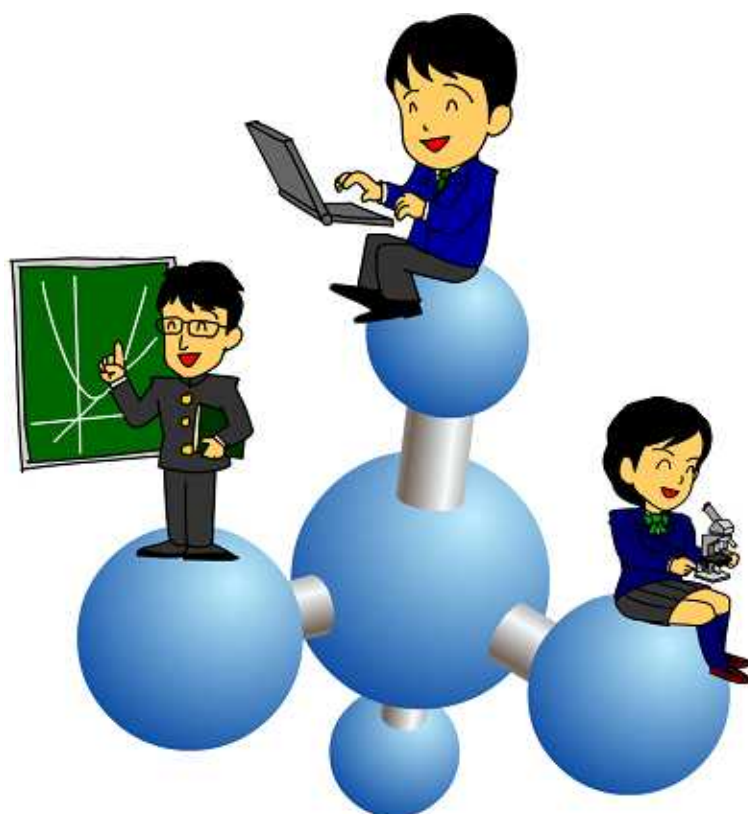


<高等学校>

学習意欲を高める数学・理科

学習指導事例集

～生徒の学ぶ意欲をはぐくむヒント～



平成 21 年 3 月

神奈川県立総合教育センター

はじめに

平成 15 (2003) 年と平成 18 (2006) 年に実施された PISA 調査(OECD 生徒の学習到達度調査)において、日本の高校生が数学や理科の勉強に興味をもったり、楽しいと感じたりする生徒の割合が低いという調査結果が示されました。さらに、平成 19 (2007) 年に実施された TIMSS 調査(国際数学・理科教育動向調査)においては、中学生の理科の学力は国際的に見てトップ水準にあることが示された一方で、数学や理科に対する学習意欲が最低水準にあるという調査結果も示されました。

高等学校の新学習指導要領において、教育内容の主な改善事項の一つとして理数教育の充実が掲げられています。「知識基盤社会」の時代において、科学技術は競争力と生産性向上の源泉であり、その科学技術の土台である理数教育の充実が学校教育の役割であります。新学習指導要領では、授業時数の確保による基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図り、思考力、判断力、表現力等の育成を図るとともに、数学や理科に対する関心や学習意欲を高めることも求められています。

総合教育センターでは「学習意欲をはぐくむ理数教育の研究」に取り組み、高等学校における数学や理科の授業に対して生徒の学習意欲を高める工夫を研究し、その成果として、本冊子「学習意欲を高める数学・理科学習指導事例集」を作成しました。

本事例集を生徒の学習意欲をはぐくむ授業づくりの参考としてご活用ください。

平成 21 年 3 月

神奈川県立総合教育センター
所 長 安 藤 正 幸

目次

はじめに

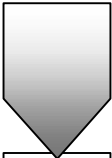
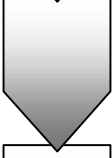
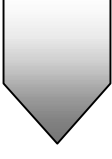
目次

本冊子の目的と構成	-----	1
理論編	-----	2
第1章 今、なぜ“学習意欲”なのか？（1）	-----	2
第2章 今、なぜ“学習意欲”なのか？（2）	-----	4
第3章 高校生の学習意欲を高めるために	-----	6
第4章 学習意欲の高まりの見とり	-----	8
第5章 理数教科における学習意欲の高まりを目指して	-----	10
実践編	-----	12
第6章 実践事例の紹介方法	-----	12
第7章 実践事例	-----	14
事例1（数学Ⅰ）		
「学習内容を実生活に応用させ、その有用性を理解させる」	-----	14
事例2（数学Ⅱ）		
「数学的なパズルや数学的に美しい等式の証明を通して、知的好奇心を喚起する」	-----	18
事例3（数学Ⅲ）		
「抽象的な概念を具体的なアプローチを通して理解させる」	-----	22
事例4（数学C）		
「数学の社会的な有用性を認識させて、学習意欲を喚起する」	-----	26
事例5（理科総合A）		
「クエスチョンシートで予想を立てさせ、演示実験の観察で確かめさせる」	-----	30
事例6（物理Ⅱ）		
「ブレッドボードを用いて電気回路を設計させ、課題解決学習に取り組ませる」	-----	34
事例7（物理Ⅱ）		
「モデル実験とグラフの読み取りから、物質の量的変化を学ばせる」	-----	38
事例8（生物Ⅰ）		
「ヒトの例から学習に興味をもたせ、主体的学習活動から意欲を喚起する」	-----	42
第8章 学習意欲の分類	-----	46
資料編	-----	48
第9章 学習指導案の書き方と見方	-----	48
第10章 学習指導案例	-----	50
引用・参考文献	-----	56
作成関係者		

本冊子の目的

高等学校の数学や理科の授業における、学習意欲を高める工夫について、実践事例を分析、整理して示すことで、各高等学校における授業改善の取組に役立てる。

本冊子の構成

	学習意欲を高めることについて ・過去の国際・国内調査の結果より ・教育基本法改正と新学習指導要領より	2～7 ページ
	学習意欲を高める方法 ・過去の国内調査の結果より ・本研究における実践事例より	8～45 ページ
	学習意欲の種類と整理 ・本研究における実践事例より	46～47 ページ

本冊子で対象とする学習意欲

次の3点を満たした学習意欲を対象とする。

- ◆「学習意欲が学習内容や学習活動に関係する事項への関心に基づいていること」
- ◆「学習意欲が継続的な関心に基づいていること」
- ◆「学習意欲が学習の成果につながっていること」

各種調査から

生徒の学習意欲は学習活動の基礎となる。一般的に、学習意欲が高まり、学習活動が充実すれば、知識や技能の習得へとつながり、一定の学習効果を期待できる場合が多い（図1）。

しかし、国内外の調査結果によると、生徒の学習意欲が低下していることが指摘され、特に数学や理科に対する学習意欲の低下は日本の科学技術発展の基盤を衰退させると心配されている。まず、近年の国際調査及び国内調査から、中学生・高校生の数学・理科に対する学習意欲を確認する。

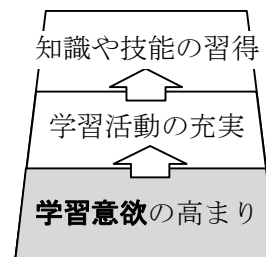


図1

①国際調査に関して

高校1年生に対して実施されたPISA調査(OECD生徒の学習到達度調査)では、「数学への興味・関心や数学の楽しさ」(PISA2003調査・平成15年)や「科学への興味・関心や科学の楽しさ」(PISA2006調査・平成18年)に関する質問がなされた。それぞれの質問に肯定的な回答をした日本の生徒の割合は、いずれもOECD平均値を下回っていた。諸外国に比べ、日本の高校生が「数学や理科への興味・関心や楽しさ」を感じている割合が少ないことが明らかとなった。

「数学についての本を読むのが好きである」	日本 13% (OECD 平均値 31%)
「数学の授業が楽しみである」	日本 26% (OECD 平均値 32%)
「数学を勉強しているのは楽しいからである」	日本 26% (OECD 平均値 38%)
「数学で学ぶ内容に興味がある」	日本 33% (OECD 平均値 53%)
(PISA2003 調査 平成 15 年 高校 1 年生対象)	

「科学についての本を読むのが好きである」	日本 36% (OECD 平均値 50%)
「科学について知識を得ることは楽しい」	日本 58% (OECD 平均値 67%)
「科学の話題について学んでいる時はたいてい楽しい」	日本 51% (OECD 平均値 63%)
「科学について学ぶことに興味がある」	日本 50% (OECD 平均値 63%)
「科学についての問題を解いている時は楽しい」	日本 29% (OECD 平均値 43%)
(PISA2006 調査 平成 18 年 高校 1 年生対象)	

また、中学2年生を対象としたTIMSS調査(国際数学・理科教育動向調査)では「数学や理科の学習において“勉強の楽しさ”や“勉強への積極性”を感じているか」(TIMSS2003調査・平成15年)の問いに対して、日本の中学生は他国に比べ肯定的な回答をした生徒の割合が低いという結果が報告されている。

これらの調査より、日本の中学生・高校生の数学・理科に対する学習意欲は、諸外国と比較して低いことが示されている。

「数学の勉強が楽しいか」→「強くそう思う」	日本 9% (国際平均値 29%)
「理科の勉強が楽しいか」→「強くそう思う」	日本 19% (国際平均値 44%)
「数学の勉強への積極性」についての高いレベルの割合	日本 17% (国際平均値 55%)
「理科の勉強への積極性」についての高いレベルの割合	日本 17% (国際平均値 57%)
(TIMSS2003 調査 平成 15 年 中学 2 年生対象)	

※「数学(理科)の勉強への積極性」は「学校で数学(理科)をもっとたくさん勉強したい」「数学(理科)の勉強は楽しい」など7つの質問項目の回答を合成して作成した指標

②国内調査に関して

以下の調査において、中学生・高校生の数学に対する学習意欲について、次のような結果が示されている。

「平成 20 年度全国学力・学習状況調査」（中学 2 年生対象）では、「数学の勉強が好きですか」との問いに、半数以上の中学生たちが「数学が好き」と答えている。

「数学の勉強が好きですか」

→ 「あてはまる 26.1%」「どちらかといえば当てはまる 27.1%」

（平成 20 年度全国学力・学習状況調査 中学 2 年生対象）

一方、「平成 19 年度神奈川県立高等学校学習状況調査」（高校 2 年生対象）では、「数学の勉強が好きですか」との問いに対して、数学の勉強が好きだと思う高校生は半数に満たないことが示されている。

「数学の勉強が好きですか」

→ 「好きだ 13.4%」「どちらかといえば好きだ 27.1%」

（平成 19 年度神奈川県立高等学校学習状況調査 高校 2 年生対象）

③中学生と高校生との比較

平成 20（2008）年の 1～2 月に国立教育政策研究所は次のような比較調査を行った。平成 18（2006）年に高校 1 年生に対して実施した PISA 2006 調査と全く同じ問いを使って、中学 3 年生に対して調査を行った。その結果、「科学について学ぶことに興味がある」との問いに肯定的な回答をした割合は高校 1 年生（平成 18 年）では 50%であったのに対して、中学 3 年生（平成 20 年）では 62%であった（図 2）。

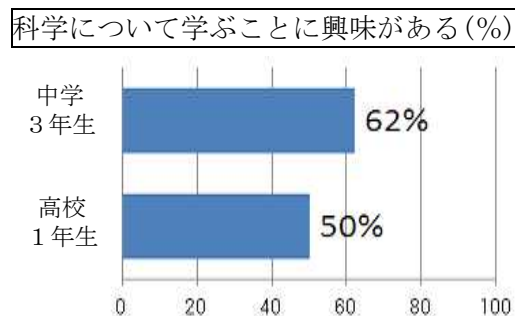


図 2

- ◆日本の生徒の数学や理科への学習意欲は、国際平均より低い。
- ◆数学の勉強を好きと思う生徒の割合は、高校生の方が中学生より少ない。
- ◆科学について学ぶことに興味がある生徒の割合は、高校生の方が中学生より少ない。

第2章 今、なぜ“学習意欲”なのか？（2）

教育基本法の改正から

教育基本法の改正によって、学習意欲に関する記述がどのように移り変わったか、確認する。

①教育基本法に関して

平成18年12月に「教育基本法」が改正された。これは同法が昭和22年に制定されて以来、初めてのことであり、この改正が教育界に与える影響は非常に大きい。この「教育基本法」の改正を受けて、後述の「学校教育法」の改正や「学習指導要領」の改訂が行われた。

「教育基本法」の第六条（学校教育）の第2項には、次のような項目が新設された。

第六条

2 前項の学校においては、教育の目標が達成されるよう、教育を受ける者の心身の発達に応じて、体系的な教育が組織的に行われなければならない。この場合において、教育を受ける者が、学校生活を営む上で必要な規律を重んずるとともに、自ら進んで学習に取り組む意欲を高めることを重視して行われなければならない。

（下線は総合教育センター。線種の違いは次ページの「答申」抜粋の下線に対応する。）

これまででも、より効果的な学習を目指して、生徒が自主的かつ意欲的に学習を行うように教師は指導してきた。しかし、今回の「教育基本法」の改正によってこうした観点が明文化されたことは、“学習意欲”を高めることの重要性が法律の上で位置付けられたことを意味する。教師は生徒が“学習意欲”を高められるように意識しながら、授業を行っていくことが重要であると正式に示されたことになる。

②学校教育法に関して

教育基本法の改正を受けて平成19年6月には「学校教育法」も改正された。その第30条の第2項は次の通りである。

第30条

2 前項の場合において、生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない。

（下線は総合教育センター。線種の違いは次ページの「答申」抜粋の下線に対応する。）

これは「第4章 小学校」における条文であるが、同法第62条（「第6章 高等学校」）において高等学校に準用するとされている。

ここで「主体的に学習に取り組む態度」とは、生徒の学習に対する前向きな意欲が表出したものであり、こうした態度は学習意欲とは切り離せない関係にある。

「教育基本法」だけでなく、「学校教育法」においても“学習意欲”をはぐくむことの重要性が示されたことになる。

コラム

「PISA 調査」「TIMSS 調査」とはどんな調査なのか？

PISA 調査とは、OECD（経済協力開発機構）加盟国の参加による調査。知識や技能をどう活用するかを評価する。平成12（2000）年から3年ごとに実施され、平成12（2000）年は読解力、平成15（2003）年は数学的リテラシー、平成18（2006）年は科学的リテラシーを主要領域として調査。我が国の調査対象は高校1年生。

TIMSS 調査とは、IEA（国際教育到達度評価学会）が昭和39（1964）年から行っている調査であり、最近では平成19（2007）年に実施された。知識や技能がどの程度習得されているかを評価する。我が国の調査対象は小学4年生と中学2年生。

③新学習指導要領に関して

平成21年3月9日に高等学校学習指導要領が告示された。その総則の中には前述の学校教育法で規定された「主体的に学習に取り組む態度を養う」ことが述べられている。この新学習指導要領は平成20年1月17日に出された中央教育審議会「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について（答申）」（以下、「答申」という。）が基となっている。「答申」の「2. 現行学習指導要領の理念」の「改正教育基本法等と『生きる力』」の中で学校教育法の第30条第2項、第62条などの規定が示す学力の重要な要素を次の三つであるとし、そのうちの一つを“学習意欲”と明記している。

- ①基礎的・基本的な知識・技能の習得
 ②知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等
 ③学習意欲

（下線は総合教育センター。線種の違いは前ページの教育基本法・学校教育法の抜粋の下線に対応する。）

さらに「答申」の「5. 学習指導要領改訂の基本的な考え方」においては、学習指導要領改訂の六つのポイントの一つとして“学習意欲の向上や学習習慣の確立”が挙げられており、学習意欲の向上に重点が置かれていることが分かる。

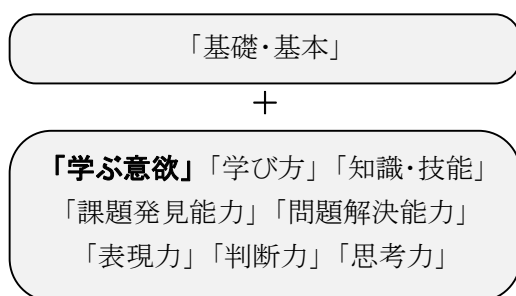
- ◆改正された教育基本法と学校教育法、新学習指導要領において、“学習意欲”の位置付けが明記された。
- ◆新学習指導要領に関して「答申」では、“学習意欲”は学力を構成する重要な三つの要素の一つとして規定されている。
- ◆新学習指導要領に関して「答申」では、“学習意欲の向上”は「学習指導要領改訂の基本的な考え方」の一つとされている。

コラム

「生きる力」と“学習意欲”との関係は？

新学習指導要領においても、継続して「生きる力」を育成することは確認されている。「生きる力」は「知」、「徳」、「体」の3本の柱からなり、「知」部分に相当するのが「確かな学力」である。「学ぶ意欲」はこの中の構成要素の一つとなっている。

《確かな学力》・・・「生きる力」の3本柱の一つ



（文部科学省ホームページより作成）

第3章 高校生の学習意欲を高めるために

国立教育政策研究所の学習意欲研究会の実施した「学習意欲に関する調査研究」の中では、小学生・中学生・高校生に同じ質問を回答させて、その違いを比較している。小学生の場合、「家族や先生に褒められる」、「点数が上がる」などの項目が学習意欲のわく理由として多く挙げられている。高校生でもこうした理由によって学習意欲の高まる効果は見られるが、「とてもやる気になる」生徒の割合は小さくなっている（図3）。

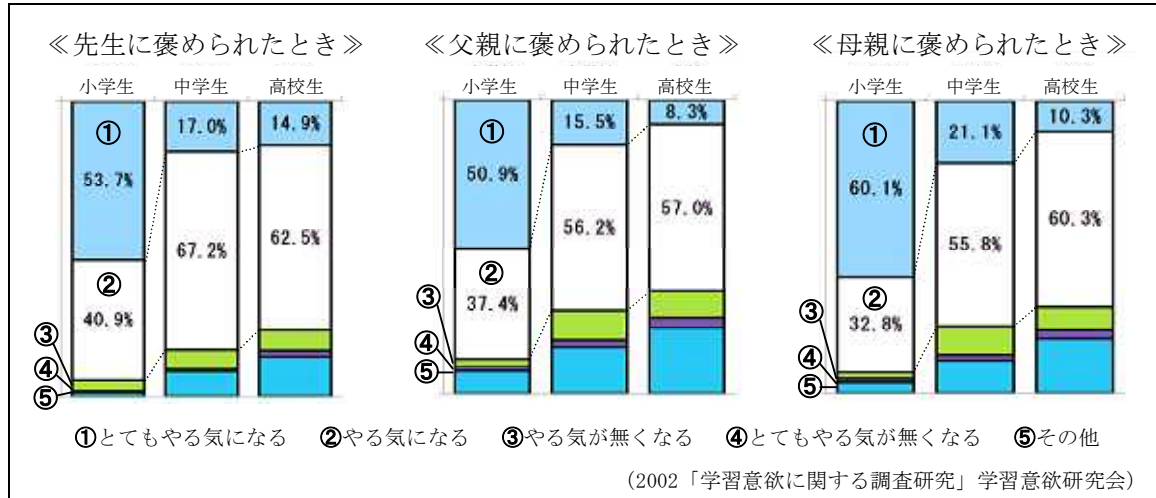


図3

一方、高校生は小学生に比べ「授業がよく分からない」または「授業がつまらない」と感じると、勉強を「とてもやる気が無くなる」とする生徒の割合が増えている（図4）。

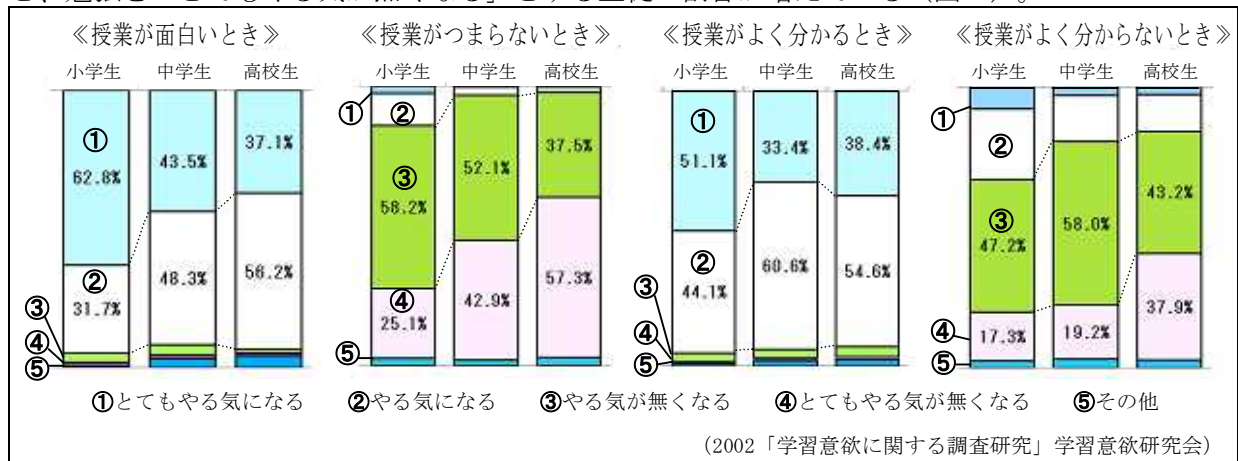


図4

これらの結果から、高校生は小学生や中学生に比べ、教師や親から褒められただけで「とてもやる気になる」割合が減っている一方で、授業を「つまらない」、「よく分からない」と感じたときに、勉強を「とてもやる気が無くなる」割合が大きい。

小学生・中学生・高校生に共通して、学習意欲を高めるためには「勉強が面白い」、「勉強が分かる」と生徒に感じさせることが効果的であり、そのために興味のあることや易いことから始めて学習活動を促したり、成功感を味合わせることで継続した学習をもたらしたりといった工夫も必要である。高校生に対してもこうした取組は大切である。

- ◆ 高校生は、小学生や中学生に比べると、学習意欲が高まりにくかったり、学習意欲を失いやすかったりする傾向にある。
- ◆ 高校生の学習意欲を高めるためには、授業が分かりやすい、面白いと感じさせることが効果的である。

一方、中学生や高校生は、進学したい学校がはっきりと決まったり、将来就きたい職業に関心をもったり、将来の方向性が決まったときなど目標が定まると、学習意欲が高まる傾向が見られる。言い換えると生徒は「勉強が自分にとって役に立つ」と感じるときに、学習意欲が高まることが分かる（図5）。

高校生が勉強を「とてもやる気になる」「やる気になる」割合	
1 授業が面白いとき	93.3%
2 授業がよく分かるとき	93.0%
3 将来就きたい職業に関心をもったとき	89.7%
4 将来行きたい学校がはっきり決まったとき	88.9%
5 成績が上がったとき	86.8%
5 級や段、資格などを取ろうと思ったとき	86.8%

(2002「学習意欲に関する調査研究」学習意欲研究会)

図5

国立教育政策研究所内の日常生活教材作成研究会は「平成16年度文部科学省委嘱研究報告書『学習内容と日常生活との関連性の研究－学習内容と日常生活、産業・社会・人間とに関連した題材の開発－』」の中で次のように報告している。

児童生徒が今行っている学習が日常現実社会につながっており、それがやがて自分自身や自分を取り巻くコミュニティーにも影響を及ぼしてくることを知れば、学習意欲も喚起し、児童生徒はその内面の深い部分で、「あ～、そうなのか」と実感的に理解することもできる。（国立教育政策研究所 平成18年）

学習内容が生徒の身の回りの生活や社会生活一般において役立つことが分かることにより、学習意欲を喚起することができる。つまり、学習内容が、身の回りにある現象やものなどにかかわりがあると感じたり、科学技術として社会の役に立っていることを実感させたりすることが生徒の学習意欲を高めるヒントとなることが分かる（図6）。

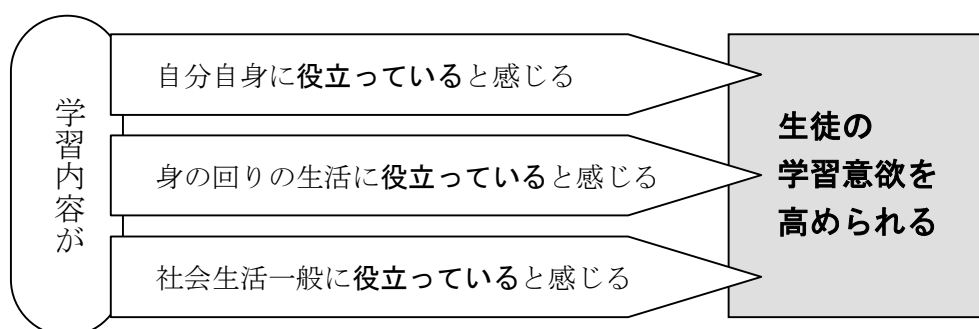


図6

◆生徒は、学習内容が「自分にとって役に立つ」または「身の回りの生活や社会生活一般において役に立つ」と感じることで、学習意欲が高まる。

第4章 学習意欲の高まりの見とり

本研究では学習意欲の高まりを見とる手段として「振り返りシート」、「ワークシート」、「行動観察」を用いた。

「振り返りシート」には、「意欲的に取り組めたか」を問う選択形式の設問と、生徒の学習中の意欲的な態度や知識・技能の習得の状況を読み取るための記述形式の設問を設けた。「意欲的に取り組めたか」を問う選択形式の設問に対する生徒の回答結果は、生徒の主観は入りやすいが、教師の主観は入りにくい見とり方である。一方、記述形式の設問への記述回答からは、生徒の学習中の意欲的な態度や知識・技能の習得の状況を読み取ることができ、この学習中の意欲的な態度や知識・技能の習得の状況を通して、学習意欲の高まりを見とることができる(図7)。これは教師の主観は入りやすいが、生徒の主観は入りにくい見とり方である。

学習意欲を見とる場合には、教師の主観が入りにくい選択形式の設問への回答と、生徒の主観が入りにくい記述形式の設問への記述回答とのバランスを取りながら学習意欲を見とることとした(図8)。

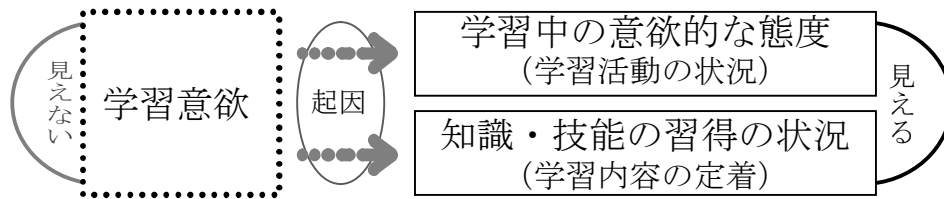


図7

「ワークシート」からは、記述形式の解答欄を含め、学習活動の状況を踏まえた学習意欲の高まりを読み取った。また「行動観察」では、授業中の生徒の行動や発言の中から、学習意欲の高まりと見なせるものを記録した(図8)。

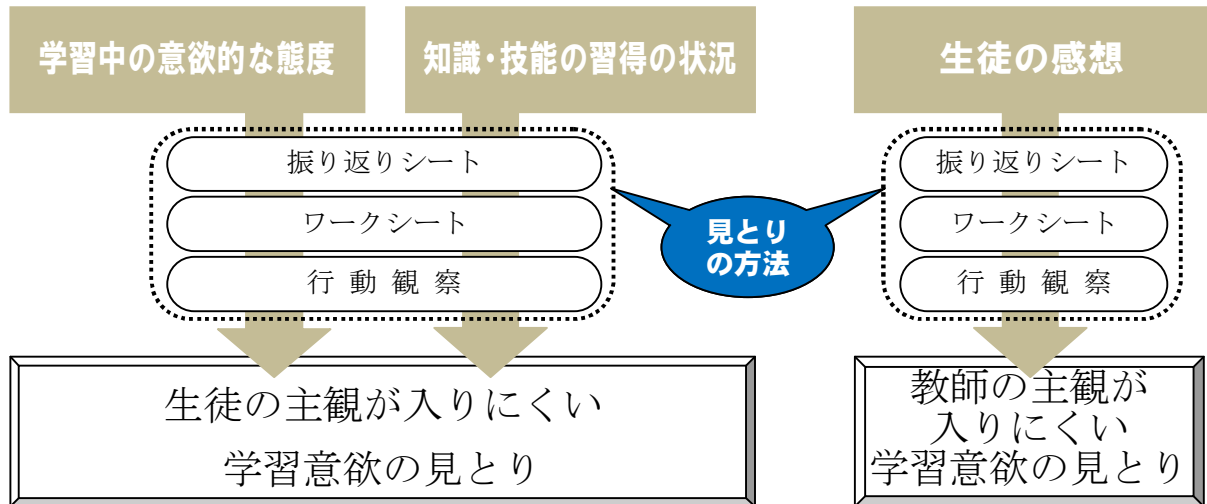


図8

- ◆見とりの手段に「振り返りシート」、「ワークシート」、「行動観察」を用いた。
- ◆「生徒の主観が入りにくい見とり方」と「教師の主観が入りにくい見とり方」をバランスよく用いるために、振り返りシートには選択形式と記述形式の設問を取り入れた。

《見とりの具体例》

実践事例の「振り返りシート」や「ワークシート」、「行動観察」の中から実際に見とった学習意欲の表れの具体例を示す。

[振り返りシートやワークシートより]

学習活動の記述内容から学習意欲が読み取れる例

- ・以前学習した複利計算（等比数列）や二項定理をワークシートで確認しながら自主的に解答を導いた生徒もいた。
- ・授業中に学習した $\tan 75^\circ$ の値を計算する方法を参考にして、ほとんどの生徒が $\tan 15^\circ$ と $\tan 105^\circ$ の値も自主的に解答を導き出していた。
- ・「一卵性双生児がどのようにして産まれるか」という問いに、生徒が自分なりに考えて回答した記述が見られた。

授業に対する感想の記述から学習意欲が読み取れる例

- ・打ち上げ花火の高さは、三角比を利用すれば求めることができるというのはすごいと思った。
- ・行列の実体は一体何なんだろうと思っていたけれど、情報化された今の社会ではこういう数学の理論が役立っているんだなと感じた。
- ・数学は何の役に立つのか、いまいち分かっていなかったけれど、とても多くの場面で利用されていることを知ることができ、数学を学ぶ意欲がわいた。

[行動観察より]

- ・生徒はスクリーンや演示実験をしっかりと見ていた。
- ・課題に対して自分なりの説明を導き出そうと努力する姿が見られた。
- ・難しい問題であったが、意欲的に問題に取り組み、予想を立て、相談し合っていた。
- ・課題の解決を1回だけでなく、別のパターンで2回、3回と試みている生徒がいた。
- ・授業が終わっても、課題に取り組む姿勢が見られた。
- ・実験で得られた指数曲線のグラフの特徴を、反比例の曲線と比較したり、グラフ上で減少の様子を指でなぞったりしながら考えようとしていた。

第5章 理数教科における学習意欲の高まりを目指して

学習意欲を高めるために、「どうしてやる気が起きないのか」を考えることを出発点とし、そのために『学習意欲を高める工夫』確認シート」を用いた（図10）。

最初に、生徒や授業の状況から「学習意欲の妨げとなる課題」は何か、その把握を行った。次に、その課題の解決を目指して「学習意欲を高める工夫」を検討した。さらに、その工夫を取り入れた学習によって高まった「学習意欲の見とり」を行った。最後に、この学習活動を通して得られた生徒の学習意欲に関する「成果と課題」をまとめた（図9）。これら一連の流れを一つにまとめ、記述できるようにしたものが『学習意欲を高める工夫』確認シート」である。

本研究では、『学習意欲を高める工夫』確認シート」に基づいて、8例の実践を行った。詳細については第7章で後述する。

これらの事例はあくまでもほんの一例であって、必ずしもそのまますぐに授業で使えるような“工夫”ばかりとは限らない。また、各学校における「課題となる生徒や授業の状況」が事例のものと同じであっても、学校のおかれた学習環境や生徒の状況に応じて、課題を解決するための方策は異なる。その場合にも、『学習意欲を高める工夫』確認シート」を用いることによって、教師は各学校や生徒の状況に応じて、生徒の学習意欲を高める工夫を確認することができる。

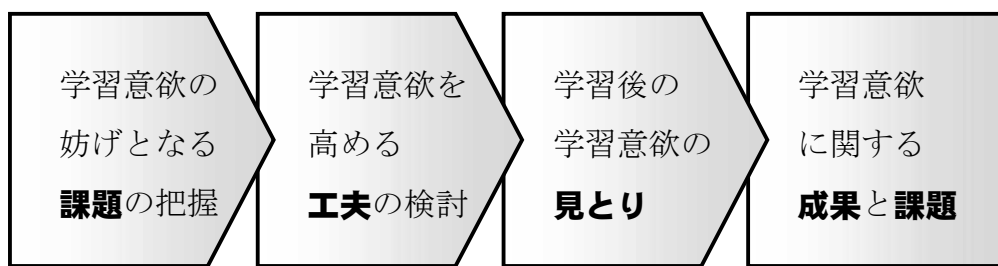


図9

- ◆ 「『学習意欲を高める工夫』確認シート」を用いることで、効果的に学習意欲を高める手立てを検討することができる。
- ◆ 第7章の事例を参考にする際、各学校の状況に合わせて活用するために、「『学習意欲を高める工夫』確認シート」を使うと良い。

コラム

生徒の学習意欲を高めるためにはどうすればよいか？（事例授業者の様子より）

6～7ページでは過去の調査結果から、生徒の学習意欲を高める動機となるものを示した。後述の事例の紹介（14～45ページ）や学習意欲の分類（46～47ページ）にも、学習意欲を高めるヒントとなるものを示している。しかし、「生徒の学習意欲を高めるためにはどうすればよいか？」という問いに対して、どの場合にも当てはまるような正解はない。

本研究の実践事例の授業者である教師は、いずれも個々の状況に応じてより適切と考える学習意欲を高める工夫を試みた。その際の教師の姿は数学や理科の面白さを感じている姿であり、数学や理科の楽しさを伝えたいと熱心に取り組んだ姿でもあった。すべての実践において、そうした教師の姿勢は授業を通して生徒たちに伝わり、いずれの場合においても生徒の学習意欲の高まりが観察された。

「学習意欲を高める工夫」確認シート

1 課題の把握

課題となる生徒や授業の状況

状況・課題

…「どのようなことに問題があり、学習意欲をもてないのか」など

・
・
・

2 工夫の検討

課題の解決に向けた「学習意欲を高める工夫」の内容

手立て

…「そのためにどのような“工夫”を取り入れるのか」など

・
・
・

3 学習意欲の見とり

工夫を取り入れた後に見とった学習意欲の高まり

見とり

…「“工夫”によってどのように学習意欲が見とれたか」など

1) 振り返りシートによる見とり

・
・

2) ワークシートによる見とり

・
・

3) 行動観察による見とり

・
・

4 成果と課題

学習意欲の高まりにより解決された課題の状況

…「“工夫”により生徒の学習意欲が高まったのか」、「どのような効果があったのか」
など

・
・
・

学習意欲が高まらず継続している課題の状況とその理由

…「“工夫”を取り入れても改善されていない課題は何か」、「それはどのような状況か」、「また、どうして課題は改善されなかったのか」など

・
・
・

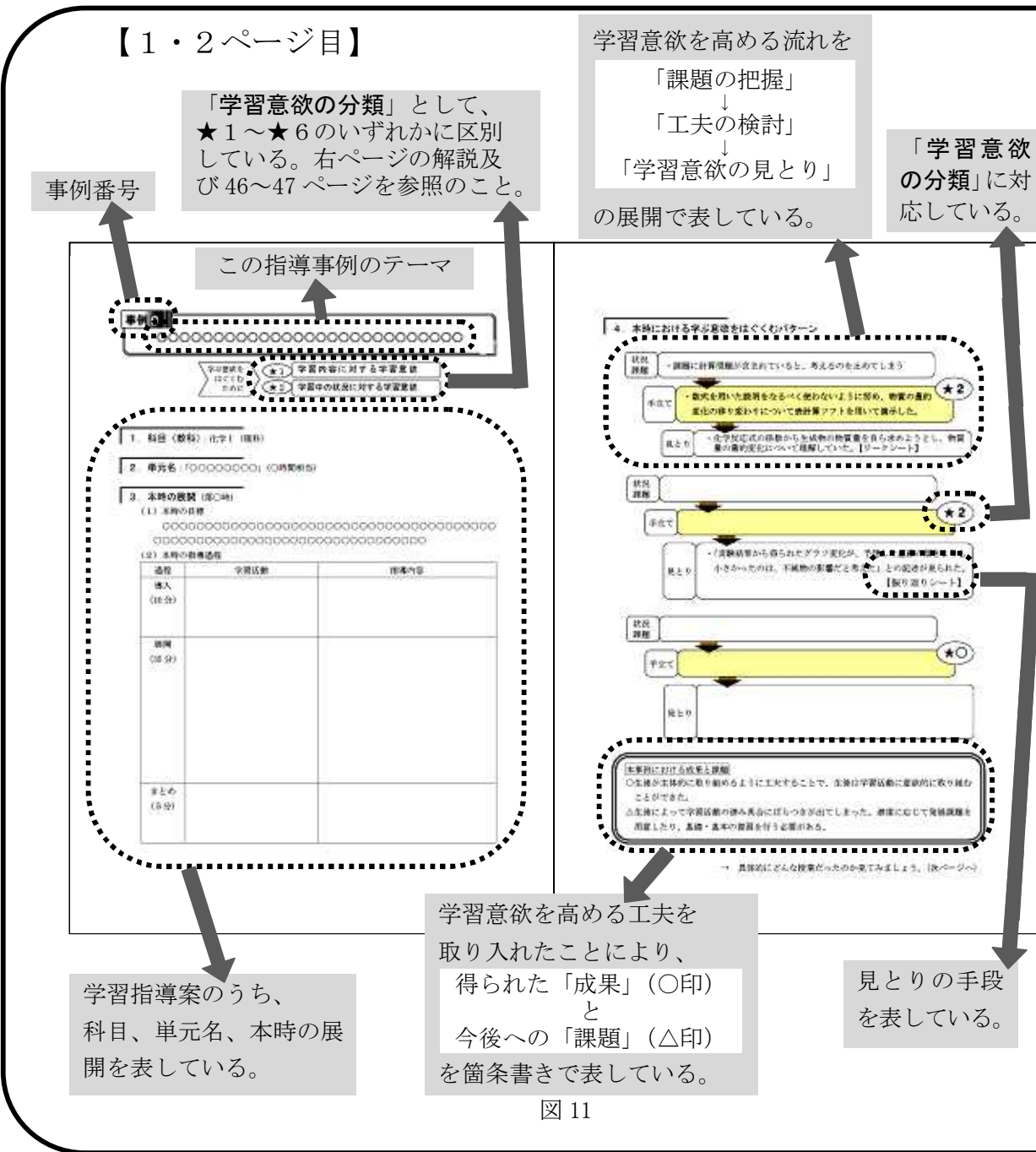
実践編

第6章 実践事例の紹介方法

学習意欲を高める学習指導事例集の見方

本事例集では学習意欲を高める指導方法の開発を目的として、高等学校の数学と理科の8事例を掲載している。それぞれの事例は図11・12に示すような共通した形式でまとめている。

なお、事例の詳細については、神奈川県立総合教育センターホームページ(<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/>)に掲載されている学習指導案を参照していただきたい。



◆一つの実践事例を4ページ構成で表している。

解説

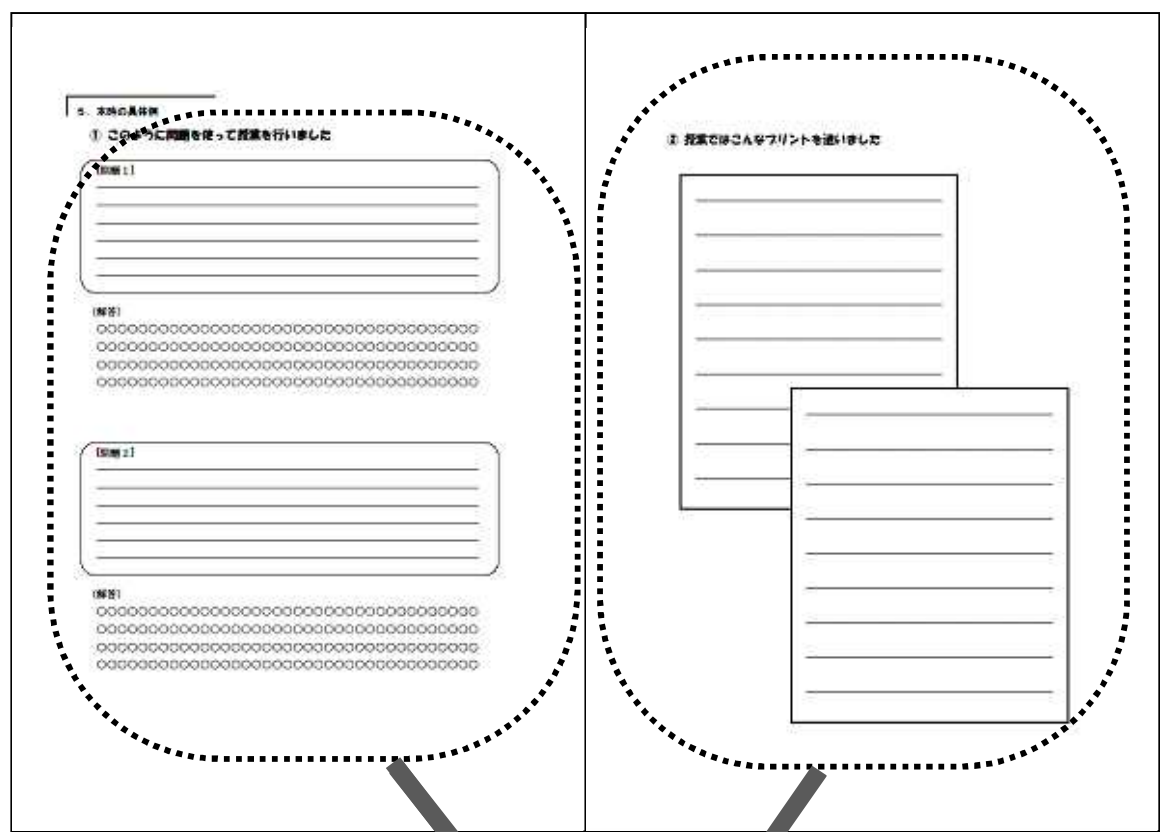
学習意欲の分類 (★1～★6) とは

■ 学習意欲を高める工夫が、どのようなねらいによって生じる学習意欲なのか、右の★1～★6として整理した。

■ 詳細については 46～47 ページを参照のこと。

- ★1 学習内容に対する学習意欲
- ★2 学習中の状況に対する学習意欲
- ★3 学習効果に対する学習意欲
- ★4 日常生活に実用性を感じる学習意欲
- ★5 社会生活に有用性を感じる学習意欲
- ★6 自分自身に有益性を感じる学習意欲

【3・4ページ目】



実践事例の特徴をよく表している学習内容や使用した教材やプリントなどを示している。

図 12

◆ 1・2 ページ目には実践事例の概要が、3・4 ページ目には具体的な「学習意欲を高める工夫」が簡潔にまとめてある。

第7章 実践事例

事例 1

学習内容を実生活に応用させ、その有用性を理解させる

学習意欲
の分類

★2

学習中の状況に対する学習意欲

★4

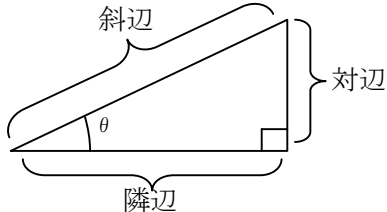
日常生活に実用性を感じる学習意欲

1 科目（教科）：数学 I（数学）

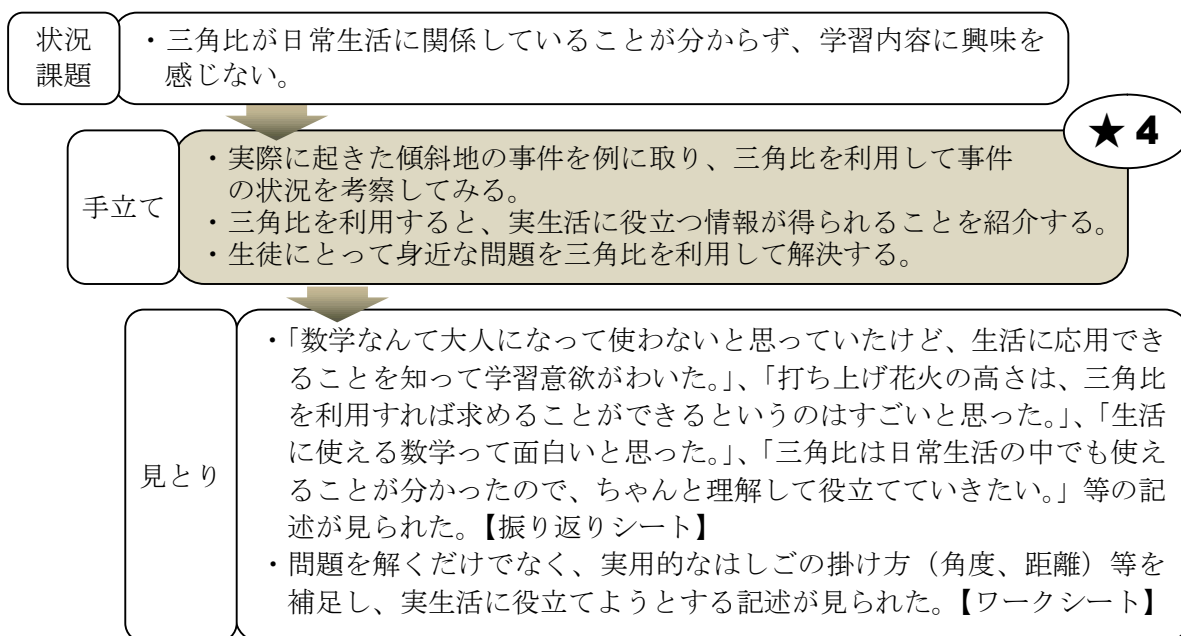
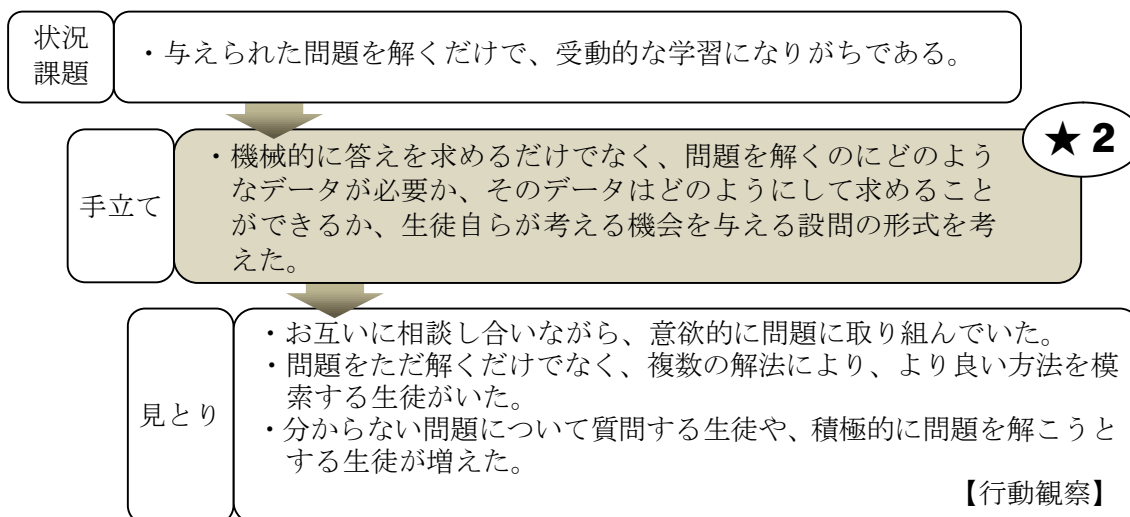
2 単元名：「鋭角の三角比」（10 時間相当）

3 本時の展開（第 5 時）

- (1) 本時の目標
- ・正弦、余弦を利用して、高さや距離を求める方法を理解する。
- (2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦、余弦の定義を復習する。 ・「傾斜地の土地問題」を考える。 <p>「家を建てようと 1 辺が 12m の正形状の土地を購入した人が、傾斜地であったために家を建てることができなかった」という事件が横浜で起きた。傾斜地上の土地は水平面上ではどのくらいの大きさになるか考えてみよう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・定義を変形して、次の式を導く。 [隣辺] = [斜辺] × cos θ [対辺] = [斜辺] × sin θ  <ul style="list-style-type: none"> ・三角比を用いて斜度 30° の傾斜地上の長さから水平面上での長さを求めさせる。
展開 (35 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書の練習問題及びその類題（「はしごの問題」）を解く。 ・「打ち上げ花火の問題」に取り組む。 <p>打ち上げ花火は地上何 m の高さまで上がるか。また、どのくらい離れた場所で打ち上げられているのか、それらを求める方法を考えてみよう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・教科書の問題と関連して、実生活で使う場面を想定して、類題を提示して解かせる。 ・高さや距離を求めるために必要なデータは何であるか、どのようにしてそのデータを得るかを考えさせる。 ・仰角及び時間等の必要なデータを与え、高さ及び距離を求めさせる。
まとめ (5 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容を振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実生活の中に、三角比を用いて解決できる問題が存在することを確認して、数学の有用性を認識させる。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例における成果と課題

- 生徒が主体的に取り組めるような問題の形式を工夫することで、意欲的な学習活動を促すことができた。
- 学習内容が生徒にとって身近な問題に関連があることを理解させると、生徒は数学の実用性を認識し、学習意欲の喚起につながった。
- △生徒自身が問題を解決するためのデータ収集を行うことができるような機会を設定すれば、より効果的な学習活動が期待できる。

→ 具体的にどんな授業が行われていたのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① 実際に起きた事件を例に取り、三角比を利用して、事件の状況を考察してみる

「傾斜地の土地問題」

「家を建てようと1辺が12mの正方形の土地を購入した人が、傾斜地であったために家を建てることができなかった。」という事件が横浜で起きました。傾斜地を水平に削ると、家を建てられる土地はどのくらいの広さになるか考えなさい。

傾斜角度が 30° であると仮定して、三角比を用いて斜度 30° の傾斜地上の長さから水平面上での長さを求めてみる。

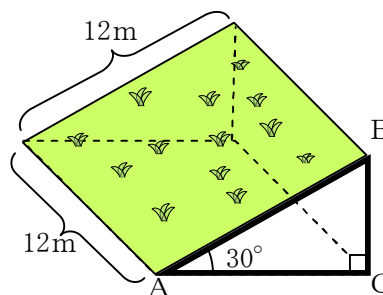
$$\begin{aligned} AC &= AB \cos 30^\circ \\ &= 12 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3} \end{aligned}$$

従って、減った土地の面積は、

$$12 \times 12 - 12 \times 6\sqrt{3} = 72(2 - \sqrt{3}) \text{ (m}^2\text{)}$$

$\sqrt{3} = 1.7$ 、畳1畳を 1.6 m^2 として計算すると、減った土地は、畳13.5畳分である。

実際の授業では、傾斜地の模型を用意して、具体的なイメージがつかめるようにした。



② 三角比を利用して、実生活の中で役立つ情報を求めてみる

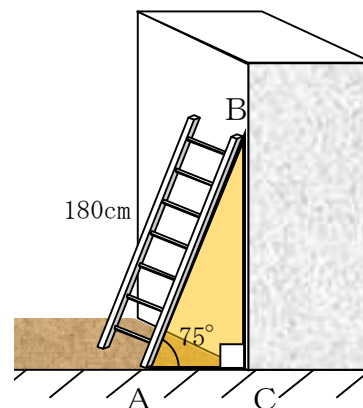
「はしごの問題」

家の壁に長さ180cmのはしごABを立て掛けて、はしごと地面のなす角 $\angle BAC$ が 60° になるようにした。このとき、はしごの下端Aと壁との距離AC、および地面からはしごの上端Bまでの高さBCは、それぞれ何cmか。ただし $\sqrt{3} = 1.73$ とし、小数第1位を四捨五入して答えなさい。

教科書の問題の「はしごの問題」を解いた後、次の課題を考えさせる。

JIS規格では安全面を考慮して、はしごは地面から 75° の角度に立て掛けて使用することを推奨しているものが多い。三角比の表を用いて、 75° のときのACの長さを求めなさい。

その結果、はしごを安全に立て掛ける角度(約 75°)にするためには、はしごの下端を壁から「はしごの長さの $\frac{1}{4}$ 程度」離して使用すると良いことを理解させる。



③ 生徒にとって身近な問題を三角比を利用して解決する

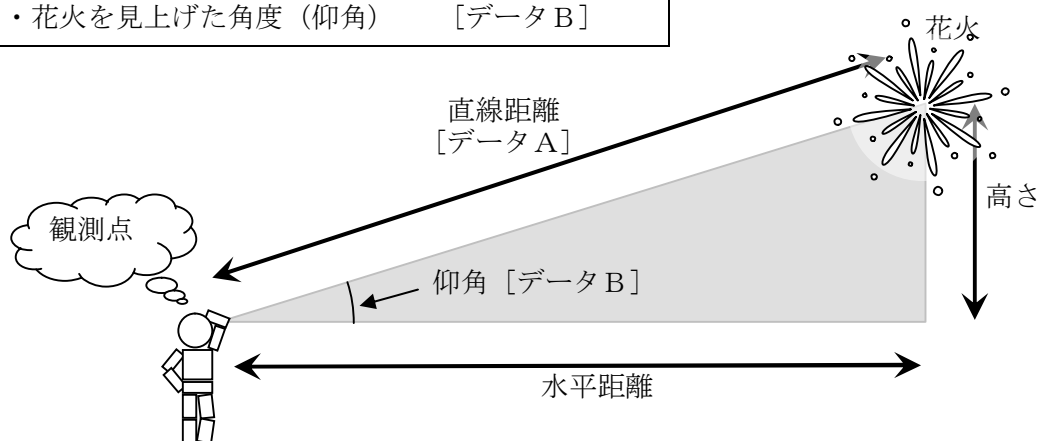
「打ち上げ花火の問題」

打ち上げ花火は地上何mの高さまで上がるか。また、どのくらい離れた場所で打ち上げられているのか、それらを求める方法を考えなさい。

まず、どんなデータがあれば実際の高さや距離を求められるのか、そのデータはどのようにして得られるのかを考えさせる。

生徒の学習中の状況を見ながら、次の二つのデータが分かれば、正弦と余弦を利用して、花火の打ち上げの高さと花火を打ち上げた地点までの水平距離を求められることを確認する。

- ・ 観測点から花火までの直線距離 [データ A]
- ・ 花火を見上げた角度 (仰角) [データ B]



さらに、データ A を求める方法として、花火が開くのを見た瞬間から花火の爆発音が聞こえる瞬間までの時間差を用いて求める方法を紹介して、

- ・ [距離] = [音速] × [時間]
- ・ [音速] = $331.5 + 0.61 \times t$ (ただし、 t は摂氏温度)

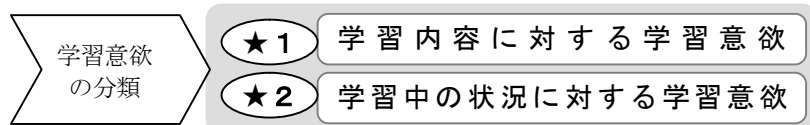
という式を与える。

最後に、実際の観測データとして気温、花火が開いてから花火の爆発音が聞こえるまでに要する時間、仰角を生徒に与えて、高さや水平距離を計算させる。

- ・ 気温 30°C
- ・ 花火が開いてから花火の爆発音が聞こえるまでに要する時間 6.2~6.3 秒
- ・ 仰角 6° ~ 8°

事例 2

数学的なパズルや数学的に美しい等式の証明を通して、知的好奇心を喚起する



1 科目（教科）：数学Ⅱ（数学）

2 単元名：「正接の加法定理」（3時間相当）

3 本時の展開（第2時）

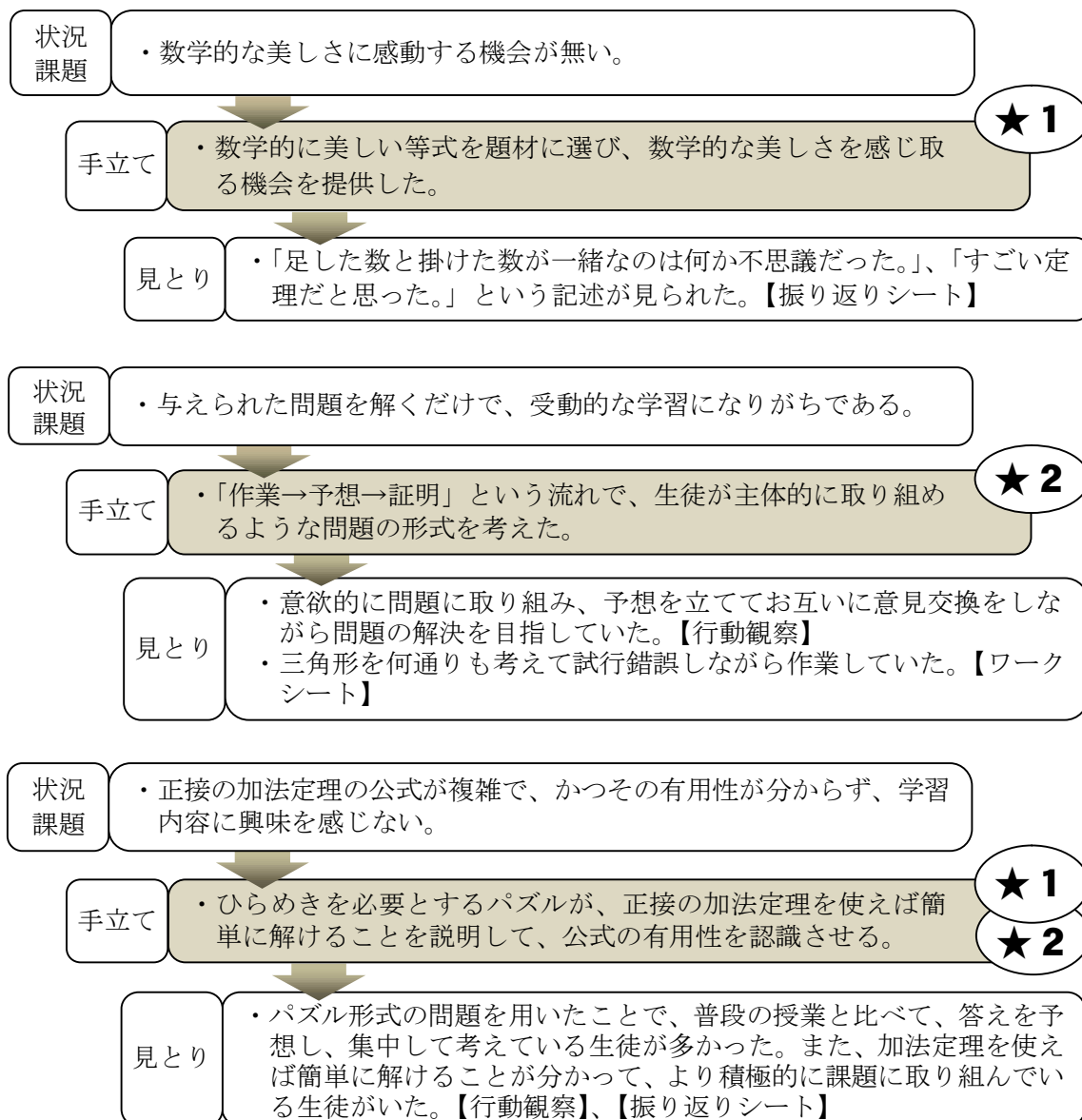
（1）本時の目標

- ・正接の加法定理を利用して、 75° や 15° などの正接の値を求めることができる。

（2）本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を復習する。 ・パズル問題を解く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・数学的なひらめきを必要とするパズルが、加法定理を使えば簡単に解けることを説明する。
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・正接の加法定理を利用する教科書の問題を解く。 ・正接の加法定理を利用して、75° や 15° などの正接の値を求める。 ・三角形の3つの角度の正接の値の関係を調べる。 ・幾つかのパターンを自分で考えて、成り立つ等式を予想する。 ・予想した等式を証明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パズルと同じ内容の問題であることを気付かせる。 ・加法定理を用いると、$30^\circ \cdot 45^\circ \cdot 60^\circ$を足したり、引いたりしてできる角度の三角比を求めることができることを確認する。 ・加法定理を使って計算できるような角度の組合せを生徒自らが考えることにより、加法定理の理解を深め、使い方の習熟を目指す。 ・加法定理を用いると、等式が証明できることを説明する。
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習内容を振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・様々な問題に加法定理が利用できることを確認して、加法定理の有用性を理解させる。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例の成果と課題

- 導入部分で取り組みやすい問題を考えさせることによって、生徒の興味・関心を喚起することができた。
- 複雑な公式も身近な問題に利用できることが分かって、学習意欲を高めることができた。
- 問題の形式を工夫して、生徒が主体的に取り組めるようにすることで、意欲的な学習活動を促すことができた。
- 数学的な美しさを実感させることによって、学習意欲を喚起することができた。
- △証明問題の指導方法をより工夫すれば、証明問題を苦手とする生徒にとっても、理解を深めることが期待できる。

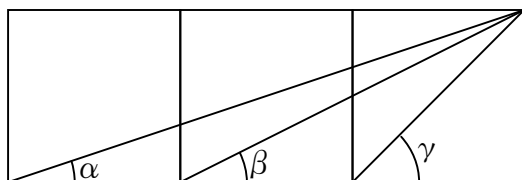
→具体的にどんな授業だったのか見てみましょう。(次のページへ)

5 本時の具体例

① パズル形式の問題を導入として、学習に対する生徒の興味・関心を高める

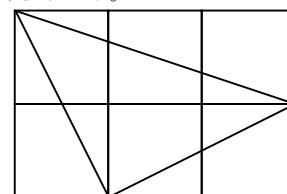
「パズル問題」

合同な3つの正方形を図のように並べて書きます。図に書き込んだ α 、 β 、 γ はそれぞれの角の大きさを表します。 α 、 β 、 γ の関係を求めなさい。



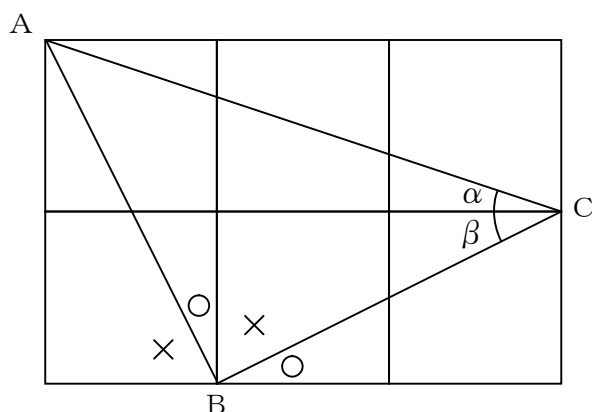
生徒へのヒント

★下図のような四角形と三角形の図を与える。



★図形の中に、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ の角を探すように指示する。

(解答)



左図において、 $\triangle ABC$ は直角二等辺三角形だから

$$\alpha + \beta = 45^\circ$$

一方、 $\gamma = 45^\circ$

よって、 $\alpha + \beta = \gamma$

② ひらめきを必要とするパズルが、正接の加法定理を使えば簡単に解けることを説明して、複雑な公式の有用性を認識させ、学習内容に興味をもたせる

「パズル問題」の図において、 $\tan\alpha = \frac{1}{3}$ 、 $\tan\beta = \frac{1}{2}$ 、 $\tan\gamma = 1$ である。

ここで、正接の加法定理により、

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan\alpha + \tan\beta}{1 - \tan\alpha \cdot \tan\beta} = \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}} = 1$$

よって、 $\tan(\alpha + \beta) = \tan\gamma = 1$

$\alpha + \beta$ 、 γ はともに鋭角なので、 $\alpha + \beta = \gamma$ である。

今回の例では、 $\alpha + \beta = 45^\circ$ で、 $\tan 45^\circ = 1$ となる。この場合は特殊で、暗算でも計算できる。

- 加法定理を用いれば、図形を使ったひらめきを必要とせずに $\tan(\alpha + \beta)$ の値を求めることができる。
- 図形を使った解法は、特殊な場合でなければ $\tan(\alpha + \beta)$ の値を求められない。加法定理を使えば、どのような角の組み合わせの場合でも、 $\tan(\alpha + \beta)$ の値を求められる。

③ 生徒が主体的に取り組めるような問題の形式を工夫し、意欲的な学習活動を促す

「作業→予想→証明」という学習の流れを作り、生徒が主体的に学習に取り組めるような問題の形式を考えた。

[問] 三角形における三つの正接の値の関係を調べなさい。

- (1) 三角比の表を使わずに加法定理を使って、正接の値を計算できるような三つの三角形の内角の組合せを考えてみよう。【作業】
 (例) 「すべて 60° (正三角形)」
 「 $45^\circ \cdot 60^\circ \cdot 75^\circ$ の組合せ」
- (2) (1) で考えた三角形について、三つの内角の正接の値を計算してみよう。【作業】
- (3) この3つの内角の正接の値の間に成り立つ関係式を予想してみよう。【予想】
 (ヒント) 三つの値を足したり、掛けたりしてみよう。
- (4) (3) で予想した関係式を証明してみよう。【証明】

④ 数学的に美しい題材を選び、感動する機会を提供して学習意欲を喚起する

数学的に美しい等式を証明することによって、数学的な美しさを感じ取る機会を提供した。

$\triangle ABC$ において、次の等式が成り立つことを証明しなさい。

$$\tan A + \tan B + \tan C = \tan A \cdot \tan B \cdot \tan C$$

(上記③の(4)で予想した等式)

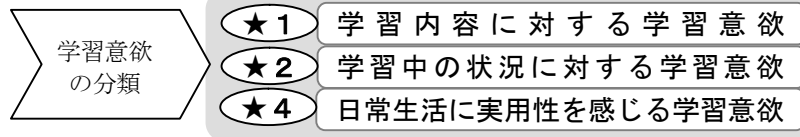
どんな三角形でも、この三つの数の和と積の値が一致する！

独力で証明するのが難しい生徒のために、穴埋め式のワークシートを用意した。

(証明) 三角形の内角の和は () なので、 $A + B + C = ()$
 従って、 $C = ()$
 これより、
 $\tan C = \tan ()$
 $= -\tan ()$ → $\tan (180^\circ - \theta) = -\tan \theta$ を利用
 $= - \frac{()}{()}$ → 正接の加法定理を利用
 両辺に () をかけて、分母を払うと、
 $\tan C () = - ()$
 両辺を展開して整理すると、
 $\tan A + \tan B + \tan C = \tan A \cdot \tan B \cdot \tan C$
 となり、与えられた等式が成り立つことが証明された。

事例 3

抽象的な概念を具体的なアプローチを通して理解させる



1 科目（教科）：数学Ⅲ（数学）

2 単元名：「いろいろな関数の導関数」（7時間相当）

3 本時の展開（第2時）

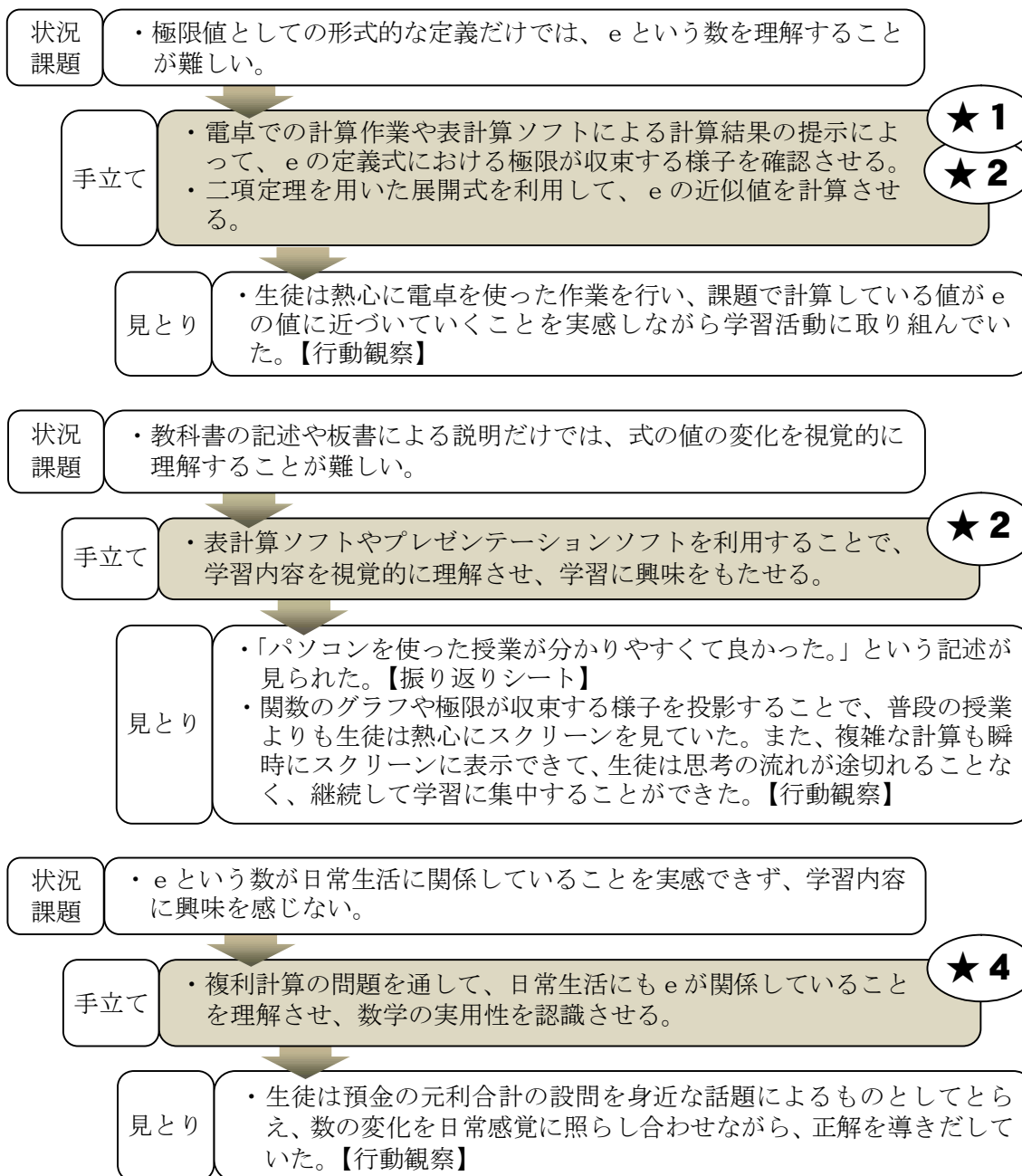
(1) 本時の目標

- ・対数関数の導関数の求め方を理解する。
- ・自然対数の底 e （以下 e ）の性質について、様々な学習活動を通して理解を深める。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10分)	・本時で学習する e について、興味・関心をもつ。	・オイラーの公式を紹介して、 e という数の神秘性や数学的な美しさを感じ取らせる。
展開 (35分)	・導関数の定義に従って、対数関数の導関数を求める。 ・ e の定義を理解する。 ・預金や借金の利子計算を通して、日常生活にも e が関係していることを理解する。 ・二項定理を用いた展開式を利用して、 e の近似値を調べる。	・極限の性質や対数の性質を利用した式変形を理解させる。 ・ e を定義する必要性を認識させ、 e の定義式の極限值が存在することを電卓や表計算ソフトを用いて実感させる。 ・複利計算に e が現れることを理解させ、数学の実用性を認識させる。 ・二項定理を用いて e の近似値を電卓で計算することによって、 e の値を実感させる。
まとめ (5分)	・ e の定義と対数関数の導関数の公式を確認する。	・対数関数の導関数の公式を、底が e 以外の場合には、底の変換公式を使って理解させる。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例の成果と課題

- 数式による抽象的な説明だけでなく、生徒がその数式の意味を実感することができるような学習活動を取り入れることによって、理解を深めさせることができた。
 - 学習内容が生徒にとって身近な問題と関連があることを理解させると、生徒は数学の実用性を認識し、学習意欲の喚起につながった。
 - ICTを利用することによって、学習内容を視覚的に理解させることが可能であり、また、表計算ソフトを利用すると、面倒な計算やグラフの作成を瞬時に行うことができた。
- △情報教室等を利用して、生徒自身が表計算ソフトを利用できる学習活動を用意すれば、学習内容のより効果的な理解が期待できる。

→ 具体的にどんな授業だったのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① 表計算ソフトを使って、 e の定義式における極限值が収束することを理解させる

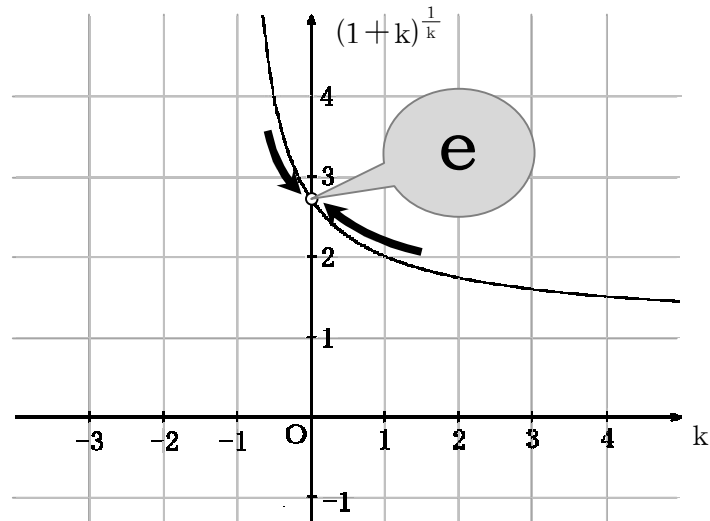
e の定義式 $e = \lim_{k \rightarrow 0} (1+k)^{\frac{1}{k}}$ において、 k の値を徐々に 0 に近づけて $(1+k)^{\frac{1}{k}}$ の値を計算する。

最初は、電卓を利用して実際に計算させてみるが、その方法だと限界があるので、表計算ソフトを利用して計算した結果を提示する。

k	$(1+k)^{\frac{1}{k}}$
0.1	2.593742 ...
0.01	2.704813 ...
0.001	2.716923 ...
0.0001	2.718145 ...
0.00001	2.718268 ...
⋮	⋮

$k \rightarrow 0$ のときの $(1+k)^{\frac{1}{k}}$ の極限				
k	$1+k$	$1/k$	$(1+k)^{\frac{1}{k}}$	$e \approx 2.71828$
0.1	1.1	10	2.5937424601	
0.01	1.01	100	2.7048138294	
0.001	1.001	1000	2.7169239322	
0.0001	1.0001	10000	2.7181459268	
0.00001	1.00001	100000	2.7182602372	
0.000001	1.000001	1000000	2.7182804692	
0.0000001	1.0000001	10000000	2.7182816940	
0.00000001	1.00000001	100000000	2.7182817864	
0.000000001	1.000000001	1000000000	2.7182820520	
-0.1	0.9	-10	2.8679719908	
-0.01	0.99	-100	2.7319990264	
-0.001	0.999	-1000	2.7196422164	
-0.0001	0.9999	-10000	2.7184177558	
-0.00001	0.99999	-100000	2.7182954200	
-0.000001	0.999999	-1000000	2.7182831877	
-0.0000001	0.9999999	-10000000	2.7182819633	
-0.00000001	0.99999999	-100000000	2.7182818520	
-1E-09	0.999999999	-1000000000	2.7182817529	

さらに、 k が負の場合の結果と併せて、極限が収束の様子をグラフ化して、プレゼンテーションソフトを用いて提示する。

② 複利計算の問題を通して、日常生活にも e が関係していることを理解させ、数学の実用性を認識させる

「複利計算の問題」

仮に利率 100%、1 年間に n 回利息の付く $\frac{1}{n}$ 年複利で 1 万円の借金をした。 n の値を大きくしていくと、利息込みで 1 年後の借金はどれくらい大きくなるかを求めなさい。

- (1) 利率 100%、1 年間に 1 回利息の付く 1 年複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times (1 + 1) = 20,000 \text{ (円)}$$

- (2) 利率 100%、1 年間に 2 回利息の付く $\frac{1}{2}$ 年 (6 ヶ月) 複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{2}\right)^2 = 22,500 \text{ (円)}$$

- (3) 利率 100%、1 年間に 4 回利息の付く $\frac{1}{4}$ 年 (3 ヶ月) 複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{4}\right)^4 = 24,414 \text{ (円)}$$

- (4) 利率 100%、1 年間に n 回利息の付く $\frac{1}{n}$ 年複利で 1 万円の借金をした。利息込みで 1 年後の借金の額を求めなさい。また、この n を限りなく大きくしていくと、どうなるか。

$$10,000 \times \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \text{ (円)}$$

$n \rightarrow \infty$ のとき、この値は、 $10,000 \times e = 27,183$ (円) に近づく。

③ 既習事項の二項定理を使って、 e の値を近似計算してみる

e の定義式 $e = \lim_{k \rightarrow 0} (1+k)^{\frac{1}{k}}$ において、 n を自然数とし、 $k = \frac{1}{n}$ の場合を考えると、

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

と書ける。ここで、 $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ を二項定理で展開して計算すると、

$$\begin{aligned} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n &= {}_n C_0 + {}_n C_1 \left(\frac{1}{n}\right) + {}_n C_2 \left(\frac{1}{n}\right)^2 + {}_n C_3 \left(\frac{1}{n}\right)^3 + \cdots + {}_n C_n \left(\frac{1}{n}\right)^n \\ &= 1 + n \cdot \frac{1}{n} + \frac{n(n-1)}{2!} \left(\frac{1}{n}\right)^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} \left(\frac{1}{n}\right)^3 + \cdots + \left(\frac{1}{n}\right)^n \\ &= 1 + 1 + \frac{1}{2!} \left(1 - \frac{1}{n}\right) + \frac{1}{3!} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) + \cdots + \left(\frac{1}{n}\right)^n \end{aligned}$$

となる。この最後の展開式において、 n を十分大きい自然数と考えて、各項までの和を順次近似計算していくと、

第2項までの和は、 $1 + 1 = 2$

第3項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} = 2.5$

第4項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} = 2.666 \cdots$

第5項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} = 2.708 \cdots$

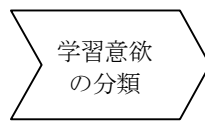
第6項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} = 2.716 \cdots$

第7項までの和は、 $1 + 1 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{5!} + \frac{1}{6!} = 2.718 \cdots$

となり、 e の値に近づくことが確認できる。

事例 4

数学の社会的な有用性を認識させて、学習意欲を喚起する



★1 学習内容に対する学習意欲

★2 学習中の状況に対する学習意欲

★5 社会生活に有用性を感じる学習意欲

1 科目（教科）：数学C（数学）

2 単元名：「行列の演算」（9時間相当）

3 本時の展開（第5時）

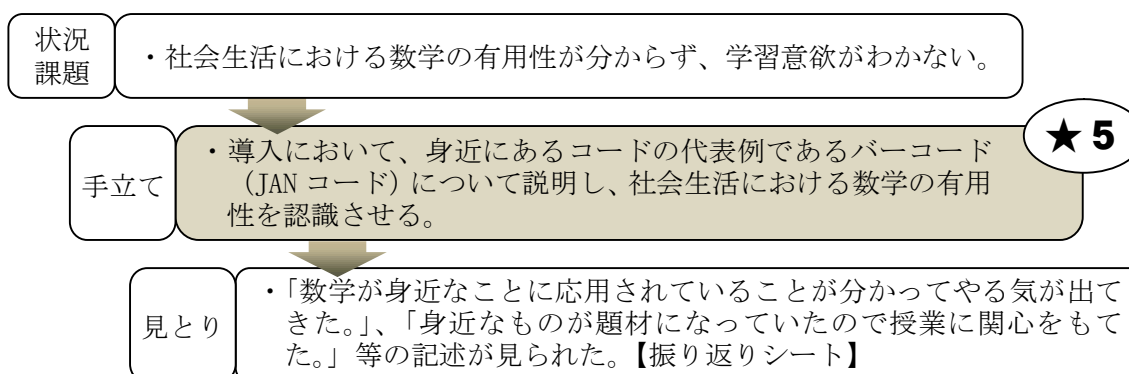
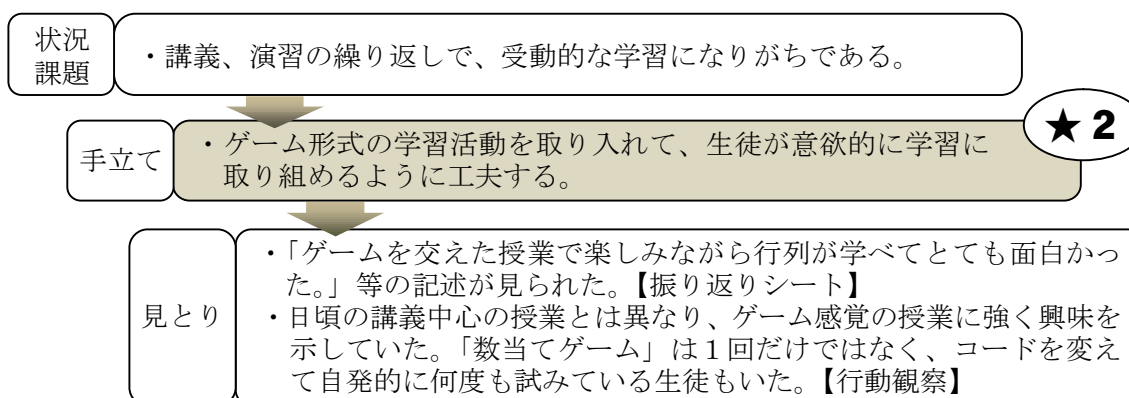
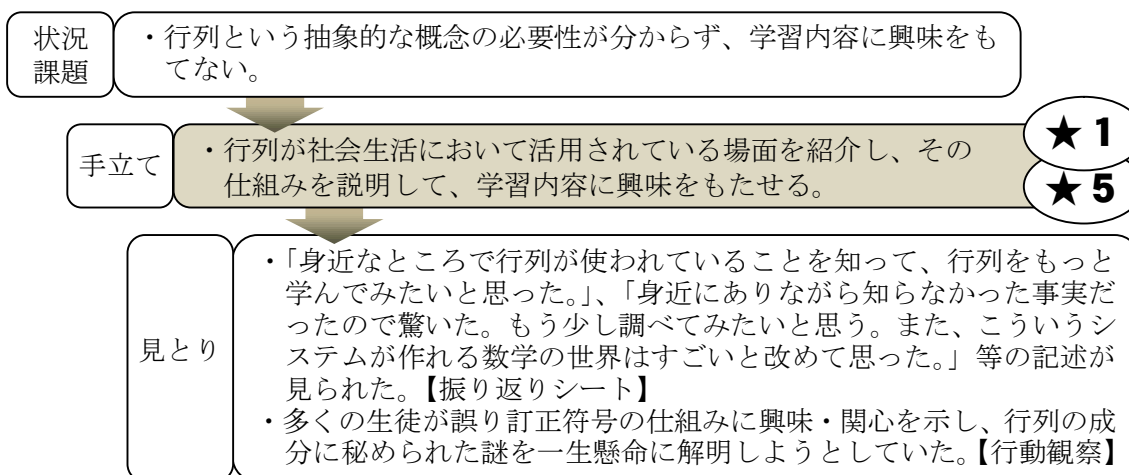
(1) 本時の目標

- ・身近にある幾つかのコードの仕組みを理解することによって、情報が正しく伝えられる方法を認識する。
- ・行列を用いて数の組（情報）を表現することができ、情報を付け加えたり、取り出したりするのに行列がどのようにかかわっているかを考察し、理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10分)	・身近にあるコードについて、その仕組みを理解する。	・身近にあるコードの代表例であるバーコード（JANコード）が、正しく読み取られる仕組みについて説明する。
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・二つの数0と1を組み合わせた7桁の符合（コード）を用いた「数当てゲーム」を行う。 ・「数当てゲーム」で用いた、コードの誤りを訂正する仕組みを理解する。 ①正しいコードの特徴を考察する。 ②コードの誤りを訂正する仕組みを考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「数当てゲーム」のルールを説明して、二人一組でゲームを行わせ、ルール通りに行うと誤りが訂正されることを確認する。 ・「数当てゲーム」で用いた方法によって、コードの誤りを訂正する仕組みを説明する。 ①行列の乗法計算を行うことによって、正しいコードの特徴を理解させる。 ②行列の乗法計算の性質を用いて、コードの誤りを訂正する仕組みを理解させる。
まとめ (5分)	・本時の学習内容を振り返る。	・行列を用いて、情報を付け加えたり、情報を取り出したりできることを確認する。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例における成果と課題

- 学習内容が社会生活と関連することを生徒が理解すると、数学の有用性を認識し、学習意欲の喚起につながった。
- 授業にゲーム的な活動を取り入れることによって、生徒の興味・関心を高めることができた。
- △教材の中に、大きな型の行列の計算や2進法の計算など、生徒が学習していない内容が含まれていたが、それらについての十分な説明ができなかった。

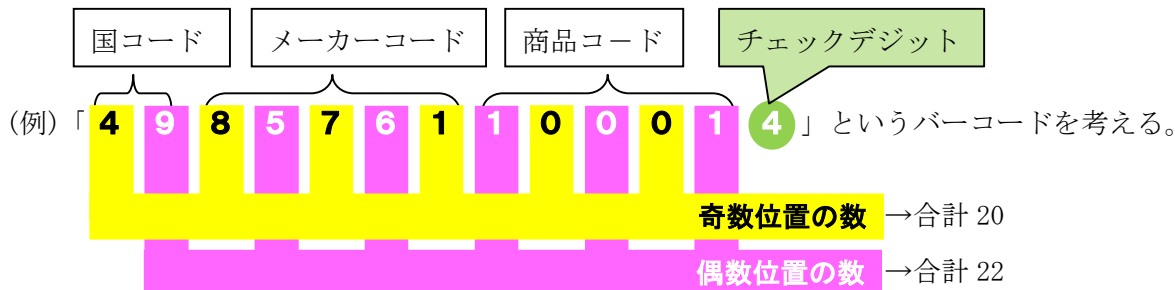
→ 具体的にどんな授業だったのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① 導入において、身近にあるコードの代表例であるバーコード（JAN*コード）について説明し、社会生活における数学の有用性を認識させる

（*JANは、Japanese Article Number の略。）

まず、スーパーで買ってきた食品に付いているバーコードの実物を見せる。
次に具体的なバーコードで、どのようにしてエラーチェックが行われているのかを説明する。



チェックデジットとはデータの最後に、データを一定の式で計算した値を付加して、読み取り時にも同様な計算をして、読み取ったデータが正しいかチェックするための数字である。

13桁目のチェックデジットは、次のようにして1～12桁目の数字から計算する。

- | | | |
|---------------------------|--------|--------------------|
| (1) 偶数位置の数字をすべて足す。 | この例では、 | $9+5+6+1+0+1=22$ |
| (2) (1)の数字に3を掛ける。 | この例では、 | $22 \times 3 = 66$ |
| (3) 奇数位置の数字をすべて足す。 | この例では、 | $4+8+7+1+0+0=20$ |
| (4) (2)と(3)の数字を足す。 | この例では、 | $66+20=86$ |
| (5) (4)の数字の下一桁の数字を10から引く。 | この例では、 | $10-6=4$ |

これが13桁目のチェックデジットになる。

このような仕組みが存在することによって、
 $(\text{奇数位置の数})+(\text{偶数位置の数}) \times 3+(\text{チェックデジット})$

によって得られた値の一の位の数が、

- ・「0」であれば → 正しくバーコードを読み取っている
- ・「0」でなければ → 正しくバーコードを読み取れていない

ことが分かる。

※ この仕組みでは、読み取りが誤っていることは分かるが、訂正はできない。

バーコードには、
誤りを発見する
仕組みがある！

② ゲーム形式の学習活動を取り入れて、生徒が意欲的に学習活動に取り組むことができるように工夫する

「数当てゲーム」・・・行列を使って誤り訂正符号の仕組みを学ぶ

【ルール】・・・二人一組で行う

- (1) 下の16個の7桁コードの中から一つを選び、それを相手に見えないようにメモする。

・0000000	・0100101	・1000011	・1100110
・0001111	・0101010	・1001100	・1101001
・0010110	・0110011	・1010101	・1110000
・0011001	・0111100	・1011010	・1111111
- (2) (1)で選んだコードの1ヶ所(1桁)だけ0と1を入れ替えて、相手に伝える。
- (3) (2)で伝えられたコードから、次のような「誤り訂正方法」を用いて、入れ替えられた箇所を見つけて、正しいコードに訂正する。

「誤り訂正方法」
伝えられたコードが例えば、「1011101」とする。

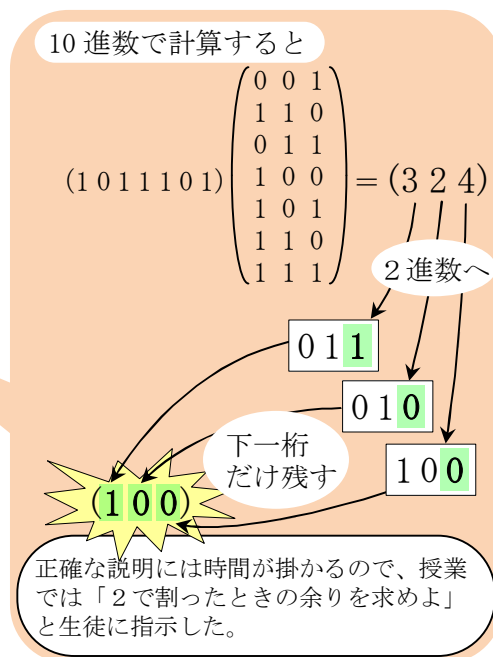
(ア) この7桁のコードを行ベクトル $\vec{u} = (1011101)$ とする。

(イ) 次のような 7×3 行列 (検査行列) H を考える。

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

(ウ) 次の乗法を行う。ただし、計算結果は2進数表示の下一桁の数を用いて表す。

$$\vec{u}H = (1011101) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = (100)$$



(エ) 得られた行ベクトル (100) が行列 H の何行目にあるかを探す。この例では、4行目にあるので、伝えられたコードの4番目が入れ替えられた箇所となる。したがって、元のコードは、4番目のコードを反転して「1010101」となる。

(4) (3)のコードと(1)のコードが一致することを確認する。

③ 行列が社会生活において活用されている場面を紹介し、その仕組みを説明して学習内容に興味をもたせる

「数当てゲーム」の仕組みを次のような流れで説明して、コードに含まれる誤りを訂正する仕組みに行列が活用されていることを紹介する。

(1) 「数当てゲーム」のルール(1)における16個の7桁コードの特徴を考える。

これら16個のコードを行ベクトルと考えて、検査行列 H に左から掛けると、すべて零行列となる。ただし、計算結果は2進数表示の下一桁の数を用いて表す(同上)。

(2) 16個の7桁コードの一ヶ所(一桁)だけ0と1を入れ替えたコードを行ベクトルと考えて、検査行列 H に左から掛けると、誤りの情報を取り出して訂正できることを確認する。

例えば16個の中から、 $\vec{u}_0 = (1010101)$ を選び、このコードの4番目を変えて $\vec{u}_1 = (1011101)$ とすると、 $\vec{u}_1 = \vec{u}_0 + (0001000)$ なので、

$$\begin{aligned} \vec{u}_1 H &= \{\vec{u}_0 + (0001000)\} H \\ &= \vec{u}_0 H + (0001000) H \\ &= \vec{0} + (0001000) H \\ &= (0001000) H \end{aligned}$$

となるので、行列 H の4行目だけが取り出されることになる。これによって、元のコードの4番目に変更されたことがわかる。

事例 5

クエスチョンシートで予想を立てさせ、演示実験の観察で確かめさせる

学習意欲
の分類

★1

学習内容に対する学習意欲

★2

学習中の状況に対する学習意欲

1 科目（教科）：理科総合A（理科）

2 単元名：「物質の変化」（7時間相当）

3 本時の展開（第6時）

（1）本時の目標

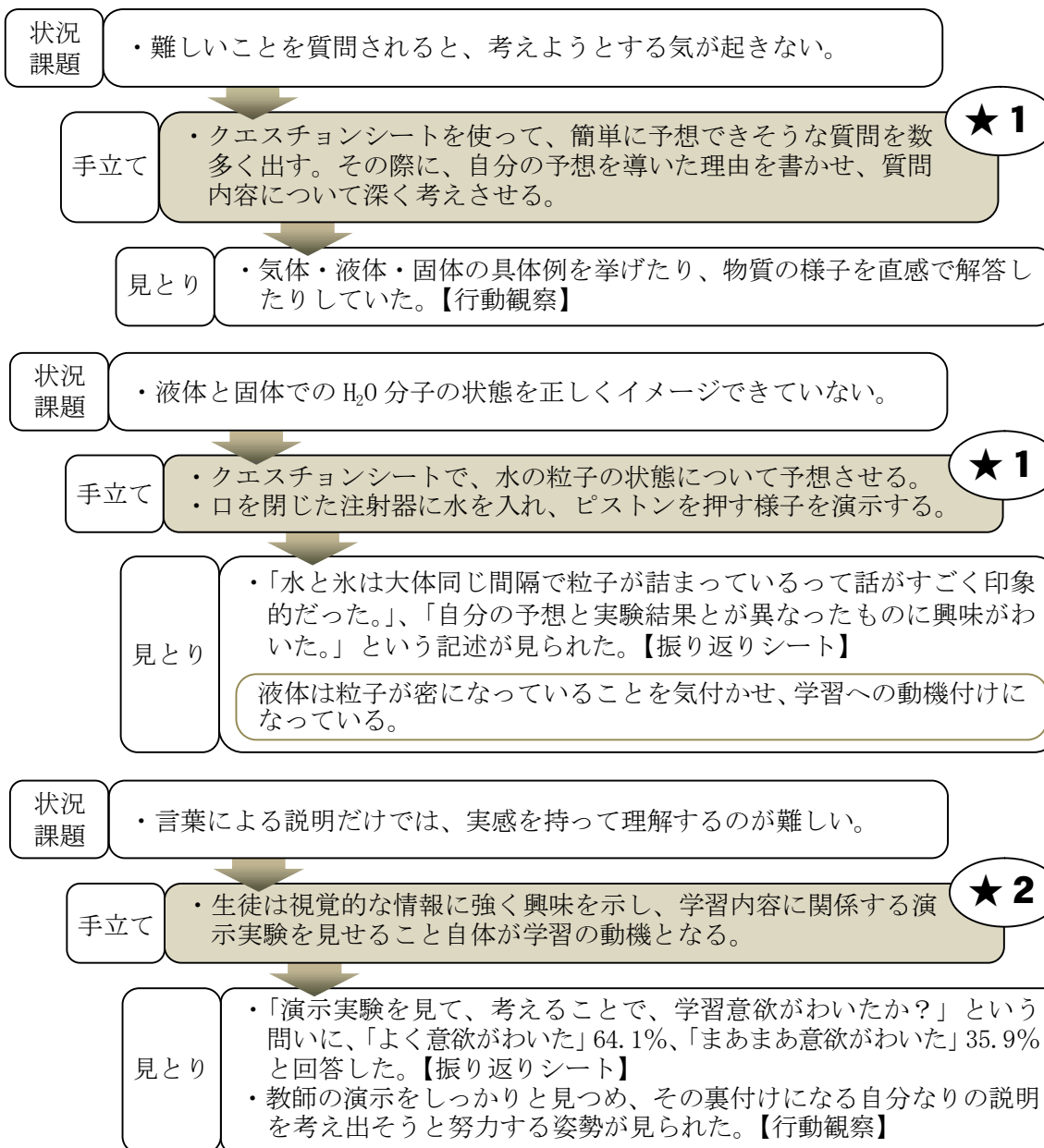
- ・物質の三態における物質を構成する粒子の状態を、簡単な演示実験の結果を基に考える。

（2）本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10分)	・物質の三態を復習する。	・霧や湯気の物質の状態を予想させる。
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態の粒子の様子として、イメージ図が正しいか考える。 ・固体と液体の分子間距離について考える。 ・固体と液体の密度について考える。 ・固体と液体の分子構造の違いについて考える。 ・液体と気体の分子間距離について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度、分子間力、運動状態などに注目させる。 ・注射器の中の液体の振る舞いを演示し、液体という状態において粒子が密となっていることをイメージさせる。 ・ペットボトルに入れた水がどうなるか考えさせる。 ・ビーズとピンポン玉を入れた容器を振動させる様子を演示する。 ・ポリエチレン袋の中のメタノールの気化を演示する。
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・改めて物質の三態の粒子の様子を考える。 ・授業前後の理解の変化について確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態のそれぞれの状態での粒子の様子を図示させる。 ・授業冒頭時の考えと比較させる。

※ 50～55 ページに学習指導案等が掲載されている。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン

**本事例における成果と課題**

- 結果を予想しやすい問いを用意し、生徒に取り組みせることで積極的な学習を促すことができ、予想の理由を記述させると、更に真剣に学習に取り組んでいた。
- 予想結果を確認する際には、教師による説明だけでなく演示実験などを用いるとイメージがわきやすく効果的であった。また、演示実験そのものが学習に関心をもたせる効果があった。
- △問いの数が多すぎると、生徒はゆっくりと考えることができないので、時間と問題数のバランスが大切である。

他の手立て

- ・生活に身近なクーラーや圧力釜などの話に触れ、学習内容への関心をもたせる。 (★4)
- ・最先端科学の話題として超臨界状態の話に触れ、学習内容への関心をもたせる。 (★5)

→ 具体的にどんな授業だったのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① クエスチョンシートを用いて予想させる (クエスチョンシートは55ページに掲載)

クエスチョンシート

※授業中各問に対して必ず自分なりに答えを出す。
 ※その際、答えに対する自信の具合を記入する。
 ※自分の考えと、授業での説明を比較し、理解度を記入する。

解答	理解
1: 自分なりの考えで答えが出せた	①: 自分で分かった
2: うまく説明は出来ないが、答えは出せた	②: 説明を聞いて分かった
3: 今回は勘が頼りだ	③: 説明を聞いても分からない

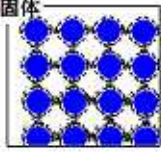
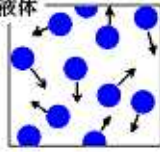
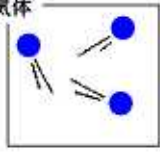
これで正しいのかな?

物質の三態

固体、液体、気体の状態を表した下のイメージ図、この通りでよいであろうか?

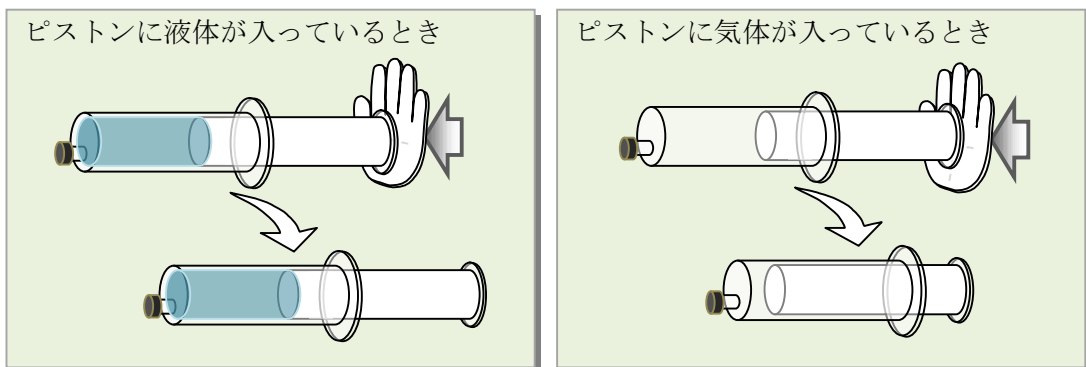
	解答	理解
1	①	
2	②	
3	③	

Q3

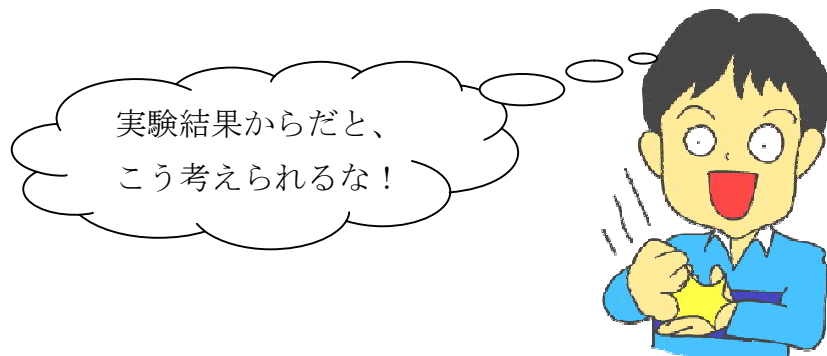
固体  液体  気体 

このままでよい
 これでは正確でない
 →その理由

② 演示実験を見せて、その結果を確認める



③ 実験の結果から分かることを考えさせ、自分の予想と比較する

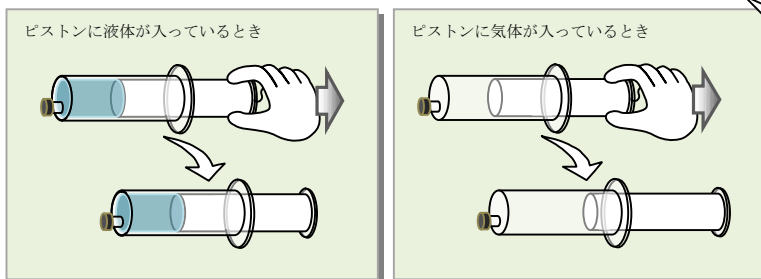


④ 他にもこんな質問がありました (一部だけ掲載。すべての設問は 55 ページに掲載。)

- Q 4 注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く押したらピストンはどうなると思う？
 力を入れても全く縮まない。
 力を入れてもほとんど縮まない。
 うんと縮んでピストンは下まで下がる。
 途中までは縮むが、ピストンは段々動かなくなる。
 その他の考え→何故そう思う？ ()
 確かめてみて：何故そうなのだろう？ ()
- Q 5 注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く引いたらピストンはどうなると思う？
 (選択肢略)
- Q 7 水の中の気泡は動かないのに、水中の気泡は水面に登っていく。何が違うのか？
- Q 9 液体と気体、分子同士の平均距離は大体何倍位になるの？ (選択肢略)
- Q10 ポリエチレンの袋 (1000cm³ 位) がある。この袋の中に約 2 cm³ のメタノール (沸点 65°C 位) を入れ、袋を押しつぶして中の空気を抜き、口を閉じる。この袋をお湯の中につけて、しばらく置くとどうなる？ (選択肢略)
- Q11 改めて、固体・液体・気体の状態を、粒子の密度・運動状態・粒子間の力に気を付けて、イメージ図として表してみよう。 (枠省略)

⑤ こんな演示実験がありました

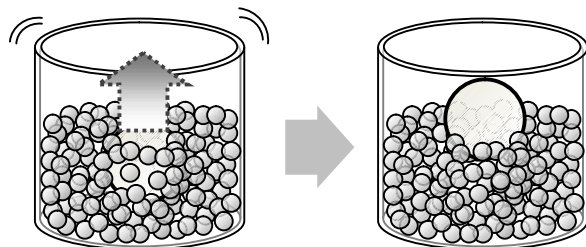
- ・別々の注射器に液体と気体を入れ、口に栓をして引っ張る。



Q 5
注射器の口を閉じて、中の空気 (水) を強く引いたらピストンはどうなると思う？

に対応

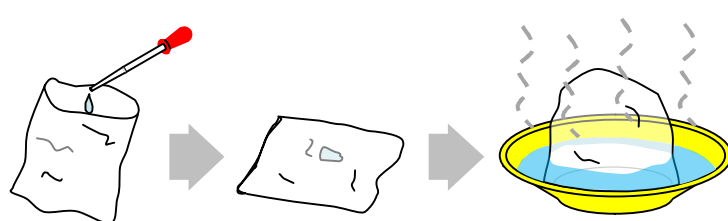
- ・容器の中にピンポン玉とビーズを入れ、容器に振動を加える。



Q 7
水の中の気泡は動かないのに、水中の気泡は水面に登っていく。何が違うのか？

に対応

- ・ポリエチレン袋の中にメタノールを約 2 cm³ 入れ、湯せんしてメタノールを気化させる。



Q 9
液体と気体、分子同士の平均距離は・・・

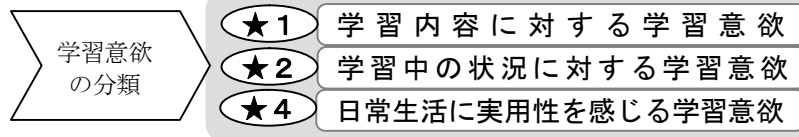
に対応

Q10
ポリエチレンの袋の中・・・

に対応

事例 6

ブレッドボードを用いて電気回路を設計させ、課題解決学習に取り組ませる



1 科目（教科）：物理Ⅱ（理科）

2 単元名：「電流と直流回路」（10時間相当）

3 本時の展開（第5時）

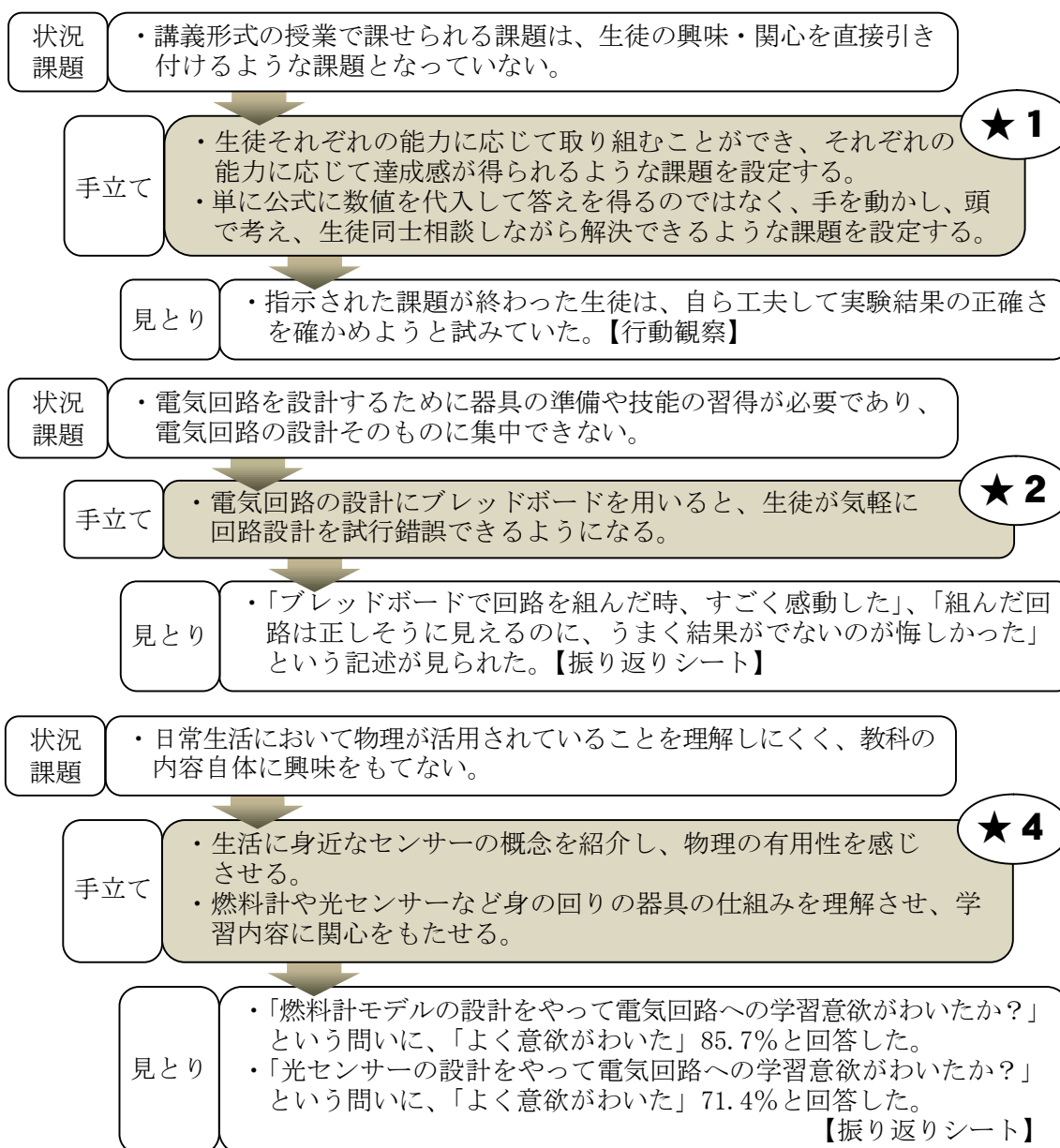
（1）本時の目標

- ・「燃料計モデル」の設計と製作を通して、自らの課題を設定し、既に学習した知識と技能を活用して課題を解決する能力を養う。

（2）本時の指導過程（90分授業）

過程	学習活動	指導内容
導入 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・電位分割器について復習する。 ・燃料計を始めとして身の周りの生活にセンサーが使われていることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡単な電位分割の例題を示す。 ・センサーの働きを紹介する。
展開1 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の目的と方法についてグループ内で共通認識をもつ。 ・燃料計モデルに使われている可変抵抗の値の幅を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験を開始する前に目的と方法についてグループ内で十分に話し合わせる。 ・可変抵抗を測定する際に使用する固定抵抗の値を幾らに設定したらよいか、グループ内で話し合わせる。
展開2 (20分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ブレッドボード上に、実験回路を組む。 ・燃料計に水を注ぎ、校正曲線を完成させる。 ・燃料計と校正曲線を使って、未知量の水の体積を計測する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適宜、各グループを回り、意見を聞いたり、アドバイスをを行う。
発表と まとめ (25分)	<ul style="list-style-type: none"> ・各グループで設計、製作した燃料計モデルとその機能について発表する。 ・校正曲線と適切な燃料計の関係をまとめ、併せて電気回路を学ぶ意義を考える。 ・光センサーを使った課題の準備と、手順の確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各グループで作成した校正曲線を用いて、口頭で発表させる。 ・適宜、助言を行う。 ・次回の授業で行う課題の内容と、作業手順を確認する。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例における成果と課題

- 生徒が達成感を感じられる課題を設定することで、学習意欲を高めることができた。
- 試行錯誤の学習活動を取り入れることで、生徒は熱心に課題に取り組んだ。
- 日常生活において実用的な例を用いた課題を設定することで、生徒に興味をもたせることができた。
- △生徒が個別に課題に取り組むので、多くの生徒を対象とする授業では、工夫が必要である。

他の手立て

- ・ワークショップ形式の授業を取り入れ、自ら学ぶ姿勢をはぐくむ。(★2)
- ・電気回路を完成させた喜びを感じ、次の学習に対する意欲を高める。(★3)
- ・物理の概念が科学技術に役立つことを紹介し、学習への関心を高める。(★5)

→ 具体的にどんな実験課題を行ったのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① 燃料計モデルの実験手順

物理Ⅱ Worksheet No.5 期 組 番 氏名

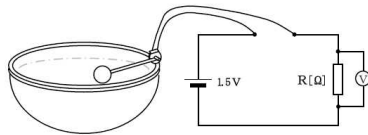
(1)

実験 11 燃料計モデルを作る

準備：電源装置、デジタルマルチメーター 2個、ブレッドボード、1.0kΩ 抵抗、1.5kΩ 抵抗、3.0kΩ 抵抗、10kΩ 抵抗、配線用リード線 数本、燃料タンクモデル

方法：

- (1) 電源電圧をデジタルマルチメーターを用いて 1.5V 程度に設定する。(以後電圧を変えない)
- (2) 燃料計モデルの抵抗値が水位によって変化する範囲を調べる。
- (3) ブレッドボード上に図のように配線する。その際、図の抵抗 R を幾らにしたらよいかを検討する。R は 1.0kΩ ~ 10kΩ の抵抗を組み合わせて用いる。(適当に R を選び、燃料計の抵抗が変化すると、R による電位差 V がどう変化するか調べながら考えるとよい)



- (4) 水を 0.2L ずつ 1.6L 程度まで順に入れていき、その度ごとに抵抗 R の電位差 V [V] を測定する。(燃料計モデルの変可抵抗が水に濡れないように注意すること)
- (5) 横軸に水の体積 [L]、縦軸に電圧 V [V] を取り、校正曲線を作る。
- (6) 先生から与えられた未知の水の体積を作成した校正曲線を用いて測定せよ。

測定：

燃料計モデルの抵抗値が水位によって変化する範囲

 ~

抵抗 R：

この抵抗値を選んだ理由

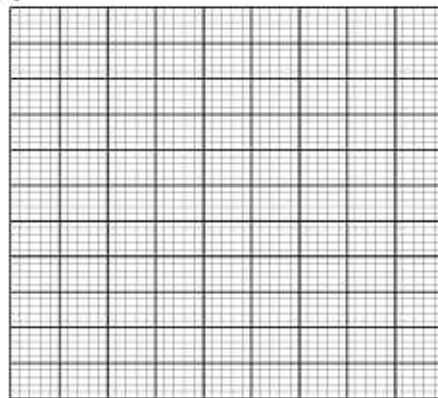
測定結果：

体積 [L]	0	0.2
電圧 [V]		
体積 [L]	1.0	1.2
電圧 [V]		

(2)

【電圧】-【水の体積】校正曲線：

電圧 [V]

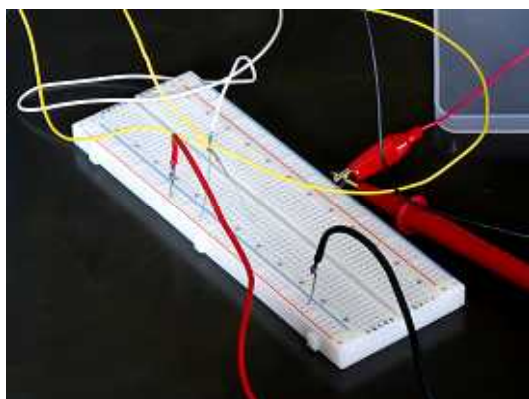


0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 体積 [L]

課題の水の体積：

求め方を説明せよ

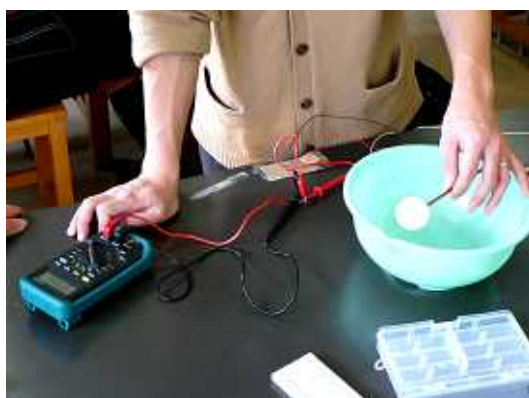
② 実験時の様子



ブレッドボードを使った配線



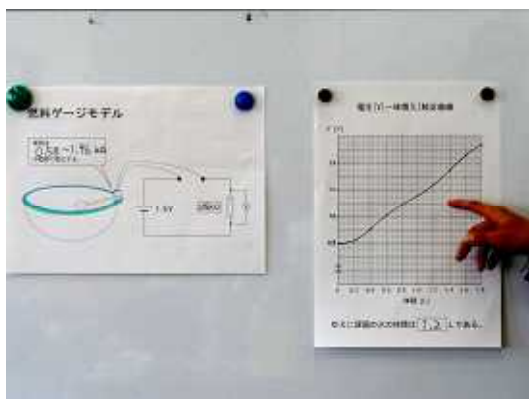
手作りの燃料計モデル



可変抵抗の変化の幅を計測



水を少しずつ加え、抵抗値を計る



発表用に用意したワークシート



クラスでの発表の様子

③ ブレッドボードについて

ブレッドボードとは、内部に導線を組み込んだプラスチック製の板であり、ハンダ付けを必要とせずに電気回路を作成できる。電子回路の作成に失敗しても何度でも繰り返し簡単に電気回路を作り直すことができるので、ブレッドボードを用いて課題解決学習における生徒の試行錯誤の学習活動が可能である。

ブレッドボードは、大きさによっても異なるが1枚数百円から千数百円程度で販売されている。電子部品販売店の他に、インターネットによる通信販売でも購入することができる。

事例 7

モデル実験とグラフの読み取りから、物質の量的変化を学ばせる

学習意欲
の分類

★1

学習内容に対する学習意欲

★2

学習中の状況に対する学習意欲

1 科目（教科）：物理Ⅱ（理科）

2 単元名：「放射線と原子核」（5時間相当）

3 本時の展開（第4時）

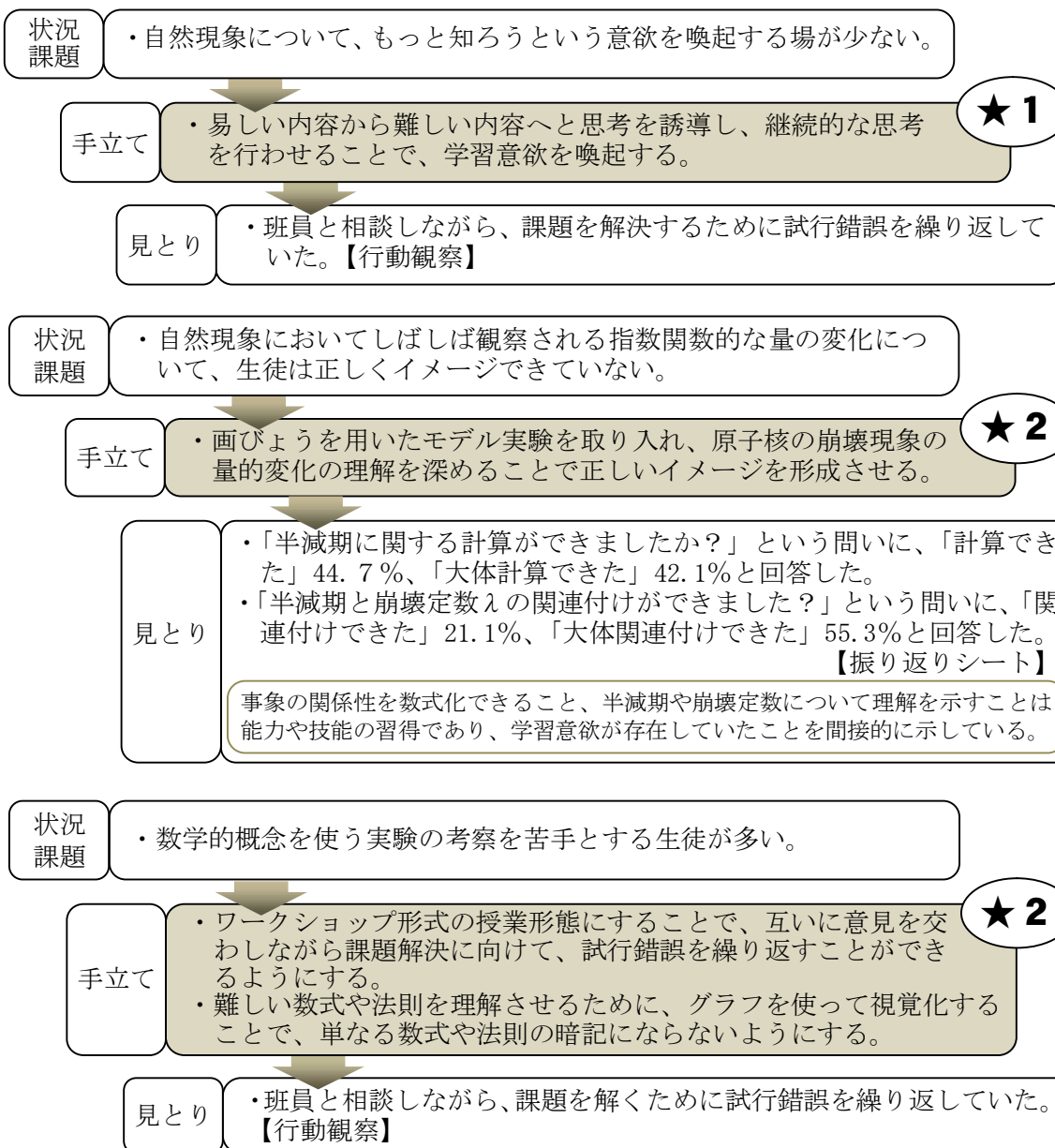
(1) 本時の目標

- ・原子核の崩壊の様子がランダムな反応であり、量的変化を指数関数で表せることを学ぶ。
- ・崩壊定数と半減期の関係を理解する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・放射能と放射線の違いを確認する。 ・自然放射線の存在を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習内容の確認を行う。
展開1 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期の性質に関する実験を行う。 (ワークシート1・2参照) ・実験結果を予測する。 ・各班の実験結果を黒板に記入する。 ・実験結果を方眼グラフ用紙にグラフ化して、そのグラフを用いて半減期を求める。 ・実験結果を片対数グラフ用紙にグラフ化して、崩壊定数λを求める。 ・片対数グラフ用紙に描いたグラフを数式化する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分たちのデータと他の班のデータとの違いが、どこから来ているのかを考察させ、できるだけ正確に求めるように指導する。 ・片対数グラフ用紙を使うのは初めてなので書き方を指導する。 ・数式化に至る道筋を説明する。
展開2 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期の数学的考察に関する課題に取り組む。(ワークシート3参照) ・崩壊定数と半減期の関係を基にして、課題に取り組む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・展開1で求めた半減期と崩壊定数の関係について考えさせる。 ・課題を基に、半減期の意味を考えさせる。
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果について班ごとに気付いたことを発表し、理解したことを共有する。 ・自習課題の内容を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・半減期についての理解を互いに確認させる。 ・自習課題を配付し、自宅学習の指示をする。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン

**本事例における成果と課題**

- 生徒にとって思考を深めやすい課題を与え、考えさせることができた。
- モデル実験や実験結果のグラフの読み取りを通して、数式による説明を減らすことができ、理科の学習内容への興味をもち続けさせることができた。
- 用語の暗記とならないようにすることで、学習内容の理解の深化につながった。
- △生徒はグラフから数量的変化を見ることは容易にできたが、グラフを数式化することに苦手意識を感じており、説明の工夫が必要である。

他の手立て

- ・身近に放射線源が存在していることを理解させ、学習内容に興味をもたせる。 (★4)

→ 具体的にどんなモデル実験を行ったのか見てみましょう。(次ページへ)

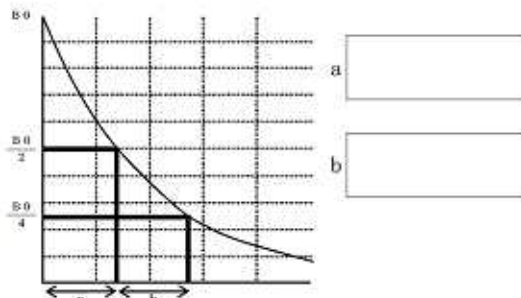
5 本時の具体例

① 原子核の崩壊モデルの実験を行う

実験 半減期の性質

ワークシート1

- 1 目的 放射能の寿命を知る上で重要な手がかりになる原子核の崩壊の原理を知るために、モデル実験によって半減期の意味を理解する。
- 2 準備物 画びょう100個、グラフ用紙(通常のもの)と片対数
- 3 操作の要点 画びょう100個を無作為に投げ出すと、針の部分が上を向くものと下を向くものとに分かれる。上向き画びょうを放射性物質中の放射性原子が崩壊せずにそのまま残っている原子とし、崩壊した原子を下向き画びょうと仮定する。画びょうを投げた回数を時間の経過と考え、下向き画びょうを取り除くことによって残存する放射性原子数を推定する。各グループで行ったデータをクラス全体で合計する。
- 4 方法
 - 1) 画びょうを机の上に投げ出すのだから、机から画びょうが外に飛び出さないよう机の上を整理する。
 - 2) 画びょう100個を両手で持ち、2～3回ゆすった後、机の面から高さ5～10cm離れた位置から机の上にパッと落とす。
 - 3) 画びょうが静止してから針が下向きになっている画びょうを取り除き数える。その数を表のA1の欄に記入する。残った画びょうの数を計算してB1の欄に記入する。(B0は100である)
 - 4) 針が下を向いた画びょうは3)で取り除いたから、残り全部を集めて両手で持ち、2)と同様に机の上に落とす。
 - 5) 再び3と同じく、針の下を向いたものを取り除き数え、その数を表のA2の欄に記入し、残った画びょうの数B2も記入する。
 - 6) 以下4)～5)の操作を繰り返す。
 - 7) 残りの画びょうが数個以下になったらこの操作を止める。
 - 8) 自分のグループの記録の整理ができたなら、黒板に書かれた表に、自分のグループの表のB_n(落とす画びょうの個数)の列の数字を書き込む。
 - 9) クラス全体の記入が終わったら、その合計を計算して表に書き込む。
 - 10) 表の数を基にして、横軸に落とす回数(時間の経過を表す)、縦軸に合計数をプロットし、グラフを描く。(できるだけなめらかな曲線になるよう注意する。)
 - 11) 残っている画びょうの数が、最初の数の半分になる投げた回数a、さらに4分の1になる回数bを各々グラフから求めよ。



実験2～4の回数	1回	2	3	4	5	6	7	8	9	10
落とす画びょうの個数B _n	B0 100	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
針が下になる個数A _n	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
残った画びょうの数										
クラス全体のB _n の総数										

- 5 考察
 - 1) 上の実験結果からaとbの間にはどんな関係があると考えられるか。
 - 2) 残っている画びょうの数が8分の1になる回数は何回と考えられるか。
 - 3) このグラフは放射性物質の崩壊の様子とよく似ている。このグラフのa及びbの間隔は、放射性物質の場合、何と呼ばれるか。
- 6 研究
 - 1) 自分のグループだけのデータでグラフを書いて、全体のデータでかいたものと比較してみよう。
 - 2) なぜクラス全体で集計した表を使ってグラフをかいたか考えてみよう。
 - 3) サイコロや多面体のサイコロを使った場合はどうなるか、考えてみよう。

本実験を行うにあたり、奈良県高等学校理化学会ホームページに掲載されている「実験 半減期の性質」を使わせていただきました。

② 実験結果をグラフ化し、その結果を考察する

グラフ用紙（通常のグラフ・片対数グラフ） ワークシート2

縦軸に残った個数、横軸に回数をとってグラフにしよう。

作成したグラフで気が付いたことをまとめてみよう。

問1 クラス全体でのグラフと各班のグラフとどのような違いがありますか？

- 2 グラフは、直線になりますか？
- 3 残った個数が、100個と10個になるときの回数は幾つだと考えられますか？
- 4 3からこのグラフの傾きは幾らと考えられますか？

③ 半減期と崩壊定数に関する課題に取り組む

半減期の数学的考察 ワークシート3

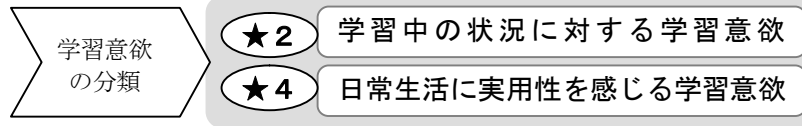
ストロンチウム90の半減期は27年である。ナトリウム24の半減期は15時間である。

問1 時間とともにそれぞれの原子が壊変する個数を同じグラフ上に二つの曲線で表しなさい。ただし、原子の数はそれぞれ 10^{20} 個ずつ用意されているものとする。

- 2 二つの原子のどちらが放射能が高いといえるか？
- 3 ヨウ素131は半減期が8.04日で、放射能を $7.4 \text{ A} \cdot 10^7 \text{ Bq}$ 持っている。4週間後の放射能を計算しなさい。
- 4 ^{234}Th は24.1日の半減期を持っている。
 - (a) 96.4日後には何分の1になっていますか？
 - (b) 241日後は何分の1になりますか？

事例 8

ヒトの例から学習に興味をもたせ、主体的学習活動から意欲を喚起する



1 科目（教科）：生物 I（理科）

2 単元名：「発生とそのしくみ」（10 時間相当）

3 本時の展開（第 1 時）

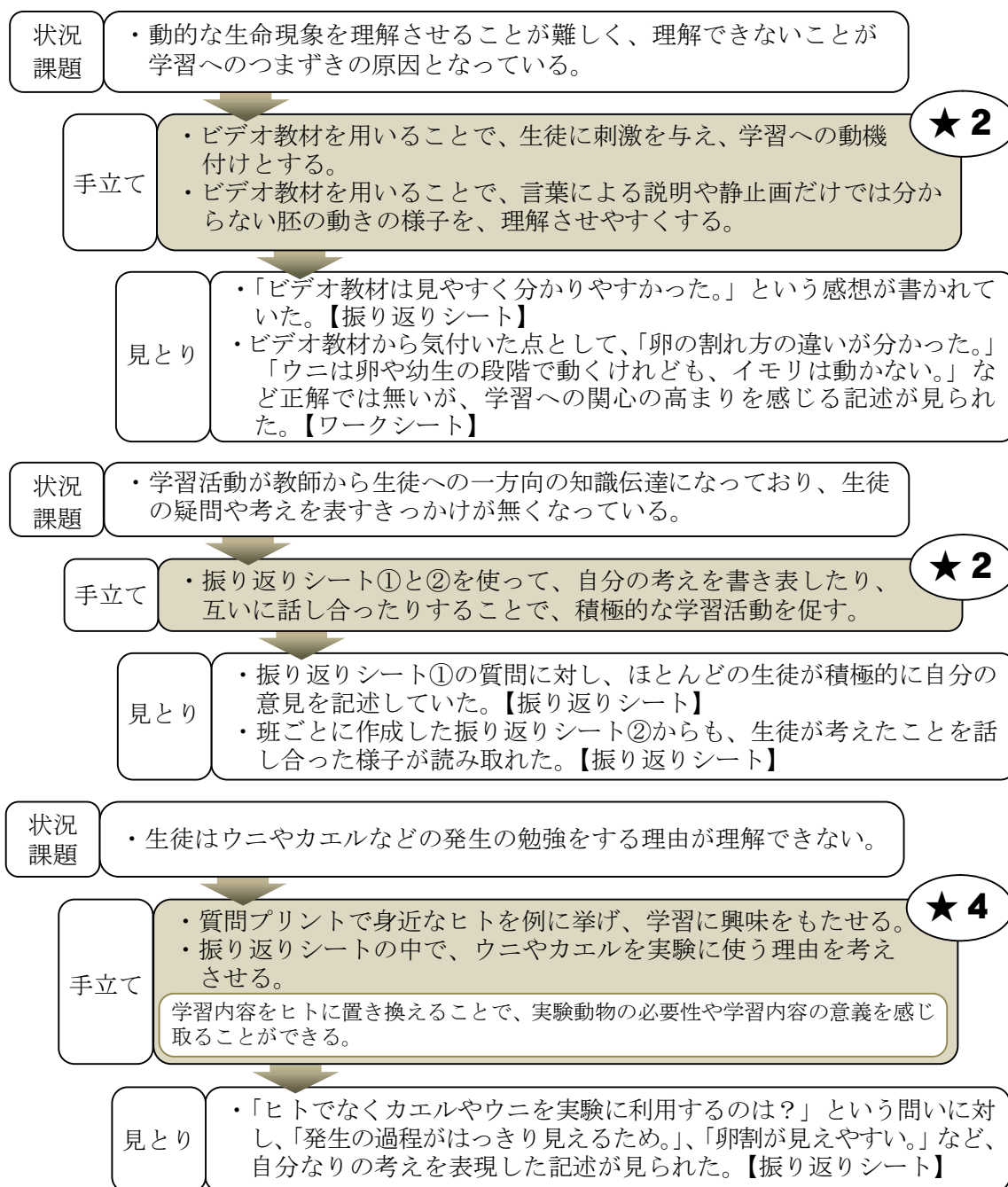
(1) 本時の目標

- ・発生現象に興味をもち、本時以降の授業に対し積極的に取り組む意欲をもつ。
- ・ウニとカエルの卵割初期の特徴と卵の性質の違いを学習する。

(2) 本時の指導過程

過程	学習活動	指導内容
導入 (10 分)	・質問プリントの問いに回答する。	・一卵性双生児などヒトの例を挙げて興味をもたせ、学習への動機付けを図る。 ・知識の有無を問うものではなく、現時点での自分の考えを記入させる。
展開 (30 分)	・ビデオ教材でウニとイモリの発生過程を観察し、卵の違い等をワークシートに記入する。 ・ウニとイモリの卵の特徴について説明を聞き、その内容をワークシートにまとめる。 ・ウニとカエルの 16 細胞期までの胚の様子を教科書で確認し、ワークシートに図示する。 ・卵割や卵の性質の違いについて説明を受けた内容をワークシートに描いた胚のイラストに記入する。	・教科書を使って簡単に予習させておく。 ・ビデオ視聴の前にワークシートに記入すべきことを伝える。 ・卵割と卵の特徴について、生徒が説明を聞いた後も自分で書いた考えを消さないように指示する。 ・8 細胞期と 16 細胞期におけるウニとカエルの胚の特徴の違いを確認させる。 ・卵割や卵の性質の違いについて解説する。
まとめ (10 分)	・学習内容を復習し、各自が振り返りシート①に記入する ・振り返りシート①の記入内容を基に、班内で話し合い、その結果を振り返りシート②にまとめる。	・班の意見をまとめて出来上がった振り返りシート②は廊下に掲示し、他班がどのようにまとめたのかを観察させることによって学習への積極的な取組を促す。

4 本時における学習意欲をはぐくむパターン



本事例における成果と課題

- 身近なヒトを例に挙げたり、ヒトと比較することで、学習内容に対する興味をもてた。
- ビデオ教材やパワーポイントを用いた説明など、学習活動を工夫することで、生徒に刺激を与え、学習に対する意欲を喚起することができた。
- 話し合いなど生徒の主体的な学習活動を充実させると、学習意欲の高まりが継続した。
- △ビデオ教材はいつでも見せられるという手軽さの一方で、実物を観察することでしか学べないこともあるので、生徒が実物に触れる機会も作るように配慮する必要がある。

→ 具体的に授業でどんなプリントを使っていたのか見てみましょう。(次ページへ)

5 本時の具体例

① 質問プリントを用いて考えさせる

平成20年度 生物I 発生 質問プリント

2年 組 番 氏名 _____

【 】は授業中に内容を拡大してください。説明できるならば、できる範囲で説明してください。

Q1 双子がどうやってできるか知っていますか？
【 知っている ・ 知らない 】

授業での状況

Q2 一卵性双生児とは？
【 知っている ・ 知らない 】

授業での状況

身近な話題を基に、学習内容に関する質問に回答する。

授業中に学習したことについて書き留める。

② ワークシートを用いて考えさせる

平成20年度 生物I 発生 ワークシート

2年 組 番 氏名 _____

ビデオとイメージの類似の違いで実際の点を記入しよう

○卵の特徴

ウー卵の特徴	イモ (オエム) 卵の特徴
.	.
.	.

ビデオ映像を見て、気が付いたことなどを書き留める。

カエルの発生過程 教科書p.87を参考に。

受精時	2細胞期	4細胞期	8細胞期
16細胞期	桑実胚期		

教科書のイラストを参考にして、簡単に図示する。

○ウーの発生過程 教科書p.87を参考に

受精時	2細胞期	4細胞期	8細胞期
16細胞期	桑実胚期		

③ 「振り返りシート①」と「振り返りシート②」

平成20年度 生物I 発生 振り返りシート①

2年 組 番 氏名

生徒各自が回答する。

○ウニとカエルの卵割の違いを説明しなさい。

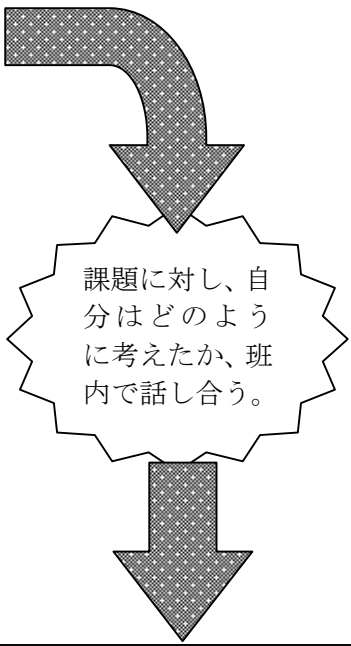
○ウニとカエルの卵の性質の違いを卵黄の分布から説明しなさい。

○授業ではヒトではなく、カエルやウニを実験に利用しています。なぜでしょう？

○授業の最初に触れた一卵性双生児は、どのようにして生まれるのでしょうか。

○発生の授業では、一体どのようなことを学習するのでしょうか。自分の考えを記入しなさい。

○当てはまるものに○をお願いします。	できた	できない
Q1. 事前の授業準備はきちんとできた？	4・3・2・1	
Q2. 授業を集中して聞いた？	4・3・2・1	
Q3. ワークシートへの記入はきちんとできた？	4・3・2・1	
Q4. この先の発生の授業に興味はある？（あるを4として）	4・3・2・1	
Q5. 今日の授業は理解できた？	4・3・2・1	
Q6. 今日の授業で一番印象に残っていることを記入してください。		



班の中で話し合い、集まった意見をまとめ、回答する。

平成20年度 生物I 発生 振り返りシート②

2年 組 班

自分たちの班で考えをまとめ、記入してください。

○ウニとカエルの卵割の違い

○ウニとカエルの卵の性質の違い（卵黄の分布はどのようにになっているか）

○ウニとカエルを実験に用いる理由。

○授業の最初に触れた一卵性双生児は、どのようにして生まれるのでしょうか。

○これからの発生の授業では一体何を学習するのか、班での考えをまとめましょう。

記入後に廊下に掲示し、他班の内容を観察させる。

第8章 学習意欲の分類

①学習意欲の種類分類

本研究の八つの実践事例の中で、学習意欲を高めるための工夫が多数挙げられている。これらの工夫に見られる傾向を分類し、それらを「学習意欲の分類」として整理した（図13）。

②本研究の事例より

学習に対する前向きな姿勢を促す方法のうち、本研究では、学習内容そのものに対して関心をもったり、学習活動に対して関心をもったりというように、学習に直接かかわりのあるものから起る学習意欲を『**充実目的の学習意欲**』としてまとめた。その中で学習内容そのものに興味・関心をもつことから生じる学習意欲を「**学習内容に対する学習意欲**」とした。また、学習活動や学習方法に興味をもつことから生じる学習意欲を「**学習中の状況に対する学習意欲**」とした。これにはICT機器や映像資料を用いて学習に興味をもたせることなどが含まれる。

一方、数学や理科の学習が日常生活や社会生活に対して役立つことを実感させる工夫が多く見られた。学習の動機として、学習内容が実用的である、または役に立っていると感じることを利用して学習意欲を高めようとした場合である。数学や理科の学習を直接利用してすぐに役立っていると感じることから生じる学習意欲を「**日常生活に実用性を感じる学習意欲**」とした。また、身の周りの自然現象を解明することや、工業製品や社会システムを形成している科学技術に数学や理科が役立っていると感じることから生じる学習意欲を「**社会生活に有用性を感じる学習意欲**」とし、これらを『**実用目的の学習意欲**』としてまとめた。

③「答申」などより

「答申」では、理数教育の充実に向けた基本的な考え方の一つとして、“分かる喜びや学ぶ意義を実感することが算数・数学や理科に対する関心や学習意欲を高めることにつながる”（文部科学省 2008 p.56）としている。つまり「勉強ができるようになる」ということから起因して「勉強が楽しくなる」というような場合があり、この場合を「**学習効果に対する学習意欲**」とし、『**充実目的の学習意欲**』に加えた。

「答申」の中には“希望の職業につくために数学で良い成績を取る必要があると思う子どもが国際的に見て少ない”（文部科学省 2008 p.55）とも書かれている。更に国立教育政策研究所内に作られた学習意欲研究会のアンケート調査では、「将来就きたい職業に関心をもったとき」に89.7%の高校生が「とてもやる気になる」または「やる気になる」と答え、「将来進学したい学校がはっきり決まったとき」も同じく88.9%の高校生が「とてもやる気になる」または「やる気になる」と答えている。これらは、学習を自らの進路実現の手段としてとらえているケースではあるが、学習内容に対する興味が無いとは言えない。この学習意欲を高める工夫を「**自分自身に有益性を感じる学習意欲**」とし、『**実用目的の学習意欲**』の一つとしてまとめた。

以上を表1に整理した。また、表1の中には本研究で開発した指導法に含まれていた学習意欲を高める工夫の一部を「工夫の例」として挙げた。

	本研究の事例より	「答申」などより
充実目的の学習意欲	学習内容に対する学習意欲 学習中の状況に対する学習意欲	学習効果に対する学習意欲
実用目的の学習意欲	日常生活に実用性を感じる学習意欲 社会生活に有用性を感じる学習意欲	自分自身に有益性を感じる学習意欲

図13

表1 <<学習意欲の分類>>

充実目的の学習意欲	工夫の例
★1 学習内容に対する学習意欲 例) ・もっといろんなことを知りたい。 ・知的な好奇心を感じる。	・数学的な美しさを感じ取らせた。 ・公式の有用性を感じさせた。 ・自然現象の仕組みについて考えさせた。
★2 学習中の状況に対する学習意欲 例) ・学習活動に興味をもつことができ、もっと学習したいと思う。 ・学習方法に興味をもつことができ、もっと学習したいと思う。 ・この方法を使った授業は分かりやすい。 ・学習中の自分自身の活動が充実している。 ・学習課題の意図が理解しやすい。	・演習問題の解答に必要なデータは何か生徒に考えさせた。 ・生徒が主体的に取り組める形式の問題を取り入れた。 ・興味をもたせるためにパズル形式やゲーム形式の問題を使った。 ・視覚的な理解を深めるようにICT教材やビデオ教材を使った。 ・実験を取り入れることで、体験的に確かめさせた。 ・生徒に試行錯誤させるためにブレッドボードを使った。 ・視認できない現象を確認させるために、モデル実験を使った。 ・グループで話し合わせた。
★3 学習効果に対する学習意欲 例) ・わかることが楽しい・面白い。 ・教養を付けて自分自身を成長させたい。	・課題を完成させる喜びを実感させた。

実用目的の学習意欲	工夫の例
★4 日常生活に実用性を感じる学習意欲 例) ・自分たちの生活に役立つ大切なものだ。 ・身近なところに関係した興味深いものだ。	・実際に起きた事件を例として取り上げた。 ・身近な生物の話題となるよう、ヒトを例に挙げた。
★5 社会生活に有用性を感じる学習意欲 例) ・社会の役に立つ大切なものだ。 ・最先端技術に興味深いものだ。	・社会で使われている、バーコードやセンサーを例に取り上げた。
★6 自分自身に有益性を感じる学習意欲 例) ・進学や就職のために利用したい。 ・進学先や就職先で利用したい。 ・資格や級の取得のために利用したい。	

- ◆ 実践事例で用いられた工夫と「答申」が求めている事項などから、「学習意欲の分類」を行った。
- ◆ 学習に直接かわりのあるものに起因する学習意欲を「充実目的の学習意欲」とし、三つの学習意欲を挙げた。
- ◆ 学習の目的が日常生活・社会生活・自分自身に役立つものと感じるときに生まれる学習意欲を「実用目的の学習意欲」とし、三つの学習意欲を挙げた。

①学習指導案作成の目的

各学校の状況や生徒の実態を踏まえ、「育成すべき学力」に合わせて指導内容を整理する必要がある。学習内容・指導内容・評価規準を明確にしておくことで、指導と評価の関係が明らかになり、指導と評価の一体化を実現することができる。そのために必要な事項を、学習指導案の形態で表しておくことは重要である。

②学習指導案の構成

本研究において使用した学習指導案は、次のような構成とした。

- 1 学年
- 2 単元名（科目）
- 3 単元の目標
 - ・・・学習指導要領解説を参考にし、学校・生徒の実態を考慮して設定する。
- 4 単元の学習計画
 - ・・・学習指導要領解説を参考にし、学校・生徒の実態を考慮して設定する。
- 5 単元の評価計画
 - (1) 評価規準
 - ・・・学習指導要領解説及び、国立教育政策研究所が作成した「評価規準の作成、評価方法の工夫改善のための参考資料（高等学校）」を参考にして、観点別に評価規準を設定する。
 - (2) 評価計画
 - ・・・単元の評価規準を基に、学習活動の展開に即して、生徒の具体的な実現状況を「おおむね満足できる状況」（評価B）として想定し、設定する。
 - (3) 観点別評価について
 - ・・・単元の評価計画を基に、「十分満足できる状況」（評価A）と判断する具体的状況例を、学校・生徒の実態に即して設定する。
 - また、単元の評価計画を基に、「努力を要する」状況（評価C）と判断した生徒への手立てを、学校・生徒の実態に即して設定する。
- 6 本時の展開
 - (1) 本時の目標
 - ・・・単元の目標を基に、学校・生徒の実態を考慮して設定する。
 - (2) 本時の指導過程
 - ・・・単元の学習計画と単元の評価計画を基に、学校・生徒の実態を考慮して設定する。

学習指導案の作成に当たっては、その整合性を保つことが必要である。そのために、「単元の目標」を基に「単元の学習計画」と「単元の評価計画」を作成し、それらを基に毎時の授業の「本時の目標」と「本時の指導過程」を設定すればよい（図 14）。

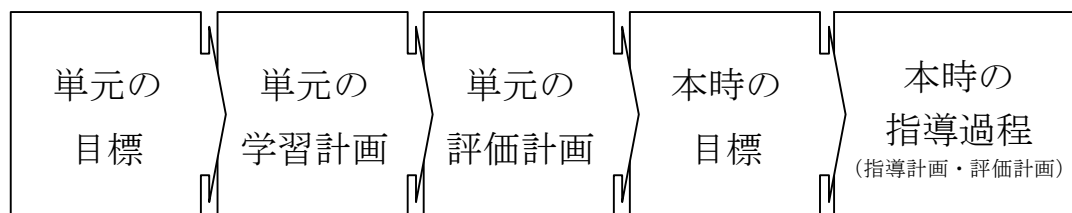


図 14

③本事例集に掲載の学習指導案について

第 7 章では次の八つの実践事例を紹介したが、そのページの中ではこれら実践事例について学習指導上の具体的な留意点、特に生徒の評価に関する事柄を知ることはできない。そこで八つのうち、紙面の都合で代表して一つ（事例 5）を次ページ以降に紹介する。残り七つの事例の学習指導案については、神奈川県立総合教育センターのホームページからダウンロードできるので参考にしていただきたい。（<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/>）

[実践事例]

事例 1（数学Ⅰ）

「学習内容を実生活に応用させ、その有用性を理解させる」

事例 2（数学Ⅱ）

「数学的なパズルや数学的に美しい等式の証明を通して、知的好奇心を喚起する」

事例 3（数学Ⅲ）

「抽象的な概念を具体的なアプローチを通して理解させる」

事例 4（数学C）

「数学の社会的な有用性を認識させて、学習意欲を喚起する」

事例 5（理科総合A）

「クエスチョンシートで予想を立てさせ、演示実験の観察で確かめさせる」

事例 6（物理Ⅱ）

「ブレッドボードを用いて電気回路を設計させ、課題解決学習に取り組ませる」

事例 7（物理Ⅱ）

「モデル実験とグラフの読み取りから、物質の量的変化を学ばせる」

事例 8（生物Ⅰ）

「ヒトの例から学習に興味をもたせ、主体的学習活動から意欲を喚起する」

1 学年 第1学年

2 単元名(科目) 「物質の変化」(理科総合A)

3 単元の目標

- (1) 化学変化では、様々な化学反応の反応式を作り、反応物と生成物の量的関係を理解し、更に化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。
- (2) 物理変化では、原子、分子、イオンの状態をエネルギーの出入りと関連させて理解する。

4 単元の学習計画

- ・化学変化と化学反応式 2時間
- ・化学反応式が表す量的関係 2時間
- ・化学反応とエネルギー 1時間
- ・物質の三態変化 2時間 (本時はその第1時)

5 単元の評価計画

(1) 評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態とエネルギーとの関連に関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとしている。	物質の状態変化や化学変化の性質や構成粒子の状態の変化について考察し、それらの変化にはエネルギーの出入りが伴うことを科学的、総合的に判断している。	物質の構成粒子の基礎に関する実験の技能を習得している。実験の結果から導き出した自らの考えを的確に表現している。	物質の状態変化や化学変化の性質について理解し、知識を身に付けている。構成粒子の状態の変化とエネルギーとの関連について理解している。

(2) 評価計画 ※太枠第1時が本時 【 】は評価方法

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1・2	<p>化学変化と化学反応式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態変化と化学変化の違いを知る。 ・反応物と生成物の関係を理解する。 ・係数の付いた分子式を見て、その意味を理解する。 ・化学反応式を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の変化(状態変化、化学変化)に興味を持ち、ノートに板書以外にも理解した事柄、気付いたことなどを記入している。 <p>【観察・ノート提出】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題に積極的に取り組もうとしている。 <p>【観察・提出課題】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・反応物と生成物の意味を正しくとらえて、化学変化においてそれぞれを挙げることができる。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式を係数を付けて作成することができる。 <p>【発問・提出課題】</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・係数の付いた分子式を見て、それを構成する原子の個数分かる。 <p>【発問・提出課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・化学反応式における係数の意味を理解している。 <p>【発問】</p>

時	学習内容	評価項目			
		関心・意欲・態度	思考・判断	観察・実験の技能・表現	知識・理解
3 ・ 4	<p><u>化学反応式が表す量的関係</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見て、反応物、生成物の量的関係(物質量、質量、体積)について理解する。 塩酸とアルミニウムの反応における量的関係の実験について理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応式を見れば、反応にかかわる物質の量的関係まで明らかになることに興味をもち、積極的に課題に取り組もうとしている。 【観察・提出課題】 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応における幾つかの法則から分子論に至った過程を考察している。 【発問・提出課題】 	<ul style="list-style-type: none"> 駒込ピペットの使い方、メスシリンダーでの体積の計り方を習得している。 【観察・実験レポート】 溶解させたアルミニウムの質量と発生した気体の体積との間の関係を表計算ソフトでグラフ化し、その結果を適切に考察している。 【実験レポート】 	<ul style="list-style-type: none"> 物質量、質量、体積のいずれかが分かっているとき、他の表し方で物質の量を表している。 【発問・提出課題】
5	<p><u>化学反応とエネルギー</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応にはエネルギーの出入りが伴うことに興味をもち、発熱反応、吸熱反応の具体例について積極的に調べようとしている。 【観察・提出課題】 	<ul style="list-style-type: none"> 反応物と生成物の持つエネルギー状態から、発熱反応か吸熱反応か判断している。 【発問・提出課題】 		<ul style="list-style-type: none"> 反応物の持つエネルギーの総和と生成物の持つエネルギーの総和の差が反応により出入りするエネルギーであることを理解している。 【観察・提出課題】
6 ・ 7	<p><u>物質の三態変化</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 物質には固体、液体、気体の三つの状態が存在し、それぞれの状態において物質を構成する粒子の様子を理解する。 物質の三態は温度だけでなく圧力によっても変化することを理解する。 三態変化に伴いエネルギーが出入りすることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、意欲的に学習しようとしている。 【観察・クエスチョンシート】 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、探究しようとしている。 【観察・ノート】 	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、その構成粒子の運動状態と実際の現象を結びつけて考察している。 【観察・クエスチョンシート】 身近な現象を構成粒子の運動状態の変化、及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 【発問】 		<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解している。 【クエスチョンシート】 状態変化が温度だけでなく圧力によってももたらされることを理解している。 【クエスチョンシート】 状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解している。 【クエスチョンシート】

(3) 観点別評価について (本時を含む第6・7時分のみ)

【関心・意欲・態度】

学習活動における 具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、設問に対して積極的に解答しようとしている。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。
「十分満足できる」 状況 (A) と判断する 具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態でその構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、設問に対し生活体験に基づいた根拠を挙げて、意欲的に周りの生徒と意見交換を行っている。 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受について関心をもち、状態変化が温度だけでなく圧力にもよることの具体例など授業で扱わなかった事柄まで積極的に調べ、ノートに書き込んだりしている。
「努力を要する」 状況 (C) と評価した 生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 解答に困っている場合には、適宜、ヒントとなる事項を与え、自分の考えをもたせるように導く。 ノートへの記入が余り見られず、授業に集中できていない場合、より多くの身近な具体例を加え、質問を発し、注意を喚起する。

【思考・判断】

学習活動における 具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、演示実験の結果からその構成粒子の運動状態と実際の現象の関係を考察している。 身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。
「十分満足できる」 状況 (A) と判断する 具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験の結果より、誤った構成粒子のイメージを修正し、液体と固体における粒子の詰まり具合についての的確に考察し、クエスチョンシートに記入している。 加熱によって構成粒子の運動状態が変化し、体積が膨張することで密度が低下するので、温かい空気が上昇するなど、身近な現象を構成粒子の運動状態及びその際出入りするエネルギーとの関係に基づいて、的確に説明している。
「努力を要する」 状況 (C) と評価した 生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 演示実験が示す事柄を丁寧に説明し、構成粒子の運動状態との対応を追って、順にイメージを作っていく。 振り返りシートを基に、授業内容について補充説明を行う。

【観察・実験の技能・表現】 <本時に評価項目なし>

学習活動における 具体的評価規準	— — —
「十分満足できる」 状況 (A) と判断する 具体的状況例	— — —
「努力を要する」 状況 (C) と評価した 生徒への手だて	— — —

【知識・理解】

学習活動における 具体的評価規準	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 状態変化が圧力によってもたらされることや状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。
「十分満足できる」 状況 (A) と判断する 具体的状況例	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について、正確なイメージに基づいて実際の現象を構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに正確に記述している。 構成粒子の振る舞いと周囲の環境 (温度、圧力等) 及びエネルギーの出入りを基にして、実際に起こっていない現象についてもどのように変化するか、正確にクエスチョンシートに記入している。
「努力を要する」 状況 (C) と評価した 生徒への手だて	<ul style="list-style-type: none"> 個々に発問することにより、構成粒子の運動状態に関するイメージを確認する。 構成粒子のイメージから実際の身近な現象も説明できることを、具体例を使って、順を追って丁寧に解説する。

6 本時の展開（本時を含む第6・7時分）

(1) 本時の目標

- ・物質の三態で、物質を構成する粒子の状態を簡単な演示により正確に把握する。

(2) 本時の指導過程

第6時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・物質の三態について復習する。 ・三態の具体例を挙げる。【Q1, 2】 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習内容の確認、復習を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・気体は透明であることを確認する。 ・三態以外の状態があることに触れる。 	
展開 (35分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の各状態での粒子の状態を考える。【Q3】 ・【Q4】を考える。 ・【Q5】を考える。 ・【Q6】を考え、固体と液体の密度について考える。 ・【Q7】を考える。 ・【Q8】を考える。 ・【Q9】を考える。 ・【Q10】を考える。 ・【Q11】を考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・密度、分子間力、運動状態などに注目させる。 ・ピストンを押す様子から、注射器中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・ピストンを引く様子から、注射器中の気体と液体の振る舞いの違いを演示する。 ・固体と液体で、粒子の状態の違いを解説する。 ・ビーカー内のピンポン玉とビーズの様子を演示する。 ・物質は多くの粒子の集合体であることを復習する。 ・液体と気体で、体積と分子間の平均距離との関係を考えさせる。 ・ポリエチレン袋内のメタノールの気化を演示する。 ・それぞれの状態での構成粒子の様子を図示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・液体は粒子が十分に密であることをイメージさせる。 ・気体が途中で縮まなくなる理由が液体と異なることをしっかりと説明する。 ・気体の体積は容器又は周囲の圧力によることを説明する。 ・液体の体積は外からの要因によらず、粒子間に十分引力が働いていることに気付かせる。 ・気体に比べると、固体と液体の密度にはほとんど差が無いことに気付かせる。 ・粒子の運動こそ液体の流動性の基であると気付かせる。 ・液体と気体の密度の関係に注目させる。 ・換気に注意する。 ・【Q3】の答えと比較する。 	<p>【思考・判断】 物質の三態について、演示実験の結果からその構成粒子の運動状態と実際の現象の関係を考察している。 (観測・クエスチョンシート)</p> <p>【関心・意欲・態度】 物質の三態で、その構成粒子がどのような状態にあるかということに興味をもち、設問に対して積極的に解答しようとしている。 (観測・クエスチョンシート)</p>
まとめ (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・三態の構成粒子の様子について改めて考え、そのイメージを描画する。【Q11】 ・自分の理解が授業を通してどう変わったか考える。 		<ul style="list-style-type: none"> ・物質を構成する粒子の様子が書き表せない生徒について、本日の授業内容を振り返り、不足する点を補う。 	<p>【知識・理解】 物質の三態について、構成粒子がどのような運動状態にあるのか理解し、クエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)</p>

第7時

過程	学習活動	指導内容	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> 物質の三態について復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> 前時の学習内容を復習する。 	<ul style="list-style-type: none"> 三態の構成粒子のイメージについて確認する。 	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> Q12を考える Q13を考える Q14を考える Q15を考える Q16を考える 	<ul style="list-style-type: none"> 防虫剤の加熱を演示する 昇華する物質にも液体の状態が存在すること、あらゆる物質に三態が存在することを説明する。 沸騰のときの泡が水蒸気であることを確認する。 蒸発と沸騰の違いを説明する。 液体内部からの蒸発で生じた気泡がつぶれない条件を考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 換気に注意する。 熱を加えると分解する物質もあることに注意する。 周囲の圧力が状態変化の原因の一つであると気付かせる。 	<p>【関心・意欲・態度】 三態変化やそれに伴うエネルギーの授受に関心をもち、三態それぞれの粒子のイメージなど、重要と思われる点は板書以外の事項もノートに書き込もうとしている。 (観察・ノート)</p> <p>【知識・理解】 状態変化が圧力によってももたらされることや状態変化に伴って出入りするエネルギーについて理解し、その具体例をクエスチョンシートに記入している。 (クエスチョンシート)</p>
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> クエスチョンシートを振り返り、振り返りシートを記入する。 振り返りシートで復習を行い、身近な現象について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 自分の理解の様子が授業を通してどう変わったか考えさせる。 液化化現象やクーラーの原理に関するヒントを与える。 	<ul style="list-style-type: none"> 理解が不足している生徒がいれば、補足説明を行う。 振り返りシートは次の授業までに完成させる。 	<p>【思考・判断】 身近な現象を、構成粒子の運動状態の変化及びその際出入りするエネルギーと関連付けて考察している。 (観察・クエスチョンシート)</p>

※ Q1～16の内容については、次ページの<参考>クエスチョンシートを参照のこと。

クエスチョンシート

- 授業中、各問に対して必ず自分なりに答えを出す。
- その際、答えに対する自信の具合を記入する。
- 自分の考えと、授業での説明を比較し、理解度を記入する。

解答 1：自分なりの考えで答えが出せた。 2：うまく説明は出来ないが、答えは出せた。 3：今回は勘が頼りだ。	理解 ①：自分で分かった。 ②：説明を聞いて分かった。 ③：説明を聞いても分からない。
--	---

(※1 事例で使用したプリントには、下記Q1～16の設問の右側に、「解答」、「理解」の欄がそれぞれ設けられており、問いごとに生徒が自己評価を行った。)

物質の三態	
Q1	水は温度によって異なる三つの状態（固体、液体、気体）をとる。例えば、雪は固体、雨は液体などである。では、「霧」はどの状態であるか？
Q2	固体、液体、気体の例（純物質）をそれぞれ最低三つ挙げよ。
Q3	固体、液体、気体の状態を表した下のイメージ図、このとおりで良いだろうか？
Q4	注射器の口を閉じて、中の空気（水）を強く <u>押したら</u> ピストンはどうなると思う？
Q5	注射器の口を閉じて、中の空気（水）を強く <u>引いたら</u> ピストンはどうなると思う？
Q6	水と氷、密度が大きいのはどちら？
Q7	氷の中の気泡は動かないのに、水中の気泡は水面に登っていく。何が違うのか？
Q8	コップに水分子を入れていく。1秒間に1万個ずつの分子を入れていくと、コップ1杯（180 cm ³ ）たまるのにどれくらい掛かる？
Q9	液体と気体、分子同士の平均距離は大体何倍ぐらいになるの？
Q10	ポリエチレンの袋（1000cm ³ 位）がある。この袋の中に約2 cm ³ のメタノール（沸点65℃位）を入れ、袋を押しつぶして中の空気を抜き、口を閉じる。この袋をお湯の中につけて、しばらく置くとどうなると思う？
Q11	改めて、固体・液体・気体の状態を、粒子の密度・運動状態・粒子間の力に気を付けて、イメージ図として表してみよう。
Q12	ここにダンスから持ってきた衣類の防虫剤がある。これは小さな固体の集まりであるが、これを試験管に入れて熱していったら、どうなると思う？
Q13	試験管で熱した防虫剤。これをビーカーの水（20℃ぐらい？）で冷やすとどうなると思う？
Q14	ぼこぼこ煮え立ったなべの中の水。沸騰という状態だが、このぼこぼこ出てくる気体（水中の泡）の正体は何だろう？
Q15	「蒸発」と「沸騰」、どちらも液体が気体になる変化だが、この二つは様子が違う。違いは何だろう？
Q16	液体中にできる気体の泡がつぶれないような条件とは何だろう？

(※2 事例で使用したプリントには、設問によって選択肢や理由を答える欄、イメージ図を図示する欄などが付記されていた。)

引用・参考文献

《引用文献》

国立教育政策研究所 平成 18 年 「学習意欲向上のための総合的戦略に関する研究—『知を活用する力』の視点を利用して学習意欲を喚起する—」（研究代表者 下田好行） 概要
文部科学省 2008 「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について（答申）」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf（URL は 2008 年 12 月に取得）

《参考文献》

学習意欲研究会 2002 「学習意欲に関する調査研究」（代表 富岡賢治）
神奈川県立総合センター 2004 「指導と評価の一体化を目指した授業実践事例集～高等学校～」
国立教育政策研究所 2008 「PISA 調査のアンケート項目による中 3 調査集計結果（速報）」
http://www.nier.go.jp/pisa2007_press/pisa2007_press.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
国立教育政策研究所 2008 「平成 20 年度全国学力・学習状況調査 調査結果について」
<http://www.nier.go.jp/08chousakekka/index.htm>（URL は 2008 年 12 月に取得）
奈良県高等学校理化学会 2001 「実験 半減期の性質」
<http://www.nararika.com/butsuri/jikken/genshi/enhangen.htm>（URL は 2009 年 12 月に取得）
文部科学省 2004 「PISA（OECD 生徒の学習到達度調査）2003 年調査」
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/04120101.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 2004 「国際数学・理科教育動向調査の 2003 年調査（TIMSS2003）」
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/12/04121301.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 2004 「PISA 調査と TIMSS 調査の概要」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813/001/001.htm
（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 2007 「国際学力調査（OECD 生徒の学習到達度調査（PISA2006）について）」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/07032813.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 2008 「新しい学習指導要領『生きる力』」高等学校学習指導要領、特別支援学校学習指導要領等改訂案関係資料
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/081223.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 「確かな学力」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/korekara.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
文部科学省 「教育に関する基本的な法律・計画など」
http://www.mext.go.jp/a_menu/01_a.htm（URL は 2008 年 12 月に取得）
市川伸一 2004 『学ぶ意欲とスキルを育てる』小学館
河内谷幸子 「チェックデジット」
<http://lecture.ecc.u-tokyo.ac.jp/~csachiko/checkdigit.html>（URL は 2008 年 12 月に取得）
辰野千壽 2006 『学び方の科学』図書文化社
藤村幸三郎・田村三郎 1977 『パズル数学入門—楽しみながら学ぶために（ブルーバックス 307）』講談社
『私的数学塾』S. H's Homepage for mathematics
http://www004.upp.so-net.ne.jp/s_honma/（URL は 2008 年 12 月に取得）

『<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集
～生徒の学ぶ意欲をはぐくむヒント～』の作成関係者

<助言者>

所 属	職 名	氏 名
横浜国立大学	教 授	森本 信也
横浜国立大学	准教授	池田 敏和

<調査研究協力員>

所 属	職 名	氏 名
神奈川県立川和高等学校	教 諭	西山 善行
神奈川県立横浜桜陽高等学校	教 諭	右近 修治
神奈川県立川崎北高等学校	教 諭	中川 崇寛
神奈川県立厚木西高等学校	総括教諭	佐藤 裕一
神奈川県立海老名高等学校	教 諭	上条 雄樹
神奈川県立大和東高等学校	総括教諭	佐藤 和彦
神奈川県立相模大野高等学校	教 諭	高村 正満
神奈川県立上溝高等学校	教 諭	牧野 篤敬

<神奈川県立総合教育センター>

所 属	職 名	氏 名
カリキュラム支援課	指導主事	神橋 憲治
カリキュラム支援課	指導主事	永井 佳幸
カリキュラム支援課	教育指導専門員	勝田 光男

<高等学校>学習意欲を高める数学・理科 学習指導事例集

～生徒の学ぶ意欲をはぐくむヒント～

発 行 平成 21 年 3 月
発行者 安藤 正幸
発行所 神奈川県立総合教育センター
〒251-0871 藤沢市善行 7-1-1
電話 (0466)81-1659 (カリキュラム支援課 直通)
ホームページ <http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/>

※本冊子は、ホームページで閲覧できます。

再生紙を使用しています



神奈川県立総合教育センター

カリキュラムセンター（善行庁舎）

〒251-0871 藤沢市善行 7-1-1

TEL (0466) 81-0188

FAX (0466) 84-2040

ホームページ <http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/>

教育相談センター（亀井野庁舎）

〒252-0813 藤沢市亀井野 2547-4

TEL (0466) 81-8521

FAX (0466) 83-4500

