

軟包装用水性フレキシ印刷の現状と課題

佐川印刷株式会社

軟包材事業部

時田 直知

川端 伸彦

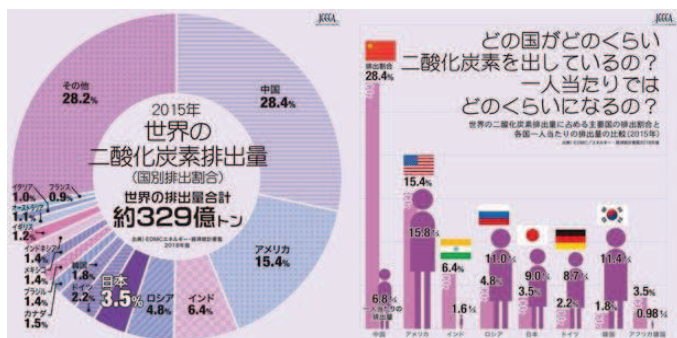
1. はじめに

当社は印刷から物流までトータルでサポートする総合印刷会社です。札幌から福岡まで全国 24 営業支店、生産工場 11 か所（内、軟包材は 1 工場）で全国展開しております。

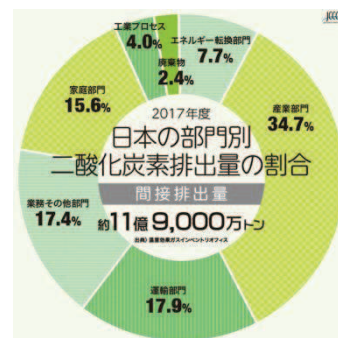
2015 年、創業 45 年目のチャレンジとして、滋賀県の日野工場敷地内（敷地面積 4 万坪）に軟包材事業をスタート。極力、有機溶剤を使用しない環境に優しい水性フレキシ印刷機をメインに、フィルム製造から印刷・ラミネート・製袋まで一貫生産を特徴とした工場を竣工し、延べ床面積約 4,000 坪、クリーンルーム完備の軟包装衛生協議会認定の工場として稼働しております。本年度中に食品安全マネジメントシステム (FSMS) 認証 (ISO 22000) を取得予定とし、更に安心・安全な生産工場となるよう計画中です。今年、創業 50 周年を迎え、新たなチャレンジとして、京都亀岡市にて紙器を中心としたパッケージ事業をスタートします。この 2 つの生産工場をもって食品に限らず様々な包装のお手伝いをさせて頂ければと考えております。

2. 環境問題(地球温暖化)とは

国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP)、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) でも話題となり、世界規模の問題となっている地球温暖化は、主に温室効果ガスが原因とされています。温室効果ガスは石炭・石油などの化石燃料を燃焼させることで、発生する二酸化炭素がそのほとんどを占めており、世界では年間で約 329 億 t の二酸化炭素を排出しています。日本においても二酸化炭素は年間約 12 億 t 排出しており、そのうちの約 35% は産業部門での排出となっています。日本では 2015 年に結んだパリ協定 (COP21) にて 2030 年に 2013 年度比で 26% の削減、2050 年までには 80% の削減を目標としているため、産業部門における二酸化炭素排出の削減は重要な課題であります。



世界各国の二酸化炭素排出量



日本の部門別二酸化炭素排出量

軟包材業界において二酸化炭素の排出量の削減方法には様々なアプローチがあります。フィルムそのものをリサイクル材や、バイオ由来のものに変更する方法や、モノマテリアル包材にすることによってリサイクルしやすい包材に変更する方法、加工（コンバーティング）時に発生する二酸化炭素の排出量を軽減するといった方法があります。今回は加工時に発生する二酸化炭素の軽減について重点を当てて紹介していきます。

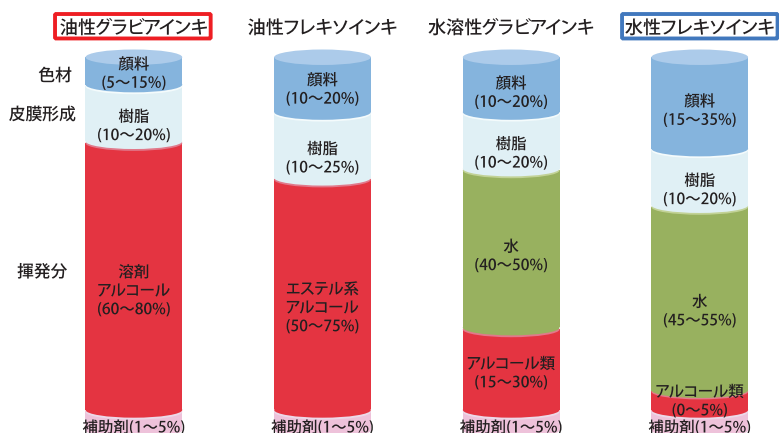
3. 水性フレキシソ印刷とは

当社はこれらの課題解決に向け、滋賀県日野町にある工場に水性フレキシソ印刷機の導入を行いました。これはゴムや樹脂など弾性のある版を用いた凸版印刷方式であり、印圧が軽いことが特徴に挙げられます。また国内の軟包装業界では 9 割超使われている油性グラビア印刷方式とは異なり、有機溶剤(アルコール)含有量が 5%未満の水性インキを使っております。

有機溶剤は色の素となる顔料を含む樹脂を分散させるための溶媒に使われるものですが、水性フレキシソでは有機溶剤ではなく水に顔料を含む樹脂を分散させています。顔料の配合を増やすことでインキの使用量を減らし乾燥にかかるエネルギーを減らせるようにしています。また少ないインキでも安定した色目を出すために、インキを版に転移させるアニロックスロールの改良、インキの改良によって技術が確立されてきました。

水性フレキシソ印刷機はエネルギーの使用量、揮発性有機化合物(VOC)排出量の低減といった面で優れており、冷却水の使用量、供給エア、排気量、蒸気使用量、乾燥機の能力等を比較すると、油性グラビア印刷機は水性フレキシソ印刷機に比べ冷却水・供給エア・排気量・蒸気など 1.2~6.75 倍のエネルギーを必要とします。

また、グラビア印刷では排出された VOC を設備の規模、条例の規定により燃焼処理しているコンバーターもあり、その場合は二酸化炭素の排出量が大幅に多くなります。VOC を燃焼させずに大気放出すれば、一時的に二酸化炭素の排出量は少なく見えますが、光化学スモッグの原因となる光化学オキシダントに変性し大気汚染につながっていきます。



各インキ成分比較

4. 今、水性フレキシ印刷が選ばれる理由

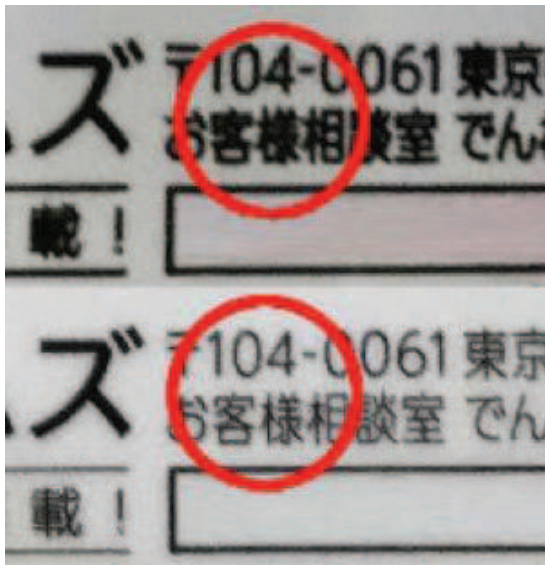
安心・安全環境対応のパッケージ

有機溶剤の含有量が限りなくゼロに近い水性フレキシ印刷なら、さらなる環境対応への製品を提供できます。凸版ならではの特徴を活かし、高精細な印刷を施すことが可能な上、従来印刷加工が困難な基材である、レーヨン紙、和紙、不織布などの原反やフィルムへの印刷に対応しています。安心・安全で、環境にやさしい商品パッケージです。

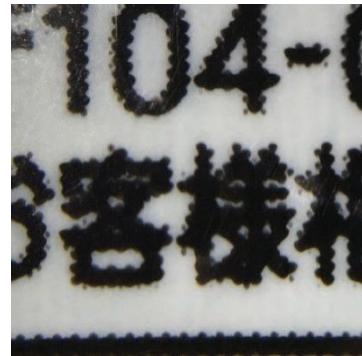
高精細印刷が可能

グラビア彫刻版は 2001pi 程度の版になるため細かい部分のドットが目立ち、小さな文字の表現ができません。腐食方式の版は、ある程度改善はされていますが、凹版印刷の特性上、綺麗なラインを印刷することがあまり得意ではありません。

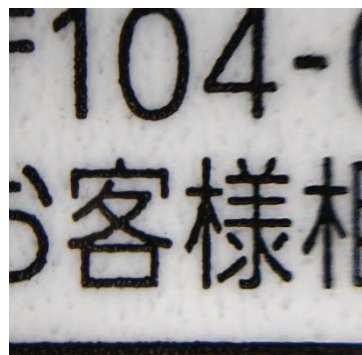
水性フレキシ印刷用の樹脂版やゴム版は、オフセットの PS 版と同等の解像度 (2400dpi 以上) で版が作成されるため、文字のエッジを綺麗に再現することができ、狭い領域に必要な情報を盛り込むことができます。また小さな QR コードも得意としますのでデザインの自由度を上げることが可能です。



赤丸の部分の文字を比較します。
上がグラビア、下がフレキシ



グラビア印刷の文字表現(約 20 倍拡大)

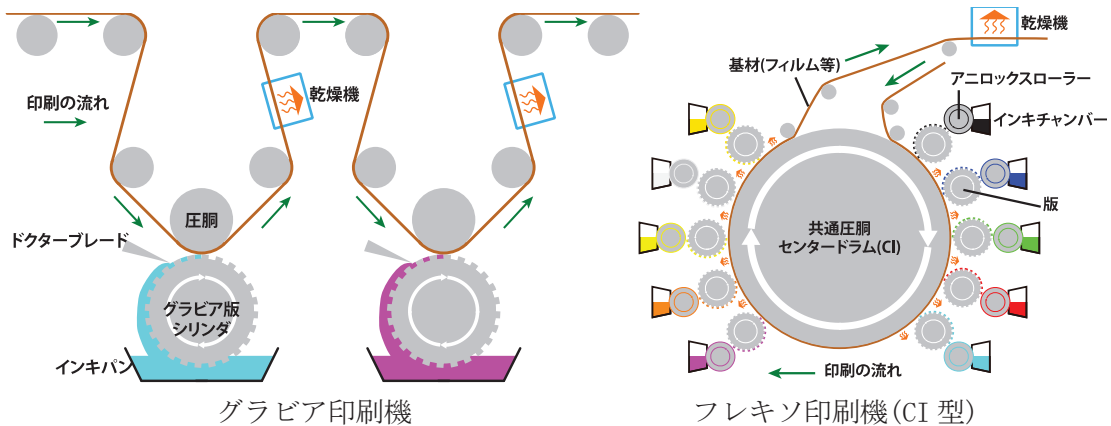


フレキシ印刷の文字表現(約 20 倍拡大)

見当性能が良好

グラビア印刷では1色印刷するごとに、上部に設けられた熱風による乾燥ユニットを通るため、フィルムの収縮や蛇行等もあり見当精度はあまりよくありません。

当社のCI型の水性フレキソ印刷機ではセンタードラムにフィルムが巻かれて、フィルムが安定した状態で全色を印刷することが可能ですが、フィルムの種類によっては見当ズレが生じる場合もあります。幅方向にも見当が合いやすいので、幅広の原反にも印刷が可能で優れた生産能力があります。



5. 水性フレキソ印刷における課題

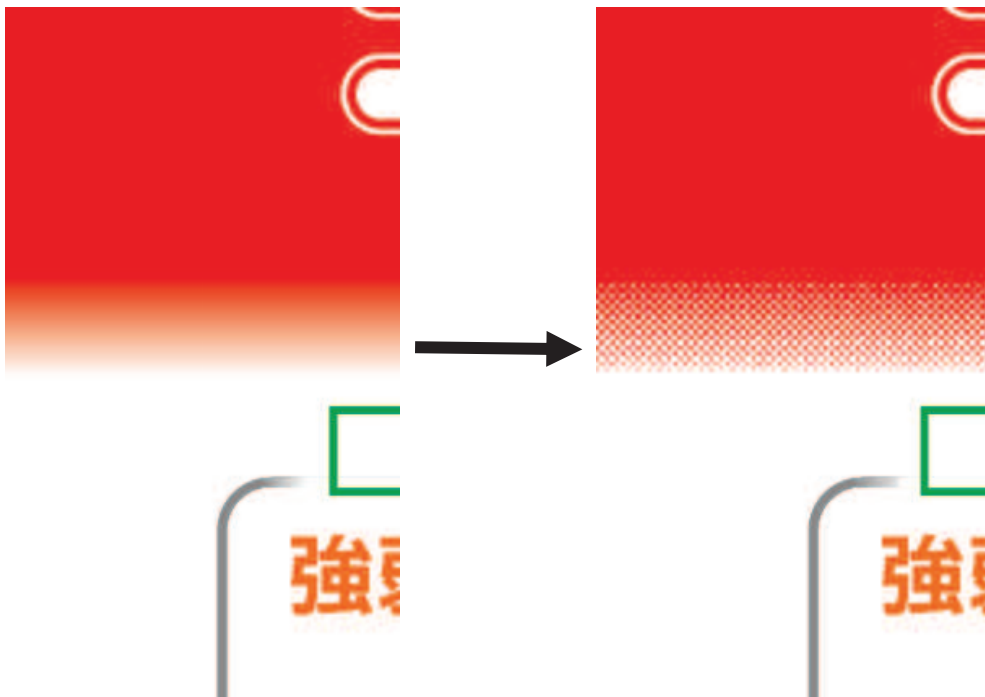
少しずつ実績は作らせて頂いておりますが、現状は課題がまだまだ多く問題点の改善中です。自社のみでの水性フレキソの拡販や問題点の改善は非常に厳しく、複数社での協力が早期解決のためには必須となりますので、2019年に発足した水性フレキソ促進協議会の正会員・準会員相互の協力を得て取り組みをおこなっております。

水性フレキソの市場認知度は、複数の大手飲料メーカーのロールラベルに採用され、少しずつは注目されていますが、まだまだ低い状態のため、環境包材の一環としての選択肢に入れて頂けるように活動してまいります。

問題点の中には、

- ・乾燥時間、エネルギー削減を目的とし、乾燥性のいいインキを使用しているため、版の上に乾いたインキが付着する「カラミ」という現象が発生しやすい。
- ・溶剤ベースのグラビアインキとは違い水ベースですので廃液（廃インキ）の燃焼処理ができず、処理費用がかかります。
- ・溶剤ベースのグラビアと違い、乾燥の温度を高めにする必要があります。原反の種類によっては熱収縮を起こすものもあり、温度をあまり上げられない場合は乾燥に時間がかかり、生産スピードを出しづらいものもあります。
- ・まだ、市場の認知度が低い印刷方式であり、インキの種類が少ないため、スケールメリットが出ず、インキコスト、製版コストが安価に供給できない。

- ・様々な素材に印刷ができるキスタッチと呼ばれる軽い印圧で印刷を行っているため、デザインによっては版がバウンドする「バウンディング」という現象が起き、印刷が安定しないことがあります。
- ・水性インキの物性として、一度硬化すると水に対しては再溶解しにくい設計ですので、水に対しては強いのですが、アルコール系のものが付着するとインキが取れやすい傾向があります。
- ・凸版による印刷ですので、ハイライトの網部分は版の細い先端で印刷することとなり、版が印圧により倒れてしまい綺麗に表現することが困難です。グラデーション部分を、線数の粗いドット柄で表現することで現在は回避しています。各社 RIP メーカーや版メーカーが試行錯誤を繰り返してハイライトの綺麗な表現方法を研究中ですが、まだ実現しきれず、ゴム版での印刷再現が困難な場合は、樹脂版を使用することにより対応可能です。



フレキシソで刷りにくいグラデーション

粗めのドットでグラデーションを表現

- ・ゴム版では濃度がグラビアと比較すると薄くなり、表現の幅は狭くなります。樹脂版を使用すればグラビア印刷と同等レベルの濃度を出すことができますが、版の作成に、溶剤を使用するため、環境負荷がゴム版に比べ若干高くなってしまいます。
- ・現時点では特殊な機能性(耐熱性等)を持たせるインキ等はグラビア印刷に比べると選択肢が狭くなります。
- ・金銀インキも、水性フレキシソのインキはアルカリ度が高く、金属光沢のアルミ成分と反

応を起こし、水素ガスが発生して取扱いが困難です。現時点では根本的な解決方法が見つかっておらず、積極的に採用ができない状態です。

- ・コロナ処理済みのフィルムでなければ水性フレキソインキの定着が困難であることと、処理面同士では溶着強度が弱くなることから裏刷りの溶断封筒には不向きです。
- ・樹脂版やゴム版の場合、エンドレス柄の作成が安易ではなく、特殊な技術で作成するためコストが若干割高になってしまいます。

6. 具体的な環境優位性について



こちらは実際の商品ではありませんが、インキメーカーのT&K TOKA様が、自社開発されたインキを使用し、展示会などで披露されたサンプルになります。

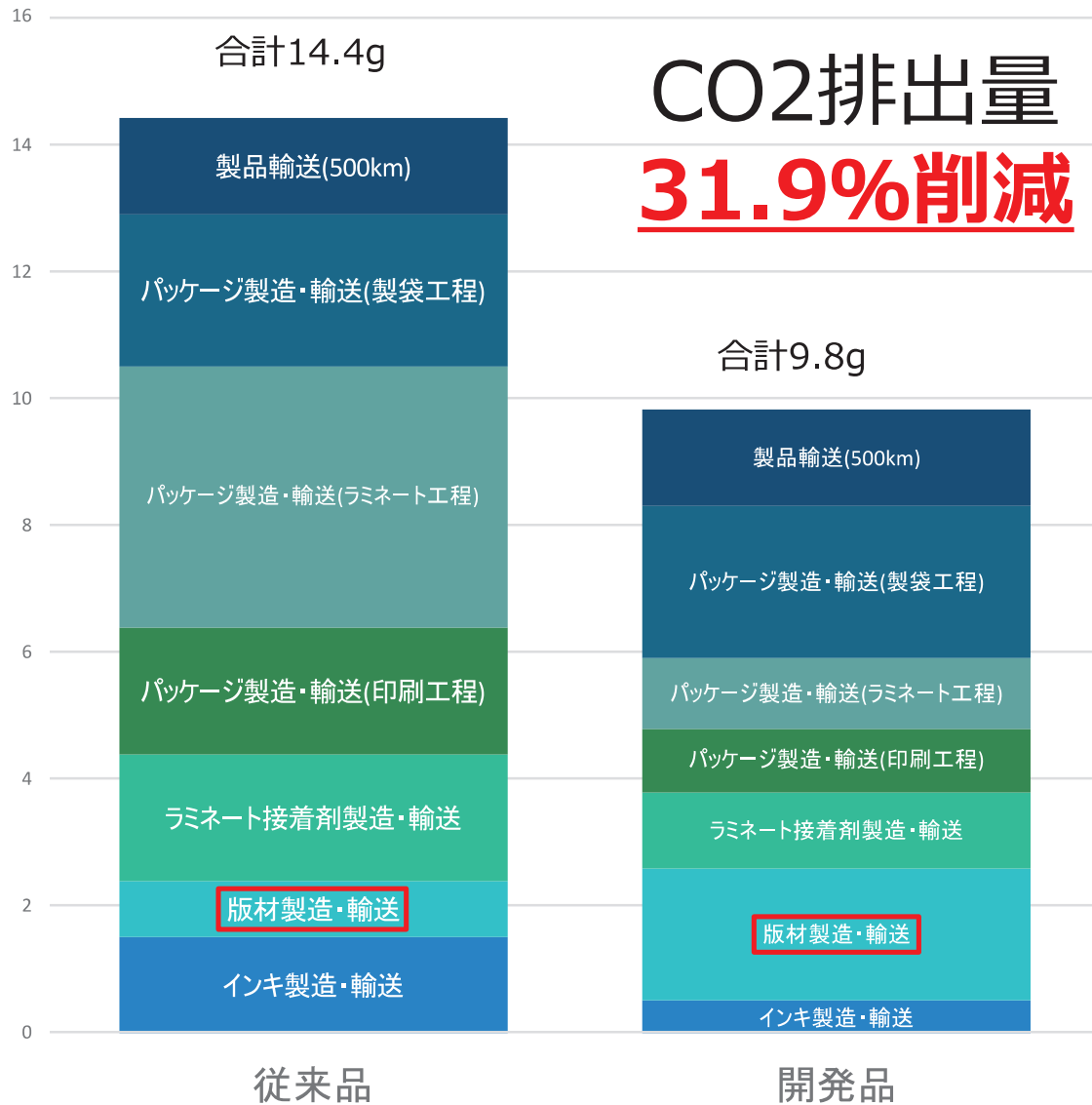
このパッケージは、フィルム製造・印刷・ラミネート・製袋加工まで一貫生産でき、環境にも配慮した工場で、印刷を従来の「油性グラビア印刷」から「水性フレキソ印刷」に変更。

ラミネート加工についても有機溶剤を使用した「ドライラミネート」ではなく、「無溶剤型ラミネート(ノンソルベントラミネート)」を採用しており、パッケージ製造時における「揮発性有機化合物 (VOC)」の発生を大幅に抑えて製造しています。

この為、高い安全性・衛生性を備えた、安心・安全なパッケージとなっています。このパッケージには、グラデーションなどを色鮮やかに表現することのできる水性フレキソインキ「さんずい (T&K TOKA 社製)」を使用しています。

コンバーティング別CO2排出量

CO2-g/袋



グラビア印刷とフレキシソ印刷の比較

データベースに掲載されていない項目は設備の電気使用量、溶剤使用量を調査して算出しています。印刷工程の二酸化炭素排出量は、水性フレキシソ印刷は油性グラビア印刷の半分と仮定して算出しています。

現在は FTAJ(日本フレキシソ技術協会)と一般社団法人サステナブル経営推進機構(SuMPO)が協同で算出した印刷工程の二酸化炭素排出量の数値があり、このパッケージサンプルを製作した際に参考にしていたものより正確な値を算出できるようになっています。(油性グラビア 3.0g, 水性フレキシソ 1.4g)

今回のCO₂排出量は、カーボンフットプリントコミュニケーションプログラムで配布されていた「CFP 算定用の二次データ」をもちいて算出しています。各項目の単位量あたりのGHG(GreenHouse Gas 温室効果ガス)排出量の値を参照しています。



国内の GHG 排出量の 9 割以上は二酸化炭素によるものなので、この値を二酸化炭素の排出量として扱っています。『コンバーティング別 CO₂排出量』のグラフ（開発品）は、フィルムの製造と廃棄による二酸化炭素を抜いた比較です。フィルムのコンバーティング（加工）時に排出される二酸化炭素の削減率は 31.9%です。今回は印刷用の版は樹脂版を作製して使用していますが、ゴム版で作製した場合は二酸化炭素の削減率が上がり 42.4%となります。

版作製にかかる二酸化炭素ですが、溶剤を用いて現像を行っている樹脂版を使う場合は、グラビア彫刻版よりも環境負荷が高くなります。今回のサンプルは 4,000m 生産での計算ですので 40,000m 生産すれば版の部分は 10 分の 1 になり、全体への影響は薄まっています。

印刷で濃度を求められる場合やハイライトの微妙な表現が必要な場合には不向きですが、当社が所有するレーザーでゴムの表面を彫刻するタイプの版であれば二酸化炭素排出量は 0.6g/枚となり、グラビア版の 0.9g/枚よりも環境負荷は低くなります。

また樹脂版も有機溶剤を使用しない水現像タイプや、水も使わない現像タイプ等も市場には出始めており、版材でかかっている環境負荷も低減し、さらに印刷品質の高い製品を作製できるように調査を進めています。

水性フレキソ印刷及びノンソルベントラミネートは、環境配慮のアピールを弊社オリジナルのマークによってアピールすることが可能となっております。



水性フレキソマーク



ノンソルマーク（無溶剤ラミネート）

7. 水性フレキソ促進協議会について

水性フレキソ促進協議会は、水性フレキソ印刷及び無溶剤ラミネータなど、環境負荷の少ないコンバート技術の普及と発展を期し、関連製品の供給により社会に貢献するとともに、併せて会員相互の親睦と技術交流及び相互業務支援体制の構築を目的として 2019 年 5 月 31 日に設立されました。

これまでも水性フレキソ印刷は、その可能性が注目され、話題を提供してきました。今回は話題の提供だけにとどまらず、市場における評価を確実なものにしなければならぬと考えております。競争は成長の要因であることは事実ですが、ともにつくる共創も重要と考えています。



水性フレキソ促進協議会

Water-based Flexographic Printing Advancement Council

No.	項目	課題
1	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
2	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
3	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
4	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
5	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
6	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
7	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
8	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
9	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
10	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
11	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
12	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
13	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
14	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
15	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
16	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
17	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
18	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
19	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
20	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
21	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
22	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
23	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
24	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
25	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
26	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
27	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
28	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
29	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
30	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
31	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
32	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
33	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
34	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
35	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
36	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
37	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
38	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
39	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
40	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
41	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
42	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
43	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
44	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
45	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
46	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
47	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
48	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
49	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
50	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
51	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
52	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
53	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
54	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
55	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
56	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
57	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
58	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
59	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
60	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
61	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
62	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
63	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
64	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
65	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
66	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
67	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
68	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
69	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
70	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
71	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
72	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
73	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
74	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
75	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
76	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
77	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
78	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
79	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
80	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
81	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
82	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
83	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
84	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
85	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
86	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
87	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
88	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
89	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
90	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
91	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
92	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
93	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
94	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
95	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
96	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
97	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
98	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
99	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。
100	色	印刷機・インキの選定・調整が適切に行われていない。印刷色再現性が低い。

左記のような課題のリストを、会員間で共有し、準会員も含めて解決に向けての手法を探っています。他社で成功した例や失敗した例も共有していき、相互に発展できるようにしています。

各社で右側のチャートを印刷し、ターゲット (Japan Color 準拠の印刷物) との各網の濃度域での色差や、グレーバランスの色差を数的に評価し、できる範囲でのベタ濃度の調整、ドットゲインカーブの合わせこみ、インキメーカーの違いによるグレーバランスの調整等を行っています。

各社の立地条件、設備の有無や違いを補いながら、

協業できるようにしていきます。例えば製袋まで必要な案件の場合は、製袋機のある工場に依頼したり、納品先に近い工場を持っている会員に仕事を依頼したりという動きができるようになっていきます。そのためにも CMS の統一が必要不可欠になります。

8. その他の環境配慮包材

食品包装向けのものではありませんが、水性フレキソ印刷機などの設備以外に環境配慮した商品として、再生レジンをういたりサイクルラッピングフィルム (RWF) や酸化型生分解性の添加剤を用いた生分解性フィルムの開発・製造も行っております。販促ツールのダイレクトメールを送送する際のラッピングフィルムに採用していただけるものも展開させていただいています。

今後益々、地球環境への配慮を行いつつ、水性フレキソの品質を向上させお客様に満足していただける製品作りを目指していきます。

