

一意解のない問題に対処する情報活用能力を育む教材の開発

後藤 貴裕

東京学芸大学附属国際中等教育学校

gotoh@u-gakugei.ac.jp

本実践研究では、解が一意に定まらない問題の解決には情報活用の実践力が有効であることを、体験的に学べる教材を開発し、実践を通して生徒の意識の変容を探る。授業では、実社会の複雑な問題を抽象化して単純なモデルとして扱いやすくするとともに、グループの協働活動や解決活動の過程を省察する形成的アセスメントを通して、生徒の主体的な問題解決活動と自発的な情報的手法の活用を促した。生徒の活動記録から、表計算を用いたシミュレーションなど情報的手法が、このような一意解のない問題の対処に有効であると理解されたと推測される示唆を得ることができた。

1. はじめに

21世紀型スキルなどにみられる教育改革の潮流では、児童・生徒が将来生きることになる知識基盤社会で必要とされる資質や能力の育成が求められており、そのなかでも問題解決に係わる能力の育成は多くの国の教育政策や改革において重視されている。これらの解決すべき問題の対象は、身近であればあるほど一意に解が定まらない、従来の教科指導の内容や方法では扱うことが難しい問題となる。

西村ら(2013)は、数学教育において現実世界の問題を扱う手立てとして、数学的判断のプロセスに着目し、それらを用いた教材開発や授業の提案をしている。このような問題解決に係わる資質・能力の育成には、アセスメント等によりその過程を振り返り、解決の過程そのものを認識させることで学びとして成立させることが期待できる。

教科「情報」においては、これらの解が特定されないオープンエンドな問題解決に有益な手立てとして情報活用の実践力を位置付けることができる。その問題解決における情報活用の過程をメタ認知的に認識させることで、実社会において遭遇するであろう諸問題に対応できる能力を育成できると考えられる。

2. 実践研究の背景

本教材は、専門教科「情報」基礎的科目「情報と問題解決」の趣旨を参考にしつつ、共通教科「情報」の「情報の科学」の「問題解決とコンピュータの活用」に基づいた単元として設定した。また、「数理的意思決定力」に係わる研究グループ（「数理的意思決定力の育成に関するホリスティック・アプローチ研究」（代表：西村圭一））において、研究課題の一部として研究会メンバーとの議論を通して開発した。

授業実践は、5学年（高2）で開設している情報科の学校設定科目「Informatics」で行った。

高等学校段階における生徒の自律的な問題解決活動を促す試みは、後藤（2013,2014）などを通して行っており、展開方法や評価方法（生徒自身によるアセスメントを含む）などの授業デザイン工夫にあわせて、生徒の実態（既存の知識・技能や興味関心）などに配慮することが必要であることが示唆されている。また、問題解決のトレーニングとしては、生徒自身が自発的に解決活動を組み立てることができるように、現実的な複雑な問題を抽象化して単純化することで扱いやすくするとともに、そのことによって生じる実用上の限界などを総合的に考えさせることが必要であろう。

3. 課題の設計と展開

3.1 目的と課題の設定

本課題は「問題解決とコンピュータ」のモデル化とシミュレーションで扱う教材をもとに、数理的意思決定に関わる能力を育成する目的に課題の設計をおこなった。

条件によって解析的に一意解をえることが難しい課題であっても、統計や乱数などの数学的手法を用い、コンピュータを活用することで、何らかの解決の糸口が見いだせたり、これらの手法が意思決定や合意形成の手立てとして有効であることを理解させる。

《課題》学園祭で模擬店（カフェ）を出店することになった。扱う商品はジュースとクッキーである。2万円で出店準備を行う場合その用途を提案しなさい。誰もが納得できる提案とすること。

A	ジュース	100	（原価 90）
B	クッキー	300	（原価 250）

この課題を解決する活動を通して、次のことを習得することをねらいとした。

- ① これまでの経験や学びを積極的かつ意識的に活用することができる。
- ② モデル化には適切な使い方や有効範囲があることを理解し、適切に活用することができる。（改善や結果の妥当性の検討も含む）
- ③ 問題解決（数理的意思決定）や合理的判断・説明には、情報活用をした科学（数理）的手法が有効であることを理解する。

3.2 展開(およびその考え方)

生徒の活動を通じて問題解決の過程を客観的に認識できるように、評価活動(2)・改善(3)を展開して生徒の自発的な問題解決を促し、他の問題においても応用できるようにした。

展開	学習内容	活動等
(1)	課題提示と前提案の作成 宿題：原案を完成させる	評価基準提示 (1週間)
(2)	説明モデルに必要な要素抽出 シミュレーションの実装 TIPS	相互評価
(3)	提案の改善（チーム議論） 宿題：最終提案の作成	改善活動 (1週間)
(4)	意思決定のための最終提案	改善結果発表

チーム編成：(3 or 4 人) × 5 チーム = 18 名

3.3 ルーブリックと到達基準

展開(1)の課題提示と同時にアセスメントのための相互評価も合わせて「説得力ある提案」についての 5 段階のルーブリックを提示した。到達基準（満点）は「数理的な手法（統計など）を用いて、誰もが納得できる普遍的な根拠をしめしながら提案の説明がされている。」とした。問題解決の手法として教科情報での既習のモデル化とシミュレーションなどの情報活用の実践を促した。

4. 実践と考察

事前(1)における前提案と事後(4)最終提案における生徒報告書とシミュレーションの構成を比較することで、生徒の認識の変容について考察する。

4.1 問題解決の方法及び技能の変容

シミュレーションを実装させた 3 チーム(CDE)の前提案と最終提案の構成の特徴を及び相互評価における指摘事項を表 1 に示す。展開(2)相互評価と技術 TIPS および(3)改善活動（議論）を通して次のような変容が見られた。

- ・目的に応じて再調査をおこないモデルの妥当性を高めた。
- ・マクロ活用によりシミュレーションの試行回数

やパラメータの動的処理（自動集計）の実装
・複数シート活用したモデルの構造化及び関数を用いた統計的処理（標準偏差など）の活用
問題解決手法の改善を通してシミュレーション機能の充実が観られたことから、情報活用能力が問題を効率的に解決する手立てとして有効であることが、生徒にも認識されたと推測される。

4.2 生徒の自由記述(最終提案)より

自由記述の中の問題解決における情報活用にかかわる記述には次のようなものがあつた。

- ・シミュレーションは相対的に適切な解であることを説明するのに有効である。
- ・マクロプログラムによる動的パラメータの自動処理で説得力のあるデータを示すことができる。
- ・統計処理の理解と問題解決の目的に則った統計値の解釈とその処理の妥当性の検討
- ・解が一意に定まらない問題に対処する際のコツまたは感想

5. 結論(まとめ)

本実践を通して次のような示唆が得られた。
・問題解決の過程におけるアセスメントと改善は、表計算にシミュレーションを実装させる技能の自発的な学びを促す。(4.1)
・他者への説明を意識したシミュレーションの活用を通してモデルやデータの妥当性や実用的な統計などの学びを深める。(4.1, 4.2)
・生徒は一意に解が特定できない問題の解決においてシミュレーション（マクロ・プログラミング）が有効であることが理解できる。(4.2)
今後は、情報活用をしないで解決を試みた生徒の活動を分析し、活用しなかった理由もしくは活用を阻害する要素について考察したい。

参考文献

- (1) 西村圭一(2013)：社会的文脈における数学的判断力の育成に関する総合的研究(2013)
- (2) 後藤貴裕 (2013)：問題解決のためのチームプロジェクトの教材化と実践，日本情報科教育学会第 6 回全国大会論文集，pp.45-46(2013)
- (3) 後藤貴裕(2014)：協働型プロジェクトを促進させる形成的アセスメントの開発,日本情報科教育学会第 7 回全国大会論文集, p29-30(2014)

	(1)前提案	(2)相互評価	(4)最終提案
C	アンケート調査等によるモデル立案 条件固定の解析的解法 シミュレーションは補助的使用	調査の母集団が小さく偏りが大	自作シミュレーションの開発・活用 統計処理およびデータ数から情報の妥当性を検証
D	アンケート調査にもとづく確率モデル 条件固定の乱数シミュレーション	アンケート調査の信頼性 シミュレーション試行回数 が少	自作シミュレーション開発（高完成度） 再アンケート結果によるモデルの修正 統計的処理の充実および詳説
E	限定条件のモデル立案 条件固定乱数シミュレーションの単一試行	利益も考慮すべきである。 試行回数が少ない 複数モデルで比較すべき	提供されたサンプルシミュレーション 動的条件の自動シミュレーション・計算

表 1：活動記録の構成（提案報告書（前・最終）およびシミュレーション、相互評価コメントから）