

D11.美容皮膚科学 レーザー治療 V1.1

本文書では、日本の美容皮膚科・美容外科領域で活用されているレーザー治療について、臨床現場で即実践可能な詳細な知識を提供します。選択的光熱融解理論に基づく治療の原理から、各種病変への対応、最新機器の特性、治療手技の実際まで、専門的かつ系統的に解説します。本邦における承認状況や安全管理についても触れ、医療従事者が日々の診療で直面する臨床的課題への対応策を示します。

一般社団法人再生医療ネットワーク

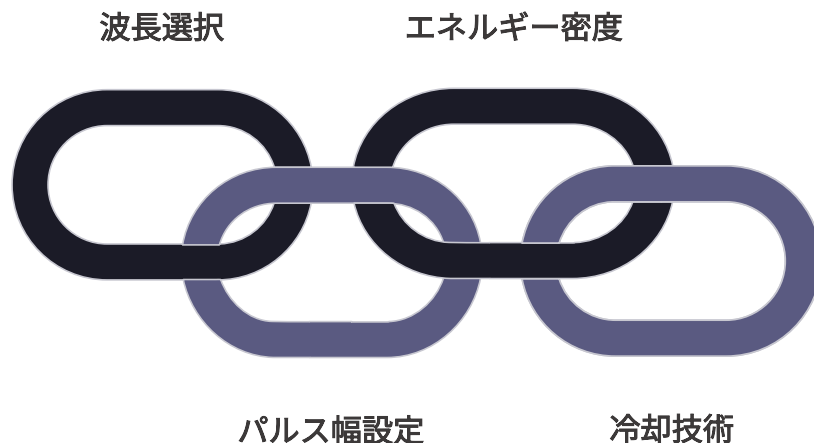
<https://rmnw.jp>

著:再生医療ネットワーク代表理事 松原充久 監修:ヒメクリニック 武藤ひめ

レーザー治療の基本原理と発展

美容皮膚科・美容外科領域では、1990年代以降、様々なレーザー機器が日本国内に導入され、選択的光熱融解理論（Selective Photothermolysis）に基づく安全かつ効果的な治療が普及してきました。この理論は、標的とする組織（メラニン、ヘモグロビン、水分など）に選択的に吸収される特定波長の光を照射し、周囲の正常組織への影響を最小限に抑えながら、目的の組織だけを破壊するというものです。

レーザー光の持つ特性（単色性、指向性、可干渉性、高輝度性）により、特定の深さ・組織だけに働きかけることが可能となりました。つまり、レーザーの波長、照射時間（パルス幅）、エネルギー密度を適切に選択することで、周囲組織を傷つけず標的組織のみを処理できるようになったのです。



美容医療分野でのレーザー治療は主に以下の領域で応用されています：

色素性病変

シミ、そばかす、肝斑、太田母斑、ADM（後天性真皮メラノサイトーシス）などの治療

血管病変

赤あざ（毛細血管奇形）、莓状血管腫、顔面の毛細血管拡張（赤ら顔・酒さ）などの治療

脱毛治療

永久減毛を目的とした医療レーザー脱毛

肌の若返り

しわ・たるみ・肌質改善、毛穴の開大などの治療

瘢痕治療

ニキビ跡（クレーター）、手術痕、外傷性瘢痕などの改善

刺青除去

アマチュアおよびプロによる刺青の除去治療

この分野は日進月歩で発展しており、従来の単純な組織破壊から、ピコ秒レーザーによる光音響効果、フラクショナル技術による部分的組織修復など、より精密で効果的な治療手法が次々と登場しています。本文書では、これらの技術を臨床現場で効果的に活用するための知識を体系的に解説します。

色素性病変に対するレーザー治療: 基本概念

色素性病変の治療には、メラニン色素を標的とするレーザーが用いられます。メラニン400～1100nmの広い波長域で光を吸収しますが、各種色素性病変の深さと性質に応じて最適な波長とパルス幅を選択する必要があります。

色素性病変の分類

色素性病変は病理学的に以下のように分類されます：

- **表皮性病変**：老人性色素斑（日光黒子）、雀卵斑（そばかす）、脂漏性角化症など
- **表皮～真皮性病変**：肝斑、炎症後色素沈着（PIH）など
- **真皮性病変**：太田母斑、ADM（後天性真皮メラノサイトーシス）、異所性蒙古斑、外傷性刺青など
- **その他**：扁平母斑（カフェオレ斑）、口唇メラノーシスなど



レーザー治療では、病変の深さに応じて波長を選択します。表皮性病変には短波長（532～694nm）、真皮性病変には長波長（755～1064nm）が適しています。

主なレーザー種と特性

色素性病変治療に用いられる代表的なレーザーには以下のものがあります：

Qスイッチルビーレーザー (694nm)

メラニンへの吸収率が非常に高く、濃いシミやADM、太田母斑などに強力な効果を示します。ナノ秒パルスでメラニン顆粒を選択的に破壊します。

Qスイッチアレキサンドライトレーザー (755nm)

メラニンへの選択性と深達度のバランスが良く、老人性色素斑やそばかす除去に広く使用されます。

QスイッチNd:YAGレーザー (1064nm)

皮膚深部まで到達しやすく、真皮内の色素に有効です。太田母斑や異所性蒙古斑など真皮メラノサイトーシスの治療に適しています。532nm（倍波）は表在性の赤みを帯びた色素に用いられます。

ピコ秒レーザー

パルス幅が数百ピコ秒とさらに短く、ナノ秒レーザーよりも微細にメラニンを粉碎できるため、従来治療で取り切れなかった薄いシミや難治性の色素斑に効果的です。

これらのレーザーは波長とパルス幅の違いにより、それぞれ得意とする病変が異なります。患者の肌質や病変の特性に合わせて適切なレーザーを選択することが、治療成功の鍵となります。

色素性病変に対するレーザー治療: 臨床技術

治療手技の実際

色素性病変へのレーザー治療は、以下のステップで実施します：

01

術前評価

病変の種類と深さを正確に診断し、最適なレーザー種を選択します。色素性病変と悪性黒色腫などの鑑別は重要です。日焼けの有無、過去の治療歴、PIH既往なども確認します。

02

麻酔と準備

小範囲のシミ治療では局所麻酔は不要ですが、広範囲照射や痛みに弱い患者では表面麻酔クリームを30～60分前に塗布します。術者・患者ともに適切な波長に対応する保護眼鏡を着用します。

03

照射パラメータ設定

病変の色調と深さに応じて、適切な出力 (J/cm^2) とスポットサイズを設定します。一般に表皮性病変には5-7 J/cm^2 、真皮性病変には7-10 J/cm^2 程度から開始し、反応に応じて調整します。

04

照射テクニック

シングルパルスで病変部にスポット照射し、反応として白色化現象 (Immediate whitening) が見られれば適切なエネルギーです。重複照射は避け、照射漏れがないよう注意します。

05

術後処置

照射部位にステロイド含有抗菌軟膏を塗布し、必要に応じて保護テープで創部を保護します。痂皮形成は1～2週間続きます。紫外線遮断と保湿を指導します。

治療回数と間隔

色素性病変の種類により、必要な回数と間隔は異なります：

- 老人性色素斑・そばかす：多くは1回の照射で除去可能
- 太田母斑・ADM：3ヶ月以上間隔をあけて4～5回程度の照射が必要
- 肝斑：レーザートニング（低出力反復照射）の場合、1～2週間隔で10回以上

副作用とその対策

主な副作用として以下が挙げられます：

- 炎症後色素沈着 (PIH)**：約40%の頻度で発生しますが、多くは2～3ヶ月で薄くなります。治療前後にトラネキサム酸の外用・内服やハイドロキノン外用を併用することで軽減できます。
- 熱傷 (水疱形成)**：適切なエネルギー設定を心がけ、冷却を十分に行います。
- 低色素斑 (色抜け)**：過度なエネルギー照射で生じることがあります。特に色黒の患者では注意が必要です。
- 瘢痕形成**：稀ですが、高出力照射や術後管理不良で起こり得ます。

これらの副作用のリスクを最小限にするためには、患者の肌質と病変特性に応じた適切なレーザー選択、慎重なエネルギー設定、そして丁寧な術後ケア指導が不可欠です。特にアジア人ではPIHが比較的高頻度にかかるため、治療前からの紫外線対策と適切な術後ケアが重要です。

色素性病変に対するレーザー治療: 適応と効果

各種病変への適応

Qスイッチレーザーは様々な色素性病変に効果を示しますが、病変の種類により反応性が異なります。以下に代表的な病変とその治療効果について解説します。

老人性色素斑・雀卵斑（そばかす）

境界明瞭な老人斑やそばかすは1回照射で高い効果が得られます。Qスイッチルビー、アレキサンドライト、Nd:YAGいずれも有効ですが、色調や深さに応じて選択します。一般的に1〜2回の照射で80%以上の改善が期待できます。

太田母斑・ADM・異所性蒙古斑

真皮深部に存在するメラノサイトによる青みがかった色素斑で、QスイッチNd:YAG 1064nmが最も適しています。複数回（4〜8回）の照射が必要で、3〜6ヶ月かけて徐々に薄くなります。太田母斑では保険適用があり、乳幼児期からの治療開始で良好な結果が得られます。

扁平母斑（カフェオレ斑）

Qスイッチルビーレーザーが最も効果的で、保険適用を取得している唯一の機種です。治療に抵抗性を示す場合もありますが、複数回の照射で明らかな改善が見られることが多いです。

口唇メラノーシス・外傷性刺青

Qスイッチレーザーは口唇の色素沈着や鉛筆芯などによる外傷性刺青にも有効です。唇の場合は痛みが強いため表面麻酔が必要です。

肝斑

従来型の強いレーザー照射は悪化リスクがあるため原則慎重に扱います。低出力QスイッチNd:YAGによるレーザートーンニング療法が行われることがありますが、効果は一時的で内服治療（トラネキサム酸等）や外用との併用が推奨されています。

国内の保険適用状況

日本では1996年に太田母斑など一部の先天性のアザに対してレーザー治療が保険適用となり、乳幼児期から治療が可能になりました。保険適用となる疾患は以下の通りです：

- 太田母斑
- 異所性蒙古斑
- 後天性真皮メラノサイトーシス（ADM）
- 扁平母斑（カフェオレ斑）

これらの治療には主にQスイッチレーザーが用いられます。特にQスイッチルビーレーザーは扁平母斑に対する保険適用を取得している唯一の機種です。保険適用外の老人性色素斑や雀卵斑治療も、自費診療として広く行われています。

近年ではピコ秒レーザーの一部機種（ピコシュア等）が「太田母斑・異所性蒙古斑」を適応として薬事承認されました。ピコ秒レーザーはナノ秒レーザーよりも微細に色素を粉碎できるため、少ない回数で効果を発揮する可能性があります。

- ❏ 臨床上の注意点: 色素性病変の治療では、まず良性・悪性の鑑別が重要です。疑わしい場合は皮膚生検を行い、悪性黒色腫などを除外する必要があります。また肝斑や炎症後色素沈着では、レーザー治療が悪化を招くことがあるため、十分な説明と慎重なアプローチが求められます。

血管病変に対するレーザー治療: 基本概念

血管病変の治療では、血管内のヘモグロビンをターゲットとするレーザーが有効です。ヘモグロビンは主に500～600nm域の光を強く吸収するため、この特性を利用して拡張した血管を選択的に熱凝固させます。

血管病変の分類

治療対象となる主な血管病変は以下の通りです：

- **先天性血管病変**：単純性血管腫（ポートワイン母斑）、莓状血管腫など
- **後天性血管病変**：毛細血管拡張症、酒さ様皮膚炎、クモ状血管腫、静脈湖、下肢静脈瘤など



血管病変の治療には、血管の太さ、深さ、および血流速度に応じたレーザー選択が重要です。

主なレーザー種と特性

血管病変治療に用いられる代表的なレーザーには以下のものがあります：

パルス染料レーザー (PDL)

波長585nmまたは595nmのレーザー光を0.45～20ミリ秒程度のパルス幅で照射します。酸化ヘモグロビンに対する吸収が高く、拡張した細血管を選択的に熱凝固できます。Candela社のVビームシリーズがその代表で、赤あざ治療の標準機器として広く導入されています。

KTPレーザー (532nm)

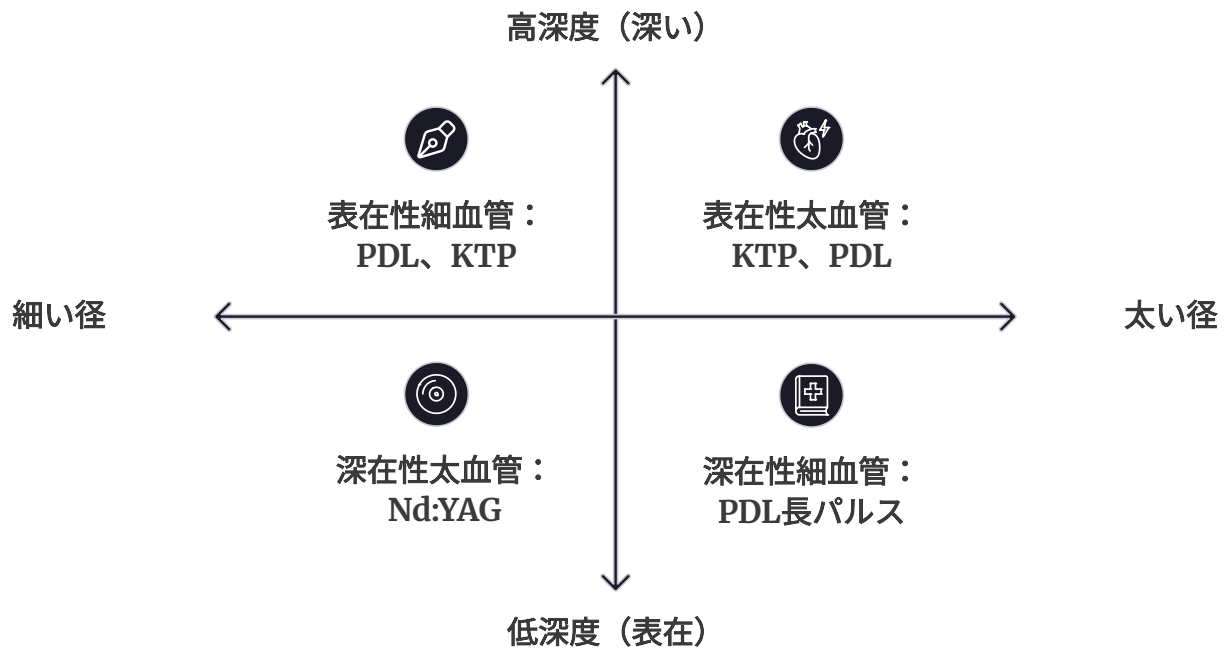
血液中ヘモグロビンへの吸収が強く、表在の細い血管に効果があります。これはNd:YAGレーザー(1064nm)の波長を倍頻化したもので、代表機種にCutera社Excel VのKTPモードなどがあります。

長尺パルスNd:YAGレーザー(1064nm)

皮膚深達度が深く、青黒く見える太めの静脈や深部の血管病変に有用です。顔面の青筋静脈や下肢の網目状静脈に照射すると、深部まで到達した熱で血管を閉塞させられます。メラニンへの吸収が低いので色素沈着のリスクが少なく、色黒の患者にも比較的安全に使用できます。

レーザー選択の基本原則

血管病変の治療では、血管の種類に応じて適切なレーザーとパラメータを選択することが重要です。



また、パルス幅（照射時間）は血管径に合わせる必要があります。熱緩和時間の原則により、細い血管には短いパルスを、太い血管には長めのパルスを使用します。これにより、標的血管を効果的に凝固させつつ、周囲組織への熱損傷を最小限に抑えることが可能です。

血管病変に対するレーザー治療: 臨床技術

治療手技の実際

血管レーザー治療は以下のステップで実施します：

01

術前評価

血管病変の種類、深さ、広がり进行评估します。患者の皮膚タイプ、過去の治療歴、瘢痕形成傾向なども確認します。鑑別診断として、血管肉腫などの悪性疾患の可能性も考慮します。

03

麻酔

照射時の痛みは輪ゴムではじかれるような感覚です。必要に応じて表面麻酔を施します。乳幼児の血管腫治療では鎮静や全身麻酔を行うこともあります。

05

照射テクニック

ハンドピースを皮膚に垂直に当て、均一に照射します。適切に反応すると照射直後に紫斑や発赤が生じます。スポット同士を10～20%程度重ねながら、全体を漏れなく照射します。

パルス幅と血管径の関係

血管レーザー治療の効果を最大化するためには、血管径に応じたパルス幅の選択が重要です：

血管径	推奨パルス幅	推奨レーザー
細い毛細血管（50-100μm）	0.45-3ms	PDL、KTP
中等度の血管（100-300μm）	5-10ms	PDL、KTP
太い血管（300μm以上）	10-50ms	PDL長パルス、Nd:YAG
深部静脈（1mm以上）	20-50ms	Nd:YAG 1064nm

02

冷却準備

表皮保護のための冷却が極めて重要です。接触冷却、冷却ジェル、またはダイナミッククーリング(DCD)により照射直前に冷却ガスを吹き付ける機構を使用します。これにより表皮のメラニン色素への熱損傷を防ぎます。

04

パラメータ設定

PDLではパルス幅を病変の血管径に合わせ設定します（例：浅い毛細血管には短いパルス、太い血管には長めのパルス）。出力は6～12J/cm²程度から開始し、皮膚反応に応じて調整します。

06

術後ケア

術後は圧迫や冷却で炎症を抑え、患部の摩擦を避けます。紫外線遮断と保湿を指導します。紫斑が出た場合は1～2週間で消退することを説明します。

紫斑と非紫斑モード

PDL（パルス色素レーザー）による治療では、患者さんの状態や血管病変の特性に応じて、「紫斑モード」と「非紫斑モード」という二つの主要な照射モードを使い分けます。

- **紫斑モード**：短パルス（0.45-1.5ミリ秒）で高エネルギーを照射し、血管を瞬時に破壊することで高い治療効果が得られます。しかし、術後に1～2週間程度の紫斑（内出血）が生じるのが特徴です。
- **非紫斑モード**：長パルス（6-20ミリ秒）でやや低めのエネルギーを照射し、血管を徐々に凝固させます。このモードでは紫斑の発生を抑えられますが、効果を得るまでに複数回の治療が必要となる傾向があります。

最適なモードの選択には、患者さんのライフスタイル、ダウンタイムの許容度、および病変の重症度を総合的に考慮することが重要です。例えば、社会活動が多く紫斑が目立つことを避けたい患者さんには非紫斑モードが選ばれることが多い一方、早期かつ最大限の治療効果を求める場合は紫斑モードが検討されます。

血管病変に対するレーザー治療: 適応と効果

各種血管病変への適応

血管レーザーは様々な血管病変に適応があり、それぞれ特徴的な反応と治療効果が期待できます：

単純性血管腫（ポートワイン母斑）

PDLは単純性血管腫の第一選択です。生後早期から治療を開始すると病変の肥厚を抑えつつ色調の改善が得られます。通常6～10回の照射で60～80%の色調改善が期待できますが、完全消失は難しいケースも多いです。特に幼少期からの治療開始で良好な結果が得られます。

乳幼児血管腫（いちご状血管腫）

増殖抑制や退縮促進の効果があり、潰瘍予防目的でも用いられます。初期の平坦な病変では2～3回の照射で著明な改善が見られることもあります。現在ではプロプラノロール内服療法との併用も検討されます。

毛細血管拡張症（赤ら顔、酒さ様皮膚炎）

PDLやKTPが有効で、拡張した血管が縮小し赤みが軽減します。通常2～4回の照射で明らかな改善が得られますが、根本治療ではないため再発の可能性があります。定期的なメンテナンス治療が必要なことも多いです。

静脈湖・下肢静脈

青色の静脈湖や下肢静脈には1064nmレーザーが適しています。静脈湖は1～2回の照射で消失することが多いですが、下肢静脈瘤では複数回の治療が必要で、外科的な治療と比較して検討する必要があります。

国内の保険適用状況

日本では以下の血管病変に対するレーザー治療が保険適用となっています：

- 単純性血管腫（ポートワイン母斑）
- 莓状血管腫
- 毛細血管拡張症

乳幼児の血管腫治療は保険で行われ、小児病院等でVビームレーザーが活躍しています。PDL機器はCandela社Vbeam以外にも国内承認機があり、複合波長レーザー（例：Cynergy: PDL+1064nm）なども使用されています。

顔面の酒さや赤ら顔に対しては、自費診療でPDL照射が広く行われています。根本治療ではありませんが、症状の軽減に効果的です。

- ③ 臨床のポイント: 血管病変治療では、スポット径を可能な限り大きくすることで深達度を上げることができます。また、複雑な血管病変では単一のレーザーでは限界があり、PDLとNd:YAGの併用や、複数回の異なるパラメータ設定での照射が効果的な場合があります。

副作用とその対策

血管レーザー治療の主な副作用と対策は以下の通りです：

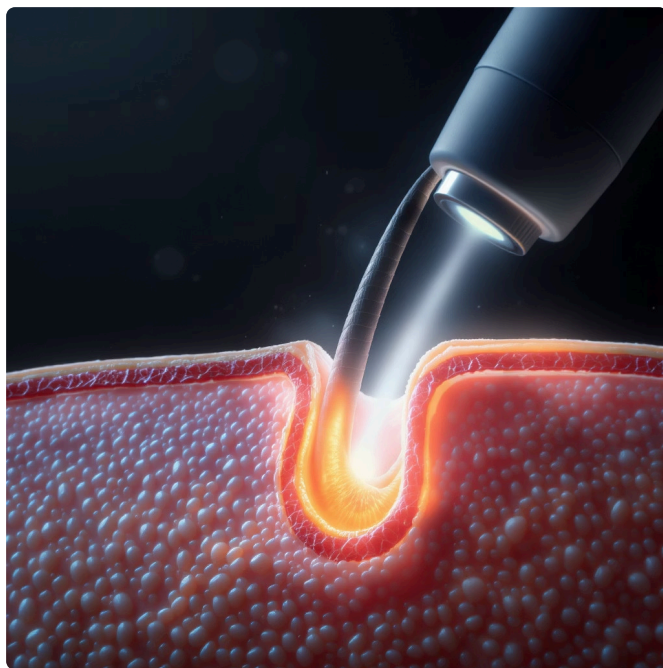
- **紫斑**：PDL照射後は紫斑（内出血による点状出血斑）が生じることがあります。特に従来型PDL(585nm, 0.45ms)は顕著な紫斑が1～2週間続きました。最新のVビームはパルス幅調整により紫斑を抑えるモードも可能です。
- **腫脹・発赤**：一時的な腫れや発赤は避けられず、冷却や軟膏塗布で対処します。特に眼周囲や口唇では著明になることがあります。
- **色素沈着**：稀ですが、強い炎症が起きた場合や日焼けした肌ではPIHを起こすことがあります。術前の日焼け対策と術後の遮光が重要です。
- **瘢痕化**：極めて稀な合併症ですが、適切な設定とクーリングでリスクは極めて低くなります。
- **神経障害**：照射部位によっては一過性の神経障害（例えば顔面PDLで知覚鈍麻）が報告されることもありますが通常は可逆的です。

医療レーザー脱毛: 基本原理と機器

医療用レーザー脱毛は、レーザーの選択的熱作用により毛包のメラニンを加熱・破壊し、毛の再生能力を低下させる治療法です。1990年代後半に米国で実用化され、日本でも厚生省（当時）の承認を経て医療行為として定着しました。

脱毛レーザーの作用機序

レーザー脱毛の原理は、毛包内のメラニン色素に選択的に吸収されるレーザー光を照射し、発生した熱で毛母細胞と毛包幹細胞を破壊することです。適切な波長、パルス幅、エネルギー密度を選択することで、周囲組織へのダメージを最小限に抑えながら、毛包を選択的に破壊します。



レーザー脱毛では、成長期（アナジェン期）の毛包を標的とします。この時期の毛包はメラニン量が多く、レーザーのターゲットとなりやすいからです。

主な脱毛レーザー種と特性

医療脱毛に用いられる主なレーザーは以下の通りです：

アレキサンドライトレーザー (755nm)

黒色メラニンへの反応が良く、I～III型（色白～やや色白）程度の肌質で太く濃い毛に高い効果を示します。Candela社ジェントルレーズProなどが代表機で、冷却ガス噴射により表皮を保護しつつ約3ms程度のパルスで照射します。

ダイオードレーザー (800～810nm)

メラニン吸収と深達性のバランスが良く、現在世界的に主流の脱毛レーザーです。代表例としてLumenis社ライトシェアデュエット(805nm)や、熱破壊ではなく蓄熱式のAlma社ソプラノICE(810nm)などがあります。

長尺パルスNd:YAGレーザー (1064nm)

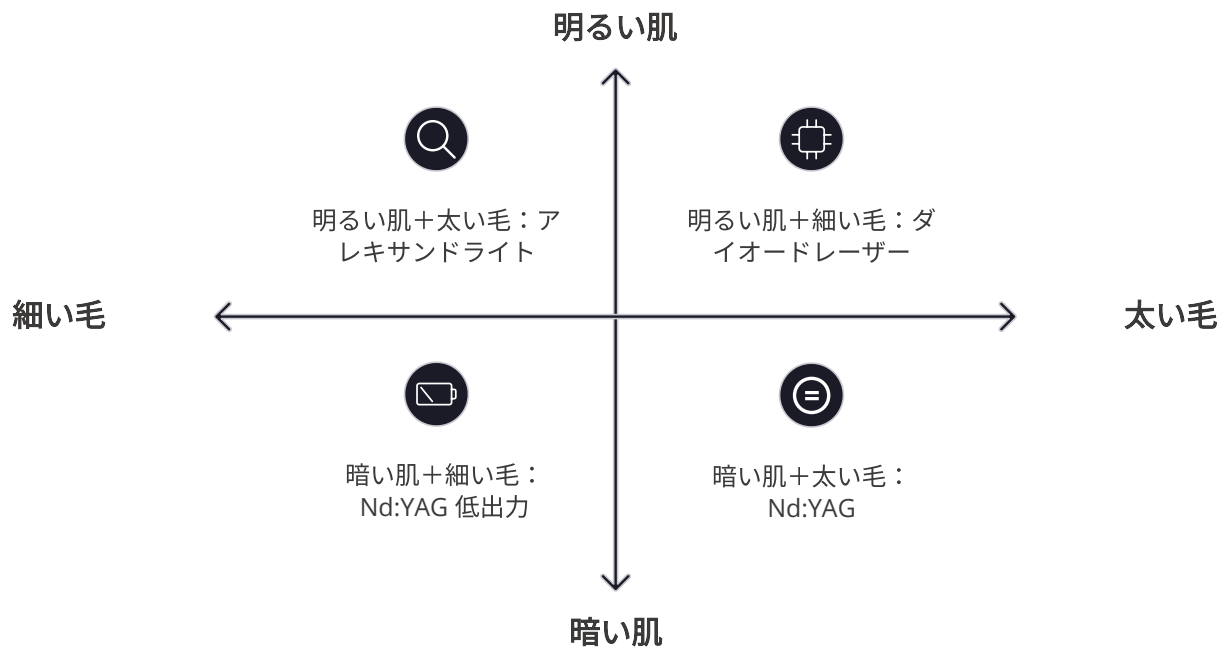
波長が長く皮膚深部まで届く一方、メラニンへの選択性は低いレーザーです。色黒の肌（肌タイプIV～V）や日焼けした皮膚でも表皮ダメージ少なく毛根まで到達できます。Candela社ジェントルヤグProやCutera社Xeoなどがあります。

ルビーレーザー (694nm)

メラニンへの吸収は極めて高いですが、波長が短い分浅い層でエネルギーが減衰します。日本では初期に導入されたものの、色素沈着を起こしやすいことや、効率の問題から近年はほとんど使用されていません。

レーザー選択の基本原則

脱毛レーザーの選択においては、患者様の肌質（皮膚タイプ）と毛質（太さ、色）が重要な判断基準となります。



また、脱毛治療では毛周期を考慮した治療計画が不可欠です。毛には成長期（アナジェン）、退行期（カタジェン）、休止期（テロジェン）があり、レーザーは成長期の毛にのみ効果を発揮します。そのため、部位ごとの毛周期に合わせた適切な照射間隔の設定が必要となります。

医療レーザー脱毛: 臨床技術

治療手技の実際

医療脱毛は以下のステップで実施します：

01

術前準備

照射前に剃毛（シェービング）を行い、毛幹はできるだけ短くします。これにより表皮上の毛による熱損傷を防ぎ、レーザーエネルギーが効率よく毛根に届くようにします。長い毛が残っていると表皮熱傷のリスクが高まります。

03

テスト照射

初回治療では、目立たない部位にテスト照射を行い、肌の反応を確認します。適切なフルエンス（エネルギー密度）は、毛幹が熱収縮し毛穴周囲に軽度の膨隆・発赤が生じる程度です。

05

照射テクニック

一部位に重複照射しすぎると熱傷リスクがあるため、基本は一度きりのパスで打ち漏れなく照射します。機種によってはスポットを少し重ねるようにします（10%程度のオーバーラップ）。

痛みのコントロール

脱毛レーザーの痛みは輪ゴムではじかれる程度ですが、敏感な部位（ワキ、VIOなど）は強い痛みを伴うことがあります。痛みへの対策として以下の方法があります：

- **冷却**：接触式冷却チップや冷風吹きつけで痛みを大幅に軽減できます
- **表面麻酔**：エムラクリームなどを30～60分前に塗布します
- **笑気麻酔**：笑気ガス（亜酸化窒素）を吸入させリラックス効果を得ます
- **蓄熱式脱毛**：ソプラノなどの蓄熱式脱毛機では、低出力を連続照射するため痛みが少ないとされています

02

保護メガネ着用

施術者・患者ともアイシールド（保護眼鏡）を着用し、安全に配慮します。レーザー波長に適合した保護フィルターを使用します。

04

冷却併用

装置内蔵の冷風や冷却チップ、冷却ジェルを用いて表皮を守り痛みを和らげます。特にアレキサンドライトやダイオードレーザーでは表皮保護のための冷却が極めて重要です。

06

術後ケア

照射後は冷却で炎症を抑え、保湿剤を塗布します。一時的な発赤・腫脹は正常反応です。24時間は熱い湯船や発汗を避け、1週間程度は紫外線を避けるよう指導します。

部位別の照射設定と注意点

部位	毛質 1	推奨設定	特記事項
ワキ	太い・濃い	中～高出力	皮膚が薄く痛みが感じやすいため、照射漏れに注意しながら慎重に照射します。
顔（女性）	細い・薄い	低～中出力	色素沈着のリスクがあるため、目周囲は特に眼球保護が必須です。
ヒゲ（男性）	太い・濃い	中～高出力	剛毛のため高出力が必要で、痛みが強く複数回の治療を要します。
胸部・背部	中～太い	中～高出力	広範囲のため、効率的なスキャン照射法を工夫する必要があります。
下肢	中程度	中出力	広範囲ですが、比較的均一に照射しやすい部位です。
VIO	太い・濃い	中出力	粘膜近接部は低出力に設定し、痛みが強いため麻酔併用を推奨します。

部位によって毛周期が異なるため、これが照射間隔に影響します。例えば、顔は4～6週、ワキや下肢は8～12週が一般的な間隔です。脱毛完了までの回数も部位により異なりますが、通常5～8回程度の照射で明らかな減毛効果が得られます。

医療レーザー脱毛: 効果と副作用管理

効果と治療計画

医療レーザー脱毛は「永久減毛」を目的とした治療です。FDA（米国食品医薬品局）の定義では、1回の治療後の毛の再生が2年間ないものを「永久脱毛」としていますが、実際には完全な永久脱毛は難しく、80～90%程度の減毛が現実的な目標となります。

治療回数と経過

毛には成長周期があるため、一度のレーザー照射で破壊できるのは成長期の毛のみです。休止期の毛はメラニンが少なく効果が及びません。そのため部位にもよりますが5回前後（顔面ではもう少し多くなることも）の照射を1～2ヶ月間隔で繰り返す必要があります。

- ワキや脚：1.5～2ヶ月間隔で5～6回
- 顔や首：4～6週間隔で8～10回
- VIO：6～8週間隔で6～8回



回数を経るごとに生える毛は細く色も薄くなり、生えてくるスピードも遅くなります。最終的に「永久減毛」（定義上は1回治療後2年間生えない状態）はほぼ達成できますが、産毛など色素の薄い毛は残存することがあります。

経過観察のポイント

効果判定には以下の点に注目します：

毛量の減少

照射を重ねるごとに、単位面積あたりの毛の本数が減少します。通常、5～6回の施術で70～80%程度の減毛効果が認められます。

毛質の変化

残存する毛も、太さが細くなり、色も薄くなる傾向があります。これは毛包が部分的にダメージを受けた結果です。

発毛周期の延長

レーザー後は毛の再生までの期間が長くなります。以前なら数日で生えていた毛が、数週間～数ヶ月経っても生えてこない状態になります。

効果の部位差

同一患者でも、ワキや下肢では効果が出やすく、顔面や背部では抵抗性を示すことがあります。これは毛包の深さやホルモン感受性の違いによるものです。

副作用とその対策

脱毛レーザー治療において、特に注意すべき副作用とその対策は以下の通りです：

熱傷と色素沈着

レーザーのエネルギー設定や患者様の肌質によっては、照射部位に水ぶくれを伴う熱傷が生じることがあります。特に日焼け直後の肌や色素沈着の濃い部分はリスクが高く、事前の肌状態確認が極めて重要です。万一水疱ができた際は、適切な軟膏外用とガーゼ保護により、瘢痕化のリスクを軽減します。また、炎症後の色素沈着は軽度であれば数ヶ月で消退しますが、予防のため、術後の徹底した紫外線回避が不可欠です。

毛嚢炎

一時的な毛嚢炎（毛穴の炎症）やニキビの悪化が起こることがあります。清潔保持と、必要に応じて抗生剤軟膏による対応を行います。特に背部やデコルテなど汗をかきやすい部位では発生しやすいため、照射後24時間は過度な発汗を避けるよう指導します。

硬毛化・増毛化

極めて稀ですが、硬毛化・増毛化（レーザー照射により産毛が刺激され、かえって濃く太くなる現象）が報告されており、特に顔面の顎下や頸部で生じやすいとされています。その際は、使用レーザーの波長変更（例：アレキサンドライトからNd:YAGへの切り替え）等の対策を検討します。本現象は、特に女性の顔面の産毛に対し、低出力で照射した場合に発生しやすい傾向にあります。

国内の承認状況

医療脱毛用レーザーは多数の機種が厚生労働省の承認を取得しており、その安全性と有効性が確認された機器が広く普及しています。Candela社GentleMax Pro（755nm+1064nm）は長期的な減毛を目的とした承認機器であり、アレキサンドライトレーザー成分は表在性の良性色素性疾患治療にも適応を有しています。

他にLumenis社のLightSheerシリーズ、Alma LasersのソプラノICE、ルミナス社のクラリティツイン（755+1064nm）などが知られています。エステティックサロンの光脱毛（IPL）は出力が弱く一時的減毛に留まるため、確実な永久減毛には医療用レーザーが必要です。

現在、医療脱毛は美容クリニックだけでなく皮膚科や形成外科でも一般的なメニューとなっており、日本全国で広く提供されています。

しわ・たるみ・肌の若返りに対するレーザー治療: 概要

皮膚の老化現象（小じわ、たるみ、くすみ、毛穴の開大など）に対しては、レーザーにより皮膚に微細な損傷を与えて創傷治癒を促すことでコラーゲン産生を高め、肌の再生・引き締めを図る治療が行われています。

フラクショナルレーザーの革新

この分野ではフラクショナルレーザー技術の登場が革命的でした。フラクショナルレーザーはレーザー光を点状（ドット状）の微小なビームに分割し、皮膚の一部（フラクション）にのみ微少な熱損傷を与えることで、正常組織が損傷部位の治癒を迅速に行うコンセプトです。2000年代半ばに登場して以来、肌の若返り（リサーフェシング）やニキビ跡治療の主力となっています。



フラクショナルレーザーは皮膚に微小な熱傷柱（Microscopic Thermal Zones: MTZ）を形成し、周囲の健全組織から迅速な治癒を促します。これにより、従来型の全層レーザー治療よりも回復が早く、安全性が高いとされています。

リジュビネーション用レーザーの分類

肌の若返りに使用されるレーザーは、侵襲度によって以下のように分類されます：

非侵襲的フラクショナルレーザー（非剥脱型）

真皮内に微細な凝固損傷を与え表皮は温存するタイプです。代表的なのはEr:Glassレーザー(1540～1550nm)やThuliumレーザー(1927nm)で、Fraxel Dualの1550nmモードや1927nmモード、またはレーザーカーボンピール装置などがあります。ダウンタイムは短く（発赤が数日程度）済みますが、一度に得られる効果もマイルドで、3～5回程度の継続治療が必要です。

侵襲的フラクショナルレーザー（剥脱型）

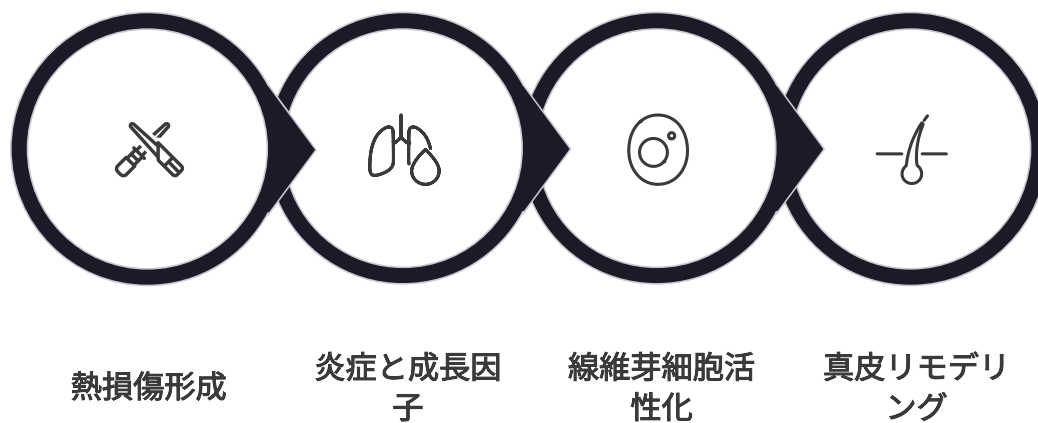
表皮から真皮にかけて微小な穴（マイクロアブレーション）を開けるタイプです。炭酸ガスレーザー(10,600nm)やエルビウムヤグレーザー(2,940nm)をフラクショナル照射します。1週間程度で表皮は再生し、数ヶ月かけて真皮のリモデリングが進みシワ・瘢痕が改善します。ダウンタイムは1週間前後で、その間は点状のかさぶたと発赤が生じます。

ピコ秒レーザーのフラクショナルモード

最新のピコレーザーでは、レンズアレイでビームを分散させLIOB(Laser Induced Optical Breakdown)と呼ばれる真皮内での極微小な空泡変性を起こす手法があります。肌表面のダメージを最小に抑えつつ真皮に点状のダメージを与えられ、ニキビ跡の質的改善や毛穴縮小に有効とされます。ダウンタイムは発赤数時間程度と軽微です。

フラクショナルレーザーの作用機序

フラクショナルレーザー治療は、以下のメカニズムを通じて肌の若返り効果をもたらします：



これらのプロセスを通じて、小ジワの改善、毛穴の縮小、肌のキメやハリの向上、色素沈着の軽減といった効果が期待できます。治療効果は一度の照射後、徐々に現れ始め、3～6ヶ月かけて最大効果に達するのが一般的です。

しわ・たるみ・肌の若返りに対するレーザー治療: 臨床技術

治療手技の実際

フラクショナルレーザー治療は以下のステップで実施します：

01	02	03
術前評価 患者の肌状態、シワやたるみの程度、肌質、色素沈着の有無、ニキビ跡や毛穴の状態を評価します。また治療歴（特にレチノイドやハイドロキノン使用歴）、アレルギー、ヘルペス既往、ケロイド体質なども確認します。	麻酔 特に侵襲的なCO2フラクショナルでは十分な麻酔が重要です。施術30～60分前に麻酔クリームを厚く塗布しラップで覆う表面麻酔を行います。痛みに敏感な患者では局所浸潤麻酔や神経ブロックを併用することもあります。	パラメータ設定 設定パラメータはドット密度（カバー率）と出力エネルギーです。例えば面積の10～20%にドットを開ける設定で一回照射し、残りの健常皮膚が治癒を促します。初回は低めの設定から開始し、患者の反応を見て徐々に強度を上げていくのが安全です。
04	05	
照射テクニック スキャナー制御で皮膚全体に均一なドットを作るよう照射します。特に骨の突出部（頬骨、額、鼻）などの熱傷リスクが高い部位では、若干低めの出力に調整するなどの配慮が必要です。	術後処置 CO2フラクショナル後は皮膚表面に多数の点状出血や滲出が出ますので、クーリングし軟膏を塗布し保護膜で覆います。患者には洗顔・メイクは翌日以降とし、それまでは軟膏保持療法を指導します。非侵襲フラクショナルの場合は施術直後の発赤・熱感程度で済むため、冷却後は保湿と日焼け止めで通常生活に戻れます。	

侵襲度別のダウンタイムと注意点

レーザー種	ダウンタイム	術後ケア	効果発現
非剥脱型フラクショナル (Er:Glass 1550nm)	発赤が1～3日程度、腫脹は数時間	保湿と紫外線遮断。通常の洗顔可	マイルドで、通常3～5回の治療が必要
剥脱型フラクショナル (CO2 10600nm)	5～7日間の点状痂皮形成、発赤は7～14日	ワセリンなどの保湿剤で湿润環境を維持。1週間は強い紫外線を避ける	強力で、1～3回の治療で明らかな改善
ピコ秒レーザーフラクショナル	数時間の発赤のみ	通常通りのスキンケア可能	非常にマイルドで、5回以上の治療が必要

照射パラメータの調整ポイント

フラクショナルレーザーでは、以下のパラメータ調整が重要です：

- エネルギー密度：各ドットのエネルギー強度を決定します。高いほど深達度が増し効果も高まりますが、副作用リスクも上昇します。
- ドット密度：単位面積あたりのドット数です。高密度にするほど効果は高まりますが、回復時間も長くなります。
- パス回数：同一部位への照射回数です。複数パスすることでカバレッジを上げられますが、熱ダメージの蓄積にも注意が必要です。
- 照射面積：顔全体に照射するか、問題部位のみに照射するかを決定します。

これらのパラメータは患者の肌質、治療目的、許容できるダウンタイムに応じて慎重に調整する必要があります。一般に、色黒の肌では低めのエネルギーと密度から開始し、段階的に強度を上げていくのが安全です。

しわ・たるみ・肌の若返りに対するレーザー治療: 適応と効果

各種症状に対する効果

フラクショナルレーザーは以下のような美容的課題に対して効果を発揮します：

小ジワ（特に目周囲のちりめんジワ）

小じわ（特に目周囲のちりめんジワ）には、フラクショナルレーザーが有効です。複数回治療によりコラーゲンの増生で肌のハリが出てきます。CO2フラクショナルでは口周りの細かいシワなどはかなり浅くなり、目の下や目尻のシワも明らかな改善が見られます。

肌の質感改善（毛穴縮小・キメ改善）

開大した毛穴や荒れたキメは、フラクショナルレーザーによる真皮リモデリングで改善します。特に脂性肌や開大毛穴には、侵襲的CO2フラクショナルが効果的です。ピコ秒フラクショナルモードも毛穴の目立ちを軽減します。

肌のくすみ・色むら

古い角質や沈着したメラニンを除去し、新しい肌に生まれ変わらせることで、くすみや色むらが改善します。特にツリウムレーザー(1927nm)は表皮に作用してメラニン除去効果が高く、くすみ改善に適しています。

たるみ

たるみに対しては、レーザー単独での引き上げ効果は限定的です。真皮の加熱による軽度の引き締めは期待できますが、HIFU（高密度焦点式超音波）やRF（高周波）治療のほうがリフトアップには向いています。ただしフラクショナルCO2で顔全体の皮膚再生を図ると、結果的に肌がなめらかになりたるみ毛穴などが改善して若返った印象を与えることが可能です。

患者選択と期待値管理

治療効果を最大化し、患者満足度を高めるためには、適切な患者選択と期待値の管理が重要です：

- **好適な患者像：**30～60代の軽度～中等度のシワや肌質劣化がある患者が最適です。重度のたるみやシワには限界があることを説明します。
- **現実的な目標設定：**完全な若返りではなく、年齢相応の健康的な肌を目指すことを共有します。特に深いシワ（ほうれい線など）には限界があります。
- **治療回数と間隔：**効果の発現には時間がかかることを説明します。非侵襲フラクショナルは4～6週間隔で3～5回、CO2フラクショナルは3～6ヶ月間隔で1～3回が一般的です。
- **維持療法：**効果を持続させるためには、1～2年ごとのメンテナンス治療が推奨されることを伝えます。

リスク・副作用の評価

フラクショナルレーザー治療の主なリスクと副作用は以下の通りです：

● 発赤と浮腫

発赤と浮腫はフラクショナル照射後必発です。非侵襲型では数日、侵襲型では1～2週間の赤みが出ます。メイクで隠せる程度ですが、患者には事前説明が必要です。

● 色素沈着

アジア人では無視できない副作用で、特に侵襲型フラクショナル後に一過性のPIHが起こりえます。予防には術後の遮光とハイドロキノン外用などが有効とされています。大半のPIHは時間薬で、3～6ヶ月で改善します。

● 感染リスク

CO2フラクショナル後は表皮バリアが一時的に破綻するため、感染リスクがあります。処置の際は清潔操作を心がけ、患者にも施術当日は洗顔禁止とするなど指導します。ヘルペス再発が口周囲などで起こることがあり、既往がある患者には予防的に抗ヘルペス薬内服を考慮します。

● 瘢痕化

稀ですが、過剰なエネルギー設定や重複照射により局所的に熱傷を負えば陥凹や肥厚性の瘢痕を残す恐れがあります。適切な設定と均一な照射技術が求められます。

国内の承認状況

日本におけるフラクショナルレーザー機器は、これまで医師個人輸入による未承認機器の使用が一般的でした。しかし近年、厚生労働省の承認を得た機種も登場しています。代表的な例として、Candela社の炭酸ガスフラクショナルレーザー「CO2RE（コア2）」は、国内で初めてシワ・瘢痕治療用のフラクショナルレーザーとして承認されています。

一方で、多くのクリニックで広く使用されているFraxel Dual（1550/1927nm）やLutronic社のeCO2といった機種は、現在も未承認の医療機器です。これらの未承認機器の使用は、医師の裁量により認められていますが、患者への十分なインフォームドコンセントと同意書の取得が必須となります。

日本皮膚科学会の美容皮膚科ガイドラインにおいても、フラクショナルレーザー治療（FLSR）はシワやたるみに有効であるとの見解が示されており、今後のエビデンスのさらなる蓄積とともに、承認機種の増加が期待されています。

ニキビ跡・瘢痕に対するレーザー治療: 基本概念

ニキビ跡（座瘡瘢痕）は、美容皮膚科で相談の多い悩みです。炎症性ニキビ（座瘡）の治癒過程で真皮が損傷を受け、正常な組織再生が行われないことで生じます。レーザー治療はこうした瘢痕組織を修復する有効な手段として確立されています。

ニキビ跡の分類

ニキビ跡は形態的に以下のように分類されます：

- **アイスピック型**：先端が鋭く、深い点状の穴のような瘢痕
- **ローリング型**：波状の起伏があり、なだらかな陥凹を形成する瘢痕
- **ボックス型**：辺縁が明瞭で、切り取ったような平坦な底面を持つ陥凹
- **肥厚性瘢痕/ケロイド**：皮膚表面から盛り上がった赤みを帯びた瘢痕



瘢痕の種類によって最適な治療法は異なります。フラクショナルレーザーは全体的な肌質改善に適していますが、アイスピック型瘢痕の深い部分には届きにくく、補助的治療を併用することが多いです。

主な治療法と作用機序

ニキビ跡に対する主なレーザー治療法は以下の通りです：

フラクショナルCO2レーザー

ニキビ跡治療のゴールドスタンダードで、凹んだ瘢痕組織を部分的に蒸散させ再生させることで滑らかな肌理（きめ）を取り戻します。10,600nmの波長で水分に強く吸収され、微小なドット状の穴を開けて創傷治癒を促進します。ダウンタイムは1週間程度ですが、効果は高いとされています。

非侵襲フラクショナルレーザー

1540～1550nmのEr:Glassレーザーなどが使用され、表皮を温存しながら真皮に微細な熱損傷を与えます。ダウンタイムが短い（数日の発赤のみ）反面、効果は穏やかで複数回の治療が必要です。軽度～中等度のニキビ跡に適しています。

ピコレーザーフラクショナルモード

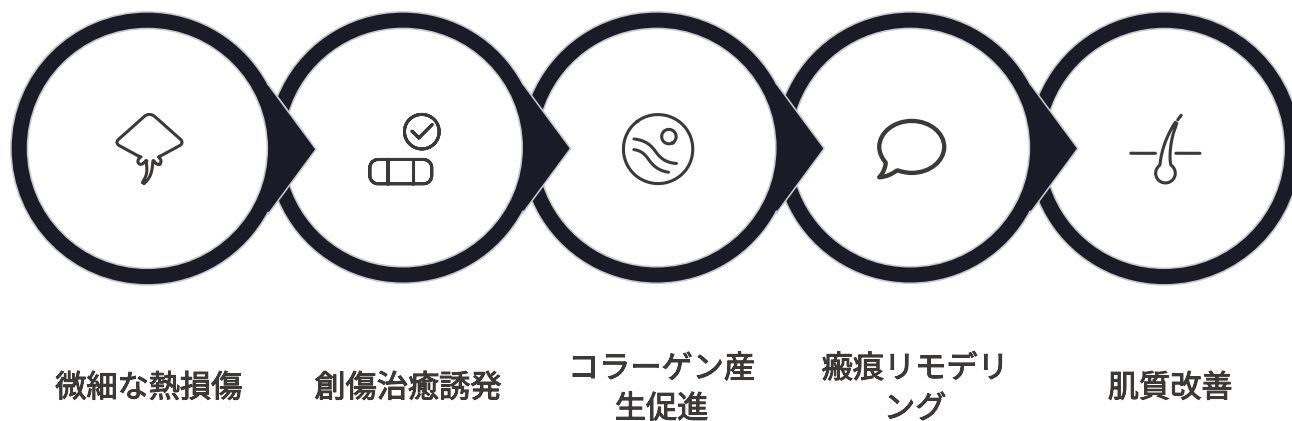
ピコ秒レーザーにフラクショナルレンズを装着して使用します。レンズにより光エネルギーが集束し、真皮内に微小な光学的破壊（LIOB）を起こします。これにより表皮ダメージを最小限に抑えつつ、真皮のリモデリングを促進します。ダウンタイムが非常に短く、肌質改善効果が期待できます。

血管レーザー（PDL等）

赤みを帯びたニキビ跡や肥厚性瘢痕に対して使用します。赤みの原因となる拡張血管を選択的に凝固し、瘢痕の色調改善と柔軟性向上が期待できます。単独では凹凸改善効果は限定的ですが、他のレーザーと併用されることが多いです。

治療のメカニズム

フラクショナルレーザーによるニキビ跡治療のメカニズムは、皮膚の自然治癒能力を最大限に活用し、瘢痕組織を段階的に改善していくプロセスです。主なステップは以下の通りです：



この治療法では、レーザーが照射された微小な領域（マイクロゾーン）の周囲に正常な皮膚組織が残されるため、治癒が促進され、全層レーザー治療に比べて回復が早く、副作用リスクも低減されます。瘢痕組織は時間をかけてリモデリングされ、通常3～6ヶ月かけて徐々に改善が期待できます。

ニキビ跡・瘢痕に対するレーザー治療: 臨床技術

治療手技の実際

ニキビ跡のレーザー治療は以下のステップで実施します：

01	02	03
瘢痕評価 瘢痕の種類（アイスピック型、ローリング型、ボックス型など）、深さ、範囲、赤みの有無などを詳細に評価します。写真撮影して記録しておく、経過観察に役立ちます。	治療計画立案 瘢痕タイプに応じて最適な治療法を選択します。複数の治療法を組み合わせることも多く、例えば「アイスピック型にはTCA CROSS法＋フラクショナルCO2」「ボックス型にはサブシジョン＋フラクショナル」などの複合的アプローチを計画します。	麻酔 特にCO2フラクショナルでは痛みを伴うため、表面麻酔クリームを60分程度塗布します。瘢痕が深い場合や痛みに敏感な患者では局所浸潤麻酔を併用することもあります。
04	05	
レーザー照射 瘢痕の程度に応じてパラメータを調整します。CO2フラクショナルでは一般的に15～20%のカバレッジ、1.5～2.5mm程度の深度設定が多いですが、瘢痕の深さによって調整します。照射は均一に行い、特に瘢痕部分には若干高めのエネルギーで照射することもあります。	術後ケア 照射後は直ちに冷却し、抗菌・保湿軟膏を塗布します。患者には清潔保持、湿潤環境維持、紫外線遮断の重要性を説明します。照射から数日間は発赤・腫脹・かさぶた形成がみられますが、7～10日程度で治癒していきます。	

複合治療法

より効果的な瘢痕治療のために、以下のような複合アプローチがしばしば用いられます：

瘢痕タイプ	推奨治療法	期待効果
アイスピック型	TCA CROSS法＋フラクショナルCO2	深い穴をTCAで底上げし、周囲をフラクショナルで肌質改善
ローリング型	サブシジョン＋フラクショナルレーザー	瘢痕下の線維を剥離し、表面をレーザーで平滑化
ボックス型	フィラー注入＋フラクショナルレーザー	陥凹をフィラーで持ち上げ、表面を平滑化
赤みを伴う瘢痕	PDL＋フラクショナル治療	赤みを軽減し、凹凸も改善

照射パラメータの調整ポイント

ニキビ跡治療では、以下のパラメータ調整が重要です：

- **エネルギー密度**：瘢痕の深さに応じて調整し、CO2フラクショナルでは通常15～50mj/mbのエネルギーが用いられます。深い瘢痕には高めのエネルギー設定が必要です。
- **照射密度**：推奨されるのは15～25%の密度設定です。高密度すぎると回復が遅れ、副作用のリスクも高まります。
- **照射深度**：瘢痕の深さに応じて0.5～2.5mmの範囲で調整します。CO2レーザーでは1.5～2.0mm、Er:Glassでは0.5～1.5mmが一般的です。
- **照射回数**：通常3～5回のセッションが推奨されますが、瘢痕の重症度に応じて調整が必要です。

照射間隔と経過観察

ニキビ跡のレーザー治療は複数回の照射が前提となるため、綿密な治療計画が不可欠です。照射間隔は、創傷治癒とコラーゲン再構築に十分な時間を確保するため、通常4～6週間以上空けることが推奨されます。治療効果を客観的に評価するためには、治療前後の詳細な写真記録が極めて重要です。可能な限り、標準化された撮影条件（光源、角度、距離）で定期的に撮影し、わずかな変化も正確に把握できるようにします。

患者様には、治療効果が完全に現れるまでに3～6ヶ月程度の時間が必要であることを事前に説明し、焦らずに経過を観察することの重要性をお伝えします。また、完全に元の平滑な肌に戻ることは難しいものの、光の当たり方によっては凹凸が大幅に改善され、目立ちにくくなるという現実的な目標設定を共有することが、患者満足度を高める上で非常に重要です。

ニキビ跡・瘢痕に対するレーザー治療: 適応と効果

瘢痕タイプ別の治療効果

各種ニキビ跡に対するレーザー治療の効果は瘢痕のタイプにより異なります：

アイスピック型瘢痕

深く狭いアイスピック型瘢痕は、フラクショナルレーザー単独では底部まで十分にアプローチできないことがあります。通常、TCA CROSS法（高濃度トリクロル酢酸を点滴する治療）やパンチ切除などの外科的手法との併用が推奨されます。フラクショナルCO2レーザーを3～5回施行することで、深さの30～50%程度の改善が期待できます。

ローリング型瘢痕

真皮下の線維性隔壁が原因のローリング型瘢痕には、サブシジョン（皮下瘢痕を針で剥離する手技）とフラクショナルレーザーの組み合わせが効果的です。フラクショナルCO2レーザー単独でも、3回程度の治療で50～70%の改善が期待できます。表在性のものほど効果が高いです。

ボックス型瘢痕

境界明瞭な凹みを特徴とするボックス型瘢痕では、フラクショナルレーザーにより辺縁がソフトになり、徐々に深さも改善します。浅いものであれば3～5回の治療で60～80%の改善が見られますが、深いものでは補助療法が必要になることがあります。

肥厚性瘢痕・ケロイド

肥厚性瘢痕・ケロイドに対してレーザーは補助的役割です。赤みを帯び盛り上がった瘢痕にはPDL照射が有効で、赤色の改善および瘢痕の柔軟性向上が期待できます。盛り上がり部分にフラクショナルCO2を当てて繰り返し表面をリサーフェシングすることで、徐々に平坦化させる試みもあります。

臨床研究の知見

ニキビ跡へのフラクショナルレーザー治療の効果については、複数の臨床研究で良好な結果が報告されています：

- フラクショナルCO2レーザーでは、3～5回の照射で瘢痕の深さが徐々に浅くなり、6割以上の患者で良好な改善が得られたとの報告があります。
- アジア人患者を対象とした研究では、フラクショナルCO2レーザー3回照射後に平均50～60%の改善が認められています。
- 非侵襲フラクショナル（Er:Glass 1550nm）とCO2フラクショナルを比較した研究では、CO2のほうが効果は高いものの、色素沈着などの副作用リスクも高いことが示されています。
- ピコ秒レーザーのフラクショナルモードでは、ダウンタイムが短く、肌質改善効果が得られますが、深い瘢痕への効果は限定的です。

期待値の管理と治療計画

ニキビ跡治療では複数回照射が前提となるため、患者との適切なコミュニケーションが重要です：

- **現実的な目標設定**：完全な治癒ではなく、50～70%程度の改善を目標とすることを共有します。
- **長期的な視点**：効果の完全な発現には6ヶ月以上かかる場合があります。焦らず経過を見る重要性を説明します。
- **治療計画**：通常3～5回の照射を4～6週間隔で行う計画を立てます。重度の瘢痕では追加セッションが必要な場合があります。
- **費用と時間**：複数回の治療と長期的なフォローアップが必要であることを事前に説明します。

副作用とその対策

ニキビ跡のレーザー治療に伴う主な副作用とその対策は以下の通りです：

炎症後色素沈着（PIH）

特にアジア人ではPIHのリスクが高く、CO2フラクショナル後に30～40%程度の頻度で見られます。予防には、術前からのトラネキサム酸内服やハイドロキノン外用、そして術後の徹底した紫外線対策が極めて重要です。もしPIHが発生した場合には、低出力Qスイッチレーザートーニングやトラネキサム酸内服が効果的な治療法となります。

感染症

細菌感染やヘルペス再活性化のリスクが存在します。予防のためには、抗ヘルペス薬の内服や抗生物質の予防投与を検討することが推奨されます。患者様に対しては、清潔保持の重要性を十分に説明し、手指衛生および創部の適切なケアを指導する必要があります。

瘢痕化

過度なエネルギー照射や不適切な術後ケアにより、新たな瘢痕が生じる可能性があります。特に顎や頬骨部など、皮膚が薄い部位では注意が必要です。これを予防するためには、適切なパラメータ設定と術後の湿潤環境維持を徹底することが重要です。

治療効果不足

期待したほどの効果が得られないケースもあります。特に深いアイスピック型瘢痕や、長期にわたり存在している瘢痕では、レーザー単独での改善には限界があることを事前に患者様に説明し、現実的な目標設定を行うことが肝要です。

これらの副作用リスクを最小限に抑えるためには、患者様の肌質、瘢痕の性質、これまでの治療歴などを総合的に考慮し、個別の治療計画を立てることが不可欠です。また、治療効果と副作用のバランスを慎重に考慮し、まずは強すぎない適切な設定から治療を開始することが推奨されます。

刺青・タトゥー除去のレーザー治療: 基本概念

刺青除去も瘢痕治療と並びレーザーの典型的用途です。刺青の色素は真皮に存在し自然には消えませんが、Qスイッチレーザーによって粒子を破砕し免疫細胞に除去させることで徐々に薄くできます。

刺青・タトゥーの種類

レーザー治療の観点から、刺青は以下のように分類されます：

- **アマチュア刺青**：比較的浅く、色素濃度が低いいため除去しやすい
- **プロフェッショナル刺青**：深く、色素濃度が高く、多色の場合が多いため除去が難しい
- **医療刺青**：例えば乳輪再建などの医療目的で施されたタトゥー
- **外傷性刺青**：事故などで皮膚内に異物が入り込んだもの（例：アスファルト、鉛筆芯など）
- **化粧刺青**：眉やアイライン、リップラインなどの化粧目的のタトゥー



刺青の種類、色、深さ、年数などにより、レーザー治療への反応性は大きく異なります。アマチュア刺青は比較的少ない回数で除去できますが、プロの刺青は多数回の治療が必要です。

刺青除去に用いるレーザーと色ごとの対応

刺青除去に用いられる主なレーザーと、インク色ごとの推奨レーザーは以下の通りです：

黒色インク

1064nm QスイッチNd:YAGが最適です。深部まで届き黒インクに吸収されるため、黒単色のタトゥーなら比較的きれいに除去できます。ピコ秒レーザー(1064nm)は黒に対しナノ秒より効率的で、セッション回数を減らせるとされています。

赤色インク

赤系には532nm (KTP/YAGの倍波)が有効です。赤の補色である緑光が赤インクに強く吸収され、オレンジや紫も532nmで反応します。ただし532nmは表皮メラニンも吸収するため、強く当てると色抜けや痂皮形成しやすく注意が必要です。

青・緑インク

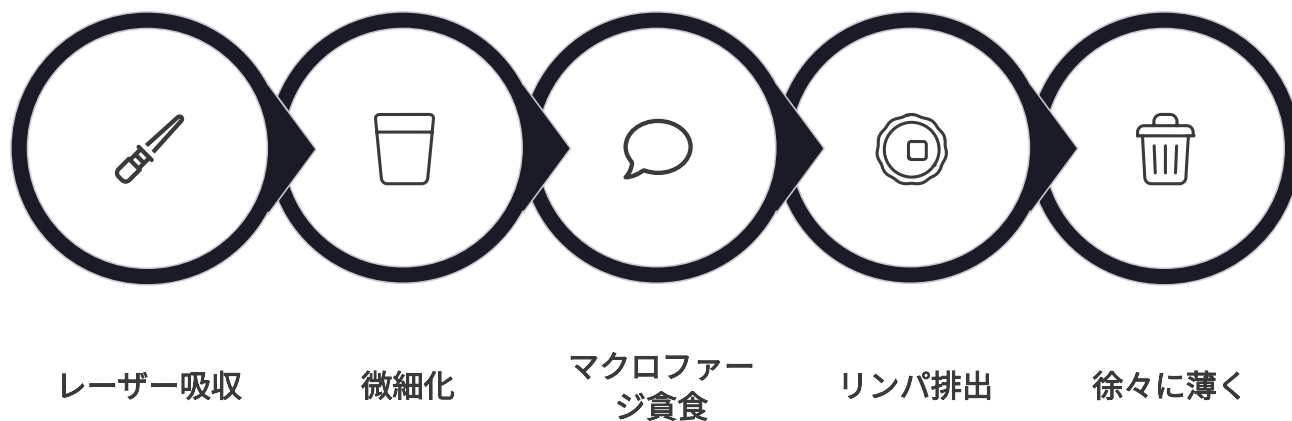
これらは除去が難しい色ですが、694nmルビーや755nmアレキサンドライトのQスイッチレーザーが比較的反応します。特にエメラルドグリーンは波長選択が難しく、ルビーレーザーでも残存しがちです。近年は一部のピコ秒レーザー機で785nm前後の波長や、複数波長発振可能な装置が登場し、難治色への対応が試みられています。

黄色・白インク

非常に吸収が弱く、現状レーザーではほとんど反応しません。白はレーザー照射で黒化する現象（酸化チタン顔料が還元され酸化鉄となる）があり注意が必要です。

レーザー治療のメカニズム

刺青除去におけるレーザー治療は、主に「選択的光熱分解」と「光音響効果」という二つの主要なメカニズムを組み合わせで行われます。これにより、真皮内の色素粒子が効果的に除去されます。



具体的には、ナノ秒レーザーでは主に熱的效果が作用し、ピコ秒レーザーでは超短パルスによる光音響効果によって色素粒子がより微細に機械的に破壊されます。特にピコ秒レーザーは、周囲組織への熱ダメージを最小限に抑えながら色素を効率的に粉砕できるため、より効果的な除去が期待されます。

レーザー照射後、破碎された色素粒子はマクロファージに貪食され、リンパ系を通じて体外に排出されます。このプロセスには時間を要するため、治療間隔は通常6～8週間以上空ける必要があります。

刺青・タトゥー除去のレーザー治療: 臨床技術

治療手技の実際

刺青除去のレーザー治療は以下のステップで実施します：

01	02	03
術前評価	治療計画	麻酔
刺青の種類（プロ/アマチュア）、色、サイズ、深さ、年数などを評価します。また患者の肌タイプ、ケロイド傾向、期待値なども確認します。詳細な写真記録を残し、色調の変化を追跡できるようにします。	色に応じた適切なレーザーを選択し、必要な回数と間隔を患者に説明します。刺青は広範囲・多色に及ぶことが多く、一度に全てを処理すると炎症が強くなるため、領域を分割して順次照射することもあります。	痛みは強く、表面麻酔クリームを30～60分前に塗布します。広範囲の場合は局所麻酔注射を併用することもあります。笑気吸入や冷却スプレーも併用すると効果的です。
04	05	
レーザー照射	術後処置	
選択した波長のQスイッチレーザーまたはピコ秒レーザーを照射します。エネルギー設定は肌質と色素濃度に応じて調整し、反応を見ながら適宜調整します。適切な反応は、色素が白色化するフロスト現象（霜降り状変化）です。	照射後は色素が破壊され霜焼け状の白色変化が起こり、その後腫れと点状出血を伴うこともあります。冷却して抗菌軟膏を塗布し、ガーゼなどで保護します。処置後数日は安静にし、水疱が生じた場合は潰さずに保護します。	

R20/R0法と治療効率の向上

従来の刺青除去では、1回の来院につき1回の照射が基本でしたが、より効率的な治療法も開発されています：

- **R20法**：同一セッション内で20分間隔で最大4回まで照射する方法です。最初の照射でフロスト（白色変化）が生じますが、これは皮膚内の気泡によるもので、20分程度で消失します。その後再照射することで、1回の来院で複数回分の効果が期待できます。
- **R0法**：照射直後にパーフルオロデカリン（PFD）などの透明ジェルを塗布し、フロスト現象を即座に消失させて再照射する方法です。R20法よりもさらに時間効率が良いとされています。
- **マルチパス法**：異なる波長のレーザーを組み合わせる照射する方法です。例えば1064nmで黒色成分を、532nmで赤色成分を同日に照射します。多色刺青に効果的です。

ピコ秒レーザーの優位性

近年普及しているピコ秒レーザーは、従来のナノ秒Qスイッチレーザーと比較して以下の利点があります：

- **微細な粉碎**：パルス幅が極めて短いため（ナノ秒の1/1000）、色素粒子をより微細に粉碎できます。これにより免疫細胞による貪食・排出が効率化されます。
- **治療回数の削減**：症例によっては、従来の半分程度の回数で同等の効果が得られることがあります。
- **難治性色素への効果**：青・緑などの従来除去が困難だった色に対しても、より効果的とされています。
- **副作用軽減**：熱ダメージが少ないため、色素沈着や瘢痕形成のリスクが低減される可能性があります。

ただし、ピコ秒レーザーでも完全除去が困難な色（黄色や白など）があり、全ての刺青が完全に消えるわけではありません。また機器のコストが高いため、治療費もナノ秒レーザーより高額になる傾向があります。

治療間隔と回数

刺青レーザーでは治療回数が最大の課題です。プロの入れ墨ほどインク量が多く深いため、5～10回以上の照射を2～3ヶ月毎に続ける必要があります。一方、アマチュアの浅いタトゥーなら3～5回程度でかなり目立たなくなる例もあります。治療を繰り返すごとに徐々に薄くなりますが、完全に消えずに薄い影が残るケースもあります。

治療間隔は、破碎された色素粒子がマクロファージに貪食され排出されるのに十分な時間（通常6～8週間以上）を設ける必要があります。間隔を短くしすぎると効率が下がるだけでなく、炎症の蓄積により副作用リスクも高まります。

刺青・タトゥー除去のレーザー治療: 適応と副作用管理

除去効果の予測因子

刺青の除去効果を予測する要因として、以下のものがあります：

刺青の種類

アマチュア刺青はプロフェッショナルな刺青に比べて除去しやすい傾向があります。アマチュア刺青は色素の深さが浅く、密度も低いからです。アマチュア刺青は3～5回程度の照射で大幅に薄くなることが多いですが、プロの刺青では10回以上必要なことも珍しくありません。

刺青の年数

古い刺青ほど除去しやすい傾向があります。これは時間経過とともに色素が自然に分解され、一部が排出されているからです。新しい刺青、特に施術後1年以内のものは、色素が濃く定着しているため除去に時間がかかります。

色調

黒色や暗青色は最も除去しやすい色です。一方、緑、青、黄色、オレンジ、紫などの色は除去が難しく、特に黄色や白色はほとんど反応しないことがあります。多色刺青では、色ごとに異なるレーザーを用いる必要があり、完全除去は困難な場合があります。

部位

血流の良い部位（顔、首、体幹上部）は除去効果が高い傾向にあります。一方、末梢部（手足先端部）は血流が少なく、治癒も遅いため除去に時間がかかります。特に手指や足首などは10回以上の治療が必要になることも珍しくありません。

国内の現状

刺青除去は完全に自費診療であり、美容クリニックや皮膚科で対応しています。社会的背景として、日本では入れ墨に対する視線が厳しい場面もあり、就職や結婚、温泉利用等を契機に除去を希望する人が少なくありません。

そのニーズに応えるべく各種レーザーが用いられていますが、ピコ秒レーザー機器の一部は国内未承認の適応で使用されているのが現状です（例えばピコシユアは太田母斑用途で承認されていますが、「刺青除去」「シワ改善」などは国内未承認用途です）。とはいえ刺青除去へのピコレーザーの有効性はFDAなど海外当局でも認められており、国内でも安全性を確保しつつ使用が広がっています。

副作用とその対策

刺青除去では以下の副作用に注意が必要です：

瘢痕化

高出力で何度も照射するとその部位の皮膚構造自体が損傷を受け、盛り上がったたり凹んだりする瘢痕になる恐れがあります。また破壊された色素の炎症で肉芽腫を生じることも極稀にあります。適切なエネルギーで回数を重ね、照射間隔を十分に空けることが重要です。

色調変化

レーザー照射により色素の化学構造が変化し、予期せぬ色調変化を起こすことがあります。特に多色刺青では、一部の色が他の色に変化することがあります（例：茶色→黒色、白→灰色など）。患者には事前に説明し、テスト照射で反応を確認することが推奨されます。

色素異常

色素沈着や脱失も、タトゥー周囲の皮膚メラノサイトがダメージを受けるため起こり得ます。特に532nmレーザーでは一時的な低色素斑が出やすいです。肌の色が濃い患者では、テスト照射から始め、慎重に出力を上げていくことが重要です。

水疱・痂皮形成

照射後の水疱形成は通常の反応ですが、大きな水疱は感染リスクや瘢痕化リスクを高めます。適切な創処置と保護を行い、必要に応じて抗生剤を予防的に使用します。患者には水疱を自己処置せず、医療機関を受診するよう指導します。

期待値の管理

患者とは治療開始前に、以下の点について十分な説明と合意形成を行うことが重要です：

- 完全除去の難しさ：特に多色刺青では、薄くなっても完全に消えない可能性が高いことを説明します。
- 治療回数と期間：通常5～10回以上、1～2年以上の治療期間が必要なことを理解してもらいます。
- 段階的な改善：一回の治療で劇的に薄くなることは少なく、徐々に改善していくプロセスであることを説明します。
- 副作用リスク：瘢痕化や色素異常のリスクについて説明し、同意を得ます。
- コスト：長期にわたる治療費の総額について概算を伝えます。

これらの情報を提供した上で、患者の期待と現実的な治療結果のギャップを埋めることが、満足度の高い治療につながります。治療途中での定期的な写真撮影と比較も有効で、徐々に薄くなっていく過程を視覚的に確認することで、患者のモチベーション維持にも役立ちます。

各レーザー機種の原理・波長・パルス幅・特徴: 色素性病変用レーザー

美容医療で使用される色素性病変治療用レーザーは、メラニン色素を標的とし、選択的光熱融解理論に基づいて作用します。主要な機種の特徴を以下に解説します。

Qスイッチルビーレーザー (694nm)

原理：合成ルビー（酸化アルミニウムにクロムを添加）を媒質とし、波長694nmの赤色レーザー光を発振します。Qスイッチング技術により極短時間（約20ns）のパルスを発生させます。

特徴：メラニン吸収が非常に強い短波長レーザーで、極短パルスで色素を選択的に破壊します。特に濃いシミ（老人性色素斑）、ADM、太田母斑、青黒い刺青に有効です。日本で初めて承認された色素レーザーの一つで、扁平母斑の保険治療にも用いられます。照射後1週間程度の痂皮形成があり、PIH（炎症後色素沈着）を生じやすいため、色素沈着リスクの高い肝斑などには不向きです。

代表機種：NanoStar R、ナノQ（JMEC社）など

Qスイッチアレキサンドライトレーザー (755nm)

原理：アレキサンドライト結晶（ベリリウムを含むアルミン酸塩鉱物）を媒質とし、波長755nmの近赤外光を発振します。Qスイッチングにより約50nsのパルスを生成します。

特徴：メラニンへの選択的作用が強い中波長レーザーです。太田母斑、ADM、老人性色素斑、青・緑系刺青に広く使用されます。694nmルビーより深部まで到達し、色素性病変治療のスタンダード機種となっています。国内では2014年にAlex II（755nmQSレーザー）が承認取得されています。ルビーレーザーに比べPIHがやや少ないですが、濃い色の病変にはルビーほどの即効性がない場合もあります。

代表機種：Alex II、エクストリーム（Candela社）など

QスイッチNd:YAGレーザー (1064nm/532nm)

原理：ネオジム添加イットリウム・アルミニウム・ガーネット結晶を媒質とし、基本波長1064nmの赤外光を発振します。KTPクリスタルを通すことで532nmの緑色光（第二高調波）も生成できます。

特徴：波長1064nmは皮膚深達度が最も深く、真皮内の青あざ（太田母斑・蒙古斑）や黒色刺青に最適です。532nm（KTP変換）は赤・橙色刺青や浅い表在性のシミに用います。1064nmはメラニン吸収が控えめで色素沈着のリスクが低く、色黒肌にも安全です。ただし効果発現には複数回照射が必要になる傾向があります。肝斑治療のレーザートーニング（1064nm低出力反復照射）にも応用されます。

代表機種：Medlite C6、Spectra、リジェノラズ（JSK社）など

ピコ秒レーザー

原理：ピコ秒（10⁻¹²秒）オーダーの超短パルスを発生させるレーザーで、熱作用に加え光音響効果による衝撃波で色素粒子を微細に破碎します。

特徴：世界初の商用ピコ秒レーザーPicoSure(755nm)登場以降、複数波長発振可能な機種も開発されています。超短パルス（ナノ秒の1/1000）により色素粒子をより微細に粉碎し、刺青除去回数の短縮や難治性色素斑への有効性が期待されます。米国FDAではピコシュアがシミ・シワ・ニキビ跡・刺青除去すべてに効果ありと承認されています。日本ではピコシュアが太田母斑等で承認取得済みです。ピコ秒の衝撃波効果で真皮コラーゲン増生を促す独自のリジュービネーション用途（フラクショナルレンズ使用）も可能です。

代表機種：ピコシュア（Cynosure社）、ピコウェイ（Candela社）、エンライトン（Cutera社）など

色素性病変用レーザーの選択基準

色素性病変の治療においては、以下の要素を考慮してレーザーを選択します：

波長	皮膚深達度	メラニン選択性	適した病変
532nm	非常に浅い	中程度（ヘモグロビンも吸収）	表在性のシミ、赤みを帯びた色素斑
694nm	浅い	非常に高い	濃い老人性色素斑、そばかす、扁平母斑
755nm	中程度	高い	老人性色素斑、ADM、扁平母斑、青系刺青
1064nm	深い	中～低程度	太田母斑、異所性蒙古斑、黒色刺青、肝斑トーニング

パルス幅はメラニン顆粒の熱緩和時間（約1μs）より短いことが重要で、ナノ秒Qスイッチレーザーは十分にこの条件を満たします。ピコ秒レーザーはさらに短いパルス幅により、より効率的な色素破壊と周囲組織への熱ダメージ軽減が期待できます。ただし機器コストが高いため、治療費もピコ秒のほうが高額になる傾向があります。

各レーザー機種 の原理・波長・パルス幅・特徴: 血管病変用レーザー

血管病変の治療には、血液中のヘモグロビンに選択的に吸収される波長のレーザーが使用されます。主要な機種の特徴を以下に解説します。

パルス染料レーザー (PDL)

原理: 液体の有機色素（ローダミンなど）を媒質とし、585nm〜595nmの黄色〜橙色光を発生させます。フラッシュランプで励起され、ミリ秒単位のパルスを生成します。

特徴: 血中ヘモグロビンへの吸収が極めて高いレーザーです。赤あざ（血管奇形）、毛細血管拡張症（赤ら顔）、血管腫の治療に第一選択とされています。短パルスでは血管を瞬時に凝固させ紫斑が出ますが、高度の病変に有効です。長パルス設定により紫斑を軽減しつつ徐々に改善させることも可能です。表皮保護のためDCD冷却機構を搭載しています。副次効果で瘢痕や肥厚したケロイドの発赤・疼痛軽減にも用いられます。

代表機種: Vbeamシリーズ（Candela社）、Cynergy（Cynosure社）

KTPレーザー (532nm)

原理: Nd:YAGレーザー（1064nm）の光をKTP（チタン酸カリウムリン酸塩）結晶に通すことで波長を半分（532nm）に変換し、緑色光を発生させます。

特徴: 浅在性の細い血管病変（顔の毛細血管拡張、赤いスポット状血管腫）に適しています。PDLと比べるとスポットサイズが小さく限局病変向きです。メラニン吸収もあるため表在的なシミにも使われることがありますが、表皮ダメージに注意が必要です。Excel VではKTPとNd:YAGを切替えて血管の太さ・深さに対応しています。

代表機種: Excel V（Cutera社）、Gemini（Laserscope社）

長パルスNd:YAGレーザー (1064nm)

原理: Nd:YAGレーザーをQスイッチなしで発振させ、ミリ秒単位の比較的長いパルス幅で照射します。

特徴: 深部組織への到達性に優れる赤外レーザーです。太い深部静脈や青あざに対する血管凝固、および色黒皮膚の脱毛に用いられます。表在への作用は弱いですが、真皮深層の加熱によりコラーゲン収縮・リモデリング効果も期待でき、スキントイトニング用途（例: 1064nmレーザーフェイシャル「ジェネシス」）にも使用されます。メラニンへの影響が少ない分、痛みは相対的に強い（深部加熱のため）、冷却を十分行い安全域を確保する必要があります。

代表機種: GentleYAG Pro（Candela社）、Xeo（Cutera社）の1064nmモード

黄色レーザー (577/578nm)

原理: 銅蒸気レーザーや固体媒質レーザーから発生する577〜578nmの黄色光を用います。

特徴: ヘモグロビンの吸収ピークに最も近い波長を持ち、理論的にはPDLより効率的に血管を凝固できる可能性があります。メラニンへの吸収がPDLより低いため、色素沈着のリスクが低減される利点があります。欧米では新世代の黄色レーザー（Aerolase社のNeoContinuumなど）が普及しつつありますが、日本では未承認機器が多く限定的な使用に留まっています。

代表機種: Neo（Aerolase社）、ADVATx（Advalight社）

パルス幅と冷却技術

血管レーザー治療では、パルス幅の選択と適切な冷却が極めて重要です：

パルス幅の選択原理

血管レーザーのパルス幅は、標的血管の熱緩和時間に合わせて選択します。血管径によって適切なパルス幅が異なります：

- 細い毛細血管（〜100μm）：0.45〜3ms
- 中程度の血管（100〜300μm）：5〜10ms
- 太い血管（300μm〜）：10〜50ms

パルス幅が短すぎると血管壁破裂による紫斑が生じ、長すぎると熱拡散により効果が低下します。最新のPDL機器では、パルス幅を調整できるため、紫斑を最小限に抑えつつ効果を得ることが可能になっています。

臨床上の選択基準

血管病変の種類によって最適なレーザーとパラメータが異なります：

病変タイプ	推奨レーザー	推奨設定	特記事項
毛細血管拡張症（顔面）	PDL 595nm	6-10J/cm², 10ms	非紫斑モードで紫斑を最小化
単純性血管腫（濃いタイプ）	PDL 585/595nm	7-10J/cm², 0.45-1.5ms	紫斑モードで効果最大化
酒さ様皮膚炎	PDL/KTP	PDL: 7-9J/cm², KTP: 10-14J/cm²	複数回治療が必要
下肢静脈	Nd:YAG 1064nm	150-300J/cm², 30-60ms	圧迫併用で効果向上
静脈湖	Nd:YAG 1064nm	120-160J/cm², 20-30ms	通常1-2回で消失

血管病変治療は、レーザーの特性を理解し、病変の深さ・血管径・血流速度を考慮した上で適切な機器とパラメータを選択することが成功の鍵となります。近年は複合機（例：PDL+Nd:YAG）も登場し、様々な血管病変に対応できるようになっています。

冷却技術

血管レーザーでは表皮保護のための冷却が不可欠です：

- 接触冷却:** サファイアチップなどを皮膚に接触させて冷却
- ダイナミッククーリング（DCD）:** 照射直前に冷却スプレーを噴射
- 冷却ジェル:** 光学的に透明な冷却ジェルを塗布
- 冷風冷却:** Zimmer等の冷風装置で照射部位を冷却

適切な冷却により、高いエネルギーを安全に照射でき、痛みも軽減できます。ただし、冷却しすぎると表在血管の収縮を招くため、血管治療では適度な冷却が求められます。

各レーザー機種の原理・波長・パルス幅・特徴: 脱毛用レーザー

医療レーザー脱毛に使用される機器は、毛包内のメラニン色素を標的とし、ミリ秒単位のパルス幅で熱損傷を与えて毛の再生能力を低下させます。主要な機種の特徴を以下に解説します。

アレキサンドライトレーザー (755nm)

原理：アレキサンドライト結晶を媒質とし、波長755nmの近赤外光を発振します。Qスイッチなしの通常発振で3～20msのパルス幅で照射します。

特徴：黒色メラニンへの反応が良く、I～III型（色白～やや色白）程度の肌質で太く濃い毛に高い効果を示します。1ショットで直径約15～18mm領域を処理でき、短時間で広範囲の脱毛が可能です。冷却ガス噴射により表皮を保護しつつ照射するシステムが多く、痛みも比較的控制しやすいです。日焼け肌には使用しにくいという制約があります。

代表機種：ジェントルレーズPro（Candela社）、アプトス（Fotona社）、エリートプラス（Cynosure社）

ダイオードレーザー (800～810nm)

原理：半導体素子を用いて直接レーザー光を発生させます。波長は800～810nm程度で、パルス幅は機種により5～100ms程度まで可変です。

特徴：蓄熱式からショット式まで機種が多彩で、メラニン吸収と深達性のバランスが良く、現在世界的に主流の脱毛レーザーです。ダイオードは波長がやや長いことアレキサンドライトより深部まで届き、黒人ほどの色黒肌でなければ安全に使用可能です。ハンドピースに冷却サファイアチップを備えた機器が多く、痛みを軽減しながら高速連射が可能です。SHR（Super Hair Removal）と呼ばれる蓄熱式脱毛法は、低フルエンスを高速連射する特殊手法で痛みが少ないのが特徴です。

代表機種：ライトシェアデュエット（Lumenis社）、ソプラノICE（Alma社）、ベクタス（Cynosure社）

長尺パルスNd:YAGレーザー (1064nm)

原理：Nd:YAG結晶を媒質とし、Qスイッチなしで1064nmの赤外光をミリ秒単位（10～50ms）のパルスで照射します。

特徴：波長が長く皮膚深部まで届く一方、メラニンへの選択性は低いレーザーです。そのため色黒の肌（肌タイプIV～V）や日焼けした皮膚でも表皮ダメージ少なく毛根まで到達できます。ただしメラニン吸収が弱いこと毛包への熱量確保が難しく、アレキやダイオードに比べ効果発現に回数を要することがあります。特に男性のヒゲや色の薄い産毛への追加照射に用いることもあります（他のレーザーで抜け残った毛へのアプローチ）。1064nmは表在血管にも吸収されるため、脱毛と同時に赤みが改善する副次効果もあります。

代表機種：ジェントルヤグPro（Candela社）、Xeo（Cutera社）の1064nmモード、クラリティII（LUTRONIC社）

複合波長脱毛機

原理：複数の波長（通常は755nmと1064nm）を1台に統合し、肌質や毛質に応じて切り替えられるようにした機器です。

特徴：様々な肌タイプや毛質に対応できる汎用性が魅力です。色白肌には755nmアレキサンドライト、色黒肌には1064nmのNd:YAGを使い分けることで、幅広い患者層に安全に対応できます。同一患者でも部位によって波長を変えることで、効率的な脱毛が可能になります。近年のハイエンド機種の多くはこの複合波長タイプになっています。

代表機種：ジェントルマックスPro（Candela社）、クラリティツイン（LUTRONIC社）、エリートプラス（Cynosure社）

脱毛レーザーの進化と技術的特徴

医療レーザー脱毛技術は、患者の安全性と治療効率の向上を目指し、継続的に進化を遂げています。特に、スポットサイズや照射方法における技術革新は、施術時間短縮と効果最大化に大きく貢献しています。



スポットサイズの大型化

最新の脱毛レーザー機器では、18～24mm径の大型スポットが採用されています。これにより、一度に広い面積を処理できるようになり、治療時間が大幅に短縮されます。また、光の散乱が少なくなり深達度も向上するため、太く深い毛包にも効果的にエネルギーを届け、より高い脱毛効果が期待できます。



スキャン式の導入

自動で連続照射を行うスキャナー機構を持つ機種も開発されており、背中や脚などの広範囲な部位の処理を飛躍的に効率化します。これにより、施術者の負担も軽減され、均一な照射が可能になります。



真空吸引式技術

ライトシェアなどの一部の機器では、皮膚を吸引して毛包をレーザー照射口に引き上げる独自の機構が搭載されています。これにより、ターゲットとなる毛包にレーザーエネルギーをより効率的に集中させることができ、痛みの軽減と脱毛効果の向上を両立させます。

冷却システムの種類

脱毛レーザーでは痛みのコントロールと表皮保護のため、様々な冷却システムが採用されています：

冷却方式	特徴	代表機種
ダイナミッククーリング（DCD）	照射直前にクライオジェン（冷却スプレー）を噴射	ジェントルレーズPro
接触冷却（コンタクトクーリング）	サファイアチップなど冷却された透明な結晶を皮膚に接触	ライトシェア、ソプラノICE
冷風併用（エアクーリング）	外付けの冷風装置で照射部位を冷却	Zimmer装置との併用
冷却ジェル	透明なジェルを厚く塗布して熱緩衝材とする	多くの機種で併用可能

脱毛レーザーの選択にあたっては、患者の肌質（皮膚タイプ）、毛質（太さ、色）、治療部位、痛みへの耐性などを総合的に考慮する必要があります。また、効率性（治療時間）や機器の保守コストなども医療機関側の重要な検討事項となります。最新の脱毛機器では、以前より痛みが少なく、より短時間で効果的な治療が可能になっており、患者満足度の向上に貢献しています。

各レーザー機種の原理・波長・パルス幅・特徴: 若返り・ニキビ跡用レーザー

肌の若返りやニキビ跡治療に使用されるレーザーは、皮膚に微細な熱損傷を与えて再生を促すことで効果を発揮します。主要な機種の特徴を以下に解説します。

炭酸ガスレーザー (CO2) - フラクショナルモード

原理：炭酸ガスを媒質とし、10,600nmの遠赤外線を発振します。この波長は水に極めて強く吸収されるため、組織の水分を瞬間的に蒸発させる作用があります。フラクショナル技術により、皮膚に微小な点状の穴（マイクロアブレーション）を形成します。

特徴：ニキビ跡治療のゴールドスタンダードとされ、深いシワや肌質改善にも高い効果を示します。フラクショナルCO2では、直径数百 μm ・深さ数百 μm のドット状の穴が皮膚に開き、その周囲組織が熱凝固します。1週間程度で表皮は再生し、数ヶ月かけて真皮のリモデリングが進みシワ・瘢痕が改善します。ダウンタイムは1週間前後で、その間は点状のかさぶたと発赤が生じるためメイクで隠す必要があります。

代表機種：SmartXide（DEKA社）、CO2RE（Candela社）、eCO2（Lutronic社）

エルビウムヤグレーザー (Er:YAG)

原理：エルビウム添加YAG結晶を媒質とし、2,940nmの中赤外線を発振します。水への吸収がCO2よりさらに高く、より表層に作用します。

特徴：水への吸収がCO2よりさらに高いレーザーで、ごく浅い層を繊細に削ることができ、瘢痕やシワの表層をアブレートするのに適しています。熱拡散が少ないため周囲組織へのダメージが少なくダウンタイムが短い利点がありますが、深部まで熱が届かないため、劇的な引き締め効果はCO2に劣ります。フラクショナルEr:YAGも存在し、ダウンタイムの短さから浅めのニキビ跡・毛穴治療に用いることがあります。

代表機種：Fotona Dynamis、Sciton ProFractional

エルビウムガラスレーザー (Er:Glass)

原理：エルビウム添加ガラスファイバーを媒質とし、1,540～1,550nmの中赤外線を発振します。水への吸収は中程度で、表皮を貫通して真皮まで到達します。

特徴：非剥脱型フラクショナルレーザーの代表格で、真皮に径数十 μm の凝固カラム（マイクロサーマルゾーン）を形成し、表皮は保たれます。毛穴・小ジワ・浅いクレーターなどに適し、回復が早い反面、複数回治療が前提となります。ダウンタイムは発赤が1～3日程度と短く、社会生活への影響が少ないのが特徴です。

代表機種：Fraxel Restore/Dual(1550nm)、Lux1540（Palomar社）

ツリウムレーザー (Thulium)

原理：ツリウム添加ファイバーを媒質とし、1,927nmの中赤外線を発振します。水への吸収はEr:Glassより強く、主に表皮に作用します。

特徴：表皮の色素沈着やくすみに効果的で、肌のトーン改善に優れています。Fraxel Dualの一波長として搭載され、1550nmと組み合わせることで表皮と真皮両方にアプローチできます。色素性病変（肝斑を含む）に対する効果も報告されており、肌質改善と色素改善を同時に行いたい場合に適しています。ダウンタイムは3～5日程度で、微細な剥離（皮むけ）を伴います。

代表機種：Fraxel Dual(1927nm)、LaseMD（Lutronic社）

ピコ秒レーザーのフラクショナルモード

原理：ピコ秒レーザーにフラクショナルレンズアレイを装着し、ビームを多数の微小なスポットに分割します。これによりLIOB（Laser Induced Optical Breakdown：レーザー誘起光学的破壊）と呼ばれる現象を真皮内に起こします。

特徴：肌表面のダメージを最小に抑えつつ真皮に点状のダメージを与えられ、ニキビ跡の質的改善や毛穴縮小に有効とされます。従来のフラクショナルレーザーが熱作用主体であるのに対し、ピコ秒のLIOBは機械的衝撃波が主体であるため、ダウンタイムが極めて短い（発赤数時間程度）のが特徴です。色素沈着リスクも低く、アジア人肌にも使いやすいとされています。

代表機種：ピコシュアのFocusレンズ（Cynosure社）、PicoWay Resolve（Candela社）

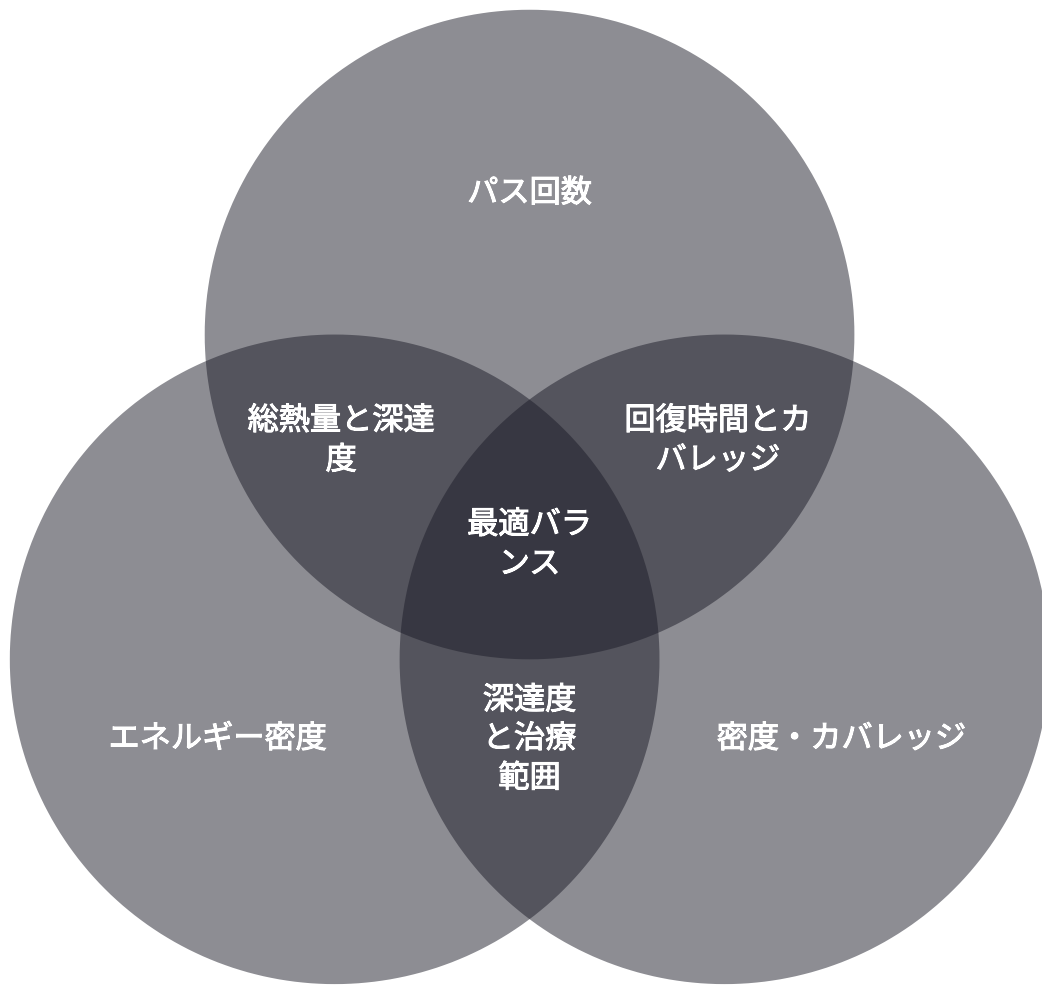
フラクショナルレーザーの比較

フラクショナルレーザーは、その侵襲度によっていくつかの種類に分類され、それぞれ異なる特性と効果を持ちます。以下に主要なフラクショナルレーザーを比較し、その特徴をまとめました。

レーザー種	波長	侵襲度	深達度	ダウンタイム	推奨治療回数
CO2フラクショナル	10,600nm	高（剥脱型）	～2.5mm	7～10日	1～3回
Er:YAGフラクショナル	2,940nm	中～高（剥脱型）	～1.5mm	5～7日	2～4回
Er:Glassフラクショナル	1,540～1,550nm	低（非剥脱型）	～1mm	1～3日	3～5回
Thuliumフラクショナル	1,927nm	低～中（非剥脱型）	～0.5mm	3～5日	3～5回
ピコ秒フラクショナル	532～1,064nm	極低（非剥脱型）	～0.6mm	数時間～1日	4～6回

パラメータ設定の重要性

フラクショナルレーザー治療においては、以下の主要なパラメータをバランス良く設定することが極めて重要です。



これらのパラメータ調整は、患者様の肌質、治療の目的、そして許容できるダウンタイムに応じて異なります。例えば、色黒の肌には低めのエネルギーと密度から開始し、深いニキビ跡にはより高いエネルギー設定が必要となる場合があります。

フラクショナルレーザーはニキビ跡や肌の若返り治療において中心的な役割を担いますが、各機種の特徴を深く理解し、患者様の状態と期待に合わせた適切な機器選択と設定調整が治療成功の鍵となります。最新の機器では、術者が細かく調整できるパラメータが増え、よりカスタマイズされた治療が可能になっています。

日本国内での承認状況および使用実態: 法的枠組み

美容目的のレーザー機器の多くは海外で開発され日本に輸入されてきましたが、国内で使用するには原則として薬機法（医薬品医療機器等法、旧薬事法）上の承認（医療機器承認）を得る必要があります。しかし実際には、承認取得前の機器が医師の判断で使用されてきた歴史もあり、日本の美容医療分野では「承認機器」と「未承認機器」が混在しているのが実情です。

医療機器としての法的位置づけ

レーザー治療機器は薬機法上、主にクラスIII（高度管理医療機器）に分類され、製造販売には厚生労働省の承認が必要です。承認取得には、臨床試験などによる有効性・安全性データの提出が求められます。承認された機器には以下の情報が規定されます：

- 適応疾患・用途
- 使用方法・設定範囲
- 禁忌・注意事項
- 対象患者

医師は原則としてこれらの範囲内での使用が求められますが、医師の裁量権に基づく適応外使用も一定の条件下で認められています。



レーザー機器の国内承認には通常数年を要し、海外で使用されている最新機器が日本で承認されるまでには時間差が生じることが多いです。このタイムラグが「未承認機器使用」の背景となっています。

未承認機器の使用に関する法的解釈

日本では「医師の個人輸入」という制度があり、未承認医療機器であっても患者個人の治療のために医師が輸入することが認められています：

個人輸入制度

医師または歯科医師が、自己の責任のもとに、自己の患者の診断・治療のために使用することを目的として、未承認の医療機器を輸入することが可能です。医療機関単位で輸入確認（厚労省の輸入確認）を得て使用します。

インフォームドコンセント

未承認機器を使用する場合、患者への十分な説明と同意取得が必須となります。説明すべき内容には、「国内未承認である事実」「想定される効果と副作用」「代替治療法の有無」「海外でのエビデンス状況」などが含まれます。多くの場合、文書による同意取得が行われます。

広告規制

未承認機器の宣伝広告は原則として禁止されています。クリニックのWebサイト等では「本施術で使用する機器は国内未承認であり医師の責任の下で使用しています」といった表示が法的に求められます。効能効果を強調した表現や承認機器と混同させるような表現は避ける必要があります。

適応外使用について

承認された医療機器であっても、その適応症以外の目的で使用する場合（いわゆる「適応外使用」または「オフ・ラベル使用」）は、医師の裁量に基づいて行われます。具体的な例としては、以下のケースが挙げられます。

- ピコシユアを太田母斑以外のシミ治療に使用するケース
- PDL（血管レーザー）をニキビの赤みやケロイド治療に使用するケース
- 脱毛用アレキサンドライトレーザーを顔の肌の若返り治療（リジュビネーション）に使用するケース

これらの適応外使用は、国内外の臨床的エビデンスに基づき、その安全性と有効性が確認されている場合に限り、患者様への十分な説明と同意（インフォームドコンセント）を得た上で、医師の判断と責任において実施が認められています。ただし、適応外使用に関する広告表示には厳しい制限があり、誤解を招くような表現は厳に避けるべきです。

このような法的枠組みの中で、日本の美容皮膚科・美容外科は、安全性と有効性の厳密なバランスを考慮しつつ、国内外の最新レーザー治療を患者様へ提供するための取り組みを継続しています。

日本国内での承認状況および使用実態: 承認機器とその適応

保険診療で使われる可能性のあるレーザーは比較的承認が早く、国産化や正式輸入が行われてきました。ここでは主な承認機器とその適応について解説します。

色素性病変治療用レーザー

色素性病変治療用のレーザーでは、以下の機器が国内承認を取得しています：

Qスイッチルビーレーザー

日本企業によって開発・製造され、効果と安全性が評価され厚生労働省の承認を取得しています。保険適用疾患として、太田母斑、異所性蒙古斑、後天性真皮メラノサイトーシス（ADM）、扁平母斑（カフエオレ斑）があります。特にルビーレーザーは扁平母斑に対する保険適用を取得している唯一の機種です。

代表機種：ナノQ（JMEC社）、NanoStar R（Asclepion社）など

Qスイッチアレキサンドライトレーザー

1990年代後半から国内使用され、2014年に最新モデルが承認を取得しました。太田母斑、異所性蒙古斑、ADMの治療に適応があります。老人性色素斑など保険適用外の治療にも広く使用されています。

代表機種：Alex II（Alma社）など

QスイッチNd:YAGレーザー

1064nmと532nmの二波長モードを持つ機種が承認されており、太田母斑、異所性蒙古斑、ADMの治療に適応があります。肝斑治療に用いられるレーザートーニング法は、低出力の1064nmを反復照射するため、比較的安全に施行できるとされています。

代表機種：Medlite C6、Spectra（Lutronic社）など

ピコ秒レーザー

2018年に米国Cynosure社のピコシュアが「太田母斑・異所性蒙古斑治療用」として承認されました。ただし承認適応は限られており、シミや刺青除去への使用は正式適応外です。また他のピコレーザー（PicoWay、エンライトン等）はまだ未承認のものも多いです。国内メーカーも開発を進めており、古河電工グループが国産ピコ秒レーザー「PicoLaser S」の開発を進めています。

代表機種：ピコシュア（Cynosure社）

血管病変治療用レーザー

血管病変治療用レーザーでは、以下の機器が承認されています：

レーザー種	承認状況	保険適用疾患	代表機種
パルス染料レーザー（PDL）	1990年代に承認	単純性血管腫、莓状血管腫、毛細血管拡張症	Vbeam（Candela社）
KTPレーザー（532nm）	承認済み	毛細血管拡張症（一部）	Excel V（Cutera社）
長パルスNd:YAGレーザー	承認済み	下肢静脈瘤（一部）	GentleYAG Pro（Candela社）

脱毛用レーザー

医療脱毛用レーザーは多数の機種が厚生労働省の承認を取得しており、安全性・有効性が確認された機器が普及しています：

アレキサンドライトレーザー

Candela社GentleLaseシリーズは長期的な減毛を目的とした承認機器であり、アレキサンドライトレーザーは表在性の良性色素性疾患治療にも適応があるとされています。

ダイオードレーザー

Lumenis社のLightSheerシリーズ、ルミナス社のクラリティツインなど多数の機種が承認されています。最近では国内メーカーの東芝ホリスティックがソプラノICEを発売するなど、国産化も進んでいます。

Nd:YAGレーザー

Candela社ジェントルヤグProやCutera社Xeoの1064nmモードなどが承認されており、色黒肌や太い毛の脱毛に適しています。

複合波長機

GentleMax Pro（755nm+1064nm）など複数波長を一台に統合した機種も承認されており、様々な肌質や毛質に対応できる利点があります。

若返り・瘢痕治療用レーザー

若返り・瘢痕治療の分野では、以下の通り承認機器が限定的です。

- **炭酸ガスフラクショナル**：Candela社のCO2RE（コア2）は、シワ・瘢痕治療用の医療機器として国内で初めて承認を取得したフラクショナルレーザーです。
- **エルビウムヤグレーザー**：国産ではモリタ製作所のDELIGHT Er:YAGレーザーなどが承認されています。
- **非剥脱型フラクショナル**：多くは未承認ですが、一部のシステムは近年承認を得ています。

一方で、広く普及しているFraxel Dual（1550/1927nm）やLux1540などの非剥脱型フラクショナルレーザー、およびピコ秒レーザーのフラクショナルモードなどは、依然として国内未承認です。これらは医師が個人輸入の形で使用しており、患者様への十分な説明と同意（インフォームドコンセント）が徹底されています。

現在の状況として、保険診療に関わるレーザー（例：アザ治療、血管腫治療、脱毛）には承認機器が主に用いられる一方、美容目的の自費診療レーザー（例：シミ・シワ改善用の最新機器）においては、一部未承認機器も使用されています。ただし、未承認機器の使用は違法ではなく、医師の裁量のもと適切に用いられれば患者様の利益につながるため容認されています。学会などでも未承認機器の使用実績や安全性報告がなされており、エビデンスを蓄積して正式承認へと繋げる取り組みが進められています。

日本国内での承認状況および使用実態: 未承認機器の扱い

美容医療の分野では、海外で開発された最新レーザー機器が日本での承認を待たずに使用されるケースが少なくありません。ここでは未承認機器の適正使用に関する実態と留意点を解説します。

未承認機器使用の背景

日本での医療機器承認には通常3～5年程度の期間を要するため、海外で既に安全性と有効性が確立している最新機器であっても、国内承認まで長期間待つこととなります。こうした「承認ラグ」が、医師個人輸入による未承認機器使用の主な背景となっています。

特に美容医療分野では、患者ニーズの変化や技術革新が速く、「より効果的な治療を提供したい」との現場の要請から、個人輸入制度を活用した機器導入が行われています。



未承認機器を使用する際には、患者への十分な説明と同意取得が不可欠です。治療内容だけでなく、機器の承認状況や海外でのエビデンス、想定されるリスクについても明確に伝える必要があります。

未承認機器の法的扱いと使用条件

未承認機器の輸入・使用に関しては、以下の条件下で認められています：

輸入手続きの適正化

医師または医療機関が厚生労働省に「輸入報告書」を提出し、確認を受ける必要があります。この手続きは税関での通関時に必要となり、医師免許証の写し等の添付も求められます。医療機器の場合、製造元の証明書（CoA）などの添付が求められることもあります。

同意取得と説明義務

未承認機器を使用する際には、患者に対して以下の内容を含む詳細な説明を行い、文書による同意を得ることが求められます：・機器が国内で未承認であること・海外での使用状況とエビデンスレベル・想定される効果と副作用・代替治療法とその利点/欠点・治療中止の自由

広告規制の遵守

未承認機器の効能効果を標榜した広告は禁止されています。クリニックのウェブサイトやパンフレットでは、「国内未承認の機器を医師の責任のもとで使用している」旨を明記し、誤解を招く表現や過度な効果の強調を避ける必要があります。商品名の直接的な宣伝も控えるべきとされています。

有害事象報告

未承認機器使用中に重篤な有害事象が発生した場合、厚生労働省への報告が求められます。また医師会や関連学会への報告も推奨されており、未承認機器の安全性データ蓄積に貢献することが期待されています。

未承認機器の具体例と現状

現在、日本の美容医療現場で比較的多く使用されている未承認機器の例として以下が挙げられます。

機器カテゴリー	代表的な未承認機器	現状と対応
非剥脱型フラクショナルレーザー	Fraxel Dual(1550/1927nm)、Lux1540など	多くのクリニックで個人輸入により使用されています。近年では類似機器の承認も進みつつあります。
剥脱型フラクショナルレーザー	eCO2（Lutronic社）、SmartXide（DEKA社）など	CO2REは承認されましたが、他機種は未承認のまま使用が継続されています。
ピコ秒レーザー	PicoWay（Candela社）、エンライトン（Cutera社）など	ピコシユアは太田母斑治療用途でのみ承認されており、刺青除去や肌の若返り（リジュビネーション）治療は適応外使用となります。
特殊波長レーザー	黄色レーザー、1319nm Nd:YAGなど	特定の波長に特化した治療機器として、個人輸入で利用されています。

業界・学会の対応

未承認機器の使用に関して、日本の医療界では以下のような対応が進められています。

- **情報共有**：日本美容皮膚科学会や日本レーザー医学会などにおいて、未承認機器の使用経験や安全性データが発表・共有されています。
- **ガイドライン策定**：日本皮膚科学会や日本美容外科学会では、未承認機器の使用に関する指針やガイドライン策定が進められています。
- **講習会・研修**：未承認機器であっても、メーカーや輸入代理店による講習会やセミナーが開催され、安全な使用法の啓発が図られています。
- **承認推進**：学会などが中心となり、有望な未承認機器の国内承認取得を支援する取り組みが進められています。

未承認機器の使用は法的に認められているものの、高い倫理観と専門知識が求められます。医師は常に最新情報を収集し、安全性と有効性のバランスを考慮した上で、患者に最適な治療を提供することが重要です。また、将来的には承認ラゲの短縮や、使用実績に基づく迅速承認制度の充実などが望まれています。

日本国内での承認状況および使用実態: 使用上の留意点

レーザー機器を臨床で使用する際には、承認状況に関わらず様々な留意点があります。ここでは医師が特に注意すべき点について解説します。

適応と禁忌の理解

レーザー機器の添付文書や取扱説明書に記載された適応と禁忌を熟知する必要があります。承認機器では添付文書の内容を遵守し、適応外使用を行う場合は十分な文献的根拠を持つことが重要です。未承認機器では海外の添付文書や臨床文献を参照し、適応と禁忌を理解しておきます。

特に以下の患者には慎重な対応が必要です：ケロイド体質、膠原病患者、免疫抑制剤使用中、妊娠中、光感作性薬剤服用中、皮膚感染がある場合など。

安全管理体制

レーザー治療室は専用の空間を確保し、立入制限や警告表示を設けます。ドアインターロックやカーテンなどでレーザー光の漏出を防止し、反射物（鏡など）の管理も徹底します。レーザー安全管理者を指定し、定期的な安全講習を実施することも推奨されています。

特に眼球保護は最重要であり、術者・患者ともに波長に応じた適切なゴーグルを着用します。定期的な機器点検や校正も必要です。

記録の保存

レーザー治療では詳細な記録を残すことが重要です。治療内容（使用機器、波長、エネルギー設定、照射部位など）、患者の反応、副作用の有無などを記録します。可能であれば治療前後の写真も残しておく、効果判定や将来のトラブル対応に役立ちます。

未承認機器を使用する場合は、同意書の保管も必須です。同意書には機器の承認状況、予想される効果と副作用、代替治療法などが明記されている必要があります。

緊急対応

レーザー治療中に起こり得る緊急事態（アナフィラキシー、眼球損傷、熱傷など）への対応手順を確立しておきます。救急処置セットの常備、救急医療機関との連携体制も整えておくべきです。

特に眼球への誤照射時の対応手順は全スタッフが熟知しておく必要があります。また火災リスクに対し、消火器の設置場所や使用法の確認も重要です。

スタッフ教育と資格

レーザー治療の安全性を高めるためには、適切なスタッフ教育と資格取得が重要です：

スタッフ区分	求められる知識・技能	推奨される研修・資格
医師	レーザー物理学の基礎、機器の特性、適応と禁忌、合併症対応	日本美容皮膚科学会・レーザー医学会などの専門医/指導医、メーカー主催の技術講習
看護師	機器の取扱い、患者ケア、術前術後管理	学会認定レーザーナース研修、メーカー技術講習
臨床工学技士	機器メンテナンス、トラブルシューティング	メーカー技術講習、レーザー安全管理者研修
受付・事務	適切な説明補助、同意取得サポート	院内研修、倫理・コンプライアンス研修

適切な説明と期待値管理

レーザー治療では、患者への適切な説明と期待値管理が極めて重要です：

- 効果の説明**：過度に効果を強調せず、科学的に実証された範囲内で説明します。特に「完全治癒」「永久的効果」などの表現は避けるべきです。
- 副作用の説明**：起こり得る副作用とその頻度、対処法を具体的に説明します。「稀ですが瘢痕化の可能性があります」などと曖昧にせず、具体的な頻度や事例を挙げるとよいでしょう。
- 治療回数と期間**：多くのレーザー治療は複数回必要であることを明確に伝えます。特に刺青除去やニキビ跡治療では長期戦になることを初回から説明しておきます。
- 費用説明**：初回だけでなく、追加治療を含めた総費用の目安を伝えておくと、途中離脱を減らせます。

クリニック間の連携

特に未承認機器を使用する場合は、クリニック間の連携が重要です：

- 情報共有**：同じ機器を使用するクリニック間で、設定値やテクニック、合併症例などの情報を共有することで、安全性と有効性を高められます。
- 紹介ネットワーク**：自院で対応困難な症例は、より専門性の高い施設へ紹介する体制を整えておきます。
- 合併症対応**：重篤な合併症発生時に対応可能な高次医療機関との連携体制を構築しておきます。

レーザー治療は適切に行えば安全で効果的な治療法ですが、機器の特性を理解し、適応を守り、患者への十分な説明と同意取得を行うことが不可欠です。特に未承認機器や適応外使用を行う場合は、より慎重な対応が求められます。日々研鑽を積み、最新の知見を取り入れながら安全な医療を提供することが医師の責務です。

エネルギー密度（fluence）の設定

エネルギー密度は、単位面積あたりのエネルギー量（J/cm²）を示し、治療効果と副作用のバランスを決定する極めて重要なパラメータです。効果を最大化しつつリスクを最小限に抑えるため、最小有効エネルギーから治療を開始することが基本となります。以下に、一般的な治療対象ごとの推奨開始エネルギー密度の目安と、その際の適切な皮膚反応を示します。

治療対象	推奨エネルギー密度	適切な反応
表在性シミ（Qスイッチ532nm）	2-4 J/cm ²	即時白色化
深在性シミ（Qスイッチ1064nm）	5-8 J/cm ²	軽度の白色化
毛細血管（PDL 595nm）	6-10 J/cm ²	血管の暗紫色化または消失
脱毛（アレキサンドライト755nm）	15-25 J/cm ²	毛包周囲の軽度膨隆、毛の焦げ臭
フラクショナルCO ₂ （若返り）	15-70 mj/microbeam	均一な点状格子パターン

スポットサイズ（照射径）もエネルギー分布に大きく影響します。同じエネルギー設定でも、スポットサイズが大きいほど深達度が増し、同時にピークパワー密度は低下します。大きなスポットで照射する方がビーム拡散が少なく、より深部に均一なエネルギーを届けられるため、可能な限り大きなスポットサイズで、かつ必要十分なエネルギー設定を用いることが効果的かつ安全な治療の鉄則です。

照射モード

レーザー機器には様々な照射モードが搭載されており、治療目的や部位に応じて適切に選択することが重要です。

シングルショット

1発ずつ手で照射するモードです。シミのピンポイント治療や限局した血管病変など、非常に精密な照射が求められる場合に適しています。照射位置を細かく調整できる利点がある一方で、広範囲の治療では時間がかかります。

スタンピング（連続照射）

設定された一定間隔でレーザー光を連続的に照射するモードです。医療脱毛やフェイシャル治療など、広範囲にわたって均一な照射が必要な場合に活用されます。ハンドピースを一定の速度で動かしながら、適切なスポットの重複（通常10～20%程度）が生じるよう調整します。

スキャナー走査

コンピューター制御により、レーザービームが自動的に皮膚表面を走査し、均一なパターンで照射を行うモードです。特にフラクショナルレーザーでは、この方式を用いることで皮膚上に規則正しいドットパターンを形成します。操作者の技量に左右されにくく、安定した治療結果をもたらします。

特殊モード

各機種に固有の特殊な照射モードも存在します。例えば、GentleYAGのトリプルパルスは3連続のパルス照射で皮膚の深部をじんわりと加熱し、表皮へのダメージを軽減します。蓄熱式脱毛（SHR）は低出力の連続照射で毛包を徐々に加熱し、痛みを抑えた脱毛を可能にします。また、ピコレーザーのフォーカスモードでは、特殊なレンズアレイにより光が集束され、真皮内にLIOB（光学的破壊）を形成し、肌の若返りを促進します。

これらのパラメータ（波長、パルス幅、エネルギー密度、スポットサイズ、照射モード）は互いに密接に関連しており、一つを変更すると他のパラメータもそれに合わせて調整する必要があることがほとんどです。例えば、スポットサイズを大きくした場合、同じ効果を得るためにはエネルギー出力を上げる必要があります。また、パルス幅を長くすると瞬時のピークパワーが低下するため、同様の治療効果を得るためにはエネルギー密度を高めることが求められます。

レーザー治療の技術を習得するには、これらのパラメータ間の複雑な関係性を深く理解し、患者個々の皮膚の状態や治療目的、そして機器の特性に応じて最適な設定を選択する能力が不可欠です。安全性を確保するため、治療は常に控えめな設定から開始し、患者の皮膚反応を注意深く観察しながら、徐々に調整していくアプローチが推奨されます。

レーザー治療の臨床技術: 照射手技と施術プロトコル

レーザー照射の実践面では、適切な設定だけでなく、確実な手技と患者管理も重要です。ここでは照射手技と施術プロトコルの実際について解説します。

マーキングとテスト照射

レーザー照射の準備段階として、以下の手順が重要です：

01

治療範囲の確認

治療範囲を患者と共に確認し、必要に応じて写真撮影します。特に境界が不明瞭な病変（肝斑など）では、目視だけでなくウッドランプや皮膚スコープなどの補助機器を用いて正確に範囲を把握します。

03

テスト照射

初めてレーザーを当てる患者や境界が曖昧な病変にはテストスポット照射を行います。目立たない部位で小スポットを試し、反応や副作用を観察します。例えば肝斑患者にレーザートニングする前に、耳前部などで試し、1～2週間後の反応を見てから本照射に進みます。

照射手順

レーザー照射は以下の手順に従って実施します：

- 1. 皮膚の前処理：**治療部位を洗浄し、必要に応じてシェービング・角質除去を行います。オイルや化粧品などの残留物は光の吸収特性に影響するため、完全に除去します。
- 2. アイプロテクション：**患者・術者とも該当波長に適合した保護眼鏡を着用します。特に顔面照射時は眼球保護を徹底し、必要に応じて眼球保護用のメタルシールドを使用します。
- 3. 冷却準備：**皮膚の冷却は表皮保護と痛み軽減に重要です。接触冷却チップ、冷却ジェル、冷風装置などを準備します。
- 4. 照射位置の確保：**レーザーハンドピースは皮膚に垂直に当て、安定した姿勢で照射します。斜めに当てると光の反射や散乱が生じ、効果が低下します。

02

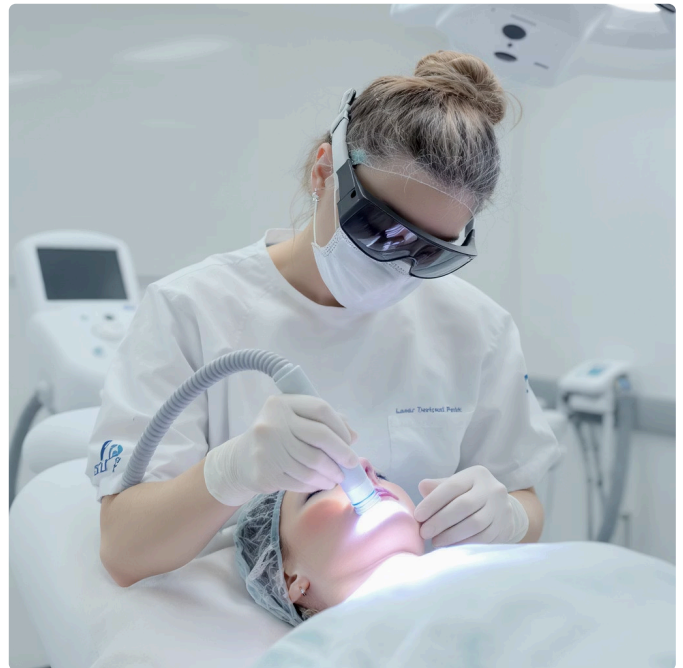
マーキング

広範囲を照射する際は、事前にエリアをわかりやすくマーキング（白色ペン等で格子状にライン）します。こうすることで打ち漏れを防ぎ、同じ所に二度打ちしにくくなります。特に背部や下肢など広い領域の脱毛では重要です。

04

出力設定の確認

テスト照射の結果に基づき、本照射の出力設定を決定します。皮膚の反応が不十分なら出力を上げ、過剰なら下げます。個人差が大きいため、標準設定をそのまま適用せず、患者ごとに調整することが重要です。



レーザー照射時は、正しい姿勢と適切な防護具の着用が安全な施術の基本です。照射中は常に皮膚の反応を観察し、異常があればすぐに中止できるように準備しておきます。

照射時のテクニックは以下の点に注意します：

- スポット間隔：**スポット間は通常やや重なり（オーバーラップ率10～20%）にしますが、重複照射は避けます。特にQスイッチレーザーやCO2レーザーでは、同一部位への重複照射で熱傷リスクが高まります。
- 照射速度：**均一なリズムで照射することが重要です。特に連続照射モードでは、ハンドピースの動きが遅すぎると重複照射になり、速すぎると照射漏れが生じます。
- 特殊照射法：**Qスイッチトニングのように複数パス（何往復も照射）する特殊な手技もあります。この場合は1パスごとのエネルギーを低く抑え、全体を均一に照射します。

ターゲットのリアクション

レーザー照射中は、標的組織の反応を常に注意深く観察し、適切な治療が行われているかを確認することが重要です。

シミ治療

照射直後に、標的のシミがグレーまたは白色に変化（immediate whitening）していれば適切です。これは、メラニン粒子が急速に加熱され、そのタンパク質が変性したことを示します。反応が弱い場合は、エネルギー設定が不足している可能性があります。

血管治療

血管病変では、血管の暗転または紫斑化が適切な反応です。血管の太さによって反応は異なり、細い血管は消失し、太い血管は暗紫色に変化します。生じた紫斑は通常1～2週間で消失します。

脱毛

毛幹の焦燥臭や、毛包周囲に生じる赤い丘疹（フォリキュラーエデマ、立毛筋付着部の軽度な膨隆）を指標とします。毛穴周囲に均一でわずかな発赤や膨隆が見られれば、適切な照射が行われていると考えられます。

フラクショナルレーザー

皮膚表面に均一な格子状のパターンと、適度な発赤が適切です。CO2フラクショナルレーザーの場合、点状出血や滲出液が見られることも正常な反応であり、ドットの均一な分布が治療の鍵となります。

皮膚の反応が不十分な場合でも、炎症が遅れて発現し効果を示すことがあるため、特に血管治療や脱毛においては、控えめな設定から開始し、慎重に経過を観察することが推奨されます。

照射終了後の処置

レーザー照射が完了した後は、速やかに以下の術後処置を行い、患者の不快感を軽減し、治療効果を最大限に引き出し、合併症のリスクを最小限に抑えます。

クーリング（冷却）

濡れタオル、アイスパック、または冷風装置などを用いて、数分から10分程度患部を冷却します。これにより、照射後の疼痛と炎症を効果的に緩和できます。特にフラクショナルレーザー治療後は、長めの冷却が推奨されます。

薬剤塗布

シミ取り治療後は、処方された軟膏を塗布し、必要に応じて保護テープで覆います。フラクショナルレーザー後も同様に軟膏で保護します。血管レーザー後は保湿を目的とした軟膏やワセリンを塗布し、場合によっては軽度の圧迫を加えることもあります。脱毛後は、炎症を抑えるためにステロイド軟膏を塗布することがあります。

保護

治療部位を清潔なガーゼで覆うか、顔面の場合はマスク着用を推奨し、外部からの刺激や感染から保護します。紫外線遮断も極めて重要であり、直射日光を避け、日焼け止めの使用を徹底するよう指導します。

術後指導

患者には帰宅後の具体的なケア方法、日常生活における注意事項、次回来院日などを詳細に説明します。特に、異常が生じた際の連絡先や対処法を明確に伝え、患者が安心して過ごせるようにします。文書による術後指示は、患者の理解度と遵守率を高める上で非常に有効です。

これらの照射手技および施術プロトコルは、レーザーの種類や治療対象によって細部が異なりますが、基本的な流れは共通しています。術者は十分な訓練と実践経験を積み、安全かつ効果的な治療を提供することが求められます。特に初心者の医師は、経験豊富な上級医の指導のもとで技術を習得し、徐々に治療の適応範囲を広げていくことが強く推奨されます。

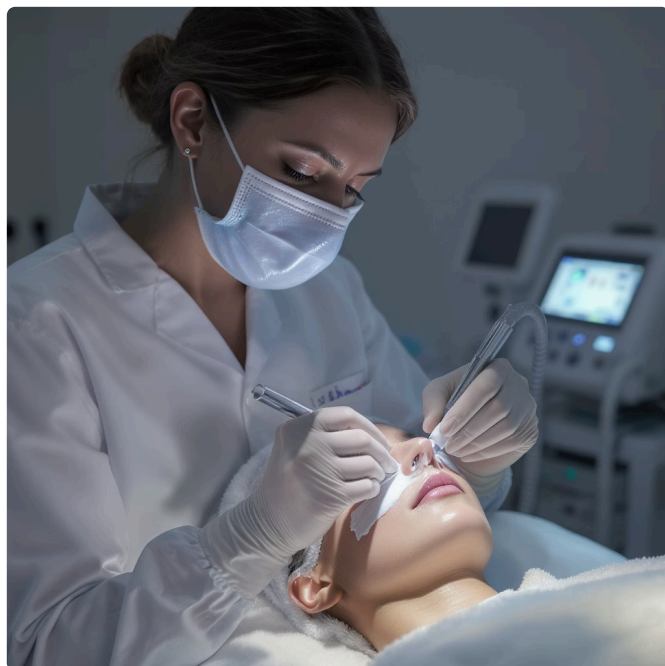
レーザー治療の臨床技術: 麻酔の有無と痛み対策

レーザー治療の痛みは機種・部位によって様々であり、患者の快適性と治療の成功のためには適切な痛み管理が重要です。ここでは各種麻酔法と痛み対策について解説します。

レーザー種別の痛み特性

レーザーの種類により痛みの質と強さは異なります：

- **Qスイッチレーザー**：輪ゴムではじく瞬間的な痛み。シミ・発取なら耐えられる程度ですが、広範囲や刺青除去では強い痛みになります。
- **血管レーザー**：熱感を伴う鋭い痛み。PDLは比較的痛みが少ないですが、KTPや1064nmは熱感が強いです。
- **脱毛レーザー**：輪ゴムではじく熱感のある痛み。部位や毛の太さで強さが変わり、特にVIOや顔面は敏感です。
- **フラクショナルレーザー**：CO2やEr:YAGは焼けるような強い痛み。非剥脱型は比較的マイルドですが、それでも不快感があります。



患者の痛みに対する耐性は個人差が大きく、同じ刺激でも痛みの感じ方に5倍以上の差があるとされています。適切な麻酔方法を選択することで、患者の不安と疼痛を軽減できます。

表面麻酔

最も一般的な麻酔法は表面麻酔です：

麻酔クリーム

エムラクリーム（リドカイン・プリロカイン配合クリーム）は最も広く使用されています。施術30分～1時間前に5mm程度の厚さで塗布し、ラップや専用ドレッシングで密閉します。特に顔全体のフラクショナルでは5g程度を均一に塗り、60分以上密封するとより効果的です。麻酔効果は個人差がありますが、表層2-3mm程度までの痛みを軽減できます。

麻酔テープ

ペンレステープ（リドカイン含有テープ）は小範囲の施術（ほくろレーザー除去や刺青の一部など）に便利です。使用30-60分前に貼付し、密着性が良いため動きやすい部位にも適しています。形に切り取れるため、複雑な形状の病変にも対応できます。

麻酔スプレー

エチル塩化物スプレーなどの冷却スプレーは、一時的な表面麻酔効果があります。効果は浅く短時間ですが、即効性があり、Qスイッチレーザーなどの瞬間的な痛みには有効です。照射直前に施行し、皮膚が白くなるまで噴霧します。

リドカインクリーム増強法

表面麻酔の効果を高めるには、以下の方法が有効です：

- ・皮膚バリア軽減：塗布前に弱酸性石鹸や軽いピーリング剤で角質層を整える
- ・塗布時間延長：60～90分に延長することでより深部まで浸透
- ・イオントフォレーシス：微弱電流で薬剤浸透を促進する特殊機器の使用
- ・温熱併用：温タオルなどで皮膚を温めながら塗布することで血管拡張と浸透促進

冷却技術

冷却は、表皮の保護と痛みの軽減に非常に有効な方法です。

冷却方法	特徴	適したレーザー種
接触冷却（コンタクトクーリング）	サファイアチップなどを皮膚に直接接触させて冷却します。均一で安定した冷却効果が特徴です。	脱毛レーザー、血管レーザー
ダイナミッククーリング（DCD）	レーザー照射直前に冷却スプレーを噴射します。VbeamやGentleLaseなどに搭載されています。	PDL、脱毛レーザー
冷風冷却	Zimmerなどの専用装置から冷風を連続的に照射します。広範囲の治療に適用可能です。	フラクショナルレーザー、刺青除去
アイスパック	照射前後で局所的に冷却します。シンプルで安価な方法です。	術後の疼痛・腫脹軽減全般

麻酔が使用できない場合やその補助として、冷却は最も有効な鎮痛策となり得ます。強力な冷風を当てながらレーザーを照射することで、痛みを半減させることも可能です。ただし、冷却しすぎると血流が減少して治療効果が低下する可能性があるため、特に血管レーザー治療では適切な温度管理が必要です。

笑気麻酔・鎮静

痛み強い不安を抱く患者や、広範囲の治療を行う際には、追加的な鎮痛・鎮静法が有効です。

- **笑気吸入麻酔**：笑気（亜酸化窒素）30～50%と酸素の混合ガスを吸入することで、鎮痛、鎮静、抗不安効果が得られます。意識は保たれるものの、痛みに対する感受性が低下します。フラクショナルCO2レーザーやQスイッチレーザーを用いた刺青除去など、痛みの強い治療に特に有効です。
- **静脈内鎮静**：ミダゾラムなどの短時間作用型ベンゾジアゼピン系薬剤を静脈内投与し、患者を半覚醒状態にして治療を行います。広範囲の刺青除去や全顔フラクショナルなど、長時間の強い痛みを伴う治療に適していますが、バイタルモニタリングや回復室での管理が必須です。
- **アセトアミノフェン・NSAIDs**：治療の30分前に内服することで、術中・術後の痛みを軽減できます。特に術後の熱感や痛みが予想される場合に有効です。

局所麻酔注射

ごく狭い範囲の治療や特に痛みの強い部位には、局所麻酔注射が最も確実な麻酔法です。

- **浸潤麻酔**：リドカイン（キシロカイン）1%などを治療部位に直接注射します。CO2レーザーによるイボ除去など、小範囲であれば注射により無痛で施術を行うことができます。
- **伝達麻酔**：特に顔面において、三叉神経の分枝（眼窩下神経、オトガイ神経など）をブロックすることで、広範囲に麻酔効果を得られます。全顔フラクショナル治療などで有効です。
- **腫脹麻酔**：大量の希釈麻酔薬（tumescence液）を皮下に注入する方法で、広範囲の麻酔が可能です。脂肪吸引と併用するレーザー脂肪融解などで用いられます。

ただし、注射自体の痛みや術後の腫れが生じる可能性があり、広範囲への適用は現実的ではありません。また、顔面への局所麻酔は、血管収縮によってレーザー効果に影響を与える懸念も多少あります（例：血管腫治療においてリドカイン+エピネフリンの局所麻酔を使用すると、一時的に血管径が縮小し、レーザー効果が低下する可能性）。

臨床では、これらの麻酔方法を組み合わせることで最適な疼痛管理が可能になります。例えば、フラクショナルCO2治療では、表面麻酔クリームを60分塗布し、笑気吸入を併用しながら、冷風による術中冷却を行うといった複合的アプローチが効果的です。患者の不安を軽減するための十分なコミュニケーションも重要であり、治療中の声かけやリラクゼーション誘導なども痛み管理の一環として考慮すべきです。

レーザー治療の臨床技術: 照射回数・間隔と術後ケア

レーザー治療の多くは複数回の照射が必要であり、適切な照射間隔と術後ケアが治療成功の鍵となります。ここでは各種レーザー治療における照射回数・間隔と術後ケアの実践について解説します。

治療回数と間隔

各治療ごとに適切な回数設定と間隔があります：

色素性病変

表在性シミ（老人性色素斑・そばかす）：多くは1回で終了することが多いですが、薄く残る場合は1～3ヶ月後に追加照射します。

真皮性色素斑（太田母斑・ADM）：3ヶ月以上間隔をあけて4～5回程度の照射が必要です。間隔を短くすると色素沈着リスクが高まります。

肝斑のトーニング：週1回で10回以上と回数を要しますが、状況次第で間隔を伸ばしたり中断も考慮します。長期治療となるため、経過観察を重視します。

脱毛

部位によって毛周期が異なるため、最適な間隔も変わります：

顔・首：毛周期が短いので4～6週間隔で8～10回

ワキ・脚：1.5～2ヶ月間隔で5～6回

背部・胸部：2～3ヶ月間隔で5～7回

VIO：6～8週間隔で6～8回

個人差が大きく、ホルモン環境や毛質によって必要回数は変動します。

血管病変

毛細血管拡張症（赤ら顔）：2～3ヶ月間隔で2～4回

単純性血管腫（ポートワイン母斑）：3～4ヶ月間隔で6～10回以上

蔓状血管腫：1～2ヶ月間隔で3～5回

照射間隔は血管の再生時間と炎症の沈静化を考慮して設定します。

若返り・ニキビ跡

フラクショナルCO2：3～6ヶ月間隔で1～3回

非剥脱型フラクショナル：4～6週間隔で3～5回

ピコフラクショナル：2～4週間隔で4～6回

侵襲度が高いほど間隔を長く取り、炎症が完全に収まってからの照射が重要です。

刺青除去

最も長期戦になる治療で、2～3ヶ月間隔で8～15回以上必要なことも珍しくありません。特にプロの刺青は色素量が多く、完全除去には多数回必要です。アマチュア刺青なら3～5回程度でかなり薄くなることが多いです。

ピコ秒レーザーではナノ秒に比べ回数が少なくなる可能性がありますが、それでも複数回は必要です。

治療間隔は、レーザーによる炎症が完全に収まり組織リモデリングが一巡するまで待つという意味があります。急いでも色素沈着や瘢痕リスクが増えるだけなので、患者の事情と照らしつつ適切な間隔を守ることが重要です。

紫外線遮断

レーザー後の紫外線遮断は全ての患者に指導すべき最重要事項です：

- **メカニズム：**レーザー後は一時的に色素細胞が不安定になり過敏な状態で、日焼けすると容易に色素沈着します。また、紫外線は炎症を悪化させ、瘢痕形成リスクも高めます。
- **遮光期間：**照射直後から最低2週間、理想的には1～3ヶ月間は厳重な紫外線対策が必要です。色素性病変治療後は特に重要で、できれば6ヶ月間の遮光が望ましいです。
- **具体的方法：**SPF50+/PA++++の日焼け止めを2～3時間おきに塗り直す、帽子や日傘を併用する、日中の外出を控えるなど複合的な対策を指導します。



レーザー治療後の紫外線対策は治療成功の鍵です。特に色素沈着を起こしやすいアジア人では、徹底した紫外線防御が不可欠です。季節や生活スタイルに合わせた具体的なアドバイスが患者のコンプライアンス向上に役立ちます。

保湿と皮膚バリア回復

レーザー照射後は一時的に皮膚のバリア機能が低下するため、適切な保湿ケアが重要です。

- ・ **フラクショナルレーザー後**：経皮水分蒸散が亢進しやすいため、朝晩の保湿剤塗布により、バリア機能の回復を促します。特に剥脱型では、ワセリンなどの密封軟膏療法が推奨されます。
- ・ **Qスイッチレーザー後**：かさぶたが形成される場合は、抗菌軟膏の塗布と保護テープでの被覆が効果的です。
- ・ **血管レーザー後**：紫斑（内出血）が出る場合は、保湿とともにヘパリン類似物質含有軟膏などで早期の吸収を促します。
- ・ **脱毛レーザー後**：一時的な毛嚢炎予防のため、抗菌作用のある保湿剤の使用が有効です。

入浴・洗顔の制限

清潔保持と感染防止のバランスを考慮した指導が必要です。

レーザー種	洗顔・洗浄	入浴	特記事項
Qスイッチ（シミ取り）	翌日から可（擦らない）	当日からシャワー可、湯船は翌日から	保護テープは濡れると剥がれるため注意
フラクショナルCO2	24時間後から、低刺激洗顔料で	シャワーは翌日から、湯船は3日後から	高温浴、サウナは1週間禁止
非剥脱型フラクショナル	当日夜から可	当日夜からシャワー可	こすらないよう注意
脱毛レーザー	当日から可	シャワーは当日から、高温浴は24時間後から	24時間は発汗を避ける
血管レーザー	当日から可（紫斑部は優しく）	当日からシャワー可	圧迫・摩擦を避ける

内服・外用の併用

レーザー治療の効果を高めたり、副作用を予防するために、以下の薬剤が併用されることがあります。

色素沈着予防

- ・ **ハイドロキノン外用**：2～4%濃度の製剤を、照射後の炎症後色素沈着（PIH）予防に使用します。通常、就寝前に塗布し、日中は必ず日焼け止めと併用します。
- ・ **トラネキサム酸内服**：750mg/日程度を分3で内服し、メラニン産生を抑制します。肝斑治療補助や炎症抑制目的で用いられます。
- ・ **ビタミンC誘導体**：内服・外用ともに抗酸化作用と美白効果があり、レーザー後のケアとして推奨されます。

感染予防

- ・ **抗生物質軟膏**：フラクショナルレーザーやQスイッチレーザー後の創部に塗布し、二次感染を予防します。
- ・ **抗ウイルス薬**：ヘルペス既往者にはバラシクロビルなどを予防的に内服させ、ヘルペスの再活性化を防ぎます。特に口唇周囲のレーザー治療前に処方されます。

炎症・痛み軽減

- ・ **ステロイド外用薬**：血管レーザー後の腫脹軽減などに、短期間使用することがあります。
- ・ **NSAIDs**：フラクショナルレーザー後などの疼痛・炎症に対し、数日間処方することがあります。

瘢痕予防

- ・ **シリコンジェルシート**：瘢痕化リスクのある部位には、肉芽形成期（治療後約2週間頃）からシリコンジェルシートを貼付することがあります。
- ・ **トラニラスト内服**：瘢痕体質の患者や広範囲照射後に、肥厚性瘢痕予防目的で処方することがあります。

術後ケアの詳細は、患者に文書で指導するのが理想的です。ケアの徹底度が治療結果に大きく影響するため、理解しやすいパンフレットやイラストを用いた説明が有効です。また、予想される経過（例：かさぶた形成期間、紫斑の持続期間など）を事前に説明しておくことで、患者の不安を軽減し、不要な問い合わせを減らすことができます。

レーザー治療は照射技術だけでなく、適切な治療間隔の設定と術後ケアの指導が一体となって初めて最大限の効果が得られます。特に色素沈着などの副作用リスクが高いアジア人においては、術後管理の徹底が治療成功の鍵を握っています。

レーザー治療の臨床技術: 合併症・副作用とその対策

レーザー治療に付きまとう副作用や合併症に適切に対処することは、治療の成功と患者満足度の向上に不可欠です。ここでは主な合併症とその予防・対処法について解説します。

熱傷（やけど）

レーザー照射による熱傷は最も一般的な合併症の一つです：

症状と診断 レーザー照射直後に強い発赤、水疱形成、びらんが起これば熱傷です。Ⅰ度熱傷は紅斑のみ、Ⅱ度熱傷は水疱形成、Ⅲ度熱傷は皮下組織までの損傷を伴います。照射パターンに一致した形状で生じることが特徴です。	原因 主因はエネルギー過多またはクーリング不足です。肌の状態（乾燥、日焼け、炎症）、同一部位への重複照射、不適切なパラメータ設定などが関与します。骨突出部（頬骨、額など）では熱が集積しやすく注意が必要です。
対応 速やかに冷却し、ステロイド軟膏やワセリンで被覆します。水疱は無理に破かず自然に吸収させます（大きいものは無菌的に穿刺し内容液を出す）。感染予防に抗生剤軟膏を使うこともあります。	予防 テスト照射の徹底、適切なエネルギー設定、十分なクーリング、重複照射の回避が基本です。骨突出部では出力を下げる、照射前の肌状態を丁寧に観察するなどの配慮も重要です。

炎症後色素沈着 (PIH)

アジア人では非常によく見られる副作用で、レーザー照射部位が一時的に濃色化します：

症状と発生機序 例えばシミ治療後1ヶ月で元のシミより濃く見える現象です。レーザーによる炎症で一時的にメラノサイトが活性化し、メラニン産生が亢進することで発生します。アジア人では約40%の頻度で発生し、特に肌の色が濃い方ほどリスクが高まります。	経過 通常は一過性で、多くは2〜6ヶ月で薄くなります。しかし適切な対処がなければ1年以上遷延することもあります。最終的には元の病変よりも改善することが多いですが、患者の不安や不満の原因になりやすい副作用です。
対応 発生したPIHにはハイドロキノン外用（2-4%）やトラネキサム酸内服で早期改善を促します。強いPIHには低出力のQスイッチレーザーでトーニングする手もありますが、さらなる炎症リスクも伴うため慎重に検討します。	予防 事前の美白ケア、術後の遮光徹底が第一です。治療前からトラネキサム酸内服やビタミンC内服を開始し、術後2〜3ヶ月継続するのも効果的です。また最初から強すぎる出力を避け、段階的に強度を上げていく戦略も重要です。

低色素斑（脱色素）

色素が抜けて白斑状になる副作用です：

発生機序と症状 繰り返しのQスイッチ照射や強力なCO2照射後に、メラノサイトがダメージを受け色抜けが起こります。照射パターンに一致した境界明瞭な白斑として現れ、特に532nmレーザー照射後や、高出力での照射後に発生しやすいです。一過性のものと永続的なものがあります。	対応と予後 一旦確立した低色素斑に対する有効な治療法は限られています。エキシマライトやナローバンドUVBなどの光線療法、タクロリムス軟膏などの外用療法が試みられますが、効果は限定的です。軽度の場合は数ヶ月で自然回復することもあります。重度の場合は永続になる可能性があります。	予防 特に濃い肌に高出力を当てない、同じ部位に短期間で何度も当てないことが大切です。テスト照射から始め、反応を見ながら徐々に出力を上げる慎重なアプローチが推奨されます。また、532nmなど短波長レーザーを色黒肌に使用する場合は特に注意が必要です。
---	---	---

瘢痕形成

過度の炎症や感染により萎縮性または肥厚性の瘢痕が残ることがあります：

症状と種類 萎縮性瘢痕（陥凹瘢痕）は皮膚が凹んだ状態、肥厚性瘢痕は隆起した状態で、ケロイドに進展することもあります。照射後2〜3週間経過しても発赤や硬結が続く場合、瘢痕化のリスクがあります。	リスク因子 エネルギー設定ミスや術後管理不良（引っ掻き・日光暴露・感染など）が主因です。また解剖学的にリスクの高い部位（頸部、前胸部、上腕外側など）や、瘢痕体質の患者では発生リスクが高まります。治療の重複（短期間での複数回照射）も危険因子です。
早期対応 瘢痕化の兆候が見られたら、強力なステロイド外用療法を即座に開始します。必要に応じてステロイド局注も検討します。トラニラスト内服も併用することがあります。早期発見と早期治療が予後を大きく左右します。	確立した瘢痕の治療 陥凹瘢痕にはフラクショナルレーザーやマイクロニードリング、肥厚性瘢痕にはステロイド局注、レーザー（PDL等）、放射線治療、手術的切除などを検討します。複合的なアプローチが効果的です。

紫斑・内出血

血管レーザー（PDL等）では予期される副作用の一つですが、適切な対応が求められます：

- ・ **発生機序**：レーザーによる血管の光熱凝固により血管が破裂し、内容物が血管外に漏出することで紫斑を形成します。特に短パルスPDLで顕著に現れます。
- ・ **対応**：患者には事前に紫斑の持続期間（通常1〜2週間）を説明し、日常生活への影響を考慮した予定調整を促します。強い紫斑には軟膏塗布と圧迫が早期吸収に多少役立つことがあります。ヘパリン類似物質含有軟膏も有用とする意見がありますが、施術直後は刺激となる可能性があるため避けるべきです。
- ・ **カモフラージュ**：顔面の紫斑は社会生活に支障をきたすことがあります。グリーンコンシーラーで赤みを中和し、その上からファンデーションで覆うメイクテクニックを指導することも有効です。
- ・ **予防・軽減**：最新のPDLでは長パルスモードを利用することで紫斑を軽減することが可能です。また、照射前に血管収縮薬（アドレナリン局所注射など）を使用することもあります。治療効果が減弱する可能性も考慮する必要があります。

感染

レーザー後の皮膚バリア機能の低下により、感染リスクが高まります：

細菌感染

表皮剥脱を伴うレーザー治療（CO2フラクショナルなど）では、黄色ブドウ球菌などによる細菌感染のリスクがあります。発赤、腫脹、熱感、浸出液の増加、膿性分泌物などが診断の目安となります。治療には、黄色ブドウ球菌感染症をカバーする適切な抗生物質の内服・外用が必要です。重症例では培養検査と薬剤感受性試験を実施し、適切な抗菌薬を選択します。

ウイルス感染

最も頻繁に見られるのは単純ヘルペスウイルスの再活性化です。特に口唇周囲のレーザー治療後に、痛みを伴う小水疱が多発します。アシクロビルやバラシクロビルなどの抗ウイルス薬による早期治療が必要であり、既往歴のある患者には予防投与も検討されます。

真菌感染

稀ではありますが、抗生物質の長期使用などにより、カンジダなどの真菌感染が日和見感染として起こることがあります。鱗屑を伴う紅斑や辺縁隆起性の病変が特徴です。抗真菌薬の内服・外用が必要です。

予防

術前に感染果がないか確認し、ニキビがあれば事前に治療する、口唇ヘルペスの既往がある患者には前もって抗ヘルペス薬の内服を指示するなどします。術後は処置部位を清潔に保ち、顔であれば洗顔前によく手指消毒をするよう指導します。広範囲のフラクショナル治療では予防的抗生物質の短期投与を考慮することもあります。

眼障害

レーザー照射による眼障害は重篤な合併症となり得るため、厳重な注意が必要です：

- ・ **網膜障害**：レーザー光が直接眼球に照射されると、波長によっては網膜に重篤な損傷を与える可能性があります。特に高エネルギー密度のQスイッチレーザーは危険性が高いです。
- ・ **角膜炎**：紫外線レーザーや赤外線レーザーは角膜にダメージを与えることがあります。
- ・ **予防**：患者には必ずアイシールドやゴーグルを着用させ、施術者やスタッフも波長に合った保護ゴーグルを着用します。顔面照射の際、眼球直上の皮膚にレーザーを当てる場合は、角膜保護用コンタクトシェルを挿入することも検討します。特にYAGレーザーやKTPレーザー（可視光）は散乱しやすく盲点になりがちなので、細心の注意が必要です。
- ・ **事故時の対応**：レーザー光が眼に入った疑いがある場合は、症状の有無にかかわらず、直ちに眼科医の診察を受けるべきです。潜在的な損傷がある可能性があります。

レーザー煙・臭気への対応

CO2レーザーなど組織を蒸散させる施術では、有害な煙霧（ブルーム）が発生します：

- ・ **健康リスク**：レーザーブルームにはウイルス粒子、有機物、発癌性物質などが含まれる可能性があります。特にHPVなどのウイルスは煙霧を介して感染する危険性が報告されています。
- ・ **対策**：施術者は必ずサージカルマスク（N95規格推奨）を着用し、スモークエバキュエーター（吸引装置）を常に使用します。一般的な排煙装置の場合、吸引効率を高めるため、先端を照射部位から2〜5cm以内に保つ必要があります。
- ・ **室内環境**：強い臭気も発生するため、適宜室内換気を行うことが重要です。長時間の処置では術者の疲労や頭痛を予防するためにも、定期的な換気が求められます。

これらの合併症を未然に防ぐためには、適切な機器選択と設定、そして術後の緻密なフォローアップが不可欠です。万一問題が生じた場合でも、早期に対処することで重篤化を防ぐことができます。患者とは常に連絡が取れる体制を整え、不安があればすぐに診察する姿勢が信頼関係の構築に繋がります。また、重大な合併症が生じた際には、適切な専門医（眼科医、形成外科医など）へのコンサルテーションをためらわず行うことも極めて重要です。

レーザー治療の臨床技術: 機器選定の基準と治療計画の立て方

美容レーザー治療を成功させるには、患者ごとに最適な機器を選び、無理のない治療計画を立案することが重要です。ここでは機器選定と治療計画立案の実践的アプローチを解説します。

皮膚タイプの評価

レーザー適応を考える前に、フィッツパトリック分類などに基づくスキントイプ（肌の色素傾向）を確認します：

タイプI（極めて色白）

ケルト系の特徴で、常に日焼けで赤くなり黒くならないタイプ。日本人では稀です。ほぼ全てのレーザーが使用可能ですが、血管系の反応が強いため、血管レーザーは低めの出力から開始します。

タイプII（色白）

金髪・青眼の北欧系や、日本人では色白肌に相当。日焼けで赤くなりやすく、僅かに黒くなるタイプ。多くのレーザー治療に適しており、色素性・血管性病変とも反応良好です。

タイプIII（やや色白）

日本人の約30%がこのタイプで、徐々に黒くなり軽度の日焼けができるタイプ。アレキサンドライト等のレーザーも比較的安全に使用できますが、PIHのリスクには注意が必要です。

タイプIV（標準～やや色黒）

日本人の約60%がこのタイプで、あまり赤くならず容易に黒くなるタイプ。短波長レーザー（ルビーやアレキサンドライト）では色素沈着リスクが高まるため、1064nmYAGなどの長波長レーザーが安全です。

タイプV～VI（色黒～極めて色黒）

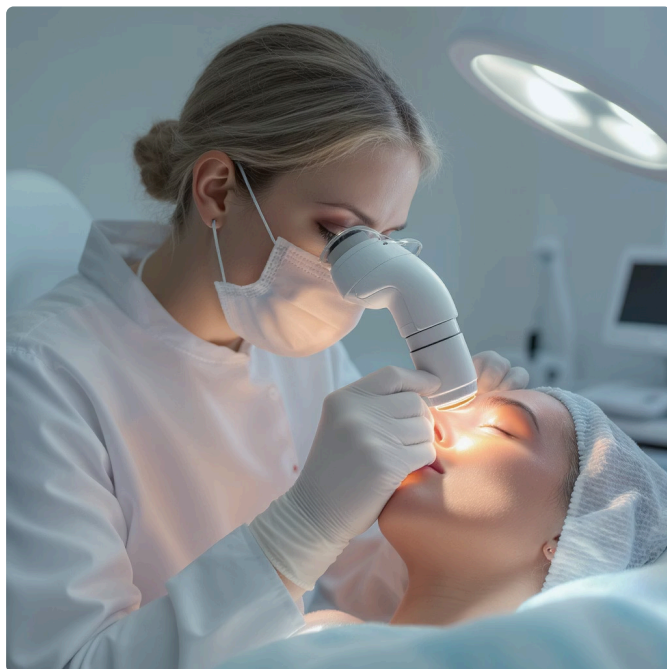
南アジア系や黒人に相当し、日本人でも日焼けしやすいタイプがVに該当します。レーザー選択が限られ、Nd:YAG 1064nmが第一選択となります。PIHリスクが極めて高く、低出力設定が原則です。

日焼けの有無もチェックし、最近日焼けしている場合はレーザーを延期する判断も必要です。また、夏季など紫外線量の多い時期は特に注意が必要で、治療の時期を冬季に変更するなどの配慮も検討します。

病変の性状評価

病変の色、深さ、大きさによって最適なレーザーが異なります：

- **色**：黒色病変には755-1064nm、赤色病変には532-595nm、青緑色病変には694-755nmが適しています。
- **深さ**：表皮内の病変には短波長（532-694nm）、真皮内の病変には長波長（755-1064nm）が到達します。
- **大きさ**：広範囲の治療には大きなスポットサイズや高速スキャナー機能を持つ機器が効率的です。



詳細な視診に加え、ダーモスコピーやウッドランプ検査を行うことで、病変の性状をより正確に把握できます。特に色素性病変では、悪性黒色腫などを除外するための慎重な評価が必要です。

例えば同じ「シミ」でも、表皮内の老人性色素斑はQスイッチで一発除去できますが、肝斑は広範囲で真皮要素もありピコトニング+内服が良い、といった選択になります。ADM（真皮斑）はNd:YAGが向き、扁平母斑はルビーが第一選択です。血管でも、毛細血管拡張症（細く赤い）はPDL、青い静脈様ならNd:YAG、紫斑が混じるならKTP、と細分類します。刺青も、単色ならYAG系、多色なら複数レーザー併用を視野に入れます。

患者の要望とライフスタイル

美容レーザー治療では、技術的な適応だけでなく、患者様の希望や生活状況を考慮した治療計画が不可欠です。

ダウンタイムの許容度

患者様の仕事や社会的な予定によって、ダウンタイムにかけられる期間は異なります。例えば、長期休暇が取れずテープ保護が難しい方には、Qスイッチレーザーで濃いシミを一気に除去するよりも、IPLや低出力レーザーで徐々に薄くする治療法をご提案することもあります。

痛みへの耐性

痛みに敏感な患者様には、より痛みの少ない機器や設定を選択します。脱毛治療の場合、痛みが比較的強いアレキサンドライトレーザーよりも、蓄熱式のダイオードレーザーが適しているケースもあります。

治療期間と通院頻度

遠方からの通院や多忙な患者様には、少ない回数で効果が得られる高出力治療が好まれる傾向があります。一方で、時間的な余裕がある方には、ダウンタイムが少なく複数回の通院が必要な低出力治療が適している場合もあります。

予算

治療費用は重要な決定要因の一つです。「費用を抑えたい」というご希望があれば、高額なピコ秒レーザーではなく、費用を抑えられる従来のQスイッチレーザーを選択肢に入れることもあります。

特に結婚式や入学式など、重要なイベントを控えている場合は、それまでに赤みや痂皮（かさぶた）が消失する期間を逆算し、治療スケジュールを綿密に組む必要があります。患者様の期待値を事前にしっかりと確認し、実現可能な治療ゴールを共有することが、満足度の高い結果につながります。

治療の組み合わせ

多くの場合、単一の治療では最適な結果が得られないため、複合的なアプローチが推奨されます。

順次的アプローチ

異なる治療を段階的に行うことで、より高い効果を目指します。例えばニキビ跡の場合、まず色素性病変にPDLで赤みを軽減した後、フラクショナルCO2レーザーで肌の質感を改善するといった順序です。色素沈着と肝斑が混在するケースでは、まず色素沈着をQスイッチレーザーで除去し、その後、肝斑に対してトラネキサム酸内服と低出力レーザートーニングを行う段階的アプローチが効果的です。

複合治療

一度の治療セッションで複数の機器を組み合わせ使用することもあります。顔全体のリジュビネーション治療では、色素斑にQスイッチレーザー、毛細血管拡張症にPDL、そして全体的な肌質改善にフラクショナルレーザーを組み合わせるなど、一度の来院で多様な肌の悩みに対応できます。

レーザー以外の併用療法

レーザー治療の効果を最大化するために、他の治療法を併用することも一般的です。肝斑治療ではトラネキサム酸内服やハイドロキノン外用と低出力レーザートーニングの併用、ニキビ跡治療ではサブシジョン（皮下剥離）とフラクショナルレーザーの併用などが効果を高めます。

また、レーザー以外の施術（薬剤ピーリングや注入療法など）との兼ね合いも考慮し、施術間の適切なインターバル（例：レーザー後2週間はピーリングを避けるなど）を設定することが重要です。特に、フィラー注入後の血管レーザー治療は血管閉塞リスクがあるため、十分な間隔（2週間以上）を空けるなどの慎重な配慮が必要です。

機種選定の実際

複数のレーザー機器の中から最適なものを選ぶ際、クリニックは以下の要素を総合的に考慮します。

- **エビデンスレベル**：各病変に対し、科学的根拠に基づき最も効果が期待できる機器を選択します。例えば、単純性血管腫の第一選択はPDLです。
- **実績と経験**：術者自身が最も使い慣れており、良好な治療実績を持つ機器を優先することは、安全かつ効果的な治療を実現する上で重要です。
- **コスト効率**：消耗品コスト（例：色素レーザーのダイなど）が高い機器については、患者様の予算との整合性を事前に検討します。
- **機器の特性**：同じ種類のレーザーでも、メーカーによって操作性や細かな特性が異なります。特性を熟知し、最大限に活用できる機器で治療に臨むことが、安全性の向上に繋がります。

例えば、大きなシミの除去にはQスイッチルビーレーザーもNd:YAGレーザーも効果が期待できます。この場合、所有する機器の中で術者が最も習熟しているものを選ぶのが実践的です。最も重要なのは、自院のレーザー機器の特性を深く理解し、そのポテンシャルを最大限に引き出すことです。

治療計画書の作成

治療計画を文書化し、共有することは、医師と患者様双方の認識の齟齬を防ぎ、信頼関係を構築するために不可欠です。

明確な記載項目

治療計画書には、以下の項目を明確に記載する必要があります。

- ・診断名（病変の種類と範囲）
- ・使用予定機器と照射パラメータ
- ・予想される治療回数と間隔
- ・期待できる効果と治療の限界
- ・想定される副作用とその対処法
- ・代替治療の有無
- ・治療費の概算

ビジュアル資料の活用

治療前後のシミュレーション画像や、類似症例のビフォーアフター写真、治療前の写真へのマーキングなどを活用することで、患者様の理解を深めます。特に、完全な消失が難しいケースや、複数回の治療が必要な場合において、視覚的な説明は非常に効果的です。

徹底した同意取得

作成した治療計画に基づき、詳細な同意書を用いて十分に説明を行い、患者様から署名をいただきます。未承認機器や適応外使用の場合は、その旨を明確に記載し、追加の説明と同意取得が必須です。また、治療中止の自由や追加費用発生の可能性についても言及し、後々のトラブル防止に努めます。

治療計画書は初回カウンセリング時に患者様へ丁寧に説明し、コピーをお渡しします。これにより、患者様も治療目標を共有しやすくなり、途中で不安が生じた際にも納得感が得られます。治療の進捗に応じて計画を見直し、必要に応じて修正することも重要です。

このように、レーザー治療においては、患者様の皮膚状態、病変特性、ライフスタイル、そして希望といった多角的な要素を総合的に評価し、最適な機器選定と治療計画の立案が求められます。丁寧なアプローチこそが、高い治療効果と患者満足度を実現するための鍵となります。

日本国内で使用される代表的なレーザー機器: 色素性 病変用レーザー

日本の美容皮膚科・形成外科で使用されている色素性病変治療用レーザー機器について、代表的な機種の特徴と使用方法を解説します。

メドライトC6 (MedLite C6)

メーカー: アメリカConBio社（現Hologic社）

特徴: QスイッチNd:YAGレーザー（1064/532nm）で、シミ・あざ治療や刺青除去の定番機種として長く用いられてきました。1064nmと532nmの2波長モードを持ち、太田母斑から雀卵斑、黒・赤のタトゥーまで幅広く対応可能です。

使用法: 1064nmモードは深在性の色素病変（太田母斑、ADM、蒙古斑など）や黒色刺青に使用し、532nmモードは表在性のシミやそばかす、赤色刺青に使用します。照射速度が比較的速く、連続照射に優れています。

特記事項: 「レーザートーニング」治療の草分け的存在で、低出力1064nmを顔全体に反復照射する肝斑治療法として広く普及しました。現在は後継機のRevLiteやSpectraなども登場しています。



メドライトC6はバランスの良いスペックと安定した照射品質で長く愛用されてきた機種です。日本国内での導入台数も多く、色素性病変治療の標準機としての地位を確立しています。

ピコシュア (PicoSure)

基本情報

メーカー: 米国Cynosure社

波長: 755nm（アレキサンドライト）、オプションで532nm

パルス幅: 550～750ピコ秒

特徴: 世界初の市販ピコ秒レーザーで、従来のナノ秒レーザーより1000倍短いパルス幅を実現。色素粒子に熱作用より衝撃波的な効果で微細破碎します。

主な用途

色素性病変: 太田母斑、ADM、老人性色素斑など

刺青除去: 特に黒、青、緑系の色に効果的

リジュビネーション: 専用の集光レンズ（Focus Lens Array）を装着するとフラクショナルピコ照射が可能で、ニキビ跡や毛孔改善にも使用

国内状況

国内承認番号30200BZX00153000を取得済みで、安全性・有効性が確認された機種です。ただし国内承認適応は「太田母斑・異所性蒙古斑」に限られ、「刺青除去」「シワ改善」などは国内未承認用途です。米国FDAではシミ・シワ・ニキビ跡・刺青除去すべてに効果ありと承認されています。

使用テクニック

単発モードと連続モードがあり、シミ・発取には単発、トーニングには連続モードを使用します。フォーカスレンズ使用時は、レンズアレイによる光収束効果で真皮内にLIOB（レーザー誘起光学的破壊）を生じさせ、リモデリング効果を引き出します。照射直後の発赤は数時間で引くことが多く、ダウンタイムが短いのが特徴です。

ピコウェイ (PicoWay)

メーカー：イスラエルのCandela社

特徴：1064nmと532nmの2波長に加え、一部機種では730nm帯の手術用レーザーも搭載しています。パルス幅は最短300ピコ秒台と、業界トップクラスの短さを誇ります。特に刺青除去において多くの実績があり、黒、青、緑、赤といったマルチカラータトゥーにも優れた効果を発揮します。症例報告では、PicoWayによる2～3回の治療で従来のレーザー5～6回分に匹敵する褪色効果が報告されており、国内での導入クリニックも増加傾向にあります。

エンライトン (enLIGHTen)

メーカー：米国Cutera社

特徴：ピコ秒とナノ秒の両モードを搭載したハイブリッドレーザーです。1064nmと532nmの波長に加え、一部モデルには670nmハンドピースも装備されています。ピコ秒とナノ秒を併用することで、色素粒子のサイズに応じた効率的な破壊を可能にするというコンセプトに基づいています。国内では未承認ながら、多くの大手美容クリニックで導入されています。

スペクトラ/レブライト (Spectra/RevLite)

メーカー

ー：Lutronic社（韓国） / ConBio社（現Hologic社）

特徴：QスイッチNd:YAGレーザーの最新機種群です。メドライトC6の後継機として位置づけられ、より安定した出力と使いやすいユーザーインターフェースが特徴です。特にスペクトラはアジア人の肌質に合わせて開発され、肝斑や炎症後色素沈着への使用に適しています。

使用法：「カーボンローション」と呼ばれる黒色ローションを塗布し、その上からレーザーを照射する「レーザーカーボンピーリング」が代表的な治療法です。これにより、角質除去と軽度の皮膚再生効果が期待できます。



スペクトラとレブライトは、日本を含むアジア圏で広く普及しており、アジア人特有の肌の悩みや色素性病変に対する高い対応力が評価されています。

ジェントルマックスプロ (GentleMax Pro)

メーカー：米国Candela社

特徴：アレキサンドライトレーザー（755nm）とNd:YAGレーザー（1064nm）を1台に統合した複合機です。長期的な脱毛および色素性病変治療に特化した承認機器であり、日本国内で非常に普及している機種です。755nmモードはGentleLASE、1064nmモードはGentleYAGにそれぞれ相当し、医療脱毛から表在性のシミ治療まで多岐にわたる活躍が期待できます。照射ごとに冷却ガス（DCD）をスプレーすることで、痛み軽減と表皮保護を両立させます。最新モデルのGentleMax Pro Plusでは、照射効率やユーザーインターフェースがさらに改良されています。

ナノQ (NanoQ)

メーカー：JMEC社（日本）

特徴：国産のQスイッチルビーレーザー（694nm）です。メラニンへの選択性が極めて高く、特に扁平母斑（カフェオレ斑）治療用としては、日本国内で唯一保険適用を取得している機種です。その他、太田母斑、異所性蒙古斑、老人性色素斑などにも効果を発揮します。国内製造のため部品供給やメンテナンスが安定しており、多くの皮膚科で採用されています。

ナノスターR (NanoStar R)

メーカー：独Asclepion社

特徴：ドイツ製のQスイッチルビーレーザー（694nm）です。扁平母斑や濃い色素斑に対し、高い治療効果を示します。信頼性の高い冷却システムを搭載し、術後の炎症を軽減する工夫がなされています。日本国内での承認を取得しており、保険診療での使用も可能です。

これらの色素性病変治療用レーザー機器は、それぞれ異なる特性を持つため、病変の種類や患者の肌質、ダウンタイムの許容度などを考慮し、適切に選択することが重要です。同じレーザータイプでも機種によって照射品質や操作性が異なるため、多くのクリニックでは複数の色素性病変用レーザーを導入し、症例に応じて使い分けています。最新のピコ秒レーザーは従来のナノ秒Qスイッチレーザーに比べ効率的な治療が期待できますが、機器コストが高いため、治療費も高額になる傾向があります。

日本国内で使用される代表的なレーザー機器: 血管病変用レーザー

日本の美容皮膚科・形成外科で使用されている血管病変治療用レーザー機器について、代表的な機種の特徴と使用方法を解説します。

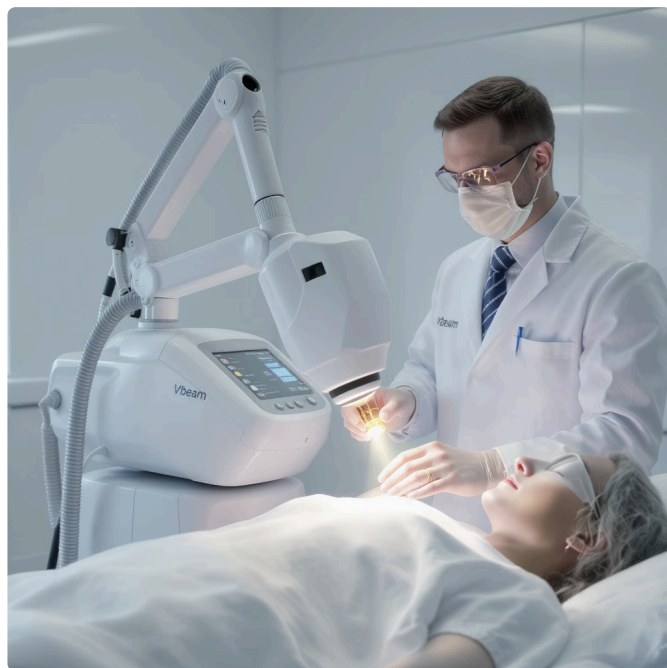
Vビーム ファミリー (Vbeam)

メーカー：Candela社（米国）

機種：Vbeam Original(一世代前)、Vbeam Perfecta、最新 Vbeam Prima

特徴：595nmパルス染料レーザー（PDL）として血管治療のスタンダードで、日本では多くの大学病院・開業医に設置されています。照射中の痛みを軽減するダイナミッククーリング（DCD）システムを搭載し、治療の快適性を高めています。

使用法：特にVbeam Perfectaは調整幅が広く、従来は出ていた紫斑を抑えた施術も可能にしています。パルス幅（0.45-40ms）と出力を調整することで、様々な太さと深さの血管に対応できます。



後継のVbeam Primaは595nmに加え1064nmも搭載したデュアル波長機で、表在性から深在性までの血管病変に対応できるようになっています。特に乳児の血管腫治療では保険適用されており、標準治療として広く使用されています。

サイナジー (Cynergy)

基本情報

メーカー：米Cynosure社（現Hologic）

波長：585nm染料レーザーと1064nmレーザーの複合機

パルス幅：PDL: 0.5-40ms、Nd:YAG: 1-100ms

特徴：PDLとNd:YAGを1筐体で切替または連続発振可能です。業界初のマルチプレックスシステムを搭載し、2つの波長を連続して照射できます。

マルチプレックス技術

連続モードではまずPDL(585nm)でヘモグロビンを変性させ即座にNd:YAG(1064nm)を当てる「マルチプレックス照射」が可能です。これにより酸化ヘモグロビンの吸収波長特性が変化し、通常ではNd:YAGに吸収されにくい血管でも効率的に治療できるという理論です。

主な用途

難治性血管病変：肥厚したポートワイン母斑など複数回治療で残存した症例

深部血管病変：青みを帯びた深部の血管拡張や静脈性病変

下肢静脈：表在静脈瘤や静脈湖などの青色静脈病変

特記事項

装置価格が高価なため普及数は限定的ですが、先進的治療を行う施設で採用されています。特に他のPDLで効果不十分だった症例に対する二次治療としての価値が高いとされています。

エクセルV/エクセルV+ (Excel V/Excel V+)

メーカー：Cutera社（米国）

特徴：KTP（532nm）とNd:YAG（1064nm）の2種類の波長を搭載した統合型レーザーシステムです。KTPモードは表在性の赤い血管や毛細血管拡張症に、Nd:YAGモードは深部の太い血管や青あざに効果を発揮します。冷却サファイアチップによる接触冷却機能により、表皮を保護しながら安全に照射が可能です。最新モデルのExcel V+では、より広いスポットサイズと高速照射が実現され、治療効率が向上しています。

使用法：顔面の毛細血管拡張症には532nm波長を選択し、8-12J/cm²のエネルギー設定、10-20msのパルス幅で照射するのが一般的です。青みを帯びた静脈や下肢静脈瘤には1064nm波長を選択し、100-200J/cm²と高めのエネルギー設定で照射します。

特記事項：肌のリジュビネーションや軽度の赤ら顔改善に用いられる「ジェネシス」モード（Nd:YAG低出力反復照射）を搭載しています。ダウンタイムがほとんどないため、日常生活への影響が少なく、人気の高い治療法です。

ヤグレーザーフェイシャル（レーザージェネシス）

メーカー：Cutera社 Excel V/Xeoシリーズに搭載

特徴：これは機種名ではなく、Cutera社のXeoまたはExcel Vを用いて行う、ロングパルスNd:YAGレーザーによるスキンケア施術の総称です。1064nm波長を顔全体にレーザーフェイシャル設定（例：0.3msの短いパルスを毎秒10発程度の高速連射、10J/cm²前後）で照射し、軽度な真皮加熱を通じてコラーゲン産生を促し、赤ら顔の改善を目指します。

使用法：痛みやダウンタイムがほとんどなく、「レーザーピーリング」とも呼ばれます。通常、2週間間隔で5～6回程度の治療を推奨します。照射後の発赤もごくわずかで、すぐにメイクや通常の生活に戻れるため、忙しい患者様にも適しています。

適応：軽度の赤ら顔、開いた毛穴、肌のくすみ、軽度のしわなどに効果が期待できます。他のレーザー治療後のアフターケアとしても有効です。

ADVATx/Aerolase

メーカー：Advalight社（デンマーク）/ Aerolase社（米国）

特徴：黄色レーザー（577-589nm）を用いた新世代の血管治療レーザーです。従来のパルス色素レーザー（PDL）に比べ、ヘモグロビンの吸収ピーク（577nm）により近い波長を持つため、理論上はより効率的な血管凝固が期待できます。また、メラニンへの吸収がPDLより低いいため、色素沈着のリスクが軽減されるという利点もあります。

使用法：赤ら顔、毛細血管拡張症、血管腫など、従来PDLで治療されていた疾患に用いられます。照射時の痛みが少なく、紫斑形成も少ないため、ダウンタイムを抑えた治療が可能です。

国内状況：欧米では新世代の黄色レーザーが普及しつつありますが、日本では未承認機器が多く、使用は限定的です。

Gemini/IDAS

メーカー：Laserscope社（米国）/ B&B Systems社（韓国）

特徴：KTPレーザー（532nm）を主とする血管治療機です。GeminiはKTPレーザーの老舗機種で、特に表在性の毛細血管に選択的な治療が可能です。IDASは韓国製の比較的低コストなKTPレーザーで、コンパクトな設計が特徴です。

使用法：顔面の毛細血管拡張症、単発の赤色血管腫、老人性血管腫などに使用されます。スポットサイズが小さいため、ピンポイントの治療に適しています。

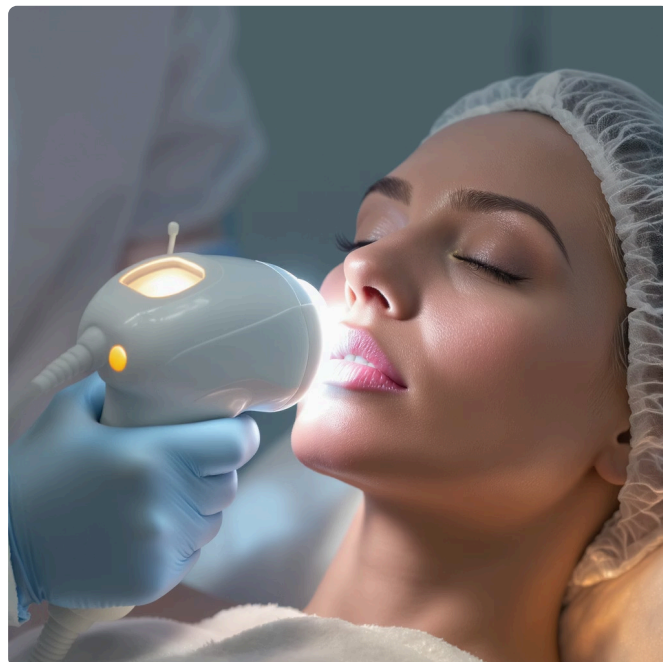
特記事項：赤色インクの刺青除去にも応用されることがあります。また、表在性の色素斑（老人性色素斑など）にも一部効果を示しますが、色素沈着のリスクがあるため、色素治療には慎重な使用が求められます。

複合光治療機器（IPL）

メーカー：各社（Lumenis社Quantum/M22、Sciton社BBL、Cutera社LimeLight等）

特徴：厳密にはレーザーではなく、複数の波長を含む強力なフラッシュランプ光を照射する機器です。特定のフィルターを装着することで波長域を調整し、血管、色素、コラーゲンなど複数のターゲットに同時に作用させることができます。

使用法：血管治療においては、主に560～590nmのフィルターを使用し、毛細血管拡張症、赤ら顔、酒さなどに適用します。一度の照射で広い範囲を治療できるため効率的ですが、レーザーほどの選択的な効果は得られません。



IPL治療は、血管病変の改善に加えて、色素斑や肌質の改善も同時に行えるため、「トータルリジュネーション」として人気があります。パルス色素レーザー（PDL）ほどの強力な効果はないものの、軽度の血管拡張には十分な効果を示します。

血管病変用レーザーは、病変の深さや血管径に応じて最適な機器を選択することが極めて重要です。表在性の細い血管にはPDLやKTPレーザーが適しており、深部の太い血管にはNd:YAGレーザーが基本となりますが、複合機であれば1台で幅広い病変に対応可能です。特に日本ではVビームシリーズが広く普及しており、小児の血管腫から成人の赤ら顔まで、様々な症例に用いられています。

日本国内で使用される代表的なレーザー機器: 脱毛用レーザー

日本の美容皮膚科・形成外科で使用されている医療脱毛用レーザー機器について、代表的な機種の特徴と使用方法を解説します。

ジェントルレーズプロ/ジェントルマックスプロ (GentleLase Pro/GentleMax Pro)

メーカー：Candela社（米国）

波長：GentleLase: 755nm（アレキサンドライト）、GentleMax: 755nm + 1064nm（アレキサンドライト + Nd:YAG）

特徴：医療脱毛機の代表的存在で、日本での普及率も非常に高いシステムです。ダイナミッククーリングデバイス（DCD）を搭載し、照射直前に冷却スプレーを噴射することで痛みを軽減します。GentleMaxはアレキサンドライトとNd:YAGの両方を備えた複合機で、様々な肌タイプに対応できます。



ジェントルマックスプロは、色白肌から色黒肌まで幅広く対応できる汎用性が魅力です。また脱毛だけでなく、色素斑治療や血管治療にも使える多機能性も評価されています。

使用法：アレキサンドライト(755nm)は色白～標準肌の患者に使用し、15-30J/cm²、3msのパラメータが一般的です。色黒肌や日焼け肌にはNd:YAG(1064nm)を選択し、30-60J/cm²で照射します。スポットサイズは12-18mmと大きく、短時間での広範囲治療が可能です。

特記事項：最新モデルのGentleMax Pro Plusでは照射速度が向上し、冷却効率も改善されています。長期的な減毛を目的とした承認機器であり、アレキサンドライトレーザーは表在性の良性色素性疾患治療にも適応があるとされています。

ライトシェアデュエット/ディザイア (LightSheer DUET/DESIRE)

基本情報

メーカー：イスラエルLumenis社

波長：800-810nm（ダイオードレーザー）

パルス幅：5-400ms（モードにより異なる）

特徴：ダイオードレーザー脱毛機の世界標準として広く普及しています。最大の特徴は吸引式ハンドピースで、皮膚を吸い上げることで痛みを軽減しながら大面積を一度に照射できます。

ハンドピースの種類

HTハンドピース：大型の吸引式で、背中など広範囲を高速処理（ハイスピード・スループット）

XCハンドピース：従来型の接触冷却式で、小さな部位や輪郭に沿った照射に適している

ETハンドピース：Desireに搭載された最新型で、痛みを抑えつつ効率的な照射が可能

使用法

HTモードでは皮膚を吸引し、10-12J/cm²程度の比較的低いエネルギーで照射します。XCモードではより高いエネルギー（20-50J/cm²）を使用し、サファイアチップで冷却しながら照射します。部位や毛の太さによってモードを使い分けることで、効率と効果のバランスを取ります。

特記事項

日本でも多くのクリニックに導入され、「医療レーザー脱毛=LightSheer」のイメージを持つ患者も多いです。比較的痛苦みが少なく、幅広い肌タイプに対応できる安全性の高さが評価されています。最新型のDesireではさらに操作性が向上し、治療効率が高まっています。

ソプラノICE/チタニウム (Soprano ICE/Titanium)

メーカー：イスラエルAlma社

特徴：SHR方式（Super Hair Removal：蓄熱式）を採用した脱毛機で、低フルエンスの連続照射により痛みを抑えた脱毛が可能です。810nmダイオードを主波長とし、最新型のTitaniumモデルでは、755nm（アレキサンドライト波長）、1064nm（Nd:YAG波長）、810nm（ダイオード標準波長）の3波長を1つのハンドピースに統合しています。

使用法：従来の「ショット式」脱毛とは異なり、「インモーション」と呼ばれる連続移動照射法を採用しています。低エネルギー（5-10J/cm²程度）を高速で連射しながらハンドピースを滑らせるように動かし、毛包に徐々に熱を蓄積させて破壊します。これにより痛みが大幅に軽減され、「痛みの少ない脱毛」として支持されています。

適応：痛みに敏感な患者様や、VIOなどのデリケートな部位の脱毛に特に適しています。また、産毛など細い毛にも効果が期待でき、顔の産毛脱毛にも活用されます。日焼け肌にも比較的安全に使用できる点も特徴です。

ベクタス (Vectus)

メーカー：米国Cynosure社

特徴：810nmダイオードレーザーを用いた脱毛システムで、最大の特徴は大型スポットサイズ（最大7cm²）による高速脱毛です。さらに「Skintel」というメラニン測定デバイスを内蔵しており、患者様の肌色に応じた最適なエネルギー設定を自動で提案する機能を備えています。

使用法：背中などの広範囲の治療において特にその威力を発揮し、従来の機器に比べて2倍以上のスピードで施術が可能です。接触式サファイア冷却システムにより、高エネルギーでも痛みを抑えながら安全に照射できます。

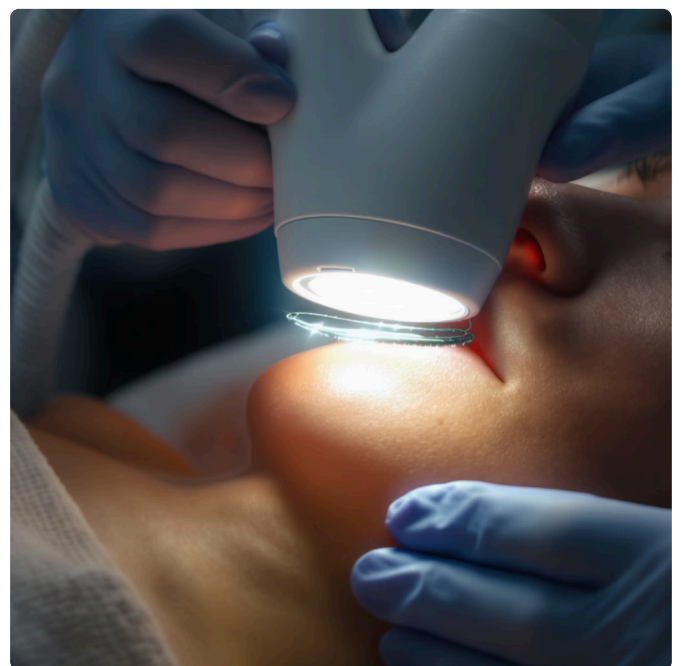
特記事項：脱毛に特化した設計で、操作性と処理速度を徹底的に追求した機種です。そのため、多数の患者様を効率的に治療したいクリニックや大規模な医療施設に適しています。

メディオスターNeXT PRO/モナリザタッチ

メーカー：独Asclepion社（メディオスター） / 国内メーカー各社（モナリザタッチ）

特徴：メディオスターは810-940nmのダイオードレーザーを用いた蓄熱式脱毛機で、独自の「SmoothPulse」モードにより痛みを最小限に抑えます。モナリザタッチは日本製の蓄熱式脱毛機で、コストパフォーマンスに優れているのが特徴です。

使用法：従来のショット式と蓄熱式の両方のモードを搭載しており、部位や毛質に応じて使い分けが可能です。ショット式では高エネルギーの単発照射を、蓄熱式では低エネルギーの連続照射を行います。



蓄熱式脱毛は痛みが少ないことから「無痛脱毛」として患者様から高い支持を得ていますが、従来型のショット式脱毛に比べると、効果を実感するまでにやや時間がかかる傾向があります。

ジェントルヤグPro (GentleYAG Pro)

メーカー：米Candela社

特徴：1064nmのNd:YAGレーザーを用いた脱毛機です。波長が長く皮膚深部まで届くため、メラニンへの選択性は低いものの、色黒の肌（肌タイプⅣ～Ⅴ）や日焼けした皮膚でも表皮へのダメージを抑えつつ毛根までレーザー光を到達させることができます。DCDクーリングシステムにより痛みを軽減します。

使用法：特に男性のヒゲや、他のレーザーでは抜け残った色の薄い産毛への追加照射にも用いられることがあります。一般的なパラメータとしては30-70J/cm²のエネルギーで、10-30msのパルス幅が使用されます。

特記事項：1064nmの波長は表在血管にも吸収されるため、脱毛と同時に赤みが改善するという副次効果も期待できます。現在は単体でのGentleYAGよりも、GentleMaxシリーズのようにNd:YAGとアレキサンドライトが統合された複合機種が主流となっています。

クラリティII/クラリティツイン (Clarity II/Twin)

メーカー：韓国LUTRONIC社

特徴：755nm（アレキサンドライト）と1064nm（Nd:YAG）の2種類の波長を1台に統合した複合脱毛機です。特殊なリレーデザインにより、両波長の同時照射が可能な点が特徴です。また、最大25mmの大型スポットサイズと高速リピート機能により、効率的な治療が可能です。

使用法：色白肌には755nm、色黒肌には1064nmを基本として使用しますが、「インテリジェントデュアルモード」では両波長を最適な比率で組み合わせた照射も選択できます。

特記事項：冷却システムが非常に効率的で、連続照射時の冷却能力も高いため、痛みを抑えながら高速治療が行えます。韓国製ながら日本での普及も進んでおり、そのコストパフォーマンスの高さが評価されています。

脱毛レーザーの選択にあたっては、患者様の肌質（皮膚タイプ）、毛質（太さ、色）、治療部位などを総合的に考慮することが極めて重要です。一般的に、色白肌には755nm（アレキサンドライト）、標準肌には810nm（ダイオード）、色黒肌には1064nm（Nd:YAG）が適していますが、最新の複合機では1台で幅広い患者様に対応できるようになっています。また、痛みの少なさを重視するなら蓄熱式、効率と効果を重視するならショット式というように、患者様のニーズに合わせた機器選択も重要なポイントです。

日本国内で使用される代表的なレーザー機器: 若返り・ニキビ跡用レーザー

日本の美容皮膚科・形成外科で使用されている肌の若返りやニキビ跡治療用レーザー機器について、代表的な機種の特徴と使用方法を解説します。

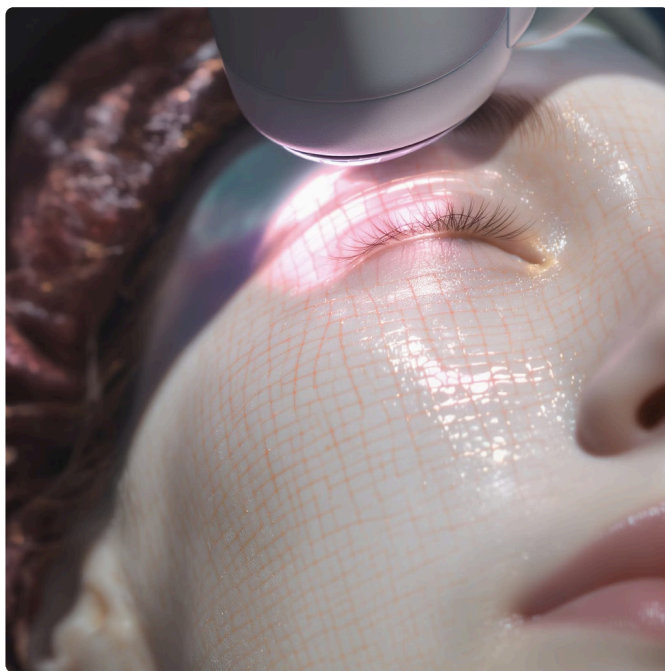
フラクセル デュアル (Fraxel Dual)

メーカー：米Solta Medical社（旧Reliant社）

波長：1550nmエルビウムガラスと1927nmツリウムの2波長

特徴：非剥脱型フラクショナルレーザーの代表格で、1550nmモードは真皮リモデリング（ニキビ跡・シワ・毛穴改善）、1927nmモードは表皮の肌質改善（くすみ・肝斑ケア）に使分けられます。非剥脱型のためダウンタイムは短く、数日の微細な皮むけと発赤で済みます。

使用法：照射面積の15～35%をカバーする密度設定で、通常4～8パスの多重照射を行います。痛みが強いため、事前の表面麻酔が必須です。



米国FDAでもシワ・色素斑治療の承認取得済みですが、国内では承認されていないため、多くのクリニックが個人輸入で使用しています。Fraxelはフラクショナルレーザーの代名詞的存在で、患者認知度も高いです。

CO2RE（コア2）

基本情報

メーカー：シネロン・キャンデラ社

波長：10,600nm（炭酸ガスレーザー）

特徴：マトリックス状にドットを照射でき、剥脱深度や密度を細かく調整可能です。日本で初めて薬事承認を取得したフラクショナルCO2レーザーで、唯一の承認フラクショナル機器として導入するクリニックが増えています。

治療モード

ライトモード：表皮のみに作用、ダウンタイム短め

ミッドモード：表皮から浅い真皮に作用

ディープモード：真皮深層まで到達、効果高いが回復に時間

フュージョンモード：表層と深層を同時に処理する複合モード

主な用途

シワ改善：特に目周囲のちりめんジワ、口周囲の細かいシワ

ニキビ跡：凹凸のある瘢痕、特にローリング型やボックス型

毛穴開大：開大した毛穴や肌のキメの乱れ

膣粘膜：「フェムリフト」として膣収縮治療にも応用

特記事項

承認機器であるため、医療機関での導入ハードルが低く、安全性と有効性が公的に確認されています。ただし、炭酸ガスレーザーのため、アジア人肌では色素沈着のリスクがあり、適切な術前・術後ケアが必須です。ダウンタイムは約1週間で、その間は点状のかさぶたと発赤が見られます。

スマートサイドDot/スマートXide

メーカー：イタリアDEKA社

特徴：欧米で豊富な実績を持ち、日本国内でも美容外科を中心に導入されているCO2フラクショナルレーザーです。DEKA社はレーザー技術の老舗メーカーであり、高出力の短パルスCO2をドット径や深度を自在に制御できるのが特長です。同社は蓄熱式アレキサンドライト脱毛レーザーのモータスAXなども手掛けています。

使用法：独自のPSD（パルスシェイプドデリバリー）技術により、短パルス照射で熱拡散を最小限に抑えつつ、深部に微細な治療孔を形成します。通常10～15%のカバレッジで照射し、症例に応じてパルスエネルギーと密度を調整します。

特記事項：HiScanやDotスキャナーといった高精度なスキャンシステムを搭載しており、均一で再現性の高い照射が可能です。国内では未承認機器のため、個人輸入で導入しているクリニックが多く見られます。

eCO2/MOSAIC

メーカー：韓国Lutronic社

特徴：韓国製のフラクショナルCO2レーザーで、コストパフォーマンスの高さから日本での導入が増加しています。特に最新のMOSAICモデルでは、照射パターンの制御がさらに細くなり、より均一かつ精密な治療が実現できます。

使用法：CW（連続波）モードとパルスモードの両方を備え、多様な臨床ニーズに対応します。肌質改善には低密度（10～15%）設定、ニキビ跡治療には高密度（20～30%）設定を用いるなど、症状に応じて柔軟に調整します。

特記事項：「ダイナミックモード」により、照射中にパラメータをリアルタイムで変更できるため、部位ごとのきめ細やかな調整が可能です。韓国におけるレーザー技術の進化を象徴する注目の機種です。

アフームマルチブックス (Affirm Multiplex)

メーカー：米Cynosure社

特徴：1440nm Nd:YAGと1320nm Nd:YAGの2波長を組み合わせ、皮膚の浅い層と深い層を同時に非侵襲的に加熱することで、シワやニキビ跡の改善を図ります。照射後のダウンタイムがほとんどない「ルンパルーフィング」治療として注目されました。

使用法：マルチブックスモードでは、まず1440nmレーザーで表皮と浅い真皮を穏やかに加熱し、続けて1320nmレーザーでより深い真皮を加熱します。痛みが少なく、照射後の発赤も軽度で済むため、早期の社会復帰が可能です。

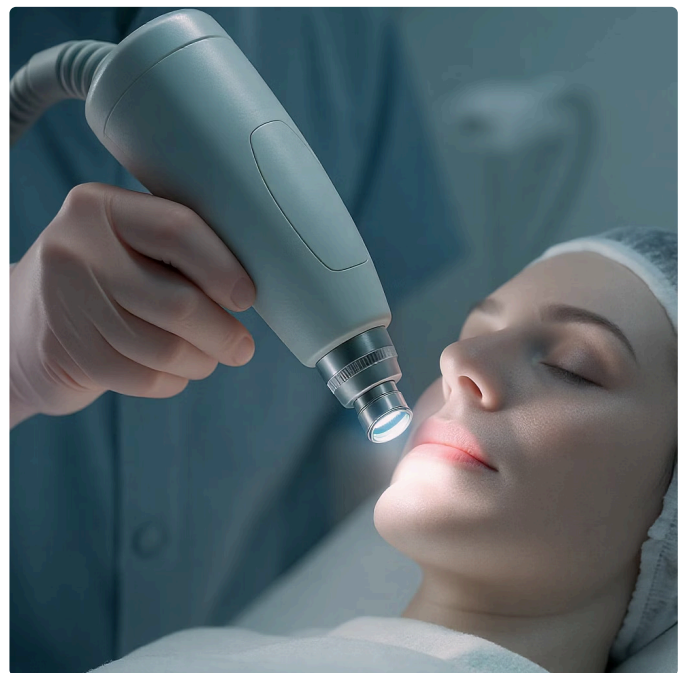
特記事項：国内では一部クリニックで導入されましたが、現在は他の新しい機種への置き換えが進んでいます。ダウンタイムの少なさは魅力的ですが、効果は比較的穏やかであり、複数回の治療が前提となります。

ピコシュア フォーカスレンズ/ピコウェイ リゾルブ

メーカー：Cynosure社（ピコシュア）/ Candela社（ピコウェイ）

特徴：ピコ秒レーザーに特殊なフラクショナルレンズアレイを装着することで、レーザービームを無数の微小なスポットに分割します。これにより、肌表面へのダメージを最小限に抑えつつ、真皮内にLIOB（Laser Induced Optical Breakdown：レーザー誘起光学的破壊）と呼ばれる現象を起こし、コラーゲン再生を促進します。

使用法：通常の色素治療よりも低いエネルギー（0.3～0.7J/cm²程度）で、レンズを通して照射します。照射後の発赤は数時間程度と極めて短く、ダウンタイムがほとんどないのが大きな特長です。



ピコ秒レーザーのLIOBは機械的衝撃波が主体であるため、ダウンタイムが短いのが大きな特長です。色素沈着のリスクも低く、アジア人の肌にも安全に適用しやすいとされています。

LaseMD/LaseMD Ultra

メーカー：韓国Lutronic社

特徴：1927nmツリウムレーザーを用いた非剥脱型フラクショナルレーザーで、主に表皮に作用します。色素斑の改善、肌のトーンアップ、キメの調整に効果が期待できます。最大の特長は、レーザー照射によって皮膚に開いた微細なチャネルを通して、専用美容液の有効成分を効率的に浸透させることができる点です。

使用法：患者様の症状や希望するダウンタイムに応じて、低・中・高の3段階の密度設定を選択します。照射直後に、専用の「CK」と呼ばれる導入液（ビタミンA、C、レチノール、トラネキサム酸など）を塗布し、有効成分の浸透を促します。

特記事項：ダウンタイムが2～3日と比較的短いため、肝斑やくすみに対する美白・肌質改善ニーズが高い日本市場で注目されています。レーザーと専用導入液を組み合わせたトータルスキンケアシステムとして位置づけられています。

フォトナ (Fotona) SP Dynamis

メーカー：スロベニアFotona社

特徴：Er:YAGレーザー（2940nm）とNd:YAGレーザー（1064nm）を組み合わせた多機能プラットフォームです。「フォトナ4D」と呼ばれる独自の多層的アプローチが特長で、口腔内からの照射を含む4種類の異なるモードで総合的な肌の若返り効果を目指します。

使用法：治療は以下の4ステップで行われます。

「スムースリフト」（口腔内からの加熱）

「フラックス」（表皮への非剥脱照射）

「ピアノ」（深部加熱）

「スーパーフィシャル」（軽度剥脱）

特記事項：Fotona社のEr:YAGレーザーは「コールドアブレーション」技術により、熱ダメージを最小限に抑えた表面治療が可能です。欧州では広く普及しており多機能性が評価されていますが、国内での知名度はまだ高くありません。

肌の若返りやニキビ跡治療用レーザーを選定する際は、侵襲度（ダウンタイムの長さ）と効果のバランスが重要な基準となります。剥脱型フラクショナルレーザー（CO2レーザーなど）は高い効果が期待できる一方で、約1週間程度のダウンタイムを伴います。非剥脱型レーザー（Fraxelなど）はダウンタイムが短い反面、効果を実感するためには複数回の治療が必要です。ピコ秒フラクショナルモードはさらにダウンタイムが短く痛みも少ないですが、効果は穏やかで、より多くの治療回数を要する傾向があります。

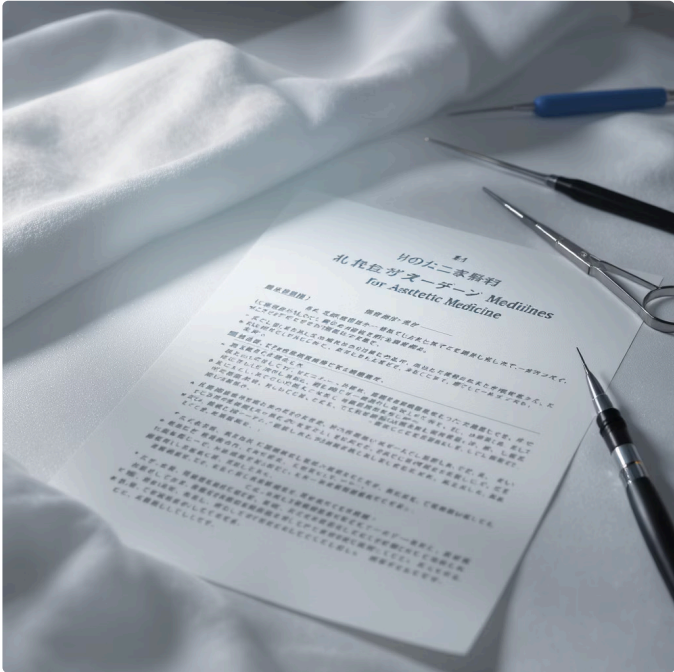
日本国内では一部の機器を除き、多くのフラクショナルレーザーが未承認のままクリニックに導入されているのが現状です。CO2REのように薬事承認を取得した機器もありますが、大半は医師個人輸入の形で使用されており、その際には十分な説明と患者様の同意取得が不可欠です。患者様のライフスタイルやダウンタイムへの許容度、肌質などを総合的に考慮し、最適な機器を選択することが治療成功の鍵となります。

ガイドライン・関連学会の推奨事項: 美容医療診療指針

美容皮膚科領域のレーザー治療に関して、国内ではいくつかのガイドラインや専門医制度が整備されています。ここでは特に「美容医療診療指針（2020年版）」の内容を中心に解説します。

美容医療診療指針の概要

美容医療診療指針は、日本美容外科学会(JSAPS)・日本形成外科学会・日本美容皮膚科学会・日本皮膚科学会など5学会が合同で策定したガイドラインで、美容医療全般についてエビデンス評価と推奨を示したものです。レーザー治療に関しても章があり、代表的なシミ治療やシワ治療の臨床課題についてCQ（Clinical Question）形式で記載されています。



診療指針ではエビデンスレベルと推奨度を明示し、科学的根拠に基づいた治療選択をサポートしています。定期的に改訂されており、新たな研究成果や技術の評価が反映されます。

色素性病変に関する推奨事項

色素性病変治療に関するガイドラインの主な推奨は以下の通りです：

CQ1-1-1 日光黒子（老人性色素斑）にレーザーや光治療は有効か？ 推奨度：A（行うよう強く勧める） エビデンスレベル：II（1つ以上のランダム化比較試験による） 解説：Qスイッチレーザー（ルビー、アレキサンドライト、Nd:YAG）およびIPLは老人性色素斑に対して高い有効性が確認されています。特にQスイッチレーザーは1〜2回の治療で高い消失率を示し、第一選択となります。ただし、色素沈着などの副作用にも配慮が必要です。	CQ1-1-2 肝斑にレーザーやIPLは有効か？ 推奨度：C1（行うことを考慮してもよいが、十分な根拠がない） エビデンスレベル：IV（分析疫学的研究） 解説：肝斑に対する強いレーザー照射はしばしば悪化を招くことから、慎重適応とされています。低出力レーザーによるトーニング（1064nm Nd:YAG低フルエンス反復照射）には一定の効果が認められていますが、根治治療ではなく色素再燃に注意が必要です。内服療法（トラネキサム酸）や外用療法（ハイドロキノンなど）との併用が推奨されています。	CQ1-1-3 脂漏性角化症にレーザーや光治療は有効か？ 推奨度：B（行うよう勧める） エビデンスレベル：III（非ランダム化比較試験による） 解説：炭酸ガス（CO2）レーザー、Er:YAGレーザー、Qスイッチレーザーなどが有効とされています。特に炭酸ガスレーザーは1回の治療で高い除去率が得られます。ただし、色素沈着や瘢痕形成のリスクがあるため、適切な設定と術後管理が重要です。
--	---	--

若返り・ニキビ跡治療に関する推奨事項

シワ・たるみ治療やニキビ跡治療に関するガイドラインの主な推奨は以下の通りです：

CQ2-1-1 フラクショナルレーザー療法はシワ・たるみに有効か？ 推奨度：B（行うよう勧める） エビデンスレベル：III（非ランダム化比較試験による） 解説：フラクショナルレーザー治療（FLSR）はシワ・たるみに有効であるとの見解が示されています。特に目周囲の細かいシワや口周囲のシワに対して効果が高いとされています。剥脱型（CO2、Er:YAG）と非剥脱型（Er:Glass）の両方が有効ですが、前者はより効果が高い一方、ダウンタイムやリスクも高くなります。たるみに対する効果は限定的で、主に皮膚の質感改善によるものと考えられています。	CQ2-1-2 フラクショナルレーザー療法はニキビ跡に有効か？ 推奨度：B（行うよう勧める） エビデンスレベル：III（非ランダム化比較試験による） 解説：ニキビ跡（萎縮性瘢痕）に対してフラクショナルレーザー治療は有効とされています。特に剥脱型フラクショナルCO2レーザーはニキビ跡治療のゴールドスタンダードと位置づけられており、複数回の治療で有意な改善が認められています。ただし、瘢痕のタイプによって効果に差があり、アイスピック型では補助的治療法の併用が推奨されています。アジア人では色素沈着リスクに配慮した治療計画が必要です。	CQ2-1-3 色素レーザー・高周波レーザーは肥厚性瘢痕・ケロイドに有効か？ 推奨度：C1（行うことを考慮してもよいが、十分な根拠がない） エビデンスレベル：IV（分析疫学的研究） 解説：肥厚性瘢痕・ケロイドに対するレーザー治療は補助的な位置づけです。PDL（パルス染料レーザー）は瘢痕の発赤や痒みの軽減に有効とされていますが、瘢痕の平坦化効果は限定的です。ステロイド局注や圧迫療法など標準治療との併用が推奨されています。また、CO2レーザーやEr:YAGレーザーによる瘢痕表面のリモデリングも一部で行われていますが、エビデンスは限られています。
--	---	---

脱毛に関する推奨事項

美容医療診療指針におけるレーザー脱毛に関する主な推奨事項は以下の通りです。

CQ3-1-1 レーザー脱毛は永久脱毛として有効か？

推奨度：A（行うよう強く勧める）

エビデンスレベル：II（1つ以上のランダム化比較試験による）

解説：長パルスアレキサンドライトレーザー、ダイオードレーザー、Nd:YAGレーザーなどの医療レーザーは、複数回の治療により高い永久減毛効果が認められています。FDA（米国食品医薬品局）の定義する「永久脱毛」とは、「1回の治療後、治療終了後1ヶ月の時点で毛の再生が見られず、かつその状態が治療後の観察期間中（最低1年間）持続する状態」を指し、医療レーザーはこの定義を満たすエビデンスを有しています。IPL（光脱毛）も一定の効果はありますが、医療レーザーに比べて効果は劣るとされています。

CQ3-1-2 レーザー脱毛における副作用とその対策は？

推奨度：規定なし（情報提供）

エビデンスレベル：IV（分析疫学的研究）

解説：主な副作用として、熱傷、色素沈着・色素脱失、毛囊炎、硬毛化などが挙げられます。これらの予防には、肌質に合わせたレーザー選択（例えば色黒肌にはNd:YAGレーザーが推奨）、適切な冷却の併用、テスト照射による反応確認、術後の紫外線対策が重要です。特に硬毛化（パラドキシカルハイパートリコーシス）は、顔面の産毛脱毛で起こりうる現象として注意が必要です。

血管病変に関する推奨事項

血管病変治療に関するガイドラインの主な推奨事項は以下の通りです。

臨床課題	推奨度	エビデンスレベル	推奨内容
単純性血管腫（ポートワイン母斑）の治療	A	II	PDL（パルス色素レーザー）が第一選択。早期治療が有効。
莓状血管腫の治療	B	III	PDLが有効。現在はプロプラノロール内服との併用も検討される。
毛細血管拡張症（赤ら顔）の治療	B	III	PDLやKTPレーザーが有効。複数回の治療が必要となる。
下肢静脈瘤の治療	C1	IV	Nd:YAGレーザーが有効な場合もあるが、血管径や深さにより効果は限定的。

ガイドラインの意義と限界

美容医療診療指針は科学的根拠に基づいた治療選択を支援する上で重要ですが、その適用には以下の点を考慮する必要があります。

- **個別性の尊重**：ガイドラインは一般的な指針であり、患者様一人ひとりの状態、肌質、希望、そしてライフスタイルに合わせた個別最適な治療計画が不可欠です。
- **技術進歩への対応**：美容医療は技術革新が著しく、ガイドラインの策定後も新しい機器や治療法が次々と登場します。常に最新の研究成果や情報を確認し、治療に反映させる必要があります。
- **医師の専門的判断**：十分なエビデンスが確立されていない場合でも、医師の豊富な経験と専門的な知見に基づき、有効性が期待できる治療を提供することは許容されます。
- **患者への十分な説明と同意**：特に推奨度が低い治療や国内未承認機器を使用する際には、その特性、期待できる効果、潜在的なリスクについて、患者様へ詳細かつ明確な説明を行い、十分な理解と同意を得ることが極めて重要です。

ガイドラインは安全で効果的な美容医療を提供する上での基礎となりますが、最終的には最新の知見と医師の専門的判断に基づき、患者様の期待値と安全性のバランスを慎重に考慮した上で、最適な治療を選択することが求められます。

ガイドライン・関連学会の推奨事項: 専門医制度と安全管理

レーザー治療の質と安全性を担保するためには、適切な専門医制度と安全管理体制が不可欠です。ここでは日本の専門医制度とレーザー安全管理に関する推奨事項を解説します。

日本皮膚科学会の専門医制度

日本皮膚科学会は2007年、「美容皮膚科・レーザー指導専門医」制度を創設し、美容皮膚治療に習熟した皮膚科医の育成に努めています：

制度の背景

この背景には、90年代に美容皮膚治療が流行した際に未熟な施術でトラブルが多発した反省があり、皮膚科専門医が率先して安全な美容医療を提供すべきとの理念があります。皮膚科の基本診療能力を持ちつつ、美容皮膚科領域の専門知識と技術を習得した医師を認定する制度です。

更新制度

5年ごとの更新制が採用されており、継続的な研修参加や症例経験の蓄積が求められます。これにより、最新の知見や技術を習得し続けることが保証されています。

取得要件

指導専門医取得には、まず日本皮膚科学会認定皮膚科専門医であることが前提で、さらにケミカルピーリングやレーザー（色素性病変レーザー、血管病変レーザー）など12項目の研修を積む必要があります。また、良性と悪性の鑑別診断能力も求められます。学会での症例報告や論文発表なども必要で、美容皮膚科領域の十分な経験と研鑽が求められます。

制度の意義

この制度により、レーザー治療に精通した皮膚科医が全国で育っており、安全・適切な治療水準の向上に寄与しています。患者にとっては、認定医を選ぶことで、一定水準以上の知識と技術を持つ医師による治療を受けられる指標となります。

日本形成外科学会のレーザー関連資格

日本形成外科学会でも、レーザー治療を含む美容医療に関する専門性を認定する制度があります：

- ・ **形成外科専門医**：基本領域の専門医として、皮膚・軟部組織の再建や美容治療の基礎知識と技術を習得した医師
- ・ **美容外科専門医**：形成外科専門医取得後に、さらに美容医療に特化した研修を受けた医師

形成外科医は特に瘢痕修正や皮膚の再生医療に関する専門性が高く、ニキビ跡や外傷後瘢痕に対するレーザー治療などで活躍しています。



専門医制度は単なる資格認定ではなく、継続的な研修と症例経験の蓄積を促す教育システムでもあります。定期的な学会参加やハンズオンセミナーを通じて、最新の治療技術や安全管理方法を学ぶ機会が提供されています。

日本レーザー医学会の安全管理指針

日本レーザー医学会から示されているレーザー安全取扱い指針は、臨床現場での安全管理の基本となります：

レーザー安全管理者の設置

各医療機関でレーザー安全管理者を指定し、機器の保守点検や安全教育を担当させることが推奨されています。安全管理者は定期的な研修を受け、最新の安全知識を習得する必要があります。

眼保護

レーザー照射時は医師・患者・スタッフ全員が波長に適合した保護眼鏡を着用することが必須です。また、顔面照射時には角膜保護用シールドの使用も推奨されています。眼保護具は定期的な点検が必要で、傷や劣化がある場合は交換が必要です。

照射環境の整備

専用の治療室を設け、入口に警告表示を掲示します。窓やドアにはブラインドやカーテンを設置し、レーザー光の漏出を防止します。また、照射野周辺に反射物（金属製器具など）を置かないよう注意が必要です。

防火対策

特に炭酸ガスレーザーなど熱発生の大きいレーザーでは、可燃物（アルコール消毒液、ドレープなど）の管理と防火対策が重要です。アルコール使用後は十分に乾燥させてからレーザー照射を行います。また、消火器の設置場所を確認し、緊急時の対応手順を確立しておきます。

医療機器としての安全管理

レーザー機器は、その特性上、適切な医療機器としての管理が不可欠です。主な管理項目は以下の通りです。

- **定期点検**：メーカーが推奨する点検スケジュールに基づき、定期的なメンテナンスを実施します。特に、出力が正確かを確認する校正作業は極めて重要です。
- **日常点検**：機器を使用する前には、冷却システムの正常な動作、ハンドピースの清潔さ、照射口の汚れなどを必ず確認します。
- **記録管理**：機器の使用履歴、メンテナンス記録、トラブル発生時の詳細な状況を正確に記録し、適切に保管します。
- **スタッフ教育**：機器を操作するすべてのスタッフに対し、適切な取扱方法を教育し、定期的に知識と技術の更新を行う機会を提供します。

患者安全のための臨床プロトコル

安全かつ質の高い治療を提供するためには、以下の臨床プロトコルを遵守することが重要です。



術前評価

患者様の皮膚状態、アレルギーの有無、禁忌事項、既往歴などを詳細に評価します。光感作性薬剤の使用、妊娠の可能性、ケロイド体質、免疫抑制状態などは特に注意深く確認すべき重要項目です。



インフォームドコンセント

治療によって期待される効果と起こりうる副作用、代替治療法、術後の一般的な経過などを、患者様に詳細かつ分かりやすく説明し、文書による同意を確実に取得します。国内未承認機器を使用する場合は、その旨を明確に記載した同意書が必須です。



適切なパラメータ設定

患者様の肌質、病変の種類、治療部位などの要因に応じて、レーザーの適切なパラメータを選択します。判断に迷う場合は、低い設定から開始し、皮膚の反応を慎重に観察しながら調整していくことが推奨されます。



術中モニタリング

治療中は常に患者様の皮膚の反応を注意深く観察し、異常が認められた場合は直ちに照射を中止します。また、患者様の痛みや不快感にも細心の注意を払い、適宜対応します。



術後管理

治療後には、適切な術後ケアの指導を行い、予想される経過と日常生活上の注意事項を丁寧に説明します。万一、有害事象が発生した場合の連絡先と対応方法についても明確に伝達することが重要です。

有害事象報告と対応システム

レーザー治療において重篤な有害事象が発生した際には、迅速かつ適切な対応体制の確立が極めて重要です。これにより、患者の安全確保と医療の質の維持が図られます。

- **院内報告システムの構築**：有害事象発生時の報告フローを明確にし、原因の徹底的な分析と再発防止策の策定・実施を義務付けます。
- **専門医へのコンサルテーション体制の確保**：対応が困難な合併症に備え、形成外科、皮膚科、眼科など関連する専門医への迅速なコンサルテーションルートを事前に確立しておく必要があります。
- **学会・行政への報告義務**：特に重篤な有害事象、および国内未承認機器の使用に起因する有害事象については、関連学会や厚生労働省への積極的な報告が推奨されます。
- **情報共有の促進**：症例報告や学会発表を通じて、有害事象の事例とその対策に関する情報を広く共有することは、医療安全水準の向上に大きく貢献します。

レーザー治療における医療安全の今後の課題

レーザー治療の安全性と医療の質のさらなる向上を目指すためには、以下の課題に継続的に取り組む必要があります。

- **治療プロトコルの標準化**：施設間での治療の質や安全管理体制の均質化を図るため、治療プロトコルや安全管理手順の標準化を推進することが不可欠です。
- **科学的エビデンスの継続的な蓄積**：新しい機器や技術の導入に伴い、それらの安全かつ効果的な使用法を確立するために、科学的エビデンスを継続的に蓄積していくことが求められます。
- **医療スタッフの教育体制の充実**：医師のみならず、看護師や臨床工学技士を含む全てのコメディカルスタッフに対し、体系的かつ継続的な教育の機会を提供し、知識と技術の更新を促します。
- **患者への適切な情報提供と教育**：患者自身が適切な治療を選択し、治療効果に対して現実的な期待値を持てるよう、正確かつ客観的な情報提供と教育を積極的に推進する必要があります。

レーザー治療における安全性は、医療機関全体の包括的な安全管理体制、医師の高度な専門性と倫理観、全スタッフへの適切な教育、そして患者との信頼に基づいた良好なコミュニケーションによって支えられています。日本国内の専門医制度やガイドラインを最大限に活用しつつ、常に最新の医学的知見を取り入れ、安全性と有効性のバランスを慎重に考慮しながら、患者にとって最適な治療を提供し続けることが、美容医療従事者に課せられた使命です。

ガイドライン・関連学会の推奨事項: 学会と継続的教育

美容皮膚科・レーザー治療の分野では、様々な学会が専門的知識の普及と技術の向上に貢献しています。ここでは主要な関連学会とその継続的教育システムについて解説します。

主要な関連学会と活動内容

レーザー治療に関わる主な学会は以下の通りです：

日本美容皮膚科学会

1983年に設立され、美容皮膚科医療の向上と発展を目的としています。年次総会と地方会を開催し、レーザー治療を含む美容皮膚科全般について最新の知見を共有しています。特にレーザー治療セッションでは、新しい機器や治療プロトコルの評価、安全性についての検討が行われます。学会誌「Journal of Japanese Cosmetic Science Society」を発行し、研究成果の発表の場を提供しています。

日本美容外科学会

美容外科全般を扱う学会で、JSAPS（Japan Society of Aesthetic Plastic Surgery）とJSAPS（Japan Society for Aesthetic Plastic Surgery）の2つの組織があります。レーザー治療も美容医療の重要な柱として位置づけられ、特にニキビ跡や瘢痕治療、肌の若返りなどのセッションが設けられています。学会認定の「美容外科専門医」制度を運営しています。

日本レーザー医学会

1980年に設立され、レーザー医学の基礎研究から臨床応用まで幅広く取り扱う学会です。美容分野に限らず、外科、眼科、歯科など様々な領域でのレーザー応用について研究を推進しています。特に安全管理やレーザー物理学の基礎知識に関する教育に力を入れており、「レーザー医学安全教育者」や「レーザー専門医」の認定制度を設けています。

日本皮膚科学会

皮膚科の基幹学会として、皮膚疾患全般を扱いますが、美容皮膚科・レーザー治療についても重要な分野として位置づけています。前述の「美容皮膚科・レーザー指導専門医」制度を運営し、安全で効果的なレーザー治療の普及に努めています。各種ガイドラインの作成にも関わっています。

国際的な学会との連携

日本の学会は国際的なネットワークとも連携しており、以下のような活動を行っています：

- ・ **国際学会への参加**：ASLMS（American Society for Laser Medicine and Surgery）、ESLD（European Society for Laser Dermatology）などの国際学会に積極的に参加し、最新知見を取り入れています。
- ・ **国際シンポジウムの開催**：国内学会に海外の専門家を招き、国際シンポジウムを開催することで、グローバルな視点からの情報交換を促進しています。
- ・ **共同研究**：アジア地域を中心に、国際的な共同研究プロジェクトにも参加し、特にアジア人の肌質に適したレーザー治療法の開発に貢献しています。



国際学会への参加は、世界最先端の治療技術や研究成果に触れる貴重な機会となります。また、日本の研究成果や臨床経験を世界に発信する場としても重要です。

継続的医学教育（CME）の機会

レーザー治療の技術は日進月歩で進化するため、継続的な学習と技術習得が不可欠です。以下のような継続的教育の機会が提供されています：

学術集会・セミナー

各学会の年次総会や地方会では、最新の研究成果や臨床経験が共有されます。特にレーザー治療の特別セッションでは、新しい機器や技術に関する報告が多数行われます。また、実践的なセミナーやワークショップも開催され、具体的な治療手技を学ぶ機会が提供されています。

ハンズオンセミナー

実機を用いた実践的なトレーニングセッションで、機器メーカーや学会主催で開催されます。特に新しい機器の導入時や、高度な技術を要する治療法の習得に有用です。少人数制で実際の操作を体験しながら学ぶため、技術習得に直結します。

オンライン教育

近年はウェビナーやオンデマンド講義などのオンライン教育も充実しています。時間や場所の制約なく学習できるため、多忙な臨床医にとって貴重な学習機会となっています。COVID-19パンデミック以降、特にこの形式の教育が急速に普及しました。

製造メーカーによる講習会

レーザー機器のメーカーや輸入代理店による技術講習会も重要な教育機会です。新機種導入時や定期的なアップデート時に開催され、機器の特性や最適な使用法、安全管理などについて学ぶことができます。

専門医の資格更新と継続教育

専門医資格の維持には、継続的な学習と臨床経験の蓄積が不可欠です。

- ・ **更新要件**：「美容皮膚科・レーザー指導専門医」をはじめとする各種専門医資格は、通常5年ごとの更新制です。更新には、定められた数の学会参加、発表、症例経験などが求められます。
- ・ **単位取得**：認定された学会やセミナーへの参加を通じて更新単位を取得する仕組みとなっており、これにより継続的な学習が制度的に保証されています。
- ・ **症例報告**：特に難治例や稀な合併症例の報告は、学術的価値が高く、更新単位としても評価されます。
- ・ **論文発表**：研究成果や臨床経験を論文として発表することは、専門性の向上と資格更新の両面で重要視されています。

新技術評価と情報共有の取り組み

新しいレーザー技術の評価と適切な情報共有は、学会の重要な役割です。



多施設共同研究

新しい機器や技術の有効性および安全性を評価するため、学会主導による多施設共同研究が行われています。これにより、個々の医療機関では得られない、統計的に信頼性の高いデータが蓄積されます。



症例データベースの構築

稀な合併症や特殊な症例に関するデータベースの構築も進められています。これは、個々の医師が経験していない事例から学び、予期せぬ事態への対応能力を高める上で非常に有用です。



安全性情報の迅速な共有

重篤な有害事象が報告された場合、学会を通じて迅速に情報が共有されるシステムが整備されています。これにより、同様の事故の再発防止に貢献します。



患者向け情報提供

学会は、一般市民へ正確な情報提供を行うことにも注力しており、Webサイトやパンフレットを通じて、科学的根拠に基づいた情報を発信しています。これは、誇大広告や不適切な情報から患者を守る重要な役割も果たしています。

今後の展望と課題

レーザー治療の分野では、以下の課題に継続的に取り組むことが求められています。

- ・ **エビデンスの蓄積**：特に日本人の肌質に特化したエビデンスの蓄積が重要な課題です。国内での質の高い臨床研究のさらなる推進が望まれます。
- ・ **標準化の推進**：治療プロトコルや安全管理手順の標準化を進め、施設間での治療の質のばらつきを減らす取り組みが不可欠です。
- ・ **多職種連携**：医師だけでなく、看護師や臨床工学技士など、レーザー治療に携わる多職種の医療従事者への体系的な教育システムの構築も課題です。
- ・ **テレメディシン活用**：遠隔地からでも最新の知見を学べるよう、オンライン教育システムのさらなる充実が期待されています。

各学会は、継続的教育システムの充実と専門医制度の発展を通じて、レーザー治療の質と安全性の向上に努めています。医師は学会活動に積極的に参加し、常に最新の知見と技術を習得することで、患者に最善の治療を提供することが求められています。

ガイドライン・関連学会の推奨事項: 特殊状況の対応と今後の展望

レーザー治療では標準的な症例だけでなく、特殊な状況や難治例に直面することもあります。ここでは特殊状況への対応と、レーザー治療の将来展望について解説します。

特殊患者群への対応

通常のプロトコルに当てはまらない特殊患者群への対応には、個別化した戦略が必要です：

小児患者

先天性の色素性母斑や血管腫は早期治療が有効とされていますが、小児への配慮が必要です。PDLによる血管腫治療では、乳幼児の場合は鎮静や全身麻酔を検討することもあります。また、両親への十分な説明と心理的サポートも重要です。太田母斑などの先天性色素性病変も早期治療が推奨されており、年齢に応じた機器選択と設定調整が必要です。

高齢患者

高齢患者では皮膚の菲薄化や創傷治癒能力の低下を考慮する必要があります。特に抗凝固薬服用中の場合は、血管レーザーでの紫斑リスクが高まるため、低出力設定や限局的な治療から開始することが推奨されます。また、複数の基礎疾患を持つ場合も多いため、全身状態の評価と治療中のモニタリングが重要です。

妊娠・授乳中の患者

妊娠中のレーザー治療は原則として避けるべきですが、絶対的禁忌ではありません。特に妊娠中に増悪する血管腫などでは、リスク・ベネフィットを慎重に評価した上で治療を検討することもあります。授乳中の患者では、局所麻酔薬や鎮痛薬の使用に注意が必要です。また、妊娠による色素沈着（妊娠性黒皮症など）は分娩後に自然軽快すること多いため、治療の延期も選択肢となります。

ケロイド体質の患者

ケロイド体質の患者では、侵襲的なレーザー治療により瘢痕形成リスクが高まります。特にフラクショナルCO2レーザーなどの剥脱型治療では注意が必要です。必要に応じてテスト照射を行い、小範囲から開始することが推奨されます。また、術後のステロイド局注やシリコンシートなどの瘢痕予防措置を併用することも検討します。

色素沈着傾向の強い患者

アジア人、特に色黒の肌質を持つ患者では、炎症後色素沈着（PIH）のリスクが高まります。こうした患者への対応として以下の戦略が推奨されています：

- ・ **予防的措置**：治療前からのトラネキサム酸内服やハイドロキノン外用による前処置
- ・ **波長選択**：色素沈着リスクの低い長波長（1064nm）の優先使用
- ・ **段階的アプローチ**：低出力から開始し、反応を見ながら徐々に強度を上げる
- ・ **複数回セッション**：1回の強い治療より、複数回の穏やかな治療を選択
- ・ **季節性考慮**：紫外線の強い夏季を避け、秋～冬に治療を計画



肌質による色素沈着リスクの違いを理解し、適切な予防策と治療戦略を立てることが重要です。フィッツパトリック皮膚タイプⅣ～Ⅵの患者では特に慎重なアプローチが必要です。