

# サンスクリーン剤紫外線遮蔽能の *in vitro* 評価法に向けて開発された新技術

応用化学科  
朝倉 浩一



## サンスクリーン剤の性能表示



ヒトの背中に紫外線を照射する *in vivo* 法  
(高コスト、長時間、ヒトで実験するための倫理的配慮が必要)

## SPF(紫外線防御指数)

UV-B波(290~320nm)に対する防御指標  
皮膚が紫外線を浴びた際に紅斑が生じるまでの時間を何倍引延ばせるか

## PA(A波紫外線防御指標)

UV-A波(320~400nm)に対する防御指標  
黒化防止効果が +:ある, ++:かなりある, +++:非常にある, ++++:極めて高い



望まれる 代替となる *in vitro* 性能評価法 の開発

(*in vitro* 法: 基板上に規定量の試料を塗布して UV透過度を測定)

現状: *in vitro* SPF 評価法 → ISO法は未確立

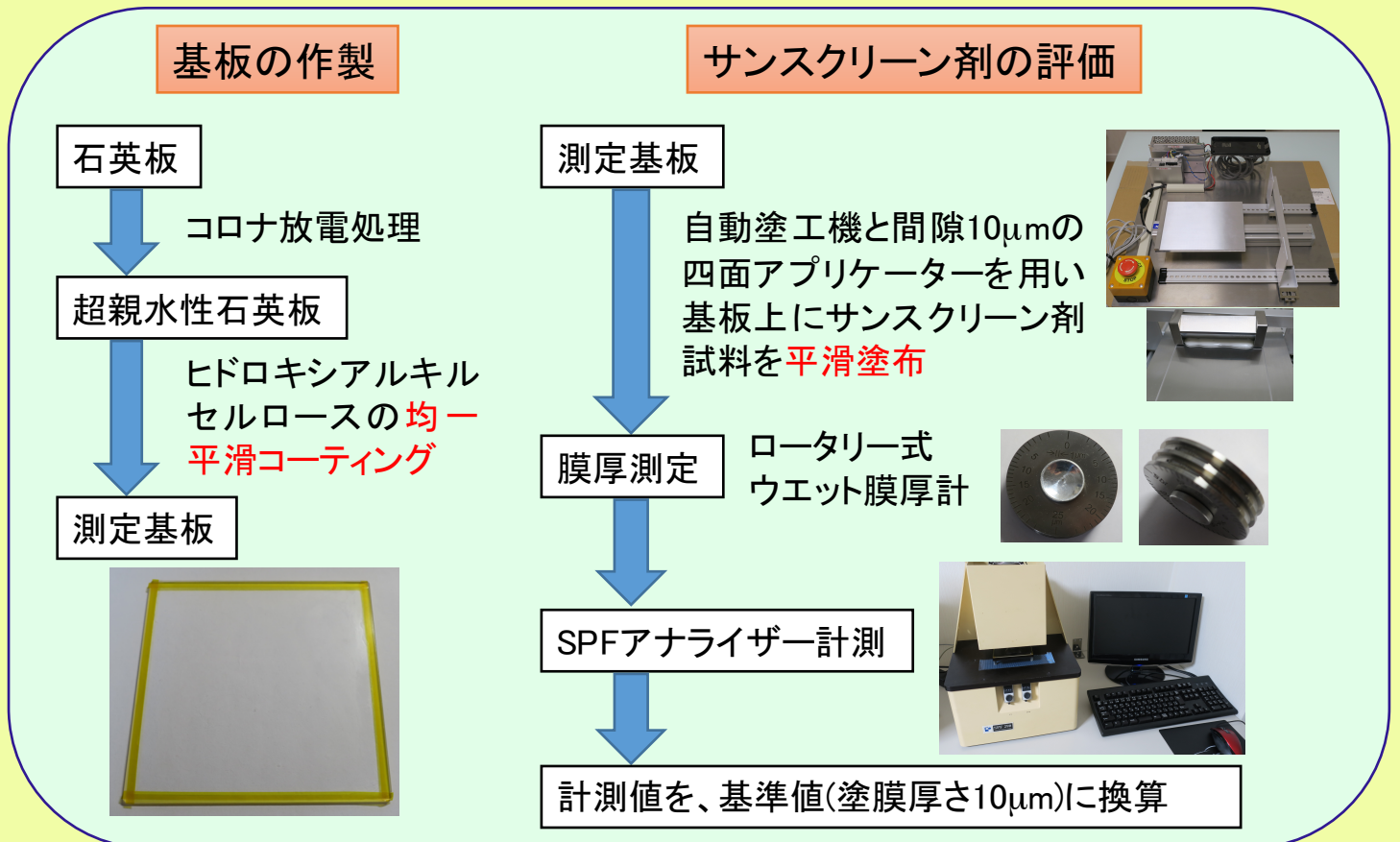
*in vitro* PA 評価法 → ISO法はあるが、日本化粧品工業連合会は未承認

## 本日紹介のサンスクリーン剤の紫外線遮蔽能の新規 *in vitro* 評価法

学会発表: 2019年9月 日本油化学会第58回年会

プレスリリース: 週刊エコノミスト(毎日新聞出版) 2019年10月22日号

(慶大・黒田総技研・コスモステクニカルセンター)

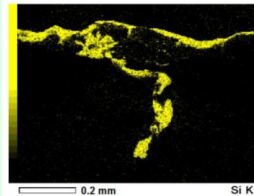


## 【本技術の優位性】

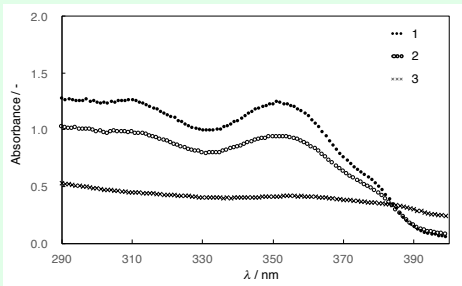
- O/Wエマルション系などの水性サンスクリーン剤の *in vitro* 性能評価が可能
- 基板の表面形状がもたらす影響を排除し純粋に試料の性能評価が可能

### 既存の*in vitro*測定法の問題点

ISO法測定用の  
表面の粗いPMMA基板  
基板表面粗さのため

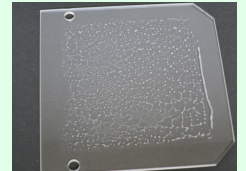


↓  
同量の紫外線吸収剤であっても、試料体積  
が異なる  
だけでUV  
吸光度に  
大きな変動

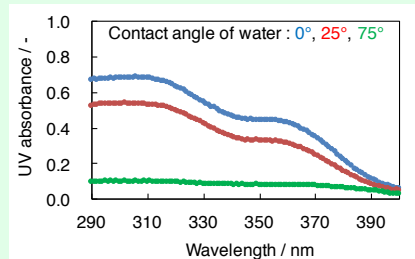


*J. Oleo Sci.* **68**(2),  
175-182 (2019).

使用感の良さから  
近年人気の  
水性サンスクリーン剤



↓  
通常は基板表面ではじかれてしまい  
塗布不能 → 紫外線遮蔽能測定困難



*IFSCC Magazine*  
**21**(2), 53-57  
(2018).

## 【本技術による測定結果】

### 測定試料

番号	タイプ	<i>in vivo</i> SPF	PMMA板での測定
1	ジェル	56	×
2	クリーム	55	○
3	ジェル	52	×
4	クリーム	25	○
5	ミルク	15	○
6	ミルク	4	○

### *in vitro* SPF の計算

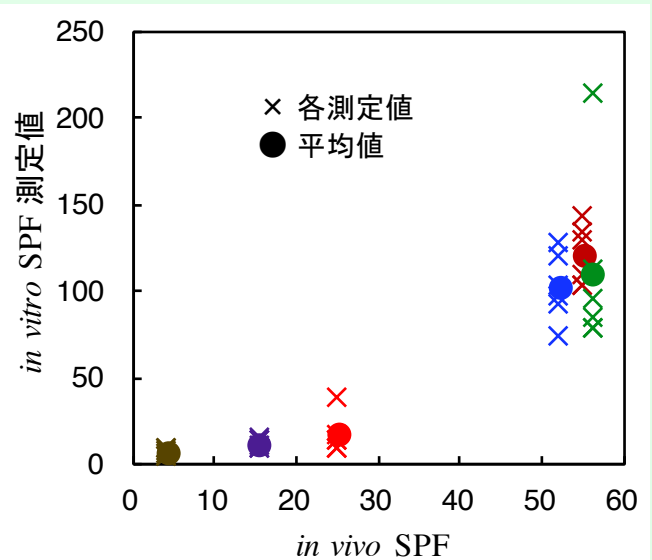
$$SPF_{in\ vitro} = \frac{\int_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) I(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) I(\lambda) 10^{-A(\lambda)} d\lambda}$$

$E(\lambda)$ : 紅斑係数、 $I(\lambda)$ : 照射強度、 $A(\lambda)$ : 吸光度  
(波長 $\lambda$ における)

*in vivo* SPF と高い相関性 →

### *in vitro* SPF 測定値 と

### *in vivo* SPF の比較



ご来場の各社様、お持ちのサンスクリーン試料のSPFを実際にこの方法で  
*in vitro* 評価してみませんか！

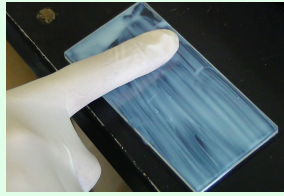
### ご参加いただくための条件

- i) *in vivo* SPF 値が測定済み ii) 論文公刊の際に共著者になることができる

【本技術の開発で難しかったこと その1 : **サンスクリーン剤試料の平滑塗布**】

・ **サンスクリーン剤試料を塗布する際のヴィスコスフィンガリング現象**

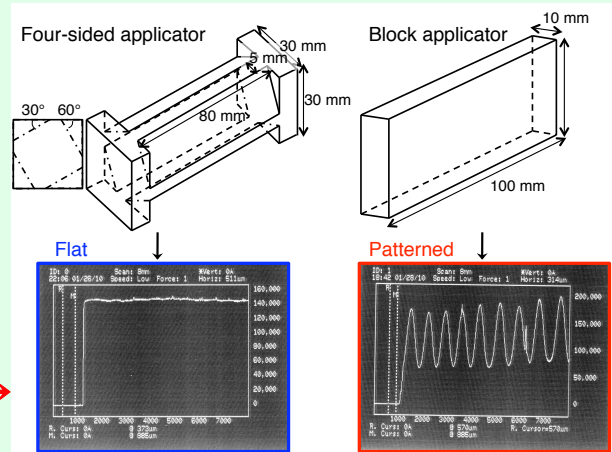
サンスクリーン剤をはじめとした粘性液体を塗布すると、通常、ヴィスコスフィンガリング現象により、空間周期ストライプパターンが発生



*J. Phys. Chem. B* **112**(4), 1163-1169 (2008).  
*J. Oleo Sci.* **59**(2), 89-94 (2010). 特許第5283819号.

**四面アプリーケーターによる塗布で → ストライプパターンの発生が抑制**

*Skin Pharmacol. Physiol.* **27**(5), 254-262 (2014).  
*Photochem. Photobiol.* **92**(4), 637-643 (2016).



WO2018/047707(日本、米国、欧州への各国移行済み) 特許第5825654号.

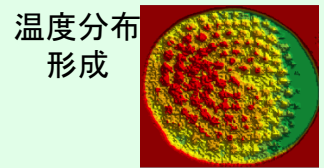
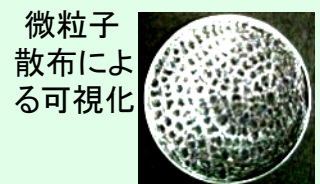
【本技術の開発で難しかったこと その2 : **ヒドロキシアルキルセルロースの均一平滑コーティング**】

・ **ヒドロキシアルキルセルロース水溶液が乾燥する際のパターン形成**

乾燥ヒドロキシアルキルセルロースが中心に集中 周辺に集中 四隅に集中 同心円状パターンを形成

乾燥過程の溶液に発生した対流パターン

液膜からの溶媒揮発



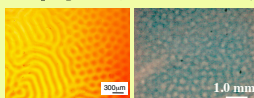
**通常は、余程の工夫をしても、均一平滑コーティングは困難**

**ヴィスコスフィンガリング現象 & 乾燥パターン形成**  
 いずれも平衡から遠く離れた条件下で自発的に発生する動的界面現象

動的界面現象の制御には**1977年ノーベル化学賞の散逸構造**  
 (平衡から遠く離れた系の自己組織化)の概念が必要

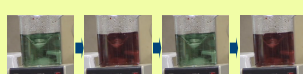
【本出展者の動的界面現象以外の散逸構造の研究】

空間パターン形成



*J. Phys. Chem. B* **115**(14), 3959-3963 (2011).

化学振動



*Chem. Phys. Lett.* **555**, 300-305 (2013).  
*Chem. Phys. Lett.* **645**, 210-214 (2016).

キラル対称性の破れ転移

*J. Phys. Chem. A* **104**(12), 2689-2694 (2011).  
*Acc. Chem. Res.* **34**(12), 946-954 (2001).

# [ブース81] サンスクリーン剤紫外線遮蔽能の *in vitro* 評価法に向けて開発された新技術

応用化学科  
朝倉 浩一



asakura@aplc.keio.ac.jp

## 本日紹介のサンスクリーン剤の紫外線遮蔽能の新規 *in vitro* 評価法

(慶大・黒田総技研・コスモステクニカルセンター) 学会発表:2019年9月 日本油化学会第58回年会  
プレスリリース:週刊エコノミスト(毎日新聞出版) 2019年10月22日号(裏面は、そのコピー)

サンスクリーン剤の性能表示 **SPF(紫外線防御指数)、PA(A波紫外線防御指標)**

ヒトの背中に紫外線を照射する *in vivo* 法(高コスト、長時間、ヒトで実験するための倫理的配慮が必要)

望まれる代替となる *in vitro* 性能評価法(基板上に規定量の試料を塗布してUV透過度を測定)の開発

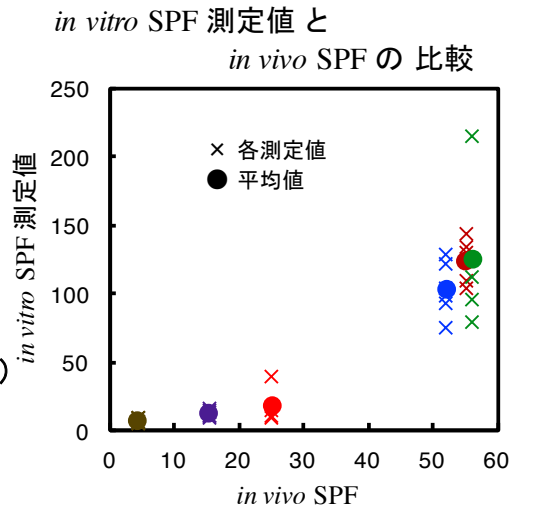
### 【既存の *in vitro* 測定法の問題点】

- ISO法測定用PMMA基板の表面粗さのため同量の紫外線吸収剤であっても、試料体積が異なるだけでUV吸光度に大きな変動 (*J. Oleo Sci.* 68(2), 175-182 (2019).)
- 使用感の良さから近年人気の水性サンスクリーン剤は、通常は基板表面ではじかれてしまい塗布不能、したがって紫外線遮蔽能測定困難 (*IFSCC Magazine* 21(2), 53-57 (2018).)

【本技術の優位性】 **O/Wエマルジョン系などの水性サンスクリーン剤の *in vitro* 性能評価が可能**  
基板の表面形状がもたらす影響を排除し純粋に試料の性能評価が可能



測定試料				
番号	タイプ	<i>in vivo</i> SPF	PMMA板での測定	
1	ジェル	56	×	
2	クリーム	55	○	
3	ジェル	52	×	
4	クリーム	25	○	
5	ミルク	15	○	
6	ミルク	4	○	



***in vivo* SPFと高い相関性 →**

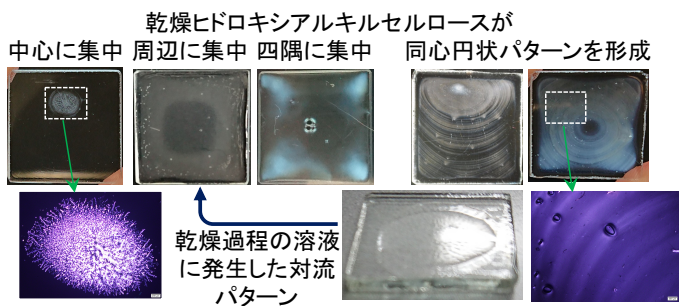
関連特許 WO2018/047707(日本、米国、欧州への各国移行済み)  
特許第5825654号。

**ご来場の各社様、お持ちのサンスクリーン試料のSPFを  
実際にこの方法で *in vitro* 評価してみませんか！**

↑ ご参加いただくための条件 i) *in vivo* SPF 値が測定済み ii) 論文公刊の際に共著者になることができる

### 本技術の開発で難しかったこと: 平衡から遠く離れた条件下で自発的に発生する動的界面現象の制御

#### ヒドロキシルアルキルセルロースの均一平滑コーティング



通常は、余程の工夫をしても、均一平滑コーティングは困難

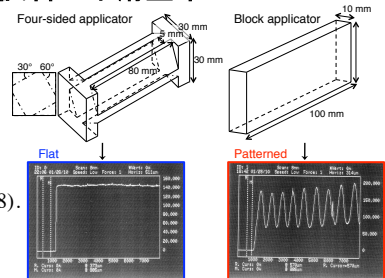
#### サンスクリーン剤試料の平滑塗布

サンスクリーン剤をはじめとした粘性液体を塗布すると、通常、ヴィスコスフィンガリング現象により、空間周期ストライプパターンが発生

*J. Phys. Chem. B* 112(4), 1163-1169 (2008).  
*J. Oleo Sci.* 59(2), 89-94 (2010).  
特許第5283819号。

特許第5825654号。

*Skin Pharmacol. Physiol.* 27(5), 254-262 (2014).  
*Photochem. Photobiol.* 92(4), 637-643 (2016).



↑ 四面アプリーケーターによる塗布でストライプパターンの発生が抑制

# 慶應大学らと共同で、新たな

# UV防御効果測定技術を開発

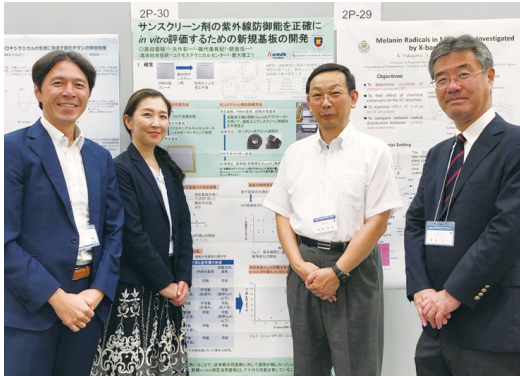
化粧品・医薬品などの開発支援などを手掛けているコスモステクニカルセンターは、化粧品の安全性や機能性を評価する事業を活性化している。その二環として進めてきた化粧品の紫外線(UV)防御機能評価に関する研究プロジェクトでは、このほど、日焼け止め化粧品によるUV防御効果を、人体の使用はせず、より正確に数値化できる新規評価方法の開発に成功した。今後の動向に注目が集まっている。

## 主流の日焼け止め水系製剤でも測定可能

同プロジェクトは慶應義塾大学理工学部の朝倉浩一教授を中心に、同社のほか黒田総合技術が参画しており、3年前の2016年に発足した。開発に漕ぎ着けた今回の技術案件については、9/24~26に東京海洋大学で開催された日本油化学会第58回年會にて発表されたほか、すでに国際特許を出願しており、世界市場をにらんだ取り組みも始まっている。今回同プロジェクトが開発した技術は、代表的な日焼け止め製品とし

て知られる、サンスクリーン剤市場で主流となっている水系製剤でも、SPFやPAといったUV防御指標の測定を可能としたことが大きな特徴となっている。従来、サンスクリーン剤に表示されるUV防御指標をあらわす表示の測定は、人の背中にUVを照射して計測されており、手間と時間が掛かりすぎてしまうことに難点があった。人体を

試験に使うことへの倫理的懸念なども取り沙汰されている。



開発プロジェクト (右端が朝倉教授)

また、欧州にて開発された代替測

定法はアクリル系の疎水性材料を使用しているため、水系製剤が測定基板上で弾かれてしまい、正確な測定ができない点や、測定値が種々の要因で変化しやすい問題もあった。

## 相乗効果で高精度測定技術の進化に期待

これらの現状を鑑み、同プロジェクトでは水系製剤でも測定が可能で、人による影響を排除できる機械塗工による測定方法の開発を進めてきた。今回の開発では、専用の塗工装置と測定基板の試作に成功しており、これらを組み合わせて使用することで、これまではない高い精度での測定結果が得られている。

新たに開発された技術を利用



新開発されたUV防御効果測定用塗工装置

用することで、人体を試験体として使用しなくてもより簡単に素早く、サンスクリーン剤製品のUV防御効果の判定が高精度で可能となる。また、製品開発に応用すれば製品の機能向上にも繋がる注目がされている。

同プロジェクトにおいて同社は、関連素材の開発や提供などを担っており、今後は素材開発などと共にこの技術を用いたサービスそのものの提供を事業化していくとしている。塗工装置を含む測定機械および測定基板の設計や製作は黒田総合技術が担当しており、こちらの開発もさらに進めば相乗効果を得られることで、より精緻された技術へと発展していくことが期待されている。

【本件に関するお問い合わせ先】  
株式会社コスモステクニカルセンター <https://www.ns-cosmos.co.jp/>