

# サステナビリティ・バリューチェーン・マネジメントの展開

小 川 哲 彦

## 1. はじめに

サステナビリティは、1987年に国連のブルントラント委員会が『地球の未来を守るために(Our Common Future)』において概念を示した「将来世代のニーズを損なうことなく、現代世代のニーズを満たす発展」という「持続可能な開発(sustainable development)」として取り上げられた。そして、1992年、ブラジルのリオデジャネイロで開催された地球サミットを契機に世界中で環境問題への取り組みが展開されてきた。1990年代は環境問題が主要な問題の中心であったが、その後、企業の社会的責任(Corporate Social Responsibility: CSR)として広範囲にサステナビリティが捉えられている。CSRは経済・社会・環境面において法令遵守、人権の尊重、公正な事業活動、環境保全、消費者保護、従業員の安全衛生、地域貢献などで構成されている。こうしたサステナビリティを企業経営において展開するには自社だけの活動で成し遂げることはできず、自社の上流や下流の他社と連携しなければならない。

そこで、本論文では、価値の連鎖としてサステナビリティをとらえ、バリューチェーン・マネジメントにおけるサステナビリティの展開のための課題を検討し、サステナビリティ・バリューチェーン・マネジメント(Sustainability Value-Chain Management: SVCMM)と会計について考察する。ここで本論文においてバリューチェーンとは、後述するが、環境省(2012)が示している事業者が付加価値を創造し、創造された付加価値の費消の連鎖とする。

事業者の上流、下流にはさまざまな実体があり、製品・サービスを使用する消費者、そして廃棄・リサイクル業者など複数の実体が存在しており、SVCMMはこれら複数の実体で実施していかなければならない。ここで課題となるのが複数の実体間でどのように情報を共有し、共通認識のもとでそれぞれの実体がどのような活動を展開するのかである。本論文ではこの課題に向けたひとつの方法を取り上げ、会計的な観点からSVCMMの展開について考察する。

## 2. サステナビリティ・バリューチェーン・マネジメント

バリューチェーンという用語は企業活動を主活動と支援活動に分類し、原材料・部品の購買活動から製造、物流、販売から製品・サービスが顧客に届くまでの一連の価値連鎖(Value Chain)としてマイケル・E・ポーター(1985)が提唱した。本論文では、このバリューチャー

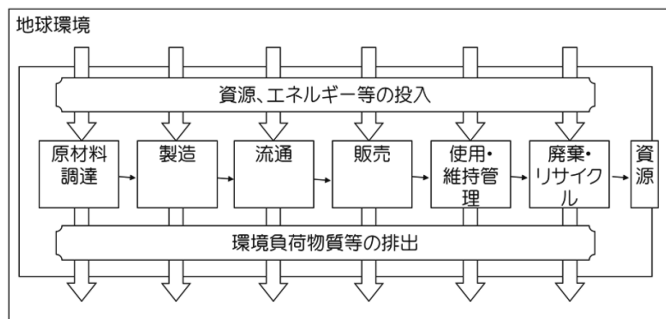
ンの考え方を拡張し、製品・サービスが顧客に届き使用し、廃棄・リサイクルするという範囲でバリューチェーンを捉える。

ISO26000 (2010) において、バリューチェーンは「製品又はサービスの形式で価値を提供するか又は受け取る、一連の活動又は関係者の全体」と定義されている。そしてこの中の関係者について「価値を提供する関係者には、供給業者、受託労働者、請負業者、そのほかが含まれる」、  
「価値を受け取る関係者には、顧客、消費者、取引先、会員、その他の使用者が含まれる」としている。価値を受け取る関係者にある顧客と消費者であるが、消費者は「資産、製品又はサービスを私的な目的で購入する又は使用する、一般社会の個々のメンバー」、顧客は「資産、製品又はサービスを商業的、私的又は公的な目的で購入する又は使用する、一般社会の個々のメンバー」と定めている。

ISO26000では、企業などが製品・サービスを提供する一連の活動から消費者などが受け取って使用するまでをバリューチェーンとしており、先のマイケル・E・ポーターと同様のバリューチェーンの範囲と考えられる。ただ、その他の使用者の解釈を廃棄・リサイクル業者も含めると環境省の定義のようになる。

そこで、環境省 (2012) では、事業者は、新たな製品やサービスを社会に提供することを通じて付加価値を創造し社会の発展に貢献し、他者による製品・サービスの利用や廃棄などを通じて、創造された付加価値は費消され、この付加価値の創造と費消の連鎖をバリューチェーンとしている。図1では、原材料の調達・製造・流通・販売・使用・維持管理・廃棄・リサイクルまでのバリューチェーンの流れが示されており、それぞれの段階に資源やエネルギー等が投入され、環境負荷物質等が排出されていることが示されている。

図1 バリューチェーン全体と環境負荷等の関係



出典：環境省 (2012) 『環境報告ガイドライン (2012年版)』

さらに、バリューチェーンは、一事業者のみならず多くの関係者の経済活動により成り立っており、このバリューチェーンの各局面における活動において、自然資源の利用がなされ、環境負荷による影響が生じていることから、自らの付加価値の創造は、川下から川上までの多くの関係者による環境負荷の状況や環境配慮等の取り組みと密接に関わっていると考えられるとしている (環境省, 2012)。環境という観点だけではなくサステナビリティにおいてもバリューチェーン全体で検討する必要があることから、本論文ではマイケル・E・ポーターの概念を拡張し、廃棄・リサイクル段階も含めてバリューチェーンとして検討する。

そして、環境省(2012)は、環境問題が深刻化し、事業者の責任が拡大していくなかで、バリューチェーン全体における自然資源の利用を持続可能なものとして環境配慮経営の目指すべき姿は、事業活動に伴う環境負荷物質等の排出を極力低減するように配慮して、付加価値の最大化を目指すことであり、バリューチェーン全体における自然資源の利用状況や環境負荷の発生状況を正しく把握することが重要であるとしている。環境省は「環境」という観点に関するバリューチェーンであるが、サステナビリティとして考える場合にも同様に、バリューチェーン全体の状況を把握する必要がある、それをもとにバリューチェーン・マネジメントが展開されていくことになる。

バリューチェーン全体の状況を把握し、管理するには、バリューチェーン全体のサステナビリティに関連する情報を収集する必要がある。この情報収集の方法が大きな課題となる。というのは、バリューチェーンは一つの実体だけで構成されているのではなく、複数の実体から成り立っている。原材料を採取する実体、運搬する実体、生産する実体、使用する実体、廃棄・リサイクルする実体など、これらの実体をすべてコントロールできるのであれば、容易に情報は収集できるであろうが、実際はすべてをコントロールするのは困難な状況である。こうした実体からの情報の収集や共有、そしてバリューチェーン全体での最適な活動を導き出せるようになる可能性があるのが、ドイツ政府が主導して検討しているインダストリー 4.0である。

### 3. インダストリー 4.0

インダストリー 4.0とは第4次産業革命のことであり、ドイツやアメリカなどで実現に向けた取り組みがなされている。図2はドイツ政府が示した産業革命の4つのステージである。

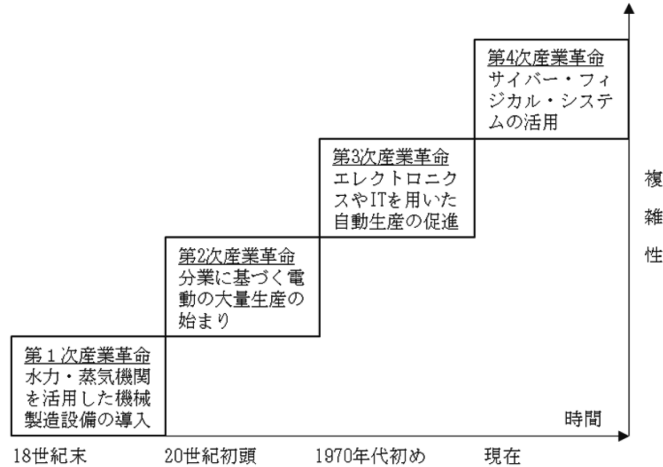
まず、第1次産業革命は、水力や蒸気をエネルギーとして用い、手工業から工場制機械工業への産業の変革のことである。次に第2次産業革命は、20世紀初頭にアメリカで起こったものであり、安定した電力をもとに自動車工場などでベルトコンベアーを使って大量生産ができるようになったことである。第3次産業革命は電気や情報技術を用いたオートメーション化であり、コンピューターによる自動制御で工場の自動化が進み、生産効率が高まったことである。

そして、第4次産業革命、インダストリー 4.0は、2011年ドイツ経済技術省、ドイツ教育研究省から発案された高度技術戦略2020におけるプロジェクトの中で生まれたものである。2014年に公表された新高度技術戦略では、新たに設定された6つの未来挑戦課題のトップに「デジタル化へ対応する経済と社会」があり、その中の8項目の最初にインダストリー 4.0が位置づけられている (Federal Ministry of Education and Research : FMER, 2014)。

図2の第4次産業革命はサイバー・フィジカル・システム (Cyber-Physical Systems : CPS) の活用である。CPSとは、サイバー (Cyber) が人工知能やITを指し、フィジカル (Physical) とは現実世界、現場を指し、現場の情報をデジタルデータとしてコンピューター情報として処理し、人工知能などのITによって最も効率的な生産を実現するということである。つまり、インダストリー 4.0の中心的な考え方は、世界中の工場にある機械、設備、そして製品をインターネットに接続し、すべての機械設備、製品そして人といつでも、どこでも誰とでもコミュニケーションが図れる技術を実現することにある。これは、生産に関するあらゆるデータをネットワークでつなげ、自律的に工場が動くスマート工場を実現しようとしているのである。さらに製造業にとどまらずモノやサービスをインターネットでつなげ、新たな価値やビジネスモデルを創

出することを目指している。

図2 産業革命の4つのステージ



出典：Industrie4.0 Working Group (2013), p13.

永野 (2016) によるとインダストリー 4.0の狙いを「①製品のライフサイクルを通じたバリューチェーン全体の抑制と新たなビジネスモデルの確立. ②製造現場の人間と機械が一つのシステムとして最適に機能し, 低コスト, 省エネ生産を実現. ③すべての情報のリアルタイムでの処理, 生産に最適なタイミングでのデータ反映. これらは「つなげる」という表現を通して, 次のように言い換えることもできる. ④生産されるものに関する原料から廃棄されてリサイクルされるまでの情報をつなげて, 新しいビジネスを起こす. ⑤製造現場での人と装置の間の情報をつなげる. ⑥製造現場でのモノとモノ, モノと装置, さらに他社の装置との情報をつなげる.」としている. インダストリー 4.0の「つなげる」という考えは, バリューチェーン・マネジメントにおける複数の実体間の情報共有に関する問題を解決に導く糸口になる可能性があると考えられる.

Industrie4.0 Working Group (2013) によると, IoT (Internet of Things, モノのインターネット) が製造プロセス全体を最適な環境にするネットワークを作ることができるとしている. IoTは, あらゆるモノがインターネットに接続することによって実現する世界である. インダストリー 4.0では製造する機械や製品となる部品・材料等がインターネットにつながり人工知能を利用して最も適切な製造プロセスを実現しようとしているのである. さらにCPSを用いて最もエネルギー効率のよい生産によって省エネが実現可能となったり, すべての工場がインターネットでつながることにより工場間でのやりとりにより部品の在庫などの無駄を排除したりすることが可能となる.

具体的にIndustrie4.0 Working Group (2013) が示している事例をみると, 生産していない時間帯の車体組立設備などのエネルギー需要量の削減をあげている. また, サプライヤーが急に破綻した場合, 生産システムをシミュレーションし, 在庫, 物流, 管理情報などを複合的に判断し, リスク評価を行い, 代替サプライヤーを選定し対処することが可能となる. さらに,

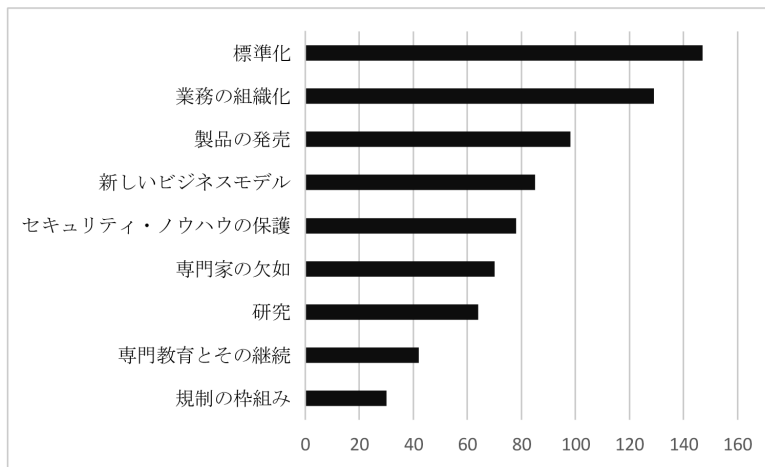
設計から生産に至るまでの一貫したエンジニアリングのデジタルシステムにより、希望する個別機能やコンポーネントを個別に組み合わせた製品をマス・プロダクションと同じスピードで自律的に生産するマス・カスタマイゼーションが実現するなどがあげられている。

インダストリー 4.0は、地球全体の資源という観点に立てば、無駄に資源を採取しない、無駄に材料を使用しない、必要なものを必要な時に必要な量で生産する、最も効率的なエネルギーを生産し、使用することが可能となる。地球温暖化などの環境問題の解決にもつながっていくであろう。

インダストリー 4.0のような技術が確立されれば、サステナビリティという観点もこのネットワークに取り入れ、バリューチェーンにおいても情報の共有が可能になる。さらに会計情報もバリューチェーンで把握することが可能となり、サステナビリティ・バリューチェーン・マネジメントにおける会計情報を収集し、バリューチェーン全体で共有・認識することが可能となる。

しかし、情報を共有する、つなげると簡単に言うことはできるが実際につなげる難しさが存在している。図3はFinal report of the Industrie4.0 Working Groupが行った278社へのアンケート調査結果であり、インダストリー 4.0を実践する上での課題を示している。

図3 インダストリー 4.0を実践する上での課題



出典：Industrie4.0 Working Group (2013), p25.

図3にあるように、最も多い課題となっているのが「標準化」である。インダストリー 4.0を実現するためには、例えば機械と機械をつなげるための標準化、工場間の製造ラインをつなげるための標準化など自社内だけではなく他社ともつなげるための標準化が必要である。

そこで次に、マテリアルフローコスト会計（MFCA）で研究されている、サプライチェーンにおけるバイヤー企業とサプライヤー企業の協業の事例、および複数の実体にわたってライフサイクル・コストを計算するライフサイクル・コストイング（Life-Cycle Costing：LCC）における課題を検討する。

#### 4. 複数の実体にまたがる課題

中寫・木村 (2014) は、MFCAの導入によって明らかとなったマテリアルロスバイヤー企業とサプライヤー企業との協業でどれだけ削減できるかについて両者にヒアリング調査を実施している。

ここでは4社のサプライヤー企業と部品製造組立メーカーのバイヤー企業が検討会を行い、この5社で包括的な協働が生まれることが期待されていた。この検討会は継続中であるが個別のサプライヤー企業とバイヤー企業とのコミュニケーションは情報の内容・質ともに向上したが統一的な技術共有を目的とした活動は困難な状況であった。しかし、バイヤー企業が不在ではあるが、サプライヤー企業間での共同が始まっており、MFCAをサプライチェーンに導入普及するにはMFCAリーダーと命名するような強力な推進企業が必要であるとしている(中寫・木村, 2014)。

MFCAの基本目的は、①マテリアルフロー構造を可視化すること、②マテリアルフローとストックを物量とコスト情報で把握すること、③伝統的原価計算を精緻化すること、④あらゆる経営階層に有用で適時的な意思決定情報を提供すること、⑤環境負荷低減とコスト削減を同時に達成するような基準を導入することである(中寫・國部, 2008)。MFCAは企業の生産プロセスの中でマテリアルロスを見える化し、そのロスを減らすことによって経済的効果が得られると同時に廃棄物というロスが削減するのである。

これは、自社内だけでの取り組みには限界が生じる。つまり、自社の上流から入ってくるマテリアルと下流に出るマテリアルがあり、相互にロスを減らしていかなければトータルでのロスの削減につながらない。東田(2011)はMFCAをサプライチェーンに導入する意義は、自社単独ではできない取り組みをバイヤーとサプライヤーとで協働することでサプライチェーン全体における省資源化を実現するとしている。バイヤーである自社が他社であるサプライヤーから実際に協力が得られるのか、協力することに消極的である可能性がある、ということが課題となる(木村・中寫, 2015)。

このようにサプライチェーンとして2社間での協働という意味での情報共有だけでも大きな問題がある。インダストリー4.0が掲げる世界中をつなげる、インターネットでつなげる、としようとするには企業間の壁を取り除かなければならないであろう。

次にLCCにおける課題をみよ。まずLCCは、研究開発、製造、運転・保全、廃棄という製品のライフサイクルにわたるコストを計算する手法である。伊藤(1993)は、LCCは、企業、消費者、そして廃棄またはリサイクル業者などにかかわるものであり、単一の実体だけで実施できるものではないとしている。ライフサイクル・コストの実施は必然的に、複数の実体にまたがるマクロな視点からの原価の把握と分析を要求する。また、仮に製造者コストと消費者および社会コストとの因果関係を正しく認識できたとしても、それらをいかにコントロールしていくかが問われるのである。

さらに、LCCは、文字どおり製品のライフサイクル全般にわたるコストをできるだけ正確に予測し、トータル・コストが最小となるようにする。しかし、当初の投資と運用費・保守費および処分費の発生時点にはかなりのタイムラグが存在する。ライフサイクル・コストを正しく予測するために、タイムラグを考慮して検討・分析していくことが必要となる(伊藤, 1993)。

SVCMにおいても複数の実体間でタイムラグも考慮に入れてコントロールしていかなければ

ならないが、これが果たしてインダストリー 4.0にあるIoTを用いて可能となるか、さらにMFCAリーダーと同様にSVCМでも、どの実体为中心となってコントロールしていくのかということも考えなければならない。

## 5. おわりに

SVCМの展開にあたり、情報の共有という課題についてインダストリー 4.0を取り上げ、そこに存在する問題をMFCAとLCCの観点から検討してきた。インダストリー 4.0の実体は抽象的であり定かではないが、これが実現されれば、これまで複数の実体間をつなげることが難しかった情報がつながる可能性がある。そのためには、インダストリー 4.0の最大の課題である標準化の中で情報を共有する、つなげるシステムの構築が必要であろう。しかし、MFCAやLCCにあった他の実体との情報共有やタイムラグのような課題もある。そして、インダストリー 4.0の標準化のためには自社の専門知識やノウハウを他社に公開することとなり、公開しない企業が出てくるであろう。ドイツ政府が主導となって、この問題をどのように解決するのが注目される。

SVCМは複数の実体をつなげ、例えば環境問題であれば、環境負荷を削減するために実体同士での活動、実体全体での活動が可能となる。そしてその活動によって発生した環境コストを削減し、経済効果・環境保全効果を高めるための方策もバリューチェーン全体で把握され、さまざまな利害関係者の意思決定に役立つ情報を提供することが可能となるであろう。そのためには、インダストリー 4.0のようにIoTを活用し、バリューチェーン全体で情報を共有するための研究が今後の課題である。

## 参 考 文 献

- Federal Ministry of Education and Research (2014), *The new high-tech strategy: innovations for Germany*.
- Industrie4.0 Working Group (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE4.0*, Final report of the Industrie4.0 Working Group.
- ISO26000 (2010), *Guidance on social responsibility*, (邦訳) 日本規格協会編, ISO/SR国内委員会監修『日本語訳ISO2600:2010 社会的責任に関する手引き』日本規格協会.
- Porter, Michael E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, Free Press (邦訳) マイケル・E・ポーター著, 土岐坤訳 (1985)『競争優位の戦略』ダイヤモンド社.
- 伊藤嘉博 (1993)「環境監査とライフサイクル・コストिंगー環境管理会計への序章」『成蹊大学経済学部論集』第24巻第1号.
- 江頭幸代 (2008)『ライフサイクル・コストिंग』, 税務経理協会.
- 岡野憲治 (2003)『ライフサイクル・コストिंगーその特質と展開』 同文館出版.
- 環境省 (2012)『環境報告ガイドライン (2012年版)』.
- 木村麻子, 中馬道靖 (2015)「低炭素型サプライチェーン経営へのMFCA導入の課題」『低炭素型サプライチェーン経営ーMFCAとLCAの統合』中央経済社, pp.93-110.
- 経済産業省, 厚生労働省, 文部科学省 (2015)『2015年版ものづくり白書』.
- 國部克彦, 伊坪徳宏, 中馬道靖, 山田哲男編著 (2015)『低炭素型サプライチェーン経営ーMFCAとLCAの統合』中央経済社.
- 中馬道靖, 木村麻子 (2014)「サプライチェーンへのMFCA活用の課題ーバイヤー企業とサプライヤー企業とのヒアリング調査を通じてー」『原価計算研究』第38巻第1号, pp.59-69.
- 中馬道靖, 國部克彦 (2008)『マテリアルフローコスト会計 (第2版)』日本経済新聞社.
- 永野博 (2016)「インダストリー 4.0は何の革命かービッグデータ, オープンデータの動きと軌を一にする社会システム革命の始まりー」『情報管理』第59巻第3号, pp.147-155.

東田明 (2011) 「グリーン・サプライチェーン・マネジメントを支援する環境管理会計—マテリアルフローコスト会計の適用可能性」 國部克彦編著 『環境経営意思決定を支援する会計システム』 中央経済社, pp.145-167.

〔おがわ てつひこ 佐賀大学経済学部准教授〕

〔2016年10月11日受理〕