

学習指導要領とその解説及び教科書から見る 中学校数学指導における ICT 活用の方向性

中村好則*

(2016年3月3日受理)

Yoshinori NAKAMURA

Direction of Teaching Mathematics by Utilizing ICT in Junior High School

1. 背景と目的

平成26年6月24日に閣議決定した世界最先端 IT 国家創造宣言において「学校の高速度ブロードバンド接続, 1人1台の情報端末配備, 電子黒板や無線 LAN 環境の整備, デジタル教科書・教材の活用等, 初等教育段階から教育環境自体の IT 化を進め, 児童生徒等の学力の向上と情報の利活用の向上を図る」ことが, さらに「これらの取組により, 2010年代中には, 全ての小学校, 中学校, 高等学校, 特別支援学校で教育環境の IT 化を実現するとともに, 学校と家庭がシームレスでつながる教育・学習環境を構築し, 家庭での事前学習と連携した授業など指導方法の充実を図る」ことが述べられ, 政府主導で教育の情報化が進められている。

また, 文部科学省では, 平成26年度に ICT を効果的に活用した教育の推進を図ることを目的に, 教育効果の明確化, 効果的な指導方法の開発, 教員の ICT 活用指導力の向上方法の確立を図るために ICT を活用した教育の推進に資する実証事業を行い, 成果報告書や手引き書を公表している (ICT を活用した教育の推進に資する検証事業, 2015)。さらに, 総務省でも, 平成26年6月から「ICT ドリームスクール懇談会」を開催し, 教育分野における ICT 活用の推進に取り組み, 平成27年4月に中間取りまとめを公表している。これらのことから,

教育の情報化は着実に進展している。しかし, 学校現場ではどうだろうか。文部科学省や総務省, 県や市などの研究指定校や先進的に研究に取り組んでいる学校だけが ICT を活用した実践に取り組む, それ以外は従来からの指導とあまり変わらない現状があるのではないだろうか。特に, 数学指導においては, ICT 活用よりも, 紙と鉛筆による指導こそが重要だという教師の思い込み (固定観念あるいは素朴な考え方) がある (例えば, 中村 2015a)。中学校においても, 電子黒板やパソコン, タブレット等の ICT 環境が徐々に整備され (平成26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, 文部科学省2015), それらを数学指導においても有効に活用することが求められている。しかし, 数学指導において「なぜ ICT を活用するのか (ICT 活用の目的)」、そのために「どのように ICT を活用するのか (ICT 活用の方法)」が, 学校現場において十分に理解されていない。

そこで, 本研究では, 中学校学習指導要領とその解説及び教科書を基に, 数学指導における ICT 活用について検討し, 中学校の数学指導における ICT 活用の方向性 (目的と方法) を明らかにすることを目的とする。そのために, 平成20年版の中学校学習指導要領とその解説における ICT 活用に関する記述内容を調査する (第2章) とともに,

*岩手大学教育学部

中学校数学の平成27年検定済みの教科書におけるICT活用の取り扱いを分析(第3章)し、それらを基に中学校の数学指導におけるICT活用の方向性を考察する(第4章)。最後に、本研究のまとめと課題を述べる(第5章)。

2. 学習指導要領及びその解説におけるICT活用

2.1. 学習指導要領におけるICT活用

中学校学習指導要領の第1章総則において、ICT活用については「第4 指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項」に「(10) 各教科等の指導に当たっては、生徒が情報モラルを身に付け、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を適切かつ主体的、積極的に活用できるようにするための学習活動を充実するとともに、これらの情報手段に加え視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること(p.19)」が述べられている。各教科において、情報教育とICT機器の適切な活用が強調されており、数学指導においても、このことに配慮する必要がある。

中学校学習指導要領の第3節数学において、ICT

表1 学習指導要領におけるICT活用

<p>【第1学年】 2 内容 D 資料の活用</p> <p>(1) 目的に応じて資料を収集し、<u>コンピュータを用いたりするなどして表やグラフに整理し</u>、代表値や資料の散らばりに着目してその資料の傾向を読み取ることができるようにする(p.49)。</p> <p>【第3学年】 2 内容 D 資料の活用</p> <p>(1) <u>コンピュータを用いたりするなどして、母集団から標本を取り出し</u>、標本の傾向を調べることで、母集団の傾向が読み取れることを理解できるようにする(p.54)。</p> <p>第3 指導計画の作成と内容の取扱い</p> <p>2 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。</p> <p>(2) 各領域の指導にあたっては、必要に応じ、そろばん、<u>電卓、コンピュータや情報通信ネットワークなどを適切に活用し</u>、<u>学習の効果を高めるよう配慮するものとする</u>。特に、<u>数値計算に関わる内容の指導や、観察、操作や実験などの活動を通した指導を行う際にはこのことに配慮するものとする</u>(p.55-56)。</p> <p>(波線と二重線は筆者)</p>

活用については、〔第1学年〕と〔第3学年〕の「D 資料の活用」, 「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」の3箇所にコンピュータ等の記述があるのみである(表1)。「指導計画の作成と内容の取扱い」では、各領域の指導で適切に活用し学習の効果を高めることを述べている。特に、数値計算に関わる内容や観察、操作、実験などの活動を通した指導では積極的な活用が述べられている。従って、学習指導要領からは、各領域で必要に応じてICTを活用する必要があるが、特に、①資料の活用(表やグラフの作成、標本抽出)、②学習の効果を高めること(数値計算に関わる内容、観察・操作・実験などの活動を通した指導)に、積極的なICT活用が重要あることが分かる。

2.2. 学習指導要領解説数学編におけるICT活用

中学校学習指導要領解説数学編(以下、解説)では、第2章「数学科の目標及び内容」の第2節「内容」で「D 資料の活用(第1学年と第3学年)」でのICT活用について、さらに第3節「各学年の内容」では「A 数と式(第3学年)」「B 図形(第3学年)」「C 関数(第1学年)」と「D 資料の活用(第1学年と第3学年)」, 「数学的活動(第1学年)」でのICT活用について述べられ、4領域全てでICT活用が必要であると言える(表2)。

表2 学習指導要領解説におけるICT活用

<p>第2章 数学科の目標及び内容</p> <p>第2節 内容 2 各領域の内容の概観</p> <p>⇒ D 資料の活用 第1学年 第3学年</p> <p>第3節 各学年の内容</p> <p>⇒ 第1学年 C 関数 D 資料の活用〔数学的活動〕 第3学年 A 数と式 B 図形 D 資料の活用</p> <p>第3章 指導計画の作成と内容の取扱い</p> <p>2 内容の取扱いについての配慮事項</p> <p>(2) コンピュータや情報通信ネットワークの活用</p> <p>⇒ ① 計算機器としての活用 ② 教具としての活用 ③ 情報通信ネットワークとしての活用</p> <p>⇒ メディア・リテラシーの育成</p> <p>⇒ 他の内容での積極的な活用</p>
--

また、第3章「指導計画の作成と内容の取扱い」の「内容の取扱いについての配慮事項」では、コンピュータや情報通信ネットワーク等の活用法について、①計算機器としての活用、②教具としての活用、③情報通信ネットワークとしての活用の3種類を述べている(表2)。また、ここでは「適切な活用」の意味として、①情報の収集、②他者とのコミュニケーションにおいては、的確に判断し対処できるようなメディア・リテラシーの育成にも配慮することの必要性が述べられている。

解説を見る限りにおいては、「D 資料の活用」での ICT 活用が多く述べられている(7箇所)が、取扱いの配慮事項で「他の内容においてもどのような指導に用いることができるかを検討して、積極的な活用を図ることが必要である(p.137)」と述べられ、解説に記述されている内容以外でも ICT を積極的に活用していく姿勢が必要である。

表3 解説における ICT 活用

	第1学年	第2学年	第3学年
A 数と式			⑦⑧
B 図形			⑨⑩
C 関数	①		
D 資料の活用	②③④⑤		⑪⑫⑬
〔数学的活動〕	⑥ (D)		

(括弧内の英字は関連する領域を示す)

表4 「C 関数 (第1学年)」にある ICT 活用

<p>① 比例, 反比例の表, 式, グラフ</p> <p>反比例については、…略…。なお、グラフの学習においては、式を基に曲線をかくことは初めてなので、座標平面上に必要な応じて点をとることにより、<u>グラフが滑らかな曲線になることを理解することが大切である</u>。その際、<u>電卓等を利用すること</u>により、対応する x, y の値を求める<u>計算の効率化</u>を図ることも考えられる (p. 76)。</p> <p>(波線と二重線は筆者、以下同様)</p>

表5 「D 資料の活用 (第1学年)」にある ICT 活用

② 資料の活用 指導内容の概観 第1学年

ヒストグラムや代表値を手作業で作成したり求めたりすることは、その必要性や意味を理解するために有効であるが、作業の効率化を図り、処理した結果を基に資料の傾向を読み取ることを中心にする学習においては、コンピュータなどを積極的に利用するようにする (p. 51)。

③ ヒストグラムの必要性と意味

ヒストグラムから資料の傾向を読み取る場合、その目的に応じて資料の傾向を的確に読み取ることができるよう、階級の幅の異なる複数のヒストグラムを作り検討することが必要である。ヒストグラムを手作業で作成する経験をすることは、その意味の理解を深める上で大切であるが、上述したような学習においては、コンピュータなどを利用して、考える時間を確保することが大切である (p. 79)。

④ 資料の傾向をとらえ説明すること

ヒストグラムや代表値は、それ自体をつくったり求めたりすることが目的なのではなく、それらを用いて資料の傾向を読み取ることができてこそ意味がある。指導に当たっては、日常生活を題材とした問題などを取り上げ、それを解決するため必要な資料を収集し、コンピュータなどを利用してヒストグラムを作成したり代表値を求めたりして資料の傾向をとらえ、その結果を基に説明するという一連の活動を経験できるようにすることが重要である (p. 80)。

⑤ コンピュータなどの利用

大量の資料を整理する場合や大きな数、端数のある数を扱う場合などには、コンピュータなどを利用して作業の効率化を図り、処理した結果を基に資料の傾向を読み取ることに重点を置いて指導できるようにする。…略…。なお、指導に当たっては、生徒一人一人がコンピュータなどを操作したり、一斉指導における掲示用の機材として用いたりするなど、その有効な利用方法を工夫することが必要である。また、情報通信ネットワーク等を活用して資料を収集する場合は、二次的な資料が多くなると考えられるので、誰がどのようにして調べた結果なのかなど、その信頼性に注意しなければならない (pp. 80-81)。

表6 「数学的活動(第1学年)」におけるICT活用

⑥ イ 日常生活で数学を利用する活動

ヒストグラムや代表値などを利用して、集団における自分の位置を判断する活動…略…。こうした学習を基にして、同じ中学校の生徒の通学時間を調査し、コンピュータなどを利用してヒストグラムや代表値を求め、それらに基づいて判断する活動に取り組む機会を設ける (p. 84)。

表7 「A 数と式(第3学年)」におけるICT活用

⑦ 平方根の必要性和意味

正の数の平方根の近似値は、√キーのついた電卓を用いれば求めることができるが、正の数の平方根の意味を理解する上で、次のようにして逐次近似的に探し出すことも必要である。電卓を用いて1.42と1.52を計算し、それぞれの値を2と比べることによって、 $1.4 < \sqrt{2} < 1.5$ という関係を見いだす。…略… (p. 109)

⑧ 平方根を含む式の計算

乗法 $\sqrt{2} \times \sqrt{3}$ の結果が $\sqrt{6}$ になることを理解するのに、電卓で $1.414 \dots \times 1.732 \dots$ を計算すると、 $1.414 \dots \times 1.732 \dots = 2.449 \dots$ となり、計算結果が $\sqrt{6}$ に近い値になることを確かめるという経験も大切である (p. 109)。

表8 「B 図形(第3学年)」におけるICT活用

⑦ 平方根の必要性和意味

正の数の平方根の近似値は、√キーのついた電卓を用いれば求めることができるが、正の数の平方根の意味を理解する上で、次のようにして逐次近似的に探し出すことも必要である。電卓を用いて1.42と1.52を計算し、それぞれの値を2と比べることによって、 $1.4 < \sqrt{2} < 1.5$ という関係を見いだす。…略… (p. 109)

⑧ 平方根を含む式の計算

乗法 $\sqrt{2} \times \sqrt{3}$ の結果が $\sqrt{6}$ になることを理解するのに、電卓で $1.414 \dots \times 1.732 \dots$ を計算すると、 $1.414 \dots \times 1.732 \dots = 2.449 \dots$ となり、計算結果が $\sqrt{6}$ に近い値になることを確かめるという経験も大切である (p. 109)。

表9 「D 資料の活用(第3学年)」におけるICT活用

⑪ 資料の活用 指導内容の概観 第3学年

母集団から標本を抽出する際に必要な乱数を簡単に数多く求めることが必要な場合には、コンピュータなどを積極的に利用する。また、インターネットなどの情報通信ネットワークを利用して資料を収集したり、様々な標本調査について調べたりすることも考えられる (p. 52)。

⑫ 簡単な場合について標本調査を行うこと

例えば、ある英和辞典に掲載されている見出しの単語の数を標本調査で調べることを考える。この英和辞典が980ページであるとする、乱数さいやコンピュータなどを利用して、001から980までの乱数を発生させ、ある程度の数のページを無作為に抽出する (p. 128)。

⑬ コンピュータなどの利用

コンピュータなどを利用する場合としては、第1学年と同様に大量の資料を整理する場合や、大きな数、端数のある数を扱う場合の作業の効率化が考えられる。これ以外にも、母集団から標本を抽出する際に必要な乱数を簡単に数多く得るために利用することができる。…略…。また、インターネットなどの情報通信ネットワークを利用して資料を収集したり、様々な標本調査とその結果について調べたりすることもできる。この場合、情報の信頼性等について事前に検討しておくことが必要である。…略… (p. 129)。

解説において、ICT活用についての記述のある箇所を学年と領域別にまとめたものが表3である。学年別で見ると、ICT活用に関する記述があるのは、第1学年(6箇所)と第3学年(7箇所)で、第2学年では全く記述がない。領域別では、最も多いのは「D 資料の活用」(7箇所)であり、それ以外は1, 2箇所のみである。

次に、解説にあるICT活用の具体的な内容を検討する。第1学年では、「C 関数」については表4(1箇所)、「D 資料の活用」については表5(4箇所)、「数学的活動」については表6(1箇所)である。「数学的活動」のICT活用は「D 資料の活用」で述べられていることと同様な活用方法(代表値の計算、

ヒストグラムの作成) である。第3学年では、「A 数と式」については表7 (2箇所)、「B 図形」については表8 (2箇所)、「D 資料の活用」については表9 (3箇所) である。

これらの記述を各領域ごとに考察する。「A 数と式」では、近似値などの数値計算での ICT 活用 (特に、電卓) が具体的に述べられている (平方根の指導)。「B 図形」では、2つの活用法について述べている。1つは、①図形を動的に扱い、成り立つ関係や性質を予想し、理由を考える活動に ICT を活用することである。ここでは、図形ソフトが想定されるが、具体的な記述はない。2つ目は、②他の証明や歴史的なことなどの資料を収集し、その資料を活用し生徒の理解を助けることに活用することである。「C 関数」では、関数値の計算に ICT (特に、電卓) を活用することが述べられている。「C 関数」で想定されるグラフソフトの活用に関する記述はここにはない。「D 資料の活用」では、表やヒストグラムの作成、代表値の計算、資料の収集での ICT 活用が述べられている。

これらからは、「A 数と式」と「C 関数」では電卓を、「B 図形」では図形ソフトを、「D 資料の活用」では、表やヒストグラムの作成に表計算ソフトか統計ソフトを、資料の収集にインターネットを活用することが想定される。

表 10 解説における ICT 活用内容の取扱い, p.137)

- | |
|-----------------|
| ① 計算機器としての活用 |
| ② 教具としての活用 |
| ③ 情報通信ネットワークの活用 |

「第3章 指導計画の作成と内容の取扱い」の「内容の取扱いについての配慮事項」で述べている3つの活用について考察する (表10)。「① 計算機器としての活用」では、「A 数と式」や「C 関数」で述べていた数値計算としての活用だけではなく、グラフが表示できる電卓 (グラフ電卓) の活用についても述べている。関数式の係数の値を変化させたときのグラフの変化を調べる活動やグラフを利用して方程式の解を求める活動などの具体

的な例を示している。センサーによる実データの収集と活用、日常生活や社会に関する問題解決で方程式の解を求めること (例えば、グラフの活用や数式処理) などの応用的な ICT 活用にも触れている。

「②教具としての活用」では、各領域での活用について具体的に例を挙げて述べている。「A 数と式」では、文字式の計算の定着を図るために補充や習熟の学習に活用する例を挙げている。計算問題の解答を自動でチェックするソフトウェアなどが考えられる。「B 図形」では、中点連結定理の理解や性質の発見に図形ソフトを活用する例が示されている。「C 関数」では、一次関数の係数の変化によるグラフの変化の様子やグラフの x の値を細かく取って正確に表示するなどのグラフソフトの活用が述べられている。ここでは「D 資料の活用」については述べられていない。課題学習の指導で、数学の性質の発見に ICT 活用することが重要であることが述べられている。

「③ 情報通信ネットワークの活用」では、まずは目的を明確にした活用の必要性が注意点として強調されている。三平方の定理の証明方法や、和算や算額など数学に関する歴史的な事柄、統計に関わる資料などを調べることにインターネットを活用すること、遠隔地同士の協同学習に電子メールや掲示板、動画通信などを活用することが述べられている。解説の第2節「内容」のところで示されていないような活用方法がここで述べられている。

内容の取扱いで述べられている活用法、特に、センサーや数式処理、電子メールや掲示板、動画通信などの活用は、学校現場では特別な (進んだ) 活用法という印象が強く、もう少し詳しく (具体的に) 説明してもいいのではないだろうか。

3. 数学教科書に見る ICT 活用

3.1 電卓マークとパソコンマーク

中学校数学の平成28年度使用教科書編集趣意書 (平成26年度検定) を調査すると、中学校数学の教科書を発行している会社は7社ある。それらに

は、ほとんどの教科書がICT活用に対応していることが述べられている。そのうち、教科書にICTを活用すると効果的であるところにマークを用いて示している東京書籍の教科書に焦点を当て、その教科書にあるICT活用の取扱いを考察する。

表11 教科書によるICT活用

		電卓	PC	合計
第1学年	A 数と式	1	4	5
	B 図形	0	12	12
	C 関数	4	3	7
	D 資料の活用	5	5	10
	その他	1 (D)	0	1
	計	11	24	35
第2学年	A 数と式	0	2	2
	B 図形	0	2	2
	C 関数	1	2	3
	D 資料の活用	2	0	2
	その他	0	1 (B)	1
	計	3	7	10
第3学年	A 数と式	3	3	6
	B 図形	0	4	4
	C 関数	1	6	7
	D 資料の活用	1	1	2
	その他	2 (B)	1 (B)	3
	計	7	15	22
学年全体	A 数と式	4	9	13
	B 図形	0	18	18
	C 関数	6	11	17
	D 資料の活用	8	6	14
	その他	3 (B・D)	2 (B)	5
	合計	23	44	67

(括弧内の英字は関連する領域を示す)

電卓マークは以前の教科書からすでにあった。その説明には「電卓を使うことが有効な問題についています(各学年の教科書のp.5)」とある。平成27年検定済み教科書からは新たにD(デジタルコンテンツ)マークが加わった。その説明には「コンピューターやインターネットなどを使って、効果的に学習できる箇所を示しています(各学年の教科書のp.5)」とある。このようなマークは他の

教科書にも見られる。本論ではこのマークをパソコンマークと記す。これら電卓マークとパソコンマークがあるところを中心に教科書を調査した。

これらのマークが最も多いのは、学年別では第1学年が35箇所、第3学年が22箇所、第2学年が10箇所の順である。第2学年が最も少ないのは解説のICT活用に関する記述数が0であることを考えると、ICT活用の場面が少ないと考えられるが、授業時数(第1学年と第3学年は140、第2学年は105)が少ないことも少なからず影響しているだろう。領域別では、「B 図形」が18箇所、「C 関数」が17箇所と多く、「A 数と式」が13箇所、「D 資料の活用」が14箇所と、解説で記述の多かった「D 資料の活用」の領域が突出して多いというわけではなく、むしろ「B 図形」や「C 関数」での活用場面が多かった。これらからは教科書では全ての学年、全ての領域でICTが活用されていると言える。教科書で教えることを考えると、これからの数学指導ではICT活用ができなければならないと言える。

3.2. 「A 数と式」でのICT活用

「A 数と式」では、学習指導要領とその解説において、平方根の近似値や逐次近似の考え方の理解に、電卓や計算機能などの数値計算に関する活用が取り上げられていた。一方、教科書では、数値計算に関わる内容だけでなく、動的な図(線分図やグラフ)や動画など、生徒の理解を視覚的に促すような活用が扱われている。例えば、図1の追掛算の問題では、図2のデジタルコンテンツを用意し、問題場面の状況とグラフを動的にしかも同時に観察することが可能である。これらは問題場面の状況を視覚的に理解することを支援することができる。図2のデジタルコンテンツは教科書会社が提供しているものである。このようなデジタルコンテンツは自作することも可能である。例えば、追掛算(中村2016)や動的問題(中村2015b)は、グラフ電卓やGeoGebra等で自作することも可能である(図3)。

デジタルコンテンツは、1つの問題(この場合

例3 弟は家を出発して学校に向かいました。その4分後に、兄は家を出発して弟を追いかけてきました。弟の歩く速さを毎分50m、兄の歩く速さを毎分70mとすると、兄は家を出発してから何分後に弟に追いつきますか。

考え方 兄が出発してから x 分後に弟に追いつくとして、問題にふくまれる数量を図や表に整理してみよう。

	弟	兄
速さ (m/min)	50	70
時間 (分)		x
道のり (m)		

④ 毎分 a m の速さを、 a m/min と書くこともある。min は minute (分) を略したものである。

図1 「A数と式」のICT活用 (中1, p.97)

方程式の利用(速さ)

図2 「A数と式」のデジタルコンテンツ

家からの時間(弟)	13.9分	家からの距離(弟)	694.6m
家からの時間(兄)	9.9分	家からの距離(兄)	692.4m

時間 13.9分

時間 13.8分

図3 グラフ電卓による表示 (中村2016)

は例3)にだけ対応しており、速さや時間を変えることができない。しかし、汎用性のあるソフトウェアで作成すると、速さや時間を変えことができ、問題を発展的に扱ったり、他の問題場面でも活用できたりする。教科書会社が提供しているデジタルコンテンツも設定を変えることができるようになるとより使いやすいものとなるだろう(参照時には、企画中のため、内容・仕様ともに変更することがあると記されており、今後改善されることが期待される)。

3.3. 「B図形」でのICT活用

「B図形」では、学習指導要領とその解説では、①関係を予測するために図形を動的に動かす活用と②生徒の理解を促すために関連する資料を収集する活用が述べられていた。一方、教科書においても、動的に図形を動かす活用法が取り扱われているだけでなく、生徒の理解を促すための動画やアニメーションの活用もある。例えば、「平行線と角」の単元(図4)では、図5のデジタルコンテンツが用意されている。

7 最初の問題をもとにして、条件を変えて問題をつくり、 $\angle x$ の大きさを求めてみよう。

●点Pの位置を変える

●直線lの位置を変える

最初の問題で考えた方法と同じ方法が使えないかな。

図4 「B図形」のICT活用 (中2, p.105)

2本の平行線にできる角

図5 「B図形」のデジタルコンテンツ

図5の直線1や点Pを動かすことができる。もちろん、図形ソフト（GC、カブリⅡ、GeoGebraなど）でも同様のことは可能である。動画の例では、第1学年の空間図形の指導で、回転体の動画が用意されている（p.186）。

3.4. 「C関数」でのICT活用

「C関数」では、学習指導要領とその解説では、数値計算についての活用のみで、グラフソフトの活用については内容の取扱いの配慮事項で触れられているのみであった。一方、教科書では、グラフソフトを活用して、グラフをかいて理解を深める活用や、動画やアニメーションの活用がある。例えば、動点問題（図6）では、点が動く図（図7）がデジタルコンテンツとして用意されている。しかし、問題場面の状況を動的に見ることができるがグラフと一緒に観察することができない。

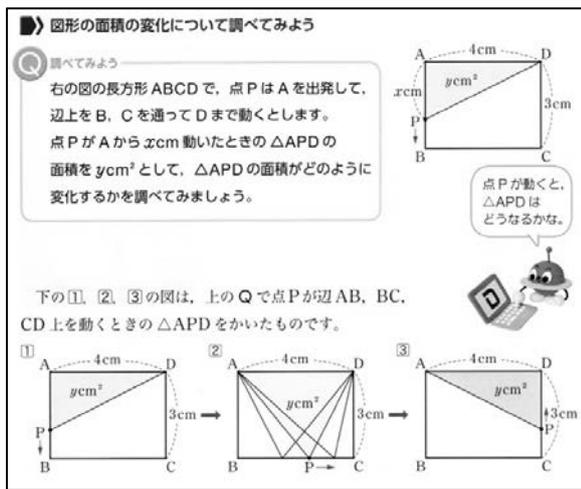


図6 「C関数」のICT活用（中2, p.84）

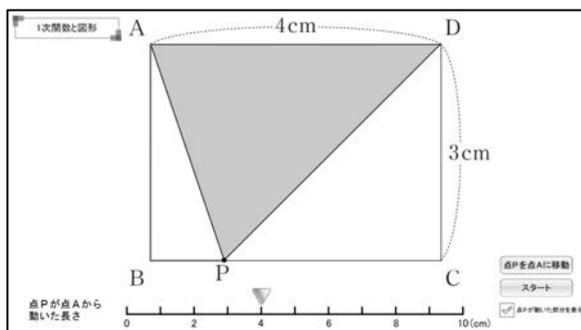


図7 「C関数」のデジタルコンテンツ

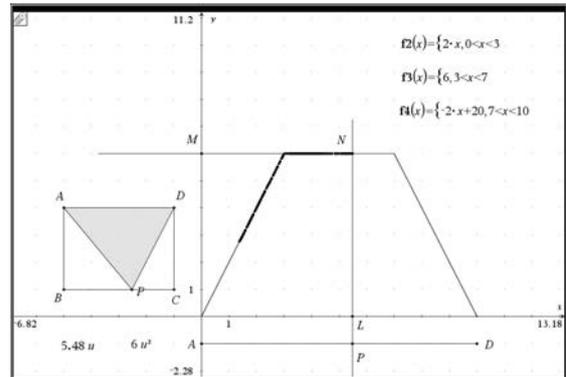


図8 グラフ電卓における図とグラフ

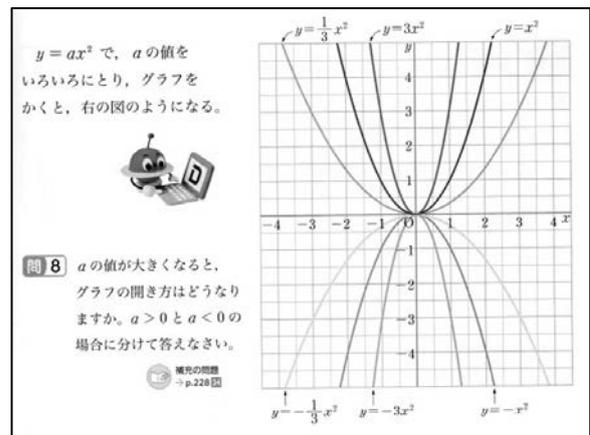


図9 「C関数」のICT活用2（中3, p.101）

また、動点の速さや与えられた図形を変えることもできない。しかし、汎用のソフトウェア（GeoGebraなど）やグラフ電卓（図8）を使うと、問題状況とグラフを同時に表示したり、条件（図形の形や速度等）を変えて問題を発展的に扱ったりすることができる（中村2015b）。

また、関数の係数を変えて、グラフがどのように変化するかを考える問題（図9）でも、デジタルコンテンツが用意されている（図10）。もちろん、

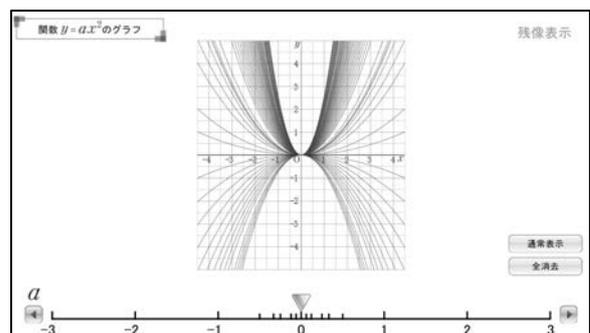


図10 「C関数」のデジタルコンテンツ2

グラフソフトでも同様なことができる。

3.5. 「D 資料の活用」での ICT 活用

「D 資料の活用」では、学習指導要領とその解説で、①作業の効率化（資料の傾向を読み取る時間の確保）のために、ヒストグラムや代表値の作成、②大量の資料を扱う場合、大きな数や端数を扱う場合、③母集団からの標本抽出や無作為抽出のために乱数の発生、④資料収集や標本調査を調べるためにインターネットを活用することが述べられている。例えば、乱数では、表計算ソフト(Excel)での乱数の活用方法が示されている(図11)。統計ソフト(R, GeoGebra やグラフ電卓でも可能)でも可能である。教科書には、乱数を発生させるための手続きのみで、INT 関数やRAND 関数のついでの説明がない。指導の際にはそれらの説明となぜこの手続きで乱数が得られるかの説明が必要と考える。

コンピューターを使う方法

コンピューターの表計算ソフトなどで、次のような手順で行う。

- ① 1つのセルに $=INT(RAND() * 500 + 1)$ と入力する。
- ② **Enter** キーを押すと、そのセルに 1以上500以下の数が表示される。
- ③ 数が表示されたセルの右下の角でマウスのボタンを押し、適当なセルまでドラッグ^{*}してはなすと、その間のすべてのセルに1以上500以下の数が表示される。
*ドラッグとは、マウスのボタンを押したまま、マウスを移動させることである。
- ④ 各セルに表示された数のうち、同じ数を除いて上から必要な個数を標本とする。

	1	2
1	$=INT(RAND() * 500 + 1)$	
2		
3		
4		
5		
6		

	1	2
1	329	
2	464	
3	282	
4	152	
5	420	
6	266	
7	159	
8	155	
9	12	
10	262	
11	21	
12	335	
13	178	
14	485	

図11 「D 資料の活用」の ICT 活用 (中3, p.204)

4. 中学校の数学指導における ICT 活用の方向性

第2章の学習指導要領とその解説、第3章の中学校数学の教科書の ICT 活用についての考察結果から、中学校の数学指導における ICT 活用の方向性を以下の(1)【焦点化】、(2)【探究】、(3)【視覚化】、(4)【関連付け】にまとめることができる。21世紀型学力等のこれから求められる能力の1つである創造性を育成する観点から、さらに(5)【発展】を加えたい(表12)。ICT活用の方向性は、これら

だけではない(例えば、動画通信等による【共有化】がある)が、これら5つが中学校の数学指導においては重要な方向性だと考える。

(1) 学習活動の焦点化【焦点化】

教育目標を達成するために、ICTを活用し学習活動を焦点化する。例えば、数値計算やヒストグラムの作成、代表値の計算はICTを活用し、計算や作業を効率化することで、考察や議論に学習活動を焦点化することができる。

(2) 数学的な性質や規則の発見【探究】

図形や関数を動的に扱い、数学的な性質や規則の発見にICTを活用する。そして、発見した性質や規則が成り立つ理由を考える。例えば、図形の指導や関数式の係数の値の変化によるグラフの変化などの指導でのICT活用がそれに当たる。

(3) 数学的な概念や意味、考え方の理解【視覚化】

問題場面の状況等を視覚化し、概念や意味等を理解することを支援するために、ICTを活用する。例えば、動点問題や追掛算の問題場面の視覚化、回転体の動画やアニメーションなどがある。

(4) 日常生活や社会との関連付け【関連付け】

日常生活や社会と関連のある数学的な問題を授業に取り入れるために、実データの処理や、センサーを活用したデータ収集にICTを活用することが考えられる。

(5) 問題の発展的扱い【発展】

与えられた問題だけではなく、問題の条件を変え、問題を発展させるためにICTを活用する。動点問題や追掛算において、問題の数値を変えると、問題場面やグラフがどう変わるかを考えることで問題を発展することなどである。

ICT活用の目的として、中学校数学の目標(文部科学省2008b)から〔習得〕と〔活用〕を、21世紀型学力から〔創造〕を考えると、上記(1)から(5)はこれらの目的を達成するための方法と捉えることができる。つまり、(1)【焦点化】と(3)【視覚化】は主に〔習得〕の場面で、(2)【関連付け】と(4)【探究】は〔活用〕の場面で、(4)【探究】と(5)【発展】は〔創造〕の場面でのICT活用と捉えることができる(表12)。

表12 ICT活用の方向性（目的と方法）

ICT活用の目的	ICT活用の方法
〔習得〕	⇒ (1)【焦点化】， (3)【視覚化】
〔活用〕	⇒ (2)【関連付け】， (4)【探究】
〔創造〕	⇒ (4)【探究】， (5)【発展】

5. まとめと課題

本研究では、中学校学習指導要領とその解説及び教科書を基に、中学校の数学指導におけるICT活用の方向性を考察した。その結果、中学校数学指導におけるICT活用の方向性として、(1)学習活動の焦点化【焦点化】、(2)数学的な性質や規則の発見【探究】、(3)数学的な概念や意味、考え方の理解【視覚化】、(4)日常生活や社会との関連付け【関連付け】の4点が明らかとなった。さらに創造性の育成の観点から、(5)問題の発展的扱い【発展】を加えて考えることを提案した。これらは従来の指導に変えてICTを活用するというものではなく、従来からの指導では実現しなかったような新しい指導内容や従来の指導内容の質を深め豊かにするためにICTを活用するものである。ICT活用に対応した教科書が平成28年度から中学校で使われる。これらの教科書のICT活用の場面が実際にどのように使われ、生徒にどんな効果があるのかを検討するなど、中学校の数学指導におけるICT活用について、さらに考察することが今後の課題である。

【付記】 本研究の一部は科学研究費補助金「基盤研究(C)」課題番号15K04397によって行われた。

【調査した数学の中学校用教科編集趣意書数学】

東京書籍，大日本図書，学校図書，教育出版，新興出版社啓林館，数研出版，日本文教出版の平成28年度使用教科書（平成26年度検定）
http://syuisyo.txtbook.jp/syuisyo/index_tyu.htm
 (2015/9/15参照)

【調査した教科書・デジタルコンテンツ】

新しい数学1，2，3，東京書籍，平成27年2月27日

検定済，藤井齊亮，俣野博，ほか39名。

東京書籍・中学校数学・デジタルコンテンツ「Dマークコンテンツのご紹介」http://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/chu/d_mark/sugaku/index.htm
 (2015/9/15参照)

【参考・引用したホームページ・資料】

世界最先端IT国家創造宣言（平成26年6月）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20140624/siryoul.pdf>（2015/8/18参照）
 ICTを活用した教育の推進に資する検証事業（文部科学省，平成27年3月）http://johouka.mext.go.jp/school/ict_substantiation/（2015/8/18参照）
 ICTドリームスクール懇談会中間とりまとめ（総務省，平成27年4月）http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu05_02000064.html
 (2015/8/18参照)
 平成26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（平成27年3月現在），平成27年8月文部科学省<http://www.mext.go.jp/a-menu/shotou/zyouhou/1361390.htm>（2015/9/15参照）

【参考・引用文献】

文部科学省（2008a）中学校学習指導要領解説数学編，教育出版。
 文部科学省（2008b）中学校学習指導要領，第1章総則，pp.15-19，第3節数学，pp.47-56。
 中村好則（2015a）高校数学科におけるICTを活用した指導とその意義，岩手大学教育学部教育実践総合センター研究紀要14,pp.39-47。
 中村好則（2015b）動点問題のグラフ電卓を活用した視覚化と発展的指導の有効性に関する一考察，岩手大学教育学部研究年報第74巻，pp.119-138。
 中村好則（2016）ICTを活用した動的視覚化と発展的探究を取り入れた指導の可能性－旅人算の問題場面の理解支援に焦点を当てて－，岩手大学教育学部研究年報第75巻，pp.71-87。