

理 数

1 数学的分野の課題研究における学習指導

(1) 課題設定と学習指導の在り方

課題研究は、「探求的な態度と創造的な能力の育成」を図ることを目標として「理数数学探求」で必ず扱うこととしている。

課題の設定に当たっては、指導する教師の興味・関心から生徒にとって必要以上に高度な内容を避け、生徒の実態に応じた内容を設定し、生徒自らが考えて研究の過程を経験できることが大切である。

また、生徒の探求の過程などを評価するとともに、それぞれの活動段階で適切な指導や問題提起・助言をすることも大切である。

(2) 数学的実験における課題例

ア 「周の長さが一定である平面図形で、面積が最大となるものを調べる。」

まず、三角形及び長方形などの簡単な図形について考察する。その際、表計算ソフトウェアなどを活用した実験を行う。この場合、角の大きさや辺の長さなどに関していろいろな仮説を立て、面積が最大であるのは正三角形、正方形であると予想を立て、証明する。

さらに、一般の四角形、五角形、六角形の場合について調べる。最終的には、周の長さが一定である n 角形で面積が最大となるものは正 n 角形であることを予想する。発展的に、円の面積と円周の関係にまで言及してもよい。

イ 「 n を自然数とする。有理数 $\frac{1}{n}$ を小数で表現するとき、 n がどんな数のとき有限小数となるか。また、無限小数となる場合、その循環節の最小周期（循環節の最小の長さ）は分母とどのような関係にあるのかを探求する。」

まず、分母 n を 1 から 100 まで変化させ、各々の場合について最小周期と循環節が始まる小数位を求める。

このために、自然数 n の逆数の小数展開が循環小数又は有限小数となることから、最小周期を $p(n)$ として、 $p(n)$ と循環小数の場合には開始小数位を求める課題を、コンピュータを利用して求める。

この結果を表にまとめ、表から様々な数学的性質を見だし仮説を立てさせる。そして、生徒が発見する数学的性質を、生徒に証明させる。

<最小周期を求めるプログラム例>

(mathematica)

```
100 DIM R(1000)
```

```
110 INPUT "イクツマデ"; Z
```

```
120 FOR K=1 TO Z
```

```
130   I=1
```

```
140   R(1)=1
```

```
150   WHILE 1
```

```
160     I=I+1
```

```
170     R(I)=R(I-1)*10 MOD K
```

```
180     IF R(I)=0 THEN P=0 : GOTO 230
```

```
190     FOR J=1 TO I-1
```

```
200       IF R(J)=R(I) THEN P=I-J : GOTO 230
```

```
210     NEXT J
```

```
220   WEND
```

```
230   PRINT "P(;"K;")=";P;
```

```
240   IF K MOD 5=0 THEN PRINT
```

```
250 NEXT K
```

2 理的分野の課題研究における学習指導案の作成

(1) 学習指導案の作成

課題研究では、個人やグループなどで特定の自然の事象に関する研究や自然環境についての調査、既習内容を発展させた実験に関する研究などの中から適当な課題を設定して、適切な時期に研究を行い、総合的な考察に留意して創意ある研究報告書を作成させるとともに発表の機会を設ける必要がある。

なお、研究に当たっては、仮説の設定、実験の計画や実施、データの処理、推論など科学的に探究する方法を習得させ、問題解決の能力を育成することが大切である。

(2) 課題研究の課題例

課題研究の課題例として、次のようなものが考えられる。これらはあくまでも例示であり、生徒と学校の実態に応じて創意ある取組が望まれる。

科目	中項目名	課題研究の課題例
理 数 物 理	ア 特定の物理的事象に関する研究	「(1) 波」に関するもの ・オシロスコープによる音波の波形観察 ・うなりのオシロスコープによる観察とコンピュータシミュレーション ・回折格子の製作とそれによる回折像の観察 ・偏光の基本実験
		「(2) 力と運動」に関するもの ・重力加速度の測定 ・摩擦係数の測定 ・単振り子、ばね振り子の実験
		「(3) 熱とエネルギー」に関するもの ・熱の仕事容量の測定 ・ボイルの法則、シャルルの法則の検証実験 ・熱気球の製作とその原理
		「(4) 電気と磁気」に関するもの ・コンデンサーの充放電の実験 ・電気抵抗の温度変化や抵抗率の測定 ・モーターの製作やリニアモーターの仕組みなど
		「(5) 物質と原子」に関するもの ・高温超伝導体の製作や性質 ・オシロスコープの原理とリサーチ図形などの観察
		「(6) 原子と原子核」に関するもの ・光電効果の実験 ・霧箱による放射線の観察 ・GM計数管による放射線の計数実験
		「その他」 ・コンピュータによる物理現象のシミュレーション ・日常生活に関係した事象や物理現象についての探究的な研究、例えば、蛍光灯の仕組みと実験、冷蔵庫、電子レンジ、積算電力計、エンジン、モーターなど身近に使われているものの原理
	イ 物理学を発展させた実験に関する研究 ・歴史的実験手法の追試 例えは、ガリレオの斜面上の実験など ・物理的な概念の変遷と発展についての調査、例えば、光の本性、光速の測定、熱学の成立、エネルギー保存則、永久機関、電磁気学の発展、単位系など	
理 数 地 学	ア 特定の地学的事象に関する研究	「天体」に関するもの ・太陽黒点の観測から太陽の自転周期を調べる ・木星の衛星の観測からケプラーの法則を導く ・流星群を観測し、塵の空間分布を推定する ・月面の天体写真からクレーターの大きさ、高さ、成因などを調べる
		「気象」に関するもの ・地上風と上空の風との間にどのような関係があるか調べる ・気象衛星写真、地上天気図、高層天気図などから天気変化の規則性を探る ・気温、湿度の垂直分布、平面分布と地域の気象との関連を調べる それらを継続することにより季節の変化との関連を調べる ・校舎内及び校庭で風向・風力を同時観測し建物との関連を調べる
		「火山・地震」に関するもの ・ランドサット画像から活断層を調べ地震活動との関連を探る ・過去の地震について資料から調べる ・火山灰層を調べ火山灰の噴出源や噴火の様子を探る
		「地質・地史」に関するもの ・地域の岩石のプレパラートを作成し偏光顕微鏡によって調べる ・崩、礫石、建造物等に用いられている岩石の種類を調べ原産地を探る ・学校建設時のボーリング資料を用いて地史を推定する ・化石（ケイソウ、花粉、アンモナイト、フズリナなど）から古環境を推定する ・サンゴ礁石灰岩などの存在を地質図で調べ当時の気候を考察する ・地層中のリップルマーク等の堆積構造から古環境を復元する ・重力異常図を用いて地下の地質構造を推定する ・ラドンの放射線量から地下にある断層等の推定を行う
	イ 自然環境についての調査 ・霧の観測とその発生条件を調べる ・地域の自然災害の変遷とその原因を調べる ・河原の礫、砂を調べ流域の地質との関係を調べる ・湧水地点の湧水量を継続的に調べ降雨及び季節との関係について考察する ・市街地と郊外の気温、湿度、気圧を多数の地点で同時観測し平面分布図を作るとともに、この観測を時間帯を変え定期的に行い結果について考察する ・建物の地盤沈下による抜けあがり調べ地下の地質との関連を考察する ・過去の地震で液状化した地域の地下試料を調べ液状化の原因を探る	