

ハノイの塔を題材にした数学 B・数列のパフォーマンス課題
～SAMR モデルに基づくアプローチ～

札幌龍谷学園高等学校 吉本拓郎

キーワード：ICT 活用 SAMR モデル ハノイの塔 数列 数学的帰納法

1. はじめに

札幌龍谷学園高等学校では、2016 年度より ICT 環境の整備に取り組み、授業での ICT 活用が日常化しつつある。このような状況の中で、指導や学習のプロセスにおいて ICT が果たす役割を再評価し、分析することが求められている。

ICT ツールの活用により、画像や動画を用いた分かりやすい授業の実施や、教員主体の一方通行型授業から、タブレットを活用した主体的・協働的な学びへの転換が可能となる。また、授業の効率化や時間短縮、情報共有の円滑化といった利点も挙げられる。これらは ICT 活用の「第一段階」と言えるが、本来は ICT がなくても可能であった従来の手法の「置換え」にとどまっている。

本校では、より踏み込んだ ICT 活用の実践を目指して取り組んできたが、その進展は遅れている。その原因の一つとして、授業支援アプリ（本校ではロイロノート・スクールというクラウド型授業支援アプリ）を使用することで一定の満足感を得てしまい、さらなる活用方法の検討が進まない点が挙げられる。

このような課題意識を背景に、今回は Ruben R. Puentedura (2010) が考案した SAMR モデルを手がかりに、従来より一歩進んだ ICT 活用の授業実践を模索した。

2. 概要

(1) SAMR (セイマー) モデル

SAMR モデルは、ICT を授業で活用する際、そのテクノロジーが従来の教授法や学

習にどのような影響を与えるかを評価する尺度である。このモデルでは、テクノロジーの活用を次の 4 つの段階で捉えている (図 1)。

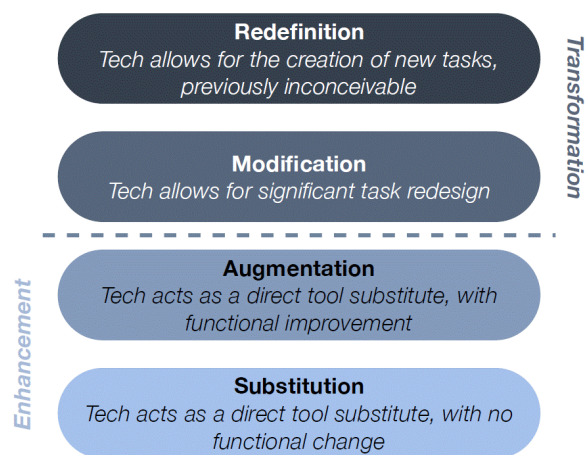


図 1 SAMR モデル

SAMR モデルでは、「Substitution (代替)」「Augmentation (拡張)」「Modification (変容)」「Redefinition (再定義)」と進むにつれ、授業に与える影響が大きくなるとされる。また、「S (代替)」と「A (拡張)」は「Enhancement (強化)」に、「M (変容)」と「R (再定義)」は「Transformation (変換)」に分類される。この 4 つの段階を用いることで、ICT 活用事例の分類や整理が容易になる。

(2) 目的

本校の課題を SAMR モデルの観点から検討すると、これまでの授業実践の多くは「S (代替)」および「A (拡張)」に位置づけられるということになるだろう。ただし、三

井(2014)が指摘するように、SAMRモデルにおける「従来」の状態をどのように定義するかによって、分類の位置づけは変化する。新しいテクノロジーが登場することで、従来「拡張」とされていた事例が「代替」に移行する可能性もある。しかし、SAMRモデルを活用する目的は、実践事例を厳密に分類することではなく、本校の課題をより具体的に把握し、解像度を高めることである。今回の取り組みでは、現時点で「A(拡張)」と「M(変容)」の中間に位置づけられる授業実践の構築を目指した。このような取り組みを続けることは、「従来」とされるテクノロジーが刷新され続ける現状において、本校のICT推進に大きな意義を持つと考える。

(3) パフォーマンス課題の設計

本校の数学科では、観点別評価を行うため、パフォーマンス課題の設定が求められている。今回題材とするハノイの塔は、数学Bの数列の単元で多くの実践報告があり、以前からパフォーマンス課題のテーマとして注目していた。しかし、いくつかの課題が存在していた。

第一に、ハノイの塔における「円盤を移動させる」という目標が、パフォーマンス課題で求められる「リアルな文脈での力の発揮」に該当するかが疑問視される点である。第二に、ハノイの塔の魅力は実物を操作する体験(身体性)にあるが、それを授業内で再現することが困難である点が挙げられる。さらに、厚紙を使った簡易的なハノイの塔を自作する実践例も報告されているが、この方法では授業時間を大幅に消費してしまうという問題もある。

これらの課題を踏まえ、「A(拡張)」にとどまらず「M(変容)」に近づけるようなICTの活用を意識し、ハノイの塔の魅力を伝えつつ、複合的なスキルが問われるパフォーマンス課題の設計を試みた。

まず、「目標の適合性」に関しては、ハノイの塔が持つ歴史性や物語性に鑑みて柔軟に対応した。また、実物を操作する体験については、1つの教材をクラス全員が触れる機会を確保するとともに、授業支援アプリで

厚紙を用いた簡易的なハノイの塔を再現して配布することで解決を図った。専用のゲームアプリも検討したが、生徒自身が操作や工夫を行う場面が限られるため採用を見送った。

課題の内容については、数列で学んだ知識やスキルを総合的に活用できるように設計した。具体的には、難易度の高い問題を2題用意し、生徒が進度に応じて選択できるようにした。課題の発表形式はプレゼンテーションとし、教員2名による審査を別室で実施。発表時間は5分、質疑応答を2分とし、形式は自由とした。待機中の生徒には副教材から課題を出し、授業支援アプリを通じて提出させた。また、評価及び記録のために発表の様子をiPadで撮影した。

(4) 授業デザイン

札幌龍谷学園高等学校の2学年特進コース1クラス25名におこなう数学Bの数列の授業である。その後一部内容を変更して3学年未来創造コース4クラス123名の数学Bの授業でも実施した。

【展開1】ハノイの塔の問題の紹介

インドのガンジス河の畔のヴァラナシにある大寺院には、3つの塔があった。そこには64枚の黄金の円盤を大きい円盤から順に重ねられていたという。バラモン僧たちはそこで、昼夜を通して円盤を別の柱に移し替えている。そして、全ての円盤の移し替えが終わったときに、世界は崩壊し終焉を迎えるという。

ルール

1. 積み上げられた円盤をすべて他の柱に移す。
2. 1回に1枚しか動かしてはならない。また、円盤の上にそれより大きい円盤をおいてはならない。
3. すべて3本の柱を用いておこなうこと。違う場所に円盤をおいてはならない。

【展開2】5段のハノイの塔を攻略

授業支援アプリで配布した簡易的なハノイの塔などを使って、最短の手順を考える。

【展開3】教具をつかってクラス全員で5段のハノイの塔を移す

教卓にあるハノイの塔を一人ずつ前を出て

きて動かしていく。見やすいようにその様子を iPad で撮影しつつ、プロジェクターにミラーリングする。

【展開 4】課題の提示

以下の課題について 1 のみを解答するか、1, 2 を解答するかを選択するように指示する。プレゼンテーションは 1 週間後に設定した。

1. n 段のハノイの塔が何手で解けるかを説明しなさい。
2. 1 で求めた手数で n 段のハノイの塔が解けることを数学的帰納法を用いて示しなさい。またそれが最短の手数であることを説明しなさい。

【展開 5】プレゼンテーション

発表は別室で実施し、教員 2 名による審査を行った。発表時間は 5 分間、質疑応答は 2 分間とした。プレゼンテーションの形式については自由とし、スピーチのみ、黒板を使った説明、iPad をプロジェクターでミラーリングしての解説など、発表者が選択できるようにした。

3. 考察

今回扱った実践はでは、ハノイの塔の魅力を伝えつつ、複合的なスキルが問われるパフォーマンス課題を無理なく授業に実装するために ICT を活用した。先行研究がある実践を実装するために ICT を利用するというコンセプトは SAMR モデルの分類では明らかに「A (拡張)」の段階であろう。一方で、実際の授業では、生徒の課題への没入感、簡易的なハノイの塔の活用、プレゼンテーションの多様性などにおいて、授業の質的な向上が見られた。また、校務支援アプリ（本校では BLEND）を通じた生徒の振り返りでも、これらの変化を裏付ける感想が散見された。

今後、学校現場で ICT を活用した実践をさらに発展させるためには、「A (拡張)」以上の価値を提示する必要がある。しかし、それは最新のテクノロジーを過剰に取り入れることではない。むしろ、効果が認められているものの実装が難しい指導法や先行研究

を、ICT を活用して無理なく実践し、そこに少しの魅力を加える取り組みを丁寧に繰り返すことが重要なのではないだろうか。

いずれにしても、今回の取り組みで SAMR モデルに基づいて事例を分類し整理することは可能であり、授業における ICT の影響を考察する上で、SAMR モデルは有益な指標となる可能性があることを示唆できたと考える。

参考文献

Ruben R. Puentedura(2010), ' A Brief Introduction to TPACK and SAMR ' www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2011/12/08/BriefIntroTPCKSAMR.pdf .

三井一希(2014) 「SAMR モデルを用いた初等教育における ICT 活用実践の分析」『日本教育工学会研究報告集』14(2), 37-40.