人と環境 Vol. 16: 1-7 (2023)

【論 文】

小学校教育におけるデータ・リテラシー要素の検討

市川　隆司

大阪信愛学院大学・大阪信愛学院短期大学

Human and Environment Vol. 16 (2023)

A Study on Elements of Data Literacy in Primary School Education

Takashi Ichikawa

Osaka Shin-Ai Gakuin University & Osaka-Shin-Ai College, Osaka 536-8585, Japan

ビッグデータの活用や AI の進化により国家的な戦略に基づいてデータサイエンス教育に注力する状況が生まれている。小学校では 2020 年度より改定された学習指導要領が全面施行されている。その中で算数科の内容に各学年で「データの活用」が追加された。海外においてもこれまでの統計教育からデータサイエンスを踏まえた教育に関して内容の検討が進められている。本研究では学習指導要領の内容と米国や英国での報告書を比較検討して、データ・リテラシー育成に必要となる要素を検討した。学習指導要領においては「データの活用」に関して身近なデータを収集して理解することに始まり、データの可視化に取り組み、代表値を理解してデータの特徴を捉えるまで学習が進められる。目的に応じたデータの収集から統計的な方法を活用して問題解決につなげる段階的なデータ活用の学習が確認できた。同時に海外におけるデータ・リテラシーとの共通点が見られることが理解できた。

キーワード：データ・リテラシー　小学校　算数科　統計教育

１．はじめに

ビッグデータの活用や AI の進化によりデータから有益な知見を得ようとする学問分野は、データサイエンスとして非常に注目を浴びている。データサイエンスに関する知識技能は、多くの職業に必要な資質能力と考えられており、データを活用した社会生活は日常的なものとなってきた。

文部科学省は、国家的な AI 戦略に基づき高等教育においてデータサイエンス教育を実施できる環境整備に取り組んでいる。2021 年度より数理・データサイエンス・AI に関する基礎的な能力の向上を図る機会の拡大を図るため、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」

*大阪信愛学院大学・大阪信愛学院短期大学
〒536-8585　大阪市城東区古市 2-7-30
E-mail: t-ichi@osaka-shinai.ac.jp

受付：2023 年 2 月 18 日　受理：2023 年 3 月 20 日

©2023 大阪信愛学院短期大学

が始まり、2022 年度 8 月の時点で延べ 217 件が認定されている[1]。

この制度は、大学・高等専門学校を対象としたものであるが、その素養となるデータ・リテラシーは本来初等中等教育段階から段階的、継続的に育成されることが望ましい。

そのため小学校教育にデータサイエンスの基礎となる効果的な内容を盛り込んでいくことはその後の学習に有効と考えられる。平成 20 年告示の旧学習指導要領においては、小学校算数科に「データ」という表現はないが、平成 29 年告示の改定された学習指導要領において新たに「データの活用」が取り上げられ、その認識は明確になった。

２．研究の目的

海外ではデータサイエンスと関係が深い統計教育について、早くから取り組みがなされており、近年米国数学教師協議会や英国王立協会からデータサイエンスに関するガイドラインや報告書が出されている。本研究の目的は、小学校教育段階における学習指導要領と海外の報告書を比較検討し、小学校教育におけるデータ・リテラシー育成の取り組みに必要となる要素を明らかにすることである。

３．研究の方法

現行の小学校学習指導要領算数科の内容を旧学習指導要領と対照しながら各学年で新たに追加された「D データの活用」の内容について詳細に検討する。また米国数学教師協議会発行 Pre-K–12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (以下 GAISE II)[2]および英国王立協会数学教育に関する諮問委員会の初等中等教育のカリキュラムにおけるデータサイエンスに関する調査報告書[3]について、小学校教育に該当する内容に関して比較検討し、データ・リテラシー育成の要素を考察する。

４．データ・リテラシーに関する内容検討

4.1. 日本における「データの活用」の内容

平成 29 年公示の現学習指導要領では、社会に開かれた教育課程の実現をめざして、主体的・対話的で深い学びとカリキュラム・マネジメントを図ることで、知識及び技能、思考力、判断力、表現力、学びに向かう力、人間性などの資質・能力を育成することが基盤となっている。

平成 20 年公示の旧学習指導要領と比較すると、小学校学習指導要領算数科において各学年の内容が「D 数量関係」から「D データの活用」へと変更されている。旧学習指導要領では記載のなかったデータという用語が使用されている。

算数科の内容構成の改善として、「数学的な見方・考え方や育成を目指す資質・能力に基づき、内容の系統性を見直し、領域を全体的に整理し直した」[4]結果、データの活用の領域が設定された。また中央教育審議会の答申事項として「小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である」[4]とされており、それに応じて指導内容の充実が図れた形である。

知識及び技能に関する内容については、基本的に旧学習指導要領の「D 数量関係」の内容を踏襲している。しかし第 6 学年においては、中学校数学から移行している代表値の扱いがあり、より統計的な問題解決が前倒しされ早期に理解を求める傾向にあるといえる。

思考力、判断力に関する内容に追加されている事項として表 1 の内容があげられている。この内容から学年を追うごとに段階的に問題解決学習が高度化していることが理解できる。視覚的にデータの特徴を捉えるグラフの活用に始まり、代表値を用いて考察を深めていくまでの学習過程を取っている。

表 1

学習指導要領解説において算数科の内容の取扱いについての配慮事項に「コンピュータなどの活用」についての記載がある。そこで統計的な内容の活用

表１　小学校学習指導要領算数科「D データの活用」の内容（下線筆者が付加）

学年	内容
１年	データの個数に着目し，身の回りの事象の特徴を捉える。
２年	データを整理する観点に着目し，身の回りの事象について表やグラフを用いて考察すること。
３年	データを整理する観点に着目し，身の回りの事象について表やグラフを用いて考察して，見いだしたことを表現すること。
４年	目的に応じてデータを集めて分類整理し，データの特徴や傾向に着目し，問題を解決するために適切なグラフを選択して判断し，その結論について考察すること。
５年	目的に応じてデータを集めて分類整理し，データの特徴や傾向に着目し，問題を解決するために適切なグラフを選択して判断し，その結論について多面的に捉え考察すること。 概括的に捉えることに着目し，測定した結果を平均する方法について考察し，それを学習や日常生活に生かすこと。
６年	目的に応じてデータを集めて分類整理し，データの特徴や傾向に着目し，代表値などを用いて問題の結論について判断するとともに，その妥当性について批判的に考察すること。

例としてあげられているのは、コンピュータを活用したグラフ作成などで可視化の具体的な表現方法についてである。コンピュータを活用したデータの分析に関する内容は、特に取り上げられてはいない。

表計算ソフトを活用すると、グラフの作成表示だけでなく、関数を活用してさまざまな値が算出できる。GIGA スクール構想で活用される割合が高い Chromebook を中心に使用される Google の Workspace のスプレッドシートアプリを利用すれば、代表値はもちろん、度数分布のグラフ（ヒストグラム）も簡単に作成できる。むろん簡便に作成できることが重要なのではなく、ツール利用の前提にグラフ化の手順やその意義を理解した上で活用しなければならない。スプレッドシートアプリの効果的な活用は、データの内容や特徴を分析し、妥当性の検討や批判的な考察を行うことが可能となり、思考力、判断力の育成につなげられる可能性をいっそう高めることになる。

4.2. 米国におけるデータ･リテラシーに関する取り組み

米国数学教師協議会は、2007 年に「統計教育における評価と指導のためのガイドライン」(GAISE I)を発行している。2020 年発行の GAISE II [2]では、入手できる豊富なデータを理解するために必要なスキルの獲得に対応できるように改訂されている。

GAISE II は「統計とデータサイエンス教育の枠組み」が副題となっており、今回の改訂において統計的問題解決の過程が取り上げられ、データの収集からデータの分析までデータの取り扱いについて考慮することが重要視されている。すべての教育段階において、多変量解析的思考や確率的思考の役割が取り上げられている。またその中でテクノロジーの役割がより大きくなり深化していることを示している。

GAISE II では、２つの側面から統計教育の概念を構造化している。それは統計的問題解決の枠組みと能力開発のレベルである。

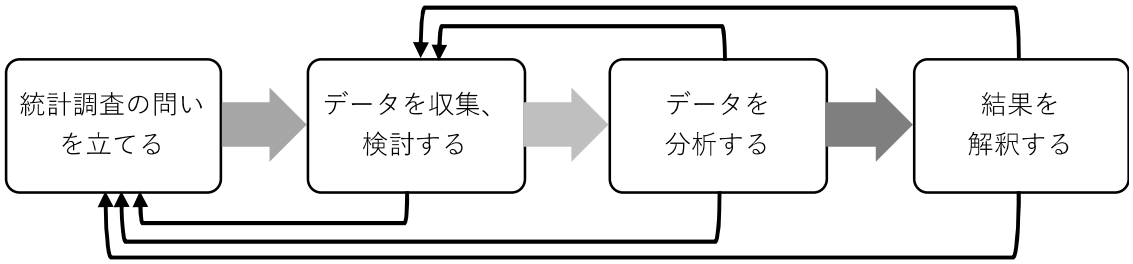

図１　統計的問題解決のプロセス（National Council of Teachers of Mathematics, 2020）

統計的問題解決の枠組みは図１の４つの段階で構成されている。

図１

特に第１段階の「統計調査の問いを立てる」について具体的な問いの例を提示して、データの収集につながる問いを立てることや複数の変数を持つ問いを立てることが重要であることを指摘している。このため問題解決学習において基礎となるデータをどの観点から考えることが必要かを重要視していることが理解できる。

次に能力開発のレベルについて述べる。レベルはA～C までの３段階で構成されている。

レベル A は、統計的問題解決プロセスの理解に始まる。レベル B は、さまざまな統計的なツールを利用できるようにする。レベル C は、より複雑な統計調査上の問題と分析技術をさらに開発するための段階となる。

この 3 つのレベルは学年と平行しているが、年齢ではなく、統計的リテラシーの発達が基準とされている。そのためレベルと学年が完全対応しているわけではない。スタンフォード大学教育大学院が、GAISE II から抽出したデータサイエンスの重要項目を BIG IDEAS[5]として整理している。GAISE II の構成に従って図１の４段階で構成し、さらに学年に対応させている。

4.3. 英国におけるデータ･リテラシーに関する取り組み

王立協会数学教育に関する諮問委員会が、2018 年に「初等中等教育カリキュラムにおけるデータサイエンスに関する調査」[3]を報告している。この報告によれば、データサイエンスの要素を日本の初等教育にあたる Key Stage 1-2 から中等教育にあたる Key Stage 3-4 まで教科内容との関係で整理してまとめている。

Key Stage 1 では、データサイエンスの要素は限定的で科学、地理、歴史などのさまざまな教科への広がりはないとされる。Key Stage 2 では、算数において統計的な内容としてデータサイエンスに関連する中核的な知識とスキルが、Key Stage 1 と 2 を通じて教科「コンピューティング」の中でアルゴリズムやプログラミングの基礎が学習される。

日本では、初等教育段階でプログラミング的思考を取り扱うことが必須となっているが、個別の科目としてではなく、取り扱う授業や内容は規定されていない。そこで特に関連の深い教科として、算数とコンピューティングについてさらに検討する。

算数では Key Stage 2 を通じて、主に基本的な表やグラフでデータを表現し、一変量の量的データの簡単な分析を行うことに重点が置かれてカリキュラムが構成されている。Key Stage 2 から棒グラフ、ピクトグラム、表を使用してデータを解釈し、提示することで問題解決学習を図る。

表２　統計的な問題解決のプロセス比較（National Council of Teachers of Mathematics, 2020）

学習指導要領	GAISE II
①　身の回りの事象について，興味・関心や問題意識に基づき，統計的に解決可能な問題を設定すること ②　見通しを立て，どのようなデータを，どのように集めるかについて計画を立てること ③　データを集めて分類整理すること ④　目的に応じて，観点を決めてグラフや表に表し，データの特徴や傾向をつかむこと ⑤　問題に対する結論をまとめるとともに，さらなる問題を見いだすこと	I. 統計的調査の問いを立てる II. データの収集／データの検討 III. データの分析 IV. 結果の解釈

第 4 学年と第 5 学年では、離散データと連続データの概念や、棒グラフや時間グラフ、折れ線グラフによるさまざまな種類のデータに適した表現方法など、量的データの表現と解釈における重要な基礎的概念を学習する。第 6 学年では、データの解釈から記述的な統計分析へ学習を進める。円グラフや折れ線グラフの活用を含み、特にデータを可視化して問題を解決し､データセットの平均を理解して計算し、２変数に関連するグラフを描けることを目標としている。

コンピューティングのカリキュラムでは、単純なアルゴリズムがどのように機能するかを説明するための論理的な展開に焦点を当て、児童はアルゴリズムとプログラミングのスキルの理解を深める。さらに児童は処理手順を細かく分解し、順次、選択、繰り返しの基本的な処理を使用し、入出力に変数を用いることが求められる。またさまざまなソフトウェアを使用して、データと情報を分析、評価、提示する活動を行う。

カリキュラム上では、内容の詳細が提示されておらず、児童が習得する知識とスキルは、各学校の指導計画やその質に依存することになる。そのためデータサイエンスの基盤となる側面に対する児童の理解に差が生じるリスクをはらむことが指摘されている。

５．日本と海外とのデータ・リテラシーに関する内容比較検討

学習指導要領と GAISE II を比較した場合、表２の学習指導要領②③が GAISE II においては II としてまとめられているが、プロセスにおいては大きな差が見られない。GAISE II では各プロセスに対してレベルごとに説明が加えられている。小学校学習指導要領算数科においては、３年生までは問いの立て方は、事例として児童の遊びなど身近な関心事に重点が置かれている。

初等教育段階に該当するレベル A を吟味すると、表２GAISE II の I において問いの立て方が詳細に統計的な理論に基づいて考えられている。問題となる問いの「なぜ」という出発点の重要さを問う意識を高める意図が働いている。

データの収集に関しては、学習指導要領の内容は児童にとても身近な、自ら収集可能なデータを活用することが念頭に置かれているのに対して、GAISE II では他者が収集したデータの利用についても言及

されている。収集したデータには、量的データと質的データという種類があること、欠損値などデータの取り扱い方への注意は共通の内容となっており、統計的な考え方に基づいていることが理解できる。表２

BIG IDEAS が整理した第１～２学年に該当する授業例として GAISE II のサンプル１とサンプル４が取り上げられている。それを踏まえると GAISE II、学習指導要領ともに低学年においては、身近なデータをもとにデータの活用へつなげていくことは共通である。データを整理し理解する上で絵グラフを活用する点において共通している。第２学年の内容として、表やグラフからデータの特徴を捉え、分析することにおいては共通する。データを整理していく上で、学習指導要領では集計数の比較に観点を置いているのに対して、BIG IDEAS では最頻値について考察する言及がある。

中学年を中心に比較すると、学習指導要領では、中学年から高学年にかけて段階的に取り扱うグラフの種類を増やしている。一方 BIG IDEAS では、特にグラフの種類についての言及はない。欠損値、外れ値や異常値について取り扱うことは共通である。目的や状況に適するデータを収集し、問題解決につなげていく考え方は共通している。高学年ではさらに統計的な方法を活用して問題解決につなげていく方向となる。平均値、中央値、最頻値といった代表値について取り上げられていることも共通する。

学習指導要領では第５学年になると統計的な問題解決のプロセスが提示されている。数学的活動において問題解決学習について具体例が提示されているが、日常の学校生活と結びつけ、児童が興味関心を持ちながらいかに学習に取り組むかは教員の授業展開に関わってくる。

日本では、第２学年から表やグラフが取り扱われているのに対して、英国では日本の第３学年にあたる段階からである。しかし以降の学年で棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフが取り扱われることは共通している。

日本においては、第６学年で平均だけでなく、中央値や最頻値といった代表値を取り扱っている。データの傾向を把握する方法として、度数分布も扱われている。英国より統計的な学習内容の要素がより多く取り上げられている。

英国のカリキュラムは、算数に加えて、コンピューティングがデータサイエンスの素養を育むにあたり、その要素となっている。将来的にビッグデータの処理などデータサイエンスの内容にプログラミング関連の技術が必要となることは明白であり、コンピューティングでの学習はその素養の獲得につながるものと考えられる。日本では、プログラミング的思考を必須として小学校で取り扱うことになっているが、コンピューティングが教科に設定されておらず、プログラミング的思考をどの教科の、どの単元で取り扱うかは指定されていない。この影響がどのように現れるか、今後注視する必要がある。

６．まとめ

学習指導要領においては「データの活用」に関して身近なデータを収集して整理することに始まり、分析にあたってデータの可視化に取り組み、代表値を理解してデータの特徴を捉え考察するまで学習が進めることが理解できた。米国および英国におけるデータ・リテラシーの要素の検討から基本的な学習内容に共通点が見られ、目的に応じたデータの収集から統計的な方法を活用して問題解決につなげる段階的なデータ活用の学習が確認できた。

実際の学校現場でデータ・リテラシーの要素がどのように取り扱われるかは、それぞれの学校のカリキュラム・マネジメントや教師の指導によるところとなる。社会人や高等教育においてデータサイエンスが重要視されていることを考えると、その認識が初等中等教育現場により浸透することによって、算数科や数学科だけでなく、教科横断的にデータを活用した問題解決学習がデータサイエンス・リテラシーの素養を高めることになる。

引用文献

[1] 文部科学省：「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（リテラシーレベル・応用基礎レベル）」の認定・選定結果について https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/1413155_00011.htm (アクセス日 2023 年 2 月 10 日)

[2] National Council of Teachers of Mathematics: Pre-K–12 Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education II (GAISE II) (2020) https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GAISEIIPreK-12_Full.pdf (アクセス日 2023 年 2 月 10 日)

[3] Royal Society Advisory Committee on Mathematics Education: THE INTEGRATION OF DATA SCIENCE IN THE PRIMARY AND SECONDARY CURRICULUM (2018) https://royalsociety.org/-/media/policy/Publications/2018/2018-07-16-integration-of-data-science-primary-secondary-curriculum.pdf (アクセス日 2023 年 2 月 10 日)

[4] 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．9, 10 https://www.mext.go.jp/content/20211102-mxt_kyoiku02-100002607_04.pdf (アクセス日 2023 年 2 月 15 日)

[5] Stanford Graduate School of Education: Data Science | K-10 BIG IDEAS https://www.youcubed.org/data-big-ideas/ (アクセス日 2023 年 2 月 10 日)

論文集「人と環境」Vol. 16 (2023)
大阪信愛生命環境総合研究所編