

モデル化とシミュレーションにおける思考力・判断力・表現力の指導方法と評価についての研究

－問題解決におけるモデル化とシミュレーションの効果的な活用－

1 単元や課題の設定理由・ねらい

近年、考える力の育成が重要視され、生徒に問題発見・解決能力を身に付けさせることが求められている。問題解決の手法の一つとして、モデル化とシミュレーションがある。これは、身の回りの現象や特徴を単純化・象徴化したモデルを作るというモデル化により、問題の分析をしやすくしたり、シミュレーションを行えるようにしたりするなど、今日の複雑な問題を解決する上で、重要な手法である。

本研究では、遠足や修学旅行のグループ行動計画を立てるというパフォーマンス課題を通して、モデル化とシミュレーションを活用した問題解決能力の育成を図る授業を実践し、その成果と課題を検証した。

2 研究内容

(1) 目標

モデル化とシミュレーションに必要な基礎的な知識を習得させ、さらに、与えられた条件を基に、問題を抽象化したモデルを作成し、モデルを用いたシミュレーションをすることを通して、問題解決力の育成を図る。

(2) 学習活動に即した評価規準（「思考・判断・表現」の観点のみ）

- ア 詳細な地図から、目的地間の移動時間を基準としたモデル化された図を作成することができる。
- イ モデル化された図を使って最適なルートをシミュレーションして考え、その理由を論理的に説明することができる。

(3) 課題及びその概要

「グループで旅行に行きます。限られた時間内に複数の目的地を効率的に訪問し見学するためには、どのような行程にすればよいか考えなさい」という課題を提示し、以下の手順で取り組ませる。

- ア 移動時間を基準にしたモデルを作成させる。
- イ グループで、どの目的地をどのような順番で訪問すればよいか、旅行のテーマと目的地を考えさせる。
- ウ グループで、目的地を効率的に訪問することができる最適なルートを考えさせる。

なお、今回の課題の内容や授業の進め方を理解しやすくするために、資料 1 のようなワークシートを作成し、配付した。

【資料 1 課題の理解を深めるためのワークシートの例（一部に取組例を記載）】

モデル化と問題解決

問題
 仲のよい友だちで東京で卒業旅行に行く計画を立てている。1日（行動時間：10時間）で東京の名所を観光する場合の効率的な行程を調べなさい。なお、ホテルは新宿を予定しているため、新宿からスタートして新宿に戻る行程にすること。

作業手順

- ① 時間内で行ける範囲で、自分の行きたい場所と行きたい順番を選ぶ。滞在時間は0.5～3時間として自由に決めてよいが、4箇所以上は回りたい。
- ② ①をグループで話し合い、行きたい場所とその順位をエクセルで算出するなどしてグループ内で1つにまとめる。
- ③ それぞれの観光地間の所要時間を調べる（インターネット利用可能）。
- ④ 滞りする観光地間の所要時間を基にしてモデル化する。
- ⑤ 所要時間を計算し、最短ルートを選ぶ（パソコン利用可能）。

③ 観光地間の所要時間

	新宿	原宿	渋谷	皇居	スカイツリー	秋葉原
新宿		5	10	30	35	30
原宿	5		5	40	50	35
渋谷	10	5		30	35	25
皇居	30	40	30		40	30
スカイツリー	35	50	35	40		25
秋葉原	30	35	25	30	25	

④モデル化
 モデル化とは・・・()

各地点間の所要時間は生徒が調べて記入

⑤最短ルート
 (A) 新宿→原宿→渋谷→秋葉原→スカイツリー→皇居→新宿（130分）
 (B) 新宿→原宿→渋谷→スカイツリー→秋葉原→皇居→新宿（130分）
 (C) 新宿→原宿→渋谷→皇居→秋葉原→スカイツリー→新宿（130分）

このルートを選んだ理由

年 組 番 氏名 (班)

① 自分が考えたルート（行きたい順番に記入する）
 新宿 →()→()→()→()
 →()→()→()→新宿

② グループ共通のルート（ルートの合計を考慮して考える）
 新宿 →()→()→()→()
 →()→()→()→新宿

(4) 評価の観点の説明と基準

観点の説明 基準	説明	基準
A (十分満足できる 状況)	目的地間の移動時間を基準としたモデル化された図を作成し、地点の名称やおおまかな位置を含めた、シミュレーションに必要な情報が記入されている。	グループでルートを検討し、適切な理由が記述されている。 最適なルートについて、グループで十分な話し合いがされ、論理的な理由が記述されている。
B (望まれる全員に 到達してほしい状 況)	目的地間の移動時間を基準として、複数のルートを検討できる図が作成されている。	グループでルートの検討がなされ、理由が記述されている。
C (努力を要する状 況)	作成された図が目的地間の移動時間を基準としていない。または、複数のルートが記入されていない。	グループで話し合いがされていない。ルートが書けていない。

(5) 基本となる指導の流れ

時 限	学習活動	指導上の留意点
1	<p>○取組内容の理解</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題の目標や取組の流れを聞き、理解する。 <p>○モデルの作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループで、既存の知識やウェブページ等で収集した情報を参考にして、行きたい場所を考える。 ・インターネット等を利用して、地点間の移動時間を調べ、表にまとめる。 ・詳細な地図を基に、モデルとなる図を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グループで、各地点間の所要時間を調べさせる。 ・ここでは、まず個人で考えさせる。
2	<p>○グループでモデルの比較と検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個人で作成した図を、グループで比較、検討し、最善なモデルを作成する。 <p>○グループでのシミュレーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループで協議を行い、グループで作成したモデルを使い、旅行のテーマと最適なルートを検討する。 ・1 時限目に個人で考えた図やルートと、グループで考えた図やルートを比較する。また、モデル化とシミュレーションのメリットを考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・条件を再確認し、シミュレーションができるモデルを作成するように指示する。 ・グループの目的を明確にさせ、その目的に沿ったルートを考えるよう促す。 ・ワークシートに、最適なルートである理由を具体的に記述させる。 ・今回の取組を通じて、考えたことや気付いたことなどをワークシートに書かせる。

(6) 評価の進め方 (評価方法)

ア モデル化された作品

1 時限目に作成するモデル化された図について、「B (望まれる全員に到達してほしい状況)」を基準に評価を行う。

イ 学習活動を総括するワークシート (問題解決策についての記述)

1 時限目に個人で考えたルートとグループで協議したルートの違いを確認する。

グループで協議して選択したルートが、目的に合致したルートであるかという点を基準に評価を行う。

3 授業の状況

(1) 今回の課題で指導するに当たって留意したこととその理由

このパフォーマンス課題に取り組みさせる前に、モデル化やシミュレーションについての基本的な知識や問題解決への活用事例等を理解させた。また、今回のパフォーマンス課題に取り組む時間を2時間のみとしたため、できるだけ具体的に取り組み内容を指示し、短い時間でも課題を解決することができるように留意した。

グループで検討する前に、個人でモデル化された図を作成させることによって、全ての生徒に自分の考えを表現させ、協働的に改善すべき点や理由を考えさせ、効果的にモデル化の学習ポイントを理解させるようにした。

(2) それぞれの評価基準の典型的な作品例

観点の説明 基準	検討に必要な情報を掲載し、複数のルートを検討できる図を作成している。	モデル化された図
A (十分満足できる状況)	目的地間の移動時間を基準としたモデル化された図を作成し、地点の名称やおおまかな位置を含めた、シミュレーションに必要な情報が記入されている。	

<p>B (望まれる 全員に到達 してほしい 状況)</p>	<p>目的地間の移動時間を基準として、複数のルートを検討できる図が作成されている。</p>	
<p>C (努力を要 する状況)</p>	<p>作成された図が目的地間の移動時間を基準としていない。または、複数のルートが記入されていない。</p>	<p>作品省略</p>

<p>観点の 説明 基準</p>	<p>グループでルートを検討し、適切な理由を記述している。</p>	<p>生徒の作品例</p>
<p>A (十分満足 できる状 況)</p>	<p>最適なルートについて、グループで十分な話し合いがなされ、論理的な理由が記述されている。</p>	<p>この逆順でも最短ルートだが、観光に荷物は邪魔であると判断し、このルートを選択した。</p> <p>新宿 → アキ横 → 浅草 → お台場 → 渋谷 → 原宿 → 新宿 29分 11分 47分 37分 13分 20分</p> <p>最後に、渋谷・原宿でお買物をするから、最初に荷物を置くのは、最初から最後に渋谷・原宿を回す。</p> <p>浅草は目的地でなく経由地。 モデル化された図から時短 ルートを発見した。</p> <p>新宿 → 浅草 → スカイリ → 浅草 → 秋葉原 → 有明 → 六本木 → 渋谷 浅草を 経由 すれば スカイリ から 秋葉原まで 直接 いくと 浅草を 使えば 時短 になるから。</p>
<p>B (望まれる 全員に到達 してほしい 状況)</p>	<p>グループでルートの検討がなされ、理由が記述されている。</p>	<p>新宿 → 渋谷 → 原宿 → 有明 → 池 → ア → 有明 → 新宿 65 (4) (5) (6) (1) (2) (3)</p> <p>行きたい所もいけるし、ルートもたんじゅんだから。</p> <p>グループ内での話し合いをして、理由を記述している。しかし、このルートを選んだ理由が明確ではない。</p>

C (努力を要する状況)	グループで話し合いがなされていない。ルートが書かれていない。	作品省略
-----------------	--------------------------------	------

(3) 「C(努力を要する状況)」と評価した生徒への指導の手だて

シミュレーションに必要な要素を考えた上でモデル化をする必要性を説明する。また、最短ルートを証明するためには、考えられるルートの組み合わせをシミュレーションしなければならないことを理解させる。

4 まとめ及び考察

(1) 実習課題について

卒業旅行や修学旅行など、生徒にとって身近なテーマをパフォーマンス課題に設定したため、興味をもって課題に取り組むことができた。特に、地点間の所要時間を調べるときには、インターネットを利用してグループで協力して調査をしたが、観光地自体に興味をもち、その観光地には具体的に何があるかを調べるグループもあり、生徒に主体的に学習活動に取り組みさせることができた。

また、モデル化された図を見て最適なルートを考えさせるグループ活動において、「スカイツリー」から「アメ横・上野公園」に行く際、直接行くより「浅草」を経由したほうが早いことを見つけたグループもあった。こういったグループの生徒たちは、問題解決の一つの手法として、モデル化とシミュレーションが活用できることを実践的に理解することができたと考えられる。

1日の行動時間を10時間以内と設定したが、問題解決の材料になるものではなく、目的地での滞在時間を長くできるといった説明に使用するだけになった。中には、「旅行で遊ぶ」ということに意識が行き過ぎてしまい、好きな場所にずっといるというグループもあった。授業の目的をきちんと示すとともに、訪問する地点の数を指定するなど、他の基準を設定する工夫が必要であった。

旅行地として東京を設定したが、特に地理感覚の乏しい場所では、経路選択をすることが難しかったように感じる。ただし、そういう状況でこそ、よりモデル化とシミュレーションが問題解決の手段として有効となることを理解させたい。

(2) 評価について

モデル化については、目的を明確にするよう生徒に意識させることが大切であるため、「目的地」と「所要時間」がシミュレーションの要素であることを考え見つけ出させるように指導をすることが必要である。今回は、モデル化した地図をどのように描けばよいのか悩んでいた生徒が多かったため、モデル化した図を例示した。その結果、多くの生徒が例示した図に似た図を作成してしまい、全体的に評価「A」や「B」に該当する作品が多くなった。事前に生徒のつまづきを予想して、生徒への指示の方法を検討しておくことが必要であった。

最適なルートの検討では、グループ内でシミュレーションを行わせた結果、グループで

話し合いをしながら効率的に取り組むことができた。しかし、「各グループで設定した旅行のテーマに沿った計画の立案」という点について、生徒にうまく伝わらなかったため、ルーブリックを一部修正して評価を行った。その結果、多くのグループの評価は「B」となった。評価の観点などを事前に詳しく生徒に説明するなどの工夫が必要であった。

また、評価基準については、当初、モデル化した図に方角や距離もおおむね正しく記載されたものを評価「A」としていた。しかし、提出された生徒の作品から、意思決定のシミュレーションに必要なものとして複数のルートと時間が記載してあれば可能であると判断されたため、方角や距離の要素は評価の項目から外した。

(3) 授業実践の改善に向けて

限られた時間の中で授業を実践したため、授業の流れについて説明する時間を十分に確保できず、活動内容を理解するのに手間取る生徒もいた。ICT 機器を活用するなど、工夫が必要である。

また、自分で考えたルートとグループで考えたルートの違いを比較させる場面を設定すれば、問題解決の手順や協働的に取り組む必要性をより感じられるようになると考えられる。

モデル化やシミュレーションの活用事例として、スマートフォンなどの経路探索などの身近な活用事例なども紹介することで、より理解を深めさせることができると考えられる。また、パフォーマンス課題の共有だけでなく、単元全体の教材や指導方法についても共有することができるとうい。

(4) その他

今回の研究では、問題解決の手順や方法を授業のポイントとして強調した研究員と、シミュレーションの活用を授業のポイントにした研究員がおり、学校によって生徒の作品の傾向が異なっていた。同じパフォーマンス課題でも、授業の目標や重点指導内容、生徒の習熟度等に応じて、指導方法や評価基準を変えて実施することも可能であることが分かった。

参考文献と参考URL

「情報科指導資料」情報の科学 東京書籍

「情報科指導資料」情報の科学 実教出版

「愛知県総合教育センター 教科情報」

<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/joho/index.htm>