

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 概要  
2020

Hokkaido University, Faculty of Science  
Genome Dynamics Research Center



## 2020 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、ご承知のように平成 30 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います。これに伴い、本年度より 2 年かけて本センター両棟の改修工事が実施される運びとなりました。現在は建物の改修や実験生物の移転等の計画立案を進めております。

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まいりますので、ご理解とご協力の程、よろしくお願い申し上げます。

令和 2 年 6 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

# 目次

- ・ 2020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 39

## 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	山口 淳二
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
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	永井 隆哉	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
	藤田 知道	教授	理学研究院
	水波 誠	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

## 令和元年度 活動報告

- ・ 概要 2019 (年次報告) 発行 (8月)
- ・ 運営委員会開催 (6月・8月・12月 計3回)
- ・ 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 計6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。

本施設の竣工は昭和56年であり、すでに築39年を経過しております。幸い本年度におきまして、改修工事に係る概算要求を文部科学省に行ったところ、令和2年度および3年度の2年間にわたる予算の内示をいただくことができました。これも関係各所の多大なご助力があったからこそであり、ご支援をいただきましたことに感謝申し上げます。

今後50年後の将来も勘案しながら、実験生物の飼育・栽培がより円滑に実施できるよう、施設の設計を鋭意進めているところです。また、改修工事の期間中には、現在飼育・栽培されている実験生物の仮移転が必須となります。仮移転期間中も滞りなく研究活動の実施が行えるよう、この移転につきましても準備しているところです。利用者の方々におかれましても、何卒、ご協力をよろしくお願いいたします。

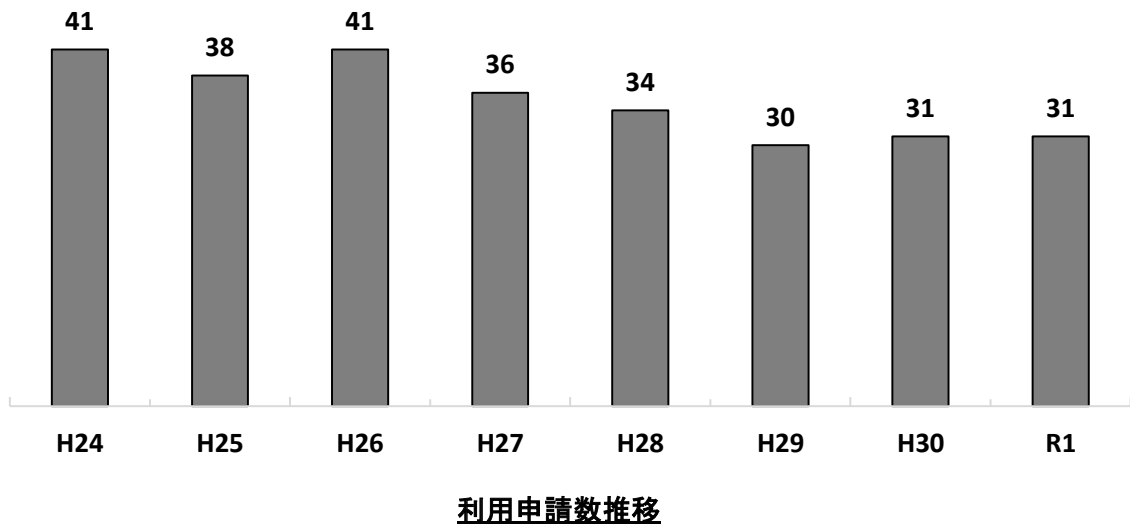
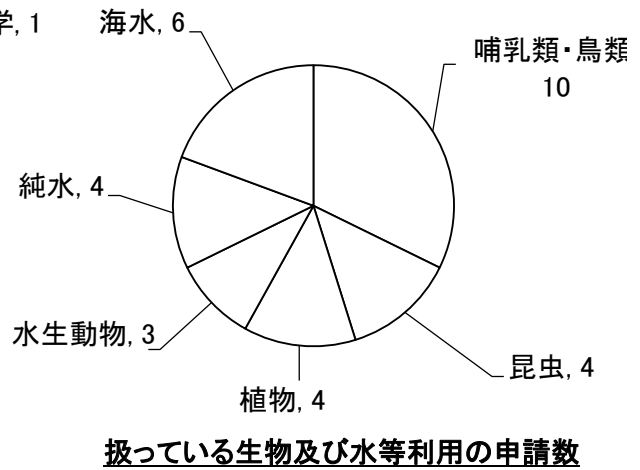
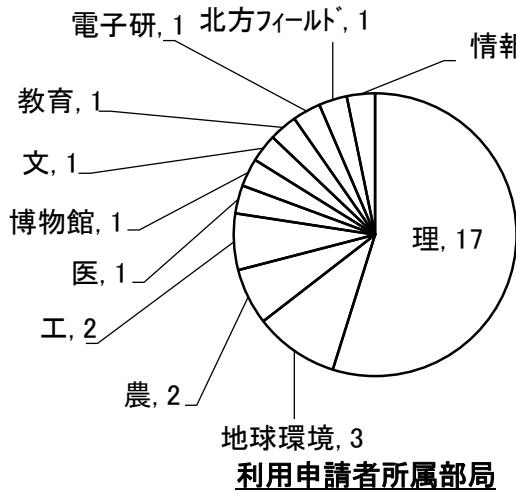
今後とも研究環境の向上と維持を目指して、研究及び実験の場を提供していく努力を続けてまいります。

### 令和元年度 実験生物共同利用部門 利用状況

所 属	利用者数
文学研究院	1
地球環境科学研究院	3
理学研究院	17
農学研究院	2
教育学研究院	1
工学研究院	2
医学研究院	1
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
情報科学研究院	1
計	31



## 令和元年度利用者の内訳



## 系統保存リスト

マウス(8系統)	ラット(11系統)
BALB/c	ACI
BALB/cAn	ACI(S)
BKH	ALB
CBA	BN
CBA/H-T <sub>6</sub>	KYN
C57BL/6	LEA
C3H	LEJ
LT/Sv	NIG-III
	SDJ
	TO
	WKAH

## 令和元年度 実験生物共同利用部門 保守営繕リスト

平成31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
令和元年	5月	温室制御盤タイムスイッチ取替工事
	6月	2階実験室(8)換気扇撤去工事
	7月	2階小生物飼育室(5)エアコン修理 プレフィルター交換
	8月	1階洗浄室消毒器性能検査整備(オートクレーブ) 2階実験室(5)エアコン室内機洗浄作業 非常用発電機簡易点検 障害樹木枝払い作業
	9月	温室内ドアパネル取付他工事
	12月	機械室内蒸気配管修理 樹木冬囲い業務
令和2年	2月	圃場高木選定作業

**令和元年度 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
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	統合環境科学・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	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	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	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	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・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	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	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	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・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・多様性生物学	教授	小亀 一弘	藻類の系統進化学
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	加藤 徹	ショウジョウバエおよび植食性テントウの進化的研究
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	サッポロフキバツ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
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
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	教授	田部 豊	燃料電池内水分挙動及び凍結現象の可視化観察
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
文学研究院	人間科学・心理学	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
情報科学研究院	生命人間情報科学・バイオインフォマティクス	教授	遠藤 俊徳	分子進化解析によるアメリカのヒョウタンの伝播経路の推定
電子科学研究所	附属社会創造数学研究センター・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	准教授	阿部 剛史	紅藻ゾウ属および近縁属に関する種生物学的研究

# 利用報告

## 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

利用者: 梅村昌宏・範 瑞珊

温室において、(1)ワタスゲ種子発芽特性および谷内坊主形成過程に関する実験と、(2)帰化植物と在来種の同所的種子発芽に関する実験を行った。

(1) ワタスゲ種子発芽特性および谷内坊主形成過程に関する実験

ワタスゲ(*Eriophorum vaginatum* L.)は、湿原において谷内坊主を形成するが、その形成過程には温度・降水量が関与するという仮説があるが、地域性が認められ統一的な見解は得られていない。そこで、ワタスゲの種子発芽特性の検出および谷内坊主形成初期段階を再現することを目的に、温室において模倣実験を行った。なお、発芽実験に供した種子は、サロベツ湿原泥炭採掘跡地の移植実験にも用いた。種子は、結実期に採掘跡地から採取した。これらの種子を、200 穴(26 cm × 52 cm × 5 cm, 縦・横・高さ)のプラスチック容器内に厚さ 4 cm となるよう泥炭を入れ、各穴に 3 粒ずつ 2019 年 7 月 14 日に播種し、発芽数を記録した。合計で 3600 粒 (200 穴 × 3 粒 × 6 反復)を播種している。次に、18 cm × 58 cm × 15 cm のプランターを用意し、バーミキュライトを厚さ 7 cm、その上に泥炭を厚さ 2 cm に敷き、10 cm 間隔で 10 の実生を移植した。プランターは 4 つ準備し、それぞれに、施肥・盛土処理、施肥処理、盛土処理、無処理(対照)のいずれかを施し成育実験を行った。施肥・盛土は最初の 2 か月は週に 1 度、それ以降は月に 1 度程度行い、その都度、実生の葉の最大長・枚数を計測した。

9 月 1 日までに 589 種子(発芽率 16.4%)が発芽した。これらのうち、460 実生を調査区に移植し、生存率と成長を記録中である。なお、実生成長は、2019 年 10 月下旬には、温室の方が良好であった。温室実験は、継続中である。

(2) 帰化植物と在来種の同所的種子発芽に関する実験

本実験は、当初は土壤栄養条件の異なる環境下で帰化植物が在来種の成長に与える影響を定量化する目的で開始されたが、在来種の発芽率が低いため、計画を変更し、土壤栄養が帰化植物の種子発芽と成長に与える影響を観察することとした。しかしながら、以下の興味ある知見が得られている。実験に使用された植物種は、サロベツ湿原泥炭採掘跡地で定着が認められる多年生草本 3 種で

ある。帰化種にエゾノギシギシ(*Rumex obtusifolius* L.)、在来種にワタスゲ(*Eriophorum vaginatum* L.)とホロムイヌグ(*Carex middendorffii* Fr. Schmidt)を選んだ。種子は全て 2019 年中に、各種の種子散布期に採取した。2019 年秋に泥炭採掘跡地で採取した表層の泥炭を発芽床として使用した。小型トレイに泥炭を敷き、その上に合計 20 粒となるよう上記 3 種の種子を播種した。内訳は、エゾノギシギシの単播処理、エゾノギシギシと在来種の混播処理である。各種子混合処理に対して、施肥により栄養分勾配を作り土壤栄養が発芽成長に与える影響を測定した。よって、実験は、(2 × 2)種子処理 × 3 施肥処理 × 5 反復の計 120 トレイで行った。散水は、温室の自動スプリンクラーで 1 日 7 回行った。発芽観察は、可能な限り毎日行った。エゾノギシギシは、実験開始から 1 週間で発芽を開始し発芽期間は 1 週間程度であった。高濃度施肥区で発芽と成長は良好であり、エゾノギシギシの発芽期間は 1 週間程度であった。一方、在来種 2 種の発芽は極めて遅く、ワタスゲの最初の発芽が確認されたのは播種から 1 ヶ月後であった。また、実験(1)よりも発芽率は低かった。このことは、ワタスゲは短命種子であることを示唆している。一方、ホロムイヌグ種子は、まったく発芽しなかった。顕微鏡観察からは、ホロムイヌグ種子の断面は健全であり、種子が未熟あるいは死亡していることが発芽しない要因とは考えづらく、種子への低温処理期間の効果を、別個で実験中である。現在、実生を刈り取り地上部および地下部のバイオマス測定を行い、成長・資源分配に対する施肥の影響を測定する予定である。

論文

Nagasato C, Kawamoto H, Tomioka T, Tsuyuzaki S, Kosugi C, Kato T & Motomura T. (2020) Quantification of the laminarian zoospores in seawater by real-time PCR. *Phycological Research* 68: 57-62

Otaki M & Tsuyuzaki S (2019) Succession of litter-decomposing microbial organisms in deciduous birch and oak forests, northern Japan. *Acta Oecologica* 101, Article 103485

Tsuyuzaki S. (2019) Vegetation changes from 1984 to 2008 on Mount Usu, northern Japan, after the 1977-1978 eruptions. *Ecological Research* 34: 813-820

学会発表

露崎史朗・梅村昌宏・賈雨萌. (2020) サロベツ泥炭採掘跡地に移植されたミズゴケマットの 2 年間の定着状況. 第 66 回日本生態学会(名古屋, ポスター)

Végh L, Tsuyuzaki S. (2020) Comparing biodiversity indicators from field and remote sensing observations

on Mount Usu. 第 66 回日本生態学会(名古屋, ポスター)

**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

Kamada, T., Phan, C., Okino, T. and Vairappan, C. S. (2019) Cytotoxicity and antibacterial potential of halogenated chamigrenes from Malaysian red alga, *Laurencia majuscula*, *Planta Medica International Open*, 6, e36-e40.

Umezawa, T., Prakoso, N. I., Kannaka, M., Nogata, Y., Yoshimura, E., Okino, T., and Matsuda, F. (2019) Synthesis and structure—activity relationship of Omaezallene derivatives, *Chemistry and Biodiversity*, 16, e1800451.

**環境生物科学部門 陸生生態学分野**  
**工藤 岳**

研究従事者: 大嶋希美

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。昨年度の研究では、近縁種で昼夜間での送粉者誘引形質(花蜜中糖度および芳香量)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研究を行い、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が示された。今年度の研究では、メマツヨイグサが明治期に移入してきた外来種で日本全国に広範囲に分布していること、および地理的に広範囲に分布する植物においては繁殖戦略や形態特徴に場所間で変異が生じることが多いことから、侵略後の繁殖戦略や形態特徴が緯度分布に沿ってどのように変化するかを明らかにすることを目的として、野外調査を行った。なお、この種は夕方から開花する一日花を夏から秋にかけてつけるため、花の開花時間や開花フェノロジーの長さも重要な繁殖戦略になると考えられる。これらの繁殖戦略の特徴の比較対象群としてゲノムダイナミクスセンター施設内の実験圃場において移植個体群(以下札幌、n=62)を作成し比較検証を行った。なお、移植個体群は 2019 年 6 月に北海道石狩市「はまなすの丘公園」から採取した個体を用いて作成した。野外調査においては、はまなすの丘公園(n=44)、茨城県ひたちなか市国営ひたち海浜公園(n=40)、鳥取県米子市米子水鳥公園(n=24)の 3 地点(それぞ

れ以下石狩、日立、米子)で行った。

- ① 花および植物個体の形態的特徴の比較 各調査地点において、花の大きさ(花の長径・短径・花筒長)と個体サイズ(地際直径・高さ)を測定して比較をおこなった。花サイズにおいては、石狩と札幌がほかの 2 地点よりも有意に大きいことが明らかになった。一方で個体サイズは、石狩と日立で小さくなった。
- ② 開花フェノロジーと開花時間の測定 野外個体群 3 地点と札幌個体群において、各個体がいつ最初の花を咲かせるかを記録した。また、開花時間については札幌において定点カメラを設置し、7 月 1 日から 10 月 28 日までの各週で花の開花時間を測定した。開花フェノロジーは高緯度地域で早まる傾向があり、一日の中での開花開始時間は高緯度地域で早いことが明らかになった。開花時間を説明変数、週を応答変数、ランダム効果を個体 ID として線形回帰を行い、この回帰線と各調査地点とのずれを測定した。この結果、石狩と札幌の個体群は開花開始時間が大きく変わらなかったが、日立・米子両個体群は札幌よりも遅く開花する傾向にあった。

以上の結果と気象条件の解析から、形態的特徴の個体群間変異は風力などの気象条件に応じて変化していると考えられた。また、高緯度地域では生育シーズンが短いため、開花フェノロジーが早まり、かつ開花期間が短くなると考えられた。生育好適期間が限られるため、繁殖への資源投資量を増大させても総種子生産量は頭打ちになると推測された。一方で、夜間の送粉者だけでなく夕暮れ時の送粉者も利用するために、花のディスプレイサイズの増大や、開花時間の変更が進化したのではないかと示唆された。昨年からの継続研究として、花の香りの地域間比較も行っているが、それに関しては現在解析中である。

学会発表

大嶋希美, 工藤岳:メマツヨイグサの開花特性とパフォーマンスの地理的変異.日本生態学会第 67 回大会, 2020 年 3 月 8 日, 名城大学(名古屋市)

**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)**

論文発表

"Co-appearance of superconductivity and ferromagnetism in a Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> nanofilm crystal",  
H. Nobukane, K. Yanagihara, Y. Kunisada, Y. Ogasawara, K. Isono, K. Nomura, K. Tanahashi, T. Nomura, T.

Akiyama and S. Tanda, Scientific Reports, 10 3462 (2020)  
"Coexistence of the Kondo effect and spin glass physics in Fe-doped NbS<sub>2</sub>",  
H. Nobukane, Y. Tabata, T. Kurosawa, D. Sakabe and S. Tanda, Journal of Physics: Condensed Matter, 32 165803 (2020)

#### 学会発表

"Emergence of high-temperature superconductivity in a Ca<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> nanocrystals",  
H. Nobukane, K. Yanagihara, Y. Kunisada, Y. Ogasawara, K. Isono, K. Nomura, K. Tanahashi, T. Nomura, T. Akiyama, and S. Tanda, The APS March Meeting 2020 March 2-6 2020, Denver, Colorado

$\pi$ -d 電子系  $\lambda$ -(STF)<sub>2</sub>FeCl<sub>4</sub> の電子スピン共鳴  
大島勇吾, Taehoon Lee, 南館孝亮, 斎藤洋平, 河本充司, 松永悟明, 加藤礼三. 日本物理学会 2019 年秋季大会. 2019 年 9 月 10 日~13 日

$\pi$ -d 系有機導体  $\lambda'$ -(BEDT-STF)<sub>2</sub>FeBr<sub>4</sub> の磁性における微視的描像  
南館孝亮, 大島勇吾, 和田大阿, 松永悟明, 野村一成, 加藤礼三. 日本物理学会 2019 年秋季大会. 2019 年 9 月 10 日~13 日

擬一次元有機導体(DMET-TTF)<sub>2</sub>AuBr<sub>2</sub> の電子物性  
佐々木義明, 土屋智敬, 澤田賢志, 松永悟明, 河本充司, 野村一成. 日本物理学会 2019 年秋季大会. 2019 年 9 月 10 日~13 日

層状ルテニウム酸化物ナノスケール結晶の輸送現象  
礒野翔, 延兼啓純, 柳原興世, 小笠原優仁, 國貞雄治, 棚橋慧太, 能村貴宏, 秋山友宏, 野村一成, 丹田聡. 日本物理学会 2019 年秋季大会. 2019 年 9 月 10 日~13 日

擬一次元有機導体(DMET-TTF)<sub>2</sub>AuBr<sub>2</sub> の電子物性(2)  
飯田瑠平, 佐々木義明, 土屋智敬, 澤田賢志, 松永悟明, 河本充司, 野村一成. 日本物理学会第 75 回年次大会. 2020 年 3 月 16 日~19 日

Fe<sub>1+x</sub>Te の誘電率測定  
横井千熙, 宮寄一誠, 金井恭佑, 市村晃一, 丹田聡, 松永悟明, 黒澤徹. 日本物理学会第 75 回年次大会. 2020 年 3 月 16 日~19 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

Ihara, Y., Moribe, K., Fukuoka, S., and Kawamoto, A. (2019) Microscopic coexistence of superconductivity

and charge order in the organic superconductor  $\beta'$ -(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>. Physical Review B **100**, 060505(R).

Kobayashi, T., Suzuta, A., Tsuji, K., Ihara, Y., and Kawamoto, A. (2019) Inhomogeneous electronic state of organic conductor  $\kappa$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]I studied by <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. Physical Review B **100**, 195115.

Ohnuma, A., and Kawamoto, A. (2019) <sup>13</sup>C-NMR study of charge fluctuation in  $\alpha$ -(BEDT-TTF)*MX* salts (*M* = alkali metal; *X* = S, Se). Physical Review B **100**: 245107.

Saito, Y., Rösslhuber, R., Löhle, A., Sanz Alonso, M., Wenzel, M., Kawamoto, A., Pustogow, A., and Dressel, M. (2000) Bandwidth tuning from insulating Mott quantum spin liquid to Fermi liquid via chemical substitution in  $\kappa$ -[(BEDT-TTF)<sub>1-x</sub>(BEDT-STF)<sub>x</sub>]<sub>2</sub>Cu<sub>2</sub>(CN)<sub>3</sub>. Physical Review B accepted.

Kobayashi, T., Ishikawa, T., Ohnuma, A., Sawada, M., Matsunaga, N., Uehara, H., and Kawamoto, A. (2020) Spin-density wave in the vicinity of superconducting state in  $\lambda$ -(BETS)<sub>2</sub>GaBr<sub>x</sub>Cl<sub>4-x</sub> probed by <sup>13</sup>C NMR spectroscopy. Physical Review Research accepted.

#### 学会発表

##### 国際会議

S. Fukuoka, T. Minamidate, N. Matsunaga, K. Nomura, Y. Ihara, and A. Kawamoto: Magnetic and Thermodynamic Properties of Molecular  $\pi$ -d system  $\lambda$ -(BEDT-STF)<sub>2</sub>FeCl<sub>4</sub>. International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019), September 22-27, 2019, Tomar, Portugal.

A. Ohnuma, and A. Kawamoto: The Horizontal Stripe Modulation of  $\alpha$ -Type Salts Examined by <sup>13</sup>C-NMR Study on the Metallic Salt of  $\alpha$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>TIHg(SeCN)<sub>4</sub>. International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019), September 22-27, 2019, Tomar, Portugal.

T. Kobayashi, K. Tsuji, T. Ishikawa, A. Ohnuma, and A. Kawamoto: Evidence of the Spin-Density-Wave Fluctuation in  $\lambda$ -(BETS)<sub>2</sub>GaCl<sub>4</sub> Probed by <sup>13</sup>C and <sup>69/71</sup>Ga NMR Spectroscopy. International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019), September 22-27, 2019, Tomar, Portugal.

M. Sawada, Y. Saito, S. Fukuoka, and A. Kawamoto: <sup>13</sup>C NMR Study of the Electronic Properties of  $\lambda$ -(ET)<sub>2</sub>GaCl<sub>4</sub> Under Pressure. International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019), September 22-27, 2019, Tomar, Portugal.

T. Ishikawa, A. Kawamoto, and T. Kobayashi:

Spin-Density-Wave Near Superconductivity in a System of  $\lambda$ -(BETS)<sub>2</sub>GaBr<sub>x</sub>Cl<sub>4-x</sub> Probed by <sup>13</sup>C-NMR. International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Magnets (ISCOM2019), September 22-27, 2019, Tomar, Portugal.

Y. Ihara, K. Arashima, M. Hirata, T. Sasaki, and H. Yoshida: <sup>35</sup>Cl NMR study for anisotropic low-energy magnetic excitations in perfect kagome antiferromagnet Ca-kepallasite. International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2019), September 23-28, 2019, Okayama, Japan.

K. Arashima, Y. Ihara, K. Matsui, K. Kindo, Y. Kohama, M. Hirata, T. Sasaki, Y. Ishii, and H. Yoshida: <sup>7</sup>Li NMR study for the breathing Kagome antiferromagnet Li<sub>2</sub>Cr<sub>3</sub>SbO<sub>8</sub>. International Conference on Strongly Correlated Electron Systems (SCES2019), September 23-28, 2019, Okayama, Japan.

## 国内学会

福岡脩平, 春山和希, 井原慶彦, 河本充司:  $\lambda$ -(BEDT-STF)<sub>2</sub>Fe<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Cl<sub>4</sub> 混晶系の磁気状態. 日本物理学会 2019 年秋季大会, 2019 年 9 月 10 日—13 日, 岐阜大学 (岐阜市).

三枝大輔, 福岡脩平, 井原慶彦, 河本充司, 高橋幸裕, 竹久美佳, 田中恵里, 原田潤, 稲辺保: 有機分子を挿入した TTF-CA 類縁体の電子状態. 日本物理学会 2019 年秋季大会, 2019 年 9 月 10 日—13 日, 岐阜大学 (岐阜市).

井原慶彦, 荒島洗樹, 勝吉司, 木村健太, 木村剛: 定常磁場 NMR 測定による正四角台塔型反強磁性体 Pb(TiO)Cu<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> の低磁場相の磁気構造観測. 日本物理学会 2019 年秋季大会, 2019 年 9 月 10 日—13 日, 岐阜大学 (岐阜市).

## 生物科学部門 形態機能学分野

山口 淳二

1) 植物細胞における糖シグナル伝達を制御する新規因子 ATL8 の研究. シロイヌナズナを材料に, ATL8 が膜局在性のユビキチンリガーゼとして機能し, 糖飢餓条件におけるシグナル伝達に関与することを示した. さらに, ATL8 のユビキチン化標的候補因子を探索し, ATL8 がデンプン合成酵素と相互作用することを見出した. [Luo et al, *Plant Biotechnology* 2019]

2) シロイヌナズナのポリ A 分解酵素 AtCCR4 が AtNOT1 を足場とした巨大複合体を形成していることを示した. 複合体には標的遺伝子の認識に関わると考えられる RNA 結合タンパク質も含まれ

ていた. [Arae et al, *Plant and Cell Physiology* 2019]. 3) AtNOT1 の変異株が雄性配偶体致死となるのは, 花粉の形成阻害が原因であることを明らかにした. ヘテロ接合体を用いた解析から, 花粉形成時の負の発現制御に関わっている可能性を示した.

[Motomura et al, *Plant and Cell Physiology* 2020] 4) 太陽光の円偏光性がどのように植物の成長を制御するかについての研究. シロイヌナズナやレタスを用いた研究より, 発芽や下胚軸の成長において右偏光が効果的に作用することを証明した. 変異体を用いた形質の解析やフィトクローム分子の物理化学的特性より, このような右偏光の作用はフィトクロームを介して作用していることを明らかにした. [Lkhamkhuu et al, *Plant Biotechnology* 2020]

5) 植物が糖/窒素 (C/N) 栄養バランスに応答する分子機構について, 細胞内リン酸化シグナル伝達ネットワークについて網羅的に解析した研究. シロイヌナズナを材料に, リン酸化プロテオーム解析を実施し, これまでにない大規模な C/N シグナル伝達ネットワークの情報が得られた. また, 栄養シグナルと細胞死制御に関わる新規受容体型キナーゼ LMK1 を単離した. [Li et al, *Frontiers in Plant Science* 2020]

6) モデル作物種であるトマトの果実を用いたプロテオーム解析手法に関して執筆した. 果実における代謝酵素の活性制御に関わる 14-3-3 タンパク質の標的因子について, 当研究室で実施したハイスループットかつ網羅的なプロテオーム解析手法について解説した. [Luo et al, "Plant Proteomics: Methods and Protocol, Third Edition" 2019]

7) 「環境ストレスに強くするバイオスティミュラント」の特集として, 「植物に対する乳酸菌培養液の機能性」と題して, 乳酸菌培養液より単離した植物成長促進物質 L-フェニル乳酸の機能についての概要を記した. [眞木&山口, in 最新農業技術『土壌施肥』 2020]

## <原著論文>

Luo, Y., Aoyama, S., Fukao, Y., Chiba, Y., Sato, T. and Yamaguchi, J. (2019) Involvement of the membrane-localized ubiquitin ligase ATL8 in the sugar starvation response in Arabidopsis. *Plant Biotechnology*, 36:107-112 [10.5511/plantbiotechnology.19.0328a]

Arae, T., Morita, K., Imahori, R., Suzuki, Y., Yasuda, S., Sato, T., Yamaguchi, J. and Chiba, C. (2019) Identification of Arabidopsis CCR4-NOT complexes with Pumilio RNA binding proteins, APUM5 and APUM2. *Plant and Cell Physiology*, 60: 2015-2025 [10.1093/pcp/pcz089]

Motomura, K., Arae, T., Uramoto, A.H., Suzuki, Y., Takeuchi, H., Suzuki, T., Ichihashi, Y., Shibata,

- A., Shirasu, K., Takeda, A., Higashiyama, T. and Chiba Y. (2020) AtNOT1 is a novel regulator of gene expression during pollen development. *Plant and Cell Physiology*, in press
- Lkhamkhuu, E., Zikihara, K., Katsura, H., Tokutomi, S., Hosokawa, T., Usami, Y., Ichihashi, M., Yamaguchi, J. and Monde, K. (2020) Effect of Circularly Polarized Light on Germination, Hypocotyl Elongation and Biomass Production of Arabidopsis and Lettuce; Involvement of Phytochrome B. *Plant Biotechnology*, 37: 1-11 [10.5511/plantbiotechnology.19.1219a]
- Li, X., Sanagi, M., Yu, L., Nomura, Y., Stolze, S.C., Yasuda, S., Saijo, Y., Schulze, W.X., Feil, R., Lunn, J.E., Stitt, M., Nakagami, H., Sato, T. and Yamaguchi, J. (2020) Protein phosphorylation dynamics under carbon/nitrogen-nutrient stress and identification of a cell death-related receptor-like kinase in Arabidopsis. *Frontiers in Plant Science*, accepted

#### <総説>

- Luo, Y., Lu, Y., Yamaguchi, J. and Sato, T. (2019) Chapter 21, Proteome analysis of 14-3-3 targets in tomato fruit tissues. In “Plant Proteomics: Methods and Protocol, Third Edition” (edited by J.V. Jorrín Novo, L. Valledor, and M.A. Castillejo) *Methods in Molecular Biology*, Springer Protocol, Humana Press, in press
- 眞木祐子, 山口淳二 (2020) 植物に対する乳酸菌培養液の機能性, 最新農業技術『土壌施肥』第12巻, <環境ストレスに強くするバイオスティミュラント> pp. 13-15, 農山漁村文化協会

### 生物科学部門 行動神経生物学分野

小川 宏人

令和元年度研究成果

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、神経生物学の実験を行った。

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。また、オスコオロギの発する誘引歌に対してメスは音源に近付いていく接近行動（音源定位）を示す。我々はこれまでに、気流感覚情報処理の神経機構と気流誘導性逃避行動、及び音源定位行動に関する神経行動学的研究を行ってきた。本年度は以下の研究に関する成果を得た。

コオロギ脳内における多感覚ニューロンの応答特性解析

コオロギは聴覚刺激に対し、受容する音の高さによって異なる行動を示す。同種オスの誘引歌のパターンの音刺激に対して、その周波数が誘引歌と同じ 5 kHz の場合には、音源に近付いていく正の走音性を示すが、捕食者であるコウモリの探索音波に近い高周波音になると、飛翔中に刺激から逃がろうとする負の走音性を示す。また、短い気流刺激に対しては、刺激の反対方向に移動する逃避行動を示す。いずれも刺激に対して定位を行うことから、聴覚系も気流感覚系も刺激の方向を検出する能力を持つことが分かる。音刺激および気流刺激の方向情報を処理する神経回路は、それぞれ前胸神経節および最終腹部神経節内に存在し、刺激に対して方向感受性を持つ上行性ニューロンによって脳へ伝達されている。したがって、コオロギの脳内で聴覚刺激と気流刺激の方向情報が読み出されて、上記の定位行動が制御されていると考えられる。これまでに、コオロギ脳内には複数種の刺激に応答する多感覚ニューロンがいくつか同定されているが、それらの応答における刺激方向感受性は不明である。そこで本研究は、コオロギ脳内における異種感覚の方向情報の統合メカニズムを明らかにすることを目的として、脳内多感覚ニューロンの気流刺激と音刺激に対する方向感受性を解析した。

被覆タンダステンワイヤから作成したテトロード電極を脳内の異なる 5 つの領域に刺入し、5 kHz または 15 kHz のトーンパルス誘引歌と同じパターンで構成した音刺激と、流速 0.56 m/s、持続時間 200 ms の気流パフ刺激に対する神経応答を細胞外記録した。スパイクソーティングによって抽出したユニットごとに、3 種の刺激に対する応答性と方向選択性を解析したところ、記録部位によって多感覚ユニットの割合や応答特性が異なった。全ての領域で音、気流どちらの刺激にも応答する多感覚ユニットが記録され、高次部位であるキノコ体 (MB) や中心複合体 (CX) で多かった。また気流のみに応答するユニットはほとんどなかったことから、気流感覚入力以外の感覚と統合されやすいと考えられる。

方向感受性をより多角的に比較するため、多次元尺度構成法 (MDS) を用いて方向チューニングカーブの形状を解析した。その結果、各ユニットのチューニングカーブは、その鋭さを第 1 要素として、多峰性の度合いを第 2 要素として二次元平面上に可視化された。方向チューニングを刺激種間で比較すると、聴覚応答の方向選択性は気流応答に比べて高かった。しかし、多感覚ニューロンにおいて刺激種による方向選択性の違いを比較したところ、同一ユニットであってもチューニング特性は類似していなかった。一方、脳領域間で比較する



と、MB や CX と出力領域である側副葉 LAL は、上行性ニューロンの投射領域よりも多様なチューニング特性をもつ応答が記録された。以上の結果から、気流刺激と音刺激の方向情報は別々に処理されており、多感覚ニューロンであっても異種刺激間の方向情報は共有されていないことがわかった。

聴覚刺激と気流刺激を同時に提示し、異種感覚刺激に対する多感覚ニューロン応答の加算特性と方向感受性を調べた。その結果、同時提示に対する多感覚応答は、それぞれの刺激を独立して与えた場合の応答の線形加算と有意に変わらないもの、線形加算よりも大きくなるもの、線形加算より小さくなるもののいずれもが観測された。また、多感覚応答の方向感受性を線形加算したものと MDS で比較したところ、互いに類似していた。したがって、脳内多感覚ニューロンは音と気流を同時に受容することで感受性が非線形に変化するが、その変化は全方向に対して生じるために、方向選択性がそれほど変わらないと考えられる。

以上まとめると、コオロギ脳内には上行性ニューロンよりも複雑な方向選択性を示すニューロンが存在し、高次処理領域ほど多様化した。多感覚ニューロンであっても刺激種によって方向選択性は異なり、聴覚刺激と気流刺激を同時に受容すると応答の大きさが変化した。

#### 発表論文

- 1) Sato, N., Shidara, H., **Ogawa, H.** (2019)  
Trade-off between motor performance and behavioural flexibility in the action selection of cricket escape behaviour. *Scientific Reports*, 9: 18112.

#### 著書

- 1) 染谷真琴, **小川宏人**, 上川内あづさ (2019)  
8-5 中枢の働き in 「生き物と音の事典」生物音響学会 編 Pp 302-303, 朝倉書店

#### 総説・解説

- 1) **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 超音波 TECHNO 31: 1-4

#### 国際会議発表

- 1) **Ogawa, H.**, Tanaka, K., Someya, M., Shidara, H. (2019)  
Different cell groups encode stimulus intensity and direction in insect mechanosensory system.  
49th Annual Meeting of Society for Neuroscience, McCormick Place (Chicago)
- 2) Kai, K., Shidara, H., Ando, N., **Ogawa, H.** (2019)  
Neural activity in the central complex of the crickets during phonotaxis.

- 49th Annual Meeting of Society for Neuroscience, McCormick Place (Chicago)
- 3) Shidara, H., **Ogawa, H.** (2018)  
Role of GABAergic inhibitory inputs on dendritic integration for wind direction-selectivity in the insect's mechanosensory projection neurons.  
49th Annual Meeting of Society for Neuroscience, McCormick Place (Chicago)

#### 国内学会発表

- 1) Hayashida, Y, Shidara, Y, Kai, K., Ogawa, H. (2019)  
Directional tuning characteristics of multisensory neurons in the cricket brain.  
日本比較生理生化学会第 41 回大会, 東京大学 (東京都目黒区)
- 2) 佐藤和, **小川宏人** (2019)  
コオロギの生得的逃避行動における異なる戦略間のトレード・オフ  
日本動物学会第 90 回大阪大会, 大阪大学 (大阪市)
- 3) 本丸尚人, 設楽久志, **小川宏人** (2019)  
コオロギの音源定位ナビゲーションにおける接近フェーズの解析  
日本動物学会第 90 回大阪大会, 大阪大学 (大阪市)
- 4) **小川宏人**, 田中寿希, 染谷真琴, 設楽久志 (2019)  
昆虫の機械感覚系における異なる刺激情報の符号化をになう細胞集団  
Neuro2019-第 42 回日本神経科学大会・第 62 回日本生化学会大会合同大会、朱鷺メッセ (新潟市)

#### 生物科学部門 行動神経生物学分野 水波 誠

1. ワモンゴキブリの嗅覚中枢の並列的な情報処理経路の解明  
昆虫 (ワモンゴキブリ) の脳の高次嗅覚中枢 (キノコ体) に投射する抑制性ニューロンに着目し、それらがキノコ体出力ニューロンからシナプスを受けて、キノコ体の出力ニューロンの匂い応答の強度を適正なレベルに調節する負のフィードバック経路を担っていることを突き止めた。さらに、キノコ体のフィードバック経路には、匂い受容ニューロンのタイプの違いに由来する 2 つの並列的な経路があること、また 2 つの並列経路の間に相互作用があることを見出した。この発見は、動物の嗅覚系において、受容ニューロンから高次中枢に至るまで一貫した並列的な情報処理経路が保たれていることを初めて明らかにしたもので、ヒトなど哺乳類の脳の嗅覚情報処理系の基本構成の理解にも示唆を与える重要な成果である。今後は、ワモンゴキブリのキノコ体における並列経路および両経路間の相互作用にどのような機能的な意味



伝子の読み出されている量」とその子孫の F1 ハイブリッド個体での「遺伝子座の読み出し比」の 2 つの情報から、ゲノム上の各遺伝子の読み出しに関わる変異の有無を判定した。その結果、さえずり発声に重要な脳部位（歌神経核）で約 800 個の遺伝子でその読み出しに関わる変異が起こることが分かった。これは脳内で読み出されている遺伝子の約 10% が影響を受けていることを意味する。特に、遺伝子の読み出し調節に関わる因子の性質を変える trans 変異によって、神経機能に関わる遺伝子群が多くの影響を受けていた。この 2 種間で異なる読み出し調節に関わる因子として、脳由来神経栄養因子として知られる BDNF を同定した。実際に BDNF 作動薬をキンカチョウの脳内に入れると、trans 変異を受けている遺伝子群の読み出し方が変わった。また、BDNF 作動薬を 2 週間投与されたキンカチョウは、本来のキンカチョウの特長をもつさえずり歌パターンが崩れて異常な歌を歌うようになることを実験的に検証した。

#### 論文発表

Wang H, Sawai A, Toji N, Sugioka R, Shibata Y, Suzuki Y, Ji Y, Hayase S, Akama S, Sese J, Wada K. Transcriptional regulatory divergence underpinning species-specific learned vocalization in songbirds. *PLoS Biology* 17:e3000476. 2019

Sánchez-Valpuesta M, Suzuki Y, Shibata Y, Toji N, Ji Y, Afrin N, Asogwa CN, Kojima I, Mizuguchi D, Kojima S, Okanoya K, Okado H, Kobayashi K, Wada K. Corticobasal ganglia projecting neurons are required for juvenile vocal learning but not for adult vocal plasticity in songbirds. *PNAS* 116:22833-22843. 2019

#### 学会発表

柴田ゆき野、和多和宏: 異種間ハイブリッドソングバードにおける歌学習能力. 日本動物学会 第 90 回大会, 2019 年 9 月 14 日 大阪市 大阪市立大学

和多和宏、WANG Hongdi: 学習によって獲得される種特異的な発声パターン生成に関わる遺伝子発現制御メカニズム. 日本生化学会 第 92 回大会, 2019 年 9 月 20 日, 横浜 パシフィコ横浜

Hongdi Wang, Azusa Sawai, Noriyuki Toji, Rintaro Sugioka, Yukino Shibata, Yuika Suzuki, Yu Ji, Shin Hayase, Satoru Akama, Jun Sese, Kazuhiro Wada: Transcriptional regulatory divergence underpinning species-specific learned vocalization in songbirds. Society for Neuroscience meeting, 2019, October 20, Chicago, USA.

Yu Ji; Miguel Sánchez-Valpuesta; Kazuhiro Wada: Regulation of repetitive syllable sequence by the excitatory and inhibitory balance in the basal ganglia song nucleus in songbirds. Society for Neuroscience

meeting, 2019, October 20, Chicago, USA.

#### 生物科学部門 生殖発生生物学分野 黒岩 麻里

私たち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、2 種の凍結線維芽細胞を本センター西棟にて保存している。また、2 種の BAC ライブラリーを作製し、同じく西棟にて保管している。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。

本年度は、特にトゲネズミ属における X 染色体不活性化機構について明らかにするために、オキナワトゲネズミの凍結線維芽細胞および BAC ライブラリーを利用した。XX/XY 型のオキナワトゲネズミでは、X および Y 染色体に一对の常染色体が融合することで、neo-X、Y 染色体を獲得していることが、私たちの先行研究から明らかになっている。最近獲得された neo-X 染色体が、メスの体細胞内で不活性化の影響を受けているのかを検証するために、H3K27me3 抗体を用いてオキナワトゲネズミメスの染色体標本に対して免疫組織化学解析を行ない、クロマチン修飾の状態を確認した。また、一般的な哺乳類の不活性化 X 染色体は、構造的に凝縮したバー小体と呼ばれる構造をとることが知られている。Neo-X 染色体がバー小体の構造をとるのかを確認するために、neo-X 染色体上の BAC クローン 13 種類を単離し、オキナワトゲネズミメスの染色体標本に対して BAC FISH を行い、不活性化 X の構造を確認した。これらの結果から、neo-X 染色体は、完全な不活性化の影響を受けていないことが示唆された。

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、ゲノム東棟でニホンウズラ (*Coturnix japonica*) を飼育している。本年度は、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、性決定に関わる新規の遺伝子の同定を試みた。その結果、W染色体上に位置する non-coding RNA および protein-coding 遺伝子 16 種類を同定した。さらに、これら遺伝子の機能解析の手段として、CRISPR/Cas9 の系を用いたゲノム編集技術を確立し、W染色体上の遺伝子についてもゲノム編集によるノックアウト解析が可能であることを確認した。また、幅広い動物種において生殖細胞に発現することが知られている *DAZL* 遺伝子について発現解析を行なったところ、ニホンウズラでは本遺伝子の転写産物に複数のバリエーションが検出され、さらにその種類に性差があることが確認された。加えて、発現する *DAZL* タンパク質のバリエーションの種類においても、性差が認められた。

#### 論文発表・学会発表等

- Ogata, Y., Nishikata, M., Kitada, K., Mizushima, S., Jogahara, T., Kuroiwa, A. (2019) Spiny rat *SRY* lacks a long Q-rich domain and is not stable in transgenic mice. *Developmental Dynamics*. 248:784-794.
- Washio, K., Mizushima, S., Jogahara, T., Kuroiwa, A. (2019) Regulation of the *Sox3* gene in XO/XO mammal without *Sry*, the Amami spiny rat, *Tokudaia osimensis*. *Cytogenetics and Genome Research*. 159:143-150.
- Matsuzaki, M., Mizushima, S., Dohra, H., Sasanami, T. (2020) Expression of transferrin and albumin in the sperm-storage tubules of Japanese quail and their possible involvement in long-term sperm storage. *Journal of Poultry Science*. 57:88-96.
- 城ヶ原貴通, 中家雅隆, 池村茂, 越本知大, 坂本信介, 橋本琢磨, 三谷匡, 黒岩麻里, 山田文雄. (2020) トクノシマトゲネズミ (*Tokudaia tokunoshimensis*) の生息記録と 2005 年~2016 年の分布. *哺乳類科学*. 60:105-116.
- Mizushima S, Sasanami T, Ono T, Kuroiwa A. The role of inositol-trisphosphate receptors during egg activation in Japanese quail. The 2nd International conference on Tropical Animal Science and Production 2019. July 9-12, 2019. Suranaree University of Technology, Thailand.
- 黒岩麻里: Y染色体をもたない哺乳類種の性染色体と性決定機構の進化 (招待講演), 遺伝研研究会「有性生殖にかかわる染色体・クロマチン・核動態に関する研究会」, 2019年6月5日, 国立遺伝学研究所 (三島市).
- 水島秀成: ウズラの性染色体遺伝子ノックアウト技術の開発 (ポスター発表), 遺伝研研究会「有性生殖にかかわる染色体・クロマチン・核動態に関する研究会」, 2019年6月6日, 国立遺伝学研究所 (三島市).
- 工藤僚馬: 性染色体に特異な進化を遂げたトゲネズミ属の X 染色体不活性化機構 (ポスター発表), 遺伝研研究会「有性生殖にかかわる染色体・クロマチン・核動態に関する研究会」, 2019年6月6日, 国立遺伝学研究所 (三島市).
- 黒岩麻里: Y染色体の役割と運命-Yをもたない哺乳類の性決定 (招待講演), 第112回日本繁殖生物学会市民公開講座「性におけるオスとメスの役割に関する新展開」, 2019年9月2日, 北海道大学 (札幌市).
- 笹浪知宏, 松崎芽衣, 水島秀成: ウズラ精子のダイニン ATPase 活性, 日本家禽学会 2019 年度秋季大会, 2019年9月17日, 岩手大学 (盛岡市).
- 黒岩麻里, 奥野未来, 伊藤武彦, 寺尾美穂, 小川湧也, 高田修治, 水島秀成: トゲネズミ属における *SRY* 遺伝子に依存しない性決定の分子メカニズム (ポスター発表), 第42回日本分子生物学会年会, 2019年12月3日, マリンメッセ福岡 (福岡市).
- 水島秀成, 佐藤望, 塚田光, 笹浪知宏, 小野珠乙, 黒岩麻里: ウズラの生殖腺における生殖細胞特異的遺伝子の発現解析 (ポスター発表), 第42回日本分子生物学会年会, 2019年12月3日, マリンメッセ福岡 (福岡市).
- 宮本淳太郎, 奥野未来, 伊藤武彦, 水島秀成, 黒岩麻里: ニホンウズラにおける性分化関連遺伝子および新規性決定候補遺伝子の解析 (ポスター発表), 第42回日本分子生物学会年会, 2019年12月3日, マリンメッセ福岡 (福岡市).
- 黒岩麻里, 奥野未来, 伊藤武彦, 寺尾美穂, 小川湧也, 高田修治, 水島秀成: トゲネズミ属における *SRY* 遺伝子に依存しない性決定の分子メカニズム (招待講演), 第42回日本分子生物学会年会, ワークショップ「性の連続性 (性スペクトラム) をもたらすエピゲノム・代謝・染色体」, 2019年12月5日, マリンメッセ福岡 (福岡市).
- 黒岩麻里: 性を決める遺伝子 (招待講演), 新学術領域研究「性スペクトラム」主催高校生向け公開講座「性の不思議-女と男-」, 2019年12月14日, 愛知県立刈谷高等学校 (刈谷市)
- 水島秀成, 塚田光, 笹浪知宏, 小野珠乙, 黒岩麻里: 雄ウズラの生殖腺における *DAZL* の発現解析, 日本家禽学会 2020 年度春季大会, 2020年3月28日, 京都大学 (京都市)

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

有性生殖を営む生物にとって生殖細胞（卵と精子）を作り、それらを受精させることは、個体の持つ限られた寿命を越えて種を存続させるために必須の過程である。生殖細胞がどのような制御のもとで形成され、受精可能になるかを解明することは、生命科学に課せられた基本命題の一つで、その応用は人工受精、避妊、有用生物種の作出など、我々の生活に深く関係する種々の生殖操作に直結する。精子は雄性生殖細胞の増殖と分化を制御する様々な分子が機能することで形成されるが、その分子実体や作用機序は不明の点が多い。

精子形成を制御する分子細胞機構の解析には精子形成を試験管内で再現する実験系が有用である。近年、器官培養によってマウスの全精子形成過程を再現することが可能となったが、分散した細胞を用いた培養系では成功していない。一方、小型魚類であるゼブラフィッシュでは分散細胞培養系で全精子形成過程を再現できている。同じく小型魚類のメダカでは、これまで分散細胞培養系で精母細胞から機能的精子を作製できているが、精原細胞からの作製には成功していない。メダカとゼブラフィッシュは種間の類似性と差異を調べるのに有用で、両種を比較することで精子形成を調節する機構のより良い理解につながると期待される。そこで、メダカで精原細胞から精子までの全精子形成過程を試験管内で再現できる分散細胞培養系を確立し、この系を用いて精子形成を制御する分子細胞機構に迫ることとした。

まず、旧来の培養液（S medium）にホルモン等を加えた新しい培養液（MS medium）を開発した。さらに、フィーダー細胞としてメダカ精巣由来の体細胞株である Mtp1 を用いた培養（MS medium/Mtp1）も検討した。メダカ精巣細胞からセルソーターで得た精原細胞を多く含む画分を上記 3 条件で培養した結果、S medium, MS medium, MS medium/Mtp1 の順で、DNA 複製が亢進することがわかった。また、MS medium と MS medium/Mtp1 では精原細胞から精子が形成されることを確認した。Mtp1 は複数種の細胞を含む集団と予想されたため、セルトリ細胞、ライディッヒ細胞、生殖細胞のそれぞれに特異的なマーカー遺伝子の発現を調べた。その結果、Mtp1 にはセルトリ細胞とライディッヒ細胞が混在していると結論された。精原細胞を Mtp1 と共培養すると精子形成が促進されるという結果は、精子形成に必須のセルトリ細胞とライディッヒ細胞が Mtp1 に含まれているためと結論された。

精子形成制御にはサイトカインが関わりと予想される。サイトカインの 1 種である白血球抑制因子（Lif）のメダカ精巣における機能を、新規に確立した培養系を用いて調べた。その結果、バキュロ

ウイルス産生組換えメダカ Lif タンパク質の培地への添加や Lif 過剰発現 Mtp1 細胞との共培養が、精原細胞の増殖を促進することを見出した。また、Lif の mRNA とタンパク質が精原細胞とその周囲のセルトリ細胞で発現していることも確認した。これらの結果は Lif がメダカ精原細胞の増殖を制御する機能を持つことを示唆する。

#### 論文発表

Satoh, R., Bando, H., Sakai, N., Kotani, T., and Yamashita, M. (2019) Function of leukaemia inhibitory factor in spermatogenesis of a teleost fish, the medaka *Oryzias latipes*. *Zygote* 27 (6): 423-431.

Hagiwara, A., Ogiwara, K., Sugama, N., Yamashita, M. and Takahashi, T. (2020) Inhibition of medaka ovulation by gap junction blockers due to its disrupting effect on the transcriptional process of LH-induced Mmp15 expression. *General and Comparative Endocrinology* 288: 113373.

#### 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）—脳下垂体—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、排卵の際、重要な役割を担うことが明らかとなっている。また、核内プロゲステロン受容体（nPR）が MT2-MMP を含む様々な排卵関連遺伝子の発現誘導に関与することも明らかとなっている。現在、CRISPR-Cas9 システムを用いて、MT2-MMP 欠損メダカと nPR 欠損メダカの作出を進めている。MT2-MMP 欠損メダカについては、フレームシフトにより途中で

終始コドンが入る変異メダカが 2 系統得られており、1 系統についてはホモメダカの作出まで終了している。現在、排卵の有無を含めた表現型の解析を進めている。また、もう 1 系統については、ヘテロメダカの作出まで進んでおり、今後ホモメダカを作出する予定である。一方、nPR 欠損メダカについては、一部アミノ酸欠損がおこる変異が導入された変異メダカが 2 系統、フレームシフトにより途中で終始コドンが入る変異メダカが 1 系統得られた。現在、これらの系統のヘテロメダカの作出まで完了しており、今後ホモメダカの作出へと移る予定である。

## (2) 卵母細胞と濾胞細胞の連関性

卵母細胞は濾胞内で成長し、受精可能な状態になると排卵される。濾胞は卵母細胞と卵母細胞を囲む濾胞細胞層から成るが、哺乳類の研究において、卵母細胞が濾胞細胞層とコミュニケーションを取りながら、卵成熟の制御を行っていることが報告されている。そこで、唯一、脊椎動物において排卵の分子機構の詳細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がお互いにコミュニケーションを取って卵成熟や排卵などの制御を行っているのかについて調べた。排卵のキナーゼである MT2-MMP を指標とし、卵巣から単離した濾胞をそのまま培養する場合と濾胞を潰して卵母細胞を破壊後に培養する場合で MT2-MMP の発現に差異があるかどうか調べたところ、破壊後の濾胞を培養したケースでは、MT2-MMP の発現誘導は、単離した濾胞をそのまま培養する場合と比較して有意に早まった。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。昨年度の途中経過の報告では上記の報告を行ったが、今年度の途中経過は以下の通りである。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、実際にメダカ排卵前卵母細胞にこれらの発現が確認できた。そこで、卵母細胞でのタンパク質発現や培養液中への分泌の有無を調べるために GDF9 と BMP15 の特異的抗体の作製を試みた。BMP15 については特異的抗体の作製に成功し、現在解析中である。GDF9 については、大腸菌での抗原作製が不調に終わり、特異的抗体の作製に着手できなかった。そこで、市販の抗体を何種類か試したが、メダカ GDF9 を特異的に認識する抗体を手に入れることはできなかった。

## (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。この原始濾胞の一部（数十個～百個程度）が何らかの刺激により成長を開始し、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、生き残る濾胞とアポトーシスにより死滅する濾胞はどのように選別されているのか、その分子機構を明らかにすることが本研究の目的である。

100 個前後の卵子を排卵させることができる薬剤 (PMSG/hCG 等で過排卵を誘導するとマウスの場合、10-20 個程度が排卵される) を用いて排卵を誘導したマウスの卵巣と通常の過排卵を誘導したマウスの卵巣を用いて RNA-seq 解析を行った。成長因子、ステロイドホルモン及びその受容体、アポトーシスなどに関連する因子について、発現量に差のある遺伝子を選別し、realtime-PCR を行った。その結果、複数の有意に発現量に差がある遺伝子を発見した。現在これらの遺伝子について、さらに詳細な解析を行っている。

## 論文

1. \*Hagiwara A., **\*#Ogiwara K.**, Sugama N., Yamashita M., #Takahashi T (2019). Inhibition of medaka ovulation by gap junction blockers due to its disrupting effect on the transcriptional process of LH-induced Mmp15 expression. **Gen. Comp. Endocrinol.** 288:113373. doi: 10.1016/j.ygcen.2019.113373. (\*: **These two authors are equally contributed to this work.** #: **These two are co-corresponding authors.**)
2. **Ogiwara K.**, Takahashi T. (2019) Nuclear Progesterone Receptor Phosphorylation by Cdk9 Is Required for the Expression of Mmp15, a Protease Indispensable for Ovulation in Medaka. *Cells*. 8(3), pii: E215. doi: 10.3390/cells8030215.
3. Takahashi T., Hagiwara A., **Ogiwara K.** (2019) Follicle rupture during ovulation with emphasis on recent progress in fish models. (review) **Reproduction** 157, issue 1, DOI: 10.1530/REP-18-0251.

## 学会発表

荻原克益、高橋孝行

CDK9 による核型プロゲステロン受容体のリン酸化がメダカ排卵酵素 MT2-MMP の発現誘導に必要である

第 90 回日本動物学会大阪大会、2019 年 9 月 12-14 日、大阪市立大学杉本キャンパス（大阪市）

渡邊弥也、中瀬直己、竹尾透、荻原克益

マウス濾胞選択における 17 $\beta$ -estradiol の関与

第 90 回日本動物学会大阪大会、2019 年 9 月 12-14 日、大阪市立大学杉本キャンパス（大阪市）

荻原克益、行俊由仁、荻原茜、高橋孝行

メダカ排卵と卵成熟の間に連関性はあるのか、それとも独立して進行しているのか？



第44回日本比較内分泌学会大会、2019年11月8-10日、埼玉大学（さいたま市）

行俊由仁、萩原茜、高橋孝行、萩原克益  
メダカ卵母細胞由来の因子による排卵酵素  
MT2-MMP の発現誘導制御

第44回日本比較内分泌学会大会、2019年11月8-10日、埼玉大学（さいたま市）

## 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、精子形成における多機能性ゲノムについての新しい知見を得た。

転写を制御する因子にはさまざまなものが知られているが、我々はマウス精母細胞特異的に発現する *Tcam1* 遺伝子座において、プロモーターとエンハンサーの両方の活性を併せ持つ多機能性ゲノム「dual promoter-enhancer」が機能することを発見した (Kurihara et al., *J. Mol. Biol.* 426:3069-3093, 2014)。この成果から、我々は dual promoter-enhancer が精子形成でより多くの遺伝子の転写活性化に機能する可能性があると考え、その検証を行った。具体的には、マウス精巣より精原細胞と一次精母細胞を単離して RNA-sequencing 解析と ChIP-sequencing 解析を行い、発現する遺伝子のプロモーター領域に存在するヒストン H3K4 モノメチル化ピークを探した。その結果、多数の領域を dual promoter-enhancer 候補として同定することに成功し、興味深いことにその数は精原細胞が一次精母細胞に分化する過程で数倍にも増加することがわかった。次に、この方法で同定される領域が本当にプロモーター活性とエンハンサー活性の両方を併せ持つのか検証するため、マウス精母細胞由来の GC-2spd(ts)細胞でも同様の網羅解析を行って dual promoter-enhancer 候補を同定した後、それらの活性を調べた。レポーター解析の結果、調べた 11 個の配列のうち 7 個がプロモーターとエンハンサーの両方の活性を示した。さらに、2 つの配列について、Crispr/Cas9 を用いたゲノム編集法により GC-2spd(ts)細胞で欠損させたところ、いずれもその直下にある遺伝子の発現が低下し、1 つに

ついては近傍の遺伝子の発現も低下した。これらのことから、我々が同定した領域の多くが実際に dual promoter-enhancer として機能しているものと考えられる。以上の成果は、精子形成における特異的な遺伝子の転写活性化の多くに多機能性ゲノムが機能するという新しい知見を与えるものであり、精子形成メカニズムの全容解明に向けて大きな進展をもたらすものである。

<論文発表>

1. Takahashi N., Kimura A.P., Otsuka K., Ohmura K., Naito S., Yoshida M., and Ieko M. (2019) Dreh, a long noncoding RNA repressed by metformin, regulates glucose transport in C2C12 skeletal muscle cells. *Life Sci.* **236**: 116906.

<学会発表>

1. Bandara A.M.T.K., Matsubara S., Shiraishi A., Satake H., and Kimura A.P. 「Genome-wide identification of dual promoter-enhancers in mouse testis」第 44 回日本比較内分泌学会大会（埼玉大学、2019 年 11 月 9 日）
2. 大塚海、佐藤優衣、木村敦「マウス Prss/Tessp 遺伝子座から転写される新規長鎖非コード RNA の発現・機能解析」第 44 回日本比較内分泌学会大会（埼玉大学、2019 年 11 月 9 日）

## 生物科学部門 生殖発生生物学分野 小谷 友也

多くの生命現象は、遺伝子産物が適切な時期に適切な部位で機能することで進行する。遺伝子産物が機能する時期と部位は、転写・翻訳・タンパク質修飾のそれぞれのレベルで制御される。転写レベルの制御機構と比較し、翻訳レベルでの制御機構は不明な点が多い。卵母細胞は成長する過程で 1 万種類を超える mRNA を転写する。これらのなかで千種類以上の mRNA は、翻訳を抑制されタンパク質を合成しない状態で卵細胞質に蓄積され、それぞれに決められた時期に翻訳される。この翻訳制御は卵形成と胚発生の進行に極めて重要である。翻訳制御のメカニズムは主に両生類卵母細胞を用いた生化学的解析によって研究されてきた。現在では、mRNA の配列に存在するシス因子に RNA 結合タンパク質が結合し翻訳を調節することが明らかとなってきた。一方、翻訳を抑制された mRNA は粒子状の構造をとり存在するという仮説が 1966 年に Spirin によって提唱されている。しかし、その実態は不明であった。

我々は翻訳を抑制された *Cyclin B1* mRNA が卵細胞質で顆粒状の構造をとること、減数分裂の進行に伴ってこの顆粒構造が消失し、翻訳が活性化

することを示してきた。しかし、この変化の普遍性と顆粒構造を制御する機構は不明であった。*Mad2* mRNA は減数分裂の第一分裂における染色体分配に重要な *Mad2* タンパク質をコードする。本研究で我々は、マウス卵母細胞において *Mad2* mRNA が *Cyclin B1* mRNA と同様に翻訳を抑制され、顆粒状の構造をとることを明らかにした。さらに、*Mad2* mRNA の翻訳抑制は *Cyclin B1* mRNA と同様に減数分裂の第一分裂前中期（減数分裂再開後 2~4 時間）で解除されること、これら mRNA は RNA 結合タンパク質 *Pumilio1* の標的 mRNA であることを明らかにした。これらの結果から、*Cyclin B1* と *Mad2* mRNA は同じ顆粒に存在することが予測された。しかし、これら mRNA を同時に検出した結果、*Mad2* mRNA は *Cyclin B1* mRNA の顆粒と異なる顆粒に存在することが示された。

マウス卵母細胞における *Pumilio1* の分布を解析した結果、このタンパク質は細胞質で凝集体を形成すること、この凝集体は *Mad2* と *Cyclin B1* の両方の RNA 顆粒を取り囲み存在することが明らかとなった。GFP で標識した *Pumilio1* は内在の *Pumilio1* と同様の分布を示し、約 40% が不動性の性質を持つことが示された。GFP-*Pumilio1* の凝集体は減数分裂の進行に伴い拡散し、そのほとんどが可動性の性質へと変化した。さらに、RNA 結合領域を欠損した *Pumilio1* は凝集体を安定化し、*Mad2* と *Cyclin B1* mRNA の翻訳を阻害した。同様に、抗 *Pumilio1* 抗体の微量注入によって *Pumilio1* の凝集体は安定化し、減数分裂の進行が阻害された。以上の結果から、*Pumilio1* の凝集体は *Mad2* と *Cyclin B1* mRNA の顆粒構造を安定化し、翻訳抑制の維持に重要であること、この凝集体の拡散は翻訳抑制の解除を促進することが明らかとなった。

#### 発表論文

Satoh R, Bando H, Sakai N, Kotani T, Yamashita M. (2019) Function of leukemia inhibitory factor in spermatogenesis of a teleost fish, the medaka *Oryzias latipes*. *Zygote*, 27: 423-431.

#### 学会発表

武井夏海, 川村翔平, 高田裕貴, 小谷友也: マウス卵母細胞における *Pumilio1* の相転移を介した翻訳制御機構. 第 90 回日本動物学会大阪大会, 2019 年 9 月 14 日, 大阪市立大学杉本キャンパス(大阪市)

小谷友也: Temporal and spatial control of translation by aggregation of an RNA-binding protein *Pumilio1* and its dissolution in oocytes. 第 42 回日本分子生物学会年会, 2019 年 12 月 3 日, 福岡国際会議場(福岡市)

武井夏海, 山本雄広, 小谷友也: マウス卵母細胞における顆粒形成と消失を介した *Emi2* mRNA の翻訳制御機構: RNA 結合タンパク質の違いによる翻訳時期の制御. 第 42 回日本分子生物学会年会, 2019 年 12 月 5 日, 福岡国際会議場(福岡市)

#### 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

Santiañez, W. J. E. and Kogame, K. (2019) Proposals to recognize *Petalonia tenella* comb. nov. and to resurrect *Hapterophycus canaliculatus* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae). *Botanica Marina* 62: 149-153.

Hoshino, M. and Kogame, K. (2019) Parthenogenesis is rare in the reproduction of a sexual field population of the isogamous brown alga *Scytosiphon* (Scytosiphonaceae, Ectocarpales). *Journal of Phycology* 55: 466-472.

Kawai T., Klochkova, N. G., Kogame, K., Abe, T., Galanin, D. and Yotsukura, N. (2019) Marine Flora in Northern Hokkaido and Southern Sakhalin along the Coast of the Sea of Japan. *Rishiri Studies* 38: 95-98.

Boo, H.-G. Qiu, Y.-X., Kim, J.-Y., Ang, P. O. Jr., Bosch, S., De Clerck, O., He, P., Higa, A. Huang, B., Kogame, K., Liu, S.-L., Nguyen, T. V., Suda, S., Terada, R., Miller, K. A., and Boo, S. M. (2019) Contrasting patterns of genetic structure and phylogeography in the marine agarophytes *Gelidiophycus divaricatus* and *G. freshwateri* (Gelidiales, Rhodophyta) from East Asia. *Journal of Phycology* 55: 1319-1334.

Hoshino, M., Croce, M. E., Hanyuda, T. and Kogame, K. (2020) Species delimitation of *Planosiphon gracilis* morphospecies (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) from Japan and the description of *Pl. nakamurae* sp. nov. *Phycologia* 59: 116-126.

#### 学会発表

Hoshino, M. and Kogame, K.: Insights into the origin of parthenogenetic populations in the brown alga *Scytosiphon lomentaria* (Scytosiphonaceae, Ectocarpales). 7th European Phycological Congress, 25-30 August 2019, Zagreb, Croatia.

星野雅和, 猪野千尋, 北山太樹, 小亀一弘: 稀産紅藻ナガオバネ *Schimmelmannia plumosa* の分類学的再検討, 日本藻類学会第44回大会, 2020年3月27, 28日, 鹿児島大学(鹿児島市)

関本瑠菜, 小亀一弘: COIバーコーディングによる微小褐藻の多様性, 日本藻類学会第44回大会, 2020年3月27, 28日, 鹿児島大学(鹿児島市)

山口晴代, 鈴木重勝, 川井浩史, 羽生田岳昭, 秋田晋吾, 小亀一弘, 山口愛果, 河地正伸: NBRP



藻類 第4期2019年度の活動紹介, 日本藻類学会第44回大会, 2020年3月27, 28日, 鹿児島大学 (鹿児島市)

## 生物科学部門 多様性生物学分野

柁原 宏 (海水利用)

### 論文

Hasegawa, N. and Kajihara, H. (2019) A redescription of *Syncarpa composita* (Ascidiacea, Stolidobranchia) with an inference of its phylogenetic position within Styelidae. *ZooKeys* 857: 1–15.

Hookabe, N., Schwartz, M.L., Kajihara, H., and Norenburg, J.L. (2019) Molecular systematics of the heteronemertean genus *Dushia* (Nemertea, Pilidiophora), with descriptions of *D. wijnhoffae* sp. nov. and *D. nigra* species complex comb. nov. *Zootaxa* 4691: 333–358.

Ikenaga, J., Hookabe, N., Kohtsuka, H., Yoshida, M., and Kajihara, H. (2019) A population without female: males of *Baseodiscus delineatus* (Nemertea: Heteronemertea) reproduce asexually by fragmentation. *Zoological Science* 36: 348–353.

Kajihara, H. and Hookabe, N. (2019) Anterior regeneration in *Baseodiscus hempricii* (Nemertea: Heteronemertea). *Tropical Natural History* 19: 39–42.

Kajihara, H., Ikoma, M., Yamasaki, H., and Hiruta, S.F. (2019) *Diurodrilus kunii* sp. nov. (Annelida: Diurodrilidae) and a molecular phylogeny of the genus. *Zoological Science* 36: 250–258.

Kakui, K. (2019) Shell-exchange behavior in a hermit-crab-like tanaidacean (Crustacea: Malacostraca). *Zoological Science* 36: 468–470.

Park, J., Kajihara, H., and Jung, J. (2019) First record of the interstitial annelid *Pharyngocirrus uchidai* (Annelida: Saccocirridae) from Korea, confirmed by topotypic DNA barcoding data from Japan. *Animal Systematics, Evolution and Diversity* 35: 33–36.

## 生物科学部門 多様性生物学分野

加藤 徹

当研究室では、野外に生息する種々のショウジョウバエを対象に、分子系統解析や集団遺伝学解析を行っている。また、飼育が可能な種については飼育系統を維持し、実験のための試料として用いている。今年度は、キノコ食のショウジョウバエ群を主な対象に、分子系統解析とキノコ毒耐性の実験を行った。

### 1) キノコ食ショウジョウバエの系統と進化

ショウジョウバエ科は約 4000 種が記載されて

おり、その食性は樹液食、果物食、草本食、キノコ食と多岐にわたる。そのうち、キノコ食は、*Hirtodrosophila* 属, *Mycodrosophila* 属, *Paramycodrosophila* 属, *Zygothrica* 属, および *Drosophila* 亜属の *quinaria* 種群といった分類群で認められる。しかしながら、これらのショウジョウバエ群の系統に関する情報は非常に断片的であることから、キノコ食形質がショウジョウバエの進化過程でどう獲得されてきたかは不明である。本研究では、上記分類群が含まれる 139 種のショウジョウバエを対象に、延べ 26 遺伝子の配列情報を用いて分子系統樹を構築した。その結果、系統樹において、*Hirtodrosophila* 属, *Mycodrosophila* 属, *Paramycodrosophila* 属, および *Zygothrica* 属のキノコ食ショウジョウバエは、*Siphodora* 亜属および *Dichaetophora* 属の非キノコ食ショウジョウバエとともに大きなクレードを形成した。一方、*Drosophila* 亜属の *quinaria* 種群からなるクレードは、非キノコ食の *Drosophila* 亜属を含むクレードの中で分岐するという樹形が認められた。これらの結果は、キノコ食形質が別系統で独立に進化した可能性を示唆する。

### 2) ショウジョウバエのキノコ毒耐性の検証

キノコ食ショウジョウバエの中には、キノコ由来の毒である  $\alpha$  アマニチンやイボテン酸に対して耐性を持つ種の存在が知られているが、この形質がキノコ食のショウジョウバエで独自に獲得されたものか、あるいは非キノコ食のショウジョウバエでも獲得されているかは不明である。この問題を検証することを目的に、これまで、キノコ食のショウジョウバエ 4 種、および非キノコ食のショウジョウバエ 5 種について、 $\alpha$  アマニチン 0.05mg/ml を含む餌と通常の餌で成虫を維持し、それらの生存率を比較することで  $\alpha$  アマニチンに対する耐性を評価した。その結果、キノコ食の種では何れも  $\alpha$  アマニチンに対する耐性が認められたが、非キノコ食の種では、耐性が低い種、およびキノコ食の種と同様の耐性を示す種が認められた。これらの結果は、 $\alpha$  アマニチン耐性の形質がキノコ食の系統で独自に獲得されたのではない可能性を示唆する。

### 誌上発表

1. 加藤徹 (2019) *Scaptomyza* 属 (双翅目: ショウジョウバエ科) の系統進化. *昆虫 (ニューシリーズ)* 22: 56-65.
2. Chen AL, Chen CC, Katoh T, Katoh TK, Watada M, Toda MJ, Ritchie MG, Wen SY (2019) Evolution and diversity of the courtship repertoire in the

*Drosophila montium* species group (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Evolutionary Biology* 32: 1124-1140.

#### 学会発表

加藤徹, 三ツ橋圭, 泉谷洋之, 渡部英昭, 戸田正憲: 同所的に分布する近縁ショウジョウバエ 2 種の資源利用と遺伝分化. 日本動物学会第 90 回大会, 2019 年 9 月 12 日, 大阪市立大学 (大阪市).

#### 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・生殖様式などの生物学的側面に関する研究」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, タナイス目と貝形虫綱という小型甲殻類に関する研究を行った. 一カ月間 (2019 年 9 月) の利用期間中に, 千葉県小湊にて採集し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, 本種が負の走光性を示すことを明らかにした. 本研究は私の指導学生である岡本暢躍による自然史科学特別研究の一環として実施した. また同期間中に, 沖縄県にて採集した貝形虫類の 1 種 (*Heterocypris* sp.) の走光性の有無を確認する実験を実施した. 結果については, 現在解析を進めているところである. 本研究は私の指導学生である宗像みずほによる生物科学研究実習の一環として実施した.

#### 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, サッポロフキバタ *Podisma sapporensis* 及び, ミカドフキバタ *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タは, これらの研究の材料として, 以下の 2 点において特異的である. 1) 性決定システムの 2 型が異所的に安定的に存在する. 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 レース集団が分布する. 2) 交尾活性(オスの交尾活力とメスの交尾拒否力)が地域集団で異なる. 本種のメスはオスに対して交尾拒否行動を示すが, メスの交尾活力が強い集団はオスの交尾活力も強く (交尾活性強), メスの交尾拒否力が弱

い集団はオスの交尾活力も弱い (交尾活性弱). その為, 集団間交配をさせると, 交配前隔離やランダム交配はほとんど見られず, 交尾活性が強い集団のオスと交尾活性が弱い集団のメス間の交尾が頻繁に生じ, 非対称な交配パターンになる.

更に本種には性決定システムの 2 型とは関係なく, 体色において, 北海道内に広く分布する一般的な緑色型と, 南北に 45 キロ, 東西に 30 キロ程の範囲に分布する黒色型の色彩 2 型も存在する. 黒色型は, 緑色型の地域集団間に見られる色彩や黒色条の有無などの僅かな変異とは著しく異なる. また緑色型と黒色型の間中型を示すような個体は見つかっていない. 昨年度の交尾行動の実験では, 両体色型の間には交尾前隔離は見い出せなかった. 本年度は得られた体色型間の卵の孵化率や, 成虫にどちらの体色型が出現するかを確かめ, 明瞭な体色の 2 型が存在する理由を検証した.

現在まで, サッポロフキバタの越冬卵の最適な保存方法, 孵化条件は確立されていない. したがって, 同集団同士の雌雄の組み合わせでの孵化率も 20~30%と低い. 今回, 黒色型♂と緑色型♀の組み合わせでは 17%, 緑色型♂と黒色型♀の組み合わせでは 7%だった. オスとメスのどちらの体色が F1 の体色に影響を及ぼすか明らかではないが, 緑色型♂と組み合わせた時の黒色型♀の卵の孵化率の低さが, 黒色型集団が広がっていない事に影響を及ぼしている可能性が考えられた. サッポロフキバタの体色は最終羽化後まで分からない. しかしながら今年度は, 得られた孵化幼虫を成虫まで育てられず, 体色が異なる集団間交配でどちらの体色が出現するかは分からなかった. 次年度は孵化幼虫から成虫に至るまでの飼育技術を確立し, 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

哺乳類初期胚を構成する細胞 (割球) は, 胚内に腔所 (胞胚腔) が生じる胚盤胞期というステージで, 内部細胞塊 (ICM) および栄養外胚葉 (TE) に分化し, それぞれ将来胎子および胎盤を主に形成する. マウス胚において, 胚内で相対的に内側および外側に位置する割球がそれぞれ ICM および TE に分化するという, 「内外モデル」が提唱されている. 実験的には, 胚盤胞期胚から ICM を単離することにより, ICM 外周の割球の相対的位置を内側から外側に変化させることができる. 本研究では, ウシおよびマウス単離 ICM の各割球が位置関係の変化を認識し, 個体発生を支持する機能的 TE の再生能を保持していることを検証するため

に、腔再形成胚における個体発生能を比較することとした。

単離 ICM から内外モデルに従い再出現した TE が個体発生支持能を有するならば、腔再形成胚は子宮内で胎盤を形成し、妊娠満期までの発生を完遂できるはずである。そこで、マウスおよびウシ腔再形成胚を仮親の子宮に移植しそれらの発生能を調べた。マウス腔再形成胚の生存胎子は認められず、ウシ腔再形成胚から一頭の出生個体が得られた。続いて、両種の通常胚と腔再形成胚において、ICM から派生する原始内胚葉のマーカーである SOX17 の局在を比較した。ウシ通常胚では、SOX17 は早期胚盤胞期の TE でも発現していたが、マウス通常胚では後期胚盤胞期で初めて発現し TE に局在することはほぼなかった。一方腔再形成胚では、いずれの種においても再出現 TE で SOX17 の発現が検出された。以上より、単離 ICM から再出現した TE の発生支持能には種間差があり、これは TE における SOX17 の局在の違いに原因があると考えられた。

#### 論文発表

Kohri N, Akizawa H, Iisaka S, Bai H, Yanagawa Y, Takahashi M, Komatsu M, Kawai M, Nagano M, Kawahara M. Trophectoderm regeneration to support full-term development in the inner cell mass isolated from bovine blastocyst. *Journal of Biological Chemistry*. 2019; 294(50): 19209-19223.

## 大学院教育学研究院

教育学部門 健康体育学分野

山仲 勇二郎

#### 研究テーマ

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

動物の行動・生理機能にみられる 24 時間周期の概日リズムの発振中枢(中枢時計)は、脳内視床下部視交叉上核(Suprachiasmatic nucleus: SCN)に局在する。SCN は、外界の昼夜変化(明暗サイクル)を主な同調因子として自身の内因性周期を明暗サイクルの周期に同調させると同時に、全身に存在する末梢時計に時刻情報を伝達し、行動と生理機能を時間的に統合している。生物時計のリズム周期や位相に影響する環境因子を同調因子とよび、生物時計にとって最も強力な同調因子は明暗サイクルであるが、習慣的な運動は明暗サイクルの存在しない恒常環境下において生物時計に制御されることが想定される行動リズムのフリーラン周期を変化させることが報告されている。しかし、習慣的な運動が中枢時計である SCN に対してどのよう

に影響し、行動リズムを変化させるのかについては明らかにされていない。当研究室では、昨年 2 月よりゲノムダイナミクス研究センター東棟において上記課題を解決すべく、新たに動物実験室をセットアップし研究を開始した。2019 年度は、恒常環境下で行動リズムを長期間にわたり計測可能な測定装置をセットアップし、40 匹のマウスの行動リズムを同時に計測できるようになった。また、時計遺伝子 *Period1* のプロモーター下流にホタルの発光タンパク質 *Luciferase* 遺伝子を導入したトランスジェニックマウス (*Period1-luc* マウス) を用いて、SCN の時計遺伝子発現リズムをスライスレベルおよび一細胞レベルで計測可能なシステムのセットアップを完了した。今後、これらのシステムを利用して、習慣的な運動が生物時計中枢に与える影響を個体レベルおよび分子レベルで明らかにすべく研究を進めていきたい。

## 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

Yasuzuka, S., Uji, S., Sugiura, S., Terashima, T., Nogami, Y., Ichimura, K., and Tanda, S. (2019) "Highly Isotropic In-plane Upper Critical Field in the Anisotropic *s*-Wave Superconductor  $2H$ -NbSe<sub>2</sub>", *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism* doi.org/10.1007/s10948-019-05333-z.

Kitou, S., Nakano, A., Kobayashi, S., Sugawara, K., Katayama, N., Maejima, N., Machida, A., Watanuki, T., Ichimura, K., Tanda, S., Nakamura, T., and Sawa, H. (2019) "Effect of Cu Intercalation and Pressure on Excitonic Interaction in  $1T$ -TiSe<sub>2</sub>", *Physical Review B* 99: 104109-1-10.

#### 学会発表

東泉瑞希, 迫田将仁, 丹田聡: Ru 酸化物超伝導薄膜の開拓. 2019 年第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 2019 年 9 月 18-21 日, 北海道大学札幌キャンパス(札幌市).

#### 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

田部 豊(純水利用)

#### 発表論文

Kitami, Y., Tabe, Y., and Chikahisa, T. (2019) Control of the Balance between Vapor and Heat Transfer for the Reduction of Oxygen Transport Resistance in High Current Density PEFC Operation. *ECS Transactions* 92(8): 213-221.

## 学会発表

飯利拓実, 佐竹孝保, 壁谷将生, 田部豊, 近久武美: PEFC 触媒層内の酸素輸送抵抗評価法と構造影響解析. 第 56 回日本伝熱シンポジウム, 2019 年 5 月 29 日, あわぎんホール 徳島県郷土文化会館 (徳島市).

矢田溪佑, 飯利拓実, 田部豊, 近久武美: 酸素輸送抵抗低減を目指した白金担持グラフェンの PEFC 触媒層への利用とその性能評価. 第 56 回日本伝熱シンポジウム, 2019 年 5 月 29 日, あわぎんホール 徳島県郷土文化会館 (徳島市).

小山内創太, 田部豊, 近久武美: レドックスフロー電池における電極構造および電解液流動条件が性能に及ぼす影響. 第 56 回日本伝熱シンポジウム, 2019 年 5 月 29 日, あわぎんホール 徳島県郷土文化会館 (徳島市).

喜多見祐希, 田部豊, 近久武美: PEFC 高電流密度運転における水蒸気輸送と熱伝導のバランス制御による酸素輸送抵抗低減. 第 56 回日本伝熱シンポジウム, 2019 年 5 月 30 日, あわぎんホール 徳島県郷土文化会館 (徳島市).

平井賢, 田部豊, 近久武美: PEFC 氷点下起動のための含水状態に応じた運転制御法. 第 24 回動力・エネルギー技術シンポジウム, 2019 年 6 月 20 日, 東京大学生産技術研究所 (東京都目黒区).

西田尚功, 田部豊, 近久武美: レドックスフロー電池における集約主要因子による性能評価と高効率化. 第 24 回動力・エネルギー技術シンポジウム, 2019 年 6 月 20 日, 東京大学生産技術研究所 (東京都目黒区).

有澤慧紀, Can Enes Muhammet, 田部豊, 近久武美: PEFC ガス拡散層内の液水挙動に及ぼす濡れ性影響解析. 日本機械学会 2019 年度年次大会, 2019 年 9 月 11 日, 秋田大学手形キャンパス (秋田市).

Zhan, J., Hirai, K., and Tabe, Y.: Study on Cold Start Characteristics of PEFC with Adiabatic Temperature Rise. 日本機械学会熱工学コンファレンス, 2019 年 10 月 12 日, 名古屋工業大学御器所地区 (名古屋市).

Osanai, S., Tabe, Y., and Chikahisa, T.: Effect of Electrode Structure and Electrolyte Flow on Performance of Redox Flow Battery. 236th ECS meeting, 2019 年 10 月 14 日, Hilton Atlanta (Atlanta, USA).

Hirai, K. and Tabe, T.: Water Transport in PEFC Cold Startup with Temperature Rise Simulating Adiabatic Condition. 236th ECS meeting, 2019 年 10 月 14 日, Hilton Atlanta (Atlanta, USA).

Yada, K. and Tabe, Y.: Development of Graphene-Based PEFC Catalyst Layer for Reduction of Oxygen Transport Resistance. 236th ECS meeting, 2019 年 10 月 14 日, Hilton Atlanta (Atlanta, USA).

Tabé, Y., Yada, K., Iiri, T., and Chikahisa, T.: EXPERIMENTAL EVALUATION OF OXYGEN TRANSPORT RESISTANCES AND INFLUENCE OF CATALYST LAYER STRUCTURE IN PEFC. The Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference, 2019 年 12 月 17 日, Hyatt Regency Maui Resort & Spa (Maui, USA).

## 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

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。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発火活動がどのような確率過程であるか知ることが重要である。このような問題意識のもと、今年度は以下の 3 つのテーマに関して研究を実施した。

1. シナプスノイズおよびイオンチャネルノイズを持つ神経細胞モデルの確率過程の漸近展開理論を用い推移確率密度関数の漸近展開を計算してきたが、これで導かれる推移確率の式には高次の逐次積分が現れる。これがネックとなり推移確率密度関数の漸近展開の計算に限られた場合にしかできなかった。しかし、今年度の研究により、ノイズ項がある条件を満たすとき、この制約を取り除けることが理論的に分かった。

2. 拡散過程を含む FitzHugh-Nagumo モデルの推移確率密度関数の漸近展開を計算した。漸近展開の第一項はガウス分布となるが、FitzHugh-Nagumo モデルの決定論的解は解析的に解くことができず、同じくこのモデルの変分方程式も解析的に解くことができないため、ガウス分布の分散共分散行列の計算が困難となっていた。我々は FitzHugh-Nagumo モデ

ルの決定論的解の数値解、変分方程式の数値後退基本解、ロンバーグ積分法を組み合わせることでこれらの困難を克服した。さらに、この数値計算の有効性を確かめるため、推移確率密度関数の漸近展開とモンテカルロシミュレーションによる推移確率との比較をし、その精度を評価した。

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。しかし、この近似は変数の範囲が生理学的に妥当とする範囲を超えてしまう欠点があった。我々はある数学的なテクニックを用い、この欠点を解消した。

学会発表

1. Yamanobe, T., Asymptotic expansion of a stochastic FitzHugh-Nagumo model, 第57回日本生物物理学会年会, 2019年9月25日, シーガイアコンベンションセンター, 宮崎

## 大学院文学研究院

人間科学部門 心理学分野

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

臭素系難燃剤 BDE-209 は可燃物を燃えにくくし、火災の延焼を防ぐことができる。しかし脳神経系の発達に必須の甲状腺ホルモンを阻害することから、認知機能の障害を引き起こす可能性が懸念されている。そこで妊娠ラットに BDE-209 を投与し、出生したラットの超音波コミュニケーションの変異と BDE-209 の作用機序を明らかにする研究を行った。

**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 = 3)、低濃度群 500mg/kg/day (n = 3)、統制群 0mg/kg/day (n = 3) 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。超音波測定が終了した生後 104～105 日目にラットから脳、肝臓、血液を採

取し、脳内の BDE-209 と神経伝達物質及びその関連物質、肝臓中の BDE-209、血液中の甲状腺ホルモンを定量した。

**結果と考察：** 高濃度群の脳から BDE-209 が検出された。母体経由で吸収された BDE-209 は、3 カ月近く経過した後も脳内に残留することが分かった。低濃度群の脳から BDE-209 は検出されなかった。高濃度群、低濃度群ともに肝臓から BDE-209 は検出されなかった。高濃度群の脳では、神経伝達物質セロトニンが低濃度群・統制群より減少した。感情障害の患者では脳内セロトニンが低下していることから、高濃度群にも感情障害が生じていた可能性がある。さらに、高濃度群では血中リバーズ T3 量が低濃度群・統制群より上昇し、甲状腺ホルモン T4 量に減少傾向が認められた。甲状腺ホルモンは脳神経系の発達やネットワーク形成に必須のホルモンであることから、認知機能の発達が阻害された可能性もある。これまでの研究から、高濃度群は他個体と接触する社会的場面で、周波数 20～35kHz の不快な感情状態を示す超音波発声が増大することがわかっている。BDE-209 の作用によって脳内セロトニンが減少し、感情障害が高まって仲間や異性と接触する社会的場面で不快な感情状態を示す超音波コミュニケーションを行ったというシナリオが考えられる。甲状腺ホルモン低下によって認知機能発達が阻害され、社会性やコミュニケーション能力に影響した可能性も考えられる。

### 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

これまでの研究から、胎仔期や授乳期にアルコールに曝露されたラットは他個体と接触する社会的場面で、周波数 20～35kHz の不快な感情状態を示す超音波発声を行うことが分かった。そこで本研究では、他個体と接触する社会的行動がどのように変化したのか、不快な感情とは何であるのかを解明した。

**方法：** 妊娠ラットを 3 群に分け、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 30% と 0%、投与期間は妊娠 8～21 日目 (胎仔期)、または生後 5～21 日目 (授乳期) 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 37～39 日に不安様行動を測定する高架式十字迷路テスト、生後 43～45 日目に 3 匹のラットによる闘争遊びテスト、生後 90～95 日目に雌雄ペアによる交尾行動テスト、生後 100～102 日目に雄同士による闘争行動テストを行い、行動を記録して解析した。

**結果と考察：** 胎仔期アルコール曝露群のラットは不安様行動が増加した。さらに闘争遊びや交尾

場面で他個体と接触する頻度が減少した。胎仔期のアルコール曝露により不安傾向が高まったことにより、他個体と接触する仲間遊びや交尾場面で接触を避け、不快な感情を示す超音波発声が増大したと考えられる。授乳期アルコール曝露ラットでは不安傾向に変化はなく、他個体との接触を避ける傾向も胎仔期曝露ラットほどではなかった。

#### 【学会発表】

1. Shahrier M. A. and Wada H. Acoustic characteristics of play fighting-induced ultrasonic vocalizations in juvenile rats prenatally exposed to ethanol. 17<sup>th</sup> International Neurotoxicology Association, September 29-October 3, 2019, Hotel Land Gut Höhne (Düsseldorf, Germany).
2. Qi Y. and Wada H. Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication upon play fighting in juvenile rats. 17<sup>th</sup> International Neurotoxicology Association, September 29-October 3, 2019, Hotel Land Gut Höhne (Düsseldorf, Germany).
3. Shahrier M. A. and Wada H. Acoustic characteristics of play fighting-induced ultrasonic vocalizations in juvenile rats prenatally exposed to ethanol. 第5回北海道大学部局横断シンポジウム, 2019年11月6日, 北海道大学医学部フラテ会館(札幌市).
4. Qi Y. and Wada H. Effects of decabromodiphenyl ether (BDE-209) on ultrasonic communication upon play fighting in juvenile rats. 第5回北海道大学部局横断シンポジウム, 2019年11月6日, 北海道大学医学部フラテ会館(札幌市).
5. 張 頤、和田博美. 単飼育と群飼育が思春期ラットの不安およびうつ様行動に及ぼす影響. 第5回北海道大学部局横断シンポジウム, 2019年11月6日, 北海道大学医学部フラテ会館(札幌市).
6. 野島 由衣、碁 苡茗、和田 博美、田辺 信介、野見山 桂. 母親を介した発達期 BDE-209 曝露による脳神経系およびラット超音波発声への影響評価. 第22回環境ホルモン学会, 2019年12月13日, 東京大学弥生講堂(東京都文京区).

## 大学院情報科学研究院

生命人間情報科学部門

バイオインフォマティクス分野

遠藤 俊徳

栽培種・古代ヒョウタンの分子系統解析と日本の固有植物

栽培種ヒョウタンの起源と伝播経路解明の分子系統解析のため、アジア、ヨーロッパ、アフリカ、アメリカの栽培種と野生種 (*Lagenaria abyssinica*,

*L. sphaerica*, *L. breviflora*) の合計 48 標本について、Radseq による詳細な多様性解析を行うため種子からの育成と DNA 抽出を行った。加えて滋賀県の粟津湖底遺跡から発見された約 1 万 1 千年前のものと推定される種子標本、愛媛県の新谷古新谷遺跡・新谷森ノ前遺跡から発見された弥生〜古墳時代頃と推定される果皮標本を入手し、これらの全長ゲノム DNA 決定を行うことを目的に DNA 抽出を行った。古代遺跡は水浸および乾燥の状態で残留 DNA という観点からは保存状態が悪く、通常的手法による DNA 抽出は極めて難しい。今回、新しく改良した方法により比較的高収量で DNA を得ることができた。これらの DNA については次世代シーケンサによる全長ゲノム決定を行う予定である。

雑穀アワとキビの遺伝的多様性から擦文時代の農耕文化と自然環境の歴史を解明する

北日本の擦文文化の農耕を 7~13 世紀に渡って支えた雑穀アワとキビの DNA 多型解析を行うことで、アワとキビの北日本への伝播ルートや栽培化における人為選択および、雑種形成可能な近縁野生種との間の遺伝子流動の程度から、北日本の歴史における農耕文化と自然環境の相互作用を明らかにすることを目的とする。RAD-seq 法により得る DNA 多型データから、分子進化、集団遺伝学的手法を用いて解析を行い、農学、生態、環境との関連を調べ、遺跡出土記録と合わせて擦文時代の歴史を考察するため、栽培種アワとキビの日本系統 90 サンプルの栽培に温室を利用した。具体的内容は以下の通り。

栽培種アワ 45 系統の育苗、出穂：それぞれの葉から DNA 抽出 (→RAD-seq 解析外注)、根から染色体観察

栽培種キビ 45 系統の育苗、出穂：それぞれの葉から DNA 抽出 (→RAD-seq 解析外注)、根から染色体観察

アワ近縁野生種 6 種の栽培

(論文)

Satomura, K., Osada, N., Endo, T. (2019) Achiasmy and sex chromosome evolution. *Ecological Genetics and Genomics* 13: 100046.

(学会発表)

里村和浩, 長田直樹, 遠藤俊徳: Compensatory back mutation in mammalian genome. *Society of Molecular Biology and Evolution* 2019, 2019年7月21日 - 25日 Manchester

里村和浩: 栽培植物アワ、キビと近縁野生種間の遺伝子流動の歴史の推定. 第0回進化学若手の会,

2019年8月6日, 北海道大学(札幌市)

里村和浩, 長田直樹, 遠藤俊徳: *Compensatory back mutation in mammalian genome*. 第21回日本進化学会, 2019年8月7日-9日, 北海道大学(札幌市)

Dai Watabe, Hiroshi Yuasa, Naoki Osada, Toshinori Endo

*Molecular analysis for origin and propagation route of the bottle gourd (Lagenaria siceraria)* 第21回日本進化学会, 2019年8月7日-9日, 北海道大学(札幌市)

里村和浩, 長田直樹, 遠藤俊徳: 哺乳類の遺伝子における多重置換に対する自然選択. 第91回日本進化学会, 2019年9月11日-14日, 福井大学(福井市)

里村和浩, 長田直樹, 遠藤俊徳: 雑穀アワとキビの遺伝的多様性. 第1回ヤポネシアゲノムくにうみミーティング, 2019年9月24日-25日, 淡路島夢舞台国際会議場(淡路市)

## 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

無脊椎動物の神経系は, 脊椎動物に比べて小規模であるが, 行動の多様性は脊椎動物には劣らない。我々, ヒトの脳の働きを理解するためには, 我々とは異なる進化をたどりながらも, 多様な行動を発現する無脊椎動物の神経系の働きを理解することが必須である。また, 我々は, 高度な計算処理能力を備えた計算機を手に入れたが, ロボットのような人工物は, いまだに予測が困難な無限定な環境を走破することは非常に困難である。ロボットは, 周りの環境を観測し, その結果に応じて動作出力を決めるため, 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。また, 人工物と動物を比較することで, 動物の適応的な機能の理解を深めることができる。更にそこから新奇な人工物の制御法の提案を目指している。

昆虫のコオロギ(*G. bimaculatus*)や多足類のオオムカデムカデ(*S. rubiginosus*, *S. subspinipes mutilans*)を用いて, 歩行の誘発に関わる中枢神経系の働きについて調べた。歩行は, 各体節の付属肢を協調的に動かすことで実現されている。脳からの下降

性の信号や各体節での感覚フィードバックがどのように歩脚の動きを制御しているのかを調べた。行動生理学実験及びビデオトラッキングを使った解析から, 昆虫では, 後脳からの下降性の信号によりリズム的な歩容パターンが生成されることがわかった。一方, ムカデでは, 歩行の誘発やリズム生成にとって昆虫ほど脳の働きが大きくはないことがわかった。また, 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。アギトアリ(*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。また, 大顎を動かす内転筋や外転筋の状態についてX線繊維回折を使った方法で調べた。その結果, 骨格筋の動作と, 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理解が深まった。オオクモヒトデ(*Ophiarachna incrassate*)とチビクモヒトデ(*Ophiactis brachyaspis*)を用いて, 身体構造の変化とリズム的な運動パターンの生成メカニズムについて調べた。クモヒトデの多くは, 5本の腕を持つが, 時々4本から7本の腕の本数が異なる個体を得られる。これらの個体差を利用して, 盤で見られるポンピングや腕を使ったロコモーション様式と身体構造の関係を調べた。運動計測の結果に基づいて数理モデルを構築して考察した結果, 身体の構造と生成されるリズム的な運動パターンの生成についての理解が深まった。

学術論文

Y. Sugimoto, K. Naniwa, H. Aonuma and K. Osuka: "Microinjection support system for small biological subject", *HardwareX* (2020)

H. Aonuma, M. Mezheritskiy, B. Boldyshev, Y. Totani, D. Vorontsov, Z. S. Igor, E. Ito and D. Varvara: "The role of serotonin in the influence of intense locomotion on the behavior under uncertainty in the mollusk *Lymnaea stagnalis*", *Frontiers in Physiology*, 11: 221–(2020)

T. Kano, K. Daichi, T. Ono, H. Aonuma and A. Ishiguro: "Flexible coordination of flexible limbs: Decentralized control scheme for inter- and intra-limb coordination in brittle stars' locomotion", *Frontiers in Neurobotics*, (13): 104–(2019)

K. Yasui, T. Kano, E. M. Standen, H. Aonuma, A. Ijspeert and A. Ishiguro: "Decoding the essential interplay between central and peripheral control in adaptive locomotion of amphibious centipedes", *Scientific Reports*, 9: 18288–(2019)

D. Wakita, K. Kagaya and H. Aonuma: "A general model of locomotion of brittle stars with a variable



number of arms”, *Journal of the Royal Society Interface*, 17(162) (2019)

T. Kano, D. Kanauchi, H. Aonuma, C. G. Elizabeth and A. Ishiguro: “Decentralized control mechanism for determination of moving direction in brittle stars with penta-radially symmetric body”, *Frontiers in Neurorobotics*, (13): 66– (2019)

D. Wakita, Y. Hayase and H. Aonuma: “Different synchrony in rhythmic movement caused by morphological difference between five- and six-armed brittle stars”, *Scientific Reports*, (9): 8298– (2019)

#### 総説・解説・評論等

小林 亮、青沼 仁志、岡田 美智男、石黒 章夫、大須賀 公一、石川 将人: 「「環境を友とする」を学問しよう」、システム/制御/情報, 「環境を友とする制御法の創成」特集号、63(6): 246–253 (2019)

青沼 仁志: 「生き物がもつ身体構造と身体運動」、システム/制御/情報, 「環境を友とする制御法の創成」特集号、63(6): 223–228 (2019)

#### 学会発表

青沼 仁志\*: 「Neurobiology and biomechanics of ultra fast movement in the trap-jaw ant」、The 3rd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics (SWARM 2019)、Okinawa、Japan (2019 年 11 月)

A. Matsuda\*, H. Aonuma and S. Kaneko: “A structural analysis based on kinetic model of trap-jaw in *Odontomachus*”, AISM2019 (The 7th Asia International Symposium on Mechatronics), Hangzhou dianzi University, China (2019 年 9 月)

青沼 仁志\*: 「X線マイクロイメージングから切り拓く昆虫の運動制御メカニズム」、第 89 回日本動物学会シンポジウム「シンクロトロン放射光 X線は動物学どう役立つか? –Spring-8 先端利用技術ワークショップ–」、大阪市立大学、Japan (2019 年 9 月)

Y. Totani\*, H. Aonuma, J. Nakai and E. Ito: “Insulin rescues memory impairment caused by the increased 5-HT content in the central nerves system in *Lymnaea*”, The 10th IBRO World Congress of Neuroscience, Degu, Korea (the Democratic People's Republic of) (2019 年 9 月)

D. Wakita\* and H. Aonuma: “Attempt to identify body structure generating a balloon-like rhythmic movement in the green brittle star”, 1st Symposium on Invertebrate Neuroscience, Balaton Limnological Institute, Tihany, Hungary (2019 年 8 月)

V. Dyakonova\*, G. Sultanachmetov, H. Aonuma, Y.

Totani, M. Mazheritskiy, D. Vorontsov, E. Ito and T. Dyakonova: “Interplay of past and present behavioral experiences in the molluscan CNS”, 1st Symposium on Invertebrate Neuroscience, Balaton Limnological Institute, Tihany, Hungary (2019 年 8 月)

Y. Totani\*, H. Aonuma, J. Nakai and E. Ito: “Effect of 5-HT and insulin on leaning and memory”, 1st Symposium on Invertebrate Neuroscience, Balaton Limnological Institute, Tihany, Hungary (2019 年 8 月)

松田 朝陽\*、青沼 仁志、金子 俊一: 「アギトアリの大顎の超高速運動解析のための画像計測手法」、2019 年度 精密工学会 北海道支部 学術講演会、函館工業高等専門学校、Japan (2019 年 8 月)

K. Naniwa\*, Y. Sugimoto, K. Osuka and H. Aonuma: “Defecation initiates a stereotyped behavior in the cricket *Gryllus bimaculatus*”, The 9th International Symposium on Adaptive Motion of Animals and Machines (AMAM2019), Lausanne, Swaziland (2019 年 8 月)

青沼 仁志\*: 「Mechanism underlying generating ultra fast movement in insect」、9th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2019)、Valencia、Spain (2019 年 7 月)

松田 朝陽\*、青沼 仁志、金子 俊一: 「アギトアリの大顎の超高速運動計測のための回転照合法」、SSII2019 (The 25th Symposium on Sensing via Image Information)、パシフィコ横浜アネックスホール、Japan (2019 年 6 月)

## 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

Starko, S., Soto, M., Darby, H., Demes, K., Kawai, H., Yotsukura, N., Lindstrom, S., Keeling, P., Graham, S., and Marton, P. (2019) A comprehensive kelp phylogeny sheds light on the evolution of an ecosystem. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 136: 138-150.

Zhang, J., Wang, X., Yao, J., Yotsukura, N., and Duan, D. (2019) Screening of polymorphic microsatellites and their application for *Saccharina angustata* and *Saccharina longissima* population genetic analysis. *Journal of Applied Phycology* 31: 3295-3301.

Kawai, T., Galanin, D., Druehl, L., and Yotsukura, N. (2019) Information of the Sakhalin kelp *Saccharina lattissima* in northern Hokkaido, Japan and southern Sakhalin, far-east Russia. *Algal Resources* 12: 21-26.

Kawai, T., Klochkova, N., Matsushita, N., Izergin, L.,



and\_Yotsukura, N. (2019) Potential resources of *Laminaria appressirhiza* for kelp fisheries in Magadan, far-east Russia. *Algal Resources* 12: 55-60.

Yotsukura, N., Maeda, T., and Kawai, T. (2019) New record of the distribution of *Saccharina japonica* (Laminariales, Phaeophyceae) in Hokkaido, Japan. *Algal Resources* 12: 67-72.

Sudo, K., Watanabe, K., Yotsukura, N., and Nakaoka, M. (2020) Predictions of kelp distribution shifts along the northern coast of Japan. *Ecological Research* 35: 47-60.

#### 学会発表

Norishige Yotsukura: Current status and assignments of seaweed cultivation and breeding in Japan. 23<sup>rd</sup> International Seaweed Symposium, April 29 2019, International Convention Center, Jeju, Korea.

#### 総合博物館

研究部 資料基礎研究系

阿部 剛史 (海水利用)

#### 論文

Ishii, T., Shinjo, Y., Miyagi, M., Matsuura, H., Abe, T., Kikuchi, N. and Suzuki, M. (2019) Investigation of Insect Repellent Activity of Cyclocolorenone Obtained from the Red Alga *Laurencia intricata*. *Records of Natural Products* 13(1): 81-84.

DOI: <https://doi.org/10.25135/rnp.66.18.02.221>

Kawai T., Klochkova, N. G., Kogame, K., Abe, T., Galanin, D. and Yotsukura, N. (2019) Marine Flora in Northern Hokkaido and Southern Sakhalin along the Coast of the Sea of Japan. *Rishiri Studies* 38: 95-98.

Ishii, T., Miyagi, M., Shinjo, Y., Minamida, Y., Matsuura, H., Abe, T., Kikuchi, N. and Suzuki, M. (2019) Two new brominated C<sub>15</sub>-acetogenins from the red alga *Laurencia japonensis*. *Natural Product Research*. Published online.

DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1590712>



**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、進化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では、今年度と来年度にわたって予定されているセンター改組事業において、緊急時における自家発電機能を備えたディープフリーザー室の設置を予定しています。平常時における試料保管に関するバックアップ場所の提供や、電源喪失時における試料避難場所の確保などを通じて、生物学的試料保全の場を提供したいと考えています。

## 令和元年度 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

- ・ 定期清掃（毎月）
- ・ 令和元年 9 月 全学停電に伴う仮設動力設備工事

## 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>3</sup> )	
培養室 (14m <sup>3</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 (2台)	TOMY・RS-18IV (1台), Suprema21 (1台)
微量高速冷却遠心機 (5台)	TOMY・MR-150, MRX-150, MX-100, MX-107, MX-307 (各1台)
PCR装置	ASTECH・PC701
PCR装置	ASTECH・PC708
PCR装置	Takara・Thermal Cycler Dice Touch
定量PCR装置	Takara・Thermal Cycler Dice Real Time System II
パルスフィールド電気泳動装置	Bio-Rad・Pulsawave760
ブロッキング装置 (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・SK601 (2台), SG-62 (1台)
超低温冷凍庫 (-80℃) (4台)	SANYO・MDF-392, SANYO・MDF-493, PHC・MDF-394-PJ (2台)
ドラフトチャンバー	DALTON・DF-C (特)
校正用分銅内蔵型電子天秤	A&D・FZ-2000i
セルソーター	Bay bioscience JSAM

**令和元年度 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
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	フタホシコ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	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	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	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	小亀 一弘	藻類の系統進化学
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
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
情報科学研究院	生命人間情報科学・バイオインフォマティクス	教授	遠藤 俊徳	ヒョウタンの分子系統解析
総合博物館	研究部・資料開発研究系	准教授	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

**令和元年度 利用状況**

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

# 利用報告

## 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)

○学会発表

鶴岡樹、遠藤拓哉、鎌田瑠泉、今川敏明、坂口和靖：癌抑制タンパク質 p53 を介した細胞ストレス応答に及ぼす細胞周期の効果。

第 56 回日本生化学会北海道支部例会, 2019 年 7 月 19 日, 北海道大学 (北海道札幌市)

鶴岡樹、遠藤拓哉、中山絵美里、鎌田瑠泉、坂口和靖、今川敏明：シングルセル解析を用いた癌抑制タンパク質 p53 の転写活性と細胞周期の相関解析。

定量生物学の会 北海道キャラバン 2019, 2019 年 11 月 6 日, 北海道大学 (北海道札幌市)

鶴岡樹、遠藤拓哉、中山絵美里、鎌田瑠泉、坂口和靖、今川敏明：シングルセル解析による癌抑制タンパク質 p53 の転写活性と細胞周期の相関解析。第 42 回日本分子生物学会年会, 2019 年 12 月 3 日, 福岡国際会議場・福岡サンパレス ホテル&ホール・マリンメッセ福岡 (福岡県福岡市)

## 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

増田隆一、西田義憲

主な研究成果は以下の通りである。

(1) ユーラシア大陸におけるアジアアナグマとヨーロッパアナグマの雑種化

近縁なアナグマ 2 種、アジアアナグマ (*Meles leucurus*) およびヨーロッパアナグマ (*M. meles*) はロシアのボルガ川-カマ川流域をコンタクトゾーンとして、各々が東側と西側に分布している。これら 2 種の雑種化が生じているかどうかを調べるため、ロシアとの共同研究として、コンタクトゾーン周辺のアナグマについて、母系遺伝子 (ミトコンドリア DNA)、父系遺伝子 (*SRY* 遺伝子、*CAN-SINE in ZFY*) および両性遺伝子 (*CFTR* 遺伝子、マイクロサテライト) の遺伝子型を分析した。その結果、初めて雑種個体を検出することができた。その雑種化は、一度、両種の雑種が形成された後、どちらか一方の種との戻し交雑の反復により様々な程度に形成されていることが明らかになった。「Kinoshita et al. (2019)より」

(2) アナグマ属における膵臓型アミラーゼ遺伝子

のコピー数の多様性と食性

哺乳類は、デンプン分解酵素であるアミラーゼの遺伝子座数を重複進化させることにより、デンプン豊富な食性への適応をはかってきたのではないかと考えられている。そこで、草食性、肉食性、雑食性の種を含むイタチ科について膵臓型アミラーゼ遺伝子 (*AMY2*) のコピー数をリアルタイム PCR 法により解析したところ、アジアアナグマにおいて 1 コピーから 4 コピーの間で重複していることが明らかになった。それに対し、他のアナグマ属や他のイタチ科テン属やイタチ属でのコピー数は 1 コピーのままであった。アナグマ属は一般的に雑食性であるが、アジアアナグマは他種に比べて食性の幅が広くなり、環境への適応度が高くなっている可能性が考えられる。「Abduriyim et al. (2019a)より」

(3) アナグマ属における主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) クラス I の分子進化

哺乳類の免疫系において抗原の認識を行う MHC タンパク質は、ウイルスタンパク質や癌化などによる内在性の異常タンパク質を認識する Class I と外来抗原を認識する Class II に分類することができる。この内の Class I について、ユーラシアに生息する 4 種のアナグマ (アジアアナグマ、ヨーロッパアナグマ、ニホンアナグマ、中東アナグマ) について分子進化学的解析による比較を行った。種により異なるが、1 種あたり 7-21 種、1 個体あたり 2-7 座位の Class I タンパク質をコードする対立遺伝子 (MHC I 遺伝子) が見いだされた。抗原は、タンパク質中の 2 つの球状ドメイン  $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$  に含まれる特定のアミノ酸残基 (抗原結合部位) と結合するため、これらをコードする exon 2, 3 およびその間の intron 2 について、多様性解析を行った。その結果、exon 2 では正の自然選択が、exon 3 では正の自然選択と組替えが多様性をもたらしていることが示された。2 つの exon 間で遺伝的特性の差異が見られたため、MHC I 遺伝子は異なる相同性の高い遺伝子間での組替えにより形成された可能性がある。また、ベイズ法による系統樹中で種を超えた多型が見られたことから、この遺伝子座の多様性の維持には平衡進化が寄与していることが示唆された。「Abduriyim et al. (2019b)より」

## 発表論文

1. Kinoshita, E., Abramov, A.V., Soloviev, V.A., Saveljev, A.P., Nishita, Y., Kaneko, Y., and Masuda, R. (2019) Hybridization between the European and Asian badgers (*Meles*, Carnivora) in the Volga-Kama region, revealed by analyses of maternally, paternally and biparentally inherited genes. *Mammalian Biology* 94: 140-148.
2. Abduriyim, S., Nishita, Y., Abramov, A.V.,

- Solovyev, V.A., Saveljev, A.P., Kosintsev, P.A., Kryukov, A.P., Raichev, G.E., Väinölä, R., Kaneko, Y., and Masuda, R. (2019a) Variation in pancreatic amylase gene copy number among Eurasian badgers (Carnivora, Mustelidae, *Meles*) and its relationship to diet. *Journal of Zoology* 308: 28-36.
3. Abduriyim, S., Nishita, Y., Kosintsev, P.A., Raichev, E., Väinölä, R., Kryukov, A.P., Abramov, A.V., Kaneko, Y., and Masuda, R. (2019b) Evolution of MHC class I genes in Eurasian badgers, genus *Meles* (Carnivora, Mustelidae). *Heredity* 122: 205-218.
  4. Nishita, Y., Spassov, N., Peeva, S., Raichev, E.G., Kaneko, Y., and Masuda, R. (2019) Genetic diversity of MHC class II *DRB* alleles in the marbled polecat, *Vormela peregusna*, in Bulgaria. *Ethology, Ecology and Evolution* 31: 59-72.
  5. Puzachenko, A.Yu., Masuda, R., and Abramov, A.V. (2019) Sexual dimorphism of craniological characters in the Altai weasel *Mustela altaica* (Carnivora, Mustelidae). *Russian Journal of Theriology* 18: 12-19.
6. Takuma Sato, Ryuichi Masuda: Local population structure and micro habitat of the feral Japanese marten in Hokkaido, Japan, based on fecal DNA analysis. 33rd European Mustelid Colloquium, October 9, 2019, Lisbon (Portugal). "Poster presentation"

## 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】

Horie, Y., Nemoto, H., Fujita, J., Ikegawa, S., Kumaki, Y., Ohnishi, Y., Kumeta, H., Demura, M., Aizawa, T. (2019) Studies on the Quality Control of Fermented Brown Rice and Rice Bran with *Aspergillus oryzae* by Metabolome Analysis Using <sup>1</sup>H-NMR : *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 66(4) : 139-146

Poncet, P., Aizawa, T., Sénéchal, H. (2019) The subtype of Cupressaceae pollinosis associated with Pru p 7 sensitization is characterized by a sensitization to a cross-reactive gibberellin-regulated protein in cypress pollen: BP14. *Clinical & Experimental Allergy* 49(8) : 1163-1166

Yanagi, T., Takagi, T., Takahashi, H., Kikukawa, T., Amii, H., Sonoyama, M. (2019) Comparison of two different partially fluorinated phosphatidylcholines with the perfluorobutyl group on thermotropic properties of the bilayer membrane and reconstituted bacteriorhodopsin. : *Biophysical Reviews* 11(3) : 395-398

Yamanashi, T., Maki, M., Kojima, K., Shibukawa, A., Tsukamoto, T., Chowdhury, S., Yamanaka, A., Takagi, S., Sudo, Y. (2019) Quantification of the neural silencing activity of anion channelrhodopsin in *Caenorhabditis elegans* and their applicability for long-term illumination : *Scientific Reports* 9(1) : 7863

Geng, X., Dai, G., Chao, L., Wen, D., Kikukawa, T., Iwasa, T. (2019) Two Consecutive Polar Amino Acids at the End of Helix E are Important for Fast Turnover of the Archaeorhodopsin Photocycle : *Photochemistry and Photobiology* 95(4) : 980-989

Iizuka, A., Kajimoto, K., Fujisawa, T., Tsukamoto, T., Aizawa, T., Kamo, N., Jung, K.H., Unno, M., Demura, M., Kikukawa, T. (2019) Functional importance of the oligomer formation of the cyanobacterial H<sup>+</sup> pump *Gloeobacter rhodopsin* : *Scientific Reports* 9(1) : 10711

Fujisawa, T., Kiyota, H., Kikukawa, T., Unno, M. (2019) Low-Temperature Raman Spectroscopy of Halorhodopsin from *Natronomonas pharaonis*: Structural Discrimination of Blue-Shifted and Red-Shifted Photoproducts : *Biochemistry* 58(40) : 4159-4167

### 学会発表

1. 西田義憲, Risto Väinölä, Alexei V. Abramov, 増田隆一 : ヨーロッパ北部及び東部に生息するマツテン集団の主要組織適合遺伝子複合体 (MHC) クラスII DRB遺伝子の多様性. 日本哺乳類学会2019年度大会, 2019年9月16~18日, 中央大学 (東京) . 「ポスター発表」
2. 細谷祥央, 西田義憲, 増田隆一 : 日本固有種ホンドテンにおける主要組織適合遺伝子複合体クラスII DRB遺伝子の遺伝的多様性と進化. 日本哺乳類学会2019年度大会, 2019年9月16~18日, 中央大学 (東京) . 「ポスター発表」
3. 遠藤優, Liang-Kong Lin, 山崎晃司, Kurtis Jai-Chyi Pei, Shih-Wei Chang, Yen-Jean Chen, 落合啓二, 谷地森秀二, 姉崎智子, 金子弥生, 増田隆一 : ミトコンドリアDNA分析に基づく日本のハクビシンの移入・分布拡大の解明. 日本哺乳類学会2019年度大会, 2019年9月16~18日, 中央大学 (東京) . 「ポスター発表」
4. Aye Mee F. Bartocillo, Yoshinori Nishita, Alexei V. Abramov, Ryuichi Masuda : Genetic diversity and evolution of MHC class II *DRB* gene in Japanese and Russian raccoon dogs. 日本哺乳類学会2019年度大会, 2019年9月17日, 中央大学 (東京) . 「口頭発表」
5. 天池庸介, 岸田宗範, 酒向貴子, 手塚牧人, 増田隆一 : 糞DNA解析によって判明した皇居タヌキの遺伝構造と溜め糞場利用様式. 日本動物学会第90回大阪大会, 2019年9月12日, 大阪市立大学 (大阪市) . 「口頭発表」



Sato, T., Kikukawa, T., Miyoshi, R., Kajimoto, K., Yonekawa, C., Fujisawa, T., Unno, M., Eki, T., Hirose, Y. (2019) Protochromic absorption changes in the two-cysteine photocycle of a blue/orange cyanobacteriochrome : The Journal of Biological Chemistry 294(49) : 18909-18922

Hirabayashi, Y., Nakamura, K., Sonehara, T., Suzuki, D., Hanzawa, S., Shimizu, Y., Aizawa, T., Nakamura, K., Tamakoshi, A., Ayabe, T. (2020) Analysis of Serotonin in Human Feces Using Solid Phase Extraction and Column-switching LC-MS/MS : Mass Spectrometry 8 : A0081

Yamamura, R., Nakamura, K., Kitada, N., Aizawa, T., Shimizu, Y., Nakamura, K., Ayabe, T., Kimura, T., Tamakoshi, A. (2020) : Associations of gut microbiota, dietary intake, and serum short-chain fatty acids with fecal short-chain fatty acids. : Biosci Microbiota Food Health. 39(1) : 11-17

#### 【学会発表】

上井幸司, 久米田博之, 久保研二, 渡邊輝, 関千草, 中野博人, 相沢智康, 徳樂清孝 : 核磁気共鳴法による食品の認知機能関連タンパク結合スクリーニング. 日本食品化学学会第 25 回総会・学術大会, 2019 年 6 月 6 日, キッセイ文化ホール (松本市)

Kikukawa, T., Sasaki, S., Nishiya, K., Tsukamoto, T., Aizawa, T., Demura, M., Tamogami, J. : Replacements of "H<sup>+</sup> donor" residues in the light-driven H<sup>+</sup>-pump rhodopsins. 17th International Congress on Photobiology, 2019 年 8 月 27 日, Hotel Crowne Plaza Barcelona Fira Center (バルセロナ)

菊川峰志 : 微生物ロドプシンのホモ多量体形成の機能的意義. ISSP ワークショップ「レチナルタンパク質の光機能発現の物理と化学」プログラム, 2019 年 9 月 5 日, 東京大学物性研究所 (柏市)

加藤朝也, 村部圭祐, 塚本卓, 相沢智康, 出村誠, 菊川峰志 : *Indibacter alkaliphilus* 由来 Na<sup>+</sup>ポンプ型ロドプシンの輸送過程の解析. ISSP ワークショップ「レチナルタンパク質の光機能発現の物理と化学」プログラム, 2019 年 9 月 5 日, 東京大学物性研究所 (柏市)

菊川峰志, 佐々木将伍, 西谷宏輝, 塚本卓, 相沢智康, 出村誠, 田母神淳 : H<sup>+</sup>ポンプ型ロドプシンの H<sup>+</sup>ドナー残基に関する研究. ISSP ワークショップ「レチナルタンパク質の光機能発現の物理と化学」プログラム, 2019 年 9 月 5 日, 東京大学物性研究所 (柏市)

Kiyoshima, M., Kikukawa, T., Aizawa, T., Demura, M., Sudo, T., Tsukamoto, T. : Inversion of Proton Transport Direction in Thermophilic Rhodopsin by Neutralizing the Secondary Counterion Asp229. 第 57 回日本生物

物理学会年会, 2019 年 9 月 24 日, シーガイアコンベンションセンター (宮崎市)

那須遥香, 佐藤優次, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 相沢智康 : 細胞特異的ゲノム編集を目的とした核酸をデリバリーする新規一本鎖抗体 scFv の作製. 第 57 回日本生物物理学会年会, 2019 年 9 月 24 日, シーガイアコンベンションセンター (宮崎市)

Kitahara, T., Kurane, H., Kikuchi, C., Aizawa, T., Kikukawa, T., Demura, M., Tsukamoto, T. : An Anion Channelrhodopsin with a Naturally Super-Slow Photocycle. 第 57 回日本生物物理学会年会, 2019 年 9 月 24 日, シーガイアコンベンションセンター (宮崎市)

Iwama, K., Watanabe, Y., Tsukamoto, T., Aizawa, T., Demura, M., Kikukawa, T. : Mastigocladopsis repens halorhodopsin の Cl<sup>-</sup>ポンプ活性における His166 の重要性. 第 57 回日本生物物理学会年会, 2019 年 9 月 24 日, シーガイアコンベンションセンター (宮崎市)

Kikuchi, C., Aizawa, T., Kikukawa, T., Demura, M., Tsukamoto, T. : Comparative Study for Anion Transport Activity of Anion Channelrhodopsins by Using a Simple pH Electrode Method. 第 57 回日本生物物理学会年会, 2019 年 9 月 24 日, シーガイアコンベンションセンター (宮崎市)

小松陽介, 清水由宇, 山野めぐみ, 中村公則, 綾部時芳, 相沢智康 : クローン病自然発症モデル SAMP1/YitFc マウスの病状進行に伴う腸内細菌叢および糞便メタボライトの変動. 第 71 回日本生物工学会大会, 2019 年 9 月 17 日, 岡山大学津島キャンパス (岡山市)

小松陽介, 清水由宇, 中村公則, 綾部時芳, 相沢智康 : クローン病自然発症モデルの病状進行に伴う糞便中メタボライトの変動. 第 13 回メタボロームシンポジウム, 2019 年 10 月 18 日, 筑波大学会館 (つくば市)

Gu, H., Onuma, K., Ishida, H., Kumaki, Y., Tsukamoto, T., Kikukawa, T., Demura, M., Vogel, H. J., Aizawa, T. : The study of overexpression and purification of recombinant small peptides through a calmodulin fusion protein system. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019), 2019 年 11 月 1 日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

Haque, S., Kikukawa, T., Tamaoki, N. : Proteorhodopsin photocycle driven by azobenzene derivatives. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019) , 2019 年 11 月 1 日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

Nasu, H., Sato, Y., Tsukamoto, T., Kikukawa, T., Demura, M., Aizawa, T. : Construction of a novel recombinant protein based on single chain variable fragment (scFv) which delivers nucleic acid for cell-specific genome editing. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019), 2019年11月1日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

Kiyoshima, M., Kikukawa, T., Aizawa, T., Demura, M., Sudo, Y., Tsukamoto, T. : Outward Proton Transport of Thermophilic Rhodopsin is Inverted by Neutralizing the Secondary Counterion Asp229. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019), 2019年11月1日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

Kitahara, T., Aizawa, T., Kikukawa, T., Demura, M., Tsukamoto, T. : Demonstration of a Naturally Super-slow Photocycle of Geminigera cryophila Anion Channelrhodopsin. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019), 2019年11月1日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

Song, Z., Bao, K., Kitada, N., Kumaki, Y., Ohnishi, Y., Tsukamoto, T., Kikukawa, T., Demura, M., Nakamura, K., Ayabe, T., Yamamura, R., Nakamura, K., Tamakoshi, A., Aizawa, T. : Analysis of human fecal metabolomics under different storage conditions by NMR. The 7th International Life-Science Symposium(ILSS2019), 2019年11月1日, Hokkaido University Conference Hall (Sapporo)

谷昊, 大沼幸暉, 石田博昭, 熊木康裕, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, Vogel Hans J., 相沢智康: カルモジュリンのペプチド結合能を応用した組換えペプチド安定化大量発現法の開発と NMR 解析. 第58回 NMR 討論会 (2019), 2019年11月7日, 川崎市コンベンションホール (川崎市)

宋子豪, 包克非, 北田直也, 熊木康裕, 大西裕季, 塚本卓, 菊川峰志, 出村誠, 中村公則, 綾部時芳, 山村凌大, 中村幸志, 玉腰暁子, 相沢智康: ヒト便試料の保存条件とメタボローム変動の NMR 解析. 第58回 NMR 討論会 (2019), 2019年11月7日, 川崎市コンベンションホール (川崎市)

Murabe, K., Kato, T., Tsukamoto, T., Aizawa, T., Demura, M., Kikukawa, T. : Time-resolved detection of Na<sup>+</sup> uptake and release reactions of Na<sup>+</sup>-pumping rhodopsin. The 9th Asia and Oceania Conference on Photobiology, 2019年9月23日 Crowne PlazaQingdao Ocean Spring Resort (Qingdao)

上井幸司, 久米田博之, 今前田大朗, 倉賀野正弘, 関千草, 中野博人, 相沢智康, 徳樂清孝: STD-NMR法による植物抽出エキスのアミロイドβ結合スクリーニング. 日本薬学会第140年会 (京都), 2020

年3月26日, 国立京都国際会館 (京都市)

## 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 (2019) 「遺跡から出土するアホウドリの骨の動物考古学と考古鳥類学」上田恵介編『遺伝子から解き明かす鳥の不思議な世界』, 235-253, 一色出版.

### 【学会発表】

泉洋江, 江田真毅, 川上和人: 質量分析を用いた鳥類骨の同定. 日本鳥学会 2019 年度大会, 2019年9月14日, 帝京科学大学 (東京).

江田真毅, 泉洋江, 菊地大樹, 孫国平: 長江下流域の新石器, 稲作農耕社会でニワトリは利用されていたのか? —コラーゲンタンパク分析からの検討. 第7回動物考古学会, 2019年6月16日, 千葉市埋蔵文化財調査センター (千葉市).

江田真毅, 泉洋江, 川上和人, 沖田絵麻: 「鶴を抱く女」が「抱く」鳥は何か? コラーゲン分析と形態解析からの検討. 第36回日本文化財科学会, 2019年6月1日, 東京藝術大学 (東京).

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	

## 大学院情報科学研究院

生命人間情報科学部門	
バイオインフォマティクス分野	
遠藤 俊徳	

# 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及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)

飼育に必要なエサ及び床敷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、床敷1袋10kgを実費でお分けできます。

(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、及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て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階東側廊下中央及び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	600 円
	指定無し	1 頭当たり	300 円
	妊娠個体	1 頭当たり	2,800 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	1,350 円
	指定無し	1 頭当たり	700 円
	妊娠個体	1 頭当たり	6,600 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。

---

---

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 概要2020

令和2年6月発行

〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目

〔Tel〕 011-706-3580

〔Fax〕 011-726-3476（東棟）・011-706-3588（西棟）

〔E-mail〕 [cepa@sci.hokudai.ac.jp](mailto:cepa@sci.hokudai.ac.jp)

〔URL〕 <https://www.sci.hokudai.ac.jp/gdynamics/>

---

---