岐阜大学応用生物科学部 生産環境科学課程 応用動物科学コース

HANSYOKUKEN

動物繁殖学研究室

動物園生物学研究センター
動物園水族館繁殖研究アライアンス

STOP 絶滅 岐阜大学・動物繁殖学研究室

動物園・水族館との繁殖研究 ～ 絶滅危惧種の保全へ

❶ 動物園・水族館と共同研究です！

多くの野生生物が絶滅の危機に瀕しています。動物園・水族館は，野生生物の保全センターとして重要な存在。私たちは，全国の動物園・水族館と連携して研究を行っています。

❷ 私たちは「繁殖学」の研究室です！

私たちは内分泌学を軸に，行動学や分子生物学の手法を取り入れながら研究しています。動物園での繁殖計画に役立てます。

❸ 私たちはウンコ研究室です！

糞や尿を使った方法でホルモンを分析し，繁殖生理やストレス生理を調べています。特に「糞」は，動物にストレスや危険を与えることなく集めることができます。この研究分野に本格的に挑戦し続けているのは，私たちが日本で初めてです。

❹ 地域の淡水生物の域外保全を進めます！

岐阜大学構内に「淡水生物園」を造成。岐阜市のニホンイシガメとヤマトサンショウウオの生息域外保全と，外来種防除にも取り組んでいます。

求める学生 / 進路

- 動物が好き，動物園が好き，野生動物の繁殖・保全に強い関心と熱意のある人はぜひ。大学院生も広く受け入れています。
- 動物園・水族館の就職は狭き門ですが，夢を叶えた先輩もいます。

近年の就職実績

- 東京動物園協会
- 静岡市立日本平動物園
- 豊橋総合動植物公園
- 名古屋市東山動物園
- 日本モンキーセンター
- 京都市動物園
- 天王寺動物園
- 神戸市立王子動物園
- 盛岡市動物公園
- 仙台市八木山動物公園
- 小諸市動物園
- 福山市立動物園
- 愛媛県立とべ動物園
- 九十九島動植物園
- 名古屋港水族館

（同一園に複数名の就職あり，転退職も含む）

詳しくは，HPをチェック！

動物繁殖学研究室 検索

連携する全国の動物飼育施設

- 全国の動物園・水族館，環境省野生生物保護センター，関連分野の大学などと共同研究や教育連携を進めています。いくつかの園館とは学術交流協定を締結しています。
- 動物園の研究所である多摩動物公園野生生物保全センターや横浜市繁殖センターと連携して研究しています。
- 全国の動物園・水族館を統括する日本動物園水族館協会 生物多様性委員会や環境省と協力して，種別の繁殖研究や繁殖計画に協力しています。
- 野生動物保全繁殖研究会を毎年開催して情報交換を行っています。

日本動物園水族館協会
・生物多様性委員会
・種別計画推進会議
ゾウ
キリン
サイ
グレビーシマウマ
チーター
トラ
ツシマヤマネコ
ホッキョクグマ
ユーラシアカワウソ
アマミトゲネズミ
ライチョウ

＜ 北陸・中部 ＞
富山市ファミリーパーク
いしかわ動物園
鯖江市西山動物園
小諸市動物園
長野市茶臼山動物園
市立大町山岳博物館
富士サファリパーク
静岡市立日本平動物園
浜松市動物園
豊橋総合動植物公園
名古屋市東山動物園
世界淡水魚園水族館
南知多ビーチランド
名古屋港水族館
鳥羽水族館
伊勢シーパラダイス
太地町立くじらの博物館
フリーバード株式会社

＜ 北海道・東北 ＞
旭川市旭山動物園
札幌市円山動物園
釧路市動物園
秋田市大森山動物園
盛岡市動物公園
仙台市八木山動物公園
男鹿水族館
アクアマリンふくしま
新潟市水族館マリンピア日本海

＜ 関 東 ＞
那須どうぶつ王国
群馬サファリパーク
埼玉県こども動物自然公園
東武動物公園
千葉市動物公園
市原ぞうの国
東京都恩賜上野動物園
東京都多摩動物公園
東京都井の頭自然文化園
横浜市立野毛山動物園
横浜市立金沢動物園
横浜市立よこはま動物園ズーラシア
横浜市繁殖センター
甲府市遊亀公園附属動物園
アクアワールド茨城県大洗水族館
東京都葛西臨海水族園
サンシャイン水族館
東京都葛西臨海水族園
横浜・八景島シーパラダイス

＜ 中国・四国 ＞
池田動物園
とくしま動物園
愛媛県立とべ動物園
高知県立のいち動物公園
広島市安佐動物公園
福山市立動物園
ときわ動物園
周南市徳山動物園
秋吉台サファリランド
しろとり動物園
新屋島水族館

岐阜大学

＜ 九州・沖縄 ＞
到津の森公園
グリーンパークひびき動物ワールド
福岡市動物園
大牟田市動物園
西海国立公園九十九島動植物園
九州自然動物公園
熊本市動植物園
宮崎市フェニックス自然動物園
鹿児島市平川動物公園
沖縄こどもの国
環境省・奄美野生生物保護センター
環境省・対馬野生生物保護センター
海の中道海洋生態科学館
九十九島水族館
大分マリーンパレス水族館
かごしま水族館
沖縄美ら海水族館

＜ 近 畿 ＞
京都市動物園
アドベンチャーワールド
みさき公園自然動物園
天王寺動物園
五月山動物園
神戸市立王子動物園
神戸どうぶつ王国
姫路市立動物園
姫路セントラルパーク
淡路ファームパーク
海遊館
神戸市立須磨海浜水族園
城崎マリンワールド
姫路市立水族館

過去に連携していた施設も含みます

岐阜大学応用生物科学部 生産環境科学課程 応用動物科学コース

動物園動物の繁殖生理に関する研究

岐阜大学応用生物科学部 動物繁殖学研究室
動物園生物学研究センター

東海国立大学機構 岐阜大学
動物繁殖学研究室

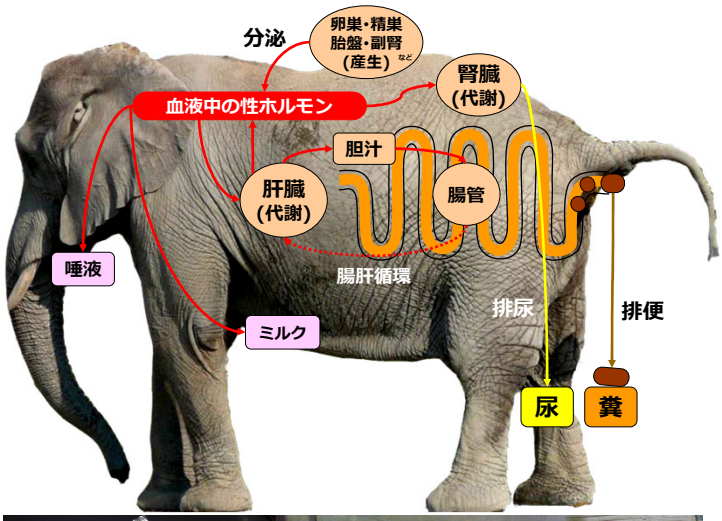
1．動物園動物の繁殖研究の意義と方法

動物園の飼育下野生動物の繁殖を進めていく中で，その種の繁殖生理を知っておくことはとても大切なことです。繁殖計画を立てるための参考情報になります。しかし，実験動物や家畜ではない動物園動物（野生動物）は，研究例も限られ，分かっていることはとても少ないです。

動物の繁殖生理を正確に調べる方法のひとつに，血液中の性ホルモンの変化を調べる方法があります。動物園動物で採血を行うことは容易ではありません。そして，採血に仕方によっては動物に過度のストレスとなる場合があり，繁殖に悪影響を与えかねません。

そこで，糞や尿に排泄されたホルモンの代謝物を測定し，その変化から，血液中のホルモンの動きを推定する方法を考えました。

採血しなくても，落ちている糞を拾えば，排卵周期や妊娠の有無などを調べることができるので（※できない動物もあります），動物には採血のストレスや採血のための捕獲や保定などのストレスを与えることなく，また人間側も動物に接触する必要がないので，安全に分析材料を収集することができます。尿を使う方法は，実際には地面が土だったら取れないので，調査動物は限られます。



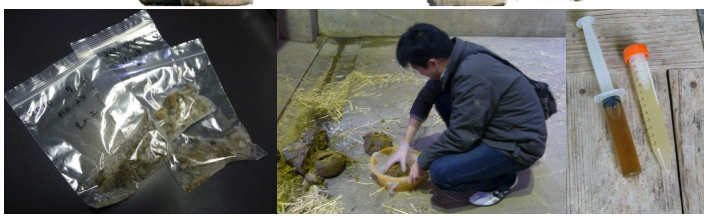


図1　体内のホルモンは，糞や尿と共に体外へ排泄されていくものがあります。そのことを利用して，糞中や尿中のホルモン代謝物を調べます。血液中のホルモン変化を間接的に捉えることができます。動物種によって，ホルモンが代謝されて糞や尿に排泄される状況は様々なので，動物ごとに手法を確立する必要があります。

図2　マレーバクをやっつけた瞬間ではありません。ブラッシングされて気持ちよく寝ている隙に，すばやく採血したり，エコー検査を行います。

動物の繁殖生理を調べるための方法は，ホルモンの測定だけではなく，様々な方法があります。それぞれに利点と欠点があります。特に動物園動物や野生動物で継続的な調査を行う場合には，動物に接触する必要のない糞中ホルモンの測定や行動観察の方法がよく使われます。しかし，その精度は，他の方法に比べれば見劣りする面もあります。

表1　動物の繁殖生理を調べるための方法とその利点・欠点（一般論）

	侵襲的な方法		非侵襲的な方法	
	捕獲・麻酔が必要	保定が必要	接触が必要	接触なし
方法	開腹 腹腔鏡(ラパロ)	超音波(エコー) 膣スメア 基礎体温	唾液中ホルモン 乳汁中ホルモン	糞中ホルモン 外部兆候・行動
			尿中ホルモン	
	精液採取　精巣(陰嚢)サイズ			
	血中ホルモン			
利点 欠点	(大)	動物へのストレス		(小)
	(大)	人間への危険性		(小)
	(小)	分析のコスト		(大)
	(大)	データの解釈し易さ・信頼性		(小)

動物によっては（いや，どんな動物でも？），採血をそれほどストレスなく行うことも可能になるようです。動物園のゾウや水族館の鯨類などは，昔からその習性や，ハズバンダリートレーニング*の技術を利用して，健康管理のために採血や体温測定が定期的に行われてきました。採血ができている動物では，やはり排泄物ではなく，血液中のホルモンを分析したほうが正確です。最近では，多種多様な動物でこの技術が取り入れられるようになってきています。定期的に採血を行うことは，ホルモンを調べるだけでなく，様々な血液検査ができ，健康状態や栄養状態などを監視することができるので，飼育下動物ではとても大切なことです。

＊ハズバンダリートレーニング
オペラント条件付けの原理に則り，飼育係の合図や号令下で健康管理目的の行動を自ら起こさせる受診動作訓練

2．多くの動物園と連携して研究するワケ

私たちは，主に糞中ホルモンを指標にして，動物園動物の繁殖生理を調べています。糞中ホルモンの測定法は，世界中の動物園で採用されており，この方法でわかった絶滅危惧種の繁殖生理に関する情報は，繁殖計画を進めるための基礎情報として使われることになります。

このような調査研究には，多くの動物園や水族館の協力が欠かせません。そして，たくさんの動物を対象にすることも重要です。それには大切な意味があります。絶滅危惧種は，一般的に飼育下での繁殖が難しく，ひとつの動物園で飼育されている個体数も限られています。それがゾウのような大型動物であれば尚更です。動物園同士が連携しながら，繁殖を進めているのと同じように，繁殖研究も連携して多くの個体を長期的に調査しながら，その成功例・失敗例を蓄積して，基準値・正常値を作っていきます。実際に繁殖するのは個々の「個体」たちなので，多くの個体で，例えば，排卵周期の調査や妊娠診断などを長期的に行っていく必要もあります。

表2　例えば，東京・横浜・名古屋の動物園と研究している動物（終了した動物も含む）
多くの動物園と協力して調査することで，様々な個体のデータを比較することができ，繁殖の正常性や異常性を見つけやすくなります。

上野動物園 多摩動物公園

アフリカゾウ　アジアゾウ
クロサイ　インドサイ
アミメキリン　オカピ
マメジカ　シャモア
ゴールデンターキン
モウコノウマ
アムールトラ　スマトラトラ
チーター　サーバル
ライオン　ユキヒョウ
マレーグマ　ツキノワグマ
ホッキョクグマ
レッサーパンダ
ハシビロコウ
アカガシラカラスバト
スバールバルライチョウ
ニホンライチョウ

よこはま動物園 金沢動物園 野毛山動物園 繁殖センター

アジアゾウ　インドサイ
クロサイ　ソマリノロバ
グレビーシマウマ
マレーバク　ブラジルバク
アミメキリン　オカピ
アラビアオリックス
シロイワヤギ
ゴールデンターキン
アムールトラ　スマトラトラ
ツシマヤマネコ　リカオン
ヤブイヌ　メガネグマ
ホッキョクグマ
レッサーパンダ　コアラ
スバールバルライチョウ
ニホンライチョウ

名古屋市東山動物園

アフリカゾウ　アジアゾウ
インドサイ　マレーバク
アミメキリン　コビトカバ
ニホンカモシカ
スマトラトラ
ベルシャヒョウ
サーバル　オセロット
スナドリネコ
ツシマヤマネコ
ヤブイヌ
メガネグマ　ホッキョクグマ
キンシコウ
スマトラオランウータン
ニシローランドゴリラ
コアラ　オオアリクイ
メキシコウサギ

3. 研究例

● キリンの性成熟・排卵周期・妊娠

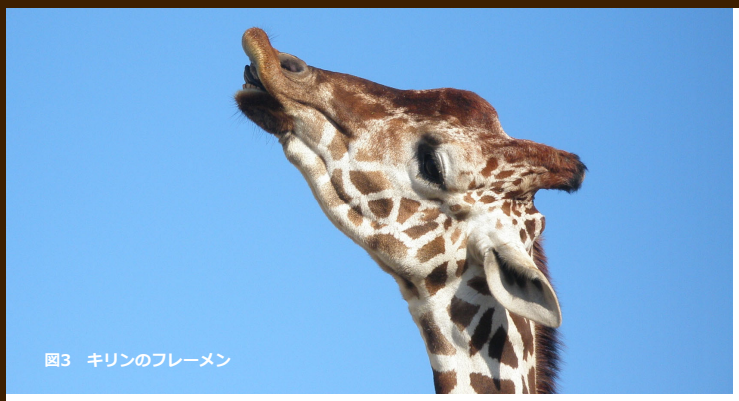
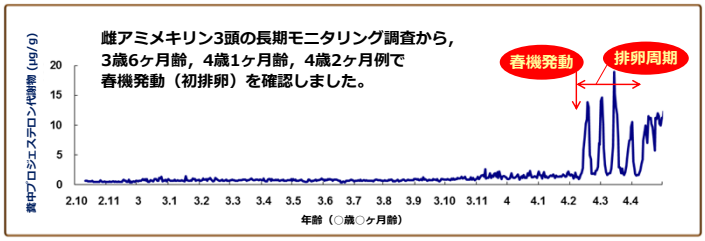


図3　キリンのフレーメン

ヒトの女性の月経周期は約28日といわれます。ゴリラやオランウータンなどの大型類人猿も同じくらいです。これは体の中で起こっている排卵に伴う生理サイクルです。排卵する時期には，発情兆候が見られ，動物たちはその時期に交尾して妊娠します。キリンに月経はありませんが，同じように排卵のサイクルがあります。キリンの排卵周期は非常に短く，約2週間です。発情兆候が見られるのは排卵前のほんの数日ですが，オスはその時期をよく知っています。ネコを飼っている人は見たことがあるかもしれませんが，キリンも同じようにフレーメンという行動があり，特徴的な表情をします。これはメスの尿などに含まれている発情のサイン（フェロモン）を調べていると考えられています。



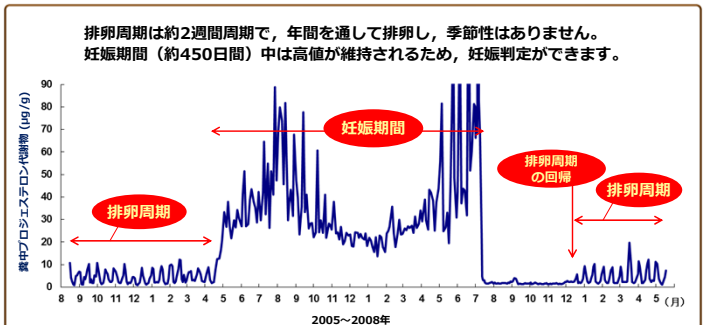


図4　アミメキリンの糞中ホルモン（プロジェステロンの代謝物）濃度の変化
この測定により，春機発動（初排卵）や排卵周期，妊娠などの生理状態が判断できます。

糞中ホルモン変化を調べる研究から，キリンの性成熟に達する年齢，排卵周期の日数，繁殖生理に季節性がないこと，出産後にどれくらいで次の発情・排卵が戻ってくるのか，などが分かってきました。そして，早期に妊娠判定ができることがわかり，多くの動物園からキリンの妊娠判定を依頼されています。このような調査によって，より確実な繁殖管理を行えるようになり，また次の繁殖を考えて動物園内または動物園間で計画を検討したりすることに役立てられています。

図5　研究室の学生は，それぞれの担当動物をもって日々研究に取り組んでいます。動物園からの依頼で，妊娠判定などを実際に行うことも多くあります。

● チーターの排卵確認と妊娠判定

チーターは，飼育下繁殖が難しい動物です。繁殖成功率を高めるためには，発情の見極めと，妊娠を確実に判定して万全の準備で出産にのぞむことが重要です。チーターは，妊娠後期か末期まで，お腹の大きさや行動などの外見変化から妊娠を判断するのが難しい動物です。そこで，正確かつ早期の妊娠判定法の確立が求められました。もちろん動物に負担をかけずに，そっと行うことが条件です。

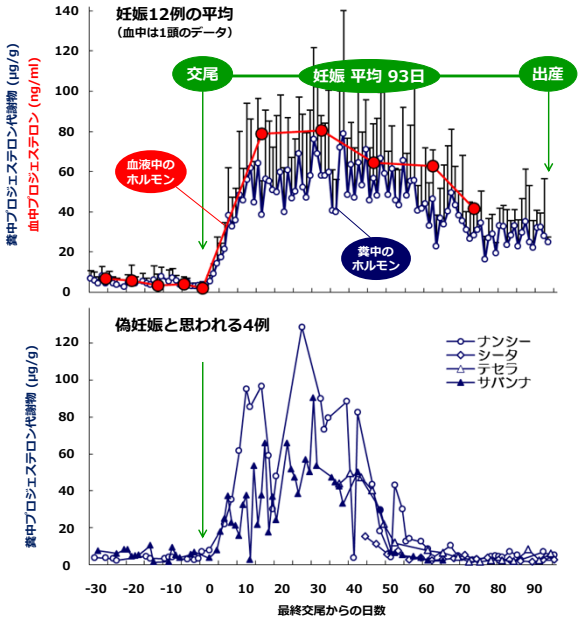


図6　チーターの交尾からの糞中ホルモン（プロジェステロンの代謝物）値の変化
この測定により，排卵の有無と妊娠の判断が可能になりました。

糞中プロジェステロン代謝物の値の変化は，採血ができていた1頭の血中プロジェステロンの変動パターンとほぼ同じでした。これは，糞を使った測定でも，体内（血液中）のプロジェステロン分泌の状況を間接的に捉えられることを意味し，採血しなくても糞から推定できるということです。糞中プロジェステロン代謝物の値は，妊娠期間を通して高く維持されることもわかりました。妊娠していない場合は，このホルモンが基底レベルを示すか，このホルモンが増加しても，交尾から50～60日で下がってしまいます。この違いを判断することで，チーターの妊娠判定が可能になりました。この方法で，実際に交尾後の妊娠判定を多数行っています。妊娠と非妊娠を正確に区別できます。しかし，これまでに一度だけ判断ミスをしてしまった苦い経験から，別の指標物質も検討し，近年はもっと精度の高い妊娠判定法になっています。

表3　チーターの交尾後の排卵推定と妊娠判定を行った52例（2006～2021年）

個体名	最終交尾日	出産日など	妊娠期間	産子数
ナンシー	2006年7月7日	2006年10月9日	94	4
トリア	2007年11月6日	2008年2月5日	91	5
ブランキー	2007年11月19日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
シータ	2007年11月19日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
キキョウ	2007年12月2日	2008年3月5日	94	4
ユリ	2007年12月18日	（排卵せず）	—	—
テセラ	2008年1月7日（推定）	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ユリ	2008年1月7日	（排卵せず）	—	—
ナンシー	2008年1月27日（推定）	2008年4月30日	94	3
ユリ	2008年2月21日	（排卵せず）	—	—
ユリ	2008年3月9日	（排卵せず）	—	—
テンテン	2008年4月21日	2008年7月23日	93	7
ユリ	2008年4月29日	（排卵せず）	—	—
ブランキー	2008年4月29日	（2008年7月31日出産兆候，8月2日帝王切開）	95	3
スミレ	2008年10月6日	2009年1月6日	92	4
ルビー	2008年11月19日	2009年2月20日	93	4
キキョウ	2009年6月21日	2009年9月22日	93	3
サバンナ	2010年3月3日	2010年6月3日	92	5
ナンシー	2010年4月7日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
キキョウ	2011年1月9日	2011年4月14日	95	4
スミレ	2011年3月9日	2011年6月11日	94	4
クリン	2011年6月12日	（排卵せず）	—	—
サバンナ	2011年6月26日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
サバンナ	2012年5月28日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ルビー	2012年6月12日	2012年9月15日	95	1
ティアラ	2012年8月11日	2012年11月13日	94	3
ビリア	2012年8月25日	2012年11月29日	96	3
ルビー	2012年10月15日	2013年1月19日	96	2
ビリア	2014年7月18日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ルビー	2015年5月12日	2015年8月15日	95	4
イズモ	2015年5月23日	（排卵せず）	—	—
イズモ	2015年10月21日	2016年1月25日	96	3
サフィ	2016年5月24日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ビリア	2016年6月2日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ラサナ	2016年6月4日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
リラ	2017年8月9日	2017年11月7日	90	4
ソニア	2017年8月14日	（排卵せず）	—	—
サフィ	2017年8月23日	（排卵せず）	—	—
リラ	2017年12月19日（推定）	2018年3月19日	90	3
ラサナ	2018年4月15日	2018/7/20	96	3
ソニア	2018年5月10日	（排卵せず）	—	—
エジプト	2018年5月12日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ラサナ	2018/10/23（推定）	2019年1月25日	94	2
ヒスイ	2019年3月14日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ラサナ	2019年3月27日	2019年6月23日	88	3
パール	2019年11月28日	2020年3月2日	95	1
パール	2020年7月6日	2020年10月8日	94	2
ヒスイ	2020年7月10日	（排卵は認められたが出産せず）	—	—
ヒマワリ	2020年9月2日	（排卵せず）	—	—
ルル	2021年1月25日	2021年4月24日	89	1
ズラヤ	2021年3月9日	2021年6月8～9日	91	6