

大学数学教育の課題

© Osaka Metropolitan University All Rights Reserved.

2025年9月16日

日本数学会秋季総合分科会 教育シンポジウム
変わりゆく数学教育
ー学習指導要領の改訂と大学数学教育のゆくえー

大阪公立大学副学長
高橋 哲也



- 大阪公立大学理事・副学長・教育推進本部長・法人CIO
(教育、計画・評価、情報・・・)
- 特色GP「大学初年次数学教育の再構築」(2007-2009)、大学教育推進プログラム「学士課程教育における数学力育成」(2010～2011) プログラム責任者
- 大学教育学会課題研究「学士課程教育における共通教育の質保証」サブテーマ2「数理科学教育の質保証」代表 (2013-2015)
- 日本数学会教育委員会委員長 (2015-2017)
- 日本学術会議連携委員 数理科学委員会数学教育分科会委員 (2015-)

- 中等教育との接続
- 共通教育としての数学教育
（特に文系向けの数学教育）
- 数理・データサイエンス・AI教育
- 専門基礎としての数学教育
- 生成AIの数学教育への影響

- TIMSS,PISAの調査（テスト問題）の結果からは、国際的に高い水準（トップ層）
- 質問紙調査からは課題は相変わらず（改善はされている）
- 学習指導要領があり、全国的な教育の統制が可能な我が国でこういったテストに対応すると効果は大きい
- 但し、「何故数学を学ぶのか」といった観点が生徒に伝わっているかは疑問
- PISAは15歳、TIMSSは小4、中2での調査でほぼ中学卒業までの結果

○日本の生徒は、OECD平均に比べて、実生活における課題を数学を使って解決する自信が低い。また、数学を実生活における事象と関連付けて学んだ経験が少ない。

(v) 生徒質問調査

問43 数学の課題に対する自己効力感（推論と21世紀的な課題）

「次のような数学の問題を解くことにどのくらい自信がありますか。」

問40 数学的推論と21世紀的な数学に関する課題に対する経験

「学校で、次のような数学的な活動をどのくらいやりましたか。」

	問43（自己効力感） ※「とても自信がある」 「自信がある」と 回答した生徒の割合		問40（経験） ※「何度もやった」 「時々やった」と 回答した生徒の割合	
	日本	OECD平均	日本	OECD平均
実生活の課題にからませて、数学的な解を求めること	30.0%	52.5%	46.6%	59.3%
実社会の問題の中から、数学的な側面を見つけること	22.7%	51.2%	37.8%	55.5%

○日本の数学の授業では、数学的思考力の育成のため、日常生活とからめた指導を行っている傾向がOECD平均に比べて低い。

(vi) 生徒質問調査 問38 数学での認知の活性化(数学的思考力の育成(A))(日本)

「今年度、数学の授業で、先生は次のようなことをどのくらいしましたか。」

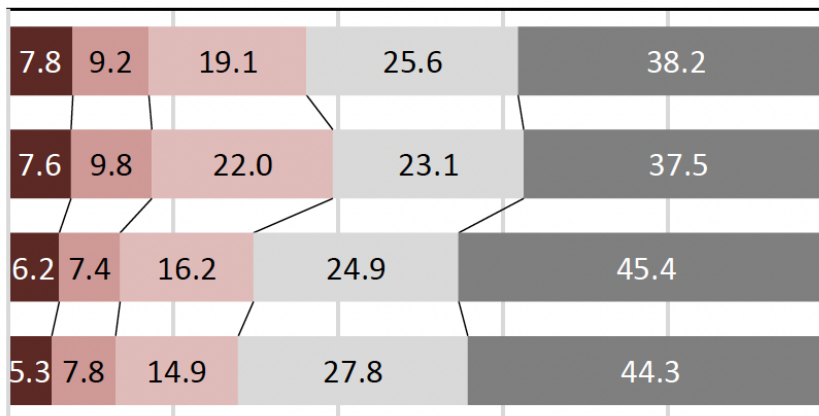
■すべての授業、又はほとんどすべての授業 ■授業の半数以上 ■授業の半数程度 ■授業の半数以下 ■まったく、又はほとんどない

先生は私たちに、日常生活の問題を数学を用いてどのように解決できるかについて考えるように言った

先生は私たちに、数に関わる日常生活の問題をあたえて、その状況に関して判断をするように言った

先生は私たちに、新しく学んだ数学の知識で解決できる日常生活の問題とはどういうものかを考えるように言った

先生は私たちに、日常生活で数学がどのように役立つかを示してみせた



(vii) 生徒質問調査「数学での認知の活性化(数学的思考力の育成(A))」指標

(vi)の4項目を含む9項目の回答割合から指標値を算出。

OECD平均		0.01
36位	日本	-0.35

※OECD加盟国37か国の平均値が0.0、標準偏差が1.0となるよう標準化されており、その値が大きいほど、数学での認知の活性化(数学的思考力の育成(A))が行われていることを意味している。

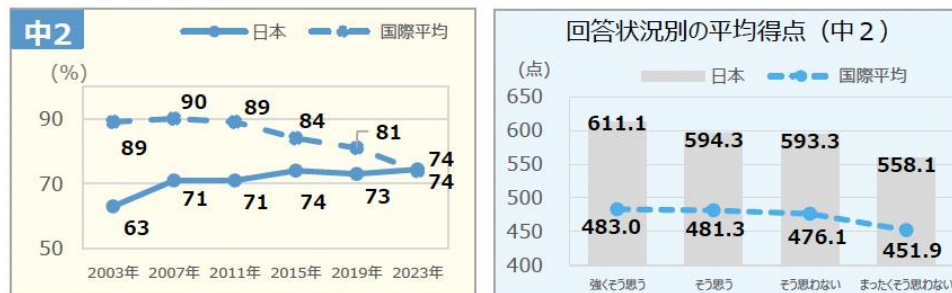
7

TIMSS2023質問調査から



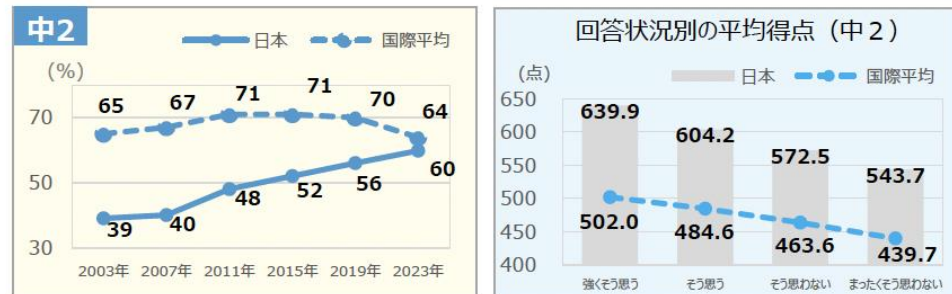
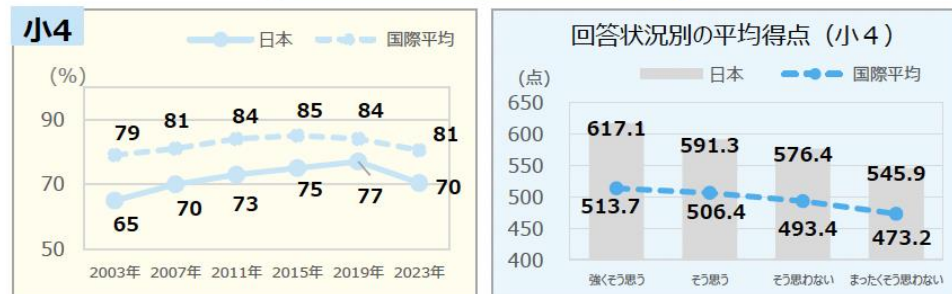
大阪公立大学
Osaka Metropolitan University

数学を勉強すると、日常生活に役立つ



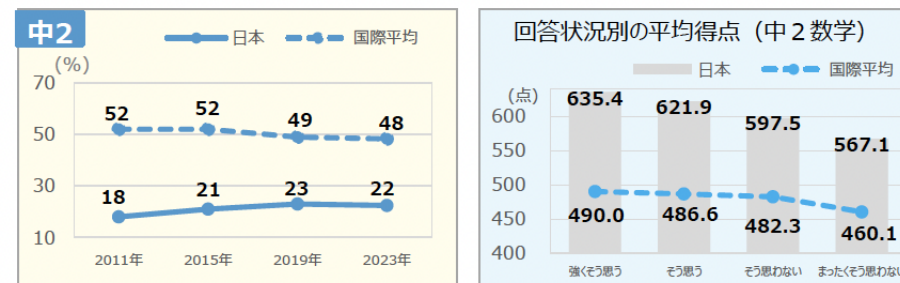
※数値は「強く思う」「そう思う」と回答した児童生徒の割合。

算数・数学の勉強は楽しい



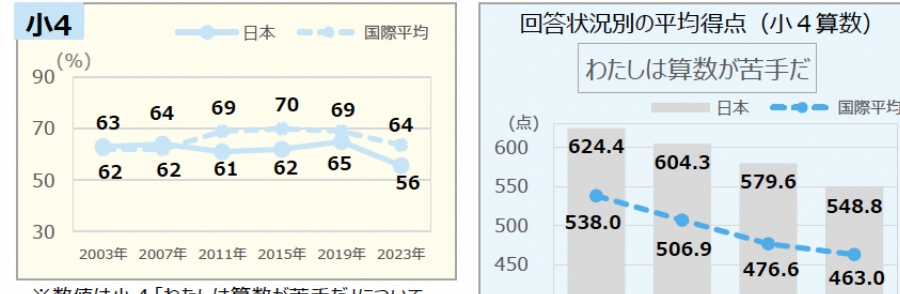
※数値は「強く思う」「そう思う」と回答した児童生徒の割合。

数学を使うことが含まれる職業につきたい

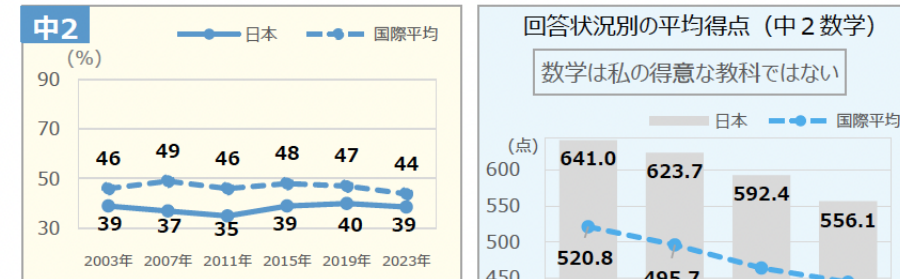


※数値は「強く思う」「そう思う」と回答した生徒の割合。

算数・数学は得意だ



※数値は小4「わたしは算数が苦手だ」について、「そう思わない」「まったく思わない」と回答した児童の割合。



※数値は中2「数学は私の得意な教科ではない」について、「そう思わない」「まったく思わない」と回答した生徒の割合。

- 数学の日常生活との乖離
数学の枠内のみで数学の問題を解くという訓練
=>大学入試問題が解ければよいので
(大学入学共通テストは日常との関連が強調されて長い対話が置かれているが、点数を取るためにはその部分を読まない方が早く解ける。個別学力試験は従来通りの出題)
- 高校1年秋での文理選択
弊害が指摘されているが続いている。
高校も進学実績で評価されるので、入試対策を考えるとやめられない。入試自体も変わらない。
- 統計教育の導入は進展
徐々に浸透。数学I・Aの共通テストで出題されるので文系の学生も履修。ただし、個別学力試験ではほとんど出題なし

- 文系では個別学力試験の科目に数学がない大学がほとんど
- 受験生確保の観点からも数学は敬遠される傾向
- 少子化の進展で学力の担保は多くの大学で困難に
- 大学入試自体が変わらない（変えられない）
- 個別学力試験を行っているのは日本ぐらい
- 入試にかける労力自体を他に振り向けるべき
- （本来は）入試は専門職（アドミッションオフィサー）が行い
大学教員が関わるべきではない
- 特に数学教員は入試負担が大きすぎる

入試での数学は暗記科目？



- 大学入試においては概念理解ができてなくても暗記とパターンマッチングで入試問題は解ける
- 例えば、微分のことを理解していなくても、多項式・三角関数・指数関数などの微分と積・商の微分を覚えていれば、関数の微分はできる。関数 $f(x)$ を与えられれば、とにかく微分して $f'(x)=0$ となる x を求めて増減表を書いてグラフの概形を書いてといったルーティーンといくつかのパターンでの対応を覚えれば問題は解ける。だけど、何をやっているかは分かっていない。
- そもそも、微分の定義を理解していない学生も多い

(A) 微分可能な関数 $f(x)$ の $x = a$ における微分係数 $f'(a)$ の定義は

$$f'(a) = \lim_{h \rightarrow \boxed{(32)}} \frac{f(a + \boxed{(33)}) - f(\boxed{(34)})}{\boxed{(35)}}$$

である.

$\boxed{(32)}$ $\sim$ $\boxed{(35)}$ に当てはまるものを, 次の ① $\sim$ ④ のうちから一つずつ選べ.

① a ② h ③ 0 ④ 1 ⑤ ∞

10年以上前だが、大阪府立大学の1年次入学直後の理系学生のこの問題の正答率は69%であった。これができなくてもかなりの選抜性が高い入試を突破できている。



大学での数学教育の課題

- 高等教育機関全体として
数学をほとんど学んでこない学生向けに「数学的リテラシー」
を身につけさせる必要がある（社会に出て困る）
- 数理・データサイエンス・AI教育プログラム（MDASH）はリテ
ラシーレベルが50万人、応用基礎レベルが25万人という大学生
の全員、半数といった目標になったため、数理の部分が骨抜き
- 文系向けの数学的リテラシー教育を広めていく必要

- 当初は、数理・データサイエンス教育の強化だった
- 2019年に国のAI戦略が決まって、数理・データサイエンス・AI教育と変更（今となっては良かった？）
- その分、数理が後退したイメージ
- 数学基礎の部分は含まなくても認定が通る形に
- ベクトル、行列も分からなくて、データサイエンスもAIも分るはずなのに・・・
- 50万人、25万人が足かせに

AI戦略2019と数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度について

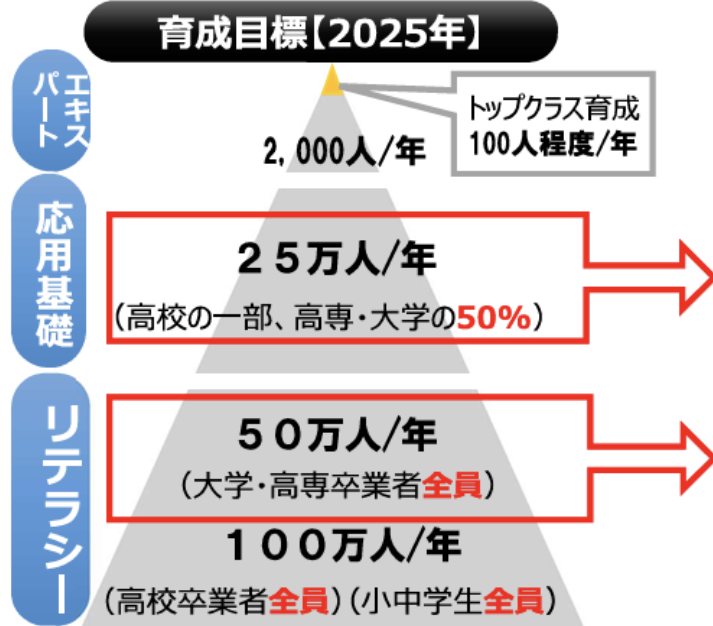
●背景・目標

- ✓ デジタル時代の「読み・書き・そろばん」である「数理・データサイエンス・AI」の基礎などの必要な力を全ての国民が育み、あらゆる分野で人材が活躍する環境を構築する必要
- ✓ AI戦略2019の育成目標（2025年度）
 - ①リテラシー：約50万人/年（全ての大学・高専生） ②応用基礎：約25万人/年 ③エキスパート：約2,000人/年 ④トップ：100人程度/年

●主な取組

- (1) トップ人材の育成・学位のブランド化
- (2) コンソーシアム活動
- (3) 認定制度の構築・運用

●認定制度とAI戦略2019との関係



<認定制度の概要>



大学・高等専門学校の数理データサイエンス教育に関する正規課程教育のうち、一定の要件を満たした優れた教育プログラムを政府が認定し、応援！多くの大学・高専が数理・データサイエンス・AI教育に取り組むことを後押し！

【応用基礎レベル：2022年度から】
数理・データサイエンス・AIを活用して課題を解決するための実践的な能力を育成
認定数：68件（2022年度8月時点）

【リテラシーレベル：2021年度から】
学生の数理・データサイエンス・AIへの関心を高め、適切に理解し活用する基礎的な能力を育成
認定数：217件（2022年度8月時点）

応用基礎レベル モデルカリキュラムの構成

- ▶ モデルカリキュラムの構成を以下のとおり「データサイエンス基礎」「データエンジニアリング基礎」「AI基礎」に分類し、学修項目を体系的に示した。
- ▶ ☆はコア学修項目として位置付ける。それ以外の項目は各大学・高専の教育目的、分野の特性に応じて、適切に選択頂くことを想定している。
- ▶ 数理・データサイエンス・AIを学ぶ上で基盤となる学修項目については(※)を付記した。
- ▶ 次頁よりそれぞれの分類における「学修目標」「学修内容」「スキルセット(キーワード)」をまとめた。
また応用基礎レベルを超える内容ではあるが、より高度な内容を学修する場合に備え、参考として「オプション(高度な内容)」を記載した。

数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル) モデルカリキュラム ～ AI×データ活用の実践 ～

3. AI基礎

3-1. AIの歴史と応用分野(☆)

3-2. AIと社会(☆)

3-3. 機械学習の基礎と展望(☆)

3-4. 深層学習の基礎と展望(☆)

3-5. 認識

3-6. 予測・判断

3-7. 言語・知識

3-8. 身体・運動

3-9. AIの構築と運用(☆)

1. データサイエンス基礎

1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス(☆)

1-2. 分析設計(☆)

1-3. データ観察

1-4. データ分析

1-5. データ可視化

1-6. 数学基礎(※)

1-7. アルゴリズム(※)

2. データエンジニアリング基礎

2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング(☆)

2-2. データ表現(☆)

2-3. データ収集

2-4. データベース

2-5. データ加工

2-6. ITセキュリティ

2-7. プログラミング基礎(※)

- 数学的リテラシーの定義

数学的に推論し、現実世界の様々な文脈の中で問題を解決するために数学を定式化し、活用し、解釈する個人の能力。事象を記述、説明、予測するために数学的な概念、手順、事実、ツールを使うことを含む。

- この能力を涵養する教育が高校・大学で行われていないことが課題。特に、大学での文系の学生向け。
- このような教育を展開できる大学は多くないが、オンラインが普通になり、生成AIが活用できれば、モデルを全国展開も可能では

- 理系に限らず、専門での教育を実施するために数学が必要となる分野に対しては、その分野の教員と協力して数学の科目の内容（達成目標）を決めることが必要。できるだけ、具体例につながる内容とすべき
- 数学として教えないといけない部分は妥協しない（論理的厳密性ではなく、どういう概念で何のためにあるのかといった部分）
- こういったことができれば、数学教員の必要性がより認識される（はず）
- 部局の壁を超えるのは研究のためにも重要

- 2023年以降、大規模言語モデル（LLM）をはじめとする生成AIの急速な普及は、高等教育界全体に前例のない変革をもたらす
- 当初、この技術は学生による「学術不正の脅威」や「剽窃（盗用）」の温床として、多くの大学でその利用が禁止される動きが急速に広まった
- 生成AIが持つ潜在的な教育的価値が徐々に認識され始め、今やその活用方法を模索する段階へと移行している
- 一方、生成AIの進化のスピードが早すぎることでどのように使って良いかが不安な状況

生成AI導入のメリット

活用用途	具体的な機能	学習効率向上	業務効率化	理解度深化	主体性・創造性向上
学生向け	個別最適化された問題提供	✓	-	✓	-
	リアルタイムフィードバック	✓	-	✓	-
	ステップバイステップ解説	✓	-	✓	-
	ブレインストーミング支援	-	-	-	✓
	グラフ・視覚化生成	-	-	✓	✓
教員向け	教材・問題自動生成	✓	✓	-	-
	採点・評価支援	-	✓	-	-
	研究のコパイロット	✓	✓	-	✓

課題	克服策
技術的限界と信頼性	- カリキュラム再構築（プロセス重視型、PBL） - 評価方法の革新（プロセス、推論、独創性の評価） - リテラシー教育（AIの特性・限界の理解） - ガバナンス・環境整備（安全な学内AI環境）
学修成果の評価と不正リスク	- カリキュラム再構築（プロセス重視型、PBL） - 評価方法の革新（口頭試問、非定型課題） - AIを活用した評価支援 - ガバナンス・環境整備（統一的な利用方針）
思考力・問題解決能力の低下リスク	- カリキュラム再構築（プロセス重視型、PBL、協調的学習） - 評価方法の革新（独創性の評価） - リテラシー教育（クリティカルシンキングのツールとして活用）
導入・運用における組織的・倫理的課題	- ガバナンス・環境整備（情報セキュリティ、コスト検討、専門チーム設置） - リテラシー教育（教員・学生の温度差解消）

- 大学数学教育は、中等教育との接続、数学的リテラシー教育、大学の多様化、少子化での高等教育業界の縮小、生成AIの出現に伴う変化、といった様々な課題を抱えている
- 社会全体が変革期であるが、大学全体の財政的な問題も大きく中々構造改革まで踏み込めないのが現状
- 数学教育の必要性は高まっているが、それを受け入れられない状況（学生のレディネス、教員の意識）
- 生成AIの活用はひとつの方策では