

●優秀賞

思考力を伸ばす指導の工夫

—概念地図と

一枚ポートフォリオを導入して—

群馬県渋川市立古巻中学校 すずき ゆきえ
鈴木幸枝



1. 主題設定の理由

PISAやTIMSS等の各調査から、日本の子どもは観察・実験は好きであるが、将来理科に関係する職業に就きたいと思う割合が低いこと、知識・技能を活用して問題を解決する等の思考力・判断力・表現力等が弱いことが浮き彫りになった。

本校の生徒も同様で、観察・実験には大変意欲的に取り組むが、その結果を考察することに自信が持てず、友達に頼ってしまったり苦手意識を持っていたりする生徒が多い。これを解決するには、授業において生活や既習事項との関連を重視して、生徒が興味を持てるような自然事象との出会いを考え、目的意識を持って問題解決に当たれるような学習過程を工夫する必要がある。この活動を通して、思考力を伸ばすには、問題解決学習の各過程で得た情報を整理し、身に付けた知識・技能を必要に応じて引き出し、生活経験や素朴概念と関係付けを行って考察する経験を積み上げることが重要であると考え。

2. 研究のねらい

問題を解決する際、1時間毎の学習内容を一覽できるものがあれば、学習を振り返って必要な知識・技能や素朴概念を想起して、関連付けて考えやすくなるのではないかと推察される。そこで、概念地図と1枚ポートフォリオを導入して

授業実践し、思考力を伸ばすことに有効であるかを検証する。

3. 研究の基本的な方針

本研究は、中学校3学年の理科2分野、単元「地球と宇宙」の第2節「四季の星座と季節の変化」の「季節変化の原因を探ろう」(5時間扱い)を通して行う。

問題解決学習の過程は、「課題把握」→「予想」→「観察・実験計画」→「観察・実験」→「結果のまとめ」→「考察」として捉え、その各段階を強い目的意識に支えられ意欲的かつ継続的に実施できるよう工夫する。

- ① 授業の導入を工夫し、当たり前につけている「季節の変化」を視覚的に整理して提示することで、問題意識を持たせるようにする。
- ② 予想を基に生徒の考えを整理し、解決方策別にグループ編成を行い、観察・実験によって必要な情報を手に入れ、そのデータを考察して問題解決に当たるよう授業展開を工夫する。
- ③ 解決に必要なデータは、継続的な観測などの体験活動を通して得られるよう、道具の工夫や場の設定を行う。
- ④ 問題解決には、まず自分の考えを持たせる。その際に概念地図や1枚ポートフォリオを活用する。
- ⑤ 自分の考えを基に班や全体での交流を通して、自分の考えを確認・修正・深化させ、思

考力を育成する。

4. 授業実践

(1) 生徒の実態

観察・実験に対しては、「自分でやった方がよく分かるし、楽しいから自分の手で行う」とほとんどの生徒が答えており、自然事象の変化を見届ける楽しさを味わっていることが分かる。結果や考察の話し合いは、学級全体では「間違ったら恥ずかしい」「自分の考えに自信が持てない」などから「積極的に挙手発言できないが、小集団では意見を言える。」と多くの生徒が答えている。NRT検査から、知識はよく身に付いていると考えられる。そこで、大切なのはこの力を生かして活動したり考えたりすることで、学習したことを「生きた知識」として活用できる力を付けることである。

学習前の思考の様子を概念地図で見ると、「季節変化」の原因として地軸の傾きを考えている生徒は見られなかった。本単元開始前から、透明半球による太陽運行経路や高度や方位などを定期的に測定しており、月々の太陽の通り道の違いから、太陽の高さが変化することに気付いているので、「季節変化」の原因を探るための方法として、「太陽の位置を調べる」と挙げた生徒がいる。しかし、未記入の生徒も多く見られた。

(2) 指導目標

季節による太陽高度や昼夜の長さの変化について調べ、季節の変化は地球が地軸を傾けたまま公転していることに起因することを理解させる。

(3) 指導と評価の計画「季節変化の原因を探ろう」 (5時間予定)：表1参照

(4) 指導の工夫

時	主な学習活動	評価規準 (評価方法)	指導支援の工夫
1	1 季節の特徴を捉え、変化の原因を予想し、追究計画をたてる。 ○1枚ポートフォリオのステップ1を記入する。	【関心・意欲・態度】 ・季節によって太陽の南中高度や昼の長さ、光の強さが変化することを見いだすことに関心をもち、その原因を探究しようとする。(行・ワ)	○教師撮影の季節の特徴を表す写真を視聴させ、季節の特徴を捉えやすくし、原因を予想させる。 ○原因を予想する際には、観測したデータや太陽の運行を記録した透明半球を想起させる。 ○単元初めに書いた概念地図や四季の星座の移り変わりとその原因の1枚ポートフォリオなどを見て既習事項を想起して考えさせる。
2	2 季節の変化の原因を予想を基に計画した実験・観察を行い、結果をまとめて考察する。 ・実験や観察、処理したデータから季節によって太陽の南中高度と昼夜の長さや太陽放射量が違うことに気付く、その原因を考える。 ○1枚ポートフォリオのステップ2を記入する。	【科学的な思考】 ・学習前の概念地図を点検して、素朴概念や既習事項の定着状況や思考状況を把握する。(概) ・太陽の南中高度と昼夜の長さや太陽放射量が季節毎に異なる事実を突きとめ、その原因を考えられる。(ポ・行・ワ)	○予想別に班編制し、追究計画を立てさせる。――追究班毎への支援 ○太陽の南中高度の違いを透明半球の記録を見させることで気付かせる。 ○透明半球の記録時に記録した太陽高度や方位データを整理して比較させることで、季節によって南中高度が異なることに気付かせる。 ○太陽の動きを調べたときに記録した太陽放射測定器での実験データも整理させ、太陽から受け取る熱量の違いに気付かせる。
3	3 班の結果と考察を発表して考えを交流する。 ○1枚ポートフォリオのステップ2に追加記入する。	【関心・意欲・態度】 ・他の班の発表を自分の班の結果と比較して意欲的に聞き、質問やアドバイスをしている。(行) 【科学的な思考】 ・季節による昼夜の長さや太陽の南中高度の変化は、地軸の傾きが原因であることを見いだせる。(ポ・行・ワ)	○自分の班が追究した内容や結果と比較しながら聞かせ、質問やアドバイスを行うようにさせる。 ○質問内容に困ったときには、1枚ポートフォリオやワークシートの記録を基に班で協力して考えて答えさせる。 ○結果をホワイトボードに記入させ、実演できるものは実演しながら説明させ、聞く人の理解度を上げるようにさせる。
4	4 各班の発表を基に季節の変化が生じる原因について考え、話し合ってまとめる。 ○1枚ポートフォリオのステップ3、学習後の概念地図と最後の感想を書く。	【知識・理解】 ・地球が地軸を傾けたまま公転しているため、その時期によって太陽の南中高度、昼夜の長さや変化気温の変化が生じ、季節の変化が起こることを理解し、知識を身に付けている。(概・ワ)	○地軸の傾きにより、「昼夜の長さの変化」「太陽放射量の変化」「南中高度の変化」が生じることを各班の発表、1枚ポートフォリオやワークシートを基に想起させる。 ○問題が生じた場合や理解が不十分なところは担当した班に再度説明させる。 ○地球儀の模型で、地軸の傾きの有無と公転との関係をまとめる。 ○地軸が傾いたまま公転することが、季節の変化が生じる原因であることを捉えさせる。 ○サンアーツで季節による南中高度、昼夜の時間の違いなどを整理し、問題練習を行う。 ○季節の変化の概念地図から思考の変容をみる。

●表1 / 指導と評価の計画

① 思考力向上に関する工夫と支援

季節変化の原因を追究する学習では、各自の予想に基づいて問題解決のための実験観察班を編成して取り組み、得られた結果を考察させる。そして、他者へ分かりやすく伝え、結果を交流しあい、互いに考え合う学習を取り入れる。

ア 概念地図と1枚ポートフォリオの活用

生徒自身が自らの考えを持つためには考える材料が必要である。既習事項の定着や理解が不十分であったり、記憶が薄れてしまった状態では問題に直面したとき考える材料が乏しくなり、自信を持って考えたり表現したりしにくくなる。そこで、既習事項が目に見える形で整理してあり、一覧できることが必要ではないかと考え、図1の

ような概念地図と1枚ポートフォリオを合わせた記入用紙を考案した。また、生徒が使用するものと同じ形式の1枚ポートフォリオ中に1時間毎の指導目標と評価計画を明記し、生徒の活動をねらいに即して観察し、指導をしやすい工夫をした。

使用方法は、生徒が1時間の授業後に活動内容を振り返って学習内容や気づきなどを書き込む。それを回収して点検し、励ましや賞賛の言葉や修正を入れる。また、題材学習前に概念地図を記入させ、学習後に再度記入させて両者を比較することで、理解度や概念の捉えの変容を見取る。また、生徒自身もその変化を見て考えたことを記入する。

季節変化の原因を探ろう

学習の足跡を残そう

「季節の変化はなぜ起こるのだろうか自分の考えを図に表そう」
次のキーワード及び「季節の変化」に関わりのある別の言葉を自由に付け足して、それを使って関連図を作ろう。付け足した言葉は記入しておくこと。言葉と言葉は線でつないで線に番号を付け、その線の意味を右の欄に説明を書こう。全部使えなくても良いです。

【学習前】	地球 太陽 南中高度 気温 公転 地軸	【説明】
()		①
概念地図法と1枚ポートフォリオの両用による思考の変容を捉える		

【学習後】	地球 太陽 南中高度 気温 公転 地軸	【説明】
()		①

教師の指導計画（指導目標と評価計画）

学習を通じて分かったこと感じたこと考えたことなど何でも書こう。

ステップ1（ワークシート1）：季節の変化と太陽の動き
ねらい：四季の特徴を捉え、季節が変化する理由を予想し、解決のための計画を立てる。
①四季の特徴を捉えやすくするため、教師自作の写真を提示して考えさせる。季節の変化が生じるわけを予想し、実験等を通して解決する方法を考えさせる。（個人）
②考えが同じ人の課題解決グループを作り、確かめるための実験計画を立てる。
キーワード：南中高度、日射量、昼の長さ、公転、地軸の傾き、気温の変化
【留意態】写真を見て季節の変化を捉え、その原因を考えようとしている。
【思判】季節の変化の原因を地球の公転と関連して考え、実験方法を考えられる。
【技表】実験方法を具体化する実験計画を立て、必要な者を準備できる。
【知理】解決に必要な南中高度・日射量・気温データ等の入手方法を理解している。

ステップ2（ワークシート2）：季節の変化が起こるわけ 2時間扱い
ねらい：実験計画を基に調べ、結果を考察し、聞いている人に理解してもらえようように工夫してまとめ、発表する。
①計画に基づいて実験を行い、得たデータを考察し課題解決できる理論であったかまとめる。聞き手にわかりやすくまとめ、発表できるようにする。
②課題との関係を意識したり自分の班の結果との関連を考えて他の班の発表を聞く。
【留意態】課題を意識し、班で協力して解決に当たれる。他の班の発表を自分の班の結果と比較しながら聞くことができる。また、疑問点等意見を言える。
【思判】得たデータを考察して課題解決に向けて考察できる。
【技表】計画通り準備した器具を利用して実験を行いわかりやすくまとめることができる。

ステップ3（ワークシート3）：南中高度と地軸の傾き
ねらい：各班の発表をもとに季節の変化が生じる原因についてまとめ、練習問題を行う。
①班の結果を黒板に貼り、各自の感想や考察を発表しあいながら関連性をまとめる。
②南中高度、昼の長さ、季節の変化に関連する問題練習を行う。
【思判】南中高度、昼の長さ、季節の変化とその原因の地軸の傾きを関連して考えることができる。
【技表】季節の変化に関する問題を正確に解くことができる。
【知理】地球が地軸を傾けたまま公転しているので、南中高度や昼夜の長さに変化が生じ四季の変化が起こることを理解している。

「季節の変化」の学習で分かったことや感想、疑問などを書こう。
◎1枚ポートフォリオは毎時間提出させ、【留意態】：赤【思判】青【技表】緑【知理】黄と色分けしてマークし、目標が達しているか評価する。記入内容に応じてコメントやアドバイスを入れ、良い考えを評価する。
◎ステップ毎の学習を振り返らせることで、メタ認知能力や自己肯定感を醸成し、「自ら学び自ら考えて行動する力」を育成する。
◎概念地図法で学習前後の知識や思考の変容を確認する。（教師）
◎学習のまとめを行わせることで、学習内容の構造的な理解を図る。
◎1時間毎のまとめを記入しておき、振り返り活動ができるようにする。

●図1／概念地図と1枚のポートフォリオ（指導目標と評価計画入り）

イ ワークシート活用に関わる工夫

- ・思考の過程や変容を見取るため、ワークシートを1枚ポートフォリオと関連させて作成し活用する。
- ・ワークシートに学習の各過程における気づきや考察を記入する欄を設ける。
- ・自己の考えを基に、班やクラスで話し合っただけで考えたこと、教師や他の生徒との関わりによって考えが変わったことや新たに気づいたり考えたりしたこと等を記入する欄をワークシートに設ける。

② 思考の基になる確実なデータを得るための補助教具の作成と活用

透明半球を使用して太陽の運行観測を行っても、必要とする南中高度などは直接求めることができない。そこで、測定時に方位と高度を測定できる道具があったり、得られた透明半球上の点から直接南中高度を求めることができれば、生徒が考察に必要な実測データを手に入れることができると考え、測定器を自作して活用する。

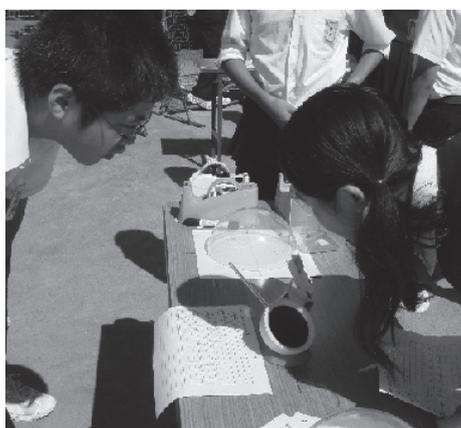
ア 透明半球を使用しての定期的観測：太陽の動く様子が年間どのように変化するかは定期的に観察しないと理解することができない。年間4回定期的に測定することでおよそ運行状況を予想することができる。体験を通しての気づきや、測定データからの気づき、そのデータ処理の仕方やそこからの気づきを生かした授業展開を行い、日周運動や年周運動、南中高度などの概念を理解させる。(写真1)

イ 日射量測定器の活用：太陽観測日の時刻毎の日射量を測定させ、地球が受ける太陽エネルギーの量の変化を実測データを基に考えさせる。(写真2)

ウ 自作太陽方位高度測定器の活用：透明半球上に太陽の位置を示す点をプロットできても、天球と半球との位置関係の捉えが難しい。それを補助するために実際の太陽の方位と高度を測定できる器具を自作して活用する。そのことで、高度と方位が時間経過と共に変化することや空間的な捉えをしやすくする。(写真3)



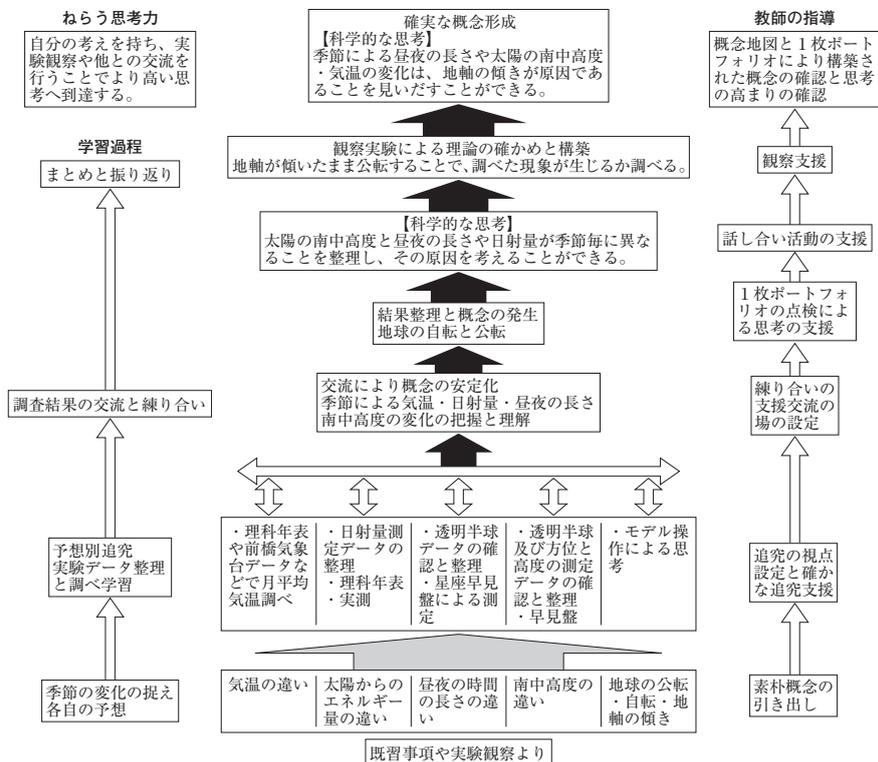
●写真1／太陽の位置記録



●写真2／日射量測定



●写真3／太陽方位高度測定



●図2 / 思考形成関係図

エ 自作南中高度測定器の活用：記録した透明半球のデータを読みとるには自作方位高度測定器は使用できない。そこで、透明半球に直接当てて測定できる南中高度測定器を自作した。

(5) 思考形成関連図(個人・集団の思考・練り合い・1枚ポートフォリオと概念地図の活用による思考形成)：図2参照

(6) 授業実践
 —1枚ポートフォリオの活用—
 季節変化が起こる原因の予想では、教師撮影の渋川市の四季の写真を見て、「きれい。夏はこんなに花が咲いて、昆虫も活発に活動する暑い季節だよね。」「冬はこんなに雪が降った時もあったよね。寒い季節だ。」「秋もこんなに紅葉

- 1班：気温の変化により季節の変化が生じる
- 2班：昼夜の長さの違いで季節の変化が生じる
- 3班：南中高度の違いで季節の変化が生じる
- 4①班：太陽から受ける熱エネルギー量の違いで季節の変化が生じる（サーモテープを使用）
- 4②班：太陽から受ける熱エネルギー量の違いで季節の変化が生じる（モーターを使用）
- 5班：地球が太陽を公転していることで季節の変化が生じる
- 6班：地球が太陽を公転する時、夏と冬は太陽との距離が異なり季節の変化が生じる（公転 楕円軌道）

●表2 / 編成された問題解決のための班

してきれいだね。榛名山の紅葉だ。」「渋川ってきれいだね。」と当たり前で過ぎていた季節を感動と共に特徴をまとめ、その原因探しの活動に入った。まず、各自の考えをワークシートに書き込み、それを基に発表し合って同じと考えられるものを求め、6つに考えがまとまった。ここまでは1時間目で、学習内容のまとめや気づきを1枚ポートフォリオのステップ1に書き込んだ。次時には6班に分かれて追究方法を検討した結果、4班が2つの方法に分かれ、7班編成で2時間かけて探究活動を行った(表2)。

追究活動には思考の連続性が大切である。しかし、授業は学校行事等様々な関係で週1時間、時には2週間に1時間等ということもある。また、作業量や調べることが多いときには1時間では完了しない。こうしたときに1枚ポートフォリオに学習内容や気づき、感想などをまとめておくと次時への思考の連続性が図りやすかった。生徒の活動の様子から実例を挙げると、3班の活動中に1枚ポートフォリオを見合いながら、「この前の時間、透明半球から高度分度器で季節毎の南中高度を調べたんだよ。6月の夏至が78°だよ。……」「今日は、その間も月ごとに調べてその変化を見ようよ。」という会話が聞こえた。生徒によっては学習内容をデータだけでなく図でまとめてあり、想起しやすく大変便利であった。「夏の太陽の通り道はこれで、冬はこの通り道だよ。だから夏の方が昼が長いよね。」「それが早見盤で調べた、日の入りの時間から日の出の時間を引いた長さと同じ訳だよ。」「こんなに夏と冬とでは昼の長さが違うんだね。」「今まで気づかなかったけれど、調べて図に表してみるとこんなに違うんだね。」「これだもの気温の差になって表れるよね。」と図を見ながらの会話が進んでいった。図には、透明半球上にそれぞれの季節の太陽の通り道が記入されていた。文での記載だけより視覚的に捉えやすく、問題になった時間じ視点で話し合いができていた。

5班では、四季の位置の地球儀に太陽に見立てた照明装置を当て、光の当たっている所と暗い



●写真4 / 班活動の様子



●写真5 / 発表による交流の様子

所の境界を見分けて地球儀に巻き付けたひもに印をしていた。「ここが光の当たっている昼と当たっていない夜との境界だよ。」「違うよ。こっちだよ。」「光の当たり方が弱いのかな。もっと強いライトないかな。」「文化祭の時使うステージを照らすライト使って見ようよ。」「うん。今度は分かりやすい。」「地球儀の位置はここでいいかな。」「少し、向きが曲がっているよ。地軸が少しずれているもの。」「やっと、測れたね。」「やったあ。」と大変満足そうであった。班員の見る目がなかなか一致せず、何度もデータを取り直したが、その様子も1枚ポートフォリオに記録していた。1時間たったときやと目が慣れたので、次時に正式に測定しようということだった。その時にも、このメモが役立ち活動がスムーズに進んだ。一つの問題を解決することができる次のごだわりが出てくる。「発表もみんなに分かってもらえるように工夫しよう。」「グラフは地軸の傾きがある場合と、ない場合とにまとめて表そう。」「季

節ごとの地軸の傾きの有無で表す方がいいよ。」と工夫していた。

大量のポートフォリオを蓄積することも意味があることではあるが、前時の活動を確認し、本時の活動に入る、問題点を確認して討論に入るなど、数時間の流れを一度に見渡せることは流れを追って学習を進める上で効果的であった。そして、学習が進むにつれて自分の考えが形成されたり修正されたり、高まったりした変容の姿も追うことができた。この時、この原因で変わったのだという変容の足取りも見取ることができた。このようにして自己の成長を実感し、自己肯定感が醸成されるため、交流活動では自信を持って発表したり質問を受けたりし、生き生きとした活発な活動へと繋がった。質問を受けたことにも、この用紙を見て点検しながら回答していた。学習内容や観察・実験データなどがしっかり記入されていれば、こうした場合にも効果的に活用できることが分かった。

このように、1枚ポートフォリオには1時間毎の学習内容をまとめたり、気づきを書き込んでおくので、振り返ると学習の足跡がよく分かる。思考に躓いたとき振り返る材料にもなっている。「この時こう考えた。重要な事項はこれだった。」と、悩んでいることへの解決の糸口がつかめたようである。

(7) 生徒の変容

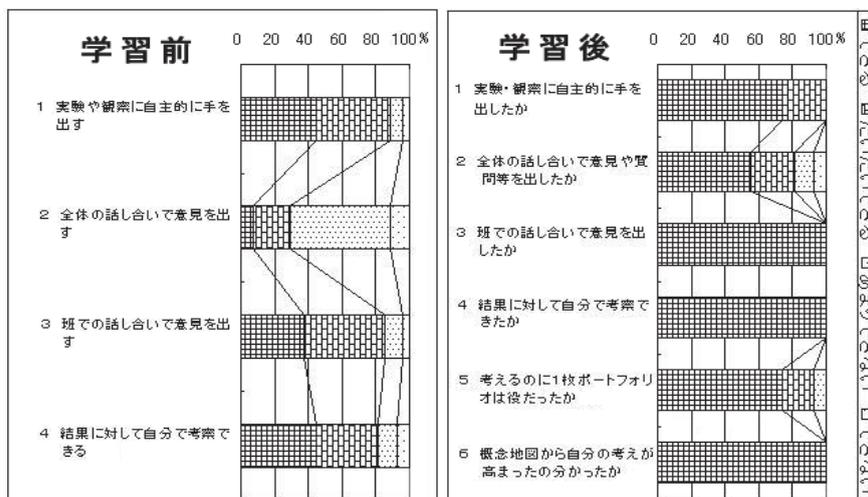
① 概念地図より

図3・4は生徒が記入した概念地図である。A段階は集団中、学習内容を良く理解している上位群、Bは中位群、Cは下位群の生徒を表す。

A段階の生徒は学習前から多くの言葉を知り、記入要素が多い。これは、塾等で授業に先駆けて学習しているためである。しかし、地球の自転は昼夜の変化と結びつけているのみで、公転も季節の変化と結びつけているが地軸の傾きには気づいていない。季節変化で生じる現象に関しても概念の繋がりはなく、概念をふくらませるほど日常生活との繋がりで記入が増えたり、学習済みの季節の星座の方へ広がっており、季節

変化や原因に関しては思考が深く及んでいないことが分かる。学習後では、概念が整理され、季節変化とその原因について、地軸の傾きの有無や公転と関わらせて捉え、その結果として太陽の当たり方の変化が生じ、南中高度や昼夜の長さ、気温の変化が起こり、季節変化が生じることへと繋いでいる。また、6班の追究結果から、公転軌道は楕円軌道であることも表現している。このように学習結果が身に付き、それがしっかり表現されていることから、概念同士を正しく結びつけて思考していることが分かる。そのため記入要素も無駄な部分がカットされ、図4のA段階の生徒で学習前の記入要素が37であったのが25と少なくなっている。この傾向はA段階の生徒の全てとB段階の60パーセントの生徒に見られた傾向である。ただし、B段階の生徒の方が学習前後の記入要素が少ない傾向にあった。他のB段階の生徒では、学習前後での記入要素の数がほとんど同じ傾向も見られた。C段階の生徒は要素が7から10へ増加し、一直線でしか捉えていなかった関わりが、地球を中心として公転、地軸の関わりで捉え、南中高度と気温の変化それを暖かい季節との関わりで捉えている。四季の変化として明確に表現されていないが、質問法で補って聞いてみると、寒い季節のことも捉えられていた。

このように概念地図で表すことでその時点での、生徒の思考の様子が見取れ、異なった時点での概念地図と比較することで、思考の変容を見取ることができる。今回のように学習前に図を書かせることで、既習事項の関わりを見取れ、実態を把握して授業を構成することができる。そして授業後に行った概念地図で最終的に生徒の中に定着したものの考え方を見ることができ、評価に使用することができる。長い単元では、途中段階で書かせることで思考の修正も可能である。生徒にとっては両者を比較することで、自分の考えの変容を知り自己肯定感を持つことにつながり、物事を行う際のメタ認知能力を養うこともできることが分かった。



●図5／アンケート調査による学習前後での生徒の変容

通して思考力が高まっていくことが分かった。

- ② 1時間毎の学習を整理し、身に付けた概念や自分や他の考えを記入しておくことで、学習を通して得た自分の考えのよさに気づいたり、友達の考えに触れながら変容していく姿も捉えることができ、自己肯定感が醸成し、自信を持って表現する勇気や意欲を持てるようになった。教師が、生徒と同じ形式の1枚ポートフォリオに指導の観点や評価規準を書き入れておくことで、生徒の活動を見取りやすくなり、指導に効果的であった。
- ③ 学習前後で作成した概念地図を比較することで、自然事象に対する考え方の変容に気づき、学習による成長を認識でき、自己肯定感が醸成できることが分かった。

(2) 課題

思考力は、指導を重ねる中で徐々に育成されるものである。年間指導計画を見直し、3年間を見通して継続的に育成できるよう、効果的な単元を検討したり、生徒の成長の段階や実態に応じてスモールステップを設け、重点的に指導できるようにすることが大切であると感じた。