

レーザーとIPLの基本的理論(初級)

レーザーと光の基本的な知識

レーザーの波長はアレキサンドライト、755 ナノメートル、ダイオードは 800 ナノメートルというように、レーザー光はそれぞれ固有の波長をもっています。

それに比べて通常の光、たとえば太陽光は、紫外線・可視光線・赤外線とさまざまな波長の集合体です。

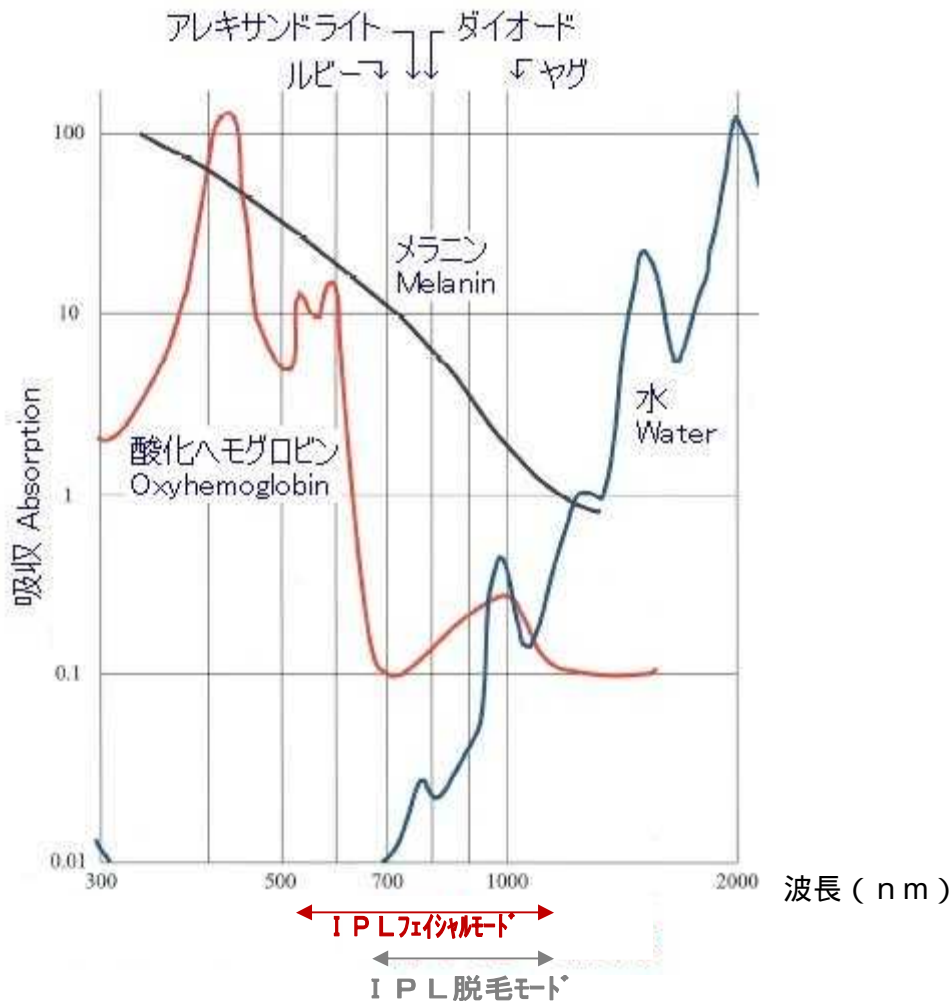
レーザー脱毛のターゲットは毛包の中ほどから少し浅いところにある膨大部と呼ばれる部分(あるいは、それより浅いところにある皮脂腺開口部のすぐ下の峽部毛鞘と呼ばれる部分)です。そこに毛の再生工場である幹細胞があるといわれています。この幹細胞を熱変性させようというものです。

よく、幹細胞を破壊すると表現する人がいますが間違いで、破壊ではなく変性です。熱変性とは、例えば生卵を茹でると白身や黄身が固まるような変化をいいます。ヒヨコは生卵から生まれますが、けっして茹で卵からは生まれません。

ようはタンパク質である幹細胞周辺に熱を加えて「固める」と言う事です。

同じく熱変性した幹細胞から毛は育たないのです。レーザー光線を照射すると、エネルギーは毛根のメラニンに吸収されて高熱になり、毛根に接触している幹細胞が2次的にヤケドして熱変性するというのがレーザー脱毛です。細胞自体がなくなるわけではありません。

以前から行われている(現在は「痛い」「時間がかかる」「毛の自己処理が出来ない」等で行っている施設が少なくなりましたが)「電気脱毛」、又は「ニードル脱毛」の基本的な原理です。



上図はそれぞれの波長における、「メラニン」「水」「酸化ヘモグロビン（赤血球）」に対する吸収率を示しています。

太陽光は紫外線・可視光線・赤外線が集まったもので白色光（無色）ですが、黒い服を着ると、白い服にくらべて熱を吸収しやすく暖かいということから分かるように、黒い色素は白色光を吸収しやすいという性質があります。

このような光から、ある特定の波長だけをとりだしたのがレーザー光線です。

ですから、レーザー光は基本的に「単一波長」で、IPLに代表される光は「複合波長」になります。

人体にはメラニン顆粒として黒い色素が存在しますが、右下がりの黒い線はメラニンの吸収曲線です。ある特定の波長ということではなく、どの波長であってもメラニンへは吸収されるということを示しています。

ただ、見ての通り、「波長」が長くなればなるほど「メラニン」への吸収率は悪くなります。

一般的に使用される「フェイシャルモード」のIPL波長は500～530から始まるのが多いので、「ヤグレーザー」の波長1064nmの約10倍の吸収率になります。

その為、「フェイシャルモード」においては、皮膚表面のメラニン色素の除去が可能になるわけです。逆に、このモードで脱毛を施行すれば、皮膚表面のやけどの可能性も増し、脱毛を行うには不向きと言う事になります。

自分のサロンで使っているIPL複合機(脱毛/フォト美顔/他)ははたして安全で効果的か？

下記の条件に照らし合わせて検証しましょう！

では、脱毛に最も適した機械の条件は？

まず、第一条件として...「波長」

メラニンの吸収率が、毛包内のメラニンに熱エネルギーを吸収させ、かつ皮膚表面のやけどを起こさせない程度の波長が必要になります。この時点において、IPL複合機にハンドピースが1つしか装着されていない機器は、多分フェイシャルモードの波長(530~1200nm)なので、やけどの危険性がとても高い！と言う事になります。

今は、ハンドピースが「脱毛用」「フェイシャル用」として個別にあって、それぞれを用途に合わせて、機器本体から取り外し、付け替える機器もあります。

仮に、そのような機器をお使いなら、まず第一条件はクリアされています。

しかし、1本しか用意されていないのであれば、この条件は該当しない事になります。

良く、「ジェル」で冷やすから！と謳っているサロンもありますが、皮膚温でジェルはすぐ温かくなり、危険性はやっぱり付きまといます。

それと、ジェルをたくさん塗って危険性を回避している！というサロンも、危険性は確かに減りますが、皮膚に密着出来なければ、十分なエネルギーを多く送り込めないで逆に「効果」は下がります。

結論その1

脱毛用波長に最も適している波長は、600~700nmになります。この波長がやけどの危険性(リスク)を回避し、効果を最大限(メラニン吸収率)に出す事が出来る「波長」になります。

この波長は、「水」への吸収率も極めて少ないのも図を見ればお分かり頂けると思います。

さらに、酸化ヘモグロビン(赤血球)への吸収率も小さいのも特徴です。

その分、「水」や「赤血球」へのエネルギーの吸収が阻害され、毛包内のメラニンに集中的にエネルギーが吸収され、効率が上がります。(逆にフェイシャルでは赤血球の吸収を上げなくてはなりません。後述)

YAGヤグレーザーでしかもシングルパルス(一般的にサロンに導入されているヤグレーザー脱毛機はシングルパルスです)の機器であれば、図でもお分かりのように、メラニン吸収率は数段に下がり、逆に、水に対する吸収率が数段に上がるので、エネルギーが皮膚内部の水分に吸収され、毛包内に十分なエネルギーを送り込めない事になります。

どちらにせよ、ヤグレーザー開発者が「一時的な脱毛しか出来ない」と言っているのですから、私があえて申し上げる事もありませんが...

さらに、脱毛に特化して波長を選ぶのであれば、1000nm以下をカットする必要があります。

一般的に脱毛の波長は「600/700~1200nm」が多いのですが、1000nm以上の波長は、「水」への吸収率も高くなるので、カットし、理想的な波長は「600/700~900nm前後」です。

水への吸収率を下げる事は、前述にも記載しましたが「エネルギーを水に吸収させると効率が悪くなる」他に、「やけどの危険性」が増すからです。

水の熱伝導率は非常に高いのが特徴です。

その為、(皮膚には多くの水分が存在しています)水にエネルギーを吸収させることは、「やけど」「水膨れ」の原因になります。

しかも、水は、「一旦熱させられると冷めにくい」という性質があるので、いつまでも皮膚内にエネルギーをため込んでしまいます。

第二の条件として「パルス幅」...

パルス幅とは、エネルギーの照射時間の事です。

シングルパルスとロングパルスに分けられます。

シングルパルスとは、1000分の10ミリ秒(1ミリ秒1秒間の1000分の1)以下。

逆に、ロングパルスは10/1000ミリ秒(以下ms)以上を指します。

シングルパルスの脱毛機は、脱毛に不向きです。

サロンでお使いのIPL機器のパルス幅は、「取り扱い説明書」に通常記載されています。

分からなければ、機器を購入した販売店に尋ねてください。

では、何故「シングルパルス」では脱毛に不向きか？

では、例として

今お使いのIPL機器又はレーザー脱毛機のパルス幅が、8/1000msの固定としましょう。

これは、シングルパルスになります。

エネルギーをここでは、40J(ジュール)にしましょう。

「40Jというエネルギーを、8/1000msの短い時間で一気に皮膚に送り込む」という事になります。

では、逆にロングパルス(10/1000ms以上)、ここでは30/1000msにします。

この例では(ロングパルス)、30/1000msの長い時間(シングルパルスの3倍の時間)かけて、ゆっくり40Jというエネルギーを皮膚に送り込む事になります。

これによって、皮膚に与える衝撃が和らぐ事になり、皮膚表面のやけどの危険性が減少します。

結論その2

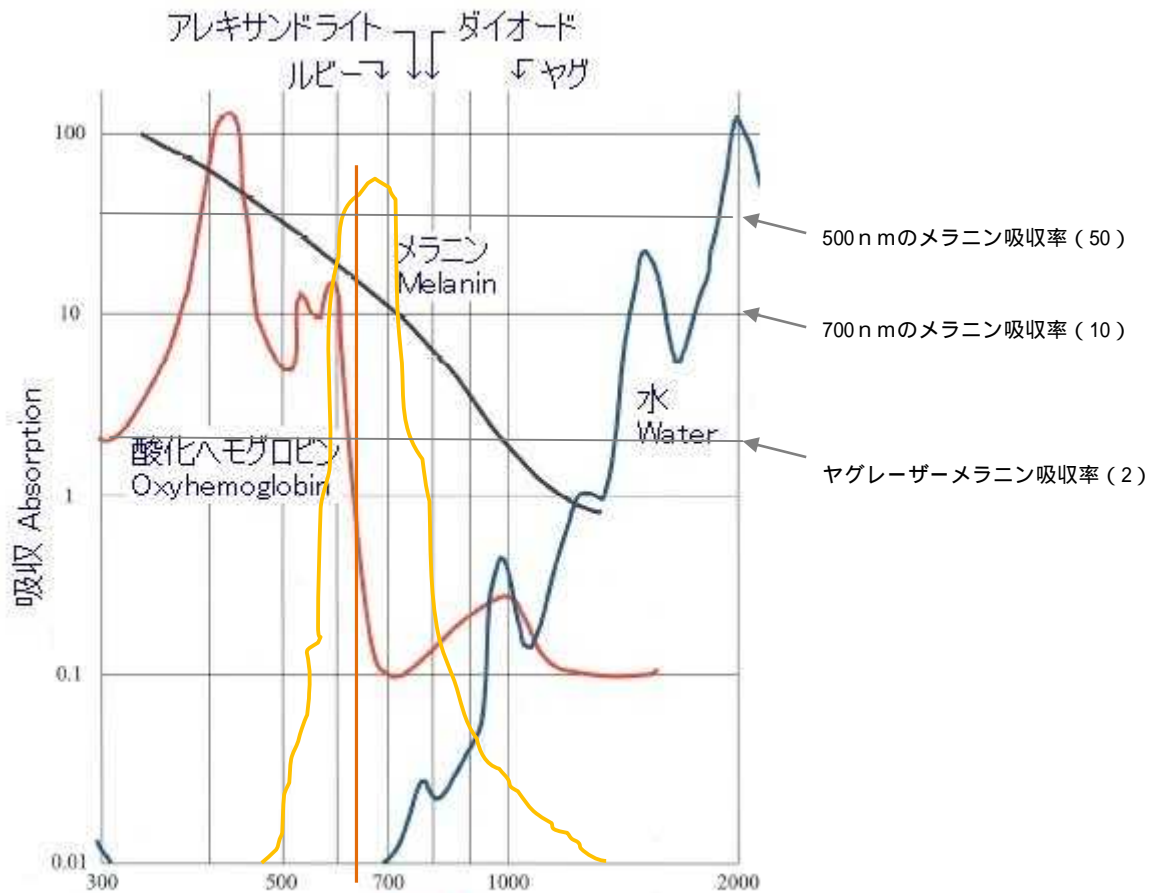
安全に脱毛を行うには、「ロングパルス」でなくてはならない事になります。

今では、100/1000msという超ロングパルスもありますが、一般的には30/1000msで十分だと思います。

通常サロンで使っているYAGレーザー脱毛機は、シングルパルスです。

IPL複合機は、まちまちなので、業者にお問い合わせください。

第三の条件として「熱量」...



上図は一般的な脱毛用（610～1200 nm）のエネルギー曲線（黄色のグラフ）と610 nmの縦線の棒（オレンジ色）を付け加えた、表です。
どの機器も、610～なら610 nmにエネルギーの頂点が、690 nm～なら690 nmに、530 nm～なら530 nm付近にエネルギー曲線の頂点が来るように設定してあります。

その点において、考えると600～700 nm付近は、「メラニン吸収率」は危険性を除いた範囲で適正であり、（500 nm付近では700 nmのメラニン吸収率は約5倍に跳ね上がり逆に皮膚へのやけどの危険性が増す事になります）さらに、「酸化ヘモグロビン（赤血球）」と「水」への吸収率は格段に低く、照射エネルギーをそれらに吸収されなくて済み、エネルギー効率が高まります。

しかし、エネルギー効率が高まるにつれて、やけどの危険性も当然高まってきます。

そこで、熱量に関して一番大切な条件が、「患部冷却」と「パルスディレイ方式」です。

結論その3

「熱量（エネルギー）」を、安全に効率よく毛包内に送り込むには...
「患部冷却装置付き機器」と「パルスディレイ方式採用機器」でなくてはなりません。

患部冷却装置

レーザー脱毛においても、IPLに代表される光脱毛においても、避けては通れないのが「火傷」です。

冷却ジェルを皮膚に塗ったり、冷風機で皮膚に冷たい風を送ったり、しても安全に皮膚を火傷から保護する事は出来ません。

特に、最近の「脱毛事故」を見ると、この「やけど」が原因で「訴訟問題」に発展しています。

ここでいう「患部冷却装置」は、機械本体の冷却装置ではありません。

よく「こんなにコンパクトなのに水冷機能搭載の最新機器」とか謳っている機器がありますが、この冷却は、機械内部の熱を上げないように、ハンドピース内に水を流して冷却するもので、決して皮膚表面を冷却する事とは違います。

現在(2007年)国内生産でこの患部冷却装置の搭載されている脱毛機は、「永久脱毛のドクター高橋」先生の開発した機器と他に1~2種類だと思います。

それに、海外の製品が数台販売されているのみです。

当院で使っているIPL機器も、この「患部冷却装置」付きです。(海外生産)

図を見て頂くとお分かりになると思います。

ハンドピースの先端の「クリスタル部分」が「霜降り状態」で冷却されているのが分かります。

(当院で使用しているIPL機器)



これによって、皮膚表面を冷やし、「熱エネルギーを皮膚表面に残さない」工夫がされています。

皮膚の色によっては、50Jで照射しても毛穴のみが反応するだけで、「火傷」は起こりません。

さらに、脱毛効率を上げるには、クリスタル部分を皮膚に密着しなくてはなりません。

光エネルギーは「距離に反比例」するからです。

(皮膚から遠ざければそれだけ熱エネルギーは減衰するので、一定量のエネルギーを毛包内に送り込む事が難しくなるのです)

ただし、密着させるには一定の条件があります。

その第一が、「患部冷却装置」なのです。

冷却してあるからこそ、密着出来るのです。

さらに、「東京都脱毛安全基準」にも明確に、患部冷却の件は必要条件として明記されています。

次に、クリスタル部分が「サファイアチップ」でなくてはなりません。

ガラスチップは、熱に弱く、耐久性に劣っているので、密着させることによって毛が燃えた時にガラスチップに付着し、傷が付き使えなくなるのです。

サファイアチップは、その点耐久性に優れているので、「密着」が可能なのです。

ただし、サファイアチップは高価でその分、機器の値段に反映されます。

よく、皮膚に1cm以上もジェルを塗布し、皮膚に密着させずに脱毛を行う機器がありますが、この機器の大半は、「冷却装置」もなく「クリスタル部分がガラス」なので、密着されては傷が付き、「やけど」を引き起こすから、行えないのが実情です。

決して、「火傷の危険性を軽減する為に、ジェルを多めに塗り、皮膚から離して照射する」のではありません。密着に耐えられない機器だから、そのように「指導」されるのです。

また、密着させて照射するもう1つの利点は、真皮層以下に流れている「血管内の赤血球」に吸収させないようにする為です。

押しつける事で、血管が押しつぶされ赤血球が照射下になるべく存在しないようにさせるのです。それによって、照射したエネルギーを選択的に毛包内に送り込む事が出来るのです。

初めに記載した図でもお分かり頂いていると思いますが、光エネルギーは「赤血球」にも「水」にも吸収されるので、選択的に吸収させたい目的物（脱毛なら毛包内のメラニン）になるべくエネルギーを吸収させるよう他の吸収体は排除するのです。

ワンポイントアドバイス （上記の条件が揃っている事が前提）

脱毛を行うには、610nm以上のハンドピースで皮膚に密着させ、出来るだけ押し付けて照射する。

フェイシャルで「リフトアップ」や「コラーゲン生産の促進」をさせる目的なら、530nmのハンドピースで押し付けずに照射する。

赤血球にエネルギーを吸収させたいので、押しつけたら照射下から出てしまう。

フェイシャルで「色素斑」を除去したいのであれば、逆に押し付けて選択的にメラニン色素にエネルギーを吸収させる。

パルスディレイ方式

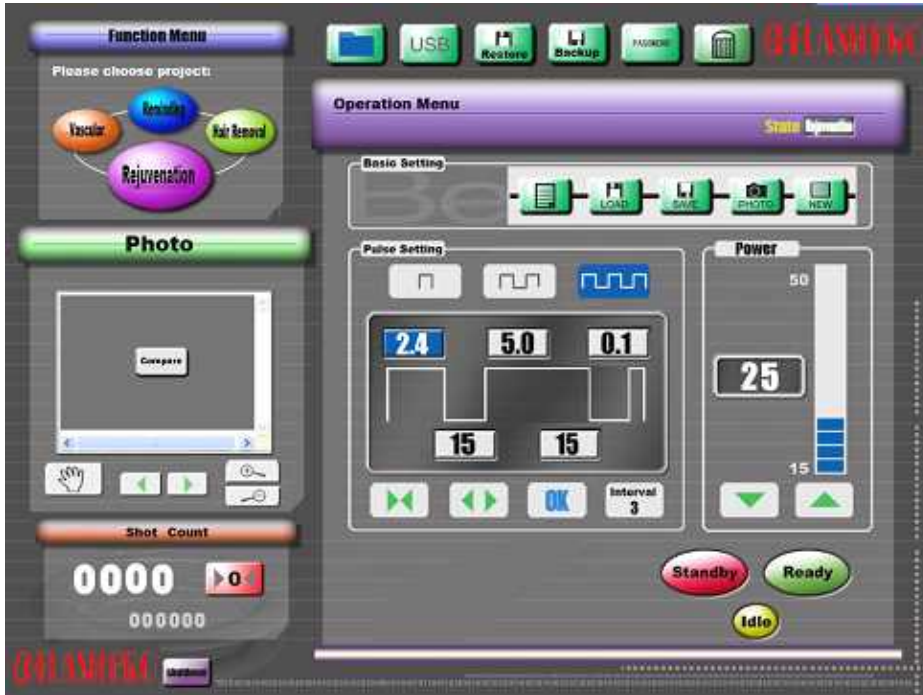
パルスディレイ方式とは、

短い休憩時間をはさんで2回または3回連続して照射する事です。

「Pulse Delay (パルスディレイ)」という休憩時間をはさむことで皮膚温の急激な上昇が避けられヤケドを防ぐことができるというアイデアです。

下記の図においては 2.4m s 照射し、15m s 休憩し、5.0m s 照射し、15m s 再度休憩し、最後に 0.1 m s 照射しています。当院で使用している I P L 複合機のパネル画面です。

照射時間は 0.1m s ~ 30m s まで変更できます。(ロングパルスです)

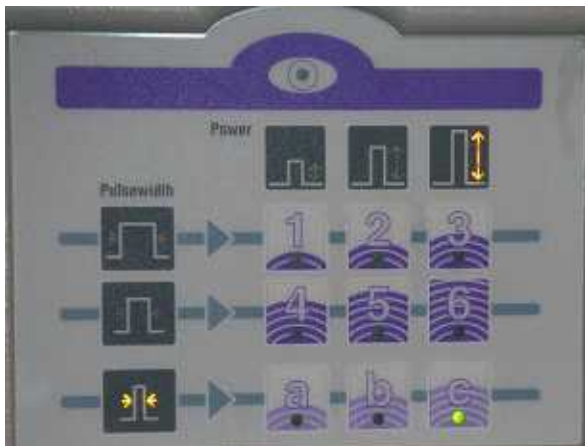


一般的にサロンで使っている「光脱毛機」は、パルスディレイ方式を採用していても、変更が出来る機器はあまりありません。

本体正面に 3 ~ 9 の選択ボタンがあり、皮膚の状態や毛の状態でその数少ない選択肢から選ぶのみです。

下記の図は、当院で以前使っていた「エステラックス (メディラックス)」の選択画面です。

すべて、パルス数は1つで、エネルギー選択は9つです。



当初は、530 ~ 1200 nm のハンドピースしかありませんでした。

脱毛には、不向きな波長で、「やけど」の被害が数件あったので、今では使っていません。

最近になって (2003 年頃) 脱毛用や色素班用などのハンドピースが販売されるようになりました。

しかしながら、パルス数が任意で変更できないので、きめの細かい設定は出来ません。

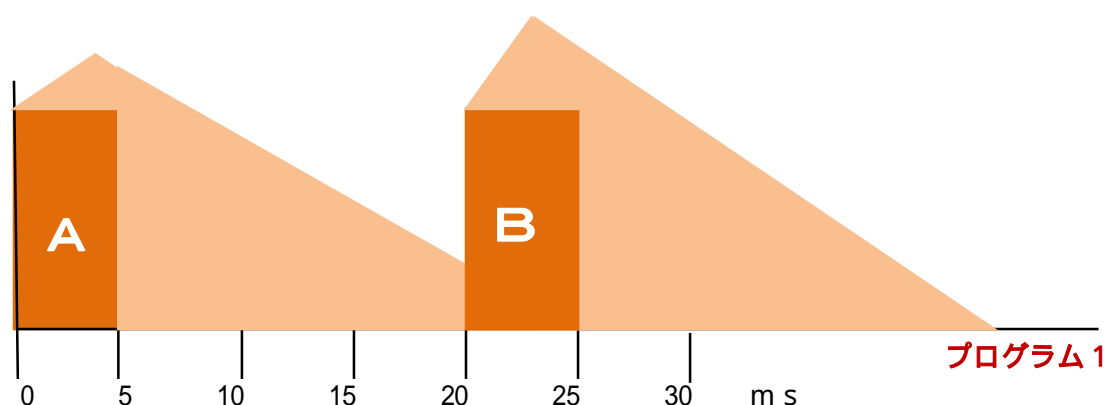
このように、おおかたの機器はパルス数の変更や、ディレイ（休憩時間）を任意で差し込む設定は出来ません。

では、何故「パルスディレイ方式の任意の変更」が必要か？設定できる事で何がメリットなのか？

「ディレイ方式」は、途中で休憩時間をはさむ事で、永久脱毛に必要な十分なエネルギーを、ヤケドを起こさずに毛根に与えることが可能です。

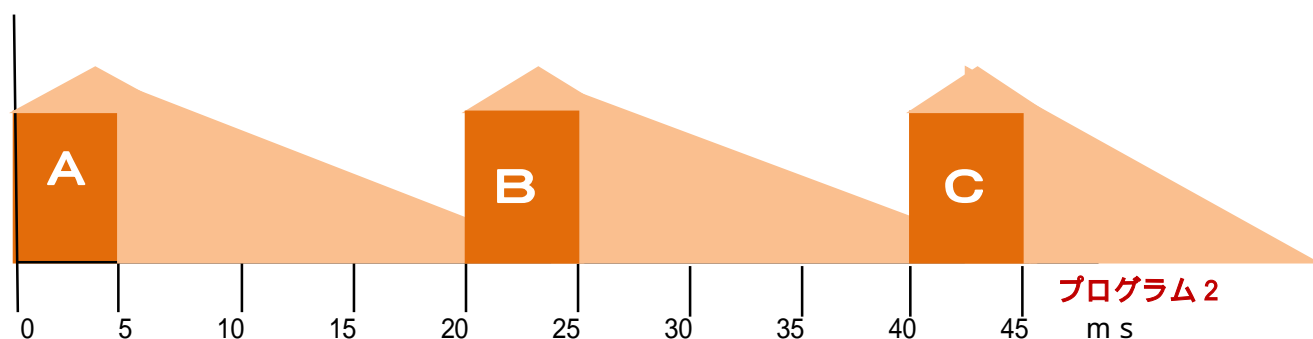
また、

肌の色や、毛の色、太さに合わせてエネルギー量だけでなく、皮膚表面に与える熱量や、毛包内に送り込む熱量を、細かく調節出来るメリットがあります。



上に図(プログラム 1)は、5/1000ms (A)照射して、15/1000ms 休憩(ディレイ)して、再度 5/1000ms (B)を照射した、図です。(照射時間/パルス幅は5+5の10msです)
皮膚に与えるエネルギーの総和は、A + Bの面積になります。
仮に、この総エネルギー量を「40J」に仮定しましょう。

下の図(プログラム 2)は、同じエネルギー量を3回に分けて照射しています。



プログラム 1 同様に、5/1000 照射、15/1000 休憩、5/1000 照射し、今度はもう一度 15/1000 休憩を入れて、5/1000 照射しています。

照射エネルギーは、同様にA + B + Cの総和で、40Jとします。

休憩を2度入れて、40Jのエネルギーを3回に分けて分断して皮膚に照射する事で、皮膚内に熱量がこもらない様に工夫がされています。

これが、「パルスディレイ方式」です。

プログラム1でも、プログラム2でも、連続して照射せずに中休み（ディレイ）を入れる事で、急激に熱量を皮膚に入れない工夫がされている事になります。

熱湯に「ず〜と」指を入れているよりも、「ちょん、ちょん」と付けて指を熱湯から離すと、熱さを感じにくくなるのと同じことです。

レーザー脱毛にしても、光脱毛にしても、表皮から数ミリ下の毛根部に熱を加えて、毛根だけを燃やし、脱毛を行う事が基本的な原理です。

しかしながら、効果を出そうと思えば思うほど、照射エネルギーを高めなくてはならなくなり、「やけど」の危険性にさらされます。

そこで、毛根部分の熱を奪わずに、皮膚表面だけの熱を緩和する為には、「冷却ジェル」と「患部冷却装置」に付け加えて、「パルスディレイ」が必要になってくるのです。

これらの、「必要不可欠」な条件が重なって「安全」で「確実」な脱毛が行える事になります。

パルス数や、パルス幅の設定に関しては、別紙「パラメータ表」を参考にして下さい。

いかがでしたか？

今ご自分のサロンでお使いの、「IPL美顔/脱毛機」は、上記の基準に適合していましたか？

今や、「美容外科」だけでなく、「皮膚科」（本来は皮膚科内【保険診療】に実費の【自由診療】の併設はイケないのですけどね）も、はたまた「美容院」までもが、エステティック業に参入しています。最近色々なサロンから「エステもなかなかお客が集まらなくなって大変な時期になりました」と言うお声をよく聞きます。

しかしながら、「本物をひたすら実行」していけば、お客さんはあなたのサロンから離れ、よその施設には行かないはずですよ。

又、「最新の機器」と言われ購入したものの、他店も同じ機器を導入し、結局価格競争の渦に巻き込まれ、機械の償却が済む前に、再度「新機種」の導入で、お金がいくらあっても足りません。

いくつかの機器が、サロンの片隅で眠っていますか？

眠っている機器は、もう出番は無いのでしょうか？

以前からある「YAGレーザー機器」は、実は脱毛に適していないけれど、1人のお客さんから10,000円前後の金額を頂戴できる、新メニューに変わります。

当院にもある、YAGレーザー機は今は目を覚まし、その新メニューで活躍しています。

地域において、「他店から一目置かれるサロン」になりませんか？

ラ・フェース.スキンケア.センター（アークメディカル治療院）