

中学校理科・数学科におけるアクティブ・ラーニング の開発と評価（算数・数学編） —Sphero SPRK を活用したアクティブ・ラーニングの授業設計—

中村好則*, 佐々木亘・藤井雅文**,

山本一美・佐藤真・檜木航平・伊東晃***

*岩手大学教育学部, **岩手大学教育学部附属中学校,

***岩手大学教育学部附属小学校

(平成30年3月2日受理)

1. はじめに

平成29年3月に小中学校の新学習指導要領が告示された。そこでは主体的・協働的で深い学び（アクティブ・ラーニング）による授業改善を通して「これらからの時代に求められる資質・能力」を育成しなければならないことが述べられている。算数・数学科においても、目標である資質・能力の3つの柱（①知識及び技能、②思考力・判断力・表現力等、③学びに向かう力、人間性等）は、「数学的な見方・考え方」を働かせた数学的活動を通して育成していくことが必要であることが述べられている。算数・数学の学習では、「数学的な見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得したり、習得した知識及び技能を活用して探究したりすることにより、生きて働く知識となり、技能の習熟・熟達につながるとともに、より広い領域や複雑な事象を基に思考・判断・表現できる力や、自らの学びを振り返って次の学びに向かおうとする力などが育成され、このような学習を通じて、「数学的な見方・考え方」がさらに豊かで確かなものとなっていく（文部科学省2017）。従って、算数・数学科におけるアクティブ・ラーニングの授業設計では、数学的な見方・考え方が働くような数学的活動が行われ、算数・数学学習が深い学びとなるように構成されなければならない。

一方、平成28年8月の「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて（報告）」の「(3)算数, 数学 (pp.156-165)」では、「主体的・対話的で深い学び」の過程で、ICTを活用す

ることも効果的であることが述べられている

(p.159)。そこでは、活用例として大型画面やタブレット型PCの利用について述べられているものの、算数・数学の指導内容に即した具体的な例は示されていない。算数・数学指導の「主体的、対話的で深い学び」の過程でどのようにICTを活用すると効果的なのかを算数・数学の指導内容に即して具体的に検討することは喫緊の課題である。

久坂ら(2017)では、CUN課題を活用したアクティブ・ラーニングの開発と評価について検討した。本研究は、その継続研究として、算数・数学科において、ICT(Sphero SPRK)を活用したアクティブ・ラーニングの開発と評価を行い、それを基に指導事例を提案するとともに、実験授業を通して、その有効性を考察する。

2. 研究目的

本研究の目的は、算数・数学科におけるSphero SPRKを活用したアクティブ・ラーニングの授業設計を行い、それを基に指導事例を提案するとともに、実験授業を通して、その有効性を明らかにすることである。

3. 研究方法

1) 算数・数学科におけるSphero SPRKを活用したアクティブ・ラーニングの授業として、以下の(1)から(3)の授業を構想し提案する。

(1) Just Stop & Just Run (小学校 算数)

(2) Just Graph (中学校 数学)

(3) What Program? (中学校 数学)

2) 提案した授業を基に、実験授業を行い、Sphero SPRK を活用したアクティブ・ラーニングの授業の有効性を考察する。

4. Sphero SPRK とは

1) Sphero SPRK とは

アメリカの Sphero 社が開発した教育用ロボットである(図1)。Sphero edu (iPad, iPod touch 等の iOS, Android) を用いて、プログラミングを行い制御できる(図2)。アメリカの初等中等教育において、STEM 教育の教材として活用されている。SPRK は、Schools (学校), Parents (親), Robots (ロボット), Kids (子ども) の頭文字から取ったものである。

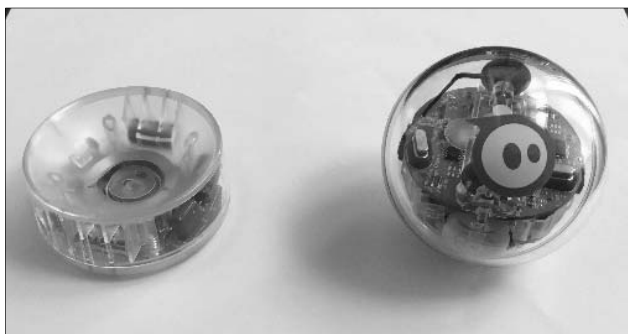


図1 Sphero SPRK (左: 充電器, 右: ロボット)



図2 Sphero edu

2) Sphero edu とは

ビジュアルブロックを用いたプログラミングができ、コマンドをドラッグ&ドロップで比較的簡単に操作可能である(図2)。また、ビジュアルブロックのプログラムを一般的なテキストベースのプログラムに変換して表示することも可能である。Sphero SPRK に内蔵されたセンサーのデータを

基に様々なグラフ(距離と時間のグラフ、速度と時間のグラフ、位置を表すグラフ、角度と時間のグラフなど)が表示可能である。

5. 授業の構想

1) Just Stop & Just Run (小学校 算数)

(1) 指導目標

- ① 単位量当たりや比例、関数の考え、速さの公式等を理解し、それを活用して課題を解決できる。
- ② 課題を解決するためにロボットを動かすプログラムを作成することができる。

(2) 指導計画 (9/12) [第6学年]

- ① 走った距離、時間が異なる場合の速さの比べ方
- ② 単位量当たりの考えを使った速さの比べ方
- ③ 速さを求める公式, 時速・分速・秒速の意味
- ④ 歩く速さや走る速さを測定して表す活動
- ⑤ 道のりを求める公式
- ⑥ 速さと道のりから、時間を求める方法
- ⑦ 時間を分数で表し、速さを求める方法
- ⑧ 時間と道のりの関係は比例であることを確かめる

⑨ Just Stop & Just Run (本時)

- ⑩ 作業の速さを比べること
- ⑪⑫ まとめの演習問題(波線は筆者, 以下同様)

(3) Sphero SPRK を取り入れる意図

単元の目標は「速さについて理解するとともに、求めることができるようにし、生活や学習に活用できる」ことである。「速さ」は異種の量(時間と道のり)の割合として表され、児童にとっては理解に困難が伴う。また、「速さ」には、人や乗り物などの運動する量と仕事の量とがある。運動の量としての「速さ」は、目に見えにくい量であり、「平均の速さ」であることも捉えにくい要因である(滝口 1981)。中島(1989)は、「速さ」を捉えるためのアイデアと工夫として、①適当な変数の選択と関数の考え、②「単位量あたり」の考えと「一様性」の仮定、③「速さ」のきめ方と公式(異種の量の除法)の意味、④単位量の選択(時間か道のりか)に当たっての考えを挙げている。構想した指導では、Sphero SPRK のプログラミングの過程で、単位量当たりや比例、関数の考え、速さの公式等を活用することを意図している。

(4) 指導過程：表 1

表 1 指導過程 (Just Stop & Just Run)

	学 習 活 動
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・各班にロボットと iPad を配布する。 ・ロボットの操作方法 (プログラミング) を説明し、自由に動かしてみる。
展開 20分	<p>課題 1 の提示 (Just Stop) 図 3 の左側</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>指定された位置 (5m) にロボットを停止させる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・課題を解決するために、どのような手順でプログラムを組めば良いかを班で相談し、ワークシートに記入する。できるだけ少ない試行回数で (効率的に)、できるだけ指定位置の近くに (正確に) 停止できるように工夫する (ワークシート 1 の配布)。 ・班毎に (協働的に) プログラムを組む。試行回数、継続時間、スピード、移動距離を記入する。 ・順番に Just Stop にチャレンジする。 ・指定位置と停止位置の差を記録する。 ・プログラミングの手順を班毎に発表する。
終末 15分	<p>課題 2 の提示 (Just Run) 図 3 の右側</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>指定されたコースと同じようにロボットを動かし、指定された位置に停止させる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・班毎に課題 1 で考えた手順をもとに、効率の良い方法でプログラムを組む (効率性・正確性)。 ・順番に Just Run にチャレンジする。

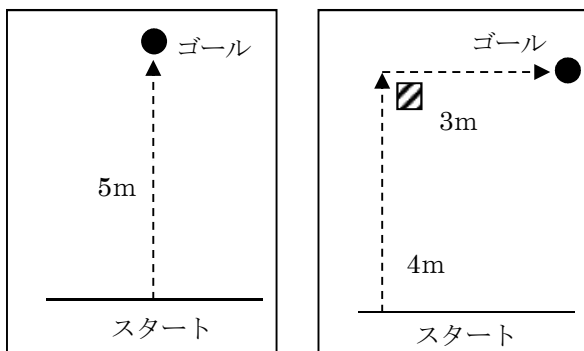


図 3 Just Stop & Just Run

(5) Just Stop & Just Run のプログラム

Just Stop では、ロボットが 5m 直進し停止するようにプログラムを組めばよい。使用するコマンドは「回転」だけである。「回転」では、継続時間 (0~999999 秒、以下では時間)、スピード (0~255、単位がないため速さではなくパワーと説明)、方向 (0~360°) を設定できる。これらは、すべて小数でも設定可能であるが、今回は説明しなかったため整数のみで設定することにした。

ここでは、5m 直進して停止するために時間とスピードをいくりに設定するかがプログラミングの中心課題となる。

Just Run では、4m 直進し右に 90 度回転して、さらに 3m 直進して停止するようにプログラムを組む必要がある。この課題も「回転」コマンドを 2 回使うだけでプログラムを組むことが可能である。ここでは、直進と 90 度回転後の直進の時間とスピードに加えて、方向を設定しなければならない。

2) Just Graph (中学校 数学)

(1) 指導目標

1 次関数の考えを活用してプログラムを作成し、課題を解決することができる。

(2) 指導計画 (14/16) [第 2 学年]

- ① 1 次関数 (1)
- ② 1 次関数の値の変化 (1)
- ③ 1 次関数のグラフ (4)
- ④ 1 次関数を求めること (1)
- ⑤ 1 次関数と方程式 (2)
- ⑥ 連立方程式とグラフ (1)

⑦ 1 次関数の利用 (4) [Just Graph (本時)]

- ⑧ 演習問題 (2)
- ⑧ 演習問題 (2)

(3) Sphero SPRK を取り入れる意図

平成 27 年度の全国学力・学習状況調査の数学の A 問題 12 の「グラフの読み取り」の課題では、グラフの読み取りと解釈に課題があることが指摘されている。同様なことは平成 26 年度の B 問題 6 でも指摘されている。Just Graph では、Sphero のプログラムを組むために、グラフから必要な情報を正確に読み取る必要がある。プログラミングを通して、1 次関数の考え (変化の割合、傾き、切片など) の活用と理解を促進し、グラフの読み取りと解釈の能力を育成することを意図している。

(4) 指導過程：表 2

表 2 指導過程 (Just Graph)

	学 習 活 動
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・各班 (実験授業では各院生) にロボットと iPad を配布する。

	<ul style="list-style-type: none"> ロボットの操作方法（プログラミング）を説明し、自由に動かしてみる。 距離センサーの前でロボットを動かし、グラフを作成し、縦軸と横軸が何を表しているか確認。
展開 20分	<p>課題1の提示 (Just Graph)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 提示されたグラフが得られるようにロボットを動かそう (図4左)。 </div> <ul style="list-style-type: none"> 課題を解決するために、どのような手順でプログラミングしたら良いかを班で相談し、ワークシートに記入する。できるだけ少ない試行回数で (効率的に)、できるだけ正確にグラフができるように工夫する (ワークシートの配布)。 班毎に (協働的に) プログラムを組む。試行回数、継続時間、スピード、移動距離、考え方等をワークシートに記入する。 順番に Just Graph にチャレンジする。 プログラムを組んだ手順を班毎に発表する。
終末 10分	<p>課題2の提示 (Just Graph2)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 提示されたグラフが得られるようにロボットを動かそう。(図4右) </div> <ul style="list-style-type: none"> 課題1で考えた手順をもとに、効率の良い方法でプログラムを組む (効率性・正確性)。 順番に Just Graph2 にチャレンジする。

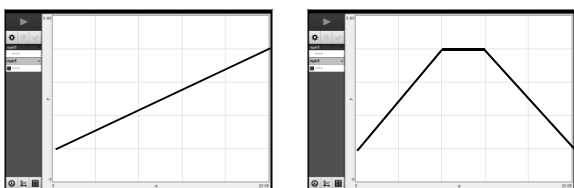


図4 提示するグラフ (左: 課題1, 右: 課題2)

(5) Just Graph のプログラム

課題1では、与えられたグラフから、開始位置 (距離センサーから 1m)、停止位置 (距離センサーから 4m)、移動時間 (5秒)、移動距離 (3m) を読み取り、適切なスピード (単位がないため速度ではなくパワーと説明) を求めなければならない。それを基に「回転」コマンドの継続時間 (0~999999秒)、スピード (0~255)、方向 (0~360°) を設定する。これらは、すべて小数でも設定可能である。

課題2では、3つの1次関数のグラフを基に、2つの「回転」コマンドの継続時間、スピード、方向と「ディレイ」コマンドの継続時間を設定する必要がある。距離センサーの1m先から出発し、2秒で3m直進、1秒間停止し、そこから2秒で3m戻るようにロボットの動きをプログラムする。

3) What Program ? (中学校 数学)

(1) 指導目標

ロボットの動きを表した2つのグラフ (距離と時間のグラフと速度と時間のグラフ、以下ではD-TグラフとV-Tグラフ) から、数学的な見方・考え方を活用して、グラフを再現するロボットの動作をさせるプログラムを組むことができる。

(2) 指導計画

第3学年の課題学習として実施する。

(3) Sphero SPRK を取り入れる意図

5の2)の(3)でも述べたように、数学指導において、グラフの読み取りと解釈は、生徒にとっては困難な課題の1つである。そこで、ロボット (Sphero SPRK) の動作を表した2つのグラフ (D-Tグラフ、V-Tグラフ) から、ロボットの動作を想定するとともに、グラフから必要な情報 (移動距離、移動時間、速さ、位置等) を読み取り、数学的な見方・考え方を活用して、プログラミングに必要な数値 (「回転」コマンドの個数、継続時間、スピード、方向等) を求めることを意図している。つまり、プログラミングの過程において、数学的な見方・考え方 (単純化や理想化の考え、単位量当たりの考え、関数の考え、座標平面の考えなど) が活用されることを期待している。

(4) 指導過程 (90分) : 表3

表3 指導過程 (What Program ?)

	主な学習活動
導入 20分	<ul style="list-style-type: none"> 課題1のD-TグラフとV-Tグラフ (図3) を提示し、班毎に、ロボットがどのような動きをすると、これらと同じグラフを得ることができるかを考える。 考えた動きを実現するプログラムをできるだけ効率的に考える。試行回数、プログラム、試行結果、考え方などをワークシートに記録する。 班毎に、ロボットを動かし、プログラムを発表する。
展開 50分	<ul style="list-style-type: none"> 課題2を提示し、これらのグラフ (図4) を得るためには、どのようなロボットの動きをさせるかを考え、そのためのプログラムをできるだけ効率的に考える (班毎)。試行回数、プログラム、試行結果、考え方などをワークシートに記録する。 班毎に、ロボットを動かし、プログラムを発表する。

	<p>る。また、プログラムを組むために、どのように考えたかを発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 同様に、課題3から課題5（図5から図7）を考える。
終末 20分	<ul style="list-style-type: none"> 2つのグラフからプログラムを考えるために、どのように考えたかを振り返り、班毎にまとめ発表する。 自分の班と他の班との考え方を比較する。

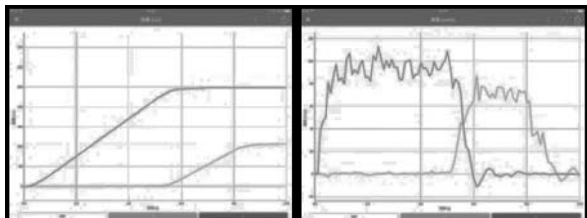


図5 課題1で提示した2つのグラフ

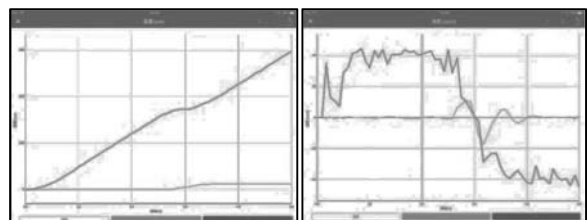


図6 課題2で提示した2つのグラフ

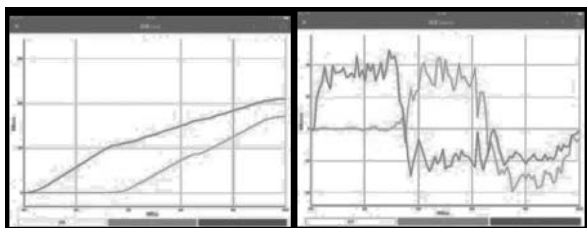


図7 課題3で提示した2つのグラフ

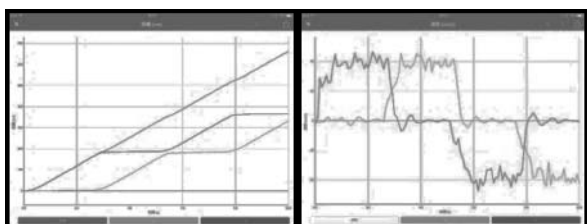


図8 課題4で提示した2つのグラフ

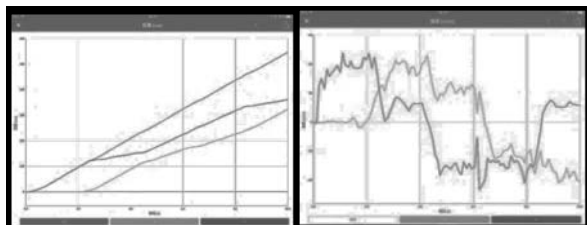


図9 課題5で提示した2つのグラフ

(5) What Program ? のプログラム

課題1から課題5のロボットの動作を表したグラフ (Dy-Dx グラフ) とプログラムを図10から図14に示す。Dy-Dx グラフでは、y軸はロボットのスタート地点からのy軸方向の移動距離を、x軸

はスタート地点からのx軸方向の移動距離を時間経過に伴って表している。



図10 課題1のDy-Dx グラフとプログラム

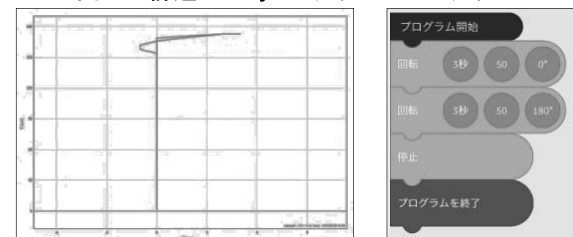


図11 課題2のDy-Dx グラフとプログラム

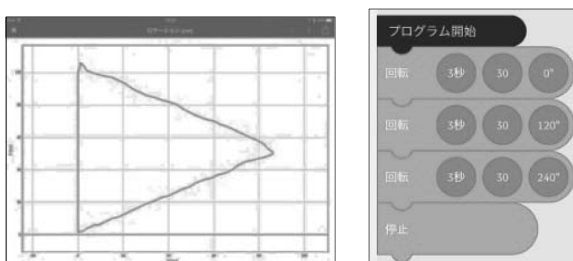


図12 課題3のDy-Dx グラフとプログラム

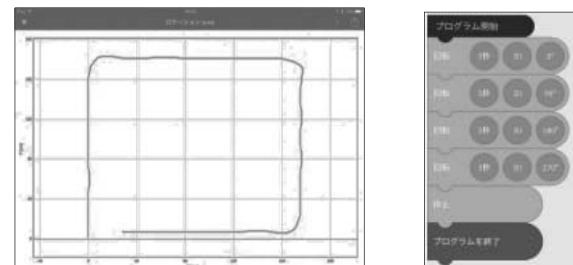


図13 課題4のDy-Dx グラフとプログラム

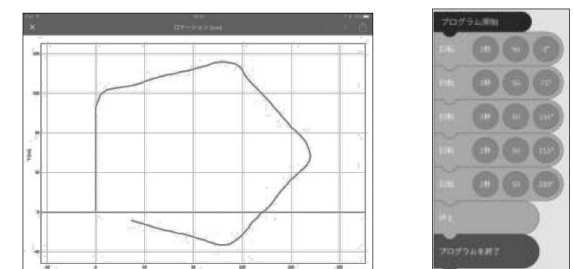


図14 課題5のDy-Dx グラフとプログラム

D-T グラフ (図5から図9の左側) では、スタート地点からロボットがy軸方向とx軸方向にどれだけ移動したか (移動距離) を、y軸方向 (紫色) とx軸方向 (緑色) のグラフで別々に表している。従って、課題2では、ロボットがy軸の正

の方向に進み、その後 y 軸の負の方向に逆戻りしている (図 11 の左側) が、D-T グラフ (図 7 の左側) だけではそのことは分からない (逆戻りしても移動距離は増加するため)。V-T グラフでは、y 軸方向の速度と x 軸方向の速度を、紫色と緑色のグラフで別々に表している。V-T グラフは微妙な速度変化も捉えるため折れ線になっており、グラフの読み取りには理想化や単純化の考えが必要である。プログラムは、「回転」コマンドのみで作成可能である。プログラミングでは、いくつかの「回転」コマンドを使うか、「回転」コマンドの継続時間 (0~999999 秒)、スピード (0~255、単位がないため速度ではなくパワーと説明)、方向 (0~360°) をいくらに設定するかが課題となる。これらの数値は、すべて小数でも設定可能である。

6. 実験授業とその考察

1) 「Just Stop & Just Run」の結果と考察

実験授業は、2017 年 6 月 9 日 (金) に学生 5 名を対象に実施した (詳細は、中村 2017a)。各学生のワークシートとインタビューを基に、Just Stop のプログラムをどのような手順で考えたかを分析した。

学生 A (試行回数 5 回) は、スピードを 50 で固定し、時間 10 秒と 13 秒で動かし、移動距離 (以下、道のり) を測定し、速さを計算した。しかし、 $5 \div 0.48 = 10.4$ で 10 秒にしても 5m にはならないので、それを利用せず、スピードを 100 に変えてさらに 3 回試行した。4 回目と 5 回目の記録を基に、その間のスピード 108 を最終の設定とした。もし、比例の考え (スピードと道のり) を基にすると、 $110 : x = 5.2 : 5$ より $x = 106$ (5 回目) 又は $100 : x = 4.7 : 5$ より $x = 106$ (4 回目) となるが、比例の考えは利用していない。

学生 B (試行回数 2 回) は、スピード 12、時間 100 秒 (導入で自由に動かしたときの感覚で設定) で試行した結果、約 10m になったため、継続時間を半分の 50 秒とした。時間と道のりが比例することを利用した。

学生 C (試行回数 2 回) は、時間を 6 秒に固定

し、スピードを変えて試行している。スピード 60 で 3.2m、スピード 120 で 6.6m 移動したことから、スピードを 2 倍にすると道のりも 2 倍 (2.1 倍) になると考え、スピードと道のりは比例すると判断し、 $3.3m \times 1.5 = 4.95m$ と考え、最終的にスピードを 90 と設定した。

学生 D (試行回数 12 回) は、時間を 3 秒に固定し、スピード 60 から 10 ずつ増やし、そのときの道のりを計測し、その変化量を考えたが、それでは 5m までさらに多くの試行を繰り返さなければならぬことに気が付き、時間を 4 秒に直し、スピード 60 から計測しなおした。時間が 4 秒のとき、スピードが 10 増えると 0.4m 増えることから、最終的にスピードを 134 とした (計算では、 $130 + 10(5.0 - 4.7) / 0.4 = 137.5$)。関数の考えを用いている。

学生 E (試行回数 2 回) は、スピード 50、時間 5 秒で試行し、道のり 2.05m と速さ 0.41m/秒を得た。次に、スピードを 100 に変えて試行すると、道のり 4.55m と速さ 0.91m/秒を得た。 $5.0(m) \div 0.41(m/秒) = 12.2(秒)$ 、 $5.0(m) \div 0.91(m/秒) = 5.5(秒)$ であるから、設定しやすい方を取り、スピード 50、継続時間 12 とした。(時間)=(道のり)÷(速さ)〔速さの公式〕を利用した。

以上より、実験授業では、プログラミングのために、単位時間当たりの道のりを求めること (学生 A、学生 E) や比例の考えにより 5m を移動するのに必要な時間 (学生 B) やスピード (学生 C) を求めること、関数の考え (学生 D) などの数学的な見方・考え方を活用することができたと考えられる。

また、プログラミングでは、課題を解決するためのロボットの動作を考えるために、プログラムを組み、実際にロボットに動作をさせ、さらに改善するために数学的な見方・考え方を活用しプログラムを組む活動が繰り返された。これより、プログラムを考える過程において、数学の世界 (プログラミング) と現実の世界 (ロボットの動き) との往還 (数学化サイクル) が学生により差はあるものの繰り返し行われたと考えられる。

2) 「Just Graph」の結果と考察

実験授業は、2017年7月18日(火)に大学院生7名を対象に実施した(詳細は、中村2017b)。課題1の継続時間は全員5秒、課題2の1番目のグラフと3番目のグラフの継続時間は全員2秒、2番目のグラフの停止時間は全員1秒であった。全員がグラフから継続時間を正しく読み取り設定できていたことが分かる。移動時間と移動距離が決まっているので、本来なら全員が同じプログラム(同じスピード設定)になるはずであるが、結果は異なる。ロボットの違いによる誤差の可能性はある。各院生のワークシートの記録とインタビューを基に、どのような手順でプログラムを考えたかを分析した。グラフの読み取りについては、課題1では、①5秒で3m進むこと、②距離センサーから1m地点からスタートし4m地点で停止することを全員読み取ることができた。課題2では、①2秒で3m進み、1秒停止し、2秒で戻ること、②開始位置と最終停止位置は距離センサーから1m地点、途中の停止位置は距離センサーから4m地点であることを全員読み取ることができた。これらを元に、そのためのスピードをいくらに設定すればよいかを課題となる。数学的な見方・考え方(1次関数の考え、比例の考え、単位量あたりの考えなど)を活用して、スピードの設定が行われた。また、グラフを再現するために、グラフから必要な情報を読み取り、それらを元にプログラムを組み、実際にロボットを動作する活動が行われた。さらに、想定したロボットの動き(全員がグラフからロボットの動きを想定している)と異なる場合は、プログラムを修正する活動が行われ、プログラム、ロボットの動作、グラフ、読み取った情報(時間、距離、傾き、切片など)の間で関連付けが行われたと考えられる。

3) 「What Program?」の結果と考察

実験授業は、2017年7月25日(火)に大学院生6名を対象に実施した(詳細は、中村2017c)。課題1では、D-T グラフからは、y軸方向に約5.5秒間で約5m移動し、その後x軸方向に約3秒間で約2m移動していることを読み取ることが

できる。V-T グラフからは最初の約5秒間でy軸方向へ約90cm/秒、次の約3秒間でx軸方向に約70cm/秒で移動していることが読み取れる。これらをもとにプログラムを組むが、ほとんどの院生が正解或いは正解に近い値を得ることができた。同様に、課題2から課題4までは、正解或いは正解に近い値を得ることができた。しかし、課題5については、3名の院生は時間内では取り組まず、正解に近い値を得ることができたのは1名のみであった。また、課題3(平均5.3回)は試行回数が他の課題よりも多い。これは、課題1(平均2.3回)と課題2(平均2.2回)は、ロボットの動作がy軸方向の動きとx軸方向の動きが同時には起こらない(斜めの動きがない)のに対して、課題3と課題5はロボットが斜めに動いているためにy軸方向の動きとx軸方向の動きを同時に考えなければならなかったからと考えられる。課題4(平均1.8回)は、課題3ができれば同様に考えられることと斜めの動きがないため、試行回数が減少したと考えられる。D-T グラフもV-T グラフも、プログラム実行時のロボットの動作から得られたデータをもとにグラフ化されており、同じプログラムでも、実行毎に得られるグラフは多少異なる。そのことを加味して、ある程度理想化や単純化をしてプログラムを組む必要がある。また、本課題では提示されたグラフのプログラムを正確に得ること(数値が同じになること)よりも、グラフからどのように考えてプログラムを作成したか(どんな考え方をを使って数値を得たか)という過程を重視している。そこで、以下では、課題3について、試行回数の多い院生がどのようにグラフからプログラムを考えたか(プログラムを考えた手順)を、ワークシートを基に考察した。

まずは、D-T グラフからロボットの動きを想定する必要があるが、院生B(試行回数5回)と院生E(試行回数7回)は2つの直線運動を、院生D(試行回数6回)と院生F(試行回数8回)は3つの直線運動を想定していることが、プログラムの回転の個数から分かる。これは院生BとEはV-T グラフから動きを読み取れていないことを示

している。また、院生 E 以外は、継続時間とスピードは早くからある程度決定できていた。課題 3 で最も困難であるのが方向の決定である。これは V-T グラフから、y 軸方法と x 軸方向の速度の符号がそれぞれ－と＋のときは右下の方向へ、－と－のときは左下方向へ直線移動していることを読み取らなければならない。このことに気付いたのは、院生 B は 5 回目、院生 D は 8 回目、院生 E は 7 回目、院生 F は 2 回目の試行であった。

以上より、プログラミングの過程で、単純化や理想化の考え (V-T グラフの読み取り)、単位量当たりの考え (スピードの決定)、座標平面の考え (方向の決定) などの数学的な見方・考え方が繰り返し活用されたと考えられる。また、プログラミングの過程では、提示されたグラフを得るため、ロボットの動作 (現実の世界)、グラフ (数学の世界)、プログラムの間を何度も行き来するときに、数学的な見方・考え方が繰り返し使われることで、そのよさを感得できたのではないかと考える。

7. まとめと課題

本研究では、算数・数学科におけるアクティブ・ラーニングの開発と評価として、Sphero SPRK を活用したアクティブ・ラーニングの授業を構想し、実験授業を通して、それらの有効性を考察した。その結果、Sphero SPRK を活用したアクティブ・ラーニングの授業は、①プログラミングの過程において、数学的な見方・考え方が活用され、数学的な意味や概念の深い理解が促進されること、②現実の事象 (ロボットの動作) と数学の世界 (グラフやプログラム) との往還 (数学化サイクル) が促され、数学的な見方・考え方のよさを感得できることなどの有効性が示唆された。

今後は、実際に小学校や中学校で実践を行い、具体的な効果を検討することが課題である。

参考・引用文献

中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会 (2016) 次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて (報告) 平成 28 年 8

月 26 日, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm.

久坂哲也, 中村好則, 名越利幸, 平澤傑, 小室孝典, 佐々木聡也, 佐々木亘, 藤井雅文: 中学校理科・数学科におけるアクティブ・ラーニングの開発と評価—メタ認知的支援と CUN 課題の活用—, 岩手大学教育学部プロジェクト推進支援事業教育実践研究論文集 4, pp.22-27, 2017.

中島健三: 数学的アイデアとそのよさの究明—速さなどを量としてとらえるためにどんな工夫が—, 新しい算数研究 9, No.222, pp.2-5, 東洋館, 1989.

中村好則: 関数指導のための LEGO Mindstorms と LabQuest2 を活用した教材の開発, 日本科学教育学会第 40 回年会論文集, pp.303-304, 2016a.

中村好則: 関数指導のための Sphero SPRK と LabQuest2 を活用した教材の可能性, THE 20th T³ Japan annual meeting, pp.18-23, 2016b.

中村好則: 算数科におけるプログラミング的思考と数学的な見方・考え方の育成に関する考察—Sphero SPRK Edition を活用した「速さ」の指導事例を通して—, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.31, No.3, pp.9-12, 2016c.

中村好則: 算数科におけるプログラミングを取り入れた指導の可能性—数学的モデリングを視野に入れて—, 日本科学教育学会第 41 回年会論文集, pp.75-78, 2017a.

中村好則: 中学校数学科におけるプログラミングを取り入れた指導の可能性—1 次関数の単元を題材に—, 2017 年度数学教育学会秋季例会発表論文集, pp.104-106, 2017b.

中村好則: グラフからプログラムを考える活動を取り入れた数学の指導の可能性—数学的な見方・考え方に焦点を当てて—, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.32, No.3, pp.7-12, 2017c.

滝口仲秋: 「異種の量の割合」学習におけるつまづきをなくす指導のキーポイント, 新しい算数研究 10 月号, No.127, pp.6-8, 東洋館, 1981.