

「北海道高等学校学力向上実践事業」

令和3年度授業実践講座「教科指導講座」 実践発表

～様々な経験とその克服で辿り着いた現在地、それまでの中継点とこれからの課題～

北海道札幌南高等学校
理科(物理)教諭 小山 祐介

さて、今回のテーマが「探究的な学び・評価の充実」、内容「観点別学習状況の評価について」ということですが、私が講師の依頼を受けたときは「授業改善」セミナーということだけだったので、授業改善に取り組む「心構え」や「正しいニーズの把握」「その為の具体的な授業方法」を自分の経験や実際に行っている方法をお伝えするつもりで準備していました。

そこに上記のテーマや内容が加わった状況になったので、短い時間の中で全部説明しきれないかもしれませんが、「授業改善」「探究的な学び」と「評価の充実&観点別評価」について説明しますので、よろしくお願いいたします。

【略歴と各校における物理の概況】

- ・専門は理論宇宙物理学
- 米国の日本人高等学校(文科省認可)(6年)
 - 某私大(文系のみ)の附属高校 全寮制
 - ほぼ全て自学への推薦か、他学への推薦やAO、帰国子女枠などで進学
 - 物理は選択科目で数名程度
- 北海道白糖高等学校(4年)
 - 在籍時は普通科3間口 半数以上は釧路からの逆流 ほぼ就職
 - 物理は理系のみ選択科目で、物理選択者は数名程度 3年3単位のみ(計3単位)
- 北海道室蘭栄高等学校(5年)
 - 在籍時は普通科4間口+理数科2間口 SSH指定校 ほぼ大学進学
 - 文系理系ともに物理基礎は必修科目、理系のみ物理が選択科目
 - 物理選択者は普通科1間口、理数科1.4間口程度
 - 普通科2年4単位+3年4単位(計8単位)、理数科1年1単位+2年4単位+3年4単位(計9単位)
- 北海道札幌南高等学校(6年目)
 - 普通科8間口 ほぼ大学進学
 - 文系理系ともに物理基礎は選択科目、理系のみ物理が選択科目
 - 物理選択者は6間口程度で2年4単位+3年3単位(計7単位←進学校としては少ないと感じている)

現在教職21年目(北海道15年目)

【今回の発表にあたって】

・何故スペシャリストに選ばれたのか？ せっかく集まっていた方々に何をお伝えするべきなのか？

→ 今回で講師に選ばれるのも3回目。特別な技能を持っているとは思えないし、実験技術に優れている訳でもない。様々な教育情報にはアンテナを張って集め、有用と判断したものは取り入れているつもりではあるが、研究会や研修などは後述の理由で数年前から出席を見合わせている。

初回(室蘭栄時代)スペシャリストに選ばれたのはSSH指定校だったので、その実践を発表した。前回(南校 2 年目)はまず自分自身の考えや実行していることを整理し、一般的ではないことも含まれていたとしても、普段思っていること、やっている(やってきた)こと、経験してきたこと、生徒や周りの先生方から評価していただいていることをそのままお伝えした。

今回はそれらのまとめや、コロナ禍での授業形態の評判とその理由、そして評価そのものの考え方と観点別評価を各学校の実態に合わせて使える形にするためにはという点を私なりの考え方から駆け足でお伝えしたい。

【授業改善】

《根底》

・まず、自分自身が生徒の誰よりも物理が好きで一生懸命か？ これに尽きる。

ただし独り善がりではダメ。客観的な目を持ち続けられるか。そのためにも生徒、他の先生方(特に素人)の意見などに耳を傾けられて、素直に受け止められるか。

・教室での授業を最も充実させるのが大前提。実験なども大事ではあるが、年間何回できる？

・正しいデータからの適切な処理。有利なデータも不利なデータも隠さず、改竄せず同等に事実から判断して実行。

選手に対して『三流は無視、二流は称賛、一流は批難』～野村克也のような表現をすると

授業改善は勿論、全ての業務に対して『三流は感情で判断、二流は機械的に実行、

一流は事実から判断して決まったことに出来るだけ正の感情を持って実行』

《授業》

失敗から実感し、学んで変えたこと。

進学校(室蘭栄)1年目

進学校なのでアカデミックな授業の需要が高く、喜ばれると思い実践したが、失敗だった。

我々物理教諭は物理という科目が好きだし楽しいが、進学校の生徒ですら受験で必要に迫られ選択している者が多く、初めから物理に興味を持っていて楽しいと思う者はごく少数である。当時は物理がむしろ難解でとっつきにくい、嫌いになりやすい科目と言う事実気付いていなかった。一部は宇宙や素粒子には興味がある生徒たちもいる(そういう生徒に限って高校物理を軽視していたりして、かつ高校物理も出来ないことが多い・・・)が、そのような生徒たちも含め、可能な限り多くの生徒たちに物理が「楽しい、分かる、出来る」の3つ揃う、良い螺旋の状況をどう作っていかかが大事。

・楽しい = 実験 とは限らない。(後述するが、楽しいだけで終わる実験は意味なし) むしろ思考や仮説の理論が現象と一致してしっかりとした説明になっているといった、考える楽しさやよろこびにつながらないと本当の意味での授業は成立しない。

・分かる = まず説明されたことが理解でき、次に自分で現象の理由と結果を正しく想像でき、さらに他人にその説明ができる状態。ここに行き着かないと自然科学を学ぶ目的は達成されない。

以上2点は特に我々教諭側の授業力が試されている。

- ・出来る = 「分かる」と勘違いされることも多いが全くの別物。ある程度の問題演習量が不可欠。教諭側からの最低限のお膳立てや強制も必要だが、自らの意志で取り組み、自分で考えながら(ときには色々試行錯誤して)やっていかなければ伸びは小さい。逆に問題演習ばかりに取り組んで「分かる」を疎かにする生徒もいるが、慣れで似た問題を解けるようになっているだけで、簡単でも思考力や説明力を要する問題は「分かっていない」ので解けずに次につながらない。最近増えているあまり教えずに演習中心の授業は、特に現象の根本を理解しないとイケない物理ではその点が弱点で実は(後述のアンケート結果からも)生徒の評判も良くないので、要注意。

2年目以降～札幌現在に至るまで

上記の理由から、自分の意思で聞いていないと残らない。繰り返さないと残らない。(意外と聞いていない。その場だけで分かったつもりになって、安心している) どうやって聞かせ(聞いてもらい)印象に残すか、楽しいと思ってもらうか、自分からやりたいと思わせる(=生徒の心に火をつける)かに最も力を注いでいる。

まずは生徒が(物理に限らず)面白いと思うだろうことを絡めて話す(話さない聞いてない、聞いていても記憶に残らない、記憶に残っても自分でやろうとは思わない)。面白いと思うことは時代、学校の校風、クラスの雰囲気、対象生徒、教諭本人の個性によって各々異なるので、観察力と対応力を磨き続ける必要がある。生徒が話を聞きたいと言う状況を作れたら徐々に物理色を強めていくが、時々面白いと思うことは入れておかなくてはならない。

物理の内容としては、まず定義と現象理解をとにかく徹底して、公式の意味と現象が一致するようにさせる。それに必要な図示や立式まではしっかり行う。ここまでしたら復習・演習のためにも、(特殊な技法を使う例は除いて)最後の答えしか書かない。そしてその答えがどのような現象を意味しているのか説明できるようにさせる。板書の時間を教諭側・生徒側ともに節約し(でも基本プリントにはしない。全部プリントにすると教諭側では画一的な授業になりやすく、クラスの個性に合わせた授業がやりづらい。生徒側では板書にすることで手を動かし書くことで記憶に残りやすく理解も進む。自分なりのノート製作を考えさせる)、現象理解の解説や生徒自身に考えさせる・話し合わせる時間を多くとれる。

《主体的・対話的で深い学び(アクティブラーニング)》

- ・実は21年前に教員になったその時から実施している。少しずつ形やバランスを変化させながら現在に至る。

『最も大事なものは座学の授業とのバランス』

→ 日本は何事も新しいことが出ると旧スタイルを全否定してやってはいけないこと、新しいことが完璧だから絶対にやらないといけないことのような風潮が多いが、では本当にこれまでの座学の授業は良くないのか？ 物理は定義や基本的な現象の捉え方がものすごく大事な科目。一度誤概念(例:アリストテレスの自然学)が入り込むと、その浄化は容易ではない。そこは下手に自分達でやらせるよりも、徹底的に座学で行い、そこから導かれる現象や思考実験、問題演習を主体的・対話的で深い学びでしみ込ませる。

まずは時間を設定して個人で考えさせる。いきなりグループ学習にすると出来る人を頼りきるようになってしまう。

→ 時間が来たら、また時間を設定して個人で考えたことをグループで説明させ合う。特に結果よりそれにいたるアプローチを理論的に説明することが大事であることは常に強調し続けている。

→ 再び時間が来たら、その時点での結論を何名かに発表させる。ここでも、結果よりそれにいたるアプローチを理論的に説明することを大事にさせる。緊張感を持たせるためにも、発表者はクジ(トランプ)を用いてランダムになるようにしている。発表は「分かりません」は無し、途中でも良いから(もちろん間違えても良いから)必ず思考や話し合いの経過を説明する。このため、苦手な生徒は必ず聞かないといけなくなるし、得意な生徒は説明力が増し、お互いに理解が深まる。また、同じ結論でも異なったアプローチがあれば、視野が広まる。

《実験》

まず理論の裏付けとして実験の結果が大前提になっていることや、実験を工夫して色々やろうとすること自体には何の異議もないし、否定もするつもりはないが、手段が目的化してしまって以下のような視点を失ってはならないと日々感じている。

『理論の裏づけなしにやみくもに実践に励む者は

舵と羅針盤無しで船に乗る水夫のようなもので

どこに碇を下ろしてよいのかまったくわからない』 ～ レオナルド・ダ・ヴィンチ

・演示実験はしょっちゅう行う。～『百聞は一見に如かず』

～ ただし、(物理が特別な現象ではなく、身近に起こっていたり使われていたりすることを実感させるために)できるだけ実験器具には頼らない。

・生徒が教室で出来る簡易実験を数回、実験室に移動して丸々1時間使い最後にレポート提出させる実験は1～2回。

～ 一見すれば明らかに分かることを何度も実感させるのに要する時間をどこまでかけるべきか。理論だけの頭でっかちは良くないが、我々が遠くまで見渡せるのは、過去の巨人達の肩に乗っている近代の巨人達の肩に乗っているからである。それは可能な限り利用させてもらおう。

現在のスタンスに至った経過

→ 過去には研究会や研修などは積極的に参加していたのが、拝見した発表内容が(勿論、素晴らしい実験も一部あったが)生徒不在実験(教員自己満実験、発表のための実験、実績作り実験、回数をやるのが目的実験)の場合がかなり多かったため、限られた時間を大事に使い、目的をはっきりさせてしぼって行うようになっていった。

・生徒不在実験～先生の自分の趣味と化している。発表(とそれによる実績作り)することが目的と化している。回数をやるのがノルマ化している。生徒も楽しかったとか、作業で終わっている。実験の前後で生徒の変化の検証(「〇〇が分かった」などの感想ではなく、実験前後での〇〇の正答率変化や、実験をした年としていない年とでの実験後一定期間おいての定着率の違いなど)も無いまま、こんな意義があると言っても説得力は皆無である。自分の実績作り実験はいらない。生徒のために正しい教育活動を行い続けていけば、評価は自然とついてくる。

『今日の物理学の学生実験に対する最も深刻な批判は

それがしばしば指示書に盲目的に従っていただけのものに墮して

その結果、単なる機器操作以外の価値が全くないというものである。

装置をうまく操作し、調整することは重要だが、

一般物理コースの第一の目的は原理の理解であって、

操作のスキルの獲得ではないことはいくら強調しても強調すぎることはない』

～ ロバート・A・ミリカン [1903]

・高校での実験(確認実験が大多数)の意義(と私が考えていること)

→ 実験方法やデータ処理の仕方(器具の扱い方、有効数字の適正な処理)を身につける。

論理と現象の一致を実感し使えるようになり、実験したこと以外でも何がおき、それは何故か説明できるようなる。

・力学 → 見えるし感じられるし想像もしやすい

→ この分野で想像力・思考力を鍛えて、次以降の(見えなかったり、感じられなかったりする)分野で活かせるようにするため、これから起こることとその理由を考え話し合わせて、演示や簡易実験で答え合わせ。

・熱力学 → 見えないが感じやすく想像もそこまで難しくはない、また正確な実験(誤差の査定)が難しい

→ 誤解を生みやすい、大事だが本質(=主要項が何か)から離れてしまうので、演示中心。

力学で鍛えた想像力や理論的に求める力をマイクロ(=分子レベル ~ 代表格は気体分子運動論)で発揮させ、マクロ現象につなげることで理解を深めさせる。

・波動 → 一般的波動は目に見えるが音波は聞こえるだけで見えない、光波は実生活では波として感じなく想像が難しくなってくる

→ 実験で確かめる価値がある(理論やこれまで鍛えてきたイメージと現象の一致を実感させるチャンス)

・電磁気 → 見えない・感じない → 機械(≒ブラックボックス)を使って測定 → 騙された感

これまで鍛えてきた現象を想像する力と理解する力や思考力がものをいう分野

例:コンデンサーを含む直流回路の問題(よくある解説:空 = 導線、充電完了 = 断線 ???)

何が起こるか想像させ、実際に問題をとかせ、話し合わせてから、演示(豆電球を用いて実感)で確認

・原子 → 見えない・感じない・習っても実感に乏しい

→ やはりこれまで鍛えてきた現象を想像する力と理解する力や思考力がものをいう分野

さらに既知の知識とのつながりから実感できるかも大事になる。

例:ボーアの理論から電子は

量子条件から決まった軌道しか描けない → 化学で既習の電子殻とつながるか

振動数条件から決まったエネルギーしか吸収・放出できない → 同様に炎色反応

《 考 査 》

・問題製作・選定

→ 1問製作・選定に対して100問以上を参考にする

・1回目を意図的に難しく

→ 始めの範囲はそこまで難しくないので、理解していなくても演習だけで解けてしまう。

→ そのままでは根本理解を怠ったり、演習量だけで何とかなるといったりする状況を作りかねない。

・(そもそも差がつきやすい科目ではあるが) 得点分布が2山になるように

→ 平均付近が厚いと誤った安心感を多くの生徒に与えかねない。正しい努力をしてきた生徒には高得点が取れて次も頑張るというモチベーションを、そうでない生徒は取れないので、やらないといけないという危機感を持たせることでよい緊張感を生ませる。

・個人の各問に対する正誤表の作成と、そこから正解率などのデータを詳しく

組	番	氏名	1			2				3		4				5					6			7				1	2	3	4	5	6	7	計																
			(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(4)																								
			○	○	△2	○	○	○	x	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11	13	5	16	17	8	16	86										
			x	x	x	○				△2	x	○	○	x	x							○	x	x											0	5	2	10	0	5	5	27									
			○	x	x	○	○	○	x	△2	x	○	○		x	○	○	○	x	x	x	x														5	13	2	10	14	0	13	57								
			○	○		○	x			△2	x	○	○	x		x	○	x	x																						9	5	2	10	5	0	0	31			
			○	x	x	○	○	○	x	△2		○	○	○	○	○	○	○	x		○	○	○	○	○	○	○	○	x															5	13	2	16	14	12	13	75
・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・				
得点率・平均点																																																			

→ 対生徒: 個々人の傾向を正しく掴み、相談に乗る際に苦手の可視化されているので説得力が増す、正しいデータの見方を伝える

教員側: 各学年、各学級の傾向把握から授業や次回以降の考查内容への反映

・出題の意図や目的を明記、講評を詳しく

→ 意図や目的、講評をはっきりさせることで、勉強の指針を立てやすくさせる。

4. 出題の意図や確認事項
運動量の保存、運動量と力積、衝突によるエネルギー損失の確認問題。ポイントは (3) を直接 A から求めたか、作用反作用の法則から(接触時間は当然同じ) B を利用して求められたかで、難易度が大きく変わる。この問題に限ったことではなく、現象理解から求める条件が簡単な同じ現象に置き換えられるかで難易度を大きく変えられることが意外と多いので、(テストでその時だけ都合よく気付ける可能性は低いから) やはり普段から現象理解をしっかり行っていたい。
(類) プリント: p41 例&類題 5、p45 例&類題 7、p54 例&類題 11
α: 基本例題 27、基本例題29、基本例題31、115、121、125
7. 出題の意図や確認事項
反発係数と空間の移動をあわせた問題。壁や床など一方が固定された状態の衝突によってどちらの速度成分がどう変化するかは、見た瞬間に判断(平行成分は変わらず、垂直成分が e 倍で逆向きになる)したい。また反発係数の絡む問題は意外と計算が面倒なので、単純ミスをしていないか次元チェックなどの確認も忘れずに行いたい。
(類) プリント: p55 演習問題 2 α: 126、129

≪ 授業評価 ≫

・授業ごと(復習・演習・質問用スペースも兼ねて提出は任意)

クラス毎のペース、授業中の復習量などへ反映

振り返り → 気付き → 見方・考え方の変化

質問・添削 → 個人差の大きい部分なので、個々の対応が求められる

実力差が付きやすい科目なのに授業外で同じ問題をやらせるメリットは少ない

長期休みの宿題(2年次冬季休業のみ)も問題は指定しない

・第1回考查後(必ず提出、データ化して良いデータも悪いデータも生徒と共有)

授業そのもの

考查の振り返りを行うことで、今後の勉強の仕方を考えさせる

・年度末(必ず提出、データ化して良いデータも悪いデータも次年度の生徒と共有)

考查後の評価と比べての変化(生徒の成長、2年生は来年度に向けた振り返り)

【昨年度、今年度のアンケート結果から見える授業スタイルの生徒の評価とその分析】

① 板書 >>> ② プリント > ③ 演習中心 >> ④ ICT

① ・生徒の様子を見ながらその場で変化させられる。

- ・板書に時間がかかるので教諭側はしっかり伝えるべきことを絞って伝えられる。
- ・生徒は見る、聞く、考える、書く、発言する、の作業を通して、まずその場で身につけやすい。

② ・状況に合わせた変化に乏しい。

- ・板書の時間がないのでたくさん伝えられるが故、情報過多になって何が大切なのか伝わりにくい。
(教諭側は書いてあった、教えた、という自己満足や、生徒ができないときの自己弁護に使われること多々。
10教えて2しか残らない1しかできないならば、6教えて5残り3できるようになる方が残りの4に向かう力ができる)
- ・作業量が圧倒的に少ないので「分かった気」になって終わり、結局「できない」状態になりやすい。

③ ・誤概念の入り込む要素が多々。

- ・物量に頼っているだけで理解に至らない場合が多く、それ故応用が利かず同じ問題しか解けない。
- ・そもそも、これは授業中ではなく自分でやるべきこと。

④ ・②をさらに悪くしたタイプ。

- ・プリント以上に一方的で、後からでも何回でも見られるという悪い安心感から(後から見直せること自体は悪くはないのだが)その場で身につく量が少ない。
- ・映像授業で実際にモノが動くので一見分かりやすいが、実際に思考する場面や試験中は動かないので分かった気になるだけ。
- ・本来 ICT は手段であるのに、ICT を使うこと自体が目的と化している場合が多い。

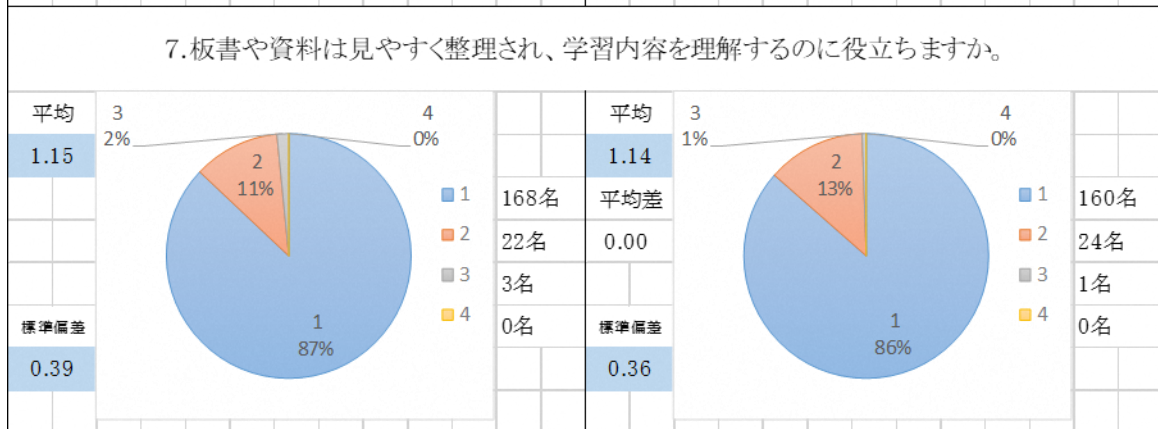
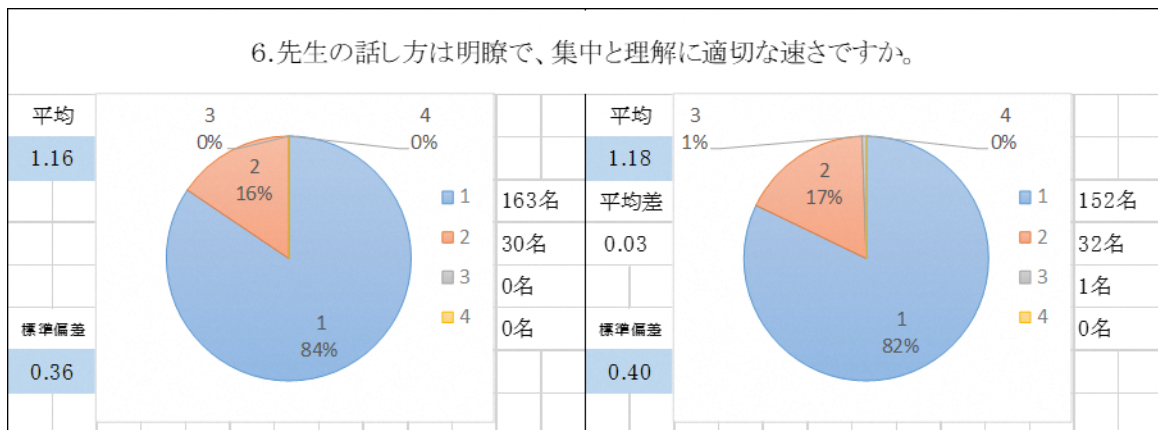
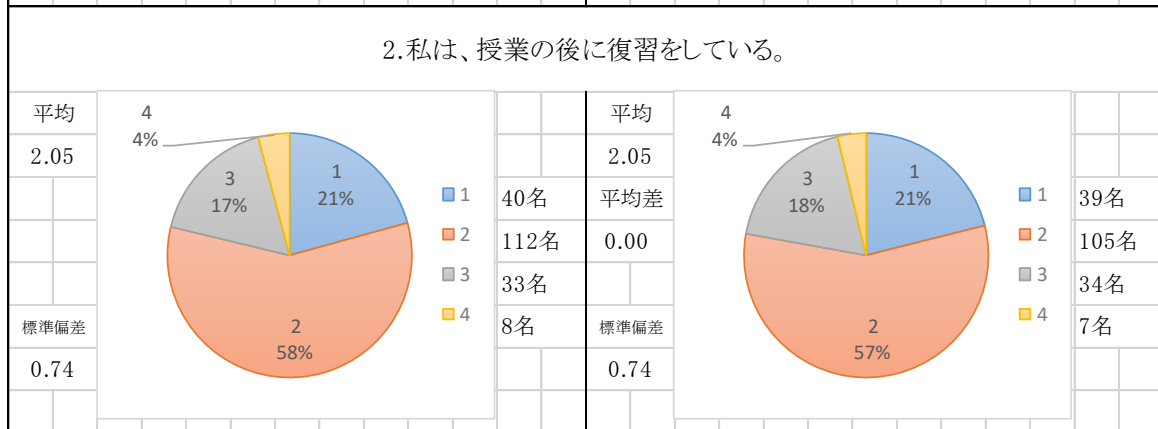
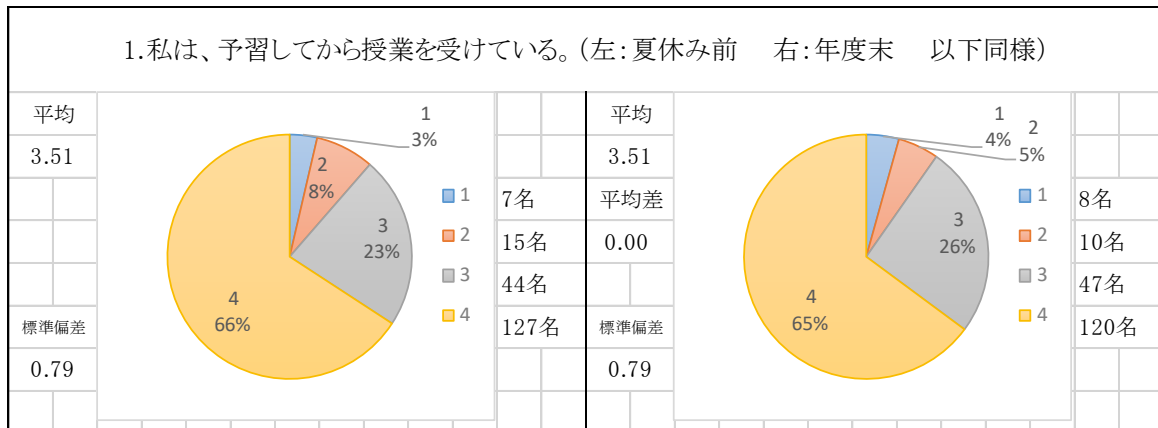
※ 同じ映像授業でも映像の中で板書するのと、マグネットで貼ったりボタン 1 つで表示したりするのとでは、前者の方が高い教育効果があるという結果が出ている。必然的に書いている字を追って考える時間があるのと、書いている文字に集中して視界に入れるの違いであろう。

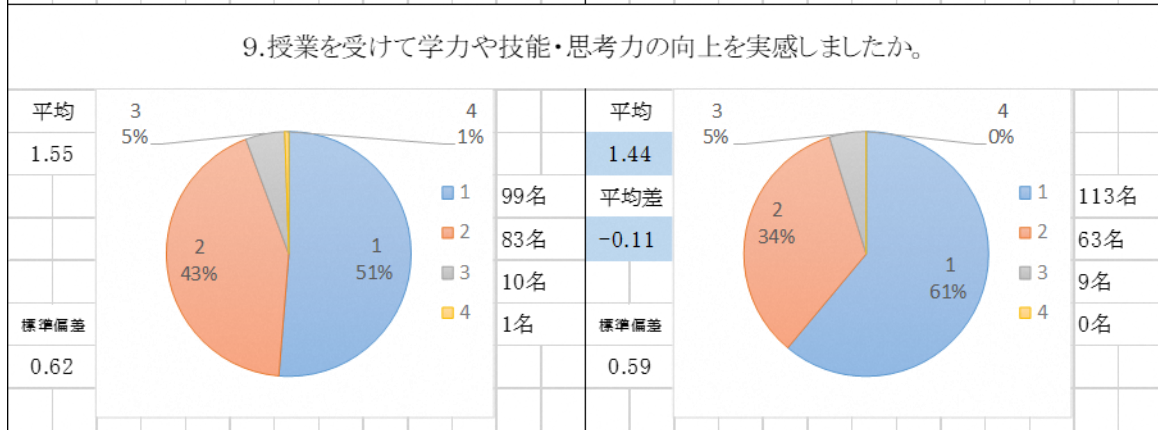
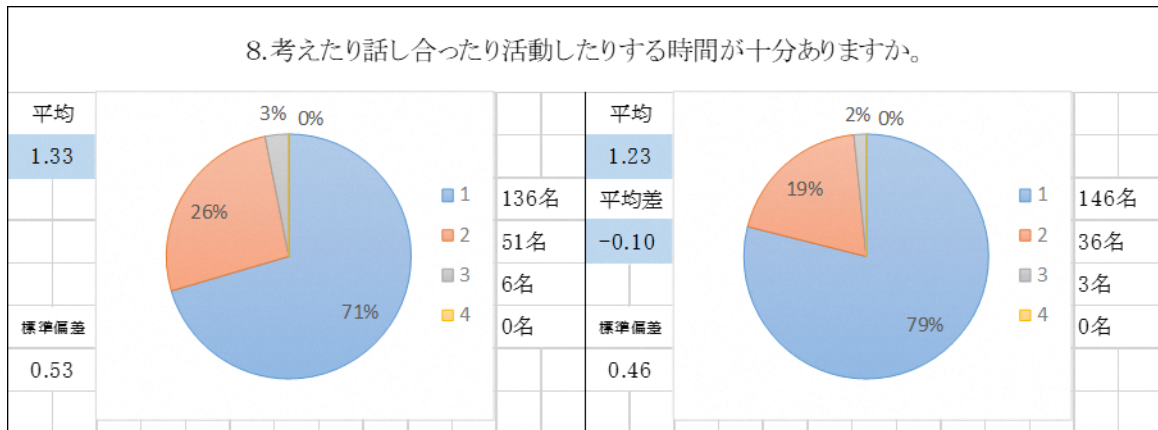
※ ただし世の中の変化、時代の要請などで ICT を使っていくことは避けられないであろう。ならば、①の教育効果に匹敵させるためには ICT を「手段として」どのように活用すべきか、今後の課題である。

2018年度 物理(小山クラス) 授業評価アンケート

年 組 番 氏名

	1. とてもそう思う	2. 少しそう思う	3. あまり思わない	4. 全く思わない	
1. 私は、予習してから授業を受けている。	1	2	3	4	
2. 私は、授業の後に復習をしている。	1	2	3	4	
3. 私は、集中して授業を受けている。	1	2	3	4	
4. 私は、授業で分からなかった点を周囲に話し合っ解決している。	1	2	3	4	
5. 私は、授業で分からなかった点を先生に質問している。	1	2	3	4	
6. 先生の話し方は明瞭で、集中し理解に適切な速さですか。	1	2	3	4	
7. 板書や資料は見やすく整理され、学習内容を理解するのに役立ちますか。	1	2	3	4	
8. 考えたり話し合ったり活動したりする時間が十分ありますか。	1	2	3	4	
9. 授業を受けて学力や技能・思考力の向上を実感しましたか。	1	2	3	4	
10. 授業を通して、物事の見方が変化したり視野が広がりましたか。	1	2	3	4	
11. 授業を通して、教科の魅力を感じましたか。教科に興味深々と感じましたか。	1	2	3	4	
	1. とても速い・難しい	2. 少し速い・難しい	3. ちょうどよい	4. 少し遅い・易しい	5. とても遅い・易しい
12. 授業の進む速さは適切ですか。	1	2	3	4	5
13. 授業の内容(レベル)は適切ですか。	1	2	3	4	5
14. 授業を受けた総合的な感想などを聞かせてください。					
15. テストを終えてみて、自分の勉強法の成功・失敗を考えまとめを書いてください。					
16. その他、教科組へのメッセージなどを書いてください。					





	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	7	40	116	72	35	163	168	136	99	77	100	3	3
2	15	112	65	83	48	30	22	51	83	97	79	47	38
3	44	33	9	31	67	0	3	6	10	18	12	138	148
4	127	8	3	7	43	0	0	0	1	1	2	5	4
5												0	0
平均	3.51	2.05	1.48	1.86	2.61	1.16	1.15	1.33	1.55	1.70	1.56	2.75	2.79
標準偏差	0.79	0.74	0.66	0.81	1.02	0.36	0.39	0.53	0.62	0.65	0.66	0.52	0.49

(自由記述記載の抜粋)

- どの分野の解説も理論で説明されていたり、イメージをつかむのに例えを出したりしてくださり、とても理解しやすかった。
- 周りと話合う時間があり、その時に自分の物事の見方の狭さを感じ修正できました。図を大きく描いてくださるので理解がしやすかった。
- 授業では図や説明が分かりやすく、暗記ではなく考えを理解できるようになっている。
- 基礎の組合せで多くの問題は解けるといのは分かった。授業は面白いし、ためになる。
- 論理的な説明なので、新しい事をただ頭に詰め込む感じがなく、理解に結びつきやすい。周囲との話し合える時間も意見の交流の場となってとても重要だと思う。
- 自分達で考え、友人と話し合ったり、自分なりの意見を言葉にしたりすることで、物理における「考え方」は深まっていると思います。
- 根本を教える授業でテストなども応用をきかせやすい。周囲と話合うことで思考力がついた。