

実践論文

運転の力学を教材とした高等学校物理の実践

川 村 康 文

京都教育大学附属高校

High School Physics Class on “Dynamics in Driving”

Yasufumi KAWAMURA

Senior High School Attached to Kyoto University of Education

I teach the students physics with the following two points in mind. The first is what to teach in the physics class, and the other is how to teach it. So far as the first point is concerned, I took dynamics in driving as a theme, and as for the latter point I taught through student discussion. Better results were obtained in the latter class.

Key words: Dynamics in driving, High school physics, Living well

I. はじめに

筆者は、昨今の理科離れ・物理離れに対処するべく物理教育の実践を試みてきた（川村，1994, 1996）。理科離れ・物理離れへの対処として、現在のところ次の2つの観点から授業を設計する必要があると考えている。1つは、学習教材としてどのような内容を選ぶかである。もう1つは、選んだ学習教材を用いてどのように授業を行うかである。この両者はともに重要である。前者の観点から、学習者に学んでもらいたい学習内容でかつ学習者の側も学んでみたいという両者の要求の一致した学習内容を、学習教材として取り上げたとする。しかし、教師が学習内容について教材研究したことを教師が一方的に教授していたのでは、学習者の積極的な参加が得られず、結局学習者の身につかなかったということが生じうる。やはり、学習者がより主体的に学べるような授業を行うことによってこのような状況を打開する必要がある。学習者が授業に積極的に参加できるような授業実践も多く報告されていて枚挙にいとまがないが、これらの報告では、数時間程度の授業実践に基づいて、その学習効果が報告さ

れることが多い。教育現場で実際に学習者が被験者となる場合、実験授業を行うことができる授業時間数に限度があることはいたしかたないことであろうが、可能な限り長期間に渡って実践した結果について考察する必要があるのではなかろうか。このような理由で今回は、10回（20時間）にわたって行った実験授業の効果について報告する。

本実験授業は旧学習指導要領時の選択物理の授業を、物理ⅠAの先導的実践授業と位置づけた上で行ったものである。実験を行った当該校の現行カリキュラムでは、2年生の文科系コースに物理ⅠAを設置している。

II. 研究方法

1. 授業対象者

授業対象者は、K市の普通科高等学校の3年生26人（男子6人、女子20人）である。当該校では、ほぼ全員が大学進学を希望しており、実際にはほぼ全員が、浪人することはあれ大学進学を果たしている。被験者は、文科系ないしは芸術・体育系の大学への進学を希望する選択物理（4単位）の選択者で、1年生時には

理科Ⅰ（４単位）を履修し、２年生時では選択生物（４単位）を履修済みである。彼らが、大学入試センター試験で理科の受験が必要な場合は、生物での受験の準備をしている。授業は1995年４月から６月に実施した。

2. 実験授業展開の概要

筆者のいままでの教職経験から、物理の教科書に沿って「速度、加速度、運動の法則等」を学んでも多くの場合、生徒達の知識は、日常生活につながらないという問題があった。そこで今回は、それを打開すべく「オートバイや自動車の運転の力学」についての授業を10回にわたって展開した（表参照）。特に、オートバイや自動車の問題は、環境問題と関係するばかりでなく、交通事故という社会問題とも直接的につながり、「よく生きる」ということを生徒達に考えさせるには重要な学習課題であるといえよう。オートバイや自動車の性能上の限界を物理学的に理解したり、オートバイや自動車を通して人間の認知心理学的な面について学習することは大切である。授業では、２時間続きの１時間目に「運転の科学シリーズ」のビデオ全10巻（財団法人日本交通安全教育普及協会、1992）を毎回１巻ずつ（各巻は約10分少々で完結している）を提示し、その後そのビデオから学んだこととビデオをみての感想を書かせて提出させた。このとき、生徒達が理解しにくかった内容を質問させ、それを筆者が物理の授業として解説した。このクラスは、男子が６人と少なく女子が多かったので、オートバイでは興味を引かないのではないかと思われたが、原動機付きバイクなどは女子にも身近に感じる事ができたことと、将来は自動車に自分たちも乗りたいと考えていたため女

子からの質問も多く、教師が「気をちらさないで、注目しなさい!」とか「静かにしなさい!」という言葉はほとんどいわずとも授業ができた。

3. 実験授業の具体的学習内容と生徒の活動

毎回の授業での生徒の活動は、次の通りである。

まず「運転の科学」のビデオをみながら、生徒に配布したB5判の用紙にビデオをみて学んだことを書く。次に、ビデオをみて学んだことについて質問を受け付けたり、意見の交換を行う。最後に30分間の時間をとって、その日のビデオの内容やディスカッションの内容をふまえて感想を書いて提出する。

a. 第１回「摩擦係数」

第１巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。すべての物体は、その運動状態を変化させるためには外力が作用しなければならない。この「運動の法則」は、自動車やオートバイなどの運動にも適用される。したがって、車が走るためには、タイヤと路面の間に摩擦係数が作用することが必要である。路面とタイヤとの間に作用する摩擦係数が、路面やタイヤの状態によってどのように異なるかについて実験をふまえての説明がなされている。例えば、路面が濡れているときと乾いているときとでは、摩擦係数に大きな差がみられることや、すり減ったタイヤと正常なタイヤのとも摩擦係数に大きな差がみられることが示された。また、一般道路とレーシングコースとでは、摩擦係数が1.5倍も異なるため、レーシングコースで走るようなスピードで一般道路では走れないことが示された。また、マンホールの上や枯れ草の上では、滑りやすく危険であることが示された。

車の動きや性能は、運転者の技能や車両の仕様だけによって決まるのではなく、自然法則としての「運動の法則」によって限界が決まることが説明されていた。

まず最初に、ビデオをみてわかったことを生徒に述べさせようと思い何人かの生徒を指名したが、生徒にとってはビデオをみながらわかったことをメモするのは難しいとのことであった。そこで、もう一度ビデオ再生を行い、生徒にメモをとるよう教示した。また、今後は、毎回ごとに２度ずつビデオ再生を行うので、その間にわかったことを記録するよう教示した。

表 実験授業計画

回	日 時	授 業 内 容
3	4 24月	運転の科学1「摩擦係数」-路面は生きもの-
4	27木	運転の科学2「慣性力」-ブレーキの話-
5	5 1月	運転の科学3「遠心力」-コーナリングのメカニズム-
6	8 月	運転の科学4「被視認性」-見られる運転-
7	11木	運転の科学5「危険予知」-考える運転-
8	15月	運転の科学6「衝撃力」-ヘルメットの話-
9	18木	運転の科学7「バランス」-車の運転-
10	22月	運転の科学8「エネルギー」 -低燃費への挑戦-中間考査
11	25木	運転の科学9「感覚」-夜間の運転-
12	6 5月	運転の科学10「マン・マシンシステム」 -人と車の環境の調和-

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

T 君：バイクには興味があったので、いろいろな本をあさって読んでいたので、なんとなく知っている内容だったけど、細かい数値を示して説明されると納得しました。レースのスリックタイヤもとけてグリップを増すことは知っていたけど、レース場の路面の摩擦係数が高いのは知らなかった。

A さん：今日知ったことは私の父に教えたい。私の父は自分が運転上手だと思っているので、どんな道でもすごいスピードで走るの。

Y さん：私が普段接しているタイヤは自転車のタイヤだけだけど、あまり摩擦ということは気にならなかった。でもこのビデオをみて、生活の中での摩擦力というものをあらためて考え直しました。

K さん：摩擦力と聞けば、行き手をこばむように思うけど、サーキットでは、大きな摩擦力を利用してカーブを曲がることを知った。摩擦力が大きいとなんとなく曲がりにくそうに思うけど、逆に利用しているとは思えない。

I 君：バイクレースのスピードは、レーサーの技術だけでなくレース場の道路も関係しているということにはおどろいた。今後バイクにのるようになったら、今回のビデオを参考にしようと思う。自転車走るときも、雨の日などは気をつけたい。

今回は初回ということもあって、生徒の発言はシーンとしている中で、こちらが当てればぼつりぼつり話し出すと程度のもので、議論になったりとか、意見交換にまではいたらなかった。

b. 第2回「慣性力」

第2巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。走っている車を止めるには、適切なブレーキをかけることが必要である。等速直線運動を行っている物体は、慣性が存在するために急には止まれない。急ブレーキでタイヤをロックさせてしまったらすると、かえって制動距離が長くなってしまうことが示されていた。また、加速度運動をしながら走っている車の中などでは、慣性力が作用する実例が示されていた。二輪車では、前輪のブレーキと後輪のブレーキをバランスよくかけないと危ないことが実演されていた。車の衝突実験では、車体が衝突により急に止まっても、車の中の人形は慣性の法則に従って運動を

続けるため大きなダメージを受ける。

模型を使った実験により、実際の速度と制動距離の関係をデータで提示している。これらのことをふまえて、適切なブレーキの操作の仕方が考えさせられるような内容になっていた。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

今回は、1度目の再生の後すぐに「慣性力」って結局何のこと、という質問が多く生徒達から同時にでた。主に文科系に進学を希望する彼らにとっては、前回の摩擦力とちがって、慣性力という耳慣れない言葉がネックであったようである。そこで、筆者が「電車やバスが急ブレーキをかけたときに、身体が前の方へぐーと行くのを感じたことがあるでしょう。それが慣性力で、誰かに押されたとかというわけでないから、見かけの力なんですね」と説明したところ、この見かけの力という用語がよくなかった。「電車の中で急ブレーキがかけられたら、自分は前に動くから、本当に力を受けていて、見かけの力とは違うでしょう」と反論を受けてしまった。ここは、数式を使ってきっちりと説明をしようかと思ったが、理科系進学を希望する生徒達でもすぐに理解・納得ができるテーマではないので、筆者はどう対処すべきか躊躇してしまった。そこで、「もう1度、ビデオ見てみよう。特に、1回目にわかりにくかった部分には特に十分注意してみよう」と指導した。

2度目のビデオを見た後で、何人かの生徒は口々に、「車の衝突実験のときに、車が衝突して止まっても、中の人形は慣性の法則で運動を続けてダメージを受けたけど、外からみている人には、人形に力が働いていないわけだね。けど、車の中に自分がいたら、前に動く力を受けてたね」などのように、慣性力の本質的なところを理解していた。問題意識をもってビデオをみると、とおり1回だけビデオをみるのよりも、効果的であることがわかった。

O さん：自転車で前のブレーキだけかけると危ないのは経験していたけれど、2回とものビデオをみてやっとという感じですけど、納得できる部分があった。今日知れて、何か満足感があってよかったです。

A さん：ためになった。なにげなくかけていたブレーキだけど、前と後ろの違いをもっと理解したうえでやっといこうと思った。

Y さん：ブレーキをかけて車輪の回転さえ止めれば、

車も止まると思っていたけど、今回のビデオをみてその考えが間違っていたことに気づいた。物理的な思考が大切だと思った。

I さん：ブレーキがどれだけ進歩しても、急ブレーキをかけると、慣性力が働いて前に飛び出してしまう。上手な運転をするには、物理的要素を理解することが大切である。

この日は、運転にはたとえ自転車でも物理的な思考を行うことが大切であるという結論であった。

c. 第3回「遠心力」

第3巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。等速直線運動をしている物体は、外力を受けない限り、運動の向きを変えずに一直線上を運動する。運動の向きを変えるためには、外力の作用が必要である。コーナリングのときに自転車やバイクが車体を傾けるのは、車体に作用する遠心力とのバランスをとるためである。コーナリングを行うには、内側に引き込む力である向心力が作用しなければならず、この外力によって見かけの力（慣性力）が生じる。この見かけの力を遠心力と呼んでいる。つまり、遠心力は実在の力ではなく見かけの力であり、その大きさは向心力の大きさによって決まる。旋回半径と速度、路面状態、遠心力との関係を実際の車の走り方を観察することにより確認する。決して運転者の技能だけによって、安全にコーナリングができる速度が決まっているのではなく、タイヤと路面との摩擦力でその限界が決まる向心力によって、速度の上限が力学的に決まっていることが説明されている。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

Y さん：今まで、バイクが曲がるときに車体を傾けているのはバランスをとるためだと思っていたが、遠心力という物理的な根拠があるとは思わなかった。

M さん：バイクが傾いて曲がるのに遠心力が関係あるとは知っていたけど、車や電車も傾くことを知ってびっくりした。バイクと車では傾く方向が違うのにも驚いた。

K さん：カーブでバイクが傾くのはとても怖いと思う。けど男の人は、それがかっこいいと思ったり、スリルがあると思うから無理して事故を起こしたりする。人の技術には限界があるから無理してはいけないと思う。

S さん：道路についている速度表示は、バイクを物理的に考えた上で安全をみこして決めた最大速度であるということで、それには驚いた。速度表示は、つかまるから守るのではなく、自分の命を守るために守るということを頭にたたき込んでおきたいと思いました。

今回は、カーブではバイクが内側に傾くのに対して、四輪車が外側に傾くのに驚いたという生徒が多かった。理科系の授業では、教科書に沿って慣性力や遠心力の授業を行っているが、バイクがカーブを曲がるのに内側に傾くことは答えられても、自動車の場合は外側に傾くというようなことにまで応用が利くであろうと考えさせられた。文科系・理科系を問わず、日常生活に関した物理学習を教師が用意する必要性を強く感じた。

d. 第4回「被視認力」

第4巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。安全運転の基本は、運転者同士のコミュニケーションであるといえる。自動車の運転者からバイクをみた場合の見え方を実験により確認する。例えば、自動車の死角のなかにバイクが入ると、自動車の運転者からバイクはみえない。また、バイクの運転者の服装の色によっても、自動車の運転者からはっきり確認できる場合と、そうでない場合がある。大きな車とバイクが並んで向かってくる場合には、バイクの速さを判断しにくい。また、キュービ人形の実験では、小さい物ほど遠くにあるようにみえてしまう様子が確認できた。

以上のような、実験や実際の道路走行の状況から、バイクが他の運転者からよりよく見られる（被視認）にはどうすればよいかを考えさせる。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

T 君：よく、トラックに内輪差でひかれる人が何で気づかへんのかと思っていたら、死角があるからだとわかった。僕も気をつけないけないと思った。

I 君：バイクの事故は、自然現象に左右される面が多いと思っていたが、「死角」や「遠近」によるものもあながち少ないといえないのではと思う。

I さん：キュービさんの実験は本当にびっくりしました。（みんな、同感！同感！）

M さん：昼間にヘッドライトをつけながらバイクに

乗るなんて、一見無駄なようだけど、実はすごく大切なんだなと思いました。

K さん：物が小さいと速度が遅く感じるのはなるほどだと思った。自動車が遠くから走ってくるとき、遠くにいるときはすごく遅く感じるけれど、だんだん近づいてくると、いきなりぐいーんと速くなる。電車にしても、向こうの方からくるときはゆっくりだけど、目の前を通り過ぎるときはむちゃむちゃ速い。

S さん：私も、一度車のそばを走っていてひかれそうになったことがあって、「こんなに近いのに何でみえへんねん。気をつけろ！」と思ったことがあります。私は死角に入っていたのかもしれませんが、夜、自転車に乗るときは、めんどくさがらずにライトをつけましょう。

e. 第5回「危険予知」

第5巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。運転は、運転者が車両を運動させるという行為である。確かに車両は、運動の法則に従った運動を行うが、車両の運行を制御するのは、運転者である。その意味で、運転は「認知」「判断」「操作」という一連の「人間の行動」であるといえる。

自転車や原付バイクなどの車両は、その走行速度が人間の歩行速度をはるかに上回るので、運転者は車両の操作を的確に行う必要がある。そのためには、運転中に得られる多くの情報の中から、安全に運転し続けるための情報を選択（認知）し、どのように対応し操作をすればよいかを決め（判断）、車両を操縦（操作）することになる。つまり、「認知」「判断」という頭脳的な情報処理作業が、「操作」を決定していくことになる。

人が、ものを見て判断し、行動を起こすまでには、「反応時間」が必要である。「反応時間」は、決して若ければ若いほど速いとは限らない。また、単純なできごとに反応する場合と、複数の情報から取捨選択して反応する場合とでは、反応時間に違いが生じる。この場合でも、あらかじめ予想したことは判断しやすいが、予想と違った場合や不測の事態には判断に要する時間が長くなる。ビデオでは、生徒達に体験実験に参加する場面が用意されている。それによって、「危険とは何か」「どこに危険が潜んでいるか」に気づかせるようなシナリオになっている。また、ビデオに添付

されている「指導上の留意点」では、「見えない危険とは何か（心理的、生理的、物理的側面から）」を生徒に発表させ、どのように対応すればよいかを議論させることにより「気づかせる授業運営」を行うことを教師に期待していた。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

M さん：目で見えてすぐに脳に情報を送っても、それを考える時間が必要だなんて思ったこともなかった。

K さん：運転に係わる意味での眼のしくみや脳との情報の伝達など、今日の内容は生物の授業がよかった。

I さん：ブレーキ操作をするまで、信号がつくことを意識していると0.4秒で反応できるが、意識していないと0.7秒もかかるなんて思わなかった。上手な運転は、常に考えながら、どのようなところに危険が潜んでいるかを考えてする。

f. 第6回「衝撃力」

第6巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。バイク事故の損傷で最も危険なのが頭部損傷で、これを保護しているのがヘルメットである。ビデオでは、ヘルメットの仕組みとはたらきを実験を通して科学的に理解することができるように説明されている。

ヘルメットは、外側の帽体、内側の衝撃吸収ライナー、あごひもなどから構成されている。帽体の表面は、滑らかで滑りやすくなっている。転倒した場合に滑ることによって、急激な衝撃がかからないように工夫されている。したがって、帽体表面に滑りにくい材質のものを塗ったり貼ったりすることは、本来の機能を低下させることになる。衝撃吸収ライナーでは、ヘルメットに衝撃が加わったとき、ヘルメットが頭部に急激な衝撃を加えないようにするためのものである。バイクで事故にあったとき、衝突前の頭部の速度を V 、衝突後の頭部の速度を V' 、頭部の質量を M 、頭部とライナーとの間に作用する力を F 、力が作用する時間を t とすると、運動量変化は加えられた力積に等しいから、

$$MV' - MV = Ft$$

となる。左辺の値が一定ならば、頭部に加わる力 F を小さくするためには、力が作用する時間 t を大きくすればよい。やわらかいライナーは、頭部と接触する際に、比較的時間をかけて変形しながら接触をするた

め、頭部への衝撃力はやわらげられることがわかる。一旦強く衝撃を受けたヘルメットは、ライナー部分に変形を起こし、次にはその役割を果たせなくなる可能性があるの、取り替えることが大切である。

このビデオでは、ヘルメットの構造を科学的に理解し、それぞれの構成部品の役割を実験や実物を見て考え、適正な使い方を知ることにある。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

T 君：ヘルメットは、一回事故るとかえろと言われていた理由がわかってよかった。

Y さん：今までヘルメットは、つけていないと捕まるという理由でしか考えていなかったけど、このビデオをみて、ヘルメットも大切な働きをしているのだとわかった。

K さん：ヘルメットに限らず、何でも見た目だけで選んではいけないと思った。よく、若い人が、ヘルメットを頭にのせているだけで、ちゃんとベルトも結ばないで乗っている光景をみかけるけど、そういう人にこのビデオをみてほしいものです。

g. 第7回「バランス」

第7巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。止まると倒れてしまう二輪車は、どうして倒れずに走ることができるのかについて調べる。自転車やバイクを走らせ速度を上げていくと、ますます倒れにくくなる。構造的には、前輪とハンドルを結ぶ軸が垂直でなく、キャスト角という角度がつけてある。このキャスト角がなかった場合の実験風景を見ながら、二輪車のバランスについて生徒に考えさせるように工夫してある。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

M さん：自転車に乗っていても、遠心力とバランスとか、タイヤ、ハンドルのきれ方なんて考えたこともなかった。あと、バイクの方が車より車線変更に距離がかかるっていうのもびっくりした。

O さん：速度があがるほど、バランスがとりやすくなるというのは、おもしろいなと思った。あんな重そうなバイクを身体で支えるというのは大変そうだと思います。

S さん：バイク自身が、傾くとハンドルをきっておこす力が働くというのは驚いた。バイクにしても自転車にしても、ハンドルを持っているのは人だから人の操縦がすべてかと思っていたけど、そうではな

かった。

h. 第8回「エネルギー」

第8巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。国民皆免許時代となり、車が生活に欠かせない道具となった現在、交通事故という社会問題だけでなく、新たに環境問題が深刻な問題となってきた。現在多くの車は、化石燃料を利用している。車両自体の効率の向上、エンジン効率の向上は、ハードウェアの面からの省エネルギー対策である。運転の仕方によって燃費が3割も違うとの実験結果があるが、これはソフトウェア面からの省エネルギー対策である。高校生が参加するエコラン競技を通して、ハードウェア、ソフトウェア両面から省エネルギー問題を考え、日常生活に役立たせるための方策を見いだすことがねらわれている。

自動車の燃費の測定方法は2種類がある。「10-15モード燃費」と「定地燃費」である。前者は、加速、減速、一定走行での走行と停車状態を組み合わせで測定するもので、後者は一定速度の走行で測定するものである。燃費 f は、走行距離 S km、と消費燃料 V l を用いると、 $f = S/V$ (km/l) で表される。

燃費を向上させるためには、エンジンの熱効率を向上させると同時に、車両の走行時の抵抗を減少させることが必要である。高校生が製作したエコラン・カーを用いて、抵抗を減らす基本的な方策が示されている。また、燃費を向上させる運転の仕方などが、実際の競技場面の中で紹介されている。これらの結果から、実際の道路での運転の仕方と省エネルギーとの関係を考え、騒音公害といわれるバイクの空ぶかしが、どれだけ無駄に燃料を使うことになるかが示されている。

ビデオの目的は、高校生が日頃学習した理科、物理、化学の知識を駆使して、運転を例に、省エネルギー問題を具体的に考えることにある。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

Y さん：低燃費とか省エネとかよく聞くけど、電気を消すとかというものだと思っていたけど、最近は冷蔵庫やクーラーも省エネとかいって宣伝しているのでけっこう大きな問題になってきたと思う。酸性雨も省エネで防ぐことができるなら、1人1人が気をつければ、かなり大きな成果が得られると思う。バイクを空ぶかしするだけで、あんなにガソリンを

使うなら、空ぶかしなんて意味のないことはしなければいいと思う。

Kさん：高校生があんなにすごい1リッター・カーを作っているなんてすごい。

Mさん：カウリングっていうのは、なんとなく空気抵抗を受けそうなのに、意外にも空気抵抗を少なくするなんてすごいと思った。

Tさん：車が一般人で所有できるようになった時代に、それぞれの車会社は、将来の社会のことを考えなかったのだろうか？車を買う人も、排気ガスのこととか考えずにかっこいい大型車なんかを買っているし、でも、車については「あちらを立てればこちらが立たぬ」だと思う。環境のことを考えると、少しでもマイカー通勤とか車に乗らないようにしないといけないけど、田舎の人らは車がないと不便だろうし。

Kさん：F1レースなんかは、現代人の娯楽でしかない。

Sさん：エンジンの空ぶかしは、かっこつけているにいちやんとか、暴走族とかがよくやっているけど、結局ガソリンがはやくなくなるとガソリンを入れなアカんし、かえって格好悪いような気がした。石油には、限りがあるし、これからは技術が進歩してもっともっと燃費のよい車とかもでてくると思う。

i. 第9回「感覚」

第9巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。以前に、運転とは「認知」「判断」「操作」の繰り返しであることを学んでいる。ここでの「認知」は、単に周囲を見ることではなく、運転を続けるために必要な情報を探りにいく行動である。「判断」は、操作の手順を考え、運転者が最も安心し、確実に行える方法を考え、決定することである。「操作」は、これらをもとに運転装置の操作を行うことである。

最近の車両「操作」では、大きな力が必要でなく、作業量の目安であるエネルギー消費量は机上での作業と等しいほどとみなされている。したがって、運転は「認知」「判断」という頭脳的な作業が重要な部分を占め、その意味で経験を積みながら構築していく技術であるといえる。このような頭脳的な作業では、心理的・生理的な影響が深く係わっており、誤った知識や思いこみによって、誤った判断がなされることもある。

眼の構造と機能について説明をしてから、夜間の走行の場面を自分自身が運転しているつもりになって、「認知」を実際に行わせている。その結果、明るいものや光るものに人間の視線が自然に向けられるという、生理的な特性を再認識させている。バイクのヘッドライトは、自分の進路を照らし出すだけでなく、周囲の人や車に自分の存在を知ってもらうという大切な役割がある。自分が運転する自動車のヘッドライトの光と、対向車の光との相互干渉による「蒸発現象」を映像で確認できるよう工夫されている。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

Yさん：いろんな標識があるけど、暗くなると見えなくなるものもあることがわかった。ビデオにもでていた駐車禁止とかは赤と青で描いてあって全然見えない。それに蒸発現象ってのは驚いた。

Mさん：歩いてヘッドライト当たっていたら当然見えてると思っていたのに、今まで、そんな恐ろしいことをしていたってことなので、これからは気をつけよう。

Kさん：ライトが当たっているからドライバーに歩行者が見えているとは限らないというのは、本当に私も勘違いしていた。それと、暗いところでテールランプがどちらが近く見えるかというのは、私も間違ってしまった。

j. 第10回「マン・マシンシステム」

第10巻のビデオで取り上げられた内容は、次に示すとおりである。交通社会は一種のシステムであり、それを構成する要素には「人」「車」「道路・環境」とがある。システムが順調に機能するためには、それぞれの構成要素の質の向上が欠かせず、交通安全対策も次に示す3Eが重要であるといわれている。3Eとは、教育(EDUCATION)、技術(ENGINEERING)、規制(ENFORCEMENT)の頭文字で示したものである。特に交通安全では、人が中心となり、その人が状況を認知し判断し行動するという図式になるので、道路環境の見極め、車の特性を知った上での行動が決め手となる。このように交通問題は、文科系、理科系の多くの分野の問題が関与する学際的問題といえる。

単に交通ルールを守るだけでなく、周囲の人々を思いやり、自分の責任を果たすマナーが欠かせない。自然の法則と相手に対する思いやり、他との協調、これが交通社会を持続させる基本である。つまり、つねに

「パートナー・シップ」を身につけ、行動することといえる。これからの交通社会を担っていく高校生達が、正しく車を理解し、望ましい交通の参加者に成長していくきっかけになればという願いが示されている。

生徒の発言等は、次に示すとおりである。

I さん：どんなに機械が優れていても、人が持っている能力以上の力を出せないし、どんなに人が優れた能力をもっていても、機械の能力以上の力を出せない。機械の向上とともに、それを使う人間も向上しないとイケない。

M 君：人間と機械の調和がくりひろげるハーモニーが大切だと思う。

S さん：トライアル用のバイクの競技では、バイクと身体が一体という感じで、坂や崖を登っていたけど、マシンだけがよくても、人だけがよくてもダメだし、バイクにはそれがはっきりしていると思いました。何でも運転するときは、暗いとか死角とか、まわりの状態を確認するとかが大切で、そうしないと「交通」自体成り立たないということを頭に入れておこうと思いました。

Ⅲ. 結果と考察

全10回の授業を通して、生徒達はどのような知識を身につけ、どのように考えられるようになったのであろうか。何人かの生徒の変化を追うことにより授業の効果について検証してみる。

F 君は、卒業のための単位あわせのために仕方なくこの物理の授業を選択した。彼は、科学や物理というものにほとんど興味を示さず、最初からイヤイヤ授業に出席しているとの感があった。毎時後の感想も、わずかに数行しか書いていなかった。しかし、最終回の授業の感想には、次のように記述していた。

今やこの現代社会では、「科学」というものがなくてはならないものとなっている。10回のシリーズを見て、多方面で「科学」「物理」が関係していることを知った。

彼もこの10回の授業を通して、最後の感想にあったように物理や科学は日常生活等と関係していることを学んでくれたことがわかる。

K さんは、「いままであまり目に留めなかったバイクがよく目に留まるようになった。意外とバイク人口

は多く、驚いた。バイクの危なさもわかった」としている。まさに彼女は、交通社会のなかにおけるバイクの存在について、日々意識するようになったといえよう。これは、彼女が歩行者としてでも自転車に乗る人としてでも、バイクの危なさを科学的に分析し、バイクとの共生をシステムとして図ろうという意識の現れであると解釈することができる。その他にも、いろいろな考え方をそれぞれの回ごとに彼らは学んでくれた。この10回の授業を通して、一番記憶に残っていることはどんなことだろうかというところ、「今まで、正しいと思っていたことや常識と思っていたことが、科学的にみると間違いだったことに気づいたこと」というのが多かった。特に蒸発現象や、車線変更に二輪車の方が四輪車よりも長い距離が必要であること等が、印象的であったようである。蒸発現象や車線変更に要する距離について学ぶことが、物理の授業と言えるのかと問う物理教師もいるかも知れないが、筆者は、このような内容こそ物理の授業で取り上げるべきであると考えている。確かに、車線変更に要する距離を高校生に数式を用いて計算させるようなことは、難課題となろうが、データを与えてデータを解釈させるような形で科学的な思考態度が養われると考えている。

Ⅳ. おわりに

今回の実践は、物理の授業として教育効果が見込めるので理科系のクラスでも行いたいという強い願いを持っている。しかしこの授業では、物理概念を数式を用いて整理させてはいないので、この授業を受けた生徒達は、物理ⅠBや物理Ⅱで出題されるような大学入試問題には対応できないと思われる。大学進学のため、物理ⅠBや物理Ⅱを学習しなくてはならない生徒達にとっては、もっと授業内容と授業時数を絞り込んで、物理ⅠBの導入学習と位置づけるか、物理Ⅱの課題研究と位置づけることが可能ではないかと考える。物理ⅠAでは、この実践が有効に生かされるのではなかろうか。

理科系進学・文科系進学にかかわらず、このような学習テーマについて高校生がいきいきと学ぶことは大切である。今後、このような実践が全国の高校で日常的に行われるようになるよう、我々現場の理科教師が努力することが必要であろう。そのような努力によっ

て、次世代を支える地球市民が育っていくのではなかろうか。

文 献

川村康文「体感の物理教育」『理科の教育』Vol.43, pp. 32-34, 1994

川村康文「「慣性力実験器」の製作およびそれを用いての学習効果の測定」『日本理科教育学会研究紀要』Vol.36, No.3, pp.13-24, 1996

日本交通安全教育普及協会「運転の科学シリーズ全10巻」, 1992

(受付日1996年8月19日, 受理日1997年5月15日)

〔問い合わせ先〕

〒612 京都市伏見区深草関屋敷町
京都教育大学教育学部附属高等学校
川村康文