

Game-Based Situation Prototyping による状況共有の量的 および質的な有効性評価

○栗山誠太郎 高橋真吾 (早稲田大学) 三浦政司 前波晴彦(鳥取大学)

Quantitative and Qualitative Evaluation of Effectiveness of Situation Sharing with Game-Based Situation Prototyping

* S. Kuriyama, S. Takahashi (University of Waseda), M.Miura and H.Maenami (Tottori University)

概要— Game-Based Situation Prototyping は三浦らにより提案されたモデリング手法で,異なる価値観や情報, 文化的背景等を持つ多様なステークホルダーが協働してゲームを作成することによって問題状況を可視化・共有するとともに, ABM と整合性の高いモデルとして整理することを可能とする. 本研究では GBSP を用いた状況の共有を評価する手法を検討した. GBSP に加えてソフトシステム方法論における rich picture を用いた対照実験を行い, どの程度状況が共有がなされたかを示す共有度の指標を提案した. さらに被験者の行動を形式概念分析を用いて検討し状況共有へ結び付く行動を明らかにするとともに, GBSP による状況共有の有効性を分析した.
その結果, 単なるアイテム情報の共有ではなくアイテム間の因果関係の共有において GBSP の有効性があること, GBSP のゲーム化行動が関係性を共有するのに有効であることを示した.

キーワード: ゲーミング, 協働型モデリング, 社会シミュレーション

1 研究の背景と目的

1.1 Game-Based Situation Prototyping(GBPS)による状況共有

Game-Based Situation Prototyping (以下GBSP) とは三浦らにより提案されたモデリング手法で,異なる価値観や情報, 文化的背景等を持つ多様なステークホルダーが協働してゲームを作成することによって問題状況を可視化・共有するとともに, ABM と整合性の高いモデルとして整理することを可能とするとされる. 三浦らはゲームとエージェントベースモデル(ABM)の Table 1 のような類似性に着目し, グループでゲームをつくるというプロセスを通して協働モデリングを実現する手法として提案した¹⁾.

Table 1: ゲームとABMの類似性.

ゲーム	ABM
プレイヤー	エージェント
ゲームの規則	行動規則
プレイヤーとゲームモデル間の相互作用	エージェント間、エージェントと環境の相互作用
プレイヤーやゲームモデルのパラメータの変化	エージェントや環境のパラメータの変化

GBSP は, ABM やシミュレーションに関する専門家と, 具体的な組織, 環境の知識をもつ専門家間での状況共有の促進や協働モデリングによる連携を可能にする手法で, ABM やシミュレーションのより幅広い分野への応用が期待される.

GBSP では, 参加者は問題状況をトークン, チップ, ボードなどを用いてゲームの形式で表現する. その際参加者間の議論によるゲームの構造の作成や修正によって状況の共有が促進され, 共通認識を得ながらABMの基礎となるペーパープロトタイプが作成される.

状況のモデルはペーパープロトタイプとして机の上に展開されているため, 参加者は即時に修正することが可能となる.

1.2 GBSP のプロセス

GBSP は以下のステップに従って行われる.

- Step1: 状況の登場人物や要素及び環境を議論しながらスチレンボード, ポイントトークン, チップトークンなどを机の上に配置する (Fig. 1).
- Step2: 登場人物の行動や要素との相互作用をプロトタイプを用い, トークンの変化移動について議論しながら記述する (Fig. 2).
- Step3: ボードゲームを想定し行動や処理の順序などをルール化および手順化する (Fig. 3).
- Step4: Step3 で作成したゲームをプレイしながらゲームの構造を修正する.

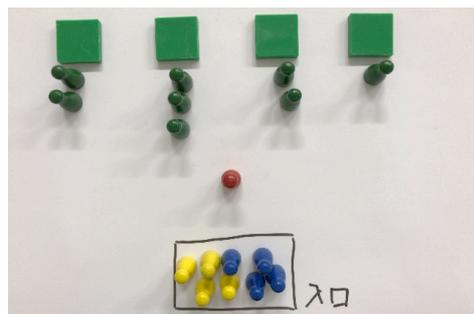


Fig. 1: 登場人物・環境の表現.

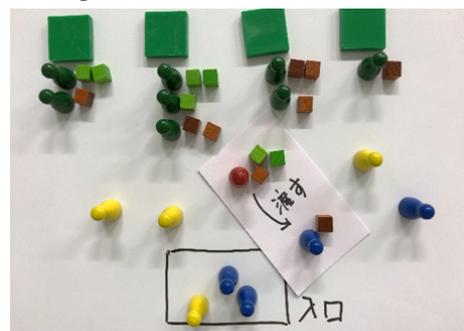


Fig. 2: 相互作用の記載.

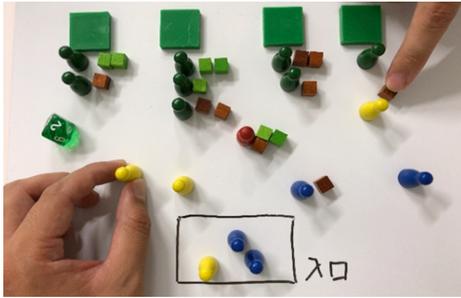


Fig. 3: ゲームとして表現.

Step1~Step4 をゲームの構造や要素の追加や修正の度に繰り返し行い議論する. 議論の際には Fig. 4, 5 のようなトークン, チップ, ボード, ホワイトボードシート, ペンなどを使用する.



Fig. 4: GBSP のツール①.



Fig. 5: GBSP のツール②.

プロセスの Step3 で作られるボードゲームは, 議論をしていく中で構造や要素が更新され, GBSP ではゲーム内のパラメータの整合性やゲームバランスよりも, ゲームのルールや構造が問題状況を十分に表現しているかが重視される. 当然ながら, 仮に同一の物理空間や社会現象を対象としていたとしても何を問題とするかによってゲームとして再現されるべき問題状況は異なる.

Step4 でのテストプレイをすることで, それまでの他の参加者の考えや共有内容を確認し, 共有の漏れや, 自分の考えとの相違に気づくことができる. それらを反映するようにゲームの修正を繰り返す.

1.3 従来のゲーミングとの違い

社会現象の問題状況を考えるうえでゲーミングが用いられる理由として兼田は以下のようなことをあげている²⁾.

- (a) 参加者間のコミュニケーションによって複雑な状況の全体像の理解, 共有が可能.
- (b) ゲーミングモデルにおけるゲームの多様性, モデルの柔軟性により, 一般的な抽象モデルでは表現

できない問題状況の表現が可能.

- (c) ゲーミングによるコミュニケーションの促進が可能であり, さらに参加者に平等なツールになりうる.
- (d) 情報技術の進展にも対応しうる.
- (e) ゲーミングは多主体系モデルの一形式であり, 他の多主体系モデルと組みあわせが期待される.

従来の参加型ゲーミングシミュレーションでは, 関与者はゲームのプレイヤーとして参加するのに対して, GBSP では関与者はゲームの作り手として参加する. ゲームのルールや構造が参加者による対話により作られ, 参加者の議論によるモデリングが可能である. GBSP は, 上述のような従来のゲーミングの特徴を活かしつつ, 参加者自身が議論を行うことで目的設定や課題抽出といった初期の段階から取り入れることを目指している.

1.4 研究目的

GBSPの協働モデリングのアプローチでは, 参加者による状況共有とプロトタイプモデリングとしてのゲーム作成の後, モデルをもとにシミュレーションモデルを作成する. 本研究では異分野専門家間での状況共有について扱う.

これまでのGBSPの実践では研究活動や教育における協働モデリングが状況共有に効果的であることが主観的に確認されている¹⁾が, その効果や有効性について必ずしも十分な評価がなされていない.

評価については, 状況共有に関する定量的な指標を定めたいうでの評価だけでなく, 状況の共有という質的な側面からの評価も必要である.

本研究ではGBSPによる状況共有の有効性の評価を量的および質的な側面から行う方法を開発することを目的とする. とくに, 量的な側面からは「共有度」の指標の設定を行い, 質的な側面からは, 「形式概念分析」の手法を用いた方法により, 被験者を用いた評価実験の結果の評価を行う.

2 GBSPの状況共有に関する評価実験

2.1 対象となる問題状況

本研究では, 被験者による GBSP を実施して, 状況共有の効果に関する評価実験を行う. GBSP の適用が期待される実際の状況では, 参加者が異なる価値観や情報を持っている. 評価実験では, 問題状況を人工的に作成し, 被験者には認知できる問題状況の情報が非対称的になるように分配した.

2.2 rich picture との比較による対照実験

評価実験は, GBSP の実験と対照実験なる. 評価は対照実験における状況共有との比較によって行う. 対象実験は, なるべく自由な討論による状況共有が可能で方法論であることが重要である. 今回は対照実験としてソフトシステム方法論³⁾⁴⁾(以下 SSM)における rich picture を参加者が協働で作成するによって状況共有を行った.

評価の対照実験として rich picture の作成を行い, 共通の題材に対して GBSP を用いた班(4つ)と rich picture

を用いた班(3 つ)で状況共有をし、その結果を比較し GBSP の有効性を評価する。

SSM は、問題状況に対して概念モデル(理想状態)と現状とを表現し問題状況の改善案について考える方法論でいくつかのステージからなっており、問題状況に対する認識が関与者によって異なるとき特に有効とされている。今回用いる rich picture は SSM のプロセスの一つのステージで用いられ、rich picture によって現在の状況を参加者が自由に記述し、参加者間での状況共有する手法である。今回の実験では、rich picture は状況に含まれる関与者や要素とそれらの相互作用を図として自由に表現し、参加者間で状況を共有するために用いる。本実験では記述道具としてホワイトボードシート、ポストイット、ペンを用いて状況を表現してもらった。

GBSP ではゲームの形でモデル化しており、グループ内で共同でモデルを作成し状況を共有するという類似点に着目し、特別な方法を用いずに自由に状況を記述する rich picture は、モデル化の有無による差異を検証するには妥当な手法であるため対照実験に用いた。なお rich picture は SSM という問題改善・学習の方法論の一部として提唱されたものであるが、今回は、SSM の適用とは切り離して rich picture を状況共有の手法として利用している。rich picture は SSM においても状況共有の手法として使用されるものであり、その働きは SSM のプロセス内で使わずに単独に使用しても状況共有に関する妥当性に影響はない。また方法論の一部のみを適宜利用することは Multimethodology⁵⁾の考え方に沿うものであり、方法論的に見ても問題点は特にない。

2.3 実験方法

実験は 2017 年 11 月の 2 日間にわたって、大学生と大学院生合計 28 名で行った。1 班 4 人で 7 班の構成である。1~4 班が GBSP、5~7 班が rich picture の手法である。実験の流れが以下のとおりである。

【1 日目】チュートリアル(手法の練習を兼ねる)

それぞれの手法のプロセスを被験者に習熟してもらうため、2 日目の本実験で行う手法、グループで練習を行った。それぞれの手法で、現実の問題の共有、人工的に作成した問題の共有を行った。

【2 日目】本実験

人工的に作成した題材「地域 X の人口増減」に関して 1 日目と同じ手法、グループで共有した。

具体的な実験の流れは Fig. 6 のとおりである。



Fig. 6: 実験の流れ。

① 自分の役割情報の読み込み(5 分)

本実験では人工的な題材を用いており、被験者はその題材に関して班内の他の被験者とはそれぞれ異なる情報を持っている。被験者ごとに「住民 A」「住民 B」「地方自治体の職員 C」「専門家 D」の 4 つの役割のいずれかを与え、それぞれに異なる「役割情報」と全員に共通した「共通情報」を紙媒体で配布した(Fig. 7)。

「自分の役割情報の読み込み」の時間では、与えられた状況に関する情報を読み込んでもらい、状況の理解を促した。

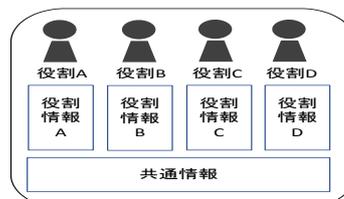


Fig. 7: 情報、役割の配布方法

① プレテスト(20 分)

各手法による共有の前に、被験者全員に同じテストを行う。自分の役割に従って、状況に関する問題に答えてもらう。

② 共有(70 分)

チュートリアルで学んだプロセス通りに人工的な題材「地域 X の人口増減」に関する状況共有をそれぞれに与えられた手法に従って各班に同じ時間行ってもらう。

③ ポストテスト(30 分)

共有終了後、1 験者全員に同じテストを行う。自分の役割情報や共有した内容をもとに答えてもらう。

④ ヒアリング(8 分/1 人)

実験後、各被験者に個別に諮問を行い、各班がそれぞれの手法に基づいて作成した状況に関して共有した成果物を用いて説明してもらう。

2.4 「状況共有の場」のモデル化

本実験では、「状況共有の場」をモデル化して両手法を比較した。人工的な状況に関して、状況は構造化された因果ループ図で表現した後に、その内容を含んだ情報を被験者に分配した。ここで被験者それぞれに独自の理解があり、同じ情報を配布した被験者間でも理解は異なる。このように現実での「状況共有の場」をモデル化して実験で用いた。

2.5 共有の確認方法

上記の実験の②、④、⑤の結果を用いて各班における共有を確認する。

(1)プレテストとポストテストの内容と評価方法

プレテストとポストテストの結果を用いて、実験による共有の前後における被験者個人の認知する情報の増加量をあらかじめ作成した正解と比較することで算出する。

ステークホルダーや状況変化に影響を与える要因

等、問題状況で扱われる要素を網羅的に出題し、「ある要素に関係する要素」や「要素の説明」について問い、あらかじめ用意していた正解と比較した。

またプレテストによるポストテストへの影響をなくすため、ポストテストではプレテストと独立した問題を出題した。

(2) ヒアリングの内容と評価方法

問題状況を幾つかの部分に分解し、各部分ごとに被験者にヒアリングした。諮問では「ある要素や登場人物の行動による他の要素への影響」について尋ねた。ついで関連する他の要素や要素間の関係性についても尋ねた。

ヒアリングによって得られた要素間の関係性、登場人物の行動と要素間の関係性を因果ループ図として整理し、どのような共有がなされたかを評価した。因果ループ図の作成では、ヒアリング時の記録に加えて録画映像を参照した。本手法では被験者の説明をもとに因果ループ図を作成するため、プレテスト・ポストテストだけでは確認できない情報共有を補足することができる。

またヒアリングにおいて被験者は作成したゲームや rich picture を参照したり回答に用いたりすることを推奨し、GBSP では実際にゲームプロセスを再現しながら、rich picture では作成した図等を用いることができるものとした。

(1)(2)を整理したものが以下の Table 2 である。

Table 2: テストによる評価内容。

テスト	プレテスト	ポストテスト	ヒアリング
形式	ペーパーテスト(個人)		諮問(個人)
	成果物を見ることは禁止		成果物を用いた説明
目的	共有の前後での知識の差を正解と比較し測定		説明から因果ループ図を作成し共有内容を確認

3 実験結果

3.1 プレテスト・ポストテストの結果

(1) 採点基準

あらかじめ用意していた要素と関係性に関する正解と比較し採点をした。その際、単語が正解と異なっても、内容が一致している場合は○とした。たとえば「自治体の整備費→自治体の補助金」などである。

Fig. 8 のように関係性に飛躍のある場合や不足のある場合は△とし、○を1点、△を0.5点とした。

問い「税金を増やす要因はどのようなものがありますか。」に対して、正解は「人口の増加」によるだが、「I, U ターンの増加」という回答は、「I, U ターンの増加」により「人口の増加」が成り立つので飛躍が生じているため△となる。

(2) ポストテストの結果

ポストテストを採点した結果被験者ごとの点数の結

果は以下の Fig. 9 のようになった。青、黄の棒グラフはそれぞれ GBSP 群、rich picture 群を表している。

2 群は異なる被験者集団なので、以下では分散が等しくないと仮定した2標本による検定を用いた。ポストテストの結果には2群間に有意な差はなかった。

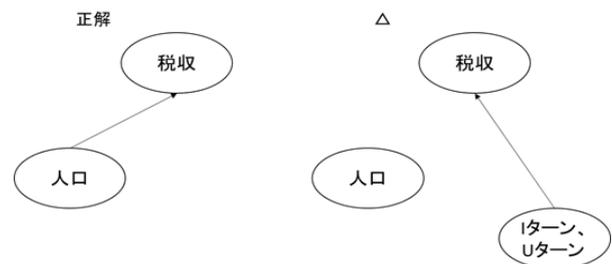


Fig. 8: 理論に飛躍のある因果ループ図。

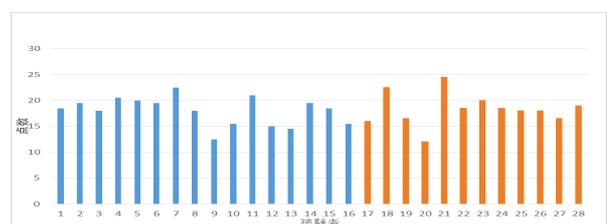


Fig. 9: ポストテストの点数。

(3) プレテスト・ポストテストの比較の結果

プレテストとポストテストの点数の差は以下の Fig. 10 のようになった。

検定したところ2群間に有意な差はなかった。

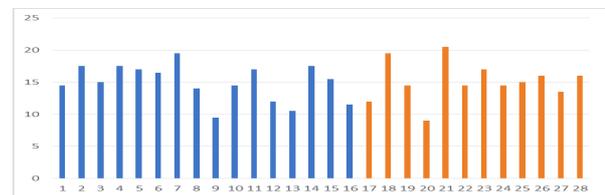


Fig. 10: プレテストとポストテストの差の点数。

(4) 指標 1: 共有度による評価

ポストテストにおいて、新たに共有度という指標を作り評価した。「共有度」は特定の役割の人が持っている情報を、他の役割の人が把握できているかを表す指標で、自分の情報をグループの他の人がどの程度理解しているかを表す。

たとえば5班の各参加者に「Q1. 中心部の景観はどのような要因でよくなると考えられますか。」という質問をして、Table 3 のような回答を得た場合、初めは役割 D のみが持っていた情報である「公共施設」について、共有後は5班の役割 A, B, C の3人全員が把握しているのでこの班における共有度は3となる。同様に「もの、店」についての共有度は1となる。

共有度に関する班ごとの結果は Table 4 のようになり、welch の t 検定を用いた結果 GBSP の有効性が若干みられた。(20%有意)

Table 3: 5 班の実際の回答と共有度.

Q. 景観が良くなる要因	初期の情報保有者	5 班				共有度
		A	B	C	D	
公共施設が増える	D	○	○	○	○	3
もの店が増える	A	○	×	○	×	1

Table 4: GBSP と RP による各班の共有度.

	1班	2班	3班	4班
GBSP	1.92	1.92	1.38	1.67
rich picture	1.37	1.78	1.48	

3.2 ヒアリングの結果

共有とは要素だけでなく要素間の関係性についてもグループ内で共通認識を得ることである。ヒアリングから作成した各人の因果ループ図を班内で比較し、その類似度を確認する。班内での認識の類似度を表す共通認識度という指標を定義して、班内でどの程度共通認識が得られたかを分析する。状況を因果ループ図で表現する場合、要素をノードとし、要素間の関係性をエッジとする。

(1) 指標 2: 共通認識度による評価

p 個のノード, q 個のエッジが抽出された場合のそれぞれの共通認識度を以下のように定義する。

① ノードの共通認識度

ヒアリングで抽出されたノードをそれぞれノード₁, ノード₂, ..., ノード_pとしたとき、その因果ループ図のノードの共通認識度を以下のように定義する

$$\sum_{i=1}^p \frac{\text{ノード}_i \text{を認識している人数}}{p}$$

② エッジの共通認識度

ヒアリングで抽出されたエッジをそれぞれエッジ 1, エッジ 2, ..., エッジ n としたとき、その因果ループ図のエッジの共通認識度を以下のように定義する。

$$\sum_{i=1}^q \frac{\text{エッジ}_i \text{を認識している人数}}{q}$$

Fig. 11 は、もの店のニーズが増えた時の U, I ターン者への影響を関連する要素について説明した例である。このときノードの共通認識度は(2+4+1+3+4)/5=2.8, エッジの共通認識度は(2+2+2+1+1+3+3)/7=2 となる。

4 つの設問に関してヒアリングを行い、共通認識度を算出し平均を算出した。各設問のノードとエッジの共通認識度の平均点を手法ごとで整理したところ Table 5 のようになった。

ノードに関しては 10% 有意で GBSP の有効性が示され、エッジに関しては 5% 有意で GBSP の有効性が示された。このことより GBSP の共有の方が班内での関係性の共通認識度が高いことが分かった。

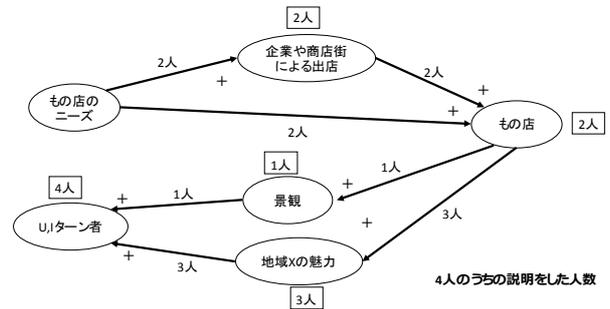


Fig. 11: 上記のヒアリングの 1 班の因果ループ図.

Table 5: 手法ごとでの共通認識度

手法	GBSP				rich picture		
	1	2	3	4	5	6	7
ノード	3.3	3.2	3.0	2.0	2.1	2.1	2.7
エッジ	2.8	3.0	2.4	2.0	1.7	1.7	2.2

4 形式概念分析

4.1 形式概念分析の概要

形式概念分析⁶⁾は、対象とその属性に関するコンテキスト表を作成し、コンテキスト表において表現される空間において成り立つ含意関係などの関係性を表現する質的分析手法である⁷⁾。示される関係が、名義尺度や順序尺度などに制約されずに社会現象における複雑性や多様性を犠牲にすることなく扱うことができる。分析の手続きが数学的に与えられているため客観的であるという特徴がある。

4.2 形式概念分析の方法

(1) コンテキスト表による形式概念の抽出

対象の集合 G と属性の集合 M および G, M 間の関係 I からなる 3 つ組 K=(G, M, I) を形式文脈という。ここで G の要素を「対象」、M の要素を「属性」という。「対象 g は属性 m を有する」ことを gIm または (g, m) ∈ I と表現しコンテキスト表として表す。

対象の集合 A ⊆ G に対して次の集合を定義する。

$$A' = \{m \in M \mid \text{すべての } g \in A \text{ に対し } gIm\}$$

同様に属性の集合 B ⊆ M に対し次の集合を定義する。

$$B' = \{g \in G \mid \text{すべての } m \in B \text{ に対し } gIm\}$$

A ⊆ G, B ⊆ M, A'=B, B'=A を満たす対 A, B を形式概念 (A, B) とし、A を外延, B を内包と呼ぶ。

例えばある集団に関して Table 6 のようなコンテク

スト表が作成された場合の形式概念は Table 7 のとおりである。コンテキスト表における×は、対象がその属性を持っていることを表現している。

Table 6: ある集団から得られたコンテキスト表。

		属性 M				
		男	女	サッカー部	野球部	手芸部
対象 G	田中 (g1)	x		x		
	鈴木 (g2)	x		x		
	山田 (g3)	x			x	
	佐藤 (g4)		x	x		
	加藤 (g5)		x			x
	木下 (g6)		x			x

Table 7. コンテキスト表から得られた形式概念。

No.	形式概念
1	({男}, {g1, g2, g3})
2	({女}, {g4, g5, g6})
3	({サッカー部}, {g1, g2, g4})
4	({野球部}, {g3})
5	({手芸部}, {g5, g6})
6	({男, サッカー部}, {g1, g2})
7	({男, 野球部}, {g3})
8	({女, サッカー部}, {g4})
9	({女, 手芸部}, {g5, g6})

(2)形式概念を用いた Hasse 図の作成⁸⁾

一方の属性集合が他方の属性集合に含まれている場合の属性の種類が少ない方を上位概念、多い方を下位概念とし、最上位概念を ({全対象}, {}), 最下位概念({}, {全属性})として、それぞれの上位概念、下位概念を線で結んだ、全ての形式概念が含まれる図を Hasse 図とし表現する。表の形式概念の Hasse 図で表現した場合 Fig. 12 のような Hasse 図が作成される(対象は省略)。Hasse 図において、各形式概念はノードで表現される(図においてノードの番号が表の形式概念に相当する)。下位概念は線で結ばれた上位概念の属性を含んでいることになる。例えば形式概念 8 のノードはノード 2, 3 の属性を含む。

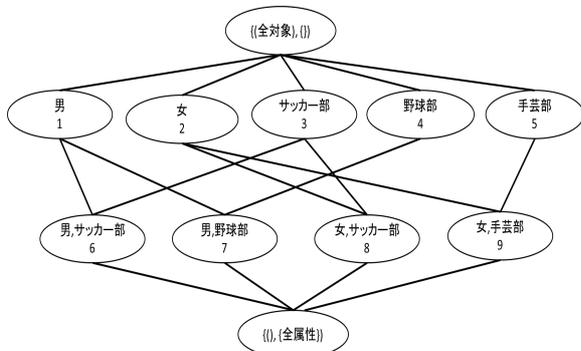


Fig. 12: コンテキスト(Table 8)から得られた Hasse 図。

(3)Hasse 図を用いた属性間の関係性の導出

属性集合 X, Y に対して、X が成り立つときの Y が成り立つといった関係性を形式概念のもつ対象数からアソシエーションルールとして関係性が抽出でき、その評価指標として確信度が以下の式で表される。

$$\frac{\text{属性 } X \cap Y \text{ の形式概念の対象数}}{\text{属性 } X \text{ の形式概念の対象数}}$$

例えば、Fig. 12 において、属性{男}, {サッカー部}の関係性を見たい場合、形式概念 1, 3, 6 に注目する。それぞれの対象数を記載した場合 Fig. 13 のようになる。ここで{男}ならば{サッカー部}のアソシエーションルールにおける確信度は以下のようになる。

$$\frac{\text{形式概念 6 の対象数}}{\text{形式概念 1 の対象数}} = \frac{2}{3}$$

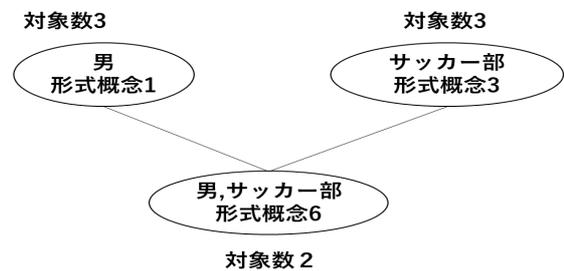


Fig. 13: 属性{男}, {サッカー部}に着目した Hasse 図。

4.3 形式概念分析の適用方法

本節では GBSP と rich picture の実験における各自の行動と共有の関係を形式概念分析を用いて表現する。

本研究では、GBSP と rich picture の 2 つの共有方法からの共有内容の差異が確認できた。ヒアリングの結果において共通認識度という指標を用いたところ、状況の要素間の関係性の共有において、強く共通認識が得られていると分かった。本節では、この結果と実験中の行動に関して形式概念分析を用いて解析することによって、共有に結び付く行動を手法ごとに分析する。

本研究では、「対象」をヒアリングで抽出された因果ループ図におけるエッジの事象とし、「属性」を実験中の行動と対象を認識している人数(認識数)。

上記の「対象」と「属性」のコンテキスト表を作成し、共通認識度を結論部に含むアソシエーションルールを得ることで、共有に結び付く実験中の行動を解析する。それぞれの属性は、各班の実験を撮影したビデオデータ(70 分×6 班)から、手法ごとで特徴的な共有に関する行動を選択した。(ただし GBSP 第 4 班のビデオデータが一部欠落していたため解析から除いた)

(1) GBSP 班における行動と共有結果に関する分析

「対象」は GBSP 班の被験者から抽出された因果ループ図のエッジの事象であり、「属性」は以下の通りである。

属性 1 {**発言**} : 事象が発言されている

属性 2 {**トークンなどを用いた議論**} : 事象の要素がトークンなどで表現され、事象の関係性が議論されている

属性 3 {**ゲーム化**} : 事象がゲームの一部としてテスト

プレイされている

属性 4{認識数 0~4} : エッジを認識している人数(0人~4人)

一つの関係性(エッジ)に対して属性 1~4 があり, Table 8 のようなコンテキスト表が作成された. エッジは 91 種類抽出されたが, そのうちのエッジ 1-5 を表 8 に載せている.

Table 8 において「対象」エッジ 1 は, {発言}, {トークンなどを用いた議論}, {ゲーム化}, {認識数 4} の「属性」を持っている. このことは, エッジ 1 の事象は, 関係性の発言がされ, トークンなどを用いた議論, テストプレイがなされており, 認識数が 4 であることを意味する.

(2) rich picture 班における行動と共有結果に関する分析

「対象」は rich picture 班の被験者から抽出された因果ループ図のエッジの事象であり, 「属性」は以下の通りである.

属性 1{発言}: 事象が発言されている

属性 2{ポストイットでの表現 O, Δ, ×}:

因果ループ図のノード 2 つのその間のエッジを評価指標としているため, 2 つの要素がともに記載されている場合 O, 不完全な場合は Δ, 表現がなされていない場合は ×.

属性 3{関係性の記載 O, Δ, ×}:

ポストイットで要素(ノード)が 2 つとも記載されている場合, その間の関係性が共有された内容と同じで正しく語句で記載されていた場合 O, 不完全な場合や矢印のみの場合 Δ, 記載がなかった場合 ×.

属性 4{認識数 0~4} : エッジを認識している人数(0人~4人)

一つの関係性(エッジ)に対して属性 1~4 があり, 表のようなコンテキスト Table 9 が作成された. エッジは 102 種類抽出されたが, そのうちのエッジ 1-5 を表に載せている.

Table 9 において「対象」エッジ 1 は {発言}, {ポ

Table 8: GBSP におけるコンテキスト表.

	発言	トークンなど を用いた議論	ゲーム化	認識数0	認識数1	認識数2	認識数3	認識数4
エッジ1	×	×	×					×
エッジ2	×			×				
エッジ3	×	×					×	
エッジ4	×			×				
エッジ5					×			

Table 9: rich picture におけるコンテキスト表.

	発言	ポストイット での表現 O	ポストイットで の表現 Δ	ポストイット での表現 ×	関係性の記載 O	関係性の記載 Δ	関係性の記載 ×	認識数0	認識数1	認識数2	認識数3	認識数4
エッジ1	×	×				×						×
エッジ2				×			×	×				
エッジ3				×			×		×			
エッジ4				×			×		×			
エッジ5				×			×		×			

ストイットでの表現 O}, {関係性の記載 Δ}, {認識数 3} の「属性」を持っている. このことは, エッジ 1 の事象は, 関係性の発言がされ, エッジが結んでいる要素 2 つがポストイットでともに表現されているが, その要素の関係性の記載が不完全であり, 認識数が 3 であることを意味する.

4.4 形式概念分析による分析結果

Concept Explorer⁹⁾ を使用し, 事象の行動とその共通認識度に関するコンテキスト表から, アソシエーションルールを抽出した.

(1) GBSP の行動と共有に関する分析結果

コンテキスト表から得られたすべての形式概念を含む Hasse 図は複雑なため, ここでは共有に強く関わると考えられる {発言}, {トークンなどを用いた議論}, {ゲーム化} と共有の結果を評価する {認識数 4} の属性を含む形式概念を用いた Hasse 図を例として示す (Fig. 14).

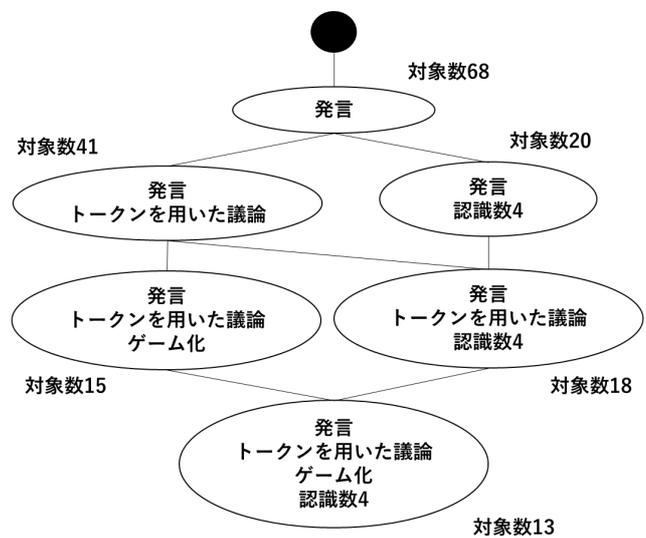


Fig. 14: 強い共通認識と行動に関する Hasse 図(GBSP).

GBSP の行動と関係性の共有に関して、以下のようなアソシエーションルールが得られた。〈 〉には対象数, []には確信度, { }には属性がそれぞれ記載されており, 左が条件部で右が結論部である。左の属性が成り立っているとき, 同時に右の属性も成り立つ確率がアソシエーションルールから分かる。

- 1 < 41 > {トークンを用いた議論} = [100%] => < 41 > {発言};
- 2 < 20 > {認識数 4} = [100%] => < 20 > {発言};
- 3 < 20 > {発言} {認識数 4} = [90%] => < 18 > {トークンを用いた議論};
- 4 < 15 > {ゲーム化} = [100%] => < 15 > {発言} {トークンを用いた議論};
- 5 < 15 > {認識数 2} = [100%] => < 15 > {発言};
- 6 < 13 > {認識数 3} = [100%] => < 13 > {発言};
- 7 < 15 > {発言} {トークンを用いた議論} {ゲーム化} = [87%] => < 13 > {認識数 4};

ヒアリングで抽出されたエッジの種類は 91 個あるため, 分析の「対象」は 91 個である。

共有に関係する実験の行動について分析するために, 結論部に認識数を含んでいる 7 番目のアソシエーションルールに着目する。{発言}, {トークンを用いた議論}, {ゲーム化}の「属性」をもつ「対象」の 87%が{認識数 4}の「属性」を含んでいることが分かる。

以上より, GBSP において重要な行動だと考えられる班内で発言, トークンを用いた議論, ゲーム化がされた関係性に関しては班内で高い共通認識が得られており, 共有が促進されていることが分析で示された。

(2) rich picture の行動と共有に関する分析結果

(1)と同様に, 共有に強く関わると考えられる{発言}, {ポストイットでの表現○}, {関係性の記載○}と共有の結果を評価する{認識数 4}の属性を含む形式概念を用いた Hasse 図は Fig. 15 のようになった。

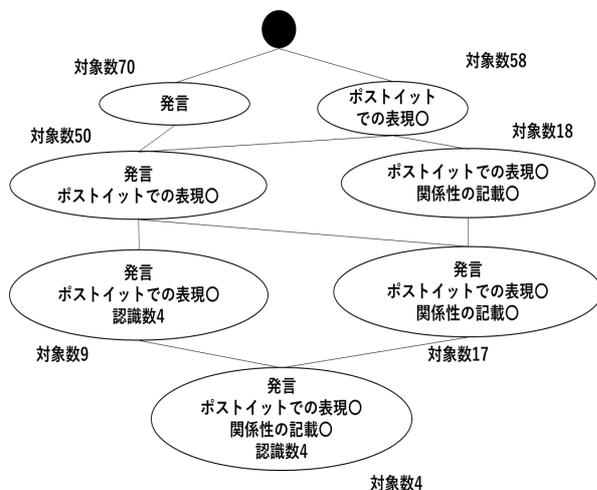


Fig. 15: 強い共通認識と行動に関する Hasse 図(RP).

ここから以下のようなアソシエーションルールが得られた。(ここでは 6 個のみ記載)

- 1 < 58 > {ポストイットによる表現○} = [86%] => < 50 > {発言};
- 2 < 33 > {ポストイットによる表現×} = [100%] => < 33 > {関係性の記載×};
- 3 < 31 > {関係性の記載△} = [94%] => < 29 > {発言};
- 4 < 31 > {認識数 0} = [90%] => < 28 > {関係性の記載×};
- 5 < 28 > {ポストイットによる表現○} {関係性の記載△} = [96%] => < 27 > {発言};
- 6 < 29 > {発言} {関係性の記載△} = [93%] => < 27 > {ポストイットによる表現○};

分析の「対象」は 101 個であり, 形式概念分析の結果, 行動と高い共通認識との関係性はとくに見つからなかった。

また, 共有に関する重要だと考えられる行動と認識数に関するアソシエーションルールは以下のようになり, 両者の関係性は弱いといえる。

- < 17 > {発言} {ポストイットによる表現○} {関係性の記載○} = [24%] => < 4 > {認識数 4};

5 研究のまとめ

本研究では GBSP の評価方法として, 共有度と共有認識度という 2 つの指標を提案し, GBSP の有効性を評価した, 単なるアイテム情報の共有度では有意差があるとはいえないが, 班内での関係性の認識を因果ループ図形式で表現し, その認識の類似度についての共通認識度では GBSP は rich picture に比べて関係性の共有が高いと言える。また形式概念分析を行って, GBSP におけるゲーム化の行動が班内での関係性の共通認識を高くすることに結び付くことが分かった。

参考文献

- 1) 三浦政司 前波晴彦: Game-Based Situation Prototyping による協働型モデリングの提案, 計測自動制御学会第 12 回社会システム部会研究会資料, 40/43, (2017)
- 2) 兼田敏之: 社会デザインのシミュレーション&ゲーミング, 共立出版株式会社(2005)
- 3) 高橋真吾: システム学の基礎, 培風館(2007)
- 4) Checkland, P.: Systems Thinking, Systems Practice, John Wiley&Sons(1981)
- 5) Mingers, J. and Gill, A.: Multimethodology, John Wiley&Sons(1997)
- 6) Ganter, B. and Wille, R.: Formal Concept Analysis-Mathematical Foundations, Springer(1999)
- 7) 長田博泰: 形式概念にもとづく質的研究, 社会情報, 14-1, 19/37 (2004)
- 8) 長田博泰: 形式概念解析ツールとデータ解析, ext-web.edu.sgu.ac.jp/kenkyuho/fca/FCA-tool.pdf
- 9) The Concept Explorer <http://conexp.sourceforge.net>