

グローバルサイエンスキャンパス  
令和元年度全国受講生研究発表会

# 研究成果の要約集

開催日：令和元年11月16日(土)・17日(日)

場 所：日本科学未来館

(東京都江東区青海 2-3-6)

主 催：国立研究開発法人科学技術振興機構

世界にはばたけ未来の科学者たち！

# 目次

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
A-1	多糖ハイドロゲルでの植物栽培について Verification of mold-free polysaccharide hydrogels	東京農工大学	岸田 彩花	1
A-2	貝殻焼成カルシウムの除菌・消臭効果に関する研究 Research on Sterilization and Deodorization Effects of Shell Fired Calcium	愛媛大学	竹内 愛花	3
A-3	ミリングを用いたホウ化物の水素化 Milling hydrogenation of MgB2	琉球大学	知念 凜	5
A-4	香りと分子のオモロい関係を化学する！ Studies on an interesting relationship between fragrance and molecular structures	大阪大学	設楽 華	7
A-5	白金錯体の発光特性と外部刺激に対する発光変化 Luminescence properties and external stimuli-induced emission changes in cyclometalated Pt complex	埼玉大学	林 彩乃	9
B-6	EBウイルスの自然免疫系から逃れるための生存戦略-ウイルス発癌の新しい分子機構の解明 Survival Strategies of Epstein-Barr Virus for Escaping the Innate Immunity-Whether EBV BLRF2 protein regulates it or not?	名古屋大学	宮田 美友花 内山 彩絵	11
B-7	抗がん剤シクロフォスファミドが歯胚形成に及ぼす影響 The influence of anti-cancer drug, cyclophosphamide in tooth development	九州大学	安藤 優那	13
B-8	メチル水銀曝露による多種感覚モダリティ障害に関する研究 Behavioral and immunohistological analysis of peripheral nerve injury in methylmercury-exposed rats	慶應義塾大学	菊田 真理	15
B-9	地域在住高齢者におけるポリファーマシーと抗コリン作動薬および鎮静作用薬が身体・認知・精神に与える影響の評価:The Kawasaki Wellbeing Project Drug Burden of Polypharmacy and Anticholinergic/Sedative Drugs and Physical/Cognitive/Mental Related Outcomes of the Community-dwelling Elderly People: The Kawasaki Well-being Project	慶應義塾大学	浅野 倫吾	17
B-10	ゲノム編集を用いた多発性軟骨性外骨腫症の新治療戦略の開発 Development of New Therapeutic Strategy of Hereditary Multiple Exostosis (HME) by Genome Editing	愛媛大学	川越 一輝	19
B-11	沖縄県における土壌からの病原性レプトスピラの分離 Isolation of pathogenic Leptospira from environmental soil of Okinawa	琉球大学	邱 一泓	21
B-12	かゆみは神経回路を変えるか？～アトピー性皮膚炎モデルマウスを用いて～ Does the itch change a neural circuit in the spinal cord ?	琉球大学	長島 由奈	23
C-13	放射性核種を用いた河川懸濁粒子の移行挙動に関する研究 Study on transport of riverine suspended solids by using radionuclides	金沢大学	平澤 萌花	25
D-14	アナログ実験によるつむじ風の発達・消滅条件の探求 Analog modeling of dust devil -Study of its growth and dissipation-	静岡大学	赤池 優斗 鈴木 大介	27
E-15	義足ソケット形状の力学的評価に関する研究 A study on mechanical evaluation of an artificial leg socket shape	金沢大学	本間 絢名	29

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
E-16	フランクリンモータを用いた発電装置の検討 Power generating apparatus using Franklin motors	静岡大学	小澤 諒聖	31
E-17	プラズマアクチュエータを用いた模型飛行機制御の実証実験 Demonstration experiments for flight control of the model airplane by plasma actuators	東北大学	金川 恵都 関谷 夏子 渡邊 弥生	33
E-18	超高温耐熱セラミックスとタングステンの固相拡散による接合 Solid-state Diffusion Bonding of Ultra High Temperature Ceramics Composite to Tungsten	九州大学	田中 光	35
E-19	ロボットのセンシングと自律移動に関する研究 Sensing and Autonomous Navigation for Mobile Robots	宇都宮大学	安田 遥稀	37
F-20	文章中の感情に基づいた単語毎のフォントの補間 Word by Word Font Interpolation Based on Emotions	金沢大学	和田 優斗	39
F-21	マルチエージェントシミュレーションによる電車内の快適度に関する研究 Analysis of passenger comfort in train considering personal space using multi-agent simulation	広島大学	長坂 優衣	41
F-22	機械学習を用いた油圧ショベルの動作の最適化に関する研究 Optimizing the Movement of an Excavator using Machine Learning	広島大学	生駒 創 松浦 創	43
F-23	ブロックチェーンを応用した安全な分散型履歴書システム A secure distributed resume system based on block chain	大阪大学	住本 圭	45
G-24	食品画像と顔写真の主観的評価における単純接触効果の比較 Mere Exposure Effect on Evaluation of Foods versus Faces	九州大学	斎藤 莉々愛	47
H-25	植物は音を聞いているのか？ Can plants hear sounds?	静岡大学	武藤 花奈	49
H-26	プラナリアの体長の測定方法の確立 Measurement of planarian length: The first step to analyze the T. H. Morgan's experiments in molecular level	神戸大学 (共同機関: 兵庫県立大学, 関西学院大学, 甲南大学)	三井 愛理	51
H-27	発現組織から考察するホヤグロビン遺伝子の機能 The mechanism of functional diversification of protein; Lessons from ascidian globin genes	神戸大学 (共同機関: 兵庫県立大学, 関西学院大学, 甲南大学)	矢野 七虹	53
H-28	環境DNAを用いてメダカの個体数の変化を定量的に捉える Quantitative changes in medaka population using environmental DNA	東北大学	小林 英里香 菊地 愛梨 鹿股 とほこ	55
H-29	メンデルの法則に合致しないイネの突然変異遺伝子の遺伝解析 Analysis of the segregation of rice mutants that do not fit with Mendel's laws of inheritance	東北大学	佐久間 結菜 鈴木 悠世	57
H-30	「菌」が持つ多様な機能とゲノム情報 Various functions and genome information of fungi	東京農工大学	大竹 知佳 金久保 萌衣 田鍋 彩葉	59

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
H-31	好塩性細菌の塩害対策への応用 An Application of Halophilic Bacteria as Countermeasure against Salt Damage	愛媛大学	山田 宗草	61
H-32	形態的に類似したユノシマミミズとヒトツモンミミズの遺伝学的解析 Genetic analyses of Megascolecidae species	宇都宮大学	遠藤 颯	63
H-33	天然記念物ミヤコタナゴの遺伝学的解析 Genetic analysis of the Tokyo bitterling	宇都宮大学	江原 環 鬼澤 璃万	65
H-34	コウモリの生態 The Ecology of Bats	広島大学	彌永 千穂	67
I-35	PECエッチング法(Photo Enhanced Chemical Etching)を用いたGaN低ダメージプロセスの開発 Development of Low Damage GaN Process using Photo Enhanced Chemical Etching	名古屋大学	大友 志穂 西脇 千裕	69
I-36	こんなところに放射線が!? Natural Radiation in Unexpected Places	名古屋大学	大崎 歩乃花 平沼 果凜	71
I-37	非楕円断面を持つ水流のシミュレーション Computer simulation of non-elliptic liquid jets	神戸大学 (共同機関:兵庫県立大学, 関西学院大学, 甲南大学)	後藤 優奈	73
I-38	金星大気衛星間電波掩蔽観測の立案に向けたデータ同化による研究 Study for designing the future mission of radio occultation measurement of Venus atmosphere among small satellites using data assimilation	慶應義塾大学	細野 朝子	75
I-39	自然放射線強度と宇宙放射線成分の物質吸収特性 Intensities of natural radiation and cosmic muon component with an effect of atmospheric absorptions	埼玉大学	普家 小百合 石上 元直	77

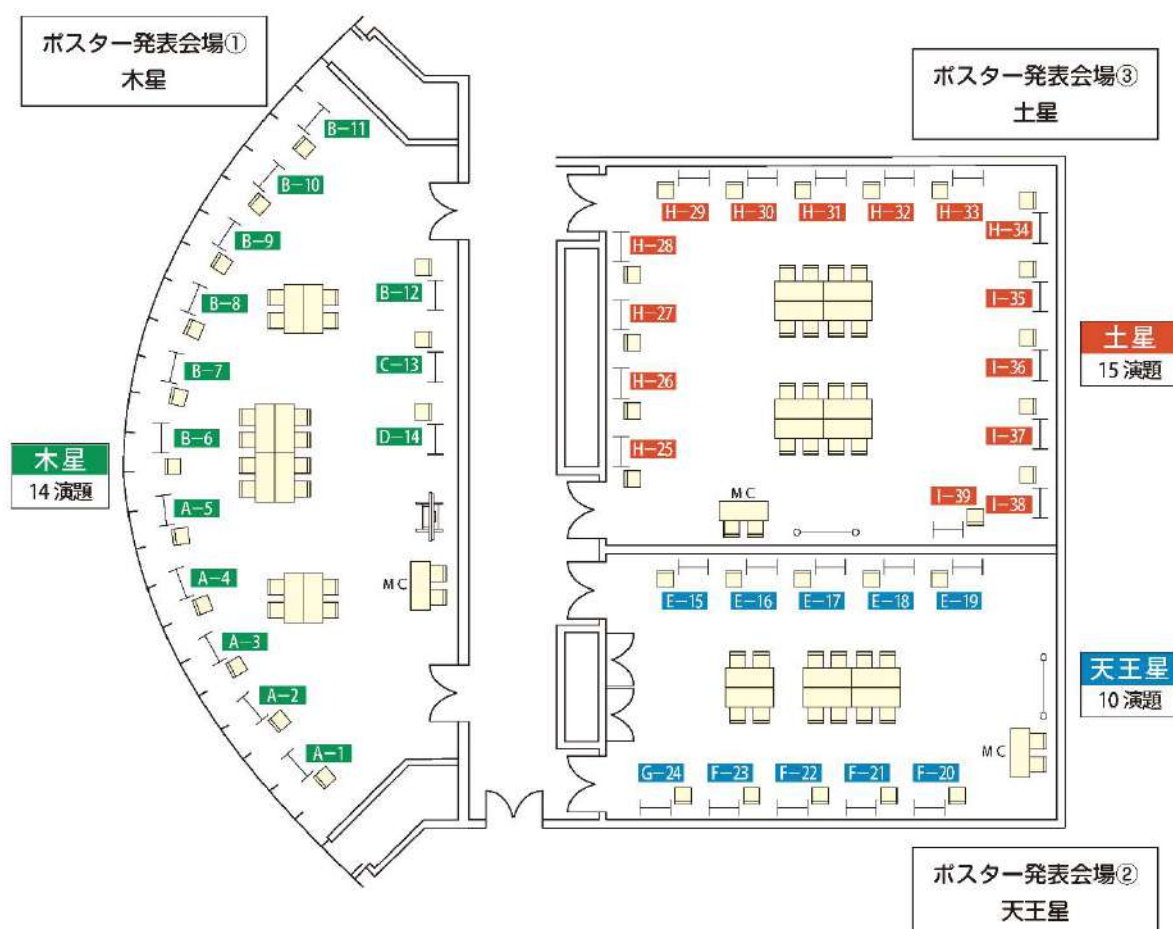
\*「発表者」には、当日発表を行う受講生名を記載しています。

## ■ ポスター配置図

※分野番号について

分野番号	分野名	会場
A	化学	ポスター発表会場① (木星)
B	生命科学・医科学	
C	環境	
D	地学	
E	工学	ポスター発表会場② (天王星)
F	情報	
G	総合・その他	
H	生物	ポスター発表会場③ (土星)
I	物理	

※発表番号(分野番号 - 番号)



## ■ 審査員に対するポスター発表

下表は発表時間の目安です。発表時間は10分、質疑・応答は5分になります。その後、審査と移動を終えた5分後に次の発表がスタートします。

発表	発表者 (発表番号)	開始 時間	終了 時間	発表(10 分)+質疑・応答(5 分)		審査+移動 (5 分)
				開始	終了	
開始の合図(連絡事項説明他)		14:55	15:00	－	－	－
1 回目	奇数番号	15:00	15:20	15:00	15:15	15:20
	偶数番号	15:20	15:40	15:20	15:35	15:40
2 回目	奇数番号	15:40	15:55	15:40	15:55	15:55
休憩		15:55	16:05	－	－	0:10
2 回目	偶数番号	16:05	16:25	16:05	16:20	16:25
3 回目	奇数番号	16:25	16:45	16:25	16:40	16:45
	偶数番号	16:45	17:00	16:45	17:00	17:00
終了の合図(連絡事項説明他)		17:00	17:10	－	－	－

## 受講生同士のポスター発表

下表は発表時間の目安です。受講生同士の相互発表は発表番号毎に3つのグループに分かれておこないます。1グループの発表時間は20分です。

分野 番号	分野名	第1グループ	第2グループ	第3グループ
		17:20～17:40	17:40～18:00	18:00～18:20
A	化学	1、4	2、5	3
B	生命科学・医科学	7、10	8、11	6、9、12
C	環境	13		
D	地学		14	
E	工学	16、19	17	15、18
F	情報	22	20、23	21
G	総合・その他			24
H	生物	25、28、31、34	26、29、32	27、30、33
I	物理	37	35、38	36、39

## 多糖ハイドロゲルでの植物栽培について～カビの生えにくい培地を目指して～

岸田 彩花 (東京都立日比谷高等学校 2 年)  
担当教員 渡辺 敏行 教授 (東京農工大学)

## 1. 研究の目的と意義

近い将来人々が気軽に宇宙に行けるようになった時、安定した食料確保のため宇宙でも植物を簡単に栽培出来る培地の開発を目指し、宇宙空間での食料問題に取り組もうと考えた。

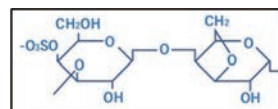
今回使用した試料の多糖ハイドロゲルは比較的均一な網目構造を形成するため、植物栽培の培地として適していることに気が付いた。また宇宙空間で貴重な水を頻繁に与えることなく保湿可能な多糖ハイドロゲルを研究に使うことにした。

培地を作るにはハイドロゲルの弾性率と植物の成長に対するゲルの架橋剤の影響を知る必要があり、中学時代には弾性率に対する架橋剤の影響を調査したが、多糖ハイドロゲルを最高の強度にする最適な濃度があると分かった。また、二価金属塩と混合した多糖ハイドロゲルは、一価金属塩と混合した多糖ハイドロゲルよりも大きな弾性率を示すことも発見した。次に植物の成長に対する多糖ハイドロゲルの影響を研究し、塩化カルシウムと混合した多糖ハイドロゲルに植えた植物は、他の金属塩と混合した多糖ハイドロゲルに植えた植物よりも速く成長することが分かった。

その実験中、多糖ハイドロゲルがカビで覆われ植物が枯れることがあり、今回はカビの生えにくいゲル培地の研究を試みた。

## 2. 研究の手法

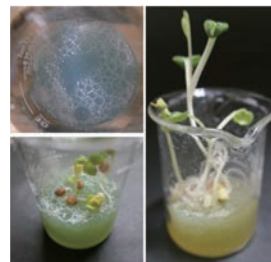
この実験では、多糖ハイドロゲルの一種である κ-カラギーナン【図1】を使用した。まず、κ-カラギーナンを純水と塩化カルシウムに混ぜ、種々のカビ防止調味料を加えた。次に、それらを試験管に注ぎ、各管にラベルを貼った。これらのゲルを固めるために数時間放置した。その後、それぞれにカイワレ大根の種を数個入れ、試験管で何が起ったかを観察した。カイワレ大根の根と茎の長さを測定した。



【図1】κ-カラギーナンの構造

## 3. 結果と考察

ほとんどの多糖ハイドロゲルには多くのカビが見られた。だが、酢、アルコール、わさびなどのカビ防止試料と混合した多糖ハイドロゲルでは、カビが成長しにくかった。これらの添加物を添加したゲルは、植物がほとんど成長しなかったり、最後に少しカビが生えてしまったりした。それにもかかわらず、ニンニクと混合されたハイドロゲルはカビの成長を防ぎ、植物は健康に成長していた。それはニンニクに含まれるアリシンが菌への強力な耐性機能を持っているからだと考えられる。ニンニクを添加した培地は何も加えていないものよりも植物の成長が遅かった。しかし、カビもなかなか生えていなかったため、ニンニクは防カビの添加物として向いていると思われる。【図2】



【図2】ニンニク入りゲル培地

## 4. 謝辞

この研究活動において、東京農工大学大学院工学研究院の渡辺敏行教授、および東京農工大学 GIYSE プログラムの関係者の皆様のご協力を得たことを心より感謝いたします。

## 5. 参考文献

- ・三昌株式会社 HP[カラギーナンとは] <http://sansho.co.jp/find/polthknr/carrageenan>
- ・ニンニク大辞典[ニンニクの抗菌・殺菌作用] <https://www.229dic.com/arigakouza/vol07.html>

## Verification of mold-free polysaccharide hydrogels

Ayaka Kishida (Tokyo Metropolitan Hibiya High School 2<sup>nd</sup> grade)  
Professor Toshiyuki Watanabe (Tokyo University of Agriculture and Technology)

## 1. Purpose of study

In order to tackle with food crisis issue in the world, a study of growing plants in severe environments such as a space is much needed in the near future. The purpose of this study is to verify a mold-free polysaccharide hydrogels since the experimental result in my previous study demonstrated that polysaccharide hydrogels were often covered with mold. In my research during junior high school year, polysaccharide hydrogels were used as cultivation media, because these gels form relatively uniform network structure. Two parameters are important for plant growth. First is elastic modulus of gels. Second is retention rate of water in gels. For preparation of culture media, studying the elastic modulus of hydrogels and influence of crosslinking agent in gels on plant growth were needed. As a result it turned out that hydrogels are susceptible molds.

## 2. Method

κ-carrageenan (Fig.1), one kind of polysaccharide hydrogels was used for this experiment. First, κ-carrageenan, pure water and calcium chloride were mixed, subsequently mold prevention seasoning was added to it. Next these samples were poured into test tubes, and a label was put on each tubes. All samples were left for a few hours to set these gels. After that, a few white radish sprouts' seeds were planted on each of them. And, the growth process in the test tube were observed. The length of white radish sprouts' roots and stalks were measured.

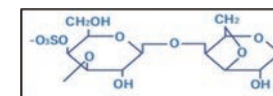


Fig.1 Structure of κ-carrageenan

## 3. Results and discussion

Most of mold prevention methods were not effective enough to prevent mold growth. Much molds were found in the gels. However, the polysaccharide hydrogels mixed with some mold prevention seasoning, such as vinegar, alcohol, and wasabi seemed to prevent the molds from growing. The growth of plants in these ones seems good, but in fact, they have a serious problem. In the gel to which these additives were added, the plant hardly grew or a little mold finally grew. Nevertheless, the hydrogel mixed with garlic prevents mold growth, and plants growth. This blue one is the gel. No molds were found. The allicin in garlic seemed to have strong fungus resistant functions. (Fig.2)

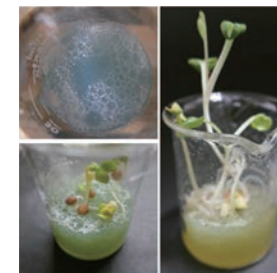


Fig.2 Gel medium with garlic

## 4. Acknowledgement

I would like to express my sincere appreciation for the cooperation of Professor Toshiyuki Watanabe at the Graduate School of Engineering, and the people of the GIYSE program at Tokyo University of Agriculture and Technology.

## 5. References

- “What is carrageenan”, SANSHO Co., Ltd., <http://sansho.co.jp/find/polthknr/carrageenan>
- Garlic Dictionary, <https://www.229dic.com/arigakouza/vol07.html>



## 貝殻焼成カルシウムの除菌・消臭効果に関する研究

竹内 愛花 (宇和島東高等学校 2年)

担当教員: 高橋 亮治 (愛媛大学理工学研究科)

## 1. 研究の目的と意義

愛媛県は水産業が盛んである一方で、廃棄される貝殻の処理が課題となっていて、貝殻を有効利用することが必要とされている。私は、宇和島産の貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることから、愛媛県の多様な貝殻を使っても既製品と同様の除菌・消臭効果を持つ利用方法が確立できると考え、本研究を行うこととした。本研究では、各貝殻の構造をX線回折、示差熱-熱量同時測定、走査型電子顕微鏡で明らかにし、除菌・消臭効果の有無を検証する。

## 2. 研究の手法

本研究の実験試料として以下の貝殻を用いた。

貝殻: ヒオウギガイ、アコヤガイ、アサリ、カキ、ホタテガイ

実験Ⅰ XRD: 焼成前後のすべての貝殻粉末と焼成前後の試薬(炭酸カルシウム)

実験Ⅱ TG-DTA: 焼成前のすべての貝殻粉末と焼成前の試薬

実験Ⅲ SEM: 焼成前後のすべての貝殻粉末と焼成前後の試薬

実験Ⅳ 消臭効果の検証実験: 以下の3つのステップで実験を行った

ステップ1. 1%酢酸水溶液又は1%アンモニア水溶液を45Lポリ袋に0.1ml入れる

ステップ2. 貝殻焼成カルシウム又はシリカゲル、活性炭1gを加える

ステップ3. 気体検知管で消臭効果を評価する

## 3. 結果と考察

図1、2は実験Ⅰの結果を示している。焼成前の貝殻については、ヒオウギガイ、カキ、ホタテガイの結晶構造はカルサイトであり、アサリの結晶構造はアラゴナイトであった。アコヤガイはカルサイトとアラゴナイトの2つの結晶構造を持っていた。焼成後の貝殻については、すべての貝殻が酸化カルシウムとなった。また、実験Ⅱの結果、貝殻の炭酸カルシウムと有機物共に熱分解されたことが分かった。実験Ⅲから、焼成前は違う構造だった貝殻が、焼成後は同じ球状の構造となったことが分かった。実験Ⅰ～Ⅲからどの貝殻も既製品と同様の効果があると考えた。実験Ⅳの結果については、当日発表することとする。

## 4. 謝辞

ご指導頂いた愛媛大学理工学研究科 高橋亮治先生をはじめ研究室の学生の方々に感謝申し上げます。

## 5. 参考文献

ホタテ貝殻セラミックス 小山ら著 高分子55巻7月号 (2006年)

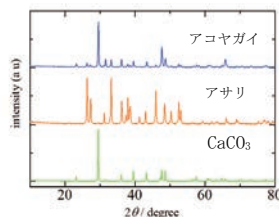


図1. XRD (焼成前)

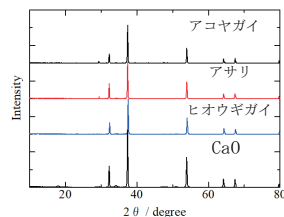


図2. XRD (焼成後)

## Research on Sterilization and Deodorization Effects of Shell Fired Calcium

Aika Takeuchi (Uwajima East High School 2nd grade)

Supervisor: Ryoji Takahashi (Ehime University)

## 1. Purpose of the research

Ehime prefecture has a thriving fishery industry, which also brings problems of effective disposal of discarded shells. I carry out this research because I think that those various discarded shells can be used efficiently as existing products by establishing an effective method. I analyzed the structures of fired shells by X-ray diffraction, thermogravimetric differential thermal analyzer and scanning electron microscope, and verified the sterilization and deodorization effects of the shells.

## 2. Methods

The following shells were used as experimental samples in this research.

Shells: *Chlamys nobilis* (Noble scallop), *Pinctada fucata martensii* (Japanese pearl oyster), *Ruditapes philippinarum* (Manila clam), *Crassostrea gigas* (Oyster), *Patinopecten yessoensis* (Japanese scallop)

Ex. I XRD: All shell powder and reagents (Calcium carbonate), before and after firing

Ex. II TG-DTA: All shell powder and reagents, before firing

Ex. III SEM: All shell powder and reagents, before and after firing

Ex. IV Verification experiment of deodorization effect: The experiment was conducted in the following three steps

Step1. Put 0.1ml of 1% acetic acid solution or 1% ammonia solution into a 45L plastic bag

Step2. Add 1g of shell fired calcium, silica gel or activated carbon the bag

Step3. Evaluate deodorant effect with gas detector tube

## 3. Result and discussion

From Ex. I, the structures of *Chlamys nobilis*, *Crassostrea gigas* and *Patinopecten yessoensis* shell before firing are Calcite. The structure of *Ruditapes philippinarum* shell before firing is Aragonite. Two structures of *Pinctada fucata martensii* before firing are calcite and aragonite. All fired shells have the same structure. From Ex. II, it is thought that calcium carbonate of shells and organic matters were pyrolyzed. From Ex. III, *Ruditapes philippinarum* and *Patinopecten yessoensis* were different in structure before firing, but both became spherical structure after firing. The result of Ex. IV will be shown at the session.

## 4. Acknowledgement

I would like to express the deepest appreciation to Mr. Ryoji Takahashi, professor at Ehime University. I thank Professor Wei Zhou (Ehime Univ.) for proofreading the manuscript.

## 5. References

Nobuji Koyama & Wataru Urai (2006). Scallop shell ceramics. *Kobunshi*, 55(7), 510.

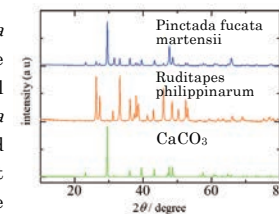


Fig.1 XRD (Before firing)

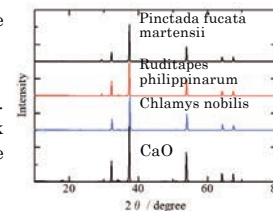


Fig.2 XRD (After firing)

## ミリングを用いたホウ化物の水素化

知念 凜 (沖縄県立開邦高等学校 2 年)

中川 鉄水 (理学部海洋自然科学科化学系)

## 1. 研究の意義と目的

マグネシウムボロハイドライド ( $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ ) は高い水素容量 (14.9 wt%) であるため、水素貯蔵材料として期待されている。水素吸蔵・放出反応  $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2 \rightleftharpoons \text{MgB}_2 + 4\text{H}_2$  の左向きの反応では、通常 400 °C、900 気圧で水素化が必要があるが、先行研究では  $\text{MgB}_2$  を THF (テトラヒドロフラン,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ) の 5 員環炭素に酸素を 1 つ含んだ環状エーテル) とミリング (容器にボールと試料と気体を入れ、機械で混合する) 後、300 °C、700 bar  $\text{H}_2$  雰囲気下という比較的温和な条件で水素化に成功した<sup>1)</sup>。本研究ではより温和な条件での  $\text{MgB}_2$  の水素化を目指して、室温・水素雰囲気下でのミリング水素化<sup>2)</sup>による  $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$  の合成を目的とし、さらに THF の影響を検討した。

## 2. 研究の手法

① $\text{MgB}_2$  ② $\text{MgB}_2 + \text{THF}$  ③ $\text{MgB}_2 + \text{AlB}_2$  ④ $\text{MgB}_2 + \text{AlB}_2 + \text{THF}$  ⑤ $\text{MgB}_2 + \text{Al}$  ⑥ $\text{MgB}_2 + \text{Al} + \text{THF}$  の試料を 1 MPa の  $\text{H}_2$  雰囲気下でそれぞれ 20 時間、振動型ミリング装置を用いてミリングし、得られた試料を熱重量・示差熱分析・ガス質量分析 (TG-DTA-MS) 測定、赤外吸収分光 (IR) 測定、X 線回折 (XRD) 測定により水素吸蔵量の評価を行った。

## 3. 結果と考察

図 1 に①と②の TG-DTA-MS 測定の結果を示す。ほとんどの試料において、放出ガスの主成分は水素であり、DTA (反応熱) は不明瞭であった。各試料の水素吸蔵量はそれぞれ、①0.93 wt%, ②0.85 wt%, ③1.40 wt%, ④3.00 wt%, ⑤1.32 wt%, ⑥1.92 wt% であった。④と⑥の質量変化が大きいのはそれぞれ  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  の放出によるものと考えられる。水素のみを放出し、最も質量が減少したのは⑤であった。全ての試料において理論水素放出量より 10 wt% 以上少なかったため、更に条件を最適化が必要があると考えられる。

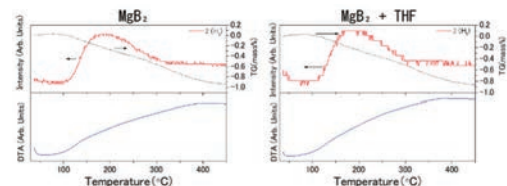


図 1.  $\text{MgB}_2$  および  $\text{MgB}_2 + \text{THF}$  の TG-DTA-MS 結果。赤線: MS (水素の放出強度), 点線: TG (質量変化), 青線: DTA (温度差。熱が関わる反応の有無とその種類を示す)

XRD では非晶質のため判別できなかったが、IR では THF 無しの場合で B-H 結合由来のピークが見られた。以上より、THF を混合しない方が、より多くの水素を B-H 結合の形で吸蔵することが分かった。今後、 $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$  の生成について検討を行う予定である。

## 4. 謝辞

本研究は Godwin Severa さん (ハワイ自然エネルギー研究所), Cody Sugai さん (ハワイ大), 宮岡裕樹先生, 市川貴之先生, 新里恵多さん (広島大) の協力 (共同研究) によって行われた。ミリング実験は濱川大奈さん (琉球大) の協力で行われた。

## 5. 参考文献

- <sup>1)</sup> C. Sugai, et al., *ChemPhysChem* **20** (2019) 1155
- <sup>2)</sup> T. Nakagawa, et al., *Int. J. Hydrogen Energy* **38** (2013) 6744-6749

Milling hydrogenation of  $\text{MgB}_2$ Rin Chinen<sup>1</sup>, Tessui Nakagawa<sup>2</sup><sup>1</sup>Okinawa Prefectural Kaiho high School 2<sup>nd</sup> grade,<sup>2</sup>Faculty of science, University of the Ryukyus)

## 1. Purpose of the study

Magnesium borohydride ( $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ ) has been paid attention as a hydrogen storage material due to high  $\text{H}_2$  density (14.9 wt%). Although hydrogen absorption of  $\text{MgB}_2$  ( $\text{MgB}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ ) normally proceeds at least under 900 bar  $\text{H}_2$  at 400 °C, ball-milled  $\text{MgB}_2$  with THF (tetrahydrofuran,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ) was hydrogenated under 700 bar  $\text{H}_2$  at 300 °C.<sup>1)</sup> We, in this study, aim to synthesize  $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$  by milling hydrogenation<sup>2)</sup> of  $\text{MgB}_2$  with/without THF under  $\text{H}_2$  pressure at room temperature in order to realize milder hydrogenation condition.

## 2. Method

① $\text{MgB}_2$ , ② $\text{MgB}_2 + \text{THF}$ , ③ $\text{MgB}_2 + \text{AlB}_2$ , ④ $\text{MgB}_2 + \text{AlB}_2 + \text{THF}$ , ⑤ $\text{MgB}_2 + \text{Al}$ , and ⑥ $\text{MgB}_2 + \text{Al} + \text{THF}$ , were milled 20 h under 1 MPa  $\text{H}_2$ , respectively. Their hydrogen absorption amount were evaluated by Thermogravimetry (TG) - Differential Thermal Analysis (DTA) - Mass spectroscopy (MS). Infrared (IR), and X-ray diffraction (XRD) were employed in order to investigate hydrogenated state after milling.

## 3. Result and discussion

TG-DTA-MS of ① and ② showed similar profiles (Figure 1). Almost all of samples (① to ⑥) released only  $\text{H}_2$  and showed unclear DTA profiles. Their released hydrogen amount were ①0.938, ②0.85, ③1.40, ④3.00, ⑤1.32, and ⑥1.92 wt%. High TG value of ④ and ⑥ could derive  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  emissions. Since their absorbed  $\text{H}_2$  amount were far from theoretical value, more optimization is required.

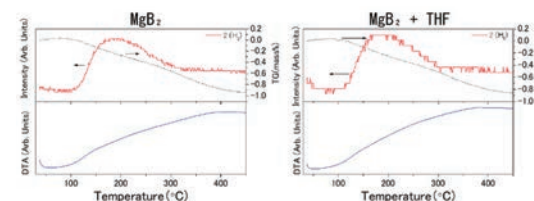


Figure 1. TG-DTA-MS of  $\text{MgB}_2$  and  $\text{MgB}_2 + \text{THF}$ .

Although XRD results were hard to analyze due to amorphous, IR indicated existence of B-H bond in the no-THF milled samples.

## 4. Acknowledgement

In this study, Dr. Severa and Mr. Sugai prepared the samples, Prof. Miyaoka, Prof. Ichikawa, and Mr. Shinzato helped the measurement of TG-DTA-MS, IR, and XRD, and Mr. Hamakawa helped milling hydrogenation.

## 5. References

- <sup>1)</sup> C. Sugai, et al., *ChemPhysChem* **20** (2019) 1155
- <sup>2)</sup> T. Nakagawa, et al., *Int. J. Hydrogen Energy* **38** (2013) 6744-6749

## 香りと分子のおもしろい関係を化学する！

設 案 華 (大谷高校 2年)

安 田 誠、西本能弘、小西彬仁

## 1. 研究の目的と意義

松茸の香り成分であるマツタケオールは1-octen-3-olであり、天然物からの抽出および人工的な合成もされている(参考文献1)。しかし、その香りがマツタケオールのどの分子構造に依存するものかは研究されてはいなかった。本テーマでは、マツタケオールの部分構造を変化させた複数の分子の合成を行い、香りと分子構造の関係について明らかにすることを目的とした。

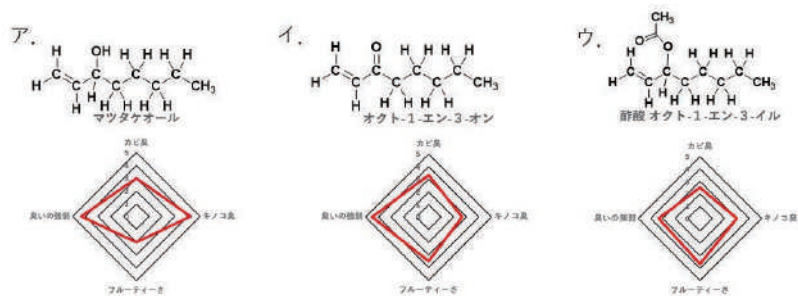
## 2. 研究の手法

香りの成分の一つであるマツタケオールの分子構造の特徴(官能基)に着目し、それらの官能基を変化させた化合物の合成を行い、香りの変化を調べた。

香りの評価を4人の評価者で行った。評価者が話し合って決めたカビ臭・キノコ臭・フルーティーさ・臭いの強弱の4点の項目について、5段階で評価した。

## 3. 結果と考察(図表等)

炭素-炭素二重結合を単結合に変えた分子、ヒドロキシ基をケトン部位に変えた分子、ヒドロキシ基をアセトキシ基に変えた分子、飽和炭化水素部位を伸長した分子の4つの分子の合成を行い、香りを比較した。以下にその一部を示す。



これらの分子構造と香りの比較から、ヒドロキシ基は臭いの種類に関係し、炭素-炭素二重結合は臭いの強弱に関係すると考察した。

## 4. 謝辞

本研究を進めるに当たり、安田先生、西本先生、小西先生からは熱心なご指導を賜りました。厚く感謝を申し上げます。また、温かく見守り、細部にわたるご指導を賜った大阪大学大学院工学研究科の安田研究室の皆様にも厚く御礼を申し上げます。

## 5. 参考文献

- (1) 村橋俊介 “松茸香氣成分の研究(続報)” 理化学研究所彙報 16 (8): 548-561.

## Studies on an interesting relationship between fragrance and molecular structures

Hana Shidara (Ohtani high school 2nd grade)

Makoto Yasuda, Yoshihiro Nishimoto, Akihito Konishi

## 1. Purpose of the study

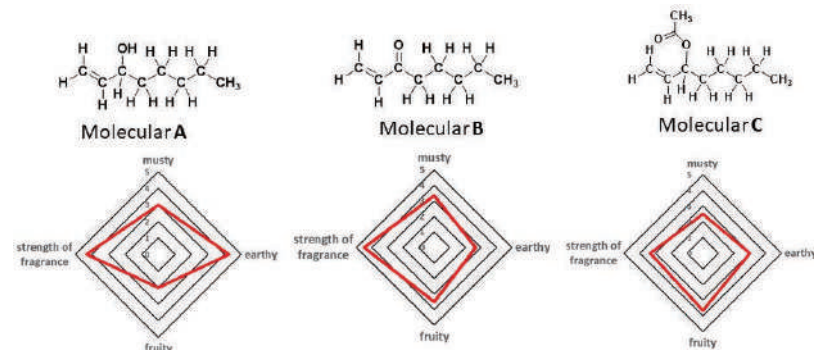
1-Octen-3-ol is one of flavor components of matsutake fragrance. It can be extracted from mushrooms and be synthesized artificially. However, nobody has studied about what molecular structures of 1-octen-3-ol the fragrance depends on. In this study, several compounds that were similar to 1-octen-3-ol were synthesized and a relation between fragrance and molecular structures were considered.

## 2. Method

I focused on functional group of 1-octen-3-ol. Therefore, some compounds having different functional groups and considered fragrance changes. Four persons evaluated those fragrances on the following four items, musty, earthy, fruity, and strength of fragrance.

## 3. Result and discussion

Four compounds were actually synthesized and their fragrances were evaluated. A part of molecular structures and radar charts of fragrance evaluation are shown below. Molecular A is 1-octen-3-ol. Molecule B has a carbonyl group instead of a hydroxy group and Molecule C has an acetoxy group. Other compounds will be presented in a poster session.



In conclusion, a hydroxy group is relevant to the kinds of fragrances and a double bond is relevant to the strength of fragrances.

## 4. Acknowledgements

I would like to express my sincerest gratitude to Prof. Makoto Yasuda, Assist. Prof. Yoshihiro Nishimoto, and Assist. Prof. Akihito Konishi for their precise guidance. I would also like to thank Yasuda group's members for their guidance and hearty encouragements.

## 5. References

- (1) 村橋俊介 “松茸香氣成分の研究(続報)” 理化学研究所彙報 16 (8): 548-561.

## 白金錯体の発光特性と外部刺激に対する発光変化

林 彩乃 (豊島岡女子学園高等学校 2年)

## 1. 研究の目的と意義

近年、外部刺激(力学的刺激や有機溶媒蒸気、熱など)に応答して発光色を変える“発光性クロミズム”に注目が集まっている。このクロミズムは目では見えない刺激を可視化するだけでなく、ミクロな刺激が結晶状態を変化させたことによる分子間相互作用のちがいに起因するため、基礎化学的、物理化学的に興味深い現象である。

平面四配位構造をとる白金(II)錯体は、固体状態において分子が積層しやすいため、様々な分子間相互作用、特に白金間相互作用や $\pi$ - $\pi$ 相互作用の影響により溶液中とは異なる特異的な発光特性を示す<sup>1)</sup>。種々のL-アミノ酸(L-HA)を補助配位子に用いたトランス-シクロメタレート型白金(II)錯体は、その多くが発光性クロミズムを示すことが知られている<sup>2)</sup>。しかし、これまでに報告されてきた錯体は、発光に重要な役割を果たすシクロメタレート配位子の窒素のトランス位(向かい側)に補助配位子( $N^{\wedge}X$ )の窒素が配位した構造(トランス体)がほとんどである(図

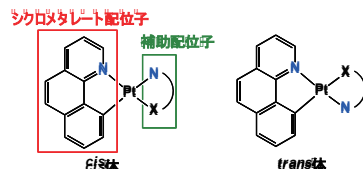


図1. シスおよびトランス-シクロメタレート型白金(II)錯体

1)。一方、補助配位子の窒素がシス位(隣側)に配位したシス体の性質についてはあまり研究されていない。最近、シス体は、溶液中ではトランス体とよく似た発光特性をもつが、固体状態では全く異なる発光挙動を示すことが明らかになった<sup>3)</sup>。

そこで、私は、フェニルアラニンのラセミ体(DL-HPhe)を補助配位子に用いたシス-およびトランス-シクロメタレート型白金(II)錯体 *cis/trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] (図2) を合成し、その発光特性について比較検討した。

## 2. 錯体の合成

*cis*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] は、メタノール中、ナトリウムメトキシド存在下、DL-HPhe と [Pt(bzq)(DMSO)Cl] を室温で反応させることで得た。*trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] は、先の反応溶液を加熱還流することで得た。合成したそれぞれの錯体の溶液に貧溶媒を加えることで、*cis*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] を紫色粉末として *trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] をオレンジ粉末として得た。

## 3. 結果と考察

シス体を瑪瑙乳鉢ですり潰したところ、見た目の色と発光色が浅色変化した。一方、トランス体に刺激を加えても、色はほとんど変化しなかった。現在、各種測定を行い、この変化の原因について調べている。

## 4. 謝辞

本研究に行うにあたりご指導いただきました埼玉大学の永澤明名誉教授、藤原隆司准教授、大野桂史博士、白石和輝氏に厚くお礼申し上げます。

## 5. 参考文献

[1] M. Kato *et al.*, *Coord. Chem. Rev.*, 2018, **355**, 101. [2] T. Fujihara *et al.*, *Dalton Trans.*, 2016, **45**, 5492.

## Cis-cyclometalated Platinum(II) Complex with DL-Phenylalanine: External Stimuli-induced Emission Changes

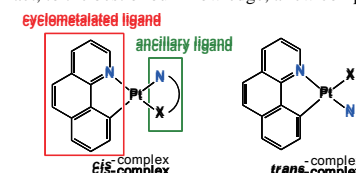
Ayano Hayashi (Toshimagaoka-Joshigakuen Senior High School 2nd grade)

## 1. Purpose of the Study

Square planar cyclometalated platinum(II) complexes in *trans*- $N,N$ -configuration have been widely investigated due to their interesting luminescence properties.<sup>1</sup> In the solid state, the complexes were aggregated in various stacking modes through intermolecular Pt-Pt and  $\pi$ - $\pi$  interactions, and the extent of the interactions influenced color and emission of the aggregates.

A number of Pt complexes in *trans*-configuration have been investigated, while such investigation with *cis*-isomers has not been performed much (Fig. 1). In fact, to the best of our knowledge, a few complexes in *cis*-configuration have been isolated.

Luminescence chromism of Pt<sup>II</sup> complexes in response to external stimuli is current interest. The emission changes are induced by changes in strengths of intermolecular interactions, thus stacking structures play an important role in the chromism.

Fig. 1. *Cis*- and *trans*-cyclometalated Pt complexes

Luminescence properties of *cis*- and *trans*-Pt complexes with 7, 8-benzoquinolino (Hbzq) and L- $\alpha$ -aminocarboxylate as a cyclometalated and an ancillary ligand, respectively, were studied previously,<sup>2</sup> and most of the complexes showed mechanochromism.

In this work, we focused on the luminescence properties and luminescence chromism of novel *cis*- and *trans*-cyclometalated Pt complexes with DL-phenylalanine (DL-HPhe) *cis/trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)] (Fig. 2).

## 2. Synthesis

The reactions of Pt<sup>II</sup> precursors [Pt(bzq)(DMSO)Cl] with DL-HPhe in the presence of NaOMe at room temperature and 70° rendered *cis*- and *trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)], respectively. Recrystallization of each complex gave purple and orange powder of *cis*- and *trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)], respectively.

## 3. Results and discussion

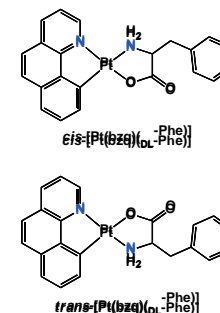
Mechanical grinding of the *cis*-isomer results in hypochromic shift in absorption and emission colors. Exposure of EtOH to the ground sample restored it to original colors.

## 4. Acknowledgments

I would like to express my sincere gratitude to Prof. Akira Nagasawa, Dr. Keiji Ohno, and Mr. Kazuki Shiraishi (Graduate School of Science and Engineering, Saitama University) and Prof. Takashi Fujihara (CACS, Saitama University).

## 5. References

[1] M. Kato *et al.*, *Coord. Chem. Rev.*, 2018, **355**, 101. [2] T. Fujihara *et al.*, *Dalton Trans.*, 2016, **45**, 5492.

Fig. 2 *Cis*- and *trans*-[Pt(bzq)(DL-Phe)]



## EB ウイルスの自然免疫系から逃げるための生存戦略—ウイルス発癌の新しい分子機構の解明—

愛知県立岡崎高等学校 宮田美友花 静岡県立浜松北高等学校 内山彩絵

## 1. 研究目的と意義

ウイルスによって引き起こされるがんのうち、毎年 20 万人の人が、エプスタイン・バーウイルス (EBV) というウイルスによるがんにかかっている。成人の 90%以上が感染しており、免疫機能が低下するとがんをはじめとする様々な難病の原因ウイルスとなることが知られているが、現在この EBV に対する有効な治療薬がない。そこで、EBV とヒトの自然免疫との関わりを調べるために、機能未解明な EBV 遺伝子 BLRF2 に着目して研究を行った。

## 2. 手法

## (1) BLRF2 がいつ発現するのか調べる

BLRF2 が潜伏感染と溶解感染のどちらで発現するのかを観察し、時間が経つごとに発現量の変化を調べ、感染の具体的にどの段階で発現する遺伝子なのかを特定した。そのために BLRF2 の抗体を用いてウェスタンブロッティング法によりタンパク質を検出した。

## (2) BLRF2 がどこで発現するのか観察する

間接蛍光抗体法により、BLRF2 が細胞のどの部分と共局在するのかを共焦点レーザー顕微鏡を用いて観察した。

## (3) BLRF2 がインターフェロンの発現を抑制するかどうか検証する

ルシフェラーゼアッセイを用いて、ヒトの自然免疫においてとても重要な役割を果たすインターフェロンというタンパク質の発現量を、BLRF2 が抑制するのかどうかを検証した。

## 3. 結果と考察

(1) BLRF2 は、後期遺伝子の発現を抑制する DNA 合成阻害剤 PAA を添加すると発現がみられなくなったことから、溶解感染の後期の段階で発現する遺伝子であることがわかった。

(2) BLRF2 は細胞内の核に局在することが分かった。また、ウイルス DNA の複製装置の構成因子の一つである BMRF1 と一部で共局在することも観察できた。BLRF2 は EBV の増殖過程において、DNA 複製やウイルス粒子の成熟に関与する可能性が考えられる。

(3) BLRF2 はインターフェロンの発現量を抑制したことから、EBV の自然免疫応答回避に関与しているのではないかと考えられる。

## 4. 謝辞

名古屋大学大学院医学系研究科ウイルス学研究室の木村宏教授、渡辺崇広先生はじめ研究室のみなさま

名大 MIRAI GSC の関係者のみなさま

岡崎高校、浜松北高校の先生方

## 5. 参考文献

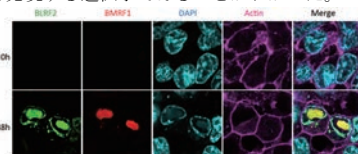
Chien et al., N Engl J Med, 2001

Ma et al., J Virol 2012, Murata et al, Rev Med Virol, 2014

Wu et al., Cell host microbe 2015

Johannsen et al., 2004 PNAS

Wu et al., Cell host microbe 2015



## Survival Strategies of Epstein-Barr Virus for Escaping the Innate Immunity

## -Whether BLRF2 protein regulates it or not ?-

Miyuka Miyata (Okazaki High School) Sae Uchiyama (Hamamatsu Kita High School)

## 1. Purpose of the study

200 thousand people are suffering from cancer caused by Epstein-Barr virus every year. Over as much as 90% of adults are already infected with EBV, and when our immune systems get lowered, this is when EBV can become the cause of several diseases including cancer. However, there are NO effective drugs or treatment for EBV. So we focused on EBV and how it interacts with the human immune systems, especially the innate immune systems that function during the earlier stage of infection. By figuring this out, we may be able to gain a hint for the development of treatments.

## 2. Method

## (1) Observe when BLRF2 gets expressed

We observed whether BLRF2 gets expressed during latent infection or lytic infection, how the level of expression changes and in which stage BLRF2 gets expressed by detecting proteins by western blotting using anti-BLRF2.

## (2) Find out where BLRF2 is in a cell

We observed labeled molecules in cells by Indirect fluorescent antibody technique with Confocal laser microscopy to find out where BLRF2 is in a cell.

## (3) Test how BLRF2 interacts with the immune system

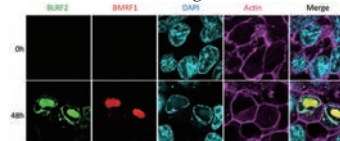
We tested whether BLRF2 inhibits the expression of Interferon, which is a very important protein for the innate immune system.

## 3. Results and Discussion

(1) When PAA which is a DNA synthesis inhibitor was added, BLRF2 protein didn't get expressed. Therefore it can be suggested that BLRF2 is one of the late genes.

(2) BLRF2 protein localized in the nucleus. Also, BLRF2 colocalized with BMRF1, which amplifies viral DNA. So this result suggested the possibility of involvement of BLRF2 in viral DNA replication or maturation of viral particle.

(3) BLRF2 protein inhibited the amount of Interferon expression, so we can say BLRF2 may help EBV escape the innate immune system



## 4. Acknowledgments

• Dr. Hiroshi Kimura, Mr. Takahiro Watanabe, and others at Nagoya University

Graduate School of Medicine School of Virology

• Those who are running the Meidai MIRAI GSC

• Teachers at Hamamatsu Kita and Okazaki High School

## 5. References

Chien et al., N Engl J Med, 2001, Ma et al., J Virol 2012, Murata et al, Rev Med

Virol, 2014, Wu et al., Cell host microbe 2015, Johannsen et al., 2004 PNAS, Wu et al., Cell host microbe 2015

## 抗がん剤シクロホスファミドが歯胚形成に及ぼす影響

安藤 優那 (福岡県立嘉穂高等学校 2 年)

吉崎 恵悟 (九州大学大学院歯学研究院)

## 1. 研究の目的

歯、唾液腺、味蕾および毛などの器官は上皮-間葉相互作用により形成されることが知られており、形態形成期において、旺盛な細胞増殖が認められることから、抗がん剤の副作用が生じやすい器官として知られている。副作用として、歯の形成異常および欠損、口渇感、味覚異常および脱毛などが挙げられるが、歯の症状のみが、抗がん剤治療が終わった後も回復することがない。小児がんの分野で比較よく使用される抗がん剤であるシクロホスファミドは、歯の形成異常および欠損を生じることが報告されているが、その詳しいメカニズムは不明である。そこで本研究では、シクロホスファミドの歯の形態形成に与える影響を解明することを目的として研究を行った。

## 2. 材料と方法

胎生 14 日齢マウス歯胚を顕微鏡下で摘出し、20%FBS, 10% penicillin and streptomycin, 2mM l-glutamin および 180 µg/ml ascorbic acid を添加した F12 メディウムを用いて、5% CO<sub>2</sub>, 37°C 環境下で器官培養を行った。培養歯胚は、免疫染色法および RT-qPCR 法を用いて解析を行った。

## 3. 結果と考察

胎生 14 日齢マウス歯胚を摘出し、0-5.0mM 濃度でシクロホスファミドを添加し、7 日間器官培養を行ったところ、培養 2 日目より、すべての群において歯胚形成が阻害されていた。そこで、免疫染色法を用いて、Ki67 (細胞増殖マーカー) および Caspase3 (アポトーシスマーカー) の発現を確認することで細胞増殖および細胞死を評価した。シクロホスファミド添加群の歯胚上皮細胞において、Ki67 陽性細胞数が有意に減少していたが、Caspase3 の発現は認められなかった (Figure 1)。これらの結果から、歯の発生初期における歯原性上皮細胞は、シクロホスファミドによって細胞増殖が阻害されるが、アポトーシスには影響がないことを判明した。次に、RT-qPCR 法を用いて、シクロホスファミド添加群における Ambn, Pitx2, Sp6, Nkx2-3, Sox2 および p21 の発現パターンを確認した。歯胚形成の初期に発現する上皮細胞の分化のマーカーである Ambn がシクロホスファミド添加群で優位に減少しており、さらに細胞増殖抑制因子である p21 の発現が上昇していた。以上の結果から、シクロホスファミドによって、歯原性上皮細胞の分化が抑制されるとともに、細胞増殖が抑制され、歯胚形成阻害が起こっている可能性が示唆された。

## 4. 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導いただいた、高橋一郎先生、宮崎佳奈子先生および Tian Tian 先生をはじめ九州大学歯学部歯科矯正学教室の皆様には厚く御礼申し上げます。

## The influence of anti-cancer drug, cyclophosphamide in tooth development

Ando Yuna (Fukuoka prefectural Kaho high school)

Yoshizaki Keigo (Kyushu University)

## 1. Purpose

In our body, there are many organs, such as tooth, salivary gland, taste bud and hair are initiated by epithelial-mesenchyme interaction. During the organ development, gene regulation and signal induction play important role to regulate epithelial-mesenchymal interaction. Treating with anti-cancer drugs can bring many severe side effects in human. While lose hair and taste and dry mouth can be restored after anti-cancer treatment, however, tooth defect and hypoplasia are irreparable. Cyclophosphamide (CPA) is one of the cytostatic drugs, commonly used for the treatment of cancer for children. It was reported that many side effects including tooth defect, but the mechanism of tooth defect remains still unclear. The aim of this study is to investigate the molecular mechanism of toxic effect of CPA in the development of tooth germ.

## 2. Material and methods

Mouse E14 Mandibular molar tooth germs were dissected under the microscope. And then tooth germs were seeded on the organ culture insert, with medium/F12 supplemented with 20% FBS, 10% Penicillin and Streptomycin, tooth germs were cultured at 37°C in a humidified atmosphere of 5% CO<sub>2</sub> for 7 days. Cultured tooth germs were analyzed by immunohistochemistry and quantitative real time PCR (qRT-PCR).

## 3. Results and discussion

E14 mandibular tooth germs were dissected, then treated with control DMSO or CPA in concentration for 0-5.0mM. After 7 days culture, morphogenesis of tooth germs was defected in the all CPA-treated groups and the number of normal tooth germs were extremely decreased after 2 days culture. Then immunofluorescence analysis for Ki67 (cell proliferation marker) and Caspase3 (apoptosis marker) was performed after 2 days culture. The number of Ki67-positive cells were decreased in dental epithelial cells treated with CPA in comparison with the control DMSO (Fig1). There were no differences in the expression pattern of Caspase3-positive cells between the DMSO-treated group and the CPA-treated group (Fig1), indicating that CPA treatment affect to cell proliferation but not to cell apoptosis. The gene expression of Ambn, Pitx2, Sp6, Nkx2-3 Sox2 and p21 were analyzed by qRT-PCR. The expression of Ambn, a differentiation marker of dental epithelial cells, was significantly reduced in CPA group, while the expression of p21, a cell cycle inhibitor, was induced. These results indicate that dental epithelial cell differentiation and cell proliferation are arrested.

## 4. Acknowledgement

I am grateful to Dr. Takahashi I., Dr. Miyazaki K., Miss Tian T. and members of Section of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Kyushu University for their kind support.

## メチル水銀曝露による多種感覚モダリティ障害に関する研究

菊田 真理 (東京学芸大学附属国際中等教育学校 6年)

篠田 陽 (東京薬科大学薬学部公衆衛生学教室 准教授)

## 1. 研究の目的と意義

メチル水銀は水俣病の原因物質であり、中枢および末梢神経障害を引き起こすことが知られている。メチル水銀の過剰な曝露は、手足のしびれなどを伴う感覚障害や運動失調等を出現させる。これまで主に中枢神経におけるメチル水銀毒性の発現メカニズムが研究され、様々な仮説が提示されてきた。しかし、末梢神経におけるメチル水銀毒性の発現メカニズムは未だ解明されていない。そこで本研究では、末梢神経内の後根神経節における、痛感や圧感、温冷感などの様々な感覚モダリティ (感覚様相) のメチル水銀に対する感受性の違いを、行動解析と免疫組織学的染色によって解明することで、メチル水銀毒性の発現メカニズムの一端を明らかにすることを目的とした。

## 2. 研究の手法

水俣病モデルは、成体雄のWistarラットに塩化メチル水銀水溶液を経胃的に投与して作成した。投与量は6.7 mg/kg/dayとし、投与期間は5日間投与と2日間未投与とするサイクルを2回、計2週間行なった。コントロールは体重あたり同量の水を投与した。投与開始直後より、体重測定、後肢交差の確認を行うとともに、行動解析としてFoot shock test (侵害刺激)、von Frey test (圧力刺激)、Tail dipping test (hot & cold) (温・冷感刺激) およびTail flick test (温感刺激) を70日間順次行なった。また、コントロール、Day 7 (投与1週間後) およびDay 14 (投与2週間後) のラットから後根神経節 (DRG) を摘出し、凍結DRG切片に間接的免疫組織化学を適用した。

## 3. 結果と考察

水俣病モデルにおいて、冷覚は投与開始15日目から、温覚は12日目から有意な鈍磨が観察されたが、冷覚・温覚ともにその後コントロールレベルまで回復が認められた。圧覚は9日お有意な鈍磨が観察された後有意差が一旦消失し、その後44日目から再び有意な鈍磨が表出した。痛覚は18日目より有意な鈍磨が観察されたものの、その後回復した。以上のことから、異なる感覚モダリティにおけるメチル水銀に対する感受性には、その表出時期および回復時期それぞれに違いがある可能性が示唆された。また、免疫組織染色によって、圧感を担う機械受容器及び自己受容器の2種類の感覚モダリティがメチル水銀曝露14日目まで有意に減少していることが認められた。今後Day 14からDay 70までのDRG切片や、他種の感覚モダリティを担う細胞の組織学的解析を行うことで、行動解析の結果との整合性を確認し、末梢神経におけるメチル水銀毒性の影響を確立させる。

## 4. 謝辞

東京薬科大学薬学部公衆衛生学教室の篠田先生をはじめ、同研究室の恒岡弥生先生、高橋勉先生、藤原泰之教授に多大なご指導を賜り、厚く感謝申し上げます。また、この度研究参加を可能にいただいた、慶應義塾大学医学部化学教室の井上浩義先生、森嶋佳世様をはじめ、グローバルサイエンスキャンパス事業の皆様、JST 担当者様に心より感謝致します。

## 5. 参考文献

- [1] Usoskin *et al.*, (2014). Unbiased classification of sensory neuron types by large-scale single-cell RNA sequencing. *Nature Neuroscience*, 18(1), 145–153. [2] Shinoda *et al.* (2019). Gene expression profiles in the dorsal root ganglia of methylmercury-exposed rats. *J. Toxicol. Sci.* 44(8), 549–558. [3] Shinoda *et al.* (2019). Methylmercury-induced neural degeneration in rat dorsal root ganglion is associated with the accumulation of microglia/macrophages and the proliferation of Schwann cells. *J. Toxicol. Sci.* 44(3), 191–199.

## Behavioral and immunohistological analysis of peripheral nerve injury in methylmercury-exposed rats

Mari Kikuta (Tokyo Gakugei University International Secondary School, year 6)

Yo Shinoda (Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences, Associate professor)

## 1. Purpose of the study

Methylmercury (MeHg) is known to cause central and peripheral nerve disorders such as Minamata disease. The mechanism of toxicity of MeHg on central nerves have been well investigated. However, differences in the sensitivity of MeHg in the several sensory modalities which detect external stimuli such as pain, pressure, heat, and cold have not been well investigated. This research was aimed to evaluate the susceptibility of the sensory modalities to MeHg in peripheral nerves.

## 2. Method

First, behavioral analysis of MeHg exposed Wistar rat was performed. The male Wistar rats were orally exposed to MeHgCl solution (6.7 mg/kg/day) for 5 days and were not exposed for the subsequent 2 days. These rats were treated with this cycle twice. The behavioral analysis of the susceptibility of the sensory modalities including thermal, pain and pressure sensitivities to MeHg was quantified by performing the tail dipping, tail flick, foot shock, and Von Frey test once every day for 70 days. Next, the immunohistochemical analysis of the dorsal root ganglion (DRG) was performed. The frozen sections of control, day 7, and day 14 were stained with antibodies that fluorescence specific neurons, each responsible for a different sensory modality.

## 3. Result and discussion

It is found that MeHg induced hypoesthesia on the pressure, temperature and pain modalities at the early stage of exposure, and some of the observed hypoesthesia could recover over time. Each sensory modality expresses responses in different chronological timings which suggest the differences in susceptibility to MeHg. In addition, the immunohistochemical staining on frozen DRG section revealed that mechanoreceptors and proprioceptors significantly decreased at Day 14. This suggests that the result of behavioral and histochemical analyses partially correlated. Further investigation on immunohistochemistry is required to thoroughly establish the mechanism of toxicity of MeHg on peripheral nerves.

## 4. Acknowledgment

I sincerely thank Dr. Yo Shinoda for his guidance and constant supervision. I thank all the researchers at the Department of Public Health, School of Pharmacy at Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences for kind assistance. This research was supported by the Global Science Campus Program at Keio University as well as the Japan Science and Technology Agency.

## 5. References

- [1] Usoskin, D., Furlan, A., Islam, S., Abdo, H., Lönnberg, P., Lou, D., ... Ernfrors, P. (2014). Unbiased classification of sensory neuron types by large-scale single-cell RNA sequencing. *Nature Neuroscience*, 18(1), 145–153. DOI: 10.1038/nrn.3881 [2] Shinoda *et al.* (2019). Gene expression profiles in the dorsal root ganglia of methylmercury-exposed rats. *J. Toxicol. Sci.* 44(8), 549–558. [3] Shinoda *et al.* (2019). Methylmercury-induced neural degeneration in rat dorsal root ganglion is associated with the accumulation of microglia/macrophages and the proliferation of Schwann cells. *J. Toxicol. Sci.* 44(3), 191–199.

## 地域在住高齢者におけるポリファーマシーと抗コリン作動薬および鎮静作用薬が身体・認知・精神に与える影響の評価：The Kawasaki Wellbeing Project

灘高等学校 2年 浅野倫吾

慶應義塾大学薬学部医薬品開発規制科学講座 漆原尚巳先生

### 1. 研究の目的と意義

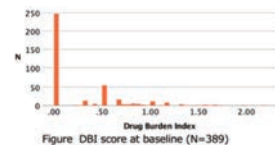
日本では、高齢者がより長く自立した生活を送ることができるようになることが課題である。高齢者は疾患にかかりやすいため、多剤併用になりやすく、ポリファーマシーが問題となっている。そこで、本研究では、ポリファーマシー、抗コリン作用薬および鎮静作用薬による薬剤負荷<sup>1</sup>が、高齢者において身体、認知、精神に及ぼす影響を評価した。

### 2. 研究の手法

川崎市在住の高齢者コホート The Kawasaki Wellbeing Project で得られたベースラインデータを用いて、横断解析を行った。ポリファーマシーは使用薬剤数、抗コリン作用薬および鎮静作用薬による薬剤負荷は DBI スコアを用いて各々評価した。欠損値は多重代入法により補完した。

### 3. 結果と考察

この集団では、ADL、IADL、MMSE の得点が高く、比較的健康で自立した高齢者が多いことが示された。多くの対象者が 4 種類以上の薬剤を併用していたが、対象者の 6 割は DBI スコアが 0 であった。本研究はベースライン研究であり、今後継続していくべきであろうと考えられた。



### 4. 謝辞

本研究活動に際し、慶應義塾大学薬学部医薬品開発規制科学講座の漆原尚巳教授に多くのご指導をいただいた。医学部化学教室の井上浩義教授に海外で活動することのいろはをご教示いただいた。医学部化学教室の森嶋佳世様に多くのご支援をいただいた。医学部百寿総合研究センターの新井康通先生に The Kawasaki Wellbeing Project の方々にお会いする機会をいただいた。GSC 事業に助成いただいた。記して深く感謝申し上げます。ありがとうございました。

### 5. 参考文献

1. 佐藤亮平, 新井康通, 阿部由紀子, 高山美智代, 漆原尚巳. et.al. 抗コリン作動薬及び鎮静薬による薬剤負荷が超高齢者のアウトカムへ与える影響：The Tokyo Oldest Old survey on Total Health (TOOTH). 日老医誌 2017; 54: 403—416.

## Drug Burden of Polypharmacy and Anticholinergic/Sedative Drugs and Physical/Cognitive/Mental Related Outcomes of the Community-dwelling Elderly People: The Kawasaki Well-being Project

Ringo Asano, Nada High School, Grade 2

Hisashi Urushihara, Division of Drug Development and Regulatory Science, Faculty of Pharmacy, Keio University

### 1. Purpose of the study

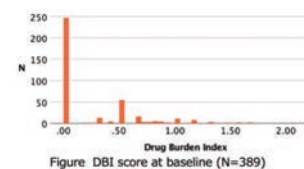
In Japan, how to live a long life independently is an outstanding issue in our society. Elderly people are likely to experience many diseases, so they often need to take multiple drugs. Therefore, polypharmacy is becoming a nationwide issue. So, in this study, we assessed drug burden of polypharmacy and anticholinergic/sedative drugs<sup>1</sup> and physical/cognitive/mental related outcomes of the community-dwelling elderly people.

### 2. Method

We performed cross-sectional analysis which uses the baseline data from The Kawasaki Wellbeing Project. We defined polypharmacy by the number of drugs, and we calculated Drug Burden Index (DBI) by the number of anticholinergics/ sedative drugs in use. Missing data is supplemented with multiple imputation method.

### 3. Result and Discussion

The study participants seemed to be healthier in physical and cognitive functions as indicated by the good scores of ADL, IADL and MMSE, compared with the normal elderlies. Most subjects were found to use four or more drugs, on the other hand, only about 40% of the subjects were using the DBI drugs. This study examined the data at baseline and requires additional investigation including prognosis.



### 4. Acknowledgement

I would like to express my sincere thankfulness to Professor Hisashi Urushihara, Division of Drug Development and Regulatory Science, Faculty of Pharmacy, Keio University for providing me with invaluable instructions, Hiroyoshi Inoue, Department of Chemistry, Keio University School of Medicine, who taught me how to do activities abroad, Kayo Morishima, Department of Chemistry, Keio University School of Medicine, who helped me with the project so much, Yasumichi Arai, Center for Supercentenarian Medical Research, Keio University School of Medicine, who gave me a chance to meet with the participants of The Kawasaki Wellbeing Project, Global Science Campus Project that supported our study.

### 5. References

1. Ryohei Sato, Yasumichi Arai, Yukiko Abe, Michiyo Takayama, Hisashi Urushihara. et.al. The drug burden of anticholinergics and sedatives and influence on outcomes in the community-living oldest old: The Tokyo Oldest Old survey on Total Health (TOOTH) survey. The Journal of the Japan Geriatrics Society. 2017;54:403—416.



## ゲノム編集を用いた多発性軟骨性外骨腫症の新治療戦略の開発

川越一輝 (松山東高等学校 2年)

担当教員: 今井祐記 (愛媛大学プロテオサイエンスセンター)

## 1. 研究の目的と意義

多発性軟骨性外骨腫症とは良性腫瘍である外骨腫 (骨軟骨腫) が全身の骨に多発する疾患である。EXT1 遺伝子という遺伝子の異常が原因であるこの病気は、外骨腫が成長とともに大きくなり、腫瘍による上肢・下肢の機能障害や低身長を引き起こす。患者の1%程度は悪性腫瘍に転換するといわれており、この数字は非常に高確率である。現在、根本的な治療方法は発見されておらず、外科的に腫瘍を取り除く方法しかない。そこで現在注目を集めているゲノム編集という技術を利用し、この疾患にどのような影響を与えるか調べている。この研究を通して新たな治療方法が発見できるかもしれないと期待している。



多発性軟骨腫症患者のレントゲン

(<https://www.saseikai.or.jp/medical/disease/osteochondroma>)

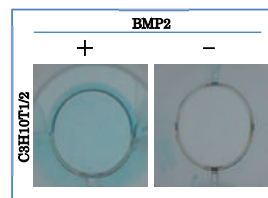
私たちはまずノックアウトマウス細胞を作るためにプラスミドを設計した。その後ゲノム編集し、ノックアウト細胞が軟骨細胞に分化するか調べている。私たちの最終目標は引き起こした Ext1 の変異を再度ゲノム編集によって正常な配列に修復することで症状が回復されるか確認することである。

## 2. 研究の手法

今回の実験では3つのマウス間葉系細胞の中から、最もゲノム編集に最適な細胞を選んだ。その条件として Ext1 の発現量と軟骨への分化の程度に注目した。まず、細胞に BMP2 (骨形成タンパク質) を添加して9日間培養し、添加していないものと比較した。BMP2 を添加するとその細胞の軟骨形成を誘発して物理的に分化させることが可能である。次に単離した Ext1 の mRNA から Ext1 の発現量を調べた。そして、ゲノム編集をするためのプラスミドを設計し、インサートを組み込む実験を行なった。

## 3. 結果と考察

10T1/2 は BMP2 を添加したものとしいないものとの間に差があった。どの軟骨細胞にも Ext1 の発現量に差はなかった。ゲノム編集をするためのプラスミドを作ることに成功した。10T1/2 を使用し、プラスミドを使ってゲノム編集を行っている。



間葉系細胞の軟骨分化の結果 (青色は軟骨)

## 4. 謝辞

研究の指導をくださった、愛媛大学の今井 祐記 先生、吉田 周平 さん、愛媛大学病態生理解析部門の皆様、顧問の小野 榮子先生、国立研究開発法人 科学技術振興機構様として、研究を応援してくださったすべての方々に、厚く御礼申し上げます。

## 5. 参考文献

- (1) 北条宏徳. 2011, ヘッジホッグシグナルによる軟骨膜における骨・軟骨前駆細胞の分化決定制御機構の解析, 東京大学博士論文
- (2) 灘中里美, 北山裕之. 2017, がんの発生と進行に関わるヘパラン硫酸, 日本生化学会第 89 巻第 5 号

## Development of new therapeutic strategy for Hereditary Multiple Exostosis (HME) by genome editing

Ikki Kawagoe (Matsuyama Higashi High School 2<sup>nd</sup> grade)

Supervisor: Yuuki Imai (Proteo-Science Center, Ehime University)

## 1. Purpose of the study

Hereditary Multiple Exostosis (HME) is a genetic disease caused by loss-of-function mutation of EXT1/2 genes, which leads to abnormal cartilaginous lesions. The HME are categorized as a kind of benign tumor and frequently occur in systemic skeletons. As children grow, exostosis also grows in its size and causes limb dysfunction. EXT1/2 is involved in the synthesis of heparan sulfate (HS), therefore, the amount of HS is decreased in the cartilage lesions of HME patients and the lesions are increased by the abnormal cartilage formation. No fundamental therapeutic strategy has been developed yet until now. Currently, the only treatment for this disease is surgery to remove the tumor. Here, we propose that EXT1/2 genome editing may be a new therapeutic strategy for HME. We are trying to establish Ext1 knockout (KO) cell using CRISPR/Cas9 system. Then we are going to examine whether the edited cells can abnormally differentiate into normal chondrocytes or not. The final object is to test whether the chondrocyte differentiation can be normalized or not when the Ext1 mutation is recovered by genome editing.

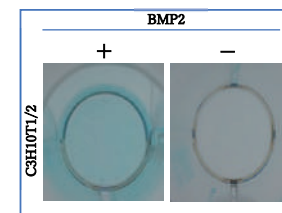
The roentgen picture of HME patient  
(<https://www.saseikai.or.jp/medical/disease/osteochondroma>)

## 2. Method

At first we chose the most suitable cell lines for genome editing as candidates: ST2, C3H10T1/2, C2C12, which were mesenchymal cells from mice. We incubated these cells for 9 days with BMP2 to examine if they would differentiate into chondrocytes. Then we measured the relative Ext1 mRNA level by qPCR. Also, we produced plasmid that has guide RNA and CRISPR/Cas9 system to make knockout (KO) cell using genome editing.

## 3. Result and discussion

We verified that C3H10T1/2 showed clear difference between one with BMP2 and the control without BMP2. Then we confirmed that there was no significant difference in EXT1 mRNA level among three. From these results, we chose 10T1/2 for genome editing. We successfully constructed a plasmid and will try to do genome editing with this plasmid.

The result of differentiation into chondrocytes.  
(The blue staining is chondrocytes.)

## 4. Acknowledgement

This research was supported by many people. Professor Yuuki Imai, Shuhei Yoshida of Ehime University, Division of integrative pathophysiology, adviser Eiko Ono, JST. I thank all the people who supported me. I thank Professor Wei Zhou (Ehime Univ.) for proofreading the manuscript.

## 5. References

- (1) 北条宏徳. 2011, ヘッジホッグシグナルによる軟骨膜における骨・軟骨前駆細胞の分化決定制御機構の解析, 東京大学博士論文
- (2) 灘中里美, 北山裕之. 2017, がんの発生と進行に関わるヘパラン硫酸, 日本生化学会第 89 巻第 5 号

## 沖縄県における土壌からの病原性レプトスピラの分離

邱 一泓 (沖縄県立開邦高等学校 2 年生)

トーマ クラウディア (琉球大学大学院医学研究科 細菌学講座)

## 1. 研究の目的と意義

レプトスピラとはらせん形の細長い細菌である。20 種ほどが知られており、病原性・中間性・非病原性に分けられる。病原性レプトスピラは動物の腎臓に定着し、尿と一緒に環境中へ排出される。ヒトは尿で汚染された水や土壌に接触することで、人獣共通感染症であるレプトスピラ症を引き起こす。日本の約半数の症例が沖縄より報告されているため、琉球大学では環境中のレプトスピラの調査を定期的に行っている。レプトスピラ症の患者からは主に病原性レプトスピラの *Leptospira interrogans* が検出されるが、未だ環境中から分離できていない。これまでは、*L. interrogans* の環境中の数が少ない及び増殖が遅いため単離・培養が困難だとされていたが、本研究では「生きているが培養できない」VBNC 状態(Viable But Non Culturable)であるためではないかという仮説を立てた。培地・培養法の改善によりフィールドより採取した土壌から VBNC 状態にあると思われる *L. interrogans* の分離を試みた。

## 2. 研究の手法

環境分離株の *L. biflexa* と *L. alstonii*、臨床分離株の *L. interrogans* を用いて培地の改善を検討した。まず、VBNC 状態の菌を活性化させるため TCMK-1(ネズミの腎尿管上皮細胞組織の培養上清)を従来の EMJH 培地に添加した。次に *L. interrogans* が  $H_2O_2$  への抵抗性を持つことから、他の菌の増殖を抑えるため  $H_2O_2$  を添加した。土壌は 2019 年 7 月に沖縄県北部に位置する奥間川・源河川にて計 5 か所から 33 サンプル採取し、改善した培地を用いて 30℃ で培養した。

## 3. 結果と考察

初代培養の結果、すべてのサンプルにおいて暗視野顕微鏡下でレプトスピラ属と思われるらせん菌を認めた。これらの検体について 4 サンプルが増菌培養 1 時間後に 5 種類の抗菌薬(STAFF)を加えた場合は陰性、増菌培養 4 日間後に加えた場合は陽性となった。STAFF 添加後の培養液でもらせん型菌以外の菌の増殖が認められたため 0.2 $\mu$ m フィルターで濾過し、さらに継代培養をしたところ 30 サンプル(90%)でらせん型菌の純培養となった。また、0.1mMH $_2$ O $_2$  を加えたところ 11 サンプル(33%)でらせん菌の増殖が見られた。その中でも奥間川の 1 サンプルは 0.5 mMH $_2$ O $_2$  の添加後も増殖が認められたため、*L. interrogans* の存在が示唆された。今回開発した培養法で土壌中のレプトスピラを培養することに成功し、VBNC 状態から培養可能なレプトスピラにするには STAFF 無添加の増菌培養が有効であると示唆された。今後は、 $H_2O_2$  に抵抗性を持つらせん菌を単離し、菌種の同定を進める予定である。

## 4. 謝辞

本研究を進めるに当たり、実験を手伝ってくださった栗国慶研究補助員に御礼申し上げます。

## 5. 参考文献

- (1) Hermawan et al. (2019) Characterization of pathogenic *Leptospira* species isolated in leptospirosis-endemic areas of Japan. 第 92 回日本細菌学会総会.
- (2) Senoh et al. (2014) Isolation of viable but nonculturable *Vibrio cholerae* O1 from environmental water samples in Kokata, India, in a culturable state. Microbiology Open.
- (3) Esghi et al. (2012) *Leptospira interrogans* catalase is required for resistance to  $H_2O_2$  and for virulence. Infect. Immun. 80 (11): 3892-3899.

Isolation of pathogenic *Leptospira* from environmental soil of OkinawaYihong Qiu (Okinawa Prefectural Kaiho Senior High School, 2<sup>nd</sup> Grade)

Claudia Toma (University of the Ryukyus, Graduate School of Medicine)

## 1. Purpose of the study

Leptospire are spiral shape bacteria which are classified into more than 20 species. Pathogenic leptospire are the causing agents of leptospirosis, a worldwide zoonosis. They can colonize the kidney and are excreted into urine, contaminating the environment. *Leptospira interrogans* is the main etiological agent of leptospirosis in Okinawa. However, we were not able to isolate *L. interrogans* from the environment. It has been believed that isolation is difficult because *L. interrogans* persists in soil at very low concentration and they are slow growing bacteria. In this study, we hypothesized that *L. interrogans* persists in the environment in a viable but non culturable (VBNC) state and developed a new protocol for isolation of pathogenic *Leptospira* from environmental soil of Okinawa.

## 2. Methods

Culture supernatant from TCMK-1 (a mouse renal epithelial cell line) was added for resuscitation of VBNC bacteria to the conventional EMJH broth. *L. biflexa* and *L. alstonii* which were isolated from the environment and *L. interrogans* isolated from a clinical sample were used as controls to improve the culture media. Different concentrations of  $H_2O_2$  were added to the media to select *L. interrogans*, which is resistant to  $H_2O_2$ , from other *Leptospira* spp. The new protocol for isolation of pathogenic *Leptospira* was applied to 33 soil samples collected during July (2019), from 2 rivers (Okuma and Genka) located at the northern part of Okinawa.

## 3. Results and discussion

Dark field microscopy observation showed that all 33 soil samples were spirochete-positive after their primary culture. Four samples were spirochete-negative when the mixture of 5 antimicrobials (STAFF) was added after 1 h of enrichment culture, however, these samples became positive when STAFF was added after 4 days of enrichment culture. After the filtering of positive samples, spirochetes were able to be culture in the absence of contaminating bacteria in 30 samples (90%). Among them, 11 samples showed resistance to 0.1 mM  $H_2O_2$  and 1 sample from Okuma River showed resistance to 0.5 mM  $H_2O_2$ . Our results showed that a longer incubation without addition of STAFF can improve the recovery rate of leptospire and addition of  $H_2O_2$  can be used for selection of pathogenic *Leptospira*. We will further characterized  $H_2O_2$  resistant isolates and determine the species.

## 4. Acknowledgement

We are grateful to Kei Aguni for technical assistance.

## 5. References

- (4) Hermawan et al. (2019) Characterization of pathogenic *Leptospira* species isolated in leptospirosis-endemic areas of Japan. The 92<sup>th</sup> Annual Meeting of the Japanese Society of Bacteriology.
- (5) Senoh et al. (2014) Isolation of viable but nonculturable *Vibrio cholerae* O1 from environmental water samples in Kokata, India, in a culturable state. Microbiology Open.
- (6) Esghi et al. (2012) *Leptospira interrogans* catalase is required for resistance to  $H_2O_2$  and for virulence. Infect. Immun. 80 (11): 3892-3899.

### かゆみは神経回路を変えるか？ ～アトピー性皮膚炎モデルマウスを用いて～

長島由奈（沖縄県立那覇国際高等学校 2年）

清水千草・大倉信彦・高山千利（琉球大学大学院 医学研究科 分子解剖学講座）

#### 1. 研究の目的と意義

アトピー性皮膚炎は、かゆみのある湿疹が長期間続く疾患である。乳幼児に多く、日本では幼児の5～27%が罹患する頻度の高い皮膚疾患である。発症・悪化の要因として、ダニや細菌、真菌などが知られており、「かゆみがあるから掻く、掻くとさらにかゆくなる」という悪循環に陥る。これまでの研究から、かゆみを伝える知覚神経線維が皮膚の表面まで密に伸び、かゆみを感じやすい状態となっていることが報告されている。

一方、かゆいという皮膚からの情報は、脊髄で中継され、脳へと伝達される。このことから、かゆみの悪循環の原因に、脊髄神経回路の変化が関与するのではないかと考え、この点を明らかにすることをこの研究の目的とした。

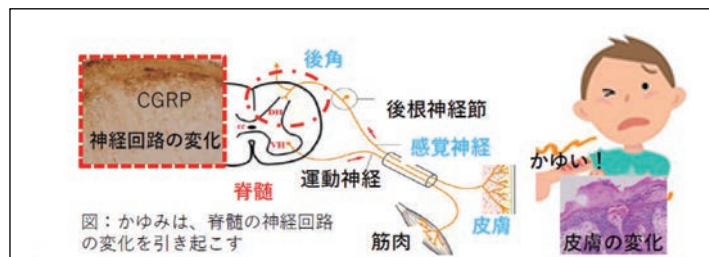
#### 2. 研究の手法

アトピー性皮膚炎モデルマウスとして報告されている Nc/Nga マウス及び対照群マウス (BALB/C) の背中にダニ抗原入りクリームを週2回、5週間塗布した。背中や耳の皮膚の出血などを4段階で、経時的に評価した。Nc/Nga マウスがアトピー性皮膚炎を発症したことを確認した後、心臓より固定液を灌流し、皮膚と脊髄を採取した。アトピー性皮膚炎の病態観察のため、皮膚はパラフィン切片を作成し、ヘマトキシリンエオジン染色を行った。脊髄は凍結切片を作成し、知覚神経線維を解析するため、抗CGRP抗体を用いた免疫組織化学法を行った。

#### 3. 結果と考察

アトピー性皮膚炎モデルマウス (Nc/Nga マウス) の皮膚組織では、表皮が厚く、好中球（白血球の1種）の侵入や出血が認められ、ヒトの病態に近いことがわかった。

アトピー性皮膚炎モデルマウスにおいて感覚情報を受け取る脊髄の後角で、CGRP陽性線維の密度が減少していることがわかった。これらのことから、アトピー性皮膚炎により脊髄の神経回路に変化が生じている可能性が示唆された。今後、神経伝達に関するその他さまざまな分子の変化について検討を進めている。



#### 4. 謝辞

アトピー性皮膚炎モデルマウスの作成について、ご助言いただきました琉球大学大学院医学研究科 皮膚科学講座 高橋健造教授、山口さやか講師に感謝いたします。

#### 5. 参考文献

STAT-3 dependent reactive astrogliosis in the spinal dorsal horn underlies chronic itch.  
Nature Neuroscience (2015), 21, 927-933,

### Does the itch change a neural circuit in the spinal cord?

Yuna Nagashima (Okinawa Prefectural Naha Kokusai Senior High School, 2<sup>nd</sup> Grade)

Chigusa Shimizu・Nobuhiko Okura・Chitoshi Takayama

(Dept. of Molecular Anatomy, School of the Medicine, University of the Ryukyus,)

#### 1. Purpose of the study

Atopic dermatitis is a disease that lasts for a long time with itching. It is a common skin disease in 5 to 27% of infants in Japan. Tick and bacteria are known as worsening factors. Scratching makes the skin itchier and falls into a vicious circle of itching. Previous studies have reported that the more extension of the sensory nerve to the surface of the skin makes it easy to feel itching.

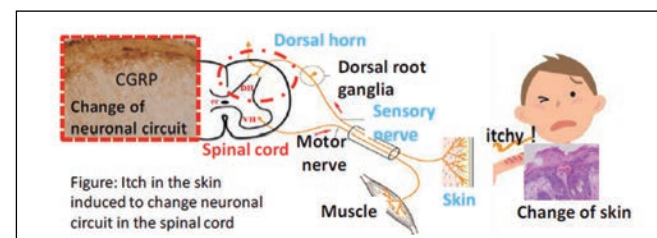
On the other hand, itching in the skin is received by the spinal cord and transmitted to the brain. Therefore, the purpose of my study was to clarify whether the neural circuit of the spinal cord is changed by itching for a long time and it causes the vicious cycle of itching.

#### 2. Method

To make the model of atopic dermatitis, a cream including tick antigen was applied to the back skin of Nc/Nga mice twice a week for 5 weeks. The bleeding or dryness of the skin in the back and ears was evaluated in 4 stages. After the onset of atopic dermatitis, the fixative was perfused. In order to check the pathological condition of atopic dermatitis, a paraffin section of the skin was made and stained with hematoxylin and eosin. To investigate axons of sensory nerve, the frozen section of the spinal cord was prepared, and immunohistochemistry was performed by using anti-CGRP antibody.

#### 3. Results and discussion

In the skin of an atopic dermatitis model mice, the epidermis became thicker, neutrophils invaded and bled. It was found that the expression of CGRP was reduced at the dorsal horn of the spinal cord that received sensory information in atopic dermatitis model mice. These results are suggested that the neural circuit of the spinal cord may have changed due to atopic dermatitis.



#### 4. Acknowledgement

We would like to thank Professor Kenzo Takahashi and Dr. Sayaka Yamaguchi in Dept. of dermatology, University of the Ryukyus for the making of atopic dermatitis model mice.

#### 5. Reference

STAT-3 dependent reactive astrogliosis in the spinal dorsal horn underlies chronic itch.  
Nature Neuroscience (2015), 21, 927-933,



## 放射性核種を用いた河川懸濁粒子の移行挙動に関する研究

平澤 萌花 (石川県立七尾高等学校 2年)

担当教員: 長尾 誠也 落合 伸也 (金沢大学 環日本海域環境研究センター)

## 1. 研究の目的と意義

日本では現在全国的に過疎高齢化や人手不足から農林業の衰退が深刻化している。その結果、水田の放棄や土地の荒地化が問題となっている。その一方で、河川流域から流出した土壌は河口付近の生態系に影響を及ぼす可能性が指摘されている。里山里海環境の保全につなげるため、流域内の現在の土壌粒子の流出挙動を日本の典型的な河川流域の特徴（森林、水田）を示す石川県の能登半島に位置する熊本川水系で調査した。

## 2. 研究の手法

本研究は石川県七尾市にある熊本川、西谷内川、河内川で水質調査を実施した。土地利用に明確な違いがみられる熊本川上流、中流、下流と支流の2河川に観測点を設置し、観測ごとに水質、流速を測定した。また、採水した河川水 100L から連続遠心法により懸濁粒子を回収し、真空凍結乾燥後に粉末試料とした。河川水懸濁粒子は Ge 半導体検出器で 대기から河川流域に供給される  $^7\text{Be}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{210}\text{Pb}$  を測定した。また、懸濁粒子の粒径や色の測定も実施した。

## 3. 結果と考察

図1には各観測点で採取した河川懸濁粒子の放射性核種濃度を示した。各月で上流、中流、下流の河川懸濁粒子の違いが認められ、上流の観測点、中流から下流の観測点間で異なる特性の粒子が供給されていることが分かった。

河川流量と懸濁粒子濃度の測定結果から4月～6月の観測期間において、河川水の懸濁粒子は中流から下流にかけて分布する水田からの寄与が大きい

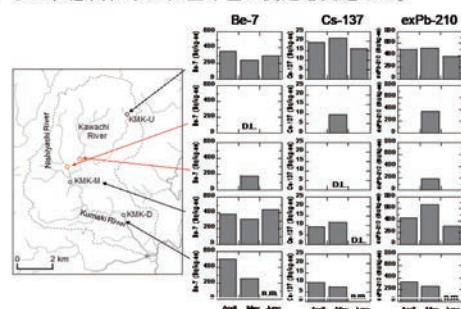


図1 試料採取地点と河川懸濁粒子中の放射線核種濃度

と考えられた。現在の流域環境において水田の役割が重要であり、水田の機能性を考慮した環境保全を考える必要がある。

## 4. 謝辞

今回の研究は、金沢大学環日本海域環境研究センターで行った。研究を指導してくれた教員と学生の皆様に深く感謝する。

## 5. 参考文献

大気由来放射性核種と炭素・窒素同位体比に基づいた熊本川河川水懸濁粒子の特性と時系列変化の解析 (2018年度修士論文 田原 龍之介)

長尾誠也 福島第一原子力発電所事故後の河川水系における放射性セシウムの移行特性 地球化学, 49, 217-226 (2015)

## Study on transport of riverine suspended solids by using radionuclides

Momoka Hirasawa (Ishikawa Prefectural Nanao High School, 2nd Grade)

Seiya Nagao, Shinya Ochiai

(Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University)

## 1. Purpose of the study

In Japan, the decline of agriculture and forestry is becoming more serious nationwide from declining aging and labor shortages. As a result, paddy field abandonment and land waste have become problems. On the other hand, it has been pointed out that the soil transported from the river basin may affect the ecosystem near the estuary. To conserve the Satoyama Satoumi environment, the current soil particles outflow behavior was investigated in the Kumakawa River system located on the Noto Peninsula in Ishikawa, which shows typical river basin characteristics (forests, paddy fields) in Japan.

## 2. Method

We carried out water quality surveys in the Kumakawa, Nishiyachi, and Kawachi rivers in Nanao City, Ishikawa (Fig. 1). We collected suspended particles from 100L of river water by continuous flow centrifugation. The suspended particles were measured for  $^7\text{Be}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , and  $^{210}\text{Pb}$  supplied from the atmosphere to the river basin by using a Ge semiconductor detector. Also, we measured the particle size and color of the suspended particles.

## 3. Result and discussion

Fig. 1 shows the radionuclide concentration of suspended particles collected at each station. Differences in suspended particles in the upstream, midstream, and downstream were observed in each month. The particles with different characteristics were supplied between the upstream observation points and the observation points downstream from the middle stream. From the measurement results of river flow rate and suspended particle concentration, it was considered.

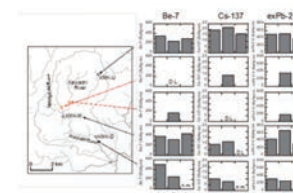


Fig.1 Sampling point and radionuclide concentration in river suspended particles

## 4. Acknowledgement

This research was carried out at Kanazawa

University. I am deeply grateful to teachers and students who taught me the research.

## 5. References

大気由来放射性核種と炭素・窒素同位体比に基づいた熊本川河川水懸濁粒子の特性と時系列変化の解析 (2018年度修士論文 田原 龍之介)

長尾誠也 福島第一原子力発電所事故後の河川水系における放射性セシウムの移行特性 地球化学, 49, 217-226 (2015)

### アナログ実験によるつむじ風の発達・消滅条件の探求

赤池優斗(静岡県立富士高等学校2年)、鈴木大介(静岡県立静岡高等学校2年)  
指導教員 生田領野(静岡大学理学部地球科学科)

#### 1. 研究の目的と意義

本研究の目的はつむじ風が発達・消滅する条件をアナログ実験により明らかにすることである。そのため、人工的につむじ風様の鉛直渦を発生させる装置の製作を行った。

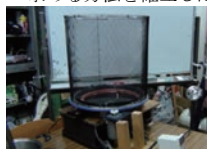
つむじ風は晴れた日の日中に突発的に発生する強い鉛直渦である。私たちは、なぜそのような強い渦が突発的に発生し、そして消滅するのか疑問に思った。現在、つむじ風の発生メカニズムについての研究は数値シミュレーションにより行われている。しかし、数値シミュレーションは想定した条件下でのパラメータ探索が容易な一方で、地表面摩擦の影響や乱流といった微細な構造を取り入れることは難しい。そこで私たちは、より細かな構造や擾乱を容易に観測できる、アナログ実験を行うことにした。環境条件をコントロールしながら室内で人工的につむじ風を作り出し、つむじ風の構成パラメータを定量的に評価することで、数値シミュレーションでは知りえなかった性質を発見できることを期待して本研究を開始した。

#### 2. 研究の手法

つむじ風の発生メカニズムに関する先行研究を参考につむじ風が発生しやすいとされる環境を再現する、すなわち上昇気流に角運動量を与えつむじ風のような鉛直渦を発生させる装置を製作する。この装置を利用して、地表面温度や与える角運動量といった周囲の環境要素と、つむじ風を構成するパラメータ(渦直径や回転速度)の関係を調査する。

#### 3. 結果と考察

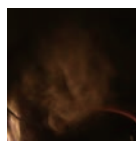
ホットプレートで地表面(水)を加熱し上昇気流を発生させ、円筒状の網を回転させることで上昇気流に角運動量を与える装置を考案した。水を加熱するのは湯気で装置内の気流を可視化するためである。さらにこの湯気にシート状のレーザー光を当てることで任意の渦の断面を定量的に計測できるように工夫した。また、ビデオカメラを用いて撮影した渦の画像から渦の大きさを求める方法を確認した。



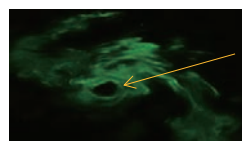
発生装置 縦横 50 cm、高さ 80 cm



装置内に立ち上がる鉛直渦



レーザーシートで可視化した渦の水平断面。  
矢印の先に渦の目(空洞)が見える。



地表面温度を一定にしたまま与える角運動量を大きくすると渦の直径は増加した。渦の内部は周辺部よりも高温となっており、渦直径が小さいときのほうが温度差は顕著であった。つむじ風が地表面の熱の効率的な輸送を担っていることが予想される。今後地表面の温度分布や与える角運動量、微細な地表面構造などのコントロールを行いながらつむじ風のパラメータを定量し、実際のつむじ風と実験装置のスケールリングを経て、つむじ風の発生消滅条件を探求したい。

#### 4. 謝辞

本研究をするにあたってご指導いただいた静岡大学理学部地球科学科の生田領野准教授、様々な支援をしていただいた静岡大学 F S S 事務局の皆様にご感謝申し上げます。

#### 5. 参考文献

- ・伊藤純至、(平成 29 年)、塵旋風の発生・発達機構と強風(日本風工学会誌第 42 巻第 1 号)
- ・新野宏、(2009) 竜巻と塵旋風—大気の激しい渦の理解の現状と課題 第 58 回理論応用力学講演会 <https://doi.org/10.11345/japannctam.58.0.2.0>

### Analog modeling of dust devil—Study of its growth and dissipation—

Yuto Akaike (Fuji high school 2<sup>nd</sup> grade), Daisuke Suzuki (Shizuoka high school 2<sup>nd</sup> grade)  
Supervisor: Ryoya Ikuta (Faculty of Science, Shizuoka University)

#### 1. Purpose of the study

The purpose of this research is to search the conditions of the growth and dissipation of the dust devil by analog experiments. In the recent years, many numerical studies related to dust devils have been reported. However, while numerical simulation is good at studying the impact of the control parameters to the phenomena, it should approximate fine vortex structure and cannot incorporate fine surface geometries due to the limit of discretization. Therefore, we decided to develop an analog experiment system to generate dust devil in laboratory. we believe that we can discover detailed properties of the dust devil that could not be found in the numerical simulations.

#### 2. Method

By referring to the previous research on the generation mechanism of the dust devil, we created a device that reproduces the environment which generates dust devils. By using this device, we investigated how the parameters of the dust devil change depending on the surrounding environment.

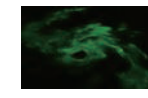
#### 3. Result and Discussion



Devise



vortex



vortex (visualized by laser)

We made an analog experiment device. Increasing the angular velocity of the cylinder while keeping the ground surface temperature, the vortex diameter increased. The temperature inside of the vortex was higher than the surrounding atmosphere, and the temperature difference between them was more significant when the vortex diameter was small. By applying the scaling law to the quantitative analysis of the experiment, we want to find out the conditions critical to the growth and dissipation of the dust devil.

#### 4. Acknowledgement

We would like to thank Dr. Ryoya Ikuta, associate professor of the Department of Earth Science, Faculty of Science, Shizuoka University, and the FSS program.

#### 5. References

- ・Ito, J., (2017), Formation, Intensification, and Gusty Winds of Dust Devils (Japanese), Wind Engineers, JAWE Vol.42, No.1(No.150)
- ・Niino, H., (2009), Tornadoes and Dust devils: Current Understandings and Future Subjects (Japanese), 58<sup>th</sup> National Congress of Theoretical Mechanics

### 義足ソケット形状の力学的評価に関する研究

本間 絢名（国立石川工業高等専門学校 3年）

担当教員：坂本 二郎（金沢大学 設計製造技術研究所）

#### 1. 研究の目的と意義

義足の良否は、断端との接触部であるソケットに左右される。ソケットの形状が断端とうまく一致しなければ、裂傷の発生や歩行の妨げになってしまうこともあり、ソケットは義足において非常に重要で繊細なパーツのひとつである。しかし、義肢装具士が各個人に合わせたソケットの製作を行うと、費用も時間もかかり、患者への負担が大きくなる。この研究は上記したような問題を解決するため、ソケット形状を力学的実験から評価し、考察した。

#### 2. 研究の手法

先行研究では、計算力学シミュレーションによって、図1(a)のような義足ソケットの最適形状が得られていた[1][2]。これを3Dプリンタで出力し、図1(b)のような最適形状のソケットを製作して、力学実験を行い適合性について考察した。断端に沿う形状のソケットも製作し、最適形状と比較した。

実験は、製作した最適形状のソケットに、断端ダミーモデルを差し込み、荷重を加えて行う。その際、膝周りと底の2カ所に感圧紙を入れ、各部にかかった圧力を計測する。荷重値は300[N]とし、3度同じ荷重を繰り返し与えることによって、実際のソケットに近い加圧状況を再現した。

#### 3. 実験結果と考察

最適形状ソケットの実験結果を示す。図2は実験後の感圧紙の様子を示したものである。膝外側部、底部、膝内側部の順に赤色が強く発色し、逆に膝裏の部分はあまり発色していない。計2度の実験を行い、実験の再現性が高いことを確認した。

図3は、実験後の各部の感圧紙から0.15[MPa]未満の値を除外した高圧力部分の面積を導出し、総面積と比較した割合を調べたものである。

膝外側部、底部、膝内側部の順に圧力の面積が大きくなっており、1カ所に圧力が集中することなく、全体に分散していることがわかった。このことは、義足ソケットが力学的に適合していることを示している。

#### 4. 謝辞

研究の遂行にあたり、ソケットの製作では金沢大学 木綿隆弘先生と倉谷智宏氏のご協力を、CAD/CAEの操作では金沢大学大学院 東智就さんのご指導を得たことをここに感謝します。

#### 5. 参考文献

- [1]高橋弘樹、義足ソケットの適合性評価、金沢大学修士論文、H28。
- [2]高橋弘樹、坂本二郎、ベークスベクトル法を用いた義足ソケットの最適設計に関する研究、日本機械学会第30回バイオエンジニアリング講演会、No. 2D03、2017. 12。



図1 義足ソケット：(a) シミュレーションモデル、(b) 製作したソケット

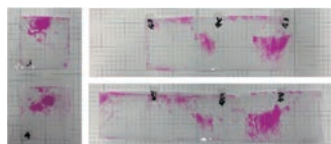


図2 感圧紙(上:第1回 下:第2回)の様子

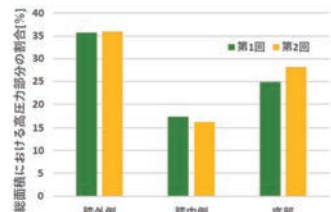


図3 ソケット各部の高圧力面積の割合

### A Study on Mechanical Evaluation of an Artificial Leg Socket Shape

Ayana Homma (National Institute of Technology, Ishikawa College, 3rd Grade)

Jiro Sakamoto (Advanced Manufacturing Technology Institute, Kanazawa University)

#### 1. Purpose of the study

The quality of the prosthetic leg depends on the socket contacted with the stump. If the shape of the socket does not match well with the stump, it may cause laceration and hindrance. The socket is one of the most important and delicate parts of the prosthesis. However, if a prosthetic orthotics manufactures a socket for each individual, it will be expensive and time consuming, increasing the burden on the patient. In order to approach the above-mentioned problems, mechanical experiment and evaluation of the socket shape was performed.

#### 2. Method

In previous studies, the optimal shape of prosthetic socket shown in Fig.1 (a) was obtained by computational mechanics simulation [1][2]. In this study, a socket with the optimum shape shown in Fig.1 (b) was produced by using 3D printer. Then, a mechanical experiment using the socket was performed, and its mechanical compatibility to the stump was considered. A socket with the shape along the stump was also produced to compare with the optimal one. In the experiment, the stump dummy model were inserted into the socket and a load was applied to it. At that time, pressure measurement film were inserted in two places around the knee and the bottom, and the pressure occurred to each part were measured. 300 [N] load was applied. The same load was repeatedly applied three times to represent the actual pressing condition.

#### 3. Result and discussion

Fig. 2 shows the pressure measurement film after the experiment using the optimal shape socket. The red color was strong in the order of the knee outside, the bottom, and the knee inside. On the other hand, the color of the knee back was not strong. The experiments were conducted two times to confirm the reproducibility.

The area of the high pressure part was derived by excluding values less than 0.15 [MPa] for the pressure measurement film. The ratio of the high pressure area of each part compared with the total area is shown in Fig 3. The high pressure area increases in the order of the knee outside, the bottom, and the knee inside. It was also found that the high pressure was not concentrated in one place but dispersed throughout. It suggests mechanical compatibility of the prosthetic socket.

#### 4. Acknowledgement

I am grateful to Prof. Kiwata, Mr. Kuratani and Mr. Azuma for their helpful support.

#### 5. References

- [1] Takahashi, H., Adaptability evaluation of prosthetic socket, Master thesis of Kanazawa University, 2016 (In Japanese).
- [2] Takahashi, H., Sakamoto, J., Research on the optimal design of prosthetic socket using the basis vector method, 30th Bioengineering Conference of JSME, No.2D03, 2017 (In Japanese).



Fig.1 Artificial leg socket : (a) Simulation model, (b) Socket made

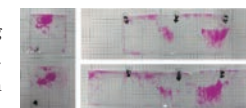


Fig.2 Pressure measurement film (Top: 1st, Bottom: 2nd)

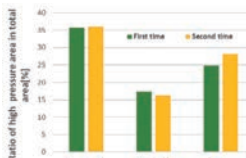


Fig.3 Ratio of high pressure area of each part of socket



### フランクリンモータを用いた発電装置の検討

小澤 諒聖 (武蔵高等学校 2年)

指導教員 下村 勝 (静岡大学工学部)

#### 1. 研究の目的と意義

フランクリンモータとは、帯電したプラスとマイナスの電荷の移動、反発、吸引により回転子を回す装置である。本研究では、この装置を用いて、多くの研究や製品で除去することを目的とされる静電気を逆に電力へと変換し活用できるようにすることを目指した。特に、扱い難いパルス状の高電圧をフランクリンモータによって平滑化することができる点は重要である。これにより、エネルギー問題に対し、現在のように省エネや節電など使用量を減らすだけではなく、今まで捨ててきたものを活用することによって解決出来ると考えた。また、複雑な電荷の移動過程を理解し、改良することで、効率の向上を目指す。

#### 2. 研究の手法

自作したフランクリンモータの2つの固定子をバンデグラフ起電機に繋げ、回転子の軸としてつけた小型モータの導線を電圧・電流測定器と接続し、発電した電圧と電流の数値を計測した。固定子の極と回転子の極との距離に対してモータの回転の様子が変化することに気づいたため、その距離を0.5mm～4.0mmの間で変えてその発電の効率の違いを比べた。

#### 3. 結果と考察

図1は電極間の距離が0.5mm～4.0mmの時の電圧を回転子が動き始めてから5秒おきに計測したもの。結果をもとに距離の効率を、3種類に分けた。①0.5、1.0、1.5mmは、15～30mV間の上昇にかかる時間が短く、全体的に最大値になるまで早い。初めは3～5mV分ほどの力を加えなければ回り始めなかった。②2.0、2.5、3.0mmは30～43mV間の上昇にかかる時間が短く、最大値になるまで時間がかかる分その値は大きい。③3.5mm以降は、値の上昇がゆっくりになり最大値も徐々に減少し、14mmでは回り始めるものの電圧は3mV以下となった。この結果から、回転速度によって、その最適な電極間距離が異なり、極の構造は発電効率に大きく影響していることを見出した。現在、固定子の極の表面を紙ヤスリで削ることで表面積とミクロの形状を変化させ、発電量に影響するのかについて調べている。

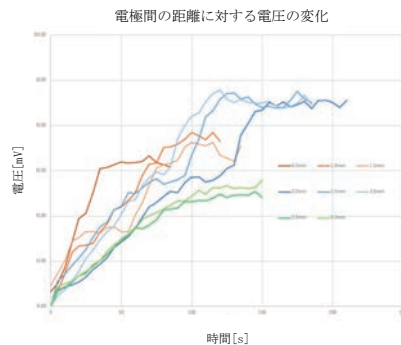


図1 電極間距離に対する電圧の変化

#### 4. 謝辞

本研究の実施にあたり、ご指導いただいた静岡大学 FSS 関係者の皆様に感謝申し上げます。

#### 5. 参考文献

- 三門正吾「静電気と電流を結ぶ教材の開発」物理教育 第47巻 第6号 (1999)  
 NGK サインエンスサイト『【静電気モーター】 私たち、静電気で回ってます』(No.08) ;  
<http://www.trinc-concierge.com/005/index.html>

### Power generating apparatus using Franklin motors

Ryousei Ozawa (Musashi High School 2nd year)

Supervisor: Masaru Shimomura (Faculty of Science, Engineering, Shizuoka University)

#### 1. Objective and significance of the research

A Franklin motor is a device that rotates a rotor by the positive and negative charge's movement, repulsion, and attraction. Aim of this experiment is converting static electricity, which is intended to be removed by many researches and products, into electric power by using the particular device. In particular, it is important that a pulsed high voltage that is difficult to handle can be smoothed by a Franklin motor. As a result, the energy problem can be solved not only by reducing the amount of energy used and saving electricity, but also by using what has been thrown away. It also aims to improve efficiency by understanding and improving the complex charge transfer process.

#### 2. Experimental procedure

Two stators of a self-made Franklin motor were connected to a Van de Graaff static charge generator, and the lead wire of a small motor attached as a rotor shaft was connected to a voltage / current meter. It was expected that efficiency of the motor changes with the distance between the stator and rotor electrodes. Power generation efficiency was evaluated as a function of the electrodes distance, which was varied between 0.5mm and 4.0mm.

#### 3. Results and discussion

Figure 1 shows the voltage change in the case of the electrodes distance from 0.5 mm to 4.0 mm. Based on the results, the distance effect is divided into three types.

- ① 0.5 - 1.5 mm: It took a short time to reach 15 mV, and it was fast to reach the maximum. However, trigger rotation was needed at the beginning. ② 2.0 - 3.0 mm: The maximum voltage was over 40 mV, although it took time to reach the maximum. ③ Larger than 3.5mm: The maximum value gradually decreased as the distance is increased. Thus, it was found that the best inter-electrode distance is depending on the rotational speed, and the geometrical location of the electrodes has a great influence on the power generation efficiency. At present, we are investigating physical and chemical modification of the electrodes.

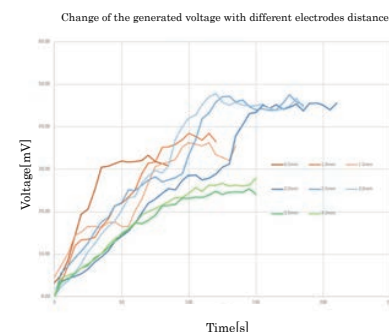


Fig. 1 Change of the generated voltage with different electrodes distance.

#### 4. Reference

- NGK sign ence site "[Static motor] We are rotating with static electricity" (No.08);  
<http://www.trinc-concierge.com/005/index.html>

### プラズマアクチュエータを用いた模型飛行機制御の実証実験

関谷 夏子（宮城県仙台二華高等学校 2年）、渡邊 弥生（福島県立福島高等学校 2年）、  
金川 恵都（宮城県宮城第一高等学校 2年）

担当教員 小室 淳史（東北大学 工学研究科）

#### 1. 研究の目的と意義

近年、新しい気流制御装置として、誘電体バリア放電プラズマアクチュエータ(Dielectric-Barrier-Discharge Plasma-Actuator: DBD-PA)が注目を集めている(Xu H et al 2018)。DBD-PA は既存の気流制御装置に比べて構造がシンプルかつ軽量であり、応答性に優れているといった特徴を持ち、低騒音かつ燃費の良い航空機を製造することが出来る可能性がある一方で、まだ解決すべき課題が多い(藤井他 2007)。そこで本研究では、DBD-PA の実用可能性を検討するべく、DBD-PA を搭載した模型飛行機を製作し、その性能を評価することを目的とした。

#### 2. 研究の手法

PA を搭載した模型航空機をカタパルトから発射させ、その飛行軌道を DBD-PA の有無で比較した。模型飛行機の軌道を 3 次元的に計測するため、2 台のカメラを用いて模型飛行機の挙動を動画撮影した。観測系を図 1 に示す。カメラはカタパルト背後から(カメラ①)と、発射方向に対して垂直方向から(カメラ②)に設置した。記録した動画は加工処理をすることで、模型の輪郭のみが浮かび上がった動画を作成した。DBD-PA の貼り付け位置や、カタパルトの角度、射出速度などを様々に変えながら模型飛行機を飛ばし、DBD-PA の効果を確かめた。

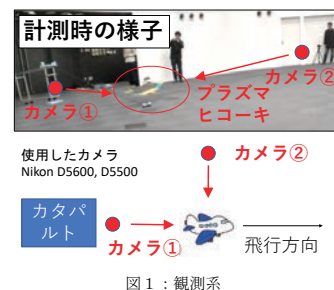


図 1：観測系

#### 3. 結果と考察

DBD-PA を模型飛行機の左翼に取り付けて飛行させた場合に、模型飛行機が右方向へ軌道を変える様子が観測された。これは、DBD-PA の効果により左翼の揚力が上がったために模型飛行機が右側に傾き、軌道を変えたものと考えられる。これにより、PA を用いた気流制御システムが実環境でも一定の効果を示すことが実証された。今回の実験では一定の条件下でのみの飛行実験であったが、今後様々な条件下で実験を繰り返すことにより、実用化に向けての検討が行えるようになると思われる。

#### 4. 謝辞

本研究は東北大学 探究型「科学者の卵養成講座（JST グローバルサイエンスキャンパス）」の支援のもとで実施されました。

#### 5. 参考文献

藤井孝蔵, 松野隆, DBD プラズマアクチュエータ-バリア放電を利用した新しい流体制御技術-, 日本機械学会流体工学部門ニューズレター流れ, 2007 年 12 月号(2007), 1-12.  
Xu H, He Y, Strobel K L, et al. (2018) Flight of an aeroplane with solid-state propulsion *Nature* **563** 532-535.

### Demonstration experiments for flight control of the model airplane by plasma actuators

Natsuko SEKIYA (Sendai Nika High school 2<sup>nd</sup> grader), Yayoi WATANABE (Fukushima High school 2<sup>nd</sup> grader) and Keito KANAGAWA (Miyagi Daiichi High school 2<sup>nd</sup> grader)  
Supervisor Atsushi KOMURO (Graduate School of Engineering, Tohoku University)

#### 1. Purpose of the study

In these days, the dielectric-barrier-discharge plasma-actuator (DBD-PA) has attracted attention as a new airflow control devices (Xu H et al 2018). DBD-PA has many advantages such that it has a simple structure with a light weight and has a fast response time. There is a possibility that DBD-PA could reduce the sound noise and improve the energy efficiency of the airplanes, however, there are still a lot of problems to be solved for the practical use of DBD-PA (FUJII et al 2007). In this experiment, we have performed demonstration experiments using small-scale model airplane with DBD-PA installed and evaluated the practical applicability of DBD-PA.

#### 2. Method

We flew the model airplane which installed DBD-PA from a catapult and compared the flight trajectory of it with and without DBD-PA actuations. As an evaluation method, we took videos of the flight of the model airplane by two video cameras to measure the flight trajectory three-dimensionally. Figure 1 shows the experimental setup. One camera is set behind a catapult, and the other is set the position where the camera's line of sight is vertical to the launch direction of the airplane. The recorded videos were processed to capture the outline of the airplane. We evaluated the flight trajectory with changing the position where DBD-PA is installed, angle of a catapult and a launch speed.

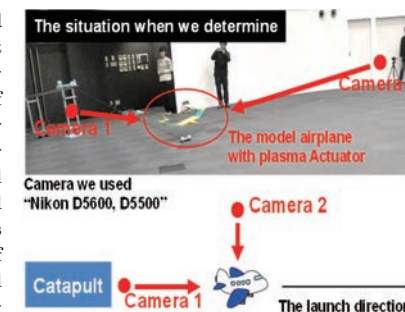


Figure1: Experimental setup

#### 3. Result and discussion

When the DBDPA was installed only on the left wing of the model airplane, it was observed that the flight trajectory changed to the right direction. It is estimated that the lift force on the left wing increased by DBD-PA actuations resulted in leaning the airplane to the right direction. This result indicated that the DBD-PA properly works in a flight environment under a certain condition. To increase the reliability of the DBD-PA as an airflow control device, it needs to repeat the experiments under the various experimental conditions.

#### 4. Acknowledgement

This work was supported by Exploring Germination and Growth program for Young Scientists (EGGS) of the Global Science Campus Project of the Japan Science and Technology Agency (JST).

#### 5. References

[1] 藤井孝蔵, 松野隆, DBD プラズマアクチュエータ-バリア放電を利用した新しい流体制御技術-, 日本機械学会流体工学部門ニューズレター流れ, 2007 年 12 月号(2007), 1-12.  
[2] Xu H, He Y, Strobel K L, et al. (2018) Flight of an aeroplane with solid-state propulsion *Nature* **563** 532-535.



## 超高温耐熱セラミックスとタングステンの固相拡散による接合

田中 光 (熊本県立玉名高等学校 3 年)

担当教官 齊藤敬高 准教授 (九州大学大学院一工学研究院)

## 1. 研究の目的と意義

超耐熱セラミックス(UHTCs)は、次世代宇宙往還機の耐熱部材や超音速飛翔体など、極限環境にも耐えうる物質として広く応用が検討されている。しかし、超耐熱セラミックスはその強固な共有結合により加工性が乏しいことに加え、他の金属に接合させることが極めて難しいという課題がある。そのため、超耐熱セラミックスと金属の有効な接合方法の開発が求められる本研究では、超耐熱セラミックスの一種として、ホウ化ジルコニウムを用いて、同じく耐熱性に富むタングステンとの固相拡散による接合方法の開発および評価を行う。

## 2. 研究の手法

ホウ化ジルコニウム粉末に 10 vol% の二ケイ化モリブデンを混合し(ZB10M)、エタノールを用いて湿式ボールミルを 100 時間行った。その後、一軸成型加圧器、Cold Isostatic Press を用いて成型体を作製後、Ar 雰囲気の下、2000 °C で 1 時間保持することによって ZB10M 焼結体を作製した。作製後、50  $\mu\text{m}$  の Ta 箔をインサート材として、1600 °C、真空雰囲気下で、0.67 kN と 3.0 kN の接合加重をかけてタングステンと固相拡散接合を行い、剪断強度測定試験、および SEM-EDS による断面観察を行った。

## 3. 実験結果と考察

Fig.1 に一例として、接合加重 3.0 kN にて作製した接合体の外観写真を示す。これより、本研究の接合プロセスにおいてマクロな視点からは接合が成功したことがわかった。Fig.2 に剪断強度試験の結果を示す。これより、接合加重を 3.0 kN の接合体の剪断強度は 0.67 kN のそれに比較して 6.0 倍に著しく向上することが確認された。

Fig.3 に接合体断面の SEM 観察結果を示す。これより、接合加重 0.67kN の接合界面は、ZB10M/Ta 界面、および Ta/W 界面において剥離が生じていることがわかった。対して、接合加重 3.0 kN の接合界面は、全ての界面において良好な密着性が得られており、固相拡散接合が効果的に進行していることがわかった。これらの密着性の違いから、Fig.2 に示すように接合加重 3.0 kN の接合体は非常に高い剪断強度の値を示したと考えられる。

## 4. まとめ

Ta インサート材を用いて、ZB10M コンポジットと金属 W の固相拡散接合を行った。その結果、3.0kN の接合加重で作製した接合体は 20.7MPa の剪断強度を有しており、これは SEM 観察の結果から接合界面の良好な密着性によるものであることがわかった。

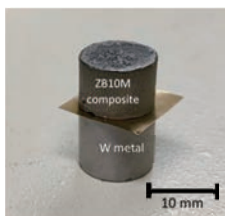


Fig.1 接合体の外観 (接合加重 3.0 kN)

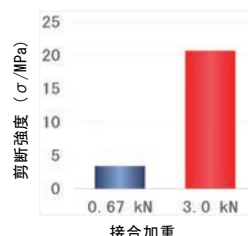


Fig.2 接合体の剪断強度



Fig.3 接合体断面の SEM 図 (上: 0.67 kN 下: 3.0 kN)

## Solid-state Diffusion Bonding of Ultra High Temperature Ceramic Composite to Tungsten Metal

Hikaru Tanaka (Tamana Senior High School)

Prof. Noritaka Saito (Kyushu University)

## 1. Introduction

The UHTCs, which stands for the Ultra High Temperature Ceramics, are one of the most advanced ceramics. Especially, UHTC borides have intense heat resistance so that they can endure extreme environments. As their melting point is so high, they are expected to be utilized as materials for future space crafts and hypersonic vehicles. However, the UHTCs are too difficult to fabricate simply owing to their strong covalent bond nature. Also, their strong chemical stability prevents UHTCs from joining with other metallic materials. Therefore, we must establish an effective method to join them to other metallic materials. In the present study, a trial of solid-state diffusion bonding on UHTC boride composite to metallic Tungsten was investigated using Tantalum joining media.

## 2. Experimental Procedure

Zirconium diboride powder with 10 vol% Molybdenum disilicide powder (ZB10M) were ball-milled with ethanol for 100 hours. Then after, the powder batch was uniaxial pressed and cold isostatic pressed. Then, the powder compacts were sintered at 2000 °C for 1 hour under Ar atmosphere. Finally, solid-state diffusion bonding of ZB10M to W was conducted at 1600 °C under vacuum utilizing 50  $\mu\text{m}$  thick Ta foil as a joining media with different uniaxial joining force, 0.67 kN or 3.0 kN. Shear strengths of the joints were measured and microstructures of joining interface were observed by using SEM-EDS.

## 3. Results and Discussion

Fig.1 shows a typical appearance of ZB10M-W joint. As you can see, we successfully obtained a dissimilar joint of UHTC boride and metallic W in macroscopic scale. Fig.2 shows shear strength measurements of the joints. The shear strength of the joint applied 3.0 kN surprisingly marked 20.7 MPa, which is six times larger than that of the joint applied 0.67 kN. Fig.3 shows SEM images of polished section at the joining interface of ZB10M/Ta/W. According to these microimages, at the joint applied 0.67 kN, macroscopic cracks were observed at the interfaces of ZB10M, Ta, and W, respectively. In contrast, well-bonded interfaces were found at the joint applied 3.0 kN, which indicates solid-state diffusion bonding on ZB10M to metallic W was completed via Ta as a joining media under the present experimental conditions, and results in the higher shear strength of the joint revealed in Fig.2.

## 4. Summary

We conducted solid-state diffusion bonding on UHTC boride composite to W using Ta foil. Consequently, the joint applied 3.0 kN remarkably revealed 20.7 MPa of the shear strength, which is attributed to the well-bonded nature at the joining interfaces via solid-state bonding.

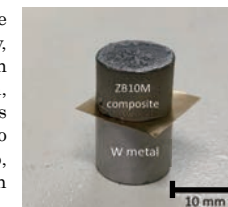


Fig.1 A typical appearance of ZB10M-W joint (applied force : 3.0 kN)

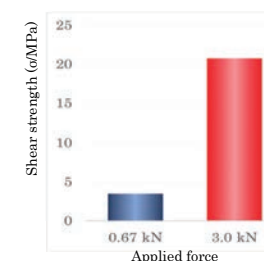


Fig.2 Shear strength of the joints

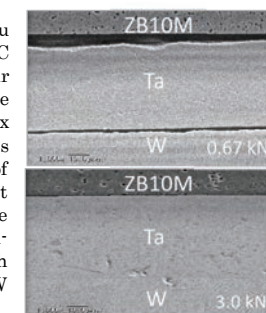


Fig.3 SEM images of polished section of the joining interfaces. (Upper image : 0.67 kN Lower image : 3.0 kN)

## ロボットのセンシングと自律移動に関する研究

安田 遥希 (宇都宮東高等学校 2 年)

星野 智史 (宇都宮大学)

## 1. 研究の意義と目的

生産年齢人口が減少している我が国において、人の作業と代替するために自律移動ロボットの開発が進められている。自律移動ロボットを開発するためには、ロボットの制御や環境地図の作成、自己位置推定、経路計画、動作計画のシステムを構築する必要がある。そこで本研究では、自律移動ロボットのシステムの構築を行い、課題点を発見することを目的とする。

## 2. 研究の手法

環境地図の作成では、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) を行う。SLAM とは、自己位置推定を行うことと同時に、外界センサの情報に基づき環境地図の作成を行うことである。本研究では、レーザを用いた測距センサである LiDAR (Light Detection and Ranging) を外界センサとして用いる。自己位置推定には、車輪の回転量から位置や向きの変化量を算出するオドメトリ法を用いる。また、環境地図には占有格子地図を用いる。占有格子地図とは、格子で分割した環境をセンサ情報に基づき格子内の色を黒色、白色、灰色の 3 色で表現した地図である。黒色は物体が存在する領域、白色は物体が存在しない領域、そして、灰色は未測定領域である。

## 3. 結果と考察

本実験では、図 1 の実験環境においてロボットを用いた SLAM を行う。図 2 に実験環境で SLAM を行い作成した占有格子地図を示す。図 2 から、エレベーターと階段付近を環境地図として表現できていることが分かる。しかしながら、図 2 の赤丸の場所において、実験環境の壁面形状を捉えきれない部分が確認できた。これは走行中に車輪の滑りが生じてしまい、位置姿勢の推定誤差が増加してしまったことが原因だと考える。また、窓付近で未計測部分が残留してしまっている。LiDAR はレーザを用いた測距センサであるため、窓ガラスのような透過性のある物体を測定することは困難である。

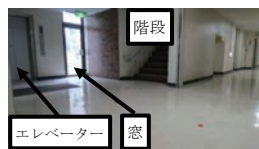


図 1 実験環境

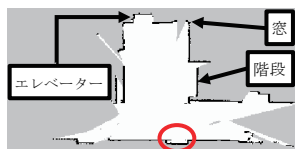


図 2 SLAM で作成した地図

## 4. 謝辞

研究をサポートくださった皆様に感謝申し上げます。特に研究ができる環境を与えて下さいました星野智史先生に感謝申し上げます。

## 5. 参考文献

- [1]. H. Durrant-Whyte and T. Baliey "Simultaneous localization and mapping: part I," IEEE Robotics & Automation Magazine. Vol. 13, No. 2, pp.99 – 110, 2006.
- [2]. H. Durrant-Whyte and T. Baliey "Simultaneous localization and mapping(SLAM): part II," IEEE Robotics & Automation Magazine. Vol. 13, No. 2, pp.99 – 110, 2006.

## Sensing and Autonomous Navigation for Mobile Robots

Haruki Yasuda (Utsunomiya Higashi High School, 2<sup>nd</sup> grade)

Satoshi Hoshino (Utsunomiya University)

## 1. Purpose of the study

In our country which the population of working people is decreasing, development of autonomous navigation for mobile robots has been advanced to replace human with these robots. In order to develop autonomous navigation for mobile robots, the control of robots, making maps, the self-position estimation, route plans and movement plans are necessary. Various programming techniques are also needed. The purpose of this study is to build the system of autonomous navigation for mobile robots, and to discover problems.

## 2. Method

To make the environment maps, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) is needed. SLAM is to do self-position estimation and to create an environmental map based on the information from external sensors at the same time. LiDAR (Light Detection and Ranging), a distance sensor with laser, is used as external sensor in this study. Odometry, the technique that calculates amount of change in position and direction from the rotary quantity of the wheel, is used for a self-position estimation. Also, an occupation lattice map is used for the environmental maps.

## 3. Result and discussion

In this experiment, we do SLAM using a robot in the experiment environment of figure 1. Figure 2 shows the map made in the experiment environment using SLAM. Compare figure 1 and 2, it is considered that can expressed the environment near the elevator and the stairs as the map. However, the parts that the robot could not capture the wall of the experiment environment was recognized as the red circle places of figure 2. Solving those problem, first, reduction the error of odometry, also, to measure an object that has permeability, using ultrasonic sensor.

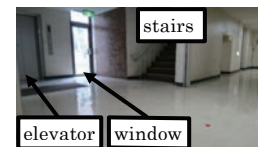


Fig. 1 Experiment environment

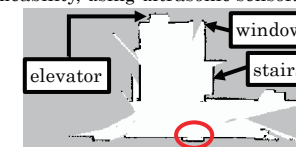


Fig. 2 The map provided by SLAM

## 4. Acknowledgement

I would like to thank all of you who supported this study. I'd like to thank in particular Mr. Satoshi Hoshino who provided the environment in which I could conduct the study.

## 5. References

- [1]. H. Durrant-Whyte and T. Baliey "Simultaneous localization and mapping: part I," IEEE Robotics & Automation Magazine. Vol. 13, No. 2, pp.99 – 110, 2006.
- [2]. H. Durrant-Whyte and T. Baliey "Simultaneous localization and mapping (SLAM): part II," IEEE Robotics & Automation Magazine. Vol. 13, No. 2, pp.99 – 110, 2006.

### 文章中の感情に基づいた単語毎のフォントの補間

和田 優斗 (横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 2年次)  
担当教員: 平野 晃宏 (金沢大学 理工研究域)

#### 1. 研究の目的と意義

文章の趣旨を適切に表現するには、内容に応じて適当なフォントを指定することが効果的である。従来の手法では、文章全体としての感情に基づいたフォントの自動選択に限定されていた<sup>[1, 2]</sup>が、本研究では文章中から複数の感情を抽出し、感情語と感情語の間におけるフォントを文字毎に段階的に変化させることで、よりの確かな意思伝達を実現するシステムの開発を行った。

#### 2. 研究手法

本システムは複数のフォントに対する機械学習と、入力文章の感情解析によって構成される。GANを利用したフォントの推論を行うニューラルネットワークであるzi2zi<sup>[3]</sup>を利用し、7種類のフォントの漢字とかなを機械学習させた。入力文章に対しては、日本語処理エンジンJanomeを用いた形態素解析を実施し、日本語感情辞書<sup>[4]</sup>と照合して感情語抽出を行った。また、日本語 WordNet<sup>[5]</sup> (シソーラス) の活用により、感情辞書にない語彙に関しても識別が可能となった。

最後に、入力された文章と取得した感情スコアを機械学習によって形成されたフォント補間モデルへ転送することで、感情に応じて適切にフォントが補間された文章の画像が出力される。

#### 3. 結果と考察

文章を入力すると、感情解析の結果ならびに出力画像が表示される。本システムはウェブブラウザ上からGUIを用いて操作することが可能である。

例えば図1では、「心が弾む」が楽しさ、幸福感、喜びなどの感情語として検出され、楽しい雰囲気のあるフォントを用いて表現されている。その後「落胆した」に掛けて、悲しげなフォントへと遷移し、文章の末尾に掛けてはおどろおどろしいフォントを利用して、「心細い」に表れる不安を示している。

また、26人の生徒に対してアンケートを実施し、感情とフォントの合致および提案手法の有効性を検証した。結果、「恐れ」や「悲しみ」といった4つフォントでは高い正答率が得られた一方、「嫌い」「怒り」を示したフォントに関しては正答率が低迷した。また別の設問で、提案手法が最も効果的と選択した割合は30~40%程度に留まった。

#### 4. 謝辞

本研究の実施にあたり、多大なるご支援を頂きましたGSC事務局の皆様深く感謝申し上げます。

#### 5. 参考文献

- [1] 中村ら, 「画像の感性を反映させたフォントの自動生成手法」, 日本感性工学会論文誌 Vol.17 No.5, 2018.
- [2] “Auto Font Alternating System,” [https://w3c.github.io/tokyo18-workshop/slides/2018-0918AutoFont\\_DNP.pdf](https://w3c.github.io/tokyo18-workshop/slides/2018-0918AutoFont_DNP.pdf), 2018.
- [3] Y. Tian, “zi2zi: Learning Chinese Character style with conditional GAN,” <https://github.com/kaonashi-tyc/zi2zi>.
- [4] 上脇 優人, 「日本語感情辞書」, <http://www.jnlp.org/kamiwaki/gan-qing-ci-shu>.
- [5] Francis Bond, et al., “Japanese SemCor: A Sense-tagged Corpus of Japanese,” The 6th International Conference of the Global WordNet Association, 2012.

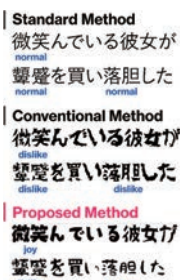


図1 フォントの表現

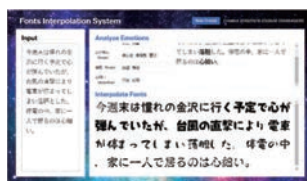


図2 スクリーンショット

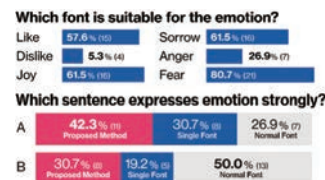


図3 本研究に関するアンケート

### Word-by-Word Font Interpolation Based on Emotions

Yuto Wada (Yokohama Municipal Yokohama Science Frontier High School, 2nd grade)  
Akihiro Hirano (Institute of Science and Engineering, Kanazawa University)

#### 1. Purpose of Study

Selecting proper fonts is effective to express intention clearly. However, conventional methods are limited to make fonts adapt to an emotion per sentence<sup>[1, 2]</sup>. This study develops a system to extract emotions for every word and output an image of text with fonts gradually changing depending on the emotions, which realize a more accurate transmission.

#### 2. Method

This system is composed of machine learning for multiple fonts and emotion analysis for input sentences. Zi2zi<sup>[3]</sup>, a neural network for suggesting fonts by GAN, learns Japanese characters with 7 types of fonts. The system extracts emotion words by searching Japanese Emotion Dictionary<sup>[4]</sup> after morphological analysis for input text using Janome of a Japanese analysis engine. Besides, Japanese WordNet<sup>[5]</sup> (thesaurus) enables recognition of emotion words not contained in the emotion dictionary.

Eventually, the system outputs an image of sentences using the fonts interpolated properly, transmitting the input text and emotional scores to the fonts interpolation model acquired with machine learning.

#### 3. Results and discussion

The system displays the result of emotion analysis and an output image. It can be operated from GUI through Web Browsers.

In Figure 1, for instance, this system identifies “心が弾む” as emotion words indicating fun, happiness and joy and expresses it using a glad font. After that, the fonts are gradually interpolated to “落胆した” with a sorrowful font. In the end, a dreadful font shows “心細い” accompanied by disappointment.

This study improves expression of sentences by selecting and interpolating fonts based on emotions.

In addition, this study requested 26 students to fill a questionnaire and researched the combination of fonts corresponding to emotions and the effect of proposed method. As a result, although there are many correct answers about 4 fonts such as fear or sorrow, the rate of correct answers is low regarding 2 fonts expressing dislike or anger. In another question, the percentage of selection in proposed method is no more than 30-40%.

#### 4. Acknowledgement

We are grateful to GSC members of Kanazawa University for supporting this study.

#### 5. References

- [1] A. Nakamura, et al. “Automatic Font Generation Algorithm Based on Image Kansei,” Trans. of Japan Society of Kansei Eng. Vol.17 No.5, 2018 (in Japanese).
- [2] “Auto Font Alternating System,” [https://w3c.github.io/tokyo18-workshop/slides/2018-0918AutoFont\\_DNP.pdf](https://w3c.github.io/tokyo18-workshop/slides/2018-0918AutoFont_DNP.pdf), 2018.
- [3] Y. Tian, “zi2zi: Learning Chinese Character style with conditional GAN,” <https://github.com/kaonashi-tyc/zi2zi>.
- [4] Y. Kamiwaki, “Japanese emotion dictionary,” <http://www.jnlp.org/kamiwaki/gan-qing-ci-shu> (in Japanese).
- [5] Francis Bond, et al., “Japanese SemCor: A Sense-tagged Corpus of Japanese,” The 6th International Conference of the Global WordNet Association, 2012.

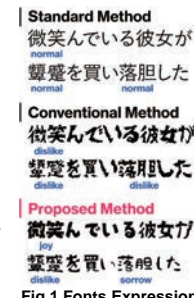


Fig.1 Fonts Expression

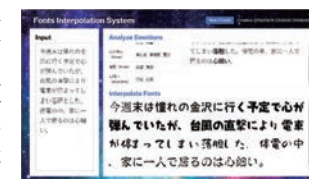


Fig.2 Screenshot of the system

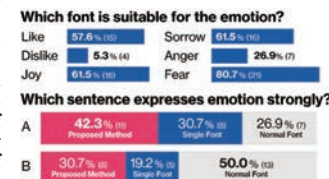


Fig.3 Questionnaire about this study



## マルチエージェントシミュレーションを用いた電車内における パーソナルスペースを考慮した乗客の快適度の分析

長坂優衣（広島大学附属高等学校 3年）

串田淳一（広島市立大学大学院 情報科学研究科）

### 1. 研究の目的と意義

電車内では、乗客は自身のパーソナルスペースに基づき行動を選択する。パーソナルスペースとは他人に近付かれると不快に感じる距離であり、パーソナルスペースが侵害されるような席には座らずに車内で立つことを選択する乗客も存在する。しかし、車内で立つことは転倒のリスクや、ほかの乗客の動きを邪魔することがある。そこで本研究ではシミュレーション実験を行い、パーソナルスペースに基づく乗客の行動と車内の快適度の関係を分析する。

### 2. 研究の手法

本研究では、様々な人数と運行状況を想定したシミュレーションを行った。乗車する各agentは、それぞれ自身のパーソナルスペース $ps$ を持つ。また、本研究では $ps$ を制限するために、PS\_RATEという概念を導入した。PS\_RATEは0～1の値を取り、PS\_RATE=1ではagentは自身の $ps$ に基づき着席するかを判断する。PS\_RATE=0では $ps$ は考慮されず着席を強制する。車内における満足度は式(1)のように算出した。立っている人の満足度は0であるとした。 $ps$ が高い人は周囲に人がいる状況であると、着席していても満足度が低くなる。

$$comfort_{i,t} = \begin{cases} w * (1 - ps * cog) - ps * eyes * \frac{1}{d} & \text{if}(sd = 1) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Evaluation = \sum_{i=1}^{N_A} \sum_{t=1}^{T_{max}} comfort_{i,t} \quad \text{式(1)}$$

### 3. 結果と考察

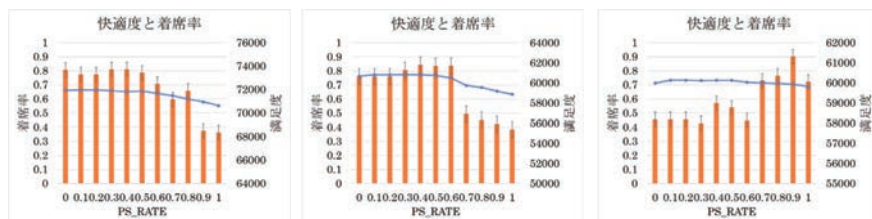


図1 (city type)

図2 (city to rural type)

図3 (rural to city type)

シミュレーション実験では、各PS\_RATEにおける車内の着席率と快適度（満足度の総和）を測定した。実験結果は図1から図3のような3つのパターンに大別された。図1では快適度のピークがPS\_RATEが低いときにある。つまり、乗客を強制的に座らせたほうが、車内における快適度は高くなる。図2ではPS\_RATE=0.6が快適度が最も高く、逆に $ps$ を制限しすぎると低くなる。また、図3では快適度のピークがPS\_RATEが高いときにある。ここでは着席率はほぼ一定であるため、満足度が低くなる乗客を座らせなくても、 $ps$ が狭い他の乗客が座ることで快適度が上昇すると予想できる。以上の結果から、強制的に乗客を座らせても満足度は高くない状況があることが分かった。そのため、実際の電車においても車内の状況や人数を考慮しながら着席を促す必要があると考えられる。

### 4. 参考文献

[1] 富山侑子, 宇都宮陽一, 奥田隆史: マルチエージェントを用いた乗客の最適車内立ち位置に関する考察, 第79回全国大会講演論文集, 2017(1), pp. 815-816, 2017.

## Analysis of Passenger Comfort on Trains considering personal space by using multi-agent simulation

Yui Nagasaka (Hiroshima University High School)

Jun-ichi Kushida (Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University)

### 1. Purpose of the study

In Japan, some passengers on trains choose not to be seated despite the availability of vacant seat. While there can be various reasons for their opting to stand, it is assumed under this study that some passengers hesitate to sit next to other persons. In order to analyze passenger comfort on trains, the notion of “personal space” was examined under the assumption that some people would rather stand than sit because they feel that their personal space is encroached upon when someone is seated next to them. This study aims to find out in what condition and to what extent personal space should be ignored to ensure that all passengers are seated.

### 2. Method

We developed a multi-agent simulator in the train and conducted experiments using simulation in various circumstances. Each agent has own  $ps$  or personal space. Also, we introduce the parameter PS\_RATE which limits agent's personal space. When PS\_RATE is high, agent can sit freely. Contrary, when PS\_RATE is small, everyone forced to be seated. That is, PS\_RATE is like making announcement “please be seated” in the train.

The formula shown here was developed under this study to examine the relation between personal space and comfort. If the agent is standing, comfort is evaluated as 0. The degree of comfort of a person with high  $ps$  is low when he is surrounded by other passengers.

$$comfort_{i,t} = \begin{cases} w * (1 - ps * cog) - ps * eyes * \frac{1}{d} & \text{if}(sd = 1) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Evaluation = \sum_{i=1}^{N_A} \sum_{t=1}^{T_{max}} comfort_{i,t}$$

### 3. Results and discussion

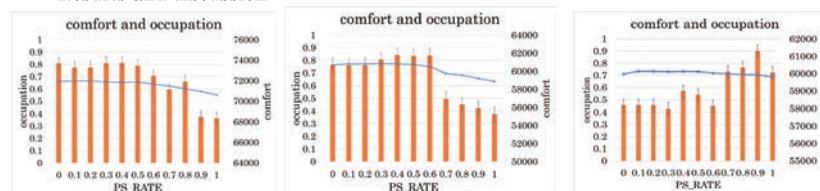


Fig. 1: city type

Fig. 2: city to rural type

Fig. 3 rural to city type

In this experiment, the relationship between the rate of seat occupation and comfort at each PS\_RATE was measured. The experimental results were roughly divided into three patterns as shown above. In Fig 1, comfort is highest when PS\_RATE is 0. It means passengers are forced to be seated. In Fig 2, comfort is highest when PS\_RATE is 0.6. In Fig 3, comfort is highest when PS\_RATE around 1. If a passenger with high  $ps$  does not take a seat, another passenger would sit instead. Therefore, the passenger does not have to take a seat in this occasion.

As for seat occupation, it does not change, and comfort increases as the PS\_RATE increases. However, if seat occupation falls, comfort is decreased. Whether forcing passengers to be seated is better or not depends on the number of passengers and circumstances.

### 4. References

[1] Y. Tomiyama, Y. Utunomiya, and T. Okuda: Apply Multi-Agent-Simulation to Optimize Passengers' Positioning on Train, Proceedings of the 79th National Convention of IPSJ, pp. 815-816, 2017

## 機械学習を用いた油圧ショベルの動作の最適化に関する研究

生駒創、松浦創（広島学院高等学校、2年）

山本 透 教授、脇谷 伸 講師、木下 拓矢 助教（広島大学大学院工学研究科）

奥西 隆之 Mgr（コベルコ建機株式会社）

## 1. 研究の目的と意義

近年建設業界では労働環境改善、生産性向上の観点から、i-Construction という取り組みがなされている。私たちはこのうちの ICT の活用に関心を置いた。油圧ショベルを自動制御する際、現在の地形から目標とする地形へと掘削するための操作を決定しなければならない。そのため我々は油圧ショベルの掘削動作の最適化を行うプログラムの作成を目指した。

## 2. 研究の手法

私たちはまず油圧ショベルの模型（図1）を用いてその動特性を求めた。次に求めたパラメータを用いて油圧ショベルと土のシミュレーションモデルを Python で作成した。最後に油圧ショベルの掘削動作をモンテカルロ探索木を用いて最適化を図った。



図1 使用した油圧ショベルの模型

## 3. 結果と考察(図表等)

掘削方法および結果を出力することはできた（図2）。しかし単純な掘削アルゴリズムがまだ完成しておらず、掘削結果を比較することができていないので最適化された動作であるとはまだ言えない。

※図2の青線は油圧ショベル、橙線は現状地形、緑線は目標地形を表す。単位は縦軸横軸ともに[mm]。

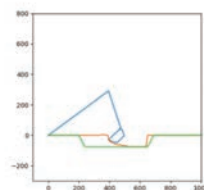


図2 探索結果のシミュレーション

## 4. 謝辞

本研究にあたり直接のご指導を戴いた広島大学大学院工学研究科脇谷伸先生、広島大学大学院工学研究科木下拓矢先生に感謝致します。並びに池田啓昭さん、迫樹哉さんをはじめとする TA の皆様に実験環境を整備していただき、助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

## 5. 参考文献

Silver, David, et al. "A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play." Science362.6419 (2018): 1140-1144.

## Optimizing the Movement of an Excavator using Machine Learning

So IKOMA, So MATSUURA(Hiroshima Gakuin High School, 11<sup>th</sup> grade)

Prof. Toru YAMAMOTO, Associate Prof. Shin WAKITANI,

Assistant Professor. Takuya KINOSHITA (Hiroshima University)

Mgr. Takayuki OKUNISHI(KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY CO.,LTD.)

## 1. Purpose of the study

At present, construction industry is doing "i-Construction". They are trying to improve its working conditions and productivity. In this research we concentrated on using ICT. When automating the movement of an excavator, the next operation has to be decided. Therefore, we made a program to optimize the digging movement of a hydraulic excavator.

## 2. Method

The simulation of an excavator and the soil was made for this research in Python. We identified the dynamic characteristics of the excavator model (Figure 1) and used it for the simulation. Afterwards, we made a program to optimize the movement of an excavator using Monte Carlo tree search (MCTS).



Figure 1 excavator model

## 3. Result and discussion

We were able to make the program which outputs the optimized movement (Figure 2). However, the simple program for digging has not been made yet. Because of this, we cannot say that the result is optimized compared to digging normally.

(Blue: Excavator, Orange: Current terrain, Green: Goal terrain)

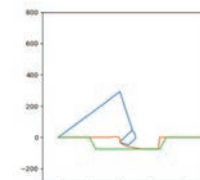


Figure 2 Simulation of the result

## 4. Acknowledgement

The authors would like to thank Associate Prof. Shin Wakitani from Hiroshima University and Associate Prof. Takuya Kinoshita for valuable supports. The authors would like to thank Mr. Hiroaki Ikeda and Mr. Mikiya Sako for helping with experiments and giving valuable comments.

## 5. References

Silver, David, et al. "A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play." Science362.6419 (2018): 1140-1144.

## ブロックチェーンを応用した安全な分散型履歴書システム

住本圭（兵庫県立小野高等学校2年）  
長谷川亨、小泉佑揮

## 1. 研究の目的と意義

一般にブロックチェーンの特性として分散性と改竄不可能性が注目される。しかし、悪意のある人を含む集団の中で結果の信頼性が保持されることも重要な特徴であり、仮想通貨以外の多くのアプリケーションへの適用が期待されている。特に高大連携が重要視される現代、電子のかつ安全に履歴書をやり取りするということは大変重要になってきつつある。本研究の目的は、このような時代背景を踏まえた電子的に履歴書を安全かつ効率的に送信・管理できるシステムの実現である。これには、改竄に対する耐性、複数の機関での共有、内容の信憑性の保持、アクセス制御（許可対象・参照範囲の限定）が求められ、それらの課題をいかに達成するかが問題となる。本研究では、次世代のセキュリティ技術であるブロックチェーンを活用し、実用的な安全履歴書システムを提案する。

## 2. 研究の手法

本研究ではPCでの暗号鍵の生成、ブロックチェーンの論文(先行研究)解析などを基盤とした。ブロックチェーンの通信速度が比較的遅いという部分を問題にせず、そのメリットとなる分散性と改竄不可能性を最大限に発揮できるように鍵の運用を工夫した。具体的には、RSA暗号やハイブリッド暗号を基本とした多様な鍵システムの比較から、本システムに最も合致するものを吟味した。

## 3. 結果と考察

結果として改竄不可能性、分散性というブロックチェーンの特性を活かし、当初の目的が達成されたシステムを完成させた。分散台帳であるブロックチェーンを用いることで改竄に対する耐性、複数の機関での共有を実現し、登録を信頼できる機関に限定することで内容の信憑性の保持を担保、またトランザクション毎にIDと共通鍵を設けることによってアクセス制御（許可対象・参照範囲の限定）を達成した。以上より、初期段階の要求条件を満足し、安全性に関して十分な強度を確保できた。現状でのシステム本体の課題は二点、トランザクション毎の鍵の増加と信頼できる機関が情報漏洩した場合の対処であるが、それには現実的な対処策を提示した。複数の秘密鍵での管理と、信頼できる機関を複数設けることによる漏洩リスクの分散である。また、自身の学校での研究「冷蔵庫内の食品の解析管理～画像認識システムの実践的利用～」において、冷蔵庫のデータを安全に外部で確認、匿名化して収集するという応用を現在考えている。

## 4. 謝辞

本研究の大阪大学SEEDSプログラムと大阪大学大学院情報科学研究科の長谷川教授、小泉准教授に感謝申し上げます。

## 5. 参考文献

ブロックチェーン 相互不信が実現する新しいセキュリティ (BLUE BACKS)

## A secure distributed resume system based on block chain

Sumimoto Kei (Ono high school second grade)  
Hasegawa Toru, Koizumi Yuki

## 1. Purpose of the study

Generally dispersion and falsification impossibility are considered as the main characteristics of the block chain. However, it is also an important feature that the results in the group including some malicious people are correct. Also block chain is expected to be applied to many applications in addition to the virtual currency. It has been becoming very important to exchange resumes electronically and securely when high-university collaboration has started. The purpose of this study is to realize a system that can safely send and manage resumes. To develop this system, resistance to tampering, sharing in some agencies, the reliability of the contents and access control are required. In this study, we propose a practical safety resume system based on block chain, which is the next-generation security technology.

## 2. Method

This study was based on the making encryption keys on PC and analysis of some papers concerning to block chain and prior researches. We made some efforts so that the dispersion and the falsification impossibility could become the merits. Specifically, we chose the most relevant ones for this system through the comparison of various key systems such as RSA cryptography and hybrid cryptography.

## 3. Result and discussion

As the conclusion, we made the most of the advantage of the block chain characteristics of falsification inability and dispersion to complete the system. Four problems which were required for the safe were achieved by providing an ID and common keys for each transaction. From the above, it is obvious that this system is enough to use safely. The current problems of the system are two points, the increase of the key for each transaction and the response when the information leak from a reliable institution.

## 4. Acknowledgement

This work has been supported by the Osaka University SEEDS Program including the professor Hasegawa and associate professor Koizumi, who are working in Graduate School of Information Science and Technology.

## 5. References

Block chain Mutual Distrust Provides New Security (BLUE BACKS)

## 食品画像と顔写真の主観的評価における単純接触効果の比較

斎藤 莉々愛 (福岡県立福岡高等学校3年)

担当者 ヨハン＝ローレンス チョウ＝セツレン

## 1. 研究の目的と意義

ヒトがどのようにして「好き嫌い」という感情を形成するのか理解する事は、消費選択から政治的・文化的嗜好にいたるまで、人間生活のあらゆる側面において重要である。選好形成におけるよく知られた現象の一つに「単純接触効果」というものがあり、これは被験者が繰り返し接したことのあるモノやヒトをより好む傾向があるというものである。先行研究は単純接触効果が、下す評価決定の種類に左右されることを示している。そこで我々は、『単純接触効果は主観的評価において、対象物のカテゴリによってさらにその影響が決定される』と仮説を立てた。本研究は、対象物の種類に依存する単純接触効果のメカニズムに焦点を当てたという点で独創的である。

## 2. 研究の手法

31名の被験者が、各々コンピューター上で実験に参加した。まず最初に被験者は40枚の食品画像と40枚の顔写真を見てその画像がどれほど好印象であるかを判断し、-10から10までのスケールで点数をつけた。次に先程の画像の半分が、一枚の画像につき200ミリ秒間、20回繰り返し被験者に提示された。最後に、被験者は最初と同様の40枚の食品画像と40枚の顔写真に再び点数をつけた。これにより、2回目の点数付けが単純接触効果の影響を受けているか否か確認することが可能となる。その場合は、恣意的に繰り返し提示した画像の点数の方が提示しなかった画像の点数に比べて上がっているはずである。

## 3. 結果と考察

食品画像を見せられた場合、被験者は1回目と2回目の評価において同等の点数を付ける傾向が見られた。また、恣意的に連続して提示した画像とそうでない画像との間に大きな差異は見られなかった。一方で、顔写真を見せられた場合、被験者は2回目の評価において1回目よりも高い点数をつける傾向が見られた。さらに、恣意的に連続して提示した画像とそうでない画像との間に大きな差異が見られた。恣意的な連続提示が加わると、被験者は2回目の評価において1回目よりも顕著に高い点数を付けた。

ゆえにこのデータは、本実験において、単純接触効果は顔写真には作用したが食品画像には作用しなかったことを明確に示している。従って、単純接触効果は対象物のカテゴリに左右されると結論づけることが出来る。更なる研究では、対象物の種類が単純接触効果の関わる主観的評価においてどのような役割を担っているのか明らかにするために、この実験結果の根底にあるメカニズムに焦点を当てることとなる。例えば、本実験で用いられた画像の提示時間は、食品画像を認識するには短すぎた可能性があるし、あるいは顔写真と食品画像では異なる具合に認識された可能性がある（つまり顔写真においては個体レベルで、食品画像においては『食品』というカテゴリレベルで認識された可能性がある）。他にも、食品画像は『食品の味』などといった、視覚情報以外のものを想起させた可能性もある。視覚情報以外のものが加わると、単純接触効果は作用しないかもしれない。現行の理論的枠組みを考慮しつつ、単純接触効果がアトラクティブネスに及ぼす影響を継続して調査することが期待できる。

## 4. 謝辞

ヨハン＝ローレンス教授とチョウ＝セツレン氏の献身的なサポートに感謝いたします。

## 5. 参考文献

1. Ounjai, K. et al (2018). Sci. Rep. 8: 16864
2. Montoya, R.M., et al. (2017). Psychol. Bull. 143, 459-498.
3. Seamon, J.G., et al. (1998). Conscious. Cogn. 7, 85-102.

## The Mere Exposure Effect on the Evaluation of Foods versus Faces

Riria Saito<sup>a</sup>, Zhang Xueliang<sup>b</sup>, Prof. Johan Lauwereyns<sup>b</sup><sup>a</sup>Fukuoka High School, 3rd Grade<sup>b</sup>Graduate School of Systems Life Sciences, Kyushu University

## 1. Purpose of the study

Understanding how people develop preferences is important in all areas of life, from consumer choices to political and cultural preferences<sup>1</sup>. One well-known phenomenon of preference formation is the “mere exposure effect” by which subjects tend to prefer people or things they are familiar with<sup>2</sup>. Previous research suggested that the mere exposure effect depends on the type of evaluative decision<sup>3</sup>. Here we hypothesized that the mere exposure effect is further determined by the type of object under evaluation. This study is unique in that it opens the door to investigating the underlying object-based mechanisms of the effect.

## 2. Method

Thirty-one subjects participated in individual sessions by computer. In the first evaluation, the subjects were shown 40 food images and 40 face images, and gave scores on a scale of -10 to 10 based on the attractiveness. In the second phase, half of the images were repeated 20 times for 200 ms using rapid serial visual presentation to create a mere exposure effect. In the final phase, the subjects gave a second evaluation of all 40 food images and 40 face images. Thus, we were able to check whether the second evaluation was affected by the mere exposure; if so, evaluations should be higher for repeated items than for non-repeated items.

## 3. Result and discussion

When shown food images, subjects tended to give the same level of scores in the first and second evaluation. For food images, there was no significant difference between “repeat” images and “no-repeat” images. On the other hand, when shown face images, subjects tended to give higher scores in the second evaluation than in the first evaluation. Moreover, there was a significant difference between “repeat” images and “no-repeat” images. With repetition, subjects gave much higher scores in the second evaluation. Thus, the data clearly show that, with the present settings, the mere exposure effect acts on face images, but not on food images. Therefore, the mere exposure effect depends on the object category. Future research can now focus on the underlying mechanisms to clarify the role of the type of object. For instance, it may be that the visual presentation was too brief to recognize the food images, or it may be that face and foods were recognized differently (faces at the individual level, foods at a food category level). It is also possible that food images activate more complex non-visual representations (e.g. including taste). When factors other than visual information are at play, mere exposure may not work. Using the present paradigm, we can track the mechanisms by which mere exposure influences attractiveness.

## 4. Acknowledgement

I am sincerely grateful to Prof. Johan Lauwereyns and Zhang Xueliang for their devoted support.

## 5. References

1. Ounjai, K. et al (2018). Sci. Rep. 8: 16864
2. Montoya, R.M., et al. (2017). Psychol. Bull. 143, 459-498.
3. Seamon, J.G., et al. (1998). Conscious. Cogn. 7, 85-102.

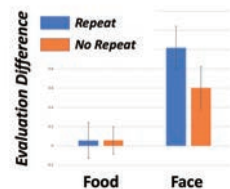


Figure 1: 食品画像と顔写真、および連続提示の有無における1回目と2回目の評価点の変化の平均

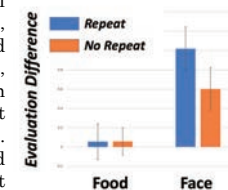


Figure 1: Average Evaluation Difference between Second and First Evaluation for Foods versus Faces, as a Function of Repetition.



**植物は音をきいているのか？**

武藤花奈（加藤学園暁秀高等学校 2年）

指導教員 木崎暁子、嶋田大介（静岡大学理学部）

**1. 研究の目的と意義**

『「声掛け」をすると植物の成長が促進される。』このようなことが、農業従事者に加え、家の庭やベランダで気軽にガーデニングや栽培を楽しむ人々の間でもよく言われているのを耳にする。また、実際に音により植物の成長が変化するという内容の研究結果も発表されている（参考文献）。しかし、植物の成長が促進される具体的な仕組みや理由は詳しくは分かっていない。

本研究の目的は、本当に音により種子発芽や植物の成長が変化するのかを再検証するとともに、音による成長への影響がある場合は、その仕組みを明らかにすることである。植物の成長が音により変化する事を明らかにできれば、農業などにも応用でき、その意義は大きい。

**2. 研究の手法**

材料として、実験1ではカイワレダイコン、実験2ではイネを用いた。

実験1では、植物育成BoxにLEDライトを計8個設置し、温度と湿度はウォーターバスを使って一定に保った(25℃)。その中にカイワレ大根の種子30個をスポンジにまき、9日間育成した。

実験2では、インキュベーターを用いた(28℃)。イネの種子42個をバーミキュライトを入れた鉢にまき、あるいは水耕にして、8日間育成した。

100Hz、500Hz、および2000Hzの音を連続的に発生させた中で植物を育成し、発芽率、胚軸（実験2では子葉鞘）の長さとし生重量、根の長さとし生重量（実験2）をそれぞれ測定した。

**3. 結果と考察**

実験1の結果、100Hzおよび500Hzでは、カイワレダイコンの発芽率および成長が阻害されたが、2000Hzでは発芽率および成長が若干よくなる傾向が見られた。しかし、実験方法に改善の余地があると考えたため、実験2を行った。カイワレダイコンは、種子の発芽率が悪かったこと、および違う植物で検証したいと考えたため、材料をイネに変更した。また、植物を育てる条件をより安定にするために、インキュベーターを用いて実験を行った。さらに、バーミキュライトを用いた栽培と、水耕栽培という2種類の栽培方法で検証した。この方法により、根の成長も測定することができるようになった。

**4. 謝辞**

本研究にあたり終始熱心なご指導をいただいた木崎暁子先生と嶋田大介先生、および、実験の遂行に当たり大学院生の青柳拓也さん、池谷俊さん、山本晟弘さん、原田紘孝さんに心から感謝いたします。

**5. 参考文献**

1. 植物における音の影響（著者：佐藤優紀、生物と化学、2013）
2. 植物のリズム運動に関する研究（著者：山下智輝 三輪敬之、日本機械学会論文集、1998）
3. 日本語のチカラ 周波数から見てみた言語

(<https://kf-planning.blogspot.com/2014/12/blog-post.html>)

**Can plants hear sounds?**

Kana Muto (Katogakuengyoshu High School 2 grade)

Supervisor: Akiko Kozaki and Daisuke Shimada (Faculty of Science, Shizuoka University)

**1. Purpose of the study**

“Talking to plants can help them grow.” We often hear farmers and people who enjoy gardening in their house are talking such a thing. Some researches are supporting that sounds affect the growth of plants (see references). However, the reason why and the mechanism how the growth of plants are affected by sounds have not been clarified.

The purpose of this study is to re-examine whether or not the sounds really affect the the growth of plants. If we can confirm that, we want to clarify the mechanism how the sounds affect the plant growth. If we can clarify that, it can be applied to agriculture.

**2. Method**

As a material, radishes was used in Experiment 1 (Exp.1) and rice was used in Experiment 2 (Exp.2).

In Exp. 1, eight LED lights were installed in the plant growth box. The temperature and humidity were kept constant using a water bath (25 °C). Thirty seeds of radish were seeded on a sponge and grown for 9 days. In Exp. 2, an incubator was used to keep temperature (28 °C). 42 seeds of rice were planted in pots containing vermiculite or water (hydroponics method) for 8 days.

Plants are grown in a continuous generation of 100 Hz, 500 Hz, and 2000 Hz sounds. The germination rate, the length and fresh weight of hypocotyls (coleoptiles in Exp. 2), and the length and fresh weight of roots were measured.

**3. Result and discussion**

The germination rate and growth of radish were inhibited at 100 Hz and 500 Hz, but the germination rate and growth were slightly improved at 2000 Hz.

However, methods in Exp.1 had room for improvement. To improve the reliability of temperature, an incubator was used in Exp. 2. Furthermore, rice was used in Exp.2 because the germination rate was better than radish. We tried to use two types of cultivation methods to improve the methods, pot culture with vermiculite and hydroponics. By using these methods, root growth can also be measured.

**4. Acknowledgment**

I would like to express my sincere appreciation to Dr. Akiko Kozaki and Dr. Daisuke Shimada for their supervision, and to graduate students Mr.Takuya Aoyanagi, Mr.Shun Ikeya, Mr.Akihiro Yamamoto, and Mr.Hirofumi Harada for helping the experiments.

**5. References**

1. Yuuki Sato. The effect of sounds on the plant growth.(2013) Seibutu to Kagaku
2. Tomoki Yamasita et al. The study on the rhythmic movement of plants (1998)
3. <https://kf-planning.blogspot.com/2014/12/blog-post.html>



## プラナリアの体長の測定方法の確立

三井愛理（啓明学院高等学校 3年）

担当教員：織井秀文（兵庫県立大学），日下部岳広（甲南大学），  
西方敬人（甲南大学），梅園良彦（兵庫県立大学）

## 1. 研究の目的と意義

プラナリアの体長の測定方法を確立することにより、高い再生能力を持つプラナリアの研究を定量化することが目的である。プラナリアの再生メカニズムに関して、頭尾軸に沿ったERK活性と $\beta$ カテニン活性の勾配が「位置価」を決定するのに重要であることなどが明らかにされ始めているが<sup>1</sup>、その分子生物学的な研究には「位置価」を「シグナル活性」などと結びつける必要があるため、「定量性」が重要である。一方でT. H. Morganはプラナリアの頭部を非常に短く切断すると、本来尾が再生する場所に頭を再生する「極性転換」が生じることを報告している<sup>2</sup>。この極性転換とシグナル活性の勾配との関係を明らかにするためにT. H. Morganの結果を定量的に評価する必要があり、そのためにも体長の測定方法を確立することは大きな意義があることである。

## 2. 研究の手法

直径3.5cmの丸いガラスシャーレにプラナリアを入れ、ビデオ撮影し、プラナリアが一定の速度で5秒以上壁を這っている映像の中から、壁を這っている時間の1/4, 1/2, 3/4の3時点ではプラナリアの体長を測る。ImageJを用いてプラナリアの頭部と尾部の先端を座標化し、その間の円弧の長さとして体長を算出した。

## 3. 結果と考察

- アメリカナミウズムシとナミウズムシどちらでも安定して測ることができる。
- 8%程度の体長差の有意差をつけることができる
- プラナリアの体調に関わらずプラナリアの体長を安定的に測ることができる
- 10℃～20℃の間でプラナリアの体長は安定している

さらに、個体ごとに異なるアメリカナミウズムシの色素パターンを用いて、切断位置を正確に求めることに成功しており、この手法を用いてMorganの実験の追試を行っている。

## 4. 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導・ご支援いただいた、兵庫県立大学の織井秀文先生、日下部岳広先生、西方敬人先生、梅園良彦先生に心から感謝します。本研究は、ROOTプログラムの支援のもとで実施しました。

## 5. 参考文献

1. Umesono Y, Nishimura Y, Hrouda M, Kawaguchi E, Yazawa S, Nishimura O, Hosoda K, Inoue T, Agata K. The molecular logic for planarian regeneration along the anterior-posterior axis. *Nature* 500 (7460):73-76. doi: 10.1038/nature12359(2013).
2. Morgan TH. The control of heteromorphosis in Planaria maculate. *Arch. Entwi. Organismen* 17: 683-695 (1904).

## Measurement of planarian length: The first step to analyze the T. H. Morgan's experiment in molecular level

Airi Mitsui (Keimei Gakuuin High School, 3rd Grade)

Supervisors: Hidefumi Orii (University of Hyogo), Takehiro Kusakabe (Konan University),  
Takahito Nishikata (Konan University), Yoshihiko Umesono (University of Hyogo)

## 1. Purpose of the study

My goal is to measure planarian body length to quantify planarian research. When a planarian is transversely cut into small pieces, these fragments correctly regenerate their missing part of the body according to its pre-existing anterior-posterior polarity. Recently, Umesono *et al* revealed that the gradient of ERK and  $\beta$ -catenin activities are responsible for this polarity<sup>(1)</sup>. While T. H. Morgan reported that when he cut planarian's head piece very shortly, it became double-headed pieces<sup>(2)</sup>. To understand the molecular mechanisms underlying this polarity inversion, it is important to clarify the relationship between the size of head pieces and the occurrence of inversion. Quantitative experiments are required.

## 2. Method

The movement of planarian was recorded in 3.5 cm  $\phi$  glass petri dish. When the planarian crawled the bottom edge constantly for more than 5 seconds, its body length was measured at 3 time points. The data were analyzed by using ImageJ software. We could calculate the planarian body length as the arc of the bottom edge.

## 3. Result and discussion

- This method could measure planarian length stably by using both *Dugesia japonica* and *Dugesia tigrina*.
- This method could distinguish 8 % difference of body length
- This measurement was reproducible as long as the planarian was moving
- Planarian length is stable between 10℃ and 20℃

After defining the planarian body length, we could pin down the amputated position using the unique pigment pattern of *Dugesia tigrina* as a merkmal.

## 4. Acknowledgement

I am grateful to Dr. Hidefumi Orii, Prof. Takehiro Kusakabe, Prof. Takahito Nishikata, and Prof. Yoshihiko Umesono for their kind guidance and support throughout the research.

## 5. References

- (1) Umesono Y, Nishimura Y, Hrouda M, Kawaguchi E, Yazawa S, Nishimura O, Hosoda K, Inoue T, Agata K. The molecular logic for planarian regeneration along the anterior-posterior axis. *Nature* 500 (7460):73-76. doi: 10.1038/nature12359 (2013).
- (2) Morgan TH. The control of heteromorphosis in Planaria maculate. *Arch. Entwi. Organismen* 17: 683-695 (1904).

## 発現組織から考察するホヤグロビン遺伝子の役割

矢野七虹（白陵高等学校 2年）

担当教員：山口宏（関西学院大学），西方敬人（甲南大学）

## 1. 研究の目的と意義

グロビタンパク質は、細菌や植物、そして動物まで幅広く保存されており、タンパク質の進化を研究する上で重要なモデルタンパク質であり、脊椎動物では5つに大別されている<sup>(1)</sup>。一方、ホヤはヒトと同じ脊索動物上門に分類され、脊椎動物の姉妹群に位置づけられており、これまで4つのグロビン遺伝子が記載されているが、それらの機能を明確にした研究は無い<sup>(2)</sup>。そこで、ホヤのグロビン遺伝子を再度見直し、その構造と機能の多様化をもたらすメカニズムを明らかにすることを目指しており、タンパク質の進化における重要な知見を提供するとともに、タンパク質に新たな機能を人為的に付加するといったアイデアに大きく貢献できるものと期待している。

## 2. 研究の手法

ホヤ（*Ciona intestinalis*）に5つのグロビン遺伝子が存在することを明確にし、それぞれの特異的プライマー対を設計してreal-time PCRにより、初期発生過程（のう胚、遊泳幼生）および成体各組織（脳、エラカゴ、血球、心臓、卵巣、入出水口）における発現量を比較した。脱気した海水中で4時間飼育することで低酸素状態での発現も調べた。

## 3. 結果と考察

- ホヤの5つのグロビン遺伝子の多様性は、ホヤと脊椎動物との分岐後に生じていた。
  - ホヤHb1, Hb2は、おもに遊泳幼生と成体の心臓で発現がみられたが、初期のう胚期、エラカゴなど多くの組織で発現が見られた。
  - ホヤHb3は成体の入出水口（筋肉組織）でのみ発現がみられ、Hb4とMbは、調べたすべての組織で有意な発現はみられなかった。
  - ホヤHb1, Hb2は、低酸素条件で大きく発現が亢進し、その挙動は良く一致した。
- ホヤグロビタンパク質は、海中での付着生活に適応してホヤ独自に多様化していた。ホヤHb1とHb2は酸素運搬等との関わりなどから脊椎動物のヘモグロビン $\alpha$ 鎖と $\beta$ 鎖に、ホヤHb3は発現組織から脊椎動物のミオグロビンに対応すると考えられるが、それら対応する遺伝子間で配列上の類似性は低い。これはグロビタンパク質が、生活様式に対応して比較的容易にその遺伝子を進化させ、新たな機能を獲得できることを示しており、タンパク質の機能を改変する際の大きなヒントとなると期待している。

## 4. 謝辞

本研究を進めるにあたりご指導・ご支援いただいた、関西学院大学の山口宏先生、甲南大学の西方敬人先生に心から感謝します。本研究は、ROOTプログラムの支援のもとで実施しました。

## 5. 参考文献

1. Shionyu M, Takahashi K, Go M. Variable subunit contact and cooperativity of hemoglobins. *J. Mol. Evol.*, **53**: 416-429 (2001).
2. Ebner B, Burmester T, Hankeln T. Globin genes are present in *Ciona intestinalis*. *Mol Biol Evol.* **20** (9):1521-1525, (2003).

## The mechanism of functional diversification of protein;

## Lessons from ascidian globin genes

Nanako Yano (Hakuryo High School, 2nd Grade)

Mentors: Hiroshi Yamaguchi (Kwansei Gakuin University) and Takahito Nishikata (Konan University)

## 1. Purpose of the study

In order to understand relationships between protein structure and function, globin protein superfamily, including hemoglobin  $\alpha$  and  $\beta$  chains, myoglobin, neuroglobin, and cytoglobin, are good model proteins<sup>1</sup>. Ascidians are sister group of vertebrates and, to date, four globin genes (Hb1-4) were found within *Ciona intestinalis* genome, however their functional analyses were not enough<sup>2</sup>. By clarifying how ascidian globin genes were diversified in their sequences and functions, we could add missing pieces of the evolutionary data and find a clue to understand how to design new protein function.

## 2. Method

By reexamining molecular database, we could reveal that *Ciona* genome contains 5 globin genes. Specific primer sets for these 5 genes were designed and, by using real-time PCR, their expression pattern in adult tissues (Brain, Branchial Sac, Hemocyte, Heart, Ovary, and Siphon) and early developmental stages (Gastrula and Swimming Larva) were analyzed. *Ciona* adult was placed in degassed sea water and the existence of induction was examined.

## 3. Result and discussion

- *Ciona* 5 globin genes were diversified after ascidians were evolved from common ancestor to vertebrate and ascidian.
- Hb1 and Hb2 were mainly expressed in swimming larva and heart and less in some tissues.
- Hb3 were expressed only in siphon, which is a muscular tissue.
- Hb1 and Hb2 were induced their expression under hypoxic condition.

Ascidian globin genes were thought to be diversified to fit for the sessile life style. Although, *Ciona* Hb1 and Hb2 could be counterparts of vertebrate hemoglobin  $\alpha$  and  $\beta$  chains and Hb3 could be vertebrate myoglobin, amino-acid sequence similarities between these counter parts were relatively low. These results clearly showed that globin genes can flexibly evolved their sequences and functions. This mechanism might have a hint for artificially designed the protein functions.

## 4. Acknowledgement

I am grateful to Prof. Hiroshi Yamaguchi, and Prof. Takahito Nishikata for their kind guidance and support throughout the research. This research was partially supported by the ROOT program.

## 5. References

1. Shionyu M, Takahashi K, Go M. Variable subunit contact and cooperativity of hemoglobins. *J. Mol. Evol.*, **53**: 416-429 (2001).
2. Ebner B, Burmester T, Hankeln T. Globin genes are present in *Ciona intestinalis*. *Mol Biol Evol.* **20** (9):1521-1525, (2003).

## 環境 DNA を用いてメダカの個体数を定量的に捉える

小林 英里香 菊地 愛梨 鹿股 とほこ（宮城県仙台第一高等学校）  
古井瑛恵・高田美信・渡辺正夫（東北大学大学院生命科学研究所）

## 1 研究の目的と意義

生物は生息している環境にその種特有の痕跡を残している。その一つに環境 DNA がある。前年度まで環境 DNA を用いてミナメダカ (*Oryzias latipes*) の生息状況を調査した。今年度は、環境 DNA を検出する際に用いるリアルタイム PCR を用いて環境 DNA の検出と定量を行い、一定の増幅産物量になるサイクル数 Cq 値をもとにミナメダカの個体数の概算を試みた。

## 2 研究の手法

実験Ⅰ 34L の水槽を 5 個用意し、ミナメダカをそれぞれ 0、1、5、10、15 匹入れて飼育した。3 日後に 500ml の環境水を採水・濾過抽出し、ミナメダカのシトクロム b 遺伝子に特異的なプライマー・プローブを加え、リアルタイム PCR で定量した。増幅前の DNA 量が多いほど早いサイクル数で増幅が確認されるため、Cq 値が低いほど DNA の量が多い、すなわち個体数が多いと推定できる。

実験Ⅱ 前年度までの研究でミナメダカの生息が確認された宮城県内 6 地点において、4 月から 10 月の半年間にわたって環境水を採水し、ミナメダカの生息を確認した。実験Ⅰと同様の手順で Cq 値を求め、実際のミナメダカの生息状況と比較した。

## 3 結果と考察

実験Ⅰ ミナメダカの個体数が多いほど環境 DNA の Cq 値は減少した (図 1)。

実験Ⅱ ①環境が自然に近く Cq 値も低い古い用水路の地点 (茂庭台) では、生息確認が容易であると考えられる。

②4 月・5 月・6 月に Cq 値は検出されたが生息確認することはできなかった地点 (四郎丸) では、水温が低いことにより活動量が減ったため、確認が難化したと考えられる。

③9 月・10 月に生息状況の確認はできたが Cq 値は検出されなかった地点 (下野郷) では、環境 DNA が微量のため採取することができず、検出されなかったと考えられる。

④圃場整備が進み、人的要因の大きい地点 (蒲生) では、生息はしているが、目視では確認が難しいと考えられる。

## 4 謝辞

本研究を行うにあたり、神戸大学大学院人間発達環境学研究科の源利文准教授、東北大学探求型「科学者の卵養成講座」、公益財団法人かずさ DNA 研究所の山川央博士に多大なお力添えをいただいたことをここに感謝します。

## 5 参考文献

高原輝彦・山中裕樹・源利文・土居秀幸・内井喜美子 (2016)

「環境 DNA 分析の手法開発の現状～淡水域の研究事例を中心にして～」日本生態学会誌, 66:583-

599

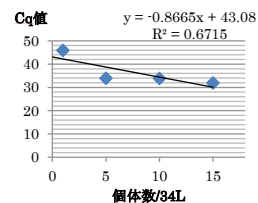


図 1 34L あたりの個体数と Cq 値の関係

表 1 Cq 値とメダカの生息状況  
(未:環境 DNA 未検出 ○:生息確認できた - :未確認)

調査地点	調査日	4/15	5/13	6/23	7/16	9/5	10/16
① 茂庭台	Cq 値	36.22	未	24.09	24.28	24.21	未
	生息状況	—	—	○	○	○	○
② 寺沢沢川	Cq 値	24.27	23.97	23.83	23.93	23.85	未
	生息状況	—	○	○	○	○	○
③ 下野郷	Cq 値	33.16	未	未	未	未	30.99
	生息状況	—	—	—	—	○	○
④ 四郎丸	Cq 値	34.21	31.81	31.91	未	未	未
	生息状況	—	—	—	—	—	—
⑤ 蒲生	Cq 値	未	33.27	31.42	未	未	未
	生息状況	—	—	—	—	—	○
⑥ 大郷	Cq 値	未	23.96	24.26	23.54	26.63	22.02
	生息状況	—	○	○	○	○	○

## Quantitative changes in medeka population using environmental DNA

Erika Kobayashi, Airi Kikuchi (2nd grade), Toko Kanomata (Sendai First High School, 1st grade)

Akie Furui, Yoshinobu Takada, Masao Watanabe (Tohoku University)

## 1. Purpose of study

Organisms leave species-specific molecules in the environment where they live. One of them is environmental DNA (eDNA). We investigated the habitat of southern medaka on Miyagi area using eDNA. In this study, we estimated the number of southern medaka in different positions by detecting eDNA based on the Cq value of real-time-PCR.

## 2. Research method experiment

As an Experiment I, the different number of southern medaka fishes (0, 1, 5, 10, or 15) were cultivated in 34L water tanks, respectively. After three days, DNA was extracted from cultivated water. DNA was amplified from extracted DNA as a template with specific primers for gene encoding cytochrome B of southern medaka by using real-time RCR system. The real measured number of medaka was compared the Cq value estimated from PCR experiments. As an Experiment II, this real-time PCR system was applied to natural condition of Miyagi area. Water for extracting DNA was collected from six different points of natural and artificial rivers from April to December, 2018. DNA amplification and Cq value determination was also performed according to Experiment I methodology.

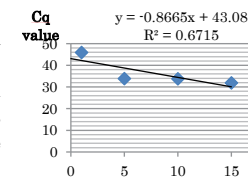


Fig. 1. The relationship between Cq value and the number of medaka

## 3. Result and discussion

On the experiment I, between Cq values and the number of cultivated medaka, linearity was partially observed. Furthermore, when the number of cultivated medaka was increased, Cq value was decreased, indicating Cq value could use to evaluate the number of cultivated medaka (Fig. 1). From the experiment II, four interesting points were found, as follows. At first, On the natural or old artificial river (Moniwadai), Cq value was relatively lower. Secondly, on Shiroumaru point, Cq value was detected, living medaka was not observed owing to lower water temperature. Thirdly, reverse phenomenon (Cq value was not detected, living medaka was observed) was observed on Shimonogo point owing to lower activity of medaka by lower water temperature. Fourthly, human activity factor should affect observing living medaka, like Gamo point.

## 4. Acknowledgement

We thank to Motofumi Genji (Kobe University) and Hiroshi Yamakawa (Kazusa DNA Research Institute) for supporting real-time PCR experiments. Our works are partially supported by grant from EGGS, Tohoku University.

## 5. References

Teruhiko Takahara, Hiroki Yamanaka, Toshifumi Minamoto, Hideyuki Doi, Kimiko Uchii (2016) Current state of biomonitoring method using environment DNA analysis. JAPANESE JOURNAL OF ECOLOGY. 66:583-599

Point		Date					
		4/15	5/13	6/23	7/16	9/5	10/16
① Moniwadai	Cq value	36.22	no	24.09	24.28	24.21	no
	Habitat situation	—	—	○	○	○	○
② Shigasawa	Cq value	24.27	23.97	23.83	23.93	23.85	no
	Habitat situation	—	○	○	○	○	○
③ Shimonogou	Cq value	33.16	no	no	no	no	33.99
	Habitat situation	—	—	—	—	○	○
④ Shiroumaru	Cq value	34.21	31.81	31.91	no	no	no
	Habitat situation	—	—	—	—	—	—
⑤ Gamo	Cq value	no	33.27	31.42	no	no	no
	Habitat situation	—	—	—	—	—	○
⑥ Oosato	Cq value	no	23.96	24.26	23.54	26.63	22.02
	Habitat situation	—	○	○	○	○	○

no: eDNA were not detected

○: Habitat confirmed - : unconfirmed

## 表皮分化に必要な脂肪酸合成酵素遺伝子は花粉形成過程でも機能するか？

鈴木悠世（山形県立米沢興譲館高等学校 2年） 佐久間結菜（岩手県立花巻北高等学校 2年）  
担当教員 伊藤幸博（東北大学大学院農学研究科・准教授）

## 1. 研究の目的と意義

イネの *onion2* (*oni2*)、*oni4* は、表皮が正常に分化しない劣性の突然変異体であり、これらの遺伝子は表皮分化に必要な遺伝子と考えられる (図 1)。この *oni2* および *oni4* 突然変異体のヘテロ株の自殖種子を播種すると、突然変異体の表現型を示す個体が 21% から 23% しか現れず、メンデルの法則から劣性単一因子の場合に予想される 25% よりも低かった。その原因として、以下の 3 つの可能性が考えられた。(1) *ONI2* および *ONI4* が花粉でも発現していることから、これらの遺伝子は花粉形成や受粉過程でも機能しており、その遺伝子機能の喪失により花粉形成や受粉過程で異常が起こり、次世代への伝達率が下がった可能性、(2) 発芽しない種子も見られたことから、*ONI2* および *ONI4* は発芽でも機能しており、突然変異ホモの種子は発芽率が低下した可能性、(3) 遺伝的浸透度が 100% でなく、遺伝子型が突然変異ホモでも表現型が野生型になる個体がある可能性、の 3 つが考えられた。本研究では、これらの可能性のどれが正しいかを検討した。

## 2. 研究の手法

*oni2* ヘテロ株および *oni4* ヘテロ株の自殖種子約 200 粒を播種し、その表現型の分離比と遺伝子型の分離比を調べた。

## 3. 結果と考察

*oni2* ヘテロ株の次世代では突然変異ホモ株が 21.7% しか現れず (表 1)、突然変異遺伝子が次世代に伝達しにくいことがわかった。生殖器官の発生や機能に影響している可能性が考えられた。また、*oni4* では突然変異ホモ株が 24.4% とメンデルの法則から予想される 25% と大差ない割合で現れ (表 1)、さらに表現型が野生型と判別された個体でも遺伝子型が突然変異ホモを示した個体が見られた。従って、*oni4* は遺伝的浸透度が低いと考えられた。

## 4. 謝辞

*oni2*、*oni4* 突然変異体は *Tos17* ミュータントパネルから分離した。

## 5. 参考文献

Tsuda K, Akiba T, Kimura F, Ishibashi M, Moriya C, Nakagawa K, Kurata N, Ito Y (2013) ONION2 fatty acid elongase is required for shoot development in rice. *Plant Cell Physiol* 54, 209-217

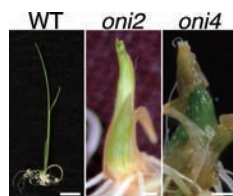


図 1. *oni2* および *oni4* の発芽 2 週間後の形態

## Does a fatty acid elongase gene required for epidermis development also play a role in pollen development?

Yusei Suzuki (Yonezawa Kojokan High School) Yuna Sakuma (Hanamakikita High School)

## 1. Purpose of the study

Recessive mutations of *ONION2* (*ONI2*) and *ONI4* result in failure of normal epidermis development (Fig. 1). When self-pollinated progenies of *oni2* or *oni4* heterozygous plants were germinated, only 21% to 23% showed a mutant phenotype, which is lower than the expected ratio of 25% from Mendel's law of inheritance. As the reason, we assumed following three possibilities: (1) Because *ONI2* and *ONI4* are expressed in developing pollens, these genes play a role in pollen development or fertilization processes, and mutations of these genes brought about a certain defect that resulted in a reduced transmission rate of mutated genes to siblings, (2) Because some seeds did not germinate, *ONI2* and *ONI4* play a role in germination, and homozygous mutant seeds showed a reduced germination rate, (3) the penetrance of *ONI2* and *ONI4* is not 100%, and some homozygous mutant seedlings showed a wild-type phenotype. In this study, we examined which of these three possibilities is in the case.

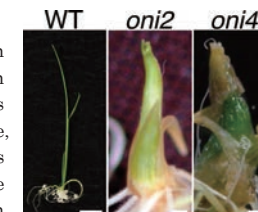


Fig 1. Gross morphology of *oni2* and *oni4* seedlings.

## 2. Method

About 200 self-pollinated seeds obtained from *oni2* or *oni4* heterozygous plants were germinated, and their phenotypes and genotypes were examined.

## 3. Result and Discussion

Only 21.7% of self-pollinated progenies of *oni2* heterozygous plants showed a mutant homozygous genotype (Table 1), indicating that transmission rate of *oni2* mutant allele is lower than expected. This suggests that *ONI2* may play a role in gametophyte development or fertilization. In *oni4* heterozygous plants, however, 24.4% of self-pollinated progenies showed a mutant homozygous genotype, and a few genotypically mutant homozygous plants showed a wild-type phenotype. This indicates low penetrance of *oni4*.

## 4. Acknowledgement

*oni2* and *oni4* mutants were obtained from the *Tbs17*-mutant panel.

## 5. References

Tsuda K, Akiba T, Kimura F, Ishibashi M, Moriya C, Nakagawa K, Kurata N, Ito Y (2013) ONION2 fatty acid elongase is required for shoot development in rice. *Plant Cell Physiol* 54, 209-217



## 「菌」が持つ多様な機能とゲノム情報

大竹 知佳（横浜雙葉高等学校 2年）・金久保 萌衣（真岡女子高等学校 2年）・  
田鍋 彩葉（富士見中学高等学校 2年）・中田 明里（韭山高等学校 2年）

## 1. 研究の目的と意義

「菌」には、食品生産に利用される菌、植物病原菌、生物農薬菌など様々な機能を持つものがある。これら3種類の菌の代表的なものを用い、機能性を比較、それをゲノム情報と併せて解析、利用の可能性を考察することを目的とした。

## 2. 研究の手法

- 2.1 本研究で用いた菌：黄麹菌（*Aspergillus oryzae*）、トマト萎凋病菌（*Fusarium oxysporum* JCM 12575）、非病原性フザリウム菌（*Fusarium commune* W5）
- 2.2 デンプンをグルコースにする力（糖化能）の測定：蒸した米を培地として前培養、さらに本培養し、培養物のグルコースとエタノール濃度をバイオセンサーなどで測定した。
- 2.3 植物に病気を起こす力の評価：トマト（桃太郎）苗の根部に、菌の孢子懸濁液を灌注接種し、6週間後に病徴を観察、病気を起こす力を評価した。
- 2.4 植物の病気を防ぐ力の評価：トマトの根部に、菌の孢子懸濁液を灌注処理し、1週間後にトマト萎凋病菌を灌注接種し、6週間後に病徴を観察、病気を防ぐ力を評価した。
- 2.5 ゲノム情報：ゲノムデータ（NCBI 及び農工大）を用いて糖化に関与する可能性のある遺伝子を検索した。

## 3. 結果と考察

- 3.1 デンプンをグルコースにする力（糖化能）：トマト萎凋病菌＞非病原性フザリウム菌＞黄麹菌の順に糖化能は高かった。トマト萎凋病菌はエタノールも産生した。
- 3.2 植物に病気を起こす力：トマト萎凋病菌のみがトマトに病気を起こす力を持っていた。
- 3.3 植物の病気を防ぐ力：非病原性フザリウム菌のみがトマト萎凋病を防ぐ力をわずかに持っていた。
- 3.4 糖化に関与する遺伝子：ゲノム情報を解析した結果、黄麹菌がアミラーゼ遺伝子を複数持つのに対し、トマト萎凋病菌と非病原性フザリウム菌はアミラーゼ遺伝子を1つ、グルコシダーゼ遺伝子を複数持っていた。
- 3.5 考察：トマト萎凋病菌が植物に病気を起こす力に加えて、糖化能を持つことが分かった。トマト萎凋病菌を使って、薄紫色の甘酒が作れるかもしれない。

表1 調査した3つの菌の機能性のまとめ

調べた機能	菌		
	黄麹菌 <i>A. oryzae</i>	トマト萎凋病菌 <i>F. oxysporum</i>	非病原性フザリウム菌 <i>F. commune</i>
糖化能	±	+	+
植物に病気を起こす力	—	+	—
植物の病気を防ぐ力	—	試験せず	±

4. 謝辞：有江 力（担当教員）・小寺 俊丞・斎藤 大幹（東京農工大学 大学院 農学研究院 植物病理学研究室）
5. 参考文献：有江力（2019）*温故知新* **56**:109–114、かわしま屋 HP；<https://kawashima-ya.jp>、Machida M et al (2005) *Nature* **438**:1157–1161

## Various Functions and Genome Information of "Fungi"

Chika Otake (Yokohama Futaba High School), Mei Kanakubo (Moka Women's High School), Iroha Tanabe (Fujimi High School), Akari Nakata (Nirayama High School)

## 1. Purpose of the study

"Fungi" have various functions such as food process, plant pathogenicity and biocontrol activity. In this study we aimed to compare the functions of these three types of fungi and analyze their genomic information.

## 2. Methods

- 2.1 Fungi used in this study: Koji Fungus (*Aspergillus oryzae*), Tomato wilt fungus (*Fusarium oxysporum* JCM 12575), Non-pathogenic *Fusarium* (*Fusarium commune* W5)
- 2.2 Evaluation of ability to convert starch into glucose (saccharification ability): Fungi were cultured on steamed rice, and glucose and ethanol concentrations of the culture were measured with a biosensor.
- 2.3 Evaluation of plant pathogenicity: Tomato (Momotaro) seedlings were inoculated with a spore suspension of fungi, and the symptoms were observed to evaluate the pathogenicity after 6 weeks.
- 2.4 Evaluation of biocontrol ability to plant diseases: Tomato roots were treated with a spore suspension of fungi, and after 1 week, tomato wilt pathogen was infused. The symptoms were observed after 6 weeks and the biocontrol ability of each fungus were evaluated.
- 2.5 Genome information: Genome data (NCBI and TUAT) were used to find the genes that can be involved in saccharification.

## 3. Results and discussion

- 3.1 Saccharification ability: The saccharification ability was higher in the order of tomato wilt fungus > non-pathogenic *Fusarium* > Koji fungus. Tomato wilt fungus produced ethanol, too.
- 3.2 Plant pathogenicity: Only the tomato wilt fungus had pathogenicity to tomatoes.
- 3.3 Biocontrol activity: Only non-pathogenic *Fusarium* slightly prevented tomato wilt disease.
- 3.4 Genes involved in saccharification: Tomato wilt fungus and non-pathogenic *Fusarium* seemed to have one amylase gene and multiple glucosidase genes.
- 3.5 Discussion: We found that the tomato wilt fungus had saccharification ability in addition to its pathogenicity to tomato plants.
4. Acknowledgment: Tsutomu Arie, Shunsuke Kotera, Hiroki Saito (Laboratory of Plant Pathology, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology)
5. References: Arie T (2019) *Onkochishin* **56**:109–114; Kawashima-ya HP, <https://kawashima-ya.jp>; Machida M et al (2005) *Nature* **438**:1157–1161

## 好塩性細菌の塩害対策への応用

山田宗草（今治西高等学校2年）

担当教員：河田美幸（愛媛大学農学部）

## 1. 研究の動機と意義

太陽の熱で海水を蒸発させて作った塩である「天日塩」の中には好塩性細菌が休眠している。私はその細菌の高塩分濃度に適応する仕組みに興味を持ち研究を始めた。先行研究で、好塩性細菌は土壌中の塩分濃度を上げる効果がある<sup>1)</sup>と報告されていたが、そのメカニズムについては明らかにされていなかった。そこで、私が好塩性細菌の土壌中の塩分濃度を下げるメカニズムを明らかにすることによって、世界中で問題になっている塩害の解決につながることも大いに期待できると考えた。

## 2. 研究の手法

市販の天日塩 19 種類を用意し、液体培地で培養した後、培養液をマリンブロス寒天培地（海洋性細菌専用）に塗布して菌体のコロニーを得た。次に得られた菌体のうち状態の良かったものについて 16S rRNA を用いた菌種の同定を行った。同定ができた菌種について NaCl 濃度・培養温度を変化させて培養し、その菌種に最も適した条件を濁度によって評価した。

## 3. 結果と考察

19 種類の天日塩のうち、15 種類の天日塩で菌体の増殖を確認することができた。それらの菌体のうち P2 株をグラム陰性好塩性海洋細菌の *Cobetia marina* であると同定することができた。NaCl 濃度・培養温度を変化させて培養した結果を図 1 に示す。いずれの温度でも NaCl 濃度 1.0M の時に最も濁度の値が大きくなり、NaCl 濃度が下がっていくに伴い、濁度の値も小さくなっていった。また、最も濁度が大きくなった 1.0M だけに着目したものを図 2 に示す。培養開始から 1 日後の 40 °C の時に他の温度よりも濁度が大きくなっている。これらの結果から NaCl 濃度 1.0M、培養温度 40 °C が *Cobetia marina* にとっての最適条件であることが明らかになった。今後は新たに同定できた *Halobacillus halophilus* や *Thalassospira* についても同様の実験を行っていく。

## 4. 謝辞

マリンチャレンジプログラムで株式会社リバネスの瀬野亜希さん、京都大学生命科学研究科の高堂将広先生に助言していただきました。日立ハイテクノロジーズに走査型電子顕微鏡を無償貸与していただきました

## 5. 参考文献

1) 大嶺聖 モスクード・アジズル エドワード・ラジャ・シェライア (2013) 「津波被害を受けた農地の塩害対策と地盤環境に関する考察」 理論応用力学講演会 講演論文集 2013

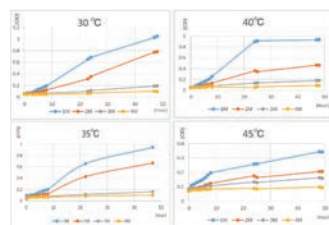


図 1 培養結果

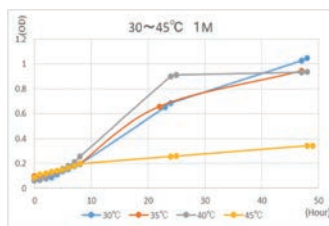


図 2 各温度での 1.0M

## An application of halophilic bacteria as countermeasure against salt damage

Shuso Yamada (Imabari West High School 2<sup>nd</sup> grade)

Supervisor: Miyuki Kawada (Ehime University)

## 1. Purpose of the study

Halophilic bacteria have been found in sun-dried salt that is obtained from seawater using sun power. I began this study because I have been interested in its mechanism of adapting to high salinity. According to reference, the halophilic bacteria have the effect to decrease salinity in the soil. However its mechanism has not been proven. I want to clarify the mechanism and apply it to salt damage that is a severe environmental problem all over the world recover.

## 2. Method

I selected 19 kinds of commercially available sun-dried salt, added enough amount to the basic salt medium to make them supersaturated respectively, and cultured them for 1~2 weeks. Next, I identified the isolated bacterial strains to the isolated bacterial strains based on 16S rRNA sequence. About the bacterial strains I have identified, I checked the most suitable conditions for increasing the population by changing salinity and culture temperature.

## 3. Result and Discussion

Among 19 kinds of sun-dried salt, I could isolate bacterial strains from 15 varieties of sun-dried salt on marine broth agar. I identified that P2 is *Cobetia marina* that is gram-negative halophilic bacteria. The result cultured by changing salinity and culture temperature is shown in Table1. At any temperature, the turbidity was the largest when the NaCl concentration was 1.0 M, and the turbidity became smaller as the NaCl concentration decreased. Fig. 2 shows the result of only 1.0M, the highest turbidity. The turbidity is higher than other temperatures at 40 °C on day 2. From these results, it became clear that the NaCl concentration of 1.0M and the culture temperature of 40 °C were the optimum conditions for *Cobetia marina*.

## 4. Acknowledgement

I have gotten advice from Ms. Aki Seno of Leave a Nest Co., Ltd. and Mr. Masahiro Takado of Kyoto University. We had Hitachi High Technologies borrow a scanning electron microscope free of charge. I thank Professor Wei Zhou (Ehime Univ.) for proofreading the manuscript

## 5. Reference

Kiyoshi Omine, M.Azizul Moqsud, Chellaiah Edward Raja (2013) "A Study on Restoration of Agricultural Land Damaged by Tsunami and its GeoEnvironment"

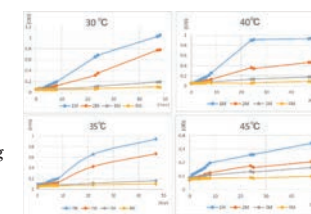


Fig.1 The results of culture

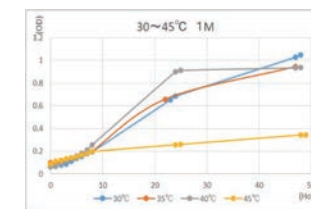


Fig.2 1M at each temperature

## 形態的に類似したユノシマミミズとヒトツモンミミズの遺伝学的解析

遠藤 颯 (栃木県立小山高等学校 1 年)

南谷 幸雄 (栃木県立博物館)

松田 勝・宮川一志 (宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター)

## 1. 研究の目的と意義

ミミズは、土を掘り返せば何処でもすぐにその姿を見つけることが出来る身近な生き物である。肥沃な土壌は、より良い植物を育てて豊かな生態系を作り、私たちの生活も豊かにしてくれる。そんな豊かな土壌を作るにはミミズの存在が不可欠である。SDGs の一つでもある陸の豊かさを守るには、再利用可能な土壌を作る事が大きな一つの課題でありそのキーマンはミミズである。

一方、ミミズの分類に関する研究はほとんど進んでおらず、種の分類がはっきりしていない場合も多い。本研究では同所的に分布している上に形態が類似し、種としての分類の難しいヒトツモンミミズとユノシマミミズを遺伝子レベルで解析することを目的とした。

## 2. 研究の手法

栃木県日光市の 1 地点で採集した 22 個体のミミズを対象とし、形態を比較するとともに DNA を抽出してミトコンドリア DNA の COI 遺伝子の一部を PCR 法で増幅し、その塩基配列を元に系統樹を作成した。

## 3. 結果と考察

今回採集した 22 個体のミミズは、形態的には 3 つに分類できた。一方、1 個体を除いた 21 個体の塩基配列を得ることができた。決定した 21 個体分の塩基配列と DNA データバンクに登録されているユノシマミミズとヒトツモンミミズの塩基配列を加えて、ミトコンドリア COI 遺伝子の系統樹を作成したところ図 1 に示すように、I～IV の 4 つクレードに分けることができた。

クレード I は形態的にユノシマミミズと分類できた個体と一致した。クレード II はヒトツモンミミズと分類した個体と一致した。クレード IV は形態的に分類できない個体と一致した。一方、形態的にヒトツモンミミズに分類した個体の 1 個体はクレード III のミトコンドリア DNA を持っていた。今後、この個体の形態を詳細に調べることで、ヒトツモンミミズとは別の種であることがわかるかもしれない。

## 4. 謝辞

実験をサポートしていただいた宇都宮大学大学院生の瀬戸彬氏に感謝します。

## 5. 参考文献

「日本産ミミズ大図鑑」<https://japanese-mimizu.jimdo.com>

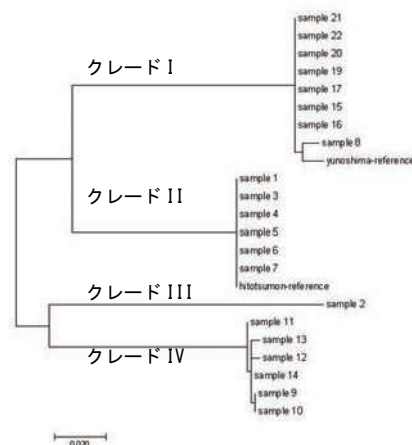


図 ミトコンドリア DNA の COI 遺伝子 600 塩基を元にして NJ 法で作成した系統樹。クレード I, II, III, IV の 4 つに分類できた。

Genetic analyses of *Megascolecidae* species

Hayato Endo (Oyama High School)

Yukio Minamiya (Tochigi Prefectural Museum)

Masaru Matsuda, Hitoshi Miyakawa (Utsunomiya University)

## 1. Objective of the study

Earthworms are familiar life that can be found anywhere. Rich soil enriches our lives as a result of growing better plants and creating a rich ecosystem. The existence of earthworms is indispensable for creating such a rich soil. One of the important elements is earthworms to maintain the richness of the land, which is consistent with “Life on Land,” one of the SDGs, is one of the major issues. Conversely, research on classification of earthworms have hardly progressed, and classification of this species is often unclear. The purpose of this study is to analyze *Amyntas hilgendorfi* and *A. yunoshimensis*, which are distributed sympatrically, have similar morphology, and are difficult to classify, at the gene level.

## 2. Materials and Methods

We used 22 earthworms collected at one site in Nikko City, Tochigi Prefecture. After comparing the morphology, the DNAs were extracted. Then, a part of COI gene of mitochondrial DNA (mtDNA) was amplified by PCR method, and a phylogenetic tree was created based on the nucleotide sequences.

## 3. Results and Discussions

The 22 earthworms collected were morphologically classified

into three groups. On the other hand, we obtained the nucleotide sequences of 21 individuals excluding 1 individual. We, then, created a phylogenetic tree of the mitochondrial COI gene, including the other two nucleotide sequences, which are *A. hilgendorfi* and *A. yunoshimensis* registered in the DNA data bank. As a result, the COI gene was divided into four, clades I, II, III and IV (Figure).

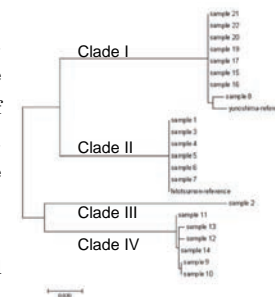
Clade I was consistent with a group that could be morphologically classified as *A. yunoshimensis*. Clade II was consistent with a group classified as *A. hilgendorfi*. Clade IV was consistent with a group that could not be morphologically classified. On the other hand, one of the individuals morphologically grouped as *A. hilgendorfi* had clade III DNA. In the future, it will be necessary to investigate the morphology of this individual in detail.

## 4. Acknowledgements

The authors thank Mr. Akira Seto, graduate student of Utsunomiya University, for supporting the experiments.

## 5. References

「日本産ミミズ大図鑑」<https://japanese-mimizu.jimdo.com>



NJ tree based on nucleotide sequences of mitochondrial COI. The nucleotide sequences were divided into 4 clades.

## 天然記念物ミヤコタナゴの遺伝学的解析

江原 環・鬼澤 璃万（栃木県立宇都宮中央女子高等学校 2 年，1 年）

滝沢 宏之（栃木県立宇都宮中央女子高等学校）

松田 勝・鈴木 智大（宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター）

## 1. 研究の目的と意義

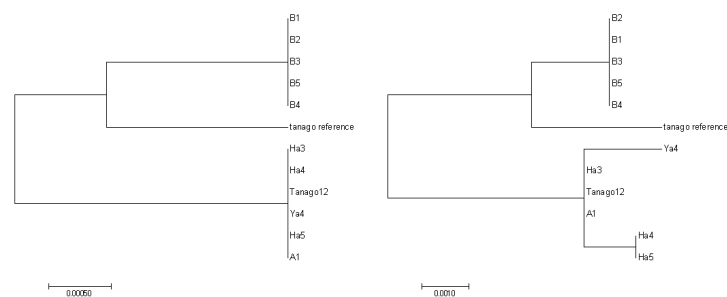
ミヤコタナゴはコイ科に属する小型の淡水魚で、野生の個体数が激減していることから、国の天然記念物（1974 年）に指定されている。栃木県内 4 カ所の生息地由来の系統は県水産試験場で維持繁殖されている。本研究では、核の DNA より 5-10 倍進化速度の早いミトコンドリア DNA の全塩基配列を解析し、配列のどの部分を解析することがミヤコタナゴの種内系統群を識別する目的に最適であるかを調べることにした。

## 2. 研究の手法

これまでの研究で塩基配列の決定されていた栃木県産のミヤコタナゴ 11 個体の全ミトコンドリア DNA 配列を DNA 配列データの分子進化・系統学的解析を行うためのソフトウェアを用いて遺伝子ごとに解析した。

## 3. 結果と考察

下に遺伝子ごとに解析した結果の一部を示す。どの遺伝子を調べても大きく 3 つのクレードに分かれた。しかし、解析する遺伝子によって、3 つ目のクレード内の樹形は異なった。さらに詳細に解析することで、どの遺伝子のどの部分を比較することが系統間や系統内の多様性を調べる目的に最適かを明らかにしていきたい。



A. COII の全塩基配列に基づく系統樹

B. ND5 の全塩基配列に基づく系統樹

## 4. 謝辞

配列の解析をサポートしていただいた瀬戸彬氏（宇都宮大学大学院）に感謝します。

## 5. 参考文献

H. Kubota, K. Watanabe, N. Suguro, M. Tabe, K. Umezawa, S. Watanabe Genetic population structure and management units of the endangered Tokyo bitterling, *Tanakia tanago* (Cyprinidae). Conservation Genetics (2010) 11:2343-2355

Genetic analyses of *Tanakia tanago* species

Tamaki Ehara, Rima Onizawa (Utsunomiya Chuo Girls' Senior High School)

Hiroyuki Takizawa (Utsunomiya Chuo Girls' Senior High School)

Masaru Matsuda, Tomohiro Suzuki (Utsunomiya University)

## 1. Objective of the study

The Tokyo bitterling, *Tanakia tanago*, is a small fresh water fish native to Japan and is proclaimed as a National Monument by the Japanese government. Therefore, we have to get permission in advance from government to use invasive procedures that involve injuring of the fish body or tissues. This includes fin clipping for DNA extraction.

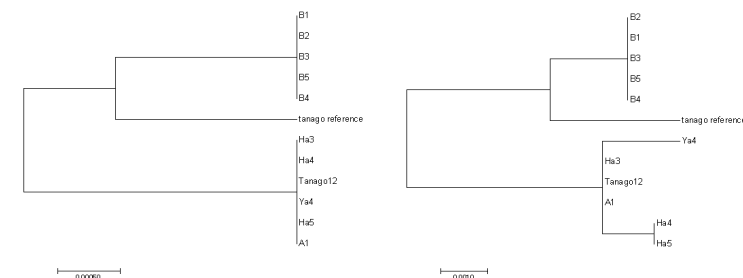
Four habitats derived from natural populations in Tochigi Prefecture are maintained and bred at the Prefectural Fisheries Experiment Station. In this study, we analyzed the entire nucleotide sequences of 11 mitochondrial DNA, which is 5-10 times faster than nuclear DNA, of Tokyo bitterling, and which part of the sequence is optimal for identifying the intra-specific variations.

## 2. Materials and Methods

We analyzed total mitochondrial DNA sequences of 11 Tokyo bitterling from Tochigi Prefecture. Those nucleotide sequences were determined in previous studies, for each of genes using software for molecular evolution and phylogenetic analysis of DNA sequence data.

## 3. Results and Discussions

Some of the results of analysis for each gene were shown below. DNA sequences were divided into three clades. However, the tree topology within the third clade differed depending on the gene to be analyzed. By analyzing in more detail, we would like to clarify which part of which gene is the most suitable for the purpose of examining diversity between strains.



A. A phylogenetic tree based on COII gene sequences.

B. A phylogenetic tree based on ND5 gene sequences.

## 4. Acknowledgements

We would like to thank Mr. Akira Seto (Graduate School of Utsunomiya University) who supported the analysis of the nucleotide sequences.

## 5. References

Kubota et al. Genetic population structure and management units of the endangered Tokyo bitterling, *Tanakia tanago* (Cyprinidae). Conservation Genetics (2010) 11:2343-2355



## コウモリの生態

彌永 千穂 (広島市立広島中等教育学校 5 年)

西堀 正英准教授 (広島大学大学院統合生命科学研究科)

## 1. 研究の目的と意義

絶滅危惧Ⅱ類に指定されているオヒキコウモリが、広島中等教育学校では数年前から、目撃されたり保護されたりしている。コウモリは病原体やウイルスを媒介することがあるが、生態(生息範囲・活動時期・食性・媒介する病原体やウイルスなど)が明らかな種の報告は少なく、保護やウイルス媒介対策が困難である。そこで本研究では、非侵襲的、かつ採取が容易であるコウモリの糞を用いた食性を解明する方法を確立することを目的とし、今後のオヒキコウモリのみならず、コウモリ全般における生態解明の一助にしたい。

## 2. 研究の手法

日本全国に分布していて定期的な糞の採取が可能である、野生のキクガシラコウモリの糞を用いて、糞からの食性解明方法を確立した。(採取は2018/10/28から約1年、定期的に実施した。)その後オヒキコウモリの糞を採取、および観察を行った。糞は採取後、顕微鏡で観察し、写真を撮って記録した。

## 3. 結果と考察(図表等)

糞の内容物は主に、鱗粉、羽、複眼、関節などであった。特に鱗粉が多く含まれており、その形や大きさは様々で、ガの仲間を好んで食べているのではないかと考えられる。観察によって、野生のキクガシラコウモリは食虫性であることが確認され、約1年を通して、その食性はあまり変化していないことが明らかとなった。また本研究によって、コウモリの糞の内容物を考察することで、食性を明らかにすることが可能であることが示唆された。

## 4. 謝辞

本研究にご協力いただいております、広島大学大学院生物圏科学研究科;西堀正英准教授、広島市安佐動物公園;畑瀬淳学芸員、野田亜矢子獣医師に厚く御礼申し上げます。

## 5. 参考文献

- (1) オヒキコウモリ生息地の記録 船越ほか 1999
- (2) オヒキコウモリの集団ねぐら 畑瀬ほか 1999
- (3) 食虫性コウモリ類の超音波音声による種判別 船越 2010
- (4) 糞抽出 DNA 分析による個体識別法の道路環境アセスメントへの適用可能性 園田ほか 2014
- (5) 非侵襲的試料を用いた DNA 分析 - 試料の保存, DNA 抽出, PCR 増幅及びヒゲ解析の方法について - 井上 2015
- (6) 糞からの環境 DNA を利用したアカミミガメの食性解析 小出水ほか 2016

## The Ecology of Bats

Chiho Iyanaga (Hiroshima Municipal Hiroshima Secondary School 11<sup>th</sup> grade)

Masahide Nishibori (Graduate School of Integrated Sciences for Life, Associate Professor)

## 1. Purpose of the study

The Free-Tailed Bats which have been specified as an endangered species II have been found and protected in our school. It is said that bats carry pathogens, virus and so on, however, it's difficult to protect bats and to take not being carried pathogens measures because there are few reports of species with obvious ecology (habitat distribution, active period, feeding habit, pathogens and virus which bats carry and so on). In this study, we would like to establish a way to elucidate the feeding habit using bat's excrement because it is a non-invasive method and easily to correct. Also, we would like to help elucidating all of bats' ecology, not only the Free-Tailed Bats.

## 2. Method

We use the Greater-Hourseshoe Bats' excrement since it is easily to collect and they live everywhere in Japan, and then, we established a way to elucidate the feeding habit using bat's excrement (we collected their excrement for about one year). After that, we collected the Free-Tailed Bats' excrement, observed by microscope and recorded in pictures.

## 3. Result and discussion

The excrement contained scales, wings, component eyes and so on. We especially discovered a lot of various and sizes scale so we think that the Greater-Hourseshoe Bats like to eat moths. We could find that wild bats usually eat insects. In the observation for a year, it was almost same that a kind of insects which bats ate. As a result, we found that it is possible to reveal the feeding habit of bats using excrement by examining them.

## 4. Acknowledgement

I would like to express my gratitude to Mr. Masahide Nishibori (Graduate School of Integrated Sciences for Life, Associate Professor), Mr. Jun Hatase (Hiroshima Municipal Asa Zoological Park, Curator) and Ms. Ayako Noda (Hiroshima Municipal Asa Zoological Park, Veterinarian).

## 5. References

- (1) A habitat distribution of the Free-Tailed Bats, Mr. Funakoshi, 1999
- (2) A roost of the Free-Tailed Bats, Mr. Hatase, 1999
- (3) Acoustic identification of thirteen insectivorous bat species, Mr. Funakoshi, 2010
- (4) Assessing the feasibility of identifying individual mammals by fecal DNA analysis to evaluate the environmental impacts of a road, Mr. Sonoda, 2014
- (5) DNA analysis using noninvasive samples, Mr. Inoue, 2015
- (6) Analysis of food habit for the red-eared sliders using environmental DNA extracted from their feces, Mr. Koizumi, 2016

## PEC エッチング法を用いた GaN 低ダメージプロセスの開発

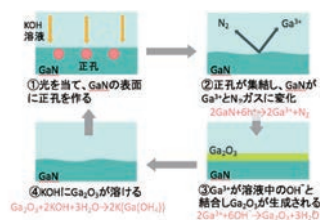
名古屋大学教育学部附属高等学校 大友志穂 岐阜県立岐阜高等学校 西脇千裕

## 1. 研究目的と意義

近年、地球温暖化などの環境問題を背景として、電化製品の電力交換の効率向上が望まれており、製品の小型軽量化・高効率化を実現できる 窒化ガリウム (GaN) が注目されている。しかしながら GaN は、エッチングという加工技術の過程でダメージを受け、効率が低下する。そのため、エッチング過程の改良について研究を行なった。

## 2. 手法

従来のエッチング法に代わる新規法の PEC エッチング (Photo Enhanced Chemical Etching) は光を用い、電気化学的に表面を削る。この方法の過程は右図の通りだ。電解液である水酸化カリウム (KOH) 溶液の中に入れた GaN に光を当て、表面上に正孔を作る。これにより GaN から分解されたガリウムイオンと溶液中の OH<sup>-</sup> が結合し、酸化ガリウムが生成され、これが KOH 溶液溶ける。この工程を



繰り返し、GaN の表面を削る。私たちは、電圧や KOH 溶液濃度がエッチング後の表面の平坦性に与える影響を調べた。その後顕微鏡を使い、表面の様子や凹凸を観察した。また、エッチングされた GaN の特性を評価するため、ダメージ具合を PL 法で評価し、従来の方法と比較した。

## 3. 結果と考察

その結果、表面の起伏を微細にし、滑らかにするためには電圧を付加し、KOH 溶液濃度を低下することが有効であると分かった。これは電圧を付加することで正孔の発生速度が上がり、溶液濃度が低下したことで正孔の発生速度と OH<sup>-</sup> の供給速度のバランスがとれ、正孔が均一に分散することができたからと考える。また、新規エッチング法は従来の方法よりも与えるダメージが少ないことが観測された。これは当初の期待通り、従来法ではプラズマを利用してイオンを GaN にぶつけるため、エッチングと同時にダメージを与えるのに対して、今回試みた PEC エッチングでは、溶液を使用して化学反応で削ったためにダメージが少なかったと考えられる。

しかし、同じ試料のエッチング面でも場所によって起伏状態のばらつきがあり、製品化するのが困難である。今後はこのばらつきをなくし、全面が滑らかな試料を作製し、PEC エッチングを用いた GaN のデバイスの作製をしていきたい。

## 4. 謝辞

本研究にあたり、貴重な研究の場を与えてくださった、名古屋大学天野浩先生に感謝いたします。また、実験の指導をしてくださり、実験にご協力いただいた 福島颯太さん、小倉昌也さん、三浦史也さんをはじめとする天野研究室の皆さまに感謝いたします。そして、このような貴重な機会を与えていただいた名古屋大学 MIRAI GSC の先生方、運営のみなさまに感謝いたします。

## 5. 参考文献

- M. Hikita, et al. ; GaN-Based Power Devices : Panasonic Technical Journal, 55, No.2, p21 (2009)  
F. Horikiri et al. ; Excellent wet etching technique using pulsed anodic oxidation for homoepitaxially grown GaN layer : Jpn. J. Appl. Phys. 57 086502(2018)

## Development of a Low Damage GaN Process Using Photo Enhanced Chemical Etching

Shiho Otomo (Nagoya University Affiliated Upper Secondary High School)

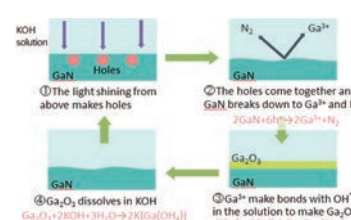
Chihiro Nishiwaki (Gifu High School)

## 1. Purpose of the study

In recent years, due to the progress of global warming, efficiency improvement in power exchange is expected. Gallium Nitride (GaN), which enables devices to become smaller and more efficient, is gaining attention. However, GaN can be damaged during a process called “etching” which results in low efficiency. Therefore, we conducted an experiment on the improvement of the etching process.

## 2. Method

A new method called PEC (Photo Enhanced Chemical) etching uses irradiation and electrochemically etches the surface, replacing the conventional method. The process of PEC etching is shown in right. The light shines over the GaN in potassium hydroxide (KOH) solution which is an electrolyte solution. This allows holes to generate on the surface and by doing so, the Ga ions from GaN and OH<sup>-</sup> in the solution bond together to form gallium oxide, which dissolves in KOH. By repeating this process, we can etch the surface on GaN. We examined the effects the voltage and solution concentration can have on the flatness of the surface after etching. Then we used a microscope to observe the etched surface. In addition, we also evaluated the intensity of damage with the photoluminescence method to evaluate the properties of GaN, and compared the results with the conventional etching method.



## 3. Results and Discussion

As a result, we found that the surface is etched evenly when a voltage is applied and the solution concentration is reduced. We believe that the generation rate of holes increase when applied a voltage and a balance is achieved between the generation rate of holes and supply rate of OH<sup>-</sup> when the concentration was reduced. In addition, we found that PEC etching has less damage than the conventional method. We believe this is because the conventional method damages the surface by bombarding GaN with ions whereas PEC etching uses chemical solution. However, we found roughness variation on the same sample which poses a challenge for productization. Looking ahead, we would like to eliminate this roughness variation to fabricate devices using PEC etching.

## 4. Acknowledgments

Prof. Hiroshi Amano, Mr. Hayata Fukushima, Mr. Masaya Ogura, Mr. Tomoya Miura, Nagoya University

## 5. References

- M. Hikita, et al. ; GaN-Based Power Devices : Panasonic Technical Journal, 55, No.2, p21 (2009)  
F. Horikiri et al. ; Excellent wet etching technique using pulsed anodic oxidation for homoepitaxially grown GaN layer : Jpn. J. Appl. Phys. 57 086502(2018)

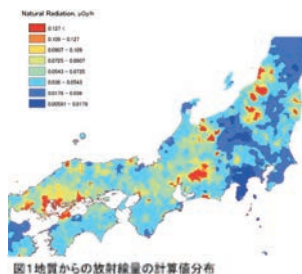
## こんなところに放射線が？！

平沼果凛（名古屋市立菊里高校3年）

大崎歩乃花（愛知県立豊田西高校3年）

## 1. 研究目的と意義

自然界の放射線量は様々な要因によって決まるが、中でも一番大きいのが主にコンクリートに含まれているカリウム40と、宇宙から降ってくる宇宙線である。日本地質学会の地質からの放射線の計算によると、私たちが住む愛知県周辺は放射線量の濃淡が激しいため、興味深い結果が得られるのではないかと考えた。そこで私たちは地質と自然放射線量の関係を調べることと、自然放射線量が高度によってどのように変わるかを調べた。

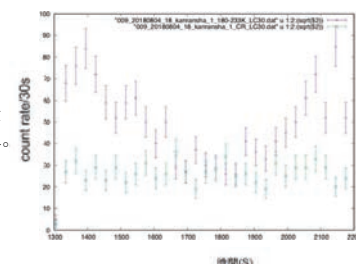
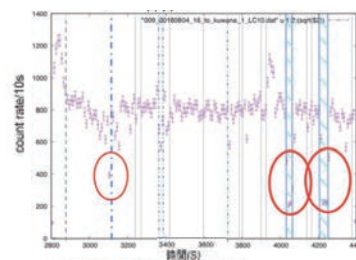


## 2. 手法

小型で駆動可能な放射線検出器である GROWTH-TAC検出器を用いて、放射線を測定した。自然放射線と地質の関係を調べるために、検出器のスイッチを入れたまま電車で乗って測定した。また、高度と自然放射線量の関係を調べるために、検出器のスイッチを入れたまま観覧車に乗って測定した。

## 3. 結果と考察

まず電車の測定からは、地下では地面が上から降ってくる宇宙線を遮るため、宇宙線の量は低くなるが、周りのコンクリートでできた天井や壁の影響で、全体的に放射線量は高くなる ことがわかった。また、想定していなかった 結果としては、電車が川の上を通り過ぎた時 のみ放射線量は全体の平均値の1/2から1/4まで減少したため、水が空気と同様に放射線を吸収することが判明した。さらに、私たちは放射線量を決める最大の要因は地質だと予想していたが、それよりも周囲に何があるか、地下にいるのか地上にいるのか、などといった環境の方がより大きな影響を与えるということがわかった。また、観覧車での測定からは、高度が高くなればなるほど地面から放出されるカリウム



## 4. 謝辞

今回の研究は、名古屋大学理学研究科宇宙物理学研究室高エネルギーグループの中澤知洋准教授、石原さんをはじめ、研究室の皆様にご指導していただきました。深く感謝しております。

## 5. 参考文献

日本地質学会 <http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html#map>

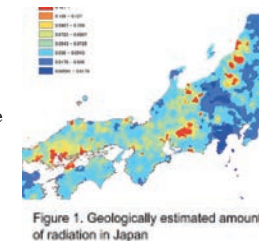
## Natural Radiation in Unexpected Places

Karin Hiranuma (Kikuzato High School)

Honoka Osaki (Toyota Nishi High School)

## 1. Purpose of the Study

The amount of natural radiation around us is determined mainly by two factors; potassium 40 contained in concrete and cosmic rays that come from space. We wondered how geological factors and altitude affect the amount of natural radiation, and so we decided to measure the amount of natural radiation in Aichi prefecture, which has a varying intensity of natural radiation, as it can be seen from Figure 1.

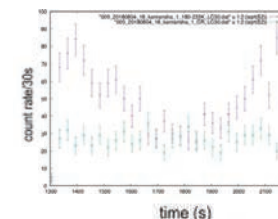
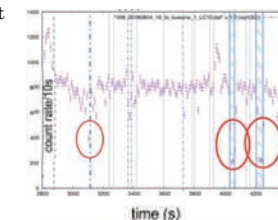


## 2. Method

We used a small mobile device called the GROWTH-TAC Detector to measure the amount of natural radiation. To research how geological factors affected the amount of natural radiation, we went on two train trips, and to research how the altitude affected the amount of natural radiation, we went on a ferris wheel.

## 3. Results and Discussion

From the measuring on the train, we discovered that the amount of cosmic rays are low underground compared to above ground, due to the ground blocking them coming from above. Also, the amount of natural radiation underground overall is high, because of the potassium 40 contained in the concrete walls around. One thing we did not expect, was that the amount of natural radiation became low whenever the train crossed a river. From this we found out that water absorbs radiation just like the atmosphere does. Furthermore, we expected that geological factors would affect the amount of natural radiation the most. However, we found out that environmental factors makes an even bigger impact. From the ferris wheel experiment, we discovered that the amount of radiation from potassium 40 decreases the higher the altitude, but meanwhile the amount of cosmic rays does not change much. This is because the energy of cosmic rays are very high, and so we cannot see any change in just several tens of meters.



## 4. Acknowledgement

Thank you to Professor Tomokazu Nakazawa and everyone from the High-energy Astrophysics Group, U-Laboratory; Division of Particle and Astrophysical Science, Graduate School of Nagoya University

## 5. References

Geological Society of Japan website  
<http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html#map>



## 非楕円断面を持つ水流のシミュレーション

後藤 優奈 (白陵高等学校 2年)

陰山 聡 (神戸大学)

## 1. 研究の目的と意義

飲み物を注ぐ時など、流体の表面が振動する現象は身近に観察される。(図1) この振動の原因は表面張力であることを、Rayleighが19世紀に解明した<sup>[1]</sup>。Rayleighの理論は断面形状が円から微小にずれた場合の線形理論である。近年では図2に示すような楕円断面の場合の非線形理論も確立されている<sup>[2]</sup>。

本研究の目的は、楕円以外の断面形状を対象とし、これまでの研究では無視されていた初期速度の水平成分が表面振動に与える影響を明らかにすることである。独自に開発した計算機シミュレーションモデルを用いて、ねじれた形状をもつ新しい水流の形状を見出した。



図1. 流れ落ちる流体の表面振動

図2. 楕円断面における表面振動<sup>[3]</sup>

## 2. 研究の手法

観測者は流体の断面と共に移動すると仮定し、流体の表面を質点とそれらをつなぐ線分で表現する2次元シミュレーション手法「表面質点法」を開発した。表面張力は質点同士の引力として表現する。表面質点法は楕円以外の断面も扱えるだけでなく、初期速度に水平成分を与えることができるという利点があるが、強い非線形振動には適用できないという限界がある。Rayleighの線形理論および楕円断面の非線形理論と比較することでシミュレーションモデルの妥当性を確認し、非線形振動への適用限界を明らかにした。

## 3. 結果と考察

①Rayleighの線形理論によれば、表面振動の周期は方位角方向のモード数  $m$  に依存する。シミュレーションで得られた周期は  $m=2$  から10まで理論値と良く一致した。また、楕円断面の非線形理論との比較により、最大振幅時の楕円の短軸/長軸の比が0.75程度までであれば十分な精度が得られることを確認した(図3)。

②楕円や正多角形などの形状を持つ出口から流体が流れ出すときに、初期速度に特定の水平方向成分を与えることで、断面形状をほぼ維持したまま回転する解、すなわちねじれた楕円注やねじれた正多角柱の水流が得られることを見出した。

この捻れた水流(図4)は、表面張力による波が方位角方向に伝播することによるものであり、全体の角運動量はほぼ0である。

## 4. 謝辞

本研究において多大なご指導をいただいた陰山聡教授、及び研究の機会をご提供いただいたROOTプログラムに感謝を申し上げます。

## 5. 参考文献

- [1] L. Rayleigh, "On the capillary phenomena of jets," Proc. R. Soc. London A 29, 71 (1879).
- [2] S. E. Bechtel, "The oscillation of slender elliptical inviscid and Newtonian jets: Effects of surface tension, inertia, viscosity and gravity," Trans. ASME 56, 968 (1989).
- [3] G. Amini, L. Yu, A. Dolatabadi, and M. Ihme, Phys. Fluids 26, 114105 (2014).

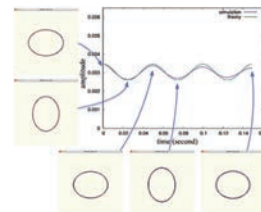


図3. 楕円断面(短/長=0.75)の表面振動

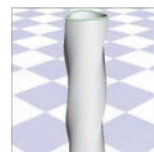


図4. 表面振動による捻れ噴流

## Simulation of non-elliptic liquid flow

Goto Yuna (Hakuryo High School, 2nd grade)

Advisor: Kageyama Akira (Kobe University)

## 1. Purpose of the study

Surface oscillation of liquid flow is observed in our daily lives, such as a flow of tea poured from a teapot. (Fig. 1) L. Rayleigh found that surface tension is the cause and studied the linear regime for almost circular cross section with small sinusoidal modulations.<sup>[1]</sup> Recently, a nonlinear theory for elliptic cross section has been established.<sup>[2]</sup> (Fig. 2)

In this study, we aimed to explore the function of initial velocity in horizontal directions to surface oscillation. With a simulation model we developed, we found a novel type of spiraling liquid flow.

## 2. Method

We developed a 2D simulation model, "Surface Point Method". In the model, we assume that the observer is moving with the liquid flow and substituted material points connected with line segments for the surface. Surface Point Method can simulate not only initial shapes other than ellipse, but also initial horizontal velocity of the surface. However, strong non-linearity is beyond acceptance. We clarified the limit of our model by comparing it with the linear theory established by Rayleigh and the non-linear theory for elliptic cross section.

## 3. Result and Discussion

(1) According to Rayleigh's linear theory, the period of surface oscillation depends on the azimuthal mode number,  $m$ . When  $m$  is 2~10, the value of period agreed well. On the other hand, by comparing with the non-linear theory for elliptic cross section, we confirmed that the values agree with enough accuracy when the ratio of minor axis to major axis is more than 0.75. (Fig. 3)

(2) When a certain initial velocity is set, the cross section rotates while keeping the shape of the cross section. Accordingly, the flow shows spiral shape. (Fig. 4)

This spiraling liquid flow is due to the propagation of waves caused by surface tension. Therefore, the total angular momentum is almost zero.

## 4. Acknowledgement

I appreciate my adviser Prof. Kageyama, and GSC-ROOT Program.

## 5. References

- [1] L. Rayleigh, "On the capillary phenomena of jets," Proc. R. Soc. London A 29, 71 (1879).
- [2] S. E. Bechtel, "The oscillation of slender elliptical inviscid and Newtonian jets: Effects of surface tension, inertia, viscosity and gravity," Trans. ASME 56, 968 (1989).
- [3] G. Amini, L. Yu, A. Dolatabadi, and M. Ihme, Phys. Fluids 26, 114105 (2014).



Fig.1 Surface oscillation of milk

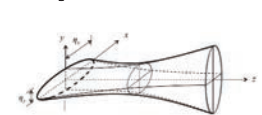
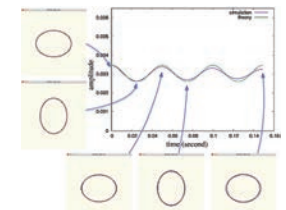
Fig. 2 Surface oscillation (elliptic cross section)<sup>[3]</sup>

Fig 3. Oscillation of elliptic cross section (minor/major = 0.75)



Fig. 4 A spiraling liquid flow due to surface tension



## 金星大気衛星間電波掩蔽観測の立案に向けたデータ同化による研究

細野朝子（豊島岡女子学園高等学校、2年）

杉本憲彦（慶應義塾大学）

## 1. 研究の目的と意義

金星の固体部分は地球と似ているが、大気部分は大きく異なっている。特に高度 45-70km 付近が厚い雲層で覆われているために、下層の大気の状態は未知である。地球と探査機間の電波掩蔽観測では、雲層の下を観測できるが、観測機会が非常に少ないのが問題である。そこで有望視されているのが、共同研究者の Chi 博士 (NASA/JPL) によって提案されている、衛星間電波掩蔽観測 (図 1) である。本研究では、この観測の有用性を、世界唯一の金星大気データ同化システム (VALEDAS)<sup>1)</sup> を用いて調査した。

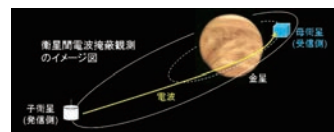


図 1. 衛星間電波掩蔽観測

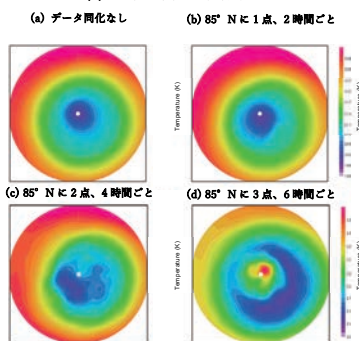


図 2. 1日あたりの観測数が12回と等しい場合の北極から見た温度場(高度66km)

## 3. 結果と考察

図 2 は 1 日の観測数が 12 回と等しい場合の高度約 66km の北極から見た温度場である。(d) のみコールドカラーが再現できていることから、観測頻度よりも観測地点数の方が重要であることが分かる。また、本研究では温度のみを同化しているが、風速についても変化することが分かった。実際の衛星間電波掩蔽観測では 3 機の衛星があれば、3 地点を 2~4 時間間隔で観測することができる。これにより、衛星間電波掩蔽観測は少なくとも極域の大気構造の再現に有望であることが期待される。これまでに得られた成果は英語原著論文<sup>3)</sup>として投稿中である。現在、東京大学の五十里助教（航空宇宙工学専攻）に小型衛星の軌道計算を依頼中であり、観測地点が移動する実軌道についても観測システムシミュレーション実験を進めつつある。

## 4. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた杉本憲彦准教授、菊池由佳子様、阿部未来様、国内外のすべての共同研究者に感謝申し上げます。

## 5. 参考文献

[1] Sugimoto et al., (2017), *Scientific Reports*, 9321., [2] Garate-Lopez and Lebonnois, (2018), *Icarus*, 314, 1-11., [3] Sugimoto, Abe, Kikuchi, Hosono et al., *Journal of Japan Society of Civil Engineers A2: Applied Mechanics*, submitted.

## Study for designing the future mission of radio occultation measurement of Venus atmosphere among small satellites using data assimilation

Asako Hosono (Toshimagaoka Women High School Grade 2)

Norihiko Sugimoto (Keio University)

## 1. Purpose of the study

Solid parts of the Venus are similar to those of the Earth, but the atmospheric conditions are quite different. Because of the thick cloud layer around 45 to 70 km, atmospheric states under the cloud are unknown. Radio occultation measurement between the Earth and a satellite enables us to observe lower atmosphere below the cloud, but the frequency of the observation is quite few. Recently, radio occultation measurement among small satellites (Fig.1) has been proposed by our collaborator, Dr. Chi (NASA/JPL). In this study, we investigated the usefulness of this observation using Venus data assimilation system (VALEDAS)<sup>1)</sup>.



Fig.1 Radio occultation measurement

## 2. Method

There is a unique structure, “cold collar”, where the temperature at 60-80° latitude is lower than that of polar region at the altitude of about 65 km. In this study, we conducted observation system simulation experiment assuming radio occultation measurement among small satellites. Idealized observations were prepared from French Venus General circulation model<sup>2)</sup>, in which cold collar is realistically reproduced. We investigated the effectiveness of this observation by the reproducibility of the cold collar.

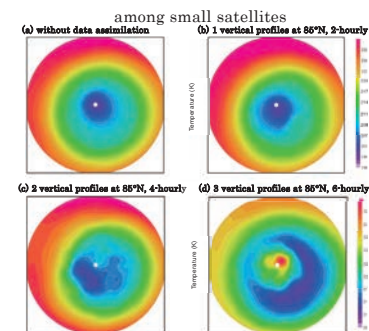


Fig.2 The temperature fields for the cases with 12 observations per a day (66km)

## 3. Result and discussion

Fig.2 is the temperature fields for the cases with 12 observations per a day. Cold collar is reproduced only in (d), so it is shown that the number of observation points is more important than the frequency. In addition, though only temperature is assimilated, zonal wind also changes. In real observation, it is possible to observe 3 vertical points with 2 or 4 hourly for the radio occultation measurement by only 3 satellites. Therefore, it is expected that radio occultation measurement by small satellites will be promising at least to improve the polar atmospheric structures. The results obtained until now is being submitted as an English refereed paper<sup>3)</sup> and assimilation considered real orbit is ongoing.

## 4. Acknowledgement

I would like to thank N. Sugimoto, who supervised me, Y. Kikuchi, M. Abe and all of my collaborators in the country and overseas.

## 5. References

[1] Sugimoto et al., (2017), *Scientific Reports*, 9321., [2] Garate-Lopez and Lebonnois, (2018), *Icarus*, 314, 1-11., [3] Sugimoto, Abe, Kikuchi, Hosono et al., *Journal of Japan Society of Civil Engineers A2: Applied Mechanics*, submitted.

## 自然放射線強度と宇宙放射線成分の物質吸収特性

浦和明の星女子高等学校 2 年 普家小百合 埼玉県立大宮高等学校 2 年 石上元直  
埼玉大学大学院理工学研究科 井上直也

## 1. 研究目的・意義

放射線の科学的知識は、社会的な問題にも関わる点からもその正しく客観的な理解が必要であり、加えて身近に存在する自然放射線の理解はその基礎として重要である。またその特性を理解することは、自然放射線以外の放射線の影響を知る上で基礎となりうるものとして意義深い。本研究では、自然放射線強度の標準値を測定すると共に、気圧に対する強度依存性を確認し、その原因を自然放射線中の宇宙線ミュオン成分の大気物質による減衰として評価した。動的な大気現象として台風による気圧変化に関わる放射線強度変化は、高度軸に依存した放射線強度変化と比較されるべきものでその定量的な検証は意義深い。

## 2. 研究の手法

汎用放射線サーベイメーターガンマスカウト (GS) を用い、埼玉大学構内にて自然放射線の連続測定を行った。用いた GM センサーは有感面積が小さいことから、5 台の GS で同時測定を行い、統計精度の向上を図った。強度測定は平時と 9 月 9 日の台風 15 号接近時 (急激な気圧差) に行い、10 分ごとに自動記録される放射線数積算値と同時に埼玉大学で測定した気象データを基礎データとして引き続き解析した。

## 3. 結果と考察

2019 年 8 月 8 日、埼玉大学構内地上高 1m ににおける GS 測定から自然放射線強度として、726.8 個/sec/m<sup>2</sup> を得た。また台風 15 号の接近 (図 1: 気圧変化) に合わせて行った測定からは図 2 に示すように、気圧と自然放射線強度 (10min. GS5 台) に負の相関を認めることができ、その減衰係数は -0.12%/hPa であった。自然放射線には大気・表起源成分に加え、上から飛来する宇宙線ミュオン成分が含まれており、気圧依存性は宇宙線特有の変動と考えられる。

## 4. 謝辞

埼玉大学理学部高エネルギー宇宙線研究室の教員・学生の皆さんによる研究指導にお礼申し上げます。

## 5. 参考文献

気象庁ホームページ 気象測定データ <http://www.data.jma.go.jp>  
小田稔著 「宇宙線」 裳華房 (1972)  
C. グルーベン著 小早川恵三訳 「宇宙素粒子物理学」 丸善出版 (2009)  
国立天文台 「理科年表 宇宙線大気深度変化」 丸善出版 (2018)

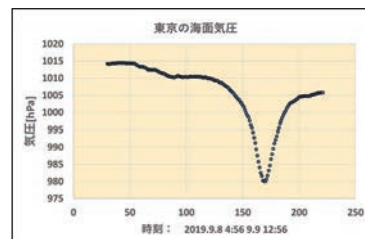


図1 台風15号通過時の気圧変化

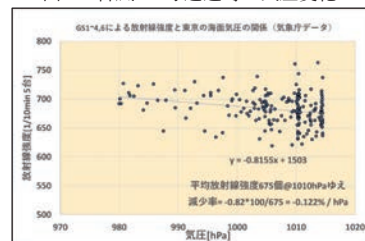


図2 自然放射線強度の気圧依存性

## An Intensity of Natural Radiations and Their Absorptions in Material

Sayuri FUKE, URAWA-Akenohoshi Women's Senior High School  
Motono ISHIGAMI, SAITAMA Prefectural Omiya Senior High School  
Naoya INOUE, The Graduate School of Science and Engineering, SAITAMA Univ.

## 1. Research Purpose and Its Significance

The fundamental knowledges of natural radiation are sometimes required from the scientific points and social problems. Especially, the studies on natural radiations which exist in nearby, are significant when we have to face to artificial radiations in and out of restricted area. In this study, an intensity of natural radiation has been measured in a unit of [1/sec.m<sup>2</sup>], and its time variations have been also studied related to atmospheric pressure [hPa]. Down-going cosmic ray muon is one of the typical components of natural radiation, therefore overall radiation intensity becomes to be smaller by the effect of atmospheric material's absorption. The time variation of atmospheric pressure is a global movement of air material, and its feature could be shown in the natural radiation.

## 2. Method

A radiation meter of GAMMA-SCOUT(GS) has been used for this measurement. Its effective area is limited, so 5 GS were set in simultaneously to improve the statistical error. The measurements have been carried out in August and September of 2019, with a static atmospheric condition and under an effect of Typhoon #15 attack.

## 3. Results and Discussions

726.8/sec/m<sup>2</sup> has been observed as a natural radiation intensity from data taken in Aug. 8 at univ. campus. Also, intensity observation has been carried out during the typhoon attack. Fig 1 shows the pressure variation for 32hours of Sep.8-9. A relation between radiation intensity and pressure is shown in Fig.2. Absorption rate could be estimated as -0.12%/hPa. Muon components created and travelled from the top of atmosphere, then some of them lose its energy and intensity decrease in term of muon absorption in the air.

## 4. Acknowledgement

We are thanks for the fruitful suggestions and discussions with students belong to the cosmic ray labo. in Saitama Univ.

## 5. References

M.ODA, Cosmic ray, Shokabo(1972)  
C.Gruppen, Cosmic Particle Physics, Maruzen(2009)  
NAOJ, Chronological Scientific Tables, Maruzen(2018)  
Domestic data provided by Japan meteorological Agency: <http://www.data.jma.go.jp>

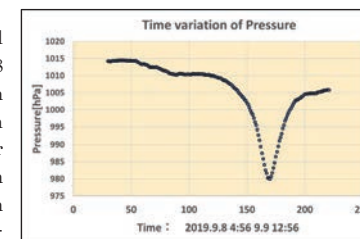


Fig.1 Pressure variation in Typhoon15

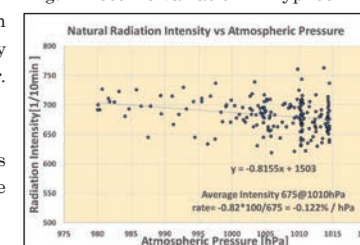


Fig.2 Natural radiation and pressure.



グローバルサイエンスキャンパス 令和元年度全国受講生研究発表会  
研究成果の要約集

第 1 版 令和元年 11 月 16 日 発行

(編集・発行者) 国立研究開発法人 科学技術振興機構  
理数学習推進部



〒332-0012 埼玉県川口市本町 4-1-8  
TEL 048-226-5669 FAX 048-226-5684