

店舗販売と無店舗宅配システムの比較による 商品販売に関わるCO₂排出抑制対策の提案

本下 晶晴¹・工藤 祐揮²・玄地 裕³・稲葉 敦⁴

¹正会員 (独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 (〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1)
E-mail: m-motoshita@aist.go.jp

²正会員 (独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 (〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1)
E-mail: kudoh.yuki@aist.go.jp

³非会員 (独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 (〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1)
E-mail: y.genchi@aist.go.jp

⁴非会員 工学院大学 工学部 (〒163-8677 東京都新宿区西新宿1-24-2)
E-mail: a-inaba@cc.kogakuin.ac.jp

商品の販売に関わるCO₂削減対策として、無店舗宅配システムの利用の有効性がこれまでも指摘されている。そこで、様々な立地・規模の店舗および無店舗宅配システムを対象としてエネルギー消費量やその他の資材使用量データを収集し、それらに関わるCO₂排出量の分析によりCO₂排出抑制策を検討した。

無店舗販売では店舗販売に比べて冷蔵・冷凍設備や顧客の来店に要するエネルギー消費量を抑制できるためCO₂排出抑制効果が高く、その傾向は人口密度が低い地域において特に顕著であった。一方で、小型店舗における常温管理品では無店舗宅配に比べて店舗販売が優位となるケースもみられた。冷蔵・冷凍商品での無店舗宅配利用の促進と店舗の更新・新規出店における小型化、常温管理品を中心とした商品販売を同時に推進することにより効果的なCO₂排出抑制が期待される。

Key Words : shopping system, delivery service, CO₂ emission, store management, green retail system

1. はじめに

我が国における温室効果ガスの排出量は、1,374 (百万t-CO₂: 2007年度) と推計¹⁾ されており、京都議定書の基準年である1990年の推計値¹⁾ に比べて13.8%増加している。様々な排出源があるが、なかでも家計消費由来のCO₂排出量は2000年時点で直接・間接分を含めた日本全体の総排出量の約5割強に達すると推計²⁾ されており、消費活動に関わるCO₂の排出削減は我が国の温室効果ガス排出削減において重要な課題であるといえる。

家計消費支出の中でも多くの割合を占める食料品や飲料などの日用品の購入の際には店舗運営や来店のためのエネルギー消費などによりCO₂が排出されるが、こうした商品の販売に関わるCO₂排出を抑制するための対策としての宅配システムの有効性に関する分析がこれまでもいくつか行われている。Norisら (2003) ³⁾ は、産業連関分析法によりアメリカにおける様々な商品 (約400分類) の小売・卸売および輸送に関わるCO₂排出量を分析し、その削減ポテンシャルは商品のライフサイクル全体

でのCO₂排出量と比べても少なくないことを示している。一方で、Williamsら (2003) ⁴⁾ による書籍の店舗販売と宅配の比較事例では、郊外や地方都市では宅配における梱包の増量による増分と顧客の移動時の負荷の減少が相殺しほぼ同程度であるが、都市部では移動時の負荷が少ないため宅配の方がCO₂排出量が増える旨を指摘している。根本⁵⁾ は日本の生協を対象としてトマトと豚肉の店舗販売と無店舗宅配による販売でのCO₂排出量の算定を行い、店舗販売では冷蔵・冷凍に多くの電力を消費しているため無店舗宅配の方が店舗販売に比べてCO₂削減に繋がると述べている。このことから消費者が日常的に購入する機会が多く、かつ店舗での電力消費量の抑制に繋がる可能性がある無店舗宅配システムは消費者の購買行動に関わるCO₂排出抑制対策の有効な策の1つである。

ただし、根本⁵⁾ の分析では対象とした店舗・地域が1店舗、1宅配地域であり、また宅配による配送の負荷を計上する一方で顧客の来店による負荷は計上されていないため、さらに詳細な分析のためには様々な規模の店舗・無店舗宅配システムを対象とした分析や評価対象の

調査範囲の統一が必要である。また、Williamsら⁴⁾の事例が示すように、地域の条件によって移動時の負荷が結論を左右する可能性も否定できない。

そこで、本研究では店舗販売と無店舗宅配システムを対象として、顧客の来店に関わる負荷をアンケート調査を利用して推計することで比較する対象システムの整合性を確保し、様々な地域や規模の店舗・宅配センターにおけるエネルギー消費量等の調査を行うことにより商品販売に関わるCO₂排出に影響を与える要因を明らかにすることを試みた。また地域性や店舗の規模、あるいは店舗での購入が不可欠な場合があることなど現実の状況を考慮した上で、商品販売に関わるCO₂排出を抑制するための対策案について検討を行った。

2. 商品販売に関わるCO₂排出量の算定方法

(1) 評価の対象と調査範囲

評価対象としては、日常的に消費者が購入する機会が多い商品である食料品および飲料を対象とし、店舗販売と無店舗宅配システムにおけるエネルギー消費などに起因するCO₂排出量を算定した。食料品および飲料を取り扱うため、店舗販売の形態はスーパーを想定した。各商品の単位販売金額（百万円）を機能単位として設定し、百万円あたりのCO₂排出量について商品の温度管理区分別での比較、ならびに店舗販売と無店舗宅配システム間での比較を行った。評価対象とした調査範囲は図-1に示すように、商品が店舗または宅配センターに搬入された後に消費者の手に届くまでとした。なお、店舗または宅配センターに搬入されるまでの商品の輸送については、商品の仕入れ先や各メーカーの生産拠点の変更によって大きな影響を受ける。本研究の主眼である店舗販売と無店舗宅配システムの違いによって大きく左右されるプロセスではないため今回の調査では対象外とした。

(2) 各段階におけるエネルギー消費量等のデータ収集

本研究では生活協同組合連合会ユーコープ事業連合の協力を受け、神奈川、静岡、山梨各県の生協における店舗（153店）および宅配センター（32拠点）を対象として、エネルギーやその他の資材等の実績データ（2007年度）を収集した。店舗販売および無店舗販売システムに関する調査項目と調査方法について表-1、表-2に示す。なお、本研究で対象とした各生協の店舗販売・無店舗宅配システムが神奈川、静岡、山梨の3県のすべての地域をカバーしているわけではない。ただし、小売事業者へのヒアリングによると経験的に各店舗の商圈は約2kmと考えられており、対象店舗の2km圏内における顧客（生協組合員）は同圏内の全人口⁶⁾に対して平均約15%であ

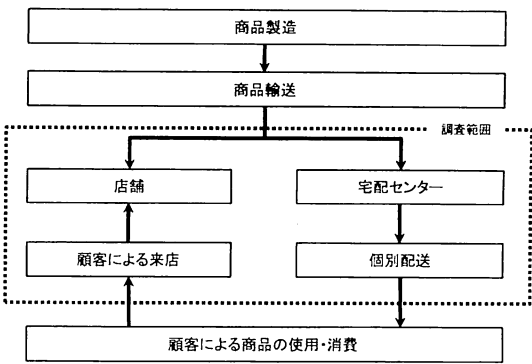


図-1 評価対象の調査範囲

表-1 店舗販売に関する調査項目と調査方法

	調査項目	データ収集方法	環境負荷原単位データ
店舗運営	電力	実績データを収集	LCAソフトウェア AIST-LCA ver.4
	重油、軽油、灯油		
	LPG、都市ガス		
	水		JLCA-LCAデータベース 2009年度4版 ¹⁾
	チラシ		
	レジ袋		LCAソフトウェア AIST-LCA ver.4
顧客による来店	ガソリン、軽油	来店頻度、来店方法、移動時間をアンケート調査から入手し燃料消費量を推計	

表-2 無店舗宅配システムに関する調査項目と調査方法

	調査項目	データ収集方法	環境負荷原単位データ
宅配センター運営	電力	実績データを収集	LCAソフトウェア AIST-LCA ver.4
	重油、軽油、灯油		
	LPG、都市ガス		
	水		JLCA-LCAデータベース 2009年度4版 ¹⁾
	商品カタログ		
	ドライアイス	文献 ³⁾ より推計	3EID ¹⁰⁾
	配送容器		LCAソフトウェア AIST-LCA ver.4
個別配送	ガソリン、軽油、LPG	実績データを収集	

った。3県全体の人口に対する各生協の組合員数⁷⁾の割合が約13%とほぼ同程度であることから、本研究で対象とした店舗販売・無店舗宅配システムの商圈となる地域は3県の平均的な地域であると考えられる。

収集した各エネルギーや資材の使用量データに基づき、エネルギー消費に伴う直接的なCO₂排出に加え、各エネルギー・資材製造に関連して排出される間接的なCO₂排出量を含めて算定を行った。以下では各段階におけるエネルギー・資材などの使用量データの調査方法について述べる。

a) 店舗運用に関わるエネルギー等の消費

店舗の運用時におけるエネルギー（電力、重油、軽油、灯油、LPG、都市ガス）の年間使用量データをヒアリン

グにより調査した。また、エネルギー以外にCO₂排出に関連する項目として、水、レジ袋の使用量、ならびにチラシの配布量についても調査を行った。廃棄物に関しては、排出する廃棄物の種類や排出量、リサイクル方法やリサイクル率などが店舗によって様々であり今回の調査では各店舗で共通した精度の情報を得ることができなかったため、分析対象には含めなかった。

b) 宅配センターの運用に関わるエネルギー等の消費

宅配センターの運用におけるエネルギー（電力、重油、軽油、灯油、LPG、都市ガス）の年間使用量、水、商品カタログ、および配送する際に要冷蔵・冷凍商品に付帯させるドライアイスの年間使用量について調査を行った。配送時に使用する容器（ポリプロピレン製容器、ポリスチレン製容器（冷蔵・冷凍用））については、実績データが入手できなかったため根本（2009）⁵⁾の事例における配送用コンテナおよび発砲スチロールの重量、使用回数を参照し、配送戸数の実績データを基に推計した。また、廃棄物については店舗販売の場合と同様の理由により、今回の分析から除外した。

c) 顧客の来店に関わるエネルギー消費量

各店舗の顧客が来店する際に消費するエネルギー量は来店頻度、来店手段（徒歩、自転車、車、公共交通機関など）や来店のための移動にかかる時間などの要因によって異なる。実績データを入手することが理想的ではあるが、すべての顧客からエネルギー消費量の実績データを入手することは困難であるため、本研究ではアンケート調査を利用して来店に関わるエネルギー消費量の推計を行った。

アンケート調査はすべての店舗において顧客に対するアンケート調査を行うことは調査人員の配置や費用面での負担が大きいため、インターネットを通じて神奈川県、静岡県、山梨県に居住するアンケート調査モニターに対して調査票を配信し、回答を得た。対象となった調査モニターが生協の店舗利用者であるとは限らないが、神奈川県、静岡県、山梨県の3件に居住する消費者の平均的な店舗への来店行動として、生協店舗への来店者を含めた代表的なデータとして用いることとした。

アンケート調査は2008年12月3日～16日までの2週間の期間で実施し、351名の回答者から回答を得た。調査票の配信に際し、事前にスクリーニング調査として自身で食料品や飲料などの日用品の買い物を行うモニターのみを抽出し、年代（20～60代）、性別、居住地域（神奈川県、静岡県、山梨県）に偏りが生じないよう調査票を配信・回収した。調査項目としては、7種類の交通手段（徒歩、自転車、車、タクシー、バス、電車、その他）それぞれについて、①各交通手段を買い物に利用する回数（1週間あたり）、②各交通手段での1回の買い物にかかる移動時間、③目的別（買い物を中心としているか、

表-3 買い物における自動車利用頻度・移動距離・燃料消費量
(アンケート調査結果からの推計値)

		神奈川	静岡	山梨
平均自動車利用頻度 (回/回)		0.29	0.57	0.75
買い物1回あたり 平均移動距離 (km/回)		3.31	5.75	7.08
買い物1回あたり 平均燃料消費量 (L/回)	ガソリン	0.26	0.46	0.57
	軽油	0.02	0.03	0.03

その他の目的のついでに立ち寄るかなど)の来店頻度について回答してもらい、各回答者について1週間の買い物で要している買い物にかかる移動時間を交通手段ごとに算定し、各交通手段での移動により消費されるエネルギー量を算定した。

各交通手段での移動によるエネルギー消費量は、交通手段別の1回の買い物における移動時間、平均移動速度から移動距離を推定し、距離あたりの燃料消費量を乗じることで算定した。ただし、徒歩、自転車、車を除く4つの交通手段（タクシー、バス、電車、その他）については、アンケート調査の結果から買い物での利用頻度が全体の4%以下であったため、今回の分析では除外した。また、徒歩、自転車については化石エネルギーを消費しないものとし、車は平均時速を（財）省エネルギーセンターの報告書⁸⁾に基づいて25.0 (km/h)、距離あたりの燃料消費量を国土交通省の自動車輸送統計調査年報（平成19年度）⁹⁾で公表されている自家用乗用車（登録自動車、軽自動車）の実車キロおよび燃料消費量データ（ガソリン、軽油）から推定し、買い物における車での移動による燃料消費量を推定した。アンケート調査により得られた1週間あたりの交通手段別の買い物の頻度データから1回の買い物における各交通手段の利用割合を求め、前述した交通手段別の1回の買い物における燃料消費量を乗じることで1回の買い物における燃料消費量の代表値を推定した。なお、買い物の頻度や各交通手段の利用頻度は回答者によって異なるため、回答者ごとに1回の買い物における燃料消費量を算定し、その中央値を代表値として採用した。買い物1回あたりの燃料消費量に、調査対象店舗の年間来店者数を乗じることで各店舗への顧客の来店による年間燃料消費量を算出した。アンケート調査結果から推計された平均自動車利用頻度、買い物1回あたり平均移動距離・平均燃料消費量を表-3に示す。

d) 商品配送に関わるエネルギー消費量

各宅配センターで使用している車両のガソリン、LPG、軽油の年間使用実績データをヒアリングにより入手した。

なお、対象の配送センターでは冷蔵・冷凍装置を搭載した車両は用いられておらず、要冷蔵・冷凍商品にはドライアイスを送送容器に同封して温度管理がなされている。

(3) 温度管理区分別の電力消費量の推計

本研究において対象とした食料品・飲料は、パンや菓子類などの常温管理の商品や、飲料等の冷蔵管理品ならびに肉類や鮮魚類などの冷凍管理の必要な商品など同じ店舗や宅配センター内においても商品によって電力需要が異なる。冷蔵管理、冷凍管理に関わる電力消費量データは本研究で対象とした店舗・宅配センターでは測定されていないため、過去に用途別の電力消費量の測定実績のある他の生協店舗・宅配センターのデータに基づいて冷蔵管理および冷凍管理のための電力消費量を推計した。

ヒアリングにより売り場面積ごとに、200坪以下、450坪規模、700坪規模の3種類の店舗における用途別電力消費量の測定結果、および宅配センターでの用途別電力消費量の測定結果を入手し、規模に近い店舗および宅配センターでの全電力消費量に対する冷蔵管理、冷凍管理での電力消費量の割合データを用いて本研究の調査対象店舗・宅配センターにおける冷蔵・冷凍管理に用いられた電力消費量を推計した。また宅配センターでは商品の配送時に要冷蔵・冷凍商品の温度管理のためにドライアイスが用いられており、冷蔵管理品・冷凍管理品の販売金額に応じてドライアイス使用量を各商品に配分した。

(4) 販売金額あたりのCO₂排出量の算定

各店舗および無店舗宅配システムで取り扱っている食料品・飲料について、2007年度の販売実績データを調査し、各商品について常温管理品、冷蔵管理品、冷凍管理品の区別をすべての取扱品目について行うことで、各店舗、無店舗宅配システムにおける常温管理品、冷蔵管理品、冷凍管理品それぞれの販売額データとして分類した。

各段階におけるエネルギー・資材の年間投入量を基に、単位量の各エネルギー・資材に関わるCO₂排出量原単位を乗じることでCO₂排出量を算定した。CO₂排出量原単位として、ドライアイス、チラシ、カタログ以外のエネルギー・資材についてはLCAソフトウェア AIST-LCA ver.4を用いた。ドライアイスについては購入単価の実績値（ヒアリング）および産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）¹⁰ から2000年の基本分類（生産者価格ベース）での競争輸入型モデルに基づいたCO₂排出原単位を用いた。チラシ、カタログについてはJLCA-LCAデータベース2009年度4版¹¹ より、再生上質紙のCO₂排出原単位を採用した。ただし、チラシ、カタログについてはユーコープでは回収を進めており、回収率の実績値42.5%（2007年度）を考慮し、回収されたチラシ・カタログは再生されるものとしてAIST-LCA ver.4を用いて

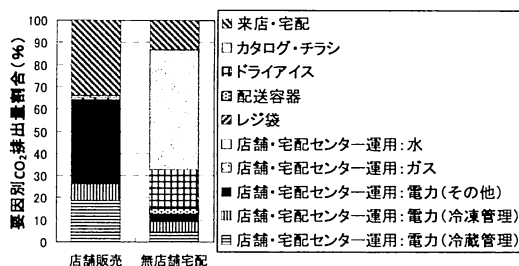


図2 店舗販売，無店舗宅配システムにおけるCO₂排出要因

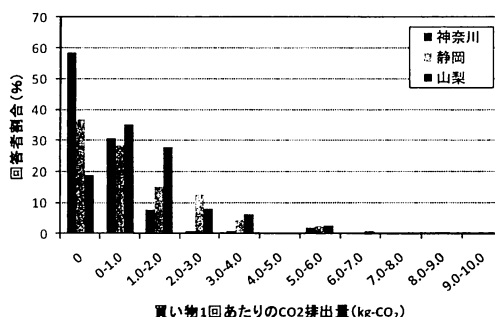


図3 買い物1回あたりのCO₂排出量推定結果の頻度分布（アンケート調査結果）

古紙パルプ製造とバージンパルプ製造時のCO₂排出量の差を求め、リサイクル効果として差し引いた。

店舗・宅配センターの運用段階以外では、商品の温度管理がCO₂排出量に影響を与えないため、各段階での年間のCO₂排出総量を年間の全商品の販売額で除することで、全商品に均一に按分した販売金額（百万円）あたりのCO₂排出量を求めた。店舗・宅配センターの運用段階では常温・冷蔵・冷凍管理品によってCO₂排出量が異なるため、常温・冷蔵・冷凍管理品それぞれに起因するCO₂排出総量をそれぞれの年間販売額で除することにより販売金額（百万円）あたりのCO₂排出量を算定した。

3. 商品販売に関わるCO₂排出量算定結果

(1) 商品販売に関わるCO₂排出量と影響要因

商品の販売に関わるCO₂排出量は、店舗販売では対象とした153店舗の平均として0.70（t-CO₂/百万円）、無店舗宅配システムでは32拠点の平均として0.16（t-CO₂/百万円）と算出された。図-2にそれぞれの販売システムにおけるCO₂排出量の内訳を示す。店舗販売におけるCO₂排出に関わる大きな要因は顧客の店舗までの移動が全CO₂排出量の約1/3程度を占めていることが分かる。本研究ではアンケート調査データから得られた来店時の移動におけるCO₂排出量の推計値から中央値を代表値として算定を行っている。しかし、図-3に示すように来店時の移

動におけるCO₂排出量は個人や居住地域によって様々であり今回の推計はあくまで中央値で代表させた場合の推計結果であることには注意が必要である。また、買い物自体はその他の目的（通勤・通学やレジャーなど）に付随している場合も考えられる。しかし、本研究でのアンケート調査結果では、買い物を目的として出かける頻度は買い物回数に対して約6割程度を占めており、買い物自体を目的とした移動は少なくないといえる。また、顧客の移動を除いた店舗の運営に関わるCO₂排出のみを考慮した場合でも、店舗販売でのCO₂排出量は0.47（t-CO₂/百万円）となり、無店舗宅配システムで配送時の負荷を考慮した排出量より多く、基本的にCO₂排出量の観点からは無店舗宅配システムが有利であるといえる。

店舗販売におけるその他のCO₂排出要因としては、店舗運用時の電力消費が同じく約半数程度を占めている。照明・空調や各種動力などの需要による部分が大きいものの、冷蔵管理、冷凍管理の電力需要に起因する部分も少なくない。

無店舗宅配システムでは最も大きなCO₂排出要因は顧客に配布するカタログの製造であり、全体の約55%を占めている。既にカタログの回収は進められているが、より一層の回収率の向上が無店舗宅配システムに関わるCO₂排出抑制に繋がる。また、無店舗宅配システムでは店舗販売での店舗運用に比べて宅配センター運用に関わる電力消費量に起因するCO₂排出の割合が少ない一方で、商品配送時に温度管理のために使用するドライアイスの製造に由来するCO₂排出が2割近くを占めている。店舗運用での冷蔵・冷凍管理のための電力需要を削減できるが、ドライアイスを使用した冷蔵・冷凍管理に必要な負荷がトレードオフとしてある程度増えることが分かる。無店舗宅配システムでの個別配送に関わるCO₂排出は約1割程度であり、店舗販売において顧客の移動に伴うCO₂排出に比べてその変化が全体の排出量に与える影響はさほど大きくない。

(2) 商品の温度管理による販売時CO₂排出量への影響

図-2の結果からも分かるように、販売する商品に共通して必要な照明・空調やその他動力の他に、冷蔵・冷凍管理商品のみが必要とされる電力消費やドライアイスに関わるCO₂排出量の割合が少なくない。そこで、温度管理区分ごとに商品を分け、冷蔵・冷凍管理に関わるCO₂排出量は冷蔵管理品、冷凍管理品それぞれに対してのみ配分した上で、機能単位を販売金額（百万円）として温度管理区分別に商品の販売に関わるCO₂排出量を比較した結果を図-4に示す。

図-4から、店舗販売では常温管理品に比べて冷蔵管理品、冷凍管理品では店舗の運用に関わるCO₂排出量が顕著に大きく、温度管理のための電力消費による負荷が大

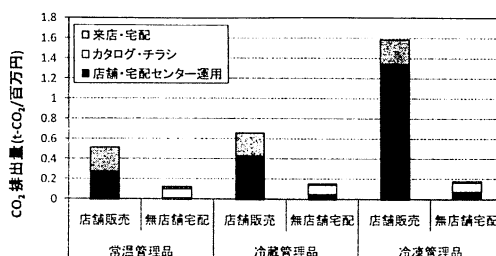


図4 商品の温度管理別のCO₂排出量

きいことを示している。無店舗宅配においても同様の傾向は見られるが、宅配センターの運用に関わる負荷自体が少ないため、店舗販売に比べてその影響は小さい。これは店舗では一般に冷蔵・冷凍管理品は開放されたショーケースで陳列されていることが多いが、無店舗宅配では宅配センターで閉閉式の冷蔵・冷凍設備で管理することができるため温度管理に必要な電力消費を効果的に抑制できているといえる。よって、CO₂排出量抑制の観点からは、特に冷蔵・冷凍管理商品では店舗販売に比べて無店舗宅配の利用を促進することが効果的である。

また、根本⁹⁾の調査事例ではトマト、豚肉を対象とした流通に関わるCO₂排出量の推計が行われており、報告されている各商品の単価データおよび商品1kgあたりのCO₂排出量の算定結果から、販売に伴うCO₂排出量は店舗販売では0.32（t-CO₂/百万円：トマト）、0.38（t-CO₂/百万円：豚肉）、宅配では0.15（t-CO₂/百万円：トマト）、0.26（t-CO₂/百万円：豚肉）と算定できる。トマト、豚肉共に冷蔵管理を想定されており、また顧客の来店に伴う負荷が計上されていないことを考慮すると、本研究での推計値である冷蔵管理商品のCO₂排出量、0.43（t-CO₂/百万円：店舗販売（顧客の移動含まず））、0.16（t-CO₂/百万円：無店舗宅配）と大きな差は見られない。したがって、1店舗・宅配地域の場合⁵⁾と同様に様々な地域・規模を対象としても、平均的には無店舗販売がCO₂排出量の観点から優位であることを裏付ける結果が得られた。

4. 地域や販売効率によるCO₂排出量への影響

(1) 地域によるCO₂排出量の違い

前章では調査対象とした店舗・宅配センター全体の平均的なCO₂排出量の傾向についての結果を示した。しかし、地域によって来店者数や購入金額、あるいは店舗までの移動手段などが異なるため、販売額あたりのCO₂排出量は異なることが考えられる。そこで、対象とした神奈川、静岡、山梨の3県に地域を分けた上で、店舗販売および無店舗宅配システムにおける販売額あたりのCO₂排出量を算定した結果を図-5に示す。

図-5において神奈川では店舗販売での顧客の来店に関わるCO₂排出量が0となっているが、これは図-3で示したように神奈川県消費者の多くは買い物に自動車を利用していないためCO₂排出量の中央値が0であったことに起因する。また静岡、山梨では自動車を利用する頻度が高いことから、神奈川に比べると店舗販売での来店に伴うCO₂排出の大きさが顕著に表れている。無店舗宅配システムにおいても僅かながら同じように配送の負荷が静岡、山梨では増加する傾向が見られるが、店舗販売の場合に比べてその影響は小さい。各顧客がそれぞれ来店するよりも配送トラックにより巡回する方がCO₂排出の観点からは効率的であるといえる。また神奈川に比べて、静岡、山梨では人口が少ないことから顧客数・総販売額も少なくなるため、販売額あたりのCO₂排出量は増加する。結果として、神奈川に比べて静岡、山梨など人口密度が低い地方ほど、特に無店舗宅配システムを利用することによるCO₂排出抑制効果が大きい。

(2) 販売効率によるCO₂排出量の違い

これまでの分析により、CO₂排出抑制の観点からは店舗販売に比べて無店舗宅配システムの方が有利であることは明らかである。一方で、消費者のニーズとしては実際に商品が見たい場合、あるいは突然必要となったものを購入するなど、店舗販売をやめて全ての商品販売を無店舗宅配システムに切り替えることは非現実的である。したがって、できるだけ無店舗宅配システムの利用を促進しつつ、店舗販売に関わるCO₂排出をどのように抑制するのが重要な課題となる。

前節の結果から販売金額が多い地域では販売額あたりのCO₂排出量は少なく、CO₂排出量を抑制できると予想される。ただし、店舗では販売金額の多さだけでなく、限られた売場面積でできるだけ多くの販売金額を得ることが重要である。そこで、各店舗の「売場面積あたりの販売額」を店舗での販売効率を表す指標とし、それに対する各店舗の販売額あたりのCO₂排出量との関係の分析により、店舗販売でのCO₂排出抑制策の検討を行った。

対象とする店舗は、地域による違いの影響を排除するため、店舗数が最も多い神奈川の店舗（119店）を選定した。各店舗の売り場面積あたりの販売額を常温管理品、冷蔵管理品、冷凍管理品の3種類について求め、販売額あたりのそれぞれの商品のCO₂排出量をプロットしたものを図-6に示す。なお、図-6では各店舗は売場面積に応じて、大型店舗（売場面積1500m²以上）、中型店舗（売場面積：300～1500m²）、小型店舗（売場面積：300m²以下）に分類して凡例を区別している。また、各店舗への移動に伴うCO₂排出量については、店舗の規模によって立地場所などが異なるため本来は移動距離が異なる可能性がある。しかし、2章で述べたアンケート調査では回

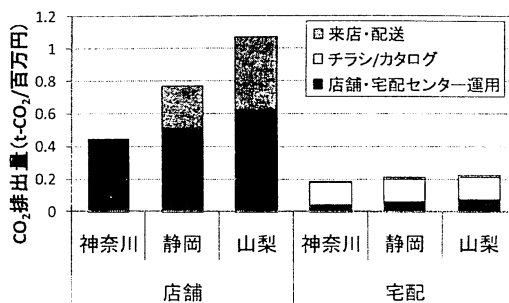


図-5 地域別別の各システムにおけるCO₂排出量推定結果

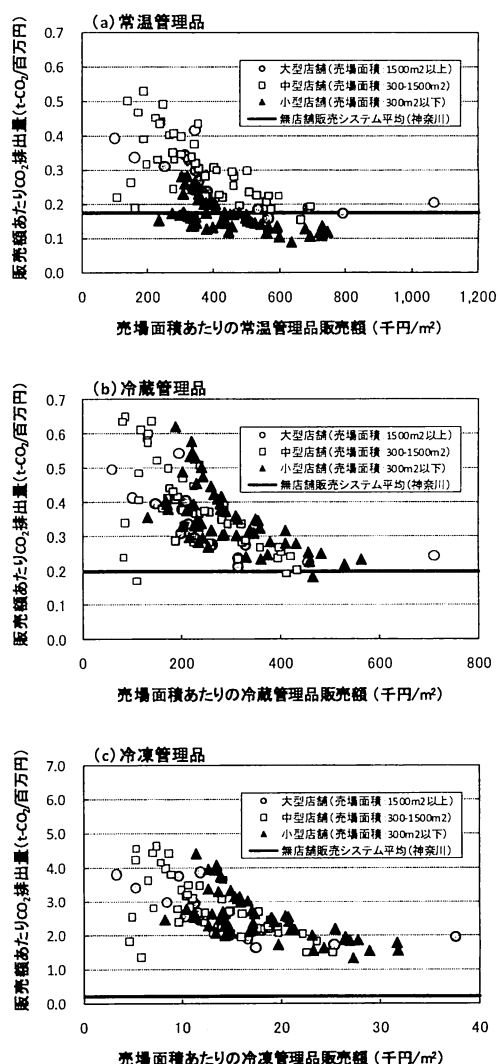


図-6 店舗規模別の販売効率とCO₂排出量の関係

答者が利用している店舗の規模を特定することが困難であったため、各店舗への移動距離については店舗の規模によらず一律に同じであると仮定した。

常温管理品、冷蔵管理品、冷凍管理品のいずれも販売効率（売場面積あたりの商品販売額）が高い店舗ほど、販売額あたりのCO₂排出量は少ない傾向が見られる。また、店舗の売場面積の大小のみで販売効率が左右されていないことも読み取れ、単純に販売金額が多いことが重要ではなく、同一売場面積でいかに多くの売り上げを確保するかが販売額あたりのCO₂排出量を抑制する上で重要であることが分かる。

また、図-6には無店舗宅配システムでの販売額あたりのCO₂排出量の平均（神奈川）が示されている。これまでの結果から平均では店舗販売は無店舗宅配システムに比べてCO₂排出量が多いが、図-6（a）の常温管理品および（b）冷蔵管理品の一部店舗では無店舗宅配システムよりもCO₂排出量が少なくなる可能性がある店舗が見られる。特に、常温管理品の例（図-6（a））では小型店舗の多くが無店舗宅配システムに比べて販売額あたりのCO₂排出量が少ない。図-7に示すように（2（3）で述べた代表的店舗の調査結果）、店舗の運用時の電力需要の内訳は店舗の規模によって異なり、小型店舗に比べて中型・大型店舗では照明、空調、その他動力といった常温・冷蔵・冷凍管理などの温度管理とは無関係に共通して必要な電力需要の割合が多いため、常温管理品では小型店舗において優位性が見られたものと思われる。

このことから、店舗販売でも無店舗宅配よりもCO₂排出を抑制できる可能性があり、特に常温管理品を小型店舗で販売する場合にその優位性が発揮されるといえる。ただし、図-3に示したように店舗までの移動に関わるCO₂排出量は顧客によって異なっており、さらに店舗の規模によって移動手段や移動距離が異なる可能性があるため、上記の結論には一定程度の不確実性があることには注意が必要である。

5. まとめ

本研究では店舗販売、無店舗宅配システムにおいて、商品が店舗・宅配センターに搬入してから消費者の手に届くまでの販売段階に関わるCO₂排出量を算定した。

基本的には店舗販売に比べて無店舗宅配システムの利用を促すことでCO₂排出量の抑制に繋がることが示唆された。特に冷蔵・冷凍管理された商品は店舗内での電力消費に起因するCO₂排出量が大いため、開放されていない状態で温度管理が可能な無店舗宅配システムを利用することにより大きなCO₂削減効果が期待できる。一方で、店舗販売は実際に見たい商品の購入や急遽必要にな

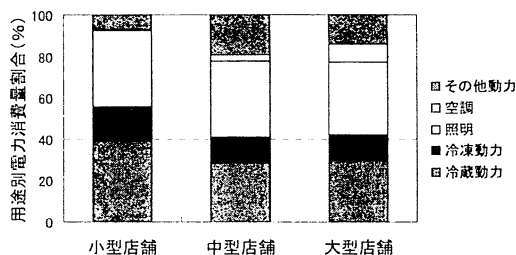


図-7 店舗規模別の電力需要の内訳
（代表的店舗での調査結果）

る商品の購入などには欠かすことができない。店舗販売でも小型店舗での常温管理品の販売は無店舗宅配システムに比べてCO₂排出量が少ないケースがあることも明らかとなった。したがって、すべての店舗販売をやめ無店舗宅配システムに切り替えるのではなく、今後の中型・大型規模の店舗の更新あるいは新規出店において店舗販売は小型店舗での常温管理品を中心とした販売形態へ移行しつつ、冷蔵・冷凍管理商品や店舗までの移動に自動車を利用せざるを得ない状況などでは無店舗宅配システムの利用を促すという対策を同時に進めることが現実的なCO₂排出抑制策であると考えられる。

ただし、本研究では店舗や宅配センターでの用途別電力需要については規模別の代表的店舗での測定値で代用し、顧客の来店に関わる負荷などはアンケート調査に基づいた推計値であり、精度を上げるためには実態との乖離に関する検証を行う必要がある。特に顧客の来店に関わる負荷は全体の中でも影響が大きく、顧客ごと、あるいは対象地域の条件によってその変動も大きいため無店舗宅配利用促進によるCO₂抑制効果を推計する際にはこれらに十分留意した分析・推計が必要である。また、店舗販売の利用者が無店舗販売に切り替えた場合、時間的な余剰や経済的な状況の変化が生じる可能性があり、これに伴う行動変化によるCO₂排出量の変化（リバウンド効果）が起こる可能性がある。上記の対策導入の効果を推定するためにはこの点についても、今後詳細な検討が必要である。

謝辞：本研究の一部は、環境省の地球環境研究総合推進費（RF-087）の支援により実施された。データ収集にあたり生活協同組合連合会ユーコープ事業連合 斎藤彰秀氏、日本生活協同組合連合会 大沢年一氏、小野光司氏には多大なる支援を受けた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 温室効果ガスインベントリオフィス：日本国温室効果ガスインベントリ報告書（NIR），（独）国立環境研究所 地球環境研究センター，2009。

- 2) 井原智彦, 大橋貴宏, 堂脇清志, 工藤祐揮: 消費者の生活行動に伴う CO₂ 排出の分析と評価, 第 4 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp.256-257, 2009.
- 3) Norris, G. A., Croce, F. D. and Jolliet, O.: Energy burdens of conventional wholesale and retail portions of product life cycle, *J. Ind. Ecolo.*, Vol.6, No.2, pp.59-69, 2003.
- 4) Williams, E. and Tagami, T.: Energy use in sales and distribution via e-commerce and conventional retail, *J. Ind. Ecolo.*, Vol.6, No.2, pp.99-114, 2003.
- 5) 根本志保子: 食料の小売および流通過程における CO₂ 排出量試算, 日本 LCA 学会誌, Vol.5, No.1, pp.113-121, 2009.
- 6) 総務省: 平成 17 年国勢調査, 総務省統計局, 2005.
- 7) 生活協同組合連合会ユーコープ事業連合: 2009 年 CSR 報告書, 生活協同組合連合会ユーコープ事業連合 経営企画部 IMS 推進課, 2009.
- 8) (財)省エネルギーセンター: 平成 9 年度燃料消費効率化改善に関する調査報告書, pp.25, 1998.
- 9) 国土交通省: 自動車輸送統計調査年報 平成 19 年度分, 2007.
- 10) 南斉規介, 森口祐一, 東野達: 産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID), (独)国立環境研究所 地球環境研究センター, 2002.
- 11) LCA 日本フォーラム: JLCA-LCA データベース 2009 年度 4 版, 2009.

PROPOSAL FOR REPRESSING CO₂ EMISSIONS FROM DAILY SHOPPING WITH THE COMPARISON OF ON-SITE SHOPPING AND DELIVERY SERVICE

Masaharu MOTOSHITA, Yuki KUDOH, Yutaka GENCHI and Atsushi INABA

Several previous studies revealed that delivery system may contribute to the reduction of CO₂ emissions from retailing process of goods. Countermeasures for CO₂ emissions were considered by analyzing CO₂ emissions from on-site shopping and delivery service based on the collected data on energy and material consumption in both systems.

Delivery service showed the advantage in CO₂ reduction over on-site shopping, due to the high efficiency of energy consumption for chilled and frozen storage and lower energy demand for delivery than consumers' transportation to stores, especially in low population density districts. On the other hand, some small scale stores showed the advantage in dealing with non-chilled goods over the delivery service. Shopping non-chilled goods at small scale stores (resized from medium/large scale in the case of renewal or new open) and chilled/frozen goods by delivery service seems to be an ideal way of shopping for CO₂ reduction.