

2024年 夏休み 自由研究

髪の毛のキューティクル観察

～ストレート、ツヤだし大作戦～

部門：A 実験を中心に追求したもの

碧南市立東中学校
1年4組 松井杏樹

目次

1. はじめに	2
1-1. 動機	
1-2. 目的	
1-3. 実験のした調べ	
2. 実験方法	5
2-1. 実験器具	
2-2. 髪の毛のキューティクルの観察方法	
2-3. 実験サンプルとして準備したもの	
2-4. 実験の手順	
2-5. 実験の予想	
3. 結果考察、予想との比較	10
4. 追求	12
4-1. 画像からキューティクルの情報を数値にする	
4-2. キューティクルの数値の比較	
5. まとめと感想	14
参考文献、資料	15

1. はじめに

1-1. 動機

私の髪は少しくねっています。保育園や小学校低学年の時は、さらさらでストレートだったのに、変わってしまいました。また以前のような髪質にしたいと思い、親に「ストレートパーマをかけたい!」とお願いしましたが、髪が痛むから駄目だといわれました。でもストレートにしたいので、自分で髪質を改善すれば以前のような髪質になるのではないかと思ったことがこれを始めたきっかけです。現在と以前で何が変わってしまったのだろうかと思い、自由研究として調べてみようと思いました。

1-2. 目的

小さい頃のようなきれいな髪にしたいです。そのために、まずは(1)髪の毛のストレートとくせ毛の違い、ストレートにするにはどうしたらいいか、(2)髪の毛が痛むとはどういったことか、綺麗なツヤのある髪にするにはどうしたらいいのかを知るために、インターネット上にはどのようなことが書かれているのか調べます。そのうえで、ストレートの髪には何が必要なのか、また、ツヤのある髪の毛を保つには何をすればいいのかを考えます。今回の自由研究では、自分の髪を観察すること、またリンスやヘアブラシなどのヘアケア前とヘアケア後の髪の毛を観察し、いいケア方法とその理由を見つけないかと思えます。最終的には、私の髪をストレートにして、さらさらでツヤのある、髪が痛まないようにするにはどうすればいいかを見つけないかです。

1-3. 実験のした調べ

1-3-1 髪の毛の成分と構造

まずは髪の毛の成分、構造を調べました。調べた結果、図1のように、髪の毛の主成分はケラチンタンパク質。髪の毛の構造は主にキューティクル(毛小皮)、コルテックス(皮質)、メデュラ(髄質)の三層でできていることがわかりました[1]。キューティクルは、外側を守り、光沢やさらさらなどの見た目、触り心地、枝毛などの髪の毛の痛み保護と保湿などの役割があるそうです[2]。コルテックスはストレートやくせ毛、また、薄毛などにかかわる重要な要素です。メデュラは空洞で、まだ役割がよくわかっていないそうです。[3]。

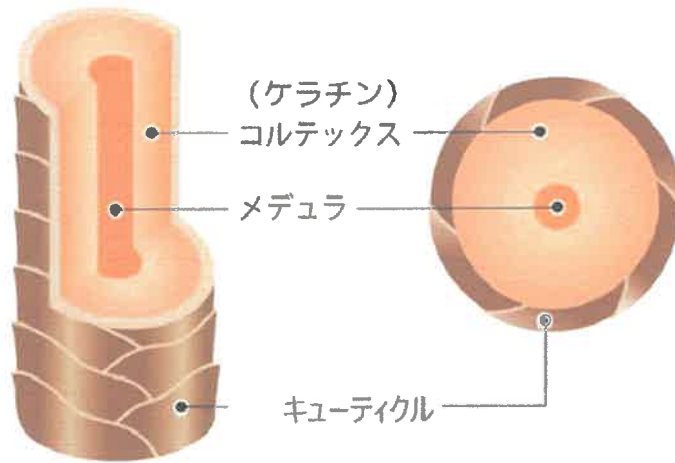


図1 髪の毛の成分と構造[1]

1-3-2 コルテックスの種類とくせ毛の理由

髪の毛の中にあるコルテックスは、図2のように二つに分かれ、オルトコルテックス(水分を吸収しやすい)と、パラコルテックス(水分を吸収しにくい)と呼ばれる成分があります[4]。この二つの成分が均一になることで、ストレートな髪がうまれます。不均一になると、くせ毛になるそうです。湿度が高い日にくせ毛がひどくなるのは、水分を吸収しやすいオルトコルテックスが水を含み、この2つの成分がさらに不均一になるからだとわかりました。

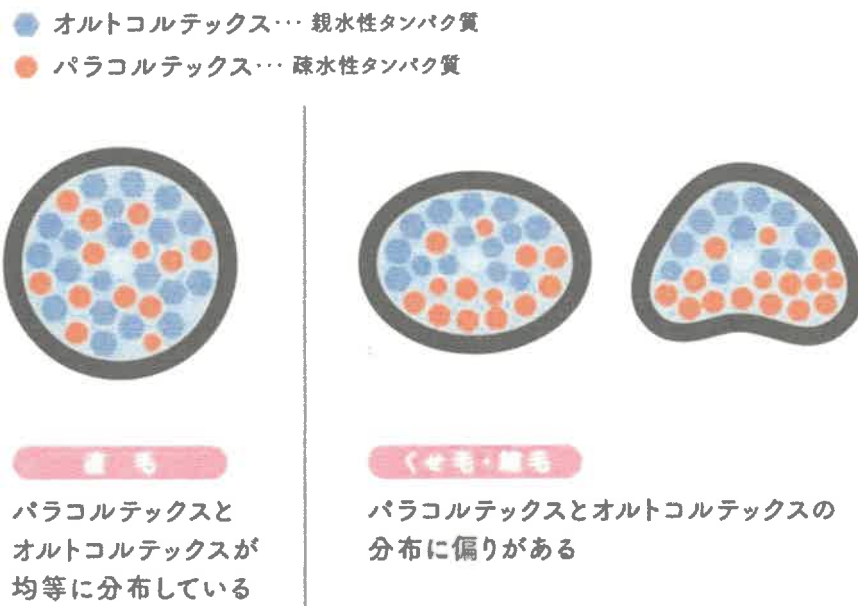


図2 2種類のコルテックス[2]

1-3-3 ストレートにする方法

くせ毛の人がストレートの髪の毛にするにはストレートパーマをかける方法[5]があります。これは1)薬剤を使い、コルテックスの細胞のつながりを切って柔らかくする。②ヘアアイロンでコルテックスの細胞を伸ばし均一にさせる。③薬剤で切断したコルテックス内の細胞を再びくっつける。ことです。薬剤で無理やり細胞を切ったりくっつけたりしているため、「髪が痛む」と言われていることがわかりました。

1-3-4 ツヤのある髪にする、それを保つ方法

上記のように、ストレートパーマをすると髪が痛むのでツヤのある髪にはなりにくいと思います。それでもツヤのある髪を作る、保つにはどうしたら良いかを調べました。

ツヤのある髪には毎日のケアが必要だそうです。毎日のケアとは、①シャンプーで頭皮を洗い、トリートメントで髪の毛を保護。②目の細かいくしのブラッシングでキューティクルを整える。③ドライヤーで乾かし、最後に冷風で仕上げるとキューティクルが整いやすくなる。④その他、オイルやスプレー、紫外線対策、健康的な生活。だそうです。[6][7]。

ここでよく登場しているのがキューティクルです。キューティクルは髪の毛の一番外側の成分で、髪の毛をコーティングする役割です。このキューティクルが整っていれば、さらさらのツヤある髪になるそうです。整っているとは、うろこ状のコーティングが均一に規則的に並んでいる、綺麗でとげとげしていないことであるということがわかりました。反対に痛んでいる、枝毛だらけ、ぼさぼさ、ぱさぱさの髪は、このキューティクルが不均一である、さらに、キューティクルがなくなって中のコルテックスが飛び出している状態であるとわかりました。

1-3-4 調べた結果と実験で調査すること

下調べから、くせ毛の人がストレートの髪の毛にするには、ストレートパーマをする方法があるとわかりました。また、ストレートパーマは髪が痛むことが分かったのでパーマをかけることは今はあきらめます。いっぽうで、さらさらでツヤのある髪になる、それを保つためには、キューティクルが重要であることがわかりました。将来ストレートパーマをかけてストレートの髪の毛になって、さらさらでツヤのある髪になるために、今回は自分や他人のキューティクル、いくつかのヘアケアをした前後でのキューティクルの状態を観察する実験を実施することにします。

2. 実験方法

2-1. 実験器具

髪の毛は大体 0.08 mm (80 μ m : マイクロメートル) の太さ[8]であり、キューティクルは目では見えないため、顕微鏡を使います。実験器具を下記表に示します。顕微鏡はお父さんの趣味で持っていたものを使用しました。

表 1 実験器具

器具・道具名	器具・道具の説明、入手先、写真	
実体顕微鏡	SWIFT SW200DL (40~1000 倍単眼) アマゾン	
顕微鏡接眼用デジタルカメラ	SWIFT 1.3MP HDUSB2.0 カメラ アマゾン	
プレパラート	SWIFT BS50 スライドガラス アマゾン	 
サカムケア 転写用のノリ	サカムケア、速乾液体絆創膏 小林製薬、スギ薬局碧南城山店	
パソコン	DELL OptiPlex3060 アマゾン	 
ドライヤー	フロードライヤー<IB-WX1>SHARP	
シャンプー	ディアボーテひまわり リッチ&リペア クラシエ	
コンディショナー	ディアボーテひまわり リッチ&リペア クラシエ	

2-2 髪の毛のキューティクルの観察方法

顕微鏡で髪の毛の表面を観察しました。私の髪の毛の太さは大体 80~100 μm でした。しかし、髪の毛は黒色で、太さがあるため、写真1のように、下からの光、斜め上からの光で観察しても、髪の毛の表面のキューティクルが見えませんでした。

キューティクルを上手にみる方法をインターネットで調べてみると、顕微鏡ナビのホームページ[9]にて紹介されていた、スンプ法という転写像の方法で観察できることがわかりました。スンプ法とは、図3に書いたイメージのように、プレパラートにノリを塗って髪の毛の型を取り、その型に髪の毛表面の形を転写することで、髪の毛の表面にあるキューティクルを観察できる、という方法です。この方法で髪の毛のサンプルを作成し、下からの光（透過光）による250倍の倍率（接眼レンズ25倍、対物レンズ10倍）での顕微鏡の観察を行いました。

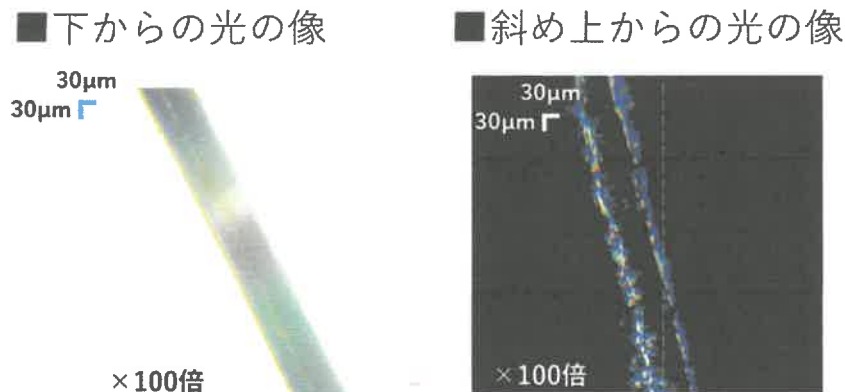


写真1 顕微鏡で観察した私の髪の毛の画像（上からと下からの光）

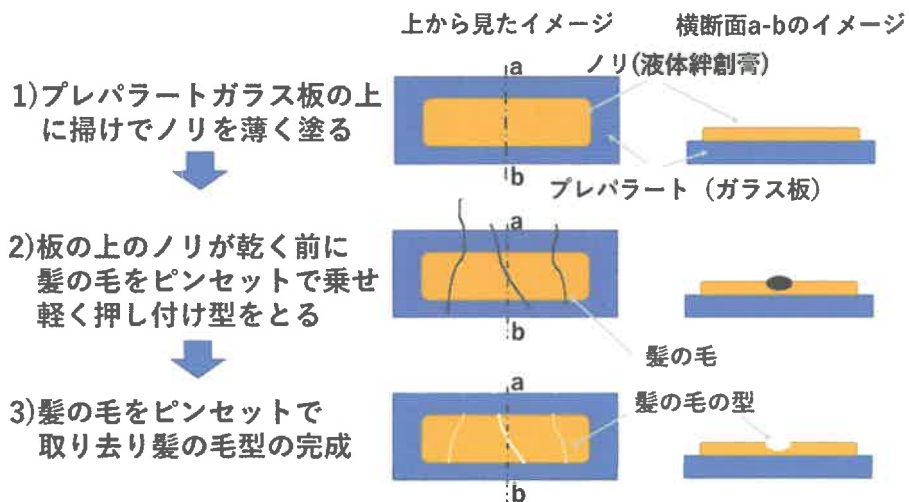


図3 スンプ法による転写サンプルの作成イメージ[9]

2-3 実験サンプルとして準備したもの

表面のキューティクルがさらさらでツヤのある髪にする役割を持っているとのことなので、いろいろな条件での、自分の髪の毛の、手触り、また表面のキューティクルの形や模様を見ることにしました。

見るサンプルとして、下記表のように、①シャンプーだけして自然乾燥した髪、②シャンプーだけして熱風で乾かした髪、③シャンプーだけして熱風で乾かし、最後に冷風した髪、④シャンプーだけして熱風で乾かした後、冷風し、さらにストレートアイロンをした髪、ケアとして、⑤シャンプーとリンスをして自然乾燥した髪、⑥シャンプーとリンスをして熱風で乾かした髪、⑦シャンプーとリンスをして熱風で乾かした後、最後に冷風した髪、⑧シャンプーとリンスをして熱風で乾かした後、冷風し、さらにストレートアイロンをかけた髪、を用意しました。これ以降、実験サンプル名を実験条件として説明します。

表2 実験サンプル名と実験条件

実験サンプル名	実験条件、ケアの内容
① シャンプー 自然乾燥	夕方にシャンプーだけで髪を洗い、そのまま放置して乾かした髪。
② シャンプー 熱風	夕方にシャンプーだけで髪を洗い、熱風だけで乾かした髪。
③ シャンプー 熱風+冷風	夕方にシャンプーだけで髪を洗い、熱風で乾かした後、冷風をあてた髪。
④ シャンプー 熱風+冷風+ヘアアイロン	シャンプーだけで髪を洗い、熱風で乾かした後、冷風をあて、さらにヘアアイロンをした髪。
⑤ シャンプー&リンス 自然乾燥	シャンプーとリンスをして、そのまま放置して乾いた髪。
⑥ シャンプー&リンス 熱風	シャンプーとリンスをして、熱風で乾かした髪。
⑦ シャンプー&リンス 熱風+冷風	シャンプーとリンスをして、熱風で乾かした後に、冷風をあてた髪。
⑧ シャンプー&リンス 熱風+冷風+ヘアアイロン	シャンプーとリンスをして、熱風で乾かした後、冷風をあて、さらにヘアアイロンをした髪。

すべて、夕方に髪を洗い、その日のうちに顕微鏡で観察しました。①以外はくしでといています。

2-3. 実験の手順

下記の手順で観察をやりました。右に考え、工夫した点を書いています。

表3 実験手順と工夫

実験手順	工夫
1) 髪の毛サンプルを採取	シャンプー、リンス、ドライヤ熱風、冷風、ヘアアイロン、それぞれ有無で髪の毛の条件を変えた。
2) プレパラート上にノリ(液体絆創膏)を塗る	プレパラートが汚れてないか確認。ノリが多すぎず、少なすぎず、均等に塗るようにした。
3) プレパラートに髪の毛を押し付ける 髪の毛の根本、中間、2箇所を見た	しっかり転写できるように、細かいところも押し付ける。
4) 顕微鏡で観察 (透過光、250倍※接眼25倍、対物10倍)	観察したい場所にピントを合わせる、見やすい光の加減にした。
5) 画像データとしてパソコンへ保存	比べた時にわかりやすい画像を、選ぶ。たくさん保存して、後から一番いいものを選ぶ。
6) 画像データの解析、キューティクルの数と間隔長さを測定する	数のカウントと間隔測定に、画像解析ソフト(ImageJ)を使った。間隔ごとに分けてカウントしヒストグラムのグラフで比較した。



写真2 実験の様子、写真

2-4. 実験の予想

下記の表に髪の毛のサンプルの条件種類と観察の予想を書きます。

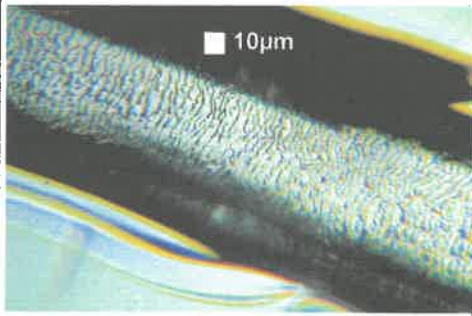
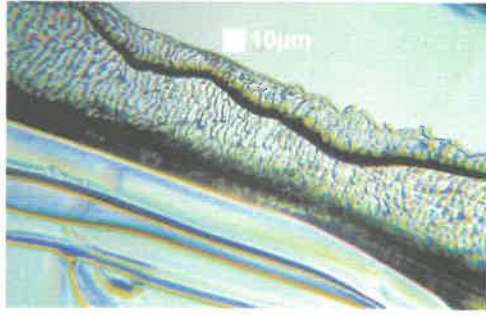
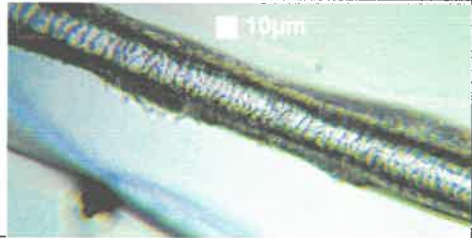
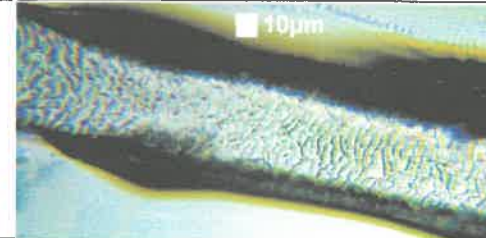
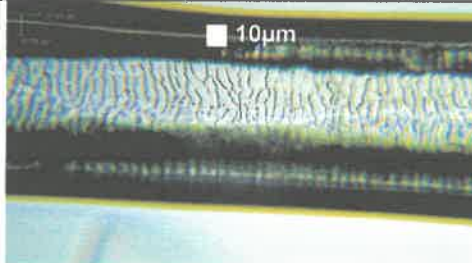
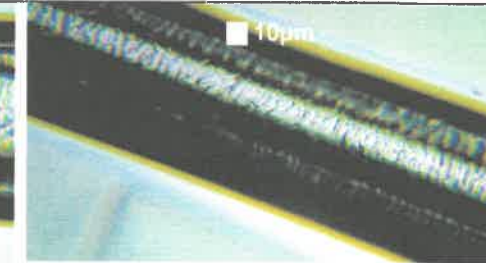
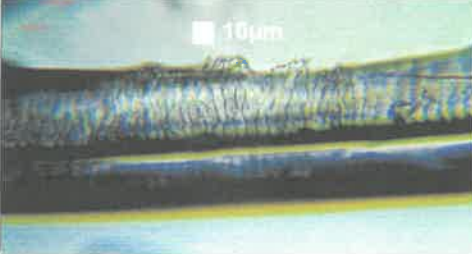
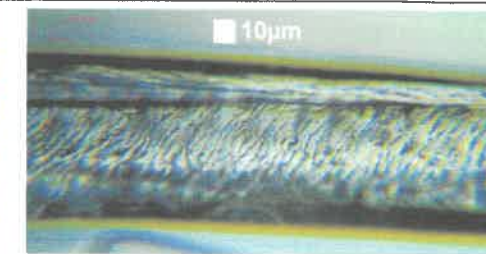
表4 実験条件サンプルごとの予想

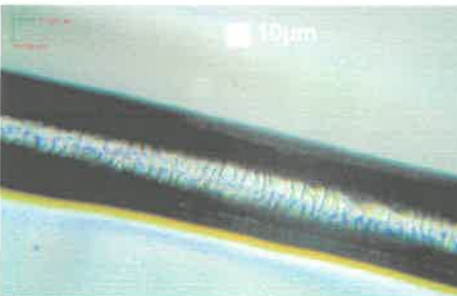
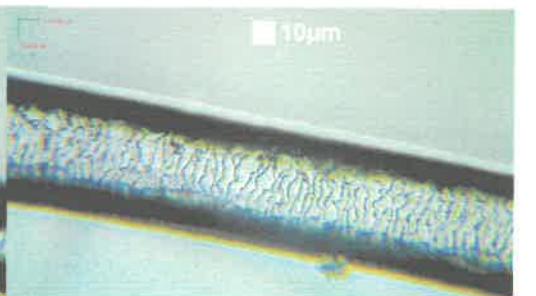
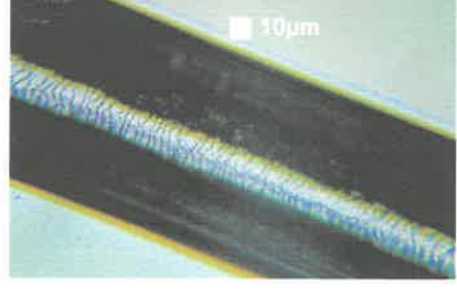
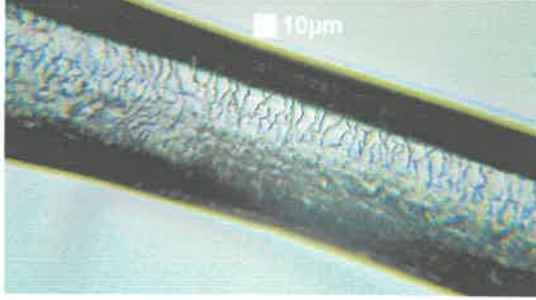
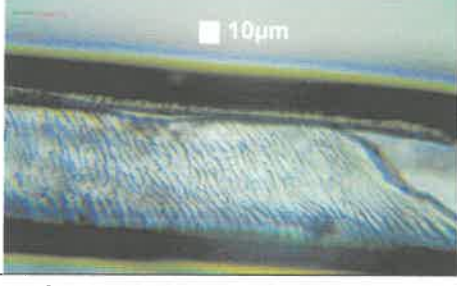
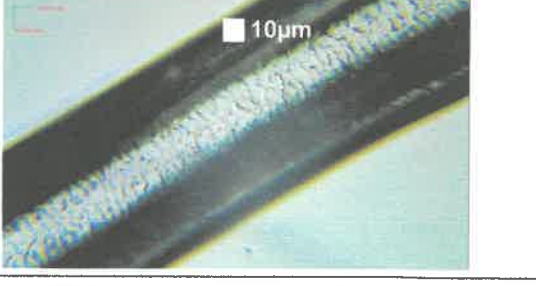
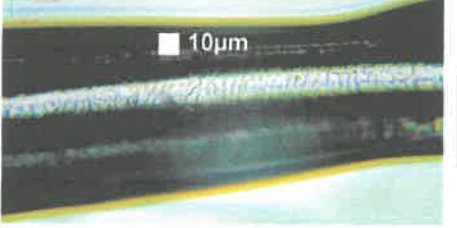
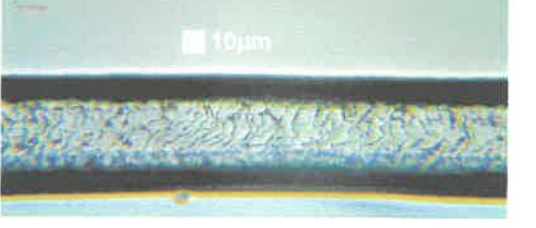
実験条件	観察の予想
① シャンプー 自然乾燥	キューティクルが全体的になく、ぼさぼさ。一番悪い状態。ザラザラした感触。
② シャンプー 熱風	自然乾燥の時とあまり変わらず、キューティクルがはがれてしまっている。ザラザラした感触。
③ シャンプー 熱風+冷風	少しキューティクルが見えるけど、うろこがそろっていない。ザラザラした感触。
④ シャンプー 熱風+冷風+ヘアアイロン	キューティクルがあり、うろこもそろっている。だけど、少しざらつきのある感触。
⑤ シャンプー&リンス +自然乾燥	キューティクルは見れるけど、うろこはそろっていない。とげとげがある。少しざらついた感触。
⑥ シャンプー&リンス 熱風	キューティクルがあるけど、うろこはあまりそろっていない。ザラザラでもさらさらでもない感触。
⑦ シャンプー&リンス 熱風+冷風	キューティクルは見れるけど、うろこはあまりそろっていない。場所によってはさらさらな感触。
⑧ シャンプー&リンス ⑨ 熱風+冷風+ヘアアイロン	キューティクルがあり、うろこがそろっている。ストレートパーマ後のように、さらさらした感触。

3. 結果と考察、予想との比較

髪の毛とキューティクルの観察結果、サンプルごとの予想との比較を書きます。

表5 実験サンプルごと観察結果

実験条件	根本	中間
① シャンプー 自然乾燥		
予想とは違いキューティクルはあるけどうろこがそろっていない。ザラザラした感触。		
② シャンプー 熱風		
キューティクルはあるけどうろこがそろってなくて汚い。ザラザラした感触。		
③ シャンプー 熱風 冷風		
④の熱風だけの時と全然違う、うろこが少しそろっている、ザラザラした感触		
④ シャンプー 熱風 冷風 ヘアアイロン		
キューティクルがあり、厚みもそろっている、キューティクルの色が薄く引き伸ばされている。場所によってはさらさらした感触		

<p>⑤ シャンプー リンス 自然乾燥</p>		
<p>予想通り、キューティクルは見えるけど、厚さにばらつきがありそろっていない、少しざらついた感触</p>		
<p>⑥ シャンプー リンス 熱風</p>		
<p>予想通り、キューティクルはあるけどうろこがあまりそろっていない、さらさらでもザラザラでもない感触</p>		
<p>⑦ シャンプー リンス 熱風 冷風</p>		
<p>予想とは違い、キューティクルの厚みにばらつきがあまりなく、きれいでそろっている、さらさらした感触</p>		
<p>⑧ シャンプー リンス 熱風 冷風 ヘアアイロン</p>		
<p>④の時と似ていてキューティクルがあり、厚みも少しそろっているけど、キューティクルの色が薄く、引き伸ばされている。さらさらした感触</p>		

4. 追求

4-1. 画像からキューティクルの情報を数値にする

髪の毛の手触りと、実体顕微鏡の観察から、ケアの仕方によって髪の毛の状態などいろいろ変わることがわかりました。キューティクルが整った状態を考えるため、見た目と手触りで変化が大きそうだったと思った、実験条件⑤シャンプー&リンスの自然乾燥、と実験条件⑦シャンプー&リンス、熱風+冷風、それぞれの観察画像のキューティクルの数、厚さの測定をおこないました。

実験方法は下の写真3のように、PCソフト内で行いました。まず測定画像の上に100 μ mの長さの赤線を引きました。その赤線の範囲でのキューティクルの境目を目で確認しながら、1つのキューティクルごとに青線を一つ一つ、引きました。このそれぞれの青線の長さで数をカウントし、表6の測定情報としました。

この方法はImageJという画像解析ソフトを用い、大学の先生のHPに紹介のあった方法[10]を参考に、お父さんと相談しながら考えました。

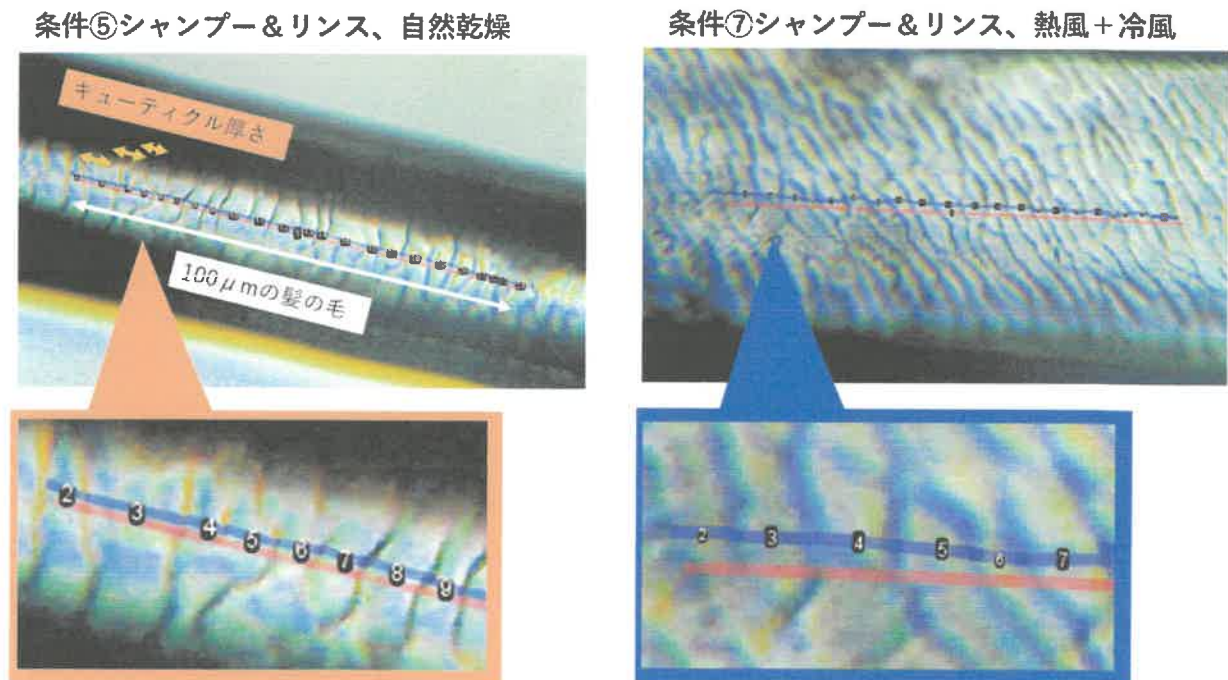


写真3 キューティクルの枚数と厚みの測定方法

表6 キューティクルの枚数と厚み (μm) の測定結果

キューティクル枚数カウント	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
条件⑤キューティクル厚み	3.6	4.9	5.6	5.4	3.6	6	4.9	5.3	5.3	5.2	5.3	5.2	4.2	5.2	2.8	4.1	3.7	5.4	2.2	3.1	3.2	5.4	-
条件⑦キューティクル厚み	3.4	7.7	3	4	3.4	3.6	5.8	2.6	6.7	4.8	6.4	3.9	2.8	3.1	8.2	4.8	6	5.1	4.8	3.6	2.7	5.5	1.5

4-2. キューティクルの数値の比較

実験条件⑤シャンプー&リンスの自然乾燥と実験条件⑦シャンプー&リンス、熱風+冷風のそれぞれのキューティクルの厚みを0~1、1~2・・・8~9μmの間隔で分類し、間隔ごとのキューティクルの厚みの枚数を数え、表7に数値化しました。

また図4に表7の値をヒストグラムのグラフにしました。実験条件⑤シャンプー&リンスの自然乾燥の場合、キューティクルの厚みが1~9μmまであり、厚みのばらつきがたくさんありました。反対に実験条件⑦シャンプー&リンス、熱風+冷風では、キューティクルの厚みが3~7μmとなっていてばらつきがなく整った状態でした。ドライヤーの熱風、冷風をあてると、自然乾燥の時にあったばらつきが少なくなり、同じ厚さのキューティクルが増え、整った状態になったのだと思います。

表7 キューティクルの厚みの分布ごとの枚数

キューティクル厚さ範囲[μm]	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9
条件⑤ 枚数	0	0	2	5	4	11	0	0
条件⑦ 枚数	1	3	7	4	3	3	1	1

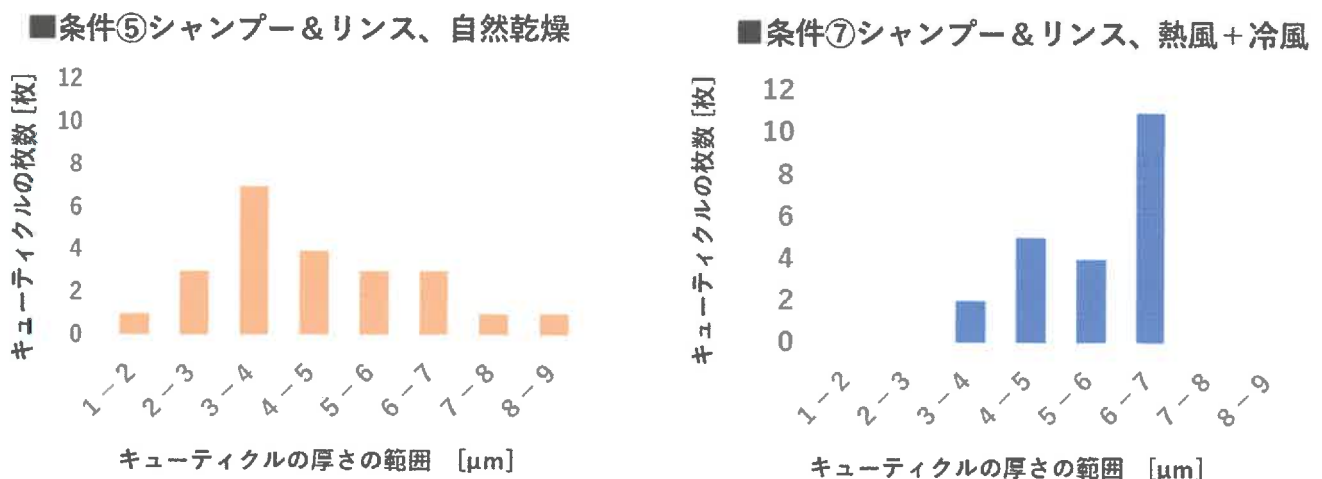


図4 キューティクルの枚数と厚みの測定方法

この結果から、3つわかったことがあります。1つは、もともとあるキューティクルの数はあまり変わらないことがわかりました。2つ目は思っていた通り、自然乾燥の時に比べてドライヤーで乾かしたとき、キューティクルのばらつきが少なくなるということです。3つ目は、冷風をあてることで、キューティクルの厚さのばらつきを、熱風だけの場合より、さらに無くすことができるんじゃないかということです。こう思ったのは、熱風だけより、冷風をあてた画像のほうが、より整っているように見えたからです。

5. まとめと感想

5-1. まとめ

下調べから、くせ毛の人がストレートの髪にするには、ストレートパーマをかけるという方法があるとわかりました。また、ストレートパーマをかけると髪が痛むといわれている理由がわかりました。ツヤのある髪になる、それを保つには、キューティクルを整える(厚みのばらつきが少なくとげとげしていない)ことが大切だとわかりました。

自分の髪の毛の表面のキューティクルの模様や形を顕微鏡とスンプ法のサンプルで、観察することができました。私の髪の太さは大体80-100 μm 、キューティクルの数は長さ方向に100 μm の範囲で22-23個、キューティクルの厚みは1~9 μm だとわかりました。

シャンプー、リンス、ドライヤーの熱風、冷風、ヘアアイロンの条件を変えながらキューティクルを観察しました。この結果、シャンプー、ドライヤーの熱風に加え、リンスと冷風をあてることで、キューティクルのばらつきをなくし、整った、さらさらな髪の毛になることがわかりました。

5-2. 感想

髪の毛に冷風をあてた時がいちばんキューティクルのばらつきがなくなり、整っていて驚きました。ヘアアイロンをしたらさらさらな感触になって、見た目はきれいだけど、髪の毛の中は、キューティクルが引き伸ばされているからあまり良くないということにも驚きました。将来ストレートパーマをかけたときに、この実験が役立つようにしたいです。

参考文献、資料

[1]Lix Online Shop のHP、

<https://lix-online.com/blogs/colmn/keratin>

[2] RUNAN CO. のHP、

<https://www.ruan.co.jp/column/mamechishiki/cuticle/>

[3]日本毛髪化学協会のHP、

<https://www.jhsa.jp/hair-skin-knowledge/hair-knowledge/hair-role/>

[4]髪ナチュラ（カミナチュラ）ヘアケア&ヘアカタログ by プリュムヘアケ

アのHPより、<https://max-herai.com/>

[5]TUYAKAMI のHP、<https://tuyakami.com/straightning-hair-variation/>

[6]Precious.jp のHP、<https://precious.jp/articles/-/10337>

[7]美的.com のHP、<https://www.biteki.com/hair/trouble/223917>

[8]AGA スマクリのHP、<https://internet-clinic.jp/magazine/23188/>

[9]顕微鏡ナビのHP、<https://bestidea4u.com/hair-cuticle/>

[10]黒猫の旅HP、

<https://palaeo-kuroneko.blogspot.com/2016/08/image-j.html>