

PS版カーボン・フットプリント指標標準による 当社環境配慮活動の可視化

朝倉 克宜*, 吉川 直紀**, 大貫 良子***

Visualization of Our Environmentally Conscious Activity by Implementation of Carbon Footprint Index to FUJIFILM Pre-Sensitized Plates

Katsuyoshi ASAKURA*, Naoki YOSHIKAWA**, and Yoshiko OONUKE***

Abstract

FUJIFILM has a established closed loop recycling system for aluminum-based pre-sensitized plates (PS plates) used in lithographic printing, which will significantly encourage our customers to reduce environmental impact of the graphic industry. FUJIFILM will communicate our pro-environmental efforts by way of the Carbon Footprint Label. Life cycle GHG (Greenhouse Gas) emissions of the PS plate were calculated as “Carbon Footprint of Product (CFP).” The closed loop recycling system showed remarkable GHG emission reduction compared with the open recycling system showing only modest reduction. The CFP is a valid communication tool to demonstrate GHG reduction explicitly. The CFP will encourage customers to recycle PS plates in the closed loop system.

1. ライフサイクルアセスメントとカーボン フットプリントについて

ライフサイクルアセスメント（以下、LCA）とは、ある製品の原材料・資源の採取から廃棄・リサイクルされるまで（製品のゆりかごから墓場まで）の環境負荷を定量化し積み上げて、地球環境への影響を評価する手法をいう（Fig. 1）。

なおLCAはISO規格としてシリーズ化されている。

ISO14041 LCAの原則および枠組み

ISO14044 LCAの要求事項および指針

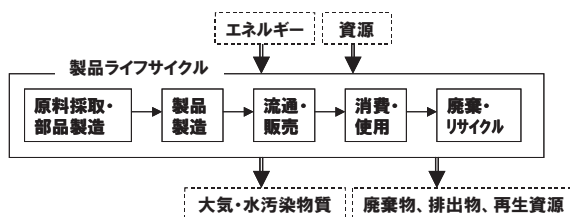


Fig. 1 Conceptual diagram of LCA.

一方、製品のカーボンフットプリント（以下、CFP）とは、環境影響を地球温暖化に特化して、製品ライフサイクル全体におけるGHG排出量を定量化した指標である¹⁾。

現在、CFPは各国の関心が高く、実際に日本だけでなく、英国他、各国でCFP制度のパイロットプロジェクトが実施されている。また、ISOにおいても規格開発が進められており、2012年に発行予定となっている。

ISO14067 CFPの算定方法・表示方法

国内においては、経済産業省主導の下、CFPの試行を2009年から3年間、実施中である²⁾。その主な活動は、製品ごとに産業界（メーカーや業界団体）が主体となって、個々の製品の温室効果ガス算定方法を標準化することである。さらにメーカーはその算定方法に基づいて実際に積上げたデータの検証を受け、製品にラベル表示していく。試行開始当初は、日用品や食品などが多かったが、徐々に工業製品に広がりつつある。

本誌投稿論文（受理2010年12月7日）

*富士フィルム（株）R&D統括本部
知的財産本部 工業標準室
〒107-0052 東京都港区赤坂9-7-3

*Industrial Standards Office
Intellectual Property Division
Research & Development Management Headquarters
FUJIFILM Corporation
Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

**富士フィルム（株）吉田南工場 製造部
〒421-0396 静岡県榛原郡吉田町川尻4000

** Production Division
Yoshida-Minami Factory
FUJIFILM Corporation
Kawashiri, Yoshida-cho, Haibara-gun, Shizuoka
421-0396, Japan

***富士フィルム（株）グラフィックシステム事業部
〒107-0052 東京都港区赤坂9-7-3

*** Graphic System Business Division
FUJIFILM Corporation
Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

2. PS版でCFPに取り組んだ背景

2.1 富士フィルムグループのGHG 排出量

富士フィルムグループにおけるライフサイクル全体のGHG排出量の中で、原材料として調達するアルミニウム（製造）が大きな割合を占め、そのほとんどは、PS版の基材に使われている（Fig. 2）。

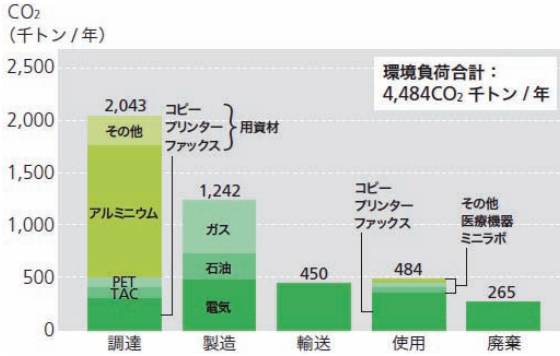


Fig. 2 GHG emissions of Fujifilm group in FY2009.

2.2 PS版のクローズドループリサイクル (以下、PS to PS)

PS版は、印刷物を刷るための版材である。総厚み0.15mm～0.4mmの高純度のアルミニウム基板に、数ミクロンの感光層が塗布されている。この感光層によって画像が形成され、インキがのる画線部を親油性、他を親水性・撥油性にすることにより、印刷が可能となる。

ボーキサイト鉱石を主原料とするアルミニウム新地金の電解製錬には、膨大なエネルギーが必要であり、新地金1kgを得るためのGHG排出量は約9kgにも及ぶ。これに対し、再生地金を得るためのGHG排出量は約0.3kg程度で済むので、再生アルミニウムを原材料とすることにより、大幅なGHG排出量の削減効果が期待できる。しかし、PS版製造のためには高い純度のアルミニウムが必要であり、低純度の製品から再生して使うことは現実的に不可能である。アルミニウムは一度純度を落とすと元の純度に戻すには、膨大なエネルギーが必要となる性質を持っているからである。したがって、再生アルミニウムの使用を進めるにあたっては、現状の大部分を占めるカスケードリサイクル（PS版以外の製品へのリサイクル）（Fig. 3）から、PS to PS（Fig. 4）に切り替える必要がある。

富士フィルム吉田南工場では、平成18年10月より、廃材アルミニウムのPS to PSを実現している。工場が発生した廃材アルミニウムを分別、異物除去し、協力合金会社にて溶解し、純度の高い再生地金としている。この純度の高い再生地金と新地金から、アルミ圧延会社にてPS版用アルミニウム板を製造、富士フィルム吉田南工場にて再びPS版の製造に用いている。

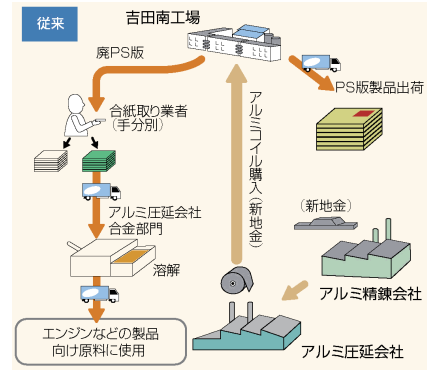


Fig. 3 Past flow of PS plate aluminum.

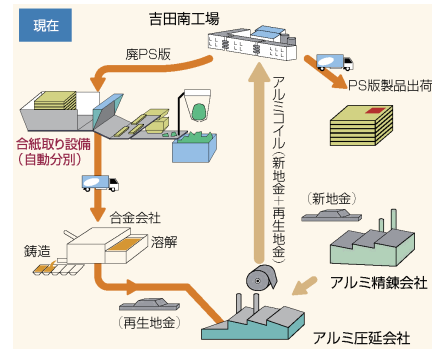


Fig. 4 Present flow of PS plate aluminum.

3. 標準化プロセスと主な特徴

3.1 サプライチェーン全体における位置づけ

印刷会社が商品である「印刷物」を製造する際、PS版は原材料調達段階または生産段階に負荷を計上する「中間財」と位置づけられるが、中間財となると、資源の採掘からPS版の製造までの環境影響を考慮する、にとどまってしまう。これでは、PS版のリサイクルによるGHGの排出削減効果を正確に表現できない。また、印刷会社でのPS版の露光・現像に係る機器やシステムの設計やオペレーションによるGHG排出量の削減努力も表現することが必要と判断し、PS版の使用段階、廃棄・リサイクル段階を含めたライフサイクル全体を評価範囲とした（Fig. 5）。これにより、PS版のCFPを印刷会社が参照する場合、リサイクルの仕方によって、最終製品（印刷物）におけるPS版の寄与および印刷会社のGHG削減にどれだけ貢献できるか、を明らかにすることができる。



Fig. 5 Correlation diagram of PS plates and printing products.

3.2 リサイクル工程におけるGHG排出量の配分方法

PS版のリサイクルの扱いを明確に示すために、製造されたPS版アルミニウム100kgを印刷会社AおよびBが50kgずつ使用する場合をFig. 6, Fig. 7のように例示した。ここで、アルミ再生地金製造に伴う溶解ロスを20%と仮定している。

Fig. 6に示したように、A, B共にカスケードリサイクルを実施している時には、それぞれが新地金を50kg使用していることになる。

A, B共に、新地金：再生地金=50kg：0kgの割合となる。(新地金100%)

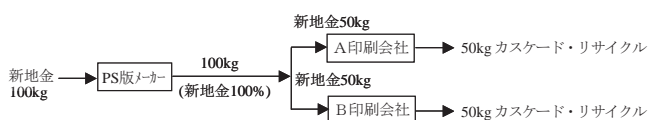


Fig. 6 Allocation of aluminum when A and B execute cascade recycling.

一方、カスケードリサイクルを実施する印刷会社AとPS to PSを実施する印刷会社Bが存在する場合は、Aは新地金を50kg使用するが、Bは新地金を10kg使用し、再生地金を40kg使用するものとした。すなわち、ここではアルミ再生地金製造に伴う溶解ロスを20%と仮定しているので、印刷会社Bからの使用済みPS版50kgのうち40kgだけが再生地金としてリサイクルされ、新地金はシステム全体で60kg必要となるが、このうち50kgをカスケードリサイクルを実施する印刷会社Aに配分し、残りの10kgを印刷会社Bに配分するものと考えた。これは、AとBの廃棄・リサイクル段階がそれぞれ独立に実施されていると考えることに等しい。

Aは、新地金：再生地金=50kg：0kgの割合となる(新地金100%)
Bは、新地金：再生地金=10kg：40kgの割合となる。

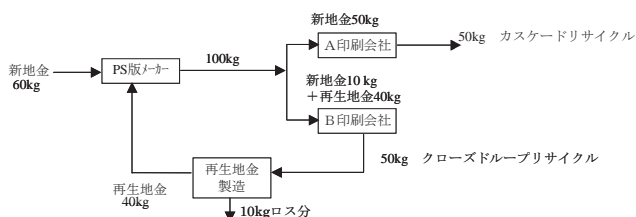


Fig. 7 Allocation of aluminum when A executes cascade recycling, and B executes closed loop recycling.

3.3 CFP値の表示方法

PS版は厚さ0.24mmの製品が主流ではあるが、厚さだけでなく縦・横のサイズもさまざまである。従って、厚さ・サイズごとにCFP値をつけると、同じ製品で何種類もの数値が存在することになり、ユーザが混乱する懸念がある。そこでPS版の代表厚みを0.24mmに固定して、単位面積あたりのCFP値を表示することにした。なお、0.24mm以外の製品については、厚さは基材のアルミ板によるものであり、塗布されている感光層の量、およびPS版製造に要するエネルギー、使用時の製版工程での負荷は同一であることから、アルミ板重量に比例する段階(アルミ板製造段階および流通段階)と比例しない段階(アルミ板以外の原材料、生産、使用、廃棄リサイクル段階)に整理して算出することにした。そして、厚さ0.24mm以外の製品についても、実際の製品への換算が必要であることを明確に注意喚起することで、0.24mm製品のGHG排出量を表示することが許された。

経済産業省の試行事業では、使用段階や廃棄・リサイクル段階を含まない「中間財」製品については、秤のマークをイメージした公式マークの使用を禁じている。これは、全ライフサイクルを計算した商品と消費者が混同しないようにとの配慮である。ここで取り上げたPS版は、使用段階も廃棄・リサイクル段階も含んでおり、かつ印刷会社にとっての「最終消費財」と位置付けられたため、公式マークの使用を許された(Fig. 8, Fig. 9)。

さらに印刷会社とのコミュニケーションを図るため、補足表示の内容を規定した。①従来製品に対するGHG削減率、②ライフサイクル段階別のGHG排出量、③再生アルミ比率、④PS to PSに関する表示、⑤1㎡あたりの重量(kg)、⑥製品厚みに関する情報について、追加的に表示して良いと規定した。



Fig. 8 Product label in which CFP is specified.



Fig. 9 Enlarged CFP label.

4. 本標準の適用内容 ～デジタルサーマルプレート ECONEX「XP-F」の例～

富士フィルムのサーマルポジCTPシステムの開発では、ライフサイクル全体で環境負荷軽減をねらった設計の見直しを行ない、リサイクル原材料の採用や、新現像システムの開発により、GHG量削減を実現した。

4.1 原材料段階での削減：廃材アルミニウムのPS to PSシステム

PS to PSを実施せず、原材料アルミニウムとして、輸入新地金を用いた場合、PS版の全生産工程に占める原材料アルミニウム地金のGHG負荷は、71%に上っていた。廃材アルミニウムを再生地金化する場合、ボーキサイトからの精錬による新地金に比して大幅に少ないエネルギーで地金が生産可能である。このため、アルミニウム新地金に替えて、廃材アルミニウムからリサイクルした再生地金アルミニウムをPS版に用いると、PS版の全生産工程（原材料のアルミニウム地金製造からPS版製造まで）で発生するGHG排出量を63%削減させることが可能になる（Table 1）。

なお、従来方式であるアルミニウムのカスケードリサイクルの場合、リサイクル先の他用途分野の原材料段階でのGHG排出量の抑制効果があるが、繰り返しカスケードリサイクルを行なうことで、アルミ品質の低下が発生、またカスケードリサイクル先の特定が困難であり、最終的に品質低下したアルミは廃棄されてしまう。そのため、カスケードリサイクルでの効果を控除分としてPS版の製造へ考慮はしない。これにより、明確でないカスケードリサイクル先での他用途分野において、原材料段階での効果が計上された場合の2重計上を防いでいる。CFPの数値算出ルールにおいても、同様の考え方で統一されている。

現在、富士フィルム吉田南工場の廃材アルミニウムのPS to PS率は約80%に達している。これを全て実施すると、新地金アルミニウムのみを材料にした場合と比べて、GHG排出量を最大で年間約5万トン削減できる見込

みである。廃材アルミニウムのPS to PSシステム運用開始以来の累積GHG削減量（H21年度まで）は、約12万トンに達している。

4.2 使用段階の削減：現像補充量削減

新システムECONEXシリーズでは、プレートの「高速分散現像技術」の開発により、未露光部の現像液耐性と露光部の現像性の両立を達成した。これは、高濃度補充液においても十分な現像液拡散性、十分な品質を確保しながら、従来に比べ少量補充を可能とした。これにより、従来システムとの比較で、現像補充量を最大40%削減した。

4.3 廃棄段階の削減：廃液量削減

自動現像機のオプションとして廃液削減装置「XR」を導入することにより、現像廃液を濃縮し、7/8を再生水に、残りの1/8を濃縮廃液に分離処理することが可能となる。この結果、産業廃棄物となる現像廃液を1/8に低減することができる。

4.4 ECONEX「XP-F」でのCFP値

富士フィルム吉田南工場でのPS版製造時に発生する廃材アルミニウムによるPS to PSの効果と、現像工程の技術改良や廃液削減装置の導入により、デジタルサーマルプレート「XP-F」では、GHG排出量の低減がなされている。PS to PS実施以前（同様のPS版の製造処方、条件と仮定し、新地金アルミニウム100%使用したとして算出）に比して、約7.3%のGHG排出量が削減されている（Table 2）。

5. 今後の課題

5.1 GHG排出量削減の観点

PS版用のアルミコイルは、圧延会社にて圧延製造されているが、その際、新地金、再生地金ともに一旦溶解され、圧延用スラブに鑄造された後、スラブを圧延していく。従って現在の溶解工程としては、再生地金化する

Table 1 Reduction of GHG emissions in PS plate manufacturing process by the closed loop recycling system.

(kg-CO₂e/kg-PS版)

	アルミニウム地金	アルミ圧延工程	アルミ以外の原材料	PS版製造工程	合計	削減率
カスケードリサイクル方式（新地金100%）	9.22 ³⁾	1.29 ⁴⁾	0.95	1.59	13.05	—
PS to PS（クローズドリサイクル）方式	0.98	1.29	0.95	1.59	4.81	-63%

※ CFP, PS版のPCRに準拠し、CFP原単位にて算出した。カスケードリサイクルによる、リサイクル効果控除は考慮していない。

Table 2 Reduction of GHG emissions in life cycle perspective of XP-F.

(kg-CO₂e/kg-PS版)

	原材料調達段階	生産段階	流通販売段階	使用維持管理段階	廃棄リサイクル段階	合計	削減率
従来製品（新地金100%）	7.57	1.04	0.16	0.60	0	9.37	—
XP-F（クローズドリサイクル実施）	7.05	1.04	0.16	0.44	0	8.69	-7.3%

※ CFP, PS版のPCRに準拠し、CFP原単位にて算出した。カスケードリサイクルによる、リサイクル効果控除は考慮していない。

Table 3 Reduction of GHG emissions in PS plate manufacturing process with one time metal dissolution.

(kg-CO₂e/kg-PS版)

	原材料 アルミコイル	原材料 アルミ以外	PS版 製造工程	合計	削減率
溶解2回 (現行:再生地金化方式)	2.27	0.95	1.59	4.81	—
溶解1回	1.38	0.95	1.59	3.92	-19%

※ CFP, PS版のPCRに準拠し, CFP原単位にて算出した。カスケードリサイクルによる, リサイクル効果控除は考慮していない。

際と圧延用スラブに鋳造する際の計2回を要する。溶解は, 天然ガス, 重油の燃焼で実施されているため, 仮に溶解回数を削減できれば, GHG排出量の削減にも寄与する。

溶解回数を現行2回から1回にするには, さまざまな技術課題を克服しなければならないが, 仮に実現した場合のGHG排出量削減効果(推定)は, PS版の全生産工程におけるGHG排出量を約19%削減できるポテンシャルを持つ (Table 3)。

この段階までPS to PSを発展させることで, PS版の全生産工程に占める原材料アルミニウムのGHG負荷は大幅に削減でき, 富士フィルム吉田南工場でのPS版製造工程でのGHG負荷を下回るレベルとなりうる。

5.2 資源活用の観点

一般に, ポーキサイト量4に対して, 精錬によりアルミニウム量1が得られると言われている。残量の3は, 赤泥といわれる強アルカリ性の有毒な廃液である。この赤泥の処理方法は, 赤泥廃液を貯水しておくしかなく, 潜在的な外部費用が存在する。2010年10月, ハンガリーではこの池の堤防が決壊し, 貯水してあった赤泥廃液が周辺の川・町・村に流出, 生態系に重大な被害を及ぼすと懸念されている。循環リサイクルを進めることは, アルミニウム新地金製造に伴う膨大な電解精錬エネルギーを抑えるだけでなく, 赤泥の廃液量を低減し, 限りある資源の有効活用する点においても重要である。現在, 日本におけるアルミニウムのマテリアルフローは, 純度や用途に応じて, 非常に複雑な系が出来上がっている。しかし最終的には, 都市鉱山化や海外流出する形で相当量が不足し, これを補填する形で新地金を投入し続けているのが実態である。

循環リサイクルの意義を考察するにあたり, マテリアルフローを単純化したモデル (100%カスケードリサイクルと100%循環リサイクルの比較モデル) を用いた。(Fig. 10, Fig. 11) カスケードリサイクルから循環リサイクルに移行する過渡期においては, 新地金のリーケージ(ある場所で使わなくなった分, 別の場所で使うようになること)は確かに存在するが, これに目を向けすぎると, 長期的に目指すべき姿が歪んでしまうことになる。

循環リサイクルで目指すべきは, アルミニウム純度に応じた製品ごとに循環させることであり, 各製品の需給バランスを鑑みつつ, 必要最低限の新地金アルミニウムを投入することが理想の姿といえる。

これを短期間で実現することはむずかしい。しかし,

アルミニウム純度95%以上を必要とする, カスケードリサイクルの上位にあたるPS版を製造している当社が先頭に立って推進していくこと, これこそが社会に対して責任を果たすことであり, 使命であると考えている。

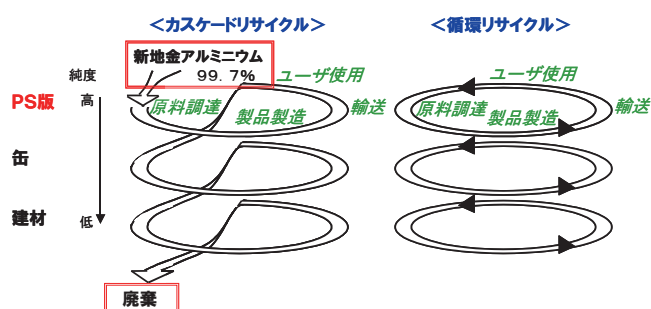


Fig. 10 Comparison between cascade recycling system and closed loop recycling system.

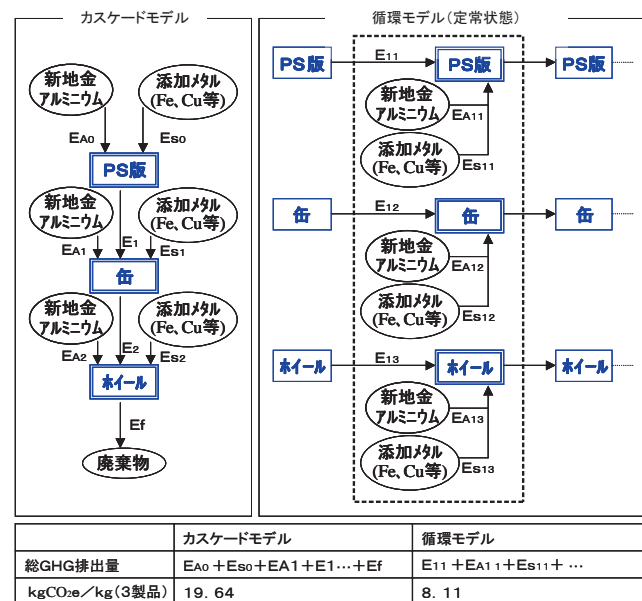


Fig. 11 GHG emissions of both recycling systems.

6. まとめ

今後, PS to PSを拡大するには, 当社単独では成し得ず, PS版に係るステークホルダー, 特に印刷会社の協力が不可欠となる。サプライチェーン全体でのGHG削減・資源循環へと発展させるため, CFPをコミュニケーション・ツールとして有効に活用していきたい。

参考文献

- 1) 稲葉敦.カーボンフットプリント－LCA評価手法で
つくる, 製品別「CO₂排出量見える化」のしくみ.
東京, 工業調査会, 2009, p.185.
- 2) カーボンフットプリントの算定・表示に関する一般
原則. 標準仕様書 (TS) TS Q 0010 (2009).
- 3) 社団法人 日本アルミニウム協会. アルミニウム新地
金および展伸用再生地金のLCIデータの概要, 2005,
p.15.
- 4) 社団法人 日本アルミニウム協会. 各種アルミニウム
圧延製品のLCIデータの概要～アルミニウム板材～,
2006, p.12.
社団法人 日本アルミニウム協会. スクラップ溶解の
インベントリー調査報告書, 2007, p.11.

(本報告中にある“ECONEX”は富士フィルム(株)の
登録商標です。)