

GSC

Green and
Sustainable
Chemistry

入門

No.7

第18回GSC賞経済産業大臣賞受賞(2018年度)

インクジェット用水性インクによる
軟包装フィルムへの印刷の実現

花王株式会社

花王株式会社は、日用品や食品の包装で使われるプラスチックフィルム印刷向けの「インクジェット用水性インク」を開発しました。高画質でありながらも、揮発性有機化合物がほとんど排出されないため、環境負荷を低減させることができました。



GSC 賞と受賞企業のプロフィール

GSC賞は、グリーン・サステイナブルケミストリー（GSC）の推進に貢献した優れた業績を上げた個人、団体に贈るもので、毎年数件の業績が表彰されます。その中で、経済産業大臣賞は産業技術の発展への貢献に、文部科学大臣賞は学術の発展・普及への貢献に、環境大臣賞は総合的な環境負荷削減への貢献に、さらにベンチャー企業賞・中小企業賞（2015年度新設）は中小規模の事業者を対象に産業技術の発展への貢献に対して贈ります。将来の展開が期待できる業績には奨励賞を贈ります。

花王株式会社は、1887年に創業した化学メーカー（本社は東京都中央区）です。家庭用や業務用の洗剤、トイレタリー用品、化粧品、食品を製造しており、洗剤、トイレタリーでは国内首位、化粧品は2位（子会社を含めて）のシェアを占めています。

このテキスト シリーズの ねらい

世界規模で、資源やエネルギー、地球温暖化、水や食糧などの課題がますます深刻になり、複雑になっています。それらの課題を解決し、社会の持続可能な発展に向けて、環境保全と経済発展を両立させるイノベーションが求められており、

GSC への期待は高まる一方です。このテキストシリーズでは「GSC とは何か」を理解し、私たちがみんなが持続可能な社会の担い手になることをめざして、GSC の推進に貢献したすぐれた業績に贈る GSC 賞を受賞した技術や製品を解説します。

※巻末の東京宣言 2015 をご参照ください。

GSC とは

名称：グリーン・サステイナブル ケミストリー
(Green and Sustainable Chemistry)

GSC の定義

人と環境にやさしく、持続可能な社会の発展を支える化学

GSC 活動の指針

- 化学は、社会の持続可能な発展のために、未来に向けた研究・教育、および環境に配慮したシステム・プロセス・製品の開発に取り組んできました。
- とりわけ、1992 年の地球環境サミット、リオデジャネイロ宣言を受けて、化学は、産・学・官一体となり、化学製品の設計から、原料の選択、製造過程、使用形態、リサイクル・廃棄までの製品の全サイクルにおいて、環境との共生の下、社会の要求に従い、経済合理性をもって環境、安全、健康に配慮した取り組みを進めるべく GSC を立ち上げ、活動を行ってきました。
- 全地球規模で、資源・エネルギー、地球温暖化、水・食糧、人口問題などの長期的課題が深刻化・複雑化する今世紀において、これらの課題解決を図り、より健康で豊かな社会の持続的発展をもたらす牽引役として、化学を基盤とするイノベーションへの期待は、益々大きくなっています。
- 化学は、産・学・官・民・国等の枠組みを超えたグローバルな連携・協調によって GSC を強力に推進し、これらの期待にこたえていきます。

GSC の事例

一大分類は、目的とする社会的貢献とその達成手段との組合せで表現しています。そして、それらの取組対象において、製造時あるいは使用時から社会的課題、さらに長期的難課題へと順次、取り組み対象を広げたものとし、また共通・基盤的項目も設けています—

低環境負荷生産に向けた

資源消費最小化・反応プロセス高効率化

1. 副生成物の発生量を低減する化学技術および製品
2. CO₂ 等の温室効果ガスや汚染物質の発生量を抑え、環境負荷を低減する分離・精製・リサイクル
3. CO₂ 等の温室効果ガスの発生量、環境への放出量を低減する化学技術および製品
4. 省資源・省エネを実現する触媒および反応プロセス

安全・安心な生活環境に資する化学物質のリスク低減

5. 廃棄物の発生量を低減する化学技術、製品およびシステム
6. 有害・汚染物質の発生と排出を抑止する化学技術、製品およびシステム

エネルギー・資源・食糧・水問題の解決に向けた取組み

7. 低品位の熱源や非在来型資源などを利活用するための化学技術、製品およびシステム
8. 未利用エネルギー・資源を有効なエネルギーに転換して貯蔵・輸送する化学技術、製品およびシステム
9. 枯渇資源(化石資源・希少資源)への依存度を低減する、または再生可能エネルギー・資源への転換・貯蔵を促進する化学技術、製品およびシステム

10. 3R(リデュース・リユース・リサイクル)に貢献する化学技術、製品およびシステム

11. 食料の生産・供給過程の高効率化、水資源の有効活用に資する化学技術、製品およびシステム

安全・安心・豊かで持続可能な社会実現のための長期的課題に対する先駆的取組み

12. 社会的課題の解決(エネルギー・資源、食糧・水、防災・インフラ整備、運輸・物流、医療・ヘルスケア、教育・福祉等)のための、ICT 等を活用した新しい社会システムの導入に貢献する、化学技術・新製品、および新形態のサービス
13. 環境への負荷を抑止しつつ社会や人の快適性の向上に寄与する化学・化学技術、新製品、および新形態のサービス

GSC の体系化・普及啓発・教育および GSC の評価方法の確立・普及

14. GSC の体系化
15. GSC の普及啓発・教育
16. GSC に関する評価方法、ライフサイクルアセスメントの確立と普及

VOC 排出量や環境負荷を低減 インクジェット用水性インクによる 軟包装フィルムへの印刷の実現

花王株式会社

第18回(2018年度)のGSC賞経済産業大臣賞は、花王株式会社の「インクジェット用水性インクによる軟包装フィルムへの印刷の実現」が受賞しました。従来、軟包装フィルムの印刷にはグラビア印刷という方法が使われていますが、少量多品種の印刷には向かず、使われる油性インクに揮発性有機化合物(VOC)が含まれていることが問題視されていました。花王は、軟包装フィルムに高画質の印刷ができる水性インクジェット用顔料インクを開発し、環境負荷を低減させることを実現しました。



1 技術開発に至るまで

～社会の持続可能な発展の実現に向けて、
どのような意志のもとで開発が始まったのでしょうか。

私たちの身の回りにある食品や日用品などのパッケージには、色鮮やかに商品名や画像などが印刷されています。パッケージの多くはポリエチレンやポリプロピレンなどのフィルム素材(軟包装フィルム)を使った包装が使われ、その9割以上はグラビア印刷で印刷されています。

グラビア印刷は凹版印刷の一種で、金属ロールの版の表面のくぼみにインクを付け、その版をフィルムの表面に押し付けることでインクを版からフィルムに転写して文字や模様を印刷する方法です(コラム①)。くぼみの深さを調節することで色の濃淡を表現できるので、精細な印刷ができます。一方、印刷する絵柄ごとに版を作製しなければならないので、大量に同じ絵柄を印刷しないと採算が取れず、少量の印刷には向きません。グラビア印刷では、少量の印刷は断るか、余分に多く印刷し、大量の在庫を抱えることがよくありました。大量の在庫を抱えることは、廃棄物の増加にもつながります。

軟包装フィルムの印刷には、乾燥しやすく、高品質な画像が得られる油性インクがこれまで使われてきました。油性インクは、顔料や樹脂、有機溶剤や補助剤などからできており、乾

くときに揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds; VOC)が大気中に大量に排出されるので、作業現場の換気が必要です。VOCは、トルエンやキシレンなど揮発しやすい有機化合物の総称で、よく使われるものでも200種類以上あるといわれます。大気中に放出されたVOCは、紫外線のエネルギーによって光化学オキシダントという大気汚染物質になります。光化学オキシダントが高濃度になると光化学スモッグが発生し、目の痛みや頭痛など人体に影響するばかりでなく、植物が枯れるなど農作物にも影響します。2004年に公布された改正大気汚染防止法でVOCの法規制が始まると、油性インクを使う印刷現場でも、VOC対策に取り組む必要に迫られました。

花王は、包装フィルムに必要な時に必要な量だけを印刷する方法として、水性インクによるインクジェット印刷を提案しました。インクジェット印刷は、家庭用のインクジェットプリンターでもよく知られている方法で、紙にインクの微小液滴を直接吹きつける際にインクの量や密度を調節して、描画します。パソコンなどから送られるデジタル信号によって描画するので、版が必要なく、少量多品種の印刷に適しています(コラム②)。

*1

染料インクは、着色物質が溶剤に均一に溶けているもの。

*2

顔料インクは、着色物質が溶剤に溶けず、分散している状態のもの。

インクジェット印刷には染料インク^(*1)と顔料インク^(*2)が使われますが、花王がここで採用したのは水性顔料インクでした。同社がもともとこの技術のノウハウを持っていたこともあります。水性インクがVOCをほとんど排出しないからです。

これまでの水性顔料インクで印刷してみると、紙では、インクがある程度しみ込んで乾燥するので、色や画像が安定します。しかし、フィルム素材ではインクがしみ込まず、乾燥しにくいので、インクが混じり合ってしまう。インクがにじんで、鮮明な画像は得られませんでした(図1)。

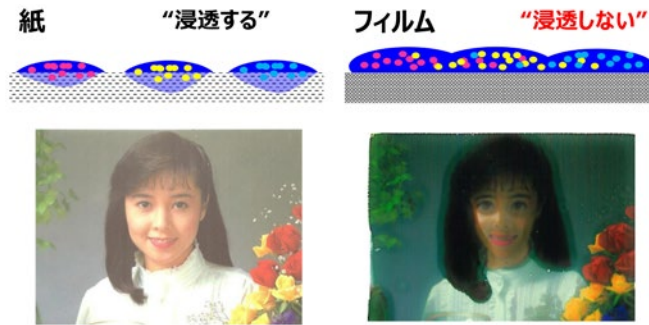


図1: これまでの水性顔料インクを用いてインクジェット方式で印刷した画像。紙に印刷した例(左)、フィルムに印刷した例(右)

コラム 1

印刷の方法

印刷とは原稿をもとに版をつくり、その版にインクを塗って紙などに文字や画像を再現する技術をいいます。版によって、凸版印刷、凹版印刷、平版印刷に分類され、これらを三大版式と呼びます。

凸版印刷は、凹凸のついた版の凸の部分にインクをつけて紙などに転写します。15世紀末にドイツのグーテンベルグが発明した活版印刷に由来する最も歴史の長い印刷方法です。

凹版印刷は、版の凹の部分にインクを付けて転写します。グラビア印刷がこれに該当します。

平版印刷は、版に凹凸をつけず、水と油が反発する性質

を利用して印刷します。オフセット印刷ともいい、商業印刷物でよく使われています。

そのほかに、比較的新しい技術として孔版印刷があります。布などで作ったスクリーンにインクを通す部分と通さない部分をつくり、これを版として印刷します。謄写版印刷やシルクスクリーン印刷が該当します。また、近年ではインクジェット印刷が普及しています。これは、紙に直接インクを吹き付けて印刷する方法で、版を必要としません。

印刷の方法には多くの種類があります。それぞれ長所と短所があり、用途に応じて使い分けられています。

種類	凸版印刷	平版印刷	凹版印刷	孔版印刷
版式	活版印刷、フレキシ印刷	オフセット印刷	グラビア印刷	スクリーン印刷
技法	版の凸部にインクをつけて紙などに転写する。	親油性の画線部と親水性の非画線部に明確な高低がなく、版面に水と親油性のインクを交互に与えながら印刷する。	版面のくぼんだ部分にインクを与えて印刷する。	インクが通る小孔でできた画線部とインク遮蔽層の非画線部からなり、画線部の小孔からインクを押し出して印刷する。
特徴	コストが安い	鮮明	大量印刷に対応 ニーズの幅が広い	少量印刷が可能 何にでも印刷できる
インク着肉量	8 ミクロン	4 ミクロン	25 ミクロン	30 ミクロン
主な用途	新聞、名刺、段ボールなど	新聞、ポスター、カレンダー、折り込み広告など	プラスチックフィルム、軟包装材料、写真集、建材など	ステッカー、計器盤、プリント配線、キーボード

表: 印刷方法の種類

https://sp-jp.fujifilm.com/future-clip/reading_keywords/vol17.html をもとに作図

コラム 2

インクジェット印刷とは

インクを細いノズルから噴射させ、印刷する方法です。オフセット印刷のように版を作る必要はなく、パソコンから送られる文字や図形のデジタル信号に応じてインクの噴射を制御します。また、噴射するインクの量やドットの密度を調節することで全部の色を表現することができます。

インクの噴射には、ピエゾ素子によって圧力をかけて噴出させるピエゾ方式と、加熱によって気泡を発生させて噴出させるサーマル方式があります。紙などの印刷したい基材に直接インクを吹き付けるので少量でも、また表面が平らでなくても印刷することができます。



2 課題の解決に向けて

～どのような技術課題が生じ、解決方法をあみ出したのでしょうか。

インクを素早く乾燥させる

フィルム表面で画像を鮮明にするためには、インクが混じり合わないようになければなりません。そのためには、フィルム表面でインクを素早く乾燥させる必要があります。そこで、インクを乾燥しやすい組成にし、インクの濃度を濃くしました。そうすれば、インクの液滴量が少なくなり、乾燥しやすくなります。

実際、高濃度のインクを使って印刷してみたところ、たしかにインクが早く乾燥し、鮮明な画像が得られました。しかし、インクの液滴量が減った分、十分な色の濃さにならず、スジができるなど画質はよくありませんでした。インクジェット印刷は、細いノズルからインクの微小液滴を吹き出させます。このとき、フィルム上に生じるインクのドットが適度な大きさに均一に広がらないと画質が下がってしまうのです。

「液滴量はなるべく少ないままで、インクのドットを広げたい」と、開発チームの挑戦が始まりました。水性顔料インクは、水になじまない顔料を水に分散させたもので、グラビア用の油性インクに比べて、顔料表面と溶剤の親和性が低いため、顔料を分散させるのは極めてむずかしい技術です。顔料はナノサイズの一次粒子が集まって粉体

(二次粒子)になっています。粉体を一次粒子にまでバラバラにすると画質が向上します。しかし、粒子が細くなると、表面積が大きくなり、分子間力が働いて凝集しやすくなってしまいます。その結果、再び粒子が集まり、顔料は安定して分散しないので、画質が下がります。

顔料粒子を分散させる

顔料粒子を分散させるために、花王の主力製品である衣料用洗剤の技術を応用しました。洗剤の成分である界面活性剤は、油污れに吸着して、乳化させ汚れを水中に分散させます。界面活性剤には、水になじみやすい親水基と油になじみやすい親油基があり、油があると界面活性剤の親油基がくっつき、やがて油の周りを覆って小さな球になります。球の表面は親水性になるため、水になじみやすくなって水中に分散します(図2)。

この技術を応用して、油污れのかわりにナノサイズの顔料粒子を水の中に分散させる技術を開発しました。界面活性剤である高分子分散剤を顔料(二次粒子)の表面に吸着させ、エネルギーを加えると、バラバラになってナノサイズの一次粒子になります。すると、親水性の部分が外側になり、粒子が水中に分散しました。



図2：洗剤の技術を応用した顔料の分散

顔料粒子を安定に分散させておくためには、顔料粒子どうしが凝集しないようになければなりません。そこで、高分子設計技術を用いて、高分子分散剤の構造を工夫し、互いに反発するようにしました。電荷をもつ官能基を導入することで、プラスどうし、マイナスどうしが互いに反発する性質や、官能基間で生じる立体反発を利用して分散するようにしたのです。こうしてできたのが、

電荷反発基や立体反発基をもつ高分子分散剤です。高分子分散剤が、顔料粒子の表面に吸着して顔料粒子をカプセル化し、外側の反発層で顔料粒子カプセルを安定に分散させるのです。

独自に設計した高分子分散剤と分散プロセスによって顔料の表面を高分子分散剤で均一に被覆することにより、顔料をナノサイズで分散安定化する技術が「顔料ナノ分散技術」です。

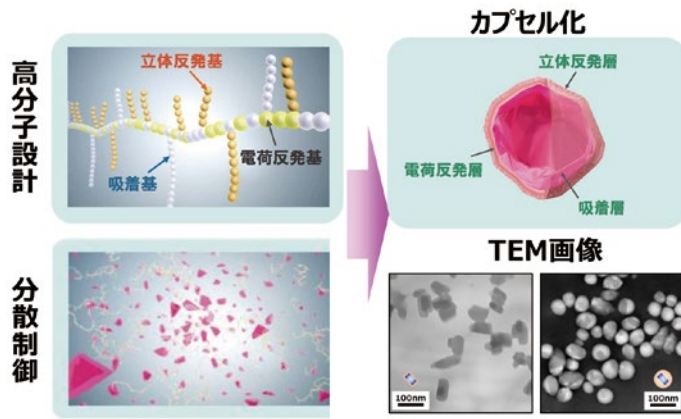


図3：顔料ナノ分散技術
 高分子設計技術と分散制御技術を組み合わせることで、顔料の表面に高分子分散剤を吸着させて全体を覆ってカプセル化することに成功。水の中にナノサイズで顔料を分散させることが可能になった。

この顔料ナノ分散技術により、インクを設計し、フィルム上での効果を確認しました(図4)。すると、インクのドット径が従来のインクに比べて大幅に広がることわかりました。また、顔料ナノ

分散技術がないと、ドットの端の部分に顔料粒子が密集し、粒子がリング状になるコーヒーリング現象が現れましたが、顔料ナノ分散技術を用いたインクは、均一な状態になりました。

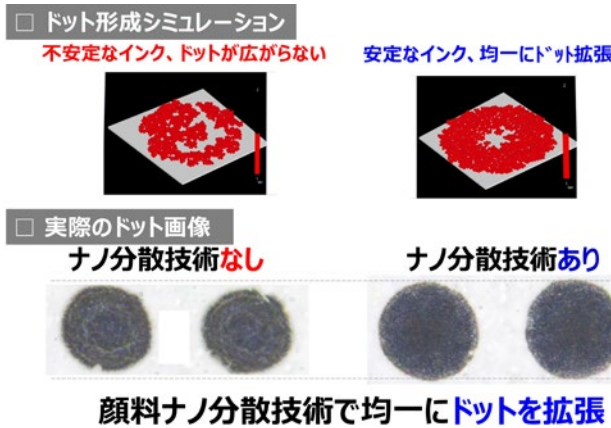


図4：顔料ナノ分散技術によるドットの拡張
 顔料ナノ分散技術を用いたインクのドットは、均一に広がった(右)。

インクの物性を制御する

インクが混じり合ってしまうことには、もう一つ原因がありました。インクの表面張力の違いです。印刷工程では1色ずつ印刷するので、1色目を印刷して、次の色を印刷するまでにわずかな時間差が生じます。フィルムにインクを吹き付けるタイミングの差によるもので、このわずかな時間差によって表面張力に差が出てしまうのです。表面張力の異なるインクが隣り合うと、表面張力の小さな液滴が表面張力の大きな液滴をぬらそうとします^(※3)。つまり、表面張力の大きな液滴に向

かって広がろうとして、インクは自発的に混ざってしまうのです。

インクの製造工程では、まず顔料を水中に分散させ、次の工程で最終的なインクの組成になるように調整します。界面活性剤を加えると、インクの浸透性や速乾性が高まるとともに、表面張力が下がります。そこで、この工程で界面活性剤の種類や量などを含め、インクの組成を精密に設計し、物性をコントロールしました。それによって、隣り合うインクのにじみを抑えることができました(図5)。

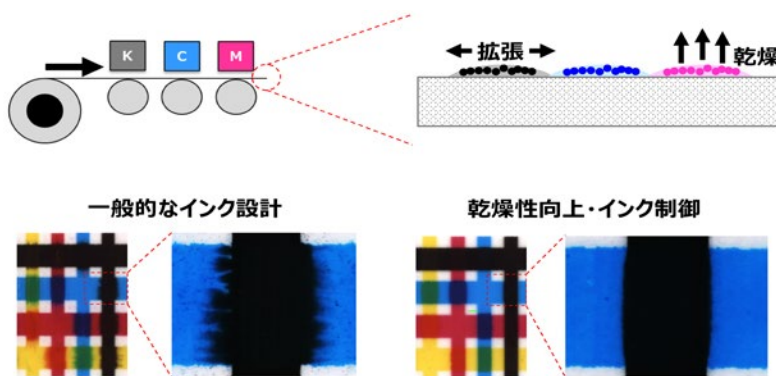


図5：インクの物性制御によるにじみの防止

***3**
 固体の表面に液体をたらしたとき、その液滴が広がっていると「ぬれがよい」、丸くなっていると「ぬれが悪い」という。ぬれがよいとは、表面と液体がなじみやすい、ぬれが悪いとは表面と液体がなじみにくいことをさす。



3 社会への貢献

～新しい技術は社会にどんな価値をもたらしたでしょうか。

こうして、顔料をナノサイズで分散させる技術とインク物性を制御する技術によって、目的にかなう水性インクジェット用顔料インクを開発することができました。

2016年に軟包装用のフィルムに印刷できる水性インクジェット用顔料インク「LUNAJET®」を上市し、油性インクによるグラビア印刷が主流の

軟包装用フィルムに、水性インクによるインクジェット方式でくっきり文字や絵が印刷できるようになったのです。版を作る必要がないので、版を作る時間やコストが削減でき、さらに少量多品種の印刷に適しています(図6)。グラビア印刷のように大量に印刷して在庫を抱える必要もないので、廃棄物の削減にもつながります。



図6：水性インクジェット用顔料インクで印刷した製品
小ロット印刷や顧客の要望に合わせたパーソナライズ印刷が可能になった。

何より、VOCをほとんど出さずに印刷できるのは画期的なことです。油性グラビア印刷では、引火性のある油性インクは危険物として扱いに気を付けなければなりませんし、換気や防爆設備が必要です。水性インクならその必要はなく、作業環

境も改善できます。水性インクジェット用インクによるインクジェット印刷のVOC排出量は油性グラビア印刷の約4分の1になり、VOC処理設備も必要ではなくなりました(表1)。

		油性グラビア印刷	LUNAJET®
環境*	VOC	100	24
	SO _x	100	64
	CO ₂	100	61
安全	消防法	危険物	非危険物

表1：環境評価の結果
印刷長さ2000mとしたときの水性インクジェット印刷と油性グラビア印刷のVOC排出量やCO₂排出量を評価したところ、顕著な差がみられた。

花王では、原材料の調達から設計、製造、輸送、使用、廃棄までのライフサイクルを通じて、環境の影響や負荷を評価する「ライフサイクルアセスメント(LCA)」を実施し、環境に配慮した製品や技術の実用化に取り組んできました。その一環として、小ロット印刷での環境影響を評価したところ、油性グラビア印刷に比べて印刷時の二酸化炭素排出量、VOC排出量、環境影響のすべてで低減効果が大きいことがわかりました。

このインクは注目され、GSC賞のほか、2017年に全国発明表彰で発明賞も受賞しました。菓子のパッケージ印刷に採用されているほか、花王製品のオリジナルラベルの商品などで好評を博しています。

とはいえ、軟包装フィルムの印刷ではまだグラビア印刷が主流です。この新しい技術がもっと普及し、持続可能な社会の実現に貢献できるように、開発チームは技術の改良に余念がありません。

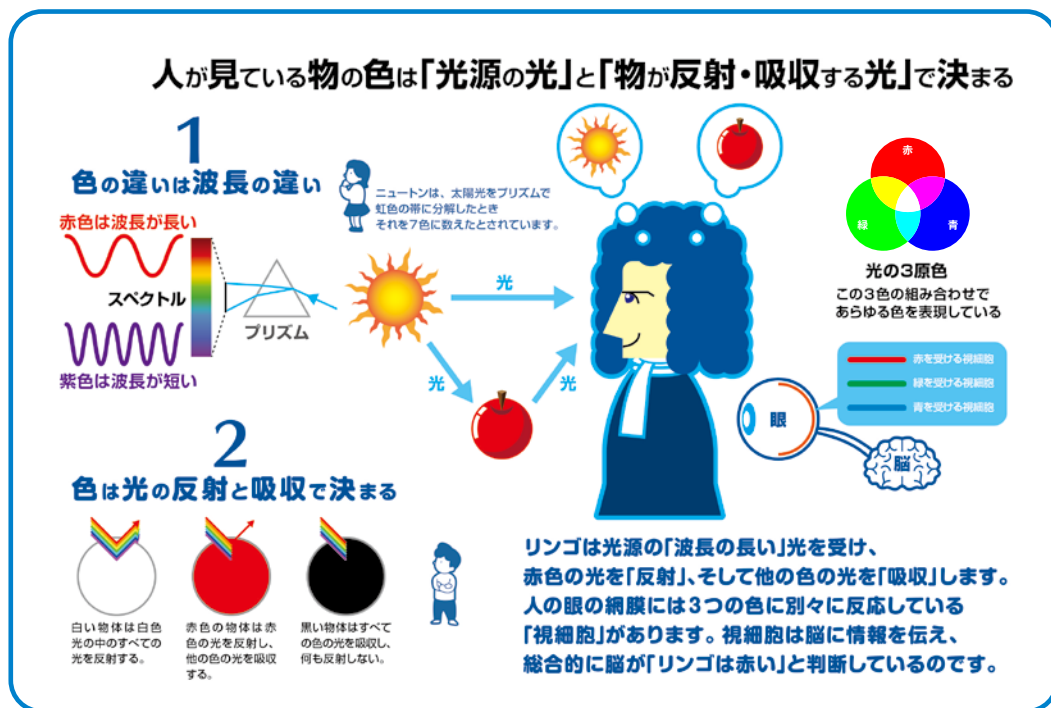
コラム 3

顔料の色

印刷に欠かせないインクは、着色化合物、媒材、添加剤などからなります。顔料は、固体の着色化合物のことで水や油には溶けず、表面に塗ったり、材料本体に混合したりすることで着色します。一方、着色化合物が水や油に溶けるものは染料といえます。

私たちが色を見ることができるのは、光源を見るか光に

照らされた物体を見る時です。色の違いは光の波長の違いであり、物体の色は、物体に届いた光のうち、物体が吸収せずに反射した光の色です。顔料は光と相互作用すると、それぞれに異なる波長の光を吸収し、残りを反射します。この反射した光が色覚で感知されると、色として認識されます。



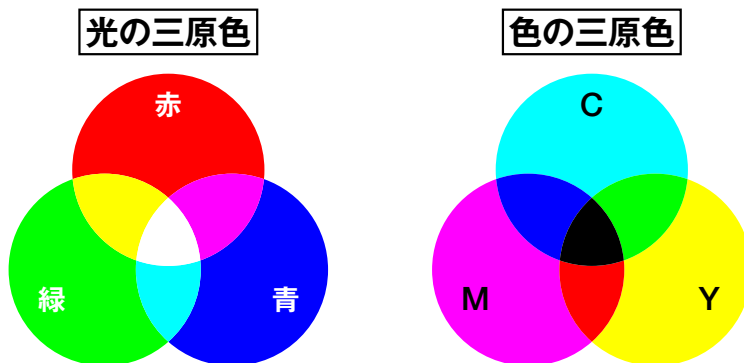
図：人が見ている物の色
<https://www.lab.toho-u.ac.jp/sci/chem/edu/research/pdf/leaf02.pdf>

コラム 4

インクの色と光の色

太陽光には、いろいろな色の光が含まれています。その基本の色は、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の三つで「光の三原色 (RGB)」といえます。この三つの色をいろいろな割合で混ぜ合わせていくと、ほとんどすべての色をつくることができ、三色を同じ割合で混ぜると白になります。テレビの画面やパソコンのディスプレイも RGB の組み合わせで画像を表現しています。

一方、印刷のインクの三原色は、イエロー (Y)、マゼンタ (M)、シアン (C) です。インクに光が当たると、一部が吸収され、残った光が反射または透過します。つまり、インクの色は反射または透過した光の色のことです。インクの色は吸収される光の色の補色になります。そこで、この三つの色を混ぜ合わせると、赤、緑、青の光がすべて吸収され、反射する光がなくなり黒色になります。



設問

理解を深めるために

この事例を通して、GSC の観点から以下の問いについて考えてみましょう。

- Q1 本教材の技術・製品は GSC の事例 (P.1) のどれに最もよく当てはまるか、その理由と共に討議してください。
- Q2 実用化されて初めて GSC は完結します。そのためには、3 要素、すなわち環境性・社会性・経済性の要求を同時に満たす必要があります。例えば、本教材の技術・製品の事例で環境性・社会性のみならず経済性を満たすためにどのような方策を講じたか整理してください。
- Q3 カラーユニバーサルデザインとは、色のユニバーサルデザインのことです。ユニバーサルデザインは、ロナルド・メイス博士が提唱した「製品や環境のデザインを、全ての人が使いこなせるものとする」と目指す概念を意味します。このユニバーサルデザインの中の「色による情報伝達」に関するものをカラーユニバーサルデザインと呼びます。カラーユニバーサルデザインの3つのポイントを整理してください。
- Q4 労働環境における有機溶媒の使用量を管理するため、日本では許容濃度が定められています。代表的な有機溶媒であるアセトンの許容濃度は 200 ppm です。床面積 50 m²、高さ 3 m の作業空間でアセトンが許容濃度に達する使用量を重量単位で計算してください。アセトンの分子量は 58 とし、アセトン蒸気は理想気体として扱い、室温は 25 °C とします。また、トルエンの許容濃度を調べ、同様に計算してください。
- Q5 本事例と SDGs との関係の説明してください。
- Q6 本事例は GSC の四軸法を用いて評価するとどのようになりますか。

文献紹介

こんな資料を活用しよう。

- 1) 環境と化学 グリーンケミストリー入門 (第 3 版), 荻野和子, 竹内茂彌, 柘植秀樹編, 東京化学同人, 2018.
- 2) 色彩科学講座1 カラーサイエンス, 日本色彩学会編, 朝倉書店, 2004.
- 3) 色と顔料の世界, 顔料技術研究会編, 三共出版, 2017.
- 4) 西久夫, 色素の化学 インジゴからフタロシアニンまで, 共立出版, 1985.
- 5) 西久夫, 北原清志, 続 色素の化学 色素の機能性, 共立出版, 1992.
- 6) カラーユニバーサルデザインの手引き, 教育出版 CUD 事務局 編著, 教育出版, 2012.

シリーズ GSC 入門の既発行号と特別版「SDGs 入門」はこちらからご覧になれます



The Statement 2015

We, the participants of the 7th International GSC Conference Tokyo (GSC-7) and 4th JACI/GSC Symposium make the following declaration to promote "Green and Sustainable Chemistry (GSC)" as a key initiative in the ongoing efforts to achieve global sustainable development.

The global chemistry community has been addressing future-oriented research, innovation, education, and development towards environmentally-benign systems, processes, and products for the sustainable development of society.

In response to the Rio Declaration at the Earth Summit in 1992 and subsequent global Declarations, the global chemistry community has been working on challenges in a unified manner linking academia, industry, and government with a common focus to advance the adoption and uptake of Green and Sustainable Chemistry. The outcomes include the pursuance of co-existence with the global environment, the satisfaction of society's needs, and economic rationality. These goals should be pursued with consideration for improved quality, performance, and job creation as well as health, safety, the environment across the life cycles of chemical products, their design, selection of raw materials, processing, use, recycling, and final disposal towards a Circular Economy.

Long-term global issues, in areas such as food and water security of supply, energy generation

and consumption, resource efficiency, emerging markets, and technological advances and responsible industrial practices have increasingly become major and complicated societal concerns requiring serious attention and innovative solutions within a tight timeline. Therefore, expectations are growing for innovations, based on the chemical sciences and technologies, as driving forces to solve such issues and to achieve the sustainable development of society with enhanced quality of life and well-being.

These significant global issues will best be addressed through promotion of the interdisciplinary understanding of Green and Sustainable Chemistry throughout the discussion of "Toward New Developments in GSC."

The global chemistry community will advance Green and Sustainable Chemistry through global partnership and collaboration and by bridging the boundaries that traditionally separate disciplines, academia, industries, consumers, governments, and nations.

July 8, 2015

Kyohei Takahashi

on behalf of Organizing Committee

Milton Hearn AM, David Constable,

Sir Martyn Poliakoff, Masahiko Matsukata

on behalf of International Advisory Board

of 7th International GSC Conference Tokyo (GSC-7),

Japan July 5-8, 2015

東京宣言 2015

我々、「第4回 JACI/GSC シンポジウム・第7回 GSC 東京国際会議」の参加者は、世界の持続可能な発展のために各界の弛みない努力が進められている中で、その基盤をなすイニシアチブとして「グリーン・サステナブル ケミストリー (GSC)」の推進を次のように宣言します。

我々、世界の化学に携わる者は、社会の持続可能な発展のために、未来にむけた研究・イノベーション・教育、および環境に配慮したシステム・プロセス・製品を志向する開発に取り組んできました。

1992年の地球サミットにおけるリオ宣言及びそれに続く諸条約を受けて、世界の化学に携わる者は、産・学・官一体となり共通の目的意識をもって、グリーン・サステナブル ケミストリーの採用と活用を前進させるために、困難な課題に取り組んできました。その成果としては、地球環境との共生、社会的要請への充足、および経済の合理性を同時に達成することを求めてきました。またその最終目標としては、化学製品の設計から原料の選択、製造過程、使用形態、リサイクル、廃棄までの製品の全サイクルにおいて、より良い健康、安全、環境とともに、品質、性能、および雇用創出へも配慮した循環型経済をめざして取り組みを続けてまいりました。

昨今、長期的・全地球規模での問題、すなわち食糧と水供給の確保、エネルギー創出と消費、資源効率、新興市場、および技術の進歩とその責任ある工業の実施などの課題が大きくかつ複雑な社会的懸念として注視されるようになり、またこれらの解決には、時間的に余裕のない状況の中で革新的な解決と本問題を真剣に注視することが必要とされています。それゆえに、これらの課題解決を図り、より健康で豊かな社会の持続可能な発展をもたらす牽引役として化学に関わる科学と技術を基盤とするイノベーションへの期待は益々大きくなっています。

これらの地球規模の課題解決に向けては「グリーン・サステナブル ケミストリーの新たな発展へ」の討議全体を通じたグリーン・サステナブル ケミストリーへの理解を、他分野との連携にまで広げることによって、今後十分に取り組んでいく必要があります。

そのためにも、我々世界の化学に携わる者はグローバルな連携と協調によって、また学問分野や、学、産、消費者、官、および国を隔ててきた従来の壁を乗り越えて、グリーン・サステナブル ケミストリーを強力に推進していきます。

注：採択された東京宣言は英文であり、この和訳は参考資料となります。

JACI テキスト：GSC 入門～GSC 賞を受賞した社会的実践事例から学ぶ GSC
2022年3月発行

企画・編集 公益社団法人 新化学技術推進協会 GSCN 普及・啓発グループ教材ワーキンググループ
発行 公益社団法人 新化学技術推進協会

〒102-0075 東京都千代田区三番町2 三番町 KS ビル 2 階

電話：03-6272-6880 FAX：03-5211-5920

URL：https://www.jaci.or.jp/

技術内容協力 花王株式会社

制作 有限会社サイテック・コミュニケーションズ

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-14-3 イルサ 202



GSC : Green and Sustainable Chemistry

人と環境にやさしく、持続可能な社会の発展を支える化学

シリーズGSC入門

GSC賞を受賞した社会的実践事例から学ぶ



世界規模で、資源やエネルギー、地球温暖化、水や食糧などの課題がますます深刻になり、複雑になっています。それらの課題を解決し、社会の持続可能な発展に向けて、環境保全と社会・経済発展を両立させるイノベーションが求められており、GSCへの期待は高まる一方です。このテキストシリーズでは「GSCとは何か」を理解し、私たちみんなが持続可能な社会の担い手になることをめざして、GSCの推進に貢献したすぐれた業績に贈るGSC賞を受賞した技術や製品を解説します。

SP

SDGs入門 (GSCはSDGsのけん引役)

SDGsとは、国際連合が採択した世界共通のゴールで、持続可能な開発を達成するために経済と社会、環境の三要素を調和させることが不可欠としています。この考え方は、社会の持続可能な発展に向けて、環境保全と経済発展の両立をめざすGSCと共通しています。このテキストは特別号として、SDGsをGSCの視点で解説し、みなさんに考え、実践してもらうことをめざします。



1

サステナブル社会を先駆けた新しいお洗濯提案

花王株式会社

花王株式会社は、持続可能な社会を目指してLCAの観点から洗剤をとらえ、製品をコンパクトするとともに、すすぎ回数を従来の2回から1回で済む洗剤を開発。すすぎ1回を通じて、消費者とともに環境負荷を低減する新たな洗濯スタイル「いっしょにエコ」を提案しました。



2

副生CO₂を原料とする新規な非ホスゲン法ポリカーボネート製プロセス

旭化成株式会社

旭化成株式会社は、これまで大気中に排出していた副生成物の二酸化炭素を原料として、ポリカーボネート樹脂を製造することに成功しました。この製法では、原料にホスゲンなど有毒物質を使わず、排水や廃棄物の発生を抑制しました。これは、環境性、社会性、経済性に優れた画期的プロセス

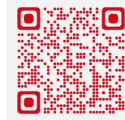


3

航空機の軽量化を可能とする炭素繊維複合材料の開発

東レ株式会社

旭化成株式会社は、これまで大気中に排出していた副生成物の二酸化炭素を原料として、ポリカーボネート樹脂を製造することに成功しました。この製法では、原料にホスゲンなど有毒物質を使わず、排水や廃棄物の発生を抑制しました。これは、環境性、社会性、経済性に優れた画期的プロセスです。



4

植物由来原料を用いた高機能透明プラスチックの開発と商業化

三菱化学株式会社(現 三菱ケミカル株式会社)

三菱化学株式会社(現 三菱ケミカル株式会社)は、再生可能資源から作られるインソルバドを主原料とした透明エンジニアリングプラスチックを開発し、商業化に成功しました。再生可能資源を利用した独自のプロセスにより環境負荷を低減しただけでなく、耐衝撃性や耐候性に優れるなど製品の性能を画期的に向上させています。



5

世界の水問題解決に貢献する高機能性逆浸透膜の開発

東レ株式会社

東レ株式会社は、透水性や除去性、耐汚れ性に優れた高機能性逆浸透膜を開発しました。省エネと高水質の両方の機能を兼ね備えた膜は、世界の水問題の解決に貢献する画期的な技術として注目されています。



6

高充電性・高耐久性を両立した低環境負荷アイドリングストップ車用バッテリーの開発

日立化成株式会社(現 エナジーウイズ株式会社)、株式会社日立製作所

日立化成株式会社(現 エナジーウイズ株式会社)が開発したアイドリングストップ車用バッテリーは、高耐久性を実現し、また短い時間で充電できる高充電性を備えています。このバッテリーを搭載した自動車は燃費がよくなり、地球温暖化の原因のひとつである二酸化炭素の削減に貢献しています。



7

インクジェット用水性インクによる軟包装フィルムへの印刷の実現

花王株式会社

花王株式会社は、日用品や食品の包装で使われるプラスチックフィルム印刷向けの「インクジェット用水性インク」を開発しました。高画質でありながらも、揮発性有機化合物がほとんど排出されないため、環境負荷を低減させることができました。

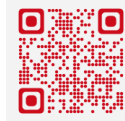


8

クメンを循環利用するプロピレンオキサイド新製法の開発と工業化

住友化学株式会社

住友化学株式会社は、ポリウレタンなどの原料として使われるプロピレンオキサイドの新しい製造法を開発しました。プロピレンオキサイドだけを効率よく生産できるとともに環境負荷の低減を実現しました。



9

次世代の太陽電池として期待されるペロブスカイト太陽電池

京都大学 若宮 淳志、金光 義彦、株式会社エネコートテクノロジーズ

ペロブスカイト太陽電池は、低温で材料を塗るだけで簡単に製造できるうえ、薄くて軽い次世代の太陽電池として期待されています。京都大学の若宮教授らは、この技術に注目し、材料化学の観点から研究開発を進め、この電池の高性能化に成功しました。京都大学発ベンチャーとして設立された株式会社エネコートテクノロジーズは、この成果をもとに、ペロブスカイト太陽電池の実用化と社会実装にむけて取り組んでいます。

