

研究ノート

学習意欲向上のための授業改善の研究

—「応用物理」の授業づくり—

伊藤 裕 康

要約

本研究では、数学・物理学に苦手意識を有する建築学科学生を対象に、学習意欲の維持・向上を目的として、ヴィジュアルテキストの読解指導法を専門科目「応用物理」に適用し、その有効性を検証した。2024年度は構造力学の理解促進といった学修内容面での効果が、2025年度は学習意欲の向上や能動的な学習姿勢の形成が確認された。以上より、本指導法は内容理解の深化に加え、学修への関心を高める可能性が示唆された。

1. はじめに

本学建築学科に在籍する学生の中には、数学や物理学といった基礎的な理系科目に対して苦手意識を有する者が多数存在する。これらの科目は、建築分野における建築構造系および建築環境系などの専門科目を理解する上で不可欠である。しかし、数学・物理学に対する理解が不十分なまま学修を継続した場合、理系科目全般における理解度の低下を招き、結果として学習意欲の維持・向上を阻害する要因となる可能性がある。

理解が不十分な理系科目において単位取得を目指す場合、試験対策として問題に応じた公式暗記に依存する学習方法が採られることが多い。このような方法により直近の試験には対応できたとしても、暗記された公式は短期記憶にとどまりやすく、時間の経過とともに忘れ去られる傾向がある。その結果、建築専門科目の修得過程において必要とされる知識の連続性が失われる可能性がある。

一方で、公式暗記そのものが不要であるわけではない。建築士試験に代表される各種資格試験では、限られた試験時間内で適切かつ迅速に問題を解答する能力が要求されるため、問題解決に必要な

な公式を記憶し、適切に適用することは重要である。しかしながら、数学や物理学に苦手意識を有する学生にとって、公式の暗記は心理的負担が大きく、十分な定着が得られにくい傾向が見られる。さらに、「なぜ当該公式を用いるのか」といった根本的理解が求められる場面においては、公式の導出過程や背後にある物理的意味を理解する能力が必要とされるが、当該学生にとってその理解に到達することは容易ではない。

このような状況下で、公式に対する十分な理解が得られないまま学修が進行すると、知識の断片化が生じ、時間の経過とともに学修内容全体の理解が困難になる可能性が高まる。その結果、理系科目に対する苦手意識がさらに強化され、学習意欲の向上につながらないという学修困難の連鎖に陥ることが懸念される。

学生の学習意欲を維持・向上させ、授業への能動的参加を促すことは、質の高い授業を構成する上で重要な要因である。鹿内らは、2008年から道都大学（現・星槎道都大学）の科目「くらしと景観」および「まちづくり概論」において授業改善に関する研究を継続的に実施し、ヴィジュアルテキストを活用した読解指導法の構築および発展に

取り組んできた（鹿内他 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2011, 2012）。この読解指導法は、ヴィジュアルテキスト中に含まれる複数のオブジェクトを相互に論理的に関連づけながら読み解く学習活動の特徴としている。さらに、学習者の理解段階に応じた適切な難易度の読み解き課題を設定することにより、学習者の知的好奇心が大きく喚起されることが、これまでの実験授業を通して確認されている。

先行研究において、ヴィジュアルテキストを効果的に読み解くためには、「変換」「要素関連づけ」「外挿」の三つの活動が必要であると整理されている。変換とは、テキスト中で表現されている内容を別の言葉に言い換えたり、ある記号表現を他の表示法へ置き換えたりする活動を指す。要素関連づけは、テキストを構成する諸要素を相互に関連づける活動である。外挿は、テキスト中で表現されている内容を超えて、結果を推量または予測し、思考を発展させる活動である。

本論文では、学習意欲の維持・向上を目的として、ヴィジュアルテキストの読解指導法を「応用物理」の授業に適用し、履修者を対象としたアンケート調査を通じて、その教育的有効性を検証する。

2. 「応用物理」の概要

建築学科において、構造力学系や建築環境系科目を修得するためには、数学および物理学に関する基礎知識が不可欠である。「応用物理」は、建築学科の専門科目として3年前期第1クォーターに開講されている選択科目であり、あわせて教職課程における高等学校教諭一種免許状（工業）の必修科目に位置付けられている。表1に本科目の履修目標を示す。

表1 履修目標

物理現象の本質を理解するため、物体の運動状態を的確に表現するために必要となる知識と記述方法を学び、静力学や運動状態に対して物理学的にアプローチする方法を身につける。
--

本科目では、物体に力が作用した際に生じる運動を予測する能力、および物体が力のつり合い状態にあるとき、どのような力が作用してその状態が成立しているのかを理解することを履修目標としている。

また、本科目の評価項目（ルーブリック）は、①ベクトル演算についての理解、②ニュートンの運動3法則についての理解、③物体のつり合いについての理解の3項目で構成している。特に、物体に力が作用している状態を的確に表現するための基礎として、ベクトルによる表現方法ならびにベクトルの作図および計算能力の向上を重視している。

物体に作用する力をベクトルとしての的確に表現することができれば、物体の運動状態や力のつり合いに関する情報を適切に把握することが可能となり、物体全体に作用する力を定性的・定量的に理解するための基盤となる。そのため、本授業では、ベクトルの表記方法をはじめ、ベクトルの合成・分解および作図法について学修する。

ニュートンの運動3法則については、これまで履修者全員が法則名を認知しており、その中には3法則の内容をほぼ正確に説明できる学生も見られた。ニュートンの運動3法則は、物体の運動に関する一般法則であり、私たちが日常生活において経験する多くの現象を高い精度で説明することが可能である。一方、光速に近い高速運動、極めて強い重力場、あるいは素粒子レベルのミクロなスケールでは、本法則の適用範囲を超えることが知られている。これらの点を踏まえ、本科目では物理学全体の体系についても概観的に扱う。

さらに、ニュートンの運動3法則を学ぶにあたり、それらがどのような歴史的背景と過程を経て成立したのかを理解することは、運動現象に対する理解を一層深める上で有効である。そのため、本科目では、特に天体の運動に関する物理学の歴史的展開を取り上げた授業を複数回実施している。加えて、運動方程式を用いた計算問題を複数設定し、方程式における等号（=）が示す物理的意味に着目した指導を行うことで、数式表現と物

理現象との対応関係の理解を促進している。

また、物体の運動に関する力学的な問題を複数提示し、三択形式のクイズとして学生に回答させている。図1、図2は毎年実施している設問の一部である。図1の設問は、一定加速度で走行する電車内の床に設置した線香から立ち上る煙の向きを問うものである。図2の設問は、赤道にある高い塔から物体を自然落下させた場合に、地面上の着地点を問う問題である。いずれの設問においても、単に正誤を問うのではなく、選択肢を選んだ理由を説明させることで、学生の思考過程の把握を図っている。さらに、履修者全員で回答根拠を共有し、質疑や反論を通じた議論を行うことで、概念理解の深化を図っている。

物体のつり合いに関しては、力のつり合いおよび力のモーメントのつり合いについて、学生が条件式を自ら立式できるよう十分な時間を確保して指導を行っている。あわせて、つり合い条件と関連付けながら重心の概念を扱い、重心のもつ物理

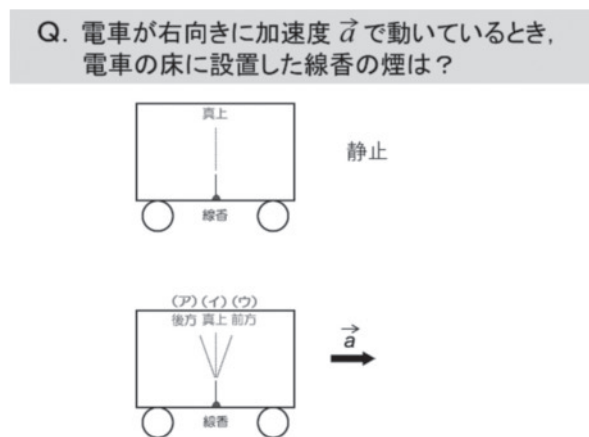


図1 線香から立ち上る煙の向き

Q. 赤道上に建っている高い塔のてっぺんから物体を落とすと？

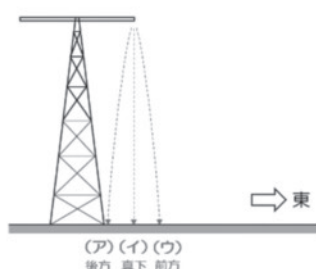


図2 高い塔から自然落下した物体の着地点

的特徴を理解させることを重視している。

2.1 履修者について

2024年度の履修者数は6名で、その内訳は3年生3名、4年生3名であった。このうち教職課程履修者は2名であった。一方、2025年度の履修者数は3年生3名であり、いずれも教職課程履修者ではなかった。

アンケート調査については、2024年度の履修者に対して最終回の授業終了後に実施した。2025年度の履修者に対しては、前年度のアンケート回答結果を踏まえて設問内容を一部修正し、授業の進行段階に伴う意識の変化を把握することを目的として、第10回授業終了後および最終第16回授業終了後の2回にわたり実施した。

2.2 ヴィジュアルテキストの読解指導

「応用物理」で扱うヴィジュアルテキストとは、図1および図2に示すような図を指す。ヴィジュアルテキストの読解指導では、「変換」「要素関連づけ」「外挿」の三つの活動を段階的に行う。このうち外挿は、文字テキストまたはヴィジュアルテキストに示された運動状態をもとに、力の作用によって生じる結果としての運動状態を予測する活動であり、物理問題の解答行為に直接対応する。数学や物理学を得意とする学生は、適切な着眼点を見定めて自律的に外挿活動を行い、正答に到達することが可能である。一方、数学・物理学に苦手意識を有する学生にとっては、どこに着目すべきかが明確でなく、外挿に至る過程で困難を抱えることが多い。

このため、本授業では、とりわけ「変換」と「要素関連づけ」を重視した読解活動を指導している。変換とは、テキスト中に含まれる要素を他の表示法へ置き換える活動を指す。物理問題において抽出すべき要素は、物体の運動状態に関する物理量であり、一般に以下のベクトル量が該当する。

位置ベクトル	変位ベクトル	速度ベクトル
速度変化量ベクトル	加速度ベクトル	力ベクトル

しかし、数学・物理学を苦手とする学生にとって、これらすべてを同時に理解し適切に表現することは容易ではない。そこで本授業では、設問条件に応じて力ベクトルと速度ベクトルに重点を置き、これらを要素として抽出し、図中に明示的に描画する作業を「変換」活動として位置づけている。具体的には、必要に応じて両者またはいずれか一方を用いる。学生には、作用するすべての該当ベクトルを図中に書き込ませるとともに、それぞれの大きさおよび向きについて相互に議論させている。物理を得意とする学生には比較的容易である一方、物体運動の全体像を十分に把握できていない学生は、自身が描いたベクトルの妥当性判断に不安を抱くことがある。

とはいえ、運動状態の理解には、速度や力の作用関係を視覚的に把握し、運動の全体像を捉えることが不可欠である。視覚化を通じた変換活動は、運動状態の理解を支援し、後続の「要素関連づけ」および「外挿」への橋渡しとして重要な役割を果たしている。

次に、要素関連づけ活動とは、テキストを構成する諸要素を相互に関連づける活動であり、本授業では、変換活動によって図中に描画された力ベクトルおよび速度ベクトルの妥当性を検証する過程に相当する。具体的には、変換されたベクトル間で合成・分解を行い、速度ベクトルと力ベクトルの関係、さらには観測位置（座標系）の違いがベクトル合成に及ぼす影響について、議論を通して理解を深める。

3. アンケートによる分析

3.1 2024年度履修生へのアンケート

2024年度の履修者を対象として実施したアンケートの設問内容を表2に示す。

表2 2024年度のアンケート設問内容

1) 建築学を学ぶ上で、この授業はあなたに役立ちましたか？
2) この授業をもう少し受講するとしたら、どのような内容を希望しますか？

履修者全員から得られた設問1) および2) の回答結果を、それぞれ表3、表4に示す。

表3 設問1) の回答結果

役に立った。高校まででやってきた物理学と大学に来てからの構造力学を絡めて考えることが出来て、今まで腑に落ちない部分があったから。
役に立った。建築を学ぶ上では避けて通れないのが構造力学だけど、計算が苦手だったので基本的なところから学び直すことが出来てよかったです。
役に立った。構造力学と所々リンクしているところがあり、理屈を分かりやすく学ぶことができたから。
ある程度役に立った。高校までで学習してきた物理の分野に関して、更に知識を深めることができたこと、建築に関しては、構造力学の分野で物理の考え方を活かした学習ができた。例えば、重心の位置であったり、モーメントの計算。
ある程度役に立った。実際に構造を考えるとときに詳しく計算しなくても、ここにどれくらいの荷重がかかるとか感覚的に掴むことができる。
役に立った。構力の計算とか苦手だったので役に立つと考えました。

表4 設問2) の回答結果

加速度の向きが変化する運動（斜方投射等）。
より建築的なモーメントだったりの話をききたいです。
希望は特にはないです。
構力の分野と関連付けた内容。
最初の方の物理の歴史の話が面白かった。
計算問題をひたすら解きたい。

多くの履修者が、本授業が構造力学を理解するのに役立ったと回答している。建築学科における建築構造力学は「I（2年前期）・II（2年後期）・III（3年前期）」の三段階で配当されているが、当該年度の回答からは、高校までの物理学と大学専門科目である建築構造力学を結び付ける視点が不足していた学生に対し、本授業がその連結点を提供したことが示唆される。特に、重心やモーメントに関する記述、複数の力が作用する構造体のつり合いを「感覚的に」把握できたという回答は、ヴィジュアルテキストの読解活動（力ベクトルの可視化・議論）が物理的意味の理解に有効に機能

したことを示している。

3.2 2025年度履修生へのアンケート

2025年度の履修者に対しては、授業の進行段階に伴う学習意欲の変化を把握することを目的として、第10回授業終了後と最終第16回授業終了後の2回にわたりアンケート調査を実施した。第10回授業終了後に実施したアンケートの設問内容を表5に示す。

表5 2025年度第10回授業終了後の設問

1) 初回授業を受ける前の学習意欲はどれくらいでしたか。ひとつ選んでください。 ①非常に低かった ②比較的低かった ③普通だった ④比較的高かった ⑤非常に高かった
2) 学習意欲が1)で回答した状態にあった理由をできるだけ詳しく回答してください。
3) これまで授業を受けてきて、学習意欲はどのようになりましたか。ひとつ選んでください。 ①非常に低い ②比較的低い ③普通 ④比較的高い ⑤非常に高い
4) 学習意欲が3)で回答した状態にあった理由をできるだけ詳しく回答してください。

以下に、履修者3名から得られた設問1)～4)の回答を、学生ごとに示す。

学生1

学習意欲：④比較的高かった
最初1人だったから物理のプロフェッショナルになれると思った。
学習意欲：⑤非常に高い
知識と計算をまじえる事で楽しく学習ができています。

学生2

学習意欲：③普通だった
基本的に他の授業も意欲は低くて興味も低かったです。物理は好きでもきらいでもない。
学習意欲：④比較的高い
毎回、授業が楽しく、物理の内容とかではなく、3人で、伊藤先生の授業が意欲を上げていると思います。たまにねむい。

学生3

学習意欲：③普通だった
建築計画Iを落として取らないといけなく、たまたま空きコマにあったから取った。単位がほしかった。そもそも物理は得意ではなかった。やる気がなかったわけではない。
学習意欲：⑤非常に高い
思っていたより物理がおもしろい。人数が少ないから、かなりのひん度で当たるため眠くなりにくい。SとかAとかが取れると聞いてモチベがあがった。

履修者はいずれも授業前の学習意欲は「普通」または「比較的高い」に留まっていたが、授業を一定期間受講した後は、全員が「比較的高い」以上へと学習意欲が向上していた。自由記述からは、本科目を履修した主な動機が履修上の都合など、授業内容以外の要因に基づくものであったことがうかがえる。

一方で、授業を受講する中で、「授業が面白い」「参加機会が多い」「知識と計算を組み合わせた学習が楽しい」といった理由から、学習意欲が高まっていることが確認された。少人数授業である点も、能動的な参加を促進する要因として大きく寄与していると考えられる。

続いて、最終第16回授業終了後に実施したアンケートの設問内容を表6に、その回答を学生ごとに示す。学生番号は第10回授業終了後アンケートと対応している。

表6 2025年度最終第16回授業終了後の設問

応用物理で学んだ内容は、今後どのようなことに役立てそうですか？

学生1

物理を学んで構造IIIを取っていないが、やっている内容が似ていて、理解することが出来た。歴史の部分で少し興味を持ち、天体や運動、それぞれの法則が面白くて、「チ。(地動説)」を読んだ。学んだ内容が出るので理解が早く、書いてある内容への興味もとてもわいた。
物理を通して、少人数だったのもあり、勉強や数字への理解や興味を持つことができた。

学生 2

物理を学んだことで将来的に建築業で生かせると思った。
 構造力学Ⅰ・Ⅱはあまり理解ができなく授業も難しく楽しくなかったが、応用物理は楽しかったので、楽しいとやる気も出ることが知れたので、どの授業も自分なりに楽しく受ければ良いんだと役に立てそう。
 物体にどの向きでどのくらい力がかかっているのかや、それによってどう物体が動くのかなど今まで考えたこともない事について学べた。日常生活で電車ののるとき、車にのるときなど、今ある知識を利用できそう。
 煙の方向などは実際にそのようなことが起きるかはわからないけど、1つの知識として頭に入れておくといつか使う日がくるかもしれない。物理マウントが取れる。

学生 3

友だちとひまなときの話が物理になったり、キントレをしていて、もしも1mのバーがあり、重りが10キロ1つ、5キロ1つずつしかない場合は(力のモーメントの距離の)比を思い出して、やればできると思いました。

最終回アンケートでは、履修者全員が高い学習意欲を維持したまま授業に取り組んでいたことが示された。回答内容からは、構造力学への直接的な言及は少なかったものの、授業で学修した内容を日常生活や身近な事例に適用しようとする姿勢が多く見られた。

また、物理学を通して「学ぶこと自体が楽しいとやる気が高まる」ことを自覚し、今後の学修においても主体的に工夫して取り組もうとする意識の形成が確認された。これは、ヴィジュアルテキストを用いた理解しやすい授業構成と、少人数による対話的な学修環境が、学習意欲の維持・向上に寄与した結果であると考えられる。

4. おわりに

本論文では、学習意欲の維持・向上を目的として、ヴィジュアルテキストの読解指導法を「応用物理」の授業に適用し、履修者へのアンケート調査を通してその教育的効果を検証した。

その結果、2024年度はアンケートでは、構造力

学の理解促進という学修内容面での効果が強く示されたのに対し、2025年度では、学習意欲の変化や学修に対する姿勢の転換がより顕著に確認された。すなわち、ヴィジュアルテキストの読解指導は、内容理解の深化にとどまらず、学修そのものへの関心を高め、学生の能動的な参加を促す点においても有効に機能している可能性が示唆された。

一方で、本授業は少人数で実施されたため、対話的・参加型の学修環境そのものが学習意欲の維持・向上に寄与していた可能性も否定できない。今後は、より多人数で開講される科目において本指導法を適用し、クラス規模の違いが学修効果に及ぼす影響についても検証を行う予定である。

参考文献

鹿内信善, 伊藤裕康, 石川清英, 伊藤公紀, 石田ゆき (2008a). ヴィジュアル・リテラシーの授業開発(Ⅱ) —学習者参加型授業に活用可能なヴィジュアルテキストの作成—, 道都大学紀要美術学部, 34号, 27-45.

鹿内信善, 伊藤裕康, 石田ゆき, 伊藤公紀, 石川清英, 渡辺聡 (2008b). ヴィジュアル・リテラシーの授業開発(Ⅲ) —景観教育に活用可能なヴィジュアルテキストの作成—, 北海道生涯学習研究, 8号, 109-118.

鹿内信善, 伊藤裕康, 石川清英, 石田ゆき, 伊藤公紀 (2009a). ヴィジュアルテキストの読解指導を取り入れた大学授業の改善(Ⅰ) —「景観行政論」導入部分の授業づくり—, 道都大学紀要美術学部, 35号, 11-19.

鹿内信善, 伊藤裕康, 石川清英, 石田ゆき, 伊藤公紀 (2009b). ヴィジュアルテキストの読解指導を取り入れた大学授業の改善(Ⅱ) —「花時計」を教材にした「景観行政論」の授業づくり—, 道都大学紀要美術学部, 35号, 21-41.

鹿内信善, 石川清英, 伊藤裕康, 石田ゆき, 伊藤公紀 (2011). ヴィジュアルテキストの読解指導を取り入れた大学授業の改善(Ⅴ) —「水」をキーワードにした「まちづくり概論」の授業づくり—, 道都大学紀要美術学部, 37号, 67-84.

鹿内信善, 石川清英, 伊藤裕康, 石田ゆき, 伊藤公紀

(2012). ヴィジュアルテキストの読解指導を取り入れた大学授業の改善 (VI) —「水」をキーワー

ドにした「まちづくり概論」の授業づくり (その2) —, 道都大学紀要美術学部, 38号, 47-68.

A Study on Lesson Improvement to Foster Learning Motivation

— Designing Lessons for an Applied Physics Class —

ITOH Hiroyasu

Abstract

This study implements a visual-text reading pedagogy in the “Applied Physics” course to sustain and enhance the motivation of architecture students who exhibit difficulties in mathematics and physics. The evaluation indicates content-level gains in understanding structural mechanics in 2024, and marked increases in learning motivation and active engagement in 2025. These findings suggest that the approach is effective not only in deepening conceptual understanding but also in fostering sustained interest in academic study.