

科学的な知識・技能の習得と概念の形成を軸とした 学びのスパイラルに関する開発実践

—岐阜県中学校理科教師の実態調査及び中学校の実践を踏まえて—

加藤 覚*・石川 英志**

KATO Satoshi and ISHIKAWA Hideshi

はじめに

中学校理科学習の目標の中核にある「科学的な見方や考え方」はいかに養われるのだろうか。小学校の理科学習の上に単純に積み上げられるわけではないことは言うまでもない。理科学習の单元ごとに「科学的な見方や考え方」がどう養われ、相互にどう関連付けられ、発展していくかを、小学校教育並びに中学校教育の7年間というスパンで俯瞰して明らかにすることが必要であろう。ここにいう「見方や考え方」とは、「問題解決の活動によって児童が身に付ける方法と手続きと、その方法や手続きによって得られた結果及び概念を包含する」(小学校学習指導要領解説理科編 第2章 理科の目標及び内容)のものであり、「科学的な見方や考え方」とは「問題解決の能力や自然を愛する心情、自然の事物・現象についての理解を基にして構築される」(同)のものである。したがって、理科学習では、子どもたちが既有知識や生活経験に基づいて獲得してきた概念を、問題解決の学習活動を通して、科学的に探究する能力を含めた科学的な技能を駆使して、科学的な概念へと形成していく営みが重要であり、このような営みをくり返すことによって、子どもたちは「科学的な見方や考え方」を時間をかけて身に付けていく。そして、子どもたちは自然現象を捉える際に、このようにして身に付けた「科学的な見方や考え方」を活用しながら、科学的認識を深め、豊かな自然観を構築していく。

こうした本研究の基本的視座の元に、その序論となる本稿では、岐阜県内の中学校理科担当の教師を対象として、新学習指導要領全面実施に際しての学習指導の実践の状況や指導にかかわる意識調査を行った。さらに、岐阜県の教育の基本方針である「岐阜県教育ビジョン」、それを具現化した施策である「基礎学力定着サポートプラン」の内容を検討するとともに、岐阜県内の四つの中学校の授業実践を取り上げ、比較分析した。これらの分析によって、岐阜県中学校理科教育の課題は「基礎的・基本的な知識・技能の習得」の捉え方にあること、小学校理科の学習内容との系統性の捉え方にあることを明らかにしようとした。

この系統性を考える上で重要なのは、表題にある「学びのスパイラル」という考え方である。それは、子どもの実態や発達段階に応じて校種間や学年間で指導内容を重複させたり往還させたりする教育課程の編成のもとに、子どもが学習内容を多面的総合的に捉え直し、学び直す経験を豊かにもつなどして、自らの力で自然の事物や現象に対する理解を深めていけるようにすることである。さらに、理科での「基礎的・基本的な知識・技能の習得」についていえば、知識や技能は加算的に積み上げられるものではなく、過去の学習内容との往還、相互的な関連付けなどを通して再構築されたり補充されたり強化されることが、その確かな獲得や体系化につながっていく。このような働きを重視して、小学校理科と中学校理科の関係を捉え直すことが必要であると考えられる。

I 新学習指導要領実施にかかわる問題点

1 新学習指導要領実施にかかわる中学校理科における実態調査の分析

平成24年度から中学校では学習指導要領が全面実施となった。特に、中学校理科では学習内容の増

* 岐阜大学大学院教育研究科教職実践開発専攻(教職大学院)・岐阜市立長良中学校

** 岐阜大学大学院教育研究科教職実践開発専攻(教職大学院)

加に伴って、中学校2，3年生の授業時数が増加された。また，その学習内容については，平成元年改訂の中学校学習指導要領の学習内容と重複するものが多く，その指導要領の下に理科授業を行った経験のある教師にとっては，前に戻ったという印象が正直強い。ただし，今回の改訂の趣旨は，教育基本法等の改正に伴い，知・徳・体のバランスとともに，基礎的・基本的な知識・技能，思考力・判断力・表現力等及び学習意欲を重視し，学校教育においてはこれらを調和的にはぐくむことが必要なことを明確に示したことにあり，現場の教師は単に過去に戻ったと捉えるのではなく，新学習指導要領のそうした趣旨を十分に考慮し，実践をしていかなければならない。

中学校理科については，過去3年間を移行期間として，新学習指導要領の先行実施が行われてきた。そこで，岐阜県内の中学校理科担当の教師を対象として，過去3年間も踏まえ，新学習指導要領の全面実施に伴う学習指導の実践の状況や指導に関わる意識調査をすることにした。

＜新学習指導要領全面実施にかかわる中学校理科における実態調査の方法と回答数の結果＞

調査の期間 : 平成24年10月23日～11月14日

回答方法 : 無記名で選択肢及び一部自由記述による質問紙法

回答数(学校) : 調査依頼した学校数179校，回答した学校数154校 回収率: 86.0%

(教員) : 調査依頼した教員数450名，回答した教員数226名 回収率: 50.2%

調査の観点は，大きく「1. 回答された先生自身に関わること」「2. 担当している理科授業に関わる事項」「3. 生徒に身に付けさせたい能力や態度等の定着の様子に関わる事項」「4. 理科の授業実践を進めていく上で，困りや悩みに関わる事項」の4点に分かれている。以下にその質問内容を記した。

＜新学習指導要領全面実施にかかわる中学校理科における実態調査の質問内容(概要)＞

1. 回答された先生自身に関わること

①教職経験年数 ②職位 ③担当している役職 ④担当学級数

2. 担当している理科授業に関わる事項

① 今回の改訂によって理科の指導内容は増えすぎたと思いますか。【選択肢】

② 今回の改訂によって，学習内容や授業時数が増加しましたが，その対応としてどのようなことをしていますか。(複数回答可) 【選択肢】 【自由記述】

③ 理科の授業は，年間指導計画通りに進んでいますか。【選択肢】 ※A. 計画より早く進んでいる B. 計画通りに進んでいる C. 計画より遅れている

④ ③でCと答えた方にうかがいます。計画より遅れている理由は何ですか。(複数回答可) 【選択肢】 【自由記述】

⑤ ③でCと答えた方にうかがいます。計画の遅れについて，今後どのように対応する予定ですか。(複数回答可) 【選択肢】 【自由記述】

⑥ 理科の授業において，基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業をどれくらい心がけていますか。【選択肢】

⑦ 理科の授業において，思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業をどれくらい心がけていますか。【選択肢】

⑧ 理科の授業において，問題解決型の学習過程をどれくらい心がけていますか。【選択肢】

⑨ 理科の授業において，生徒に自分の考えを発表する機会をよく与えていると思いますか。【選択肢】 【自由記述】

⑩ 理科の授業において，観察や実験をしたことからどんな結論が得られるかをよく考えさせていると思いますか。【選択肢】 【自由記述】

⑪ 理科の授業において，児童(生徒)の多様な考えやつまずきを生かした授業を行っていると思いますか。【選択肢】 【自由記述】

⑫ 理科の授業において，生徒による観察や実験を概ねどの程度行っていますか。【選択肢】

⑬ 理科の授業において，発展的な課題を取り入れた授業を行っていると思いますか。(一部の生徒を対象

に発展的な課題を与える場合も含めてください。【選択肢】

⑭ 理科の授業において、子ども理解（子どもづかみ）は、発言内容以外にどのような手法によって行っていますか。【選択肢】 【自由記述】

⑮ ⑭の子ども理解（子どもづかみ）によって得た情報は個人的にどのようにまとめていますか。【選択肢】 【自由記述】

3. 生徒に身に付けさせたい能力や態度等の定着の様子に関わる事項

① 基礎的・基本的な知識・技能の習得が十分に定着している生徒の割合はどれくらいだと思いますか。【選択肢】

② 思考力・判断力・表現力が十分に育っている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。【選択肢】

③ 観察や実験から得られた事実を正確につかんでいる生徒の割合はどれくらいだと思いますか。【選択肢】

④ 科学的な概念や知識を十分に獲得している生徒の割合はどれくらいだと思いますか。【選択肢】

⑤ 問題解決の能力である「比較」「関係付け」「条件制御」「推論」「分析し解釈する」がそれぞれ十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。【選択肢】

⑥ 学習意欲のある生徒が増えたと思いますか。【選択肢】 【自由記述】

⑦ 自分の考えをわかりやすく伝えたり、説明したりする生徒が増えたと思いますか。【選択肢】

⑧ 授業についていけない生徒が増えたと思いますか。【選択肢】

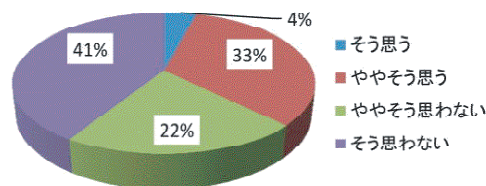
4. 理科の授業実践を進めていく上で、困りや悩みに関わる事項【自由記述】

その結果を以下のように整理し分析を行った。

図1は、設問2-①「今回の改訂によって理科の指導内容は増えすぎたと思いますか」という問いに対する回答を示す。「ややそう思わない」「そう思わない」を選んだものは63%であった。この要因は、前回の平成10年改訂の学習指導要領において、教育内容の精選のもとに中学校理科の学習内容も削減されたことが関係していることが考えられる。例えば、イオンの学習が削減されたことによって、イオンを用いて水溶液の液性を説明することができなくなり、指示薬の色の変化のみを捉えるという学習内容になってしまった。今回の改訂において、科学的な概念を形成していくための基となる科学的な知識が復活したことは、多くの教師にとって、理科の指導内容の増加として必ずしも認識されていないということであろう。さらに、「ややそう思わない」「そう思わない」を選んだ内訳として、平成10年改訂の以前にも授業を実践していたと考えられる教職年数13年目以上と、平成10年改訂以降に教師になったと考えられる教職年数12年目以下と分けてみると、教職年数13年目以上は74名（教職年数13年目以上の総数は141名）の52.5%，教職年数12年目以下は27名（教職年数12年目以下の総数は79名）の34.2%であった。教職年数によるこの結果の差は、平成元年改訂の学習指導要領を経験していた教師にとっては、今回の改訂によって理科の指導内容が増えすぎたとは認識されていないことを明らかにしている。

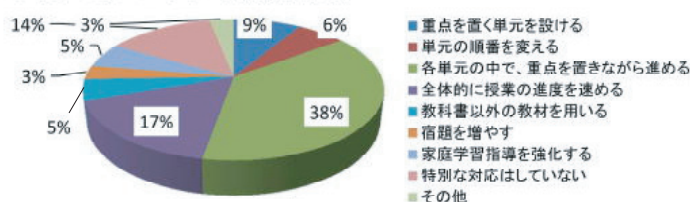
図2は、設問2-②「今回の改訂によって、学習内容や授業時数が増加しましたが、その対応としてどのようなことをしていますか（複数回答可）」という問いに対する回答を示す。「各单元の中で、重点を置きながら進める」が38%と回答が一番多く、「全体的に授業の進度を速め

① 今回の改訂によって理科の指導内容は増えすぎたと思いますか。



【図1 設問2-①の調査結果】

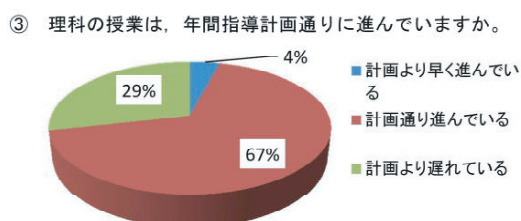
② 今回の改訂によって、学習内容や授業時数が増加しましたが、その対応としてどのようなことをしていますか。（複数回答可）



【図2 設問2-②の調査結果】

」が17%、「特別な対応はしていない」が14%、「重点を置く単元を設ける」が9%と続いた。ちなみに、ベネッセ教育研究開発センターによって行われた「中学校の学習指導に関する実態調査報告書2011」⁽⁴⁾の「学習指導に関する調査(理科教員調査)」の結果では、「新学習指導要領における学習内容の増加に、どのように対応する予定ですか」という設問に対して、「今のままで対応できる」が51.5%、「全体的に授業の進度を速める」が34.5%、「教科書の内容のうち、ポイントを絞って教える」が27.5%と続いた。「特別な対応はしない」と答えたのは全国では51.5%に対して、岐阜県では14%と少ない。

図3は、設問2-③「理科の授業は、年間計画通りに進んでいますか」という問いに対する回答を示す。回答数の約1/4にあたる29%が「計画より遅れている」と回答した。



【図3 設問2-③の調査結果】

さらに、年間指導計画の進み具合と、設問2-⑥「理科の授業において、基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業をどれくらい心がけていますか」、設問2-⑦「理科の授業において、思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業をどれくらい心がけていますか」、設問2-⑧「理科の授業において、問題解決型の学習過程をどれくらい心がけていますか」、2-⑨「理科の授業において、生徒に自分の考えを発表する機会をよく与えていると思いますか」、2-⑩「理科の授業において、観察や実験をしたことからどんな結論が得られるかをよく考えさせていると思いますか」との相関関係を分析した(表1)。

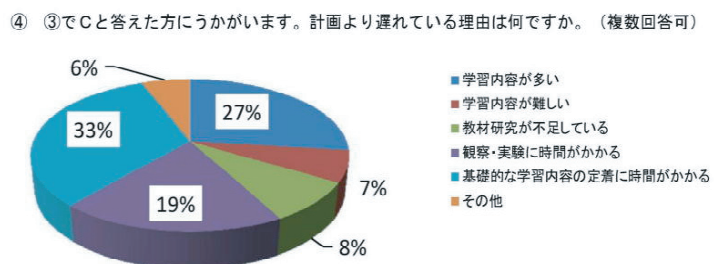
【表1 設問2-③と他の各設問との関連】

設問2-⑩では、「計画より遅れている」と「計画通り進んでいる」の間でほとんど差はみられなかった。しかし、設問2-⑦、設問2-⑧、設問2-⑨では、「計画より遅れている」と「計画通り進んでいる」の間で差がみられた。(どの設問とも合計が100%にならないのは、無回答があったからである。)

	計画より遅れている		計画通り進んでいる	
	(人)	(%)	(人)	(%)
2-⑥かなり心がけている	29	46.0	65	43.9
2-⑥まあ心がけている	32	50.8	82	55.4
2-⑥あまり心がけていない	0	0.0	1	0.7
2-⑦かなり心がけている	13	20.0	50	37.8
2-⑦まあ心がけている	47	74.6	84	56.8
2-⑦あまり心がけていない	1	1.6	8	5.4
2-⑧かなり心がけている	16	25.4	24	16.2
2-⑧まあ心がけている	35	55.0	114	77.0
2-⑧あまり心がけていない	8	12.7	10	6.8
2-⑨そう思う	14	22.2	10	6.8
2-⑨ややそう思う	29	46.0	114	77.0
2-⑨ややそう思わない	17	27.0	23	15.5
2-⑨そう思わない	1	1.6	1	0.7
2-⑩そう思う	15	23.8	35	23.6
2-⑩ややそう思う	38	60.3	89	60.1
2-⑩ややそう思わない	8	12.7	21	14.2
2-⑩そう思わない	0	0.0	0	0.0

ここから、年間指導計画より授業の進度が遅れると、思考力・判断力・表現力等の育成のための知識・技能を活用する授業を展開できなかつたり、問題解決を目指す学習過程を構成できなかつたり、生徒に自分の考えを発表する機会を与えられなかつたりすることがわかる。つまり、授業の進度の遅れが生じると、その遅れを取り戻そうと、生徒が主体となる学習活動が妨げられてしまうことにもつながる可能性を否定することができない。

図4は、設問2-④「③でCと答えた方にうかがいます。計画より遅れている理由は何ですか(複数回答可)」という問いに対する回答を示す。「基礎的な学習内容の定着に時間がかかる」が一番多く33%、「学習内容が多い」が27%、「観察・実験に時間がかかる」が19%、「教材研究が不足している」が8%と続いた。また、設問2-④の「その他」を選択した記述内容は次の通りであった。



【図4 設問2-④の調査結果】

<1年生の遅れ (10人)>

- ・1年生のみ遅れている。 ・一年生の内容が、時間のわりに超過しているように感じる。
- ・特に、1年生は、小学校の学習の確認と中学校理科の学習の基礎として、体験すべき実験・観察が多くあり、時間数が不足している。中学校理科の学習の基礎は1年生の理科学習にあり、むしろ、そこに一番時間をかけていくべきだと感じている。 ・一年生の内容が、時間のわりに多いように感じる。(3人) ・2年生はそうでもないが、1年生の内容が多く、ていねいにやっていると遅れが出る。
- ・1年生と3年生を持っているので教材研究に時間がかかる。(3人)

<前年度の学習の残りによる遅れ (2人)>

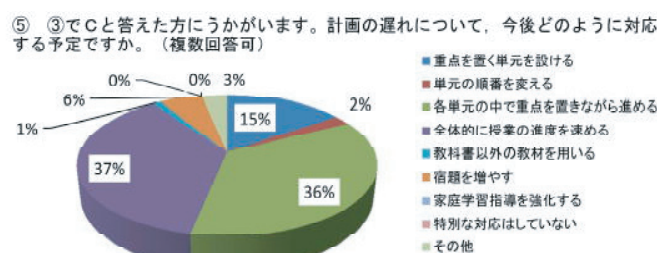
- ・前の学年の残りがあったから。
- ・昨年度の教科書が全て終わっていないことによる、スタート時からの遅れ。

<その他>

- ・特に3年生は基礎学力が低く、力の作図や速さの計算、粒子モデルでの説明などに時間がかかっている。
- ・観察実験教材をどこまで扱うかによって、時間は大きく異なる。 ・行事等で教科学習が減った。

特に、中学校1年生において遅れがみられていることは、設問4「理科の授業実践を進めていく上で、困りや悩みに関わる事項」においても多くの意見があった。中学校1年生では、授業時数が従前と変わっていないものの、今回の新学習指導要領によって学習内容は増加している。また、基礎的な学習内容や観察・実験の基礎技能などが含まれていることが年間指導計画よりも遅れているという結果につながっているのだと考えられる。

図5は、設問2-⑤「③でCと答えた方にうかがいます。計画の遅れについて、今後どのように対応する予定ですか(複数回答可)」という問いに対する回答を示す。「全体的に授業の進度を速める」が37%で一番多く、「各単元の中で、重点を置きながら進める」が36%、「重点を置く単元を設ける」が15%、「宿題を増やす」が6%と続いた。



【図5 設問2-⑤の調査結果】

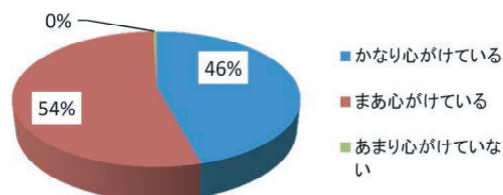
年間指導計画よりも遅れていることに対して、「全体的に授業の速度を速める」ということは一つの解決方法だと考えられるが、そのことによって、詰め込み教育になってしまう恐れも十分にある。同様に、「重点を置く単元を設ける」ということも、重点を置かない単元については、詰め込み教育になってしまうこともある。このことは、設問4「理科の授業実践を進めていく上で、困りや悩みに関わる事項」における、「地学分野の取り扱いがおろそかになってしまう」、「実験を取り入れられない内容が増えたので、教え込みの授業にならないように、いかに生徒に考えさせる課題をつくるか悩んでいる。例えば、電流の分野の電子や動物の分野の進化のところ」、「最も困ったり悩んだりしているのは、時間数が圧倒的に足りないということである。そこで、時間数を確保するために、生徒にやらせる実験を厳選したり、第2分野『大地の変化』をプリントを用いて標準時間数よりも短時間で رفتりするなどの工夫をしている」などの困りや悩みの意見にもつながるものである。地学分野は中学校1年生でも、中学校2年生でも、学年の最後の単元として扱われることが多く、授業時数との関係で深まりのある学習活動にならないこともある。また、理科というと、観察、実験といった活動に取り組ませたいのだが、学習内容によっては資料提示で終わってしまうこともあり、知識を教え込むことにもなりかねない。このように、生徒に時間をかけて基礎的な学習内容を十分に定着させたいものの、そこに重きを置きすぎると、授業の進度が遅れ、詰め込み教育になってしまいかねないという矛盾を抱えている中学校現場の現状が、このような結果として表れていると言えよう。

図6は、設問2-⑥「理科の授業において、基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業をどれくらい心がけていますか」という問いに対する回答を示す。「かなり心がけている」、「まあ心がけている」と回答をしたものを合わせると100%であった。同様に、設問2-⑦「理科の授業において、思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業をどれくらい心がけていますか」という問いに対する回答を示す。「かなり心がけている」「まあ心がけている」と回答をしたものを合わせると96%であった。設問2-⑧「理科の授業において、問題解決型の学習過程をどれくらい心がけていますか」という問いに対する回答を示す。「かなり心がけている」「まあ心がけている」と回答をしたものを合わせると91%であった。設問2-⑩「理科の授業において、児童(生徒)の多様な考えやつまづきを生かした授業を行っていると思いますか」という問いに対する回答を示す。「そう思う」「ややそう思う」と回答をしたものを合わせると54%であった。

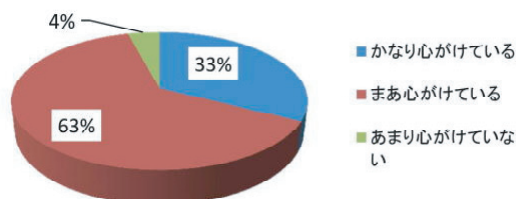
これらの設問2-⑥⑦⑧⑩は、相互に関連性の深いものとして位置付けている。確かな学力を育成するためには、「基礎的・基本的な知識・技能を確実に習得すること」と、「知識・技能を活用することによって、思考力・判断力・表現力等を育成すること」のどちらも重要であり、これらの関連付けや統合、バランス、往還等を重視しなければならない。また、基礎的・基本的な知識・技能の習得や思考力・判断力・表現力等を育成するためには、問題解決を目指す学習過程が不可欠となろう。問題解決を目指す学習過程を通して、生徒は基礎的・基本的な知識・技能を習得し、それらを活用することで思考力・判断力・表現力等を育成するのである。また、問題解決を目指す学習過程において、つまづきとどう向き合うか、どう生かすかは科学的認識の獲得や発展の上で重要なポイントとなるところである。つまづきを意識し、それを乗り越えようと思えることは問題解決そのものである。

だからこそ、設問2-⑥⑦⑧の回答がほぼ同様の傾向にあるのだと言えるのだろう。いずれも90%以上の教師が「かなり心がけている」、「まあ心がけている」を選択したことは、基礎的・基本的な知識・技能の習得や思考力・判断力・表現力等の育成させるために、問題解決を目指す学習過程が必要であることを多くの教師が認識していることを示している。今回改訂された新学習指導要領の基本方針にあげられる「基礎的・基本的な知識・技能の習得」、「思考力・判断力・表現力等の育成」について、多くの教師が高い意識をもって取り組んでいる状況がよくわかる。さらには、そこには岐阜県教

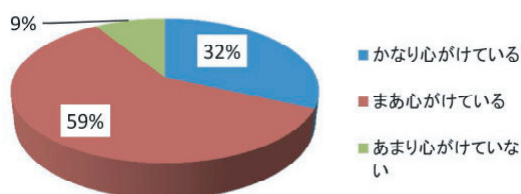
⑥ 理科の授業において、基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業をどれくらい心がけていますか。



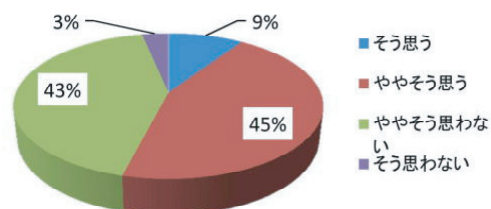
⑦ 理科の授業において、思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業をどれくらい心がけていますか。



⑧ 理科の授業において、問題解決型の学習過程をどれくらい心がけていますか。



⑩ 理科の授業において、児童(生徒)の多様な考えやつまづきを生かした授業を行っていると思いますか。



【図6 設問2-⑥⑦⑧⑩の調査結果】

育の基本方針が大きく関与していると推測される。平成23年2月に策定された「基礎学力定着サポートプラン」に指摘されているように、現在、学校の授業内容が十分に理解できず、基礎的・基本的な知識・技能が十分に定着していない子どもたちに、確実に基礎的・基本的な知識・技能を身に付けさせ、変化の激しい社会状況に対応できるようにすること、また、社会人として、社会的、経済的な自立ができる能力を身に付けさせることが、喫緊の課題となっている。つまり、授業がわからない、学習意欲が低いということによって、基礎的・基本的な知識・技能が十分に身につけていない子どもたちが、わかる楽しさ、できる喜びを実感し、さらに学びたいという意欲を高めることができる授業を実現し、すべての子どもたちが確実に学力を身に付けることができるようにするという目標が掲げられていることが、現場教師の授業実践にも反映して、特に、基礎的・基本的な知識・技能の習得に関わる授業の実現への高い意識や関心につながっていると考えられるのである。

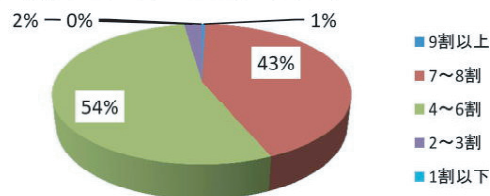
ただし、設問2-⑪の回答は、設問2-⑥⑦⑧の回答の傾向とは異なっている。設問2-⑪の回答において、「ややそう思わない」「そう思わない」を選択した教師は46%であった。生徒の多様な考えやつまずきを生かす授業を行っていないとする割合がなぜ高いのかは疑問の残るところである。生徒が主体的に取り組む授業を行うのであれば、多様な考えやつまずきを生かすことは必要であり、この結果にはいささか戸惑いを感じざるを得ない。

次に、移行措置期間を含めて（2009年から）新学習指導要領の実施によって、生徒に身に付けさせたい能力や態度等の定着の様子に関わる事項についての実態調査を行った。

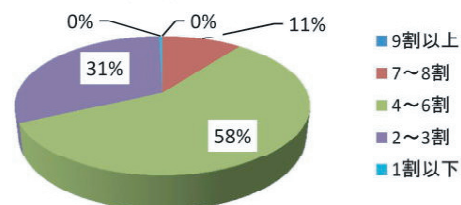
図7は、まず設問3-①「基礎的・基本的な知識・技能の習得が十分に定着している生徒の割合はどれくらいだと思いますか」という問いに対する回答を示す。十分に定着している生徒の割合は7割以上が44%、4割以上になると98%というかなり高い数値を示した。次に、設問3-②「思考力・判断力・表現力が十分に育っている生徒の割合はどれくらいだと思いますか」という問いに対する回答を示す。十分に育っている生徒の割合は7割以上が11%、4割以上が69%という結果になった。さらに、設問3-④「科学的な概念や知識を十分に獲得している生徒の割合はどれくらいだと思いますか」という問いに対する回答を示す。十分に獲得している生徒の割合は7割以上が15%、4割以上が79%という結果になった。

設問2-⑥⑦並びに設問3-①②の回答から、「基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業」、「思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業」のどちらに対しても、教師はかなり心がけて授業実践に取り組んでいるものの、実際の生徒の姿において、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」と「思考力・判断力・表現力等の育成」とでは大きな差がみられることがわかる。また、設問3-④の回答は設問3-②の回答と同様の傾向が見られるが、設問3-①の回答との間では大きな差がみられる。これまでの研究や実践でも指摘されているように、

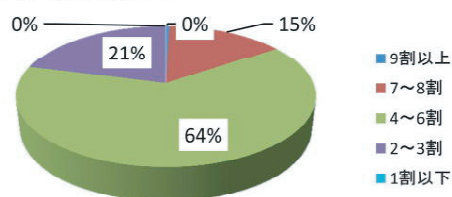
① 基礎的・基本的な知識・技能の習得が十分に定着している生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



② 思考力・判断力・表現力が十分に育っている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



④ 科学的な概念や知識を十分に獲得している生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



【図7 設問3-①②④の調査結果】

「思考力・判断力・表現力等の育成」や「科学的な概念や知識の獲得」は、生徒に身に付けさせることが難しいことを示す結果となったのである。設問3-②④の回答は、国立教育政策研究所による平成18年度「特定の課題に関する調査(理科)」,平成24年度「全国学力・学習状況調査」の結果ともつながっていると考えられる。前者の「特定の課題に関する調査(理科)」の結果によれば、「提示した事物や事象を把握することはできるが、見通しをもって、自ら観察・実験の方法を考案することに課題が見られる」、「観察・実験の結果やデータを読み取ることはできるが、観察・実験の結果やデータを基にして考察し、結論を導き出すことに課題が見られる」として、特に中学校理科では、「問題を解決するための実験方法を考えること」、「観察、実験の結果や提示されたデータに基づいて考察すること」、「実験器具の正しい使い方や測定器具の目盛りを読み取ること」、「質量の保存など、概念の理解を深めること」の4点を今後の課題として挙げている。観察、実験の基礎操作の技能以外は、思考力・判断力・表現力等の育成にかかわる課題の指摘と言ってよいだろう。また、平成24年度「全国学力・学習状況調査」の結果によれば、「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明することなどに課題が見られる」として、特に中学校理科では、「実験の計画や考察などを検討し改善したことを、科学的な根拠を基に説明すること」、「実生活のある場面において、理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用すること」の2点が今後の課題として挙げられている。これも「特定の課題に関する調査(理科)」の結果と同様に、思考力・判断力・表現力等の育成にかかわる課題の指摘と言ってよいだろう。このように、いずれの調査結果も、岐阜県の中学校理科担当の多くの教師も、思考力・判断力・表現力等の育成を課題として挙げているのである。また、設問4「理科の授業実践を進めていく上で、困りや悩みに関わる事項」の自由記述回答では、思考力・判断力・表現力等の育成に関して、次のような意見が出されている。

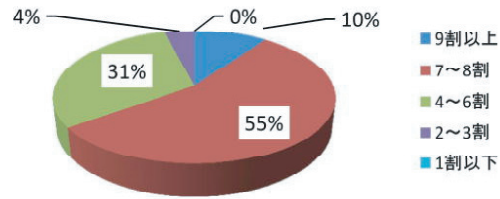
- ・科学的思考をはぐくむノート等の指導法が重要。
- ・思考力を高めるための、指導実践集(ノウハウ)を学びたいと思っている。
- ・論理的思考に抵抗を感じる生徒が増えてきているように感じる。実験・観察は喜んでやるが、結果から論理的に考えたり、発展的な問題に挑戦しようとする意欲を高めたりする部分において苦慮している。
- ・ノートに結果は書けるが、そこから何がわかるのかという考察がなかなか書けない生徒が多い。なぜそうなったかを考える力が弱いため、考察のときに発表する生徒が少ない。
- ・言語活動を活発にするために生徒を主体にして授業を展開していくように、意識しているが、まだ自分の意見に理由を付け加えて話すことができる生徒が少ない状況である。生徒に問い返しをすると現象の単語や名称は言えるが、どうしてだろう?ということを問うと固まってしまう、答えられなくなってしまう。原因や理由、予想を話すときに自信をなくしてしまい、どうしたら自分の意見を言えるようになるのか悩んでいる。

図8は、設問3-⑤「問題解決の能力である『比較』『関係付け』『条件制御』『推論』『分析し解釈する』がそれぞれ十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか」という問い、すなわち、小学校学習指導要領解説理科編で各学年を通して中心的に育成する問題解決の能力として示された「比較」(3年)、「関係付け」(4年)、「条件制御」(5年)、「推論」(6年)と、中学校学習指導要領解説理科編で示された観察・実験の結果を「分析し解釈する」(中学校)能力の五つのそれぞれの育成に関する問いに対する回答を示す。7割以上の生徒に十分に育成されていると回答した教師は、「比較」が65%、「関係付け」が29%、「条件制御」が21%、「推論」は16%、「分析し解釈する」は13%であった。4割以上の生徒に十分に育成されていると回答した教師は、「比較」が96%、「関係付け」が88%、「条件制御」は78%、「推論」が68%、「分析し解釈する」が58%であった。このように、十分に育成されていると評価される生徒の割合は、「比較」→「関係付け」→「条件制御」→「推論」→「分析し解釈する」の順に減少している。このことは何を意味しているか。学習指導要領解説理科編において各学年で育成されるべき問題解決の能力として、3年から順に想定されている「比較」,

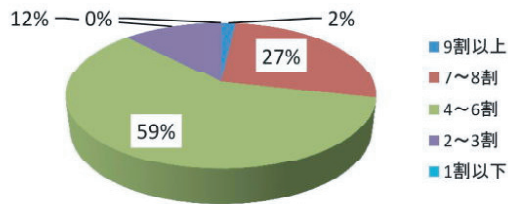
「関係付け」「条件制御」「推論」「分析し解釈する」が、現場教師サイドでは易から難への段階として認識され実感されているということであろう。ただし、そのことをもって、学年ごとに中心的に育成する問題解決の各能力を配列したものが子どもの学年的発達の実態に即した適切なものであること、また「下の学年の問題解決の能力は上の学年の問題解決の能力の基盤となるものであること」(小学校学習指導要領解説理科編)が証明されたと判断することに関してはなお慎重を期すべきだろう。しかし、それにしても、これらの問題解決の能力の育成の実態をめぐる中学校理科教師の評価は決して高いものではないだろう。例えば、5年で育成されるべき「条件制御」が十分に育成されている生徒は2～3割以下と捉える教師が22%。6年で育成されるべき「推論」が十分に育成されている生徒は2～3割以下と捉える教師が32%。また、3年で育成されるべき「比較」が十分に育成されている生徒は7～8割以上と捉える教師が65%。見方を変えると、35%の教師が育成できていないと認識している。問題解決の能力に関する生徒のこうした実態も、設問3-②④の回答や「特定の課題に関する調査(理科)」、「全国学力・学習状況調査」の結果と同様に、思考力・判断力・表現力等の育成が課題となっていることを指し示しているといえよう。

図9は、設問3-⑥「学習意欲のある生徒が増えたと思いますか」、設問3-⑦「自分の考えをわかりやすく伝えたり、説明したりする生徒が増えたと思いますか」、設問3-⑧「授業についていけない生徒が増えたと思いますか」というそれぞれの問いに対する回答を示す。いずれについても、「増えた」、「変わらない」、「減った」の回答の割合は概ね同様の傾向が見られる。つまり、平成23年度小学校、続いて24年度中学校と、新学習指導要領が全面実施となった状況のもとで、7、8割の中学校理科教師の認識は生徒の学びの姿に変容は見られないというものである。この時点でそのように判断するのはいささか早急だともいえようが、平成18年度「特定の課題に関する調査(理科)」、平成24年度「全国学力・学習状況調査」のいずれにおいても、思考力・判断力・表現力等に課題が見られるとした分析結果に相通するのではないか。平成18年度「特定の課題に関する調査(理科)」は、平

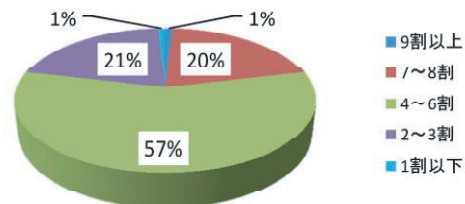
⑤ 問題解決の能力である「比較」が十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



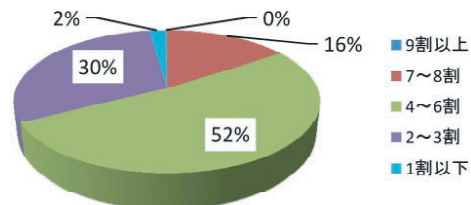
⑤ 問題解決の能力である「関係付け」が十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



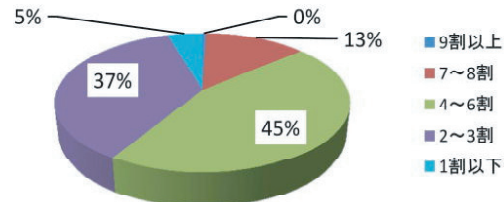
⑤ 問題解決の能力である「条件制御」が十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



⑤ 問題解決の能力である「推論」が十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



⑤ 問題解決の能力である「分析し解釈する」が十分に育成されている生徒の割合はどれくらいだと思いますか。



【図8 設問3-⑤の問題解決の能力に関する調査結果】

成10年の学習指導要領改訂を受けてからの調査であり、平成24年度「全国学力・学習状況調査」は、平成20年の学習指導要領改訂を受けてからの調査であり、学校教育の基本方針が変わっても、子どもたちの学力上の課題は依然として大きく変わっていない、言い換えれば実際の子どもの学びの姿は変わっていないということであろう。

さらに、設問3-⑧では、授業についていけない生徒が「減った」と回答した教師よりも、「増えた」と回答した教師の方が多くことに注目したい。本調査は、移行期間を含めて、今年度(24年度)の新学習指導要領全面実施までのここ4年間の中学校理科担当の教師による授業実践、生徒の学びの実態に関して質問するものであり、理科の学習内容や授業時数の増加が原因となって落ちこぼれていく生徒を生み出している兆候が表れていないかという問題意識が背景にある。設問4「理科の授業実践を進めていく上で、困りや悩みに関わる事項」の記述回答において、子どもの学力差に関して、現場の教師から次のような意見が出された。

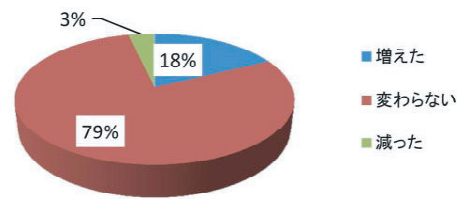
- ・全体としては傾向に変化はないが、内容が詳しくなったため、「関心が高い、理解ができる」生徒と、「関心が低く、理解が困難」な生徒の差が大きくなっている。好きな生徒はますます好きになり、苦手な生徒はますます苦手を感じている。二極化の傾向を感じる。
- ・学習内容の理解がなかなかできない生徒への指導。
- ・1年生全体に基礎学力が不足している傾向があり、それに対応しきれていない。
- ・単元テストで点数のとれない子への援助。

こうした問題点について、次節では、教育委員会の学校教育の基本方針や学校現場に見られる問題点とつなげて、さらに明らかにしていく。

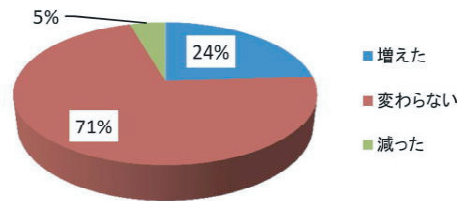
2 岐阜県教育委員会の基本方針

平成20年12月、岐阜県教育委員会によって岐阜県教育の基本方針となる「岐阜県教育ビジョン」⁽²⁾が策定された。その中の重点目標1(1)として、「児童生徒の確かな学力の育成」を掲げ、その取組の基本方針として「子どもたちの学力をはぐくむことは、学校教育の根幹的な役割であり、学校では子どもたちの学ぶ意欲を高め、基礎学力が確実に身に付くようにします。さらに、自ら課題を見つけ解決していく力や、読解力・コミュニケーション能力等がはぐくまれる教育活動を行うことによって、児童生徒一人一人が、その豊かな個性を生かしながら、変化の激しい社会の中にあっても、生きる力の基盤となる確かな学力を身に付けられるよう取り組みます」と示されている。また、学校教育における課題として、日頃の授業の中で子どもたちに基礎的・基本的な内容を確実に身に付けさせると

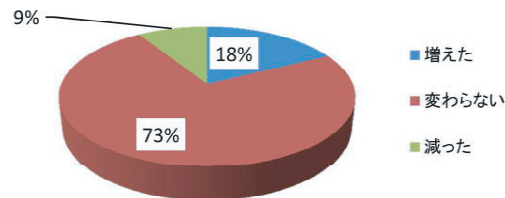
⑥ 学習意欲のある生徒が増えたと思いますか。



⑦ 自分の考えをわかりやすく伝えたり、説明したりする生徒が増えたと思いますか。



⑧ 授業についていけない生徒が増えたと思いますか。



【図9 設問3-⑥⑦⑧の調査結果】

ともに、自分の考えを筋道立てて表現できるように、各学校における指導を一層充実させていく必要性があることを示している。これらは、中央教育審議会答申「初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について」（平成15年10月）で登場した「確かな学力」、すなわち「確かな学力とは、知識や技能はもちろんのこと、これに加えて学ぶ意欲や、自分で課題を見付け、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力等までを含めたもの」を岐阜県教育の状況に対応させてより具体化したものだと言えよう。

さらに、「岐阜県教育ビジョン」の重点目標1(1)の「児童生徒の確かな学力の育成」をさらに具体化するものとして、平成23年2月、岐阜県教育委員会によって「基礎学力定着サポートプラン」³⁾が策定された。ここでは、これまでの「全国学力・学習状況調査」の結果を受けて、岐阜県の小・中学校教育の現状として、「授業が分からない、学習意欲が低いなどの課題を抱え、基礎的・基本的な知識・技能が十分に定着していない子どもたちが1割程度いること、全国と比べるとそうした子どもたちが増加傾向にあることが判明しています」⁴⁾と述べられている。すなわち、平成19年度から平成22年度までの「全国学力・学習状況調査」の結果を基にして、全国の平均正答数の半分以下の正答数であった子どもの割合が10%程度あり、しかも徐々に増加傾向にあることを指摘している。そして、それに該当する子どもたちも含めて、どの子どもにも確かな学力を身に付けられるようにすることを目標として掲げて、その達成のための各学校における指導方法の改善として、「実態把握やつまずきの要因分析」、「きめ細かな指導・援助」、「ねらいに応じた授業展開（指導内容の系統等の理解、つまずきやすい内容の把握、ねらいに応じた授業展開）」、「確実な見届け（テスト直しの工夫、補習、補充プリントの工夫、家庭学習とのリンク）」、「習熟の程度に応じた指導の改善」を挙げている。これらは基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るための授業改善に向けた改善方策だと言えよう。

このプランの最後には、「目標達成時期」として平成24年度中の達成を目指して、平成25年4月実施の「全国学力・学習状況調査」による検証を行うとして、小学校の算数と中学校の数学について「主として知識を問う問題における正答率が全国平均の半分以下である児童生徒の割合の目標値(%)」を年次ごとに具体的に挙げている。なお、但し書きとして「全国学力・学習状況調査の点数を上げることが目的ではなく、このプランの達成の度合いを測る指標とする」としているが、学校現場においては大きな誤解を生む恐れもある。知識を問う問題について目標値を示すということは、詰め込み教育や過度のドリル依存となりうる可能性は十分にある。確かに、テストで平均点の半分以下の得点をとった子どもに焦点を当てた場合に、思考力・判断力・表現力等を問う問題よりも、知識を問う問題の方が外から観察・評価しやすい。しかし、知識を問う問題だけに焦点を置いて授業改善を行った場合、はたして学力の根幹を成す学習意欲は高まるかどうかということが懸念される。

3 岐阜県の中学校理科指導の実際

中学校の現場では、新学習指導要領や岐阜県教育委員会の「岐阜県教育ビジョン」、「基礎学力定着サポートプラン」を受けて、その対応に取り組んできた。そこで、実際の中学校の現場がそれらへの対応として、どのような授業改善に取り組んでいるかに関して、岐阜県内の四つの中学校（A中学校、B中学校、C中学校、D中学校とする）の研究全体構想、研究紀要（理科）、公開授業における理科学習指導案等を対象とする分析を行った。分析視点は次の通りであり、表2のようにまとめた。

- 視点① 単元導入時における子ども理解の手法
- 視点② 基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るための手立て
- 視点③ 単元構想図（単元構造図）における学習内容の系統性の特徴
- 視点④ 単元構想図（単元構造図）における指導内容の構造化の特徴
- 視点⑤ その学校独自の授業改善方法

【表 2 岐阜県内の四つの中学校の授業実践の比較】

	A中学校	B中学校	C中学校	D中学校
①子ども理解	<ul style="list-style-type: none"> ・理科学習における意識調査 ・定期テストの観点別問題の調査 ・知識を問うレディネス調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・理科の学習の仕方にかかわる調査 (意識調査) ・これまでの学習内容の項目に対するレディネステスト (※意識調査に近いものである) 	<ul style="list-style-type: none"> ・学習活動アンケート (意識調査) ・学校独自の学習状況分析 (※内容はよく分からない) 	<ul style="list-style-type: none"> ・単元の学習内容にかかわる実態調査 (※内容はよく分からない)
②基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るための手立て	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎的・基本的な知識や技能を身に付けるために、実験器具等の扱い方や留意点、結果の記録の仕方、グラフ作成等段階的に指導する。 ・定期テストの平均点の半分以下の得点の子どもを抽出生徒として、レディネス調査を基に、誤答の要因を探ったり、本単元での手立てを明らかにしたりする。 ・本時の授業における予想されるつまずきのタイプ分けをする。 ・予想できない子どもへのいくつかの予想を提示し、選ばせている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎的・基本的な知識・技能を定着させるために、観察、実験をする際、その操作を行う必然性をもたせるとともに、その授業までにくり返し実験操作を行うようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもの知識、概念、生活経験の有無を事前に把握し、子どもが本時の学習で身につける技能や知識、間違えやすいポイントを理解し、探究しやすい課題の設定をする。 ・本時の授業の妨げとなる要因を分析し、仲間とのかかわりをつくり、観察、実験の技能、科学的な知識を身に付ける。 ・既習事項の掲示物を作成し、掲示する。 ・科学的な知識を身に付けるための教師の発問を精選している。 ・子どもの思考に合わせ、意図的に段階を踏んだ指名を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・疑問が生じたり、課題追究の見通しがもてたりする導入の事象提示を工夫する。 ・ヒントカードをつくり、観察、実験の視点が明確でない子どもが利用できるようにする。 ・科学的な知識や概念をキーワード化したカードを板書に位置付けるための別の黒板を用意する。 ・科学的な知識や概念にかかわる掲示物を作成し、掲示する。
③学習内容の系統性の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校の学習内容の項目、中学校で今後学習する内容の項目を明記している。 ・小学校における科学概念を明記している。 ・学習内容を章ごとに分けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校の学習内容の項目、中学校で今後学習する内容の項目を明記している。 ・学習内容を節ごとに分けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校の学習内容の項目を明記している。その項目が中学校のどの学習につながるのかを位置付けている。 ・中学校での既有知識、技能を明記している。 ・学習内容を章ごとに分けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校やこれまでの中学校で獲得した主な科学的な知識や概念を具体的に明記し、節ごとに位置付けるとともに、単元で習得する主な科学的な知識や概念を明記し、節ごとに位置付けている (一覧表の作成)。 ・学習内容を節ごとに分けている。
④指導内容の構造化の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・「基礎的・基本的な知識・技能を確実に定着させることを中心とした授業」と、「科学的な思考力や表現力を育成することを目的とした授業」とを分けている。 ・章ごとに基本概念を明らかにしている。 ・獲得させたい科学的な知識を明記している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・単位時間に身に付ける基礎的・基本的な知識・技能を明確にし、位置付ける。 ・節ごとに、子どもの考えや意識を想定し、それらに対応する手立てを構想している。 ・節ごとのつながりを明らかにしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「科学的な知識を身につける時間 (基礎学力定着の時間)」と、「科学的な思考力をはぐくむ時間 (学び合いの時間)」とを分けている。 ・単元にかかわる予想されるつまずきを明記している。 ・節ごとに子どもの考えや意識を明記している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・節ごとの主な科学的な知識や概念を明記している。
⑤その学校独自の授業改善方法	<ul style="list-style-type: none"> ・単元指導計画に予想されるつまずきと、指導援助 (全体への指導と個への手立て) が明記されている。 ・授業の終末に評価問題 (ねらいに応じた内容) を位置付けている。 ・家庭学習の充実として、単元指導計画に補助教材の活用ページを位置付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもの考えを着眼点によって分け、段階的に意図的な指名をすることで授業の組織化を図っている。 ・子どもの成長やよさを教師がみつけ、学級や全校へ広めている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・子どもの同士の積極的な交流活動に取り組んでいる。 ・子どもの考えをタイプ分けし、意図的な指名をすることで授業の組織化を図っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の展開とともに、その展開を構造化したモデルを示している。 ・子どもの考えをタイプ分けし、意図的な指名をすることで授業の組織化を図っている。 ・科学的な知識や概念等を1枚のプリントにまとめたものを作成する。

視点①「単元導入時における子ども理解の手法」に関しては、レディネステストと意識調査の二つの方法が採用されている。また、その手法を具体的に明示し、導入時の生徒の実態を数値で表しているものと、手法について記述しているものの具体的な内容がよくわからないものがあった。「基礎学力定着サポートプラン」の指針に沿うならば、生徒の実態を調査し、結果を分析し、さらには生徒のつまずきの要因を分析する必要があるだろう。つまずきの要因までも分析している学校は1校のみであった。さらに、レディステストの内容を見ると、これから学習する内容の知識について問う問題があって、当然ながらその解答としての理解は低いものであり、生徒は分からないという実感をもつ状況におそらく立たされたに違いない。これから新たな学習内容に入るに際して、生徒が例えば「どんなことを学ぶのだろうか、やってみたいな、どうしてだろう、きっと～にちがいない」といった意欲や疑問や予想が生まれる状況を生み出すべき単元導入において、知識ばかりを問うことによって「できる」、「できない」の意識をもたらすのは、生徒の学びへの不安を駆り立てるであろうし、それで学習意欲がふくらむのかどうか疑問のあるところである。

視点②「基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るための手立て」に関しては、各校で様々な視点からの取組が展開されている。特に、授業過程を工夫すること、生徒同士の関わりの中で基礎的・基本的な知識・技能を習得させようとする取組には学ぶべきものが多くある。

しかし、観察・実験の基礎操作の習得を、基礎的・基本的な知識・技能の習得として位置付けることには疑問がある。例えば、ガスバーナーに火をつける際に、正しい手順で炎の大きさを調整するという一連の操作は、技能ではなく、その操作方法を覚えているという知識に過ぎない。また、器具の名称や扱い方も単なる知識でしかない。このようなことを基礎的・基本的な知識・技能の習得の重点として位置付けることは誤解を生む可能性がある。この点については次章で具体的に述べたい。

視点③「単元構想図（単元構造図）における学習内容の系統性の特徴」に関しては、小学校の学習内容との系統性を重視している学校と、そうでない学校がはっきりしている。小学校の学習内容との系統性を重視するD校は、小学校理科における科学的な概念や知識を具体的に挙げ、生徒がそれらを既習事項として本単元でどのように生かせるかというところまでも明らかにしようとしている。しかし、A、B、C校は小学校の学習内容の項目のみを挙げている。これでは、小学校理科との系統性への考慮とは形だけのものであって、記載する必要はないだろう。

視点④「単元構想図（単元構造図）における指導内容の構造化の特徴」に関しては、各校の研究テーマがそこによく反映されている。しかし、「基礎的・基本的な知識・技能を習得する授業」と「思考力・判断力・表現力等の育成のために知識・技能を活用する授業」を区分して、単元構想図や単元指導計画に明確に位置付けているものがみられる。習得と活用のそれぞれに対応した授業のタイプを区分して設定するというよりも、生徒の思考の広がりや深まりにおいて、生徒がその両者をいかに相互に摺り合せて、相互に発展強化させるかという視点を基本にして、そこに教師としてどのような働きかけをするか、どういう仕掛けを用意したらよいかと考えるべきではないだろうか。その中でこそ、思考力・判断力・表現力等の育成がなされると考える。

視点⑤「その学校独自の授業の改善方法」に関しては、家庭学習の充実を挙げた学校はA校のみであった。家庭学習の充実が小学校のみならず、中学校でも行うべき課題である。特に、基礎学力の定着にかかわっては家庭学習の充実に力を入れるべきである。しかし、単に「補助教材の○ページをやってくるように」というだけでは、テストの平均点の半分以下の得点をとった生徒にとっては、やろうとしてもやれない壁にぶつかってしまうだろう。それこそ、家庭学習においても画一的な取組ではなく、個に応じた取組が求められているのではないだろうか。ちなみに、B、C、D校については家庭学習の充実に関する記述は見られなかった。

II 平成20年改訂の学習指導要領の解釈をめぐって

ここでは「基礎的・基本的な知識・技能の習得」をめぐって考察する。そのために、平成20年改訂の学習指導要領の意味内容の解釈を行い、その基本方針とされる「確かな学力」がどのような経緯で打ち出されたのかを探る。そして、このような背景を基にして、「基礎的・基本的な知識・理解の習得」と「基礎学力の定着」の関係について明らかにすることにする。

1 「確かな学力」の捉え方

「岐阜県教育ビジョン」は「重点目標1」を「子どもたち一人一人に、確かな学力・健やかな体・豊かな心の調和を大切に、きめ細かな教育を推進します」と記し、さらにその(1)として「確かな学力の育成」と記している。さらに、その「取り組むべき施策」として、「学力向上推進事業や学習状況調査等の有効活用」、「新学習指導要領のねらいを実現し、基礎的・基本的な知識・技能の習得と、それらを活用する思考力、判断力、表現力等を育成する教育の推進」、「学校や地域の実情に応じた少人数教育の推進」、「高等学校教育の『質』の保証」の四つを挙げている。

そこで、まず「確かな学力」について、これまでの経緯を踏まえて、その意味内容を解釈していきたい。「確かな学力」という言葉が使われたのは、平成14年に文部科学省から打ち出された基本方針「確かな学力向上のための2002アピール『学びのすすめ』」が最初である。平成10年改訂の学習指導要領において、教育内容を基礎・基本に絞り、その基礎・基本を一人ひとりの子どもに確実に習得させるとともに、個性を生かした教育を重視するとしたが、実際には、授業時数や教育内容の削減によって、子どもたちの学力が低下するのではないかという懸念が当初からあった。また、OECDの「生徒の学習到達度調査」(PISA)の結果からも、我が国の子どもたちの学力について、これまでの単なる知識や技能だけでなく、その質を問う形での基礎学力の向上等、多くの課題が挙げられた。このような背景もあって、「確かな学力」の向上が教育改革の重要なポイントだとされた。

さらに、平成15年の中央教育審議会答申「初等中等教育における当面の教育課程及び指導の充実・改善方策について」によって、「確かな学力」は「生きる力」の知の側面から捉えたものであり、「確かな学力」とは、「知識や技能はもちろんのこと、これに加えて、学ぶ意欲や、自分で課題を見付け、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力まで含めたもの」と明記された。また、「確かな学力」をはぐくむために、「学習指導要領に示されている共通に指導すべき基礎的・基本的な内容を確実に定着させること」、「基礎的・基本的な内容の確実な定着、個性を生かす教育の充実を目指して、教えるべき内容・考えさせるべき内容に応じて教員が必要な指導を行い、個に応じた指導などの工夫をした『わかる授業』を一層推進する」とした。さらに、「確かな学力」の育成に当たっての重要な視点として、「子どもたちが、知識や技能を剥落させることなく、自分の身に付いたものとする、それを実生活で生きて働く力とする、思考力・判断力・表現力や学ぶ意欲などを高める等の観点から、知識や技能と生活の結びつきや、知識や技能と思考力・判断力・表現力の相互の関連付け、深化・統合化を図ること」とした。ここで注目すべきことは、「確かな学力」が定義されたことであり、習得した知識や技能を生活に結びつけたり、思考力・判断力・表現力と関連付けたり、深化・統合させたりすることによって、思考力・判断力・表現力の育成や学習意欲の向上につなげていくことが重視されている。それまで、学力を知識の量として捉え、そのことによって学習意欲の低下を招いてしまったことからの転換だといえよう。しかし、ホワイトヘッドの言葉「あまりに多くのことを教えるなかれ、しかし、教えるべきことは徹底的に教えるべし」を用いて、「教えるべき内容・考えさせるべき内容に応じて教員が必要な指導を行う」としたことが、「教えるべき内容」と「考えるべき内容」を区分けして別個に扱う、それぞれに対応した授業を行えばよいといった解釈を導き、その後学校現場に浸透していくことになっていったのではないだろうか。「教えるべき内容」

とは基礎的・基本的な知識・技能の定着であり、「考えさせるべき内容」は知識・技能を活用した思考力・判断力・表現力等の育成であり、その両者を教師サイドで分けて取り扱うということである。そのことが、前節に示した「基礎学力定着サポートプラン」やそれを受けた岐阜県の中学校の授業実践において、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」と「基礎学力」とをいわば同義語のように扱う、あるいは「基礎的・基本的な知識・技能の習得をする授業」と「知識・技能を活用して思考力・判断力・表現力等を育成する授業」とに二分した授業タイプ、その両者のタイプの組合せによって単元を構成するといった形として表れているのではないだろうか。

2 「基礎的・基本的な知識・技能の習得」の捉え方

次に、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」について、過去の経緯を踏まえて解釈し、その意味を明らかにしていきたい。

平成18年に教育基本法の改正、平成19年の学校教育法の一部改正によって、「確かな学力」をはぐくむための学力を構成する三つの要素として、基礎的・基本的な知識・技能の習得、知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等、学習意欲が規定された。

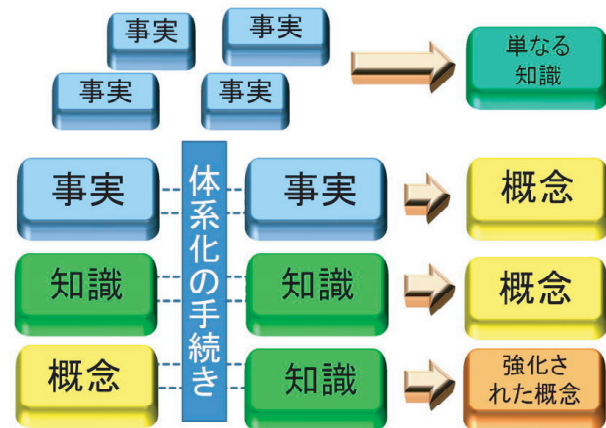
そして、平成20年の中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」は、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」について具体的に記述している。それは、平成10年改訂の学習指導要領の基本的な考え方を引き続き重要だとしながらも、『① 社会の変化や科学技術の進展等に伴い、社会的な自立等の観点から子どもたちに指導することが必要な知識・技能』、『② 確実な習得を図る上で、学校や学年間等であえて反復（スパイラル）することが効果的な知識・技能』等に限って、内容事項として加えることが適当である」としている。また、「重要指導事項例」で提示する「基礎的・基本的な知識・技能」について、「社会において自立的に生きる基盤として実生活において不可欠であり常に活用できるようになっていることが望ましい知識・技能」（※理科では、ヒトや動物のつくりについて知ること等）、「義務教育及びそれ以降の様々な専門分野の学習を深め、高度化していく上で共通の基盤として習得しておくことが望ましい知識・技能」（※理科では、物質は粒子からできていることについて理解すること）を挙げ、さらに具体的な検討を深めることが必要だとしている。さらに、「理科の学習において基礎的・基本的な知識・技能は、実生活における活用や論理的な思考力の基盤として重要な意味をもっている。また、科学技術の進展などの中で、理数教育の国際的な通用性が一層問われている。このため、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、『エネルギー』、『粒子』、『生命』、『地球』などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る方向で改善する」としている。つまり、理科における改訂のポイントは、理数教育の教育課程の国際的通用性、理数教育を充実させるための学習内容の系統性・一貫性だと捉えることができよう。これらを踏まえた上で、「基礎的・基本的な知識・理解の習得」、「知識・技能を活用して思考力・判断力・表現力等の育成」、「学習意欲」について捉え直す必要が出てくる。

そこで、上述の平成20年の中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」において、「各教科での習得や活用と総合的な学習の時間を中心とした探究は、決して一つの方向で進むだけではなく、例えば、知識・技能の活用や探究がその習得を促進するなど、互いに関連し合って力を伸ばしていくものである」として、「習得」と「活用」と「探究」の相互関係が示されていることに注目したい。「習得」と「活用」と「探究」は、相互に決して区別されるものではなく、それぞれがスパイラルに関係し合って、思考力・判断力・表現力等が育成されるとともに、「確かな学力」をはぐくむことにつながることを示したのである。

ここで、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」に焦点を当てる。ここにいう「基礎的・基本的な

知識・技能」とは、単なる知識や単なる操作的技能だけではない。「基礎的・基本的な知識・技能」の「知識」とは、体系化された科学的な知識であり、いわゆる科学的な概念が形成されたことを指す。「技能」については、例えば、ブルームの目標分類学を活用した理科の目標分析のマトリックスに依拠するならば、科学的技能は「とらえる（取得的技能）」、「組み立てる（組織化の技能）」、「つくりだす（創造的技能）」、「できる（操作的技能）」、「つたえる（伝達的技能）」の五つに分類される⁽⁴⁾⁽⁵⁾。つまり、「技能」とは、問題解決の過程における科学的に探究する能力を含む科学的技能を指すと捉えられる。このような「知識」や「技能」を身に付けることが「活用」へとつながる。

さらに理科学習では、科学的な概念を形成するためには、事実と事実を関係付けたり、知識と知識を関係付けたり、概念と知識を関係付けたりする「体系化の手続き」が必要である。「体系化の手続き」とは、図10のように、事実と事実、知識と知識、概念と概念を関係付けるための理論であったり、比較・類推などを含む科学的に探究する能力であったりする。「体系化の手続き」をとらないと、大量の事実や知識が断片的羅列的に相互のつながりがなく、注入されることになってしまう、子どもは当然のことながら覚えられない、



【図10 「体系化の手続き」のイメージ】

分からないといった状態に陥るであろう。「体系化の手続き」をとることによって、学習前の子どもの生活経験によって獲得してきた概念を科学的な概念へと変容させ、彼らはその科学的な概念を活用して、自然事象を説明することが可能となるのである。

科学的な概念の形成のためには、事実と事実を関係付けたり、知識と知識を関係付けたり、概念と知識を関係付けたりする「体系化の手続き」が重要であることについてさらに論じていきたいが、森本信也が次のように述べていることは、それに関連して示唆的である。

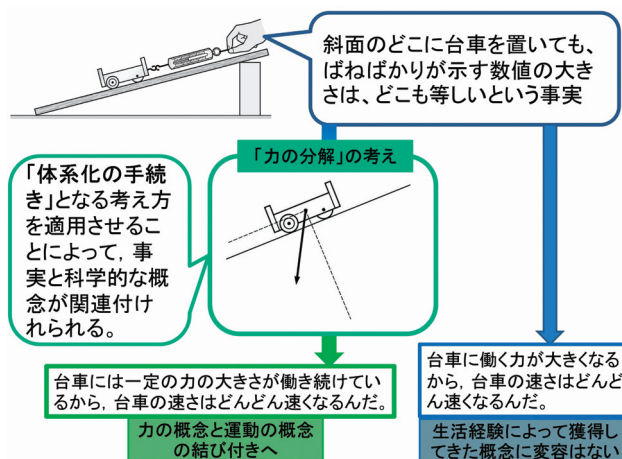
「科学概念は『橋渡し理論』に基づいて、観察情報を説明する機能を有する一つの思考体系として定義されていく」⁽⁶⁾、「科学概念の導入は子どもたちの既存の概念が限界に達したり、矛盾に陥ったとき、必要に応じて活用され、その有効性から彼らの思考内容に融合されるときこそ、本来の機能を発揮しよう。それは、そのとき、子どもたちは、彼らがまさに収集した観察情報と『～概念』を結びつける新たな『橋渡し理論』を必要としているからである」⁽⁷⁾。

ここに登場する「橋渡し理論」とは、知識と知識を関係付けたり、知識と概念を関係付けたり、概念と概念を関係付けたりする「体系化の手続き」に相当するものだと捉えることができようが、本研究は、理論だけではなく、科学的に探究する能力も含めたより広い意味で「体系化の手続き」を捉えていきたい。

そこで、具体的に中学校3年単元「運動とエネルギー」の「運動の変化と力（斜面を下る台車の運動）」の授業に、「体系化の手続き」を当てはめてみよう。この授業の目標は「一定角度の斜面上のいろいろな場所で、台車に働く力の大きさを調べ、どこもばねばかりの数値が変わらないという事実を基にして、台車に働く斜面方向の力の大きさが一定であったことに気付き、一定の力が物体に働くときに、物体の速さは一定の割合で変化することを見いだす」ことであり、「力の概念」と「運動の概念」を関連付けて捉えることが求められる。学習前の生徒は、生活経験によって獲得してきた概念を基にして、「台車が斜面を下るときに、台車の速さが加速していくのは、台車に働いている力の大きさがどんどん大きくなっていくからだ」と捉えている場合がある。そこで、授業では斜面上に台車をのせ、台車に働く斜面方向の力の大きさをばねばかりを用いて調べる実験を行う。しかし、どれだけ

台車に働く斜面方向の力の大きさについて測定数値を並べて考察しても、学習後の生徒は、「それでも斜面を下る台車が加速するのは、台車に働いている力の大きさがどんどん大きくなっているからだと思う」といったように、彼らの生活経験によって獲得してきた概念には何ら変容は見られないことがある。つまり、結果の事実の羅列のみでは、生徒の科学的な概念の形成へとつなげることは困難であることを表している。

今回改訂された中学校学習指導要領では、「力の合成・分解」の学習内容が新たに加わった。この「力の分解」の考え方が、台車に働く斜面方向の力の大きさの数値を基にして「力の概念」と「運動の概念」を関連付けて捉えるための「体系化する手続き」に必要な理論となる。斜面上の台車に働く重力と垂直抗力の関係を作図することによって、台車に働く斜面方向の力の大きさは、斜面の角度によって変わるという考え方が、まさに「体系化の手続き」に相当する部分である。このような「体系化の手続き」をとることによって、

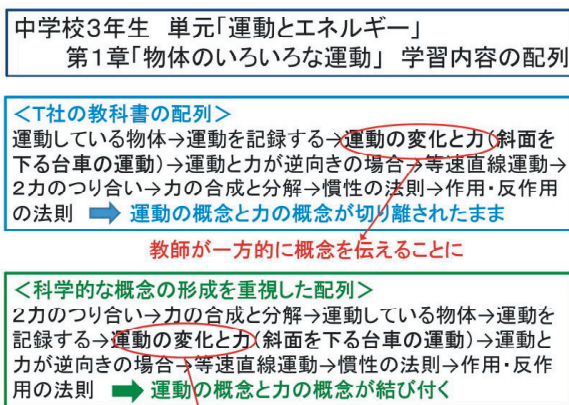


【図11 斜面を下る台車の運動の授業と「体系化の手続き」】

生徒は「斜面を下る台車が加速するのは、台車に一定の大きさの力が加わり続けるからだ」というように、「力の概念」と「運動の概念」を関連付けて捉えることが可能となるのである（図11 斜面を下る台車の運動の授業と「体系化の手続き」）。

このように、科学的な概念形成のために、「体系化の手続き」としてどのような理論や考え方が必要となるかを明らかにすることができれば、単元の構成も必然的に変更していかなければならない。

しかし、岐阜県内で実際に使用されているT社の教科書では、「運動とエネルギー」の単元の第1章「物体のいろいろな運動」において、「運動している物体」→「運動を記録する」→「運動の変化と力（※この節の中で「斜面を下る台車の運動が扱われている）」→「運動と力が逆向きの場合」→「等速直線運動」→「2力のつり合い」→「力の合成と分解（この節の中で「力の分解」が扱われている）」→「慣性の法則」→「作用・反作用の法則」と、学習内容が配列されている。このような配列に従って授業を進めていくと、「斜面を下る台車の運動」の授業において、「力の分解」を「体系化する手続き」に活用することができないどころか、事実から科学的な概念を教え込むという、授業の終末に「運動の概念」と「力の概念」を結び付ける言葉を教師が一方的に伝える授業へと陥る可能性があるだろう（図12 学習内容の配列の比較）。



【図12 学習内容の配列の比較】

「体系化する手続き」を通して、科学的な概念を形成し、その概念を活用することによって自分なりの言葉で自然事象を説明できたという実感を抱くことができれば、生徒の学習意欲が高められることは間違いない。これが、平成20年の中央教育審議会答申に示されたような「社会において自立的に生きる基盤として実生活において不可欠であり常に活用できるようになっていることが望ましい知識・技能」、 「義務教育及びそれ以降の様々な専門分野の学習を深め、高度化していく上で共通の基盤として習得しておくことが望ましい知識・技能」における理科学習の担うべき「活用できる知識・技能の

習得」となりうるのである。

このように「基礎的・基本的な知識・技能の習得」を捉えてみると、科学的用語の理解とか、観察・実験の基礎技能等の操作的技能は、「基礎学力の定着」として位置付けられるべきだろう。「基礎学力の定着」とは、読み・書き・計算に代表されるような学習の一般的な基盤として捉えられてきているが、理科学習においては科学的用語の理解や操作的技能が「基礎学力の定着」に含まれるとすることで、理科学習における「基礎的・基本的な知識・技能の習得」と区別することができ、中学校現場の混乱は解消されることになるだろう。また、「基礎的・基本的な知識・技能」と「基礎学力の定着」を区別して捉え直すことによって、「基礎学力の定着」は教えるべき内容であり、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」、「思考力・判断力・表現力等の育成」は両方とも考えさせるべき内容であることを明らかにすることができる。さらに、これらの学力要素の関係性を明らかにするならば、「基礎学力の定着」が学びの基盤となり、その上に「基礎的・基本的な知識・技能の習得」及び「思考力・判断力・表現力等の育成」が並列的に置かれ、両者の関連性や往還性やバランスを重視することにつながる。さらには、これらの中心を「学ぶ意欲」が貫いて、図13のように「確かな学力」を捉えることができるのである。



【図13 確かな学力のイメージ図】

Ⅲ 小学校の理科学習と中学校の理科学習をつなぐ系統性について

1 「学びのスパイラル」について

前章で述べたように、平成20年の中央教育審議会答申から、理科における改訂のポイントは理数教育の教育課程の国際的通用性、理数教育を充実させるための学習内容の系統性・一貫性にあることを捉えることができた。しかし、中学校学習指導要領解説理科編の内容には、四つの科学の基本的な見方や概念を柱とした学習内容の項目が挙げられているだけである。これだけでは、学習内容の系統性ということはできず、現場教師にとっては役に立たないだろう。

ここで重要なことは、「学びのスパイラル」の考え方に立った系統性の見直しと構築である。ここで改めて「学びのスパイラル」を定義しておくならば、単なる「反復」ではなく、子どもの実態や発達段階に応じて校種間や学年間で指導内容の一部を重複させ往還させる教育課程の編成のもとに、子どもが学習内容を多面的総合的に捉え直したり、学び直す機会を豊かにもったりするなど、個の状況に応じた学習を進められるようにすることである。また、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」と「知識・技能を活用した思考力・判断力・表現力等の育成」の関係について、「習得」したことを「活用」するだけでなく、「活用」しながら新たに「習得」といった往還の関係を重視しなければならない。さらに、「基礎的・基本的な知識・技能」の具体化である「科学的な知識や概念」、「科学的な技能」についても、段階的に積み上げていくというのではなく、過去の学習内容に戻ったり、それと関連付けたりすることを通して、補充したり強化したり再構成しながら確実に習得し、活用できるものとしなければならない。このような「学びのスパイラル」の考え方に立って、小学校の理科学習と中学校の理科学習をもう一度捉え直す必要があるだろう。このような捉え方をせずに教育課程を編成するならば、従来の教育課程に授業時数と学習内容のみを上積みしただけの教育課程のもとで、学習指導を行わざるをえなくなる可能性も十分にあるだろう。

そこで、次節において、「学びのスパイラル」の考え方を根底に置く系統表を試案的に作成した。

2 小学校の理科学習と中学校の理科学習の系統表の作成

小学校の理科学習と中学校の理科学習を結び付けた系統表の作成にあたって、「科学的な見方や考え方が、校種間や学年間においてどのようなつながりをもっているかを明らかにしようと努めた。中学校理科の目標は「自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う」ことにある。いうまでもなく、「科学的な見方や考え方を養う」ことが中学校理科の目標の重点であり、「科学的な見方や考え方」のつながりを捉えることは、小学校の理科学習と中学校の理科学習の系統性を明らかにするために欠かせない作業である。

ここで、「科学的な見方や考え方を養うこと」について明らかにしよう。「見方や考え方」については、小学校学習指導要領解説理科編では「見方や考え方とは、問題解決の活動によって児童が身に付ける方法や手続きと、その方法や手続きによって得られた結果及び概念を包含する」と記述されている。ここから、科学的な見方や考え方には「方法や手続き」と「結果及び概念」の二通りあることがわかる。つまり、科学的な見方や考え方が「問題解決の活動において身に付けていくべき科学的に探究する能力を含めた方法と手続き」と、「自然についての理解を深めて知識を体系化することによって形成される結果及び概念」の二通りあると捉えることができる。しかし、学習指導要領に単位ごとに示される「科学的な見方や考え方」は、大まかな表現が多く、実際の授業に生かすには、さらに具体的なものとする必要がある。そこで、中学校学習指導要領解説理科編に記されている「科学的な見方や考え方」について、「方法と手続き」と「結果及び概念」の視点を基にして、さらに具体化した「科学的な見方や考え方」を系統表に位置付けた。(図14～図17)

最後になるが、今後の研究の見通しとして、図14～図17の系統表に、「科学的な概念」、「科学的技能（科学的に探究する能力を含めて）」、「子どもたちが生活経験を通して獲得した概念」を加えて、再構築し、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」を重視した系統表へと発展させて、中学校理科教師が日常的に活用できるものにしていきたいと考える。

小学校の理科学習と中学校の理科学習の「エネルギー」を柱とした系統表

校種	学年	エネルギー		
		エネルギーの見方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効活用
小学校	第3学年	<p><風やゴムの働き> ・風やゴムは物を動かす能力をもち、その能力の大きさが変わるという風やゴムの働きについての見方や考え方</p>	<p><磁石の性質> ・磁石には空間を隔てて働く磁力があり、その磁力には性質があるという磁石の性質についての見方や考え方</p>	<p>「粒子」 中学校第1学年 <物質のすがた></p>
		<p><光の性質> ・光の直進や反射する性質があったり、光が集まると暖かさが変化したりするという光の性質についての見方や考え方</p>	<p><電気の通り道> ・回路ができると電気が通ることや物には導体と不導体があるという電気の回路についての見方や考え方</p>	
	<p><振り子の運動> ・振り子の運動は、おもりの重さによらず糸の長さによって変化するという運動の規則性についての見方や考え方</p>	<p><電気の働き> ・電池のつなぎ方や光電池の光量と回路を流れる電流の強さを関係付けた電気の働きについての見方や考え方</p>		
	<p><この規則性> ・てこの働きには規則性があることや力の位置や大きさによって、てこを傾ける働きが変わるといってこの規則性についての見方や考え方</p>	<p><電気の働き> ・電流には磁力を発生させる働きがあり、電磁石の強さが変化するという電流の働きについての見方や考え方</p>		
	<p><この規則性> ・てこの働きには規則性があることや力の位置や大きさによって、てこを傾ける働きが変わるといってこの規則性についての見方や考え方</p>	<p><電気の利用> ・電気は発電できたり、蓄電できたり、変換したりできるという電気の性質や働きについての見方や考え方 ・電気の効率的な利用について、エネルギー資源の有効利用という観点からとらえる見方や考え方</p>		
	<p><光と音> ・光や音について、光や音の性質や規則性を基にしてとらえる見方や考え方 ・光の事物・現象について、身近な自然現象や日常生活や社会で活用されているもの、身の回りの道具や機器と関連付けてとらえる見方や考え方</p>	<p><力と圧力> ・力や圧力の事物、現象を日常生活や社会と関連付けながら、力の性質や働き、圧力の概念を基にしてとらえる見方や考え方 ・力に関して、力の働きや力の大きさ、向きを基にしてとらえる見方や考え方 ・圧力に関して、水圧や大気圧を水や空気の重さと関連付けてとらえる見方や考え方</p>		
中学校	第2学年	<p><電流> ・電流や電圧、抵抗について、それぞれの規則性や回路の基本的な性質を基にしてとらえる見方や考え方</p>	<p><電流と磁界> ・電流がつくる磁界や磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電について、磁界の概念や電流の磁気作用の概念を基にしてとらえる見方や考え方 ・電流から熱や光などを取り出せることや、誘導電流について身近にあるものや日常生活や社会に使われているものと関連付けてとらえる見方や考え方</p>	
		<p><運動の規則性> ・物体の運動について運動の規則性を基にして力と物体の運動とを関連付けてとらえる見方や考え方</p>	<p><エネルギー> ・日常生活や社会では様々なエネルギーを変換して利用しているというエネルギーの保存や変換についての見方や考え方</p>	
	<p><力学的エネルギー> ・位置エネルギーや運動エネルギーについて、量的に扱うことができ、相互に変換されることを基にして移り変わりや保存という視点でとらえる見方や考え方 ・物体の運動やエネルギーについて日常目にする事物・事象や日常体験、日常生活や社会と関連付けてとらえる見方や考え方</p>	<p><自然環境の保全と科学技術の利用> ・限られた資源の中で環境との調和を図りながら持続可能な社会をつくるために、自然環境の保全と科学技術の在り方について多面的、総合的にとらえる見方や考え方</p>		
<p><科学技術の発展> ・限られた資源の中で環境との調和を図りながら持続可能な社会をつくるために、自然環境の保全と科学技術の在り方について多面的、総合的にとらえる見方や考え方</p>				

【図14「エネルギー」を柱とした系統表】

小学校の理科学習と中学校の理科学習の「粒子」を柱とした系統表

校種	学年	粒 子				
		粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー	
小学校	第3学年	「エネルギー」 中学校第1学年 <力と圧力>		<物と重さ> ・変形しても物の重さが変わらないことや同体積でも物によって重さが違うという物の性質についての見方や考え方		
	第4学年	<空気と水の性質> ・空気及び水の体積変化や押し返す力の関係について、粒子の様子と関連付けた空気及び水の性質についての見方や考え方			<金属、水、空気と温度> ・温度変化によって、物の体積が変化することや水の状態が変化するという熱と関連付けた金属、水及び空気の性質についての見方や考え方	
	第5学年			<物の溶け方> ・物が水に溶ける量には限度があり、物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うという物の溶け方の規則性についての見方や考え方 ・水に物を溶かす前と後でその重さが変わらないことについて、粒子の様子と関連付けた水溶液の性質についての見方や考え方		
	第6学年	<燃焼の仕組み> ・物の燃焼するときの空気の性質の変化について、粒子の様子と関連付けた燃焼の仕組みについての見方や考え方	<水溶液の性質> ・水溶液には液性があることや、固体あるいは気体が溶けたものがあるという水溶液の性質についての見方や考え方 ・水溶液には金属と触れ合うと金属を変化させるという水溶液の働きについての見方や考え方			
	中学校	第1学年	<物質のすがた> ・身の回りの物質にはそれぞれ固有の性質と共通の性質があることを基にして、身の回りの物質を分類したり推定したりしてとらえる見方や考え方 ・気体の種類によって特性が違うという気体の性質についての見方や考え方		<水溶液> ・水溶液中の溶質が均一に分散している様子を粒子のモデルと関連付けて微視的にとらえる見方や考え方 ・再結晶によって水溶液から溶質を取り出せることについて、溶解度と関連付けてとらえる水溶液の性質についての見方や考え方	<状態変化> ・状態変化によって物質の体積は変化するが、質量は変化しないという物質の内部エネルギーと関連付けた物質についての見方や考え方 ・物質の状態変化を粒子のモデルと関連付けて微視的にとらえる見方や考え方
		第2学年	<物質の成り立ち> ・分解して生成した物質から元の物質の成分を推定してとらえる見方や考え方 ・物質は原子や分子からできているという原子の初歩的な概念を基にした物質についての見方や考え方		<化学変化> ・化合や酸化と還元などの化学変化を化学反応式で表すことや、原子や分子のモデルと関連付けながら微視的にとらえる見方や考え方 ・化学変化には熱の出入りを伴うことを基にして、発熱反応が日常生活や社会との利用に関係があるというエネルギー変換についての見方や考え方	
第3学年		「エネルギー」 中学校第2学年 <電流と磁界>		<化学変化と物質の質量> ・化学変化の前で物質の質量の総和が等しいこと及び反応する物質の質量の間には一定の関係があるという化学変化における規則性についての見方や考え方 ・化学変化における質量保存や質量変化の規則性について、原子や分子のモデルと関連付けてとらえる見方や考え方		
		<水溶液とイオン> ・水溶液の電気伝導性や、電気分解によって電極に生成する物質が、イオンの存在とその生成が原子の成り立ちに関係していることを基にしたイオンについての見方や考え方 ・電池における電極付近の変化の様子をイオンのモデルと関連付けてみる微視的な見方や考え方		<酸・アルカリとイオン> ・酸とアルカリの特性が水素イオンと水酸化物イオンによるものであるという水溶液の性質についての見方や考え方 ・酸とアルカリの特性や中和反応について、イオンのモデルと関連付けてみる微視的な見方や考え方	<科学技術の発展> ・限られた資源の中で環境との調和を図りながら持続可能な社会をつくらなければならないために、自然環境の保全と科学技術の在り方について多面的、総合的にとらえる見方や考え方	
		<エネルギー> ・日常生活や社会では様々なエネルギーを変換して利用しているというエネルギーの保存や変換についての見方や考え方		<自然環境の保全と科学技術の利用>		

【図15「粒子」を柱とした系統表】

小学校の理科学習と中学校の理科学習の「生命」を柱とした系統表

校種	学年	生 命			
		生命の構造と機能	生物の多様性と共通性	生命の連続性	生物と環境のかかわり
小学校	第3学年	<p><昆虫と植物></p> <ul style="list-style-type: none"> ・昆虫や植物について、育ち方には一定の順序があることや体のつくりの特徴があるという昆虫や植物の成長のきまりや体についての見方や考え方 			<p><身近な自然の観察></p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物には固有の形態があることや、昆虫の生活と植物にはかかわりがあるという身の回りの生物やその周辺の環境との関係についての見方や考え方
	第4学年	<p><人の体のつくりと運動></p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨や筋肉、関節の働き、それらの関係など人の体のつくりと運動とのかかわりについての見方や考え方 	<p><季節と生物></p> <ul style="list-style-type: none"> ・動物の活動と季節との関連や、植物の成長と季節との関連についての見方や考え方 		
	第5学年			<p><植物の発芽、成長、結実></p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の発芽、成長及び結実とその条件についての見方や考え方 <p><動物の誕生></p> <ul style="list-style-type: none"> ・魚や人などの動物の発生や成長についての見方や考え方 	
	第6学年	<p><人の体のつくりと働き></p> <ul style="list-style-type: none"> ・呼吸、消化、排出及び血液循環などの人や他の動物の体のつくりと働きについて関連付け、総合的にとらえる見方や考え方 <p><植物の養分と水の通り道></p> <ul style="list-style-type: none"> ・でんぶんのでき方や水の通り道、蒸散など植物のつくりや働きについての見方や考え方 			<p><生物と環境></p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物は水及び空気、食べ物を通して、周囲の環境とかかわったり、生物同士のかかわり合ったりすることによって生きているという生物と環境のかかわりについての見方や考え方
	第1学年	<p><植物の体のつくりと働き></p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の体のつくりについて多様性と共通性があることを基にして、植物のつくりと働きを関連付けてとらえる見方や考え方 	<p><植物の仲間></p> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の分類について植物全体を概観しながらとらえる見方や考え方 		<p><生物の観察></p> <ul style="list-style-type: none"> ・様々な環境の中でそれぞれ特徴をもった植物が生活しているという植物と環境のかかわりについての見方や考え方
	第2学年	<p><動物の体のつくりと働き></p> <ul style="list-style-type: none"> ・動物の消化、呼吸及び血液循環や外界に対する刺激反応について、動物の体とつくりと働きを関連付けたり、物質交換の視点でとらえたりする見方や考え方 	<p><生物と細胞></p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物体の構造の基本体である細胞のつくりと働きを関係付けてとらえる見方や考え方 <p><動物の仲間></p> <ul style="list-style-type: none"> ・動物の分類について動物全体を概観しながら総合的にとらえる見方や考え方 <p><生物の変遷と進化></p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物の共通性や多様性がもたらされたことについて、生物を時間的なつながりでとらえる見方や考え方 		
中学校	第3学年			<p><生物の成長と殖え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・生物の成長や生殖について細胞分裂など細胞のレベルでとらえる見方や考え方 <p><遺伝の規則性と遺伝子></p> <ul style="list-style-type: none"> ・親の形質が子に伝わるときに規則性による仕組みがあることや遺伝子が世代を超えて伝えられるという遺伝についての見方や考え方 	<p><自然の恵みと災害></p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然がもたらす恵みや災害を基にして、自然と人間のかかわりについて多面的、総合的にとらえる見方や考え方 <p><自然環境の保全と科学技術の利用></p> <ul style="list-style-type: none"> ・限られた資源の中で環境との調和を図りながら持続可能な社会をつくっていくために、自然環境の保全と科学技術の在り方について多面的、総合的にとらえる見方や考え方
	第3学年		<p><生物と環境></p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然界における生物相互の関係や自然界のつり合い、自然と人間のかかわりについて、日常生活や社会と関連付けて多面的、総合的にとらえる見方や考え方 		

【図16「生命」を柱とした系統表】

小学校の理科学習と中学校の理科学習の「地球」を柱とした系統表

校種	学年	地 球		
		地球の内部	地球の表面	地球の周辺
小 学 校	第3学年		<p><太陽と地面の様子> ・影の動きによって太陽の1日の動きをとらえたり、太陽の光が地面を暖めたりしていることなど、太陽と地面の様子との関係についての見方や考え方</p>	
	第4学年		<p><天気の様子> ・1日の気温の変化を天気との関係でとらえる天気の様子についての見方や考え方 ・水が蒸発したり、結露したりするという自然界の水の変化についての見方や考え方</p>	<p><月と星> ・月の見え方や位置が変化するという月の特徴や動きについての見方や考え方 ・星には明るさや色の違いがあることや、星の集まりの位置が変化するという星の特徴や動きについての見方や考え方</p>
	第5学年	<p><流水の働き> ・流水には浸食や運搬、堆積の三つの作用があるという流水の働きと土地の変化の関係についての見方や考え方</p>	<p><天気の変化> ・天気の変化と雲の量が関係していることや天気には規則性があるという天気の変化についての見方や考え方</p>	
	第6学年	<p><土地のつくりと変化> ・流水の働きや火山噴火によって地層ができることや、火山噴火や地震によって土地が変化するという土地の成因と変化についての見方や考え方</p>		<p><月と太陽> ・月の形の見え方について天体における月と太陽の位置関係を相対的にとらえる見方や考え方</p>
	第1学年	<p><火山と地震> ・火山活動や地震の原因を地球内部のエネルギー及びプレートの動きと関連付けてとらえる見方や考え方</p>		
		<p><地層の重なりと過去の様子> ・地表付近で見られる地学的な事象・現象について、長大な時間と広大な空間の中で変化したり生じたりしているという見方や考え方</p>		
中 学 校	第2学年		<p><気象観測> ・天気の変化について気象要素の変化及び相互の関連でとらえる見方や考え方</p> <p><天気の変化> ・霧や雲の発生や前線の通過など、気象現象が起こる仕組みと規則性について、時間概念や空間概念を基にしてとらえる見方や考え方</p> <p><日本の気象> ・日本の天気の特徴について日本周辺の気団や大気の流れ、海洋の影響と関連付けてとらえる見方や考え方</p>	
	第3学年	<p><自然の恵みと災害> ・自然がもたらす恵みや災害を基にして、自然と人間のかかわりについて多面的、総合的にとらえる見方や考え方</p>		<p><天体の動きと地球の自転・公転> ・天体の日周運動、年周運動について地球の自転や公転と関連付けてとらえる見方や考え方</p>
		<p><自然環境の保全と科学技術の利用> ・限られた資源の中で環境との調和を図りながら持続可能な社会をつくっていくために、自然環境の保全と科学技術の在り方について、多面的、総合的にとらえる見方や考え方</p>		<p><太陽系と恒星> ・天体の位置関係や運動について、地球と他の天体とを相対的にとらえる見方や考え方</p>

【図17「地球」を柱とした系統表】

【注】

- (1) ベネッセ教育研究所開発センターのHPに掲載されている。
http://benesse.jp/berd/center/open/report/gakusyuu_jittai/2012/index.html
- (2) 岐阜県教育委員会「岐阜県教育ビジョン」平成20年
<http://www.pref.gifu.lg.jp/kyoiku-bunka-sports/kyoikuiinkai/seisaku-kikaku/kyoiku-vision/>
- (3) 岐阜県教育委員会「基礎学力定着サポートプラン」平成23年
<http://www.gifu-net.ed.jp/ssd/sien/kiso/youkou/plan.pdf>
- (4) 水越敏行「教授モデルと授業を支配する要因」日本理科教育学会編『現代理科教育大系第5巻 IV理科の授業の科学化と授業研究 V教育機器の活用による理科授業の改善 VI理科における研究と調査』東洋館出版社 1979年
- (5) 山崎豊「理科の授業研究とそのアプローチ」同上書
- (6) 森本信也『子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社 1993年 112ページ
- (7) 同上書 114ページ

【参考文献】

- 文部科学省『小学校学習指導要領』平成20年
文部科学省『中学校学習指導要領』平成20年
文部科学省『高等学校学習指導要領』平成21年
文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』平成20年
文部科学省『中学校学習指導要領解説理科編』平成20年
文部科学省『高等学校学習指導要領解説理科編』平成21年
国立教育政策研究所「平成18年特定の課題に関する調査（理科）調査結果」
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokuteikadai.html>
国立教育政策研究所「平成24年全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント」
<http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/index.htm>
栃木県教育委員会学校教育課「とちぎの子どもの基礎・基本」平成23年
<http://www.pref.tochigi.lg.jp/m04/education/gakkoukyouiku/shidoushiryou/documents/kiso24.pdf>