

ゲーミングシミュレーション技法に基づく問題解決力育成手法の開発

埼玉大学教育学部 野村 泰朗

tairo@klinikos.edu.saitama-u.ac.jp

〈あらまし〉ものづくり活動を通して育成を目指す力の一つとして問題解決力がある。筆者らが取り組んでいるロボットづくりを通じた科学技術教育活動でも具体的な教育効果の一つとして挙げられるがその指導方法、評価方法については課題も多い。本報告では、問題解決過程において見方・考え方の指導の必要性を示し、ゲーミングシミュレーション技法を応用することで、具体的な場面の追体験を通じた問題解決力の育成手法を提案する。また、提案する指導方法について研究するためのツールとしての「教授活動ゲーム」の開発と実践について紹介する。

キーワード：問題解決活動、情報教育、ゲーミングシミュレーション、教授活動ゲーム、教材開発

1. 問題解決力育成のカギ

平成14年施行の新学習指導要領総則の冒頭にも、各学校においては、…中略…地域や学校の実態、課程や学科の特色、生徒の心身の発達段階及び特性等を十分考慮して、適切な教育課程を編成するものとする。

とあるように、今後の教師は、自ら新しい授業を設計し実施できる力の育成が求められ、その基礎基本となる授業設計の考え方を指導することが教員養成課程には求められる。埼玉大学教育学部では『教育方法学概説』が免許法における「教育の方法及び技術」に関する指導をする科目である。

ところで、授業設計の考え方は、座学のみによって身に付くものではない。その考え方を実際に適用して問題解決、すなわち教育目標に合わせた授業を設計する段階において、より適切に活用できるようになって初めてその考え方が身に付いたといえる。また、考え方を適切に活用できたかどうかは、実際に実行した結果を評価することによって初めて分かる。一方で、免許を取得する上で教育実習が義務づけられており、座学で学んだ知識をそこで試してみればよいという意見もある。また、『教育方法学概説』を履修している学生自身も、授業設計の考え方に関する講義よりもOHP作成や模擬授業体験など、実践的な実習を期待している。しかし、実践的な実習をただ体験させればよいのではなく、1) 授業を設計・実施する過程で、座学において指導した授業設計の考え方をもとに各自がいかにかに判断をし、2) それが実習においてどのような結果だったのかを知った上で、3) 振り返り評価する機会を与える、という手順を踏むことが大事である。OHP作成や模擬授業体験もそのような文脈の中に位置づいていることを意識しながら行うことが大事である。

問題解決を育成することの必要性については、あらゆる場面で指摘されているが、現場の教師からは、問題解決力の育成をどのように行えばよいか具体的な方策が見えづらいという声が聞かれる。その理由の一つには、問題解決力のような「○○力」は、具体的な状況や文脈の中で使うことができ初めてその力があると言えるのであり、その力自体を直接指導することも、直接評価することもできないことが挙げられる。授業設計を問題解決活動の一つと捉えた時に、1)～3)のステップは、あらゆる問題解決活動の指導方法として重要であると考えられる。このように、具体的な問題場面に即して捉えることによって、初めて問題解決活動の実態を明らかにすることができ、問題解決力を育成するための教育方法や教材開発に結びつける知見が得られると考えられる。

本報告では、問題解決力を指導する方法として、座学→試行→振り返りのプロセスを繰り返すことの重要性と、座学として見方・考え方の指導の重要性を示すとともに、実証的に本仮説の検証をすすめる教育研究手法としてのゲーミングシミュレーション技法、および教授活動ゲームについて紹介する。また、授業設計訓練システムの一部として開発した教授活動ゲーム機能の概要について、実践事例を踏まえて報告する。

2. 問題解決過程と問題解決力

問題解決活動は一般に図1のような手順で行われる。うまく問題解決ができないのは、大きく1) この手順がわからなかったり順番を間違えたりする場合〔手順の問題〕、2) 各段階で行うべきことが十分に行えなかったり間違ったことを行ったりする場合〔内容・質の問題〕がある。一般に問題解決は、成功/失敗の二値的な基準で単純に評価され得るものではなく、どの程度成功したかを評価とすべきである。その上で、よりよく問題解

決できるために、1) や 2) を改善する力を増すことが必要である。問題解決力を育成するとは、具体的にはこの2つの行為をよりよく行えるための力を育成することであると考える。

最初から適切な「③目標設定」や「⑦解決手段の選択」ができるとは限らない。問題解決の各段階での判断のよさを評価できるためには、一度きりの問題解決活動ではダメで、一度実行した後に、自分の目標設定や、解決手段の選択がよかったかどうかを振り返って、判断の理由をもとに評価する段階が必要である。さらに、そこでの振り返りを踏まえてもう一度試みてみることで、自分の判断の正しさを確認することによって、考えが強化され、次に同じような問題解決場面に出くわした時にうまく解決できるようになると考えられる。図1には、各段階がよりよく行えるために習得が必要であると考えられる学習目標を抽出してあるが、これらは各段階での判断のよさを評価するための見方・考え方である。この見方・考え方を活用して、自分が行った問題解決の各段階で自分の立てた目標や自分の選択を自己評価できるからこそ、問題解決力の実体として捉えられるものであると考える。

このような見方・考え方の習得には、自分が行った問題解決の各段階で自分の立てた目標や自分の選択は良かったのかを振り返ることが大切である。その振り返りによって対象の見方、目標の立て方や意思決定の考え方について気づくことが、見方・考え方の習得につながり新たな問題解決活動の場面においてよりよい解決ができるようになる。

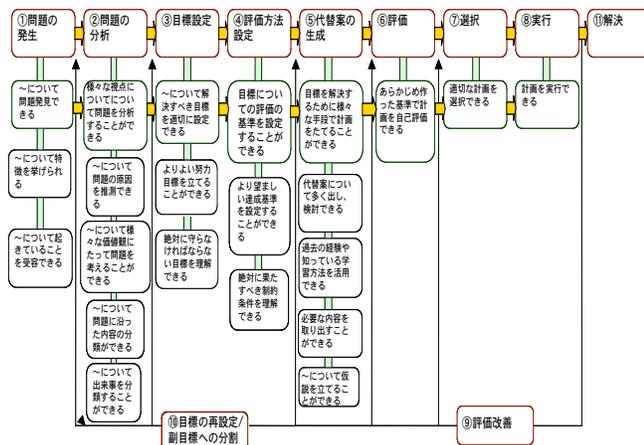


図1 問題解決の手順と関連する学習目標

2.1 見方・考え方の指導方法

見方や考え方を指導する場合、「こういう考え方がある」と座学で指導するだけでは学習者はその考え方を活用できるようにはならない。そこで、見方・考え方を扱う場面に遭遇させ、そこでうまく使うことができ

たかどうかを考えさせることによって考え方の重要性、必要性を感じさせて、よりよくその考え方を活用できるように指導することが大事である。問題解決活動において必要となる考え方には具体的に、「多様な代替案を考えさせる」「多様な価値基準(尺度)で代替案を評価する」「目的と代替案の関係を意識して代替案を選択する」「代替案の選択の結果を評価する」などがある。

2.2 見方・考え方=モデル化とシミュレーション

図1の「②問題の分析」をした結果、問題が複雑である場合は、どのように解決していいかわからず代替案の生成ができないということが考えられる。しかし、問題をモデル化することで問題を抽象化し、わかりやすく捉えることができ「⑤代替案の生成」を容易にできる。さらに、生成された代替案をシミュレーションすることで、それぞれの代替案を選択した場合の結果を予測し比較検討することで、よりよい代替案を選択することができる。例えば、「距離を知りたい」という問題を解決する代替案として「メジャーを使って測定する」「一步を30cmとして歩いた歩数から算出する」などである。それらの測定結果の精度や測定するためのコストを比較検討し、目標と照らし合わせて判断することが問題解決のプロセスにおける「⑥評価」である。「⑧実行」してしまう前にシミュレーションをして代替案の評価をすることで、よりよい問題解決をすることができると考えられる。

2.3 ロボット製作を通じた見方・考え方の指導実践

そこで、モデル化とシミュレーションの見方・考え方を育成することを目指すカリキュラムとして「MarsTrek」と名付けた火星探査ロボット製作を通じた学習活動を設計し、試行した。

表1のように、リモートセンシングを題材とした活動が特徴である。計測活動にはモデル化が必要となる。例えば、明るさを測定する場合には明るさを数値で表すというモデル化を行っている。また、リモートセンシングは離れた場所にある対象を計測する活動であるため、選んだ方法で対象を正確に測ることができるか、得られたデータは信頼ができるものかをあらかじめ考えておく必要があり、シミュレーションは欠かせない考え方である。つまり、この題材はモデル化とシミュレーションの考え方を体験することができる題材の一つであると言える。具体的には「距離→タイヤの円周×車軸の回転数」とモデル化して距離を測定する活動や、測定方法のシミュレーションからどの程度の信頼性や正確さであるか評価する活動などがある。また、ステージ2では、図1の問題解決の手順を迫体験する活動の展開を意図して、例えば、目的と代替案の関係

を意識した代替案の選択をさせる場面(第7、9回)、代替案の選択の結果を評価する場面(第11、12回)などを用意した。第7回に関する表2のようなトランスクリプトから、Cは分度器方式もいいと評価した上で段差があったときに引っかけにくいという理由で光センサー方式を選択した。Bも正確さの観点では分度器方式がいいとしたが、Bは角度が変わる坂に対して信頼性の高い光センサー方式を選び、Cは段差がある坂に対して信頼性の高い光センサー方式を選んだということになり、「⑦選択」の段階で「目的と代替案の関係を意識して代替案を選択する」という活動ができていたと考えられる。このように、問題解決過程を追体験しながら、座学→試行→振り返りを重ねることで見方・考え方の定着に結びつくことが示唆される。

表1 MarsTrek カリキュラム

回	ステージ1	ステージ2
1	火星探査について/ギア比	ミッション1の復習/子機方式1(代替案の生成)
2	ローバーの作成と ROBOLAB の復習	子機方式2(代替案の生成)
3	計測の基本的なプログラム	光センサー方式(代替案の生成)
4	サンプリング周期	分度器方式(代替案の生成)
5	角度センサーの使用/計算エリアの使用	正確さについて(代替案の評価)
6	角度センサーを使った距離の測定	信頼性について(代替案の評価)
7	ライトレール/タッチセンサの取り付け	測定器の作成(代替案の選択)
8	角度センサーのデータから予測	プログラム作成/シミュレーション(代替案の評価)
9	方位センサーのデータからラインの状態を再現	シミュレーション(代替案の評価/選択)
10	ミッション1(プログラム送信)	MarsTrek ワークショップ
11	ミッション1(レポート作成)	ミッション2(プログラム送信/レポート作成)
12	発表会	発表会(代替案の選択の結果を評価する)

表2 目的と代替案の関係を意識した代替案の選択

B: やっぱり光センサーか伸びたり、縮んだりするのがいい。
 リーダー: え? 光センサーは正確なの? 10°を10°って測ってくれるの?
 B: やっぱり天井の光とか板に跳ね返ってそれも読み取っちゃうかも知れないけど。
 リーダー: どうですか?
 B: 角度センサー(分度器方式)がいいんだけど角度センサーって自分が前に行かなくちゃ行けないから、そのまま落っこちちゃったら、角度センサーだと急に(角度が)変わる坂はあまり読み取れなさそう。
 リーダー: なるほどね。最初は読み取れるけど//
 B: 下の方はだめそう。子ども斜めに行っちゃったりするからだめだし。やっぱり光センサーがいいのかな?
 C: [小さな声で] うん。

 リーダー: C君は?
 C: 分度器もいいんだけどね。分度器は段差とかあつたら引っかけそう。消しゴムを使って試したら引っかけた。進みにくい。

3. 授業設計訓練システムと授業活動ゲーム

3.1 Web 上で利用可能な授業設計訓練システム

筆者らは、松田らの教授活動モデルに基づく授業設計の考え方の指導方法に基づき、図2のような Web ブラウザ上で利用可能な授業設計訓練システム〈教案工房〉をすでに開発し教職課程履修学生に対して使用してきた(野村 2003)。これにより、紙による作業に

対する指導の煩雑さを減らし、多くの履修者に対し授業設計の考え方を実習させる場を提供できるようになった。本システムは、ア) 松田らの教授活動モデルに基づき、①教科書分析、②目標分析、③次元分け分析、④授業展開分析、⑤指導案作成、⑥評価改善、の授業設計過程を追体験できる、イ) 各実習に対して評価助言を行い座学と実習の連携を支援する、ことを主眼にしている。また、ウ) 他の作業内容や、現場の教師の実践事例を閲覧できる、エ) 作成した指導案にもとづいた模擬授業の映像や使用した教材との関連づけができる機能、オ) 授業活動ゲーム(松田・野村 2002)の実装、といった機能の拡張を目指している。

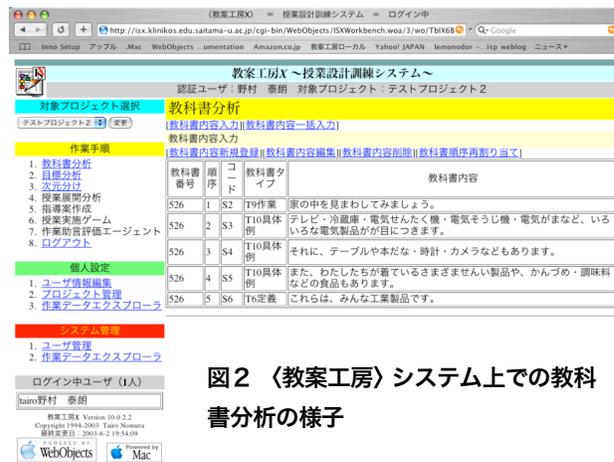


図2 〈教案工房〉システム上での教科書分析の様子

3.2 ゲーミングシミュレーション技法

ゲーミングシミュレーション技法は、新しいコミュニケーション方式として、特に総体 (Gestalt) を伝えるのにふさわしい技法である (R.D.Duke 2001)。大都市の現況や環境問題のように複雑なシステムが抱える問題を解決する時に、システムを細分化するのではなく総体的認識で問題に接近する手法である。また、意思決定場面を体験することで、問題解決において必要な見方・考え方に気づかせる手段としても適している。ゲーム中、学習者はゲーム演習の諸活動に直接関わり、役割を引き受け、意思決定に参加するよう求められる。このとき、学習者の意思決定の結果が即時フィードバックされる。先に示した、問題解決力育成のための活動の振り返り、活動評価する上で有効である。授業設計訓練システムの機能として、オ) の教授活動ゲームは、このゲーミングシミュレーション技法を応用し、問題解決活動としての授業設計指導を重視する中で、自分で設計した授業を振り返る機会を与えることを目指す。さらに、設計した授業をシミュレーションできることから、CAI教材として活用することもでき指導法等の研究ツールとしても有用である。

3.3 教育研究ツールとしての教授活動ゲーム

そこで、〈教案工房〉に指導案にもとづく授業シミュレーションが可能な教授活動ゲーム機能を拡張した。

- ①～⑤までで設計した指導案にもとづく授業場面をシミュレーションすることで、客観的に指導案を確認し、改善点に気づかせることができる。
- 変数などスクリプト機能があり、図3のように指導案に埋め込むことで授業過程における学習者の集中力などさまざまな状態をシミュレーションできる。教授活動ゲームのデータは、表3のように、指導案の5つ組情報とその行動の実行に関連するスクリプトを1つのまとまりとした時系列情報である。また状況に応じて、実行する行動を選択することができる、すなわち授業の流れを変更することができることで、次元分け分析にもとづく指導案の代替案の必要性に気づかせたり、具体的な代替案を検討させるといったより精緻な授業設計を体験させることができる。
- 1) を応用することで、ゲーミングシミュレーション技法にもとづく、ロールプレイングゲーム型教材などの教材開発にも応用できる。
- ゲームの実行過程は、表4のようにログが記録される。例えば、2) や3) において、学習者の問題解決方略を分析し、助言を与えたり指導方法の評価改善に結びつけるといった教育研究ツールとしての利用が可能である。



図4 スクリプトの編集機能

表3 教授活動ゲームデータの例 (部分)

5つ組 ID,現在の状態,教授意図,教授方法,教授内容,次の5つ組 ID,事後実行スクリプト
S2-131, "D1,発問・指名・説明,"B1101,発問する;多肢選択させる;"◆助役「町長、他には何かしますか?」,"
...,特にも何もしない→49,S2-141,if(SHLJI=0){SHLJI=SHLJI-1;}else if(SHLJI<=0){SHLJI=0;}
...,日当たりが悪くなった家の住民と話し合う→50,S2-148,
S2-132,"F5,新規の問題を提示","B1101,発問する;多肢選択させる","45◆助役「住民のみなさんが集まっています。 今回のビルの問題について、住民のみなさんからは、このような話が出ました。 町長はどうしますか? ","
...,住民1「私たちに損害賠償金を払ってください。それなら許します。」→51
-2,000,NEXTCELL,if(YOSAN<2000){RETURNCELL=""S2-132";};if(YOSAN<2000){NEXTCELL=""S6-8";};else
if(YOSAN=2000){NEXTCELL=""S2-149";};if(YOSAN<2000){YOSAN=YOSAN-2000;}"
...,住民2「ビルを壊してしまえばいいと思います。」→
52,S2-150,if(SHLJI=0){SHLJI=SHLJI-1;}else if(SHLJI<=0){SHLJI=0;}
...,住民3「何もなくてもいいですが、あなたを応援したいとは思いません。」→
53,S2-155,if(SHLJI=0){SHLJI=SHLJI-1;}else if(SHLJI<=0){SHLJI=0;}

表4 活動ログデータの例 (S2,S3...が表3の5つ組ID)

1: next: S2 2: next: S3 3: next: S4 4: next: S5 5: option: S6 6: next: S23 7: next: S51 8: option: S55 9: next: S60 10: next: S62 11: next: S63 12: option: S68 13: next: S95 14: option: S97 15: option: S101 16: next: S114 17: option: S118 18: next: S121 19: finish

4. 教授活動ゲームを活用した教材の開発

実際に教授活動ゲーム機能を、問題解決力やメディアリテラシーの育成のための指導方法について研究する場面で活用した。

(1) 「シム町長」…町づくりにおける問題解決場面

社会科における町づくり学習の場面において、学習者が町長の役をロールプレイし、町づくりの過程において直面する意思決定を繰り返すことを通して、町のしくみについて理解すると同時に問題解決力の育成を意図した教材である。

(2) 「ねじまがった情報」…情報の取捨選択場面

「オレオレ詐欺」のような、情報操作による身近な危機を題材に、そのような場面に遭遇した時にどのような対処をするか、実際に意思決定を繰り返すことを通して、メディアリテラシーの育成と同時に問題解決力の育成を意図した教材である。

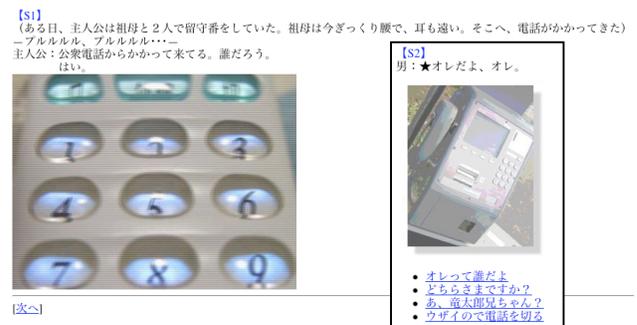


図5 「オレオレ詐欺」の問題を扱った教材の画面例

5. 今後の課題

4. のように教育研究場面での活用を通して指導方法の検討と、教授活動ゲームの教育研究ツールとしての評価を進める必要がある。

謝辞

本研究の一部は、(株)国大セミナーおよび(株)ジャパンロボテックとの産学共同研究として行われた。また、(株)ラーニングシステムの研究助成(奨学金寄付金)も受けている。カリキュラムやシステムの開発の一部は、鍋島弘史氏、藤田知子氏、壺美弥比氏の卒業研究の一環として行った。関係各方面の方々に感謝いたします。

参考文献

- [1] R.D.Duke(2001): ゲーミングシミュレーション-未来との対話, アスキー
- [2] 野村泰朗(2003): 学生の実習活動を支援する Web ベース授業設計訓練システムの開発,日本教育工学会第19回全国大会講演論文集, 927-928.
- [3] 松田稔樹・野村泰朗(2002): 授業研究と教師教育をつなぐツールとしての教授活動ゲームの開発,日本教育工学会第18回全国大会論文集, 2002-11.