

白いワラビーの遺伝的原因を初めて解明

—世界各地の動物園で相次いで誕生—

概要

ワラビーは、小型のカンガルーです。近年、国内外の動物園で、通常の体色（褐色や灰色）の母親から白いワラビーが生まれたというニュースが続いています。あちらこちらで生まれるのには何か共通の原因があるものと推察されます。しかし原因の究明はなされていません。日本でも、高知県立のいち動物公園で 2015 年に白いワラビーが生まれました。名前はリリー。京都大学霊長類研究所の古賀章彦教授、林咲良 同大学院学生、桂有加子 同助教、高知県立のいち動物公園 本田祐介 飼育課長、清水小波 同飼育課員らの研究グループは、なぜ白い体色のワラビーが生まれるのかを追求し、リリーで初めて原因の解明に至りました。メラニン色素の合成には、チロシナーゼという酵素が大きく関与します。その酵素を作るための遺伝子に、リリーでは余分な DNA が入り込み、遺伝子の機能に影響していました。各地の動物園で飼育されている動物は、世代を遡れば同じ祖先に行き着くことがあります。祖先の中に、この変異型遺伝子をもつ個体もいて、子孫を通じて変異型遺伝子が各地に広まったとの推測が成り立ちます。なお、入り込んでいる余分な DNA は、転移因子（ウイルスと同様の仕組みで移動する DNA）でした。この結果は転移の仕組みの解明にも役立ちます。

本成果は、2022 年 1 月 14 日にカナダの国際学術誌「Genome」にオンライン掲載されました。



写真 白いワラビーのリリー（右）と通常の体色のアオ（左）（撮影：清水小波）

1. 研究の背景

各地で白いワラビー 世界の各地の動物園で、白いワラビーが生まれています。遺伝子の変異がそれぞれで別々に生じたとは考えにくく、共通した原因があるように思われます。

白いワラビー誕生のニュース

年	国	園	ニュース出所
2009	キプロス	Paphos Animal Park	Reuters
2011	ドイツ	Marlow Zoo	AFP
2015	日本	のいち動物公園	のいち動物公園
2019	チェコ	Decin Zoo	Reuters
2021	ロシア	Regina Zoo	NBC News
2021	アメリカ	Sunset Zoo	Daily News
2021	イギリス	Yorkshire Wildlife Park	BBC

リリー 日本で生まれた白いワラビーは、リリー。母親はランで、通常のワラビーの体色です。父親は不明なのですが、父親も通常の体色であろうと思われます。リリーの体色変異の原因を追及することに加え、転移因子（ウイルスと同様の仕組みで移動する DNA）の新しいタイプを発見できる可能性があったため、リリーの遺伝子を調べました。

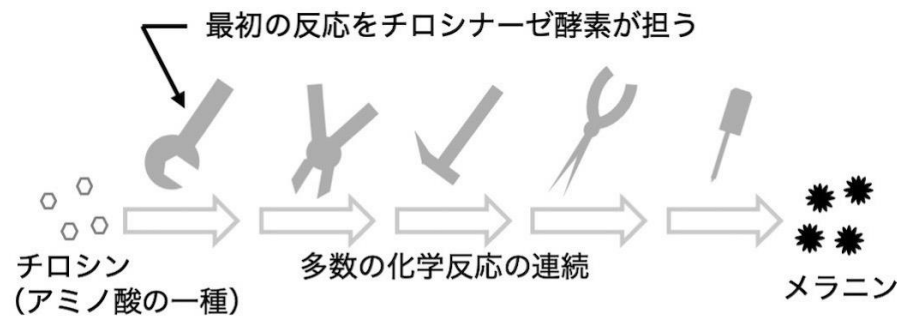


母親のラン



リリー

チロシナーゼ遺伝子 原因であろうと推測したのは、チロシナーゼ遺伝子。チロシナーゼ酵素を作るための情報をもつ遺伝子です。チロシナーゼ酵素は、メラニン合成の最初の反応を担っています。

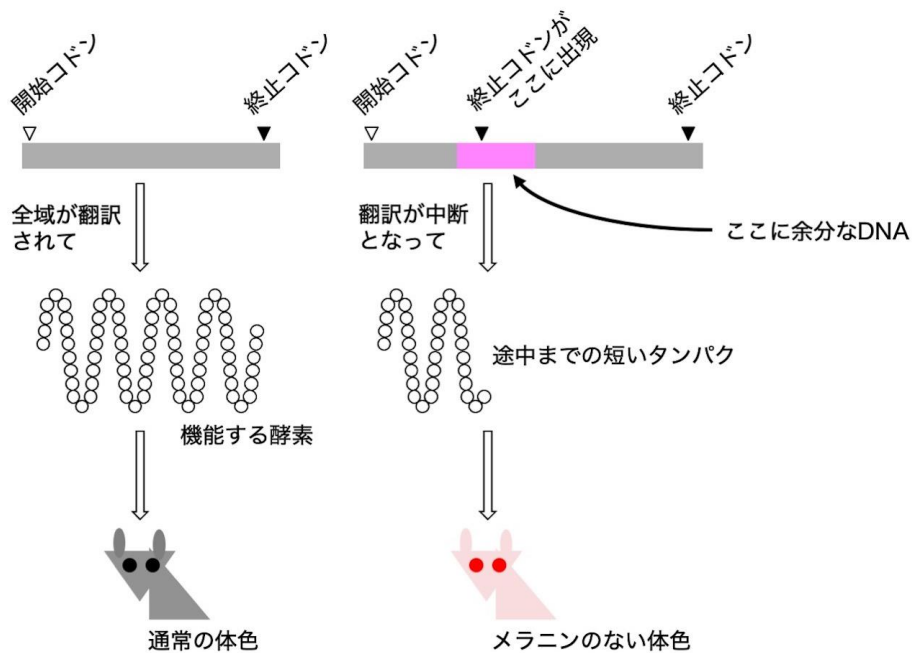


メラニンを合成する反応

2. 研究の手法と成果

遺伝子の一部に余分な DNA チロシナーゼ遺伝子の重要な部分を、PCR で増幅しました。リリーでは遺伝子の一部が長くなっていました。その部分を詳しく調べて、遺伝子とは無関係な DNA が入り込んでいることが分かりました。

酵素が不完全に この余分な DNA の塩基配列（G, A, T, C の並び）を調べて、チロシナーゼ遺伝子の機能への影響を検討しました。余分な DNA のために、終止コドン（タンパクへの翻訳を終わらせるシグナル）が新しく出現し、本来の長さのチロシナーゼ酵素ができない状態となっていました。

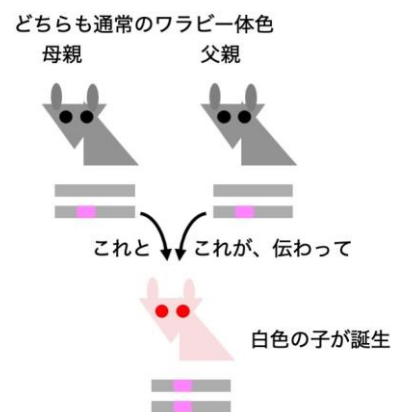


チロシナーゼ酵素の変化および体色への影響

挿入 DNA は転移因子 挿入となっている DNA は、内部にある遺伝子の配置などから、転移因子であることが分かりました。より詳しくは、レトロトランスポゾンとよばれるタイプの転移因子です。ウイルスと同様の仕組みで移動する DNA です。

3. 波及効果、今後の予定

両親は変異型遺伝子をもっていた ヒトの血液型で、母親が AO (A 型) で父親が AO (A 型) の場合、4 分の 1 の確率で OO (O 型) の子が生まれます。潜性（優性→顕性、劣性→潜性との言い換えが、最近は主流）の O が両親から伝わった場合です。これと同じように、リリーの両親も、潜性の変異型チロシナーゼ遺伝子をもっていたのでしょう。世界各地での事例も、同じ状況であると推測できます。



O型の出現と同様の仕組みで子に体色変異出現

同じ変異型遺伝子が各地に 各地の動物園で飼育されている動物は、世代を遡れば同じ祖先に行き着くことがあります。祖先の個体の一部に、リリーにみられた変異型遺伝子が既にあって、これが子孫を通じて各地に広まったと考えても無理はありません。そうだとすると、リリーと同じ構造の遺伝子であろうとの推測が成り立ちます。

PCR で検証可能 変異型遺伝子の構造が分かったため、PCR でこれを簡単に検出することが、今では可能です。各地の動物園で生まれている個体に適用することで、祖先から広まったとの推測を検証することができます。

もう1つの意義 チロシナーゼ遺伝子に入っていた DNA は、これまでに知られていないタイプの転移因子でした。転移の時期や仕組みの究明に役立ちます。これを主目的にしてこの研究は始まり、そしてこの面での成果も得ています。

4. 研究プロジェクトについて

京都大学霊長類研究所と高知県立のいち動物公園の共同研究として、本研究を実施しました。実施にあたり、科学研究費補助金基盤研究(B) (19H03311、研究代表者・古賀章彦) の助成を受けています。研究グループの構成員は以下の5名です。京都大学霊長類研究所 古賀章彦 教授、林咲良 同大学院学生、桂有加子 同助教、高知県立のいち動物公園 本田祐介 飼育課長、清水小波 同飼育課員。

<論文タイトルと著者>

タイトル：An endogenous retrovirus presumed to have been endogenized or relocated recently in a marsupial, the red-necked wallaby (有袋類のアカクビワラビーで最近内在化または移動したと推測される内在性レトロウイルス)

著 者：Sakura Hayashi, Konami Shimizu, Yusuke Honda, Yukako Katsura, Akihiko Koga

掲 載 誌：Genome DOI：10.1139/gen-2021-0047