

SSH物理 I	コマ数 (単位)	2.75コマ (3単位)	型・コース	理型普通クラス
	教科書	数研出版 物理基礎 及び 物理		
	副教材等	第一学習社「セミナー物理基礎+物理」 数研出版「フォトサイエンス物理図録」 河合出版「名問の森 物理」		

1 学習目標

<物理基礎>

日常生活や社会との関連を図りながら物体の運動と様々なエネルギーへの関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに、物理学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う。

これが物理基礎の目標です。いろいろな内容が含まれていますね。ここでは「物理学の基本的な概念や原理・原則」に注目してみましょう。高高生ならば必ず理解できることなのですが、ぜひ最初からこのことを考えながら学習を進めてほしいです。

例えば、等速直線運動に関する問題についてですが、今までは解き方を「みはじ」と覚えていたかもしれませんが、しかし、これでは物理学を理解することはできません。これからはどんな現象でも定義を理解して解くようにしてください。この例でいえば、速さの定義とは単位時間（たとえば1秒）あたりに進む距離だということです。つまり5秒なら速さの5倍進むので掛け算をすればよい、となります。とても簡単な例ですが、これが理解ということです。覚えるのではなく考えることです。この考え方ができるようになると、等加速度運動や単振動といった速さの変化する運動にも対応できるようになっていきます。「みはじ」ではまったく解けなくなります。

<SSH 物理 I >

物理基礎を基盤として、教科・科目相互間の関連性をとらえることができるようになるとともに、他教科・科目の視点を踏まえて、知識を活用できる。

これが SSH 物理 I の目標です。物理基礎の学習を基盤として、他教科・科目の内容をあわせた「クロスカリキュラム」を実践していきます。クロスカリキュラムは平成 34 年度から本格的に始まる「新学習指導要領」でも各教科・科目で実践を求められている内容です。SSH 物理 I（3 学年で実施する SSH 物理 II も含む）ではクロスカリキュラムを先行導入し、皆さんに「科学的思考力・論理的思考力・判断力・表現力」をさらに深めるとともに、物理の考え方を使って他教科の課題を考えたり、他教科の考え方を使って物理の課題を考えたりすることができるようになってもらいたいと思います。

クロスカリキュラムの組合せの一例を以下に示します。

科目名	融合分野	実施項目名	実施内容	活動
SSH 物理 I	物理数学	物理における微積分学	等加速度直線運動の数学的理解を基に任意の直線運動の変位・速度・加速度の関係について微積分を用いて考察する活動を行う。	実習 班別議論 発表
	物理化学	気体・液体の性質	気体・液体の状態変化にかかわる物理量を測定し、その結果を物理や化学で学んだ知識・技能を活用して考察する。	実験 班別議論 発表
	物理地理	物理化学から見る地理のデータ	地理のエネルギーに関するデータを見て、地域性や技術の内容からその妥当性を化学や物理の見地から考察する。	実習 班別議論 発表
	物理世界史	世界史から見る物理の発展	物理の概念の発展を時系列で確認し、各概念が発展した時代背景とその特徴を論理的に説明するための班別討論、発表を行う。	演習 班別議論 発表

2 学ぶ目的

<物理基礎>

物理基礎では自然界の現象の基礎的な部分を学習します。物が落ちる、氷が溶ける、波が広がる、電流が流れる、こういった現象がなぜ起こるのか、その背後にどんな法則が存在するのかといったことです。

例えば国際宇宙ステーション内部の映像をニュースなどで見たことはありますか。人や物がふわふわ浮いているのがわかります。これを「無重力状態」ということもあります。本当に「無重力」でしょうか。

われわれが重力を感じるのは地球に引っ張られているからです。不思議ですよね。ばねやゴムがついているわけでもないのに必ず力を受けます。それでは地球から離れて屋上に上がったらどうなりますか。重力から逃れられますか。もちろん無理なのは経験済みだと思います。それではさらに地球から遠く離れて飛行機で高度10 kmを飛行したらどうですか。飛行機に乗った経験がある人はわかると思いますが、やはり重力からは逃れられません（なお、大気の状態の悪いところを飛行するときに飛行機が揺れ、一瞬ふわっと浮くような経験をした人がいるかもしれませんが、これはいわゆる「無重力状態」に関係しています）。

それでは高度約400 kmの国際宇宙ステーションではどうでしょうか。かなり遠くなのでなんとか重力から逃れることができそうですが、よく考えてください。地球の半径は約6400 kmです。国際宇宙ステーションは、地球の半径の16分の1程度しか地表から離れていない軌道を周回しているのです。コンパスで中心が同じ16 cmの円と17 cmを描いてみればわかりますが、とても重力がなくなるほど離れているとは思えません。

このようにきちんと考えていくと、いわゆる「無重力状態」だけでもとても興味深い現象です。また、そもそもなぜ国際宇宙ステーション自体が地球に落ちてこないのか、など分からないことはどんどん広がっていきます。

これらの謎にきちんと答えてくれるのが物理学です。

<SSH 物理 I >

目標で述べたとおり、SSH 物理 I ではクロスカリキュラムを実践します。なぜ、物理でクロスカリキュラムを実践するのかというと、物理はそもそも「数学を活用して自然現象を説明したり、表現したりする学問」であると同時に、すべての自然科学（化学・生物・地学）の基盤となる学問であるので、クロスカリキュラムを実践するにあたっては物理がほかの科目との相性が抜群だからです。

また、これからの時代では複雑な因子が絡み合っただけで誰も解いたことのない現象を協働して解決に導くことが求められます。そのような課題に対してもクロスカリキュラムを通して基盤となる知識を組み合わせ、厳密解が出せなくても最適解を求めてトライ&エラーを繰り返す手法を学んでおくことはとても有効になると考えられます。

平成平成34年度から本格的に始まる「新学習指導要領」でも各教科科目で実践を求められている内容であることは目標でも示しました。しかし、人によっては「今、やらなくてもよいではないか？」と思うかもしれません。しかし、「これからの社会のリーダーとなる高校生」が実際に社会にリーダーたる地位につくまでは10年はかかるでしょう。すると、平成34年度から始めたのでは、もはや手遅れです。高高では将来のリーダーを育成していますので、できることは今からでもやります。将来の日本を支えるのは自分であり、その自分が必要な学問の一つにクロスカリキュラムがあるととらえて、ぜひ頑張ってもらいたいと思います。

3 授業の進め方

<物理基礎>

特に予習を必要とはしていません。内容については授業で説明しますので、とにかく授業を大切にしてください。教科書には正確な内容が記述されていますが、それらの意味や使い方などを解説するのが授業です。しかし、理型の皆さんにとっては興味深い内容ばかりです。時間があるときに教科書や副教材の物理図録などを眺めておくことで授業の理解も深まります。

それでは実際の授業についてですが、1学期の中間考査の範囲になっている等加速度運動を例にとってみます。ここで出てくる公式はたったの3つです。

$$v = v_0 + at \quad \textcircled{1}$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \textcircled{2}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax \quad \textcircled{3}$$

どうでしょう、これが1ヶ月近くかけて学習する公式です。覚えて代入するだけならそれほど大変ではないように見えます。ところがこの公式はとても内容の深いものであり、そう簡単にはいきません。

授業では、まずその現象の背景などを説明し、きちんとイメージできるようにします。何が起きているのか、これからどうなっていくかをきちんと考えられるようにします。また、公式も高校の範囲で導出できるものは実際にやってみます。

そして、いよいよ公式の内容です。どの文字が何の物理量を表しているかなどはあたりまえとして、その物理的な意味や価値などについての話になります。例えばさきほどの3つの公式ですが、価値は同じではありません。③式は実はなくてもいいのです。そのなくてもいい式がなぜ含まれているか、きちんとした理由があります。また、それぞれの物理量も同じ価値ではありません。①式は速度を時間の関数として表すもの、②式は変位を時間の関数として表すものです。これはニュートンが17世紀に確立した考え方で、運動を記述するのにとても適した方法です（ニュートンの功績は数多くありますが、最も偉大なのはこの点かもしれません）。

現象を理解したら、教科書の例題や問を中心に演習を行います。問題に取り組むときにはぜひ図を描く習慣をつけてください。とりあえず問題文にある数値を代入してみるだけではなかなか解けないですし、今後解けるようにもなりません。図を描き何が起きているのか確認し、状況を把握し、公式を利用していきます。ぜひ、演習を深い理解につなげてください。

状況によって生徒実験、演示実験なども行いますが、時間が限られていてできない場合は、副教材の物理図録で補います。

<SSH 物理 I >

クロスカリキュラムは毎回ではなく、原則としては1学期に1回のペースで定期的に行います。平成29年度の実践で数学を活用した物理の課題解決については複数回段階的に実践することが必要であると分かりましたので、数学とのクロスカリキュラムについては複数回実践する予定です。

たとえば、数学とのクロスカリキュラムでは上述の3つの式の関係性を数学的に解析します。つまり、微分積分を活用した物理を展開します。すると、さらに以下のような方程式さえも高校生の段階で考察することが可能になります。

$$a = g - kv \quad \textcircled{4}$$

④式は $a = g$ =一定のとき、①～③を導くことができますが、④のようになっただけで、通常のカリキュラムの物理では「結果を覚える」しかなくなります。しかし、微積分を使った物理を実践することができれば、「式の意味を考えて、グラフの概形をイメージして」解くことが可能になります。

④式なら、「初めは g で加速はするけれど、速くなった分だけ加速度は減少するから、いつか加速しなくなるので、一定の速度に落ちつく。よって、最終的には一定速度になる。」といった具合です。

他のクロスカリキュラムとしては化学の課題を物理で解くようなカリキュラムも用意しています。今までは化学と物理とで、ボイルの法則やシャルルの法則、状態方程式については共通に教科書に載っていました。クロスカリキュラムによってこの部分の無駄を省き、化学でしか扱っていなかった「実在気体（実際の気体の共通点を抽出した仮想粒子）」を物理の観点をういて考察する活動を行う予定です。大学では化学は物理の方程式を基本として解いていきます。その高校生版を実践するのです。このことにより化学の内容をより深く学ぶことができ、他の分野の課題に対してどのように物理の知識を活用していけばよいのかを学ぶことができます。

4 学習方法

<物理基礎>

前述のとおり、とにかく授業を大切にしてください。できるだけ授業の中での理解を心がけてください。

そして、復習をしっかりとしましょう。ここで副教材のセミナーを利用します。各考査前などに課題としても出されるのでレポート用紙にやっけてとっておきましょう。ここで大切なのは、なるべく解答は見ないで解くことです。わからないところは教科書、ノートを確認しながら頑張ってみましょう。そして最後に解答と比較します。「解答を見ればわかる」、「これなら知っていた」、だから安心、を脱してほしいからです。

「解答を見ればわかる」→「見なければわからない（これではいけない）」
 「これなら知っていた」→「知っていたのに解けなかった（これではいけない）」

このことに気づいて、なぜこの解き方ができなかったのか、なぜ違う方法で解こうとしてしまったのかを考えることができると、本当の意味で物理がわかるようになります。そうすると考えることが楽しくなり、ますます理解が深まります。

なお、夏季休業の課題からは発展的な内容の問題を含む名問の森も併用します。

最後に、わからなくなりかけたときの対処方法です。一番いいのは教員や友達に質問することです。それでもまずは自力でなんとかしたいという時は、簡単なものでいいのでまずは問題を解いてみることです。その中でわからないところを調べてみる。通常の学習方法と同じです。ありがちなのですが、教科書を熟読する方法では効果は少ないです。熟読してわかるようならすでに得意になっているはず。積極的に問題に取り組みましょう。

<SSH 物理 I >

物理基礎の内容だけでなく、他教科の内容も理解できていることが前提で、クロスカリキュラムは展開されます。授業中の理解だけでなく自身の思考の過程や教員や友達との議論の流れを大切にしましょう。どのような力をつけるべきかをルーブリックで理解をしましょう。数学と物理のクロスカリキュラムの場合を以下に示します。

NO	観点	規準	評価			
			4	3	2	1
項目1 「運動方程式の立式」	知識・技能 判断力	数学的な思考による課題解決のために、運動方程式を正しく立てることができる	<input type="checkbox"/> 位置の関数となっている浮力を受ける物体の運動について、実験データを基に 運動方程式で表すことができる			<input type="checkbox"/> 位置の関数となっている浮力を受ける物体の運動について、実験データを基に 運動方程式で表すことができない
項目2 「x-tグラフと運動方程式を用いた論証」	思考力	物理の課題を数学の知識・技能と結び付けて思考することができる	<input type="checkbox"/> 運動方程式とx-tグラフから物体の受ける力を自分の言葉で 数学的に説明できた	<input type="checkbox"/> 運動方程式とx-tグラフから物体の受ける力を自分の言葉で説明したが、 数学的な説明に乏しかった		<input type="checkbox"/> 運動方程式とx-tグラフから物体の受ける力を自分の言葉で 説明できなかった
項目3 「協働性」	主体性 協働性(コミュニケーション力)	実験実習や考察を主体的かつ協働的に取り組むことができる	<input type="checkbox"/> 今回の授業(実験および実習)に 主体的かつグループで協力して取り組むことができた	<input type="checkbox"/> 今回の授業(実験および実習)に 主体的に取り組むことができたが、グループで協力して取り組むことができなかった	<input type="checkbox"/> 今回の授業(実験および実習)にグループ全体としては 協力して取り組むことができたが、主体的に取り組むことができなかった	<input type="checkbox"/> 今回の授業(実験および実習)には 主体的かつグループで協力して取り組むことはできなかった

クロスカリキュラムは従来の知識技能の理解だけでなく複合的な要素を含みます。例えばx-tグラフと運動方程式の活用を通じた論証などです。特に論証力は高生に足りない部分であることがSSHの研究開発の中でわかってきているところです。これらを踏まえて、授業に取り組み、改めて授業を振り返る中で求められている力が身についたかを確認してってください。また、授業中では理解しきれない部分は是非復習をしてってください。

また、大学初年度級の数学を扱う場合にはいっそのことその内容に飛び込んでみてください。大学でどの

ような学びがまっているのかがわかり、大学入試への動機付けにもなります。また、このような深い思考力は東大や京大において大学入試レベルで求められている力でもあります。これからの時代に求められる力を身につけながら難関大で求められる力も身につけられる一挙両得なカリキュラムにしてあるので、是非、真剣に全力で取り組んでください。

5 学習計画

月	学習項目 (単元名)	学習内容	備考 (クロスカリキュラム・試験等)
4	物理基礎 第1編 運動とエネルギー 第1章 運動の表し方 1. 速度 2. 加速度 3. 落体の運動	物体の運動を、速度、加速度を中心に学習します。位置の変化や速度の変化を時間追跡していきます。物理の考え方の基礎となる部分です。 また、等加速度運動の例として、落体の運動をあつかいます。基礎理論とその応用、これからもこのように進みます。	クロスカリキュラム (物理×数学①) グラフの分析
5	物理 第1編 力と運動 第1章 平面内の運動 1. 平面運動の速度・加速度 2. 落体の運動 物理基礎 第2章 運動の法則 1. 力とそのはたらき 2. 力のつりあい 3. 運動の法則	物理基礎では一直線上の運動のみ扱いましたが、ここで平面内の運動にも当てはめます。考え方は一緒です。 ここからは力の話になります。運動に関する核心の部分です。 さらに力に関連して、物理基礎・物理を通して最も重要な式、運動方程式 $ma=F$ を学習します。この式を使いこなせるようになることが、高校物理の一つの大きな目標となります。	クロスカリキュラム (物理×数学②) 力と加速度・速度・変位に関するグラフ分析 中間考査
6	4. 摩擦を受ける運動 5. 液体や気体から受ける力 物理 第2章 剛体 1. 剛体にはたらく力のつりあい 2. 剛体にはたらく力の合力と重心	力の例として、摩擦力・浮力等を学習します。もちろん、これらも運動方程式に結びつけられるようにしましょう。 力の学習の応用として力のモーメントを学習し、物体の回転運動を学習します。高校での回転運動の扱いはここだけです。	クロスカリキュラム (物理×数学③) 浮力を受ける物体の運動に関するグラフ分析
7	物理基礎 第3章 仕事と力学的エネルギー 1. 仕事 2. 運動エネルギー 3. 位置エネルギー 4. 力学的エネルギーの保存	漠然としたイメージでとらえがちなエネルギーを、きちんとした定義から学習します。(物理の用語としての) 仕事とエネルギーの関係をきちんと理解(覚えるのではなく)してください。	クロスカリキュラム (物理×数学④) 空気抵抗を受ける物体の運動に関するグラフ分析 期末考査
夏季補習			

8	(仕事とエネルギーの復習)		実力テスト
9	物理 第3章 運動量の保存 1. 運動量と力積 2. 運動量保存則 3. 反発係数	運動量・力積に関しては、エネルギー・仕事と比較しながら考えていくことが重要です。どちらも変化したり保存したりします。エネルギーの保存則、運動量の保存則を比較しながら、どのような運動のときにどのような保存則が成り立つのか、または成り立たないのかを学習します。	クロスカリキュラム（物理×地理） エネルギーの変換と流通に関する合理性を物理及び化学の視点で捉える。
10.	物理基礎 第2編 熱 第1章 熱とエネルギー 1. 熱と熱量 2. 熱と物質の状態 3. 熱と仕事 4. 不可逆変化と熱機関 物理 第2編 熱と気体 第1章 気体のエネルギーと状態変化 1. 気体の法則 2. 気体分子の運動 3. 気体の状態変化	ここからは熱力学の世界です。今まで学習した力学の考え方を基本として、温度や熱について学習していきます。 物理基礎で温度や熱の正体がわかったところで、いよいよ詳しく学習していきます。分子1個1個の運動からみていきます。	クロスカリキュラム（物理×化学①） 気体の状態方程式に関する考察 クロスカリキュラム（物理×化学②） 実在気体に関する考察 中間考査
11.	(第1編 力と運動) 第4章 円運動と万有引力 1. 等速円運動 2. 慣性力 3. 単振動	ここで力学に戻り、円運動と単振動について学習します。どちらも今までででこなかった周期的な運動です。同じことの繰り返しですが、いろいろな特徴があります。	月例テスト
12.	4. 万有引力	高校物理で数少ない宇宙に関連する分野です。惑星の運動や人工衛星の運動を中心に学習します。	期末考査
冬季補習	熱力学（発展的な内容）		

1	<p>物理基礎</p> <p>第3編 波 第1章 波の性質 1. 波と媒質の運動 2. 波の伝わり方</p> <p>物理</p> <p>第3編 波 第1章 波の伝わり方 1. 波と媒質の運動 2. 正弦波 3. 波の伝わり方</p> <p>物理基礎</p> <p>第2章 音 1. 音の性質 2. 発音体の振動と共振・共鳴</p>	<p>ここまでは物体（ある場所に存在）についてでしたが、ここからは波（広がりを持つ）について学習します。空間的にも時間的にも変化のある波です。特にイメージが大切な分野です。</p> <p>いろいろな波に共通の基本的な性質を学習します。これから音や光などにあてはめていくので、しっかりと学習してください。</p> <p>今までに学習した波の基本的な性質を応用して音について学習します。ここでは弦楽器や管楽器のしくみまで説明します。</p>	実力テスト
2	<p>物理</p> <p>第2章 音の伝わり方 1. 音の伝わり方 2. 音のドップラー効果 第3章 光 1. 光の性質 2. レンズと鏡 3. 光の干渉と回折</p>	<p>物理基礎の内容にドップラー効果を追加します。比較的身近であり、興味深い現象です。</p> <p>ここでは波の例として光をあつかいます。光にはいろいろな現象がありますが、それらを波の基本的な性質で説明していきます。</p>	<p>学年末考査</p> <p>クロスカリキュラム（物理×世界史） 光や熱・力学における概念形成・技術発展の歴史を追う</p>
3	<p>第4編 電気と磁気 第1章 電場 1. 静電気力 2. 電場 3. 電位 4. 物質と電場</p>	<p>電気と磁気について学習する分野ですが、まずは電気について学びます。その中でも動かない（電流ではないという意味で）電気について学びます。動く電気への導入です。</p>	月例テスト

6 評価方法

定期考査・実力テスト・月例テストを8割、課題と授業への取り組み状況を2割として評定で評価する。クロスカリキュラムについてはルーブリックによる多面的評価を行う。（評定には反映しない。）ルーブリックの内容を見てどのような力を身につける必要があるのか、どのような力が身についたのかを随時チェックし、今後の学習に活かして欲しい。