

第7回 近赤外線研究会 記録集



日時：2016年4月9日（土） 12:30～16:00

会場：アーバンネット神田カンファレンス
（東京都千代田区内神田三丁目6番2号
アーバンネット神田ビル2階）

座長：川島 眞 先生
（東京女子医科大学皮膚科教授）



【第1部】 ランチョンセミナー

自動車用ガラスにおける、光老化対策（UV、赤外線カット）について

浅野 修一（オートグラス株式会社 営業統括本部）

【第2部】 講演会

講演1：生体に対する紫外線及び近赤外線が及ぼす影響

佐藤 隆（東京薬科大学薬学部 生化学教室）

講演2：近赤外線に対するアクアセリアの遮断効果について

川口 恒隆（株式会社アプロース）

講演3：光老化啓発プロジェクトの紹介

特定非営利活動法人 皮膚の健康研究機構

講演4：近赤外線遮断効果測定法及び評価基準について

平松 泰成（特定非営利活動法人 皮膚の健康研究機構）

パネルディスカッション ー光老化と近赤外線との関係についてー

巻頭言

本年度より「光老化」に関する啓発活動を本研究会の主催団体でもあるNPO 皮膚の健康研究機構でスタートしました。紫外線のみならず近赤外線も光老化の促進因子であること、近赤外線の功罪の両面を適切に啓発していくことを重要なミッションと捉えてプロジェクトを推進していく考えです。

今回の研究会ではUV・NIRのカットガラスや近赤外線遮断素材のサンスクリーン製剤への応用、近赤外線遮断効果測定と評価基準についても活発に議論され、近赤外線による皮膚の老化（光老化）機構解明、皮膚科・眼科領域における抗老化素材のスクリーニングモデル開発など、研究がより具体化してきたことを実感できたと思います。

医療・化粧品・眼鏡など様々な領域への広がり、各分野での研究成果がさらに具体化し近赤外線研究がより注目され、活発化することと確信しております。多方面からの「光老化」啓発プロジェクトへ参画いただけることを期待いたします。

近赤外線研究会 理事長
東京女子医科大学皮膚科教授 川島 眞

自動車ガラスにおける光老化対策 (UV・赤外線カット) について

オートガラス株式会社 営業統括本部

浅野 修一



【自動車ガラスの紫外線カットはユーザーニーズ】

紫外線は多岐に亘る研究によって皮膚に悪影響を与える事が解明されている。

シミ・そばかす・しわ・たるみなどがその代表である。

紫外線は女性の敵と言われるが、女性の紫外線に対する意識調査（ロート製薬調べ 2008 年）では、「紫外線がしみ・肌の老化・そばかす・しわの原因になるから気にする」という結果が見られる。

また、国内日焼け止め売上推移（富士経済研究所調べ）によると、女性用サンスクリーン商品の売上高は 1995 年から 10 年間で約 120 億から約 210 億円に倍増する大きな伸びを示しており、女性が紫外線の悪影響を認識し、防御したいという意識が着実に広がったことをよく示している。

AGC 旭硝子(株)は、紫外線と赤外線カット効果の高いフロントガラスを製造してきたが、紫外線を防御したいという女性ニーズの高まりに応じて、紫外線カット効果をより高めた高機能なフロントガラスの開発に取り組んだ。

【高機能フロントガラス】

フロントガラスは法律により「合わせガラス」といわれる構造とすることが定められているが、これは 2 枚のガラスの間に柔らかく、且つ強靱な中間膜を挟む構造で、割れても破片が飛び散りにくく、衝突事故でフロントガラスに頭部を強打しても衝撃が吸収されやすい特徴がある。

フロントガラスは、運転手の前方視界にあり、日本国内では可視光線透過率 70%以上を保つことが義務づけられている。

従来のフロントガラスは、これらの条件を満たしつつ、中間膜に紫外線吸収剤と赤外線吸収剤を練り込むことによって、波長 380nm までの紫外線を 99.9%以上カット、波長 1500nm から 2200nm までの赤外線を 90%以上カットすることが可能なものである。

AGC 旭硝子(株)は従来の赤外線カット率を維持しながら、紫外線を 99.9%以上カットする波長域を 380nm までから 400nm までに拡大した高機能フロントガラスを開発した。

315nm ~ 400nm までの長波長の紫外線は UVA と呼ばれ、皮膚の真皮まで入り込み、コラーゲンやエラスチンを変性させ本来の機能を失わせ、皮下組織の支えも弱め、しわたるみを生じさせる。

また一般に、波長が長くなればなるほど、皮膚の深部に到達するという特徴が知られており、開発された高機能フロントガラスは、これまでカットできなかった 380nm ~ 400nm までの長波長の紫外線をカットすることにより、紫外線の皮膚への悪影響を軽減することができる。と考える。

【女性へのアプローチ】

この高機能フロントガラスの販売を担当するのは AGC 旭硝子(株)のグループ会社のオートガラス(株)である。オートガラス(株)は、この商品のターゲットを、美に興味のある女性に絞り込み、紫外線を気にする多くの女性ユーザーに広く提供する方策として、「美肌ガラス」とブランディング、美容アイテムとしての位置づけでイメージづくりを行った。

そして、新聞、フリーペーパー、雑誌、WEB サイトなどの媒体に広告を出し、また美容系のイベントに出展し訴求活動を行っている。

今後の展望としては、赤外線、更には紫外線が組み合わさった場合の皮膚への影響のメカニズムが解明されることにより「美肌ガラス」のアピールポイントが増えることを期待したい。

また、紫外線や赤外線の悪影響から日本国民を守る為の啓蒙活動をされていく、光老化啓発プロジェクトの協賛会社として、大いに「美肌ガラス」の訴求活動を行っていきたい。

生体に対する紫外線および 近赤外線が及ぼす影響

東京薬科大学薬学部 生化学教室

佐藤 隆



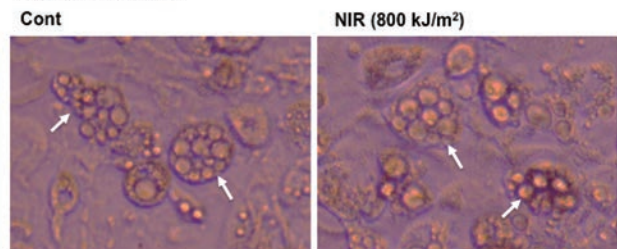
太陽光より降り注ぐ紫外線 (UV) および近赤外線 (NIR) は、皮膚のしわ・たるみ (光老化) の誘発因子として働くことが知られている。特に UVB は細胞障害性が高く、直接的な DNA 修飾に加え、活性酸素種 (ROS) の発生を介して間接的に細胞機能に影響を及ぼすことも報告されている。一方、NIR の生物活性はその波長 (700 ~ 3000 nm) や照射条件に依存すると考えられているが、皮膚の構造・機能に対する NIR の作用、さらには UVB との生物学的作用の違いについては十分に理解されていないのが現状である。本講演では、細胞外マトリックス (ECM) 分解および皮脂分泌調節の観点から、皮膚機能に対する両者の作用を比較検討した。

これまでの本研究会において、NIR の波長・照射量を任意に制御可能な照射装置により、NIR (900-1700 nm) 照射が表皮および真皮 matrix metalloproteinase 1 (MMP-1) の産生を促進することを *in vivo* および *in vitro* において報告した。同様な MMP-1 の産生増強は UVB 照射した皮膚組織においても報告されていることから、NIR および UVB は MMP-1 産生亢進に依存した皮膚コラーゲン分解促進作用を示すものと推察される。また、UVB は皮脂腺からの皮脂分泌を促進することが報告されているが、細胞内に皮脂を蓄積した分化ハムスター脂腺細胞において NIR (900-1700 nm) 照射は皮脂の分泌のみならず、細胞内脂肪滴形成に全く影響を及ぼさなかった (図 1)。したがって、皮膚に対する NIR (900-1700 nm) と UVB の作用には組織特異性があるものと示唆される。すなわち、両者は協同して表皮および真皮 ECM 分解に関与するものの、皮脂腺における皮脂分泌増強には少なくとも UVB が優位に寄与するものと推察される。

NIR と UVB の生物活性発現の分子機構を明らかにすべく、ROS 依存的反応であるタンパク質のカルボニル化を検討した。UVB は *in vitro* において照射エネルギー量依存的にタンパク質のカルボニル化を促進した。しかしながら、同条件下において NIR (900-1700 nm) 照射によるタンパク質のカルボニル化は検出されなかった。したがって、UVB とは異なり NIR (900-1700 nm) 照射は ROS 産生を惹起しないものと推察される (図 2)。

今後、皮膚構成細胞ごとの応答性を指標に NIR と UVB の生物活性を *in vivo* および *in vitro* において比較検討することで、NIR と UVB による光老化作用の同異性が明らかとなり、新たな光老化予防法の開発につながるものと期待される。

A: 細胞内脂肪滴形成



B: 細胞外TG量

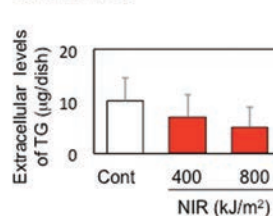


図1 脂腺細胞における細胞内脂肪滴形成および皮脂分泌に対するNIRの作用
NIR (400-800 kJ/cm²)照射または未照射分化ハムスター脂腺細胞 (Cont) において細胞内脂肪滴形成 (A, 矢印) および皮脂の主成分であるトリアシルグリセロール (TG) の細胞外量は変化しなかった。

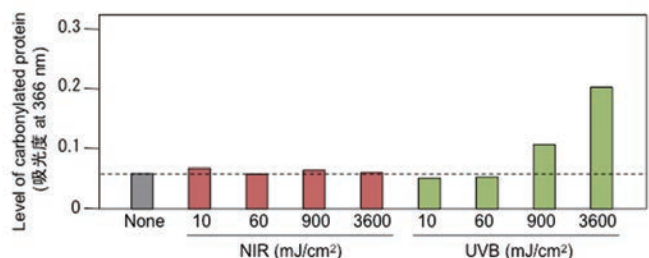


図2 ウシ血清アルブミン (BSA) タンパク質のカルボニル化を指標とした NIR および UVB 照射によるタンパク質修飾反応
None: 未照射タンパク質。

近赤外線に対するアクアセリアの 遮断効果について

株式会社アプローズ

川口 恒隆



近年、紫外線以外の波長である、ブルーライトと近赤外線が光老化の要因になるとして注目されてきました。特にブルーライトはスマートフォンやパソコンの普及により目や肌への影響が問題視されています。

ブルーライトは 380 ~ 450nm の波長で、有害とされる近紫外線の UVA と波長が近く、可視光線のなかで最も強いエネルギーを発する光とされています。

長時間（特に夜間）の目への照射により体内のリズムが狂い、寝不足による睡眠不足などで肌荒れや視力への悪影響が懸念されています。さらに、今年の 2 月に大手化粧品メーカーがブルーライト対応の化粧品を出して以来雑誌等含めブルーライトへの対策は注目を集めてきております。

日焼けといえば紫外線による影響が一般的ですが、フランスの研究チーム Duteil らの研究では可視光による色素沈着の影響を調べるために、青紫色側の 415nm と赤色側の 630nm をボランティアの肌に照射し、可視光による肌への影響が調査されました。630nm では色素沈着を誘導しませんでした。415nm の波長によって生じた色素沈着は 3 か月間継続し、さらに紫外線を照射した時よりも肌を茶色く変化させたことを報告しました。

近赤外線は赤外線中の 760 ~ 1,400nm の波長で、約 65% が真皮・皮下組織にまで達するとされています。

美容効果もあるとされている近赤外線ですが、過剰に浴びることではわやたるみなどの光老化の促進につながる可能性も懸念されています。

古くは 1982 年にモルモットに赤外線を繰り返し照射すると紫外線による光老化に類似した真皮の弾性線維や間質の増加が認められ紫外線による光老化を促進すると報告がありました。さらに近赤外線のマウス及びヒト皮膚への照射により皮膚温の上昇とともに MMP-1 の誘導、コラーゲン 1 型遺伝子の発現低下が見られ、光老化促進に働くとなりました。

近赤外線は、水、ヘモグロビンに吸収される為に、近赤外線に曝露されると生体は血管を拡張させて深部組織を防御します。

又近赤外線はミオグロビンにも吸収される為長期的に太陽光の強い近赤外線に曝露されると、皮下の筋肉が菲薄化されることもわかっています。

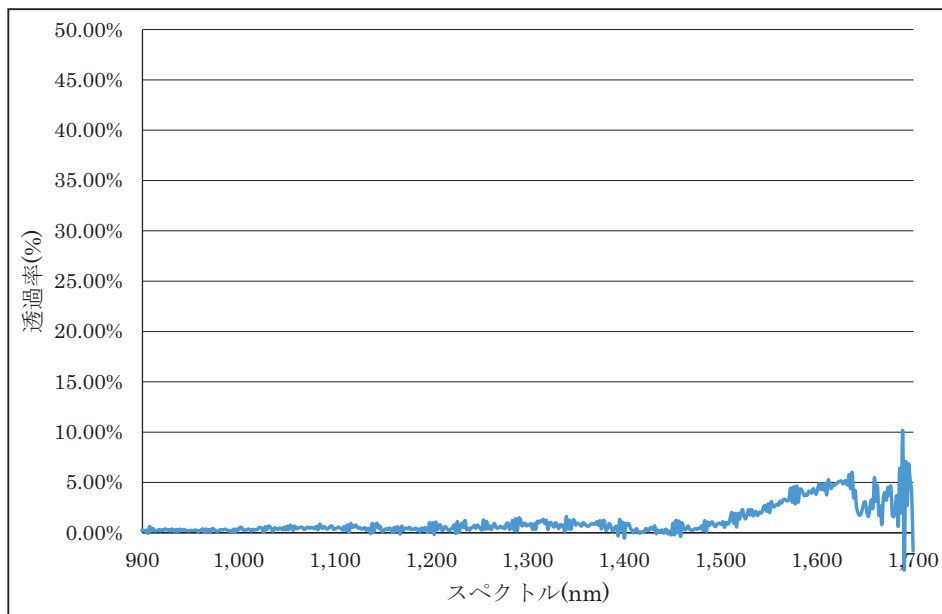
さらにこれらの影響が長期にわたって持続することから肌の深層の光老化予防には、紫外線カットだけでなく近赤外線カットも必要となることでしょう。

今回はアクアセリアホワイトをさらに長い 900 ~ 1700nm までの波長での遮蔽効果を検討いたしました。

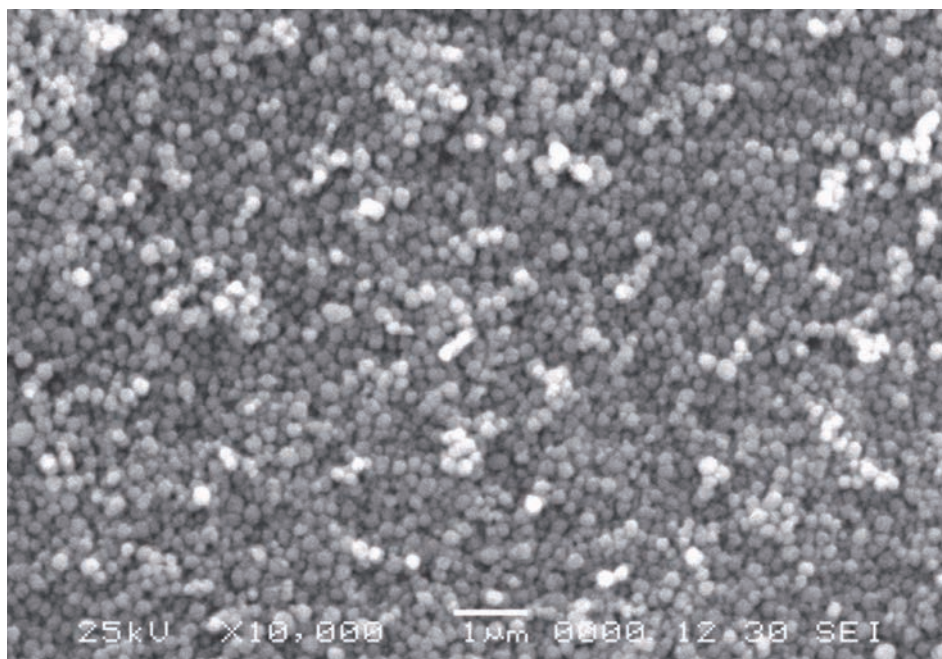
今回グラフは厚さを 20 ミクロンにして外部で試験した結果となります。

900 ~ 1500nm までは大体 95% 以上遮蔽できており、そこから 1700nm までで約 90% 遮蔽できている結果が得られました。

この結果からアクアセリアホワイトは近赤外線の対策原料として期待できることが分かりました。



AQUACERIAWhiteの透過率テストグラフ



AQUACERIA Powderの電子顕微鏡写真

近赤外線遮断効果測定法及び 評価基準について

特定非営利活動法人 皮膚の健康研究機構
平松 泰成



【はじめに】

本研究会でも論じられているように、生体へ影響のある近赤外線（以下：NIR）を日常生活で防御することは重要であり、そのために必要な防御製品の開発、基準作りが必須であると考えられる。NPO 法人皮膚の健康研究機構 近赤外線研究会内のプロジェクトチームにおいて、遮断効果測定に使用する近赤外線照射装置の開発ならびに遮断成分および遮断製剤における評価試験方法について、第4回近赤外線研究会（2014年）において報告した。NIR照射装置は太陽光の分光分布に近いキセノンランプを用い、装着した光学フィルターの交換により900または1000nmから1800nm前後のNIRを選択的に、かつ照射面に対しエネルギーを均一に照射することができ、皮膚細胞試験、動物時におけるNIR照射試験にも用いられる装置をNIRの光源として持ち込んでいる。遮断効果の測定は、900nm～1700nmの範囲の波長に対する被験物質の波長透過率を計測し、積分値から遮断率を評価している。被験物質がフィルムやガラス等のケースでは安定した測定結果が得られるが、化粧品剤型、遮断成分の剤型として用いられる液状等流動性のある試料の測定については、試料間にバラツキが存在し改良の必要性が指摘されていた。

そこで今回、これらの測定結果について統計的な評価を行い、測定法の改良を行ったので報告する。

【従来の測定法の問題点】

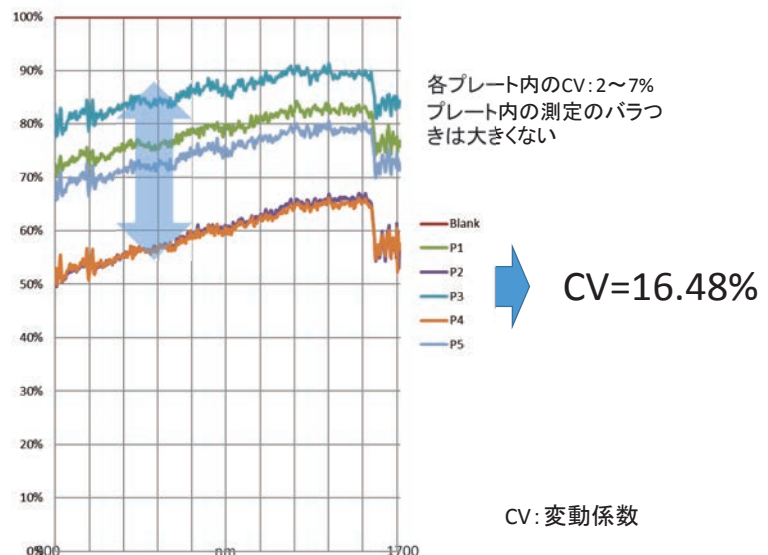
親水フィルムを貼付したスライドガラス（基板）上に貼付した厚さ50μmの樹脂フィルムの枠（2.0cm×2.0cm）内に2mg/cm²厚さになるように試験品を適量滴下し、専用のヘラ（樹脂製）で塗り広げて塗膜を作成し、同一試験品の評価のために5枚の基板に塗布し、各基板に対してランダムに10点のNIR透過率を測定した。各基板内のNIR透過率の変動係数（標準偏差÷平均値／coefficient of variation：以下CV）は2%～7%と比較的安定していたが、試験品の5枚の基板間のNIR透過率のCVは15%超と大きかった。

PrudactX サンスクリーン剤の測定事例を図1に示す。本結果から基板間のCVを小さくすること、すなわち各基板への試験品の塗布方法を安定させることが必要であると考え、SPF試験に準じ塗布量を2mg/cm²に設定した際に、5枚の基板間のNIR透過率のCV 7.0%未満を目標に設定した。

【改良後の試験品の塗布方法と結果】

SPF試験に準じ塗布量を2mg/cm²の設定は変更せず、塗布面積を従来の2cm×2cmから4cm×4cmと大きくし、指サックを着用した指で

図1. サンスクリーン剤（Prudact Xの測定結果）



塗布を行うこととした。また、塗布ピードを一定にするとともに塗布作業を数回繰返すことにより、基板間のバラツキを抑えるように以下の手順で基板を作成し測定を行った。① 4 cm × 4 cm のガラス板に 9 点に分けて試験品をスポットする。② 左右移動を 1 往復とし、10 往復行う（1 往復 / 1 秒の一定のリズムで塗布する）。③ ガラス板を 90 度回転させて、3 を繰り返す。さらに 90 度回転させて、3 を繰り返す。④ もう一度 90 度回転させて、3 を繰り返す。⑤ 最後にガラス板を一番初めの方向に戻して、4 と同じ作業を行う。⑥ これらの作業により、5 枚の試料測定用基板を作成する。⑦ 試料が安定したのち各基板の NIR 透過率を 10 点ランダムに測定を行う。⑧ 基板内および基板間の NIR 透過率の平均ならびに SD、CV を算出する。旧法との変更ポイントを図 2 に示す。

サンスクリーン剤 PrudactX を本法で基板作成し NIR 透過率を測定した結果、基板間の CV は 5.0% と大きく改善した。本測定法により幾つかの試料について測定を行ったが、いずれも基板間の CV は 7% 未満に収まり、再現性も確認された。

今後、NIR 透過率のグラフおよび測定結果測定波長全体のエネルギー遮断率（積分値）を示すことにより、遮断成分および遮断剤の NIR 遮断効果の評価基準として活用でき、遮断剤および製剤間の比較も可能となると考えた。測定報告例を図 3 に示す。

図 2.測定方法と従来法の変更ポイント

- 塗布量：2.0mg/cm² 維持
- 塗り斑の改善
 - 塗布面積を大きくする (2cm×2cm → 4cm×4cm)
 - 指サックをつけた指で塗布する (ヘラを使用 → 指サック着用)の指)
 - 塗布ピードを一定に数回繰返し延ばす
 - 塗布・塗り延ばしを数回繰返す (4回)
 - 測定結果を CV (標準偏差平均) で確認

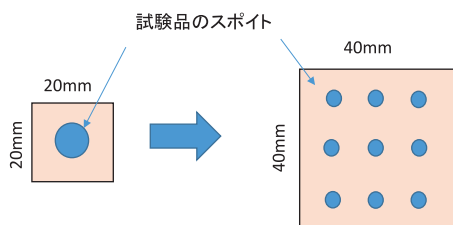
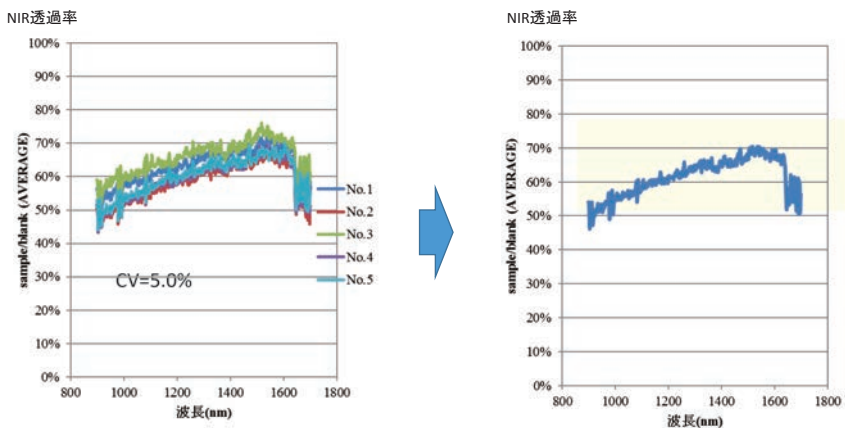


図 3.測定結果例



【理事会組織】

理事長 川島 眞 東京女子医科大学皮膚科教授
理事 芋川 玄爾 中部大学生物機能開発研究所客員教授
理事 片桐 祥雅 独立行政法人情報通信研究機構
グリー ICT デバイス先端開発センター研究マネージャー
理事 窪寺 俊也 山梨大学客員教授
理事 塩谷 信幸 北里大学名誉教授
理事 高村 悦子 東京女子医科大学医学部医学科眼科学教室
理事 田中 洋平 クリニカタナカ形成外科・アンティエイジングセンター院長
理事 古山 登隆 医療法人喜美会自由が丘クリニック理事長
理事 森田 明理 名古屋市立大学大学院医学研究科加齢・環境皮膚科教授
理事 杠 俊介 長野県立こども病院形成外科

(五十音順)

名誉理事長 池川 信夫 東京工業大学名誉教授・元新潟薬科大学学長

問い合わせ

特定非営利活動法人 皮膚の健康研究機構内
近赤外線研究会事務局

東京都千代田区内神田 1 丁目 8 番 9 号 福田ビル 2 階
TEL : 03-3256-2575 FAX : 03-6745-7678
ホームページ : <http://www.npo-hifu.net/nir/>
E-mail : info@npo-hifu.net