

毛髪の完全再生は どこまで可能か

脱毛症治療の最前線と、毛髪完全再生をめざす最新研究

薄毛や脱毛の悩みを抱える人は多い。とくに男性では「AGA」とよばれる脱毛症の治療を受ける人が少なくない。脱毛症の治療には近年、さまざまな進展がみられる。その一方で、幹細胞などを使った毛髪の再生医療研究も進んできた。毛髪が生えるしくみから、薄毛・脱毛症のしくみと、治療や研究の最前線までをくわしく解説しよう。

監修 辻孝 理化学研究所生命機能科学研究センター
器官誘導研究チーム チームリーダー
柳澤正之 東京メモリアルクリニック 院長

動 物の毛(体毛)には、生物学的にさまざまな機能がある。紫外線などから皮膚を守る「防護」、体温を逃さない「保温」、外からの刺激を知覚する「感覚器」、周囲の環境に溶け込んで敵や捕獲者から身を守る「カモフラージュ」、仲間とのコミュニケーションや求愛に関連する「社会的コミュニケーション」、といったものだ。私たちヒトの毛にも、これらの機能があるといえる。

ヒトの毛の中でも、とくに「毛髪」については、社会的コミュニケーションを行ううえで審美的な機能がきわだって大きい。私たちは毛髪の長さ、色、スタイルなどに多様性を求め、そこで「好ましい自分」を表現するからだ。

それゆえに、薄毛や脱毛の悩みは

深く、治療できるものなら治療したいと考える人が少なくない。「毛髪の悩みは現代人にかぎりません。古代ローマ帝国の皇帝だったカエサル(紀元前100~紀元前44)は、脱毛症で擲棄されたことに悩み、毛がないことをかくすために月桂樹の冠をかぶっていたとする逸話が残っています。長年にわたり毛髪の再生研究に取り組む、理化学研究所生命機能科学研究センターの辻孝博士はそう話す。

のびては抜け、
また生える毛髪

毛髪は平均すると約10万本生えており、頭皮から外に向かってのびていく。毛髪がのびる速度は1か月あたり1.2センチメートルほどだ。ただし、

延々とのびつづけるわけではなく、4~6年で自然に抜け落ち、時間をおいてふたたび同じところから生えてくる。このような毛の生えかわりのサイクルを「毛周期」という(117ページのイラスト)。

毛周期のうち、毛髪がのびる4~6年は「成長期」、成長が止まる2~3週間は「退行期」、古い毛が抜けて新しい毛が生えはじめる2~3か月は「休止期」とよばれる。正常な場合は、こうした毛周期のサイクルが生産にわ

たってくりかえされる。休止期に自然に抜ける毛は1日あたり約100本にもなるが、頭皮全体では約10万本あるので、見た目の変化はほとんどわからない。

毛髪の製造工場
「毛包」のメカニズム

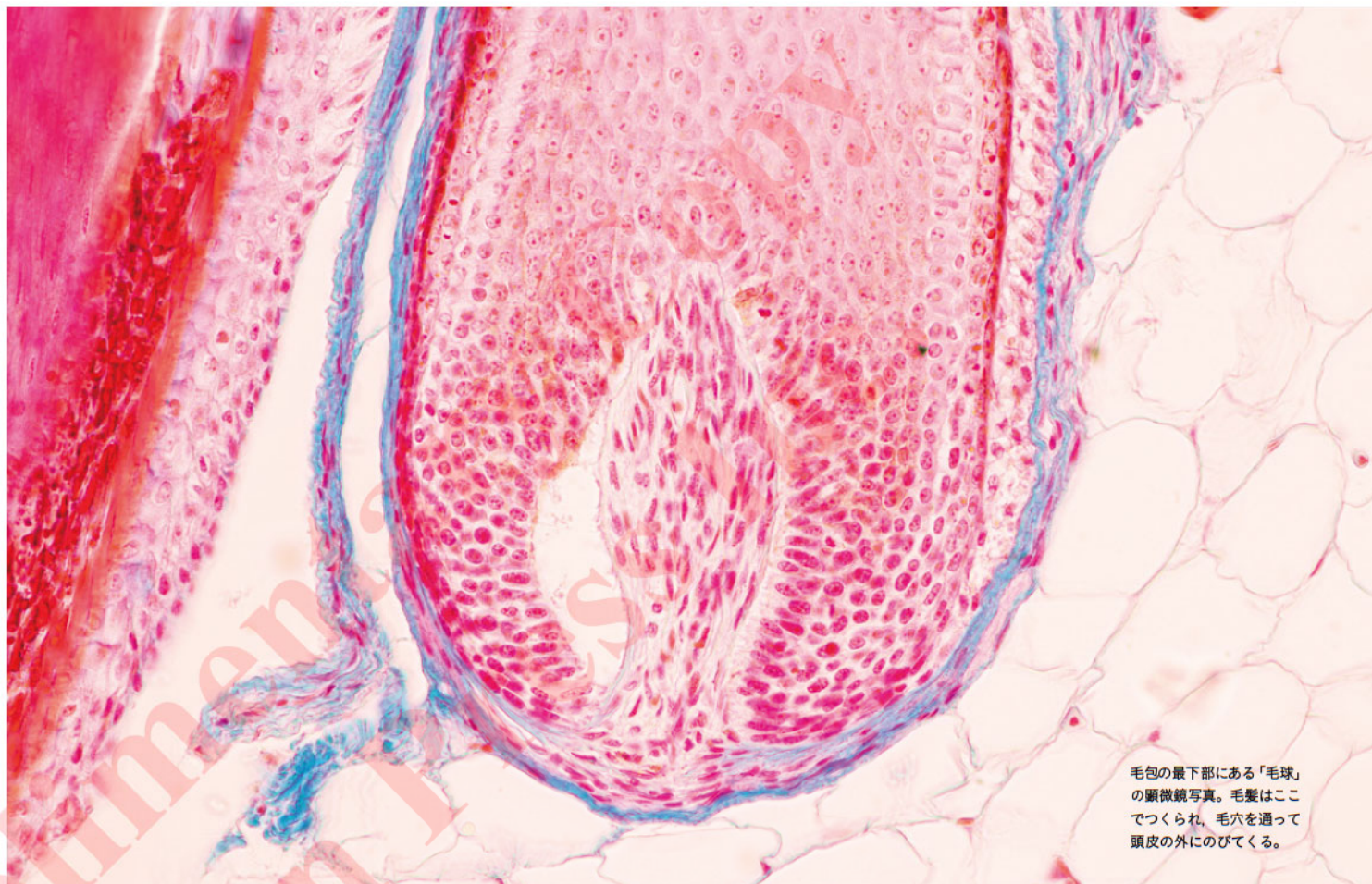
薄毛や脱毛の原因をみていく前に、まずは毛髪ができるしくみを理解しておこう。

毛髪のうち、頭皮から外に出ている線維性の毛髪を「毛幹」とよび、頭皮の内部で毛幹をつくる器官を「毛包」とよぶ(116ページのイラスト)。毛包の上部には、上皮性の幹細胞(後述)が存在する「バルジ領域」がある。毛包の最下部(毛球)には、毛髪の元となる「毛母細胞」があり、細胞分裂しながら毛包内を上へ上へと押し上げられていく。その過程で分裂を停止し、「ケラチン」というタンパク質をつくって線維化すると、い

わゆる毛髪(毛幹)となる。

毛包は、頭皮内部の毛髪(毛幹)の周囲を包む「毛根鞘」をはじめとするさまざまな組織から構成される。一つの毛包からは1本の毛が生え、毛包が集まることで一つの毛穴から1~5本の毛が生える。約10万個の毛包が胎児期につくられると、その数は生涯変わらない。

成長期の毛包の最下部は球のようにふくらんでおり、「毛球」とよばれる。毛球の内部には、毛母細胞に相



毛包の最下部にある「毛球」の顕微鏡写真。毛髪はここでつくられ、毛穴を通過して頭皮の外にのびてくる。

えて、その細胞分裂を調節すると考えられている「毛乳頭細胞」と、毛乳頭細胞をつつみこむ「毛乳頭前駆細胞」、そして黒い色素であるメラニンを生成する「メラノサイト」が存在する。毛母細胞がつくられる際に、メラノサイトがつくりだすメラニンが取りこまれると黒い髪になるが、何らかの理由でメラニンが取りこまれないと白髪になる。

最近の研究によって、毛包の細胞の供給源となる「毛包幹細胞」がバルジ領域内にあることが明らかになった。幹細胞とは、それ自身が分裂することによって失われた細胞を補充するはたらきと、特定の機能をも

つ細胞に変化（分化という）する能力をあわせもつ細胞のことだ。バルジ領域にある毛包幹細胞から供給されて毛球まで降りてきた細胞が、毛乳頭細胞と出会うことで、ようやく毛髪の元となる毛母細胞がつくられる。

成長期を終えた毛包では、細胞の分裂が停止する。すると毛包の下半分がアポトーシス（細胞の自死）をおこして退縮し、なくなってしまう。休止期を経て成長期に入ると、残っていた毛包の上半分の細胞が分裂を開始して、ふたたび毛母細胞がつくられて新しい毛髪が成長する。「成体において、このように胎児期の器官形成を再現して器官再生するのは、生

体では毛包だけです。その点で、毛包はきわめてユニークな器官だといえます」。辻博士はそう指摘する。

脱毛症にはさまざまなタイプがある

頭髪が抜けることで薄毛になったり、頭皮が露出する状態を「脱毛症」という。脱毛症にはさまざまなタイプがあり、脱毛部位、抜ける量、脱毛の原因、性別、患者数などがタイプによって大きくことなる。

最も多いのは、男性の薄毛のほとんどを占める「男性型脱毛症（AGA: Androgenetic Alopecia）」だ。日本に

は約1800万人のAGA患者がいるとされる。あとでくわしくのべるが、発症には遺伝的な要因が大きく関与するとされる。

次に多いのは「休止期脱毛症」で、患者数は約600万人だ。本来は数か月の休止期が異常に長くなってしまふことおきるが、その原因はよくわかっていない。あとでのべるように、休止期脱毛症は女性の薄毛の原因と考えられることが多い。

頭髪の一部が円形や楕円形に抜け落ちる「円形脱毛症」もある。患者数は約12～24万人で、あるとき突然、発症するのが特徴だ。軽症だと自然治癒するものもあるが、重症化して

頭髪だけでなく体毛もすべて抜け落ちる場合もある。円形脱毛症は外見に影響をあたえることから、不登校や引きこもりなどを引きおこしてしまうこともある。

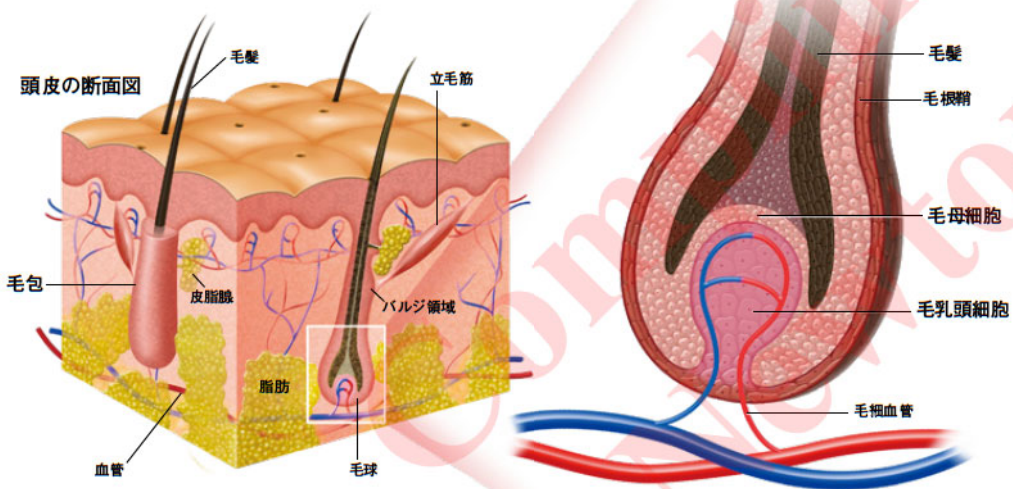
脱毛症治療を行っている東京メモリアルクリニック院長の柳澤正之^{やなぎさわ まさゆき}医師は、「円形脱毛症は強い精神的ストレスが引き金となって発症することもあります。明らかな原因がなくとも発症することも多くあります」と語る。円形脱毛症は、侵入してきたウイルスなどを攻撃するための免疫細胞である「Tリンパ球」が、自己の器官である毛包を攻撃してしまうことで発症する「自己免疫疾患」

の一つとされており、ストレス、風邪などの感染症、睡眠不足などのさまざまな要因がきっかけとなって発症する。さまざまな研究が進んでいるが、未解明の点も多い。

頻度は少ないものの、生まれつき毛包が形成されない「先天性無毛症」もある。抗がん剤の投与などによる「薬剤性脱毛症」では、薬剤の投与をやめるとふたたび毛が生えてくるのが一般的だが、薬剤の影響が長期にわたったり、その期間の加齢などにより脱毛症が進行したりすることもある。皮膚の傷害などの外的要因によって毛包が傷つき、脱毛に至る「瘢痕性脱毛」もある。

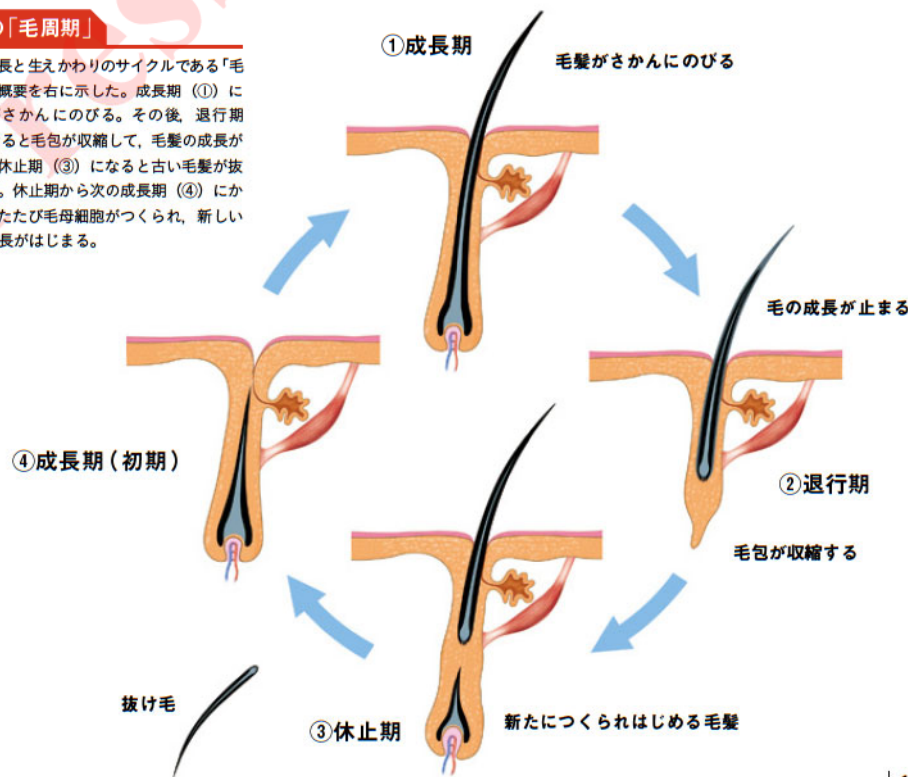
毛髪の製造工場である「毛包」の構造

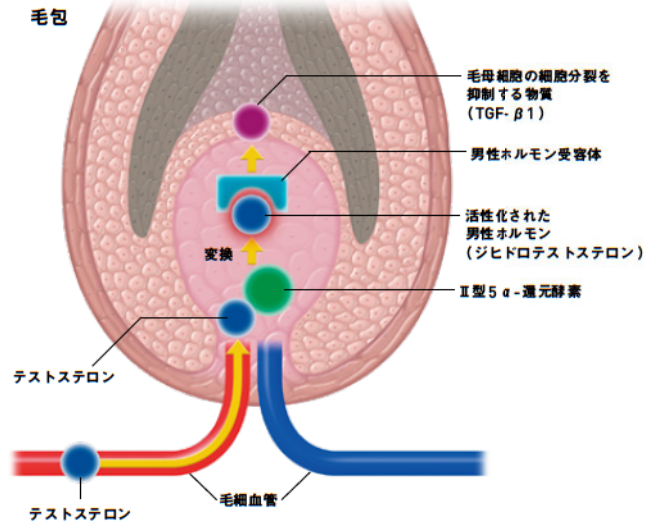
下は、頭皮の断面を示したイラストだ。毛髪は、頭皮の内部にある毛包でつくられる。毛包には立毛筋がついており、そのつけ根付近はバルジ領域とよばれる。毛包の最下部のふくらみは毛球とよばれる（右はその拡大・断面図）。毛球には毛髪の元になる毛母細胞があり、その細胞分裂を毛乳頭細胞が調節している。



毛髪の「毛周期」

毛髪の成長と生えかわりのサイクルである「毛周期」の概要を右に示した。成長期(①)には毛髪がさかんにのびる。その後、退行期(②)になると毛包が収縮して、毛髪の成長が止まる。休止期(③)になると古い毛髪が抜け落ちる。休止期から次の成長期(④)にかけて、ふたたび毛母細胞がつくられ、新しい毛髪の成長がはじまる。





AGA の発症メカニズム

AGA (男性型脱毛症) の発症メカニズムをイラストで示した。毛細血管から毛包に届いたテストステロンは、毛包の内部にある II 型 5α-還元酵素によって、より活性化された男性ホルモンであるジヒドロテストステロンに変換される。これが男性ホルモン受容体と結合すると、毛母細胞の細胞分裂を抑制する TGF-β1 がつくられる。その結果、毛包の成長期が異常に短くなり、AGA を発症する。参考文献：J Investig Dermatol Symp Proc 10:209-211, 2005

男性の薄毛のほとんどを占める「AGA」のメカニズム

男性の脱毛症のうちほとんどは AGA であり、すでに原因と治療法が解明されている。AGA を発症すると、前頭部や頭頂部で、毛周期のうち成長期が異常に短くなる。すると、頭髮である硬毛が細くやわらかい軟毛になる。硬毛の成長期が一般に 2~4 年であるのに対し、軟毛では成長期が数か月から数週間程度に短くなる。そのため、毛が細く短くしか成長しないようになり、頭皮がすけて見える「薄毛」になる。

AGA は男性ホルモンの分泌がさかになる思春期以降に発症し、多くは 20 代後半から 30 代にかけて脱毛が顕著になる。統計によると、日本人男性の AGA 発症頻度は 20 代で 10%、30 代で 20%、40 代で 30%、50 代以降で 40% をこえると報告されている^{※1}。

AGA は発症原因やメカニズムが完全に解明されている脱毛症だ。AGA の発症には、男性ホルモンの一つであるテストステロンと、I 型および II 型の「5α-還元酵素」が関与する。この酵素は、テストステロンをより活性の高い「ジヒドロテストステロン」に変換するはたらきをもつ。I 型 5α-還元酵素はほぼ全身の皮膚に

存在するのに対し、II 型 5α-還元酵素は前頭部や頭頂部の毛包に特徴的に存在し、後頭部や側頭部には存在しない。この差が AGA において脱毛する部位 (前頭部や頭頂部) を決めている。

前頭部や頭頂部では、細胞にある男性ホルモン受容体にジヒドロテストステロンが結合すると、「TGF-β1」とよばれる物質の作用によって細胞分裂が抑制され、毛髪が成長しなくなる。そのため成長期が異常に短くなってしまふのだ (左のイラスト)。

AGA のなりやすさは遺伝的素因に左右される。遺伝による「男性ホルモン受容体の感受性の差」が個人差となり、遺伝的に受容体感受性が高い人は AGA になりやすくなる。素因をもつ男性の場合、思春期にテストステロンが分泌されはじめると、前頭部や頭頂部の毛包で、テストステロンがジヒドロテストステロンに変換されるようになる。すると男性ホルモン受容体の感受性が高い部位の髪は成長期が短くなり、細く短い軟毛になってしまう。ただし、もともと II 型 5α-還元酵素が存在しない後頭部の毛包では、成長期は短縮しないため、毛髪は太く長いままとなる。

AGA はどのように治療されるのか

「男性にみられる薄毛の大半を占めている AGA は、薬で治療できます。男性薄毛の大半が AGA とはいえ、AGA 以外の脱毛症かどうかを診断することも重要です」。柳澤医師は、そう指摘する。

AGA の治療には、5α-還元酵素の作用を阻害する薬が用いられる。具

体的には「フィナステリド」や「デュタステリド」といった薬の内服が中心になる。追加治療として、「ミノキシジル」とよばれる外用剤や赤色 LED・低出力レーザー照射なども日本皮膚科学会のガイドラインで推奨されている。

内服薬による AGA 改善効果は複数の臨床試験において確かめられている。たとえば 3177 人の日本人 AGA 患者を対象に行った試験^{※2}では、2 年半の AGA 治療で改善効果と安全性が認

められ、進行の早期から治療した若い患者で改善効果がとくに高かった。また 532 人の日本人 AGA 患者を対象に行った試験^{※3}では、10 年間フィナステリドを内服した患者の 99% で進行の予防がみられ、91% で明らかな改善効果が認められた。

ただし、柳澤医師によれば、このような改善効果は自分で鏡を見ているだけでは、なかなか実感しにくいという。「AGA 内服薬の効果は年単位でうぶ毛がゆっくりふえていく程度

なので、うぶ毛の写った写真を比較すると効果を実感できますが、写真がないと実感できないことがほとんどです。クリニックでは必ず写真を撮って確認していただくので、91% 以上の方で改善効果を確認できます」と柳澤医師はいう。薬の内服開始から半年ほどでうぶ毛がゆっくりふえ、1 年後にはある程度の改善効果が確認できるが、その後はゆるやかな変化になっていくために患者の期待にくらべると効果は緩慢なのだという。

日本皮膚科学会ガイドライン (2017 年版) による脱毛症の治療法と推奨度

2017 年に改定された日本皮膚科学会のガイドラインの概要をまとめた。治療法の種類によって推奨度に差があることに注意が必要だ。

治療法	推奨度
フィナステリドの内服	AGA (男性型脱毛症) には「行うよう強く勧める」 女性型脱毛症には「行うべきではない」
デュタステリドの内服	AGA (男性型脱毛症) には「行うよう強く勧める」 女性型脱毛症には「行うべきではない」
ミノキシジルの外用	「行うよう強く勧める」
自毛植毛術	AGA (男性型脱毛症) には「行うよう勧める」 女性型脱毛症には「行ってもよい」
人工毛植毛術	「行うべきではない」
LED および低出力レーザー照射	「行うよう勧める」
アデノシンの外用	AGA (男性型脱毛症) には「行うよう勧める」 女性型脱毛症には「行ってもよい」
カルプロニウム、t-フラバノン、サイトプリン およびペンタデカン、ケトコナゾールの外用	「行ってもよい」
かつらの着用	「行ってもよい」
ビマトプロストおよびラタノプロストの外用	「行わないほうがよい」
成長因子導入および細胞移植療法	「行わないほうがよい」
ミノキシジルの内服	「行うべきではない」

※1 : 板見 智:日本人成人男性における毛髪(男性型脱毛)に関する意識調査, 日本医事新報, 2004; 4209: 27-29.

柳澤医師は、次のようにつづける。「自由診療なので、平均して1か月5000円前後の治療費がかかりますが、内服をやめるとまた脱毛症が進行してしまいます。費用がかかる治療をいつまでつづければよいのか、という問題もあります。私は患者さんに、髪の毛が大切だと思う場合は内服をつづけたらどうですか、とアドバイスしており、なかには90歳で服薬しつづける患者さんもいます。」

女性の脱毛症にはさまざまな原因がある

女性の場合は、男性のAGAのように明確な原因が解明されているわけ

ではなく、さまざまな要因が合わさって脱毛症をおこすことが多い。このような女性にみられる脱毛症は「女性型脱毛症」と総称され、次の三つの脱毛パターンに分けられる。

一つ目は、前頭部の生え際部分をつけて薄毛になるもの。二つ目は、前頭部の生え際部分をさげ、頭頂部から前頭部にかけてクリスマスツリーの形のように広がる薄毛だ。三つ目は、男性のAGAと同じように前頭部と頭頂部に広がる薄毛だ。

女性型脱毛症の多くは休止期脱毛症とされる。女性ホルモン（エストロゲン）の分泌低下、加齢による毛包の老化、環境や社会的因子などの関

与が考えられているが、未解明部分が多く残されている。

「ただし、女性型脱毛症の一部には、更年期以降にみられ、AGAと同じ原理で発症するものがあるとわかっています」と辻博士は指摘する。男性と同様に、女性の前頭部や頭頂部の毛包にもII型5 α -還元酵素がある。閉経前は女性ホルモンの量が多く、ジヒドロステロンの作用はおおいかくされている。ところが閉経をむかえると女性ホルモン量が少なくなって相対的にテストステロンおよびジヒドロステロンの割合がふえ、それらの作用が強くなるのだ。

女性型脱毛症の治療にはミノキシジル外用薬が強く推奨されているが、

原因がさまざまなだけに明らかな効果が認められないことも少なくない。AGAタイプの女性型脱毛症（FAGA）であっても、フィナステリドやデュタステリドの内服は行うべきではないとされている（119ページの表）。女性がフィナステリドやデュタステリドを内服した場合、かりに妊娠していると胎児の発育に悪影響をあたえることが理由だ。

「自毛植毛手術」の一部にひそむ闇

治療しても改善が不十分な脱毛症の治療として古くから行われているものに、「自毛植毛手術」がある。「軟

毛化していない、主に後頭部の毛包を採取して、脱毛症部位に移植するというものです。治療を希望するのは男性がほとんどですが、女性もふえてきています」と柳澤医師は語る。

くりかえしになるが、AGA患者でも後頭部の毛包は正常に維持される。そのため、後頭部の太く長い毛を移植することで脱毛症を治療することができる。毛包の採取方法には次の2種類がある。古くから行われている、頭皮を帯状に切除・縫合して多数の毛包を採取する「FUT手術」と、毛包を一つずつくりぬくように採取する比較的新しい「FUE手術」だ。

後頭部由来の毛包はジヒドロテストステロンの影響を受けないので、生

着すれば、やがて正常な毛周期をくりかえすようになり、太く長い髪の毛が生えつづけるようになる。「1回の植毛手術で1000～2000株の毛包を移植することが可能です。脱毛範囲や希望密度によって株数や費用が変わりますが、患者さんのご希望次第です」。そう話す柳澤医師は、次のようにも指摘する。

「国際学会では、海外の一部で行われている、医学的・技術的に問題のある『植毛ツーリズム』について注意喚起しています。植毛手術の一部は、患者さんの弱みにつけこんだブラックマーケットになっているのが現状で、国際的にも大きな問題になっているのです。」

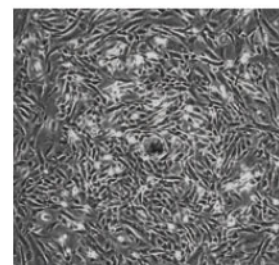
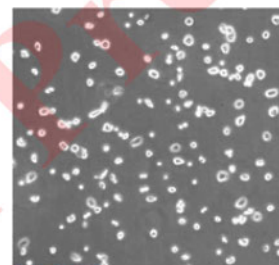
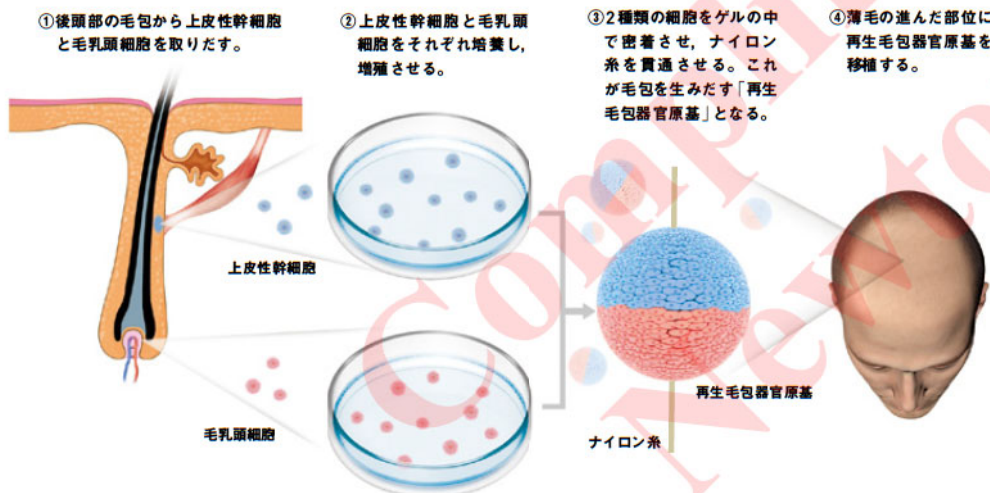
「毛髪工場」の元を移植して発毛させる

「自毛植毛の広がりや、見た目を若く保ち、生活の質（QOL）を高めていくことに大きな関心が広がっていることを示しています」。そう指摘する辻博士は、2007年から体外で毛包の完全な再生をめざして研究をつづけている。「私たちの研究は、毛包の元になる原基（再生毛包器官原基）を人工的に作りだし、それを頭皮に移植するというものです。ヒトで実現すれば、幅広い脱毛症に適用できると考えています。現在、臨床試験をはじめられるところまでごぎつています」（辻博士）。

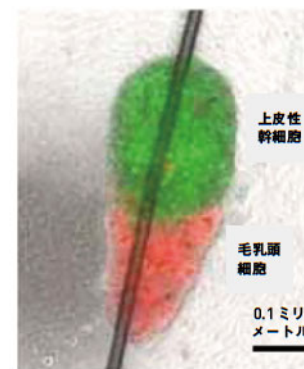
マウスを用いた毛髪再生研究の初期の成果は、次のようなものだった。マウス胎児の皮膚組織の細胞をバラバラにし、ふたたび一定の大きさのかたまりにしてヌードマウス（免疫系が阻害された毛のないマウス）の皮膚

毛包の元を体外で大量につくって移植する「毛包再生医療」

辻博士らのグループが研究を進めている「毛包再生医療」のしくみを下のイラストに示した。後頭部の毛包から「上皮性幹細胞」と「毛乳頭細胞」を取りだし（①）、それらを培養して増殖させる（②）。2種類の細胞をゲルの中で密着させて、ナイロン糸を貫通させる。これが毛包を生み出す「再生毛包器官原基」となる（③）。これを大量につくり、薄毛の進んだ部位に移植する（④）。



2種類の細胞と再生毛包器官原基の顕微鏡画像を示した。





再生毛包器官原基を移植したマウス

辻博士らがマウスのひげの毛包からつくった再生毛包器官原基を背中に移植したヌードマウスの写真。1個あたり約4本の毛包を含む再生毛包器官原基を28個移植したところ、移植した部位から再生毛が生えた。移植から21日後には、再生毛の毛幹密度は1平方センチメートルあたり124本となった。日本人の頭髪の密度は1平方センチメートルあたり60~120本といわれており、天然のヒト頭髪と同等の密度をもつ毛髪が再生可能であることが示された。

に移植したところ、500本の毛が生えたというものだ。ただし、この研究では毛穴をつくれなかったという。「そのため、皮膚をはぎとって毛が外に出るようにしており、毛の密度や流れもコントロールできていませんでした」と辻博士はいう。

2007年には、胎児マウスの2種類の細胞（上皮性幹細胞と毛乳頭細胞）を高密度に区画化して配置することによって、毛包の元になる「再生毛包器官原基」をつくりだすことに成功した^{※4}。さらに2012年には、胎児マウスではなく、成体マウスの毛包から取りだした細胞から再生毛包器官原基をつくりだすことにも成功した。その手法は、成体マウスの毛包のバルジ領域内にある幹細胞（上皮性幹細胞）と、毛乳頭にある毛乳頭細胞を取りだし、密着させるというものだ（120ページの図）。

毛穴づくりのポイントは ナイロン糸の挿入

さらに辻博士らは並行して、毛包が発生する位置と密度を制御する技

術や、毛穴をつくるために原基にナイロン糸を貫通させておく技術の開発にも取り組んだ。この技術では、密着させた毛包上皮幹細胞と毛乳頭細胞を、コラーゲンでできたゲル内で高密度に区画化し、鈴カステラのように3次元に配置する。「その際に、鈴カステラ構造を貫通させるようにナイロン糸を挿入しておくのがポイントです。すると、毛はこの穴から成長してのびていき、挿入しておいたナイロン糸は自然に抜けていくのです」と辻博士は話す。

この手法により、2012年には、成体マウスの細胞からつくった再生毛包器官原基をヌードマウスの皮膚に移植して、74%の確率で発毛させることに成功した^{※5}。ヒトの頭髪と同等の1平方センチメートルあたり60~120本の毛を生やすことができたという。

辻博士らは、製造や品質管理の手法も2018年までに開発し、2020年までに動物実験による安全性・毒性・がん化リスクなどの検証を終えたという。2020年6月には特定認定再生医療等委員会の承認を得て、器官再

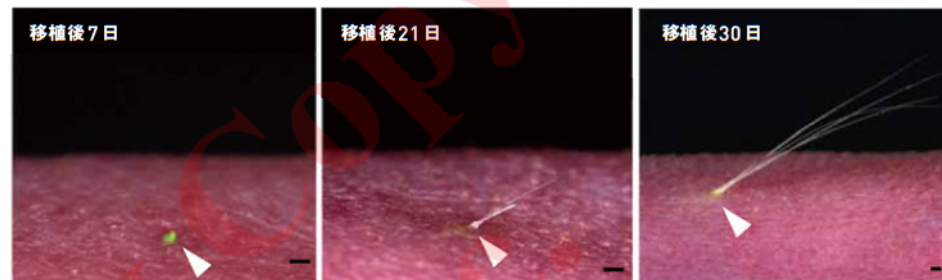
生として世界初となるヒトでの臨床研究をはじめの予定になっていた。ところが、事業展開を行うベンチャー企業が資金の事情によりストップしてしまったという。「現在はベンチャーが再スタートし、2024年度から臨床研究をはじめの段取りがつかいところですよ」（辻博士）。

第2世代、第3世代の 毛包原基も開発中

辻博士は現在、さらに改良を加えた再生毛包器官原基の開発を進めている。AGAの重症例では、毛包だけでなく周囲の組織も異常になっていることが明らかになったからだ。

重症例の中には、皮下組織が薄くなって、かたくなってしまふものがあった。この場合には、毛包器官原基を移植しても生着しないのだ。「検証の結果、毛包の発生を支持する機能をもつ幹細胞が皮下組織中の一部にあり、それが失われているためであることを突き止めました」（辻博士）。

これをきっかけにして、従来の再生毛包器官原基（第1世代）と毛包発



再生毛包器官原基の移植による毛穴の再生

成体マウスに移植した再生毛包器官原基から再生毛が生えてくるようす（スケールバーは0.1ミリメートル）。ナイロン糸がガイドとなって毛穴が再生され、移植した部位（矢頭）から再生毛が外にのびてきていることがわかる。

生支持細胞を組み合わせ、第2世代の再生毛包器官原基がマウスモデルで開発された。さらに、第2世代の再生毛包器官原基を生体外で培養し、完全な毛包にまで分化させた、第3世代の「再生毛包器官」を開発することにも成功した。第2世代は2026年以降に、第3世代は2027年以降に順次、ヒトでの臨床試験に入ることを想定しているという。

「私たちの第3世代の再生毛包器官が移植可能になれば、自毛植毛と同等になり、毛髪再生医療は完成します」と辻博士は話す。とはいっても、マウスでできたことをヒトで実現することはかんたんではないという。炎症、感染、がん化などがおきないかを確かめることも重要なポイントとなる。辻博士は、炎症や感染は制御可能で、第1世代の再生毛包器官原基を用いたマウスではがん化がおきないことを確認したとしている。

活発に行われる 毛髪再生研究

理化学研究所の辻博士らのグルー

※6 : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0190962220302723>

プのほかにも、複数のグループが毛髪の再生医療の実現をめざした研究を進めている。東京医科大学、東邦大学、資生堂による共同研究チームは2020年に、被験者の後頭部から採取した毛乳頭前駆細胞を培養して特別な加工をほどこし、脱毛部位に注射するという臨床試験の結果を報告した^{※6}。50人の男性と15人の女性が被験者となり、注射後12か月にわたって毛髪の密度や太さを測定したところ、6か月後および9か月後に毛乳頭前駆細胞を移植した患者では毛髪の密度や太さが有意に増加したという。発毛効果に性差はなく、重大な副作用（有害事象）も認められなかったとしている。

基礎的な研究としては、横浜国立大学などのチームが2020年より「再生毛髪的大量調整革新技術開発プロジェクト」^{※7}を進めている。移植用の毛包原基を大量につくりだすことをめざしたものだ。毛乳頭細胞に電気刺激をあたえて大量培養する研究や、細胞の自己組織化を利用した「毛包オルガノイド（生体外の毛包組織）」を作製する研究などを行っている。

※7 : https://www.kistec.jp/kistec-manage/wp-content/uploads/2022_annl_rprt_7.yubo_3.pdf

脱毛症患者は、国内で2500万人以上に達するとされる。それだけ毛髪の再生医療の需要が大きいといえるだろう。毛髪の完全再生をめざす研究は、国内外で、ますます活発化していくことが予想される。

毛髪の完全再生を 臓器再生の足がかりに

現状の自毛植毛では毛包の数をふやせないのに対して、辻博士らがめざす毛髪再生では毛包の数を50~100倍に増幅できる。実用化されれば、多くの脱毛症患者が自分で満足できる毛髪を手に入れることができるだろう。

「超高齢化社会をむかえ、QOL（生活の質）を維持しつつ寿命をまっとうする医療が求められています。その一つに臓器再生がありますが、私たちの毛包再生技術がその足がかりになると考えて完成をめざしています」と辻博士は話す。人体の臓器の再生を視野に入れた毛髪の再生研究のさらなる進展に期待したい。

（執筆・西村尚子）

※4 : Nature Methods 4, 227-230, 2007

※5 : Nature Commun. 3, 784, 2012, Sci. Rep. 2, 424, 2012