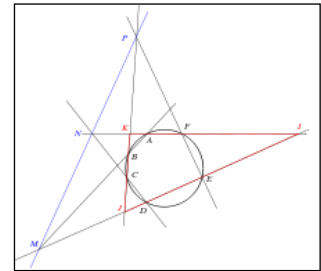


「マル・モク」チャートの有効性に関する考察

天野 秀樹 ・ 沖坂 柚香* ・ 松浦 武人**

1. はじめに

人間は考える葦である。フランスの哲学者であり、数学者でもあるパスカルの名言である(鹿島, 2012)。人は考えることができる特徴を有している。パスカルは、パスカルの定理「円に内接する六角形の対辺の延長線の交点は一直線上にある」をはじめ、確率論を世に広めるなど、新しい数学を手がけた人物として知られている。中学校での教育活動において、生徒が考えた軌跡を可視化する手段の一つに「思考ツール」がある。パスカルのような大発見を連発しなくても、日々の考えた事柄を整理し、次なる発想につなげる活動は教育において大切である。七里(2022)は、社会科授業において14種類の思考ツールを活用することについて提案している(図1)。



<p>イメージマップ</p>	<p>吹き出し</p>	<p>ベン図</p>	<p>＋－チャート</p>	<p>Tチャート</p>
<p>マトリックス</p>	<p>関連図</p>	<p>台形チャート</p>	<p>クラゲチャート</p>	<p>フィッシュボーン</p>
<p>スケールチャート</p>	<p>四象限マトリックス</p>	<p>ステップチャート</p>	<p>ピラミッドストラクチャー</p>	

図1 14種類の思考ツール(七里, 2022)

* 広島大学大学院教職開発専攻院生 ** 広島大学大学院人間社会科学研究所

Hideki AMANO, Yunoka OKISAKA, Taketo MATSUURA

A study on the effectiveness of the "Maru Moku" chart

2. 思考ツールを活用する意義

Toulmin (1958) は、人の思考は事実(Data)や主張(Claim), 論拠(Warrant)を主軸において記すと分析しやすいことを主張している。例えば石井 (2023) は、第8回全国中学校数学授業づくり研究会で筆者が実践した授業において最初に例示した問題に対する生徒の思考を、次のように分析している(図2)。

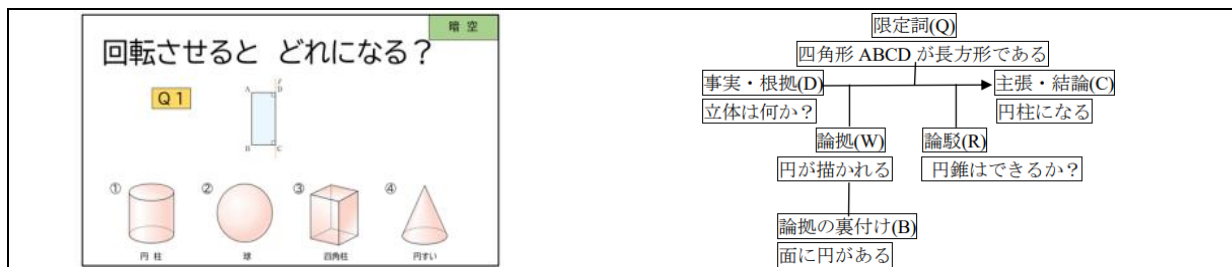


図2 研究会で筆者が最初に例示した問題に対する生徒の思考 (石井, 2023)

図2は、トゥールミンモデルによる思考の分析と捉えられ、多くの教科教育研究において利用されている。このトゥールミンモデルが起点となり、見えにくいとされる人の思考を記述して表面化させようとする動きが、教育研究でなされてきている。さらに近年、教育現場に生徒の思考を表面化させる手立てとして思考ツールを活用することが普及しつつある。したがって、思考ツールを活用する第一の意義に、生徒の思考を表面化させることがあげられる。

中学校学習指導要領(2017)においては学びに向かう力の育成を、3つの資質・能力のうちの一つに掲げている。この力を育成するための評価の観点も、主体的に学習に取り組む態度とされ、粘り強く取り組もうとする側面と自己の学習を調整しようとする側面があるとされている。態度を推進する数学教育研究については、重松(1987)を初めとするメタ認知研究がこれまでに進められてきた。しかしながら、特に自己の学習を調整しようとする側面から態度を推進することは、今後現場に根づいた研究が期待されている現況である。思考ツールを活用して実際に記述する場面では、生徒が学習を調整しながら記述を進める様子がふんだんに見られる。したがって、思考ツールを活用する第二の意義に、自己の学習調整を推進することがあげられる。

第1著者は令和5年7月に、本校の中学3年生に算額作品を制作させている。また、この算額作品の制作にあたっては、思考ツールの1つである「クラゲチャート」を併用して記述させた(図3)。

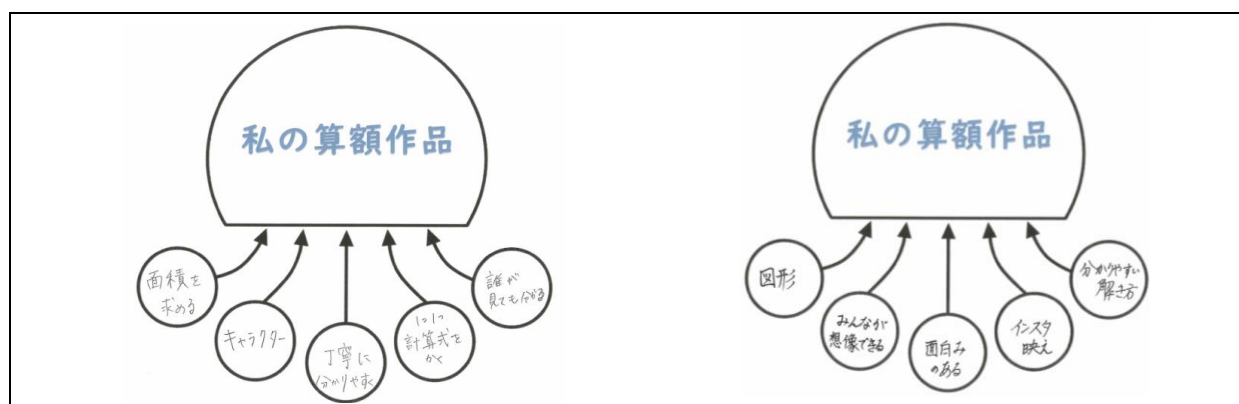


図3 算額作品を制作する際のクラゲチャートへの生徒 (Ima・Taka) の記述

図3から、算額作品の制作活動中に自己の学習を調整する中で思考した内容の一部を表面化できていることがわかる。

3. 研究の目的と方法

本研究の目的は、生徒の思考や自己の学習調整を推進する思考ツール「マル・モク」チャートを開発し、実践授業での活用を通してその有効性を考察することである。そのためにまず、「マル・モク」チャートの開発と実践授業を設計する。次に、「マル・モク」チャートの有効性を検証するための枠組みを設定して、実践授業を行う。そのうえで、実践結果を示すとともに、「マル・モク」チャートの有効性を考察する。

4. 「マル・モク」チャートの開発と実践授業での活用

本節では「マル・モク」チャートを発案し、それを活用した実践授業を設計する。そして、「マル・モク」チャートの有効性を検証する枠組み設定を行ったうえで授業を実践する。そのうえで、実践した授業の様相を示す。

4-1. 「マル・モク」チャートの開発

「マル・モク」チャートのおおもとの発案者は、第2著者である。発想の原点は、中学2年の連立方程式を加減法で解決する思考場面である。既成の思考ツールでは、思考したことを表面化させるべく、また、態度面で特に自己調整しながら思考を進める様子を表面化させることが難しかった。そこで、生徒の思考を「マル」(○)の中に記述させ、

生徒が思考している際に気づき、自身で調整している事柄を「モクモク」(☁)の中に記述させるチャートを発案した。生徒の考えと気づき、すなわち、思考面と自己調整する態度面の両側面、マルとモクモクを線で結ぶ(○☁)「マル・モク」チャートを開発した(図4)。このチャートの中心には、実際の授業で解決する具体的な問題が掲載されている。そして、その他は白紙にしてあるワークシートである。この白紙のスペースに生徒が思考したことをマルの中に次々と記し、線で結んでいく。連立方程式の加減法を例にすると、加減法、②の式を3倍、xの係数が揃ったら2つの式をひき算するなどをマルの中に記すことになる。そして、文字を1つにしたら解ける、係数を揃えたら片方の文字を消すことができる、yの方が揃えやすいなどをモクモクの中に記すことになる。これらマルとモクモクを記して線で結ぶ活動を継続して行うことで、それぞれの生徒にオリジナルの「マル・モク」チャートが完成する。

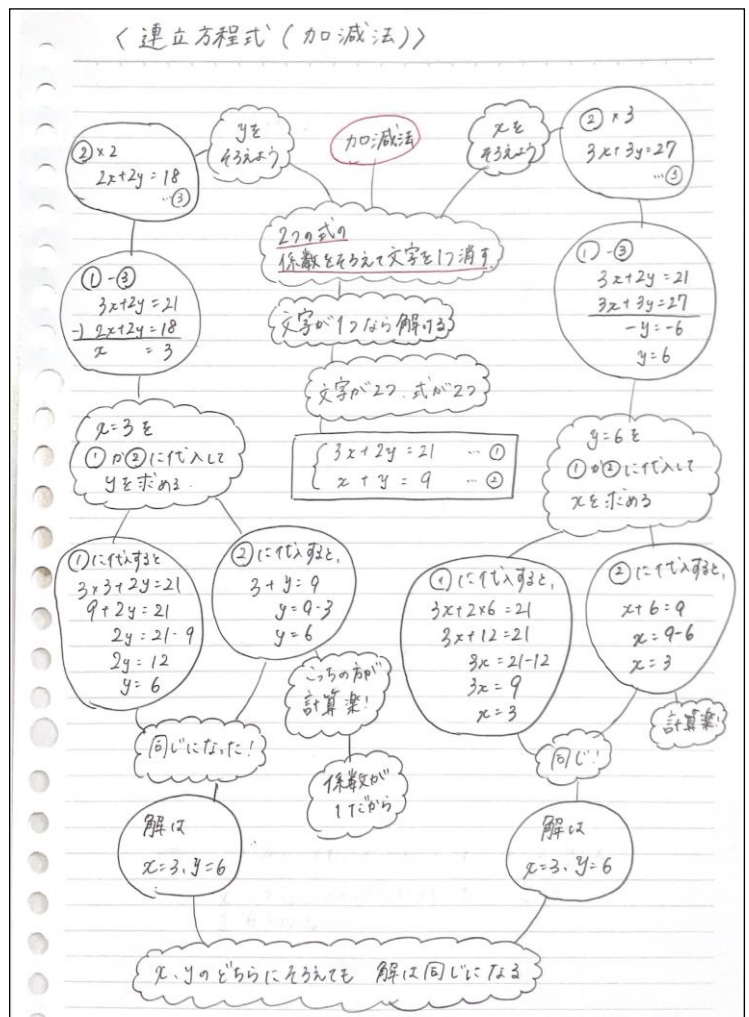


図4 「マル・モク」チャート(連立方程式の加減法)の例

4-2. 実践授業「1次関数の利用～動点問題～」の設計

実践授業は、中学2年における1次関数の利用を取りあげて設計する。その主旨は、中学1年で学習した比例や反比例を比較対象として思考を進められることや中学2年でそれまでに学習した文字式や連立方程式を比較対象として思考を進められることにある。また、1次関数の利用では、直前に学習した1次関数の表や式、グラフの特徴も比較対象として思考を進められることにもある。また、教材については、算数・数学ワーキンググループ(2016)が日常生活や社会の事象を取りあげること、数学の事象を取りあげることの明確に意識したうえで、生徒の深い学びにつながる授業を設計するように主張している(図5)。本実践授業では、算数・数学ワーキンググループ(2016)の主張をふまえたうえで、数学の事象を取りあげた問題解決が可能になる教材を選定する。その意図は、上述したように、比例や反比例、文字式や連立方程式、1次関数の表や式、グラフなど、既習の学習事項が多く、それらとの関連を学ばせるだけでも大きな価値があるからである。これらのことから、教材は「長方形の辺上に点を移動させる動点問題」を選んだ。

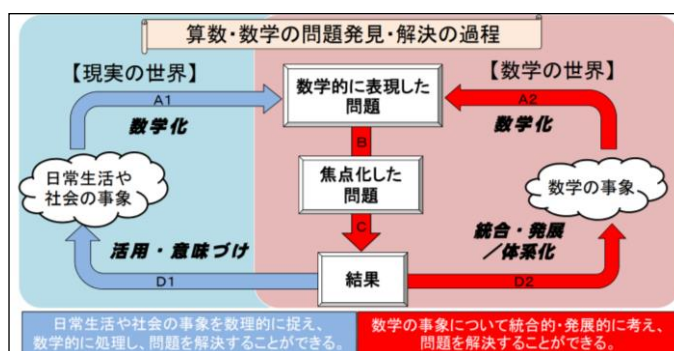


図5 算数・数学の問題発見・解決の過程を意識した授業モデル(算数・数学ワーキンググループ, 2015)

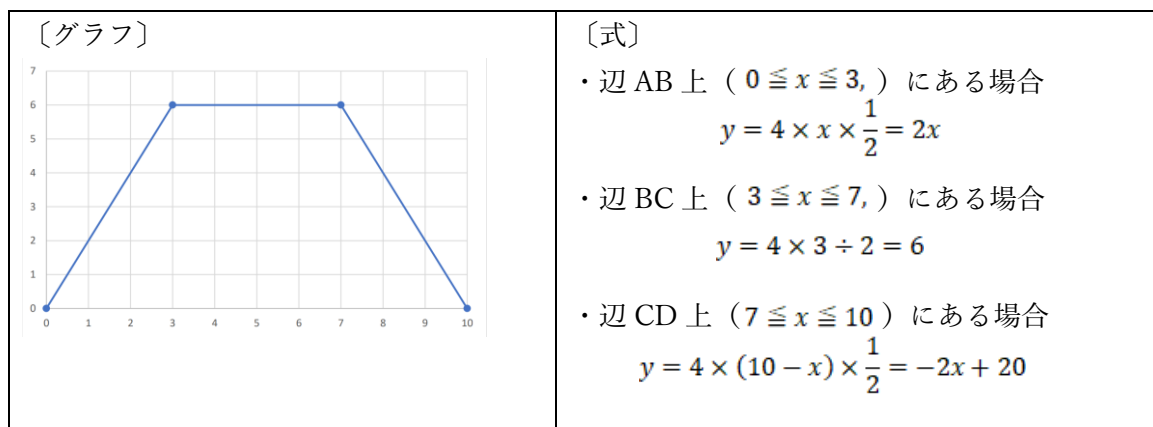
次に、指導案と授業ワークシートにあたる「マル・モク」チャートをあげる。

数 学 科 学 習 指 導 案

- 〔1〕日 時 令和5年7月11日(火)
- 〔2〕対 象 S中学校第2学年1組, 2組 80名
- 〔3〕授 業 者 第2著者
- 〔4〕観 察 者 第1著者
- 〔5〕題 材 名 1次関数の利用
- 〔6〕本時の目標 面積が一定のペースで変化することに気づき、その様子を表すことができる。
- 〔7〕評価基準

評 価 規 準		手 立 て
A	一定のペースで変化することに気づき、 グラフや表、式を用いて 面積の変化を説明することができる。	他者にわかりやすく伝わるように他の表し 方でも書くように呼びかける。
B	一定のペースで変化することに気づき、 面積の変化を説明することができる。	どのように増減しているかに注目するよう に呼びかける。
C	場合分けの一部について、 面積の変化を説明することができる。	点Pの動き方や三角形の底辺と高さを確認 させる。

(参考) 生徒のパフォーマンス例



〔8〕 本時の展開

学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
<p><input type="checkbox"/> 「マル・モク」チャートの書き方を知る。</p>	<p>○考え (マル) と気づき (モクモク) を区別して記入させる。</p>
<p>〔問題〕 長方形 ABCD において、点 P は A を出発して、辺上を B, C を通って D まで動きます。 点 P が A から x (cm) 動いた時の $\triangle APD$ の面積を $y \text{ cm}^2$ とすると、 $\triangle APD$ の面積はどのように変化するか。</p>	
<p><input type="checkbox"/> 「マル・モク」チャートを作りながら問題を解く。</p>	<p>○変化の様子を拍手の大きさと表現させる。 ○3つの場合があることを全体で確認する。 ○表し方には、表や式、グラフがあることを全体で確認する。 ○辺 CD 上の表し方は、特定の生徒を指名して発表させる。</p>
<p><input type="checkbox"/> 仲間の考えをもとに自分の考えを整理する。</p>	<p>○美術館方式で仲間の「マル・モク」チャートを観察させる。 ○グラフや表、式のうち、他者にもわかりやすい他の表し方も書くように呼びかける。 ○辺 CD 上の表し方に困っている生徒を表せた生徒に出会わせる。</p>
<p><input type="checkbox"/> 振り返る。</p>	<p>○生徒の作品を映像にして共有する。 ○ポイントに赤丸、重要語句に下線を引かせる。 ◇面積が変化する様子を表せているか。【思考・判断・表現】</p>

「マル・モク」チャート (授業ワークシート)

「マル・モク」チャート

考えたことはマルで囲む ○

気付いたこと、疑問はモクモクで囲む ○

マルとモクモクを線で結ぶ ○○○

2年 組 名前 _____

問: $\triangle APD$ の面積はどのように変化するでしょう。

(点PはAから辺上をB,C,Dと移動します)

4-3. 「マル・モク」チャートの有効性を検証する枠組み

発案したチャートの検証は、チャートに記されたマルやモクモクの個数で判断するわけではない。授業で生徒が思い描いた思考や気づきをマルやモクモクの中に表現できているかを見取りたい。本時で言えば、三角形の面積が一定のペースで変化しているとみなす思考、気づきをマルやモクモクの中に表現できているかを見取る。具体的に言えば、マルの中に同じペース、直線、 $y = -2x + 20$ など、モクモクの中に一定、ペースは変わらない、1次関数になるなどと記されていれば、授業で「マル・モク」チャートを使用したことが有効に働いたことになる。9割以上の生徒が記述できていれば“有効”，8割以上の生徒が記述できていれば改良の余地があるとした。したがって、8割のラインを「マル・モク」チャートの有効性に関する評価指標として検証した。

4-4. 実践授業「1次関数の利用～動点問題～」の実際

実際の授業の流れを示したうえで、生徒が記した「マル・モク」チャートを紹介する。

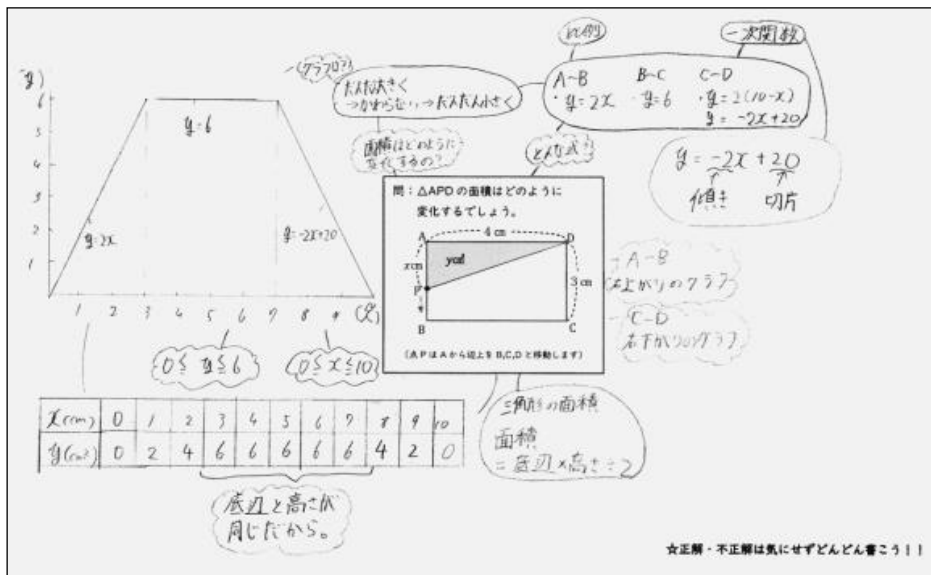
〔1〕授業の流れ

実 際 の 活 動	実 際 の 様 子
<input type="checkbox"/> 「マル・モク」チャートを知る。	<input type="checkbox"/> 前時の問題を使用してわかりやすく紹介していた。
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>〔問題〕</p> <p>点Pは辺上をA→B→C→Dと動きます。</p> <p>点PがAからx (cm) 動いた時の</p> <p>$\triangle APD$ の面積 $y \text{ cm}^2$ はどう変化するか。</p> </div>	<div style="text-align: center;"> </div>
<input type="checkbox"/> 問題を解く。	<input type="checkbox"/> 変化を拍手の大きさと表現させ、問題理解が深まった。 <input type="checkbox"/> 3つの場合があることを全体で確認できていた。 <input type="checkbox"/> 自由な雰囲気の中で集中してチャートを作成していた。 <input type="checkbox"/> 何も記述できない生徒が数名いた。
<input type="checkbox"/> 仲間の考えをもとに整理する。	<input type="checkbox"/> 美術館方式で仲間のチャートを積極的に観察できた。 <input type="checkbox"/> 記述の少ない生徒には、多い生徒のチャートを観察するように呼びかけた。
<input type="checkbox"/> 振り返る。	<input type="checkbox"/> 生徒の作品を映像で効率よく共有できていた。 <input type="checkbox"/> ゆったりした雰囲気でチャートを完成させていた。

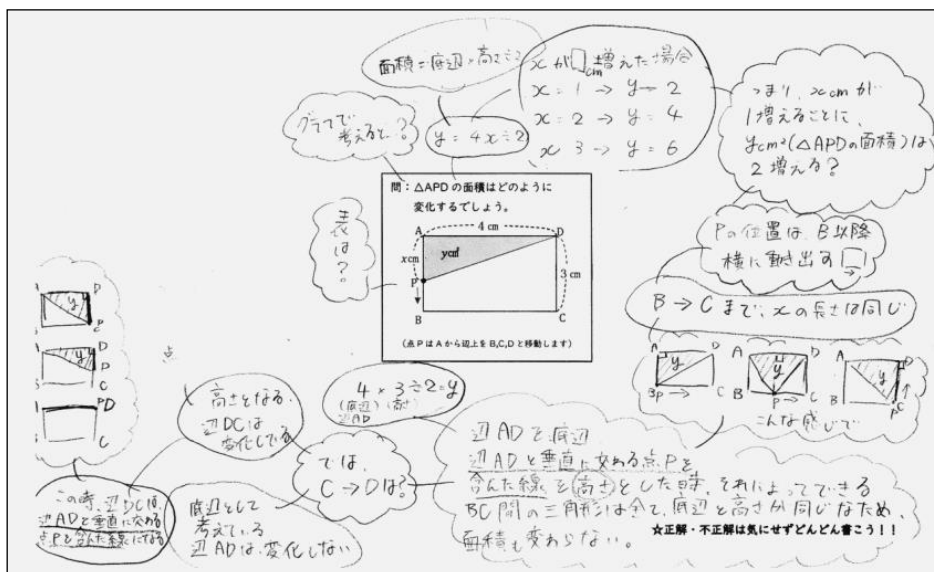
〔2〕「マル・モク」チャート

71名の生徒が授業を受けた。71枚の「マル・モク」チャートから本時の目標「面積が一定のペースで変化することに気づき、その様子を表すことができる。」について、評価規準である「一定のペースで変化することに気づき、面積の変化を説明することができている。」に到達しているかを判断した。判断する方法は、第1著者と第2著者とで共同で判断した。AからB, BからC, CからDの3つの場合それぞれについて、一定のペースを記す言語表現や記号表現, グラフを含む図表現などが記されているかを判断の根拠にした。これらの方法のもと, A評価(表・式・グラフを用いて他者にわかりやすく表している)が55名, B評価(3つの場合それぞれについて一定のペースを記す表現がある)が11名, C評価(3つの場合のいずれかに一定のペースを記す表現がない)が5名だった。次に, 各評価における生徒が記した「マル・モク」チャートをあげる。

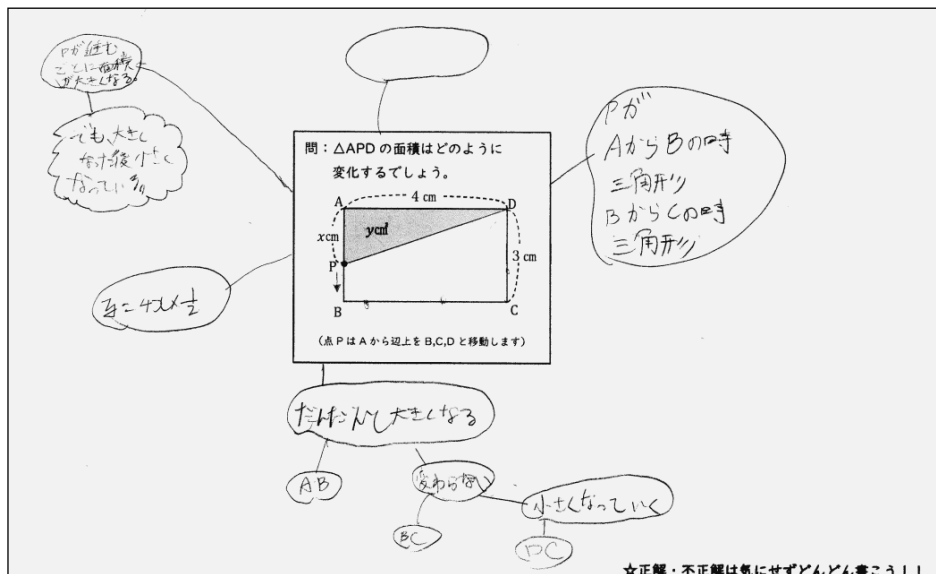
〔A評価(表・式・グラフを用いて他者にわかりやすく表している)・・・55名〕の例



〔B評価(3つの場合それぞれについて一定のペースを記す表現がある)・・・11名〕の例



〔C評価（3つの場合のいずれかに一定のペースを記す表現がない）・・・5名〕の例



5. 考察～「マル・モク」チャートの有効性について

(1) 1次関数の利用場面において「マル・モク」チャートは有効である

「マル・モク」チャートを開発し、1次関数の利用における動点問題を教材として授業を実践した。71名中66名(93%)が「マル・モク」を利用した表現で記述できていた。9割を超える生徒が表現できたことを鑑みると、1次関数の利用場面において開発した「マル・モク」チャートは“有効”に働いたことがわかる。思考ツールとしての「マル・モク」チャートの書き方の説明は、初めて知った生徒にとっても、考えと気づきをマルとモクモクで囲み方を変えて表すことに関して、取り入れ易く短時間で理解できたようである。また、思考したことに加え、思考する際に思ったことを気づきとしてモクモクの形式で表現できることは、自分が考えた事全般に関して後から俯瞰できる点からも、生徒にとって“有効”に働く面が見受けられた。

(2) 「マル・モク」チャートは生徒に気づきを意識させる

「マル・モク」チャートに生徒が最初に記した内容を集計すると、71名中46名(65%)がモクモク表現を行っていた。チャートを完成させていく活動の中で、最初に想起して記した気づきを中心とした解決が展開されていく姿が見受けられた。

一般的に通常展開される授業では、思考した結果や知識、技能面が取り出され、それを支える気づきや思いといった思考過程や態度面は埋もれることが多い。しかしながら、「マル・モク」チャートを活用した授業は、思考過程や態度面をオン・タイムでモクモクの形式で記述させるため、授業が進んでいく中でも、授業の途中に気づきや思ったことを見返すことができる。そして、再び解決に向けた取り組みに進進できる思考ツールになっている。実践した授業では、個人思考の後に美術館方式で仲間のチャートを観察したり、全体で仲間のチャートを映像化して見たりした際に、自分が記した気づきを中心として仲間のチャートと比較しながら捉えなおす姿が見受けられた。授業の途中に評価規準Cの生徒がBの記述に変容したり、Bの生徒がAの記述に変容したりする場面では、各人がチャートに記した気づきを詳細に説明するチャートを付加する姿が見受けられた。

以上のことから、生徒は「マル・モク」チャートに記した気づき(モクモク)を意識し、解決する形で授業が進んでいくことがわかった。

(3) 「マル・モク」チャートで生徒の思考過程を把握できる

「マル・モク」チャートを活用した授業で生徒の思考過程を把握する場面では、生徒が記したマル表現を追っていくことで可能になる。授業者にとってこの作業は容易で、机間指導をして教室を1周すれば、評価規準のA, B, Cのどの段階にいるか把握できる。生徒の思考を手早く把握できれば、Cの生徒をBに導く手立てを講じることもできる。一般的な授業では、知識や技能面が表面に目立ちがちであるが、思考の側面を評価し、授業中に即フィードバックできる点は「マル・モク」チャートを活用した授業の利点であることがわかった。

6. おわりに

教育現場に近年普及しつつある思考ツールに着目し、「マル・モク」チャートを発案した。「マル・モク」チャートは、思考を「マル」(○), 気づきを「モクモク」(☉)の中に記述させ、マルとモクモクを線で結ぶ(○☉)思考ツールである(図4)。本稿では、1次関数の利用の授業を設計して実践した。その結果、〔1〕1次関数の利用場面において「マル・モク」チャートは有効である、〔2〕「マル・モク」チャートは生徒に気づきを意識させる、〔3〕「マル・モク」チャートで生徒の思考過程を把握できる、の3つのことがわかった。今後は、その他の実践場面において「マル・モク」チャートが有効に働くのかを検証することなどが課題としてあげられる。

【引用・参考文献】

- 鹿島茂(2012), 『パスカル パンセ抄』, 飛鳥新社.
- 七里広志(2022), 『思考ツール×パフォーマンス課題でつくる中学校社会科授業』, 明治図書.
- Stephen E, Toulmin. (1958) The uses of argument, *Cambridge University Press*.
- 石井勉(2023), 「数学的活動の記述の指導案作成への寄与について」, 『第8回中学校数学授業づくり研究会冊子』, 61-62.
- 文部科学省(2017), 『中学校学習指導要領』.
- 重松敬一(1987), 「数学教育におけるメタ認知の研究(2) - 問題解決行動における「内なる教師」の役割 -」. 『第20回数学教育論文発表会論文集』, 99-104.
- 算数・数学ワーキンググループ(2016), 『算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』.