

グローバルサイエンスキャンパス
平成29年度全国受講生研究発表会

研究成果の要約集
(発表要旨集)

開催日：平成29年10月7日(土)・8日(日)

場 所：一橋大学一橋講堂

主 催：国立研究開発法人科学技術振興機構

(事業名の略称)

GSC: グローバルサイエンスキャンパス

目 次

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
A-1	α -Feナノ粒子への耐酸化能付与とその磁気特性 Preparation of air-stable iron-oxide-coated α -Fe nanoparticles and their magnetic properties	(東北大学)	阿久津 亘汰 金子 遥南 中西 達大	1
A-2	長鎖アルキル基を導入したベンジル2,4-ジヒドロキシフェニルケトン 誘導体の熱特性の解析 Thermal behavior of Alkyl Derivatives of Benzyl 2,4-dihydroxyphenyl ketone	(東京理科大学)	敷田 剛志	3
A-3	ハイドロゲルを使って体内に吸収されるボルトをつくる Fabrication of bioabsorbable strong hydrogel bolts for the bone fixing	(大阪大学)	宮脇 彩里	5
A-4	近赤外光増感剤を目指した近赤外フタロシアニンの光特性解析 Optical Properties of Near-IR Absorbing Phthalocyanine Sensitizers	(金沢大学)	羽田 茉代	7
B-5	リモートセンシングを用いた森林に於ける樹木の被覆面積の推定 Evaluation of Covered Area with Tree in Forest using Satellite Remote Sensing	(北海道大学)	岸 里名子	9
B-6	ジオポリマー法による無機固体廃棄物の再資源化 Resource recovery of inorganic solid waste by geopolymer technology	(岡山大学)	勝谷 祐輔 梶谷 璃空 大社 史弥	11
B-7	リモートセンシングを用いた彩雪の分布調査 Mapping out the distribution of colored snow by remote sensing	(北海道大学)	山家 大知	13
C-8	ゲムシタピン耐性獲得における上皮間葉転換とがん幹細胞の関係性 Epithelial-mesenchymal transition and stemness associate with acquisition of gemcitabine resistance in pancreatic cancer (実施機関側からの要望により、本ページの記載内容は削除させていただきました)	(東北大学)	小原 紅葉 森 夢果	15
C-9	脳内ホルモンによる免疫応答調節 Regulation of immunoresponse by brain hormones	(東京理科大学)	奥住 あゆみ	17
C-10	眼咽頭性筋ジストロフィーOPMDの原因遺伝子PABPN1の機能解析 Functional analysis of PABPN1, a responsible gene for oculopharyngeal muscular dystrophy (OPMD)	(慶應義塾大学)	阿部 有紗	19
D-11	擬似微小重力環境がトマトの生活環に及ぼす影響 Life cycles of tomato plants under pseudo-microgravity conditions	(筑波大学)	高瀬 由杏	21
D-12	福岡県犬鳴山系におけるニホンジカが植生に及ぼす影響 Effect of Browsing by Cervus nippon (Sika deer) on Vegetation in the Inunaki area, Fukuoka Prefecture	(九州大学)	徳永 貴太	23
D-13	爬虫類における左右軸決定機構 Mechanism of left-right axis determination in the reptile	(大阪大学)	保呂 有珠暉	25
D-14	白い頭花を持つタンポポの起源と果実の形態について A study on white dandelions (Taraxacum, Asteraceae): their origin & achene morphology	(広島大学)	阪本 愛	27
D-15	変形菌イタモジホコリの変形体における自己認識応答 Recognition "self" and "non-self" response in the plasmodium of Myxomycetes Physarum rigidum	(筑波大学)	増井 真那	29
D-16	放射線耐性遺伝子の解析 Analysis of radiation resistant gene	(福井大学)	前田 春那 白崎 永 松本 夏歩	31

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
D-17	水生食虫植物ムジナモの消化の仕組み Digestive mechanism of <i>Aldrovanda vesiculosa</i> , an aquatic carnivorous plant	(埼玉大学)	笠原 真珠	33
D-18	苔類ゼニゴケにおける塩ストレス耐性遺伝子の同定 Salinity tolerance genes in the liverwort <i>Marchantia polymorpha</i>	(宇都宮大学)	鈴木 凜 岡部 菜々子	35
C-19	自閉症モデルマウスにおけるシナプス構造異常の検出 Structural Anomaly of an Axo-spinous Synapse in a Mouse Model of Autism Spectrum Disorder	(福井大学)	藤田 理佐 安川 二千穂	37
C-20	ウイルス挿入変異を用いた新しいがん関連遺伝子候補の同定 Identification of novel candidate cancer genes using retroviral insertional mutagenesis	(金沢大学)	三歩一 彩音 菅原 由喜 廣松 千緒里	39
C-21	CCA処理木材に含まれるCr、Cu、Asの発ガンリスク Carcinogenic Risk of Chromium, Copper and Arsenic in CCA-treated Wood	(名古屋大学)	佐藤 海斗 山ノ内 勇斗	41
E-22	アポミオグロビンのpH/塩による中間体の形成機構 Formation Mechanisms of pH/salt-induced Folding Intermediates of Horse Apomyoglobin	(名古屋大学)	木下 裕香子 加藤 沙愛	43
E-23	人体の足裏のアーチ構造がバランス維持にもたらす影響 Effect of balance maintaining by longitudinal arch of foot.	(東京理科大学)	加藤 泰成	45
E-24	高温超伝導体YBa ₂ Cu ₃ O _x における超伝導特性の変化 Variation of superconducting properties in YBa ₂ Cu ₃ O _x	(岡山大学)	西川 悠生 緒方 克俊	47
D-25	尾道の植物に由来する凝乳酵素の探索 Milk-clotting enzyme derived from plants growing in Onomichi city	(広島大学)	栗原 慧太	49
D-26	細胞内ヘムセンサーの開発 Development of an intracellular heme sensor	(福井大学)	中村 和暉 岡田 拓大	51
D-27	ウニ類の異種交配 —関東大震災で消失したデータを復元する— Hybrids of Echinoids: Replicating data lost in the Great Kanto Earthquake	(埼玉大学)	黒石 あかり	53
D-28	自然栽培田は赤とんぼの避難場所になるかどうか？ Do agrochemical-free rice paddies serve as refuge habitats for <i>Sympetrum</i> dragonflies?	(金沢大学)	大藪 愛紗	55
D-29	鳥類の性決定・性分化に影響を及ぼす要因について Factors that influence avian sex determination and differentiation	(広島大学)	福田 菜奈	57
D-30	静岡市におけるセミの分布と羽化行動の解析 Distribution of Cicadas in Shizuoka City and Analysis of the Emergence Behavior	(静岡大学)	竹内 希海	59
D-31	蝶が好きな花の色 Study of flower-color preferences of butterflies	(神戸大学)	大西 裕	61
E-32	宇宙マイクロ波背景放射の揺らぎの抽出と解析 Extracting and Mapping Anisotropies in the Cosmic Microwave Background	(名古屋大学)	青木 千紘 佐藤 真央	63
E-33	新しいがん治療(BNCT)への挑戦！ ～条件付確率を用いたBNCT用SPECT装置の画像再構成～ A Challenge to New Cancer Therapy (BNCT) ! - Image reconstruction for BNCT-SPECT with conditional	(大阪大学)	守實 友梨	65

発表番号	タイトル	実施機関名	発表者(*)	ページ
E-34	安定に量子ビームとしての軟X線を発生させるには? -将来の小型顕微鏡の実現を目指して- How to generate stable soft X-ray as quantum beams? -Aim to an actual table-top microscope system in near future-	(宇都宮大学)	渡辺 薫音	67
F-35	ランジュバン型振動子からの放射圧による接着性細胞の剥離 Detaching Cells Using Acoustic Radiation Pressure Induced by Langevin Transducer	(慶應義塾大学)	田内 葉奈子	69
F-36	Background-Oriented-Schlieren(BOS)法を用いた大気圧プラズマ流の定量計測 Quantitative measurement of atmospheric-pressure-plasma-flow using Background-Oriented-Schlieren (BOS) method	(東北大学)	小倉 苗 伊東 桃子	71
F-37	YBa2Cu3Oy超伝導薄膜表面へのレーザー照射の影響 Effect of Laser Irradiation on Surface of YBa2Cu3Oy Superconducting thin film	(九州大学)	雪吉 稀允	73
F-38	私たちは花粉から逃れられるのか? -スギ花粉のフィルター除去に関する研究- Can We Escape Pollen? - Study on Removal of Cedar Pollen Using Air Filters	(慶應義塾大学)	大熊 凜々 高見澤 ひかる 金子 珠里亜	75
F-39	ラジエーターの効率分析のための数学的モデルの提案及び応用 Analysis of Radiator Efficiency Through the Development and Utilization of a Mathematical Model	(筑波大学)	ナツプ ダニエル	77
G-40	コンピュータと統計学を使った変動地形の検討 Investigation of tectonic landform by Computer application and Statistics	(岡山大学)	栗木原 正和 岡田 佳奈	79
G-41	X線マイクロCTを用いた <i>Glomeropyle</i> 属放射散虫の内部骨格構造の3次元解析 Three-dimensional image analysis of internal structure of the radiolarian genus <i>Glomeropyle</i> by using X-ray micro-CT	(宇都宮大学)	金子 優樹 児矢野 愛海	81
H-42	Machinの公式の類型 Similar formula of Machin's	(九州大学)	工藤 祥太郎	83
H-43	非同型なパターンロックの列挙 An Enumeration of Distinct Lock Patterns from User Inputs	(埼玉大学)	吉村 英竜	85
H-44	未較正カメラから撮影された画像から生成した3次元モデルを用いた雲の計測 Measurements of Clouds Using 3D models Generated from Images Captured with Uncalibrated Cameras	(北海道大学)	下野 真弥	87

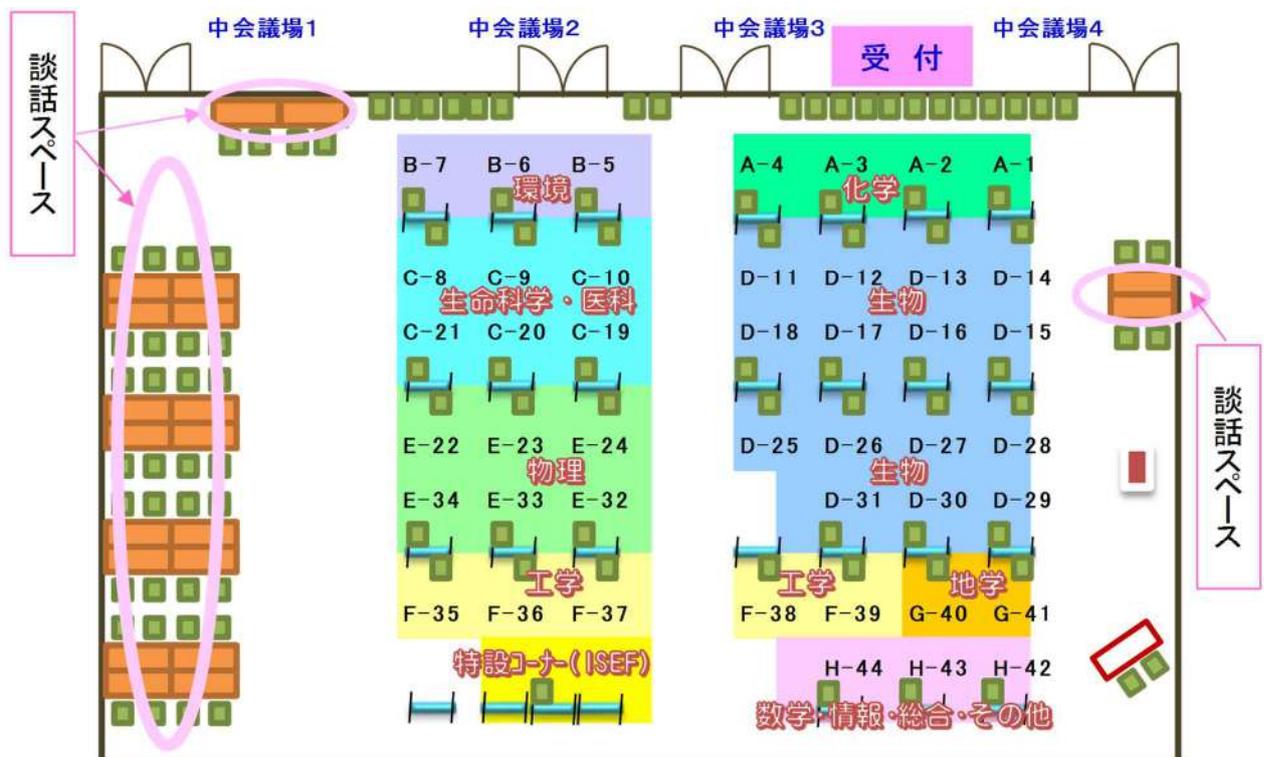
*「発表者」には、当日発表を行う受講生名を記載しています。

■ ポスター配置図

※分野番号について

分野番号	分野名
A	化学
B	環境
C	生命科学・医科学
D	生物
E	物理
F	工学
G	地学
H	数学
	情報
	総合・その他

※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、審査は4分になります。その後、1分の審査員の移動時間の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
				開始	終了		
1回目	奇数番号	15:10	15:30	15:10	15:25	15:29	15:30
2回目	偶数番号	15:30	15:50	15:30	15:45	15:49	15:50
3回目	奇数番号	15:50	16:09	15:50	16:05	16:09	-
休憩		16:09	16:20				
4回目	偶数番号	16:20	16:40	16:20	16:35	16:39	16:40
5回目	奇数番号	16:40	17:00	16:40	16:55	16:59	17:00
6回目	偶数番号	17:00	17:19	17:00	17:15	17:19	-

■ 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
		17:30~17:50	17:50~18:10	18:10~18:30
A	化学	A-2	A-3	A-1, A-4
B	環境	B-7	B-5	B-6
C	生命科学・医科学	C-10, C-21	C-9, C-19	C-8, C-20
D	生物	D-12, D-16, D-25, D-28, D-30	D-11, D-14, D-17, D-27, D-31	D-13, D-15, D-18, D-26, D-29
E	物理	E-23, E-34	E-22, E-32	E-24, E-33
F	工学	F-37, F-39	F-36	F-35, F-38
G	地学	G-41	G-40	-
H	数学		H-42	
	情報			H-43
	総合・その他	H-44		

〈メモ〉

〈メモ〉

〈メモ〉

α -Fe ナノ粒子への耐酸化能付与とその磁気特性

阿久津亘汰（鹿沼高校 2 年），金子遥南（仙台第二高校 2 年），中西達大（酒田東高校 2 年）
担当教員 村松淳司，蟹江澄志，中谷昌史（東北大学 多元物質科学研究所）

1. 研究の目的と意義

飽和磁化 (M_s) は磁性材料の特性を示す値の一つであり，この値が大きいナノ材料は，センサーや磁気記録テープなど様々な応用が期待されている．金属鉄 (α -Fe) ナノ粒子の M_s は 218 emu/g と非常に高く，また毒性が低く埋蔵量も多いため，上述のようなデバイスへの実装が期待されている．しかしながら容易に酸化され，その性能が著しく低下するため，耐酸化能の付与が必要不可欠である．そこで本研究では， α -Fe ナノ粒子表面上に酸化皮膜を形成させることで，耐酸化能の付与を行った．またその磁気特性について評価を行った．

2. 研究の手法

出発物質となる Fe_3O_4 ナノ粒子は，鉄の前駆体となる鉄(III)アセチルアセトナートを，溶媒兼粒子配位子となるオレイン酸-オレイルアミン混合溶液中において，窒素雰囲気下，300 °C で反応させることで調製した¹． Fe_3O_4 ナノ粒子の還元-酸化処理時における熱による融合を抑制するため， Fe_3O_4 ナノ粒子をシリカ (SiO_2) 層で被覆した．形成される SiO_2 層は熱による粒子融合は防ぎつつ，非晶質で細孔が多く空いているためガスを透過する． SiO_2 被覆 Fe_3O_4 ナノ粒子を水素雰囲気下で 600 °C，3 時間の処理を行うことで Fe_3O_4 相を α -Fe 相へ還元した．その後，不活性ガス雰囲気下において 300 °C まで冷却し，酸素 1%，窒素 99% の混合気体中において 10 分処理することにより表面酸化を行った．



3. 結果と考察

SiO_2 に被覆された 16 nm- Fe_3O_4 ナノ粒子の透過型電子顕微鏡 (TEM) 像を図 1 に示す．相対的に色の薄い層は電子密度の低い SiO_2 相，色の濃い部分は Fe_3O_4 相であることが示唆され， Fe_3O_4 ナノ粒子 1 つ 1 つが SiO_2 に被覆されていることが確認された．得られた SiO_2 被覆 Fe_3O_4 ナノ粒子を還元・酸化処理したところ，その結晶構造は α -Fe 相を示すパターンと Fe_3O_4 相を示すパターンが確認され， Fe_3O_4 相に被覆された α -Fe ナノ粒子が得られたものと考えられる．還元 - 酸化処理前後の磁気特性評価結果を図 2 に示す．飽和磁化の値を比較すると，還元処理後のナノ粒子は処理前と比較し，約 1.8 倍の飽和磁化を有していることが確認された．加えて，還元-酸化処理後の粒子は 10 日間以上その磁気特性，結晶構造に変化がないことが確認され， α -Fe ナノ粒子表面に形成された酸化鉄層により酸化が抑制されることが確認された．

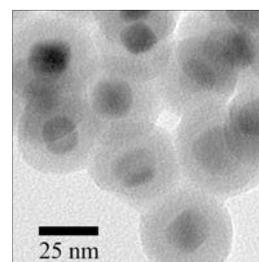


図 1 SiO_2 被覆 Fe_3O_4 ナノ粒子の TEM 像．

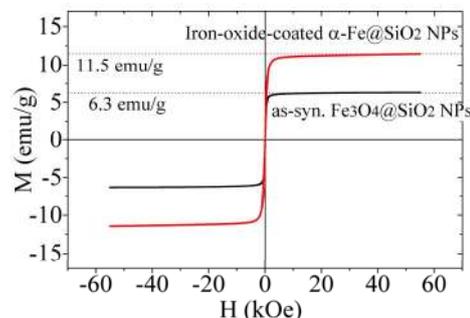


図 2 合成直後ならびに還元-酸化処理された SiO_2 被覆 Fe_3O_4 ナノ粒子の磁気特性．

4. 参考文献

1) M. Nakaya, R. Nishida, A. Muramatsu, *Molecules* **2014**, *19*, 11395.

Preparation of air-stable iron-oxide-coated α -Fe nanoparticles and their magnetic properties

Kota Akutsu (Kanuma High school, 2nd grade), Haruna Kaneko (Sendai-Second High school, 2nd grade), and Tatsuhiro Nakanishi (Sakata High school 2nd grade)
Supervisors: Atsushi Muramatsu, Kiyoshi Kanie, and Masafumi Nakaya (Tohoku Univ.)

1. Purpose of the study

Metallic iron (α -Fe) nanoparticles exhibit high saturation magnetization and thermally stable magnetization, and are thus suitable for application in sensors and magnetic recording tapes. However, they are easily oxidized in the air because of their high reactivity with oxygen. To realize their application in functional magnetic devices, it is necessary to prevent their oxidation, which can be achieved by the formation of a passive layer on the nanoparticles. In this study, we report the passivation of the α -Fe nanoparticles by the formation of an iron oxide layer on the surface and the antioxidative potential

2. Method

Fe_3O_4 nanoparticles were prepared by the following method¹. Iron acetylacetonate (iron precursor) was added to a mixture of oleic acid and oleylamine (as solvent and surfactant). The solution was heated at 300 °C under a nitrogen atmosphere. The nanoparticles were precipitated by the addition of ethanol and centrifugation. The nanoparticles were coated with SiO_2 ($\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$), to prevent their aggregation during heat treatment, by the following method. The nanoparticles, octylphenyl-polyethylene glycol, ammonia solution, and tetraethyl orthosilicate (Si precursor) were added to cyclohexane. $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ nanoparticles were treated at 600 °C for 3 h under a H_2 atmosphere, not exposed to air, and then treated under a 1% O_2/N_2 atmosphere at 300 °C for 10 min.

3. Results and discussion

Figure 1 shows the transmission electron microscopy (TEM) image of the as-synthesized SiO_2 -coated Fe_3O_4 nanoparticles (diameter: ~ 16 nm). Each nanoparticle has a uniform SiO_2 shell. X-Ray diffraction (XRD) measurements revealed the presence of the Fe_3O_4 phase. After reduction and oxidation of the nanoparticles, α -Fe and Fe_3O_4 phases were observed by XRD. Figure 2 shows the magnetic properties of the nanoparticles at 300 K, before and after the treatment. The treated nanoparticles showed ~ 1.8 times higher saturation magnetization than the as-synthesized $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ nanoparticles. The saturation magnetization value was measured after exposing the samples to air for 10 days. Thus, a passive Fe_3O_4 layer on the α -Fe nanoparticles could prevent their oxidation.

4. Reference

1) M. Nakaya, R. Nishida, A. Muramatsu, *Molecules* **2014**, *19*, 11395.

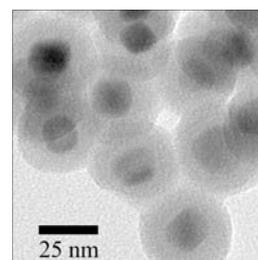


Figure 1. TEM image of $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ nanoparticles.

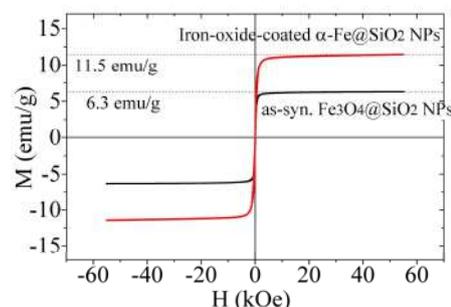


Figure 2. Magnetic properties of $\text{Fe}_3\text{O}_4@/\text{SiO}_2$ nanoparticles: as-synthesized and following reduction and oxidation treatment.

長鎖アルキル基を導入したベンジル2,4-ジヒドロキシフェニルケトン誘導体の熱特性の解析

敷田剛志（神奈川県立神奈川総合産業高等学校2年）

宮村一夫（東京理科大学理学部第一部化学科）

1. 研究の目的、意義

長鎖アルキル基は分子の熱的性質に影響を及ぼす。過去に異なる長さのアルキル基を導入した色素分子において、冷結晶化により色調の変化を起こす現象が報告されている¹。本研究では、分子の熱的特性として、冷結晶化挙動に焦点を当て、ベンジル2,4-ジヒドロキシフェニルケトンにアルキル鎖を導入した誘導体 BC_n について、鎖長の違いによる熱特性の変化と、その原因を考察することを目的とした。

2. 研究の方法、プロセス

ベンジル2,4-ジヒドロキシフェニルケトンとアルキルアミンを混合し、120°Cに加熱して誘導体 BC_n を得た。合成した化合物については元素分析により、炭素、水素、窒素の組成を測定し、分子の同定及び純度についての結果を得た。熱特性の分析には示差走査熱計量(DSC)を用い、分子の状態変化に伴う相転移温度、相転移エンタルピーを測定した。測定の温度範囲は-20~150°C、昇温・冷却温度レートは10°C/minとした。

3. 結果と考察

BC_{10} についてDSC曲線を図1に示す。図の下のグラフは昇温過程、上は冷却過程を示す。昇温過程において、62.5°Cで発熱ピーク①が観察され、108.2°Cで融点に相当する吸熱ピーク②が観察された。この①の発熱ピークが冷結晶化の挙動に相当すると考えられる。冷却過程においては相転移に相当するピークが観察されなかった。こ

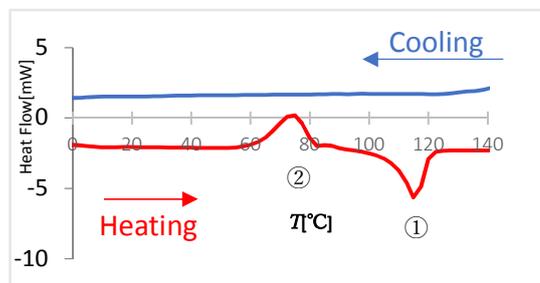


図1. BC_{10} の DSC 曲線

これはピーク②で融解し、液体状態になった BC_{10} が冷却に伴い過冷却状態になったことを示している。

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた担当教員の宮村一夫教授に感謝致します。また、日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた宮村研究室の森田光太郎様はじめ、皆様に感謝致します。

5. 参考文献

- 1) Honda, A. Multistep Thermochromism due to Cold Crystallization and Solid-Solid Transition in Alkyl Derivative of Diketo-pyrrolo-pyrrole Pigment. *CSJ Journals*. 2016, 45(2), 211-213.

Thermal behavior of Alkyl Derivatives of Benzyl 2,4-dihydroxyphenyl ketone

Tsuyoshi Shikida (Researcher Liberal science & arts academy 2nd)

Kazuo Miyamura (Tokyo University of Science)

1. Purpose of the study

An alkyl chain has structural flexibility and influences on thermal properties. Previously, the alkyl-derivatized dye material that showed thermochromism due to cold crystallization was reported¹. In this study, we investigated alkyl derivatives of Benzyl 2,4-dihydroxyphenyl ketone (BC_n) and discussed the relationship between their thermal behavior and alkyl chain length.

2. Method

The products (BC_n) were obtained by stirring Benzyl 2,4-dihydroxyphenyl ketone and alkyl amine under 120°C for 30 min. Elemental analyses were carried out in order to measure their purity and composition. The thermal properties, transition temperatures and enthalpies were studied by Differential Scanning Calorimetry (DSC). All DSC measurements were conducted at the heating/cooling rate of 10°C/min⁻¹.

3. Results and discussion

Figure 1 shows the DSC diagram of the second heating/cooling run of BC₁₀. During the heating process, an exothermic peak ① at 62.5°C and an endothermic peak ② at 108.2°C were observed.

The peak ① is derived from cold crystallization and the peak ② is the melting point of BC₁₀. On

the other hand, no peak was observed during the cooling process. This result shows that BC₁₀ liquid became a supercooling state during the cooling process.

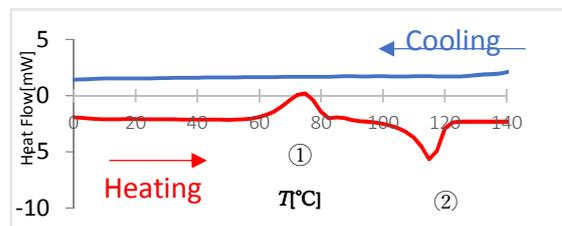


Figure 1. DSC diagram of BC₁₀

4. Acknowledgement

I owe my deepest gratitude to Professor Kazuo Miyamura of Tokyo University of Science. I would also like to express my gratitude to Mr. Kotaro Morita and everyone at Miyamura laboratory for their support.

5. References

- 1) Honda, A. Multistep Thermochromism due to Cold Crystallization and Solid–Solid Transition in Alkyl Derivative of Diketo-pyrrolo-pyrrole Pigment. *CSJ Journals*. 2016, 45(2), 211-213.

ハイドロゲルを使って体内に吸収されるボルトをつくる

宮脇彩里（宝塚北高校 2年）

中畑雅樹・境慎司

1. 研究の目的と意義

骨折した際、骨を固定するために主に金属のボルトが用いられてきた。しかし、金属のボルトは体内に吸収されないため治療後に取り出すための手術が必要である。このため患者には精神的・身体的に大きな負担がかかる。そこで本研究では体内に吸収され、医療分野にも用いられているハイドロゲルに注目し、金属ボルトの代わりに骨折治療に適用可能である骨と同等の硬さを持つハイドロゲルを作製することを目的とした。

2. 研究の手法

5 w/v%のアガロース溶液に糖（スクロース）を加え強度の向上が見られるか検討した。さらに、アガロースゲルに低分子であるアクリルアミドを浸透させてから重合してダブルネットワークのハイブリッドゲルを作製し（図 a）、破断応力を測定した。また、ハイブリッドゲルでボルトを作製した。強度を評価するために弾性率および破断応力についてはレオメーターと材料試験機を用いて測定した。

3. 結果と考察

糖を含んだアガロースゲルの破断応力は少しだけ大きくなった。しかし骨の硬さには到底及ばなかった。一方でハイブリッドゲルは元のハイドロゲルと比べて、破断応力は330%増加し（図 b）このゲルで作ったボルトは木槌でたたいても壊れることはなかった。ハイドロゲルを硬くするにはもともと存在するハイドロゲルのネットワークに新たなネットワークを加えることが有効だと考えた。しかし骨の硬さにはまだ及ばなかったため、今後はネットワークの数を増やし、より硬いハイドロゲルを作製することを目指す。

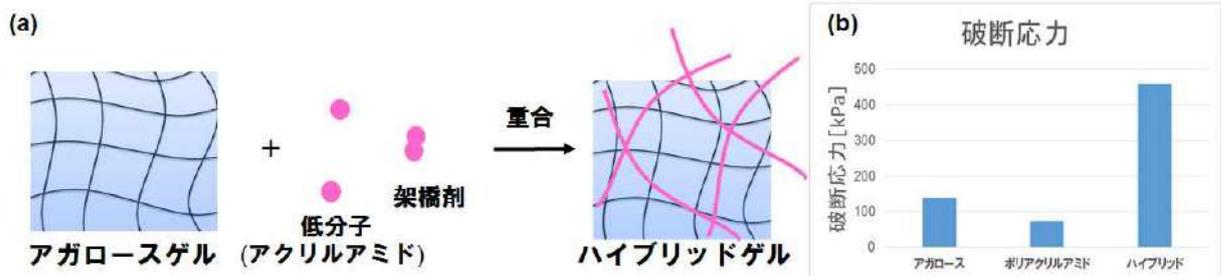


図 (a) ハイブリッドゲルの作製法 (b) ハイブリッドゲルと元のゲルの破断応力の比較

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり平岡氏からご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。

5. 参考文献

糖を添加することによる寒天への影響

(school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H25ssh/sc2/21334.pdf)

Fabrication of bioabsorbable strong hydrogel bolts for the bone fixing

Ayari Miyawaki (Takarazuka Kita High School, Grade 11)

M. Nakahata, S. Sakai

1. Purpose of the study

Metal bolts have been mainly used to fix bones when fractured. However, since metal bolts are not absorbed in the body, surgery to take out after treatment is necessary. For this reason, patients suffer a great mental and physical burden. Therefore, in this study, I focus on hydrogels that are absorbed in the body and are also used in the medical field. I aim to fabricate hydrogel with hardness equivalent to that of bones that can be applied to bone fracture treatment instead of metal bolts.

2. Method

Sugar (sucrose) was added to 5 w / v% agarose solution to investigate whether hydrogel would be stiff or not. Furthermore, I fabricated hybrid gel which has double network of agarose and polyacrylamide (Fig. a), and measured breaking stress. A bolt consisted of the hybrid gel was also prepared. To evaluate the strength, elastic modulus and breaking stress was measured using a rheometer and a material testing machine.

3. Results and discussion

The breaking stress of hydrogel consisting agarose and sucrose increased slightly. However, it was not strong enough. On the other hand, compared with agarose gel, the breaking stress of hybrid gel increased to 330% (Fig. b) and the bolt made of this gel did not break easily when beat with a mallet. In order to harden the hydrogel, it was effective to add a new network to the network of the hydrogel originally present. However, because it has not yet reached the hardness of bone, I will increase the number of networks and fabricate stronger hydrogels in the future.

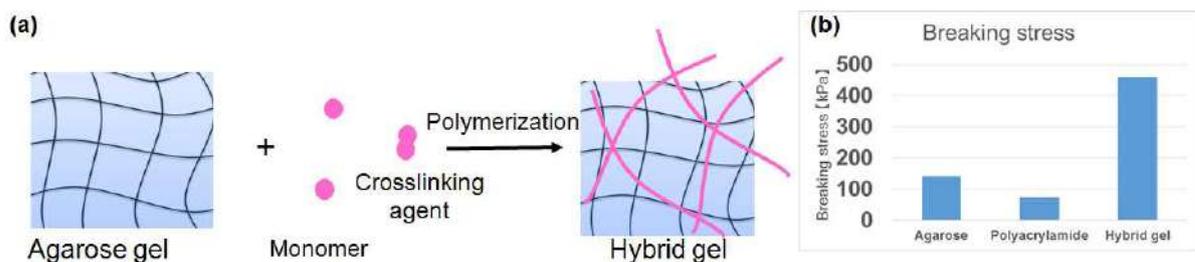


Figure (a) The way of fabricating hybrid hydrogel (b) Breaking stress of the hybrid gel

4. Acknowledgment

I am grateful to Mr. Hiraoka for support of a part of this study.

5. References

school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H25ssh/sc2/21334.pdf

近赤外光増感剤を目指した近赤外フタロシアニンの光特性解析

羽田 茉代（金沢大学附属高校 2年）

古山 溪行（金沢大学理工研究域物質化学系）

1. 研究の目的と意義

がんの治療法として、近年光線力学療法（PDT）が注目を集めている。これは、適切な色素（増感剤）に対し、光を照射することで細胞毒性をもつ一重項酸素（活性酸素の一種）を発生させ、がん細胞を駆除する手法である¹⁾（図1）。増感剤と光照射が揃ってはじめて作用するため、非常に空間選択性が高いこと、患者への負担が低いことが利点である。

増感剤を開発するにあたり、利用できる照射光の波長が重要である。特に、800~1000 nmの近赤外光は生体内のほとんどの物質と相互作用しない²⁾ため、この領域の光と強く相互作用し、一重項酸素を効率良く発生させる物質（近赤外光増感剤）は新しいがん治療薬として期待出来る。これらを踏まえ、本研究では近赤外光と強く相互作用するフタロシアニン類（近赤外フタロシアニン）³⁾に着目した。これらは一重項酸素と相互作用しうる硫黄原子を含むため、酸化により物性が変化することが考えられる。一重項酸素の発生能、反応性について系統的な解析を行った。

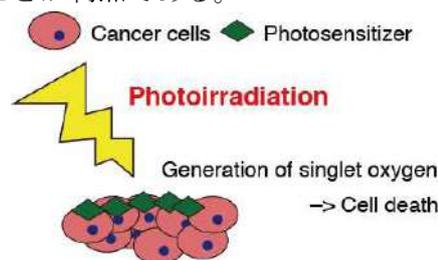


図1 PDTの概念図

2. 研究の手法

一重項酸素と速やかに反応することが知られる1,3-ジフェニルイソベンゾフラン（DPBF）とサンプルを共存させた溶液に対し、サンプルのみが吸収する光（>600 nm）を照射し、DPBFの減衰速度から一重項酸素の発生効率を見積もった。また、mCPBAを酸化剤としてサンプルの酸化を行い、一重項酸素発生能の比較を行った。

3. 結果と考察

いずれのサンプルも光照射に依存した一重項酸素の発生が見られた。またサンプルにmCPBAを作用させたところ、硫黄を持つサンプルのみ吸収帯の短波長シフトが見られた。これは硫黄上が酸化されたためと考えられる。また、この時一重項酸素発生能の顕著な増加が見られた（図2）。以上より、近赤外フタロシアニンを用いることで近赤外光を使った一重項酸素発生が可能なこと、硫黄上の酸化により発生能をスイッチングできることが分かった。



図2 Pc上の硫黄酸化に基づく一重項酸素発生効率の向上

4. 謝辞

研究の遂行にあたり、共同研究者である杉森 麻莉亜（藤花学園尾山台高校）、岩本 敬之、田村 大地、柳澤 峻（金沢大学大学院自然科学研究科）の協力をえたことをここに感謝します。

5. 参考文献

1) Dougherty *et al.* *J. Natl. Cancer Inst.* **1998**, *90*, 889. 2) Smith *et al.* *Nat. Nanotechnol.* **2009**, *4*, 710. 3) Furuyama *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2014**, *136*, 765.

Optical Properties of Near-IR Absorbing Phthalocyanine Sensitizers

Mashiro Hata (Kanazawa University Senior High School, 2nd year)

Taniyuki Furuyama (Kanazawa University)

1. Purpose of the study

Photodynamic therapy (PDT) involves the administration of a tumor-localizing photosensitizing agent, followed by activation of the agent by light of a specific wavelength (Fig. 1).¹⁾ Singlet oxygen ($O_2(^1\Delta_g)$) is believed to be the initial agent in the PDT, so that a photosensitizing agent requires a high singlet oxygen quantum yield (Φ_Δ) for light in the near-IR region, that is the “near-IR window” in biological tissue (650-1350 nm).²⁾ In this poster, we report the optical properties of sulfur-containing phthalocyanines (Pcs), which absorb in the near-IR light. Phthalocyanines (Pcs) are one of the most well-known and successful artificial dyes. The introduction of electron-donating sulfur at the α -carbon of Pc destabilizes the HOMO energy, thereby shifting the Q band of such Pcs to longer wavelengths (around 800 nm).³⁾

2. Method

The efficiencies of singlet oxygen were estimated by the decay of the quencher in a solution containing a photosensitizer (Pcs), oxygen and the quencher under irradiation under near-IR (> 600 nm) light. 1,3-Diphenylisobenzofuran (DPBF), which has an intense absorption band at around 410 nm was used as a common chemical quencher.

3. Result and discussion

All samples generated singlet oxygen after irradiation of near-IR light. After the oxidation of sulfur-containing Pc (**PcH₂**) with mCPBA, a blue-shifted and Q band was observed. The breaching rate was enhanced after oxidation, so that an oxidation at sulfur atom can switch the efficiency of singlet oxygen (Fig. 2).



Fig. 2. Enhancement of singlet oxygen generation by oxidation at sulfur atoms

4. Acknowledgement

We would like to thank our coworkers Maria Sugimori (Oyamada Senior High School), Takayuki Iwamoto, Daichi Tamura and Ryo Yanagisawa (Kanazawa Univ.) for their contributions.

5. References

1) Dougherty *et al.* *J. Natl. Cancer Inst.* **1998**, *90*, 889. 2) Smith *et al.* *Nat. Nanotechnol.* **2009**, *4*, 710. 3) Furuyama *et al.* *J. Am. Chem. Soc.* **2014**, *136*, 765.

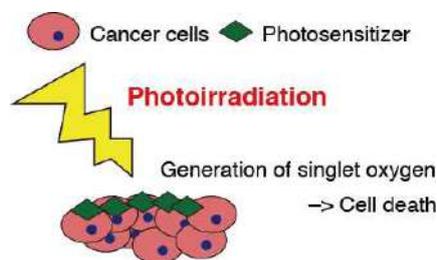


Fig. 1. Summary of PDT

リモートセンシングを用いた森林に於ける樹木の被覆面積の推定

岸 里名子 (横浜サイエンスフロンティア高校 2年)

川俣 大志¹⁾, 成瀬 延康^{1,2)}, 高橋 幸弘³⁾

1) 北大 高等教育推進機構, 2) 滋賀医科大学, 3) 北大 理学研究院

1. 背景

森林に於ける樹木の被覆面積の見積りは、地球温暖化に寄与する二酸化炭素の森林への固定量を把握することに繋がるので重要である。これまでの調査では航空機を用いることが多く、高額で調査範囲が限られるという欠点があった。また、夏の衛星画像を用いた先行研究は、葉の重なりで枝の識別が難しく、土壌と樹木の色が似ていることにより幹の判別も容易ではなかった。その為、見積もりに大きな誤差が生じていた^[1]。本研究では、冬場の雪に覆われた落葉樹林の衛星画像から、樹木の被覆面積を見積もる方法を考案した。この新たな手法は、背景となる雪が樹木の識別を容易にし、葉なしの枝は重なり合いが少ないという利点がある。

2. 手法

既存の枝と雪の反射スペクトル^{[2][3]}を参照し、Landsat8 衛星画像に於いて樹木の枝と雪を識別する為の新しい指標、NDTS (Normalized Difference Tree trunk on Snow) を作成した。ここで、 $NDTS = (Band\ 1 - Band\ 5) / (Band\ 1 + Band\ 5)$ であり、Band 1, 5 は各々深青、近赤外波長域の反射率を意味する。続いて、1画素 (30 m 四方) 内では枝と雪とは混在することから、予めその混合比率が与える1画素当たりのNDTSを基準値として計算した。今回の調査対象とした岩手県天野山付近の衛星画像から計算されるNDTS演算値を基準値と照らし合わせ、画像内の四隅に対応する4地点で樹木の被覆面積の割合を得た。この結果を検証するため、Google Earthの同地域の冬の航空写真と比較した。写真中で設定した閾値よりも輝度が低い領域を枝と判断して、同じ4地点での樹木の被覆面積の割合を求めた。背景である雪以外は樹木(鳥瞰により、その多くが枝)のみが写っていることから、閾値は写真中の各地点内での輝度の最頻値に設定した。

3. 結果及び考察

衛星画像及び航空写真から求めた樹木の被覆面積の割合を右図に示す。天野山付近の4地点において両者の大小関係が一致しており、且つどの地点でも衛星画像からの見積もりが約17%多かった。従って、この差を縮めることで本研究の手法により樹木の被覆面積を推定できる。両者の数値が異なる原因としては、航空写真の解析で設けた閾値の不適、衛星画像と航空写真両者の撮影時期の違いによる異なった積雪状態、影と枝との誤分類等が考えられる。今後はそれらの要因について追及する。

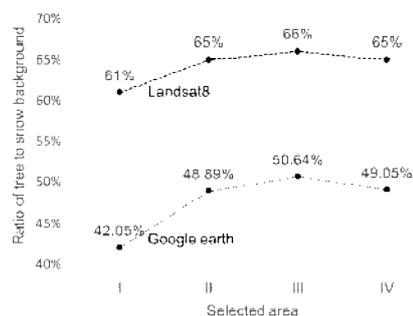


Fig. The ratio of tree from satellite image and aerial photograph

参考文献

- [1] 小熊宏之 *et al.* 写真測量とリモートセンシング Vol.39, No.2, pp.82-89 (2000).
 [2] Hibiki M. Noda *et al.* Ecological Research Vol.29, Issue2, p.111 (2014).
 [3] 青木輝夫 *et al.* 天気 Vol.56, No.1, pp.5-17 (2009).

Evaluation of Covered Area with Tree in Forest using Satellite Remote Sensing

Rinako Kishi (Yokohama Science Frontier High School, Grade 2)

Hiroshi Kawamata¹⁾, Nobuyasu Naruse^{1,2)}, Yukihiro Takahashi³⁾

1) Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

2) Shiga University of Medical Science

3) Graduate School of Science, Hokkaido University

1. Introduction

Tree density in forest plays a crucial role in understanding the global/local net of fixed carbon dioxide by plants. The conventional aerial photography is costly to view a rich forest from the top and in the previous the satellite images of forest taken in the summer, the trunk and branch of trees are blurred by brown soil and abundant leaves^[1]. Here, we propose a simple satellite-image analysis to evaluate the tree coverage of the deciduous forest by using images in winter. The fresh snow on ground works as white background, which enables us to identify tree trunks easily apart from brown soil as well as branches without leaf suppressing the overlap with each other.

2. Method

A new index, NDTS (Normalized Difference Tree trunk on Snow) is constructed from the spectral reflectance of both beech and snow on two satellite bands^{[2][3]}. In Landsat 8, NDTS corresponds to $(\text{Band1} - \text{Band5}) / (\text{Band1} + \text{Band5})$, where Band1 is deep blue visible and Band5 near infrared. As trees and snow are mixed in one pixel (30 meters square), a standard NDTS value is calculated for each mixing ratio of tree and snow in one pixel. Then, the actual NDTS values at Mt. Amano in Iwate are converted to the tree ratio to snow background. In comparison, the reliable tree coverage is obtained by the aerial photography in the same area. In Google EarthTM photos brown tree (mainly beech) standing on white snow, darker region can be identified to tree and shadow. Threshold value set the mode of brightness in the corresponding area.

3. Results and Discussion

The ratio of tree to snow background from both satellite image and aerial photograph are displayed in the right figure. At all four points the former derived from Landsat 8 follow the latter from Google Earth with more or less 17% larger ratio. Therefore, by filling the gap between values, this method can be useful to evaluate the coverage of trees. For further insight threshold value in aerial photograph analysis, different accumulation of snow taken by satellite and air plane, and non-negligible shadow should be involved.

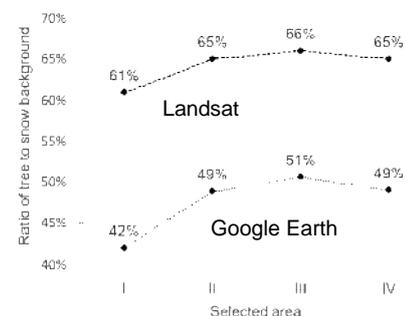


Fig. The ratio of tree from satellite image and aerial photograph

References

- [1] H. Oguma *et al.* Journal of the Japan Society of Photogrammetry Vol.39, No.2, pp.82-89 (2000).
- [2] H.M. Noda *et al.* Ecological Research Vol.29, Issue2, pp.111-111 (2014).
- [3] T. Aoki *et al.* TENKI Vol.56, No.1, pp.5-17 (2009).

ジオポリマー法による無機固体廃棄物の再資源化

勝谷祐輔（岡山白陵高等学校 2 年）、梶谷璃空（岡山県立岡山大安寺高等学校 2 年）
 大社史弥（香川県立三本松高等学校 2 年）、棚田夏美（岡山県立岡山一宮高等学校 2 年）
 福羅麗奈（鳥取県立米子東高等学校 2 年）
 担当教員：三宅通博（岡山大学）

1. 研究の目的と意義

無機系廃棄物をジオポリマー化し、構造材料として再利用することが注目されている。ジオポリマー反応はアルカリ活性剤を用いて、非晶質のアルミノケイ酸塩を脱水重縮合させる反応である^[1,2]。ジオポリマーの特長として、強度発現が速く、作製時における二酸化炭素排出量が少ない等が挙げられる。今回は原料に海砂と高炉水砕スラグを用い、ジオポリマーを作製し、評価した。

2. 研究の手法

海砂と高炉水砕スラグの混合物 8.0 g（表 1 に示す比で混合）、水酸化ナトリウム 1.0 g、イオン交換水 2.0 g を混ぜ合わせたスラリーを 50 °C の恒温槽内で、密閉条件下で養生、硬化させた。作製した試料は XRD、XRF、SEM、アルキメデス法、三点曲げ強度試験法等で評価された。

3. 結果と考察

XRD、XRF の結果により、海砂は SiO₂ 98 % の α -クォーツ、高炉水砕スラグは CaO 47 %、SiO₂ 30 %、Al₂O₃ 15 % の非晶質であった。表 1 に示す Si/Al 比と硬化時間より、Si/Al 比の増加に伴って硬化時間が長くなることが分かった。これは非晶質を主成分とする高炉水砕スラグの混合量が減り、ジオポリマー化を阻害する結晶質成分の割合が増えたことによるためと考えられた。生成物の詳しい評価結果については当日発表する予定である。

表 1 生成物の原料混合比、Si/Al 比、養生・硬化時間

4. 謝辞

Batch no.	Batch composition		Si/Al ratio	Curing and hardening time (d)
	Sand (mass%)	Slag (mass%)		
1	100	0	63	—
2	75	25	14	5
3	50	50	6.6	4
4	25	75	3.4	4
5	0	100	1.4	3

本研究を進めるにあたり、岡山大学環境生命科学研究科の馬場浩樹さん、中平拓郎さんから丁寧かつ有益な助言を頂きました。

5. 参考文献

- [1] P. Duxson *et al.*, *J. Mater. Sci.*, **42** (2007) 2917-2933
 [2] S. Kumar *et al.*, *J. Mater. Sci.*, **45** (2010) 607-615

Resource recovery of inorganic solid waste by geopolymer technology

Y. Katsutani (Okayama-hakuryo High School 2nd-year), R. Kajitani (Okayama-daianji High School 2nd-year), F. Okoso (Sanbonmatsu High School 2nd-year), N. Tanada (Okayama-ichinomiya High School 2nd-year), and R. Fukura (Yonagohigashi High School 2nd-year)
Counselor: M. Miyake (Okayama University)

1. Purpose of the study

Geopolymers obtained from inorganic solid waste attract attention, because they can be reused as structural materials. Geopolymerization occurs by dehydration and polycondensation reactions of aluminosilicates using an alkaline activator [1, 2]. As geopolymers' merits, it is enumerated that the strength development is fast, the carbon dioxide emissions in the reaction are low, and so on. In the present study, we produced and evaluated geopolymers using sea sand and granulated blast furnace slag as raw materials.

2. Method

An 8.0 g mixture of sea sand and granulated blast furnace slag (mixing ratio shown in Table 1), 1.0 g NaOH and 2.0 g deionized water were mixed. The obtained slurry was cured and hardened under sealed condition at 50 °C. The resulting materials were evaluated by XRD, XRF, SEM, Archimedes method, and bending strength based on three-point method.

3. Result and discussion

XRD and XRF revealed that sea sand was composed of about 98 mass% α -quartz and granulated blast furnace slag was an amorphous compound composed of about 47 mass% CaO, about 30 mass% SiO₂ and about 15 mass% Al₂O₃. Table 1 suggested that the more Si/Al ratio was increased, the longer time was required in curing and hardening process. This was considered to be due to the decrease of amorphous granulated blast furnace slag, which promotes geopolymerization, and the increase of crystalline sea sand, which inhibits geopolymerization. We will report the detailed evaluation of the products at the presentation.

Table 1. Mixing ratio, Si/Al ratio and curing and hardening time of the product

4. Acknowledgement

Batch no.	Batch composition		Si/Al ratio	Curing and hardening time (d)
	Sand (mass%)	Slag (mass%)		
1	100	0	63	—
2	75	25	14	5
3	50	50	6.6	4
4	25	75	3.4	4
5	0	100	1.4	3

We thank Messrs. H. Baba and T. Nakahira of Graduate School of Environmental and Life Science of Okayama University for their kind advice.

5. References

- [1] P. Duxson *et al.*, *J. Mater. Sci.*, **42** (2007) 2917-2933
[2] S. Kumar *et al.*, *J. Mater. Sci.*, **45** (2010) 607-615

リモートセンシングを用いた彩雪の分布調査

山家 大知 (横浜サイエンスフロンティア, 2年次)

川俣 大志¹⁾, 成瀬 延康^{1,2)}, 高橋 幸弘³⁾

1) 北大 高等教育推進機構, 2) 滋賀医科大学, 3) 北大 理学研究院

1. 目的

近年の氷河後退を加速させる一因として、氷河上で生成された藻類が挙げられる。藻類が引き起こす彩雪現象は、氷河表面の光吸収を増加させ、周囲の氷河よりも融解を促進させる。その代表例が鉱物粒子と藻類とが絡み合った黒色のクリオコナイト、並びに、赤色素(カロテノイド)を持つ藻類を大量に含んだ赤雪である。残念ながら、リモートセンシングによるこれら雪氷藻類の広域分布調査手法は確立されておらず、その分布を時間的・系統的に追跡した前例はない。クリオコナイトの先行研究では、衛星の単バンド(青の波長域)による観察はあるものの、クリオコナイトと同じ反射率を有する水や影が混在していた。一方、過去の赤雪の分布調査では、低階調の衛星画像に於いて新雪の放射輝度が飽和し、その領域の赤雪を観測できていない [1]。そこで本研究では、高階調の衛星画像を解析し、更に、複数バンドを利用した彩雪現象に適した指標の導入によって両者の広域分布を顕にすることを目指した。

2. 手法

図1のLandsat8のバンド2及び5に於いて、クリオコナイトはそれぞれ低い、高い反射率を有するが、氷河や水の反射率は逆である。両バンド(波長域)の反射率の違いに注目して、クリオコナイトのみに敏感な指標を作成し、グリーンランドのカナック氷河に適用した。また、赤雪と新雪に表れるLandsat8のバンド3及び4の反射率の差を利用し、赤雪のみを抽出する指標を得た。これを赤雪の先行研究がなされたアラスカのハーディング氷原と近年実地調査が行われている北海道の旭岳に導入した。

3. 結果及び考察

図2はクリオコナイトの指標により得られた分布画像である。この分布にはクリオコナイト特有の細かな縞模様が今回初めて現れ、実地調査で得られた分布とも一致した。また、赤雪の広域分布では飽和は確認されず、実地調査が行われた狭い領域の分布を再現できた。従って、今回新たに導入した指標の有効性を確認でき、衛星画像を利用した彩雪の広域分布を調査する手法を確立した。

謝辞

竹内望(千葉大院理), 杉山慎(北大低温研) 両教授には示唆に富む研究議論をして頂き、御礼申し上げます。また、共同研究者である安本有唯, 畠山詩織, 長谷川佳佑, TA に感謝いたします。

参考文献

[1] Takeuchi, N. Geophysical Research Letters vol.33, L21502 (2006).

[2] Takeuchi, N. Annals of Glaciology vol.34, pp.409-414 (2002).

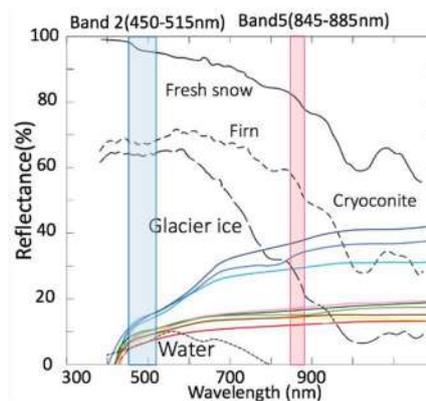


図1. クリオコナイトと氷河の反射率 ([2] を基に作成)

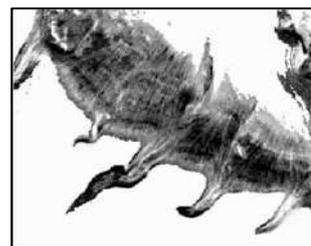


図2. カナック氷河上のクリオコナイト分布

Mapping out the distribution of colored snow by remote sensing

Daichi Yamaga (Yokohama Science Frontier High School, 2nd grade)

Hiroshi Kawamata¹⁾, Nobuyasu Naruse^{1,2)}, Yukihiro Takahashi³⁾

1) Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

2) Shiga University of Medical Science

3) Graduate School of Science, Hokkaido University

1. Introduction

Recent acceleration of the glacier retreat is triggered additionally by algae on glacier ice, coloring snow with increase of sunlight absorption. The typical examples are black cryoconite where an alga is entangled with mineral particles, and red snow richly decorated with an alga containing red pigment (carotenoid). Unfortunately, lack of remote-sensing identification for these snow algae, temporal and systematic tracking of their wide distribution is yet to be investigated. On the single band (visible blue) observation of the satellite, cryoconite was mixed with water and shadow due to their same reflectance, and the low dynamic range sensor caused saturated images for bright fresh snow, covering red snow distribution [1]. Here, we aimed to solve such problems by introducing indices calculated from multiple bands and high gradation images

2. Method

In Fig.1, cryoconite shows low/high reflectance on the band 2/5 of Landsat8, respectively, while glaciers and water have the opposite trend. On the aid of reflectance difference between the two bands, we created one index sensitive only to cryoconite, applying to Qaanaaq Glacier in Greenland. As well, based on the visible reflectance of red/fresh snow, bands 3/4 of Landsat8 lead to the other index for red snow. Harding ice field in Alaska and Asahidake in Hokkaido were analyzed with this index.

3. Results and Discussion

Fig.2 shows distribution of cryoconite obtained by the first index above, reproducing fine stripe patterns unique to cryoconite. As to red snow, combined with unsaturated Landsat 8 images, the second index maps out its distribution as in the previous field work. Therefore, we succeed to establish a new method to uncover wide distributions of colored snow from satellite images.

Acknowledgement

I greatly appreciate fruitful discussions with Prof. Takeuchi and Prof. Sugiyama, and also thank my colleagues, A. Yasumoto, S. Hatakeyama, and K. Hasegawa as well as TAs of Hokkaido University SSP.

References

- [1] Takeuchi, N. Geophysical Research Letters vol.33, L21502 (2006).
 [2] Takeuchi, N. Annals of Glaciology vol.34, pp.409-414 (2002).

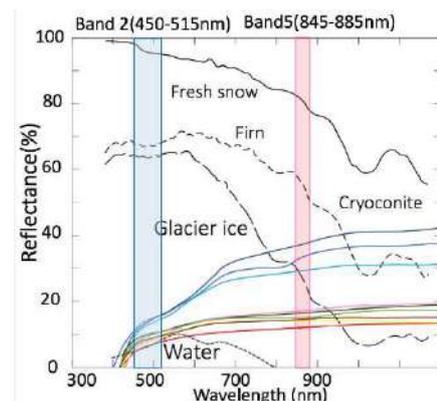


Fig.1 Reflectance of cryoconite and glacier (made from [2])

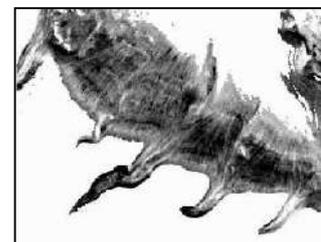


Fig.2 Distribution of cryoconite on Qaanaaq glacier

実施機関側からの要望により、本ページの記載内容は削除させていただきました。

実施機関側からの要望により、本ページの記載内容は削除させていただきました。

脳内ホルモンによる免疫応答調節

奥住あゆみ（東京都立多摩科学技術高等学校 2年）

西山千春（東京理科大学基礎工学部生物工学科）

1. 研究の目的・意義

古くから「病は気から」という言葉があり、また、現代でも薬を飲んでいると思うだけで症状が良くなる「プラシーボ効果」が存在することはよく知られている。これらは、精神状態によって病態が左右されることを意味しており、このような研究分野が発展することにより、①新しい予防・治療法の開発、②自然治癒力の向上、③精神面が病因となる慢性病の特定と、その解決法の提案、④健康寿命を延ばすこと、などが可能になると考え、自分でも研究に従事したいと切望するようになった。そこで今回、多幸感や鎮痛をもたらすモルヒネ様物質と、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン (Crh) に着目し、免疫反応への影響を検証することにした。なお本研究は、研究テーマの設定から研究実施すべてをグローバルサイエンスで行っている。

2. 研究の方法

【樹状細胞(DC)の遺伝子発現】 C57BL/6 マウスの大腿骨、脛骨から骨髓細胞を取り出し、培養して骨髓由来 DC (BMDC) を調製した。DC (5×10⁶ 個) をオピオイド受容体アゴニスト (U50488 または DAMGO) 存在下で 24 時間培養しリポポリサッカロイド (LPS) で刺激をして 24 時間培養を行った。回収した細胞より RNA を抽出し定量的 PCR で mRNA 量を測定した。

【DC による T 細胞活性化】 OT-II マウス (卵白成分 OVA に特異的な T 細胞受容体を持つ) の脾臓からナイーブ CD4⁺ T cell を単離し CFSE (蛍光標識) を取り込ませ、OVA 感作した BMDC と共に 72 時間培養した。細胞回収後、フローサイトメトリーを用いて CFSE の MFI (平均蛍光強度) を測定し、T cell の分裂・増殖を評価した。

3. 結果と考察

【サイトカイン産生】 DC の補助刺激分子 *Cd86*、炎症性サイトカイン *Tnf-α* と *Il-6* の mRNA 量を測定した。その結果、いずれも DC の活性化

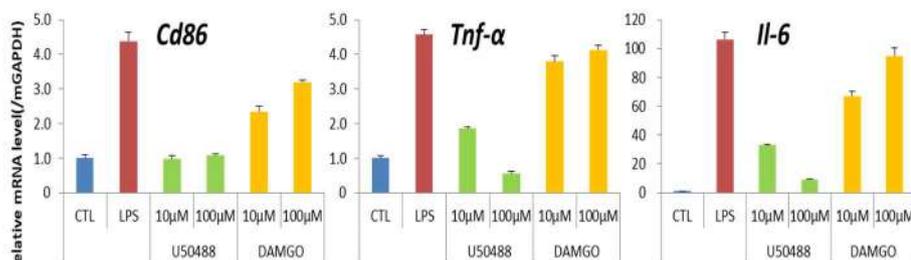


図1 DC の mRNA 発現量

に伴い mRNA 発現レベルが上昇したが、10 μM から 100 μM の U50488 存在下では著しく低い発現レベルであることが判明した (図 1)。このことから、U50488 には DC の LPS 刺激依存的活性化を抑制する働きがあることが示唆され、自然免疫応答や炎症反応に影響を及ぼす可能性が考えられた。

【T cell 活性化】 対照群や DAMGO 添加では T cell の増殖が見られたが、U50488 を添加した場合、10 μM では僅かながら有意に、100 μM では著しく T cell の増殖が抑制された (図 2)。このことから、U50488 は適応免疫に作用をもたらすことが予想される。今後、これが T リンパ球の機能、炎症反応にどのように影響するかを、細胞 (in vitro) とマウス個体 (in vivo) とで解析していく。

【Crh への作用】 マウス Crh の cDNA 断片を挿入した発現ベクターを構築した。これを、導入した細胞の機能を解析し、免疫系への Crh の作用も示す予定である。

4. 謝辞

実験の実施に際して西山研究室の皆様、特に坂田文弥さんと中野詩織さんの協力を頂きました。心から感謝申し上げます。

5. 参考文献

- Kitamura, N.他 *J. Allergy Clin. Immunol.* 129; 814-824 (2012) 実験方法参考
 Rogers, T.J.他 *TRENDS in Immunolog* 24; 116-121 (2003) オピオイド受容体と免疫の総説
 Alevizos, M.他 *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 112; 309-316(2014) マスト細胞とストレス総説

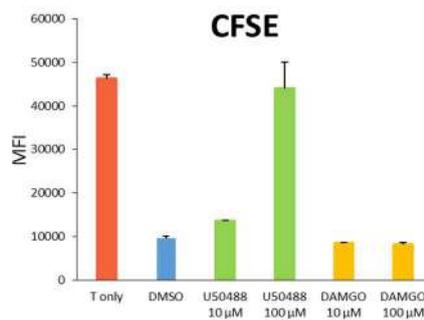


図2 DC による T 細胞の増殖レベル

Regulation of immunoresponse by brain hormones

Ayumi Okuzumi

(Tokyo Metropolitan Tama High School of Science and Technology 2nd grade)

Chiharu Nishiyama (Tokyo University of Science)

1. Purpose of the study

A proverb “Care killed a cat” and the “placebo effect” are well known as the observation suggesting the close relationship between the mental state and the physiological condition. This observation prompted me to participate in the research of this field, because I believe that the progress of this research field may lead to: the development of new methods for prevention and treatment, the improvement of spontaneous healing power, clarification of the mechanism of chronic diseases affected by mental condition. However, the role of brain hormone on immunoresponse is largely unknown. Then, in the present study, I analyzed the involvement of opioid receptor-mediated signaling and of corticotropin-releasing hormone (Crh) on immunoresponse.

This research is supported by “Global Science Campus education program at TUS”.

2. Method

Gene expression in dendritic cells (DCs). Bone marrow-derived DC (BMDC) was generated by cultivation of bone marrow cells from femur and tibia of C57BL/6 mice. BMDCs were maintained in the presence or absence of agonist of opioid receptor, U50488 or DAMGO, for 24 h. After additional 24-h cultivation following lipopolysaccharide (LPS)-induced activation, BMDCs were harvested. Complementary DNA was synthesized from total RNA by reverse transcription, and mRNA levels of target molecules were determined by quantitative PCR.

T cell proliferation activity. Naive CD4⁺ T cells isolated from spleen of OT-II mice (OVA-specific TCR Tg) were labeled with CFSE (fluorescence) and co-cultured with BMDCs, which were pulsed with OVA, for 72 h. Mean fluorescence intensity (MFI) of CFSE in T cells was determined by using flow cytometry.

3. Result and discussion

Activation of DCs. The mRNA levels of co-stimulatory molecule Cd86, inflammatory cytokines Tnf- α and Il-6 in DCs were increased by LPS-mediated activation. The up-regulation of these mRNAs was

dramatically suppressed by U50488 treatment, whereas significant effect was not observed in DAMGO-treated DCs (Fig. 1). These results indicate that opioid receptor-mediated signaling is involved in innate immunity and inflammation by modulating the activation of DCs.

T cell proliferation activity. As shown in Fig. 2, U50488 significantly suppressed DC-mediated proliferation of T cells in dose-dependent manner, whereas apparent difference was not observed between control (DMSO) and DAMGO-treated T cells. This result suggests a possibility that U50488 affect the response of adaptive immunity. We are going to analyze the effect of U50488 on the T cell function and inflammatory reaction *in vitro* and *in vivo*.

4. Acknowledgement

I am grateful to members of Nishiyama Laboratory, Department of Biological Science and Technology, Tokyo University of Science, especially Mr. Sakata, Ms. Nakano, and Dr. Kasakura, for helpful discussion and technical support.

5. References

Kitamura, N. *et al.* *J. Allergy Clin. Immunol.* 129; 814-824 (2012) As experimental protocols
 Rogers, T.J. *et al.* *TRENDS in Immunol.* 24;116-121 (2003) Review “opioid receptor in immunoresponse”
 Alevizos, M. *et al.* *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 112; 309-316(2014) Review “mast cell and stress”

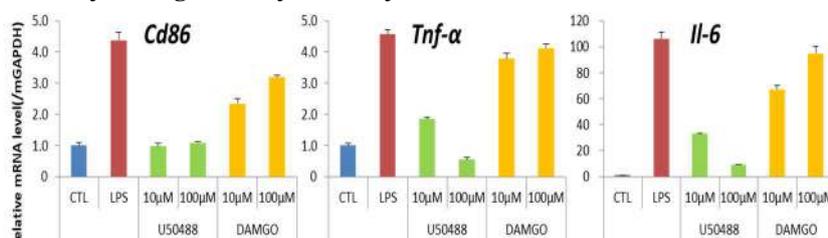


Figure 1. Effect of opioid receptor agonists on mRNA levels of Cd86, Tnf- α , and Il6 in DCs.

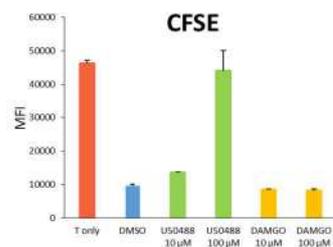


Figure 2. Effect of agonists on T cell proliferation activity.

「眼咽頭性筋ジストロフィー-OPMDの原因遺伝子 PABPN1の機能解析」

阿部有紗（神奈川県立横浜翠嵐高校3年）

1. 研究の目的と意義

眼咽頭筋ジストロフィー(OPMD: Oculopharyngeal Muscular Dystrophy)は、遅発性の眼瞼下垂と嚥下障害を主症状とする常染色体優性の稀少遺伝性疾患である。OPMDの原因遺伝子はRNA結合型タンパク質 PABPN1 (poly(A)-Binding Protein Nuclear 1)をコードする遺伝子で、タンパク質コード領域の5'端近傍に存在するGCGの半複製配列（正常では6~7回繰り返される）がOPMDの患者では9~13回に伸長していることが明らかとなっている。本研究は、疾患型のPABPN1が細胞にもたらす毒性について遺伝子レベル、分子レベルで調べ、病態のメカニズムについて解明を進め、治療法の開発に役立てることを目的とする。

2. 研究の手法

マウス骨格筋の筋芽細胞株 C2C12 細胞において、遺伝子導入により疾患型の PABPN1 を発現させた場合と、siRNA によって内在性の PABPN1 の発現を減弱させた場合で、以下の実験を行った。

細胞生存性の定量実験：ATP 検出法による細胞生存性定量実験を行った。

老化細胞の検出実験：SA-betaGal 染色法により、老化細胞の検出を行った。

mRNA の 3'末端の選択性を定量化する PCR 実験：細胞より RNA を抽出し、筋萎縮原性遺伝子の一つである遺伝子 A の mRNA について、poly(A)付加部位の選択性の変化を定量的 RT-PCR 法によって調べ、比較を行った。

抗体を用いたタンパク質定量実験：遺伝子 A のタンパク質に対する抗体を使用したウェスタンブロット法により、上記二者間の発現量を比較した。

3. 結果と考察

マウスの下肢骨格筋組織へ電気穿孔法による遺伝子導入で疾患変異型 PABPN1 遺伝子を発現させると、OPMD 疾患と同様な筋力低下が起り、線維化および筋細胞脱落が観察されている。本研究において、マウス骨格筋前駆細胞の一つである C2C12 細胞に疾患型 PABPN1 を発現させたところ、細胞増殖遅滞を来し、生存細胞数の顕著な低下が観察された。これらの細胞においては、SA-betaGal 法による老化細胞検出を行ったところ、老化細胞数が顕著に増加していることが明らかとなった。さらに、筋萎縮原性遺伝子の一つである遺伝子 A の poly(A)付加部位の選択性の変化により、3'非翻訳領域が短い mRNA が通常の細胞の約 4 倍に増加していることが判明した。酵素抗体法により遺伝子 A のタンパク質量を調べてみると、疾患型 PABPN1 の発現により遺伝子 A のタンパク質量が増加していた。以上の結果より、遺伝子 A の mRNA の 3'非翻訳領域の短縮化と遺伝子 A のタンパク質量増加が、OPMD 疾患の原因となっていることが予想され、この知見を元に治療法の開発につなげたいと考えている。

4. 謝辞

本研究をご指導頂いた慶應義塾大学医学部化学教室の今井貴雄先生、井上浩義先生、および共同研究でご協力下さいました埼玉医科大学生理学教室の中尾啓子先生に感謝致します。

5. 参考文献

Robinson et al. *Hum. Genet.* 116: 267-271, (2005).

Functional analysis of PABPN1, a responsible gene for oculopharyngeal muscular dystrophy (OPMD)

Arisa Abe (Yokohama Suiran High School 3rd Year)

1. Purpose of the Study

Autosomal dominant oculopharyngeal muscular dystrophy (OPMD) is a late onset rare muscle disease causing bilateral ptosis and dysphagia, followed by slowly progressive muscle weakness. The Alanine expansion in poly (A) binding protein nuclear 1 (PABPN1) is thought to be responsible for OPMD. OPMD patients have excess number of GCG repeats(9-13) in the N terminal region. In this study, in order to reveal molecular mechanism of cellular toxicity by patient-type Alanine expanded PABPN1, we induced expression of patient-type PABPN1 (13x) in C2C12 myoblast cells and observed the phenotypes.

2. Method

Cell viability assay: By ATP detection cell viability assay, we assessed cell viability of the C2C12 myoblast cells in which were transiently expressed patient type PABPN1.

Senescence associated beta-Galactosidase (SA- β Gal) assay: The senescent cells were stained by blue coloring of catalytic conversion of X-gal.

3'-end quantitative RT-PCR: By using extracted RNAs, the selection rates of alternative poly(A) site of gene A were compared by quantitative RT-PCR method.

Western blotting analysis: By using anti-gene A protein, expression amounts of gene A protein were measured and compared.

3. Result and Discussion

Patient type 13xAlanine PABPN1 expression in C2C12 cells led to growth retardation and severe cellular senescence (ATP assay and SA- β Gal assay). The phenotypes were also seen in case of siRNA ablation of endogenous PABPN1. By 3'-end quantitative RT-PCR method, we found that the length of gene A transcript was altered to shorter when patient type PABPN1 was expressed and when PABPN1 protein level was decreased in C2C12 cells. The gene A is one of muscle aging promoting genes. Then, by western blotting analysis, we observed increase of gene A protein expression level in the C2C12 cells where patient type PABPN1 expressed as compared with that in normal C2C12 cells. We now think that the shortening of 3'UTR and increase of gene A protein level are related in pathogenic mechanism of OPMD.

4. Acknowledgements

I thank to Dr. Takao Imai, Dr. Hiroyoshi Inoue (Keio University), and Dr. Keiko Nakao (Saitama Medical University).

5. Reference

Robinson et al. *Hum. Genet.* 116: 267-271, (2005).

擬似微小重力環境がトマトの生活環に及ぼす影響

高瀬 由杏（國學院高等学校 3学年）

担当教員 横谷(富田)香織先生（筑波大学）

1. 研究の目的と意義

人間が宇宙で長期間滞在する為には、その場で食料を確保する事が大きな課題となる。私は地球外環境に住む人々に食料を供給するため、重力が植物に与える影響について研究してきた。それは植物を宇宙環境で種から栽培し、実を収穫し、そこから種を採取する事である。私は自作の3Dクリノスタットで生成された擬似微小重力下でトマトの成長を調べた。

本研究は擬似微小重力環境がトマトの成長に与える影響を明るみにすることを目的とした。この研究の結果は、将来、圏外環境での食物生産に大きく貢献すると考えている。

2. 研究の手法

マイクロトム種 (TOMJPF1) というトマトを発芽させ、擬似微小重力下(以下 μG) と地上重力環境下 (以下 1G) で4ヶ月間、成長比較実験を行った。25~28°Cに保った温室の中で栽培し、培地には固形培地、照明にLEDライトを使用した。給水は50ml/日、肥料は50ml/週与えた。



図1 培養温室

3. 結果と考察

- ・成長速度：開花するまで、実が結実するまでの期間は μG が長くかかった。
- ・形態： μG では茎や葉が捻れるように変形し、葉の水平投影面積が小さくなった。
- ・種：1Gでは10個~25個の実に種が出来たが、 μG では種が出来なかった。
- ・元素分析：細胞壁をつくる為に重要な役割を担うカルシウム量は μG で低く、植物内を容易に移動することのできるカリウム量は高かった。

μG では、カルシウム不足により葉や茎が変形し、受光面積や蒸散面積が減少した。その結果、実や種の成長に十分なエネルギーが得られなかった。

4. 謝辞

筑波大学の富田-横谷香織講師及び星川健准教授、大阪市立大学の保尊隆享教授と曾我康一准教授、名古屋女子大学の片山直美教授、並びにJAXAの矢野幸子博士に丁寧にご指導を頂きました。ご協力していただきました関係者の方々に深く感謝いたします。

5. 参考文献

宇宙における植物の生活環, 唐原一・神阪盛一郎(富山大・院・理工)他, Space Utiliz Res, 29 (2015)

Life cycles of tomato plants under pseudo-microgravity conditions

Yuan Takase (Kokugakuin High School, Senior)

Dr. Kaori Yokotani

1. Purpose of the study

Securing food is crucial issue for human being’s long-term stay in space. Growing plants in microgravity from seeds, harvest fruits and collect seeds. I investigated the growth of tomatoes under pseudo-microgravity generated by myself-made 3D-clinostat. Purpose of this study, to elucidating impact of microgravity on tomato. I expect that this research contributes to food production in out-of-service environment.

2. Method

I raised tomatoes and performed an experiment to compare the growth of the microgravity condition and ground gravity condition for 4 months. I grew it in the greenhouse kept in 25-28 °C. I used the solid medium and LED light for lighting. I watered 50 ml in a day, and gave liquid manure 50 ml in a week.

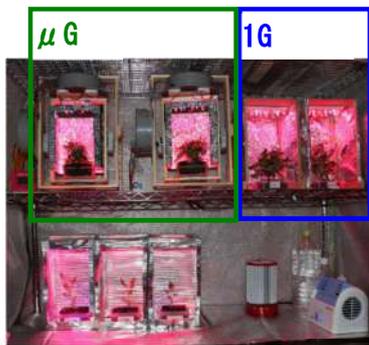


Figure1 Culture greenhouse

	leaves and stems	number of leaves	size of leaves
1G			
μG			

Table1 Comparison of plants

3. Result and discussion

Growth rate: It took a long time until the flowering and the bearing of fruit under microgravity conditions.

Morphogenesis: The stems and leaves were deformed, and the area became small.

Seed: I was able to harvest 10 to 25 seeds under ground gravity condition. on the other hand, It was not possible to collect under microgravity conditions.

Ultimate analysis: The amount of calcium plays an important role in creating cell walls was low, but the amount of potassium was high under microgravity conditions. Leaves and stems deformed for lack of calcium, the light receiving and transpiration area decreased. As a result, the energy that was enough for the growth of a fruit and the seeds was not provided.

4. Acknowledgement

I would like to show my greatest appreciation to Assoc. Prof. Kaori Yokotani who provided helpful comments and suggestions. I also owe a very important debt to Assoc. Prof. Kouichi Soga and Doctor Sachiko Yano who gave me invaluable comments and warm encouragements.

5. References

Life Cycle of Higher Plants, Seiichiro Kamisaka, Space Utiliz Res, 29 (2015).

福岡県犬鳴山系におけるニホンジカが植生に及ぼす影響

筑紫丘高校 2年 徳永 貫太
古賀 信也 准教授

1. 研究の目的・意義

近年、わが国ではニホンジカによる森林被害(食害、樹皮剥ぎ等)が深刻となっており、野生鳥獣による森林被害の約8割を占める。福岡県では、犬鳴山系が主な生息域のひとつとされ、近年、頭数の増加や生息域の拡大がみられる。本研究では、この地域のシカ害の実態を明らかにするためにシカが植生に与える影響について調べた。

2. 研究の手法

調査は2016年11月に九州大学農学部附属福岡演習林第10、11林班(広葉樹二次林)で実施した。各林分に水平距離10m間隔で2m×4m方形区を6個一直線上に設け、区画内に生育する高さ2m以下(シカの口が届く高さを2mと仮定)の樹木とつるの種名を記録した。得られたデータを2012年に同じ場所で得られたデータと比較し、シカの嗜好性に鑑みて考察した。

3. 結果と考察

出現種数は4年間で大幅に減少した(10林班:48種から27種、11林班:50種から28種)。2012年に記載があり2016年には出現しなかった種数は、10林班が26種、11林班が24種であった。一方、2016年に新たに出現した種は、10林班が4種、11林班が2種であった。シカの採食植物とされている36種のうち27種が2016年に消失した。一方、忌避・不嗜好性植物であるとされている2種が新たに出現した。

以上のことから、生育環境の急激な変化、植生遷移、他動物や病気虫害の影響等も考えられるが、多数の採食植物種が短期間に消失し、その一方で忌避・不嗜好性植物が存在あるいは新たに出現したことからシカの採食による植生への影響が推定された。このような下層植生の大きな変化は、この地域の森林生態系にも何らかの影響を及ぼすと思われる。今後、柵等によりシカの影響を排除した調査区を設けて比較検討することにより明確にしていきたい。

4. 謝辞

本研究に際して熱心なご指導を頂いた古賀先生への感謝の意をここに表わす。

5. 主要参考文献

- 橋本ら(2014)日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト. 人と自然 25:133-160
熊谷(2010)英彦山・犬ヶ岳山地の自然と植物, 287p., 海鳥社
高槻(2006)シカの生態誌. 408p., 東京大学出版会
山内ら(2013)九州大学福岡演習林の植物相. 九大演報 94:48-73
林野庁(2015)平成26年度森林林業白書 pdf版

Effect of Browsing by *Cervus nippon* (*Sika deer*) on Vegetation in the Inunaki area,
Fukuoka Prefecture

Kanta Tokunaga, 2nd grade, Chikushigaoka High School

Supporting Professor: Shinya Koga, Kyushu University

1. Purpose

Recently, the forest damage caused by *Cervus nippon* (hereinafter called deer) such as feeding and peeling of trees has been a big problem in Japan. The harm caused by deer accounts for about 80 percent of the forest area damaged by animals and birds. In Fukuoka, deer are mainly seen in the Inunaki area and Mt. Hiko area and their population have been increasing and their habitat also have been expanding. However, no detailed research on damage by deer has been done in these areas. The purpose of this study is to find out how the increased population of deer influences the forest vegetation in Fukuoka.

2. Method

This study was conducted at two stands (compartment 10 and 11, broad-leaved secondary forest) of Kyushu University Forest (Fukuoka Pref.) in November 2016. Six sections (each size: 2m x 4m) were set up along a straight line (50m) at each stand and then, species name of trees and vines with less than 2m-height within each section was recorded. The data obtained was compared with the data collected at the same place in 2012 (Yamauchi et al., 2013), considering the preference of deer.

3. Result and Discussion

The number of species decreased from 48 to 27 at the comp. 10 and from 50 to 28 at the comp. 11 for four years. The number of species which occurred in 2012 and disappeared in 2016 was 26 at the comp. 10 and 24 at the comp. 11. The number of species which occurred newly in 2016 was 4 at the comp. 10 and 2 at the comp. 11. Thus, the species composition of this area has changed drastically. Among 36 species occurred in 2012 at both stands, 27 preferred species disappeared in 2016 and 2 non-preferred species appeared newly. Thus, this study indicated that the forest floor vegetation in this area would be strongly impacted by the deer. This impact will influence the forest ecosystem. To make clear this finding, further investigations are needed, as there is a possibility of environmental change, forest succession, the effects of other animals and insects, and so on.

4. Acknowledgement

I would like to express my gratitude to Associate Professor Shinya Koga for his support.

5. Main Reference

Yamauchi et al., 2013, Bull. of Kyushu Univ. For. 94: 48-73

爬虫類における左右軸決定機構

保呂 有珠暉(灘高等学校 2年)

濱田 博司(理化学研究所)

1. 研究の目的と意義

生物の体には心臓が左側にあたり、肝臓が右側にあたりと左右に非対称性が見られる。この左右の非対称性は左右軸の決定により形成される。これまでの研究から、脊椎動物における左右軸の決定機構は、マウス型とニワトリ型の大きく2つに分類できると示唆されている(左表)。しかしながら、この2つの機構の違いが生じた過程や進化的意義は不明である。そこで、鳥類と哺乳類に近縁である爬虫類の左右軸の決定機構について研究を行った。

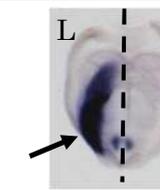
左右軸決定機構の型	左の側板中胚葉での <i>Nodal</i> の発現 (図中の黒矢印)	LRO(left-right organizer)における動く繊毛による水流
ニワトリ型(鳥類)	 (Levin et al, 1995)	LRO に動く繊毛が存在せず、水流は存在しない。つまり、左右軸決定に動く繊毛は関与していない。
マウス型(魚類, 両生類, 哺乳類)		LRO に動く繊毛が存在し、これが作り出す水流によって左右軸決定が行われる。

表 1

2. 研究の手法

実験対象の爬虫類として、ソメワケササクレヤモリ(*Paroedura picta*,以下、ヤモリ)、ニホンスッポン(*Pelodiscus sinensis*,以下、スッポン)を用いた。まず、マウス型とニワトリ型の共通点である、左側の側板中胚葉における非対称な *Nodal* の発現が爬虫類に見られることを *in situ hybridization* により調べた。次に、マウス型には存在するが、ニワトリ型には存在しない、動く繊毛の有無を蛍光免疫染色により調べた。

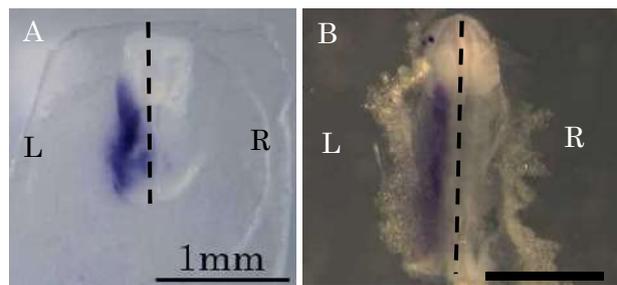


図 1(A はヤモリ胚,B はスッポン胚)

3. 結果と考察

ヤモリ胚とスッポン胚に *Nodal* の *in situ hybridization* を行った結果を図 1 に示す。図の通り、両方の胚において、左側での側板中胚葉における非対称な *Nodal* の発現が確認出来た。次に、ヤモリ胚の LRO における蛍光免疫染色の結果を図 2 に示す。A は全ての繊毛に存在するタンパク質であるアセチル化チューブリンの存在を表しており、B は動く繊毛にのみ存在するタンパク質であるダイニンの存在を表している。図中の白い点線枠内に繊毛の一つを示す。図が示すようにヤモリ胚には繊毛は存在するもののそれは動く繊毛ではないことが分かった。このことから、ヤモリはニワトリ型である可能性が示唆された。また、ここでは示されていないがスッポン胚においても同様にニワトリ型であることを示唆するデータが得られている。今後は他の左右軸決定に関わる遺伝子の *in situ hybridization* や種間でのホモログ遺伝子の配列の差異を解析する。

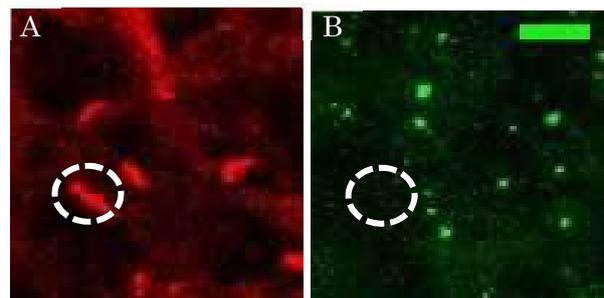


図 2(スケールバーは 5µm)

4. 謝辞

本研究では理化学研究所多細胞システム形成研究センターの濱田先生、梶川様、大阪大学 SEEDS 事務局の皆様をはじめ、多くの方々にご助力を賜りました。ここに御礼申し上げます。

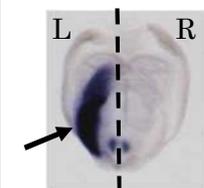
Mechanism of left-right axis determination in the reptile

Uzuki Horo (Nada senior high school, 2nd year)

Hiroshi Hamada (RIKEN Center for Developmental Biology)

1. Purpose

In many creatures, we can see left-right asymmetry. For example, in human, the heart exists in the left side of the body while the liver exists in the right side. This asymmetry is governed by the left-right (LR) axis established during development. Previous studies show that LR axis determination in vertebrates can be grouped into two types: mouse-type and chick-type (Table1): the mouse-type has motile cilia in LRO (left-right organizer), which contribute to LR axis determination, whereas the chick-type doesn't have them. However, how two types have arisen during evolution is not

Type of LR determination	Asymmetric <i>Nodal</i> expression in LPM (indicated by the black arrow)	Motile cilia at LRO
Chick type (bird)	 (Levin et al, 1995)	Absent
Mouse Type (mammal, amphibian, fish)		Present

known. To understand this, I studied the mechanism of LR axis determination in reptiles, which are phylogenetically related to mammals and birds.

2. Materials and Methods

A kind of lizard, *Paroedura picta* (described as gecko hereafter) and a kind of turtle, *Pelodiscus sinensis* (described as turtle hereafter) were used in this study. First, asymmetric *Nodal* expression in LPM (lateral plate mesoderm), which is commonly observed in mouse and chick, was examined in gecko and turtle embryos by in situ hybridization. Second, the presence or absence of motile cilia, which exist in the chick-type but not in mouse-type, was examined in gecko embryos by immunofluorescence staining.

3. Results and Discussion

Asymmetric *Nodal* expression in LPM was detected in both gecko and turtle embryo (Figure1), as expected. Immunofluorescence staining carried out with gecko embryos demonstrated that acetylated tubulin (shown in A, red), which can be seen in motile and immotile cilia, are present while dynein intermediate chain 2 (shown in B, green), which is specific to motile cilia, are absent (Figure 2). This observation suggest that the gecko employs the chick-type LR determination mechanism. Furthermore, observations with turtle embryos suggest that the turtle also belong to the chick-type (datas are not shown). I would like to examine other genes implicated in L-R asymmetry and study regulation of *Nodal* gene from various vertebrates in the future.

4. Acknowledgement

I thank Hiroshi Hamada, Eriko Kaikawa and others for their energetic help to this study.

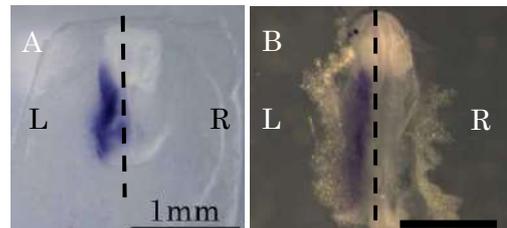


Figure 1(gecko embryo is A, turtle is B)

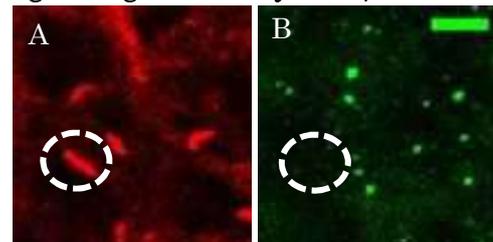


Figure 2(scale bar shows 5μm, white dotted line surrounds one of the cilia)

白い頭花を持つタンポポの起源と果実の形態について

阪本 愛 (広島女学院高等学校 3年)

広島大学大学院理学研究科准教授 坪田博美

1. 研究の目的と意義

タンポポ属植物はキク科の草本で、黄または白い花を咲かせる。タンポポは北半球に広く分布し、多くのタンポポが黄色い頭花をつけるが、白色の頭花をつけるもの(以下、白花系タンポポ)が世界で5種だけ存在する。本研究では、白花系タンポポの起源とこれらタンポポの果実の形態的特徴を明らかにすることを目的として、形態測定と得られたデータの解析と、葉緑体DNAのハプロタイプの比較を行った。白花系タンポポに関する研究からタンポポ属植物の分類や種分化に関する知見が得られることが期待される。

2. 研究の手法

本研究では、果実について形態測定を行い、そのデータについて統計解析を行うとともに、葉緑体 *psbA-trnH* 領域の配列を用いてDNAハプロタイプの比較を行った。また、得られた塩基配列にもとづいて系統解析を行った。

3. 結果と考察

主成分分析の結果、白花系タンポポは果実のサイズが大きく、重量が重く、冠毛柄の長さが中間的な値を示すという形態的特徴をもっていた(図1)。また、黄色の頭花を持つヤマザトタンポポと白い頭花を持つキビシロタンポポが形態で非常に類似していることが示され、芹沢(2006)の見解を支持した。重量に関する多重比較検定の結果でも同様の結果が示された。葉緑体DNAハプロタイプの比較から白花系タンポポは同じ型を持ち、モウコタンポポを母系とする系統であることが示唆された(表1)。白花系タンポポの分布域は狭いものが多いことが知られており、これは果実の形態的特徴を反映したものであるかもしれない。

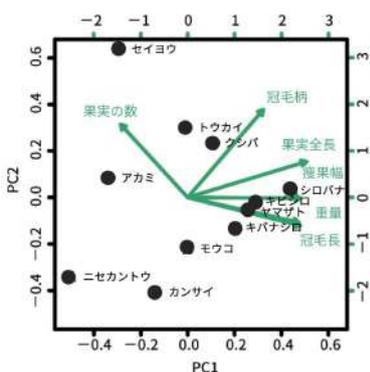


表 1. 葉緑体 DNA ハプロタイプの比較。アライメント後に配列の異なる部分だけを抽出したもの。

<i>T. officinale</i> KU361241	gtcttatttc-----aaatcgaat-----ca-----gag
<i>T. kok-saghyz</i> KX198560	gtcttatttcatt-----ag-----gat
<i>T. brevicorniculatum</i> KX198559	gtcttatttc-----tcag-----ag-----gat
<i>T. platycarpum</i> KP214515	gtcttatttc-----tccatagattgag-----gat
<i>T. mongolicum</i> KR997714	gtcttatttc-----tcaatagattgag-----act
<i>T. mongolicum</i> KU736961	a-----tcaatagattgagatataaacctctagat
<i>T. coreanum</i>	a-----tcaatagattgagatataaacctctagat
<i>T. hideoi</i>	a-----tcaatagattgagatataaacctctagat
<i>T. albidum</i>	a-----tcaatagattgagatataaacctctagat

図 1 (左の図). 主成分分析の結果にもとづいたタンポポの散布図

4. 謝辞

担当教員の坪田博美先生、TAの井上侑哉さん、いつも助言を下さっている森田竜義先生、タンポポ調査西日本のスタッフの皆様にお礼申し上げます。また、これまでの10年間研究をいろいろな面から支えてくれた両親に感謝します。

5. 参考文献

芹沢俊介. 2006. 淡黄色花タンポポの分類. 植物地理・分類研究 54: 21-26.

A study on white dandelions (*Taraxacum*, Asteraceae): their origin & achene morphology

Mana Sakamoto (Hiroshima Jogakuin Senior High School, 12th grade)

Hiromi Tsubota (Graduate School of Science, Hiroshima University; Associate Professor)

1. Purpose of the study

Dandelions (*Taraxacum*, Asteraceae) are flowers with yellow or white capitula widely distributed in the northern hemisphere. Although most species of dandelions have yellow-capitulum, only five species with white-capitulum are known in the world. To reveal the origin of white dandelion, and the achene morphology which characteristics of them, I conducted morphometric analysis and compared DNA haplotype for chloroplast genome.

2. Method

In this study, I conducted morphometric analysis especially on achene morphology and compared DNA haplotype for chloroplast genome using *psbA-trnH* region. Phylogenetic analysis based on the obtained sequences was carried out.

3. Result and discussion

Principal component analysis (PCA) revealed that all of the white floret dandelions shared the morphological features, large and heavy weight achene, also intermediate rostrum length (Fig. 1). The result also informed the close relationship between *T. arakii* with yellow floret and *T. hideoi* with white one supporting the view by Serizawa (2006). Multiple comparisons showed achenes of white floret dandelions are significantly heavier than other dandelions expect for *T. arakii*. Haplotype variation showed that white floret dandelions share the same chloroplast haplotype and they would have matrilineal lineage of *T. mongolicum* (Table 1). It was known that the white floret dandelion has relatively narrow in the distribution range among the whole dandelions, and these facts may be affected the characteristic achene features.

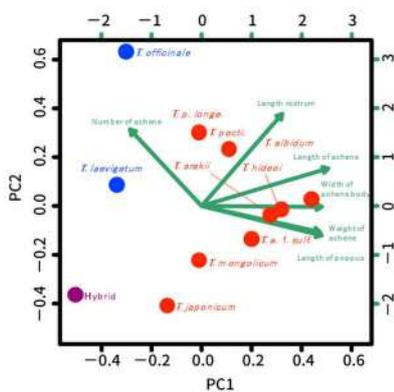


Table 1. Placement of phylogenetic informative indels in the aligned sequences from representative taxa. Positions correspond to the alignment matrix for each sequence region. Dashes represent a alignment gaps.

<i>T. kok-saghyz</i> KX198560	gtcttatttc	ttatt	tca	tt	-----	ag	-----	gat
<i>T. brevicorniculatum</i> KX198559	gtcttatttc	-----	tca	tg	-----	ag	-----	gat
<i>T. platycarpum</i> KP214515	gtcttatttc	-----	tcca	tagattgag	-----	-----	-----	gat
<i>T. mongolicum</i> KR997714	gtcttatttc	-----	tca	tagattgag	-----	-----	-----	act
<i>T. mongolicum</i> KU736961	a	-----	tca	tagattgagatataaacctctagat	-----	-----	-----	-----
<i>T. coreanum</i>	a	-----	tca	tagattgagatataaacctctagat	-----	-----	-----	-----
<i>T. hideoi</i>	a	-----	tca	tagattgagatataaacctctagat	-----	-----	-----	-----
<i>T. albidum</i>	a	-----	tca	tagattgagatataaacctctagat	-----	-----	-----	-----

Fig. 1. Scatter plot (left) of the two first axes based on principal component analysis (PCA) for 11 dandelions.

4. Acknowledgement

I thank Drs. T. Morita, H. Tsubota and Y. Inoue, and members of Executive Committee of Field Research of Dandelions in West Japan for supporting my study. I also thank my parents for supporting me for 10 years.

5. References

Serizawa, S. 2006. Classification and nomenclature of the pale-yellow-flowered dandelions in Japan. *J. Phytogeogr. Taxon.* 54: 21-26 (in Japanese).

変形菌イタモジホコリの変形体における自他認識応答

増井真那（東京都立小石川中等教育学校 4年）

担当教員：佐藤忍先生（筑波大学）

1. 研究の目的と意義

変形菌の変形体の行動について研究を始めて10年になる。これまでに、1) 変形体は自他を見分けて行動選択することができ、2) この自他判断には、変形体の体を覆う粘液鞘が関係していることを見出だした。

変形体の個体間の融合に関わる遺伝子が存在するとされているが、その生態上の意味/仕組みは明らかでない (Clark & Haskins 2012)。本研究では、同種異個体間の自他認識力と融合の関係と、その生態上の実態を明らかにすることに取り組んだ。

2. 研究の手法

イタモジホコリ *Physarum rigidum* 変形体の同種産地違い5株(トトロ、石鎚山、筑波、坂東1、坂東2)の総当たり10組について、自由に自他認識させる【自由融合実験】、自他認識させず人の手で2個体を混ぜる【強制融合実験】、そこでできた統合個体と元の株の間で自他認識をさせる【判別実験】を行った。

3. 結果と考察

【自由融合実験】では10組中1組のみが統合され、安定した自他判断を示した(図1)【強制融合実験】では、8組は自由融合の結果と一致したが、2組では結果が混在し、体内では不安定な自他判断を示した。統合個体3パターンによる【判別実験】の結果、強制融合で得られた統合は見かけ上であることがわかった。この結果から、変形体は体外に加えて体内でも自他認識が可能だが、体外の自他認識が融合開始をより強く制限していると言える。

統合より回避の方が自他認識に時間を要するという傾向からは、変形体は必ずしも回避を優先せず融合機会を探り続けると言える。

相手の細胞膜に接触せず、粘液鞘に反応して行う「非接触型自他認識」は、接触型と比較して、距離と無関係に短時間で自他認識が可能であることから、早期安全に相手を判断可能な、回避に有利な仕組みであると言える。

変形体が相手と複数部位で同時並行的に自他認識を行う場合、判断結果が不一致となることも多かった。この結果から、変形体の自他判断は分散独立的で、全ての遭遇機会を都度判断し直すことができ、稀少な融合機会獲得に有利な仕組みであると言える。

以上の分析・考察から、変形体の自他認識力は、体内、体外での接触、非接触、分散独立を組み合わせた多重的なものであり、それは「相手の回避」と「融合機会の獲得」の両立を支えている、ユニークで優れた仕組みであると結論できる。

4. 謝辞

筑波大学の佐藤忍先生、出川洋介先生、福井県越前町立福井総合植物園の松本淳先生からご指導をいただきました。ありがとうございました。

5. 主要参考文献

Clark J. & Haskins E. F. 2012. Plasmodial incompatibility in the myxomycetes: a review. *Mycosphere* 3(2), 131-141. <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/3/2/3>

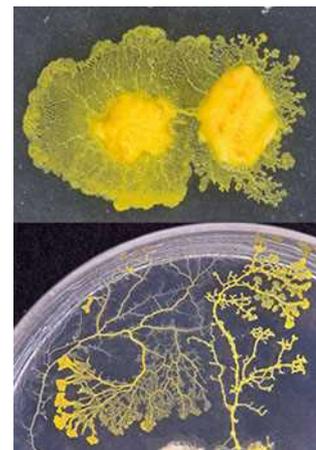


図1 変形体2個体の統合例(上)と回避例(下)

Recognition “self” and “non-self” response in the plasmodium of Myxomycetes *Physarum rigidum*

Mana Masui (Tokyo Metropolitan Koishikawa Secondary Education School 10th grade)

Dr. Shinobu Satoh (University of Tsukuba)

Purpose

I got two discoveries from my previous research. 1) The plasmodium of Myxomycetes can recognize self and non-self. 2) The plasmodial sheath is a signal for allorecognition, because the plasmodium can recognize others by touching it. Two plasmodia can fuse only in the case that they are phenotypically identical for the loci to fuse. However, it has not been fully understood the ability of allorecognition in an ecological viewpoint yet (Clark & Haskins 2012). So, I studied the relationship between allorecognition and fusion.

Procedure

I did three experiments by using the five geographical isolates of *Physarum rigidum*. The 1st, Free Fusion is letting them freely meet and recognize each other. The 2nd, Forced Fusion is making them forcibly fuse by mixing their cytoplasm. The 3rd, Verification is letting the integrated individuals freely meet and recognize the original isolates.

Observations/Data/Results

In Free Fusion, the five isolates could stably recognize each other (Fig.1). In Forced Fusion, two combinations made unstable integrations, which proved to be temporary by verification. The results suggest that the plasmodia can recognize others not only by contact at the cell membrane surface (outside) but also by contact between the cytoplasm (inside). But, the allorecognition system at outside restricts the fusion more strongly.

The avoided cases take longer decision-making time than the integrated cases. It suggests that plasmodium is not giving priority to avoidance but exploring opportunity to fuse.

The plasmodia often recognized each other without touching cell membrane (non-contact). The non-contact cases are faster than the contact cases. It suggests that the plasmodium can avoid others quickly and safely by using the plasmodial sheath.

Two plasmodia often met at plural points simultaneously, and there were many cases of inconsistency of decisions. It suggests that allorecognition behaviors are distributed and independent, and the plasmodium can reconsider every meeting opportunity.

Conclusions

I conclude that the allorecognition system of the plasmodium is very unique and multiple, which supports balance between avoidance and integration.

Acknowledgement

I sincerely thank Dr. Shinobu Satoh and Dr. Yosuke Degawa (University of Tsukuba), Dr. Jun Matsumoto (Fukui Botanical Garden).

Bibliography

Clark J. & Haskins E. F. 2012. Plasmodial incompatibility in the myxomycetes: a review. *Mycosphere* 3(2), 131-141. <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/3/2/3>

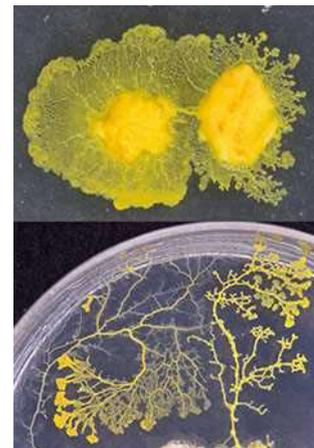


Fig-1. A case of integration (upper) and avoidance (lower).

放射線耐性遺伝子の解析

前田春那（福井工大福井高校2年）、白崎永（若狭高校2年）、松本夏歩（若狭高校2年）
担当教員 沖昌也（福井大学 大学院工学研究科 准教授）

1. 研究の目的と意義

我々は、DNA の配列に依存しない遺伝子の発現制御機構の1つである「エピジェネティクス」という現象に注目した。核内において DNA は、ヒストンタンパク質に巻き付き、クロマチンと呼ばれる構造体を作り、コンパクトに収納されている。エピジェネティクスと呼ばれる現象は、クロマチンの構造が凝集したり、緩んだりすることにより、内部に存在する遺伝子の発現状態が変化することによって起こる¹⁾。これまでの研究から野生酵母株からエピジェネティックな発現制御機構に重要で、ヘテロクロマチンの形成に必須な *SIR2*、*SIR3*、*SIR4*²⁾ をそれぞれ破壊した酵母株を作製し放射線を照射した結果、*SIR3*、*SIR4* を破壊した酵母株で生存率の上昇が確認された。上記、放射線照射後の生存率が上昇した直接的な原因遺伝子を明らかにするため、マイクロアレイ解析の結果をもとに、候補となる遺伝子を予測した。本研究では、予測した遺伝子が放射線耐性獲得に直接関与しているかを明らかにすることを目的とした。放射線耐性機構が明らかになれば、医療の進歩や放射線による人体への影響への評価が可能となる。

2. 研究の手法

酵母の全遺伝子約 6000 個の中から放射線耐性に関する可能性がある遺伝子を選んだ理由と視点とともにリストアップした。候補遺伝子について、以下の実験を行う。A) 候補遺伝子の過剰発現用のプラスミドを作る。B) 作製したプラスミドを酵母染色体に挿入する。C) 実際に発現量が上がっているか確認する。D) タンパク質が増えているか確認する。E) 放射線を照射して、放射線耐性について評価する。

3. 結果と考察（図表等）

私たちが選んだ遺伝子は *CIN10*、*GAL2*、*CCW12*、*RAD9*、*ZRT1*、*ZRT2* である。現在のところ、プラスミド作製が出来た段階であり、当初の目的である放射線耐性についての報告は次の機会にまとめたい。

プラスミドを作製するための PCR 産物精製、制限酵素処理、ゲル切出精製はいずれも成功していることが電気泳動によって確認できた。

今後は酵母の形質転換と放射線照射を行う予定である。

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導くださった沖昌也准教授に感謝申し上げます。また、実験の指導をしてくださった釜田和馬さん、環境を整えてくださったラボの皆様や事務局の皆様に感謝いたします。ありがとうございます。

5. 参考文献

- 1) Moazed D. (2001). Common Themes in Mechanisms of Gene Silencing. *Mol. Cell*, 8, 489-498.
- 2) Rusche LN, Kirchmaier AL and Rine J (2003) The Establishment, Inheritance, and Function of Silenced Chromatin in *Saccharomyces cerevisiae*. *Annu. Rev. Biochem.*, 72, 481-516.

Analysis of radiation resistant gene

Maeda Haruna (Fukui Institute of Technology Fukui, 2nd Grade), Shirasaki Haruka (Wakasa High School, 2nd Grade), Matsumoto Natsuho (Wakasa High School, 2nd Grade)
Supervisor Masaya Oki (Graduate school of Engineering, University of Fukui, Associate Professor)

1. Purpose of the study

According to former research, it was found that high survival rate in yeast strain destroyed *sir3*, *sir4* those can form heterochromatin structure¹⁾, ²⁾. As the main method, first, the yeast strain destroyed *sir2*, *sir3*, *sir4* are produced, and then, those are irradiated radiation. Furthermore, it is possible that there are additional radiation resistant genes, aims of this research are identifying the genes and analyzing the resistance mechanisms. If we can understand radiation tolerance mechanisms, we will be able to respond to medical progress and to estimate the radiation effect of human body.

2. Method

Each student chose possible radiation resistant genes from among about 6,000 genes of yeast and listed up genes with the reason of selection and point of view. We performed below experiments about chosen genes. A) Construction of over expression plasmid of chosen genes. B) Insertion the plasmid into the chromosome of yeast. C) Confirming whether to rise up expression level or not. D) Confirming whether to increase the protein or not. E) Checking radiation tolerance by irradiation.

3. Result and Discussion (Pictures and tables)

The genes we selected are *CIN10*, *GAL2*, *CCW12*, *RAD9*, *ZRT1*, *ZRT2*.

Because of the schedule of the schedule, it is the stage when DNA overexpression has been confirmed, and we will summarize the report on radioresistance, which was the original purpose, at the next opportunity.

It was confirmed by electrophoresis that PCR product purification, restriction enzyme treatment, gel extraction and purification were all successful.

In the future, we plan to transform yeast and radiation.

4. Acknowledgement

We would like to thank Dr. Masaya Oki for his guidance in promoting this research. Also, we thank Dr. Kazuma Kamata for guiding the experiment, and everyone in the lab preparing the environment and the secretariat. Thank you very much.

5. References

- 1) Moazed D. (2001). Common Themes in Mechanisms of Gene Silencing. *Mol. Cell* 8, 489-498.
- 2) Rusche LN, Kirchmaier AL and Rine J (2003) The Establishment, Inheritance, and Function of Silenced Chromatin in *Saccharomyces cerevisiae*. *Annu. Rev. Biochem.*,72, 481-516.

水生食虫植物ムジナモの消化の仕組み

笠原 真珠 (埼玉県立川越女子高等学校 2年)

担当教員：金子 康子 (埼玉大学教育学部 自然科学講座 教授)

1. 研究の目的と意義

水生食虫植物ムジナモは、水面下に浮遊して二枚貝のような捕虫葉でミジンコなどを挟み込んで捕らえて消化し、養分を吸収する。主な消化酵素であるタンパク質分解酵素は、捕虫葉が閉じただけでは分泌されないことがこれまでの研究で示されている(①②)。獲物を捕獲して捕虫葉の周辺域が密着し、捕虫葉中央域が袋状に密閉(狭窄状態)した後、何らかの刺激により消化酵素が分泌されると考えられる。本研究の目的は、ムジナモ捕虫葉でタンパク質分解酵素を誘因する仕組みを探ることである。

2. 研究の手法

ムジナモ(図1a)から輪生葉(図1b)を切り出して実験に用いた。捕虫葉の中央域にはニュートラルレッドで染色される粒状の消化腺毛が点在し(図1c)、近くに感覚毛(図1d矢印)が観察できた。マイクロピペットとピンセットを用いて、閉合する捕虫葉間にDQゼラチン(分解されると蛍光を発する)と様々な物(キノコや爪など)をいれた(図1e-h)。捕虫葉を試験管に入れて10回振って狭窄させ、DQゼラチンが分解されて発する蛍光を経時的に観察した。

3. 結果と考察

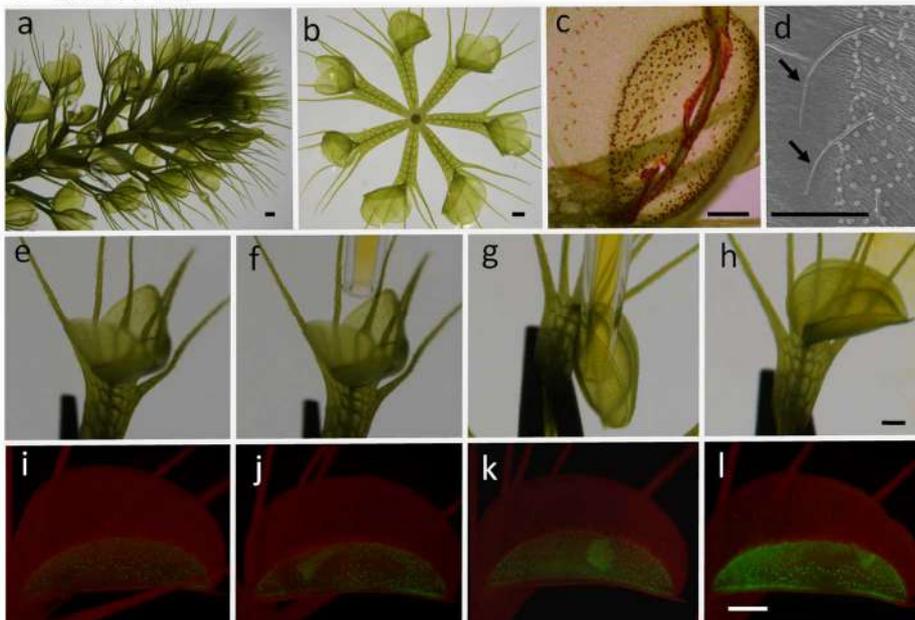


図1. ムジナモ捕虫葉におけるタンパク質分解酵素活性の観察
a-d: 捕虫葉の観察
e-h: 実験の様子
i-l: DQゼラチン蛍光の観察(狭窄4時間目)
赤色はクロロフィルの自家蛍光
i: DQゼラチンのみ
j: エノキタケ(乾燥後オートクレーブ)入
k: エノキタケ(乾燥後湯せん)入
l: 爪を加えた
スケールバー0.5mm

エノキタケのかけらを乾燥後湯せんしたりオートクレーブにかけることにより、エノキタケが持っているタンパク質分解酵素活性を抑えることができた。このように処理したエノキタケの小片や自分の爪の小片をDQゼラチンと一緒に捕虫葉に入れて狭窄処理を行い、2、3時間経過すると、捕虫葉の消化腺毛の部位に強い蛍光が見られるサンプルがでてきた。約4時間後には爪を加えた場合の蛍光が最も強いことが多く(図1l)、乾燥後湯せんなどをしたエノキタケを加えた場合にも消化腺毛の部位に蛍光が見られた(図1j, k)。DQゼラチンのみを入れた場合も消化腺毛部位で蛍光が見られた(図1i)が、エノキタケや爪を入れた場合に比べて、蛍光が表れる時間は遅れ、蛍光も弱いことが多かった。エノキタケや爪にムジナモ捕虫葉でタンパク質分解酵素活性を誘因する物質が含まれると考えられる。

4. 謝辞 埼玉大学の柳川初さん、実験方法をご指導いただきありがとうございます。

5. 参考文献

①坂本君江(2007)埼玉大学理工学研究科修論、②大澤やよい(2012)埼玉大学教育学部卒論

Digestive mechanism of *Aldrovanda vesiculosa*, an aquatic carnivorous plant

Makoto Kasahara (Saitama Prefectural Kawagoe Girls' Senior High School 2nd grader)

Teacher: Yasuko Kaneko (Saitama University)

1. Purpose of the study: *Aldrovanda vesiculosa*, an aquatic carnivorous plant, captures prey such as *Daphnia* by closing carnivorous leaves, secretes digestive enzymes, and absorbs nutrients. It has been shown that activity of protease, one of the major digestive enzymes, could not be detected after simple closure of the carnivorous leaves (①②). Some unknown stimulus is expected to be involved in inducing protease activity after narrowing the sac made of the central portion of the carnivorous leaves. The purpose of this study is to find a mechanism to induce the protease activity.

2. Methods: Whorled leaves (Fig 1b) were excised from *A. vesiculosa* plant (Fig1a) and used for the experiment. After staining with neutral red dye, colored digestive glands were observed in the central portion of the carnivorous leaves (Fig 1c). Sensory hairs (Fig 1d, arrows) were observed in the vicinity of the digestive glands. DQ gelatin, which emits fluorescence when digested, was fed to the carnivorous leaves using a micro pipette along with portions of mushrooms or finger nails. The carnivorous leaves were put in test tubes with water and gently shaken 10 times to induce the narrowing reaction. Fluorescence emitted by digested DQ gelatin was observed by fluorescent microscope.

3. Results and discussion: Intrinsic protease activities of Enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) were diminished by boiling or autoclaving after drying. Small portions of Enoki after these treatments and finger nails were fed to the carnivorous leaves along with DQ gelatin. Two to three hours after induction of narrowing of the leaves, intense fluorescence was observed at digestive glands for some samples (Fig 1i-h). When finger nails or dried Enoki were fed, more intensive fluorescence was observed at the early stage compared to the control. We conclude that these materials may contain something which stimulates the induction of protease activity.

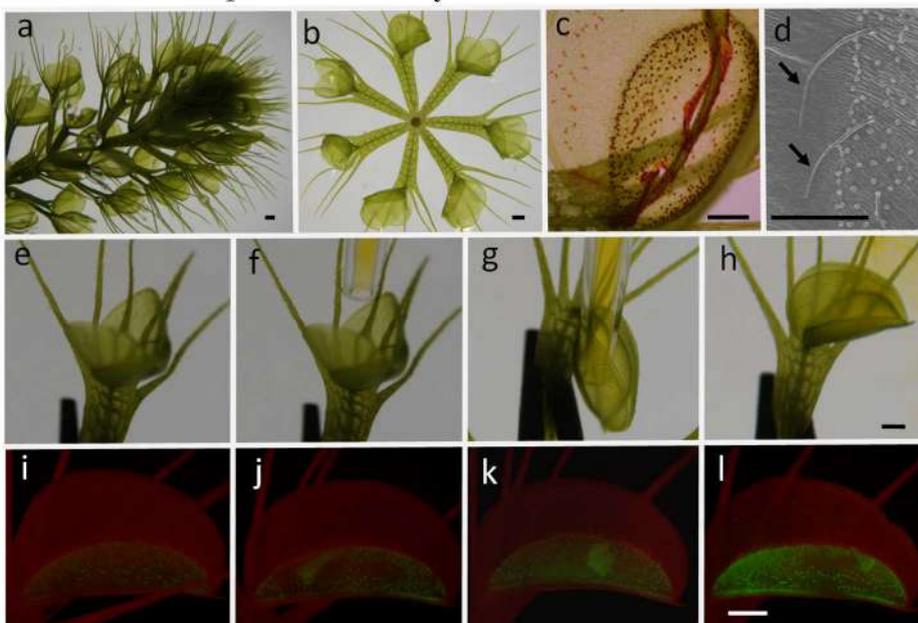


Fig 1. Observation of protease activity on carnivorous leaves of *Aldrovanda vesiculosa*.
 a-d: Carnivorous leaves
 e-h: Experimental steps
 i-l: Fluorescence of DQ gelatin (4H narrowing)
 i: DQ gelatin alone
 j: Enoki (dried and autoclaved) was added
 k: Enoki (dried and boiled) was added
 l: Finger nail was added
 Scale bars = 0.5 mm.

4. Acknowledgement: I would like to thank Mr. Hajime Yanagawa for his help.

5. References: ① Kimie Sakamoto (2007) Thesis for graduate school of Science and Engineering, Saitama University. ② Yayoi Oosawa (2012) Thesis for Education department, Saitama University.

苔類ゼニゴケにおける塩ストレス耐性遺伝子の同定

鈴木 凜 (横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 2年)

岡部 菜々子 (横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 3年)

担当教員: 松田 勝 (宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター 教授)

田中 裕之 (宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター 博士研究員)

1. **研究の目的と意義**: 灌漑によって引き起こされる塩害は、塩ストレスとして農産物の生育に深刻な被害を与える。この問題を解決するためには、植物の塩耐性機構を解明し、塩害土壌で生育可能な農産物の分子育種に応用することが重要である。近年、植物の塩ストレス耐性機構に関与する遺伝子が同定されてきたが、それらの遺伝子群の発現を制御する分子機構の全貌は明らかにされていない。本研究では、転写調節因子などの制御系遺伝子の冗長性が低い特徴を持つ苔類ゼニゴケを用いて[1]、塩ストレス応答の制御遺伝子の同定を試みた。

2. **研究の手法**: 植物材料として、ゼニゴケの標準系統である野生型雄株 Takaragaike-1 (Tak-1) を用いた。植物体は、NaCl (0.5、50、500 mM) を含むあるいは含まない 1/2 ガンボーグ B5 寒天培地 (pH5.5、1% アガロース) を用いて、 $70 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の連続白色光照射下、 22°C 条件で培養した。遺伝子発現解析のための全 RNA は、50 mM NaCl 含有あるいは非含有培地で培養したゼニゴケ無性芽から抽出した。SureSelect Strand Specific RNA Library Prep Kit (Agilent) を用いてライブラリーを調整し、MiSeq (Illumina) を用いて、シーケンズ解析を行った。RNA-seq リード配列は、Reference-based 方式によりマッピングし、遺伝子の発現量は cufflinks によって推定した。

3. **結果と考察**: NaCl を含む寒天培地でゼニゴケ無性芽を培養し、ゼニゴケの塩耐性を解析した。その結果、50 mM NaCl を含む培地では生育が抑制されており、14日間培養した場合の新鮮重量は、NaCl を含まない培地で培養した場合の 1/3 倍であった (Fig. 1)。次に、次世代シーケンサーを用いた RNA-seq 解析によって、50 mM NaCl 含有あるいは非含有培地で培養

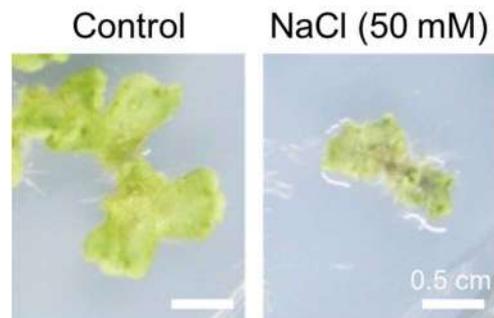


Fig.1 ゼニゴケの生育への NaCl の影響

したゼニゴケの遺伝子発現を網羅的に解析した。その結果、50 mM NaCl 存在下では、既知の塩ストレス応答遺伝子群の他に複数の転写因子の発現が上昇していた。この発現上昇は、半定量 RT-PCR でも確認した。以上の結果から、これらの転写因子は、塩ストレス応答遺伝子群の発現制御に関与すると考えられる。本研究では、塩ストレス条件において遺伝子発現が誘導される転写因子を同定した。今後は、塩ストレス応答性転写因子の過剰発現ゼニゴケを作出し、塩ストレス耐性への影響を明らかにしたい。

4. **謝辞**: ゼニゴケ標準系統 Tak1 を分与していただいた河内孝之教授 (京都大学) に厚く御礼申し上げます。

5. **主要参考文献**:

[1] 河内孝之、石崎公庸 (2012) 古くて新しいモデル植物としてのタイ類ゼニゴケの特徴 植物科学最前線 3:58

Salinity tolerance genes in the liverwort *Marchantia polymorpha*

Rin Suzuki (Yokohama Science Frontier High School, 2nd grade)

Nanako Okabe (Yokohama Science Frontier High School, 3rd grade)

Masaru Matsuda, Hiroyuki Tanaka

(Center for Bioscience Research and Education, Utsunomiya University)

1. **Purpose of the study:** Salinity stress is adverse environmental conditions that affect plant growth and productivity. In order to solve the problem, understanding the mechanism of salinity stress tolerance in plant and application to molecular breeding are important. Recently, it has been identified some genes involved in salinity tolerance. However, the regulatory mechanism of those gene expressions remains unclear. In the present study, we attempted to identify master regulators of salinity response in the liverwort *Marchantia polymorpha*, which is the basal land plant having the genes for transcription factors conserved in many land plants with lower redundancy [1].
2. **Method:** The male strain (Tak-1) of *M. polymorpha* was used in this study. The gemmae were grown on half strength Gamborg's B5 medium with 1% agar in the presence or absence of NaCl (0.5, 50, and 500 mM) under continuous white light conditions ($70 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$). For the gene expression analysis, total RNA was extracted from 2-weeks-old gemmalings grown on presence or absence of 50 mM NaCl medium. The libraries for RNA-Seq were constructed using a SureSelect Strand-Specific RNA Library prep kit (Agilent Technologies). These products were sequenced using a MiSeq System. The RNA-seq reads were aligned by genome reference-based mapping method. Transcript abundance was estimated by using cufflinks.
3. **Result and discussion:** To test the salinity tolerance of *M. polymorph*, the gemmalings were grown on NaCl-containing medium. When the gemmalings were grown on presence of 50 mM NaCl, growth inhibition was observed. After 2 weeks of growth, the flesh weight of NaCl-grown gemmalings was decreased to approximately one-third of that of the control gemmalings (Fig. 1). Next, we analyzed the global gene expression of *M. polymorph* grown on presence or absence of 50 mM NaCl medium by the RNA-seq analysis using the next-generation sequencer. We found up-regulation of not only the expression levels of known salinity response genes but also the expression levels of transcription factor encoded genes in the presence of 50 mM NaCl. Those gene expressions were also observed in the semi-quantitative RT-PCR analysis. Therefore, it is supposed that those transcription factors regulate expression of genes involved in the salinity response.
4. **Acknowledgement:** We thank Dr. Takayuki Kohchi (Kyoto University) for providing the Tak-1 strain.
5. **References:**

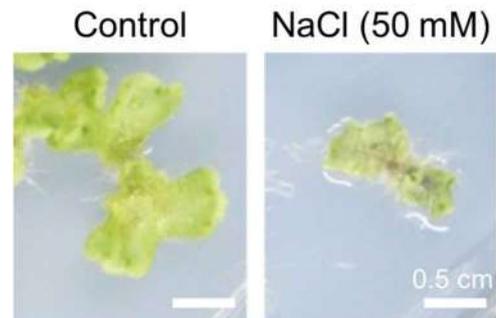


Fig.1 Effect of NaCl on growth of the *M. polymorpha*

[1] Kohchi T, Ishizaki H (2012) Liverwort, *Marchantia polymorpha* L., as a reviving model for plant biology. *BSJ-Review* 3:58

自閉症モデルマウスにおけるシナプス構造異常の検出

藤田 理佐、安川 二千穂 (仁愛女子高校2年)

担当教員 深澤 有吾 (福井大学医学部医学科教授)

1. 研究目的と意義

自閉症患者は年々増加しており、その発症メカニズムを解明し、新たな治療戦略や治療薬を開発することが急務である。そこで我々は、ヒトの自閉症患者に見出された遺伝子変異 (Neurologin-3: R451C 置換) がマウス遺伝子に導入された「R451C 自閉症疾患モデルマウス (文献1)」を用いて、自閉症発症に関与する脳内シナプス結合の構造異常を見出すことを目標に研究を行っている。シナプス結合は、神経回路の形成を担う直径 $1 \mu\text{m}$ にも満たない小さな接着構造であると共に、神経細胞間の情報伝達の場としても機能し、脳の構造と機能の両面に重要な構造である。また、Neurologin-3 はシナプス結合後部に発現する接着分子であり、伝達機能にも深く関与することが報告されている分子である (文献2)。従って、本モデルマウスにおけるシナプス結合の構造異常を見出すことで、自閉症の発症メカニズムの解明に繋がること期待される。

2. 研究手法

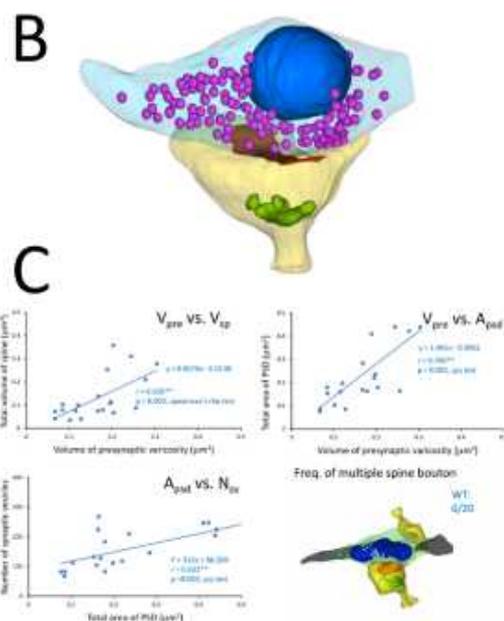
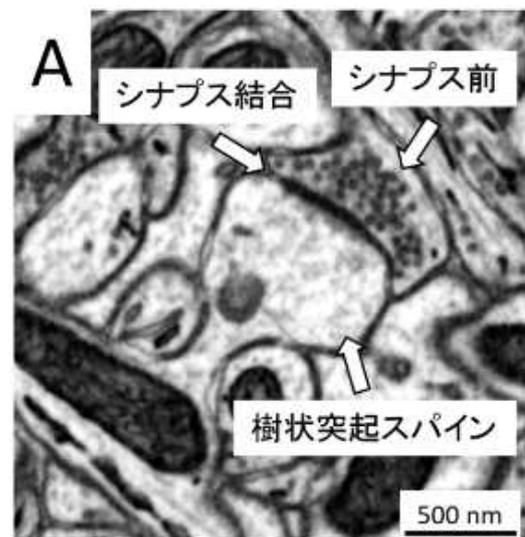
深麻酔下の野生型、及び R451C 自閉症モデルマウスを灌流固定し、脳を摘出した。この固定脳より海馬領域を含む脳スライスを作製し、電子顕微鏡観察用の処理を行った後、プラスチック樹脂に包埋した。収束イオンビーム搭載型走査型電子顕微鏡を用いて、海馬 CA1 領域放射状層の連続電子顕微鏡像を 10 nm 毎に取得した (図 A)。得られた連続画像からシナプス前後構造の三次元像を TrakEM2 (Fiji software) を用いて再構築し (図 B)、シナプス結合前後の微細構造やオルガネラの形態情報を計測した。

3. 結果と考察

シナプス前膨大部、ミトコンドリア、樹状突起スパイン、スパイン内小胞体の体積、シナプス小胞の数、及び、シナプス後肥厚の面積を計測した。各計測値間の相関関係を散布図と統計的手法により評価した (図 C)。野生型マウスのシナプスは、特定の微細構造間で計測値の有意な相関が見られた。これは、特定の微細構造が協調的に構成されることでシナプス結合が形成されていることを示唆している。現在、モデルマウスのシナプス結合を解析しており、野生型マウスのシナプス結合で見られた微細構造間の相関関係と比較し、自閉症モデルマウスにおけるシナプス構造異常の有無を検討する。

4. 参考文献

1. Tabuchi et al., A neurologin-3 mutation implicated in autism increases inhibitory synaptic transmission in Mice. *Science* 318: 71-76. 2007.
2. Jang et al., Synaptic adhesion molecules and excitatory synaptic transmission. *Curr. Opin. Neurobiol.* 45: 45-50. 2017.



Structural Anomaly of an Axo-spinous Synapse in a Mouse Model of Autism Spectrum Disorder

Risa Fujita and Nichiho Yasukawa (Jin'ai Girl's High School, 2nd grade)
Yugo Fukazawa (University of Fukui, School of Medicine)

1. Purpose of the study

In recent years, number of patients diagnosed as Autism spectrum disorders (ASDs) has been increasing, and thus, it is imperative to reveal its etiology for development of new drugs and therapeutic strategies for ASD patients. A mutation (R451C substitution) in genome region encoding neuroligin-3, a synaptic adhesion molecule, was found in a subset of ASD patients, and a mutant mouse line in which the same mutation was introduced in their genome reported to show ASD-like behavioral impairment (Ref. 1). The neuroligin-3 was reported to play pivotal roles not only in formation of synaptic contacts between neurons but also in signal transmission between them (Ref. 2). Thus, in order to gain insights into etiology for ASDs, we investigated structural anomaly of a synaptic contact in the R451C mutant mice.

2. Method

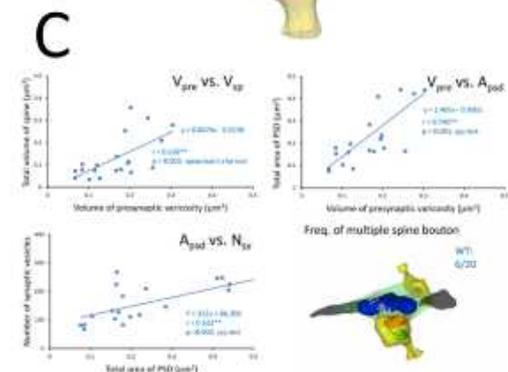
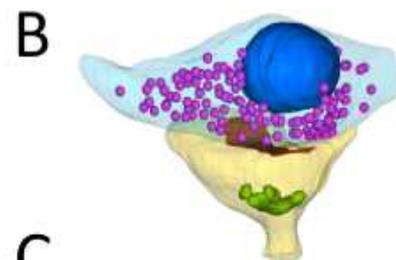
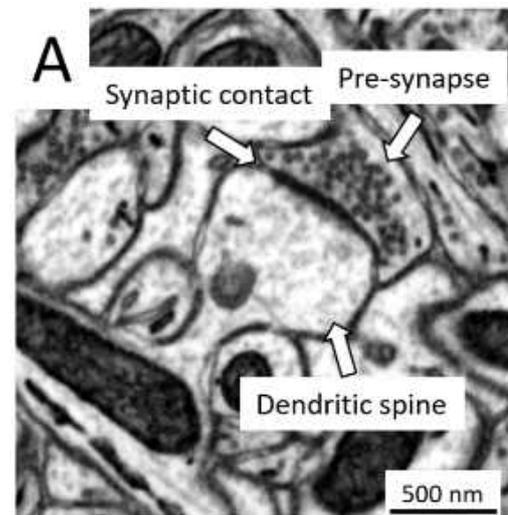
We took advantages of a focused ion beam-scanning electron microscope (FIB-SEM) for quantitative and high-resolution observation of fine structures of a synaptic contact (A). A wild type (WT) and a R451C mutant mice were perfused with fixative under deep anaesthetization and fixed brains were further processed for electron microscopic observation. Serial FIB-SEM images of whole synaptic contacts in stratum radiatum of the hippocampal CA1 region were taken with 10-nm-interval and were processed by TrakEM2 software for 3-dimensional reconstruction of synapses and quantitative measurements of morphological parameters of fine structures in these synapses (B).

3. Result and discussion

The volumes of presynaptic varicosities, mitochondria, dendritic spines and smooth ERs, the number of synaptic vesicles and the area of postsynaptic density in individual synapses were measured and the correlation between measured parameters were assessed statistically. Significant correlations between specific morphological parameters were found in WT synapses (C). Analysis of R451C mutant synapses is currently under way and these data will be presented.

4. References

1. Tabuchi et al., A neuroligin-3 mutation implicated in autism increases inhibitory synaptic transmission in Mice. *Science* 318: 71-76. 2007.
2. Jang et al., Synaptic adhesion molecules and excitatory synaptic transmission. *Curr. Opin. Neurobiol.* 45: 45-50. 2017.



ウイルス挿入変異を用いた新しいがん関連遺伝子候補の同定

三歩一彩音 (大門高校3年) 廣松千緒里 (大門高校3年) 菅原由喜 (七尾高校2年)
鈴木健之 (金沢大学 がん進展制御研究所)

1. 研究の目的と意義

がんの発症や悪性進展の分子メカニズムを理解し、がんを克服する治療法を開発するためには、その原因となる遺伝子変異の同定が極めて重要である。しかしヒトのがんにおいては、多くの変異の蓄積とその不均一な形質のために、現在でも原因遺伝子の同定が容易ではない。これに対し、レトロウイルス感染発がんモデルマウスでは、ウ

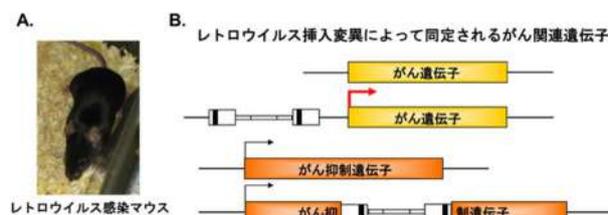


図1. レトロウイルス挿入変異 (A) 白血病やリンパ腫を発症するレトロウイルス感染マウス (B) レトロウイルス挿入変異は、がん遺伝子を活性化したり、がん抑制遺伝子を不活性化することによって、白血病やリンパ腫を引き起こす。

イルスが感染細胞のゲノムに挿入し、挿入部位の遺伝子変異や周辺遺伝子の発現異常を引き起こして発がんを誘導するため、ウイルス挿入部位を解析することによって、原因遺伝子を容易に同定することができる。本研究では、ウイルス挿入変異を利用して、新しいがん関連遺伝子の候補を同定することを目的とする。

2. 研究の手法

レトロウイルス感染マウスに発症した B 細胞リンパ腫の腫瘍から、ゲノム DNA を抽出した。次にインバース PCR 法を用いて、腫瘍ゲノムからウイルス挿入部位を含む DNA 断片を増幅して、プラスミドにクローニングし、DNA 塩基配列を決定した。これらの塩基配列を UCSC マウスゲノムデータベースで相同性比較を行い、ゲノム上のウイルス挿入部位を決定して、その近傍に存在するがん関連遺伝子の候補を同定した。

3. 結果と考察

17 検体のリンパ腫瘍から 42 か所のウイルス挿入部位を決定し、その周辺にあるがん関連遺伝子の候補 40 種類を同定した。Myc や Sox4 遺伝子のように、既にヒトのがんに関係していることが知られている遺伝子が同定された一方、Chtop や Bicra などヒトのがんでの役割をまだ調べられていないが、がんとの関係性が有望であると期待される候補遺伝子を得ることができた。これらの結果は、がん関連遺伝子の発見に対するウイルス挿入変異という手法の有用性をあらためて証明している。また、マウスやヒトのがんの発症メカニズムが、これまで認識されているよりもさらに複雑であることを示していると考えられる。

4. 謝辞

本研究課題の遂行に必要な実験技術と研究発表の方法を指導して下さった寺島先生と鈴木先生 (金沢大学) に感謝いたします。

5. 参考文献

Suzuki, T., et al. New genes involved in cancer identified by retroviral tagging. *Nature genetics* 32, 166-174, 2002.

表1. がん関連遺伝子候補

腫瘍 ID	候補遺伝子
3134	Tceanc
3162	Aggf1 Cdkal1 Chtop
3197	Myc Lef1 Adam17
11395	Sbno2 Zcchc14 Kat8 Zhx2
11567	Bicra Lcor
11591	Pdap1 Sox4 Rnf139
11680	Rel
11684	Rreb1 Ppm1l
11818	Usp32 Hhex
11976	Srrd
11984	Vps13d Hmga1 Ltv1 Cyp11 Bcor Sumo3 Etf1 H2afy
11985	Mef2b Hhex
12169	Fam174a
12175	Ddx6 Wrap53
12183	Raf1 Akt1 Pex2 Ttc7
13738	Araf
13739	Sap130 Hhex

17 検体の腫瘍 (左列) から、40 種類のがん関連遺伝子の候補 (右列) を得た。黒太字: 既知あるいは予測されるがん関連遺伝子。赤太字: 未解析のがん関連遺伝子の候補。

Identification of novel candidate cancer genes using retroviral insertional mutagenesis

Ayane Sanbuichi (Daimon high school, 3rd grade), Chiori Hiromatsu (Daimon high school, 3rd grade),

Yoshiki Sugahara (Nanao high school, 2nd grade)

Takeshi Suzuki (Cancer Research Institute, Kanazawa University)

1. Purpose of the study

A detailed knowledge of the genes and signaling pathways mutated in cancer will be required to develop the novel target-based cancer therapeutics. However, the heterogeneity and complexity of genomic

alterations in most human cancers hamper straightforward identification of cancer-causing mutations. We use the retrovirus-infected mice

as a model system for identifying new cancer genes efficiently (Figure 1). Retroviruses induce tumors

through activation of proto-oncogenes or inactivation of tumor suppressor genes as a consequence of retroviral integrations into host genome. Therefore, the viral integration sites provide powerful genetic tags for cancer gene identification. In this study, we perform a high-throughput retroviral tagging to discover novel candidate genes involved in cancer development.

2. Method

Genomic DNAs were extracted from a tumor panel composed primarily of B-cell lymphomas developed in 17 retrovirus-infected mice. We cloned 42 retroviral integration sites from the tumors using an inverse PCR method and analyzed the DNA sequences of them. We then compared these sequences against the UCSC mouse genome sequence database to identify candidate cancer genes.

3. Result and discussion

This analysis identified 40 candidate cancer genes that were located in the vicinity of the retroviral integration sites (Table 1). Some genes such as Myc and Sox4 are known or predicted to be involved in human cancer, whereas others encode good candidate genes including Chtop and Bicra that have not yet been examined for a role in human cancer. Our study demonstrates the power of retroviral tagging for cancer gene discovery and indicates a largely unrecognized complexity in mouse and presumably human cancer development.

4. Acknowledgement

We thank Drs. M. Terashima and T. Suzuki (Kanazawa University) for instructing each process of experiment and the preparation of research presentation.

5. Reference

Suzuki, T., et al. New genes involved in cancer identified by retroviral tagging. *Nature genetics* **32**, 166-174, 2002.

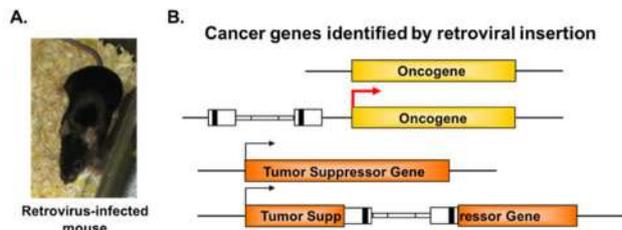


Figure 1. Retroviral insertional mutagenesis. (A) Retrovirus-infected mouse that induces leukemia/lymphoma. (B) Retroviral insertion can cause leukemia/lymphoma in mice through activation of proto-oncogenes or inactivation of tumor suppressor genes.

Table 1. Candidate cancer genes.

Tumor ID	Candidate Gene
3134	Tceanc
3162	Aggf1 Cdkal1 Chtop
3197	Myc Lef1 Adam17
11395	Sbno2 Zcchc14 Kat8 Zhx2
11567	Bicra Lcor
11591	Pdap1 Sox4 Rnf139
11680	Rel
11684	Rreb1 Ppm1l
11818	Usp32 Hhex
11976	Srrd
11984	Vps13d Hmga1 Ltv1 Cyp11 Bcor Sumo3 Etf1 H2afy
11985	Mef2b Hhex
12169	Fam174a
12175	Ddx6 Wrap53
12183	Raf1 Akt1 Pex2 Ttc7
13738	Araf
13739	Sap130 Hhex

40 candidate cancer genes (right row) were identified from 17 tumors (left row). Black bold letter; known or predicted cancer genes. Red bold letter; unanalyzed candidate cancer genes.

CCA 処理木材に含まれる Cr、Cu、As の発ガンリスク
佐藤 海斗(浜松北高校三年)、山ノ内 勇斗(刈谷高校三年)

◇ 研究意義・背景

2011年3月11日に東日本大震災が起これ、それに伴う津波によって甚大な被害をもたらされました。多くの建物が倒壊し、2千万トンを上回る量の瓦礫が発生しました。当時、その瓦礫の中にCCA処理木材が含まれている可能性が示唆されました。CCA処理木材とはクロム(Cr)、銅(Cu)、ヒ素(As)を含む防腐剤で処理された木材です。近年、CCA処理木材の焼却、埋め立ての際の有害物質の放散や溶出が問題視されています。CCA処理木材に含まれるCr、Asをそれぞれ単曝露されることにより肺ガンの発症リスクが上昇することが過去に報告されています。しかしながら、Cr、Cu、Asが共曝露されたときの発ガンリスクについては全く情報がありません。以上のことを背景として、今回我々は、東日本大震災の瓦礫中にCCA処理木材がどの程度含まれているか、また、Cr、Cu、Asを同時に曝露されることによる有害性を、ヒト気道上皮細胞(Beas-2B)を用いて細胞レベルで検討しました。

◇ 実験・結果・考察

フィールドワークを行った結果、採取した瓦礫の2.1%がCCA処理木材であることがわかりました。

次に、Cr、Cu、Asへの共曝露が与える影響について、Beas-2Bを用いて調査しました。まず、Cr、Cu、Asそれぞれの元素への単曝露がBeas-2Bの生存に与える影響(細胞毒性)について解析しました。実験の結果Crには細胞毒性があることがわかりました。次に、3元素への共曝露を行いました。その結果、Crへの単曝露の結果と顕著な違いは見られず、Cr、Cu、Asへの共曝露は、それぞれの元素への単曝露と比べて細胞の生存には相乗的な効果を与えないことが示唆されました。

次に、それぞれの元素が細胞の発ガンリスクに与える影響について検討しました。今回我々は、ガン細胞の特徴の一つとされている足場非依存的増殖能の獲得について検討しました。通常では、正常細胞は足場依存性の増殖を行います。一方、ガン細胞は足場が無くても増殖することが可能です。そこで、Beas-2Bが各元素の曝露によって足場非依存性増殖能を獲得するかどうかを調べるため、足場を形成することができない特殊なプレートを用いて細胞を各元素に曝露し、足場非依存的に形成されたコロニーの数を比較しました。実験の結果、高濃度のCrとAsをそれぞれ単曝露することによってコロニーの数が増えることがわかりました。次に、Cr、Cu、AsをBeas-2Bに共曝露しました。その結果、CrとAs及びCrとCuとAsへの共曝露で相乗的に形成されるコロニーの数が増加しました。今回はあくまでも細胞を用いた実験ですが、これらの元素への共曝露によって肺ガンの発症リスクが高まる可能性が示唆されました。

◇ 謝辞

加藤昌志教授、大神信孝さん、矢嶋伊知朗さん、吉永雅史さんをはじめ、名古屋大学医学部環境労働衛生学の皆様ありがとうございました。

Carcinogenic Risk of Chromium, Copper and Arsenic in CCA-treated Wood

Hayato YAMANOUCI (Kariya High School), Kaito SATO (Hamamatsu Kita High School)

◇ **Introduction**

The Great East Japan Earthquake happened on March 11, 2011. This disaster generated about 20 million tons of debris. The debris may have included CCA-treated wood. It is an architectural wood material that is pressure-treated with a preservative consisted of chromium, copper and arsenic. It is reported that sole exposure to Cr or As increases the risk of lung cancer. However, there was no information about the risk for lung cancer through co-exposure to Cr, Cu and As. In this study, we clarified two things; first, whether or not the debris generated after the disaster contained CCA-treated wood. Second, effects of co-exposure to Cr, Cu, and As on cytotoxicity and transformation in human normal lung cells, Beas-2B.

◇ **Methods and Results**

1. Element analysis on the lumber debris

As a result of fieldwork, 2.1% of 233 pieces of the debris were CCA-Treated wood.

2. Cytotoxicity of CCA-treated wood

The effects of exposure to Cr, Cu, As on survivability of Beas-2B which were regarded as cytotoxicity, were examined. In the experiment of sole-exposure to Cr, it has cytotoxicity. Next, based on the concentration that showed no effect of cytotoxicity in the sole-exposure to Cr and on the ratio of the three elements contained in a representative CCA-treated wood, Beas-2B were co-exposed to the three elements. As the result, there was not significant difference compared with the result of sole-exposure to Cr. So it is suggested that co-exposure to the three elements doesn't have synergistic effects on cytotoxicity.

3. Carcinogenicity of CCA-treated wood

The effects of exposure to Cr, Cu and As on transforming activity of Beas-2B which were regarded as cytotoxicity, were examined. As the result, sole-exposure to Cr and As in high concentration increased the number of carcinoma cells' colonies. Next, based on the concentration on the molar ratio contained in a representative CCA-treated wood, Beas-2B were co-exposed to the three elements. As a result, co-exposure to the three elements synergistically increased the number of carcinoma cells' colonies. So it is suggested that co-exposure to the three elements have synergistic effects on Carcinogenicity.

◇ **Acknowledgment**

We thank Drs. Masashi KATO Nobutaka OHGAMI, Ichiro YAJIMA, Masafumi YOSHINAGA and all of the member of the Department of Occupational and Environmental Health in Nagoya University Graduate School of Medicine.

アポミオグロビンの pH/塩による中間体の形成機構

木下裕香子（岡崎高等学校） 加藤沙愛（愛知淑徳高等学校）

背景：蛋白質は、DNA の遺伝情報に基づき生合成されるが、生物学的機能を発揮するためには、特異的な構造を持たないポリペプチド鎖が、フォールディングを経て天然立体構造を獲得する必要がある。蛋白質の構造と機能との間の相関を鑑みるに、蛋白質のフォールディング機構を解明することは生命現象を理解するために重要である。多くの蛋白質は、フォールディングの過程で、部分的に構造を持つ中間体を形成する。

（図 1）図は一般的なフォールディング過程の概念図である。我々は、モデル蛋白質としてウマアポミオグロビンを用いた。この蛋白質は、ヘムを取り除いたミオ



グロビンで、pH~4 や高濃度の塩存在下といった穏和な変性条件下で中間体を形成する。我々は、これらの条件下で蓄積する中間体について、構造上の特徴やその形成速度論を比較した。

結果と考察：ウマアポミオグロビンは、二つのトリプトファン残基を持つ。このトリプトファンは、中間体形成時には側鎖が分子の内側の疎水的環境に埋もれ、蛍光強度が大幅に増加する。我々は、約 110 マイクロ秒の不感時間をもつ連続フロー装置を用いて以下の二つの実験を行った。実験としては、蛍光の時間依存性を観測し、中間体構造形成の速度論について以下のような結果を得た。

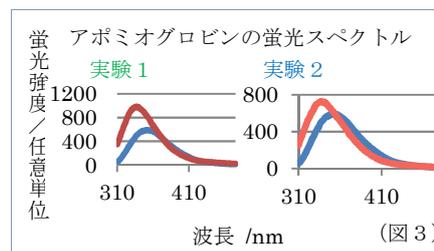
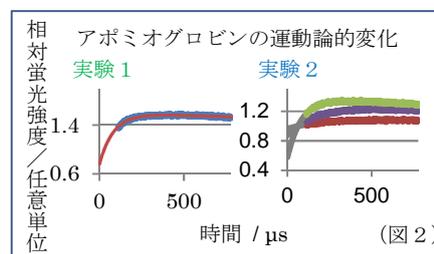
実験 1 (pH ジャンプによるフォールディング)

アポミオグロビンを含む酸変性溶液 (pH 2.0) と高 pH 溶液とを混合し、pH を 4.0 として、溶液中のプロトン濃度を減少させた。

実験 2 (塩濃度ジャンプによるフォールディング)

実験 1 と同様の蛋白質溶液に塩化ナトリウム水溶液 (pH2.0) を加えて溶液中の塩濃度を増加させた。

両実験において 100 マイクロ秒の時間域での中間体形成が観察された。さらに、装置の不感時間内に蛍光強度の変化が認められた。これは、もう一つの中間体が反応の初期に蓄積したことを示唆している。(図 2) これらの中間体の速度論的な振る舞いが似通っている (図 2, 3) ことから、これらのフォールディング反応は、蛋白質の表面の過剰なプロトンが減少したことによって引き起こされていることが示唆される。



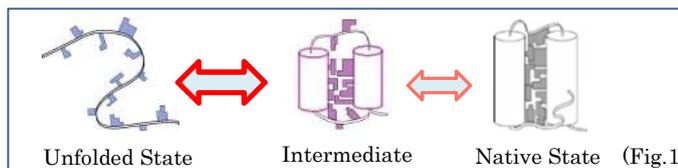
謝辞：楨互介、今田理紗、鈴木健太（理学研究科 物質理学専攻 細胞情報生物物理研究室）

Formation Mechanisms of pH/salt-induced Folding Intermediates of Horse Apomyoglobin

Yukako Kinoshita¹ and Sae Kato²

¹Okazaki High School, ²Aichi Shukutoku High School

Background: Proteins become biologically active only after they are converted from the unstructured and unfolded state to the native and folded state. The elucidation of protein folding mechanisms is, therefore, important for understanding the mechanisms of life. Many proteins accumulate partially folded intermediates during the folding (Fig.1). This is the case for horse apomyoglobin (apoMb) and myoglobin without heme group. In addition, this protein accumulates intermediates under various moderately denaturing conditions, for example, at pH ~4 (pH 4 intermediate), and pH ~2 in the presence of high concentrations of salt (salt-induced intermediate).



Here we compare the structural

features and the corresponding kinetics of the formation of these intermediates.

Results & Discussion: This protein has two tryptophan residues. The tryptophan fluorescence is significantly enhanced on the formation of the intermediates due to the burial of the side chains into the hydrophobic environments. The folding kinetics of i) pH 4 and ii) salt-induced intermediates were measured by monitoring time-dependent changes in the fluorescence by using continuous-flow device with a dead-time of ca.110 μ s. We refer to the first and second experiments as "Experiment 1" and "Experiment 2", respectively.

Experiment 1 (pH-induced):

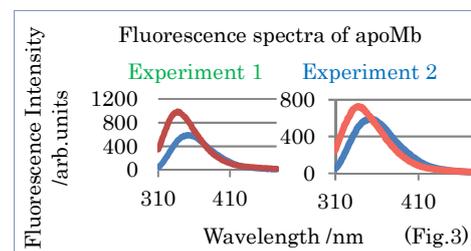
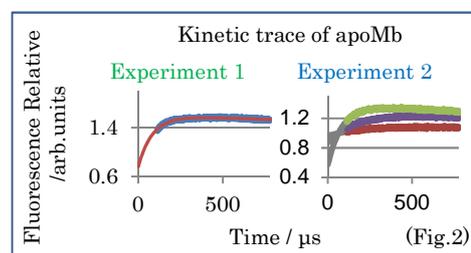
Acid-unfolded apoMb (pH 2.0) was mixed with buffer (pH >6) to give a final pH of 4.0 for reducing the proton concentration (increasing pH).

Experiment 2 (salt-induced):

Acid-unfolded apoMb (pH 2.0) was mixed with NaCl solution (pH 2.0) to increase the salt concentration. In both experiments, we observed the intermediate formation within 100- μ s time range. Furthermore,

change in fluorescence within the dead-time indicates accumulation of an additional

intermediate (Fig. 2). The similarities in the kinetic behaviors between pH-induced and salt-induced folding (Fig.2, 3) allow us to conclude that both types of foldings were induced by removal of excess positive charge on the protein surface, i.e., by removal of the proton for pH-induced folding and by shielding the positive charge by the chloride ion for salt-induced folding.



Acknowledgements: Kosuke Maki, Risa Imada, and Kenta Suzuki (Department of Physics, Nagoya University)

人体の足裏のアーチ構造がバランス維持にもたらす影響

加藤 泰成 (市川高等学校 2年)

竹村 裕 (東京理科大学理工学部機械工学科)

1. 研究の目的と意義

今回の研究は、テーマの設定から研究実施の全てをグローバルサイエンスキャンパスにて行なった。この研究では、二足歩行ロボットにおいて、新たにエネルギーを消費することなく、バランス維持能力を向上させることを目的として、人間の足裏のアーチ構造に着目^[1]し、アーチ構造がバランス維持に与える影響を検証した。

2. 研究の手法

圧力分布センサー(LLセンサー、株式会社シロク)を用いて両足静止立位時の被験者の圧力の中心の移動について測定した。足裏のアーチ構造の有無によってバランス維持能力を比較するために、被験者の足裏の型取りをし、足裏が平らになるように石膏でサポート材を成型して、アーチ構造を拘束した。サポート材の有無の条件で、両足静止立位の他に、片足立ち(左、右)、開眼、閉眼、それぞれ10秒間、合計12回測定した。これを1セットとし、一人当たり3回繰り返して、平均をとった。これまでに被験者として、健康な成人男性3人(年齢22±5)を計測した。

3. 結果と考察

圧力分布センサーの測定データから、被験者の中心の圧力(圧力中心)の軌道と矩形面積を求めた。3人の矩形面積の測定データから、閉眼時の結果を開眼時の結果で割り、それらの3人のデータの平均をとってグラフ(図1)を作成した。

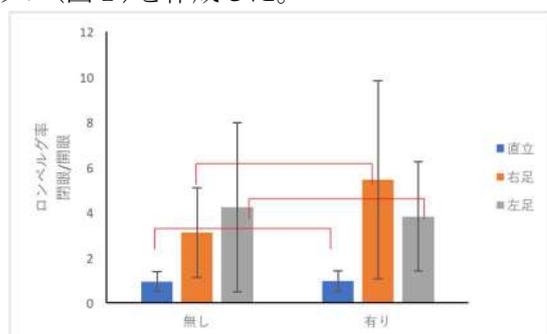


図1：矩形面積測定結果

この結果に対して、T検定を行なったところ、すべての場合において、サポート材の有無によるはっきりとした有意差は認められなかった。ただ、現状ではデータ数が少ないため、この状況でははっきりとは判断できない。

4. 謝辞

この研究を進めるにあたり、実験を進める上で協力してくださった、東京理科大学理工学部機械工学科の竹村研究室の皆さまに、この場を借りて深くお礼申し上げます。

5. 参考文献

[1]高島孝倫, 歩行中のヒト足部に着目した力学モデル解析とその応用に関する研究, 博士論文, 2003

Effect of balance maintaining by longitudinal arch of foot.

Taisei Kato (Ichikawa High school 2nd grade)

Hiroshi Takemura (Tokyo University of Science)

1. Purpose of the study

The purpose of this research is that how can the biped robot was improved to maintaining the balance without using extra energy. We focused on plantar arch of human [1], and verified the effect of having that to maintain the balance. In this research, from setting the theme to conducting, all things were done at TUS with the aid of Global Science Campus education program.

2. Method

Pressure Distribution Sensor (LL Sensor, SIROK, Inc.) was used to measure movement of the center of pressure. To compare the ability of maintaining the balance in the presence or absence of the plantar arch, a plaster cast (a support part) of soles of each subject was made. Under the condition in the presence or absence of the plantar cast, we used 12 static standing conditions; both feet standing, one foot (left or right) standing with open/close eyes and with/without the plaster cast for three trails. It took 10 seconds for each measurement. 36 times experiments were carried out in total for each subject. The subjects were three healthy male young adults.

3. Result and discussion

From the dates of Pressure Distribution Sensor, the center of pressure and rectangle area were calculated. From the rectangle area, we made Figure 1 by dividing data of closed-eyes by open-eyes, and averaging results for three subjects.

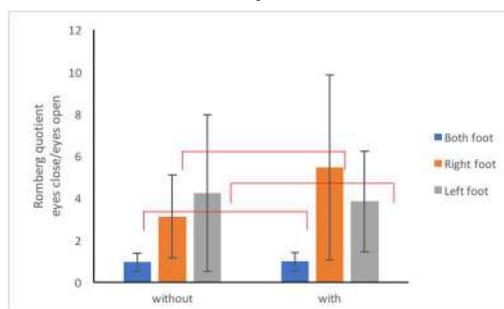


Figure 1: Result of rectangle area

When the T test was performed on this result, in all cases, there was no clear significant difference due to the presence or absence of the support parts. However, since the number of data is small now, in this situation it cannot be clearly judged.

4. Acknowledgement

I want to express my gratitude for researcher of Takemura laboratory in Tokyo University of Science to teach and help me.

5. Reference

[1] Takamichi Takashima, Study of the dynamic model analysis of the human foot complex during gait and its applications, 2003

高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ における超伝導特性の変化

西川悠生(広島大学附属福山高等学校1年), 緒方克俊(岡山県立岡山朝日高等学校2年), 秋山恵里(岡山県立倉敷天城高等学校2年), 佐藤海斗(岡山県立倉敷天城高等学校2年), 中濱英亮(広島大学附属福山高等学校2年), 細川睦月(土佐塾高等学校2年), 鳴川紗(清心女子高等学校3年), 森雄生(岡山県立岡山大安寺中等教育学校5年), 清水陽喜(岡山白陵高等学校2年)
担当教員: 稲田佳彦, 味野道信(岡山大学)

1. 研究の目的と意義

これまでに我々のグループでは, 高温超伝導体 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ の超伝導特性を測定する装置を開発している。自分たちで粉末原料から固相反応により合成した YBCO を試料としているが, 合成後の熱処理温度を変化させると, 超伝導相への転移温度などが変化する事を報告してきた。これは, 熱処理する温度により試料中の酸素量が増えるためと考えられる [1]。そのため, できるだけ酸素量が均一な試料を合成し, YBCO の熱処理温度による組成変化と超伝導転移温度の関係を明らかにすることを目標にして研究を行っている。

2. 研究の手法

超伝導特性は電気抵抗と磁気特性の温度変化を測定した。電気抵抗は試料の一部でも超伝導状態になり, 測定端子間にネットワークが形成された段階で電気抵抗ゼロとなる。他方, 交流帯磁率を測定する方法では, 試料内に異なる超伝導転移温度を持つ領域が存在した場合, それらを分離して測定することが可能となる。そのため, 磁気特性を測定する手法にさらに改良を加えて実験を進めた。また, 試料の作成もペレット状に押し固めるだけでなく, 合成時にできるだけ外気との交換が容易になるように, 粉末のまま燃焼ボート内で加熱するなどの工夫を行った。

3. 結果と考察

ペレット状に押し固めた試料を 910°C で合成した後, 300°C , 400°C , 500°C で 10 時間熱処理をすると, 400°C の熱処理で, 超伝導転移の温度幅が一番狭く, 均一な試料が得られた。他の試料は転移が低温側に向かって広範囲に分布しているような傾向が見られた。図 1 は粉末のまま押し固めないで合成した試料の, 昇温過程の帯磁率測定例である。温度計と試料温度のズレ等の補正が今後必要であるが, 測定された超伝導転移温度の分布が 10K 程度と比較的狭い。現在, この状態で合成した試料の熱処理温度による超伝導転移温度の変化に関する測定を進めている。

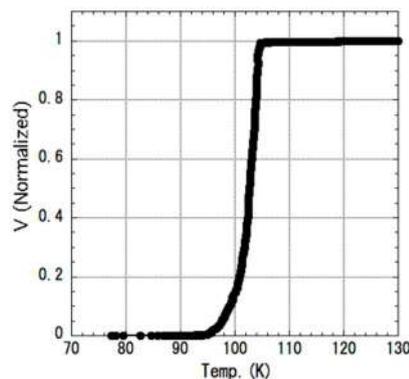


図1 帯磁率の温度変化。縦軸は規格化した交流帯磁率測定の2次コイル出力電圧。

4. 謝辞

実験のサポートを頂いた, GSCO の関係者に感謝いたします。

5. 参考文献

[1] R.J.Cava, B.Batlogg, C.H.Chen, E.A.Rietman, S.M.Zahurak, D.Werder : Nature **329**(1987) 423.

Variation of superconducting properties in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$

Y.Nishikawa(Hiroshima University High School, Fukuyama), K.Ogata(Okayama Asahi High School), E.Akiyama(Kurashiki Amaki High School), K.Satoh(Kurashiki Amaki High School), E.Nakahama(Hiroshima University High School, Fukuyama), M.Hosokawa(Tosajuku High School), S.Narukawa(Seishin Girls' High School), Y.Mori(Okayama DaiANJI Secondary School), H.Shimizu(Okayama Hakuryo High School)
 Supervisor : Y.Inada, M.Mino(Okayama University).

1. Purpose of the study

We have developed a simple equipment which measures the superconducting property of high temperature superconductor compound. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ shows different phase transition temperatures depend on the heat treatment temperatures after composition. The oxygen content is changed with heat treatment temperature, and this effect causes difference of phase transition properties [1]. Therefore, we try to synthesis uniform compounds and study a relation between the composition change by the heat treatment temperature and superconductive transition temperatures.

2. Method

In order to study superconducting properties, we have investigated the temperature dependence of electrical resistance and magnetic properties. A magnetization measurement is able to separate regions with the different transition temperatures in one sample. To obtain homogeneous samples, we heated with powder so that it might come into contact with air well.

3. Result and Discussion

After synthesis a sample at 910 °C, we applied heat treatment at 300 °C, 400 °C, and 500 °C for 10 hours. The sample heat-treated at 400 °C has the narrowest temperature width of superconductive transition, and a uniform sample is obtained. Fig.1 shows an example of magnetization measurement. Although a calibration of a thermometer will be necessity from now on, distribution of superconductive transition temperature is narrow about 10K. The similar experiments for samples processed at other treatment temperature are under preparation.

4. Acknowledgement

We thank GSCO Program for the opportunity to study these experiments.

5. References

[1]R.J.Cava, B.Batlogg, C.H.Chen, E.A.Rietman, S.M.Zahurak, D.Werder : Nature **329**(1987) 423.

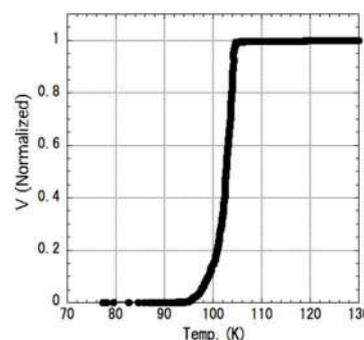


Fig.1 Magnetization as a function of temperature for powder sample treated at 400 °C.

尾道の植物に由来する凝乳酵素の探索

栗原 慧太 (広島県立尾道北高校 2年)

津田 治敏 (県立広島大学)

1. 研究の目的と意義

本研究の最終目標は地元が存在する植物由来凝乳酵素の実用化によるオリジナル乳製品の製造である。しかし、植物由来の凝乳酵素については、存在意義や植物体内での働きなど未解明な部分が多い。そこで、尾道に生息する植物から凝乳酵素を持つ植物を探索し、植物の系統関係と凝乳活性との関連や、凝乳活性をもつ植物に共通する特徴等について考察した。

2. 研究の手法

予備実験から、乳液を分泌する植物に着目し乳液の凝乳活性を調査した。低温殺菌牛乳の中に植物から採取した乳液を加え、牛乳が凝乳するまでの時間で凝乳活性を測定した。また、調査した植物の系統関係と乳液量及び凝乳活性を比較し考察した。



左が凝乳活性あり



凝乳した牛乳

3. 結果と考察 (図表等)

尾道市内では乳液を出す3つの科の植物9種類が発見できた。乳液の量はイチジク、イヌビワが多く、ヒメイタビが最も少なかった。活性の強さはイチジクが最も強く、次にガガイモだった。ヤマグワやイチジクでは凝乳活性が見られたが、イヌビワは多量の乳液を分泌するにもかかわらず活性が見られなかったことから、すべての乳液に凝乳酵素が含まれているわけではないとわかる。イチジクは品種改良されている植物だが、なぜ乳液を出し、強い凝乳活性を持つようになったのかという点も興味深い。

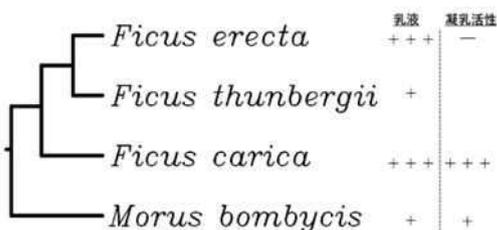


図 クワ科の系統樹と乳液量・凝乳活性



図 トウダイグサ科の系統樹と乳液量・凝乳活性

4. 謝辞

この研究を進めるにあたって県立広島大学の津田治敏先生にご指導いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。



図 ガガイモの乳

5. 参考文献

大谷元 「凝乳と酵素」
 独立行政法人 食品総合研究所 「クワは乳液で昆虫から身を守る」
 - 植物の乳液に農薬・医薬の宝庫としての可能性 -
 NPO 法人 チーズプロフェッショナル協会 「チーズを科学する」
 鶴見和子 「チーズ A to Z」
http://www.geocities.jp/kinomemocho/sanpo_latex.html 「乳液を出す植物たち」

Milk-clotting enzyme derived from plants growing in Onomichi city
Kurihara Keita (Onomichi Kita High School eleventh grade)
Tsuda Harutoshi (Prefectural University of Hiroshima)

1. Purpose of the study

The objective of this research is to discover an application for the plants milk-clotting enzymes existing in my local area, however, there is no consensus for which kinds of plants have milk-clotting enzymes and for the function by the enzymes in plants' body. Therefore I have been exploring plants growing in Onomichi which have milk-clotting enzymes, examining how they clot, and considering the common features among them.

2. Method

Noting the plants secrete latex, I investigated milk-clotting activity. Adding the milk collected from the plants to low-temperature pasteurized milk, I evaluated the milk-clotting activity by way of measuring time for the milk to curdle. Moreover I examined the amount of milk from the plants and its clotting activity compared to those from molecular phylogenetic trees.

3. Result and discussion (Pictures and tables)

There were 9 kinds of plants from 3 plant families which secrete latex in Onomichi.

With most of the latex milk-clotting was observed, however, the amount of latex and the strength of activation varied.

	latex existence	milk clotting enzyme existence
<i>Ficus erecta</i>	+++	-
<i>Ficus thunbergii</i>	+	-
<i>Ficus carica</i>	+++	+++
<i>Morus bombycis</i>	+	+

Clotting was observed with *Morus bombycis* and fig, however, it was not observed with *Ficus erecta*, even though it secretes quite large amount of latex. This indicates that not all latex contains milk-clotting enzymes.

Ficus carica has had selective breeding done. It is interesting to find the characteristics of secreting latex and milk-clotting enzymes in supposedly improved plants.

Table 3: phylogenetic tree of a family of *Moraceae*

	latex existence	milk clotting enzyme existence
<i>Euphorbia lathyris</i>	++	++
<i>Euphorbia helioscopia</i>	+*	-
<i>Euphorbia maculata</i>	++	+
<i>Euphorbia nutans</i>	++	+
<i>Euphorbia heterophylla</i>	++	+++
<i>Mallotus japonicus</i>	-	-
<i>Phyllanthus urinaria</i>	-	-

*1: *Euphorbia helioscopia* was not found in Onomichi city, therefore, the information was referred from literature [5].

In the family of *Euphorbiaceae*, the existence of latex was not confirmed with *Mallotus japonicus* or *Phyllanthus urinaria*. At the same time, the liquid obtained by grinded-up plant did not show milk-clotting. milk-clotting was observed with plants of genus *Euphorbia* in general, however the strength differed from each species. Significant clotting was observed with *Euphorbia heterophylla*. With 2 kinds of *Euphorbia maculata* and *nutans*, only weak clotting was observed. Thus, the question arises, why *Euphorbia maculata* and *nutans* lost their property of milk-clotting in the process of evolution.

Table 4: phylogenetic tree of a family of *Euphorbiaceae*

4. Acknowledgement

I have had the support of prof. Tsuda Harutoshi of Prefectural University of Hiroshima. I would like to express my deepest appreciation to him. And also Mr. Michael Maniaci, the Assistant Language Teacher at Onomichi Kita High School for his help in translating.

5. References

- ① Otani Hajime 「凝乳と酵素」
- ② 独立行政法人 食品総合研究所 「クワは乳液で昆虫から身を守る」
- 植物の乳液に農薬・医薬の宝庫としての可能性 -
- ③ NPO 法人 チーズプロフェッショナル協会 「チーズを科学する」
- ④ Tsurumi Kazuko 「チーズ A to Z」
- ⑤ http://www.geocities.jp/kinomemocho/sanpo_latex.html 「乳液を出す植物たち」

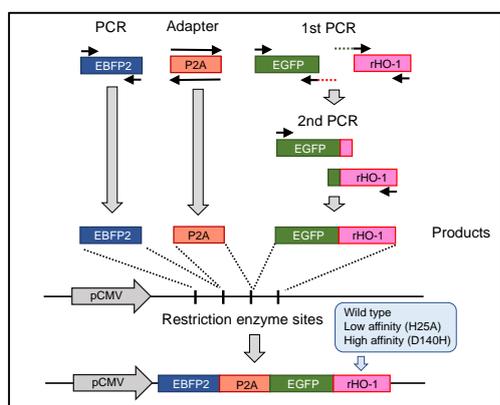
細胞内ヘムセンサーの開発

中村和暉 (藤島高校 2年), 岡田拓大 (藤島高校 2年)
菅井学

1. 研究の目的と意義

遊離ヘムが、細胞内シグナル因子として機能している可能性が示唆されている。しかし今のところ細胞内遊離ヘムを検出する方法がないため、その生理的意義を検証することができないのが現状である。今回私たちは、細胞内フリーヘムを検出するプローブを作成することによって、細胞内遊離ヘムのシグナル因子としての機能とその生理的役割を検証することを目指す。

2. 研究の手法



ヘムが特定の波長の光を吸収することを利用した細胞内遊離ヘムセンサーを作成する。ヘムに結合するタンパク質(HO-1)とEGFP(緑の蛍光を発する)を融合させたタンパク質を作成する。この蛍光強度はヘムに結合すると弱くなることから相対的なヘムの量を調べる事が可能になる。EBFP(青い蛍光を出すタンパク質)の蛍光強度を基準値とする。

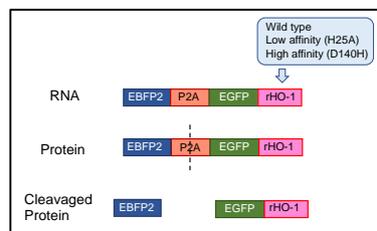
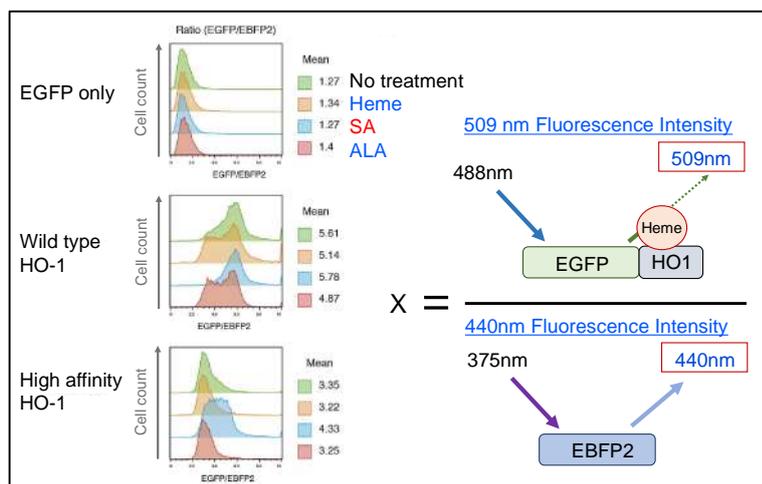


図1 細胞内ヘムセンサーのコンストラクション(DNA)

図2 細胞内でのヘムプローブの状態

3. 結果と考察



野生型 HO-1 を用いたヘムセンサーは、ヘムや ALA(ヘムの材料)を加えることによって EBFP の蛍光強度に対する EGFP の蛍光強度が減少することから、センサーとして機能していることがわかる。その一方で結合能の高い HO-1 を用いたヘムセンサーでは、細胞内でのヘム合成を阻害する SA を加えた場合に、EBFP の蛍光強度に対する EGFP の蛍光強度の増強が認められる。

図3 293T細胞に発現させたヘムセンサーによる相対的細胞内ヘム濃度の測定

4. 謝辞 本研究に際し、ご指導頂きました南部由希子先生、林達成先生に感謝いたします。

5. 参考文献

- 1) Jang KJ, Mano H, Aoki K, et al. *Nat Commun.* 2015 Apr 10;6:6750.
- 2) Haldar M, Kohyama M, So AY, et al. *Cell.* 2014 Mar 13;156(6):1223-34.
- 3) Taira J, Nakashima Y, Yoshihara S, et al. *Anal Biochem.* 2015 Nov 15;489:50-2.

Development of an intracellular heme sensor

Katsuki Nakamura (Second grade of Fujishima Senior High School), Takuto Okada (2nd grade of Fujishima Senior High School)

Manabu Sugai

1. Purpose of the study

The signaling function of free-heme is a concept that has only emerged recently; however, its relevance cannot be evaluated because a reliable free-heme sensor is not yet available. In this project, we developed free-heme sensor to verify and examine the physiological role of free-heme as a signaling molecule.

2. Method

To generate a ratiometric fluorescent free-heme sensor, we used the heme-binding protein HO1. HO1-fused enhanced green fluorescent protein (EGFP)(EGFP-HO1) and enhanced blue fluorescent protein (EBFP) were combined with a self-cleaving P2A peptide (Fig. 1). Because heme

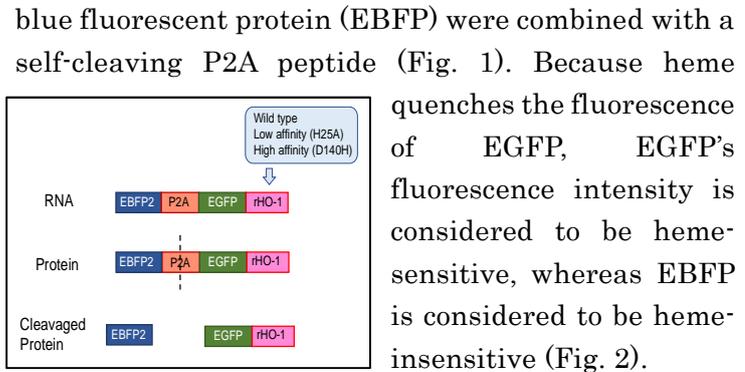
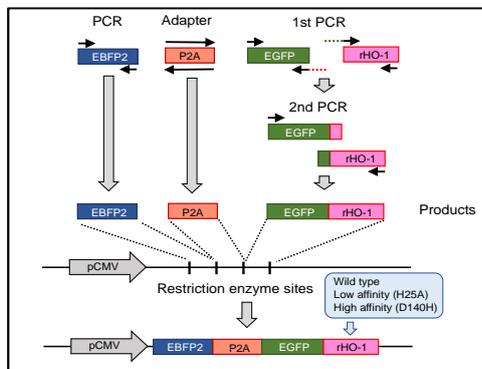


Figure 1. Design of free-heme sensor Figure 2. Schematic representation of heme sensor

3. Result and discussion

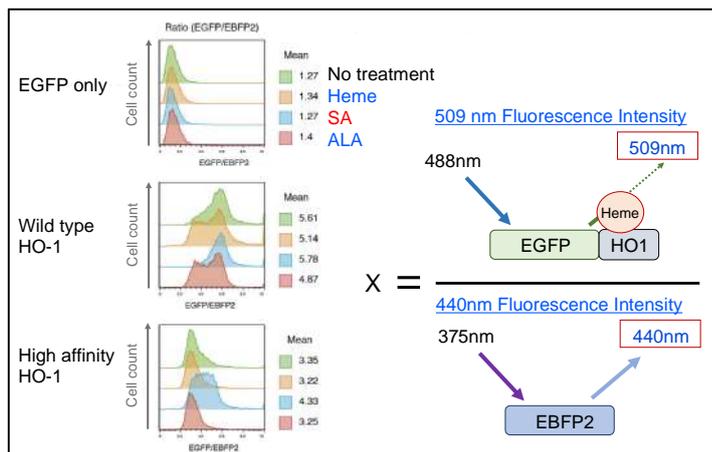


Figure 3. Fluorescence ratios of free-heme sensors in 293T cells

4. Acknowledgements The authors thank Drs. Yukiko Nambu and Tatsunari Hayashi for their continuous guidance and helpful discussions.

5. References

- 1) Jang KJ, Mano H, Aoki K, et al. *Nat Commun.* 2015 Apr 10;6:6750.
- 2) Haldar M, Kohyama M, So AY, et al. *Cell.* 2014 Mar 13;156(6):1223-34.
- 3) Taira J, Nakashima Y, Yoshihara S, et al. *Anal Biochem.* 2015 Nov 15;489:50-2.

ウニ類の異種交配—関東大震災で消失したデータを復元する—

黒石 あかり (埼玉県立越谷北高等学校 2年)

担当教員: 日比野 拓 (埼玉大学教育学部 自然科学講座 准教授)

1. 研究の目的と意義

異なる種の動物を交配させることで成長を速めたり、不妊動物を作出することは、畜産や水産において広く用いられているが、これらの異種交配の多くは近縁種間で行われている。系統的に離れた種を用いて交配を行うとどうなるのか? ウニ類の異種交配においては、デビッド・テナント博士 (1873-1941) が世界各地のウニ種を用いて研究を行っている。博士はサバティカルで来日し日本のウニ類を用いて研究を行ったが、関東大震災に遭遇し実験ノートを消失してしまった。そこで本研究では、博士の実験データを復元するとともに、異種交配の発生がどこまで到達するかを調べた。

2. 研究の手法

ムラサキウニ、タコノマクラ、コシダカウニの3種9通りの組み合わせを以下の条件で交配し受精率や発生到達段階を調べた。1) 天然海水中、2) デビッド・テナントが書き残した、塩化ナトリウムや水酸化ナトリウムを加えた海水中 (以下テナント法と呼ぶ)、3) タンパク質分解酵素であるプロナーゼを0.01%、0.001%、0.0001%添加した海水中。

3. 結果と考察

3種のウニ類から卵と精子と取り出し、卵と精子を1) 天然海水中で受精させた。受精膜の形成を受精の基準として判断したところ、いずれの異種の組み合わせもまったく受精しないわけではないが、受精率は著しく低かった。

次に、2) テナント法を行ったところ、異種の受精率はタコノマクラ♀ x ムラサキウニ♂の67%が最高であり、ムラサキウニ♀ x コシダカウニ♂では2回の実験とも受精率は0%であった。テナント法を用いても、天然海水中よりも受精率が劇的に上昇するわけではなかった。

そこで3) プロナーゼで卵を処理し、異種を認識するタンパク質を除去することで受精率が上昇するかを調べた。この実験では卵割 (8、16細胞期) を受精の基準として判断した。その結果、コシダカウニ♀ x ムラサキウニ♂の受精率がテナント法では15%に対して74%に上昇するなど、ほとんどの組み合わせで受精率の上昇が見られた。またムラサキウニ♂を用いた異種の受精率は、コシダカウニ♂やタコノマクラ♂を用いた場合よりも優れていた。

上記の胚を飼育しどこまで発生が進むか調べたところ、いずれの組み合わせでも卵割が進み、少数ではあるがふ化した胚が見られた。しかしムラサキウニ♀ x コシダカウニ♂ではすべての胚が奇形であった。タコノマクラ♀を用いた異種交配はすべてプルテウス幼生まで進み、コシダカウニ♂を用いた異種交配もすべてプルテウス幼生まで進んだ。異種交配のプルテウス幼生のほとんどが奇形であり、自然界では生存できないことが示唆された。

4. 謝辞

ムラサキウニの採集許可とコシダカウニとタコノマクラを譲渡していただいた東京大学付属三崎臨海実験所にこの場を借りて感謝いたします。

5. 参考文献

Investigation on the Hybridization of Echinoids conducted at the Misaki Marine Biological Station of Tokyo Imperial University, from April 24 to August 16, 1923, by D. H. Tennent. Carnegie Institution of Washington Year Book. No.22, p169-171 (1923)

Hybrids of Echinoids: Replicating data lost in the Great Kanto Earthquake

Akari Kuroishi (Saitama Koshigaya-kita high school eleventh-grade student)

Teacher: Taku Hibino (Saitama University)

1. Purpose of the study

Hybridization (interspecific hybrid) has been used in numerous species to increase growth rate, and to produce sterile animals in the marine product industry and the livestock industry. The hybridization has been conducted among closely related species. What will happen if you crossbreed systematically separated species? In Hybridization of echinoids, sea urchins from all over the world were studied by Dr. David Tennent (1873–1941), who came to Japan for a sabbatical and studied Japanese echinoids, then lost data of these studies. We followed his ideas and researched growth of hybrid sea urchins.

2. Methods

Nine combinations of three species, *Anthocidaris crassispina*, *Clypeaster japonicus* and *Mespilia globulus* were fertilized under the 3 conditions below and we determined the fertilized percentage and the final grade of growth. 1) In natural sea water, 2) In sea water with added NaCl and NaOH (Dr. Tennent's method), 3) In sea water plus 0.1% or 0.01% or 0.001% or 0.0001% of pronase, that is, proteolytic enzymes.

3. Results and discussion

We took eggs and sperm from three sea urchins and tried to fertilize nine pairs in natural sea water. Judging fertilization by the appearance of fertilization film, the fertilization percentage was very low for each combination of different species.

Next, fertilizing with Dr. Tennent's method, the highest fertilization percentage in all combinations was 67% for the pair of *C. japonicus*♀ × *A. crassispina*♂. But the percentage of the pair of *A. crassispina*♀ × *M. globulus*♂ was 0% in two experiments.

Then, we put eggs in pronase and looked whether the fertilization percentage would rise after removal of the protein that recognizes the different species. In this experiment, we judged fertilization from cleavage (8,16 cell stage). The result, the fertilization percentage rose in most combinations, for example the fertilization percentage of *M. globulus*♀ × *A. crassispina*♂ rose to 74% from 15% with Dr. Tennent's method. The fertilization percentage for *A. crassispina*♂ and other eggs was better than the one with other sperm and *A. crassispina*♀.

These embryos were bred and we investigated what stage of growth they achieved. The cleavages of fertilized eggs in all combinations and a small number of embryos hatched. All embryos of *A. crassispina*♀ × *M. globulus*♂ had malformations. All of the hybrid embryos using *C. japonicus*♀, *M. globulus*♂ reached the stage of pluteus. Because almost all of the hybrid pluteus had malformations, we suggest that these hybrid echinoids can't survive in the natural environment.

4. Acknowledgment

We thank the Misaki Marine Biological Station of The University of Tokyo for allowing us to take *A. crassispina* and giving us *C. japonicus* and *M. globulus*.

5. References

Investigation on the Hybridization of Echinoids conducted at the Misaki Marine Biological Station of Tokyo Imperial University, from April 24 to August 16, 1923, by D. H. Tennent. Carnegie Institution of Washington Year Book. No.22, p169-171 (1923)

自然栽培田は赤とんぼの避難場所になるかどうか？

大藪愛紗（金沢泉丘高校3年）

野村進也・西川潮（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

過去数十年の近代農業の発展に伴い、水田の生物多様性が減少している¹。なかでも田園生態系を象徴する赤とんぼ（アカネ属；*Sympetrum*）は、全国各地で減少したと言われ、その主要因として、農薬の使用と中干しの慣行が指摘されている^{2,3}。石川県羽咋市では、市とJAはくいが連携し、生態系と食の安全に配慮した水稻の自然栽培（無農薬・無肥料栽培）の取り組みが進められている。本研究は、羽咋地域の自然栽培田がアカネ属の避難場所となることを仮説として、自然栽培田と慣行栽培田を対象に、トンボ類の羽化数の現状を調査した。これにより、トンボ類を指標とした自然栽培の生物多様向上効果が明らかになる。

2. 研究の手法

2017年6月17日から8月5日にかけて、毎週1回、羽咋市と宝達志水町の16筆の水田（自然栽培田8筆、慣行栽培田8筆）でトンボ類の羽化殻調査を行った。各水田の長辺1辺（排水下流部）の中央部及び短辺2辺の中央部に稲株10条×3列ずつの調査区を設定し、稲株に付着しているトンボの羽化殻を採取した。羽化殻は実験室に持ち帰り、実体顕微鏡を用いて種を同定した。

3. 結果と考察

自然栽培田からは平均11.9個のトンボ類の羽化殻が、慣行栽培田からは平均16.8個の羽化殻が採取された。両栽培田とも、羽化殻の93%以上をアキアカネ（*S. frequens*）、ナツアカネ（*S. darwinianum*）、ノシメトンボ（*S. infuscatum*）といったアカネ属が占めていた。自然栽培田と慣行栽培田間では、採取されたアカネ属の平均羽化殻総数に顕著な差は認められなかったが、アカネ属3種の構成が異なった。自然栽培田ではアキアカネが優占していたのに対し、慣行栽培田ではノシメトンボが優占していた。また、自然栽培田と慣行栽培田ではアカネ属の羽化時期のピークが異なった。慣行栽培田では、6月下旬頃にアカネ属が羽化数のピークを迎えたのに対し、自然栽培田では7月初旬から中旬頃にこれらが羽化数のピークを迎えた。

以上より、自然栽培田は、羽化時期が遅いアキアカネに対し、避難場所を提供することが示された。しかし、より早い時期に羽化するノシメトンボにとっては、春先の早い時期に水入れされる慣行栽培田が重要な生息場所を提供すると考えられる。最後に、アカネ属の羽化数に及ぼす水田の水管理の影響などについても考察を進める。

4. 謝辞

研究に協力いただいたJAはくい、農家の皆様、GSC事務局、商奕農氏に感謝します。

5. 参考文献

¹ Usio N. & Miyashita T. (2014) Social-ecological restoration in paddy-dominated landscapes, Springer, Japan. 308 p.

² Kasai A. et al. (2016) Scientific Reports 16: 23055

³ 斎藤ら (2017) 農業農村工学会論文集 85: L_37-L_46

Do agrochemical-free rice paddies serve as refuge habitats for *Sympetrum* dragonflies?

Aisha Oyabu (Kanazawa Izumigaoka High School, 3rd year),
Shinya Nomura, Nisikawa Usio (Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University)

1. Purpose of the study

In the past few decades, biodiversity of rice paddies has decreased dramatically following the introduction of modern agricultural practices¹. *Sympetrum* dragonflies, a representative wildlife of Japanese rural landscapes, have especially been affected by application of insecticides and implementation of mid-season drainage^{2,3}. To restore degraded biodiversity and to produce safe food for consumers, the Hakui City government and JA Hakui are jointly promoting natural cultivation (agrochemical- and fertilizer-free farming) in rice agriculture. The objective of the present study was to clarify whether natural rice paddies serve as refuge habitats for *Sympetrum* dragonflies. By using *Sympetrum* as a bioindicator, our study is expected to provide the first scientific evidence on the effectiveness of natural cultivation on regional biodiversity.

2. Method

We performed field surveys at 16 rice paddies (8 natural and 8 conventional rice paddies) in Hakui City and Houdatsu-shimizu Town in Ishikawa Prefecture, Japan. At each rice paddy, we marked as study plots 30 rice plants (10 rice stubs × 3 rows) at the center of two short sides and one long side (downstream side). Once a week from June 17th to August 5th, 2017, we collected dragonfly emergence husks from a total of 90 rice plants from each rice paddy. In the laboratory, we identified the dragonfly emergence husks to species with the aid of a binocular microscope.

3. Results and discussion

On average, 11.9 dragonfly emergence husks were collected from natural rice paddies, while 16.8 were collected from conventional rice paddies. Over 93% of collected dragonfly emergence husks were *Sympetrum* (*S. frequens*, *S. darwinianum*, or *S. infuscatum*) in both types of rice paddies. Although there was no significant difference in the total number of *Sympetrum* emergence husks between natural and conventional rice paddies, the dominant species differed between the two: *S. frequens* dominated natural rice paddies, while *S. infuscatum* dominated conventional rice paddies. The peak of dragonfly emergence also differed between the two types of rice paddies. In conventional rice paddies, *Sympetrum* dragonflies showed peak emergence in late June, whereas in natural rice paddies they showed peak emergence in early to mid July. Based on these results, we conclude that natural rice paddies can serve as refuge habitats for *S. frequens* that emerges relatively late in the emergence period. Nevertheless, conventional rice paddies may serve as important habitats for *S. infuscatum* that emerges earlier in the emergence period, because early flooding of rice paddies seem to be important for their emergence. Lastly, we will also discuss about potential effect of water management of rice paddies on the emergence of *Sympetrum* dragonflies.

4. Acknowledgment

We thank JA Hakui, farmers, GSC Office, and Y. Sho for facilitating the study.

5. References

- ¹ Usio N. & Miyashita T. (2014) Social-ecological restoration in paddy-dominated landscapes, Springer, Japan. 308 p.
- ² Kasai A. et al. (2016) Scientific Reports 16: 23055
- ³ Saito Y. et al. (2017) IDRE Journal 85: I_37–I_46 (In Japanese with English abstract)

鳥類の性決定・性分化に影響を及ぼす要因について

福田葉奈（広島県立西条農業高等学校2学年）

中野公隆（広島県立西条農業高等学校）

1. 研究の目的と意義

哺乳類は精子をX,Yに分離して雄雌の産み分けが可能である。乳牛ではメス仔牛が必要でX染色体だけの精子が市販されている。この分離技術は産業的に利用できているという現実がある。鳥類は哺乳類のように産み分けができないかと考え、この実験を始めた。

2. 研究の手法

実験①通常は鶏の卵は37.9°Cで孵化させるが、35.9°Cで孵化させたとき、性が変化したと思われる個体が出現したことから、さらにサンプル数を増やし、15日～18日孵卵後に解剖し、生殖腺の本数で解剖学的な性の同定と、赤血球をPCR法でCHD1Z, CHD1Wを増幅し、電気泳動を行い遺伝学的な性の同定結果を比較した。

実験②35.9°Cで性が変化したと思われる個体について始原生殖腺を摘出し、凍結したのちに、クリオスタットで切片を作成し、抗体としてCVHを用い蛍光免疫法により染色した試料を蛍光顕微鏡で観察した。

3. 結果と考察（図表等）

実験結果①孵卵温度35.9°Cで解剖学的な性と遺伝学的な性が一致しない個体が1～2/50程度出現した。

実験結果②肉眼的な観察では明確な根拠となりえないことから、顕微鏡的観察をするために性変化したと思われる個体から生殖腺を取り出し、蛍光免疫染色を実施し雌雄の特異的な反応を観察し、メスからオスへの性変化を検証することができた。結果より、温度が性を変化させる要因の一部であることがわかった。個体数が少ないことからこの感受性がある個体、ない個体があるのかもしれない。また感受性がある個体は温度の刺激で、アロマターゼ酵素活性化の遺伝子が働かず、アンドロゲンはそのまま働いて精巣ができ、雄の個体ができる。従って性染色体は雌であるが、表現型は雄に変化したことになる。肉眼による生殖腺の観察だけでなく、生殖腺凍結切片の蛍光抗体染色からもオスの特異的な分布が発現したことから、性が変化したと推察された。



図1 PCRによる雌雄判別
2本のバンドがあり♀



図2 解剖による雌雄判別
2本の生殖腺で精巣（♂）

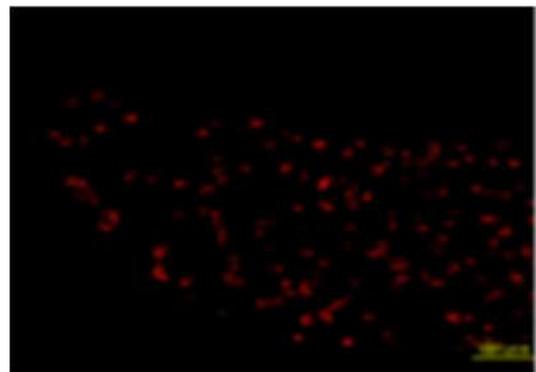


図3 上記のサンプルの蛍光免疫染色結果
CVHが点在していることから雄的な発色により♂と確認

4. 謝辞

本研究に際して、様々なご指導を頂きました広島大学大学院生物圏科学研究科 堀内 浩幸教授、西堀正英准教授に深謝いたします。また、実験の際に手法や解説を快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘を下さいました免疫生物学研究室、家畜育種遺伝学研究室の皆様感謝いたします。

5. 参考文献

- (1) Yvonne A. E, Jessica W. W, 2008, David T. B, Temperature-dependent sex-biased embryo mortality in a bird, Proc. R. Soc. B, 275, 2703-2706.
- (2) 総説：鳥類における雌雄鑑別 加藤博己, 宮下 実, 入谷 明
- (3) Yilmaz A, Tepeli C, Garip M, Caglayan C, 2011, The effects of incubation temperature on the sex of Japanese quail chicks, Poultry Science Association, 90, 2402-2406.
- (4) Smith C.A, Nakata T, Kuroiwa A, Zarkower D, 2014, Over-expression of DMRT1 induces the male pathway in embryonic chicken gonads, Development Biology, 389, 160-17

Factors that influence avian sex determination and differentiation

Kanna Hukuda (Hiroshima Prefectural Saijyo Agricultural High School, 2nd Year Student)

Hiroataka Nakano (Hiroshima Prefectural Saijyo Agricultural High School)

1. Purpose of the study

Mammals have sex chromosomes of XY type. It has a sex determination style to become a male with the Y chromosome-linked gene SRY.

Unlike mammals, avian females have hetero sex type. Females of birds have ZW and males have ZZ. It has become a major problem because the avian chromosome configuration is difficult for the industry to manipulate like mammals whose male sperm can separate into X or Y. So we focused on the reptiles that sex change may occur due to the environment (temperature).

Reptiles have sex determination styles that are temperature-dependent sex-determination, (TSD). Under the hypothesis that birds evolved from reptiles, it might have this sex determination style. It might be able to change sex by the temperature during incubation. In a chicken embryo, (sex gonads), we investigated the genotype of sex chromosomes and the distribution of the primordial germ cell. The ultimate goal is the sex selection of birds after temperature has changed.

2. Method

Experiment ①

Because the incidence of sex change was high at incubation with temperature of 35.9°C, and there were many numbers of the appearances of the individual change, we increased the number of the samples and repeated the experiment based on the laboratory finding last year ((1) July 30, 2016 (2) September 20, 2016 (3) November 20, 2016). After incubation from 15 to 18 days, we performed an autopsy and identified the anatomical nature and gonads number. In addition, we gathered blood at the same time and amplified CHD1Z and CHD1W by the PCR method and electrophoresis to identify the molecular sex then compare the sex that we conducted by DNA analysis with that of the anatomical sex.

Experiment ②

We tested 50 fertilized eggs at incubated in temperature of 35.9°C. We picked out the gonads of the individual considering that the sex has changed and made cryosection. At first, we extracted a gonad from the embryo incubated from 15-18 days, and embedded the gonad in OCT compound then freeze up in low temperature (-85degrees Celsius). Finally, we made a graft in cryostat and observed the distribution of the primordial germ cell by a fluorescence immunization.

3. Result and discussion (Pictures and tables)

We dissected a sex from an individual considered to have changed. Two sex glands (testis) were confirmed by the naked eye and judged to be a male. The result of the PCR was a female of ZW.

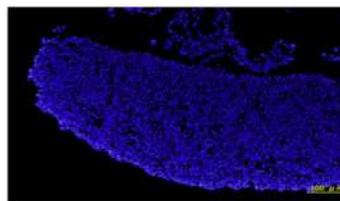
The cortex of the primordial germ cell was dotted with fluorescent colors and, as a result of fluorescence immunostaining that used CVH as an antibody, it was able to judge this sex gonad to be a male.



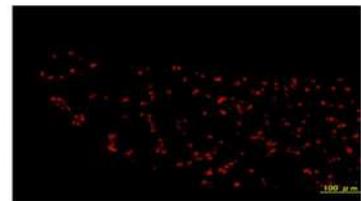
Two gonads (testis) ♂



genetic PCR ♀



DAPI fluorescence immunostaining



CVH fluorescence immunostaining ♂

4. Acknowledgement

We wish to thank Dr. Horiuchi and Dr. Nishibori from Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, for providing us with various kinds of guidance. We also would like to thank all the staff in Laboratory of Immunobiology and Animal Breeding and Genetics Laboratory, Hiroshima University, for offering methods and explanations for our experiments etc.

5. References

- (1)Koopman et al. Nature, 351 : 117-121 (1991)
- (2)Mem.Institute of Advanced Technology,Kinki University No.16:1-6(2011)
- (3)Zhao.D, McBride.D, 2010, Somatic sex identity is cell autonomous in the chicken, nature, 464, 237-242.
- (4)Robert.JA, Gisham.W, Mann.S, Wingfield.J, 2013, Neural, not gonadal, origin of brain sex differences in a gynandromorphic finch, NeuroScience, 100, 4873-4878.

静岡市におけるセミの分布と羽化行動の解析

竹内 希海（静岡県立静岡高等学校1年）

担当教員：竹内 浩昭（静岡大学）

1. 研究の目的と意義

本研究の特徴は、セミの抜け殻ではなく、生きた幼虫を調べることで、正確な出現時期・時刻・場所の記録と、夕方地上に出てから羽化して翌朝飛び立つまでの行動観察・行動実験が可能となり、セミの分布や行動と環境の関わりをより詳細に解析できることにある。

2. 研究の手法

2010～2017年の7月1日～8月下旬、静岡市内の数カ所でセミの幼虫と成虫を採集し、採集場所・採集時刻、セミの種名・性別を記録した。採集した幼虫については、体重を測定後、室内の人工羽化台を用いて羽化行動を観察した。

3. 結果と考察

採集した約6000匹のデータから、セミの幼虫が羽化のために地上に出てくる時期は、クマゼミ (*Cryptotympana facialis*) がアブラゼミ (*Graptopsaltria nigrofuscata*) より早く、同種内ではメスよりオスが早いことがわかった (図1)。また、アブラゼミの幼虫は日没時刻の前後に集中して地上に出てくるが、クマゼミの幼虫は日没後しばらく経過した時刻に出てくることもあり、その出現時刻のバラツキが大きかった。環境に注目すると、市街地の公園より山がちな場所で幼虫の出現時期が遅い傾向にあり、木々が生い茂り昼間も薄暗い場所で幼虫の出現時刻が早い傾向にあることから、地上付近の気温や照度、騒音などの環境要因が幼虫の出現時期・時刻に影響しており、その影響の大きさが種や性別によって異なると考えられる。

室内実験から、地上に出てきた幼虫は、羽化の体勢に入る時刻が各個体で決まっていて、その時刻が来たらどこでもどんな体勢でも羽化が始まり、また、羽化に適した場所を見つけたら動きを止めて羽化開始時刻を待つこともあると示唆された。

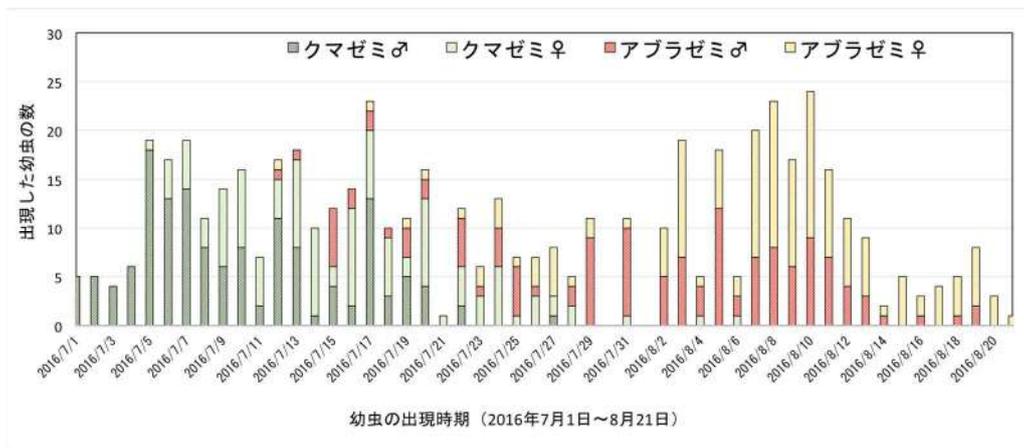


図1. クマゼミとアブラゼミの幼虫が出現した時期と数の推移

4. 謝辞

本研究は、山崎自然科学教育振興会および JST 次世代科学者育成プログラム、JST グローバルサイエンスキャンパスの助成を受けている。関係者の皆さまに感謝の意を表す。

5. 主な参考文献

- ・林正美・税所康正, 「日本産セミ科図鑑」, 誠文堂新光社, 2011.
- ・沼田英治・初宿成彦, 「都会にすむセミたち - 温暖化の影響?」, 海游舎, 2007.
- ・税所康正, 「羽化直前のセミ幼虫の走光性について」, Cicada 17(2): 19, 2002.

Distribution of Cicadas in Shizuoka City and Analysis of the Emergence Behavior

Nozomi Takeuchi (Shizuoka High School, 1st grade)

Mentor: Hiro-aki Takeuchi (Shizuoka University)

1. Purpose of study

Characteristics of this study are not the examination of the cicada shells but the examination of the live larvae of cicada in order to record accurate the time and the place of appearance under natural environment, and to observe the emergence behavior in an indoor experimental environment.

2. Methods

The larvae and adults of cicada were collected in several locations of Shizuoka city on July–August of 2010–2017, and the place/time of collection and species name/sex of cicada were recorded. For the collected larvae, the body weight was measured, and the emergence behavior was observed using an indoor artificial emergence table.

3. Results and Discussion

From the data of about 6000 samples, it was found that the seasonal time when the larvae of blackish cicada emerged on the ground was earlier than that of large brown cicada, and males were earlier than females within the same species (Fig. 1). In addition, the appearance times of large brown cicada were concentrated around the sunset time, but the variation in the appearance times of the blackish cicada was larger than that of large brown cicada. The present data suggested that the environmental factors such as temperature and illuminance, noise conditions affected the appearance time of larvae, and that the magnitude of the influence differed depending on species and sex.

The several data of behavioral experiments made me guess that the timing at which the larvae appeared on the ground and started the emergence was determined by each individual.

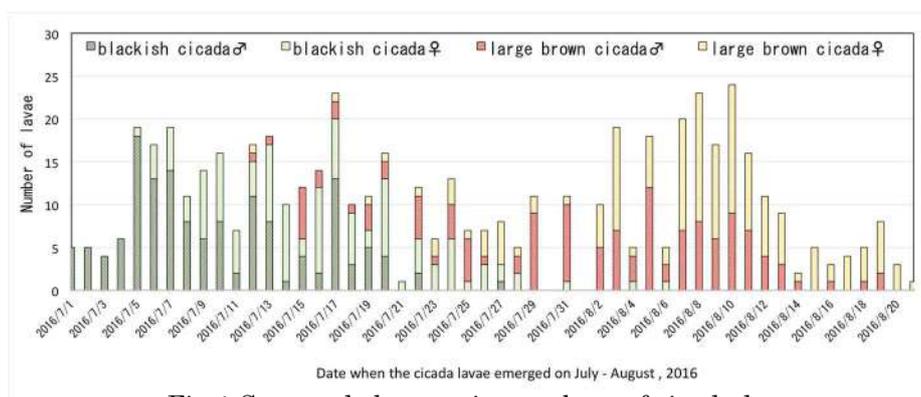


Fig.1 Seasonal changes in numbers of cicada larvae

4. Acknowledgement

A part of this research was supported by Yamazaki Natural Science Education Promotion Foundation and JST Future Scientist Program and JST Global Science Campus. I express my appreciation to everyone concerned.

5. References

- Hayashi, M. & Saisho, Y., *The Cicadidae of Japan*, Seibundo Shinkosha, 2011 (in Japanese).
- Numata, E. & Shiyake, S., *Tokai ni sumu semitachi*, Kaiyusha, 2007 (in Japanese).
- Saisho, Y., *Uka tyokuzen no semi youchu no soukousei ni tuite*, Cicada 17(2): 19, 2002 (in Japanese).

蝶が好きな花の色

大西 裕（兵庫県立川西明峰高等学校 1年）

1. 研究の目的と意義

日本各地でのフィールド観察から、チョウは、種類によって吸蜜する花の色が異なる傾向がみられた。この傾向を確認し、より定量的に調べることを目的として本研究を行った。チョウは植物の受粉に重要な働きをすることから、チョウの吸蜜行動を理解することは、昆虫の環境認知や行動を理解することと合わせて、生物多様性の保全に対しても役立つことが期待される。

2. 研究の手法

- (1) まず、兵庫県伊丹市昆虫館チョウ温室に人工的な栄養補給を目的に設置された蜜皿に集まるチョウの個体数と種類を10日間にわたり観察した。
- (2) 次に、伊丹市昆虫館チョウ温室および野外の自然環境において、チョウの種類ごとに、とまった花の色を調べた。野外調査は、兵庫県南部、滋賀県大津市、大阪府能勢町、鹿児島県奄美大島において行った。本州に生息するチョウは兵庫、滋賀、大阪で、南西諸島に生息するチョウは鹿児島県奄美大島で観察した。

3. 結果と考察

第一に、(1)の伊丹市昆虫館チョウ温室での観察の結果、蜜皿には、チョウ温室で飼育される全13種類のチョウのうち4種類（オオゴマダラ、リュウキュウアサギマダラ、スジグロカバマダラ、ツマムラサキマダラ）のみが集まり、これらは全て南西諸島のチョウであった。(2)の観察の結果、これらのチョウは、他の種類と比較して吸蜜する花の色が多いことが分かった。

次に、(2)の結果から、観察したチョウは、(a)暖色系の色のみにとまる、(b)寒色系の色のみにとまる、または(c)両方の色の花にとまる3つのグループに分けることができる。(a)の暖色系の色の花にしかとまらなかったチョウは、寒色系の色は見えない、あるいは見えにくいということが考えられ、(c)の暖色系の色の花も寒色系の色の花もよくとまるオオゴマダラやリュウキュウアサギマダラ等の、本来は南西諸島に生息するチョウは、ほぼ全ての色が見えているのではないかと考えられる。つまり、チョウは種類によって色覚が異なり、色が認識できる花を選んでいると考えられる。

最後に、チョウ温室では、暖色系の色の花にしかとまらなかった種類が、野外では寒色系の色の花にもとまる様子が観察できた。このことから、温室内で飼育されたチョウと野外で生まれたチョウとでは、色覚に差があると考えられる。

本研究から、チョウは種類によって見えている世界が違う可能性が明らかになった。今後、花の色以外の、チョウが花を識別する条件について探求してゆきたい。特に、紫外線による識別なども調べてみたい。

4. 謝辞

伊丹市昆虫館館長の奥山清一氏他、チョウ温室での調査にご協力頂いた伊丹市昆虫館学芸員の皆さまに深く感謝します。

5. 参考文献等

「蝶の写真館」 <http://www.geocities.jp/gauss0jp/chyochyo.htm>

「伊丹市昆虫館 温室のチョウ」 http://www.itakon.com/mushi/chou_top.html

「日本の昆虫1400 ①チョウ・バッタ・セミ」高井幹夫他著、文一総合出版、2013年

Study of flower-color preferences of butterflies

Yu Ohnishi (Kawanishi Meiho Senior High School, 1st grader)

1. Purpose of the study

Field observations of butterflies in various places in Japan show a possible trend that different species of butterflies suck nectar from flowers with different colors. Purpose of this study is to confirm this trend and obtain quantitative information. Since butterflies play important roles in fertilization, understanding the nectar-sucking behavior will contribute to the biodiversity conservation as well as deepening our understanding of the insects' perception of the environment and their behavior.

2. Method

- (1) First, I observed the number and species of butterflies that gather at a nectar plate in the greenhouse for butterflies at the Itami City Museum of Insects for 10 days.
- (2) Next, I observed and recorded the colors of flowers on which various species of butterflies alight at the greenhouse of the museum and in several fields in Japan. The fields are southern Hyogo prefecture, Otsu in Shiga prefecture, Nose in Osaka, and Amami Oshima in Kagoshima prefecture. Butterflies living in Honshu were observed in Kansai area, and butterflies living in the Southwestern Islands of Japan were observed in Amami Oshima.

3. Results and discussion

First, only 4 species of butterflies (tree nymph butterflies, Ceylon blue glassy tiger, Common tiger, and striped blue crow) among 13 species that are bred in the greenhouse gather at the nectar plate in the observations at the museum. They were all butterflies from the Southwestern Islands. From the observations (2), it became clear that these butterflies suck nectar from flowers with larger numbers of colors compared with other butterflies.

Next, it was found from the observations (2) that the butterflies observed are classified into three groups; (a) those that alight only on flowers with warm colors, (b) those that alight only on flowers with cold colors, and (c) those that alight on flowers with both warm and cold colors. The butterflies in the group (a) probably do not perceive cold colors, and those in the group (c) including the butterflies such as tree nymph butterflies, Ceylon blue glassy tiger that live in the southwestern islands of Japan perceive almost all colors. Namely, color perceptions of butterflies depend on the species, and they choose flower with colors that they can perceive.

Finally, it was observed that the species which alighted only on warm-colored flowers in the greenhouse alighted on cold-colored flowers as well in the field. This implies that the color perception is different between the butterflies bred in the greenhouse and those in field.

This study revealed the possibility that butterflies see the world differently depending on the species. I would like to study conditions other than colors with which butterflies distinguish flowers. Especially, I am interested in their perception of ultra violet light.

4. Acknowledgement

The author deeply thanks Mr. Seiichi Okuyama, the director, and the curators at the Itami City Museum of Insects for their support in the observations at the butterfly greenhouse.

5. References

“Insects in Japan 1400 (1) Butterfly, grasshopper, and cicada”, Mikio Takai et al., Bunichisogo publishing company, 2013

宇宙マイクロ波背景放射の揺らぎの抽出と解析

青木千紘(愛知県立岡崎高校) & 佐藤真央(岐阜県立岐阜北高校)

<1. CMB とは何か?>

CMB とは「宇宙のあらゆる方向からほぼ均一な大きさと伝播してくるマイクロ波」のことである。ビッグバンの直後、宇宙空間は高温・高密度のプラズマ状態であった。この状態では、宇宙からやってくる光などの電磁波は電子によって散乱され、私たちに届かないため観測できない。しかし、膨張とともに宇宙の温度が下がってくると原子核と電子は結合して原子が形成され、自由に動き回る電子がなくなるため電磁波が直進できるようになる。これを「宇宙の晴れ上がり」とよび、この瞬間に放射された電磁波を「宇宙マイクロ波背景放射」と呼んでいる。このため、CMB は以下のような重要な情報を持っている。

1. 宇宙膨張の証拠: CMB がプラズマから放出されたとき、CMB の温度は 3000K であったが、現在は 2.7K と観測される。これは電磁波の波長が宇宙膨張とともに引き伸ばされているからであり、CMB の温度変化は宇宙が膨張していることを示すことが分かる。
2. 銀河形成の初期情報: CMB の温度揺らぎは、銀河が形成される以前の宇宙に物質の密度の揺らぎがあったことを示す。そして、この密度の揺らぎこそ、どこで、どのように銀河が形成されたのかを教えてくれる重要な情報である。この情報を取り出すため、今回私たちは CMB の成分を抽出し、ゆらぎマップを作成した。

<2. 研究の目的>

この研究の目的は天文衛星 Planck の観測したデータから CMB を抽出してマップにすることで、CMB の揺らぎを見ることである。図 1 は Planck が観測した生データである。中央に帯状の信号が見えるが、これは CMB とは無関係の余分な情報である。では、元のデータにはどのような余分な情報が含まれているのだろうか。大きな 3 つの要素はダスト、点源(ポイントソース)、そして CMB である。ここでダストとは天の川銀河内に浮遊する固体微粒子であり、点源は銀河内の明るい星あるいは他の銀河起源の放射である。

この研究で私たちが使用したデータは、人工衛星 Planck によって取得された。Planck は 2009 年に CMB の温度と揺らぎを観測するために、ESA (European Space Agency) によって打ち上げられた天文衛星である。この人工衛星は、全天を 30 ~ 857 GHz で観測した。

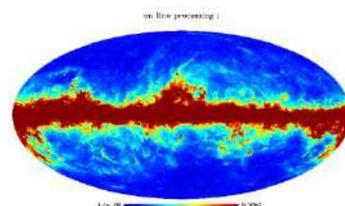


図 1: Planck が観測した生のデータ。

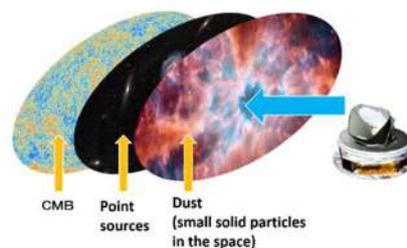


図 2: データに含まれる各成分

<3. 結果>

この解析から、ダストなど CMB 以外の成分からの放射を取り除くことで CMB 本来の揺らぎの成分を抽出できることが分かった(図 3)。揺らぎの大きさはとても小さく、さらにその上から他の前景成分からの強い放射が重なっているため、CMB 揺らぎ成分のみを取り出すには非常に丁寧な解析が必要となることも分かった。

<4. 将来の展望>

しかし、私たちの作ったマップでは中央の銀河面ではダスト放射の成分が取りきれず、CMB の揺らぎが抽出できなかった。これは、銀河系のダスト放射が強すぎる(CMB に対して 4-5 桁高い)ため CMB の信号が完全にかき消されてしまい、原理的に観測できないことが原因である。では、なぜ ESA で公開されているプレスリリース用の CMB マップ(図 4)にはそのような領域がないのだろうか? 実は ESA のプレスリリースマップでは、CMB が直接観測できる領域のデータの性質から作成したシュミレーションデータによって置き換えられているのである。Planck のデータから本来得られるのは私たちの作成したマップであることを改めて強調しておく。

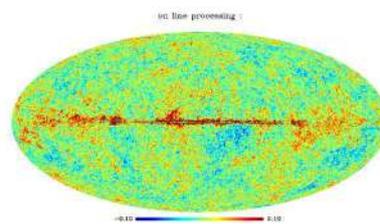


図 3: 本研究で生データから CMB のみを抽出したマップ。

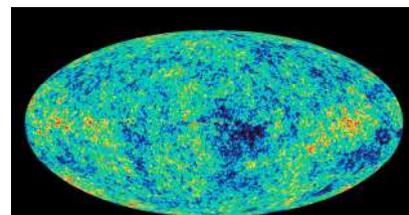


図 4: ESA のプレスリリースマップ。

謝辞 名古屋大学 理学研究科 Ω 研究室
准教授 竹内 努 西原 智佳子 永田 拓磨

“Extracting and Mapping Anisotropies in the Cosmic Microwave Background”

Chihiro Aoki (Okazaki High school) & Mao Sato (Gifu-Kita High school)

< 1. What is the CMB? >

The CMB is an electromagnetic wave produced in the Early Universe and travelled through Space. Right after the Big Bang, when the Universe was very hot, and every matter was in the state of plasma, electromagnetic waves were scattered by free electrons in Space. However, after the Universe became cool enough, and the plasma turned into atoms, the electromagnetic waves could go straight without being scattered, therefore, can be observed. The electromagnetic waves emitted at this moment is the CMB.

Therefore, The CMB data is:

1. A proof that the Universe is expanding.
2. An important information that can tell us how, where and in what size the galaxies formed.

< 2. The goal of our research >

The goal of our research is to extract map that only has the information of the CMB. The original map (figure 1) contains information of Dust, point sources, and the CMB. Dust is small solid particles of matter distributed throughout Space. Point sources are radiation coming either from bright stars within our galaxy, or from other galaxies in the space (Figure 2). These information has to be subtracted from the map to extract the CMB data. (The data that we used was taken by a satellite called Planck, which was a satellite that was launched by ESA. Planck observed the whole sky at frequencies from 30-857GHz)

< 3. Results>

Figure 3 is the ultimate map (143GHz) that we created. We see that we can indeed extract the CMB signal by removing the other foreground components. We can clearly observe the anisotropies of the CMB, even though the anisotropy is extremely small.

< 4. Future prospect>

The map we created (Figure 3) is useful to visually observe the anisotropies, but is not suitable for quantitative analysis. In order to quantitatively analyze the CMB data we extracted, we must create a power spectrum graph* to find out where the galaxies formed.

*Power spectrum graph shows the squared quantity of contribution of waves at each wavelength. The galaxies formed where the power spectrum is high.

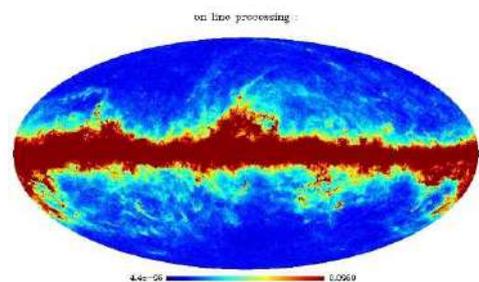


Figure 1: The original map that Planck took.

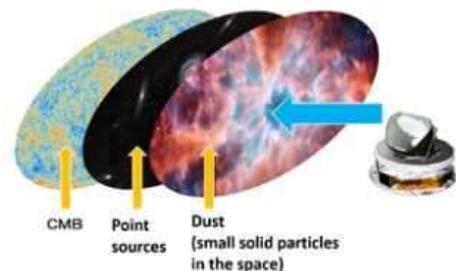


Figure 2: Schematic description on each component included in the data.

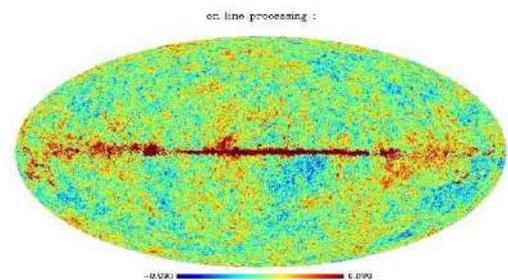


Figure 3: The map we have constructed from the raw data.

Acknowledgements: Tsutomu Takeuchi, Chikako Nishihara, and Takuma Nagata (Department of Physics, Nagoya University)

新しいがん治療(BNCT)への挑戦！

～ 条件付確率を用いた BNCT 用 SPECT 装置の画像再構成 ～

守実友梨 (大阪府立大手前高等学校 3年)

村田勲, 佐藤文信

1. 研究の目的

現在日本が中心となり新しい放射線がん治療法、ホウ素中性子捕捉療法(Boron Neutron Capture Therapy; BNCT)の研究開発が進められている。この治療法は、予めがん細胞に蓄積されたホウ素と中性子の核反応を利用するもので、ホウ素ががん細胞にのみ蓄積されれば、そのがん細胞を選択的に治療できる優れた治療法である。本研究では BNCT の未確立技術、治療中の治療効果をリアルタイム計測する BNCT 用 SPECT 装置の実現を目指し、その画像再構成法の検討を行った。

2. 研究の手法

写真 1 に示す人の頭部の模型(ファントム)を作製し、そこに γ 線源(^{137}Cs)を埋め込み x 軸と y 軸 2 方向から γ 線の測定を行った。図 1 は実験の一例で、ファントム内に 3 個の線源が置かれている。写真 1 の左側の鉛ブロック内に設置した検出器により γ 線測定を行い、線源の場所と強度を知ることが SPECT 装置で解くべき画像再構成問題となる。これは、 γ 線計測値 $A_{x,i}$, $A_{x,iii}$, $A_{y,i}$, $A_{y,iii}$ (既知)と線源強度 N_1, N_3, N_7, N_9 (未知)との連立方程式になるが、この例では、 A は 4 つ、 N は 4 つで、(1)式のように表されるため解けそうである。



写真 1 ファントムを用いた実験の様子

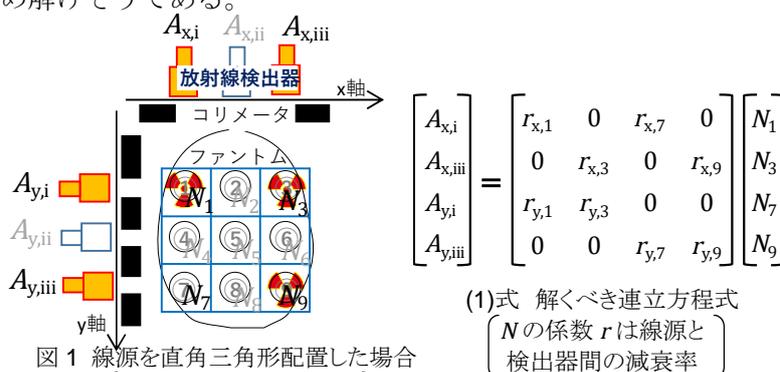


図 1 線源を直角三角形配置した場合

有効な測定値 A は 4 つ
 求める線源 N は 4 つ

3. 結果と考察

(1)式の連立方程式を数学的に解くと、解と正解値は全く一致しないことが分かった。原因は、測定値 A と減衰率 r に不確かさがあり、方程式の等号(=)が成り立たないためと考えた。そこで連立方程式を良く観察し、条件付確率を利用する簡単な解法を思いついた。今(1)式の3行目の等式、 $A_{y,i}=r_{y,1}N_1+r_{y,3}N_3$ に注目する。減衰率 $r_{y,1}$, $r_{y,3}$ は実験体系が決まれば計算できて、 $r_{y,1}=0.8$, $r_{y,3}=0.3$ だったとする。今、線源強度の正解は、 $N_1=100$, $N_3=400$, $N_7=0$, $N_9=300$ だったとすると、 $A_{y,i}$ のうち N_1 からの計数は、 $r_{y,1}N_1=0.8 \times 100=80$ となる。逆に言うと、 $A_{y,i}$ の内 N_1 からの計数される割合は、 $r_{y,1}N_1/A_{y,i}=80/(80+120)=0.4$ という条件付確率になるのではないだろうか。同様に N_3 については、 $r_{y,3}N_3/A_{y,i}=120/(80+120)=0.6$ となる。これを推定に使ってみた。もちろん N_1, N_3, N_7, N_9 の正解は分からないので、 $N_1=N_3=N_7=N_9=(A_{x,i}+A_{x,iii}+A_{y,i}+A_{y,iii})/4$ と一様な初期値を使う。すると、繰返し計算を行うことで、一度正解に近くなり、その後正解から離れていくことが分かった。多数の計算を実施し、この方法の成立には、 $N_1+N_3+N_7+N_9=A_{x,i}+A_{x,iii}+A_{y,i}+A_{y,iii}$ が満たされるよう、(1)式の行列 r_{ij} を規格化する必要があることも分かった。また繰返し回数は、推定回間の推定値の偏差と深く関係があり、推定回数がある程度決定できることも発見した。更に②、⑥及び⑦の位置に線源を入れて実験を行い推定を実施してみた。この場合、 A が 6 個、 N が 9 個となり数学的には解けないが、推定可能であることが分かった。これは大きな体系の推定可能性を示唆している。

4. 今後の課題と成果

今回発見した推定方法は、 A と N が少数の場合有効($A, N: 4$ 個が最適)であるが、人の頭部全体を推定するには粗すぎる。本手法を応用しどのように詳細画像を推定するかを今後突き詰めていきたい。なお本研究成果は 2017 年 8 月、Yuri Morizane et al., "Simple Image Reconstruction Technique for BNCT-SPECT with Conditional Probability", PLOS ONE、として論文投稿(査読)中である。

A Challenge to New Cancer Therapy (BNCT) !

- Image reconstruction for BNCT-SPECT with conditional probability -

Yuri Morizane, 3rd Grade, Osaka Prefectural Otemae Senior High School
 Isao Murata and Fuminobu Sato

1. Introduction

At present, Japan is leading in R&D of a new radiation therapy, **Boron Neutron Capture Therapy (BNCT)**. BNCT is known to be an effective and promising cancer therapy with charged particles produced by nuclear reactions of neutrons with ¹⁰B in a tumor cell. If ¹⁰B could be accumulated only in tumor cells, the tumor cells could selectively be killed. In this study, an image reconstruction technique was examined for a SPECT system for BNCT to monitor the treatment effect during BNCT in real time, which has not yet been established so far.

2. Experiments

As shown in Photo 1, a human head phantom was made, in which γ -ray sources (¹³⁷Cs) were set. Leakage γ -rays from the phantom were measured at two directions of x and y -axes. Figure 1 shows an example of the schematic experimental arrangement. Three sources were arranged inside the phantom. γ -ray measurements were carried out with a scintillation detector set up in a lead block in Fig. 1. A goal of the image reconstruction problem here is how to know the exact positions and intensities of γ -ray sources using the measured γ -ray counts. This problem is equivalent to solving a simultaneous linear equation deduced from γ -ray counts, $A_{x,i}$, $A_{x,iii}$, $A_{y,i}$, $A_{y,iii}$, and source intensities, N_1 , N_3 , N_7 , N_9 , as shown in Eq.(1). In this example, the numbers of A and N are the same, i.e., four, meaning the equation seems to be solved mathematically.

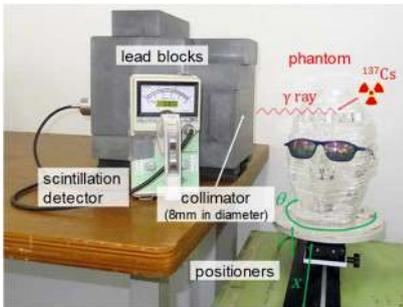


Photo 1 Experimental system.

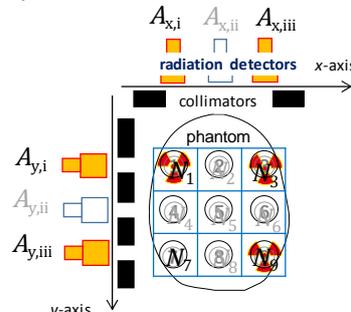


Fig. 1 Schematic experimental arrangement.
 (The number of measurements $A : 4$
 The possible number of sources $N : 4$)

$$\begin{bmatrix} A_{x,i} \\ A_{x,iii} \\ A_{y,i} \\ A_{y,iii} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{x,1} & 0 & r_{x,7} & 0 \\ 0 & r_{x,3} & 0 & r_{x,9} \\ r_{y,1} & r_{y,3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_{y,7} & r_{y,9} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_1 \\ N_3 \\ N_7 \\ N_9 \end{bmatrix}$$

Eq.(1) Simultaneous linear equation.
 (r is attenuation coefficient of γ -rays between the source and the detector.)

3. Results and Discussion

Eq.(1) is surely solved mathematically. However, the result did not agree to the true values. The reason was estimated to be due to the fact that A and r have uncertainties, practically, an equal sign “=” is not met in Eq.(1). We thus had to find another way to solve Eq.(1). Accidentally, observing the equation, we found a very simple way with “conditional probability” as follows: Now we focus on the 3rd equation in Eq.(1), $A_{y,i} = r_{y,1}N_1 + r_{y,3}N_3$. We assume $r_{y,1} = 0.8$, $r_{y,3} = 0.3$ and the true values of the sources are $N_1 = 100$, $N_3 = 400$, $N_7 = 0$, $N_9 = 300$. In this case, contribution of N_1 to $A_{y,i}$ is easily calculated to be $r_{y,1}N_1 = 0.8 \times 100 = 80$. Inversely speaking the probability of which contribution comes to N_1 from $A_{y,i}$ is $r_{y,1}N_1 / A_{y,i} = 80 / (80 + 120) = 0.4$, which could be regarded as the conditional probability of originating in N_1 if $A_{y,i}$ is counted. Similarly, for N_3 the conditional probability is $120 / (80 + 120) = 0.6$. We then tried to apply this simple idea to the present problem. Here, we employed a white spectrum as an initial guess, that is, $N_1 = N_3 = N_7 = N_9 = (A_{x,i} + A_{x,iii} + A_{y,i} + A_{y,iii}) / 4$. By iteration calculations, it was found that the estimated N_i once approached the true value, and thereafter left from it. From a lot of similar numerical experiments, to utilize this procedure, matrix $r_{i,j}$ should be normalized so that $N_1 + N_3 + N_7 + N_9 = A_{x,i} + A_{x,iii} + A_{y,i} + A_{y,iii}$. Also for the optimum number of iterations, it was found that the number would be deeply related to the deviation of estimated values between adjacent iterations. In addition, measurements were performed and estimated in case that sources were set in positions, ②, ⑥ and ⑦. In this case, it is impossible to mathematically solve because the number of A and N are 6 and 9, respectively. However, with the present technique, the solution could be obtained. It indicates possibility of estimating a large object.

4. Conclusion

The present estimation technique is available for a few number of A and N (Four for both is optimum). However, it is too coarse to see a human head. In future, the author would like to investigate how to apply the present technique to estimate an acceptably fine image even for a large object. Finally, the present result was summarized as a paper, Yuri Morizane et al., “Simple Image Reconstruction Technique for BNCT-SPECT with Conditional Probability”, PLOS ONE, which is under review now.

安定に量子ビームとしての軟X線を発生させるには？ -将来の小型顕微鏡の実現を目指して-

渡辺 薫音 (宇都宮短期大学附属高等学校 2年)

東口 武史 教授 (宇都宮大学大学院工学研究科)

1. 研究の目的と意義

高校に入学して、数式で様々な現象を表すことができる物理の世界に関心を抱き、さらに深く勉強したいと思った。中でも特に「量子ビーム」について興味を持った。これについて調べると、大まかに『観る』『創る』『治す』の三つを、人の手でできない程小さな単位で行うことができることを知った。そこで、量子ビームのひとつであるレーザーで様々な金属元素を照射し、発光する量子遷移スペクトルを観測しようと考えた。ところで、パルス幅が 150 ps の高強度レーザーを様々な金属元素に集光照射することで発生する軟X線のスペクトルを系統的に観測する報告はほとんどない [1]。そこで、各種元素から発生する軟X線のスペクトルを観測し、強い発光がどのように変化するかに着目した。この結果は、小さな生物や細胞などを生きたままでも細かく観察できる軟X線顕微鏡の光源に適した元素を知ることによって寄与できる。

2. 研究の手法

波長が 1064 nm、パルス幅が 150 ps、エネルギーが 250 mJ の Nd:YAG レーザーを 32 種類の平板金属ターゲットに集光照射し、発生する軟X線のスペクトルを斜入射分光器で観測した。

3. 結果と考察

元素により発光波長は異なり、線スペクトルや密集したスペクトルや帯域の広いスペクトルが図 1 のように観測された。原子番号が小さい元素では線スペクトル、原子番号が 40 番前後ではギザギザしたスペクトル、重元素では連続スペクトルが観測された。また、原子番号が大きいほど波長が短くなった。水の窓 (2.3 ~ 4.4 nm) の軟X線顕微鏡に適した元素は Bi であると考えている。

4. 謝辞

本研究に際して、研究の進め方などたくさんのご指導を頂きました東口武史教授、一年目に様々な授業を経て私を iP-U の才能育成コースに選んでくださった大庭亨教授、松田勝教授に深謝いたします。まだまだ至らぬ点はありますが、たくさんの方の事を学び、成長することができました。また、実験の際に快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘を下さいました東口研究室の皆様へ感謝いたします。最後に、17年間ここまで私を育ててくれた母や祖父母に、心からお礼申し上げます。

5. 参考文献

[1] H. Ohashi *et al.*, APL **104**, 234107 (2014).

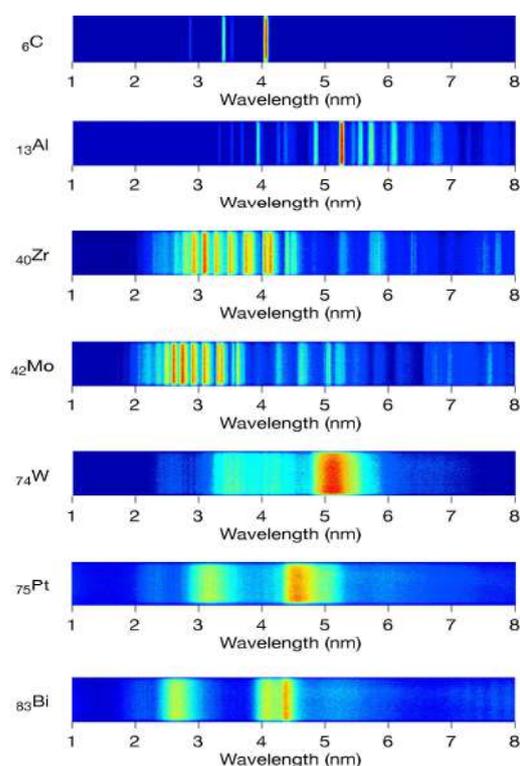


Fig. 1. Observed spectra from various elements.

How to generate stable soft X-ray as quantum beams?

-Aim to an actual table-top microscope system in near future-

Kanon Watanabe (Utsunomiya junior college high school 2 grade)

Prof. Takeshi Higashiguchi (Utsunomiya University)

1. Purpose of the study

I was interested in physics which can represent a lot of phenomenon. And I supposed that I would like to study more deeper. In it, I thought that I want to study about “quantum beams.” When I examined it, I realize a quantum beam can do three things which is “observing,” “creating,” and “curing.” Then, I try to produce the soft X-ray by intense laser pulse, which is one of the quantum beams. There is no systematically report about the soft X-ray spectra using a 150-ps laser pulse from 32 elements laser-produced plasmas [1]. I observed the spectral behaviors and by changing the atomic number. I expect that I find an element which suitable soft X-ray microscope’s source to observe small creatures and cells in near future.

2. Method

Nd:YAG laser with pulse duration of 150 ps at 1064 nm and 250 mJ/pulse was irradiated at the planar targets. The soft X-ray spectra were observed with an X-ray spectrometer with a cooled x-ray CCD camera to record the emission spectra from the laser-produced plasmas.

3. Result and Discussion

The spectral structures were changed from line to broaden with the increase of the atomic number, which was shifted to shorter wavelength of each peak, as shown in Fig. 1. In detail, the line emission was observed in the case of low- Z , where Z is the atomic number. At the atomic number around 40, the jagged spectra were observed, and as a continuum spectrum was in the case of high- Z . Bismuth is the best target for light source of bio-imaging microscope.

4. Acknowledgments

I thank Prof. Higashiguchi who taught me how to study about somethings and Prof. Ohba and Prof. Matsuda who elect me through any classes. I could learn a lot of things and grow up. I also thank everyone in Higashiguchi lab. Finally, I would like to gratitude for my mother and grandparents.

5. References

[1] H. Ohashi *et al.*, APL **104**, 234107 (2014).

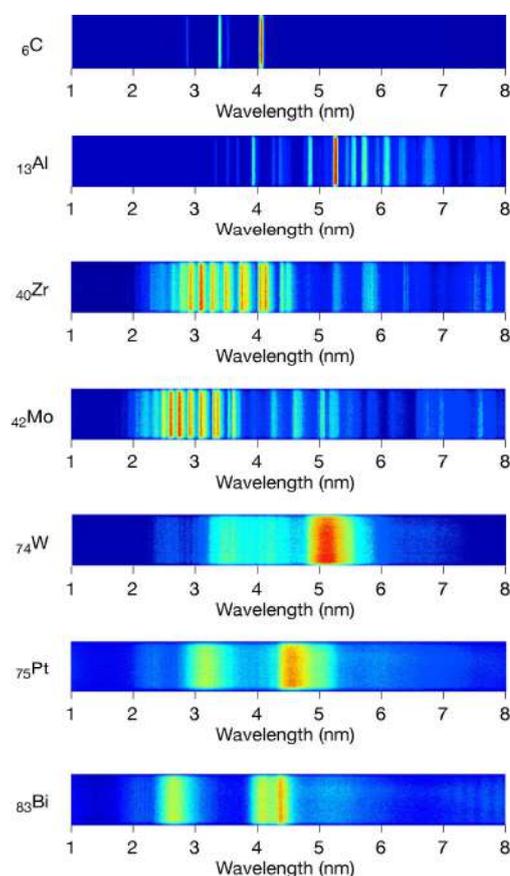


Fig. 1. Observed spectra from various elements.

ランジュバン型振動子からの放射圧による接着性細胞の剥離

田内葉奈子(雙葉高等学校 2年)

担当教員 慶應義塾大学理工学部機械工学科 竹村研治郎

1. 研究の目的と意義

近年、再生医療や新薬開発の進歩により、細胞培養の効率的な技術が求められている。従来手法では、技術者による技量の違いやトリプシンが細胞にダメージを与えるなどの問題がある。これらを解決すべく、金属製の細胞培養面を超音波振動させることで細胞を剥離する技術が報告されている。しかし、この手法ではタンパク質分解酵素としてコラゲナーゼを用いるため、多様な細胞種に使用できない。また、金属面上での培養はコンタミネーションの危険性を高める。以上より、本研究では一般的に細胞培養に用いられるフラスコの培養面に超音波振動を伝播して細胞を剥離することを目的とした。

2. 研究の手法

ランジュバン型振動子を用いてフラスコの細胞培養面に超音波振動を伝播し、細胞を剥離する。なお、タンパク質分解酵素にはトリプシンを用いた。本実験では、細胞として Chinese hamster ovary (CHO)を用いた。1.0 × 10⁶ 個の細胞を 25 mL フラスコに播種し、24 時間インキュベーター内で培養後実験を行った。実験手順は、フラスコ内の細胞を PBS で洗浄し 0.005% のトリプシンを 3 mL 加える。これは従来手法で用いられるトリプシンの 1/10 の濃度である。トリプシンの濃度による違いを調べるため、0.05% トリプシンでも同様の手法で実験を行う。トリプシンを添加して 150 秒後に培養面を 30 秒間励振した。なお振動条件は周波数 157.0 kHz、振幅 0.94 μm とした。また、比較のため、トリプシンを添加して 180 秒後にピペッティングを行う従来手法による細胞剥離の実験を行った。なおこの手法でもトリプシンの濃度は 2 種類で行った。

提案手法の細胞剥離に対する性能を評価するため、剥離された細胞数を数える。さらに、提案手法に侵襲性がないことを確認するため、剥離した細胞を 0.5 × 10⁶ 個播種し、24 時間培養した後、各々の方法における細胞の増殖性を調べる。

3. 結果と考察

実験結果はグラフの通りである。剥離のデータは、提案手法で細胞が剥がれやすく、0.05% トリプシンを用いた従来手法を除いて大きな違いは見受けられないことを示している。増殖性に関しては、濃度の薄いトリプシンを用いたほうが増殖性は高く、また提案手法のほうが高いことを示しており、これは薄めたトリプシンはタンパク質を過剰に分解しないからであると考えられる。この方法は再生医療や創薬の発展を促進するものであると同時に、この技術は細胞培養の自動化への可能性を高めるだろう。

4. 謝辞

担当教員である慶應義塾大学の竹村研治郎先生には、研究がどのようなものであるかを一から教えていただきました。また国際学会という発表の場も用意していただき、私にとって非常に有益な経験をさせていただきました。ありがとうございました。

5. 参考文献

Y. Kurashina, *et al.* : "Effective cell collection method using collagenase and ultrasonic vibration", *Biomicrofluidics*, 8, 054118, 1-16, 2014

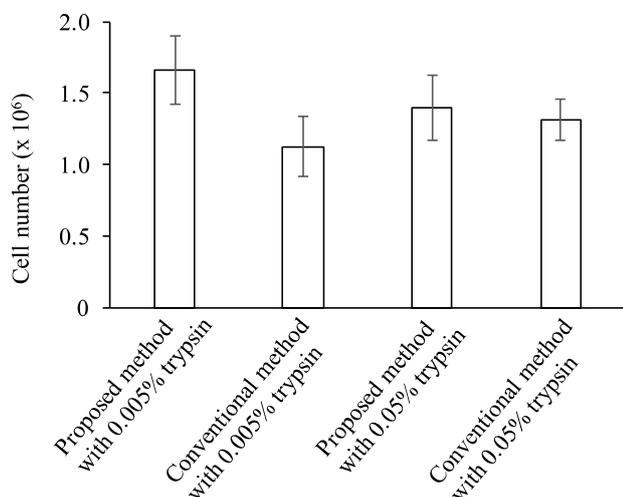


図1 提案手法及び従来手法における細胞剥離

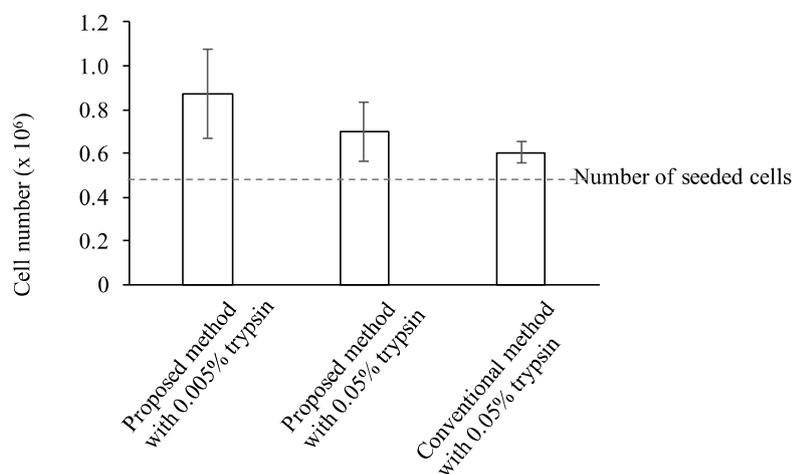


図2 提案手法及び従来手法における細胞の増殖性

Detaching Cells Using Acoustic Radiation Pressure Induced by Langevin Transducer

Hanako TAUCHI (Junior at Futaba High School)

Kenjiro TAKEMURA (Dept. of mechanical Engineering, Keio University)

1. Purpose of the study

The recent advances in regenerative medicine and drug development require techniques to culture cells efficiently. The current traditional method of cell culturing has problems with its manual method and trypsin that differentiate a procedure in each technician and make the cells vulnerable. As a solution to solve these problems, it is already signified that ultrasonic vibration can be used to detach cells on metallic culture substrate¹⁾. Still, there is a couple of issues with collagenase which the method lacks versatility and its metallic culture substrate which cause a high risk of contamination. Therefore, the purpose of this research is to detach cells using ultrasonic vibration on disposable cultivation bases.

2. Method

Ultrasonic vibration induced by a Langevin transducer is applied to a substrate of a cell cultivation flask, on which cells are cultured and adhered in advance. Trypsin was used as proteolytic enzyme. In the experiment, Chinese hamster ovary (CHO) are used. As preparation, 1.0×10^6 cells are seeded in the 25 mL flask and are cultured for 24 hr in an incubator. Then, cells are washed using 1 mL PBS, and put 3 mL 0.005% trypsin-EDTA solution, which is 10-fold dilution of trypsin-EDTA generally used in trypsinization. To seek the difference in density of trypsin solution, the same method is done using 0.05% trypsin-EDTA solution. Ultrasonic vibration induced with 157.0 kHz resonance frequency, with the amplitude of 0.94 μm is applied to the cells for 30 sec after 2.5 min trypsinization without pipetting.

For comparison, a control sample, which is not exposed to the ultrasonic vibration and detached with traditional pipetting method, is prepared. Same as above, the method using vibration, the experiment was done using two different density of trypsin-EDTA.

The number of cells detached with each method is estimated to evaluate the capability for cell detachment of the proposed method. In addition, the proliferation rate of the collected cells with each method are cultured for 24 hr, and the number of culture of cells are evaluated to demonstrate non-invasiveness of the proposed method.

3. Results and discussion

The result of cell detachment is showed on fig. 1. The data illustrates that the proposed method has a prominent capability of cell detachment and except for the one with conventional method using diluted trypsin solution, there is no significant difference in terms of detachment. As for cell proliferation the result is as fig. 2. It increases when using diluted trypsin and the proposed method gets high proliferation, because diluted trypsin solution does not break into proteins excessively. The method would contribute to foster the development of regenerative medicine and drug development. At the same time, the technique potentially one of the biggest challenges for the automation of cell culture process.

4. Acknowledgement

I would like to show my gratitude to Associate Prof. Kenjiro Takemura, dept. of mechanical engineering, Keio University for all the support toward this research. Also, it was a great honor to have an opportunity to present the research at an international conference in August, 2017.

5. Reference

1) Y. Kurashina, *et al.* "Effective cell collection method using collagenase and ultrasonic vibration", *Biomicrofluidics*, 8, 054118, 1-16, 2014

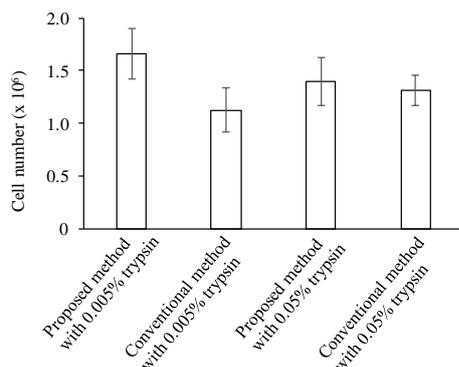


Fig. 1 Cell detachment

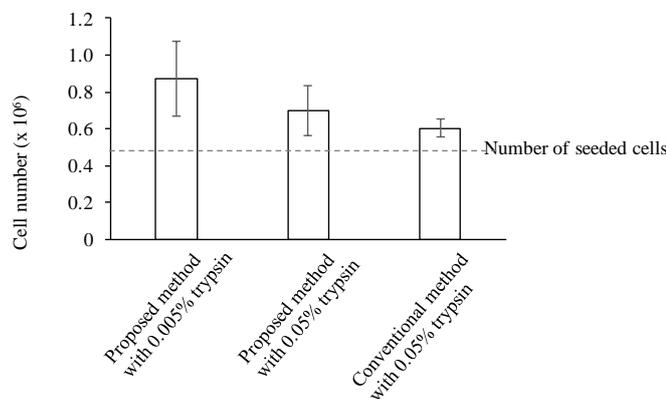


Fig. 2 Cell proliferation

Background-Oriented-Schlieren(BOS) 法を用いた大気圧プラズマ流の定量計測

小倉 苗 (青森県立青森高等学校 2年)、伊東桃子 (仙台白百合学園高等学校 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、大気圧プラズマを用いた気流制御技術が注目されている。気流制御技術とは、飛行機や鉄道、風車といった流体機器を制御するのに必要不可欠であり、これに大気圧プラズマを用いることによって既存技術の省エネルギー化、制御性能の向上が出来ると考えられている。しかしながらその制御メカニズムについては未だ不明な点が多く、実用化には至っていない。そこで本研究では、大気圧プラズマによる気流制御技術のメカニズムを明らかにするために、大気圧プラズマ流で生じる空気密度擾乱の定量計測を行った。計測手法としては非接触で密度計測が行える Background-Oriented-Schlieren 法(BOS 法)を用いた [1]。BOS 法を用いた計測は、衝撃波や超音速流れ場といった密度変化の大きい流れに対してはこれまで行われた例がいくつかあるが、大気圧プラズマ流が生成するような微小密度擾乱を可視化するという高精度の計測には未だ成功した例がない。

2. 研究の手法

BOS 法とは、背景としてランダムドット画像を用い、流れのない状態で撮影した画像(図 1(a))と、流体により密度擾乱の生じた状態で撮影した画像(図 1(b))のドットの位相差から、屈折率の変化を検知し、密度勾配を定量的に可視化する手法である。本研究では、電極に高電圧を印加することで発生する大気圧プラズマ流による密度勾配を、BOS 法を用いて可視化した。プラズマの発生には交流高電圧電源を用い、銅テープとカプトンテープで構成した電極に±6 kV の電圧を印加した。また、プラズマの発生と光源の点灯時間を変えて画像を撮影し、空気密度が時間的に変化する様子を観測した。

3. 結果と考察

BOS 法を用いてプラズマ流の計測を行い、背景画像の位相差から空気密度を可視化した結果を図 1(c)に示す。これは、電極位置($x = 0$ mm)から x の正方向に向かってプラズマ流を生成し、8 ms 経過後における空気密度分布を示している。プラズマ流の生成方向に密度が低い領域が広がっており、最大で 5%程度の密度の減少が観測された。そして、低密度領域を囲むように密度が高い領域が出来ており、低密度領域の中心部($x = 14$ mm 付近)に向かって流れが出来ていることが予想される。以上のことから、大気圧プラズマ流の生成過程には、電界による荷電粒子の加速だけでなく、空気密度の変化も大きく関係していると考えられる。

4. 参考文献

- [1] Venkatakrisnan L et al., *Exp.Fluid.*, **37**, 237-247 (2004).

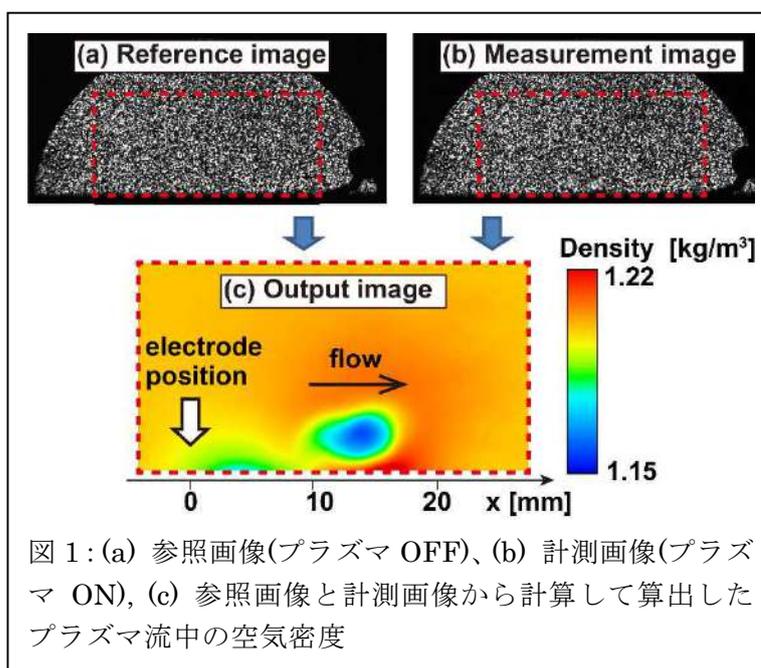


図 1: (a) 参照画像(プラズマ OFF)、(b) 計測画像(プラズマ ON)、(c) 参照画像と計測画像から計算して算出したプラズマ流中の空気密度

Quantitative measurement of atmospheric-pressure-plasma-flow using Background-Oriented-Schlieren (BOS) method

Nae Ogura (Aomori High school 2nd grade) , and

Momoko Ito (Sendai Shirayuri Gakuen High school 2nd grade)

Supervisor: Atsushi Komuro (Tohoku University, Graduate School of Engineering)

1. Purpose of the study

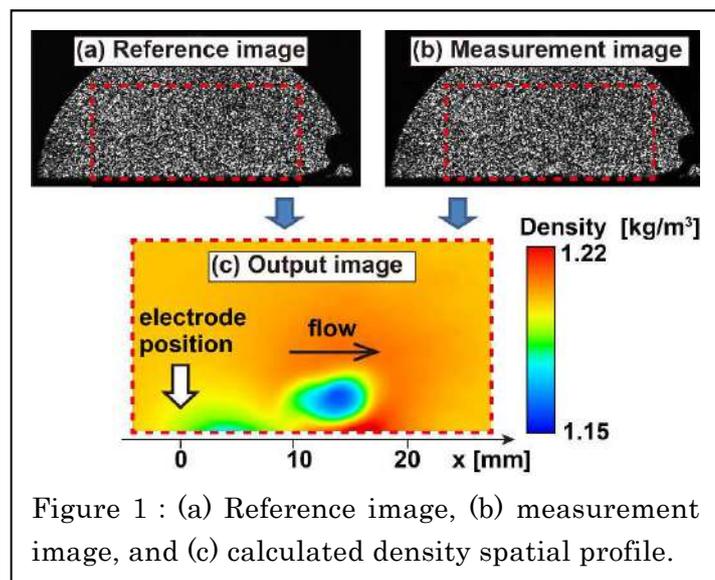
Air flow control is a key technique for various fluid devices such as airplanes, railroads, and wind turbines. In recent years, the flow control techniques using atmospheric-pressure-plasma (APP) have attracted a great deal of attention. By applying APP to fluid devices, it is expected to improve the energy efficiency and control performance of the fluid devices. However, the control mechanism of the flow control using APP has not been clearly revealed yet. Therefore, in this study, we measured the gas density variation in the plasma-induced flow as a fundamental research on the flow control techniques using APP. For measurement method, we used the Background-Oriented-Schlieren (BOS) method, which can measure density without any contact to the medium [1]. In previous researches, BOS has been applied to measure the large density variation in the flow, such as shock waves and supersonic flow fields [1], however there are no successful examples to visualize the small density variation in the flow induced by APP.

2. Method

The BOS method produces quantitative visualization of density gradient by detecting variations of the refractive index by taking two images with a random dot pattern as a background. The first image is an undisturbed one without flow (fig. 1(a)), and the other is a disturbed one due to flow of interest (Fig. 1(b)). In this study, we visualized the density gradient induced by APP using BOS. AC voltage of $\pm 6\text{kV}$ is applied to the electrodes, which consisted of copper tape and kapton tape, to generate the plasma. Temporal variations of the density in the plasma-induced flow were measured by changing the time between the plasma generation and LED lighting.

3. Result and discussion

The spatial distribution of the air density at 8 ms after the discharge is shown in Fig.1(c). The plasma is ignited at $x = 0$ mm and it flows toward the $+x$ direction. The density of the tip of the plasma-flow at $x = 13$ mm decreases by 4% and the density around there increases by 1.5%. This result indicates that APP produces not only the induced flow but also the density variation toward the flow direction.



4. References

- [1] Venkatakrishnan L et al., *Exp.Fluid.*, **37**, 237-247 (2004).

YBa₂Cu₃O_y 超伝導薄膜表面へのレーザー照射の影響

雪吉 稀允 (福岡県立筑紫丘高等学校 2年)

担当教員 寺西 亮 准教授 (九州大学大学院 工学研究院)

1. 研究の目的と意義

YBa₂Cu₃O_y (YBCO) は優れた臨界電流密度 (J_c) を持つ高温超伝導体として薄膜線材応用が期待されている¹⁾。実用化に向けた課題のひとつに、 J_c が磁場中では磁場印加角度に依存して低下することが挙げられ、超伝導体内に侵入した磁束にローレンツ力が加わることや YBCO の結晶配向に起因する。この問題の解決策として、超伝導体内に常伝導物質 (ピン止め点) を添加して磁束を固定する手法があり¹⁾、BaHfO₃ 等を微細に導入すると磁場中 J_c が向上する。更に、ピン止め点を任意に配列することができれば J_c の磁場角度依存性を低減できる可能性があるが、これまで報告例はない。そこで、本研究では YBCO の結晶配向に着目し、ピン止め点を導入した膜にライン状の配列でレーザーを照射することによる YBCO の結晶性や J_c 特性への効果を調査した。

2. 研究の手法

YBCO と BaHfO₃ (1mol%) の原料溶液を基板 (CeO₂ 等酸化層付きハステロイ基材) へスピコートし、酸素中で 430°C にて仮焼した後、40~100mW の電力でレーザー照射し、780°C にて本焼した。その後、X 線回折 (XRD) や走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察し、4 端子法で磁場中 J_c を測定した。

3. 結果と考察

XRD からは、いずれの試料も YBCO の強い c 軸配向ピークが確認でき、レーザーを照射しても YBCO が形成されることが示された。図 1 に磁場中 J_c 測定結果を示す。 J_c は、いずれの試料においてもレーザー照射していない試料 (pure) に比べて低下した。一方、 J_c の磁場角度依存性は、100mW 照射試料では大幅に増大したが、40mW では僅かに軽減し、50mW では大幅に軽減した。図 2 に、40mW および 100mW の SEM による表面組織観察像 (a, b) と元素マッピング (c-f) を示す。図 2 (a) (b) よりレーザー照射した部分でライン状に表面平坦性が低下し、特に 100mW 照射では a 軸粒が観察された。また、図 2 (c-f) の元素マッピングより、100mW 照射試料のレーザー痕で Ba と Cu 双方とも輝度の低下が観察された。このことは、レーザー照射部分で膜厚が減少していることを示している。これらの結果から、レーザー照射による J_c 低下の要因は、膜厚の減少および表面組織の荒れ、a 軸粒の生成と考えられる。その一方で、図 2 (a) (b) の表面組織が荒れた部分では微細な異相が生成している可能性がある。このことから、40 および 50mW 照射試料ではこれらの微細な結晶粒子がピン止め点として寄与した可能性が考えられる。

以上より、仮焼後の試料にレーザーを照射して YBCO を作製すると、照射するパワーによって試料の組織が変化し、 J_c の磁場角度依存性に異なる変化が現れることが分かった。今後は、レーザー照射条件に対する表面組織の変化を丁寧に観察し、 J_c の磁場角度依存性に寄与しているピン止め点を明らかにすることが重要である。

4. 謝辞

本研究にて丁寧にご指導下さった九州大学修士課程村上達哉さん片木世維さんに感謝致します。

5. 主要参考文献

1) 塩原融、中岡晃一、和泉輝郎、加藤丈晴、日本金属学会誌、第 80 巻、第 7 号 (2016) 406

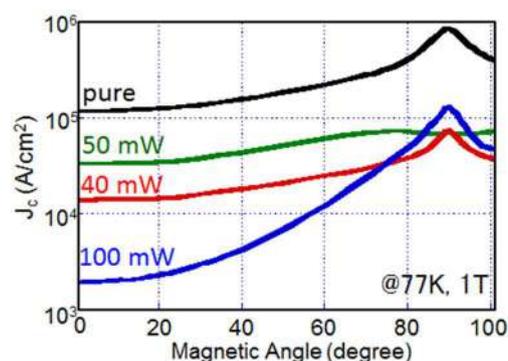


図 1. J_c の磁場角度依存性の比較

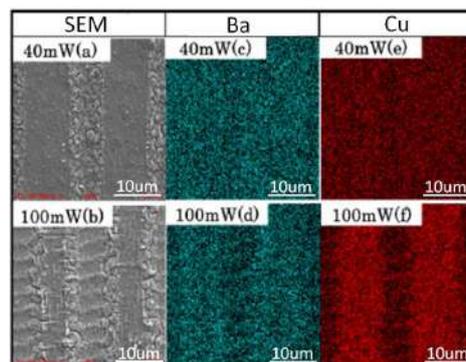


図 2. 40mW および 100mW 照射試料の表面組織と元素マッピング像

Effect of Laser Irradiation on Surface of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ Superconducting thin film

Kein Yuki Yoshi (2nd year at Chikushigaoka High School, Fukuoka)

Ryo Teranishi (Department of Materials Science and Engineering, Kyushu Univ.)

1. Purpose of the study

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (YBCO) superconductor is expected to be applied as long-length wire for high field magnet due to their high critical current density (J_c)¹⁾. One of the research issues is that J_c decrease in fields with depending on a magnetic angle and magnetic field. To prevent the decline of J_c in fields, it is effective to introduce fine normal conductors (artificial pinning centers) into YBCO. The minute introduction of pinning centers such as BaHfO_3 improves J_c in fields. Moreover, deliberate arranging of pinning center in YBCO may be improve magnetic-field angular dependence of J_c . Nevertheless, there are no reports about the arrangement of pinning centers. In this study, we focused on crystal orientation of YBCO and investigated the effect of laser irradiation for YBCO aiming to arrangement of crystal of YBCO and modification of magnetic-field angular dependence of J_c .

2. Method

The starting solution containing the elements for YBCO and BaHfO_3 (1mol%) was spin-coated on a substrate (HASTELLOY with buffer layers of oxide such as CeO_2). The coated film was calcined at 703 K in oxygen atmosphere. After the calcination, the sample was laser-irradiated at a power of 40~100mW, and then crystalized at 1053 K. The sample was characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-ray diffraction analysis (XRD). J_c of the samples was measured by four-probe method.

3. Results and discussion

Fig.1 shows magnetic angular dependence of J_c . The J_c of YBCO with laser-irradiation was lower than that of pure. Also, J_c dependence on magnetic angle of the sample irradiated by a power of 100mW increased, however those of the samples by 40 and 50mW were modified effectively. Fig.2 shows SEM (a-b) and EDS (c-f) images of the samples irradiated at 40 and 100mW. Fig.2(a,b) shows the surface roughness at the area irradiated by laser and the formation of a-axis oriented YBCO particles especially in the sample irradiated at 100mW. Declines of brightness was observed at the areas irradiated by laser in Fig2(c-f), it is indicating that thickness of film decrease. Based on these results, the declines of J_c for the irradiated samples may be due to the decrease of film thickness and the formation of a-axis grains. On the other hand, fine heterogeneous phase at the area with laser-irradiation as seen in Fig.2(a,b) may contribute as pinning center.

4. Acknowledgement

The author is grateful to graduate student of Kyushu Univ.: Mr. Tatsuya Murakami and Sei Katagi for their appropriate hospitality and advice.

5. References

1)Y.Shiohara et al., J. Japan Inst. Met. Mater., Vol.80, No.7 (2016) p.409.

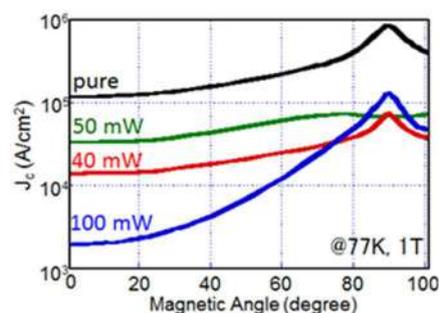


Figure.1 Magnetic-field angular dependence of J_c .

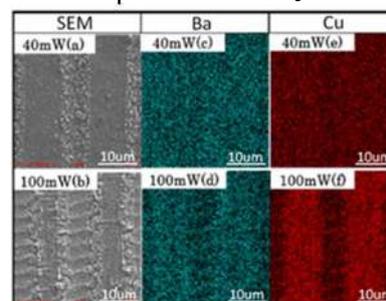


Figure.2 SEM image of surface texture and elemental mapping.

「私たちは花粉から逃れられるのか? - スギ花粉のフィルター除去に関する研究 -」

大熊凜々*¹ 高見澤ひかる*¹ 金子珠里亜*² (*¹ 開智高校1年、*² 都立三田高校1年)

1. 研究の目的と意義

私たちは、身の周りの花粉症に苦しむ人を見て花粉についてもっと知りたいと思い、花粉の除去に関する研究を行った。この研究の結果、高性能フィルターを用いて花粉のない空間（都市）を作り出して、花粉症に苦しむ人をなくすことが可能となるかもしれない。

2. 研究の手法

フィルター：フィルターは、一般的な空気清浄機で用いられている通常フィルターと、病院手術室などで使用される HEPA フィルター（High Efficiency Particulate Air Filter ; JIS 規格）を用いた。両者とも会社から無償で提供頂いた。

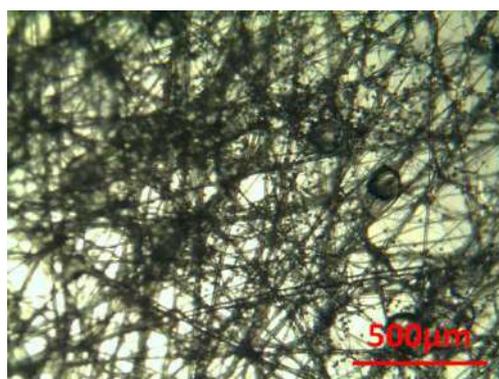
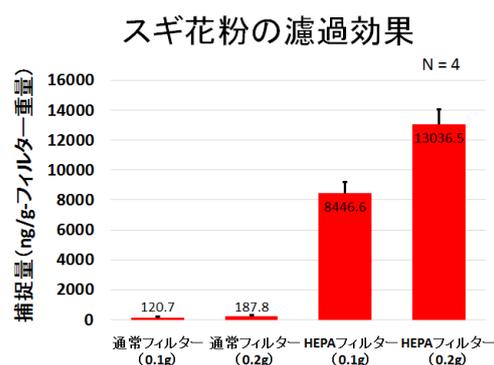
花粉および測定キット：試薬のスギ花粉（和光純薬）およびスギ花粉抗原 Cry j1 測定 ELISA キット（特殊免疫研究所）を用いた。

フィルター捕捉実験：使用するフィルターを 3cm×3cm に切り出し、サンプルとして用いた。61800cm³ のプラスチック製容器に吸塵機および 4 台の小型扇風機を設置し、これらを作動させることにより 0.1g および 0.2g のスギ花粉を容器内に均一に分散させた（この時の空気濃度は 1.6×10^{-6} および 3.2×10^{-6} g/cm³）。それぞれのフィルターを吸塵機に取り付け、スギ花粉を吸塵機で 5 分間吸引した。その後、フィルターを 25mL の純水中で 2 時間転倒混和することで、水の中にスギ花粉を分散させ、抗原 Cry j1 量を ELISA 法で測定した。同一の試験は 4 回実施し、その平均および標準偏差が採られた。

顕微鏡写真：光学顕微鏡および走査型電子顕微鏡でフィルター表面を観察した。

3. 結果と考察（図表等）

HEPA フィルターの方が通常フィルターより約 70 倍スギ花粉が捕捉出来た（下図左）。0.1g に対して 0.2g が 2 倍吸着していないのは捕捉が充足したためと考えられた。また、顕微鏡写真より HEPA フィルターは通常フィルターに比べて繊維密度だけでなく、単位長さあたりの花粉吸着量が多いことが分かった（下図右）。



4. 謝辞

本研究をご指導頂いた慶應義塾大学医学部の井上浩義教授および教室員の皆様に感謝致します。

5. 参考文献

O'Meara TJ, et al.: The reduction of rhinitis symptoms by nasal filters during natural exposure to ragweed and grass pollen. Allergy (2005) 60(4), 529-532.

Rengasamy A, et al.: Respiratory protection against bioaerosols. Am J Infect Control. (2004) 32(6):345-54. など

Can We Escape Pollen? - Study on Removal of Cedar Pollen Using Air Filters

Ririn Okuma (Kaichi High School 1st Year), Hikaru Takamizawa (Kaichi High School 1st Year), and Julia Kaneko (Tokyo Metropolitan Mita High School 1st Year)

1. Purpose of the Study

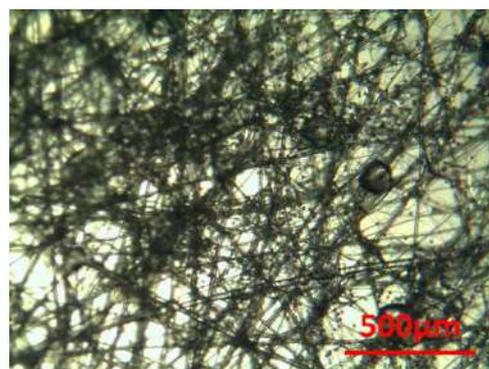
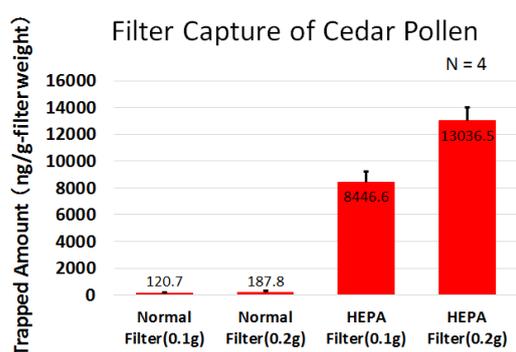
Many people suffer from pollen allergies every year in Japan. We aimed at increasing our knowledge about pollen, therefore the research conducted an experiment to find out how pollen can be removed in our living environment. We have reached a realization that by using a high performance filter it might be possible to create a pollen free city and resolve the problem of people suffering from pollen allergy.

2. Method

Filter: We used a normal filter from a general air cleaner and a HEPA filter (High Efficiency Particulate Air filter; JIS standard), which are used in clean room, e.g. hospital operating rooms. **Pollen and Measurement kit:** We used cedar pollen (Wako Pure Chemical) and cedar pollen antigen Cry j1 measurement kit (Institute for Special Immunology). **Filter supplement Experiment:** Place dust collectors in a 61800cm³ container, then equally disperse 0.1g or 0.2g of cedar pollen using small fans, which are fixed inside the container. Then cut each filter into the size of 3cmx3cm and use as samples. Then collect the pollen for 5 minutes using the dust collector. By overturning the filter for 2 hours in pure water, the pollen will disperse in the water. By using the ELISA method measure the antigen Cry j1. Repeat this experiment 4 times and measure the average. **Microscopic Photographs:** By using an optical microscope and scanning electron microscope observe the surface of the filters used.

3. Result and Discussion

By this experiment we have realized that the HEPA filter can capture 70 times more cedar pollen than a normal filter (left). In HEPA filter, the microscopic photograph shows that not only the fiber density but also the pollen adsorption is higher than normal filter (right).



4. Acknowledgements

We would like to express deep appreciation to Professor Hiroyoshi Inoue of Keio University.

5. Reference

O'Meara TJ, et al.: The reduction of rhinitis symptoms by nasal filters during natural exposure to ragweed and grass pollen. *Allergy* (2005) 60(4), 529-532. Rengasamy A, et al.: Respiratory protection against bioaerosols. *Am J Infect Control*. (2004) 32(6):345-54. etc.

ラジエーターの効率分析のための数学的モデルの提案及び応用

ナツプ ダニエル（東京都立国際高等学校 二年）

担当教員（吉田 恭）

1. 研究の目的と意義

現在、ラジエーターは多くの場面で活躍している物である。このことから、ラジエーターの効率を少しでも改善することは、世界的に見ると、大きなエネルギーの消費の削減につながると考えられる。これを踏まえ、本研究において、ラジエーターの数学的なモデルを提案し、それを用いて、同じ風量に、より多くの熱量を伝導するラジエーターの開発を試みる。

2. 研究の手法

研究を行うにあたり、まず最初に研究の基盤となる基礎的な理論上のラジエーターのモデルを作った。

そのモデルを実世界に適用できるものにするため、図1の実験装置を用いて、実験を行った。実験では正確に風量を調節しながら管の中に空気を吸い込み、その流れと加熱器の間で生じた、定常状態でのラジエーターの羽の温度分布を調べた。

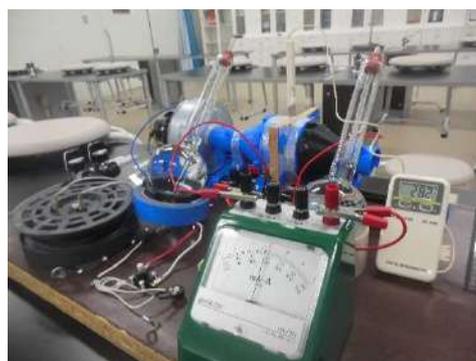


図1：本研究に用いた実験装置。

3. 結果と考察

実験結果より、二点において、理論的なモデルが実験結果と異なる事を見出し、それを考慮した上で修正を加えた結果、実験結果でのモデルによる値と、実測値の平均の誤差が、 $8.3 \pm 1.3\%$ から $1.7 \pm 1.3\%$ まで低下した。また、この新しいモデルを元に、コンピューターのプログラムを用いて、最大の効率が期待できるラジエーターの羽の形状を利用した際、以前の実験で最も効率が高かったラジエーターの羽に比べ、 $7.2 \pm 1.3\%$ の効率の上昇が確認できた。

この研究の成果として、大幅なラジエーターの効率は確かめることができなかった。しかし、効率の上昇自体は確かめることができ、また、より高度な装置を用いた実験では、更に精密な数学的モデルが開発できるということが、本研究の結果によって明確化された。従って、数学的モデルを用いた効率的なラジエーターの開発が手法として成り立つことの、いわゆるコンセプトの証明にはなつたと考えられる。

4. 謝辞

本研究は、両親の精神的、経済的、実用的なサポートがなければ、実現することはなかった。また、この研究のために、物理室の使用を許可して下さった学校の先生方にも感謝する。

5. 参考文献

- Hancock, M. J. (2006). Linear Partial Differential Equations. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Judge, J., P. J., Ekbote, A., & Dixit, S. (2008). Reducing Data Center Energy Consumption. Chesapeake Bay: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Pang, H. H., & Brace, C. J. (2004). Review of engine cooling technologies for modern engines. Bath: University of Bath.

Analysis of Radiator Efficiency Through the Development and Utilization of a Mathematical Model

Daniel Knapp (Tokyo Metropolitan Kokusai High School 2nd grade)
Teacher (Kyo Yoshida)

Purpose

Today radiators are a ubiquitous staple of everyday life, used in everything from automobiles to data center cooling systems. Even a small improvement in radiator efficiency could lead to massive energy savings on a worldwide level. Therefore, this investigation presents an approach to radiator optimization utilizing a mathematical model to engineer radiator designs that can dissipate more heat per unit air flow than what current technology offers.

Procedure

First, a theoretical model of a radiator was developed to serve as a starting point for the investigation.

This model was then modified, based on the experimental apparatus shown in Figure 1. A vacuum-based system was used to modulate air flow past different radiator fin designs being tested.

Observations/Data/Results

Corrections to the theoretical model from effects detected in the experiment led to the average theoretical model to decrease from $8.3 \pm 1.3\%$ to $1.7 \pm 1.3\%$. A computer program was then used to find the optimal radiator fin configuration based on the theoretical model. Radiator fins configured based on this data performed $7.2 \pm 1.3\%$ better than the best previously tried configuration.

Conclusion

Although this investigation did not yield significant gains in radiator efficiency, it did show that improvement could be achieved with an approach based on creating a mathematical model for a radiator. Therefore, it can be considered a proof of concept for this method, opening the door for more sophisticated approaches to this problem.

Acknowledgements

This investigation was made possible by the unwavering emotional, economic, and logistical support of my parents. In addition, I would like to thank my school teachers for allowing me to use the physics laboratory for the purposes of my research.

Bibliography

- Hancock, M. J. (2006). *Linear Partial Differential Equations*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Judge, J., P. J., Ekbote, A., & Dixit, S. (2008). *Reducing Data Center Energy Consumption*. Chesapeake Bay: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- Pang, H. H., & Brace, C. J. (2004). *Review of engine cooling technologies for modern engines*. Bath: University of Bath.

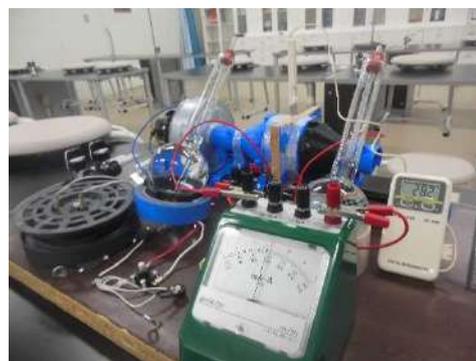


Figure 1: The experimental apparatus in use.

コンピュータと統計学を使った変動地形の検討

発表者名：栗木原正和(岡山県立倉敷天城高等学校 2年)，井上真緒(広島大学附属福山高等学校 2年)，岡田佳奈(清心女子高等学校 3年)，大山航(岡山県立倉敷天城高等学校 2年)，杉本優友(岡山県立倉敷天城高等学校 2年)，谷尚俊(岡山県立倉敷天城高等学校 2年)，山崎千種(広島大学附属福山高等学校 3年)。

担当教員：山川純次 (岡山大学)

1. 研究の目的と意義

地震による災害を防ぐためには活断層の位置や活動周期を知る必要がある。活断層は周期的に地震を起こし地形を変動させる。日本の地形は我が国の政府系機関によりデジタル標高モデル (DEM)として公開されている。10m 間隔や 5m 間隔の高解像度 DEM は過去の地震による変動地形の検討に使用できると考えられる。本研究では地理情報システム (GIS) の地形傾斜度解析機能と統計学の手法の一つである自己相関解析を使い高解像度 DEM を用いて地震変動地形を検討した。

2. 研究の手法

活断層による周期的な変動地形は緩斜面と急斜面の繰返しになると考えられる。そのため GIS を利用して DEM から地形の傾斜度を計算し自己相関解析を適用して急傾斜地域の分布パターンを解析した。河岸段丘や海岸段丘と地震変動地形は 20 万分の一シームレス地質図(産業技術総合研究所地質調査総合センター、2017)を考慮して区別した。対象地域は活断層が少ないと考えられている岡山県南部と活断層分布が詳細に検討されている兵庫県南部および鳥取平野に関する解析も実行した。

3. 結果と考察

検討の結果、岡山平野には地震変動地形がほとんど存在しないと考えられた。次に兵庫県南部の地形に関して 5m DEM を元に傾斜度解析を行ない、更に傾斜分布の自己相関解析を行ったところ、南北方向では約 125m 間隔の不明瞭な相関が見られ、東西方向では約 100m 間隔で相関が高まる傾向が見られた。また同地域で二次元自己相関解析を行った結果、約 80m 間隔で相関が高まる傾向が見られた。傾斜度が 10 度以上の地域が約 80m 間隔で相関が高まるということは、この地域において約 80m 毎に急激な地形変動が存在することを示していると考えられる。さらに同様の解析を鳥取県中央部で発生した地震の震源周辺に関しても行い、空間周期の検出を行った。この地形変動と地震による変動を結びつけることが可能なら、この間隔が地震発生周期であると推定できる。この点に関しては今後の検討課題である。

4. 謝辞

科学先取りグローバルサイエンスキャンパス岡山のスタッフに感謝いたします。

5. 参考文献

基盤地図情報ダウンロードサービス. 国土地理院 (2017)

Investigation of tectonic landform by Computer application and Statistics

Presentation: Masakazu Awakihara (Kurashikiamaki High School 2nd Grade), Mao INOUE (Attached Fukuyama Junior and Senior High School, Hiroshima University 5th grade), Kana OKADA (Seishin Girls High School 3rd grade), Wataru OYAMA (Kurashikiamaki High School 2nd Grade), Yusuke SUGIMOTO (Kurashikiamaki High School 2nd Grade), Naotoshi TANI (Kurashikiamaki High School 2nd Grade), Chigusa YAMAZAKI (Attached Fukuyama Junior and Senior High School, Hiroshima University 6th grade).

Supervisor: Junji Yamakawa (Okayama University).

1. Purpose of the study

In order to prevent from disasters caused by the earthquake, it is necessary to understand the position of the active faults and their activity cycles. The high resolutions DEM with 10m interval or 5m interval can be used for detection of tectonic geomorphology due to past earthquakes. In this research, we aimed to investigate the tectonic geomorphology from the high resolution DEM with the geographical slope gradient analysis function of GIS and the autocorrelation analysis, one of the methods in statistics.

2. Method

Periodic fluctuation topography due to active fault is considered to be repetition of gentle slope and steep slope. For that purpose, we used GIS to calculate the slope of the topography from DEM and apply autocorrelation analysis to analyze the distribution pattern of steeply sloped areas. River terraces and coastal terraces and earthquake tectonic landforms were distinguished in consideration of a 200 thousandth seamless geological map (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2017). The target areas are the southern part of Hyogo Prefecture where the active fault distribution is considered in detail, southern part of Okayama prefecture, which is considered to have few active faults and middle area of Tottori prefecture.

3. Result and Discussion

In the south part of the Okayama prefecture, it was found that there were few tectonic morphology that were caused by the active faults. A weak periodicity with about 125m intervals in the correlation was observed in the North - South direction and about 100m intervals in the East - West direction around Sannomiya railway station. Moreover, a two-dimensional autocorrelation analysis shows a periodicity of the correlation with about 80m intervals in the region. The same analysis around seismic center where occurred in middle part of Tottori prefecture in 2016, were performed to detect the special periodicity of the landforms. If this topographical variation can be combined with the change due to the earthquake, the interval can be treated as the interval of the occurrence cycle of the earthquake in those area. This is a subject to be studied in the future.

4. Acknowledgement

We would like to make a special thanks to the stuffs in the GSCO project.

5. References

Basic act on the advancement of utilizing geospatial information-Geospatial Information Authority of Japan (2017).

X線マイクロCTを用いた *Glomeropyle* 属放射虫の内部骨格構造の3次元解析

金子 優樹(栃木県立真岡高等学校 2年)・児矢野 愛海(開智未来高等学校 2年)

篠崎 愛恵(栃木県立宇都宮東高等学校 2年)・佐藤 遼祐(栃木県立佐野高等学校 2年)

指導教員：相田 吉昭 教授 (宇都宮大学 農学部)

1. 研究の目的と意義

Glomeropyle 属放射虫は、中生代三畳紀中期のニュージーランドおよびシベリア海域のみに限定して生息した両極性分布を示すプランクトン化石である。これまでシベリアからは7種、ニュージーランドからは8種すでに記載されているが、私たちの研究から未記載種がさらに10-13種ほど存在することが予想されている。これまでの研究により、ニュージーランドから産出する *Glomeropyle* 属の5種について、X線マイクロCTを用いた3次元解析に基づいて内部骨針の構造と配置が明らかにされている。しかしながら、それ以外の種に関しては、内部構造について全く判明していない。本研究では、ニュージーランドから産出する *Glomeropyle* 属全種を対象にして、外部形態および内部骨針の形状と構造の解明、さらにその配列パターンに基づいて比較検討することで、*Glomeropyle* 属放射虫の系統進化を解明することを目的とする。固有の内部骨針を持つ *Glomeropyle* 属は、古生代に繁栄したエンタクティナリア放射虫の生き残りの子孫と考えられており、古生代から中生代の放射虫へと進化する道筋を明らかにできると考えられる。また本研究は、両極性分布の特徴を持つ放射虫の形態的特徴の理解につながる。

2. 研究の手法

私たちは、2017年3月ニュージーランド、Arrow Rocks 島で地質調査を行い *Glomeropyle* 属放射虫を含む炭酸マンガノジュールを現地で採集した。その後、研究室内で微化石処理し、*Glomeropyle* 属放射虫を拾い出した。大阪の摂南大学理工学部 岸本研究室に設置されているX線マイクロCT装置を組み込んだSEMを用いて、*Glomeropyle* 属放射虫7個体について3D画像データを取得した。7個体の3次元形状データを3D画像解析ソフト(OsiriX MD)を使用して全体像及び内部骨針の構造や配置パターンの観察を非破壊で行った。また、3D画像解析ソフトからSTLファイルを生成して3Dモデルを作成し、それぞれの種の外形と内部構造の特徴を整理していく作業を行なっている。

3. 結果と考察

Glomeropyle bispinosa はニュージーランド南島のオタゴ南部 Willsher Bay から Hori et al. (2003)により記載された種であるが、内部構造に関しては何も記述されていなかった。今回、*G. bispinosa* の外部形態と内部骨格の3次元構造についてX線マイクロCTを用いた解析結果を報告する。本種の外部形態は、なし型～長球状の外殻で2本の棘(spine)と歯状に発達した開口部(pylome)を持つ(Fig. 1)。内部骨針は上方へ向かう4本のApical Ray(AR)と下方へ向かう4本のBasal Ray(BR)とMedian Bar(MB)で構成され、殻長軸上の上方に位置している。ARの1本が外殻の外側に突出するspineと直接連結しており、またBRの1本とARの1本が外殻の内側でアーチを形成しており、そのアーチからもう1本のspineに連結することが判明した。さらにそのBRから下方のpylome方向に骨針が長く伸びている。これらの特徴はこれまで判明している *Glomeropyle* 属の5種の内部構造と異なる固有の内部骨格である。

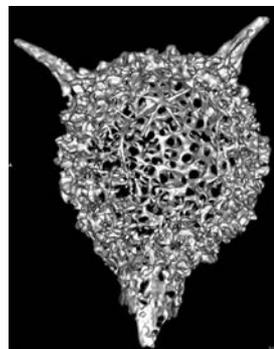


Fig.1 *Glomeropyle bispinosa* の3Dレンダリング半裁画像

4. 謝辞

摂南大学理工学部 岸本直子教授にはX線マイクロCT装置を3日間利用させていただきました。厚く御礼申し上げます。

5. 参考文献

Hori, R. S., Campbell, J. D. and Grant-Mackie, J. A., 2003. Triassic Radiolaria from Kaka Point Structural Belt, Otago, New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 33: 39-55.

Three-dimensional image analysis of internal structure of the radiolarian genus *Glomeropyle* by using X-ray micro-CT

Yuki Kaneko (Moka High School, 2nd year), Ami Koyano (Kaichi Mirai High School, 2nd year), Manae Shinozaki (Utsunomiya Higashi High School, 2nd year), and Ryosuke Sato (Sano High School, 2nd year)

Supervisor: Yoshiaki Aita (Geology Lab., Utsunomiya University)

1. Purpose of the study

The radiolarian genus *Glomeropyle* represents the Middle Triassic marine plankton fossils with a bipolar distribution that had been lived only in higher latitude oceans of New Zealand and Siberia. Although the genus included seven species from Siberia and Arctic areas and eight species have been described from New Zealand, our studies on New Zealand radiolarians recognize that 10 to 13 morphospecies as undescribed forms belonging to the genus *Glomeropyle* are still present. Since the five species of *Glomeropyle* have been examined for their internal structures with an initial spicule by using X-ray micro-CT by our research group, however, other species of *Glomeropyle* have no description on the internal structures. The purpose of our study will clarify the internal structures as well as overall morphology on all species of *Glomeropyle* and compare the exact arrangement of initial spicule within each species and obtain the clear image of phylogenetic evolution of genus *Glomeropyle*. Since the genus is thought to descend from Paleozoic common radiolarians, Order Entactinaria, we will find some clues to evolve from Paleozoic to Mesozoic Radiolaria.

2. Method

We carried out geological survey on Arrow Rocks Islet, New Zealand in March 2017 and collected manganese carbonate nodules including Middle Triassic radiolarians. Then, we made microfossil treatment by an acid chemical in lab. Specimens of genus *Glomeropyle* were picked up and selected for the analysis. We have examined the seven specimens of *Glomeropyle* by using X-ray micro-CT set in Setsunan University. The obtained 3-D images of the overall shell as well as internal structures on the seven specimens were observed and analyzed by the software OsiriX MD without any destruction. In addition, we made a model as 3-D print products of the examined species by using a STL file, which we produced from those 3-D data in order to describe and compare exact differences within species and common features.

3. Result and discussion

Based on the 3-D analysis, the detailed morphology and arrangement of the initial spicule of *Glomeropyle bispinosa* is presented (Fig. 1). The species has a subglobular to pyriform thick-walled shell with two spines and rounded aperture and teeth-like pylome. There is the initial spicule consisting four Apical Rays (AR), four Basal Rays (BR) and a Median Bar (MB), with some simple inter-connecting arches (Ach). The spicule is set in the upper center position. Those feature with internal structure and overall shape represents distinct and endemic nature of species.

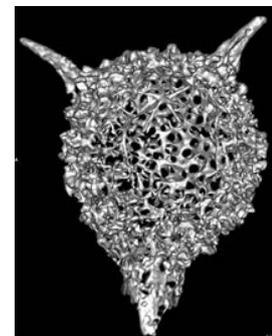


Fig.1 A 3-D rendering image of *Glomeropyle bispinosa*

4. Acknowledgement

We are very pleased to express our gratitude to Prof. Naoko Kishimoto for the use of X-ray micro-CT.

5. Reference

Hori, R. S., Campbell, J. D. and Grant-Mackie, J. A., 2003. Triassic Radiolaria from Kaka Point Structural Belt, Otago, New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 33: 39-55.

Machin の公式の類型

福岡県立修猷館高校 2 年 工藤 祥太郎

担当教員 辻井 正人 教授 ・ 鎌田 正良 名誉教授

1. 研究の目的・意義

arctan x は tan x の逆関数である。この arctan に関する公式で Machin の公式: $4 \arctan \frac{1}{5} - \arctan \frac{1}{239} = \frac{\pi}{4}$ が存在する。証明自体は簡単である。今回はこの公式の類型を求める。Machin を一般化して調べ、arctan が織りなす美しい数式の計算を試みた。

また、Machin の公式の類型のマクローリン展開を利用することで円周率を計算することができる。

2. 研究の手法

$$k \arctan \frac{1}{x} - \arctan \frac{y'}{y''} = \frac{\pi}{4} \quad (k, x, y', y'' : \text{自然数})$$

という形を定め計算を行う。ただし、簡潔な式を計算したいため k, x, y', y'' が高々 999 のものだけを計算するようにした。なお、計算には Tiny Basic (TBasic) を用いた。

3. 結果と考察

TBasic を用いて計算をさせて結果のリストを作った。

(図 1)

注: y', y'' がそれぞれ y1, y2 と表示されている。

当然 k, x, y', y'' の上限を上げたらリストも増えるが、高々 999 では式は少ないといえる。

計算された式は少ないものの面白い規則が見られた。

ここで k=2 のときのみを取り出して見よう。(図 2)

色の付いている部分を見たらすぐに分かる通り面白い規則性がある。ある y'' とその 2 個後の y' では符号が変わるが絶対値は一致している。つまり

$$2 \arctan \frac{1}{x} - \arctan \frac{y'}{y''} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow y'_{x+2} = -y''_x$$

なお、このことは加法定理を用いた簡単な計算で示すことができる。

4. 謝辞

今回の研究において数学的な知識の保管や証明を見ていただいた辻井先生と鎌田先生には深く感謝する。

(2, 27, -337, 391)	(2, 28, -727, 839)
(2, 2, 1, 7)	(2, 29, -391, 449)
(2, 3, -1, 7)	(2, 30, -839, 959)
(2, 4, -7, 23)	(2, 31, -449, 511)
(2, 5, -7, 17)	(2, 33, -511, 577)
(2, 6, -23, 47)	(2, 35, -577, 647)
(2, 7, -17, 31)	(2, 37, -647, 721)
(2, 8, -47, 79)	(2, 39, -721, 799)
(2, 9, -31, 49)	(2, 41, -799, 881)
(2, 10, -79, 119)	(2, 43, -881, 967)
(2, 11, -49, 71)	(3, 2, 9, 13)
(2, 12, -119, 167)	(3, 3, 2, 11)
(2, 13, -71, 97)	(3, 4, -5, 99)
(2, 14, -167, 223)	(3, 5, -9, 46)
(2, 15, -97, 127)	(3, 6, -91, 305)
(2, 16, -223, 287)	(3, 7, -44, 117)
(2, 17, -127, 161)	(3, 8, -297, 679)
(2, 18, -287, 359)	(3, 9, -115, 236)
(2, 19, -161, 199)	(3, 11, -234, 415)
(2, 20, -359, 439)	(3, 13, -413, 666)
(2, 21, -199, 241)	(4, 3, 17, 31)
(2, 22, -439, 527)	(4, 4, 79, 401)
(2, 23, -241, 287)	(4, 5, 1, 239)
(2, 24, -527, 623)	(4, 7, -191, 863)
(2, 25, -287, 337)	(5, 5, 122, 597)
(2, 26, -623, 727)	

図 1

(2, 27, -337, 391)
(2, 2, 1, 7)
(2, 3, -1, 7)
(2, 4, -7, 23)
(2, 5, -7, 17)
(2, 6, -23, 47)
(2, 7, -17, 31)
(2, 8, -47, 79)
(2, 9, -31, 49)

図 2

Similar formula of Machin's

Shotaro Kudo, 2ndgrade, Shuyukan High School

Prof. Masato Tsujii, Emeritus Prof. Masayoshi Kamata, Kyushu University

1. Purpose of the study

Arctangent function (arctan x) is the inverse of tangent function (tan x). We see Machin's formula: $4 \arctan \frac{1}{5} - \arctan \frac{1}{239} = \frac{\pi}{4}$. The purpose of this study is to make formulae similar to Machin's. I tried to investigate the general formula including Machin's and obtained many beautiful formulae made from arctangent.

We can calculate Pi by using Maclaurin series of similar formulae of Machin's.

2. Method

We consider $k \arctan \frac{1}{x} - \arctan \frac{y'}{y''} = \frac{\pi}{4}$, where k, x, y' and y'' are natural numbers. In order to get simple formulae, I required that k, x, y' and y'' are at most 999. I used Tiny Basic (TBasic) when I calculated formula.

3. Result and discussion

Using Tbasic, I made the list. (Fig.1)

(y' and y'' are y1 and y2.)

the more upper limit become, the larger it become.

We have few formulae since the natural numbers are limited at most 999. However we see an interesting law.

Only k = 2 (Fig.2)

You can realize it on looking at colored parts. The value of y'' is equal to -1 times of y' which appears two rows before y''. Namely we have the following.

$$2 \arctan \frac{1}{x} - \arctan \frac{y'_x}{y''_x} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow y'_{x+2} = -y''_x$$

This is proved by simple calculation of addition theorem.

4. Acknowledgement

I would like to thank Prof.Masato Tsujii and Emeritus Prof. Masayoshi Kamata for teaching mathematical knowlege and cheaking my proof.

(k, x, y1, y2)	(2, 27, -337, 391)
(2, 2, 1, 7)	(2, 28, -727, 839)
(2, 3, -1, 7)	(2, 29, -391, 449)
(2, 4, -7, 23)	(2, 30, -839, 959)
(2, 5, -7, 17)	(2, 31, -449, 511)
(2, 6, -23, 47)	(2, 33, -511, 577)
(2, 7, -17, 31)	(2, 35, -577, 647)
(2, 8, -47, 79)	(2, 37, -647, 721)
(2, 9, -31, 49)	(2, 39, -721, 799)
(2, 10, -79, 119)	(2, 41, -799, 881)
(2, 11, -49, 71)	(2, 43, -881, 967)
(2, 12, -119, 167)	(3, 2, 9, 13)
(2, 13, -71, 97)	(3, 3, 2, 11)
(2, 14, -167, 223)	(3, 4, -5, 99)
(2, 15, -97, 127)	(3, 5, -9, 46)
(2, 16, -223, 287)	(3, 6, -91, 305)
(2, 17, -127, 161)	(3, 7, -44, 117)
(2, 18, -287, 359)	(3, 8, -297, 679)
(2, 19, -161, 199)	(3, 9, -115, 236)
(2, 20, -359, 439)	(3, 11, -234, 415)
(2, 21, -199, 241)	(3, 13, -413, 666)
(2, 22, -439, 527)	(4, 3, 17, 31)
(2, 23, -241, 287)	(4, 4, 79, 401)
(2, 24, -527, 623)	(4, 5, 1, 239)
(2, 25, -287, 337)	(4, 7, -191, 863)
(2, 26, -623, 727)	(5, 5, 122, 597)

(k, x, y1, y2)
(2, 2, 1, 7)
(2, 3, -1, 7)
(2, 4, -7, 23)
(2, 5, -7, 17)
(2, 6, -23, 47)
(2, 7, -17, 31)
(2, 8, -47, 79)
(2, 9, -31, 49)

Fig.2

非同型なパターンロックの列挙

吉村 英竜 (埼玉県立大宮高校 2年)

担当教員：中川 幸一 (埼玉大学 産学官連携研究員)

1. 研究の目的と意義

パターンロックとはスマートフォン等で用いられる画面ロックの一種である。このパターンロックを数学的に捉えその総数を数え上げた先行研究[1]は存在するが、それぞれの操作(以下、単に入力)で端末が受け取る操作情報(出力)に対し何通りの入力に対応しているか(重複度)を明らかにしたものはない。本研究では、高重複度の画面ロックを毎回違う入力でロック解除すれば操作を見られても推測されにくいと考え、出力を列挙する形で総数とともに重複度を調べた。

2. 研究の手法

パターンロックは以下の3つの制約を持つ。

1. 3×3の計9点から4点以上を一筆書きで結ぶ。
2. 選択していない点を通することはできない。
3. 一度選択した点を通することはできるが、その点をもう一度選択することはできない。[図1]

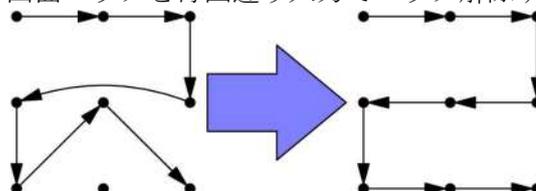


図1 制約2の具体例(不適→適)

本研究では必ず9点を選ぶことにする。また、[図2]のように各点に数字を割り当てて入力・出力の表現を簡明にし、Mathematicaを用いて9!通りある入力を実際の出力に変換した。

● 変換手順 [図3]

1. 入力の数字表現
 2. 通過点の補充
 3. 2回以上選択された点の削除(仮出力を得る)
 4. 仮出力が入力と一致したかを調べる
 - 4-A. 一致: 仮出力を出力
 - 4-B. 不一致: 仮出力を入力と捉えて
- 手順2~4を行う

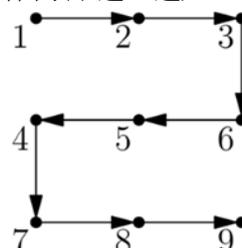


図2 数字と点の対応

このようにして得られた出力を、非同型になる(出力を表す数字が異なる)ように集計した。

1.	2	5	3	1	4	7	9	6	8
2.	2	5	3	2	1	4	7	8	9
3.	2	5	3	2	1	4	7	8	9
4.	2	5	3	1	4	7	8	9	6

図3 変換手順

3. 結果と考察

● 結果 [図4]

1. 計算結果は、先行研究と同様に140,704通りの出力を得た。
2. 一つの出力に対し、最大で217通りの入力に対応している。

重複度	217	192	143	...	3	2	1
種類	8	16	8	...	4344	4224	106160

図4 計算結果の一部

● 考察

セキュリティ面に関しては、重複度の高い出力が複数存在することより当初の期待は達成された。重複度と種類の関係に関しては、重複度を高める要素が出力のバリエーションを厳しく制限するため負の相関があるように見えると考えられる。例えば、用いる点の数を変えることにより重複度と種類の関係も変わると考えられる。

● 今後の課題

- 得られた出力に対して、逆順に入力したのももどれだけ同型になるかという比較
- 安全性とユーザビリティの兼ね合いのための、入力難易度の定義
- $n, m \geq 3$ に対して $n \times m$ の計 nm 点のパターンロックへの拡張
- 対称移動や端末の画面上での表示に着目した非同型なパターンロックの列挙

4. 謝辞

本研究にあたり、担当教員の中川幸一先生から、丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。また、HiGEPS英語コーディネータ Tammo Reisewitz 先生から英語表現に関する助言を賜りました。ここに感謝の意を表します。

5. 参考文献

- [1] 石黒, 福島, 清本, 三宅 「モバイル端末のロック解除向けパターン認証の安全性評価」
IEICE technical report, Vol.112(No.128), pp.273-278, 2012-07-12

An Enumeration of Distinct Lock Patterns from User Inputs

Hidetatsu Yoshimura (Saitama Prefectural Omiya Senior High School, Second grader)

Teacher: Koichi Nakagawa (Saitama University)

1. Purpose of the Study

Pattern locks are used for the lock screens in devices like smartphones. Although there is previous research [1], which mathematically interpreted and counted the total number of lock patterns, no one has computed the number of operations (multiplicity of Inputs) which corresponds to each information (Output) recognized by the device. This research is motivated by considerations that multiplicity will make it harder for someone who watches finger Input to guess the Output necessary to unlock a device (the key). I determine multiplicity and total number by enumerating Outputs.

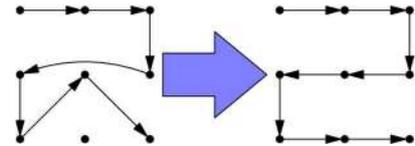


Figure 1: Satisfying Condition 2 and 3

2. Method

A pattern lock has three conditions.

1. One needs to connect at least four dots with a single stroke.
2. Unused dots cannot be passed.
3. Once a dot is used, it can be passed but not reused. [Figure 1]

In this research, we consider patterns with nine dots, not four to eight dots, see [Figure 2], to simplify the Input / Output expression, and to convert the 9! Inputs to Outputs using Mathematica.

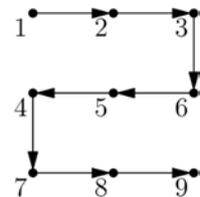


Figure 2: Dots with Numbers

●Conversion Procedure [Figure 3]

1. Given an expression of Input with numbers
2. Insert the dots that are passed
3. Delete later occurrences of dots used more than once, and call this the temporary Output
4. Check whether the temporary Output matches the current Input

4-A. Match: Make the temporary Output the Output

4-B. Mismatch: Take the temporary Output as Input and do the procedure 2 to 4 again

The distinct Outputs obtained in this way were counted and Inputs corresponding to the same Output were aggregated.

Figure 3: Procedure

3. Result and Discussion

●Result [Figure 4]

1. As in the previous study, 140,704 distinct Outputs were obtained.
2. Up to 217 Inputs corresponded to one Output.

●Discussion

Regarding security aspects, the initial expectation proved correct, since there are some high-multiplicity Inputs. Regarding the relationship between multiplicity and the types of output, it seems that there is a negative correlation because factors which increase multiplicity severely restrict the kinds of Output. If we use 16 dots (4×4, for example), they may have different a correlation.

●Future Work

- Investigating how many Outputs are the ‘same’ as Output obtained by inputting the Output in reverse order and reversing again
- Definition of difficulty of Input considering the balance between security and usability
- Expansion to pattern locks with n by m dots for n, m ≥ 3
- Enumeration of different pattern locks focusing on symmetric movement

4. Acknowledgement

I would like to thank K. Nakagawa for careful and enthusiastic research guidance and T. Reisewitz for advice on the manuscript.

5. References

- [1] Ishiguro, Fukushima, Kiyomoto, Miyake “Security Analysis of Pattern Authentication on Smartphone”, IEICE technical report, Vol.112(No.128), pp.273-278, 2012-07-12

1.	2	5	3	1	4	7	9	6	8
2.	2	5	3	2	1	4	7	8	9
3.	2	5	3	2	1	4	7	8	9
4.	2	5	3	1	4	7	8	9	6

Figure 4: Table of Some Results

Multiplicity	217	192	143	...	3	2	1
Number of Patterns	8	16	8	...	4344	4224	106160

未校正カメラから撮影された画像から生成した3次元モデルを用いた雲の計測

下野 真弥 (北海道札幌南高等学校 2年)

川俣 大志¹⁾, 成瀬 延康^{1,2)}, 高橋 幸弘³⁾

1) 北大 高等教育推進機構, 2) 滋賀医科大学, 3) 北大 理学研究院

1. 目的

現在の三角測量法による雲の写真測量では2台のカメラを設置し、その向きを固定する必要があり、任意の場所で急速に成長する雲(例えば、ゲリラ豪雨をもたらす積乱雲等)を追跡することには適していない。この問題を克服するために我々は3台以上の移動式カメラと雲の3D再構モデルを利用することで、カメラの向きを固定しないまま雲を立体観測することを試みた。

2. 手法

本研究ではPhotoScanProを用いて、複数の画像に共通する一致点からカメラの位置及び向きを逆算し、3Dモデルを再構成した。一致点が多いほど3Dモデルはより良く再現され、逆に一致点が少ない時には再構成できないこともある。予備実験として綿を4台のカメラで図1の角度 θ を変えながら撮影し、3Dモデルの再構成に成功する確率と、成功した場合にはモデルの位置精度を調べた。その結果、角度 θ の最適条件は 5° 前後であることがわかった。実際の雲の観測でも4台のカメラを用い、予備実験で発見した最適条件を適用して複数回雲の画像を撮影した。

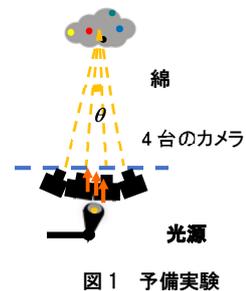
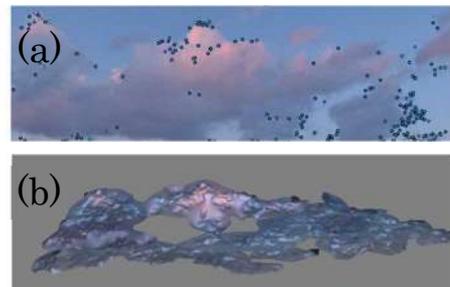


図1 予備実験

3. 結果及び考察

実地観測した雲の写真から3Dモデルを再構成することに初めて成功した(図2)。3Dモデルは一致点が少ない雲の真ん中部分は欠けているものの、全体の形状は写真とよく似ており、雲を立体的に再現できた。また、この再構成モデルから得られた雲の位置・高度は目視から期待される範囲に収まった。

図2 雲の(a)写真と(b)再構成3Dモデル
(青点は一致点を示す)

4. 総括

この研究では、カメラの向きを固定せずに雲を撮影し、その3D再構成モデルから雲の位置・高度を得るという全く新しい簡便な写真測量法を初めて示した。この新たな測量法は短時間で発達する雲の形状変化を捉えることが可能であり、既存のレーダーでは難しい局所的な降水予測に貢献できると期待される。

謝辞

雲撮影を手伝ってくれた安本有唯さん、石ヶ森祐さん、鎌田航輝さん(以上、北大 SSP 三期生)並びに村橋究理基さん(北大 SSP TA)に感謝します。

参考文献

- Seiz, G. *et al.* Photogrammetric engineering & remote sensing 68, pp.941-951 (2002).
- Hu, J. *et al.* Journal of atmospheric and oceanic technology 26, pp.200-214 (2009).
- Öktem, R. *et al.* Journal of atmospheric and oceanic technology 31, pp.1482-1501 (2014).

Measurements of Clouds Using 3D models Generated from Images Captured with Uncalibrated Cameras

Maya Shimono (Sapporo Minami High School, 2nd grade)

Hiroshi Kawamata¹⁾, Nobuyasu Naruse^{1,2)}, Yukihiro Takahashi³⁾

1) Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

2) Shiga University of Medical Science

3) Graduate School of Science, Hokkaido University

1. Purpose of this study

The triangulate photogrammetric observation of clouds requires fixed camera pairs with their orientational calibration. This conventional constraint prevents us from tracking localized downpour like cumulonimbus. To overcome this issue, we aimed to observe the solid clouds by using three or more movable cameras and to reconstruct their 3D model succeedingly for the purpose of establishing new photogrammetry.

2. Method

We utilize PhotoScanPro to calculate camera locations and orientations from matched points found commonly in images, leading to the reconstruction of 3D cloud model. The four images of cotton wool were captured with different dihedral angle θ (Fig. 1) to examine the feasibility to generate the 3D model and the accuracy of its 3D position. The experiment results in the optimized angle $\theta \sim 5^\circ$. Then, cloud images were captured with synchronized four cameras, keeping the optimum angle above.

3. Results and Discussion

As in Fig. 2, we successfully reconstructed the 3D model from the cloud picture first time. The whole shape of 3D cloud model resembles the expected one from photos, although partially lacking in the cloud center accompanying less matched points. The 3D position estimated from Fig. 2(b) is reasonable compared to our eye-sighting measurement in field.

4. Conclusion

We established new simple photogrammetry of clouds by reconstructing the 3D model with orientationally uncalibrated cameras. This method enables us to track the shape of rapid-growing cloud, which will open the gate of new local rain forecast as alternative to the existing radar forecast covering wide area.

Acknowledgement

We would like to thank Ally Yasumoto, Yu Ishigamori, Koki Kamada (the 3rd class in Hokudai SSP), and Kuriki Murahashi (TA in Hokudai SSP) for helping us with image capturing.

References

- Seiz, G. *et al.* Photogrammetric engineering & remote sensing 68, pp.941-951 (2002).
- Hu, J. *et al.* Journal of atmospheric and oceanic technology 26, pp.200-214 (2009).
- Öktem, R. *et al.* Journal of atmospheric and oceanic technology 31, pp.1482-1501 (2014).

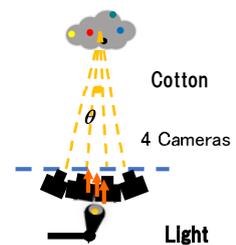


Fig. 1 Arrangement of cotton experiment

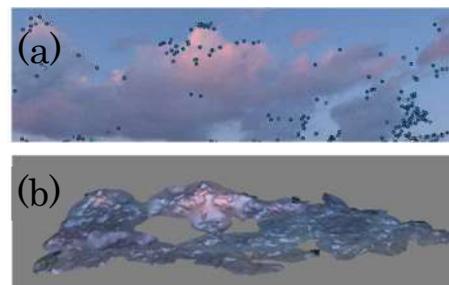


Fig. 2 (a) Cloud picture and (b) 3D reconstructed model from (a). Blue dots mean matched points.

〈メモ〉

〈メモ〉

〈メモ〉

〈メモ〉

平成29年度全国受講生研究発表会 研究成果の要約集

第1版 平成29年9月22日 発行

第2版 平成29年9月29日 発行

第3版 平成29年10月20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