

[理 科]

個別最適な学びによる「自ら学習を調整する力」の育成への有効性

－学習支援動画による学習活動を通して－

山岸 昂平*

1 問題の所在

学習指導要領¹⁾の「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進では、子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、これまでの学校教育の蓄積を生かし、学習の質を高める授業改善の取組を活性化していく必要があると盛り込まれており、子どもの主体的な学びを重視している。また、この資質・能力を中央教育審議会答申²⁾では、具体的なものとして、中学校の理科における「見方・考え方」を、「自然の事物・事象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係づけしたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と示している。ここでは、「空間的な関係」に重点を置いて、「地球と宇宙」における授業づくりを行う。

「地球と宇宙」の単元の学習に大きく空間認知能力が関わってくる。空間認知能力とは、3次元空間上において、物体の位置や形状・方向・大きさなどの状態や位置関係を素早く正確に認識する能力のことを指す。³⁾この学習に大きく関わる空間認知能力については、中学2年生から3年生にかけて急速に発達するともいわれている。⁴⁾また、空間認知能力が十分に発達する中学校段階で強くみられる傾向がある。⁵⁾空間認知能力が発達段階であり、個人差が大きく表れるため、天体分野において、観測者視点と俯瞰視点という二視点を対応させて理解することが困難とされる。視点の移動を伴う空間認識(視点移動)の概念が必要となるが、学習者にとってその概念の習得が難しい。⁶⁾

対象学年の生徒の数学のNRT(標準学力検査 数研式)の結果より、第1学年分野の「空間図形」「作図」、第2学年分野の「図形の証明」における正答率の相対値が他の分野に比べて低い傾向がある。これは、対象学年全体の空間認知能力の発達が若干、追いついていないこととも考えられる。また、数学の課題の取組状況を分析すると、証明問題を解かずに提出をする生徒や答えを丸写しして、思考する過程が見受けられない生徒がいたり、作図問題をフリーハンドで書いたりするなど、「図形」に対しての取り組む意識の低さも感じられる。「地球と宇宙」の単元では「空間」を理解することが大変重要になる。生徒が一様にして、空間に関する学習課題に暗記を重視するのではなく、思考する過程を大切に組み立てるようになってほしいと考える。

中央教育審議会答申²⁾では理科の具体的な改善事項として、i) 資質・能力を育成する学びの過程についての考え方において、必要に応じて、戻ったり、繰り返したりする場合があること、意見交換や議論をなどの対話的な学びを適宜取り入れていく際、あらかじめ自己の考えを形成した上で行うようにすることが求められている。また、iii) 教材や教育環境の充実では、令和2年度に導入された個々のiPadに学習支援動画を配信し、個別最適(ここでは、指導の個別化)を図り、生徒の学習を保障する手立てを考えた。

生徒の実態として、グループ活動での話し合いでは、わかる生徒が一方向的にわからない生徒に説明をし、わからない生徒は知識や結果だけを覚え、「見方・考え方」の習得に差が生じている現状が見受けられる。視点移動の概念が必要な設問に対して、学習支援動画を用いることで「何が」「どのように」わからないのか、わからない点を明確にし、わかる生徒に聞けるようになり、「意味理解志向」から「思考過程の重視」(見方・考え方の習得)⁷⁾への変換を促し、協働的な学びになると仮定する。

本研究では、学習支援動画を用い、個別最適な学びを提供することが、「意味理解志向」から「思考過程の重視」(見方・考え方の習得)⁷⁾への変換を促し、自ら学習を調整する力(見方・考え方の習得)に与える効果について検証を進

* 柏崎市立第三中学校

めていくことにした。

2 研究の目的

中学3年生理科「地球と宇宙」の学習では、生徒一人一人の「空間認知能力」に差があるため、その差を埋めるためにタブレットを用いた個別最適化学習をすることで、「自ら学習を調整する力」に有効な変化があるか、検証することを研究目的とする。そして、その際の個別最適化学習には、教師が作成した動画を活用した。作成した動画は、一時停止等の機能を活用することで個の学びを保障することができる。

中学校第3学年を対象に授業実践を行い、学習効果の検証は、授業実践後に実施した調査結果の比較（学習観尺度）、振り返りの記述、学習者が用いるワークシートの記述から行うことにした。

学習観尺度⁷⁾とは、生徒の学習観がどう変わったかを調べるために用いられる。4つのカテゴリー「失敗に対する柔軟性」「思考過程の重視」「方略思考」「意味理解志向」に分類され、5段階評定で行う。その4つのカテゴリーの中で、「思考過程の重視」と「意味理解志向」の2つのカテゴリーに絞って、アンケートを行った。前述で述べた通り、学習支援動画を用いて、授業実践を行うことで、「意味理解志向」から「思考過程の重視」への変換が起こり、「見方・考え方」の習得の手助けになると考える。さらに、見方・考え方の取得により、集団や個々の「自ら学習を調整する力」が向上すると考える。

3 方法

(1) 教材開発

前述で述べた「空間認知能力の差」を埋めるために個別最適化（指導の個別化）を図った学習支援動画を4本作成した。有効な手立てとして3点を網羅できるように学習支援動画を作成した。

① アニメーションによる星座の移動

観測者視点と俯瞰視点において、星座がアニメーションで動くので、目で確認ができるようにした。また、視点移動がスムーズに理解できるように観測者視点と俯瞰視点のスライドを用意した。

② ユニバーサルデザイン化

テロップによる視覚的支援、解説による聴覚的支援を取り入れた。視覚と聴覚の支援をうけることができるので、情報を理解しやすくなると考えた。

③ 一時停止機能・巻戻し機能

一時停止等の機能や巻戻し機能を活用することで個の学びを保障することができ、自分のペースで学習を進めることができる。

(2) 学習支援動画の使用

「地球と宇宙」の单元の中でも、観測者視点と俯瞰視点の空間認識を特に用いる節について動画を①～④作成した。生徒一人一人に動画を配信し、それぞれの理解度に合わせて、学習を進める。

①星の一日の動き（以下、【1】とする）

太陽の日周運動と結び付けて、北半球の星座も東→南→西へと日周運動することを理解させる。また、北の空では1日に北極点を中心に星座が左回りに一周することから、1時間15度ずつ回ることを見出す。

②黄道十二星座の見え方（以下、【2】とする）

宇宙における天体、太陽、地球の位置関係を代表的な星座の見える時期を関連付けて表現する。表現するためには、視点移動が必要となる領域である。また、地球と太陽、天体の距離関係を考察し、観測者視点から見える星座を話合いに基づいてグループで考察をする。

③星座の日周運動と年周運動（以下、【3】とする）

自転と公転によって、時間・季節ごとに地上からの星座の見え方に規則性があることを見出し、表現する。

④月の満ち欠け（以下、【4】とする）

同じ時刻（日没後・真夜中・日の入り）に、月の見える位置や月の満ち欠けのようすや、月の日周運動の規則性があることを見出し、表現する。

(3) 検証方法

中学生第3学年1学級38名を対象に行った。「地球と宇宙」の学習に入る際に事前アンケートを行った。その後、4本の学習支援動画の学習終了後に、事後アンケートを行った。事前・事後の結果をもとに分析を以下の4点から行った。

- ① 学習観尺度のアンケート結果の変容
- ② 学習観尺度と自ら学習を調整する力の関係
- ③ 授業中の協働的な学びの姿
- ④ 理解・協働の各領域に関する記述

4 授業実践

令和2年12月～令和3年2月に第3学年1学級38名で、4本の学習支援動画の授業実践を行った。①、②の実践ではPCを利用し、③、④の実践では一人一台端末を使用した。なお、対象の生徒は本授業実践前に①、②は履修前であり、③は日周運動と年周運動は履修済み、④は月の満ち欠けは履修済みである。

【1】【3】【4】の動画については、「授業や動画での知識を活用して、問題を解いていくことが中心となる。解き方や知識の復習もあるので、個々の理解度によって差が生じやすい場面になる。理解度によって、動画を一時停止し、確認しながら活用すること」と指示を出した。

また、学習支援動画を用いながら、適宜ノートを取る（思考の過程）や協働的な学び（教え合いなど）などを学習者に自由に取り組みさせた。

それぞれの活動において、生徒は動画を視聴し、ノートに内容を整理していた。その整理した内容を他の生徒に説明をするときに使ったり、教師に質問をするときに使ったりするなど、1つのツールとして用いていた。特に【4】の課題では、同時刻の月の1か月における定点観察の法則を理解できる生徒が少なく、理解できる徒が動画におけるヒントを用いて、「西→南→東」に移動する原理を説明している姿見られた。「俯瞰視点」と「観測者視点」の両方を提示することで、視点移動がスムーズとなり、「なぜ」「どうして」の思考過程を考える記述が多く見られた。

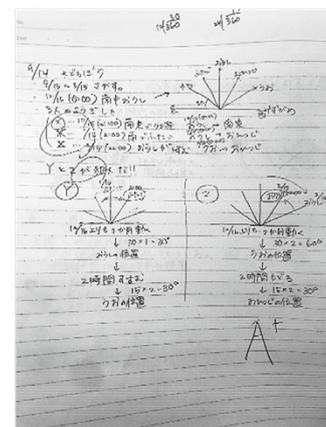


図1 生徒が動画の内容を整理したノート

【2】の動画については「単元の流れに沿って授業を行う。考える際はノートやホワイトボードを使い、班や近くの人（4人程度）と一緒に話し合いながら活用すること」と指示を出した。

各自、学習支援動画で学習に取り組み、自己の考えをもたせた上で、グループ活動を行った。グループで話し合いを通して、まとめた後に発表した。

【2】の課題については、「Aの地点で、真夜中の東の地平線にしし座、西の地平線にみずがめ座が観察できる理由を説明しよう」である。図2は宇宙空間から星座や太陽系を俯瞰した視点であり、図3は図2の地球のAの地点の真夜中に観察したものを示し、視点移動をスムーズに行えるようにした。この2つの図を提示した後に、図4の北極から俯瞰した視点を提示し、視覚支援を行った。図3と図4で食い違いを示し、東にしし座、西にみずがめ座が観察できることを説明させた。以下の会話記録は、生徒の班活動での授業記録である。

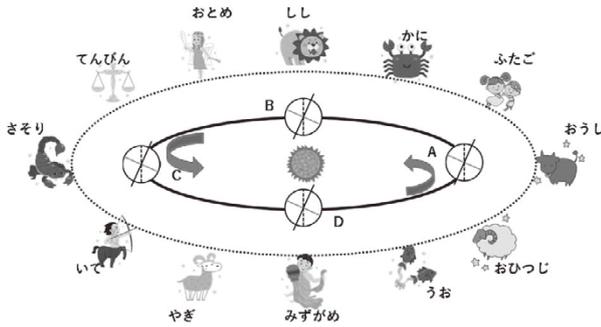


図2 【2】の動画の俯瞰視点

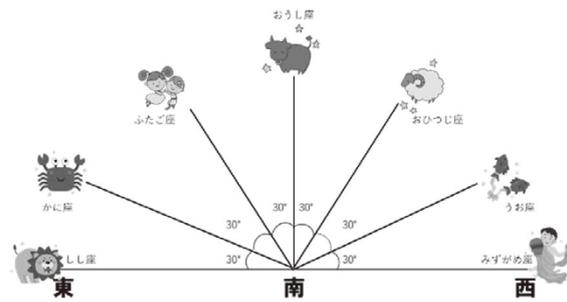


図3 【2】の動画の観測者視点

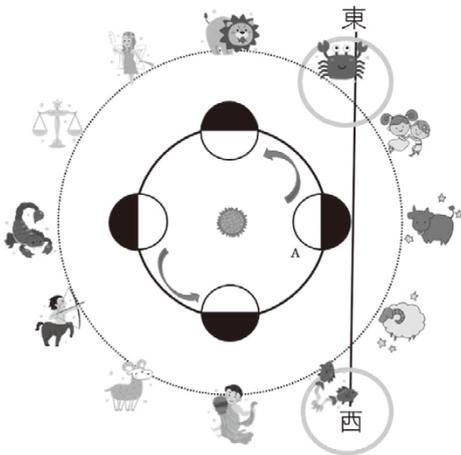


図4 【2】の動画の北極からの俯瞰視点

S1: 図4の見え方は間違いなのだから、地球は丸いから、視線も曲げればしし座とみずがめ座が見えるよ。

S2: 地平線は曲げちゃだめだよ。

S3: 図3から、約0°の地平線にしし座、みずがめ座が見えなきゃいけないんだよ。

S1: じゃあ、地平線は変えられないの？

S2: 地平線は変えられないから、Aの地球を太陽にずらせばいいんだよ。

S3: そうすれば、図3のように観察できるけど、他の星座と合わなくない？

T1: すべて太陽の方に地球をずらしたらどうなる？

S1: 地球が燃えるね、燃えないために太陽も小さくしてみる？

S2: 太陽系を小さくしてみると、説明できそう…。

この班活動では図3と図4の視点移動を繰り返し行い、間違いを正していく協働的な活動が見られた。S1の生徒は空間認知があまりうまくできていないが、自分の発想を班内で発表することができている。S2, S3は地平線をどのような形で設定すれば、正しい星座が観察できるかに焦点をあてていた。太陽系を極端に縮小することで、図3に観察できる星座を証明することができた。この班では、星座と太陽系の空間的な距離の遠さについては触れてはいないが、それに近似した考えを練り上げた。他の班では、理解できた生徒が、太陽系と星座の距離について話し合いをリードし、ホワイトボードにまとめることができていた。

5 結果

事前・事後アンケートの調査項目と結果を表1「思考過程の重視」、表2「意味理解志向」に示した。「思考過程の重視」の領域では、4「勉強で一番大事なのは、暗記だと思う」の項目の否定的意見が事前では17人(45.9%)、肯定的意見が8人(21.6%)に対して、事後では否定的意見が22人(59.5%)、肯定的意見が3人(8.1%)だった。それぞれ否定的意見が5人増加し、肯定的意見が5人減少した。

表1 思考過程の重視の事前・事後アンケート結果 (N=37)

	思考過程の重視に関する質問内容	【事前】					【事後】				
		そうだ	ややそうだ	どちらともいえない	あまりそうではない	そうではない	そうだ	ややそうだ	どちらともいえない	あまりそうではない	そうではない
1	ただ暗記するのではなく、理解して覚えるように心がけている	23	11	3	0	0	24	12	0	1	0
2	新しく習ったことでも、前に習ったこととのつながりを考える	12	19	5	1	0	16	16	4	1	0
3	図や表で整理しながら勉強する	10	15	9	2	1	15	15	3	3	1
4	勉強で一番大事なのは、暗記だと思う	3	5	12	12	5	1	2	12	16	6
5	なぜそうなるのかはあまり考えず、暗記してしまうことが多い	1	2	9	16	9	1	4	9	13	10

「意味理解志向」の領域では、10「なぜそうなるのかわからなくても、答えがあつていればいいと思う」の項目において、事前は「あまりそうではない（否定度小）」15人（40.5%）,「そうではない（否定度大）」15人（40.5%）,事後は「あまりそうではない」9人（24.3%）,「そうではない」22人（59.5%）になった。事前比べて、事後は「あまりそうではない」が6人減少し,「そうではない」が7人増加した。

表2 意味理解志向の事前・事後アンケート結果（N=37）

	意味理解志向に関する質問内容	【事前】					【事後】				
		そうだ	やや そうだ	どちらとも いえない	あまりそう ではない	そうでは ない	そうだ	やや そうだ	どちらとも いえない	あまりそう ではない	そうでは ない
6	答えが合うだけでなく、考え方が合うことが大切だと思う	23	10	4	0	0	23	11	3	0	0
7	ある問題が解けたあとでも、別の解き方を探してみるが多い	6	11	14	4	2	4	10	14	6	3
8	テストでできなかった問題は、後からでも解き方を知りたい	19	9	8	1	0	19	9	8	0	1
9	自分で問題の解き方を考えるのはめんどくさいと思う	1	1	11	12	12	0	1	10	13	13
10	なぜそうなるのかわからなくても、答えがあつていればいいと思う	0	0	7	15	15	0	0	5	9	23

表3は「自ら学習を調整しようとする力」（自らの学習状況を把握し、学習の進め方について試行錯誤をした）を0～9の十段階で自己評価した事前・事後アンケートの調査結果である。事前から事後にかけて、数値が増加した生徒は、25人（67.5%）いた。

アンケートの記述から、

S1：最初はわからなかったけど、周りの人に聞くことで、理解することができた。また、理解した内容を教えることもできたから、理解が深まった。

S2：今、自分がどの視点から宇宙をみているのか分からなくて、最初はわからなかったけど、自分が納得できるまで、学習支援動画を見直したり、人と協力したりすることで取り組むことができた。

S3：いつもと違う方法で個人で考えることが多かったのであまり理解できなかった。それでもいつもより個人でわからなくても少しは考えることができた。

S4：学習支援動画のいろいろなヒントをみながら、図などをノートに書き、自分で理解できるように取り組めたのでよかった。

などのさまざまな振り返りがあった。

○効果的な記述

- ・動画を見直すことができる。
- ・一人で考えることができた。
- ・視点移動が可能になった。
- ・教え合いに効率的に移行できた。



図5 生徒の協働的な学びの姿

△改善が必要な記述

- ・学習支援動画が合わない。（個人でできない）
- ・学習支援動画の内容を一度ノートに書きださなければならず、手間だった。
- ・iPadに直接、書き込めるようにしてほしい。

また、アンケートで最も多かった記述は、「協働的な学び」ができたことである。一通り学習支援動画を視聴した後、学力の高い低いに関わらず、教え合いや議論を通して協働的な学びの姿がみられた。（図5）

表3 自ら学習を調整しようとする力

番号	事前	事後	差
1	4	8	4
2	7	8	1
3	6	7	1
4	6	3	-3
5	6	8	2
6	4	6	2
7	9	7	-2
8	4	5	1
9	5	6	1
10	3	6	3
11	5	6	1
12	3	9	6
13	2	6	4
14	2	3	1
15	5	5	0
16	8	8	0
17	9	8	-1
18	3	7	4
19	6	8	2
20	5	5	0
21	6	7	1
22	7	5	-2
23	4	4	0
24	5	5	0
25	3	6	3
26	3	6	3
27	9	8	-1
28	2	2	0
29	4	7	3
30	5	6	1
31	1	5	4
32	5	6	1
33	4	4	0
34	6	8	2
35	6	9	3
36	6	8	2
37	3	6	3

6 分析・考察

「思考過程の重視」(表1)の設問4以外には有意差(2×2表Fishers exact test)はなかった。設問4「勉強が一番大事なのは、暗記だと思う」において、事後を事前と比べると、否定的意見(「あまりそうではない」、「そうではない」)が17人から22人に増加し、肯定的意見(「そうだ」、「ややそうだ」)が8人から4人へ減少した。この数値を検定(2×2表Fishers exact test)にかけたところ、 $p=0.0853+$ ($.05 < p < .10$)となり、有意差があらわれた。

「意味理解志向」(表2)の設問5以外には有意差(2×2表Fishers exact test)はなかった。設問5「なぜそうなるのかわからなくても、答えがあっていればいいと思う」において、事後を事前と比べると、「あまりそうではない」と回答した生徒が15人から9人に減少し、「そうではない」と回答した生徒が15人から22人へと増加した。この数値を検定(2×2表Fishers exact test)にかけたところ、 $p=0.0657+$ ($.05 < p < .10$)となり、有意差があらわれた。

「自ら学習を調整しようとする力」(表3)において、数値が上昇した生徒が25人、数値の変化がない生徒が7人、数値が減少した生徒が5人だった。この数値を検定(1×2表 正確二項検定)にかけてみたところ $p=0.0235^*$ ($p < .05$)となり、有意差があらわれた。

「思考改訂の重視」のアンケートより、暗記だけでは学習活動を充実させることができない示唆が出ている。学習支援動画を用いることで、ユニバーサルデザイン化や空間認知能力が補助され、生徒自身が問題へ積極的に取り組む姿勢が多くなる中、規則性を暗記するだけで活用できない生徒が目立った。しかし、個別最適な学びによって、自身のペースで動画を止めたり、巻き戻しをしたりすることで「どのように活用したらよいか」が明確となった。この個別最適な学びにより、活用方法について友人に聞いたり、教えてもらったりするなど協働的な学びが活発化した。また、「なぜそうなるのか、わからなくても、答えがあっていればいいと思う」生徒が減少した点においては、「理解したい」「納得したい」という、主体的な気持ちがあらわれ、自ら学習を調整しようとしている生徒が増加していると考えられる。「どこがわからない」「どのようにわからない」を生徒が自覚したことで、友人に具体的に質問や意見を述べるようになったと思う。これは学習支援動画による有効な個別最適な学びであり、「自ら学習を調整する力」が身に付いた生徒が有意に増加したと示唆する。

成果として、「自ら学習を調整する力」は学習支援動画を用いて、個別最適な学びを保障することで、有意に身に付いたといえる。パワーポイントで図を動かしながら、問題文を説明したり、解答を解説したりすることで、生徒の理解度が格段に向上したと考える。理解度が向上したことで、友人に「何を」聞くか、「どのように活用したらよいか」を具体的に質問することができ、協働的な学習活動も活発化した。個別最適な学びは「わからない」を自覚し、暗記だけでなく「思考過程の重視」への変換が起これば、科学的な「見方・考え方」の習得に役に立つと考えられる。

課題としては、学習支援動画を見ながら課題を解く際に、一時停止をしたり、戻したり、進めたりすることで情報が錯綜し、条件や図が整理できない生徒が多数いた。結局、図や条件をノートに書き出すことで整理をしていたため、二度手間になった。タッチペンの導入やレポート用紙を紙ベースやWordで準備しておく必要があった。また、動画とWordを画面二分割で開けることができるようにすると効率的に学習を進められると感じた。

7 引用文献

- 1) 文部科学省 『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編』 学校図書, 2018
- 2) 中央教育審議会答申幼稚園 『小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について』, 2016
- 3) 小林誠司 『空間認知能力を形成するメカニズムに寄せて』 バイオメカニズム学会誌, 2017
- 4) 東京書籍株式会社 『探究する新しい科学 教師用指導書 研究編』 東京書籍, 2020
- 5) 小久保珠実・中山和彦・小林 学 「児童・生徒における空間能力と天文分野の理解力との相互関係」 日本科学教育学会, 1984
- 6) 荒井 豊 『理科における視点移動能力の取得に関する一考察』 理科教育学研学, 2000
- 7) 市川伸一 『学習動機の構造と学習観との関連』 日本教育心理学会第37回総合発表論文集, 1995