

平成24年度リサイクル対応型紙製商品開発促進対策調査事業

デジタル印刷物のリサイクル適性に関する
調査報告書
(中間報告)

平成25年3月

公益財団法人 古紙再生促進センター
社団法人 日本印刷産業連合会

序

雑誌等の印刷物は新聞用紙と違い、様々な印刷資材や加工方法が取られることが多く、それが紙リサイクルの阻害要因に繋がるリスクを有しています。

そのため、印刷物は古紙として品質評価が低く、板紙分野で利用される比率が圧倒的に高いのが現状です。この状況を打開するため紙分野で利用できる印刷物を増やし、古紙利用率の低い紙分野(特に印刷、情報用紙)の利用率向上に資するためリサイクル対応型紙製商品の開発促進事業を行ってきました。

平成11年から多年に亘り印刷物のリサイクル対応性の向上を目指して、リサイクル対応型印刷資材の開発検討を継続しています。平成23年度からは公益財団法人古紙再生促進センターと社団法人日本印刷産業連合会と共同で事業を実施し、本年度は以下の調査を実施しました。

- ① デジタル印刷関連動向に関する調査
- ② ドライトナー印刷物のリサイクル適性に関する調査
- ③ インクジェット印刷物のリサイクル適性に関する調査

本報告書はこれらの調査の審議経過と結果をまとめたものです。関係各位に本報告書を利用いただきリサイクル対応型印刷物を普及していただければ幸いです。

なお、本調査事業は、印刷・製本、インキ、接着剤、箔押し、印刷機、製紙技術、古紙処理技術及びその周辺技術に知見を有する学識経験者、専門家そして出版や古紙問屋の方々を構成委員とする委員会並びにワーキング・グループを設置し調査検討を実施しました。

ここに各委員の皆様始め、経済産業省、静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センター並びに関係団体の方々に多大なるご尽力を賜りましたことに対して、深く感謝申し上げ、報告させていただきます。

平成25年3月

公益財団法人古紙再生促進センター
社団法人日本印刷産業連合会

平成24年度 リサイクル紙製商品研究委員会

< 委員名簿 >

(順不同・敬称略)

[委員長]

1 木村 実 東京大学 特任教授

[委員]

1	倉田 俊彦	静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センター			センター長
2	齊藤 将人	静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センター	製紙科		主任研究員
3	広岡 克己	(社)日本雑誌協会	(株)小学館		専務取締役
4	深津 学治	グリーン購入ネットワーク			事務局次長
5	奥山 淳	エコ印刷研究会			事務局長
6	相馬 謙一	(公社)日本印刷技術協会			専務理事
7	相馬 和仁	日本製紙連合会	日本製紙連合会	原材料部	主任
8	北川 威佐佳	日本製紙連合会	王子製紙(株)	統括技術本部 技術部	主幹
9	上條 康幸	日本製紙連合会	日本製紙(株)	技術本部 生産部	技術調査役
10	石塚 豊	日本製紙連合会	北越紀州製紙(株)	技術開発部	部付部長
11	北村 宗弘	日本製紙連合会	特種東海製紙(株)	産業素材事業グループ 島田工場	原質部部长
12	近藤 勝	全国製紙原料商工組合連合会	美濃紙業(株)		代表取締役社長
13	金子 雅道	印刷インキ工業会	DICグラフィックス(株)	企画部	部長
14	梶原 盛久	印刷インキ工業会	東洋インキ(株)	経営企画部	担当部長
15	三重野 謙三	日本接着剤工業会			専務理事
16	本宮 晴哉	印刷用粘着紙メーカー会	リンテック(株)	印刷・情報材事業部門 営業技術グループ	課長
17	堀 知文	全国箔押業組合連合会			理事
18	宮崎 進	(デジタル印刷機メーカー)	キヤノンマーケティングジャパン(株)	プロダクションシステム企画第一課	課長
19	郡 正也	(デジタル印刷機メーカー)	コダック(株)	グラフィックコミュニケーション事業部 DPS本部	担当課長 プロダクトマーケティングマネージャー
20	小池 亮介	(デジタル印刷機メーカー)	日本ヒューレット・パッカート(株)	デジタルプレスビジネス本部 マーケティング&ビジネスディプロップメント部	部長
21	吉岡 東吾	(デジタル印刷機メーカー)	富士ゼロックス(株)	プロダクションサービス営業本部 計画管理室	室長
22	則武 祐二	(デジタル印刷機メーカー)	(株)リコー	社会環境本部	審議役
23	菅藤 純平	印刷工業会	大日本印刷(株)	環境安全部	シニアエキスパート
24	渡辺 芳彦	印刷工業会	凸版印刷(株)	製造統括本部 エコロジーセンター	課長
25	鈴木 雅夫	印刷工業会	共同印刷(株)	マネジメントシステム推進部	担当課長
26	奥 継雄	全印工連	(株)文星閣		代表取締役
27	田島 久義	全印工連	(株)久栄社		代表取締役社長
28	渡部 忠	日本フォーム工連	トッパン・フォームズ(株)	品質管理本部 第四部	担当部長
29	中村 耀	ジャグラー	NS印刷製本(株)		代表取締役会長
30	常川 和勇	全日本製本	(株)常川製本		代表取締役
31	西村 仁	全日本シール	シーレックス(株)	営業企画部	部長
32	倉橋 豊	全日本光沢化工	東亜化学工業(株)		代表取締役社長
33	須田 治樹	(株)日本印刷産業連合会	(社)日本印刷産業連合会	GP認定事務局	GP認定審査員

[オブザーバー]

1 末永 英久 経済産業省製造産業局 紙業服飾品課 古紙係長
 2 仲舎 菜子 経済産業省商務情報政策局 文化情報関連産業課 課長補佐
 3 嶋田 絵理子 経済産業省商務情報政策局 文化情報関連産業課 係長

[事務局]

1 木村 重則 (公財)古紙再生促進センター 専務理事
 2 草野 司郎 (社)日本印刷産業連合会 専務理事
 3 西原 弘 (有)サステイナブル・デザイン研究所 取締役社長

< 役職名は委員委嘱時 >

平成24年度 リサイクル紙製商品研究委員会 デジタル印刷WG

< 委員名簿 >

(順不同・敬称略)

[委員]

1	深 沢 博 之	静岡県工業技術研究所 富士工業技術支援センター	製紙科		上席研究員
2	齊 藤 将 人	静岡県工業技術研究所 富士工業技術支援センター	製紙科		主任研究員
3	奥 山 淳	エコ印刷研究会			事務局長
4	相 馬 謙 一	(公社)日本印刷技術協会			専務理事
5	上 條 康 幸	日本製紙連合会	日本製紙(株)	技術本部 生産部	技術調査役
6	北 村 宗 弘	日本製紙連合会	特種東海製紙(株)	産業素材事業グループ 島田工場	原質部部长
7	宮 崎 進	デジタル印刷機メーカー	キヤノンマーケティングジャパン(株)	プロダクションシステム企画第一課	課長
8	郡 正 也	デジタル印刷機メーカー	コダック(株)	グラフィックコミュニケーション事業部 DPS本部	担当課長 プロダクトマーケティングマネージャー
9	小 池 亮 介	デジタル印刷機メーカー	日本ヒューレット・パッカード(株)	デジタルプレスビジネス本部 マーケティング&ビジネスディプロップメント部	部長
10	吉 岡 東 吾	デジタル印刷機メーカー	富士ゼロックス(株)	プロダクションサービス営業本部 計画管理室	室長
11	則 武 祐 二	デジタル印刷機メーカー	(株)リコー	社会環境本部	審議役
12	菅 藤 純 平	印刷工業会	大日本印刷(株)	環境安全部	シニアエキスパート
13	鈴 木 雅 夫	印刷工業会	共同印刷(株)	マネジメントシステム推進部	担当課長
14	須 田 治 樹	(株)日本印刷産業連合会	(社)日本印刷産業連合会	GP認定事務局	GP認定審査員

[事務局]

1	辻 久 典	公益財団法人古紙再生促進センター		上級調査役
2	殖 栗 正 雄	(社)日本印刷産業連合会		業務推進部副部長
3	西 原 弘	(有)サステイナブル・デザイン研究所		取締役社長

< 役職名は委員委嘱時 >

はじめに

リサイクル紙製商品研究委員会（以下、本委員会）では、平成22年度以降、デジタル印刷物のリサイクル適性評価に関する情報収集及び、国内で実施可能な評価法の検討を行ってきた。

今年度は、デジタル印刷物のリサイクル適性評価に関連する動向の調査（文献・資料、ヒアリング）、ドライトナー印刷物及びインクジェット印刷物を対象とするリサイクル適性試験を実施した。

事業の経過は以下のとおりである。デジタル印刷物の市場は急速に変化しており、リサイクル適性試験については、なお研究・解明すべき課題が残されているため、今年度の事業実施内容を中間報告としてとりまとめた。

【事業の経過】

- 平成24年 7月27日 第1回リサイクル紙製商品研究委員会
(事業計画案の審議)
- 平成24年 8月29日 第1回デジタル印刷WG分科会
(デジタル印刷の市場動向及び液体トナー印刷物の脱インキ評価例)
- 平成24年10月 3日 第2回デジタル印刷WG分科会
(リサイクル適性評価試験実施計画の予備的検討及び第1回WG分科会内容の確認)
- 平成24年10月23日 第1回デジタル印刷WG
(ドライトナー及びインクジェット印刷物のリサイクル適性評価試験実施計画の検討)
- 平成24年12月 7日 第2回デジタル印刷WG
(インクジェット印刷物のリサイクル適性評価試験実施計画の検討)
- 平成25年 2月13日 第3回デジタル印刷WG
(ドライトナー及びインクジェット印刷物のリサイクル適性評価試験結果の検討)
- 平成25年 3月 6日 第2回リサイクル紙製商品研究委員会
(報告書案の審議)

目次

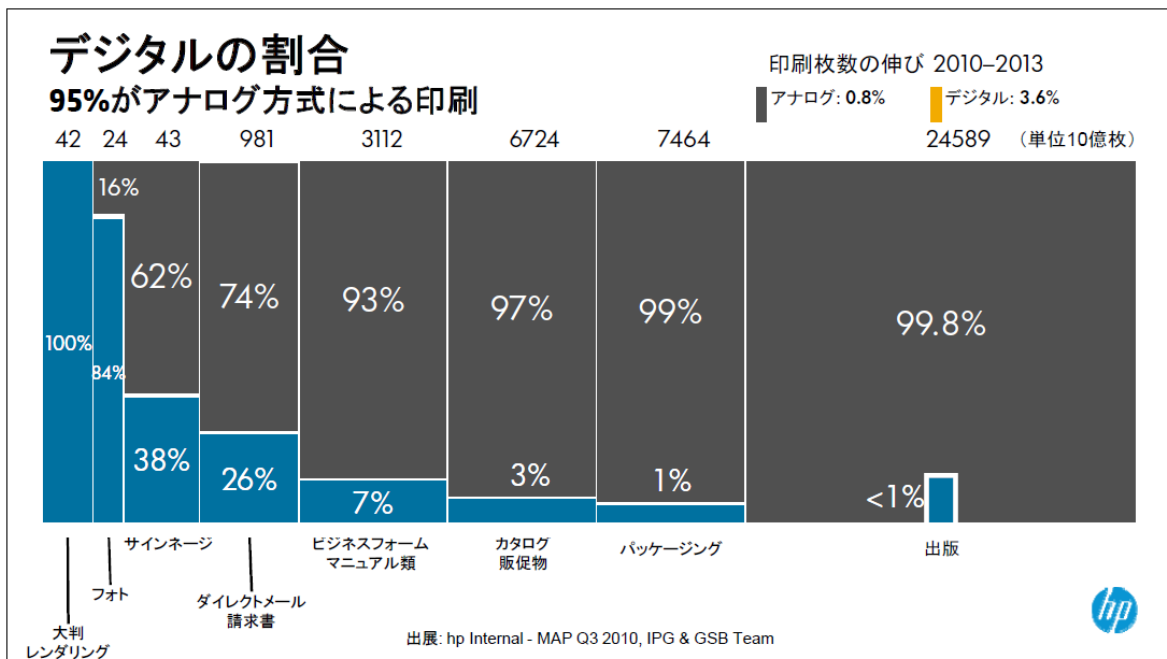
1. デジタル印刷関連動向	1
1.1. デジタル印刷市場の動向	1
1.2. デジタル印刷物のリサイクル適性に関する発表等	4
2. ドライトナー印刷物の脱インキ試験	5
2.1. 試験の目的	5
2.2. 試験実施計画	5
2.3. 試験結果	6
2.4. 試験結果の評価	9
2.5. 次年度以降の課題	10
3. インクジェット印刷物の脱インキ試験	11
3.1. 試験の目的	11
3.2. 試験実施計画	11
3.3. 試験結果	13
3.4. 試験結果の評価	14
3.5. 次年度以降の課題	15
参考資料	16

1. デジタル印刷関連動向

1.1. デジタル印刷市場の動向

2012年5月に開催された Drupa2012 国際総合印刷機材展では、新たな液体トナー方式のデジタル印刷機やナノサイズの水性顔料インクの登場、大型化（B2判対応）・高速化・画質向上によるオフセット印刷領域への進出など、今後のデジタル印刷物の適用範囲の広がりや多様化を予見させる展示・発表が多くみられた。

サブWGにおいてヒューレット・パッカート社（以下、hp社とする）から提供された情報によれば、世界の印刷市場は6,000億ドル・49兆ページに及び、そのうちデジタル印刷は、枚数では2%、金額では16%のシェアにとどまるものの、成長率は従来の印刷方式を上回る。



図表 1 デジタル印刷の用途別シェア (hp社資料より)

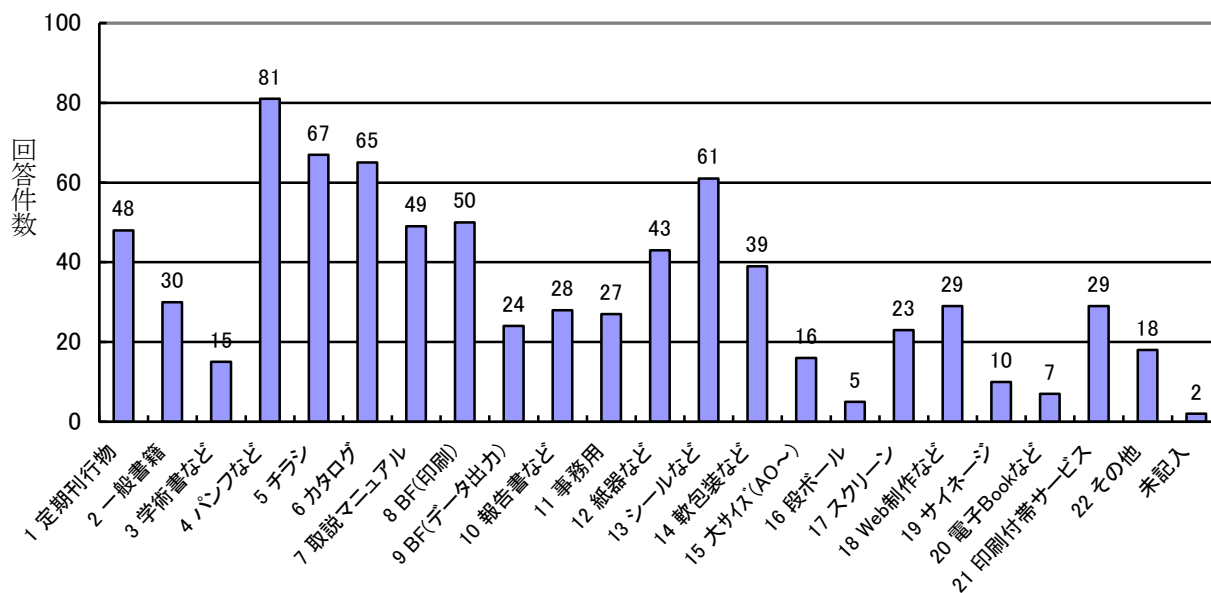
こうした中、社団法人日本印刷産業連合会は、国内の印刷産業におけるデジタル印刷の状況を把握し、さらに活用度を高めていくための対応策を調査研究することを目的として、2012年9月に印刷会社を対象とするアンケートを実施し、「印刷業界におけるデジタル印刷に関するアンケート調査 2012年デジタル印刷市場の現状」(2013年2月)をとりまとめている。

調査対象は、印刷機械を主体的に設備している印刷業界団体である、印刷工業会、全日本印刷工業組合連合会、日本フォーム印刷工業連合会、日本グラフィックサービス工業会、日本グラフィックコミュニケーションズ工業組合連合会、全日本シール印刷協同組合連合会、全国グラビア協同組合連合会、全日本スクリーン・デジタル印刷協同組合連合会の各団体から選んだ合計643社で、189社から回答が得られた。

この調査結果から、印刷会社におけるデジタル印刷機の保有状況を中心に紹介する。

(1) 主要受注品目

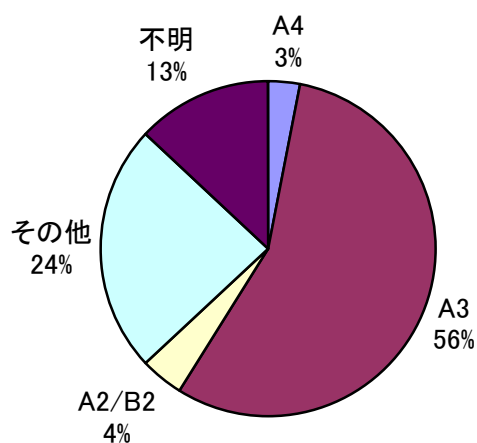
主要受注品目としての回答が多かったのは、パンフレット、チラシ、シール、カタログ、ビジネスフォーム（印刷）、取説・マニュアル、定期刊行物などである。



図表 2 回答企業の主要受注品目

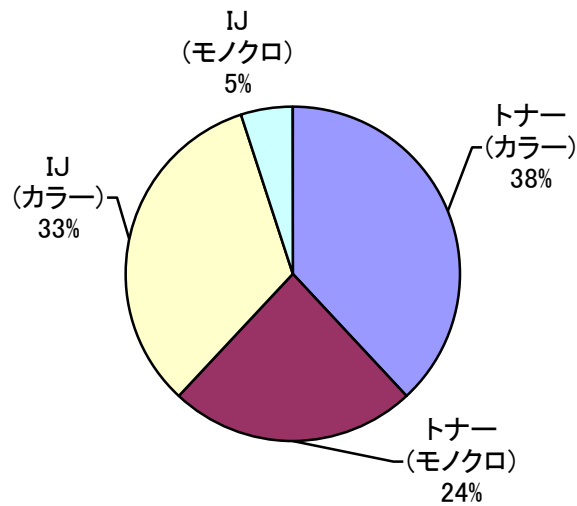
(2) デジタル印刷機の保有状況

デジタル印刷機の保有状況について回答が得られたのは 72 社であった。サイズ別にみると、A3 クラスが過半を占め、A2/B2 クラス（大判対応）が 4%、A4 サイズが 3%などとなっている。



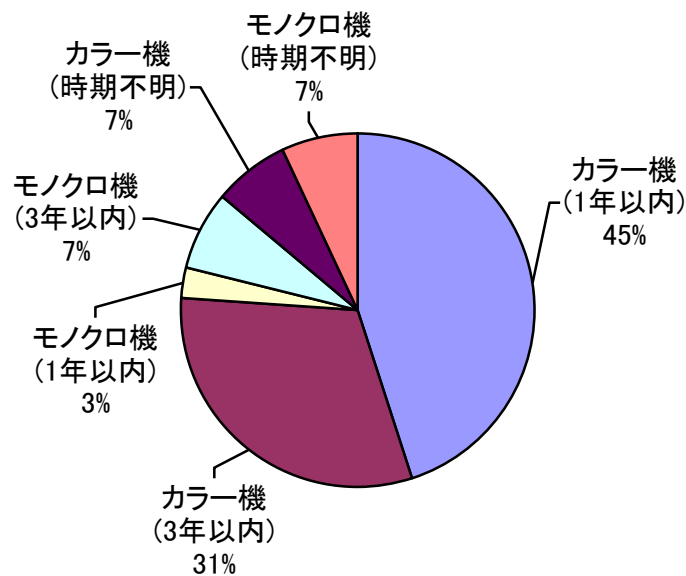
図表 3 デジタル印刷機のサイズ別保有台数 (n=241)

印刷方式については、トナー（カラー）38%、インクジェット（カラー）33%、トナー（モノクロ）：24%、インクジェット（モノクロ）：5%の順で、トナー：インクジェット=62%：38%、カラー：モノクロ=71%：29%となっている。



図表 4 デジタル印刷機の保有台数 (n=225)

今後のデジタル印刷機の導入予定は、カラー機（1年以内）45%、カラー機（3年以内）31%、カラー機（時期不明）7%で、カラー機が83%を占めている。



図表 5 デジタル印刷機導入計画（延べ台数と比率）

1.2. デジタル印刷物のリサイクル適性に関する発表等

1.2.1. 海外での研究発表例

2012年9月にカナダで開催された国際会議：NIP28 (International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication 2012) において、デジタル印刷の脱インキ性について、数件の発表が行われた¹。これらの発表者とタイトルを図表6に示す。

図表6 デジタル印刷物の脱インキ性に関する研究発表例 (NIP28)²

発表者	タイトル (日本語仮訳)
Dennis Voss, Hans-Joachim Putz, and Samuel Schabel, Technische Universität Darmstadt (Germany)	Deinking of Recovered Paper Mixtures Containing Digital Prints - Challenges and Prospects (デジタル印刷物を含むミックス回収古紙の脱インキ課題と展望)
Manoj K. Bhattacharyya, Hou T. Ng, and Laurie S. Mittelstadt, Hewlett-Packard Laboratories (USA); and Marc Aronhime, Hewlett-Packard Indigo (Israel)	Effects of Paper on LEP Digital Print Deinking with Alkaline and Neutral Chemistries (アルカリ性及び中性薬品による液体電子写真デジタル印刷物の脱インキに対する用紙の影響)
Laurie S. Mittelstadt, Hou T. Ng, Manoj K. Bhattacharyya, and Wenjia Zhang, Hewlett-Packard Laboratories (USA)	Deinking of Thermal Inkjet Newsprint (サーマル・インクジェット新聞印刷の脱インキ)
Axel Fischer, International Association of the Deinking Industry (INGEDE), and Elisabeth Hanecker, Papiertechnische Stiftung (PTS) (Germany)	New Deinkable Water based Inkjet Inks (脱インキ可能な新たな水性インクジェットインク)

NIP28: International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication 2012, Quebec, Canada, September 2012, Volume 28

1.2.2. INGEDE の動向

欧州の製紙会社を中心に構成される INGEDE は、引き続きデジタル印刷物の脱インキ性について積極的な情報発信を行っている。

2012年5月には、「Deinkable Liquid Toner, Deinkable Inkjet: New Recycling Friendly Developments-Dry toner and solid ink remain good deinkable (脱インキ可能な液体トナー及びインクジェット：リサイクルに配慮した新たな開発ードライトナー及びソリッドインクは引き続き良好な脱インキ性)」と題するプレスリリースを公表し、プリンタメーカーによる脱インキ性向上に向けた開発動向をまとめている。

なお、WG 分科会において hp 社から提供された情報によれば、同社では「フローテーション (脱インキ) + ディスパーション (分散)」処理を2度行う「2ループ」工程を「標準」と想定した実機・パイロット・ラボ試験を実施しており、INGEDE においても、こうした「2ループ」処理を想定した試験法 (No.15) を開発中とのことである (今後、この開発動向について、情報収集が必要であると考えられる)。

¹ 同会議においては、例年、Environmental Sustainability (環境持続可能性) のセッションにおいて、デジタル印刷の脱インキ性に関する発表が行われており、平成23年度本調査では、2011年のNIP27より2編の発表のアブストラクトを紹介した。

² <http://www.imaging.org/ist/store/physpub.cfm?seriesid=5&pubid=986> 参照。アブストラクトの仮和訳は参考資料参照。

2. ドライトナー印刷物の脱インキ試験

2.1. 試験の目的

ドライトナー印刷物については、昨年度本事業による試験の結果、以下の検討課題が指摘された。

- ① トナー印刷方式については、同一機種を対象とする繰り返し試験による再現性の確認と、トナーと用紙の組み合わせによる影響について検証を行う必要がある。
- ② 判定基準については、UV インキのきょう雑物量の暫定基準値を適用することが適切かどうか評価する必要がある。また、残存きょう雑物の粒径に関する基準（上限値）についても検討する必要がある。
- ③ 同一メーカーであっても、機種差（グレード・販売年等による）についても考慮する必要がある。

これらの課題を踏まえ、今年度は、昨年度検討した標準試験法案に基づき評価基準を定めることを目指して試験を実施した。

2.2. 試験実施計画

2.2.1. 試験方法

脱インキ試験は、リサイクル対応型 UV インキ標準試験法を参考にして行なった。

印刷試料の量は、通常、標準試験法における上質紙では 58g で行い、コート紙では H14 年度報告書を参考に 81g で行なうが、今回の実験では準備された量が前年と同様に上質紙で 56g 程度、コート紙で 80g 程度であったため、通常の実験より少ない印刷試料で行なった。実験方法の概略を図表 7 に示した。

手すき紙のきょう雑物は、ダートカウンター（Spec Scan 2000）で 0.05mm^2 以上のきょう雑物面積と 0.3mm^2 以上のきょう雑物の個数を測定した。このとき、1 枚の手すきシートについて 3 回測定した平均値をそのシートの測定値とし、5 枚のシートについて測定値を求め平均値を算出した。

白色度、色は、ISO 白色度計（Technidyne 製 ColorTouchPC）で測定した。このとき 1 枚の手すきシートについて 3 回測定し、5 枚のシートで合計 15 回測定を行ない平均値を算出した。

図表 7 トナー印刷物の試験法の概要

印刷試料	<ul style="list-style-type: none"> ・上質紙またはコート紙 ・枚葉印刷用ジャパンカラー2007 を印刷 ・30mm×30mm に裁断
離解	<ul style="list-style-type: none"> ・上質紙 58g、コート紙 81g (今回の実験では 56g、80g 程度) ・JIS P8220 標準離解機 (熊谷理機工業(株)2L パルパー) で 20 分離解 30℃の水 1500mL 水酸化ナトリウム水溶液 7mL または 10mL (水酸化ナトリウム水溶液の濃度は 50g/L) 脱墨剤 7mL または 10mL (脱墨剤は花王 DI-7027 を 1.5wt% に希釈)
脱水・洗浄	<ul style="list-style-type: none"> ・目開き 103mm (150 メッシュ) のふるいで 625g または 650g まで脱水
希釈	<ul style="list-style-type: none"> ・常温の水 1350g を加水 ・JIS P8220 標準離解機 (2L パルパー) で 1 分離解 ・30℃の水で 5.4kg まで希釈
脱墨	<ul style="list-style-type: none"> ・試料を 4.3kg 分取 ・J.TAPPI No.39 準拠のフローテータ (極東振興(株)SF-25) で 10 分脱墨 スクリー回転数 1500rpm 空気供給量 4L/min 30 秒を超えない範囲でフロスを掻き取り
抄紙	<ul style="list-style-type: none"> ・脱墨後の試料を常温の水で 8kg まで希釈 ・硫酸アルミニウムで pH5.0～5.6 に調整 ・JIS P8222 の手すき機 (熊谷理機工業(株)) で抄紙 目開き 103mm のワイヤー 坪量 60g/m²、10 枚以上 410kPa で 5 分プレス 回転ドライヤーで 90℃、4 分乾燥

2.2.2. 試料作成条件

試料は、ドライトナー印刷 (A～G の 7 種) については各プリンタメーカーにおいて、オフセット印刷 (1 種) についてはオフセット枚葉印刷工場において、上質紙及びコート紙で作成した (印刷 8 種×用紙 2 種=試料 16 種)。

用紙は、上質紙、コート紙の 2 種とし、それぞれ、同一メーカー・同一銘柄の支給用紙を使用した。

試料の図柄はすべて、枚葉印刷用テストチャート (ジャパンカラー2007 (JCS2007)) を用いた (片面印刷)。同テストチャートはフルカラーで、印刷面積は 95.2% である。

なお、ドライトナー試料は、オフセット枚葉印刷により作成した見本を各社に配布した上で、各社は仕上がりをなるべくこれに近づけるように印刷した。

また、試料には白紙を混入せず、全量、上記テストチャートの印刷物とした (UV インキ標準試験法では、片面墨一色ベタ印刷物 30 : 白紙 70 の比率)。

2.3. 試験結果

試験結果の一覧を図表 8 に示す。

図表 8 トナー印刷物の脱インキ試験結果一覧

試料	試料重量 / g		フロス量 / g		ダート面積 / mm ² /m ²		粗大きよう雑物 [*] / 個/シート	
	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙
オフセットインキ	53.3	76.6	5.8	10.1	1465	21	4.3 (5/5)	0.0 (0/5)
トナーA	56.8	80.0	5.3	10.6	97	818	0.1 (1/5)	0.2 (1/5)
トナーB	56.5	80.4	1.7	7.0	8	1680	0.0 (0/5)	0.0 (0/5)
トナーC	56.9	80.1	5.3	11.2	88	666	0.0 (0/5)	0.2 (1/5)
トナーD	56.7	79.7	5.1	11.3	55	524	0.2 (1/5)	0.2 (1/5)
トナーE	56.7	79.9	4.7	11.6	60	768	0.2 (1/5)	0.0 (0/5)
トナーF	56.3	80.2	4.5	9.9	17	1028	0.0 (0/5)	0.1 (1/5)
トナーG	56.2	80.0	4.6	10.3	9	1096	0.0 (0/5)	0.4 (1/5)

※粗大きよう雑物の()内は5枚のシートで粗大雑物が認められたシートの数

試料	白色度 / %		L*		a*		b*	
	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙	上質紙	コート紙
オフセットインキ	61.30	84.45	82.8	93.1	-0.595	0.740	0.550	-0.735
トナーA	78.85	86.20	92.1	93.6	-0.200	0.758	1.68	-1.08
トナーB	73.95	84.05	89.4	92.9	-0.135	0.830	1.00	-0.975
トナーC	78.85	85.95	92.0	93.3	-0.355	0.790	1.68	-1.61
トナーD	79.40	85.85	92.3	93.4	-0.350	0.840	1.74	-1.31
トナーE	79.45	85.80	92.4	93.4	-0.350	0.855	1.84	-1.26
トナーF	80.85	85.15	93.1	93.3	-0.255	0.885	1.89	-0.965
トナーG	80.35	85.05	92.8	93.2	-0.265	0.880	1.90	-1.00

各指標ごとに確認された内容を次ページ以降にまとめた。

2.3.1. 試料重量

すべての試料について、規定（上質紙：58g、コート紙：81g）より若干少ない量で試験を行った。

2.3.2. フロス量

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料の場合、5g 前後またはそれ以下であった。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料の場合、7～12g の範囲であった。

2.3.3. ダート面積

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料のダート面積は、いずれも $100\text{mm}^2/\text{m}^2$ 未満であった（ $8\sim 97\text{ mm}^2/\text{m}^2$ ）。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料のダート面積は、 $500\sim 1,700\text{ mm}^2/\text{m}^2$ の範囲であった（トナーB）。

同じドライトナー印刷で作成した試料を比較すると、いずれも上質紙試料の方がコート紙試料に比べてダート面積が著しく少なかった（コート紙試料のダート面積に対する上質紙試料のダート面積の比率は、 $0.5\sim 13.2\%$ ）。

オフセット印刷で作成した試料とは逆の傾向（オフセット印刷で作成した上質紙試料のダート面積は $1,465\text{ mm}^2/\text{m}^2$ 、コート紙試料は $21\text{mm}^2/\text{m}^2$ であった）。

2.3.4. 粗大きょう雑物

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料では、3 試料について粗大きょう雑物が検出された（トナーA・D・E）。検出量は1枚あたり $0.1\sim 0.2$ 個、検出頻度は5枚中1枚であった。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料では、5 試料について粗大きょう雑物が検出された（トナーA・C・D・F・G）。検出量は1枚あたり $0.1\sim 0.4$ 個、検出頻度は5枚中1枚であった。

オフセット印刷で作成した上質紙試料では、5枚中5枚で粗大きょう雑物が検出され、検出量は1枚当たり4.3個、検出頻度は5枚中5枚であった。コート紙試料では、粗大きょう雑物は検出されなかった。

2.3.5. 白色度

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料の白色度は、おおむね $78\sim 81\%$ の範囲であった（トナーBのみ約 74% ）。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料の白色度は、 $84\sim 87\%$ の範囲であった。

ドライトナー印刷で作成した試料の場合、いずれも上質紙試料の方がコート紙試料に比べて白色度が低かった。

オフセット印刷で作成した試料では、上質紙試料の白色度は著しく低かった（約 61% ）。

2.3.6. L 値（明度）

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料の L 値は、おおむね 92～94 の範囲であった（トナーBのみ約 89）。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料の白色度は、93 前後であった。

ドライトナー印刷で作成した試料の場合、いずれも上質紙試料の方がコート紙試料に比べて若干 L 値が小さかった。

オフセット印刷で作成した試料では、上質紙試料の白色度は著しく低かった（約 83）。

2.3.7. a*値

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料の a*値は、-0.13～-0.36 の範囲であった（オフセット印刷で作成した上質紙試料では、-0.595）。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料の a*値は、0.75～0.89 の範囲であった（オフセット印刷で作成したコート紙試料では、0.740）。

2.3.8. b*値

ドライトナー印刷で作成した上質紙試料の b*値は、1.00～1.90 の範囲であった（オフセット印刷で作成した上質紙試料では、0.550）。

ドライトナー印刷で作成したコート紙試料の b*値は、-0.96～-1.61 の範囲であった（オフセット印刷で作成したコート紙試料では、-0.735）。

2.4. 試験結果の評価

2.4.1. 評価上の留意点（共通）

試料重量の不足、フロス量の不足による結果への影響はないものと考えられる。

UV インキ標準試験に比べて、今回試験の試料に占める印刷部面積は 3 倍強であり、これに比例して手抄き紙中の残存インキ量・トナー量も多かったと考えられる。

- UV インキ標準試験：30%（印刷面積 100%×混入率 30%）
- 今回試験：95.2%（印刷面積 95.2%×混入率 100%）
- 今回試験÷UV インキ標準試験=0.952÷0.3=3.17

2.4.2. ドライトナー印刷で作成した上質紙試料についての評価

ダート面積、白色度、色（Lab 値）の結果からは、古紙中への混入は問題ない可能性がある。

ただし、懸念事項として、粗大きょう雑物が検出される場合があること、手抄き紙サンプルの目視において全般に微細ダートが視認されることが挙げられる。

これらについては、試料に占める印刷部面積の比率によっては変動することも考えられる。

また、従来試験対象としてきたオフセットインキ、UV インキの残存インキと残存トナーでは粒径分布が違うことも考えられる。

2.4.3. ドライトナー印刷で作成したコート紙試料についての評価

白色度、色（Lab 値）の結果からは、古紙中への混入は問題ない可能性がある。

ダート面積の数値は比較的大きく、オフセットインキとは異なる傾向を示している。

今回の試験で得られた新たな知見であり、その理由や、残存トナーの性状等の分析、昨年度試験結果との比較検証が必要とされる。

また、懸念事項として、粗大きょう雑物が検出される場合があること、手抄き紙サンプルの目視において全般に微細ダートが視認されることが挙げられる。

これらについては、試料に占める印刷部面積の比率によっては変動することも考えられる。

また、従来試験対象としてきたオフセットインキ、UV インキの残存インキと残存トナーでは粒径分布が違うことも考えられる。

2.4.4. 試験法の再現性について

トナー試料 C・D・E については同一のプリンタで作成したもので、上質紙試料、コート紙試料いずれにおいても、試験結果の数値及び目視において大きな差異は認められず、同一試料を用いた場合の試験法の再現性が確認されたものと考えられる。

2.5. 次年度以降の課題

ドライトナーによる上質紙印刷物については、古紙中への混入は問題ない可能性がある。ただし、ドライトナーによる上質紙印刷物のリサイクル適性を判断するための条件を確定するには、以下の取組が必要である。

- ① 試験結果に与える試料条件（印刷面積、濃度、配合率等）の影響の評価。
- ② 今回の試験では、測定対象以下の粒径で目視可能なきょう雑物の存在が認められたため、目視評価と整合する測定方法の検討。

ドライトナーによるコート紙印刷物については、残存トナーの性状等の分析、昨年度試験結果との比較検証等の課題があり、これらの課題を解決することが必要である。

3. インクジェット印刷物の脱インキ試験

3.1. 試験の目的

インクジェット印刷物については、昨年度調査で検討したラボ試験方法にもとづいて試験法を検討し、入手可能なサンプルにより脱インキ性の現状を評価するために試験を実施した。

3.2. 試験実施計画

3.2.1. 試験方法

脱インキ実験は、ドライトナー印刷物の試験に漂白工程を追加した手順で行なった。実験方法の概略を図表 9 に示した。

J.TAPPI No.39 の脱インキ試験法ではケイ酸ナトリウム 3 号を用いることとなっているが、実験用試薬として一般に入手しやすいのはケイ酸ナトリウム 1 号のため、今回の実験ではケイ酸ナトリウム 1 号で行なうこととした。

リサイクル対応型 UV インキ標準試験との整合性を考えると、手順が細かな点で異なっている部分があるため多少の修正が必要かと思われる。

3.2.2. 試料作成条件

試料は、各プリンタメーカーより試験実施時において提供可能なもの (7 種) を用いた。

このため、インク種類、原紙、印刷図柄は統一されていない。

なお、「ジャパカラー」とは、枚葉印刷用テストチャート (ジャパカラー2007 (JCS2007)) を用いたもの、「INGEDE」とは、INGEDE 試験において用いられるテストチャート³である。

試料には白紙を混入せず、全量、提供された印刷物とした (UV インキ標準試験法では、片面墨一色ベタ印刷物 30 : 白紙 70 の比率)。

³ 下記ページよりダウンロード可能。

<http://www.ingede.com/digital/test-files.html>

図表 9 インクジェット印刷物の試験法の概略
(下線部：ドライトナー印刷物の試験法と異なる点)

印刷試料	<ul style="list-style-type: none"> 印刷機メーカーから提供された印刷試料 30mm×30mm に裁断
離解	<ul style="list-style-type: none"> 上質紙 58g、コート紙 81g JIS P8220 標準離解機（熊谷理機工業(株)2L パルパー）で 20 分離解 30℃の水 1500mL 水酸化ナトリウム水溶液 7mL または 10mL （水酸化ナトリウム水溶液の濃度は 50g/L） 脱墨剤 7mL または 10mL （脱墨剤は花王 DI-7027 を 1.5wt% に希釈）
脱水	<ul style="list-style-type: none"> 目開き 103mm（150 メッシュ）のふるいで 625g または 650g まで脱水 脱水されたろ液を 300mL 採取*1
漂白	<ul style="list-style-type: none"> 薬品添加後すばやく揉んでビニール袋で 1 時間漂白 <u>70℃の温浴中に浸漬</u> <u>水酸化ナトリウム 2% 添加（対パルプ）</u> <u>ケイ酸ナトリウム 4% 添加（対パルプ）</u> <u>過酸化水素 2% 添加（対パルプ）</u>
洗浄	<ul style="list-style-type: none"> 常温の水 1500g を加水 JIS P8220 標準離解機（2L パルパー）で 1 分離解 目開き 103mm（150 メッシュ）のふるいで 625g または 650g まで脱水 脱水されたろ液を 300mL 採取*2
希釈	<ul style="list-style-type: none"> 常温の水 1375g または 1350g を加水 JIS P8220 標準離解機（2L パルパー）で 1 分離解 30℃の水で 5.4kg まで希釈
脱墨	<ul style="list-style-type: none"> 試料を 4.3kg 分取 J.TAPPI No.39 準抛のフローテータ（極東振興(株)SF-25）で 10 分脱墨 スクリュウ回転数 1500rpm 空気供給量 4L/min 30 秒を超えない範囲でフロスを掻き取り
抄紙	<ul style="list-style-type: none"> 脱墨後の試料を常温の水で 8kg まで希釈 硫酸アルミニウムで pH5.0～5.6 に調整 JIS P8222 の手すき機（熊谷理機工業(株)）で抄紙 目開き 103mm のワイヤー 坪量 60g/m²、5 枚以上 410kPa で 5 分プレス 回転ドライヤーで 90℃、4 分乾燥

*1 と*2 のろ液を混合して、COD と色度を測定

3.3. 試験結果

試験結果の一覧を図表 10 に示す。

図表 10 インクジェット印刷物の脱インキ試験結果一覧

	試料			試料重量 /g	フロス量 /g	ダート面積 /mm ² /m ²	粗大きょう雑物 [※] /個/シート
	インク種類	原紙	印刷				
インクジェットA	水性顔料	上質紙	カラー印刷(両面)	58.0	2.4	3	0.0 (0/5)
インクジェットB	水性顔料	上質紙	カラー印刷(両面)	58.0	4.4	0	0.0 (0/5)
インクジェットC	水性顔料	フォーム用紙	カラー冊子(両面)	58.0	1.6	2	0.0 (0/5)
インクジェットD	水性染料	上質紙	ジャパンカラー(片面)	58.0	2.5	2	0.0 (0/5)
インクジェットE	水性顔料	上質紙	ジャパンカラー(片面)	58.0	1.7	26	0.0 (0/5)
インクジェットF	水性顔料	上質紙	INGEDE(片面)	58.0	0.7	6	0.0 (0/5)
インクジェットG	水性顔料	コート紙	ジャパンカラー(片面)	81.0	6.6	10	0.0 (0/5)

※粗大きょう雑物の()内は5枚のシートで粗大雑物が認められたシートの数

	試料			白色度 / %	L*	a*	b*
	インク種類	原紙	印刷				
インクジェットA	水性顔料	上質紙	カラー印刷(両面)	58.55	83.1	-1.34	3.75
インクジェットB	水性顔料	上質紙	カラー印刷(両面)	77.65	90.8	-0.725	0.320
インクジェットC	水性顔料	フォーム用紙	カラー冊子(両面)	82.75	92.8	0.125	-0.150
インクジェットD	水性染料	上質紙	ジャパンカラー(片面)	64.40	84.0	-4.18	-0.130
インクジェットE	水性顔料	上質紙	ジャパンカラー(片面)	70.45	86.6	-0.463	-0.963
インクジェットF	水性顔料	上質紙	INGEDE(片面)	80.30	91.5	0.0375	-0.520
インクジェットG	水性顔料	コート紙	ジャパンカラー(片面)	79.20	91.3	0.00	0.0625

備考1: いずれの試料も先塗りは行っていない

備考2:

インクジェットA データプリント、ダイレクトメール、書籍、教材等
 インクジェットB データプリント
 インクジェットC 冊子
 インクジェットD データプリント
 インクジェットE データプリント
 インクジェットF データプリント
 インクジェットG パンフレット、カタログ

各指標ごとに確認された内容は以下のとおりである。

3.3.1. 試料重量

すべての試料について、規定(上質紙: 58g、コート紙: 81g) どのりの量で試験を行った。

3.3.2. フロス量

1 試料(インクジェット G) を除き、試験法の規定範囲(5~15g) の下限である 5g を下回った。

3.3.3. ダート面積

ダート面積は、0~26m²/m²未満であった。

3.3.4. 粗大きょう雑物

粗大きょう雑物は、検出されなかった。

3.3.5. 白色度

白色度は、試料による差が非常に大きかった（58～83%）。試料 A・D は抄色紙判定基準の A ランク基準（白色度 65%以上）を下回っていた。

3.3.6. L 値（明度）

L 値は、試料による差が大きかった（83～93）。試料 A・D は抄色紙判定基準の A ランク基準（L 値 85 以上）を下回っていた。

3.3.7. a*値

a*値は、絶対値で 5 未満の範囲であった。ただし、値がマイナスの試料（A・B・D・E）とプラスの試料（C・F）、0 の試料（G）があった。

3.3.8. b*値

b*値は、絶対値で 4 未満の範囲であった。ただし、値がマイナスの試料（C・D・E・F）とプラスの試料（A・B・G）があった。

3.3.9. ろ液

図柄・インク種類・用紙などの試料作成条件の違いを考慮せずに、ろ液への着色状況を目視で評価すると、試料（B・C・F・G）については無色またはごく薄い着色、試料（A）については明らかな着色、試料（D・E）については濃い着色が認められた。

試料（D・E）については、ろ液の COD⁴と色度を外部委託により測定した（「下水試験方法」による）。

- 試料 D（水性染料） COD：1,330mg/L、色度：1400 度
- 試料 E（水性顔料） COD：1,560mg/L、色度：1400 度

3.4. 試験結果の評価

試験結果の数値、手抄き紙サンプルの目視評価及びろ液の着色状況から、古紙中に混入しても問題ない可能性がある試料がいくつか認められた（B・C・F・G）。

抄色紙判定基準の A ランク基準に当てはめた場合、2 試料（A・D）について、白色度・L 値が基準値を下回った。

手抄き紙サンプルの目視では、試料 D について、着色が認められた。

試料（D・E）については、ろ液の着色の程度が強かった。

同一の用紙（上質紙）・図柄（ジャパンカラー）を用いた試料間で比較した場合、水性染料インクで印刷した試料（D）よりも、水性顔料インクで印刷した試料（E）の方が良好な結果であった。

⁴ 水質汚濁防止法による COD の一律排水基準は 160mg/L（日間平均 120mg/L）。実際には、自治体条例による上乘せ基準により、これよりも厳しい排水基準が設定されていることが多い。

同一のインク（水性顔料）・用紙（上質紙）を用いた試料間で比較した場合、印刷面積が大きい図柄（ジャパンカラー）を印刷した試料（E）よりも、印刷面積が小さい図柄（INGEDE）を印刷した試料（F）の方が良好な結果であった。

同一のインク（水性顔料）・図柄（ジャパンカラー）を用いた試料間で比較した場合、上質紙を用いた試料（E）よりも、コート紙を用いた試料（G）の方が良好な結果であった。

3.5. 次年度以降の課題

水性染料インクジェット印刷の試験は試料1例のみであったが、印刷・情報用紙向けの古紙中への混入には問題がある結果であった。

水性顔料インクジェット印刷の中には、古紙中への混入に問題ない可能性があるものがあると考えられる。

このため、実際の市場におけるインクジェットプリンタの使用状況（用途・用紙等）を踏まえて、今回設定した評価方法を基に水性顔料インクジェット印刷を対象とした試料作成条件、評価基準などの検討（統一図柄を設定した場合の各プリンタメーカーにおける対応可能性、試料に占める印刷部面積等）等を行う必要がある。

参考資料

1. NIP28 (International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication 2012) における関連発表例

著者
Dennis Voss, Hans-Joachim Putz, and Samuel Schabel, Technische Universität Darmstadt (Germany)
表題
Deinking of Recovered Paper Mixtures Containing Digital Prints - Challenges and Prospects (仮和訳：デジタル印刷物を含む回収ミックス古紙の脱インキ - 課題と展望)
アブストラクト仮和訳
<p>印刷物の脱インキ性は、今日一般的に ERPC の"印刷物のリサイクル適性評価－脱インキ性評価点"に基づいて評価されている。個々の印刷物の脱インキ特性は、印刷物を生産する事業者に関係することであり、事業者がそれを知っておくことは有益である。しかし、製紙工場は、ある特定の印刷物だけを脱インキするわけではない。製紙工場は、混合して回収された古紙を処理しなければならない。このミックス古紙は、様々な等級の用紙に主にオフセットと輪転グラビアで印刷された大量の印刷物で構成される。今日、一般家庭や事業所から発生するデジタル印刷物の量は増加し、回収ミックス古紙の一部となっている。製紙工場の操業は、回収ミックス古紙の脱インキ結果を指向して条件付けされなければならない。そこで、本稿では、脱インキ時の挙動を示すことで、回収ミックス古紙の構成物である様々なデジタル印刷物（インクジェット、ドライトナー、液体トナー）の影響を実証した。デジタル印刷物の混合状態が異なる古紙を調査対象として、様々な脱インキ薬品と漂白条件におけるフローテーションによる脱インキ処理を行った。脱インキパルプの光学特性及び工程に係わる諸パラメータへの影響が示されている。</p>

著者
Manoj K. Bhattacharyya, Hou T. Ng, and Laurie S. Mittelstadt, Hewlett-Packard Laboratories (USA); and Marc Aronhime, Hewlett-Packard Indigo (Israel)
表題
Effects of Paper on LEP Digital Print Deinking with Alkaline and Neutral Chemistries (仮和訳：アルカリ性及び中性薬品による液体写真印刷デジタル印刷物の脱インキに対する用紙の影響)
アブストラクト仮和訳
<p>アナログからデジタル技術への転換のスピードは、商業印刷業界ではこれまで増加の一途である。結果として、リサイクル業界に流れ込む古紙中に占めるデジタル印刷された用紙の割合は、より大きくなりつつある。デジタル印刷物の脱インキには、インキと様々なタイプの基材（用紙）との相互作用をより深く理解することを伴う。本稿では、様々な基材の液体電子写真印刷物のアルカリ脱インキと中性脱インキの比較研究を行っている。その結果から、中性薬品は常に脱インキに成功するが、アルカリ薬品の場合はより複雑であることがうかがえる。</p>

著者
Laurie S. Mittelstadt, Hou T. Ng, Manoj K. Bhattacharyya, and Wenjia Zhang, Hewlett-Packard Laboratories (USA)
表題
Deinking of Thermal Inkjet Newsprint (仮和訳：サーマルインクジェット新聞印刷の脱インキ)
アブストラクト仮和訳
<p>デジタル印刷の優位性が、商業印刷に現れ始めている。インクジェット印刷物は、古紙の流れにおいてかなりの部分を占めるようになるので、その脱インキは重要である。サーマルインクジェットインクの分散物は水性であり、特定の化学的環境の下ではフローテーション工程で処理水中を浮遊し続け、脱インキ工程における閉鎖循環水系の変色の潜在的な原因になり得る。新聞印刷は、商業用インクジェットデジタル印刷にとって主要な品目ではなかったが、リサイクル業界はこの組み合わせの脱インキ性について懸念を表明してきた。また、新聞用紙がオフィスで使用されることは減多にないが、商業用インクジェット輪転印刷は、新聞印刷媒体上のインクジェットのリサイクル性への関心の高まりに直面するだろう。なぜなら、この印刷方式は、新聞印刷媒体の展開に、短寿命（非保存用）の媒体というオプションを提供するからだ。インクジェットインクが、リグニンを含む木質パルプでできた新聞用紙に印刷された場合、新聞用紙は製紙原料に含まれるので、ある化学的条件下では白水の黒ずみが悪化し得る。理想的には、インクジェットインクの分散物に含まれるミクロンサイズ以下の顔料や分子レベルの染料は、より大きく適正なサイズの粒子を形成するよう集められ、効率的なフローテーションに適した疎水性になるべきである。本稿では、インクジェットで印刷された新聞用紙が、以前報告した、中性に近い HPES 脱インキ剤により十分に脱インキされ得ることを示す。使用したのは 2 種類の薬品である：HPES の "E" は、エトキシ化脂肪族アルコール (ethoxylated fatty alcohol) であり、インク及び繊維との相互作用により、それらを分離し、インクの再付着を防ぎ、小さなインク粒子を大きなものに凝集させる。HPES の "S" は、フローテーション・セルに投入される少量のイオン性界面活性剤 (surfactant) で、粒子を水面に運ぶ泡の形成を促進し、そこでフロストともにかき出され、残ったきれいなパルプ繊維が回収される。ろ液の黒ずみに対する pH、凝集剤、水の硬度、化学的負荷、漂白剤の影響を検討した。特に、脱インキパルプ及びプロセス水の色合いや明るさは、適切な回収または凝集剤（この場合は硫酸アルミニウム）を添加することで、適切な回収または凝集剤の添加により、有意に向上させられることを見出した。</p>

著者
Axel Fischer, International Association of the Deinking Industry (INGEDE), and Elisabeth Hanecker, Papiertechnische Stiftung (PTS) (Germany)
表題
New Deinkable Water based Inkjet Inks (仮和訳：脱インキ可能な新たな水性インクジェットインク)
アブストラクト仮和訳
<p>水性インクジェットインクは、脱インキ工程にとって大きな課題である。この工程は紙リサイクルにおける重要なステップであり、疎水性のインキ粒子を親水性のセルロース繊維から分離するよう設計されてきた。この工程では、水溶性染料は除去できず、循環水中に留まり蓄積する。このため、明度の低下を補うために漂白工程の追加が提案されてきた。しかしながら、新聞用紙、その他のグラフィック用紙を家庭系ミックス古紙から生産する製紙工場の大半にとって、漂白は選択肢とならない。漂白は、設備の追加、薬品使用量の増加を必要とし、排水の化学的負荷も増加させるので、経済的でも環境配慮的でもない。それゆえ、他の解決策の方がより持続可能に見える：製紙工場の標準的な脱インキ工程で、オフセット印刷物やドライトナー印刷と同程度に良好な結果を示す印刷物の生産に役立つインクジェットインクとして、樹脂系インクは、この目標を達成するための 1 つの方法である。</p>

平成 24 年度
リサイクル対応型紙製商品開発促進対策調査事業

デジタル印刷物のリサイクル適性に関する
調査報告書
(中間報告)

平成 25 年 3 月発行

編集者 公益財団法人 古紙再生促進センター
東京都中央区入船 3 丁目 10-9 新富町ビル 4 階
電話 03-3537-6822 FAX 03-3537-6823

社団法人 日本印刷産業連合会
東京都中央区新富 1 丁目 16-8 日本印刷会館 8 階
電話 03-3553-6051 FAX 03-3553-6079

本書は編集者の了解を得ずに無断で転載することのないように
お願いします。