

まえがき

この本は、拙書「ネコと遺伝学」（コロナ社・二〇〇三年）の続編のようなものです。「ネコと遺伝学」の中で、簡単な遺伝学の話や遺伝を司るDNAの話、ネコの毛色に関する遺伝子について解説しました。いくつかの遺伝子によってネコの毛色が決まっていることなどを、その当時でわかっている範囲で紹介しました。しかし、「ネコと遺伝学」は一〇年も前に出版された本です。分子遺伝学という学問は、遺伝現象を分子レベルで、すなわちDNAやタンパク質のレベルで解析しようとする学問です。特に遺伝子の研究の進歩はめざましく、「ネコと遺伝学」を書いた後、毛色遺伝子に関する新しいことやおもしろいことがつきつぎにわかってきました。

そこで本書では、ネコの毛色などに関与する遺伝子が、どのように変化したらどのように毛色が変わるのかなどについて、最近明らかになった事柄を詳しく解説します。その他にも、ヒトやイヌなどの毛色遺伝子の話、またヒトの毛色遺伝子と関係する病気の話など、いくつかのトピックスも紹介したいと思います。「ネコと遺伝学」を読んでいただいても理解できなくても理解できるように書いてあるつもりですが、先にそちらをお読みいただくと、さらに理解しやすく、またこの本に出てこないことも書いていますので、より毛色のことに興味を持っていただけるでしょう。

毛色遺伝子の研究というのは、遺伝子の働きを「色」という目で見てわかりやすい性質として解析できる分野ですので、さまざまな動物において研究が進められています。特にネズミを用いた毛色遺伝子の研究は、近年急速に進みました。ネズミは毛色遺伝子に限らず、いろんな遺伝子の研究が進んでいます。ネズミはすべてのDNA配列の情報も明らかになっていますし、他の動物に比べて比較的容易に遺伝子操作（遺伝子を人工的に改変すること）もできますので、ほ乳動物のモデル生物として研究によく用いられています。ネコやイヌと違って、特に品種改良などに興味を持たれてきたわけではなく、学問的な遺伝子研究の中の一部の分野として、毛色の遺伝子についても急速に研究が進みました。その結果毛色遺伝子に関しても、直接あるいは間接的に毛色に関与している遺伝子が、すでに一〇〇個以上も明らかになっています。

一方イヌも、ネコと同じようにヒトにとって身近な家畜であり、さまざまな品種が作られてきました。しかしイヌの場合、主としてさまざまな使用目的、例えば狩猟のためとか競技用とか、救助用のためなど、目的にあった品種改良が行われてきました。したがって毛色については、以前はあまり重要視されませんでしたので、毛色の遺伝子の研究は遅れていました。近年になって、ペットとして普通の家庭での飼育が広まって毛色にも注目が集まり、毛色に重点をおいた品種改良も進みました。イヌの全DNA配列も明らかになりましたので、イヌの毛色遺伝子についても関心が高まっています。他にも、トリや魚などでも毛色や体色を決めている遺伝子の研究が進められていま

す。いろいろな生物に共通の遺伝子もあり、また生物種によって特徴的な遺伝子もあり、なかなかおもしろい研究分野です。

ネコの毛色についての遺伝学的研究は、他のどの生物よりも早くから進められてきました。これは愛玩動物として、ネコの品種改良が毛色を重視して行われてきたためです。一〇〇年ほど前から、専門的ブリーダー達によって、さまざまなネコの品種が確立されてきました。ネコの品種では、毛色が特に重要視されてきましたので、ブリーダー達による毛色に関する遺伝学も非常に進みました。分子レベル、すなわちDNAレベルでの遺伝子の研究が進む前から、ネコではこれまでに九つのおもな毛色遺伝子の存在が明らかになっていました。ただ、現時点ではまだネコのすべての遺伝情報は明らかになっていないので、すでにすべての遺伝情報が解読されたネズミなどに比べると、遺伝子レベルの研究が若干遅れています。しかし、ネコのDNA配列もほぼ明らかになってきています。ネコの毛色遺伝子の種類は比較的単純なのです。この後で解説するように、つぎつぎと毛色遺伝子も明らかになってきており、毛色研究のバイオニアとしての地位もゆるぎのないものだと思います。

さて、毛の色を決めているのは「メラニン」という色素です。皮膚や毛の色にはさまざまな違いがありますが、ヒトやイヌ、ネコ、ネズミなどの場合、基本的には大きく分けて二種類のメラニン色素の配合によって、毛の色合いが決まります。二つのメラニン色素は、ユーメラニンとファオメ

メラニンと呼ばれています。いずれも単一の化合物ではなく、複雑な構造の高分子の集まりです。ユーメラニンは黒または焦げ茶色で、ファオメラニンは茶または赤っぽい茶色です。この本ではわかりやすいように、それぞれを「黒メラニン」と「茶メラニン」と呼ぶことにします。どちらのメラニン色素も、チロシンというアミノ酸を出発原料にして、細胞内で作られます。チロシンがつきつきと違う化合物に変化して、メラニン色素が合成されます。システインというアミノ酸も少し使われます。いくつかの酵素タンパク質によって、何段階かの反応が進行してメラニン色素が作られます。その反応については後で説明します。

二つのメラニン色素は、色素細胞（メラノサイト）という、メラニンを作るために特化された特殊な細胞の中で合成されます。したがって、色素細胞という細胞がきちんとできなければ、当然メラニン色素もきちんと作ることができません。メラニンの合成には、たくさんの酵素タンパク質が関与していますが、このとき、黒メラニンを作るか、茶メラニンを作るか、またどちらをどれだけ作るかも、複数のタンパク質によって制御されます。

できたメラニン色素は、メラニン顆粒かりゅうと呼ばれるかたまりになり、色素細胞の外へと運ばれます。このメラニン顆粒を運ぶのにも、いくつかのタンパク質が関わっています。メラニン顆粒が皮膚や毛を作る細胞まで運ばれていって、そこでメラニン色素が沈着し、最終的に色として観察されます。ですから、メラニンを作る・作らないというだけでなく、色素細胞自身の発生や成熟、ある

いはメラニン顆粒の形成（量や大きさ）やその輸送なども、毛色に大きく影響します。

このようなさまざまな現象に、多くのタンパク質が関わっています。これらのタンパク質の構造や機能は、すべてDNAの配列が決められています。そのDNA配列は、遺伝情報として親から子に伝えられます。DNAが変化すると、その情報によって作られるタンパク質の働きも変わってしまい、毛の色が変わります。いくつかのDNAの変化によって、普段目にするさまざまな毛色をもったネコなどが生まれるのです。

ではどのようなDNAの変化によって、どのような毛の色ができるのでしょうか。先に述べたように、遺伝現象を分子レベル、すなわちDNAのレベルで解析するのが分子遺伝学です。DNAと毛の色との関係についても、分子遺伝学的な研究が非常に進んできました。そのためこれまで曖昧だった遺伝現象も、DNAの解析によって明確になったこともたくさんあります。この本では、そのような遺伝子DNAと毛色の関係について解説します。

毛色の変化に関わるタンパク質の中には、単に毛の色に関わっているだけでなく、体の他の代謝系にも影響を持つものも少なくありません。したがって毛色だけでなく、病気と関連しているタンパク質もいくつか知られています。毛色の研究では、単に「色」の研究だけではなく、病気の研究と結びついている例も、たくさんあるのです。

例えば、毛色や体色を決めている色素は、光を感じる細胞で必須の物質ですので、その研究はヒ

トの視覚障害の研究にもつながっており、重要な知見もたくさん得られています。また耳の蝸牛かぎゅうにある有毛細胞は音を感じ取るのに重要な細胞ですが、有毛細胞と色素細胞の発達は深く関わっており、毛色は聴覚障害とも関わってきます。このような毛色と病気との関係についても、少し触れたいと思っています。

もちろん、「色」は非常にわかりやすいので、分子遺伝学の分野でも興味ある研究対象です。遺伝の本体であるDNAの配列やその変化に基づいて、どのようなタンパク質などが作られるのか、また作られたタンパク質の機能と毛色はどのように関係しているのかなどを明らかにすることが、分子遺伝学という学問の領域です。この本では、ネコの毛色を題材として、分子遺伝学の基礎を少しでも理解して頂きたいと願っています。

二〇一三年四月

仁川 純一

もくじ

1 分子遺伝学の初歩

染色体DNA 1

遺伝子の変化 8

DNAの変異とタンパク質の変化 12

タンパク質の変化と表現型 15

2 ネコの毛色変異

ネコの品種と系統樹 20

古典的ネコの毛色遺伝子 23

メラニン合成 30

メラニン色素の輸送 36

3 A変異はアグチ遺伝子

アグチパターン 38

黒ネコとA遺伝子 41

イヌとA遺伝子 43

黒イヌと β デフェンシン 44

4 B変異はTYRP1遺伝子

ネコとB遺伝子 48

ミクロサテライトと遺伝子同定 49

その他の動物のB遺伝子 56

TYRP2遺伝子と灰色ネズミ 57

5 C変異はチロシナーゼ遺伝子

シャムとパーミーズ 59

ネコのアルビノ 65

6 D変異はメラノフィリン遺伝子

ネコとD遺伝子 67

イヌとD遺伝子 71

7 E変異はメラノコルチン1受容体遺伝子

アンバーカラーのネコ 73

黒いジャガーとジャガランディ 77

黒ヒョウ 81

いろいろな黒い動物 82

イヌとE遺伝子 83

8 ネコの縞模様と毛の長さ

ネコの縞模様 85

毛の長いネコ 91

毛のないネコと縮れ毛のネコ 94

9 ヒトと毛色遺伝子

ヒトとA遺伝子

101

ヒトとB遺伝子

102

ヒトとC遺伝子

103

ヒトとD遺伝子

106

ヒトとE遺伝子

107

ヒトの赤毛とMC1Rタンパク

108

赤毛のネアンデルタール人

109

毛色遺伝子と病気

114

10 血液型と遺伝子

ネコの血液型

119

ヒトの血液型

126

11 味覚と遺伝子

ネコの味覚 127

ヒトとチンパンジーの味覚

131

あとがき

参考文献

用語解説

ネコの品種と索引

142 140 136

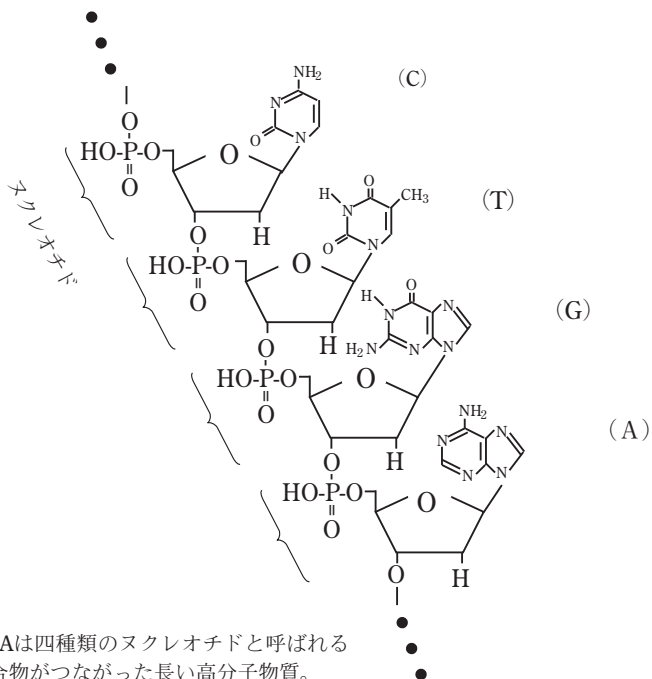
145

1 分子遺伝学の初歩

染色体DNA

まずはじめに、分子遺伝学の基本である遺伝子と遺伝情報について、簡単におさらいをしておきましょう。「そんなことはもう知っているよ」という方は、この章を飛ばしてください。

さまざまな遺伝情報を子孫に伝える役目は、DNAと呼ばれる長いながい高分子が担っています。このDNAは、ヌクレオチドと呼ばれる化合物がつながったものです(図1)。ヌクレオチドには四種類あり、簡単に「A」、「C」、「G」、「T」で表記されています。すなわち、「AGATGATCCATGTTAT…」のようになります。このヌクレオチドという四種類の化合物が、さまざまな順番でつながっています。よく比較されますが、コンピュータは「0」と「1」の二つの



DNAは四種類のヌクレオチドと呼ばれる化合物がつながった長い高分子物質。このヌクレオチドの並びは簡単に、A・C・G・Tの記号で表される。

例：・・・CTGAGATCGGA・・・

図1 DNAの構造

記号のつながりで、さまざまな情報、すなわちプログラムなどを理解します。「01101101000101010」などのように書かれています。この0と1だけで、例えばコンピュータの画面上に、複雑な動画を表したりすることができます。DNAの四種類のヌクレオチドは構造がよく似ていますが、「塩基」と呼ばれる構成成分が異なります。そこでヌクレオチドを簡単に塩基とも呼びます（この本でも、以後基本的にヌクレオチドを塩基と呼びます）。

DNAは、実際には前述の塩基の鎖が、二本より合わさっています。このより合わさるときに、相手が決まっています。「A」と「T」、そして「C」と「G」が必ずペアになっています。この二本より合わさっていることが、親から子に遺伝情報を伝えるのに重要なのです。細胞が二つに増えるとき、より合わさったDNAを一旦ばらばらにして、それぞれの鎖を基に、新しくより合わさったDNAを作ります。そうすると、元とまったく同じDNAの鎖が二つできることとなります（図2）。この過程を「DNA複製」といいます。これらが二つの細胞に分配されると、最終的にまったく同じ遺伝情報（DNAの配列）を持った細胞が二つできることとなります。われわれの身体を作っている細胞は、どこの細胞をとっても基本的には同じDNAの情報を持っているのです。

ヒトやネコなどの「真核生物」と呼ばれる生物では、通常の細胞はこのより合わさっているDNAの鎖でほぼ同じものを、二本ずつ持っています。これを二倍体細胞といいます（図3）。「ほぼ同じ」ということは、ところどころで塩基が少しずつ違うので、その違いが個性（個人個人が異なる

特性を持つこと）を作ります。一卵性双生児、あるいはクローン動物のみが、まったく同じ配列を持ちます。二卵性双生児や普通の兄弟姉妹では、皆配列が少しずつ違っていきます。

これらの遺伝情報を担っているDNAは、細胞の中の核と呼ばれる小器官の中にあります。ある種の染料で染まることから、染色体DNA（簡単に染色体）と呼ばれます。この二本は、それぞれ

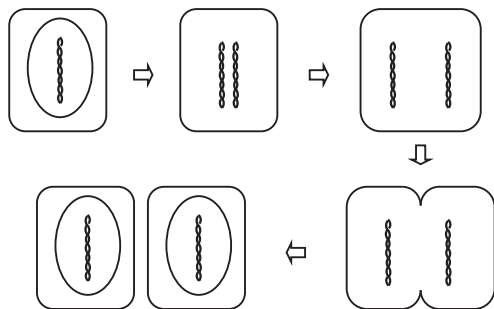
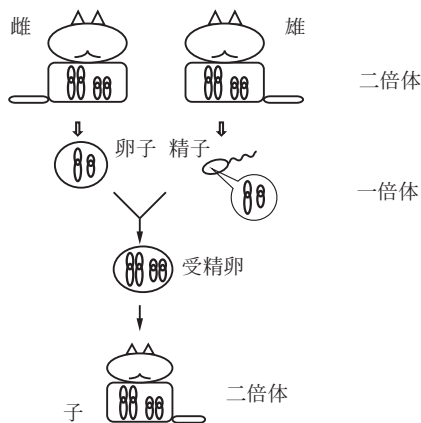


図2 細胞の増殖に伴うDNAの複製



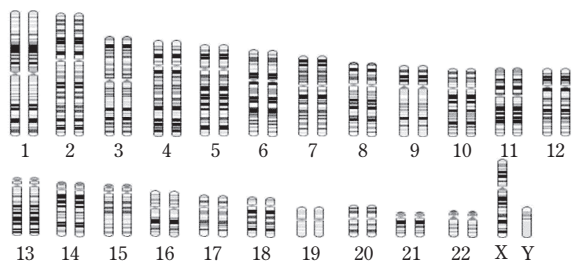
真核生物の細胞は、父親と母親から受け継いだ、非常によく似た染色体DNA（相同染色体）を二本ずつ持つ。

図3 真核生物の相同染色体

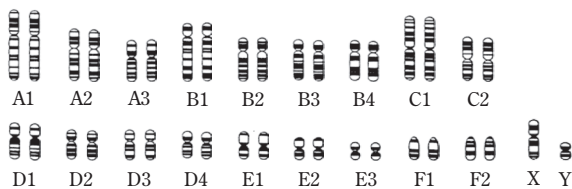
1 分子遺伝学の初歩

が父親と母親から受け継いだものです。ヒトの場合、このほとんど同じ二本ずつの染色体DNAの鎖が二二組あります(図4(a))。これらのDNAは「常染色体」と呼ばれ、第一染色体から第二二染色体まで、番号で呼ばれています。

そして、染色体DNAにはもう一組ありますが、この一組だけは非常によく似ている組合せと、まったく似ていない組合せとがあります。似ている組合せはX染色体と呼ばれ、似ていない組合せは、X染色体とY染色体と呼ばれる染色体との組合せからなります。この組合せで雄雌の性が決まるので、どちらも「性染色体」と呼ばれます。Xを二つ持っている雌、XとYを持っていると雄になります。ネコでは染色



(a) ヒトの染色体



(b) ネコの染色体

図4 ヒトとネコの染色体の種類

体が全部で三八本あります（図4(b)）。A1〜A3、B1〜B4、C1〜C2、D1〜D4、E1〜E3、F1〜F2と呼ばれる染色体がそれぞれ二本ずつで、あと二つはヒトなどと同じく性染色体のXとYです。ネコもヒトと同じで、XXが雌でXYが雄です。

精子や卵子では、二本一組の染色体がそれぞれ一本ずつになります（二倍体細胞）。雌はX染色体を二つ持っていますので、その卵子はすべてX染色体を持っています。雄はX染色体とY染色体を持っていきますので、その精子はX染色体を持っているものとY染色体を持っているものになります。そして精子と卵子が、受精という過程で合体して、また二本一組の染色体を持った受精卵ができます。このときX染色体を持つ卵子が、同じくX染色体を持つ精子が合体すれば雌に、Y染色体を持つ精子と合体すれば雄になります。そしてできたこの一つの受精卵が、分裂を繰り返すことによって細胞が増え、個体ができるのです。ですから子どもはXとY染色体を含めて、一組の染色体は卵子すなわち母親から、もう一組の染色体は精子すなわち父親から受け継ぎます。

蛇足ですが、性別を決める性染色体を持つ生物はたくさんいますが、どの生物でも必ず同じ染色体が二つ、すなわちXXが雌で、異なる組合せのXYが雄であるとは限りません。トリやチョウチンなどは、同じ組合せが雄で、異なる組合せが雌です。

このDNAの長いながい配列のうち、ある特定の領域が遺伝子と呼ばれ、主として酵素などのタンパク質の設計図となります。DNAの情報は、一旦メッセンジャーRNAというDNAとよく似

あとがき

インスリンは血糖値を下げる重要なホルモンで、すいぞう膵臓ランゲルハンス島β細胞で産生されます。β細胞が破壊されるとインスリンが作れなくなり、糖尿病になります。これは1型糖尿病と呼ばれます。一方、インスリンの産生が低下し、またインスリンに対する応答が低下すると、2型の糖尿病が引き起こされます。イヌでは1型が、ネコでは2型の糖尿病が多いそうです。地域にもよりますが、ネコでは通常二〇〇匹に一匹、四〇〇匹に一匹の割合で罹患し、このうち八〇〜九五%が2型だそうです。オーストラリアのバーミーズでは特に罹患率が高く、五〇匹に一匹という報告もあります。

糖尿病の原因としては、遺伝的なもの（特定の遺伝子の変異）と、環境要因によるものがあります。後者としては、家の中の引きこもりによる運動不足や、高炭水化物食による肥満などがあげられます。遺伝的な原因については、まだはっきりしていません。遺伝的要因による疾患が初めてネコで明らかになったのは、筋ジストロフィーの遺伝子です。一九九〇年代の中頃のことです。それ以来、ネコでもさまざまな疾患の原因遺伝子が明らかにされてきています。

疾患によっては品種間で偏りのある場合もあります。例えばムコ多糖症はシャムに多いといわれ

ています。A R S B 遺伝子の変異によって引き起こされます。また多発性囊胞腎症のうぼうは、ペルシャの
中では三〇〜三八%の罹患率で知られています。P K D 1 遺伝子の変異で、三二八四番目のアミノ
酸のコドンが終止コドンに変わっています。これは優性変異で、ホモ接合体は見つからないので、
ホモ接合体は胎児のときに致死になると考えられます。ヘルシャとの交配で生まれた他の品種で
も、罹患率が高いことが予想されます。

さらに、疾患ではありませんが二〇〇三年のアグチ遺伝子を皮切りに、毛色や発毛に関わる遺伝
子もつぎつぎと明らかになってきました。この本で、それらの毛色遺伝子や発毛に関わる遺伝子、
また血液型遺伝子や味覚遺伝子について、現時点でわかっていいる範囲で解説してきました。

はじめに述べたように、ネズミはほ乳動物におけるモデル生物として、遺伝子の研究に非常によ
く用いられています。毛色遺伝子についても学問的な観点から、研究が進んできました。すなわ
ち、毛色に影響を与える遺伝子の探索が網羅的に行われて、一〇〇を超える遺伝子が同定されてい
ます。

一方、ネコやイヌの場合は、これまで作り上げてきた品種における特徴的な毛色について、その
遺伝子の研究が行われてきました。ただ、イヌの毛色に興味を持たれるようになったのは、ペット
として扱われるようになったごく最近のことです。現在のイヌの体型を見てもわかるように、大型
犬から小型犬まで非常に多種多様です。これはとりもなおさず、非常にたくさんの変異が蓄積され

ていることを示しています。したがって毛色遺伝子の変異も、デフェンシンのところで述べたように、イヌにも特徴的な遺伝子がいくつかありそうです。

ネコはこれまでに述べたように、毛色遺伝子は比較的単純で、数も少なくわかりやすいと思われます。またネコにはネズミやイヌにはない特徴もあります。タビー模様(図29)もその一つでしょう。タビー模様は、毛色ではありませんが、野生動物にとってカモフラージュとして非常に重要な特徴です。野生動物が自分の身を守ったり、あるいは狩りをしたりするときに、このカモフラージュは欠かせません。タビー模様を作る遺伝子の変異によって、スポットなどの模様にも変わります。実験室で扱われるネズミやイヌでは、このタビー模様がありません。また三毛ネコ(図30)で見られるO遺伝子は、ネコとゴールデンハムスターに特徴的な毛色遺伝子です。その原因遺伝子は



図 29 タビー模様



図 30 三毛ネコ

まだ特定されていませんが、どんな遺伝子が関与しているのかは、大いに興味を持たれます。

このように、毛色一つをとっても種によって特徴があります。またこの本でも少し触れたように、さまざまな疾患との関わりもあります。遺伝子の研究、すなわち分子遺伝学の特徴は、複雑な表現型（例えば病気の症状や毛色のパターンなど）を単純化できることです。もちろん単一の遺伝子で説明できることもありますし、そんな単純なものではなく複数の遺伝子の組合せの場合もあります。しかし最近の科学技術の進歩によって、そのような複数の遺伝子の変異による表現型や症状の場合でも、任意に変異型の遺伝子を組み合わせ、モデルの個体を作ることにも可能になってきています。

動物における多彩な毛色も、個々の遺伝子に基づいて説明できるのは非常におもしろいことです。まだ原因となる遺伝子が明らかになっていない毛色の変異もありますので、研究としても興味のない分野です。ネコやイヌの毛色を通じて、分子遺伝学を少しでも身近に感じて頂ければ幸いです。

最後に、今回の出版にあたって、コロナ社の皆様には大変お世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。

用語解説

- 一倍体（半数体）……精子や卵子のように、染色体DNAを一本ずつ有する細胞。
- 遺伝子型……ある生物個体を持つ遺伝子の型、またはその組合せ。
- イントロン……一旦メッセンジャーRNAの配列となるが、タンパク合成などに用いられる前に除かれるRNA領域、またはそれに相当するDNA領域。
- エキソン……メッセンジャーRNAの配列となった後、イントロン部分は除かれるが、残ってタンパク合成などに用いられるRNA領域、またはそれに相当するDNA領域。
- 共優性……ヘテロ接合型の遺伝子による二つの表現型の両方の性質を示すこと。
- 系統樹……共通の祖先から派生したと考えられる生物種（あるいはタンパク質や遺伝子など）の間の進化的関係を樹木状に図示したもの（最近では必ずしも樹木状ではなく、平行線状や中心から外に広げて図示する場合もある）。
- 抗体……個体にとっての異物と特異的に結合し排除するための、生体防御機構の役割を担うタンパク分子。
- 上位（下位）……その変異による表現型により、別の変異の表現型が隠されてしまうことを上位

にあるといい、逆に隠れる表現型を下位にあるという。

• 染色体DNA……細胞の遺伝情報を担っているDNAで、何種類かのタンパク質と複合体を形成していて、ある種の染料で染まることからこのように呼ばれる。

• 転写……DNAの情報を基にRNAを作る過程。

• 二倍体……染色体DNAを一組ずつペアで保有する細胞。

• 半優性……ヘテロ接合型の遺伝子による二つの表現型の中間の性質を示すこと。

• 表現型……生物の持つ性質や特徴を形質といい、その形質が特定の遺伝子に基づく場合に表現型という。

• 複製……二本鎖DNAを基に、DNA合成酵素が二組の二本鎖DNAを作る過程。

• ヘテロ接合型（接合体）……一組の染色体上の遺伝子が異なる遺伝子型を持つ場合（その個体）。

• 変異……DNAあるいはRNAを構成する塩基が変化すること。そのような変異を生じた個体を変異体（ミュータント）と呼ぶ。

• ホモ接合型（接合体）……一組の染色体上の遺伝子が同じ遺伝子型を持つ場合（その個体）。

• 翻訳……メッセンジャーRNAの情報を基に、タンパク質が作られる過程。

• ミクロサテライト……染色体DNA配列中に存在する、二塩基程度の特徴的な繰返し配列。

• メッセンジャーRNA……DNAの配列を基に作られる塩基配列で、タンパク合成などに用いら

れる。

- メラノソーム……色素細胞にあるメラニン合成のための細胞内小器官。
- 優性……ある特定の遺伝子によって生じる形質について、その遺伝子産物による形質が現れる場合を優性、逆にそれによって表に現れない形質（またはその遺伝子）を劣性という。
- PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法……DNAポリメラーゼ（合成酵素）を用いて、二種類の短いDNAで挟まれる領域を繰り返し合成する方法。反応を繰り返すことにより、倍、倍、倍と指数的にDNAを増やすことができる。

ネコの品種と索引

アビシニアン	21、22、27、48、	シヤム	60、61、62、63、65、93、119、55、
アメリカンカール	22	シャルトリユー	136、22、23、27、48、
アメリカンショートヘア	21、22、	シンガプーラ	22、63、
60、88、92、119		スコティッシュフォールド	22、41、92
アメリカンワイアーヘア	21、22、	スフィンクス	22、23、41、64、
エキゾチックショートヘア	21、	ソマリ	94、96、97、99
22、89		ターキッシュアンゴラ	21、22、93、120
エジプシャンマウ	22、28、89、92	ターキッシュバン	22、41、92、93
オシキャット	22、23、28、54、	デボンレックス	22、23、92、96、
89、92		トンキニーズ	97、99、100、120
オリエンタルショートヘア	22、	21、22、55、63、	
23、63、65、119		ノルウェージャンフォレストキャット	64、119
コーニッシュレックス	22、55、	22、41、73、74、88、89、91、	
92、96、99		ハバナ	92、93、94、119
コラット	22、63、68、70	22、27、48、50、55、92	
サイベリアン	63、93		
		パーマン	97、120
		パーミーズ	63、92、119、136
		バリニーズ	22、55、63、93
		ヒマラヤン	21、22、89、93、120
		ブリテイッシュショートヘア	22、
		ペルシャ	92、120
		21、22、63、91、92、	
		ポプティル	93、120、137
		ボンベイ	21、22、41、55
		マンクス	22
		マンチカン	55、89
		メインクーン	22、41、92、93
		ラグドール	22、63、92、93
		ロシアンブルー	22、28、68、70、

—著者略歴—

- 1974年 大阪大学理学部化学科卒業
1979年 大阪大学大学院理学研究科博士後期課程
単位取得退学（有機化学専攻）
理学博士（大阪大学）
1979年 群馬大学助手
1987年 群馬大学講師
1991年 九州工業大学助教授
2002年 九州工業大学教授
2012年 九州工業大学名誉教授

ネコと分子遺伝学

© Jun-ichi Nikawa 2013

2013年6月28日 初版第1刷発行

★

検印省略

著者 仁 川 純 一
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-06746-0

(吉原) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします