

ADERANS PLUS

研究開発レポート
2024 Spring Vol.07

巻頭特集

P 02 ヘルスケアと毛髪研究が築く明日

最新毛髪科学の現場から

P 05 新毛材 CYBER X

P 08 悩みに寄りそう長井式植毛

P 10 皮膚科領域における外見ケアの重要性

P 12 α リポ酸誘導体による外見ケア研究

P 15 生体分子解析への期待

P 18 光触媒の新たな展開

P 21 L'HOMME ADERANS開発

商品レポート

P 23 NMN エスコート

これから
の
ウェルネスの
あり方

特集



Aderans

ヘルスケアと 毛髪研究が築く明日

医療は病気を治すだけから、患者さん一人ひとりの望みを叶える時代に変化しています。

そのためには、産学連携も重要な鍵となります。

順天堂大学 新井一学長と、株式会社アデランス 津村佳宏社長に
医療トレンド、産学連携とその社会貢献についてお話を伺いました。



株式会社アデランス 代表取締役社長 グループ CEO

津村佳宏

Tsumura Yoshihiro

1963年広島県出身。82年、同社入社。東北営業部長、営業本部長、代表取締役専務、同副社長を経て、2017年に代表取締役社長に就任。早稲田大学人間科学部卒。金沢工業大学客員研究員。毛髪診断士認定指導講師。日本経営倫理学会所属。一般財団法人日本化粧品療法医学会 副代表理事



順天堂大学 学長 日本脳神経外科学会認定医

新井一

Arai Hajime

順天堂大学医学部卒業後、同大学医学部脳神経外科入局。米国NIH(Laboratory of Neurochemistry, NINCDS)および米国フロリダ大学脳神経外科留学。平成14年 順天堂大学医学部脳神経外科 教授。平成20年 順天堂大学医学部付属順天堂医院院長。平成23年 順天堂大学大学院医学研究科長・医学部長。平成28年4月 順天堂大学学長就任、現在に至る。日本脳神経外科学会認定医

—— 日本医学会総会からみる医療・ヘルスケアにおけるトレンド

新井一●第31回日本医学会総会2023東京では、「ビッグデータが拓く未来の医学と医療」というテーマに即し、様々な取り組みがなされました。日本医学会総会の目的の一つに、多くの皆様に医学や医療を理解していただくというものがあります。一部オンラインも含め、多くの方が参加し、たくさんの情報発信、交換ができたものと思っています。今回の会場は東京国際フォーラムという地の利もあり、その規模からも、総会の目的を達成できたのではないかと感じています。総会では様々な演題がありましたが、私自身はゲノム医療、ロボットを活用した医療（ロボテックス）、再生医療に加え、AIを活用した臨床データの解析、いわゆるリアルワールドデータ解析から新しい知見を見いだすことなどに注目しました。

ゲノム医療はDNAに着目し始めましたが、その次にはRNA、タンパク質、そして代謝産物があり、これらを包括的に研究することで、特定の疾患を解析していくことが可能になると考えられます。ゲノム解析は大変費用がかかるものですが、近年の技術革新により廉価になったことは、研究発展の大きな後押しになりました。また、AIの出現で様々な情報の網羅的な解析が可能になりました。もちろん、これですべてを解決できるわけではありませんが、いくつかの疾患や病態で重要な情報が見いだされていることは注目に値すると思います。マルチオミクスは生体内の機能を担う様々な物質について、総合的・網羅的に研究する学問分野ですが、近年様々な研究報告がされ、アデランスも

その一部に寄与しているようですが、今後大いに期待したい領域です。

—— 毛髪研究から見る健康と社会貢献

津村佳宏●弊社がマルチオミクスに取り組むきっかけとなったのは、理化学研究所などが中心となった毛髪診断コンソーシアムに参加したことです。このコンソーシアムに参加することで、ヒト毛髪を用いたヘルスケアの検討を行いました。現在、毛髪コンソーシアムの活動は終了しましたが、ここで得られた知見や技術を発展させ、毛髪中成分のプロテオミクス、メタボロミクス・リビドミクスおよびメタロミクスに関する研究を継続させています。

その結果、プロテオミクスでは4300種を超えるタンパク質を毛髪から検出し、日本皮膚科学会や世界毛髪研究会議などで発表を行いました。メタボロミクス・リビドミクスでは外部研究機関と共同研究を実施しており、本年度の脂質生化学会にて、毛髪中から500種を超える脂質を検出したことを発表しました。メタロミクスでは毛髪中の微量元素解析に取り組み、外部研究機関と協力して、毛髪中のミネラルに関する研究を進めており、昨年第8回メタロミクスに関する国際会議でポスター発表を行いました。

弊社はウィッグ会社のイメージが強いと思いますが、実は医療関連のサポートも多数行っています。発端は小児の円形脱毛症、抗がん剤による脱毛への対処、傷や皮膚の損傷など、医療に対する相談が増加したことに始まりました。小児向けのウィッグでは1978年から「愛のチャリティ」を実施し、対象となる疾患をお持ちの方にウィッグをプレゼントしています。抗がん剤で治療された

患者さんでは、脱毛だけでなく、皮膚が弱く、敏感になっている方も多いため、そういう方に適したウィッグの開発なども行ってきました。多くの高度な要望にお応えすべく、大学などと連携して対応しています。

毛髪産業をリードする企業として、ヒト毛髪の性質などをより詳細に把握し、その内容から社会や健康に還元できることがないか、常に模索しています。これらの研究に若手の社員も積極的に参加してもらい、研究を通して毛髪に対する理解を一層深め、皆様のより良い生活に活用できればと考えています。

—— EBMとNBMの両立をめざす

新井●手術の傷の治癒、抗がん剤による脱毛などは、患者さんにとっては非常に重要な問題です。しかしながら、医療機関では疾患の治療を最優先し、患者さんの声が時として大きくとらえられていないこともありました。現在は先端治療で疾患を治療すること、また新しい治療を開発することだけでなく、患者さんに寄り添う部分にも光をあてることの重要性が高く認識されています。この両面を行わないと医学・医療は成立しない時代になりました。

私たちは最先端の研究をして新しいエビデンスを作る、そしてそのエビデンスに基づいて医学を行っていく、つまりevidence-based medicine (EBM: 根拠 (エビデンス) に基づく医療) を実施しています。この基となる新しいエビデンスを数多く創出することは、大学の活動としては非常に大切です。同時にnarrative-based medicine (NBM: 物語と対話に基づく医療) も重視されなくてはなりません。人は生まれて



亡くなるまで、それぞれに一生という物語があります。人生において病気になれば、医療が介入し、医師や看護師がその方の人生に関与します。患者さんの人生という物語を尊重することが必要になります。がんを患い、治療のために抗がん剤を使用した結果、脱毛が生じ、それを苦に外出を控えると、その方の人生の活力が低下してしまいます。EBMを構築し、それに基づいた医療を実践するだけでなく、患者さんが抱える問題を全人的に把握し、治療方法を考える医療であるNBMも行い、この両面を見て、前に進んでいかなければならないと思います。

—— 毛髪産業だから可能な医療支援

津村●弊社では、脱毛症や抗がん剤治療による脱毛に対する患者さん支援を長く続けてきました。ウィッグ、赤色LED、αリポ酸誘導体など、大学や大学病院などとの産学共同研究で、エビデンスを構築しています。その結果、日本皮膚科学会の「男性型および女性型脱毛症診療ガイドライン 2017年版」で、LEDは推奨度Bで、ウィッグは推奨度C1で、QOLが低下している場合に、行っても良いと、まさにEBM、NBMの両者にアプローチしています。これらの研究成果の陰には特許も数多く出願しています。

毛髪に関連する事業だけでなく、外見ケアに寄与する努力を続けて、医療、健康、美容へと幅広く、多くの皆様の健康やQOL、そして社会に貢献していきたいと思っています。



—— 順天堂大学における学外との「知の共有」

新井●多くの皆様が毎日をよりよく生きるための健康維持や増進には、企業と研究機関、つまり産学の連携は必須です。大学の使命は教育と研究と社会貢献です。医学部や附属病院などを通して、診療だけでなく、研究からも新しい知見を世界に発信することが重要だと考えています。現在ある治療法で病める方々を救うだけでなく、診療から治療のヒントを得て、新しい治療や技術を開発し創出することも、広い意味での社会貢献だと考えています。

順天堂大学は私学ですので、経済的にも自立しないと研究はできません。そのため、学内にacademic research organization (ARO)を設立しました。新しい研究をし、その結果を世界に発信する。そして研究費を獲得する。これらを可能にする組織を作りました。また、open innovation centerであるGAUDI (ガウディ)では、ライフサイエンス分野における研究開発を促進し、開発シーズ(種)を社会実装させることを使命としています。学内外の人が混じり合い、新しい治療を創出する、そのような仕組みを作ったところです。

病院については、2020年に臨床試験中核病院に認定されましたので、治験や臨床研究など活発に展開していけるよう、サポート体制として、AROが重要な役割を果たしてくれています。

大学は研究をし、その成果を世に問う機関でもあります。従来はいわゆる良い論文がよしとされましたが、これからは研究成果を社会に創出する努力が必要になると思います。我々が持っているシーズをうまく企業と協力して、実装を測ることが重要になると考えています。スタートアップにはファンドが必要になるかもしれませんが。それには、企業に後押しをしていただくことも必要でしょう。またあるいは大学自身がファンドを持ってスタートアップを育成することもあるかもしれません。

現在、順天堂大学には研究シーズがたくさんあると思っています。それらを資材化する努力が必要です。その一つとして、technology licensing organization (TLO)では、国内および国際特許の取得を積極的に支援しています。これらの特許をベースに、我々の研究に興味を持っていただける外部のベンチャーキャピタルから出資を募り、スタートアップさせ、さらに外部の企業から投資をしていただけたらと思っています。それが上市できれば、そこでキャピタルゲインを得る、そして、そこからもう一度学内のシーズに投資を行うという、エコシステムを構築していければと考えています。このような構想には、企業の協力は不可欠です。大学の研究が良い方向に向かっていく、さらには日本の研究が良い方向に動くシステムが回り始めることを願っています。



—— 得意分野を共有し、社会還元を

新井●産学が互いのシーズやニーズを共有し、今まで以上に社会貢献することは大切です。研究には長い時間と費用が必要です。国としても、より良い仕組みを構築したり、サポートする環境を整えることも必要になるでしょう。今後も産学、互いの得意分野をうまく活用し、社会還元していくことが大切だと思います。そして多くの皆様が健康で活き活きとした生活を送れる社会を構築できればと考えています。

新毛材 CYBER X (サイバーエックス)

自然で快適な 人工毛髪をめざして こだわり抜いた技術の集大成

より自然で快適な使い心地を実現した人工毛髪の開発には、地道な人毛データの収集や分析、新しい技術開発や発見の活用、そしてユーザーの声などが織り込まれています。新人工毛髪サイバーエックス、研究と開発の成果をご紹介します。

東京工業大学 物質理工学院 特任教授

鞠谷 雄士

Kikutani Takeshi

東京工業大学大学院繊維工学専攻博士後期課程修了。2020年に東京工業大学物質理工学院教授を定年退職。引き続き同学院特任教授に就任し、2021年より京都工芸繊維大学特任教授を併任。一般社団法人繊維学会会長、一般社団法人プラスチック成形加工学会会長、米国繊維学会会長などを歴任。

— 15年の歳月をかけて開発されたサイバーエックス

新毛材の開発は産学連携で始まりました。私の研究室は合成繊維の研究を行っています。人工毛髪については、株式会社アデランスで長年蓄積された知識や経験がありました。しかしながら、その研究過程では様々な困難もあり、私の研究室ではそれらの問題解決の手助けやアドバイスをしてきました。今回新たに開発された人工毛髪「サイバーエックス」は、15年の歳月をかけて共に目指した究極の人工毛髪です。その開発は、「おもしろい現象が見つかった」という報告と相談から始まりました。

— 人毛に似た「特殊技術の海島構造」を有する繊維の開発

人毛の表面はキューティクルに覆われ、うろこ状をしているため、人工毛髪ではいかに表面を荒らし、人毛に近づけるかが大切で、その荒らし方に工夫を凝らしていました。ある日、アデランスの研究員さんが、「一所懸命に繊維を作っていたところ、繊維の表面がデコボコになってしまった」と相談に来ました。通常、合成繊維を作ると、繊維の表面はツルツルになります。しかし、何もしていないのに、表面がデコボコの繊維ができてしまったと言うのです。そして、なぜそうなったのかわからないと相談に来たのでした。その繊維を確認すると、確かに表面がデコボコしています。それでなぜこのような現象が起こるのか、その基本原理と一緒に考えることにしました。

なぞを解き明かすために、まず同じ条件で、東工大の機器でもその合成繊維を作ってみました。

すると、確かに同じ現象、つまり表面がデコボコの繊維が出来上がりました。さらに様々な実験を行った結果、この現象は一般的な技術だということがわかりました。そこで、繊維を作る材料の組み合わせや条件を変え、人毛のキューティクルに近いデコボコ構造を作り出す方法を探しました。また、どのようにデコボコがあらわれてくるか、その過程も解析し、デコボコのできる基本原理を追求しました。しかし、デコボコを出そうとすると、合成繊維特有の性質である強さや硬さが損なわれることもありました。様々な細かい研究、解析を経て、究極に人毛に似た合成繊維にたどりついたのがサイバーエックスです。この研究には当研究室の学生も加わり、彼女はこの研究で学位論文を書き、博士号を取得しました。それだけ奥の深い研究であり、高分子、繊維の専門家の目から見ても、とても珍しい現象

だったと思います。それに加え、一般性がある現象が新たに見つかったということで、サイバーエックスの特徴である「特殊技術の海鳥（うみしま）構造」が完成しました（図1）。

—— 「海鳥構造」がもたらした自然なツヤ

通常、海鳥構造の繊維の表面はツルツルですが、特殊技術の海鳥構造をもつサイバーエックスは表面にデコボコがあるため、一般の合成繊維特有の不自然な光沢ではなく、自然なツヤがあります。この自然なツヤに関しては、「ツヤ消し技術」として特許（特許第5518857号）も出願しています。

—— 静電気の抑制

ブラッシング時など人毛では静電気が起こります。

人工毛髪でも人毛と同じように静電気に注意が必要です。長年人工毛髪開発に携わってきた会社には、膨大な人毛および人工毛髪データの蓄積されています。これらを駆使して、静電気の抑制*について、検討が行われ、繊維中に電気を流すものを少しだけ混ぜ込むと、静電気の抑制ができることが判りました（図2）。この技術に関しても、特許（特許第7123291号）を出願しています。

※従来の人工毛との比較

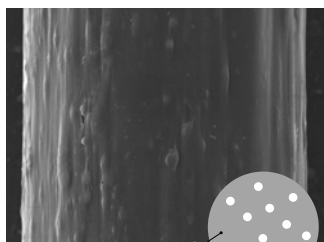
—— 理想的な産学共同が生み出したサイバーエックス

今回、「海鳥構造」に関わる特殊な現象が見つかり、それを積極的に制御して、全く新しい技術で人工毛髪ができたことを大変うれしく思っています。製品開発の究極のところは、毛髪のスベチャリ

ストの技術者が最後の詰めをしてくれました。原理、現象などの学問的な追究は私の研究室で、ユーザーのニーズや製品化までの細かい詰めはアデランスでと、それぞれの役割分担で行いました。まさに理想的な産学連携です。

サイバーエックスの開発過程で感じたこととして、様々な外部の技術や経験を取り込みながら、物を作り上げていく楽しさと喜びです。産学連携では外部の機関と密接に連絡を取りながら、物を作り上げていかなくてはなりません。その面でもアデランスは非常に長けた企業だと思います。良い意味でのマニアックな研究者が多く、物事を深く追究する姿勢があります。魅力的なキャラクターの研究員やそれを助ける人がいて、すべての面でうまく歯車が合い、研究開発が進んでいきました。サイバーエックスはいわば芸術作品だと思っています。

図 1

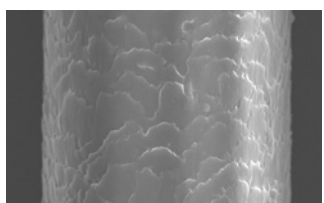


海：ポリアミド
島：ポリエステル

特殊技術の海鳥構造の表面画像



一般的な合成繊維の表面画像

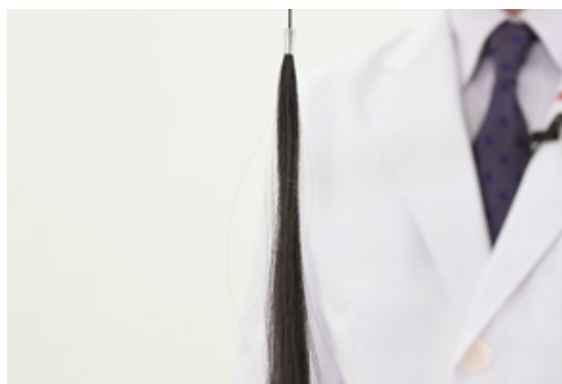


人毛の表面画像

図 2 自社実験：毛髪をビニール袋の中に入れて10回ブラッシング



従来の人工毛



CYBER X



—— 繊維の専門家の目でみる人工毛髪開発の魅力

合成繊維は衣類など、私たちの生活の身近なところにあります。一般の衣類に用いられるような合成繊維は、低予算で短期間での開発が要求されます。合成繊維の専門家から見ると、人工毛髪は合成繊維の中でも特殊なものです。人工毛髪は究極に人の毛髪に似せて作られ、色や太さ、質感や強度だけでなく、装着感やメンテナンスのしやすさなども考慮しなくてはなりません。特別な合成繊維のため、その開発には時間も費用もかけて、たくさんの材料や工夫を凝らし、技術集約を行うことができます。研究者にとっては、自由度が高く、魅力的な研究と言えると思います。

—— 人を幸せにする繊維

人工毛髪を開発を手掛けて、「人の幸せの手助け」ができたことは研究者として非常にうれしいことです。最近では「見た目」や「外見」が大きく人の心や健康に関与することが言われるようになりました。病気や薄毛で悩み苦しむ方が、人工毛髪を活用して、その悩みを解決できればと思います。単純にウィッグや増毛の活用と言いますが、一般の合成繊維では悩める方々の要望に十分応えているのでしょうか。人の毛髪は太陽光、蛍光灯、カクテルライトなど光の種類に

よって見え方が変わります。雨が降れば髪がまとまりにくかったり、濡れれば質感も変わります。人工毛髪を使われる方の目線でみれば、人毛と見分けがつかない質感、ツヤ、手触りの人工毛髪が必要なのだと思います。このような細かなところまで制御して、作り上げた究極の製品開発の結果がサイバーエックスだと思っています。第14回アジア繊維会議において、サイバーエ

ックスが「テキスタイル材料分野における最優秀論文賞」を受賞したことは、この製品の誇るべき評価の一つであると思います。

色々な物の見方、経験や知識が力を合わせて、互いに支え合い、同じ目標に向かって進んでいく、素晴らしい経験ができました。そしてその結果が、どこかで誰かを幸せにできていると考えると、非常に満足のいく研究だったと思います。





一人ひとりに最適な方法で、 長井式植毛の 確立者 長井正壽先生と植毛

医療法人社団 彩恵会 ヘアー&スキンクリニック 技術統括医師

長井正壽

Nagai Masahisa

国際毛髪外科学会フェローメンバー (FISHRS)
アメリカ毛髪外科学会専門医および専門医口頭試験試験官 (ABHRS)
前日本臨床毛髪学会会長 (JSCHR)
日本形成外科学会会員 (JSPRS)

— 植毛の権威ロン・シャピロー医師との出会い

私が植毛を専門に選んだきっかけは、26年前に海外の植毛をライブ手術で見たことに始まります。私は父も祖父も薄毛だったので、当然自分もいつかはそうなると思っていました。ライブ手術の後半、当時の日本では行われていない過程を見て、「これは何だ!？」と思い、次々と質問を投げかけました。この技術を学びたい、ぜひ自分の手技に取り入れたいと強く思い、当時、世界のトップクラスであった海外の6人の植毛医師に手紙を書きました。その中でたった一人、それも植毛界では世界的権威のロン・シャピロー医師だけが返事をくれました。教科書に載るようなロン・シャピローの植毛法、その開発医師から直接学ぶ機会を得ることができ、また、私の毛髪は彼の手で植毛され、満足のいく、とても自然な仕上がりになりました。

— アジア人に適した長井式植毛の確立

ロン・シャピロー医師の植毛法は優れた

点も多いですが、やはり欧米人向けの植毛法です。私は彼に習った方法を、手先の器用な日本人向けに、またアジア人特有の毛髪用に改善を加えて、「長井式植毛」を作り上げました。従来の植毛では実現できなかった、移植毛の採取方法、毛髪の

株分け、移植された毛髪は角度、毛の向きや毛質なども検討し、傷をほとんど残さず、自然な髪の流れが再現される植毛法を確立しました。長井式植毛では、商標登録も2つ取得しています。

図1 長井式植毛の14工程

1. 病歴聴取とマイクロスコープを使った適切な診断
2. AGAの程度に合わせた将来も自然に見えるための理論に基づく移植部デザイン
3. 移植部面積の大きさと、最も効率の良い30株/cm²の密度から計算する正確な移植株数
4. ドナー採取部位の上下、左右の可動性チェックと以前のオペや外傷歴から安全な採取部位を判断
5. 麻酔は患者さまと医師の意思の疎通が可能な、局所麻酔と神経ブロック麻酔で行う
6. 採取部位に1cm²のマスを5個以上書いて、平均密度を計算
7. FUEにおいてはこの密度の25%までの採取株数として、採取株数に応じて、6cm²のマスを複数書き、均等に採取を行い、頭皮が透ける事を防ぐ
8. マス目毎に必ず10株以上のテストくり抜きを行い、切断の有無を確認して採取率を上げる
9. FUSSにおいては平均密度を参考に、紡錘形ではなく下弦の月型のデザインと採取部位の高さを1-1.2センチに設定
10. 二段階切開法で毛根切断を1%未満に抑える
11. 二段階縫合法で縫合部位の無毛部位を可能な限り2ミリ以内にとどめる
12. 株分けはマンティス実体顕微鏡を使用して、一本毛は0.8ミリ、二本毛は0.9ミリ幅、眉毛は0.7ミリ幅の涙目型に整える
13. 毛穴作成は移植部に残って生えている既存毛の流れや角度などを参考に、マイクロブレードでラインスリットを作成
14. 移植は二本のセッションを使い、極小の毛穴に丁寧に移植する

— 特徴的な 14 の工程

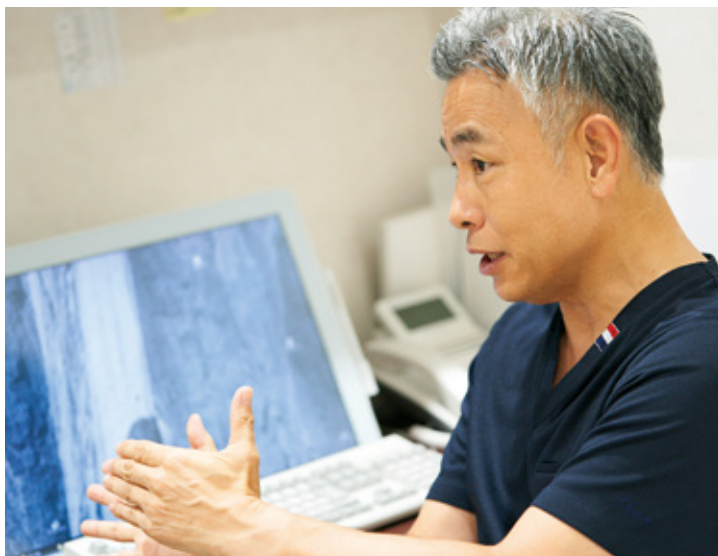
長井式植毛には 14 の工程があります (図 1)。この植毛法を学んだ方が、きちんと私と同じ植毛を再現できるよう、どうすれば良いかを熟考し、その結果生み出された方式です。

一見、工程数が多いように見えますが、実は一工程の内容が少なく、これはわかりやすいことにつながります。

— 長井式植毛の特徴

長井式植毛の工程内容は客観的かつ明確です。これはまず、医師が内容を客観的に理解できます。そして、同時に医師は患者さんにも客観的に長井式植毛を説明でき、かつ患者さんも客観的に理解できるものと考えています。

また、植毛する毛髪は後頭部から採取しますが、その数は限られています。そのため、採取後も自然に見えるよう、均等に採取し、後頭部も薄く見えないように調整します。植毛後の毛髪は髪の流れが自然になるように様々な工夫をしています。植毛時には毛髪の角度、流れ、向き、毛質などを考慮し、毛穴を作りますが、長井式植毛ではその毛穴はラインスリットです。ホールスリットに比べ、ラインスリットの方が自然で美しい仕上がりになると感じています (図 2)。



— 患者さん一人ひとりに最適な方法を

現在、薄毛の治療には様々な方法があります。植毛を希望される方には、まず正確な術前診断を行います。医薬品で改善が望める場合は、まず医薬品の使用をお勧めします。植毛の適応があるかどうか、しっかりと見極めて、必要な方に必要な治療を行っています。大切なことは、患者さんが私のところにいらっしゃる前より、幸せな気分でお帰りになれるよう、最適な方法をご提案できることだと思います。その選択をしてよかったですと思えるよう、不要な方に手術は勧めません。また、私の施術は 1日に 1人です。それだけ、丁寧に、精密に、時間と手間をかけて、集中力を持って行っています。

— 新たな技術も視野に入れ

後頭部から採取する毛髪には、数に限りがあります。今後、再生医療などの技術が確立されれば、後頭部からの採取量が少なくて済むようになるかもしれません。また、正確に採取が可能な機材、均等に必要分だけ採取ができる機械などが開発されれば、植毛の工程の一つである採取に注力する時間や手間が省ける可能性もあります。今後の機器や技術の発展も楽しみです。

— 植毛医を希望する方へ

植毛医を希望される医師には、基本ですが、まず医療が好きで、誰かがどこかで急変し

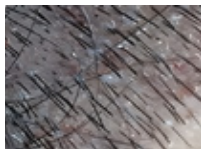
でも対応できる方が良いと考えます。常に努力し、勉強を続けていくことも必要です。私自身も日々、勉強を続けています。ABHRS (アメリカ毛髪外科学会専門医制度) などの資格をとることも一つの方法でしょう。そして、植毛を希望する患者さんを今よりかっこよくすることに喜びを感じることも大切です。このような考えにご賛同いただける方が私のクリニックの門をたたいてくれれば、喜んで仲間に、そしてチームの一員になってほしいと思います。

— 薄毛が気になる方へ

薄毛で悩んでいる方には、適切な治療をしてくれる医療機関の門をくぐってほしいと思います。薬で治る薄毛もありますし、薬剤で対応できない場合はウィッグや植毛も一つの方法です。長井式植毛では、毛根を傷つけずに、たくさんの移植株を採取しますし、傷跡もほぼ残りません。移植された毛髪は毛の角度、毛の流れを再現するだけでなく、毛の向きと毛質も考慮に入れています。そのため、仕上がりは自然な流れになります。私自身も植毛後に初めてオールバックにした時の感動は忘れません。長井式植毛が日本中に広まり、植毛のスタンダードになってくれれば、そして薄毛で悩む方の一人でも多くが、自由に好みのヘアスタイルを楽しんでくれたらと思います。

図 2

① ラインスリットによる植毛後の頭皮



線状の切り口のためスリットそのものが小さく目立ちにくい

② ホールスリットによる植毛後の頭皮



タコの吸盤のような外観



大阪大学大学院医学系研究科 皮膚・毛髪再生医学寄附講座 特任教授
心齋橋いぬい皮フ科 院長

乾 重 樹

Inui Shigeki

1991年大阪大学医学部卒、同年皮膚科入局、1993年大学院時代より研究の道へ進む。一貫して男性ホルモンと毛髪の研究を行い、2006年大阪大学皮膚・毛髪再生医学(アデランス)准教授就任、2016年心齋橋いぬい皮フ科開業、2018年大阪大学皮膚・毛髪再生医学(アデランス)特任教授就任。



大阪大学大学院医学系研究科 皮膚科学 教授
大阪大学免疫学フロンティア研究センター (IFReC) 皮膚免疫学 教授

藤 本 学

Fujimoto Manabu

1992年東京大学医学部卒、同年附属病院皮膚科入局、2013年筑波大学医学医療系皮膚科学教授就任、2019年大阪大学大学院医学系研究科皮膚科学教授就任。膠原病や皮膚免疫疾患を中心に、自己免疫の分子機序や自己免疫疾患の病態解明・治療法開発の研究を行う。

皮膚科領域における 外見ケアの重要性

—— 体を守る最前線にある皮膚

藤本学●皮膚は、体重の約15%、面積にするとおよそ畳一畳分に相当し、人体最大の臓器です。皮膚の働きはまず体を守る。つまり体を包むことで外力、化学物質、微生物、紫外線などから、体を守る役目があります。その他にも、体温調節、水分調節なども行います。広い意味では、冷たい、熱い、かゆい、痛いなどの感覚を通して、体の危機管理をしています。皮膚は層状の構造を持ち、毛、皮脂腺、汗腺などのほか、免疫細胞も存在しています。まさに皮膚は様々なプレーヤーが協力して、体の中と

外を守る最前線と言えると思います。

—— 皮膚の健康は全身の健康につながる

藤本●皮膚は体の中でも大きなウェイトを占める臓器であるため、皮膚の健康が乱れると全身の健康に大きな影響を与えます。皮膚の疾患は動脈硬化やメタボリックシンドロームなどにも関連していることが分かっています。皮膚科の日常診療の中でも、特徴的な皮膚の状態から、糖尿病やがんを疑い、実際、これらの疾患が見いだされることも少なくありません。「皮膚は内臓の鏡」とも言われ、体の中の健康のバ

ロメーターでもあります。皮膚の健康維持は皮膚だけでなく、体全体の健康につながります。

—— 皮膚疾患の治療は体だけでなく心の健康も守る

藤本●医学領域では以前は命を助けることが第一で、逆に言えば、それ以外は二の次でした。皮膚科の多くの疾患は、生命には大きく関わらないものであり、疾患が治れば良いという考えがありました。しかしながら、皮膚は自分だけでなく、他人からも見るができる臓器です。人としての在り方、自尊心、心の在り方などに外見は大きく寄与します。現在、皮膚の疾患を治すことは、皮膚という体の一部の健康を回復させることだけでなく、もう一つ、自分らしく生きることの手助けでもあります。良い人間関係を築く、そしてそれを維持するためにも、外見のケアは機能だけでなく、社会的、心理的

にも大きな意味があります。私はこれも大切な皮膚科治療の役割だと考えています。

—— 外見ケアは疾患だけでなく心も治す

乾重樹●外見というものは、気持ちや心・意識に大きく関与します。アメリカの円形脱毛症患者さんのホームページによると、「円形脱毛症は生命を脅かす病気ではないが、人生を変えてしまう病気」と紹介されています。外見ケアは、その方の人生や生活に密接につながっていると言えます。疾患は体だけでなく、精神も蝕むことがあるのです。気持ちや心を変える、つまり心を治すことも大切だと感じています。

—— 補完的療法が支える外見ケア

乾●毛髪の領域では、新しい薬剤の登場により、既存の治療法や薬剤と比較して、良好な成績が報告されています。特に円形脱毛症の重症の方では、その恩恵を受けることになるでしょう。男性型脱毛、女性型脱毛にもミノキシジルなどの薬剤により、一昔前とは別段に治療できる時代になりました。しかし、薬剤の治療がすべての方に有用とは言えません。また、治療には時間もかかります。補完的な療法として、着目されているものに赤色LEDがあります。赤色LEDには毛成長促進作用があります。病院での赤色LEDの治療は1回/週程度ですが、最近は自宅で使える機器もあります。毎日の自宅でのセルフトリートメントは身体的な改善だけでなく、精神的な改善にもつながっています。脱毛スコアの変化はなくても、QOLの改善を認めたとの報告もあります。また、赤色LEDでは副反応が少ないことも使いやすさにつながっていると思います。

LEDは他にも、緑色は傷の修復に、青色は皮脂の分泌の抑制や炎症抑制があるため、ニキビなどにも活用され、美容業界からも注目されています。そのため、各種LEDが外見ケアに寄与する局面は増えています。補完的な治療は医薬品のような効果を示すものではありませんが、継続することで、十分なケアをしている、努力を続けて

いるという、満足感や安心感につながっています。今後はLEDのようなプラスアルファのケアのニーズが益々増えると考えています。

—— 外見ケアと多様性

乾●多様性を理解しようと努力する時代になりました。外見に対する考えも多様です。脱毛に関して言えば、医薬品で治療する、補完的な治療を加えて行う、ウィッグを使用する、そのままにするなど、どれを選択し、満足するかは患者さん次第であり、社会もそれぞれの選択を認めることが大切です。ある脱毛症の患者さんは「自分は人間として不完全なのではないか?」と自問したそうです。それだけ、外見に関して悩み、その苦しみは深いものです。外見ケアに対する捉え方について、医療従事者も患者さんも、そして社会も理解し、受け入れる方向へ変わってほしいと願っています。

—— 外見ケアを大きく取り入れ、QOLを上げる時代へ

藤本●外見ケアについては、がん治療で発生する脱毛に対する対処が、最も進んでいるのではないかと思います。皮膚科領域では、外見が大きく変化する疾患がいくつもあります。医薬品による治療だ

けでなく、外見ケアという補完的療法も、車の両輪のように協調し合い、皮膚科疾患の治療に貢献できるものと思います。外見ケアについては医療者側の意識が低かったり、知識不足である場合もあります。日々の診療での時間的制限、個別ケアの意識などはまだまだ遅れていると感じることもあります。そのような課題を医療者同士、病診・病病連携などを活用して、改善できればと思います。

皮膚科領域もステロイド外用薬と抗ヒスタミン薬に頼っていた時代から大きく変化し、新しい薬剤が数多く登場し、大きな成果を上げています。皮膚疾患で苦しむ方々に最新の成果を享受していただくだけでなく、以前はあきらめていたものを手に入れることが可能になっています。あきらめずに様々な新しい技術や方法にトライすることが望ましいと考えています。医学的な治療法だけでなく、ウィッグや赤色LEDなど、外見ケアをサポートする補完的な療法もQOLを高めるためには大きく貢献していますので、積極的に活用する価値は十分にあると思います。医学的治療と補完的アプローチのミックスが、より良い結果を患者さんや社会にもたらすものと考えます。





大分大学医学部 先端がん毛髪医療開発講座 [アデランス] 准教授

河野 洋平

Kono Yohei

2001年大分医科大学医学部卒。大分大学医学部附属病院（消化器・小児外科）、米国 Weill Cornell Medicine 留学などを経て2022年7月より、先端がん毛髪医療開発講座 [アデランス] 准教授

共同研究から寄附講座開設で加速して進む α リポ酸誘導体による外見ケア研究

— **がん患者さんのQOL向上を目指して始まった株式会社アデランスとの共同研究**

猪股雅史●私たちは日々の診療でがん患者さんの治療を行っています。がんの治療はがんを治癒させ、命を守ることが目的ですが、そのほかに患者さんのQOLを上げることも大切な治療の一つとして重視しています。抗がん剤で治療を行っている患者さんでは、脱毛で苦しんでいる方が大変多くいらっしゃいます。何とかしてこの抗がん剤による脱毛の苦しみから解放されるよう、様々な模索をしました。その結果、大分大学で開発研究を進めていた新しい抗酸化物質を用いて、この脱毛を解決しようと考えました。研究開発には、企業の専門家の方の力も必要と考え、世界の毛髪業界のリーディングカンパニーである株式会社アデランスと共同研究するという話が

持ち上がりとんとん拍子に進み、2013年7月から社会実装を目指した開発研究を始めました。

— **寄附講座開設がもたらす多くのメリット**

猪股●およそ9年間一緒に研究開発を進め、様々な研究成果を発表してきました。私たちとアデランスの研究目的および目標が一致し、2022年7月からは寄附講座が開設されました。寄附講座が設立されたことにより、専任の研究者を配置し、研究開発のリーダーシップがとれるようになったことは、研究を進めるうえで大変有益です。また、講座名に私たちが実際に行っていること、「先端」や「がん毛髪医療」などのキーワードを盛り込むことは、研究の目的や目標を国内外、また広く一般社会にも認知していただくことができ、そのうえで研究に従事できる

メリットがあると感じています。

— **がん治療の根幹に関わる外見ケアの重要性**

猪股●30年間臨床医として、がん患者さんと向き合ってきて感じるのですが、患者さんの外見を維持することはとても重要です。脱毛=外見が損なわれることにより、その治療を受けたくない、または外出したくないという気持ちになる方がいらっしゃいます。もっと言えば、がん治療の根幹に関わる「治療を続けたくない」という気持ちになってしまうことさえあるのです。したがって外見の維持はがんの治療を行ううえで重要なポイントだと考えています。抗がん剤による脱毛は生命を脅かす副作用ではない、治療が終われば多くは回復するなどという理由から、なかなか目を向けられていなかった実情があります。



大分大学医学部 医学部長 消化器・小児外科学講座 教授 大分大学医学部附属病院 副院長

猪股雅史

Inomata Masafumi

1988年大分医科大学医学部卒。大分医科大学医学部附属病院(外科第一)、国立病院九州がんセンター(乳腺科)、国立がんセンター研究所病理部などを経て、2014年より消化器・小児外科学講座教授、2023年4月より大分大学医学部長

—— 脱毛のメカニズムを見極め外見ケアへのアプローチ

河野洋平●がんの治療を継続するためにも、患者さんのQOLを上げるという面からも、脱毛のコントロール、つまり外見ケアは非常に大切だと考えています。

脱毛の治療には原因をしっかり見極めることが大切です。抗がん剤の脱毛のメカニズムで、現在わかっていることは、まず頭皮の毛根周囲の血管で、抗がん剤によるダメージによる血管の透過性が起こります。すると毛根の細胞はアポトーシスを起こしたり、さらに周囲の炎症も発生していることがわかっています。これらの病態を改善することで脱毛を抑えることができると考えました。血管のダメージを抑える、炎症を抑える、さらに毛根に発生する酸化ストレスを抑える抗酸化物質を投与することなどが、有用と考えられました。そして、私たちは新しい抗酸化物質や冷却療法が基礎研究でも臨床研究でも有用なことを明らかにしてきました。

抗がん剤脱毛は抗がん剤が頭皮の毛根部の血管から周囲に漏れ出てしまうことにより、頭皮にダメージが起こるために発生すると考えられます。抗がん剤は、酸化ストレスを

引き起こし、抗がん剤によるダメージを誘発します。これらに対して、抗酸化物質が有効であることはわかっていました。

—— 抗酸化物質の α リポ酸に着目し誘導体を開発

河野●私たちが特に注目して研究しているのが、強力な抗酸化物質である α リポ酸誘導体です。 α リポ酸は強力な抗酸化物質として生体内にも存在する安全な物質です。しかし、 α リポ酸は空気中では不安定であり、外用剤として扱いにくいという欠点がありました。改良された α リポ酸誘導体は、空気中で安定し、なおかつ強力な抗酸化力を維持しており、外用剤として適した性質を持っています。そのため、抗がん剤脱毛に対して頭皮に直接塗布することにより、全身的ながんや抗がん剤作用に影響することはなく、より効果的に抗がん剤による脱毛を防ぎ、回復を促進することが期待されます。

—— 寄附講座開設から1年の成果

— 基礎研究成果を学術雑誌に掲載 —

河野●抗がん剤脱毛に対して、最も臨床

応用されている対策には頭皮冷却療法があります。乳がんでは、頭皮冷却療法はある程度の脱毛の予防効果が期待できることが報告されています¹⁾。

私たちは α リポ酸誘導体と頭皮冷却療法をそれぞれ、もしくは併用することで、抗がん剤脱毛の予防および回復を促進するのではないかと考えました。最新の基礎研究では、抗がん剤脱毛モデルを用いて α リポ酸誘導体と冷却療法の比較検討を学術雑誌に報告しました²⁾。シクロホスファミド誘発脱毛に対して、 α リポ酸誘導体および皮膚冷却は脱毛スコアを有意に改善させました(図1)。毛包径は α リポ酸誘導体では改善傾向が認められ、皮膚冷却は有意に改善しました。また、血管透過性(図2)およびIGF-1量に対しては、 α リポ酸誘導体および皮膚冷却で有意な抑制および改善が認められました。しかし、血管内皮のアポトーシス細胞数は、 α リポ酸誘導体のみが有意に減少していました。既存療法である皮膚冷却に劣らない α リポ酸誘導体の有用性、並びに作用メカニズムの違いを示すことができたと思っています。今後は臨床研究で α リポ酸誘導体と皮膚冷却の併用、他のがん種における抗がん剤脱毛での α リポ酸誘導体の有用性などを検討したいと思っています。

— 幅広いがん種、抗がん剤での多施設共同臨床研究

河野●乳がん患者を対象とした臨床研究では、αリポ酸誘導体で脱毛の回復促進作用が報告されています³⁾。通常、化学療法後3ヵ月目のGrade2の脱毛は80%以上ですが、αリポ酸誘導体の使用によりGrade2の脱毛は20%未満になりました。

脱毛は若い女性の外見ケアでは重要なため、これまでは比較的若い女性に好発する乳がん患者さんを対象に臨床試験を行ってきました。しかし、抗がん剤脱毛を起こす薬剤は乳がんの治療薬だけではありません。乳がんの抗がん剤脱毛ほど大きな問題にはなっていませんが、消化器がんでも抗がん剤脱毛は起こっています。少しでも脱毛したとを感じる患者さんはほぼ100%です。高齢者や男性の患者さんであっても、外見ケアを必要とされている方がたくさんいらっしゃいま

す。消化器がんの脱毛に関して、現在、多施設共同の臨床研究が進行中です。今後、この試験の結果もご報告できると思います。基礎研究の結果も鑑みながら、臨床研究を重ね、より広い領域のがん患者さんでのαリポ酸誘導体の臨床応用を期待したいと思います。

— 抗がん剤脱毛で悩むことのない日を目指して



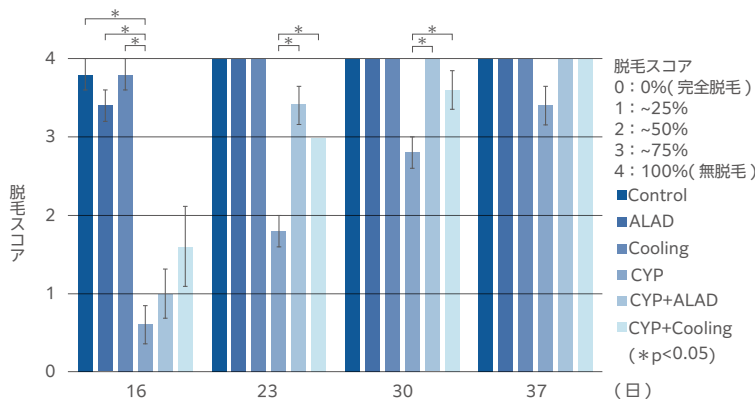
河野●今後は、私たちが注目して研究しているαリポ酸誘導体を中心として、抗がん剤脱毛で悩む患者さんが全くいなくなるように、脱毛を予防または早期に回復できるようにになればと願っています。また、一部の患者さんでは、抗がん剤による脱毛が回復せず、永久脱毛になってしまう方がいらっしゃいます。このような脱毛で一生悩むことがないように、抗がん剤脱毛をなくす研究を進めていきたいと思っています。がんの治療を受ける患者さんが、脱毛を気にせず、抗がん剤治療を可能にする日が来るように願っています。

— 外見ケアの重要性を広く多くの方に

猪股●医療は進化し、病気を治すということは、病気の本質だけでなく、様々な角度から患者さんを治していくことが大切になってきました。外見ケアは非常に大切だということを、私たち専門家も認識しています。これからも病気を治し、患者さんのQOLを向上するために研究開発を進めていきたいと思っています。

河野●抗がん剤による脱毛は、多くの苦しみ、悩みがあり、その辛い実情は実際に経験したことのある患者さんにしか知られていません。この実情と、実は抗がん剤脱毛の治療法があるということを知っていただきたいと思っています。これからは私たちの研究や活動を、乳がんだけでなく、様々ながん種で抗がん剤治療をされている患者さん、そして、医療従事者や一般の方にも広く知っていただきたいと思っています。今後、日本だけでなく、世界の国々でもこのような研究が深まり発展していくことを期待したいと思います。

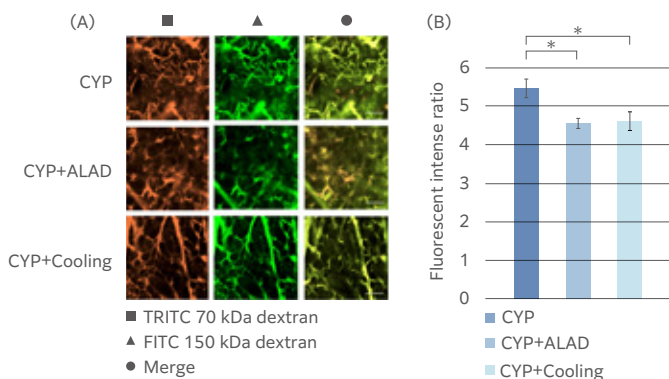
図1 脱毛スコアの推移 (文献2より転載)



元図 (Cancer Science 2023) Figure 1 から作図

脱毛の程度を数値化して推移を評価。抗がん剤による脱毛からALAD、Coolingにより早期に回復した。抜毛より23日目において、CYP群に対して、CYP + ALAD群、CYP + Cooling群で有意に脱毛スコアの改善を認めた。30日目においても同様に、CYP群に対して、CYP + ALAD群、CYP + Cooling群で有意に脱毛スコアの改善を認めた (*p<0.05: Student's t-test)。CYP: シクロホスファミド、ALAD: αリポ酸誘導体、Cooling: 皮膚冷却
Control: 比較のために特別な措置を行わない、対照群

図2 αリポ酸誘導体および冷却療法の血管透過性抑制作用 (文献2より転載)



元図 (Cancer Science 2023) Figure 4 から作図

A: 二光子顕微鏡を用いて行った血管透過性の評価(10日目、抗がん剤投与後24時間目)。分子量の異なる2つの物質に蛍光着色して撮影。B: 解析ソフトを用いて血管像を抽出、それ以外の部分の輝度を血管外への色素の漏れとして測定、比較した。CYP群に比べ、CYP + Cooling群とCYP + ALAD群ともに血管透過性が抑制されたことが示された (*p<0.05: Student's t-test)。

生体分子解析への期待

生体中には多種多様な代謝物が存在し、健康維持や増進に寄与するだけでなく、そのバランスの変化が様々な病気の背後に潜む重要な要素であることも明らかになってきています。毛髪を用いた生体分子解析の現状と未来について、かずさ DNA 研究所の池田和貴先生にお話を伺いました。



公益財団法人かずさ DNA 研究所 生体分子解析グループ グループ長 東北大学大学院 生命科学研究所 ゲノム情報学講座 客員教授

池田和貴

Ikeda Kazutaka

名古屋市立大学大学院 薬学研究科卒業博士前記課程修了後、東京大学大学院医学系研究科メタボローム講座 特任助教、理化学研究所 統合生命医学研究センター メタボローム研究チーム 副チームリーダーを経て、2019年4月より公益財団法人 かずさDNA研究所 臨床オミクスユニット ユニット長、2020年4月より同研究所 生体分子解析グループグループ長、2022年4月より東北大学大学院 生命科学研究所 連携客員教授。

—— 生体分子解析とは

生体分子とは、とても意味の広い言葉ですが、生命現象で重要な働きをもつ分子の総称で、例えば脂質・糖・タンパク質などを指します。その中でも、私たちは脂質・糖などの代謝物と言われているものに着目して研究をしています。これらを分子レベルで網羅的に探索研究する代謝オミクス^{*1}は、糖やアミノ酸のような親水性分子を対象とするメタボロミクス、中性脂質やステロールのような脂溶性分子（脂質）を目的としたリポミクスに分類されます。これらを分子レベルで高精度に解析するために、「液体クロマトグラフィー（LC）」や「ガスクロマトグラフィー（GC）」などの高分離法と、「質量分析計（MS）」を用いた超高感度検出法を組み合わせ、最新の分析技術の開発に取り組んでいます。また、このような分析技術の発展に伴い、莫大なデータを収集可能になりましたが、そのデ

ータをどう解析・解釈するかが重要なため、効率的に定性・定量データ解析するプログラムや、重要な代謝変化や分子を探索するプログラムなどの独自開発も行っています。ただ、現状は分析や解析に未だ課題も多く、研究を進めれば進めるほど複雑で難しく、思い描いている理想にどう到達するか日々格闘しています。

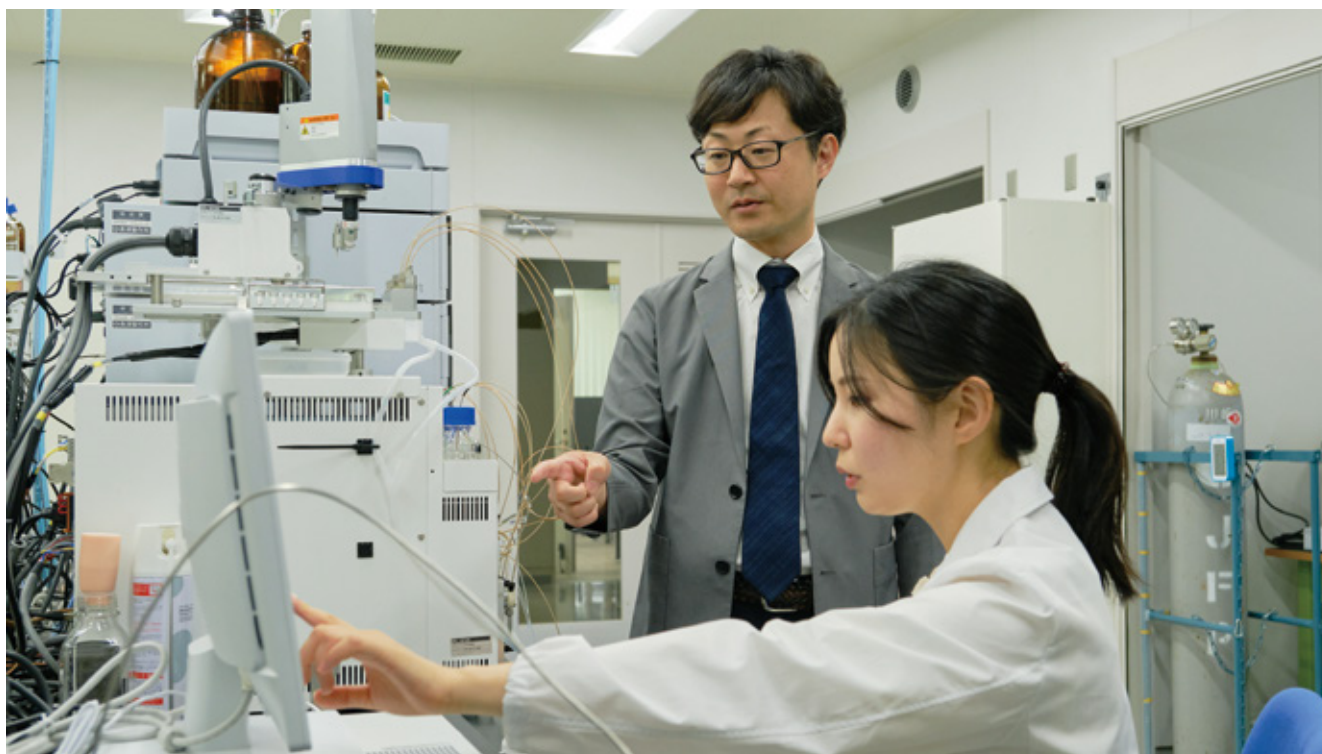
—— なぜ今、生体分子解析が注目されているか

遺伝子研究では、シーケンサー^{*2}の解析技術の向上によって、特定の病気の診断に用いられたり、どんな病気を発症しやすいかを予測できるようになってきています。一方で、遺伝的な要因以外にも、食事やストレスといったライフスタイルなどの環境的な要因で発症する病気も数多く存在しています。これらには生体分子が深く関わることから、ポストゲノム研究として代謝オミクスが注目されて

います。また、代謝分子はヒトの病気だけでなく健康の維持増進に重要となるものも多く含まれています。からだの中の状態が分子レベルで幅広く探索できる代謝オミクス技術を活用してビッグデータ解析することで、ヒトの健康状態の詳細な把握のみならず、病気の予防や予見に繋がるのではないかと考えています。この期待は大きくて、構想実現に向けて装置メーカーさんと共同で新技術開発を現在進めており、今後この成果を世の中に届けたいと思っています。

*1 オミクス：からだの中に存在している分子を網羅的にまとめた情報のこと。さらに、様々なオミクス情報を用いて複数のオミクスにまたがるように行われる解析を「マルチオミクス解析」と呼ぶ。

*2 シーケンサー：遺伝子（情報）が記される DNA（物質）にある A（アデニン）、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）の4種類の塩基による配列を自動的に読み取り、解析する装置。



—— 医療やヘルスケアへの応用の可能性

現行の血液検査は予め“意図した”項目を調べますが、代謝オミクスはこのような項目以外に幅広い分子を同時にチェックすることができるために、“思いもよらない”からだの変調に早い段階で気付くことが可能だと考えています。しかも、分子レベルでの変動が分かるので、その不足している分子をサプリメントなどで外から補うことができれば、本当の意味でパーソナルヘルスケアにも繋がっていくと思っています。これらが現実化すれば、健康維持・増進や病気の早期発見・治療だけでなく、QOLの向上や医療費の軽減にも繋がります。一方で、未だ代謝オミクス解析は専門性が高く技術ハードルも高いので、ユーザーフレンドリーな自動化技術などの開発を進めており、将来的に医療現場でも気軽に活用してもらいたいと考えております。

—— 毛髪を用いた生体分子解析
株式会社アデランスとの共同研究

毛髪研究については、理化学研究所時代に毛髪研究のコンソーシアムに参加して以来、継続的に取り組んでいます。毛髪は体内の代謝分子が継続的に蓄積される

“メモリー組織”と考えられており、しかも血液中のように日内・日間変動や食事などの影響を受けないため、それぞれの分子の平均的な値を知ることができるというメリットを持っています。このような背景から、私たちは毛髪中から病気や健康の指標となるような生体分子を見つけ出し、これらを



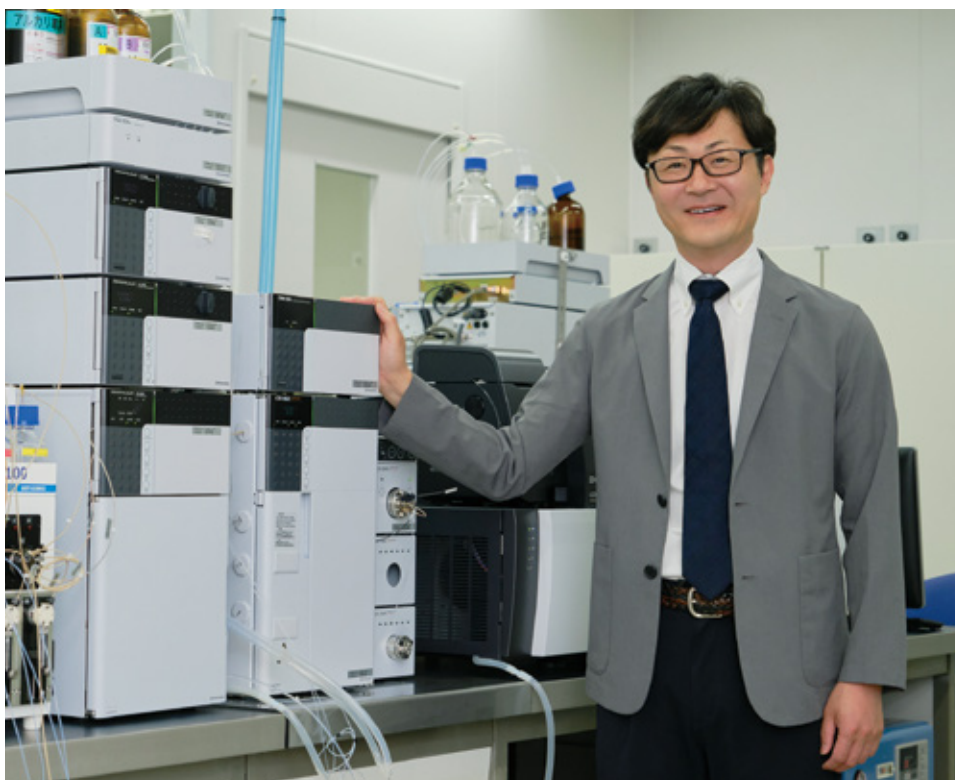
活用してヒトの健康維持や病気の早期発見に役立てることを目指して、株式会社アデランスとの共同研究をスタートしました。当初は毛髪にどのような代謝分子が含まれているのか断片的にしか分かっておらず、毛髪中での安定性も十分に分かっていませんでした。このため、毛髪から代謝物をどのように効率的に抽出・回収し、それらを高精度に分析や解析するかなど、一から何度も試行錯誤しながら、データを積み上げてきました。ここまで来たのは、何度も心が折れそうになりながら頑張ってくれたアデランスの若い研究者たちのおかげです。

—— 毛髪成分解析の現状と未来

現行の健康診断は年1回、医療機関で行われ、血液検査の項目も限られていますので、からだの変調を今よりもっと早く捉えることができるシステムが構築できればと常々思っております。そこで今期待を寄せているのが、毛髪を利用した健康チェックになります。毛髪は月に約1センチ伸びて、年に何度もサロンに行きカットするので、この機会に少し毛髪を採取させてもらって、健康チェックに活用できればと考えています。毛髪は採る際に痛みはなく、自宅でも採取することができるために、今後より身近な健康チェック法として期待されています。

さらに、毛髪には一回のみの採取で現在から過去の代謝変化を調べることができるメモリ組織としての活用を望まれるなど、新たなヘルスケア創出の可能性を十分に秘めていると考えています。

現在開発途上の段階ですが、アデランスとの共同研究の中で毛髪に含まれる分子から判別できそうな病気も見つかっており、毛髪健康診断の実現に向けて進んでいると感じています。今後もしっかりとエビデンスデータを積み重ねて、病気や健康の指標となる分子を増やしていきたいと考えています。その先に、毛髪での“健康予報”を実現することで、病気になりにくい社会づくりができればと考えております。



池田先生とアデランスの共同研究で使用している質量分析装置

光触媒の新たな展開

太陽エネルギー利用の技術の一つとして、光触媒が注目されています。先端技術のカーボンナノチューブを利用して地球温暖化ガスである二酸化炭素 (CO₂) を分解する光触媒の研究を行っている名古屋工業大学川崎晋司教授にお話を伺いました。



名古屋工業大学大学院 工学研究科 教授

川崎 晋司

大阪大学 基礎工学部 物性物理工学科卒。北海道大学 理学部、信州大学 繊維学部 素材開発化学科を経て、2004年より名古屋工業大学大学院工学研究科、2009年に教授に就任。

Kawasaki Shinji

— ナノカーボンとは

私たちはナノカーボンという材質を使った研究をしています。ナノは10⁻⁹mで、毛髪の直径が約200μmですから、その10万分の1程度のごく小さな秩序だった炭素の構造を持ったものをナノカーボンと呼んでいます。ナノカーボンは形状からカーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェンなどがあります。

カーボンナノチューブは直径1nm程度の筒状の構造をしています。フラーレンはサッカーボールと同じ構造をしており、直径は1nmより少し小さいです。グラ

フェンはシート状の構造で、炭素原子が六角形に結合したハニカム構造の物質のことです。グラフェンが多層に重なったものがグラファイト(黒鉛)となります。これらのナノカーボンに共通していることは、構成している一つの炭素原子が手を3本出している、つまり一つの炭素原子が3つの炭素原子に囲まれています。カーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェンではそれぞれ個性があります。

— カーボンナノチューブの特徴

カーボンナノチューブの特徴は、まず大変電気を通しやすい(導電性)という点にあります。金属の銅線は電気を通しやすいことで知られていますが、カーボンナノチューブはその10倍以上も電気を通しやすいという性質があります。また、構造的にも大変強く(機械強度)、髪の毛よりずっと細いチューブですが、引っ張っても切れにくいという特徴があります。また、炭素は6番目の元素のため軽量です。とても細い繊維なのに、軽くて、丈夫、そのうえ、電気を非常に良く通す物質、それがカーボンナノチューブです。

—— 身近なナノカーボンマテリアル

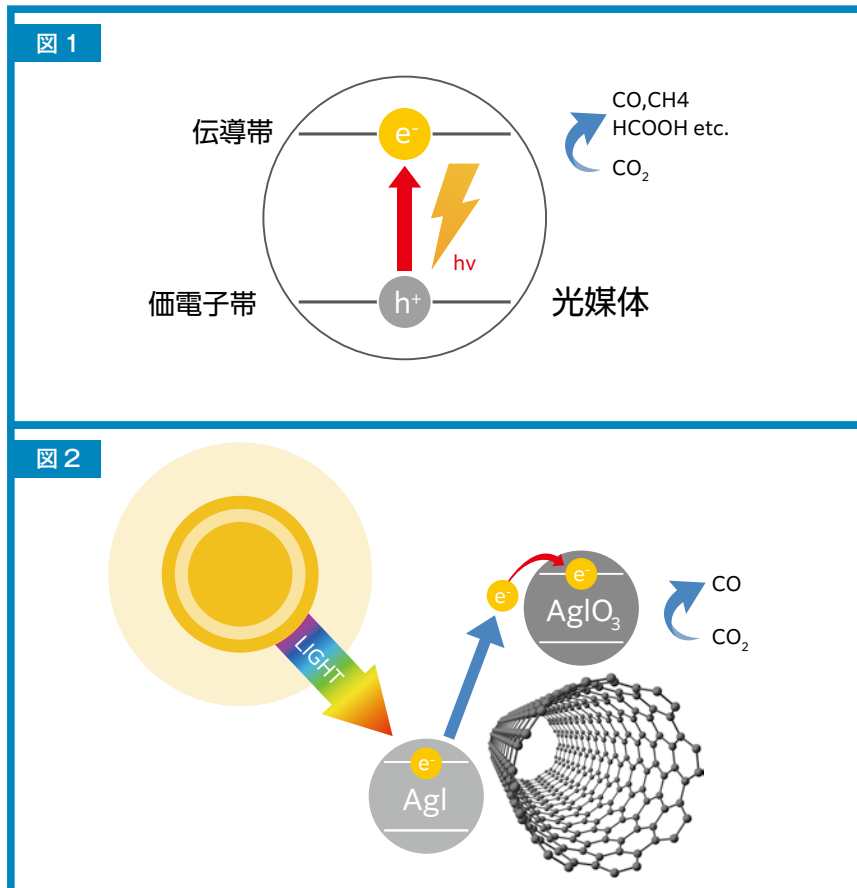
カーボンナノチューブは具体的に実用化されているものは、残念ながらまだありません。しかし、類似のものが充電/放電を繰り返し使える電池（二次電池）の中で導電性を上げるパーツとして使用されています。また、カーボンナノチューブは肉眼では見えないので、透明なガラスにカーボンナノチューブをまき、ガラスの透明度を維持して、通常電気を流さないガラスに電気を流すことを可能にします。一部のタッチパネルでこの技術が使用されています。また、カーボンナノチューブと構造が少し異なりますが、カーボンファイバーとプラスチックを混ぜた炭素繊維強化プラスチック（CFRP）はカーボンマテリアルの強度や軽量という利点を活用した技術として、ボートや航空機の筐体にも活用されています。また、カーボンファイバーをナノチューブで置き換えたものが、テニスのラケットなどスポーツ用品にも利用されています。

「宇宙エレベータ」をご存じでしょうか。宇宙エレベータは、上空3万6000kmの静止軌道上に設けた宇宙ステーションと地上をケーブルでつなぎ、その間をエレベータで行き来するというものです。建設物はそれ自体の重さに耐えなければなりません。このような規模のものを作る素材は存在していませんでした。しかし軽量で頑丈なカーボンナノチューブの発見によって実現の可能性が高まり、運用を目指した技術開発が進められています。一方、フラーレンは抗酸化作用が期待され、化粧品などにも使用されて、美容業界からも注目される素材です。

—— エネルギーや環境問題の解決のために

昨今、エネルギーや環境問題が盛んに言われています。産業革命以来、人間は石炭や石油を燃やし続けてきた結果、多量のCO₂を作り出し、それが地球温暖化につながっています。CO₂を出さない、クリーンな

エネルギー社会を構築しなくてはならないことが急務であることは、誰もが感じています。2020年、政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことを宣言しました。その社会を作り出すために、石油や石炭の代わりにエネルギーを作り出すものとして、太陽光パネルや風力発電などが使われます。しかしながら太陽光パネルは太陽が出ていなくては発電できませんし、風力発電も風が吹かなければやはり稼働できません。そのため、太陽光パネルや風力発電をバックアップする仕組みが必要になります。そして、そのエネルギーを「貯める」という技術が重要になります。私たちはそれを実現化するために、カーボンナノチューブの筒状の構造に注目し、この筒の中に様々な仕掛けを入れ、電池や光触媒に応用しようという研究をしています。



— 二次電池と光触媒

一見、二次電池と光触媒は関係がなさそうですが、光触媒を使って、太陽光を用いて水素を作り出すことに着目しました。水素はエネルギーの塊なので、太陽光を使って水素を作り出すことは電気エネルギーを貯蔵するのと同じような役割をしてくれます。また、水素はガスなので、タンクに貯めておくことができます。その貯めておいた水素と空気中の酸素から電気エネルギーを取り出すことが可能なのです。つまり電池と同じ役目をするようになります。

光触媒で良く知られているものに、酸化チタンがあります。太陽光の中でも紫外線に反応し、電子を奪って抗菌作用を示したりします。光触媒の電子が光で励起されると、その電子は還元力の強いものになります。一方、酸化力の強い電子が不足した穴（正孔）も生成されます。つまり、光触媒では酸化還元反応が起こっています。私たちの用いる光触媒は、強度の大きい可視光を吸収して電子を作ります。二酸化炭素を還元し、一酸化炭素やメタンを、プロトンに還元して水素を作ることを可能にしたいと思っています（図1）。

— カーボンナノチューブと光触媒

20年ほど前、カーボンナノチューブの導電性を利用して、二次電池の研究をしていました。携帯電話の電池などは1～2日に1回充電しなくてはなりません。カーボンナノチューブは導電性も高く、筒状の構造なのでリチウムイオンを貯めこむことができれば、高容量化が可能なのではないかと考えました。

カーボンナノチューブの中は色々な細工ができます。カーボンナノチューブにヨウ素を貯めて、電池を作ってみました。チューブの中に組み込まれたヨウ素が反応できるか確かめていた時、疑問に思うことがあり、このヨウ素を含むチューブを硝酸銀に漬けたところ、報告されているもの以外の別の物質ができていたことがわかってきました。そしてそれは、二酸化炭素還元力があることがわかりました。詳しく調べてみると、二酸化炭素還元をする物質と可視光を吸ってくれる物質であることがわかりました。

太陽光にはエネルギーの異なる光が混じり合っています。紫外線、可視光、赤外線のうち、可視光は最も強度があります。光触媒はその材料ごとに光を吸収

できる領域が異なります。そのため、異なる領域の光を吸収できる材料をカーボンナノチューブを使って、つなぎ合わせることを考えました。異なる二つの材料が空間的には離れていても、導電性の高いナノカーボンチューブを介して、電子のやり取りができるという空間を作り出しています（図2）。

— カーボンナノチューブでエネルギー環境問題解決の一手を

カーボンナノチューブを利用した二次電池の研究から、光強度が大きい可視光でCO₂を分解するカーボンナノチューブを利用した光触媒の開発にたどりつきました。

研究は小さなことの積み重ねです。エネルギーや環境問題を解決していく、その手助けが一つでもできたら良いと思っています。2050年までのカーボンニュートラルの達成はかなり難しいのも現実です。不思議な言葉ですが、ネガティブエミッションということが言われてきました。産生されるCO₂がゼロにならないのであれば、大気中のCO₂を減らす技術が必要になると言われています。これも難しい問題で、時間がかかると思います。今後はこのネガティブエミッションも実現できる材料開発も目指していきたいと思っています。





株式会社アデランス 代表取締役会長 ファウンダー（創業者）

根本信男

Nemoto Nobuo

1968年にアデランスを創業。1970年、株式会社アデランス 代表取締役社長に就任。1987年に取締役最高顧問、1995年に代表取締役会長、2000年に取締役最高顧問。その後、グループ企業の会長職などを歴任し、2011年に代表取締役会長兼社長。2018年5月から現任の代表取締役会長ファウンダーを務める。一般社団法人日本毛髪工業協同組合 理事長などを務め、2021年5月から同組合 理事相談役に就任。平成15年に藍綬褒章、令和5年に旭日小綬章を受章。



株式会社アデランス 研究開発部 マネージャー

太田あつ子

Ota Atsuko

2016年アデランスに入社後、研究開発部に所属。皮膚・毛髪の基礎研究や臨床研究を軸に商品・サービスの開発を進め、美容と健康領域において新たな価値創造をめざす。

L'HOMME ADERANS 開発

—— ハイエンドのヘアケアラインを開発せよ

トータルヘアソリューションカンパニーである株式会社アデランス 根本信男会長の特命で始まったハイエンドのヘアケアライン開発。研究開発部の太田あつ子マネージャーらは、アデランスの総力を注入して、新たなヘアケアラインを開発しました。

—— ヘアケアラインの充実

根本信男●シャンプーやコンディショナーは、消費者のニーズにより、数百円から数万円するものまで、様々あります。昨今、ハイエンドの商品にご興味を持たれる方が増えてきました。そのニーズと当社のヘアケアラインを鑑み、ハイエンドのラインを充実させたい、約50年の知識と経験を活かした最高の商品を開発したいと考え、太田さんに依頼しました。

太田あつ子●根本会長からの電話を受けた時、新商品開発に対するワクワク感と、同時に様々な困難に直面するかもしれないという緊張感にも包まれました。ヘアケアラインの充実、特に今回はハイエンドの商品でしたので、「上質のわかる方へ アデランスから最上のおもてなし」をコンセプトに開発を開始しました。

—— 開発時に掲げた3つのコンセプト

1. 50年間の研究成果と技術を詰め込んだ組成と使用感の追求

太田●まず、毛髪の構造などの科学的研究、洗浄力の研究、頭皮のエイジングケア^{*1}など、当社には長年の研究実績があり、これらをフル活用することにしました。また、オリジナルの原材料にこだわり、自社規制の刺激に対する厳しい成分規準もクリアしなければなりません。



健康な髪を育むには健康な頭皮が大切です。皮膚科学分野での研究から、肌老化の二大原因と言われる酸化と糖化に着目し、肌を健やかに保つ成分^{※2}や糖化に着目した保湿成分^{※3}を配合することに決めました。

頭皮は体の中でも皮脂の分泌が多い部位です。頭皮の状態を清潔に保つには、洗髪で余分な皮脂や汚れを取り除くことが重要になります。頭皮と毛髪のタンパク質を傷つけることなく、汚れをしっかりと落とし、そのために、シャンプーではキメの細かい泡にこだわりました。少量で泡立ち、弾力のある泡は摩擦が少ないので、頭皮や毛髪にストレスを与えず、汚れを洗い流すことが可能と考えました。

毛髪はそのほとんどがタンパク質でできていますが、約90%は50種ほどのセラチンが占めていることがわかっています。セラチンはカラーやパーマなどだけでなく、洗髪やブラッシング、ドライヤーの熱、紫外線などでも傷ついてしまいます。コンディショナーでは、当社独自の毛髪組成理論に基づき、しなやかでハリやツヤを与えることが考えられる成分を配合しました。

2. グローバルな協力体制を活用

太田●当社はグローバルカンパニーであり、世界各国に拠点や開発体制があります。今回、香料は南フランスで香水やアロマを専門に製造し、創業100年になるARGEVILLE社の協力を得ることにしました。



3. パッケージはサステナビリティとハイグレードの両立

太田●サステナビリティへの取り組みとして、詰め替え型容器の開発に挑戦しました。デザイン、ポンプの開発、容器の材質などは、モダンな中に伝統工芸（山中塗）の技術が息づく高級感、そしてSDGsを強く意識しながら設計しました。もちろん、耐久性や詰め替えのしやすさも十分考慮し、制作しています。

—— 会長自らテスターとなり、開発をサポート

根本●太田さんから、サンプルが届くのが楽しみでした。実際に使ってみて、使用感などたくさんフィードバックしましたね。

太田●長い時間ヘアケアに携わってこられた根本会長の意見はとても参考になりました。開発はコロナ禍と重なり、思ったより時間がかかってしまいました。特に香料の開発には時間がかかりました。コロナ禍でフランスも閉鎖状態が続く、処方を変える指示を出しても、なかなかサンプルが日本に届かないこともありました。香料にはこだわがあり、シャンプーを手にとった時、洗っている時、洗い流した後、髪を乾かした時、そしてそれから数時間後と香りが変化するように仕上げました。全部で50種以上試したでしょうか。



根本●髪を洗うということは、清潔に洗浄するというだけでなくと思います。現代はまさにストレスフルな日々です。洗髪は生活や仕事のオン/オフになると感じています。1日の終わりに気分を切り替えるとか、朝は爽やかに頭と体を目覚めさせることにもつながります。

—— ハイエンド商品がもたらす充実した日々

太田●昨今、性別や年齢を問わず、美容には高い関心が集まっています。在宅勤務やオンラインでの活動など生活習慣も変わってきました。日常と仕事の区別が少なくなり、切り替え、つまりオン/オフの機会を逃しがちになります。そのような毎日の中で、自己投資や自分へのご褒美なども数多く見受けられます。このような状況下で、自宅で使用できるハイエンドのシャンプーとコンディショナーの開発は、まさに世の中のニーズに合うものと思っています。短時間のケアで、まとまりやすく、スタイリングしやすいハリ、ツヤのある髪を実現できるヘアケア商品です。今、持ち得る最高の技術をすべて注力して作り上げたシャンプーとコンディショナーになりました。多くの方にご使用いただき、益々充実した日々を送ってほしいと願っています。

根本●開発者にとっては、注文も多く、苦勞もあったと思いますが、良い商品に仕上がったと思っています。この商品を手にとってくれた方、一人ひとりに満足のいく商品になったと自負しています。

※1 年齢に応じたケアのこと
 ※2 ヒスチジンジチオオクタナミド (Na/ 亜鉛)
 ※3 セロリ葉エキス、ルチン



ADMR商品レポート アデランスグループからのご紹介です。

株式会社アデランスメディカルリサーチ
営業副本部長 兼 管理部長

松尾 知典

Matsuo Tomonori

AD
M
R
ERANS
MEDICAL
RESEARCH



GMP 製品マークの個別審査を受けたものではありませんが、GMP認定工場(認定番号C0690608-HSCDS-1)で製造されました。

弊社は毛髪、美容医療ならびに健康の領域まで研究開発範囲を広げ、ベストな解決方法を追求すべく誕生しました。

事業内容は、まずクリニックの開業と運営の支援です。グループが長年構築してきた医学界や産業界とのネットワークを通じて、髪と肌、健康、アンチエイジングをコンセプトとしたクリニックの開業から運営まで全面的にバックアップしています。

また、サロンや医療機関向けの医薬品、機器、サプリメントの開発と販売も行っています。医療機関向け商品では毛髪研究のパイオニアとして、根拠ある商品を学会や展示会などを通じてご紹介し、医療機関へ提供しています。一般の方に向けては、サプリメントの販売も行っています。今回は NMN エスコートをご紹介します。

< NMN エスコート >

— NMN を含有する商品です。

NMNとはニコチンアミドモノヌクレオチドと呼ばれる物質で、体内ではビタミンB3から作られます。さらにNMNは体内でNAD+（ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド）に変換されます。

NAD+は、ほとんどの生物の細胞内に存在し、エネルギーを産生するときに重要な役割を果たします。しかし体内のNAD+量は、加齢とともに減少する事が分かっており、NAD+が減少すると、エネルギー産生が低下し老化現象が起こると考えられます。

NAD+の一つ前の物質（前駆物質）であるNMNを摂取することによりNAD+を増加させることは、若々しさの維持に良い影響を及ぼすと言われています。

NMNは食物に含まれていますが、NMNを1日に250mg（本製品2粒分に相当）摂取しようとする、例えばブロッコリーであれば約4000房（約60Kg）に相当します。そこで、手軽に摂取できる、純度の高いNMNを高配合したNMN エスコートで補うことをおすすめします。

— アデランスメディカルリサーチが開発したNMNエスコートの5つのこだわり

- 1 高品質** 実績のある日本の工場とタイアップし、製造し、徹底した品質管理でお客様にお届けいたします。
- 2 高純度** NMNの原料は高純度（99%以上）のものだけを使用し、お客様にご提供しています。
- 3 高含有** 1日量250mg（2粒）で、1ヵ月（30日間）では7500mgのNMNが1瓶（60粒）に含まれています。
- 4 耐酸性カプセル** 胃酸で溶けないようにするために、腸まで届く耐酸性カプセルを使用しています。だから、NMNは腸でしっかり吸収されます。
- 5 プラス3成分配合** レスペラトロール
ブドウや赤ワインに含まれるポリフェノール
ライチ果実エキス
ライチ果実に含まれるポリフェノール
マンゴスチンエキス
マンゴスチン果皮に含まれるポリフェノール



ADERANS PLUS

アデランス プラス 2024 Spring vol.7

2024年2月発行

発行 株式会社アデランス

〒140-0002 東京都品川区東品川4-12-6 品川シーサイドキャナルタワー

Staff

Editor / 松村富美子

Art director / 牧野舞子

Photographer / 佐藤慶一

202402-1000 K021921

※掲載の記事内容、役職は取材時のものです。

写真、図版など無断使用・転載・複製を禁じます。

