

(論 文)

# 小学生の振り子の特性に関する概念形成を促す 素朴概念シートの開発

—メタ認知的モニタリングの働きに着目して—

加藤 尚 裕\* 下妻 淳 志\*\*

---

キーワード

素朴概念    メタ認知    小学校理科    振り子

---

## 1. はじめに

理科学習において、子ども一人ひとりが持っている子どもなりの見方や考えた（以下、素朴概念<sup>1)</sup>と記す）を科学的概念へと導くための一つの方略として、子どもがいかにしてメタ認知を働かせていくかが重要な課題の一つであると指摘されている（堀哲夫, 1998）。例えば、学習をしているとき、子どもに「変だなあ、おかしいなあ」という感覚的な気付きを持たせ、子ども一人ひとりが持っている素朴概念を意識的に振り返らせるという心の働きを機能させることである。

これまでもメタ認知と科学的概念の獲得との関係について研究がなされている。例えば、手塚・片平（2003）は、メタ認知を働かせている生徒がイオン概念を獲得していくが、そのようなメタ認知が学習において的確に働かなければイオン概念の獲得にはつながらないことを報告している。また、加藤（2007）でも、概念を獲得した子どもは、概念を獲得できなかった子どもよりも「自分の操作がうまくできているかどうかをチェックする」「自分の目的の達成状況を確認する」といったメタ認知を働かせながら観察・実験活動を行っていることを見いだしている。

こうした研究に見られるように、素朴概念を科学的概念へと導くために教師は、子どもたち自身にメタ認知を働かせて学習活動を行わせるような指導をすることが必要である（湯澤正通, 2008）。

一方、科学的概念の獲得を目指し、学習においてメタ認知の働きを促すための方略についても研究されている。例えば、Tsai（2003）は、メタ認知ツールとしてコンフリクトマップを開発し、電流が電気回路で消費されるという生徒の強固な素朴概念を修正することを目的として、それを使った実践を試みている。その結果、コンフリクトマップは、生徒の概念変換を成し遂げるのを支援することや生徒が学習や概念的な発達でいろいろ考えめぐらすという意味でメタ認知ツールとなりうることを報告している。また、加藤（2008）では、振り子の運動に関する理科授業でも、実験活動前に自らの素朴概念を意識させるコンフリクトシートを使うことで、その後の実験活動で振り子の特性に関わる要素に関するメタ認知を働かせ

---

\*かとう たかひろ：淑徳大学 国際コミュニケーション学部 教授

\*\*しもつま じゅんじ：埼玉大学 教育学部附属小学校 教諭

る可能性が高いことを見いだしている。これらの研究は、実験活動前に自らの素朴概念を意識させる場面に着目して、子どもたちの概念獲得を支援するメタ認知の働きとの関係を明らかにしたものである。しかし、堀（1996）が指摘するように、素朴概念を科学的概念に修正していくためには、実験活動の前後において、自らの素朴概念が科学的であるかどうかを考えさせるためのメタ認知の働きを促進する指導を工夫する必要があると考えられる。しかし、この点に関しての実践的な研究は、筆者の知る限りほとんど行われていない。

## 2. 目的

一人一人の子どもが実験活動の前後で自らの素朴概念に意識を向けさせ、科学的概念へと自らの考えを修正できるようなメタ認知の働きを促す学習ツール（以下、素朴概念シートと記す）を開発することである。本研究では、特に、小学校の理科授業で振り子の特性に関する素朴概念シートを利用することを通して、素朴概念シートがメタ認知ツールとして役立つかどうかの検討と振り子の特性に関する概念形成に及ぼす影響との関係を検討した。

## 3. メタ認知について

メタ認知の概念の定義は研究者により様々であり、統一された定義はないようである。三宮（1996）は、メタ認知をメタ認知的知識とメタ認知的活動とに分類している。メタ認知的活動とは、例えば、自分で自分の学習をモニターする、自分の認知への気づき、予想、点検、評価などを行う、いわゆるメタ認知的モニタリングと、モニタリングの結果やメタ認知的知識に基づいて目標を設定したり計画・修正したりするといったメタ認知的コントロールとに分類されている。本研究では、三宮の分類しているメタ認知的モニタリングに焦点を当て、岡本（2002）のメタ認知的モニタリングに関する研究の区分する課題遂行中の認知活動に対する制御に関する研究を行う。

## 4. 研究の方法と内容

### （1）素朴概念シートの開発

筆者らが開発した素朴概念シートを図1に示す。この素朴概念シートは、加藤（2008）が振り子の運動に関する授業で、子どものメタ認知の働きを促進する可能性が高いコンフリクトシートを改良したものである。

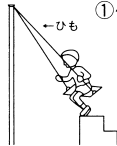
素朴概念シートには、実験前に子どもに自ら持つ素朴概念を意識させるために、ブランク問題に対する「自らの考え」を記述させた。図1に示すように「ブランクの柱の真下に、はやくつくようにしたいと思います。どのようにすればよいでしょうか？」という問題<sup>2)</sup>に答える形にした。例えば、「ひもの長さ」要素では、「短い方がいい」のか、「長い方がいい」のかということを考えさせられるようにした。そして、コンフリクトシートの改良点として、実験後に「自らの考え」がどのようになったかを記述させると共に、学習前と学習後の自らの考えに対する「自らの立場」を明確にさせるために自分の考えにどの程度確信を持っているのかを5段階で評定させた（以下、確信度評定と記す）。例えば、「ひもの長さ」要素では、学習前の「ひもの長さは短い方がいい」という考えと学習後の「ひもの長さは長い方がいい」という考えとの間で、学習後の時点で自分はどの考え方にどの程度確信を持っているのかについて、「自らの立場」の欄に5段階で意志表示をさせた。さらに、自らの素朴概念を意識させるために、「考えを変えてもよいと考えたわけ（考えを変えないわけ）」を記述させることにした。

〈おもりのはたらき〉

名前 ( )

学習活動	(学習前) 自分の考え	学習後の自分の立場	(学習後) 自分の考え	考えを変えてもよいと思ったわけ (考えを変えないわけ)
I		1 ← 2 3 4 → 5 ← 変わらない → とても変わった		
II		1 ← 2 3 4 → 5 ← 変わらない → とても変わった		
III		1 ← 2 3 4 → 5 ← 変わらない → とても変わった		

〈問題〉ブランコの柱の真下に、はやくつくようにしたいと思います。どのようにすればよいでしょうか。  
①～⑨の中から、選びましょう。いくつ選んでもよい。



<p>〈ひもの長さ〉</p> <p>① ひもの長さを短くする</p> <p>② ひもの長さを長くする</p> <p>③ ひもの長さを同じにする</p>	<p>〈重さ〉</p> <p>④ 体重の軽い人がのる</p> <p>⑤ 体重の重い人がのる</p> <p>⑥ 体重には、関係ない</p>	<p>〈ひもの揺れ幅〉</p> <p>⑦ スタートの位置を近くにする</p> <p>⑧ スタートの位置を遠くにする</p> <p>⑨ スタートの位置には関係ない</p>
---	--	--

図1 開発した素朴概念シート

このような素朴概念シートを利用させることが子どもたちに実験中にメタ認知的モニタリングの働きを機能させ、科学的概念を獲得させやすくなると考えた。なぜならば、素朴概念シートは、森本（1993）が整理しているハッシュウエーの科学的概念への変換モデルの四つの段階の過程（表1）を踏まえた指導を考慮して開発したからである。

具体的には、素朴概念シート（図1）を使った授業では、①手続き的知識の意識化の段階の指導では、子どもたちに「学習前の自分の考え」を記述させる。②宣言的知識導入の段階と③手続き的知識の内容への置き換え段階の指導では、子どもたちは、素朴概念シートで学習前に自分の考えを意識したことにより、実験中に実験の結果との矛盾が生じ、それを解決するために繰り返し実験を行い、自らの考え方の矛盾を解決するようなメタ認知的働きを促すことが期待できる。④新しい宣言的知識の形成の段階の指導では、素朴概念シート（図1）の「学習後に自分の考え」と「自分の考え」の確信度を記述させることで、新たな考えを形成することが期待できる。

(2) メタ認知的モニタリングの働き

再生刺激法（吉崎静夫・渡辺和志, 1992）の調査（以下、メタ認知調査と記す）結果を分析し、実験中にメタ認知的モニタリングの働きが機能しているかを検討した。

表1 ハッシュウエーの科学的概念への変換モデル

① 手続き的知識の意識化の段階	子ども自ら持つ素朴概念では事物・現象が十分に説明できなくなって破棄される。
② 宣言的知識導入の段階	子ども自ら持つ素朴概念に替わる考え方として、実験で示された新しい考えを受け入れる。
③ 手続き的知識の内容への置き換え段階	子ども自ら持つ素朴概念と実験で示された新しい考え方との間に矛盾が生じ、それが解消される。
④ 新しい宣言的知識の形成の段階	新たに受け入れた考え方で、子ども自ら持つ素朴概念では説明できなかった事物・現象が説明できる。

3

具体的には、まず、メタ認知的モニタリングの働きに関する調査は、学習終了直前で素朴概念シートを書き終えた後、教師が「今、実験中にどんなことを考えながらやっていたか?」と発問して、素朴概念シートの用紙裏に頭の中で考えていたことを書かせた。

次に、松浦ら(2002)の理科の観察・実験におけるメタ認知的技能の自己評価に関する質問項目を参考に作成した子どもの内省報告の読み取り指標(表2)によりメタ認知調査により記述した内容を読み取る。

表2 子どもの内省報告の読み取り指標

カテゴリー分類	内省報告の読み取り指標とその例
カテゴリーA	無回答, 考えていなかった
カテゴリーB	一般的な予想や実験の目的について考えている。「結果はどうなるかな」「どっちがはやいのかな」
カテゴリーC	的確に実験の目的に着目して考えている。「重さや長さが関係しているのか」

### (3) 授業の骨子と調査時期

独立行政法人国立大学教育学部附属小学校, 第5学年の1クラス(36人)を対象として, 下妻教諭が図2に示す内容で「振り子の運動」の授業を5時間行った。素朴概念シートは, 図2に示す実験Ⅰ(長さ), 実験Ⅱ(重さ), 実験Ⅲ(振れ幅)の場面で使用し, メタ認知的モニタリングの働きに関する調査についてもそれぞれの場面でを行った。

### (4) 振り子の特性の概念形成に関する調査

開発した素朴概念シートは, 振り子の特性に関する概念形成に有効に働いているかを検討する。そのために図2に示すように「振り子の運動」の授業を行う前(以下, 事前調査と記す)と, 振り子の要素に関する実験が終了した段階(以下, 事後調査と記す)で, 図3のようなブランク問題を使用して振り子の特性に関する概念形成の状況を調査した。

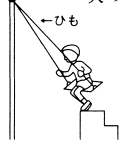
### (5) 研究対象について

事前調査を行った結果, 振り子の特性に関する問題に全問正解した者が15人であり, 全問正解できなかった者が21人であった。したがって, 本研究では, 振り子の特性に関する問題に全問正解できなかった21人を研究対象とした。

時	学習内容と調査時期
①	○学習前概念調査 〈事象提示(学習への動機づけ)〉 ○「等時性」を利用したおもちゃで遊び, 疑問に思ったことや調べてみたいことをまとめる。
	② 〈事象提示(前時の学習の想起)〉 ○「等時性」に関する観察の視点に気づかせる。 素朴概念シート(Ⅰ) 〈実験Ⅰ: 糸の長さ〉 ○定量的な実験をする。 素朴概念シート(Ⅰ)(メタ認知調査)
③	③ 素朴概念シート(Ⅱ) 〈実験Ⅱ: 重さを変えて〉 ○定量的な実験をする。 素朴概念シート(Ⅱ)(メタ認知調査)
	④ 素朴概念シート(Ⅲ) 〈実験Ⅲ: 振れ幅を変えて〉 ○定量的な実験をする。 素朴概念シート(Ⅲ)(メタ認知調査)
⑤	○学習後概念調査 〈まとめ〉 ○グループ内での話し合いを通して, 実験結果から「等時性」をまとめる。 ○話し合いながら, 自分の考えが納得できないものについては, 再実験できる時間を確保した。 ○全体で振り子の等時性について話し合い, まとめをする。

図2 授業と骨子と調査時期

〈問題〉ブランコの柱の真下に、はやくつくようにしたいと思います。どうしたらいいでしょうか？  
次の3つのポイントをもとにあなたの考え方を書いてください。・ひもの長さ ・重さ ・ふりはば



<p>〈ひもの長さ〉</p> <p>①ひもの長さを短くする</p> <p>②ひもの長さを長くする</p> <p>③ひもの長さを同じにする</p>	<p>〈重さ〉</p> <p>④体重の軽い人がのる</p> <p>⑤体重の重い人がのる</p> <p>⑥体重には、関係ない</p>	<p>〈ひもの揺れ幅〉</p> <p>⑦スタートの位置を近くにする</p> <p>⑧スタートの位置を遠くにする</p> <p>⑨スタートの位置には関係ない</p>
--	---	---

答え

図3 事前・事後概念調査

5. 結果および考察

(1) 振り子の特性に関する概念形成

まず、振り子の特性に関する概念形成の状況を調べた。

事後調査を行った結果(表3)、振り子の特性に関する問題に全問正解した者が20人(以下、合格者と記す)であり、全問正解できなかった者が1人(以下、不合格者と記す)であった。合格者の人数を事後調査人数で割った到達率は、95.2%であった。

この結果から、開発した素朴概念シートは、振り子の特性に関する概念形成に有効に働く可能性が高いことがわかる。

(2) 振り子の特性に関する理解の確信度

ここでは、振り子の特性に関する理解の変化を調べた。表4は、振り子の要素に関する実験を行った後で、素朴概念シートに子どもたちの振り子の特性に関する考え方の変化を記入したものを整理したものである。

〈実験 I (長さ)〉

振り子のひもの長さに関する実験では、実験前に誤回答をしていた2人とともにすべて正しい回答への考えを変えている。変容率は、100%である。実験後に正しい回答へと考えを変えた子どもについて、考えを変えた理由を調べてみると、13番は、確信度「5:とても変わった」を選択している。その理由は、「実験をやってみたら、そうだったから」であった。また、17番は、確信度「4」であった。その理由も、「実験した結

表3 概念形成状況 (N=21)

事後調査	合格者	20人
事後調査	不合格者	1人

表4 振り子の特性の理解に関する確信度 (N=21人)

出席番号	実験 I (長さ)	実験 II (重さ)	実験 III (揺れ幅)
1	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
2	①→①:2	⑤→⑥:5	⑦→⑨:5
3	①→①:2	⑥→⑥:1	⑦→⑨:4
9	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
13	②→①:5	⑥→⑥:1	⑨→⑨:1
16	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
17	②→①:4	⑥→⑥:1	⑨→⑨:1
18	①→①:1	⑥→⑥:1	⑦→⑨:5
19	①→①:1	⑤→⑥:5	⑦→⑦:2
21	①→①:1	⑥→⑥:1	⑦→⑨:5
22	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
23	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
25	①→①:1	⑥→⑥:1	⑦→⑨:5
26	①→①:2	⑥→⑥:1	⑨→⑨:1
27	①→①:1	⑤→⑥:5	⑧→⑨:5
29	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
30	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
32	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
34	①→①:1	⑤→⑥:5	⑧→⑨:5
36	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5
37	①→①:1	⑥→⑥:1	⑧→⑨:5

丸数字は、学習前・学習後のブランコ問題に対する回答番号を示す。正しい回答は、①、⑥、⑨である。ローマ数字の I は長さの実験、II は重さの実験、III は揺れ幅の実験を示す。例えば、表中の「②→①:4」の②は、授業前の振り子の等時性に関する考えであり、授業後の考えが①になったことを示す。そして、「4」は、その授業後の考え①に対する確信度を示す。網掛けは、考え方が変容したことを表している。

5

果、そうだったから」であった。そして、実験前から正しい考え方をしている「①→①」で確信度「1」の子どもについて、考えを変えない理由を調べてみると、例えば、「実験結果が予想通りだったから（25番）」であった。また、「①→①」で確信度「2」の子どもについて、考えを変えない理由は、「ひもの長い方がおそいので、すぐに止まると思ったから（3番）」であった。

#### <実験Ⅱ（重さ）>

振り子のおもりの重さに関する実験では、実験前に正しい考え方をしていた子どもが17人いた。それ以外の4人について、4人とも実験後に正しい考え方へと変容させた。変容率は、100%であった。4人とも実験後に考え方が確信度「5：とても変わった」を選択していた。その理由は、例えば、「実際の実験をしたり、他の人の話を聞いたりして考えを変えた（19番）」であった。そして、実験前から正しい考え方をしている「⑥→⑥」で確信度が「1」の子どもについて、考えを変えない理由を調べてみると、例えば、「おもりを変えてやってみたら、軽い方も重い方もだいたい同じはやさだった（1番）」や「実験した結果、おもりの重さが変わっても、1往復する時間はあまり変わらなかったから（36番）」などであった。

#### <実験Ⅲ（振れ幅）>

振り子の振れ幅に関する実験では、実験前に正しい考え方をしていた子どもが3人いた。それ以外の18人について、実験後に正しい考え方へと変容した子どもは17人であった。変容率は、94.4%であった。考えを変えなかった子どもが1名であった。「⑧→⑨」へと考えを変えた子どもが12人であり、すべてが確信度「5」であった。その理由は、例えば、「振れ幅を小さくしても大きくしても、見た目は小さい方が遅いと思ったけど、同じタイムだったから（1番）」や「自分の予想の振れ幅の大きい方がはやいと実験結果の振れ幅を変えても変わらないと違っていたから、⑨が確かだとわかったから（22番）」であった。「⑦→⑨」へと考えを変えた子どもが5人であった。3番が確信度「4」であり、その理由は、「振れ幅が小さい方が止まるのがはやい」であった。残り4人は確信度「5」であった。その理由は、例えば、「振れ幅が小さい場合と大きい場合で差が0.2秒だけだったから（25番）」であった。誤回答の19番は、「⑦→⑦」で確信度「2」であった。その理由は、「近い方がはやかったから」であった。

以上の実験Ⅰ（長さ）、実験Ⅱ（重さ）、実験Ⅲ（振れ幅）での検討結果から、素朴概念シートは、自らの素朴概念を意識し、誤概念を変容させるのに役立っていることが推測できる（結論①）。

### 6 （2）実験中における振り子の要素に対するモニタリング状況と概念形成

ここでは、実験中にメタ認知的モニタリングが機能しているかどうかを調べた。具体的には、表4の子どもを対象に、子どもの内省報告の読み取り指標（表2）のカテゴリーAとカテゴリーB、Cの視点から整理したものが表5である。この結果から、どの実験でも子どもたちは実験中にメタ認知的モニタリングを行っていることが推測できる。

次に、これまでの筆者らの研究では、概念形成を促すためには実験中に振り子の特性に関する要素、長さ、重さ、振れ幅に対してメタ認知的モニタリングを行うことの有効性を明ら

かにしている（加藤，2007）．そこで，子どもたちは実験中に長さ，重さ，振れ幅に対してメタ認知的モニタリングを行っているかどうかを調べてみた．具体的には，表4の子どもを対象に，子どもの内省報告の読み取り指標（表2）のカテゴリーBとカテゴリーCの視点から整理したものが表6である．

その結果（表6），**実験Ⅰ（長さ）**の実験では，実験中に振り子の特性に関する要素の長さについてメタ認知的モニタリングを機能させている子どもは，21人中17人であった．そして，人数の偏りについて直接確率計算をした結果，1%水準で有意であった（両側検定： $p=0.0007$ ）．したがって，**実験Ⅰ**の実験中に子どもたちは，振り子の特性に関する要素の長さに関するメタ認知的モニタリングを機能させているといえる．

**実験Ⅱ（重さ）**の実験では，実験中に振り子の特性に関する要素の重さについてのメタ認知的モニタリングを機能させている子どもは，21人中20人であった．そして，人数の偏りについて直接確率計算をした結果，1%水準で有意であった（両側検定： $p=0.0000$ ）．したがって，**実験Ⅱ**の実験中に子どもたちは，振り子の特性に関する要素の重さに関するメタ認知的モニタリングを機能させているといえる．

**実験Ⅲ（振れ幅）**の実験では，実験中に振り子の特性に関する要素の振れ幅についてのメタ認知的モニタリングを機能させている子どもは，21人中20人であった．そして，人数の偏りについて直接確率計算をした結果，1%水準で有意であった（両側検定： $p=0.0000$ ）．したがって，**実験Ⅲ**の実験中に子どもたちは，振り子の特性に関する要素の振れ幅に関するメタ認知的モニタリングを機能させているといえる．

以上のことから，素朴概念シートの利用は，どの実験でも子どもたちは実験中に振り子の特性の要素に関するメタ認知的モニタリングを機能させるのに役立つ可能性が高いと推測できる．

最後に，実験前に自らの誤概念に関する振り子の要素についてメタ認知モニタリングを行っているかどうかを調べてみた．具体的には，表4の子どもを対象に，子どもの内省報告の読み取り指標（表2）のカテゴリーCの視点から，実験前の自らの誤概念に関する振り子の要素についてメタ認知的モニタリングの状況を整理したものが表7である．

**実験Ⅰ（長さ）**実験では，実験前に誤概念をもっている子ども2人中1人が，実験前の自らの誤概念の内容である「長さ」について，メタ認知的モニタリングを行っていた．その子どものメタ認知的モニタリングの内容は，「長い方がおそく，短い方がはやいのは，なぜだろうか（13番）」であった．そして，この子どもは，正しい考え

表5 実験中のメタ認知的モニタリング

モニタリングを	行った	行っていない
実験Ⅰ（長さ）	19	2
実験Ⅱ（重さ）	21	0
実験Ⅲ（振れ幅）	21	0

(N=21)

表6 振り子の要素に関するメタ認知的モニタリング

モニタリングを	行った	行っていない
実験Ⅰ（長さ）	17	2
実験Ⅱ（重さ）	20	1
実験Ⅲ（振れ幅）	20	1

※実験Ⅰでは，カテゴリーAが2人いた。(N=21)

表7 実験前の自らの誤概念に関する振り子の要素について

メタ認知モニタリングを	行った	行っていない
実験Ⅰ（長さ）(N=2)	1	1
実験Ⅱ（重さ）(N=4)	4	0
実験Ⅲ（振れ幅）(N=19)	18	1

方に考えを変容させている。しかし、17番のメタ認知的モニタリングの内容は「玉の重さと振れ幅を変えてみたらどうなるか」であり、この子どもの実験前の誤概念の内容である「長さ」についてメタ認知的モニタリングを行っていないことがわかる。そして、この子どもは、正しい考え方に考えを変容させているが、自分の考えに対して若干不安を持っていることがわかる。

**実験Ⅱ（重さ）**の実験では、実験前に誤概念をもっている子ども4人中4人が、実験前の自らの誤概念の内容である「重さ」について、メタ認知的モニタリングを行っていた。その子どもたちのメタ認知的モニタリングの内容は、例えば、「玉が重い方がタイムがはやいと思っていたけど、軽い方と思ひ方のタイムは変わらなかったから、玉の重さは関係ないなあ(27番)」であった。この子どもたちすべて、正しい考え方に考えを変容させている。

**実験Ⅲ（振れ幅）**の実験では、実験前に誤概念をもっている子ども19人中18人が、自らの誤概念の内容である「振れ幅」についてメタ認知的モニタリングを行っていた。そして人数の偏りの直接確率計算をした結果、1%水準で有意であった(両側検定： $p=0.0000$ )。その子どもたちのメタ認知的モニタリングの内容は、例えば、「振れ幅が小さい方が見た目には速いが、実際はあまり変わらないなあ。関係なかった。なぜなのかなあ。振れている幅が短いからかな(32番)」であった。この子どもたちは、正しい考え方に考えを変容させている。しかし、19番のメタ認知的モニタリングの内容は、「おもりの重さが位置と関係あるかな」であり、この子どもの実験前の誤概念の内容である「振れ幅」についてメタ認知的モニタリングを行っていないことがわかる。そして、この子どもは正しい考え方に考えを変容させるのに失敗している。

以上のことから、素朴概念シートの利用は、どの実験でも子どもたちは実験中に実験前に自らの誤概念についてメタ認知的モニタリングを機能させるのに役立つ可能性があることが推測できる(結論②)。

## 6. まとめ

本研究の目的は、小学校の理科授業で振り子の特性に関する素朴概念シートを利用することを通して、素朴概念シートがメタ認知ツールとして役立つかどうかの検討と振り子の特性に関する概念獲得に及ぼす影響との関係を探ることである。

- (1) 結論①より、素朴概念シートは、振り子の特性に関する概念形成に有効に働く可能性があることがわかる。
- (2) 結論②より、実験中に自らの誤概念についてメタ認知的モニタリングを機能させていることがわかった。

以上のことより、本研究で開発した素朴概念シートは、学習ツールとして役立つことが明らかとなった。

## 謝 辞

直接確率計算は、上越教育大学の田中敏先生のJavaScript-STARを使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。



註

- 1) 本研究では、「子どもの学習前や学習後にもっている科学的に精緻化されていない知識，概念，見方，考えおよび考え方を総称して『素朴概念』と呼ぶ」という捉え方によっている。堀哲夫：子どもの素朴概念，日本理科教育学会編，キーワードから探るこれからの理科教育，東洋館出版社，p.206, 1998.
- 2) 堀が振り子の特性に関する子どもの素朴概念を調べるために作成した調査問題の一部を使用した。堀哲夫「問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー—素朴概念をふまえて—，106p, 明治図書，1998.

引用・参考文献

- 堀 哲 夫 (1996) 素朴概念の変容と自己評価のかかわりについて，理科の教育，東洋館出版社，pp.48-54.
- 堀 哲 夫 (1998) 問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー，pp.160-166，明治図書.
- 加藤尚裕 (2007) 振り子の特性に関する概念獲得と観察・実験活動に見られるメタ認知—小学校第5学年「振り子のはたらき」を事例として—，理科教育学研究，Vol.48, No.2, pp.13-21.
- 加藤尚裕 (2008) メタ認知ツールとしてのコンフリクトシートの利用に関する試み—小学校第5学年「おもりの働き」の授業を事例として—，理科教育学研究，Vol.48, No.3, pp.45-56.
- 松浦拓也・角屋重樹・岡田大爾・檜山芳之 (2002) 観察・実験活動とメタ認知的技能の関係 (2) —電磁石作成課題の事例を通して—，科学教育研究，Vol.26, No.5, 352p.
- 森本信也 (1993) 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，72p.
- 岡本真彦 (2002) メタ認知研究の展開—メタ認知の教育的意義とその教授法—，教育システム情報学会誌，Vol.19, No.3, pp.178-187.
- 三宮真智子 (1996) 思考におけるメタ認知と注意，市川伸一編，認知心理学4 (思考)，東京大学出版会，pp.157-180.
- 手塚基子・片平克弘 (2003) メタ認知能力の視点から探るイオン概念獲得に関する研究—「化学変化とイオン」の学習にみられる個々の中学生の変容過程を事例に—，理科教育学研究，Vol.44, No.1, pp.29-37.
- Tsai, C.C. (2003) Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits, *International Journal of Science Education*, Vol.25, No.3, pp.307-327.
- 吉崎静夫・渡辺和志 (1992) 授業における子どもの認知過程「再生刺激法による子どもの自己報告をもとにして」，日本教育工学雑誌，16 (1)，pp.23-39.
- 湯澤正通 (2008)，科学的思考と科学理論の形成におけるメタ認知，三宮真智子編著，メタ認知—学習力を支える高次認知機能—，北大路書房，pp.131-149.

(受理 平成23年1月8日)