

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 22 日現在

機関番号：32616

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24531150

研究課題名(和文) ICTを活用した自己調整学習実践の為に理科教授スキームの開発

研究課題名(英文) Development of a Science Teaching Scheme for Self-Regulated Learning Practices Using ICT

研究代表者

小野瀬 倫也 (ONOSE, Rinnya)

国土館大学・文学部・准教授

研究者番号：00609761

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：研究期間を通して、以下の2つの視点から研究を進めた。1. ICT(情報通信技術)を導入した理科授業の理論的枠組の有効性 2. 子どもの認知的変容から見たICT機器の利活用効果

1の視点について。構成主義的な理科授業の理論的裏付けを持つ、理科教授スキームを援用した「ICTを活用した自己調整学習実践の為に理科教授スキーム」の作成と授業実践への適用可能性、有効性について小学校、中学校、高等学校の授業実践を通して検証することができた。

2の視点について、小学校、中学校、高等学校の授業実践をプロトコル分析、授業実施から1年後に行ったパフォーマンステスト等を通して検証することができた。

研究成果の概要(英文)：During the research period, research will be conducted from two perspectives. 1. The theoretical framework science classes that have adopted ICT (information communication technology). 2. The effect of using ICT equipment from the perspective of cognitive transformation in children.

With regards to perspective of point 1. By assuming "A Science teaching scheme for self-regulated learning practices using ICT" that references a science teaching scheme that has theoretical support of constructivist science courses, it was possible to verify the possibility of application and effectiveness through practice of elementary school, junior high school, and high school courses. With regards to perspective of point 2. Verification was possible through elementary school, junior high school, and high school protocol analysis and performance tests conducted after one year of carrying out classes.

研究分野：理科教育学

キーワード：ICT 教授スキーム 理科 自己調整学習 構成主義 コンピュータ タブレット端末

1. 研究開始当初の背景

近年、子どもの学習の質的向上を目的として、学校現場に ICT(情報通信技術)が急速に導入されている。一方、学習指導要領における小学校理科の目標「自然の事物・現象についての実感を伴った理解」の解説では、「子どもが問題解決の新しいイメージや概念などを、より妥当性の高いものに更新していく」というように、子どもの科学概念構築の様態が具体的に示されている。

このように、認知科学が明らかにした成果を学校教育に積極的に導入すること、更に ICT を授業に有効に活用し、これまで以上に子どもが獲得する科学概念の質を向上させることが理科教育に強く求められている。しかし、ICT を導入した授業の理論的枠組みや認知的側面における ICT 利活用の効果に関する研究は、課題として残されている。

2. 研究の目的

本研究は、教師が ICT を利活用して子どもの自己調整学習を実現する為の理科教授スキームの開発を目的とする。理科教授スキームの開発においては、教師の教授ストラテジーと子どもの自己調整学習成立の過程、及びこれら相互の関連から導出される ICT の機能を柱とする。そして、これら全体の関係性を理科教授スキームとしてまとめ、その有用性を明らかにしていく。図 1 は、研究期間内に解明を試みる事項を略図で示したものであり、以下に説明する。

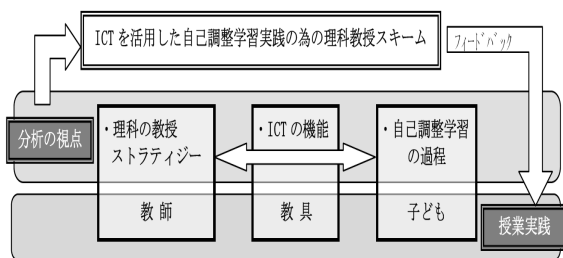


図 1 研究期間に解明を試みた事項の概要

前述した本研究の目的を踏まえ、理科授業を、授業者である教師、授業の効果としての子どもの自己調整学習の過程、教具としての ICT の機能の 3 つの視点から捉える。これら 3 つの視点は同時に分析の視点であり、これらの関係を示すために「ICT を利活用した自己調整学習実践の為の理科教授スキーム」(以下、理科教授スキーム)としてまとめる。理科教授スキームは随時修正して授業実践にフィードバックする。

3. 研究の方法

研究期間の第 1 段階は、分析の視点の明晰化である。上述した 3 つの柱である理科の教授ストラテジー、子どもの自己調整学習の過程、ICT の機能を理科教授スキーム構築の観点から再検討する。

第 2 の段階は、上述の「理科教授スキーム」の導出と検証である。3 つの視点から分析された教師、教具、子どもの関係性は理科教授スキームにまとめる。そして、その成果は随時、学習指導案に反映させると共に授業実践者に還元する。そして理科教授スキームに修正を施し、次の授業実践によってそれを検証することを通して、実践的な有効性を高めていく。

以上、2 つの段階を踏まえ、ICT を導入した理科授業の理論的枠組みや認知的側面における ICT 利活用の効果を示すために、次の三つの視点から研究を進めた。

- ・ 先行研究、先行実践の分析
- ・ 分析の視点の明晰化と理科の教授スキームの作成
- ・ 理科教授スキームをもとにした授業実践

これに従い、研究の方法(1)~(3)、次章「4. 研究成果」をまとめることとする。

(1) 先行研究、先行実践の分析

本研究の基本的な視座である構成主義的な理科授業における子どもの学習実態を明らかにするために、文献及び授業実践の分析を行った。特に ICT を活用した構成主義的な理科授業について、国立大学附属中学校において先行実施されていた授業に関わる諸データ(授業ビデオ、ワークシート、PC を使って作成した動画、アンケートなど)をデータベース化した。その後、授業データは複数の研究者がそれぞれ異なる視点から分析した。

(2) 分析の視点の明晰化と理科の教授スキームの作成

先行研究および(1)の分析を通して、ICT を利活用した理科授業の理論的枠組みである理科の教授スキームにおける、理科の教授ストラテジー(教師)、自己調整学習の過程(子ども)、ICT の機能(教具)の位置づけを明らかにする。

(3) 理科教授スキームをもとにした授業実践

(2)における教授スキームは、理科授業を構想する際の土台である。同時に、実施された理科授業の分析の視点でもある。また、教授スキームをより実践的なものにするために、これらの結果は教授スキームへフィードバックされ、修正を加え、精緻化する。

4. 研究成果

研究の方法における(1)から(3)の項目に合わせて、主な研究成果について例を挙げて述べることとする。

(1) 先行研究、先行実践の分析

国立大学附属中学校において先行実施されていた授業は、中学校「状態変化」の授業である。授業の概要は、表 1 のようである。

表1 小単元「水の状態変化とミクロのようすの授業計画」

内容	配当時間
<p>導入 ミクロの世界における物質の状態のイメージを表現しよう</p> <p>(1) 主旨の説明</p> <p>(2) 学習目標の提示 STEP 1: 水の三態それぞれについて表現する。 STEP 2: 水が状態変化していくようすを表現する。</p> <p>(3) 学習の進め方についての説明 水の状態変化をモデルで表現する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・描画(ホワイトボード)でイメージを確認し合う。モデルはコンピュータを使って動画表現する。 ・表現方法の紹介 PowerPoint のアニメーション機能の利用、パラパラ漫画風自分たちのモデルについて分かりやすく伝える。 ・分かりやすい発表の仕方を考え、実施する。 ・班ごとに課題(STEP 1、STEP 2 どちらを目標にするか) 分担を決める。 	1
<p>展開 絵コンテの作成～動画モデルの作成 班ごとに動画モデル作成</p>	3
<p>発表 相互評価・他班の動画の良いところ、同意できるところ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ここはおかしいか? という部分についての議論 	2

学習の考察場面において ICT 機器を活用し、温度変化に伴う水分子の挙動について動画モデルの作成ならびに発表を行わせた。この分析により、「状態変化」の学習での子どもにおける分子運動論の理解に向けた ICT 機器の利活用に関して、以下の知見を得ることができた。

動画は静止画に比べ、水分子の挙動を振動・移動の速度などについて表現することができるなど、表現の幅が広がる。そのため、子どもが事象の様々な側面を認識することができた。

動画では、固体から液体を経た気体への状態変化を連続して作成することができ、注目した水分子の挙動を追跡しやすいため、「状態変化」を分子運動論を基盤とした「水」の連続するストーリーとして捉えることが容易である。

考察の論点の焦点化や機器の利活用などに関し、目的に応じた教師の足場作りが必要である。

これらの知見は、学術論文(齋藤・小野瀬・鈴

木, 2014)としてまとめられた。

(2)分析の視点の明晰化と理科の教授スキームの作成

本研究では、森本ら(森本・小野瀬, 2004)の教授スキームの枠組みを援用し、「ICT を活用した自己調整学習実践の為の理科教授スキーム(以下, 理科教授スキーム)」を指定した。即ち、指導と評価を一体で捉え、教師の教授活動を具体的な教授ストラテジーで表し、それに呼応する子どもの学習を自己調整学習の過程としてまとめたのである。それは、左に理科の学習場面を配し、その場面に応じた教師の教授活動として教授ストラテジー、それに呼応する子どもの学習を自己調整学習の過程が示した(表2)。これは、後述する学会発表にて発表された。

表2 ICT を利活用した理科授業のための理科教授スキーム

授業構成要素	教師の教授活動	子どもの自己調整学習過程
学習の導入	<p>子どもの学習実態の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> ●エピソード, 既概念の想起 <p>考えを引き出し, 顕在化する</p> <ul style="list-style-type: none"> ●子どもの考えを引き出す, 顕在化 ●課題の意識化, 明確化 	<p>目標設定と方略計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ●経験や知識をもとに学習課題を自覚化する
観察・実験	<p>情報の収集・共有化を促す</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報を収集させる(調べ学習) ●実験装置や方法を提示する ●ネットワークを作る ●他班の進捗状況と比較する 	<p>方略実行とモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ●他班の進捗状況と比較する ●実験をやり直す
考察	<p>子どもの考え方の再認</p> <ul style="list-style-type: none"> ●対話場面の設定 ●子どもの表現への支援 	<p>方略実行結果のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ●モデルを使って解釈する
学習課題の解決	<p>学習の振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ●学習の成果や学習課程の記録を示す 	<p>自己評価とモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> ●学習の過程を振り返る

本研究では、表2に示した「理科教授スキーム」が、理科授業における ICT 利活用の位置づけの明確化、授業を構想し、実践する際の指標となると考えたのである。よって、表2の精緻化が分析や授業構想の視点を更に明確化すると考え、事例を重ねたのである。

(3)ICT を利活用した理科授業のための教授スキームをもとにした授業実践

表2をもとにした授業実践は、小学校、中学校、高等学校で実践された。以下にその一部を報告する。

小学校における実践

授業実践の概要は、以下のようである。

- ・対象: 公立小学校第6学年 1クラス
- ・実施時期: 平成25(2013)年5月~6月
- ・単元: 小学校第6学年理科「ものの燃え方」
- ・実践のねらい: 子どもが既有知識や実験結果を情報として、学習対象である自然事象を説明した描画や記述を、ICT機器を用いて学級全体に提示し、子どもによる説明も交えながら、その考えを共有したり、議論することにより燃焼概念の精緻化を図る。
- ・使用機器: 書画カメラ、ワイヤレスペンタブレット、プロジェクター
- ・指導計画: 本実践での各展開での学習問題

や授業時数の概略は、表3の通りである。

表3 「ものの燃え方」の指導計画

展開	学習問題（授業内容）
導入	風よけを使って、炎を守ろう！（1時限）
実験1	ろうそくの炎を守れ！（3時限）
実験2	ものを燃やすはたらき（1時限）
実験3	ものが燃える前と燃えた後（2時限）
実験4	ものが燃える前と燃えた後の酸素と二酸化炭素の量（1時限）
まとめ	単元全体のまとめ

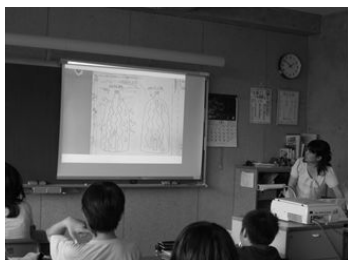


図2 授業の様子

図2は、子どもが実験の「予想をたてる」場面や、「考察を行う」場面において、既有知識や実験結果を情報として学習対象である自然現象を説明した描画や記述を、ICT機器を用いて学級全体に提示し、子どもによる説明も交えながら、その考えを共有したり、議論している場面である。

本実践では、分析を通して、理科教授スキームが、小学校理科の授業を分析する視点となり得ることを確認するとともに、ICT機器を活用した授業構想の視点にもなり得たものと考えられる。

また、プロトコルの分析からICT機器に蓄積された子どもの考えを適宜授業展開に活かすことで、学級の考えが整理され、新たな学習問題の立ち上げにつながったと考えられる。更にICT機器を活用し、子どもの考えを適切に評価し、それを学級全体で議論して考えを共有したことにより、子ども一人一人が自分の考えを明確化でき、目的とする科学概念の獲得に至ったことが示された（小野瀬・村澤、2014）。

中学校における実践

授業実践の概要は、以下のようなものである。

- ・対象：公立中学校第1学年1クラス
- ・実施時期：平成24(2012)年11月
- ・単元：第1学年「身のまわりの物質」
- ・実践のねらい：密度の概念を構築させるために、以下に示す問題解決学習（1時限）を行わせる。その際、ICTを活用して、意図的に情報をリアルタイムで共有させることにより、考察の内容を充実させる。併せて、時間の効率化を図る。

- ・鉄、銅、アルミニウムそれぞれの2種類の形状の異なる材料（計6種類）を用意して、

班ごとに1種類を選択し、質量と体積の測定を行う。（実験は、6班をさらに2分割した計12チームで行う）

- ・質量と体積の関係を表すグラフを用いて、自班以外の5つの班の中から、自班と同じ材料を測定した班を特定する。

- ・使用機器：本実践で使用した装置は図3のようである。

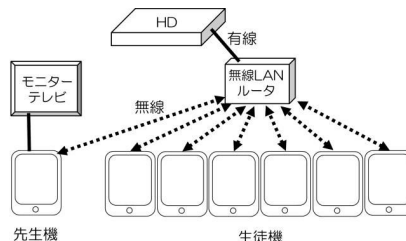


図3 本授業で使用した装置

- ・指導計画：本実践での展開（1時限）の概略は、表4の通りである。

表4 「身のまわりの物質」の指導計画

授業の流れ	内容
導入	既習事項、予想の確認
実験	<ul style="list-style-type: none"> ・実験装置写真提示 ・実験の実施 ・実験結果の写真を撮りHDへ送信
・班での考察	<ul style="list-style-type: none"> ・個人の考え 班の考え ・班の考え HDへ ・各班の結果を比較、考察
発表	班の考えの発表
まとめ（個人）	発表、自己評価



図4 データを共有しながら学習を進める

図4は、自班または他班で得られたデータを活用してグラフを作成したり、他班が作成したグラフを比較しながら学習を進めている様子である。

本実践では、タブレットPCを用いることで、子どもが自ら情報を収集しながら学習を進める姿が見られた。それは、自分の学習の進捗状況を調整する、即ち、他の考えを取り入れたり、自分の考えを変えるといった姿である。正に自己調整学習と言える姿である。また、他者との比較で「自分たちの結果に確信を得た」、「自信が持てた」、「やり直そうと判断した」というように情意面での高まりも見られるものであった。更に、実験時間の短縮により生み出された時間は、新たな学習活動の展開に充てられることが期待できるものであった（廣上、2014）。本実践の有効性

は、授業実施から1年後のパフォーマンステスト等を通して検証し報告した(学会発表)。

5. まとめ

本研究で指定した「ICTを利活用した自己調整学習実践のための理科教授スキーム」は、授業実践を通して検証、精緻化された。各実践において、主要な対象となった教師の教授活動(教授ストラテジー)を表5中に印で示し、実践者を付した。具体的な論文等を参照して頂きたい。

表5 授業実践で主要な対象となった教師の活動

授業構成要素	教師の教授活動	子どもの自己調整学習過程
学習の導入	子どもの学習実態の把握 ★既習事項や経験をわかりやすく提示して意識化する(廣上実践) 考えを引き出し、顕在化する ★既習の考えを引き出し、顕在化して学習課題を導出する(豊田実践)	目標設定と方略計画 ●経験や知識をもとに学習課題を自覚化する
観察・実験	情報の収集・共有化を促す ★情報の収集を促す(吉田実践) ★情報の共有化を促す(廣上実践)(吉田実践)	方略実行とモニタリング ●他班の進捗状況と比較する ●実験をやり直す
考察	子どもの考え方の再認 ★子どもの論理の修正・補強・拡大(村澤実践) ★動画を使い、表象を表現させる(小野瀬実践)	方略実行結果のモニタリング ●モデルを使って解釈する
学習課題の解決	学習の振り返り ★学習の成果や学習過程の記録を示す(村澤実践)	自己評価とモニタリング ●学習の過程を振り返る

引用文献

齋藤裕一郎・小野瀬倫也・鈴木一成、動画モデル作成を通じた科学概念構築に関する一考察、理科教育学研究、Vol.55、No.3、pp.311-322、2014
森本信也・小野瀬倫也、理科教育学研究、Vol.44、No.2、pp.59-70、2004
小野瀬倫也・村澤千晴、理科授業における効果的なICT利活用の視点と実践、国士館大学初等教育論集、第15巻、pp.1-14、2014
廣上倫介、情報の共有化を促すICTの利活用、理科の教育、Vol.63、pp.21-24、2014

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計14件)

小野瀬倫也、理科授業における教授学習過程の可視化、国士館大学初等教育論集、第16巻、pp.35-45、2015、査読無
小野瀬倫也・村澤千晴、理科授業における効果的なICT利活用の視点と実践、国士館大学初等教育論集、第15巻、pp.1-14、2014、査読無
佐藤寛之・小野瀬倫也・村澤千晴、理科学習での情報を結合するための比喩的表現に関する考察、佐賀大学教育実践研究、第30巻、pp.7-16、2014、査読無
齋藤裕一郎・小野瀬倫也・鈴木一成、動画モデル作成を通じた科学概念構築に関する一考察、理科教育学研究、Vol.55、No.3、pp.311-322、2014、査読有
平方章弘・佐藤寛之・田中千恵子、理科学

習場面で子どもが行う受容すべき情報の質の検討に関する一考察、佐賀大学教育実践研究、第29号、pp.121-130、2013、査読無

小野瀬倫也・佐藤寛之・森本信也、理科授業において子どもが抱く疑問とその特徴に関する研究、理科教育学研究、Vol.53、No.1、pp.13-27、2012、査読有

和田一郎・小野瀬倫也・森本信也、理科における自己調整学習と表象機能の相互連関に関する事例研究、日本教科教育学会誌、第33巻、第3号、pp.23-34、2012、査読有

[学会発表](計24件)

豊田光乃・小野瀬倫也・佐藤寛之、子どもの電気概念の修正・拡大を促す「合成抵抗」の認識、日本理科教育学会第53回関東支部大会、2014年12月6日、群馬大学
豊田光乃・小野瀬倫也・佐藤寛之、子どもの電気概念の拡大・修正を志向した授業デザインの検討、日本教科教育学会全国大会、2014年10月12日、兵庫教育大学
小野瀬倫也・佐藤寛之・村澤千晴、ICTを利活用した自己調整学習実践の為の教授スキーム、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学
吉田崇・小野瀬倫也、ICTを利活用した自己調整学習の実践 - 中学校第2学年「電気のはたらきの大きさ」の授業実践から -、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学
豊田光乃・小野瀬倫也・佐藤寛之、エネルギー概念の習得を促す教授スキームの精緻化 - 高等学校物理基礎におけるICT利活用の導入計画 -、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学
佐藤寛之・小野瀬倫也・廣上倫介、ICT利活用による情報の共有化と科学概念の保持に関する考察(2)、日本理科教育学会第64回全国大会、2014年8月23日、愛媛大学
豊田光乃・小野瀬倫也・佐藤寛之、理科授業における子どもの自己調整学習の具現化 ICTを利活用した学習導入場面の実践から、日本教科教育学会第39回全国大会、2013年11月24日、岡山大学
村澤千晴・小野瀬倫也・佐藤寛之・千野健一、子どもの考えの明確化を志向した理科授業 ICTの利活用を通して、日本理科教育学会第52回関東支部大会、2013年11月9日、筑波大学
小野瀬倫也・佐藤寛之・齋藤裕一郎・吉田崇・村澤千晴・豊田光乃・廣上倫介、自己調整学習を促す理科の教授スキーム、日本理科教育学会第63回全国大会、2013年8月10日、北海道大学
佐藤寛之・小野瀬倫也・森本信也、モデル構築の場面での受容すべき情報の質の検討に関する研究、日本理科教育学会九州支部大会、2013年5月18日、長崎大学

小野瀬倫也・佐藤寛之・豊田光乃、理科の教授・学習過程における ICT の機能に関する考察 - ICT 導入の意図と授業場面における ICT の機能に着目して - 、日本理科教育学会第 51 回関東支部大会、2012 年 12 月 2 日、東京学芸大学

齋藤裕一郎・小野瀬倫也・佐藤寛之、科学概念構築に寄与する ICT 機器の利活用に関する考察 中学校理科「三態変化」における動画作成・発表場面を対象として、日本理科教育学会第 51 回関東支部大会、2012 年 12 月 2 日、東京学芸大学

吉田崇・小野瀬倫也、理科における ICT 活用の視点と実践、日本理科教育学会第 62 回全国大会、2012 年 8 月 11 日、鹿児島大学

小野瀬倫也・佐藤寛之・齋藤裕一郎、理科における ICT 活用と教授スキーム導出の枠組み、日本理科教育学会第 62 回全国大会、2012 年 8 月 11 日、鹿児島大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小野瀬倫也 (ONOSE RINNYA)

国土館大学・文学部・准教授

研究者番号：00609761

(2) 研究分担者

佐藤寛之 (SATO HIROYUKI)

山梨大学大学院・総合研究部・准教授

研究者番号：30452832

(3) 研究協力者

- ・齋藤裕一郎 (SAITO YUICHIRO)
慶應義塾幼稚舎・教諭
- ・吉田 崇 (YOSHIDA Takashi)
川崎市立宮内中学校・教諭
- ・廣上倫介 (HIROGAMI TOMOYUKI)
川崎市立生田中学校・教諭
- ・豊田光乃 (TOYODA MITSUNO)
東京都立葛飾野高等学校・教諭
- ・村澤千晴 (MURASAWA CHIHARU)
横須賀市立野比東小学校・教諭
- ・鈴木一成 (SUZUKI ISSEY)
東京学芸大学附属竹早中学校・教諭
- ・大熊誠二 (SEIJI OOKUMA)
東京学芸大学附属竹早中学校・教諭
- ・岩堀礼 (IWAHORI AYA)
神奈川県立横浜南陵高等学校・教諭
- ・千野健一 (CHINO KENICHI)
立川市立松中小学校・教諭