



デンマーク調査 臨時特集号 CONTENTS

- 1 デンマークのデジタル教科書の制度と最新動向 (新潟医療福祉大学健康科学部講師 佐藤裕紀)
- 5 数学教育の視点から見たデンマークの数学教科書 (香川大学教育学部教授 松島充)

デンマークのデジタル教科書の制度と最新動向

新潟医療福祉大学 健康科学部 講師 佐藤 裕紀

1 はじめに

教科書研究センターのプロジェクト「個別最適な学びと教科書の在り方に関する国際比較調査～諸外国におけるデジタル教科書の政策と実相」の一環で、デンマークのデジタル教科書の政策、制度並びに活用の実相を把握するため、現地での調査を行った。

3月10日～12日の3日間、デンマークの首都コペンハーゲン近郊やフン島オーデンセで行った調査では、教材センター(Center for Undervisningsmidler: 以後 CFU)のプロジェクトリーダーDyhr,S.W.氏へのインタビュー、教材会社Alinea社編集局長且つ小中学校の教材担当 Bay,R.氏、高校・職業教育担当 Andersen,M.B.氏へのインタビュー、デジタル教材会社 LærIT の COO, Sørensen,U.L.氏へのインタビュー、コペンハーゲンの近郊エルシノア(Helsingør)の国民学校(日本での小中学校に相当)Nordvestskolenでの6,8年生の数学の授業視察、校長 Pedersen,S.氏と教員2名へのインタビュー、コペンハーゲン大学の数学教育研究者 Jessen,B.氏と Bahn,J.氏2名との議論を行った。

本稿では、まずデンマークのデジタル化戦略と教科書制度の概要、デジタル教科書のインフラの核である Unilogin の特徴を考察する。次に CFU による mitCFU や SkoleGPT などデジタル教材の選択、活用を支える取り組みを紹介し、最後に教材会社とのインタビューを基にデジタル教科書を取り巻く状況について考察する。

2 教育のデジタル化と教育改革動向

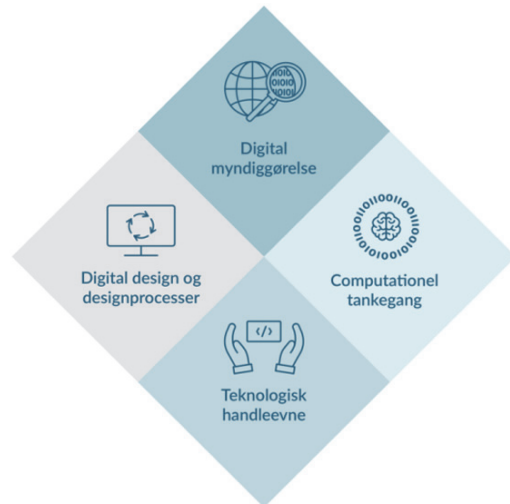
(1) 教育のデジタル化

デンマークは 1960 年代後半に日本のマイナンバーにあたる個人番号(CPR 番号)が導入され、2000 年代の政府のデジタル化推進施策により、ほとんどの行政手続きが電子化されるなど社会生活の隅々までデジタルインフラの整備が進んでいる。教育分野でも、1990 年代から ICT 活用へ継続的に投資してきた国である。

例えば 2012 年から 2017 年に、全ての学校にワイヤレスネットワークの整備、生徒・保護者・教師のイントラネット

AULA の創設、自治体のデジタル教材購入費の補助、ICT を活用する教員のネットワーク化などを進めてきた。

国民学校のカリキュラムでもデジタル化は重視され、科目横断テーマ「IT とメディア」を通じて、ICT を各科目の学習に組み込んで指導されてきた。さらに子ども・教育省は、2018 年から 2021 年にかけての国民学校 46 校での実験と検証を経て、2027 年からの新カリキュラムで、「テクノロジー理解(Teknologiforståelse)」を 7 年生以上の選択科目として導入することを決定した。



出典: Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (2024)
Arbejdsdokument: Baggrund om teknologiforståelse som ny faglighed i folkeskolen.

同科目は、「デジタル・エンパワーメント(テクノロジーの分析、目的や使用方法の理解、評価と再設計)」、「デジタル・デザインとデザイン・プロセス(問題の設定、発想、プロトタイプリング、テクノロジーに関する議論)」、「コンピューテーション・シンキング(データ、アルゴリズム、構造やモデリング)」、「テクノロジー知識と技能(プログラミングやコンピュータシステム、ネットワーク、セキュリティ)」という 4 つの能力領域で構成されている。

(2) 教育方法の多様化へ

デンマークでは 2000 年代以降、PISA ショックもあり、「共通目標」の導入・強化や、学力テストをはじめとしたさまざまな試験の導入など、学力向上に向けた施策がとられてきた。また教員もしばしば批判され、質の向上のための教員養成課程改革も行われてきた。

しかし、CFU の Dyhr,S.W.氏によると、検証の結果、それらの施策が学力向上につながっていないと評価され、方向転換する傾向にあるという。2027 年からの新カリキュラムに向けた政府の改革では、達成すべき共通目標の数が大幅に減り、教員の教育方法に関する自由な裁量を増やし、生徒が今まで以上に主体的に学びのプロセスに参加し、学校を楽しみと思える新しい学びの在り方が目指されているという。

3 教科書制度の概要と Unilogin

本調査では、デンマークの教科書制度の内容の実相も確認できた。まずデンマークには国定、検定、認定などの教科書制度はなく、民間企業が自由に教材を発行できる自由発行制である。そして代表的な教材発行企業は 2 社 (Gyldendal 社と, Egmont 社の教材部門 Alinea 社) である。

紙、デジタルと様々な教材があり、その中には日本人々がイメージする教科書に近い「基本書 (Grundbog)」もある。但しどの教材を使用するかは義務はない。各学校は、自治体から割り振られた予算の範囲内で、教員の希望を聞いて各学校で教材の購入、契約の判断をしている。


国民学校法 19 条 1 項に教材を無償で提供すると記載されている。生徒は Unilogin という、共通の ID とパスワードで複数のサービスにログインできるシングルサインオン (Single Sign-On) を通じて、各学校が契約したデジタル教材を無償で使用できる。またノート PC や紙の教材も貸与される。

Unilogin は生徒、保護者、教職員が利用でき、子ども・教育省傘下の IT 学習庁が管轄している。国民学校入学時点で全員の ID が作成され、デジタル教材をはじめとした幅広い教育サービス、学力テストや健康診断などで活用される。Unilogin があることで、教員は生徒に合わせて、学校が契約した様々な教材を使い指導でき、生徒は様々なデジタル教材に簡単にアクセスすることができる。

なお、0 年生から 3 年生までの生徒には、4 枚の写真の順番で構成されるパスワードが与えられる。4 年生以上になると自分で新しいパスワードを選択できる。保護者も、ログインして、Aula (全学校で整備されたイントラネット) などを利用することが可能である。

Loginvælger Unilogin

Vælg login

Unilogin
Mit 
Lokalt login

Unilogin のログイン画面

4 デジタル教材の選択、活用を支える仕組み

調査で訪問した CFU は、高等教育・科学省の管轄下にあり、国内 6 校の教員養成等を行う専門職大学内にそれぞれ設置されている。CFU の中心業務は、①さまざまな種類の教材の学校への貸与、②学校教員に対する教材の選択と活用方法の助言や指導、③教員の能力開発のための研修である。それらを通じて国民学校での教育を支援することを目的として、様々な団体ともプロジェクトを実施している。本稿では、関係する 3 つの取り組みに焦点をあてる。

り、国内 6 校の教員養成等を行う専門職大学内にそれぞれ設置されている。CFU の中心業務は、①さまざまな種類の教材の学校への貸与、②学校教員に対する教材の選択と活用方法の助言や指導、③教員の能力開発のための研修である。それらを通じて国民学校での教育を支援することを目的として、様々な団体ともプロジェクトを実施している。本稿では、関係する 3 つの取り組みに焦点をあてる。



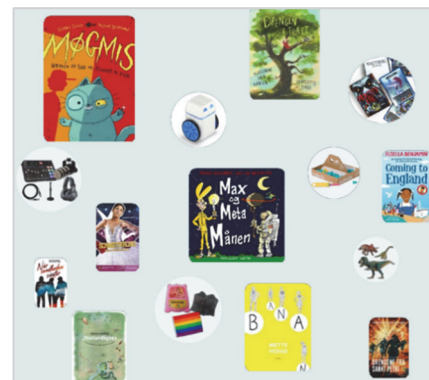
CFU が入るコペンハーゲン専門職大学

(1) mitCFU

mitCFU (私の CFU) は、教材会社やメディアなど様々な企業と連携し、国内で入手できる多様な教材を学校へ無料で貸し出すプラットフォームである。教材を購入する前に借りることで、教員や児童生徒が試すことができるのだ。また教員養成課程の学生も利用できる。

特徴は、その量と多様さである。「教材のショールーム」とも称される mitCFU では、電子や紙の書籍 (小説、ノンフィクション、絵本など)、ボードゲーム、スポーツ用品、測定機器、ロボット、オーディオブック、テレビ番組や長編映画など約 10 万点から選択できる。

特に他国と比べて、映画とテレビ番組がある点が特徴的であり、800 本以上の映画と 50,000 本以上のテレビ番組を視聴することができるという。但し、映画やテレビをストリーミングするには、学校が CFU の映画とテレビのサブスクリプションを契約する必要がある。



Unilogin のログイン画面

スタッフはトラックで各地を回り (オンラインでない) 書籍や教材などを学校へ届けているという。またコンサルタントが

教員の相談を受け助言することで、適切な教材の選択につながるよう支援しているという。

mitCFU のユーザー数は年間で約 390 万人で、教員一人当たりの利用頻度は約 100 回だという。また紙の教材の年間貸し出し数は約 280 万冊に及び、2014 年以降、テレビ番組のストリーミングの利用数は急激に増加傾向にあるという。教材会社とも連携して各地で見本市を開くなど、事業者、学校と非常に緊密な関係を築いているという。

各企業の個別の取り組みではなく、このようなプラットフォームがあること、また教員養成課程の学生も利用できることは、将来教員になった際にも役立ち、また事業者にとっても将来の顧客候補に試してもらい機会となっているという。

(2) 未来の教室ラボ

未来の教室ラボ(Future Classroom Lab)は、学校教員や教員養成課程の学生を対象に、ICT をはじめとした、最新技術、様々な教育方法、学習空間づくり、デザイン思考などについて、実際の素材、機材を活用しながら学ぶ機会を提供している。多くの企業と連携し、様々な技術や商品を提供してもらっている。ラボ内には、各企業から提供(貸与)された3D プリンターやレーザーカッター、T シャツ等でのプリント機やロボットなどの様々な機材、物品、教材はもちろん、学生や地域の人々たちから集めた玩具などが並ぶ。さらに学習空間を彩る様々なインテリアの展示もされていた。



様々な最新技術、学習方法、空間を体験できる

教育のデジタル化を進めるだけでなく、最新の教育方法や教材の活用方法、技術を学べ、生徒たちの学習意欲を高める創造的な教育者の養成・支援体制も重要である。

(3) 学校で安心して使用できる SkoleGPT の開発

デジタル教材の作成、活用の支援という点でもう一つ興味深い取り組みが、CFU と未来の教室ラボが開発した SkoleGPT である。これは、オープンソースで無料、データが保存されず他人に利用されたり別目的で使用されたりしないため、学校の授業で教員が安心して使用できる生成 AI チャットボットである。生徒が AI を試し、その可能性と課題を教師や大人と対話し学ぶ機会を作ることを目的として開発された。

SkoleGPT を用いることで、例えば、国語の時間に生徒がおとぎ話やその他の文学作品を作成するのをサポートしたり、生徒が多様な考え方に触れたり、LEGO ロボット向けの簡単なプログラムのコーディングを手伝ったりすることができるという。



SkoleGPT のロゴ

5 デジタル教材の発行、活用の現況

次に、教材会社 Alinea 社の編集部門の 2 名へのインタビュー結果を基に、デジタル教材の活用状況を考察する。

なお、主な教材会社としては同社と、競合である Gyldendal 社が挙げられる。同社の市場シェアを尋ねたところ、(印象ではあるが)小中学校段階において、紙の教材は 5 割、デジタル教材は 6 割の市場シェアだという。残りの多くを Gyldendal 社が占めているようである。

また、Alinea 社のルーツである職業教育の教材では 8 割のシェアを占めるが、高校では Gyldendal 社が強く、Alinea 社のシェアは 1 割～2 割程度だという。なお、教材の価格は市場で決まり、政府からの介入は無いという。

2027 年にあるカリキュラム改革に合わせた改訂を進めているが、決まった改訂の周期はないという。デジタル教材は常時アップデートしており、紙の教材は、高校、職業教育はおおよそ 5～7.8 年に一度、内容の改訂しており、小中学校はもう少し多い頻度で改訂しているという。



Alinea 社の入り口



一番左が小中学校を担当の Bay,R.氏、左から2番目が後期中等教育、職業教育担当の Andersen,M.B.氏

(1)教育段階における違い

調査で印象的だった点は、教育段階による違いがある点だ。教材のデジタル化について、小中学校段階では、20年ほど前から、紙の教材をPDF化して、音声や読み上げ機能を付けた E-book(電子書籍化)の動きがあったという。但し、現在、そのような E-book をデジタル教材とは呼ばないという。また電子書籍を使用している学校は非常に少なく、ポータル上にある様々なインタラクティブな機能を持ったデジタル教材を活用している学校が主流だという。

一方で、紙の教科書も使用されており、紙とデジタル教材の使用は半々くらいであるという。

それが(大学進学を前提としている)高校の場合、8割程度は紙の教科書を使用しており、一方で職業教育は8割程度がデジタル教材を使用しているという。この違いはどこから来るのかを尋ねると、高校は、「教員が教室の前で説明して問題演習をさせて解説をする」というような伝統的な授業スタイルを教員も好む傾向があるという。また「スクリーンタイムで時間を浪費せず、しっかり読書すること」を推奨するという。そして近年のデジタルから紙への回帰傾向がさらに影響を与えているという。

職業教育の場合、教科書内の文書を読んで学習するスタイルよりも、多様な学習方法を用いて、「実際にやってみて学ぶ」教育を重視しているため、デジタル教材を使用する頻度が高いという。

職業教育では、小中学校段階のように紙からデジタル教

材へ、ではなく、先にデジタル教材を発行し、それを紙の教材へと広げることもあるという。また2年ほど前から AI をデジタル教材に取り入れ、AI アシスタントで学習者をサポートしたり、言語面で課題のある生徒をサポートする機能を入れたりもしている。

(2)デジタルからの揺り戻しの動向

最後に、教材会社をはじめ、本調査の中で訪問した方々から聞いた、デジタルから紙への揺り戻しに関する動向の要点を記す。

デンマークは、教育のデジタル化の歴史が長く、スウェーデン以上に力を入れてやってきた。政府は、「デジタルコンピテンスを育む必要性」を強調して、教育のデジタル化を進めてきた。国民の多くも、教育のデジタル化について(よくわからないまま)歓迎してきた。

しかし、PISA の成績の低下、デジタル教材を使用して生徒たちは一見、作業として、形式的には理解できているように見えるが「実は概念的な理解できていないのではないか?」という懸念、デジタル化に関する実証的な研究成果の乏しさ、スクリーンタイムの増加と学校生活でのつまずきの関連性といったネガティブな声が出てきたという。

また、学校で使用するデジタル教材の議論と、プライベートで使用する SNS やスクリーンタイムの議論などが混在したまま議論され、政治家なども危機をあおる物言いをする中で揺り戻しの世論が形成されていった側面があるという。

実際、政治家は、スクリーンタイムの長さを批判する一方で「テクノロジー理解」を導入するという、二枚舌の側面をみせることもあり、それを批判する声もあった。

教材会社の編集者の見立てでは、実際のところ、デジタルから紙へのバックラッシュのピークは過ぎ、ここ 1、2 年で以前より落ち着いてきているという。「とにかく紙の本に」という学校も一部にはあるが、教材として使用されるデジタルは悪くなく、プライベートで使用するデジタルとのバランスを見つけていくという方向性になっているという。

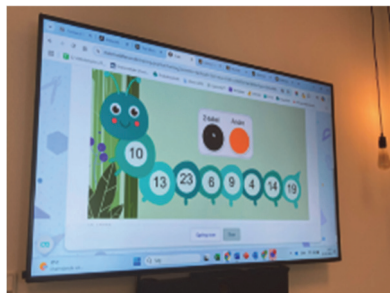
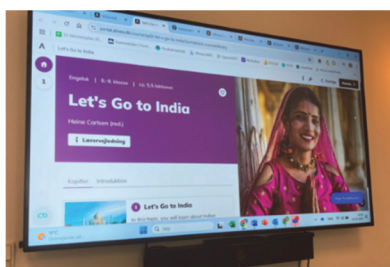
6 おわりに

本調査によって、①Unilogin の仕組みと他の様々なシステムの間の整理、②教材の採択を実質的に誰(どこ)が行っているのか、について、資料だけでなく現地で多様な主体にインタビューをしたことで、理解を精緻化することができたと考えている。

近年デンマークの教育政策は中央集権的であったが、現在教員へ自由裁量を与える方向へ転換している動向には非常に驚き、その背景も深掘りする必要がある。

mitCFU や未来の教室ラボなどは、デジタル教材を推進していくにあたって、学校教員のデジタル教材の選択や活用を支え、教員養成の面でも有益な取り組みである。

デジタルから紙への揺り戻しについても、他の北欧諸国と同様の傾向も見取れたが、学校種によるデジタル化の差異などもあり、ピークは過ぎたとされる今後の方向性を引き続き追っていく必要があるだろう。



ポータルサイト上のデジタル教材の例

数学教育の視点から見たデンマークの数学教科書

香川大学 教育学部 教授 松島 充

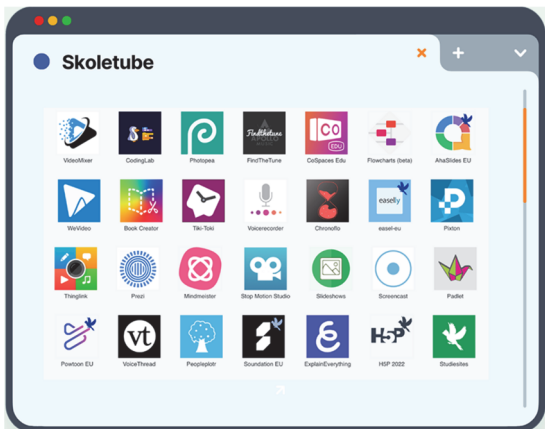
1 はじめに

本デンマーク調査では、教育研究省の管轄下にある教育教材センターCFU、国内最大手の教材会社 Alinea 社、国内の小中学校の96%に実装されている学習アプリSkoletubeを開発した LærIT 社、エルシノア(Helsingør)の国民学校 Nordvestskolen の6年生と8年生の数学授業、コペンハーゲン大学の数学教育研究者らを訪問し、デジタル教科書について情報収集し議論を行った。本稿では、デンマークで行われている数学学習に焦点を当て、その背景や実施されている授業、教科書について報告し、最後に前回のエストニア調査報告(本センター通信132号)とも対比しながら数学教育におけるデジタル教科書の今後について考察する。

なお本デンマーク調査では、デンマークのデジタル教科書を調査中に短時間しか閲覧することができなかった。それはデンマークの子ども・教育省下のIT学習庁によって整備されているUniloginの「現在、デンマーク国外の機関はUniloginを利用できない」(<https://viden.stil.dk/spaces/STILVIDENOFFENTLIG/pages/96174149/Kan+udenlandske+institutioner+fx+C3%A5+Unilogin> 参照)というアクセス制限がかかっているためである。そのため本稿では、デジタル教科書について、他のデンマークの教育環境とあわせて総合的に論じる。またデンマークでは、法的に教科書が定義されていないが、本稿では学校現場で主たる教材として使用している教材である基本書 Grundbog を教科書として論じていく。

2 デンマークの教育思想の背景

教育ベンチャー企業のLærIT社では、前述のように国内の小中学校の96%が導入している学習アプリSkoletubeを開発、提供している。SkoletubeもUniloginを介してログインする。Skoletubeでは、学習者の思考をマルチモーダルに表現できる多種多様なアプリが実装されている。



<https://laerit.dk/hvad-er-skoletube/> より転載

マルチモーダルなアプリには、例えば絵本作成、オンラインビデオ編集、発表ボード作成、画像編集、年表作成、ARとVR作成等のアプリが全27種実装されており、日本の学習支援アプリとは大きく趣が異なる。LærIT社のCOOであるSørensen,U.L.氏に、なぜこれほど多様なマルチモーダルなアプリを実装しているのかを尋ねると、Luhman, N.のコミュニケーション論、Kress, G.のマルチモーダル論、Papert, S.の構築主義が重要な学習観であると考えているからだと言ってくれた。つまり、学習の根幹はコミュニケーションであり、そのコミュニケーションでは、単に言語のみの相互作用だけではなく、動画や音声、動作等のマルチモーダルを重視しているのである。この学習観に基づけば、Skoletubeの多種多様なマルチモーダルなアプリの存在が納得できるであろう。

また後述する国民学校Nordvestskolenでの授業後の議論では、授業者から数学学習では対話を重視しているという説明があった。このことは上述のルーマンの思想とも一致するが、近代デンマークの礎を築いた教育思想家のグルントヴィ、N.F.S.の影響が大きいようである。グルントヴィの業績はデンマーク語の讃美歌の作成等の多方面にわたるが、教育に関しては次のような主張をしたとされる。

- ・心の内容を話すことが重要
- ・文字よりも口承としての生きた言葉を重視
- ・教師と学生間の生きた相互作用を重視
- ・対話と相互作用を重視した民衆教育から民主主義の思想へ

(ホルム, A., 2024)

教師と学習者の対話による相互作用で学びを深めるとともに、民主的な市民を育成しようとする意図がわかる。デンマークの教育を分析する際に、このような教育の背景となる思想の確認は必要不可欠であろう。

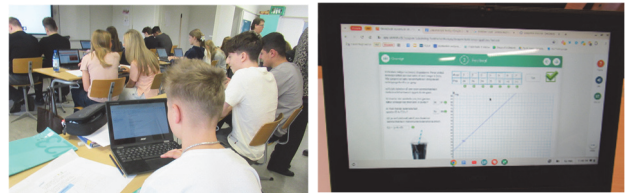
3 エルシノアの国民学校 Nordvestskolen での数学授業

Nordvestskolenでは、6年生「長方形の周りの長さとお面積」の授業、8年生「一次関数の活用」の授業を参観した。

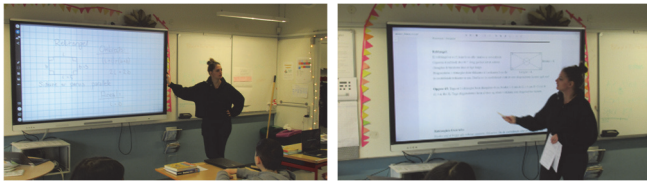
(1)6年生「長方形の周りの長さとお面積」(20名)

授業者は教員1年目の若い女性講師だった。導入時には電子黒板(IWB: Interactive White Board)で正方形の周りの長さとお面積の求め方を学級全体で確認した。次に、長方形の周りの長さとお面積の求め方、平行の概念について学級全体で確認した。そして子どもたちに配布したプリントの長方形の周りの長さとお面積を求める問題について、その解決方法と答えを確

認した。ここまで授業開始から 18 分間である。次に各自でプリントの問題を解く活動を行った。問題を解いたら、自分で計算した辺の長さや面積の大きさが正しいかどうかを、各自のノートパソコンの動的幾何アプリ GeoGebra を用いて合同な図形を作成し、アプリ内の測定機能を用いて周の長さや面積の大きさを確認した。この各自の問題解決が 22 分間であり、合計 40 分間で終了した。



プリントをもとにデジタル教科書の問題を選んで解く



IWB を用いた復習と問題の解き方の確認



教室前方での発展的な内容の指導とその問題



アナログで問題を解いてから GeoGebra での答え合わせ

(2)8年生「一次関数の活用」(24名)

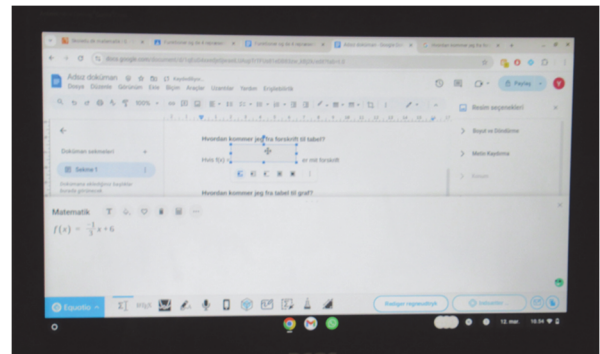
授業者は校内で指導教諭の立場にある教員 26 年目のベテラン女性教員だった。本時は、一次関数の学習が一通り終わった後の最後の一次関数の活用の学習だった。初めに一次関数の学習をまとめたプリントを 1 枚配り、それを大まかに教師が解説した。プリントは、現実の事象と数式、表、グラフを関連付けた内容だった。

Historie / Opgave: Funktionen viser antal ben i en hønsegård. $f(x) = 2x$ Hver hane har 2 ben og x er antal hans. Ole sparer op til en ny pc. Han har 1400 kr i sin sparebøsse. Han tjener 300 kr hver uge, som han kan spare op. Skriv en funktion: $g(x) = 300x + 1400$	Forskrift: $f(x) = ax + b$ a er hældningstal. Hvis $a = 0 \Rightarrow$ vandret strek, a er det tal der sker hver x . eksempel: 9 kr. pr. tur i karusellen $\Rightarrow a = 9$. Hvert bolche vejer 20 g $\Rightarrow a = 20$. b er skæring med y -aksen. Hvis: $b = 0 \Rightarrow$ at grafen krydser i $(0;0)$ b er det tal der kun kan bruges en gang. eksempel: entre til tvoll vægten af posen til bolcher												
Andengradspolynomium $f(x) = ax^2 + bx + c$	Lineære funktioner Vækst ($K_n = K_{n-1} \cdot (1+r)^n$) Hyperbel ($f(x) = a/x$)												
Tabell: $f(x) = 2x + 2$ <table border="1"> <tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>y</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr> </table>	x	0	1	2	3	y	2	4	6	8	Graf: 		
x	0	1	2	3									
y	2	4	6	8									
Står der ikke noget ved x , vælger du selv. (Jeg anbefaler) <table border="1"> <tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>y</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	x	0	1	2	3	4	y						
x	0	1	2	3	4								
y													

一次関数の学習をまとめたプリント

子どもたちはこの学習のまとめのプリントを参考にしながら、デジタル教科書内の複数の問題の中から、自分で解きたい問題を選び、友達と一緒に問題を解き始めた。ここまでで授業開始から 10 分間である。次に教師は問題が解けない子どもにも個別指導をした。また問題が簡単に解ける子どもたちには、彼らを教室の前に集めて、二次多項式という用語とその一般式、 x^2 の係数の大きさの変化によるグラフの変化を簡単にホワイトボード上に示し、2 次関数の問題に挑戦させた。これらの問題解決活動が 25 分間続いた。

これらの問題解決活動のデジタル教科書の問題の中には、問題の解き方を文章で説明させる問題も含まれており、子どもたちは「表からどのように規則を見つければよいのか?」、
「グラフからどのように規則を見つければよいのか?」等の問いに対する考えを、PC 上に文章と数式で入力していた。



問題の解き方を文章と数式で入力する問題

授業の最後には、振り返りの時間が設定されていた。教師が「今日は何を学びましたか?」と学級全体に問うと、「できるかなと思ったけどできた。これ以上に難しい問題をやってみたい。」「2 次関数に挑戦したけど、結構簡単だった。」等の発表が見られた。この振り返りの時間は約 5 分間であり、合計 40 分間で授業は終了した。

2 つの数学授業参観から、数学学習において GeoGebra の活用が前提となっていること、デジタル教科書の豊富なコンテンツから子どもが個別に問題を選ぶことで個別最適な学びが部分的に実現していることがわかる。その一方で、協働的な学びが生起しにくい学習形態であることもわかる。

4 数学科教科書の構成の比較

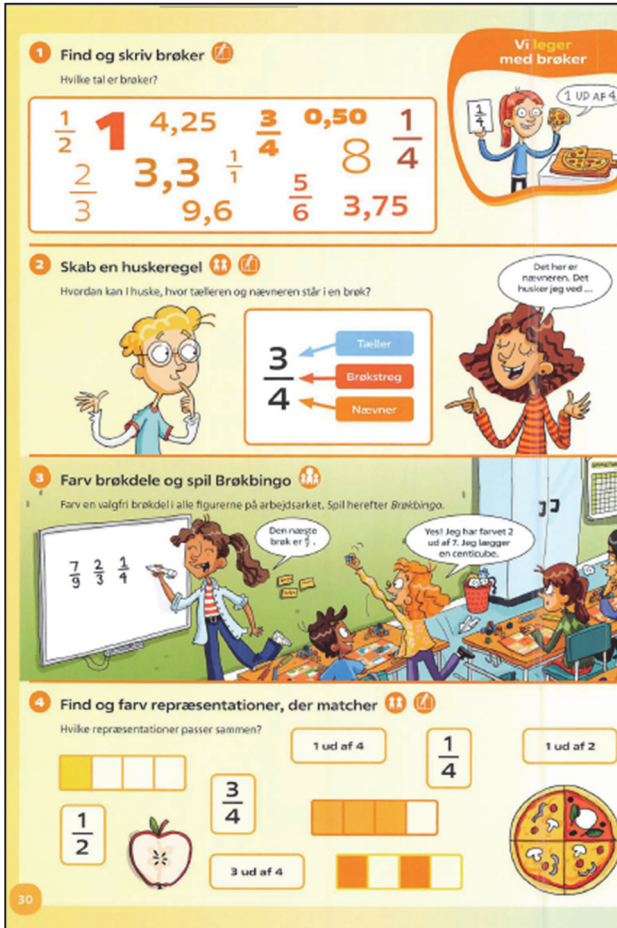
本節では、デンマークと日本の教科書比較を行う。対象とするのは、デンマーク最大の教科書会社の一つである Alinea 社の 4 年「分数」と 8 年「三平方の



定理」である。日本では前者が小学校 2 年に該当し、後者が中学校 3 年に該当する。

(1)「分数」の教科書の記述

4 年の教科書である基本書 Grundbog は、Elevbog という子どもの書き込み用の冊子とその内容が対応している。ここでは基本書を概観する。



4 年「分数」の導入の 1 ページ

上記のページには①～④までの問題が示されている。次のような問題である。各問題の最初の 1 文が問題のタイトルで、続く文が問題に関する問いや説明である。

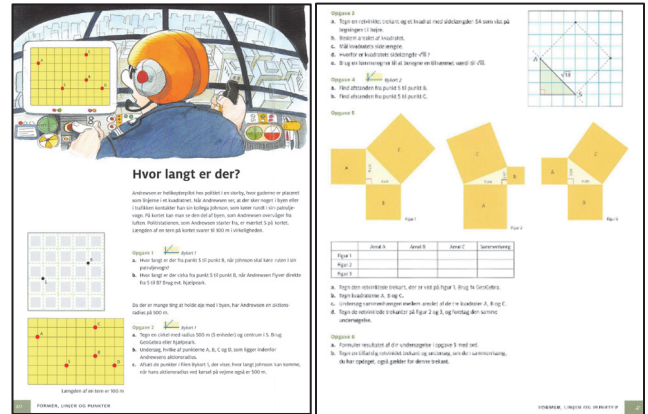
- ① 分数を見つけて書く。どの数字が分数ですか？
- ② 記憶術をつくる。分数で分子と分母がどこかどうやって覚えていきますか？
- ③ 分数を色分けして分数ビンゴをする。ワークシート上のすべての図形に選択した部分を色付けします。それからビンゴをしましょう。
- ④ 一致する表現を見つけて色を塗る。どの表現が一致しますか？

デンマークの教科書では、分数と整数の表記の違いに着目したり、ゲームや色塗りという操作的活動を取り入れたりすることで分数の概念形成を図っていることがわかる。一方、日本の小学校 2 年「分数」の導入では、折り紙を折る等の操

作的活動から分数を定義し、単位分数を意識した記述が目立つ。またそれと同時に日本の教科書では、定義やまとめの明示、キャラクターが数学的な見方・考え方を意識した発言をしていることも特徴として挙げられる。

(2)「三平方の定理」の教科書の記述

8 年の「三平方の定理」の導入の内容を概観する。



8 年「三平方の定理」の導入の 2 ページ

デンマークの教科書では、警察ヘリコプターのパイロットと地上のパトカーとの無線でのやり取りという現実的な状況設定を利用している。そして上図右ページでは、GeoGebra を用いた作図と辺の長さの測定機能を前提とした問題構成となっている。また右ページの課題 6a は、課題 5 で測定した複数の直角三角形上の正方形の関係について、「課題 5 で調べた結果を言葉で述べてください」という文章で記述する問題が設定されている。一方、日本の教科書では、幾何学的対象から学習が始まり、動的幾何アプリも用いながら直角三角形上の正方形の面積どうしの関係に気づき、その関係を論理的に証明していくという流れとなっている。また明示的に三平方の定理も示している。

4 年と 8 年のデンマークの教科書の比較から、デンマークの教科書では、現実事象の活用を重視していること、自分の考えを表現することを重視していること、そして GeoGebra の活用が前提となっていることがその特徴として指摘できるであろう。

5 デンマーク視察から考えるデジタル教科書の未来

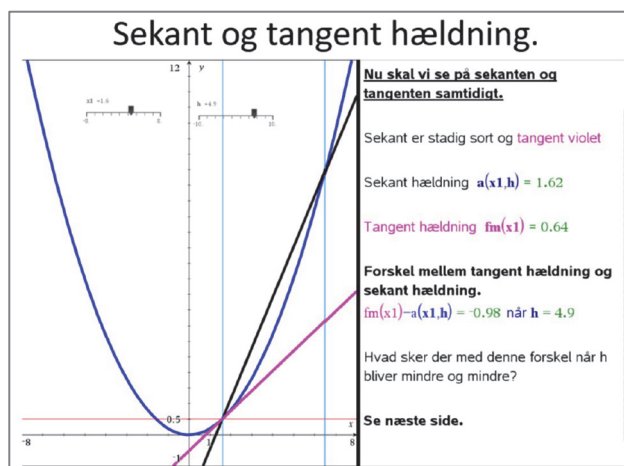
(1)エストニア調査との比較から

本センター通信 132 号で報告したエストニアのデジタル教科書の特徴として、デジタル教科書ポータルサイトの単一化とその内容としてのリンクの多様性、教科書活用の前提としての GeoGebra 活用、練習問題の自動採点機能の実装、学習者の自学自習を志向した教科書構成、実社会との関連や現代的な問題との関連を意識した問題の実装等が挙げられた。デンマークとの共通点として、まずデジタル教科書のポータルサイトの単一化が挙げられるだろう。デンマークでは

Unilogin によってどこでも同じ簡潔な手順でポータルサイトにアクセスできる。次に、基本的な数学的探究のツールとしての GeoGebra の活用が挙げられる。実際に参観した授業の様子や、教科書上に何の説明もなく GeoGebra の活用について指示されていることから明らかであろう。また実際の授業参観や教科書構成から、実生活とのかかわりを意識しながら、自学自習を志向した教科書構成となっていることも明らかである。8年生の参観授業ではデジタル教科書の豊富な問題コンテンツをもとに、個のレベルに応じた発展的な学習内容が可能となっていた。これはデジタル教科書の特長の1つと言えるだろう。しかしデンマークの教科書は、日本のように子どもたちの思考の多様性を前提に、それらを1つのストーリーとして束ねていく授業づくりを志向する教科書構成とはなっていない。そのため、協働的な学びの実現は、教師の力量に依存することになろう。なお、ポータルサイト内のリンクの多様性や自動採点機能、現代的な問題の取り扱いについては、今回の調査では確認することができなかった。

(2)コペンハーゲン大学の数学教育研究者との議論から

本調査の最終日には、コペンハーゲン大学の数学教育研究者の Jessen, B.氏と Bahn, J.氏と数学のデジタル教科書について議論することができた。この議論の中で挙げられたデジタル教科書の長所は、他の内容へのリンク、データバンクや統計へのリンク、アニメーションへのリンク、そして Excel 等のワークシートの活用だった。しかしその一方で Slider Trap という現象が話題に上がった。これは、数学の重要な概念を ICT 機器にアウトソーシングすることで問題の答えを簡潔に求められるが、学習の目的である数学の概念の深い学びが生じないという現象である。



Jessen 氏の議論のスライドより

Jessenn 氏の資料では、2次関数上の異なる2点間の距離をスライダーで近づけ、2点が一致すると接線となり、その接線の傾きが微分係数として直ちに ICT 上で求められる例が挙げられた。これは視覚的には微分係数の概念が非常に分かりやすいように思われる。しかし、スライダーをドラッグし

て動かして微分係数を求める活動を通して、子どもたちは微分係数の概念を真に学習できているのだろうか。微分係数の概念がスライダーの動きによって非常に分かりやすく思えるのは、教師がその概念をすでに学習し深く理解しているからであり、初学者として子どもたちは微分係数の概念を十分に学習できていないのではないだろうか。もし十分に学習できていないのならば、ICT を用いた学習の落とし穴とでもいふべきものとなろう。教師の立場から見た教材の論理的構成を授業デザインの骨組みとするのか、部分的に非論理的に見えるかもしれないが、子どもの立場から見た概念の意味形成を重視した授業デザインとするのかの選択が迫られているとも言えよう。

数学教育における ICT 活用には次の3種があるとされている(The Royal Society, 2023)。1: 数学するための ICT 活用, 2: 数学学習のための ICT 活用, 3: 数学を教えるための ICT 活用である。1 は、学習者が数学を用いて問題解決する際に ICT を用いる場合である。数学のアウトソーシングである。2 は、学習者が数学的スキルの練習や概念学習のために ICT を用いる場合である。3 は、教師がよい数学授業をデザインするために ICT を用いる場合である。数学学習において、問題の解を求めるために ICT にアウトソーシングすべき部分とそうでない部分の区別ができ、それを授業に実装できる数学教師の養成とそれをサポートできるデジタル教科書の実装が求められていると言えるだろう。

6 おわりに

デンマーク調査からは、デジタル教科書の豊富なコンテンツが一部の子どもたちに個別最適化された学びを提供できていた事例を確認できた。しかしその一方で Slider Trap のような問題も指摘できた。我々教師は「いつ、何のために ICT を活用した数学学習をデザインするのか」という授業デザインの哲学を常に考える必要がある。ICT の長所と短所は何かを明確にした授業デザインだけでなく「そもそも学びとは何か」という学習観に立ち返って今後のデジタル教科書の在り方について議論し直していく必要があるだろう。子どもたちが一堂に会して学び合う「学校」という教育システムの再考が求められているとも言えるだろう。

参考文献

- ホルム, A. 著, 小池直人ら訳 (2024). 概説グルントヴィ; 近代デンマークの礎を築いた「国父」, その思想と生涯, 花伝社.
- The Royal Society (2023). *Educational technologies in mathematics education; Final report prepared for submission on 26 April 2023*. Retrieved June 22, 2025, from <https://royalsociety.org/news-resources/projects/mathematical-futures/>