

次世代バーコードを用いた CO2 表示システム

戸田 暁 博^{†1} 江原 正 規^{†2}
井上 亮 文^{†2} 星 徹^{†2}

近年の環境問題に対する意識の高まりとともに、商品に温室効果ガス排出量を表示するカーボンフットプリント制度の導入が検討されている。現在カーボンフットプリントの算出にあたっては、一般的にライフサイクルアセスメントベースで行われているが、ライフサイクルアセスメントの手法ではロット毎の違いが反映されず、日本における実態に必ずしも対応できるとは言えない。そこで本研究では、ロット番号等の商品情報を付加できる次世代バーコードを用い、CO2 排出量を消費者に提供するシステムを提案する。本システムでは、生産、製造段階によって変動する CO2 排出量を次世代バーコードを活用し、ラベルを介すことで消費者へ提供する。これにより、商品の生産地や製造段階の実態を反映した CO2 排出量の提供が可能になる。

Visualizing CO2 system using barcode for in the next generation

AKIHIRO TODA,^{†1} MASAKI EHARA,^{†2} AKIFUMI INOUE^{†2}
and TOHRU HOSHI^{†2}

Carbon Foot Print (CFP) system has been introduced for visualizing CO2 consumption in various products. However, it is difficult to show accurate CFP value of each product because this system does not consider the variation of CO2 consumption such as their different lot number. To solve the issue, we propose Visualizing CO2 consumption system using the next generation barcode that it can add the article information such as lot numbers. In our system, we visualizing CO2 consumption using Label and utilize barcode in the next generation by production, a production stage. By this, The indication of the CO2 consumption that considered a straight production center and the production stage of the article is enabled.

1. はじめに

近年、地球温暖化など環境問題として CO2 排出量の削減が叫ばれる中、身の回りのモノにまつわる CO2 排出量の「見える化」を推進するカーボンフットプリント (CFP) 制度が注目を集めている。¹⁾ これは、商品の生産時から流通、販売や廃棄等、商品のライフサイクルの中で排出された CO2 排出量を商品に表示する制度である。

現在、CFP はライフサイクルアセスメント (LCA) 手法^{*1}をベースとして計算されている。しかし、LCA では、あらかじめ決められた内容で商品の CO2 排出量を算出する。例えば、ポテトチップスであれば製造で 23 グラム、流通に 7 グラム等となる。そのため、生産地、製造段階によるロット^{*2}毎の違いや流通経路などの変動が反映されず、日本における商品の実態に必ずしも対応できるとは言えない。²⁾

我々はこれまでに、輸送経路変動により変化する動的な CO2 排出量をレシートを用いて消費者に提供することを行った³⁾。これにより、流通経路変動による CO2 排出量を消費者に提供することの有用性を確認した。しかし、このシステムでは商品購入時の合算した CO2 排出量を提供することはできないが、商品購入前に商品ごとに異なる CO2 排出量の違いを表示することはできない。これにより他の商品や業界標準値等との比較がしにくくなるという欠点がある。加えて、生産地、製造段階によるロット毎の違いを反映できていないという課題がある。

本論文では上記の問題点を解決し、生産、製造プロセスによって生じる動的な CO2 排出量を考慮した CFP を消費者に提供することを目的とする。これにより、消費者が日常生活の中で間接的に排出している CO2 の量を従来より正確に知ることができ、個人における環境意識の向上につながると考えられる。

本システムでは、ロット番号などの商品情報などを格納できる次世代バーコードを用いる。次世代バーコードには生産、製造段階など、商品に貼付される際に取得できる CO2 排出量の格納を行う。このシステムは、ロット単位に CO2 排出量をより細かく取得でき、ラ

^{†1} 東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科

Graduate School of Bionics, Computer and Media Sciences, Tokyo University of Technology

^{†2} 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

School of Computer Science, Tokyo University of Technology

*1 Life Cycle Assessment:原料の採取から製造、使用、廃棄に至るまでの製品の一生における環境負荷を定量的に把握し、環境への影響を評価する手法

*2 生産者が独自管理している個品の管理コード

ベル⁺¹などで消費者に表示することができる。

本論文の構成を以下に示す。2章では、従来手法の欠点や関連する研究について挙げる。3章では、提案手法について述べ、4章ではシステムの概容や表示例について述べる。5章でシステムにする議論内容を述べ、最後に6章をまとめとする。

2. 関連研究

2.1 CO₂ 排出量算出方法

LCA では、産業連関法と積み上げ法という2種類の手法を用いてCO₂の算出を行っている。

産業連関法は、産業間における取引金額をベースにCO₂を算出する方法である。具体的には、製品に使用した素材を購入した金額からCO₂排出量の算出を行う手法である。一方積み上げ法は、産業連関法が金額ベースなのに対し、重量ベースでCO₂を算出する方法である。具体的には、対象とする製品に使用した原料の重量と環境への影響量を掛け合わせた値を用いて算出を行う手法である⁴⁾。

産業連関法・積み上げ法では、その資源・エネルギーが与える環境負荷について、あらかじめ決められた値を基にCO₂排出量の計算を行っている。しかし、生産地、製造場所によってその使用する材料やプロセス等は異なってくるため、それら全ての反映ができるとは言い難い。

2.2 CFP システム

カーボンフットプリントにおける先行研究として、SAP社とルクレール社の研究がある。SAPは図1のように、CO₂排出量が携帯のディスプレイに表示されるプロトタイプを開発した⁵⁾。これは、商品にRFタグを添付することで個品管理を行い、それをNFC⁺²で読み取る事で、流通段階における動的なCO₂排出量の提供を行っている。この手法では商品を購入する前に消費者に動的に変化するCO₂排出量を提供することができる。しかし携帯電話で表示するという事は、消費者側からすると毎回携帯電話で読み取らなければならない、能動的な作業を必要とする。

一方ルクレールでは、図2のようにCO₂排出量を商品一つ一つにラベルに貼り付ける、またはレシートで提供する手法を用いている⁶⁾。こちらもSAPと同じく、商品を購入する



図1 RFタグを用いた携帯電話表示⁵⁾

Fig. 1 Demo using RFID tagged and NFC enabled mobile⁵⁾



図2 ラベルを用いたCO₂表示⁶⁾

Fig. 2 Visualizing CO₂ consumption using Label⁶⁾

前に消費者にCO₂排出量を提供することができるので、他の商品や業界標準等との比較をしやすいという利点がある。加えて、毎回消費者が商品を読み取る必要がないため、消費者の労力を必要としない効果的な表示方法である。しかしこの手法では、LCAの手法をベースとしている。そのため、生産、製造段階において生じるCO₂排出量の変動には対応しきれていないという問題がある。

+1 製品の名称や材料等の属性を記すために貼り付けられる札

+2 NFC: Near Field Communication. 携帯電話にも搭載可能な10cm近くのデバイス間でデータ交換が可能な無線通信技術

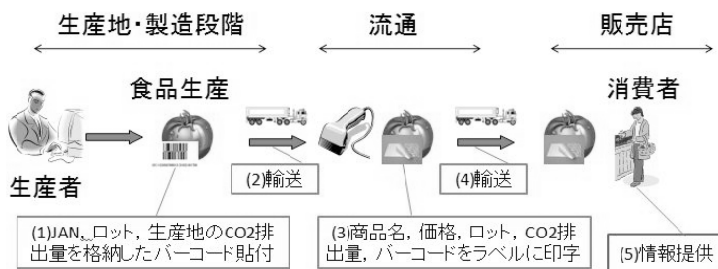


図3 システム概要図
Fig. 3 System Overview

3. 提案手法

3.1 概要

本提案システムの流れを図3に示す。

(1) まず生産地で出荷された商品に次世代バーコードを貼付する。次世代バーコードには、JANコード、ロット番号に加え、生産地におけるCO₂排出量も次世代バーコードに格納する。(2)次に流通へと商品の輸送を行う。(3)流通では、商品にラベルを貼付する。まず、バーコードリーダーを用いて、商品についている次世代バーコードを読み取る。その後生産地のCO₂排出量を反映したCO₂排出量を、ラベルに印字する。ラベルには、CO₂排出量だけでなく、商品名、価格、ロット番号、次世代バーコードも合わせて印字する。そして(4)小売店などの販売店に商品を輸送する。最後に(5)販売店でラベルを介して消費者への情報提供を行う。

このシステムでは、現在商品に貼付されているバーコードを次世代バーコードに置き換えて行く。そのため現在の流通段階の流れに影響を与えずに行えるという利点がある。また、LCA手法と比べて生産、製造段階におけるCO₂排出量をより正確に提示することができ、商品を買う際に商品ごとの違いなどを比較させることができる。



図4 GS1 DataBar 表示例⁷⁾
Fig. 4 GS1 DataBar display example⁷⁾

3.2 生産、製造

本研究では、次世代バーコードとして、GS1 DataBar^{*1}を用いる。GS1 DataBarは、図4に示すようにJANコード(GTIN^{*2})に加え、商品の有効期限やロット番号など様々な商品情報を付加することができる。

提案手法では、GS1 DataBarに対してJANコード、ロット番号、CO₂排出量等、商品をロット毎に管理するために必要な情報を格納する。JANコードは商品の種類を特定する為に、ロット番号は商品をロット単位で管理するために用いる。CO₂排出量は生産地でバーコードに貼付する場合、生産地までのCO₂排出量等、GS1 DataBarを貼付する際に取得できる情報を格納する。

GS1 DataBarに情報を書き込む際、JANコードなら[01]、ロット番号なら[10]とAI^{*3}が割り当てられている。AIは図4に書かれているように、情報の頭に付加される識別コードであり、その後続く情報の識別を行う。

CO₂排出量をGS1 DataBarに書き込む際、JANコード同様AIの割り当てが必要となる。特にGS1 DataBarを、生産地で貼付した場合と、製造段階で貼付した場合は、書き込まれるCO₂排出量が異なる。提案手法では、次世代バーコードが貼付される場所によって、割り当てるAIの変更を行う。これにより、生産地で次世代バーコードを貼付した場合、農業から排出されたCO₂排出量等の生産地の情報が、製造段階で貼付した場合は製造段階

*1 Global Standard one DataBar. 定置式 POS システムでも利用できる新型標準バーコード

*2 Global Trade Item Number : 国際標準商品コード

*3 Application Identifier: 製造年月や保証期限等の分類情報を示す識別コード

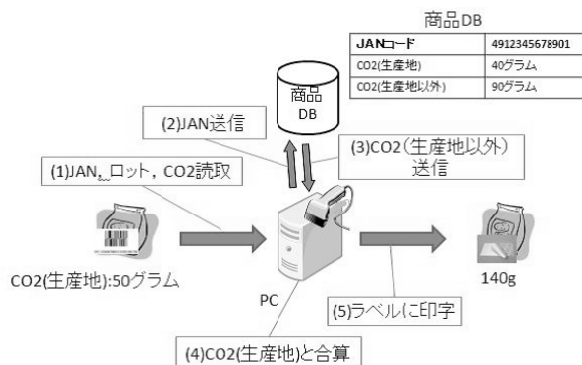


図5 ラベル印字
Fig.5 Label print

における情報等、次世代バーコードに書き込まれる CO2 排出量の分別が可能となる。

3.3 ラベルの印字

消費者への CO2 排出量の表示については、ラベルを用いて行う。ラベル印字における概容を図5に示す。

(1) まず、商品に貼付されている GS1 DataBar を読み取り、JAN コード、ロット番号、生産地の CO2 排出量を取得する。(2)(3) 次に、JAN コードを送信し、商品のデータベースから流通段階、販売段階等の生産地以外の CO2 情報を取得する。(4) GS1 DataBar から取得した生産地の CO2 排出量と商品データベースから取得した生産地以外の CO2 排出量の合算を行う。(5) 合算した CO2 排出量をラベルに印字する。ラベルでは CO2 排出量だけでなく、商品名、価格など商品を購入するにあたって必要な情報を合わせて表示する。これにより、商品を棚に陳列した際に、CO2 排出量の低い商品を購入させるなど商品ごとの比較が可能になる。

4. 次世代バーコードを用いた CO2 表示システム

本章では、提案方式に基づいた次世代バーコードを用いた CO2 表示システムについて述べる。

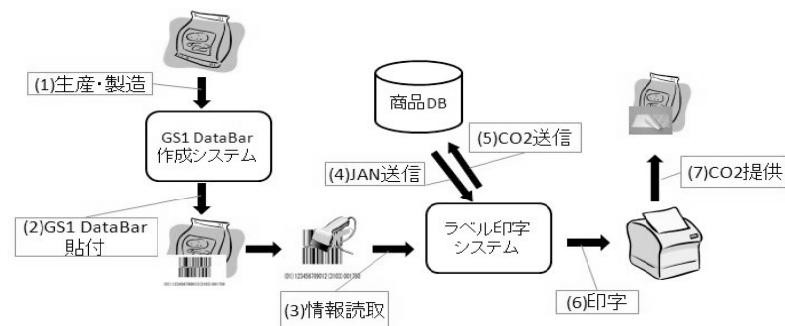


図6 システム概要図
Fig.6 Mounting outline system

4.1 システム概要

図6にシステム概要図を示す。

まず(1)(2)GS1 DataBar 作成システムでは、生産・製造された商品に GS1 DataBar の貼付を行う。貼付する際に、生産地、製造段階において取得できた CO2 排出量を AI 情報とともに格納する。それに加え、食料品であるなら賞味期限など、商品によって異なる商品情報も併せて書き込む。

(3)ラベル印字システムでは、まず商品に貼付されている GS1 DataBar を読み込み、JAN コードや生産、製造段階における CO2 排出量の情報を取得する。(4)(5) 次に JAN コードを用いて商品のデータベースから、CO2 排出量の取得を行う。(6)そして GS1 DataBar から取得した情報を反映させ、ラベルへ印字を行う。(7)最後に消費者への情報提供を行う。

4.2 GS1 DataBar 貼付

GS1 DataBar 印字では、JAN コード、ロット番号などの商品情報に加え、GS1 DataBar に生産時、製造時の CO2 排出量を格納する。CO2 排出量を書き込む際に必要となる AI については、今回実験用としてローカルで使用できる 90 番台を用いて行う。例えば、生産地の CO2 が格納されているなら 91 番、製造段階なら 92 番、生産・製造段階であるなら 93 番等とする。

これにより、ラベル印字所で GS1 DataBar を読んだ時にその AI を見ることによって、



図 7 ラベルによる動的な CO2 排出量表示

Fig. 7 Visualizing dynamic CO2 consumption using Label

生産、製造段階における動的な CO2 排出量の表示が可能となる。

4.3 ラベル印字

ラベル印字では、GS1 DataBar を読み取り、生産、製造段階における CO2 排出量の提供を行う。

まず、商品に貼付されている GS1 DataBar から JAN コードなどの商品情報の読み取りを行う。次に JAN コードを基に商品のデータベースから LCA ベースで算出された製造、製造段階等のライフサイクルにおける CO2 排出量を取得する。これに GS1 DataBar から読み取った CO2 排出量を AI 情報を基に反映を行う。例えば、AI が 91 であるならば、生産地の CO2 排出量が格納されているので、生産地の CO2 排出量についての反映を行うなど。最後に、その反映した情報を合算し、ラベルに印字を行う。

印字したラベルを図 7 に示す。印字する内容としては商品名、価格、ロット番号、CO2 排出量、GS1 DataBar とする。これにより、生産地、製造段階における動的な CO2 排出量を消費者に提示することができ、CO2 排出量の少ない商品を買うなど、商品の選択も可能になる。

4.4 CO2 表示例

生産段階の異なる同一の商品 A と B を月意し、販売店で消費者に表示するという流れで

表 1 GS1 DataBar 情報
Table 1 Introduction of GS1 DataBar

商品名	商品 A	商品 B
JAN コード	4912345678901	4912345678901
ロット番号	58383	53345
生産段階 CO2(グラム)	56	45

表 2 商品情報
Table 2 properties of the samples

商品名	商品 A	商品 B
JAN コード	4912345678901	4912345678901
価格 (円)	167	167
生産段階以外 CO2(グラム)	85	85

表示を行う。なお、それぞれの生産段階における情報は独自に決定した。

まず、これらの商品に生産段階で GS1 DataBar を貼付する。GS1 DataBar には JAN コード、ロット番号、CO2 排出量の情報を格納する。GS1 DataBar に格納した情報を表 1 に示す。商品 A には生産地での CO2 排出量を 56 グラム、商品 B には 45 グラムと格納する。

次に、商品にラベルの印字を行う。まず、商品 A に貼付されている GS1 DataBar を読み取り、情報を取得する。次に、JAN コードを基に商品のデータベースから商品情報の取得を行う。商品情報を表 2 に示す。この商品のデータベースには商品 A、商品 B 共に LCA で算出された CO2 排出量が格納されている。商品 A では GS1 DataBar の中に生産地において排出された CO2 排出量 56 グラムが格納されている。この生産時に排出された 56 グラムと LCA で算出された生産地以外の CO2 排出量 85 グラムを合算した物をラベルに印字する。

よって、商品 A のラベルで表示される CO2 排出量は 141 グラムとなる。一方、商品 B では生産時に排出された CO2 排出量が 45 グラムなので、生産地以外の CO2 排出量 85 グラムを合算すると、130 グラムとなる。

これにより、同じ商品でも生産地によって異なる CO2 排出量の提供がラベルで可能になると考えられる。

5. 議 論

提案システムにより, 生産, 製造段階における CO₂ 排出量を従来手法より正確に消費者に表示が可能となる. 加えて, ラベルで表示することにより, 同じ商品でも異なる CO₂ 排出量の比較が可能となった.

本論文では生産, 製造段階における動的な CO₂ 排出量を求めたが, 我々がこれまでにを行った, 流通段階における輸送経路変動による動的な CO₂ 排出量を合わせて提供することで, さらに正確な CO₂ 排出量の表示が可能になる.

また, 表示する手法に関しても, ラベルを用いる事で CO₂ 排出量の比較が可能となるだけでなく, レシートを用いることで, CO₂ 排出量の積算も消費者に提供することが可能になると考えられる.

よって, 本論文で提案したシステムとこれまでにを行った流通のシステムを組み合わせることにより, 生産, 製造, 流通の過程で動的に変化する CO₂ 排出量への対応が可能となる.

6. ま と め

本論文では, 生産, 製造段階における動的な CO₂ 排出量を効果的に消費者へ表示するシステムを提案した.

提案システムでは, 生産, 製造段階で取得できる CO₂ 排出量を次世代バーコードである GS1 DataBar に書き込むことによって, コット毎に異なる CO₂ 排出量についての取得を可能とした. また, ラベルに印字することによって, 消費者が商品に表示される CO₂ 排出量について他の商品や業界標準値等との比較が可能となった.

今後は, 流通段階における輸送経路変動に対応したシステムと連携を行うことにより, 生産, 製造, 流通の過程での動的な CO₂ 排出量の提供を目指していきたい.

参 考 文 献

- 1) 気象庁. IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約 (2007, 確定訳).
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/ipcc_ar4_wg1_spm_Jpn_rev3.pdf, 2009.
- 2) 農林水産省農業環境技術研究所. 農業におけるライフサイクルアセスメント. 養賢堂, 2000.
- 3) 戸田暁博, 吉田真樹, 江原正規, 井上亮文, 星徹. 輸送経路変動を考慮した消費者向け

- カーボンフットプリント表示システム, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DI-COMO2009) シンポジウム, 2009.
- 4) 宮本重幸. 積み上げ法と産業連関法.
<http://www.ecology.or.jp/member/lca/0009.html>, 2009.
- 5) SAP. Dynamic carbon labels. <https://www.sdn.sap.com/irj/sdn/go/portal/prtrroot/docs/library/uuid/707118c4-e206-2b10-5d9d-b84ff66966e57>, 2009
- 6) 経済産業省. カーボンフットプリントに関する海外の動向について. <http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80911a09j.pdf>, 2009.
- 7) 財団法人流通システム開発センター. Gs1 データバー.
http://www.dsri.jp/baredi/pdf/databar/databar_information.pdf, 2009.
- 8) 吉田真樹, 戸田暁博, 江原正規, 井上亮文, 星徹. RF タグのユーザメモリを用いた流通経路記録手法の提案. 情報処理学会第 71 回全国大会, 2009.