

# 等分除の概念理解を助けるアプリの開発

—個別最適な学びの実現を目指して—

Developing Applications to Assist in Understanding the Concept of Division:  
To Realize Individually Optimized Learning

兵藤 史武\*<sup>1</sup> 長谷川 光未\*<sup>2</sup> 須谷 弥生\*<sup>3</sup>

## 要 旨

本研究では、算数科における個別最適な学びの実現に向けて、学習用のアプリを開発することを目的とする。特に、除法の等分除の概念理解に焦点を当てる。開発に当たっては、無機質な数字の計算問題を繰り返すのではなく、子どもたちの興味をかき立てる教材になるよう心掛けた。また、本研究のアプリは TEACCH の指導法に合致する機能を多く有しており、自閉スペクトラム症の子どもに対しても有用であると考えられる。

Keywords : 除法, ICT, 個別最適な学び, アプリ, TEACCH

Division, ICT, individually optimized learning, application software, TEACCH

## 1. はじめに

文部科学省が推進する GIGA スクール構想の実現に向けて、1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークの整備が進められている。令和5年7月に公表された、文部科学省の「義務教育段階における1人1台端末の整備状況（令和4年度末時点）」によると、全自治体のうち99.9%の自治体では、令和4年度内に全ての児童生徒が学習者用端末を活用できる環境の整備が完了すると報告されている<sup>1</sup>。ここでの『整備完了』とは、児童生徒の手元に端末が渡り、インターネットの整備を含めて学校での利用が可能となる状態をさす<sup>2</sup>。すなわち、現時点では、ほぼ全ての公立学校で1人1台端末を使用できる環境が整備されているといえる。1人1台端末の整備完了に伴い、令和5年度から使用開始となる小学校の教科書には、全ての教科の教科書にデジタル教材とつながるQRコードが掲載されることになった<sup>3</sup>。紙の教科書だけでは実現できなかった視覚情報や聴覚情報を、写真や音声、動画などを含む視覚教材、聴覚教材により子どもたちが手軽に何度も見ることができるようになったことは、これまでの学校教育と大きく異なる点であると言える。

平成29年に告示された小学校学習指導要領には、情報手段や教材・教具の活用により、児童が基礎的・基本的な知識及び技能の習得も含め、学習内容を確実に身に付けることができるよう、個別学習や繰り返し学習、学習内容の習熟の程度に応じた学習など、個に応じた

---

\*<sup>1</sup> 川崎医療福祉大学 医療福祉マネジメント学部 医療情報学科

\*<sup>2</sup> 福山市立御野小学校

\*<sup>3</sup> 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

指導の充実を図ることが示されている<sup>4</sup>。その後、令和3年に中央教育審議会から答申された『令和の日本型学校教育』の構築を目指して<sup>5</sup>では、「指導の個別化」と「学習の個性化」を学習者の視点から整理した「個別最適な学び」の概念が提示された<sup>5</sup>。

算数科における情報端末を用いた個別最適な学びの実現について、学習アプリの利用がその一助になると著者らは考えている。算数の基礎となるのは計算であり、その体得には練習を繰り返すことが重要である。したがって、計算問題をプログラムによって自動生成するアプリを学習に用いることは効果的であると考えられる。加えて、計算問題の出題は比較的単純なプログラムで実現できるため、安価なインターネット環境と情報端末があれば、誰もが手軽に利用できる。計算練習用のアプリはインターネット上に多く公開されているが、著者らの知る限りでは単純な計算練習を行うものがほとんどであり、計算の概念理解を目的としていない。そこで本研究では、概念理解を助けるためのアプリを開発する。次節で述べるように、ここでは、除法のうち等分除に焦点を当てる。開発にあたっては、無機質な数字の問題を繰り返すのではなく、子どもたちの興味をかき立てる教材になるように工夫した。

## 2. 学習指導要領における除法

算数の目標は、「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す<sup>6</sup>」ことである。「(1)数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに、日常の事象を数理的に処理する技能を身に付けるようにする。(2)日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力、基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見だし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。(3)数学的活動の楽しさや数学のよさに気付き、学習を振り返ってよりよく問題解決しようとする態度、算数で学んだことを生活や学習に活用しようとする態度を養う<sup>7</sup>」。第3学年で学習する自然数の除法は、上記で示された算数の資質・能力の形成の基盤、小数や分数の計算の基礎であることから、確実な習得が求められると言える。

第3学年の除法の内容の知識及び技能は、「ア 除法の意味について理解し、それが用いられる場面について知ること。また、余りについて知ること。イ 除法が用いられる場面を式に表したり、式を読み取ったりすること。ウ 除法と乗法や減法との関係について理解すること。エ 除法と商が共に1位数である除法の計算が確実にできること。オ 簡単な場合について、除数が1位数で商が2位数の除法の計算の仕方を知ること<sup>8</sup>」の5点で示されている。また、思考力、判断力、表現力等は、「ア 数量の関係に着目し、計算の意味や計算の仕方を考えたり、計算に関して成り立つ性質を見出だしたりするとともに、その性質を活用して、計算を工夫したり計算の確かめをしたりすること。イ 数量の関係に着目し、計算を日常生活に生かすこと<sup>9</sup>」と示されている。本研究では、知識及び技能のアのうち、除法の意味について理解し、それが用いられる場面について知ること、イの除法が用いられる場面を式に表すこと、思考力、判断力、表現力等のうち、アの数量の関係に着目し、計算の意味や計算の仕方を考

えたり、計算に関して成り立つ性質を見出したりすることに該当するアプリの開発を目指す。

除法が用いられる場面は、大別すると包含除と等分除がある。包含除とは、「ある数量がもう一方の数量の幾つ分であるかを求める場合<sup>10</sup>」であり、等分除とは、「ある数量を等分したときにできる一つ分の大きさを求める場合<sup>11</sup>」である。本アプリでは、等分除を扱う。

### 3. アプリ開発の要点

算数の計算アプリはすでにいくつか開発されているが、その多くは計算練習を繰り返す行うものである。そのため、概念理解のためのアプリは、さくら社のものがほぼ唯一であると言える<sup>12</sup>。さくら社のソフトウェアは、2015年のWindows専用であり、今後Windowsがupdateされた時の動作保証がない。現在はタブレットを使用している学校もあるため<sup>13</sup>、iOS、macOS、windows、androidのようなOSに依存せず、しかも、インストールも必要なく手軽にwebで楽しめるような算数アプリがあれば、どの学校でも手軽に何度も使用することができる考えた。

著者の一人である長谷川（岡田）は、子どもたちの様子を見ていて、「特にテストなどのときに問題文を大して読まずに数値だけを追って解いたり、その単元がわり算だからわり算の式にしたり<sup>14</sup>」、といった点に課題を感じていた。そのため、「とにかく物語の文章や挿絵などをよく読みこまないと正解にたどりつけないようにする<sup>15</sup>」、「ナゾ解き&脱出算数」を作成した。今回の除法アプリの開発にあたって、長谷川の着眼点を生かし、子どもたちが興味を維持できるような工夫をすべく、問題文を冒険調のものにし、イラストもその物語に合致するものを作成した。四則演算の基本練習は、単純な繰り返し練習となるが、無機質な数字の問題を繰り返すのではなく、子どもたちの興味をかき立てる教材になるように工夫することにより、子どもたちが自ら取り組みたくなるようなアプリになるよう心掛けた。

## 4. 開発したアプリについて

### 4.1 アプリの概要

除法の概念を理解するための第一歩は、除法が現実に適用されるような場面において、実際にその作業をしてみることであろう。検定教科書には、例としておはじきを何人かに等分するというものがある。この作業を繰り返すことで、除法の本質理解の端緒が得られると考えられる。しかし、おはじきを使用する場合、まず教師が問題を作成し、正解を提示する必要がある。さらに繰り返し除法の問題を解く場合には、一度分けたおはじきをもとに戻さなければならない。これらを一人の教師が、理解の進みが度合の異なる児童全員に対して個別で指導するのは時間的制約から考えても難しいだろう。したがって、概念理解のために必要になる作業を、学習者自身が容易に実行できる環境を用意することで、繰り返し練習による除法の概念理解をサポートできると考えられる。

このアプリでは、子どもが画面上で物体を操作し、除法の値を選択することで、除法の具体的なイメージと除法の数式という抽象的な概念を有機的に結びつけることを助ける。プログラムにより、毎回違う問題が出題されることで、教師が問題を作成する必要はなく、独習も可能になる。また、解答した際には正解か不正解であるかがすぐにフィードバックされる他、自身の進捗状況が画面に表示されることで、学習意欲が高まるように工夫されている。

ソースコードは HTML と JavaScript と CSS により記述されており、プログラムは web ブラウザ上で動作するため、プラットフォームを選ばない。データは軽量であるため、通信容量に関しても問題はない。ユーザー登録も必要なく、安価なネット環境さえあれば誰もが利用が可能である。

また、本アプリにはストーリーがあり、それに沿って問題が出題される。ストーリーは、昔話の桃太郎のオマージュであり、なんでもよく分けたがる「わけたろう」が鬼退治に出発し、その道中に出会う様々な仲間と持ち物を分け合う、というものである。

## 4.2 アプリの動作

アプリの画面はトップページ、ストーリー画面、問題画面、進捗画面、終了画面からなる。

- **トップページ**：トップページの「はじめる」ボタンを押すことでストーリー画面に移り、ストーリーが始まる（図 1）。
- **ストーリー画面**：ここでは、学習者の興味を引き付けるためのストーリーを表示する。トップページを押された直後に表示されるストーリーは、主人公のわけたろうの紹介である。ここでは、問題が 5 問あることを明記し、学習者がゴールを明確に視認できるようにしている（図 2）。それ以降は各問題への導入のためのストーリーである（図 3）。
- **問題画面**：問題を出題し、学習者がそれに取り組む。問題文、作業スペース、計算スペース、送信ボタン、フィードバックスペースからなる（図 4、図 5、図 6）。
  - **問題文**：除法を題材にした文章題を出題する。第 4 問は、ミカンを箱に同じ数ずつ分けて入れるという問題である。数値は毎回ランダムに変化する。
  - **作業スペース**：ここでは、問題文にあることを実演させる。マウスをドラッグすることで物体の画像を移動させることができる。
  - **計算スペース**：問題文を除法の式に直したものが表示されているおり、学習者はプルダウンメニューから正しい解答を入力する。
  - **送信ボタン**：押すと、フィードバックスペースが表示される。



図 1 トップページ

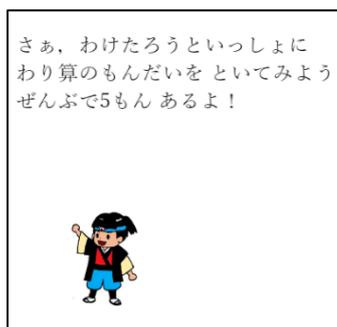


図 2 問題数の明記



図 3 問題前のストーリー

だい4もん

12このミカン<sup>は</sup>を4人に同じ数ずつ分けます。  
1人分は何こになりますか。

問題文

じっさい  
実際にやってみましょう。 それぞれの上にある箱<sup>はこ</sup>にミカンを入れてみましょう。



0こ                      0こ                      0こ                      0こ



作業スペース

12 ÷ 4 =

計算スペース

送信ボタン

図 4 問題画面: 初期状態

だい4もん

12このミカン<sup>は</sup>を4人に同じ数ずつ分けます。  
1人分は何こになりますか。

じっさい  
実際にやってみましょう。 それぞれの上にある箱<sup>はこ</sup>にミカンを入れてみましょう。











3こ                      3こ                      2こ                      1こ



12 ÷ 4 =

図 5 解答中

だい4もん

12このミカン<sup>は</sup>を4人に同じ数ずつ分けます。  
1人分は何こになりますか。

じっさい  
実際にやってみましょう。 それぞれの上にある箱<sup>はこ</sup>にミカンを入れてみましょう。









3こ                      3こ                      3こ                      3こ



12 ÷ 4 =

図 6 解答完了例: 計算を間違えた場合

➤ フィードバックスペース：送信ボタンを押すと表示される。作業スペースと計算スペースの状況によってフィードバックが行われる。間違えていれば、その箇所を指摘し、やり直しをさせる（図7、図8）。その際、間違えた箇所にはヒントが表示される。両方正解してれば次の問題に進む（図9）。フィードバックは学習者が認識しやすいように大きな文字で画面の中央に表示される。

- **進捗画面**：問題に正解した後に表示される。学習者が自身の進捗状況を容易に視認できるようになっている（図10）。一定時間後、問題画面に移る。
- **終了画面**：問題を五問正解すると、この画面に移動する。ここでは総括的なフィードバックをおこなう。五問の内、やり直しをせずに正答した問題数が表示される。さらにやり直しをした問題があれば、今回は間違えずに全問正解を目指すように励ます（図11）。やり直しが一度もなければ、それをほめるメッセージが表示される（図12）。いずれの場合にも「さいしょのがめんにもどる」ボタンで再度問題に挑戦できる。



図7 間違いの指摘

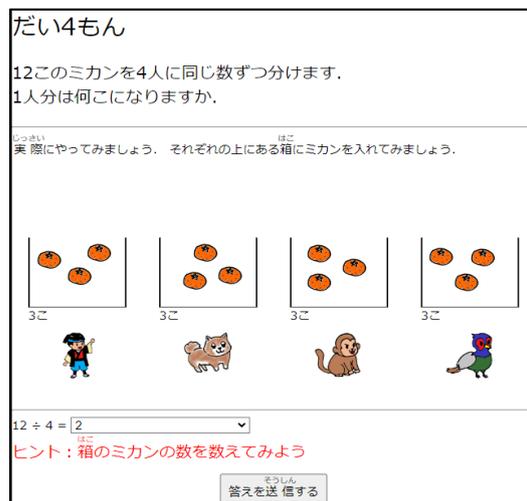


図8 間違えた箇所にヒントが表示される



図9 正解の通知

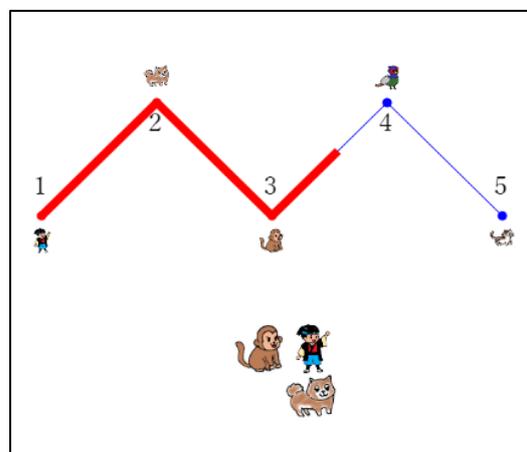


図10 進捗画面

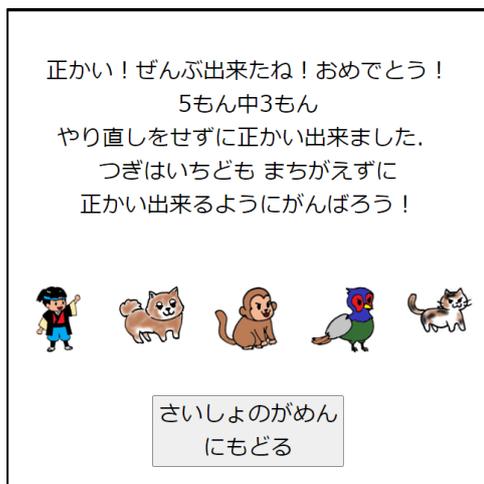


図 11 終了画面：誤答したことがある場合



図 12 終了画面：誤答せずに完了した場合

## 5. まとめ

本研究では、算数の計算に関するもののうち、除法の等分除の概念理解を助けるアプリを開発した。このアプリを用いる利点は、子どもたちが各自のタブレット等で手軽に繰り返し練習に取り組めることであろう。単調な反復練習は飽きやすいため、このアプリでは、子どもたちの興味を引き付けるために次のような特徴を搭載している。①最初に問題数が明示されること、②画面に進捗状況が表示されること、③回答直後にフィードバックが得られること、④実際に画面上の物体を、ユーザーが動かす必要があること、⑤冒険調のストーリー仕立てになっていること。

これらの特徴から、このアプリは、自閉スペクトラム症（以下、ASD）の子どもたちにも有用であると考えられる。まず、上記で挙げた特徴の①～③により、作業の始まりと終わりが明確にされ、進捗状況を把握することができる<sup>16</sup>。さらに、「ASD の人のための活動は、すべて視覚的または物理的で具体的な要素を包含すべきである<sup>17</sup>」と指摘されているが、④はそれを満たすものであると言える。もちろんアプリの画像は、厳密には「物理的」とは言えないが、マウスのドラッグで操作することは、実物を物理的に動かす疑似体験をもたらすと考えられる。また、ASD 児は「簡単な計算であっても、文章題で全体の意味を理解して立式することは苦手なことが多い<sup>18</sup>」ため⑤の特徴により本アプリで文章題の訓練を行うことができる。加えて、ASD 児には「文章題では図式などにして視覚的な理解を補う<sup>19</sup>」ことが必要であるが、④はそれをも満たすものである。

多様な児童が通常学級に在籍する学校現場において、本研究で作成したアプリを子どもたちの理解度に合わせて用いることで、個別最適な学びの実現の一助になると考えられる。

なお、第2節で述べたように、除法には等分除だけではなく包含除がある。また、本アプリでは、問題画面の計算スペースで計算の結果のみを入力させるようになっているが、立式を要求することも重要であろう。これらは今後の課題としたい。

## 注・引用文献

- <sup>1</sup> 文部科学省初等中等教育局修学支援・教材課「義務教育段階における1人1台端末の整備状況（令和4年度末時点）」, [https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt\\_shuukyo01-000009827\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt_shuukyo01-000009827_01.pdf), (2023年7月19日最終閲覧).
- <sup>2</sup> 同上.
- <sup>3</sup> 「デジタル学習, さらに充実」山陽新聞, 2023年6月14日(木).
- <sup>4</sup> 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)』東洋館出版, 2018年, 24頁.
- <sup>5</sup> 中央教育審議会「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～(答申)」(令和3年1月26日), [https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt\\_syoto02-000012321\\_2-4.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf), (2023年7月25日最終閲覧).
- <sup>6</sup> 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)』東洋館出版, 2018年, 64頁.
- <sup>7</sup> 同上.
- <sup>8</sup> 同書, 72頁.
- <sup>9</sup> 同上.
- <sup>10</sup> 文部科学省『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 算数編』日本文教出版, 2018年, 146頁.
- <sup>11</sup> 同上.
- <sup>12</sup> さくら社「子どもが夢中で手を挙げる算数の授業」(<https://www.sakura-sha.jp/soft-sansuunojugyou/>) (2023年7月18日最終閲覧).
- <sup>13</sup> 文部科学省の「端末利用状況等の実態調査(令和3年7月末時点)(確定値)」によると, 義務教育段階における学校で使用されているOSは, ChromeOSが40.0%, Windowsが30.9%, iOSが29.1%, その他(Android, MacOSなど)が0.1%であり, 多様なOSが使用されていることがわかる. ([https://www.mext.go.jp/content/20211125-mxt\\_shuukyo01-000009827\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20211125-mxt_shuukyo01-000009827_001.pdf)) (2023年7月19日最終閲覧).
- <sup>14</sup> 岡田光未『授業がもっと楽しくなる! 算数ナゾ解き&脱出ゲーム』明治図書出版, 2022年, 166頁.
- <sup>15</sup> 同上.
- <sup>16</sup> 「ASDの人は『はじめ』『半ば』『終わり』が混乱しがちであるが, 活動中に進捗状況を目に見えるようにしてあげたり, 『終わり』の概念を具体的かつ意味あるものにすることによって, ASDの人の困難を支援することができる」(メジボフ, G.ほか(服巻智子・服巻繁訳)『TEACCHとは何か—自閉症スペクトラム障害の人へのトータル・アプローチ』エンパワメント研究所, 2007年, 78頁).
- <sup>17</sup> 同書, 80頁.
- <sup>18</sup> 日本自閉症スペクトラム学会(編著)『自閉症スペクトラム児・者の理解と支援—医療・教育・福祉・心理・アセスメントの基礎知識』教育出版, 2005年, 71頁.
- <sup>19</sup> 同上.

(2023年9月16日 受理)