

野生動物への環境汚染物質の影響評価を実現する 培養細胞を用いた新規評価技術の構築

研究代表者：片山雅史（国立環境研究所生物多様性領域・サブテーマ1リーダー）

研究分担者：中山翔太（北海道大学獣医学研究院・サブテーマ2リーダー）

研究分担者：武田一貴（北里大学獣医学部・研究分担者）

【重点課題】

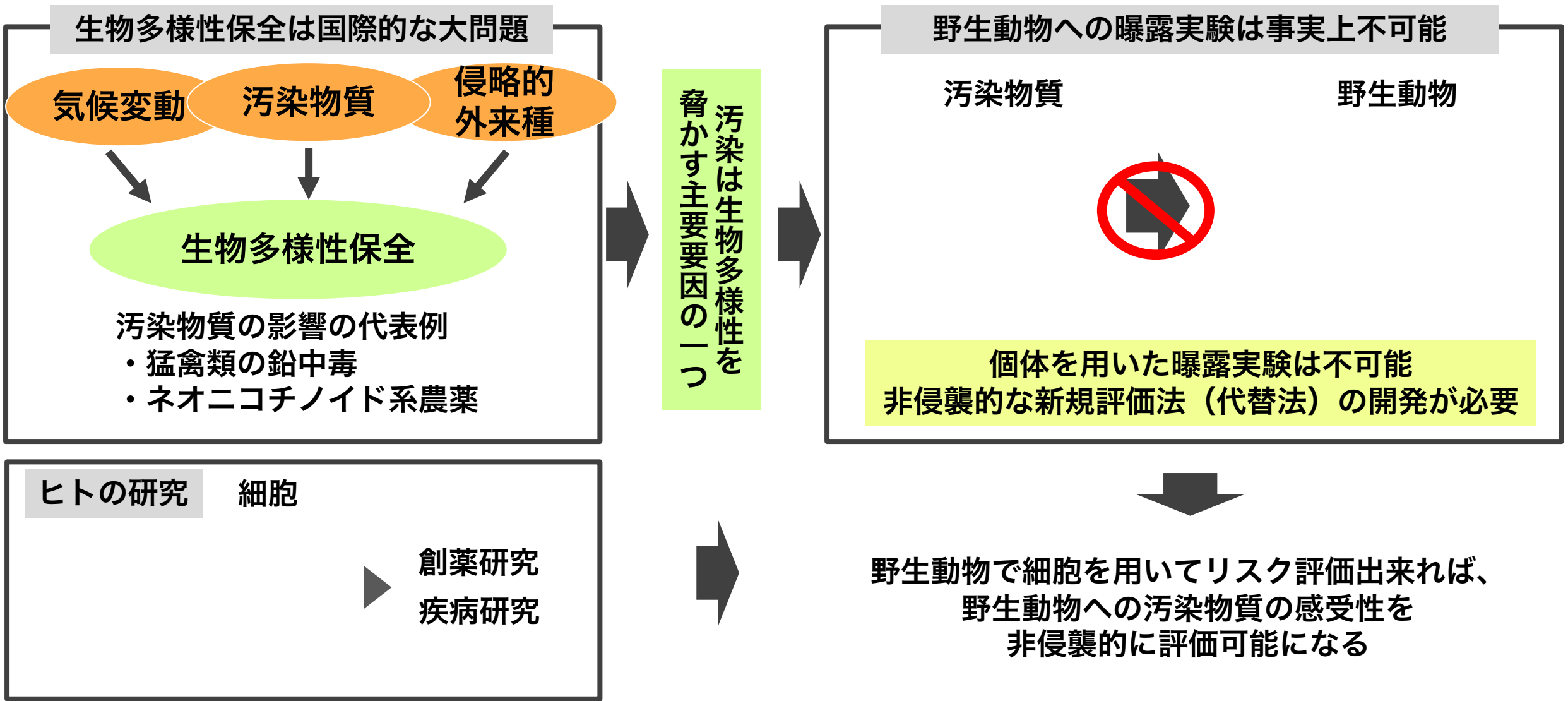
主：【重点課題⑬】生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究

副：【重点課題⑭】生態系サービスの持続的な利用やシステム解明に関する研究・技術開発

【行政要請研究テーマ（行政ニーズ）】

（4-2）絶滅危惧野生動物の生息域外保全における飼育下保護増殖戦略策定のための分野横断的研究

1. はじめに (研究の背景)



1. はじめに (研究の背景)

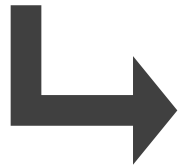
小笠原諸島では
外来ネズミ大繁殖



殺鼠剤による駆除



非対象種への
影響の検討



小笠原諸島の殺鼠剤曝露経路

(財)日本環境センター環境省請負業務報告書より転載

リスクが報告されている動物

- ・オガサワラノスリ
- ・アカガシラカラスバト
- ・アオウミガメ



- ・アオウミガメは個体を用いた実験が可能
- ・先行の推進費(4RF-1802)でアオウミガメは殺鼠剤の感受性が高い可能性が示唆

本提案では、殺鼠剤のウミガメへの影響をモデルに細胞評価系の有用性を検証

本提案では、殺鼠剤感受性が未解明であり、殺鼠剤誤食リスクがあるウミガメに対する殺鼠剤の影響をモデルに細胞評価系を構築し、培養細胞の有用性を検証

2. 研究開発目的

本研究では、**汚染物質である殺鼠剤(小笠原諸島で使用されているダイファシノン)のウミガメへの影響をモデルとして、培養細胞による汚染物質評価系を構築し、有用性を検証する。**

日本環境センター環境省請負業務報告書では、オガサワラノスリ、アカガシラカラスバト、アオウミガメへの殺鼠剤ダイファシノンの影響が指摘されている。本研究では、これらの中で個体を用いた実験が可能なアオウミガメを対象とする。



サブテーマ1

ラット（殺鼠剤評価対象種）、クマネズミ（駆除対象種）、ウミガメ由来の細胞を用いて殺鼠剤の試験管内曝露実験を実施し、これら3種の殺鼠剤感受性の種差を細胞レベルで解明する。

この際に、通常の培養細胞は、性質を安定させた長期培養が困難であるため、本研究では不死化細胞（長期間性質を一定にして培養できる細胞）を樹立して評価に利用する。



サブテーマ2

個体レベルでラット、クマネズミ、アオウミガメに対する殺鼠剤の曝露実験を行う。
ウミガメに対する曝露実験は報告が皆無であるため、本研究では哺乳類、鳥類の方法を参考に評価手法を開発する。

最後に、サブテーマ1とサブテーマ2の結果を比較し、培養細胞による殺鼠剤の影響評価の有用性を検証する。



本研究において、培養細胞を用いた汚染物質評価系の有用性が実証できれば、今後、侵略的外来種対策として使用予定の殺鼠剤の非対象種への影響が実験的に予測可能になる。さらに将来的に、農薬や重金属など多様な汚染物質に対する野生動物の影響評価への応用も視野に入る。

3. 研究目標および研究計画

目標

1. 野生動物の汚染物質影響評価における細胞評価系の構築
2. ウミガメの個体レベルでの汚染物質曝露後の評価指標の開発
3. 個体データとの比較による細胞評価系の有用性の評価

サブテーマ1 国立環境研究所
培養細胞を用いた環境汚染物質の細胞
影響評価に関する研究

サブテーマ2 北海道大、北里大
個体レベルにおける環境汚染物質の影
響評価に関する研究

2021年度

- ・ 汚染物質の評価に使用する細胞(不死化細胞)の樹立

- ・ 齧歯類への殺鼠剤曝露試験
- ・ アオウミガメの血中バイオマーカー測定メソッドの確立

2022年度

- ・ 細胞を用いた汚染物質暴露実験
- ・ 小笠原諸島における駆除対象個体群の殺鼠剤耐性変異の有無の解析

- ・ ウミガメ、クマネズミの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

2023年度

- ・ 細胞を用いたホルモン分泌解析の検討
- ・ 生体データとの比較

- ・ アオウミガメでの生殖毒性バイオマーカー評価
- ・ 数理モデル構築の試み

青字は
追加項目

殺鼠剤の影響評価における培養細胞の有用性を示す

4. サブテーマ1

目標

培養細胞を用いたウミガメ類の殺鼠剤の影響評価系構築と評価を実践する。
以下の4点を具体的な目標とする。

※青字部分がR3年度目標

- 1.試験管内曝露実験に使用するウミガメ類と比較対象であるラットとクマネズミの不死化細胞を樹立、ならびに樹立した細胞の性質の解析。
- 2.試験管内における汚染物質(殺鼠剤)の曝露後の細胞毒性評価、殺鼠剤毒性の指標となる血液凝固因子産生能や、解毒代謝能の指標となる殺鼠剤代謝産物の測定。
- 3.サブテーマ2で取得した生体データとの比較による、試験管内評価系の有用性の検証。
- 4.細胞における性ホルモン分泌能解析を通じた、生殖・発生毒性評価への応用可能性の検討し、汚染物質による内分泌攪乱作用の評価法としての培養細胞の有用性を明らかにする。

研究開発内容 (R3年度)

- ・ 汚染物質の評価に使用する細胞の樹立

研究開発内容 (R4年度)

- ・ 細胞を用いた汚染物質暴露実験
- ・ 小笠原諸島における駆除対象個体群の殺鼠剤耐性変異の有無の解析

4. サブテーマ1 (結果及び考察)

細胞の取得

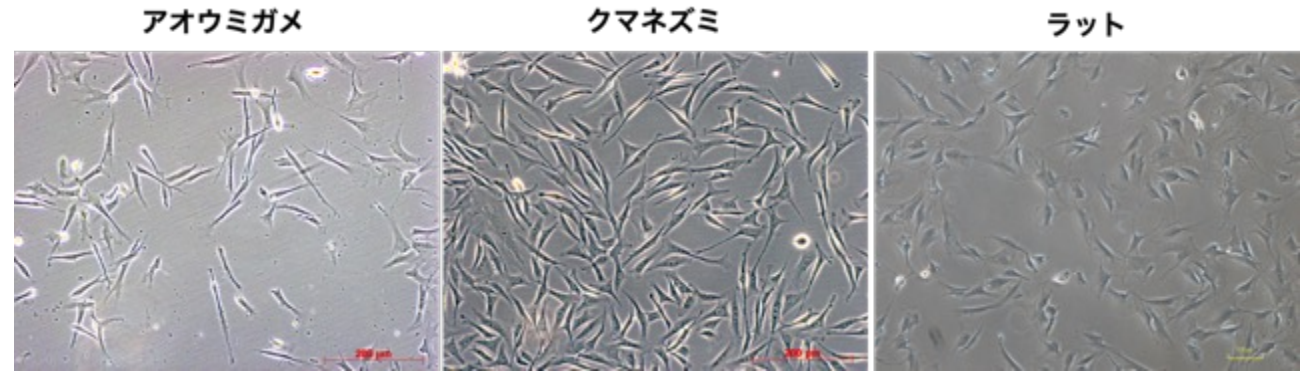
アオウミガメ (6 個体)、クマネズミ (4 個体) を含めて細胞の取得に成功

細胞培養条件の探索

クマネズミとラットは、通常の哺乳類の培養条件で培養可能
アオウミガメについては検討を実施



- ・アオウミガメはRPMI培地を使用し、30度以下での培養が有用
- ・哺乳類の培養温度 (37度) では、アポトーシスによる細胞死を確認



4. サブテーマ1 (結果及び考察)

不死化細胞の樹立

アオウミガメ、クマネズミ、ラットの細胞へのレンチウイルスによる効率的な遺伝子導入条件の探索に成功



レンチウイルスによる効率的な遺伝子導入条件の探索に成功

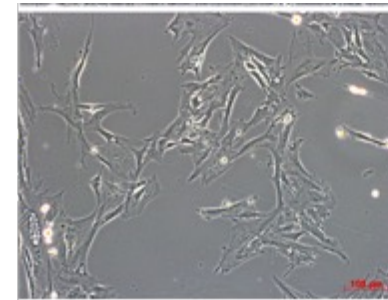


探索した条件で、不死化に使う3遺伝子を導入

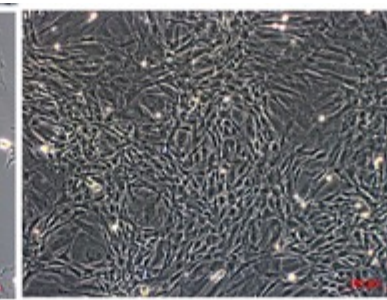


性質を解析

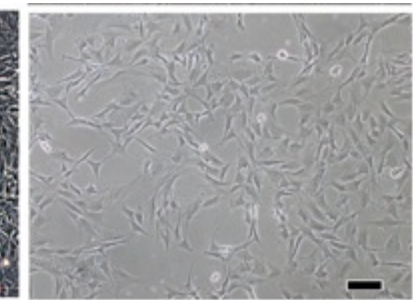
アオウミガメ



クマネズミ



ラット



3遺伝子
導入細胞

4. サブテーマ1 (結果及び考察)

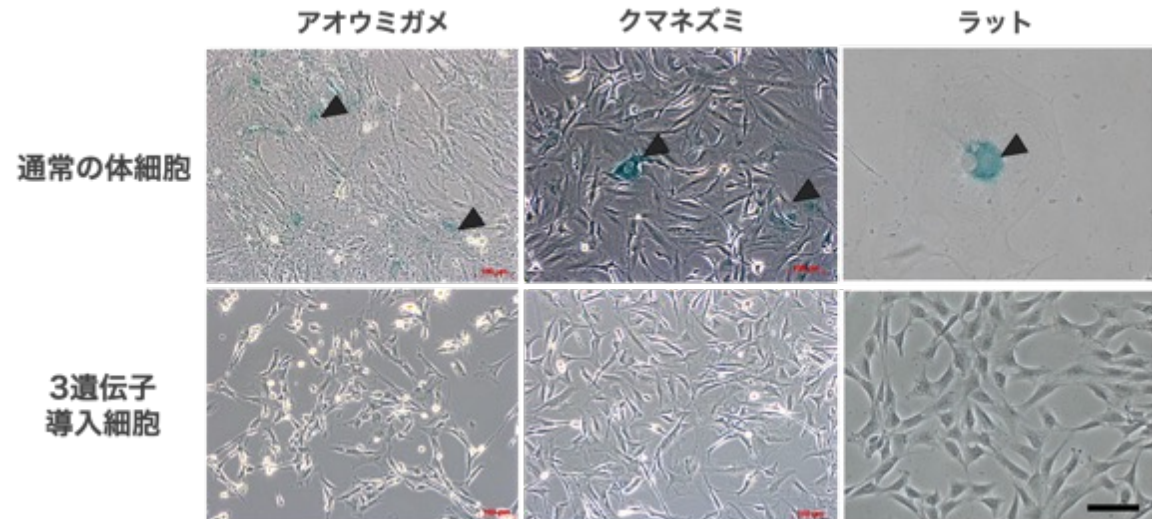
樹立細胞の性質解析

3 遺伝子導入細胞は、初代培養細胞と比較して、アオウミガメ、クマネズミ、ラットの3種全てにおいて安定かつ、活発に細胞増殖することが確認できた

初代培養細胞の細胞増殖が停止したポイントで細胞老化マーカーで染色を実施した結果、3 遺伝子導入細胞では、細胞老化が検出されない。



アオウミガメ、クマネズミ、ラットの不死化細胞の樹立に成功した



4. サブテーマ1 (結果及び考察)

樹立細胞の性質解析

樹立した不死化細胞の染色体の核型解析を実施



全ての細胞で、正常核型 (アオウミガメ $2n=56$, クマネズミ $2n=42$, ラット $2n=42$) が維持された



元の細胞の性質に比較的近いアオウミガメ、クマネズミ、ラットの不死化細胞の樹立に成功した

評価基盤となる細胞 (不死化細胞) の樹立に成功した

4. サブテーマ1

- 細胞の取得
→アオウミガメ、クマネズミ、ラットから取得に成功
- 細胞培養条件
→アオウミガメは細胞培養に工夫が必要であったが、安定維持可能な培養条件を探索した
- 遺伝子導入方法
→改良の結果、一定の割合で遺伝子導入可能な条件を探索した
- 細胞周期関連遺伝子による不死化細胞の樹立
→遺伝子導入細胞で不死化細胞が樹立できた
- 遺伝子導入細胞の性質
→染色体の倍数体化が回避されており、体細胞の性質を多くの部分で残す細胞が樹立できた



殺鼠剤の影響評価を進める評価基盤が作製できた



現在、予定通り曝露実験を進めている

また、小笠原諸島における駆除対象個体群の殺鼠剤耐性変異の有無の解析も進めている

5. サブテーマ2

目標

サブテーマ1 細胞評価系の精度を評価するため、殺鼠剤の生体レベルにおける感受性情報を取得する。以下の3点を具体的な目標とする。

※青字部分がR3年度目標

1. 爬虫類におけるバイオマーカー測定法の確立（ウミガメは主たる実験動物であるラット等哺乳類での測定法が適用できない可能性が高いため）
2. ウミガメ、ラット・クマネズミへ殺鼠剤の投与試験を実施し、殺鼠剤投与後のウミガメ・ラットにおけるバイオマーカーの動態を解析する。
3. この個体レベルでのバイオマーカープロファイルと、サブテーマ1の細胞系で得られたパラメーターを比較し、細胞系の有用性の評価。加えて、これら2つの実験結果の数理的解析を通し、細胞系の実測値から個体レベルの感受性評価の予測も試みる

研究開発内容（R3年度）

- ・アオウミガメでの血中バイオマーカー測定メソッドの確立
- ・ラット、野生クマネズミに対する殺鼠剤の曝露試験

研究開発内容（R4年度）

- ・ウミガメでの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析
- ・クマネズミの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

アオウミガメでの血中バイオマーカー測定メソッドの確立

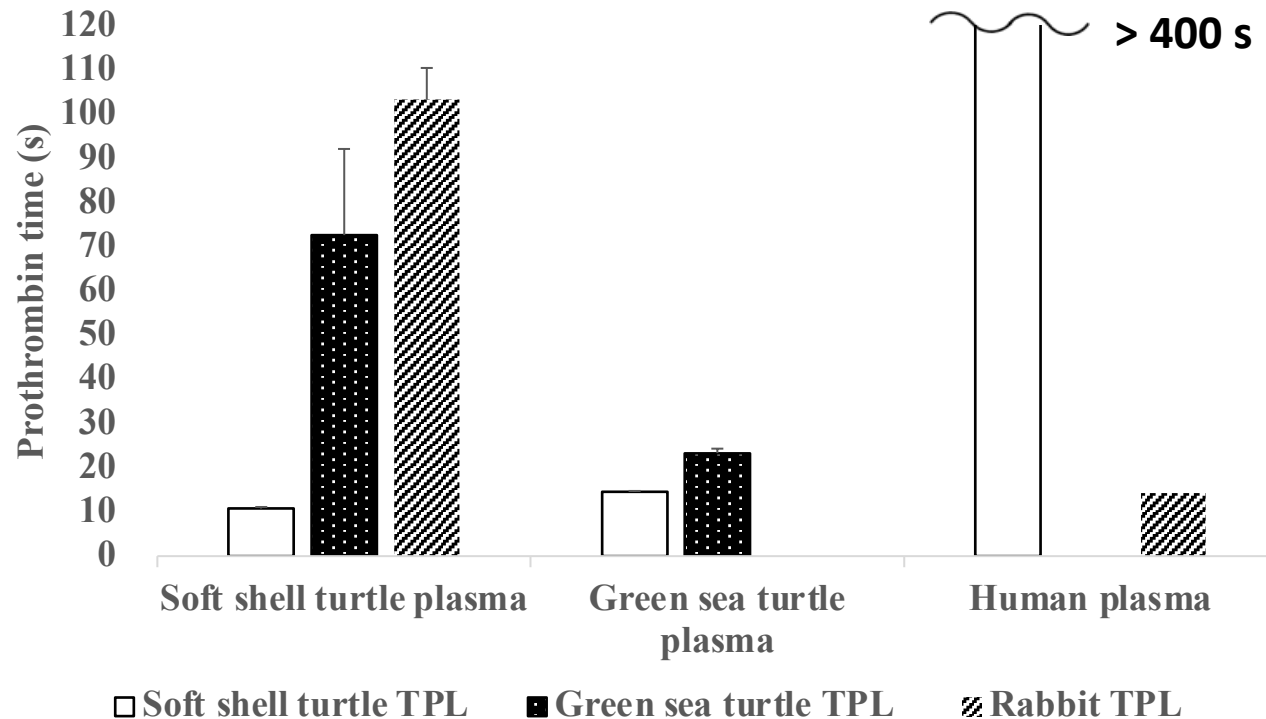
脳由来トロンボプラスチン(TPL)精製

Lot No	Species	Sex	Sample size	Age	Body weight (kg)			Brain weight (g)			TPL weight (mg)
1	Soft shell turtle (Pelodiscus sinensis)	Male	5	Adult	0.96	±	0.02	0.48	±	0.04	185.4
2		Male ?	8	Adult	0.98	±	0.03	0.46	±	0.03	222.7
3		Male	6	Adult	0.99	±	0.04	0.44	±	0.04	151.9
4	Green sea turtle (Chelonia mydas)	Male, Female	2	Adult	100, 110-	±	-	2.71	±	0.43	123.2

- ウミガメの脳重量に比してTPL収量は多くない
- スッポンの脳で充分量が確保できる

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

アオウミガメでの血中バイオマーカー測定メソッドの確立



スッポン (10.78 sec)
 ウミガメ (14.56 sec)
 ヒト (14.25 sec)
 で凝固時間に大きな種差は無い。

*ウミガメ脳由来TPLでは凝固されにくい。脳の保存状態、凍結融解などの影響と思われる。

		Source of TPL								
		Soft shell turtle			Green sea turtle			Rabbit		
Source of plasma	Soft shell turtle	10.78	±	0.35	72.73	±	19.52	103.42	±	7.17
	Green sea turtle	14.56	±	0.21	23.34	±	1.01		±	
	Human	> 400						14.25	±	0.13

ウミガメ血漿について
 スッポン脳由来TPLを用いた
 凝固時間測定方法を開発した。

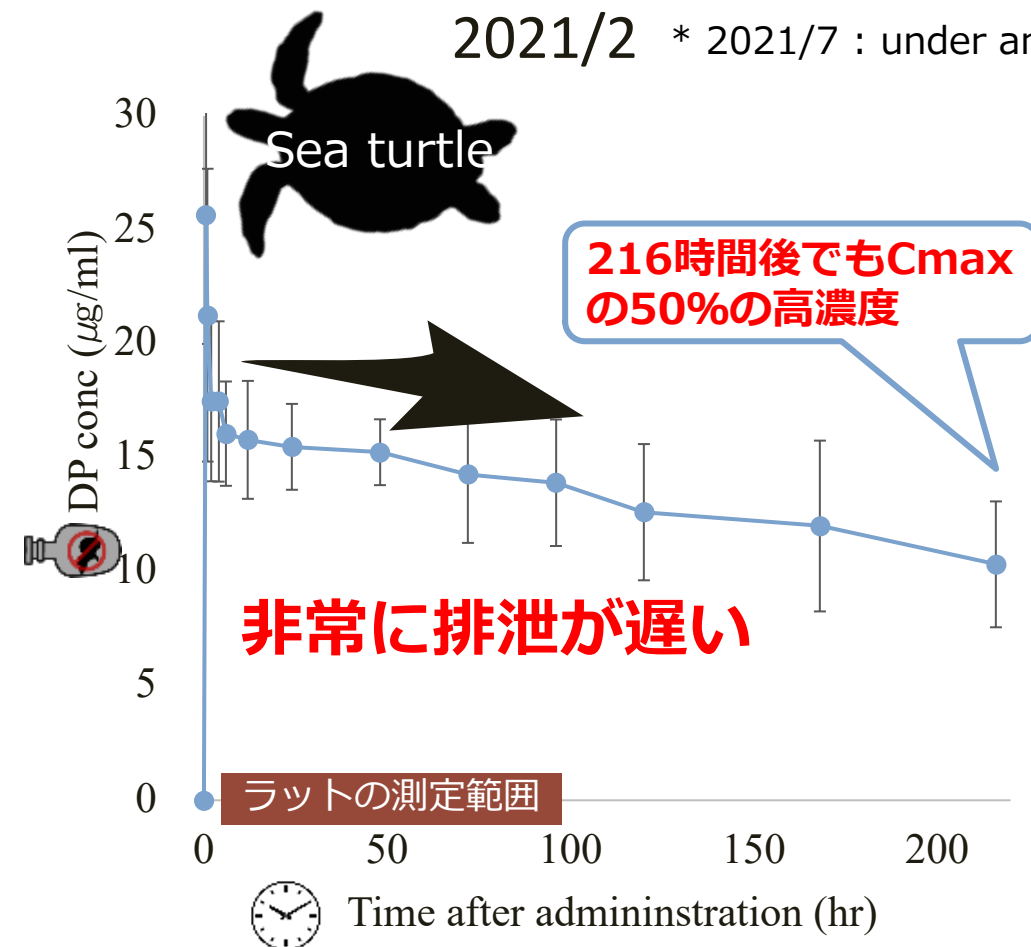
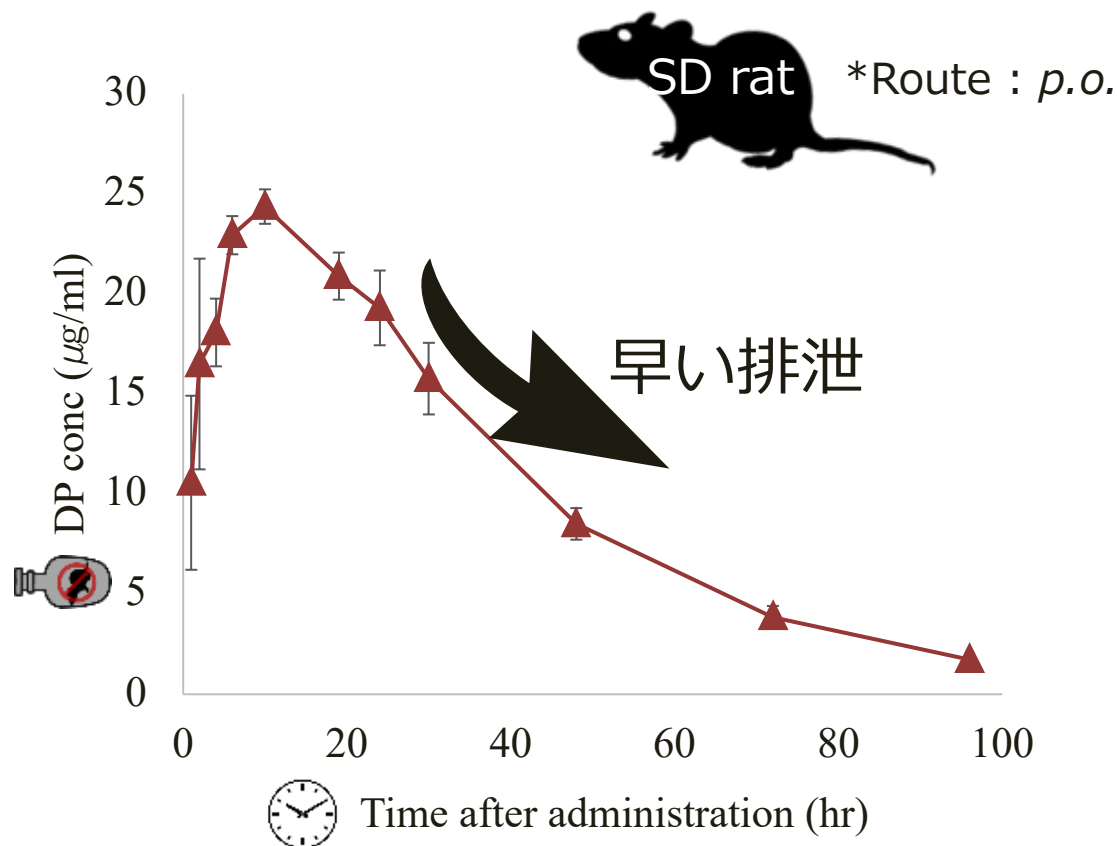
5. サブテーマ2 (結果及び考察)

ウミガメでの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析



血中ダイファシノン濃度の動態

2021/2 * 2021/7 : under analysis

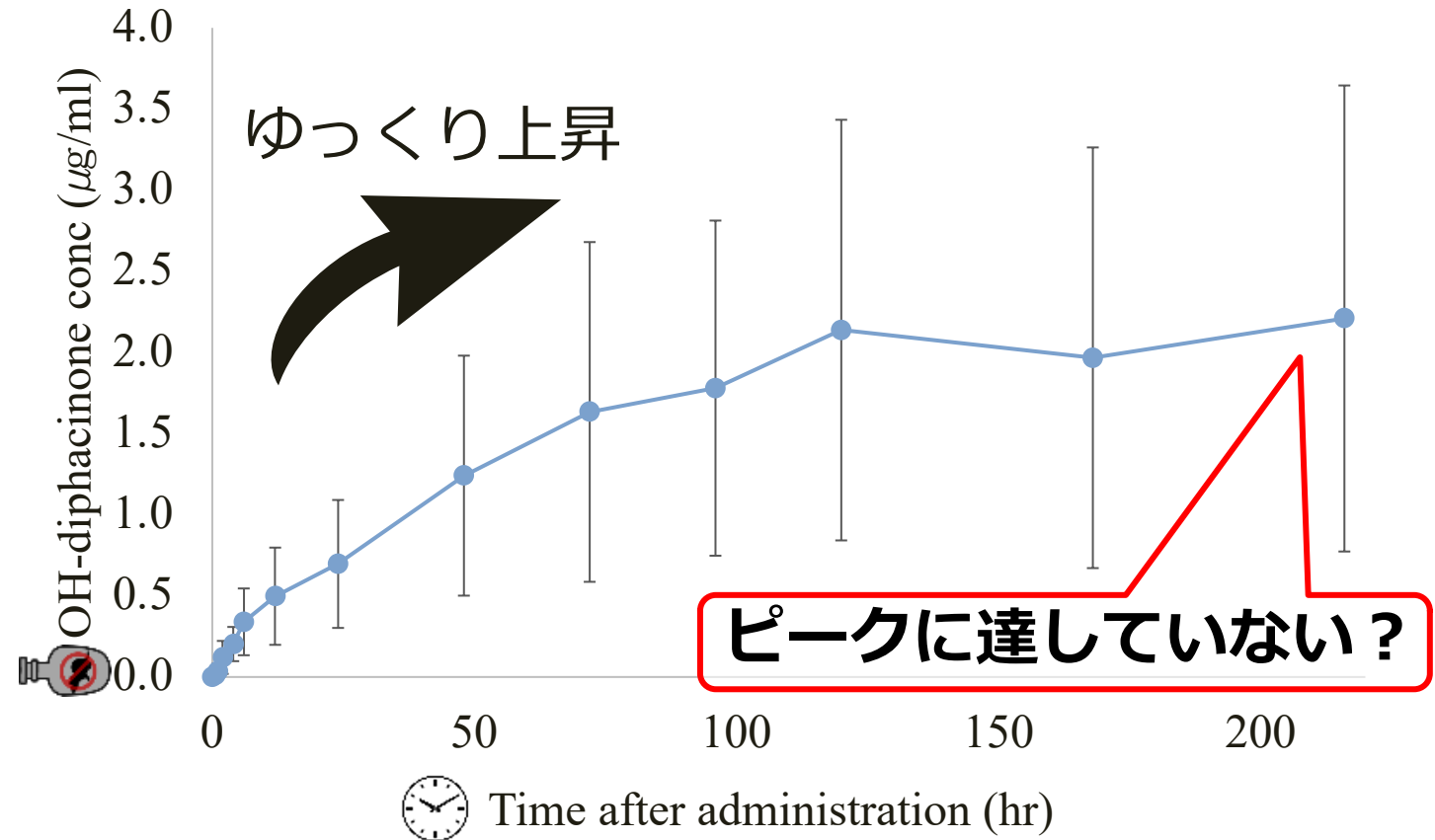
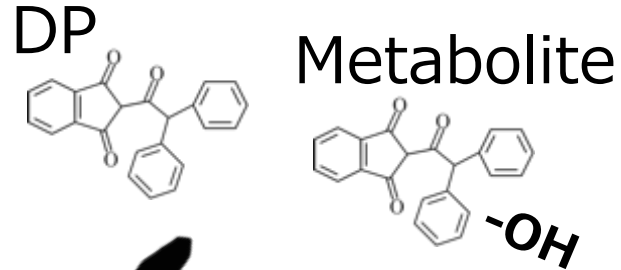
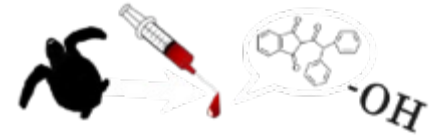


ウミガメのダイファシノン排泄は非常に長く、長期間の暴露を示唆

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

ウミガメでの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

水酸化体ダイファシノンの動態

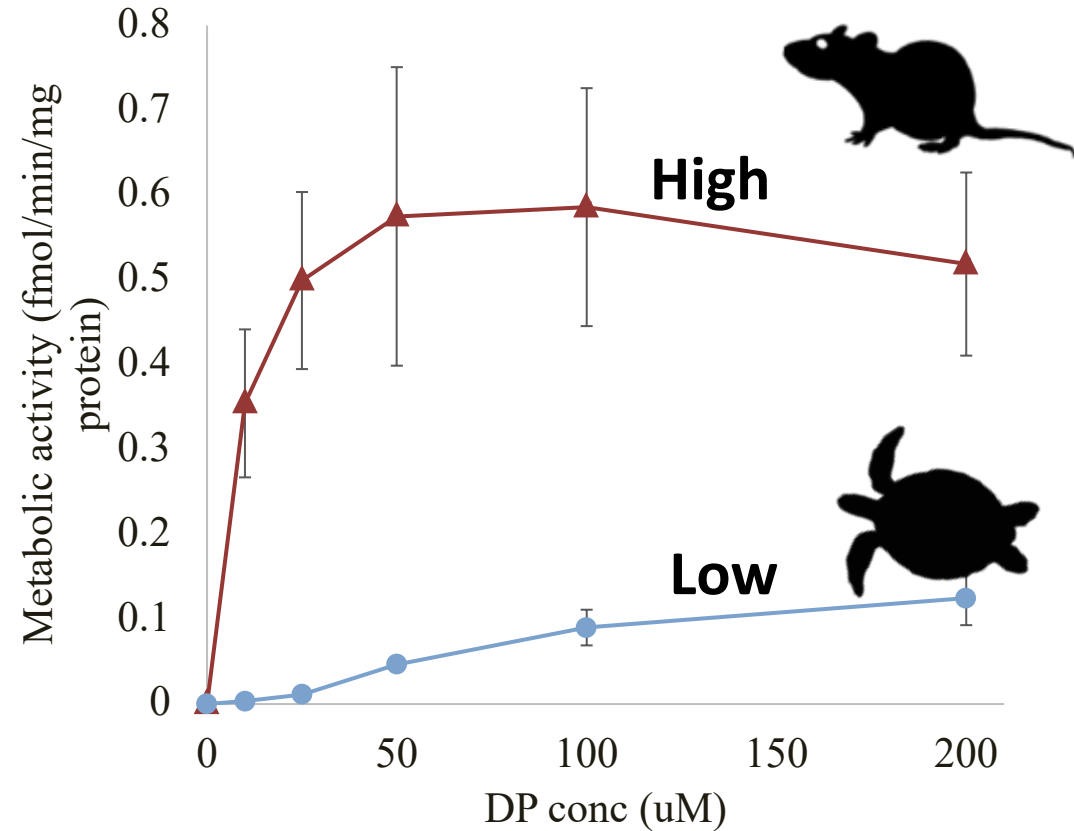
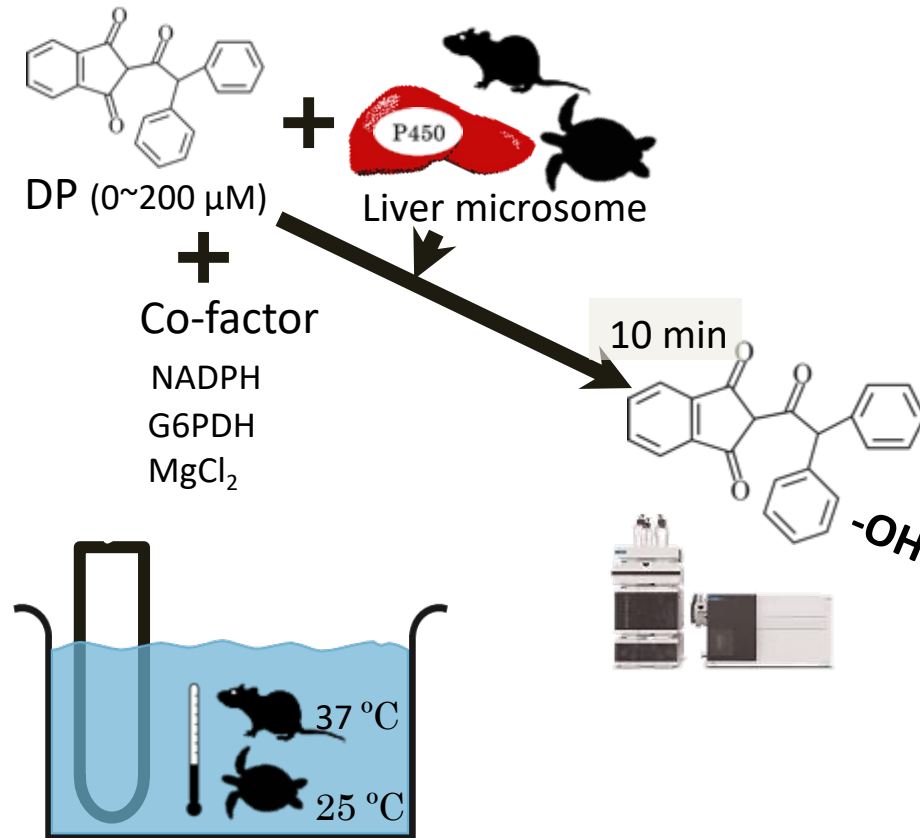


ウミガメでは、血中水酸化体ダイファシノンの生成も非常に遅い

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

ウミガメでの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

In Vitroにおけるダイファシノン代謝能の評価

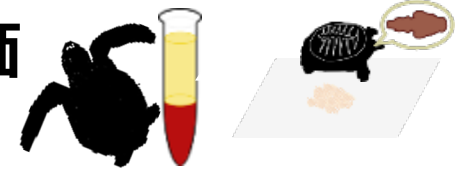


In Vitro の結果もウミガメの遅いダイファシノン代謝を支持した

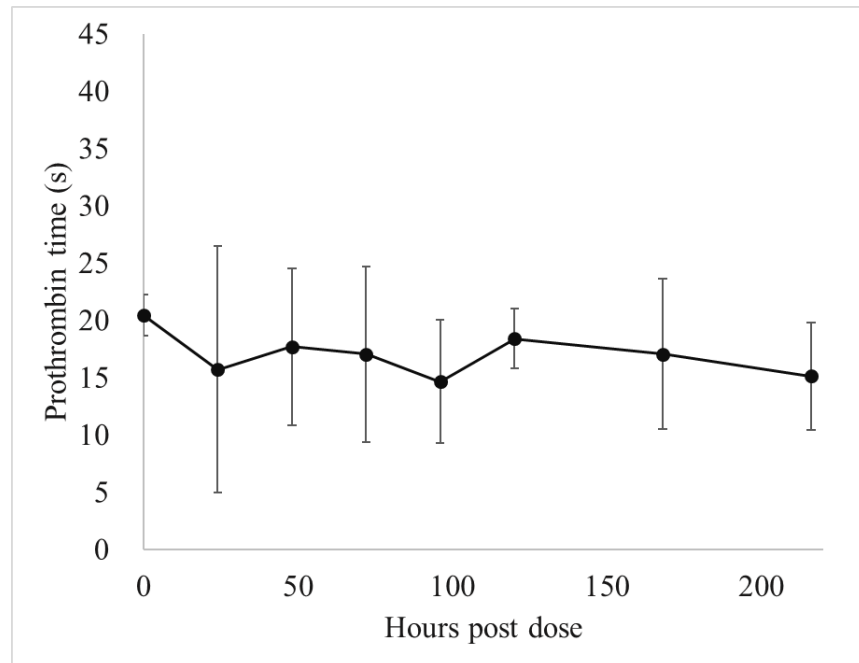
5. サブテーマ2 (結果及び考察)

ウミガメでの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

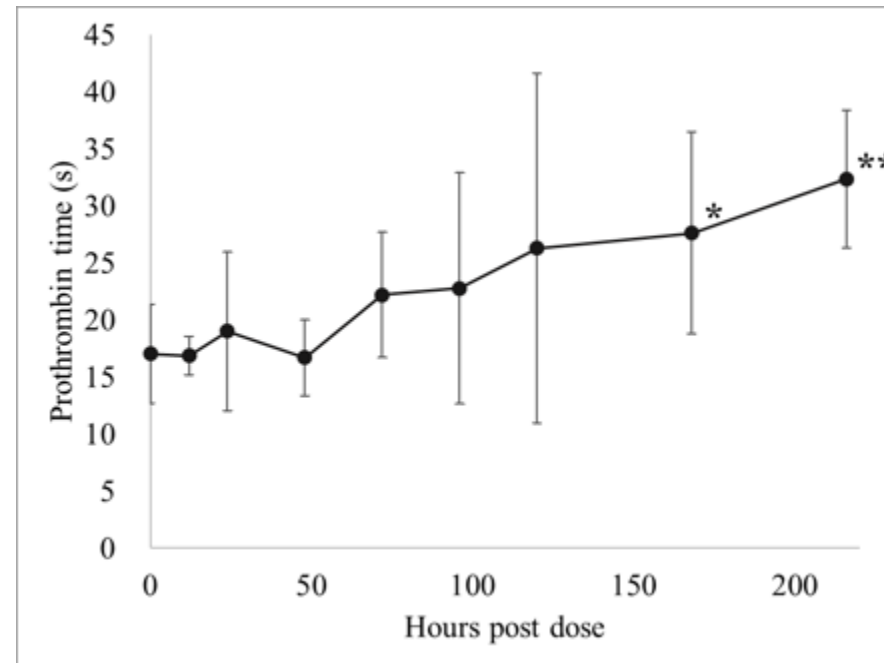
ダイファシノン投与による血液凝固時間への影響を評価



2021年2月



2021年7月



特に夏季において血液凝固時間への影響が顕著である可能性を示した

現在、夏季のダイファシノン 血中動態解析を実施中

5. サブテーマ2（結果及び考察）

齧歯類に対する殺鼠剤の曝露試験

ラット、飼育クマネズミ、抵抗性クマネズミ→北里大で実施

小笠原クマネズミ→捕獲を実施

新型コロナウイルス感染症の影響で、実施時期が遅くなったが、サンプリングを実施

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

齧歯類に対する殺鼠剤の曝露試験

投与試験

- 被験物質：ダイファシノン0.5 mg/mL in PEG400 (5% acetone)
- 投与濃度：0.5 mg/kg (単回経口投与)
- 採血：尾静脈 (1回50 µL × 13回)
※2.5%イソフルラン麻酔下で実施
※保管用抗凝固剤として乾燥クエン酸ナトリウムを使用

解析

- 血液凝固時間：プロトロンビン時間を全血で測定
- ダイファシノン濃度測定：血漿から抽出・LCMSで測定
- 水酸化ダイファシノン濃度測定：同上
- 血液凝固因子活性：第IX因子の生理活性を血漿で測定

供試動物

- SDラット ♂10週齢 N=6
 - 父島クマネズミ ♂5 ♀3
 - イカリ消毒小笠原クマネズミコロニー♂成獣 N=5
 - イカリ消毒新宿抵抗性クマネズミコロニー♂成獣 N=5
- 殺鼠剤標的分子VKORに変異有 (Leu76Pro)

水晶体重量に
基づく推定週齢

父島野生クマネズミ個体情報

処置	性別	体重(g)	推定週齢
投与群	♂	140.8	14.5
	♀	107.7	6.3
	♂	137.3	7.5
	♂	164.5	8.3
	♂	139.5	9.8
	♀	174.5	11.1
	♂	126.3	9.2
	♂	144.5	8.1
無処置群	♂	207.2	11.9
	♂	113.0	7.8
	♀	101.7	12.2

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

- ・ 齧歯類の薬効 (PD) 解析：血液凝固時間動態解析

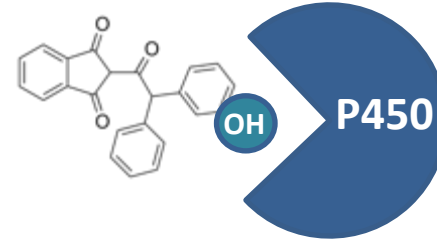
5. サブテーマ2（結果及び考察）

- ・齧歯類の殺鼠剤薬物動態（PK）解析：血漿中ダイファシノン動態解析

5. サブテーマ2 (結果及び考察)

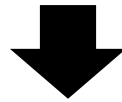
- 齧歯類の殺鼠剤薬物動態：主要代謝物水酸化ダイファシノン動態解析

代謝物の動態解析法も確立



5. サブテーマ2

- ウミガメにおける殺鼠剤曝露のバイオマーカー測定法の開発
- ウミガメにおけるダイファシノンの投与実験をELNAと共同で実施
- ウミガメにおけるダイファシノンおよび水酸化体ダイファシノンの血中動態を解析
- ウミガメにおいて殺鼠剤投与後の1年目で開発したバイオマーカーの変動を解析
- In Vitroにおけるダイファシノン代謝能の評価
- 齧歯類へのダイファシノンの暴露実験を実施
- 齧歯類の殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析を実施 (5群合計30個体分のパラメーターを取得)



- 1年目の目標は達成。2年目の目標も前倒しで概ね達成。
- ウミガメのホルモン濃度解析とメタボローム解析に着手していく
- 齧歯類では解析に必要な投与試験/実測値測定は完了
 - ⇒ 生理学に基づいた薬物動態の数学モデルの構築(PBPKモデリング)を進行中

6. (1) 進捗状況

サブテーマ1 国立環境研究所
培養細胞を用いた環境汚染物質
の細胞影響評価に関する研究

2021年度

- ・ 汚染物質の評価に使用する細胞(不死化細胞)の樹立

2022年度

- ・ 細胞を用いた汚染物質暴露実験
- ・ 小笠原諸島における駆除対象個体群の殺鼠剤耐性変異の有無の解析

2023年度

- ・ 細胞を用いたホルモン分泌解析の検討
- ・ 生体データとの比較

サブテーマ2 北海道大、北里大
個体レベルにおける環境汚染物質
の影響評価に関する研究

- ・ げっ歯類への殺鼠剤曝露試験
- ・ アオウミガメの血中バイオマーカー測定メソッドの確立

- ・ ウミガメ、クマネズミの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析

- ・ アオウミガメでの生殖毒性バイオマーカー評価
- ・ 数理モデル構築の試み

殺鼠剤の影響評価における培養細胞の有用性を示す

- ・ 予定していた内容は順調に進行

- ・ サブテーマ1

→ **計画通り進展している**

評価基盤細胞(不死化細胞)の樹立済。曝露実験を進行中。追加で、環境省とも協力し、父島群島と母島に生息する駆除対象ネズミの耐性変異の調査を実施予定。

- ・ サブテーマ2

→ **計画以上の進展がある**

齧歯類への曝露実験の実施済。アオウミガメの血中バイオマーカー測定メソッドの確立済。アオウミガメとクマネズミの殺鼠剤薬物動態/薬力学的解析の実施済。

完了

進行中

実施
予定

全体としては、
計画以上の進展がある自己評価

6. (2) 環境政策等への貢献

- 本研究では、アオウミガメやクマネズミなどの不死化細胞を樹立した。
→ 樹立した不死化細胞は殺鼠剤を含めた様々な環境汚染物質の評価に利用可能である。
汚染物質は、生物多様性に影響を与える要因の一つであり、環境政策への貢献が見込まれる。
- アオウミガメのプロトロンビン時間 (PT) (血液凝固時間の指標) 測定方法を開発した。
→ 今後も抗凝血性殺鼠剤は政策として継続的に利用される予定である。
小笠原地域に生息するアオウミガメへの影響は、小笠原の住民の関心の高い項目でもあり、科学的論拠をもった政策の遂行ならびに、住民への説明のための価値ある情報の取得が可能になった。
- 殺鼠剤抵抗型のクマネズミと比較して、父島野生クマネズミは殺鼠剤の薬効が強い。
一方で、小笠原の外来ネズミで薬効が発現しにくい可能性も示された。
→ 小笠原におけるダイファシノンの駆除効果を裏付ける科学的論拠となった。
継続的なモニタリングの必要性も考えられる。
- 追加で環境省とも協力し父島群島と母島における駆除対象ネズミの殺鼠剤耐性変異の解析を実施予定
→ 得られた結果は、小笠原地域における抗凝血性殺鼠剤の政策利用に関して有用な情報を提供できると考えている。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) R. Sato & K. Watanabe, R. Kamata, and **K. Takeda**, J. Vet. Med. Sci.(84, 6), 804-808 (2022) (IF: 1.3) Development of a sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) to quantify γ -glutamyl-carboxylated clotting factor IX and assess redox susceptibility of anticoagulant chemicals

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) **片山雅史**、福田智一、大沼学、**武田一貴**、近藤理美、**中山翔太**、アオウミガメの汚染物質の影響評価を可能にするリソース開発、Japan Geoscience Union Meeting 2022、ハイブリット、May 22 – 27, 2022
- 2) **片山雅史**、少数遺伝子を用いた野生動物の毒性評価細胞の作製、第49回日本毒性学会学術年会、札幌コンベンションセンター、29 June-2 July 2022
- 3) **武田一貴**、安尾 信明、渡邊 可菜実、佐藤 玲、鎌田 亮、関嶋 政和、分子動力学シミュレーションと機械学習によるビタミン K エポキシド還元酵素遺伝子多型からの殺鼠剤感受性の評価法の確立、第29回環境化学討論会、2021年6月1日-4日 大阪府千里ライフサイエンスセンター(Hybrid)
- 4) 石塚真由美、**中山翔太**、池中良徳、xenobiotics 代謝と解毒の動物種差、48th Annual meeting of Japanese Society of Toxicology、対面(Hybrid)、07-09, July 2021(招待講演)
- 5) 川合佑典、池中良徳、**中山翔太**、久保田彰、石塚真由美、ゲノムデータベースを利用した脊椎動物がもつグルクロン酸抱合遺伝子の進化解析、第23回環境ホルモン学会研究発表会、Online、2021年9月12-13日
- 6) 石塚真由美、池中良徳、**中山翔太**、薬物/異物代謝と毒性の種差 Species differences in drug metabolism and toxicity、日本薬物動態学会 第36回年会、Gメッセ群馬、2021年11月16日(火)~11月19日(金)(招待講演)
- 7) **Kazuki Takeda**, **Shouta Nakayama**, Kosuke Manago, Yoshiya Yamamura, Yusuke Kawai, Yoshinori Ikenaka, Noriyuki Komatsu, Chiyo Kitayama, Satomi Kondo, Takuma Hashimoto, Ryuichi Minato, Yusuke Oyamada, Kazuo Horikoshi, Mayumi Ishizuka, Anticoagulant rodenticide in Bonin Islands, Japan "Galápagos of the Orient"-investigation of rodenticide-susceptibility of endemic species by toxicokinetic analysis Pacificchem 2021 (The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies), 16-21, December 2021(e-Poster)(招待講演)
- 8) 渡邊可菜実、佐藤玲、鎌田亮、**武田一貴**、培養細胞発現系とAIによる構造推定を用いた血液凝固第IX因子スプライシングバリエント2の機能解析 第5回環境化学討論会 北海道東北地区部会・中国四国地区部会 合同シンポジウム、2022年2月3日
- 9) 渡邊可菜実、佐藤玲、鎌田亮、**武田一貴**、血液凝固第IX因子 スプライシングバリエント2の機能解析、第4回日本比較薬理学・毒性学会春季研究会 2022年2月5日
- 10) **中山翔太**、山村 快哉、近藤 理美、北山 知代、**武田一貴**、一瀬 貴大、池中 良徳、石塚 真由美、ウミガメにおける抗凝血殺鼠剤の感受性評価、環境化学物質3学会合同大会、富山国際会議場(Hybrid)、2022年6月13日~16日

7. 研究成果の発表状況

- 11) 小出将士, 安平芙由, 一瀬貴大, 小田谷嘉弥, 鈴木創, 堀越和夫, 池中良徳, 石塚真由美, 中山翔太, 小笠原諸島固有種における抗凝固系殺鼠剤に対する感受性試験、環境化学物質3学会合同大会、富山国際会議場 (Hybrid)、2022年6月13日～16日
- 12) Kazuki Takeda, Nobuaki Yasuo, Kanami Watanabe, Ryo Sato, Ryo Kamata, Masakazu Sekijima, ESTIMATING SUSCEPTIBILITY OF RODENTICIDE BY MOLECULAR DYNAMICS & MACHINE LEARNING USING 3D STRUCTURES OF VITAMIN K EPOXIDE REDUCTASE, The Pure and Applied Chemistry International Conference 2022, 30 June – 1 July 2022 (招待講演)
- 13) 山村快哉、近藤理美、北山知代、武田一貴、一瀬貴大、池中良徳、石塚真由美、中山翔太、水圏から見る抗凝血殺鼠剤散布～ウミガメにおける毒性評価の試み～、第49回日本毒性学会学術年会、札幌コンベンションセンター、29 June-2 July 2022
- 14) 小出将士, 安平芙由, 一瀬貴大, 小田谷嘉弥, 鈴木創, 堀越和夫, 池中良徳, 石塚真由美, 中山翔太, 小笠原諸島固有種における抗凝固系殺鼠剤に対する感受性試験、第49回日本毒性学会学術年会、札幌コンベンションセンター、29 June-2 July 2022
- 15) 渡邊可菜実, 佐藤玲, 鎌田亮, 武田一貴、培養細胞法とAlphaFold2による血液凝固第IX因子スプライシングバリエーションの機能解析、第49回日本毒性学会学術年会、札幌コンベンションセンター、29 June-2 July 2022
- 16) 武田一貴、安尾信明、関嶋政和、分子シミュレーションを用いたヒトの一塩基多型から化学物質感受性の動物種差を予測する手法の構築、第49回日本毒性学会学術年会、札幌コンベンションセンター、29 June-2 July 2022

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 一般公開シンポジウム「こちら、ウミガメ研究チーム ～細胞×毒性×AIラボから救え！小笠原の希少種」(主催: 北海道大学 CoSTEP、国立環境研究所 生物多様性領域、北海道大学 大学院 獣医学研究院 毒性学教室、北里大学 獣医学部 毒性学研究室、認定NPO法人エバーラスティング・ネイチャー (ELNA)、後援: 日本野生動物医学会) 2022年8月7日、オンライン開催

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) 本研究費の研究成果による受賞

特に記載すべき事項はない。