T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	問題解決を学ぶゲームアプリの開発・評価ー問題発見の重要性への理解に着目してー
Title(English)	Developing and Evaluation of Game to Learn Importance for Problem Findings
著者(和文)	高橋徹, 高橋聡, 吉川厚
Authors(English)	Toru Takahashi, Satoshi Takahashi, Atsushi Yoshikawa
出典(和文)	JSiSE研究会研究報告, Vol. 35, No. 7, pp. 179-186
Citation(English)	JSiSE research report, Vol. 35, No. 7, pp. 179-186
発行日/Pub. date	2021, 3

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

JSiSE Research Report
vol.35,no.7(2021-3)

問題解決を学ぶゲームアプリの開発・評価
―問題発見の重要性への理解に着目して―

高橋 B.　徹[*1]，高橋　聡[*2]，吉川　厚[*3*4]
*1 実践女子大学，*2 関東学院大学，*3 東京工業大学，*4 立教大学

Developing and Evaluation of Game to Learn Importance for Problem Findings

Toru B. Takahashi[*1], Satoshi Takahashi[*2], Atsushi Yoshikawa[*3*4]
*1 Jissen Women's University, *2 Kanto Gakuin University, *3 Tokyo Institute of Technology, *4 Rikkyo University

Problem findings is important process on problem solving. However, novice learners do not understand it. We propose the game application to learn it. As an experiment result, the game application enables novice learners to learn importance on problem analysis. On the other hand, it cannot enable them to learn importance on evaluation.

キーワード: 問題解決，問題発見，ゲームアプリ

1. はじめに

問題解決能力は社会で生きる上で重要なスキルである．問題解決能力の学習方法として代表的な方法はPBL（Project/Problem Based Learning）である．PBLは何らかの問題解決を実践することにより問題解決能力を身に着ける方法であり，中央教育審議会でもPBLの導入が推進されている(1)．

本研究であつかう問題は正しいアプローチや正答が決められていない Ill-defined problems である(2)．また，問題を解くために必要な情報が最初から十分には示されていない非明示的な状態である．我々は先行研究を基に１）目標を設定する；２）問題を分析する；３）解決策を決定する；４）解決策を評価する，という流れで問題解決のプロセスを整理した(3)．以上の問題解決のプロセスは多少の違いはあるが，「問題発見」という問題は何であるかを特定することが重要視されている．

本稿ではこの問題発見をすることを中心に問題解決を考えることを『問題発見中心思考』と呼ぶ．問題発見は，問題が非明示的であるがゆえに問題が何であるかを特定する必要があるため重要なプロセスである．適切に問題発見していない状態では効果的な解決策を考えることは難しい．問題発見のためには，問題を分析することと，解決策を評価することが重要である．表層的に見える問題を分析して構成する要素を理解することが問題発見に結び付く．ただし，一度の問題分析では完全に問題の発見をすることは難しい．そのため，発見した問題に基づく解決策をとりあえず実施し，それを評価し，その結果を問題発見の手掛かりにする．

しかしながら，問題解決の初学者は解決策を中心に考えてしまう，いわば『解決策中心思考』であることが多い．先行研究(3)では座学で問題発見の重要さも含めた問題解決の講義を行ってから問題解決の課題を行わせたが，解決策中心思考的なつまずきが多かった．例えば問題発見のために問題を分析する必要であるが，十分に問題を掘り下げて考えることができていなかった．中には問題分析することなく解決策を決めてしまい，目標にその解決策の実施を上げてしまっているものもあった．これが解決策の実施ありきで進めてしまう解決策中心思考的な考えである．また，問題の分析はしたものの解決策に活かされていないパターンもあ

った. これは問題の分析をやるように言われたものの，その重要性を理解していないためと考えられる．中には問題の分析結果をひっくり返しただけのコインの裏表の関係の解決策を考えてしまっており，問題発見を軽視してしまっていると言える． PBL に関する報告[4]でも，一部の問題のみを取り上げた解決策を立ててしまうという，十分に問題発見をされていない場合があることが指摘されている．

問題発見中心思考で考えられない原因の一つは問題発見を怠ると問題解決がうまくいかないことが十分に理解されていないためだと考えられる．PBL などで問題発見を十分に行えば，ほかにより良い解決策が見つかって，より良い効果が得られる可能性はある．しかし，解決策中心思考的な考えで問題解決に取り組んだとしても，何らかの結果が得られてしまうため，問題発見することの重要性が理解できない．そこで，問題発見を怠ったために問題解決が明確に失敗したという経験をさせる必要がある．

ただし，問題解決学習の代表である PBL は時間的なコストがかかるという問題がある．ゆえに，くり返し実施することは難しく，問題発見を怠って問題解決が失敗するという経験を何度も積むことは難しく，それに PBL の機会を使ってしまうのももったいない．また，近年はオンライン授業が注目されているが，PBL はオンラインではコミュニケーションがとりづらく議論が深まりづらく，初学者が問題発見中心思考で議論を深めることは難しいと考えられる．これらを解決するためには，それぞれの PBL を実施する前に各々が問題発見中心思考になっていることが望ましい．

そこで，本研究ではゲームにした問題解決ゲームアプリを提案する．このゲームアプリは問題発見の重要な工程を含んでおり，ここを怠るとゲームをクリアできず，十分にそれを行うとゲームをクリアできるという仕組みになっている．これを問題解決の初学者が一人でくり返し取り組むことによって，問題発見の重要さを理解し，問題発見中心思考になると考えられる．

本稿では問題解決ゲームの要件をいかに策定し実装したかを示し, 実験にて問題解決ゲームの評価を行う．

2. 関連研究

ゲームを使った学習方法の分野としては，ゲーミングと呼ばれるものやシリアスゲームが挙げられる．これらは講義や本だけでは理解や修得が難しい学習対象への学習方法として利用される．特にビジネス分野のような，特定の文脈の中での意思決定の方法や難しさを学ぶ方法として多くの研究がされている．問題解決もある文脈の中でどのように進めるかの意思決定を行うので，ゲーム上で問題解決の文脈を再現することで学習することが可能であると考えられる．

ゲーム用に学習対象をモデリングする際には必ずしもすべてをモデリングする必要はなく，学習がしやすいように単純化してモデリングする必要がある．例えば，数値分析を含めた必要なスキルを身につけるには定量的ゲームを行い，経営戦略策定やプロジェクトマネジメントの意思決定のスキルを身につけるのであれば言語的定性的ゲームを行う[5]．定量的ゲームでは数値的なレベルまでモデリングを行っており，ゲームには数値分析が要されるため，プレイヤはそのようなスキルを身につけることができる．一方で， 言語的定性的ゲームでは数値的なモデリングは行わず（少なくともプレイヤからは数値的な要素は見えづらくなっている），プレイヤは「○○をする」といった選択のみを行う．こうすることで数値的な問題ではなく意思決定の問題に焦点が向くため，それに関連するスキルを身につけることができる．

本研究でも，問題解決のなかでも今回は問題発見の重要さの理解であるため，具体的に解決策を考える点などは簡単なモデリングを行い，問題発見の流れに学習者の注目が向くようにする．

3. 問題解決ゲーム

本章ではまず問題発見の方法を概観することで問題発見思考にはどういった視点が必要であるかを示す．そのうえで，問題発見の学習に必要な要素を決定し，問題解決ゲームの要件について説明する．

そして，要件に基づき問題解決ゲームをいかに実装したかを示す．

3.1 問題解決ゲームの要件

問題解決ゲームは疑似的に問題解決を実施することで問題発見の重要性を理解するためのものとする．そのために，問題解決ゲームの要件として以下の仕組みを入れる必要があると考える：1)目標を大きくとる必要がある，2)問題をタテに分析する必要がある，3)問題をヨコに分析する必要がある，4)問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない，5)解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある，6)解決策を評価することで問題発見を効率的に行える，7)具体的な評価方法を行う事でより具体的な評価結果を得る．

1）は目標を最初から解決策の実施で考えてしまうと，分析範囲が狭まり十分な問題解決が行えなくなるというものである．分析範囲が狭まり，十分な問題発見ができなくなるという経験をさせることで，目標を最初は大きく見ることが重要であることを学ばせる．

2）と3）は，タテとヨコの分析が問題発見に必要であることを学ばせるためのものである．これらの分析を十分に行わないと問題発見も不十分となり，結果として問題解決できないという経験をさせることで，これらの必要性を理解させる． 問題の分析では『問題のタテの分析』と『問題のヨコの分析』という考え方が重要である．問題のタテの分析とは問題の原因を掘り下げる考え方である．掘り下げることによって根本的な解くべき問題を見つける必要がある．タテの分析の代表的な手法になぜなぜ分析がある．対して，問題のヨコの分析とは問題の原因を網羅的に考える方法である．問題を引き起こしている原因は一つではなく複数存在する場合がある．そういった複数の原因の可能性を探り，それらをすべて解決しないことには問題解決には結び付かない．このタテとヨコの分析を組み合わせた方法としてイシューツリーがある．これは問題をツリー状にタテとヨコに分析する手法である．2）と3）はこのツリー状に分析する考え方を理解させるものである．

4）は問題をひっくり返しただけの解決策では問題が解決できなくなっているというものである．ひっくり返した解決策は有効ではなく，問題を分析してひっくり返しただけの解決策が有効でない理由に気づかせることで必要性を理解させる． この問題をひっくり返しただけの解決策というのは解決策中心思考の初学者がつまずきやすい問題の一つである．

5）は問題を発見するだけでなくそれに基づいた解決策を選ばなくてはならない．問題が何を意味しているかを理解しないと，必要な解決策を選ぶことができない経験から,問題発見と解決策の関係を理解させる．解決策中心思考の初学者は問題を発見しても，結局それを活かさずに解決策を考えてしまうことがあるため,この要件も必要である．

6）は，解決策を評価することが問題発見をするための糸口となり効率的に進めることができるというものである．プロジェクトの改善方法として有名なPDCAにおいても評価は重要な位置づけとなっている．実施したものに対して評価を行い，その結果に基づき改善を行うという事を繰り返すことでより良い結果を目指す．ゲームアプリにおいても評価の結果が問題発見に役に立つような仕掛けを入れることで，評価の重要性を理解させる．

7）は，評価は具体的に行うことで，より具体的な評価結果が分かり，それに合わせた問題発見が可能になるというものである．これは具体的な評価のほうがより具体的な評価を得られるようにすることで，抽象的な評価方法と具体的な評価方法の差について理解させるものである．

3.2 問題解決ゲームの実装

問題解決ゲームは，ある問題を含むシナリオが与えられ，その問題を解決していくものである．問題解決ゲームはターン制で進むゲームであり，各ターン内で「目標設定」「問題分析」「解決策決定」,「評価方法設定」を行い，さらに「問題解決実施」を行うことで，そのターンが終了する．有効な解決策の組み合わせを選んで「問題解決実施」を行えばゲームクリアとなる．

「目標設定」では与えられた目標の中から一つを選ぶ．これは各ターンで1回しか変更することができない．設定した目標によって次の問題分析を行える範囲が変わる.「問題分析」では，ツリー状に表現された問題を分析していく.「分析」を行うことで以下のいずれかが行われることになる:「問題がタテに分析され新たな問題が発見される」,「問題がヨコに分析され新たな問題が発見される」,「問題が複数の側面で分類される」

「何も問題が発見されない」.

最初のターンでは問題分析の前に必ず目標設定を行い，それに対応した問題が一つだけ表示されている．

それを選択して「分析」を行うことで，その問題が起きた原因が新たな問題として発見される．この分析はタテの分析を行ったことになる．また，一度分析した問題を再びもう一度分析すると，すでに発見している問題とは別の原因が発見されることがある．この分析はヨコの分析を行ったことになる．ほかに問題を分析した時には，問題を複数の側面で分析できるようにする「食事」を「朝食」,「昼食」,「夕食」に分ける「分類」が行われることがある．それ以上，その部分に問題がなければ何も問題が発見されない．問題が発見されると，それに関連した解決策や評価方法が思いつくことがあるという設定になっている． 1 ターンに可能な分析の回数は限られており，学習者は問題がありそうな部分を見極めて進めないと，ターン数が多くかかってしまう．

「解決策決定」では，問題分析で発見された解決策を選択する．選択された解決策は「問題解決実施」を行うことで実行されることになる．選択できる解決策は n 個であり，最終的に選択しなければならない正解の解決策の数も n 個である．選択した解決策の組み合わせが正しいかは「問題解決実施」を行うことで判定されるが，分かるのはゲームクリアなのか，そうでないのかのみである．

そこで重要なのが評価方法である．「評価方法設定」では，問題分析で発見された評価方法を選択する．選択された評価方法は,「問題解決実施」を行った時に解決策によって解決されているかの評価に使われる．抽象的な評価方法は広い範囲の問題を評価することができるが，具体的な評価範囲は狭い範囲の問題しか評価することができない．一方で，評価からわかるのは問題が解決されているかのみで，どの解決策が良いのか悪いのかは分からない. 例えば体重を減らすために「ランニングをする」という解決に対して,「消費カロリーが多いかを評価する」の評価結果から問題が解決されていないということが分かっても，それがランニングに問題が残っているのか，別のところに問題に残っているかは分からない.「ランニングを続けているかを評価する」は評価できる範囲は狭いが，ランニングに問題が残されているかをはっきり評価するためには良い.

このゲームが先に挙げた 7 つの要件をいかに実装しているかを述べる.

「1)目標を大きくとる必要がある」については，目標設定と問題分析の仕組みにて実現する．例えば，大きい目標として「体重を減らす」と，小さい目標として「消費カロリーを増やす」を考える. 目標設定で「消費カロリーを増やす」を選択すると，問題分析は「消費カロリーが多い」から始まる．一方で,「体重を減らす」を選択すると, 問題分析は「消費カロリーが多い」を内包する「体重が多い」から始まる.

「2)問題をタテに分析する必要がある」,「3)問題をヨコに分析する必要がある」は問題分析の仕組みで実現する. このゲームの問題分析はツリー状に進むため, タテの分析とヨコの分析から構成されている.

「4)問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない」は問題分析の早い段階と解決策の仕組みにて実現する．問題分析の浅いうちに思いつく解決策は問題がひっくり返しただけの解決策になっており, すべて正解の解決策ではないように設定されている.

「5)解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある」は問題分析と解決策の仕組みにて実現する. 解決策は 1 ターンで実施できるものには限りがあり, 適当に選択することはできないため，問題分析結果をよく読んで，どの解決策が有効であるかを考える必要がある.

「6)解決策を評価することで問題発見を効率的に行える」は評価方法の仕組みにて実現する．解決策は実施するだけでなく評価をしないと選択した解決策が正しいのかどうかが分からないようになっている. また, どの範囲に未解決の問題が残っているかなどもわかるため，評価結果を読み解くことで，問題解決を効率よく進められるようになっている.

「7)具体的な評価方法を行う事でより具体的な評価結果を得る」も評価方法の仕組みにて実現する．これは先にも述べた通り，具体的な評価方法を選択することにより，より具体的な部分に注目した評価結果を得られるようになっている．問題の所在を探るには抽象的な評価方法だけでなく，このような具体的な評価方法も選択しないと効率的に問題が発見できないようになっている.

4. 実験

実験にて問題解決ゲームの効果について評価を行う．評価については以下の 3 つの観点で考える：i) 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか, ii) 問題発見の重要さを理解できたか ; iii) 問題発見を実践に移すことができたか.

まず, 問題解決ゲームの仕組みを理解できていないと学習には結び付かないと考えられるため，仕組み自体が理解できたかを評価する．次に，問題解決ゲームの理解だけでなく，実際の問題解決の問題発見の重要さについて理解できたかを評価する．最後に，問題発見の重要さを理解できたかだけでなく，問題解決を行う際の行動にまで反映することができたかを評価する.

4.1 実験方法

実験は以下の手順で行う :（1）問題解決に関する座学,（2）問題解決の実践（1 回目),（3）事前アンケート,（4）問題解決ゲームの実施,（5）問題解決の実践（2 回目),（6）事後アンケート.

（1）の座学では基本的な問題解決の考え方やツリー状に分析する方法について説明を行う.（2）では問題解決の実践として，目標，問題の分析，解決策の決定，評価方法の決定を行わせる．問題解決のテーマは自身で決めさせる．問題の分析ではツリーを使って分析を行わせる.（3）では座学で学んだことや問題解決の実践を行ったうえでの，問題解決への意識についてアンケートを行う.（4）では評価対象となる問題解決ゲームを実施させる．問題解決ゲームの課題として 3 つを出題する.（5）では 2 回目の問題解決の実践として，1 回目の問題解決で実施した内容の修正を行わせる.（6）では問題解決ゲームのことや，問題解決への意識についてアンケートを行う.

「i) 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか」の観点については，（6）事後アンケートにて評価を行う．評価は，問題解決ゲームの要件として挙げた 1）から 7）の仕組みについて気付いたかで評価を行う. また，問題解決ゲームが難しかったかについても 7 段階で評価する．これは仕組みの理解を直接評価するものではないが，ゲームとして難しすぎることが，問題解決の理解を妨げる可能性があるため評価を行う.

「ii) 問題発見の重要さを理解できたか」については（3）事前アンケートと（6）事後アンケートで評価する．まず,「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか？」を 7 段階で答えさせる．これは本人の意識として問題解決ゲームから問題解決のことが学べたという実感があるかという基本的な確認を行う．次に，事前アンケートと事後アンケートの両方で，問題解決の 6 つの要素として「目標を考える」,「問題をタテに考える」,「問題をヨコに考える」,「解決策を考える」,「評価方法を考える」,「評価結果を読み解く」を挙げて，これらに対して重視するものを順位付けさせる．この問いについて，事前アンケートと事後アンケートを比較したときに「解決策を考える」が相対的に下がっていれば解決策中心思考から問題発見中心思考になったと考えられる．最後に事後アンケートの自由記述で「問題解決について重要なのはどうすることか？できるだけ具体的に説明してください.」と尋ねている．ここで書かれた内容を分類して，解決策のことよりも問題発見に関することが多く書かれていたら，これも問題発見中心思考になっていると考えられる.

「iii）問題発見を実践に移すことができたか」については（6）事後アンケートと,（2）問題解決の実践とそれを修正する（5）2 回目の問題解決の実践の結果で評価を行う．事後アンケートにおいて 2 つの自由記述の質問「あなたが作成した問題解決を修正する前に，あなたが行った問題解決のやり方についてどのような部分に問題があった，あるいは改善ができると考えたかを説明してください.」と「あなたが作成した問題解決を修正するときに検討したことを記述してください(実際には修正を行わなかったものを含め). なぜ，そのような検討を行ったかも説明してください」を尋ねる．この記述で問題発見について多ければ 1 回目の実践よりも 2 回目の実践を行うときに問題発見中心思考になっていると考えられる．また，実際に 2 回目の問題解決の実践で行った内容を評価し，問題発見中心思考的な取り組みができているかも評価する.

4.2 実験条件

実験参加者は学部 3 年生，4 年生，修士 1 年の大学生 11 名である．いずれの実験参加者も問題解決については多少学んだことがある程度である.

4.3 実験結果

「i）問題解決ゲームの仕組みを理解できたか」の観点に関する結果を表１，図１に示す．表１には，事後アンケートにて尋ねた，問題解決ゲームの要件として実装した仕組みについてどれほどの実験参加者が気づいたかを示す．図１には，実験参加者に事後アンケートで難易度について尋ねた結果を示す．

次に「ii）問題発見の重要さを理解できたか」についての観点に関する結果を示す．図２に「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか？」の回答の平均を示す．図３には問題解決の６つの要素の順位付けの事前アンケートと事後アンケートの平均を示す.「解決策を考える」の順位の下がり方に対して，評価に関する「評価方法を考える」と「評価結果を読み解く」が順位を上げていることが分かる．解決策に対する評価に関する二つの項目についてその順位の変動差をウィルコクソンの順位和検定を行ったところ有意差が確認された．つまり，問題解決ゲームを実施した結果，相対的に解決策を決めることの重要度は下がり，評価方法の重要度は上がっているといえる．問題分析に関する２つについては事前アンケートも事後アンケートも順位が高いため，変動は確認することができなかった．

表１．要件に基づくゲームの仕組みの理解の割合

１．目標は大きくとる必要がある	72.7%
２．問題をタテに分析する必要がある	90.9%
３．問題をヨコに分析する必要がある	90.9%
４．問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かない	54.5%
５．解決する問題と対応した解決策を実施する必要がある	90.9%
６．解決策を評価することで問題発見を効率的に行える	81.8%
７．具体的な評価方法を行うことでより具体的な評価結果を得る	81.8%

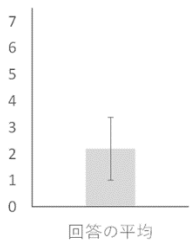

図１　問題解決ゲームの難易度の評価（数値が低いほど難しい）

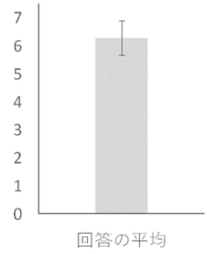

図２「問題解決のゲームで問題解決について学べましたか？」の回答の平均

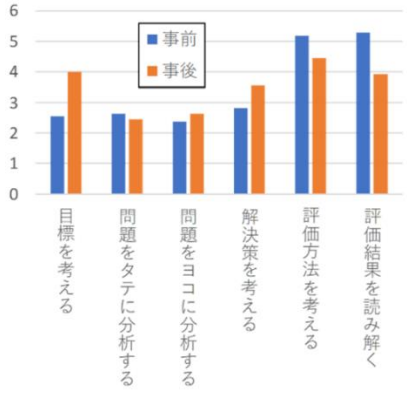

図３　問題解決の要素の順位付けの変動（順位なので低い方が重視しているということになる）

表２　事後アンケート「問題解決において重要なのはどうすることか？できるだけ具体的に説明してください.」でそれぞれの項目に言及のあった実験参加者の割合

目標	0.0%
問題分析	90.9%
解決策	0.0%
評価	36.4%
問題と解決策の対応関係	27.3%

表３　修正に関する２つの自由記述でそれぞれの項目について言及があった実験参加者の割合

目標	27.3%
問題分析	81.8%
解決策	45.5%
評価	27.3%

表 4　修正した実験参加者の割合

目標	27.27%
問題分析	72.73%
解決策	90.91%
評価	36.36%

「iii）問題発見を実践に移すことができたか」に関する結果を示す．　表 3 に問題解決の実践についての 2 つの自由記述の質問，自身の 1 回目の問題解決に関する問題と改善に関する質問と修正を検討した内容に関する質問についてそれぞれの問題解決の項目について言及内容を分類し，実験参加者が答えた割合を示した．

そして，表 4 には修正内容を確認して，実際に修正を行われていた割合を示す．目標は 3 人が修正を行っているがうち 2 名は目標を増やしていて，結果的に意味が分からなくなってしまっている．問題分析は 72.73%の実験参加者が修正を行っている．修正の仕方はツリー分析を整理したり，タテやヨコの分析を増やしたり，1 名についてはほぼ一から作り直したものもいた．特に問題分析の修正を行ったすべての実験参加者がその修正内容に合わせて解決策も修正を行っている．評価については，修正した実験参加者は多くはないが修正したものの中には増やした解決策に合わせて評価方法を増やせている．一方，27.27%の実験参加者は初めの時点で評価方法を捉え間違えており，それは問題解決ゲームを行った後でも改善が見られなかった．

4.4　考察

4.4.1 問題解決ゲームの仕組みを理解できたか

目標を大きくとることに関してはやや低い結果となっている．これは事前に目標を大きくとることが必要という教示を行ったため，最初から正解の目標を選び取ることができている．仕組み自体に気づかなかったためだと考えられる．目標の仕組みに気づかせるには紛らわしいものも含めて難易度を上げる必要があると考えられる．

問題をひっくり返しただけの解決策では解決に結び付かないという仕組みは最も気づかれなかった．この原因は，こういった解決策が出てくるのは問題分析の最初期の間だけであるため，多くの実験参加者はあまり意識しなかったためだと考えられる．

問題解決ゲームの難易度はかなり難しいという評価になった．実際に実験参加者はかなりの時間がかかり，課題が解けないというケースもあった．実験参加者は最後まで取り組もうとしたが，実際の学習の場合は高い難易度が原因でモチベーションが続かなくなる可能性もある．そのため，段階的に難易度を上げていく必要があると考えられる．

以上より，概ね問題解決ゲームの仕組みについては理解されたと考えられる．ただし，目標の難易度や，全体の難易度については改善する余地があるものと考える．

4.4.2 問題発見の重要さを理解できたか

問題解決への理解できたという実感は得られたことは選択式のアンケートの結果からわかる．また，各工程の重要度の評価は，評価方法に対して解決策が相対的に下がっていることが分かる．これは問題解決ゲームの前よりも，後の方が問題発見中心思考に近づいたことを示している．ただし，問題分析に関しては，事前の教示でも重要という説明をしたため元から高い値になっていたため，変化は確認できていない．一方で，問題解決において重要なことを自由記述で書いてもらったものでは，ほとんどの実験参加者が問題分析の重要さに触れている．逆に解決策が重要であると記述した実験参加者は一人もいなかった．この点においても問題発見中心思考になっていることが確認できる．

一方で，重要度では評価方法は相対的に上昇がみられたものの，記述では 36.4%に留まっている．これは評価が重要であるという実感は得たものの，その効果などをうまく説明できないからという可能性が考えられる．

つまり，問題解決ゲームは問題解決への理解を深め問題解決発見思考の重要さが理解できるようになった一方で，評価方法についての理解は不十分である可能性がある．

4.4.3　問題発見を実践に移すことができたか

目標について修正を考えた実験参加者は少なく，修正しても内容に誤りがあるものがあった．先の問題解決ゲームの仕組みの理解と合わせて考えると目標に関しては，このゲームでは十分に学べていない．

問題分析については多くの実験参加者が修正の対象として考えており，割合はやや下がるものの実際に修正が行われていることが確認できている．このことから，問題分析については理解だけではなく，実践を行う事もできているといえる．

解決策については，修正をするという記述は半数ほどである一方で，実際の修正はほとんどの実験参加者が行っている．この原因は解決策の修正については触れていないものの，問題分析を修正したすべての実験参加者が解決策も修正しているためである．これは問題の分析をただそれ単独のものと考えず，問題解決の過程の中で，問題分析の結果を活かして解決策を考えるということができているためであると考えられる．

評価方法については，修正しようとしたものも実際に修正したものも少なかった．そのうえ，修正したものの中には誤ったものもあった．つまり，評価方法は実践に移すほどの効果はなかったと考えられる．

問題分析やそれに基づく解決策の変更などの問題発見中心思考的な行動を実践することができた一方で，目標や評価については実践では十分な効果が確認できなかったといえる．

4.4.4 まとめ

問題解決ゲームによる問題発見中心思考的な学習効果として,問題分析には効果があったと考えられる．問題分析はこのゲームの中心でもあるため，ゲームの仕組みは理解された．そのうえに問題解決においても問題分析が重要であることも理解された．そして，実践においても問題分析に関する行動をとり，それに基づいて解決策を考えるなど問題解決の中で活かすこともできるようになっている．

一方で，重要な要素である評価方法については，重要であることは理解されつつも，それを問題解決の中でどのように重要であるかはあまり説明されなかった．そのうえ，実践においても検討したものは少なく，誤った記述をしたものもいた．以上から，評価方法については問題解決ゲームでは十分な効果を上げることがはできなかったと考えられる．また,目標については,今回のゲームの中ではあまり影響があった実験参加者が少なかったこともあり，理解や実践においても効果は確認できなかった．

つまり，問題解決ゲームは問題発見中心思考になるためのものとして考えると，問題分析については効果があったが，それ以外の評価方法や目標については不十分であったといえる．

5. おわりに

本稿では，問題解決の初学者を問題発見中心思考にするための方法として問題解決ゲームアプリを提案した．実験結果として，問題分析については重要さの理解や実践での実施が確認できたが，同様に問題発見において重要な評価や目標については十分な理解に結び付かなかった．

今後は，評価方法についてはこの問題解決ゲームとは別に，評価を中心に据えたような問題解決ゲームの開発も検討する．また，本稿は問題発見中心思考にすることを目的としており，その実践での質については対象としなかった．今後は実践での質の向上を目指す学習方法についても検討していく．

参 考 文 献

(1) 文部科学省：”学士課程教育の構築に向けて（審議のまとめ)”, http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2013/05/13/1212958_001.pdf（2008）（2021 年 2 月確認）

(2) Holyoak, Keith J.: "Problem solving", Thinking: An invitation to cognitive science 3, MIT Press, pp. 117-146 (1990)

(3) Takahashi, Toru B.: “Analysis of Problem-Solving Processes”, Innovative Approaches in Agent-Based Modelling and Business Intelligence, Springer, pp. 221-235 (2018)

(4) 東海Aチーム：“アクティブラーニング失敗事例ハンドブック”, https://www.hedc.mie-u.ac.jp/pdf/ALShippaiJireiHandbook.pdf, (2014)（2021 年 2 月確認).

(5) 白井宏明：“ビジネスゲームの最前線 (< 特集> ビジネスが創発する人工知能と人工社会).”, 人工知能, 30(4), pp.409-416(2015)