

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：32601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560156

研究課題名(和文) 組織的な知識生産プロセスのモデル化とその応用

研究課題名(英文) Modeling Organizational Knowledge Creation Process and Application of the Model

研究代表者

水山 元 (Mizuyama, Hajime)

青山学院大学・理工学部・教授

研究者番号：40252473

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：知識生産を、ものづくりとの類比から、何らかのオブジェクトを何らかの作業によって変化させていくプロセスとして捉え、そこで生じる現象を「工程」と「作業」の両面から把握するプロトコル分析手法を提案した。そして、知識生産の代表例として、設計タスク、与えられた複数の候補からの選択タスク、問題の発見・解決タスクの三つを取り上げ、提案したモデルを用いてそれらのプロセスのダイナミクスを分析した。さらに知識生産を内包したオペレーションとして、サプライチェーンの協働的運用タスクを取り上げ、そのダイナミクスを観察するための参加型シミュレーションのプラットフォームとなるシリアスゲームを開発した。

研究成果の概要(英文)：This research modelled organizational knowledge creation as a process of transforming certain objects through certain operations, and proposed a framework of protocol analysis for capturing the phenomena observed in the process with process elements and task elements. Then, taking up a design task, a decision making task, and a problem finding and solving task, it analyzed the dynamics of the organizational knowledge creation in those tasks through the proposed framework. Further, it took up the collaborative production management task in an in-house supply chain of a large scale make-to-order company as an example operation involving knowledge creation, and developed a serious game which can serve as the platform for participatory simulation for observing the dynamics of the organizational knowledge creation process in the task.

研究分野：生産システム、協働システム、集合知メカニズム

キーワード：知識生産システム 知識生産プロセス プロトコル分析 知識マネジメント 創造的会議

1. 研究開始当初の背景

(1) 成熟化の進んだ我が国の産業の競争力の源泉は、新たな知識を生み出すイノベーション活動にシフトしており、その生産性向上が急務の課題となっている。また、ものづくりやサービス提供のオペレーションにおいても、その実行過程で知識を生み出し、それを付加価値向上に結び付けることがますます強く求められている。しかし現状では、そうした知識生産における現象やダイナミクスを把握するためのモデル自体が未確立で、知識生産の支援は、身体状況が把握できないまま対症療法的になされる投薬のようなものに止まっている。

(2) 知識生産は、何らかの成果物を生み出すプロセスであるという点で、ものづくりと類似性がある。ものづくりは、素材、部品、中間製品などのオブジェクトを、加工、組立などの作業によって変化させていくプロセスであり、そこで生じる現象は、オブジェクトの変化(工程)と、その変化をもたらす作用(作業)の両面からモデル化・設計されていく。この類似性に着目すると、知識生産もまた「オブジェクトを作業によって変化させていくプロセス」として捉えることができる。しかしながら、プロセスをオブジェクトの変化として捉えるアプローチは、サービス提供プロセスにも少しずつ用いられつつあるが、これまで、基本的にはものづくりを対象としたものであった。

2. 研究の目的

(1) 知識生産のプロセスを、ものづくりのプロセスとの類比から、何らかのオブジェクトを何らかの作業によって変化させていくプロセスとして捉え、そこで生じる現象を、知識生産プロセスのオブジェクト、オブジェクトに生じ得る変化(工程要素)、変化をもたらす作用(作業要素)の三つに基づいて把握するモデル化手法を構築する。

(2) いくつかの具体的な状況設定のもとで、知識生産の観察実験を行い、そこでの発話等の作業データを収集する。そして、上で構築したモデルをこの実際の知識生産プロセスに適用し、モデルの検証・改善を進めるとともに、状況に応じたプロセスのダイナミクスを分析する。

(3) 知識生産を内包したオペレーションのシミュレーション手法を考案する。

3. 研究の方法

(1) 知識生産の代表例として、設計タスク、意思決定タスク(与えられた選択肢からの選択)、問題発見・解決タスク、の三つを取り

上げ、それらのそれぞれについて、グループによる知識生産のプロセスをモデル化するためのプロトコル分析手法を考案する。

(2) 設計タスクについては、玩具の概念設計セッション、意思決定タスクについては、状況設定と選択肢が与えられた下での意思決定セッション、問題発見・解決タスクでは、種々の外乱が生じうるものとの社内サプライチェーンの協働的運用セッションを、それぞれ具体的な題材として取り上げた被験者実験を行い、得られた発話データに対して提案モデルによるプロトコル分析を行う。

(3) 知識生産を内包したオペレーションの具体例として、種々の外乱が生じうるものとの社内サプライチェーンの協働的運用セッションを取り上げ、そのダイナミクスを再現するための参加型シミュレーションの枠組みを考案し、そのプラットフォームとして利用可能なシリアスゲームを開発する。

4. 研究成果

(1) 知識生産のモデル化とそれに基づくプロトコル分析手法の1例として、意思決定タスク(与えられた選択肢からの選択)の場合を示す。

このタスクは、あらかじめ用意された代替案の集合 $A = \{A_1, A_2, \dots\}$ の中から N 人のグループで一つを選ぶことである。グループ内の参加者の立場は均等で、全員が協調して意思決定に当たるものとする。集合 A の要素を評価するために、参加者が考慮し得る評価基準の集合を $J = \{J_1, J_2, \dots\}$ とおく。このとき、参加者 n の代替案 A_j に対する評価 F_{jn} は、

$$F_{jn} = \sum_k f_{jk} w_{nk}$$

で近似される。ただし、 w_{nk} は参加者 n の評価基準 J_k に対する重みである。一般に、任意の参加者 n は認知的な限界のため F_{jn} を最初から正確に認識しているわけではない。すなわち、考慮する J の要素が不十分であったり、 J や w に誤差が含まれていたりするために、参加者が実際に認識している表面的な評価を G_{jn} とおくと、通常、当初は F_{jn} 、 G_{jn} である。各参加者の G_{jn} が F_{jn} からかけ離れたままでは質の高い意思決定は難しい。そのため、集団意思決定では、評価基準の網羅性を向上させ(J の要素数を十分に増やし)、それぞれの精度を向上させ(J の値の誤差を0に漸近させる)、それらの重みを適切な値にする(w をすり合わせる)ことが行われており、その結果、任意の参加者の表面的な評価 G_{jn} が本質的な評価 F_{jn} に近づくほど、質が高く納得感のある結論に至りやすくなるものと考えられる。

以上の考え方に従ってこのタスクにおける知識創造のモデルを提案した(図1)。これは「問題の定義」から「総合評価」に至るまでに、「評価基準の導入と構造化」、「評価基準間の重み付け」、「評価基準に基づいた代替案の評価」を繰り返すことを表したモデルである。

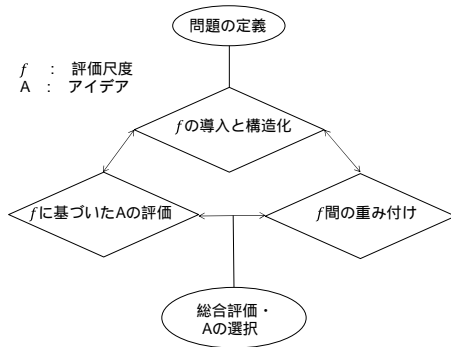


図1. 知識創造のモデル

次に、上記のモデルに基づいて、知識生産の工程、すなわち、対象オブジェクトの変化のとりえ方を考案した。対象とする意思決定タスクにおいては、代替案の集合Aは所与であるためその要素自体は変化しない。知識創造の過程で変化していくのは、それらを評価するための基準とその値、そしてそれへの重みである(fとw)。また、それらは代替案と結び付けられたり、代替案同士を関係づけたりするため、関係も変化していく。続いて、作業、すなわちオブジェクトの変化をもたらす作用のとりえ方について検討した。これについては、図1にあるように、評価基準の導入と構造化、ある評価基準に基づく代替案の評価、評価尺度間の重み付け、などが主なものである。

最後に、知識生産の工程面と作業面について、それぞれタグを設定した。まず、工程面については、どの代替案や評価基準についての発話であるかの観点からタグ付けする。一方、作業面については、以下のタグを設定した。

Group P (問題の定義)

問題状況の明確化	PCL
目的の確認	PP
代替案の明確化	PD
背景の共有	PJ

Group E (評価基準の導入と構造化)

評価基準の導入	EI
評価基準の消去	EER
評価基準の合成	EC
評価基準の分解	EA
評価基準の関係付け	ER
評価基準の明確化	ECL

Group W (基準間の重み付け)

重みの絶対評価	WAB
重みの相対評価	WRE

Group Z (代替案の評価と選択)

代替案の絶対評価	ZAB
代替案の相対評価	ZRE
代替案の選択	SS

(2) 提案したプロトコル分析を用いた知識生産プロセスの分析事例として、同じく、意思決定タスク(与えられた選択肢からの選択)の場合を示す。

ここでは、提案したプロトコル分析手法を用いて、小松らの支援ツール(小松, 水山: 主観評価の類似と差異の視覚化による合意形成支援システム, 平成 23 年度日本経営工学会秋季研究大会予稿集, pp.98-99, (2011))を用いた場合と用いなかった場合で、意思決定タスクにおける知識生産のプロセスにどのような差が生じるかを明らかにすることを試みた。小松の支援ツールは、意思決定のための議論をラウンド制にして、ラウンド間に参加者の代替案に対する総合評点を集計し、その結果を主成分分析にかけたうえで、視覚的にフィードバックするものである。

意思決定タスクの被験者実験は、青山学院大学の学生6名ずつの2グループで、こちらで用意した二つのテーマについて、支援ツール「あり」と「なし」を1回ずつ割り当て、合計4回行った。図2と図3に、提案したプロトコル分析の結果の一例を示す。支援ツールを用いた場合の方が、明らかに議論の行き来が活発であることが見て取れる。このように、提案したプロトコル分析手法は知識生産プロセスのダイナミクスを把握、比較するために有用であることが確認できた。

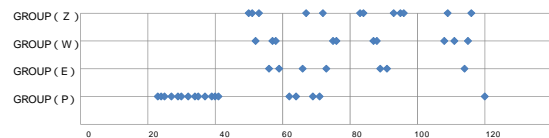


図2. 作業タグの時系列(ツールなしの場合)

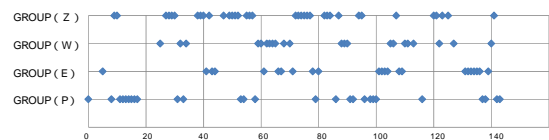


図3. 作業タグの時系列(ツールありの場合)

(3) 最後に、知識生産を内包したオペレーションの参加型シミュレーションのために開発したシリアスゲーム ColPMan について述べる。

これは、大規模製造業のサプライチェーンを題材として、プレイヤーが擬似的に製造業サブ

ライチェーンの協働的な運用を再現する参加型シミュレーションのための環境を提供するものである。サプライチェーンモデルと物および情報の流れを図4に示す。サプライチェーンの構成要素は、顧客から注文を受け納期を交渉し、受注情報を各下工程工場に振り分ける本社(事業拠点)、製品を加工する3つの下工程工場(製品生産工場)、材料を製造する上工程工場(材料製造工場)である。本モデルでは、下工程工場1層と上工程工場1層による2階層の直列機能分担を採用した。これは、ゲームの過度な複雑性によりプレイヤーのエンゲージメントを損なわないようにするためである。

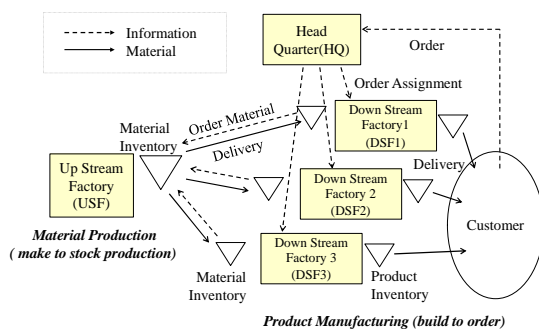


図4. CoIPManのサプライチェーン構成

各サイトを担当する5人のプレイヤーが互いに協力しながら、ゲームの目的であるスコア最大化を目指して生産を進める。スコアは、製品売上から、製品配送コスト、製品在庫コスト、材料配送コスト、材料在庫コスト、納期遅れペナルティコスト、段取り替えコストを差し引いて計算される。本社プレイヤーは、顧客からの注文を受け、注文情報に対して約束納期を設定し三つの下工程工場に振り分ける。顧客には優先度が設定され、重要度が高い顧客ほど納期遅れペナルティコストが大きくなる。下工程工場プレイヤーは、本社プレイヤーから振り分けられた注文情報をもとに製品生産計画および材料発注計画を立案し、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、下工程工場からの材料要求通りに材料を配送できるよう材料生産計画を立てる。

例えば、大規模な地震発生により、いずれかもしくは複数の工場で生産設備が停止した場合、停止した工場のみならず当該地域全体の被災により物流機能が働かないことが予想される。代替工場がある場合は、拠点間で材料在庫や製品在庫を融通することや、生産能力に応じた注文の再振り分けが求められる。組織全体での連携が必要である。定常的および非定常な変動いずれにおいても、変動が発生した際に各主体が自身の問題として閉じて対処・解決するのか、あるいは関係者間で問題を共有し解決策を協議するかどうかは、各意思決定主体の判断に委ねられる。組織的な

問題の発見と解決は、複数主体間での情報共有や議論を通じてなされる。本ゲームには、両方の変動がシナリオとして組み込まれており、そうした知識創造のあり方を観察することができる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

三木賢太郎, 安瀬美知子, 水山 元: リスク事象発想支援のための分散デルファイ法の提案と評価, 日本経営工学会論文誌, Vol.65, No.3, pp.201-210 (2014), 査読有. DOI: 10.11221/jima.65.201

T. Sakao and H. Mizuyama: Understanding of a Product/Service System Design: A Holistic Approach to Support Design for Remanufacturing, Journal of Remanufacturing, 4:1 (2014), 査読有. DOI: 10.1186/2210-4690-4-1

〔学会発表〕(計11件)

T. Nonaka, K. Miki, R. Odajima, H. Mizuyama: Analysis of Dynamic Decision Making Underpinning Supply Chain Resilience: A Serious Game Approach, Proceedings of the 13rd IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems, Sep. (2016) to appear.

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 CoIPMan 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).

古川達希, 水山 元, 野中朋美: サプライチェーンレジリエンスを支える集団意思決定を分析するためのシリアスゲームの提案, 平成27年度日本経営工学会秋季大会予稿集, pp.232-233, 金沢, Nov. (2015).

H. Mizuyama, T. Nonaka, Y. Yoshikawa and K. Miki: CoIPMan: A Serious Game for Practicing Collaborative Production Management, Proceedings of the 46th International Simulation and Gaming Association Conference: ISAGA 2015, Kyoto Japan, July (2015).

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, 函館, May (2015).

水山 元, 梶本航平, 野中朋美: 集団意思決定における知識生産のモデル化とそれ基

づくプロトコ分析，平成 27 年度日本経営工
学会春季大会予稿集，pp.32-33，八王子，
May (2015).

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
決定プロセス分析のためのシリアスゲーム
の開発，計測自動制御学会 システム・情報
部門 学術講演会 SSI2014 講演論文集，岡
山，Nov. (2014).

宮下瑛志，安瀬美知子，水山 元：成長要
素と属性を考慮した玩具設計支援ツールの
研究，2014 年度精密工学会春季大会学術講演
会講演論文集，pp.413-414，東京，Mar.
(2014).

宮下瑛志，安瀬美知子，水山 元：成長要
素と属性に関する集合的感性を可視化した
玩具設計支援ツールの研究，計測自動制御
学会 システム・情報部門 学術講演会
SSI2013 講演論文集，大津，Nov. (2013).

三木賢太郎，安瀬美知子，水山 元：デル
ファイ法を拡張したリスク事象発想プロセ
ス支援手法の提案とその検証，計測自動制
御学会 システム・情報部門 学術講演会
SSI2013 講演論文集，大津，Nov. (2013).

6. 研究組織

(1)研究代表者

水山 元 (MIZUYAMA, Hajime)
青山学院大学・理工学部・教授
研究者番号：40252473