

※3つの図すべてのミトコンドリアが最重要項目

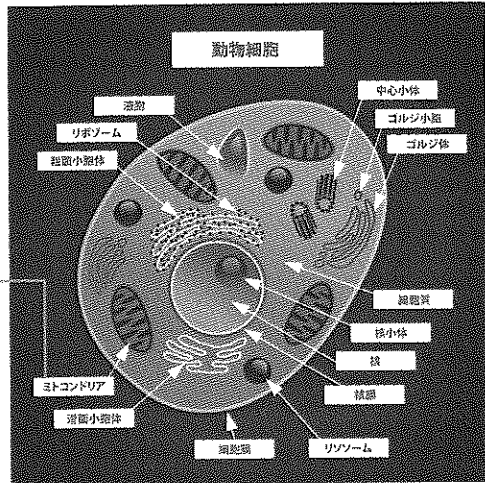
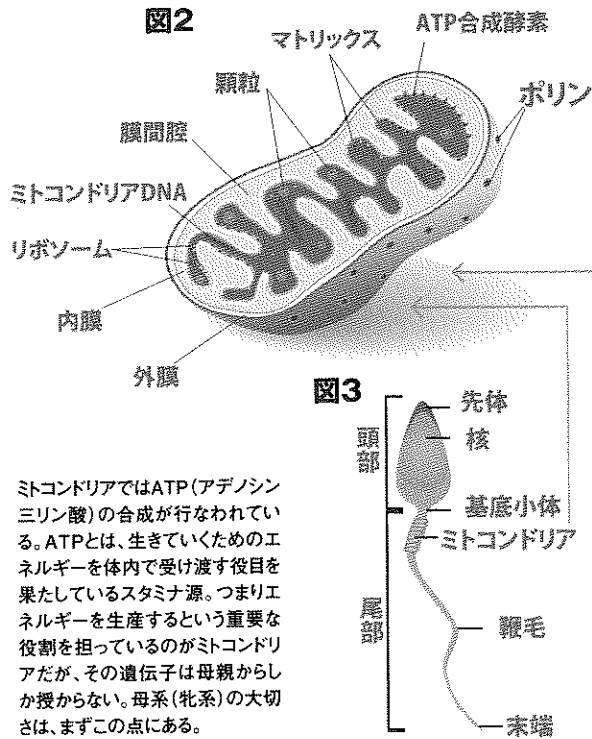
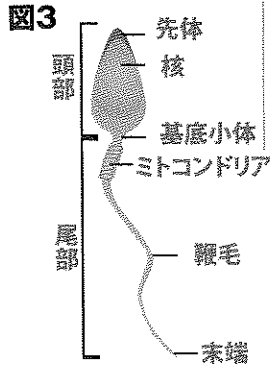


図1



ミトコンドリアではATP(アデノシン三リン酸)の合成が行なわれている。ATPとは、生きていくためのエネルギーを体内で受け渡す役目を果たしているスタミナ源。つまりエネルギーを生産するという重要な役割を担っているのがミトコンドリアだが、その遺伝子は母親からしか授けられない。母系(牝系)の大切さは、まずこの点にある。

ミトコンドリアとファミリーライン

～生物学的観点から見る母系の重要性～

文 堀田茂

細胞やミトコンドリアについては義務教育時代に理科の授業で習ったはずだが、その成果が大人になってから競馬と結びついているファンは案外少ないかもしれない。本稿ではミトコンドリアの働きについておさらいするとともに、科学により母系(牝系)の重要性を学んでいただく。

(堀田氏の著者プロフィールはp91に掲載)

「エネルギーを生産するミトコンドリアの遺伝子は母親からしか授けられない」

「ミトコンドリア」——細胞の中にある小さな器官のちよつと奇妙な響きのこの名前を、皆さんも一度は理科の授業で聞いたはずですが(図1、図2)。

人も馬も酸素を吸って生きています。そう、「呼吸」をしています。呼吸とは、酸素を利用することにより体内にある炭水化物や脂肪、タンパク質などの有機物からエネルギーを取り出して、アデノシン三リン酸(通称「ATP」という物質を合成することを言いますが、高いエネルギーを蓄えたATPは「エネルギーの通貨」として、生きていくためのエネルギーを体内で受け渡す役割を果たしています。つまり、ATPとはまさしく「スタミナ源」なのですが、これの合成が行われている場所がミトコンドリアなのです。

ところで、細胞において遺伝子は核の中の染色体に存在します。その遺伝子の半分は父親から授けられ、もう半分は母親から授けられます。即ち父親が保有する遺伝子の半分を搭載した精子と、母親が保有する遺伝子の半分を搭載した卵(らん)が受精

することにより、生命は誕生します。ところが、核以外に、ミトコンドリアにも別の遺伝子が存在するので、これは、ミトコンドリアはもともとは別の生物であり、20億年前、より大きな生物である「細胞」がミトコンドリアの祖先の生物を取り込んだものと考えられています。

本誌前号で競走馬理化学研究所の戸崎晃明博士が書かれた「遺伝子検査は競馬を変える!?」目指せ「テラーメイド調教」によれば、人のミトコンドリアの遺伝子で運動機能や運動能力に関連しているものは少なくとも18個存在し、馬においても同様のことが推察されるようです。

このミトコンドリアの遺伝子、実は母親からしか授けられないのです。これは「母性遺伝」と呼ばれるものなのですが、なぜミトコンドリアの遺伝子は母性遺伝なのでしょう? 精子と卵には各々のミトコンドリアが存在しています。しかし、このうち精子のミトコンドリアの遺伝子は最終的に消失し、卵のミトコンドリアの遺伝子のみが子孫に受け継がれていくのです。その科学的理由はこれまでいくつかの説が提唱されてきました。例えば、受精の際に精子の頭部だけが卵に入り込む、つまり

鞭毛(べんもう)の付け根の部分にあるミトコンドリア(図3)は卵に入り込まないと以前は言われていたが、いまは受精の様子を映像で確認できるようになり、この説は正しくないとされました。

現在では、精子のミトコンドリアの遺伝子は受精後に「選択的排除」という特別な作用を受けて分解されてしまうことが分かっています。なぜ精子のミトコンドリアだけが集中的に……と、思ってしまうかもしれませんが、これは、精子が卵に向かって泳いでゆく際、その鞭毛が激しく運動するために疲れ果ててミトコンドリアの遺伝子はかなりの損傷を受けており、これをそのまま受精卵が保有したら健康な子孫をもつことができないので、精子側ミトコンドリア遺伝子のみ敢えて消去してしまふ「自然の摂理」によるものだろうと言われています。世のお父様方働いて、働いて、そして働いて、挙句の果てにポイントと捨てられてしまふ……そんな自分の姿を想像してはいけません!!

つまり、父の父の母、父の母の母の父の母、母の母の母、どれも受け継ぐ血(即ち「核の遺伝子」の継承量)は12・5%と同じなのに、これらの曾祖母のうち、「ミトコン

ドリア遺伝子」は母の母の母からしか授けられません。栄枯盛衰を繰り返すサイヤールラインとは違い、ファミリーラインの特性がここにあります。サイヤールラインは、或る意味、系統を分類および整理するための便宜上のものにすぎません。Northern Dancer(1961年生)系などと言っても、既に5代目、6代目という時代になり、もはやほとんど意味を持ちません。例えば、6代前にNorthern Dancerを持つ場合、その血量はたかだか1・56%とわずかなものです。ましてや、Native Dancer(1950年生)系、Nasrullah(1940年生)系などと言ふに及びません。

よって、サイヤールラインは父系、ファミリーラインは母系、という単純並列的な意味合いにとどまらないということ。ファミリーラインは遺伝学上、そして生物学上、確かな意味を持つのです。

例えるなら在来牝系は「老舗秘伝のタレ」

旨味成分はミトコンドリア

「ビフハヤヒデとナリタブライアン」、「ファレノプシスとキズナ」、「GalileoとSea The Stars」これら

フロリースカップ〜ウオッカの直牝系

フロリースカップ(GB) 1904	→ニホンピロウイナー、カツラノハイセイコなど
第四フロリースカップ 1912	
フロリスト 1919	→メイショウサムソン、セイウンワンダー
スターカップ 1930	
第貳スターカップ 1937	
シラオキ 1946	→コダマ&シンツバメ兄弟、スペシャルウィーク
ワカシラオキ 1960	
ローストウシヨウ 1965	→マチカネフクキタル
コーニストウシヨウ 1977	→シスタートウシヨウ
エナジートウシヨウ 1987	
タニノシスター 1993	
ウオッカ 2004	

幾多の大物を世に送り出してきた日本の名門在来牝系、フロリースカップ系のうち、ウオッカにつながる枝系1本を抜粋。血量でいうと、ウオッカは11代母フロリースカップの血を0.05%しか引いていないことになるが、フロリースカップのミトコンドリア遺伝子は、これら代々の母を通じて、そのまま継承している。

全て「9号族」と言ってしまうもいいように思います。前述の半きょうだいの一流馬同士の話にしても、2頭の英ダービー馬であるGalileoとSea The Starsにおいては母親の凱旋門賞馬Urban Seaの（さらにはそのドイツ母系の「母の力」を感じるわけですが、Urban Seaは9号族であり、それでは9号族の繁殖牝馬全てにUrban Seaと同様の「母の力」を感じるかというと、そんなことはありません。Urban SeaはGalileoとSea The Starsを含めて4頭のGI馬を出し、さらには半弟で英2000ギニー馬であるキングスベスト等、近親には一流馬が目白押しであることから、このような牝系はもはや特別です。なお、同じ9号族でありながらもミトコンドリアの遺伝子に違いがあるとの報告もあり（ウィキペディア「9号族」等を参照）、ブルース・ロウがファミリーナンバーを付す土台とした当時の血統書の正確性についての疑問は残ります。

また、ピワハヤヒデとナリタブライアンの母親であるパシフィカスと、ファレノプシスとキズナの母親であるキャットクイルも半きょうだいの同士であり、つまるところ、これら近親からこれだけの一流馬が出ていることは、この母系には質の高いニックス関係にある種牡馬を配合し続けていたからというだけではどうしても説明がつかないのです。とてつもない「母の力」、言い換えれば、同じファミリー内の他の牝系にはないこの一族の「特有の遺伝子」を感じるのです。ただし、遺伝子の変異というものはそう頻繁に起こるものではありません。この一族には特別な遺伝子変異があったと考えるのは少々行き過ぎのような気がします。ミトコンドリア・イヴにしても、20万年という時を経て、例えば東洋人型の遺伝子、ヨーロッパ人型の遺伝子と変異していったわけですから。私自身、「母の力」である「秘伝のタレの旨味」の正体には、現時点での科学では解明しきれない「何か」があるような気がしているのです。遺伝の大原則である「メンデルの法則」でさえ、公に認知され始めたのはメンデルの死後しばらく経った20世紀に入ってからでした。

各々は父親が違う半きょうだいの一流馬同士です。繁殖牝馬が生産に産める仔の数はせいぜい10頭程度ですが、超一流の種牡馬でさえ最初の種付けの10頭の中からのこのように複数の一流馬を輩出することは稀有であることから、これはやはり「母の力」でしょう。そしてそこにはミトコンドリアが見え隠れするのです。ゴールドシップの母系をポイントフラッグ、パストナリズム、トクノエイテイ……と8代ほどさかのぼれば、昭和初期に下総御料牧場が輸入した星旗（1924年生）にたどり着きます。星旗系には、例えばクモハタ、ハクチカラという戦前そして戦後を沸かせた名前が出てきます。スペシャルウィークの母系をキャンペンガール、レディーシラオキ、ミスアシヤガワ……と9代ほどさかのぼれば、またウオッカの母系をタニノシスター、エナジートウシヨウ、コーニストウシヨウ……と11代ほどさかのぼれば、明治時代に小岩井農場が輸入したフロリースカップ（1904年生）にたどり着きます。フロリースカップ系には、半世紀ほど前のスターホースであるコダマやガインターネットに始まり、カツラノハイセイコ、ニホンピロウイナー、メイショウサムソンなどの名前も出てきま

す。当時日本に輸入できなかったような馬に一流のものはいない、よって在来の牝系は質が落ちる、という偏見にも近い先入観も一部にはあるかもしれませんが、しかし、侮るなかれ、特にフロリースカップはそれこそダンスキングブレヴやサンデーサイレンスと同じ3号族であり、フロリースカップの一族はこれら超一流の名馬と同じミトコンドリアの遺伝子を持っていることになりません。ウオッカにおける11代母フロリースカップの血量（「核の遺伝子」の継承量）は0.5の11乗、0.05%とゼロに近い値ですが、ウオッカは母、その母、その母、その母、その母、さらにその母を通じてフロリースカップの「ミトコンドリア遺伝子」をそのまま継承しています。そうです、牝馬であるウオッカはさらに自身を通じてフロリースカップ系を益々発展させる可能性をも秘めているのです。

吉沢譲治氏の著書『新説 母馬血統学——進化の遺伝子の神秘』（講談社＋α文庫）には、前述のスペシャルウィークや、星旗と同様に昭和初期に下総御料牧場が輸入した星旗（1923年生）系であるトウカイテイオーを例にし、在来牝系は成長力やスタミナを補う重要な役割を果たしているケースが目につくと書かれています。これら脈々と受け継がれた在来牝系の活躍を見ていると老舗の鰻屋や焼鳥屋が創業当時から守っている「秘伝のタレ」をイメージしてしまいます。そしてそのタレの「旨味」は、それこそ当該牝系におけるミトコンドリアを連想してしまふのです。

ブルース・ロウ考案のファミリーナンバーに科学的復権の可能性が出てきた

ミトコンドリアが発見されたのは19世紀の終わりです。また、オーストラリア人のブルース・ロウによりサラブレッドにファミリーナンバーが付されたのもその頃ですが、さすがにその時代はミトコンドリアという細胞内小器官の具体的な機能まで分かってはいませんでした。ましてや、その時代はまだ「遺伝子」という概念も確立していませんし、さらには、ミトコンドリアの遺伝子は母性遺伝することが解明されたのは比較的最近の話です。しかし、ブルース・ロウはファミリーナンバーの成績から、ファミリー間

競走成績・繁殖成績ともに現在世界最高峰の牝系
Urban Sea系を内包するAllegretta系

Allegretta (GB) 1978 父Lombard
Marlene Kelly (USA) 1985 父Irish Castle
エボカローザ (USA) 2004 父El Prado
Anzille (USA) 1986 父Plugged Nickle
Anzillero (GER) 1997 牡 父Law Society ……独GIDイツ賞
Urban Sea (USA) 1989 父Miswaki ……仏GI凱旋門賞など
Urban Ocean (FR) 1996 牡 父Bering ……愛GIIIガリニユールS
Melikah (IRE) 1997 父ラムタラ ……2着-愛GI愛オークス、3着-英GI英オークス
Masterstroke (USA) 2009 牡 父Monsoon ……仏GIIドゥヴァル大賞、3着-仏GI凱旋門賞
Galileo (IRE) 1998 牡 父Sadler's Wells ……英GI英ダービー、愛GI愛ダービー、英GIキングジョージ6世&クイーンエリザベスSなど
Black Sam Bellamy (IRE) 1999 牡 父Sadler's Wells ……伊GIジョッキークラブ大賞典、愛GITataneersゴールドCなど
All Too Beautiful (IRE) 2001 父Sadler's Wells ……2着-英GI英オークス、英GIIIミドルトンS
Wonder of Wonders (USA) 2008 父Kingmambo ……2着-英GI英オークス、3着-愛GI愛オークスなど
My Typhoon (IRE) 2002 父Giant's Causeway ……米GIダイアナSなど
Wading (IRE) 2009 父Montjeu ……英GIIロックフェルス
Sea The Stars (IRE) 2006 牡 父Cape Cross ……英GI英ダービー、英GI英2000ギニー、仏GI凱旋門賞などGI計6勝
Born To Sea (IRE) 2009 牡 父Invincible Spirit ……2着-愛GI愛ダービー
Turbaine (USA) 1990 父Tremolino
Tertullian (USA) 1995 牡 父Miswaki ……伊GIIIキウスーラ賞×2など
Terek (GER) 1996 セン 父Irish River ……独GIIIドイツ統一賞
Allez les Trois (USA) 1991 父Riverman ……仏GIIIフロール賞
Al Ishq (FR) 1997 父Nureyev
Tamayuz (GB) 2005 牡 父Nayef ……仏GIジャックルマロワ賞、仏GIジャンブラ賞など
Anabaa Blue (GB) 1998 牡 父Anabaa ……仏GI仏ダービーなど
キングズベスト (USA) 1997 牡 父Kingmambo ……英GI英2000ギニー

重賞勝ち馬および本邦輸入繁殖牝馬と、それに連なる母のみを掲載。多国性を示すため、この図内では特例として、Allegretta系に属する英字馬名(繁殖馬として日本への輸入歴のない海外馬の名)の後ろにも生産国名を付与。

の新たな発見とはミトコンドリア以外の「何か」なのかもしれません。遺伝子の質というより量の観点で言えば、ミトコンドリアという器官を形成するタンパク質の合成に関与しているのはミトコンドリア自身の遺伝子よりも、部外者である核の遺伝子の方がはるかに多いのです。つまり、ミトコンドリアの成り立ちはそのそれぞれの遺伝子の「協働」によるものであることから、話は単純ではないのです。

しかし、いずれの場合においても、エネルギー生産工場であるミトコンドリアに存在する遺伝子が母性遺伝をするのは厳然たる事実であることだけは念を押しておきます。そして、どうか忘れないで下さいね。これを読んで下さっている皆さんの体内にも、偉大なるお母様のミトコンドリアの「熱い血」が流れているのです。

『ジェネラル・スタッド・ブックの歴史』(ピーター・ウイレット著、日本軽種馬登録協会訳、ウエザビー社発行)に、1937年、当時の研究家の一人であるJ・B・ロバートソンが或る雑誌に次の寄稿をしたことが記されています。

「通常の染色体は、雄の場合であれば雌の場合で自由に分離し結合す

るものであって、各染色体が同一行動をとるわけではない。この事実によって、競走馬を良くしたり悪くしたりする質的な要因が雌の直系の中に永久に残されてゆくという、ブルース・ロウの主張は全く無意味になつてしまつたのである」

これにより、ファミリーごとの能力差を主張したブルース・ロウの理論は完全なまでに打ちのめされました。しかし、いまあらためて、そのJ・B・ロバートソンの主張こそ無意味なものなのかもしれません。意味なくしてきています。その寄稿は当時既に公に認知されたメンデルの法則に基づくものでしたが、残念ながらその時代、J・B・ロバートソンはミトコンドリアというエネルギー生産工場にも遺伝子があること、そして母性遺伝をするその遺伝子はメンデルの法則の対象外であることなど知る由もありませんでした。

いや、現在でさえ、例えばインターネットで「ブルース・ロウ」等で検索してみれば、馬学の専門家のウェブサイトに於いても、その理論は遺伝学的に意味を持たない旨がまことしやかに書かれています。

しかしながら、考えてみて下さい。その理論を全て否定するのなら、「基礎牝馬」などという言葉は全く

<引用・参考>

●文献
『競走馬ファミリーテーブル第4巻“FAMILY TABLES OF RACEHORSES VOL.Ⅳ”』サラブレッド血統センター編集 日本中央競馬会・日本軽種馬協会
『サラブレッド血統大系 Vol.5』サラブレッド血統センター
『サラBLOOD! vol.2』「遺伝子検査は競馬を変える!? ～目指せ“テラーメイド調教”～」 戸崎晃明 KADOKAWA
『ジェネラル・スタッド・ブックの歴史——サラブレッドはいかにして創られたか』ピーター・ウイレット 日本軽種馬登録協会訳 ウエザビー社
『新説 母馬血統学——進化の遺伝子の神秘』吉沢譲治 講談社+a文庫
『新ミトコンドリア学』内海耕植・井上正康監修 共立出版
『生と死を握るミトコンドリアの謎——健康と長寿を支配するマイクロな器官——』米川博通 技術評論社
『学んでみると遺伝学はおもしろい』針原伸二 ベレ出版
『ミトコンドリアのちから』瀬名秀明・太田成男 新潮文庫
『ミトコンドリア・ミステリー 驚くべき細胞小器官の働き』林純一 講談社ブルーバックス
『よくわかる生物基礎+生物』赤坂甲治監修 学研教育出版

●ウェブサイト
『海外競馬情報』[2011年1月28日 No.2-4 “サラブレッドは、アラブ種ではない(イギリス)”] ジャパン・スタッドブック・インターナショナル
『生化学 第85巻第5号』「ミトコンドリアDNAの母性遺伝を制御する多様な分子機構」佐藤美由紀・佐藤健 日本生化学会
『JBISサーチ』日本軽種馬協会
『9号族』ウイキペディア

もって意味を失い、優れた母系の馬だからと巨額を投じて競り落とすことなど愚の骨頂となります。

いままさに時を起して、それこそミトコンドリアの「エネルギー」を得て、ブルース・ロウの理論が、その全てとは言わないまでも息を吹き返すかもしれないのです。これは、ややもするとサイヤーラインばかりを重視しがちな現代の血統論者に対するブルース・ロウの警鐘の叫びなのかもしれません。