

シリアスゲーム ColPMan を用いた サプライチェーンレジリエンスを支える 集団意思決定の分析

Analysis of Dynamic Decision Making Underpinning Supply Chain Resilience
Using a Serious Game ColPMan

古川 達希 *1

Tatsuki Furukawa

野中 朋美 *2

Tomomi Nonaka

水山 元 *3

Hajime Mizuyama

*1*2*3 青山学院大学

Aoyama Gakuin University

When a supply chain faces a significant unexpected fluctuation, it depends on the decision making process of the chain's members how resiliently the chain can handle the fluctuation. However, there is little study focusing on the decision making process. Thus this paper develops a serious game approach for analyzing the decision making process underpinning the resilience of a supply chain. The approach uses a serious game named ColPMan, in which players collaboratively device production and delivery plans through communicating in a limited channels under unsteady fluctuations. It then analyzes the characteristics of the decision making process which has ended in a speedy recovery through the communication data among the players.

1. はじめに

近年、非定期的な変動に対するサプライチェーンのレジリエンスが注目されている。サプライチェーンは複数の意思決定主体で構成されていることが多い。同一企業内においても、その規模の大きさ故に、拠点毎の意思決定主体で構成されている。そのため、一般的なサプライチェーン構造は、定常時には、情報伝達コストを抑え、最低限の情報共有をしつつ、安定的な生産を行う意思決定構造が構築されていることが多い。これでは、非定期的な変動が発生した際に、迅速かつ創造的な対処を行うのは難しく、サプライチェーンの回復は遅くなると考えられる。その際にどのような意思決定構造が早期回復に有効なのか分析する手段として、非定期的な変動発生直後から定常時へと戻るまでの状況下で行われた構成員間の一連のコミュニケーションを観察することが考えられるが、非定期的な変動が発生すること自体珍しく、その際の構成員間のコミュニケーションのやり取りを観察する機会は限られる。

そこで、その代用手段として、人間参加型シミュレーションを用いて、参加者の意思決定やコミュニケーションの過程を観察する方法を提案する。その場合には参加者のエンゲージメントを引き出し、心理状況を現実近くにする必要がある。その手段として、シリアスゲームを開発し、適用することとする。シリアスゲームを用いた従来研究の中には、サプライチェーンに関する研究は多いが、組織の連携構造を対象とした研究は少ない。

そこで、先行研究 [三木 15, 古川 16] では、非定期的な環境を組み込んだ協働型生産管理シリアスゲーム ColPMan を開発、改良した。本研究では、このシリアスゲーム ColPMan を用いて、限られた情報伝達手段下で行われる意思決定を分析し、どのような意思決定構造が早期回復に有効であるのかを分析するためのアプローチを提案することを目的とする。

2. ColPMan ゲーム

2.1 ゲームの概要

ColPMan では、一般的な大規模受注型製造業のサプライチェーンに見られる意思決定構造を簡易的にモデル化し、適用している。モデル化したサプライチェーン構造は、顧客対応する本社、製品を生産する 3 つの下工程工場、材料を生産する 1 つの上工程工場の計 5 つのサイトで成り立っており、それぞれのサイトで生産計画の意思決定権を持っている。そのサプライチェーン構造を物と情報の流れを含め図.1 に示す。

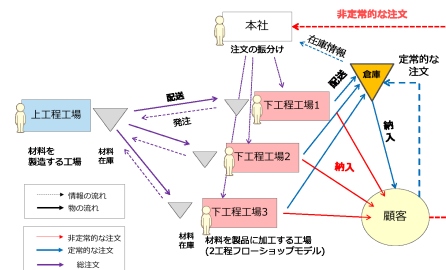


図 1: サプライチェーン構造

この構造では、顧客から定期的な注文が倉庫に、本社には非定期的な注文情報と倉庫内の在庫情報が流れる。本社プレイヤーはその情報をもとに、生産量や製造依頼期間を付与して下工程工場に振り分ける。下工程工場では、振り分けられた注文をもとに、プレイヤーが、そのターム内での生産計画を立案し、上工程工場に材料の発注を行う。上工程工場プレイヤーは、下工程工場からの受注量をもとに、材料の配送計画と生産計画を立案する。

このゲームで取り扱う製品は、製品に使用される材料 (Type) を 10 種類、その種類それぞれにおいて 5 種類の大きさ (Size) に設定した、全 50 種類生産する。また、ゲーム内の時間軸については、生産計画を行う最小計画単位を 1Period とし、5Period で 1Term と設定する。本社は 1Term 毎に 3Term 分の中期生産計画でローリングしていくものとする。下工程工場と上工程工場は、1Term 毎に 1Term 分の短期生産計画を入力する。

図.2 には、ColPMan ゲームの流れを示す。

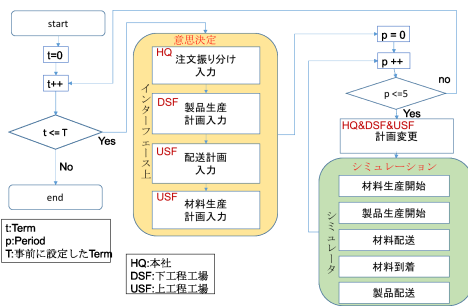


図 2: ゲームの流れ

ゲーム内のスコアは、製品を納入した際の売上と生産に関する様々なコストで構成されており、プレイヤーには利益（売上から各コストを引いた値）の最大化を目指してもらう。また、改良した ColPMan では、スポット注文のみを顧客に納品した場合に売上に換算され、繰返し注文は売上に加算されず、納品出来なかった場合に、在庫切れペナルティがかかる設定としている。プレイヤーは現実の生産計画と同様に顧客への納品を欠かさないように定常的な注文をこなす中、どこまで非定常的な注文を取り込むかの意思決定を行う。

2.2 ゲームの画面

ゲーム中、各プレイヤーは所定の情報が表示されるインタフェース上で他のプレイヤーと必要に応じコミュニケーションを取りながら生産計画を立案してもらう。実際に下工程工場プレイヤーが生産計画やコミュニケーションを行うインタフェースを次の図.3 に示す。



図 3: 下工程工場プレイヤーのインタフェース

3. 分析アプローチ

本研究での分析アプローチを実験方法と実験結果の分析方法の 2 点から提案する。

まず、実験方法として、定常的な変動のみが発生する状況で運用させ、各プレイヤーが担当するルールに対する理解を深めたのちに、非定常的な変動を起こす、というやり方で実験を行う。また、ゲーム内で各プレイヤーがコミュニケーションを取れるチャンネルパターンの 1 つを次の図.4 に示す。図.4 のチャンネルでは、タームの初めでは全プレイヤー間とコミュニケーション可能でその際の情報伝達コストは掛からないが、タームの途中からは特定のプレイヤーとはコミュニケーションを取るのにコストが生じる設定とした。さらに、非定常的な変動が発生した際

の限られた情報伝達手段下を再現するために、非定常的な変動により工場が停止したプレイヤーとは、どのプレイヤーとも一時的にコミュニケーションが取れない設定とし、時間が経過するごとに情報伝達機能は回復していくこととする。

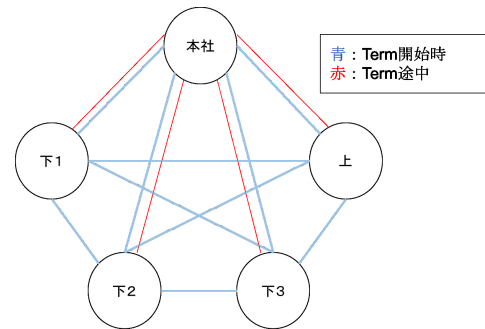


図 4: コミュニケーション・チャンネル

次に、実験結果の分析方法として、2 つの分析手法を用いる。

1. ある状況からどのような問題が発生しているのかを認識し、その問題に対してどのような解決策を見出していたのか、の 3 層構造での分析。
2. 状況と問題、問題と解決の関係を把握するためのプロトコル分析。

本研究でのプロトコル分析とは、プレイヤーのコミュニケーションから見れる協働の様子や、状況から問題、問題から解決に至るまでの過程を把握することを目的とする。

4. 実験

実験は、青山学院大学の大学院生と学部生の 5 名 1 グループを対象に行った。準備として、被験者に対して事前に ColPMan ゲームについてのオリエンテーションを行い、理解してもらった上でゲームに取り組んでもらった。ゲームは、5 タームの長さで行い、プレイヤー間のコミュニケーションはインタフェース上のチャンネル内でチャット形式で行ってもらう。

実験から得られた結果より、本研究で設定したチャンネル内での、定常的な・非定常的な変動が発生した際のコミュニケーションを分析することで、早期回復に至った意思決定構造を把握することができた。

5. 結論

本研究では、改良した生産管理ゲーム ColPMan を用いて、様々なパターンで参加型シミュレーションを行った結果、新しく設定したチャンネル内でのコミュニケーションを観察し、意思決定の流れを把握することができた。

参考文献

- [三木 15] 三木賢太郎, 野中朋美, 水山元: サプライチェーンレジリエンスを支える集団意思決定分析のためのシリアスゲーム開発, 2015 年度人工知能学会全国大会, 2G5-OS-25b-4, 函館, May (2015) .
- [古川 16] 古川達希, 野中朋美, 水山元: サプライチェーンレジリエンスを分析するためのシリアスゲーム ColPMan の改良と機能検証, 計測自動制御学会 第 43 回知能システムシンポジウム講演論文集, 室蘭, Mar. (2016)