 眠気レベル 4: かなり眠そう(意識的と思われる瞬きがある、頭を振る・肩の上下動などの無用な身体全体の動きがある、あくびは頻発し深呼吸も見られる、瞬きも視線の動きも遅い)
- ⑤ 眠気レベル 5: 非常に眠そう(瞼を閉じる、頭が前に傾く、頭が後ろに倒れる)

生徒が自由に持ち込んだ飲み物を、授業中自由に摂取させる。(対象とする授業は、事前に生徒にアンケートをとり、眠気を感じる生徒が多かった授業を選択した。)

授業後に、上記のNEDOの評価基準に基づいて授業中の眠気を自己評価するアンケートをとる。授業内水分補給を行った実験授業と別日の同時限(現代文のみ、授業予定の関係で1限と2限で実験を行った。)の水分補給を行わなかった対照授業の結果を比較し考察する。

NEDOの厳密な評価方法としては、第三者が5秒ごとに5段階の評価点をつけることになっているが、今回は当人の主観的な自己評価により実験を行った。

【実験結果】

以下の表は、実験授業および対照授業における五段階の眠気レベルの回答者数の割合を示したものである。

	実験授業 (%)					対照授業 (%)				
	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
現代文	75.0	16.7	2.8	2.8	2.8	75.9	10.3	6.9	3.4	3.4
化学	52.8	19.4	13.9	11.1	2.8	6.5	29.0	29.0	16.1	19.4
物理	57.9	10.5	10.5	10.5	10.5	42.9	19.0	4.7	0.0	33.3

【考察】

○現代文

実験授業と対照授業で①と回答した生徒の割合に大差は見られなかった。しかし、実験授業におい

図 1

て②と回答した生徒の割合がやや増加し、③と回答した生徒の割合がやや減少したことから、多少の効果がみられたといえる。

また、①の割合が実験授業、対照授業ともに化学や物理よりも多いことから、朝の時間帯には比較的眠気が生じにくく、このことが①における差が見られなかったことの一因となっているのではないかと考えた。

○化学

実験授業および対照授業の実験結果の円グラフを図 1 に示す。

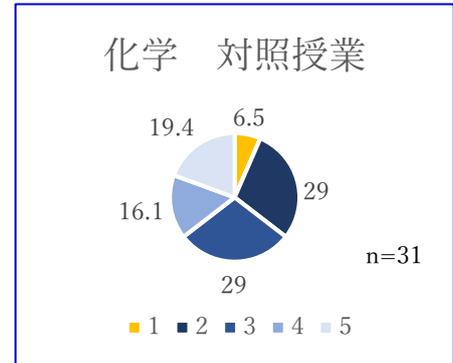
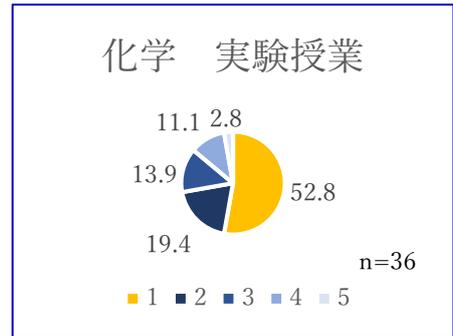
対照授業と比較し、実験授業では①と回答した生徒が大幅に増加し、①以外のすべての項目の割合が減少した。このことから、水分補給が効果を示したことがわかる。

○物理

実験授業で①と回答した生徒の割合は対照実験よりやや増加した。また、⑤と回答した生徒の割合は大幅に減少した。

○総合

どの時間帯の授業であっても、対照授業において眠気を感じている生徒のうち、実験授業で眠気レベルが低下している生徒が多い。このことから、水分補給は授業中睡眠の抑止に有効であることがわかる。被験者の母体数および実験回数が少なかったため、実験の有効性について確実性に欠ける部分もあるが、水分補給と眠気の軽減に相関関係は認められたといえる。



第三章 授業中睡眠の抑制のために

①仮眠の効果

仮眠時間とその効果を右の表 1 に表す。10～20 分の仮眠が効果的であったのは、徐波睡眠の出現量が少なく、睡眠慣性が少なかったからではないかと考える。

仮眠時間	効果	研究例
5分	×	Hayashi (2005)
10分	○	Horne (1996), Takahashi (2000), Hayashi (2005), Brooks (2006)
15分	○	Hayashi (2003, 2004), Kaida (2003), 阿部 (2006)
20分	○	Gillberg (1996), Hayashi (1999a)
30分	×	Hayashi (1999b), Brooks (2006)
	×	Tietzel (2001), Brooks (2006)

林 光緒「授業中の居眠り」 <https://psych.or.jp>

また、20～21 歳の若年成人が午後 2 時に 20 分間の仮眠をとった場合の成績の比較を行った実験 (表 2) では、眠気、作業成績ともに改善していることから、仮眠は授業中の眠気の抑制及び成績向上に有効であることがわかる。

②ガム咀嚼の授業中睡眠に対する抑制効果

関西女子短期大学歯科衛生学科 1 年生 110 名、2 年生 111 名、3 年生と聴講生の 114 名を対象とした実験を紹介する。

授業開始前にガムを配布し、授業中自由に咬ませ、授業後に、授業中に何枚のガムを咬んだのかを記載した用紙を回収した。対照試験の授業においてはガムの配布を行わなかった。授業開始の 30 分後、50 分後、70 分後に、2 名の観測員が机にうつ伏した学生を授業中睡眠と判定した。

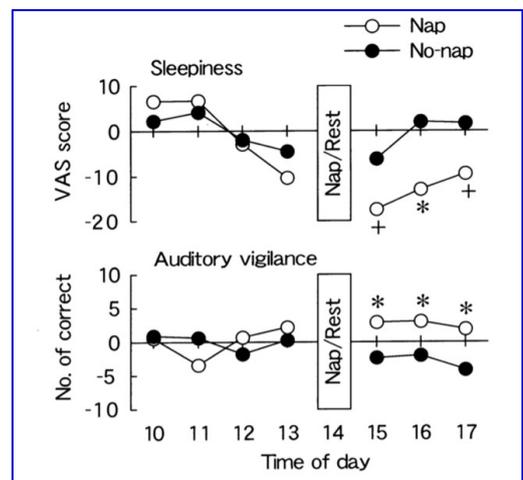


表 2. Subjective sleepiness and correct responses to an auditory vigilance task with or without a 20-min nap taken at 14:00. * p < 0.05, +p < 0.10.

実験結果を以下の表 3 に示す。

表 3 すべての試験において授業中に睡眠していた学生の割合

	1 年生		2 年生		3 年生	
	対照(228 名)	実験(254 名)	対照(222 名)	実験(247 名)	対照(170 名)	実験(207 名)
試験 3 回の総数	20%	9.2%***	16%	14%	23%	18%
対照群と実験群との間に統計的有意差あり (***) $P < 0.001$						

特に 1 年生において統計的有意差が認められたが、どの学年も対照実験時に比べて睡眠していた学生の割合は低下している。

したがって、ガム咀嚼は授業中睡眠の抑制に有効であると言える。

第四章 研究を通して

高校生の授業中における眠気は、ポストラランチディップや思春期における生体リズムの変化の影響を加味した上で、いわば自然発生的なものであると考える。今の教育現場の現状として、仮眠を取り入れる学校は日本では稀なケースであり、授業中睡眠をとりあげて問題視している学校は少ないように感じる。睡眠は高校生のみならず生涯向き合っていくものであり、また個人の心がけ次第で睡眠の質を高めることや日中の眠気を軽減させることは可能である。正しい知識を持ち、眠気を感じる前に個人が行動することが大切である。

参考文献

- ・中野泰彦、宮川あゆ、佐野聡「ドライバの覚醒検知度」2008. 07
- ・畑田晶子他「ガム咀嚼の授業中睡眠に対する抑制効果」2016. 11.04
- ・「意外と知らないレム睡眠／ノンレム睡眠のメカニズム」weara.jp 2020.03.05
- ・ウルトラディアンリズムの研究 広島大学総合科学部 堀 忠雄
Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology Vol.18, No.1, 2000. 9-15
- ・「NATIONAL GEOGRAPHIC 日中も 90 分ごとに眠くなるワケ」natgeo.nikkeibp.co.jp 2018.10.11
- ・西野精治「スタンフォード式 最高の睡眠」2017.03
- ・林 光緒・堀 忠雄「午後の眠気対策としての短時間仮眠」生理心理学と精神生理学 25(1):45-59,2007
- ・『ZUU online ランチ後の睡魔「アフタヌーン・ディップ」。上手に対処して認知症も予防する』 zuuonline.com 2021.05.13

コロナ差別対策法

3年理数科 1名

Nowadays COVID-19's problems are becoming more serious day by day. There are many types of problems. In this situation, I thought the human rights problem was the biggest one. This is why I started this research. Firstly, you can come up with a lot of factors for human rights problems. I believe that "Discrimination" is the main one. A lot of "COVID-19 Discrimination" actually exists around the world. I found a way to solve it using "Vaccine Passport". Literally, it is a passport. It is like a permission system. It enables us to go or enter anywhere we like without wearing masks or checking our temperature. You get it when you get vaccinated twice or more. Today, some countries, not few, adopt "Vaccine Passport". It may be the radical solution for "COVID-19 Discrimination".

① はじめに

今、世の中はコロナウイルスにより大変な状況に置かれている。ただ感染して死亡するのではなく、ロックダウンによる国民の不満の爆発、自粛推奨ムードにおされた消費活動の落ち込みによる中小企業の相次ぐ倒産など様々な災害が起こっている。その中でもコロナウイルスが原因の差別に注目した。元より公衆衛生など社会的側面の強い分野にとっても興味があり、このテーマに取り組んだ。

② 差別とは何か

まず差別という単語はとても難しい単語である。何らかの事柄を差別かそうでないかと判断するのは、受け手の感性などに強くよるのでそもそも一般的に差別が何であるかを示すのは難儀なのだ。そこでここでの「コロナ差別」の定義は「コロナウイルスまたそれによる事柄により不当な扱いや処遇をうけること」とする。

さて、差別とはとても歴史が長いものだ。日本で例を挙げるならば、古くは、ケガレの迷信に基づく差別や、今でも続く部落差別など教科書に載り有名になっていないもの以外も挙げ続けられきりがない。

では、なぜ差別が起こるのか。コロナ差別や歴史上実際にあった差別の事例を調べ、そしてアメリカでもっとも有名と言われる心理学者のドラードらの論文、日本赤十字社のコロナウイルスガイドを読んで至った結論はこうである。「差別の裏には恐怖心があり、それにより自分の行動目標の達成を阻害されることで攻撃衝動が高まり弱者に攻撃してしまう。」これをコロナ差別に着目して解釈すると「感染者がいる、また感染の恐れがあるという恐怖からこれらへの攻撃衝動が駆り立てられている」ということなのだ。そしてこのことは連鎖的に起こりうるので時間が経てば経つほど進行し負のスパイラルが増大し取り返しのつかないことになってしまうだろう。

③ 現在どのようなコロナ差別が起きているか

2020年10月から三か月間でおよそ700件医療従事者に対する差別があったり、コロナ診療をしない医療職への差別があったり様々で、医療者への差別だけでなく民間人への差別も多岐にわたっている。

④ 具体的な対策

3のような差別が多数報告される中、日本では各自治体がそれぞれコロナ差別対策条例を制定するという形でこの事態の解決を図ろうとした。しかしこの論文を書いている現時点でも有用と言える条例は出てきていない。一例として兵庫県加東市の条例の特徴を挙げてみる。しかしながら、実際のところそれは差別をしないように住民や企業に呼びかけるだけのものだった。これの何が問題かというところ、第一に法的拘束力がないこと、第二に広く浸透していないことであった。

これらのことから、日本の取り組みからは、問題解決のヒントを得られないと見て僕は世界に目を向けた。そこで見つけたのがグリーンパスである。グリーンパスとはイスラエルで実施されている政策の名前であり、俗に言うワクチンパスポートのことである。これは一種の証明書のようなもので、ワクチンを2回接種した人なら誰でも発行できるというものだ。紙媒体のものだけでなく、スマートフォンに表示できるものもあるようだ。これを各種公共施設などに提示することでそれらが利用できるようになる。このように先進的な取り組みを行ったイスラエルは現在、国内のコロナウイルス感染者が激減し死亡者もゼロになったため、グリーンパスの廃止及びコロナによる行動制限を解除した。これに対してまだ事態が収束していない欧米などではワクチンパスポート導入の流れが加速している。これはワクチン接種の速さが世界トップレベルであったイスラエルに欧米諸国が追いついてきた為である。さて、これだけ僕が熱心に紹介しているワクチンパスポートだがもちろんメリットとデメリットが両方存在している。

まずメリットとしては、本格的な経済活動がスムーズに再開できることである。上に述べた各種施設の入場許可証となることで、開店時間制限等の各種制限を設けることなく営業が可能であり、また、海外への渡航に関しても一部の国へは入国後の隔離なしに入国が可能となる。

一方デメリットは、一歩間違えれば差別につながるということである。そもそもワクチンというものの本質は「囲い込み」であると僕は考えているのだが、この考え方で言えばワクチンというのはそれを接種した人而言わば「接種圏」なるものをつくり、そこで今まで通りの生活を送れるようにしようというものである。これらを踏まえてワクチンパスポートとはより小さな囲い込みであり、それはそうでない人を除外するということになる。それは深刻な人権問題になりうるのだ。さらには、国家間で承認しているワクチンの種類が異なるというものも大きい障壁としてある。

実際に問題も起きている。中国ではワクチンパスポートに似たようなことを導入し、各種施設の制限を設けたが、そこにはスーパーマーケットなども含まれていて、かなり困っている人もいた。またフランスでもワクチンパスポートを義務化し、抗議デモが発生していた。

⑤ 最後に

このような機運が高まっている現在、日本の接種者数は欧米に比べまだまだ低い。③で取り上げた2020年10月からは大きく上昇しているが、ワクチンパスポートを上手に導入するにはまだ足りない。事実、日本は海外渡航者向けのワクチンパスポートは7月中旬より受付開始としているが、国内向けのものはまだ受付の見込みがないとしている。国内向けのものをいち早く導入するために、ワクチン接種者数をとにかく増やし、健康上接種不可な人らのための処置を考え、適切なルールを作ることが今の日本に求められることだと考える。

⑥ 参考文献

- https://www.jrc.or.jp/saigai/news/200326_006124.html
(日本赤十字社 新型コロナウイルスの3つの顔を知ろう！～負のスパイラルをたちきるために～)
- “Frustration and aggression” Dollard, Doob, Miller, & Sears, 1939 宇津木訳 1959
- <https://www.tokyo-np.co.jp/article/59192>
(東京新聞 ペスト禍とコロナ禍 2020 10/2 11:50)
- <http://www.kawachinagano-jinken.join-us.jp/casestudies.html>
(河内市人権協会 コロナ差別 事例集)
- <https://www.nippon-foundation.or.jp/what/projects/leprosy/about#about3>
(日本財団 ハンセン病の差別)
- <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%AE%E5%88%A5>
(ウィキペディア 差別)
- Our World in data
- www3.nhk.or.jp/news/html/20210712/k10013134451000.html
(NHK news web 2021 7/12)
- bondafidr.com/1wZ2i
(Bonafidr フランスでワクチンパスポートの義務化に反対)
- www.theheadline.jp/articles/465
(ワクチンパスポートはどの国でどのように導入されているか？日本から海外への渡航は？)

日本のLGBTsにおける医療問題

3年理数科 1名

I searched the literature in order to learn about medical problems of LGBTs. As a result, I knew that there are two main types. First, shortage of hospitals. Secondly, the insurance system has not improved.

1 動機

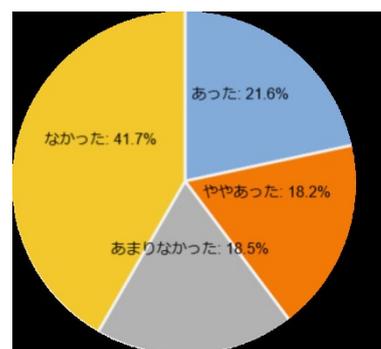
1911年の新潟県糸魚川市親不知海岸で、女学生同士の心中が起こった。それ以降、1930年代には女学生同士の心中が頻発し、少女同士の親密な関係が同性愛として認識され、レズビアンが存在が日本に浸透していったという。そのことを知り、よりLGBTsに関心を抱くようになった。近年注目される同性婚問題や差別問題などから、LGBTsが社会問題だけでなく医療問題も抱えているのではないかと考え、この研究に至った。

2 LGBTsの人口について

日本の人口のうち、「LGBTQ+調査2020」¹によると8.9%、「LGBT行動意識調査」²によると約10%がLGBT当事者だという。

2015年の「LGBT当事者アンケート～2600人の声～」³では、「LGBTであることで健康への影響は?」に対して「健康に影響があった」「ややあった」は合計39.8%(図1)だった。

また「職場におけるダイバーシティ推進事業について」⁴によると、LGBTで36.4%、トランスジェンダーで54.5%が職場で困りごとを抱えるという結果が出ている。



3 LGBTs 医療問題

ここでは、LGBTsにおける医療福祉問題を「LGBTs 医療問題」と定義する。本研究では「LGBTs 患者における問題」と「LGBTs 医療従事者における問題」とに分けて考えた。

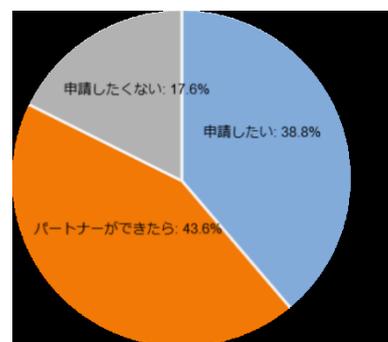
① 「LGBTs 患者における問題」

ここでは「LGBTs カップル患者」と「トランスジェンダー患者」に分けて進める。

(あ)LGBTs カップル患者

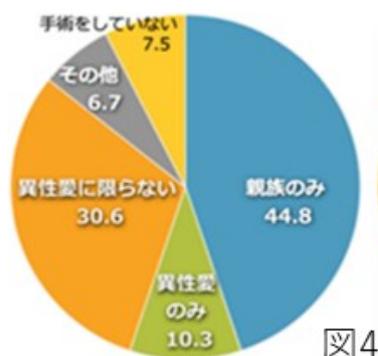
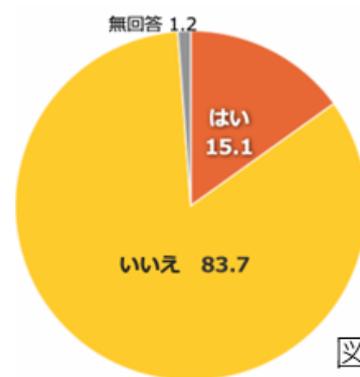
先述のアンケート³で、「結婚相当証明書申請したい?」に対して「申請したい」「パートナーができたら申請したい」は約82%であった(図2)。その理由として最も多かったのは「医療を受ける際、家族と同等の扱いを受けたいから」だった。現状として、病院ごとに家族の定義があいまいであることで、LGBTs カップルが不当に権利を制限される場合がある。

例えば、病状説明、臨終の看取り、出産の立ち会い、ICUや一般病室での面会、手術の承諾などに関われないことがある。



「LGBT の患者対応についての看護部長アンケート」⁵によると、「患者さんの家族の範囲を文章で明文化しているか」に対して「していない」と回答した病院は87.3%だった。つまり、病院全体で見解が統一されず、職員が自らの裁量で判断し、行動していることがうかがえる⁵。

また「成人した患者に判断能力がない場合の手術の同意を誰からとっているのか(図4)、看取りの場面に誰が立ち会えるのか(図5)、ICU など面会制限のある病棟で面会が可能な人の範囲(図6)」を尋ねると、それぞれ次のような結果となった。



※ 図2 手術をしていないと回答した病院は「手術をしていない」にまとめた

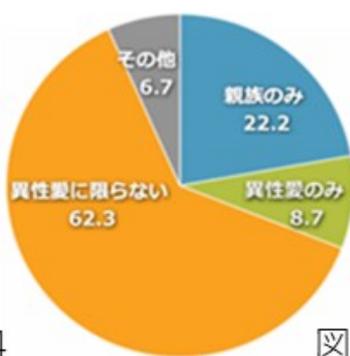
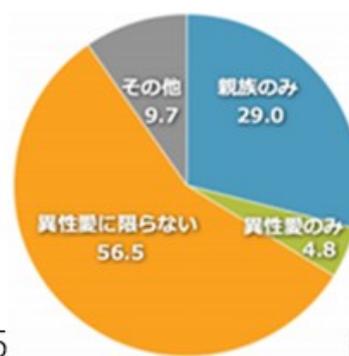


図5



※ 図4 「その他」にはどれも回答がないものを含む

本人の意識がない場合に「親族であっても代諾ができる」と法律上決められているわけではないが、医療現場においては親族であれば代諾が可能である。上の図から、それ以外の同性パートナーなどは難しいと判断される傾向にあることが分かる。

手術等の医療行為への同意では「親族のみ」が44.8%で、看取りの22.2%とくらべて約2倍となっており、患者の命に関わることで判断を迷うときは、親族に決定を委ねていることがわかる⁵。親族にセクシュアルを話していない、あるいは、セクシュアルによって親族と疎遠のLGBTsにとって深刻な問題である。

(い) トランスジェンダー患者について

トランスジェンダー、中でも性同一性障害の人は、手順を踏んで戸籍の性別を変更することもある。日本は戸籍性別変更の際に6つの条件⁶を設定しており、そのうちの性別適合手術やホルモン療法に関して問題が多く発生している。

(i) 施術が高額であることについて

性同一性障害に関する様々な施術は、日本において高額である。海外での手術の方が安価で、予約も取りやすく、特にタイでは日本より技術が数段進歩している。よって海外に渡航し手術を受ける患者が多いのもうなずける。

しかし、海外での手術の情報は入手しにくく、当事者のコミュニティで情報を得ることも多いため、コミュニティに属さない青少年が医療難民となってしまうことがある。

(ii) 性別適合手術における保険制度適用について

2018年に平成30年度診療報酬改定が施行され、性別適合手術に対する健康保険の適用が開始された。だが施行から1年経った時点で保険適用の割合はほぼ1割にとどまった⁷。その主な理由は二つある。

一つ目は、手術を行えるのは、GID学会によって認証された病院で、その数が少ないことである。

二つ目は、ホルモン療法後、性別適合手術をすることは混合診療^{8,9}になるため保険が適用されないことである。つまり、ホルモン療法をしてしまうと、その後の性別適合手術は健康保険適用にならないの

だ。一般に、手術後からホルモン療法を開始すると急激にホルモンバランスが変わるため、色々な症状、副作用が出る。よってホルモン療法で体を慣らしたのち性別適合手術を受けるのがよいとされている。ホルモン療法なしに性別適合手術を行うのは危険であり、現在保険適用が現実的なのは、ホルモン分泌とは直接関係ない乳房切除のみとなっている¹⁰。

この制度に対しては、多くの医療従事者および患者が疑問を呈している。GID 学会は「手術療法への保険適用の道が開いたことにより、性同一性障害診療が大きな一歩を踏み出したことは確か」としたうえで、ホルモン療法の保険適用に向けた活動を進めている¹¹。

また、病院受診の際にも以下のような問題がある。

(iii) 患者の性自認に配慮した対応について

トランスジェンダーはホルモン療法などによって身体的特徴が戸籍上の性別と異なる場合があり、医療機関においては患者の性自認というプライバシーに配慮した対応が必要だ。

「LGBT の患者対応アンケート」では、「外来患者の呼出の際に関し、通称名使用(=性自認と対応した名前)は使用可能か」に対して使用を不可とする病院が多かった(図7)。

また、「保険証性別表記の工夫(=本人の申し出により被保険者証の表面の性別記載を変更し、裏面の余白等に「戸籍上の性別」を書くこと)を知っているか」に対して「知らない」と答えた人が 86%となった(図8)

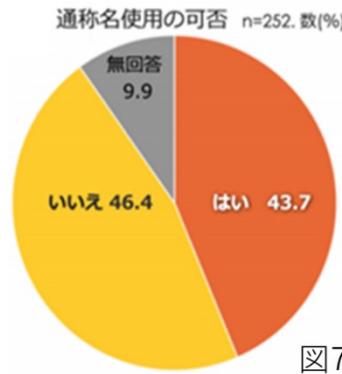


図7

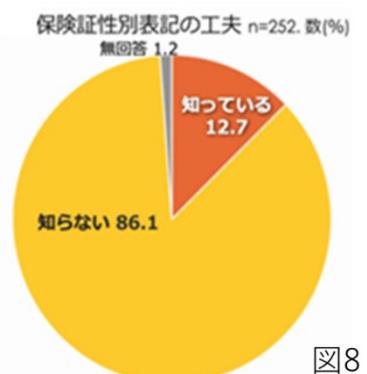


図8

5。

外来の待合室には不特定多数の人が集まり、改名をしていない人にとって、本人の性自認とは異なる名前では呼ばれることは苦痛を伴い、病院を避けることにつながってしまう⁵。

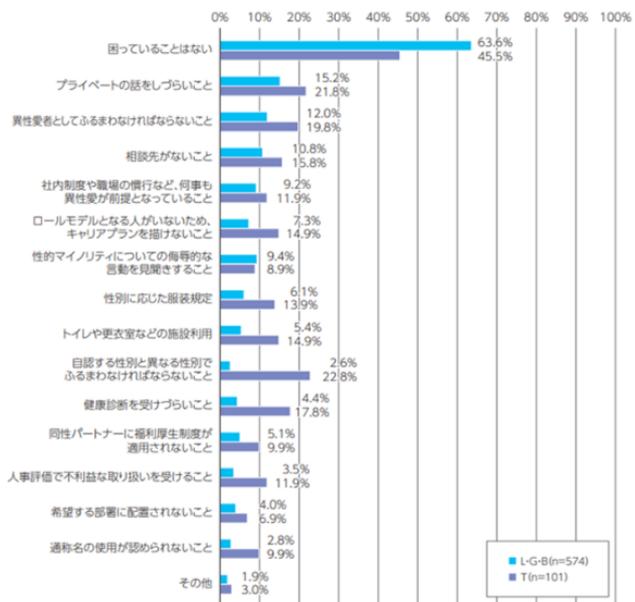
② 「LGBTs 医療従事者における問題」

次のグラフは「職場におけるダイバーシティ推進事業」⁴のうち、具体的な困りごとをリスト化したものである。

(あ) トランスジェンダーにおける問題

自認する性の服装・姿・名前での勤務ができない、健康診断が受けづらいなどがある。

高額なホルモン療法・性別適合手術を受けるために、働きながら施術をする医療従事者もいると考えられるが、ホルモン療法などに併せた見た目の変化への理解がないなども問題としてあがった。



(出所) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「令和元年度職場におけるダイバーシティ推進事業(労働者アンケート調査)」(厚生労働省委託事業) 令和2年3月

(い) LGBTs 全体としての問題

性自認・性的指向に関する嫌がらせ、同性カップルであることにより福利厚生制度の利用ができない、アウティング(=LGBTs 本人の了解なしに、公にしている性的指向や性同一性等の秘密を暴露すること)の発生、評価で不利益な評価を受ける、異性愛者・性自認とは異なる性別のふりをしなければならない、などがあつた。

4 全国でみられる活動

① 日本における取り組み

LGBTs 医療教育がある。毎年一月に、「セクシュアルマイノリティと 医療・福祉・教育を考える全国大会」が開催され、多くの医療従事者が自主的に参加している。

また、医療系大学ではカリキュラムにLGBTs に関する医療を含めることもある。2017年の「医療教育モデル・コア・カリキュラム改定」¹²により、LGBTs 医療教育は広まっていった。しかし、翌年の「医学・歯学教育指導者ワークショップ事前アンケート」では「(LGBTs 医療教育の)履修の機会がある」が35%であった¹³。

また、福岡県の千鳥橋病院では、LGBTs 関連のポスターの掲示や、LGBTs を象徴するレインボーマークのグッズを販売するなどして、LGBTs 当事者に対する理解を示している¹⁴。

② 海外における取り組み

イギリスでは、2012年度からLGBT ファウンデーションが、マンチェスターにおいて「プライド・イン・プラクティス」を実施¹⁵。小さな団体が始めた取り組みだったが、2019年度にはロンドンでも適用、他地域でも導入が検討されている。

従来イギリスの保健医療は、GP 制度(=長い間、同じかかりつけ医が患者を診療する制度)をとっており、かかりつけ医との信頼関係がとても重要だった。しかしこれが仇となり、LGBTs が医療現場から遠ざかり、受診を避けることが多くあった。

「プライド・イン・プラクティス」とは、かかりつけ医、薬剤師など医療従事者がLGBTs の患者の対応に関するトレーニングを受け、団体から認定を受けるというものであり、今後のLGBTs 医療問題に対し大きく貢献するのではないかと期待されている。

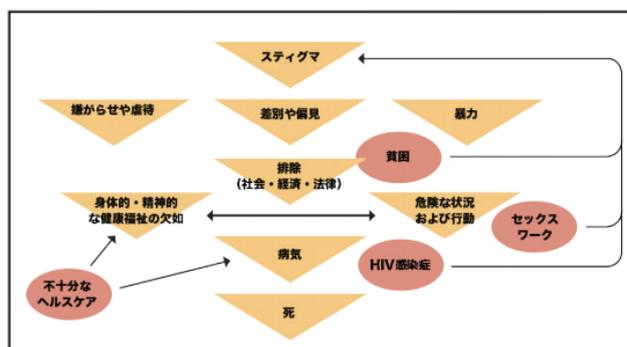
5 まとめ

LGBTs 患者全体として、自らのセクシュアルを懸念し、病院を避けてしまうことがある。統計的に、LGBTs はがんなどの病気になりやすいという文献が多く出ているが¹⁶、病院を避けてしまうと負の循環が生まれてしまう。それを防ぐためには、まずは医療従事者が今ある制度を十分に活用することが大切である。また、LGBTs 医療従事者においては働きやすい環境を整えるために、千鳥橋病院のようにLGBTs を支援する立場にあることを表明することも効果的だろう。

そして最も重要なのが、個人個人が、スティグマ(=ある特定の個人への間違った認識や根拠のない認識)から脱却することだと考える。右図はスティグマがLGBTs コミュニティに与える影響を表したものだ。本研究を進めるにあたり、全ての問題はスティグマが根底にあると分かった。

近頃はLGBTs 差別解消に向けての議論が進み、人々の意識が上がっている。しかし長年にわたり形成されてきたLGBTs に対する差別意識は、社会

の根底に蔓延るもので、いきなりスティグマをなくす・減らすことは不可能である。よって一人ひとりが「差別をしてしまうかもしれない自分」を認識し、学校だけでなく、家庭内で差別に対する教育を施していく必要があると思う。これはLGBTs だけでなく、全ての差別行為への対策に当てはまる。また、性的指向による雇用差別を禁止している国の数は、EU加盟国の全てや、カナダ、アメリカの一部の州などを中心に、2019年時点で80カ国以上にのぼる。G7のうち、日本以外の全ての国で、LGBT に関する差別を禁止する法律が整備されている。そのような法案はLGBTs の存在を一般に広めるだけでなく、LGBTs 差別は絶対にしてはならないのだということを社会常識として確固たるものにし、スティグマから脱却することに大きな効果をもたらすだろう。



(図 Winter, S. 2012)

現在、特にアジア・アフリカ地域でLGBTsへの偏見・差別は根強く、同性愛が禁錮や死刑の対象である国も少なくない。先述の「プライド・イン・プラクティス」採択のように、多くの国でLGBTsを支える制度の発端は個人や小さな団体だった。私達は無意識に偏見をもち、間違った認識で誰かに立ち向かってしまう。それがいつか誰かを死に至らしめてしまうこともあるのだ。私は多くの人が、問題が起こっているという現状を知り、仲間と共有することで、スティグマからの脱却を目指すのがよいと思う。スティグマの脱却なしには、この医療問題は半永久的にこのままだ。

6 謝辞

竹田先生を初めとする、本研究に関わってくださったみなさまに御礼申し上げます。

7 参考文献

- 1 株式会社電通「LGBTQ+調査 2020」<https://www.dentsu.co.jp/news/release/pdf/cms/2021023-0408.pdf>, 2021年7月17日
- 2 株式会社LGBT総合研究所「LGBT行動意識調査」https://www.daiko.co.jp/dwp/wp-content/uploads/2019/11/191126_Release.pdf, 2021年7月17日
- 3 NHK「LGBT当事者アンケート調査～2600人の声から～」<https://www.nhk.or.jp/d-navi/link/lgbt/>, 2021年7月17日
- 4 厚生労働省「職場におけるダイバーシティ推進事業について」https://www.mhlw.go.jp/stf/seisaku_nitsuite/bunya/koyou_roudou/koyoukintou/0000088194_00001.html, 2021年7月17日
- 5 石川県立看護大学 三部倫子「LGBTの患者対応についての看護部長アンケート」
- 6 最高裁判所 ホームページ https://www.courts.go.jp/saiban/syurui/syurui_kazi/kazi_06_23/index.html, 2021年7月17日
- 7 日本経済新聞 記事 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO46478950U9A620C1CR0000/>, 2021年7月19日
- 8 厚生労働省「性別適合手術の保険適用について」
- 9 厚生労働省「保険診療と保険外診療の併用について」<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/isei/sensiniryu/heiyou.html>, 2021年7月19日
- 10 読売新聞 ヨミドクター 記事 <https://yomidr.yomiuri.co.jp/article/20180514-OYTET50055/>, 2021年7月19日
- 11 GID学会「『性同一性障害診療における手術療法への保険適用』について」
- 12 文部科学省 「医療教育モデル・コア・カリキュラム(平成28年度改訂版)」https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/icsFiles/fieldfile/2017/06/28/1383961_01.pdf, 2021年7月18日
- 13 文部科学省 「医学・歯学教育指導者のためのワークショップ」http://www.mext.go.jp/a_menu/ko utou/iryuu/1396834.htm, 2021年7月18日
- 14 福岡医療団 千鳥橋病院 ホームページ <https://www.chidoribashi-hp.or.jp/chidori-blog/3792/>, 2021年7月18日
- 15 LGBT foundation ホームページ https://lgbt.foundation/compendium?cfchljschltk=pmd_a58e745e8ad05dbc1c2e8b6a2eb77f5ec57c1a73-1626682856-0-gqNtZGzNAc2jcnBszQhi, 2021年7月19日
- 16 LGBTと医療福祉〈改訂版〉(QWRC)
- 17 #EqualityActJapan LGBT平等法とは <https://equalityactjapan.org/equality/>, 2021年9月16日

セクシュアル・リプロダクティブヘルス分野の 国際協力

3年理数科 1名

I have been interested in some groups which give emergency medical treatments across the world. So I studied international cooperation in the medical field. Especially I considered what are needed there by referring to some data showing the situation of supported areas, the successful activities and other literatures.

1 動機・研究内容

私は医療の手が行き届きにくい地域での医療に興味があり医療分野の国際協力について研究しようと思った。もともと、紛争地や自然災害の被災地などの厳しい状況の中、緊急性の高い医療ニーズに対応している団体の姿に心を惹かれていた。しかし、研究を始めて、自分が見聞きし、イメージし、魅力を感じた医療国際協力には問題点もあり、活動に対しては様々な考え方があることを実感した。そこで、この研究では支援地域の状況を表す資料、活動の成功例、他の文献の意見を参考に現在の医療国際協力が必要とされていることを考えた。

まず、医療分野別の世界全体の ODA(政府開発援助)の援助額について調べてみた。OECD(経済協力開発機構)のデータによると近年、人口・セクシュアル・リプロダクティブヘルス分野への支援が最も多く、特に HIV/AIDS、家族計画への支援が多い。そこで今回は国際協力の中でも人口・セクシュアル・リプロダクティブヘルス、とりわけ HIV/AIDS と家族計画に分野を絞って研究した。具体的には、家族計画に関しては、子供を産まないと決断した時の避妊、出産年齢、HIV/AIDS に関しては感染、検査の実施状況、活動例について調べた。

2 セクシュアル・リプロダクティブヘルス(家族計画、HIV/AIDS)について

セクシュアル・リプロダクティブヘルスとは、性と生殖に関する健康のことで、性や子供を産む事において、身体的にも精神的にも社会的にも本人の意思が尊重され、自分らしく生きることである。HIV/AIDS と家族計画はともにセクシュアル・リプロダクティブヘルス分野の範疇にある。

家族計画とはカップルまたは個人が、自発的に、子供をいつ、何人産むのか計画することである。家族計画については人口増加抑制目標の手段として位置づけられてきたが、現在ではセクシュアル・リプロダクティブヘルス概念の導入により以上のような定義とされている。結婚前の若者に性、妊娠、出産、避妊についての教育を行ったり、妊娠を望まないカップルに避妊の手段を提供したりする援助が実施されている。

HIV とはヒト免疫不全ウイルスのことで、HIV に感染した人が免疫機能の低下により、指定された合併症のいずれかを発症した状態を AIDS(後天性免疫不全症候群)と呼ぶ。HIV の主な感染経路は性行為による感染、血液を介した感染、母子感染である。また、HIV 感染者は 20 代~40 代に多い。HIV 感染後は HIV が体内で急激に増殖し、風邪やインフルエンザに似た症状が数日から数週間続く急性期、HIV が増殖しているにもかかわらず何も症状がない状態が数年から 10 年程続く無症状キャリア期を経て、治療を受けないで自然に経過した場合、免疫機能の低下により健康の人ならかからないような病気にかかってしまいエイズ期となっていく。現在の HIV 治療の基本である多剤併用療法が開発される以前の、25 歳の HIV 感染者の推定平均余命は 33 歳であったが今日では治療薬により HIV の増殖を抑えることが可能なため、エイズ発症前に HIV 感染を発見できれば、ほぼ確実にエイズ発症を予防でき、HIV 感染者の平均余命は非感染者とほぼ変わらない水準となっている。

3 人口増加の現状

セクシュアル・リプロダクティブヘルスと密接に関わっている人口の現状について調べた。世界の人口は増加し続け現在は約78億人となっている。地域別に調べるとアフリカ、中東、アジアで人口の増加率が高い。そのような地域では急激に人口増加が進み人口爆発の状態となっている。人口増加、人口爆発は資源の枯渇、貧困など様々な問題を引き起こしている。人口の増減については1000人当たりの出生数である出生率と、1000人当たりの死亡数である死亡率の大小で把握できる。

4 家族計画(避妊、出産年齢)

世界の避妊実行率と避妊需要の充足率について調べた。国連人口基金の資料(図1)によると後発開発途上地域では先進国に比べてどちらの数値も低いということが分かった。避妊実行率が低い状態ではそれが高い状態に比べて出生数が増加することは明らかである。また避妊需要の充足率が低いことから、避妊の意思はあるものの、避妊する手段がないという状態に陥っていることが分かる。このことから避妊実行率の低さは出生数の増加を、充足率の低さは望まない妊娠の増加を引き起こしていると考えた。

では、望まない妊娠のその後はどうなっていくのだろうか。WHOの資料によると望まない妊娠のうち61%が人工中絶に終わっていて、人工中絶は年平均7330万件行われている。しかしその45%が安全でない中絶である。また、安全でない中絶のほとんどが開発途上国で行われ、アフリカでは行われる中絶の75%が危険な中絶であった。つまり世界的に望まない妊娠をしてしまった後に中絶を選ぶことが多く、特に開発途上国では望まない妊娠が安全でない中絶につながりやすいと考えた。そして、Lale Sayらの研究の資料(図2)によると世界全体、先進地域、発展途上地域のいずれの地域においても中絶は妊産婦死亡原因別のランキングで5番目になっていて、中絶は妊産婦死亡の大きな原因となっていることが分かった。

したがって、避妊充足率が低いと望まない妊娠が増加し、それが安全でない中絶につながりやすく、中絶は妊産婦にとって大きなリスクとなっていると考察した。

次に、若者の性、出産、性教育に関するデータを調べた。ユニセフの資料(図3)によると開発途上国、後発開発途上国では20~24歳の女性の3~5人に一人が18歳前に出産していることが分かった。若い年齢で妊娠、出産を迎えると、出産後の生活を考える期間が短く、生活が不安定なことが多い若者は、苦しい生活に陥りやすくなってしまうと考えた。また、両地域では15~19歳の女子の出産数が先進国に比べて多く、特に後発開発途上国の数値は先進国の数値の約6倍であった。若い年齢で初産を行うと安全に出産できる期間が長く、出生数が増える可能性が高くなる。さらに、15~19歳の青年の内、HIVについての包括的な知識をもつ人は、開発途上国では男性が3人に1人、女性は5人に1人であった。HIVに関する知識を性教育の普及具合の指標とすると、性教育が進んでいないことがわかった。このような状況においては、性に関する知識の不足やそれに伴う性の健康意識の低さにより、自身の健康を損ないやすく、さらに、外部からの支援があっても、支援に対する理解が得られないと考えた。

5 HIV/AIDSの現状

HIV/AIDSに関して検査・治療の実施の状況と治療の効果について調べた。ジャンププラスの資料(図4)では、地域ごとの3本のグラフのうち、1本目からはHIV検査体制、2本目からはHIV治療体制、3本目からはHIV治療効果、4本目からはHIV検査、治療の総合的な状況を把握することができる。1、2本目は地域間でばらつきがあり、検査と治療の実施状況は地域ごとの差が大きいと分かる。検査体制が整っていない地域(1本目のグラフの値が小さい地域)では、無自覚に感染が広まってしまう。また、感染を自覚していないと外部からの支援活動に能動的な参加することができず、活動の効果が小さくなると考えた。HIV治療が普及していない(2本目のグラフの値が小さい)と、HIV感染後にAIDSを発症してしまうことが多くなる。上で示したように治療を受けることができないと感染者の多くが

非感染者よりも比較的早く亡くなってしまふ。そうすると、若くして亡くなった彼らの労働力を補うために子供が必要となり出生数の増加につながる。3本目のグラフはほとんどの地域で数値が高いことから、治療を行えばその効果は発揮されていることがわかる。

また、実際に行われている活動例を調べて考察の参考にした。以下はその一例で、NGO団体の国境なき医師団による活動である。

- 活動時期:2011年~2018年
- 活動地:南アフリカ共和国
- 目的:HIV感染予防、HIV検査の拡大、住民の速やかなケアの推奨、治療の遵守・継続とウイルス抑制
- 活動:大規模な戸別検査など地域密着型のHIV予防・検査、コンドームの配布
- 成果:76-70-93から90-94-95に改善(図4の1~3本目のグラフと同じ指標)
- 成功要因:①地元住民の主導と関与②戸別検査③アドヒアランス(患者が治療方針の決定に賛同し積極的に治療を受けること)

活動と成功要因に注目すると、住民の主体的な参加のもと地域と密着した支援を持続することが必要であることがわかる。

6 まとめ

以上の資料と考察からセクシュアル・リプロダクティブヘルス分野の国際協力が必要とされることを3つ挙げる。

1つ目は技術的な支援活動をする前に、現地の人にセクシュアル・リプロダクティブヘルスに関する基礎的な知識、問題となっていること、彼ら自身の健康状態について知ってもらうことである。性教育が進んでいない現状では、支援活動に関する理解を得られず、支援する側と支援される側との間に認識の差が生じてしまい形式的で成果のない活動になってしまう。また、自身の健康状態を知ることによって活動に能動的に参加できるようになり活動の規模が自然と広がりやすくなる。

2つ目はセクシュアル・リプロダクティブヘルスは様々な問題に関係するため、連鎖的、長期的な影響を考えて支援することである。例えば、避妊充足率が低いことが妊産婦死亡に関わったり、HIV/AIDSの治療ができずに亡くなってしまった大人の分の労働力を補うように出生数が増加したりするなど、ある問題が後々に他の問題を引き起こす一因となっている。したがって、目先の状況に加えて長期的にあらゆる影響を考慮した活動をする必要がある。

最後は、支援地域に密着し、住民の主体的な参加のもと、自立したセクシュアル・リプロダクティブヘルスの管理ができるまで支援を持続することである。これは国境なき医師団の活動の成功要因に挙げられている3つからも学べることでもある。活動の主役は支援される側の人であるため、彼らの意思をもとに活動することを大前提として考えなければならない。最終的には支援地域において、外部からの支援なしにセクシュアル・リプロダクティブヘルスの管理ができるようになることがゴールである。自立した医療体制が整っていないのに一時的な状況の改善を根拠に支援をやめてしまつては、何も根本的な解決に至っておらず、状況が再び悪化するという循環に陥ってしまう。

医療分野の国際協力は他にも多くの問題を対処していて、様々な困難を伴う活動である。今後は様々な側面から問題にアプローチして、協力活動について考えていきたい。

世界/地域	15-49歳の女性の避妊実行情率 (%)				15-49歳の女性の避妊需要の充足率 (近代的避妊法) (%)			
	何らかの方法		近代的避妊法		全員		全員	
	全員	有配偶または内縁関係	全員	有配偶または内縁関係	全員	有配偶または内縁関係	全員	有配偶または内縁関係
世界	49	63	45	57	77			
先進地域	59	71	53	62	80			
開発途上地域	47	62	43	56	76			
後発開発途上地域	32	42	28	37	59			

図 1

初産の年齢 女子の出産率
 女性(20-24歳) 15-19歳の女子における18歳前に出産をした割合 (%)
 2000-2010* 2000-2010*

HIVの知識
 15-19歳の青少年のうち、HIVについての包括的な知識を持つ比率 (2005-2010*) (%)
 男 女

地域別要約 #	2000-2010*	2000-2010*	男	女
アフリカ	25	108	31	23
サハラ以南のアフリカ	28	123	32	25
東部・南部アフリカ	27	116	38	33
西部・中部アフリカ	29	130	27	18
中東と北アフリカ	-	38	-	5
アジア	19 **	36	30 **	17 **
南アジア	22	53	35	16
東アジアと太平洋諸国	8 **	19	-	22 **
ラテンアメリカとカリブ海諸国	-	81	-	-
CEE/CIS	-	34	-	-
先進工業国	-	22	-	-
開発途上国	20 **	56	30 **	19 **
後発開発途上国	32	123	-	21
世界	20 **	52	-	19 **

図 2

中絶による妊産婦死亡

	Abortion		Embolism		Haemorrhage		Hypertension		Sepsis		Other direct causes		Indirect causes	
	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)	N	% (95% CI)
Worldwide	255000	7.9% (7.3-8.5)	78000	23.9% (22.9-24.9)	661000	21.0% (20.9-21.1)	341000	10.6% (10.5-10.7)	261000	8.0% (7.9-8.1)	230000	7.1% (7.0-7.2)	949000	29.2% (29.1-29.3)
Developed regions	1100	7.9% (7.1-8.7)	2000	15.0% (14.0-16.0)	2400	18.0% (17.0-19.0)	1000	7.5% (7.0-8.0)	600	4.5% (4.0-5.0)	200	1.5% (1.0-2.0)	3000	22.5% (22.0-23.0)
Developing regions	254000	7.9% (7.3-8.5)	78000	23.9% (22.9-24.9)	660000	21.0% (20.9-21.1)	341000	10.6% (10.5-10.7)	260000	8.0% (7.9-8.1)	230000	7.1% (7.0-7.2)	948000	29.2% (29.1-29.3)

- 世界全体 ①間接的原因(27.5%)②出血多量(27.1%)③妊娠高血圧症(14.0%)④敗血症(10.7%)⑤中絶(7.5%)
 ⑥血管の塞栓症(3.2%) その他直接的原因(9.6%)
- 先進地域 ①間接的原因(24.7%)②出血多量(16.3%)③血管の塞栓症(13.8%)④妊娠高血圧症(12.9%)⑤中絶(7.5%)
 ⑥敗血症(4.7%) その他直接的原因(20.0%)
- 発展途上地域①間接的原因(27.5%)②出血多量(27.1%)③妊娠高血圧症(14.0%)④敗血症(10.7%)⑤中絶(7.9%)
 ⑥血管の塞栓症(3.1%) その他直接的原因(9.6%)

図 3

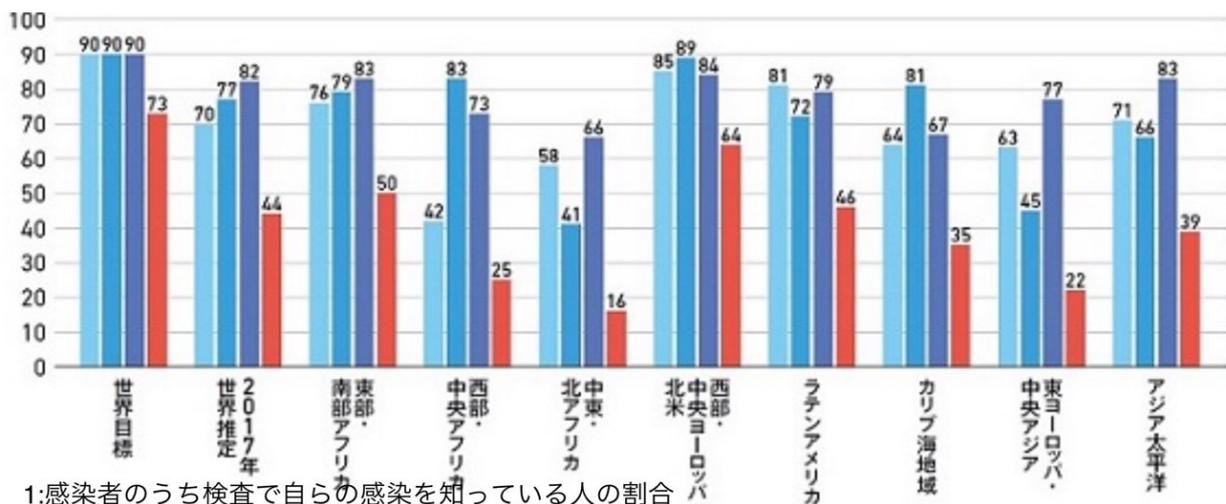


図 4

参考文献

- ・「小学館 山本敏晴 世界で一番いのちの短い国 シエラレオネの国境なき医師団」
- ・ <https://www.oecd.org/development/financing-sustainable-development/development-finance-topics/aidtohealth.htm> 「OECD : Aid to Health」
- ・ <https://www.joicfp.or.jp> 「JOICFP : リプロダクティブヘルスとは」
- ・ <https://www.hok-hiv.com/knowledge/treatment> 「北海道 : HIV/AIDS 情報」
- ・ <https://tokyo.unfpa.org/ja> 「国連人口基金東京事務所 : 世界人口白書 2020」
- ・ https://www.unicef.or.jp/library/sowc/2012/pdf/m_dat11.pdf 「日本ユニセフ : 世界子供白書 2012 教育指標」
- ・ <https://www.janpplus.jp/> 「JaNP+ : グラフで見る世界の HIV/AIDS」
- ・ [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(14\)70227-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(14)70227-X/fulltext) 「Global causes of maternal death: a WHO systematic analysis」
- ・ <https://www.msf.or.jp/news/detail/pressrelease/zaf20190613.html> 「国境なき医師団 南アフリカ : MSF の HIV プロジェクト : 1 年早く国際目標を達成」
- ・ http://fgf.jcie.or.jp/wp-content/uploads/2018/07/Aikichi-Iwamoto_J.pdf 「東京大学名誉教授 国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 戦略機構 戦略推進部長 岩本愛吉 : HIV in Japan」
- ・ [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(14\)70227-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(14)70227-X/fulltext) 「Lale Say Doris Chou Alison Gemmill Özge Tunçalp Ann-Beth Moller Jane Daniels A Metin Gülmezoglu Marleen Temmerman Leontine Alkema : Global causes of maternal death: a WHO systematic analysis」
- ・ [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0104-6736\(17\)31794-4/fulltext?elsca1=tlpr](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0104-6736(17)31794-4/fulltext?elsca1=tlpr) 「WHO : Preventing unsafe abortion」

日本は安楽死とどう向き合うべきか

3年理数科 1名

I researched how should Japan faces euthanasia. There are survey results that about 70% of Japanese people agree with it but japan does not allow it. I figured out the reasons are the concept of death or the lack of interest and systems. I also found that euthanasia is like a charm for people who hope for it, not to die to live. Therefore, it is more important to build a society where all the people live comfortably rather than to make euthanasia legal.

はじめに

2020年の夏、ALS患者囑託殺人事件が報道され、安楽死議論の契機となった。これは、ALSを患う女性の「安楽死をしたい」という求めに対し、SNS上で知り合った二人の医師が女性の自宅に赴き、致死量の薬物を胃ろうに注入したという事件である。私は「SNS上で知り合った医師」という点に驚き、日本の安楽死をめぐる実態に疑問を持った。

また、2019年にNHKで放送された「彼女は安楽死を選んだ」という安楽死する日本人を迫ったドキュメンタリーが大きな反響をよんだ。私はそれを見て興味を持ち、本版の宮下洋一さんの著書「安楽死を遂げた日本人」を読むことにした。多系統萎縮症を患う女性がスイスで安楽死を叶えるまでを密着したルポルタージュなのだが、女性の安楽死に対する熱意とその方が同じ新潟県の人だったことに衝撃を受けた。

第1章 用語

一般的に以下のように定義されている。⁽¹⁾

「安楽死」…医師が致死薬を注射し、患者を死なせること。

「自殺幫助」…医師が致死薬を処方し、患者が好きな時に飲んで自殺すること。

「尊厳死」…延命治療（人工呼吸器や胃ろうなど）の手控えや中止によって、医師が患者を死なせること。

この定義は日本独特のもので、世界共通の定義は存在しないことに注意したい。安楽死と自殺幫助の違いは、最終的に誰が死に至るような行為をするかである。しかし、日本人が安楽死を望む場合はスイスで自殺幫助という形で行うので、本研究では両者を同様に扱うことがある。

第2章 現状

1) 海外の合法化国・地域⁽²⁾

① 安楽死のみ

カナダ・ケベック州、コロンビア

② 自殺幫助のみ

アメリカ・オレゴン州、カリフォルニア州、コロラド州、コロンビア特別区、モンタナ州、ワシントン州、バーモント州、スイス

③ 両者

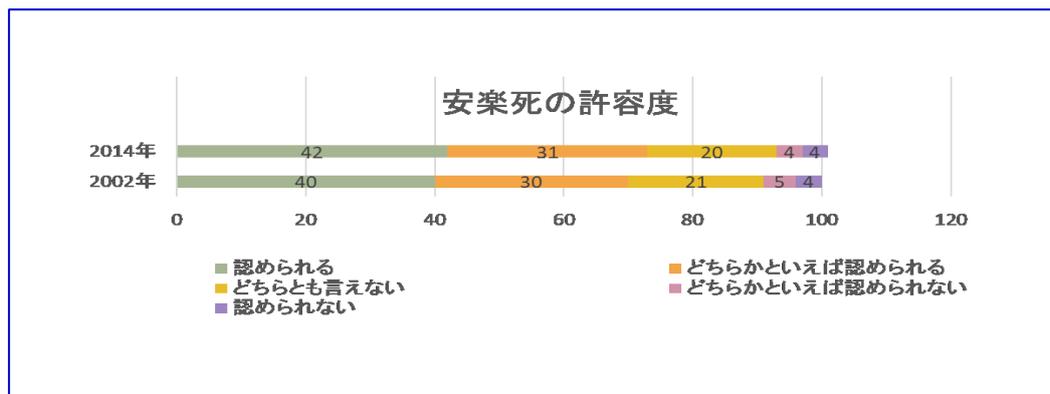
オランダ、ベルギー、ルクセンブルク、カナダ連邦、オーストラリア・ビクトリア州、ニュージーランド、スペイン

西洋の先進国を中心に合法化の動きが広がっているように思われる。しかし、外国人も受け入れている国はスイスのみなので、日本を含む安楽死が認められていない国の人が実行するにはスイスに行くしかないのだ。

2) 日本

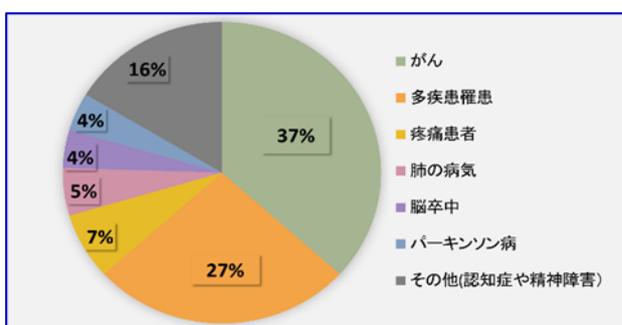
自国では安楽死や自殺幫助を認めていない。しかし、近年では SNS 上で安楽死を求める声が多く見られるようになった。下図の NHK の調査⁽³⁾によれば、安楽死に賛成する人が7割いることがわかる。さら

にこの結果は10年以上経ってもあまり変化がない。それにも関わらず、なぜ日本では安楽死合法化への動きや議論がなされないのか。第4章で詳しく言及する。



3) 安楽死を望む人

右図のスイスのデータ⁽⁴⁾によると、安楽死を望む人は治る見込みが低かったり、激しい痛みを伴ったり、人格を失ったりするような病を患う人が多いことがわかる。



第3章 日本での安楽死合法化の是非

1) メリット

① 体力の負担が軽減される

日本からスイスまでは飛行機で10時間以上かかる。患者によっては長時間の移動が厳しく、断念せざるを得ない人もいる。

② 費用の負担が軽減される

会員費、診断書などの調査料、医師二人の直接診断費用、自殺幫助自体、警察などの捜査費用、火葬や遺体運搬搬送費など全部合わせると、スイスでの安楽死は約150～200万円が相場と言われている。

⁽⁶⁾ さらには渡航費や宿泊費も加わる。

③ 語学力が足りない

安楽死を希望するにあたって、事前にスイスの安楽死団体と英語もしくはドイツ語でコンタクトをとる必要がある。現地に着いてから本人の意志を確認するのも同様だ。もちろん誰かに頼むことはできるが、費用がかさんでしまう。もし日本で安楽死が可能になれば、新たに言語を習得する必要も、誰かに依頼する必要もなくなり、自然なコミュニケーションが取れる。

④ 安心感が生まれる

「本当なら生まれ育った日本で死にたい。穏やかに死ぬためになぜ遠く離れたスイスまで行かなければならないのか。」⁽⁶⁾ これはスイスでの安楽死が決まった方の言葉である。なじみのない国で最期を迎えることは誰にとっても不安なことであろう。

2) デメリット

デメリットとしては、医療費削減への圧力が安楽死に繋がる可能性があることだ。例えば延命治療をしていたが、経済的な負担が大きくなり継続が困難になったとする。あつてはならない話だが、安楽死が身近なものとなったせいで、家族や医師が患者本人に安楽死を促すようなことがあり得る。その圧力によって、次第に安楽死の基準が緩和してしまう可能性も懸念される。⁽⁷⁾

第4章 オランダで安楽死が可能な理由

第2章で、日本で安楽死合法化への動きがないことについて触れたが、私は「日本で」安楽死を合法化する問題点があるからだと考えた。世界初の安楽死合法化国であるオランダを参考にしてその差異を比較した。

オランダには現在「安楽死パスポート」「生命パスポート」というものが存在する。これらは不慮の事故に遭い、長時間昏睡状態になった時の備えとして、携帯するものだ。前者は「安楽死させてほしい」、後者は「絶対に嫌」と意思表示できる。三井美奈さんの『安楽死ができる国』によると、発行の割合としては、2003年時点で安楽死パスポートが約20万人、生命パスポートが約2000人であった。⁽⁸⁾ このことから、オランダ人は万が一のことを健康なうちから考える人が多い上に、その場合は安楽死を望む人が多いことから、オランダ人の価値観が見て取れる。そして安楽死を可能にした理由は以下の通りである。

① 長年にわたる安楽死容認運動

オランダでは、1971年に起きたポストマ事件を契機に容認運動が始まった。この事件は、ポストマ医師が、自分の母が脳梗塞の後遺症で「死にたい」と苦しみ、「楽にしてほしい」という母の願いに従ったというものであった。ポストマ医師は警察に自首したことで事件が公になった。その後、意外にも多くの医師や市民から同情と支持が寄せられ、その中には同じ経験をした医師も含まれていた。それ以来、安楽死事件が相次いだことで容認運動が活発になり、2001年によりやく安楽死容認の法律が制定された。実に30年間にもわたる国民の努力があったのだ。⁽⁹⁾

② オランダ人の死生観

第一に、死は生と同じくらい尊重される。そして死の迎え方は自分で選び、医師や家族も本人を尊重する風潮がある。国民の5分の1以上が過去5年間に安楽死あるいは緩和的鎮静を身近に体験していると言われている。⁽⁷⁾

③ かかりつけ医制度

住民は国籍に関わらず、かかりつけ医を登録しなければならない。これは安楽死が合法になる前からの制度だ。一般的にかかりつけ医はすぐに変更するものではないので、患者との付き合いが長く、自然と信頼関係が築かれる。そのため、医師は患者から安楽死を依頼されたときに患者の性格や病状を十分に考慮した上で適切な判断ができると考えられているのだ。⁽⁹⁾

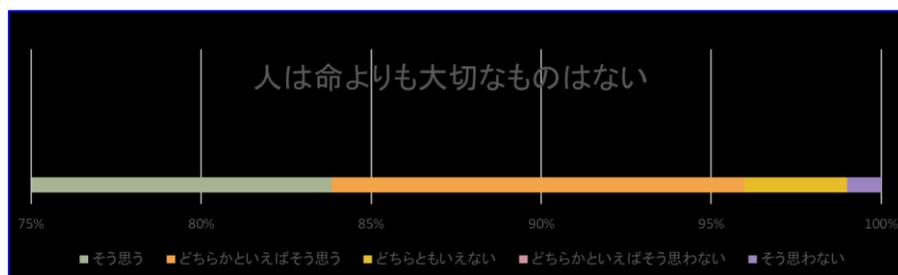
第5章 日本で安楽死を認める問題点

① 安楽死への関心が薄い

自国では東海大学事件(1991)、京都京北病院事件(1996)、川崎協同病院事件(1998)、北海道立羽幌病院事件(2004)、富山射水市民病院事件(2006)とALS患者囑託殺人事件の前にも安楽死事件が起こっている状況であるが、活発な議論が行われない限りは、今後も同じ事件が繰り返されてしまうのではないかと。

② 日本では生に重きをおく風潮がある

下のNHKの調査⁽³⁾から、いのちが最も大切だと思う人が大多数を占めていることがわかる。死の迎え方については本人の意思を尊重すると思うが、医療が発展し続ける現代では、言葉を話せなくなった高齢者の家族が判断をしなければならない場合も多く見受けられる。本人の意志に添いたくてもタイミングを失ってしまった状況が少なくないのだ。また、死を語ることについて臆病で死の話題はタブーされがちである。同章①に関係



するが、だから日本は安楽死派が多数を占めているにも関わらず、議論がされないのではないかと。

③ 制度が不十分である

安楽死がそもそも合法ではないので、合法するにあたって制度が不十分であるのは当たり前だが、先に述べたようにオランダではかかりつけ医制度が大きな役割を果たしていた。自国では安楽死が合法化されてもすぐには対応できない現実があると考える。

以上より、安楽死合法化について国民全体で議論すべきだと私は考えた。是非を考えること自体に意味があると思ったからだ。

第6章「日本は安楽死合法化の議論をすべきではない」

前章で述べたことを考えていたときに、鳥取大学医学部准教授、安藤泰至さんのこの言葉に出会った。彼がそのように述べた理由は以下の通りである。

第一に、「死にたい」とは「生きたくない」なのか。実のところ、これは誤りで安楽死を望む人も「生きたい」と思っている。だがそれは、「人として生きる意味や価値をもって生きたい」という意味であり、今ではそう感じられなくなってしまったので、安楽死を望むのである。⁽¹⁾ ここで安楽死を望んでいた人の言葉を紹介する。

『「死」を選択することへの後ろめたさや罪悪感からまだまだ逃れられていないんだな』⁽¹⁰⁾

この発言からは安楽死に対する迷いと、完全に「死にたい」と思っていないことが伺える。

第二に、「今すぐ安楽死したい」というよりも「安楽死の選択肢があることで安心感がほしい」ということだ。つまり、安楽死とは望む人にとって「死の安楽」ではなく「生の安楽」なのである。ここでまた安楽死を望んでいた人の言葉を紹介する。

「安楽死はお守りのようなもの」⁽¹¹⁾

「生きるための安楽死」⁽¹⁰⁾

「安楽死が認められれば救える命がある」⁽¹⁰⁾

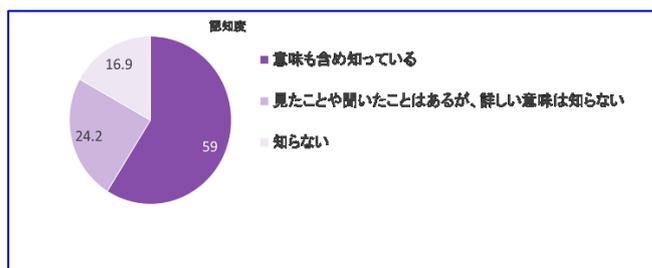
彼らにとって安楽死の存在そのものが苦しい闘病生活を乗り越えるための心の支えとなり、本当に耐えきれなくなったときの最後の手段だったのだ。

したがって、「安楽死を望む人にとっての安楽死」と「私たちが想像する安楽死」の概念が異なっている可能性が大いにある。安楽死の真相を知らないで安直に議論をすべきではないというのが安藤さんの立場なのだ。

第7章 私たちの役目

「本当は生きたいけれど、生きがいを持っていないために耐えきれなくなったら安楽死したい」という理由で安楽死を望んでいるなら、誰もが生きがいを持てる社会の実現によって安楽死を望む人が減るのではないかと私は考えた。安楽死を望む人は難病患者が多い。NHKによれば、難病患者は病名が知られていない、誤解が多い、周りの目が気になるといったことに困っているようだ。⁽¹²⁾ よって、私たちの認知・理解が必要なのである。

「ヘルプマーク」(次頁右図) あなたはこのマークと意味を知っているだろうか。これは、「外見でわからない病気や障害を持った人が配慮を必要としているのを周囲に知らせるためのもの」である。NHKの東京都民対象の認知度の調査⁽¹³⁾ (次頁左図)によれば、意味も含め知っている人は6割ほどである。この認知の低さが、助けを必要としている人たちに私たちが寄り添えていないことを意味するのではないか。バリアフリーやユニバーサルデザインなど物理的な面で難病患者をサポートするだけでなく、直接関わりを持っていない私たちが関心を持つことで精神的な面でもサポートすることが重要だと考える。例えば、実際にこのマークを見かけ、不自由な思いをしているように感じたなら、勇気を出して声をかけたり、何かを手伝ったりすることが大切だと思う。



終わりに

安楽死の研究を進めていく中で日本はまず議論を始めるべきだと考えていた。しかし、彼らのブログを見ることで、私たちが知らない彼らにとっての安楽死を望む理由が隠されていたことに気づき、安楽死とは何のためにあるのかを考えさせられた。そして何より、そもそも「安楽死を考えないで済む社会」をつくっていくことが大切なのではないか。私たちが病の理解を深め、彼らの助けとなることは各々の関心次第でできるのだ。安楽死議論があまり行われていない日本だからこそ根源に戻って、誰もが「生きたい」と思える社会を皆で実現しようとする、そのような姿勢が求められていると思う。

参考文献

- (1) 安藤康至 日本でも安楽死合法化の議論を始めるべきか? 法学館憲法研究所
- (2) <http://www.jicl.jp/hitokoto/backnumber/20201019.html>
- (3) 笹川記念保健協力財団 世界の安楽死概観
- (4) <http://www.cape.bun.kyoto-u.ac.jp/wp-content/uploads/2018/05/34346740c880a4b7c77b16f46518c83e.pdf>
- (5) 河野啓 村田ひろ子 日本人は“いのち”をどうとらえているか
- (6) https://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/pdf/20150401_6.pdf
- (7) Exit Jahresbericht <https://exit.ch/verein/jahresberichte/jahresbericht-2019/>
- (8) 宮下洋一 「海外の安楽死」は 200 万円で十分可能 PRESIDENT Online
- (9) <https://president.jp/articles/-/24274>
- (10) swissinfo.ch スイスで安楽死の権利を得た日本人が思うこと
<https://www.swissinfo.ch/jpn/culture/%E6%AD%BB%E3%81%AC%E6%A8%A9%E5%88%A9%E3%82%B9%E3%82%A4%E3%82%B9%E3%81%A7%E5%AE%89%E6%A5%BD%E6%AD%BB%E3%81%AE%E6%A8%A9%E5%88%A9%E3%82%92%E5%BE%97%E3%81%9F%E6%97%A5%E6%9C%AC%E4%BA%BA%E3%81%8C%E6%80%9D%E3%81%86%E3%81%93%E3%81%A8/45451154>
- (11) 瀬尾幸子 安楽死と尊厳死：日本とオランダの比較考察 2018/03/01
- (12) 三井美奈 『安楽死のできる国』 新潮社 2003/07/23
- (13) 星野一正 オランダで、なぜ安楽死は可能なのか
<https://cellbank.nibiohn.go.jp/legacy/information/ethics/refhoshino/hoshino0069.htm>
- (14) <https://ameblo.jp/tango522>
- (15) <https://www.shogakukan.co.jp/books/09389782>
- (16) NHK福祉情報サイト これだけは知って欲しい！難病当事者が困っていること
- (17) <https://www.nhk.or.jp/heart-net/article/40/>
- (18) 東京都社会福祉協議会ユースのページ ヘルプマークの認知度向上も、合理的配慮の提供については「知らない」が7割超
<https://www.tcsw.tvac.or.jp/youth/topics/data202009.html>

強迫性障害と心理療法

3年理数科 1名

I have studied about obsessive-compulsive disorder(OCD), a mental and behavioral disorder. I focused on the psychological treatment, for example, ERP(Exposure and Response Prevention), CBT(Cognitive Behavioral Therapy), and modeling treatment. Based on this research, I concluded the best in symptomatic therapies, which can alleviate symptoms of OCD directly. On the other hand, in causal therapies, CBT is considered to be effective. The effect of these treatments can be boosted by incorporating modeling methods.

はじめに

テレビの音量が偶数でないとき、歩道のタイルのパターンにズレがあることに気が付いたとき、いつもと違う手順で食事や衣服を着るとき、忘れ物がないか確認せずに家を出たときなど、日常生活において「何だかむずむずする」と感じる機会は多く、共感する人も少なくない。私もその一人であり、調べてみると、これらのこだわりや執着が生活に支障をきたすほどに強くなってしまおう「強迫性障害」と診断され、治療が必要になるということがわかった。身近なものが症状を引き起こす原因となり、治療も決して容易ではないというこの精神障害に興味を持ち、研究を行った。

第1章 強迫性障害とは

1 定義

強迫性障害(Obsessive-Compulsive Disorder, OCD)とは、不合理な行動や思考を自分の意に反して反復してしまう精神障害の一種であり、同じ思考を繰り返してしまう「強迫観念」と同じ行為を繰り返してしまう「強迫行為」からなるものである。DSM-V(精神障害の診断と統計マニュアル)では「強迫症」に分類されている。また強迫性障害と併存することが比較的多い複数の疾患の連続性から、強迫性スペクトラム障害(OCSD)としての研究も行われている(自閉症、アスペルガー症候群、トゥレット障害、抜毛症、自傷行為、身体醜形恐怖、摂食障害、依存症など)。

2 主な症状

不潔恐怖と洗浄

- ・汚れや細菌汚染などの恐怖から過剰に手洗い、入浴、洗濯などを繰り返す
- ・不潔だと感じるものに触れない加害恐怖
- ・なんでもないと分かっているにもかかわらず、誰かに危害を加えたかもしれないという不安が心から離れず、新聞やテレビに事件として出ていないか確認する確認行為
- ・忘れていないかという不安から、戸締りやガス栓、電気器具のスイッチを何度も確認する儀式行為
- ・決まった順番で物事を行わないと何か恐ろしいことが起こるという不安から、どんなときも同じ方法や手順を守ろうとする

3 治療方法

主に薬物療法と心理療法に分けられる。薬物療法は三環系抗うつ薬や選択的セロトニン再取り込み阻害薬(SSRI)などが代表的である。心理療法には曝露反応妨害法(ERP)、認知行動療法(CBT)、モデリング療法などがある。今回は心理療法に焦点を当てて研究した。

(留意点: 認知行動療法の定義は現在ではかなり広いものとなっており、様々な解釈があることが分かった。曝露反応妨害法を認知行動療法に分類するWebサイトの記事も見られたが、ここでは認知療法に加えて行動的技法を用い、表面的な症状でなく内面の認知を変えることを目的とした療法として進

めていくこととする。曝露反応妨害法やモデリング療法とは区別する。)

4 心理療法の歴史

1900年代、心的外傷・トラウマの研究で知られるフランスの心理学者、ピエール・ジャネが曝露療法と類似した方法で介入を行った。それ以降は、ジークムント・フロイトに始まる精神分析の台頭により、表面的な症状に焦点を当てる「対処療法」から、背後にある衝動や葛藤、防衛機制などに重きを置く「根本療法」へと変化していった。しかし1960年代になると、実際は根本的解決よりも外部からの統制が症状を抑えることがわかってきたため、再び対処療法が注目されるようになった。その理由として、精神分析による治療は効果研究が行われておらず、効果を計ることができず長期間にわたる治療となるため経済的に負担が大きいことなどが挙げられる。

第2章 心理療法

1 曝露反応妨害法

I 治療のプロセス

曝露反応妨害法とは、不安刺激を用い、儀式的行動による不安の緩和を阻止することで、自然な不安の緩和の訓練を行う療法である。曝露・反応妨害・認知というプロセスからなる。

曝露 治療者や支援者のサポートのもとで、患者が不安や恐怖を感じている場所、状況、物に身を置いたり接したりさせる

反応妨害 その場所、状況、物からの回避行動や強迫行為をさせない

認知 回避行動や強迫行為をしなくても、実際には不安や恐怖に思っていたことは起きないと認識させる

II 曝露反応妨害法に関するデータ

鳥取大学医学部附属病院精神科で治療が行われた4人の患者の症例(浜副, 1987)を引用する。

症例	性 年齢	罹病 期間	治療 期間	現 在 症	治 療 法
1	女 62歳	12年	10カ月	針ならびに結膜炎恐怖 手の洗浄強迫(1日7時間) 料理に針が混入することを恐れて炊事ができない。	<曝露-反応妨害法> ① 主治医が待ち針を呈示する。(5セッション) ② 症例が待ち針を手を持つ。(5セッション) ③ 縫い針を呈示する。(5セッション) <現実脱感作> ① 縫い針でスカートのすそをまつる。 ② 刺しゅう針でクッションを作る。 ③ 化粧品会社へ出かける。得意先をまわる。 ④ 縫い針でスカートを縫う。 ⑤ 外泊を繰り返す。
2	男 50歳	18年	10カ月	農薬恐怖、衣類・手の洗浄強迫 自宅の掃除強迫 帰宅時に“投げ込み部屋”で儀式行動を済ませないと生活する部屋に入れない。	<曝露-反応妨害法> ① “投げ込み部屋”のないところでの生活。 ② 手洗い、服はらいの時間を7分に制限。 ③ 外出・外泊により、曝露の機会をふやす。 ④ 農薬を見に出かける。 ⑤ アース・マットを手を持つ。(8セッション) ⑥ 開封されていない殺虫剤を手を持つ(自律訓練を併用)
3	女 28歳	1年	1カ月	ガラス片恐怖 食器類、哺乳瓶、衣類の洗浄強迫 料理にガラス片、消毒液等の混入をおそれて、料理が十分できない。 不安・緊張が強い。	<自律訓練後にイメージによる脱感作> (5セッション) <曝露-反応妨害法> ① 病院内でガラス片を呈示。(2セッション) ② 家庭でせっけんによる手洗いの禁止。 ③ 着替えの制限。食器洗いの時間制限。

4	女 24歳	2年	4カ月	不潔恐怖 (トイレ、泥) 対人緊張 (男性) トイレ、入浴の前後に強迫的に手を洗う。 空から鳥の糞が落ちてくるという恐怖感と洗髪強迫	<イメージによる脱感作> (5セッション) <曝露-反応妨害法> ① 手洗いをせずにトイレに入り、出たからの手洗いも簡単にすませる。(6セッション) ② ドアの把手を素手でさわる。(2セッション) ③ 泥に接触し、手を簡単に洗う。(2セッション)
---	----------	----	-----	---	--

1, 2は入院治療、3, 4は外来治療である。本研究では主に1, 2をデータとして用いることとする。

症例1: 患者は62歳女性・主婦であり、内向的で自己不全ならびに執着傾向の強い性格であった。裁縫に用いる針への恐怖、結膜炎への恐怖があり、最大で1日7時間の手の洗浄強迫、また料理への針の混入への恐怖も見られた。入院一カ月目は、家事から解放されたことで手洗い時間は減ったが、他の患者の針仕事を見たことでその患者の触ったドアの取っ手や床頭台などが新たな恐怖刺激となり、回避行動が増強した。次に、反応妨害法を施行し、洗顔・整髪・手洗いの時間を制限したところ、時間は減ったが恐怖感が変わらず、部屋から出ない・ものに触れないといった消極的回避行動が目立つようになった。その後、刺激の制御と強迫行動の制御を操作するべく曝露反応妨害法を施行した。待ち針は縫い針に比べ指先につきにくいという患者の希望に沿って、待ち針からより強い縫い針を刺激として呈示し、セッション後の手洗いを禁止させた。そして患者自身が針を持つセッションも行った結果、針への恐怖感が大きく減少した。

しかし退院後2年半ごろより、強迫観念が再発し、再入院することとなった。洗浄強迫は前回入院時よりも軽症、また針恐怖は曝露反応妨害法で1カ月で軽快したが、前回治療操作を加えなかった結膜炎恐怖は前回と比べて増強していた。

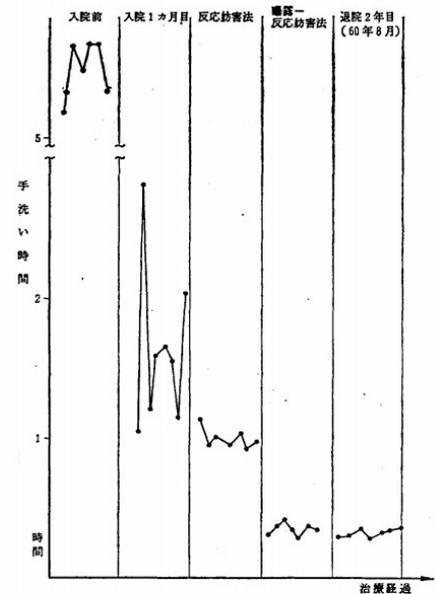


Fig. 1 1日の手洗い時間の変化 (1週間継続的に記録) (症例1)

右図(Fig. 1)は治療段階ごとに1日の手洗い時間の変化を示したものである(浜副, 1987)。

症例2: 患者は農業改良普及所勤務の50歳男性であり、清潔好きで強迫的な性格であった。31歳頃に農薬による中毒症状を経験したことから農薬恐怖があり、衣類や手の洗浄という強迫観念があった。また自宅の掃除強迫も見られた。入院生活初期は、戸外で使う靴や服の側で起居することを余儀なくされたことで恐怖感が増強したと述べていたが、入院生活を続けるうちにその恐怖感は消えていった。また外出、外泊を繰り返すことで農薬などに触れる機会を作り、手洗いや服はらい等の強迫行動を制限した。フラディング(恐怖や不安が生じる場面にクライアントを直接さらす)の目的でレクリエーション等に積極的に参加するようすすめたところ、スポーツや他患者との交流を楽しめるようになった。また自己の制縛状態に対する認識に変化がみられ、制縛状態から抜け出したいと思うようになった。入院7カ月目、ようやく意図的な曝露反応妨害法を開始できた。農薬と同じ製剤で作られていると患者が主張するアースマットを約1分間手に持つセッションを繰り返した。同様に、ゴキブリ駆除薬や家庭用農薬瓶を持つセッションも行い、かつ手洗いをしないという曝露反応妨害法を試みた。病気が悪くなると患者が述べたため、自律訓練を施行し十分なリラクゼーションを得た後に曝露反応妨害法を行った。その結果不安尺度が徐々に低下していった。

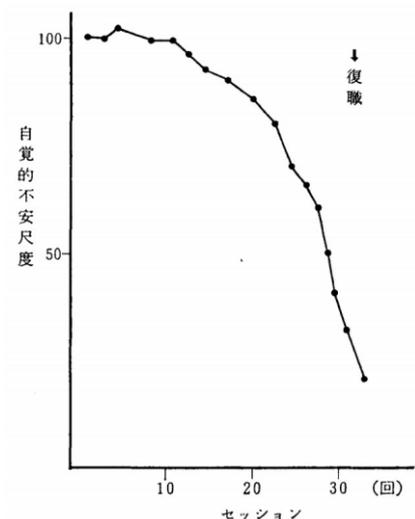


Fig. 2 家庭用農薬に対する自覚的不安尺度の変化

右図(Fig. 2)はセッション回数に対する不安尺度の変化を示したも

のである(浜副, 1987)。

2 認知行動療法

I 治療のプロセス 認知行動療法は、不安は不安刺激についての解釈の仕方によって発生すると考え、解釈の仕方に変化をもたらすことで、儀式的行為がなくても不安の緩和が可能になることを目的とした療法である。

患者の悩みや問題点を面接によって洗い出して治療方針を立てる

行動的技法を用いて生活のリズムをつける
(楽しみや達成感を感じる行動のレパートリーを日常生活の中で増やす「行動活性化」
という療法が主体)

自動思考に焦点をあて、根拠と反証の検証により認知の偏りを修正

ここでいう自動思考とは、状況に対して素早く、意思とは関係なく自動的に湧き出る思考を意味している。これは誰にでも生じるものだが、通常の熟考とは異なり瞬間的に湧きあがるため、感情や行動などの表面的な反応にしか気づけないということが多い。認知行動療法は、感情がマイナスに触れたときの自動思考を省みること目標としている。

II 認知行動療法に関するデータ

千葉大学社会精神保健教育研究センターにて行われた、行動実験を用いた認知行動療法による治療効果の検証結果(石川・小堀・中川・清水, 2013)を引用する。

患者は20代男性である。強迫性障害、また並存疾患としてうつ病とも診断されている。主な症状として、自分の臀部に病原菌が付いており、椅子を介して誰かを病気にさせてしまうのではないかと不安があった。また友人宅へ訪問した際、友人宅の火の元が心配になり、繰り返し確認する強迫行為も行っていた。他にも、メールやブログへのコメントで、4や9に関わる数字を書くと「相手に不吉な事故が起こる」と考える強迫観念も見られた。

症状1: 「自分の臀部に大腸菌が付着しており、椅子に接触した他人は1週間以内に病気になる」という強迫観念に介入するべく、患者と治療者で行動実験を行った。「座っていた椅子に直接手で触れ、その手で菓子を食べることで、2人に腹痛などの異常が起こるか」を検証した。強迫観念が正しければ、2人には腹痛などの異常が起こると考えられるが、実験の結果異常は見られなかった。これによって患者から「座っていた椅子に大腸菌は付着していない」という合理的結論が導き出された。

右図(Figure 2)は、治療全体における強迫性障害を測定するための評価尺度OCI(Obsessive-Compulsive Inventory)の得点の変化を示すものである(石川ほか, 2013)。色のついている部分が臀部の汚染恐怖に対する行動実験に対応しており、効果が大きかったといえる。

症状2: 「肩掛けの鞆などがガスコンロのスイッチに触れてしまい、火事を起こしてしまう」という強迫観念に介入するべく、「手を使わずに肩掛けの鞆だけでガスコンロの火をつけられるか」を検証した。患者の予測は「鞆がぶつかってしまうとすぐに火がつく」というものだったが、実験の結果スイッチは固く火をつけること

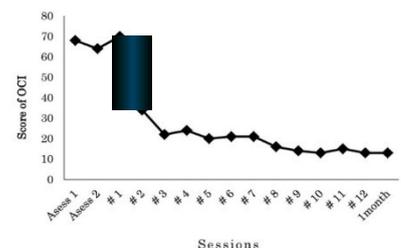


Figure 2 強迫性障害の症状評価得点(OCI)の変化
注: 42点以上の場合、強迫性障害の存在を示唆する

はできず、「鞆がぶつかっただけでは火はつかない」という合理的結論に至った。

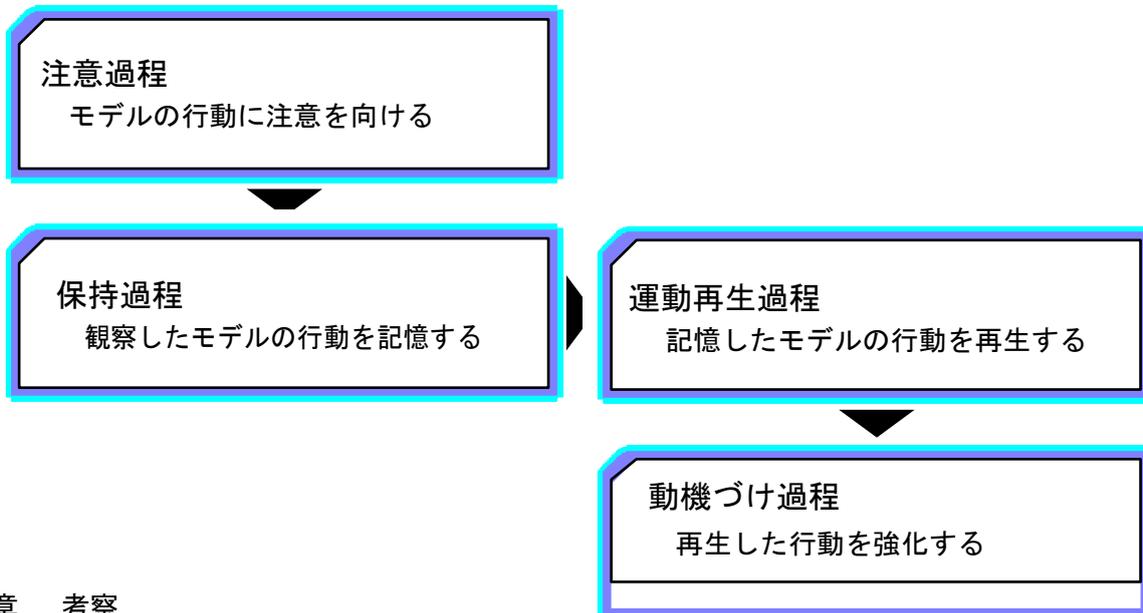
症状3: 「4や9を含むメッセージを送ると、相手は不幸な事故に遭う」という強迫観念に介入するための行動実験を行った。実験前に、「患者の好きな漫画キャラクターのポルノ画像が原著者の許可なく掲載されている」という患者にとって望ましくない事実について、非常に不快であり画像の作成者が許せないと話し合った。そこで行動実験として、「作成者のブログに4や9などの不吉な数字を含んだ応援メッセージを送り、2度と画像を掲載できないように不幸な事故に遭わせる」ということを行った。強迫観念が正しければ、「作成者に不幸な事故が起こり、ブログが更新されなくなる」と考えられる。しかし実験の結果、作成者から「ありがとうございます。これからも頑張ります」という返信が来てしまい、ブログも更新されていた。ここから、「4や9などの数字を書いても、不幸な事故は起こらない」という合理的結論が導き出された。

またこの症例報告では曝露反応妨害法と認知行動療法の双方についても考察がなされている。石川ら(2013)は、「行動実験の利点は、脅威的状况に曝露することなく、強迫観念の妥当性を大きく揺さぶることができる点である」と主張している。曝露反応妨害法は強迫性障害に対して有効な治療法であるが、曝露状況に対する不安が強すぎた場合、治療抵抗を示す症例が多い(Fisher & Wells, 2005)。しかし、本症例では行動実験を用いた介入により、曝露反応妨害法に対する抵抗を少なくすることができたと述べている。

3 モデリング療法

I 治療のプロセス

自己効力感や社会的学習理論で知られるカナダ人心理学者、アルバート・バンデューラによって提唱された療法であり、適切な行動をとる他者の観察を通じて、認知と行動の変容を促すことを目的としたものである。



第3章 考察

有効であったというデータが多い曝露反応妨害法は、短期間で症状の改善が期待できる療法であるといえるが、患者が苦痛を伴う療法でもある。そのためこの療法はアドヒアランス(患者が治療に対して積極的な姿勢をとること)が重要であり、面接など患者との対話をもってアドヒアランスを高めることがより必要になると考えられる。特に浜副(1987)による症例報告の症例2ではアドヒアランスの重要性が顕著に表れていたといえる。

また、行動実験の利点を生かして、脅威的状况に曝露することなく強迫観念に介入することで、曝露反応妨害法への抵抗を軽減することも有効だと考えられる。モデリング療法は曝露反応

妨害療法や認知行動療法に比べて複雑でなく、単体で治療に用いるよりも他の療法と組み合わせる方がよいと考えた。曝露反応妨害法では不安を強迫行為なしで緩和しているモデルを観察したり、認知行動療法では行動活性化のモデルを観察するなど、治療の促進や患者のアドヒアランスの向上に効果的に用いることができると考えられる。

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたりご協力頂いた先生方にお礼を申し上げます。

参考文献

浜副薫：曝露－反応妨害法が有効であった強迫神経症の4症例(1987)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjbt/12/2/12_KJ00008937443/_pdf/-char/ja

石川 亮太郎, 小堀 修, 中川 彰子, 清水 栄司：強迫性障害に対する行動実験を用いた認知行動療法 (2013)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/adr/5/1/5_54/_pdf/-char/ja

岡本泰昌：強迫性障害の薬物療法とセロトニン・ドパミン仮説(2011)

<https://journal.jspn.or.jp/jspn/openpdf/1130010036.pdf>

CG31 - Obsessive-compulsive disorder: Coreinterventions in the treatment of obsessive-compulsive disorder and body dysmorphic disorder, 英国国立医療技術評価機構(2005-11-29)

<http://www.nice.org.uk/CG31>

Obsessive Compulsive Disorder | Royal College of Psychiatrists

<https://www.rcpsych.ac.uk/mental-health/translations/japanese/obsessive-compulsive-disorder>

OCDの精神療法 | NPO法人 OCD-Japan / m3.com学会研究所

<http://ocdjapan.kenkyuukai.jp/special/index.asp?id=22170>

Fisher P. L., & Wells, A. How effective are

cognitive and behavioral treatments for obsessivecompulsive disorder? A clinical significance analysis (2005)

救急車の効率化と民間救急

3 年理数科 1 名

We have learned about medical problems since we entered this high school. Therefore, I was interested in an ambulance. In this study, I considered the solution of improper use of an ambulance and increasing the number of ambulances used in a rural area because of aging. In addition, I suggested how to use an ambulance efficiently and using a private ambulances instead of normal ones. For my study, I gathered information from the Internet and documents from the government.

はじめに

これまでメディカルコースで医学や医療現場の諸問題について議論・考察してきて、日常にも医療の課題が潜んでいるのではないかと考えた。そこで街中ではほぼ毎日目にする救急車の抱える課題に焦点を当てた。近年、救急車の出動件数は高齢者の増加による高齢化などの理由によって年々増加しており、これからも高齢化が進むことから特に地方において出動数の増加が予想されている。また救急車の不適正利用などにより本当に必要な人に救急車が行き届かないといった問題点も懸念されている。よってこれらを解決するための解決策が求められており私はいかに救急車を効率的に使用し、また救急車の代替として民間企業の運営する民間救急を利用することで先に挙げた諸問題を解決することができるのかについて考察した。

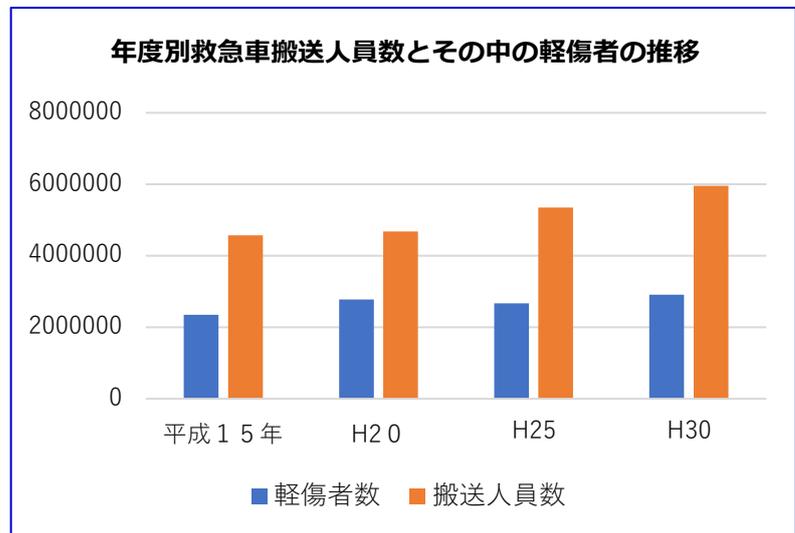
研究方法

資料及び参考文献は主に市の公式サイトや消防署の統計資料等を基に自分なりに編集し、図の作成をして考察した。参考文献については当論文の最後にまとめる。

図 1

第 1 章 救急医療の現状と課題

先にあげた通り現在救急医療における救急出動件数は年々増加している。総務省消防庁の調べによると平成10年度には約350万人であった搬送人員数は平成30年度に約600万人まで膨れ上がっており（図 1）、またそのほぼ半数を軽症者が占めている。この救急需要の拡大を受け、救急車の現場到達時間も漸増している。また、搬送人員の年齢別割合とその推移を見てみると平成7年度には搬送人員全体で3割を占めていた高齢者（65歳以上）が平成27



7年度には全体の5割を占めるようになってきている。このことから搬送人員の構成比の変化には昨今、日本の課題とされる高齢化が関係していると考えられる。さらに今後ますます高齢化が加速すると予想されるため救急車の需要増加と出動回数の増加は避けられないものとなってくる。さらにこの現象は地方においても見られる事が注目すべき事として挙げられる。例えば上越市では平成27～30年の間に緊急搬送人員数と出動件数はどちらも増えているにも関わらず救急車の出動拠点である消防署の数には変化がなく増加する需要に対して供給が対応していないと言える。

そのため救急車やそれに準ずるものを増やすことで需要と供給の問題に歯止めをかけること、救急車

への負担を減らすこと、また増加傾向にある軽傷者の対策等が必要である。

第2章 資料から見る全国での取り組み

全国における取り組みとして以下の2つがある。

1. コールトリアージ

これは119番通報時、通報者からの伝達情報から傷病者の緊急度・重症度を判断するものでこれによって軽傷かどうかを医療知識のある人が判断することができる。これはすでに欧米では実施されており、日本でも通報内容から心停止が疑われる場合ドクターヘリの出動要請が行われる等、重症度の高い場合に限り行われている。反対に、日本において増加傾向のある重症度の低いケースでは実用化に至っていない。だが、

これに類似するものとして「救急相談センター」がある。(図2)これは#7119番に電話することで医療知識のある人に今、自分が救急車を呼ぶべき症状なのかどうかを相談できるシステムである。このシステムはコールトリアージと少し異なりあくまで自分で相談後に救急車を呼ぶか判断することができる。しかしながら、軽傷者の人が救急車を呼ぶ理由の一つとして「不安だからよんだ」や「少しけがをしたがどうすれば良いかわからず呼んだ」というものがあるためこれらを用いてこのシステムを使って相談し安心材料を提供することで払拭できると考えられる。したがって結果的に搬送人員に占める軽傷者の割合を減らすことができると思われる。

また、さらに具体的な取り組みとして横浜市で平成20年度に施行された横浜市救急条例がある。この条例は主に横浜市における救急業務について定めたものであるが特筆すべき条文として次の第7条を挙げる。

第7条 (緊急度・重症度の識別)

第1項 (緊急度・重症度識別の流れ)

救急隊等による搬送要請者からの119番通報



通報者から聴取した外傷、特殊傷病、疾病、既往歴等の情報を電子計算機に入力



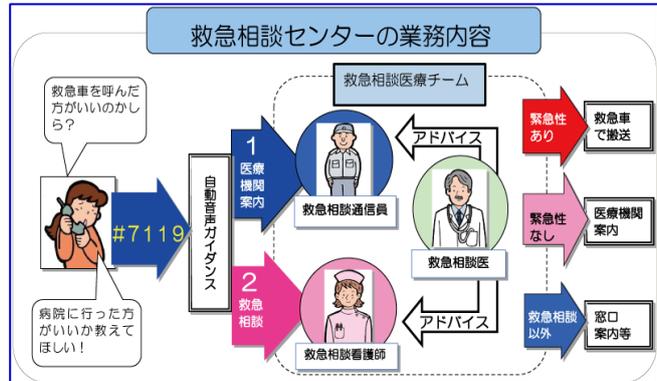
緊急度・重症度識別を体系的かつ自動的に実施



緊急度・重症度識別の結果に基づき救急業務等を実施

- ・ 傷病者の状態に応じて出場する救急隊等を弾力的に運用
- ・ 救急隊等の出場が必要ないと判断した場合、本人の同意を得て、医療従事者による「救急相談サービス」を提供

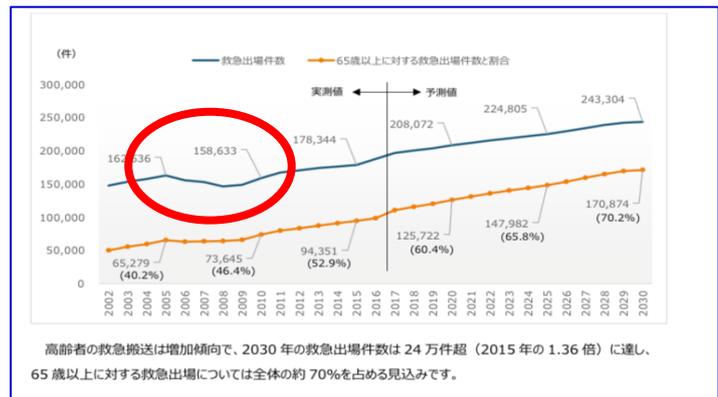
図2



これはつまりコールトリアージの使用について明記しており実際に横浜市では上記のように行われていたがこれには一定の成果があったことが分かった。

(図3)は横浜市の救急車出動数の推移のグラフだが赤丸のところで出動数の上昇度が下がっている事がわかる。同条例では他に虚偽に通報をした者に罰則を設けることを定めているがそれに加えてこのコールトリアージによって軽傷者の搬送人員が減少したため、全体の搬送人員数も減少したと考える事ができる。そのためコールトリアージには効果があることがわかった。

図3



2. 民間救急車

民間救急とは民間の事業者が国土交通省の許可を受け搬送用自動車を用いて患者を搬送する有料のサービスを提供するものであり、使用される民間救急車は救急車と以下のような違いがある。

- 医療法や医師法に触れる行為ができない
- 救急走行ができない（赤信号無視など）
- 緊急事態には対応できない（事前予約が一般的）
- 利用時間・距離によって代金がかかる
- 病院以外の指定場所も可能

また、民間救急車は車椅子やストレッチャーを安全に搬送するために以下のような規定がある。

- ・十分な緩衝装置を有している。
- ・携帯電話などの緊急連絡に必要な機器を設置している
- ・ストレッチャーまたは車椅子を1台以上収容できる容積がある
- ・ストレッチャー、車椅子を車体に確実に固定できる構造

またこれらの規定の設備以外にも酸素ボンベや応急手当用器具（AED等）を備え付けている車両もある。この具体的取り組みとして東京救急協会の東京民間救急コールセンターがある。

これは民間救急業者と利用者の中継ぎのような役割を担っているが、事業としては事業者から登録料3万円、紹介料400円を徴収することで採算を成り立たせている。しかし

現在では東京消防庁からの支援が必要なほど金銭的に成り立っておらずこのコールセンターについて更なる認知が必要であると考えられる。つまり民間救急は普及及び認知が促進すれば現状を打破する打開策になりえると思われる。また民間救急は傷病者の搬送のほかに

従来は救急車を使用することもあった転院搬送に代替するかたちで利用されることもありこちらは成功を収めている。

第3章 対策

今までに挙げた対策はどれも効果が望めるものではあるがまだ特定の地域でのみ行われていることや、課題が残っている等今すぐに全国的に実用化するのは難しいと分かった。

このことから、まずはカギとなるのはコールトリアージに関する積極的検討であると考えられる。なぜなら、民間救急を使うにしてもその使用者は軽傷者でなくてはいけなく、重傷病者は救急車を使う必要性は依然としてありその区別はこのトリアージによって行われるからである。つまり自治体が横浜市のようにこの仕組みについて明確にした条例を制定またはそれについて議論することが必要になってくるのだと考える。また未だ課題の多い

民間救急の利用についてはその事業採算性のために認知が必要となるがそれも自治体と協力しその普及をしていくことで実現可能に、採算の取れるものになると思われる。

このように救急車の諸問題については自治体と事業者の協力と議論が必要不可欠でありそれらを進めることでその地域性にもあった対策が講じることができると考えられる。

終章 研究を通して

比較的身近な存在である救急車、そしてその問題について考えてみて結局は我々利用者の意識も重要なのだと思った。対策や条例を施行してもそれに従うのは最後には利用者であり全ての判断を最終的に決めるからである。しかしだからと言って対策をおろそかにするのではなく利用する側とされる側で互いに問題に対して向かい合うことで対策がかみ合い問題に対して有効なものになるのである。

参考文献

<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2019np/index.html> 「総務省統計局 人口推計」

https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_r01_01_kyukyu 「総務省消防庁」

<https://www.murc.jp/wp-content/uploads/2012/07/125.pdf>
「救急需要対策における民間資源の活用可能性検討」

<http://www.tokyo-bousai.or.jp/tokyo-callcenter/> 「東京民間救急コールセンター」

<https://www.mhlw.go.jp/content/000651378.pdf> 「厚生労働省 社会保障費の推移」

city.yokohama.lg.jp/kurashi/bousai-kyukyu-bohan/kyukyu/kyukyujourei/kyukyujorei.html
「横浜市救急条例」

<https://www.city.joetsu.niigata.jp/> 「上越市ホームページ」

<https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/kyuu-adv/soudan-center.htm> 「東京消防庁」

中高生のゲーム依存症への対策

3年理数科 1名

I have searched for measures for students with gaming disorder. I asked students some questionnaires to reveal the relationship between the time they recognize and the time they really spend. As a result, a lot of students answered “no I couldn't” to the question “Could you adjust your smartphone usage?” Therefore, I think noticing it is important for students.

はじめに

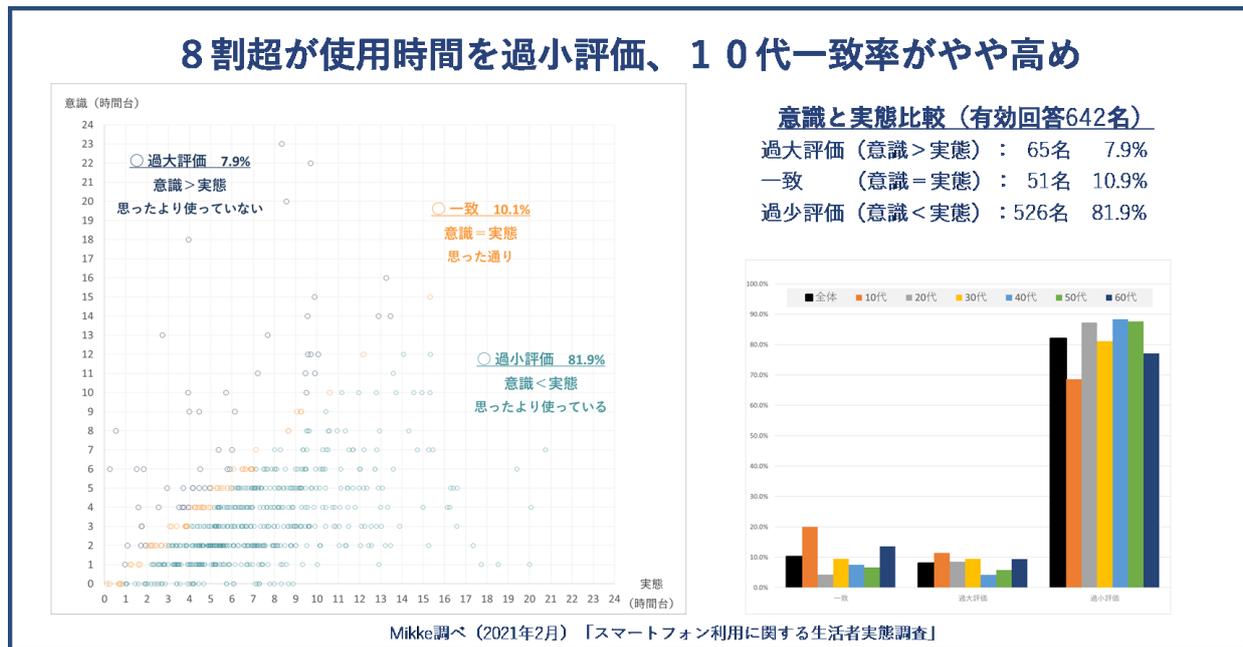
最近、依存症という言葉をよく聞き、依存症に対して興味を持った。また、自身もスマホの使用過多により、親にスマホを没収されたため、自分と同じような状態に陥っている人たちに興味を持ち、研究を行った。

ゲーム依存の現状

依存症という疾病は、2011年にWHO（世界保健機関）によって、国際疾病分類（ICD-11）に加えられた。現在依存症というのは、若者だけでなくだれもがなりうる病気であり、患者数は現在増加している。

資料①

「スマートフォン利用に関する生活者実態調査」



スマホの使用時間について8割以上が過小評価していた。

資料②

ICD-11 「gaming disorder」 の定義

記述（Description）

ゲーム症（障害）は、持続的または反復的なゲーム行動（「デジタルゲーム」または「ビデオゲーム」、

それはオンラインすなわちインターネット上、またはオフラインかもしれない)の様式(パターン)によって特徴づけられる。

ゲームをすることに対する制御の障害(例:開始、頻度、強度、持続時間、終了、状況)。

ゲームに没頭することへの優先順位が高まり、他の生活上の利益や日常の活動よりもゲームをすることが優先される。

否定的な(マイナスの)結果が生じているにもかかわらず、ゲームの使用が持続、またはエスカレートする。

その行動様式は、個人的、家庭的、社会的、学業的、職業的または他の重要な機能領域において著しい障害をもたらすほど十分に重篤なものである。

ゲーム行動の様式は、持続的または一時的そして反復的かもしれない。

ゲーム行動および他の特徴は、診断するために通常少なくとも12ヶ月の間にわたって明らかである。

しかし、すべての診断要件が満たされ症状が重度であれば、必要な期間は短縮するかもしれない。

除外

1. 危険なゲーム行動 (Hazardous gaming)
2. 双極症 I 型 <双極 I 型障害> (Bipolar type I disorder)
3. 双極症 II 型 <双極 II 型障害> (Bipolar type II disorder)

除外診断に挙げられている危険なゲーム行動 (Hazardous gaming) とは、オンラインまたはオフラインのいずれかのゲーム行動の様式を指し、個人または周囲の他人に有害な身体的または精神的健康影響のリスクを相当に増加させるもので、リスクの増加は、ゲームの頻度、これらの活動に費やされた時間の長さ、他の活動や優先順位の無視、ゲームやその文脈に関連する危険な行動、ゲームの悪影響、またはこれらの組み合わせである。ゲーム行動の様式は、個人や他の人への危害の増加の危険性に対する認識にもかかわらず、しばしば持続する。

実験

資料①より、スマホの使用時間を少なく見積ることで使用時間が延びる可能性がある。

事実、依存症治療の前段階に時間をフィードバックして何が問題か考える、というものがある。

実験方法

この実験は、アンケート調査を行うことで、対象者に自身のスマホの使用時間の現状を認識させることが、スマホの使用時間を減らすことに効果を発揮するかを調査するものである。1,2年生を対象とし、奇数クラスと偶数クラスの2グループに分ける。偶数クラスには3月2日から23日まで登校日のみアンケート調査を受けてもらい、奇数クラスには3月2日、14日、23日にアンケート調査を受けてもらう。また、その際にスマホ時間は適切であるか、スマホにより勉強時間は減っていないか、スマホにより睡眠時間は減っていないか毎日振り返り、自己評価してもらう。このアンケート調査で回収したデータを集計し、そのデータをもとに効果を調べる。アンケート調査には、右の用紙を用いた。

仮説

体感の使用時間と実際の使用時間の差異に気づくため、奇数クラスに対して偶数クラスはスマホの使用時間が減ると考える。

メディカルコースの研究への協力を
2-1 お願いします。

3/23のスクリーンタイム

2 時間 30 分

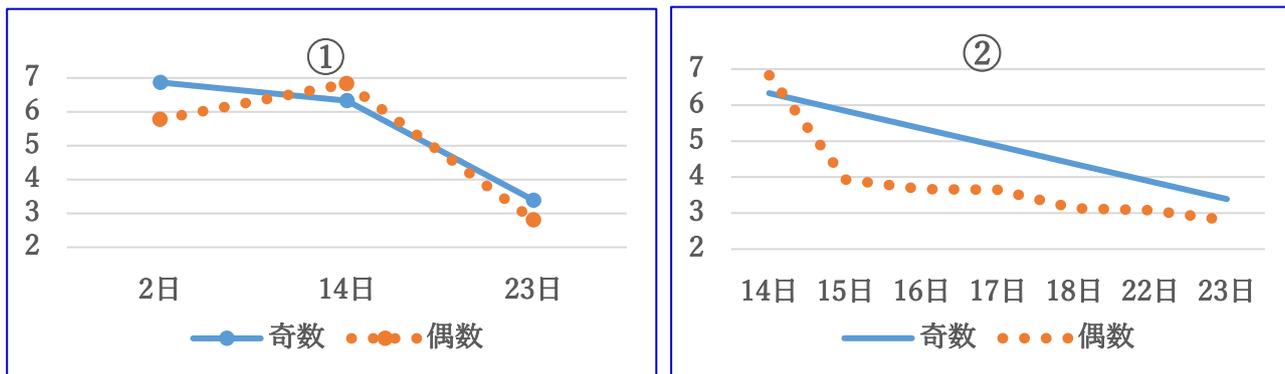
スマホ時間は適切であるか 適切 適切でない

スマホにより勉強時間は減っていないか 減った 減っていない

スマホにより睡眠時間は減っていないか 減った 減っていない

実験結果

下のグラフは①②ともに奇数クラスと偶数クラスのスマホの使用時間の推移を表したものである。



上の①のグラフより、2日から14日にかけて偶数クラスのスマホの使用時間が増えており、モニタリング調査の効果がないように思える。しかし、3日から13日にかけて、偶数クラスにはまとめてアンケートを依頼していたため偶数クラスが毎日アンケートに答えたかは定かではない。そこで毎日アンケート調査をしっかりと行えた14日から23日のデータを使用して考察をする。

考察

②のグラフより、奇数クラスに対して偶数クラスはスマホの使用時間が減っているため、毎日継続的に振り返ることで効果が現れると考えられる。

さいごに

スマホの長時間利用は仕事(学業)、睡眠、精神状態等に大きく影響する。そこで提唱することは、毎朝、睡眠時間と前日のスマホの使用時間を記録し、可視化することだ。

(睡眠時間とスマホの使用時間の記入例)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
											月											
											火											
											水											
											木											
											金											
											土											
											日											

(スマホの使用時間)

(就寝、起床時間)

記録は、自身を振り返るためのものなので正確に、継続的に書き込むことが重要である。

参考文献

- ・「スマホゲーム依存症」 樋口進 著 (2017)
- ・ ICD-11 「gaming disorder」 の定義
<https://icd.who.int/dev11/f/en#/http%3a%2f%2fid.who.int%2f%2fid%2fentity%2f1448597234>
- ・ ICD-11 「gaming disorder」 の日本語訳
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B2%E3%83%BC%E3%83%A0%E4%BE%9D%E5%AD%98%E7%97%87>
- ・ スマホの自己評価 PR 会社「PR TIMES」より「スマートフォン利用に関する生活者実態調査」
<https://tayori.com/f/mikke01>

西洋医学的治療と東洋医学的治療の比較・検討

3年理数科 1名

We can find oriental medicine in various parts of our daily lives. And I have been interested in it since I was a child. This time I compared treatments between oriental medicine and western medicine for influenza.

1. はじめに¹⁾

東洋医学 (traditional chinese medicine) とは中国で誕生、発達した伝統医学である。現在は、風邪薬 (例: 葛根湯)、胃腸薬・便秘薬 (例: 大黃甘草湯)、花粉症 (例: 小青竜湯)、更年期障害 (例: 加味逍遙散)、抗肥満薬 (例: 防風通聖散) など様々な病態で利用されている一方で、東洋医学には「即効性がない」、「長く服用しないと効かない」という印象がある。そこで、今回、急性疾患であるインフルエンザにおいて西洋医学的治療と東洋医学的治療を比較・検討した。

2. インフルエンザの特徴と西洋医学的治療²⁾

インフルエンザとは、インフルエンザウイルスに感染して起こる急性熱性感染症である。インフルエンザウイルスは、A、B、C、D型の4種類があり、ヒトに流行を起こすのは、主にA、B型のウイルスである。

インフルエンザとかぜの症状を比較すると、発症が急激で、通常38°C以上の発熱と強い全身症状を伴う特徴がある。(表1)

表1 インフルエンザと風邪の症状の比較

	インフルエンザ	かぜ
発病	急激	ゆるやか
発熱	通常38°C以上の高熱を伴う	ないか、あっても37°C台
全身症状* ¹	ある	ないか、あってもまれ
上気道症状* ²	全身症状について出現	最初からみられる

*1: 悪寒、頭痛、関節痛・筋肉痛、全身のだるさ (倦怠感) など

*2: 咳、のどの痛み、鼻水・鼻づまりなど

インフルエンザの治療には抗インフルエンザ薬が用いられる。抗インフルエンザ薬には細胞内で増殖したウイルスの遊離を阻害するノイラミニダーゼ阻害薬として

- ① オセルタミビル (®タミフル) 経口
- ② ザナミビル (®リレンザ) 吸入
- ③ ラニナミビル (®イナビル) 吸入
- ④ ペラミビル (®ラピアクタ) 点滴静注

の4種類と、ウイルスの細胞内での増殖を抑制するCap依存性エンドヌクレアーゼ阻害薬として

- ⑤ バロキサビル (®ゾフルーザ) 経口

が利用されている。

抗インフルエンザ薬のメリットとして、

- ・解熱するのが1~2日早くなる
- ・予防投与が可能である (発病者の周囲が服用すると流行が抑えられる)

があげられる。

一方、抗インフルエンザ薬のデメリットとして、

- ・発熱後48時間以降の使用では有効性が証明されていない
- ・異常行動との関連（因果関係は証明されていない）
- ・インフルエンザ以外のウイルスには効果がない

ことが、あげられる。

3. 東洋医学における急性熱性疾患の治療^{3) - 5)}

東洋医学における急性発熱性疾患に対する診断・治療法は、紀元2世紀ごろに成立した、最古の治療学の書物である「傷寒論」にすでに詳細に記されている。

傷寒論は65条の診断・治療法から成り立っている。病気の進行度を発熱と体力の有無から太陽病（43条）→陽明病（4条）→少陽病（1条）→太陰病（2条）→少陰病（12条）→厥陰病（3条）の六病位（病気のステージ）に分類している。

太陽病は病気の最も初期の段階であり、第一条で、「太陽病とは、脈が浅いところで触れて、頭痛・項部痛があり、寒気を伴う」

と定義される。

体力のある太陽病期に記載が集中しているのは、古代では病期が進行すると治療の手立てが少なくなるためと考えられる。

代表的な治療法・治療薬は

軽症の場合

第5条：太陽病、頭痛、発熱、汗出悪風者、桂枝湯主之

（太陽病で頭痛・発熱があり、汗をかいて少し寒気がする場合は桂枝湯が適応である）

中等症の場合

第12条：太陽病 項背強几几、無汗悪風者、葛根湯主之

（太陽病で後ろ首がこわばり、汗はかいていないが少し寒気がする場合は葛根湯が適応である）

重症の場合

第15条：太陽病、頭痛、発熱、身疼腰痛、骨節疼痛、悪風無汗、而喘者、麻黄湯主之

（太陽病で頭痛があり発熱し、体の筋肉、腰、関節が痛み、汗は出ないが寒気がして咳が出るものには麻黄湯が適応である）

などが記載されている。

4. インフルエンザにおける西洋医学的治療と東洋医学的治療の比較

重症で適応になる麻黄湯の条文を、インフルエンザの症状と対比させると（表2）

表2 インフルエンザの症状と麻黄湯の条文の比較

	インフルエンザ	麻黄湯の病態
発病	急激	
発熱	通常38°C以上の高熱を伴う	発熱
全身症状*1	ある	頭痛、身疼腰痛、骨節疼痛
上気道症状*2	全身症状について出現	而喘者

*1：悪寒、頭痛、関節痛・筋肉痛、全身のだるさ（倦怠感）など

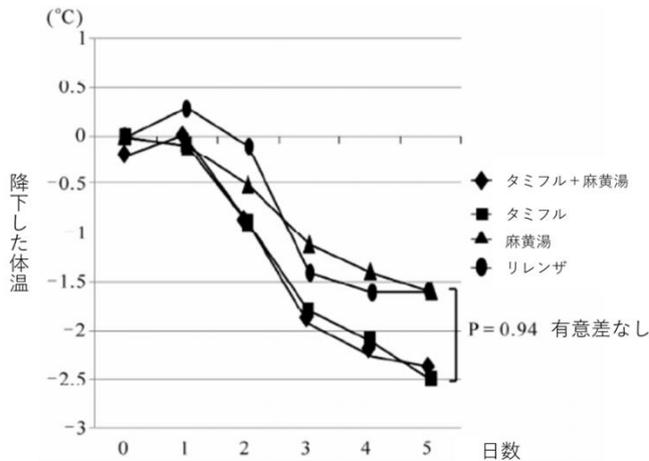
*2：咳、のどの痛み、鼻水・鼻づまりなど

インフルエンザと、麻黄湯で適応となる病態はほぼ同じであり、インフルエンザに麻黄湯が有効ではないかと考えられる根拠となりうる。

そこで、学術論文検索サイトである google scholar を用いて、麻黄湯とインフルエンザを検索ワー

ドとして検索すると4論文の報告があった。^{6) - 10)}

Saitaら⁶⁾は抗インフルエンザ薬と麻黄湯の解熱効果は同等であること(図1)、
図1



Yoshinoら⁷⁾は、麻黄湯は、単独もしくは抗インフルエンザ薬との併用で発熱期間を短くすること、Nabeshimaら^{9), 10)}はインフルエンザの初期では、麻黄湯はオセルタミブルと同等の解熱、症状改善効果があることと、麻黄湯はノイラミニダーゼ阻害薬と同等の臨床的・ウイルス学的効果があることを報告している。

麻黄湯が抗インフルエンザ薬と同等の治療効果があったのは、傷寒論に記載される麻黄湯が適応する病態と、インフルエンザの病態が極めて類似するためと考えられる。

従って、もし、インフルエンザ以外の疾患でも、インフルエンザと同様の症状であれば、麻黄湯が有効である可能性があるという仮説を立てることができる。

そこでGoogle scholarを用いて麻黄湯とウイルス性疾患、SARS Virusなどを検索ワードとして検索すると1論文報告があった^{10) - 12)}。

Nabeshima¹⁰⁾は、小児の風邪症状の主な原因ウイルスであるRSウイルスにおいて、麻黄湯をRSウイルス感染マウスに5日間投与すると、肺内のウイルス量が明らかに減少することを証明した。これは麻黄湯には抗RSウイルス活性があることを示し、RSウイルス感染に対する新たな治療の選択肢となりうることを示唆する。

また、最近の新型コロナウイルス感染症(COVID-19)においても麻黄湯投与の有効例が報告されている^{11), 12)}。Honma¹¹⁾らは顔面神経麻痺と嗅覚障害を伴った新型コロナウイルス肺炎に麻黄湯投与が有効であった症例を、鍋島ら¹²⁾は高熱を伴う新型コロナウイルス感染症に麻黄湯が有効であった症例を報告している。

5. 考察

東洋医学では、傷寒論に記載があるように、今から約1800年前には、インフルエンザのような病態に対して治療が確立していた。そして、インフルエンザの病態と、傷寒論の条文で記された病態が類似する麻黄湯は、抗インフルエンザ薬と効果に遜色がなく、インフルエンザに対して東洋医学的治療は西洋医学的治療と同等の効果があることが分かった。また、インフルエンザ以外の病気でも、麻黄湯の条文と一致する病態であれば、麻黄湯が有効である可能性があることが示唆された。

参考文献

1. 安井 廣迪：医学生のための漢方医学【基礎編】，東洋学術出版社 2008
2. 呼吸器の病気 (一社) 日本呼吸器病学会：<https://www.jrs.or.jp/>
3. 入江 祥史：寝転んで読む傷寒論・温熱論，中外医学社 2017
4. 高山 宏世：傷寒論を読もう，東洋学術出版社 2008
5. 漢方スクエア：<https://www.kampo-s.jp/>
6. Saita M et al: The efficacy of ma-huang-tang(maoto) against influenza. *health*(5);300-302,2011
7. Yoshino T et al: The use of maoto (Ma-Huang-Tang), a traditional Japanese Kanpo medicine, to alternative flu symptoms: a systematic review and meta-analysis. *BMC Complementary and Alternative Medicine*; 2019
8. Nabeshima S et al : A comparison of oseltamivir with maoto, a traditional herbal medicine, for the treatment of adult seasonal influenza A. *J Trad.Med*(27),148-156,2010
9. Nabeshima S et al : A randomized controlled trial comparing traditional herbal medicine and neuraminidase inhibitors in the treatment of seasonal influenza. *J Infect Chemother*(18),534-543,2012
10. Fukase A et al : Inhibition of respiratory syncytial virus infectivity by Ephedrae Herba and Cinnamomi Cortex through interaction with G glycoprotein. *Reserch square*, <https://doi.org/10.21203/rs.3-262616/v1>
11. Homma Y et al : Coronavirus Disease-19 Pneumonia with Facial Nerve Palsy and Olfactory Disturbance. *Intern Med*(59),1773-1775,2020
12. 鍋島 茂樹ほか：新型コロナウイルス感染症 (COVIT-19) の高熱に麻黄湯が有効であった一例. *日本東洋医学会雑誌*, (72), 204-207, 2021

異種移植の可能性

3 年理数科 1 名

Xenotransplantation is the transplantation of living cells, tissues, or organs from one individual to another. This transplantation has not been clinically applied. Clinical application may solve the problem of increasing waiting patients due to lack of donors. In this study, I investigated a series of transplantation methods and ethical issues. And I thought the possibility of clinical application is high. Here, I considered only transplantation from animals to humans.

1. 序章

異種移植とは、生きている細胞、組織、または臓器をある種の個体から別の種の個体へ移植することをいう。この異種移植はまだ臨床応用には至っていないが、もし臨床応用されれば、ドナー不足による待機患者の増加問題の解決が期待できる。しかし、この医療はニュースで取り上げられることもなく身近なものでないため、どの程度研究が進んでいるのかもわからない。そこで、異種移植の方法や、その後起こる拒絶反応の仕組みや回避方法、またウイルス感染について調べ、技術面で臨床応用可能なのか考えた。さらに、倫理的観点からこの医療がふさわしいのか考察した。なお、この研究では動物から人への移植についてのみを考えた。

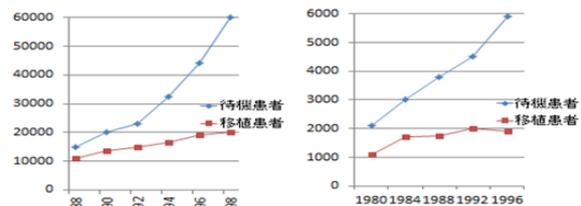
2. 第 1 章

○異種移植が注目されたわけ

移植医療の問題点はドナー不足による待機患者の増加である。今日の日本では、臓器移植を希望して待機している人はおよそ 1 万 4 0 0 0 人で、それに対して移植を受けられる人は年間およそ 4 0 0 人とされている。

図①を見ると、年々待機患者と移植患者のギャップが大きくなっているのが分かり、現在 2 0 2 1 年ではその差はさらに大きくなっている。移植希望者の待機年数を見てみると、一番早い小腸で 1 1 ヶ月、一番長い腎臓は 1 4 年 9 ヶ月と、とても長い間臓器を提供してもらえないことが分かった。そのため、この状況を打開しようと人工臓器の開発も進められている。例えば、人工心臓のポンプ機能

臓器の不足と待機患者
アメリカとイギリス



図①

や、人工心肺のガス交換、人工腎臓の透析などである。しかし、どれも物理的な側面での代行に限られる。したがって、ドナーとなる動物を確保でき、物理的側面だけでなく、化学的側面においても代行可能な異種移植が注目されるようになった。

○ドナー候補の動物

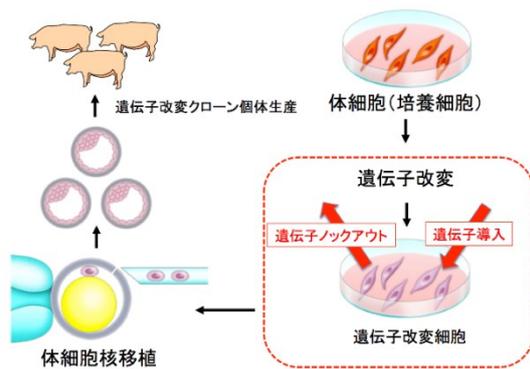
異種移植は近縁種からの移植が最も好ましい。つまり、チンパンジーやヒヒなどである。しかし、個体数が少なく、感染症という問題からもドナーにはむいていないとされた。そこで、遠縁種の中から次の 3 つの項目を満たす動物を探すこととなった。3 つの項目とは、① 臓器の大きさが人と同じくらいで生理機能も似ていること、② 危険な微生物汚染がないもの、③ 十分な個体数を確保できるもの、である。これらの項目をすべて満たすのがブタであり、ブタに注目が集まった。そこで、ブタの異種移植について調べることにした。

3. 第2章

○ブタの異種移植の方法

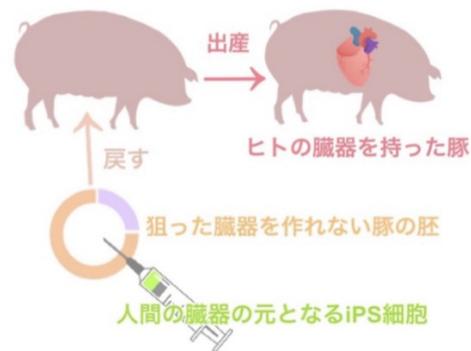
まず、ブタ臓器移植について説明する。ブタ臓器移植には、2種類の方法がある。1つ目の無菌の医療用ブタの臓器を移植する方法は、ブタを帝王切開で取り出して、それを感染の起こらない環境で育てる。そうしてできたブタの臓器を移植するのがこの方法である。2つ目の遺伝子改変ブタの臓器を移植する方法(図②)は、ブタの体細胞に遺伝子ノックアウト技術を用いて特定の遺伝子を無効化し、それを核に移植して遺伝子改変ブタをつくる。この遺伝子改変ブタの臓器を移植するのがこの方法である。この2つの方法は臓器が生着する時間が短く、ブタの臓器だということに嫌悪感を感じる人も多いため、ふさわしくないとされている。

次に、ヒト化臓器移植(図③)について説明する。まず、ブタの狙った臓器を作れない胚にヒト由来のIPS細胞を入れてブタに戻し、そのブタが出産することでヒトの臓器を持ったブタが生まれる。このブタの臓器を移植するのがヒト化臓器移植である。この方法はヒトの臓器を作っているため、前の二つの方法に比べ、拒絶反応が起こりづらく、嫌悪感が少しは和らぐため、ふさわしい移植方法と言える。



体細胞クローニングを利用した遺伝子改変ブタの生産

図②



ヒト化臓器移植 図③

4. 第3章

語句

抗原：免疫応答を引き起こす物質のこと。

抗体：特定の異物にある抗原に特異的に反応して、その異物を生体内から除去する分子のこと。

食細胞：食作用を持つ細胞の総称。好中球、マクロファージなどがある。

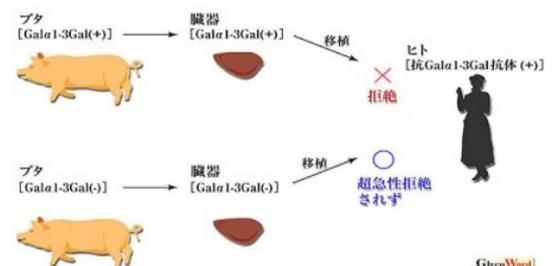
T細胞：胸腺で分化を完了したリンパ球のこと。免疫システムで多くの役割を果たしている。

B細胞：特異的抗原に対する抗体の産生および放出を担う細胞のこと。

○拒絶反応のしくみと回避方法

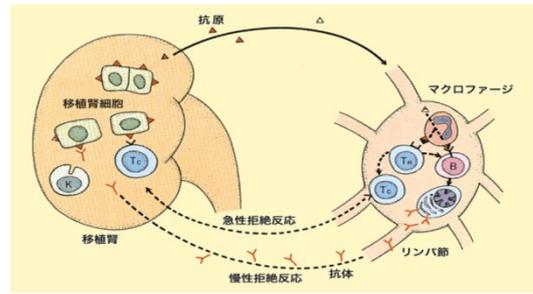
拒絶反応には主に3種類ある。超急性拒絶(図④)、急性血管拒絶(図⑤)、細胞性拒絶(図⑥)である。それぞれについて説明する。

まず、超急性拒絶である。これは、移植後数分から数時間以内に起こる最も激しい拒絶反応である。ブタの組織にはαガラクトース抗原と呼ばれる超急性拒絶を司っている抗原がある。そして、ヒトの血液中にはこの抗原に対する自然抗体がある。移植後にこれらが出会うことで拒絶が起こる。この拒絶反応は、遺伝子ノックアウト技術を用いてαガラクトース抗原を無効化することで回避することができる。この技術を用いた実験は100パーセント成功している。



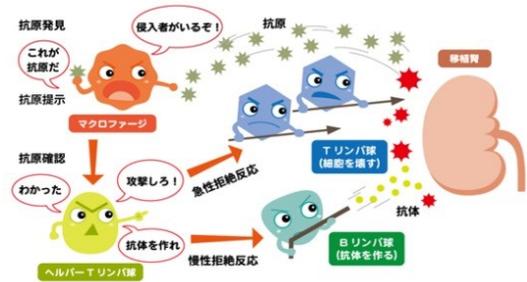
図④

次に、急性血管拒絶である。これは移植後、ブタの臓器の血管壁を形づくる内皮細胞にある α ガラクトース抗原にヒトの自然抗体が結合し、反応が起こる。この反応によって、血管内皮細胞が破壊され、血管壁に孔があき、その孔から血液が漏れないように血液凝固が起こるので、血液の供給が止まり、臓器が死んでしまう。この拒絶反応も前の反応と同様に α ガラクトース抗原とヒトの自然抗体による反応であるため、 α ガラクトース抗原をノックアウトすることで回避できる。



図⑤

最後に細胞性拒絶である。これはまず、マクロファージが抗原を確認し、その情報をヘルパーT細胞に伝える。そしてそのヘルパーT細胞がサイトカインというタンパク質を産生して、そのサイトカインが食細胞やT細胞を活性化させることで異物を排除している。また、ヘルパーT細胞がB細胞に命令を出すことで、B細胞が抗体産生細胞へと変わり、抗体を作る。これによって攻撃が起こる。この反応は、T細胞が抗原を非自己とみなすことで起こっている。そのため、臓器と一緒にドナーのT細胞を移植することでT細胞の活動は抑制されて、この反応を回避できる。これを免疫寛容誘導という。



図⑥

○免疫寛容誘導について

語句

レシピエント：ドナーから臓器を受け取る人のこと。

胸腺：T細胞を作り出している免疫の中心臓器のこと。

埋没移植：大網や筋肉内に移植すること。

MHC：主要組織適合遺伝子複合体といい、免疫反応に必要な多くのタンパク質の遺伝子情報を含む細胞表面上にある糖タンパク質のこと。

戦略

免疫寛容を誘導する戦略は、胸腺を直接血管移植する方法がよい。2つ理由がある。

1つ目は、マウスをレシピエントとした実験では、ドナー胸腺組織をマウスへ埋没移植をすることで免疫寛容が誘導されることが分かったが、ブタなどの大動物では誘導が起こらなかったという点である。

2つ目は、細胞や組織の移植では、ドナー細胞や組織がレシピエントの体内で生着するまで虚血状態であり、MHCの発現が強くなるため、抗原性が高まり拒絶が引き起こされるが、血管移植をすることで、虚血が起こらず、ドナー胸腺が移植後すぐに機能するという点である。

さらに、「MHC完全不適合間にドナー胸腺を直接移植した実験」により、① MHC不適合環胸腺は生着、② ドナー胸腺内の構造が保たれた、③ ドナー胸腺内でレシピエント胸腺細胞の分化、成熟、つまりT細胞が確認できた、という3つの結果を得られた。ここから、直接移植が大動物での免疫寛容の誘導に有効であることが分かった。また、これらの実験では、ドナーのT細胞がレシピエントの細胞を攻撃したり、元々あるレシピエントのT細胞がドナーの臓器に攻撃するといったことは確認できなかった。

○ウイルスについて

危険な微生物感染の1つに内在性レトロウイルスがある。このウイルスは染色体に組み込まれ、ブタの遺伝子群のひとつになっている。そのためこれまでは排除するのが難しかった。しかし、2017年

に中国とアメリカの共同研究機関は、このウイルスを不活性化することに成功した。

5. 第4章

○一連の方法

ここで、これまでに紹介した移植方法や拒絶反応の回避法をもとに、もっともよいと考える一連の治療方法を提示する。

まず、ブタの狙った臓器を作れない胚にヒト由来のIPS細胞を入れてブタに戻し、そのブタが出産することによってドナーとなるブタを得られる。

次に、そのブタに遺伝子ノックアウト技術を用いて、 α ガラクトース抗原やブタの遺伝子群の1つになっているウイルスを排除する。

そして、そのブタの臓器を移植し、それと一緒に胸腺を直接血管に移植して免疫寛容を誘導する。

最後に、手術後に拒絶反応が起こらないように免疫抑制剤を用いながら1か月程度経過観察をする。

この方法の問題点は自然免疫、獲得免疫ともに未熟である赤ちゃんには行うことができないということだが、それでも多くの人に対してこの方法を行えば、待機患者の増加という問題の解決に近づくとと思う。

6. 第5章

これまで、技術的な面での問題点について述べてきたが、ここからは、人々の意識や倫理的観点の問題について述べようと思う。

語句

質的調査：何らかの一定の社会的な体験を有している少数の限られた人を対象とする社会調査。定まった形式を持たずに、状況に応じて臨機応変に展開していく、自由な内容を有したもの。

量的調査：質的調査に対し、アンケート形式などの定まった形式を持つ調査。

○人々の意識

ここでは、イギリスで行われた意識調査をもとに説明していく。

イギリスでは、イギリス医学アカデミー「ヒトの物質を含有する動物」プロジェクトの一環として意識調査が実施された。方法は、質的調査(70人対象)、量的調査(1046人対象)である。結果は、大多数の人は、ヒトの健康改善、疾病治療を目的としたものであることを条件に、ヒトと動物の遺伝物質の混合を伴う研究を支持した。しかし、人間のような外見、脳、生殖機能を持つものの作成については懸念が強かった。

○倫理的問題

倫理上の問題点の1つにヒトと動物のキメラをめぐる問題がある。

キメラとは、ギリシア神話に登場するライオンの頭、山羊の身体、蛇の尻尾を持つ怪物「キマイラ」に由来していて、1個体が複数の動物種によって構成されている生き物である。また、生物学におけるキメラは「2つ以上の異なった遺伝子型の細胞、あるいは異なった種の細胞から作られた1個の生物個体」と定義されている。

この異種キメラの問題点は、ヒトと動物の境界線が曖昧になること、人間の尊厳が低下すること、自然の摂理に反すること、動物の福祉に問題があること、などがある。そのため、人と動物の境界はどこか？どこに何をもちいて線引きをおこなうのか？どのような特性を持つ人と動物のキメラを作成してよいか？という課題を解決していく必要がある。

7. 終章

○まとめ

まず、技術面についてだが、ヒトの臓器を持ったブタを作ることに成功したことや内在性レトロウイルスの不活性化に成功したこと、遺伝子ノックアウト技術を用いて α ガラクトース抗原を無効化することに100パーセント成功したことから、免疫寛容の誘導を今後確実なものにできれば、臨床応用は可能であると思う。また、条件付きではあるが、多くの人々が異種移植についての研究を支持したため、異種移植の実現性は高いと思う。

次に、倫理問題についてだが、ヒトと動物との境界線が曖昧になるということに関しては、この移植方法ではあくまでもブタの体内にある人間の臓器を使用しているため、問題ないと思う。さらに、人間の尊厳の低下や自然の摂理に反するといったことについては、人間の命を救う以上、仕方がないことで、目をつむらなければならないのかなと思う。そして、動物福祉の問題については、動物の苦痛が最小限に抑えるように努力が払われるならば、動物の使用は倫理的に受け入れられると思う。

最後に、IPS細胞が現実的になってきて、臓器とまではいかないが、体の一部なら人工的に作れるようになったこの時代に、どうしてIPS細胞ではなく異種移植に注目したのかということについて述べる。今、IPS細胞を用いてどのような病気が治療できるのかということはまだ1つも実用化されていない。研究などは進んでいて、もっとも実用化に近いものは加齢黄斑変性に対する治療である。しかし、臓器を丸ごと作るには相当な年月がかかるだろう。臓器を丸ごと移植するメリットは、移植した時点で治療に終わりが来ることだと思う。なので、臓器を丸ごと移植するとして、どちらの方法がより早く実現できるかを考えた時に異種移植の方が早いと思ったので注目した。

○参考文献

- ・「異種移植」 山内一也 著 河出書房新社 (1999)
- ・「異種移植とは何か」 山内一也 著 岩波書店 (2001)
- ・「異種移植とは何か」 日本獣医学会 <https://www.jsvetsci.jp> (2001)
- ・「異種移植の現状と展望」 小林孝彰 著 <https://jsn.or.jp> (2005)
- ・「異種移植の課題と展望」 一般社団法人 予防衛生協会 <https://www.primate.or.jp> (2000)
- ・「ヒトと動物のキメラをめぐる倫理的問題と今後の課題」 神里彩子 著 <https://www8.cao.go.jp> (2012)
- ・「異種移植用遺伝子改変ブタの開発の動向と展望」 東條英昭 著 <https://core.ac.uk> (2015)
- ・「夢ではなくなった異種臓器移植と免疫寛容誘導戦略の重要性」 山田和彦ら 著 <https://www.jstage.jst.go.jp> (2018)
- ・「動物と人間のあいだ 哲学的観点から」 檜垣立哉 著 <https://seisan.server-shared.com> (2014)
- ・「ブタからヒトへの異種移植研究におけるCRISPR/Casテクノロジー」 ナタリア・リチェクラ 著 <https://doi.org/10.3390/ijms22063196> (2021)

編集後記

この「令和3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7期生、またメディカルコース4期生となります。1年次より大学の先生による各種講演会や大学での実験講座、病院での医療実習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ました。2学年となり、いよいよ本格的に研究をスタートさせようという矢先に、新型コロナウイルスの感染が急速に拡大しました。2年次の4～5月は臨時休業によりほとんど研究ができない状況でしたが、放課後や長期休業中を利用してその遅れを取り戻し、以下の校内発表会を実施することができました。

令和2年12月22日 課題研究中間発表会 本校にて

令和3年 4月22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

「キッチンを用いた医療用素材の研究」

メディカルコース最優秀賞

「授業中に眠気が生じるのはなぜか」

これら2回の校内発表会を経験し、またグループによっては外部の各種発表会にも参加して、外部評価者の先生方よりの確かな指導・助言をいただき、この論文にまとめることができました。

校外の発表会等では、新潟県の研究発表会にサイエンスコース生全員で参加しました。

令和3年7月20日 第9回新潟県SSH生徒研究発表会 アオーレ長岡にて

口頭発表（代表）「キッチンを用いた医療用素材の研究」

ポスターセッション 11グループ

また、全国のSSH校が参加する研究発表会には校内発表会で最優秀賞に選ばれたサイエンスコースのグループが参加し、以下のような評価をいただきました。

令和3年8月4、5日 SSH生徒研究発表会 神戸国際展示場にて

表彰：奨励賞「キッチンを用いた医療用素材の研究」

さらに、サイエンスコースの研究論文は日本学生科学賞にも出品し、以下のような評価をいただきました。

令和3年10月 第65回日本学生科学賞新潟県大会

表彰：最優秀賞「キッチンを用いた医療用素材の研究」

<最優秀賞受賞研究は11月に行われた中央予備審査に出品>

奨励賞「天然着色料の活用」

「触角と交替性転向反応の関係」

このSSH課題研究の取り組みは、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を申し上げます。

(井澤 正直)