

長さの単位と測定について学ぶ デジタル教具の開発と活用法

藤井康寿

(子ども発達学科)

要 約

単元名「長さ」の学習指導は小学校学習指導要領によると、1 学年から 3 学年までの系統的な学びとして記されている。1 学年では具体物を用いて、直接比較、間接比較、任意単位による測定を学習し、2 学年では普遍単位 (cm, mm, m) の導入、3 学年では普遍単位 (km) を学んで、長さの学習が完成する。

本研究では、1 学年で学習する具体物を用いた測定の学習用教具として、ブロックで作った車両にペンを付けて紙の上を遠隔操作で移動させて線を引くことができる装置を製作した。2 学年では普遍単位の学びとともに「ものさし (竹尺)」を活用した測定を学習する。ものさしの使い方が理解されていないとの指摘から、長さの計測ができること、および与えられた長さの直線を引くことが可能なデジタル教具を開発した。

キーワード：算数、ものさし (竹尺)、デジタル教具、Scratch

1 はじめに

今日、デジタル教科書を用いた授業が行われるようになった。しかし、教員はデジタル機器の扱いに習熟する時間がないほど多忙を極めている。加えて学力格差の拡大により、どの学力層をターゲットにした授業を行えば良いかの選択に迫られており、一斉授業の行き詰まりが指摘されている。

辻¹⁾はデジタル教科書の弊害について、紙の教科書より情報量が多いことが原因であると指摘している。具体的には、練習問題や発問、資料の提示以外に、ハイパーリンクを介した詳細な写真や動画資料などである。一見、児童の理解を広げ、深い学びを手助けするように思われるが、受動的な学習形態に陥っていると考察している。教員の発問によって、紙を使って計算したり、考えたり、話し合ったりといった、あるいは実物に触るなど、教具を利用した実践学習の機会が減少傾向にある。

デジタル教科書の効果的な活用法の提言はないかという、現場の教員にアンケートを実施した結果、教科書との併用を要望している。デジタル教科書は、補助資料として活用することを希望している。児童に対して、紙と筆記用具を使って考えながら計算や作図する活動や、生徒同士が意見や相談をしながら学習する形態を減らさない授業の持ち方を望んでいるのである。

上述の観点から、紙の教科書を中心に据えた授業形態

を維持しつつデジタル教科書を補助的に活用することが望ましい。しかし、厄介なことは採用する教科書が変更になれば、教科書に合わせたデジタル教科書を購入して操作方法を覚える時間と労力が教員に課される。

本研究は教科書やデジタル教科書の内容を補助する教具を開発し、活用方法を考案したので報告する。

2 開発したデジタル教具について

2.1 安価で他の教科で利用可能な装置

電子黒板とデジタル教科書をインストールしたデスクトップパソコンを教室毎に設置する方式と異なり、児童が装置に触れて操作できる手のひらサイズであることや、算数以外の教科にも利用できる安価な製品として、図 1 に示す nekoboard²⁾を購入した。本論文ではこれ以降、nekoboard²⁾を装置と呼称する。この装置は、ネット通販サイトで安価に購入できる。児童の手のひらに収まるサイズであるが、ボタン、明るさセンサー、音センサー、抵抗センサーコネクタとスライダセンサーを装備している (図 1 参照)。

装置を USB ケーブルでコンピュータに接続して活用するのであるが、教室や他の教室へ持ち歩いて児童に使用させるには、ノートパソコンの活用が望ましい (デスクトップパソコンでも稼働する)。また、ノートパソコンの基本ソフトは Windows10 で低スペック (処理能力が低い) でも稼働する。

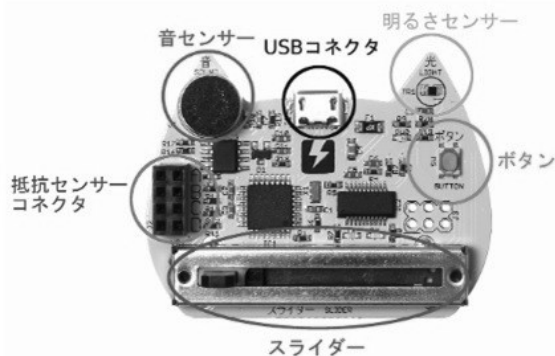


図1 nokoboard2と装備されているセンサー

2.2 装置をつなぐコンピュータと使用したソフトウェア



図2 Scratch 起動画面

装置はプログラミング言語 Scratch³⁾で利用できるセンサーボードである。Scratch には最新バージョン Scratch3.0 がある。しかし、装置が対応しているのは、コンピュータにインストールして使用する Scratch1.4 と Web ブラウザー上で使用する Scratch2.0 である。Scratch2.0 はインターネット環境で稼働することを前提にしているため、ノートパソコンだけで起動する Scratch1.4 を使用して装置を制御するプログラムを開発した。なお、プログラミング言語 Scratch は全てのバージョンが無償で利用可能なソフトウェアである。

Scratch にはアニメーションやゲーム、音楽などの要素が用意されている。これらは自分で創意工夫できる可能性として用意された要素であり、アイデアを具現化するには必要な要素を組み合わせる必要がある。Scratch はもともと、子どもたちの遊びを観察することから得られた「想像、作成、遊び、共有、振り返り、想像・・・」という螺旋構造を支援す

るために作られたソフトウェアである⁴⁾。

これらのハードとソフトで構成されるデジタル教具を開発した。Scratch プログラムを実行すると、画面上に表示されるネコ (スプライト) によって問題や操作の指示が出される。また、図2に示すように、装置を制御するブロック型の命令が画面上に現れる (図2の中央「制御ブロック」)。どうやって動いているのかなどの質問に丁寧に答えることによって、装置の稼働する仕組みを学ぶ STEM (Science, Technology, Engineering and Mechanics) 教育へ話題が広がると期待される。

3 デジタル教具を活用する单元について

2017年3月に公示された小学校学習指導要領算数編の解説に記載されている内容⁵⁾は、「数と計算」、「図形」、「測定 (下学年)」、「変化と関係 (上学年)」、「データの活用」の5つの領域で構成されている。

図1に示す装置には5つのセンサーが装備されている。5つのセンサーの中でスライダーを動かす操作は「測定 (下学年)」領域の中で、長さの量感や測定する内容に適していると考えた。具体的には、ものさしで線を引く教具に活用することができる。

長さの学習指導は1学年から行われる。具体物を用いて、直接比較、間接比較、任意単位による測定を学習し、2学年では間接比較の他、任意単位による測定の定着、普遍単位 (cm, mm, m) の導入へ学習が進捗する。3学年では普遍単位 (km) を学んで、長さの学習が完成する。長さに関する学習のつまづきはそれほど多くないと言われているが、ものさしの使い方は理解されていないとの報告があることから、ものさしを利用した測定は自然にできるものではなく、適切な指導が必要⁶⁾である。加えて、小学校学習指導要領には、「ものの長さをものさしなどで測定することを通して、ものさし (竹尺) の目盛りの仕組みについても理解できるようにする。ものさしは、計器として初めて用いるものであり、直線の長さを正しく測定できるように考慮する」と規定されている。

1学年のスパイラル (反復) 学習教具として2本の曲線の長さ比較を学習する装置を別途制作した (4.1節参照)。これは小学校学習指導要領の中で規定されている内容を具体化するために考案した装置である。具体的には、友達と考えを伝え合うことで学びあったり、学習の過程と成果を振り返り、よりよく問題解決できたことを実感したりする機会を設ける⁷⁾ことである。1学年の復習内容である長さの直接比較の授業において、興味や関心を

持ってもらい、同時に、与えられた問題の解決方法を共有することを目的とした装置である。デジタル教具は長さの単元に活用する。コンピュータの画面上に表示されたものさし（竹尺）画像を使いながら、学習の進捗状況に合わせて1cm, 5mm, 1mm単位の順に開発したプログラムによって任意の長さの直線が引かれる。引かれた線の長さをものさし画像の目盛りから読み取り口答で読み上げる。読み上げ練習を繰り返し行うことで、ものさし独自の目盛りの仕組みを理解できるようにする。最後に、指定された単位の長さを、デジタル教具を用いて直線を引く練習をすることで、計器としての測定を実践する。

3.1 長さを測るものさし（竹尺）について

2学年では長さを測る教具として、ものさし（竹尺）を使う。プラスチック（あるいは金属）製の定規とは異なる。定規は線を引くためのものであって、長さを測る学びには不向きであると言われている。次の理由が挙げられている。1学年でももの大きさを比べるために、一方の端を揃えて直接比較することを学ぶ。定規には0の目盛りの前に少し余白があり、端をそろえて測ると数mmの誤差が生じて正確に測ることができないのである。一方、ものさしは端に余白はなく、すぐに0の目盛りがふられている。対象物にピッタリくっつけて長さを測ることができる。1学年で学習した直接比較の学習経験が生かされるのである。

4 開発結果

4.1 スパイラル学習用教具の活用法

ブロックで組んだ車体に、モーターを取り付けて遠隔で制御可能な車両を製作した（図3参照）。この車両にインクペンを付けて紙の上を走らせると線を引くことができる。小学校学習指導用要領の1学年では、長さの直接比較を指導する⁸⁾。

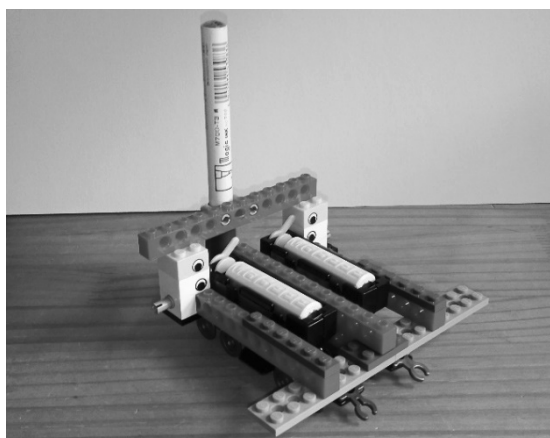


図3 ブロックで製作したモーター付き車両

表1 モーター稼働時間や車両設置位置

	モーター稼働時間		車両を紙に置く位置	
	同じ	異なる	同じ	異なる
ケース1	○	—	○	—
ケース2	○	—	—	○
ケース3	—	○	○	—
ケース4	—	○	—	○

2学年では長さの単元で、スパイラル（反復）学習を行う。図3の車両は、スパイラル学習の導入用教具として活用する。

ものの長さの直接比較の指導には、長さの量感（どれくらい）を把握させる必要がある。

製作した車両は次のように活用する。2本の線を引かせるとき、表1に示す4ケースを実践する。このとき、引く線は直線である必要はない。表1は、モーターの稼働時間が同じ場合と異なる場合の他に、車両を同じ位置からスタートさせる場合と異なる場合の組み合わせである。

活用例として、ケース1とケース2を示す。ケース1は、車両を同じ位置からスタートさせ、モーターの稼働時間も同じ時間作動させたときの線である（図4参照）。引かれた2本の線は、「線の引き始めが同じである」とか「線の終わりが同じ」であるなど長さが同じであるとの結論が期待される。一方、図5に示すケース2はケース1とは異なり、条件が異なる場合の作図結果である。この問いに対する答えを見いだすためには、作図された線の長さを比較するにはどのような操作をすれば良いかを考えることが必要となる。例えば、「2本の線の位置を揃えるよう紙を折り曲げる」。あるいは、「どちらかの線をハサミで切って、もう一つと端を揃えて並べて大きさ比べする」。その他には、「身の回りの具体物（例えば、消しゴムの長さ）を共通単位（任意単位）として、対象の線の長さを数（消しゴム何個分）で捉える操作を行う」などの発想が必要となる。

加えて、2学年では普遍単位の導入へ移行するためには、消しゴムを長さの共通単位として、対象線の長さを個数として捉える操作は正確性に欠くことに気付かせる。なぜなら、使用している消しゴムは新品ではなく、使用状況も異なる。線の長さを計測する場合、使っている消しゴム何個分という数で捉える方法では、差異が生じるのである。一連のスパイラル学習を通して、2本の長さを比較するには不具合であることを認識させる。

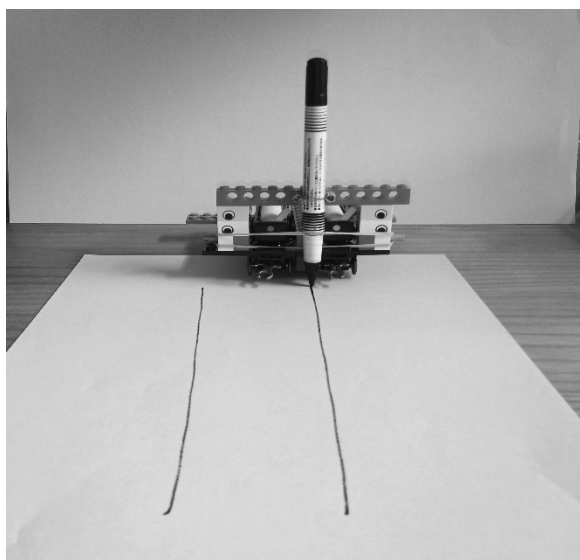


図4 ケース1の線図
(モーター稼働時間とスタート地点は同じ)

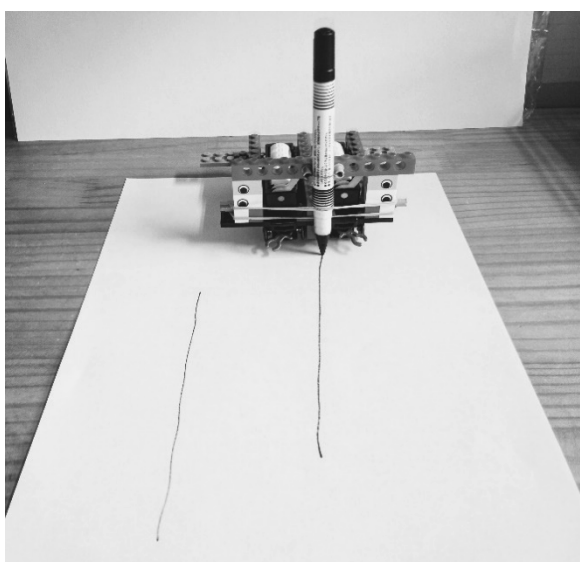


図5 ケース2の線図
(モーター稼働時間は同じ、スタート地点は異なる)

以上、製作した車両は、長さの単位における導入のほか、直接比較のスパイラル活動に活用できる。長さの比較が困難な場合は、間接比較（任意比較）を示唆することで、長さの量感を育むことが期待される。しかし、任意比較では長さを正確に測定できない理由を教えることで、普遍単位導入へと誘う。

4.2 デジタル教具の活用法

長さの測定には、普遍単位を用いて適切な単位で数値化できることが大切である。3章で述べたように「ものさしは、計器として初めて用いるものであり、直線の長さを正しく測定できるように考慮する」⁵⁾と記載されて

表2 教材の問題構成

	線を引き始める点(始点)	
	0cm (左側)	ランダムな点 (右側)
長さを声に出して答える問題(上段)	1cm 単位	同左
機械を操作して線を引く問題(下段)	5mm 単位	同左
	1mm 単位	同左

いる。開発した教具は、引かれた長さを計測することや、装置を操作して線を引く実践活動を行うことができる。デジタル教具は学習の進捗状況に合わせて活用できるよう表2に示す問題の構成を考案した。

長さの測定には、普遍単位を用いて適切な単位で数値化できることが大切である。3章で述べたように「ものさしは、計器として初めて用いるものであり、直線の長さを正しく測定できるように考慮する」⁵⁾と記載されている。開発したデジタル教具は、引かれた長さを計測することや、装置を操作して線を引く実践活動を行うことができる。デジタル教具は学習の進捗状況に合わせて活用できるよう表2に示す問題の構成を考案した。

表2に示すように、教材の構成は、コンピュータによって引かれた直線の長さを、声に出して読み上げる問題(上段)と、コンピュータ画面上に表示された直線の長さを装置で操作して引く問題(下段)に大別される。また、直線を引き始める点(始点)は、ものさしの端(0cm)から直線を引く場合(左側)と、コンピュータ内でランダムに選ばれた点を始点(右側)とする場合の2通りである。直線を引く長さは、1cm 毎、5mm 毎および1mm 毎の3種類である。なお、これ以降、凡長を避けるため、カッコ内の文字(上段、下段、左側、右側)を使用して説明する。

上段および下段の問題数は、習得状況に応じて変更することが可能である。上段は一斉授業を想定している。下段は上段で習得した内容を実践で確認する問題である。

加えて、表2の左側と右側の欄の選び方によっても学習の幅が広がる。

具体的には、表2の上段左側は製作した教材の中で、基礎を学習する領域を想定している。上述したように、表示された長さの読み上げの学習を行う。

図6はScratchを起動させて、項目①を選択後、②～④の順に吹き出しから説明および指示されている様子を同一画面に掲載したものである（実際には、図中のネコの位置で②～④の順に表示される）。画面の表示とともに、人工音声も流れるので、内容を聞き取ることができる。

図7は、ものさしの端(0cm)から直線を引き始め、10cmと14cm引いたときの2つの例である。表2の上段左側の基礎学習の領域であり、引かれた直線の長さを声に出して読み上げる練習を行う。

次の学習ステップとして上段右側を活用する。上段左側と異なる点は、ものさしのランダムな位置から直線が引かれることである(図8参照)。これらの問題で不正解や曖昧な返答をする場合、表2の上段左側に戻って復習することは簡単である。

表2の下段は装置の操作を伴う問題である。開発したデジタル教具は、線を引くことや消すことができるので、繰り返し練習が可能である。

2.1節で詳述した図1の装置を使用して画面上に線を引くのである。使用するのはスライダーとボタンのみである。コンピュータと接続してScratchのブロックコマンドでプログラムを組んで装置を制御している。スライダーを右にスライドさせると、ものさしに沿って青い直線が引かれ、左側にスライドさせると、引いた線を消す動作をする。このとき電気抵抗の値はスライダーの動きに追従して0～100までを返す。抵抗値はスライダーの動きに敏感で、目標の線の長さとなるよう電気抵抗の値を制御することが困難であった。Scratchのブロックコマンドを用いて、スライダーセンサーの抵抗値を1cm, 5mm, 1mm単位で返すことができるよう誤差を丸める処理を行った。結果として、スライダーを乱暴に操作しても線が追従して引く(あるいは消す)動作を実現することができた。

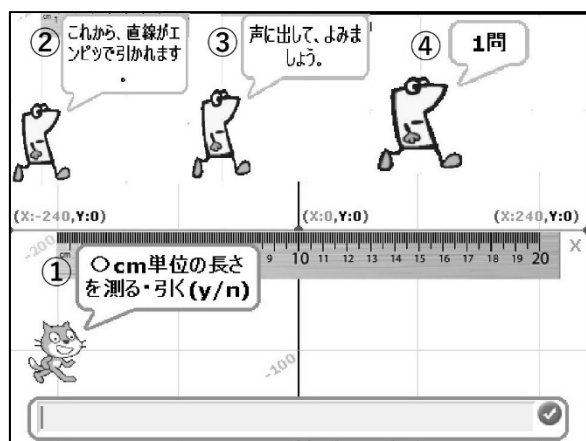


図6 問題説明画面(①～④の順に表示)

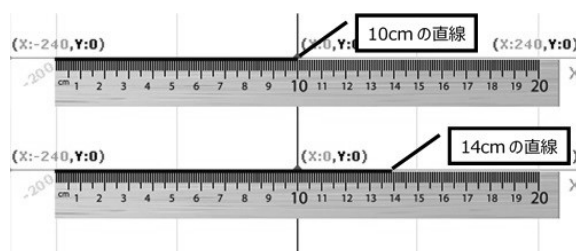


図7 端(0cm)から引かれた2本の直線例

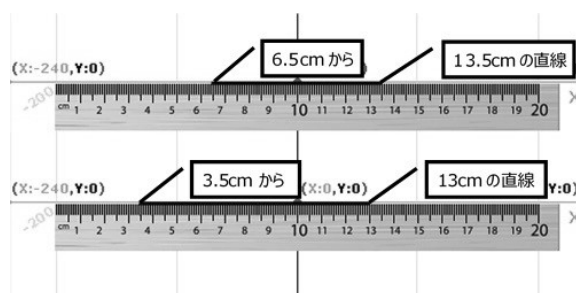


図8 ランダムな点から5mm単位の長さで引かれた2本の直線

ボダンには2つの機能を装備した。スライダーによって引かれた直線を、ボタンを押すことでストップする機能である。もう一つは、出題された問題の長さになっているかを判定する機能である。

実行例を2つ紹介する。1例目は、表2の下段左側であり、2例目は下段右側である。

下段左側の実行例を図9に示す。指定された長さの線を、装置のスライダー機能を使用して引く実践である。

学習の流れとしては、表2の上段左側の学習を終えた後に、直線を引く練習を実践することになる。ものさしの端(0cm)から線を引くので、長さの測定の基礎を学ぶ。

表2の下段右側の実行例を図10に示す。図9と異なり任意の位置から指定した長さの直線を引く操作を行う。長さの普遍単位を理解して装置を用いて実践することにより、それぞれの単位の関係性[ミリ(m)、センチ(cm)などの接頭語の付いた単位の意味や役割]や量感を学ぶことに活用を期待したい。

5 おわりに

本研究では長さの単位に関して、2種類の教具を開発して活用の提案を行った。

2学年で学習する長さの単位に入る前に、1学年で学んだ長さの直接比較に関して、ブロックで製作した車両にペンを取り付けて、2本の線を引かせて長さを比較するスパイラル(反復)学習での活用を紹介した。次に、安価に購

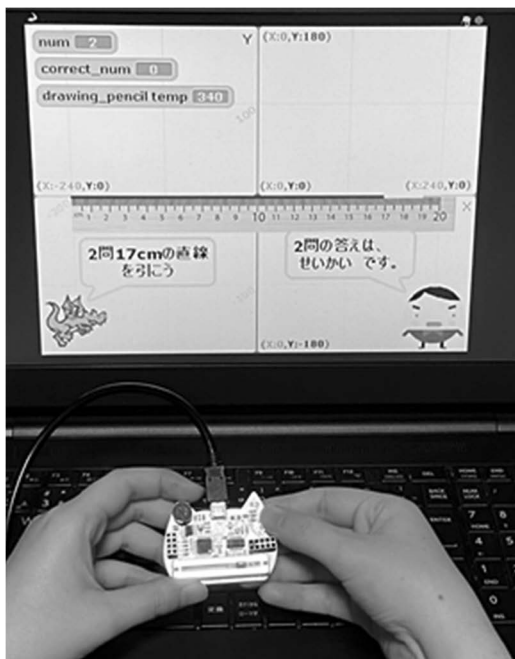


図9 表2下段左側の問題で直線を引いた後、判定ボタンを押して画面上に結果が表示

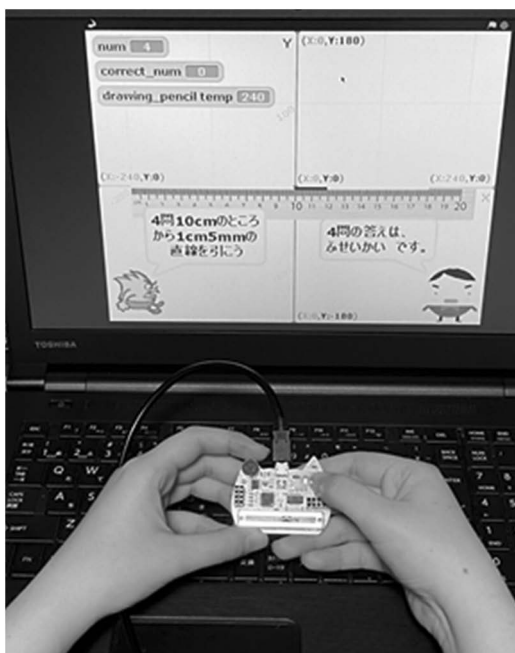


図10 表2下段右側の問題で直線を引いた後、判定ボタンを押して画面上に結果が表示

入できる計測装置をデジタル教具として活用することである。購入した装置には各種センサーがついているが活用したセンサーは2種類である。一つはスライダーセンサーであり、もう一つはボタンである。2種類のセンサーを使用して長さの単元を学習するデジタル教具である。スライダーセンサーの動きに合わせて敏感に変化する電気抵抗値を、Scratchのブロック命令コマンドで制御することで、普遍単位の長さへ出力することが可能となった。

引用文献

- 1) 辻元 (2014) 「デジタル教科書の問題点-情報量の多さは教育効果につながるか-」, 『コンピュータ&エデュケーション』 36号, pp.30-55.
- 2) necoboard2, <https://www.switch-science.com/catalog/2700/>
- 3) Scratch : <http://scratch.mit.edu>
- 4) 阿部和広 (2015) 「子どもの創造的活動と ICT 活用」, 『情報処理』 56号, No.4, pp.350-354.
- 5) 文部科学省 (2018) 「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』, pp.122-124.
- 6) 松尾七重 (2015) 「長さ測定に関する小学校 1 年生の実態」『千葉大学教育学部研究紀要』第 63 巻, pp.95-103.
- 7) 文部科学省 (2018) 「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』, p.20.
- 8) 文部科学省 (2018) 「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』, pp.90-93.

Development and Application of Digital Teaching Tools for Learning about Units and Measurement of Length

FUJII Kouju