

# 修 士 論 文

## 中国ウイグルにおける物理力アップ の実践的研究

—思考の枠組み形成の教育実践を通して—

岩手大学大学院 教育学研究科

修士課程 教科教育専攻 理科教育学専修

学籍番号 32308011

古丽巴哈尔 马合木提 (グリバハル・マホムテ)

指導教官 八木一正

2010年(平成22年)3月

## はじめに

今、世界は、科学技術の恩恵なしでは進展しない。その中で、理科教育、特に物理教育の重要性は、物理学が科学の基盤になっているため、時代が変わっても変わらぬものがある。しかし、日本にあっても子どもたちは、その物理という科目を中々好きになれない「物理嫌い」の状態に陥って久しい(広井 1983)。特に、日本にあっては「ゆとり教育」(臨教審 1992、中教審 2002)の影響で理科の授業時間数と入試科目の減少等により、物理の履修率が極端に低下して、この「物理嫌い」の問題と相まって、科学技術の基盤が脅かされている。

そこで、少しでも多くの子どもに物理好きを増やす環境づくりが必要になっている。本研究室では、長年に渡って、子どもたちの物理力アップに何が必要か研究(八木 2000、押切 2008、加藤 2009)がなされてきた。

その中で、特に「単位あたりの量」という一種の密度の概念の考え方を身につければ、物理は簡単に学習できるはずだという仮説を立てて取り組んできた。

この「単位あたりの量」という考え方は、物事を定量化して比較するためには不可欠の手法である。特に物理学の全ての分野において、 $J/s$ 、 $Wb/m^2$ など組立単位の全てに共通する考え方で、物理、いや科学の基礎的共通概念であるといっても過言ではない。

したがって、その共通する考え方が分っていれば、言い変えると、その思考の枠組みができていれば、例え分野や種類は異なっても、「あー、なんだ同じか」ということで、物理が簡単に見えるはずだという仮説である。

この仮説を多様な学校現場、様々な学年で、これまで検証してきた。その結果、それぞれのやり方で一定の教育効果が上がるということが、統計的に有意であると、分ってきた。

特に学校種においては、高等学校、中学校、小学校と具体的に実践してきた。それぞれのレベルで、多様なプリント、様々な実験、びっくりデモ実験など交え、教材を豊富にそろえて行った。

しかし、これらの実践は、全て日本で行われたもので、いまだ外国では行われていない。

そこで、今回は筆者の母国である中国のウイグル自治区の二つの高校で、その仮説を検証する研究を行った。その地区の高校生は、中国の経済的躍進に協力すべく、また、取り残されまいと熱気で満ちている。しかし、実験教材は乏しく、体験のないまま暗記学習に依存するところがあつて、物理嫌いも多く、思ったように学習効果が上がっていないという状況があつた。

本研究は、そういう所での具体的実践で、当初の仮説が、一部だが外国でも検証できるという研究である。

# 目次

はじめに	-1-
目次	-2-
第1章 研究の背景と目的	- 4-
1-1 研究の背景	-4-
1-2 問題の所在および仮説	-5-
1-3 研究の目的	-7-
第2章 本研究の教科書での位置付けと問題点	-8-
第3章 教育実践方法および内容	-10-
3-1 実践対象者および実践手順	-10-
3-2 事前アンケート	-10-
3-3 デモ実験	-10-
3-4 “ハリハリボール”の実験	-13-
3-4-1 “ハリハリボール”とは	-13-
3-4-2 生徒実験内容	-13-
3-4-3 実験の目的	-17-
3-5 事前チェックテスト	-19-
3-5-1 チェックテストの目的	-19-
3-5-2 チェックテスト内容	-19-
3-6 共通概念育成トレーニング	-22-
3-6-1 トレーニングの目的	-22-
3-7 解説・物理との関連付け	-29-
3-8 事後アンケート	-32-
第4章 実践結果	-36-
4-1 事前アンケート	-36-
4-1-1 トクスン第2高校の事前アンケート結果	-39-
4-1-2 ゴルブイ高校の事前アンケート結果	-45-
4-2 デモ実験	-52-
4-3 “ハリハリボール”の実験	-54-

4-3-1 授業の様子	-54-
4-3-2 実験結果	-55-
4-4 事前チェックテストの結果	-56-
4-4-1 トクスン2高の事前チェックテストの結果(N=78)	-56-
4-4-2 ゴルブイ高校の事前チェックテストの結果	-58-
4-5 共通概念育成トレーニング N04.問題1 2	-60-
4-6 共通概念育成トレーニングの採点の結果	-61-
4-7 N04.問題1 2の結果	-63-
4-8 事後アンケート結果	-65-
4-8-1 トクスン2高校の事後アンケート結果	-67-
4-8-2 トクスン二高 事後アンケート ピアソンの相関係数の検定	-75-
4-8-3 ゴルブイ高校 事後アンケート結果	-77-
4-8-4 ゴルブイ高校事後アンケート ピアソンの相関係数の検定	-85-
4-9 1ヶ月後のアンケートの結果	-87-
4-9-1 1ヶ月後のアンケートの結果(トクスン二高)	-87-
4-9-2 1ヶ月後のアンケートの結果(ゴルブイ高校)	-88-
第5章 考察	-94-
5-1 実践対象者は適切であったか	-94-
5-2 “ハリハリボール”の実験とテスト問題の間の実験の有意性	-94-
5-3 事前チェックテストの有意性	-95-
5-4 共通概念育成トレーニングの有意性	-95-
第6章 結論と今後の展望	-96-
第7章 ウイグル語版テキスト	-98-
謝 辞	-111-
引用・参考文献一覧	-112-

# 第1章 研究の背景と目的

本研究は、「単位あたりの量」という密度の概念を育成する物理授業における教育効果について、中国・新疆ウイグル自治区で調査したものである。地理的に広く知られていないので、以下の図（○印）で示す。また、その後に、研究の背景や問題の所在、研究の目的について述べていく。

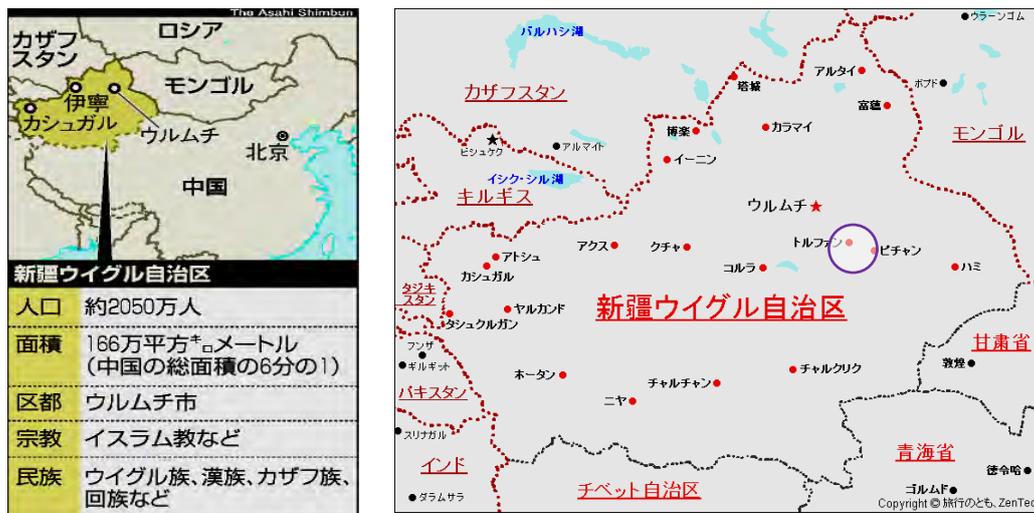


図 1-1 教育実践の場所（区都ウルムチの南、トクスン県のトルファン市郊外で○印地区の二つの高校で実践）、地図は Google 画像より引用

## 1-1 研究の背景

筆者は、日本の4倍の面積を持つ中国新疆ウイグル自治区から来た留学生である。理科が好きになったのは、父親が私の「理科のなぜ、なぜ」にうまく答えてくれたおかげである。その延長で、ウイグル自治区の最高学府であるウイグル大学の応用物理学科を卒業（1998年）した。学生時代の教育は、実験教材も少なく、ほとんど暗記主体の講義であった。

ただ、中国政府は1980年代から鄧小平主席の指揮のもとで、「科学技術は第一の生産力」というスローガンの下に科学技術の制度改革が進められてきた。さらに、2002年に提唱された国家中長期科学技術発展計画（2006～2020）も、すでにスタートしている。それに伴って、新疆ウイグル自治区の物理の教科書も、今年度からアメリカや日本で使われている教科書に準じたものに一新され、授業時間数も週6時間と、科学教育が重視されてきた。

筆者は、この種の新しいタイプの授業を受けることができず、残念である。今となっては、何を習ったかほとんど記憶にない状態で、電気回路すら見たこともなかった。

大学卒業後は、物理の教師の道は就職難もあってほとんど無く、比較的なり易かった数学の教師としてその後を過ごしてきた。そういう中で、傍らで見た高校生の物理教育は、実験道具もないために実感が伴わず、戦後の日本の高度成長の中で「理科離れ」、「物理嫌い」が増えていったように増えていると推察される。

中国全体としてのデータは少ないが、特に新疆ウイグル自治区にあっては「物理嫌い」が増えていることは想像に難くない。

また、新疆ウイグル自治区はいくつかの民族で構成されているが、その民族間の学力差も深刻である。それを改善することも希求の課題でもある。以下の図 1-2~3 は、その差がどの程度であるか示したものである。

高校生になると、中国内で大多数を占める漢族以外の高校進学率は下がっており、また、高校進学の見込みもかなりの格差があることが分る。つまり、少数民族は点数的に優遇されてはいるが、相当の学力差があることは明白である。

そういうこともあって、新疆ウイグル自治区のトクスン県の教育委員会は、最新の日本の教育、中でも科学技術の基盤をなす物理教育を学ばせるために、筆者を派遣した。そして、縁あって岩手大学教育学部理科教育科八木研究室で学ぶ機会を得た。

## 1 - 2 問題の所在および仮説

IEA（国際教育到達度評価学会）の TIMSS（国際数学・理科教育動向調査、2003）において、理科好きは増加傾向にある。しかし、理科の学力は向上していない。それはつまり、子どもたちが「理科が好き」というのは、実験や観察が多いという理由の「好き」であり、「理科の学習」自体が好きなのではないのではないかと考えた。そして、次に、理科の学習そのものが好きな「理科好き」を増やし、理科離れを防ぐためには理科の学習への苦手意識を減らさなければならぬのではないかと考えた。

この理科の学習への苦手意識の原因の一つとして、物理分野に対する苦手意識があるのではないだろうか。さらに、その物理に対する苦手意識は公式や計算につまずきがあるためではないかと考えた。

高校の物理で登場する公式はたくさんあるが、その多くが「単位あたりの量」で説明できる。この「単位あたりの量」は、小・中学校でも学習するが、小学校では算数で登場し、中学校ではあまり多く出てこない。そのため、高校物理

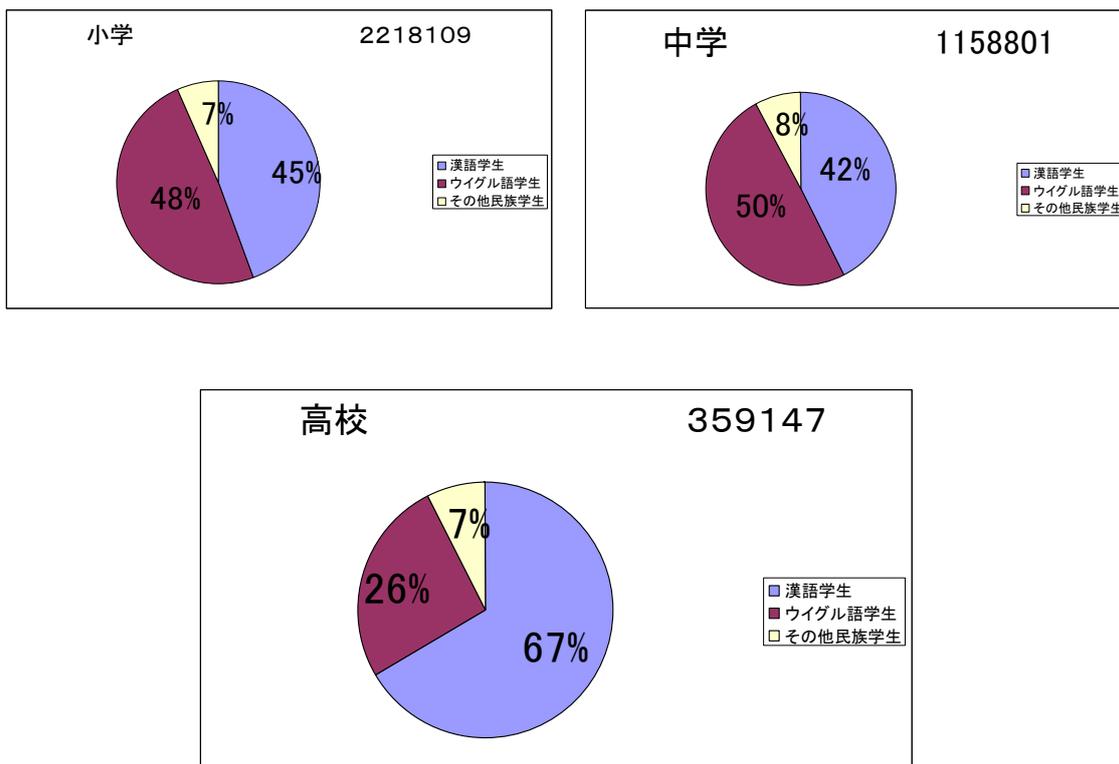


図 1-2 ウイグル自治区の小学生、中学生、高校生の人数とその割合（2004年調査）

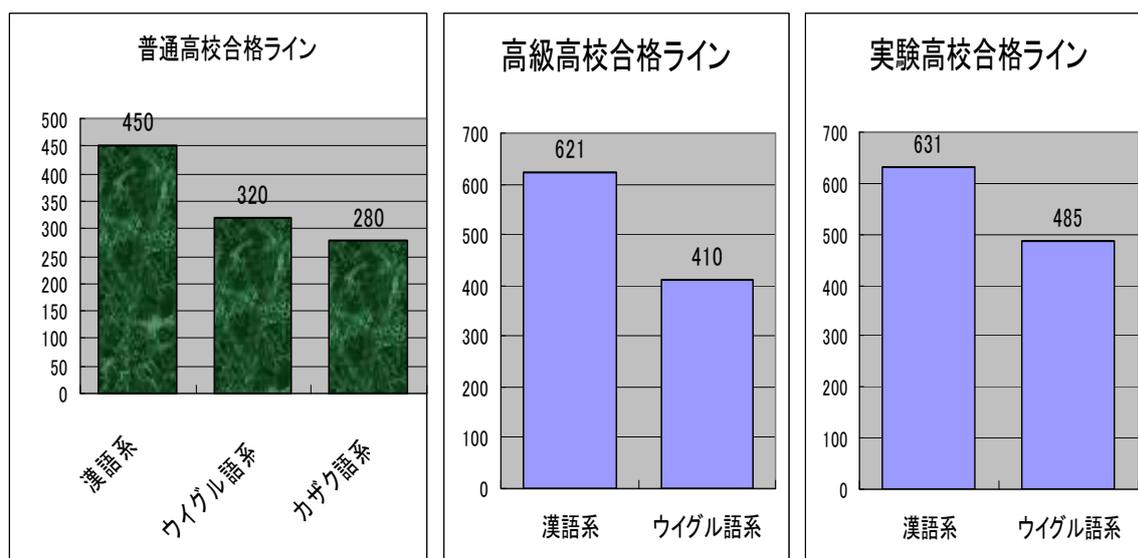


図 1-3 ウルムチ地区の進学試験合格ラインの民族差（2004年調査）

との関連が感じにくい。つまり「単位あたりの量」を物理の本質とし、その理解を向上させることが理科離れを防ぐことにつながるのではないか、という仮説をたてた。そして、物理に強くなることで理科に自信がつき、自信がつくことで理科への楽しさが見出され、良い意味での「理科好き」が増えるのではないかと期待できる。

八木研究室では、長年に渡って、この仮説に基づいて、子どもたちの物理力アップに何が必要か研究（八木 2000、押切 2008、加藤 2009）がなされてきた。

この仮説を多様な学校現場や様々な学年で、これまで検証してきた。その結果、それぞれのやり方で一定の教育効果が上がるということが、統計的に有意であると、分ってきた。

### 1-3 研究の目的

以上の研究の背景、問題の所在・仮説を基とし、物理を強くするための教育実践を行い、最終的には「理科離れ」、「物理嫌い」を食い止め、理科好き育成のためにこの研究を行うのが、基本的な目的である。

特にこの実践研究の対象である学校種においては、高等学校、中学校、小学校と具体的に実践されてきた。

しかし、これらの実践は、全て日本で行われたもので、いまだ外国では行われていない。

そこで、今回は筆者の母国である中国のウイグル自治区の二つの高校で、その仮説を検証する研究を行った。本研究は、日本語とウイグル語という国際的な言葉の壁を乗り越え、日本とは異なる工夫を交え、具体的な実践を行ったものである。そして、当初の仮説を日本だけでなく、一部だが外国でも検証することが最終目的である。

2004年の学生人数調査と進学合格ラインの結果から、ウイグル語学生の進学率が下がっていることと、進学試験合格ラインの差が大きくなっている点が挙げられる。ウイグル語学生の進学試験合格ラインが低いことと進学率が下がっている原因の一つは、ウイグル語学生が勉強嫌いになっていることではないか、また、その中で、物理の勉強も嫌いになっているのではないかと考えた。

いま中国は経済的に大躍進を遂げつつある。それに協力してついて行くのも少数民族の義務であると認識している。

以上の問題を少しでも解決するために、本研究室では、物理好きを育てることから理科離れ・理科嫌いをなくそうという研究を行った。

## 第2章 本研究の教科書での位置付けと問題点

本章では、単位当たりの量が、小中高の学校で使われている教科書で、どのような形で出てきて、それらの関連と問題点について述べる。

下図は高等学校で学習する主な単位あたりの量である。

### 高校の物理で学習

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| • 速度 [m / s]               | • 線密度 [kg / m]                |
| • 圧力 [N / m <sup>2</sup> ] | • バネ定数 [N / m]                |
| • 仕事率 [J / s]              | • 熱容量 [J / K]                 |
| • 電場の強さ [V / m]            | • 電流の強さ [C / m]               |
| • 磁場の強さ [A / m]            | • 磁束密度 [Wb / m <sup>2</sup> ] |
| • 電気容量 [C / V]             | • インダクタンス [Wb / A]            |

表 2-1

高校物理では様々な単位あたりの量を学習する。どの単元を学習するにも登場し、高校物理と単位あたりの量は、切っても切れない関係にある。

次に、小学校・中学校で学習する単位あたりの量を図で示す。

### 小中学校で学ぶ密度

- | 小学校(算数)                       | 中学校(理科)                    |
|-------------------------------|----------------------------|
| • お菓子の単価 [円 / 個]              | • 圧力 [N / m <sup>2</sup> ] |
| • 速さ [m / 秒]                  | • 密度 [g / m <sup>3</sup> ] |
| • 人口密度 [人 / m <sup>2</sup> ]  | • 速さ [m / 秒]               |
| • 金属の密度 [g / m <sup>3</sup> ] | • 仕事率 [J / 秒]              |
| • 林の密度 [本 / m <sup>2</sup> ]  |                            |
| • 仕事の能率 [個 / 時間]              |                            |

表 2-2

小学校では色々な「単位あたりの量」を学習する。しかし、「単位あたりの量」は小学校では、理科でなく、算数で学習する。また、そこでは厳密に単位を使うというものでなく、 $a : b = c : d$ のように較べる比の概念で捉える程度のものである。更に、中学校の理科では、少しは単位まで触れるが、全体としてわずかしか登場せず、単位当たりの物理量の全体像をつかませるようなものではない。

そのため、せっかく高校物理の基礎的な内容を、小学校から学習しているにもかかわらず、「単位あたりの量」の概念を1つの共通した概念として結びつきをもつことができないでいる。そのことが、この概念の習得に困難をもたらし、物理分野の公式を「ただ暗記するもの」として捕らえてしまう原因の1つになっているのではないだろうか。

そして更に、高校物理において「単位あたりの量」は、以下の図のように様々な数学的次元で登場する。具体的に言えば、線密度や巻数密度のような一次元、表面密度や圧力と言った二次元、物質密度や分子数密度と言った三次元である。

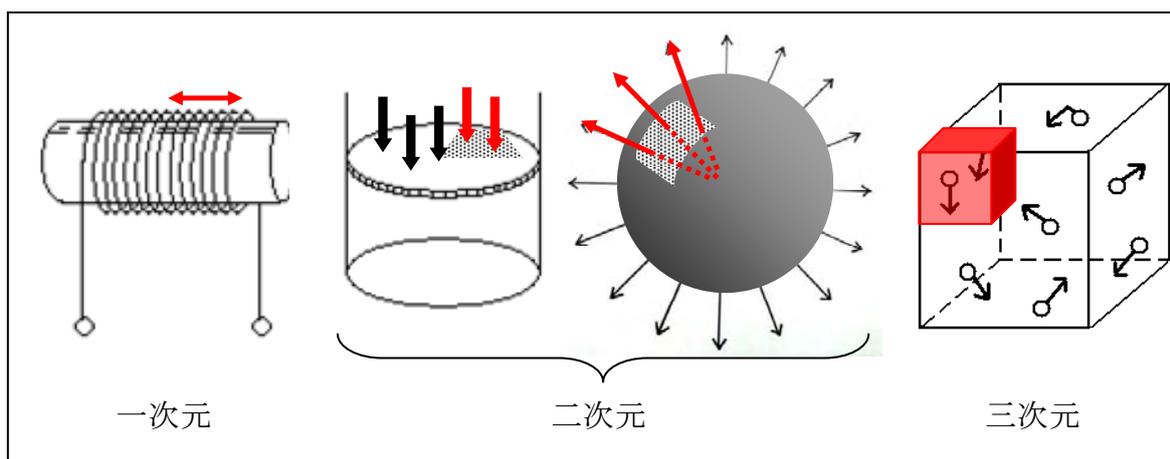


図2

小中学校で学ぶことと繋がりがもてないまま、この数学的次元の異なる様々な「単位あたりの量」が急に出てくることで、ますます混乱してしまうことが予測される。

本研究ではその「単位あたりの量」を物理の本質とし、理解できる手立てがないかと考え、「単位あたりの量」の概念形成を促す実践授業を試みることにした。実践授業は「単位あたりの量」を理解しきれていない生徒の概念形成を促すため、そして一度行った密度概念の共通性を理解させてこれから学ぶ高校物理との繋がりを感じさせるためのものであり、短時間かつ誰でも無理なくできる手法でなくてはならない。それが後述する「“ハリハリボール”の実験」と「共通概念育成トレーニング」である。この2つの詳しい説明は、次の章で述べ

## 第3章 教育実践方法および内容

### 3-1 実践対象者および実践手順

中国・新疆ウイグル自治区での実践授業は、2つの高校で、平成21年11月19日の(午前と午後)1校時・2校時。3校時の3時間で実施した。

午前中は、筆者のかつての勤務校でトクスン県ゴルブイ高校(2年1・2組クラスで、男子と女子の計39名を対象として行なった。2年生で文系理系を選択するため、文理混合のクラス)、午後はトクスン第2高校(1年1・2組クラスで、男と女の計78名)を対象で実践した。

手順としては授業の前にあらかじめ事前アンケートをとって上で、次の流れで行った。

【デモ実験 ⇒ “ハリハリボール”の実験 ⇒ 事前チェックテスト ⇒ 密度のトレーニング ⇒ 物理との関連付け ⇒ 事後アンケート】

以下、この流れに沿って、具体的に述べていく。

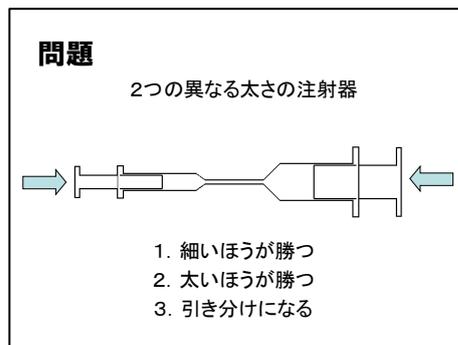
### 3-2 事前アンケート

事前アンケートは、生徒の理科や公式に対する意識を調べるために行った。

②～⑤は4段階評価で回答してもらい、⑨、⑩は自由回答とする。また、その他の問いと理由については当てはまるものに丸をするものとした。次頁、次々頁にアンケートの項目とその意図、および学生に課したアンケートを示す。

### 3-3 デモ実験

授業の導入に、注射器のデモ実験を行う。太い注射器と細い注射器をチューブでつなぎ、両方のピストンを同じ力で押したときにどちらが勝つかを予想させ、実際にどちらが勝つか、注射器を配って確かめさせる。



## 事前アンケートの項目

- ① 2年生になったら理科と文化でどちらを選択する予定ですか？また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。
- ② あなたは理科が好きですか。
- ③ あなたは理科が得意ですか。
- ④ あなたは数学が得意ですか。
- ⑤ あなたは物理が好きですか。また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。
- ⑥ 物理教科書はあなたにとって面白いですか。理由に当てはめるものすべてに丸つけて下さい。
- ⑦ 今まで物理だ学んだことを応用したことがありますか。
- ⑧ 理科のなかで得意な單元には○を、苦手な單元には×を、当てはまるものすべてに丸つけてください。どちらでもなければ何も書かなくて良いです。
- ⑨ 数学や理科で、(  $\text{N}/\text{m}^2$  )、(  $\text{m}/\text{秒}$  )、(  $\text{g}/\text{m}^3$  ) のような単位を学びますが、この単位の「 / 」はどういう意味でしょうか。分かる範囲で良いので書いてください。
- ⑩ 最後に、「物理」のイメージを自由に書いてください。あなたにとってどんな教え方はよいですか。

## 事前アンケートの意図：

- ① から生徒の科目の選択傾向を調べる。
- ② ～⑤まで「理科得意」と「理科好き」、「物理好き」、「数学得意」の相関が強いかどうかを調べる。
- ⑤から物理の中でも嫌いとされる原因が内容の難しさや公式が多い空かどうかを調べる。
- ⑥から物理教科書の流れのイメージを調べます。
- ⑦から今まで学んだことが応用できたかどうかを調べる。
- ⑧物理のなかで苦手とされているのは公式や計算問題が多く登場している單元かどうかを調べ、「嫌い」ではなく「苦手」とされている分野も物理であるかどうかを調べる。
- ⑨から「単位当りの量」についてどの程度で分かっているかを調べる。
- ⑩から教える方法まとめるために。

## 事前アンケート

① 2年生になったら理科と文化でどちらを選択する予定ですか？また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。

(1. 理科 2. 文科)

理由 1・この科目に興味がある 2・簡単そう 3・将来に就きたい仕事と関連しているから  
4・自分が好きじゃないですが、社会のため

② あなたは理科が好きですか。

( 1. そう思う 2. 少し思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

③ あなたは理科が得意ですか。

( 1. そう思う 2. 少し思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

④ あなたは数学が得意ですか。

( 1. そう思う 2. 少し思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

⑤ あなたは物理が好きですか。また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。

( 1. そう思う 2. 少し思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

理由 ( 1・公式が多い 2・実験がある 3・暗記が多い 4・内容が簡単 5・内容が難しい 6・楽しい 7・その他 )

⑥ 物理教科書はあなたにとって面白いですか。理由に当てはめるものすべてに丸つけて下さい。

理由 ( 1・図が生き生きしている 2・みると分かりやすい 3・構造が難しい 4・字の説明が多い 5・その他 )

⑦ 今まで物理だ学んだことを応用したことがありますか。

( 1. そう思う 2. 少し思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

⑧理科のなかで得意な單元には○を、苦手な單元には×を、当てはめるものすべてにつけてください。どちらでもなければ何も書かなくて良いです。

1. 光と音 2. 力と圧力 3. 電流 4. 磁 5. 物質(金属の性質など)、6. 気体 7. 水溶液(中和など) 8.化学変化 9. 植物 10. 動物 11. 地層 12. 地球と宇宙

⑨ 数学や理科で、(  $N/m^2$  )、(  $m/秒$  )、(  $g/m^3$  )のような単位を学びますが、この単位の「 / 」はどういう意味でしょうか。分かる範囲で良いので書いてください。

{ }

⑩最後に、「物理」のイメージを自由に書いてください。あなたにとってどんな教え方はよいですか。

{ }

## 3-4 “ハリハリボール”の実験

### 3-4-1 “ハリハリボール”とは

“ハリハリボール”とは、玩具店などに売っている写真のようなおもちゃのことである。おそらく猫の遊び道具と思われる。ここでは、電気力線や磁力線がある一点から湧いて出るイメージに近いもので、ハリネズミのイメージを重ねて、このように呼んでいる。

名前は勝手につけたもので、本研究室においてはこう呼んでいる。したがって、本論でもこの名で通すことにする。



図 3-4-1 “ハリハリボール”

### 3-4-2 生徒実験内容

生徒たちに“ハリハリボール”を配り、「このボールのハリの本数をどのようにして数えるのか」という実験課題を与える。そして、これは単位面積当たりのハリの本数を利用して求めるということを示す。

このとき、意味が理解できない生徒がいるかもしれないので、パワーポイントを用いて、図を使って、丁寧に説明した。さらにその説明では、ボールという3次元の表面積が分からない生徒もいるかもしれないので、2次元の平面での場合からの説明をする。

その後、 $1\text{ cm}^2$ の覗き窓がある透明なシートをボールにあてる。そして窓からボールを覗き、窓の中のハリの本数を数える。こうすることで、 $1\text{ cm}^2$ あたりのハリの本数を求めるのである。

測定が一箇所だけでは結果がかたよるので、場所を変えて10箇所測定してもらい、その平均を求める。次にボールの表面積の公式と半径の長さを与え、ボールの表面積を求める。

最後に、 $1\text{ cm}^2$ あたりのハリの本数×表面積の計算を行い、全体のハリの本数を計算し求める。

この実験では、すべての計算で計算機を与え計算させた。その理由は、計算で時間をさかないためと、実験を正確に行うためである。この実験では「単位あたりの量」という考え方を喚起させることが目的であり、計算そのものは、そこまで重要でないと判断した。

以下に“ハリハリボール”の実験を行う際に見せるパワーポイントのスライドを示す。

実験の説明では、「単位あたりの量」を利用して、どのように全体のハリの本数を求めるかを詳しく説明する。漠然とした説明だと実験の際に意味が分からないままただ作業をする生徒も出てきてしまうと考え、出来る限り噛み砕いた説明にする。“ハリハリボール”を平面として説明することによって、分かりやすくすると同時に、この話が二次元の考えであることに気付いてもらう。

「考えよう」では、小中学校で学んだ「単位あたりの量」を、図にして説明し、イメージしやすくする。また、「単位あたりの大きさ」として「単位あたりの量」の日常生活で使われる例を示す。

### パワーポイントのスライド例

**問題**

“ハリハリボール”



このハリのおおよその数を数えるには  
どのような方法があるか

“ハリハリボール”の  
ハリの数を求める

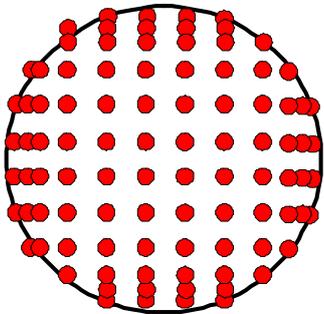


ハリのはえ方の特徴は？



**どの部分も同じ密度ではえている！**

立体だとわかりにくいので



平面にして考えてみよう

小さい面積なら数えるのは簡単！

どれくらいの大きさの箱を考える？

どの部分も同じ密度ではえているから

全体のハリの数は・・・

$4(\text{本}) \times 25(\text{個}) = 100(\text{本})$

$4(\text{本}) \times 25(\text{個}) = 100(\text{本})$

全体のハリの数 =  
1 cm<sup>2</sup> あたりのハリの数

$4(\text{本}) \times 25(\text{個}) = 100(\text{本})$

→ 1 cm<sup>2</sup> が 25 個  
つまり 25 cm<sup>2</sup>  
これは表面積！

全体のハリの数 =  
1 cm<sup>2</sup> あたりのハリの数 × 表面積 (cm<sup>2</sup>)

この単位1つ分の考えを・・・

単位面積

では実際に、

単位面積を使って求めてみましょう

## 単位面積あたりのハリの本数から “ハリハリボール”のハリの数を数えよう

- ① 1cmあたりのハリの数を数える
  - ・ハリがきちんと枠におさまるところで数える
  - ・ちぎれている部分もカウントする
- ② ボールの表面積を求める
  - ・半径は1.7cmとし、電卓で計算する
- ③ 全体のハリの本数を計算する

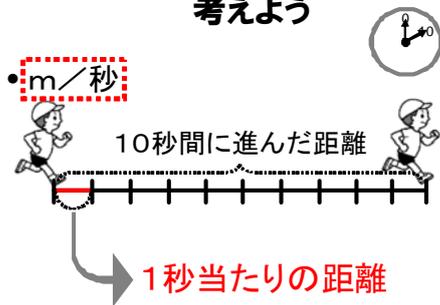


## まとめ

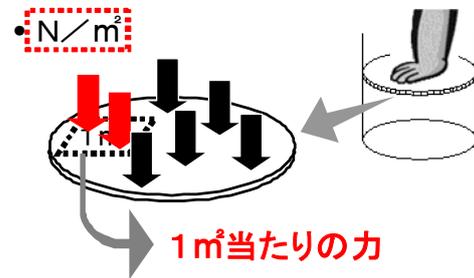
単位面積あたりのハリの数

$$\text{ハリの密度}[\text{本}/\text{cm}^2] = \frac{\text{全部のハリの数}[\text{本}]}{\text{表面積}[\text{cm}^2]}$$

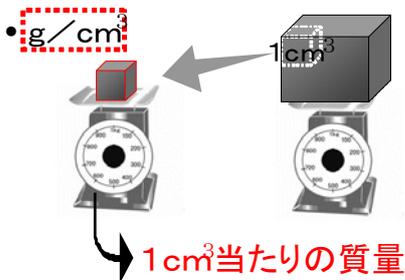
## 考えよう



## 考えよう



## 考えよう



## 考えよう

- ・  $\text{m}/\text{秒}$  → 1秒あたりの距離
- ・  $\text{N}/\text{m}^2$  →  $1\text{m}^2$ あたりの力
- ・  $\text{g}/\text{cm}^3$  →  $1\text{cm}^3$ あたりの質量

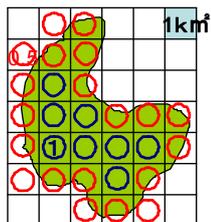
単位あたりの大きさ

## 単位あたりの大きさ

様々なところで用いられている

- ・ 島の面積

$$1 \times 8 + 0.5 \times 20 \approx 18\text{km}^2$$

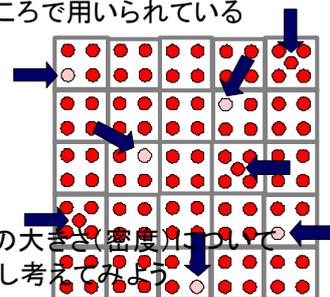


## 単位あたりの大きさ

様々なところで用いられている

- ・ 島の面積
- ・ 人口密度
- ・ 視聴率

単位あたりの大きさ、密度について  
少し考えてみよう



### 3-4-3 実験の目的

この実験の目的は、生徒に「単位あたりの量」という考えを喚起することである。切ったり印をつけたりしないで“ハリハリボール”のハリを数えるのは、この方法以外には難しい。それによって「単位あたりの量」というものの有用性を知るとともに、二次元の「単位あたりの量」の応用として考えることもできると考えた。

次に、学習プリントを示す。学習プリントは、実験の手順や内容が分かりやすいように、必要最低限の情報をだけを与え、また、見やすく記入しやすいように記入欄を大きくした。球の表面積は復習もかねて値を与えてしまわずに公式と半径を載せ、計算させるようにした。今まで学習した「単位あたりの量」について振り返ってもらうために、「考えよう」を用意した。

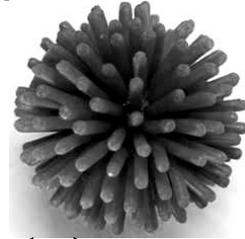
## 課題

## ハリハリボール実験プリント

から、“ハリハリボール”のハリを数えよう

## 手順

- ①  $1\text{ cm}^2$ あたりのハリを数える。
- ② ボールの表面積を求める。
- ③ 全体のハリの本数を計算する。



### ①窓から見えるハリを数える

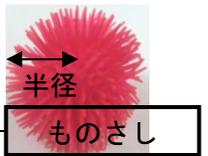
場所を変えて10回測定し、平均を求めます。

観測回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
ハリの数											

### ②ボールの表面積を求める

ハリ先までが半径！

球の表面積 =  $4 \times 3.14 \times \text{半径}^2$  で求められます。ものさしで半径を計ると  $1.7\text{cm}$  です。



式

### ③全体のハリを計算する

全体の数 =  $1\text{ cm}^2$ あたりのハリの数  $\times$  表面積      小数点は四捨五入して整数で答えましょう。

式 答え (      )

## まとめ

単位面積 ( $1\text{ cm}^2$ ) あたりのハリの数

= \_\_\_\_\_

## 考えよう

次の意味を書きましょう

$\text{m}/\text{秒}$  → \_\_\_\_\_ あたりの距離

$\text{N}/\text{m}^2$  → \_\_\_\_\_ あたりの \_\_\_\_\_

$\text{g}/\text{cm}^3$  →  $1\text{ cm}^3$  あたりの \_\_\_\_\_

このような考え方を・・・

\_\_\_\_\_ あたりの \_\_\_\_\_ という

## 3-5 事前チェックテスト

### 3-5-1 チェックテストの目的

単位あたりの量についてのトレーニングをする際に、それ以前の数学的な考え方で生徒が引っかかってしまうことを防ぐためと、多くの人が苦手とする「伸びる」「広がる」といった場合の密度の概念をしっかりと身に付けさせるために行う。

### 3-5-2 チェックテスト内容

大問は全部で7つ。まず1問目は物体の一辺や半径が2倍になったときに、それに伴って面積や体積がどう変化するか、算数の基礎の復習を行う。2問目・3問目・5問目・6問目・7問目はそれぞれ一次元・二次元・三次元で伸びたり広がったりした場合の密度の変化についての問題である。また、4問目は、デモで行った注射器の問題を持ってきて、二次元的な圧力について考えさせる。また、4・5・7問目は実験道具に触れながら考えるように促した。次にチェックテスト問題と、解説のパワーポイントを載せる。

# 事前チェックテスト

## 《頭を良くするトレーニング・予備チェックテスト》

( ) 年 ( ) 組 ( ) 番 ( )

※①以外は全て、手で触り、実験してから ( ) をうめよ

① 数学的次元・・・長さ $r$ の何乗になっているかで答える。

(1次元)	(2次元)	(3次元)	
ひもの長さ $r$	紙の面積 $r^2$	箱の体積 $r^3$	球の体積 $4/3\pi r^3$
[問] $r$ が全て2倍になると各々どうなるか。 ( $2r$ )	$4r^2$	$8r^3$	$32/3\pi r^3$

② 線密度・・・線の太さに相当すると考える。

[問] 今、1mで10gの重さのゴムひもを次のようにすると、1mだけの重さは何gになるか、それはもとの太さの何倍か。  
(2倍に伸ばす) (同じゴムひもを4本束ねて2倍に伸ばす)

(10) g (1) 倍	(5) g 1/2倍	(20) g 2倍

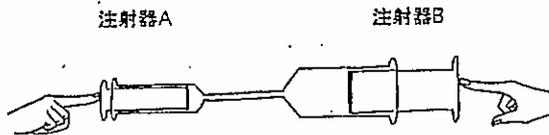
③ 表面密度・・・板の厚さ(あるいは薄さ)に相当すると考える。

[問] 今、薄いゴムの板があります。これを2.5倍に伸ばすと厚さ(密度)は何分の1になるか。

厚さは  $1/2.5$  倍

④ 圧力・・・単位断面積あたりを押す力で考える。～断面積が広くなると押す力も 小さく・大きくなるか?

(ヒント;  $s = \pi r^2$ )

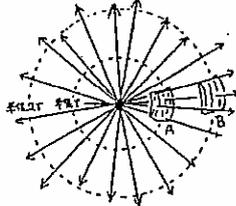


[問] 今、太さの異なる2つの注射器を押し合せて、つりあっているとする。

中の圧力は 同じ・異なるか?  
押す力は (1) 対 9

1 ← 断面の半径の比 → 3

⑤ 針ねずみの針の密度・・・中心から外へ出ている針の混み具合で考える。



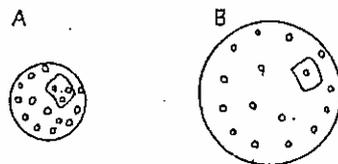
[問] 今、このような針のボールがあったとする。

半径 $r$ と $2r$ の球で囲まれる部分の表面積の比は  
(1) 対 4

同じ断面積A,Bを通過する針の本数(密度)の比は  
(1) 対 1/4

⑥ 表面電荷密度・・・球の内壁に静電気張りで張り付く玉の混み具合で考える。

(半径 $r$ の球) (半径 $2r$ の球)

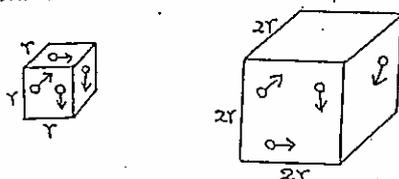


[問] 2つの異なる容器に同じ数の発砲スチロールの玉を入れてそれら全てを内壁に一様に張り付かせたとする。

内壁の表面積の比は (1) 対 4

玉の混み具合(密度)の比は (1) 対 1/4

⑦ 分子数密度・・・箱の中を飛びかっている玉の混み具合で考える。



[問] 大きさの異なる2つの箱A,Bに同じ数の玉を入れて揺ります。

体積の比は (1) 対 8

混み具合(密度)の比は (1) 対 1/8

**事前チェックテスト解答**

1

球の体積  

$$\frac{4}{3} \times \pi \times (2r)^3 = \frac{32}{3} \pi r^3$$

**事前チェックテスト解答**

2

10g  
 ・2倍に伸ばす  
 5g  
 0.5倍

20g  
 2倍

・4本束ねて2倍に伸ばす

**事前チェックテスト解答**

3

重さが半分 → 厚さが半分  
 厚さは0.5倍になる

**事前チェックテスト解答**

4

つり合っている=中の圧力は同じ

両方の押す力は  
 1 : 9

**事前チェックテスト解答**

4

つり合っている=中の圧力は同じ

圧力 =  $\frac{\text{全ての力}}{\text{面積}}$

両方の押す力は  
 1 : 3

**事前チェックテスト解答**

5

1 : 4

玉の密度 =  $\frac{\text{玉の数}}{\text{内壁の表面積}}$

1 :  $\frac{1}{4}$

図 3-5-2 解説のパワーポイント

## 3-6 共通概念育成トレーニング

### 3-6-1 トレーニングの目的

“ハリハリボール”の実験だけでは「単位あたりの量」について考えるのに不十分なので、様々な「単位あたりの量」に触れさせて考えを定着させ、「単位あたりの量」についての共通概念の形成を図る。また、比較的簡単な問題にし、後から物理の難しい問題と関連付け、「物理は難しい」というイメージを打破することも目的とする。

### 3-6-2 トレーニング内容

大問は全部で24つ。流れとしては、復習のような簡単な問題から始め、一次元→二次元→三次元と次元を大きくしていくとともに、難易度が上がっていくようにする。まず(NO1)の1問目小中学校の復習と応用の意味をこめて、普段登場する“アメの値段”につて問題にする。2問は“人口密度”で応用問題になっている。3問目は二次元である畑の苗の本数密度の問題で単位。問4は“作物の取れ高”の問題で単位当りの取れ高質量という「単位当りの量」が登場する応用問題になった。問題5は“金属の密度”の問題。問6目は二次元で“肥料の密度”は単位面積に撒ける問題で単位あたりの量が登場した応用問題になった。

(NO2)の問1“速さの比較と変転”の問題、問2目は“時速と分速”の問題、問3目は“速さ”と少し形を変えた歯車の速さについての問題にする。問4目は“仕事の効率”で単位時間の能率で「単位当りの量」が登場した問題になった。問5・問6目は公式の変形と公式の利用になった問題。

(NO3)の問題は一次元の問題である。問1目は“線密度”で伸びた、重なった時の密度について考えさせた。問2目は巻き数密度の問題。問3目は電流が動いているという応用問題。問4目から二次元の問題である、問4目は表面密度で広がったときの密度を考えさせる。問5目は単位面積の圧力。問6目は表面電荷密度。

(NO4)問7目は電速密度。問8目は磁速密度。問9目は三次元の問題で大気圧の密度。問10目は油滴の密度。問11目は気体の分子数密度。問12目は単位体積当りの粒の密度に関する問題。

大問は全部で7つ。流れとしては、復習のような簡単な問題から始め、一次元→二次元→三次元と次元を大きくしていくとともに、難易度が上がっていく

ようにする。まず1問目小中学校の復習と応用の意味をこめて、普段登場する“速さ”と少し形を変えた歯車の速さについての問題にする。2問目は一次元である巻数密度の問題、3問目は二次元である畑の苗の本数密度の問題。4問目は3問目と同じ二次元の問題だが、「苗の密度」「単位時間当たり刈る稲の本数」という2つの「単位あたりの量」が登場する応用問題になっている。5問目は三次元であるパンの中のレーズンの密度の問題にする。そして、レーズンの数を変えずにパンの体積を大きくしたときの密度の変化を求めさせ、多くの人が苦手とする、伸びたり広がったりするときの密度について考えさせる。6問目と7問目は再び二次元の考え方に戻るが、6問目は米が動いているという応用問題、7問目は三次元のような二次元の問題で更に表面積が広がったときの密度の変化も考えるという少し難易度の高い問題なので、最後に載せる。

以下にトレーニング問題と、解説のパワーポイントを載せる。パワーポイントはトレーニングの前に式の変形について説明するために用いる。これは、式の変形が苦手な、「単位あたりの量」について考える前の段階で引っかかってしまう生徒を防ぐためである。数学で学ぶ式の変形と関連付けて教える。そして、この式の変形をいちいち考えなくて済むように、このパワーポイントはトレーニングの間、表示したままにしておく。また、ヒントとして密度の式を配った。

<p><b>式の変形について</b></p> $\text{密度}[\text{g}/\text{m}^3] = \frac{\text{全質量}[\text{g}]}{\text{全体積}[\text{m}^3]}$ <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <math display="block">a = \frac{b}{c} \quad \begin{matrix} \longrightarrow &amp; b = ac \\ \searrow &amp; c = \frac{b}{a} \end{matrix}</math> </div>	<p><b>密度のトレーニング</b></p> $\text{密度}[\text{g}/\text{m}^3] = \frac{\text{全質量}[\text{g}]}{\text{全体積}[\text{m}^3]}$ $\text{全質量}[\text{g}] = \text{密度}[\text{g}/\text{m}^3] \times \text{全体積}[\text{m}^3]$ $\text{全体積}[\text{m}^3] = \frac{\text{全質量}[\text{g}]}{\text{密度}[\text{g}/\text{m}^3]}$
---	---

図 3-6-2 パワーポイントによるヒント

[物理の基礎的共通概念のトレーニング]

NO.1

問1 「単位量あたりの大きさ」という考え方を復習し、高校物理の中でも同じような考え方で進められていることが多いことを確認しながら、頭の中を整理せよ!では、次の問いに答えよ。□のそれぞれの値も示せ、また、A, Bいずれかを選ぶ場合は○印で示せ。(全ての問で計算式を残せ)

1. (お菓子の単価) 2種類のお菓子があります。Aのほうは8個200円、Bのほうは5個120円です。1個あたりの値段(単価)はどちらのお菓子が安いですか。(1個あたりで比べる)

$$\begin{aligned} A &\cdots 200 \div 8 = 25 \\ B &\cdots 120 \div 5 = 24 \end{aligned}$$

A  B

2. (人口密度) A村の面積は450km<sup>2</sup>で人口9000万人です。B村の面積は400km<sup>2</sup>で人口は8400万人です。どちらのほうが人口密度が高いですか。(1km<sup>2</sup>あたり的人数で比べる)

$$\begin{aligned} A &\cdots 9000 \div 450 = 20 \\ B &\cdots 8400 \div 400 = 21 \end{aligned}$$

A  B

3. (苗の密度) ある農家では、下の表のように2つの畑に花の苗を作っています。苗が混んでいる(密度が大きい)のは、どちらの畑ですか。(1m<sup>2</sup>あたりの本数で比べる)

	畑A	畑B
畑の面積 (m <sup>2</sup> )	13	18
苗の本数 (本)	273	360

$$\begin{aligned} A &\cdots 273 \div 13 = 21 \\ B &\cdots 360 \div 18 = 20 \end{aligned}$$

A  B

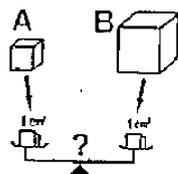
4. (作物の取れ高) 下の表は、AさんとBさんの家のさつまいもの取れ高を表したものです。同じ面積についてどちらの取れ高が多いですか。(1m<sup>2</sup>あたりの取れ高を比べる)

	畑の面積 (m <sup>2</sup> )	取れ高 (kg)
A	680	1360
B	720	1512

$$\begin{aligned} A &\cdots 1360 \div 680 = 2 \\ B &\cdots 1512 \div 720 = 2.1 \end{aligned}$$

A  B

5. (金属の密度) 4cm<sup>3</sup>の重さが24gの金属Aと、17cm<sup>3</sup>の重さが85gの金属Bがあります。かさ(体積)のわりには、どちらの金属が重いですか。(1cm<sup>3</sup>あたりにしてから比べる)



$$\begin{aligned} A &\cdots 24 \div 4 = 6 \\ B &\cdots 85 \div 17 = 5 \end{aligned}$$

A  B

6. (肥料の密度) 5年1組の花壇20m<sup>2</sup>に3000gの肥料をまきました。①まいた肥料は1m<sup>2</sup>あたり何gですか。②2組の花壇18m<sup>2</sup>にも、1組と同じ割合で肥料をまきます。何gの肥料をまきますか。(式の変形を使うA=B÷C → B=A×C)

$$\begin{aligned} \text{密度} &= \text{肥料の質量} \div \text{面積} \\ &= 3000 \div 20 = 150 \\ \text{肥料の質量} &= \text{密度} \times \text{面積} \\ &= 150 \times 18 = 2700 \end{aligned}$$

①  ②

NO.2

問1 密度（わり算）は分母を1（あるいは単位量）とみなしたときの大きさであることが分かったと思います。速さの計算も同じようにしてできます。次の計算を問1と同様にやってみよう！

（速さとは） 速さは、時間あたりに進む道のりで表します。速さの表し方には、ふつう秒速、分速、時速などが使われます。単位の時間を1秒間とした速さは秒速[m/秒]、1分間とした速さは分速[m/分]、1時間とした速さは時速[m/時]という。

1.（速さの比較と変換）①100mを25秒で走るA君と、90mを18秒で走るB君とでは、どちらが速いですか。  
②秒速5-mは、分速何mですか。③時速36kmは秒速何mですか。

$$A \cdots 100 \div 25 = 4$$

$$B \cdots 90 \div 18 = 5$$

A君  B君  ①

②  ③

2.（時速と分速の比較）分速1050mの電車Aと時速60kmの自動車Bとでは、どちらが速いですか。（時速と分速とでは、そのままでは速さを比べることはできません。どちらかに速さの単位をそろえて比べる。）

$$A \cdots \dots \dots 1050$$

$$B \cdots (60 \times 1000) \div 60 = 1000$$

A  B  ①

3.（歯車の回転速度）5分間に120回転する歯車Aと、4分間に80回転する歯車Bとでは、どちらが早く回っているといえますか。（1分間あたりの回転数で比べる。）

$$A \cdots 120 \div 5 = 24$$

$$B \cdots 80 \div 4 = 20$$

A  B  ①

4.（仕事の能率）ある工場に2種類の機械があります。Aの機械は6時間で27個、Bの機械は8時間で32個の製品をつくります。どちらのほうが能率がよいですか。

$$A \cdots 27 \div 6 = 4.5$$

$$B \cdots 32 \div 8 = 4$$

A  B  ①

5.（公式の変形）速さv、道のりx、時間tの関係を示す公式を言葉と記号の両方で書きなさい。

①速さ =  $\frac{\text{道のり}}{\text{時間}} \rightarrow v = \frac{x}{t}$

②道のり = 速さ × 時間  
 $\rightarrow x = v \times t$

③時間 =  $\frac{\text{道のり}}{\text{速さ}} \rightarrow t = \frac{x}{v}$

6.（公式の利用）一平君は、3600mの道のりを自転車で18分で走りました。①このとき自転車の分速は何mですか。②この速さで20分行くとどれだけ道のりを走れますか。③この速さで5000mの道のりを走るには時間は何分かかりますか。

$$v = x \div t = 3600 \div 18 = 200$$

$$x = v \times t = 200 \times 20 = 4000$$

$$t = x \div v = 5000 \div 200 = 25$$

①  ②  ③

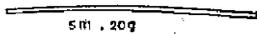
## 共通概念育成トレーニング

NO.3.

問3 人口密度はそこに住んでいる人の組み合わせを表します。つまり、単位面積（例えば1㎡）当たりの人の数ですから、人口密度=人口÷面積（ $A=B÷C$ ）の式になります。ここで扱う高校物理の密度の問題も全て（ $A=B÷C$ ）のタイプです。このことを確かめながら次の問題を解きなさい。但し、ヒントを参考にしてもよい。

\*数学的に一次元の問題（長さや時間は一次元です。）

1. (線密度) 長さ5mで20gのゴムひもがある。(1)このゴムひもは1m当たり何gになるか。(単位長さ当たりの質量を線密度という。)(2)また、このゴムひもを10mに引き伸ばすと線密度(線の太さ)は何倍になるか。(3)また、同じゴムひもを10本束ねて10mに引き伸ばしたときの線密度(合わせた太さ)は(1)の場合の何倍になるか。



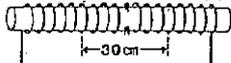
$$\begin{aligned} \text{線密度} &= 20 \div 5 = 4 \\ 20 \div 10 &= 2 \quad \cdot \cdot \cdot 1/2 \text{倍} \\ (20 \times 10) \div 10 &= 20 \cdot \cdot \cdot 5 \text{倍} \end{aligned}$$

(ヒント) ...

$$\text{線密度} = (\text{質量} [\text{g}]) \div (\text{長さ} [\text{m}])$$

4 [g/m]	1/2	5倍
---------	-----	----

2. (巻数密度) 長い棒に細い糸を回のように巻いていった。糸の巻き方は一様で30cmの間に600回巻いてある。(1)この棒の1m当たりの巻き数(単位長さ当たりの巻き数;巻数密度)は何[回巻/m]か。(2)この棒に同じ密度で3重に重ねて巻くと巻数密度は何倍になるか。(30cm=0.30m)



$$\begin{aligned} \text{巻数密度} &= 600 \div 0.30 = 200 \\ 3 \text{重巻} &\rightarrow \text{巻数密度 } 3 \text{倍} \end{aligned}$$

$$\text{巻数密度} = (\text{全巻数} [\text{回巻}]) \div (\text{糸の巻いてある長さ} [\text{m}])$$

200 [回巻/m]	3倍
------------	----

3. (電流の定義) 管の中を流れるある液体が一定の速さで流れている。その液体はそれぞれ大きさの等しい独立した粒の集まりでできていて、いずれも同じ速さで流れている。(1)ある断面を30秒間に60kgの液体が通過したとすると1秒間(単位時間)当たりにある断面を通過する液体の質量は何[kg/s]か。(2)また、液体の粒1個の質量を $m$ [kg]とするとその断面を1秒間に通過する粒の数は何個か。



$$\begin{aligned} \text{流れの密度} &= 60 \div 30 = 2 \\ \text{粒の数} &= \frac{1 \text{秒あたりの通過質量}}{\div \text{数1個の質量}} = 2/m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{流れの密度} &= \\ &= ((\text{通過した質量}) [\text{kg}]) \\ &\div ((\text{経過時間}) [\text{s}]) \end{aligned}$$

2 [kg/s]	2/m個
----------	------

\*数学的に二次元の問題（面積は（長さ）<sup>2</sup>で二次元です。）

4. (表面密度) 質量50g、1辺が10cmの正方形の金の薄い板があります。(1)この金の薄板の1cm<sup>2</sup>(単位面積)当たりの質量(表面密度)は何[g/cm<sup>2</sup>]か。(2)またこの薄板を1辺が20cmと30cmの長方形になるようにさらに薄く伸ばしたときの表面密度(厚み)は最初の何倍になるか。

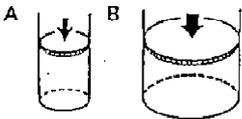


$$\begin{aligned} \text{表面密度} &= 50 \div (10 \times 10) = 0.5 \\ \text{最初の表面積} \div \text{後の表面積} \\ &= (10 \times 10) \div (20 \times 30) = 1/6 \end{aligned}$$

$$\text{表面密度} = (\text{質量} [\text{g}]) \div (\text{表面積} [\text{cm}^2])$$

0.5 [g/cm <sup>2</sup> ]	1/6倍
--------------------------	------

5. (圧力) 圧力 $P$ は単位面積当たりに働く力の大きさである。A図のように断面積0.3m<sup>2</sup>のふたに60N(ニュートン)の力を加えて気体を閉じ込めた。(1)圧力は[N/m<sup>2</sup>]になるか。(2)また、B図のように容器の直径を2倍にしたとき、同じ圧力にするためには何倍の圧力を加えねばならないか。但し、ふたの重さは考えあひものとする。(S=πr<sup>2</sup>)

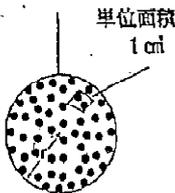


$$\begin{aligned} \text{圧力} &= 60 \div 0.3 = 200 \\ \text{直径2倍} &\rightarrow \text{断面積4倍} \rightarrow \text{力も4倍} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{圧力} &= \\ &= ((\text{全ての}) \text{力} [\text{N}]) \\ &\div ((\text{ふたの}) \text{面積} [\text{m}^2]) \end{aligned}$$

200 [N/m <sup>2</sup> ]	4倍
-------------------------	----

6. (表面電荷密度) 大きな球型の風船がつるしてあります。風船には甘いハチミツが全体に薄く塗ってあり、それにハエが100匹ほどたかっています。ハエは片寄ることなく一様に散らばっています。(1)風船球の半径を $r$ [cm]とすると、球表面の1cm<sup>2</sup>(単位面積)当たりのハエの数(ハエの密度)はいくらか。また、ハエが動かない状態で風船球の半径が2倍になるように膨らんだときハエの密度は何倍になるか。(球の表面積は $4\pi r^2$ )



$$\begin{aligned} \text{ハエの密度} &= 100 \div 4\pi r^2 = 25/\pi r^2 \\ \text{半径2倍} &\rightarrow \text{表面積4倍} \rightarrow \text{密度は } 1/4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ハエの密度} &= \\ &= (\text{ハエの数} [\text{匹}]) \div (\text{球の表面積} [\text{cm}^2]) \end{aligned}$$

$25/\pi r^2$ [匹/cm <sup>2</sup> ]	1/4倍
-----------------------------------	------

## 共通概念育成トレーニング

NO.4

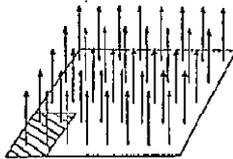
7. (電束密度) 図は(針ねずみのように)中心から細くて長い無数の針が放射状に片寄ることなく一様に広がっている状態を示したものである。中心に近づくほど密集し、外に行くほどまばらになる。(1)図において半径 $r$  [cm] の球で囲まれる部分を考えてとき、その表面の単位断面積(1 $\text{cm}^2$ )当たりを5本の針が通過しているとすると中心から何本の針が出ていることになるか。(2)また、半径が $2r$ の球で囲まれ表面の単位断面積を通過する針の本数(密度)は(1)の場合の何倍になるか。(半径 $r$ の球の表面積は $4\pi r^2$ )



$$\begin{aligned} \text{針の本数} &= \text{密度} \times \text{表面積} \\ &= 5 \times 4\pi r^2 = 20\pi r^2 \\ \text{半径が2倍} &\rightarrow \text{表面積4倍} \rightarrow \text{密度は1/4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{針の密度} &= \frac{\text{全ての針の本数 [本]}}{\text{球の表面積 [m]}} \\ &= \frac{20\pi r^2 \text{ 本}}{4\pi r^2} = 5 \text{ 本/cm}^2 \end{aligned}$$

8. (植束密度) 広い平地にきれいに植林された杉の林があります。杉は整然と等間隔で植えてあります。単位面積当たりの本数(密度)が $B$ 本であるとき、この林にある面積 $S$ の中には何本の杉が植えてあるか。



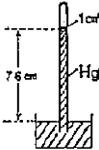
$$\text{杉の全本数} = \text{密度} \times \text{面積} = B \times S$$

$$\begin{aligned} \text{杉林の密度} &= \frac{\text{杉の全本数 [本]}}{\text{林の面積}} \\ &= \frac{BS \text{ 本}}{S} = B \text{ 本} \end{aligned}$$

単位面積

\*数学的に三次元の問題(体積は(長さ)<sup>3</sup>で三次元です。)

9. (大気圧) 気圧を測定するのに図のような装置を使います。(1)76cmの水銀柱の体積を求めよ。ただし、ガラス管の内側の断面積は1 $\text{cm}^2$ とする。(2)水銀の密度を13.6 [g/cm<sup>3</sup>]として76cmの水銀柱の質量を求めよ。



$$\begin{aligned} \text{体積} &= \text{高さ} \times \text{断面積} \\ &= 76 \times 1 = 76 \\ \text{質量} &= \text{密度} \times \text{体積} \\ &= 13.6 \times 76 = 1033.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(水銀の)密度} &= \frac{\text{質量 [g]}}{\text{(水銀柱の)体積 [cm]}} \\ &= \frac{1033.6 \text{ [g]}}{76 \text{ [cm]}} = 13.6 \text{ [g/cm]} \end{aligned}$$

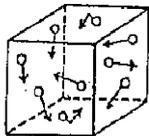
10. (ミリカンの実験) 霧吹きから出た半径 $r$ の油滴が空気中を一定の速さで落下している。油は常に完全な球になっているとして油滴1個の質量を求めよ。ただし、油の密度を $a$ とする。[球の体積は $(4/3)\pi r^3$ ]



$$\begin{aligned} \text{質量} &= \text{密度} \times \text{体積} \\ &= a \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi r^3 a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{油の密度} &= \frac{\text{質量}}{\text{(油滴の)体積}} \\ &= \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 a}{\frac{4}{3}\pi r^3} = a \end{aligned}$$

11. (気体の分子数密度) 図のように1辺が $L$  [cm] の立方体の容器の中に $N$ 個の気体の分子がはいていて自由に飛び回っている。分子1個の質量はどれも同じで $m$  [g]とし、またそれぞれの分子の速さもほぼ同じであるとし、さらに、壁にぶつかってもその速さが変化しないとする。(1)単位面積当たりの分子数(分子密度)はいくらか。(2)密度(全質量÷体積)はいくらか。(3)さらに分子数を変えずに容器を膨張させて、1辺が2倍の立方体になったとすると分子数の密度は最初の何倍になるか。

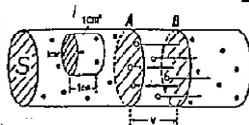


$$\begin{aligned} \text{分子数密度} &= \frac{\text{全分子数}}{\text{体積}} = \frac{N}{L^3} \\ \text{質量の密度} &= \frac{\text{全分子の質量}}{\text{体積}} = \frac{Nm}{L^3} \\ \text{1辺が2倍} &\rightarrow \text{体積8倍} \rightarrow \text{密度は1/8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{分子数の密度} &= \frac{\text{全分子数 [個]}}{\text{容器の体積 [m]}} \\ \text{全質量 [g]} &= \text{分子1個当たりの質量 [g/個]} \times \text{全分子数 [個]} \end{aligned}$$

$$\frac{N}{L^3} \text{ [個/cm]} \quad \frac{Nm}{L^3} \text{ [g/cm]} \quad \frac{1}{8} \text{ 倍}$$

12. (オームの法則の意味) 巨大な水道管の水にたくさんの粒(つぶ)を混ぜて流した。この粒は水の中で片寄ることなく一様に散らばり、平均の速さが $v$  [cm/s] で流れている。そうすると、1秒間に $v$  [cm] 進むことになるから、 $v$  [cm] だけ離れたA,B2つの断面の間にある粒は1秒の間には必ず断面Bを通過するはずである。次の問いに答えよ。(1)水道管の断面積を $S$  [cm<sup>2</sup>] とするAB間の体積は何cm<sup>3</sup>か。(2)粒は水流の中に一様に存在し、単位体積当たりの粒の数(密度)を $n$  [個/cm<sup>3</sup>] とすると、ある断面(断面をBとしてもよい)を1秒間に通過する粒の数は何個か。(3)この粒1個の質量を $m$  [g] とすると1秒間にある断面を通過する粒の質量は $g$ か。



$$\begin{aligned} \text{体積} &= \text{断面積} \times \text{長さ} = S \times v \\ \text{粒の数} &= \text{体積} \times \text{密度} = Sv \times n \\ \text{通過する粒の質量} &= \text{粒の数} \times \text{1個の粒の質量} \\ &= Sv \times n \times m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{粒の数密度} &= \frac{\text{粒の数 [個]}}{\text{体積 [cm]}} \end{aligned}$$

$$Sv \text{ [cm]} \quad Sv \times n \text{ [個]} \quad Sv \times n \times m \text{ [g]}$$

> فزىكىلىك ۋە ساسە ئۇرۇنۇق ئۇ قۇملار كۆمۈر تېشى مەشھۇر ئىكەن جاۋابى

## 解答

### No. 1

- 1 . 25, 24, B
- 2 . 200, 220, B
- 3 . 21, 20, A
- 4 . 2, 2.1, B
- 5 . 6, 5, A
- 6 . 150, 2.7

### No. 2

- 1 . 4, 5, B, 300, 10
- 2 . 1050, 1000, A
- 3 . 24, 20, A
- 4 . 4.5, 4, A
- 5 . <sup>ۋاقىت تېزلىك</sup> ۋاقىت تېزلىك، <sup>جاي يول</sup> جاي يول،  $x$ ، <sup>ۋاقىت</sup> ۋاقىت،  $v$ ،  $t$ ،  
 $\frac{\text{道のり (جاي يول)}}{\text{速さ (ۋاقىت تېزلىك)}} = \frac{x}{v}$
- 6 . 250, 10, 24

ھاتتالاشقان ئۇرۇنۇق 0 پەننىسى قۇيۇك (جاۋاب قەغەزى يېتىۋاتىدۇ)

### No. 3

- 1 . 4,  $\frac{1}{2}$ , 5
- 2 . 2000, 3
- 3 . 2,  $\frac{2}{m}$
- 4 . 0.1,  $\frac{1}{6}$
- 5 . 200, 4
- 6 .  $\frac{Q}{4\pi r^2}$ ,  $\frac{1}{4}$

### No. 4

- 7 .  $4\pi r^2 E$ ,  $\frac{1}{4}$
- 8 . BS
- 9 . 76, 1033.6
- 10 .  $\frac{4\pi r^3 a}{3}$
- 11 .  $\frac{N}{L^3}$ ,  $\frac{Nm}{L^3}$ ,  $\frac{1}{8}$
- 12 .  $sv$ ,  $svn$ ,  $svnm$

كىتابقا بەتلىك نۇسخىسى

### 3-7 解説・物理との関連付け

トレーニング問題の解答は、パワーポイントで解説をしながら伝え、生徒に自己採点してもらおう。その後、「単位あたりの量」やトレーニングと、物理との関連付けの説明を行う。まず、「単位あたりの量」が高校の物理の公式で多く登場することを言及し、物理が分からない生徒にも分かるような噛み砕いた表現で「単位あたりの量」を利用する物理の問題の例を挙げる。問題の解答は生徒に考えさせて、答えてもらう。その後、トレーニングの問題と関係している物理の問題を示す。簡単なトレーニングの問題の考え方で、一見難しそうな高校の物理が解けてしまうということを知ってもらう。また、「単位あたりの量」を小中学校で学習しているが、小学校では算数で登場し、中学ではあまり出てこないためにつながりがもちにくいという話もし、共通性の理解を図ることの必要性をしってもらうとともに今回の実践の目的について述べ、まとめにはいる。以下に、これらのパワーポイントを示す。

#### 高校物理の単元

- 力学
- 熱力学
- 波動
- 電磁気学
- 原子物理学

全てに単位あたりの量が関係している！

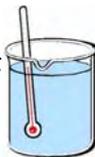
#### 高校物理の単位あたりの量の例

- 速度 [m/s]
- 圧力 [N/m<sup>2</sup>]
- 仕事率 [J/s]
- 電場の強さ [V/m]
- 磁場の強さ [A/m]
- 電気容量 [C/V]
- 線密度 [kg/m]
- バネ定数 [N/m]
- 熱容量 [J/K]
- 電流の強さ [C/m]
- 磁束密度 [Wb/m<sup>2</sup>]
- インダクタンス [Wb/A]

これら全て同じように考えることができる！

#### 問題

水の温度を1℃上げるのに1calの熱量が必要である。水の温度を5℃上げるのに必要な熱量はどれくらいか。



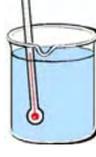
$$1^\circ\text{Cあたりの必要な熱量}[\text{cal}/^\circ\text{C}] = \frac{\text{必要な熱量}[\text{cal}]}{\text{上げたい温度} [^\circ\text{C}]}$$

$$\text{必要な熱量}[\text{cal}] = 1[\text{cal}/^\circ\text{C}] \times 5[^\circ\text{C}]$$

答え: 5[cal]

#### 物理問題例

熱容量が420[J/K]の水の温度を5[K]上げるために必要な熱量[J]はどれくらいか。



$$\text{熱容量}[\text{J}/\text{K}] = \frac{\text{必要な熱量}[\text{J}]}{\text{温度の変化}[\text{K}]}$$

$$\text{必要な熱量}[\text{J}] = \text{熱容量}[\text{J}/\text{K}] \times \text{温度変化}[\text{K}]$$

$$= 420 \times 5$$

$$= 2100$$

答え: 2100 [J]

### 問題例

5gのおもりを付けると1cm伸びるばねがある。  
このばねを10cm伸ばしたいとき、何gのおもりが必要ですか。

ばねのかたさ[g/cm]  

$$= \frac{\text{おもりの重さ[g]}}{\text{ばねの伸び[cm]}}$$

おもりの重さ=ばねのかたさ×のび  

$$= 5 \times 10$$

答え: 50 [g]

### 物理問題例

ばね定数がkのばねを、元の長さより5[m]伸ばしたい。このとき、必要な力[N]はどれくらいか。

必要な力[N]  

$$= \text{ばね定数[N/m]} \times \text{長さ[m]}$$

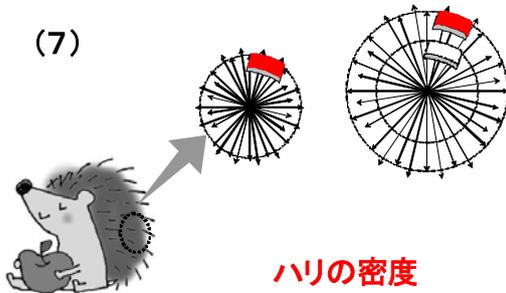
$$= k \times 5$$

$$= 5k$$

答え: 5k [N]

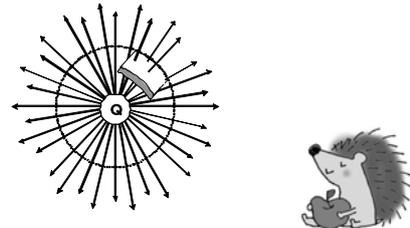
### トレーニング

(7)



### 問題例

電場の強さがEのところでは、電場に垂直な断面1㎡あたりE本の電気力線が貫いている。  
電荷Qからは、何本の電気力線が出ているか。



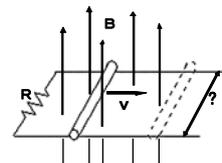
### トレーニング

(4)



### 問題例

間隔が?の2本の平行導線と抵抗Rを図のように接続して、導線に導体棒PQを渡す。この回路を電束密度Bの様な電場が垂直に貫いている。棒PQを矢印の向きに一定の速さvで動かすとき、PQを流れる誘導起電力の大きさはいくらか。



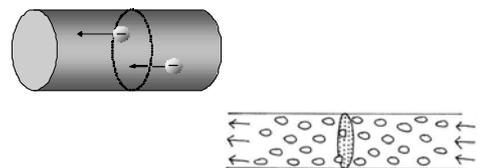
### トレーニング

(6)



### 問題例

導体のある断面をt[s]間に通る自由電子の数をnとすると、この断面を1[s]間に通過する自由電子の数はいくつですか。



## トレーニング

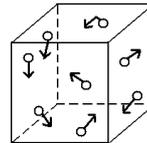
(5)



レーズンの密度

## 問題例

図のように一辺が $L$ [cm]の立方体の容器の中に $N$ 個の気体の分子が入っていて、自由に飛び回っている。分子1個の質量はどれも同じで $m$ [g]とし、またそれぞれの分子の速さもほぼ同じであるとし、さらに壁にぶつかってもその速さが変化しないとする。分子数密度はいくらか。



## ここまでを通して・・・

理科の物理分野は公式が多い



ややこしい・難しいと思われがち



しかし

共通性を理解すれば難しくない

## 小中学校で学ぶ単位あたりの大きさ

小学校(算数)

- お菓子の単価[円/個]
- 速さ[m/秒]
- 人口密度[人/m<sup>2</sup>]
- 金属の密度[g/m<sup>3</sup>]
- 林の密度[本/m<sup>2</sup>]

中学校(理科)

- 圧力[N/m<sup>2</sup>]
- 密度[g/m<sup>3</sup>]
- 速さ[m/秒]
- 仕事率[J/秒]

実は基礎は小学校で習っている

基礎は小学校の算数で学んでいる



しかし

中学校で多く学ばないために関連が持てない



つまり

共通性を改めて確認することで



物理の一般性が見えてくる・応用ができる

## まとめ

- 量が多かったり、複雑で数えにくいものも、単位あたりの量から求めることができる。
- 単位あたりの量は様々な分野・場所において用いられている。
- 物理の公式の多くが、この考えと大きく関連している。

### 3-8 事後アンケート

事後アンケートは、教育実践の効果、実践を通しての生徒の考え方の変容、授業内容や教材が適切であったか、などについて調べるために行った。

⑩は当てはまるもの全てに丸をするものとし、⑲、⑳は自由回答にした。その他の問いについては5段階評価で回答してもらおう。以下にアンケート項目とその意図を示す。

#### 事後アンケート項目

- ①最初に行った“ハリハリボール”の実験は、単位あたりの量について学ぶ上で役に立ったと思いますか。
- ②ハリの数え方のパワーポイントを使った説明はわかりやすかったですか。
- ③事前チェックテストの難しさはどうでしたか。
- ④テストの問題の量は どうでしたか。
- ⑤テストの間に行った実験は、問題を解く上で役に立ったと思いますか。
- ⑥テストの解答・解説は理解できましたか。
- ⑦トレーニングの難しさはどうでしたか。
- ⑧トレーニング問題を解く上で、事前にチェックテストを解いたことは役に立ったと思いますか。
- ⑨トレーニングの問題の量は どうでしたか。
- ⑩ヒントをつけましたが、そのことについてどう思いましたか。(複数回答可)
- ⑪トレーニングの解答・解説は理解できましたか。
- ⑫高校物理の問題の例は理解できましたか。
- ⑬実験や問題と、物理の内容とにつながりを感じることができましたか。
- ⑭密度にもいろいろな種類があることに気付きましたか。
- ⑮いろいろな形の密度というのは、共通した考え方で問題が解けることに気付きましたか。
- ⑯「単位あたりの大きさ」という考えの理解が以前より深まったと思いますか。
- ⑰「単位あたりの大きさ」という考え方を学ぶことで、日常生活で役立つことがあると思いますか。
- ⑱ (  $\text{N}/\text{m}^2$  ) など単位の「 / 」の意味は以前より詳しくなりましたか。
- ⑲ 「 / 」の意味を、また分かる範囲で書いてください。
- ⑳今回3時間授業を受けて、全体の内容としての難しさはどうでしたか。
- ㉑授業を通して、物理に対しての考え方は変わりましたか。
- ㉒以前よりも物理に興味を持てそうですか。
- ㉓. 今回の授業が、今後役に立つと思いますか。

## 事後アンケート

●当てはまるものをひとつ選んで丸をしてください。

①最初に行った“ハリハリボール”の実験は、単位あたりの量について学ぶ上で役に立ったと思いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. そう思わない )

②ハリの数え方のパワーポイントを使った説明はわかりやすかったですか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. 普通 4. あまりそう思わない 5. そう思わない )

③事前チェックテストの難しさはどうでしたか。

( 1. 簡単だった 2. まあまあ簡単だった 3. 普通 4. 少し難しかった 5. 難しかった )

④テストの問題の量は どうでしたか。

( 1. 少なかった 2. やや少なかった 3. ちょうどよかった 4. 少し多かった 5. 多かった )

⑤テストの間に行った実験は、問題を解く上で役に立ったと思いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. そう思わない )

⑥テストの解答・解説は理解できましたか。

( 1. 理解できた 2. まあまあ理解できた 3. どちらともいえない 4. 分かりにくかった 5. 理解できなかった )

⑦トレーニングの難しさはどうでしたか。

( 1. 簡単だった 2. まあまあ簡単だった 3. 普通 4. 少し難しかった 5. 難しかった )

⑧トレーニング問題を解く上で、事前にチェックテストを解いたことは役に立ったと思いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思わない 5. そう思わない )

⑨トレーニングの問題の量は どうでしたか。

( 1. 少なかった 2. やや少なかった 3. ちょうどよかった 4. 少し多かった 5. 多かった )

⑩ヒントをつけましたが、そのことについてどう思いましたか。(複数回答可)

( 1. スムーズに解く上で役立った 2. なかったら解けない問題もあった 3. 特に使わなかった  
4. ないほうが良かった 5. その他 > )

⑪トレーニングの解答・解説は理解できましたか。

( 1. 理解できた 2. まあまあ理解できた 3. どちらでもいえない 4. 分かりにくかった 5. 理解できなかった )

⑫高校物理の問題の例は理解できましたか。

( 1. 理解できた 2. まあまあ理解できた 3. どちらともいえない 4. 分かりにくかった  
5. 理解できなかった )

⑬実験や問題と、物理の内容とにつながりを感じることができましたか。

( 1. できた 2. なんとなく感じた 3. どちらともいえない 4. あまり感じなかった 5.  
よく分からなかった )

⑭密度にもいろいろな種類があることに気付きましたか。

( 1. 気いた 2. 少し気付いた 3. どちらともいえない 4. あまり分からなかった 5.  
分からなかった )

⑮いろいろな形の密度というのは、共通した考え方で問題が解けることに気付きましたか。

( 1. 気いた 2. 少し気付いた 3. どちらともいえない 4. あまり分からなかった 5.  
分からなかった )

⑯「単位あたりの大きさ」という考えの理解が以前より深まったと思いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思  
わない 5. そう思わない )

⑰「単位あたりの大きさ」という考え方を学ぶことで、日常生活で役立つことがあると思  
いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

⑱ (  $\text{N}/\text{m}^2$  ) など単位の「 / 」が何を意味するのか、以前より詳しくなりましたか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思  
わない 5. そう思わない )

⑲「 / 」の意味を、また分かる範囲で書いてください。

[ ]

⑳今回二時間授業を受けて、全体の内容としての難しさはどうでしたか。

( 1. 簡単だった 2. まあまあ簡単だった 3. 普通 4. 少し難しかった 5. 難しかった )

㉑授業を通して、物理に対しての考え方は変わりましたか。

( 1. 思っていたより複雑ではないように感じた 2. 変わらなかった 3. 思っていたより複雑  
に感じた )

㉒以前よりも物理に興味を持てそうですか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらともいえない 4. あまりそう思  
わない 5. そう思わない )

(23) 今回の授業が、今後役に立つと思いますか。

( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. あまりそう思わない 4. そう思わない )

## 1 ヶ月後のアンケート

- ① 研究実践を行なって、物理が得意になったか。  
( 1. そう思う 2. 少しいそう思う 3. どちらでもない 4. あまりそう思わない  
5. そう思わない )
- ② 研究実践を行なって、物理が好きになったか。  
( 1. そう思う 2. 少しいそう思う 3. どちらでもない 4. あまりそう思わない  
5. そう思わない )
- ③ 単位当りの量について理解は深くなりましたか。  
( 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う 3. どちらでもない 4. あまりそ  
う思わない 5. そう思わない )
- ④ 単位当りの量を1月間に応用できましたか。  
( 1. そう思う 2. 少しいそう思う 3. どちらでもない 4. あまりそう思わない  
5. そう思わない )
- ⑤ 研究実践があなたの物理に関する興味、関心を持たせることによって役にた  
てたか。  
( 1. そう思う 2. 少しいそう思う 3. どちらでもない 4. あまりそう思わない  
5. そう思わない )
- ⑥ 今回の研究実践から物理のどの部分で進むことができました。当てはめる部  
分に丸つけて下さい。  
(1. 光と音 2 力と圧力 3. 電流 4. 物質(金属の性質など) 5. 気体  
6. 電磁 )

## 第4章 実践結果

中国・新疆ウイグル自治区の次の2つの高校での、平成21年11月19日の、実践授業(3時間)の結果を、詳しく以下で述べていく。

- ①トクスン県トクスン第2高校（1年1・2組クラスで、男女計78名）
- ②トクスン県ゴルブイ高校（2年1・2組クラスで、男女計39名）

### 4-1 事前アンケート

#### 4-1 事前アンケート集計結果

事前アンケート項目と略語は表4-1-1のとおりである。

①	文系と理系、どちらに進む予定ですか。	文理選択
②	あなたは理科が好きですか。	理科好き
③	あなたは理科が得意ですか。	理科得意
④	あなたは数学が得意ですか。	数学得意
⑤	物理分野(光と音、力と圧力、電流)は好きですか。	物理好き
⑥	物理教科書はあなたにとって面白いですか。理由に当てはめるものすべてに丸つけて下さい。	教科書関
⑦	今まで物理だ学んだことを応用したことがありますか	物理応用
⑧	理科のなかで得意な單元には○を、苦手な單元には×を、 <u>当てはまるものすべてにつけてください。</u>	得意單元 苦手單元
⑨	数学や理科で、( $N/m^2$ )、( $m/秒$ )、( $g/m^3$ ) のような単位を学びますが、この単位の「 / 」はどういう意味でしょうか。	

表 4-1-1 事前アンケート項目と略語



ゴルフイ高校 事前アンケート結果 (N=38)

	質問\学	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
1	文理選択	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1		
理科選	科目興味														1		1								1		1		1									1			
理由	簡単そう																																								
	就職関連										3			3				3	3			3	3	3	3		3	3		3				3	3	3			3	3	
	社会ため																																								
文科選	科目興味					1								1																											
理由	簡単そう																																								
	就職関連	3	3	3	3	3					3	3	3	3																	3								3		
	社会ため																																								
2	理科好き	3	2	3	3	3	2	4	1	3	1	2	3	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	4	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	
3	理科得意	2	3	3	3	3	2	1	4	4	2	3	2	2	2	2			2	1	1	2	3	2	2	3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	
4	数学得意	2	3	2	2	3	3	1	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	1	2	2	3	2	1	3	3	2	3	1	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	
5	物理好き	2	1	2	3	2	1	1	3	1	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	
理由	公式多い								1																					1									1		
	実験ある						2											2			2										2										
	暗記多い													3																											3
	内容簡単							4																																	
	内容難しい													5												5				5								5		5	
	楽しい																																					6			
	その他																																								
6	教科書関する																																								
理由	図生き生き			1			1		1	1				1							1							1	1						1		1				
	分かりやすい	2					2						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	文字説明	3			3	3					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	生き生きしていない																																								
7	物理応用	2	2	2	2	3	3	3	1	3	3	2	3	3	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	4	2	3	2	2	2	3	2	2	2	
8	得意単元																																								
	光と音	1	1	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	力と圧力	2	2	2		2					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	電流	3			3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	磁		4	4			4	4	4					4								4					4	4	4						4	4		4	4	4	
	物質		5	5	5			5					5	5		5	5						5	5					5				5	5	5						
	気体			6	6	6		6	6					6								6	6			6	6	6					6						6		
	水溶液		7	7	7																	7	7					7					7	7					7		
	化学変化		8		8	8	8											8	8	8	8	8						8					8						8		
	植物		9		9		9	9	9					9	9	9	9					9	9	9	9				9				9		9						
	動物			10	10		10	10						10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
	地層				11				11	11					11	11	11	11						11						11					11			11			
	地球宇宙		12	12	12	12		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

#### 4-1-1 トクスン第2高校の事前アンケート結果

①文系と理系、どちらに進む予定ですか（文理選択）。

①選択理由	科目興味	簡単そう	就職関連	社会ため
理科選択	26	2	39	6
文科選択	2		2	

図 4-1-1-1

（複数回答可）理科系に進みたいと答えた生徒が95%になった。

文理の選択の理由を示す。理由の項目と略語は表の通り。

その科目に興味がある	科目興味
簡単そう	簡単そう
将来に就きたい仕事と関連している	就職関連
自分が好きじゃないですけど社会ため	社会ため

図 4-1-1-2

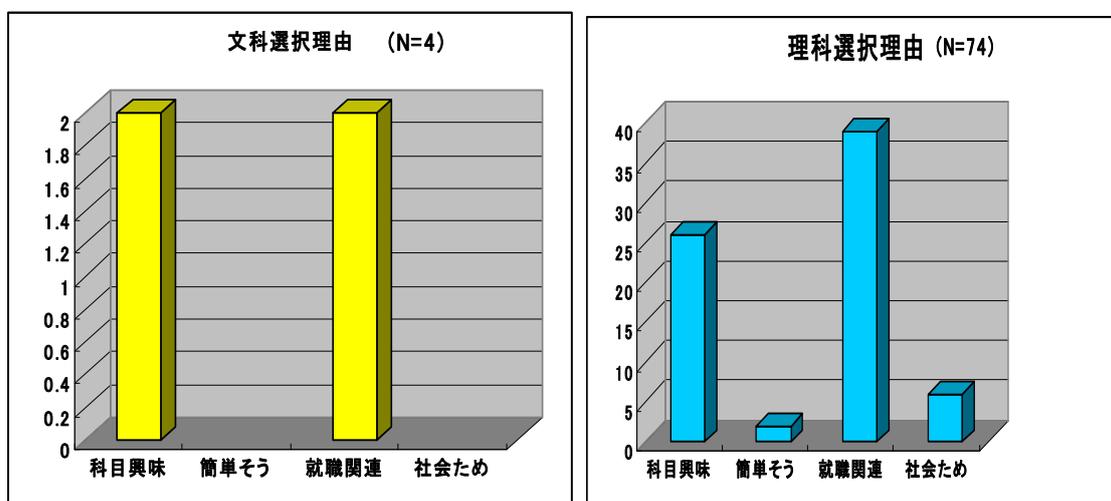


図 4-1-1-3

理由として理科選択した生徒が「将来に就きたい仕事と関連している」という答えたせいで53%になった。「科目興味」という答えた生徒が35%であった。「簡単だから」「社会ため」と答えた生徒が少なかった。文科を選択した生徒が理由として「科目興味」「将来に就きたい仕事と関連している」といった生徒が同じ数であった。

次に②～⑤(理科好き)の結果を示す

- ① あなたは理科が好きですか。
- ② あなたは理科が得意ですか。
- ③ あなたは数学が得意ですか。
- ④ あなたは物理が好きですか。また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。

	そう思う	少し思う	あまり思わない	思わない	答えない
②理科好き	40	30	4	0	4
③理科得意	8	50	17	1	2
④数学得意	12	46	19	1	0
⑤物理好き	35	32	8	2	1

図 4-1-1-4

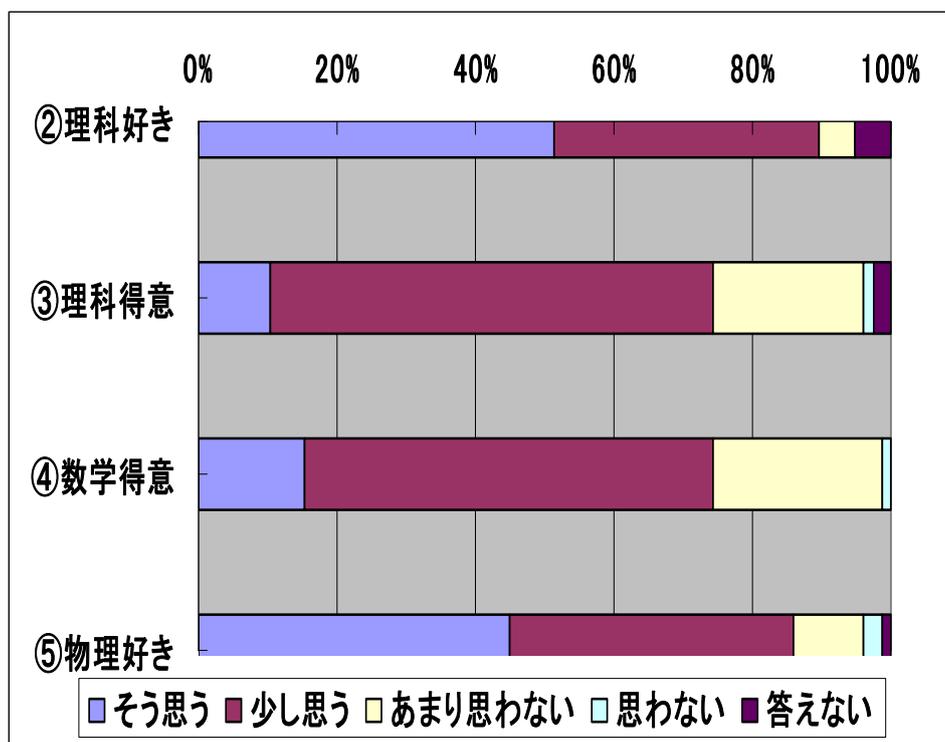


図 4-1-1-5

理科好きの生徒は9割以上いて、理科嫌いは1割未満だった。一方、理科が得意とする生徒は7割以上いて。また、数学を得意とする生徒は7割以上理科と同じくらい少なく、物理好きの生徒は8割以上いて。

物理好き理由の結果（複数回答可）

⑤物理好き理由	公式 多い	実験 ある	暗記 多い	内容 簡単	内容難 しい	楽しい	その他	ブラン ク
そう思う	1	10			2	11		20
少し思う	2	8			2	11	1	10
あまり思わない	1		1		4		1	1
思わない					3			2
総数	4	18	1	0	11	22	2	33

図 4-1-1-6

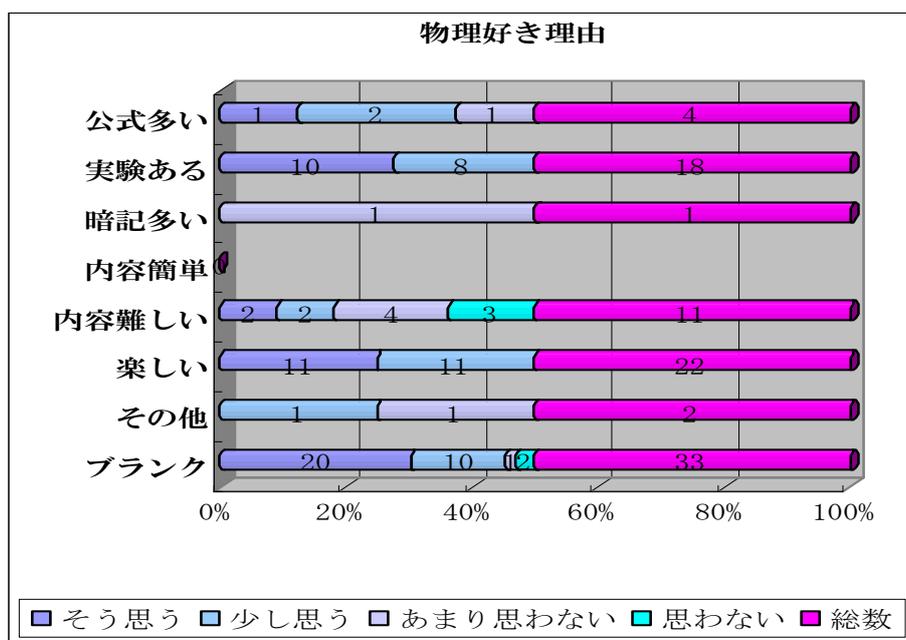


図 4-1-1-7

物理が好き理由は「楽しいから」という生徒が5割であった。「実験があるから」と答えた生徒が4割以上でした。物理が嫌い生徒が1割満たなかった。理由が「内容難しい」という答えをした。

物理好きの理由がなかった生徒が多かった、3割以上でした。

次に、アンケート項目⑥

物理教科書はあなたにとって面白いですか。理由に当てはめるものすべてに丸つけて下さい) の結果を示す。

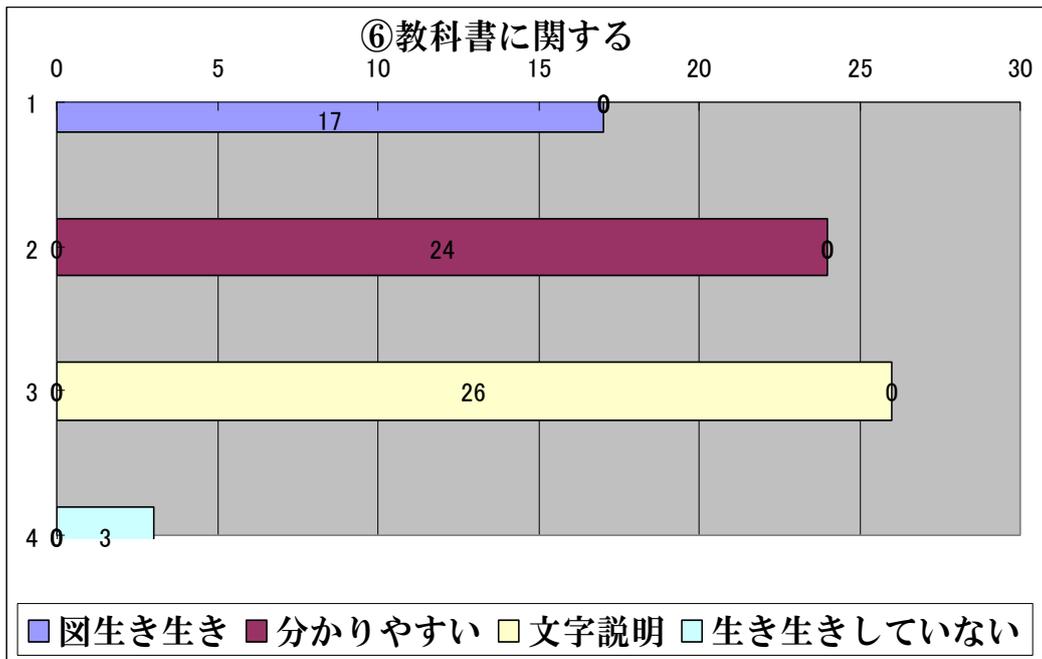


図 4-1-1-8

生徒にとって物理教科書は「文字説明が多い」という生徒が3割以上で、「分かりやすい」という生徒が3割以上でした、「図が生き生きしている」という答えた生徒が3割以上であった。

次に、アンケート項目⑦の結果を示す  
今まで物理で学んだことを応用したことがありますか。

そう思う	少し思う	あまり思わない	思わない	答えない
14	39	17	0	8

図 4-1-1-9

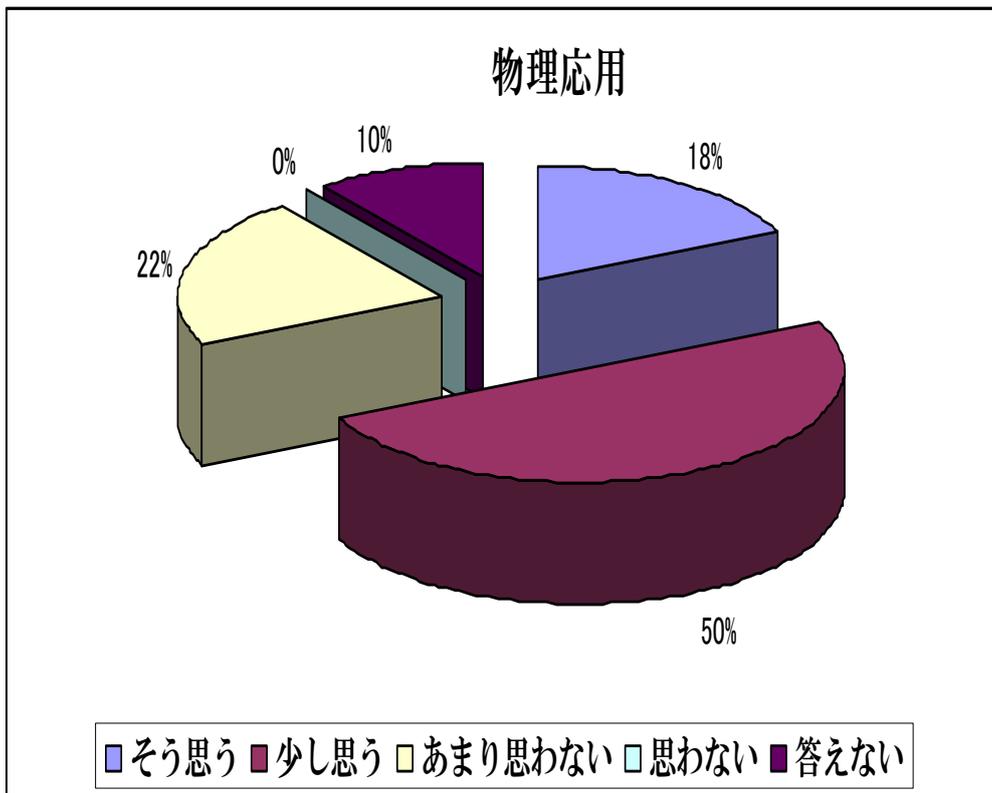


図 4-1-1-10

今まで物理で学んだことを応用したことがありますか。応用したことがある生徒がほぼ7割で、応用したことがない生徒がいなかった。

次に、アンケート項目⑧の結果を示す

⑧理科のなかで得意な単元には○を、苦手な単元には×を、当てはまるものすべてにつけてください。どちらでもなければ何も書かなくて良いです。

⑧	光と音	力と圧力	電流	磁	物質	気体	水溶液	化学変化	植物	動物	地層	地球宇宙
得意単元	61	38	29	27	33	27	33	37	44	43	12	34
苦手単元	17	40	49	51	45	51	45	41	34	35	66	44

図 4-1-1-11

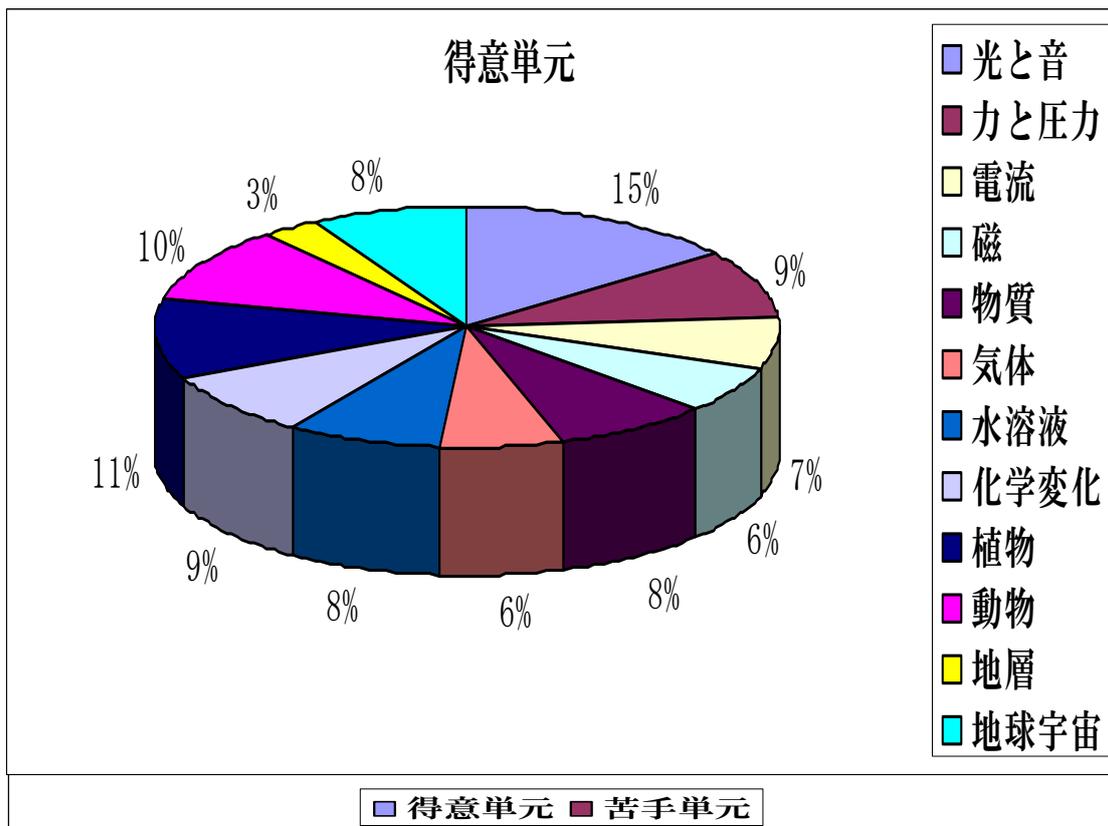


図 4-1-1-12

得意单元で「光と音」を選択した生徒が7割、「電流」のは7割、「地球宇宙」のはほぼ7割、「力と圧力」のは6割以上であった。

苦手单元で「水溶液」を選択した生徒が8割で、「地層」の選択率は7割以上、「物質」は6割以上、「気体」のは6割以上で、「磁」は6割以上であること明らかになった。

### 「 / 」の意味理解

- ⑨ 数学や理科で、(  $N/m^2$  )、(  $m/秒$  )、(  $g/m^3$  ) のような単位を学びますが、この単位の「 / 」はどういう意味でしょうか。分かる範囲で良いので書いてください。

～ 毎	無回答	割り算	単位あたり	～あたりの	区別	不明
14	22	28	10	1	1	2

図 4-1-1-13

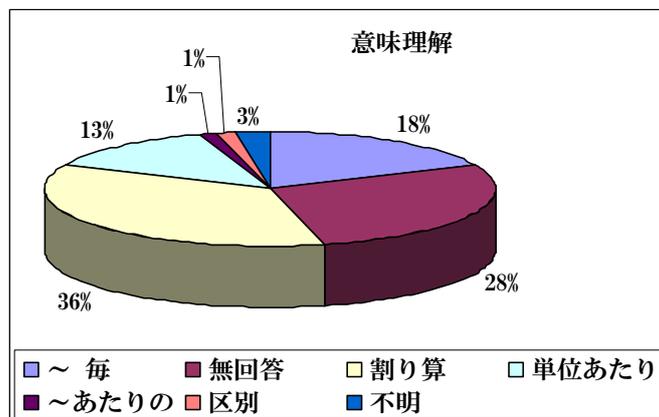


図 4-1-1-14

「 / 」の意味を実践の前正しく理解している生徒は1割以上、無答率がほぼ3割以上でした。ほとんどの生徒が意味分かっていないということ明らかになった。

#### アンケート項目⑩の結果を示す

⑩最後に、「物理」のイメージを自由に書いてください。

1. 無回答：19、
2. 実験ないとつまらない(大事)：21、
3. 応用が大事：23、
4. 物理に興味を持たせるのは大事：9、
5. 難しい：6
6. 公式が多い、教科書の面白い図が入れたらよい、学生を考えさせるのは大事、説明が簡単にしたらよいなど意見もあります。

物理は実験が大事、日常生活につながりが大事、興味を持たせることが大事ということが明らかになった。

#### 4-1-2 ゴルブイ高校の事前アンケート結果

アンケート項目①の結果を示す：(理科 N=26 文化 N=13)

①選択理由	科目興味	簡単そう	就職関連	社会ため
理科選択	6		17	
文科選択	2		11	

図 4-1-2-1

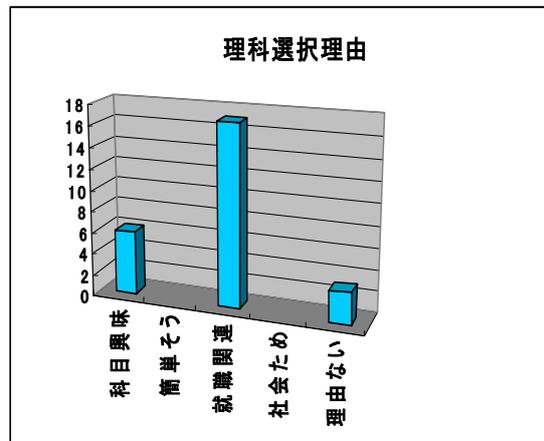
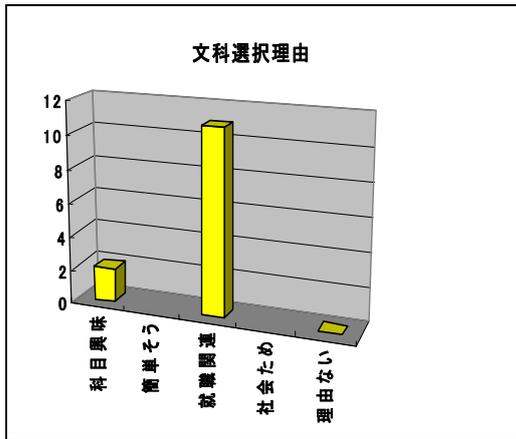


図 4-1-2-2

(複数回答可) 理科系を進みたいと答えた生徒が6割以上になった。理由として理科選択した生徒が「将来に就きたい仕事と関連している」という答えた生徒が65%になった。「科目興味」という答えた生徒が23%であった。「簡単だから」「社会ため」という生徒がいなかった。理由がない生徒もあった。文科を選択した生徒が理由として「科目興味」を選んだ生徒が15%で、「将来に就きたい仕事と関連している」といった生徒が85%になった。

次に、アンケート項目②～⑤の結果を示す

	そう思う	少しそう思う	あまりそう思わない	そう思わない	ブランク
②理科好き	22	7	6	3	1
③理科得意	5	18	12	2	2
④数学得意	5	20	12	0	2
⑤物理好き	21	12	4	0	2

図 4-1-2-3

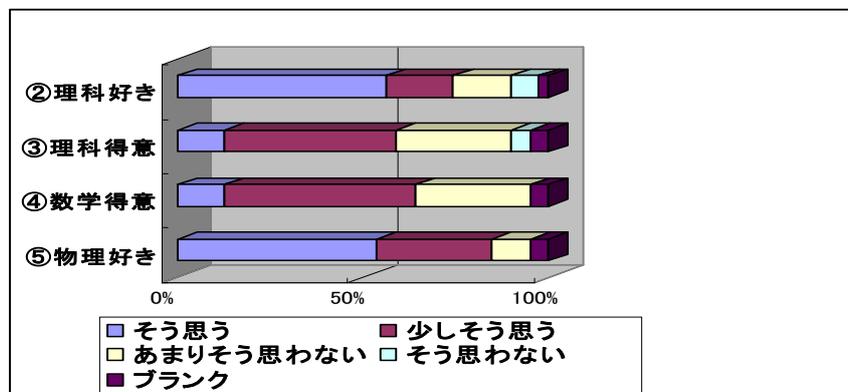


図 4-1-2-4

理科好きの生徒は7割以上いて、理科嫌いは2割以上で、割未満だった。一方、理科が得意とする生徒はほぼ6割。また、数学を得意とする生徒は6割以上理科と同じくらい少なく、物理好きの生徒は8割以上いて。

### 物理好きの理由

⑤ あなたは物理が好きですか。また、理由として当てはまるものすべてに丸をしてください。

理由 ( 1・公式が多い 2・実験がある 3・暗記が多い 4・内容が簡単 5・内容が難しい 6・楽しい 7・その他 )

⑤物理好き理由	公式多い	実験	暗記多い	内容簡単	内容難しい	楽しい	その他	ブランク
そう思う	1	5			2	1		11
少しそう思う			2		2			8
あまり思わない	1				2			1
思わない								

図 4-1-2-5

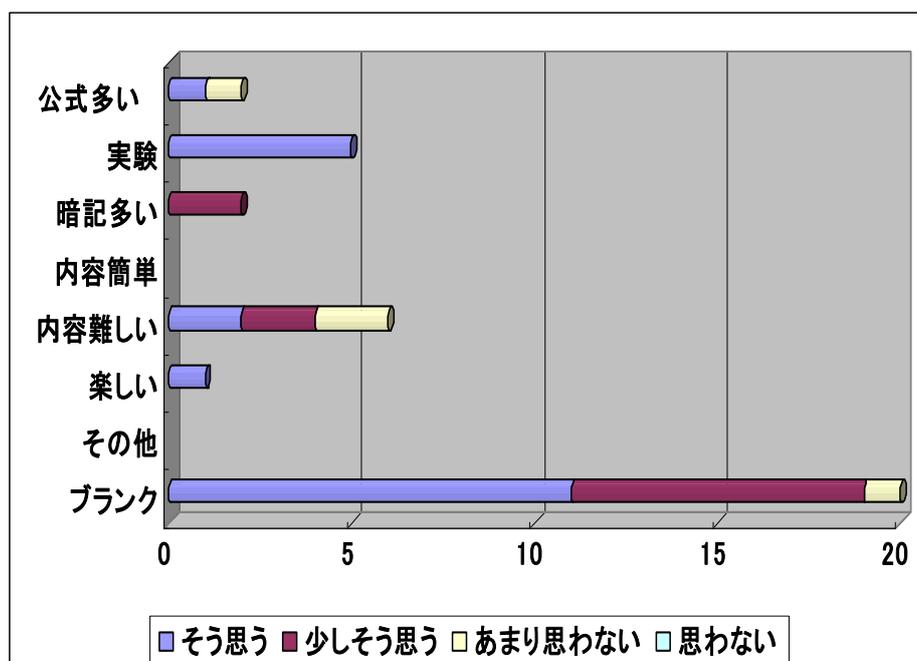


図 4-1-2-6

物理好きの理由で無答の生徒が 71.7%で、「実験がある」を選択率が 12.8%であったことあきらかになった。

### ⑥教科書に関する

図生き生き	分かりやすい	文字説明	生き生きしていない
10	13	14	1

図 4-1-2-7

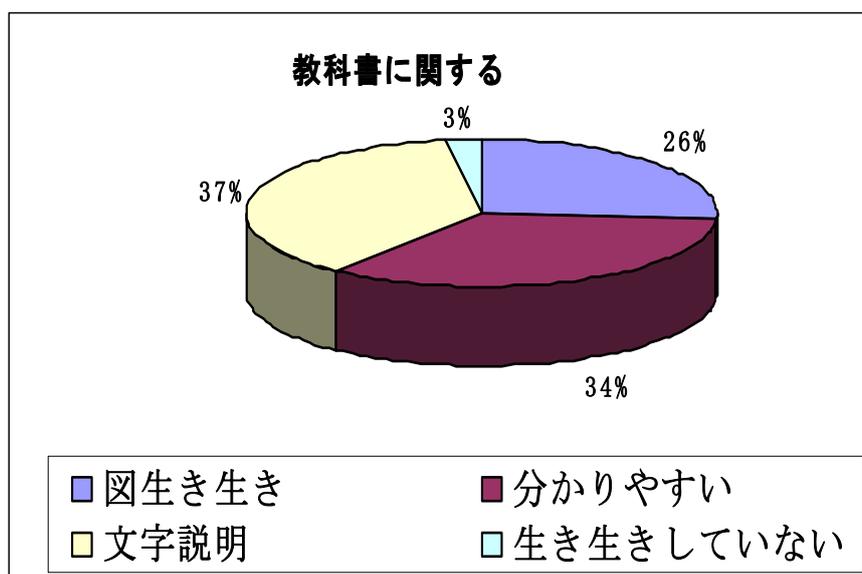


図 4-1-2-8

生徒にとって物理教科書は「文字説明が多い」という生徒が 3 割以上で、「分かりやすい」という生徒が 3 割以上でした、「図が生き生きしている」という答えた生徒が 2 割以上であった。

次に、アンケート項目⑦の結果を示す

そう思う	少し思う	あまりそう思わない	そう思わない
6	22	10	1

図 4-1-2-9

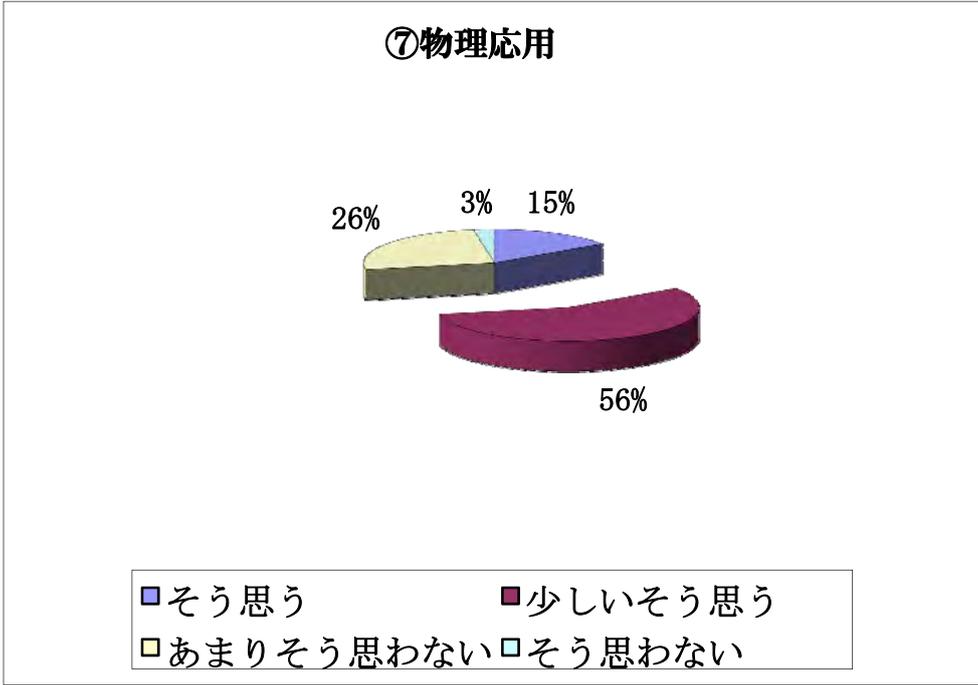


図 4-1-2-10

今まで物理で学んだことを応用したことがありますか。応用したことがある生徒が8割で、応用したことが少ない生徒がほぼ3割であった。

次に、アンケート項目⑧の結果を示す

⑧単元	光と音	力と圧力	電流	磁	物質	気体	水溶液	化学変化	植物	動物	地層	地球宇宙
得意単元	27	25	27	15	13	13	9	13	16	17	10	26
苦手単元	12	14	12	24	26	26	30	26	23	22	29	13

図 4-1-2-11

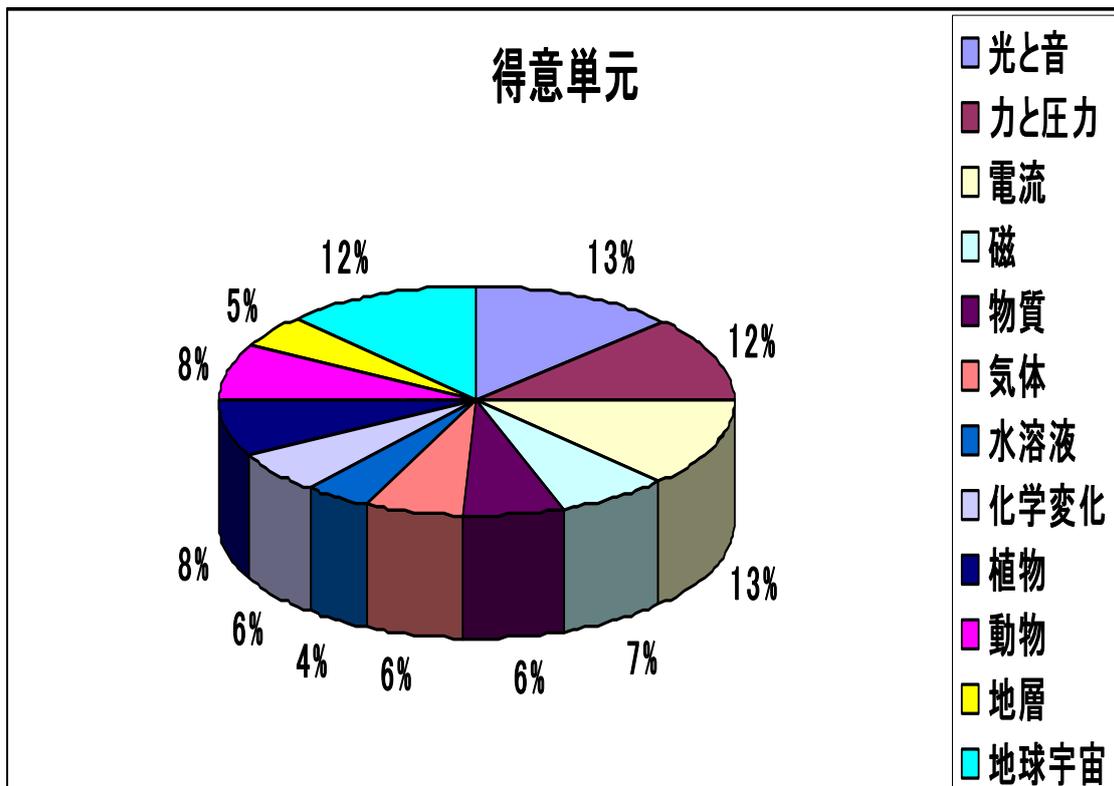


図 4-1-2-12

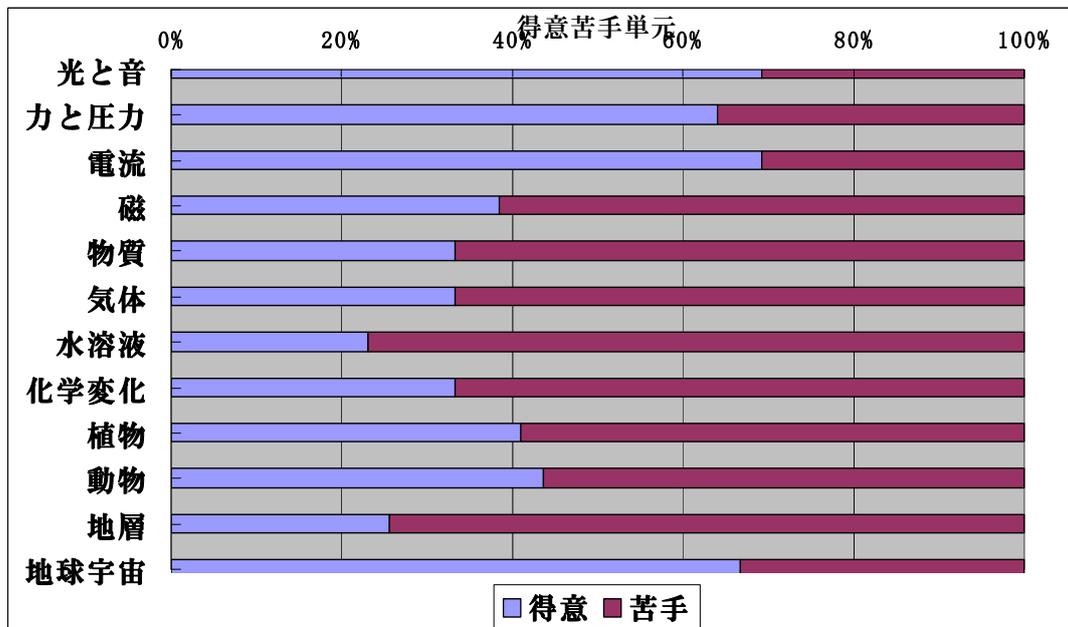


図 4-1-2-13

得意単元で「光と音」を選択した生徒が7割、「電流」のは6割以上、「地球宇宙」のはほぼ7割、「力と圧力」のは6割以上であった。  
 苦手単元で「水溶液」を選択した生徒が8割で、「地層」の選択率は7割以上、「物質」は6割以上、「気体」のは6割以上で、「磁」は6割以上であること明らかになった。

次に、アンケート項目⑨の結果を示す

### 「 / 」意味理解

無回答	割り算	単位あたり	～あたりの	不明
17	3	11	3	1

図 4-1-2-14

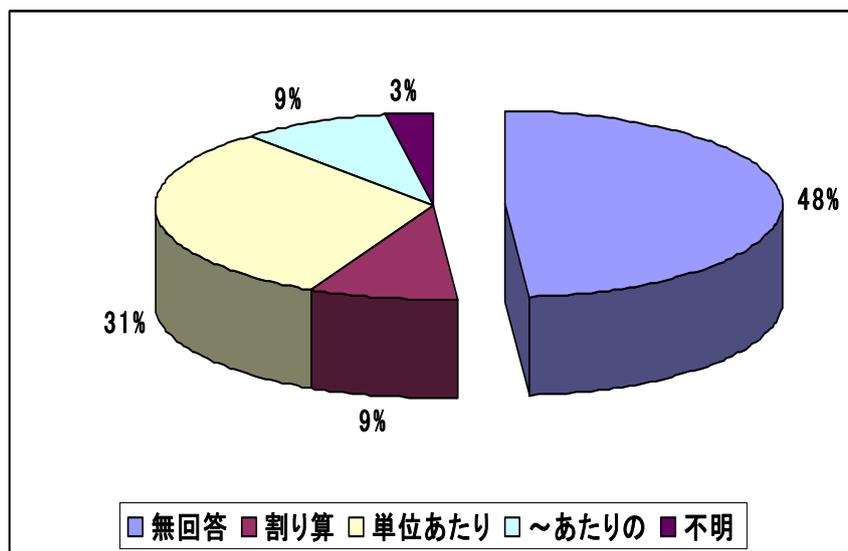


図 4-1-2-15

「 / 」の意味を実践の前正しく理解知っている生徒は3割で、無答率がほぼ5割。ほとんどの生徒が意味分かっていないということ明らかになった。

次に、アンケート項目⑩の結果を示す

### ⑩物理に関するイメージ

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 1. 無答：13       | 2. 実験大事：9 |
| 3. 日常生活とつながり：8 | 4. 先生大事：2 |
| 5. 楽しい：4       | 6. 難しい：2  |
| 7. 難しい：2       | 8. 興味大事：1 |

無答が多かった。実験大事と答えをした生徒が3割以上で、日常生活とつながりが大事という答えをした生徒が3割であった。

## 4-2 デモ実験

太い注射器と細い注射器をチューブでつなぎ、両方のピストンを同じ力で押したときにどちらが勝つかを予想させた注射器のデモ実験では、117人中95人の生徒が「太い注射器が勝つ」と予想し、正解である「細い注射器が勝つ」と予想した生徒は22人だけであった。実際にどちらが勝つか、注射器を配って確かめさせたとき、生徒からは驚きの声があがった。驚きのある実験は、生徒の印象に残りやすい。思ったよりも間違った予想をした生徒が多かったが、そのぶん驚きが大きかったので、「太い注射器が勝つ」という生徒たちの素朴概念を打ち破るきっかけになったのではないかと考える。素朴概念とは、「子どもや、子どもばかりでなく初学者が学習を始める以前からもっていたり、学習を始めて以後にもったりすることのある主として自然現象に関する知識や考えで、習熟した者からは通常正しくないとみなされる概念」のことである。



写真 4-2-1

デモ実験の様子



写真 4-2-2

## 4-3 “ハリハリボール”の実験

### 4-3-1 授業の様子



写真 4-3-1

## 4-3-2 実験結果

生徒数名に“ハリハリボール”の全体のハリの数を聞いたが、少ない生徒で約180本、多い生徒で約240本と、バラつきが見られた。

1 cm<sup>2</sup>あたりの本数が1本違うと、約36本の差が出る。“ハリハリボール”自体のハリの数の誤差も考慮すれば、この約60本の差は有り得る範囲だと考えることもできるが、あまりにも大ざっぱにしか数えられていないという印象を与える可能性のある数でもある。1 cm<sup>2</sup>の枠の中のハリの数の数え方をもっと厳密に統一する、枠の太さをもっと細くするといった改善の余地がある。

また、“ハリハリボール”の数と電卓の数が足りず、“ハリハリボール”は4人で1個、電卓は4人で1個の配分になってしまったことで、雑談をする生徒がいて、早い生徒と遅い生徒にも差ができ、だらけた雰囲気になってしまった。

## 4-4 事前チェックテストの結果

### 4-4-1 トクスン2高の事前チェックテストの結果(N=78)

問題 番号	1					2		3	4			5		6		7	
誤答	9	18	27	22	36	7	17	13	14	23	17	15	33	18	33	22	35

図 4-4-1-1

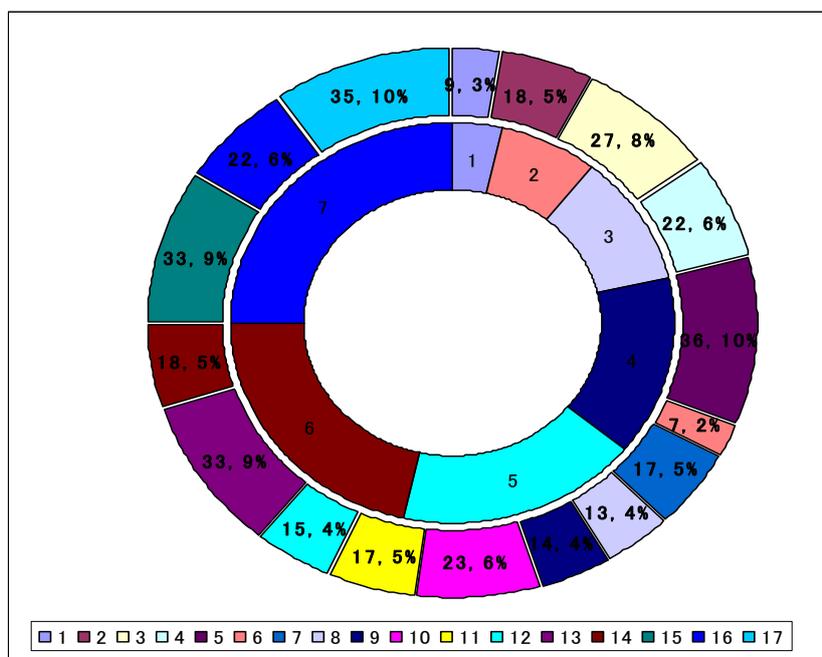


図 4-4-1-2

大問1の⑤の誤答率が一番高かった、次に大問題7の②は35人数で4割以上の生徒が間違った。次は大問5の②、大問6の②は33人で4割以上であった。事後アンケート結果で問題量は6割以上お生徒がちょうどよかったという答えをした、3割生徒が難しいと答えをした。

原因として他の問題よりイメージしにくいことと、シンプルな問題だったのが急に少し複雑になったことで理解がすることが辛くなったことなどが考えられる。または丁寧に支援する必要があったといえる。

トクソンニ高事前チェックテスト N=73)

生 / 問題種	1					2		3	4			5		6		7	
	1	2	3	4	5	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	1	2
1								1							2		
2											3		2		2		2
3	1						2		1	2	3		2		2		2
4													2	1	2	1	2
5							2		1		3	1	2	1	2	1	2
6	1	2	3	4	5				1		3			1			
7				4	5					2		1	2	1	2		
8			3				2	1			3		2				2
9					5		2		1					1	2	1	2
10							2						2		2		2
11					5								2			1	2
12					5										2		
13				4	5						3		2		2	1	2
14													2		2	1	2
15		2	3	4	5		2			2			2	1	2	1	2
16																	
17			3		5											1	2
18						1	2			2	3				2		2
19			3		5							1	2				2
20		2										1				1	
21					5			1	1	2			2	1			2
22						1	2							1	2		
23			3		5			1							2		
24						1	2							1	2		
25	1	2	3	4	5				1	2	3						
26	1	2	3	4	5				1	2	3						
27									1	2	3	1	2				
28		2	3	4	5	1		1					2		2		2
29		2	3	4	5								2		2		2
30		2	3	4	5								2		2		2
31																	
32								1		2							
33			3						1		3				2	1	
34		2	3	4	5					2			2		2		2
35									1	2							
36													2	1	2		2
37			3		5					2			2		2		2
38																	2
39			3				2						1				2
40		2		4			2	1					2				1
41	1	2								2							
42							2			2					2	1	2
43			3	4	5					2			2		2		2
44	1	2	3	4	5												
45							2	1					1			2	
46						1		1					1		2		
47			3	4	5			1					1				
48								1									
49			3		5						3	1	2			1	2
50	1	2	3	4	5					2			2		2		2
51					5								2		2		2
52											3	1	2	1	2		2
53												1	2	1	2	1	2
54					5						3			1			2
55					5						3			1		1	
56																	
57					5						3			1		1	
58										2	3				2		2
59		2	3	4	5		2										
60									1	2					2	1	2
61				4			2										
62		2	3	4	5		2		1	2	3	1	2	1	2	1	2
63			3		5					2						1	
64						1	2									1	2
65			3	4	5						3	1	2				
66	1	2	3	4	5	1	2	1									
67		2	3	4	5				1	2		1	2	1	2	1	2
68					5												2
69					5					2							
70									1	2				1		1	
71	1	2	3	4	5									1	2	1	2
72								1					2		2		
73								1	1	2							

#### 4-4-2 ゴルブイ高校の事前チェックテストの結果

問題番号	1					2		3	4			5		6		7	
誤答	4	11	16	11	18	13	13	9	4	5	8	3	7	4	7	7	7

図 4-4-2-1

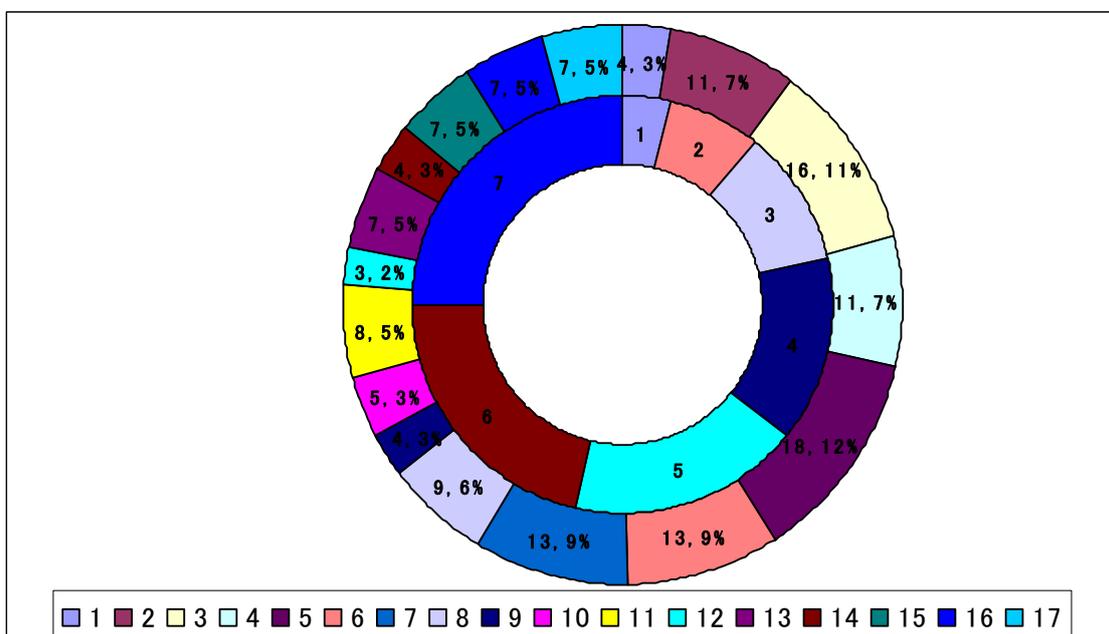


図 4-4-2-2

大問1の⑤の誤答率が一番高かった、次に大問題1の③は4割以上生徒が間違った。大問2の①②は13人数で3割以上の生徒が間違った。

原因として他の問題よりイメージしにくいことと、シンプルな問題だったのが急に少し複雑になったことで理解がすることが辛くなったことなどが考えられる。または丁寧に支援する必要があったといえる。

事後アンケート結果では問題量は6割以上の生徒がちょうどよかったという答えをした。ほぼ8割生徒が難しさを普通という答えをした。

ゴ ル ブ イ 高 事 前 チ ッ ク テ ス ト N=33)

徒 / 問題番	1					2		3	4			5		6		7	
	1	2	3	4	5	1	2	1	1	2	3	1	2	1	2	1	2
1	1							1						1			
2			3	4		1	2		1	2	3		2		2		
3					5		2					1		1		1	
4		2	3	4	5		2										
5			3	4	5			1						1	2	1	2
6		2	3		5						3						
7																	
8			3														
9																	
10																	
11																	
12			3		5											1	2
13																	
14																	
15				4	5	1	2	1	1		3	1	2		2		2
16																	
17			3	4	5						3						
18			3		5	1	2	1			3						
19						1	2	1									
20	1	2	3			1	2	1									
21				4	5	1	2		1	2	3						
22		2	3	4	5					2							
23		2		4	5			1				1	2	1	2	1	2
24			3		5	1	2						2		2		2
25		2	3	4	5			1		2			2		2		
26			3		5	1					3		2		2		
27				4	5	1	2										
28			3			1											
29		2				1	2		1	2	3						
30		2						1					2				
31		2			5											1	2
32	1	2	3		5	1	2									1	2
33					5	1	2										

#### 4-5 共通概念育成トレーニング N04. 問題12

まずはN04の大問12を最初やってもらって、アンケートをとった。  
アンケート内容は以下の通り：問題はあなたにとって：①難しい②あまり難しく  
ない③簡単  
(N04.問題12)

	難しい	少し簡単	簡単	問1・正解	問2・正解	問3・正解
2高 (N=78)	38	4	0	9	7	6
ゴルブイ高 (N=38)	27	10	1	2	2	2

図 4-5-1

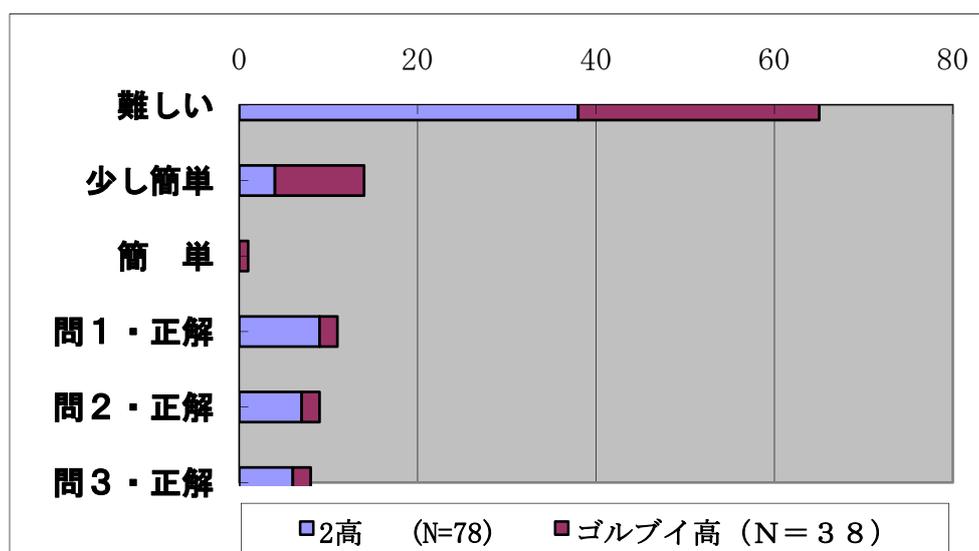


図 4-5-2

(トクスン2高)問題が「難しい」を選択した生徒が5割で、「少し簡単」の1割もしかない。問①を正しくやった生徒が12%で、問②の9%で、問③では8%であることわかります。

(ゴルブイ高)問題が「難しい」を選択した生徒が7割以上で、「少し簡単」では3割しかなかった、「簡単」では1割しかなかった。問①を正しくやった生徒が5%、問②では5%、③問では3%であることわかります。

2ヶ所の生徒が「難しい」という答えした生徒が多かった。最後の3次元の高校物理問題を最初の感想が難しいといえる。

#### 4-6 共通概念育成トレーニングの採点の結果

トクスン二高校			ゴルブイ高校		
1	お菓子の値段	2	1	お菓子の値段	0
2	人口密度	5	2	人口密度	4
3	苗の密度	2	3	苗の密度	0
4	作物の取り高	1	4	作物の取り高	0
5	金属の密度	4	5	金属の密度	0
6-1	肥料	11	6-1	肥料	10
6-2	n 肥料の量	11	6-2	n 肥料の量	16
1	速さの比較	3	1	速さの比較	7
2	時数と分速	7	2	時数と分速	4
3	回転速度	1	3	回転速度	1
4	仕事の能力	1	4	仕事の能力	0
5	公式の変形	1	5	公式の変形	3
6	公式の利用	9	6	公式の利用	2
1-1	線密度	2	1-1	線密度	3
1-2	n 伸ばす	12	1-2	n 伸ばす	11
1-3	n 束ねて伸ばす	16	1-3	n 束ねて伸ばす	5
2-1	巻数密度	13	2-1	巻数密度	4
2-2	n 多重巻き	13	2-2	n 多重巻き	4
3-1	電流の定義	4	3-1	電流の定義	4
3-2	n 分子数	12	3-2	n 分子数	11
4-1	表面密度	4	4-1	表面密度	3
4-2	n 薄く伸ばす	16	4-2	n 薄く伸ばす	6
5-1	圧力	2	5-1	圧力	1
5-2	n 面積を大きく	9	5-2	n 面積を大きく	0
6-1	表面電荷密度	29	6-1	表面電荷密度	9
6-2	n 膨張時	17	6-2	n 膨張時	4
7-1	電束	27	7-1	電束	7
7-2	n 通過本数	19	7-2	n 通過本数	4
8	磁束密度	20	8	磁束密度	8
9-1	水銀柱の体積	9	9-1	水銀柱の体積	1
9-2	水銀柱の質量	7	9-2	水銀柱の質量	5
10	ミリカンの油	17	10	ミリカンの油	4
1 1-1	分子数密度	18	1 1-1	分子数密度	6
1 1-2	n 分子数	17	1 1-2	n 分子数	7
1 1-3	n 膨張時の密度	15	1 1-3	n 膨張時の密度	5
1 2-1	オームの法則	17	1 2-1	オームの法則	4
1 2-2	n 通過粒子数	15	1 2-2	n 通過粒子数	4

#### ピアソンの相関係数の検定

相関係数行列

	二高	golbuyi
二高	1.00	0.50
golbuyi	0.50	1.00

相関分析表

	データ数	相関係数	t値	値(両側確率)	t(0.975)
二高.golbuyi	38	0.501	3.472	0.001	2.028

図 4-6-1

#### 4-6 共通概念育成トレーニング アンケート結果

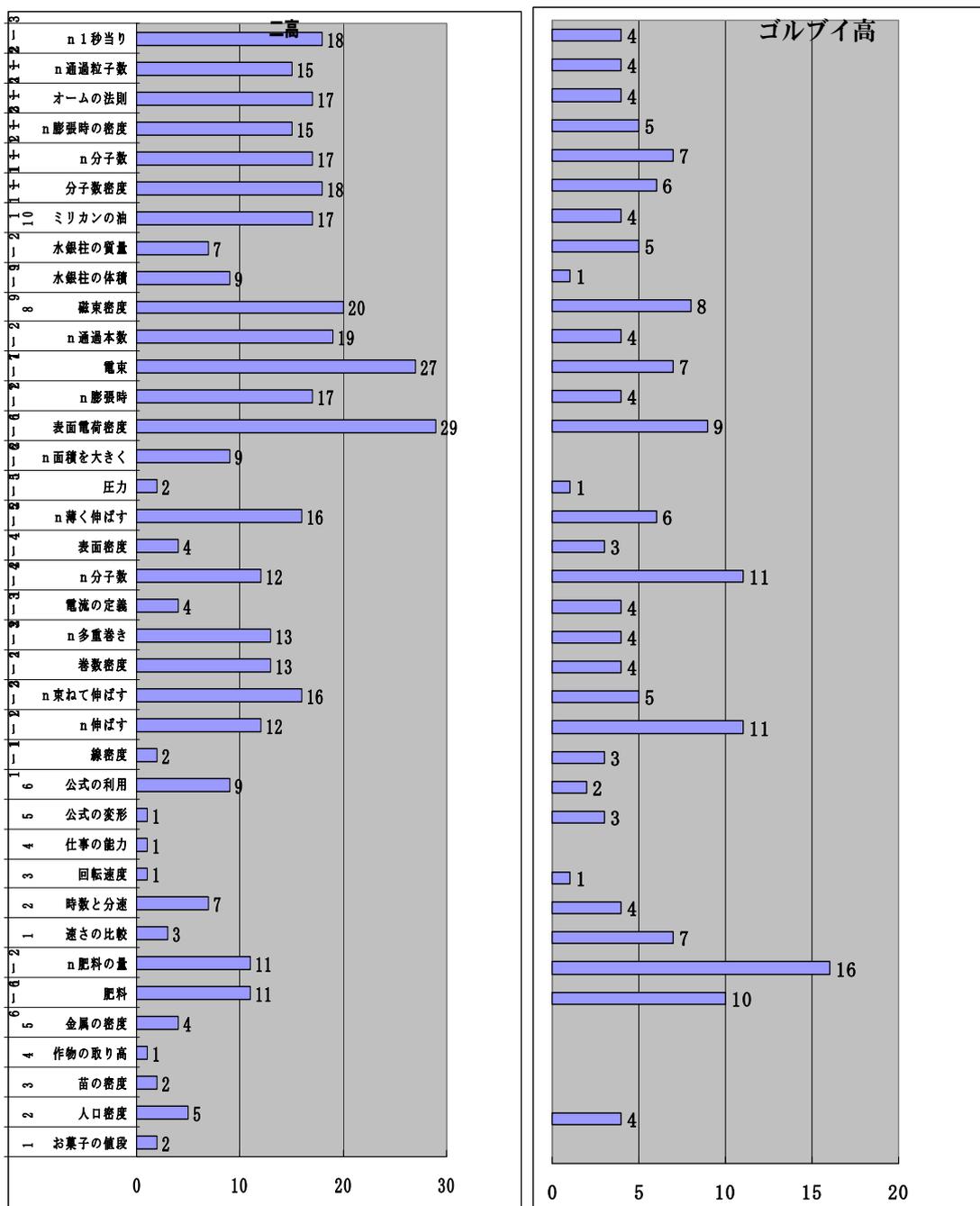


図 4-6-2

共通トレーニングの順番でやってもらった解答結果から分かったこと：2ヶ所高等学校の生徒が間違ったところはほぼ共通したものであった。例えば：肥料、肥料の量、重ねて伸ばす、薄く伸ばす、分子数、表面電荷密度などに関する問題。ピアソンの相関係数の検定を5%危険率で行なった。相関係数が0.501で、いい結果出て着ました。

#### 4-7 NO4.問題12の結果

NO4・問題12を順番で最後やってもらって、アンケートをとった。アンケート内容は以下の通り：

問題があなたにとって：①前より大変簡単②前より少し簡単 ③変わらない④前より難しい。

結果は以下の通り

	前より大変簡単	前より少し簡単	変化ない	前より難しい	時間不足	未解答	問1・正解	問2・正解	問3・正解
2高 (N=78)	11	18	4	3	31	10	23	22	21
ゴルブイ高 (N=38)	12	5	4	6	11	0	7	7	5

図 4-7-1

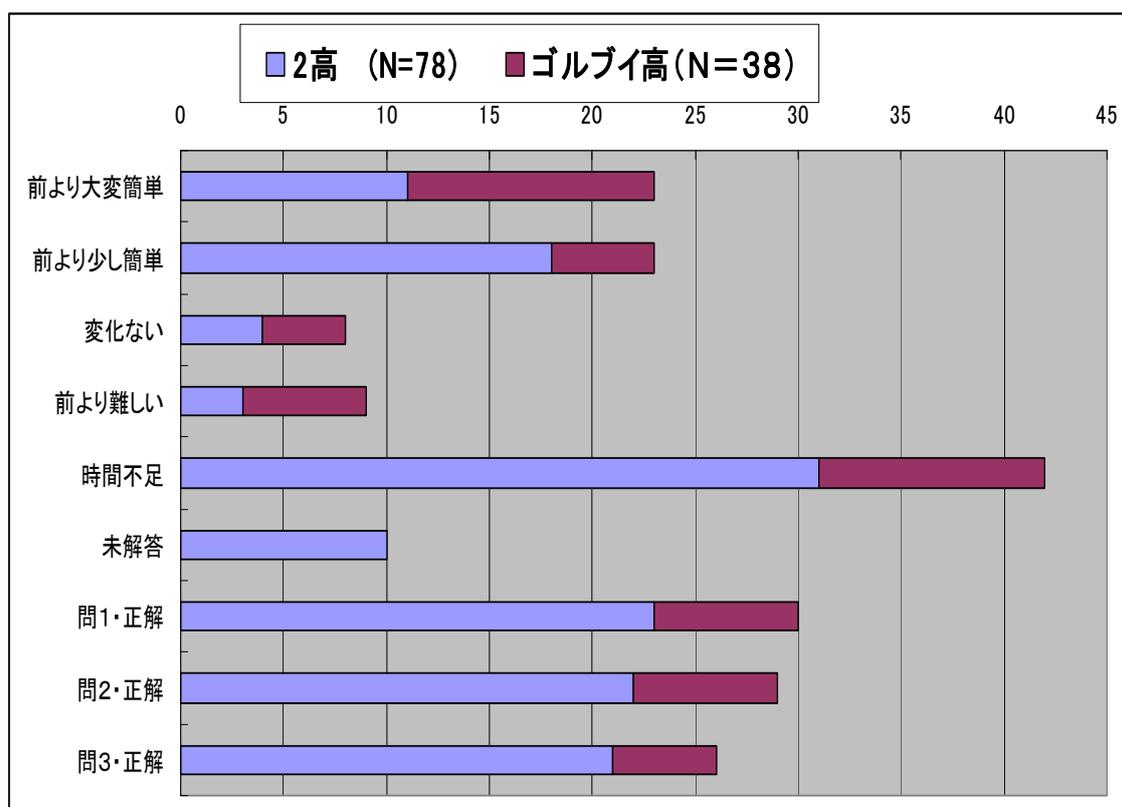


図 4-7-2

2ヶ所で同じ「時間不足」の生徒が多かった。トクスン2高のは4割で、ゴルブイ高校のは3割である。

(トクスン2高) 問題が「前より大変簡単」を選択した生徒が14%で、「前より少し簡単」では23%で、「変化ない」では5%で、「前より難しい」では4%である。「前より大変簡単」は「変化ない」よりほぼ3倍多いです  
問1を正しくやった生徒が29%で、問2では28%で、問3では27%であることわかります。前より正しくやった生徒が17%、19%、19%増えました。

(ゴルブイ高) 問題が「前より大変簡単」を選択した生徒が32%で、「前より少し簡単」では13%で、「前より難しい」では15%で、「変化ない」では11%で、「前より大変簡単」より3倍増えました。

問1を正しくやった生徒が18%で、問2では18%で、問3では13%であることわかります。前より13%、13%、10%の生徒が増えました。

2ヶ所の結果から生徒の「単位あたりの量」について理解が深くなったこととトレーニング問題のつながりが強いことが明らかになった。

## 4-8 事後アンケート結果

事後 アンケート項目と略語は以下の通り

①	最初に行った“ハリハリボール”の実験は、単位あたりの量について学ぶ上で役に立ったと思いますか。	ハリ役立
②	ハリの数え方のパワーポイントを使った説明はわかりやすかったですか。	ハリパワポ
③	事前チェックテストの難しさはどうでしたか。	チェック難易
④	テストの問題の量は どうでしたか。	チェック問題量
⑤	テストの間に行った実験は、問題を解く上で役に立ったと思いますか。	実験役立
⑥	テストの解答・解説は理解できましたか。	チェック説理解
⑦	トレーニングの難しさはどうでしたか。	トレ難易
⑧	トレーニング問題を解く上で、事前にチェックテストを解いたことは役に立ったと思いますか。	チェック役立
⑨	トレーニングの問題の量は どうでしたか。	トレ問題量
⑩	ヒントをつけましたが、そのことについてどう思いましたか。	ヒント
⑪	トレーニングの解答・解説は理解できましたか。	トレ説理解
⑫	高校物理の問題の例は理解できましたか。	物例理解
⑬	実験や問題と、物理の内容とにつながりを感じることができましたか。	物理関連
⑭	密度にもいろいろな種類があることに気付きましたか。	密度種類
⑮	いろいろな形の密度というのは、共通した考え方で問題が解けることに気付きましたか。	共通概念
⑯	「単位あたりの大きさ」という考えの理解が以前より深まったと思いますか。	単位理解
⑰	「単位あたりの大きさ」という考え方を学ぶことで、日常生活で役立つことがあると思いますか。	単位役立
⑱	( $\text{N}/\text{m}^2$ )など単位の「/」が何を意味するのか、以前より詳しくなりましたか。	/意味詳
⑲	「/」の意味を、また分かる範囲で書いてください。	
⑳	今回の授業を受けて、全体の内容としての難しさはどうでしたか。	実践難易
㉑	授業を通して、物理に対しての考え方は変わりましたか。	対物理考
㉒	以前よりも物理に興味を持てそうですか。	物理興味
㉓	今回の授業が、今後役に立つと思いますか。	授業役立

ゴルブイ高校 事後アンケート結果

番号\質問	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	ハカリ役立	数バワボ	チェツク難易	チェ問題量	実験役立	チェ解説理解	トレ難易	チェツク役立	トレ問題量	ヒント	スプ役立	あつて解けな	不使用	ないほう良	その他	トレ解説理解	高物例理解	物理関連	密度種類	共通概念	単位理解	単位役立	／詳しく	／意味	実践難易	対物理考	物理興味	実践役立
1	1	1	2	3	1	1	3	1	4						2	1	2	1	2	1	2	2		3	1	1	1	
2	1	1	5	4	1	2	4		3						4	2	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
3	1	1	4	4	1	1	4	1	3		1				2	2	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
4	1	1		4	1	1	4	1	3		1				2	2	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
5	1	1	3	3	2	2	3	3	3		1				3	3	4	2	3	2	2	3		3	2	1	2	
6	1	1	4	3	1	2	3	2	3		1				1	1	2	1	2	2	1	2		4		1	1	
7	1	1	3	5	3	2	3	2	3		1				2	2	2	3	1	1	2	2		3	1	2	2	
8	1	1	3	3	1	1	1	3	3		1				1	1	1	1	1	1	2	1		3	1	1	1	
9	1	2	3	3	1	1	3	2	4		1				1	2	3	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
10	1	1	3	3	3	5	1	2	3				4		1	4	3	1	3	1	2	5		2	1	1	1	
11	1	1	2	1	1	2	3	1	4		1				1	1	2	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
12	1	1	2	1	1	1	2	1	1		1				1	2	2	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
13	1	2	3	3	2	1	2	2	3		1				1	1	2	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
14	1	1	1	3	1	1	3	1	3			3			2	2	1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	
15	1	2		3	1	1	3	2	3		1				1	1	2	1	2	2	1	1		3	1	1	1	
16	3	1	3	3	1	1	3	1	3			2			3	1	3	1	1	1	1	3		3	1	1	1	
17	1	1	2	3	1	1	4	1	3			2			2	2	1	1	1	1	1	2		3	1	1	1	
18	1	1	3	3	1	2	3	1	3		1				2	2	1	2	1	1	1	1		3	1	1	2	
19	1	1	2	3	2	1	2	1	3		1				2	1	2	2	1	4	4	1		2	2	2	1	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1			2			3	3	3	3	4	1	2	1		2	2	4	2	
21	1	1	3	3	1	1	3	1	3		1				1	1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
22	1	1	3	3	1	1	3	1	3		1				1	1	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
23	2	1	2	3	1	1	3	2	3			3			2	2	2	1	1	1	2	2		3	1	2	2	
24	2	1	2	2	1	1	3	2	2			3			2	2	2	1	1	1	2	2		1	1	1	1	
25	1	1	4	3	3	4	2	1	3			2			2	4	4	4	2	1	1	2		3	1	2	2	
26	1	1	2	3	1	1	4	1	4		1				1	2	2	1	1	1	1	2		3	1	1	1	
27	1	1	2	2	2	2	2	1	9		1				2	2	2	1	1	1	1	3		3	1	2	2	
28	1	1	2	3	1	2	2	1	3		1				1	2	1	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
29	1	1	3	3	1	4	4	2	3		1				1	2	2	2	1	2	2	1		3	1	1	2	
30	2	1	1	3		1	2	1	3		1				1	2	2	1	2	2	1	2		2	1	1	1	
31	2	3	3	3	1	1	1		3			3			2	3	3	2	1	3	2	3		2		2	1	
32	2	1	2	2		2	2	11	3		1				2	2	1	1	1	1	1	2			1	1	1	
33	2	1	2	2	2	2	2	1	3		1				2	2	1	2	1	1	2	1		1	1	3	1	
34	1	2	2	3	1	1	2	1	3		1				1	1	2	1	1	1	1	1		3	1	1	1	
35	1	2	3	3	1	4	4	1	3		1				2	3	1	2	3	1	1	5		3	1	1	1	
36	1	1	3	3	1	1	3	1	3		1				1	1	2	1	1	1	1	1			1	1	1	
37	3	2	1	1	3	1	3	1	3		1				1	3	4	3	1	4	2	2			2	2	1	
38	2	2		2		2	2	2	2					5	2	2	2	2	3			3		3		3	2	

#### 4-8 事後アンケート結果

##### 4-8-1 トクスン2高校の事後アンケート結果

アンケート項目①②⑤⑧⑬⑭⑯⑰⑱ 22・23の結果を示す

質問	そう思う	少しそう思う	どちらとも..	少しそう思わない	そう思わない	blank
①川川役立	63	8	1	0	0	0
②数パワポ	61	11	0	0	0	0
⑤実験役立	52	17	1	1	0	1
⑧チェック役立	50	17	2	1	0	1
⑬物理関連	30	32	2	4	0	4
⑭密度種類	55	4	3	3	0	6
⑯単位理解	54	12	1	1	0	4
⑰単位役立	55	10	3	0	0	4
⑱／詳しく	48	14	2	1	0	7
22. 物理興味	42	17	7	0	0	6
23. 実践役立	53	11	1	1	0	6

図 4-8-1-1

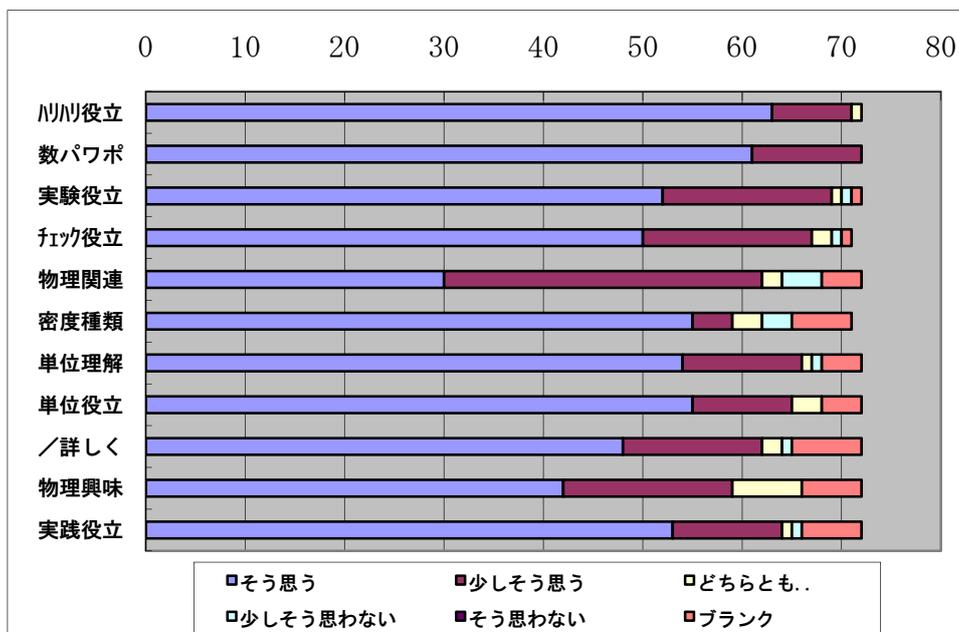


図 4-8-1-2

①「最初に行った“ハリハリボール”の実験は、単位あたりの量について学ぶ上で役に立ったと思いますか」という質問ではそう思うという答えた生徒が99%であった。どちらともいえないのは1%で、大部分の生徒にとって大変や役立てたこと明らかになった。

②ハリの数え方のパワーポイントを使った説明を理解した生徒が85%で、「少しそう思う」のは15%であった。

⑤トレーニングの間に行った実験が役に立つたと答えをした生徒が72%で、「少しそう思う」のは24%で、「どちらともいえない」のは1%であることがわかります。

⑧トレーニング問題を解く上で、チェックテストを解いたことは役に立てた生徒が9割以上あることが明らかになった。どちらともいえない」のは3%であることがわかります。

⑬実験や問題と、物理の内容とにつながりを感じた生徒が8割以上で、どちらともいえないのは1割しかない、少しそう思わないのは1割しかないことがわかります。

⑭密度にいろいろ種類があることを気付けた生徒が76%で、「少しそう思う」のは6%で、どてらともいえないのは4%で、少しそう思わないのは4%で、あることがわかります。

⑯単位あたりの量という考え方の理解が以前より深まった生徒が76%になった。少し深まった生徒は17%で、どちらともいえないのは4%であることがわかります。これが共通トレーニング問題のNO4・問12の最初と最後の結果は証明である。

⑰「単位あたりの大きさ」という考え方を学ぶことで、日常生活で役立つと思った生徒が77%、少し役立つのは14%で、どちらともいえないのは4%であることがわかります。

⑱「/」の意味十分理解した生徒が67%で、前より54%生徒が増えました。少し理解した生徒が19%で、どちらともいえないのは3%であったことがわかります。

22. 物理に十分興味持たせることができた生徒が58%で、少し持たせることが出来たのは24%である結果から、今回の実践が役に立ったこと明らかになった。

23. 今回の研究実践が役に立つと思った生徒が74%で、少しそう思った生徒が15%であることがわかります。

次に、事前チェックテストと密度概念育成トレーニングの問題の難しさの程度についての結果を示す

	簡単だった	まあまあ簡単	普通	少し難しかった	難しかった
③事前CT	11	21	19	21	0
⑦共通トリ	17	17	22	13	2
⑳授業実践	6	8	44	7	0

図 4-8-1-3

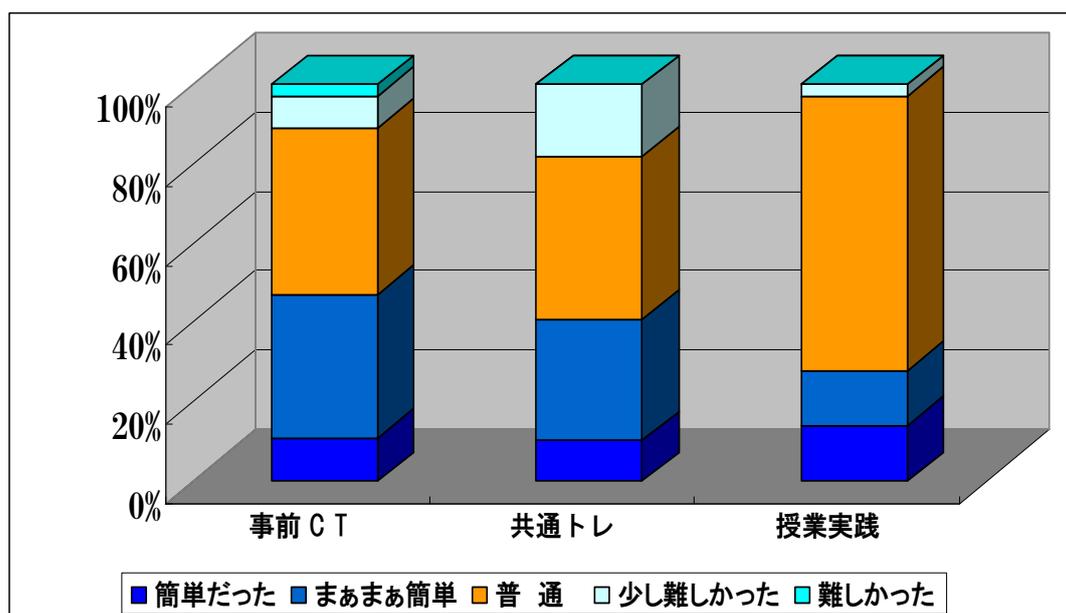


図 4-8-1-4

③事前チェックテストについて、「難しい」とい答えた生徒が約3割であった。「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は4割という結果になった。「普通」も合わせると約6～7割を占める。以上のことから、デモ実験やりながらゆっくり説明の工夫も必要と考える。

⑦トレーニングの難しさについて、「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は5割という結果になった。「普通」という答えをした生徒が3割であった。難しいという答えをした生徒は約2割であった。

⑳授業の難しさについて「普通」を選択した6割以上で、「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は2割という結果になった。

次に、トレーニング問題と事前チェックテストの量についての結果を示す

	少なかった	やや少なかった	ちょうどよかった	少し多かった	多かった	blank
④チE問題量	4	5	46	17	0	0
⑨トル問題量	3	3	57	6	1	0

図 4-8-1-5

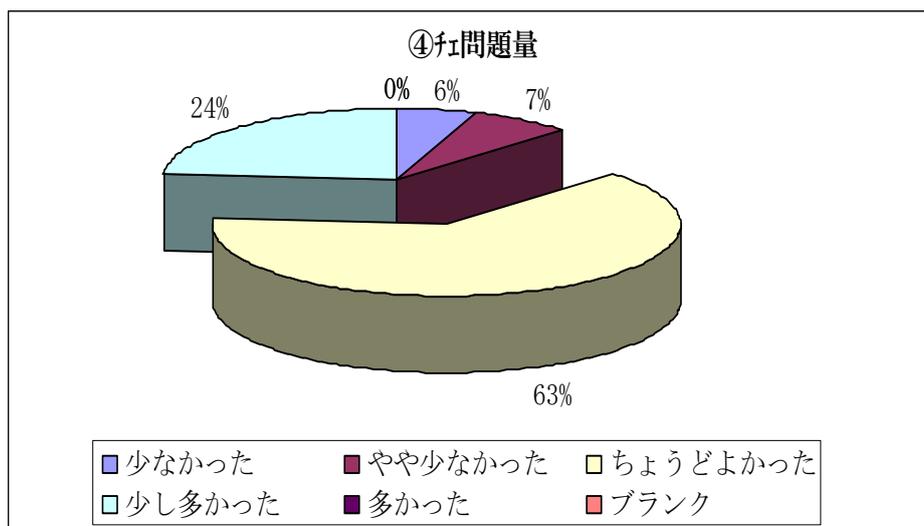


図 4-8-1-6

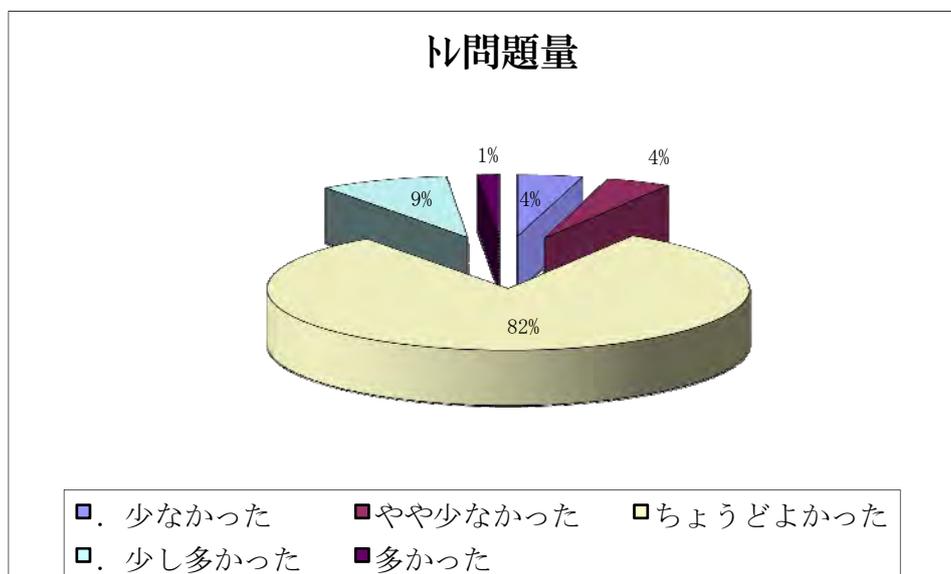


図 4-8-1-7

④事前チェックテストの量について「ちょうど良かった」という答えが6割以上、「やや少なかった」「少なかった」の答えがほぼおなじ1割しかない。「少し

多かった」という答えが2割以上であった。

⑨トレーニング問題の量について、8割のちょうど良かった、「少し多かった」、「多かった」、「やや少なかった」、「少なかった」という答えがほぼ同じ1割しかない。

事前チェックテストの量と事前チェックテストの量が妥当であったと言えるだろう。

次に、事前チェックテストとトレーニング問題の回答と解説について理解、高校物理の問題の例は理解、いろいろな形の密度というのは、共通した考え方で問題が解けることに気付けるなどの結果を示す

	理解できた	まあまあ理解	どちらとも・・・	分かり難い	理解できない	ブランク
⑥チェ解説理解	35	31	2	1	1	2
⑪トル解説理解	34	25	3	5	0	5
⑫高物例理解	16	43	3	5	1	4
⑮共通概気付	50	10	5	1	1	5

図 4-8-1-8

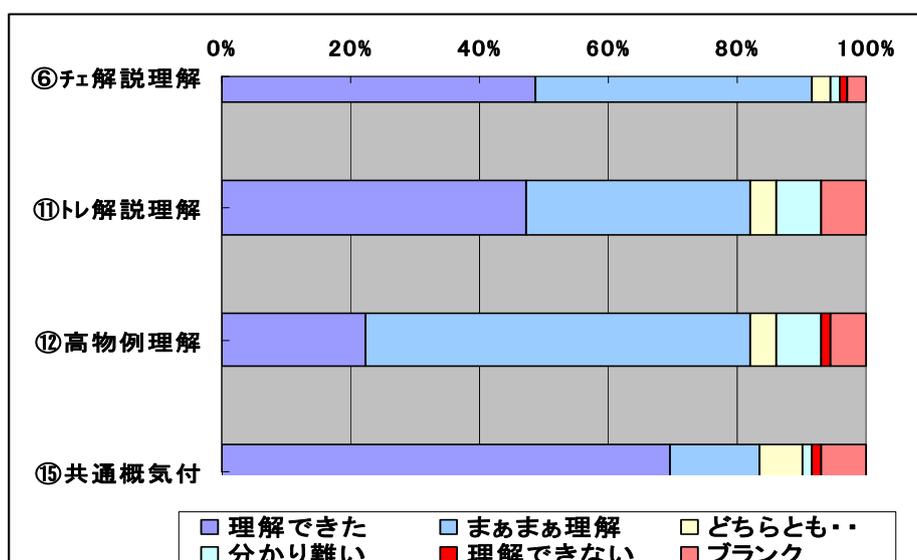


図 4-8-1-9

⑥「事前チェックテスト」の回答と解説を「理解した」と「まあまあ理解した」回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が9割以上になった。

- ⑪ トレーニング問題の回答と解説について「理解した」と「まあまあ理解した」という回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が8割以上担った。
- ⑫ 高校物理の問題の例は「理解できた」と「まあまあ理解できた」回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が8割以上になった。
- ⑬ 共通した考え方で問題が解けることに気付けた生徒が8割以上になった。  
「トレーニング問題」と「高校物理との関連例」と「事前チェックテスト」と「共通した考え方で問題が解けることに気付ける」についてパワーポイントで説明したが、早口で短い説明になってしまっていたので、難しそうな図の印象しか残らなかった生徒がいたのではないかということが原因として考えられる。

次に⑩ヒント約立ち具合の結果示す

スムーズに解く上で役立った	大変役立つ
なかったら解けない問題もあった	あつて解けた
特に使わなかった	使わなかった
ないほうが良かった	ないほう良い

図 4-8-1-10

大変役立つ	あつて解けた	使わなかった	ないほう良い	その他
53	6	3	1	

図 4-8-1-11

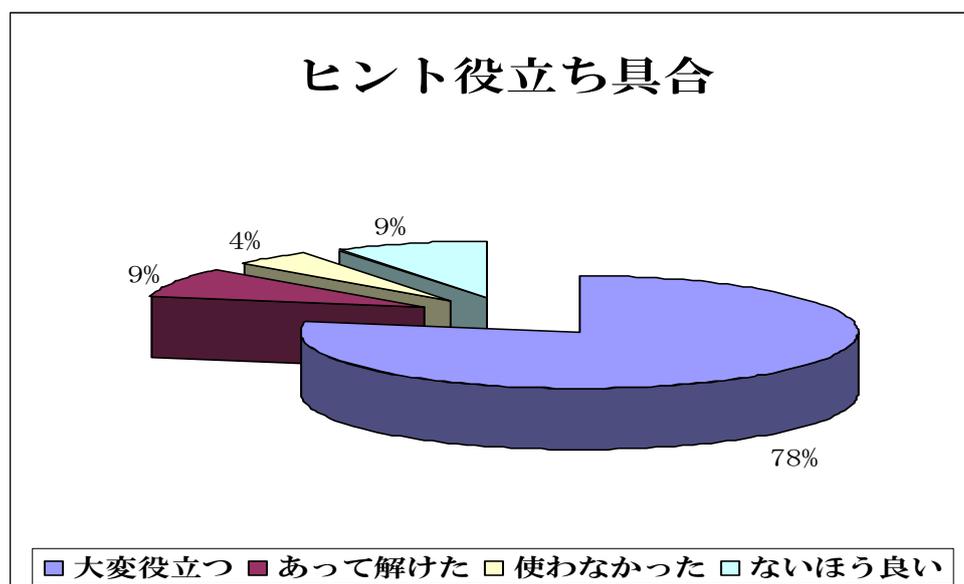


図 4-8-1-12

ヒントが「大變役立つ」という生徒が約8割であった。「特に使わなかった」という生徒も少なからずいたが、「なかったら解けない問題もあった」という生

徒も数名いた。しかし、ヒントを使った生徒も比較的多く、若干数だが「ないほうが良かった」とする回答もみられた。ヒントを用いることは苦痛を感じずに問題を解くことには有効であるが、使わなくても多くの生徒が解ける問題でヒントを用いることは、問題を解くことがただ当てはめるだけの単調な作業になることにつながるといことも考えられる。無理なく解くこと前提としても、もう少し分かりにくいヒントにするなどの工夫が必要だったと考える。

⑱ ‘ / ‘ の意味理解

単位当り	割り算	区別	不明	無答
23	19	3	1	29

図 4-8-1-13

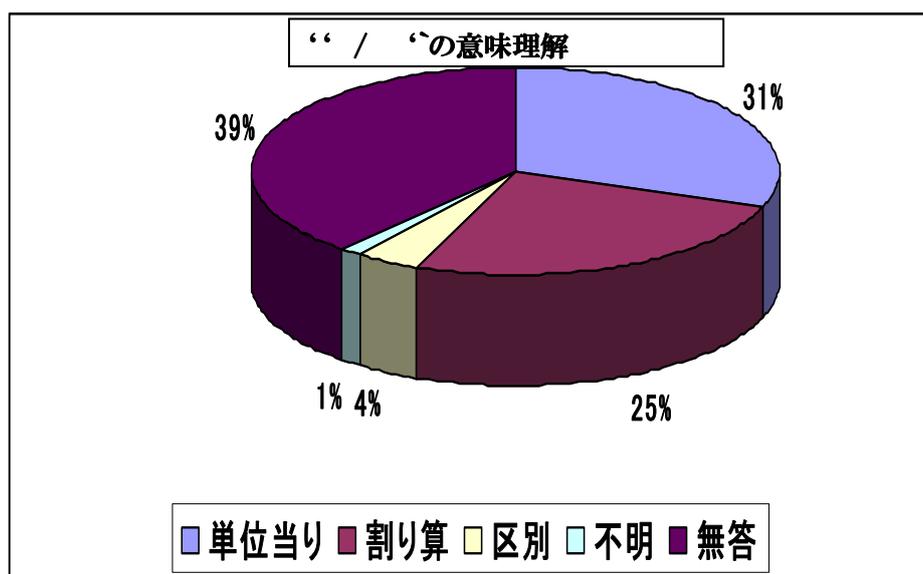


図 4-8-1-14

「 / 」の意味理解した生徒が 31% になって、授業実践前より 18% 増えました。「割り算」と理解している生徒が 26% で、40% の生徒が答え無でした。答え無の生徒が多かったのでいろいろ方面で考える：

- ①新しい教え方に慣れない
- ②応用の例の説明が十分じゃなかった
- ③実践の内容が少し多かった
- ④実験道具と電卓が 4 人ごと 1 つを使ったので、時間が無だになったこともあった。

物理に対しての考え方の変化の結果を示す

思ったより複雑ではない	変わらなかった	思ったより複雑	答えない
59	5	0	8

図 4-8-1-15

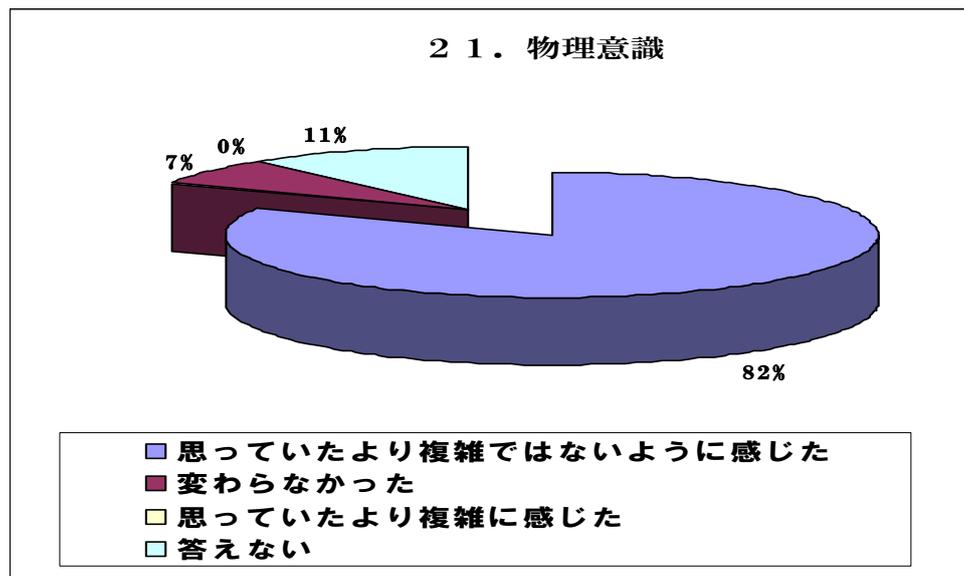


図 4-8-1-16

今回の授業実践行なった、物理に対して考え方が「思っていたより難しくない」を選択した生徒が82%になった。7%のは「変わらなかった」で、無答えのは11%であることわかります。研究実践が大変役に立てたといえる。

4-8-2 トクスン二高 事後アンケート ピアソンの相関係数の検定

	ト解説理解	高物理解	物理関連	密度種類	共通概念	単位理解	単位役立	／詳しく	実践難易	対物理考	物理興味	実践役立	ハリハリ役立	数パワポ	チェック難易	チェック問題量	実験役立	チェ解説理解	トレ難易	チェック役立	トレ問題量
ト解説理解		0.34	0.42	0.51	0.41	0.41	0.36	0.22	0.11	0.04	0.12	0.35	0.40	0.30	0.03	-0.16	0.52	0.63	0.31	0.01	0.18
高物理解	0.34		0.58	0.48	0.52	0.32	0.20	0.05	0.23	0.09	0.19	0.10	0.40	0.29	0.20	-0.05	0.37	0.35	0.19	-0.06	0.23
物理関連	0.42	0.58		0.57	0.47	0.41	0.42	-0.01	0.21	-0.03	0.10	0.20	0.38	0.27	0.11	-0.27	0.43	0.47	0.25	0.02	0.16
密度種類	0.51	0.48	0.57		0.56	0.37	0.67	0.40	0.11	0.04	0.26	0.59	0.54	0.38	0.02	-0.33	0.61	0.44	0.14	0.09	0.32
共通概念	0.41	0.52	0.47	0.56		0.44	0.40	0.15	0.02	0.30	0.11	0.52	0.35	0.51	0.01	-0.13	0.49	0.48	0.13	0.08	0.18
単位理解	0.41	0.32	0.41	0.37	0.44		0.41	0.03	-0.16	-0.01	0.02	0.22	0.44	0.31	0.08	-0.16	0.45	0.58	0.25	0.10	0.37
単位役立	0.36	0.20	0.42	0.67	0.40	0.41		0.50	0.07	-0.01	0.35	0.67	0.55	0.49	0.08	-0.41	0.45	0.45	0.15	0.07	0.19
／詳しく	0.22	0.05	-0.01	0.40	0.15	0.03	0.50		-0.02	0.03	0.22	0.67	0.19	0.33	-0.05	-0.15	0.38	0.11	-0.05	-0.05	0.00
実践難易	0.11	0.23	0.21	0.11	0.02	-0.16	0.07	-0.02		0.00	0.25	0.01	0.04	0.06	0.43	0.13	0.19	0.17	0.55	0.03	0.08
対物理考	0.04	0.09	-0.03	0.04	0.30	-0.01	-0.01	0.03	0.00		0.48	0.18	-0.11	0.04	-0.13	0.24	0.07	0.21	0.07	-0.02	0.00
物理興味	0.12	0.19	0.10	0.26	0.11	0.02	0.35	0.22	0.25	0.48		0.26	0.29	0.21	0.18	0.16	0.17	0.03	0.16	-0.05	0.05
実践役立	0.35	0.10	0.20	0.59	0.52	0.22	0.67	0.67	0.01	0.18	0.26		0.26	0.43	-0.04	-0.27	0.50	0.28	-0.11	0.03	-0.11
ハリハリ役立	0.40	0.40	0.38	0.54	0.35	0.44	0.55	0.19	0.04	-0.11	0.29	0.26		0.45	0.11	-0.23	0.57	0.40	0.25	0.04	0.32
数パワポ	0.30	0.29	0.27	0.38	0.51	0.31	0.49	0.33	0.06	0.04	0.21	0.43	0.45		0.05	-0.19	0.45	0.34	0.15	0.07	0.08
チェック難易	0.03	0.20	0.11	0.02	0.01	0.08	0.08	-0.05	0.43	-0.13	0.18	-0.04	0.11	0.05		0.19	0.03	0.14	0.49	0.03	0.27
チェック問題量	-0.16	-0.05	-0.27	-0.33	-0.13	-0.16	-0.41	-0.15	0.13	0.24	0.16	-0.27	-0.23	-0.19	0.19		-0.20	-0.15	0.13	0.12	0.33
実験役立	0.52	0.37	0.43	0.61	0.49	0.45	0.45	0.38	0.19	0.07	0.17	0.50	0.57	0.45	0.03	-0.20		0.46	0.23	0.06	0.22
チェ解説理解	0.63	0.35	0.47	0.44	0.48	0.58	0.45	0.11	0.17	0.21	0.03	0.28	0.40	0.34	0.14	-0.15	0.46		0.40	0.04	0.25
トレ難易	0.31	0.19	0.25	0.14	0.13	0.25	0.15	-0.05	0.55	0.07	0.16	-0.11	0.25	0.15	0.49	0.13	0.23	0.40		-0.03	0.37
チェック役立	0.01	-0.06	0.02	0.09	0.08	0.10	0.07	-0.05	0.03	-0.02	-0.05	0.03	0.04	0.07	0.03	0.12	0.06	0.04	-0.03		0.06
トレ問題量	0.18	0.23	0.16	0.32	0.18	0.37	0.19	0.00	0.08	0.00	0.05	-0.11	0.32	0.08	0.27	0.33	0.22	0.25	0.37	0.06	

図 4-8-2-1

#### 4-8-2 トクスン二高 事後アンケート ピアソンの相関係数の検定

実践の内容が物理や理科に対しての意識に影響を与えたかなどを調べるために、いくつかのアンケート項目間でのピアソンの相関係数の検定を行った。

相関が 0.6 以上のものが黄色、相関が 0.5 以上のものは薄黄色、0.4 以上のものが水色をつけた。

まず、相関が 0.6 以上のものは「単位当り」と「密度種類」、「授業役立」と「単位役立」「／意味詳」、「実験役立」と「密度種類」、「チェ説理解」と「トレ説理解」などことから、単位当りについて問題が密度のいろいろな種類があることを感じさせることにつながりが強いこと分かった。または単位当りの意味が深くなったことと応用できることつながって、授業が役立ったといえる。または練習問題の間行なった実験が密度のいろいろな種類があることを感じさせることにつながりが強いこと分かった。

相関が 0.5 以上のものが、「トレ説理解」と「密度種類」「実験役立」、「高物例理」と「物理関連」「共通概念」、「物理関連」と「密度種類」、「密度種類」と「共通概念」「授業役立」、「共通概念」と「授業役立」「数パワポ」、「単位理解」と「チェ説理解」、「単位役立」と「／意味詳」「ハリハリ役立」などことから、“ハリハリボール”の実験と高校物理に関する問題と解説するためのパワーポイントなどが密度のいろいろな種類があること感じて、単位当りという共通性から高校物理問題を解決することが出来ることを身に着けさせることにつながることが分かった。

相関が 0.4 以上おものは、「物理関連」と「トレ説理解」、「密度種類」と「高物例理」、「共通概念」と「トレ説理解」、「単位理解」と「トレ説理解」「物理関連」「共通概念」、「単位役立」と「物理関連」「共通概念」「単位理解」、「／意味詳」と「密度種類」、「物理興味」と「対物理考」、「ハリハリ役立」と「トレ説理解」「高物例理」「単位理解」、「数パワポ」と「単位役立」「授業役立」「ハリハリ役立」、「チェック難易」と「実践難易」、「実験役立」と「物理関連」「共通概念」「単位理解」「単位役立」「数パワポ」、「チェ説理解」と「物理関連」「密度種類」「共通概念」「単位役立」「ハリハリ役立」「実験役立」、「トレ難易」と「チェック難易」「チェ説理解」など事から、全体実践で使った「ハリハリボール」の実験、練習問題の間の実験、パワーポイントを使った説明、共通トレーニング問題及びチェックテストなどが生徒が物理に興味持たせえて、いろいろ密度があること身に着け、単位あたりという共通性を理解し、共通性から高校の物理の問題を解決することが出来ることにつながりが非常に役に立ったとまとめられる。

4-8-3 ゴルブイ高校 事後アンケート結果

アンケート項目①②⑤⑧⑬⑭⑯⑰⑱ 22・23の結果を示す

	そう思う	少しそう思う	どちらとも・・・	少しそう思わない	そう思わない	ブランク
①ハリハリ役立	29	8	2	0	0	0
②数パワポ	31	7	1	0	0	0
⑤実験役立	27	5	4	0	0	3
⑧チェック役立	24	10	2	0	0	2
⑬物理関連	14	17	5	3	0	0
⑭密度種類	26	8	4	1	0	0
⑯単位理解	30	5	1	2	0	1
⑰単位役立	24	13	0	1	0	1
⑱／詳しく	20	12	5	0	2	0
22・物理興味	29	7	2	1	0	0
23・実践役立	30	9	0	0	0	0

図 4-8-3-1

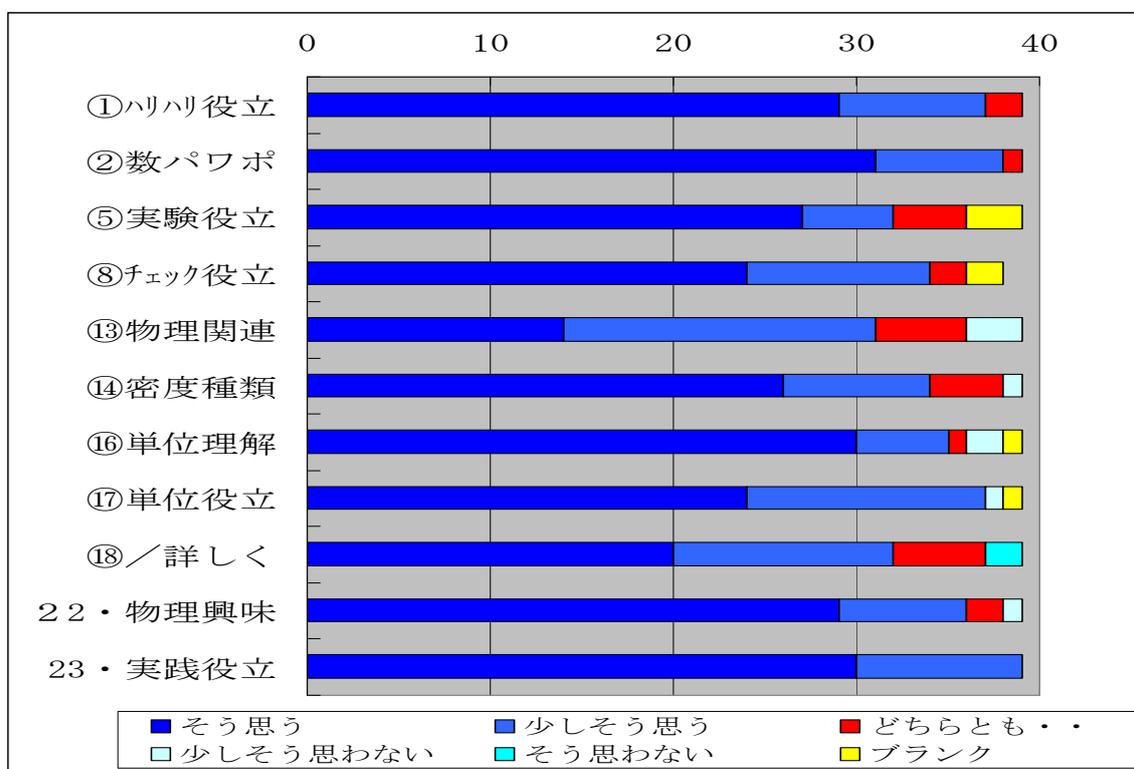


図 4-8-3-2

①最初に行った“ハリハリボール”の実験は、単位あたりの量について学ぶ上で役に立ったと思いますか」という質問では検定的答えた生徒が95%であった。どちらともいえないのは5%で、大部分の生徒にとって大変や役立てたこと明らかになった。

②ハリの数え方のパワーポイントを使った説明を理解した生徒が79%で、「少しそう思う」のは18%であった。

⑤トリーニングの間に行った実験が役に立つと答えをした生徒が69%で、「少しそう思う」のは13%で、「どちらともいえない」のは10%であることをわかります。

⑧トリーニング問題を解く上で、チェックテストを解いたことは役に立てた生徒がほぼ9割であること明らかになった。「どちらともいえない」のは5%であることわかります。

⑬実験や問題と、物理の内容とにつながりを感じた生徒が8割以上で、どちらともいえないのは1割で、少しそう思わないのは1割しかないことわかります。

⑭密度にいろいろな種類があることを気付けた生徒が67%で、「少しそう思う」のは20%で、どちらともいえないのは10%で、少しそう思わないのは3%で、あること分かります。

⑯単位あたりの量という考え方の理解が以前より深まった生徒が70%になった。少し深まった生徒は13%で、どちらともいえないのは3%で、少しそう思わないのは5%であることわかります。理解深くなった生徒が前より増えたのを共通トリーニング問題のNO4・問12の最初と最後の結果が証明できる。

⑰「単位あたりの大きさ」という考え方を学ぶことで、日常生活で役立つと思った生徒が62%、少し役立つのは34%で、少しそう思わないのは約3%であることわかります。少しそう思わないという答えの原因が応用問題の量が足りない、応用の範囲が少ないと考える。この方面で工夫が必要といえる。

⑱「/」の意味十分理解した生徒が51%で、前より20%生徒が増えました。少し理解した生徒が31%で、どちらともいえないのは13%で、少しそう思わない生徒が5%であったことわかります。

22. 物理に十分興味持たせることができた生徒が74%で、少し持たせることが出来たのは18%である結果から今回の実践が役に立ったこと明らかになった。

23. 今回の研究実践が役に立つと思った生徒が77%で、少しそう思った生徒が33%であることわかります。

次に、事前チェックテストと密度概念育成トレーニングの問題の難しさの程度についての結果を示す

	簡単だった	まあまあ簡単	普通	少し難しかった	難しかった
③事前 CT	4	13	15	3	1
⑦共通トレ	4	12	16	7	0
⑩授業実践	5	5	25	1	0

図 4-8-3-2

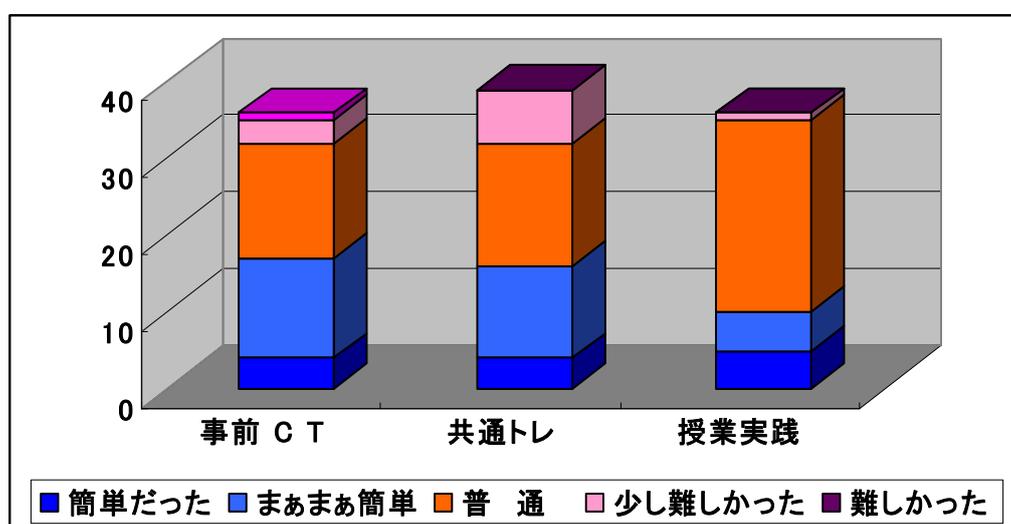


図 4-8-3-3

③事前チェックテストについて、「難しい」とい答えた生徒が約1割しかない。「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は4割以上という結果になった。「普通」も合わせると約7～8割を占めることから、無理なく問題に取り組めたようだ。無理なく「単位あたりの量」について学ぶことが目的だったので、予定通りの結果になったと言える。

⑦トレーニングの難しさについて、「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は4割という結果になった。「普通」という答えをした生徒が4割であった。難しいという答えをした生徒は約2割であった。

⑩授業の難しさについて「普通」を選択した6割以上で、「簡単だった」「まあまあ簡単だった」という回答を合わせると、簡単だと感じた生徒は約3割という結果になった。

トレーニング問題と事前チェック問題の量について結果を示す

	少なかつた	やや少なかつた	ちょうどよかつた	少し多かつた	多かつた
④f1問題量	4	5	26	3	1
⑨トレ問題量	2	2	30	4	0

図 4-8-3-4

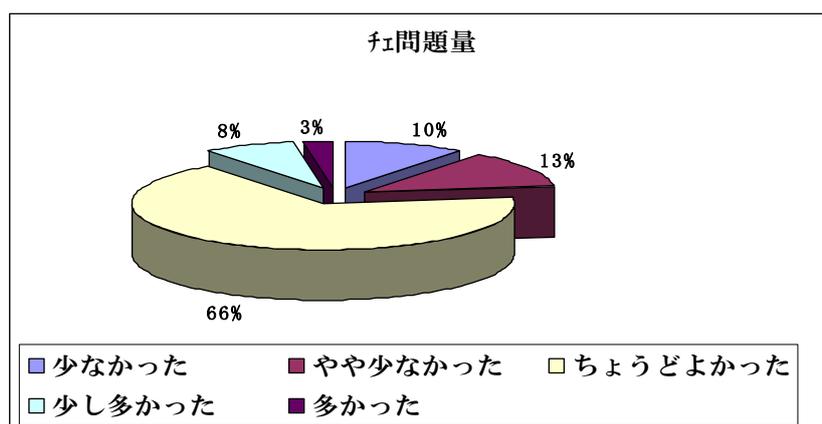


図 4-8-3-5

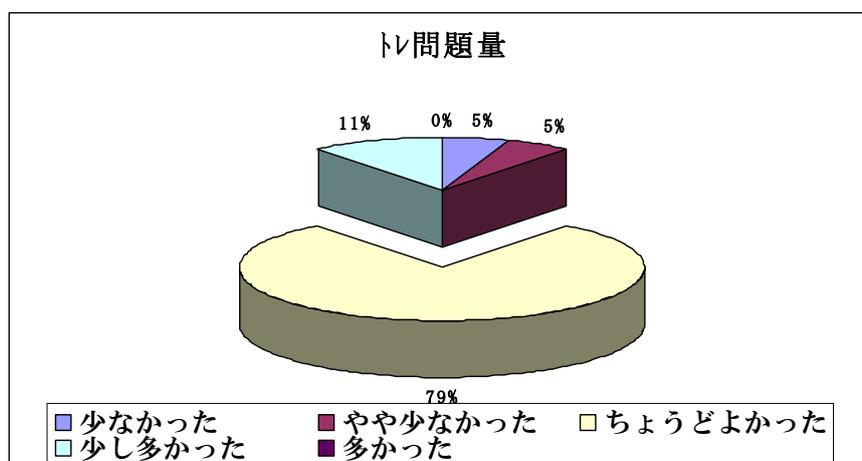


図 4-8-3-6

④事前チェックテストの量について「ちょうど良かった」という答えが約7割、「やや少なかつた」「少なかつた」の答えがおなじ1割。「少し多かつた」という答えが1わりしかないで結果になった。

⑨トレーニング問題の量についての量について、約8割のちょうど良かった、「少し多かつた」は1割以上、「多かつた」は1割しかない、「少なかつた」は1割。

事前チェックテストの量とトレーニング問題の量が妥当であったと言えるだろう。

次にアンケート項目⑥⑪⑫⑮の結果を示す

	理解できた	まあまあ理解	どちらとも も・・・	分かり難 い	理解できな い	ブランド
⑥チエ解説理 解	23	12	0	3	1	0
⑪トリ解説理 解	17	18	3	1	0	0
⑫高物例理 解	12	20	5	2	0	0
⑮共通概気 付	29	5	4	1	0	0

図 4-8-3-7

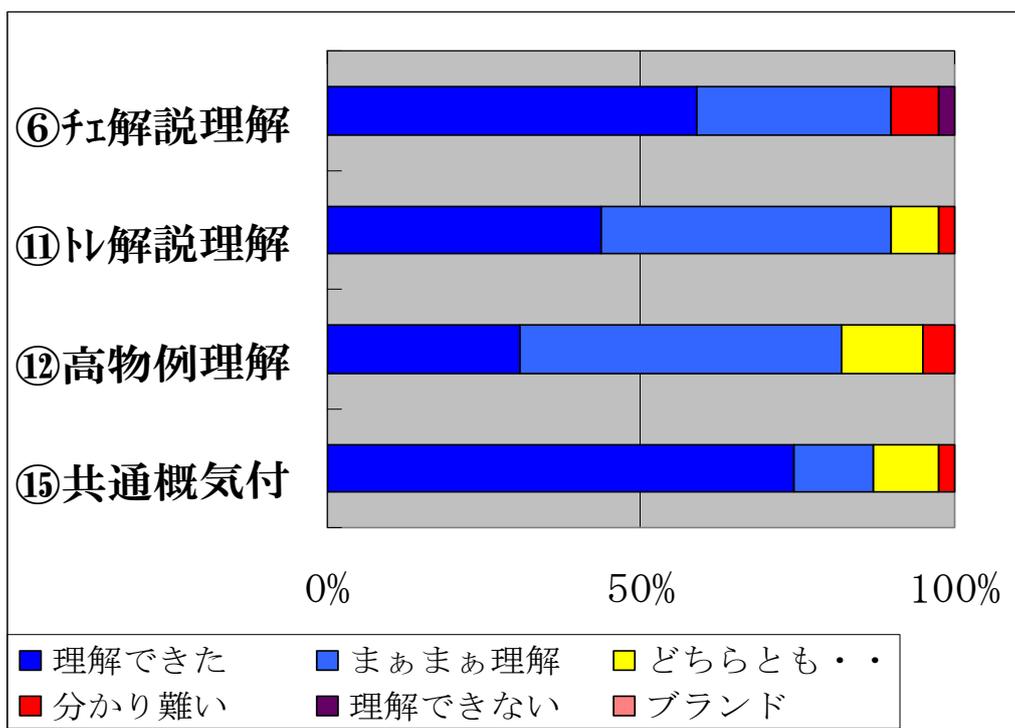


図 4-8-3-8

⑥「事前チェックテスト」の回答と解説を「理解した」と「まあまあ理解した」回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が9割になった。「分かり難い」は1割しかなかった。

⑪トリーニング問題の回答と解説について「理解した」と「まあまあ理解した」という回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が約9割であった。「どちらでもいえない」のは1割しかなかった。「分かり難い」は1人であった。

⑫高校物理の問題の例は「理解できた」と「まあまあ理解できた」回答を合わせると、理解できたと感じた生徒が8割以上になった。どちらとも言えないのは1割、「分かり難い」という答えをした生徒が2人になった。

⑬共通した考え方で問題が解けることに気付けた生徒が約9割になった。「どちらとも言えない」という答えをした生徒が1割以上結果になった。「分かり難い」という答えをした生徒が1人になった。

「トレーニング問題」と「高校物理との関連例」と「事前チェックテスト」と「共通した考え方で問題が解けることに気付ける」についてパワーポイントで説明したが、早口で短い説明になってしまっていたので、難しそうな図の印象しか残らなかった生徒がいたのではないかということが原因として考え

### 次に⑩ヒント約立ち具合の結果示す

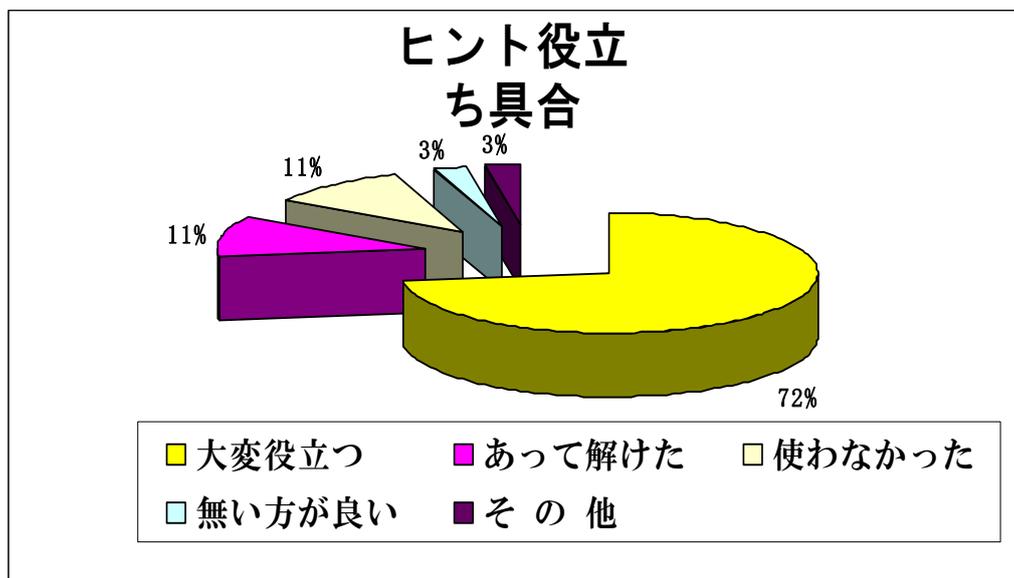


図 4-8-3-9

ヒントが「大変役立つ」という生徒が約7割であった。「特に使わなかった」という生徒も少なからずいたが、「なかったら解けない問題もあった」という生徒も数名いた。しかし、ヒントを使った生徒も比較的多く、若干数だが「ないほうが良かった」とする回答もみられた。ヒントを用いることは苦痛を感じずに問題を解くことには有効であるが、使わなくても多くの生徒が解ける問題でヒントを用いることは、問題を解くことがただ当てはめるだけの単調な作業になることにつながるということも考えられる。

次にアンケート項目⑱の結果を示す

単位当り	割り算	区別	無答
17	4	2	16

図 4-8-3-10

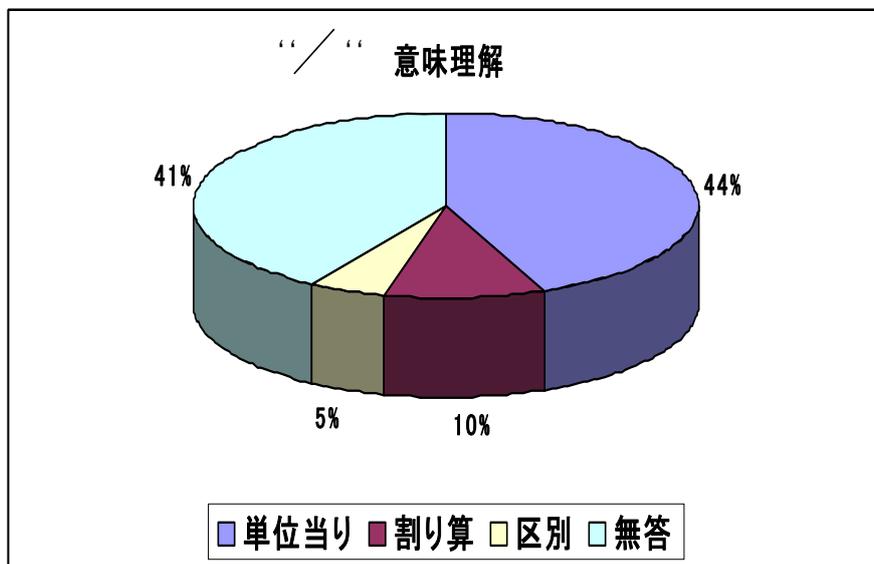


図 4-8-3-11

「 / 」の意味を正しく「単位当り」という理解した生徒が44%になって、授業実践前より13%増えました。「割り算」と理解している生徒が10%で、41%の生徒が答え無でした。

答え無の生徒が多かったのでいろいろ方面で考える：

- ①新しい教え方に慣れない
- ②応用の例の説明が十分じゃなかった
- ③実践の内容が少し多かった
- ④実験道具と電卓が4人ごと1つを使ったので、時間無だにしたこともあった。

次に、21. 物理に対しての考え方の変化の結果を示す

思っていたより複雑でない	変わらなかった	思っていたより複雑	答えない
32	4	0	3

図 4-8-3-12

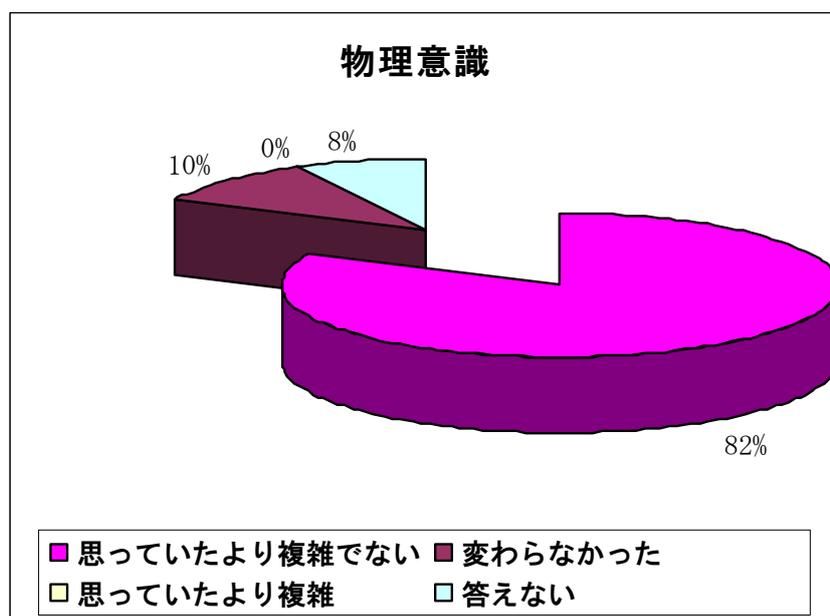


図 4-8-3-13

今回の授業実践行なって、物理に対して考え方が「思っていたより複雑でない」を選択した生徒が82%になった。10%のは「変わらなかった」で、無答えのは8%であることわかります。研究実践が大変役に立てたといえますが、無答えと「変わらなかった」という答えもあるので、原因として実践をもっと面白くやる工夫む必要と考える。

#### 4-8-4 ゴルバイ高校事後アンケート ピアソンの相関係数の検定

	ハリハリ役立	数パワポ	チェック難易	チェック問題量	実験役立	チェック解説理	トレ難易	チェック役立	トレ問題量	トレ解説理	高物例理	物理関連	密度種類	共通概念	単位理解	単位役立	詳しく	実践難易	対物理考	物理興味	実践役立
ハリハリ役立		0.21	-0.28	-0.31	0.13	-0.17	-0.15	0.17	-0.13	0.17	0.11	0.25	0.18	-0.11	0.32	0.10	0.26	-0.19	0.14	0.24	-0.08
数パワポ	0.21		0.01	-0.08	0.01	-0.09	-0.18	-0.02	-0.04	-0.17	0.11	0.28	0.11	0.09	0.38	-0.03	0.21	0.09	0.08	0.14	-0.14
チェック難易	-0.28	0.01		0.58	0.00	0.35	0.25	0.01	0.01	0.21	0.00	-0.06	0.04	-0.05	-0.19	-0.28	0.07	0.28	-0.31	-0.31	0.04
チェック問題量	-0.31	-0.08	0.58		0.01	0.07	0.36	-0.08	0.08	0.15	-0.10	-0.27	-0.08	-0.19	-0.15	-0.05	0.00	0.28	-0.34	-0.36	-0.01
実験役立	0.13	0.01	0.00	0.01		0.43	-0.29	0.15	0.15	0.00	0.50	0.53	0.54	0.18	0.30	0.34	0.34	-0.05	0.33	0.35	0.31
チェック解説理	-0.17	-0.09	0.35	0.07	0.43		-0.05	0.10	0.08	0.02	0.58	0.14	0.36	0.39	-0.11	0.00	0.55	0.08	-0.13	0.00	0.32
トレ難易	-0.15	-0.18	0.25	0.36	-0.29	-0.05		-0.18	0.09	0.12	-0.18	-0.26	-0.21	-0.25	-0.11	-0.28	-0.11	0.21	-0.19	-0.43	-0.07
チェック役立	0.17	-0.02	0.01	-0.08	0.15	0.10	-0.18		-0.05	0.08	0.03	-0.07	-0.12	-0.01	-0.05	-0.02	0.09	0.17	-0.03	-0.10	0.01
トレ問題量	-0.13	-0.04	0.01	0.08	0.15	0.08	0.09	-0.05		-0.06	-0.11	-0.02	-0.20	-0.25	-0.05	-0.15	0.18	0.30	-0.19	-0.11	0.11
トレ解説理	0.17	-0.17	0.21	0.15	0.00	0.02	0.12	0.08	-0.06		0.27	0.04	0.27	0.23	-0.09	0.17	0.18	-0.30	0.27	0.32	0.32
高物例理	0.11	0.11	0.00	-0.10	0.50	0.58	-0.18	0.03	-0.11	0.27		0.46	0.56	0.47	0.09	0.12	0.54	-0.24	0.26	0.33	0.36
物理関連	0.25	0.28	-0.06	-0.27	0.53	0.14	-0.26	-0.07	-0.02	0.04	0.46		0.42	0.38	0.42	0.24	0.32	0.06	0.53	0.29	0.32
密度種類	0.18	0.11	0.04	-0.08	0.54	0.36	-0.21	-0.12	-0.20	0.27	0.56	0.42		0.31	0.30	0.29	0.14	0.03	0.45	0.57	0.52
共通概念	-0.11	0.09	-0.05	-0.19	0.18	0.39	-0.25	-0.01	-0.25	0.23	0.47	0.38	0.31		0.01	0.12	0.51	0.06	0.42	0.39	0.34
単位理解	0.32	0.38	-0.19	-0.15	0.30	-0.11	-0.11	-0.05	-0.05	-0.09	0.09	0.42	0.30	0.01		0.57	0.05	-0.06	0.71	0.20	-0.06
単位役立	0.10	-0.03	-0.28	-0.05	0.34	0.00	-0.28	-0.02	-0.15	0.17	0.12	0.24	0.29	0.12	0.57		0.05	-0.35	0.60	0.44	0.17
詳しく	0.26	0.21	0.07	0.00	0.34	0.55	-0.11	0.09	0.18	0.18	0.54	0.32	0.14	0.51	0.05	0.05		0.10	0.02	0.04	0.12
実践難易	-0.19	0.09	0.28	0.28	-0.05	0.08	0.21	0.17	0.30	-0.30	-0.24	0.06	0.03	0.06	-0.06	-0.35	0.10		-0.10	-0.20	0.21
対物理考	0.14	0.08	-0.31	-0.34	0.33	-0.13	-0.19	-0.03	-0.19	0.27	0.26	0.53	0.45	0.42	0.71	0.60	0.02	-0.10		0.51	0.24
物理興味	0.24	0.14	-0.31	-0.36	0.35	0.00	-0.43	-0.10	-0.11	0.32	0.33	0.29	0.57	0.39	0.20	0.44	0.04	-0.20	0.51		0.50
実践役立	-0.08	-0.14	0.04	-0.01	0.31	0.32	-0.07	0.01	0.11	0.32	0.36	0.32	0.52	0.34	-0.06	0.17	0.12	0.21	0.24	0.50	

#### 4-8-4 ゴルバイ 高校 ピアソンの相関係数 事後アンケート分析

実践の内容が物理や理科に対しての意識に影響を与えたかなどを調べるために、いくつかのアンケート項目間でのピアソンの相関係数の検定を行った。

まず、「ハリハリ役立」との相関が0.3以上のものは「単位理解」があることから、“ハリハリボール”の実験が役立ったと思うことによって「単位あたりの量」を理解することにつながるということが分かった。目的通りになった。

「数パワポ」との相関係数が0.3以上おものは「単位理解」があることから、ハ

りの数え方のパワーポイントを使った説明は、「単位あたりの量」を理解することに役立ったことが分かった。

「実験役立」との相関が 0.5 以上のものは、「高物例理」「物理関連」「密度種類」があることから、練習問題の間の実験が、高校物理の問題の例は理解できることと、実践と物理の内容につながりを感じることができると、いろいろ密度の種類があることに気付けるなどことにつながったこと分かります。

また、「実験役立」と、「チェ説理解」「単位理解」「単位役立」「／意味詳」「対物理考」「物理興味」「実践役立」などに相関が見られたことから、トレーニング問題の間の実験が「単位辺りの量」について理解は以前より深くなって、物理は思ったより難しくないというイメージを生じることができ、物理に興味を持たせることができたことにつながった。仮説を実証できた。目的の通りになったこと分かった。

「チェ説理解」と「高物例理」「／意味詳」との相関が強いことからテストの解答、説明が、単位当りの意味が前より詳しくなることと高校物理問題の例は理解できることにつながって、非常に役立ったといえる。

また、「チェ説理解」と「密度種類」「共通概念」「実践役立」などの相関が見られたことから、テストの説明から、密度のいろいろ種類があることと共通した考え方で問題解けることができたことに気付いて、全体実践目的の通りになるに役立てたこと分かった。

「高物例理」と、「物理関連」「密度種類」「共通概念」「／意味詳」などとの相関が強いことから、単位当りの量という「共通概念」の考え方で、物理でのいろいろ種類の密度に関する問題を解けることができたことと、高校物理の問題の例は理解できることにつながったこと分かった。

また、「高物例理」と、「物理興味」「実践役立」との相関が見られたことから、高校物理の問題例は理解できることと、物理に興味を持たせることと実践が今後役に立つことにつながった。

「単位理解」と、「対物理考」「単位役立」との相関が強かったことから、単位当りの量について理解が深まって、物理を思ったより難しくないと感じることと単位当りの量が今後役に立つということにつながったことを分かった。

「単位役立」と、「物理興味」の相関が見られたことから、単位当りの量が役に立つということと物理に興味を持たせることが出来ることにつながった。

「対物理考」と「物理興味」の相関が強いことから、物理が思ったより難しくないと感じることと物理に興味を持たせることが出来ることにつながったことわかった。

4-9 1ヶ月後のアンケートの結果  
 4-9-1 1ヶ月後のアンケートの結果 (トクスン二高)

生徒 / 質問	1. 理得意			2. 物理好き			3. 単位当り理解			4. 単位当り応用			5. 物理興味			6. 物理進む											
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6						
1	1					1					2				1						4	5	6				
2		2				1					1				1						1	2	3	4	5	6	
3			2			1					1						2				1	2	3	4	5	6	
4				3		1					2							3			1	2	3				
5	1					1					1						2				1	2	3	4			
6	1					1					2					1					1	2	3		5		
7	1					1					2					1					1	2					
8	1					1					2					1					1	2		3			
9		2				1					2						2					2		4			
10		2				1					2					1					1	2		4	5		
11	1					1					2					1					1		3	4	5		
12		2				1					2										1	2	3		6		
13	1					1					1					1					1	2	3	4	5	6	
14	1					1					2					1					1	2	3	4	5	6	
15		2				1					1					1					1	2	3	4	5	6	
16			3				2				2					1					1	2					
17		2					2				2										1						
18				4			2				2					3					1						
19				4			2				2					3						2		4			
20		2					2				1						2					2	3		6		
21		2					2				2					1						2			6		
22		2					2				1										1	2	3				
23			3				2				1					4						1	2	3	4		
24			3				2						4				3					2		4			
25		2					2				2					5					5	2	3		6		
26			3				2				1					5					1	2	3	4	5		
27		2					2				2											2		4			
28		2					2				1										1	2		4			
29		2					2				4					3					1	2			6		
30		2					2				2										1	2					
31	1					1					1					1					1	2	4				
32		2				1					1					2						2					
33	1					1					2					1					1	2	3	5	6		
34		2				1						4				4					1	2	3	5	6		
35		2				1					4					2						2					
36		2				1					2					1					1	2		5			
37	1					1					1					1						2					
38	1					1					1					1					1	2	3	4	5	6	
39		2				1					1					1					1	2	3	4	5	6	
40		2				1					2					1					1	2			6		
41		2					2				2					1					1	2	4				
42	1					1					2					1					1	2	3		6		
43		2				1					1					1						2		4			
44	1					1					1					2					1	2	3	4	5	6	
45	1					1					1					1					1	2		4	6		
46	1					1					1					1					1	2	3	4	5	6	
47		2				1					2					4					1	2	3	4	5	6	
48		2				1					2					1					1	2		6			
49		2				1					2					2					1	2		4	6		
50	1					1					2					2					1	2	4	5	6		
51	1					1					1					1					1	2	4		6		
52	1					1					1					1					1	2	3	4	6		
53	1					1					1					1					1	2		4	6		
54		2				1					1					1					1	2	3	4	5	6	
55	1					1					1					1					1	2	3		6		
56		2				1					1					4					hisabni	tez	ixlax				
57		2				1					1					1					1	2		4			
58	1					1					1					1					2		4		6		
59	1					1					2					1					1	2	3	4	5	6	
60	1					1					1					1					2						
61	1					1					2					1					2			5	6		
62		2				1					1					2					2		4				
63		2				1					3					3					1	2	3	4	5	6	
64		2				1					3					3					2		4				
65	1					1					1					1						2		5			
66	1					1					1					2					1	2	3	4	5	6	
67	1					1					2					2					1	2	3	4			
68	1					1					1					1					1	2		4	5	6	
69		2				1					1					2					1	2	3	4	5	6	
70		2				1					1					1					1	2	3		5	6	
71		2				1					1					1					1	2	3				
72		2				1					2					1					1	2	3		6		
73			3								3					3					3						
74		2									1					4					4	1		3		6	
75		2									4					2					1			4	5		
76		2					2				2					1					1						
77	1					2					1					1					2				6		
78		2				2					2					1					2	3			6		

図 4-9-1-1

4-9-2 1ヶ月後のアンケートの結果（ゴルフイ高校） N=39

姓/質	1.物理得意					2.物理好き					3.単位当り理解					4.単位当り応用					5.物理興味					6.物理進む					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
1		2				1					1					1											2				
2		2				1					1					1											2				
3	1					1						2				2					1					1	2			5	6
4		2				1					1					1					1						2			5	6
5	1					1					1					1					1						2				
6	1					1						2				2					1						2				
7	1					1						2				1					1						1				
8		2				1					1					2					1						1	2			
9		2					2				1					2					2						2				
10	1					1					1					1					1						2		4	6	
11	1					1					1					1					1					1	2			6	
12	1					1					1						2				1						2				
13	1					1					1					2					2						2				
14	1					1						2				2					2					1	2				
15	1					1					1					1					1						2	3	4	6	
16	1					1					1					1					1						2	3	4	6	
17		2				1					1					1					1						2				
18	1					1						2				2					1						2				
19	1					1					1					1					1						2				
20		2					2					2				2					2						2			6	
21		2				1						2				2					1						2			6	
22	1					1					1					1					1					1	3		5	6	
23		2				1						2				1					1						1	3		5	6
24		2				1						2				2					1						2			6	
25	1					1					1					2					1						2	3		6	
26		2				1						2				1					1						2		4	6	
27	1						2					2				1					1						2	3			
28	1					1					1					1					1						2				
29		2					2					2				2					2						1	2		6	
30	1					1					1					1					2						2				
31		2						3					3					5					5							6	
32		2					2					2					3				2						2				
33		2					2					2				2					2						2				
34	1					1						2				1					1						2				
35	1						2					2					3				2						2				
36		2					2				1					1					1						2	3			
37		2				1						2				2					2						2	3			
38		2					2				1					2					2						1	2		4	5
39		2				1					1					1					2						1	2		4	5

図 4-9-2-1

まずは、1ヶ月後のアンケートの結果（トクスン2高）を示す

アンケート項目と略語は以下のとおり：

①研究実践を行なって、物理が得意になったか	物理得意
②研究実践を行なって、物理が好きになったか。	物理好き
③単位当りの量について理解は深くなったか。	単位当り理解
④単位当りの量を1ヶ月間に応用できましたか。	単位当り応用
⑤研究実践があなたの物理に関する興味、関心を持たせることによって役にたてたか。	物理興味
⑥ 今回の研究実践から物理のどの部分で進むことができました。当てはめる部分に丸つけて下さい。	

図 4-9-1-2

	物理得意	物理好き	単位当り理解	単位当り応用	物理興味
そう思う	30	56	43	35	43
少しそう思う	40	19	29	27	29
なんともいえない	6	2	2	8	3
少しそう思わない	2	4	4	6	1
思わない	0	0	0	2	1

図 4-9-1-3

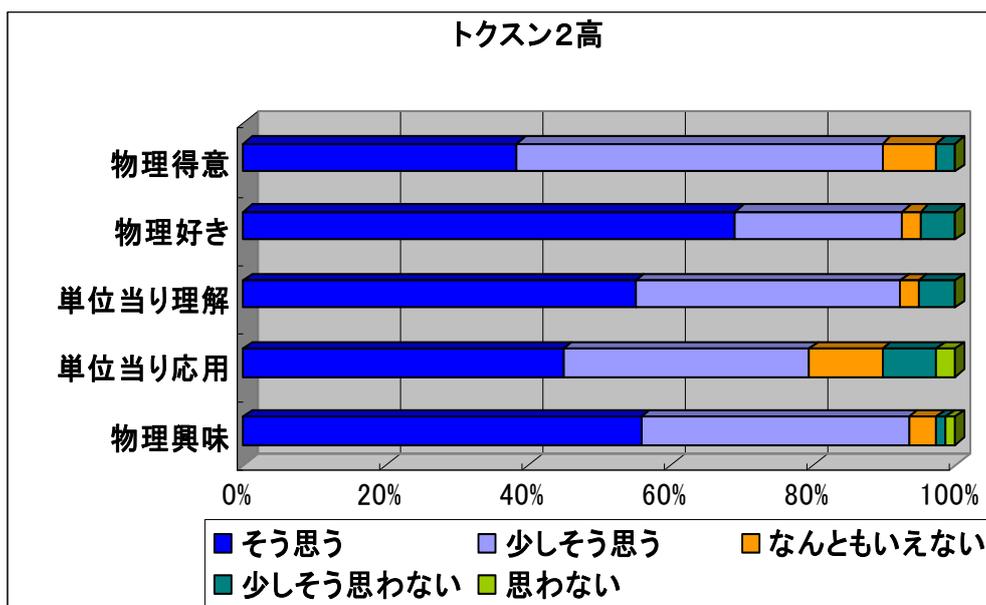


図 4-9-1-4

- 「①研究実践を行なって、物理が得意になったか」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理得意になったと感じた生徒が約9割の結果になった。「なんともいえない」という答えをした生徒が8%になった。「少しそう思わない」と答えをした生徒が2.5%になった結果でした。
- 「②研究実践を行なって、物理が好きになったか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理好きになったと感じた生徒が9割以上の結果になった。「なんともいえない」という答えをした生徒が2.5%になった。
- 「③単位当りの量について理解は深くなったか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、単位当りの量にとって理解深くなったと感じた生徒が9割以上になった。「なんともいえない」という生徒が2人でした。「少しそう思わない」という答えをした生徒が1割もしなかった。
- 「④単位当りの量を1ヶ月間に応用できましたか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、応用できた感じた生徒が約8割になった。なんとも感じがない生徒が1割り以上であった。応用できなかった生徒も1割以上で会った。
- 「⑤研究実践があなたの物理に関する興味、関心を持たせることによって役にたてたか」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理に関心、興味を持たせることができたような感じた生徒が9割以上であった。

「⑥今回の研究実践から物理のどの部分で進むことができました。当てはめる部分に丸つけて下さい。」という質問の結果は以下の通りです：⑥多数選ぶok)

物理単元	1. 音と光	2. 力と圧力	3. 電磁	4. 物質	5. 気体	6. 仕事
生徒数	56	66	34	40	27	39

図 4-9-1-5

今回行なった研究実践から進むことが出来た単元の結果は：「力と圧力」で進んだ生徒が多かった、8割以上の結果になった。「単位当りの量」という概念がこの単元で示す。「単位当りの量」を理解させる目的通りになったといえる。次に「音と力」は7割の結果になった。次は「仕事」「物質」のほぼ同じ5割。「気体」のほうで少なかった。

⑥の結果を示す：

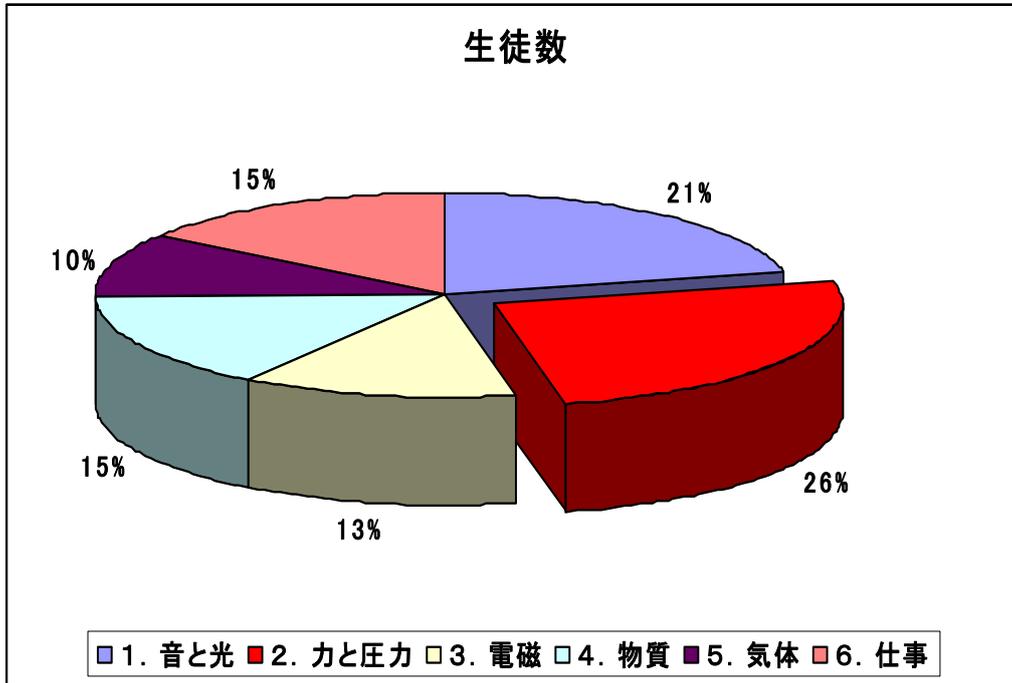


図 4-9-1-6

次に、1ヶ月後のアンケートの結果（ゴルバイ高）を示す

(N=39)

	①物理得意	②物理好き	③単位当り理解	④単位当り応用	⑤物理興味
そう思う	20	29	21	20	26
少しそう思う	19	9	17	16	12
どちらでもない	0	1	1	2	0
あまりそう思わない	0	0	0	0	0
思わない	0	0	0	0	0

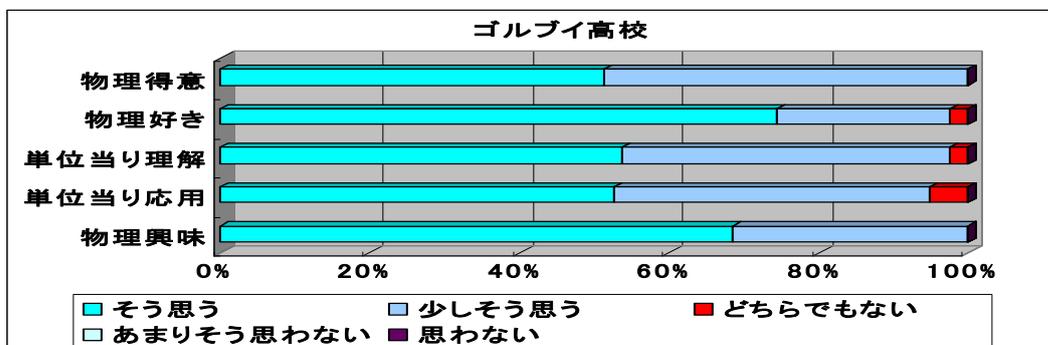


図 4-9-2-1

⑥物理单元	1. 音と光	2. 力と圧力	3. 電磁	4. 物質	5. 気体	6. 仕事
生徒数	10	35	8	6	7	15

図 4-9-2-2

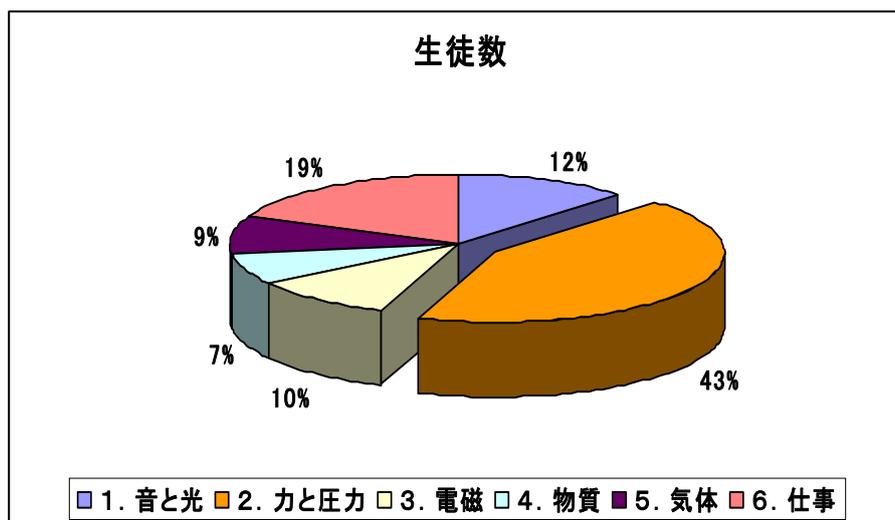


図 4-9-2-3

- ① 研究実践を行なって、「物理が得意になったか」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理得意になったと感じた生徒が約10割の結果になった。
- ② 研究実践を行なって、「物理が好きになったか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理好きになったと感じた生徒が9割以上の結果になった。「なんともいえない」という答えをした生徒が1人であった。
- ③ 単位当りの量について理解は深くなったか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、単位当りの量にとって理解深くなったと感じた生徒が9割以上になった。「なんともいえない」という生徒が1人でした。
- ④ 単位当りの量を1ヶ月間に応用できましたか。」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、応用できたと感じた生徒が約9割以上になった。「そう思わない」と答えた生徒が2人であった。
- ⑤ 研究実践があなたの物理に関する興味、関心を持たせることによって役にたてたか」という質問で、「そう思う」と「少しそう思う」という答えを合わせたら、物理に関心、興味を持たせることができたような感じた生徒が約1

0割以上であった。

- ⑥ 今回の研究実践から物理のどの部分で進むことができました。当てはめる部分に丸つけて下さい。」という質問の結果は以下の通りです：「力と圧力」今回行なった研究実践から進むことが出来た単元の結果は：「力と圧力」で進んだ生徒が多かった、約9割の結果になった。「単位当りの量」という概念がこの単元で示す。「単位当りの量」を理解させる目的通りになったといえる。次に「仕事」は約4割の結果になった。次は「音と光」の**ほぼ同じ3割**。「**気体**」の**ほうで少なかった**。

**2ヶ所のだいたい進んだ単元の順番が共通であった。進んだ生徒が一番多い単元が共通で「力と圧力」であったので「単位当りの量」を理解させる目的に通りになったといえる、そのうえ授業実践をやった1ヶ月後取ったアンケート結果で「物理得意」になったと「物理が好き」になったと「単位当りの量」について理解率、「応用できた」と「物理に興味」持たせることができたという感じた生徒が9割以上の結果になったので、物理を強くする目的に到達したといえる。**

## 第5章 考察

本章では、前章に示した調査結果を踏まえ、1. 実践対象者は適切であったか、2. “ハリハリボール”の実験の有意性、3. 事前チェックテストの有意性、4. 共通概念育成トレーニングの有意性の4点に着目して、数理統計学的観点から考察していく。

### 5-1 実践対象者は適切であったか

中国ウイグルのトクスン二高の1年生とゴルブイ高校の2年生に実践を行ったわけだが、事前アンケートの結果からも分かるように、「単位あたりの量」について正しく認識していなかった生徒と全く答えられなかったために白紙解答の生徒が予想に反して多かった。

本研究としては、「単位あたりの量」についての理解が浅かった生徒の理解を深めることが目的であったので、これを正しく認識していない生徒に対しこの実践を行えたことは、適切であったと考えられる。また、理科を選択するという生徒も多いクラスだったということも適切であったのではないかと考えられる。

### 5-2 “ハリハリボール”の実験とテスト問題の間の実験の有意性

まず、“ハリハリボール”の実験の有意性について、危険率5%、つまり確率95%の確からしきで検証してみる。

前章から、“ハリハリボール”の実験が役立ったと感じることと「単位あたりの量」の理解つながっていることが明らかになった。

また、密度にもいろいろな種類があるということや、いろいろなかたちの密度が共通した考えかたで解けるということにもつながっていることも分かっている。更に、実験が役に立ったという回答の割合が多かったことから、“ハリハリボール”の実験を行うことは、「単位あたりの量」の理解を深め、密度の有用性や共通性を喚起するなどの有意性があることがわかる。

アンケートにおいて、「ハリ役立」の回答と、「トリ解説理解」、「高物関連」、「密度種類」、「共通概念」、「単位役立つ」、および「物理興味」の回答とのピアソンの相関係数が高かったことから、95%以上の確率で「ハリハリボール」の有意性がみられる。

また、「実験役立」の回答と、「密度種類」、「共通概念」、「単位役立つ」、「／詳

しく」、及び「物理興味」の回答とのピアソンの相関係数がとても強いことから、95%以上の確率で、実験が「単位当りの量」を理解させるのに大変役に立ったといえる。

### 5-3 事前チェックテストの有意性

次に、事前チェックテストの優位性について、危険率 5%、つまり確率 95% の確からしさで、数理統計学的に、検証してみる。前章を見れば分かるように、「トレーニング問題を解く上で、事前にチェックテストを解いたことは役に立ったと思いますか。」という質問に対し、「そう思う」「少しそう思う」と答えた生徒は合わせて 9 割以上いた。また、「事前チェックテスト解説理解」が「トレーニング解答・解説理解」と「物理解」と「共通概念」とのピアソンの相関係数が高いことから、95%以上の確率で、トレーニングを解く上で役に立つという有意性があることがわかる。

### 5-4 共通概念育成トレーニングの有意性

最後に、共通概念育成トレーニングの有意性について統計的検証をしてみる。

最初に、最後の問題である、NO.4 問 1 2 のみをやらせ、そして、アンケートをとった。2 校とも、正しく解答した生徒が少なく、また、難しいと回答した生徒の割合も多かった。

次に、NO.1 問 1 から順番通りに解答させたときの結果は、最初より正しく解答した生徒が増え、最初より大変簡単だったと回答をした生徒が多かった。

トレーニング問題を用いることの目的の一つは、様々な「単位あたりの量」に触れさせて考えを定着させ、「単位あたりの量」についての共通概念を形成させることであつた。前章から、密度に様々な種類があることや、形の違う密度も共通した考えで解けることがわかったという生徒がほぼ 8 割いたことから、この点では有意性があるといえる。また、事後アンケートの結果の通り、もう一つの目的である簡単な問題から始め、どんどん難しい物理の問題に関連付けて、「物理は思ったより難しくない」というイメージを生じさせることもできた。

「トレ問題量」の回答と、「密度種類」及び「単位理解」の回答との相関係数が高いことから、この点でも有意性があるといえる。

トレーニングを最後までやる時間が足りなかった生徒も多かったので、トレーニングの時間をもう少し多くするか、問題量をもう少し減らすか、教える方法を改善するかなどことで工夫が必要といえる。

## 第6章 結論と今後の展望

本研究は、日本での物理力UP研究の一定の成果を踏まえ、言語や歴史も異なる中国・ウイグル自治区でもこのやり方が通用するか否かを、具体的な教育実践で調査したものである。

つまり、「単位あたりの量」という一種の密度の概念の考え方を身につければ、物理は簡単に学習できるはずだという仮説を立てて、その効果を今回の実践で確認した研究である。

そして、各種アンケート結果より、数理統計学的に危険率 5%、つまり 95%以上の確率で、当初の仮説が、極めて有効であるということが確認できた。

特に、物理に興味をもてた、あるいは、物理が得意になったという生徒が増えたことも確かめられた。さらに、生徒の多くが単位当りの量についての概念を獲得できたと答えている。

また、事後アンケートより、実践を行ったことで、生徒が単位当りの量についての概念を応用できるようになったことも分かる。つまり、応用力が身についたという事は、物理に強くなったといえる。

これらの事から、物理に興味を持つ、あるいは、物理が得意になる事、および、単位当りの量についての概念を身に付けることが、物理に強くなるためには有効であると数理統計的な結果から断言できる。その証拠のために、第4章でも述べた通り、2つの実践校での重要な結論を以下に示す。

### トクスン二高・事後アンケートのピアソンの相関係数の検定

危険率  $\alpha = 5\%$  の境界地は  $n = 78$  で  $r \doteq 0.22$  であるから、相関係数が 0.22以上は、一定の相関があることになる。

したがって、 $r = 0.6$  以上のものから、密度のいろいろ種類があることが分かった！ つながりが強いことが分かった！ 単位当りの意味が深くなった！ 応用できることが分かった！ などが明らかになった。

### ゴルブイ高校・事後アンケートのピアソンの相関係数の検定

危険率  $\alpha = 5\%$  の境界地は  $n = 39$  で  $r \doteq 0.31$  であるから、相関係数が 0.31以上は、一定の相関があることになる。

したがって、 $r = 0.7$  以上のものから、単位当りの量を理解することが密度の多様性も良く理解した！ 物理の考え方（思考の枠組）を良くすることにつながった！ などが明らかになった。

したがって、これらの結果から、物理、いや科学の基礎的共通概念である「単位あたりの量」の考え方が分っておれば、言い変えると、その思考の枠組みができておれば、例え分野や種類は異なっても、「あー、なんだ、同じか」ということで、物理が簡単に見えるはずだという仮説が、数理統計学的に検証された。

また、第4章でも述べたが、2つの実践校の誤答傾向の類似性も、以下の検定結果より高かった。

### 2つの実践校の誤答傾向の類似性の検定

問題毎の誤答数の相関関係から判断：問題数  $N=37$ 、危険率  $\alpha = 5\%$  で、ピアソンの相関係数を計算すれば、危険率  $\alpha = 5\%$  の境界地は  $n=37$  で  $r \doteq 0.33$ 。結果は  $r = 0.50$  ( $> 0.33$ ) となりかなりの相関ありと言える。

また、類似しているだけでなく、学生の間違いやい箇所は、2つの高校の学力差とは関係なしに、ほぼ同じような場所で間違えることが分った。したがって、その部分を、デモ実験と全員の学生実験、さらに予備チェックテストで、しっかり確認してから、物理力UPのトレーニング演習をやれば、かなり高い確率で、高校生を物理に強くでき、自信を持たせることができるということが検証できた。

次に、この実践を通して、今後の課題等に言及する。

今回の実践はウイグルの高校生にとって、まったく新しい教育方法だったので、その新鮮さが、生徒の興味を引いたとも考えられるし、逆にこの形式に慣れきれない生徒もいたとも考えられる。したがって、新しい教育方法が生徒に与える影響がどの程度のものであるかについて、今後とも追跡していく必要があると考えられる。

また、今回は実験道具の種類が多かったが、運搬の関係で多く持っていけず、みんなに回すのに時間を多く取られてしまった。道具を多くそろえることで、時間を短縮することが出来ると考えられる。時間を短縮することで、より多くの時間を説明や解説に割くことができ、そのことで、より、生徒たちの理解を促すことができるので、今後の課題として考慮すべきところである。

実際の教育現場では、実験道具を揃えられていない場合が多い。実験道具を揃えられる環境を作ることも、現地の今後の課題である。

最後に、この種の研究成果が、母国・中国の物理教育の発展、および、科学技術のさらなる発展に寄与できればと、筆者は強く願っている。

# ウイグル語版テキスト

## 事前アンケート

دەرىجىسى يۇرتى ئۆزى رايى ئىسسىق

ھۇنارلىق كەلىپلەر تەرىپى "○" بەلگىسى قۇيۇڭ!  
 ① 2-بىلگىنىڭ مەنىسىدىن ئىسسىق تەبىئىي يەنى بىلەن ئىسسىق بولۇش قانداق ئىسسىق بولۇشىنىڭ ئۆزگىرىشىنى؟  
 ( 1. تەبىئىي يەنى 2. ئىسسىق بولۇش )

( نەرسە يەنى قىزىقىش . ئاسان . كەلگۈسىدە قىلماقچى بولغان نىزمەت بىلەن مۇناسىۋەتلىك ، ئۆزۈم ئارقىلىق ياكى ئۆزۈمگە ئوخشاش ، مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشىنى ئۆزۈم )

② ئىسسىق تەبىئىي يەنى ياكى ئۆزۈمگە مەنسۇپ ؟  
 ( 1. ئىسسىق ، 2. ئاسان ، 3. ئارقىلىق ياكى ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ياكى ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

③ ئىسسىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ تەبىئىي يەنى ئۆزۈمگە مەنسۇپ ؟  
 ( 1. ئىسسىق ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

④ ئىسسىق مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. ئىسسىق ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

⑤ ئىسسىق ( يۇرتىڭىز ۋە قازاق ، كۈچ ۋە بىلىم ، تۈك ، مائارىپ ، ئىسسىق ، مەنئىيە ) ياكى ئۆزۈمگە مەنسۇپ ؟  
 ( 1. ئىسسىق ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. يەنى ياكى ئۆزۈمگە مەنسۇپ )  
 ( 1. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

⑥ ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

⑦ ھازىرقى ھەيئەت ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. ئىسسىق ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

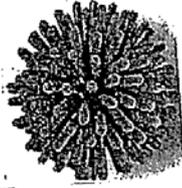
⑧ تەبىئىي يەنى مۇمكىن بولغان ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. يۇرتىڭىز ۋە قازاق ، 2. كۈچ ۋە بىلىم ، 3. تۈك ، 4. مائارىپ ، 5. ماددا ، 6. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 7. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 8. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 9. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 10. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 11. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 12. ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

⑨ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

⑩ ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ئۆزۈمگە مەنسۇپ مەنىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ؟  
 ( 1. ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 2. ئارقىلىق ، 3. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ ، 4. ئارقىلىق ئۆزۈمگە مەنسۇپ )

# 実験プリント

تەجرىبە  دىن (چاچلىق) توپنىڭ (چىچىنى) ساناپ باقايلى

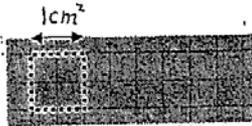


تەجرىبە باسقۇچى

(1)  $1\text{cm}^2$  لىق يۈزدىكى (چاچنىڭ) ساننى ساناپ

(2) توپنىڭ سىرتقى يۈزىنى تېپىش

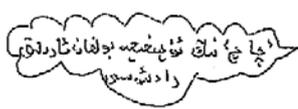
(3) چاچلىق توپتىكى بارلىق (چاچنىڭ) ساننى ھىساپلاش



(1) كوزنەكتىن كورگىلى بولىدىغان «چاچ» نى ساناپ

ئورۇننى ئۆزگەرتىپ 10 قېتىم ئۆلچەپ، ئوتتۇرىچە قىممەتنى تاپايلى

كۆزەتكەن قېتىم سانى	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ئوتتۇرىچە قىممەت
(چاچ) سانى											



(2) توپنىڭ سىرتقى يۈزىنى تېپىش

شارنىڭ سىرتقى يۈزى  $4\pi r^2$  دىن پايدىلىنىپ تاپالايمىز. سىزغۇچ بىلەن رادىئوسىنى ئۆلچەسەك،  $1.7\text{cm}$  بولىدۇ.

فورمىلىسى

(3) بارلىق چاچنىڭ سانىنى ھىساپلاش

بارلىق چاچنىڭ سانى  $1\text{cm}^2$  لىق جايدىكى چاچنىڭ سانى  $\times$  سىرتقى يۈز ( پۈتۈن سان بويىچە جاۋاب بىرەيلى )

تەكلىمى  جاۋابى ( )

خۇلاسە

بىرلىك يۈز ( $1\text{cm}^2$ ) دىكى (چاچ) سان =

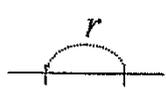
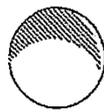
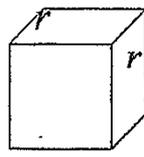
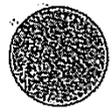
ئويلىنىپ باقايلى توۋەندىكىلەرنىڭ مەنىسىنى يازايلى

سىكۇنت  $m/s$  ← دىكى باسقان مۇساپ \_\_\_\_\_  
 بۇ خىل تەھلىل ئۇسۇلىنى ...  
 $N/m^2$  ← دىكى \_\_\_\_\_ دەپ ئاتىلىدۇ.  
 $g/cm^3$  ← لىك \_\_\_\_\_ نىڭ  $g/cm^3$

## 事前チェックテスト

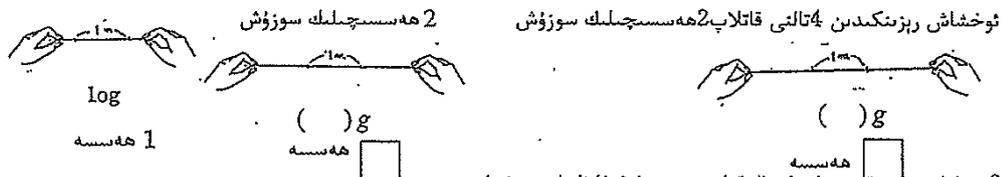
زېمېن ئاچىدىغان تاللاش سۇئاللىرى

1. ماتىماتىكىلىك دەرىجىلەر... ئەسلىدىكى ئۇزۇنلۇق  $r$  نىڭ قەنچە ھەسسىسىگە تەڭ بۇلىدۇ؟  
 3- دەرىجىلىك ..... 2- دەرىجىلىك ..... 1- دەرىجىلىك

 يېنىڭ ئۇزۇنلىقى  $r$	 قەغەزنىڭ يۈزى  $r^2$	 شارىنىڭ سىرتقى يۈزى  $4\pi r^2$	 ساندۇقنىڭ ھەجىمى  $r^3$	 شارىنىڭ ھەجىمى  $\frac{4}{3}\pi r^3$
---	---	--	--	---

يۇقۇرىقى مەسىلىلەرنىڭ ھەممىسىدە  $r$  نى 2 ھەسسىلەۋەتسەك ئايرىم-ئايرىم ھالدا قانداق بولىدۇ؟  
 شارىنىڭ ھەجىمى ساندۇقنىڭ ھەجىمى شارىنى سىرتقى يۈزى قەغەزنىڭ يۈزى يېنىڭ ئۇزۇنلىقى  
 ( ) ( ) ( ) ( )  
 $2r$

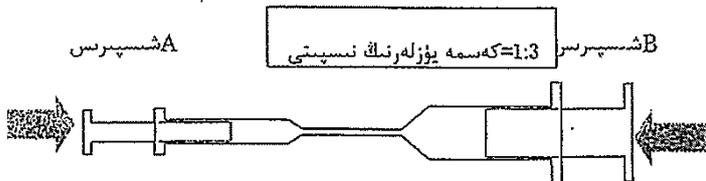
2. سىزىقلىق زىچلىق... رېزىنىگە يېنىڭ توملىنىغا ئاساسەن ئويلىنىش.  
 مىسال... ئىغىزلىنى 10 گىرام بولغان 1 مېتىر ئۇزۇنلۇقتىكى رېزىنىگە يېنى سوزۇپ، تۆۋەندىكىدەك ئۆزگەرتسەك، 1 مېتىرنىڭ ئىغىزلىنى قانچە گىرامغا ئۆزگىرىدۇ، يەنە بىر مېتىرنىڭ توملىنى ئەسلىدىكى توملۇقنىڭ قانچە ھەسسىسىگە تەڭ بولىدۇ؟



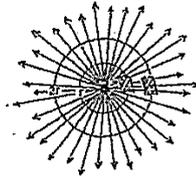
3. يۈزلۈك زىچلىق... تاختاينىڭ قېلىن - ئېيىزلىتىغا ئاساسەن ئويلىنىش.  
 مىسال ئېيىز رېزىنىكا پارچىسى بار، ئۇنى 2.5 ھەسسىچىلىك سوزۇساق قېلىنلىقى بولسا ئەسلىدىكىنىڭ قانچىدىن بىرىگە تەڭ بولىدۇ.



4. بېسىم كۈچ... بىرلىك كەسمە يۈزگە نىسبەتەن بېسىش كۈچىنى ئويلىشايلى.  
 كەسمە يۈز كېڭىيىشى بىلەن بېسىم كۈچىمۇ (كىچىكلەيدۇ، چوڭلايدۇ)  
 (1) مىسال. توملىنى ئوخشاش بولمىغان 2 دانە شىسپېرسنى رەسىمدىكىدەك باسقاق ئوتتۇرىدىكى بېسىم كۈچ (ئوخشاش، ئوخشىمايدۇ).

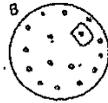


بېسىم كۈچى بولسا) بولىدۇ. ( ...مەركەزدىن سىرتقا قارىتا چىققان تىكەننىڭ چاپلىشىشىنى ئويلىشايلۇ .  
 5. كىرىپ تىكەننىڭ زىچلىغى ... ئايرىم-ئايرىم ھالدا  $r$  ۋە  $2r$  بولغان شار قورشاپ تۇرغان ئورۇننىڭ كەسمە يۈزىنىڭ سېلىشتۇرمىسى  
 مىسال چاچلىق توپ بار رادىئوسى ئايرىم-ئايرىم ھالدا  $r$  ۋە  $2r$  بولغان شار قورشاپ تۇرغان ئورۇننىڭ كەسمە يۈزىنىڭ سېلىشتۇرمىسى

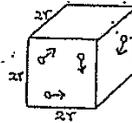


( 1 : )

ئوخشاش كەسمە يۈز  $A, B$  دىن ئۆتكەن يىڭىننىڭ سانى زىچلىق نىڭ سېلىشتۇرمىسى ( 1 : )  
 6. كەسمە يۈزلۈك زەرەت زىچلىغى ... شارنىڭ ئىچكى تېمىدىكى ئۇششاق ئاق دانچىلار زەرەت تەسىرىدە يېپىشىپ تۇرغان ، دانچىلارنىڭ  
 تەقسىملىشىشىدىن ئويلىشايلۇ .  
 رادىئوسى  $2r$  بولغان شار رادىئوسى  $r$  بولغان شار



مىسال ئوخشاش بولمىغان ئىككى قاچا تېمىگە ئوخشاش ساندىكى قارىسىمان دانچىلار يېپىشىپ تۇرگەن ، ئىچكى تامنىڭ سىرتقى يۈزى  
 سېلىشتۇرمىسى ( 1 : ) بولىدۇ .  
 دانچىلارنىڭ تارقىلىش زىچلىغى ( 1 : ) بولىدۇ .  
 7. مالىكولاسانى زىچلىغى ... ساندۇق ئىچىدىكى ئۇچۇپ يۈرگەن ئۇششاق دانچىلارنىڭ تەقسىملىنىشى  
 مىسال چوڭ - كىچىكلىكى ئوخشىمىغان ئىككى ساندۇققا  $A$  ۋە  $B$  ئوخشاش ساندىكى دانچىلار سېلىنغان . ھەجىمنىڭ سېلىشتۇرمىسى  
 ( 1 : ) بولىدۇ . دانچىلارنىڭ تەقسىملىنىش زىچلىغى ( 1 : ) بولىدۇ .



ئىۋاتى ئونۋېرسىتى مائارىپ شۆبەنى ياڭى ئىچى ماسا (YAGI ICHI MASA) تۈزگەن .

2009 - يىلى 11 - ئاي

NO4.12 問題

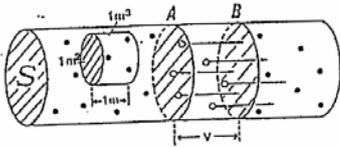
قىنى ئىشلەپ كۆرۈڭ

(ئوم قاندىسىنىڭ مەنىسى) غايەت زور سۇ توربىسىدىن نۇرغۇنلىغان دانىچىلار ئاقىدۇ، بۇ دانىچىلار سۇدا يىغىلىپ قالماستىن تەكشى چېچىلغان بۇلۇپ، ئوتتۇرىچە تېزلىكى  $v \text{ m/s}$  دا ئاقىدۇ،  $m$  يول باسدىغانلىقى ئۈچۈن، ئارىلىقى  $v[m]$  بولغان  $A$  بىلەن  $B$  دىن ئىبارەت كەسمە يۈز ئارىلىقىدا بولغان زەرىچىلەر سانى  $B$  كەسمە يۈزى كېسىپ ئۆتۈشى كېرەك. تۈۋەندىكى سۇئاللارغا جاۋاب بېرىڭ. (1) سۇ توربىسىنىڭ كەسمە يۈزىنى  $S(m^2)$  دىسەك  $A$   $B$  ئارىلىقىدىكى ھەجىم قانچە  $m^3$  بولىدۇ؟ ( $n$  دانە ھەر مىتىر كۆپ)

(2) زەرىچىلەر سۇ ئېقىنى بىلەن بىرلىكتە مەۋجۇت بۇلۇپ، بىرلىك ھەجىمدىكى زەرەت سانى (زىچلىق) نى  $n$  (دانە ھەر مىتىر كۆپ) دانە دەپ پەرەز قىلساق، مەلۇم كەسمە يۈز (مەسىلەن  $B$  كەسمە يۈزى ئالساق) دىن  $B$  كەسمە يۈزىگە ئۆتكەن زەرىچىلەر سانى قانچە تال بولىدۇ؟

(3)  $m(kg)$  دىسەك  $B$  كەسمە يۈزى تېشىپ ئۆتكەن ئومومى زەرىچىلەر قانچە كىلوگرام؟

$m^3$	دانە	kg
-------	------	----



بۇ مەسىلە دىئالوگ ئىپادىسى : ① تەسى ② ئانچە تەسى ئەمدى ③ ئاسان  
( يېقىۋېلىشىڭىز )

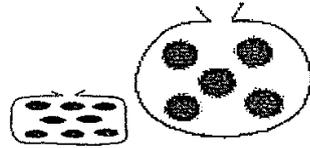
## 共通概念トレーニング

فىزىكىدىكى ئاساسىي ئورتاق ئۇقۇملارنىڭ كۆچەيتىش مەشىقى

No.1

1. (كەمپىتنىڭ باھاسى) 2 خىل كەمپىت بار. A خىل كەمپىتتىن 8 تال جەمى باھاسى 200 پۇك، B دىن 5 تال جەمى 120 پۇك. A ۋە B خىل كەمپىتنىڭ بىر تالنىڭ باھاسى قانچە پۇل؟ A ۋە B خىل كەمپىتنىڭ قايسىسى ئەرزان (بىر تېلىنىڭ باھاسى بويىچە سېلىشتۇرىمىز)

A	B	A , B
تال / پۇك	تال / پۇك	A , B



2. (نوپۇس زىچلىقى) A ناھىيىنىڭ يەر مەيدانى  $4500 \text{ km}^2$  بۇلۇپ نوپۇسى 90 مىڭ ئادەم، B ناھىيىنىڭ يەر كۆلىمى  $10500 \text{ km}^2$  بۇلۇپ نوپۇسى 231 مىڭ. قايسىسىنىڭ نوپۇس زىچلىقى چوڭ ( $1 \text{ km}^2$  دىكى ئادەم سانىنى سېلىشتۇرغاندا)

A	B	A , B
$\text{km}^2$ / ئادەم	$\text{km}^2$ / ئادەم	A , B

3. (مايسىنىڭ زىچلىقى) مەلۇم دېھقانچىلىق مەيدانىدا تۆۋەندىكى جەدۋەلدىكىدەك زىرائەت ئۆستۈرىلىدۇ، زىچلىقى چوڭ بولغان كۆچەت قايسى؟  $1 \text{ m}^2$  دىكى كۆچەت سانىنى سېلىشتۇرۇش

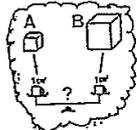
A	B	A , B
$\text{m}^2$ / تۈپ	$\text{m}^2$ / تۈپ	A , B

B تۈپتىز	A تۈپتىز	
18	13	يەر مەيدانى ( $\text{m}^2$ )
360	273	كۆچەت تۈپ سانى (تۈپ)

4. تۆۋەندىكى جەدۋەل A ئادەم بىلەن B ئادەمنىڭ ياڭيودىن ئالغان مەھسۇلاتنى بىلدۈرىدۇ، ئۇنىڭ ئاساسلانغاندا ئوخشاش كۆلەمگە نىسبەتەن قايسىسىنىڭ ئالغان مەھسۇلاتى كۆپ ( $1 \text{ m}^2$  لىق يەردىن تەرگەن مەھسۇلات مىقتارى سېلىشتۇرۇلدى)

A	B	A , B
$\text{kg} / \text{m}^2$	$\text{kg} / \text{m}^2$	A , B

	يەرنىڭ كۆلىمى ( $\text{m}^2$ )	مەھسۇلات مىقدارى ( $\text{kg}$ )
A	680	1360
B	720	1512



5. (مىتاللارنىڭ زىچلىقى)  $4 \text{ cm}^3$  لىق ماسسى 24 گرام كىلىدىغان A مىتال،  $17 \text{ cm}^3$  كىلىدىغان ئېغىرلىقى 85 گرام كىلىدىغان B خىل مىتال بار. بىرلىك ھەجىمگە نىسبەتەن مىتاللارنىڭ قايسىسىنىڭ ماسسىسى چوڭ ( $1 \text{ cm}^3$  نىڭ ماسسىسى ئۆلچەم قىلىپ سېلىشتۇرىمىز)

A	B	A , B
$\text{g} / \text{cm}^3$	$\text{g} / \text{cm}^3$	A , B

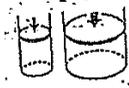
6. (خىمىيەلىك ئۇغۇتنىڭ زىچلىقى) 5-يىللىق 1-سېنىپنىڭ  $20 \text{ m}^2$  كىلىدىغان گۈللۈككە كەكە  $3 \text{ kg}$  ئۇغۇت چاچتى. (1)  $1 \text{ m}^2$  كىلىدىغان يەرگە قانچە گرام چاچقان؟ (2) 2-سېنىپ بولسا  $18 \text{ m}^2$  كىلىدىغان يەرگە 1-سېنىپ بىلەن ئوخشاش نىسبەتتە ئۇغۇتنى چاچقان بولسا، قانچە كىلوگرام چاچقان؟

$\text{g} / \text{m}^2$	$\text{kg}$
(1)	(2)



共通概念トレーニング

$(N/m^2)$	ھەسسە
-----------	-------

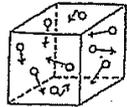


$$\text{پۈتكۈل كۈچ } (N) = \frac{\text{قاچاقنىڭ يۈزى } (m^2)}{\text{بېسىم كۈچ } (N/m^2)}$$

6. يۈزلۈك زەرەت زىچلىقى ( چوڭ تىپتىكى شار بار، شارنىڭ سىرتكى يۈزىگە ھەسەل سۈركەپ قويۇلغان،  $Q$  تال چىۋىن چاپلىشىپ قالغانچە بۇنىلەر تەكشى چاپلاشقان (1) شار رادىئوسىنى  $r$  دىسەك، شار سىرتقى يۈزى  $1m^2$  (بىرلىك يۈز)دىكى چىۋىننىڭ سانى قانچە بولىدۇ (چە ماسسا

$$\text{ماينىڭ ھەجىمى} = \frac{\text{ماينىڭ زىچلىقى}}{\text{ماسسا}}$$

11. (گازنىڭ مالىكولا سانى زىچلىقى) رەسىمىدىكىدەك بىر تەرىپىنىڭ ئۇزۇنلىقى  $L$  مېتىر بولغان كۇب شەكىللىك قاچىنىڭ ئىچىگە  $N$  دانە ئەركىن مالىكوللار ئۇچۇپ يۈرىدۇ، ھەر بىر تال مالىكولنىڭ ماسسىسىنى ئوخشاش  $m$  (kg) سۈرۈشتىمۇ ئوخشاش بولۇپ، قاچا تېمىغا ئۇزۇنلىقىمۇ سۈرۈشتى ئۈزگەرمەيدۇ دەپ پەرەز قىلساق (1) بىرلىك ھەجىمدىكى مالىكولا سانى قانچە تال بولىدۇ (مالىكولا سانى زىچلىقى)؟ (2) زىچلىقى ( ھەجىم - ئومومى ماسسا) قانچە بولىدۇ؟ (3) مالىكولا سانى ئۈزگەرمىگەن ئەخۇلدا قاچىنىڭ سىغىمىنى چوڭايتىپ تەرەپ ئۇزۇنلۇقىنى 2 ھەسسىسىچىلىك ئۇزارتساق زىچلىقى قانچە ھەسسە بولىدۇ.



$$\text{ئومومى مالىكولا سانى (دانە)} = \frac{\text{مالىكولا سانى زىچلىقى}}{\text{كۇبىنىڭ ھەجىمى } (m^3)}$$

ھەسسە	$kg/m^3$	$m^3/دانە$
-------	----------	------------

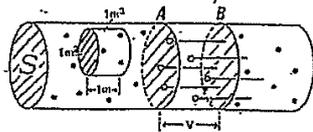
12. (نوم قاندىسىنىڭ مەنىسى) غايەت زور بۇ توربىسىدىن ئۇرغۇنلىغان دانىچىلار ئاقدۇ بۇ دانىچىلار سۇدا يىتىلىپ قالماستىن، تەكشى چېچىلغان بۇلۇپ، ئوتتۇرىچە تېزلىكى  $v$  دا ئاقدۇ، 1 سىكونتتا  $v$  يول باسدىغانلىقى ئۈچۈن، ئارىلىقى  $v$  بولغان  $A$  بىلەن  $B$  دىن ئىبارەت كەسمە يۈز ئارىلىقىدا بولغان زەرىچىلەر سانى  $A$  سىكونتتا  $B$  كەسمە يۈزنى كېسىپ ئۆتۈشى كېرەك. تۆۋەندىكى سۇئاللارغا جاۋاب بېرىڭ. (1) سۇ توربىسىنىڭ كەسمە يۈزىنى  $S$  (m<sup>2</sup>) دىسەك  $A$   $B$  ئارىلىقىدىكى ھەجىم قانچە  $m^3$  بولىدۇ؟ (2) دانە ھەر مېتىر كۇپ)

(2) زەرىچىلەر سۇ ئېقىنى بىلەن بىرلىكتە مەۋجۇت بۇلۇپ بىرلىك ھەجىمدىكى زەرەت سانى (زىچلىقى)  $n$  (دانە ھەر مېتىر كۇپ) دانە دەپ پەرەز قىلساق، مەلۇم كەسمە يۈز (مەسىلەن  $B$  كەسمە يۈزنى ئالساق) دىن  $A$  سىكونتتا ئۆتكەن زەرىچىلەر سانى قانچە تال بولىدۇ؟

(3)  $A$  تال زەرىچىنىڭ ماسسىسىنى  $m$  (kg) دىسەك  $A$  سىكونت ئارىلىقتا كەسمە يۈزنى تېشىپ ئۆتكەن ئومومى زەرىچىلەر قانچە كىلوگرام؟

ھەجىم $(m^3)$	دانە	kg
---------------	------	----

$$\text{زەرىچىلەر سانى } L = \frac{\text{زەرەت سانى زىچلىقى}}{\text{ھەجىم } (m^3)}$$



12-مەسىلىنى ئىشلىگەندىكى ھىس قىلغانلىرىڭىز (ئەڭ دەسلەپتە ئىشلىگەندىكى ھىس قىلغىنىڭىز بىلەن سىلىشتۈرۈڭ)، تاللىغىنىڭىزغا

1 بەلگە قويۇڭ.

1. دەسلەپتە ئىشلىگەنگە قارىغاندا ئاسان ھىس قىلدىم. 2. ئانچە بەك ئاسان ھىس قىلدىم.

3. ئۆزگەرمىدى. 4. تېخىمۇ تەس ھىس قىلدىم.

(سوغۇپلىنىدۇ)

فزيكده ناسه نورتا قۇملار كۇمپانيسىنىڭ مەسئەلىسىنىڭ جاۋابى

### 解答

#### No. 1

1. 25, 24, B
2. 200, 220, B
3. 21, 20, A
4. 2, 2.1, B
5. 6, 5, A
6. 150, 2.7

#### No. 2

1. 4, 5, B, 300, 10
2. 1050, 1000, A
3. 24, 20, A
4. 4.5, 4, A
5. 道のり,  $x$ , 速さ, 時間,  $v$ ,  $t$ ,  
باشقا يول تېزلىك  
 $\frac{\text{道のり (باشقا يول)}}{\text{速さ (تېزلىك)}}, \frac{x}{v}$
6. 250, 10, 24

ھاتلاشقان نورتا 0 پەللىسىنىڭ قۇيۇك (جاۋاب قەغەزى يېتىۋالمايدۇ)

#### No. 3

1. 4,  $\frac{1}{2}$ , 5
2. 2000, 3
3. 2,  $\frac{2}{m}$
4. 0.1,  $\frac{1}{6}$
5. 200, 4
6.  $\frac{0}{4\pi r^2}$ ,  $\frac{1}{4}$

#### No. 4

7.  $4\pi r^2 E$ ,  $\frac{1}{4}$
8. BS
9. 76, 1033.6
10.  $\frac{4\pi r^3 a}{3}$
11.  $\frac{N}{L^3}$ ,  $\frac{Nm}{L^3}$ ,  $\frac{1}{8}$
12.  $sv$ ,  $svn$ ,  $svnm$

كىمىنىڭ بىر تەلەپ نەزەرى

## 事後アンケート

دەرىجىسى كىيىنكى راي سانسى  
ھۆججەتتە تەلەپلەرنى تاللاپ "○" بەلگىسىنى قويۇڭ .

- ① دەرىجىسى ئىشلىتىشكەن "ياخلىق توپ تەجىربىسى" ، بىرلىك مەقتارلار توغرىسىدىكى مەسىلىلەرنى ئىشلىتىشكەن ياكى يېرىمى بولدى دەپ ئويلايمىز ؟  
 1. شۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق ئويلايمىن 3. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 4. يەنە قەتئىي ئۇنداق ئويلايمىن
- ② "پايج پاناس" نى Power Point دىن پايدىلىنىپ چۈشەندۈرۈش سىز ئىلگىرى چۈشەندۈرۈش ئىشلىتىشكەن بولدىمۇ ؟  
 1. ئۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق ئويلايمىن 3. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 4. يەنە قەتئىي ئۇنداق ئويلايمىن
- ③ زىيىن ئاھىدىغان تاللاش سۇئاللىرى تەسىلە دەرىجىسى قانداق ئىكەن ؟  
 1. ئادەتتىكى 2. ئاساسىي 3. ئادەتتىكىدىن 4. تەسىرلىك 5. تەسىرلىك
- ④ زىيىن ئاھىدىغان تاللاش سۇئاللىرىنىڭ مەقتارى قانداق ئىكەن ؟  
 1. ئاز 2. ئازراق 3. ھۆججەت 4. كۆپ 5. كۆپ
- ⑤ تاللاش سۇئاللىرىنىڭ ئارىلىقىدا ئىشلىتىش بارغان تەجىربىلەر ، مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشنىڭ ئارقىسى بولدىمۇ ؟  
 1. ئۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن
- ⑥ تاللاش سۇئاللىرىنى چۈشەندۈرۈش ، چاقىرىش چۈشەندۈرۈش مۇھىم ؟  
 1. چۈشەندۈرۈش 2. ئاساسىي چۈشەندۈرۈش 3. ئادەتتىكىدىن 4. تەسىرلىك 5. تەسىرلىك
- ⑦ ئاساسىي نۇسخىلار كۆپمەنە مەسىلىنىڭ تەسىلە دەرىجىسى قانداق ئىكەن ؟  
 1. ئادەتتىكى 2. ئادەتتىكى 3. ئادەتتىكىدىن 4. تەسىرلىك 5. تەسىرلىك
- ⑧ كۆپمەنە مەسىلىنى مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشقا ، تاللاش سۇئاللىرىنى ئىشلىتىشكەن رولى بولدىمۇ ؟  
 1. ئۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن
- ⑨ كۆپمەنە مەسىلىنى مەسىلىلەرنىڭ مەقتارى قانداق ئىكەن ؟  
 1. ئاز 2. ئازراق 3. ھۆججەت 4. كۆپ 5. كۆپ
- ⑩ ھەر بىر مەسىلىنىڭ كۆرسەتمىسى ( خورمىسى ) بېرىلدى ، بۇ توغرىسىدىكى ئويلىنىشىڭىز قانداق ؟  
 1. رازىمەن ھەل قىلىشقا رولى بولدى 2. بولمىسا ھەل قىلىشقا مەنئىي رولى 3. ئىشلىتىش 4. يوق بولسا ياخشى بولماستىن 5. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن
- ⑪ كۆپمەنە مەسىلىنى مەسىلىلەرنىڭ باۋابى چۈشەندۈرۈش بولدىمۇ ؟ چۈشەندۈرۈش مۇھىم ؟  
 1. چۈشەندۈرۈش 2. ئاساسىي چۈشەندۈرۈش 3. ئادەتتىكىدىن 4. چۈشەندۈرۈش تەسىرلىك 5. چۈشەندۈرۈش
- ⑫ ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن ؟  
 1. چۈشەندۈرۈش 2. ئاساسىي چۈشەندۈرۈش 3. ئادەتتىكىدىن 4. تەسىرلىك 5. چۈشەندۈرۈش
- ⑬ تەجىربىسى ۋە مەسىلەرنى ئىشلىتىش مەزمۇنى ( بەلگىسى ) بىلەن باغلاشقا مەنئىي رولى بولدىمۇ ؟  
 1. ئۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. بىلەنمەن
- ⑭ زىيىن ئاھىدىغان ھەر-بىر تۈرلۈك پارامېتىر ھەسسى قىلىندىمۇ ؟  
 1. ھەسسى قىلىنم 2. ئازراق 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. بىلەنمەن
- ⑮ ھەر-بىر مەسىلىنىڭ زىيىن ئاھىدىغان ، ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن ؟  
 1. چۈشەندۈرۈش 2. ئازراق 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. بىلەنمەن
- ⑯ بىرلىك مەقتارلار "خاتىرىسى" چۈشەندۈرۈش ئارقىلىق چۈشەندۈرۈش ئارقىلىق ھەسسى قىلىندىمۇ ؟  
 1. ھەسسى قىلىنم 2. ئۇنداق ھەسسى قىلىنم 3. ئادەتتىكىدىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 5. بىلەنمەن
- ⑰ بىرلىك مەقتارلار "تەجىربىسى" تەسىلە ئويلىنىش ، كۆپمەنە مەسىلىنى ئويلاپ تەتەيمىن ؟  
 1. ئۇنداق 2. شۇنداق قىرغاق 3. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن 4. ئۇنداق ئويلاپ تەتەيمىن

⑮  $(N/n^2)$  قاتارلىق بىرلىكلەردىكى  $[ ]$  نىڭ مەنىسى ، ئىلگىرىكىگە قارىغاندا پۈتكۈزۈش قانداق مۇھىم ئىش ئىكەن؟  
 1. شۇنداق ، 2. شۇنداق ، 3. ئادەتتىكىدەك ، 4. ئايرىم-ئايرىم ئىشلەش ، 5. ئۇنداق ئۇرۇنۇش

⑯  $[ ]$  نىڭ مەنىسى مۇشۇنىڭدا دا ئىشلىرىدە بىزنىڭ ،  
 [

⑳ بۇ قىممەت دەرس ئارقىلىق ، بارلىق مەزمۇنلارنىڭ تەسىلىك دەرىجىسى قانداق ؟  
 1. ئاددىي ، 2. ئاددىي ، 3. مۇقايىم ، 4. تەسىرەك ، 5. تەسىر

㉑ بۇ قىممەت دەرس ئارقىلىق ، ئۆزىڭىزگە نىسبەتەن كۆز قارىشىڭىزدا ئۆزگىرىش بولدىمۇ ؟ رەپ  
 1. بۇرۇن ئۇيلىنىشىدەك تەسىر تەسىلىك دەرس قىلدىم ، 2. ئۆزگىرىش يوق ، 3. بۇرۇنقىدەك تەسىر  
 دەرس قىلدىم ( ) ، 3

㉒ بۇرۇنقىغا قارىغاندا ئۆزىڭىزگە نىسبەتەن قىممەتلىك نۇسخىڭىز كۆپمۇ ؟  
 1. شۇنداق ئۇيلىنىش ، 2. ئۇنداق ئۇيلىنىش ، 3. ئۇنداق ئۇيلىنىش ، 4. ئۇنداق ئۇيلىنىش  
 مەن

㉓ بۇ قىممەت دەرس ، كىيىمىڭىز بولسا بولۇپ ئۆزىڭىز دەپ ئويلايمىز ؟  
 1. شۇنداق ، 2. شۇنداق ئۇيلىنىش ، 3. ئۇنداق ئۇيلىنىش تەسىلىك ، 4. ئۇنداق ئۇيلىنىش



## 謝 辞

本研究は、多くの方々の多大なご協力とご支援を頂き支えられてきました。ここにその中でも特にお世話になった方の名前をあげさせていただき、お礼申し上げます。

まず、本稿を執筆するにあたり、論文指導教官である岩手大学教授の八木一正先生には、日本に来てから現在に至るまで研究の仕方、論文の書き方、生活で困ったとき、コンピューターの使い方など様々な分野でご指導いただきました。または、学会で発表するというなかなか機会のない、とても貴重な体験をさせていただき、プレゼンテーション能力を身につけさせていただきました。本当にありがとうございました。心から感謝しております。

そして、八木研究室の押切志郎さん、木村真一さん、渡辺陽介さん、加藤由佳さん、谷村佳紀さん、田口朝子さん、佐藤真理さん、木幡大河さん、菅原富美さん、澤内大樹さんなど皆さんには、日本語の勉強やコンピューターの勉強や日本の生活に慣れるなど様々な場面でアドバイスを頂き大変お世話になりました。そして、ご迷惑をおかけしました。ほんとうにもし分けございませんでした。

最後に、実践授業のための時間を提供してくださった新疆トクスン県教育局、県の物理の先生方、新疆トクスン二高、トクスンゴルブイ高等学校の学長、先生方、生徒たちにも大変感謝しております。

合わせて、この場を借り、衷心より感謝申し上げます。

平成 22 年 1 月 19 日

古丽巴哈尔 马合木提  
グリバハル マホムテ

## 引用・参考文献一覧

- 1) 八木一正 「科学的認識の向上を目的とした体験的学習による物理教育の指導法の研究」東京学芸大学大学院博士論文 2000
- 2) 橋元淳一郎 「橋元淳一郎の物理 橋元流解法の大原則・1」2004、学習研究社
- 3) 広井 禎 高校物理履修者の大きな減少、物理教育 31-4, 240-241 1983
- 4) 押切志郎 「中学物理分野における論理的枠組み形成の研究—物理を強くする教育実践を通して—」岩手大学教育学部卒業論文 2008
- 5) 加藤由佳 物理の本質を理解させ理科の苦手意識を克服する試み—高校での教育実践を通して— 岩手大学教育学部卒業論文 2009
- 6) 新疆少数民族間の教育品質に関する分析と考察「新疆社会科学 2007 年第 2 期)
- 7) 新疆少数民族の基本的な教育品質に関する考察「ウルムチ專業大学学报 2006 年第 2 期」