

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14984

研究課題名(和文) 企業の社会的責任とSDGsによる地方創生を考慮したサプライチェーンの再設計

研究課題名(英文) Redesigning the supply chain with corporate social responsibility and SDGs for regional revitalization

研究代表者

長沢 敬祐 (Nagasawa, Keisuke)

広島大学・先進理工系科学研究科(工)・助教

研究者番号：50758159

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：サプライチェーン設計は企業にとって生産物流の効率化が行える利益追求のための重要な経営戦略手段である。その一方で利益を追い求めるあまりに、地球環境の悪化や劣悪な労働環境の放置や地域経済への不関与などが起こり、企業の社会的責任を問う声が強くなった。近年ではSDGs(Sustainable Development Goals)において、一見すると企業の利益追求から相反する目標が掲げられた。そのため、従来の研究で行われていたサプライチェーンの設計ではなく、保有する施設や資産などを踏まえて環境面と地域創生を考慮した最適な循環型サプライチェーンの再設計の必要性が生じており、本研究ではこれに取り組んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、サプライチェーンの設計の検討に直面している企業において、CSRやSDGsを考慮しながら施設などの資産の売却も考慮したサプライチェーンの修正・再設計を検討可能となると期待される研究である点が挙げられる。また、設計において、需要などの不確実な変動への対策を検討することにより頑健で持続可能なサプライチェーンの再設計が検討可能となると期待されている点が挙げられる。本研究の社会的意義としては、企業の利益追求のためだけに留まらず、企業と地方において環境に優しく持続可能で混乱などに強いサプライチェーンの再設計への適用も期待できる点が挙げられる。

研究成果の概要(英文)：Designing supply chains is the most important management strategy for companies to increase the efficiency of production and logistics in order to pursue profits. On the other hand, the pursuit of profits has led to the environmental destruction of the earth, poor labor conditions, and non-involvement in local economies, and this has led to a growing awareness of the corporate social responsibility of companies. In recent years, the SDGs (Sustainable Development Goals) have set goals that seem to conflict with the pursuit of corporate profits. Therefore, there is a need to redesign an optimal closed-loop supply chain that takes into account the environmental aspects and regional revitalization based on the facilities and resources owned, rather than the supply chain design that has been done in conventional research.

研究分野：社会システム工学

キーワード：サプライチェーン SDGs CSR 地方創生

1. 研究開始当初の背景

2010年に国際規格ISO 26000において、『組織活動が社会及び環境に及ぼす影響に対して組織が担う責任』が示され、それに対応するように企業活動に『企業の社会的責任(Corporate Social Responsibility: CSR)』の内容を取り入れることが必須となりつつある。欧州においては企業が利益を得る反面、それを社会に還元するのは当然という考え方をする人の割合が多いため、企業は環境面を考慮しながら社会的面(人権や地域の発展など)も考慮した行いをするべきだとする風潮がある。そのなかでCSRのガイドラインISO26000が示された後に、SDGs(持続可能な開発目標, Sustainable Development Goals)の前段階となるMDGs(ミレニアム開発目標, Millennium Development Goals (2005~2015))の概念を継承し、SDGsの制定の議論が行われた。そんな風潮の中で行われた、SDGsの議論であり、企業がSDGsの前にCSRを考慮するのは当然であるという暗黙の了解が存在し、SDGsの中にCSRのことは多くは明言されていない。そのため、多くの日本企業で考えられている、「CSRは企業の重荷であってSDGsは企業の特徴をアピールできる上に環境に配慮しているアピールにもなる」という、CSRとSDGsを別々に分けて考えることは国際競争において非常に危険である。

企業がCSRを軽視する場合にもたらされるものは利益追求と規模の経済を用いた経営の最適化であり、結果として不経済な地域からの撤退と在庫の圧縮と施設や組織人員の統合が行われる。サプライチェーンの最適化を行えば、1円でもコストが安くなるように効率的な場所を求め、諸々のリスクを軽視した余裕のない最少在庫での運用と正社員を排した派遣社員による最少人員による法人の経営が行われる。それにより、環境への配慮は行われず地方は創生どころか衰退の一途をたどり、富める企業にお金が集まり、多くの国民にはお金が回ってこないという悪い景気動向に加え、災害などの混乱が発生した際には生産活動や流通が長期間復旧できないリスクにさらされ続けることとなる。しかし、企業と地方と国がSDGsを深く考慮することにより、環境の考慮と富の地方(及び貧国)への分配が行われる傾向が強まっていくと考えられる。そのためにはまず、モノを作る企業におけるサプライチェーンの再設計の必要がある。

生産・流通・販売を主とする企業において、どの製品をどこからサプライヤーから原材料を仕入れ、どこで工場で生産し、どの配送センターへ送り、保管し、どの市場に販売するか、というサプライチェーン(フォワードロジスティクス)の設計は企業の

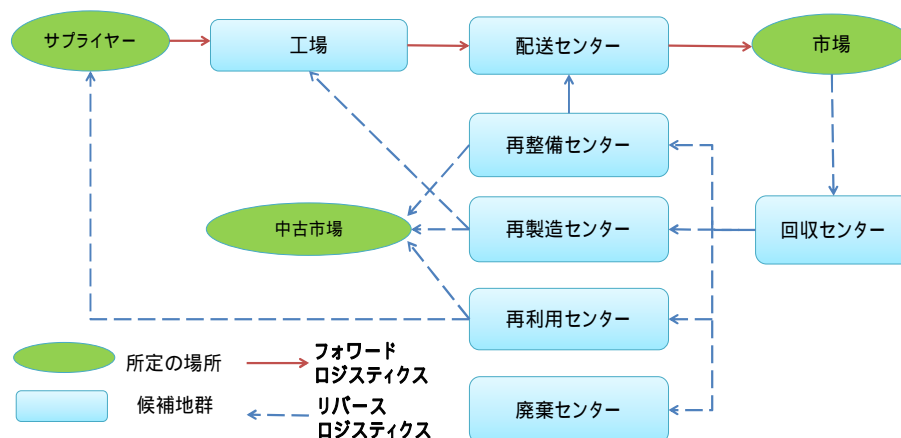


図1: 循環型サプライチェーン

利益を大きく左右する経営戦略手段である。近年ではそれに加え、図1のような、環境面を配慮するという考え方を基とした、市場から使用済みの製品を回収し、整備・分解・再利用(およびサプライヤーによる再原料化)を行うリバースロジスティクスの重要性が着目されている。図1のように、フォワードロジスティクスとともにリバースロジスティクスを同時に考慮したサプライチェーンのことをモノが循環していることから、循環型サプライチェーンと呼ばれる。

従来、フォワードロジスティクスのみを考える場合には、規模の経済として、工場や配送センターの集中化・一本化などが行われてきたが、商品を回収・再整備・再利用を行うためには各施設・設備を統合することは輸送・配送の効率が悪くなる。そのため、循環型サプライチェーンを考慮する場合には必然的に地産地消のような、市場の近くで生産・回収が行われることがコスト面でも環境面でも良くなることもある。同時に、各市場の近くそれぞれに多くの工場や施設が設立されることにより雇用も発生し、地域経済が潤う場合もある。

2. 研究の目的

本研究は、循環型サプライチェーンの設計・再設計において、企業がどのようにCSR・SDGsや地方創生を考慮した設計を行えばよいのかを検討する。

CSRやSDGsや地方創生という考えを抜きにした場合の研究課題の核心は循環型サプライチェーンまたはフォワードロジスティクス・リバースロジスティクスそれぞれ単体であったとしても、設計を考えている企業において所有している施設や土地などを考慮し、どこに施設は移転するか・どこに施設は新設するか、である。しかし、それらを考慮したサプライチェーンの修正・

再設計の研究には不足部分がある。それぞれの施設におけるパラメータが変わる際にどのような場合にサプライチェーンのあるべき構造の変化が起こるか・他企業との利益の折半はどのように行えばよいのか、などの解析は多くは行われていない。また、これらの解析により、今後日本における CSR や SDGs・地方創生を推進していく際にどのような数値目標設定にすればよいか、に加えて、数値設定などが不明瞭な際に企業のあるべき循環型サプライチェーンはどのようなものかを検討できるモデルの作成が必要である。

サプライチェーン設計に関する研究において、持続可能で環境に優しいサプライチェーンとして循環型サプライチェーンが考えられてきた。しかし近年特に注目されている CSR・SDGs や雇用による地方創生などの社会面を考慮している論文はほぼない。循環型サプライチェーンの設計により環境面を考慮できるモデルも存在するが、同時に CSR・SDGs の面を考慮している研究は国内外で見られない。また、循環型サプライチェーンの設計の研究の多くは、前提として複数の候補地や施設を新規に建設する物流の設計をしており、より発展したモデルの開発が必要である。

一方で、サプライチェーンの設計を考えている企業において、所有している施設や土地などを考慮したサプライチェーンの修正・再設計の研究を踏襲しつつも CSR や SDGs を考慮したモデルが必要である。特に SDGs や地方創生を考慮する場合において、現在所持している施設を移転したり外注したりする場合には、CSR で挙げられている「特定のコミュニティへの参画」の面がなくなる他、地域の労働者の解雇という負の側面も大いにありえる。本研究のような循環型サプライチェーンの最適再設計モデルにおいて、そのような側面を考慮したモデルに関する研究は国内外で見られない。

以上より、本研究の目的は CSR・SDGs を考慮することに加えて、現在企業が所有している施設や土地などを考慮できるサプライチェーンの再設計モデルの開発とそれを用いた感度解析である。

3. 研究の方法

本研究では(a) 最適化モデリング (b)シミュレーション (c)感度解析の3つのプロセスに大別し、最適化モデルの検討・シミュレーター開発・ケース分析と評価を行う。

(a) 最適化モデリング：循環型サプライチェーン最適再設計および最適化モデルの作成において、業種や対象によりどのようなモデルが適しているかの検討を行う。そのうえで求解により、どのような循環型サプライチェーンが構成されるのか、またどのようなデータが必要でそれによって得られる結果から組織の目指すべき方向性の考察などを行う

(b) シミュレーション：(a)により求められた再設計された循環型サプライチェーンが地方創生にどのような影響をもたらすか、供給途絶や需要の変動があった場合の頑健さなどの適用可能範囲などの検討を行う。また、需要などの不確実性対して事前対策となる生産能力や在庫の余裕の導入に加え、実際に事象が発生した場合の事後対応となるバックアップサプライヤーとの契約や輸送方法などを取り入れた検討を行う。

(c) 感度解析：設計した循環型サプライチェーン最適再設計モデルがどのようなパフォーマンスを示すかを検証する。また、モデルを設計に併せてどのようなデータなら適用可能か、および、必要となるデータや方針を明確化する。(a)および(b)の結果と照らし合わせることで取得の必要なデータの選別や感度解析を行うことで検証できるモデルを作成する。

4. 研究成果

本研究で得られた成果は以下のようにまとめることができる。

(a) 最適化モデリング：複数の業種における循環型サプライチェーンの数理最適化モデルを開発した。当初の想定では機械などの使用済み製品を回収し分解・再製造または再原料化を行うモデルを想定していたが、業種によってはそのようなサプライチェーンモデルで表現できない、またはモデルとして適さなかったため、そのような対象においては、循環型サプライチェーンの最適化モデルを別途開発した。それぞれのモデルにおいては、期待コストの最小化・環境面の評価関数の最大化・企業の雇用人数の最大化・企業の雇用人数の頑健性・混乱発生時における強靭性、などを目的としている。また、サプライチェーン設計者の立場により重きを置く目的(コストを重視するのか、雇用の安定化を重視するのか)も異なると考えられるため、対象とする循環型サプライチェーンにおける構成要素および候補が同じであっても、重視する目的により異なる解(設計)候補ができるように設計を行った。頑健性や強靭性を目的とする場合には確率モデルを作成し、対象となるサプライチェーンの需要や回収率・分解時のリサイクル率などをシナリオとして与えられた場合に設計・再設計することができるようになった。

(b) シミュレーション：サプライチェーンにおいて、(a)にて作成したモデルを評価するためにシミュレーターを開発した。その際には生産や輸送の能力や需要量などの変動を前提とするモデルや、シナリオと呼ばれるデータを複数種類に集約したものを使用するモデル、などを作成した。それにより検討したサプライチェーンモデルにおける目的や各項目がどのような感度や最悪値なのかをシミュレーションにより検討することが可能となった。

(c) 感度解析：開発したモデルに対して、様々なケースを想定した数値実験を行った。それにより、モデルの適用可能性と有効性を明らかにした。想定したケースに応じたサプライチェーンの設計・再設計の提案が可能になったといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 山田哲男, 長尾剛樹, 長沢敬祐, 周蕾	4. 巻 44
2. 論文標題 新型コロナウイルス患者数予測によるグローバルサプライチェーン途絶の信頼性設計へ向けて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本信頼性学会誌	6. 最初と最後の頁 77-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 NAGASAWA Keisuke, KINOSHITA Yuki, MORIKAWA Katsumi, TAKAHASHI Katsuhiko	4. 巻 17
2. 論文標題 Design of a robust closed-loop supply chain with backup suppliers under disruption scenarios	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2023jamdsm0059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件/うち国際学会 6件）

1. 発表者名 長沢 敬祐, 森川 克己, 高橋 勝彦
2. 発表標題 混乱時における雇用人数の増減に対して頑健な循環型サプライチェーン
3. 学会等名 公益社団法人日本経営工学会2022春季大会予稿集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Multi-site and multi-period optimization model of renewable hydrogen energy network with liquefied natural gas for the Chugoku region
3. 学会等名 The Fifteenth International Conference on Industrial Management (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Robust and sustainable closed-loop supply chain network design for employee fluctuation under disruption
3. 学会等名 The 2022 Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Robust and sustainable workforce optimization in closed-loop supply chain network design
3. 学会等名 26th International Conference on Production Research (ICPR 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長沢敬祐, 森川克己, 高橋勝彦
2. 発表標題 天然ガスの輸入を考慮した多地点・多期間水素エネルギーネットワーク設計
3. 学会等名 公益社団法人日本経営工学会2021春季大会予稿集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長沢敬祐
2. 発表標題 サステナビリティとサプライチェーン
3. 学会等名 神戸CSR研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長沢 敬祐, 森川 克己, 高橋 勝彦
2. 発表標題 企業の社会的責任のための設備投資コストを考慮した循環型サプライチェーンの設計
3. 学会等名 2020年度日本設備管理学会春季研究発表大会論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長沢 敬祐, 森川 克己, 高橋 勝彦
2. 発表標題 鉱業におけるリサイクルとCSRを考慮した循環型サプライチェーンの設計
3. 学会等名 公益社団法人日本経営工学会2020秋季大会予稿集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Sustainable and resilient closed-loop supply chain network design with disruptions
3. 学会等名 The 27th International Conference on Production Research (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Robust and sustainable closed-loop supply chain network design for preventing unemployment at disruption
3. 学会等名 The 23rd Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Nagasawa, Katsumi Morikawa, Katsuhiko Takahashi
2. 発表標題 Sugarcane supply chain network design with greenhouse gases and disposal
3. 学会等名 The 2023 Asian Conference of Management Science & Applications (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長沢 敬祐, 森川 克己, 高橋 勝彦
2. 発表標題 バッテリー交換式AGVシステムにおけるAGV運用ルール
3. 学会等名 日本経営工学会 2023年春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長沢 敬祐, 森川 克己, 高橋 勝彦
2. 発表標題 複数の障害シナリオを考慮したバイオ燃料サプライチェーン設計
3. 学会等名 日本経営工学会 2023年秋季大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------