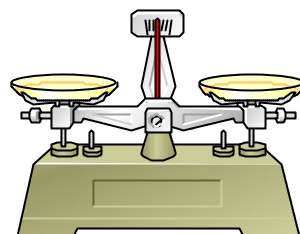


群 教 セ	G04 - 01
	平 16. 218 集

よりよい授業づくりはこれだ！ 学習内容のつながりを大切にした理科の授業

- 主 題 小中学校理科の学習内容の系統性や関連性を
重視した授業づくりへの提言
—指導資料集の作成を通して—

- 長期研修員 埴田 剛 谷 滋 (理科班)
■指導主事 大谷龍二 高張浩一 中村清志



- 研究の概要 学習内容の系統性や関連性を踏まえた指導に関する調査の結果、このことを踏まえて授業することが理科の授業改善を図るうえで重要であることが分かった。そこで、小中学校理科の学習内容の系統性や関連性を分析し、系統図・関連図を作成した。これらとともに、系統性や関連性を重視した授業展開例やレディネステスト・確認テストを作成し、指導資料集としてまとめた。これらを活用することにより、これからの理科の授業改善についての一方案を提言する。

- キーワード 【 理科 小中学校 系統性 関連性 授業づくり 】

I はじめに

理科は、小学校でA、B、Cの3つの領域、中学校で物理、化学、生物、地学の4つの領域に分かれ、それぞれ学問体系に基づいた領域が独立している。そのため、同一学年の学習内容にそれぞれの領域が含まれているため、同じ領域での学習内容のつながり（以下、系統性とする）において、次にその内容を学習するのが数年後になってしまい、断片的な学習になってしまうことがある。また、他領域との学習内容のつながり（以下、関連性とする）が、明確になっていない面がある。このような系統性や関連性に関することが理科を学習するうえでの課題の一つとしてとらえた。

小中学校理科における学習内容の系統性と関連性に関するアンケート調査（平成16年7月実施）を行った。その結果、教師は、確かな学力を身に付けさせるために、学習内容の系統性や関連性を踏まえた授業が必要であると意識している。しかし、実践は十分行われていない実態が明らかになった。その理由と

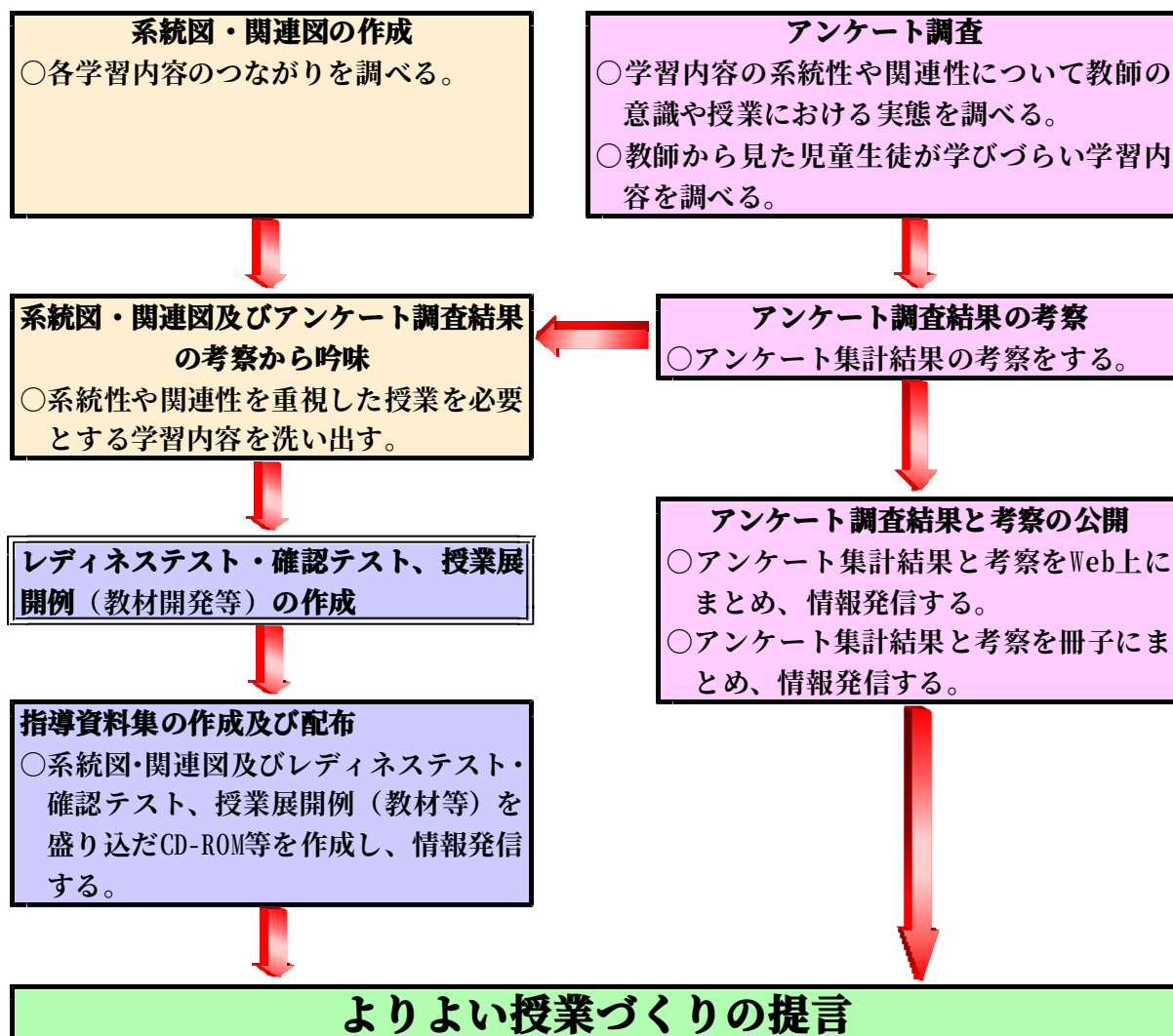
しては、学習指導要領や年間指導計画が学年や単元ごとのまとまりで示してあるので、系統性や関連性がとらえにくくなっていることや、系統性や関連性を授業にいかすための指導資料がないことが考えられる。

そこで、小中学校理科の学習内容の系統性や関連性が一目でわかるような系統図・関連図を作成した。そして、系統性や関連性を重視した授業を必要とする学習内容を洗い出し、授業展開例などとともに指導資料集としてまとめた。これらを使って、児童生徒に小学校から中学校を含めた広い範囲でのレディネスを想起させたり、上の学年への学習の見通しをもたせたりするなど、系統性を重視した指導をすることで、学習内容の連続性を意識できる効果があると考え。また、既習事項を他の領域と結びつけて考えさせるなど、関連性を重視した指導をすることで、繰り返しの学習効果があると考え。これらを情報発信することで、「よりよい授業づくり」のための提言をする。

Ⅱ 研究の内容

1 研究の流れ

本研究の流れを図1に示す。



2 学習内容の系統性や関連性について

本研究では、学習指導要領の1つ1つの項目を学習内容とした。例えば、小学校では「B物質とエネルギー(1)ア」、中学校では「1分野(1)ア(7)」である。

そして、物理・化学・生物・地学のそれぞれを領域とした。それぞれの領域内の学問体系に基づいたつながりを吟味し、物理領域で

は、学習内容を「電磁気」「光・音」「力学」「エネルギー資源」に分類した。これらの学習内容の分類を系統とした。他の領域についても同様である。

以下に各領域の系統を示す。

物理領域：電磁気、光・音、力学

エネルギー資源

化学領域：物質の変化、物質の種類と性質
物質の構成

生物領域：植物、細胞と生殖、動物
自然と人間、遺伝
地学領域：気象、天体、地質

(1) 系統性とは

物理・化学・生物・地学のそれぞれの領域内の学問体系に基づいたつながりを系統性と定義した。

例えば、物理領域「光・音」の系統では、小学校3年で学習し、その後は、中学校1年へとつながっていく。生物領域「動物」の系統では、小学校3年、4年、6年、中学校2年へとつながっていく。

(2) 関連性とは

物理・化学・生物・地学のそれぞれの領域をまたいだ学習内容のつながりを関連性と定義した。

例えば、物理領域「光・音」の系統：凸レンズの性質（中学校1年）と生物領域「動物」の系統：刺激と反応（中学校2年）では、目の水晶体が凸レンズの構造をしているという点で学習内容の関連を図ることができる。

学習内容の系統性や関連性の例として物理領域、生物領域の一部を図2に示す。

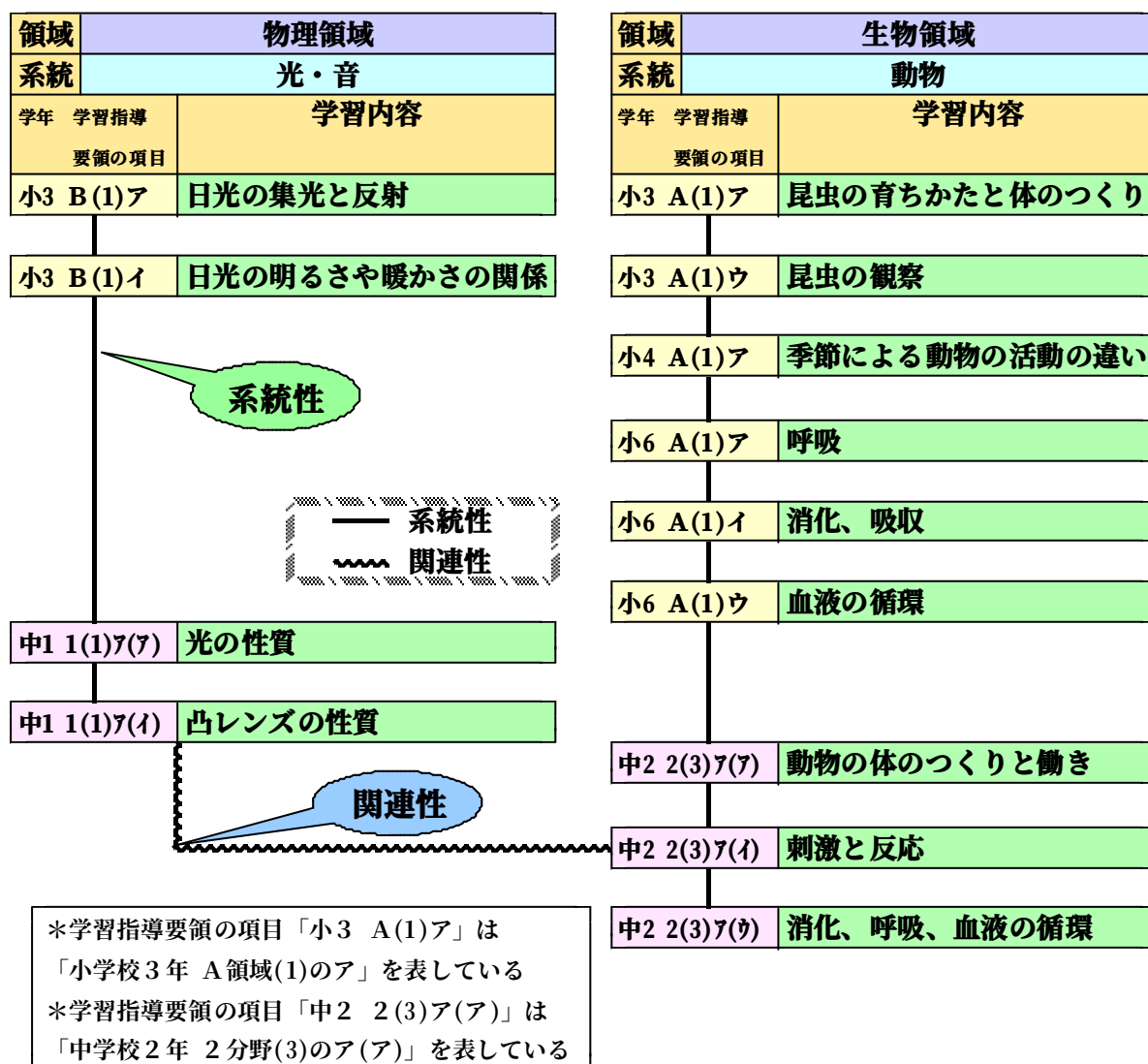


図2 物理領域、生物領域の学習内容の系統性や関連性の一部

3 アンケート調査について

(1) 概要

① 調査目的

「理科の授業改善」の一方策として、学習内容の系統性や関連性を踏まえた指導に関する調査を行い、授業においてこのことを踏まえて指導することの重要性を明らかにするとともに、「よりよい理科の授業づくり」のための基礎資料を得る。

② 調査の内容

ア 中学校での調査内容

- ・学習内容の系統性や関連性を踏まえた授業の実態
- ・学習内容の系統性や関連性に対する教師の意識
- ・小学校の学習内容の把握の実態
- ・生徒にとって学びづらい単元とその理由

イ 小学校での調査内容

- ・学習内容の系統性や関連性を踏まえた授業の実態
- ・学習内容の系統性や関連性に対する教師の意識
- ・児童にとって学びづらい単元とその理由

(2) 結果

教師は小学校から中学校さらには高等学校への系統性や他の領域との関連性を踏まえた授業の重要性は意識している(図3、4)。しかし実際の実践は、十分行われていない実態である(図5、6)。

アンケート調査から、教師は系統性や関連性を踏まえた授業が必要だと思う理由として、以下のようなものをあげている(図7、8)。

アンケート調査の結果と考察の詳細については資料編に掲載する。

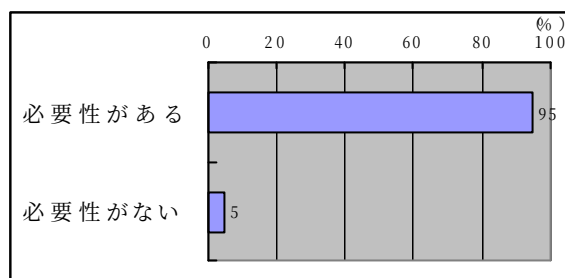


図3 系統性を踏まえた授業の必要性に対する意識

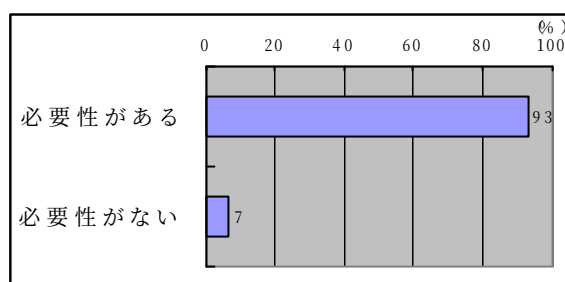


図4 関連性を踏まえた授業の必要性に対する意識

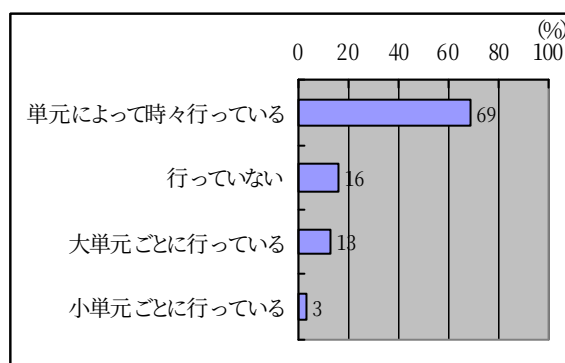


図5 レディネス調査をするなど系統性を踏まえた授業の実施の頻度

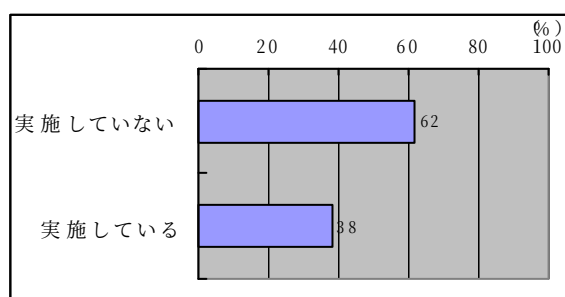


図6 学習内容の関連性を踏まえた授業の実施の有無

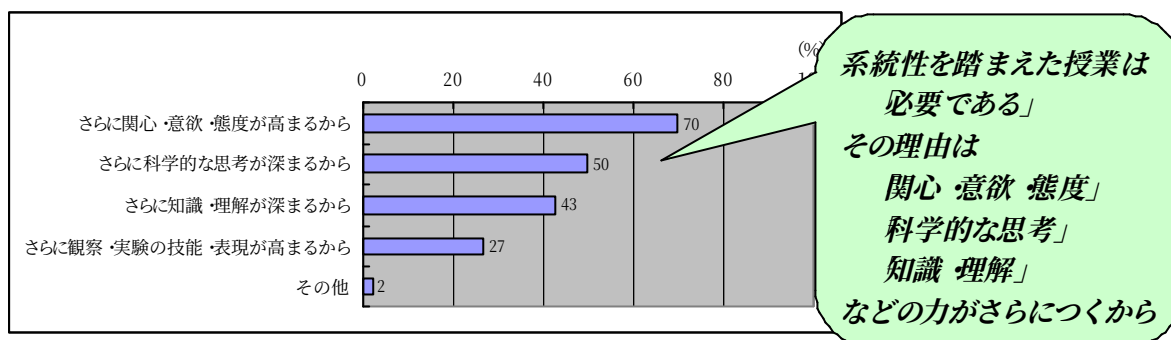


図7 系統性を踏まえた授業が必要だと思う理由（複数選択）

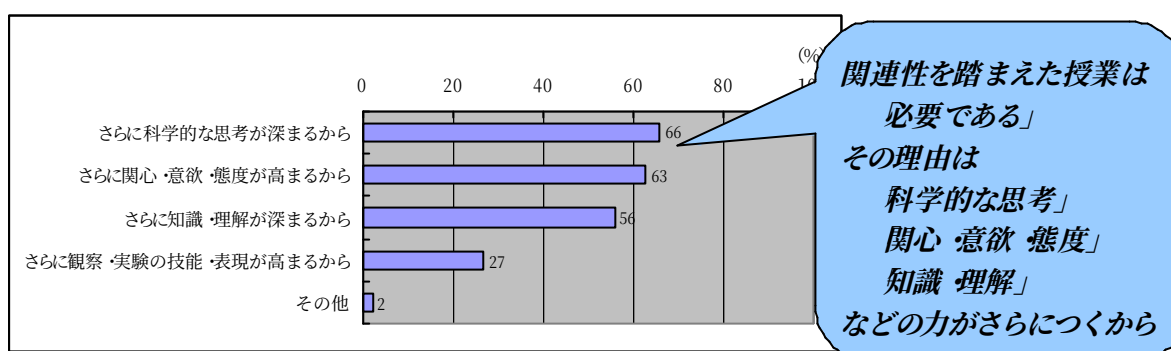


図8 関連性を踏まえた授業が必要だと思う理由（複数選択）

中学校教師の小学校学習内容の把握の程度を調べた結果、把握の程度は63%であった。
また、教師から見た生徒の学びづらい単元を調べた結果を表1に示す。

表1 教師から見た生徒の学びづらい単元

第1分野
「力と力のつり合い」「圧力の定義」 「回路実験と電流電圧」 「原子、分子」「化学式、化学反応式」 「力が働く運動と力が働かない運動」 「光の性質」
第2分野
「天体の動きと地球の自転公転」 「地層」
学びづらい理由
「概念やモデルをとらえづらいから」 「実験・観察の操作が難しい、結果がうまく出ないから」 「過去の学習が定着していないから」

(3) 考察

- ・小中学校の教師は、学習内容の系統性や関連性を踏まえた授業をすることで、児童生徒の学習に対する興味・意欲・態度がより高まり、科学的な思考や知識・理解がより深まると考えている。
- ・小中学校では学習内容の系統性や関連性を踏まえた授業が十分行われていない。
- ・中学校教師は、小学校の学習内容を十分把握しているとはいえない。
- ・小学校から中学校にかけて連続して学習が行われていないものや新しい概念が入ってくる学習の中などに、生徒にとって学びづらい単元がある。

4 系統性や関連性を重視した授業での期待される効果

児童生徒に確かな学力を身に付けさせるよりよい授業づくりをするためには、系統性や関連性を重視した授業をすることが必要であると考ええる。

レディネスを想起させたり、上の学年への学習の発展性をもたせたりするなど、系統性を重視した授業をすることで、学習内容の連

続性を意識させることができると考える。また、既習事項を他の領域と結びつけて考えさせるなど、関連性を重視した授業をすることで、繰り返し学習させることができ、広い視野から事象をとらえさせることができると考える。

これらの効果を4観点にそってまとめると、表2に示すようになる。このことは、アンケート結果からも示された。

表2 4観点から見た系統性や関連性を重視した授業での期待される効果

	系統性を重視した授業の期待される効果	関連性を重視した授業の期待される効果
関心・意欲・態度	次に学習する内容に対しての見通しをもたせることで、学習の意欲を高めることができる。	既習事項を他の領域と結びつけて考えさせることで、自然に対する視点を広げさせ、自然事象に対する興味・関心を高めることができる。
科学的な思考	既習事項を次に学習する内容と結びつけて考えさせることができ、より思考を深めさせ、科学的なものの見方や考え方を高めることができる。	既習事項を他の領域と結びつけて考えさせることができ、より思考を深めさせ、科学的なものの見方や考え方を高めることができる。
観察・実験の技能・表現	操作活動を繰り返させることで、技能や表現力を高めることができる。	操作活動を繰り返させることで、技能や表現力を高めることができる。
知識・理解	既習事項とのつながりをもたせることで、内容の深い理解や知識を定着させることにつながる。	他の領域の既習事項とのつながりをもたせることで、内容の深い理解や知識の広がりをもたせることにつながる。

5 指導資料集について

本研究では、よりよい授業づくりのために学習内容の系統性や関連性を重視した授業をすることが必要であると考ええる。そのための手だてとして、指導資料集を作成した。指導資料集の具体的な内容については、以下に示

す通りである。

○系統図・関連図

○レディネステスト・確認テスト

○授業展開例（教材等）

これらをCD-ROMにまとめ、情報発信する。

これらの詳細な説明については、次ページ以降に掲載する。

6 系統図・関連図について

(1) 系統図・関連図の構成

系統図は、横軸に領域や系統を示し、縦軸に小学校3年から高等学校までの系統ごとの学習内容を配列した。関連図は、系統図に基づいて領域をまたいだ学習内容のつながりを示したものである。

系統図・関連図は全体が一目でわかるよう、それぞれ1枚の表にまとめた。

(2) 系統図・関連図の活用方法

小学校での活用方法…小学校での上の学年さらには中学校への学習の流れが確認でき指導計画を考えるうえでの資料となる。

中学校での活用方法…小学校の学習内容や流れが確認でき、生徒のレディネスを把握する資料となる。さらには指導計画を考えるうえでの資料となる。

なお、系統図・関連図は、ポスター及び検索できるデジタル資料として作成した。

系統図・関連図の一部を図9、10に示す。

詳細については資料編に掲載する。

系統	物理領域	化学領域	生物領域	地学領域
系統	電磁気	物質の性質	細胞と動物	自然と環境
小3	B(3)ア	磁石のつくり	B(2)ア	電気を通すつなぎ方
小4	B(3)イ	磁石の極性	B(2)イ	電気を通さないもの
小5			Bア	領域を表しています
小6			B(3)イ	光電池
中1				

各領域における、系統を表しています

系統を表しています

系統性

校種・学年を表しています

図9 系統図の一部

領域	物理領域	生物領域
系統	光	植物
小3	B(1)イ	日光と明るさや暖かさの関係
小4		A(1)イ
小6		A(2)ア

関連性

指導要領の項目を表しています

学習内容を表しています

図10 関連図の一部

7 レディネステスト・確認テストについて

(1) 作成した学習内容

中学校は全学習内容で、小学校では中学校の学習と関連深い学習内容で作成した。

(2) レディネス・確認テストのねらい

○レディネステスト

中学校の生徒のレディネスを確認し、その後の授業の方向性を明確にする。

○確認テスト

小学校の児童の学習の定着度を確認し、上の学年へのつながりを明確にする。

(3) レディネステスト・確認テストの構成

児童生徒用の問題と教師用手引きで構成した。教師用手引きには見取れる力（4観点）

点）、小学校や中学校への系統、授業の手引きが示してある。

(4) 活用方法

○レディネステスト

各単元の最初の授業で行い、生徒のレディネスを確認する。そして、授業の手引きをその後の授業計画の参考資料として活用する。

○確認テスト

各単元のまとめのテストとして利用し、学習の定着度を確認する。また、授業の手引きをその単元の指導計画の参考資料として活用する。

以下、図11にレディネステスト・確認テストの教師用手引きの例を示す。

詳細については資料編に掲載する。

凸レンズの性質 教師用手引き)

- ① 図1は、虫めがねで光を集めているようすを表している。光を集めるには、虫めがねをア・イのどちらの方向に動かさなければならないか。

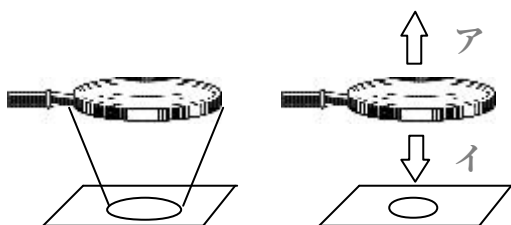


図1

図2

虫めがねを動かす方向は、（ ）である。

○小学校からの系統…小学校3年 B物質とエネルギー「日光の集光と反射

○授業の手引き

中学校の学習内容のどこにかかわっているか示してあります

小学校でおさえて欲しいポイントが示してあります（確認テスト）

どんなレディネスが確認できるか示してあります

中学校の学習内容のどこにかかわっているか示してあります

その後の授業展開の方向性が示してあります（レディネス）

さらに、凸レンズの学習は、中学校2年生の「光の屈折」の学習と関連が深い。凸レンズの学習によって、生徒の科学的な思考力が高まる。

学習内容によっては、他領域との関連性が示してあります（レディネス）

図11 レディネス・確認テスト（教師用手引き）の例

8 系統性や関連性を重視した授業展開例が必要な学習内容

(1) 系統性を重視した授業展開例が必要な学習内容

アンケート調査結果や系統図から、小中学校の全学習内容の中で、系統性を重視する必要があると思われる学習内容を洗い出し、4つのカテゴリーに分類した(表3)。

(2) 関連性を重視した授業展開例が必要な学習内容

アンケート調査結果や関連図から、小中学校の全学習内容の中で、あまり実践が行われておらず、関連性の点で重要であると思われる学習内容を洗い出し、2つのカテゴリーに分類した(表4)。

(3) 教材開発が必要な学習内容と教材

系統性や関連性を重視した授業を展開する上で、教材開発が必要と思われる学習内容を洗い出した(表5)。

授業展開例の詳細については資料編に掲載する。

表3 系統性を重視した授業展開例が必要な学習内容

	授業展開例が必要な学習内容	
考え方の視点が大きく変わる学習内容 考え方の視点を転換したり、新たな概念が加わったりする学習内容に系統性を重視した授業を行うことで、児童生徒の科学的な思考や知識・理解を深めることができる考える。	「回路実験と電流・電圧」 (中2 物理領域)	「豆電球の明るさやモーターの回り方」 (小4 物理領域)
	電流という概念に電圧という概念が加わる。	
	「細胞のつくり」 (中3 生物領域)	「魚の発生と成長」 (小5 生物領域) 「人の誕生と成長」 (小5 生物領域)
	外見上の形態の変化から細胞レベルでの変化という視点の転換がある。	
	「力が働く運動と力が働かない運動」 (中3 物理領域)	「ふりこ・斜面の運動」 (小5 物理領域) 「力と力のつり合い」 (中1 物理領域)
	別々に扱ってきた力と運動を力の作用から運動をとらえ、力と運動を結びつける。	
	「天体の動きと地球の自転公転」 (中3 地学領域)	「星の動き」 (小4 地学領域)
	天体が動くという視点から地球が動くという視点の転換がある。	
	「電磁石の極性」 (小6 物理領域)	「磁石の極性」 (小3 物理領域) 「豆電球の明るさやモーターの回り方」 (小4 物理領域)
	電流の性質の中に「電流が磁界をつくる」という性質が加わる。	
	「呼吸(動物の体の働き)」 (小6 生物領域)	「昆虫の育ちかたと体のつくり」 (小3 生物領域)
	観察する視点は同じであるが、対象が昆虫(無セキツイ動物)からセキツイ動物へと変わる。	

	「生殖」(中3 生物領域)	「魚の発生と成長」(小5 生物領域)
	小学校では受精卵から成体までの変化を外形の変化という視点でとらえているが、中学校では受精卵から胚までの変化を細胞の変化という視点でとらえている。	
実験・観察機器操作についての学習内容 実験・観察を進めるうえで、学年に応じて押さえない確認することで、児童生徒の実験・観察の技能・表現を高めることができると考える。	「顕微鏡の使い方」(中1 生物領域)	「顕微鏡の使い方」(小5 生物領域)
	中学校では、小学校で学習した顕微鏡の操作の仕方に倍率による見え方の違いが加わる。	
	「電流計・電圧計の使い方」 (中2 物理領域)	「電流計の使い方」 (小6 物理領域)
	電流計の使い方に電圧計の使い方が加わる。	
	「温度計の使い方(天気と気温)」 (小5 地学領域)	「温度計の使い方(日なたと日陰)」(小3 地学領域)
	違った対象を測定するが、同じ使い方を繰り返すことになる。	
中学校ではじめて学習する内容 生活経験などを想起させることで、生徒の関心・意欲・態度を高めることができると考える。	「音の性質」(中1 物理領域)	
	「静電気」(中2 物理領域)	
	「原子、分子」(中2 化学領域)	
	「化学式、化学反応式」 (中2 化学領域)	
	「電圧計の使い方」(中2 物理領域)	
前の学習から時間的な隔たりがある学習内容 既習事項を想起させることで、児童生徒の関心・意欲・態度を高めることができると考える。	「光の性質」(中1 物理領域)	「光の集光と反射」(小3 物理領域)
	「天体の動きと地球の自転公転」 (中3 地学領域)	「星の動き」(小4 地学領域)
	前の学習から3年以上の時間的な隔たりがある。	

表4 関連性を重視した授業展開例が必要な学習内容

	授業展開例が必要な学習内容	
関連のある学習内容 既習事項を他の領域と結びつけて考えさせることで、科学的な思考や知識・理解を深めることができる。	「火山」 (中1 地学領域) 「火山」で学習する火山岩と深成岩のでき方の違いと再結晶による結晶のでき方は、温度変化の速度の違いによって変わるという点で関係している。	「溶解度と再結晶」 (中1 化学領域)
	「霧や雲の発生」 (中2 地学領域) 「霧や雲の発生」で学習する飽和水蒸気量と溶解度は、空気中に含まれる水蒸気の量や溶媒にとける溶質の量が、温度によって変化するという点で関係している。	「溶解度と再結晶」 (中1 化学領域)
	「動物の分類」 (中2 生物領域) 動物の分類は「地層」で学習する示準化石と、系統進化や多様性という点で関係している。	「地層」 (中1 地学領域)
	「刺激と反応」 (中2 生物領域) 「刺激と反応」で学習する目の水晶体は凸レンズである。	「凸レンズの性質」 (中1 物理領域)
	「刺激と反応」 (中2 生物領域) 「刺激と反応」で学習する耳のつくりとはたらきは、音の性質と音の振動が伝わるという点で関係している。	「音の性質」 (中1 物理領域)
	「霧や雲の発生」 (中2 地学領域) 霧や雲の発生は、物質の状態変化と温度による水の状態変化という点で関係している。	「物質の状態変化」 (中1 化学領域)
	「酸性、アルカリ性、中性」 (小6 化学領域) 「酸性、アルカリ性、中性」で学習する水溶液の性質は、消化、吸収で学習する胃液とその性質が酸性であるという点で関係している。	「消化、吸収、排出」 (小6 生物領域)
実験・観察機器操作についての学習内容 実験・観察を進めるうえで、原理を確認したり、学習内容に応じて押さえなければなら	「気体が溶けた水溶液」 (小6 化学領域) 「気体が溶けた水溶液」で学習する水溶液は、血液と酸素や二酸化炭素という気体が溶けているという点で関係している。	「血液の循環」 (小6 生物領域)
	「上皿てんびんの使い方」 (小5 化学領域) 上皿てんびんは、てこの原理を応用したものになっている。	「てこの原理」 (小5 物理領域)
	「石灰水の使い方 (気体の溶けた水溶液)」 (小6 化学領域)	「石灰水の使い方 (呼吸)」 (小6 生物領域)

ない事項を確認したりすることで、実験・観察の技能・表現を高めることができる考える。	違った対象を調べることで、石灰水の使い方を繰り返すことになる。	
	「温度計の使い方（水の量や温度と物の溶け方）」（小4 化学領域）	「温度計の使い方（日なたと日陰）」（小3 地学領域）
	違った対象を測定することで、使い方を繰り返すことになる。	

表5 系統性や関連性を重視した授業で教材開発が必要な学習内容と教材

学習内容	「刺激と反応」（中2 生物領域）：「凸レンズの性質」（中1 物理領域）	
教材	凸レンズを利用した眼球モデル	
開発のねらい	目のつくりを学習するときに、水晶体が凸レンズになっていることを、光学実験装置の凸レンズを利用した眼球モデルで示すことで、凸レンズの学習と結びつけることができ、生徒の科学的思考を深める。	
学習内容	「天体の動きと地球の自転公転」（中3 地学領域）：「星の動き」（小4 地学領域）	
教材	シミュレーションソフト	
開発のねらい	中学校の天体の学習で、系統性について特におさえなければならないポイントは、天体が動くという視点から地球が動くという視点の転換があるということである。それをおさえるためには、地球の自転・公転と天体のみかけの動きの関係をとらえることが必要であるが、地球から見た天体の様子と宇宙から見た地球の自転公転の様子を同時に観察することは難しい。そこで、これをコンピュータの画面上で同時に表示することで生徒の理解を深める。	
学習内容	「回路実験と電流・電圧」：「豆電球の明るさやモーターの回り方」 （中2 物理領域） （小4 物理領域）	
教材	コンピュータ測定及びシミュレーション	
開発のねらい	中学校の電気の学習で、系統性について特におさえなければならないポイントは、電圧という概念が新たに加わるということである。それをおさえるためには、電流と電圧の違いをきちんと理解しなければならないが、実際には、その測定に多くの時間を費やし、その2つの違いを実感しながら学習することは難しい。そこで、電流・電圧の違いを視覚的に表示することで、生徒の理解を深める。	

9 授業展開例

系統性や関連性を重視した授業を必要とする学習内容を洗い出し、授業展開例を作成した。

以下、図12、13に「考え方の視点が大きく変わる学習内容」（表3参照）として「天体の動きと地球の自転公転」の授業展開例の一部を示す。

天体の動きと地球の自転公転（3年 地球と宇宙 地球の運動と天体の動き）

系統性から考えたポイント

系統性や関連性から考えた授業展開の大切なポイントが示してあります

小学校では、星が動くという視点から学習が進められています。中学校では、天体の日周運動・年周運動と地球の自転・公転とを関連付けて学習が進められています。つまり、星が動くという視点から地球が動くという視点に考え方が変わります。

そこで、中学校では、天体の見かけの動きをおさえながら、地球の自転公転の様子をとらえさせていくようになります。

解決のための手だて

系統性や関連性を重視した授業を行う上での具体的な手だてが示してあります

自作教材ソフト「地球と宇宙」を使って、地球から見た天体の様子と宇宙から見た地球と天体の様子の2つを同時に観察させ、天体の見かけの動きと地球の自転・公転の様子を比較させながら、太陽や星座の日周運動・年周運動が地球の自転・公転による相対運動であることをとらえさせる授業を行います。

自作教材ソフト「地球と宇宙」について

教材にリンクしています
教材がある場合にはリンク先にこの学習内容に関連した教材が掲載してあります

具体的な手だてとしての教材がある場合にはここに示します
・コンピュータソフト 模型等

*教材のリンクへ

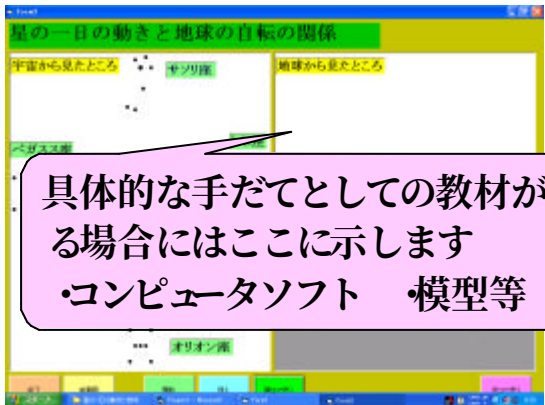


図12 授業展開例の一部（表）

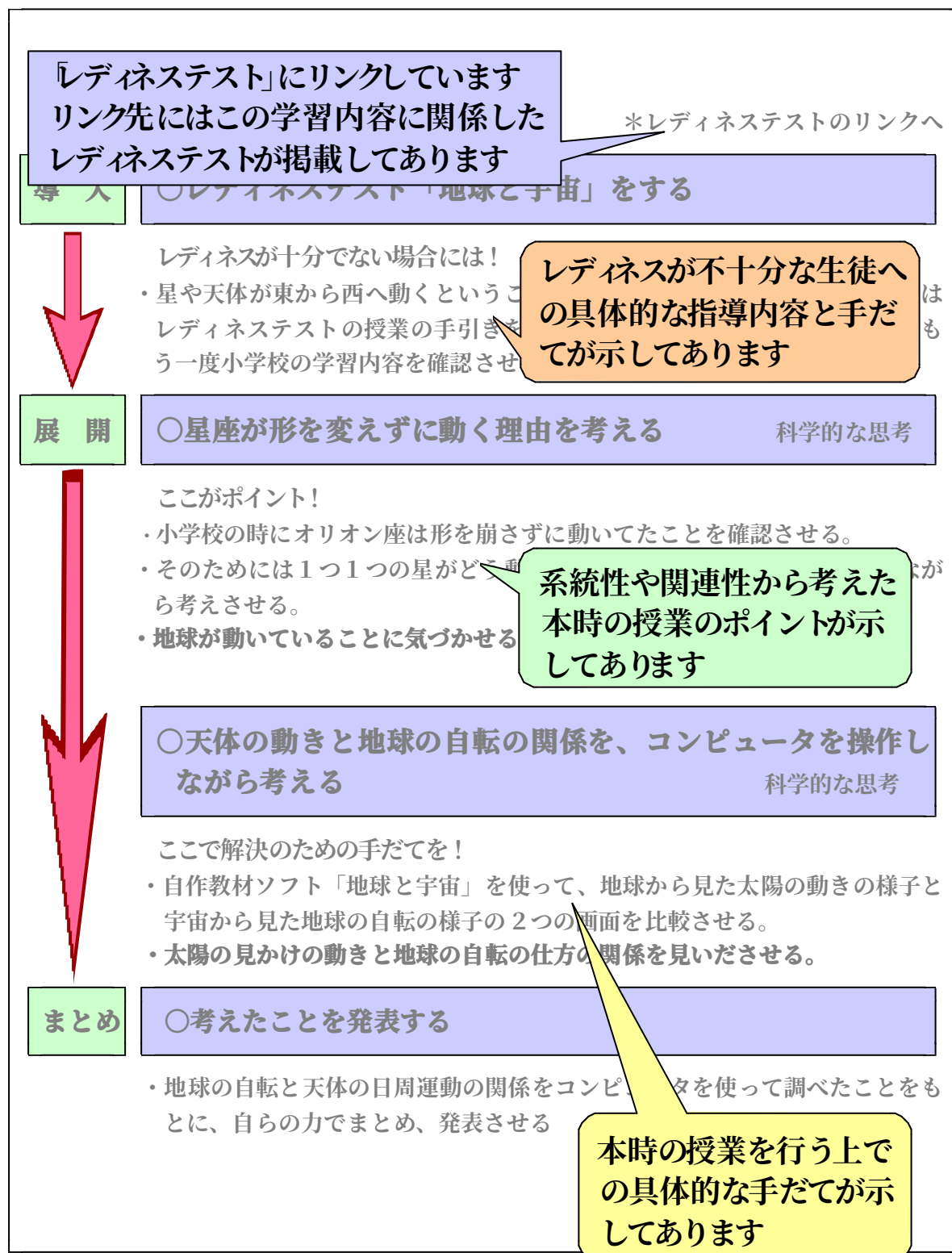


図13 授業展開例の一部（裏）

Ⅲ おわりに

これからの理科授業のポイントはこれだ！

系統図・関連図やレディネステスト・確認テストなどを活用して、先生方は他校種の学習内容を十分把握しましょう！

レディネステスト・確認テストなどを活用して先生方は児童生徒の実態を把握しましょう！

授業展開例やレディネステスト確認テストなどを活用し、学習内容の系統性や関連性を重視した授業をすることで、児童生徒のさらなる学力向上を図りましょう！

<参考文献>

- ・群馬県総合教育センター編
「群馬県における理科教育の充実を図るための調査研究～理科教育に関する実態調査－小中高の現状と課題－」
(群馬県総合教育センター 産業科学課
平成14年度 理科教育実態調査プロジェクトチーム)
- ・群馬県総合教育センター編
「個を伸ばすきめ細かな理科指導の実態と意識の調査」
(群馬県総合教育センター 産業科学グループ
平成15年度 理科教育実態調査プロジェクトチーム)