

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380475

研究課題名(和文) 持続可能なサプライチェーンのための教育ゲームの開発

研究課題名(英文) Development of an Educational Game for Sustainable Supply Chains

研究代表者

中野 冠 (NAKANO, Masaru)

慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科(日吉)・教授

研究者番号：10394454

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：サプライチェーンマネジメントにおける持続可能性すなわち環境性、経済性、リスク耐性を統合した実務者向けの教育ゲームを開発するという目的で研究を行ない、以下の成果を得た。

(1) サプライチェーンにおける環境性とリスク耐性それぞれについて、貨幣価値に換算して経済性と統合させる手法を開発した。次に、環境性、経済性、リスク耐性にそれぞれ重点を置くゲームとそれらをすべて統合するゲームの開発を行った。

(2) 開発されたゲームを、国内大学院学生、欧米とアジアからの留学生、企業のサプライチェーンマネージャーに適用してその有効性を確認した。その成果を公表するため、国際学会での発表および英文ジャーナルへの投稿を行った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the research is to develop an educational game to teach sustainable supply chain management which includes environmental, economic, risk resilient aspects. The following results are obtained.

(1) A methodology was developed to convert the environmental and risk resilient values in the supply chain into monetary value and integrate it with the economic value. Next, we developed several games that emphasize each of three aspects and a game to integrate them all.

(2) We confirmed its effectiveness by applying the developed games to domestic graduate school students, international students from Europe, the United States, and Asia, and supply chain managers at enterprises. The results were presented at international conferences and submitted in English journals.

研究分野：サプライチェーンマネジメント

キーワード：ビジネスゲーム開発 指標開発 国際連携

1. 研究開始当初の背景

(1) サプライチェーンマネジメント (SCM) に関する従来の教育ゲームは、経済効率性を軸に設計されたものが多く、持続可能なサプライチェーンマネジメント (SSCM) において本来考慮すべき環境性 (省エネルギー、廃棄物低減) やリスク耐性 (安全や災害耐性) を含むものは少ない。

(2) その理由としては、経済性・環境性・リスク耐性の3軸で貨幣価値に置き換えた場合、経済性の効果が大きく環境性を圧倒することが多く、また、発生頻度の少ないリスク耐性の定量化が阻害要因となって持続可能性に焦点を当てた SCM 教育ゲームの開発を困難にしている。

(3) 従来研究は持続可能 SCM の概念的フレームワークを提唱するものや定性的事例研究が多く、今日の SCM が有する複雑性や相互依存性を定量的・体験的に理解するには不向きである。

2. 研究の目的

(1) 国内外の SCM 教育ゲームを整理体系化するとともに、従来困難であった環境性やリスク耐性の貨幣価値変換モデルを重点的に研究し、SSCM に資する教育ゲームを開発、実証する。

(2) SSCM の標準形を教育ゲームとして世界に提案し、海外大学や留学生を交え比較実験を行い、国民性など属性の違いによる振舞いの差異を分析する。

3. 研究の方法

(1) SCM 教育に対する問題分析と改善要求を抽出し、教育ゲームの概念設計を実施。具体的には、企業 SCM 関係者への訪問調査、SCM ゲームの調査・分類とデータベース化を行う。

(2) SSCM 教育ゲームのプロトタイプを開発する。具体的には、持続可能性の評価指標を開発し、企業の省エネ、省資源、排出物低減の方策を整理して持続可能性学習に適したシナリオを設定し、3種類の教育ゲームのプロトタイプを開発と試行を行う。

(3) 開発した教育ゲームの実証を行う。具体的には、異なる属性を有する複数の被験者グループでゲームを試行し、機能と効果を比較検証する。国際ワークショップを開催し、海外大学の連携研究者と共に成果の普及とゲームの継続的改善を図る。

4. 研究成果

(1) SCM ゲームの調査・分類とデータベース化

2014年オーストリアで開催された国際ゲーミング・シミュレーション学会 (ISAGA2014) において、SCM ゲーム調査を実施し、これに文献調査結果、及びインターネット調査結果を加えて、100種類を超える SCM 教育ゲームのデータベースを構築した。また、市場メカニズムを取り入れながらデータベースを拡張させるための検討をスイス連邦工科大学チューリッヒ校 (ETH Zurich) と共同で実施し、2015年3月に開催された COINs2015 において研究発表を行った。

持続可能なサプライチェーンゲームについて、持続可能性の3軸に対応したリーンゲーム (経済性)、グリーンゲーム (環境性)、リスク回避ゲーム (社会性) 論文調査を行った。SCM を対象としてグリーンゲームやリスク回避ゲームは近年ほとんど発表されていないことがわかった。その結果を2014年経営工学会の主催する国際シンポジウムで発表した。

(2) 持続可能性評価指標開発

サプライチェーンのリスク回避シナリオ検討に関して、大規模な自然災害を考慮した場合、通説と異なり在庫を持たない方がサプライチェーン全体の復帰が早いことを数学モデルとシミュレーションによって確認し、2015年日本機械学会生産システム部門講演会において発表した。

持続可能性指標の開発に関しては、2015年度において、環境指標に関する研究で査読付き論文誌3件と査読付き国際学会発表3件、リスク指標に関して査読付き国際学会発表を2件、経済性 (リーン) 指標と査読付き国際学会発表を3件、3つの指標の統合した持続可能性評価指標に関して査読付き論文誌1件と査読付き国際学会発表2件、として公開した。例えば、政府 (環境)、産業界 (リスク)、消費者 (経済性) の多視点で評価するモデルを開発した。その成果は日本機械学会とエネルギー・資源学会の論文として掲載され、また日本機械学会生産システム部門から学術業績賞 (2016年3月) を受けた。

具体的応用分野として、自動車のアフターマーケットを対象として、経済価値、環境配慮、及び社会的影響の3つの観点から評価する指標を開発し、2016年に日本経営システム学会及び日本 MOT 学会で研究発表を行った。また、システムダイナミクス手法を用いて地域航空システムの持続可能性評価モデルを構築し、国際学会発表を経て、学会誌での論文発表を行った。

シェールガス開発による水不足、自動車や発電所から生じる排ガスによる大気汚染が

もたらす健康被害の経済性評価、有機・無機農業の持続可能なサプライチェーンにおける環境の影響などを調査した。2016年に国際学会(7th International Conference on Biology, Environment and Chemistry)で発表した。

(3) 教育ゲームプロトタイプ開発

システムズエンジニアリングのVeeモデルを用いてビジネスゲームを新たに開発する方法論について研究し、京都で行われた2015年国際ゲーミングシミュレーション学会(ISAGA)で発表した。

リーンSCMゲームに関して、スイス連邦工科大学と共同開発したリーンゲームに多品種生産を扱えるよう改良を施し、リーンSCMゲームとしての適用範囲を拡大した。政府、研究開発、供給、製造、サービス、労働者、消費者の7種類のサブシステムにより公共・産業・市場間の相互依存性をモデル化し、売上高、事業価値、雇用者数、税収等の定量指標により評価するモデルを構築し、学会誌での論文発表を行った。リスク回避行動に関して不祥事後の財務状態悪化に対する企業行動を複数シナリオで評価し、学会誌での論文発表を行った。

グリーンゲームについては、研究代表者がスイス連邦工科大学と共同開発したリーンSCMゲームについて、協力研究者であるインドネシアWidyatama大学Dr. Prambudiaとともに拡張を行い、グリーンSCMゲームのプロトタイプを開発した。また、食品廃棄に関する持続可能なサプライチェーンに関する教育ゲームを開発し、その成果を2016年に国際学会誌とISAGA(オーストラリア)で公表した。これは、モントクレア大学(アメリカ)との共同研究である。また、改良版を開発して、2017年7月にオランダで行われる国際学会ISAGA2017で発表する予定。

経済性、環境性、リスク耐性の3要素を含む持続可能なサプライチェーン教育ゲームを開発して、2016年度に国際英文誌(IJAT: International Journal of Automation Technology)に投稿した。2017年度6月に掲載される。また、国際学会ISAGA2017(オランダ)で発表する予定。

(4) 教育ゲームの試行評価と改善

慶應義塾大学院英語科目「Supply Chain Management and Business Game」および「立命館大学大学院科目「技術基盤企業のマネジメントサイエンス」において、スイス連邦工科大学と共同開発したリーンSCMゲームを実施した。慶應義塾大学システムデザイン・マネジメント研究科の英語科目では、約75名の海外からの留学生

を含んでおり、日本人学生と海外学生との行動様式の違いに関する知見を得た。また、企業のサプライチェーンマネジャーの研修においても実施して効果を確認した。

持続可能なサプライチェーンゲームは、開発中何度も慶應義塾大学院研究科学生に試行して確認した。システムデザイン・マネジメント研究科では約6割が社会人学生であり、マネジャーとしての行動様式について知見を得ることができた。

(5) 国際ワークショップの開催

2016年慶應義塾大学日吉キャンパスで国際シンポジウムを行い、研究成果を報告するとともに、(3)で述べたグリーンSCMゲームを公開した。

(6) ホームページの作成と研究会の設立
慶應義塾システムデザイン・マネジメント研究科において、社会・ビジネスラボを設立して、そのホームページに研究成果を掲載した。併せて、ビジネスゲーム研究会を設立し、国内の大学教員と企業メンバで隔月でゲームの研究・開発について、広く議論する場を作った。今後、この研究で得られた知見やゲーム開発手法をさらに発展させるとともに、企業などで利用できる実践的なゲームとしていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計10件)

清水裕、中野冠、東日本大震災から5年経過後の我が国のエネルギー・セキュリティレベルの変化、人間と環境、査読有、43巻1号、2017、pp. 1-12

Kamila Romejko, Masaru Nakano, Portfolio analysis of alternative fuel vehicles considering technological advancement, energy security and policy, Journal of Cleaner Production, 査読有, Volume 142, Part 1, 20 January 2017, pp, 39-49, ISSN 0959-6526, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.029>

Mizuho Sato, Masaru Nakano, Kelsey Gatto, Shahla Wunderlich, "Nutritional and environmental considerations of food stockpiles in Japan and USA: Reducing food waste by efficient reuse through the food banks", International Journal of Sustainable and Development and Planning, 査読有, Vol.11, No.6, 2016, pp.980-988

Nobuaki Minato, Why Does a Company Fail to Manage a Corporate Scandal? International Journal of Japan Association for Management Systems, 査読有, Vol. 8, No.1, December 2016, pp. 17-26

Nobuaki Minato, Morimoto, R., Dynamically interdependent business model for airline-airport coexistence, Journal of Air Transport Management, 査読有, 2016

大澤 潤, 中野 冠, クリーンエネルギー自動車のポートフォリオ多目的最適化モデル, エネルギー・資源, 査読有, 3月号(通巻216号) 2016, Mar., pp.17-28

佐藤みずほ, 中野冠, わが国におけるフードバンク活動の実態と食育の観点から見た課題, 日本食育学会誌, 査読有, Vol.10, No.1, 2016, Jan., pp.31-40, (DOI: 10.14986/shokuiku.10.31)

湊宣明, 航空宇宙研究開発プロジェクトの社会経済価値評価モデル. システムダイナミクス学会誌, 査読有, Vol.13/14, 2015, pp.1-16.

中野 冠, 持続可能なサプライチェーンマネジメント, 安全工学会誌, 査読なし, Vol.54, No.3, 2015, pp.2-8

大澤 潤, 中野 冠, 産業連関表を用いたクリーンエネルギー自動車の経済波及効果モデル, 日本機械学会論文誌, 査読有, No.823, 2015, pp.1-15 DOI: 10.1299/transjsme.14-00071)

[学会発表](計 20 件)

佐藤みずほ, 水山元, 中野冠, “野菜・果物の廃棄低減化のための消費者行動解析ゲーム”, 日本シミュレーション&ゲーミング学会(JASAG)2016秋季大会, 査読なし, 2016年11月12日-13日, 名古屋工業大学(愛知県・名古屋市)

Victor Cuesta, Masaru Nakano, “Sustainable Supply Chain Management and Serious Games: Proposing the idea of a serious game that encompasses the triple bottom line plus risk management”, The 4th International Workshop on Production and Logistics, 査読なし, Oct. 30-31, 2016, ANA Crowne Plaza Okinawa Harborview(沖縄県・那覇市)

Kamila Romejko, Masaru Nakano, Impact of the Shale Gas Revolution on a Portfolio of Alternative Fuel Vehicles and Water Usage. Case Study on the Polish Market, 7th International Conference on Biology, Environment and Chemistry, 査読有, 2016 October 26-28, Vol. 98 of ICBE, pp. 53- 60, San Francisco, USA, DOI:10.7763/IPCBE. 2016 V98.8

Mizuho Sato, Hajime Mizuyama, Masaru Nakano, “Milk Product Supply Chain Management Game for Waste Reduction”, Australasian Simulation Congress, The International Simulation and Gaming Association (ISAGA), 査読有, September 26 - 29, 2016, Melbourne, Australia

水山 元, 佐藤みずほ, 中野 冠, 問題解決のためのチームコミュニケーション分析ゲームの構想, 人工知能学会第5回ビジネス・インフォマテイクス研究会, 査読なし, 2016年8月29日岩手県立大学アイーナキャンパス(岩手県・盛岡市)

Jun Osawa, Masaru Nakano, “The Impact of the Popularization of Clean Energy Vehicles on Employment”, 8th CIRP Industrial Product Service System 2016 Conference: Product-Service Systems across Life Cycle, 査読有, Bergamo Italy, June 20-21, 2016

高橋哲郎, 湊宣明, 損害自動車を対象とした経済価値評価モデル, 日本経営システム学会, 第56回全国研究発表大会, 査読なし, 2016年6月4-5日, 横浜市立大学(神奈川県・横浜市)

高橋哲郎, 湊宣明, 原田大助, 熊野真吾, 加藤善久, 岡崎五郎, 数歩龍太, 臺麻理紗, 損害自動車トリアージのための定量評価モデル構築に関する研究, 日本MOT学会年次研究大会, 2016年3月12日, 査読なし, 立命館大学, (大阪府)

Chisato Takahashi, Tomomi Nonaka, Masaru Nakano, Sustainability Assessment of Highrises and High Density Urban Structure, e-Book of EcoDesign 2015, 査読有, pp.514-519, 東京国際フォーラム(東京都・千代田区), December 2-4 2015

Hiroshi Nakamura, Mélanie Despeisse, Masaru Nakano, Portfolio Optimization

for Clean Energy Vehicle in UK considering Life Cycle CO2 of Electricity Generation, Global Cleaner Production & Sustainable Consumption Conference - Accelerating the Transition to Equitable Post Fossil-Carbon Societies, 査読なし, November 1-4, 2015, Barcelona, Spain

Kobayashi Toma and Masaru Nakano, Analysis of Inventories on Recovery from Disruption Risks, The 3rd International Workshop on Production and Logistics, 査読なし, Oct. 31, 2015, 大津プリンスホテル (Shiga・Otsu)

Kamila Romejko, Masaru Nakano, Introduction of Clean Energy Vehicles in Poland under energy security constraints”, Springer, IFIP International Federation for Information Processing 2015, S. Umeda et al. (Eds.): APMS 2015, Part II, IFIP AICT 460, 査読有, 2015, pp. 343-352, DOI: 10.1007/978-3-319-22759-7_40, 武蔵大学(東京・練馬)2015年9月5-9日

Jun Osawa and Masaru Nakano, Economic and Environmental Impacts on the Portfolio of Clean Energy Vehicles in Japan, Springer, IFIP International Federation for Information Processing 2015, S. Umeda et al. (Eds.): APMS 2015, Part II, IFIP AICT 460, 査読有, 2015, pp. 353-360, DOI: 10.1007/978-3-319-22759-7_41, 武蔵大学(東京・練馬)2015年9月5-9日

Toma Kobayashi and Masaru Nakano, A Model to Evaluate Supply Chains in Disruption Events, Springer, IFIP International Federation for Information Processing 2015, S. Umeda et al. (Eds.): APMS 2015, Part II, IFIP AICT 460, 査読有, 2015, pp. 308-315, DOI: 10.1007/978-3-319-22759-7_36, 武蔵大学(東京・練馬)2015年9月5-9日

Victor A. Cuesta Aguiar, Masaru Nakano, The Use of Origami in Serious Games, Proceedings of ISAGA2015, 査読有, July 17-22, 2015, pp. 6.19.49 - 6.19.58, 立命館大学朱雀キャンパス (Kyoto・Suzaku), ISBN 978-4-902590-44-9

Mélanie Despeisse, Yusuke Kishita, Masaru Nakano, Towards a Circular Economy for End-of-Life Vehicles: A Comparative Study UK - Japan, The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering, Sydney(Australia) 7-9 April 201

5, Procedia CIRP 29, 査読有, 2015 December pp.668-673, ScienceDirect, Elsevier

小林冬馬、中野冠, “途絶リスクを考慮したサプライチェーン評価モデルの構造”, 機械学会生産システム部門講演会予稿集、査読なし、慶應義塾大学(神奈川県・横浜市)、2015年3月16日

Fredrik Hacklin, Nobuaki Minato, Kobayashi, T., The business model bank: Concepturizing a database structure for large-sample study of an emerging management concept, COINs2015, 査読有, March 12-15 2015, Keio University, (Tokyo・Mita) Japan.

Masaru Nakano, A Study on Sustainable Supply Chain Management Games, The 2nd International Workshop on Production and Logistics, 査読なし, ホテルムーンビーチ (Okinawa・恩納村) Japan, November 1-3, 2014

John Tainton and Masaru Nakano, The Behavioural Effects of Extreme Events in Global Supply Chains, B. Grabot et al (Eds.): APMS 2014, Part II, IFIP AICT 439, Springer, 査読有, 2014, pp. 62-70, Ajaccio(France), Sep.20-24

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

http://nakano.sdm.keio.ac.jp/research/business_game/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中野 冠 (NAKANO, Masaru)
慶應義塾大学・システムデザイン・マネジメント研究科・教授
研究者番号：10394454

(2) 研究分担者

湊 宣明 (MINATO, Nobuaki)
立命館大学・大学院テクノロジー・マネジメント研究科・教授
研究者番号：30567756

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()