

3年 円周角と中心角

新興出版社啓林館

本時のねらい

個別最適化で“ひとりも取り残さず”に円周角の定理の証明をすることができる。

デジタル教科書（+教材）活用の意図

●証明を苦手とする生徒は多い。また、証明指導を苦手とする教師も多い。証明指導では、①「証明の方針を立てる（見直しを立てる）」、②「証明の方法について確認する」、③「証明を書く」といった3つのステップをよく見かける。しかし、この3つのステップを踏まえたとしても指導がうまくいかない場合もまた少なくない。その原因は②と③の間に大きな飛躍があるからであると考えられる。①②を通して生徒は証明したい内容の概要をつかむ。ここで新たに【読む】というステップを入れる。ただし、紙媒体の教科書だと単純に証明を【読む】だけになってしまう。デジタル教科書があれば【読む】というステップに様々な変化をつけて生徒に提供することができる。デジタル教科書にある付箋を外しながら読む。教師が設定した付箋部分の内容を予想しながら読む。生徒同士が設定した付箋部分の内容を予想しながら読む。また、読む活動も個人、ペア、そしてグループと様々な変化をつけることもできる。

●図形の提示を容易に行うことができることもデジタル教科書の大きな魅力だろう。問題の図を拡大提示したり、補助線をつけたり、逆に補助線等の書き込みを全て消して本時のまとめとして利用することもできる。また、次の時間には前時の内容の図を提示して短時間で復習を行うことも可能である。

数学におけるスタンダードのデジタル教科書（+教材）活用のポイントは、ここだ！

1. 技能の練習、そして集団で学ぶ道具として

デジタル教科書を利用することで、計算練習など技能の練習をより効率よく行うことができる。また、個人で学ぶ良さはもちろん、集団で学ぶ良さを益々体感させることもできる。フラッシュカードでお互いに問題を出し合う、Webボタンで別解を見て解説し合う、そして書き込み機能を利用して考えを伝えあうなど。個人で取り組む良さと、集団で学ぶ良さを両立を可能にするツールである。

2. 生徒の状況に応じた個別最適化の実現

例えば、数学の証明問題は生徒の理解度にも差が出やすい。そのようなとき、デジタル教科書なら生徒の状況に合わせて手立てを講じることができる。与えられた図だけを見て証明をする生徒、証明の一部分が付箋で隠された教科書を見て証明する生徒、証明の全文を見ながらノートに写すことで理解を深める生徒など、生徒の理解状況に合わせた個別最適化の数学授業もまた容易に実現することができる。

3. 何度も繰り返し問題解決することができる

デジタル教科書は書き込みが自由にでき、自由に消すこともできる。デジタル教科書があるからこそ、紙媒体の教科書への書き込みもまた積極的に行うことが可能となった。

学習活動（学習形態、学習活動内容）

学習活動 (学習形態・学習活動内容)	デジタル教科書+教材活用部分	指導上の留意点
1. 問題の把握 $\angle APB = \frac{1}{2} \angle AOB$ の証明	本時の学習内容に係る図形をデジタル教科書で拡大表示する。 【教室の大画面】 	図形に注目させるため該当の図形を色枠で囲む。
2. 証明の見直しを立てる	画面を見ながら、隣の人と証明の見直しを立てる。 <画面の状態> ①補助線なし ②補助線 PK ③角が等しい印 【教室の大画面】 	デジタル教科書の作図機能を使い①②③と徐々に補助線等を書き込む。生徒には気付いたことを隣と共有させる。
2. デジタル教科書で証明を読む	デジタル教科書の付箋機能を利用する。 T「みんなが立てた見通しがどのように文章化されているのかを確認します。タブレットでデジタル教科書の付箋をはずしながら読みます。」 【タブレット】 付箋を利用して、何度も繰り返し証明を読む。 	・証明の見直しを立てることができる生徒は多い。口頭で説明できる生徒も多い。しかし、ほとんどの生徒は見直しを記述することに苦手意識を持っている。 ・証明は自分で書くことにも、初見の証明を読み理解することにも価値があることを伝える。
3. 証明の流れを隣の人に説明する	T「どんな証明が書かれていましたか？隣の人に説明をします。」  タブレットを見せ合い、どのような内容が書かれていたかを説明する。 【タブレット】	・人に説明することで、生徒の理解がより深まる。
4. 証明を書く (個別最適化)	T「自信のある人は、何も見ずにノートに証明を書きます。少し自信のない人は黒板横の画面を参考に証明を書きます。」  デジタル教科書があることで、個別最適化の授業を容易に実現できる。 個別最適化 ①図だけを見て証明を書く ②付箋のある証明を参考に書く【教室の大画面】 ③タブレットのデジタル教科書の証明を見て書く【タブレット】 	・黒板横の画面には、教師が付箋機能を利用して一部分を隠した証明を提示しておく。時間の経過と共に、教師が順番に付箋をはがしていくとよい。どうしても証明ができない生徒にも、そのような生徒には個別に伝える。 T「タブレットのデジタル教科書を見ながら書いてもいいですよ。」

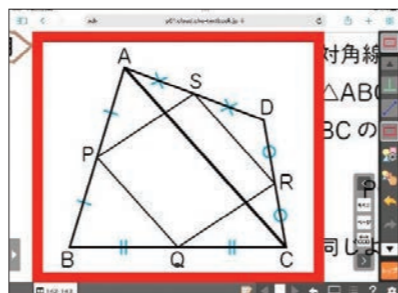
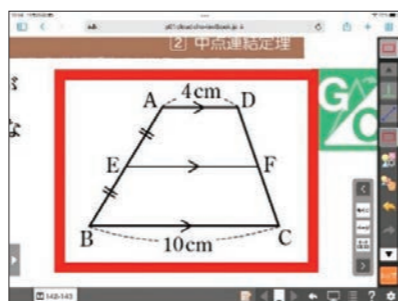
(新興出版社啓林館3年 p.163)

事例1 <第3学年>「図形と相似」

【拡大機能を用いて、授業における問いを焦点化する】

拡大機能を利用することで手軽に問いを焦点化できることもデジタル教科書の魅力である。

T「前の画面に注目。EFの長さを求めたい。2通りの方法を隣に説明します。」
授業開始と同時に、前時の復習を行う場面である。生徒は提示された画面を見ながら、補助線の引き方や解き方をジェスチャーなども交えながら説明し合っている。拡大機能を用いると、教室全体に複雑な図形や問題文を容易に示すことができる。画面で図形を提示する際には生徒がフォーカスしやすいように、色枠で注目させたい所を囲むことも可能である。文章題を板書する時間を確保することが難しいとき、あるいは複雑な図形を提示する際には、デジタル教科書の本機能を用いることで時間的にも効率化された授業が実施できる。



(新興出版社啓林館3年 p.143)



事例2 <第3学年>「式の展開と因数分解」

【計算フラッシュカード】

フラッシュカードを用いた活動を通して、生徒の計算技能の定着を図る。

生徒が自分のペースで何度でも繰り返し取り組むことができるのがフラッシュカードの魅力である。個人で自立的にフラッシュカードに取り組ませる場面では、時間を決めて、何度も繰り返して問題を解かせる。2人一組でフラッシュカードに取り組ませることも可能である。授業では次のような指示を出した。

T「2人一組になります。出題者と解答者を決めます。出題者は画面を見せながら、どんどん問題を出してください。」

デジタル教科書を用いることで計算技能を定着させる場面においても協働的な学びを実現することが可能である。

$$(x-4)(x-1) = x^2 - 5x$$

$$(x-4)(x-1) = x^2 - 5x + 4$$

(同 p.16 デジタル教材)



個人で取り組む様子



2人一組で取り組む様子

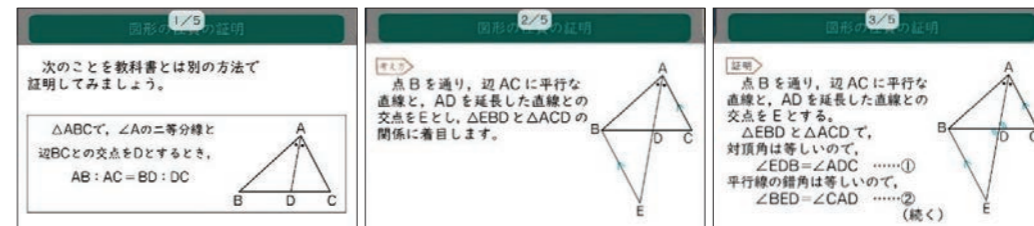
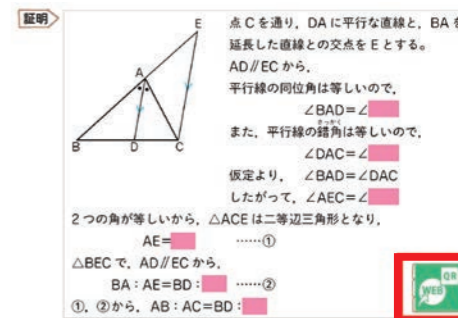


事例3 <第3学年>「角の二等分線と線分の比」

【デジタルコンテンツで複数の証明法を比較検討する】

生徒にとって証明を構想することが難しい証明問題もデジタル教科書を用いることで、生徒に多様な考え方を体験させることができる。授業において右の証明の別証明を考えさせる場面である。

通常の教科書は紙幅の関係で多様な証明方法を掲載することができない。また、授業時間の制約もあり、別証明を取り上げる時間に余裕がないこともある。ところが、デジタル教科書ならばWebボタン1つで、別解の証明にジャンプすることができる。しかも、証明を順を追って理解できるようにも構成されている。複数の証明法を比較検討することで、それぞれの証明のよさを議論する授業も容易にできる。



(同 p.138 デジタル教材)

※紙の教科書からは、紙面上の二次元コードを読み取ると、同じコンテンツにジャンプできる。

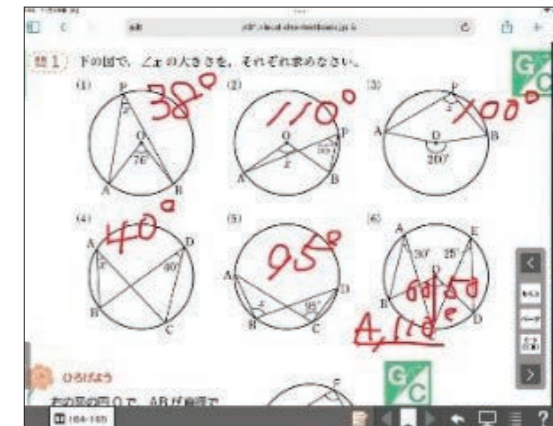


事例4 <第3学年>「円周角の定理」

【タブレット上に直接書き込む】

答えを一度、教科書に書き込んでしまうと、繰り返し問題を解くことができないというデメリットがある。ところがデジタル教科書であれば、問題の解決過程や結果を自由に瞬時に消したり、修正したりすることができる。

円周角の定理を用いて、未知の角度を求める練習問題では、デジタル教科書に直接、角度を求めさせた。これまではノートにあらためて図をかかせる必要があったが、デジタル教科書なら問題の図に直接アプローチができる。その後、隣の生徒と確認し合う場面では、タブレットを見せ合うことで、解決過程を共有したり、答えが異なっていた場合は自分の問題解決過程を即座に修正したりすることも容易である。



デジタル教科書への書き込み (同 p.164)

1年 データの活用 新興出版社啓林館

本時のねらい

多数回の実験によって相対度数が安定することを経験し、相対度数によって確率を定めることの合理性を理解する。また、「まわり将棋」のルールを考案するにあたって確率の意味を考慮することができる。

デジタル教科書 (+ 教材) 活用の意図

デジタル教科書の「駒を振る」機能を活用することで、現物を振ることで得られない効率的な学びを実現する。試行および結果の集計が円滑に進むため、数学的に本質的な部分に生徒達は集中することができ、アナログ環境下では実現し得ない深い学びが達成できると見込まれる。

デジタル教科書の「駒を振る」機能は、物理的なものをどれだけ忠実に再現できているかという点が使用者側からは直観的に判断ができず、その点で現物を振る場合に比べて学習経験としては質が落ちざるを得ない。しかし、その反面、生徒達が意図しなくても、駒を振った結果が自動的に記録されていくという利点がある。記録が手元にある状態で、ルール改訂へ向けたアイデアを出していくのと、そうでないのでは、得られる着想に差が生じる。特に机間支援をする際に、途中から新しく「何がどれくらい出やすいか集計してみよう」と教師が促すのは、やや唐突感があるが、既に集計されている結果を見ながら「横向きが意外とたくさん出たね」といった声掛けの仕方では、生徒達が自然と集計結果に目が向くよう教師が働きかけることは自然に可能であると思われる。デジタル教科書がごく当たり前にある環境の一部となるからこそ、誘発されやすい学習が存在する。

数学におけるエクストラのデジタル教科書 + 教材のポイントはここだ！

1. 「駒を振る」機能は、駒を振った結果の記録が自動で残るため、遊びの中から自然発生的に出現頻度の数学的考察へ移行することができる。初めから数学的考察を目的として駒を振り始めるよりは生徒が取り組みやすい。
2. 記録にあたって煩雑さが少ないため、たくさん試行することができる。また、クラス全員の結果を合算・集計するにあたっては、オンライン上で簡便に実現できるので、手計算で集計した場合よりも確率の意味理解の本質に注力できる。
3. 様々な情報が電子端末上に集約されるため、まわり将棋で遊ぶなどの物理的な活動をするにあたっても机を広く使うことができる。

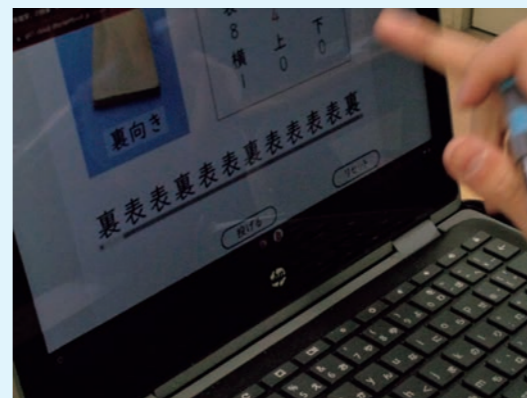
学習活動 (学習形態, 学習活動内容)

学習活動
(学習形態・学習活動内容)

デジタル教科書 + 教材活用部分

留意点

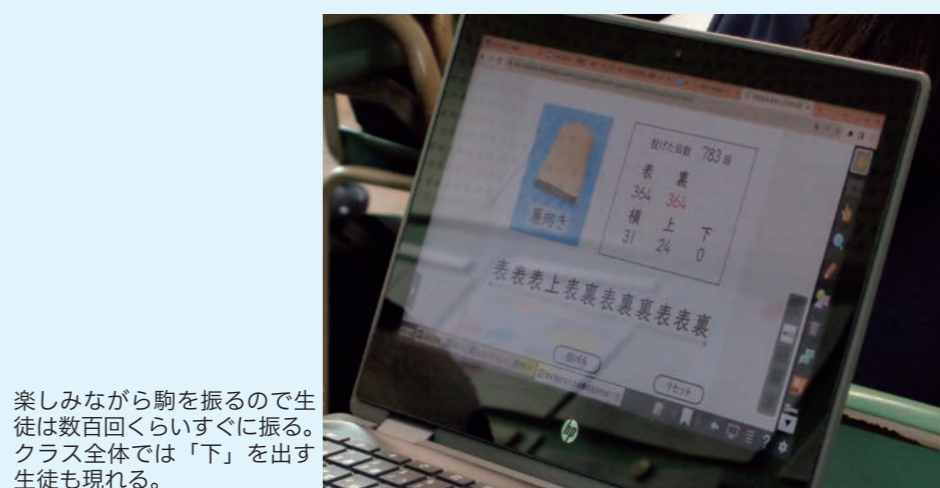
「将棋の駒を振る」機能を紹介し、「まわり将棋」を3～4人で実際に遊ぶ。
発問「何番目のプレイヤーが有利か？ また、それはなぜか？」



実際に生徒が駒を振る様子

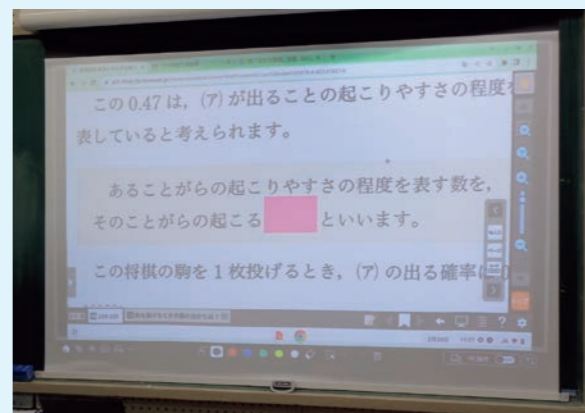
各班で遊んだ結果、勝った人が何番目のプレイヤーだったかを発表する。
発問「○番目のプレイヤーの勝利が多いのは偶然だろうか？ それとも、何か理由があるだろうか？ もし順番によって有利・不利が変わるのだとしたら、どんなルールに改訂すれば数学的に優れたゲームになるだろうか？」

発問「出やすさに応じたマス数とはどれくらいだろうか？ また、何を調べれば出やすさを調べたことになるだろうか？」



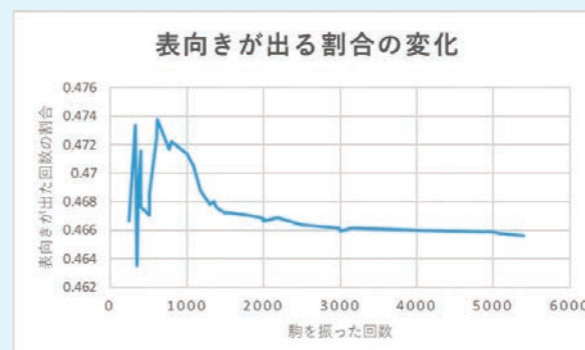
楽しみながら駒を振るので生徒は数百回くらいすぐに振る。クラス全体では「下」を出す生徒も現れる。

確率の定義を紹介する。
発問「班で確率を調べて、まわり将棋のルールをより面白くしよう！」
各班でルールの改訂案を検討し、試しに遊んでみる。いくつかの班に発表させ、改訂の理由を述べさせる。



上向きや下向きに極端なマス数を割り当てるルールであったとしても、ゲーム性を持たせるための工夫として評価する（出にくさを認識している証となる）。

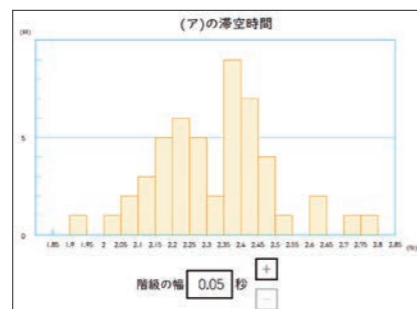
確率の定義を振り返り、本時のまとめとする。活動に基づき、起こりやすさを数値で表すことの意味を確認する。



生徒達に表の出た回数を報告させ、教室全体で表がどのくらいの割合で出たかをグラフで共有する。

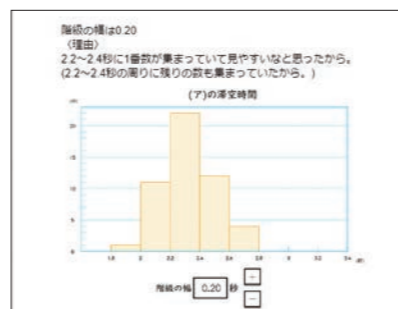
事例1 <第1学年>データの活用

小学校で学習するドットプロットは、小学生には理解しやすい表現方法である一方、横軸に取る量が連続量である場合においては、端数をどのように処理するかによってドットが上手く縦に積み上がらないという問題も発生し得る。そこでヒストグラムの出番である。啓林館のデジタル教科書には、ヒストグラムの階級幅を切り替えて表示する機能が搭載されている。紙にヒストグラムをかく場合では、同じデータから階級幅の異なるヒストグラムを瞬時に生成することは困難であったが、階級幅を調整することの重要性を理解する学習が円滑に実施できるようになった。



階級の幅を調整する機能

(新興出版社啓林館1年 p.219 デジタル教材)



階級の幅について考察した生徒のレポート1

階級の幅0.20がベスト
0.05は度数のばらつきが激しく、ドットプロットのようにみにくい
0.10は同じ度数のグラフがあるのでわかりにくい
0.25と0.5は度数の差が大きすぎたり小さすぎたりする、度数のデータが少なすぎる
0.20は大まかに全体の形が捉えやすい

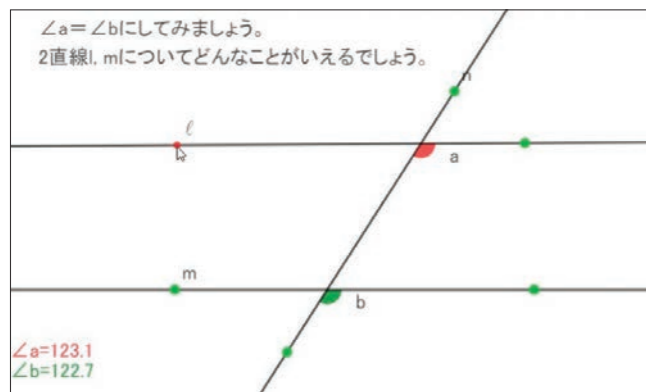
階級の幅について考察した生徒のレポート2

0.10と0.20の分け方で迷うので、場合に応じて使い分けたいと思う。
具体的に知りたい場合は、0.10を使い、少しまとまっていてわかりやすいほうがいい場合は、0.20を使えばいいと思う。

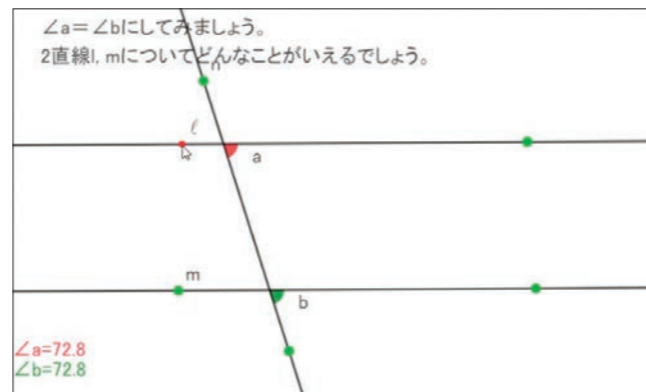
階級の幅について考察した生徒のレポート3

事例2 <第2学年>平行と合同

デジタル教科書上で自由に図形を動かすことができる機能は、平行線の同位角や錯角が等しいことを学習する場面で活躍する。紙の教科書では、せいぜい数例を見せることが限界であるが、デジタル教科書であれば、たくさんの例を生徒自らが生成することができる。まずは同位角が等しくなるように、直線 l , m を動かしてみる。同位角の大きさが近くなるにつれ、直線 l , m が平行に近づいていく様子を視覚的に確認できる。それが確認できたら、直線 n が違う傾きの場合でも試させてみる。自分の手で動かすことで、どの条件を固定し、どの条件を変化させているのかが体感しやすくなる。



直線 l, m が平行に近づいていく様子

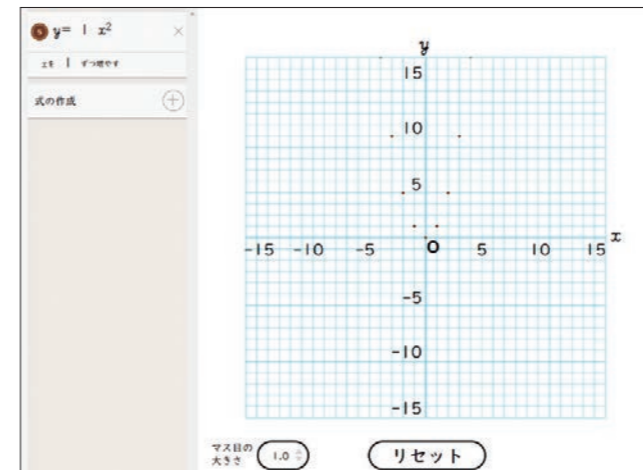


直線 n が異なる傾きでも直線 l, m が平行に近づいていく様子
(ただし、直線 l, m を固定して直線 n を動かしてしまうと、「直線 l, m が平行ならば同位角 $\angle a, \angle b$ が等しい」という逆のことからの検証になるので注意)

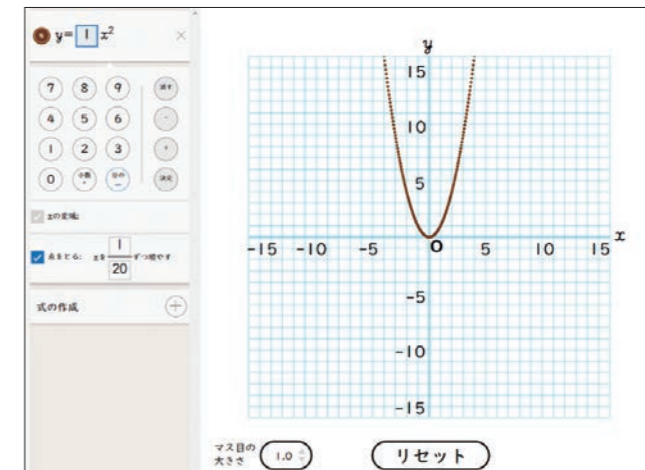
(同2年 p.98 デジタル教材)

事例3 <第3学年>関数とグラフ

デジタル教科書ならば、少しずつ点の密度を増やしながら放物線をかいていくということも簡単に体験することができる。x座標とy座標の値の対応関係を意識させるため、xを1ずつ増やしながらかくこと、xを0.1ずつ増やしながらかくことくらいは、電卓機能を併用しながら、アナログの紙に自分で点をとっていく活動を行うことも重要である。しかし、さらに細かい点をとる場合については、自分が行うべき操作の何をコンピュータが代わりにやってくれているのかがつかみやすくなるので、コンピュータに任せてしまおう。そうすることで、生徒達は曲線ができあがっていく様子を把握することに集中することができるようになる。



xを1ずつ増やして点を取っていった場合



xを1/20ずつ増やして点を取っていった場合

(同3年 p.97 デジタル教材)

事例4 <第1学年>立体と空間図形

デジタル教科書は、空間図形の学習においても威力を発揮する。下図は、正多面体を回転させながら面に色を塗っていき、面の数を数える活動の途中を示している。一人1個の正二十面体を物理的に用意できるのが理想であるが、なかなか難しいことが多い。また、物理的な教具は学校の備品であることが多く、面に自由に色を塗るということができないだろう。空間図形そのものを理解するためには、実物を手で触ることも大切だが、これからの生徒達にとっては、スクリーン上に表示された空間図形を操作したり認識したりする技能を身につけることも大切である。そういう意味で、そうした機会の提供も大事にしていきたいところである。



色をつけながら正二十面体の面の数を数える

(同1年 p.181 デジタル教材)