

平成 23 年度

特定の課題についての学修の成果

算数科円学習における電子黒板向け
操作型デジタル教材の開発と実践

兵庫教育大学 教職大学院

学校教育研究科 教育実践高度化専攻

授業実践リーダーコース

P10032J 宮 川 雄 基

算数科円学習における電子黒板向け操作型デジタル教材の開発と実践

専攻 教育実践高度化
コース 授業実践リーダー
学籍番号 P10032J
氏名 宮川 雄基

1 はじめに

本研究の目的は、算数科円学習において電子黒板向け操作型デジタル教材を開発し、その効果を実践的に検証することである。

算数科円学習は、全国的な学力テストにおいて正答率の低さが度々指摘されるなど、学習指導面での課題が見られる。この課題に対する解決方法の一つとして、電子黒板などの ICT 活用が挙げられる。しかし、円学習の指導に活用できる既存のデジタル教材の多くは、動画やパワーポイント、Flash 等によるアニメーションをスクリーン上に提示するタイプがほとんどであり、教員が授業の展開に即して柔軟に活用できる操作型のデジタル教材は数少ないのが現状である。

そこで本研究では、インタラクティブに教材を提示・操作できる電子黒板を活用し、円学習向けの操作型デジタル教材の開発を試みることにした。

2 研究報告書の構成

本報告書は、次の6章で構成した。

- 第1章 緒論
- 第2章 開発のコンセプトの検討
- 第3章 電子黒板向け操作型デジタル教材の開発
- 第4章 電子黒板向け操作型デジタル教材を活用した授業の実践
- 第5章 校内研修による実践成果のフィードバック
- 第6章 結論及び今後の課題

3 研究の概要

第1章では、本研究の目的を踏まえ、研究の背景、先行研究を整理し、問題の所在などから研究課題を明らかにし、研究の計画と構造を策定した。

3.1 開発コンセプトの検討

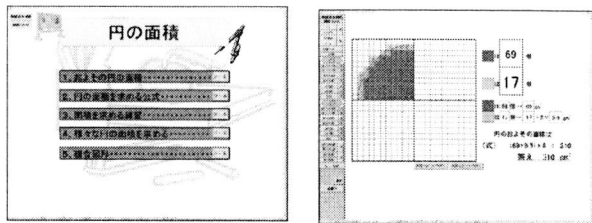
第2章では、5社の算数教科書を用いて円学習の形成関係図を作成した。その後、円学習の学習指導に利用することができる既存のデジタルコンテンツを収集し、形成関係図上に分類した。また、小学校の現職教員10名を対象に半構造化面接を行い、円学習の学習指導の現状とICT活用に対するニーズを把握した。

その結果、3～6年生までの円学習の構造が明確になると共に、6年生の単元「円の面積」において既存のデジタルコンテンツが不足していること、本単元に対して小学校の現職教員がICT活用に対するニーズを有していること等の実態が把握された。そこで本研究では、本単元において電子黒板向けの操作型デジタル教材の開発を行うこととした。

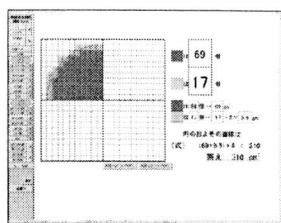
3.2 電子黒板向け操作型デジタル教材の開発

第3章では、第2章で得られた結果に基づき、電子黒板向け操作型デジタル教材を、Excel2010上のVBA(Visual Basic for Applications)を用いて開発した(図1)。開発した操作型デジタル教材は、①およその円の面積、②円の面積を求める公式、③面積を求める練習、④様々の円の面積、⑤複合図形の各学習内容を網羅し、以下に示す5つの機能を有している。

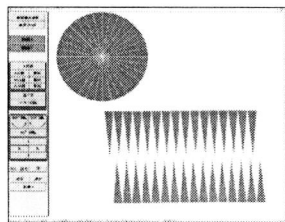
- (1) 学習内容説明機能
- (2) 問題演習機能
- (3) 図形操作機能
- (4) 図形作成機能
- (5) 印刷機能



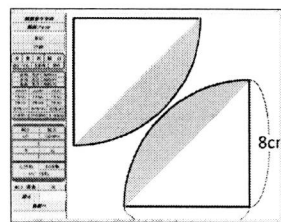
① トップページ



② およその円の面積



③ 円の面積を求める公式



④ 複合図形

図1 開発した電子黒板向け操作型デジタル教材

3.3 電子黒板向け操作型デジタル教材を活用した授業の実践

第4章では、第3章で開発した操作型デジタル教材を用いて、6年生の子ども32名を対象に単元「円の面積」(4時間配当)の実践を行い、その効果の検証を試みた。

その結果、各時間で使用した操作型デジタル教材の各機能に対し子どもがその有効性(教材のわかりやすさ)を高く評価した(表1)。また、事前・事後調査の結果、本単元を通して子どもの「円の学習」単元に対する学習意欲が有意な伸びを示すと共に、基本的な円の求積問題に対して正答率が80%以上となる学習効果が得られた(表2,表3)。

これらの結果から、開発した操作型デジタル教材は、学習意欲、教材のわかりやすさ、学習効果の各点において実践的な有効性のあることが示唆された。

表1 子どもによる操作型デジタル教材のわかりやすさの評価

学習内容	機能	平均	S.D.
1時間目 およその面積	学習内容説明機能・印刷機能	3.61	0.79
2時間目 求面公式	学習内容説明機能・印刷機能	3.56	0.84
3時間目 面積の演算	問題演習機能・印刷機能	3.59	0.71
4時間目 複合図形	図形作成機能・図形操作機能・印刷機能	3.41	0.91

4件法 N=32

表2 事前事後調査における円学習に対する学習意欲の変化

	事前	事後	対応のあるt検定
1 算数の「円の学習」は好きですか。	平均 2.50 S.D. 0.84	3.31 0.69	t(31)=7.13
2 算数の「円の学習」はよくわかりますか。	平均 2.63 S.D. 0.79	3.47 0.76	t(31)=5.91
3 算数でもっと「円の学習」をしたいと思いませんか。	平均 2.75 S.D. 0.88	3.31 0.78	t(31)=3.79

4件法 N=32 **p<0.01

表3 事後調査における各問題の正答率

問題	正解者数(人)	正解率(%)
1. 円の面積の公式	30	93.75
2. 直径6cmの円の求積	27	84.38
3. 円周18.84cmの円の求積	22	68.75
4. 複合図形の求積	19	59.38

N=32

3.4 校内研修による実践成果のフィードバック

第5章では、実習校の現職教員28名を対象に校内研修会を実施し、電子黒板の活用方法と操作型デジタルの開発・実践の成果をフィードバックした。その結果、実習校の教員は、開発した操作型デジタル教材に対して、子どもの興味・関心を高める観点、視覚的な効果の観点、使用の手軽さの観点等から、その有効性を高く評価した。

4 まとめと今後の課題

以上、本研究では算数科の単元「円の面積」の学習において、電子黒板向け操作型デジタル教材を開発し、その効果を実践的に検証した。

今後は、開発した教材の使いやすさをより向上させるため、必要な改善を施していくと共に、算数科の他単元においても、同様の教材開発をすすめる必要がある。

修学指導教員 加藤 明・長澤憲保
指導教員 森山 潤

目次

第1章 緒論	1
1.1 研究の目的	1
1.2 研究の背景	1
1.3 先行研究の整理	2
1.3.1 教科指導における ICT 活用の考え方	2
1.3.2 ICT 活用のための学習環境	4
1.3.3 算数科における ICT 活用に関する先行研究	7
(1) 算数科における ICT 活用の方向性	7
(2) 算数科における ICT 活用の実践研究	8
① 教員の意識及び学習環境に関する先行研究	8
② 授業実践に関する先行研究	8
(i) コンテンツの活用に関する先行研究	8
(ii) ネットワークを活用した授業実践に関する先行研究	9
(iii) ICT を活用した授業の効果に関する先行研究	10
1.3.4 算数科における ICT 活用に関する実践事例	10
(1) 算数科における ICT 活用の実践事例とデジタルコンテンツ	10
(2) 円学習における ICT 活用の実践事例	12
1.4 問題の所在	13
1.5 研究のアプローチと論文の構成	13
参考文献	15
第2章 教材開発のコンセプトの検討	18
2.1 目的	18
2.2 円学習の学習内容に関する形成関係図の作成	18
2.3 既存のコンテンツの収集と学習内容別分類	20
2.4 小学校教員を対象とした半構造化面接	21
2.4.1 対象	21
2.4.2 調査方法	21
2.4.3 調査結果	22
2.5 教材開発に向けた考察	23
2.6 本章のまとめ	24
参考文献	25

第3章 電子黒板向け操作型デジタル教材の開発	26
3.1 目的	26
3.2 開発した操作型デジタル教材の機能	26
3.3 各画面の機能	27
3.3.1 メニュー画面	27
(1) 画面表示切替機能ボタン	27
(2) 画面フィット表示機能ボタン	28
(3) 各学習内容へ移動する機能ボタン	28
3.3.2 「およその円の面積」学習内容	29
(1) 円の提示機能ボタン	30
(2) 1/4 の円の提示機能ボタン	30
(3) 方眼紙の提示機能ボタン	30
(4) 1/4 用方眼紙の提示機能ボタン	31
(5) 画面印刷機能ボタン	31
(6) 印刷プレビュー機能ボタン	32
(7) 緑の升目色変更機能ボタン	32
(8) 黄の升目色変更機能ボタン	33
(9) 緑の升目塗りつぶし機能ボタン	33
(10) 黄の升目塗りつぶし機能ボタン	33
(11) 緑の升目を数える機能ボタン	34
(12) 黄の升目を数える機能ボタン	34
(13) 緑の升目の合計面積表示機能ボタン	35
(14) 黄の升目の合計面積表示機能ボタン	35
(15) 半径 10cm の円の面積表示機能ボタン	35
(16) 緑の升目の画像表示機能ボタン	36
(17) 黄の升目の個数表示機能ボタン	36
(18) 緑の面積の合計値表示機能ボタン	37
(19) 黄の面積の合計値帆湯時機能ボタン	37
(20) ALL 消去機能ボタン	37
(21) 消去機能ボタン	38
(22) 次の学習内容へ進む機能ボタン	38
(23) 表示画面へ戻る機能ボタン	39
(24) 半径 11cm の円の面積を求める画面へ移動する機能ボタン	39
(25) 半径 12cm の円の面積を求める画面へ移動する機能ボタン	39

3.3.3 半径 11・12・13cm の円のおよその円の面積を求める機能	40
(1) 緑の升目の数を数える機能ボタン	41
(2) 黄の升目の数を数える機能ボタン	41
(3) 式と答え表示機能ボタン	41
(4) 表紙へ戻る機能ボタン	42
(5) 半径 10cm の円へ移動する機能ボタン	42
(6) 半径 12cm の円へ移動する機能ボタン	43
(7) 半径 13cm の円へ移動する機能ボタン	43
3.3.4 「円の面積を求める公式」学習内容	43
(1) 動画視聴機能ボタン	44
(2) 4 分割の円を提示する機能ボタン	45
(3) 8 分割用の円を提示する機能ボタン	45
(4) 16 分割用の円を提示する機能ボタン	46
(5) 32 分割用の円を提示する機能ボタン	46
(6) それぞれの円を分割する機能ボタン	46
(7) 8～32 分割後の円を同時に提示する機能ボタン	48
(8) ハサミの絵を表示する機能ボタン	48
(9) 図形を右 45° 回転する機能ボタン	48
(10) 図形左 45° 回転する機能ボタン	49
(11) 図形右 90° 回転する機能ボタン	49
(12) 図形を上へ移動する機能ボタン	50
(13) 図形を左へ移動する機能ボタン	50
(14) 図形を右へ移動する機能ボタン	50
(15) 図形を下へ移動する機能ボタン	51
(16) 選択した図形を消す機能ボタン	51
(17) 前の学習内容へ戻る機能ボタン	52
3.3.5 「面積を求める練習」学習内容	52
(1) 問題提示機能ボタン	53
(2) 式表示機能ボタン	53
(3) 答え合わせ機能ボタン	53
(4) 答え合わせを消す機能ボタン	54
(5) 半径を表示機能ボタン	54
(6) 類題を表示機能ボタン	55
3.3.6 回答入力ツール	55
(1) 数値代入機能ボタン	56
(2) 数値消去機能ボタン	56

(3) 入力機能ボタン	57
3.3.7 「様々な円の面積を求める」 学習内容	57
(1) 読み込み機能ボタン	58
(2) 教材提示機能ボタン	59
(3) 円提示機能ボタン	59
(4) ものさし提示機能ボタン	59
(5) 画像縮小機能ボタン	60
(6) 画像拡大機能ボタン	60
(7) 画像順序 UP 機能ボタン	61
(8) 画像順序 DOWN 機能ボタン	61
3.3.8 「複合図形」 学習内容	61
(1) 図形内部色変更機能ボタン	62
(2) 図形透過性変更機能ボタン	62
(3) 図形表示機能ボタン	63
3.4 ダウンロードサイト	64
3.4.1 「使用マニュアル」 ページ	64
3.4.2 「授業実践紹介」 ページ	65
3.4.3 「ダウンロード」 ページ	65
3.4.4 「指導案・まとめ教材・リンク集」 ページ	65
3.5 本章のまとめ	66
第4章 電子黒板向け操作型デジタル教材を活用した授業の実践	68
4.1 目的	68
4.2 実践のデザイン	68
4.2.1 単元構成のコンセプト	68
4.2.2 単元の指導計画	68
(1) 指導計画	68
(2) 各時の指導計画	69
① 第1時 「およその円の面積」	69
② 第2時 「円の面積の公式」	70
③ 第3時 「面積の演算」	72
④ 第4時 「複合図形」	77
4.2.3 実践の手続き	79
(1) 実践対象	79
(2) 実施時期	79

(3) 調査方法及び調査の位置	80
4.3 実践の結果と考察	83
4.3.1 実践の様子	83
(1) 第1時「およその円の面積」	83
(2) 第2時「円の面積の公式」	84
(3) 第3時「面積の演算」	84
(4) 第4時「複合図形」	85
4.3.2 操作型デジタル教材を用いた授業の効果	85
(1) 学習意欲の変容	85
(2) 学習効果	86
(3) 操作型デジタル教材に関する評価	86
(4) 本実践を受けた子どもの感想	87
4.4 本章のまとめ	87
参考文献	88
第5章 校内研修による実践成果のフィードバック	89
5.1 目的	89
5.2 校内研修会の方法	89
5.2.1 対象	89
5.2.2 時期	90
5.2.3 研修内容	90
5.2.4 質問項目	91
5.3 校内研修の成果と考察	92
5.3.1 研修会の様子	92
5.3.2 電子黒板の操作演習に対する評価	94
5.3.3 操作型デジタル教材の有効性とその実践に対する評価	94
5.3.4 研修会の評価と感想	95
5.4 本章のまとめ	97
第6章 結論及び今後の課題	98
6.1 本研究で得られた成果の整理	98
6.1.1 教材開発のコンセプトの検討	98
6.1.2 電子黒板向け操作型デジタル教材の開発	98
6.1.3 電子黒板向け操作型デジタル教材を活用した授業の実践	99

6.1.4 校内研修による実践成果のフィードバック	99
6.1.5 結論	100
6.2 教育実践への示唆	100
6.3 今後の課題	101
本研究に関する学会発表等	103
謝辞	104

第 1 章 緒論

1.1 研究の目的

本研究の目的は、算数科の円に関する学習(以下、円学習)において電子黒板向け操作型デジタル教材を開発し、その効果を実践的に検証するとともに、その成果を実習校にフィードバックすることである。

1.2 研究の背景

「平成 19 年度中央教育審議会のまとめ」(2007)では、教育内容に関する主な改善事項の一つに「理数教育の充実」が挙げられている¹⁾。これは、PISA や TIMSS などの国際的な学力到達度調査において、近年特に算数科の平均点や学習意欲の低下が見られたことが、大きな要因であるとされる。経済協力開発機構(OECD)実施の国際的な生徒の学習到達度調査(PISA)調査では、日本の生徒の数学的リテラシー(数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的に関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力)は、2000 年は OECD 加盟国の中で日本は 1 位、2003 年は 6 位、2006 年は 10 位と年々順位が低下している²⁾。また、国際教育到達度評価学会(IEA)実施の国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)においても、小学校 4 年生に算数の勉強が楽しいかを 4 つの選択肢(強くそう思う・そう思う・そう思わない・まったくそう思わない)で尋ねた結果では、「強くそう思う」と答えた子どもの割合は、日本は国際平均を下回る結果となった。算数の学習に対する自信についての調査においても、自信が高い子どもの割合は、日本は国際平均を下回る結果となった。このように、国際的に見て日本の子どもの算数科の学習状況には課題が見られる³⁾。

文部科学省が実施した「平成 22 年度全国学力・学習状況調査」(2010)によると、算数科において最も正答率の低かった問題は、B 問題図形領域における円に関する問題「ア-イが 90° 動いた距離と、ア-エの長さ(100cm)では、どちらが長いか」(図 I-1)で、その正答率は 14.9%と極めて低かった⁴⁾。また、「平成 22 年度全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた授業アイデア例」において、小学校算数科量と測定領域では、「円の面積」単元の授業が取り上げられている⁵⁾。これは、文部科学省が平成 22 年度全国学力・学習状況調査【小学校】の調査結果を踏まえて、授業を改善する際の参考となるよう、授業のアイデアを幾つか例示しているものである。量と測定領域において「円の面積」単元の授業が取り上げられているということは、文部科学省もこの単元において課題意識を感じていると言える。

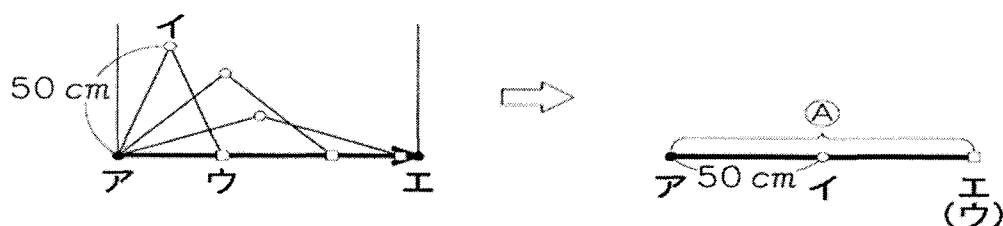


図 I-1 「平成 22 年度全国学力・学習状況調査」における
正答率の低かった B 問題円学習の問題

円学習に課題が見られるこの傾向は、他年度の調査においても表れている。2009 年度実施の同調査では、円に関する問題が出題され正答率は 30.5%で、全体では 2 番目に低い数字であった⁶⁾。2003 年度実施の小・中学校教育課程実施状況調査においても、円周率の意味や活用に関する問題の通過率が設定通過率を下回った⁷⁾。このように、円学習の学習指導の改善が算数科の実践課題の一つとなっている。

この実践課題に対処する方法には様々なアプローチが考えられるが、その一つとして ICT の活用が挙げられる。本研究では、上述したように特に実践上の課題が見られた円学習に焦点を当て、ICT 活用のあり方を検討することとする。

1.3 先行研究の整理

1.3.1 教科指導における ICT 活用の考え方

文部科学省が 2010 年に刊行した「教育の情報化に関する手引き」第 3 章第 1 節では、「学習指導の効果を高める ICT 活用のためには、ICT 活用と教員の指導力との関連を意識することが重要となる。単に授業で ICT 活用をすれば教育効果が期待できるものではなく、ICT 活用の場面やタイミング、活用する上での創意工夫など、教員の指導力が教育効果に大きく関わっていると考えられる。つまり、『ICT そのものが子どもの学力を向上させる』のではなく、『ICT 活用が教員の指導力に組み込まれることによって子どもの学力向上につながる』といえる。」⁸⁾と述べている。このような視点を踏まえ同手引きでは、ICT 活用の方法として「例えば、コンピュータや実物投影機等の映像をプロジェクタや大型ディスプレイなどで大きく映すだけで、学力が向上すると単純に考えることはできない。特に、子どもの興味・関心を高めるためであるならば、単に映像を見せるだけではなく、指導のねらいや子どもの実態に応じた題材や素材を教員が十分に吟味して選んでおくことが重要である。また、その映像をタイミングよく教員が大きく映して提示したり、提示した映像などを指し示しながら発問、指示や説明をしたりすることで、ICT 活用による効果が期待できる。より高い教育効果に結び付けるためには、ICT 活用に加えて、日頃からの子どもの実態把握、授業における活用のタイミング、発問、指示や説明といった従来からの授業の展開との融合も重要となる。提示した情報について説明などをした上で、従来どおり重要な点は板書をし、子どもにノートをとらせる指導も重要となる。そこで、ICT による乗法の提示と黒板が

第1章 緒論

連携しやすいように機器等の配置を考える必要もある。」と示している⁸⁾。また、「一方、子どもの立場で考えれば、ICTによって提示された情報を見て、教員の説明や指示を聞き、それに対応する学習活動を行うことになる。その際に提示される情報は、CD-ROMなどで入手された教科書準拠デジタルコンテンツなのか、あるいはプロジェクタなのか大型ディスプレイなどなのかといった提示手段や機器の種類の違いよりも、教員の説明などがよりわかるための情報の提示となっているかが重要となる。また、より高度な情報の提示手段として、ICTの特徴の一つであるインタラクティブ性の活用がある。ICT機器を操作する教員とのインタラクティブ性が高ければより授業のしやすさは向上すると考えられるが、確かな学力の育成といった学習指導上の効果のためには、むしろ教員と子どもとのインタラクティブ性を保障することの方が重要である。つまり、高価なICT機器であるかどうかや、技術的な難易度が高いといったこと、あるいはICTの特徴を活かした機能といったことだけでは、学習効果を高める上で直接的な役割を果たさない可能性もある。このような点に配慮してICTを活用する必要がある。」⁸⁾と、指摘している。このように、教科指導における学習効果を高めるためのICT活用においては、指導のねらいや子どもの実態に応じて、ICTを活用する場面やタイミングを考える必要があると言える。

同じく「教育の情報化に関する手引き」では、教育効果を上げるためのICT活用の計画として、「授業の計画段階において、教育効果を上げるには、どの場面でどのようにしてICTを活用するかを計画を検討することが重要である。」と述べている⁹⁾。その際、ICTの活用の仕方に関して、4つの使い方ができるとしている。1つ目は、「学習に対する子どもの興味・関心を高めるためのICT活用」である。「教育の情報化に関する手引き」内では、「それぞれの教科の学習内容や学習対象に対して関心を持ち、進んでそれらを調べようとしたら」といった興味や関心を高めるためにICTが活用できる。子どもが各自で教科書にある挿絵などを見るのではなく、大きく映してクラス全員で共有することで、これから読む物語のイメージをよりふくらませることができる。また、火山の噴火などの映像を大きく映して見せることは、よりリアリティをもたせることとなり、子どもに驚きや感動を与えることができる。」と述べている¹⁰⁾。2つ目は、「子ども一人一人に課題を明確につかませるための教員によるICT活用」である。同じく「学習指導を円滑に進めるためには子ども一人一人が課題を明確につかむことが欠かせないが、そのためにICTを活用することができる。教科書の設問や図表を拡大提示することで、教員が言葉だけで伝える以上に、子ども一人一人がこれから学習する課題を把握することができる。また、自分の演技とお手本を比較できる映像を見せることで、他者から言われるのではなく自分自身で課題に気付くことができる。」と述べている¹¹⁾。3つ目は、「わかりやすく説明したり、子どもの思考や理解を深めたりするための教員によるICT活用」である。同じく、「子どものつまずきを防ぎ、わかる授業を実現するために、また、思考や理解をより深めるためには、映像などを組み合わせながら説明することが大切である。そのためにICTを活用することは大きな効果を発揮する。操作手順やグラフの読み取りなどを指導する際は、映像やグラフの拡大提示、

シミュレーションソフトなどを活用することで、よりわかりやすい説明が実現できる。また、複雑な事象などについて思考や理解を深めるために、アニメーション映像をみたり、それについて意見をまとめた子どものノートを拡大提示しながら話し合ったりすることなどを通して、子どもの思考や理解をより深めることができる。」と述べている¹²⁾。4つ目は、「学習内容をまとめる際に、児童生徒の知識の定着を図るための教員による ICT 活用」である。同じく、「知識の定着を図る際に、教員が子ども一人一人の習熟の度合いに応じた指導をしたりするために、ICT を活用することが効果的である。繰り返しの学習は、知識の定着には重要であるが単調になりがちである。このような課題に対し、ICT を活用することで、変化に富んだ繰り返し学習が可能となる。例えば、ICT を用いたフラッシュ型教材を活用することで、子どもが集中して取り組むことができ、効果的な知識を定着させることができる。」と述べている¹³⁾。このように授業の計画段階において、教育効果を上げるためには、どの場面でどのようにして ICT を活用するかの計画を検討することが重要である。

1.3.2 ICT 活用のための学習環境

ICT を用いるために様々な教具があるがその一つとして電子黒板が挙げられる。電子黒板は文部科学省の2009年度補正予算「学校 ICT 環境整備事業」により、近年急速に普及が進んでいる電子教具である。平成21年には全国で16403台であった電子黒板が、平成23年3月1日現在では60474台にまで増加し、電子黒板のある学校の割合は平均69.3%となっている¹⁴⁾。電子黒板の有効性については、文部科学省委託事業の電子黒板活用効果研究協議会による「電子黒板活用ガイドブック」において報告されている。それによると、電子黒板活用に対する子どもの評価は、表 I-1 に示す調査項目全てで肯定的な回答が得られている。また、一体型電子黒板を活用した教員に対して、一体型電子黒板の活用効果について4件法で回答させた結果、表 I-2 に示す全ての項目で高い評価を得ることができたと述べている¹⁵⁾。

また、文部科学省の「電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する調査研究報告書」(2009)では、一体型電子黒板を活用した教員に対して、一体型電子黒板の活用効果について、4つの項目を4件法(とてもそう思う、少しそう思う、あまり思わない、全く思わない)で回答させたところ、全ての項目で高い評価を得ることができたと述べている(表 I-3・表 I-4・表 I-5・表 I-6)¹⁶⁾。

同調査研究報告書内では客観テスト結果における比較に関しても調査が行われており、一体型電子黒板を活用した授業と活用しない授業の両方を実施し、授業終了後に客観テストを実施し、一体型電子黒板活用の有無の違いを評価分析している。算数・数学においては、「数学的な考え方」、「表現・処理」、「知識・理解」の3つの評価の観点とその3つの観点を総合した結果に関する評価分析を、対応のある t 検定を用いて行っている。その結果、総合結果においては、一体型電子黒板を活用した場合が5%水準で有意に高い結果となった、と述べている。また、観点別では、「数学的な考え方」及び「表現・処理」において、一体

第1章 緒論

型電子黒板を勝つようしない場合と比べて、一体型電子黒板を活用した場合の方が1%水準で高い結果となった。このことから、小中学校算数・数学での実践授業において、一体型電子黒板の活用による教育効果を客観的に示すことができたと考えられると述べている(表I-7)¹⁷⁾。

更に、先述した電子黒板活用効果研究協議会によると、電子黒板の特徴として「操作」・「書き込み」・「保存」が挙げられている。「操作」に関して挙げると、次のように記されている。

「電子黒板なら、映写された画面上でコンピュータを直接操作することができます。声のする所(操作する所)と提示されている所が一致しているので、子どもたちはどこを見てよいか迷うことなく集中して授業に臨むことができます～(中略)～子どもたちが電子黒板を操作することも効果的です。子どもたちは自分たちが操作できるとなると授業に対する興味・関心は格段に高まります。それだけではなく、知識の理解や定着にもとても有効です。～(中略)～プロジェクタの拡大提示機能に、電子黒板の直接操作性が加わったことで、より効果的な授業が可能となりました。」¹⁸⁾

以上のように、電子黒板は教育効果を向上させるための有効な教具であり、その有効性の一つとして直接操作性を挙げることができる。

表 I-1 電子黒板活用に対する子どもの評価
(電子黒板活用効果研究協議会 2007)

モデル	評価値平均	もっとも評価の高い設問
T1:板書	3.2	先生の説明がよくわかった(3.5)
T2:説明・解説	3.2	教科書やノートのどこを説明しているかがよくわかった(3.6)
T3:実演	3.7	実験や作業の内容がわかりやすかった(3.9)
T4:コンテンツ	3.4	コンテンツの内容をよく理解できた(3.6)
T5:話し合い	—	有効回答数が少ないため省略

(数値は4件法による評定。最大値は4.0で3.0以上が肯定的な回答)

表 I-2 電子黒板活用に対する子どもの評価
(電子黒板活用効果研究協議会 2007)

モデル	評価値平均	もっとも評価の高い設問
S1:回答	3.5	見せたいところを見せることができた(3.7)
S2:コンテンツ	3.5	コンテンツの使い方がよくわかった(3.6)
S3:発表	3.9	発表内容がよくわかる・資料がみやすい(4.0)
S4:説明	3.6	書きこみをしてけると説明する人の考えがよくわかる(3.8)
S5:話し合い	—	有効回答数が少ないため省略

(数値は4件法による評定。最大値は4.0で3.0以上が肯定的な回答)

表 I-3 電子黒板活用における子どもへの学習意欲向上に関する
調査結果(電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する
調査研究検討委員会効果研究協議会 2010)

①電子黒板の活用は、子どもの意欲を高めることに効果があると思う

校種	とても	すこし	あまり	まったく	合計
小学校	44人 (88.0%)	6人 (12.0%)	0人 (0.0%)	0人 (0.0%)	50人 (100.0%)

表 I-4 電子黒板活用における子どもへの学習効果に関する
調査結果(電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する
調査研究検討委員会効果研究協議会 2010)

②電子黒板の活用は、子どもの理解を深めることに効果があると思う

校種	とても	すこし	あまり	まったく	合計
小学校	41人 (82.0%)	9人 (18.0%)	0人 (0.0%)	0人 (0.0%)	50人 (100.0%)

表 I-5 電子黒板活用における子どもへの表現・処理への効果に関する
調査結果(電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する
調査研究検討委員会効果研究協議会 2010)

③電子黒板の活用は、子どもの表現や技能を高めることに効果があると思う

校種	とても	すこし	あまり	まったく	合計
小学校	14人 (28.0%)	32人 (64.0%)	4人 (8.0%)	0人 (0.0%)	50人 (100.0%)

表 I-6 電子黒板活用における子どもへの思考の深化に関する調査結果
(電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する調査研究
検討委員会効果研究協議会 2010)

④電子黒板の活用は、子どもの思考を深めたり広げたりすることに効果があると思う

校種	とても	すこし	あまり	まったく	合計
小学校	28人 (56.0%)	22人 (44.0%)	0人 (0.0%)	0人 (0.0%)	50人 (100.0%)

表 I-7 算数・数学での一体型電子黒板活用の有無による客観テストの結果比較(電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する調査研究検討委員会効果研究協議会 2010)

算数・数学での活用の有無による比較結果

各観点		活用有り	活用無し	t 値	有意確率
数学的な 考え方	平均	77.89	68.97	2.83	**p<.01
	SD	(32.53)	(35.52)		
表現・処理	平均	91.26	83.58	3.29	**p<.01
	SD	(21.12)	(29.18)		
知識・理解	平均	90.34	92.31	-1.00	n. s.
	SD	(25.13)	(22.01)		
総合結果	平均	87.88	84.09	2.57	*p<.05
	SD	(19.92)	(22.02)		

1.3.3 算数科における ICT 活用に関する先行研究

(1)算数科における ICT 活用の方向性

「教育の情報化に関する手引き」第2章「学習指導要領における教育の情報化」では算数科における ICT 活用として「数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表やグラフを用いて表現する力を高めたりするためなどのため、必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること」を挙げている¹⁹⁾。例として「教育の情報化の手引き」の中で紹介されている ICT の使い方を以下に挙げる。

- ・大型ディスプレイ、教科書準拠デジタルコンテンツなどを活用して、教科書の問題文を拡大提示し、学習のねらいを確実につかませるようにする²⁰⁾。
- ・子どもがノートに描いた見取り図や展開図をプロジェクタ、実物投影機などで拡大提示し、いろいろな考え方を共有する²⁰⁾。
- ・プロジェクタ、実物投影機などを活用して、分度器やものさしなどの計器を拡大提示して、正しい使い方を指し示しながら説明する²¹⁾。
- ・子どもが実物投影機などを活用して、ノートに記した式や求め方を提示して、自分の考え方を分かりやすく説明する²²⁾。
- ・「数と計算」において、計算ドリルソフトなどを用いて、習熟の度合いに応じた問題を繰り返し練習し、計算を確実に身に付けるようにする²²⁾。
- ・数量関係「資料の分類整理」において、目的に応じて資料を分類整理し、表計算ソフトなどを活用して、表やグラフなどの図表に表す²²⁾。

以上のように、実物投影機やプロジェクタの使用に関しては例が多く挙げられている。しかし、算数科の活用においては、電子黒板を使用した例などは記述されていない。更にも上記の「図形についての感覚を豊かにしたり」という点においては、これらの記述を見る

限り、図形を拡大提示するといった方法以外の例が挙げられていない。

(2) 算数科における ICT 活用の実践研究

国立情報学研究所による論文情報ナビゲータ CiNii において算数科における ICT 活用に関する研究を検索したところ、8 件の先行研究が認められた²³⁾。そのうち、教員の意識調査・学習環境に関する研究がそれぞれ 1 件で、他の 6 件は授業実践に関する研究であった。

① 教員の意識及び学習環境に関する先行研究

教員の意識調査では、小野ら(2008)による「ICT 活用指導力向上に向けた教科算数における小学校教師の事前意識調査に関する研究」が行われている。この研究では、算数科における ICT 活用に向けた教師の意識調査を実施し、その結果からどのような ICT 活用教材が必要か、また教材開発の際の重要点等を検討している²⁴⁾。その結果、具体物の活用・操作が児童の学習へのイメージを高め、学習意欲の向上に有効であることが明らかにしている。具体的には、画像、検索、バーチャル・シミュレーションの機能等、デジタル教材の特性を生かした教材の開発が重要であると指摘している。また、算数科と国語科の学習に関係があるように、国語科をはじめ他の教科と補完しあえるような教材作りの視点が必要と述べている。更に、開発した教材の学校での有効活用を図るために、開発の目的、用途、機能等について、教師に周知し説明することが重要であると述べている。

学習環境に関する研究としては、石塚ら(2008)による「教室の ICT 環境と算数における学習指導での活用に関する調査」が行われている²⁵⁾。この研究では、教室における ICT 環境についての現状と問題点、及び教員のニーズがどこにあるのかが検討されている。その結果、教員の授業での ICT 活用のニーズはあるものの、学校現場へのプロジェクタや実物投影機などの ICT 機器の配備数が足りないために、利用できないという現実が認められたと述べている。

これらの先行研究からは、算数科における ICT 活用に対して担当教員は積極的な意識を形成しているものの、学校現場の学習環境は必ずしも適切に整備されていない実態が伺える。

② 授業実践に関する先行研究

授業実践に関する研究は大別すると、3 つに分類することができる。1 つ目は、コンテンツの活用に関する研究、2 つ目は、ネットワークを活用した授業実践に関する研究、3 つ目は、ICT を活用した授業の効果に関する研究である。

(i) コンテンツの活用に関する先行研究

コンテンツの活用に関する先行研究としては 2 件が認められた。まず、平井ら(2008)は ICT(デジタルコンテンツ)の活用が子どもの学習効果や教員の指導力に及ぼす効果について検討している。この研究では、6 年生の単元で教材を作成し実践を行った結果と、教員の算数科におけるデジタルコンテンツのニーズについて調査している²⁶⁾。実践では、教材を「体積」「分数」の単元においてアニメーションソフト(Flash)を使って作成し、それを活用した授業を実施している。その結果、算数の一斉授業でのデジタルコンテンツの活用は、

視覚的なイメージでとらえることにより、子どもの「興味関心度」・「授業全体の理解度(わかった気になる)」に効果があると報告している。授業後に子どもの意識調査および教員の聞き取り調査を実施したところ、算数科では ICT を活用する単元の選択が難しいという意見が得られたと報告している。また、教員が算数科において希望するデジタルコンテンツは、教科書に即して順を追って視覚的に子どもが把握できる(しやすい)ストーリー仕立てのものや、授業の導入の段階で子どもの興味関心を引き出すような、全体的に楽しいデジタルコンテンツを希望するとの記述が多数得られたと報告している。これらのことから中島は、今後は視覚的に再現できる動くデジタルコンテンツ(アニメーション)の開発・作制が必要であると述べている。

一方、宮本ら(2007)は児童の習熟度や学習スキルに応じた学校放送番組の活用方法について検討を行っている。この研究では、子どもの習熟度や学習スキルに応じて NHK 学校放送番組「日本とことん見聞録」をタイミングを変えて活用し、その効果を検証している²⁷⁾。その結果、習熟度や学習スキルに応じて番組の活用タイミングを設定すると、効果的な番組活用につながることを示している。

これらの先行研究のように、算数科におけるコンテンツの活用については、アニメーションや動画などを中心とした活用の検討が行われている。しかし、実物投影機やプロジェクタを使って図形を投影するといった活用や、電子黒板上で使用できるようなコンテンツの活用に関する研究は CiNii の検索における先行研究の中に見られなかった。

(ii) ネットワークを活用した授業実践に関する先行研究

教材コンテンツの配信や学習状況の把握にネットワークを活用した授業実践に関する先行研究としては次の2件が認められた。

まず、荒ら(2008)による「小学生のためのウェブサイト【算数のまとめ:6年生】とe-L倶楽部に関する研究」が挙げられる。この研究では、数と計算領域を復習するためのウェブサイトを構築し、授業実践を行い、その効果を考察している²⁸⁾。サイトは、個別指導と、練習と発展学習のためのドリル学習の3パートで構成されている。この研究では、教材を個別指導部分をe-L倶楽部で作成することにより、学習ソフトをウェブ上に置くことができている。しかし、ウェブを活用して家庭からも学習できる環境が整ったものの、個人情報保護条例に阻まれ、学習履歴を取ることができないなど、課題も見られたと報告している。

また、中島ら(2004)による「基礎学力向上のための小学生のためのe-learningシステムの導入と効果に関する研究」も行われている²⁹⁾。長野市の小学生の基礎学力を向上させるために、長野市教育の情報化推進共同研究会普及推進小学校部会では、センターサーバーを使ったインタラクティブ STUDY の導入を決定し、運用方法についての研究及び約20000人の子どもがストレスなくシステムを活用できるようにシステムの改善を進めた。その結果、子ども一人ひとりの学習に取り組む姿勢及び基礎学力(算数)の向上がみられた。更に教員の授業観の変容が見られたと報告している。

第1章 緒論

これらの先行研究から、ネットワークを活用した教材の開発と教育実践は、大人数の子どもを対象に組織的な基礎学力向上に大きく寄与しうることが示された。しかし、ネットワークを利用した教材の開発は、それに対応するサーバ・クライアント環境の整備などシステム面の充実が必要不可欠である。また、仮にネットワークインフラが十分に整った状態においても、個人情報保護等の観点から教材のユビキタス化は困難であることも示されている。

(iii) ICT を活用した授業の効果に関する先行研究

一方、普通教室で行われる通常授業における ICT 活用の効果については、次のような先行研究が認められる。

中野ら(2005)による「和と差の二項演算に関する作問学習支援環境利用による算数能力への影響調査」が行われている。この研究では、作問学習を行える学習支援環境 POP-B の構築を行い、その教材を用いた作問学習を行い、算数についての能力向上を調査している³¹⁾。その結果、事前テストにおいて(1)問題解決テストの成績が上位でかつ、問題分類テストの成績が下位のグループおよび、(2)問題解決テストの成績が下位でかつ、問題分類テストの成績が上位のグループについては、教材を使用しなかった場合の方が、事後テストにおいて、事前テストでは下位のグループのテストの成績が有意に向上していることを報告している。

また、渡邊ら(2009)は「算数科の一斉授業における ICT 活用による指導の効率化に関する研究」を行い、算数科の一斉授業において、同じ教員が同じ題材で、ICT を活用した授業と活用しなかった授業を行い、その効果を考察している³⁰⁾。その結果、ICT を活用した授業では、活用しなかった授業に比べて、教員による指示・説明や子どもに対する学習支援、子どもによる活動の時間が短縮されていた。このことから、ICT を活用した授業では指導の効率化が図られていることが確かめられたと述べている。

これらの先行研究からは、普通教室で実施する授業における ICT 活用は、子どもの学力向上だけでなく、指導の効率化にも寄与しうることが示されている。それに伴い、授業進度の遅れを解消する効果などの点においても、ICT を活用する利点を期待することができると考えられる。

1.3.4 算数科における ICT 活用に関する実践事例

(1)算数科における ICT 活用の実践事例とデジタルコンテンツ

次に、算数科における ICT 活用の実践事例の動向を把握するために、IT 授業実践ナビで算数科における ICT を活用した実践事例を整理した。その結果、算数科における実践事例は 32 件であった。そのうち 30 件がプロジェクタやマルチメディアボードを使用して授業を行っているものであった(表 I-8)。使用方法に関しては、子どものノートに書いた考えなどをプロジェクタに拡大して映し出しており、そのうち 17 件は、導入やまとめの段階において動画や静止画・パワーポイントといったものをプロジェクタに映し出していた。残

第1章 緒論

りの1件に関しては、子どもが個別に使用する習熟ドリル型のデジタルコンテンツを使用した実践を、もう1件は、電子黒板を使用した実践を行っていた。習熟ドリル型のデジタルコンテンツを使用した実践は他にも2件あり、それぞれプロジェクタと組み合わせて実践を行っていた³²⁾。また、TOSS・子どもランドにて算数科のデジタルコンテンツを整理したところ、フラッシュ型教材が多く、式と計算・図形分野の単元学習においてそれぞれデジタルコンテンツが多く見られた(図I-2)³³⁾。

以上のように算数科におけるICT活用の状況としては、プロジェクタや実物投影機を使って子どもの考えを書いたノートを映し出したり、動画やフラッシュ型のデジタルコンテンツを映し出すといったことが多く実践されている。また、先行研究では、ICT活用の仕方に関する授業実践に関する研究が多く行われている。

表I-8 IT授業実践ナビの算数科における各学習内容の使用機器分類状況

学年	単元名・題材名	使用機器		
		プロジェクタ・ マルチメディアボード	動画・静止画・ パワーポイント	その他
1年	かずのなまえ	○		
2年	三角形と四角形	○		
2年	たし算かな ひき算かな	○		
2年	時刻をよむ	○		
2年	長さ調べ	○	○	
2年	かけ算九九表のきまり	○	○	
2年	身の回りのかけ算を探そう	○		
3年	せいりのしかた	○		
3年	棒グラフと表	○	○	
3年	四角形をしらべよう	○	○	
3年	かけ算のきまり(3)	○	○	
3年	重さしらべ	○		○
3年	タングラムで形づくり	○	○	
4年	概数の表し方	○		
4年	小数	○	○	
4年	円と球	○	○	
5年	分数をくわしく調べよう	○	○	
5年	三角形の面積	○		
5年	三角形・四角形の面積	○		
5年	円周率	○	○	
5年	タングラムで形づくり	○		○
5年	小数のわり算	○	○	
5年	三角形の面積	○	○	
5年	割合とグラフ			○
6年	直方体と立方体	○	○	
6年	体積のはかり方と表し方	○	○	
6年	立体	○	○	
6年	割合を使って	○		
6年	直方体と立方体	○	○	
6年	整数一倍数のもようづくり	○		
6年	分数のわり算	○	○	
6年	ならして比べよう	○		○

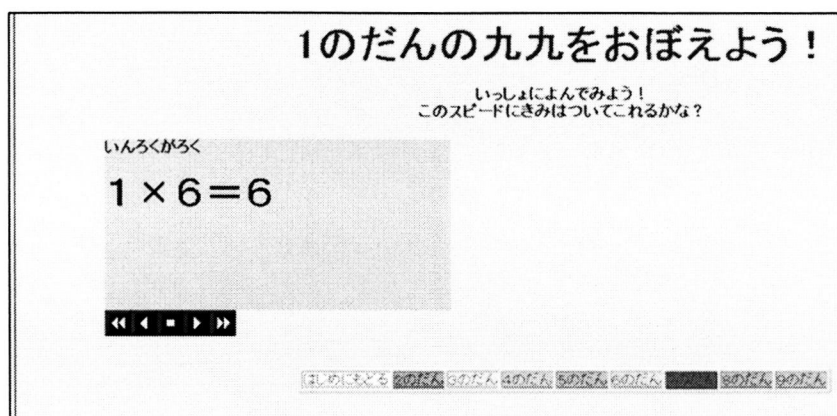


図 I-2 算数科におけるデジタルコンテンツの例

(2) 円学習における ICT 活用の実践事例

1.2 節で述べた通り、本研究では算数科の中でも重要な実践課題となっている円学習を研究の対象としている。そこで次に、算数科円学習における ICT 活用の実践事例を整理する。

平成 20 年告示小学校学習指導要領解説では、算数科図形領域円学習の学習内容として以下のように示されている³⁴⁾。

- ・ 三年生「円について知ること、またそれらの中心、半径、直径について知ること。」(中心、半径、直径、作図、コンパス、身の回りの円、円に対する興味関心など)
- ・ 五年生「円周率について理解すること。」(直径と円周の関係、円周率)
- ・ 六年生「円の面積の求め方を考えること。」(円の求積公式)

これら円学習の先行研究の整理として、先述した CiNii において算数科円学習における ICT 活用に関する研究を検索したところ、0 件であった。

また、現在のところ円学習の学習指導に利用できるデジタルコンテンツは、旧教育ナショナルセンターでは小学校 3 年生の図形領域向け教材計 188 件中 0 件、5 年生では計 332 件中 1 件(動画)、6 年生では 241 件中 1 件³⁵⁾。TOSS 子どもランドにおいては 3 年生で 1 件、5 年生で 4 件、6 年生で 2 件。Yahoo! きっずでは、56 件のリンクサイトのうち、円学習に使用することができるコンテンツが記載している Web サイトは 6 件、キッズ goo では 57 件中 1 件と極めて少ない^{36) 37)}。そしてこれらコンテンツの内容に関しては、動画で学習内容を説明するといったものや、静止画で説明するといったもの、パワーポイントで説明するといったものであった(図 I-3)。

また、円学習で ICT を活用した実践事例は、IT 授業実践ナビにおいて 3 年生で 1 件(動画、静止画)、5 年生で 1 件(動画)、6 年生で 0 件のみであった。円学習における電子黒板を使った実践事例に限れば、これらの Web サイトでは事例を確認することができず、電子黒板普及推進に資する調査研究事業サイトにも活用事例は記載されていなかった。

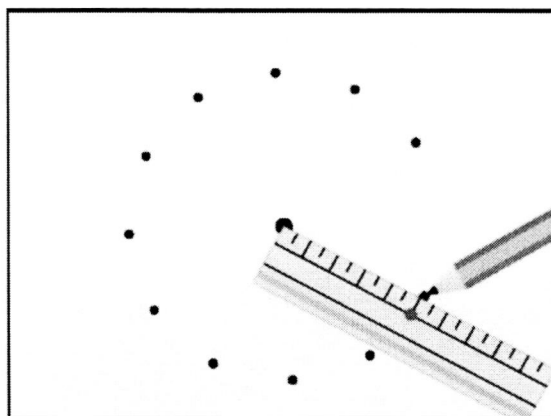


図 I-3 算数科円学習におけるデジタルコンテンツの例(動画)

1.4 問題の所在

前述したように算数科円学習では、全国的な学力テストにおいて正答率の低さが度々指摘されるなど、学習指導面での課題が見られる。この課題に対し本研究では、その解決法の一つとして電子黒板の活用を取り上げた。電子黒板は、電子黒板を活用した実践に関する調査において、教育効果の向上に有効的な教具であることが報告されており、その利点の一つに直接操作性が挙げられている。また、文部科学省が「教育情報化の手引き」内で算数科における ICT の積極的な活用を促すなど、算数科全体における ICT 活用、特に電子黒板による学力向上が期待されている。しかし、円学習においては、TOSS 子どもランドや旧教育情報ナショナルセンター、Yahoo!キッズ、きつず goo といった ICT 活用における代表的なウェブサイトにも適切なデジタルコンテンツがあまり充実していなかった。また、IT 授業実践ナビ及び CiNii においても、円学習における ICT 活用については、実践事例や先行研究がほとんど存在していなかった。さらに、円学習の学習指導に利用することができる数少ない既存のデジタルコンテンツにおいても、動画やパワーポイントといったものがほとんどであり、電子黒板に適したデジタルコンテンツは充実していないのが現状であった。

これらの先行研究から、算数科円学習の実践において電子黒板の利点である「直接操作性」を活かした ICT 活用が十分でないことが問題点として指摘できる。

1.5 研究のアプローチと論文の構成

そこで本研究では、上記の問題に対処するため、円学習における ICT を活用した電子黒板向け教材の開発を行うこととした。具体的には、まず、教材開発のコンセプトとして、5社の教科書を元に円学習における形成関係図の作成を行う。次に、作成した形成関係図に円学習の学習指導に利用することができるデジタルコンテンツを学習内容別に分類し、学習内容別にデジタルコンテンツの状況を調査する。そして、現職教員 10 名を対象とした半構造化面接を行い、円学習の学習指導における実態と、ICT 活用のニーズを探る。このよう

第1章 緒論

にして教材開発のコンセプトの検討を行ったあと、コンセプトに応じて円学習における教材を開発し、教材を使用した実践を行う。教材は、電子黒板に適したコンテンツを開発する。その際、質問紙を用意し、教材の効果を検討する。その後、これらの実態把握や手立ての効果を、校内研修会において実習校にフィードバックし、今後の授業実践や授業改善に向けた課題意識の共有化を試みることにした。このようなアプローチに基づき本研究では、各章を以下のように構成した。また、各章間の関連性を図 I-4 に示す。

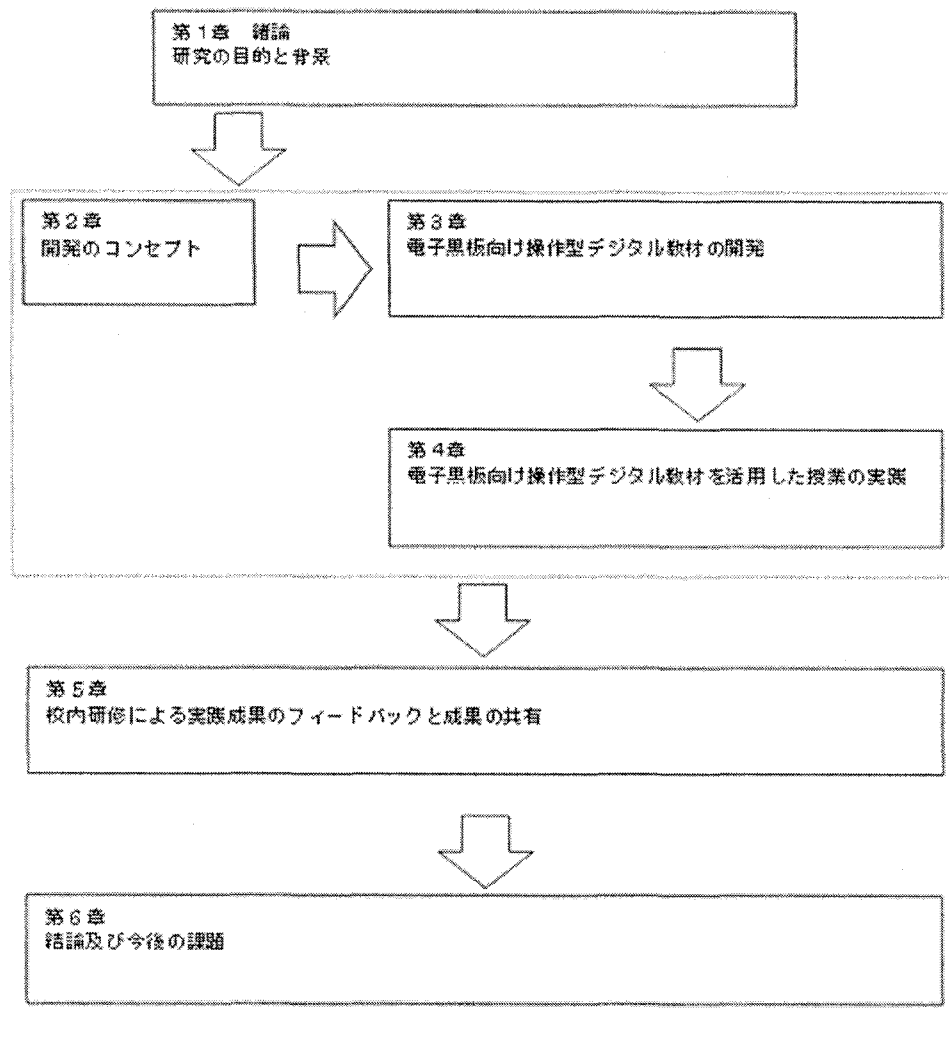


図 I-4 研究課題の構造と論文の構成

—章の構成—

第1章 緒論

第1章では、本研究の目的を踏まえ、研究の背景、先行研究の整理、問題の所在などから研究課題を明らかにし、研究の計画と構造を策定する。

第2章 教材開発のコンセプトの検討

第2章では、教材開発のコンセプトの検討として、教科書を元に円学習の形成関係図の作成と、円学習の学習指導に利用することができる既存デジタルコンテンツの学習内容別分類、そして現職教員10名を対象とした半構造化面接を行い、ICTを活用した円学習における学習指導の実態把握を行う。

第3章 電子黒板向け操作型デジタル教材の開発

第3章では、第2章で把握した円学習の実態に基づいて、電子黒板向け操作型デジタル教材の開発及びそのダウンロードサイトの構築を行った。

第4章 電子黒板向け操作型デジタル教材を活用した授業の実践

第4章では、第3章で開発した操作型デジタル教材を活用し、小学校6年生算数科「円の面積」単元で授業の実践を行い、その効果を検証する。

第5章 校内研修による実践成果のフィードバック

第5章では、第4章の調査・実践の結果を、実習校の校内研修を通してフィードバックし、共有を試みる。

第6章 結論及び今後の課題

第6章では、本研究において示唆されたこと及び今後の課題を整理する。

[参考文献]

- 1)中央教育審議会(2007)教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ, pp.55-56, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryu/07110606/001.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 2)OECD(2006)2006年度PISA調査, 2006年度調査国際結果の要約, p.13, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 3)国際教育到達度評価学会(2007)2007年度国際数学・理科教育動向調査, pp.10-12, <http://www.nier.go.jp/timss/2007/gaiyou2007.pdf>(最終アクセス:2012年1月19日)
- 4)文部科学省(2009)平成22年度全国学力・学習状況調査結果概要, 教科に関する調査の結果, p.12, http://www.nier.go.jp/10chousakekkahoukoku/02shou/shou_2.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 5)文部科学省(2009)全国学力・学習状況の結果を踏まえた授業アイデア例, p.8, http://www.nier.go.jp/10chousakekkahoukoku/22_shou_jugyou_idea_houkoku.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 6)文部科学省(2007)平成20年度全国学力・学習状況調査結果小学校報告書, 教科に関する調査の結果, p.12, http://www.nier.go.jp/08chousakekkahoukoku/08shou_data/houkokusho/02_shou_kyouka_chousakekka.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 7)文部科学省(2002)平成15年度小・中学校教育課程実施状況調査, 教科別分析及改善点, p.1, http://www.nier.go.jp/kaihatsu/katei_h15/H15/03001030020007004.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 8)文部科学省(2011)教育の情報化に関する手引き, p.48, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/13/1259416_8.pdf(最終アクセス:2012年1月19日)
- 9)前掲8), p.51

第1章 緒論

- 10)前略 8), p.53
- 11)前略 8), pp.54-55
- 12)前略 8), p.56
- 13)前略 8), p.58
- 14)文部科学省(2011)平成 23 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果, p.4, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/__icsFiles/afieldfile/2011/09/05/1308365_1_1.pdf(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 15)電子黒板活用効果研究協議会(2007)電子黒板活用ガイドブック, p.62, <http://edusight.uchida.co.jp/e-iwb/images/index/guidebook.pdf>(最終アクセス:2011 年 1 月 19 日)
- 16)文部科学省(2009)電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する調査研究報告書, pp.123-124, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2010/10/07/1297992_05.pdf(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 17)前掲 16), pp.140-141
- 18)前掲 15), p.4
- 19)前掲 8), p.18
- 20)前略 8), p.55
- 21)前略 8), p.56
- 22)前略 8), p.61
- 23)国立情報学研究所:論文情報ナビゲータ CiNii, <http://ci.nii.ac.jp/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 24)小野賢太郎, 平井尊士(2008)ICT 活用指導力向上に向けた教科算数における小学校教師の事前意識調査, 武庫川女子大学紀要, 人文・社会科学編, 第 56 巻, pp.43-52
- 25)石塚丈晴, 他 2 名(2008)教室の ICT 環境と算数における学習指導での活用に関する調査, 日本教育工学会研究報告書, JSET08-4, pp.75-78
- 26)荒義明(2008)小学生のためのウェブサイト「算数のまとめ:6 年生」e-L 倶楽部, 2008 年会論文集, 第 24 巻, pp.210-211
- 27)中野明, 他 4 名(2005)和と差の二項演算に関する作問学習支援環境利用による算数能力への影響調査, 日本教育工学会論文誌, 第 28 巻第 3 号, pp.205-215
- 28)中島研一, 他 4 名(2004)基礎学力向上のための小学生のための e-learning システムの導入と効果, 日本科学教育学会研究会研究報告, 第 18 巻, pp.29-32
- 29)平井尊士, 他 3 名(2008)ICT(デジタルコンテンツ)の活用が児童の学習効果や教師の指導力に及ぼす効果の一考察, 兵庫大学論集, 第 13 巻, pp.211-230
- 30)渡邊光浩, 他 2 名(2009)算数科の一斉授業における ICT 活用による指導の効率化, 日本教育工学会論文誌, 第 33 巻, pp.149-152
- 31)宮本朋典, 他 2 名(2007)児童の習熟度や学習スキルに応じた学校放送番組の活用タイミングと効果, 日本教育情報学会 2007 年会論文集, 第 23 巻, pp.180-181
- 32)文部科学省:IT 授業実践ナビ, <http://www.nicer.go.jp/itnavi/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 33)TOSS:TOSS 子どもランド, <http://www.tos-land.net/child>(最終アクセス:2012 年 1 月

第1章 緒論

19日)

- 34)文部科学省(2009)平成20年度告示学習指導要領解説算数編, pp.123-184, 東洋館
- 35)文部科学省:旧教育情報ナショナルセンター, <http://www.nicer.go.jp/>(最終アクセス:2012年1月19日)
- 36)Yahoo JAPAN:Yahoo!きっず, <http://kids.yahoo.co.jp/>(最終アクセス:2012年1月19日)
- 37)NTT レゾナント:キッズ goo, <http://kids.goo.ne.jp/>(最終アクセス:2012年1月19日)

第2章 教材開発コンセプトの検討

2.1 目的

本章の目的は、ICTを活用した算数科円学習の実践に向けて、教材開発の指針を得ることである。そのために本章ではまず、円学習の学習内容に関する形成関係図を作成し、学習内容の全体像を把握する。その上で、形成関係図上にインターネット上に流通している既存のデジタルコンテンツを分類すると共に、小学校教員を対象とした半構造化面接を行い、開発する教材の内容と機能について検討する。

2.2 円学習の学習内容に関する形成関係図の作成

円学習の3年生「円と球」単元、5年生「円周」単元、6年生「円の面積」単元を、5社の教科書を元に学習内容ごとに分類し、ISM法(Interpretive Structural Modeling)により構造化し、円学習における形成関係図を作成した。教科書はそれぞれ、啓林館・東京書籍・大日本図書・日本文教出版・学校図書の内容を分類した^{1)~5)}。

形成関係図とは、「Aの習得がなければBの習得ができない」という形成関係を図で示したものである。ISM法とは、素材情報間の関係を目で見ても分かりやすい概念構造チャートとして図式化する方法である。構造化することにより、子どもをつまずきの発見とその対処に効果的である⁶⁾。例えば、小数のかけ算ができない子どもの場合であれば、かけ算の習得がない子どもには小数の習得はできない。仮にかけ算の習得ができていないならば、小数を習得させる前にかけ算を習得させるべきであり、かけ算の習得ができていないならば、小数のかけ算の習得を行わせるべきである。このように、子どもをつまずきの発見とその対処に効果的である。そのため、ISM法により学習内容を構造化することにした。

円学習の単元を5社の教科書を元に分類した結果、3年生学習「円と球」単元では、3つの学習内容に分類された。1つ目は、円そのものの定義を学習する「円の概念」。円というものはどのようなものか、どの部分を中心と言い、どの部分を半径・直径と呼ぶかという内容を学習する。2つ目はコンパスを使って円を作図する学習「円の作図」である。コンパスを使い、様々な半径の円を作図するという内容を学習する。3つ目は、応用として少し複雑な図形を、コンパスを使って作図する「複合図形の作図」である。円を組み合わせて花のような模様を作ったり、半円などを描いたりする内容を学習する。続いて5年生学習「円周」単元では、2つの学習内容が分類された。1つ目は円周を求める公式を求める学習「円周率・円周の公式」である。円周率とは何か、それに伴い円周の公式を、それぞれ学習する内容である。2つ目はその公式を使って様々な円の円周を求める学習「様々な円の円周を求める」である。最後に6年生学習「円の面積」単元では、4つの学習内容が分類された。1つ目は、既習の学習事項を使って円のおよその面積を求める学習「およその円の面積」。方眼紙を使って円のおよその面積を求める学習を行う。2つ目は、等積変形を利用して円の

第2章 教材開発コンセプトの検討

面積の公式を求める学習「円の面積の公式を求める」である。円を等積変形すると長方形に近づいていくことを利用し、円の面積の公式を求める学習を行う。3つ目は、公式を使って様々な円の面積を求める学習「様々な円の面積を求める」である。4つ目は、応用として公式を利用して複雑な図形の面積を求める学習「複合図形」である。

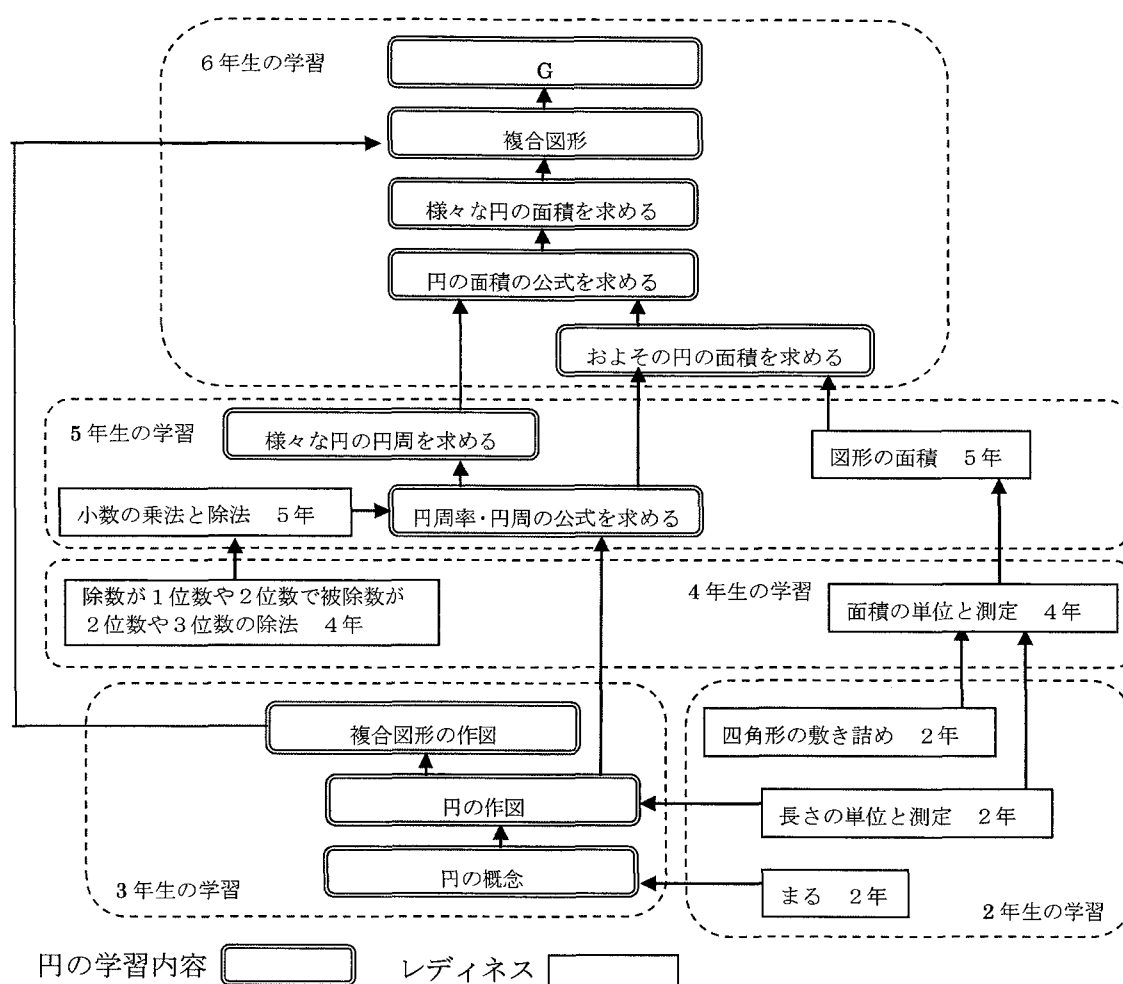
以上のようにして分類を行った円学習の学習内容を、構造化した。まず、分類した学習内容をそれぞれの学習内容間の前提・論理・因果・包含あるいは主観によって前後関係や上下関係などの部分的な関係付けを行う。次に、これらの関係付けデータを直接関係マトリクス「正方行列」によって表し、コンピュータに入力する。コンピュータはグラフ理論による演算とCS式要素配置アルゴリズムにより全体構造を整理し、目で見て分かりやすいチャートを打ち出す。そしてそのチャートを見直し、要素の追加・変更・削除をしたり関係付けを修正して全体構造を決定した。このようにして作成した円学習の形成関係図を、図II-1に示す。3年生の学習内容は、「円の概念」が「円の作図」のレディネスとなっており、「円の作図」は「複合図形の作図」のレディネスとなっている。また、「円の概念」の学習内容は2年生の学習内容「まる」がレディネスとなっており、「円の作図」の学習内容は2年生の学習内容「長さの単位と測定」がレディネスとなっている。

5年生の学習内容では、「円周率・円周の公式を求める」学習内容が、「様々な円の円周を求める」学習内容のレディネスの学習内容となっている。また、「円周率・円周の公式を求める」学習内容は、5年生の学習内容「小数の乗法と除法」がレディネスとなっている。「小数の乗法と除法」は4年生の学習内容「除数が1位数や2位数で被除数が2位数や3位数の除法」がレディネスとなっている。

6年生の学習内容では、「およその円の面積を求める」学習内容が、「円の面積の公式を求める」学習内容のレディネスとなっている。次に、「円の面積の公式を求める」学習内容が、「様々な円の面積を求める」学習内容のレディネスとなっている。最後に、「様々な円の面積を求める」学習内容が、「複合図形」の学習内容のレディネスとなっている。また、「およその円の面積」の学習内容は、5年生の学習内容「図形の面積」と先述した5年生の学習内容「円周率・円周を求める公式」がそれぞれレディネスとなっている。「図形の面積」は4年生の学習内容「面積の単位と測定」がレディネスとなっており、「面積の単位と測定」は2年生の学習内容「四角形の敷き詰め」と同じく2年生の学習内容「長さの単位と測定」がそれぞれレディネスとなっている。「円の面積の公式を求める」学習内容は、先述した5年生の学習内容「様々な円の円周を求める」がレディネスとなっている。「複合図形」の学習内容は先述した3年生の学習内容「複合図形の作図」がレディネスとなっている。

これにより、円学習の学習内容が他の「図形」や「数と計算」、「量と測定」等の各分野の学習内容をレディネスとしつつ、系統的に積み上がっていく様相が把握された。

第2章 教材開発コンセプトの検討



図II-1 円学習の形成関係図

2.3 既存のコンテンツの収集と学習内容別分類

作成した形成関係図にウェブサイトから収集した円学習のデジタルコンテンツを学習内容ごとに分類した。収集したデジタルコンテンツは、ICT活用における代表的なウェブサイトから収集した。具体的には、旧教育情報ナショナルセンター2件、TOSS子どもランド7件、Yahoo!キッズ6件、キッズgoo1件、計16件である^{7)~10)}。ここでは第1章において収集したコンテンツを使用した。これらの中には、1つのコンテンツが単元をおよそ網羅しているなど、学習内容を重複してカバーしているコンテンツも存在している。

分類した表を表II-1に示す。分類の結果、コンテンツが最も少ない学習内容は、3年時の複合図形の作図であり、0件であった。コンテンツが最も多い学習内容は、6年時の「円の面積の公式」、「複合図形」、5年時の「円周率・円周の公式」の3つで8件であった。これにより、3年生の「円の作図」や「複合図形」といった学習内容のコンテンツが不足していることが把握された。また、最もコンテンツの多い3つの学習内容のコンテンツの内容を見比べた場合、問題を提示するのみといった「問題提示型」のコンテンツは、「円の面積

の公式」では8件中2件、「複合図形」では8件中5件、「円周率・円周の公式」では8件中0件であった。その他のコンテンツは、動画やパワーポイントといった、教員が授業中に説明を行いながら使用できるコンテンツであった。

表Ⅱ-1 円学習の学習内容と既存のデジタルコンテンツの分類

学年	学習内容	既存のデジタルコンテンツ数
6年生	複合図形	8
	様々な円の面積を求める	6
	円の面積の公式	8
	およその円の面積	4
5年生	様々な円の円周を求める	2
	円周率・円周の公式を求める	8
3年生	複合図形の作図	0
	円の作図	2
	円の概念	6

2.4 小学校教員を対象とした半構造化面接

2.4.1 対象

現職の小学校教員10名を対象とした。教員歴の訳は、3年目:3名, 5年目:1名, 8年目:1名, 13年目:1名, 15年目:3名, 20年目:1名である。

2.4.2 調査方法

上記の教員を対象に、半構造化面接(semi-structured interview)を行った。質的調査を行う際の面接法には3種類の面接法が存在する。構造化面接(structured interview)、非構造化面接(unstructured interview)、そして半構造化面接である。松浦ら(2008)によると半構造化面接は、あらかじめ質問事項は用意しておくが、面接時にそれを柔軟に変化させる面接法であると述べている¹¹⁾。本研究では、質的インタビューを行うため、半構造化面接を行うこととした。図Ⅲ-2は面接時に使用したインタビューガイドである。

第2章 教材開発コンセプトの検討

インタビュー	
1月 日	名前()
教員()	学年()
<p>・円のどの分野を指導されましたか。...</p> <p style="text-align: center;">円とは円の作図()回 ・ 円周率と円周()回 ・ 円の面積()回</p>	
<p>・円の指導を行うにあたって、つまずきが多かったところや気を付けたところはどこですか。...</p> <p>円とは円の作図</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>円周率と円周</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>円の面積</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>・円の指導を行うにあたり、どのような工夫をされましたか、(活動や教材の使用など)。</p> <p>円とは円の作図</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>円周率と円周</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>円の面積</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>・ICTを活用した教材があれば、使用したいと思いますか、または使用したことがありますか。...</p> <p>(はい・いいえ)</p> <p>() どのようなICT教材があれば使いたいと思いますか。...</p> <p>() なぜ使用したくないと思いましたか。...</p> <p>() どんな教材を使用しましたか。...</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
<p>・私は円分野におけるICTを活用した教材を開発していますが、何かアドバイスがあればお願いします。...</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	

図Ⅱ-2 半構造化面接で使用した質問紙

2.4.3 調査結果

半構造化面接の結果、次のようになった。つまずきが少なかった学習内容は、「円周率・円周の公式を求める」(6人中2人)、「円の概念」(10人中2人)であった。一方、つまずきが多かった学習内容は、「円の作図」(10人中9人)、「円の面積の公式を求める」(6人中6人)などであった。ICT活用教材のニーズに関しては、「複合図形の作図」に使用できる教材、「円の面積の公式を求める」に使用できる教材、「複合図形」の操作型解説コンテンツなどが挙げられた。

つまずきの少なかった「円周率・円周の公式を求める」学習内容は、「円周率の学習内容は、一度行くと大丈夫。そんなに混乱しない」といった声もあったように、あまり課題に挙げられることはなかった。「円の概念」の学習内容も、「教え込まないといけないところなので、特に難しくはなかった。」「円の概念は、子どもは問題なく理解できていた。」という声があったようにあまり課題に挙げられることはなかった。

反対に、つまずきが多く見られた。「円の作図」の学習内容は、「コンパスが滑ってしまいうまく円を書けないというつまずきが多い。」という意見が多く、それに対し「個別指導を行った。」「何回も繰り返し習熟させることで克服した。」「コンパスを回すのではなく紙を回させた。」という意見があった。「円の面積の公式を求める」学習内容は、「公式を導き出す授業が特に難しい。」といった声が非常に多く、「原理はわかるがなぜそうなるかが子どもは理解しづらい。」「あやふやになり、円周の公式と面積を求める公式が混同してしまう子どもも見られる。」などかなり課題が見られる学習内容であった。

ICT 活用教材のニーズに関しては、「子どもも教員も使える教材がよい。」という意見や、「子どものつまずきに効率よく対応できるタイムリーな教材があればよい。」といった意見、「応用問題などで、図形を動かしたりできる教材や、図形を切り取ったり色を変えることができる教材があれば便利。例えば勾玉のような形の面積を求める問題など。」「円が提示できる教材。黒板だと教師自身がうまく円を書けなかったり後ろの子まで見にくかったりするので、ICT などで正確に見やすいものがあるとよい。」「複雑な模様を、分解するような ICT 教材。黒板だけではやりづらく、時間がかかったので。」といった意見が挙げられた。

2.5 教材開発に向けた考察

以上に整理した既存コンテンツの状況と教員の ICT 活用教材に対するニーズを照らし合わせ、本研究で取り組む教材開発の方向性について検討する。上述した既存デジタルコンテンツの学習内容別分類と半構造化面接の結果を整理して、表Ⅱ-2 に示す。

まず、既存コンテンツの状況では、3 年生の「円の作図」、複合図形の作図」、5 年生の「様々な円の面積を求める」の学習内容においてコンテンツがあまり充実していなかった。これに対して 6 年生では、「複合図形」においてドリル型の個別習熟用コンテンツなどが見られたが、一斉授業で使用できる学習内容提示型のコンテンツはあまり充実していなかった。一方、半構造化面接の結果では、教員が 3 年生の「円の作図」、6 年生の「円の面積の公式」、複合図形の指導に課題があると回答した。また、ICT 活用教材に対するニーズでは、3 年生の「複合図形の作図」、6 年生の「円の面積の公式」、複合図形」が挙げられた。特に、6 年生の「複合図形」では、「一斉授業において、教員が操作を行いながら学習指導が行えるコンテンツがほしい。」といったニーズが多く挙げられた。

既存コンテンツの状況と教員の ICT 活用教材に対するニーズとを関連付けて検討すると、6 年生の「複合図形」の学習内容は、教員にとって学習指導に難しさを感じていると共に、ICT 活用教材のニーズが高いと考えられる。また、この学習指導に対して教員は、一斉授業において図形を操作しながら子どもに説明したり、解説できる教材を求めていると考えられる。しかし、このような学習指導を想定した教材は、既存コンテンツに多くは認められなかった。

これらの結果から本研究では、実践に対する課題意識と ICT 活用へのニーズが共に高い 6 年生の「円の面積」単元（「およその円の面積」、円の面積を求める）、様々な円の面積を

第2章 教材開発コンセプトの検討

求める」,「複合図形」)において教材開発を行うことにした。教材は,半構造化面接にて挙げた「一斉授業において操作を行いながら学習指導が行えるコンテンツ」「子どものつまずきに即座に対応できるコンテンツ」という2点を考慮し,次の2点をコンセプトとして教材開発を行うこととした。

- 1) 操作性の高いコンテンツであること。
- 2) 単元を網羅し,子どものつまずきに即座に対応することができるコンテンツであること。

本研究では,このようなコンセプトを持つ教材を「操作型デジタル教材」と呼ぶこととする。

表Ⅱ-2 学習内容ごとの既存コンテンツの分類と半構造化面接の結果

学年	学習内容	既存のデジタルコンテンツ数	課題が多い学習内容	ICT活用教材のニーズが挙げられた学習内容
6年生	複合図形	8	○	○
	様々な円の面積を求める	6		
	円の面積の公式	8	○	○
	およその円の面積	4		
5年生	様々な円の円周を求める	2		
	円周率・円周の公式を求める	8		
3年生	複合図形の作図	0		○
	円の作図	2	○	
	円の概念	6		

2.6 本章のまとめ

以上,本章では,教材開発の指針を得るため,円学習における学習内容の構造を,形成関係図を作成することで把握した後,既存のデジタルコンテンツの分類と小学校教員を対象とした半構造化面接を行った。その結果を以下に整理する。

- 1) 円学習の学習内容に対してISM法を用いて形成関係図を作成した結果,円学習が他の「図形」や「数と計算」,「量と測定」等の各領域の学習内容をレディネスとしつつ,系統的に積み上がっていく様相が把握された。この形成関係図に既存のコンテンツを当てはめたところ,3年生の「円の作図」や6年生の「複合図形」向けのコンテンツがあまり充実していないことが把握された。特に,一斉授業において操作を行いながら学習指導を行うことができるコンテンツが不足していた。
- 2) 小学校教員を対象とした半構造化面接の結果,5年生の学習内容においては課題意識やICT活用のニーズは高くなかったが,6年生の学習内容において課題意識やICT活用のニーズが高かった。また,操作を交えながら学習指導が行える操作型の教材や,授業のつまずきにタイムリーに対応できるような教材へのニーズが認められた。
- 3) これらの結果から本研究では,①操作性の高いコンテンツであること,②単元を網羅し,子どものつまずきに即座に対応することができるコンテンツであることの2点をコンセプトとし,実践に対する課題意識とICT活用へのニーズが共に高い6年生の「円

第2章 教材開発コンセプトの検討

の面積」単元(「およその円の面積」,「円の面積を求める」,「様々な円の面積を求める」,「複合図形」)において教材開発を行うことにした。

[参考文献]

- 1) 清水静海, 他 51 名(2011)わくわく算数 6 年下, 啓林館, pp. 2-9
- 2) 藤井斉亮, 他 41 名(2011)新しい算数 6 年上, 東京書籍, pp. 4-15
- 3) 赤堀也, 他 19 名(2011)たのしい算数 6 年上, 大日本図書, pp. 53-63
- 4) 小山正孝, 他 25 名(2011)小学算数 6 年上, 日本文教出版, pp. 72-85
- 5) 一松信, 他 45 名(2011)みんなと学ぶ小学校算数 6 年上, 学校図書, pp. 66-79
- 6) 佐藤隆博(1987)ISM 構造学習法, p. 14, 明治図書出版
- 7) 文部科学省:旧教育情報ナショナルセンター, <http://www.nicer.go.jp/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 8) TOSS:TOSS 子どもランド, <http://www.tos-land.net/child/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 9) Yahoo JAPAN:Yahoo!きっず, <http://kids.yahoo.co.jp/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 10) NTT レゾナント:キッズ goo, <http://kids.goo.ne.jp/>(最終アクセス:2012 年 1 月 19 日)
- 11) 松浦均, 西口利文(2008)観察法・調査的面接法の進め方, p3