

紫外線最長波領域「Deep UVA」(波長 370 ~ 400nm) の可視化に成功！
**地上に届く紫外線 UVA の約 50%を占める
 「Deep UVA」が肌深部へ到達することを確認**

平成 26 年 11 月 13 日

富士フイルム株式会社(社長：中嶋 成博)は、地上に届く紫外線 UVA の約 50%を占める最長波領域「Deep UVA」(波長 370 ~ 400nm) の肌内部への到達状況を、独自計測技術によって世界で初めて*¹ 可視化することに成功しました。

当社はこれまで、皮膚深層部にダメージを与えてシミ・しわ・たるみなどの原因となる紫外線 UVA の中でも、最長波領域の「Deep UVA」に着目し、研究を続けてきました。その過程において、平成 23 年には世界で初めて「Deep UVA」を効果的に防御することができる有機無機ハイブリッド型紫外線防御剤「D-UV ガード」*²を開発しています。

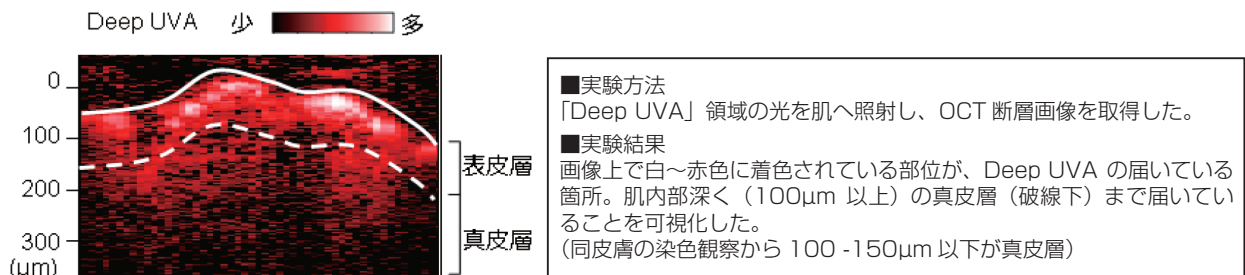
今回当社は、紫外線の肌内部への到達状況を可視化できる「ワンショット紫外可視分光 OCT」*³と、「Deep UVA」の透過状況を確認できる「D-UVA 可視化システム」という、2つの新たな画像計測技術を開発しました。これらの技術を用いて、肌深部にある真皮層まで「Deep UVA」が届く様子(図 1)と、「Deep UVA」が日常のシーンにおいて、屋外だけでなく屋内や車内などでも肌に降り注いでいること(図 2)を可視化して確認することに成功しました。また、当社「D-UV ガード」が「Deep UVA」を効果的に防御することも改めて確認しました(図 3、4)。

当社は、今回の研究成果や「D-UV ガード」を、紫外線による老化を防ぐスキンケア化粧品に応用していきます。

研究成果

(1) 「Deep UVA」が肌内部深く(100 μ m 以上)の真皮層まで届いていることを世界で初めて可視化。

【図 1】「ワンショット紫外可視分光 OCT」による肌への「Deep UVA」到達状況の可視化像



(2) 「D-UVA 可視化システム」により、オフィスの窓際と車内において「Deep UVA」が窓を透過している様子を可視化。

【図 2】「D-UVA 可視化システム」による、オフィスの窓際 / 車内における「Deep UVA」透過の様子

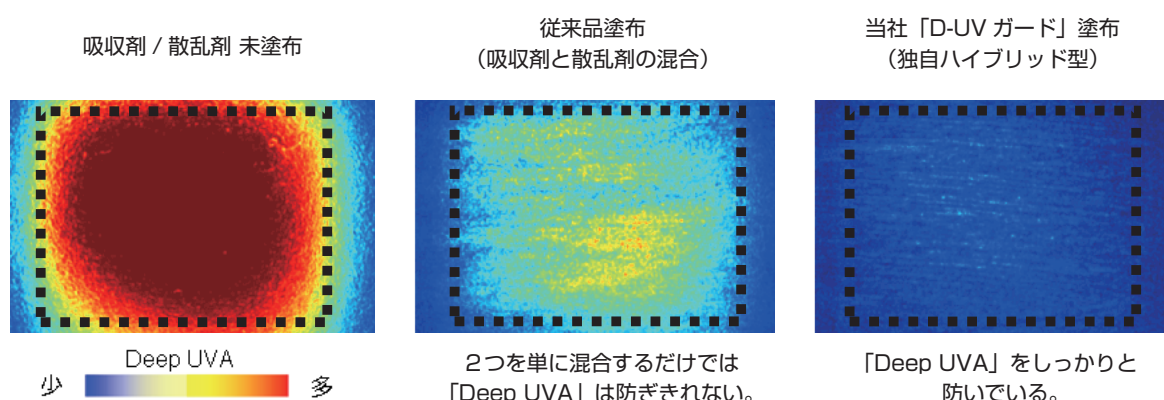


- (3) 当社が開発した「D-UV ガード」の「Deep UVA」防御効果を、「ワンショット紫外-可視分光 OCT」と「D-UVA 可視化システム」で可視化に成功。

D-UVガードとは

平成 23 年に、世界に先駆けて当社が開発した独自の「Deep UVA」紫外線防御剤。
 紫外線防御剤には、紫外線吸収剤と散乱剤を組み合わせる配分が一般的です。しかし、単に両者を併用するだけのこれまでの技術では「Deep UVA」を防御するに至っていませんでした。当社は、紫外線吸収剤と散乱剤を独自工程によりハイブリッド化し、今まで防ぐことのできなかつた「Deep UVA」を 90%以上防御できる「D-UVガード」を開発しました。

【図3】「D-UVガード」の「Deep UVA」防御効果（「D-UVA 可視化システム」によって確認）



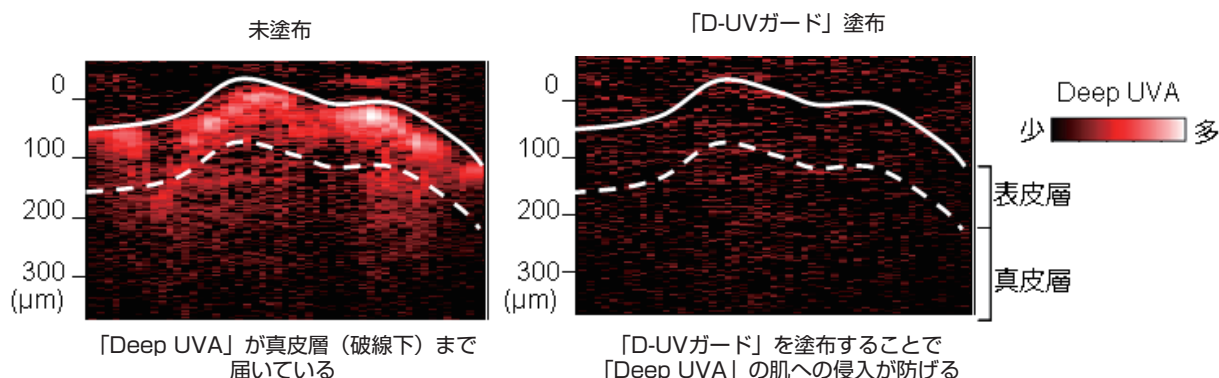
■実験方法

透明性の高いプラスチック（PMMA）板に「吸収剤と散乱剤を単純に混合しただけの従来品」と「D-UV ガード」をそれぞれ塗布して、「Deep UVA」の透過度合いを「D-UVA 可視化システム」により評価した。強度解析ソフトにより「Deep UVA」が多い所を赤色、少ない所を青色で示した。

■実験結果

吸収剤と散乱剤を単純に混合しただけでは「Deep UVA」をカットしきれないが、ハイブリッド型の当社「D-UVガード」は「Deep UVA」をしっかりと防ぐことができていることを確認した。

【図4】肌における「D-UVガード」の「Deep UVA」防御効果（「ワンショット紫外-可視分光 OCT」によって可視化）



■実験方法

透明性の高い石英板に「D-UV ガード」を塗布して皮膚サンプル上に設置し、「Deep UVA」の肌への侵入度を「ワンショット紫外-可視分光 OCT」で評価した。

■実験結果

「D-UV ガード」を塗布することで「Deep UVA」の肌への侵入が防げることを確認した。

- ※ 1 : 平成 26 年 11 月 12 日時点。
 ※ 2 : 平成 23 年に世界に先駆けて開発した当社独自の「Deep UVA」紫外線防御剤。有機化合物である「紫外線吸収剤」と微粒子無機粉体である「紫外線散乱剤」の異なる機能を持った紫外線防御剤を機能的に結合させたことにより、それぞれの製剤では実現できなかった紫外線吸収の長波化を実現。「Deep UVA」を効果的に防ぐことを可能にした。ハイブリッド化とは、2つの異なる性質をもったものを機能的に複合化し、新たな機能を付与すること。
 ※ 3 : OCT（光干渉断層画像、Optical Coherence Tomography）技術とは、光同士が重なった時に、お互いの振動の力を強め合ったり打ち消し合ったりする「干渉」という性質を用いて深さ方向の情報を取得し、非侵襲で（身体を傷つけることなく）生体組織の精密断層画像を得る技術。

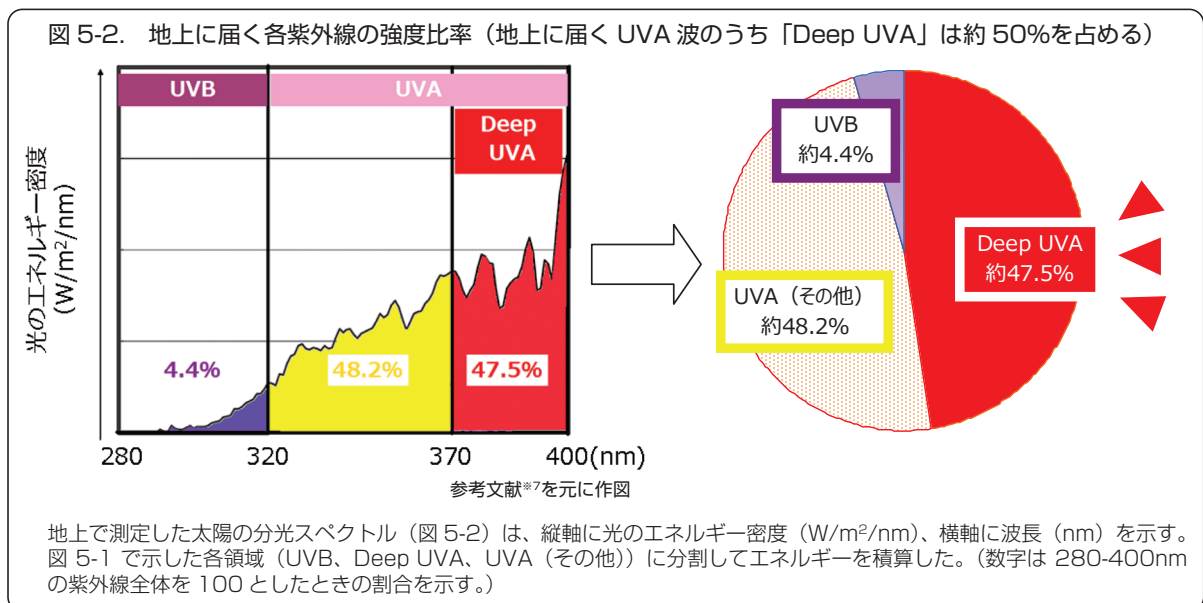
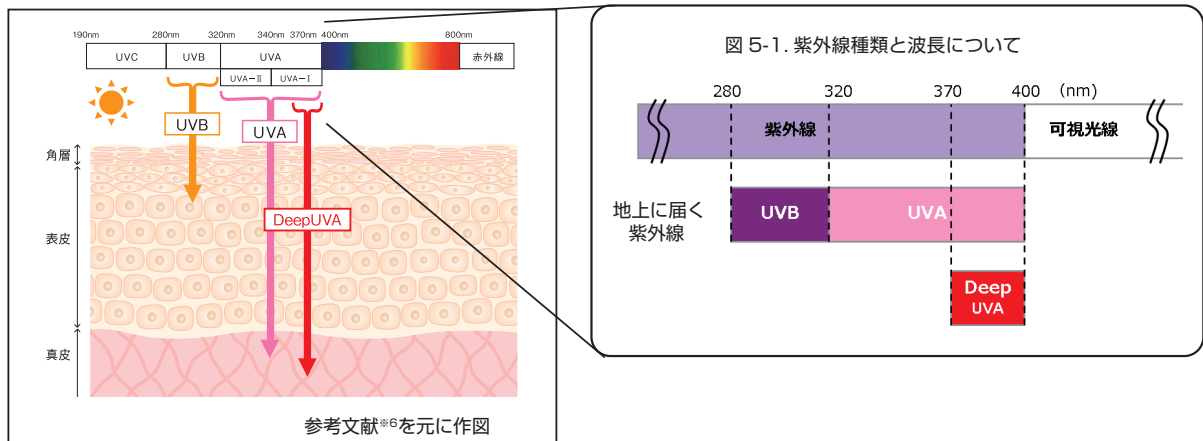
研究の背景

紫外線は、地球に到達する太陽光線のうち、通常 190～400nm の電磁波を指し、波長の短い方から、C 波紫外線 (UVC、280nm 以下)、B 波紫外線 (UVB、280～320nm)、A 波紫外線 (UVA、320～400nm) に分類されます (図 5)。このうち UVC については、オゾン層で遮られ地上には到達しません。地上に到達する紫外線は、UVB と、UVA です。

UVB は、肌の表皮に到達して発熱や発赤などの炎症を引き起こし、さらに日焼けやシミの原因となります。UVA は、肌深部の真皮まで到達し、サイトカイン*⁴ を介して炎症を惹起させ、コラーゲン分解酵素 MMP*⁵ を産生させることでハリ低下、シワ、たるみ、くすみの原因となります。この UVA によるダメージは近年、光老化として注目されており、それを予防する UV ケアが重要といわれています。当社は、この UVA の中で最も長波長の領域 (370～400nm) に着目し、「Deep UVA」領域と名づけました。「Deep UVA」の照射量は地上で確認できる紫外線 A 波の照射量総量の約 50%を占めることがわかっています (図 5-2)。

しかし、「Deep UVA」を含む紫外線は目に見えず、日常のどのような場面での UV ケアが有効なのか、また、実際に肌の奥深くまで「Deep UVA」が届いているのかは、有効な計測手段がなく、可視化して確認することができませんでした。そこで当社は「Deep UVA」を測定する技術の開発に着手し、独自の解析技術の活用で「Deep UVA」を可視化する新たな測定系の構築を試みました。

【図 5】 地上に届く紫外線 (UVA、UVB) について



地上で測定した太陽の分光スペクトル (図 5-2) は、縦軸に光のエネルギー密度 (W/m²/nm)、横軸に波長 (nm) を示す。図 5-1 で示した各領域 (UVB、Deep UVA、UVA (その他)) に分割してエネルギーを積算した。(数字は 280-400nm の紫外線全体を 100 としたときの割合を示す。)

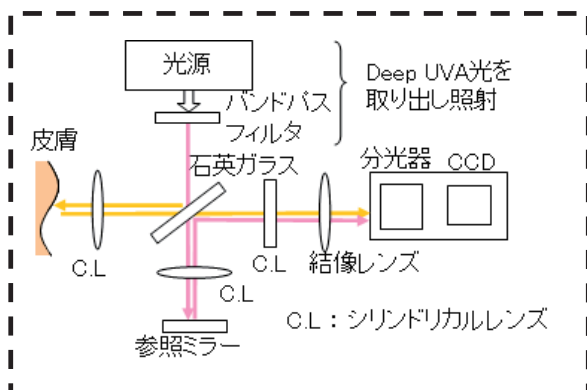
「ワンショット紫外可視分光 OCT」について

光は重なり合った時に、お互いの強度（振幅）を強め合ったり打ち消し合ったりする「干渉」という性質を持ちます。ワンショット紫外可視分光 OCT は、参照ミラーを動かすことなく、波長固定光源と分光器を用いて光干渉を行うスペクトラルドメイン型で、肌の内部から戻ってきた測定光を参照光と干渉させることで、測定光の深さ方向の分布を計測し、非侵襲で身体を傷つけることなく、生体組織深くの断層画像を得られる装置です。本装置は「Deep UVA」の領域の光を照射するように調整し、肌への「Deep UVA」の深さ方向の分布を明らかにできるように開発しました（図 6）。

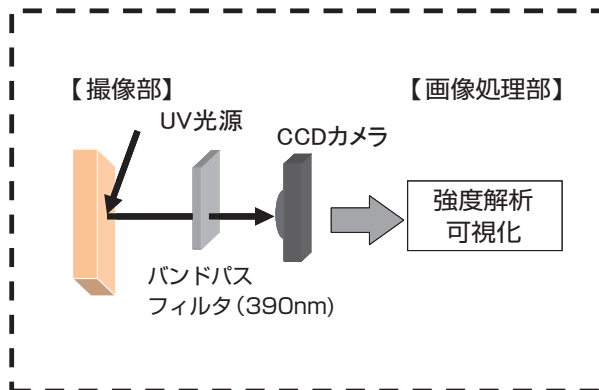
「D-UVA 可視化システム」について

近紫外線領域を撮像できる特殊用途のカメラに、「Deep UVA」波長帯域光のみを透過させるフィルタ（バンドパスフィルタ）を設置して撮影しました（図 7）。さらに光の強度をコンピューターで解析し、強度分布を着色した一連のシステムを新たに開発しました。

【図 6】「ワンショット紫外可視分光 OCT」の光学系



【図 7】D-UVA 可視化システム



- ※ 4 : サイトカインとは、細胞から分泌され、別の特定の細胞に炎症などの情報を伝達するタンパク質。
- ※ 5 : MMP とは、Matrix metalloproteinase (マトリックス メタロプロテアーゼ) の略称で、コラーゲンなどの細胞外にある構造タンパク質を分解する酵素の総称。
- ※ 6 : Timares, L, et al. (2008). "DNA damage, apoptosis and langerhans cells--Activators of UV-induced immune tolerance." Photochem Photobiol 84(2): 422-436. を参考に作図。
- ※ 7 : Tsujimoto, T, et al. (2006). "Development of an Evaluation Method of Photo-Stability for House Interior Materials I ." Mokuzaishi Gakkaishi 52(3):145-152. を参考に作図。

本件に関するお問い合わせは、下記にお願いいたします。

<報道関係>

富士フィルム株式会社 コーポレートコミュニケーション部

TEL 03-6271-2000

<今回の研究に関するお問い合わせ>

富士フィルム株式会社 ライフサイエンス事業部 PR

TEL 03-6271-2252