

# 第5回 近赤外線研究会 記録集



日時：2015年4月18日（土）12：30～16：00  
会場：コンベンションルームAP品川アネックス  
（東京都港区高輪3丁目23番17号  
品川センタービルディング地下1階）



## 【第1部】ランチョンセミナー 座長：川島 眞 先生（東京女子医科大学皮膚科教授）

近赤外線遮断効測定に関する業務受託について  
本多 達也（DRC 株式会社）

## 【第2部】講演会

(1) 一般演題 座長：森田 明理 先生（名古屋市立大学大学院医学研究科加齢・環境皮膚科教授）

- ①皮膚に対する近赤外線の作用に関する in vivo および in vitro 解析  
杉本 仁子（東京薬科大学）
- ②ヒトメラノーマ細胞の MMP および TIMP 産生に対する近赤外線の作用  
杉本 恵実（東京薬科大学）

(2) 講演 座長：窪寺 俊也 先生（山梨大学客員教授）  
田中 洋平 先生（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）

- ①近赤外線の皮膚細胞を使用した基礎研究の方向性と臨床応用への期待  
佐藤 隆（東京薬科大学薬学部 生化学教室）
- ②各種化粧品及び化粧品材料の近赤外線遮断効果測定結果  
及びレンズ・フィルム素材の試験的測定結果  
久間 将義（東洋ビューティ株式会社 中央研究所）  
堀岡 義彦（株式会社 YeV）
- ③近赤外線研究における“近赤外組成イメージングシステム”の活用について  
木村 太一（住友電気工業株式会社）

## 巻頭言

本研究会は2010年にスタートし、5年目を迎える本年度より春秋の年2回の開催となります。その背景としては、研究会の議論が基礎から臨床応用に至る幅広い領域に急速に拡大してきたことにあります。

皮膚の表皮細胞および線維芽細胞からの種々のサイトカインの産生促進あるいは抑制について、新規に開発された近赤外線照射装置を用いた研究が行われ、さらには皮膚と同様に近赤外線の影響を強く受ける眼に対する作用についての研究報告もあり、近赤外線の人体への影響が多方面で注目されています。そして化粧品や眼鏡での近赤外線遮断効果の基準についても言及されるに至りました。

近赤外線の研究と応用の対象領域は、今後、医療・化粧品・眼鏡・居住空間・家電など様々な領域への広がりが期待されます。功罪両面を有する近赤外線を有用に活用し、有効に防御していくためにエビデンスの構築と蓄積が重要と考えます。

本研究会が幅広い分野からの研究発表と活発な議論の場として、多くの方々に参加いただける会とな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

# 近赤外線 (NIR) 遮断効果測定法に関する 業務受託について

DRC 株式会社  
本多 達也



近年、近赤外線（以下、NIR）の生体への影響に関する研究が盛んに行われ、日常生活における NIR 防御の重要性が明らかになっており、NIR から生体を防御する製品の開発が期待されている。そのために、まず NIR 遮断効果を定量的に評価・判定することが必要である。今回は、第 4 回近赤外線研究会（2014 年 9 月 6 日）において、「近赤外線遮断効果の評価基準について」（東洋ビューティ株式会社、株式会社ワイ・イー・ブイ）で報告されたプロトコルに従い NIR 遮断効果を測定し、NIR 遮断効果を有する製品・素材のスクリーニングのための予備検討試験受託について紹介する。

NIR 照射装置は、キセノンランプを光源とし、800 nm または 1,000nm 以下の波長をカットするフィルターを通して NIR を試験サンプルに照射し、透過光を分光計測器により 900 ~ 1,700 nm のスペクトルを得るものである。

測定原理は、NIR 光源のスペクトルと、試験サンプル透過後スペクトルの曲線下面積（AUC）の比率を算出し、試験サンプルによる NIR 遮断率とする。

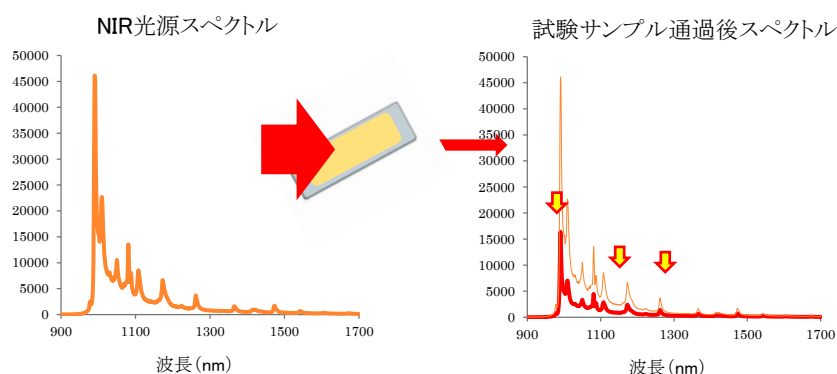


Fig. 1 近赤外線遮断効果の測定原理

2 種類のレンズ製品について、測定例を Fig. 2 に示す。

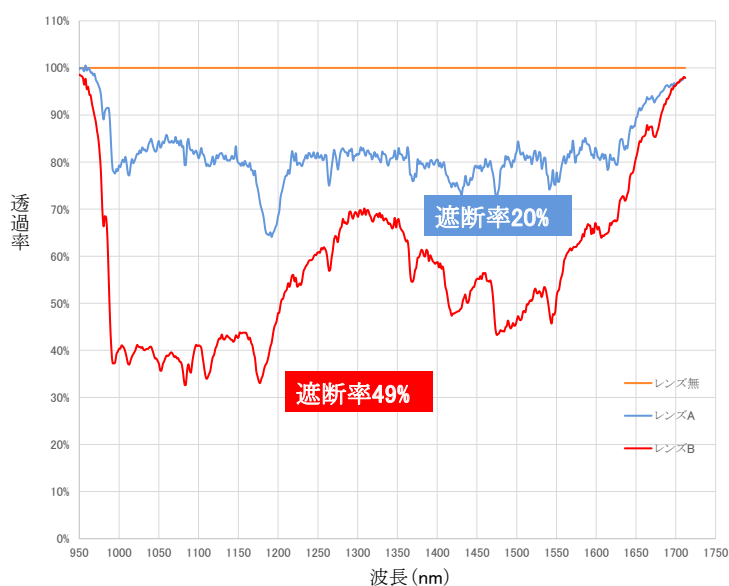


Fig. 2 レンズ製品による近赤外線遮断効果の測定例

一方で、今回の波長範囲においては、1,450 nm に水の固有吸収帯がある。地上部（海拔 0 m）において検出される太陽光スペクトルにおいても、1,450 nm 付近は検出されない。したがって、NIR 遮断効果の評価においては、水の影響を考慮する場合と考慮しない場合の 2 種類のデータを取得する予定である。

今後は NIR 遮断効果に関する基礎データを蓄積し、NPO 皮膚の健康研究機構において NIR 遮断効果認定基準を策定したのち、NIR 遮断効果認定試験を開始する予定としている。

それと並行して、NIR 遮断効果のスクリーニングとして予備試験を受託する予定である。

NIR 遮断効果予備試験の受託業務に関する問い合わせは、DRC 株式会社（06-6882-8201）で受け付ける予定である。

# 近赤外線（NIR）の皮膚細胞を使用した基礎研究の 方向性と臨床応用への期待



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近赤外線（NIR）は生体透過性が高い電磁波であり、紫外線と同様に皮膚のしわ・たるみ（光老化）などの誘発因子として知られている。逆に、美容医療において NIR 照射は皮膚のしわ・たるみ改善に有効であることも立証されている。NIR の相反する生物学的作用はその波長（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 の功罪の分子機構は十分に理解されていないのが現状である。

昨年度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を開発し、ヒト皮膚由来細胞を用いた *in vitro* NIR 照射実験モデルを報告した。本講演では、NIR (900-1700 nm) 照射により培養ヒト皮膚線維芽細胞の promatrix metalloproteinase 1 (proMMP-1) の産生がその遺伝子発現増加に起因して促進されることを報告した（図1）。

また、同照射装置を用いて実験動物の耳介部皮膚組織に NIR (900-1700 nm) (79.8 J/cm<sup>2</sup>) を1回照射したところ、照射部位での proMMP-1 タンパク質の発現増強が観察された。さらに、同波長およびエネルギー量の NIR を3日間3回照射したところ表皮の肥厚および皮脂腺の過形成が観察された。しかしながら、同様に NIR を複数回照射した背部皮膚組織において組織学的な変化はほとんど観察されなかった。したがって、NIR (900-1700 nm) は表皮から真皮に到達して proMMP-1 産生を増強すること、また表皮および皮脂腺の過形成を促進する可能性が示唆された。さらに、NIR 照射した耳介部と背部の組織学的差異より、NIR に対する皮膚応答性には部位特異性があるものと推察される（図2）。

今後、本 NIR 照射装置を駆使することで *in vivo* および *in vitro* の両面から NIR に対する機能的・組織学的応答性を指標に皮膚に対する NIR の生物活性を解明する予定である。さらに、NIR の功罪作用を分離すべく NIR 照射のエネルギー量、波長、時間、方法の最適条件を検証することで、皮膚への有益な NIR 照射利用法が提言できるものと期待される。

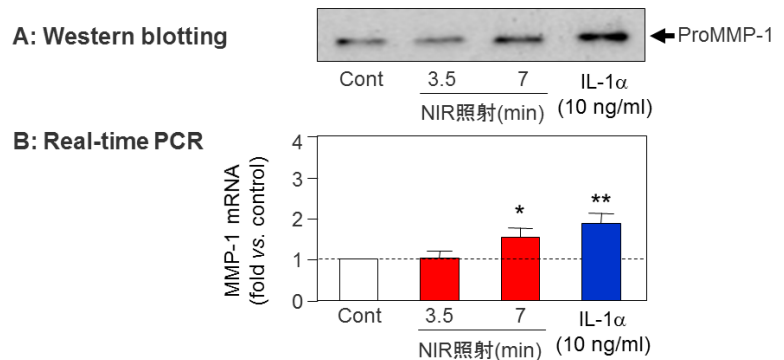


図1 NIR照射した培養ヒト皮膚線維芽細胞におけるproMMP-1産生(A)およびその遺伝子(B)発現促進  
\*p<0.05, \*\*p<0.01 vs. control (Cont).

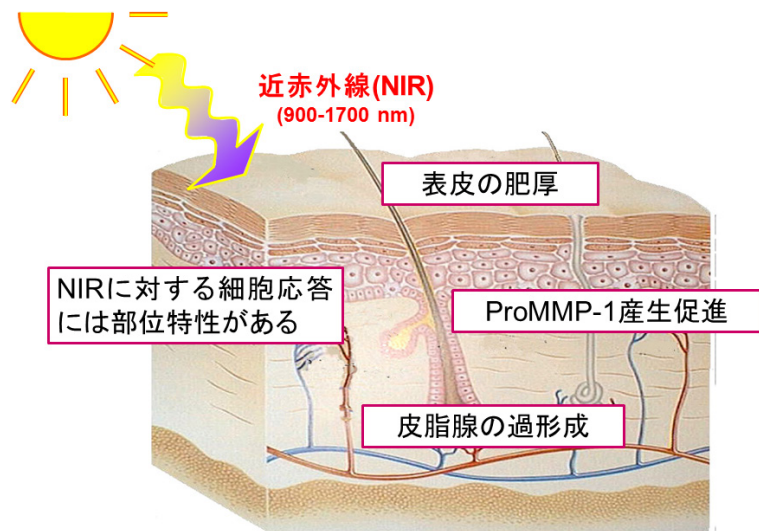


図2 NIR照射による皮膚応答性

# 各種化粧品及び化粧品材料の近赤外線遮断効果 測定結果及びレンズ・フィルム素材の 試験的測定結果



東洋ビューティ株式会社 久間 将義  
株式会社ワイ・イー・ブイ 堀岡 義彦

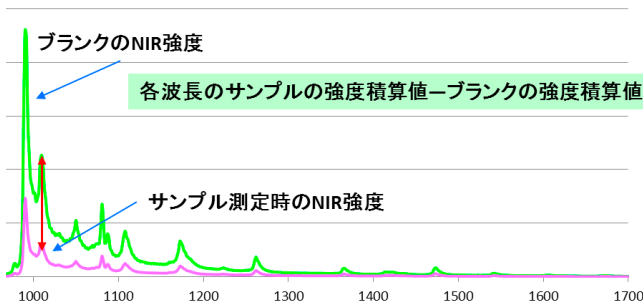
地上に到達する太陽光のエネルギーの約 50%を占める近赤外線（NIR）は、その生体透過性から医療機器へ活用される反面、発赤、水疱やしわ・たるみといった作用を引き起こすことが報告されており、NIR の光老化への影響もわかってきた。

日常生活において、NIR の生体への影響を防御するという観点から、NIR に対する遮断製品の開発が必要である。そのために NIR 遮断効果レベルを明確にし、そのための試験方法を確立することが必須である。

前回の研究会で、NIR 遮断効果の基準設定検討の一環として、評価試験に使用する NIR 照射装置の開発、

ならびに NIR 遮断成分及び遮断製剤に関する評価方法の開発について報告した。今回は、その評価方法による測定結果及びレンズ・フィルム素材の測定結果について併せて報告した。

前回使用した NIR 照射装置により、900nm ~ 1700nm の範囲の波長で測定し、各 blanks の強度を差し引いてから積算した



値を用いた。更に、その NIR 強度の積算値と blanks の NIR 強度の積算値から NIR 遮断率 (%) を求めた。各種測定結果から、測定波長範囲の NIR 遮断率が 70%以上であれば NIR 遮断効果が高いといえると判断した。

環境因子やサンプル状態により NIR 強度に影響が生じるため、影響の少ない機器や測定方法の設定が必要である。

$$\text{NIR遮断率 (\%)} = (\text{NIRを遮断している部分の面積 (積算値)}) / (\text{ブランクの面積 (積算値)}) \times 100$$

解析例

※波長900~1700nmの間の面積

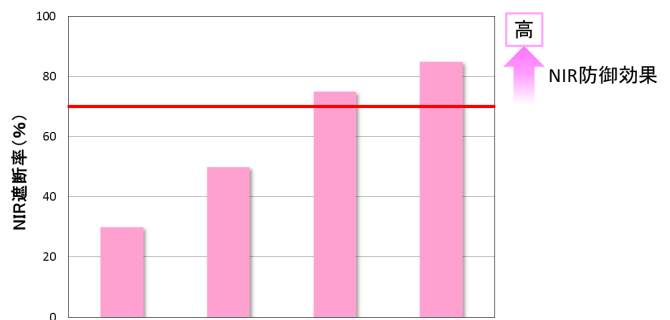


図2. NIR遮断効果の判定基準

種々の化粧品材料を測定した結果、①今回測定したサンプルの中では長波長 UV を吸収する成分に NIR 遮断効果は見られなかった、②分子量が大きい成分は NIR 遮断効果が期待できる、③酸化チタンや酸化亜鉛等の UV 散乱剤は高い NIR 遮断効果があった、④スクリーニングしていく中で NIR 遮断効果の高い材料が見出された、など NIR 遮断効果に関する種々の材料の傾向がわかってきた。

化粧品については「日焼け止め」に絞って製剤を測定した結果、同じ SPF・UVAPF 表示の製品であっても処方や剤型が違ふことで NIR 遮断効果が違ふことがわかった。さらに、NIR 遮断効果が高かった材料を配合した製剤について、濃度依存的にその NIR 遮断効果が高くなることがわかった。

化粧品だけでなく、各種レンズ・フィルムに関して、試験的に測定した結果を報告した。材質等が違ふことによって NIR 遮断効果にも差があることが判明した。

今後は本試験法を活用し NIR 遮断効果を明確にすることにより、各種製品において差別化が可能になる。そして、有効な NIR 遮断成分及び NIR 遮断製品の更なる開発が進むことが期待される。

# 「近赤外線研究における “近赤外組成イメージングシステム”の活用について」

住友電気工業株式会社

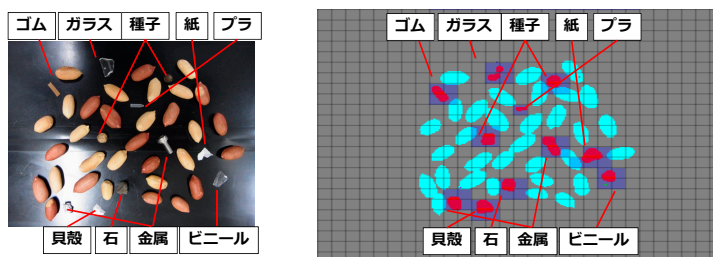
木村 太一



近年、製菓業界や食品業界を始めとする多くの製造現場での安全管理や品質管理の重要性が高まっている。また、医療業界においては、患者の負担を軽減する非侵襲な診断、治療技術がますます求められるようになってきた。このような状況の中、近赤外線は非破壊で組成情報を読み取る技術として昨今注目されている。本講演では、近赤外線を使った応用の中でもイメージング事例を中心に紹介した。

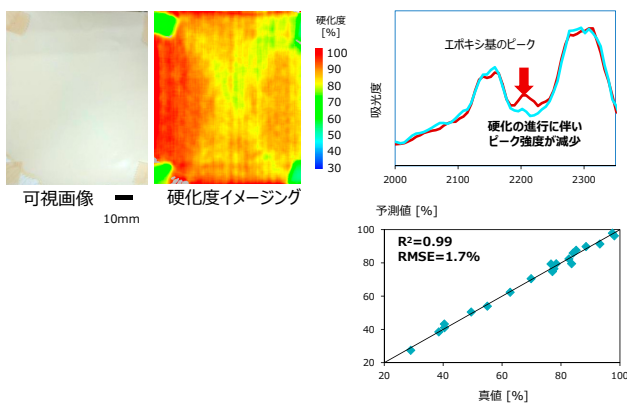
近赤外線は波長 800 ~ 2500nm の光を指す。この波長帯域には、水、脂質、タンパク質などの有機物に由来する振動吸収の倍音や結合音が存在するため、これらを組合せることで多様な物質の組成の違いを判別することができる。当社は光通信用半導体で培った技術を応用し、InP 基板上に InGaAs/GaAsSb を積層させたタイプII 量子井戸構造を開発した。これにより、低ノイズ性を維持したまま、1000 ~ 2,350nm の広帯域感度を有する素子の実用化に成功した。この受光素子を用いた近赤外分光カメラは、空間方向に 320 画素で受光し、1 秒間に最大で 320 枚のライン情報を取得することが出来、これを組み合わせることで、2次元画像の各画素毎にスペクトルデータを有する、いわゆる「ハイパースペクトル」データを取得することが可能である。このハイパースペクトルデータを解析することにより、画素単位での物質の同定や濃度分析などを行うことができる。この技術を応用し、コンベア上を流れる異物や状態変化の全数検査を行うシステムの供給も実現している。研究分野では、大学や研究部門と連携しつつ、樹脂の硬化度の可視化や、生体の静脈可視化などの検討も進めている。

## ピーナッツと異物の判別

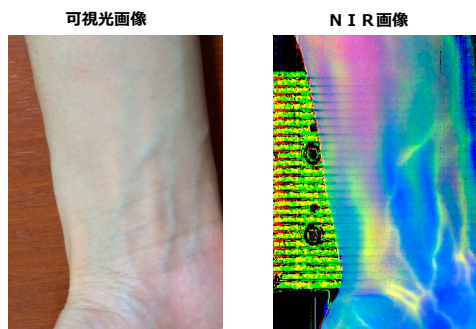


水色部：良品として判定したエリア  
赤色部：異物として判定したエリア

## 樹脂硬化度の可視化

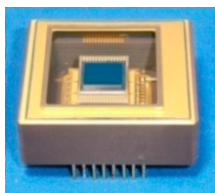


## 静脈の可視化

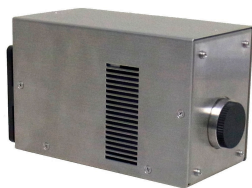


近赤外線は組成情報を非破壊で可視化できる技術として非常に有望である一方、得られたスペクトルの解釈が難しく、微量分析においては対象物のバラつき、環境要因も考慮したロバスト性の高い判別アルゴリ

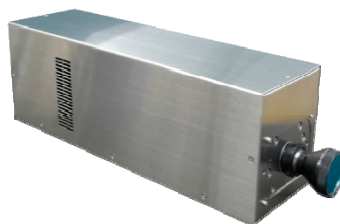
ズームが必要である。これら基礎データの蓄積をサポートするため、当社では解析ソフトウェアも標準搭載した研究用装置を開発した。数秒で広範囲をスキャンでき、得られたデータから任意のポイントのスペクトル情報を抽出し、解析することができる。分布を計測する上でノイズとなる光量ムラを除去するため、均一照射光源を採用し、光学系も最適化している。



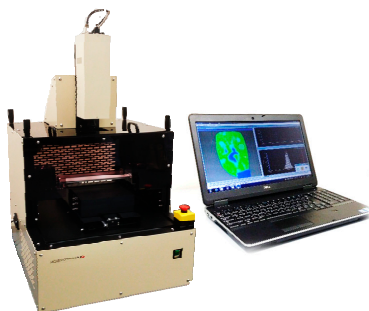
InGaAs/GaAsSb  
タイプII 量子井戸センサ



近赤外カメラCV-N800

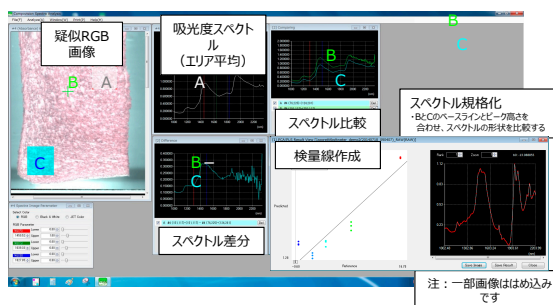


近赤外分光カメラCV-N800HS



近赤外組成分布測定器 CV-LB01

測定・解析ソフトウェア



近赤外線は古くから活用されてはいるが、すべての功罪が解明されているわけではない。近赤外線の持つ“功”を広く普及させていくため、引き続き、多分野の大学・研究部門と連携し、基礎研究の充実と実用化に取り組んでいく。

【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

【研究会の予定】

第6回近赤外線研究会

日時：2015年9月12日（土）

会場：コンベンションルーム AP 品川アネックス  
東京都港区高輪3丁目23番17号 品川センタービルディング地下1階

第7回近赤外線研究会

日時：2016年4月2日（土）

会場：コンベンションルーム AP 品川アネックス  
東京都港区高輪3丁目23番17号 品川センタービルディング地下1階

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