

世界の算数・数学の教科書にみる データサイエンス教育の在り方

深澤弘美（東京医療保健大学）

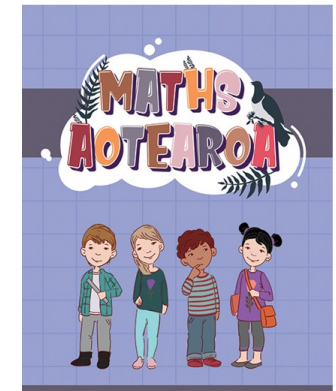
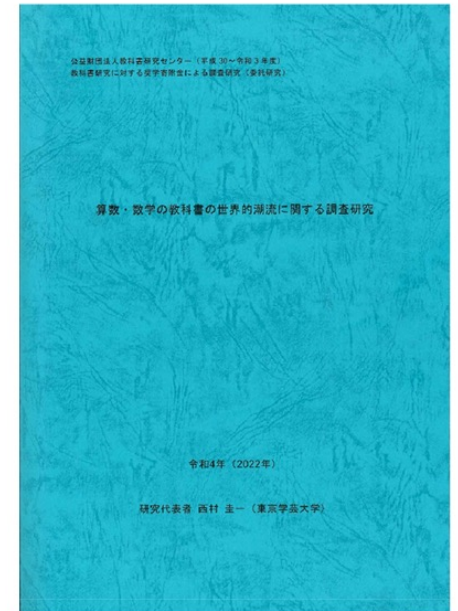
今日の内容

■世界の算数数学の教科書に見るDS教育の在り方

- 西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センターHP

- フィンランド，アメリカ，イギリス，ドイツ，
ニュージーランド，日本の算数数学の教科書

- ニュージーランドの小学校の教科書（昨年秋）



教科書のデジタル化, ICTツールの活用

ニュージーランドの教科書

- 生徒用, 教師用, スライド化された電子教科書, Vital Sources社対応の電子教科書, データ等ダウンロード可能なワークブックなど
- 教科書内の教材データ: URL
- 統計: ICTツールで分析, コンピュータの活用が前提
- デジタルデバイスを所有してしていない生徒への配慮

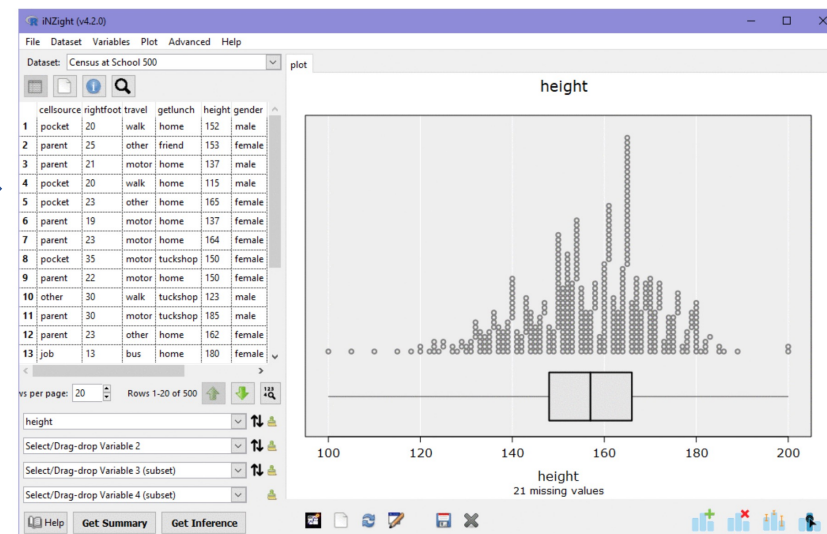
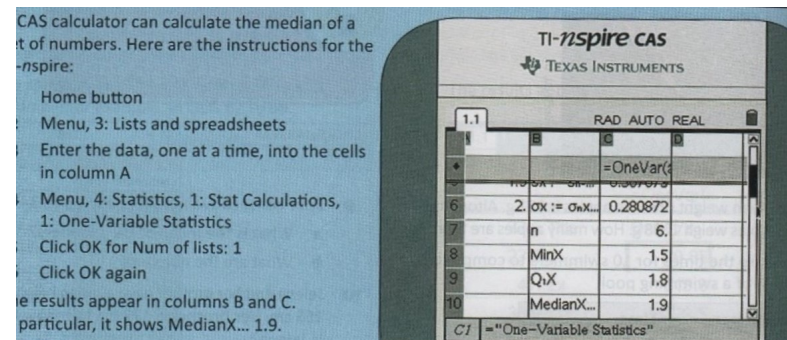
■ NZのICTツール (中学2年生の教科書)

数と代数

- 表計算ソフト・グラフ電卓

統計

- グラフ電卓, 表計算ソフトなどのICTツールの使用が前提
- 箱ひげ図の作成: グラフ電卓, **iNZight**



教科書のデジタル化, ICTツールの活用

ドイツ：mathe live 9e



- ドイツの教科書会社の大手 Klett社
- 2015 年 3 月出版
- 「SchoolBook of theYear2015」を受賞
- オンラインでもオフラインでもアクセスできるデジタル教科書, ワークシートなど利用可

Inhalt

- Eigene Materialien
- Kommentare 1
- Lösungen 1
- Kopiervorlagen
- Interaktives Material
- Testen und Fördern
- Lernzielraster / Lernjobs 10
- Arbeitshefte 1
- Werkzeuge 11
- Produkt

CO₂-Austausch und seine Folgen

Land	CO ₂ in Mio. t	CO ₂ in Mio. t	CO ₂ in Mio. t	Bevölkerung 2012 in Mio.
Weltweit	22 682	33 992	34 428	7058
China	2452	8876	9104	1350
USA	5461	6027	5799	313
Indien	626	1787	1812	1260
Russland	2369	1674	1703	143
Japan	1179	1311	1413	128

1 Was ist in der Tabelle aufgeführt?
2 Sortiere die Liste für die verschiedenen Jahre nach CO₂-Ausstoß.
3 Welches Land hat die größte Abnahme von 2011 auf 2012?
4 Welches Land hat den größten Ausstoß im Jahr 2012?
5 Wie groß ist der Rückgang in Deutschland gegenüber 1990? Gib das Ergebnis in % an.

6 Welches Land hat die größte Abnahme von 2011 auf 2012?
7 Welches Land hat den größten Ausstoß im Jahr 2012?
8 Wie groß ist der Rückgang in Deutschland gegenüber 1990? Gib das Ergebnis in % an.

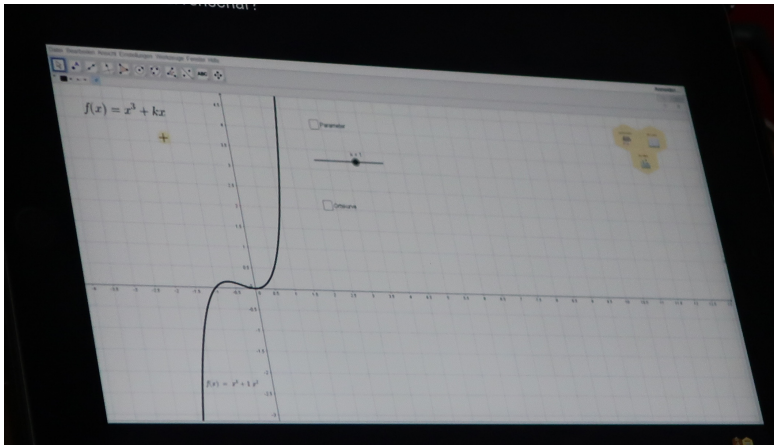
9 Welches Land hat die größte Abnahme von 2011 auf 2012?
10 Welches Land hat den größten Ausstoß im Jahr 2012?
11 Wie groß ist der Rückgang in Deutschland gegenüber 1990? Gib das Ergebnis in % an.

12 Welches Land hat die größte Abnahme von 2011 auf 2012?
13 Welches Land hat den größten Ausstoß im Jahr 2012?
14 Wie groß ist der Rückgang in Deutschland gegenüber 1990? Gib das Ergebnis in % an.

ここをクリックする

	A	B	C	D	E	F
1	CO₂-Ausstoß nach Ländern und weltweit					
2						
3						
4						
5	Sortiere die Liste für die verschiedenen Jahre nach CO ₂ -Ausstoß.					
6						
7		CO ₂ in Mio. t	CO ₂ in Mio. t	CO ₂ in Mio. t	Bevölkerung	
8	Land	1990	2011	2012	2012 in Mio.	
9	Weltweit	22 682	33 992	34 428	7058	
10	China	2452	8876	9104	1350	
11	USA	5461	6027	5799	313	
12	Indien	626	1787	1812	1260	
13	Russland	2369	1674	1703	143	
14	Japan	1179	1311	1413	128	

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

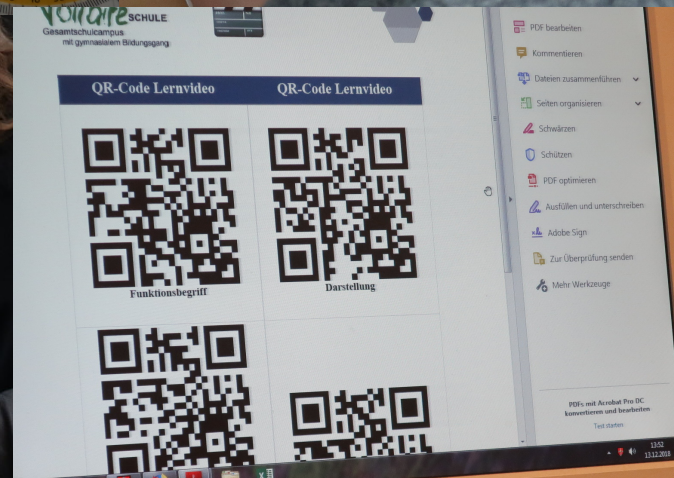


3. Nullstellen
 $f_k(x) = 0$
 $f_k(x) = x^3 + kx = 0 \quad | :x$
 $x_1 = 0 \quad ; \quad x_{2,3} = -k$

4. Extrempunkte
 notwendige Bedingung:
 $f'_k(x) = 0 \quad | :1$
 $f'_k(x) = 3x^2 + 2k = 0 \quad | :3$
 $x_{E1} = -\frac{2k}{3} \quad ; \quad x_{E2} = 0$

hinreichende Bedingung:
 (CAS) $f''_k(x) = 6x + 2k$
 $f''_k(-\frac{2k}{3}) = -2k$
 $f''_k(0) = 2k$

Fallunterscheidung:
 Kandidaten $x_{E1} = -\frac{2k}{3}$
 $f''_k(-\frac{2k}{3})$
 Tiefpunkt $(f''_k(x_E) > 0)$
 $f''_k(x_E) < 0$
 keine Aussage $f''_k(x_E) = 0$
 Koordinaten



安野史子・西村圭一・浪川幸彦（2021）．ドイツの総合制学校におけるICTを活用した数学の授業実践からの示唆－ヴォルテール総合制学校ポツダムの視察報告－．日本数学教育学会誌 数学教育 103(5)．46-59

ドイツの教科書：自律学習チェックリスト

授業時間90分間

前半30分間は一斉授業

後半60分間は個別学習

- ・ 個人で グループで
- ・ 教室で 学校内の他の場所で
- ・ 教科書やプリントの課題に取り組む
解説動画を視聴する生徒が多数
- ・ 自ら計画を立て「自律性」を持って課題に取り組む

Checkliste

Check-in
qr73wf

	Das kann ich.	Da bin ich fast sicher.	Da bin ich unsicher.	Das kann ich noch nicht.
1 Ich kann maßstabsgerechte Zeichnungen lesen und anfertigen. → mathe live - Werkstatt, Seite 184	☐	☐	☐	☐
2 Ich kann Brüche in Dezimalzahlen und Prozente umrechnen (und umgekehrt). → mathe live - Werkstatt, Seite 175	☐	☐	☐	☐
3 Ich kann die Winkelsumme in einem Dreieck und in einem Viereck zum Lösen von Aufgaben nutzen. → mathe live - Werkstatt, Seite 185	☐	☐	☐	☐
4 Ich kann einfache Gleichungen lösen. → mathe live - Werkstatt, Seite 191	☐	☐	☐	☐
5 Ich kann Schrägbilder zeichnen. → mathe live - Werkstatt, Seite 186	☐	☐	☐	☐
	Ich helfe anderen.	Ich übe weiter.	Ich frage andere.	Ich frage eine Lehrperson.

統計の学習に関連した共通点

- 高校生向け教科書は**文系用・理系用の2種類**が発行されている国が多く、文系用は統計の扱いが多い
- 話し合いや議論を即す問題や**探求課題**が豊富に掲載されている
- 現実事象と関連付けした**統計的確率**を多く扱っている

文系向け教科書の統計重視（高等学校）

ニュージーランド：科目「数学と統計」（高1-2），「数学」「統計」（高3）

理系
文系

Pearson 社の 教科書のタイトル		カリキュラム レベル	N Z の 学年	日本の学年	備考
Gamma	Mathematics	レベル 5・6	Y11	高校 1 年生	応用・統計少
	Fundamentals	NCEA Level1			基礎・統計多
Theta	Mathematics	レベル 7	Y12	高校 2 年生	微積重視
	Dimensions	NCEA Level2			統計重視
Delta Mathematics		レベル 8	Y13	高校 3 年生	微積
Sigma Statistics		NCEA Level3			統計

理系
文系

理系
文系

理系
文系

アメリカ，イギリス，フィンランドにも文系用教科書がある

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

文系向け教科書統計重視（高等学校）

選択 統計と確率Ⅱ

フィンランド

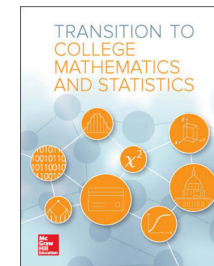
理系用 「長い数学」
必修 統計と確率

文系用 「短い数学」
必修 統計と確率
選択 統計と確率Ⅱ

離散的な確率分布	1 確率の求め方の復習
	2 繰り返しと2項確率
	3 2項分布
連続的な統計分布	1 連続変数の度数分布
	2 平均値と標準偏差
	3 分布の説明と比較
連続的な確率分布	1 連続的な分布の表現
	2 正規分布
	3 正規分布の適用
統計的推論	1 標本平均と信頼区間
	2 誤差の分布と信頼区間
追加	1 クロス集計
	2 統計グラフ
	3 標本分布
	4 標準誤差と標本のサイズ

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

文系向け教科書統計重視（高等学校） アメリカ



単元	単元の名称	単元のねらい	ページ数
1	カテゴリーカルデータの解釈	カテゴリーカルデータの解釈では，クロス集計表，条件付き確率および独立性についての理解を深めるとともに，ランダム化された実験データを用いて2つの治療法を比較することができるようになる。	101
2	変化をモデル化する関数	変化をモデル化する関数では，定量的な関係や，データのパターンをモデル化するために，線形関数，指数関数，二次関数，べき関数，周期関数，および対数関数の理解を深める。	98
3	数え上げの方法	数え上げの方法では，順列と組み合わせを使用して，数え上げの問題を解決したり，体系的に数え上げたりする能力を高める。	65
4	金融に関する意思決定の数学	金融に関する意思決定の数学では，定量的な関係，特に金融に関する数学モデルを含む関係を表現および推論する際に，線形関数，指数関数，対数関数および式や方程式を使用する能力を高める。	74

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

アメリカ

文系向け教科書統計重視（高等学校）

単元	単元の名称	単元のねらい	ページ数
5	二項分布と統計的推論	二項分布と統計的推論では，確率の法則，二項分布，期待値，モデルの検証，シミュレーション，無作為標本に基づく母集団についての推論，誤差の範囲，標本調査・実験・観察研究の比較，並びに，ランダム化がそれぞれにどのように関連するか，について理解を深める。	90
6	情報科学	情報科学では，アクセス，セキュリティ，精度，および効率性という主要な問題に焦点を当て，インターネットにおける情報処理に関連する数学的概念および方法の理解を深める。	97
7	空間の視覚化と表現	空間の視覚化と表現では，等高線図，断面図，レリーフマップを使用して，3次元の形状を視覚化および表現する能力を高める。また，3次元の形状とその特性を表現・解析するために用いる座標法や，線形計画問題や3変数の連立方程式並びに不等式を解くために用いる，グラフを用いた推論や代数的推論に関する能力を高める。	78
8	民主的意思決定の数学	民主的意思決定の数学では，投票や公平な分配に関して，民主主義社会で意思決定を行う際に役立つ数学的概念や方法の理解を深める。	71

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

アメリカの教科書（文系用）

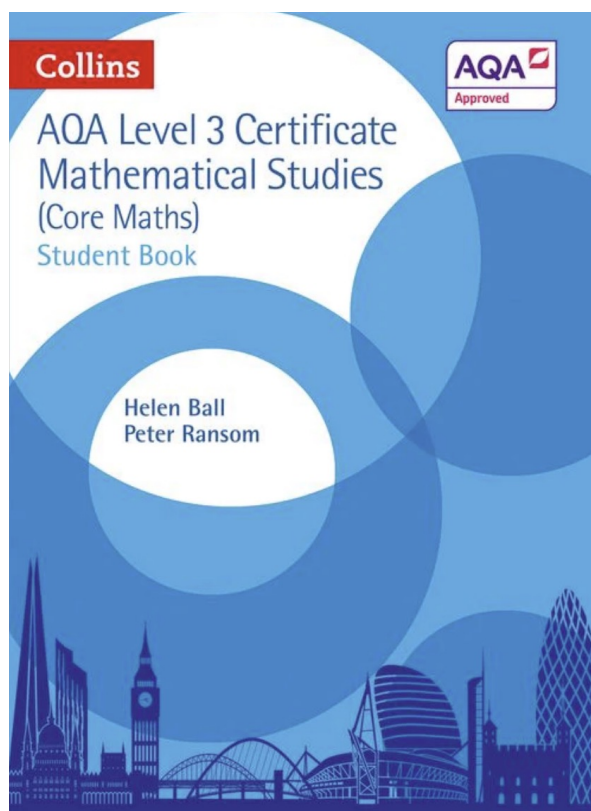
取り扱っているデータの例

- 喫煙と肺がんの問題
- 乳がんの問題
- 骨密度低下の問題
- HPVの問題
- ヒョウによる被害の問題
- 肥満の問題
- 食料摂取の問題
- ソーダ摂取
- 日焼けと皮膚がん
- イニング数（野球）と手術
- 喘息の薬と副作用
- ワクチン
- ケガと下肢器具の効果
- 歯痛とクローブオイル
- カーブボールと手術
- 飲酒運転
- メールの回数
- 妊婦の骨盤内優利益の超音波試験の正確性
→偽陽性，偽陰性，感度，特異度

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

文系向け教科書統計重視（高等学校）

イギリス

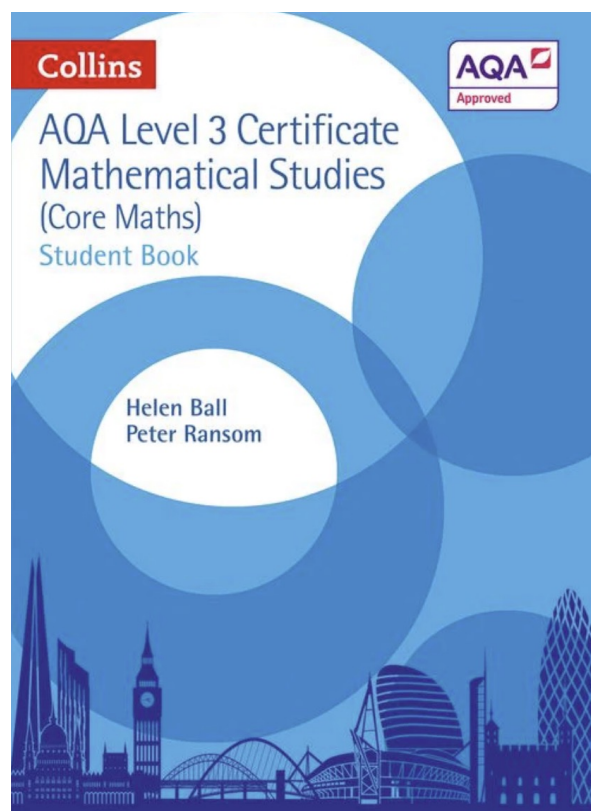


- GCSE の成績が B,Cだが A/AS レベルは必要ないという生徒を対象に設けられた、新しい資格試験がCore Maths.
- 大学で、工学、経済、ビジネス、社会科学等を学ぼうとする生徒を主な対象
- 方法知の学習目標の明示
(例) 「7章 相関と回帰」：外れ値の考えを理解するすなわち、外れ値を特定し、理解し、適する直線を引く際に、それを含めるかどうかを決める
- 教室で学ぶことを前提とした構成
- クラスメイトと話し合うよう指示がなされている「議論」を中心とする構成

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

文系向け教科書統計重視（高等学校）

イギリス



1. データの分析
2. 個人のファイナンスのための数学
3. 見積
4. 与えられたデータやモデルの批判的な分析
5. 正規分布
6. 確率と推定
7. 相関と回帰
8. クリティカルパス分析
9. 期待
10. 費用便益分析
11. グラフィカルな方法
12. 変化の割合
13. 指数関数

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

話し合いや議論を促す探求課題が豊富

イギリス：「説明しなさい」ではなく「批判的に分析しなさい」

批判的な分析を行うことにより推測（インフォーマルな推測）

→結論として問題を解決するための提案

アメリカ：アクティブラーニング重視

問題状況の協調的探求：クラス全体でその探求における

・数学的アイディアや原理を分析して抽象化→それらを適用する活動

ニュージーランド：各単元に探求課題，ExcelファイルをDL

PPDACサイクル（統計的探求サイクル）と題した章

（練習問題，分析事例，分析の結果のまとめ方やレポートの読み方）

ドイツ：中学校までに学習した内容を現実の問題解決に活用する探求学習

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

現実事象と関連付けした統計的確率

フィンランド

現実事象と関連付けた統計的確率を用いた問題が多い

「糖尿病の遺伝」「香水を瓶に充填する機械」など

アメリカ

カテゴリカルデータの分析と題して、頻度を集計してカテゴリーごとの割合や相対度数を計算し、相対的比較および推論（リスク比較）を行う学習.

「危険な行動をとることで起こりうる結果の計算」「治療の有効性の評価」

医療（病気・肥満・食料摂取）・金融・地図・政治・民族

ドイツ「数学と環境」

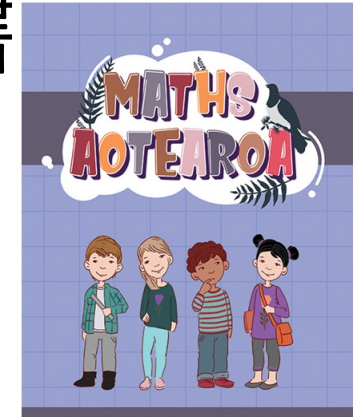
各国の教科書では現実事象と関連した課題が掲載され、数学的な内容や方法知の獲得だけではなく、生活の仕方そのものについて見直す機会の提供

資料：西村他（2022）「算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究」，教科書研究センター

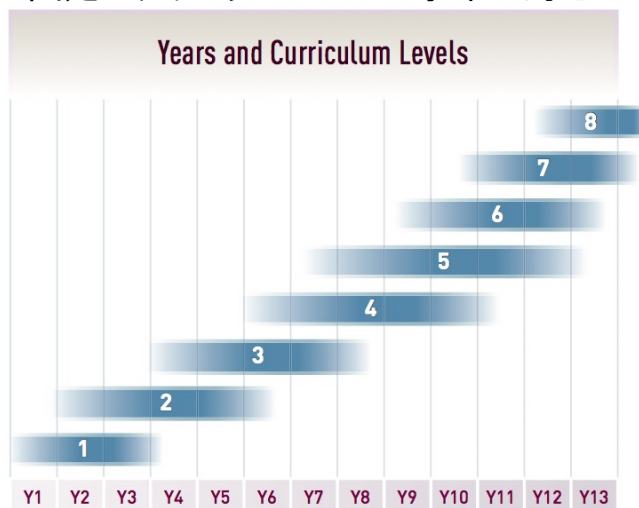
ニュージーランドの初等教育の教科書

Maths Aotearoa：アオテアロア(NZ)の数学

- 国定カリキュラムに準拠
- 科目名「数学と統計」の教科書



国定カリキュラムレベルと学年の対応



資料：NZ教育省（2015）

Maths Aotearoaのカリキュラムレベル・学年の対応

シリーズ番号	カリキュラムレベル	NZ の学年	日本の学年	発行年
1A	レベル 1	Y1	幼稚園	2021
1B		Y2	小学校 1 年生	2021
2a	レベル 2	Y3	小学校 2 年生	2019
2b		Y4	小学校 3 年生	2019
3a	レベル 3	Y5	小学校 4 年生	2022
3b		Y6	小学校 5 年生	2022
4a	レベル 4	Y7	小学校 6 年生	2022
4b		Y8	中学 1 年生	2022

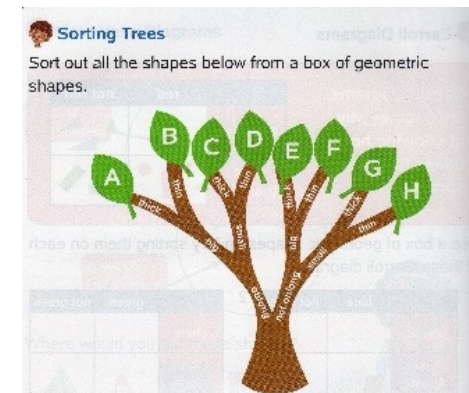
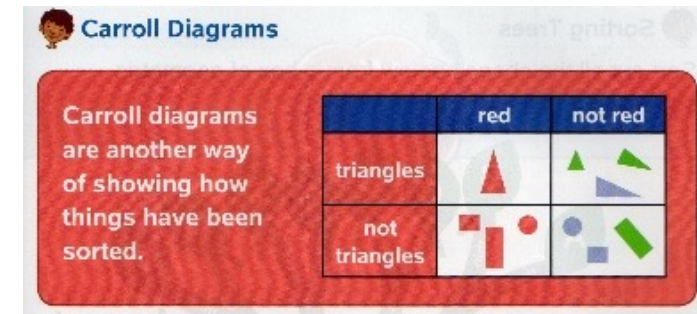
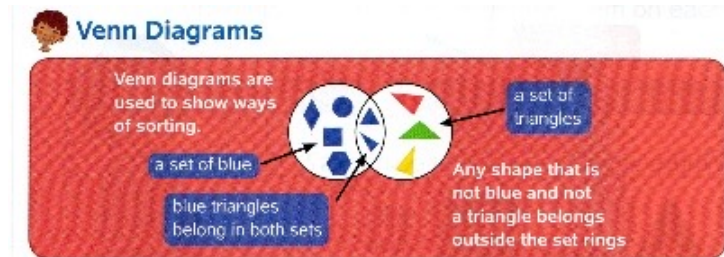
小学校低学年の教科書 (2A)

- 日本の小学校2年生に対応する教科書
- 国定カリキュラムレベル2に準拠

第29章「データの収集と表示」

第30章「データの分類」

- ベン図
- クロス表
- 樹形図 を使って図形を種類ごとに分類する方法を学習する



Charlotte Wilkinson(2019)

小学校中学年の教科書：3年生（2B）

第29章「データの並べ替え」

学習目標

- 表にデータを整理して並べ替える
- ICTツールを用いて表を作成する
- データを意思決定や問題解決に活用する

演習：紙またはコンピュータ（WORD, EXCEL）
を使ってデータを整理する

14名の生徒の年齢，誕生月，目の色などのデータを入力

- 11月生まれは女子と男子どちらが多いですか？
- 1番年の小さい男子は12月生まれですか？

Charlotte Wilkinson(2019)

Compare your table with someone else. Are they exactly the same or could they be slightly different?

Look at the following table:

Name	Girl or Boy	Age	Birth Month	Eye Colour
Emily	Girl	16	December	Blue
Kristina	Girl	12	November	Brown
Jonathon	Boy	14	November	Blue
William	Boy	11	April	Blue
Rachel	Girl	15	October	Blue
Emma	Girl	13	May	Brown
Arwen	Girl	11	March	Brown
Bethan	Girl	6	March	Brown
Megan	Girl	11	February	Blue
Julie	Girl	9	February	Blue
Sarah	Girl	8	November	Blue
Nathan	Boy	8	November	Blue
Joshua	Boy	10	January	Brown
Ben	Boy	7	December	Brown

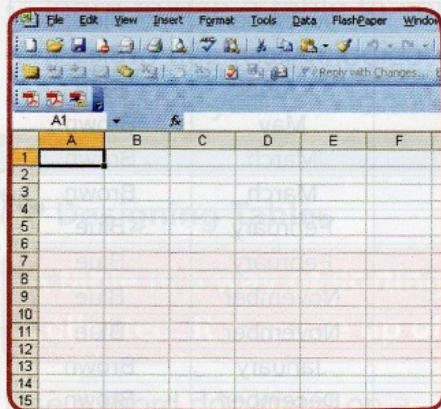
Read each sentence and use the table to say whether the statement is true or false.

- 1 William has blue eyes.
- 2 If you are born in March you have brown eyes.
- 3 There are more boys born in November than girls.
- 4 The oldest person is a girl with blue eyes.
- 5 The youngest person is a boy with brown eyes.
- 6 William was born in April.
- 7 The youngest boy was born in December.
- 8 All eight-year-olds were born in November.

Other ways of sorting help you to see information even more clearly.

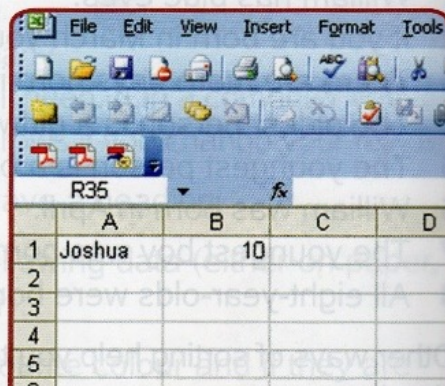
Designing Tables on a Spreadsheet

Open a spreadsheet on a computer. You will see the spreadsheet is made up of columns and rows like a table. Each space in the table is called a cell.



You can type words or numbers in each cell.

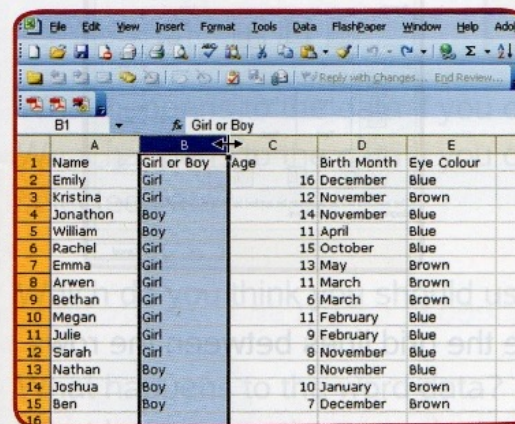
Type your name in one cell and your age in another cell. What do you notice?



Type the information of the first 7 rows of the table on page 191 onto a spreadsheet.



Place the cursor between the letters on the top row, then click and drag to widen the columns if necessary.



Charlotte
Wilkinson(2019)

When all your data is in the table, use the cursor to left click and drag across the table from top left to bottom right to highlight the whole table.

Click on the following sequence to draw a grid for your table.

Click Format

Click Cells

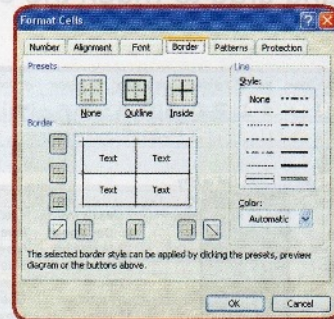
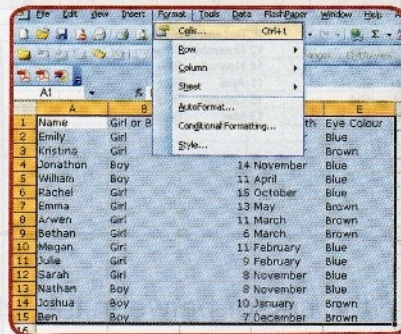
Click Borders

Click Outline and Inside

Click OK.

Your table should now have the grid lines between the rows and columns drawn in.

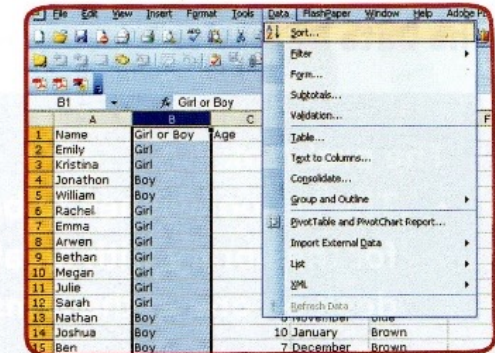
Using a table on a spreadsheet allows you to sort your data in the table.



Using the icons  you can sort the data in a column.

Select the 'Girl or Boy' column by clicking on the letter at the top of the column.

Select Sort and either Ascending or Descending.



You will be asked whether you want to expand the selection.



What happens to the data if you choose yes?

What happens to the data if you choose to use just the selected data?

Which do you think you should use, and why?

What happens to the word data?

What happens to the numerical data?

Charlotte
Wilkinson(2019)

小学校中学年の教科書：3年生（2B）

第29章「データの並べ替え」の探求課題

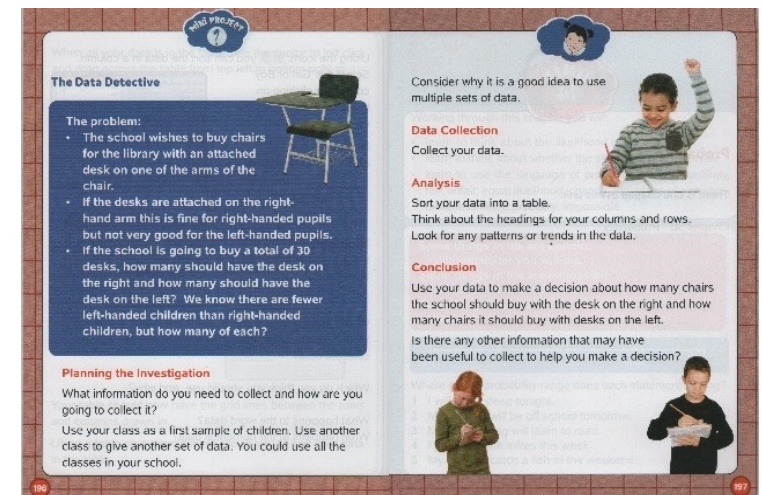
Charlotte Wilkinson(2019)

■問題

学校では図書館用の**机付きの椅子の購入を検討**しています。右側に机がついている椅子は右利きの人には使いやすいですが、左利きの人には少し不便です。もし学校が合計30客の椅子を購入するとしたら、**右側に机のついている椅子と左側に机がついている椅子、それぞれ何脚ずつ購入すべきでしょうか。**左利きの人の方が少ないことはわかっていますが、実際には何人なのでしょう。

■調査の計画

- 収集すべき情報は何か。そしてそれをどのように集めますか？
- あなたのクラスをはじめのサンプルとして使いましょう
- 他のクラスは別のデータセットになるでしょう
- 学校すべてのクラスの情報を活用できるでしょう
- 複数組のデータを使うことがなぜ良いのか考えましょう



小3探求課題(「データの並べ替え」p.196)

小学校中学年の教科書：4年生(3A)

第30章「データの収集と表示」

- PPDACのサイクルのData
 - 集めたデータをドットプロット，幹葉図を用いて視覚化
多変量のデータを種類ごとに並べ替える
 - カードを使う
 - 性別，誕生月，身長，好きな色の4項目を記載
 - 並べ替えを行い，問に答える
- ① 6月に生まれた男子生徒は何人ですか
 - ② 最も身長の高い生徒は男子生徒ですか女子生徒ですか
 - ③ 黄色が好きな女子生徒は何人ですか
 - ④ 身長が1番小さい女子生徒が生まれた月は何月ですか
 - ⑤ 1番身長の高い男子の好きな色は何でしょう
 - ⑥ 赤が好きな6月生まれの人は何人ですか
 - ⑦ 5月に生まれた男子生徒のうちブルーが好きではない人は何人ですか



Charlotte Wilkinson(2022)

小学校高学年の教科書：5年生(3B)

第29章「データの収集と表示と読み取り」

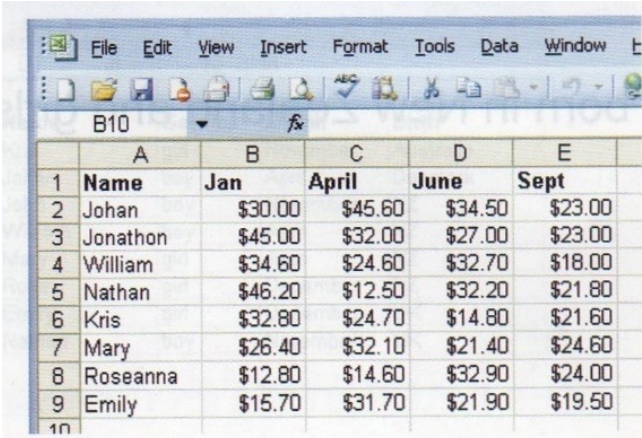
- 収集したデータから様々なグラフ表現などを学習する
- グラフから適切な読み取り
- データをもとに結論をまとめる

探索課題：小説等の文章で以下の2点を調査する。

- アルファベット「e」は最も使用される母音である
- アルファベット「s」は最も使用される子音である

第30章「コンピュータを使った統計」

- スプレッドシートにデータを入力して並べ替え
- データの整理・集計の方法を学ぶ



The screenshot shows a spreadsheet application window with a menu bar (File, Edit, View, Insert, Format, Tools, Data, Window) and a toolbar. The active cell is B10. The spreadsheet contains the following data:

	A	B	C	D	E
1	Name	Jan	April	June	Sept
2	Johan	\$30.00	\$45.60	\$34.50	\$23.00
3	Jonathon	\$45.00	\$32.00	\$27.00	\$23.00
4	William	\$34.60	\$24.60	\$32.70	\$18.00
5	Nathan	\$46.20	\$12.50	\$32.20	\$21.80
6	Kris	\$32.80	\$24.70	\$14.80	\$21.60
7	Mary	\$26.40	\$32.10	\$21.40	\$24.60
8	Roseanna	\$12.80	\$14.60	\$32.90	\$24.00
9	Emily	\$15.70	\$31.70	\$21.90	\$19.50

Charlotte Wilkinson(2022)

小学校高学年の教科書：6年生（4A・4B）

4A 日本の6年生

第22章「時系列グラフ」

- 時系列グラフを正しい読み取り
- グラフの内容に応じてデータが急激に変化する原因を検討する
読み取りのポイントとして、
 - 外れ値
 - 急激な変化
 - 長期的傾向（トレンド）
 - 季節的なパターンや周期 について学習する.

第23章「グラフの読み取り」

4B 日本の中学1年生

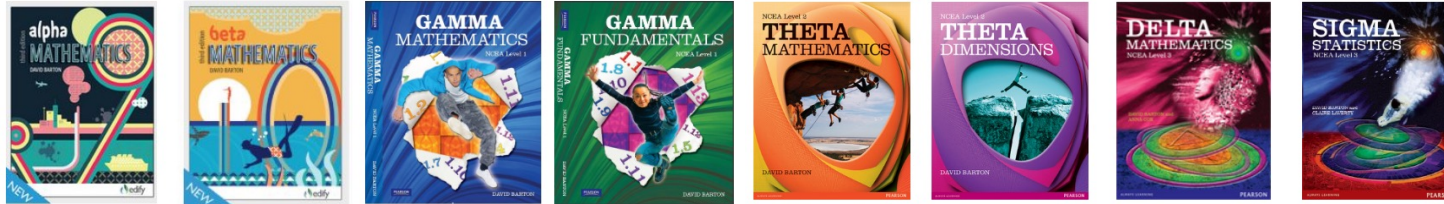
第22章「Working with the Data」

- 円グラフ，割合の比較
- 平均，中央値，最頻値，範囲，クラスター，外れ値
- 背中合わせの幹葉図で男女の比較，クラス間の比較

第23章「Using the Statistical Enquiry Cycle」

Charlotte Wilkinson(2022)

中等教育の教科書：David Barttonシリーズ



教科書のタイトル		カリキュラム レベル	N Z の 学年	日本の学年	備考
Alpha		レベル 4・5	Y9	中学 2 年生	684 ページ(66)
Beta		レベル 5	Y10	中学 3 年生	750 ページ(107)
Gamma	Mathematics	レベル 5・6 NCEA Level1	Y11	高校 1 年生	応用・統計少
	Fundamentals				基礎・統計多 440 ページ (115)
Theta	Mathematics	レベル 7 NCEA Level2	Y12	高校 2 年生	微積重視
	Dimensions				統計重視
Delta Mathematics		レベル 8	Y13	高校 3 年生	微積
Sigma Statistics		NCEA Level3			統計

必修はlevel6まで
カッコ内は統計の
ページ数

理系

文系

理系

文系

理系

文系

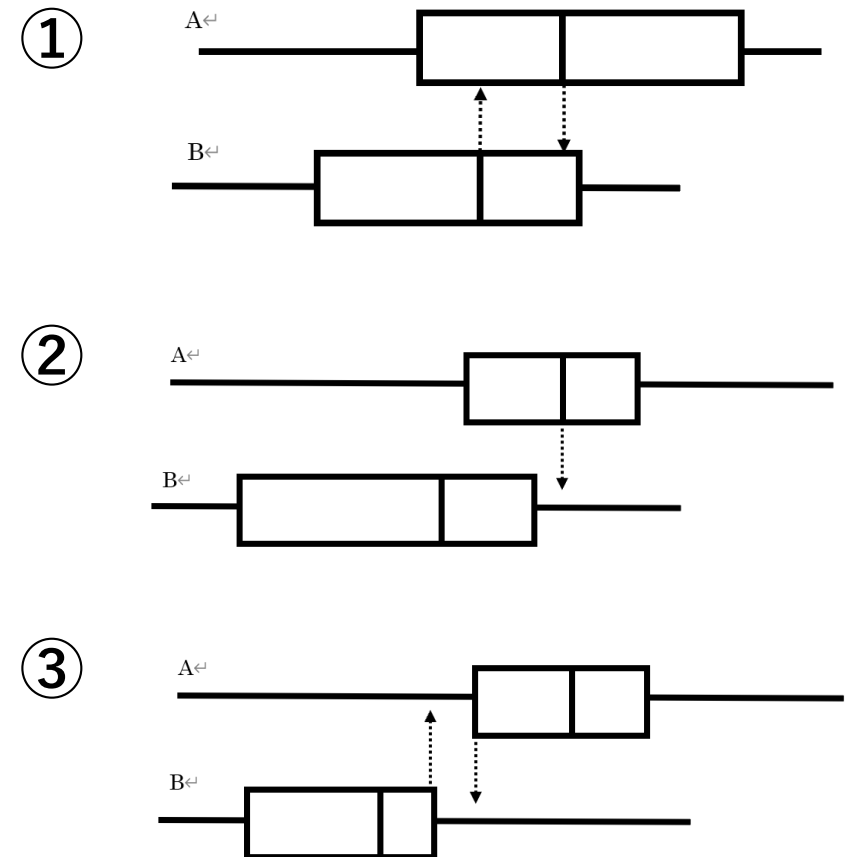
インフォーマルな推論 ニュージーランド

ヤー⑩	ダス4日
アバヤー 2 ⑩キロ (a lpha)	メル世キン31日窠(九)⑩社⑩km ³ 惣
アバヤー 3 ⑩キロ (beta)	助⑩(土)从⑩アバ伸乳⑩rad/s 嘲(九)⑩社介惣
グラ最 1 ⑩キロ (gam m a)	助⑩円偉⑩(財)特アバ伸乳⑩、(九)⑩社介惣
グラ最 2 ⑩キロ (theta)	休⑩キ⑩下― ⑩タへ⑩pc金僕シ⑩適⑩(二)監介惣 $\text{伝⑩} \text{⑩アバ伸乳} \pm 1.5 \times \frac{\text{乳キガrad/s 円偉}}{\sqrt{\text{伝⑩} \text{⑩レ(月)有}}}$
グラ最 3 ⑩キロ (sigm a)	ク― 6月⑩6月⑩1月ケベ⑩⑩有⑩特14日伝⑩⑩適⑩(二)監介攪 キ⑩下― ⑩タへ⑩pc金僕シ⑩適⑩(二)監介攪

箱ひげ図で推測

- ① 中央値が他方の箱の中に納まる場合
→Aの方がBより大きいとは判断できない
- ② 中央値が他方の箱の外に位置する場合
→Aの方がBより大きい傾向がある
- ③ 箱が重ならない場合
→Aの方がBより大きい傾向がある

※外れ値の影響を排除するために、箱の内側のみに着目

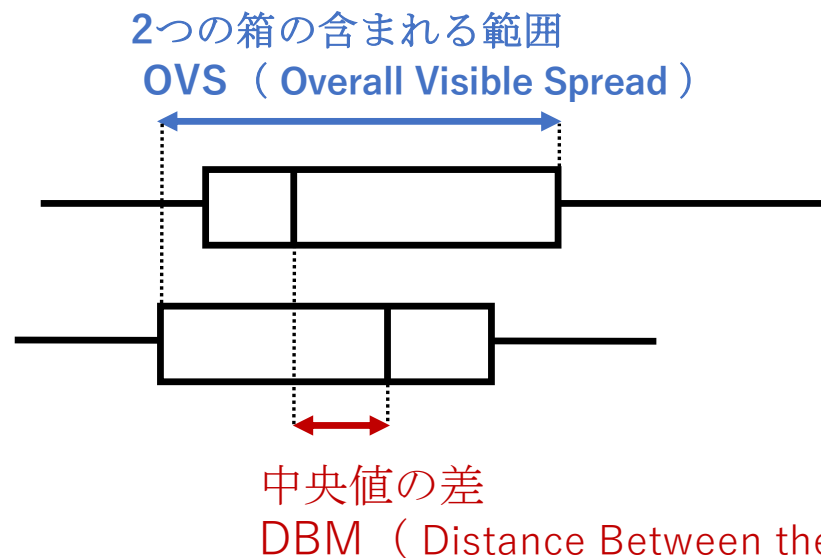


David Barton(2011)

箱ひげ図を用いたインフォーマルな推測

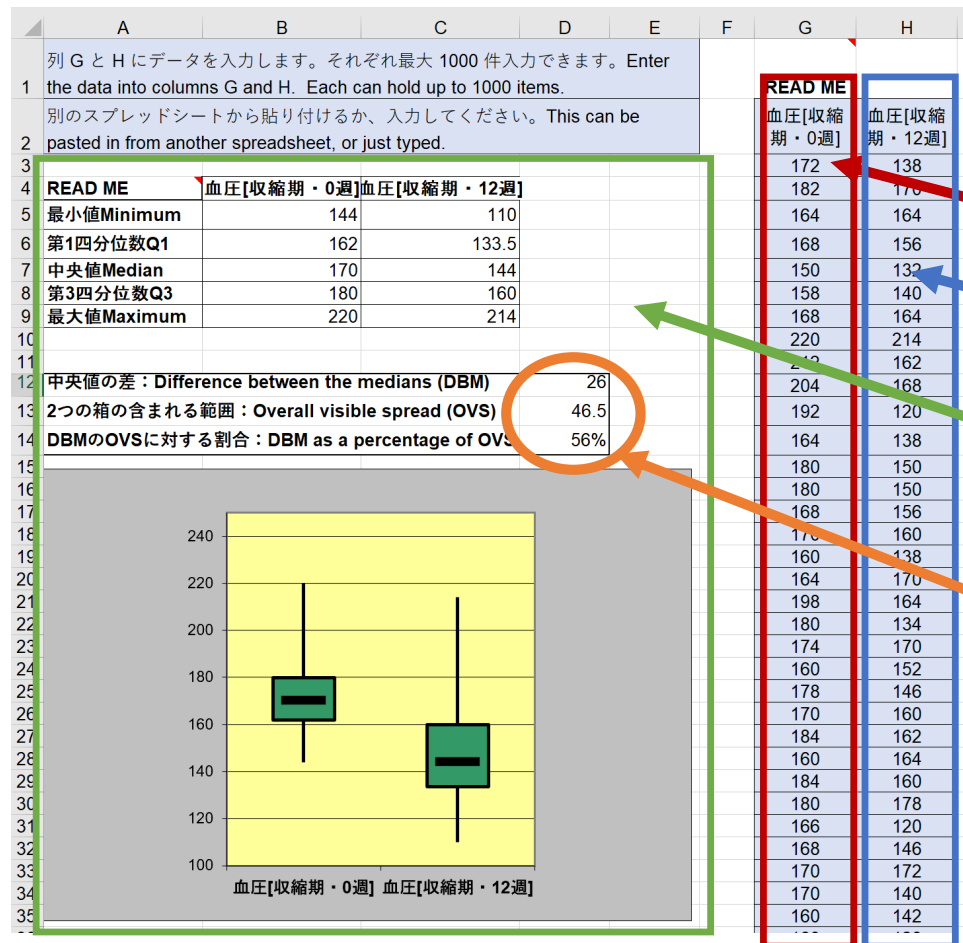
母集団に対して「一方は他方より大きい」と主張するために、箱ひげ図を比較

「中央値の差」と「2つの箱の含まれる範囲」に着目する



標本の 大きさ	母集団に対して 「一方は他方より大きいまたはその逆傾向がある」
30	$DBM > 1/3 OVS$ か DBM の OVS に対する割合 $> 33\%$
100	$DBM > 1/5 OVS$ か DBM の OVS に対する割合 $> 20\%$
1000	$DBM > 1/10 OVS$ か DBM の OVS に対する割合 $> 10\%$

Excelで箱ひげ図の比較



グループAのデータ (1000件まで)

グループBのデータ (1000件まで)

箱ひげ図のもととなる数値

DBM
OVS
DBMのOVSに対する割合

David Barton(2011)

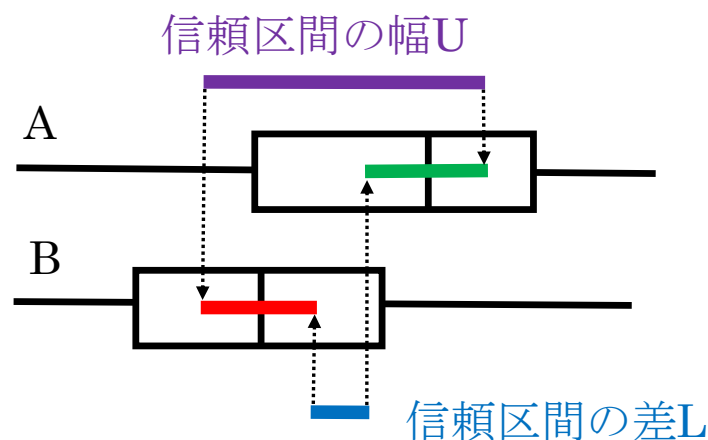
箱ひげ図（5数要約）と信頼区間

【母集団の中央値に関するインフォーマルな信頼区間】

$$\text{標本の中央値} \pm 1.5 \times \frac{\text{四分位範囲}}{\sqrt{\text{標本の大ささ}}}$$

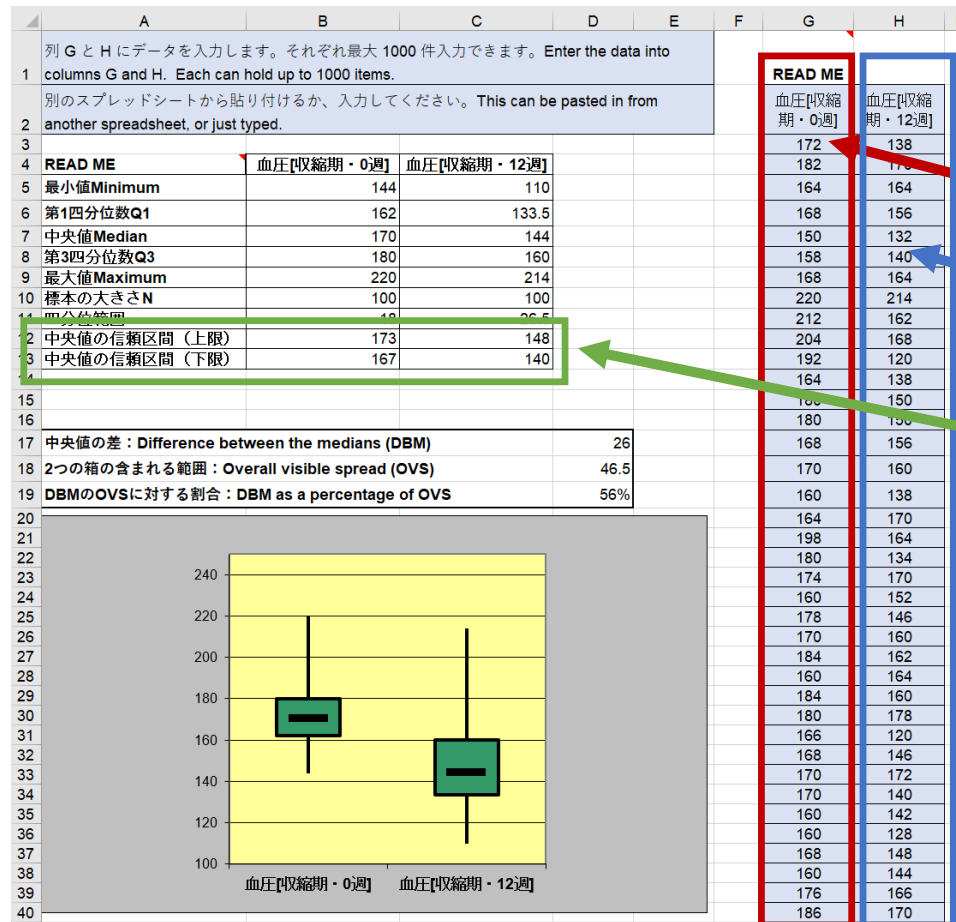
※母集団の中央値の90%の信頼区間のおおよその値で推測を行う

【インフォーマルな信頼区間を用いた推論】



信頼区間の差L(青の範囲)が
差 $L > 0$
ならば母集団Aの中央値はBより大
きいと判断できる

Excelで中央値の信頼区間



グループAのデータ（1000件まで）

グループBのデータ（1000件まで）

中央値の信頼区間

David Barton(2012)

ブートストラップ法を用いた推論①

標本	169	170	177	170	185	165	171	132	181	188	150	185	171
	167	180	150	183	180	191	165	196	187	172	172	175	

← 標本の大きさ：25

- ① 標本データから**1000回再標本**を抽出する
- ② 抽出した再標本すべてにつき中央値を計算する
- ③ 信頼区間の上限を計算する(1000個の中央値のうち**上位26番目(2.5%)の値**)
=SMALL(\$R\$6:\$R\$1005,26)
- ④ 信頼区間の下限を計算する(1000個の中央値のうち**下位26番目(2.5%)の値**)
=LARGE(\$R\$6:\$R\$1005,26)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Census@School_Arspan(高校1年生)																					
2	標本	169	170	177	170	185	165	171	132	181	188	150	185	171	167	180	150	183	180	191	165	196
3	中央値	172																				
4	標本の大きさ	25																				
5															再標本:1000回			中央値	中央値の範囲			
6	再標本1	170	171	132	165	181	180	170	177	167	169	185	172	132	171	175		171	165 ~ 187			
7	再標本2	185	185	172	181	181	150	171	187	172	171	196	171	181	170	172		172				
8	再標本3	171	165	180	175	132	171	196	180	170	132	165	175	150	180	150		171	中央値の95%信頼区間			
9	再標本4	169	132	180	171	180	185	180	191	185	132	170	185	187	150	191		180	169 ~ 183			
10	再標本5	183	167	172	172	171	172	187	170	185	191	183	165	188	196	167		172				

David Barton(2013)

ブートストラップ法を用いた推論②

[illegible]

David Barton(2013)

統計リテラシーの評価

- ペーパー試験，口頭試問による内部評価
- 統計検定など外部評価
- ICTツールの操作スキルやデータの基礎的な操作（たとえば，並べ替えなど）の評価

- 統計的問題解決評価（深澤・和泉・櫻井（2017））

問題(Problem)	グループ評価 (自己評価・相互評価)
計画(Plan)	
データ(Data)	
• 収集	
• クリーニング	グループ評価 (自己評価・相互評価)
分析(Analysis)	
• 統計指標	
• 統計グラフ	
• 2変量の関係(当該学年までに学習すべき内容)	
結論(Conclusion)	口頭試問等による個人評価
プレゼンテーション	
統合的達成度	口頭試問等による個人評価

統計的問題解決評価項目

		1	2	3	4	5
P(問題)		問題を理解することができなかった	提示された問題を使うことはできた	提示された問題を自らの問題として使うことができた	自らテーマを設定し、そこでの課題を考え、具体的に問題を捉えることができた	自らテーマを設定し、そこでの課題を考え、具体的に統計の問題として捉えることができた 仮説を立てることができた
P(計画)		必要な計画を理解できなかった	プロジェクトの計画を立てることができなかった	計画の概略を作ることができた データの仕様に關して言及できた データの収集、クリーニングに関する計画を立てた	適切で根拠のある計画を立てた	適切で根拠のある計画を立てた 分析の見通しを立てることができた
D(データ)	収集	必要なデータを理解できなかった	問題に合ったデータを収集できなかった	データが収集できない、不適切などの理由により問題の解決につながらない不十分な部分があった	問題解決につながるデータを集めることができた	問題解決につながるデータを集めることができた データの不備や欠損、次への課題についても発展的に考えることができた
	クリーニング		問題に合ったデータのクリーニング実行できなかった	データのクリーニングが不適切などの理由により問題の解決につながらない不十分な部分があった	問題解決につながる適切なクリーニングを実行した	問題解決につながる適切なクリーニングを実行した データの不備や欠損、次への課題についても発展的に考えることができた
A(分析)	統計指標	統計的内容を活用できなかった 中心の位置(平均値、中央値、最頻値)、ばらつき(範囲、四分位数、標準偏差、分散)などの記述的要約もできなかった	平均、中央値、範囲、四分位数、標準偏差、分散など公式通り計算することはできたが、表面的な理解にとどまり公式を反復的に使っただけだった	平均、中央値、範囲、四分位数、標準偏差、分散など、中心、散らばりを示す指標を計算し、データに合わせて使い分けることができた	必要となる統計的概念と手法を考え、広範囲にわたる統計の内容を適切に使った 帰帰式、予測に触れるなど若干のカリキュラムを超えた内容も使った 統計的な説明は簡潔であった	広範囲な統計の内容が問題解決に活用され、それ以上のものも適用された 一般には適用されない手法にも試みた オリジナリティが見られた
	統計グラフ	雑で正しくない	棒グラフ、ヒストグラムなど分布を示すグラフ、構成比率を示す円グラフなどを用いてデータを視覚化することが試みられた グラフのタイトル、ラベルに不備、ヒストグラムと棒グラフの違いなどが区別できていなかった	適切に分布を比較するためのグラフ(棒グラフ、ヒストグラム)を作成できた 箱ひげ図も活用できた	分布を示すグラフ(ヒストグラム、パレート図)と指標を適切に活用し、正しい解釈を示した	グラフと指標を正しく活用し、条件の違いやグループでの比較、対象の分類にも試みた
	2変量の関係	2変量の関係について分析できなかった	2変量の関係についても分析したが、不適切な箇所もあり、うまく適用されたとは限らない	2変量の関係について分析を試みたが背後にある問題とかみ合っていない点が見られた	2変量の関係について検討し適切に分析した	2変量の関係について適切に分析し、予測、問題解決に活用した。帰帰式にも言及した。
G(まとめ)		結論に至らなかった	不十分な点があるが結論をまとめることができた	結論を適切にまとめることができた	問題の意味を広く認識し、結論をもとにさらにそれを広げようとした 結果を明確に説明できた	一般化することにより問題を解決した 仕事は完結し、問題やデータの背景および自らの結論の意味、影響についても説明した
プレゼンテーション		計画性がなく発表や議論が継続できない つながりのない短い議論や発表であった 結果がほとんどまとめられていないもしくはその試みすらない	十分に表現できなかった 論理的な展開が欠けていた 比較的重要ではない事柄に焦点が当てられ、重要な事柄に関する議論や発表がなかった 作業の順に発表するだけで、その順番を再度論理的に構築し直していない	努力を継続し、適切なプレゼンテーションだった 理にかなったまとめができたが、若干、軽快でないところや強調すべき所を誤っている箇所があった	明快なまとめ、満足できるプレゼンテーションだった 作業は論理的な順番で構成され、結果の一般化に対して十分に正当性がある	プレゼンテーションは、わかりやすく、図表、グラフが適切に活用された 結論とその一般化は、理にかなった文章で表現された まとめは、作業の主要部分で得た結果を反映した内容であった 異なる意見についても、まとめに盛り込まれていた
総合的達成度		学んだ理論や手法をほとんど理解できていない 学んだことをほとんど使うことができない 多くの助けをかりた	理論や手法を十分には理解できなかった 基本的な方法を真似して使うことができるが、これを超越するためには助けが必要 先生やグループの仲間、お手本(書籍、ネット上の情報など)の助けを借りた ほとんど自分では作業をできなかったが、いくつか問題解決のために挑戦できた	当該のプロジェクトについて、そこで使われた手法について理解している プロジェクト全体を理解し学んだことを実行できる 先生や仲間から多少の助けをかりた 多少は自身の考えをもとに、形式的なやり方を実行できた	当該プロジェクトで使われた統計的手法を異なる状況への対応、応用、拡張はできない プロジェクトの全体を理解して実行でき、詳細な議論やまとめを作成できる 問題解決のサイクルをうまく実行できた 多少の助けをえながら、自ら実行し発展させた	当該プロジェクトで使われた統計的手法を異なる状況への対応、応用、拡張のアイデアを持ち、さらなる実行を試みた 当該のプロジェクトについて流暢に説明、文章化できる よく計画され問題解決のサイクルが(ときには複数回)うまく実行できた 自ら作業できた 参考書など資料を有効に活用できた

グル
評

統計リテラシー（知識・技能）の評価

- 到達度レベルにあった評価
 - 項目反応理論
 - 問題データベースの構築
 - 評価ルーブリックの作成

箱ひげ図の理解と利用に関する評価

1	2	3	4	5
箱とひげの意味を理解し、5数との対応、四分位ごとの割合を正しく読み取ることができる	時系列に並ぶ箱ひげ図や、性別ごとの箱ひげ図を正しく比較できる	複数の箱ひげ図から全体を考察し正しく分布を読み取ることができる	度数分布表、ヒストグラムとの対応を理解し、正しく分布を読み取れる	ひげや箱の間に位置する値についても正しく理解し、箱ひげ図を正しく読み取り問題解決に活かすことができる

まとめ

■教科書のデジタル化，ICTツール活用状況

■統計・DS関連の共通点

- ① 高校生向け教科書は**文系用・理系用の2種類**が発行されている国が多く，文系用は統計の扱いが多い
- ② 話し合いや議論を即す問題や**探求課題が豊富**に掲載されている
- ③ 現実事象と関連付けした**統計的確率**を多く扱っている
 - ・ 生徒に身近なテーマ（学年，身長，体重，好きなブラウザ，小遣い，アルバイトの収入，反応速度など），ドッグフードの値段，砂糖の摂取量など）
 - ・ 実社会で生きるテーマ：生活を見直す機会を与える（医療，健康，運動，環境など）

■ニュージーランドの教科書

- ・ ICTツール（Excel）の使用（小学校3年生から）
- ・ ほとんどのデータファイルのダウンロードが可能
- ・ インフォーマルな推論（イギリス・ニュージーランド）

■統計リテラシーの評価

- ・ 問題データベースの構築
- ・ 評価ルーブリックの作成

参考文献

- 西村他 (2022), 算数・数学の教科書の世界的潮流に関する調査研究
(<https://textbook-rc.or.jp/wp-content/uploads/2022/10/80160bf7b38e4d1fd6ab6aa113f8bd3e.pdf>)
- NZ教育省(2015), The New Zealand Curriculum, Year and Curriculum Levels,
<http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum>
- Charlotte Wilkinson(2019), Maths Aotearoa 2A Student Book, Edify
- Charlotte Wilkinson(2022), Maths Aotearoa 3B Student Book, Edify
- Charlotte Wilkinson(2022), Maths Aotearoa 3A Student Book, Edify
- Charlotte Wilkinson(2022), Maths Aotearoa 4A Student Book, Edify
- Charlotte Wilkinson(2022), Maths Aotearoa 4B Student Book, Edify
- David Barton(2017), Alpha Mathematics, Edify
- David Barton(2019), Beta Mathematics, Edify
- David Barton(2011), Gamma FUNDAMENTALS NCEA Level1, PEARSON
- David Barton(2012), Theta DIMENSIONS NCEA Level2, PEARSON
- David Barton(2013), Sigma STATISTICS NCEA Level3, PEARSON

謝辞

- 本研究は，統計数理研究所・共同研究利用・重点型研究（2022-ISMCRP-4203：統計基礎リテラシー評価におけるコンピュータ適応型テストに関する研究の助成を受けた．統計数理研究所の船渡川氏より貴重なコメントを頂いた．ここに記して感謝の意を表したい．