



第29回

令和6年度

リサイクル技術開発本多賞

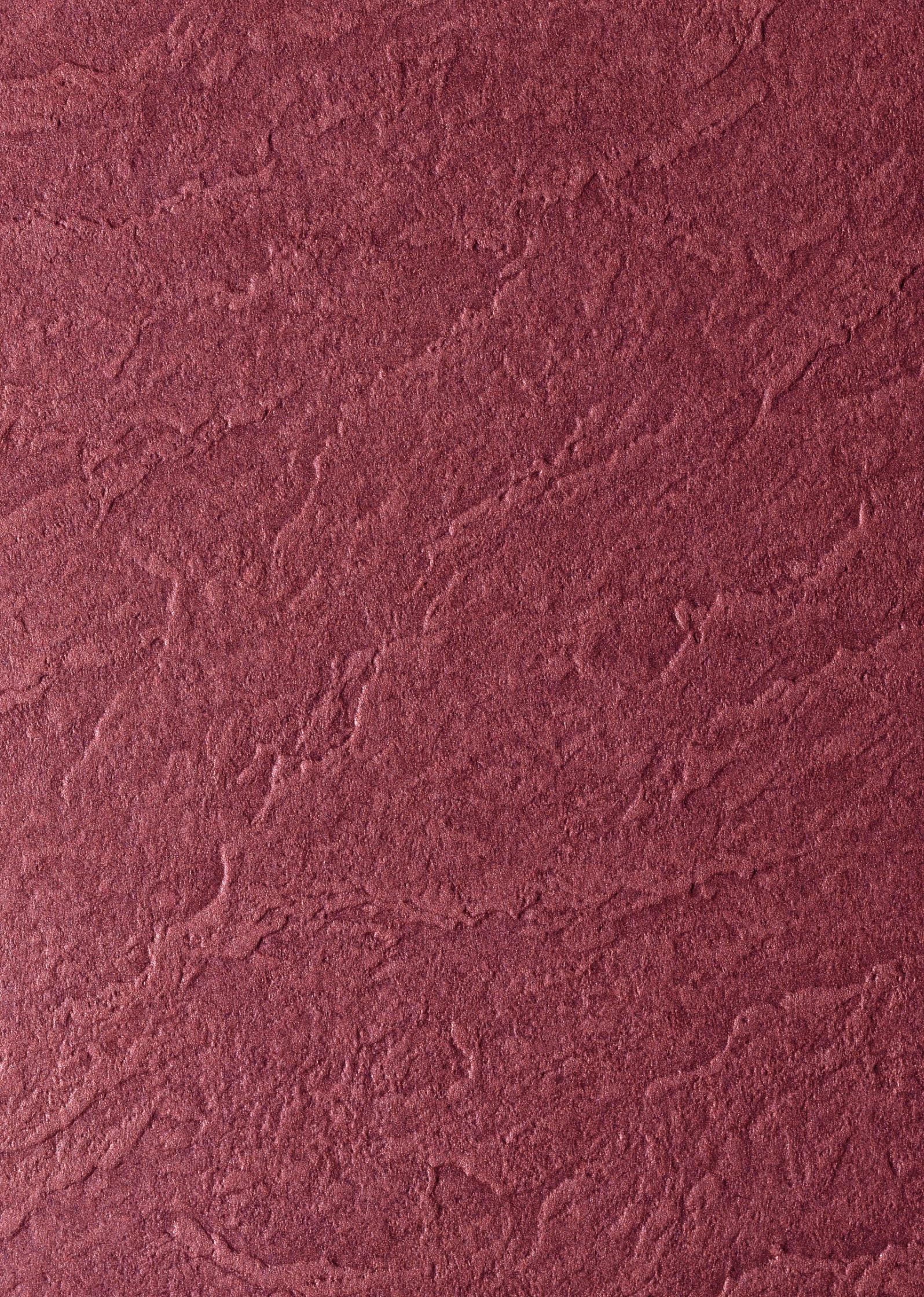
表彰概要



2024年10月16日



一般社団法人産業環境管理協会



リサイクル技術開発本多賞

▼ 表彰の目的

リサイクル技術開発本多賞は、長年、廃棄物リサイクル分野に携わってこられた故 本多淳裕先生（元 大阪市立大学工学部教授、元（財）クリーン・ジャパン・センター参与）が、自らの著書出版印税を 3R 関連開発に従事する研究者・技術者等へ提供し、研究及び技術開発を奨励する制度として提案され、1996 年度（平成 8 年度）に創設された表彰制度です。

▼ 募集対象

毎年度候補者を公募し、応募者の中から受賞者が選定されます。

① 対象者

3R に関する技術の開発に従事し、優れた研究論文又は実効のある技術論文発表を行った国内の大学、高専、公的研究機関、民間企業の研究者・技術者（個人又はグループ）が対象です。

② 対象分野

発表論文等により、研究論文等と技術論文等の 2 区分に分けて対象者を募集します。研究論文等は主に国内の大学、高専、公的研究機関の研究開発、技術論文等は主に民間企業の技術開発という位置づけであり、いずれも次の各項に該当するものを対象とします。

- (1) リサイクルを必要とする資源の枯渇状況の調査、解析
- (2) 廃棄物の発生抑制（リデュース）に関する技術開発
- (3) リユース、リサイクルを促進する技術の研究開発
(リユースし易い製品の設計／リユースシステムの開発／リサイクルし易い製品の設計
リサイクルを進めるための有効なプロセスの開発／リサイクル材料の有効な新規用途の開発)
- (4) 上記 (2)、(3) に関連する技術及びシステムの実用化開発
- (5) その他、3R の普及・進展に貢献する効果的な技術開発

③ 対象論文等

過去 5 年以内に発表されたものとします。

▼ 審 査

一般社団法人産業環境管理協会内に設置された選定委員会において審査を行います。論文内容（技術面、環境面）及び関連する業績、他の表彰・受賞履歴、推薦状等により総合的に審査されます。

▼ 表彰方法

表彰件数は各年度 2 件以内とし、一般社団法人産業環境管理協会会長名で賞状及び副賞（賞金 50 万円／件）が授与されます。

▼ 審査委員

- (委員長) 貫上 佳則 公立大学法人大阪 大阪公立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 教授
(委員) 小林 幹男 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
吉岡 敏明 東北大学大学院 環境科学研究科長・教授
出石 忠彦 一般社団法人産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター 技術参与

審査総評

2024年10月16日
審査委員長 貫上 佳則

リサイクル技術開発本多賞は、廃棄物リサイクル分野に長年携わってこられた故 本多淳裕先生（元 大阪市立大学工学部教授、元（財）クリーン・ジャパン・センター参与）によって、リサイクル関連開発に従事する研究者・技術者等へ研究奨励する制度として、1996年度（平成8年度）に創設されました。今回で29回目の表彰となります。本年度は個人5件、グループ4件の応募があり、審査委員会において厳正に審査させていただいた結果、次の2つの報文について、各々の研究者を表彰することになりました。

▼ 研究報文、受賞者

1 廃小型家電リサイクルにおける電池発火防止のための透過X線及び深層学習を利用した内部構造分析技術の開発

上田 高生 氏（国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 環境創生研究部門）

リサイクルの中間処理施設において、電池の誤破砕による火災が大きな問題となっている。火災防止のため、電池を内蔵する廃小型家電は、作業員の手選別・手解体により処理している施設が多く、省人化・無人化が望まれている。このような背景から、透過X線により廃小型家電の内部を可視化し、深層学習によって内部を分析することで、廃小型家電の選別・解体の自動化に必要な情報を取得する技術が開発された。

これらの技術を用いた電池検出システムでは、小型家電の内蔵電池の有無を非破壊で判定して選別することができ、10数種類の深層学習プログラムを組合せた独自アルゴリズムを用いることで、内蔵電池選別の精度と多品種に対する網羅性を両立させている。

また、本技術を用いたスマートフォン解体システムでは、透過X線により内蔵電池と筐体固定ネジの位置が自動認識され、その位置情報に基づいて、内蔵電池を傷つけずにネジを無効化できる位置に物理的な切断や打撃を加えることでスマートフォンを自動解体するものである。

両システムとも、企業との共同研究を経た後、実用化が見込まれていることから、審査委員会では審査員全員が最も高く評価しており、満場一致で本多賞（研究報文）候補として選定した。

2 シクロペンチルメチルエーテル(CPME)および4-メチルテトラヒドロピラン(4-MeTHP)の基本有機化学特性と反応溶媒としての応用

小林 正治 氏（大阪工業大学 工学部 応用化学科）

有機合成化学産業で各種反応や精製に用いられる「溶媒」は、使用される物質の総重量の半分以上を占めると報告されており、使用する溶媒の削減・回収・再利用が求められている。溶媒の中でもエーテル系溶媒は比較的扱いやすく、多様な有機化合物や試薬を溶かし、安定であるため頻繁に使用されているが、古典的なエーテル溶剤では、引火性の高さ、過酸化物の生成、高揮発性による環境中への排出・難回収性などが問題になることがある。

著者は、日本発の疎水性エーテル系溶媒で、他のエーテル系溶媒と比べて沸点・引火点とも高いシクロペンチルメチルエーテル(CPME)および4-メチルテトラヒドロピラン(4-MeTHP)の基本有機化学特性を明らかにし、これらが回収・再利用可能な反応溶媒として様々な有機化学反応に活用できることを示している。また、既知のエーテル類の代替としてだけでなく、毒性の高い芳香族炭化水素やハロゲン溶媒の代替にもなり得ること、さらには医薬合成への応用なども示しており、化学産業で利用可能な溶媒の選択肢を拡げている。加えて、反応で使用した後のCPMEや4-MeTHPの具体的な回収方法、再利用性、溶媒由来の微量分解物や分解機構なども実験的証拠に基づいて詳しく述べられており、単に新規溶媒の有用性を示すだけでなく、欠点も含めて客観的視点で評価されている。

このように、本論文の内容は化学産業に関わる多くの人々に参考になり、各産業分野で溶媒を利用・選択する際に有益な指針を与えると考えられることから、審査員全員が本論文を高く評価し、満場一致で本多賞（研究報文）候補として選定した。

今回は残念ながら選に漏れた他の応募者の皆様も、非常に興味深い研究を進めておられます。今後も循環型社会の高度化に向けた一層のご活躍を期待しております。

廃小型家電リサイクルにおける電池発火防止のための 透過X線及び深層学習を利用した内部構造分析技術の開発

上田 高生 氏

(国立研究開発法人産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 環境創生研究部門)

概要

リサイクルの中間処理施設において、電池の誤破砕による火災が大きな問題となっている。火災防止のため、電池を内蔵する廃小型家電は、作業員の手選別・手解体により処理している施設が多く、省人化・無人化が望まれている。

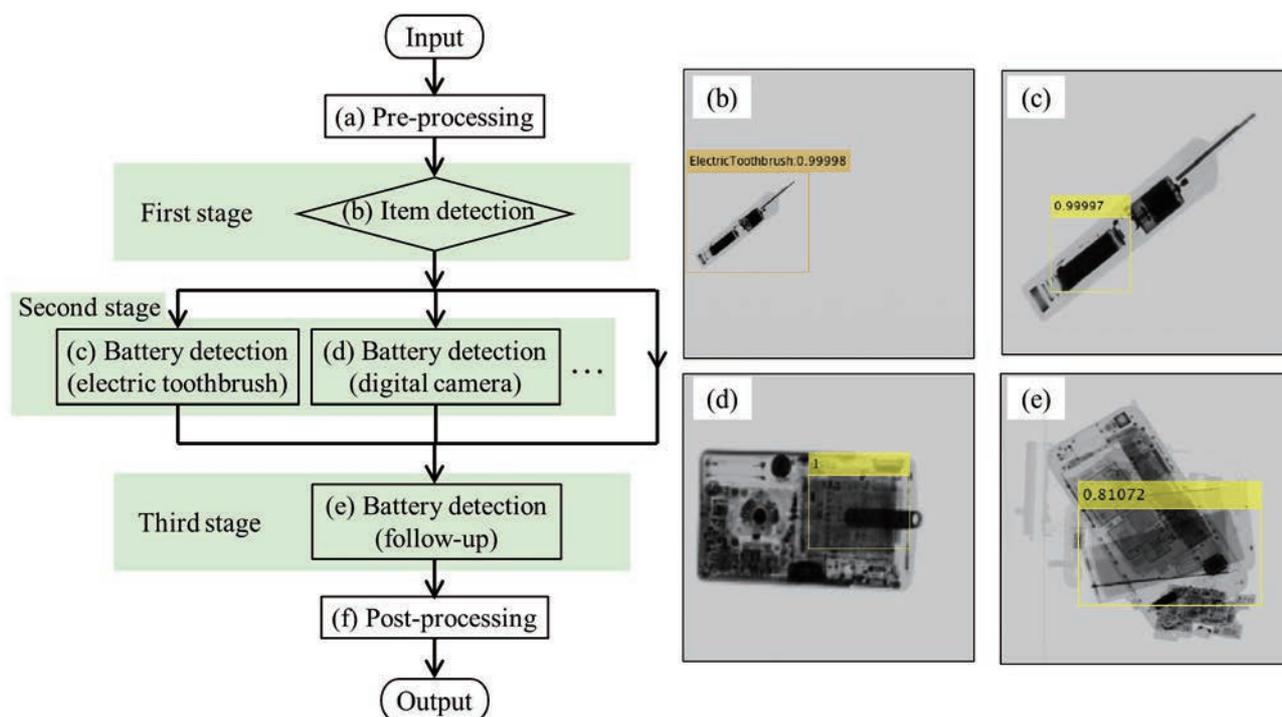
このような背景から、透過X線により廃小型家電の内部を可視化し、深層学習により分析することで、選別・解体の自動化に必要な情報を取得する技術を開発した。

1つ目の適用例は、応募報文(1)の電池検出システムである。小型家電を本システムに投入すると、非破壊で内蔵電池の有無を判定して選別する。10数種類の深

層学習プログラムを組み合わせる独自アルゴリズムを開発し、精度と網羅性を両立させた。今年度中に企業との共同研究を経て、実用化を見込んでいる。

2つ目の適用例は、応募報文(2)に示すスマートフォン(スマホ)解体システムである。スマホを本システムに投入すると、電池と筐体固定ネジの位置が自動認識される。その位置情報に基づいて、電池を傷つけずネジを無効化する位置に物理的な切断・打撃作用を加えることでスマホを自動解体する。今年度から開始する企業との複数年の実証実験を経て、実用化を見込んでいる。

発表誌：① Resources, Conservation & Recycling, Vol. 201, 107345, 2024.
② Journal of Cleaner Production, Vol. 434, 139928, 2024.



開発した電池検出プログラムのフローチャートと検出結果の画像

シクロペンチルメチルエーテル(CPME)および 4-メチルテトラヒドロピラン(4-MeTHP)の基本有機化学特性と 反応溶媒としての応用

小林 正治 氏
(大阪工業大学 工学部 応用化学科)

概 要

「溶媒」は原薬の製造過程で使用される物質の総重量の半分以上を占めると報告されており、削減、回収、再利用することが求められている。溶媒のなかでもエーテル系溶媒は比較的扱いやすく、多様な有機物や試薬を溶かし、安定であるため頻繁に使用されているが、古典的なエーテル溶剤では、引火性の高さ、過酸化物の生成、揮発性による放出、非回収性などが問題になることがある。

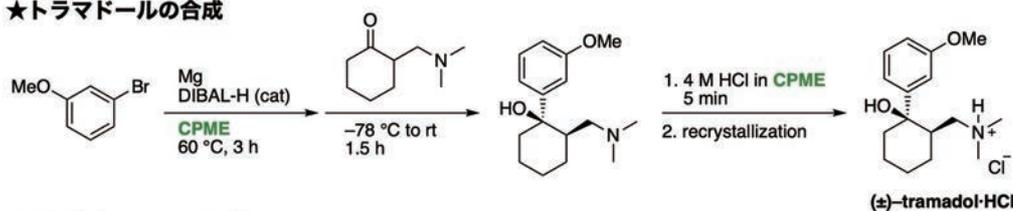
著者は、日本発の疎水性エーテル系溶媒、シクロペンチルメチルエーテル (CPME) および 4-メチルテトラヒドロピラン (4-MeTHP) の基本有機化学特性を明らかにし、これらが回収・再利用可能な反応溶媒として様々

な有機化学反応に活用できることを示した。既知のエーテル類の代替としてだけでなく、毒性の高い芳香族炭化水素やハロゲン溶媒の代替にもなり得ることや、医薬合成への応用なども示し、化学産業で利用可能な溶媒の選択肢を広げた。関連業績には、反応で使用した後の具体的な回収方法、純度、再利用性、溶媒由来の微量分解物や分解機構なども実験的証拠に基づいて詳しく述べており、単に新規溶媒の有用性を示すだけでなく、欠点も含めて客観的視点で評価している。

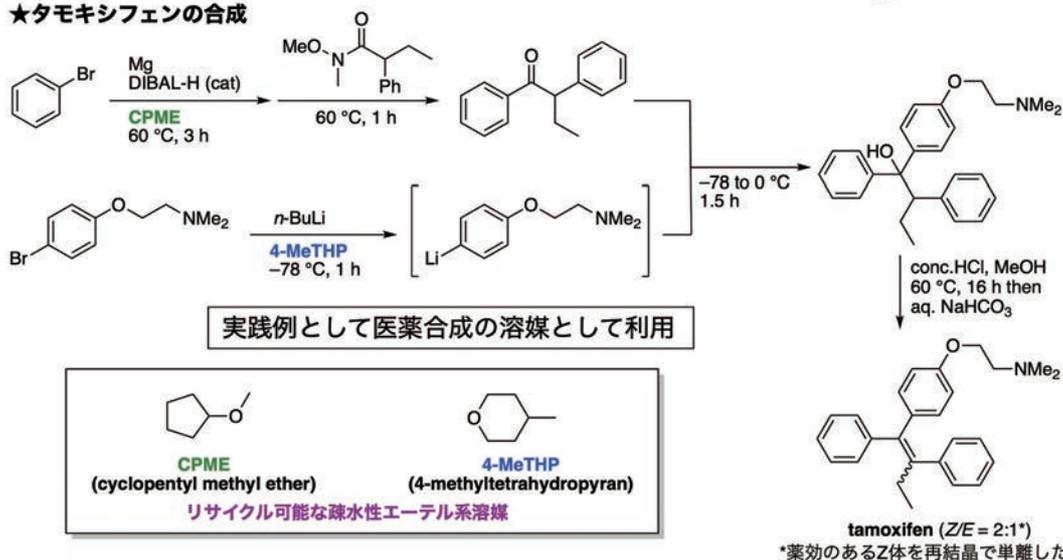
本論文の内容は、化学産業に関わる多くの人々の参考になり、多様な産業分野で溶媒を利用・選択する際に有益な指針を与えられると思われる。

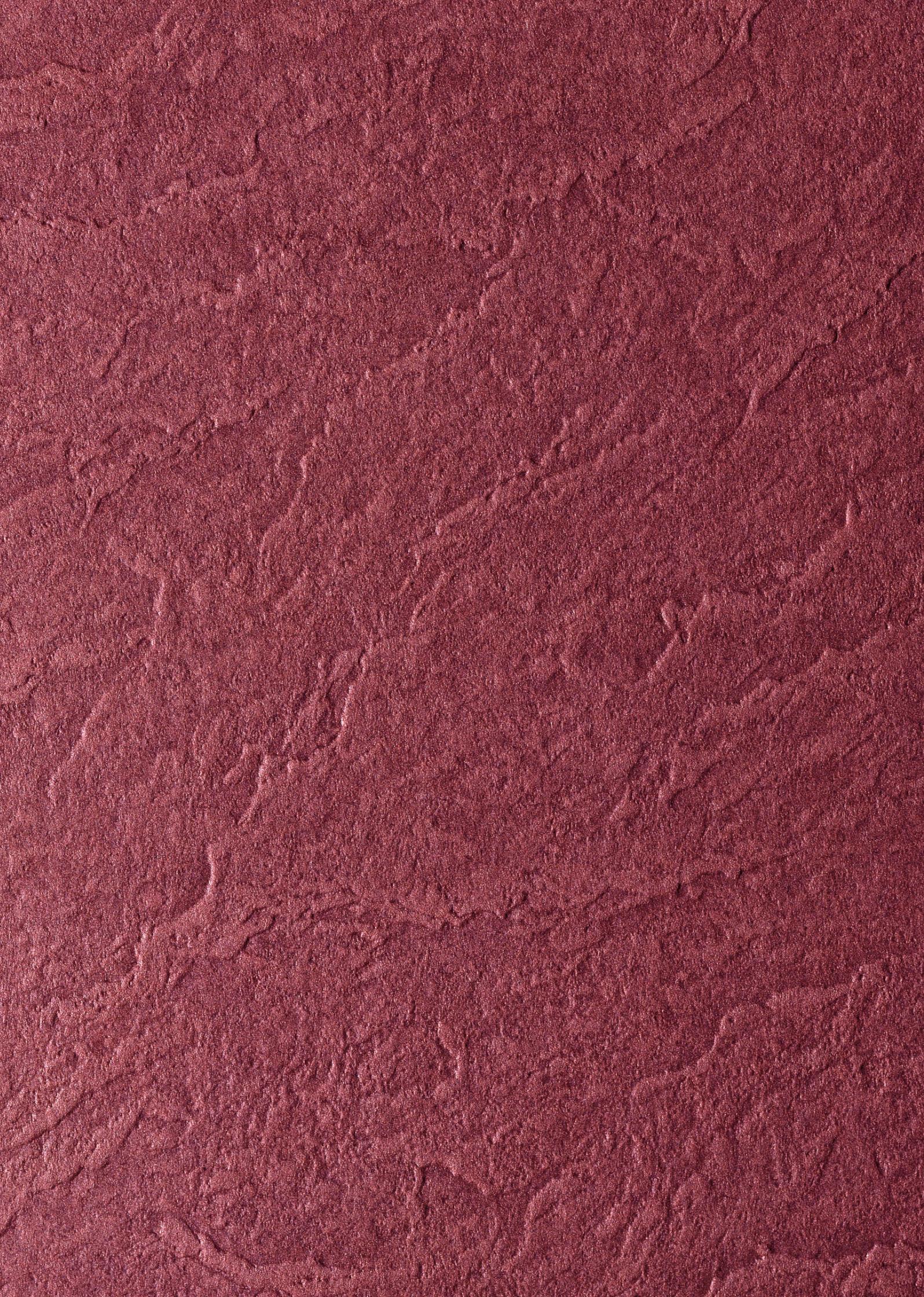
発表誌：①有機合成化学協会誌、79巻、547-557頁、2021年

★トラマドールの合成



★タモキシフェンの合成







一般社団法人産業環境管理協会

一般社団法人産業環境管理協会は、昭和37年の設立以来、行政、学会、産業界、関係諸団体の指導、協力を得つつ、公害防止管理者等国家試験の実施、環境管理に必要な人材の育成などに加え、産業界におけるサプライチェーンを通じた環境負荷低減への取組に係る調査研究、情報の収集・評価及び提供等多様な事業に取り組んでいます。



一般社団法人 産業環境管理協会
資源・リサイクル促進センター

〒100-0011 東京都千代田区内幸町一丁目3番1号（幸ビルディング3階）
TEL: 03-3528-8158 FAX: 03-3528-8164