

# 数学科における活動をベースにした学習の導入可能性の検討： 校舎の高さを測定する課題の実践

## Proposal for Activity Based Learning in Math Class: Practice of Measuring the Height of a School Building

高橋 麻衣子<sup>†</sup>  
Maiko Takahashi

<sup>†</sup> 東京大学先端科学技術研究センター

Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo  
maiko\_tk@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

### 概要

中学 1 年生の数学科の授業において活動をベースにした学習 (ABL: Activity Based Learning) を実施した。生徒に「限られた道具を用いて校舎の高さを測定する」活動を提示したところ、校舎内の階段の長さを 1 段ずつ測定するという直接的な測定から、校舎と基準物の写真から比によって求めるという間接的な測定まで多様なアイデアが生成され実施された。活動の結果、生徒の数学学習への意欲の向上や数学と生活の結びつきへの気づきが得られた。

キーワード：活動をベースにした学び (ABL: Activity Based Learning), 数学科, アイデア生成, 機能的学習環境

### 1. はじめに

小学校算数から中学数学の学習へ移行する際に、教科学習が嫌いになったり学習への意欲の低下がみられたりする「中 1 ギャップ」という現象が生起することが指摘されている[1][2]。算数と数学の学習指導要領を見比べると、算数科の目標が「(1) 数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに、日常の事象を数理的に処理する技能を身に付けるようにする、(2) 日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。(3)以下略」[3]と「日常の事象」を対象として数理的に処理する技能を強調しているのに対し、数学科の目標が「(1) 数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。(2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。(3)

以下略」[4]と、「日常の事象」という文言が削除され、より抽象的な思考の育成が求められており、この点の中 1 ギャップが生じる 1 つの原因であることが考えられる。日常生活との結びつきがわかりやすくより具体的な思考を求められていた算数から、平方根や正負の数の単元が導入されて生活場面と切り離された数学へと移行することで、その意義やおもしろさがわからなくなった生徒が少なくないのではないだろうか。

本研究では生活場面と密接にかかわる活動を数学科に取り入れる実践を行なうことで、生徒が数学学習の意義に気づき、意欲を向上させることをねらう。教科学習の意義が見出せず、興味をもてない児童・生徒に対しては、活動をベースとした学習 (ABL: Activity Based Learning) の有効性が報告されている [5][6][7]。ABL は、学習者全員に一律の学習目的を設定しない、教科書を使わない等の特徴をもち、授業外で設定された ABL プログラムにおいて、学習者が教科学習の意義に気づき学習意欲を喚起する様子が観察されてきた。例えば高橋ら (2020) は大通りの長さをヒモや定規等の限られた道具で測定する活動を通して、参加児童・生徒が自然発生的に協働をして試行錯誤しながら測定し、各自のレベルに沿った個別化された学びを達成していたこと、さらに測定の活動にとどまらず、「もう少し算数を勉強する」「今度は高さを測ってみたい」等の発展的なゴールの設定が行われたことが報告されている[7]。

このような ABL プログラムは、これまで学校外で教科学習の外で行われてきた。一方で現行の学習指導要領では「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して学習を展開することを重視する」[3][4]と、数学的活動を通して授業を行うことが求められており、ABL と親和的である。そこで本研究では ABL を公教育に実装し、その効果を検討することを大きな目的とする。具体的には公立中学校の 1 年生数学科の授業で「限られた道具を用いて校舎の高さを測定する」とい

う課題を設定し、この課題への取組によって生徒が数学学習の意義に触れ、学習への意欲を持つことが可能かを検討する。

## 2. 活動の概要

限られた道具で校舎の高さを測る一連の活動プログラムを「ハカレ!」と題し、公立中学校の1年生数学の5時限分の授業時間を使って実施した。授業の進行や実施は主に著者が行ない、数学科の教員2名がサポートに入った。参加した数学科の教員が教育課程内の数学科の授業として、数学の指導案を作成した。

### 2.1 参加者

東京都内の公立中学校の1年生の1学級27名(男子14名, 女子13名)が学級単位で参加した。

### 2.2 活動スケジュール

プログラムを3日間に分けて実施した。1日目と2日目は2時間分の授業時間を使い、3日目に1時間分の授業時間でまとめを行なった。活動スケジュールを表1に示す。

表1 活動スケジュール

| 表1 活動スケジュール |  |
|-------------|--|
| <b>1日目</b>  | <b>ミッション発表・練習課題 (2時間)</b>  |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>ウォームアップ：目測と実測（机の長さ、腕を広げた長さ、窓の高さの目測・実測）</li> <li>ミッション発表：「校舎の高さはどのくらいか、制限時間内に誤差30cm以内でハカレ！」</li> <li>まずは1人で考える</li> <li>班に分かれて作戦会議</li> <li>練習課題で練習（校庭の多機能器、校舎の1フロア分の高さ、体育館のバスケットゴール）</li> </ul> |
| <b>2日目</b>  | <b>実測 (2時間)</b>  |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>練習課題の方法と結果の共有</li> <li>班の方針の確認</li> <li>実測：30分で校舎の高さを測定</li> <li>各班の結果の共有</li> </ul>  |
| <b>3日目</b>  | <b>ふりかえり (1時間)</b>   |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>正解発表</li> <li>実測方法の共有</li> <li>校舎の高さは水平方向にするとどのくらいか</li> <li>生活の中の数学について</li> </ul>   |

## 3. 活動の様子

### 3.1 1日目

生徒の長さの基本的な概念を確認するために、身の回りにある机の長さ、手のひらを広げたときの親指の先端から小指の先端までの長さ、両腕を広げたときの長さ、教室の窓の縦方向の長さがそれぞれどのくらいだと思うかとクラス全体に問いかけ、実際に測定してみせた。各発問に対して27名の参加者のうち、2~3名が発言し、それぞれの回答が「机の長さは90cmくらい」など実測されたものに近かった。残りの参加者がおおよその長さを判別できたかはわからなかったが、手のひらの長さは20cmくらい、両腕を広げた長さはそれぞれの身長くらいなので測定の基準として覚えておくことよいは明示したところ、どの参加者も真剣に聞いている様子が見て取れた。

次に、本プログラムのメインミッションである「限られた道具を用いて校舎の高さを測定する」課題を参加者に提示した。使用できる道具は30cm定規、三角定規、分度器、ストップウォッチ、紙テープ、それぞれが持っているタブレット端末、ビニールボールとし、これらをどのように使ってもよいので30分以内に校舎の高さを測定することを教示した。校舎を測定する方法について、まずは1人で考える時間を約10分設けてワークシートの記入を求めた。それぞれが、実行可能なアイデアから実行可能性の低いアイデアまでさまざまに記入した。生成されたアイデアの平均は1.41(0~5)であった。参加者27名中7名はアイデアの生成がなされず「思いつかない」と記入したり白紙であったりした。

1人で考えた後に3~4名で1グループの計7グループが作成されたそれぞれの意見を持ち寄ってグループの方針を立てることとした。1人で考えた際に「思いつかない」とした生徒は各グループに0~2人となり、どのグループも1つ以上のアイデアが生成された。アイデアが複数出されたグループでは、自分の意見と他者の意見のメリットデメリットを議論するような展開も見られた。時間が許せば複数のやり方で実施してよいことは伝えた。その後、校舎の高さよりも低い練習課題をいくつか提示した。ほとんどのグループが校庭に設置されている約3mの多機能器で実行して1日目は終了となった。1日目に各グループが立てた方針を表2に、各グループの方針例を図1に示す。「校舎の写真をとつ

て、長さのわかっている基準物（身長や、水平方向の長さ）との比率から求める」「階段の高さを1段ずつ求める」「ボールを落として地面につくまでの時間から高さを計算する」が主な計画として挙げられた。

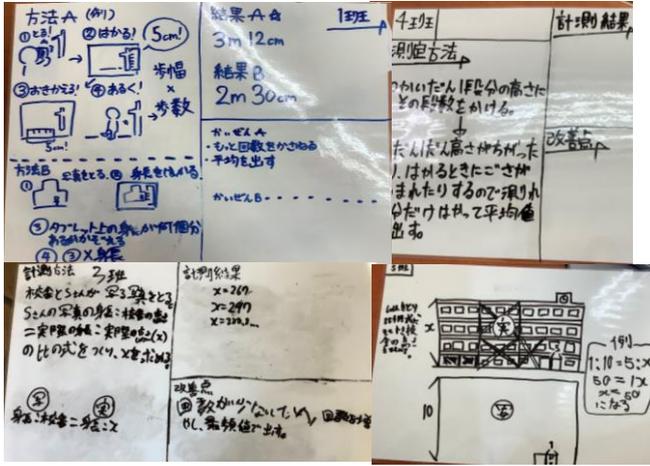


図1 各グループで生成されたアイデアの例

3.2 2日目

2日目はまず、1日目の練習課題の実行方法と結果を各班が発表し他班と共有した。それをふまえて本番の作戦を練り直し、「校舎の高さを30分以内で測定する」課題を実施した。どのグループにおいても1日目の方針から大きな転換は見られず、同じ方法で何度も測定する様子が見られた。2日目の測定方法と結果を表2に示す。結果が正解の14m87cmとの誤差30cm以内であったグループもあった。

表2 各グループの測定方針と測定結果

|   | 1日目   | 2日目  |
|---|---|--|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>校舎の写真を撮り、校舎の高さと同じ長さを水平方向にとって歩幅と歩数で測定する</li> <li>校舎と人の写真を撮り、タブレット上で身長何個分かを計算する</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>校舎の写真を撮り、校舎の高さと同じ長さを水平方向にとって靴のサイズいくつ分かを測定する<br/>→結果 12m72cm</li> <li>校舎と人の写真を撮り、タブレット上で身長何個分かを計算する<br/>→結果 14.7m</li> </ul> |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>階段を1段ずつ測り、屋上の緑部分を足す</li> <li>校舎の写真の矢印を横にしてその長さを</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>階段を1段ずつ<br/>→結果 13m55cm</li> <li>校舎の縦の矢印を横にして、生徒の身長</li> </ul>  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 測る  | 何個分か<br>→結果 15m16cm<br>・校舎の縦の矢印を横にして歩幅何個分か<br>→結果 13m25cm   |
| 3 | 校舎とSさん（グループのメンバー）が写る写真をとる。Sさんの写真の身長：校舎の高さ＝実際の身長：実際の高さ(x)の比の式をつくりxを求める   | 1日目の計画を2回実行し、 $0.6 : 5 = 165 : x$ 、 $1 : 8.4 = 165 : x$ の式から 13m75cm と 13m86cmなので平均値の 13m81cm をグループの結果とした   |
| 4 | 階段1段分の長さとその段数をかける   | 1段1段高さがちがうので、測れる分だけ測って1段分の平均値を出して段数をかけ、その他の部分を足して 13m35cm となった  |
| 5 | 写真をとり比例式で校舎の高さを求める。   | 校舎の写真をとり、写真の扉の横幅 (4.45cm) と校舎の高さ (37.7cm) を定規で測定し、扉の横幅を実際に歩幅で測定して $4.45 : 37.7 = 170 : x$ の式から、14m40cm を算出した  |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>1秒でボールがどのくらい落ちるか計る</li> <li>影の長さで求める</li> <li>1mのひも何個分か</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>ボールが1秒で何mくらい落ちるか測定し、屋上からボールを落とし落ちた秒数でかける<br/>→結果 13m50cm</li> <li>校舎の高さを横にもってきた時にどこの部分にあたるか<br/>→結果 13m</li> </ul> |
| 7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>① ボールを1mから落とした時間を測る</li> <li>② 調べるものの高さから落とし時間を測る</li> <li>③ ②÷①をする</li> </ul> | 1日目の作戦を実行、タブレットでボールを落とす動画を録画しスローモードで時間を算出した。2回実行して 14m21cm と 13m41cm を算出した。   |

### 3.3 3日目

3日目は、校舎の高さである14m87cmを水平方向にしたらどの程度となるかを経験させた。生徒たちには廊下の端から14m87cm地点を目測させ、その地点に立つように指示した。多くの生徒は14m87cmを大きく超えた地点に立ち、垂直方向と水平方向の見え方の違いを体感した。さらに、「写真を撮って比率を測定する」際の写真の撮り方と誤差について、また「落下の時間から測定する」際の前提となる落下の速度はいつも一定なのかについて、それぞれ数学や物理の正しい知識を講義した。最後に本プログラムで数学の知識をどのように使ったのかをふりかえらせ、生活場面に活用できる数学の知識とはどのようなものかをそれぞれに考えさせた。

## 4. 参加者のふりかえり

授業終了後に生徒たちにアンケートを実施した。まず、本ABLプログラムである「ハカレ！」の授業と普通の数学の授業を取り組んでいる時に「おもしろい」「めんどくさい」「勉強になる」「積極的に取り組める」とどれだけ思うかについて「とてもそう思う(4点)」「まあそう思う(3点)」「あまりそう思わない(2点)」「まったくそう思わない(1点)」で評定してもらった。全生徒の平均値を図2に示す。

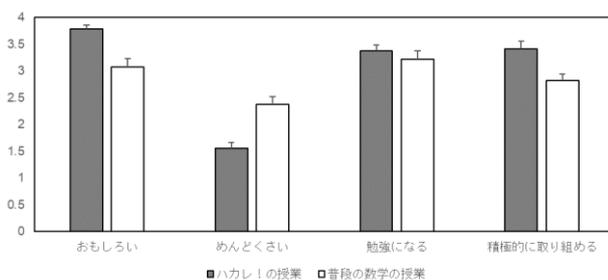


図2 ハカレ！の授業と普通の数学の授業に取り組んでいる時の気持ち

「ハカレ！」の授業のほうが「おもしろい」と「積極的に取り組める」で普通の数学の授業よりも有意に高い得点を示した( $t(26)=5.05, p<.01, t(26)=3.86, p<.01$ )。活動をベースにすることにより、座学で取り組む授業よりも必然的に積極性を求められ、おもしろいと感じることができたことが考えられる。

座っているだけでなく体を動かして活動すること

で「めんどくさい」の項目の得点も上昇することも懸念されたが、本プログラムではそのような傾向も見られず、むしろ普通の授業より有意に低い得点となった( $t(26)=5.38, p<.01$ )。また、活動をするだけで学習効果を実感できるかも懸念されたが「勉強になる」の項目は普通の数学の授業に対する得点と有意差がなく( $t(26)=.84, p=.40$ )、生徒自身が座学による学習効果と同程度に「勉強した」と感じていることも考えられた。

さらに、「ハカレ！」の授業をふりかえって、「他の人と協力したか」「他の人が考えないようなアイデアを出せたか」「体を使ったか」「頭を使ったか」の項目について「とてもそう思う」「まあそう思う」「あまりそう思わない」「まったくそう思わない」のどれかで回答してもらった。それぞれの回答人数を図3に示す。

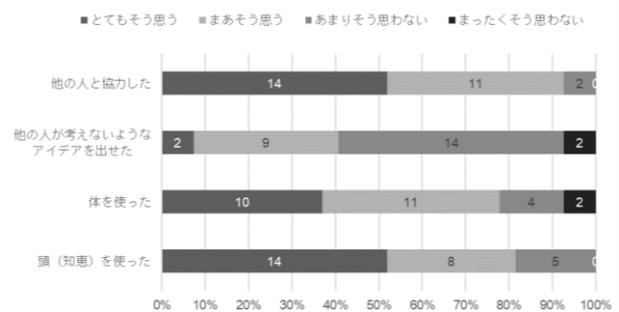


図3 ハカレ！の授業をふりかえって

本プログラムでは班ごとにアイデアを出して実行する形式をとったため、「他の人と協力した」は9割以上が「そう思う」と回答する結果となった。また、8割程度が「頭を使った」「体を使った」と回答し、プログラムに対して積極的に関与したことが考えられた。一方で「他の人が考えないようなアイデアを出せた」について「とてもそう思う」と回答したのは2名、「まあそう思う」と回答したのが9名となり、合計で全体の4割程度にとどまった。「とてもそう思う」と回答した2名のアイデアは5グループの「写真を撮って、校舎の高さと(実際に測定できる)扉の横幅の比を求める」、6グループの「校舎の高さを横に持ってきたことを考えてその地点を測定する」のアイデアを出した参加者であった。6割程度の参加者は「他者と違うアイデアを出すこと」が困難であると自覚しているものの、他の質問項目の結果から本プログラムの活動についての充実感やおもしろさを感じていることが示されており、他者が生成したアイデアであっても話し合いや実際の活動を通してそれぞれの学習経験として積極的に関与できる可能性が示唆された。

「自分で測定したもの以外に他に試してみたい方法はあるか」という質問の回答を自由記述で求めたところ「特になし」と回答した参加者は3名のみで、その他の参加者からは「もう一度正確に階段の高さを一つずつ測定したい」「比率でやってみたい」「ボールを落下させてみたい」「ピラミッドでやるように校舎の影の長さを測ってみたい」など、同じ課題を他のグループが行った方法や今回誰からも提案されなかった方法で試してみたいといった意見が得られ、「課題をもう少しやってみたい」という意欲が喚起されていることが考えられた。

「ハカレ！」の活動を受けて考えたことや感想」について自由記述を求めたところ、27名中13名が「楽しかった」と記述した。その理由として「普段は体験できない数学の楽しさを知ることができておもしろかった。」「いつもの授業とちがいで、じっさいにやってみるのが楽しかった。」と普段と異なった数学の授業形態だったことに言及した回答が4件、「班の仲間と協力してやり遂げられて楽しかったです」「みんなとアイデアを出し合い協力してできてとても楽しかった」と他者と協同して行ったことについて言及した回答が4件挙げられ、その他に「自分で自由に考えられたこと」「数学の原点に触れた」「測るということを今までやってこなかったから」が「楽しかった」理由としてそれぞれ1件ずつ挙げられた。また、算数・数学の活用方法について触れた回答が6件あり、そのうちの3件は「校舎の高さをはかるときに数学や算数でやったことを思いだしながら高さのはかりかたを考えることができました。」といったように本課題と数学の結びつきに言及し、他の3件は「生活の中に数学が役に立つのは多い」「数学とか算数はできるだけ知っている方が色々な考えができて応用の幅がふえると思った」「今までは「算数とか数学ってどうやって使うんだろう」と思っていたのですが、今回の授業を通して、今まで習ったものをどう組み合わせるか、どう道具にしていくかを自分で実際に考えてためてみる、というのを試してみ、数学や算数は色々なレパートリーをふやし、「何がだめなら何でもやる」のように、フローチャートの選択肢を作るために習っていたんだな。と実感しました。」と、本課題を超えて生活全般と数学の結びつきや教科の応用としての数学の活用方法について言及していた。その他に「いろいろな方法があってびっくりした」「常識にとらわれない視点が大事だと思った」「疑うことの大切さ（写真は物理的な真実を映し出しているとは限らない、という話

を聞いて）」という意見が各1件あった。さらに「数学8点でも生きていけるなど思いました」と普段の数学は苦手であるが、本プログラムには積極的に取り組めたことを感想として挙げている参加者もいた。他者との協同や他者のアイデアを聞くことを肯定的に捉える意見が多かった一方で、「班の他の人と意見があわなくて、自分が4人いたらいいのにと思った」といったように協同の難しさに言及した回答も1件得られた。

## 5. 考察

中学校1年生の数学科において「限られた道具を用いて校舎の高さを測定する」活動を実施した結果、参加した生徒がそれぞれに算数/数学の知識を活用してアイデアを生成し、実行にうつっていたことが観察された。内部の階段を1段ずつ測定して直接的に校舎の高さを測定したのが7グループ中2グループ(27人中6人)であり、その他の参加者は「写真をとって比率を求める」「ボールの落下速度から高さを算出する」といったように、基準を設けて間接的に校舎の高さを測定していた。

より抽象的な思考へプログラムを実施したのが中学1年生の3月であったため、日常的な事象というより具体的なモノを対象とする算数科から、対象物が抽象的になる数学科の思考の方法に慣れていたことが、間接的な測定が多かった原因の一つとして考えられるのではないだろうか。中学入学直後に同様の活動を実施することで、算数科から数学科への移行過程をより詳細に検討できる可能性が指摘できる。

活動をふりかえって「生活の中に数学が役に立つのは多い」「今まで数学(算数)で習ったことがここまで活用できるとは思わなかった」などの感想が得られ、本活動を通して日常場面で算数/数学が機能する場面がさまざまにあることや、数学を活用する面白さへの気づきが促されたことが示唆され、数学の教科学習への意欲を喚起しその必然性に気づくという本プログラムの目的がある程度達成されたことが考えられた。

今後の課題として、今回の「校舎の高さを測定する」という身近で具体的な活動が、生活から切り離されてきた抽象的な数学への足掛かりとなり、数学科を捉えなおすきっかけになったそれまで学習してきた抽象的な数学科を捉えなおすきっかけになった可能性について、その後の生徒の学習活動や授業中の発言等から検

討することが挙げられる。また、今回の活動で得られた教科と生活一般との結びつきへの気づきが、数学科の他の単元や他の教科においても応用されるかを検討すること、さらには教員が本プログラムをどのようにとらえるかを検討し、教科と結びついた ABL を開発し実施する支援方法を提案することも今後の課題であろう。

## 文献

- [1] 井上正允, (2008) “小学校算数と中学校数学の接続に関する研究 (1) 中1 ギャップと算数・数学の接続を考える”, 第 41 回数学教育論文発表会論文集, pp. 75-80.
- [2] 木村治生, (2020) “第 4 章 子どもの学習に関する意識と行動”, 子どもの学びと成長を迫る: 2 万組の親子パネル調査から, 東京大学社会科学研究所・ベネッセ教育総合研究所 (編), 勁草書房, pp. 55-74.
- [3] 文部科学省, (2017) “【算数編】中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説”
- [4] 文部科学省, (2017) “【数学編】中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説”
- [5] 福本理恵, 高橋麻衣子, 中邑賢龍, (2019) “活動から教科を学ぶ ABSL (Activity Based Subject Learning) の提案”, 日本認知科学会第 36 回大会発表原稿集.
- [6] 高橋麻衣子, 福本理恵, 中邑賢龍, (2019) “不登校児童・生徒における活動をベースにした学びの可能性”, 日本認知科学会第 36 回大会発表原稿集.
- [7] 高橋麻衣子, 平林ルミ, 福本理恵, 中邑賢龍, (2020) “学校になじめない子どもたちに対する活動をベースにした学びの実践”, 日本認知科学会第 37 回大会発表原稿集.