

# 幼児教育の数量や図形にかかわる活動及び中学校数学科におけるエデュテインメントのためのアナログ学習具開発に関する一考察

— デジタル時代の流れの中で揚力を発生させる学びの道具としてのすごろくの作成を通して —

澁谷 久

## 1. はじめに (本研究の意図)

### (1) デジタル時代の流れの中でアナログの教具・学習具の使用意義を追究する必要性

#### ①教育方法におけるデジタル化の流れ

文部科学省 (2020a) は、「GIGA スクール構想」として、「1人1台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで、特別な支援を必要とする子供を含め、多様な子供たちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育環境を実現する」(p.3)、「これまでの我が国の教育実践と最先端のICTのベストミックスを図ることにより、教師・児童生徒の力を最大限に引き出す」(p.3)ことを示している。その取り組みの有効性は高いものと予想され、義務教育の学校をはじめ多くの学校においては、その効果的な構成のための実践や研究が行われている。

しかし、研究の動向において、その観点として上に示すベストミックスを求めるものは少なく、デジタルの教育方法に限定されるものが中心となっている。

#### ②アナログゲームの隆盛

松井他 (2018) は、アナログゲーム経験や態度についての調査において、「日本において、アナログゲーム(ボードゲーム、カードゲームなど。いわゆる「非電源系ゲーム」)は、近年隆盛の一途をたどっている。」と述べている。さらに、ゲームを遊ぶ理由として、デジタル、アナログゲームともに「楽しいから」「手軽だから」「ヒマつぶしができるから」が上位3つであったこと、アナログゲームに関しては、20代30代において「人と会話するのが楽しいから」「友達ができるから」をあげる人が多かったことを示している。

「人と会話するのが楽しいから」は、アナログゲームで遊ぶ理由として特徴的なものであり、コミュニケーションが伴う遊びを求める対象として存在していると捉える。

#### ③アナログ教具・学習具の使用意義の追究

アナログゲームが求められる状況を鑑み、「これまで

の我が国の教育実践」を取れ入れる1つとして、アナログ教具・学習具の有効性を高める実践や研究も設定すべきと考える。デジタル時代の流れの中で、アナログの教具・学習具を使用する意義を捉えることは、それらに働く揚力の発生を示すことである。揚力は、流体中の物体に働く力のうち、流れが物体に向かう方向に対して垂直に働く力であり、ここでは、デジタル時代の流れの中でのゲームの特性を備えているアナログの学習具を使用する意義の存在を追究することである。

### (2) 数学的教具・学習具の開発における阻害要因の存在

荒川 (2020) は、「日本においては、現象の分析のもとに独自に立ち上げたゲームの制作そのものを教育の文末で扱った研究は、デジタルゲームを除いてほとんど報告されていない。」(p.84)と述べている。

また、「数量や図形、算数・数学の教育で、道具(教具、学習具)を使用した実践を行っていますか。」の質問に対して、「使用しない」と回答した理由のうち、「道具がない、作れない」が37%を占めるように、教材の開発能力にかかわる結果が示されている(算数・数学教育における道具を使用する授業に関する調査(澁谷, 2017-2019、幼児教育に携わる教員、小学校教員、中学校・高等学校の数学科教員92名))。

数学的教具・学習具の開発を阻害する要因を軽減する方略自体を開発することが課題としてあげられる。

## 2. 研究の目的と方法

本研究の目的は、上述の問題の所在を受けて、遊びとしてのゲームを教育に機能させるエデュテインメントの観点から、幼児教育を含めた数学教育におけるその意義を考察し、その道具となる学習具について、その有効性を高める開発の方法を示すことである。

研究の対象として、研究成果の汎用性を意識し、幼児教育の数量や図形、中学校数学科に焦点を当てる。また、エデュテインメントの学習具として、アナログゲームの代表格であるすごろくに着目する。それは、デジタ

ル時代の流れの中で、遊びの要素を備えたアナログ学習具に対する揚力の存在を考察すること、さらに、広い校種において学習具の開発が積極的に行われることを目指すものである。

観点として、すごろくに数学教育的要素を注入することで、学習具を通して幼児及び生徒の数学的コミュニケーションの形成、幼児及び生徒の数量や図形、数学にかかわる資質・能力の育成、指導者の学習具開発可能性を高めることを通してその素材や事例の選択・加工・伝達におけるデザイン能力の向上を設定する。

そのために、遊びの捉え、数学教育におけるエデュテインメントの意義、そこでの道具の効果、数学的教具・学習具の様態及び数学的学習具の意義、その開発の意義、推進について、アナログとデジタルの視点で考察する。

さらに、数学的学習具としてのすごろくに関して考察する。その際、教育すごろくの歴史とすごろくを数学教育に取り入れる先行研究を捉え、数学教育にすごろくを取り入れる意義を考察し、すごろくの数学的学習具としての位置付けとして、すごろくのゲームとしての特徴及び構造を考察し、すごろくの特徴・構造とアナログ学習具としてのすごろくの数学の学びとの関連性及び数学教育の観点を注入するためのすごろく開発の方略を示す。

幼児教育の数量や図形にかかわる活動及び中学校数学科におけるすごろくの実践を捉え、数学教育におけるすごろくを開発する。開発したすごろくについて上に示した観点を踏まえ、幼児教育に携わる教員及び中学校数学科教員に対するインタビュー調査を実施する。

これらが実行されれば、数学教育におけるエデュテインメントの意義、その道具となる学習具の有効性を高める開発の方法を強く示すことになる。

### 3. 数学教育におけるエデュテインメントに関する考察

#### (1) 遊びの捉え

ホイジンガ (2003) は、「遊びとは、あるはっきり定められた時間、空間の範囲内で行なわれる自発的な行為もしくは活動である。それは自発的に受け入れた規則に従っている。その規則はいったん受け入れられた以上は絶対的拘束力をもっている。遊びの目的は行為そのもののなかにある。それは、緊張と歓びの感情を伴い、またこれは「日常生活」とは、「別のもの」という意識に裏づけられている。」(p.73) と遊びを定義している。

また、カイヨワ (2004) は遊びの定義を、①自由な活動、②隔離された活動、③未確定の活動、④非生産的活動、⑤規則のある活動、⑥虚構の活動、の6つの活動として示している (p.40)。さらに、遊びを、アゴン (Agon: 試合、競技を意味する)、アレア (Alea: さい

ころ、賭けを意味する)、ミミクリ (Mimicry: 真似、模倣、擬態を意味する)、イリンクス (Ilinx: 渦巻を意味する)、の4つに分類している。それぞれ、競争、偶然、模倣、眩暈 (めまい) の役割を示している (p.44)。

ホイジンガとカイヨワの遊びの定義は、カイヨワのいう①自由な活動、②隔離された活動、③未確定の活動、④非生産的活動、⑤規則のある活動、において共通性がある。

#### (2) 数学教育におけるエデュテインメントの意義

エデュテインメントは、遊びを教育に機能させることである。ここからの遊びについてはカイヨワの表現を使用する。「自由な活動」は、数学教育に限らず求められる「主体的な学び」に通じるものである。授業という空間の設定に「隔離された活動」が、また、「未確定の活動」「規則のある活動」は、問題解決の形につながるものである。「自由な活動」「非生産的活動」は、数学教育において顕著に表れる子供の学力差に影響を強く受けない活動をつくるものであり、チクセントミハイ (2000) のフロー状態のモデルが表す遊びの構成につながるものである。フローを、「全人的に行為を没入しているときに人が感じる包括的感觉」(p.66) とし、図1を示している。それは、遊びに楽しさを感じさせる、すなわち、不安や心配、退屈を感じさせないことは、その人の挑戦レベルが自分の、さらに他の人の能力レベルとバランスが取れている状況が必要であることを示している。ここに「対話的な学び」における課題への方向性も見える。

遠山が、「学びと遊びはなぜおもしろいのか、それは、自分の自由な思考や行動を発揮する余地が何ほどかあるからである。」(和田他, 1987, p.4) と述べていることは、これらを総括した表現であると捉える。

#### (3) 数学教育におけるエデュテインメントでの道具の効果

数学的学習具は子供自身の経験から行動や認知を変容させるための道具であり、子供一人一人の「自由な活動」

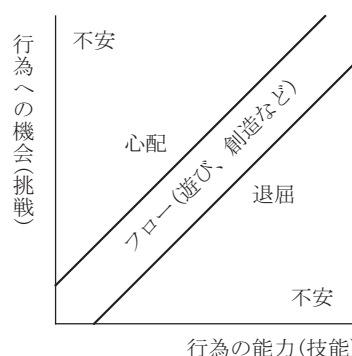


図1 フロー状態のモデル (チクセントミハイ, 2000, p.86)

を、その操作は目的を意識させるため「隔離された活動」を、操作によって数学的構造を発見させるため「未確定の活動」「規則のある活動」を形成する。数学的学習具は遊びをつくる扶助となる。

ゲームを道具として捉えると、カイヨワの遊びの4つの分類のうち「アゴン」「アレア」を表出させる。すなわち、競争と偶然の活動を構築する。

また、銀林 (1992) は、「この現実と数学を結びつける仲介役をしてくれるのが、操作やゲームなどの重要な役割の一つなのである。」(p.6) と述べている。これは、数学的活動の構成にもつながるものであると捉える。

#### 4. 数学的学習具に関する考察

##### (1) 数学的教具・学習具の様態

「数学的学習具」とは、算数、数学を学習するために子供一人一人が所有・操作できるもので、児童・生徒自身が経験から行動や認知を変容させるための道具である。澁谷 (2012) は、数学的学習具を図2のように9つに分類している (p.6)。「教具」ではなく「学習具」という標記を使用するのは、子供一人一人が所有できるもので、個々の学習活動を保証するものである、つまり、子供自身が主体的、能動的に数学をつくり上げるためのもので、指導者が提示、演示する道具、狭義の「教具」と区別することを根幹としているからである<sup>(1)</sup>。

本研究においては、子供が操作の主体であるものを学習具と捉え、ペアやグループによる形態で使用するものもその対象とする。

「教育機器」の他は、数学的構造を内蔵した「もの」であり、アナログ学習具である。教育機器は数学的ソフトウェア (デジタル教科書、GeoGebra、GRAPES等) が内蔵されたものであり、デジタル学習具である。しかし、ソフトウェアの内容により、「パズル、ゲーム」等、他の8つの学習具に成り得る。

##### (2) 数学的学習具の意義

澁谷 (2018) は、数学的学習具の使用目的を以下のようにまとめ、その目的達成の可能性を高めることがその意義と捉えている。

【数学的概念・原理・法則にシエマを形成するイメージを加える】  
 「理解」「数学的原理・法則の導出」「キュー効果の発動」「課題解決のきっかけの供給」「数学的思考の場の設定」「思考結果や予想の確認の場の設定」  
 【数学的技能の習熟、知識の定着を与える】  
 「数学的技能の習熟」「知識の定着」「計算」「作図・測定」(p.21)

「数学的概念・原理・法則にシエマを形成するイメージを加える」とは、数学的概念・原理・法則を、直面した課題を解決するための道具となる内面に存在する構造的な学力、すなわちシエマにするために、イメージを形式的 (言語的や記号的な表現を表す) な数学的概念・原理・法則と融合させるということである。また、「数学的技能の習熟、知識の定着を与える」とは、技能の習熟や知識の定着のみではなく、計算や作図・測定をするための電卓やそろばん、定規やコンパス等の器具の使用目的を表す。」(澁谷, 2018, p.21)

「数学的概念・原理・法則にシエマを形成するイメージを加える」「数学的技能の習熟、知識の定着を与える」とともにデジタルの学習具の有効性が近年目立っている。それは、デジタル教科書等の視覚的・動的コンテンツにより、数学的概念・原理・法則に関するイメージを形成したり、問題解決のための道具となっている。また、評価が伴った習熟や練習や作図ツールによる図形学習が実践されてから時間が経過していることも事実である。

澁谷 (2018) が、「アプローチする作用<sup>(2)</sup>は、興味・関心・意欲の面で、学習活動の基盤を生む重要な働きであり、具体物の存在により引き起こされ、図式的イメージ<sup>(3)</sup>の形成と密接な関係がある。また、自己で確認することによる作用を付している操作によって、動作性や獲得したものが自分のものであるという自覚を備えた、すなわち、内面化した数学的構造が生まれる。身体を動かすと豊かなイメージが形成されるという「イメージの身体性」も同様なことを示している。」(p.23) と述べるように数学的概念・原理・法則に関するイメージを形成する感覚として触覚も多く、アナログ学習具の操作によるイメージの質には特徴がある。例えば、円錐は転がりやすいとか、触れた際に痛く感じることもある、なども円錐のイメージの1つと考えてよい。視覚的にも触覚的にも連続的に感じる、五感の連動等、アナログの道具だからこそこから得ることができるものもある。

小林他 (2021) の就学前教育についての実践で、「図形を実際に触ったり、回転させたり裏返したりすることでその特徴についてインフォーマルに知ることができ、

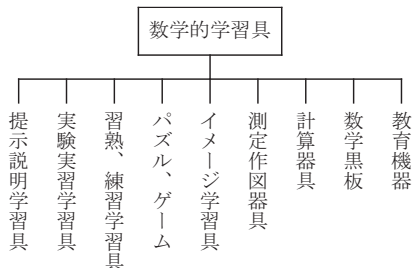


図2 数学的学習具の分類 (澁谷, 2012, p.6)



就学後の学習にもつながっていく。」(p. 299) もそれを示している。

また、「1の(1)の②アナログゲームの隆盛」で示したように、コミュニケーションの質にも言及する必要があると考える。

江森(2012)は、「コミュニケーションとは、意思の伝達を目的に意図的に外化されたメッセージが存在する情報伝達過程である」(p. 23)とし、図3に示す「コミュニケーションのSMRモデル」(p. 24)を採用している。M(メッセージ)のS(送り手)とR(受け手)の間における動きの活性化にアナログ学習具が強く作用する。対面での活動により、SとRの間の自由性が強められるなか、表情がMの評価にかかわり、それがMの質の向上へつながる。

これらがアナログ学習具に働く揚力の存在を確認できる場面である。デジタル時代の流れの速度は教育現場においては違いが見られる。デジタル学習具の有効性は認めつつも、アナログ学習具に求める要素もあることを示している。流れの速度の違いは揚力を発生させる。流体力学に重ね合わせることができる。デジタル時代の中でアナログ学習具の有効性が見直される時代でもある。

遠山(1987)は、「ゲームが1つの集団思考の形をとることが、習熟をたやすくする根拠にもなっている。1人がまちがえると、その集団がその誤りを即座に訂正することができる。」(pp. 6-7)と述べている。

澁谷(2017)は、「日本の数学教育において、新しい知識・技能を身に付けてそれらを統合し、知識の構造や思考、態度が変容する「深い学び」を実現することが求められている。そのために、創造することの遂行可能性を高めるためには、学びの道具としての知識・技能が定着されていることが必要である。本研究において、数学の授業に「数学的学習具」を取り入れることが、学習内容の理解を深め、持続可能性の高い定着を生むことを実証的に示すことができた。…(略)…また、主体的・能動的に数学に取り組む姿勢が身に付いたとも考えられる。」(p. 16)と述べている。

このように、数学的学習具は知識及び技能等、数学的に考える資質・能力を育成することに働くが、特にアナログ学習具に着目することは、コミュニケーションや触覚の観点からの作用を確認することになる。

### (3) 数学的学習具の開発の意義と推進

澁谷(2011)は、「授業を構成する要素にかなう学習具が存在しない場合は、その要素のもとに学習具が開発されなければならない。授業を構成する要素には、教師自身の指導における個性や教科書、指導計画、生徒の学習習慣や認知スタイルなどが含まれる。」(p. 3)と述べている。

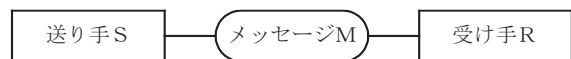


図3 コミュニケーションのSMRモデル (p. 24)

さらに、澁谷(2014)は、数学教育における教具・学習具開発の入り口として、4つの開発方法を示している。「アレンジ」:すでに存在している教材を脚色する、「レストア」:以前使われていた教材を修復、再生する、「アダプト」:他の内容の教材を適応させる、「アプライ」:生活素材や自然現象、他の教科で扱われている内容を適用する」(p. 136)である。この開発のステップをさらに低くして、開発の活性化を図る。「アレンジ」の対象となる学習具は既に使用したことがあり、それに「アダプト」しやすい状況をつくることである。

本研究においては、幼児教育、中学校数学科における算数・数学の資質・能力の育成に焦点を当て、エデュテインメントのためのアナログの学習具として「すごろく」の開発を遂行する。

銀林(1992)は、操作やゲームの必要性について述べるなかで、「現実から本質的な要素だけを抜き出したもので、しかも数学的形式によくマッチした《モデル=模擬現実》が必要になる。それは、数学そのものでなく、それをよく表現した《モデル(具体化)》であるという点で具体的ではあるが、現実を模しているという点では人工的・作弄的なものである。」(p. 6)と述べている。

荒川(2020)は、「ゲーム制作もまた、主題となる現象の構造やその現象に関わる心理や行動の作用への深い理解とデザイン思考的な能力の向上に資する可能性が高く、教育機関で実施する価値が高いといえよう。」(p. 85)と述べている。

すごろくというゲームは、多くの人に体験経験があり、主に表示による構成により開発されるものであり、遊びの中に数学教育的要素を注入しやすいという見通しをもてる。デジタル化されたすごろくは存在する。指導者のデジタル教材作成能力においても流れの速度は一樣ではない。開発の視点からも揚力を発生させると考える。この開発が指導者の学習具開発可能性を高めること、その素材や事例の選択・加工・伝達におけるデザイン能力の向上につながると考える。

## 5. 数学的学習具としてのすごろくに関する考察

### (1) 教育すごろくの歴史

山本(2004)は、「教育双六とは純粹に学童用につくられ、遊びつつ学ぶという一石二鳥の双六で、教育双六の優秀なものや珍品といわれているものは、殆ど明治初年から明治二十年代前半に集中している。」(p. 183)と、さらに、「ここ(小学校教授雙六、図4)に描かれてい



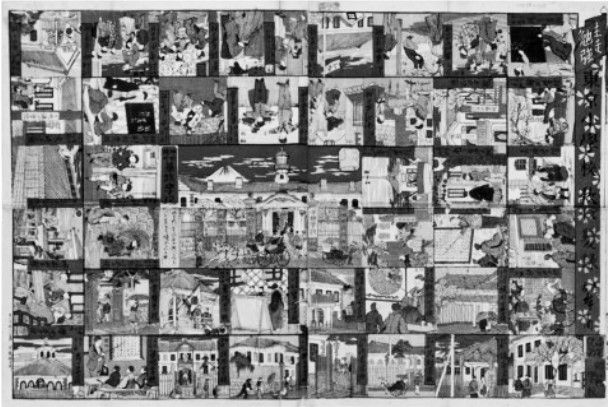


図4 生徒勉強 東京小学校教授雙録 (安藤, 1878)

る図は… (略) …小学校で習得しなければならない五十音図、五十音草体図、数字図、羅馬数字図、算用数字図、乗算九九図、加算九九図、単語図、連語図、色図等を双六遊びを通じて覚えさせようと意図したものである。(p. 187、下線部は筆者による) と示している。

すごろくが教育に活用される理由としては、「双六を通して遊びながら、無理なく自然な形で国語や算数、理科、歴史、体育を教えようと意図した試みは高く評価してよいと思う。」(p. 187) のように、エデュテインメントの意義が基盤にある。

日本においてすごろくが教育の道具として取り入れられたのは明治時代であり、現代においても教育のためのすごろくは多く作られている。

## (2) すごろくを数学教育に取り入れる意義

### ① 数学教育にかかわるすごろくの先行研究

篠永 (2018) は、「保育内容 (環境) のこと 2 ～ 「すごろく」を通して育まれる数量・図形・文字等への関心～」において、「文字が読めることや数字が読めること。そして、それを声に出すことや、数を合わせたり (足し算)、差を出したり (ひき算) などは、普段から特に意識することなく行っている行動のひとつである。保育内容 (環境) の授業では、それらのことを自ら体験することで強く意識してもらい、環境のねらいを自分のものとするために身の回りにある題材を通して、身近な環境に積極的に関わりながら保育教材の作成を行った。」(p. 26) とし、学生がすごろくを作成し、子供たちともに実践した体験が、学生にどのような気づきと成長をもたらしたかを示している。そのなかで、「体験を通して身につけていく能力、体験としての強さは必ず身体どこかに残り、知識だけでは補えない実感を伴った変化を、見えるかたちで学生に提供することができると信じている。」(p. 35) と述べている。

また、鶴川他 (2011) は、「すごろくゲームを用いた数概念獲得訓練」において、障がいにより知的発達に遅

れのある児童が、すごろくゲームを通して「以前はできていなかった分割逆唱や加減算でも正解することが出来た。」(pp. 815-816) と、さらに、「協力者 A が苦手である、繰り上がりや 3 つの数の足し算の理解が進むような「すごろくゲーム」を改良し、それをを用いて訓練を行った。」(p. 816) と示している。

数学教育に特化したすごろくに関する先行研究は少ないが、子供の実態に即して育成すべき数量や図形、数学にかかわる資質・能力に焦点を当て、そのための改良も容易に行われること、また、すごろくを作成する体験は、教材の開発能力の向上につながるであろうと示している。

### ② 数学教育にすごろくを取り入れる意義

#### ア. 幼児教育の数量や図形

文部科学省 (2020b) は、「幼稚園教育要領解説」において、幼稚園教育において育みたい資質・能力及び「幼児期の終わりまでに育ってほしい姿」として、「数量や図形、標識や文字などへの関心・感覚 遊びや生活の中で、数量や図形、標識や文字などに親しむ体験を重ねたり、標識や文字の役割に気付いたりし、自らの必要感に基づきこれらを活用し興味や関心、感覚をもつようになる。」(p. 68) と示している。すごろく遊びは、さいころを投げてその目を捉え、数唱しながらコマを進めることが数学的な要素を生む基本的な行為である。「遊びや生活の中で、数量や図形、標識や文字などに親しむ体験」である。

津金 (2018) は、すごろく遊びで身につく資質・能力として、「知識及び技能の基礎・サイコロの目の数の理解。・目の数と対応させてコマを進めることへの理解。

思考力、判断力、表現力等の基礎・すごろくの場面によって効率的な方法を考えたり、判断したりする。学びに向かう力、人間性等・すごろくの偶然性、意外性のおもしろさがわかっている。その予想外のコマの進み方を友達と競い合う楽しさ。」(p. 42) と示している。

すごろくは、幼稚園教育において育みたい資質・能力の 3 つの柱を育成する要素が組み込まれている遊び道具であると考えられる。

#### イ. 中学校数学科

文部科学省 (2018) は、「中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 数学科」において、数学科の目標として「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。」(p. 20) と述べている。天野 (2021) は、見方・考え方を働かせることについて、「生徒たちが数・量・形の感覚を伸ばすとともに、数学を学ぶ意義を実感できることとなります。」(p. 9) と述べている。

また、遠山は、「ゲームも勝負を争うものであるが、その勝負が実人生のいかなる利害とも無関係にあること、つまり無償の行為であることによってその遊びとし

での純粋さが保たれている。」(和田他, 1987, p.8)、さらに「双六のように偶然性の占める割合がきわめて大きいので技量の差が少なく、すべての参加者が平等に勝つことの期待をもてるゲームもある。」(和田他, 1987, p.8)と述べている。

見方・考え方を働かせる基盤は、学習者一人一人が学びに参加していることである。ゲームによる学習は、その可能性があり、すごろくは、指導者の視点から数・量・形の感覚を伸ばすための数学的な要素を組み込みやすいものである。

また、幼児教育の数量や図形、中学校数学科を問わず、学習目標の達成に向けてすごろくによって自然に生まれる子供同士のコミュニケーションが働くことも数学教育にすごろくを取り入れる意義として重視すべきと考える。

### (3) すごろくの数学的学習具としての位置付け

#### ①すごろくのゲームとしての特徴

澁谷(2014)は、「環境教育における環境をとらえる方法としてのすごろくの有効性の考察」において、すごろくのゲームとしての特徴として、「①自由性、②虚構性とルール、③完結性、の他に、④知的好奇心をそそる遊びである、⑤コミュニケーションが自然に生まれる、⑥ルールが簡単で誰でも取り組める、⑦留意が簡単である、⑧固定的でなく運命に左右されるシチュエーションである、さらに、開発・構成する視点から、⑨平面的で作成しやすい、⑩時間軸を設定できる、⑪「進む」、「戻る」、「止まる」等のオプションを設定できる、があげられる。」(p.357)と示している。

これらの特徴は、学びの内容や興味・関心にかかわることに留まらず、ルールを守ることの大切さがわかること、協調性や情緒が発達すること等のソーシャルスキルの習得、さらに、開発の可能性にもつながるものである。

#### ②すごろくの構造

増川(1995)は、双六の娯楽性について、「双六は言うまでもなく競走ゲームである。駒の追いつ追われつの競い合いに遊びの楽しさがある。初期の双六は偶然に出る賽の目によって、その目の数だけ駒を進めるものであった。…(略)…駒の進行が単純に賽の目の数だけでなく、飛躍や後退を加味した動きがある場合には、「飛廻り」と称し、一八世紀の中頃には考案されていた。」(p.174)と示している。基本的な構造は長い年月を経ても変わっていない。

すごろくの構造とルールを取り上げる。物的構造としては、ますのあるすごろくのシート、こま、さいころであり、基本的ルールは、さいころを投げて出た目の数だけこまを進め、最初にゴールした人の勝ちとするものである。ますにさいころが描かれて進み方が示されているものもある。

オプションとしては、以下のものがあげられる。

- ・止まったますに示されている指示に従う。
- ・止まったますにカードを引く設定があり、引いたカードに示された指示に従う。
- ・条件による分かれ道がある。
- ・すごろくを進めるなかで、ポイントを獲得し、それが勝敗につながる。
- ・こまを選択でき、そのこまによって進め方が異なる。この中には、プラス要素として「数ます進む」、マイナス要素として「数ます戻る」「ふりだしに戻る」「1回休み」等がある。

#### ③すごろくの特徴・構造とアナログ学習具としてのすごろくでの数学の学びとの関連性

##### ア. 幼児教育の数量や図形

「さいころを使用すること」

- ・ドットの個数が数を表すことがわかる。
- ・さいころにより数を認識できる。数の概念を発達することができる。
- ・どの目も同様に確からしく出ることから偶然の面白さを感じる。また、その状況をつくる形であることも感じる。

「さいころの目の数だけこまを進めること」

- ・こまを進める際に数を唱えることができる。
- ・さいころの目の数と対応させてこまを進めることができる。その際、数の大きさが進む量の大きさを表していることがわかる。

「スタートからゴールに向かって進むこと」

- ・ゴールするまでに進まなければならないますの数の概数を捉えることができる。
- ・進むと残りの進む量が減ることがわかる。

「条件によりこまの進め方が異なること」

- ・「進む」「戻る」「進まない」と日常生活の状況との対応を捉えることができる。

「他の人との競争であること」

- ・どの程度進んでいるとか遅れているとかで比べることができる。
- ・速さの概念を感じる。

幼児教育の数量や図形において、すごろくを通して得られるものは、主に数の概念である。すごろくに仕組んだストーリーが、日常生活に対する数量や図形などへの興味や関心、感覚を養われることにもつながる。

##### イ. 中学校数学科

「まずに数学的内容が示されていること」

- ・数量や図形などに関する基礎的な概念・原理・法則を理解できる。
- ・発展的な内容に触れることができる。

「スタートからゴールに向かって進むこと」

- ・数学に学ぶ段階があることがわかる(時系列や内容

の関連性等)。

「条件によりこまの進め方が異なること」

- ・ 数学的な条件、場合分け等について強く認識することができる。

「数人で遊ぶこと」

- ・ 繰り返しによる数学的内容の定着がなされる。
- ・ コミュニケーションが生まれ、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現することができる。
- ・ 自分の考えを評価することができる。

この項目は、幼児教育においても作用するが、中学校数学科において、より効果が表れると考え、ここにのみ明記している。

中学校数学科において、すごろくを通して得られるものは、主に数学的概念・原理・法則の理解と定着である。そこには、系統性が含まれる。理解と定着は、数学的な問題解決に必要なものである。

④数学教育の観点を注入するためのすごろく開発の方略  
 澁谷(2014)は、「数学的学習具開発の手順」を踏まえ、図5に示す「数学的教具・学習具開発シート」により有効な数学的教具・学習具を開発することを示している(pp. 135-136)。

それは、澁谷(2011)が示す「数学的学習具開発の手順」の段階、学習目標の明確化、数学的概念・原理・法則の構造分析、授業構想と学習具の必要性の感受、「こ

単元	比例と反比例	1次関数	関数 $y=ax^2$
学習内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関数関係の意味</li> <li>・ 比例、反比例の意味</li> <li>・ 座標の意味</li> <li>・ 比例、反比例の表、式、グラフ</li> <li>・ 比例、反比例を用いること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事象と一次関数</li> <li>・ 一次関数の表、式、グラフ</li> <li>・ 二元一次方程式と関数</li> <li>・ 一次関数を用いること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事象と関数<math>y=ax^2</math></li> <li>・ 関数<math>y=ax^2</math>の表、式、グラフ</li> <li>・ 関数<math>y=ax^2</math>を用いること</li> <li>・ いろいろな事象と関数</li> </ul>
学習目標	変化の割合の意味を、グラフを通して理解することができる。		
数学的概念・原理・法則	変化の割合：xの増加量に対するyの増加量の割合 $\rightarrow$ xが1だけ増加したときのyの増加量 1次関数では、一定である $\rightarrow$ yの増加量がxの増加量に比例する $\ast$ 1次関数以外の関数と比較する必要がある 教科書、指導書等を参考にして、学習内容の構造を分析する		
授業構想	導入 ○前時の学習内容の確認 ・ 1次関数のグラフをかく。 ○既習の学習内容の確認 ・ 表から変化の割合を求め。	展開 「変化の割合の意味を、グラフで考えてみよう」 ・ 1次関数では、変化の割合が一定、グラフは直線になること ・ 変化の割合はグラフの傾きを表すこと 学習具 いろいろなグラフにおける変化の割合の違いを動的、視覚的にとらえることができるものを	整理 ○まとめ ・ 1次関数における表、式、グラフの関係をまとめる。 ○練習 ・ 変化の割合を与え、グラフをかく。 ・ スリット内の点の動き
設計図	どの場面で教具・学習具が必要か、「展開」の段階に限ったことではない。 スリット 画用紙 記入は、フリーハンドでよい材質等も記入しておくことよい		
教具・学習具	・ グラフは赤線がかいた方が、スリット内の点の動きは鮮明になる。 ・ トライアウトを通して得た改良点を記入する		

図5 数学的教具・学習具開発シート

(関数による増減や変域、変化の割合の違いや共通点を捉える学習具の開発)

とがら」「具体物」探し、学習具化、学習具の改良、授業での実証、に沿って、数学的教具・学習具を開発するものである(pp. 4-5)。すごろくを数学教育に取り入れることにおいては、「とがら」「具体物」探し<sup>(4)</sup>及び学習具化は、土台が築かれた状態であると考え。これが開発の可能性を高めている。

これらの段階を明確にして作成を進めることが、効果的、すなわち、学習目標が達成できるすごろくが作られる。遊びの範疇に留まらないエデュテインメントの本質が表れることになる。

#### (4) 幼児教育の数や図形と中学校数学科におけるすごろくの実際

##### ①幼児教育の数や図形におけるすごろく

図6は、2019年の教員免許状更新講習選択講習「算数・数学の学びの中で子どもたちの笑顔をつくるおもしろ教具・学習具の開発一見てふれて納得する、わかって楽しい算数・数学の世界」における演習「算数・数学を学ぶすごろくづくり」において、生活に密着した要素を取り入れ、数字の読み方、数字に対応したかず、かずのいろいろな表現の仕方、数え方等に慣れるもの、の条件のもと、幼児教育に携わる教員が作成したすごろくである。

幼児がサルになり、「おうごんのばなな」を探するというストーリーを仕組んでいる。

幼児教育におけるすごろくの特徴として、

- ・ ストーリー性がある。
- ・ ゴールするための目的がある。
- ・ すごろくとのお話をつくる設定にしている。
- ・ 切り貼り等により幼児の心情に動くビジュアルを高めている。
- ・ ますの数は少数である。



図6 幼児教育の数や図形におけるすごろく (幼児教育に携わる教員作成)



## ②中学校数学科におけるすごろく

図7は、2008年に中学校全内容に該当する数学的教具・学習具（提示説明教具・学習具、実験実習教具・学習具、習熟・練習教具・学習具、パズル・ゲーム）を開発するという課題において、オリジナル性のあること、の条件のもと、数学科教員志望の大学生が作成したすごろくである。

中学校の第1学年「文字を用いた式」の「代入」で使用するもので、2つのさいころを同時に投げて、1つのさいころで出た数をもう1つのさいころの文字式の $x$ に代入してその式の値の分だけこまを進めるルールである。逆戻りをすることもある。また、すごろくのますには問題や指示なども書かれている。問題の示されているます（めくると答えが記入されている）に止まった際は、その問題に正解した場合は1ます進み、間違えた場合は1ます戻る。数学に関係しない内容の問題もあり、「となりの人の良いところを3つ言う」等の道徳性の要素も含まれている。

開発者は、このすごろくは代入の定着を図るもので、人のターンでも式の値を自然に計算できるとし、2つのさいころの組み合わせによる計算を繰り返すことで、自然に文字式に対する感覚が豊かになってほしいという思いを示している。

中学校数学科におけるすごろくの特徴として、

- ・ビジュアルより、数学的内容の充実に重点が置かれている。
- ・ますの数は多い。
- ・数学的な条件の存在が多い。

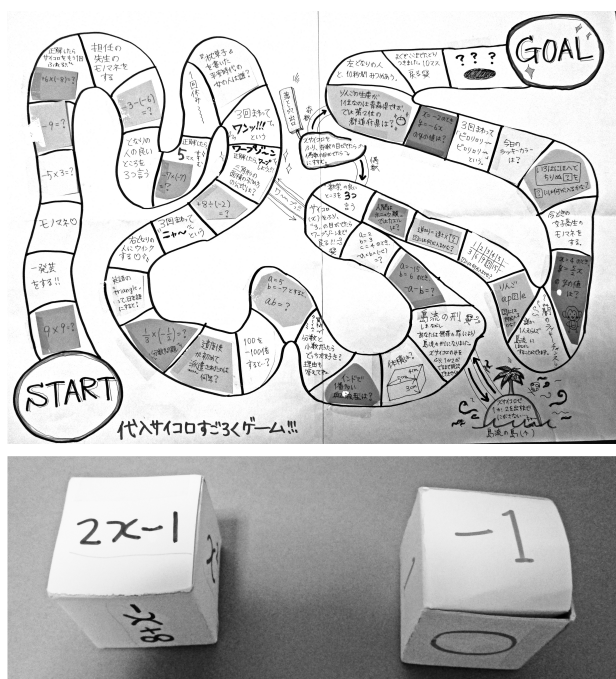


図7 中学校数学科におけるすごろく  
(数学科教員志望の大学生作成)

・さいころも工夫されることがある。

・1項目で1ゲームを作ることができる。例えば「代入」の学習のためのすごろくを設定できるということである。

## 6. 数学教育におけるすごろくの開発

### (1) 数学教育の観点を注入するための方略

#### ①チェック項目の導入

図5に示した「数学的教具・学習具開発シート」に準じたチェック項目を設定し、それを踏まえ、数学教育におけるすごろくを開発する。幼児教育の数量や図形における項目は、「学習目標が明確化されているか」「数学的概念・原理・法則の構造が分析されているか」「すごろくの形での学習具は有効か」「授業の中でどのように使用するか」「発達段階に応じた仕組みで構成されているか」「トライアウト<sup>(5)</sup>をして改良したか」である。また、中学校数学科における項目も同様である。「発達段階に応じた仕組みで構成されているか」においては、幼児教育の数量や図形では「ストーリー性があるか」「ゴールするための目的があるか」「すごろくとの会話をつくる設定にしているか」「ファッションabl性<sup>(6)</sup>があるか」「幼児が集中できる時間で完結するか」、中学校数学科では「数学的内容が充実しているか」「条件の存在等、数学的な要素が含まれているか」「さいころは工夫されているか」の観点を設定した。

開発するすごろくを見通し（試作品を作りながら）、それぞれのチェック項目における評価を以下に示す。

#### A. 幼児教育の数量や図形

○学習目標が明確化されているか。

友達と一緒に町を探検するすごろく遊びを通して、数量や図形への感覚をもつことができる。

○数学的概念・原理・法則の構造が分析されているか。

町の中を歩く、立ち寄る施設には数にかかわるものが存在する。その数を操作する（加える、減ずる、乗ずる、除する、大きさを比較する）ことも存在する。また、標識は線や点で構成されている。

○すごろくの形での学習具は有効か。

町を探検すること、すなわち、道に沿って歩くこととすごろくのますに沿って進むことを対応させることができる。学びを意識した施設の件数は、実際には一度に訪れることはできないものであり、すごろくにより数学的経験は多様になる。また、数唱をはじめ、日常生活で経験を有するレベルの数学的内容であり、学力差が影響せずに幼児の間での学びに有効なコミュニケーションが生まれる可能性があると考えられる。

○授業の中でどのように使用するか。

授業の流れを学習指導案の形式で、保育指導案の日系

表1 授業の流れ（幼児教育の数量や図形）

時	予想される子供の活動 (○は指導者の発問)	指導者の援助 環境構成 (図省略)
導入 (5)	○すごろく遊びで町を探検してみましよう。それぞれの建物がどのような所か調べてみましよう。 ・〈まちのたんけんすごろく〉を見て、ルールを友達と確認する。	・3～5人で机を合わせて1グループをつくる。 (準備物) すごろくシート、さいころ、色紙10枚 ・散歩したときにあった施設を確認する。
展開 (20)	○〈まちのたんけんすごろく〉をしましよう。 ・各グループで〈まちのたんけんすごろく〉を行う。	・幼児一人一人がまず自分の考えでこまを進めているかを見守る。
終末 (5)	○〈まちのたんけんすごろく〉をして楽しかったですか。 ・全員が感想を発表する。	・数学的内容が発表された場合は確認する。

の一部として表1に示す。

- 発達段階に応じた仕組みで構成されているか。
- 〈ストーリー性があるか〉 幼稚園から出発して町を探検して施設に寄り、幼稚園に戻るという設定である。
- 〈ゴールするための目的があるか〉 町で学んで幼稚園に戻るという設定である。
- 〈すごろくとの会話をつくる設定にしているか〉 施設での振る舞いを捉え、それにまつわる数学的要素に応える設定である。
- 〈ファッション性があるか〉 施設の図を鮮明にし、幼児が実際に道を歩いている情景を描けるようにする。
- 〈幼児が集中できる時間で完結するか〉 ますの数が57個であり、20分程度で全員がゴールできる。
- トライアウトをして改良したか。

2022年2月に予備トライアウト、3月に幼児教育に携わる教員及び小学校1年生に対して個人トライアウトを実施した。個人トライアウトの内容を以下に示す。

- ・施設名は小さくても絵でわかるようにイラストを大きくした方がよい。
- ・文字(説明)が多く感じる。
- ・「えき」「ろうじんほーむ」「しょうぼうしょ」「ゆうびんきょく」「じんじゃ」は説明が必要である。
- ・「おくすりてちょう」がわからないのではないか。自分の名前は年長の後半で書くようになる(くすりやでは「おくすりてちょう」になまえをかくということが示されていた)。
- ・小学校入学を楽しみにしているので「もどる」のはネガティブな印象である(まだにゆうがくまえで、3つもどるということが示されていた)。
- ・「ろうじんほーむ」では別に10枚の折り紙を用意しなければならぬのではないかと。

- ・先生が付かないとできないことが多いので、子供同士で遊ぶには慣れないと難しい。
- ・すごろくの意図や施設を知らない楽しさが伝わらない可能性がある。

イ. 中学校数学科

- 学習目標が明確化されているか。  
中学校で学習してきた数学が多くの人々のかかわりによりつくられていることを知り、数学を文化として捉えることができる。
- 数学的概念・原理・法則の構造が分析されているか。  
数学の内容の誕生は時系列的に存在する。また、数学の記号にはなぜその形になったのかの理由が存在する。
- すごろくの形での学習具は有効か。

中学校3年間の数学史にかかわる内容項目は多いが、時系列的には表現されていない。数学がつくられた流れを捉えることは必要であるが、定着を求めるのではなく、無理なく(楽しく)感じ取る程度で十分であり、すごろくが有効な形と考える。また、基礎的な既習事項にかかわる数学的内容であり、学力差が影響せずに生徒の間での学びに有効なコミュニケーションが生まれる可能性があると考え。

- 授業の中でどのように使用するか。  
授業の流れを学習指導案の形式(表2)で示す。
- 発達段階に応じた仕組みで構成されているか。
- 〈数学的内容が充実しているか〉 中学校3年間の数学の学習内容にかかわる数学史上の人物、さらに数学の記号の誕生を通して、数学の内容を振り返る構成である。その人名(主な内容)は、タレス(相似)、ピタゴラス(三平方の定理)、エウドクソス(錐体の体積)、ユークリッド(図形)、アルキメデス(円周率)、エラトステネス(素数)、ディオファントス(方程式)、ブラマグプタ(正の数・負の数)、バスカラ(2次方程式の解の公式)、ヴィエタ(文字式)、ガリレオ(2乗に比例する関数)、デカルト(座標)、パスカル(確率)、

表2 授業の流れ(中学校数学科)

時	学習活動 (○は教師の発問)	教師の働きかけ 留意点
導入 (5)	○中学校で学習してきた数学をつくり上げた人々の業績をすごろくを通してみてみましよう。 ・〈数学史すごろく〉を概観し、ルールを確認する。	・既習内容とのつながりを読み取らせる。
展開 (40)	○〈数学史すごろく〉で数学の歴史を感じてください。 ・各グループで、〈数学史すごろく〉を行う。	・自然のコミュニケーションを大切にす。
終末 (5)	○〈数学史すごろく〉をして感じたことを言ってください。 ・数人が感想を発表する。	・数学についての感想とする。



関孝和 (円周率)、ライプニッツ (関数)、オイラー (多面体)、ピアソン (統計) である。また、18個の数学の記号誕生の逸話を記述する。数学的内容と人物とのつながり、数学の記号の誕生は、教科書にはあまり示されていないが、「なぜこの記号になったのか」等を発展的に理解できる。

〈条件の存在等、数学的な要素が含まれているか〉 人物を示します、及び、数学の記号の誕生について記述したカードには、それぞれにちなんだ数学的内容の条件を示しており、それにより進み方が影響される。また、三角形の合同条件、二等辺三角形になるための条件、平行四辺形になるための条件を揃えるオプションを設定する。

〈さいころは工夫されているか〉 立方体のさいころで対応できる構成にしているため、これはチェックしない。

○トライアウトをして改良したか。

2016年6月に大学生に対して個人トライアウトを実施した。その内容を以下に示す。

- ・人物が示されたのますに止まった人がそのますに記述されていることを読むことになるが、他の人がわからないので、音読するルールを設定した方がよい。そうでなければ学びのリズムに乗れない。
- ・中学校で学ぶ数学の内容を時系列で捉えることができることは、このすごろくの有効な点である。
- ・生徒は数学の記号を使うことはできると思う。それに潜むことを捉えることは、数学の面白さを感じることである。

## ②すごろくの開発

### ア. 幼児教育の数量や図形

筆者は図8に示す「まちのたんけんすごろく」を作成した。

このすごろくは5歳児を対象にしたものである。日常の散歩と対応させ、各施設にかかわる数量や図形の操作を通して、それらの感覚をもつ場面で使用する。散歩の道での歩きをすごろくのますでの進みに対応させられるすごろくの特徴を利用したものである。津金 (2018) は、「小学校就学への期待やあこがれから、さらに数量や文字などへの興味や関心を高くし、必要感に基づく体験を通して、数量や文字などへの感覚を豊かに活用していく時期です。」(p.61) と述べている。幼児教育と小学校教育のつながりを意識した数学的内容を設定した。

また、トライアウトを踏まえ、すごろく遊びのはじめに、各施設の名称とその施設の役割を、さらにすごろくそのものの経験を問い、それが不十分な幼児にはすごろくについて理解させる場面を設定する。

[ルール] (a) さいころを投げてこまを進める。(b) 施設のますに止まった場合は、そこに示されている指示に

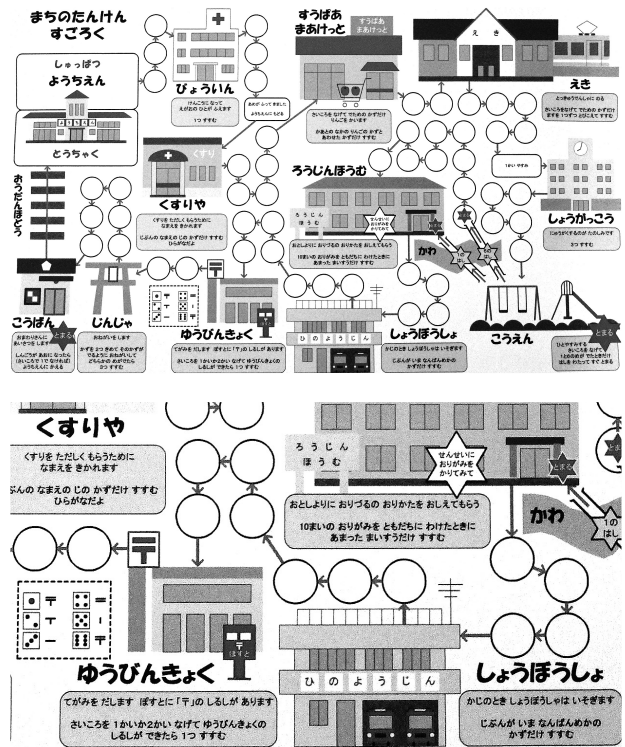


図8 幼児教育の数量や図形におけるすごろく (上図は全体、下図は一部を拡大したもの)

従う。「ろうじんぼーむ」では、実際に折り紙を使用して考える。

### イ. 中学校数学科

筆者は図9、10に示す「数学史すごろく」を作成した。

このすごろくは中学校第3学年の補充的学習として、中学校3年間で学習してきた内容とそれにかかわる数学史上の人物をつなげ、数学の記号の誕生にも触れ、数学を壮大な文化として時系列で捉える、さらに、学習内容を振り返りする場面で使用する。歴史を捉えるには有効な時間軸を設定できるすごろくの特徴を利用したものである。

[ルール] (a) 人物の業績が書いてあるますに止まった場合は、そこに示されている指示に従う。(b) 「★」のますに止まった場合は、1番上の「数学記号カード」(すごろくをする前に裏返して重ねておく。)をめぐって指示に従う。(c) 数学の歴史において、数学者の考えがなかなか周りに受け入れられないことも多くあったため、「地道な努力と数学の発展回路」では「◎」のますにぴったり止まるまで、回路の外に出られない。(d) 「条件をそろえる回路」では、「☆」のますに止まるたびに「条件カード」(条件ごとに裏返して重ねておく。)をめぐり、「二等辺三角形になるための条件」の2枚、「三角形の合同条件」の3枚、「平行四辺形になるための条件」の5枚のすべての条件がそろうまで回路の外に出られない。ただし、最初に止まった「☆」に示している条件をそろえる (澁谷, 2019, pp.



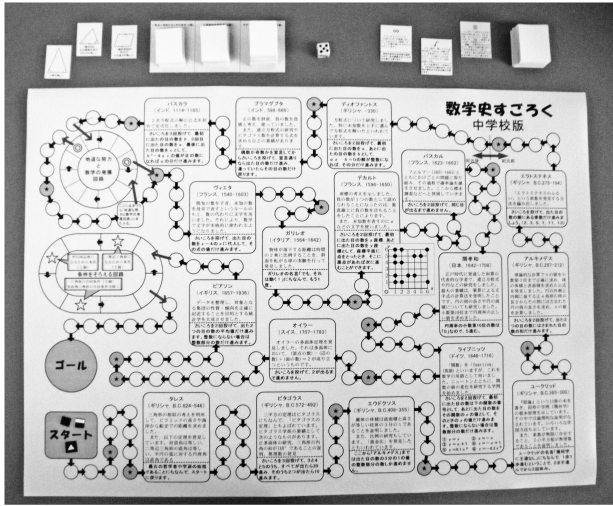


図9 中学校数学科におけるすごろく(数学史)  
(上図は全体、下図は一部を拡大したもの)  
(澁谷, 2019, pp.116-117)

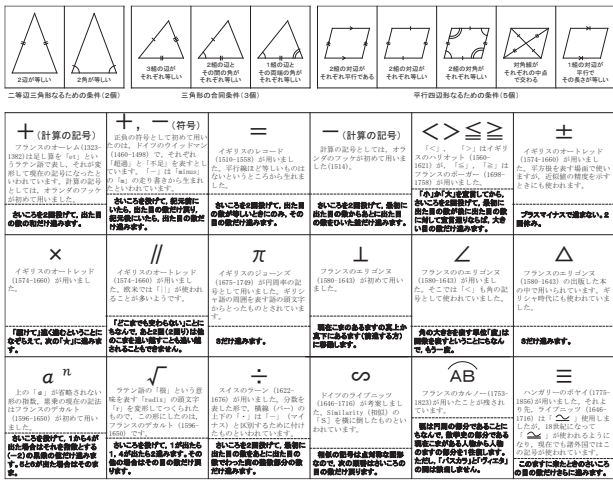


図10 オプションのカード  
(上図は「条件カード」、下図は「数学記号カード」)  
(澁谷, 2019, pp.117-118)

116-119)。  
さらに、筆者が、数学的領域を意識して開発したすごろくを資料として示す。それが図11、12の「空間図形すごろく」である。  
このすごろくは中学校第1学年において空間図形についての学習の振り返りをする場面で使用する。空間図形

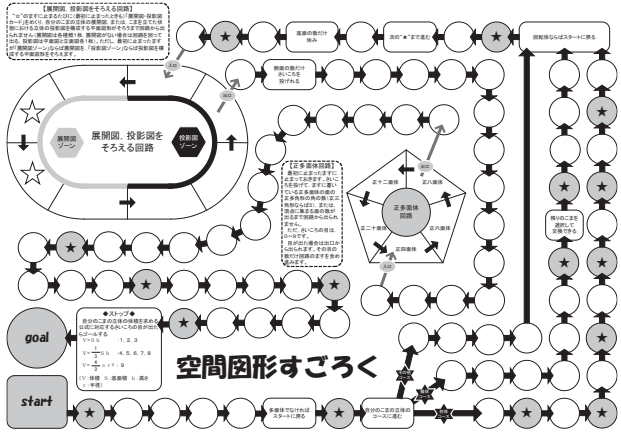


図11 中学校数学科におけるすごろく(空間図形)  
(澁谷, 2022, p.39)

面の数だけ進む	面の数だけ戻る	辺の数だけ進む	辺の数だけ戻る	頂点の数だけ進む	頂点の数だけ戻る
平行な面の組の数だけ進む	1つの面に垂直な辺の数だけ進む (考えられる最大値)	1つの面に平行な辺の数だけ進む (考えられる最大値)	1つの辺に交わる辺の数だけ進む (考えられる最大値)	1つの辺に平行な辺の数だけ進む (考えられる最大値)	1つの辺にねじれる位置にある辺の数だけ進む (考えられる最大値)

図12 オプションのカード、こま  
(上図は「指示カード」、下左図は「展開図・投影図カード」、下右図は「こま」)  
(澁谷, 2022, p.38)

の性質や関係を確かに捉えるには、共通点や相違点を明白にする必要がある。その点によりこまの進め方が影響されるように設定し、空間図形の性質や関係が強調される。固定的でなく運命に左右されるシチュエーションをつくるすごろくの特徴を利用したものである。

【ルール】 (a) 「ねじれ双五角錐」のさいころを使用する(どの面も上の向きやすさが等しいというさいころに適している条件を満たして、10個の面をもつことでのこのすごろくの構成には有効である)。(b) 自分のこまを決める。裏返しになったこまを1つ選ぶ。そのこまにより進み方が変わってくる。(c) 「★」のますに止まった場合は、1番上の「指示カード」(すごろくをする前に裏返して重ねておく)をめくって指示に従う。直線や平面の位置関係を捉える際に角柱が使われる理由も感じることができる。(d) 「展開図・投影図をそろえる回路」「正多面体回路」については、すごろく盤に示されたルールに従って進める(澁谷, 2022, pp.36-39)。

③開発したすごろくに対するインタビュー調査  
ア. 幼児教育の数量や図形  
2022年3月に幼児教育に携わる教員にインタビュー調査を実施した。その内容を以下に示す。

日常での散歩から、また、どの地域でも存在する施設を取り上げていることから、すごろく上での町の探検はできると思う。

数学的内容については、どうしても生活経験の豊かさや学力により左右されるコミュニケーションになると考えるが、まず自分でこまを進めることはさせるべきであると思う。小学校への算数のつながりがあり、内容がよく検討されていて数量や図形への関心を高められると感じる。文字を読む訓練にもなる。

同じますに止まる場合でも、さいころによって進み方が異なるので、遊びと学びの楽しさが連動している。

「ろうじんほ一む」で折り紙を使用するのは面白い。いろいろな学びが詰まっていると思う。

「私ならこの部分はこう変える」というような改良の見通しがもてる。これは、幼児の実態を踏まえてのものであるとともに、すごろくという教材が作りやすいと感じているからである。

#### イ. 中学校数学科

##### (i) 数学史

2018年3月(授業実践後)及び2022年3月に中学校数学科教員にインタビュー調査を実施した。その内容を以下に示す。

勝つために、示されている内容をよく読んで、「そうなんだ」ということをお互いに言い合っていた。人物の業績が書いてあるますや「数学記号カード」に示されている指示の理由がわからない生徒に他の生徒が教えていた。学力差に対応でき、他の人の出目による状況から学ぶことも有効である(授業実践後)。

数学がつくられた歴史の深さを感じ取れると思う。生徒は中学校3学年で学習する内容が歴史的に新しいものと思っている傾向がある。学習目標に、数字を学習に生かす等も加えるとよいと考える。

このすごろくを作るには、教材研究に時間を費やすかもしれないが、それそのものを作ることは図形ソフトを使うと容易であると思う。

##### (ii) 空間図形

2022年3月に中学校数学科教員にインタビュー調査を実施した。その内容を以下に示す。

普段の授業で数学にかかわるソフトウェア(ゲーム性を備えたものもある)を使用することも多いが、顔を突き合わせて学び合うことも必要だと感じる。笑顔で自然に数学について学び合えるからである。さいころ(「ねじれ双五角錐」)を組み立てることも立体を理解する上で意義があると考えられる。

こまが異なることは、どのこまが、すなわち、どの立体であれば有利なのかを考えることになり、空間図形の性質を再確認するのは有効である。

数学史のすごろくを変形したのちと考えるが、まさに

アレンジ、アダプトしやすい学習具と考える。すごろくに限らず、このような視点をもてば、教材作りも活性化すると思う。

#### ④ 数学教育におけるすごろくを取り入れることの考察

遊びとしてのゲームにおいて競うことを前提にしたこまを移動させることを通しての学びの質に言及する必要がある。開発したすごろくに対するインタビュー調査から、学習目標、すなわち、幼児教育における「友達と一緒に町を探検するすごろく遊びを通して、数量や図形への関心をもつことができる。」、中学校数学科の「中学校で学習してきた数学が多くの人々のかかわりによりつくられていることを知り、数学を文化として捉えることができる。」「空間図形についての学習の振り返りを行うことができる。」を達成できると予想ができる。

その目標達成に、クラスメイトと対面して遊び、学ぶことにおいて、コミュニケーションが作用する。すごろくはデジタルの世界でも存在する。しかし、対面による数学的コミュニケーションは、その質を高める評価も同時に行う。こまを自分の手で動かすことは、すごろくに仕組まれた条件や問題を自分で判断、回答すること、それに伴う他の人からの直接的な学びをつくる。

作成の容易さ、すなわち、指導者の思いの仕組み易さもアナログのすごろくの利点である。学習具開発の遂行可能性を感じることの土台となることも付加しておく。

## 7. まとめと今後の課題

### (1) まとめ

遊びを教育に機能させるエデュテインメントの観点から、数学教育におけるその意義を考察し、その道具となる学習具について、その有効性を高める開発の方法、すなわち、学習具に数学教育の観点を注入するためのチェック項目の導入等を示すことできた。

これにより、数学教育におけるエデュテインメントの意義、その道具となる学習具の有効性を高める開発の方法を強く示すことになると考える。

さらに、この研究がデジタル時代の流れの中で、遊びの要素を備えたアナログ学習具に対する揚力の存在を示すこと、デジタル時代においてこそ学校現場において考慮すべき認識を提示することを付加しておく。

### (2) 今後の課題

すごろくを使用した実践の遂行とデータ採取により実践的研究を強めること、特にデジタル学習具との比較による綿密な分析を課題としてあげる。

幼児教育を中心とした必要感から数量や図形を使っていこうとすること、図形を含めた知識が深まること、様々な考えを認め、よりよく問題解決する態度等もその



観点となる。

また、学校種の対象を広めての実践、さらに、学習具開発能力の向上への効果についても重点的に検証する必要がある。

## 注

- (1) 提示説明学習具や数学黒板は教具としての位置付けが主であるが、子供一人一人が提示、説明、表現するための道具、例えば、簡易ホワイトボード等を学習具として位置付ける。
- (2) アプローチする作用は、抽象的な数学的構造をイメージ化モデル(数学的概念・原理・法則の数学的構造を内蔵する他のことから)を通して具体的な「こと」に変換することによって、生徒を教材へ近づけ、理解や思考のしやすさを生み出す作用である(澁谷, 1997, p.49)。
- (3) 図式的イメージは、数学的概念・原理・法則の数学的構造を含む絵、図、具体物の表象である(澁谷, 1997, p.20)。
- (4) 「ことから」「具体物」探しとは、数学的概念・原理・法則と性質の構造の同値な「ことから」が必ず存在するという理念に基づき、広い視野に立って「ことから」や「具体物」探しを行うことで、学習具になる「ことから」「具体物」はないか、という意識の有無が開発の可能性の有無であることを示している(澁谷, 2011, pp.4-5)。
- (5) 学習具の改良の段階に含まれる予備実験、反応あるいは活動を求めるような教材を開発し、その質を改善するための試行、トライアウトを設定している。それは、予備トライアウト、個人トライアウト、小集団トライアウト、クラス単位のトライアウト、フィールドトライアウトで、予備トライアウトは開発者が自分で操作して行うもの、個人トライアウトは個人としての教師や生徒に対して行うものである(澁谷, 2011, p.5)。
- (6) 教具・学習具を開発・作成する際に、幼稚園、小学校低学年の教員が重視する「形態の工夫や色などがついている」ことである。多種の色を使用し、形態も丸みを帯びさせている(澁谷, 2020, p.35)。

## 引用・参考文献

- 天野秀樹 中学校数学科「見方・考え方」を働かせる7つの指導術&授業ワークシート, 明治図書, 2021.
- 安藤徳兵衛 生徒勉強 東京小学校教授雙録(東京小学校教授雙録), 1878. 出典:「貴重資料デジタルコレクション」(国立教育政策研究所 教育図書館) 貴重資料デジタルコレクション  
(<https://www.nier.go.jp/library/rarebooks/>)
- 荒川歩 アナログゲームを通した心理学教育の可能性, シミュレーション&ゲーミング, 30, 2, NPO法人 日本シミュレーション&ゲーミング学会, pp.84-94, 2020.
- 江森英世 算数・数学授業のための数学的コミュニケーション論序説, 明治図書, 2012.
- 銀林浩監修, 榊忠男編 操作とゲームによる数学重要教材指導法・中学校1年, 明治図書, 1992.
- ヨハン・ホイジンガ[著], 高橋英夫[訳] ホモ・ルーデンス, 中央公論新社, 2003.
- 小林久美, 中和渚 就学前教育の食育と図形に関する「導かれた遊び」の実践と評価—お弁当作りの教材開発を通して—, 日本科学教育学会第45回年会論文集, pp.299-302,

- 2021.
- 増川浩一 すごろくⅡ, 法政大学出版局, 1995.
- ミハイ・チクセントミハイ[著], 今村浩明[訳] 楽しみの社会学, 新思索社, 2000.
- 文部科学省 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編, 日本文教出版, 2018.
- 文部科学省 GIGA スクール構想の実現へ, 2020a.
- 文部科学省 幼稚園教育要領解説, フレーベル館, 2020b.
- NTTコム オンライン・マーケティング・ソリューション株式会社, 松井啓之, 杉浦淳吉, 吉川肇子 アナログゲーム(非電源系ゲーム)に関する調査結果—仲間作りや現実世界で役立つ等を背景に若年層中心に普及が進む—, 2018. (<https://research.nttcoms.com/database/data/002111/>)
- ロジェ・カイヨワ[著], 多田道太郎, 塚崎幹夫[訳] 遊びと人間, 講談社, 2004.
- 澁谷久 概念・原理・法則にシエマを形成するイメージをともす数学的教具に関する一研究, 北海道教育大学教育学研究科修士論文, 1997.
- 澁谷久 数学教育における学習具開発に関する研究, 日本数学教育学会誌2011, 93, 1, pp.2-10, 2011.
- 澁谷久 わかるから楽しい!中学校数学 おもしろ教材コレクション, 明治図書, 2012.
- 澁谷久 数学科教育学における教具・学習具開発能力養成のための実践的研究—数学科教師の研修と大学生に対する数学科教育学の授業を通して—, 数学教育学会誌臨時増刊号2014年度数学教育学会春季年会発表論文集, pp.135-137, 2014.
- 澁谷久 環境教育における環境をとらえる方法としてのすごろくの有効性の考察, 日本科学教育学会第38回年会論文集, pp.357-358, 2014.
- 澁谷久 学習内容の定着を持続可能とする数学的学習具によるイメージ形成の実践的研究, 稚内北星学園大学紀要第17号, pp.7-18, 2017.
- 澁谷久 構造的なイメージを形成する数学的学習具の特性に関する考察, 稚内北星学園大学紀要第18号, pp.19-32, 2018.
- 澁谷久 見てふれて, 納得!中学校数学 おもしろ教材&授業アイデア, 明治図書, 2019.
- 澁谷久 算数・数学教育における発達段階に応じた道具の特性に関する考察—幼児教育から高等学校数学教育まで—, 稚内北星学園大学紀要第21号, pp.32-45, 2020.
- 澁谷久 「アナログ」の道具もあなどれない?!, 教育科学/数学教育, 773, 明治図書, pp.36-39, 2022.
- 篠永洋 保育内容(環境)のこと2~「すごろく」を通して育まれる数量・図形・文字等への関心, 活水論文集 健康生活学部編, 61, 活水女子大学, pp.25-36, 2018.
- 津金美智子 エピソードから学んで!もじ☆かずに親しもう!!、ひかりのくに, 2018.
- 鶴川直樹, 縄手雅彦 すごろくゲームを用いた数概念獲得訓練, 情報科学技術フォーラム講演論文集, 10, 3, FIT(電子情報通信学会・情報処理学会)運営委員会, pp.813-816, 2011.
- 和田常雄, 榊忠男編 ゲームによる算数・数学の学習, 明治図書, 1987.
- 山本正勝 絵すごろく 生いたちと魅力, 芸艸堂, 2004.

(しぶや ひさし・関西学院大学教授)