

高等学校における多様な進路希望の実現に関する研究

～主体的な学びに向かうための「問い」を軸とした指導の工夫～

高知県立須崎総合高等学校 教諭 大石 智則
高知県教育センター 指導主事 清本 祥一
高知県教育委員会事務局高等学校課 指導主事 杉山 太夏子

本研究の目的は、高等学校における多様な進路希望を実現する授業の在り方を明らかにすることである。高等学校卒業時点における進路実現はもとより、その後の人生においても、将来に見通しをもつことや目標に対して粘り強く取り組むことなどは必要な力といえる。これらは新学習指導要領の中の「主体的な学び」の視点で示されていることから、主体的な学びに向かう方策を探ることが、進路希望を実現させる力を育むことになると考えた。

学力定着把握検査及び高知県オリジナルアンケートの分析から、高知県の高校生は、勉強すること自体におもしろさを感じられる生徒が少ない現状があることが分かった。学ぶことへの興味・関心は主体的な学びの要素であり、学ぶことへの興味・関心を高める手段として、生徒が積極的に考えようとする仕掛けである「問い」に着目した。そして、授業中に交わされる対話に着目した ICE モデルという理論に基づいた「問い」を取り入れた検証授業を行った。

その結果、授業の中に意識的に取り入れた「問い」が生徒の興味・関心を引き出し、積極的に考える姿につながるということが分かった。

<キーワード> 多様な進路希望、主体的な学び、問い、ICE モデル、学ぶことへの興味・関心

1 研究目的

(1) 求められる高等学校教育

「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説 総則編」において、育成を目指す資質・能力について、「予測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を發揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要であること、こうした力は全く新しい力ということではなく学校教育が長年その育成を目指してきた『生きる力』であることを改めて捉え直し、学校教育がしっかりとその強みを發揮できるようにしていくことが必要とされた。」とある。育成すべき資質・能力は「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱に再整理され、育成すべき資質・能力の三つの柱は「主体的・対話的で深い学び」の視点からの学習過程の改善によって育まるとされている。

さらに、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善については、「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、「学習の質を一層高める授業改善の取組を活性化していくことが必要」とされている。学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて理解することはキャリア形成に係る活動である。「主体的・対話的で深い学び」における主体的な学びとは、「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、見通しをも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」学びであると定義されている。見通しをもつ、粘り強く取り組む、振り返って次につなげるといった姿は、学校の学習の場面だけでなく、生涯にわたって様々な場面で活用される力である。主体的な学びを

授業で実践することは、予測困難な社会の変化の中でも社会や人生をよりよいものにしていくための学びであり、多様な進路希望の実現につながる学びであると捉えた。

(2) 高知県の現状と課題

高知県では、高校生の学力向上の手立てとして、平成 30 年度から高知県教育委員会事務局高等学校課（以下、「高等学校課」という）による学力向上推進事業（平成 24 年度から平成 27 年度までは学力向上サポート事業、平成 28 年度から平成 29 年度までは学力向上事業として実施）を行っている。その一環として、県立高等学校全日制及び多部制昼間部を対象に、学力定着把握検査を年間 2 回実施している。検査結果は、ベネッセコーポレーションの定める学力指標、学習到達ゾーン（以下、「GTZ」という）で評価される。検査は国語・数学・英語の 3 教科でスタディーサポート¹と基礎力診断テスト²の 2 種類があり、各校が指定された検査を受検している。また、高等学校課と高知県教育センターが作成した質問項目が 30 項目のアンケート（以下、「高知県オリジナルアンケート」という）も年間 3 回実施している。

ア 学力定着把握検査結果

平成 26 年度に高校 3 年生第 1 回検査基礎力診断テスト実施 30 校において、「学習内容が十分定着しておらず、進学や就職の際に困難が生じることが予測される」レベルとされている D3 層の生徒の割合は 30.0%であった。859 人の高校 3 年生が、進学、就職ともに困難が生じる可能性が高いとされたまま、それぞれの進路実現に向けた活動をしていることになり、進路希望の実現に対して基礎学力の確実な定着が喫緊の課題とされた。その後、様々な対応策がとられたことにより、平成 31 年 4 月に実施した基礎力診断テストの高校 3 年生検査結果では、D3 層の生徒の割合は 24.2%となっている（図 1）。減少傾向にあるとはいえ、数学は 3 年生 1 回目の検査で D3 層の生徒が急増する傾向が続いており（図 2）、引き続き授業改善の取組が求められる。

【3教科総合】

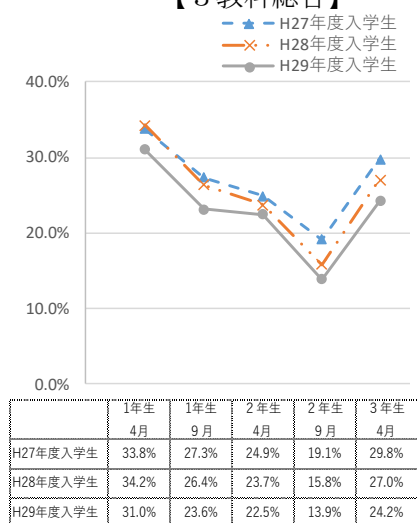
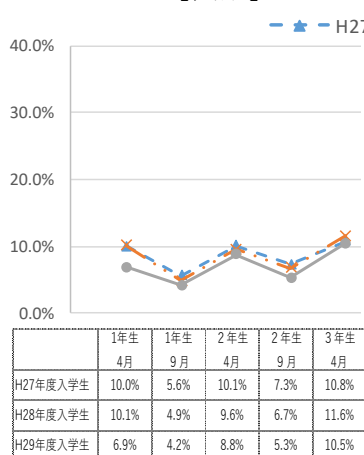
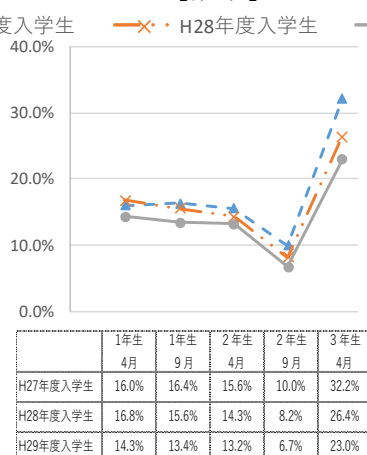


図 1 3教科 D3 の割合の推移

【国語】



【数学】



【英語】

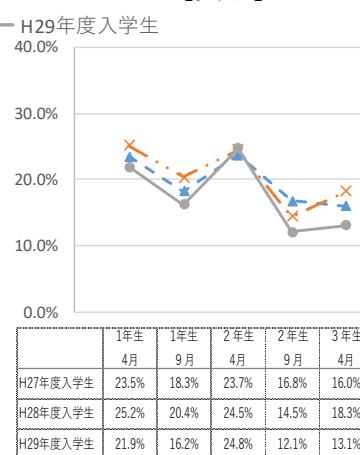


図 2 教科別の D3 層の占める割合の推移

1 大学入試に必要な基本事項の確認を目的とする出題内容であり、S1～S3、A1～A3、B1～B3、C1～C3、D1～D3 の 15 段階の GTZ で評価される。令和元年度 1 年生は安芸、高知南、高知小津、高知西、須崎総合普通科、中村、2 年生は安芸、高知南、高知小津、高知西、中村が受検している。また、学習状況リサーチにより、学習習慣や進路希望・生活全般について確認できる。

2 ベネッセコーポレーションが、基礎学力を「高校を卒業するまでに身に付けておいてほしい学力」「高校卒業後の実生活・実社会において、身に付けておいてほしい学力」と定義し、その学力の有無を測定する出題内容であり、A2～A3、B1～B3、C1～C3、D1～D3 の 11 段階の GTZ で評価される。

イ 高知県オリジナルアンケート

主体的な学びの姿を育成するためには、生徒が勉強に対してどのような意義を感じながら過ごしているかを明確にすることが必要であると考えた。そこで、質問項目の中でも「勉強することの意義」に関係する質問項目である「問13 学習すること自体がおもしろいから勉強をしている」「問14 将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている」の二つの質問について、平成30年度の調査結果（表1）に注目した。

表1 高知県オリジナルアンケート結果（平成30年度実施）

質問項目	選択肢	学年（入学年度）			高校1年生（H30入学生）			高校2年生（H29入学生）			高校3年生（H28入学生）		
		回			第1回	第2回	第3回	第1回	第2回	第3回	第1回	第2回	第3回
学習すること自体がおもしろいから勉強をしている	1	あてはまる			9.6%	5.9%	7.7%	5.5%	5.9%	7.7%	5.5%	8.8%	10.3%
	2	どちらかといえばあてはまる			26.8%	19.3%	23.8%	18.2%	17.7%	22.9%	18.4%	24.0%	24.5%
	3	どちらかといえばあてはまらない			41.0%	41.9%	42.0%	42.5%	40.4%	40.6%	42.5%	39.1%	37.9%
	4	あてはまらない			21.9%	31.7%	26.0%	32.8%	34.9%	28.3%	32.5%	27.9%	26.7%
質問項目	選択肢	学年（入学年度）			高校1年生（H30入学生）			高校2年生（H29入学生）			高校3年生（H28入学生）		
		回			第1回	第2回	第3回	第1回	第2回	第3回	第1回	第2回	第3回
将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている	1	あてはまる			39.9%	34.0%	38.3%	32.3%	32.6%	37.4%	34.1%	39.6%	39.8%
	2	どちらかといえばあてはまる			41.5%	42.5%	44.1%	44.5%	44.3%	44.7%	43.5%	42.9%	40.4%
	3	どちらかといえばあてはまらない			14.1%	17.0%	13.3%	17.1%	16.7%	13.6%	16.2%	12.4%	13.6%
	4	あてはまらない			3.9%	5.6%	4.1%	5.3%	5.7%	4.3%	5.8%	5.0%	5.9%

どちらの質問項目の結果においても顕著な偏りが見られる。「学習すること自体がおもしろいから勉強をしている」では60～70%の生徒が否定的な回答を選んでおり、「将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている」では反対に70～80%の生徒が肯定的な回答を選んでいる。学習すること自体がおもしろいと感じている生徒が少ないことは、授業に対する生徒からの意見と受け止め、授業改善の手立てとして考える必要がある。

(3) 主体的な学びにつながる授業改善

学習すること自体がおもしろいこと、勉強をがんばれば将来の可能性が広がることを体感できる授業とは、主体的な学びの定義にあるように、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た学習を行う授業である。しかし、学習すること自体のおもしろさを感じられていない生徒に対して、一方向的に知識を伝達するだけの授業で、主体的な学びの姿に到達させることができるとは考えにくい。見通しをもつ、粘り強く取り組む、振り返って次につなげるといった学びの主体は生徒である。主体的に学ぶときに、生徒は自ら思考し、新しい知識や気付きを得ようとする。したがって、生徒が積極的に思考する仕掛けのある授業が、主体的な学びに向かう授業になると考えた。

多くの場合、思考するという行為は自然に発生するよりも、人から問われたときに起こることが多い。したがって、主体的に考える姿を引き出す仕掛けには、「問い」が重要な役割をもつといえる。柘磨(2017)は「問いは考えを触発するトリガーであり、優れた考えは優れた問いによって導かれることが多い。学びを深めるためには、教師の発問を契機としつつも、生徒自身が問いを立て、『つながり』を発見したり、作ったりする営みが不可欠である。」と述べている。

高等学校の教科の内容を人生や社会の在り方と結び付けて考えることのできる良質な「問い」を創り出し、教科の学習を通じて現実社会における課題を疑似的に捉え、深く考えた経験が生徒の中に蓄積されることは、生涯にわたって主体的に考える力を育てることになる。本研究では主体的な学びに向かうための「問い」を軸とした授業改善の方策について研究を行う。

2 研究仮説

数学科の授業で ICE モデルの理論に基づいた「問い」を取り入れ、問いを用いて生徒の知識を引き出し、別の知識につなげたり、応用させたりすることで、主体的な学びが実現できる。

3 研究方法

(1) 高知県オリジナルアンケート結果の分析・考察

授業改善の視点を探るため、高知県オリジナルアンケートでの「勉強することの意義」に関する回答の状況を調査した。

時期：5月～7月

対象：高知県立高等学校 全日制及び多部制昼間部の生徒

(2) 基礎研究

高等学校の教科の内容を人生や社会の在り方と結び付けて考えることのできる良質な「問い」とはどのようなものであるか、また、授業の中で「問い」をどのように扱えば主体的な学びにつながるのかを考えるために、Sue Fostaty Young と Robert J. Wilson による共著書『「主体的学び」につなげる評価と学習方法』で提案している「ICE モデル」を参考にした。

教室内で交わされる言葉は、例外的な発言を除き、そのほとんどは「知識を伝える」「知識同士のつながりを伝える」「発展的な気付きを与える」の三種類に大別できる。この三つの言葉を「基礎的知識 (Ideas)」「つながり (Connections)」「知の応用 (Extensions)」と名付け、その頭文字をつなげたものが ICE モデルであり、授業中に交わされる対話を I・C・E の視点で捉えることが ICE モデルの出発点である。表2のように I・C・E は学びの段階として考えることができるとされている。教員からの問いを ICE モデルの視点で捉えると、問いが求める学びの段階が明らかになる。また、生徒の返答についても同様に考えることができる。ICE モデルの視点から問いを考え、I・C・E の問いを相互に関連付けた授業を考案し、生徒の返答がどの段階の学びに到達したか、ICE モデルによって測定することで、授業の効果を検証することができると考えた。

表2 ICEモデルで定義する学びの段階

基礎的知識 Ideas	アイディアが形になって表れるのは、生徒が重要基本事項、基礎的な事実関係、語彙と定義、詳細、基本的な概念を伝達できる時である。
つながり Connections	つながりが作られるのは、生徒が基本概念と概念の間にある関係やつながりについて説明することができる、または生徒が学んだこととすでに知っていることの間にある関係やつながりについて説明できた時である。
知の応用 Extensions	応用があるのは、生徒が新たに学んだことを本来の学習の場からは離れたところで新しい形で使う時、または生徒が「それにはどんな意味があるのか」「自分が世界を見る見方にどう影響があるのか」というような仮説の質問に答えられる時である。

ICE モデルの日本国内での実践例を先行研究に求めた。柘磨(2017)は著書『ICE モデルで拓く主体的な学び』の中で、ICE モデルの基本的な考え方を「基礎的知識 (Ideas) の間のつながり (Connections) を適切な質問と指導を通じて理解させ、さらに自らの体験と結び付けた知の応用 (Extensions) へ発展させることである。」と述べている。

ICE モデルで最も深い学びの段階は Extensions とされているが、柘磨はさらに「本質目標 (Super Extensions)」という Extensions を超えた概念を定義付けている。

表3 本質目標 (Super Extensions)

本質目標 Super Extensions	その知識を身に付ければどのようなことが分かるようになり、どのようなことができるようになるかを示す「最大到達目標」であり、生徒が実社会とかかわっていくとき、生きることに對する表現者や問題解決者としての力を与えるもの。
-----------------------------	---

杵磨は各教科における本質目標を考えるには「授業で扱う内容が究極として何をもたらし得るのか、それが生徒のアイデンティティの成長をどのように促すのか考え、教師自身が主体として学びと向き合い学びの意味や意義をとらえなければならない。」と述べている。本質目標を考えることと、高等学校の教科の内容を人生や社会の在り方と結び付けることは、同じ意味として捉えることができる。

(3) 検証授業の実施・分析・考察

ア 生徒観察

時期：令和元年5月23日（木）

対象：高知県立A高等学校 普通科 第2学年

内容：授業観察（4時間）

イ 検証授業の実施

時期：令和元年10月23日（水）第5校時、24日（木）第2校時

対象：高知県立A高等学校 普通科 第2学年

内容：数学Ⅱ 「第6章 微分法と積分法」

具体的な事象と接線の傾きを関連付けて考察し、微分係数や導関数の意味について理解することを授業のねらいとする。

ウ 検証授業の分析・考察

調査方法：録画した授業映像から、教師の発問に対する生徒の発言、グループ協議での生徒の発言の文字起こしを行う。

分析方法：授業中に交わされる発問に対する生徒の返答の変化の様子を、ICEモデルの理論から分析する。

4 結果と考察

(1) 高知県オリジナルアンケートの分析・考察

本年度の高知県オリジナルアンケート30項目のうち、「勉強することの意義」分野の「学習すること自体がおもしろいから勉強をしている」「将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている」という二つの設問について、基礎学力診断テスト実施校29校の3年生を対象にGTZと合わせた考察を行った。

「GTZ別の『学習すること自体がおもしろいから勉強をしている』の回答の分布」（図3）では、否定的な回答の占める割合が多く、2588人のうち1977人（76.4%）が学習すること自体におもしろさを感じられないまま3年生になっている。学習すること自体におもしろさを感じることができず、国数英に限定されるが、GTZにおいてもDゾーンという厳しい評価を受けながら学校生活を送っている生徒は1223人おり、基礎学力診断テスト実施校の生徒の半数近くになる。図3では、若干ではあるがGTZの上位層ほど肯定的な回答が増えており、このことから日々の授業において、生徒が学習すること自体をおもしろいと感じることのできる授業とはどのような授業かということについて、それぞれの学校が生徒の実態を踏まえて考え実践することが必要な取組といえる。

「GTZ別の『将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている』の回答の分布」（図4）においては、肯定的な回答の占める割合が多く、GTZが上がるにしたがって、肯定的な回答の占める割合が増している。西村ら（2018）の研究においても、「この学習は、将来の可能性を広げる」と生徒に学習の有用性を感じさせることがGTZの上昇に有効であると示唆されている。

1 あてはまる 2 どちらかといえばあてはまる 3 どちらかといえばあてはまらない 4 あてはまらない

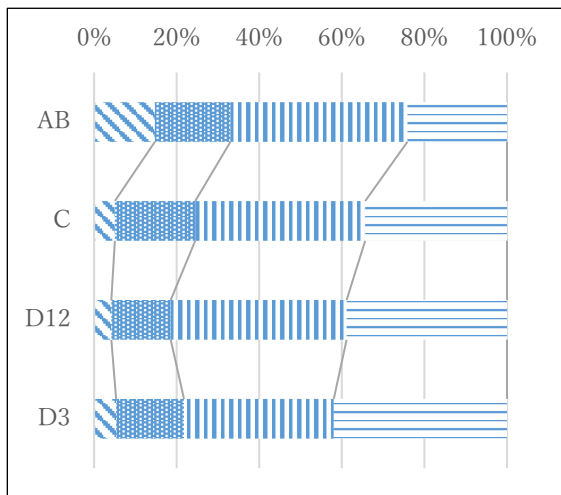


図3 GTZ別の「学習すること自体がおもしろいから勉強をしている」の回答の分布

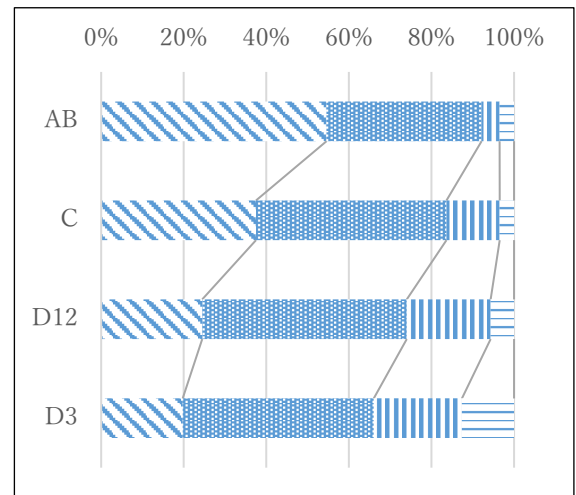


図4 GTZ別の「将来の可能性を広げるために勉強をがんばっている」の回答の分布

(2) 検証授業の実施・分析・考察

ア 検証授業における「問い」の工夫

生徒に提示する問いを ICE モデルの視点で考え、授業の中で活用することが、この検証授業における最大の工夫である。

検証授業の実施にあたって、本質目標を「なぜ微分法を学ぶのか」と置いて授業内容を考えた。微分は物事の変化を捉えるための道具であり、いろいろな事象を数理的に取り扱うのに有用である。しかし、汎用性が高いにもかかわらず、実社会との関わりに触れずに難解な数式の計算に終始してしまうと、「なぜ微分法を学ぶのか」に対して、生徒が自ら思考したり、たどり着こうとしたりする姿を引き出せない。そこで「物事の変化を捉える」という微分法の性質は、物理学や経済学で理論的予測を立てる際に活用されることから、まずは「どのようにすれば微分を活用し、未来を予測することができるか」という問いを、Extensions の問いとして設定することとした。

この Extensions の達成に向け、「関数の値の変化」の導入部分に、ジェットコースターの起伏に着目した学習を設定した。多くの生徒が実像を想像しやすく、問いについて考える中で既習事項や知識を引き出し、つなげやすくなる考えたためである。また学習の中では、生徒がイメージしやすい「傾き」や「起伏」など日常生活でも扱う言葉を用いて、生徒同士や教員との対話を通じて数学的な言葉に再定義していけるようにした。本検証授業で予定している問いを ICE モデルの視点で分類してまとめたものが、次の「ICE Question Sheet (表4)」である。

表4 「関数の増減と極大・極小」の ICE Question Sheet

関数の増減と極大・極小	Ideas	Connections	Extensions
<p>目標</p> <p>具体的な事象と接線の傾きを関連付けて考察し、微分係数や導関数の意味について理解する。</p>	<p>①傾きがプラスやマイナスの場所でのジェットコースターの状態はどのようになっていますか。</p> <p>②ジェットコースターの「傾き具合」を知るだけで、コースの概形を知ることができますか。</p> <p>③「傾き」という言葉を数学的な言葉で言い換えるとどのような言葉になりますか。</p>	<p>①グループで話し合っって起伏を決定するポイントについて検討してみよう。</p> <p>②「傾き具合の変化の様子」という言葉を数学的な言葉で言い換えるとどのような言葉になりますか。</p>	<p>①明日起こることは予測できますか。</p> <p>②どのようにすれば微分を活用し、未来を予測することができますか。</p> <p>③微分で何ができるのだろうか、その特徴が最も表れている例を用いて説明しなさい。</p>

イ 検証授業の分析・考察 (S1～S8 は生徒の発話、T は教師の発話である。)

(ア) Extensions への見通しを立てる Pre Extensions の問い

学習の冒頭部分には、学びの全体像をつかむための Pre Extensions と呼ばれる問いを置く。この問いは Extensions から導き出された内容で、Extensions の学びへ見通しを立てる目的をもつ。生徒それぞれが自らの経験に基づいた答えを考えることのできる問いである。

<p>明日起こることは予測できますか。 「できる」と思う人はそれを何に役立てますか。 「できない」と思う人は、できないということをしてできている人に納得させてください。 (ICE Question Sheet「Extensions①」の問い)</p>
<p>「できる」と返答したグループ S1「勉強の予習をしておくとその時の授業の理解がはやくなる。どこが出るとかめっちゃ勉強してるといい点とれることが分かる。」 S2「起こることに対して、対策をする。」 S3「今までのデータから読み取り、天気とか予測できるので、できないことはない。」</p> <p>「できない」と返答したグループ S4「的確な根拠がいるから。」 S5「ある程度は予測できて、突然異常事態が起こるかもしれないので、できないと思う。」 S6「明日のことっていうのが明日になってみないと分からないから。」</p>

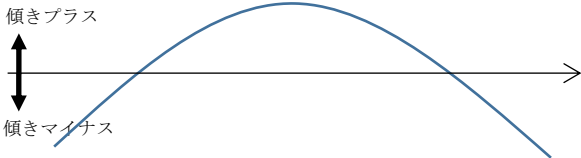
【結果と考察】

微分とは関係ないように思える問いによって、生徒自らの経験を根拠とする自由な意見が出された。このことから生徒は、予測というものに対する基礎的な感覚を自然ともっていることは分かる。しかし、「明日起こることは予測できますか」と尋ねた今回の Pre Extensions の問いが、「物事の変化を捉える」という微分法の性質から、「微分法の特徴を活かしてできることを考える」という Extensions に設定した目標に結び付いたとは言いがたい。気温や物価といった例を示しながら、「どのような瞬間に変化を感じるか」など「物事の変化を捉える」という微分法の性質へ具体的に結び付くような導入を考えなければならなかった。

(イ) 生徒の既有知識を引き出す Ideas の問い

3次関数では数値計算の値が大きくなるため、微分・2次方程式・2次不等式といった既習事項を組み合わせながら増減表をつくり、グラフへとつなげることが多い。しかし、これらの事項はそれぞれ別の場面で学習した内容であり、一つ一つをしっかりと習得していることが確かな理解への前提条件である。生徒によっては既習事項の習得の状態によって、興味・関心を損なっていることもある。

問1は、既習事項である「傾き」が連続して変化する様子を、日常生活の中でも使われる「起伏」に変換することを求める問いである。「傾き」から「起伏」という近接した状態に対し思考を働かせながら変換することが目的であるため、Ideas の問いに分類している。導関数を観察することで、元の関数の増減の様子を考える行為を促す目的がある。


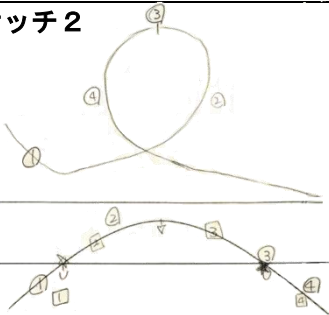
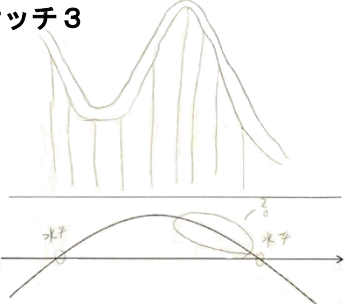
<p>問1. 下のグラフはジェットコースターの「傾き具合」をグラフにしたものである。このグラフを見て、ジェットコースターがどのような起伏をもったコースであるか記入してください。 (ICE Question Sheet「Ideas②」の問い)</p>	
<p>【生徒とのやり取り】 S4「プラスってあがっちゃうがよね。」 S7「そうそう。」 S4「下がって…ちょっと上がって…」 S7「くるくる回したら。」 T「一番最初は、傾きが。」 S3「マイナス。」 T「ということは、トロッコは。」 S3「落ちゆう。」</p>	<p>S3「上になる。上がりゆう。」 S2「あっ」 T「進むにしたがって傾きがどうなるの。」 S2「これが進むにしたがって…傾きが大きくなる。」 S3「小さくなる。ゼロになる。まっすぐになる。」 T「次は。」 S2「身振りです上を指す。」 S3「上になる。上がりゆう。」</p>

【結果と考察】

生徒は教員の問いかけに対し、既知である傾きの状態を返答している。思い思いにジェットコースターの起伏を考えたり、傾きのその時々の様子を表現しようとしたりする言葉が出始めた。考えが深まっていく中で、起伏が滑らかにつながる様子を隣同士でトロッコのイラストを使って実演しながら説明しようとする姿や、傾き具合が最大になった地点で進めなくなっている様子表現している姿などを見て取ることができた。

(ウ) 生徒の Ideas を共有する活動

問いによって引き出された気づきを、特徴のあったイラストを板書させることで共有する。Ideas③の問い「『傾き』という言葉を経学的な言葉で言い換えるとどのような言葉になりますか。」を用いて、「傾き」の数学的な定義を全体で確認した後、正しい起伏につなげるためのグループ学習の時間とする。机間指導では、問いかけることで更なる気づきを引き出したり、生徒の意見を聞き返したりしながら意見交換を活性化させ、生徒同士や教員との対話を通じて正しい起伏のスケッチにたどり着くことができるように促していく。

【板書させたスケッチ】	【生徒とのやり取り】
スケッチ 1 	T 「なぜこの絵になりましたか。」 S6 「ジェットコースターっていうのは徐々に上がっていき、一気に下がるときにジェットコースターがまっすぐになっていきなりそこからぐっと下がっていくのでその形にしました。」
スケッチ 2 	T 「なぜこの絵になりましたか。」 S3 「勘です。その図以外の図がどうしても書けなかった。納得いったのがその図なんです。なんか、この傾きプラスとかマイナスが全部いったような。わからんけど。」 T 「最初の傾きはマイナスなんだね。」 S3 「そうです。で、まっすぐになって、ずっと上がって(身振り)で傾きが上昇の様子を表現して頂上まで行っている、一番上で…傾きゼロ(頂上地点を指している)。」
スケッチ 3 	T 「なぜこの絵になりましたか。」 S1 「最初の傾きはマイナスで下り坂だった。だんだん上がって最初のときとかだんだん上がって、最後に急に、ちょうど上がったところで一気にダウンする。」

【結果と考察】

最初にイラストを板書させた時点では完全な正解にたどり着いていなかったが、自らの思考から生まれた図に対して楽しそうに説明してくれた。特にスケッチ 2 は図解の様子も丁寧で、自分で考えた記号等を用いながら、自らの思考を一生懸命に表現しようとしている。「区間」という言葉は使っていないが、同様の表現ができています。スケッチ 3 では、自ら描いた起伏の図に対して、説明できない部分を自ら指摘し、丸で囲むなど省察する姿が表れている。

Ideas③の問いかけでは、「傾き」の数学的な定義は理解できており、「傾き具合」のグラフのそれぞれの座標でのジェットコースターの状態も想像できている。現時点で全員が共通して理解できているところ、理解が曖昧なところを確認し、正しい起伏のスケッチにたどり着くこ

とを目標としてグループ学習の時間とした。

学び合いを観察していると、変化の割合が増加から減少に転じることと、変曲点でグラフが下に凸から上に凸に転じることが混同しており、そのままでは次の極値で整合性が保てないことは理解できているが、効果的な解決策が発見できない姿が見て取れた。生徒同士の意見交換だけでは「傾き」と「起伏」を滑らかにつなげられない部分があり、それはどのグループでも共通していた。生徒との対話を通じて、「傾き」と「起伏」を滑らかにつなげるための視覚的な支援が必要であることが分かり、図5のような連続した傾き具合の変化を提示したところ、傾きのつながりに納得がもて、全員が正しい起伏の図形をスケッチすることができた。



図5 生徒に提示したジェットコースター傾きの連続した変化の様子

(エ) 数学的な理解につなげる Connections の問い

問2では、問1で得られた起伏に対して、気付いたことを生徒の持つ語彙で表現させる。教員からの問いや生徒の協働的な学びを通して、微分との関係につなげる活動を引き出すことを目的としており、Connections の問いに分類している。

問2. 傾き具合のグラフと実際のコースの起伏との関係を見つけ、その理由を述べなさい。 (ICE Question Sheet「Connections②」の問い)	
S4 「傾き具合がマイナスだったら実際のコースでは下り坂です。理由はマイナスだったら右下がりだからです。」	S8 「微分です。」 S2 「関数。」 S3 「導関数です。」
S4 「傾き具合がプラスだったら実際のコースでは上り坂です。理由は同じですが、プラスだったら右上がりです。」	S2 「ああ、そういうことね。」 T 「微分とは何ですか。」 S7 「 x^2 を微分すると $2x$ になる。」
S6 「傾きのプラスが最大のときが実際のコースでは傾きが一番急である。」	T 「本当にそう習いましたか。微分とは何ですか。」
S2 「傾き具合がゼロに近づくほど実際のコースは緩やかになる。ゼロの線に対して平行な線を引くとその交点の傾き具合は同じ。」	S8 「接線の傾き。」 T 「理由の欄を数学的な言葉を使った表現に直してください。」
T 「ゼロに近づくとはどの場所のことですか。どこを見ましたか。」	S4 「導関数がマイナスだから、導関数というのは接線の傾きだから、右下がりである。」 S8 「微分すると接線の傾きがプラスだから右上がり。」
S2 「ここです。」	T 「実際のジェットコースターとその傾き具合を記録したグラフとの関係はどういった関係であるか気付けますか。」
T 「ここに近づいている線はどこ。」	S2 「微分でしょう。」
S2 「ここ。」	
T 「傾き具合の変化の様子を数学的な言葉に直してみましよう。」	

【結果と考察】

前半は、問いに対して中学校段階の数学用語での説明に終始していた生徒が、教員からの「数学的な言葉に直してみましよう」、「微分とは何ですか」といった Connections②の問いとして設定していた問いかけによって、変化の割合や、導関数、微分といった高校段階の数学用語での説明へと変化する様子や、短い文節の言葉から、なぜそうなるかといった根拠を伴った表現へと変化している様子も見取れる。ジェットコースターの起伏とその傾き具合の変化の間には微分が関係しているとの返答があることから、微分が単なる数値計算の道具でなく、物事の変化を捉えるための考え方であるという理解にたどり着けたと思われる。

「傾きのプラスが最大のときが実際のコースでは傾きが一番急である」や「傾き具合がゼロに近づくほど実際のコースは緩やかになる」といった意見は、変曲点や極値といった未習の知

識に対する発言である。授業の中で拾いきることができなかったが、ワークシートにも、微分法を学習する中で登場する概念や用語に通じる気付きが残されていた。講義型の授業ではこれらを説明しながら教えているが、生徒自ら気付いたことに価値付けをしながら学ぶことができれば、より興味や関心を保ちながら学ぶことができると考えられる。想定以上の生徒の気付きに対し、その場で評価することや、気付いたことから次の学びへ向かうことなども準備しておくべきであった。

授業終了後に一人の生徒から「元の形を微分すると、傾きの変化の様子になるのであれば、逆のことをするのが積分ということですか」との質問があった。本時は微分に対する学習の時間であったが、生徒は学習活動を振り返って、近接する積分に対して興味を抱き、次につなげようとする質問をした。この生徒の中にも、主体的な学びが生じていたことがうかがえる。

ウ 振り返りシートの分析・考察

振り返りシート（図6）には授業を通して生徒自身が学んだことや、授業の感想を記述させた。興味・関心では10名中8名の生徒が最高点の評価4であり、残りの2名も評価3であった。自由記述の欄の多くは授業内容の理解に関するものであったが、次のような意見もあった。

日付	授業の内容 (教科書の何ページ)	【分かったこと ・気付いたこと】	興味、関心……（ ） 理解度………（ ） 態度、やる気……（ ）
		【分からなかったこと】	【授業の感想】

図6 振り返りシート

- ・少し最初は頭の中が「？」になったけどじっくり考えてみると理解できたので、なるほど！って思えて良かったです。
- ・ジェットコースターの絵から傾き具合の変化の様子を示したものが「傾き具合」をグラフにしたもの。微分である。逆にしてあらわすと積分かなと思った。
- ・自分たちが習ってきたことが今回の答えだというのにびっくりしました。これからそんな問題が出てくると思うので復習していきたいです。

この意見ですべてを結論付けることはできないが、理解できたことへの驚きや喜び、学んだことを次の学びへ生かそうとする姿が見て取れる。本時の学習活動において、意識的に取り入れた「問い」が興味・関心を引き出し、積極的に考えることにつながった生徒がいたと言える。

5 成果と課題

(1) 成果

本研究の成果は、授業に ICE モデルの理論に基づいた「問い」を取り入れることで、生徒の興味・関心を引き出し、積極的に考える姿につながられるということを示せたことである。

学習内容が多く難解と考えられる高等学校の学習で、生徒の発言から思考の過程を見取り授業の展開を構成することは、アクティブ・ラーニングという言葉が出てくる以前には活発には行われてこなかった。それは生徒の気付きや発言を材料に授業を進めることは、教員にとって事前に予測が立てづらく、学習の進度や習得への危惧が大きくなるためかもしれない。しかし、学びを人生や社会の在り方と結び付けて考えることのできる良質な問いを教員が組み立てることで生徒の思考を促し、その中で生徒の気付きを授業に生かすことで授業での学びは豊かになる。適切な問いを通じて、生徒の既有知識を引き出し、別の知識につなげ、応用させる手段の一つとして ICE モデルが有効であることが分かった。

(2) 課題

ICEモデルの理論に基づき設定した「問い」によって、「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、見通しをも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」という主体的な学びの姿を目指す取組を行った。しかし、本検証授業の中で用いた問いで、主体的な学びの姿のすべてに結び付くという確証を得るには至っていない。

教科における本質目標を考えることは、教科の学習が生徒の将来にどのように関わるかといったキャリア教育の視点での教材研究だといえる。キャリア形成の方向性と関連付けられる授業について、単元や教科の枠組みにとらわれず、教科等横断的な視点からチームとしてカリキュラム・マネジメントに取り組んでいく必要がある。

また、それぞれの教科で積極的な思考を促す「問い」を用いた授業を実践することで、見通しをもって粘り強く取り組んだり、活動を振り返って次につなげたりする力を段階的に養っていくということについて、その効果を評価する手段も含めて研究を行うことが今後の課題である。

生徒に問いかけることで、授業の中に生徒の言葉が増えることは確認できた。しかし、生徒への問いがその時々で適切なものであるか、もっと良い問いかけはないかということについて、授業者は省察し考え続けなければならない。研究と実践を行き来しながら授業改善を行うことで、生徒の主体的な学びの質が高まり、ひいては多様な進路希望の実現につながると考える。

【参考・引用文献】

文部科学省(2018)：高等学校学習指導要領

文部科学省(2018)：高等学校学習指導要領解説 総則編

文部科学省(2018)：高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編

高知県教育委員会(2018)：高知県授業づくり Basic ガイドブックー高校授業編ー

高知県教育委員会(2019)：第2期高知県教育振興基本計画(第3次改訂版)

主体的な学び研究所(2019)：「主体的な学び 6号 特集 いま、なぜ教養教育が必要なのかを問う」、東信堂

Sue Fostaty Yung・Robert J. Wilson(2013)：「主体的学び」につなげる評価と学習方法ーカナダで実践される ICE モデルー、東信堂

沢井陽介(2017)：授業の見方「主体的・対話的で深い学び」の授業改善、東洋館出版社

田村学(2017)：カリキュラム・マネジメント入門、東洋館出版社

柘麿昭孝(2017)：ICE モデルで拓く主体的な学びー成長を促すフレームワークの実践ー、東信堂

奈須正裕(2017)：「資質・能力」と学びのメカニズム、東洋館出版社

原田信之(2018)：カリキュラム・マネジメントと授業の質保証ー各国の事例の比較からー、北大路書房

西村知子・上村辰彦(2018)：高等学校における多様な進路希望の実現に関する研究ー数学の基礎学力の定着と向上を目指した学力定着把握検査の活用ー、平成29年度高知県教育センター研究紀要、pp38-47

中越啓介・上村辰彦(2019)：高等学校における多様な進路希望の実現に関する研究ー「学びに向かう力・人間性等」の育成を目指した授業改善の方策ー、平成30年度高知県教育センター研究紀要、pp18-29