

## 2019 年度概要の発行にあたって

当センターは、平成 20 年 11 月に実験生物共同利用部門、動物染色体共同利用部門、遺伝子実験共同利用部門の 3 部門で構成される教育研究共同利用施設として発足しました。各部門は各々、旧実験生物センター、旧理学部附属動物染色体研究施設、旧遺伝子実験施設から改組されてきた歴史をもっており、現在の当センターの主な活動として、近交系ラット・マウスの系統保存、生物系実験室・飼育室・実験機器類の維持管理と利用者への提供など、従来の機能を生かした支援事業を進めています。また、当センターの全教員が大学院理学研究院生物科学部門に所属し、その教育研究と当センターの運営を兼担して行っています。建物自体は旧施設を使用しているため、実験生物共同利用部門はセンター東棟、その他の 2 部門はセンター西棟の 2 カ所に分かれて研究支援活動を行っていますが、今後のより効率的なセンター運営のために、一体化した建物と機能を構築して行きたいという将来構想があります。

さらに、文部科学省のサポートにより、日本全国の研究機関に保管されている貴重な生物遺伝資源を災害による損失から守るため、大学連携バイオバックアッププロジェクト (IBBP) が進められており、当センターは全国に 7 つある大学サテライト拠点の 1 つとしてもその重要な役割を担っています。平成 23 年 3 月に起きた東日本大震災により、多くの研究機関で生物材料・遺伝資源が失われ研究の継続に支障をきたしました。IBBP は再びこのようなことが起こると我が国の国際的競争力にも悪影響を与えかねないとの危惧から、愛知県岡崎市の基礎生物学研究所を中核拠点として開始されたプロジェクトです。

また、ご承知のように昨年 9 月 6 日の北海道胆振東部地震により本学でも大規模停電が発生し、大きな被害をもたらしました。当センターでは、このような大規模自然災害に対する安定した教育研究環境を持続的に提供するための支援組織として、その価値が一層高まってきています。

今後も教育研究の共同利用施設として、利用価値の高い支援の提供に努めて行きますので、ご理解とご協力の程、よろしくお願い申し上げます。

令和元年 8 月

大学院理学研究院

附属ゲノムダイナミクス研究センター長

山口 淳二

(平成 31 年 4 月 1 日より着任)



# 目次

- ・ 2019年度概要の発行にあたって
- ・ センター教職員・運営委員一覧、平成30年度活動報告 P 1
- ・ 実験生物共同利用部門運営状況 P 3
- ・ 遺伝子実験共同利用部門・動物染色体共同利用部門運営状況 P 31
- ・ 添付資料 P 43



## ゲノムダイナミクス研究センター 教職員

センター長 教授 増田 隆一

### 実験生物共同利用部門

准教授 北田 一博  
准教授 加藤 徹  
助手 出口 善行

### 遺伝子実験共同利用部門

教授 増田 隆一  
助教 西田 義憲

### 動物染色体共同利用部門

助教 吉田 郁也

### センター職員

技術専門職員 小針 布実子 (東棟)  
研究支援推進員 小坂 あゆみ (西棟)  
事務補助員 岡村 栄理 (西棟)

## ゲノムダイナミクス研究センター運営委員会

委員長	堀口 健雄	教授	理学研究院
	増田 隆一	教授	理学研究院
	加藤 徹	准教授	理学研究院
	北田 一博	准教授	理学研究院
	加藤 敦之	教授	理学研究院
	黒岩 麻里	教授	理学研究院
	小亀 一弘	教授	理学研究院
	水波 誠	教授	理学研究院
	山口 淳二	教授	理学研究院
	貴島 祐治	教授	農学研究院
	川原 学	准教授	農学研究院

## 平成30年度 活動報告

- ・ 概要 2018 (年次報告) 発行 (8月)
- ・ 運営委員会(持ち回り)開催 (11月)
- ・ 実験生物共同利用部門 新規利用者講習会開催 (4月・5月・6月・10月・1月・2月 計7回)



**東棟**

**實驗生物共同利用部門**

## 実験生物共同利用部門

当部門は、マウス、ラット、ウサギ、モルモットの哺乳動物に加え、キンカチョウやウズラ等の鳥類、メダカ等の魚類、イカといった海産の無脊椎動物、コオロギやゴキブリ等の昆虫、またシロイヌナズナ等の実験植物から、野外採取してきた植物、さらに樹木に至るまで、様々な生物種を飼育・栽培できるよう整備を行っている共同利用施設です。近年は、マウス、ラットのみならず、コオロギにおいても遺伝子改変動物が飼養されており、法に準拠した飼育設備の整備にも心がけております。これらの共同利用に加え、マウスとラットの近交系の維持事業も行っております。

本年度におきましては、平成30年9月6日に発生した北海道胆振東部地震が特記されます。地震の揺れに伴う被害はほとんどなかったものの、長期に続いた停電には悩まされました。幸い、自家発電機が作動し、貴重な実験生物やフリーザー内の検体を守ることができました。災害時には、研究リソースを守るべく、日頃から自家発電機を含むバックアップ体制を万全に整備しておく必要性が痛感されました。

また、本施設の竣工は昭和56年であり、すでに築38年を経過していることから、継続的に小さな修繕工事が必要となっているところです。幸いにも平成30年度におきまして、関係各所のご協力により、暖房用の温水管の一部を更新することができました。理学研究院長をはじめ、理学・生命科学事務部事務課の皆様には、ご支援をいただきましたことに感謝を申し上げます。

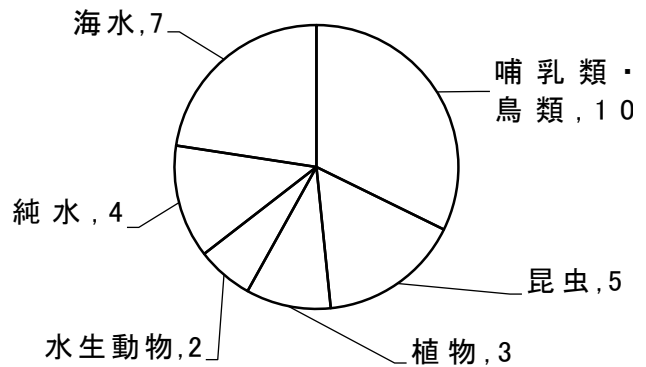
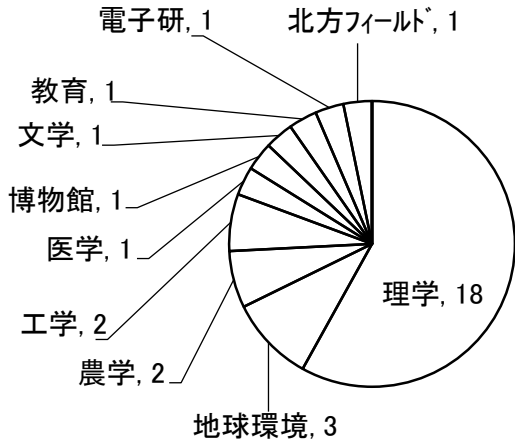
今後とも研究環境の向上と維持を目指して、研究及び実験の場を提供していく努力を続けてまいります。

### 平成30年度 実験生物共同利用部門 利用状況

所 属	利用者数
大学院文学研究科	1
大学院医学研究院	1
大学院地球環境科学研究院	3
大学院理学研究院	18
大学院農学研究院	2
大学院工学研究院	2
電子科学研究所	1
北方生物圏フィールド科学センター	1
総合博物館	1
教育学研究院	1
計	31

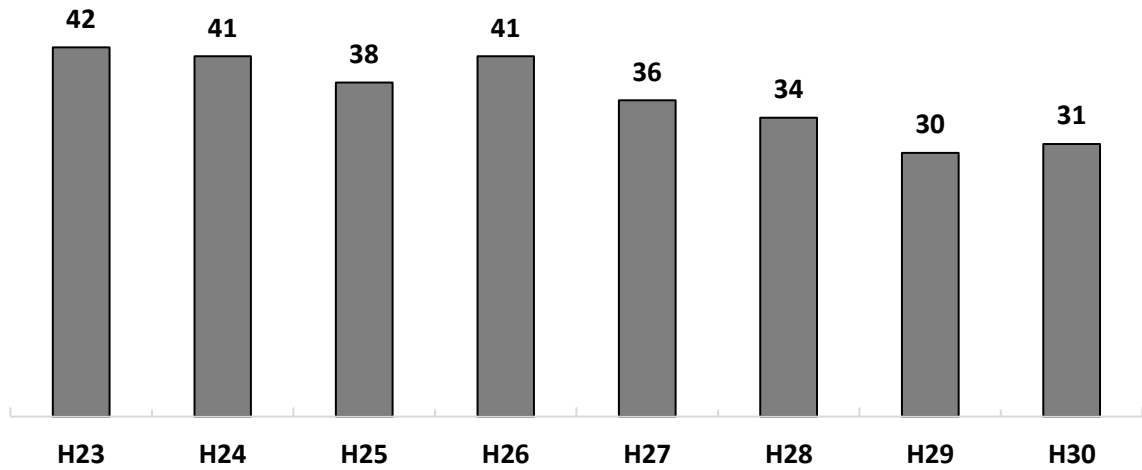


## 平成30年度利用者の内訳



利用申請者所属部局

扱っている生物及び水等利用の申請数



利用申請数推移

## 系統保存リスト

マウス(8系統)			ラット(11系統)		
系統名	供給数	供給先	系統名	供給数	供給先
BALB/c			ACI		
BALB/cAn			ACI(S)		
BKH			ALB		
CBA			BN		
CBA/H-T <sub>6</sub>			KYN		
C57BL/6			LEA		
C3H			LEJ	♀7, ♂8	京都大学・NBRP「ラット」
LT/Sv			NIG-III		
			SDJ		
			TO		
			WKAH		

## 平成30年度 実験生物共同利用部門 保守営繕リスト

平成30年	4月	定期清掃(毎月) 環境衛生管理点検(毎月) 樹木冬囲い外し業務
	5月	1階通路誘導灯取替工事 温室屋根コーキング工事
	8月	1階洗浄室消毒器性能検査整備(オートクレーブ) 1階設備室内蒸気配管修理 非常用発電機簡易点検
	9月	1階設備室内蒸気配管修理
	10月	2階植物培養室(1)(3)換気扇取替
	11月	1階分電盤ブレーカー取替工事
	12月	E-2-02、E-2-05室扉補修工事 樹木冬囲い業務
平成31年	1月	2階植物培養室(2)及び実験室(9)換気扇取替 ドラフトチャンバー排風機修理
	2月	煙突解体等その他工事

---

### ◎理学部中央予算にて執行

平成30年	11月	1階設備室内暖房用温水配管改修工事
平成30年	12月	屋上排気塔防水補修工事

**平成30年度 ゲノムダイナミクス研究センター 利用者研究課題  
(実験生物共同利用部門)**

所属	部門・分野等	職名	氏名	研究課題名
文学研究科	人間システム科学専攻・心理システム科学講座	教授	和田 博美	ラットの超音波発声に及ぼす水酸化PCB及びPBDEの影響
医学研究院	医歯学総合研究棟・中央研究部門	助教	山野辺 貴信	神経系における情報キャリアを明らかにする
地球環境科学研究院	統合環境科学・自然環境保全	教授	露崎 史朗	火山における埋土種子集団の定量および生育実験
地球環境科学研究院	統合研究科学・環境適応科学	教授	沖野 龍文	海産藻類の二次代謝産物に関する研究
地球環境科学研究院	環境生物科学・陸域生態学	准教授	工藤 岳	マツヨイグサ属植物の送粉生態学に関する研究
理学研究院	物理学・量子物理学	准教授	松永 悟明	有機導体における物性測定
理学研究院	物理学・電子物性物理学	教授	河本 充司	分子性導体の合成
理学研究院	生物科学・形態機能学	教授	山口 淳二	高等植物の機能発現・環境応答制御機構
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	教授	水波 誠	昆虫の学習の神経機構
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	教授	小川 宏人	フタホシオオロギの神経行動学的研究
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	准教授	北田 一博	新たな病態モデル動物の作出と原因遺伝子の同定
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	准教授	和多 和宏	鳴禽類を用いた発声学習・生成とその脳内分子機構
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	准教授	田中 暢明	ヒメイカの継代飼育技術の開発
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	教授	山下 正兼	脊椎動物における生殖細胞形成の制御機構
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	教授	黒岩 麻里	哺乳類および鳥類における性決定・受精に関わる分子メカニズムの解明
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	准教授	木村 敦	哺乳類の生殖にかかわるゲノム機能に関する研究
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	准教授	小谷 友也	卵母細胞形成と初期発生の分子機構解析
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	准教授	荻原 克益	脊椎動物の生殖機能に関する研究
理学研究院	生物科学・多様性生物学	教授	小亀 一弘	藻類の系統進化
理学研究院	生物科学・多様性生物学	准教授	柁原 宏	海産無脊椎動物の系統分類学的研究
理学研究院	生物科学・多様性生物学	准教授	エレナ・フォルトゥナト	ウミウシ類における捕食者に対する化学防御の研究
理学研究院	生物科学・多様性生物学	准教授	加藤 徹	ショウジョウバエおよび植食性 TENTU の進化的研究
理学研究院	生物科学・多様性生物学	講師	角井 敬知	小型甲殻類の性・生殖様式に関する研究
農学研究院	基盤研究・生物資源科学	教授	秋元 信一	サッポロフキバタの配偶行動と生殖隔離機構に関する研究
農学研究院	基盤研究・畜産科学	准教授	川原 学	マウス胚体外操作による個体発生に関する研究
工学研究院	応用物理学・量子物性工学	教授	丹田 聡	低次元導体の電子状態の研究
工学研究院	エネルギー環境システム・応用エネルギーシステム	特任教授	近久 武美	燃料電池内水分挙動及び凍結現象の可視化観察
電子科学研究所	附属社会創造学術研究センター・人間数理研究	准教授	青沼 仁志	クロコオロギにおける適応行動の実時間性を制御する神経機構の研究
北方生物圏フィールド科学センター	生物多様性領域・海産藻類適応機能	准教授	四ツ倉 典滋	コンブ類について、培養保存法の確立と種苗作出技術の開発
総合博物館	研究部・資料基礎研究系	講師	阿部 剛史	紅藻ソノ属および近縁属に関する種生物学的研究
教育学研究院	教育学・健康体育学	准教授	山仲 勇二郎	生物時計による行動リズムの支配様式と行動リズムから中枢時計へのフィードバック機構の解明

# 利用報告

## 大学院文学研究科

人間システム科学専攻 心理システム科学講座

和田 博美

### 研究テーマ 1

#### 臭素系難燃剤デカブロモジフェニールエーテル (BDE-209) がラットの超音波コミュニケーションの発達に及ぼす影響の研究

臭素系難燃剤 BDE-209 は可燃物を燃えにくくし、延焼を防ぐことができる。その反面、甲状腺ホルモン阻害などの有害作用が懸念されている。本研究は妊娠ラットに BDE-209 を投与し、出生した仔ラットの超音波コミュニケーションへの影響を探ることにより、有害作用の一端を明らかにすることを目的とした。

**方法：** 妊娠ラットを 3 群に分け、BDE-209 を投与した。投与量は高濃度群 1000mg/kg/day (n = 5)、低濃度群 500mg/kg/day (n = 5)、統制群 0mg/kg/day (n = 5) とした。BDE-209 を練乳 10g/kg/day に混入し、自由摂食させた。投与期間は妊娠 15 日～出産後 21 日目であった。生後 22 日目に仔ラットを離乳させ、個別ケージで飼育した。生後 43 日目から 3 日間、同性同腹のラット 3 匹をプラスチック製バケツに一緒に入れ、5 分間の馴化の後に 10 分間の闘争遊びを行った。闘争遊びの間、超音波発声を記録した。

**結果と考察：** 20～35kHz の超音波は不安、恐怖、苦痛といったネガティブな感情状態のラットが発声する。異腹の相手と闘争遊びを行う時に出現するが、同腹の相手と行うときには出現しない。今回は同腹の相手と闘争遊びを行ったが、投与群は 20～35kHz の超音波を盛んに発声した。投与群がネガティブな感情状態になっていたことを示している。一方、統制群にはこのような発声は全くなかった。BDE-209 はネガティブな感情を亢進するという新知見が得られた。

### 研究テーマ 2

#### 周産期のアルコール曝露がラットの超音波コミュニケーションの発達に及ぼす影響

妊娠中や授乳中の飲酒が子供の成長・発達を阻害することは広く知られている。しかしヒトが成熟するには 20 年近い歳月を要し、その間に様々な要因が交絡してアルコールの影響なのかわからなくなる。本研究ではラットを用いる。ラットは 8 週間程度で成熟し、アルコール以外の要因を統制することができる。ラットは超音波を利用してコミュニケーションを行っており、超音波に変異が

生じれば仲間と意思疎通を図ることができなくなり、個体の生存や群れの維持が脅威にさらされると予想される。

**方法：** 妊娠ラットを 3 群に分け、アルコール (エチルアルコール) を混入した飲料水を与えた。アルコール濃度は高濃度群 30%、低濃度群 15%、統制群 0%、投与期間は妊娠 8 日目から 20 日目であった。なおアルコール濃度は徐々に高くした。生後 22 日目に仔ラットを離乳させ、個別ケージで飼育した。生後 40 日目から 3 日間、同性異腹のラット 3 匹をプラスチック製バケツに一緒に入れ、5 分間の馴化の後に 10 分間の闘争遊びを行った。闘争遊びの間、超音波発声を記録した。

**結果と考察：** 投与群は 20～35kHz の超音波発声が統制群より増大した。これらの発声は不安、恐怖、苦痛といったネガティブな感情状態を反映している。さらに投与群ではポジティブな感情状態を反映する 45～70kHz の超音波発声が減少した。青年期のラットにとって、闘争遊びは本来楽しいものである。にもかかわらず、投与群でネガティブな超音波発声が増加しポジティブな超音波発声が減少した。このことから胎児期のアルコール曝露がネガティブな感情を亢進し、ラットの社会性発達に影響するという新知見が得られた。

#### 【論文発表】

1. Shahrer M. A. and Wada H. (2018) Effects of perinatal ethanol exposure on acoustic characteristics of ultrasonic vocalization in rat pups. *Neurotoxicology*, 69: 29-36, 2018.
2. Wada H. and Qi Y. (2018) Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication in mating behavior of rats. *Organohalogen Compounds* (in press).
3. Qi Y. and Wada H. (2018) Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication during fighting of male adult rats. *Organohalogen Compounds* (in press).

#### 【学会発表】

1. Wada H. and Qi Y. (2018) Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication in mating behavior of rats. *Dioxin 2018*. Krakow, Poland. August 28.
2. Qi Y. and Wada H. (2018) Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication during fighting of male adult rats. *Dioxin 2018*. Krakow, Poland. August 27.
3. Shahrer M. A. and Wada H. (2018) Acoustic characteristics of ultrasonic vocalizations in rat pups prenatally exposed to ethanol. *International Conference on Alcohol and Drugs*. Osaka, Japan. October 11.

## 大学院医学研究院

医歯学総合研究棟 中央研究部門

山野辺 貴信

スパイク列のどの統計量が情報キャリアか明らかとなっていない。昨年と同様、この情報キャリアの問題に取り組んだ。神経回路理論によれば素子の出力関数の特性に依存し、情報キャリアが決まる(例えば、シグモイド関数であれば rate code、ステップ関数であれば temporal code など)。スパイクは神経細胞が過渡状態にあるときに生じるため、スパイク生成は過去の神経活動に依存することが報告されている (Segundo et al. Neuroscience 1994, Yamanobe et al. Biosystems 1998)。また、神経細胞は、拡散過程で近似されるイオンチャネルノイズ、シナプス小胞の自発的放出によるジャンプノイズなどを持つ確率的な挙動をする素子でもある。これらのノイズにより神経細胞の応答特性が変わることも予想される。そこで、各神経細胞において過渡応答特性とノイズの影響を反映した出力関数の特性を実験的に求めることが、情報キャリアを解明するために必要であると考えられる。実験で神経細胞の出力関数を調べる方法を構築するため、確率的神経細胞モデルの統計的大域挙動を調べるのが重要である。本研究ではこのような背景のもと、下記の3つのテーマに関して研究を実施した。

1. これまで行ってきた、シナプスノイズおよびイオンチャネルノイズを持つ確率的振動子(神経細胞のダイナミクスもこの振動子で近似される場合がある)のダイナミクスに関する研究を論文として出版した。論文中で示した主要な項目は以下の通りである。

①確率的振動子が一意解を持つことを証明した。  
②確率的振動子の状態が、ある時間後、どの状態に推移するかを表す推移確率密度の漸近展開するため、その前提条件となる密度関数の非退化性を示した。

③推移確率密度関数の漸近展開を計算した。このようにして導かれた推移確率密度の漸近展開の精度をモンテカルロ法で計算される推移確率密度関数と比較し検証した。④ジャンプの数が1回までであるが、数値積分に成功し、推移確率密度の特性を調べた。

本年度はさらに、ジャンプ1回までしか計算できなかった推移確率密度関数をジャンプが複数回入るまで拡張できるよう工夫し、その工夫によりどのぐらいの精度で推移確率密度関数を計算できるか検討した。

2. これまでの研究成果により、確率的神経細胞

モデルの振る舞いは線形作用素(無限次元の行列)で記述できることが分かってきた。本年度は、シナプスノイズ、イオンチャネルノイズが加わる場合の確率的神経細胞モデルの線形作用素に対し、その固有値、固有関数を計算するとき、フーリエ級数展開や昨年まで研究していたデータの疎性(ゼロまたはゼロと見なせる部分が多いこと)に基づく線形作用素の展開が使えないか検討を行った。

3. イオンチャネルの確率的開閉のためノイズが生じるが、このノイズがイオンチャネル数の増加とともにどのような確率過程で近似されるかは、神経細胞モデルの式のどこにどのようなノイズを加えれば良いのかという問題と関連しており、神経細胞モデルの挙動の解析に必要な情報である。神経細胞に存在する電位依存性イオンチャネルはその挙動がマルコフ連鎖を用い表される場合がある。この場合について確率解析の成果である流体力学極限のテクニックを用い、イオンチャネルノイズがある確率過程で近似されるか他の研究者により示された。この近似の妥当性を調べるために、マルコフ連鎖に基づくイオンチャネルモデルの厳密な数値シミュレーションを行い検証した。

発表論文

1. Ishikawa, Y., Yamanobe, T., (2018) Asymptotic expansion of a nonlinear oscillator with a jump-diffusion process, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, 35, 969-1004

学会発表

1. Yamanobe, T., (2018) Reduction of the dynamics of stochastic neuronal models by sparse discrete cosine transform, 11th FENS Forum of Neuroscience, July 10, Belin
2. Yamanobe, T., Reduction of a Markov operator representing the dynamics of stochastic neuronal model by sparse discrete cosine transform, 第56回日本生物物理学会年会, 2018年9月15日～9月17日, 岡山大学津島キャンパス, 岡山

## 大学院地球環境科学研究院

統合環境科学部門 自然環境保全分野

露崎 史朗

利用 : Lea Végh・張信燕・周灵灵

本年度は、(1) スナゴケ (*Racomitrium japonicum* Dozy et Molk.) 成育に対するリターの影響に関する実験と、(2) 有珠山における森林タイプ毎の埋土種子集団構造の定量化に関する実験を行った。

(1) スナゴケ成育に対するリターの影響に関する

## 実験

火山噴火後の生態系では、地表面にコケが優占することが多い。一方、優占する維管束植物から供給されるリターはコケの分布パターンを大きく規定している。そこで、リターの質(種)と量がコケの成育に与える影響を調べるために、渡島駒ヶ岳から、蘚苔類の中で優占するスナゴケ、火山噴出物(軽石・火山灰)、カラマツ(*Larix kaempferi* (Lambert) Carrière)とミネヤナギ(*Salix reinii* Franch. et Savat. ex Seemen)のリターを採取し、温室条件下にてリター種毎にスナゴケの成育実験を行った。まず、ポットに火山噴出物を詰め、その上にスナゴケを移植した。その上に、カラマツリターまたはミネヤナギリターを置くか無処理(リターなし)の3処理を行った。各処理で15反復を用意し合計45ポットを使用した。なお、スナゴケは常緑性で乾燥耐性が高いことが知られている。温室実験は6月から10月まで行い、毎月、NDVI(正規化植生指数)を測定した。NDVIは光合成活性と相関があることが知られているため、NDVI測定による非破壊的な成育測定可能性を検討することも目的の一つである。実験終了時にコケを回収し、シュート伸長、葉緑素(*a*, *b*)を定量した。これらの結果を、野外実験の結果と比較した。その結果、温室ではNDVIは8月にピークを示し、その後、減少した。コケのNDVI、葉緑素濃度、伸長量は、リター処理間では差がなかった。一方、野外ではNDVI、葉緑素濃度、伸長量は処理間で差がなかった。一方、野外では、伸長量はカラマツリターの厚さが中程度のところで高かった。また、野外ではミネヤナギリターの厚さとコケの伸長量には負の相関があった。現在、安定環境下である室内実験と環境変動の大きな野外での結果の相違に関する要因を検討している。

## (2) 有珠山における森林タイプ毎の埋土種子集団構造の定量化実験

火山遷移において埋土種子集団の発達様式は、遷移の方向を決める上で重要である。そこで、有珠山における4つの森林タイプから2017年中に深さ5 cmまでの土壌を容量100 cm<sup>3</sup>の採土管を用いて採取し冷温室保管後に、温室にて2018年1月18日から9月27日まで発芽実験を行った。発芽は、毎週、月・水・金曜日にチェックした。新たに発芽した個体には、番号を記した旗を近くに立てて個体識別を行った。同定が困難な実生については、大型ポットに移し、同定可能なサイズになるまで成長させた。全ての発芽は、3月中に大半が終了した。その結果、全ての実生の同定が行え、全体で73個の実生が確認された。全体を通しての優占種は、ヒメスゲ(*Carex oxyandra* (Franch. et Savat.) Kudo)、アオミズ(*Pilea mongolica* Weddell)、

コハコベ(*Stellaria media* (L.) Villars)、オオヨモギ(*Artemisia montana* (Nakai) Pamp.)であった。これらのうち、ヒメスゲは乾燥した森林、アオミズは湿性林、コハコベ・オオヨモギは、(半)人工林内でより多く認められ、各森林型において特徴のある埋土種子集団の発達パターンが示された。

## 論文

Holle MJM & Tsuyuzaki S. (2018) The effects of shrub patch sizes on the colonization of pioneer plants on the volcano Mount Koma, northern Japan. *Acta Oecologica* 93: 48-55

Shishir, S. & Tsuyuzaki, S. (2018) Hierarchical classification of land use types using multiple vegetation indices in relation to urbanization. *Environmental Monitoring and Assessment* 190: article 342

## 学会発表

Végh L, Tsuyuzaki S. (2019) The fate of pioneers - differences in growth of woody plants on Mount Usu. 第66回日本生態学会(神戸)

露崎史朗. (2019) 有珠山1977-78年噴火後40年間の植生変化. 第66回日本生態学会(神戸)

横山 光・岡田 弘・露崎史朗・三松三朗・阿部秀彦・武川正人・岡野 淳・石井 充・鈴木清隆・高橋啓介・大橋亮介. (2018) 国立公園内における火山災害遺構の保全システムの構築 -洞爺湖有珠山ユネスコ世界ジオパークの試み-. 地球惑星科学連大会 (千葉)

## 統合環境科学部門 環境適応科学分野 沖野 龍文 (海水利用)

## 論文発表

Kumagai, M., Nishikawa, K., Matsuura, H., Umezawa, T., Matsuda, F. and Okino, T. (2018) Antioxidants from the brown alga *Dictyopteris undulata*, *Molecules*, 23: 1214.

## 環境生物科学部門 陸生生態学分野 工藤 岳

## 利用状況・研究成果

頭花植物の約8割は送粉を動物に頼っており、送粉動物を効率的に誘引するために花の色・形・香りなどの信号を使っている。これらの信号は質的・量的に開花期間中一定であるとは限らず、開花期間・昼夜間で変化することが報告されている。そこで、本研究では近縁種で昼夜間での送粉者誘

引形質(花蜜糖度および芳香量)の変化が報告されているメマツヨイグサ (*Oenothera biennis*) を対象に、送粉者層の変化と繁殖成功度の昼夜間での違いを明らかにすることを目的として4種の実験を行った。ゲノムダイナミクスセンターの圃場にて、2018年7月に北海道石狩市「はまなすの丘公園」からの採取個体を移植した、人工個体群を使用した。

① メマツヨイグサに訪花する昆虫相の昼夜間比較

2018年8月から同年10月において、人工個体群を対象に夜間・昼間それぞれの訪花昆虫観察を行った。その結果、夜間の観察では鱗翅目2種、昼間の観察では双翅目2種と膜翅目3種が確認され、昼夜間での訪花昆虫の違いが観察された。また、訪花昆虫相には季節性が存在した。このことから、メマツヨイグサにおいても昼夜間の送粉者誘引効率に違いがあることが示唆された。

② 操作実験によるメマツヨイグサの種子生産量の比較

メマツヨイグサにとって、昼夜間での送粉者誘引の違いがどのくらい繁殖成功に影響するかを明らかにするため、コントロール、除雄+昼開放、除雄+夜開放、除雄+全日解放、袋掛けの5処理を行い、結果率、結実率、種子乾燥重量を比較した。この結果、結果率及び種子乾燥重量については処理間の差は見られなかった。結実率については、袋掛け処理の結実率が安定して高く、除雄処理をすると結実率が低くなることが分かった。さらに、「昼間のみ」「夜間のみ」の送粉による結実率には違いが見られなかった。

③ 発芽実験による繁殖成功の比較

上記②の実験において、種子形成様式について明らかになった。次に、形成された種子の発芽能は自殖種子と他殖種子で異なるのかを検証した。発芽実験は、直径50mmのプラスチックシャーレに作成した寒天培地に、上記②の実験で得られた種子を30粒ずつ播種し、20/30℃の中日条件でおこなった。発芽観察は発芽が定常に達する7日間まで毎日行った。この結果、自殖種子の発芽率が安定して高いことが明らかになった。

④ 花の香りの昼夜間の違い (継続中)

マツヨイグサ属の植物では花の香りに昼夜間での差が見られるという報告がある。そこで、実験個体群においてどの程度の花の香りの違いがあるのかを明らかにすることを目的として花の香りのサンプリングを行った。夜間の香りとして日没後12時間、昼間の香りとして日

出後12時間採取した。このサンプルをGC/MSにかけて解析する予定である。

これまでの解析から、メマツヨイグサは種子形成の多くを自殖でまかなうことができること、また他殖についての昼夜間での繁殖成功度は同程度であり、昼間の送粉者も重要であることが示唆された。

学会発表

大嶋希美, 工藤岳: メマツヨイグサにおける繁殖特性と繁殖成功度の昼夜間比較. 日本生態学会第66回大会, 2019年3月18日, 神戸国際会議場(神戸市).

## 大学院理学研究院

物理学部門 量子物理学分野

松永 悟明

(純水利用)

学会発表

Hiro Yoshi Nobukane

Fractional Chern invariant in a Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> nanofilm, Research Seminar@Japanese-Russian JSPS-RFBR project February 20 2019, Hokkaido University, Japan

H. Nobukane, K. Yanagihara, Y. Kunisada, Y. Ogasawara, K. Isono, K. Nomura, T. Nomura, T. Akiyama, Y. Asano and S. Tanda,

High-Tc superconductivity in a ruthenate nanofilm 12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (M2S-2018)

August 19-24, 2018 Beijing, China

N. Matsunaga, T. Minamidate, T. Wada, S. Kawaguchi, A. Kawamoto, K. Nomura

Universal Phase Diagram of the  $\lambda, \lambda'$  and  $\lambda''$  Salts International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018 (ICSM 2018)

July 1-6, 2018, Busan, Korea

S. Kawaguchi, T. Wada, T. Minamidate, N. Matsunaga, A. Kawamoto, K. Nomura

Electric and Magnetic Properties of  $\lambda'$ -(BEDT-STF)<sub>2</sub>GaBr<sub>4</sub> International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018 (ICSM 2018)

July 1-6, 2018, Busan, Korea

T. Minamidate, T. Wada, N. Matsunaga, A. Kawamoto, and K. Nomura

Magnetic Properties in Organic  $\pi$ -d system  $\lambda, \lambda'$  and  $\kappa$ -(STF)<sub>2</sub>FeX<sub>4</sub>(X=Cl, Br)

International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018 (ICSM 2018)

July 1-6, 2018, Busan, Korea

延兼啓純、柳原興世、國貞雄治、小笠原優仁、磯野翔、野村一成、能村貴宏、秋山友宏、浅野泰寛、丹田聡

ルテニウム酸化物における超伝導－絶縁体転移と臨界指数

日本物理学会 2018 年秋季大会、同志社大学京田辺キャンパス、

2018 年 9 月 9 日～12 日

延兼啓純、田畑裕一、黒澤徹、酒部大樹、丹田聡  
鉄ドーピング NbS<sub>2</sub> における近藤効果とスピングラスの共存

日本物理学会 2019 年第 74 回年次大会、九州大伊都キャンパス、

2019 年 3 月 14 日～17 日

川口悟司、和田大阿、南館孝亮、松永悟明、河本充司、野村一成

λ 及び λ' 塩の統一相図

日本物理学会 2019 年第 74 回年次大会、九州大伊都キャンパス、

2019 年 3 月 14 日～17 日

#### 物理学部門 電子物性物理学分野

河本 充司

(純水利用)

#### 論文

Fukuoka, S., Sawada, M., Minamidate, T., Matsunaga, N., Nomura, K., Ihara, Y., Kawamoto, A., Doi, Y., Wakeshima, M., and Hinatsu, Y. (2018) Multistep development of the hyperfine fields in λ-(BEDT-STF)<sub>2</sub>FeCl<sub>4</sub> studied by Mössbauer spectroscopy. *Journal of the Physical Society of Japan* 87: 093705.

Ohnuma, A., Taniguchi, H., Takahashi, Y., and Kawamoto, A. (2018) Density wave state in new α-type organic conductor α-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>MHg(XCN)<sub>4</sub> (M = NH<sub>4</sub>, X = Se): Material for universal phase diagram of X = S and X = Se systems. *The Journal of Physical Chemistry C* 122(42): 24321-24328.

Saito, Y., Minamidate, T., Kawamoto, A., Matsunaga, N., and Nomura, K. (2018) Site-specific <sup>13</sup>C NMR study on the locally distorted triangular lattice of the organic conductor κ-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu<sub>2</sub>(CN)<sub>3</sub>. *Physical Review B* 98: 205141.

Tabata, C., Ihara, Y., Shimmura, S., Miura, N., Hidaka, H., Yanagisawa, T., and Amitsuka, H. (2018) Uncompensated antiferromagnetic ordering of UAu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> studied by

<sup>29</sup>Si-NMR. *Journal of the Physical Society of Japan* 87: 114707.

Fukuoka, S., Fukuchi, S., Akutsu, H., Kawamoto, A., and Nakazawa, Y. (2019) Magnetic and electronic properties of π-d interacting molecular magnetic superconductor κ-(BETS)<sub>2</sub>FeX<sub>4</sub> (X = Cl, Br) studied by angle-resolved heat capacity measurements. *Crystals* 9(2): 66.

学会発表

国際学会

Fukuoka, S.: Low temperature magnetic state of λ-(BEDT-STF)<sub>2</sub>FeCl<sub>4</sub>.

International Symposium of Structural Thermodynamics for Young Thermodynamicists: ISST-YT, June 8 2018, 大阪大学 (豊中市) .

Arashima, K., Ihara, Y., and Yoshida, H.: <sup>7</sup>Li NMR study of kagome antiferromagnet, Li<sub>2</sub>Cr<sub>3</sub>SbO<sub>8</sub>.

The 16<sup>th</sup> International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topics, September 27-28 2018, 東京大学柏の葉駅前キャンパス (柏市).

Ihara, Y., Arashima, K., Yoshida, H., Matsui, K., Kindo, K., and Kohama, Y.: Development of NMR spectrometer for the flat-top pulse magnet.

The 16<sup>th</sup> International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topics, September 27-28 2018, 東京大学柏の葉駅前キャンパス (柏市).

国内学会

井原慶彦, 荒島洸樹, 松井一樹, 金道浩一, 小濱芳允: ミニフラットトップパルス磁場を用いた NMR 測定技術開発.

日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018 年 9 月 9 日, 同志社大学 (京田辺市).

荒島洸樹, 井原慶彦, 吉田紘行: <sup>7</sup>Li NMR 法による低磁場における Li<sub>2</sub>Cr<sub>3</sub>SbO<sub>8</sub> の磁気状態の研究.

日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018 年 9 月 11 日, 同志社大学 (京田辺市).

澤田賢志, 斉藤洋平, 福岡脩平, 河本充司: <sup>13</sup>C NMR による λ-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>GaCl<sub>4</sub> の圧力下の電子物性の研究.

日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018 年 9 月 12 日, 同志社大学 (京田辺市).

福岡脩平, 南館孝亮, 松永悟明, 野村一成, 井原慶彦, 河本充司: <sup>13</sup>C NMR 測定による π-d 系物質 λ-(BEDT-STF)<sub>2</sub>FeCl<sub>4</sub> の低温磁気状態の研究.



日本物理学会 2018 年秋季大会, 2018 年 9 月 12 日,  
同志社大学 (京田辺市).

井原慶彦, 荒島洗樹, 松井一樹, 金道浩一, 小濱芳  
允: パルス強磁場中 NMR 実験による核スピン格  
子緩和時間測定.

東北大学金属材料研究所研究会, 2018 年 11 月 28  
日, 東北大学 (仙台市).

荒島洗樹, 井原慶彦, 佐々木孝彦, 吉田紘行: カゴ  
メ反強磁性体 Ca カペラサイトにおける磁気励起  
の  $^{35}\text{Cl}$  NMR 分光法による研究.

東北大学金属材料研究所研究会, 2018 年 11 月 28  
日, 東北大学 (仙台市).

荒島洗樹, 井原慶彦, 佐々木孝彦, 平田倫啓, 吉田  
紘行:  $^7\text{Li}$  NMR 法による高磁場における  $\text{Li}_2\text{Cr}_3\text{SbO}_8$   
の磁気状態の研究.

日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 14 日,  
九州大学 (福岡市).

井原慶彦, 荒島洗樹, 松井一樹, 金道浩一, 小濱芳  
允: スローブトップパルス磁場を用いた磁場掃引  
NMR スペクトル測定による  $\text{Li}_2\text{Cr}_3\text{SbO}_8$  の磁気構  
造の研究.

日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 15 日,  
九州大学 (福岡市).

福岡脩平, 南館孝亮, 松永悟明, 野村一成, 井原  
慶彦, 河本充司:  $\lambda$ -(BEDT-STF) $_2\text{FeCl}_4$  の磁気秩序  
に関する熱的研究.

日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 17 日,  
九州大学 (福岡市).

辻晃平, 小林拓矢, 河本充司: 有機超伝導体  
 $\lambda$ -(BETS) $_2\text{GaCl}_4$  の  $^{69/71}\text{Ga}$ -NMR 法を用いた電荷/ス  
ピン異常の選択的検出.

日本物理学会第 74 回年次大会, 2019 年 3 月 17 日,  
九州大学 (福岡市).

## 生物科学部門 形態機能学分野

山口 淳二

1) 糖は生物の基幹代謝を支える栄養素であり, ま  
た生物個体の成長や発達を制御する重要なシグナ  
ル分子としても機能する。しかし, その複雑さか  
ら, 糖シグナル伝達系の詳細な分子機構は依然と  
して不明な点が多い。本研究では, モデル植物シ  
ロイヌナズナを用いて, 新規の糖応答性転写因子  
を探索し, 機能未知の転写因子 **bZIP3** を同定した。

遺伝学的解析から, **bZIP3** 遺伝子発現が糖によ  
って抑制されること, 糖シグナル伝達経路の中核を  
担う **SnRK1** キナーゼ (哺乳類 **AMPK** ホモログ)  
の制御下にあることが分かった。さらに, 興味深  
い表現型として, **bZIP3** 変異株では子葉の反り返  
りといった, 葉の形態に異常が見られた。これは,  
糖応答性転写因子 **bZIP3** が植物の糖シグナルと形  
態形成をつなぐ新たな因子である可能性を示唆し  
ている。[Sanagi et al, *Plant Biotechnology* 2018]

2) 植物の環境適応要因としての C/N バランスの  
解析を目的に, 異なる窒素源下で生育させたシロ  
イヌナズナを用いて, 光化学系 II 効率, 各種可溶  
性糖含量, 硝酸還元酵素活性について検討を加え  
た。その結果, 糖過剰と低窒素状態の間にはクロ  
ストークが存在し, 硝酸還元酵素活性を制御する  
ことで上記ストレスの回避を図ることが証明され  
た。[Huaranca Reyes et al, *Plant and Cell Physiology*  
2018]。

3) 糖と窒素のバランス「C/N」は植物の生育を大  
きく左右する栄養シグナルとなる。当研究室では,  
植物の C/N 応答について独自の実験系を確立し,  
解析を行ってきた。本著書では, 植物の老化解析  
に関して有用な大気中  $\text{CO}_2$  濃度と水耕栽培での根  
圏窒素環境の制御による C/N 処理実験手法の詳細  
について執筆した。[Aoyama et al, in "Plant Senescence  
Methods and Protocols" 2018]。

### <原著論文>

Sanagi, M., Lu, Y., Aoyama, S., Morita, Y., Mitsuda, N.,  
Ikeda, M., Ohme-Takagi, M., Sato, T. and Yamaguchi, J.  
(2018) Sugar-responsive transcription factor **bZIP3** affects  
leaf shape in Arabidopsis plant. *Plant Biotechnology*. 35:  
167-170 [10.5511/plantbiotechnology.18.0410a]

Huaranca Reyes, T., Scartazza, A., Pompeiano, A., Ciurli,  
A., Lu, Y., Guglielminetti, L. and Yamaguchi, J. (2018)  
Nitrate reductase modulation in response to changes in  
C/N balance and nitrogen source in Arabidopsis. *Plant  
and Cell Physiology*, 59:1248-1254 [10.1093/pcp/pcy065]

Aoyama, S., Yamaguchi, J. and Sato, T. (2018) Methods  
for Elucidation of Plant Senescence in Response to  
C/N-Nutrient Balance in "Plant Senescence Methods  
and Protocols" (edited by Y Guo), *Methods in Molecular  
Biology*, vol. 1744, Springer Protocol, Humana Press,  
New York, NY, pp. 151-159 (DOI 10.1007/978-1-4939-7672-0;  
ISBN 978-1-4939-7670-6)

## 生物科学部門 行動神経生物学分野

水波 誠

1. フタホシコオロギにおける FoxP 転写抑制因子  
の長期記憶形成への関与の解明

Forkhead Box P (FoxP) は脊椎動物と節足動物など

の系統間で保存された転写抑制因子である。哺乳類や鳥類では FoxP は神経系の発生、免疫系の調整などに関わるとともに、ヒトでは言語に、鳥では歌学習に関わることが知られている。最近ミツバチやショウジョウバエにおいて FoxP は主に脳で発現することが報告され、昆虫の脳におけるその機能が注目される。

本年度フタホシコオロギを用いて RNAi により FoxP 発現抑制実験を行なった結果、FoxP RNAi 個体では匂いの長期記憶の形成が阻害されることが明らかになった。匂い学習の獲得や中期記憶の形成、また匂い学習に必要な感覚機能や運動機能などには障害は見られなかった。本研究は FoxP 遺伝子が長期記憶形成に必須な遺伝子であることを初めて明らかにしたものである。今後そのメカニズムの解明を進めていきたい。

## 2. フタホシコオロギにおける習慣記憶のコンテキスト依存性と消去訓練耐性

コオロギの匂い（条件刺激）と水（無条件刺激、または報酬）との古典的条件付けにおいて、通常の訓練条件では、条件付け後にコオロギに水（報酬）を十分に飲ませて報酬の価値を引き下げると、匂いへの条件反応は起こらなくなる。ところが過剰に訓練を繰り返すと、水を飲ませて報酬の価値を引き下げても匂いへの条件反応が起こるようになることを最近私たちは明らかにした。類似の現象はこれまで哺乳類のオペラント条件付けで「習慣形成」と呼ばれており、私たちの発見は「習慣形成」が古典的条件付けでも起こることを初めて明らかにしたものであった。哺乳類のオペラント条件付けで形成される習慣記憶は、初期記憶よりもコンテキスト依存性が高いこと、また消去訓練の効果が低いことが知られている。

そこで本年度はコオロギの古典的条件付けにより形成される習慣記憶が同様な性質を持つかについて調べたところ、過剰訓練後の習慣記憶は、初期記憶よりもコンテキスト依存性が低いこと、また消去訓練の効果は初期記憶と同程度であった。これによりコオロギの古典的条件付けにより形成される習慣記憶の性質は、哺乳類のオペラント条件付けで形成される習慣記憶とは非常に異なる性質を持つことが明らかになった。このような性質の違いが何に起因するのか、今後明らかにしていきたい。

## 原著論文

- 1) Hamanaka Y. and Mizunami M. (2018) Tyrosine hydroxylase-immunoreactive neurons in the mushroom body of the field cricket, *Gryllus bimaculatus*. *Cell & Tissue Research* <https://doi.org/10.1007/s00441-018-2969-9>.
- 2) Nishino H, Iwasaki M, Paoli M, Kamimura I,

Yoritsune A, Mizunami M. (2018) Spatial receptive fields for odor localization. *Current Biology* 28:1-9.

- 3) Koizumi M, Shigeno S, Mizunami M, Tanaka N. K. (2018) Calcium imaging method to visualize the spatial patterns of neural responses in the pygmy squid, *Idiosepius paradoxus*, central nervous system. *Journal of Neuroscience Methods* 294: 67-71.

## 著書

- 1) 水波誠 (2018) 動物の事典、末松他編「感覚器」を担当、朝倉書店（印刷中）
- 2) 水波誠 (2018) 動物学の百科事典、「昆虫の微小脳」を担当、丸善、

## 総説

- 1) Mizunami M, Terao K, Alvarez B (2018) Application of a prediction error theory to Pavlovian conditioning in an insect. *Frontiers in Psychology* 9, 1272.
- 2) Matsumoto Y, Matsumoto CS, Mizunami M (2018) Signaling pathways for long-term memory formation in the cricket. *Frontiers in Psychology* 9, 1014.

## 生物科学部門 行動神経生物学分野

小川 宏人

### 平成 30 年度研究成果

実験生物共同利用部門で飼育したフタホシコオロギ (*Gryllus bimaculatus*) を材料として、神経生物学的実験を行った。

コオロギは、腹部末端の尾葉と呼ばれる機械感覚器官で空気流振動を受容し、短い気流刺激に対して素早く遠ざかる歩行行動を示す。この行動は気流を捕食者の接近と捉え、捕食から逃れようとする逃避行動であると考えられている。我々はこれまでに、気流刺激方向情報処理の神経機構と気流誘導性歩行運動の制御システムに関する神経生物学的研究を行ってきた。また、平成 30 年度は新たにオスコオロギの発する誘引歌に対するメスの接近行動(音源定位)の運動解析を行った。その研究成果は主に次の 2 点である。

### 1. 気流応答性投射ニューロンにおける刺激強度依存的な方向選択性修飾の解析

ニューロンの刺激パラメータに対する選択性を表すチューニング特性は、感覚情報のコーディング精度に大きな影響を及ぼす。しかし、個々の神経細胞におけるチューニング特性の刺激強度依存的な変化が、コーディング精度にどのように影響するかは不明であり、チューニング特性の時間変化や刺激強度依存的な変化が個々の細胞機能にどのように関係するのかもまだ明らかになっていない。これらの問題に取り組むには、同じ処理段階にお

いて個々のニューロンが同定可能であり、かつそれらの応答特性が多様であるような神経システムが理想的である。本研究では、そのような実験モデルとして、気流のダイナミクスを検出するコオロギ気流感覚系を用いた。コオロギ気流感覚系では、気流の方向情報は最終腹部神経節 (TAG) 内の局所回路によって処理され、TAG 内に樹状突起を持つ巨大介在ニューロン (GIs) を含む上行性投射ニューロンによって脳に伝達される。これまでにコオロギでは8~10対のGIsが同定されており、それぞれが気流の方向に対して異なる選択性を示すことが分かっている。そこで我々は、異なる8方向から様々な速度の気流刺激を与え、それに対する個々のGIの応答を、細胞内記録法を用いて測定した。

その結果、刺激時間中の総スパイク数に基づく方向選択性指数 (DSI) と、瞬間的な最大発火頻度に基づく DSI では、その刺激強度依存性が異なっていた。これは方向情報を読み出す際の時間幅によって、刺激強度に対するコーディング精度の頑健性 (ロバストネス) が異なることを意味する。さらに、気流速度に伴う方向チューニング特性の変化は、GIの種類によって異なっていた。例えば、GI 10-2 の DSI 値は、気流速度が速くても変わらなかった。一方で、GI 9-1 では、総スパイク数に基づく DSI 値は刺激強度が大きくなるに従って減少したが、最大発火頻度に基づく DSI 値は変化しなかった。この結果は、コオロギ気流感覚系における GIs の刺激方向のコーディングにおいて、刺激強度に対する頑健性が細胞種間で異なることを示唆している。このコーディング精度の頑強性はそれぞれの GIs の行動学的機能と関連するのかもしれない。

## 2. コオロギの音源定位行動における行動戦略

動物は視覚、聴覚、嗅覚、磁気感覚など様々なモダリティの感覚情報を用いて、目的地への移動、すなわちナビゲーションを行う。移動能力の高い昆虫は優れたナビゲーターであり、ミツバチやサバクアリなどのナビゲーション行動に関する研究が行われてきた。その結果、彼らが太陽方位や偏光コンパス、ランドマーク、経路積算システムを組み合わせ高度なナビゲーションを実現していることが分かってきた。しかし、刺激源方位の検出から運動制御に至るナビゲーション全体を統御している神経基盤の全容は依然として不明である。一方、メスコオロギがオスの誘引歌に対して接近する音源定位行動は、神経行動学の古典的テーマとして研究されてきた。これまでに音源定位に重要な誘引歌の認識や発音メカニズムについての報告は多いが、ナビゲーションの根幹となる音源方位の認識やそれを自己運動に変換する神経機構は

明らかになっていない。そこで我々は、音源定位中のコオロギから脳神経活動を計測し、音源方位の神経表現や定位運動制御機構を明らかにすることを目的とした研究を開始した。

これまでのコオロギの研究ではトレッドミルを用いられてきたが、このような環境では音原位置や音圧はコオロギの移動に伴って変化しないため、実際の音響環境における音源定位行動の詳細は不明であった。そこでまず、アリーナ内を自由歩行するコオロギが音源へ到達するまでの行動過程を調べた。その結果、最初コオロギは狭い範囲を探索しているが、突然音源へ急速に接近していくことがわかった。我々はこの接近フェーズを抽出し、その前後で運動内容を比較したところ、接近フェーズでは歩行速度や歩行時間が増大し、音源へ指向する運動が増えることをみいだした。また、この接近フェーズの途中で音刺激を消失させたところ、歩行は継続するが音源への指向性が減少した。したがって接近フェーズ中もコオロギは常に音源方位を認識し続けていることが示唆された。さらに、接近フェーズ途中で音源位置を突然移動させたところ、コオロギはすぐに移動先の音源へ定位をはじめめるが、誘引歌を提示してから最初の音源への接近フェーズを開始するまでの時間よりも、音源位置を変化させてから第2の音源への接近フェーズを開始するまでの時間の方が短かった。すなわち、一度接近フェーズに入ると、音源位置が変化してもすぐに次の音源へ定位をはじめやすくなっているらしい。しかし、音刺激を提示せず、自発的に歩行しているコオロギに対して、運動中に誘引歌を聴かせた場合にも、素早く接近フェーズに入ったことから、音源定位かどうかに関わらず、歩行運動中は接近フェーズに入りやすいと考えられる。今後はコオロギの運動に伴って音刺激の提示や位置を変化させ、さらに音源定位行動における聴覚情報の使われ方を明らかにして、音源へのナビゲーションの計算機構に迫りたい。

## 発表論文

- 1) Sakuma, T., Nishi, K., Kishimoto, K., Nakagawa, K., Karasuyama, M., Umezu, Y., Kajioka, S., Yamazaki, S.J., Kimura, K.D., Matsumoto, S., Yoda, K., Fukutomi, M., Shidara, H., **Ogawa, H.**, Takeuchi, I. (2019) Markerless visual servo control of a servosphere for behavior observation of a variety of wandering animals. *Advanced Robotics*, 33: 134-152.
- 2) Iwatani, Y., **Ogawa, H.**, Shidara, H., Sakura, M., Sato, T., Hojo, M.K., Honma, A., Tsurui, K. (2019) Markerless visual servo control of a servosphere for behavior observation of a variety of wandering animals. *Advanced Robotics*, 33: 183-194.
- 3) Someya, M. and **Ogawa, H.** (2018) Multisensory enhancement of burst activity in an

insect auditory neuron. *Journal of Neurophysiology*, 120 : 139-148.

#### 国際会議発表

- 1) **Ogawa, H.**, Tanaka, K., Someya, M., and Shidara, H. (2018)  
Stimulus-intensity impacts on direction encoding and its temporal dynamics in insect mechanosensory projection neurons.  
48th Annual Meeting of Society for Neuroscience, San Diego Convention center (San Diego)
- 2) Shidara, H., Hommaru, N., **Ogawa, H.** (2018)  
Phonotactic behaviors in freely-moving female crickets.  
48th Annual Meeting of Society for Neuroscience, San Diego Convention center (San Diego)
- 3) Sato, N., Shidara, H., **Ogawa, H.** (2018)  
Trade-off between speed, directional accuracy and behavioral flexibility in action selection of the escape behavior in the cricket.  
48th Annual Meeting of Society for Neuroscience, San Diego Convention center (San Diego)

#### 国内学会発表

- 1) 林田賢樹, 設楽久志, 甲斐加樹来, **小川宏人** (2019)  
コオロギ脳内の多感覚ニューロンの異種刺激に対する方向選択性の解析  
日本動物学会第 63 回北海道支部大会, 北海道大学 (札幌市)
- 2) 本丸尚人, 設楽久志, **小川宏人** (2019)  
コオロギの音源定位行動における行動戦略  
日本動物学会第 63 回北海道支部大会, 北海道大学 (札幌市)
- 3) **小川宏人** (2019)  
コオロギ音源定位ナビゲーションにおける行動要素抽出と環境操作  
第 66 回日本生態学会大会, 神戸国際会議場 (神戸市)
- 4) **小川宏人**, 福富又三郎, 染谷真琴 (2019)  
コオロギの聴覚刺激による生得的行動の修飾とその神経基盤  
日本音響学会 2019 年春季研究発表会, 電気通信大学 (調布市)
- 5) 設楽久志, 本丸尚人, **小川宏人** (2018)  
コオロギ音源定位行動におけるナビゲーション戦略
- 6) 田中寿希, 染谷真琴, 設楽久志, **小川宏人** (2018)  
コオロギ気流応答性投射ニューロンにおける刺激速度依存的な方向選択性修飾の解析  
Neuroscience 2018—第 41 回日本神経科学大会—, 神戸国際会議場 (神戸市)
- 7) 染谷真琴, **小川宏人** (2018)  
コオロギ感覚系介在ニューロンの多感覚統合における線形性は活動レベルに依存する  
Neuroscience 2018—第 41 回日本神経科学大会—, 神戸国際会議場 (神戸市)
- 8) 福富又三郎, 設楽久志, 尾原和也, 西和弥, 佐

久間拓人, 前川卓也, 竹内一郎, **小川宏人** (2018)  
機械学習による生体ナビゲーションの軌跡分析: コオロギ逃避行動における時系列データ解析  
Neuroscience 2018—第 41 回日本神経科学大会—, 神戸国際会議場 (神戸市)

#### 生物科学部門 行動神経生物学分野

北田 一博

Speedy/Ringo ファミリータンパク質は Cyclin-dependent kinase (CDK) タンパク質と結合し、サイクリンタンパク質ファミリーとは別個に CDK を制御することが知られている。マウスゲノムにおいては、*Spdya*, *Spdye1*, *Spdye2*, *Spdyf* の 4 つのホモログがコードされている。これらのファミリータンパク質は、よく保存された Speedy/Ringo ドメインが含まれており、似た機能を発現するものと想像されてきた。しかし、一昨年に独立して 2 グループが *Spdya* ノックアウトマウスの報告をしており、雌雄ともに不妊で減数分裂停止が観察された。すなわち、*Spdya*, *Spdye1*, *Spdye2*, *Spdyf* は機能分化していることが示唆された。

そこで、今年度においては SPDYF タンパク質の抗体と対照として SPDYA タンパク質の抗体を作出し、それぞれの抗原の分布の違いがみられるか否かを検討した。SPDYA タンパク質はパキテン期のテロメアに局在しており、すでに 2 グループから報告されている結果が追試された。一方、SPDYF タンパク質は主にパキテン期の常染色体で 1-2 か所に、XY body では染色体全体に局在しており、SPDYA タンパク質のそれとは異なっていた。したがって、SPDYA タンパク質と SPDYF タンパク質のリン酸化ターゲットタンパク質も異なっていることが想定される。今後、MLH3 タンパク質等の抗体と共染色することにより、SPDYF タンパク質と共局在するタンパク質を同定して、機能解析を実施したい。

#### 生物科学部門 行動神経生物学分野

和多 和宏

#### 研究結果

音声発声学習の臨界期制御及び、種特異的な発声パターン生成に関わる遺伝子群を明らかにし、その脳内分子機能を神経行動学的に検証することを目的として研究を進めている。そのために動物モデルとして鳴禽類ソングバードを用いた研究を施行している。ヒトの言語や小鳥の歌は、親など他個体の発声パターンをまねることで後天的に獲得される。この発声学習には、学習が効率よく進む時期、すなわち学習臨界期 (感受性期) がある

ことが知られている。しかし、脳内で発声学習の臨界期が終了するメカニズムは殆ど明らかにされていない。

鳴禽類スズメ亜目のキンカチョウは、孵化後 30～90 日の約 2 カ月の間（学習臨界期）に 1 日数百回以上の発声練習を繰り返すことにより自分の歌を完成させ、完成した歌はその後一生涯維持される。昨年度の研究を含めこれまでに、この学習臨界期が単に生まれてからの日数（日齢）で決まるのか、それとも発声練習行動の積み重ねにより制御されているのかを調べるため、学習臨界期中の自発的な発声練習を阻害する実験を施行した。その結果、発声練習を阻害した鳥は本来であれば学習ができなくなっているはずの成鳥になっても、幼鳥のような未熟な歌を出し、さらにその時点からでも発声学習ができることが明らかになった。次に、この発声経験による学習能力の変化が脳内でどのような分子メカニズムで制御されているのかを調べた。脳内で読みだされている遺伝子群を次世代シーケンスにより全ゲノムレベルで調べた結果、脳内の発声学習に関わる神経回路において、発声練習時にだけ読みだされ、発声練習の積み重ねにより読みだされにくくなっていく遺伝子の一群を発見した。これらの結果は、発声練習行動がこれらの遺伝子の呼び出し調節を介して、学習臨界期を制御している可能性を示している。

#### 論文発表

Hayase S, Wang H, Ohgushi E, Kobayashi M, Mori C, Horita H, Mineta K, Liu WC, Wada K. (2018) Vocal practice regulates singing activity-dependent genes underlying age-independent vocal learning in songbirds. *PLoS Biology* 16:e2006537.

Asogwa NC, Mori C, Sánchez-Valpuesta M, Hayase S, Wada K. (2018) Inter- and intra-specific differences in muscarinic acetylcholine receptor expression in the neural pathways for vocal learning in songbirds. *Journal of Comparative Neurology* 526:2856-2869.

Hayase S, Wada K. (2018) Singing activity-driven Arc expression associated with vocal acoustic plasticity in juvenile songbird. *European Journal of Neuroscience* 48: 1728-1742.

Mori C, Liu WC, Wada K. (2018) Recurrent development of song idiosyncrasy without auditory inputs in the canary, an open-ended vocal learner. *Scientific Reports* 8:8732.

#### 学会発表

和多和宏：鳴禽類ソングバードの歌学習個体差をつくる生得的学習バイアス。日本進化学会第 20

回大会，2018 年 8 月 24 日，東京大学 駒場キャンパス

Sánchez-Valpuesta Miguel, Yukino Shibata, Asogwa Chinweike Norman, and Kazuhiro Wada: Cell-type specific investigation of cortical striatal premotor neurons in song learning. Society for Neuroscience meeting, 2018, November 5, San Diego, USA.

#### 生物科学部門 行動神経生物学分野

田中 暢明

(海水利用)

1. 木内和秀、田中暢明：ヒメイカの腕内部の神経構造解析  
第 1 回イカタコ研究会 2018 年 10 月 11 日 隠岐臨海実験所
2. 小泉元毅、田中暢明：ヒメイカの脳の構造について  
第 1 回イカタコ研究会 2018 年 10 月 11 日 隠岐臨海実験所
3. Tanaka N : Three-dimensional brain atlas of pygmy squid, *Idiosepius paradoxus*, revealing the largest relative vertical lobe system among the cephalopods. Janelia Conference "Neuro-evo: A Comparative Approach to Cracking Circuit Function II" 2018 年 5 月 8 日. Janelia Farm (USA).

#### 生物科学部門 生殖発生生物学分野

山下 正兼

脊椎動物における生殖細胞形成の制御機構

ゼブラフィッシュ卵母細胞における *cyclin B1* mRNA の微細構造

ヒトを含む多くの脊椎動物において、減数第一分裂前期の卵母細胞（未成熟卵）は卵成熟誘起ホルモンの刺激を受けて第二分裂中期に達し、受精可能な成熟卵となる。この過程は卵成熟と呼ばれ、卵が受精・発生能を獲得する重要な過程である。触媒サブユニットの Cdc2 タンパク質とその制御タンパク質である Cyclin B1 が結合した卵成熟促進因子（MPF）が卵母細胞内で形成・活性化されることで卵成熟は誘起されるが、多くの脊椎動物の未成熟卵には Cdc2 タンパク質は存在するが、Cyclin B1 タンパク質は存在せず、その mRNA が翻訳抑制された状態で存在している。卵成熟誘起ホルモンによって *cyclin B1* mRNA の翻訳抑制が解除されて Cyclin B1 タンパク質が新規合成されると、既存の Cdc2 タンパク質と複合体を形成して MPF と

なる。MPF はその後、リン酸化によって活性化され、卵成熟を引き起こす。

ゼブラフィッシュ未成熟卵中で、*cyclin B1* mRNA は動物極直下の細胞質に翻訳を抑制された状態で局在する。*cyclin B1* mRNA の翻訳の場所とタイミングの厳密な制御が、正常な卵成熟並びに減数分裂の進行に不可欠である。mRNA の局在や翻訳時期の制御には細胞骨格と複数の翻訳制御タンパク質が関与していると考えられるが、その詳細は未だ不明である。これまで、ゼブラフィッシュ卵母細胞における *cyclin B1* mRNA 翻訳の時空間特異的制御の分子機構について、主に生化学的手法を用いた研究が本研究室において進められ、Pumilio1、IMP3、Staufen1 等の RNA 結合タンパク質の機能が明らかにされている。一方、*cyclin B1* mRNA の形態については光学顕微鏡レベルの観察しか行われておらず、それによると、未成熟卵で翻訳抑制された *cyclin B1* mRNA は顆粒状構造をとり、翻訳解除と同時に顆粒構造が消失することが示されているだけで、翻訳開始前後における電子顕微鏡レベルの詳しい構造変化は明らかにされていない。

ゼブラフィッシュ卵母細胞の動物極直下に存在する *cyclin B1* mRNA の微細構造を、電子顕微鏡 *in situ* hybridization (EM-ISH) 法を用いて透過型電子顕微鏡で観察した。その結果、動物極側細胞質には卵黄や表層胞とは異なり、原形質膜で囲まれていない小さな顆粒状の構造（微顆粒構造）が見られ、そこに *cyclin B1* mRNA が存在することが明らかとなった。また、EM-ISH 法と電子顕微鏡免疫組織化学法を併用し、初期卵母細胞における *cyclin B1* mRNA と Staufen1 を同一切片上で同時に検出した結果、*cyclin B1* mRNA が存在する微顆粒構造の外側に Staufen1 が配置することが明らかとなった。Staufen1 のような翻訳制御タンパク質は mRNA の 3' 非翻訳領域 (3' UTR) に結合することが多いことから、*cyclin B1* mRNA は微顆粒内で 3' UTR を外側に向けて配置されていることが示唆された。そこで、5' UTR、翻訳領域 (ORF)、3' UTR をそれぞれ認識する RNA プローブを作製し、微顆粒内における *cyclin B1* mRNA の配置を観察した結果、ORF は微顆粒の中央、5' UTR と 3' UTR は微顆粒の外側に存在することが明らかとなった。

以上、ゼブラフィッシュ卵母細胞における *cyclin B1* mRNA の微細構造と翻訳開始前後の構造変化の観察が可能になった。従来から蓄積されている生化学的な解析による翻訳制御機構の分子レベルの理解に加え、微細形態学的側面からも *cyclin B1* mRNA の翻訳制御機構を考察できる道が開かれた。これら分子形態学的解析により、ゼブラフィッシュ卵母細胞における *cyclin B1* mRNA の翻訳抑制と、ホルモン刺激による解除機構の詳細

に迫ることができるかと期待される。

#### 論文発表

Takahashi, K., Ishii, K., and Yamashita, M. (2018) Staufen1, Kinesin1 and microtubule function in *cyclin B1* mRNA transport to the animal polar cytoplasm of zebrafish oocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 503: 2778-2783.

#### 学会発表

萩原 茜, 萩原 克益, 山下 正兼, 行俊 由仁, 高橋 孝行: メダカ排卵前濾胞における GAP 結合の排卵に対する役割. 日本動物学会第 89 回大会, 2018 年 9 月 14 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市) .

佐藤 竜一, 山下正兼: サイトカイン白血病抑制因子 (Lif) のメダカ精巣における発現解析と細胞培養系を用いた機能解析. 日本動物学会北海道支部第 63 回大会, 2019 年 3 月 23 日, 北海道大学理学部 (札幌市) .

#### 著書

山下正兼 (2018) 6. 動物の発生 配偶子形成一卵と精子: 生命の連続性と多様性の源「動物学の百科事典」pp. 282-283. 丸善出版

#### 生物科学部門 生殖発生生物学分野

黒岩 麻里

我々が研究対象としているアマミトゲネズミ (*Tokudaia osimensis*) とオキナワトゲネズミ (*Tokudaia muenninki*) は、その性染色体と性決定の分子メカニズムにユニークな特徴をもつ。そこで、トゲネズミ属の性染色体進化の過程および性決定分子メカニズムを明らかにすることを目的として、トゲネズミ属 2 種の BAC ライブラリーを作製し、ゲノム西棟にて保管、利用している。保管している BAC ライブラリーは、アマミトゲネズミが 384 ウェルプレート 255 枚、オキナワトゲネズミが 384 ウェルプレート 420 枚である。これらの BAC ライブラリーは独立行政法人 理化学研究所 免疫・アレルギー科学 総合研究センター (神奈川県横浜市) で作成、保存されていたものである。希少なサンプルを日本各地に分散させ、災害時の損失を最小限に抑える目的からも、当センターにて保管している。

Y 染色体を失い、雌雄ともに XO 型のアマミトゲネズミでは、我々の先行研究において、Y 染色体の一部の遺伝子が X 染色体長腕末端部に転座することにより、雌雄のゲノム中に残されているこ

とがわかっている。そこで、X 染色体に存在する元 Y 染色体領域の全ゲノム配列を明らかにするために、元 Y 領域の配列を含む BAC クローンをスクリーニングにより得て、ゲノム配列を決定した。その結果、元 Y 領域には 6 種類の Y 遺伝子および 1 番染色体の一部の配列が含まれていることが明らかとなった。これらの結果は、6 種類の Y 遺伝子は、精子形成等に働き、雄性に必須の遺伝子であること、さらに、1 番染色体の一部の配列が含まれていることから、Y 領域の X 染色体への転座は、他の染色体を巻き込む複雑な構造変化であったことが示唆された。

また、哺乳類の Y 染色体上の遺伝子は、オスの脳でも発現しているが、その機能や重要性については不明な点が多い。そこで、米国ミズーリ大学の研究グループとの共同研究により、アマミトゲミの雌雄の脳で発現している元 Y 遺伝子の種類、発現量を RNA-seq により確認した。

また、鳥類における生殖発生学研究を展開することを目的として、ゲノム東棟にてニホンウズラ (*Coturnix japonica*) を飼育している。本年度は、CRISPR/Cas9 の系を用いたニホンウズラにおけるゲノム編集技を確立するために、1 細胞期受精卵および胚盤葉を対象とした実験を行った。さらに、本種における性決定および性分化関連遺伝子の同定、各遺伝子の発現様式の確認を行った。また、複数の発生段階にある初期生殖腺において RNA-seq 解析を実施し、得られたデータを雌雄間で比較することから、性決定に関わる W 染色体上の新規転写産物の同定を行った。

#### 論文発表・学会発表等

1. Aduma, N., Izumi, H., Mizushima, S., Kuroiwa, A. (2018) Knockdown of DEAD-box helicase 4 (DDX4) decreases the number of germ cells in male and female chicken embryonic gonads. *Reprod Fertil Dev.* RD18266.
2. Kuroiwa, A. (2018) Sex determination and differentiation in birds. "Reproductive and Developmental Strategies; the Continuity of Life" (eds: Kobayashi K, Kitano T, Iwao Y, Kondo M), Springer Japan (Tokyo).
3. Ortega, M.T., Johnson, S.A., Bivens, N., Jogahara, T., Kuroiwa, A., Givan, S.A., Rosenfeld, C.S. Sexual dimorphism in brain transcriptomes of Amami spiny rat (*Tokudaia osimensis*): a rodent species where males lack the Y chromosome. *BMC Genomics.* 20:87.
4. Hiyama, G., Mizushima, S., Matsuzaki, M., Tobar, Y., Choi, J.H., Ono, T., Sugita, S., Sasanami, T. (2018) Female Japanese quail visually differentiate testosterone-dependent male attractiveness for mating preferences. *Sci Rep.* 8:10012.

5. 黒岩麻里. (2018) Y をもたない不思議な哺乳類—トゲネズミ. 連載「私の実験動物、やっぱり個性派です！」*実験医学* 36:1938-1941.
6. Kuroiwa A: Sex chromosome evolution and sex-determining mechanism in SRY-absent XO/XO mammals, genus *Tokudaia*. 8th International symposium on the biology of vertebrate sex determination, 19th Apr, 2018, King Kamehameha's Kona Beach Hotel, Kailua-Kona, Hawaii. (Invitation speaker)
7. Kuroiwa A: Unique sex chromosome and sex-determining mechanism in Japanese native mammals, genus *Tokudaia*. Genetic Society of Australia 2018 and 6th Asia-Pacific Chromosome Colloquium (GSA2018\_APCC6), 5th Jul, 2018, University of Canberra, Canberra. (Keynote lecture)
8. 黒岩麻里: トゲネズミ属における性染色体と性決定メカニズムの進化, 第 31 回モロシヌ研究会, 2018 年 6 月 22 日, 北海道大学 (札幌市). (招待講演)
9. 水島秀成: ウズラ卵の受精成立に関する分子機構, 第 3 回日本畜産学会若手企画シンポジウム, 2018 年 8 月 8 日, 広島大学 (北広島市). (招待講演)
10. 松崎芽衣, 水島秀成, 広橋教貴, 笹浪知宏: 精子貯蔵管上皮細胞表面の糖鎖が精子侵入へ及ぼす影響 (口頭発表), 日本家禽学会秋季大会, 2018 年 9 月 6 日, 東北大学 (仙台市).
11. 須田千晶, 水島秀成, 黒岩麻里: CRISPR/Cas9 システムを利用したウズラチロシナーゼ遺伝子ノックアウト個体作出の試み (ポスター発表), 日本動物学会第 89 回札幌大会, 2018 年 9 月 13 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
12. 工藤僚馬, 水島秀成, 黒岩麻里: トゲネズミ属における X 染色体不活性化機構 (ポスター発表), 日本動物学会第 89 回札幌大会, 2018 年 9 月 13 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
13. 佐藤望, 水島秀成, 黒岩麻里: ニホンウズラ初期胚における始原生殖細胞の局在解析 (ポスター発表), 日本動物学会第 89 回札幌大会, 2018 年 9 月 13 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
14. 宮本淳太郎, 水島秀成, 奥野未来, 伊藤武彦, 黒岩麻里: ニホンウズラにおける性分化関連遺伝子の解析 (ポスター発表), 日本動物学会第 89 回札幌大会, 2018 年 9 月 13 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
15. 黒岩麻里: トゲネズミ属における SRY 遺伝子の機能と進化, 第 41 回日本分子生物学会年会ワークショップ「脊椎動物の性決定、性分



化の分子機構」, 2018年11月29日, パシフィコ横浜 (横浜市). (オーガナイザー, 講演)

16. 岡野真佑, 奥野未来, 梶谷嶺, 黒岩麻里, 伊藤武彦: Y染色体をもたないアマミトゲネズミの遺伝子配列を用いた進化的解析 (ポスター発表), 第41回日本分子生物学会年会, 2018年11月30日, パシフィコ横浜(横浜市).
17. 工藤僚馬, 水島秀成, 黒岩麻里: トゲネズミ属におけるX染色体不活性化機構 (口頭発表), 日本動物学会第89回札幌大会, 2018年9月13日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).
18. 須田千晶, 水島秀成, 黒岩麻里: CRISPR/Cas9システムによるゲノム編集ウズラの作出に関する研究 (口頭発表), 日本動物学会北海道支部第63回大会, 2019年3月23日, 北海道大学 (札幌市).
19. 水島秀成, 黒岩麻里: 鳥類の受精成立に関する核分解酵素の役割 (口頭発表), 日本動物学会北海道支部第63回大会, 2019年3月23日, 北海道大学 (札幌市).
20. 水島秀成, 笹浪知宏, 小野珠乙, 黒岩麻里: ウズラの配偶子に発現するDNase Iの受精における機能 (口頭発表), 日本家禽学会春季大会, 2019年3月30日, 麻布大学(相模原市).
21. 松崎芽衣, 広橋教貴, 都築政起, 前田照夫, 水島秀成, 笹浪知宏: ウズラ精子貯蔵管への精子侵入と精子競争との関係 (口頭発表), 日本家禽学会春季大会, 2019年3月30日, 麻布大学 (相模原市).

## 生物科学部門 生殖発生生物学分野 木村 敦

### <研究課題名>

哺乳類の生殖に関わるゲノム機能に関する研究

### <利用状況・成果>

当研究室では、哺乳類の生殖におけるゲノム機能を解明することを目的として、生殖器官における遺伝子発現調節機構を調査している。具体的には卵巣、精巣、胎盤で発現するさまざまな遺伝子がどのようなメカニズムで制御されているのかを分子レベルで調べており、必要に応じて遺伝子の機能解析も行っている。今年度は精巣特異的な long noncoding RNA (lncRNA) である *Tesra* を発見して機能解析した研究について、論文発表を行った。

哺乳類のゲノムはタンパク質をコードする配列が1~2%しかない一方で、その大部分が lncRNA

として転写されている。精巣は、哺乳類の組織の中でも特に多くの lncRNA を転写する器官であり、精子形成における重要性が指摘されているが、機能解析は進んでいない。我々は、精巣特異的なセリンプロテアーゼをコードする遺伝子が3つ並んだ、マウス9番染色体上の *Prss/Tessp* 遺伝子座から新規の lncRNA を発見して *Tesra* と名づけた。クローニングと発現解析の結果、*Tesra* は全長4435塩基の精巣特異的な lncRNA であり、精原細胞、一次精母細胞、円型精細胞では核と細胞質に、伸長精細胞とライディッシュ細胞では主に細胞質に局在し、精巣エクソソーム (細胞外小胞) 中にも存在することがわかった。一次精母細胞では多くの重要遺伝子が転写活性化することから、我々は核に局在する *Tesra* がこれらの転写調節に関わる可能性を検証した。まず ChIRP 解析という方法で *Tesra* 転写産物がどのクロマチン領域に結合しているかを調べた結果、*Tesra* はマウス精巣生殖細胞において *Prss42/Tessp-2* 遺伝子のプロモーター領域に結合していることがわかった。そこで *in vitro* 細胞培養系において *Tesra* を過剰発現させたところ、内在の *Prss42/Tessp-2* 遺伝子の発現量が上昇したうえ、レポーター遺伝子につないだ *Prss42/Tessp-2* プロモーターの活性も上昇した。したがって *Tesra* は *Prss42/Tessp-2* 遺伝子の転写活性化に機能することが明らかになった。この *Prss42/Tessp-2* 遺伝子について、我々はすでにエンハンサーの存在を明らかにしていたので、*Tesra* がこのエンハンサーと協働的に機能できるかを最後に検証した。その結果、エンハンサーと *Tesra* は互いに非依存的ではあるものの、相加的に *Prss42/Tessp-2* 遺伝子の転写活性化を行うことがわかった。*Prss42/Tessp-2* 遺伝子は精子形成において減数分裂が二次精母細胞から精細胞へと進行する際に必須の役割を持つことから、その転写活性化を担う *Tesra* も減数分裂の進行に重要であると考えられる。以上の成果は、精巣 lncRNA の新たな機能を解明しただけでなく、近年大きな課題となっている lncRNA とエンハンサーの関係についても重要な知見を与えるものとなった。

### <論文発表>

1. Maruyama Y. and Kimura A.P. (2019) A molecular mechanism of mouse placental spongiotrophoblast differentiation regulated by prolyl oligopeptidase. *Zygote* (in press)
2. Satoh Y., Takei N., Kawamura S., Takahashi N., Kotani T., and Kimura A.P. (2019) A novel testis-specific long noncoding RNA, *Tesra*, activates the *Prss42/Tessp-2* gene during mouse spermatogenesis. *Biol. Reprod.* (in press)
3. Takei N., Nakamura T., Kawamura S., Takada Y., Satoh Y., Kimura A.P., and Kotani T. (2018)



High-sensitivity and high-resolution *in situ* hybridization of coding and long non-coding RNAs in vertebrate ovaries and testes. *Biol. Proced. Online* 20: 6.

<学会発表>

1. 佐藤優衣、武井夏海、川村翔平、高橋伸彦、小谷友也、山本雄広、渡辺健宏、松原伸、佐竹炎、木村敦「マウス精巢特異的 lncRNA *Tesra* の発現パターンと転写活性化における機能」第 41 回日本分子生物学会年会（パシフィコ横浜、2018 年 11 月 28～30 日）
2. 酒井友里、酒井義岳、佐藤優衣、木村敦「マウス精母細胞で機能する dual promoter-enhancer の作用メカニズム」第 41 回日本分子生物学会年会（パシフィコ横浜、2018 年 11 月 28～30 日）
3. 前田直樹、丸山優樹、木村敦「マウス卵巣顆粒膜細胞における LH 受容体過剰発現細胞株の樹立と解析」第 43 回日本比較内分泌学会大会（東北大学青葉山コモンズ、2018 年 11 月 10 日）
4. Bandara A.M.T.K., Matsubara S., Shiraishi A., Satake H., and Kimura A.P. 「Transcriptional regulation by genome regions with H3K4me1 and H3K4me3 marks in mouse spermatocytes」第 43 回日本比較内分泌学会大会（東北大学青葉山コモンズ、2018 年 11 月 10 日）
5. 【招待講演】木村敦「マウス精子形成の一次精母細胞における転写活性化メカニズム」日本動物学会第 89 回大会シンポジウム：第 8 回ホメオスタシスバイオロジーシンポジウム「脊椎動物の配偶子形成における恒常性維持のための転写・翻訳調節」（札幌コンベンションセンター、2018 年 9 月 15 日）

生物科学部門 生殖発生生物学分野  
小谷 友也

卵母細胞はその成長過程において多くの転写産物を蓄える。マウスとゼブラフィッシュを用いた研究から、その数は 1 万種類を超えることが明らかとなってきた。これらの多くは翻訳を抑制され卵細胞質に存在するため、タンパク質を合成しない。最近の網羅的な解析から、ゼブラフィッシュでは 2000 種類近くの mRNA が受精後に翻訳されることが示された。しかし、これら mRNA が卵形成過程のいつから転写されどのような機構で翻訳を抑制されるのか、受精後にどのような機構で翻訳が開始されるのかはほとんど分かっていない。

本研究は卵形成と胚発生における遺伝子発現機構に迫ることを目的に、Pou5f1 遺伝子の発現を詳細に解析した。Pou5f1 の発現をノックアウトし

たマウスは胚盤胞期で発生を停止し致死となる。興味深いことに、受精卵における過剰発現は同様に胚盤胞での発生停止を引き起こす。Pou5f1 を持たないゼブラフィッシュ卵母細胞は、受精後に内胚葉の分化・原腸形成などに異常をきたす。したがって、卵形成から初期発生における Pou5f1 タンパク質の発現は厳密に制御される必要がある。マウスにおけるポリクローナル抗体を用いた研究から、Pou5f1 タンパク質は卵形成過程の初期から核に発現し、十分に成長した卵母細胞でも高レベルの発現が維持されるとされてきた。タンパク質が高レベルに検出されるにも関わらず、Pou5f1 の転写産物が卵形成過程のどの時期から発現するのかわかりませんでした。本研究では初めに、我々が独自に確立した組織・器官における RNA の高感度検出技術を用い、Pou5f1 転写産物の発現を解析した。Pou5f1 mRNA は原始卵胞の卵母細胞では発現が見られず、一次卵胞の卵母細胞で初めて発現が検出された。これは、ポリクローナル抗体を用いたタンパク質の検出よりも遅い時期に mRNA が発現することを示す。mRNA の発現は、その後の卵成長過程において常に細胞質で検出された。卵形成過程と初期発生における Pou5f1 タンパク質の発現を、モノクローナル抗体を用い再検証した。我々のウェスタン・ブロットの結果は、この抗体が Pou5f1 タンパク質のみを認識する極めて特異性の高い抗体であることを示す。多くの研究と同様に、Pou5f1 タンパク質の高レベルの発現が胚盤胞の内部細胞塊に検出された。一方、受精後の 2 細胞期から低レベルの発現が検出された。しかし、卵形成過程の卵母細胞においてタンパク質の発現は検出されなかった。以上の結果は、Pou5f1 遺伝子は卵形成の初期に転写されるものの、その翻訳は抑制されており、受精後の 1 細胞期から 2 細胞期にかけて翻訳が開始することを示唆する。これは、1 細胞期における Pou5f1 タンパク質の過剰発現が発生停止を引き起こす結果と一致する。その翻訳制御の解明は、Pou5f1 タンパク質の発現量を厳密に制御する仕組みの解明のみでなく、卵形成から発生における遺伝子発現機構の解明に極めて重要である。

発表論文

Saitoh, A., Takada, Y., Horie, M., Kotani, T. (2018) Pumilio1 phosphorylation precedes translational activation of its target mRNA in zebrafish oocytes. *Zygote*, 26: 372-380.

Satoh, Y., Takei, N., Kawamura, S., Takahashi, N., Kotani, T., Kimura, A.P. (2019) A novel testis-specific long noncoding RNA, *Tesra*, activates the *Prss42/Tessp-2* gene during mouse spermatogenesis. *Biology of Reproduction*, in press.

## 学会発表

小谷友也：ゼブラフィッシュとマウス卵形成における翻訳調節機構. 第 89 回日本動物学会札幌大会, 2018 年 9 月 15 日, 札幌コンベンションセンター(札幌市)

高田裕貴, 小谷友也：マウス卵形成および胚発生における Pou5f1/Oct4 発現解析. 第 89 回日本動物学会札幌大会, 2018 年 9 月 13 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市)

高田裕貴, 小谷友也：哺乳類の卵形成と胚発生における Pou5f1/Oct4 の発現解析. 第 63 回日本動物学会北海道支部大会, 2019 年 3 月 23 日, 北海道大学理学部 5 号館低層棟 2 階 (札幌市)

## 生物科学部門 生殖発生生物学分野 荻原 克益

### 脊椎動物の生殖器官の機能に関する研究

(研究目的) 脊椎動物の生殖活動は、視床下部(脳)一脳下垂体一生殖腺からなる生殖内分泌系により調節され、卵巣でつくられる卵と精巣でつくられる精子の合体(受精)により新しい個体ができる。当研究室では、卵巣、精巣等における様々な現象を分子レベルで解析し、そのメカニズムを解明することを目的に研究を進めている。現在は、脊椎動物の卵巣機能(特に卵子形成や排卵)に関連する未解明な課題に取り組んでいる。

#### (経過・結果)

当研究室では、実験材料としてメダカやマウスを用いて研究を行っている。メダカは、排卵実行に必要な不可欠な酵素(排卵酵素)がすでに同定されており、さらに生体外で排卵現象を観察できる培養系が利用可能なことから、排卵研究に適した実験動物である。メダカを用いた排卵関連研究として以下の 2 テーマについて研究を行っている。また、マウスを用いた研究テーマとして以下の研究を行っている。

#### (1) 排卵関連遺伝子欠損メダカの作製

当研究室のこれまでの研究により、排卵直前に急激に誘導される MT2-MMP が排卵のキー酵素として機能することが明らかとなっている。また、MT2-MMP を含む様々な排卵関連遺伝子の発現誘導に核内プロゲステロン受容体(nPR)が関与することも明らかとなっている。そこで、これら排卵に重要な因子の欠損メダカを CRISPR-Cas9 システムを用いて作製している。MT2-MMP についてはヘテロの作出まで進んでいる。一方、nPR について

はゲノム編集に成功した稚魚が得られており、これからヘテロの作出に取り掛かる予定である。

#### (2) 卵母細胞と濾胞細胞の連関性

卵母細胞は濾胞という構造体の中で成長する。濾胞は卵母細胞とその周りを囲む濾胞細胞層から成るが、両者の間にはコミュニケーションが存在することが哺乳類において報告されている。そこで、唯一、脊椎動物において排卵の分子機構が明らかとなっているメダカを用いて卵母細胞と濾胞細胞層間でのコミュニケーションの有無を調べた。卵巣から単離した濾胞をそのまま培養すると排卵の直前に MT2-MMP が誘導されるが、濾胞を潰して卵母細胞を破壊後に培養を行うと MT2-MMP は排卵のかなり前の時点で誘導されることが判明した。この結果は、卵母細胞から分泌される何らかの因子により MT2-MMP の発現が調節(抑制)されていることを示唆している。哺乳類を用いた研究から、GDF9、BMP15 などが MT2-MMP の発現制御に関わっている可能性があることが考えられたので、これらの発現を調べたところ、メダカ排卵前卵母細胞に発現していることが確認できた。今後は、これらの因子が MT2-MMP の発現制御に関わっているかどうか調べる予定である。

#### (3) 濾胞選択機構の解明

哺乳類の卵巣には、原始濾胞とよばれる濾胞が多数ストックされている。ある刺激によりこの原始濾胞の一部(数十個~百個程度)が成長を開始し、最終的に 1~10 個程度の卵子が排卵される。成長を開始した濾胞の大部分は、途中で成長を停止し、アポトーシスにより死滅する。この過程が濾胞選択であるが、本研究ではどのようにして生き残る濾胞が選ばれるのか、その分子機構を明らかにすることを目的としている。

通常、PMSG/hCG 等で過排卵を誘導すると 10-20 個程度(マウスの場合)の卵が排卵されるが、ある薬剤を用いると排卵数が 100 個前後となることから、この薬剤は濾胞選択を抑制しているのではないかと考えた。そこで、まず PMSG とその薬剤で処理した卵巣での遺伝子発現パターンを RNA-seq で解析し、発現量に差のある遺伝子を選別した。その結果、発現量に差のある遺伝子が数多く選別されたが、現在どの遺伝子が濾胞選択に関与しているかを調べている段階である。

## 論文

Takahashi T., Hagiwara A., Ogiwara K. (2018) Follicle rupture during ovulation with emphasis on recent progress in fish models. (review) *Reproduction* 157, issue 1 DOI: 10.1530/REP-18-0251.

Takahashi T., Hagiwara A., Ogiwara K. (2018) The

roles of prostaglandins in vertebrate ovulation. (Mini review) *Grobal J Reprod. Medicine* 4, DOI: 10.19080/GJORM.2018.04.555639.

Takahashi, T. Hagiwara, A. Ogiwara, K. (2018) Prostaglandins in teleost ovulation: A review of the roles with a view to comparison with prostaglandins in mammalian ovulation. *Mol. Cell. Endocrinol.* 461:236-247.

#### 学会発表

萩原茜、萩原克益、山下正兼、行俊由仁、高橋孝行：メダカ排卵前濾胞における GAP 結合の排卵に対する役割

第89回日本動物学会札幌大会、平成30年9月13-15日、札幌コンベンションセンター（札幌市）

萩原克益、渡邊弥也、中潟直己、竹尾透：マウス卵巣における濾胞選択に關与する因子の網羅的解析

第89回日本動物学会札幌大会、平成30年9月13-15日、札幌コンベンションセンター（札幌市）

#### 生物科学部門 多様性生物学分野

小亀 一弘  
(海水利用)

#### 発表論文

Masakazu Hoshino, Shozo Ishikawa and Kazuhiro Kogame. 2018. Concordance between DNA-based species boundaries and reproductive isolating barriers in the *Scytosiphon lomentaria* species complex (Ectocarpales, Phaeophyceae). *Phycologia*: 57: 232–242.

Suttikarn Sutti, Masaya Tani, Yukimasa Yamagishi, Tsuyoshi Abe, Kathy A. Miller and Kazuhiro Kogame. 2018. *Neochondria* gen. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta), a segregate of *Chondria*, including *N. ammophila* sp. nov. and *N. nidifica* comb. nov. *Phycologia* 57: 262–272.

Masakazu Hoshino, Tatsufumi Okino and Kazuhiro Kogame. 2019. Parthenogenetic female populations in the brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonaceae, Ectocarpales): decay of a sexual trait and acquisition of asexual traits. *Journal of Phycology* 55: 204-213.

Agnieszka P. Lipinska, Martha L. Serrano-Serrano, Alexandre Cormier, Akira F. Peters, Kazuhiro Kogame, J. Mark Cock and Susana M. Coelho. 2019. Rapid turnover of life-cycle-related genes in the brown alga. *Genome Biology* 20:35.

#### 学会発表

関本瑠菜, 小亀一弘：褐藻類の微小藻体の COI バ

ーコーディング, 日本藻類学会第43回大会, 2019年3月16, 17日, 京都大学(京都市)

星野雅和, 神谷充伸, 小亀一弘：褐藻カヤモノリの単為生殖系統の起源について, 日本藻類学会第43回大会, 2019年3月16, 17日, 京都大学(京都市)

星野雅和, 田中厚子, 上井進也, 神谷充伸, 平岡雅規, 小亀一弘：隠蔽種を名付ける：日本産褐藻カヤモノリを6種に分ける, 日本藻類学会第43回大会, 2019年3月16, 17日, 京都大学(京都市)

星野雅和, 羽生田岳昭, 小亀一弘：日本産褐藻ウスカヤモ(カヤモノリ科)の分類の再検討, 日本藻類学会第43回大会, 2019年3月16, 17日, 京都大学(京都市)

#### 生物科学部門 多様性生物学分野

柁原 宏  
(海水利用)

池永潤平, 波々伯部夏美, 幸塚久典, 吉田 学, 柁原 宏：三崎産イソヒモムシ個体群にはオスしかいない？(紐形動物門異紐虫類). 日本動物分類学会第54回大会, 2018年6月10日, 鹿児島大学(鹿児島市).

Kajihara, H. and Hookabe, N.: Why do certain species of heteronemertean get so long? 第9回紐形動物学国際会議, 2018年8月14日, アルフレート・ヴェーゲナー極地海洋研究所ヴァッテン海実験所(ドイツ・ズェルト).

長谷川尚弘, 柁原 宏：カタマリムラボヤ(ホヤ綱マボヤ目シロボヤ科)の系統分類学的研究. 日本動物分類学会第54回大会, 2018年6月9日, 鹿児島大学(鹿児島市).

波々伯部夏美, Megan L. Schwartz, 柁原 宏, Jon L. Norenburg：クロヒモムシ(紐形動物門異紐虫類)の分類学的再検討. 日本動物分類学会第54回大会, 2018年6月9日, 鹿児島大学(鹿児島市).

Hookabe, N., Schwartz, M. L., Kajihara, H., and Norenburg, J. L.: Molecular systematics of the heteronemertean genus *Dushia* (Nemertea, Pilidiophora). 第9回紐形動物学国際会議, 2018年8月15日, アルフレート・ヴェーゲナー極地海洋研究所ヴァッテン海実験所(ドイツ・ズェルト).

生物科学部門 多様性生物学分野  
加藤 徹

当研究室では、野外から採集した種々のショウジョウバエを系統学研究や集団遺伝学研究に用いるとともに、飼育可能なショウジョウバエについては、継代飼育によって系統を維持している。また、今年度は、ショウジョウバエ以外にも、野外からマザトウムシを採集して飼育し、雄の二型と配偶行動の関係を調査した。

1) 同所的に分布する近縁ショウジョウバエ 2 種の資源利用の違い

: *Lordiphosa collinella* は東アジアに広く分布する草本食性のショウジョウバエで、ニリンソウなどの春植物を主な繁殖資源として利用する。一方、北海道には、*L. collinella* と形態的に酷似する *L. sp. aff. collinella* が同所的に分布するが、この種は常緑低木であるフッキソウの群落から高頻度で採集される。両種の資源利用の様式に違いがあるかを検証するため、両種が同所的に生息する地点において繁殖生態を調査した。その結果、*L. collinella* はニリンソウをはじめとして比較的やわらかい複数種の植物で繁殖が確認されたが、*L. sp. aff. collinella* は専らフッキソウの腐った葉や茎を繁殖に利用していた。また、実験室でニリンソウとフッキソウを与えて雌成虫の産卵選好性を調べた結果、*L. collinella* はニリンソウとフッキソウの両方を選びつつニリンソウを好む傾向を示した一方、*L. sp. aff. collinella* はフッキソウへの顕著な選好性を示した。これらの結果は、前者は複数種の植物を繁殖に利用するが、後者はフッキソウの利用に特化していることを示唆する。

2) キノコ食性ショウジョウバエ群の系統と進化

ショウジョウバエ科は約 4000 種が記載されており、その食性として樹液食、果物食、草本食、キノコ食などが知られている。そのうち、キノコ食はショウジョウバエにおいては比較的珍しい食性であり、一部のショウジョウバエ群 (*Hirtodrosophila* 属, *Mycodrosophila* 属, *Zygothrica* 属, および *Drosophila* 亜属の *quinaria* 種群) に偏ってみられる形質である。しかしながら、これらキノコ食性ショウジョウバエの系統関係については研究が進んでおらず、その形質がショウジョウバエの進化の過程でどのように獲得されたのかは不明なままである。そこで上記分類群のショウジョウバエを対象に、40 以上の遺伝子を用いて高解像度の分子系統樹を構築すべく、PCR 増幅と塩基配列の決定を進めている。

3) マザトウムシにおける雄の二型と配偶行動の関係

マザトウムシ (*Phalangium opilio*) では、雄の角の形態に二型が存在することが示唆されている。そこで、札幌市厚別区に生息するマザトウムシの雄の形態を調査したところ、缺角の先端の角の長さや触肢腿節長に二型が存在することが確認された。また、マザトウムシの配偶行動をビデオ撮影して観察した結果、雄個体が雌個体にまとわりつく行動が観察されたことから、その回数を二型雄間で比較したところ、角が大きい雄の方が、より多く雌にまとわりつく傾向が観察された。この結果は、これら二型雄の間では配偶様式にも違いがある可能性を示唆する。

誌上発表

1. 加藤徹, 三ツ橋圭, 泉谷洋之, 戸田正憲 (2019) 同所的に生息する近縁ショウジョウバエ 2 種の資源利用と遺伝分化. 昆虫と自然 54:30-33.

生物科学部門 多様性生物学分野  
角井 敬知

利用状況・研究成果

本年度は、研究課題名「小型甲殻類の性・生殖様式に関する研究」として、ゲノムダイナミクス研究センター実験生物共同利用部門 (実験室 (2)) の利用申請を行い、タナイス目という小型甲殻類の一群に関する研究を行った。一カ月間 (2018 年 9 月) の利用期間中に、忍路湾にて採集を行ったナミタナイス属の 1 種 (*Zeuxo* sp.) の走光性の有無を確認する実験を実施、本種が正の走光性を示すことを明らかにした。なお本研究は、タナイス目甲殻類において、走光性の存在を実験的に示した初の研究である。本研究は私の指導学生である岡本暢躍による生物科学研究実習の一環として実施し、研究実習発表会においてポスター発表を行った。

業績リスト (論文発表・学術発表等)

(卒業・修士・博士研究発表)

Nobuya Okamoto: Taxonomic and behavioral studies of *Zeuxo* sp. (Crustacea: Tanaidacea) from Oshoro Bay, Japan (忍路湾産ナミタナイス属の 1 種の分類学的・行動学的研究 (甲殻亜門タナイス目)). 平成 30 年度生物科学科 (生物) 研究実習発表, ポスター番号 4, 2019 年 2 月 1 日, 北海道大学理学部 (札幌市).

## 大学院農学研究院

基盤研究部門 生物資源科学分野

秋元 信一

短翅性で移動能力に乏しい、サッポロフキバツタ *Podisma sapporensis* 及び、ミカドフキバツタ *Parapodisma mikado* を材料に用い、集団間の配偶行動の分化の進化プロセスや、生殖隔離機構の解明に取り組んでいる。特にサッポロフキバツタは、これらの研究の材料として、以下の2点において非常に特異的である。1) 性決定システムが異なる2集団が、異所的に安定的に存在している。北海道西部には、オス XO、メス XX で性決定する XO レース集団が、北海道東部にはオス neo-XY、メス neo-XX で性決定する neo-XY レース集団が分布し、両レース間には、生殖的隔離が存在するという報告がある。2) これまでの研究で、サッポロフキバツタは交尾行動において道内の地域ごとに相違が存在することが明らかになっている。本種のメスは、オスに対して交尾拒否行動を示すが、交尾拒否の強さが地域集団によって異なっており、集団間で交尾させると、交尾頻度はランダムではなく、“非対称な交尾”が見られる。すなわち、交尾拒否力の強い集団のメスは、他集団のオスをなかなか受け入れないが、交尾拒否力の低い集団のメスは他集団のオスを受け入れ、容易に交尾が観察できる。また、メスの交尾拒否力が強い集団のオスは交尾活力が強く、メスの交尾拒否力の低い集団のオスは交尾活力が弱い。その為、交尾活性が強い集団のオスは交尾拒否力が弱い集団のメスと集団間交配を行うと、交尾回数が多くなる。

本年度は、昨年新しい集団を用いた集団間交配の予備実験において、交尾成功率が高い、即ち交尾活性が高いにも関わらず、調査時間あたりの交尾回数自体は多くはないという、これまで実験に用いられてきた集団とはやや交尾傾向が異なる集団を用いて、交尾実験、行動実験を行った。この集団の特徴として、本種のほとんどの地域集団が緑色をベースとした体色をしているのと異なり、黒色が非常に多い特異な色彩をしている。この色彩変異が維持されているメカニズムが、交尾行動の違いから来ている可能性を検証した。まず検証実験に用いるのに適した集団を選定する為、緑色型の集団と黒色型の集団が最も近い場所に分布する地域を探索した。調査の結果、黒色型は、これまでごく狭い範囲で生息していると考えられていた地域から、少なくとも北は45キロ、東は27キロに及ぶかなりの広範囲で生息している事が明らかになった。しかしながら、緑色型と黒色型の間中型を示すような個体や見られず、また黒色型の分布域には緑色型の集団は見られな

かった。交尾実験、行動実験を行った結果、両色彩型間に交配前隔離は存在しなかった。今後、緑色型と黒色型間の交配で得られた越冬卵から、受精率とF1の色彩を調べ、黒色型集団がこれまでの知見よりも急速に分布域を拡大しつつある可能性の検証も含め、黒色型が維持されているメカニズムの解明を目指す。

基盤研究部門 畜産科学分野

川原 学

哺乳類において、卵母細胞は精子と比較して採取が困難であり、受精後の初期胚発生の成否は卵母細胞の発生支持能に大きく依存している。遺伝的に多様である家畜などの動物種では個体差も大きく全ての卵母細胞が十分かつ均一な発生支持能を有しているわけではないため、発生支持能の低い卵母細胞の利用性の向上は農学、動物発生工学などの分野において大きな問題となる。一方、卵母細胞の発生支持能の低下については、排卵後に体外で長時間静置し、受精の適期を人為的に遅延させた場合にも顕著である。我々は過去に、排卵後の経過時間が卵母細胞の発生能に及ぼす影響について調べ、12時間経過した卵母細胞(12時間卵子)では体外受精(IVF)後に受精率が低下し(8.0 ± 1.1%)、胚盤胞期までの発生が起こらなくなることで、また、24時間経過した卵母細胞(24時間卵子)では卵割自体起こらないことを確認した。次に、このような発生支持能を損なった第二減数分裂中期(MII期)卵母細胞の核と少量の細胞質を吸引し、除核した新鮮卵母細胞質と融合させた MII 期卵母細胞核置換を試したときの再構築卵母細胞の IVF 後の発生能力を調べるとともに、個体までの発生率、および、出生後の増体率や飼料採食量について調べた。実験の結果、12時間卵子核由来の IVF 胚では、受精率が 84.6 ± 14.1%、胚盤胞期までの発生率が 53.8 ± 17.9%であり、通常の IVF 胚(受精率: 8.0 ± 1.1%; 胚盤胞形成率: 8.0 ± 1.1%)と比較したところ、有意な差はみられなかった。このうち 23 個の胚盤胞期胚を胚移植に供して個体までの発生能を調べたところ、10 匹の新生子を確認した。また、得られたマウスの採食量および増体率を通常の IVF 胚由来マウスと比較したところ、顕著な差はみられなかった。これらの結果により、受精能や発生支持能が著しく低下した 12 時間卵子の核でも、MII 期核置換し IVF により増体や採食量において通常 IVF 胚由来と同等のマウスが作出可能であることが示された。さらに、24 時間卵子でも同様の試験を行い、個体までの発生支持能を調べたところ、8 匹の新生子を作成することが

できた(34.8 ± 25%)。このことから、完全に受精能や発生能力が失われた卵母細胞からでも核置換操作することにより高率に産子を作出することができることが判明した。しかしながら、24時間卵子核由来のマウスは採食量や体重が通常のIVF胚由来産子よりも有意に増加することから、過度に老化した卵子では核置換をもって排卵直後の卵子細胞質に移植したとしても、出生後に異常が現れることが明らかになった。これらの実験結果は、卵母細胞核置換法の可能性と限界を示していることから、マウス以外の他種動物における応用利用は慎重に行う必要がある。

#### 論文発表

1. Overgrowth of mice generated from postovulatory aged oocyte spindles. Kouki Shiina, Masaya Komatsu, Fumi Yokoi, Hanako Bai, Masashi Takahashi, and Manabu Kawahara. FASEB BioAdvances, 2019, IN PRESS.

## 大学院工学研究院

応用物理学部門 量子物性工学分野

丹田 聡

(純水利用)

#### 学術論文

Nomura, A., Yamaya, K., Takayanagi, S., Ichimura, K., Matsuura, T., and Tanda, S. (2018) "Effect of Cu Doping on Superconductivity in TaSe<sub>3</sub>: Relationship between Superconductivity and Induced Charge Density Wave", Europhysics Letters 124: 67001-1-7.

#### 学会発表

Koichi Ichimura, Hiroki Kokubo, Satoshi Tanda, Tohru Kurosawa, Hiroyuki Yoshida, Migaku Oda, Masayuki Ido, Hiroki Honma, Noriaki Matsunaga, Kazuto Moribe, Yoshihiko Ihara, Atsushi Kawamoto: "STM/STS on the Charge Ordering State in β<sup>+</sup>-(BEDT-TTF)<sub>4</sub>[(H<sub>3</sub>O)Ga(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] · C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018, July 1-6, 2018, Busan, Korea.

Syuma Yasuzuka, Shinya Uji, Shiori Sugiura, Taichi Terashima, Yoshio Nogami, Koichi Ichimura, Satoshi Tanda: "In-Plane Anisotropy of Upper Critical Field in Layered Transition Metal Dichalcogenide NbSe<sub>2</sub>", International Conference on Science and Technology of Synthetic Metals 2018, July 1-6, 2018, Busan, Korea.

Koichi Ichimura, Hiroki Kokubo, Satoshi Tanda, Tohru Kurosawa, Migaku Oda, Hiroki Honma, Noriaki Matsunaga, Kazuto Moribe, Yoshihiko Ihara, Atsushi

Kawamoto: "STM/STS on β<sup>+</sup>-(BEDT-TTF)<sub>4</sub>[(H<sub>3</sub>O)Ga(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] · C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>", 4th International Conference on Functional Materials Science 2018 (4th ICFMS 2018) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium, November 13-16, 2018, Bali, Indonesia.

Harison Rozak, Wan Nurfadhilah Zaharim, Issei Miyazaki, Nur Eliana Ismail, Siti Nuramira Abu Bakar, Daruliza Kernain, Razip Samian, Koichi Ichimura, Mohamed Ismail Mohamed-Ibrahim, Shukri Sulaiman, Isao Watanabe: "The Study of the Structure of 12-Mer Single-Stranded Polyadenine and Its Relationship with Electrical Conductivity", 4th International Conference on Functional Materials Science 2018 (4th ICFMS 2018) in conjunction with 2nd RIKEN Symposium, November 13-16, 2018, Bali, Indonesia.

丹田聡, 中津川啓治, 酒部大樹, 劉崢, 末永和知: 単層、2層、3層の1T-TaS<sub>2</sub>の直接観察. 日本物理学会第73回年次大会, 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

黒澤徹, 高品博光, 近藤広康, 市村晃一, 桃野直樹, 吉田紘行, 小田研, 伊土政幸, 丹田聡: STM/STSからみた1T-TaS<sub>2</sub>の電子状態 II. 日本物理学会第73回年次大会, 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

近藤広康, 中村一, 延兼啓純, 中津川啓治, 市村晃一, 黒澤徹, 丹田聡: 1T-TaS<sub>2</sub>薄膜試料の磁気抵抗とホール抵抗測定. 日本物理学会第73回年次大会, 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

中村一, 延兼啓純, 近藤広康, 市村晃一, 丹田聡: へき開薄膜化した層状銅酸化物絶縁体の輸送現象. 日本物理学会第73回年次大会, 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

中津川啓治, 藤井敏之, 丹田聡: デコヒーレンスによるQuantum Time Crystal. 日本物理学会第73回年次大会, 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

本間弘樹, 延兼啓純, 市村晃一, 河本充司, 松永悟明: 擬一次元有機導体(TMTTF)<sub>2</sub>XのSTM分光. 2018年3月22-25日, 東京理科大学野田キャンパス(野田市).

安塚周磨, 宇治進也, 杉浦栞理, 寺嶋太一, 野上由夫, 市村晃一, 丹田聡: 2H-NbSe<sub>2</sub>における上部臨界磁場の面内異方性. 2018年9月9-12日, 同志社大学京田辺キャンパス(京田辺市).

野村温, 山谷和彦, 高柳滋, 市村晃一, 松浦徹, 丹田聡: Cu ドープした TaSe<sub>3</sub> における電荷密度波 (CDW) の出現. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

野村温, 山谷和彦, 高柳滋, 市村晃一, 丹田聡: Cu ドープした TaSe<sub>3</sub> における超伝導: 超伝導と出現した電荷密度波 (CDW) の関係. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

市村晃一, 小久保宏樹, 丹田聡, 黒澤徹, 小田研, 本間弘樹, 松永悟明, 森部一斗, 井原慶彦, 河本充司: β<sup>2+</sup>-(BEDT-TTF)<sub>4</sub>[(H<sub>3</sub>O)Ga(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] · C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> の STM/STS. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

宮寄一誠, 市村晃一, 丹田聡, 黒澤徹, 小田研: FeTe の STM/STS. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

近藤広康, 高品博光, 延兼啓純, 中村一, 中津川啓治, 市村晃一, 黒澤徹, 丹田聡: 1T-TaS<sub>2</sub> 薄膜試料の磁気抵抗とホール抵抗測定 II. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

Harison Rozak, Fadhilah Zaharim, Fahmi Astuti, Eliana Ismail, Amira Abu Bakar, Issei Miyazaki, Shukri Sulaiman, Mohamed Ismail Mohamed-Ibrahim, Koichi Ichimura, Isao Watanabe: μSR Studies on Electron Motion in DNA. 2018 年 9 月 9-12 日, 同志社大学京田辺キャンパス (京田辺市).

エネルギー環境システム部門  
応用エネルギーシステム分野  
近久 武美  
(純水利用)

#### 発表論文

- Aoyama, Y., Tabe, Y., Nozaki, R., Suzuki, K., Chikahisa, T., and Tanuma, T. (2018) Analysis of Water Transport inside Hydrophilic Carbon Fiber Micro-Porous Layers with High-Performance Operation in PEFC. *Journal of The Electrochemical Society* 165(7): F484-F491.
- Taba, Y., Sakaida, S., and Chikahisa, T. (2018) Scale model experiments for evaluation of liquid water transport in the gas diffusion layer of PEFCs. *Journal of Thermal Science and Technology* 13(2): 1-15.
- Onishi, F., Tabe, Y., and Chikahisa, T. (2018) Experimental Study on the Balance between Microscopic Water Production and Temperature Rise during Cold Startup in PEFC. *ECS Transactions* 86(13): 89-96.

Iiri, T., Tabe, Y., and Chikahisa, T. (2018) Experimental Analysis of Oxygen Transport Resistance for Different Types of Ionomer in PEFC Catalyst. *ECS Transactions* 86(13): 141-150.

Satake, T., Tabe, Y., and Chikahisa, T. (2018) Analysis of Oxygen Transport Resistances in the Catalyst Layers with Different Carbon Supports in PEFC. *ECS Transactions* 86(13): 171-178.

#### 学会発表

野崎涼, 田部豊, 近久武美: PEFC の低温・高温条件下における触媒層内外の酸素輸送抵抗解析. 第 55 回伝熱シンポジウム, 2018 年 5 月 29 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).

飯利拓実, 田部豊, 近久武美: 固体高分子形燃料電池の触媒層内イオノマーおよびカーボン種類に対する酸素輸送抵抗比較. 第 55 回伝熱シンポジウム, 2018 年 5 月 29 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).

大西史人, 田部豊, 近久武美: PEM 型燃料電池の温度上昇過程における氷点下起動特性. 第 55 回伝熱シンポジウム, 2018 年 5 月 29 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).

佐竹孝保, 田部豊, 近久武美: PEFC カソード触媒層におけるカーボン担体構造が酸素輸送に及ぼす影響解析. 第 55 回伝熱シンポジウム, 2018 年 5 月 29 日, 札幌コンベンションセンター (札幌市).

Kumar, A., Iiri, T., Satake, Y., Tabe, Y., and Chikahisa, T. Trial of applying graphene nano platelet to catalyst layers of a PEFC. The 16th International Heat Transfer Conference (IHTC-16), 2018 年 8 月 10 日-15 日, China National Convention Center (Beijing, China).

善当哲也, 田部豊, 近久武美: レドックスフロー電池性能に対する構造・運転条件影響の集約主要因子. 日本機械学会 2018 年度年次大会, 2018 年 9 月 11 日, 関西大学千里山キャンパス (吹田市).

浅川夏越, 田部豊, 近久武美: 小型コジェネレーション廃熱利用冷房のための活性炭-エタノール吸着特性に関する研究. 日本機械学会熱工学コンファレンス, 2018 年 10 月 20 日, 富山大学五福キャンパス (富山市).

Can, E.M., Tabe, Y., Chikahisa, T., and Sakaida, S.: Effect of wettability design on water transport in GDL of PEFCs analyzed by scale model experiment and LBM simulation. 日本機械学会第 9 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 2018 年 10 月 31 日, 札幌市民交流プラザ (札幌市).



## 電子科学研究所

附属社会創造数学研究センター

複雑系数理研究分野

青沼 仁志

ロボットのような人工物は、刻一刻と変化し、予測が困難な無限定な環境での動作は非常に困難である。産業用のロボットは、一見迅速でしなやかな動作をしているが、実は、限られた環境の中だけでうまく動作することができ、ひとたび無限定な環境に持ち出されたら、たちまち止まってしまう。ロボットは、周りの環境を観測し、観測結果に応じて動作出力を決めているため、計測限界を超えた環境下では動作できないからである。一方、動物は、無限定な環境の中でも適応的に振る舞っている。既知の環境の中でしか人工物を制御する方法しか持ち合わせていない我々にとってフレーム問題に対処するには何らかの手本が必要であり、それが生物である。動物は、刻々と変わる状況に応じて実時間で適応的に運動や行動を発現している。

我々は、この様な適応的な運動や行動の基盤となる身体や脳のメカニズムを理解し、更にそこから新奇な人工物の制御論の確立を目指している。そのために、個体を取り巻く環境や個体の身体の動作を操作することで適応的な運動や行動の基盤となる制御機構をあぶり出し理解しようとしている。昆虫のコオロギ(*G. bimaculatus*)では、歩行の誘発に関わる中枢神経系の働きについて調べた。速に、排泄行動後に誘発する歩行に着目し、排泄に伴い末梢からの上行性の信号により歩脚の運動が誘発され、その後脳からの下降性の信号によりリズムミクな歩容パターンが生成されることがわかった。アリ(*O. kuroiwae*)では、筋骨格系の機構と運動制御についてX線イメージング法を用いて調べた。その結果、骨格の弾性変形を利用した高速運動の発生メカニズムの解明に近づけた。クモヒトデ(*O. incrassate*)では、身体構造の変化とリズムミクな運動パターンの生成メカニズムについて、数理モデルを構築した。その結果、身体の構造と生成されるリズムミクな運動パターンの生成について理解が深まった。ムカデ(*S. rubiginosus*, *S. subspinipes mutilans*)では、環境に応じた歩容変化について脚間協調のメカニズムについて調べた。これら様々な実験動物を用いた研究から、環境と身体と神経系の相互作用から生じる適応機能の発現メカニズムについて考察し、適応的な振る舞いが創発される設計とその制御構造の理解が深まった。

論文発表

Naniwa K., Sugimoto Y., Osuka K. and **Aonuma H.**

(2019) Defecation initiates walking in the cricket *Gryllus bimaculatus*. *J. Insect Physiol.* 112: 117-122.

Clark E.G., Kanauchi D., Kano T., **Aonuma H.**, Briggs D. and Ishiguro A. (2019) The function of the ophiuroid nerve ring: How a decentralized nervous system controls coordinated locomotion. *J. Exp. Biol.* doi: 10.1242/jeb.192104

Watanabe T., Ugajin A. and **Aonuma H.** (2018) Immediate-early promoter-driven transgenic reporter system for neuroethological researches in a hemimetabolous insect. *eNeuro*. 5(4): e0061-18.

**Aonuma H.**, Totani Y., Sakakibara M., Lukowiak K. and Ito E. (2018) Comparison of brain monoamine content in three populations of *Lymnaea* that correlates with taste-aversive learning ability. *Biophys. Physicobiol.* 15: 129-135.

DiRienzo, N. and **Aonuma H.** (2018) Plasticity in extended phenotype increases offspring defense despite individual variation in web structure and behavior. *Animal Behav.* 138: 9-17.

Momohara Y., **Aonuma H.** and Nagayama T. (2018) Tyraminergetic modulation of agonistic outcomes in crayfish. *J. Comp. Physiol.* 5:465-473.

**Aonuma H.**, Totani Y., Kaneda M., Nakamura R., Watanabe T., Hatakeyama D., Dyakonovae V. E., Lukowiak K. and Ito E. (2018) Effects of 5-HT and insulin on learning and memory formation in food-deprived snails. *Neurobiol. Learn. Mem.*, 148: 20-29.

学会発表

青沼 仁志\* : 「昆虫で見られる集団サイズに応じた攻撃性のモデル化」、電子情報通信学会 NC, NLP 合同研究会、北海道大学、Japan (2019-01)

脇田 大輝\*、浪花 啓右、早瀬 友美乃、青沼 仁志 : 「Autonomous decentralized coordination in the disk of the green brittle Star」、計測自動制御学会第31回自律分散システムシンポジウム、国立民族博物館、Japan (2019-01)

浪花 啓右\*、杉本 靖博、大須賀 公一、青沼 仁志 : 「排便に伴い誘発するクロコオロギの定型的行動」、計測自動制御学会第31回自律分散システムシンポジウム、国立民族博物館、Japan (2019-01)

A. Matsuda\*, H. Aonuma, K. Naniwa and S. Kaneko : “Image-based Measurement of Ultra-fast Movement of Mandible in Trap-Jaw Ants”, 12th France-Japan and 10th Europe-Asia Congress on Mechatronics, 筑波,



Japan (2018-09)

早瀬 友美乃\*, 脇田 大輝、青沼 仁志 : 「クモヒトデに見られるポンピングダイナミクス」、日本物理学会、同志社大学、Japan (2018-09)

D. Owaki\*, Y. Sugimoto, A. Ishiguro and H. Aonuma : “Change in Electromyographic Patterns After Leg Amputation in the Cricket”, International Congress for Neuroethology, Brisbane, Australia (2018-07)

H. Aonuma\*, K. Naniwa, K. Kagaya and K. Osuka : “Latching mechanisms to generate ultrafast movement of the trap jaw in the ant *Odontomachus kuroi*”, International Congress for Neuroethology, Brisbane, Australia (2018-07)

高原 聡\*, 青沼 仁志、金子 俊一 : 「クモヒトデ模倣ロボット設計に向けた X 線マイクロ CT による骨格形状抽出」、第 24 回画像センシングシンポジウム SSII2018、パシフィコ横浜アネックスホール、Japan (2018-06)

松田 朝陽\*, 青沼 仁志、浪花 啓右、金子 俊一 : 「アギトアリの顎の超高速回転運動の機構モデル構築のための画像パタン計測」、第 24 回画像センシングシンポジウム SSII2018、パシフィコ横浜アネックスホール、Japan (2018-06)

D. Wakita\*, Y. Hayase and H. Aonuma : “Rhythmic movement of disk in the green brittle star *Ophiarachna incrassata*”, 16th International Echinoderm Conference, Nagoya Univ., Japan (2018-05 ~ 2018-06)

T. Kano\*, D. Kanauchi, H. Aonuma and A. Ishiguro : “Decentralized control mechanism underlying inter- and intra-arm coordination the brittle star's locomotion”, 16th International Echinoderm Conference, Nagoya Univ., Japan (2018-05 ~ 2018-06)

浪花 啓右\*, 青沼 仁志、杉本 靖博、大須賀 公一 : 「脳による中央制御系を排除したココロギのふるまい」、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018、福岡、Japan (2018-06)

H. Aonuma\* : “Oscillator model to understand group size dependent behavior in the cricket”, The 3rd A3 International Workshop for Mathematical and Life Sciences, Hiroshima Univ., Japan (2018-05)

## 北方生物圏フィールド科学センター 生物多様性領域 海産藻類適応機能分野 四ツ倉 典滋 (海水利用)

### 発表論文

Kawai, T., Galanin, D., Tskhay, Z., Kroupnova, T., and Yotsukura, N. (2018) Present status of saccharinian kelp in southern Primorye and Sakhalin, far-east Russia, and Northern Hokkaido, Japan, in Sea of Japan. *Algal Resources* 11: 33-42.

Kawai, T., Galanin, D., and Yotsukura, N. (2018) Chocolate and tea made from kelp. *Algal Resources* 11: 49-51.

Zhang, J., Yao, J., Min Hu, Z., Jueterbock, A., Yotsukura, N., Krupnova, T., Nagasato, C., and Duan D. (2019) Phylogeographic diversification and postglacial range dynamics shed light on the conservation of the kelp *Saccharina japonica*. *Evolutionary Applications*: doi: 10.1111/eva.12756

Kawai, T., Klochkova, N., Kogame, K., Abe, T., Galanin, D., and Yotsukura, N. (2019) Coastal marine flora in northern Hokkaido and southern Sakhalin along the coast of the Sea of Japan. *Rishiri Studies* 38: 95-98.

Boonprab, K., Matsui, K., Akkabe, Y., Yotsukura, N., and Kajiwar, T. (2019) 11-Hydroperoxide eicosanoid-mediated 2(E), 4(E)-decadienal production from arachidonic acid in the brown algae, *Saccharina angustata*. *Journal of Applied Phycology* (accepted).

### 学会発表

林裕一, 能登谷正浩, 四ツ倉典滋 : 島根県隠岐の島沿岸のツルアラメ 2 形の群落構造. 日本応用藻類学会第 15 回大会, 2018 年 5 月 12 日, 東京海洋大学 (東京都港区)

四ツ倉典滋 : コンブ資源の保全—環境変動によるリスクとその対応—. 平成 30 年度日本水産学会北海道支部大会公開シンポジウム「環境変動を考慮した北海道の水産増殖の展望」, 2018 年 11 月 23 日, 釧路市生涯学習センター (釧路市)



**西棟**

**遺伝子実験共同利用部門**

**動物染色体共同利用部門**

## 遺伝子実験共同利用部門

当部門では、遺伝子組み換え実験に必要なクリーンベンチや安全キャビネット、大型オートクレーブ等の特殊設備を備えており、継続的に活用されています。遺伝子組み換え実験が一般化したことから特殊設備利用以外の利用者は減少しましたが、研究過程で一定期間一時的に必要なものの研究室で準備するには負担となるような機器や、研究室の立ち上げ時に機器が整うまでの期間、もしくは故障機器の補修完了までに利用できる各種遺伝子解析機器を全学に提供しています。しかし、全体的に設備等の老朽化が進み、さらに平成 28 年 9 月には大規模な漏水事故が発生しており、その対策が急務です。

平成 23 年 3 月に起きた東日本大震災により、研究機関で多くの生物材料・遺伝資源が失われ研究の継続に支障をきたしました。再びこのようなことが起こると我が国の国際的競争力にも悪影響を与えかねないとの危惧から、日常的に研究用生物遺伝資源の保管を行う文部科学省プロジェクト「大学連携バイオバックアッププロジェクト (IBBP)」が愛知県岡崎市の基礎生物学研究所を中核拠点として開始され、当センターは北海道地区のサテライト拠点としてこのプロジェクトに参加しています。

## 動物染色体共同利用部門

動物染色体共同利用部門では細胞培養設備として、クリーンベンチ、CO<sub>2</sub> インキュベーター、遠心機などを、また細胞保存設備としては、専用の-85℃ディープフリーザーおよび大型液体窒素凍結保存容器を備えています。当部門では、系統分類学や進化学的に利用価値が高いと思われる初代培養細胞類：哺乳類 (9 目 22 科 62 種 6 亜種)、鳥類 (19 目 37 科 76 種)、爬虫類 (2 目 6 科 8 種) と、発生学や生化学、細胞遺伝学などの実験に用いられる各種培養細胞株を凍結保持しており、必要に応じて内外の研究者への分与を行っています。これらの細胞のうち多くのは旧理学部附属動物染色体研究施設において樹立、あるいは収集されたものであり、同施設の統廃合後は、主に西田千鶴子先生のご努力によって維持されてきたものです。このような歴史的に貴重な細胞を今後も供与可能な状態で維持し続けるとともに、学内での先端的な研究に用いられた各種培養細胞類や生物試料を地道に収集、保存していくことも今後の課題です。2018 年 9 月の北海道胆振東部地震に伴う電源喪失では、学内の多くの研究室で貴重な試料が失われました。生体試料の保存と供給に関わってきた当部門としては、試料保管に関するバックアップ場所の提供や緊急時における試料の避難場所の提供などについて考えていく必要があると思われれます。

## 共同利用機器・設備

設備および機器名	メーカー名・型番等
培養室 (10m <sup>2</sup> )	
培養室 (14m <sup>2</sup> )	
P1実験室	
P2実験室 (安全キャビネット)	
低温実験室 (4℃)	
細胞保存室	
液体窒素式凍結保存容器	太陽日酸・DR-1000
RI・蛍光バイオイメージャー	FUJI FILM・FLA-7000
化学発光撮影装置	ATTO・EZ-Capture
ゲル撮影装置	ATTO・AE-6932
ゲル撮影装置	ATTO・AE-6920
遺伝子導入装置 (エレクトロポレーター)	Bio-Rad・Gene Pulser
遺伝子導入装置 (エレクトロポレーター)	SHIMADZU・GTE
遺伝子導入装置 (遺伝子銃)	Bio-Rad・Helios Gene Gun
ルミノメーター	ATTO・AB-2200
植物培養チャンバー (コイトロン) (3台)	KOITO・HNL-10A(2台), HNB-10A(1台)
植物インキュベーター (人工気象器)	TOMY・CLE-305
大型恒温振とう培養機 (バイオシェーカー)	TAITEC・BR-300LF
大型恒温振とう培養機 (バイオシェーカー)	TAITEC・BR-180LF
小型恒温振とう培養機 (バイオシェーカー) (2台)	TAITEC・BR-23FP
小型超遠心機	Beckman・TL-100
小型超遠心機	Hitachi・Himac CS100
超遠心機 (2台)	Hitachi・55P-72
高速冷却遠心機 (3台)	TOMY
微量高速冷却遠心機 (5台)	TOMY
PCR装置	ASTECC・PC701
PCR装置	ASTECC・PC708
PCR装置	Takara・Thermal Cyclar Dice Touch
定量PCR装置	Takara・Thermal Cyclar Dice Real Time System II
パルスフィールド電気泳動装置	Bio-Rad・Pulswave760
プロテティング装置 (泳動式・セミドライ式) (2台)	ATTO・AE-6670
UVクロスリンカー	Funakoshi・FS-800
分光光度計	SHIMADZU・UV-160
分光光度計	Beckman・DU-65
微量分光光度計	Thermo Scientific・NanoDrop 2000
(水平気流型) クリーンベンチ (2台)	SHOWA・S-1300
(水平気流型) クリーンベンチ	Hitachi・PCH-1303BS
実体顕微鏡	Olympus・SZ61
超音波破碎装置	TOMY・UD-201
大型オートクレーブ	TOMY・FLS-1000
中型オートクレーブ	TOMY・LSX-500
小型オートクレーブ	TOMY・BS-245
小型オートクレーブ	SANYO・MLS-2400
乾熱滅菌機 (3台)	Yamato
超低温冷凍庫 (-80℃) (4台)	SANYO
ドラフトチャンパー	DALTON・DF-C(特)
校正用分銅内蔵型電子天秤	A&D・FZ-2000i

## 平成30年度 遺伝子実験共同利用部門・動物染色体研究部門 保守営繕リスト

平成30年	4月	定期清掃(毎月) ボイラー室蒸気安全弁取替
	5月	空調機器シーズンイン点検
	6月	1階W-1-02室ステンレス流し台排水詰まり修理工事 1階W-2-07室流し台排水管修理
	7月	1階W-1-01室他電気設備工事
	8月	1階女子便所様式大便器フラッシュバルブ漏れ取替その他修理工事
	9月	漏水補修等その他工事
	11月	1階W-1-02室電機増設工事
平成31年	1月	玄関電気錠取替工事 空調機器シーズンオフ点検

**平成30年度 ゲノムダイナミクス研究センター 利用者研究課題  
(遺伝子実験共同利用部門・動物染色体共同利用部門)**

所属	部門・分野等	職名	氏名	研究課題名
情報科学研究科	生命人間情報科学専攻・ バイオインフォマティクス講座	教授	遠藤 俊徳	ヒョウタンの分子系統解析
理学研究院	化学・有機・生命化学	教授	坂口 和靖	癌抑制タンパク質p53および関連因子の構造機能相関
理学研究院	生物科学・形態機能学	教授	加藤 敦之	シロイヌナズナにおける形態形成関連遺伝子の解析
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	教授	水波 誠	フタホシオオロギの学習および性決定の研究
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	准教授	北田 一博	新たな病態モデル動物の作出と原因遺伝子の同定
理学研究院	生物科学・行動神経生物学	准教授	和多 和宏	鳴禽類を用いた発声学習・生成とその脳内分子機構
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	教授	山下 正兼	脊椎動物における生殖細胞形成の制御機構
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	教授	黒岩 麻里	XO型トゲネズミにおけるゲノム解析
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	准教授	木村 敦	哺乳類の生殖にかかわるゲノム機能に関する研究
理学研究院	生物科学・生殖発生生物学	助教	吉田 郁也	哺乳類不活性X染色体の再活性化機構の解析
理学研究院	生物科学・多様性生物学	教授	増田 隆一	哺乳類および鳥類の分子進化と遺伝的多様性に関する研究
理学研究院	生物科学・多様性生物学	教授	小亀 一弘	藻類の系統進化学
先端生命科学 研究院	生命機能科学研究・生物情報解析科学研究	教授	出村 誠	蛋白質の立体構造解析に関する研究
総合博物館	研究部・資料開発研究系	講師	江田 真毅	現生および遺跡出土の動物質資料の塩基配列の決定

**平成30年度 利用状況**

所属	利用者数
大学院情報科学研究科	1
大学院理学研究院	11
大学院先端生命科学研究院	1
総合博物館	1
合計	14

# 利用報告

## 大学院情報科学研究科

### 生命人間情報科学専攻

#### バイオインフォマティクス講座

遠藤 俊徳

題名: ヒョウタン *Lagenaria siceraria* の分子系統解析と初期伝播経路の解明

ヒョウタンの起源と伝播経路解明のための分子系統解析を前年から継続して行った。ヒョウタンは種子形態から大きくアフリカ型とアジア型に分類され、起源はアフリカと考えられているが、種子形態は多様性が高く、アメリカ大陸の伝統的栽培種がどちらに属するかが論争になっている。アジアからの人類移住時持込説とアフリカ大陸からの自然漂着説がある。後者は葉緑体ゲノム解析から支持されている (Kistler et al. 2014) が、配列の特徴と分岐年代に不自然な点があるため検証を進めた。

本年度は、前年に NGS 解析を行った栽培株 3 種類 (アジア型 (Laos #S1)、アフリカ型 (Namibia #348)、アメリカ (Mexico #600)) および、野生近縁種 *L. sphaerica* (#362), *L. abyssinica* (#451), *L. breviflora* (#381) のバイオインフォマティクス解析を進め、3 大陸の栽培株とアフリカの野生種 3 種の遺伝子スペクトル比較結果を得た (図 1)。この結果、766 の野生種固有遺伝子と 401 の栽培種固有遺伝子が見つかった。このほかアジア品種に固有の配列が 299 個同定された。独自の遺伝子導入があった可能性がある。

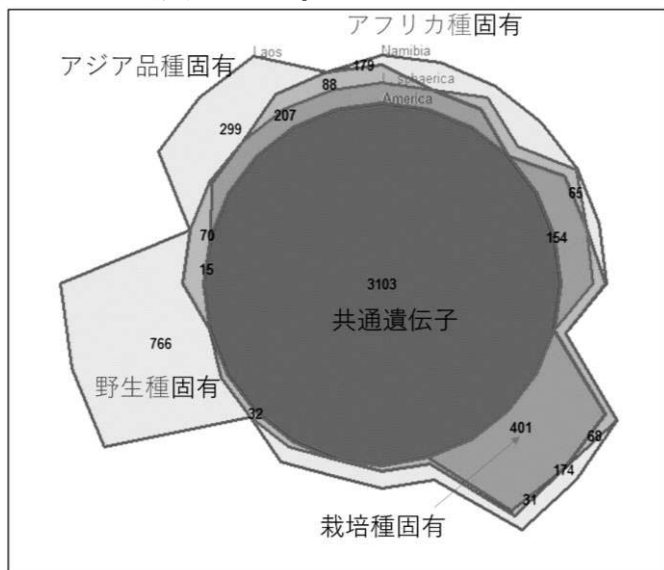
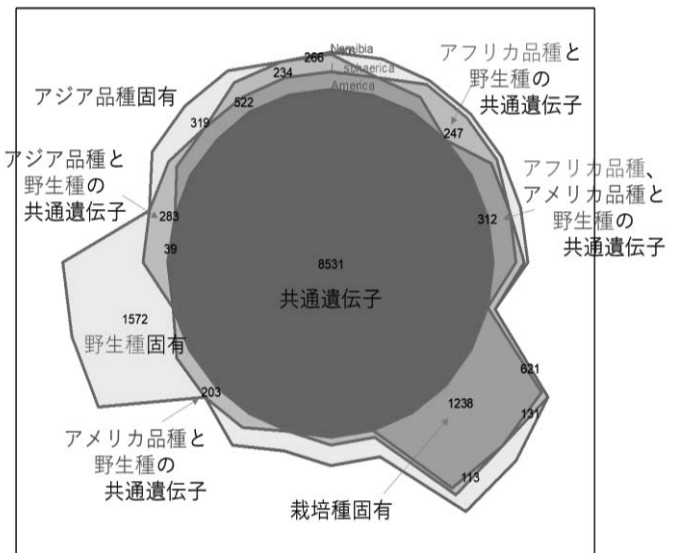


図 1 栽培種 3 株と *L. sphaerica* の遺伝子スペクトル比較 (参照配列 90%一致レベル)

SwissProt データへの相溶性 90% の配列についての比較。

図 1 の解析では、SwissProt データとの相溶性レベル 90% 以上の配列について比較を行ったため、参照配列が動物の遺伝子の場合などは解析から外れてしまう場合が多い。このため相溶性レベルを 70% まで下げて同様の解析を行ったところ、共有遺伝子 8531、野生種固有が 1572、栽培種固有が 1238 となったほか、アジア株固有の配列はほぼ 300 のままとなった。遺伝子重複分が縮重していることを考えると、この結果はヒョウタンのゲノムの実際を反映したものと考えられる。これらの結果から、栽培種のヒョウタンは野生種ゲノムの 10% 程度の遺伝子を失い、同程度の栽培種固有遺伝子を得たと考えられる。また、アジア株は独自の固有配列 300 程度を獲得している可能性が示唆された。今後、より高精度のゲノム配列を用いて検証した後、結果を論文化する予定である。



### 学会発表等

Dai Watabe, Hiroshi Yuasa, Naoki Osada, Kazuhiro Satomura, and Toshinori Endo

Hybrid type of nuclear and plastid DNAs suggests the hypothesis for ancient propagation of American bottle gourd (*Lagenaria siceraria*), Society of Molecular Biology and Evolution, Yokohama, 2018.

遠藤 俊徳 古代瓢箪の軌跡を辿る 第 72 回日本人類学会大会 公開シンポジウム, 三島, 2018



## 大学院理学研究院

化学部門 有機・生命化学分野

坂口 和靖

(機器利用)

### ○論文発表

Ogasawara S., Chuman Y., Michiba T., Kamada R., Imagawa T. and Sakaguchi K. (2018)

Inhibition of protein phosphatase PPM1D enhances retinoic acid-induced differentiation in human embryonic carcinoma cell line. *J. Biochem.*, DOI 10.1093/jb/mvy119.

### ○学会発表

今川敏明、鶴岡樹、中山絵美里、戸口侑、鎌田瑠泉、坂口和靖：シングルセル解析による細胞周期とがん抑制タンパク質 p53 依存的転写活性との相関。

第 91 回日本生化学会大会, 2018 年 9 月 24 日, 国立京都国際会館 (京都府京都市)

鶴岡樹、中山絵美里、鎌田瑠泉、今川敏明、坂口和靖：シングルセル解析による癌抑制タンパク質 p53 を介した細胞ストレス応答多様性発現機構解明。

第 50 回若手ペプチド夏の勉強会, 2018 年 8 月 6 日, 臨濟宗方広寺派大本山方広寺 (静岡県浜松市)

Tatsuki Tsuruoka, Rui Kamada, Toshiaki Imagawa and Kazuyasu Sakaguchi: Heterogeneity in the cellular stress response mediated by tumor suppressor protein p53 using single cell analysis.

The 37th Sapporo International Cancer Symposium, 2018 年 7 月 18 日, ロイトン札幌 (北海道札幌市)

鶴岡樹、中山絵美里、鎌田瑠泉、今川敏明、坂口和靖：シングルセル解析による癌抑制タンパク質 p53 を介した細胞ストレス応答多様性解析。

日本生化学会第 55 回北海道支部例会, 2018 年 7 月 13 日, 酪農学園大学 (北海道江別市)

## 生物科学部門 生殖発生生物学分野

吉田 郁也

本年度は、動物細胞培養室、及び、洗浄室を使用させて頂き、以下の研究を行った。使用した共用機器はPCR装置、分光光度計、微量遠心機、恒温槽、ゲル撮影装置、写真撮影装置、Ez-Captureなどである：転写因子 *Esrrb* による EC 細胞集団での幹細胞様前駆細胞の出現と非対称分裂の制御：

MC12 細胞集団中に確率的に出現する幹細胞様前駆細胞 (6TG 耐性) が非対称分裂によって HAT 耐性細胞と前駆細胞自身を生み出す現象に関して、前年度までの研究結果から前駆細胞の出現には *Esrrb*

の適切な発現量が必要である可能性が示されていた。今年度は、前年度の結果に加えて、過剰に発現した *ESRRB* は HAT 耐性細胞の出現を妨げ、結果として対称分裂によって 2 個の前駆細胞が生み出されていることを、DES 処理した *ESRRB* 高発現株 e4, e5 で明らかにした。DES 処理によって HAT 耐性コロニーの出現率 (= 前駆細胞の出現率) が著しく上昇することを Fluctuation test を用いて詳細に解析した。*ESRRB* 発現量が非常に多い ES 細胞や初期胚の ICM では幹細胞が対称分裂をおこなうが、この対称分裂には *Esrrb* が関与していることを示す結果となった。ICM ではこのような幹細胞の対称分裂は一過的な状態であり、やがて非対称分裂を介して三胚葉への分化が起きる。初期胚における幹細胞の対称分裂から非対称分裂への変化は、*Esrrb* の発現量によって制御されている可能性が今回の実験から示唆された。また、*Esrrb* の発現開始に関わる  $\beta$ -カテニンの核移行については、従来考えていたような細胞質での大幅な量的変化は必要が無く、わずかな量の変動によって起き得ることも明らかになってきた。 $\beta$ -カテニンの細胞質内での相対的な濃度を変える要因についてはさらに解析を続ける必要がある。さらに一連のスイッチが働いて *ESRRB* の発現が開始した後に、前駆細胞が出現するには数世代以上の細胞分裂が必要であることも明らかになってきた。この数世代の分裂中に何が起きて前駆細胞の出現に至るのかという問題も、今後の重要な課題である。

## 生物科学部門 多様性生物学分野

増田 隆一

研究グループ：理学研究院生物科学部門、ゲノムダイナミクス研究センター・増田隆一  
理学研究院生物科学部門、ゲノムダイナミクス研究センター・西田義憲

平成 30 年度には主に以下の成果が得られた。

(1) ユーラシア大陸におけるシベリアイタチの地理的変異

本研究では、ロシアとの共同研究として、ユーラシアの広範囲に生息するシベリアイタチについて、詳細な系統地理的解析を行った。東アジアおよびロシアの様々な場所で採集された個体を中心とし、古い毛皮を含めた多数のサンプルから DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA のコントロール領域 (D-loop 領域) の塩基を決定し、分子系統解析を行った。その結果、mtDNA 系統は大きく 3 つのグループに分けられた。さらに、系統により多様性の違いおよび分布拡散の速度が異なることが推

定された（学会発表：石川ほか（2018））。

## (2) 父系遺伝子の多様性からみたアカギツネの系統地理

Y染色体上の2つのマイクロサテライト遺伝子座の多型性に基づき、ユーラシアの広域に分布するアカギツネの系統地理解析を行った。マイクロサテライトモチーフの繰り返し回数と塩基配列に基づきハプロタイプを決定した結果、主に3つの系統グループに分けられた。各系統の地理的分布には大陸レベルおよび日本列島の島間で特徴が見られた。このデータと、従来の母系遺伝子(mtDNA)データを合わせることで、アカギツネの動物地理学的歴史をより詳細に考察することができることが判明した（学会発表：織田ほか（2018））。

## (3) 北海道のキタキツネにおける主要組織適合遺伝子複合体(MHC)の多様性

キタキツネ集団について、MHCクラスII *DRB* 遺伝子の集団遺伝学的解析を行った。その結果、道南集団は他の地域集団から遺伝的に分化していること、遺伝的多様性が低下していることが認められた。さらに、*DRB* 遺伝子が正の選択を受けて進化するとともに、平衡進化による種を超えた多型(trans-species polymorphism)を示すことなども明らかとなった(Amai et al. 2018)。

## (4) マダライタチの主要組織適合遺伝子複合体(MHC)遺伝子の多様性

マダライタチは南ヨーロッパから中国西部にかけて分布するイタチ科に属する希少種で、IUCNのRed ListではVU(危急)に分類される。本種の適応進化に関する基礎的知見などを得るため、免疫系で重要な機能遺伝子の一つであり、MHCクラスIIに属する*DRB* 遺伝子の塩基配列多様性を指標とした分子進化学的解析を行った。ブルガリア集団の10個体を試料として得ることができ、これらより9種類の対立遺伝子が検出された。広域分布するものと特定地域でのみ見られるものが存在したことから、この種の*DRB* 遺伝子が抗原の影響下で多数の対立遺伝子が集団中で維持されるpathogen-driven balancing selectionを受けて進化してきたことが示された。また、得られた塩基配列データに基づく統計的解析から、この遺伝子の進化には正の自然選択や遺伝子組換え現象も関与してきたと考えられた。さらにベイズ法による分子系統解析により、イタチ科に属する他種の*DRB* 対立遺伝子との種を超えた多型(trans-species polymorphism)が見いだされ、本種の進化史の一端も示された(Nishita et al. 2018)。

## 発表論文

1. Nishita, Y., Abramov, A.V., Murakami, T., and Masuda, R. (2018) Genetic diversity of MHC

class II *DRB* alleles in the continental and Japanese populations of the sable *Martes zibellina* (Mustelidae, Carnivora, Mammalia). *Mammal Research* 63: 369-378.

2. Amai, Y., Murakami, T., and Masuda, R. (2018a) Low genetic diversity in an isolated red fox (*Vulpes vulpes*) population on Mt. Hakodate, Japan, revealed by microsatellite analyses of fecal samples. *Mammal Study* 43: 141-152.
3. Amai, Y., Nishita, Y., Uruguchi, K., and Masuda, R. (2018b) Genetic diversity of MHC class II *DRB1* exon 2 in the red fox (*Vulpes vulpes*) on Hokkaido, Japan. *Zoological Science* 35: 402-410.
4. Saka, T., Nishita, Y., and Masuda, R. (2018) Low genetic variation in the MHC class II *DRB* gene and MHC-linked microsatellites in endangered island populations of the leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Japan. *Immunogenetics* 70: 115-124.
5. Omote, K., Surmach, S.G., Kohyama, T.I., Takenaka, T., Nishida, C., and Masuda, R. (2018) Phylogeography of continental and island populations of Blakiston's fish-owl (*Bubo blakistoni*) in northeastern Asia. *Journal of Raptor Research* 52: 31-41.
6. Abramov, A.V., Puzachenko, A.Yu., and Masuda, R. (2018) Cranial variation in the Siberian weasel *Mustela sibirica* (Carnivora, Mustelidae) and its possible taxonomic implications. *Zoological Studies* 57: 14.
7. 増田隆一 (2019) 哺乳類の系統地理を探る〜ヒグマの移動史. *生物科学* 70: 25-30.
8. 増田隆一 (2018) 遺伝子が解き明かす北海道の生物地理. *バイオストーリー* 30号: 12-15.
9. 増田隆一 (2018) シマフクロウの遺伝的多様性と未来への展望. *野鳥* 8月号(827号): 6-9.

## 著書

1. 増田隆一 (2019) ユーラシア動物紀行, 岩波新書.
2. 増田隆一 編著 (2018) 日本の食肉類: 生態系の頂点に立つ哺乳類, 東京大学出版会.
3. Masuda R. (2018) Status and perspective of the population based on genetic diversity: Introduction. In "Biodiversity Conservation Using Umbrella Species. Ecological Research Monographs (F. Nakamura F., eds), pp. 131-133, Springer, Singapore.
4. Omote K., Kohyama T.I., Nishida C., Takenaka T., Surmach S.G., and Masuda R. (2018) Status and perspective of the Blakiston's fish owl population, based on genetic diversity. In "Biodiversity Conservation Using Umbrella Species. Ecological Research Monographs (F. Nakamura, eds)", pp. 135-141, Springer, Singapore.
5. Akiyama T., Kohyama T.I., Nishida C., and Masuda R. (2018) Status and perspective of the red-crowned crane based on genetic diversity. In "Biodiversity Conservation Using Umbrella Species. Ecological

Research Monographs (F. Nakamura, eds)", pp. 143-148, Springer, Singapore.

#### 学術講演・学会発表

1. 増田隆一：“遺伝子から探る動物のルーツと多様性”，第56回北海道高等学校教育研究大会・理科部会・生物分科会講演，2019年1月10日，札幌平岸高校（北海道札幌市）。
2. 石川恵太，Alexei V. Abramov，西田義憲，増田隆一：Phylogeography of the Siberian weasel (*Mustela sibirica*), based on mitochondrial DNA analysis (ミトコンドリアDNA解析によるシベリアイタチ(*Mustela sibirica*)の系統地理について)。日本動物学会第89回大会，2018年12月9日，東京大学（東京都）。「ポスター」
3. 織田 未希，Alexei V. Abramov，Evgeniy Raichev，Pavel A. Kosintsev，Alexey P. Kryukov，浦口宏二，西田義憲，増田隆一：Y染色体上のマイクロサテライトの多様性からみたアカギツネ (*Vulpes vulpes*) の系統地理。日本動物学会第89回大会，2018年12月9日，東京大学（東京都）。「ポスター」
4. Nishita, Y.: Genetic variation of the MHC class II DRB genes among three weasel species: Japanese weasel (*Mustela itatsi*) and Siberian weasel (*M. sibirica*) and least weasel (*M. nivalis*), Seminar at University of Helsinki, February 25, 2019, Finland.

## 大学院先端生命科学研究院

生命機能科学研究部門

生物情報解析科学研究分野

出村 誠

(機器利用)

#### 【学術論文】

Tamogami, J., Kikukawa, T., Ohkawa, K., Ohsawa, N., Nara, T., Demura, M., Miyauchi, S., Kimura-Someya, T., Shirouzu, M., Yokoyama, S., Shimono, K., Kamo, N. (2018) Interhelical interactions between D92 and C218 in the cytoplasmic domain regulate proton uptake upon N-decay in the proton transport of *Acetabularia* rhodopsin II : *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 183 : 35-45

Penkhrue, W., Sujarit, K., Kudo, T., Ohkuma, M., Masaki, K., Aizawa, T., Pathom-aree, W., Khanongnuch, C., Lumyong, S. (2018) *Amycolatopsis oliviviridis* sp. nov., a novel poly(lactic acid)-bioplastic-degrading actinomycete isolated from paddy soil : *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 68(5) : 1448-1454

Takayama, R., Kaneko, A., Okitsu, T., Tsunoda, S.P.,

Shimono, K., Mizuno, M., Kojima, K., Tsukamoto, T., Kandori, H., Mizutani, Y., Wada, A., Sudo, Y. (2018) Production of a Light-Gated Proton Channel by Replacing the Retinal Chromophore with Its Synthetic Vinylene Derivative : *The Journal of Physical Chemistry Letters* 9(11) : 2857-2862

Shionoya, T., Mizuno, M., Tsukamoto, T., Ikeda, K., Seki, H., Kojima, K., Shibata, M., Kawamura, I., Sudo, Y., Mizutani, Y. (2018) High Thermal Stability of Oligomeric Assemblies of Thermophilic Rhodopsin in a Lipid Environment : *The Journal of Physical Chemistry B* 122(27) : 6945-6953

Kawagoe, S., Nakagawa, H., Kumeta, H., Ishimori, K., Saio, T. (2018) Structural insight into proline cis/trans isomerization of unfolded proteins catalyzed by the trigger factor chaperone. : *Journal of Biological Chemistry* 293(39) : 15095-15106

Fujisawa, T., Abe, M., Tamogami, J., Kikukawa, T., Kamo, N., Unno, M. (2018) Low-temperature Raman spectroscopy reveals small chromophore distortion in primary photointermediate of proteorhodopsin : *FEBS Letters* 592(18) : 3054-3061

Stewart, N.J., Kumeta, H., Tomohiro, M., Hashimoto, T., Hatae, N., Matsumoto, S. (2018) Long-range heteronuclear J-coupling constants in esters: Implications for <sup>13</sup>C metabolic MRI by side-arm parahydrogen-induced polarization. : *Journal of Magnetic Resonance* 296 : 85-92

Tsukamoto, T., Kikuchi, C., Suzuki, H., Aizawa, T., Kikukawa, T., Demura, M. (2018) Implications for the impairment of the rapid channel closing of *Proteomonas sulcata* anion channelrhodopsin 1 at high Cl<sup>-</sup> concentrations : *Scientific Reports* 8 : 13445

Sénéchal, H., Keykhosravi, S., Couderc, R., Selva, M.A., Shahali, Y., Aizawa, T., Busnel, J.M., Arif, R., Mercier, I., Pham-Thi, N., Charpin, D.A., Poncet, P. (2018) Pollen/Fruit Syndrome: Clinical Relevance of the Cypress Pollen Allergenic Gibberellin-Regulated Protein : *Allergy, Asthma & Immunology Research* 11(1) : 143-151

Hasemi, T., Kikukawa, T., Watanabe, Y., Aizawa, T., Miyauchi, S., Kamo, N., Demura, M. (2018) Photochemical study of a cyanobacterial chloride-ion pumping rhodopsin : *Biochimica et Biophysica Acta – Bioenergetics* 1860(2) : 136-146

Takahashi, H., Yoshino, M., Morita, K., Takagi, T., Yokoyama, Y., Kikukawa, T., Amii, H., Kanamori, T., Sonoyama, M. (2018) Stability of the two-dimensional lattice of bacteriorhodopsin reconstituted in partially fluorinated phosphatidylcholine bilayers : *Biochimica*

et Biophysica Acta – Biomembranes 1861(3) : 631-642

Geng, X., Dai, G., Chao, L., Wen, D., Kikukawa, T., Iwasa, T. (in press) Two Consecutive Polar Amino Acids at the End of Helix E are Important for Fast Turnover of the Archaerhodopsin Photocycle : Photochemistry and Photobiology

### 【学会発表】

安部修平, 菊川峰志, 田母神淳, 塚本卓, 相沢智康, 加茂直樹, 出村誠 : Cl<sup>-</sup>ポンプ halorhodopsin の H<sup>+</sup>ポンプ化への試み. 第45回生体分子科学討論会, 2018年6月22日, 大阪市立大学田中記念館(大阪市).

村部圭祐, 菊川峰志, 塚本卓, 相沢智康, 出村誠 : イオン選択膜を用いた Na<sup>+</sup>ポンプ型ロドプシンの機能解析. 第45回生体分子科学討論会, 2018年6月22日, 大阪市立大学田中記念館(大阪市).

保本美穂子, 平峰里菜, 宋雨暉, 佐藤優次, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 中村公則, 綾部時芳, 相沢智康 : 封入体共発現を利用した大量発現系において抗菌ペプチド cryptdin family の生産性を決定する因子の解析. 第18回日本蛋白質科学会年会, 2018年6月27日, 朱鷺メッセ(新潟市).

Takashi Tsukamoto : Photochemical Properties of Microbial Rhodopsin Pumps and Channels. Asia Pasific Society for Biology and Medical Sciences (APSBMS) 2018 Annual Meeting, 2018年7月21日, Sapporo Convension Center(札幌市).

池田華子, 稲村勇雅, 久米田博之, 熊木康裕, 大西祐季, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 岡松滋美, 仲宗根豊一, 伊東昌章, 相沢智康 : NMRメタボロームを用いた昆虫食に関する研究. 第57回NMR討論会(2018), 2018年9月20日, 札幌コンベンションセンター(札幌市).

加藤貴純, 大沼幸暉, 石田博昭, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, Hans J. Vogel, 相沢智康 : calmodulin 融合発現系を用いた抗菌ペプチド大量発現のNMR解析への応用. 第57回NMR討論会(2018), 2018年9月20日, 札幌コンベンションセンター(札幌市).

北田直也, 山野めぐみ, 稲村勇雅, 久米田博之, 熊木康裕, 大西祐季, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 相沢智康 : NMRメタボロミクスによるブタ生育状態の解析. 第57回NMR討論会(2018), 2018年9月20日, 札幌コンベンションセンター(札幌市).

包克非, 北田直也, 稲村勇雅, 熊木康裕, 大西祐季, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 中村公則, 綾部時芳, 中村幸志, 玉腰暁子, 相沢智康, 山野めぐみ, 山村凌大 : Optimized Sample Storage Strategy for Metabolic Profiling of Human Feces. 第57回NMR討論会(2018), 2018年9月20日, 札幌コンベンションセンター(札幌市).

加藤朝也, 村部圭祐, 菊川峰志, 塚本卓, 相沢智康, 出村誠 : Photochemical analysis of sodium ion-pumping rhodopsin from *Indibacter alkaliphilus*. 第56回日本生物物理学会年会, 2018年9月16日, 岡山大学津島キャンパス(岡山市).

Takashi Tsukamoto : Anion Concentration Dependency on the Photocycle of *PsuACR1*: Implications for the Impairment of its Fast Channel Function. 18th International Conference on Retinal Proteins, 2018年9月25日, Hockley Vallay Resort(モノ・カナダ).

Takashi Kikukawa : Functional importance of trimer formation of light-driven H<sup>+</sup> pump *Gloeobacter rhodopsin*. 18th International Conference on Retinal Proteins, 2018年9月25日, Hockley Vallay Resort(モノ・カナダ).

Yuga Inamura, Megumi Yamano, Naoya Kitada, Hiroyuki Kumeta, Yasuhiro Kumaki, Yuki Onishi, Takashi Tsukamoto, Takashi Kikukawa, Makoto Demura, Naoki Fukuma, Yuki Murazumi, Satoshi Koike, Yasuo Kobayashi, Tomoyasu Aizawa : Identification of ruminal bacterium interactions by NMR-based metabolomics. 6th International Life-Science Symposium (6th ILSS), 2018年11月19日, Hokkaido University's Conference Hall(札幌市).

Yue Zhao, Hiromu Suzuki, Md. Ruhul Kuddus, Farhana Rumi, Takashi Tsukamoto, Takashi Kikukawa, Makoto Demura, Tomoyasu Aizawa : Construction of over-expression system for peach allergenic peptide by *Pichia pastoris*. 6th International Life-Science Symposium (6th ILSS), 2018年11月19日, Hokkaido University's Conference Hall(札幌市).

Tomoya Kato, Keisuke Murabe, Takashi Kikukawa, Takashi Tsukamoto, Tomoyasu Aizawa, Makoto Demura : Na<sup>+</sup>-transport reactions of *Indibacter alkaliphilus* rhodopsin probed by transient absorption spectroscopy. 6th International Life-Science Symposium (6th ILSS), 2018年11月19日, Hokkaido University's Conference Hall(札幌市).

Naoya Kitada, Megumi Yamano, Yuga Inamura, Hiroyuki Kumeta, Yasuhiro Kumaki, Yuki Onishi,

Takashi Tsukamoto, Takashi Kikukawa, Makoto Demura, Tomoyasu Aizawa : NMR metabolomic profiling of health condition of Piglet. 6th International Life-Science Symposium (6th ILSS), 2018 年 11 月 19 日, Hokkaido University's Conference Hall (札幌市)

清島穂, 塚本卓, 菊川峰志, 相沢智康, 出村誠 : 光駆動型細胞内向きプロトン輸送タンパク質の創成と分子機構の解明. 第 4 回北海道大学部局横断シンポジウム, 2019 年 1 月 25 日, 北海道大学医学部学友会館フラテホール (札幌市).

## 総合博物館

研究部 資料開発研究系

江田 真毅

(機器利用)

### 【著書】

江田真毅 (2018) 「伊豆諸島・鳥島のフィールド調査と北海道・礼文島の遺跡資料の分析から尖閣諸島のアホウドリを探る」水田拓・高木正興『島の鳥類学—南西諸島の鳥をめぐる自然史—』, 76-94, 海游舎.

### 【学会発表】

田中望羽, 小林快次, 江田真毅 「化石ワニ類への応用を目的とした現生ワニ類のコラーゲンによるタンパク分析」日本進化学会第 20 回大会, 2018 年 8 月 22 日, 東京大学 (東京).

江田真毅, 泉 洋江, 川上和人, 沖田絵麻 「「鵜を抱く女」が抱く鳥は何か? コラーゲン分析からの検討」日本文化財科学会第 35 回大会, 2018 年 7 月 7 日, 奈良女子大学 (奈良市).

以下の複数部門利用グループの報告は、実験生物共同利用部門を参照。

## 大学院理学研究院

生物科学部門 行動神経生物学分野

水波 誠

生物科学部門 行動神経生物学分野

北田 一博

生物科学部門 行動神経生物学分野

和多 和宏

生物科学部門 生殖発生生物学分野

山下 正兼

生物科学部門 生殖発生生物学分野

黒岩 麻里

生物科学部門 生殖発生生物学分野

木村 敦

生物科学部門 多様性生物学分野

小亀 一弘



# 資料

- ・センター 利用手続きフローチャート（平成 23 年度以降）
- ・北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター  
実験生物共同利用部門 施設利用の手引き  
（別表 1 共同利用機器リスト 平成 25 年 4 月以降）  
（別表 2 実験用動物供給細則）
- ・北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター規程
- ・北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター運営委員会内規
- ・北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター長選考内規

## センター利用手続きフローチャート

- ① 事前に利用可能機器やスペースの空き状況を確認して下さい。

センターウェブサイト <https://www.sci.hokudai.ac.jp/gdynamics/>

問い合わせ先（センター事務） e-mail：[cepa@sci.hokudai.ac.jp](mailto:cepa@sci.hokudai.ac.jp)（内線 3580）



- ② **利用申請書・利用者名簿**をセンターウェブサイトよりダウンロードする。  
（全部門共通フォーマットです。）

注) 実験生物共同利用部門（東棟）利用者のうち新規の方と、継続利用であるが申請内容に変更のある方は、上記の他「**東棟利用申請書**」の提出が必要です。



- ③ 各様式に必要な事項を記入する。



- ④ 記入済みの各様式を経費の支払責任者の e-mail アドレスからセンター事務 e-mail への添付にて提出する。

注) 所属機関・部局にて取得したメールアドレスであること。



- ⑤ 利用許可書を受け取る。



- ⑥ 利用開始。

注 1) 入館登録のため、個人 ID も別様式にて提出していただきます。

注 2) 実験生物共同利用部門（東棟）利用者は、事前に「**東棟新規利用者講習会**」の受講が必要です。



北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター  
実験生物共同利用部門（東棟）施設利用の手引き

1. 利用申請

- (1) 当部門（東棟）飼育室・実験室等の利用を希望する時は、電話か電子メールで必ず事前にご連絡ください。
- (2) 研究室ごとに利用申請書および利用者名簿へ必要事項を記入し、提出していただきます。利用許可書（単年度）を経費の支払責任者宛に発行いたします。
- (3) 遺伝子組換え実験や動物実験を行う方は学内のルールに従って申請を行い、その許可番号または承認番号を上記（2）利用申請書に記載する必要があります。
- (4) 新規利用者が当部門の入館システムへ登録を希望される場合は、理学研究院の定める書式での申請もお願いします。また、当部門主催の利用者講習会の受講も義務付けておりますので、忘れずに受講してください。
- (5) 利用申請手続きは随時受け付けます。
- (6) 継続して利用される場合の年度毎の更新手続きは不要です。ただし、上記（2）において提出した内容に変更や追加が生じた場合には必要書類の再提出していただきますので、職員の指示を仰いでください。
- (7) 上記（6）において利用者名簿に新たに追加された者は（4）に該当しますので、同様の手続き及び利用者講習会の受講をお願いします。
- (8) 利用を終了される場合には提出書類はありませんが、撤退される2週間前までに連絡をお願いします。利用料金は月単位である点にご注意ください。

2. げっ歯類飼育室

- (1) げっ歯類飼育室に入室の際は、防疫上、必ず白衣を着用し専用の上履きへ履き替えてください。
- (2) げっ歯類飼育室への動物の搬入・搬出は、飼育部担当職員の指示に従ってください。
- (3) (実験用動物の供給)  
当部門では、ラット・マウス等の実験用動物の供給を行っております。供給希望者は、別表2の「実験用動物供給細則」に従った必要手続を済ませてください。
- (4) (動物の飼育)

動物の給餌・給水・床敷の交換は、利用者が行ってください。

(5) (エサ、床敷)

飼育に必要なエサは利用者が用意してください。ただし、当部門でもげっ歯類用のエサ1袋10kgを実費でお分けできます。飼育に必要な床敷はこちらで用意したものをを使用することも可能です。

(6) (微生物モニタリング表の提出)

飼育室における伝染病蔓延を予防するため、外部の機関から搬入した動物を飼育する場合は、搬入する動物が当部門の「標準作業手順書」に規定する病原体に感染していないことを証明する書類（微生物モニタリング表）を予め提出してください。ただし、搬入前1年以内に同じ機関から同種の動物を搬入した際に微生物モニタリング表を提出した場合には、改めて提出する必要はありません。

(7) (げっ歯類処置室の利用)

げっ歯類飼育室の利用者は、当部門内で飼育する動物への実験的処理を行うために処置室を利用することができます。利用したい場合は事前に空き状況を担当者に確認し、利用希望日時と処置内容を担当者へお伝えください。

### 3. ガラス室・圃場

(1) 建物1, 2階に付属したガラス室、および屋外に圃場が用意されています。利用を希望する際には事前に担当職員と利用方法を打ち合わせたくうえで利用申請をしてください。

(2) 利用区域の除草や清掃は利用者各自で行ってください。農具類の貸出も行っていますので、利用の際には職員へ申し出てください。

(3) 栽培廃棄物は学内の廃棄物処理方法に従って処分してください。

### 4. 水槽室

(1) 水槽室には、温度コントローラー付の水槽が用意されています。また、飼育水として井水（雑用水）と海水を利用できます。

(2) 利用者は、半年に一度、水槽と排水溝の掃除並びに濾過砂の洗浄を行ってください。また、水槽の利用が終了した場合も同様です。

### 5. 共同利用

(1) 利用者は、当部門を利用して行う実験・研究の遂行上、必要と認められる作業について、

共同利用機器（別表1参照）を利用することができます。希望者は申請書「利用機器」欄に付記し、利用方法を職員に確認してからご利用ください。

- (2) 部門内での飼育・実験のため一時的に飼料調整室を利用することができます。使用後は掃除・ゴミ処理等を行い、元の状態に戻してください。
- (3) 飼育・実験に用いた脊椎動物の死体は、専用フリーザーに廃棄し記録簿へ数量等を記入してください。
- (4) 利用者が随時利用場所を清掃できるよう、掃除道具の貸し出しを行っております。職員にご相談いただくか、2階廊下にあるロッカーの掃除道具をご使用ください。
- (5) 安全キャビネット、CO<sub>2</sub>インキュベータ等が設置してある共同利用室を利用する場合、利用申請書への記載が必要です。実験に必要な消耗品は利用者が用意し適切に廃棄してください。設置機器類の利用時間や場所等に関しては利用者同士が話し合い調整してください。新たに機器等を利用室に持ち込む場合、前もって職員までお知らせください。

## 6. 空調等の異常・トラブル

- (1) 各室にある空調制御盤は所定の設定値にセットされていますので、変更を希望する場合は必ず申し出てください。
- (2) 各室の警報設定温度（上限・下限）は当部門職員の方で設定しますが、利用している部屋について特に希望がある場合にはご相談ください。
- (3) 室温の異常を知らせる警報盤が、1階玄関ホールと2階東側廊下中央および2階東側廊下の北端に備わっています。警報が鳴っているときは職員へ連絡願います。
- (4) 職員不在の時間帯に警報が鳴っていたりトラブルに遭遇したりした際は、理学部2号館の防災センター（内線2660）へ伝えてください。

## 7. 停電

- (1) 当部門には停電による生物及び実験系への影響を最小限に食い止めるため、空調などへの必要最低限の機器の運転を保証する自家発電装置が備わっています。
- (2) 自家発電装置は一時的な電力供給しかできませんので、事前に停電が知らされている場合は停電前に必ず各機器の電源を切ってください。
- (3) 停電には断水が伴う場合があります。給水・給湯及びトイレの使用はご遠慮ください。
- (4) 緊急に停電が発生すると数秒後に自家発電装置が作動します。数分経っても通電しない等

のトラブルがあった場合には至急職員へ連絡願います。(職員不在時は6.(4)と同様に対応してください。)

## 8. 純水、超純水、海水

- (1) 当部門では、純水 (RO)、超純水 (ミリ Q)、海水のみの提供も行っています。希望者は価格を確認し、利用申請書を提出してください。
- (2) 使用の際には必要量分の容器を持参し、所定の用紙に記入してご利用ください。

## 9. 経費

- (1) 空調、その他諸設備の維持・管理のための諸経費の一部と共通消耗品の費用として別に定める料金を利用者に負担していただきます。なお、利用料金は年度始めから3ヶ月毎に徴収させていただきます。

## 10. その他

- (1) 入館する際に登録 IC カードを必ず携帯して下さい。
- (2) 当部門内は土足禁止ですので、専用の上履きをご利用ください。
- (3) 利用者が発注した機器修繕・物品を直接当部門へ納品する際は、事前に納品業者と納品日を職員へ連絡し、搬入や作業の日時の調整を行ってください。
- (4) 当部門内での物品の扱いについては、以下の点に御注意ください。
  - ・ 物品には全て所有者・所属講座などを分かりやすい場所に明記してください。
  - ・ 備品番号がつかない器具・機器・消耗品についても所属が分かるように講座名等をご記入ください。
  - ・ 大きな資材や物品を出し入れする際には、事前に職員へ連絡し、適宜申請書の書き換えを行ってください。
  - ・ 申請の際に利用場所として明記されていない場所 (例えば自分の使用場所以外の部屋・廊下・玄関等) に一時的にでも物品を設置する場合には、職員までご連絡ください。
- (5) 利用を終了する際には、部屋・機器等を元の状態に戻し、職員の確認を受けてください。
- (6) 当部門運営費の一部は、皆様からの利用料金によって賄われています。光熱水料は運営費総額の多くを占めており、当部門を運営するうえで負担となっております。当部門を共同利用施設としてより一層活用するためにも、電気・水道等の無駄使いをなくし、省エネルギー化を心掛けてください。

## 別表 1

### 共同利用機器

オートクレーブ（共同実験室）  
乾熱滅菌機（共同実験室）  
製氷器（飼料調整室）  
CO<sub>2</sub> インキュベータ（共同実験室）  
安全キャビネット（共同実験室）  
-80℃フリーザー（中廊下）

## 別表 2

### 実験用動物供給細則

1. 実験生物共同利用部門におけるマウス・ラットの供給については、この細則の定めるところによる。
2. 実験用動物は、原則として研究実験用に供給する。
3. 実験用動物の飼育経費の負担は、次のとおりとする。

ハツカネズミ	系統、性別、週齢の		
(マウス)	指定有り	1 頭当たり	500 円
	指定無し	1 頭当たり	250 円
	妊娠個体	1 頭当たり	2,500 円

ドブネズミ	系統、性別、週齢の		
(ラット)	指定有り	1 頭当たり	1,200 円
	指定無し	1 頭当たり	600 円
	妊娠個体	1 頭当たり	6,000 円

4. 供給の申込みは、予めげっ歯類飼育部の担当職員と打合せを行い、所定の用紙に必要事項を記入の上、行うこと。
5. 3. に規定する費用の請求は、実験生物共同利用部門の利用料の請求に合わせて行う。供給に際して必要となる費用については、申込者が負担する。

北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター規程

平成20年11月1日

海大達第150号

(趣旨)

第1条 この規程は、国立大学法人北海道大学組織規則（平成16年海大達第31号）第27条の7第4項の規定に基づき、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター（以下「センター」という。）の組織及び運営について定めるものとする。

(目的)

第2条 センターは、北海道大学の研究者に対して、遺伝子及び染色体に関する研究を行うための施設及び設備を提供するとともに、動物、植物その他生物材料の供給を行うことにより、生物科学分野の研究の進展に寄与することを目的とする。

(共同利用部門)

第3条 センターに、次に掲げる共同利用部門を置く。

- (1) 動物染色体共同利用部門
- (2) 遺伝子実験共同利用部門
- (3) 実験生物共同利用部門

(職員)

第4条 センターに、センター長その他必要な職員を置く。

(センター長)

第5条 センター長は、北海道大学大学院理学研究院の専任の教授又は准教授をもって充てる。

- 2 センター長は、北海道大学大学院理学研究院長（以下「研究院長」という。）の監督の下に、センターの業務を掌理する。
- 3 センター長の任期は2年とする。
- 4 センター長は、再任されることができる。
- 5 センター長の選考は、研究院長が推薦する候補者から、総長が行う。
- 6 センター長候補者の選考については、研究院長が別に定める。

(運営委員会)

第6条 センターに、センターの共同利用に関する事項その他のセンターの運営に関する重要事項を審議するため、運営委員会を置く。

- 2 運営委員会の組織及び運営については、研究院長が別に定める。

(雑則)

第7条 この規程に定めるもののほか、センターの組織及び運営に関し必要な事項は、研究院の教授会の議を経て、研究院長が別に定める。

附 則

- 1 この規程は、平成20年11月1日から施行する。
- 2 この規程の施行後、最初に任命されるセンター長の任期は、第5条第3項の規定にかかわらず、平成22年3月31日までとする。

附 則

この規程は、平成21年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成27年4月1日から施行する。

## 北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター運営委員会内規

### (趣旨)

第1条 この内規は、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター規程（平成20年海大達第150号）第6条第2項の規定に基づき、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター運営委員会（以下「委員会」という。）の組織及び運営について定めるものとする。

### (審議事項)

第2条 委員会は、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター（次条第1項において「センター」という。）の共同利用に関する事項その他のセンターの運営に関する重要事項を審議する。

### (組織)

第3条 委員会は、次に掲げる者をもって組織する。

(1) センター長

(2) センターの業務を兼務する北海道大学大学院理学研究院の教授及び准教授（国立大学法人北海道大学特任教員就業規則（平成18年海大達第35号）第3条第2号に該当する特任教員を含む）

(3) その他理学研究院長が必要と認めた者 若干名

2 前項第3号の委員は、理学研究院長が委嘱する。

### (任期)

第4条 前条第1項第3号の委員の任期は、1年とする。ただし、補欠の委員の任期は、前任者の残任期間とする。

2 前項の委員は、再任されることができる。

### (委員長)

第5条 委員会に委員長を置き、理学研究院の副理学研究院長のうちから、理学研究院長が指名する者をもって充てる。

### (委員会の招集及び議長)

第6条 委員長は、委員会を招集し、その議長となる。

2 委員会は、委員長が必要と認めた場合に招集するものとする。

3 委員の3分の1以上の求めがある場合には、委員長は委員会を招集しなければならない。

### (議事)

第7条 委員会は、委員の過半数の出席がなければ議事を開き、議決することができない。

2 委員会の議事は、出席委員の過半数をもって決するものとする。

### (委員以外の者の出席)

第8条 委員会が必要と認めたときは、委員会に委員以外の者の出席を求め、説明又は意見を聴くことができる。

(庶務)

第9条 委員会の庶務は、理学・生命科学事務部において処理する。

(雑則)

第10条 この内規に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員会が別に定める。

附 則

この内規は、平成20年12月4日から施行する。

附 則

この内規は、平成23年4月1日から施行する。



## 北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター長候補者選考内規

### (趣旨)

第1条 この内規は、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター規程（平成20年海大達第150号）第5条第5項の規定に基づき、北海道大学大学院理学研究院附属ゲノムダイナミクス研究センター長候補者（以下「候補者」）の選考に関し、必要な事項について定めるものとする。

### (候補者の選考)

第2条 候補者の選考は、次のいずれかに該当する場合に行う。

- (1) センター長の任期が満了するとき。
- (2) センター長が辞任を申し出て、総長が認めたとき。
- (3) センター長が欠けたとき。

### (候補者の選考)

第3条 候補者は、理学研究院の専任の教授及び准教授のうちから、理学研究院長が指名する者をもって充てる。

### (教授会の報告)

第4条 理学研究院長は、前条の規定により指名された候補者について、北海道大学大学院理学研究院教授会に報告するものとする。

### 附 則

この内規は、平成20年12月4日から施行する。

### 附 則

この内規は、平成27年4月1日から施行する。