

# 日本の物流・サプライチェーンの向かうべき方向性

—全体最適化・トレサビ強化・SDGs 対応力強化—

株式会社野村総合研究所 社会システムコンサルティング部  
副主任コンサルタント 加藤 守

株式会社野村総合研究所 社会システムコンサルティング部  
コンサルタント 水谷 琴



## 1 はじめに

2021 年は、新型コロナウイルス感染症が依然として世界的に猛威を振るい、緊急事態宣言が発出されたり新たな生活様式の定着が進んだりした。国内の運送事業に目を向ければ、担い手不足・高齢化といった深刻な労働力不足が顕在化する半面、物販系分野の EC 市場規模が 2019 年から 2020 年で約 22% の伸びを記録するなど、新型コロナウイルス感染症が物流網に与えたインパクトは大きいといえる。2 年後の 2024 年にはトラックドライバーの働き方改革が進み、運送事業の供給に厳しい制約がかかるとも指摘されている<sup>※1</sup>。

国際物流の動きも目まぐるしい。環太平洋パートナーシップに関する包括的及び先進的な協定 (TPP11 協定) や地域的な包括的経済連携 (RCEP) の発効など、国際的な経済連携が深化する中、グローバルサプライチェーンの強靱 (きょうじん) 化等に焦点が当てられている。近年は、原産地証明等高度なサプライチェーン (一つの商品が生産され、小売店舗に並ぶまでの全工程) 可視化の重要性が世界的にも認識されるようになってきた。

さらに、消費者に脱炭素、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー等の考え方が浸透してきたことで、商品の製造から小売店舗に並ぶまで、どの程度温室効果ガスが発生したのかなどを把握したいというニーズも高まっている。このような環境保全や省エネルギー等の観点でも、物流・サプライチェー

ン事業者全体による対応力強化が急務となっている。

このように物流・サプライチェーンを取り巻く環境は大きく変化しているが、中でも上記の運送事業における需給の逼迫 (ひっばく)、サプライチェーンの可視化ニーズの高まり、持続可能な社会の実現に向けた関心の増加が顕著であると考えられる。この三つの変化に対応していくための方向性として、本論文では、①全体最適化、②トレサビ強化、③SDGs 対応力強化の三つの柱を軸に、物流・サプライチェーンの現状・課題を整理し、先進事例から見られる示唆について紹介する。最後に、三つの柱に沿って日本の物流・サプライチェーンがこれから向かうべき方向性をまとめている。

## 2 日本の物流・サプライチェーンの現状と課題

### 1) 全体最適化

物流の評価指標として、サービス品質 (Quality)・コスト (Cost)・納期 (Delivery) の項目が挙げら

※1 働き方改革関連法によって、トラックドライバーの労働時間の是正が推進されてきたが、運送事業は特例として時間外労働時間の上限規制の対象となっていなかった。しかし、2024 年 4 月には時間外労働時間の上限が年間 960 時間に制限されることから、長時間にわたる運転等の実施が難しくなる。2024 年問題と呼ばれている

れる（頭文字を取って“QCD”といわれる）ことがあるが、現在日本の物流はいずれの項目も世界的に見て卓越しているといえる。日本における卓越した物流は、現場担当者の経験によって裏打ちされたスキル・ノウハウ、創意工夫のたまものと言っても過言ではない。物流における主な機能は、物流拠点から物流拠点までの輸配送や、倉庫等における保管・管理であるが、例えば輸配送においてはドライバーがきめ細かな作業を実施しており、保管・管理においても現場担当者が取扱商品や拠点スペース等の条件に応じて、管理方法や作業フローを精緻に設計している。その結果、商品を顧客・消費者のもとに、迅速・柔軟・確実に届けることができている。

しかし、現在の方法を継続するだけでは、日本の物流は危機的な状況に陥る可能性がある。物流業界における人材の高齢化や担い手確保の限界、働き方改革の推進により日本の物流は厳しい供給制約に直面しており、これまでのように商品を運ぶことができなくなる（“物流クライシス”に陥る）と指摘されている<sup>※2</sup>。

日本の物流は、物流・サプライチェーン全体の効率化というよりもむしろ、各拠点の各作業の効率化といった個別最適の状態である。極めて高いサービスレベルの物流を拠点・個社レベルで実現することで、どこか別の拠点・個社において配送時間の余裕がなくなる、追加的作業が発生するなど、作業の負荷が増し、現場担当者のリソースを逼迫させることもある。また、現在は現場担当者個人のノウハウに依存した状態であり、中長期的に見ると、若年層の育成や新人等への作業内容の共有にも支障をきたす恐れがある。

このような物流クライシスを回避するためには、個別の拠点・個社レベルの効率化にとどまらず、物流・サプライチェーン全体で効率化を図ることが必

要である。近年では加工食品・飲料分野等で業態を超えた複数事業者の連携による作業効率化がなされ、徐々に成果も出始めている。これには、個社同士が現場担当者の作業の効率化に向けた協議を行っていることや、政府による物流標準化の支援が進んでいることが要因と考えられるが、他の産業においても今後、物流・サプライチェーン上の関係主体が拠点・個社を超えて、情報を連携・共有の上、ボトルネックを特定し、全体最適化を目指すことが喫緊の課題である。

## 2) トレサビ強化

生産した商品の動きを、サプライチェーン上流の事業者が追跡できること、あるいはサプライチェーン下流に当たる小売事業者や消費者等が、サプライチェーンを遡上（そじょう）して商品情報や流通経路情報等にアクセスできることを、トレーサビリティ（Traceability = trace + ability）という。サプライチェーン関係者はトレーサビリティのことを「トレサビ」と略す場合も多いことから、本論文では「トレサビ」という文言を使用したい。

過去、食品安全の観点から農産品・畜産品のトレサビ確保の取り組みが行われてきた。世界では、綿、工芸品、宝飾品、鉄鋼品、機械部品等の分野でトレサビの取り組みが進んでいるが日本ではこれらの産業におけるトレサビの普及が限定的である。拠点や個社で商品管理は徹底できていても、“サプライチェーン上のどの事業者のもとで、どこに、どの商

※2 日本の物流のサービス品質・コストパフォーマンスが高い背景や、物流クライシスの詳細については、NRI パブリックマネジメントレビュー 2021年9月号 Vol.218「物流クライシスからの脱却・物流DXの実現に必要なドライバー作業の可視化」を参照されたい

品が、いつ、どのような状態になっているか”等を他社と逐次共有することはまれである。消費者がアクセスできる商品情報については、さらに少ないといえよう。

しかし、近年、生産された商品のトレサビを確保できないと、物流・サプライチェーンの効率化を実現できないだけでなく、売り上げ損失にもつながる事例が発生するなど、トレサビ確保の必要性が高まっている。例えば、製造工場における危険作業や強制労働が行われている場合など人権に関するコンプライアンスへの対応（人権侵害等のリスクを把握し、事前に対策を講じる「人権デューデリジェンス」の確保）が必要となっている中で、2021年1月ユニクロのシャツが新疆ウイグル自治区の綿を使用している可能性があるとして指摘され、ロサンゼルス港で輸入差し止めとなった<sup>※3</sup>。その他、欧州におけるグリーンウォッシュ（自社商品等が環境に優しいものであるとアピールする一方、実態としては効果が限定的である表示等）の防止に向けた法規制や、米国における食品分野の安全性強化に向けた法整備が進むなど、トレサビ強化の必要性は世界的な潮流として認知されている。

サプライヤーが多層化・国際化し、問題が複雑化する中で、サプライチェーン上の事業者が連携し、コンプライアンスに関わる問題が発生した場合の原因の迅速な特定や対応策の検討につなげるなど、サプライチェーンの高度化を図ることが必要である。

### 3) SDGs 対応力強化

持続可能な社会の構築に向け、国連が定めた持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals）の達成が各事業者にとって必要となっている。本論文では、英語の略称を用いてSDGsとするが、とりわけ消費者の間でも脱炭素、カーボンニュー

トラル、サーキュラーエコノミーといった考え方が浸透し、環境・エネルギーへの配慮に関する取り組みが注目されていることから、環境負荷軽減等の観点（目標7：“エネルギーをみんなにそしてクリーンに”、目標13：“気候変動に具体的な対策を”等）を中心に以下述べたい<sup>※4</sup>。

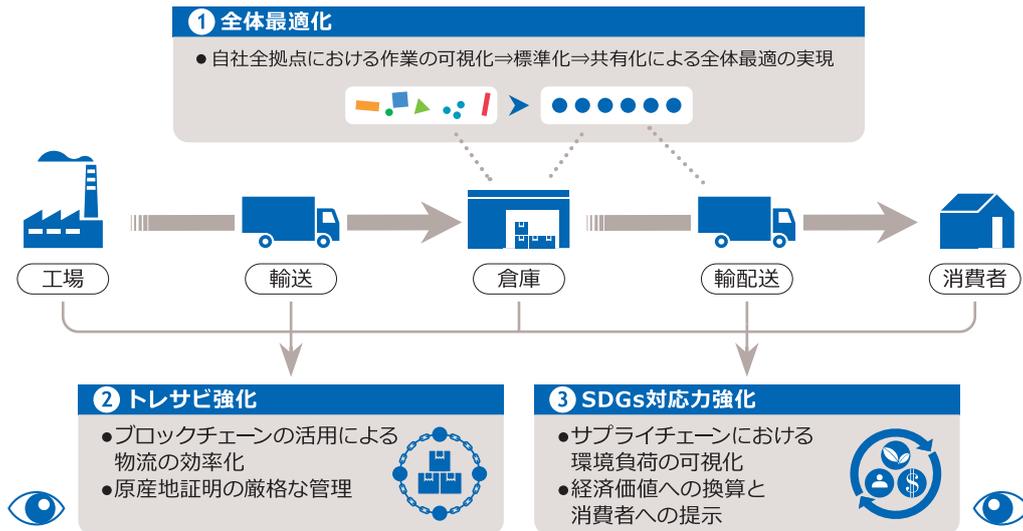
日本の物流・サプライチェーンでは個別最適化が進んでいると前述した。運送事業者は、着荷主や消費者が注文した商品について、受け取り時間・場所等の指定に柔軟に対応している。近年、輸配送荷物の多頻度・小ロット化が加速し、積載率が低下していると指摘されているが、輸配送が多頻度となればなるほど、環境負荷が大きくなる問題も発生する（特に宅配等で使用される小型トラックは温室効果ガス排出量が多い）。

他方、省エネルギーに貢献する商品への嗜好（しこう）が高まるなど、消費者の環境志向が強まる中で、商品の生産・輸配送に関わる環境負荷の情報が消費者に共有されていないのもまた事実である。これまで、商品を輸配送先にいかに迅速・安価・正確・無事に届けるかという“QCD”の基準で物流サービスの価値は判断されてきたが、環境に優しい商品や、環境に優しい輸配送オプションの提示など、消費者の購買行動に関わる情報が提示されてもよいのではないだろうか。地球大での環境負荷軽減に向け、個

※3 米国政府は、新疆ウイグル自治区から全ての商品輸入を原則的に禁止している。米上院は2021年12月にウイグル強制労働防止法案を可決した

※4 運輸部門のエネルギー消費のうち、貨物トラック等が約4割を占めている。中大トラック等を中心に電動化技術が確立しておらず、燃費改善だけでなく物流効率化（生産性向上）に向けた取り組みが課題となっている

図表 1 先進事例の観点



出所) NRI 作成

社によるさまざまな取り組みが実施されているが、各社連携による物流・サプライチェーン全体での取り組みが強化されるべきであり、物流・サプライチェーン上の事業者がより密に協力しながら環境等各種対応力を強化することが必要である。

### 3 国内外の先進事例に見る課題解決の方向性

本章では、前述した全体最適化、トレサビ強化、SDGs 対応力強化の三つの観点に関する先進事例を紹介する。まず、全体最適化に向けて各拠点で個別最適化されていた作業を全拠点共通にした事例について述べる。さらに、トレサビ強化に向けてブロックチェーンの活用によって物流効率化や原産地証明の実現を行った事例を、また、SDGs 対応力強化に向けて環境負荷の可視化と消費者への提示を行った事例を述べる。

#### 1) 作業に関連するさまざまなデータの可視化・標準化・共有化による全体最適化の実現

本節では、国内で医薬品・飲食料品・日用品等の

運輸・倉庫事業を手掛ける大塚倉庫株式会社が、データや IT を活用し、全体最適化を実現した事例を紹介したい。

大塚倉庫では、2011 年から、売り上げ増加に伴う取扱荷物量の増加が想定され、ドライバーや庫内担当者のスキル・ノウハウに依存した従来の方法で対応しきれなくなる危機に直面していた。

従来は各拠点における作業は現場担当者の勘や経験に基づく創意工夫でこなされてきていたが、2014 年ごろから現場担当者の作業内容や庫内の荷物の配置、配送先情報等のデータを全て洗い出し、全拠点で作業の標準化を行った。また、倉庫の現場担当者全員にタブレット端末を支給し、庫内荷物の格納場所の管理・最適化をリアルタイムで実現した。現在、庫内作業員は自社開発したアプリを基に作業を実施しており、経験の少ない人でも簡単に作業ができるようになっている。さらに、大塚倉庫はドライバーがスマートフォン上で操作するアプリを開発し、GPS による車両の位置把握や配送データの可視化・共有化を行って、配車効率の最大化・配送料の平準化等を実現した。庫内作業員とドライバー

図表 2 大塚倉庫の作業データ等の標準化による全体最適化のイメージ



画像提供) 大塚倉庫株式会社

も、以前は紙の伝票を見ながらやりとりしていたが、現在ではオンラインでのやりとりが中心となっており、物流の効率化を実現できている。

大塚倉庫の事例は、個社内における拠点間の全体最適化の事例であるが、物流・サプライチェーン全体を俯瞰（ふかん）したとき、全拠点で実施作業を標準化することで全体最適化の実現が可能になるといった示唆にもつながる。重要なことは、標準化された作業や規格等を導入するのではなく、まず既存のデータを全て可視化したことだといえよう。各拠点で行われるさまざまな作業に関連する情報を可視化し、標準化し、共有するといったステップを踏むことで、物流効率は格段に高まるということであり、スキル・ノウハウの継承にも効果が期待される。

## 2) ブロックチェーンの活用によるトレサビ強化の実現

### (1) トレサビ強化と物流効率化

本項では、世界的に PC 等のデバイス製造や、ソフトウェア・クラウドサービスの提供を行うマイクロソフト社のブロックチェーン活用によるトレサビ強化の事例を紹介したい※<sup>5</sup>。

IT 大手のガートナー社は、優れたサプライチェー

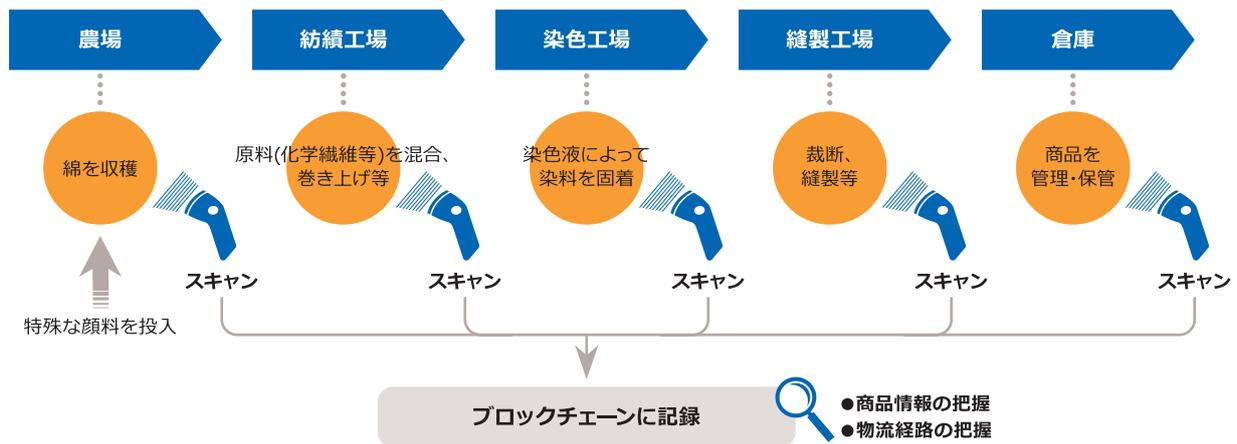
ンの取り組みを行う事業者を毎年選定し、Supply Chain Breakthrough of the Year として表彰しているが、マイクロソフト社は 2021 年の受賞者に選出された。マイクロソフト社によると、同社では、商品の製造に際し、さまざまなサプライヤーからの部品を調達しているが、各社のデータが共有されおらず、紛争鉱物※<sup>6</sup>の使用や偽造部品の混入、不適切なライセンスコピーの表示等の問題に直面していた。製造工程の中でこれらの問題が発生しても、問題の特定や原因究明には多大な労苦を要する。万が一消費者のもとで問題が発見されたり、紛争鉱物の使用が後々発覚したりした場合は取り返しのつかない事態に発展しかねない。

そこでマイクロソフト社は、2018 年からサプライヤーの協力のもと、ブロックチェーン技術を導入したサプライチェーンの可視化に取り組んできた。

※<sup>5</sup> <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/manufacturing/2020/12/17/improve-supply-chain-resiliency-traceability-and-predictability-with-blockchain>

※<sup>6</sup> 紛争地域で採掘された鉱物資源であり、米国では金融規制改革法によって使用の規制がかけられている

図表3 Fibre Trace 社の技術活用イメージ



出所) NRI 作成

マイクロソフト社では、データセンターで使用される電子部品について、製造から販売に関わる事業者と連携し、サプライチェーン各工程のトレサビを実現した。これにより、商品をシリアル番号レベルで管理可能となり、部品情報のリアルタイムな把握も可能となった。また、在庫管理やリードタイムの最適化等、物流の効率化に加え、商品の自動発注時の価格設定の改善やリベートの最適化等にも成功し、年間約 55 億円分のコスト削減に寄与した点も特徴的である。

重要な点は、サプライヤーからも協力を得てブロックチェーンを活用したという点である。ブロックチェーンはその性質上、データの改ざんができないため、サプライチェーンの各工程できちんと商品データを取得・記録しておけば、問題が発生した際も“どこの事業者のもとで、どこに、どの商品が、いつ、どのような状態になっているか等”を遡上して特定できる。日本でも医薬品分野等でのブロックチェーン活用事例が見られるが、今後トレサビの強化が必要となっている産業においても、ブロックチェーンの活用が広がれば、問題の特定に向けた情報の逐次連携、物流の効率化、ひいては全体最適化にもつながると考えられる。

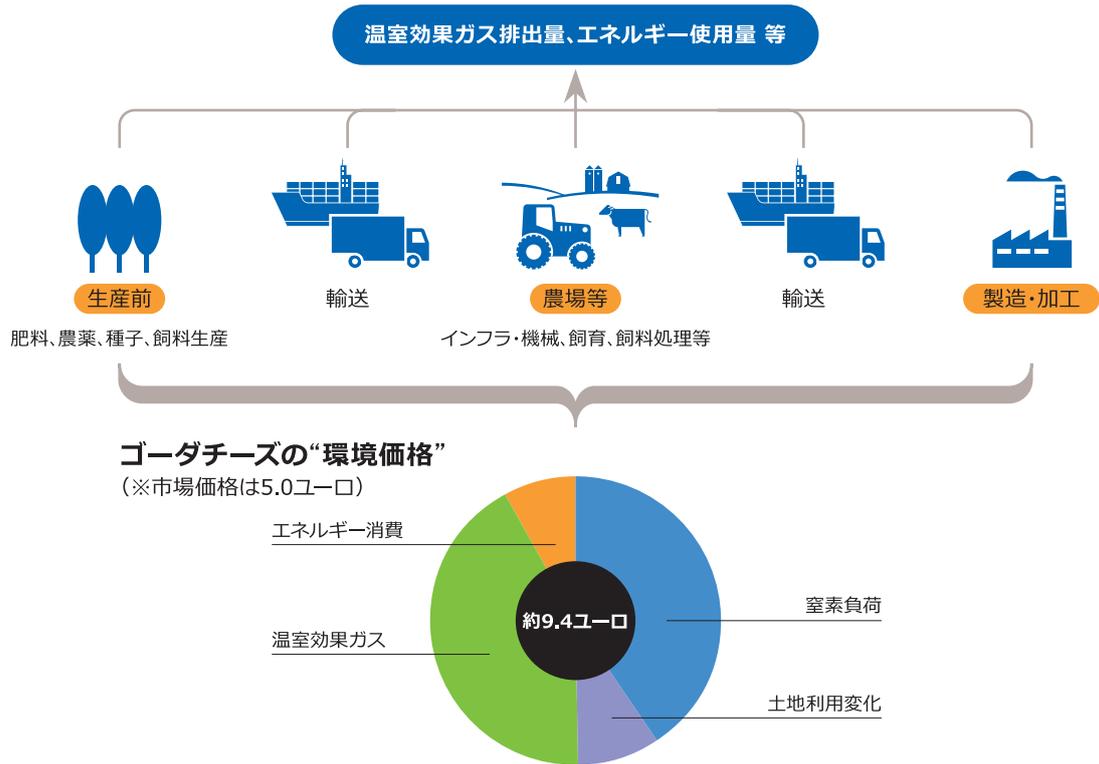
## (2) 原産地証明・人権デューデリジェンス等の実現

本項では、原産地証明や人権デューデリジェンスの実現に向けたヒントとして、Fibre Trace 社の技術について言及したい。Fibre Trace 社は 2018 年に設立されたアパレル商品向けのトレサビ強化実現に向けた IT サービス提供事業者である。

綿花やポリエステルなどアパレルの原料に同社が開発した特殊な顔料 (pigment) を混ぜ、製造から輸送、販売までの各工程で独自開発した端末で商品のスキャンすることで、商品の製造工程・輸送経路等がブロックチェーンに記録される。Fibre Trace 社のサービスは、米国で女性向けファッションを扱う Reformation や大手ブランドの商品にも導入されているとのことで、現在注目が集まっている。

アパレル商品は模倣性が高いため、ブランドを示すタグなどが無いとその商品の製造元や、産地偽装の有無を目検で判別するのが難しいという特徴を有しているが、近年では、危険な労働環境を強いていた途上国の下請け工場で大事故が発生し、ナイキ社は自社製品がその工場で製造されていることを事故発生後にはじめて把握するなど、コンプライアンスの観点で問題となる事象も発生している。前述のユニクロの事例でも紹介したように、米国でウイグル

図表4 “環境価格”の算出イメージ



出所) Amelie Michalke, University of Augsburg 資料より NRI 作成

強制労働防止法案が可決されたほか、欧州でもサプライチェーン上での強制労働に対するガイダンスがまとめられるなど、欧米ではサプライチェーン上の人権デューデリジェンスの確保に向けた制度整備が進められており、アパレル各社がトレサビ強化の必要性に迫られている状況といえる。Fibre Trace社は、アパレル業界におけるトレサビ強化を図るためにも、同社の技術は有効であるとしている<sup>※7</sup>。

Fibre Trace社の取り組みが他産業も含めて普遍的に採用されるのには限界があると考えられるが、原産地証明・人権デューデリジェンスの対応に当たり、製品に付けられたタグではなく製品そのものをスキャンすることで偽装リスクを特定するというのは最も確実な方法であろう。日本においても高度なブロックチェーン技術の活用が物流・サプライチェーンのトレサビ強化に向けて肝要になると考え

られる。

### 3) サプライチェーン上の事業者の連携による環境負荷の共有化の実現

本節では、小売事業者の旗振りのもと、サプライチェーン上の事業者が連携し、環境負荷を経済的価値に換算の上、消費者に提示した Penny 社の事例を紹介したい。Penny社はドイツの大手スーパーマーケットであり、近年の消費者の環境志向の高まりを踏まえ、持続可能な取り組みに焦点を当てた店舗を、ベルリンのシュパンダウ区に設置している。

当該店舗では、2020年に自社のプライベートブ

※7 <https://www.fibretrace.io/news-blog/blog-post-title-one-ehj2r-3abyh-g49mj-b2y9w-94nxt-h4jm9-flgks-xb285-z6z5a>

図表5 店頭における“環境価格”の表示イメージ



左が市場価格(2.25ユーロ)、右が“環境価格”(5.09ユーロ)  
出所) Amelie Michalke, University of Greifswald 資料

ランド製品の生産に関わる農家、製造事業者、商品の輸送を実施する運送事業者と連携し、サプライチェーン上で発生した温室効果ガス、エネルギー消費、肥料過多等の環境負荷を可視化した。この可視化を通じて、環境負荷の規模を経済価値に換算し、商品製造・輸送等各分野別に数値を整理した。この数値は、“環境価格”と呼ばれており、“環境価格”が示されたタグが市場価格の隣に表示されるようになった<sup>※8</sup>。牛肉など対象となる16商品で“環境価格”が表示されているが、例えば牛ひき肉の“環境価格”は市場価格の約3倍、牛乳やゴーダチーズ等は約2倍になっているとされる。

筆者らが環境負荷のコストの算出を担当したライフスヴァルト大学の研究者と意見交換を実施したところ、消費者は「環境負荷を加味した価格」の把握により、環境負荷の理解度が深まったほか、上流サプライヤーの環境に対する意識変革にも寄与したといった意見が聞かれた。

重要な点は、消費者に提示する情報を農家、製造事業者、運輸事業者、小売事業者等の食品サプライチェーン上の事業者が連携して収集・開示したという点である。Penny社は自社のプライベートブランド商品をはじめサプライヤーと強固な関係を構築し

ていたことが実現に至った経緯と考えられる。サプライチェーンにおける環境負荷の大きさを把握した上で、購買の意思決定を行いたいという消費者ニーズに、サプライチェーン全体で対応した先駆的事例であるが、日本においてもサプライチェーン上の各主体の連携強化の参考になるものと考えられる。

## 4 おわりに

### ～サプライチェーン上の事業者間の連携の必要性～

物流・サプライチェーンの全体最適化、トレサビ強化、SDGs対応力強化は、物流事業者に限らず荷主も含めたサプライチェーン上の全ての事業者による連携が必要であることは言うまでもない。第3章で例示した事業者は業界内における先駆的な取り組みを実施している事業者ともいえるが、このような取り組みのさらなる普及・展開、深度化、政策的な支援も必要になると筆者らは考える。

例えば、全体最適化の実現に向け、可視化・標準化・共有化のステップを踏むことが重要と前述した。ひと口に可視化・標準化・共有化と言っても、現場に負荷がかかり破綻してしまっただけでは本末転倒である。物流機能を有する民間企業では、新技術を用いて省人化につなげるという高い目標を念頭に置きつつも、作業データの入力負荷を軽減（自動読み取り、画像認識等による自動化）し、徐々に取り組みを進めることが肝要だ。また、国土交通省を中心に、産業別に物流標準化のアクションプラン等を策定する

※8 消費者が実際に商品を購入する際は、市場価格で購入している。なお、“環境価格”には、原材料費や物流費等の実際のコストは含まれていない点に注意が必要である

など、中長期的な取り組みを行っているが、商品番号に加え商品がどこにあるか等を表すロケーションコードや作業プロセス・物流の品質管理等に関する国際標準や国際規格も視野に入れた取り組みの深度化が必要になる<sup>※9</sup>。

トレサビ強化については、サプライチェーン上の事業者が協力して商品の情報を収集し、ブロックチェーンに記録していくなどの取り組みが要となる。また、物流やサプライチェーンを所管する国土交通省や経済産業省など中央省庁としてもブロックチェーンの導入に係る支援の充実化や、収集された情報の活用等に係るルールを策定し、各事業者のトレサビ強化に向けた環境を整備することが必要である。

日本の物流の“QCD”が卓越している点について言及したが、今後は社会的ニーズへの対応といった Society = “S” の枠組みも重視することが求められる。特に、近年注目される環境保全や SDGs の実現に向けたサプライチェーン上の事業者による対応力強化は喫緊の課題であろう。環境の観点で言えば、共同輸配送のように、積載率を改善するような取り組みを行った場合、正確な排出量を把握することで地球温暖化対策に対してどれだけ貢献できたのかが可視化も容易になる。現在日本では、物流分野の温室効果ガス排出量は、燃料使用量に単位発熱量や排出係数等をかける燃料法（輸送トンキロ当たり燃料使用量）で算出するのが一般的であるが、基となる燃料使用量データが標準化されていなかったり、荷主側が生産性向上に努めるインセンティブが生まれづらかったりする。トラック運送事業の生産性向上効果がエネルギー使用量に反映されるようにするなど、改善の余地があると考えられる。国土交通省や環境省等の関連省庁は、燃料使用量に関するデータの標準化等を進め、荷主も含めた各事業者の活用

を推進することが求められると筆者らは考える。

以上で述べたような、①全体最適化、②トレサビ強化、③ SDGs 対応力強化の三つの柱を強化することが、日本の物流・サプライチェーンを再構築する上で要となる方向性であると筆者らは考えている。

※9 国際標準や国際規格に関する主な国際機関・団体として、GS1、国際標準化機構 (ISO)、国連 CEFACT 等が挙げられる

●…… 筆者  
加藤 守 (かとう まもる)  
株式会社 野村総合研究所  
社会システムコンサルティング部  
副主任コンサルタント  
専門は、物流・SCM、観光、産業振興  
E-mail: m3-kato@nri.co.jp

●…… 筆者  
水谷 琴 (みずたに こと)  
株式会社 野村総合研究所  
社会システムコンサルティング部  
コンサルタント  
専門は、物流・SCM、産業振興  
Email: k2-mizutani@nri.co.jp