

高等学校における 「主体的・対話的で深い学び」 の実現に向けて

【理科編】

平成30年度 高等学校における教科指導充実に関する調査研究
栃木県総合教育センター 平成31年3月

今の生徒たちが社会で活躍する時代 …… 2030年を見据えて

今の高校生たちが社会で活躍する2030年頃には、日本は「厳しい挑戦の時代」を迎えていると予想されています。少子高齢化に伴う生産年齢人口の急激な減少やグローバル化の進展、技術革新や人工知能(AI)の進化等により、社会の構造や雇用環境が大きく変化し、その変化が加速度的に進むものと考えられているからです。そのような社会においても、人間が人間らしい感性を豊かに働かせながら、未来を創造し、社会や人生をよりよいものにしていくためには、どのような資質・能力を身に付ける必要があるのかということ踏まえて、新しい学習指導要領がつけられました。

新しい学習指導要領の方向性と「主体的・対話的で深い学び」

平成28年12月に中央教育審議会が出した答申を踏まえて、高等学校の新しい学習指導要領が平成30年3月に公示されました。今回の学習指導要領改訂では、「社会に開かれた教育課程」の実現を目指し、「新しい時代に必要となる資質・能力」を三つの柱に整理した上で、「何を学ぶか」という学習の目標や内容の見直しとともに、「どのように学ぶか」という学びの過程についても見直すよう求めています。

これまで、学習指導要領では「生きる力」の育成を基本理念として、各教科・科目で学習する内容について定めてきました。今回の改訂では、「生きる力」を捉え直して育成すべき資質・能力として整理した上で、知識・技能の習得だけでなく、それらを活用することで課題の解決に向かったり、よりよい社会の形成に役立てたりすることを目指しています。

そのために必要となるのが、「アクティブ・ラーニング」の視点からの授業改善です。これは、授業に活動(アクティビティ)を取り入れた「アクティブ・ラーニング」の実施を意味するものではありません。「主体的な学び」の実現、「対話的な学び」の実現、「深い学び」の実現という視点で、これまでの授業を見直し、「教師が教える授業」から「生徒が学ぶ授業」への質的転換を図るという意識が重要です。

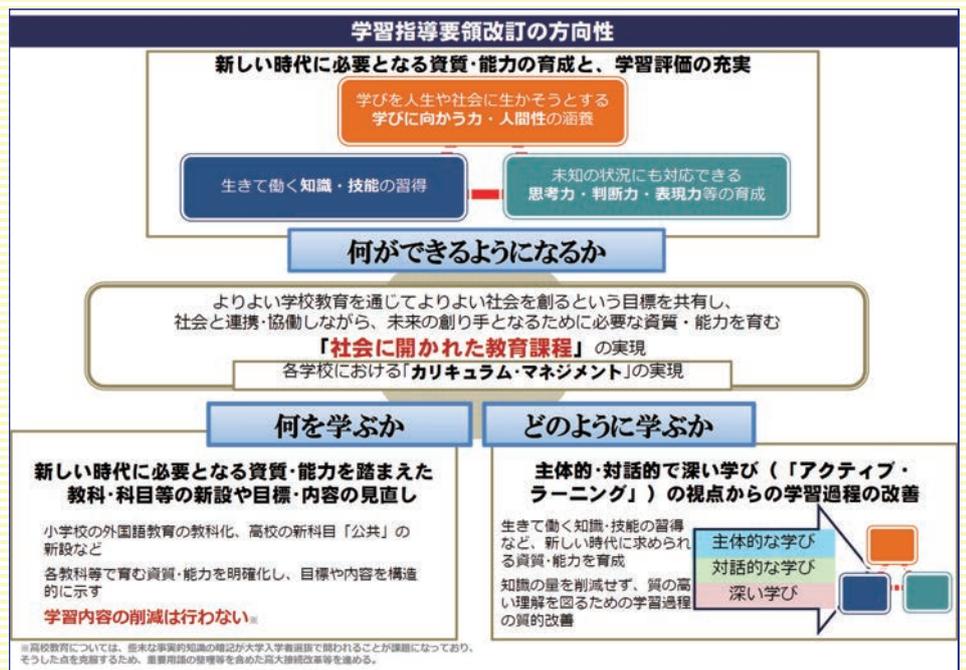


図1 学習指導要領改訂の方向性

中央教育審議会「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(答申)」(平成28年12月)補足資料より

事例1 「物理基礎」における主体的・対話的で深い学び ～ エネルギーを深く理解するために ～

単元(科目) 力学的エネルギー (物理基礎)

これまでの課題

物理領域の学習では、様々な物理量や、それらの間に成り立つ法則性を表す式が登場する。その中には、例えば「時間の2乗」などのように感覚的に捉えることが困難なものも含まれており、式の表す意味を深く理解できないため、丸暗記をするだけの学習に陥る生徒が少なからずいた。また、教師側は「わかりやすく説明すること」を、生徒側は「問題が解けるようになること」を重視するあまり、知識偏重型の授業になりがちであり、生徒が物理の学習の有用性に気付いたり、日常生活や社会との関連性に目を向けたりするような機会を設けることが難しかった。

授業改善のポイント

実験や実習を通して、「比例」や「反比例」のような関係性を生徒が見だし、数式化する過程を重視する授業展開にすることで、生徒が実感をもって式の意味を理解できるようにした。また、単元のはじめに、学習の見通しを示し、「なぜ学ぶのか」という意義を理解しながら学習できるよう工夫するとともに、生徒が自らの学びを振り返るための工夫や話し合いの場の設定などにより、主体的な学びや対話的な学びの実現を目指した。

事例の概要

○中学校における学習内容を確認

中学校においても、定性的に力学的エネルギーとその保存について学習している。

- 位置エネルギー：質量が大きいほど大きい。高いところにあるほど大きい。
- 運動エネルギー：質量が大きいほど大きい。速さが速いほど大きい。

- 位置エネルギーと運動エネルギーは相互に移り変わり、摩擦力などが働かない場合は、総量が保存する。
(力学的エネルギー保存の法則)

※高等学校ではこれらを数式で表すこと、また、そうすることの有用性を説明して、学習の見通しを示した。

○生徒が数式の意味を深く理解するための工夫1

※初めから数式を教えてしまうと

生徒は数式のもつ意味をあまり深く考えずに暗記しようとする。



深い学びにするために

※予測 → 実験 → 検証 のプロセスを経て、物理量の間になり立つ関係性を見だす。

位置エネルギーと高さの関係
運動エネルギーと速さの関係

について

- ① これまでに学習した知識を使って予測する。
- ② 予測したことを確かめる方法を考える。
- ③ 実験で検証する。

というプロセスを踏むようにした。

The worksheet illustrates the learning process for mechanical energy. It starts with a prediction (予測) where students hypothesize relationships between energy and physical quantities. This is followed by an experiment (実験) where they collect data from a ball on an inclined plane. Finally, they perform verification (検証) by plotting graphs: position energy vs. height and kinetic energy vs. velocity, confirming their predictions through experimental results.

図 ワークシート (予測→実験→検証のプロセス)

事例2 「化学基礎」における主体的・対話的で深い学び ～ 学び合いを通じた課題解決を目指す授業の実践 ～

単元(科目) 物質と化学反応式 (化学基礎)

これまでの課題

一方的な講義形式の授業では、生徒同士による意見交換をして深い思考を促したり、自分で考える習慣を付けたりすることができなかった。また、授業者が説明している時間が長く、生徒がじっくりと考える時間を確保できない授業展開になっていた。

授業改善のポイント

ICT機器を活用し、黒板にまとめる時間を短縮することで、その分生徒が問題を解き、考える時間を増やした。授業の中で生じた疑問や課題について、自分で考える機会を設け、生徒同士での協働的な学び合いを通して課題解決に向かう深い思考を促した。

事例の概要

I 実験結果の整理【前時】

ビーカー内で、炭酸カルシウムと塩酸を反応させ、反応前後の質量差を発生した気体（二酸化炭素）の質量として記録する。このとき、炭酸カルシウムの溶け残りの有無を観察しておく。

予想 炭酸カルシウムを加えるほど、より多くの二酸化炭素が発生する。

結果	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
① 反応前の全体質量	96.87g	97.52g	98.03g	98.60g	99.47g
② 加えたCaCO ₃	1.0g	1.0g	1.0g	1.0g	1.0g
③ 反応後の全体質量	97.52g	98.03g	98.60g	99.47g	100.44g
④ 発生した気体の質量 (①+②-③)	0.35g	0.49g	0.43g	0.13g	0.03g
未反応のCaCO ₃ の有無	有・無	有・無	有・無	有・無	有・無

図1 実験結果の提示法

工夫1

プロジェクターで黒板上に投影した表(図1)に実験結果を書き込むことで、短時間で簡単に確認できる。

II 実験結果からの考察【本時】

① 加えた炭酸カルシウムと発生した二酸化炭素の物質量を計算し、両者の関係をグラフに示す。

工夫2

方眼紙を配付する。グラフの縦軸・横軸の目盛のとり方やデータのプロットの仕方などを班で相談しながら、グラフを作り上げる。

② 加えた炭酸カルシウムと発生した二酸化炭素の物質量の間に関係が成り立つことに気づき、その比が 1:1 になっていることを見いだす。

前時の観察事実 実験の途中から、炭酸カルシウムに溶け残りがあつた。それ以降、炭酸カルシウムを加えても二酸化炭素は発生しなくなった。

③ グラフの形状から、ビーカー内の塩酸と過不足なく反応した炭酸カルシウムの物質量が読み取れることに気付く。つまり、計算上、炭酸カルシウム3.5gまでは反応できることを見いだす。

工夫3

過不足なく反応する炭酸カルシウムの質量をグラフから判断するために、加える質量を1.0gずつにする。

④ 塩酸に含まれる塩化水素の物質量を計算することで、炭酸カルシウムと塩化水素の物質量が 1:2 になっていることを見いだす。

(4) 塩酸と過不足なく反応するCaCO₃と発生する気体の物質量[mol]比を、作成したグラフから求めよ。
 $CaCO_3 : (CO_2) = 1 : 1$
 $CaCO_3 : HCl = 0.035 : 0.07 = 1 : 2$

(5) この実験の化学反応式を書きなさい。
 $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CO_2 + H_2O + CaCl_2$
 ↓ 係数比はモル比

図2 実験プリントの考察の様子

⑤ 化学反応式を完成させる(図2)。

学び合いを通じた
思考の深まり

授業の様子

① グラフを描く

まっさらな方眼紙を前に戸惑いながらも、班の中で試行錯誤してグラフ(図3)を作り上げたけれど…。



授業者

今日のねらいは、どの時点で反応が完了したかを考察すること!
このグラフでは、重要なポイントが見えなくなっている!!

生徒

何をしたらいいか、分からない…

考えさせるためのヒント!!

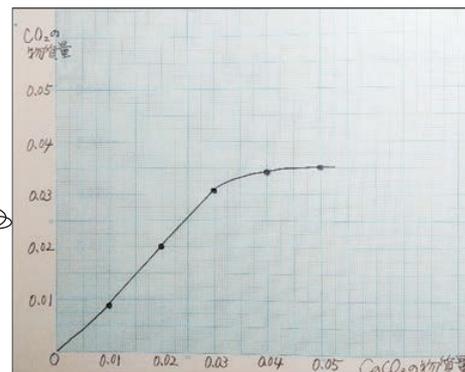


図3 生徒が最初に描いたグラフの例

「もし、この実験で加える炭酸カルシウムの量が0.5gずつだったとしたら、そのときの結果はどこにプロットされると考えられるか?」

② 学び合いの始まり

予想に反した結果となり…

「そもそも、なぜ二酸化炭素が出てこなくなったの?」

「実はビーカー内の塩酸の方が足りなくなったのでは?」

「…ということは、塩酸を加えれば…?」

班内で理解の進んでいる生徒から教わりながら、一緒に考えていた。授業者が特に指示をしなくても、互いに話し合うことで課題解決に向かおうという姿勢が見られた。

③ 理解が深まった結果…

グラフ(図4)が何を意味しているのか、何を読み取ればいいのかをみんなで共有できた。

あーっ、そういうことか!

生徒

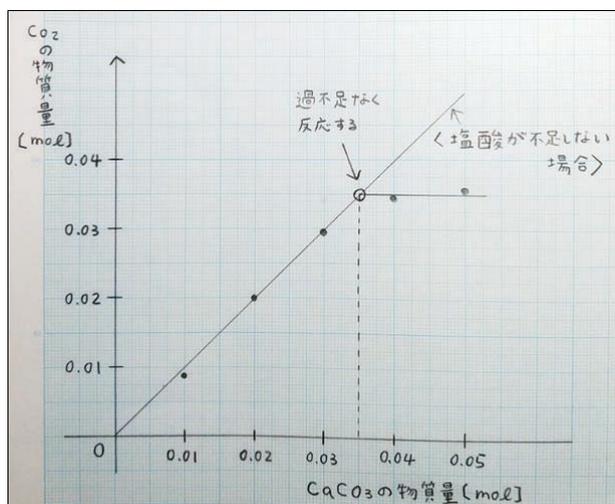


図4 生徒がグラフから読み取ったことの例

成果と課題

(1) 成果

ア 化学反応の量的関係を自ら見いだして理解することについて

炭酸カルシウムが溶け残ったという観察事実を全員で共有しておくことで、そこから「過不足なく反応するときがある」ということに考えが及んだ。班内で協力してデータを収集し、それを基に化学反応における量的関係を見いだしたことにより、化学反応式の意味することが理解できたと考えられる。実験上の注意事項にも配慮しながら、濃度計算などの本単元で学んだ知識をうまく組み合わせ活用しながら、課題に取り組んでいた。

イ プレゼンテーションソフトの活用について

黒板をスクリーンの一部と見なして、プロジェクターで必要な情報を簡単に提示することで、黒板のスペースが有効活用できるようになった。また、写真や動画を活用して視覚的な情報を与えることができ、授業者が口頭で伝えたことも、各自の判断でノートや実験プリントに記録できるようになってきた。生徒が協働的に問題や課題について考え、解決していく時間を確保できるようになり、以前よりもいろいろと考えながら、周囲との対話を交えて授業に臨むようになってきたと実感している。クラス全体に学びに向かう雰囲気ができつつある。

(2) 課題

今回の実験の考察は、かなり難易度の高いものであったが、生徒自身が悩みながらも一生懸命に考える姿勢が見られた。予想どおりにならないのであれば、その原因の究明や別の視点での考察を促すチャンスになる。そのため、より効果的な発問を適宜取り入れるなど、生徒の学びを支援していくことが大切である。生徒の実態をよく把握した上で、更に思考を促すような発展的な取組にチャレンジしてみたい。

また、分かっている生徒が分からない生徒に自主的に話しかけ、協働して課題に取り組める環境づくりに配慮したい。自分の考えをもった上で、いろいろな考えや意見に触れ合い、新たな気付きや知識の整理が生まれるようにし、さらに深い学びへとつなげていきたい。

事例3 「生物」における主体的・対話的で深い学び

～ 生徒自らが気付き、理解する授業の実践 ～

単元(科目) 有性生殖 (生物)

これまでの課題

これまでの授業展開を振り返ると、イラストや動画の提示、発問等で生徒の理解を促すような工夫をしていたものの、結果的には、一方的な説明に終始し、生徒にとっては受動的な授業展開になっていた。本事例の単元「有性生殖」で扱われる内容は、目に見えない部分で起こっている現象なので、「理解させたい」という思いから、特にその傾向が強く、生徒を主体とした授業が実現できていなかった。

授業改善のポイント

今回の実践では、教師が教えて理解する場面と生徒が気付いて理解する場面を明確にし、生徒自身の気付きを伴った理解を意識した単元展開を試みた。生徒が気付いて理解する場面では、前時までに学んできた内容では説明が成り立たない事象を生徒に提示することで、「なぜだろう」という思いを喚起して、理解に向けて主体的に取り組むよう工夫した。併せて、生徒たちの意見交換が促されるよう、染色体モデルを用いたグループ活動を取り入れた。最終的には、受精や減数分裂における配偶子への遺伝子の独立した分配や組換えがあることが、遺伝子の組合せの多様性を高めていることに気付かせたい。

事例の概要



① 「遺伝子の独立」「遺伝子の完全連鎖」の理解

前時では、既習事項である減数分裂の過程に触れながら、2組の対立遺伝子を例に生徒自身が模式図で表現しながら確認した。独立では、 $AB : Ab : aB : ab = 1 : 1 : 1 : 1$ 、完全連鎖 (AB と ab が連鎖) では、 $AB : Ab : aB : ab = 1 : 0 : 0 : 1$ で配偶子が生じることを押さえた。本時の導入では、図1を用いて染色体と遺伝子の関係を踏まえながら、復習を行った。

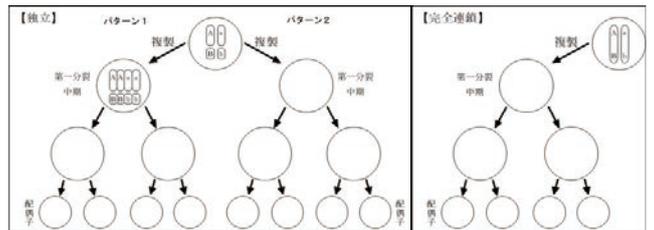


図1

② 「遺伝子の独立」「遺伝子の完全連鎖」では説明できない配偶子形成例の提示

復習後に、前時までの学習内容では説明できない【スイートピーの交配実験と結果】を提示することで、「なぜだろう」という疑問を抱き、減数分裂においてどのような染色体の動きがあったのか探究したいという意欲の高まりを図った。

③ 「染色体の乗換え」に気付く

染色体の乗換えに気付かせるために、動きを可視化できる立体的なモデルとして色の異なるモールを2本ずつグループに与えた。染色体に見立てたモールを変形させることが、染色体の様々な動きを想起させ、染色体の動きや遺伝子の組合せを視点とした話合いが深まると考えた。



図2

④ 遺伝子の多様性の高まりについて考える

「減数分裂における遺伝子の多様性」に関して、生徒自らが気付く授業を行った後、「独立」「完全連鎖」「不完全連鎖」「受精」を総合的に捉え、遺伝子の多様性の高まりについてグループで考える場面を設定した。

その際、既習事項と前時の気付きを関連させながら整理できるように、図3のような見開きのワークシートを用いた。組合せ数の違いを比較しながら「受精と組換えによる遺伝子の多様性」に気付き、理解することをねらった。

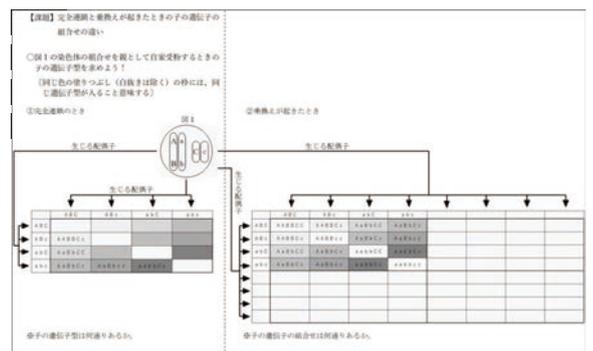


図3

授業の様子

ここでは、事例の概要「③『染色体の乗換え』に気付く」場面の生徒の様子を示す。

○場面 1

- ・生徒① 「AとB、aとbが連鎖した状態からは、Aとb、aとBの組合せはできないよね」
- ・生徒② 「そう、だから、どうなったらAとb、aとBの組合せをもった染色体ができるかってことでしょ」
(…間…)
- ・生徒③ 「突然変異が起きたんじゃないかな？」
- ・生徒④ 「染色分体がひっくり返るんじゃない？」
(モールを使って、説明を始める)

○場面 2

モールを使って考えたことを、横軸を時間軸とした模式図を書いて、考えを整理しながら説明をしているグループが見られた(図4)。

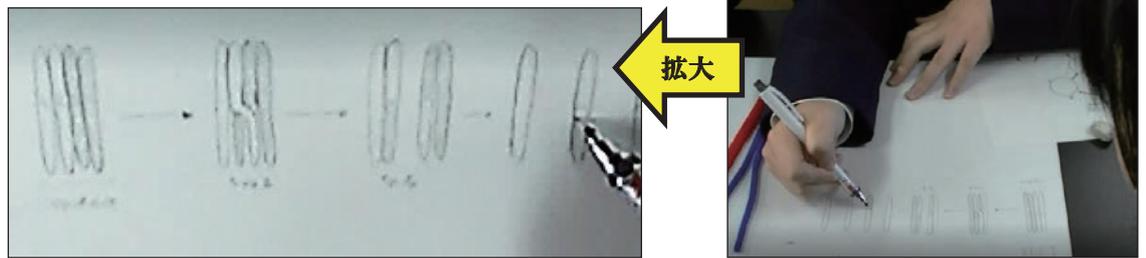


図 4

○場面 3

授業では、授業内容について「考えたこと」「分かったこと」「分からなかったこと」などを振り返らせている。本時の活動の前後でどのような考えの変化が見られたかを記述させたところ、図5のような記述が見られた。対面にある非姉妹染色分体が「それぞれ切れて、下半分が入り替わる」と考えていたものを、活動後には「交叉(乗換え)を経て入れ替わる」ことが正しいのではないかと考えている。

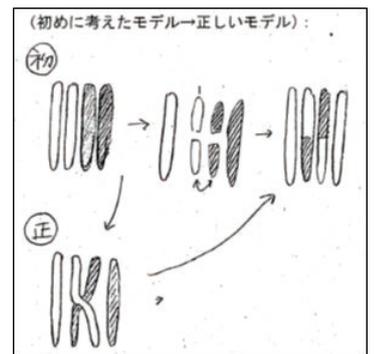


図 5

成果と課題

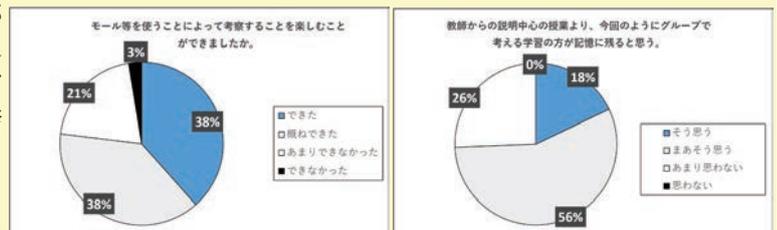
(1) 成果

ア 既習事項で説明できない実験結果の提示(主体的な学びの実現に向けて)

「どうして」という思いが十分に高まったところで、初めて主体的な学びが起こると考える。今回の取組について、アンケートを行ったところ、9割の生徒から「なぜだろうと思ったり、考えてみようとした」という回答が得られた。主体的な学びにつながる、課題に取り組む意欲を引き出すことができたと考えられる。

イ モデルの活用とグループ活動(対話的で深い学びの実現に向けて)

動きを表現できるモールを使うことによって、生徒は染色体と遺伝子の関係を意識しながら、減数分裂の過程で起きる乗換え現象を試行錯誤して、見いだそうとしていた。グループ活動では、乗換え現象をモールを用いて他のメンバーに説明したり、他のメンバーと協働しながらワークシートに整理したりしている様子が見られた。振り返りの自由記述には「組換えが起こるほど遺伝子の組合せが多様になる」など「多様性」を踏まえた記述が見られた。教師から教わることなく、自ら気付いて理解することに一定の成果が見られ、「遺伝子の多様性」という視点で深い理解をさせることができた。



(2) 課題

約3割の生徒が、自分自身で「見いだせたか」という問いに否定的な回答をしている。「気付くための拠り所となる知識の定着」「教師のファシリテーション力」に課題を感じた。今後、課題について、研究と実践を繰り返し、「教師が教える場面」と生徒が自ら考え、「気付いて、理解する場面」をうまく取り入れながら、生徒の学力の向上を図っていききたい。

「主体的・対話的で深い学び」を実現するために

平成28年12月に中央教育審議会から出された「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(答申)」(以下、「答申」と表記する。)の中で、「主体的・対話的で深い学び」についての基本的な考え方が示されました。それを踏まえて、三つの視点それぞれについての留意点等を以下にまとめます。

主体的な学びの実現に向けて

① 学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる「主体的な学び」が実現できているか。

子供自身が興味を持って積極的に取り組むとともに、学習活動を自ら振り返り意味付けたり、身に付いた資質・能力を自覚したり、共有したりすることが重要である。

《「答申」より》

生徒が主体的に学ぶためには、学びの有用性や必要性を認識させるとともに、生涯にわたって学び続ける力を身に付けさせる必要があります。そのためには、例えば、学習内容と日常や社会との結びつきや、自分のキャリア形成との関連に着目させながら、自発的に学びたいという興味・関心を引き出すように工夫することが大切です。また、学習の「見通し」をもたせたり、「振り返り」をさせたりすることで、生徒が「自立した学習者」としての力を身に付けることができるようにすることも重要です。

対話的な学びの実現に向けて

② 子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める「対話的な学び」が実現できているか。

身に付けた知識や技能を定着させるとともに、物事の多面的で深い理解に至るためには、多様な表現を通じて、教職員と子供や、子供同士が対話し、それによって思考を広げ深めていくことが求められる。

《「答申」より》

対話的な学びの「対話」には、生徒間の話合いやグループ活動だけでなく、生徒と教師との対話(発問等のやりとり)、地域の人などとの対話(講話等)、先哲との対話(歴史上の人物や文学作品の作者などの考え方に触れること)なども含まれます。生徒が対話的に学ぶためには、自分とは違う意見や考え方に触れて、考えを広げたり深めたりする機会を設けることが重要です。そのためには、「対話のテーマを工夫すること」「自分の意見をもたせた上で対話をさせるようにすること」「他者の意見や考え方を尊重できる雰囲気を醸成すること」が大切です。

深い学びの実現に向けて

③ 習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう「深い学び」が実現できているか。

子供たちが、各教科等の学びの過程の中で、身に付けた資質・能力の三つの柱を活用・発揮しながら物事を捉え思考することを通じて、資質・能力がさらに伸ばされたり、新たな資質・能力が育まれたりしていくことが重要である。教員はこれの中で、教える場面と、子供たちに思考・判断・表現させる場面を効果的に設計し関連させながら指導していくことが求められる。

《「答申」より》

生徒が深い学びをするためには、習得・活用・探究という学びのプロセスを意識した授業づくりを通して、生徒が多面的・多角的に物事を捉えたり、様々な考え方を駆使したりしながら、課題解決に向けて思考を巡らせ、深い理解、考えの形成、新しい価値の創造などにつなげることができるようにすることが大切です。

その際、事物を捉えたり思考を進めたりするときの鍵となるものが、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」です。生徒たちは、国語の授業の中で「言葉による見方・考え方」を、数学の授業の中で「数学的な見方・考え方」を…という具合に、それぞれの教科等でそれぞれの「見方や考え方」を働かせながら「深い学び」をします。また、そのような学びを通して身に付けた、深い理解や思考力・判断力・表現力等の資質・能力によって「見方・考え方」がより豊かになります。「見方・考え方」と「資質・能力」はこのような相互の関係にあるものです。

普段の授業を三つの視点から見つめ直し、

不断の授業改善をする。

という教師の意識が、生徒たちの未来を支えます。

栃木県総合教育センター

〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1070

TEL : 028 (665) 7204 (研究調査部)

FAX : 028 (665) 7303

本調査研究の詳細についてはWebサイトで公開しています。
こちらも御覧ください。

http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/kyokasido_h30/