

## 1. 2. 4 理科

岡田 仁・宮崎 達朗・高田 太樹

### 2. 4. 1 研究主題

思考し、表現する場면을重視したカリキュラムの開発と実践  
～科学的な思考を促す課題提示の工夫～

### 2. 4. 2 研究主題について

#### (1)理科における「主体的・対話的で深い学び」について

中央教育審議会教育課程部会理科ワーキンググループにおいて、「理科におけるアクティブ・ラーニングの3つの視点からの不断の授業改善について」の審議がなされ（平成28年5月25日）、「深い学び」について以下のように示された。

自然の事物・現象について、理科における見方・考え方をを用いて、探究の過程を通して学ぶことにより、資質・能力を獲得するとともに、見方・考え方も成長する。さらに獲得した資質・能力や成長した見方・考え方を次の学習や日常生活など（問題発見・解決）に活用することによって、「深い学び」につながる。なお、「深い学び」のためには、「対話的な学び」や「主体的な学び」が重要である。

例えば、観察・実験などの学習の過程を振り返って変容を自覚したり表現したりする学習場面を必要に応じて設けることなど。

平成28年12月21日に行われた中央教育審議会において出された次期学習指導要領の答申では、「主体的・対話的で深い学び」という教師の不断の授業改善における「目標とする子どもの学びの姿」が示された。そこには以下のように「深い学びの姿」が示された。

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、思いや考えをもと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。

これらのことにより、「深い学び」の実現のためには、理科における「見方・考え方」を教師が的確に捉え、主体的・対話的な授業を構築していくことが必要であると考えられる。

同答申では、理科の見方・考え方について、次のようにまとめられている。

「理科の見方・考え方」については、自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること。

この「見方・考え方」を働かせる場面を設定し、それを自ら使っていることを意識させる学習の実現を図1のように設定する。

## 理科における見方・考え方

自然の事物・現象を科学的な視点で捉え、科学的に探究する方法を用いて考える。

## 授業改善の視点

生徒自身が見通しをもって学びに入り、  
自己の学習状況を振り返り修正していく環境  
を教師がつくる。

教師の計画的な授業展開

主体的な学び

- ・問題を見いだす（問題意識）
- ・実験計画の立案（知識・技能の活用）
- ・探究の過程を振り返る（メタ認知）

教師の対話への介入

対話的な学び

- ・他者との問題意識の共有
- ・他者の意見の改善点の提案（批判的思考）

## 資質・能力

（理科を通して身につける汎用的な力）

- 「知識及び技能」
- 「思考力・判断力・表現力等」
- 「学びに向かう力・人間性等」

理科における「見方・考え方」  
を働かせた学び

図1 「見方・考え方」を働かせる場面を設定し、それを自ら使っていることを意識させる学習の実現

## (2)理科が育てる「21世紀型能力」について

1. 自らすすんで課題に取り組む主体性、ひとりよがりにならず、多くの客観的なデータを集め、広く他者と関わる協調性、情報や意見を交換しながら考えようとする客観性をそなえている。
2. 自然界や日常生活、社会と関連付けられた基本的な知識・技能を身につけている。
3. 課題に対して、客観的な事実をもとに思考し、表現する力を身につけている。

本校の今までの研究において、理科で育てたい人物像を以下のように設定してきた。

これらは、次期学習指導要領において育成すべき資質・能力に通じている。よって、本校が理科で育てる「21世紀型能力」を図2のように示す。

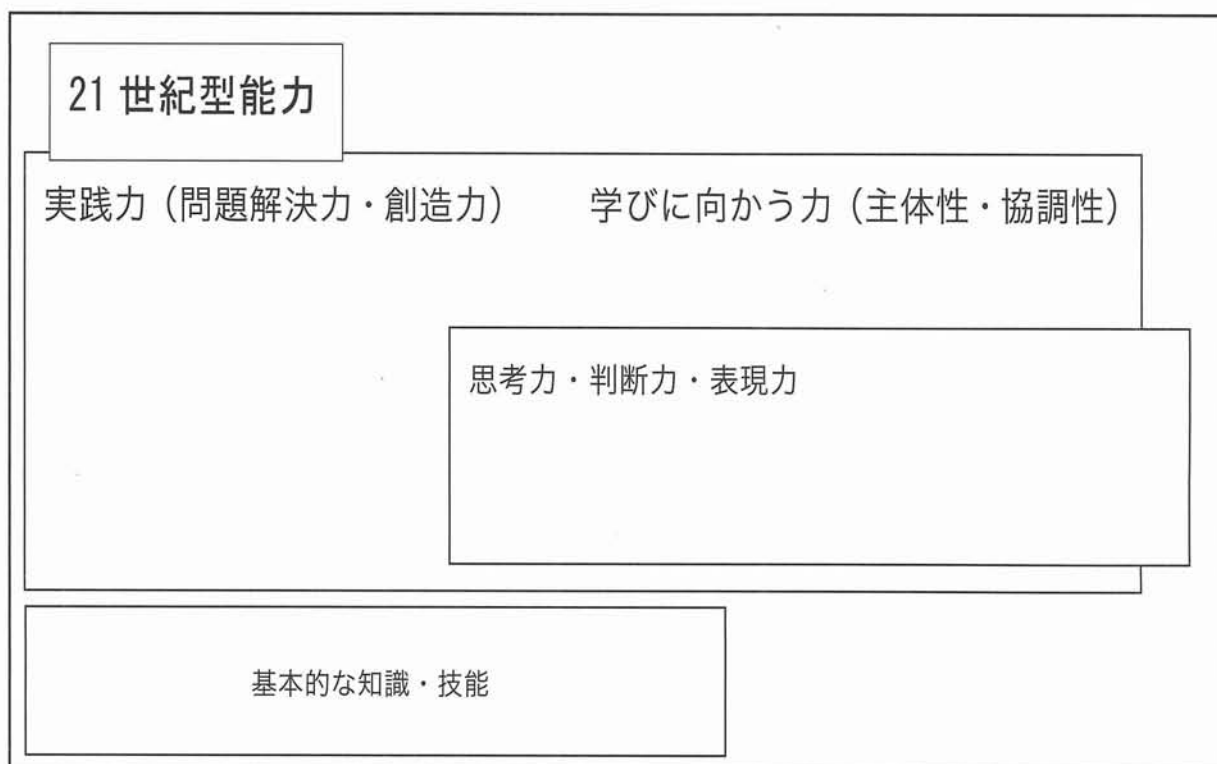


図2 理科で育てる「21世紀型能力」

## (3)深い学びの実現のための課題提示

個々の授業において、学んだことを活かして考えさせる場面を設定するにあたっては、課題の内容、方法、タイミングが授業の成否を分けるといってもよい。課題を設定する際の留意点として、以下の4つをあげる。

1. 解決しようとする課題が明確か。
2. 生徒が必要な知識・技能や生活経験を備えているか。
3. 生徒の興味を喚気させる課題になっているか。
4. 課題を解決する過程が、知識の体系化や概念の形成に寄与するか。

必ずしも4つのポイントを同時に満たす必要はないが、こうした点を留意することで、生徒が課題に対して主体的に取り組むことができると考える。

## 2. 4. 3 本校理科のカリキュラムの構造

理科と理科に関わるカリキュラムとは、大きく「基本学習」と「総合学習」に分けられる。

「基本学習」のうち、学習指導要領に基づくものを特に「基本的な学習」としており、一般的な教科の授業に相当する。また、学んだことを発展深化させる学習を可能な限り設定している。特に、単元で学んだことを総合して活用して探究する活動を「教科拡充の学習」としている。「基本的な学習」と「教科拡充の学習」を合わせて「基本学習」とする。

一方、「総合学習」は合科的・総合的な学習であり、「テーマ研究」を指す。「テーマ研究」は「総合的な学習の時間」に位置付けられた学習である。生徒は興味をもった講座を選択し、横断的・総合的な学習や探究的な学習を行う。特に理科に関連する講座としては、生物と環境についてより深く探究する『生物と環境』や、横断的・総合的にものをとらえ、理論と実践を活かしながらものづくりに取り組む『科学とものづくり』などがある。

## 2. 4. 4 今年度の実践

### 2. 4. 4. 1 生徒自らが実験を計画することによる思考力の育成

#### 1. 1 基本情報

- ・日 時：2018年6月17日（土）
- ・場 所：東京学芸大学附属世田谷中学校 第2理科室
- ・学 年：第2学年D組 39名（男子20名 女子19名）
- ・授業者：高田 太樹

#### 1. 2 単元名

「いろいろな化学変化（酸素をうばう化学変化－還元）」

#### 1. 3 単元について

中学校でよく行われている酸化還元反応といえば、酸化銅と炭素の混合物を加熱して単体の銅を取り出す実験である。本稿では、酸化銅と炭素の反応を通して得られた酸化還元に関する知識理解を活かした授業の展開を提案する。単元計画を以下のように示す。

単元計画（酸化還元：全3時間）

##### ① 酸化銅と炭素による酸化還元反応

☆酸素との結びつき方の違いから、銅から炭素へ酸素原子が移動したことを理解させる。

##### ② 二酸化炭素とマグネシウムの酸化還元反応

酸化銅と水素の酸化還元反応

☆①の実験と関連づけ、銅・炭素・マグネシウム・水素それぞれの酸素との結びつきの強さを考察させる。

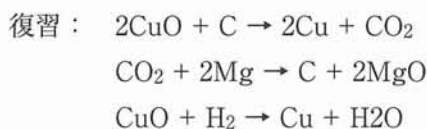
##### ③ 酸化還元反応を予想し、検証するための実験計画（本時）

☆前時までの実験結果から、水素とマグネシウムのどちらが酸素と結びつき易いかを考える。

## 1. 4 指導案

上記の②の二酸化炭素とマグネシウムの実験は、二酸化炭素中で起こる燃焼反応としても興味深い  
が、気体である二酸化炭素が化学式通りに炭素と酸素からできていることを確認できることでも、大  
変意義がある実験である。

上記実験①②で行われた酸化還元反応を化学反応式で確認することから、③の授業が始まる。



【O（酸素）との結びつき易さ】



ここで、電子掲示板から質問の投稿があった（という設定）。（写真①）

**SECHU ! 知恵袋**

MAG\_NE\_SIUM さん 2017/6/16 07:30:00

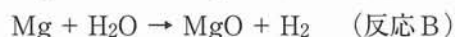
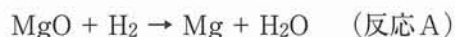
私はマグネシウムと言います。自分で言うのもなんですが、  
酸素からとても好かれています。  
そんな私の前に水素が現れました。水素は、  
「酸素と一番相性がいいのはオレだ」と言い張ります。  
どうかお願いします。酸素は、水素よりも自分（マグネシウム）  
のことが好きであることを証明していただけませんか。

写真① 電子掲示板に投稿があった。という設定。

復習事項からだけでは、マグネシウムと水素のどちらが酸素との結びつきが強いかは判断できない  
ことに気付く。

そこでまず、どのような化学反応が起こればよいか、ワークシートへ記入する。個人で予想した結  
果を班内発表し、意見交換を行う。

【予想される生徒の意見】



写真② 実験計画をクラスで共有

生徒から出される予想は、上記の2つに分かれる。そこで、「課題における皆さんの予想を確かめ  
るためには、どのような実験を行えばよいか。」と問う。

班毎にホワイトボードを配布し、実験計画をたてさせる。【準備】→【方法】→【予想される結果】

クラス内で実験計画を共有（写真②）し、計画や安全性に不備がないかを確認し、必要に応じて再  
検討を求める。

【予想される実験計画】

- ・水素が入った試験管の中に酸化マグネシウムを入れ、金属マグネシウムの光沢が戻り、試験管内が曇るかどうかを確かめる。(実験A)
- ・点火したマグネシウムを水蒸気内(水中)に入れ、酸化マグネシウムができるかどうか確かめる。(実験B)



写真③ 水蒸気中で反応するマグネシウム

実際に実験を行うと、実験Aは何も変化が生じず、実験Bではマグネシウムが水蒸気中で爆発的に反応することが確認できる。(写真③)

数人の生徒は、実験計画の段階で、実験Bのやり方では、生じる気体が水素であることを確かめられないことに気付く。そこで、以下の演示実験を行う。

- ①試験管に水を含ませた脱脂綿とマグネシウムリボンを入れる。
- ②①の試験管の脱脂綿部分を加熱して、試験管内を水蒸気で満たす。
- ③①の試験管のマグネシウムリボン部分を加熱・点火させる。
- ④①の試験管から生じる気体を水上置換法で集める。
- ⑤集めた気体が入った試験管の口にマッチの火を近づけ、水素が生じたことを確認する。また、水蒸気中でマグネシウムリボンが燃焼し、白い物質が残ったことも確認する。

これら実験結果をもとに、生徒一人ひとりがレポート(課題への投稿)を作成する。以下に生徒の記入例を示す。

実験⑦

1. 試験管の空気を排し、本装置で蒸気  
2. 試験管の脱脂綿部分に点火し、燃焼  
3. 試験管のマグネシウムリボン部分を加熱・点火させる  
4. 試験管から生じる気体を水上置換法で集める  
5. 集めた気体が入った試験管の口にマッチの火を近づけ、水素が生じたことを確認する。また、水蒸気中でマグネシウムリボンが燃焼し、白い物質が残ったことも確認する。

結果  
試験管の口には白い物質が残った。→ 酸化マグネシウムが生じたことを示している。  
試験管の口から火を近づけると燃焼し、水素が生じたことを示している。  
化学反応式  
$$\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2$$
  
酸化

おと、酸化係に反応しているのはマグネシウムです。

実験⑦

1. 水を入れた試験管を水蒸気中で加熱して反応させる。
2. 反応した物質と気体を確かめる。

結果  
- 反応物質 -  
・水蒸気中で加熱して、最終的に白い物質が残りました。  
↳ マグネシウムの反応から、酸化マグネシウムが生じたことを示しています。  
- 発生した気体 -  
・マグネシウムの燃焼から発生した気体を水上置換法で回収し、口に火を近づけたところ、燃焼音が聞こえ、水素が生じたことを示しています。  
↳ 水素が生じたことを示しています。

化学式  
$$\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2$$

結果からわかること  
・反応した物質は酸化マグネシウム(白色)であり、水素(燃焼音)が生じたことを示しています。  
・反応は酸化還元反応であり、酸化剤は水、還元剤はマグネシウムです。

どちらの回答例も、事前に予想した化学反応式と実験結果とを比較し、酸素の移動をわかりやすく伝えている。

## 2. 4. 4. 2 運動の観察、実験を通した重さと質量の概念の分離

### 2. 1 基本情報

日 時：平成29年6月17日（土） 13：00～13：50

場 所：東京学芸大学附属世田谷中学校 第1理科室

生 徒：3年A組40名（男子20名 女子20名）

授業者：宮崎達朗

### 2. 2 単元名 運動の規則性

### 2. 3 単元の目標

- 物体に働く2力についての実験を行い、力がつり合うときの条件を見いだすこと。また、力の合成と分解についての実験を行い、合力や分力の規則性を理解させる。
- 物体に働く力の合力がゼロでない場合およびゼロの場合の運動についての観察、実験を行い、前者では運動の向きや速さが変わることを、後者では等速直線運動をすることを見いださせる。

### 2. 4 単元の評価規準

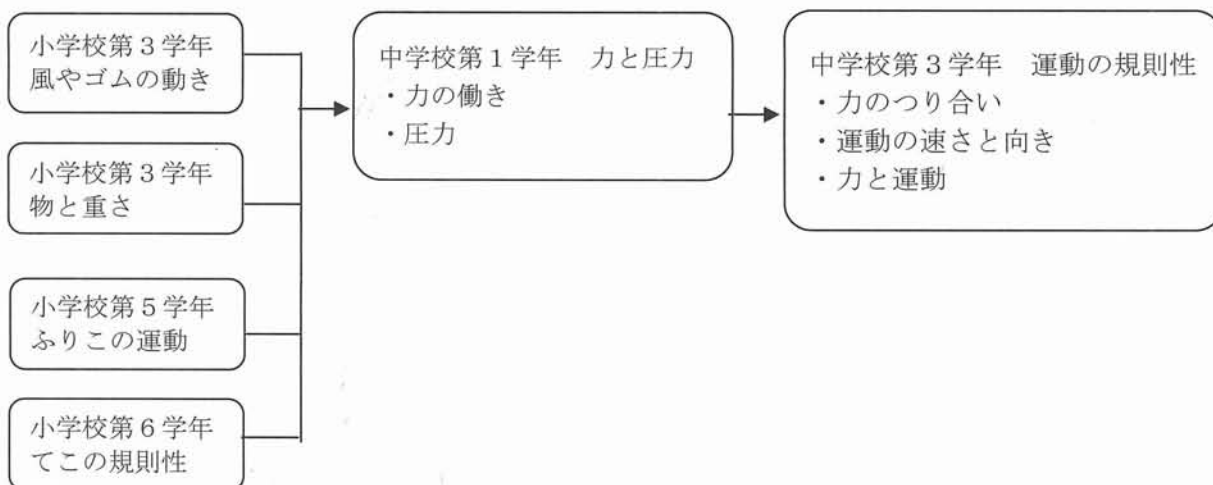
ア. 自然事象への関心・意欲・態度	イ. 科学的思考	ウ. 観察・実験の技能	エ. 自然事象についての知識・理解
<ul style="list-style-type: none"><li>・1つの物体にいくつかの力がはたらく場合に興味をもち、どのようになるか調べようとする。</li><li>・物体の運動のようすに興味をもち、進んで調べたり、考えようとする。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・角度をもつてはたらく2力とその合力の関係をみいだすことができる。</li><li>・斜面上の物体にはたらく重力を、斜面に垂直な方向と平行な方向に分解して考察することができる。</li><li>・記録テープから、物体の運動のようすを考察することができる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・ばねばかりなどを使って合力もとの2力の関係を調べることができる。</li><li>・記録タイマーなどを使って、物体の運動の様子を調べることができる。</li><li>・2つの物体間にはたらく力を考察することができる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・力の合成や合力の意味、合力の求め方を理解する。</li><li>・力の分解や分力、分力の求め方を理解する。</li><li>・物体の速さについて理解する。</li><li>・力がはたらき続けるときの物体の運動について理解する。</li><li>・物体に力がはたらかないときの運動について理解する。</li><li>・作用反作用の法則について理解する。</li></ul>

### 2. 5 単元について

#### ①本単元について

広く知られているように、生徒は、物理を学習する前から経験に基づいた運動の概念を獲得してきている。それら運動の素朴概念は物理法則と整合しない場合が多く、力学を教える際の隠れた障害となっている。これらは、修正するのが非常に難しく、中学理科で一度“学んだ”としても、その後の日常生活を送る中で“完璧に復活”してしまうことも指摘されている。本学附属高校の生徒でさえ授業中のやり取りの中で「自分が思うように答えればよいですか？それとも正解を答えればよいですか？」などとのたまうと聞いている。学習指導要領では、この単元の主なねらいを「運動の観察、実験を行い、物体に働く力と物体の運動のようすについての規則性を見ださせること」としているが、こうした状況をふまえ、生徒の認識の把握とそれを揺さぶる工夫に重点をおいた指導が求められる。その際、摩擦などの“ノイズ”を完全に排除することができない以上、観察、実験やその結果をもとにした生徒どうしの話し合いだけで克服できるものではない。要所での教師による説明も不可欠である。また、指導要領では第一学年で「質量と重さの違いについてもふれること」としているが、「質量は場所によって変わることはない物質そのものの量で、てんびんで測定することができる量であり、重さは物体に働く重力の大きさで、ばねばかりなどで測定することができる量である。そして、おもりの質量が大きくなるとおもりにはたらく重力が大きくなる」という説明で腑に落ちる生徒は少ない。質量と重さを混同していたら非常に困る状況に出くわさない限り、これらの概念の分離は極めて難しい。動力学は、その絶好の機会ではないか？ 一步踏み込んで、力の大きさ以外にも運動のようすの変化に影響を与える量があり、しかもそれは重さとは全く別モノであることが実感できる場面を用意しておきたいと考えている。

## ②単元の系統性



## 2. 6 単元の指導計画 (全16時間)

- 第1、2時 …… 1年次の復習、バネの性質
- 第3～7時 …… 力の平行四辺形の法則
- 第8時 …… 摩擦力の性質
- 第9時 …… 一定の大きさの力を受ける物体の運動 記録タイマーの使い方
- 第10、11時 …… 慣性の法則
- 第12、13時 …… 力と運動の関係 (自由落下、斜面上の運動など)
- 第14時 …… 質量と運動の関係 (重さと質量の違い)
- 第15、16時 …… 作用反作用の法則

## 2. 7 本時の指導 (14/16)

### ①本時の目標

- ・摩擦がない状況では、理屈どおり、モノにわずかな力を加えただけで動き出すが、その動き方には差があり、それを決めるのは重さではなく質量であることを見いだせること。
- ・既習の「物体は質量に比例した重力を受けている」ことと、「質量は慣性の大きさを表す量でもある」ことを理解し、それらをむすびつけて、モノが同時に落下することを説明できること。

### ②展開

最終頁参照

## 2. 8 評価<方法>

### 【関心意欲態度】

- ・摩擦が極端に小さい状況下での現象に興味をもち、進んで考えようとする。 <行動観察>

### 【科学的思考】

- ・摩擦を極端に小さい場合、モノは重さに依らずわずかな力を加えただけでただちに動き出すこと、しかし、その動き出し方には差があり、それを決めるのは重さとは別の量であることを見いだすことができる。 <ワークシート1>
- ・「モノは質量 (物質そのものの量) に比例した重力を受けている」ことと、「質量は慣性の大きさを表す量でもある」ことをむすびつけて、モノが同時に落下することを説明できる。 <ワークシート2>



### 【観察実験の技能】

- ・定力装置を使って台車に力を加えて運動を調べる実験を安全に正しく行うことができる  
＜行動観察＞

### 【知識理解】

- ・モノは、質量に比例した重力を受けていることを理解している＜ワークシート2＞
- ・質量は場所によってかわらないモノに固有の慣性の大小を表す量でもあることを理解している  
＜ワークシート2＞

## 2. 9 本時の授業実践の視点

動力学の授業に臨む授業者の願いのひとつに、「摩擦にあふれる地上の世界にしながら、力という目に見えないはたらきを、速さそのものではなく速さの変化と、重さではなく質量と結びつけたニュートンの偉大さに少しでも触れさせたい。」というものがある。これまでの日常経験（しかもそこでは重さと質量を区別しなくても困ることのなかった）で形成され互いに絡まりあっている強固な素朴概念をひとつひとつ解きほぐしていく過程で、力学的なものの見方を養わせたい。

まず、重いモノを押しても動き出さないとき、あたかもモノがその重さで踏ん張って抵抗しているように見えることから始める。本来、モノが水平方向に動き出すかどうかは、水平方向の力のつりあいが破れるかどうかで決まり、鉛直方向の力は無関係のはずだが、まことにややこしいことに静止摩擦力に関しては、その最大値に重力の効果が内包されている。このため、重いモノほど動き出しにくいという強固な認識が出来上がっている。また、「力のつりあいの条件」を武器に摩擦力の存在に気づいた後でも、「ならば摩擦ゼロであれば、どんなに重いモノも僅かな力を加えただけでただちに動き出すはずだ」と自信をもって言える生徒は少ない。実際この問いかけをすると、あの何の意外性もない、有り難みもわかりにくい2力のつりあいの条件を心底納得して使いこなせているわけではないことがわかる。そこで、実際に、摩擦を極端に減らした状況では重い物体がほんの僅かな力を加えただけで、動き始める様を見せ、モノは動き出すことに少しも抵抗していない（静止し続けようとしているわけではない）ことに気づかせる必要がある。

次に、摩擦の影響が比較的少ない運動の例として台車を用い、台車1台と台車2台を重ねたものに同じ大きさの力を加えると、同じ距離を進むのにどちらが余計に時間がかかるか、と問う。当然、「どんな重いものでもわずかな力で動き出す」ことを“額面通り”に受けとめた生徒は、「同時」と予想することになる。生徒はもともと重いモノは動かすのみにくいと考えているわけだから、本来この問いに対しては前者の方が早いと答えるはずであり、“余計なこと”を教えたばかりにかえって誤答が増えるという悩ましい状況を生むことになるが、避けて通れないステップであると考えている。この段階では、生徒にとって「どんな物体もすぐに動き出すこと」は「その動き方も同じであること」を意味している。重さの影響がないことがわかった水平方向の動き出しでも2台重ねの台車の方がノロノロしている結果を見てはじめて、重さとは別の、物体の加速に影響を与える量があることに気付くことができる。台車の車輪に秘密があるのでは？と気が散る生徒（鋭い！）も少なくないので、「無重量状態でボーリング球とテニスボールを同じゴムひもで引っ張ったときの運動」の映像も見せておきたい。無重量状態ではあらゆるモノがホコリのようなフワフワした状態になっていると考える生徒が少なくないので、実際に映像でボーリング球が非常にゆっくりと、しかし確実に！動き出すようすを見ると、地上で“重かった”物体は、重さゼロの世界に行ってもなお“動かすのみにくい（でも素直に動き始める）”という認識をより強固にすることができる。と考える。

最後に、ぜひ「すべてのモノは同時に落下する」現象を扱ってみたい。事前のアンケートによると、ほとんどの生徒はこのことを知識として“知って”いる。斜面上の運動・自由落下の授業でも演示

実験として見せてある。しかし、理由を答えられる生徒はまずいない。加速を促す力のはたらきだけに目がいき、それを鈍らせる量としての質量の効果に気づかない限りこの謎は解けないので、重いモノほど地球から大きな力で引かれているにも関わらず、軽いモノと同じように動くことへの疑問は長年温められていたはずである。質量のもうひとつの側面を学習したいま、ようやくこの謎解きに挑戦できる。これらの学習を通じて、これまで重さと区別する必然性もあまり感じたことがなく、漠然としていた質量という量が急にいきいきとしてくるのではないかと期待している。

追記. 生徒は、1年次に3時間をかけて一直線上の2力のつりあいについて学習している。その進め方は下記の通りであった。まずは力を可視化する道具としてバネを導入し、実験を通じてフックの法則を見いださせる。その際、「ばねはかりの読みが□Nである」という事実が意味することとして、「ばねが□Nで引かれている」ということに加えて「ばねを引いているものがばねから□Nで引かれている」ことも理解させた、フックの法則の実験では「ばねが受ける力」を問題としているため、ばねにつるされた「物体がばねから受ける力」を考えなければならぬ状況に遭遇したときに確実に戸惑うことになるからである。初期段階で重要なのは、ばねが受ける力ではなく、バネの伸びから物体がばねから受けている力の大きさがわかることであると考える。もちろん、作用反作用の法則には言及できないので、手でばねはかりを引くと手応えを感じる、2つのばねはかりで引き合った際、ともにその読みが等しくなることを示すにとどめた。同様に、「台はかりの読みが□Nである」という事実が意味することとして、「体重計（台はかり）が□Nで押されている」ということに加えて「体重計（台はかり）に乗ったモノが体重計（台はかり）から□Nで押されている」ことも理解させた。こちらも、初期段階で重要なのは、はかりが受ける力ではなく、体重計（台はかり）の読みから、その上に乗った物体が体重計（台はかり）から受けている力の大きさがわかることである。つまり「体重計（台はかり）は その上に乗ったモノが受ける“垂直抗力計”である」という視点をもたせておいた。以上をもとに、「体重計の乗った人が天井からつりさげられたバネはかりを引っ張った場合の体重計の読みの変化」「体重計に乗った人が机上の台はかりを押した場合の体重計の読みの変化」などを予想させ、実験した。生徒は、力を矢印で表すことの合理性、つり合いの条件で現象を眺めることの有用性をそれなりに感じてくれたようである。

## 2. 10 指導案

### 本時の展開

主な学習活動と予想される生徒の反応	指導上の留意点等
<p>○前時のつづき 「どんなに重いモノでも摩擦を極端に減らした状況では、水平方向にほんのわずかな力を加えただけでただちに動き出すのか？」 演示実験・映像で確認する。</p> <p>・演示実験 エアートラックの滑走台上の物体を動き出させるのにほとんど力を要しないようす</p> <p>・映像 ドライアイスを机上で動き出させるのにほとんど力を要しないようす</p> <p>ワークシート1配布</p>	<p>・事前の調査によると。多くの生徒が。理屈の上ではそうなるはずだが、直感的には受け入れがたいと考えている。</p> <p>・「物体は力に抵抗し、静止を続けようとしているわけではない」ことを再度強調する。</p> <p>・コロを使った演示実験（や映像）も複数用意してあるが、コロの仕組み自体が気になってしまう生徒がいるので本時は扱わない。</p>
<p>課題1 「力学台車1台と力学台車を2台重ねにしたものをそれぞれA、Bとし、それを同じ力で引っ張る。A、Bの動き方に違いは生じるか？」</p>	

<p>○各自、予想とその根拠をワークシートに記入する ○何人かに発表してもらう</p> <p>&lt;予想される生徒の反応&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・摩擦がないので、どちらも動き出させるのにほとんど力を加える必要がない。これを同じ力で引いたらどちらも同じように動く。</li> <li>・一定の大きさの力を受け続ける運動なので、斜面を下る台車や自由落下と同じようにどれも同じように動く。</li> <li>・Bの方が重いので床から大きな摩擦力を受けることになるので、遅くなる。(←摩擦はほとんどムシできると言っているのに！)</li> <li>・同じ力ではAの方が動き出してから最高速度に達するまでの時間が短くて済むからAの方がはやい。</li> <li>・重いものほど動かしにくいのでBの方が遅くなる。</li> <li>・(以前の授業で)台車の重さは同じで引く力を大きくしたとき、引く力が大きい方が速く進んだ。今回は引く力は同じで、台車の重さが変化するので、重いBの方が今度は引きにくくなるので遅くなる。</li> <li>・"台車1台あたり"が受ける力はBはAの半分なのでBの方が遅くなる。</li> <li>・(以前の授業で)斜面を下る運動では、AとBが同じように運動した。このときに進行方向に受けていた力はBがAの2倍。今回は、A、Bともに同じ大きさの力を受けるのでBの方が遅くなる。</li> <li>・一度動き出すと、重い方が勢いがついて止まりにくいので、Bの方が速く動く。</li> </ul> <p>○班実験で結果を確認する。</p> <p>□発問 「先の台車A、Bを同時にゴールさせるためには、どの条件を変えればよいか？」</p> <p>○教師による説明 ・映像 無重量状態で同じ大きさの力を受けたボーリング球とテニスボールの運動のようすの違い</p> <p>モノには、どこにいても(無重量状態ですら)失われぬ"速さの変えにくさ"すなわち"慣性"が備わっている。これは"力に対する鈍感さ"ともいえる。実は、中1で学習している質量はモノそのものの量だけでなく、慣性の大きさを表す量でもある。モノが加速されるのは他のモノから受ける力だけによるが、この実験からわかる通り、どのくらい加速されるかは、力だけでは決まらず、モノそのものがもつ慣性の大きさ(質量の大きさ)にもよる。質量が大きくなれば、速さをかえにくいということも関係するからだ。</p> <p>□発問 「質量の違うモノがそれに比例した大きさの力を受けた結果、同じように運動する・・・これ。どこかで見たことがないか？」 ワークシート2配布</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コロ同様、力学台車も車輪のしくみ自体には目をつむり、動き出させるのにほとんど力を要しないことから、きわめてなめらかに動く直方体の物体とみなせる、としておく。</li> <li>・摩擦がないとすれば、水平方向の力に(最大静止摩擦力の大きさとして)重力の効果が入り込まないことを再度確認する。</li> <li>・先の観察結果をふまえた"素直な予想"を期待しているものであり、異なる意見を戦わせて"正解"に収束させようとするものではない。</li> <li>・必要に応じて隣近所で意見交換するよう促す。</li> <li>・「すぐに動き出すこと」は「その動き方まで同じであること」を意味しないこと、重さとは違う、速さの変化に影響を与える量があるらしいことに気づかせたい。</li> <li>・班ごとに試行錯誤させる。すぐに、Bを引く力を2倍にすればよいことに気づく。</li> <li>・こちらは些末な差に気を取られないように注意する。先のレースに比べたら、差はほとんど生じていないことに注目させる。</li> <li>・ゴムひも程度でボーリング球がゆっくりとしかし確実に動き始めるようすに注目させる。無重量状態だからといってホコリのように吹けば飛ぶような存在になっているわけではないことを強調する。</li> <li>・自由に発言させる。必要に応じて、「台車A、Bの同着レースを"縦に見る"と・・・」などのヒントを与える。</li> </ul>
--	---

課題2 質量1kgの物体Aと質量2kgの物体Bが同時に落下する理由を考えよう。

<p>○各自、ワークシートに記入する ○何人かに発表してもらう ○教師による説明(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「地球は質量の大きなモノほど大きな力で引っ張っている」というのは、中1以来おなじみの「地球は物質そのものの量が多いモノほど大きな力で引っ張っている」ということのほかに、実は、「慣性の大きな(力に対して鈍感な)モノほど大きな力で引っ張っている」ということでもあった！加速を促す力と。加速を鈍らせる質量(慣性)の効果が相殺するため、同時に落下することになる。</li> <li>・加速しにくいモノほど地球が大きな力で引かなければならない必然性はない。不思議としかいいようがない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・授業者からするともうほとんど"答えを言ってしまっている"分かり切った課題のような感じがする・・・しかし、「重力はモノ自体がもつ下に行こうとする性質」という認識からはなかなか脱しきれないこと、本時あらたに得た「質量=加速しにくさでもある」という知識を"使ってみる"機会としては意味があると考えた。(重さはいわば「外的な量」、質量はいわば「内的な量」であるという認識に至るための一助としたい。)</li> </ul> <p>(ワークシートは最後に提出させる)</p>
--	---

## 2. 1 1 資料

定力装置

ア Aの方が早くゴールする    イ Bの方が早くゴールする    ウ 同時にゴールする

(予想) 私は、\_\_\_\_\_ と考えます。その理由は・・・

NOTE

ワークシート1

質量 1kg の物体 A も、質量 2kg の物体 B も同時に落下することを説明してみよう。ただし、ハイ出ました！毎度おなじみ「質量 100g の物体にはたらく重力を 1N」とします。※自由落下でこれと言えれば、そのスローモーションである斜面上の運動でも同じですよ。

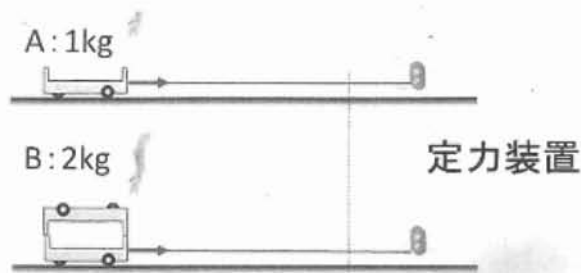
私 は、次 の よう に 考 え ま す。NOTE

その理由は・・・

ワークシート2

## 2. 1 1 授業実践を振り返って

やはり、ほとんどの生徒は、同じ力で引く場合。



ア Aの方が早くゴールする    イ Bの方が早くゴールする    ウ 同時にゴールする

(予想) 私は、ア と考えます。その理由は・・・

テニス玉と鉄球を同時に落とすと、同時に落ちる。

このとき、それぞれにかかる力(重力)は、ア < イ。

そして、それぞれの質量も ア < イ。

レースの条件は、質量 ア < イ  
力 ア = イ

である。

この前と同じく、ア < イ には イ < ア より小さい力で同時なので、

ア の方が早くゴールする。