

◆◆◆ Topics

... p.2

新規事業推進本部の活動とラドテック研究会のさらなる活性化に向けて

一般社団法人ラドテック研究会 代表理事代行
早稲田大学先進理工学部 准教授 須賀 健雄

◆◆◆ New Technology

... p.3

パーオキサイド系光重合開始剤の特性とその応用

日油株式会社 研究本部 新規事業開発室
主査 小島 章世

パーオキサイド（有機過酸化物）は分子内に過酸化結合（O-O）を持つ化合物であり、この過酸化結合は熱や光により開裂し、反応性に富む酸素ラジカルを生成する。本稿ではアクリル酸エステル等のラジカル重合性モノマーに対して、光硬化反応、熱硬化反応および光・熱デュアル硬化反応が可能であり、深部や暗部への硬化性に優れ、LED ランプ等単一波長の光源にも対応したパーオキサイド系光重合開始剤について紹介する。

◆◆◆ Planned Activities

... p.9

第 186 回ラドテック研究会講演会

期 日：2024 年 8 月 30 日（金）13：00～16：40

会 場：早稲田大学 121 号館コマツ 100 周年記念ホール

今後の予定

10 月 第 187 回ラドテック研究会講演会

11 月 第 56 回 UV/EB 技術入門講座実践編（オンライン開催）

2025 年 1 月 第 188 回ラドテック研究会講演会

◆◆◆ News from RadTech

... p.9

第 184 回ラドテック研究会講演会報告

第 185 回ラドテック研究会講演会報告

第 10 期定時社員総会報告

日本接着学会第 62 回年次大会共催

◆◆◆ 有光がゆく

NEW

... p.11

第 1 回：株式会社スリーボンド

関連学会の紹介

編集後記

編集・発行

一般社団法人ラドテック研究会

〒 102-0082 東京都千代田区一番町 23-2
番町ロイヤルコート 207

Tel: 03-6261-2750 Fax: 03-6261-2751

E-mail: office@radtechjapan.orgURL: <http://www.radtechjapan.org/>

Edited and published by RadTech Japan

#207 Bancho Royal Court, 23-2 Ichiban-cho,
Chiyoda-ku Tokyo, 102-0082 Japan

Tel: 03-6261-2750 Fax: 03-6261-2751

N L 編集委員会

猿渡欣幸（委員長）、小川照彦、清原欣子、
酒井勝壽、佐々木あい、山本洋揮、鷲尾方一、 ↓ HP はこちらから ↓
事務局

編集協力業者

（株）テクノダ



※許可なく転載を禁止します。

入会案内

ラドテック研究会は、UV/EB 表面処理・加工に関連した技術の開発と確立を促進することを目的とし、国際的連携と会員間の情報交換相互理解を深め、関連した分野における調査・研究活動を行っています。UV/EB 表面処理加工に関する情報収集や、国内外への発信、相互理解を望んでいる多くの分野の方々への積極的な入会をお勧めしております。

研究会活動内容

- ①講演会、入門講座、勉強会および見学会の開催
- ②国際会議の開催
- ③ニュースレターの発行（年 4 回）
- ④年報の作成

会 費

法人会員 入会金 3 万円 年会費 9 万円
個人会員 入会金無し 年会費 1 万円
※但し個人会員は学・官界関係者とする

問い合わせ先

一般社団法人ラドテック研究会

Tel: 03-6261-2750 Fax: 03-6261-2751

E-mail: office@radtechjapan.org



Topics

新規事業推進本部の活動とラドテック研究会のさらなる活性化に向けて

一般社団法人ラドテック研究会 代表理事代行
早稲田大学先進理工学部 准教授 須賀 健雄



6月14日開催の総会にて、ラドテック研究会代表理事代行を拝命致しました。当研究会の会員として10年にも満たない若輩者の私が務めるには重責で、心許ないところもあるかと存じますが、経験豊富な理事、運営委員の皆様のご支援とご協力のもと、会員企業の皆様の声に耳を傾け、フレッシュな若手の立場から微力ながら当研究会の発展と会員企業の皆様への更なるサービス向上のために尽力して参ります。

ラドテック研究会との関わりを私なりに振り返りますと、新学術領域「元素ブロック高分子材料の創出」での繋がりをきっかけに松川フェロー（前会長）にお声掛け頂いた2016年に遡ります。当時、私はUV硬化反応に光精密ラジカル重合を組み合わせたコーティング材料の研究に取り組み始めた頃で、講演会、勉強会合宿の講師、RadTech Asia 2016への参加を経てラドテック研究会に入会しました。以来、運営委員や新規事業推進本部長として新規企画の立ち上げ、海外交流担当としてRadTech North AmericaやRadTech Europeとの連携、交流に取り組んで参りました。

当研究会の素晴らしさは、企業所属の運営委員・理事が主体的に関わり風通しの良い組織であること、UV/EB硬化技術に関わる最新情報を共有できる講演会、若手社員の教育・交流の場としての入門講座や勉強会などの充実したプログラム、長年に亘る当研究会の活動の積み重ねが醸成してきたネットワークの広さにあると感じております。また、アカデミアに身を置くものとしても会員企業の皆様との交流を通じ、開発動向を伺うことで、その基盤となり得る技術開発・研究テーマの着想、共同研究にも繋げることができ感謝する次第です。

さて、SDGsの推進に伴うカーボンニュートラル社会に向けて、製造業を取り巻く情勢も変革の時を迎えており、省エネ、CO₂排出削減に向けてUV/EB硬化技術の果たす役割の重要性も増しております。先日参加したEuropean Symposium of Photopolymer Science 2024でも欧米を中心とする3D(4D)プリンターに関わる活発な研究開発動向も目覚ましく、Structure-“Processing”-Property relationship(構造-プロセス-物性相関)のようにプロセスを加味したトータルの技術設計の重要性が多く議論されており、またUV/EB硬化技術だからこそ果たせる役割も強く認識しました。

新規事業推進本部としては、2023年度から日本接着学会主催の年次大会に共催で「UV/EB表面加工」セッションを設け、他の学協会との連携も深めています。また、2024年度からは若手研究者の交流や学生の取り込みを兼ねた新しい試みとして、講演会後の交流会を活用し、ポスター発表や会員企業の技術紹介、展示なども企画して参ります。また、海外交流担当としてRadTech Europe, RadTech North Americaの先生方の来日に合わせて講演会の一部にご参加頂く予定です。その他、若手で構成する新規事業推進本部から新しいアイデアを具体化し、企画を立ち上げて当研究会を活性化していきたいと思っておりますので、皆様のご意見、ご要望も是非お寄せください。今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。

RadTech Japan



Since 1986

New Technology



パーオキサイド系光重合開始剤の特性とその応用

日油株式会社 研究本部 新規事業開発室
主査 小島 章世

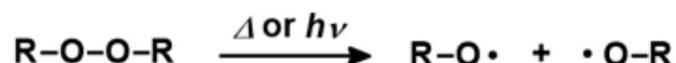
1. はじめに

光硬化技術は生産性向上や省エネルギー、環境保全の観点から、コーティングやインキ、接着剤等の多くの材料に利用されている。近年では要求特性の多様化とともに、100 μ m以上の厚い膜に対する硬化性（深部硬化性）や、光を遮断する黒色等の顔料を含む材料や電子部品や配線の下部等、光が届きにくい箇所に対する硬化性（暗部硬化性）が求められている。また、光硬化の光源は主に高圧水銀ランプが使用されてきたが、省エネルギーや瞬時点灯、低発熱、省スペース等の観点からLEDランプへの切り替えが進んでいる。本稿ではアクリル酸エステル等のラジカル重合性モノマーに対して、光硬化反応、熱硬化反応および光・熱デュアル硬化反応が可能であり、深部や暗部への硬化性に優れ、LEDランプ等単一波長の光源にも対応したパーオキサイド系光重合開始剤について紹介する。

1. パーオキサイドの特徴

パーオキサイド（有機過酸化物）は分子内に過酸化結合（O—O）を持つ化合物であり、この過酸化結合は熱や光により開裂し、反応性に富む酸素ラジカルを生成する（式1）。

式1



生成した酸素ラジカルは二つの代表的なラジカル反応を起こす。一つはモノマー等の二重結合への付加反応であり、スチレンモノマーやアクリルモノマーの重合開始剤、不飽和ポリエステル樹脂等の硬化剤として利用されている。もう一つのラジカル反応は水素引き抜き反応である。炭素ラジカルと比較して、酸素ラジカルは水素を引き抜く能力が非常に高いため、合成ゴムの架橋剤やポリオレフィンの改質剤として利用されている。

2. パーオキサイド系光重合開始剤

2.1 パーオキサイドの光分解

パーオキサイドは波長200～340nmに吸収を有するため、この波長域の光を吸収することで過酸化結合が開裂し、熱分解と同様の酸素ラジカルを生成する（式1）¹⁾。しかし、パーオキサイドの吸光係数は非常に小さいため、光硬化技術で利用される光源に対してパーオキサイドの分解速度は遅く、光重合開始剤としての利用は難しい。

パーオキサイドの光に対する分解特性を改良するため、三重項増感剤であるベンゾフェノン骨格を同一分子内に有するパーオキサイドとしてBBP²⁾やTBP³⁾、BTTB^{® 4)}が1970年以降に開発された（図1）。ベンゾフェノンは光を吸収することで励起一重項状態となり、項間交差により速やかに励起三重項状態への遷移が起こる。この励起三重項状態は一般的に寿命が長いことが知られているが、過酸化結合を導入したBTTB[®]等の場合、その励起エネルギーにより効率よく過酸化結合が開裂するため、量子収率は1に近く、複数の輝線の光を放出する高圧水銀ランプに対して光硬化が可能であることが報告されている⁵⁻⁷⁾。一方、LEDランプは波長365nmや波長385nm等の単一波長の光を放出するため、これらのパーオキサイドでは吸収できる光のトータルのエネルギー量は少なく、十分に光硬化できるとは言い難い。そこで、以下にLEDランプに対応したパーオキサイド系光重合開始剤の開発事例を紹介する。

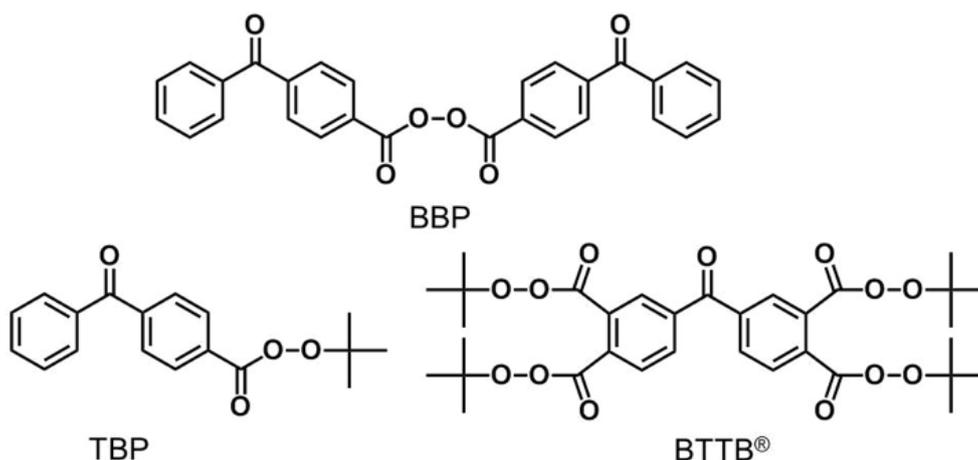


図1 パーオキサイド系光重合開始剤の構造式

2.2 トリアジン骨格パーオキサイド

トリアジン環は芳香族環等を直接結合させることで共役系を拡張することができ、その種類により光の吸収特性を最適化することができる。トリアジン環に過酸化結合と芳香族環等を結合させることで、波長 365nm の光に対して優れた吸収特性を有するトリアジン骨格パーオキサイド（パーデュアル® TB）が開発された⁸⁾。パーデュアル® TB の UV-VIS 吸収スペクトルを図2に示す。BTTB® は波長 365nm に吸収を有するものの、その吸光度は非常に小さい。これに対して、パーデュアル® TB は波長 290nm から 390nm に強くシャープな吸収帯を有し、波長 365nm の光に対して優れた吸収特性を有する。

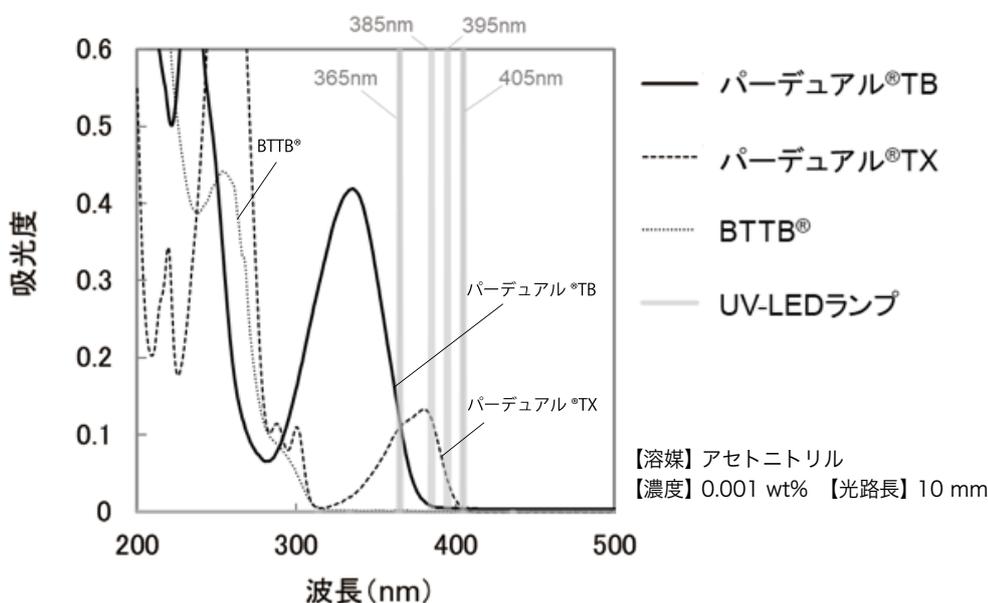


図2 パーオキサイド系光重合開始剤の UV-VIS 吸収スペクトル

パーデュアル® TB の光硬化性および硬化後の膜の黄変性を表1に示す。365nm LED ランプを光源としてエポキシアクリレート系の光硬化を行なった結果、パーデュアル® TB の光硬化性は BTTB® から大きく向上し、汎用の光重合開始剤と比較して最も高い重合転化率を示した。また、超高圧水銀ランプを光源として用い、ネガ型フォトリソ組成物の残膜が認められる最小露光量を感度として比較した場合、パーデュアル® TB は最も高いレベルの感度を有するオキシムエステル系光重合開始剤に匹敵する感度を示した。パーデュアル® TB で硬化した膜の黄変性はオキシムエステル系光重合開始剤や α -アミノケトン系光重合開始剤よりも低いことが分かった。

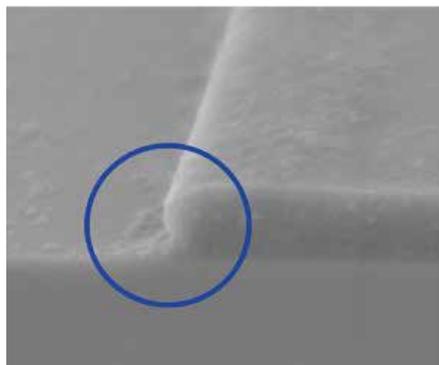
表1 パーデュアル® TB の光硬化性および硬化後の膜の黄変性

| 開始剤 | | 光硬化性 | | 黄変性 ³⁾ |
|-------------|-----------|--|--|-------------------|
| | | 重合転化率 ¹⁾ (%) @ 365nm LEDランプ | 感度 ²⁾ (mJ/cm ²) @ 高圧水銀ランプ | |
| パーオキシサイド系 | パーデュアル®TB | 76 | 20 | 0.8 |
| | BTTB® | 18 | > 200 | 0.8 |
| オキシムエステル系 | OXIME | 73 | < 10 | 3.0 |
| α-アミノケトン系 | AK1 | 66 | 20 | 3.6 |
| アシルホスフィン系 | BAPO | 72 | > 200 | 0.5 |
| α-ヒドロキシケトン系 | HK | 48 | > 200 | 0.4 |

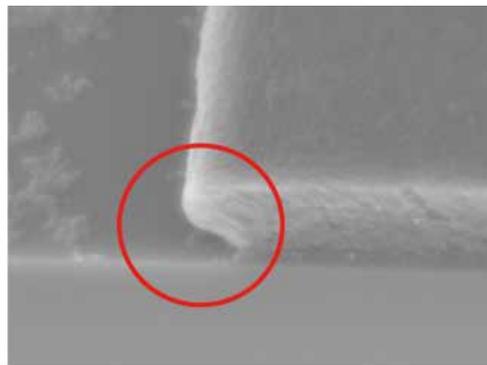
- 1) 硬化後の重合転化率 (IR 測定によるアクリル基の消失率から算出)
【組成】ビスフェノール A ジグリシジルエーテル アクリル酸付加物 / 開始剤 = 100 / 5 (重量比)
【膜厚】5μm 【光源】365nm LED ランプ 2.3 W/cm² 【コンベア速度】6 m/min 3 pass
- 2) アルカリ現像後、残膜が認められる最小露光量
【組成】アルカリ可溶性樹脂 / 6 官能モノマー / 開始剤 / レベリング剤 = 50 / 50 / 1.0 / 0.5 (重量比)
【膜厚】1.5μm 【光源】超高圧水銀ランプ
- 3) 硬化後の膜の b * 値
【組成】4 官能モノマー / 開始剤 = 100 / 2 【膜厚】6μm 【光源】高圧水銀ランプ 1000 J/cm²
OXIME: 1- [9-エチル-6-(2-メチルベンゾイル)-9H-カルバゾール-3-イル] エタノン-1-(O-アセチルオキシム)
AK1: 2-(ジメチルアミノ)-1-(4-モルホリノフェニル)-2-ベンジル-1-ブタノン
BAPO: フェニルビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル) ホスフィンオキシド
HK: 1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン

図3にネガ型フォトレジスト組成物に緑色顔料を配合したカラーレジスト組成物におけるパターン断面のSEM観察結果を示す。マスクパターンを再現する最小露光量でパターン断面を比較したところ、オキシムエステル系光重合開始剤を用いた場合、現像工程において下層部が現像液に溶解し、断面形状が上辺幅より底辺幅が減少するパターン形状（アンダーカット）が生じた。これは、顔料を含むため露光時の光が膜の下層部まで届かず、下層部の硬化性が低いためである。一方、パーデュアル®TBを用いた場合、アンダーカット形状が抑制され、深部硬化性が優れることを確認した⁸⁾。

(a) パーオキシサイド系 (パーデュアル® TB)



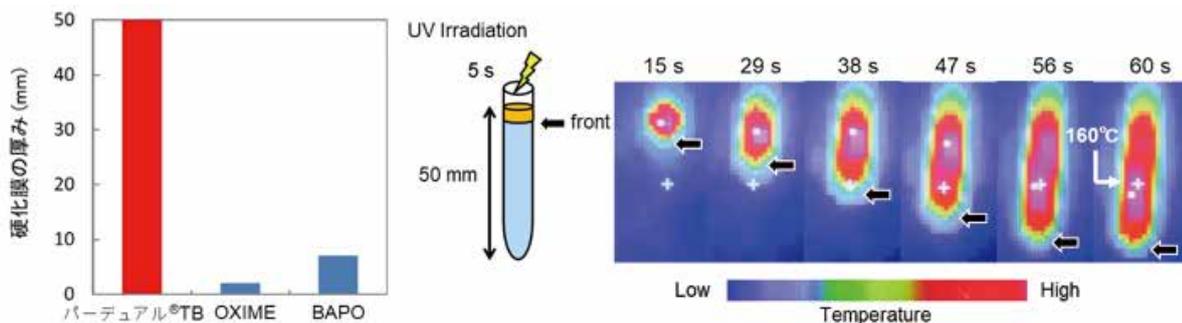
(b) オキシムエステル系 (OXIME)



【組成】アルカリ可溶性樹脂 / 6 官能モノマー / 緑色顔料分散液 / 開始剤 / レベリング剤 = 25 / 25 / 25 / 2.5 / 0.25 (重量比)
【膜厚】2μm 【光源】超高圧水銀ランプ【マスクライン幅】15μmパターン

図3 カラーレジストにおけるパターンニング特性 (マスクパターンを再現する最小露光条件での比較)

次に、厚膜硬化性を評価するため、開始剤を配合した光硬化性樹脂を試験管に深さ 50mm になるよう充填し、試験管上部から波長 365nm の LED ランプを用いて 5 秒間の UV 硬化を行なった (図 4)。その結果、汎用の光重合開始剤を用いた場合、硬化膜の厚みは数 mm 程度であるが、パーデュアル®TBを用いた場合、試験管の深さ 50mm まで硬化膜を形成できることが分かった。サーモグラフィカメラで観察したところ、光照射により表面部が重合熱で高温となり、その硬化界面 (front) が徐々に下層に伝播していることが分かり、パーデュアル®TBにより熱フロンタル重合が進行していることを確認した。黒色顔料を配合した組成物においても、同様の熱フロンタル重合が進行するため、熱に弱い基材への適用は制限を受けるが、暗部や深部の硬化性改善に UV 硬化が寄与できると考えている。



【組成】 トリメチロールプロパントリアクリレート / 開始剤 = 100 / 0.2 (重量比)

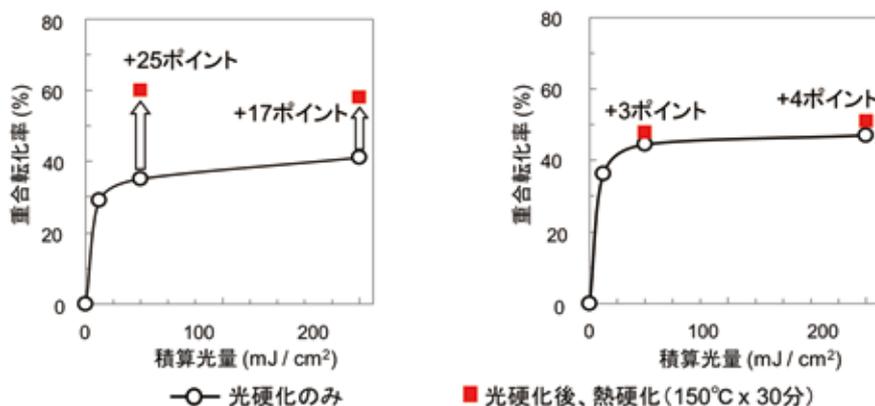
【光源】 365 nm LED ランプ 60 mW/cm² 【照射時間】 5 秒

図 4 熱フロンタル重合の温度分布経過

図 5 には光・熱デュアル硬化反応の一例として、ネガ型フォトレジスト組成物における積算光量に対する多官能モノマーの二重結合の重合転化率の変化を示す⁸⁾。光重合開始剤にパーデュアル® TB やオキシムエステル系光重合開始剤を用いた場合、積算光量 40 mJ/cm² で重合転化率が 40% 程度に到達するものの、さらに積算光量を増やしても重合転化率の向上はほぼ見られない。これは多官能モノマーを主成分とした場合、ゲル化点に到達した後、二重結合の分子運動性が拘束されることに基づく。オキシムエステル系光重合開始剤を用いた場合、150℃で 30 分の熱硬化（ポストバーク）を行なっても、重合転化率の向上はほぼ見られない。一方、パーデュアル® TB を用いた場合、150℃で 30 分のポストバークにより 17 ~ 25% の重合転化率の向上が確認された。一般的にアクリル酸エステルは 180℃以上で熱重合を起こし、二重結合が消費されることが知られており、フォトレジスト材料では 180℃以上の温度条件でポストバーク工程が実施される。一方、パーデュアル® TB 存在下では、より低温でポストバークが可能であり、硬化時のエネルギー低減や基材への熱履歴影響の低減に寄与することが期待される。

(a) パーオキサイド系 (パーデュアル® TB)

(b) オキシムエステル系 (OXIME)



【組成】 アルカリ可溶性樹脂 / 6 官能モノマー / 開始剤 / レベリング剤 = 50 / 50 / 1.0 / 0.5 (重量比)

【膜厚】 1.5 μm 【光源】 超高压水銀ランプ

図 5 積算光量に対する二重結合の重合転化率の変化および熱硬化の効果

2.3 チオキサントン骨格パーオキサイド

印刷インキ分野等では波長 385nm LED ランプ等の採用が進んでいる。波長 385nm LED ランプで使用される光重合開始剤として、チオキサントン系光重合開始剤や α-アミノケトン系光重合開始剤、アシルホスフィン系光重合開始剤等が挙げられる。チオキサントン系光重合開始剤の一つである 2-イソプロピルチオキサントン (ITX) は水素引き抜き型の光重

合開始剤であるとともに、一部の光重合開始剤と併用した場合には増感剤として機能する。チオキサントン骨格が有する波長385nmにおける良好な吸収特性を活かして、過酸化結合を導入したチオキサントン骨格パーオキシド（パーデュアル® TX）が開発された（図6）⁹⁾。図2に示すように、パーデュアル® TXは380nmを最大吸収波長とする吸収帯を有する。

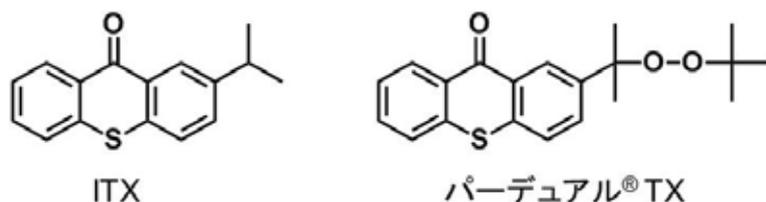


図6 ITX およびパーデュアル® TX の構造式

パーデュアル® TXの溶解性を確認するため、ジプロピレングリコールジアクリレート100部にカーボンブラックを4.5部分散させ、光重合開始剤を10部配合した結果、パーデュアル® TXは速やかに完溶したが、 α -アミノケトン系やアシルホスフィン系光重合開始剤の一部の化合物は完溶しないことを確認した。光重合開始剤が完溶した組成物をPETフィルムに塗布し、385nm LEDランプを用いて光照射を行なった結果、パーデュアル® TXを使用した場合、その硬化特性が最も優れていることを確認した（表2）。一方、顔料を含まない樹脂で硬化後の膜の黄変性を確認した結果、 α -アミノケトン系光重合開始剤と比較してパーデュアル® TXの膜の黄変性は低いことを確認した。

表2 パーデュアル®TXの光硬化性および硬化後の膜の黄変性

| 開始剤 | | 光硬化性 | 黄変性 ²⁾ |
|-------------------|-----------|--|-------------------|
| | | 重合転化率 ¹⁾ (%) @ 385nm LEDランプ | |
| パーオキシド系 | パーデュアル®TX | 80 | 1.0 |
| チオキサントン系 | ITX | 未硬化 | 1.6 |
| α -アミノケトン系 | AK2 | 56 | 3.6 |
| アシルホスフィン系 | MAPO | 69 | 0.5 |

- 1) 硬化後の重合転化率 (IR 測定によるアクリル基の消失率から算出)
【組成】ジプロピレングリコールアクリレート / カーボンブラック / 開始剤 = 100 / 4.5 / 10 (重量比)
【膜厚】10 μ m 【光源】385 nm LED ランプ 5.5W/cm² 【コンベア速度】6 m/min 1 pass
- 2) 硬化後の膜の b* 値
【組成】4 官能モノマー / 開始剤 = 100 / 2
【膜厚】6 μ m 【光源】高圧水銀ランプ 1000 mJ/cm²
AK2: 2-ジメチルアミノ-2-(4-メチルベンジル)-1-(4-モルホリノフェニル)-ブタン-1-オン
MAPO: ジフェニル (2,4,6-トリメチルベンゾイル) ホスフィンオキシド

次に、フォトレオメーターにより、UV 硬化過程における粘弾性挙動を確認した（図7）。液状の単官能モノマーであるジエチレングリコールモノエチルエーテルアクリレートに、 α -アミノケトン系光重合開始剤（AK）を配合し、90秒のUV照射を行った結果、測定後の重合転化率が100%に到達していることを赤外吸収スペクトルにて確認した。そのUV硬化過程における粘弾性の挙動としては、弾性項を示す貯蔵弾性率（G'）は、重合が進んでも10²Pa未滿に留まり、粘性項を示す損失弾性率（G''）を超えることはなかった。重合の進行により、主に直鎖状のポリマーが生成していると思われるが、このポリマーのガラス転移温度は-70℃のため、重合後も室温では粘稠の流動性を示す。

一方、光重合開始剤にパーデュアル® TXを用いた場合、UV照射の開始直後からG'が急激に増加し、G'とG''が等しくなるゲル化点を超えて、G'は10⁵Paに到達した。UV硬化の過程において、直鎖状のポリマーから酸素ラジカルが水素を引き抜くことでポリマーラジカルが生成し、このポリマーラジカルがモノマーの重合を開始して分岐状のポリマーが生成する。更に、ポリマーラジカル同士の再結合により架橋が起こり、最終的には硬化系の全体が3次元的に架橋される（図8）。酸素ラジカルを生成するパーオキシド系光重合開始剤は、UV照射により架橋反応を促し、速硬化を実現するとともにレオロジー特性を変化させることができる。

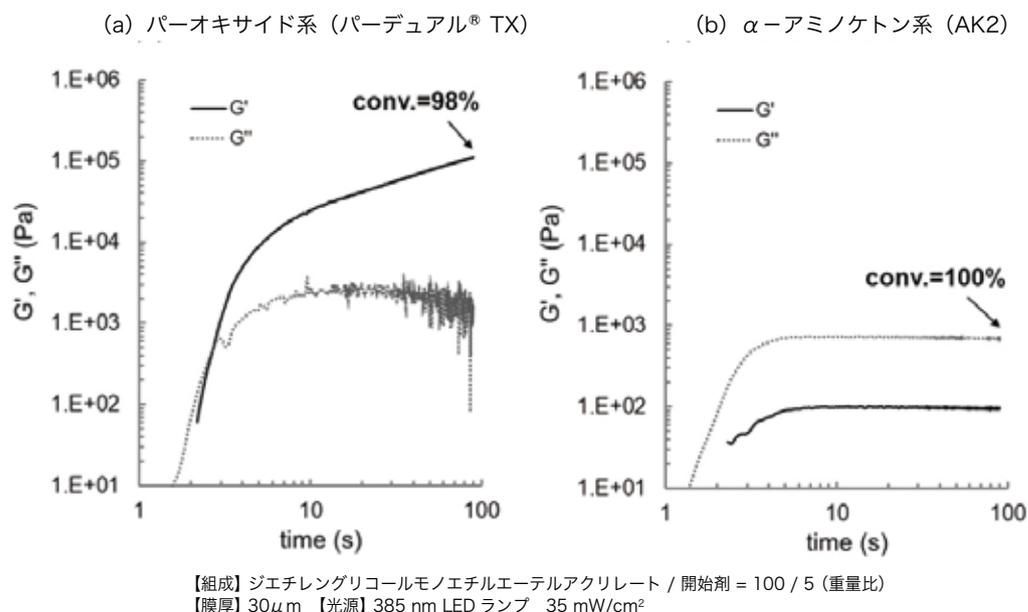


図7 フォトレオメーター測定結果

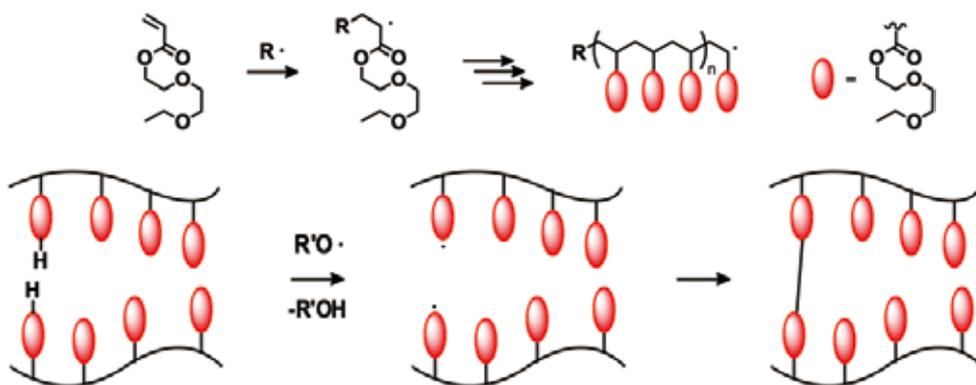


図8 水素引き抜き反応による架橋メカニズム

おわりに

光硬化技術は幅広い用途で活用されるため、その用途により光源やモノマー、添加剤、膜厚、硬化環境等が異なる。このため、所望する硬化膜物性や硬化速度を確保するためには、光重合開始剤の光の吸収特性や硬化特性を考慮して、その種類や量だけではなく、時にはそれらの組み合わせを選定する必要がある。光硬化技術における高度化・多様化した課題の解決に、パーオキシド系光重合開始剤がその一翼を担う素材となることを期待する。今後もより効果的な素材や処方積極的に提供していきたいと考えている。

※ BTTB およびパーデュアルは日油株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) 小方芳郎他, “有機過酸化物の化学”, 南江堂, 36 (1971)
- 2) J. E. Leffler, J. W. Miley, *J. Am. Chem. Soc.*, 93, 7005 (1971)
- 3) L. Thijs, S. N. Gupta, D. C. Neckers, *J. Org. Chem.*, 44, 4123 (1979)
- 4) 特開昭 59-197401 号公報
- 5) 蒲池幹治他監修, “新訂版 ラジカル重合ハンドブック”, エヌ・ティー・エス, 432 (2010)
- 6) 特開昭 62-24240 号公報
- 7) 山岡亞夫編, “光応用技術・材料辞典”, 産業技術サービスセンター, 93 (2006)
- 8) 龍宮真琴, 今井奨, 小島章世, 第 31 回ポリマー材料フォーラム講演予稿集, 127 (2022)
- 9) 糸山諒介, 小島章世, 林昌樹, 第 27 回ポリマー材料フォーラム講演予稿集, 40 (2018)

◆◆◆ Planned Activities

第 186 回ラドテック研究会講演会

期 日：2024 年 8 月 30 日（金）13：00～16：40
会 場：早稲田大学 121 号館コマツ 100 周年記念ホール
＜講師・プログラム＞ （敬称略）

① 13：00～13：50（質疑応答含む）

「無機材料との複合化による天然色素の安定性向上」

静岡大学 河野 芳海

近年、安全性や環境の観点から、着色材として天然色素が注目されるが、安定性に劣る欠点がある。細孔や層状構造を持つ無機材料に天然色素分子を固定化することで、その安定性を大幅に向上できる。本講演では、色素の性質に合わせた無機ホスト材料の選定と、得られた色素複合体の物性を紹介する。

② 13：50～14：40（質疑応答含む）

「刺激応答性自己組織化材料の創出」

東京理科大学 関 淳志

我々は刺激応答性ソフトマテリアルの創出を目的として研究に取り組んでいる。本講演では、電場に応答して極性構造を形成し特異な光起電力効果を示す強誘電性 π 共役液晶や様々な化学刺激に対して応答を示す発光性超分子ゲルについて、ご紹介したい。

14：40～15：00 休憩

③ 15：00～15：50（質疑応答含む）

「歯科接着の技術的特性と現状」

YAMAKIN 株式会社 / 高知大学 坂本 猛

歯科で使用する接着系材料は有機化学や高分子化学を基礎として開発されているが、独自の進化をしている。本講演では、技術的な独自性の事例を挙げながら、歯科接着の発展と現状について解説する。

④ 15：50～16：40（質疑応答含む）

「規格試験を踏まえた粘着特性評価法の高精度化と試験結果の信頼性評価」

明治大学 宮城 善一

粘着剤・粘着製品の品質評価は主に国内外の規格試験で行われているが、粘着剤・粘着製品の高機能化を踏まえ、粘着特性の評価法の高精度化・高度化の必要性と、評価結果の不確かさの評価と信頼性表記の方法を考える。

17：00～18：30 懇親会

今後の行事予定

10 月 第 187 回ラドテック研究会講演会
11 月 第 56 回 UV/EB 技術入門講座実践編（オンライン開催）
2025 年 1 月 第 188 回ラドテック研究会講演会

◆◆◆ News from RadTech

第 184 回ラドテック研究会講演会報告

麗らかなる春の日差し心地よい 2024 年 4 月 25 日に、オンサイトによる講演会が開催されました。生物由来でリサイクル性のある接着剤、半導体ナノ結晶を用いた難分解性化合物の光分解例、高精度な UV-LED 照度計と校正サービスの紹介、Hot Lithography 技術の紹介、光造形方式によるカーボンマイクロ構造の作製と応用についてのご講演を、アカデミアや企業に属される先生方より賜り、計 53 名の参加者の方々より大変有意義であったとのコメントを頂きました。引き続き行われた懇親会にも多くの方々にご参加頂き、活発な意見や情報交換を拝見する中で、講演会に対する皆様からの期待を感じることができました。今後の講演会につきましては、アンケートで頂いた講演方法に関するご意見と、フォトリソグラフィーや光重合の精密制御といった講演内容のご要望について吟味し、期待に沿えるよう努めてまいります。最後に、次回も多くの方々のご参加を心よりお待ちしております。

(1) 「サーキュラーエコノミー時代の再生可能接着剤」

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 内藤 昌信 先生

(2) 「半導体ナノ結晶を用いた難分解性化学物質の温和な光分解」

立命館大学 小林 洋一 先生

(3) 「紫外放射照度計の JCSS 校正と ”UV-LED 用照度計 ” による高精度な測定環境の提供」

株式会社オーク製作所 宮坂 勝也 氏

(4) 「Hot Lithography」技術のご紹介」

Cubicure GmbH コルマンツ・セバスチャン 氏

「光造形 3D プリンティングによるカーボンマイクロ構造の作製と応用」

3D Architech Inc. 工藤 朗 氏

第 185 回ラドテック研究会講演会報告

2024 年 6 月 14 日に下記のタイトルにて講演会が開催され、オンサイトにて 89 名の方にご参加いただきました。有機無機ハイブリッド材料、有機 / 無機界面制御、セラミックスコーティング技術、光硬化用材料という多岐にわたる講演に対して、多くの方から有意義であったとの声をいただきました。講演終了後に講演者へ質問されている方々の様子からも、講演内容への関心の高さがうかがえました。社員総会の後に懇親会が開催され、講演者と参加者や参加者同士の対面での交流を図ることができました。今後講演を聞きたい分野としては、UV-LED 技術、VOC 対策等の環境関連や、電子材料分野、新技術への要望が寄せられております。引き続き有意義な場の提供に努めてまいります。多数のご参加の程よろしくお願いたします。

(1) 「光架橋反応により創成される有機無機ハイブリッド材料の機能性と応用」

京都工芸繊維大学 松川 公洋 先生

(2) 「有機 / 無機エピタキシャル界面の創出と機能化」

大阪公立大学 高橋 雅英 先生

(3) 「パルス紫外光を用いるセラミックス薄膜の光結晶成長と界面制御技術」

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 中島 智彦 氏

(4) 「光硬化用の新材料の開発と応用」

TRONLY 株式会社 張 学龍 氏

第 10 期定時社員総会報告

2024 年 6 月 14 日 (金) 午後 4 時から、東京理科大学神楽坂キャンパス 1 号館 17 階 記念講堂において、一般社団法人ラドテック研究会の第 10 期定時社員総会が対面方式にて開催されました。

議決権数 168 個に対し、過半数を超える 118 個の出席 (委任状を含む) により総会が成立するとの報告があり、次いで定款にしたがって松川会長が議長に選出され、二個の議案について審議が行われました。

第 1 号議案では、2023 年度事業報告、決算報告および監査報告がなされ、異議なく承認されました。

第 2 号議案では、役員 (理事 9 名、監事 1 名) の改選について審議され、異議なく原案通り承認されました。

最後に、2024 年度の事業計画および予算案、ならびに 2024 年度の役員および委員等について報告がなされ、閉会となりました。

総会終了後、ただちに新メンバーによる理事会が招集され、有光晃二先生が代表理事 (会長) に、須賀健雄先生が代表理事代行 (副会長) に選出されました。

日本接着学会第 62 回年次大会を共催

当研究会が昨年から共催している日本接着学会年次大会が 2024 年 6 月 27 日 (木)、28 日 (金) にかけて富山城址公園前の富山国際会議場で開催されました。第 62 回年次大会は日本接着学会創設 60 周年記念ということもあり、参加者は過去最高の約 550 名と大盛況の中で進められ、接着学会への関心の高さを感じました。当研究会は共催企画セッションでの口頭発表 3 件 (金沢工大: 西田先生、東京理科大: 有光先生、京工織大: 松川先生)、ポスター発表 6 件 (東京理科大学 3 件、早稲田大学 3 件) と展示に参加しました。27 日の夜は懇親会が開催され、乾杯前に当研究会の会長、有光先生から UV、EB と接着の関係性をトピックスに当研究会の紹介を兼ねた挨拶があり、認知度が更に上がったと思います。次回は仙台での開催との事ですので会員の皆様も是非ご参加を検討ください。



ラドテック展示ブース



講演 (松川先生)



懇親会での挨拶 (有光先生)

NEW

◆◆◆ 有光がゆく (第1回：株式会社スリーボンド)

ThreeBond



はじめに

本企画は6月に新しく就任した有光会長の指示のもと実現しました。会長が会員企業を訪問し、その企業の製品や技術、市場トレンドについて議論し、その内容を公開することで会員へのサービス向上を目指します。(詳細はラドテックニュースレターの2024年4月号を参照)



研究所のご紹介

株式会社スリーボンドのR&Dセンター(神奈川県相模原市)を訪問しました。

写真のとおり、緑に囲まれた美しい建屋の研究所です。所内は様々な評価機器が機能的に配置されており、事務デスクは広々としたオープンスペースにあり、充実した研究環境という印象です。



株式会社スリーボンド R&D センター

対談メンバーのご紹介

株式会社スリーボンド：岡村研究開発本部長(常務取締役)、楠山開発二部長(執行役員)、金田電気開発課長、大槻技術開発課長、大村技術開発課員

ラドテック研究会：有光会長、猿渡広報委員長、三浦事務局次長



対談の様子
左：有光会長 右：岡村氏(スリーボンド)

対談内容

(敬称略)

有 光：本日はよろしくお願ひします。はじめに、株式会社スリーボンドの経営理念について伺ってもよろしいでしょうか。

岡 村：こちらこそよろしくお願ひします。そうですね、今から70年ほど前のことになりましたが、道路の油シミを見た創業者の「資源の少ない日本だからこそ資源を大事にすべき」という想いから起業に至りました。そのため、油シミを防ぐ自動車のシール剤が会社のルーツであり、現在でも主力製品です。

有 光：なるほど、そういう気づきがスタートになったのですね。そうしますと、主な市場は自動車産業になりますでしょうか。

岡 村：そうですね、自動車市場は自動車製造に加えて、中古車の内装や外装のコーティングや消臭などアフターマーケットも大きな市場になっています。また、電気・電子、土木、医療など様々な分野にも市場があり、スマートフォンやカメラ、モーターにはUV接着の技術を使用した商品が使われていますし、公共インフラのシール剤や注射器の接着剤などもあります。

有 光：なるほど。自動車からはじまり市場を切り拓いてきておられるのですね。市場開拓のモチベーションを維持しておられるのが素晴らしいですね。

岡 村：有難うございます。そうですね、やはり根底にあるのは社会貢献をしたいという想いでしょうか。製品によるエネルギーロスの抑制だけでなく、スポーツへの貢献(ゴルフ、モータースポーツ、フロアホッケー)や障がい者雇用の増進を行っています。また、業界をリードする形で早くからバイオマス由来原料を用いた商品開発を行っています。これらの商品は、昨今のSDGsの流れから注目度が高まっています。

有 光：すでに SDGs への取り組みを始められているとのことですが、バイオマス由来の商品についてどのようなものがあるか教えてください。

岡 村：はい。バイオマス商品としては TB1539(弾性接着剤)、TB2209(エポキシ樹脂)、TB3049(UV樹脂)があります。2012年に開発したTB1539という商品は、ヒマシ油系の湿気硬化型弾性接着剤で、バイオマス由来というだけでなく、低温硬化によるプロセスエネルギーの削減にも繋がるため、顧客の要望に応えることができています。商品のバイオマス化については市場からの要求はまだ少ない状況ではありますが、スリーボンドとして地球環境に配慮した製品開発を進めるという方針もありますので、今後も開発に注力していく予定です。

有 光：少し視点を変えて、今まさに課題とされていることをお聞きしてもよろしいですか。

岡 村：はい。実は、自動車市場に課題を抱えています。自動車は動力源の転換期に入っており、その変化に伴うシール剤の機能設計に苦労しています。加えて、これらは海外展開が前提の分野になります為、化学物質の各国のインベントリー登録にも苦労しています。また、環境配慮という観点では、バイオマス比率だけではなく、LCA(Life Cycle Assessment)の算出にも数年前から取り組んでいるところです。

有 光：それでは最後になりますが、ラドテック研究会に期待されることをお聞かせいただけますか。

岡 村：そうですね、ラドテック研究会は、材料から装置、アプリケーションまで多くの企業を会員に持つことから、それらの企業が本音で議論できるような機会を作っていただきたいと思えますね。そういった議論の中から、新しい開発品(材料や装置)をオールジャパンで生み出していくことができれば、日本企業の強靱化にも繋がるのではないかと考えています。

有 光：有難うございました。是非ラドテック研究会がそういった場として提供できるように、またご認識いただけるように、努めてまいります。本日は有難うございました。

さいごに

今回、訪問させていただいた株式会社スリーボンドは、業界に先駆けて色々な取り組みをされていることが分かりました。また、所内の快活な雰囲気を実感できました。

株式会社スリーボンド

<https://www.threebond.co.jp/>

WEB カタログ

<https://www.threebond.co.jp/product/catalog/>



(株)スリーボンドの研究所内にて

関連学会の紹介

第19回放射線プロセスシンポジウム開催のご案内

SDGs 達成に貢献する放射線のシンポジウムが下記の通り開催されます。

今回から当研究会が後援します。E B他、この機会を利用して放射線活用の情報収集如何でしょうか？ ご参加お待ちしております。

名 称：第19回放射線プロセスシンポジウム

日 時：2024年11月26日(火)～27日(水)

会 場：東京大学 弥生講堂 一条ホールアネックス

(情報交換会 11月26日(火)18:00～ 弥生講堂アネックス セイホクギャラリー)

<https://radsympo.wixsite.com/website>

編集後記



暑い熱い夏が始まりました。ラドテック研究会も新会長を迎え、編集委員会も新しいメンバーが出揃いました。そんなフレッシュな体制での7月号をお届けします。かねてより温めてきました新企画「有光がゆく」がいよいよスタートです。有光新会長が会員様を訪ね、商品や技術、市場動向などを十分に語っていただく企画です。会員同士の距離が近くなり、相互理解を深められるような企画に育てたいと編集委員一同張り切っております。「うちにも訪ねてきて～」という依頼も大歓迎ですので、お近くの編集委員にご一報を。皆さん、体に気を付けて夏を乗り切りましょう。

(酒井勝壽)