©K.Nishimura

日本の数学教育の検討課題：
PISA数学的リテラシーの枠組みと Education2030数学ラーニング・コンパスを通じて

東京学芸大学大学院教育学研究科
西　村　圭　一

©K.Nishimura

本日の流れ

1. PISA 2022 Mathematics Framework
   新たな変更点，問題例

2. PISA 2022 質問紙調査

3. Education2030数学ラーニング・コンパス

4. 日本の数学教育の検討課題

©K.Nishimura

数学的リテラシー

　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のことである。それは、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。

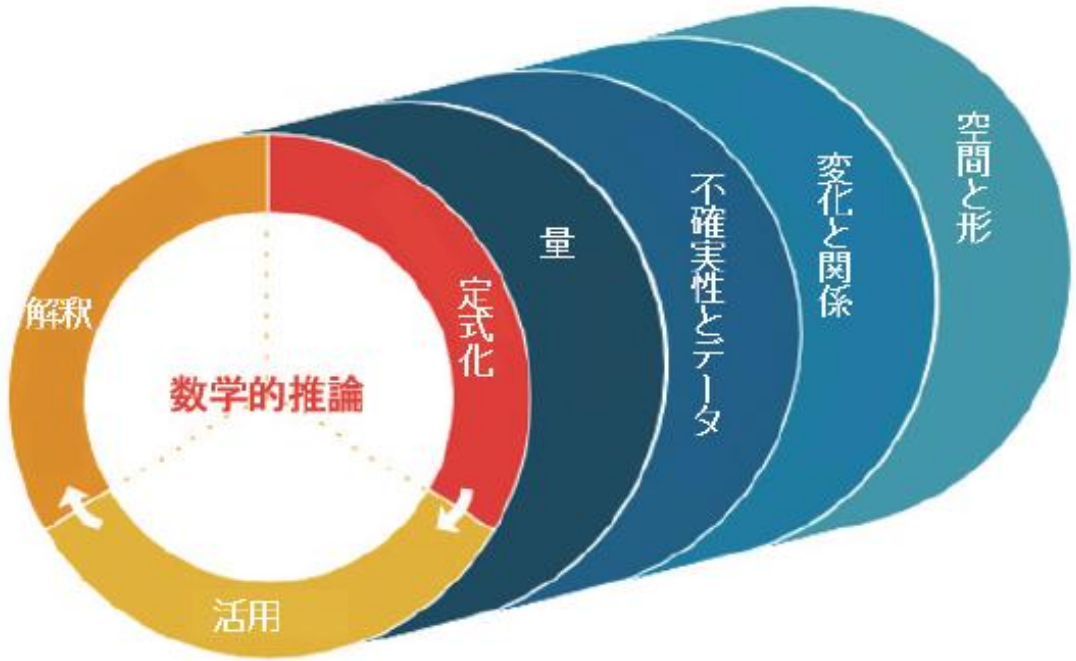
　この能力は、現実社会において数学が果たす役割に精通し、建設的で積極的かつ思慮深い21世紀の市民に求められる、十分な根拠に基づく判断や意思決定をする助けとなるものである。

©K.Nishimura

現実世界の文脈での挑戦

文脈

- 個人的
- 職業的
- 社会的
- 科学的



21世紀型能力

- 批判的思考
- 創造性
- 調査と探究
- 主体性、イニシアチブ、根気強さ
- 情報の活用
- システム思考
- コミュニケーション
- リフレクション（内省、ふりかえり）

図表 2-3　数学的リテラシーの問題の内容知識と出題形式別問題数

©K.Nishimura

数学的リテラシーの側面	数学的リテラシーの領域	全問題数	出題形式			
			選択肢形式		記述形式	
			選択肢形式（コンピューターによる自動採点）	複合的選択肢形式（コンピューターによる自動採点）	求答形式（コンピューターによる自動採点）	自由記述形式（人による採点）
プロセス	定式化	48	25	3	16	4
	活用	75(1)	42	6	24(1)	3
	解釈	57(1)	20	24	7	6(1)
	数学的推論	54(3)	11	16(2)	5	22(1)
	計	234(5)	98	49(2)	52(1)	35(2)
内容知識	変化と関係	55	26	6	11	12
	空間と形	43(1)	17	9(1)	10	7
	量	76(1)	34	14(1)	21	7
	不確実性とデータ	60(3)	21	20	10(1)	9(2)
	計	234(5)	98	49(2)	52(1)	35(2)
文脈	個人的	60	25	13	13	9
	職業的	50	23	7	13	7
	社会的	54(3)	23	12	14(1)	5(2)
	科学的	70(2)	27	17(2)	12	14
	計	234(5)	98	49(2)	52(1)	35(2)

国立教育政策研究所（2024）．生きるための知識と技能８ OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2022年調査国際結果報告書．明石書店

©K.Nishimura

現実世界における問題

数学的な内容によるカテゴリー：量；不確実性とデータ；変化と関係；空間と形

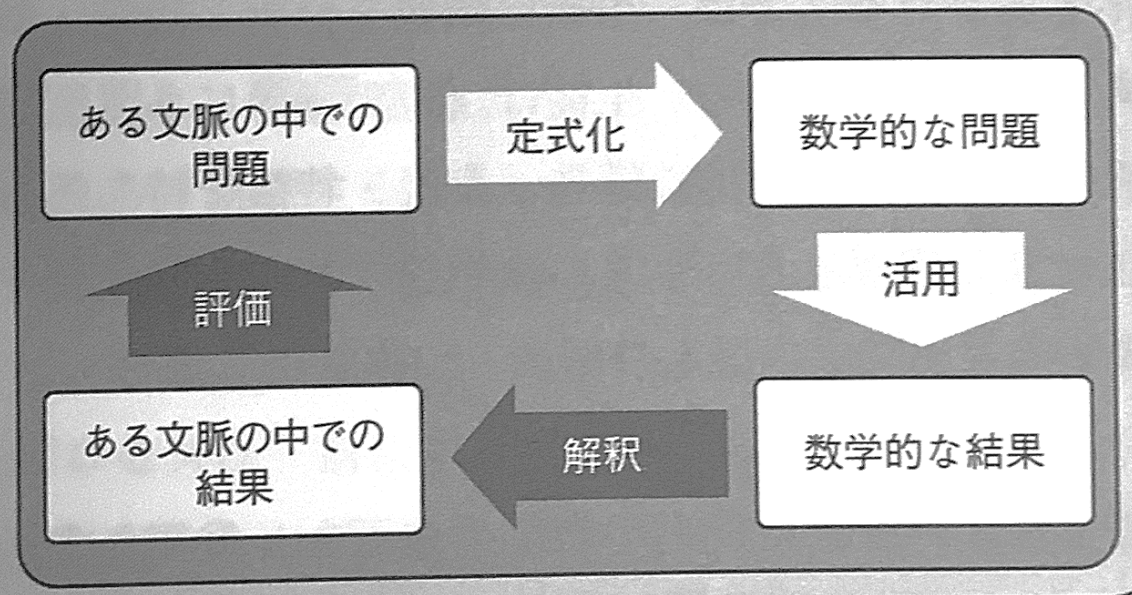
現実世界における文脈によるカテゴリー：個人的；社会的；職業的；科学的

数学的思考と活動

数学的概念・知識・技能

基本的な数学の能力：コミュニケーション；表現；方略の考案；数学化；推論と論証；記号的、形式的、専門的な表現や操作の使用；数学的ツールの使用

プロセス：定式化；活用；解釈／評価



©K.Nishimura

「数学的推論」

- 自分の解答や解決策を支持し説明するために論理（arguments）を組み立て，証拠を提供する能力であり，どのような戦略に従うべきかの決定を含め，自分自身の思考プロセスに対する認識を発展させる能力でもある。
- 演繹的推論と帰納的推論がある。
- 三つの数学的プロセスの根底にあるもので，問題解決のプロセス全体を通して行う必要がある。

定式化（Formulate）
活用（Employ）
解釈（Interpret & evaluate）

PISA 2021

©K.Nishimura

The beauty of powers

Question 3/3

Refer to "The beauty of powers" on the right. Click on a choice to answer the question.

What is the last digit of the number 7^{190}?

- ○ 1
- ○ 3
- ○ 7
- ○ 9

THE BEAUTY OF POWERS

The first nine powers of the number 7 are listed below.

Notice how fast they grow!

The last digits of these numbers follow a rule or pattern. Study the pattern to answer the question.

$7^1 =$	7
$7^2 =$	49
$7^3 =$	343
$7^4 =$	2 401
$7^5 =$	16 807
$7^6 =$	117 649
$7^7 =$	823 543
$7^8 =$	5 764 801
$7^9 =$	40 353 607

PISA 2022

©K.Nishimura

得点
問 1 / 1

右の「得点」を読んで、 下の問いの答えを一つクリックし、その理由を入力してください。

このシーズンの得点差の平均を踏まえると、このチームが実際にはどの試合でも19点差で勝ったことがないということはありえますか。

○ はい
○ いいえ

理由を説明してください。

内容	不確実性とデータ
プロセス	推論
文脈	社会的
出題形式	自由記述 - 人による採点
解答	以下の採点基準クを参照
習熟度レベル	6(完全正答) 5(部分正答)

得点

地元の新聞に、ゼットランド・バスケットボールチームについての以下の見出しが載りました。

得点差とは、ある試合で勝ったチームが得た点数と負けたチームが得た点数の差のことです。

図表 2- 4　PISA2022 年調査における数学的リテラシーの各習熟度レベルに関する概要説明

©K.Nishimura

問題の難易度	得点の上限・下限	習熟度レベル	各レベルにいる生徒の特徴
(840点)森林面積 -問3(CMA161Q03) (739点)森林面積 - 問4(CMA161Q04) (672点)得点 - 問1(CMA156Q01C)	669点	レベル6以上	レベル6以上の生徒 抽象的な問題に取り組み、創造性と柔軟な思考力を発揮して解決策を導き出すことができる。例えば、課題で指定されていない手順を、標準的でない文脈で適用できることや 正当化の一環として、数学的概念をより深く理解する必要があることを認識できる。解答の一部としてシミュレーションやスプレッドシートを効果的に使用するなど、異なる情報源や表現を結びつけることができる。このレベルの生徒は、批判的思考ができ、記号的および形式的な数学的操作と数学的関係を理解し、自分の推論を明確に伝えることができる。
(647点)森林面積 - 問2(CMA161Q02) (636点)森林面積 - 問1(CMA161Q01) (820点)三角形の模様 - 問3(CMA150Q03)	668点 607点	レベル5	レベル5の生徒 複雑な状況に対してモデルを開発し、制約条件を特定したり、仮定を指定して作業することができる。実験をどのように展開するかを決定したり、最適な手順を設計したり、課題に示されていないより複雑な視覚化を扱うなど、より困難な課題に対処するための体系的で計画的な問題解決策を適用することができる。課題には明示されていない数学的知識を取り入れることがしばしば必要とされる問題を解決する能力が高い。このレベルの生徒は、自分の作業を振り返り、数学的な結果を実世界の状況に照らして考察することができる。
	606点 545点	レベル4	レベル4の生徒 (時には2つの変数を含む)複雑な具体的状況の明示的モデルを効果的に扱うことができ、さらに高度なコンピュテーショナル思考(computational-thinking)アプローチを使用して導いた未定義のモデルを扱う能力もある。このレベルの生徒は、与えられた情報を基にした理由付けでは計算が不可能な場合に、定性的な判断を下して結果の妥当性を評価するなど、批判的思考の側面から取り組み始める。記号や図を含むさまざまな情報の表現を選択し統合することができ、それらを実社会の状況に直接関連付けることができる。また、このレベルでは、解釈、推論、方法論に基づいて説明や議論を組み立て、伝えることができる。

©K.Nishimura

(514点)太陽系 - 問1(CMA123Q01S)	544点 482点	**レベル3**	レベル3の生徒 一連の意思決定や身近な概念の柔軟な理解を必要とする解決策を考案することができる。このレベルでは、生徒は解決策を立てるために計算論的思考スキルを使い始める。問題文で明確に定義されていない、複数の異なる、しかし日常的な計算を実行する必要のある課題を解くことができる。解決策の一部として空間的な視覚化を使用したり、課題に適したデータを収集するためにシミュレーションを使用する方法を決定したりすることができる。このレベルの生徒は、さまざまな情報源に基づく表現を解釈し使用することができ、二次元分割表を使用した条件付きの意思決定など、情報から直接推論することができる。一般に、百分率、分数、小数を扱い、比例関係を扱う能力がある程度見られる。
(448点)三角形の模様 - 問2(CMA150Q02) (430点)太陽系 - 問2(CMA123Q02S)	481点 420点	**レベル2**	レベル2の生徒 問題を解決するために単純な戦略を立てる必要性を認識することができる。その中には、解決策の一部として1つの変数を含む単純なシミュレーションを実行することも含まれる。二次元分割表、グラフ、三次元物体の二次元表現など、やや複雑な表現方法を使用する1つまたは複数の情報源から、関連する情報を抽出することができる。このレベルの生徒は、関数の基本的な理解を示し、簡単な比を含む問題を解くことができる。結果を文字通りに解釈することもできる。
(411点)三角形の模様 - 問1(CMA150Q01)	419点 358点	**レベル1a**	レベル1aの生徒 必要な情報がすべて提示され、質問が明確に定義されている場合に、簡単な文脈の問に答えることができる。情報はさまざまな簡単な形式で提示されることがあり、生徒は関連する情報を引き出すために2つの情報源を同時に扱う必要がある場合がある。明確な状況において、直接的な指示に従い、単純で日常的な手順を実行することができる。決まり切った行動や、最小限の情報の統合しか必要としない行動はとることができるが、どのような場合でも、与えられた課題文から直接的に導かれる行動をとる。このレベルの生徒は、基本的なアルゴリズム、公式、手順、または慣例(conventions)を使用して、ほとんどの場合整数に関する問題を解くことができる。
	357点 295点	**レベル1b**	レベル1bの生徒 必要なすべての情報が単純な表現(表や図など)で明確に示された、理解しやすい文脈の問に答えることができる。短く、構文的に単純な文章で記述された、明確な指示にしたがって、整数を使った簡単な計算ができる。
	294点 233点	**レベル1c**	レベル1cの生徒 関連するすべての情報が単純で親しみやすい形式(たとえば、小さな表や絵)で明確に与えられ、非常に短く構文的に単純な文章で記述された、理解しやすい文脈の問に答えることができる。一つのステップや操作を説明する明確な指示に従うことができる。

©K.Nishimura

PISA 2022

三角形の模様
問 1 / 3

右の「三角形の模様」を読んで、 下の問いの答えを一つクリックしてください。

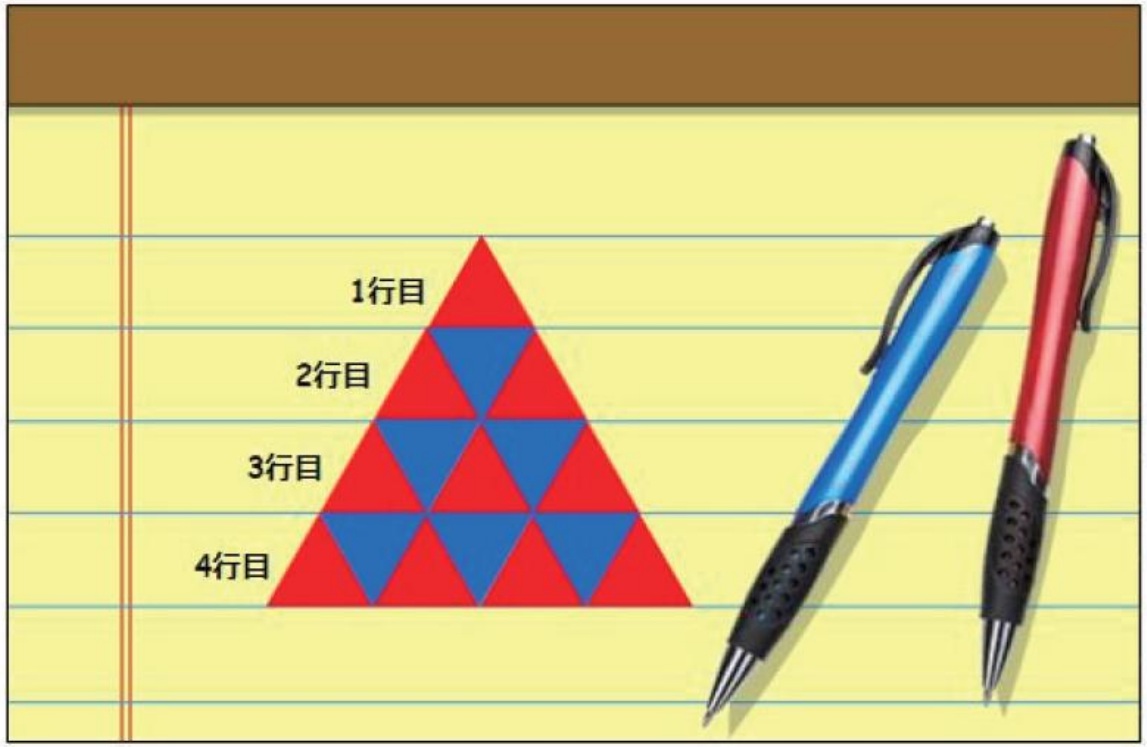
秋夫さんの模様の最初の四行で、青色の三角形が占める割合は何パーセントですか。

- ○ 37.5%
- ○ 50.0%
- ○ 60.0%
- ○ 62.5%

三角形の模様

秋夫さんは次のような赤色と青色の三角形の模様を描きました。

下は、模様の最初の四行です。



大問名（小問）- アイテムID	三角形の模様(問1) - CMA150Q01
内容	量
プロセス	活用
文脈	科学的
出題形式	選択形式問題-コンピュータ採点
解答	37.50%
習熟度レベル	1a

PISA 2022

©K.Nishimura

三角形の模様
問 2 / 3

右の「三角形の模様」を読んで、 下の問いの答えを一つクリックしてください。

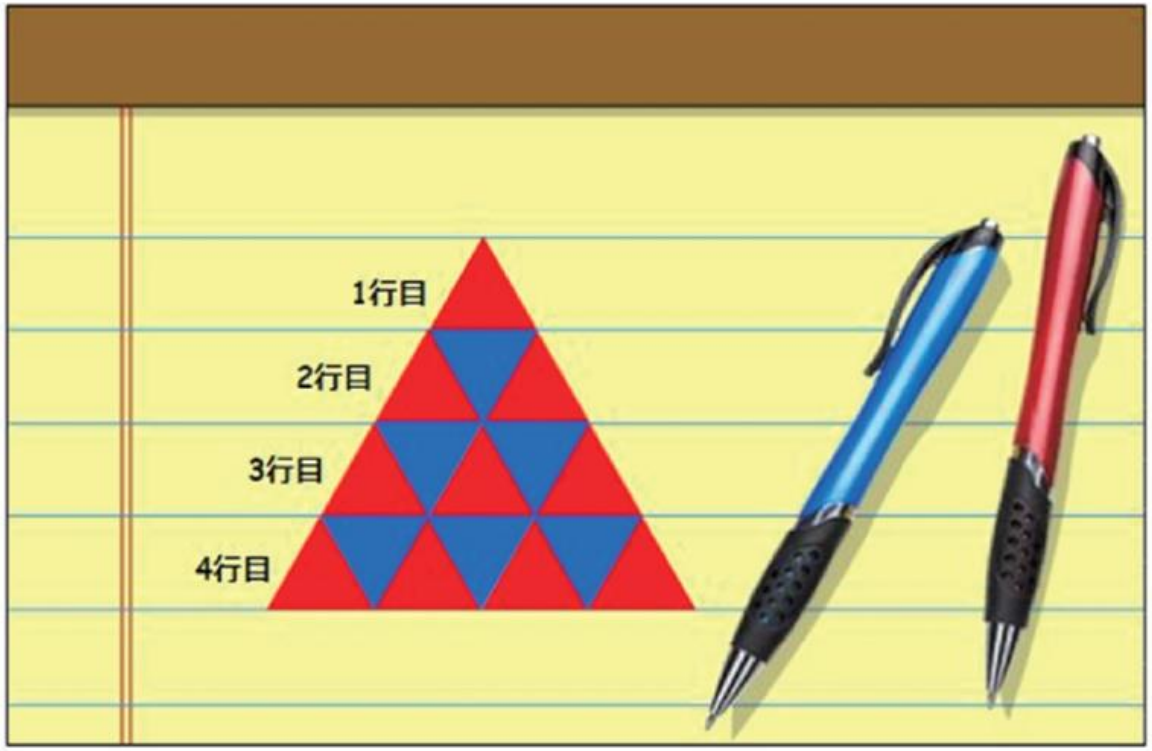
秋夫さんが模様に五行目を追加したとしたら、模様の五行全体に対する青色の三角形の割合は何パーセントになりますか。

- ○ 40.0%
- ○ 50.0%
- ○ 60.0%
- ○ 66.7%

三角形の模様

秋夫さんは次のような赤色と青色の三角形の模様を描きました。

下は、模様の最初の四行です。



大問名（小問）- アイテムID	三角形の模様(問2) - CMA150Q02
内容	変化と関係
プロセス	定式化
文脈	科学的
出題形式	多肢選択形式問題-コンピュータ採点
解答	40.00%
習熟度レベル	2

PISA 2022

©K.Nishimura

三角形の模様

問 3 / 3

右の「三角形の模様」を読んで、下の問いの答えを一つクリックし、その理由を入力してください。

秋夫さんはこの模様にさらに行を追加しようとしています。

秋夫さんはこの模様の中で青色の三角形が占める割合は常に50%未満であると主張しています。

秋夫さんの主張は正しいですか。

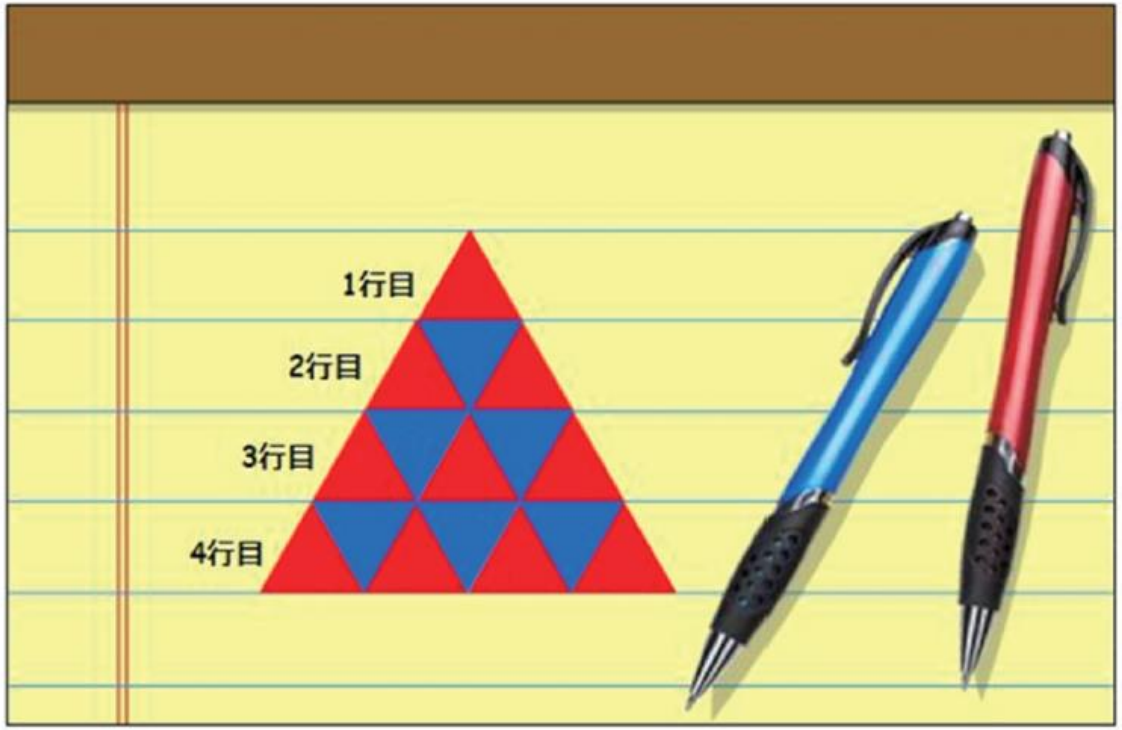
○ はい
○ いいえ

理由を説明してください。

三角形の模様

秋夫さんは次のような赤色と青色の三角形の模様を描きました。

下は、模様の最初の四行です。



大問名（小問）- アイテムID	三角形の模様(問3) - CMA150Q03
内容	変化と関係
プロセス	推論
文脈	科学的
出題形式	自由記述 - 人による採点
解答	以下の採点基準を参照
習熟度レベル	5(完全正答) 4(部分単位)

©K.Nishimura

PISA 2022

森林面積
はじめに

下の文章を読んで、「次へ」ボタンをクリックしてください。

森林面積

この大問では、表計算ソフトを使って、下の状況に関する問いに答えてください。

森林とは、さまざまな種類の樹木、草花、動物が見られる生態系のことです。

一国の森林面積は時間とともに変化します。

次の画面で、表計算ソフトの使い方を練習してください。

PISA 2022

©K.Nishimura

森林面積
説明

表計算ソフトの使い方の説明は、それぞれの問いの画面で確認できます。

説明は、「表計算ソフトの使い方」という、表示したり閉じたりできるメニューの中に記されています。

下のバーをクリックして説明を表示してください。 このバーをもう一度クリックして説明を閉じてください。

表計算ソフトの使い方

1. ある列を昇順（少ないものから多いもの）に**並べ替える**には、▼をクリックしてください。 降順（多いものから少ないもの）に**並べ替える**には、アイコンをもう一度クリックしてください。
2. **計算**する
   i. 最初のプルダウンメニューから、列を選んでください。
   ii. 真ん中のプルダウンメニューから、計算方法を選んでください。
   iii. 最後のプルダウンメニューから、列を選んでください。
   iv. 「実行」ボタンをクリックしてください。

   結果は、最初の空白の列に表示されます。
3. 列の**平均値**を表示するには、プルダウンメニューから列を選び、「実行」をクリックしてください。 結果は、その列の下のセルに表示されます。
4. 列の最後の操作を取り消すには、↺をクリックしてください。
5. 列のデータをすべて削除するには、✕をクリックしてください。
6. 表のデータをすべて削除するには、「すべてリセット」をクリックしてください。

森林面積

下の表計算ソフトのデータは、15か国それぞれの国土面積に対する森林面積の割合を示したものです。 データは2005年、2010年、2015年のものです。

列 A	列 B	列 C	列 D	列 E	列 F	列 G
国名	2005	2010	2015	↺ ✕	↺ ✕	↺ ✕
アメリカ	33.26	33.7	33.85			
アルジェリア	0.64	0.81	0.82			
アルメニア	11.77	11.74	11.77			
インド	22.77	23.47	23.77			
カザフスタン	1.24	1.23	1.23			
ギリシャ	29.11	30.28	31.45			
コロンビア	54.26	52.85	52.73			
セネガル	45.05	44.01	42.97			
タイ	31.51	31.81	32.1			
ドイツ	32.66	32.73	32.76			
パナマ	64.33	63.21	62.11			
ペルー	59.01	58.45	57.79			
ポルトガル	36.52	35.89	35.25			
レバノン	13.34	13.38	13.42			
韓国	64.42	64.08	63.69			

計算

列 ▼ 計算 ▼ 列 ▼ 実行

平均値 列 ▼ 実行 すべてリセット

PISA 2022

©K.Nishimura

森林面積
問 2 / 4

表計算ソフトの使い方

右の「森林面積」を読んで、 表計算ソフトを使って、下の問いに答えてください。 下の問いの答えを一つクリックしてください。

2005年～2010年、および2010年～2015年の二つの期間について調べてください。

これら二つの期間における森林面積の割合の変化量の平均値を正しく表した文章は次のどれですか。

- ○ 変化量の平均値は、両方の期間とも正である。
- ○ 変化量の平均値は、両方の期間とも負である。
- ○ 変化量の平均値は、両方の期間で等しい。
- ○ 一つの期間の変化量の平均値は正で、もう一つの期間の変化量の平均値は負である。

森林面積

下の表計算ソフトのデータは、15か国それぞれの国土面積に対する森林面積の割合を示したものです。 データは2005年、2010年、2015年のものです。

列 A	列 B	列 C	列 D	列 E	列 F	列 G
国名	2005	2010	2015			
アメリカ	33.26	33.7	33.85	0.44	0.15	
アルジェリア	0.64	0.81	0.82	0.17	0.01	
アルメニア	11.77	11.74	11.77	-0.03	0.03	
インド	22.77	23.47	23.77	0.70	0.30	
カザフスタン	1.24	1.23	1.23	-0.01	0.00	
ギリシャ	29.11	30.28	31.45	1.17	1.17	
コロンビア	54.26	52.85	52.73	-1.41	-0.12	
セネガル	45.05	44.01	42.97	-1.04	-1.04	
タイ	31.51	31.81	32.1	0.30	0.29	
ドイツ	32.66	32.73	32.76	0.07	0.03	
パナマ	64.33	63.21	62.11	-1.12	-1.10	
ペルー	59.01	58.45	57.79	-0.56	-0.66	
ポルトガル	36.52	35.89	35.25	-0.63	-0.64	
レバノン	13.34	13.38	13.42	0.04	0.04	
韓国	64.42	64.08	63.69	-0.34	-0.39	
	33.33	33.18	33.05	-0.15	-0.13	

計算

列 D　ひく　列 C　実行

平均値　列 F　実行　すべてリセット

内容	不確実性とデータ
プロセス	解釈
文脈	社会的
習熟度レベル	5

PISA 2022

©K.Nishimura

森林面積

問 3 / 4

▸ **表計算ソフトの使い方**

右の「森林面積」を読んで、 表計算ソフトを使って、下の問いに答えてください。 下の問いの答えをプルダウンメニューから選んでください。

2005年～2010年、および2010年～2015年の二つの期間について調べてください。

割合で見ると、一つの期間から次の期間に最も大きく変化した二つの国はどれですか。

答え 選んでください と 選んでください

森林面積

下の表計算ソフトのデータは、15か国それぞれの国土面積に対する森林面積の割合を示したものです。 データは2005年、2010年、2015年のものです。

列 A	列 B	列 C	列 D	列 E	列 F	列 G
国名	2005	2010	2015	↶ ✕	↶ ✕	↶ ✕
アメリカ	33.26	33.7	33.85	0.44	0.15	0.29
アルジェリア	0.64	0.81	0.82	0.17	0.01	0.16
アルメニア	11.77	11.74	11.77	-0.03	0.03	-0.06
インド	22.77	23.47	23.77	0.70	0.30	0.40
カザフスタン	1.24	1.23	1.23	-0.01	0.00	-0.01
ギリシャ	29.11	30.28	31.45	1.17	1.17	0.00
コロンビア	54.26	52.85	52.73	-1.41	-0.12	-1.29
セネガル	45.05	44.01	42.97	-1.04	-1.04	0.00
タイ	31.51	31.81	32.1	0.30	0.29	0.01
ドイツ	32.66	32.73	32.76	0.07	0.03	0.04
パナマ	64.33	63.21	62.11	-1.12	-1.10	-0.02
ペルー	59.01	58.45	57.79	-0.56	-0.66	0.10
ポルトガル	36.52	35.89	35.25	-0.63	-0.64	0.01
レバノン	13.34	13.38	13.42	0.04	0.04	0.00
韓国	64.42	64.08	63.69	-0.34	-0.39	0.05

計算

列 E　ひく　列 F　実行

平均値　列　実行　すべてリセット

内容	不確実性とデータ
プロセス	解釈
文脈	社会的
習熟度レベル	6（完全正答） 5（部分正答）

PISA 2022

©K.Nishimura

森林面積
問 4 / 4

▸ **表計算ソフトの使い方**

右の「森林面積」を読んで、 表計算ソフトを使って、下の問いに答えてください。 下の問いの答えを一つクリックし、その理由を入力してください。

春奈さんは、表のすべての年で韓国がこのリストの他のどの国よりも森林面積が多いと指摘しました。

春奈さんの指摘は、表に示されているデータに基づいていますか。

○ はい
○ いいえ

説明してください。

森林面積

下の表計算ソフトのデータは、15か国それぞれの国土面積に対する森林面積の割合を示したものです。 データは2005年、2010年、2015年のものです。

列 A	列 B	列 C	列 D	列 E	列 F	列 G
国名	2005	2010	2015			
アメリカ	33.26	33.7	33.85			
アルジェリア	0.64	0.81	0.82			
アルメニア	11.77	11.74	11.77			
インド	22.77	23.47	23.77			
カザフスタン	1.24	1.23	1.23			
ギリシャ	29.11	30.28	31.45			
コロンビア	54.26	52.85	52.73			
セネガル	45.05	44.01	42.97			
タイ	31.51	31.81	32.1			
ドイツ	32.66	32.73	32.76			
パナマ	64.33	63.21	62.11			
ペルー	59.01	58.45	57.79			
ポルトガル	36.52	35.89	35.25			
レバノン	13.34	13.38	13.42			
韓国	64.42	64.08	63.69			

計算

列 ▾ 計算 ▾ 列 ▾ 実行

平均値 列 ▾ 実行 すべてリセット

内容	不確実性とデータ
プロセス	推論
文脈	社会的
習熟度レベル	6

OECD

©K.Nishimura

OECD > About > PISA > PISA test

PISA test

The PISA assessment was available in both
formats; the available test languages below
economies that completed the computer-ba

Try the interactive test questions* (based on PISA 2022)

- Car Purchase English | français
- DVD Sales English | français
- Moving Truck English | français
- Solar System English | français
- Triangular Pattern English | français
- Points English | français
- Spinners English | français
- Forested Areas English | français

Try the interactive test questions in all available languages

https://www.oecd.org/en/about/programmes/pisa/pisa-test.html

©K.Nishimura

PISA2022において，各「内容知識」で特に重視するトピック

- 量：computer simulations
- 不確実性とデータ：conditional decision making
- 変化と関係：growth phenomena
- 空間と形：geometric approximation

PISA 2021

©K.Nishimura

Savings simulation

Introduction

Using the simulator involves two steps:

1. *Selecting the what you want to simulate; and*
2. *Entering the values of the relevant variables.*

The simulator allows you to save the details for up to five simulations at a time.

Explore the way that the simulator works then click on the NEXT arrow.

SAVINGS SIMULATOR

Step 1: Select what you want to simulate: Select what you want to simulate:

Step 2: Complete the required information using the highlighted (red) sliders:

Savings period:		0	Months
Monthly deposit:		0	Zeds
Annual interest rate:		0	% per year
Total saving:		0	Zeds

Save the data

Clear the saved data

ngs Period Months)	Monthly deposit (Zeds)	Annual Interest Rate (%)	Total amount saved (Zeds)

- ある月々の預金額と金利で、希望する貯蓄総額を達成するために必要な**貯蓄期間**（月数）
- 与えられた期間と金利で、希望する総貯蓄額を達成するために必要な**月々の預金額**
- 月々の預金額、金利、貯蓄期間がわかっている場合に積み立てられる**貯蓄総額**

©K.Nishimura

Savings simulation

Question 1/3

Use the simulator to calculate the unknown amount in each situation.

1. How many Zeds will Sizwe save altogether if she:
   - Deposits 60 Zeds per month,
   - For a period of 48 months,
   - At an annual interest rate of 4%.

   Enter your answer here

2. How many Zeds must Sizwe deposit every month if she:
   - Wants to save 4,000 Zeds,
   - Over a period of 36 months,
   - At an annual interest rate of 8%.

   Enter your answer here

3. How long (in months) will it take Sizwe to:
   - Save 6000 Zeds,
   - If she deposits 100 Zeds per month,
   - At an annual interest rate of 10%.

   Enter your answer here

SAVINGS SIMULATOR

Step 1: Select what you want to simulate: The total amount you will save

Step 2: Complete the required information using the highlighted (red) sliders:

Savings period:	48	Months
Monthly deposit:	40	Zeds
Annual interest rate:	10	% per year
Total saving:	2350	Zeds

Save the data | Clear the saved data

Simulation #	Savings Period (Months)	Monthly deposit (Zeds)	Annual Interest Rate (%)	Total amount saved (Zeds)
1	12	40	6	495
2	48	40	6	2165
3	12	40	10	505
4	48	40	10	2350
5				

PISA 2021

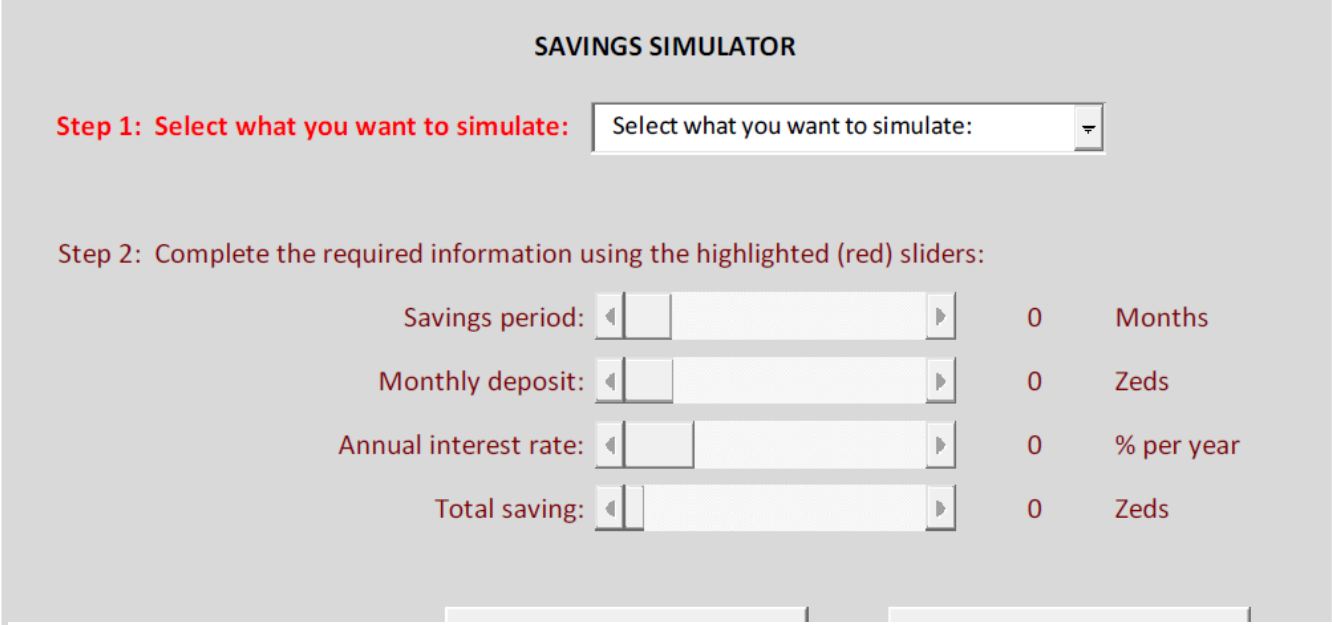
©K.Nishimura

Savings simulation

Question 2/3

For each simulation select **TWO STATEMENTS** to justify the use of the given simulator.

	Statement		
	必要総額	可能月額	必要時期
Simulation	You know how much money you will need	You know how much money you can save each month	You know when you will need the money
Savings period simulation	○	○	○
Monthly deposit simulation.	○	○	○
Total savings simulation	○	○	○



- ある月々の預金額と金利で、希望する貯蓄総額を達成するために必要な**貯蓄期間**（月数）
- 与えられた期間と金利で、希望する総貯蓄額を達成するために必要な**月々の預金額**
- 月々の預金額、金利、貯蓄期間がわかっている場合に積み立てられる**貯蓄総額**

Savings simulation

Question 3/3

Sizwe has done some simulations, She says: "***I notice than when I earn no interest and double the monthly deposit, the length of the savings period is halved. But, when I earn interest and double the monthly deposit the savings period is not halved***."

Select the appropriate tabs to study the records in Sizwe's simulation and to do your own simulations to answer the questions.

1. Complete the statement:

   Sizwe's observation is:

   ○ always true
   ○ sometimes true, it depends on the interest rate

2. Complete the statement:

   For a fixed total savings and a set monthly deposit, an increase in the interest rate reduces the length of the savings period more when:

   ○ the monthly payment is smaller.
   ○ the monthly payment is larger.

3. Provide a justification for the statement you completed in question 2.

Provide a justification

Sizwe's simulator | Blank simulator

©K.Nishimura

SAVINGS SIMULATOR

「無利息で月額を2倍にすると，期間は半分になることに気づいた。でも，利息を得て毎月の預金を2倍にすると，貯蓄期間は半分にはならない。」

ths

Annual interest rate: 6 % per year

Total saving: 6000 Zeds

Save the data | Clear the saved data

Simulation #	Savings Period (Months)	Monthly deposit (Zeds)	Annual Interest Rate (%)	Total amount saved (Zeds)

貯蓄総額が一定で，月額が決まっている場合、利率が上がれば，貯蓄期間は
○月額が小さいときほど短くなる
○月額が大きいときほど短くなる

PISA 2021

©K.Nishimura

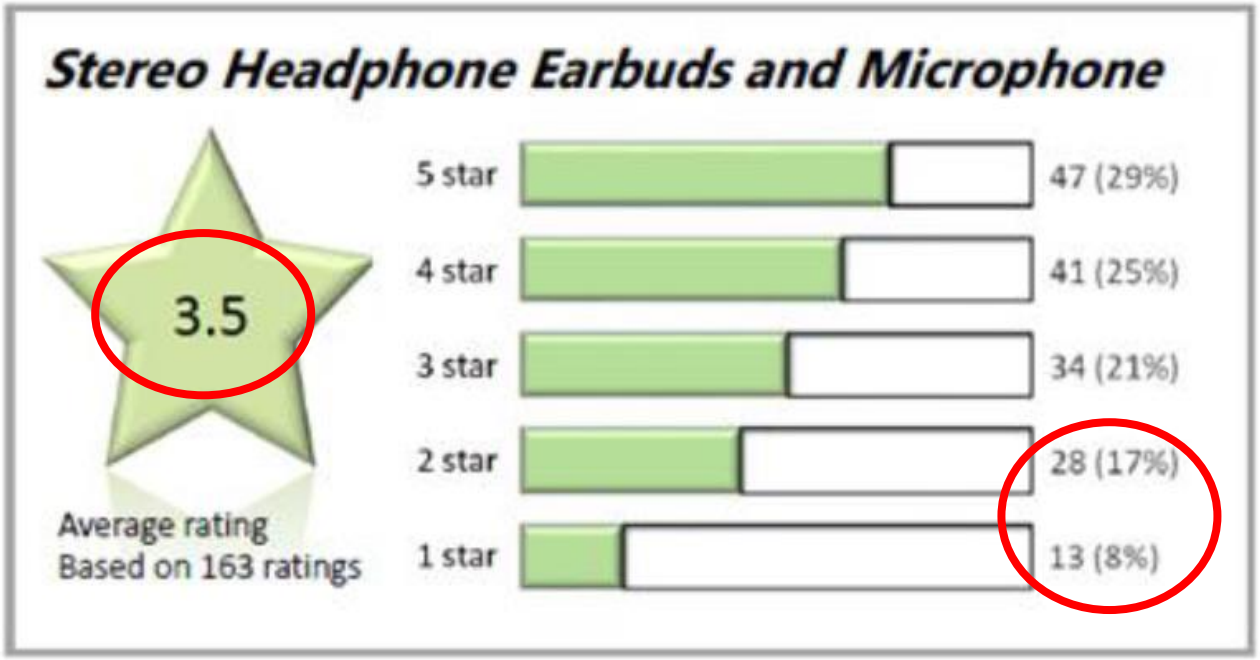
Purchasing decision

Introduction

Read the introduction. Then click on the NEXT arrow.

PURCHASING DECISION

Andrea is shopping online for a new pair of headphones. She has identified a pair that she likes. However, she notices that even though the total number of reviews is small, the product received many poor reviews: a total of 25% 1- and 2-star reviews.



©K.Nishimura

Purchasing decision

Question 1/2

Andrea looked through all the reviewers comments and noticed that only the 1- and 2-star reviewers made comments about poor quality or about the product arriving late or not at all.

Use the information from the **Online reviews** tab and from the **Summary table** tab as well as the built in calculator to answer the questions.

Question	Response
What percentage of all of the reviews deal with poor quality of the product?	$\frac{4}{163} \times 100$
What percentage of the 1- and 2-star reviews deal with the product arriving late or not at all?	$\frac{21}{41} \times 100$

PURCHASING DECISION

Online reviews | Summary table

REASON	Number
Headphones arrived late	13
Headphones did not arrive at all	4
Cable was damaged or missing	7
One or both earbuds were broken	4
Packaging was unattractive	5
Wrong rating (good review, bad rating)	8

©K.Nishimura

Purchasing decision

Question 2/2

Andrea looked through all the reviewers comments and noticed that only the 1- and 2-star reviewers made comments about poor quality or about the product arriving late or not at all.

Use the information from the **Online reviews** tab and from the **Summary table** tab as well as the built in calculator to answer the question.

Question	Response
Andrea is concerned about the headphones arriving late or not at all. Based on the information in the **Online reviews** tab and the **Summary table**. How likely is it that the product will arrive late or not at all? **Express your answer as a fraction or percentage.**	$\frac{21}{163} \times 100$

PURCHASING DECISION

To help with her decision to buy the product or not, Andrea studied the comments for the 1- and 2-star reviews and noticed that some of the reviews have nothing to do with the quality or the functioning of the product.

She grouped the responses for the 1- and 2-star reviews and summarised her findings in the table.

REASON	Number
Headphones arrived late	13
Headphones did not arrive at all	4
Cable was damaged or missing	7
One or both earbuds were broken	4
Packaging was unattractive	5
Wrong rating (good review, bad rating)	8

©K.Nishimura

Tiling

Question 1/5

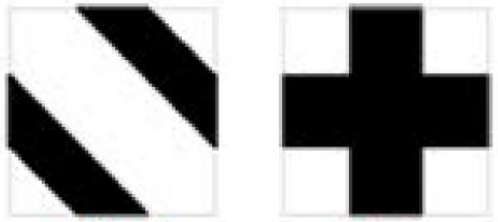
Refer to "tiling" on the right. Use drag-and-drop to complete the problem.

The tiling pattern on the right is created using a combination of the two tiles. The tiler continues to tile the floor by extending the pattern in the same way.

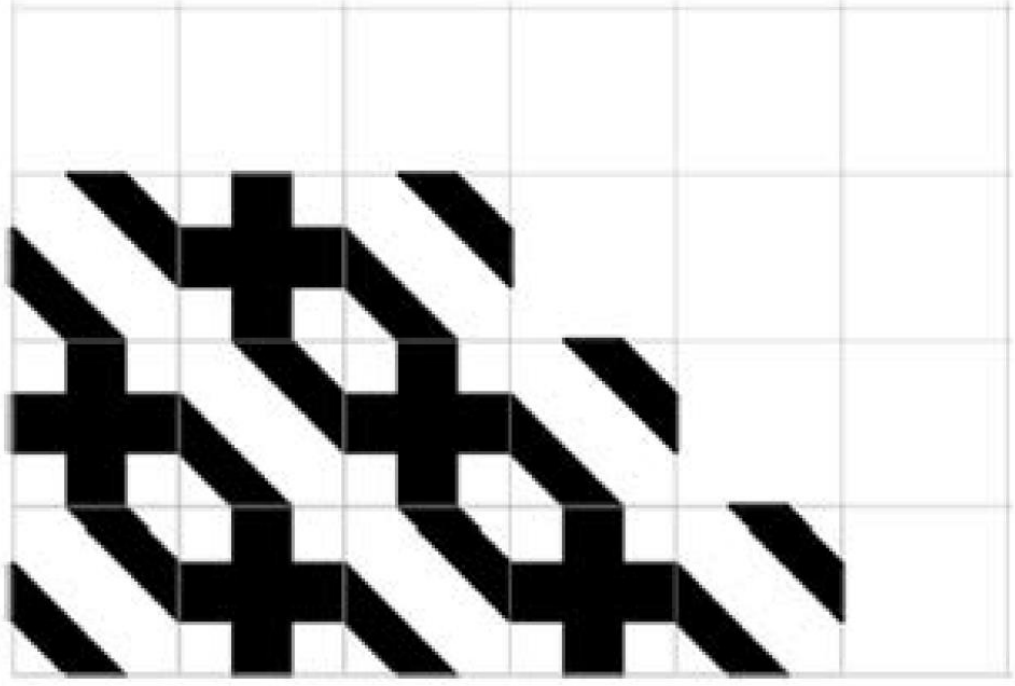
Study the pattern.

Use your mouse to drag and drop the tiles into position and finish tiling the rest of the floor using the same pattern.

TILING



Tile A Tile B



PISA 2021

©K.Nishimura

Tiling

Question 2/5

Refer to "tiling" on the right. Use drag-and-drop to complete the problem.

The tiler wants to make a set of instructions that he can give to people who want to make the same tiling pattern.

Drag and drop the elements into the spaces to complete the instructions that will produce the pattern on the right.

IF | THEN | ELSE | TILE A | TILE B

TILING INSTRUCTIONS

For row = 1 to 4

"First determine the left hand tile in the row"

IF the row is an odd numbered row

THEN the first tile is

ELSE the first tile is

"Complete the row by adding tiles"

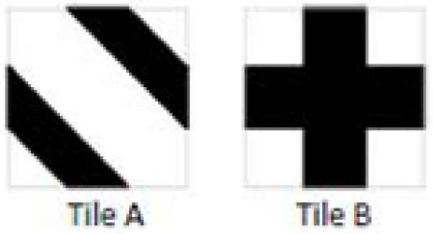
IF the previous tile is

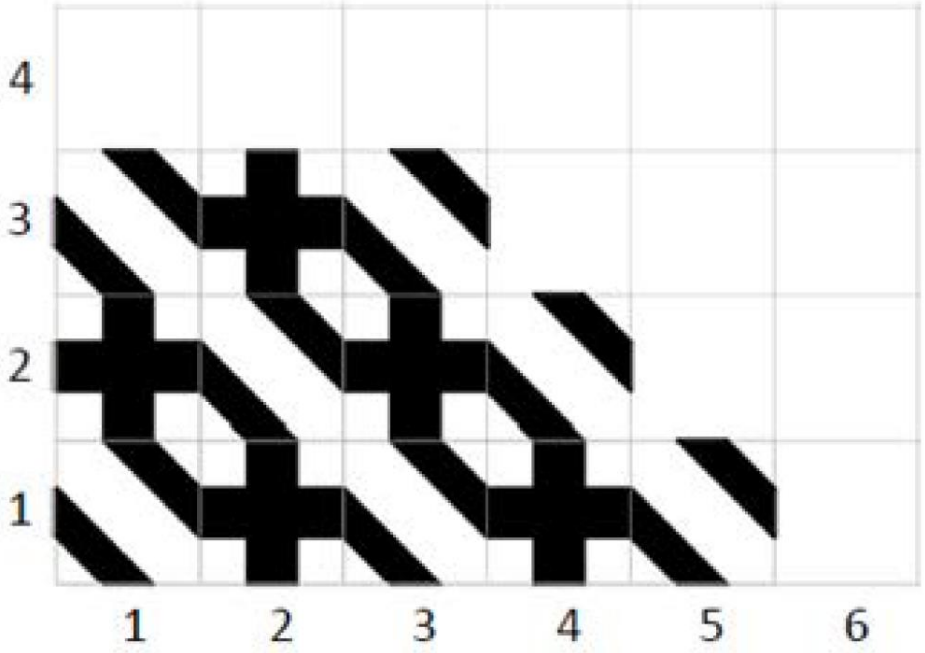
use

use

Next row

TILING





PISA 2021

©K.Nishimura

Tiling

Question 3/5

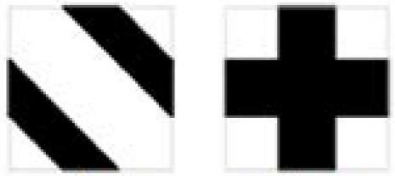
Refer to "tiling" on the right. Click on the choices to answer the question.

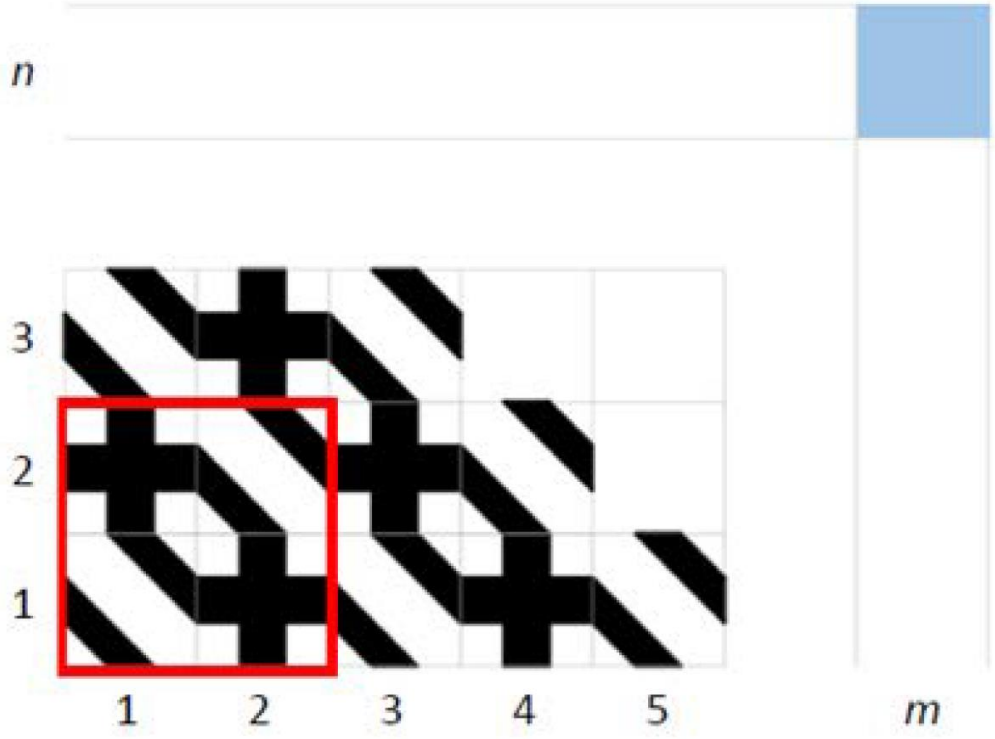
The tiler wants to be able to predict what tile will go in any position on the grid. For example, he wants to know what tile he will use in the marked position (m; n).

Study the tiling pattern and in particular the four tiles highlighted with a red border. Select **ALL** of the rules below that will correctly predict the tile that is needed for any grid position (m; n).

Rule	
If $m + n$ is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If $m + n$ is even use tile A, otherwise use tile B	○
If $m \times n$ is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If $m \times n$ is even use tile A, otherwise use tile B	○
If m is odd and n is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If m and n are both odd or both even use tile A, otherwise use tile B	○

TILING





PISA 2021

©K.Nishimura

Tiling

Question 3/5

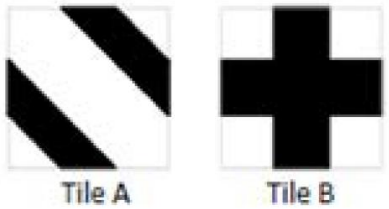
Refer to "tiling" on the right. Click on the choices to answer the question.

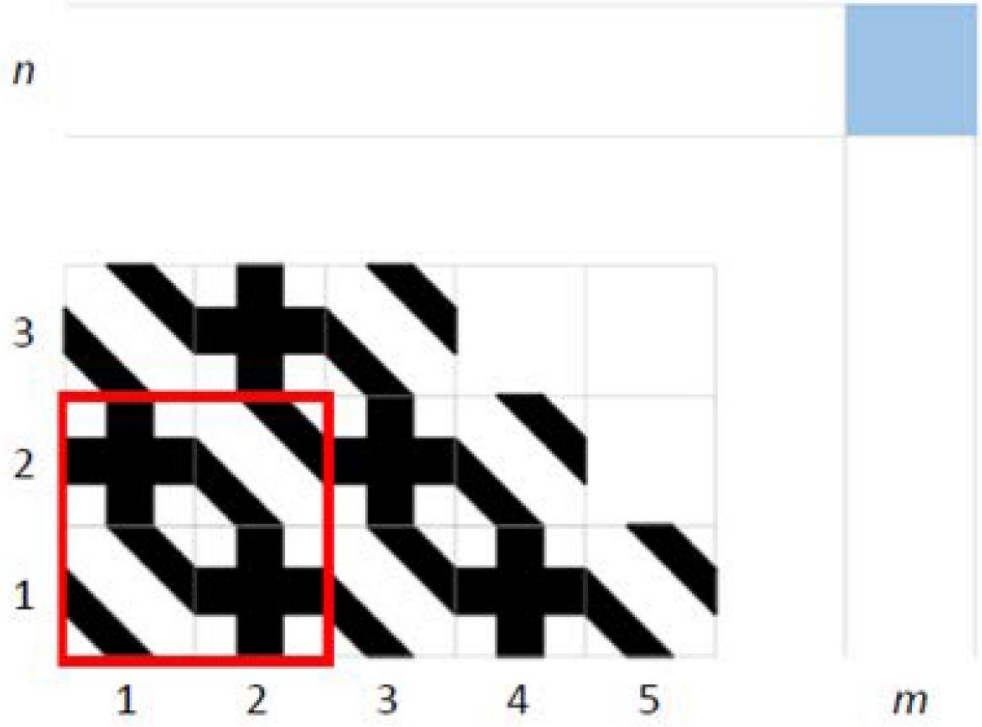
The tiler wants to be able to predict what tile will go in any position on the grid. For example, he wants to know what tile he will use in the marked position (m; n).

Study the tiling pattern and in particular the four tiles highlighted with a red border. Select **ALL** of the rules below that will correctly predict the tile that is needed for any grid position (m; n).

Rule	
If $m + n$ is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If $m + n$ is even use tile A, otherwise use tile B	○
If $m \times n$ is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If $m \times n$ is even use tile A, otherwise use tile B	○
If m is odd and n is odd use tile A, otherwise use tile B	○
If m and n are both odd or both even use tile A, otherwise use tile B	○

TILING





ここでの使用するタイルの選び方のルールについての正誤判定

©K.Nishimura

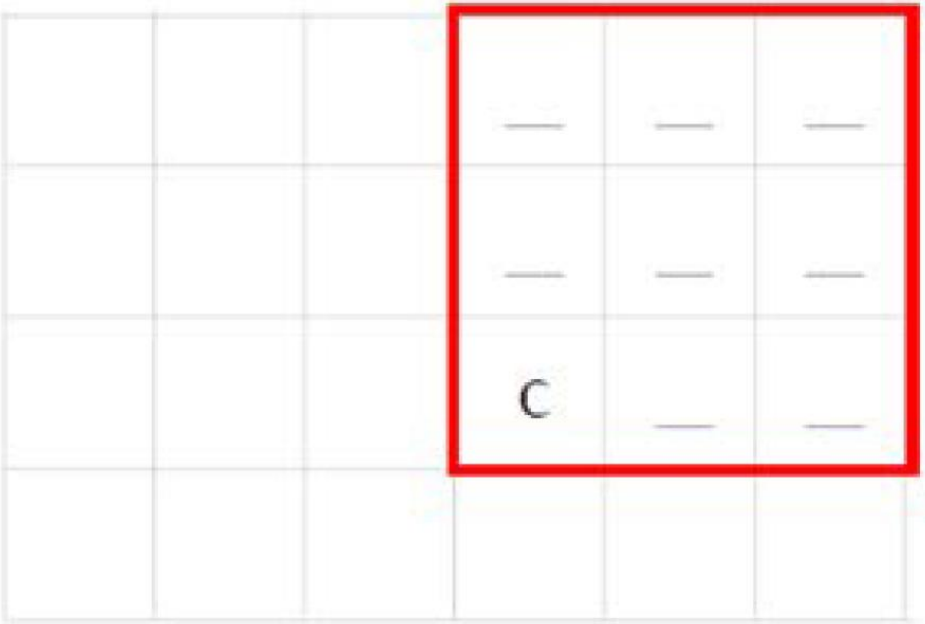
Tiling

Question 4/5

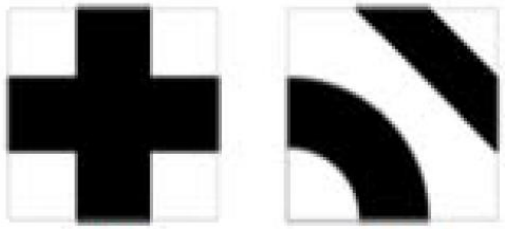
The tiling pattern on the right is created using a combination of two tiles: B and C. Ameer continues to tile the floor by extending the pattern in the same way.

Study the pattern.

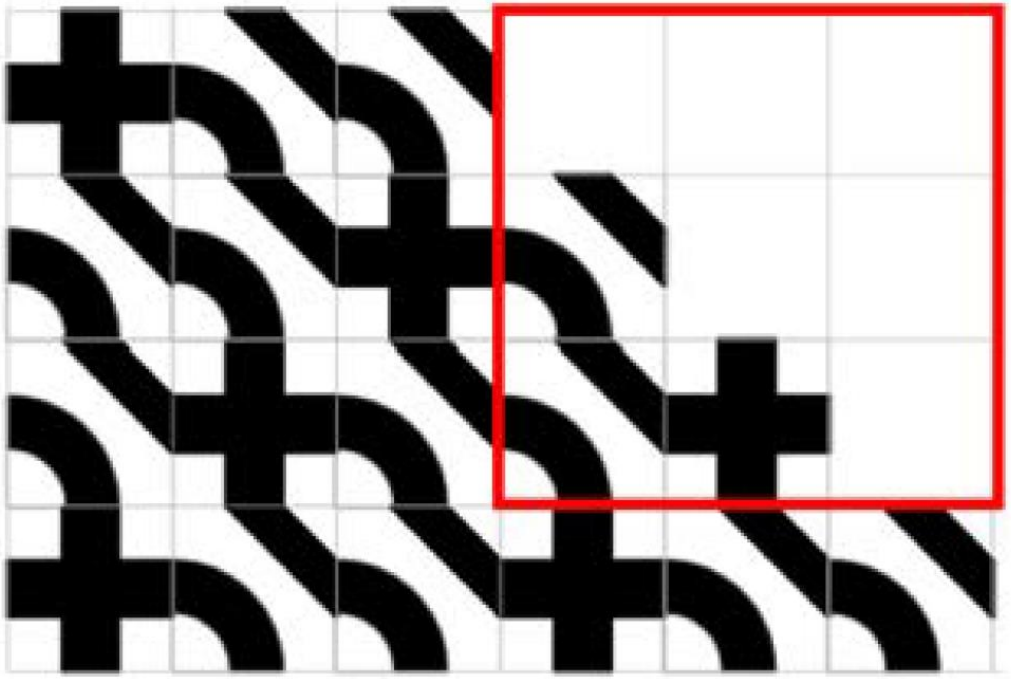
The red square on the grid below corresponds to the red square on the grid on the right. Use the letters B and C to record the tile that goes in each position of the red square.



TILING



Tile B Tile C



©K.Nishimura

Computational thinking

- コンピュータ，人間，またはその両者の組み合わせによって実行可能な形に，問題を定式化し、その解決策をデザインすることに伴う思考プロセス

- 長期的な数学的リテラシーの発達に，相乗的・相互補完的に関係する.
  - メディアや新しい表現ツールを通じて，新しい方法で考えを表現し，（抽象的な）概念とも相互作用することを可能にする
  - モデル化とシミュレーション
  - システム思考　など

©K.Nishimura

本日の流れ

1. PISA 2022 Mathematics Framework
   新たな変更点，問題例

2. **PISA 2022 質問紙調査**

3. Education2030数学ラーニング・コンパス

4. 日本の数学教育の検討課題

推論と21世紀的な課題

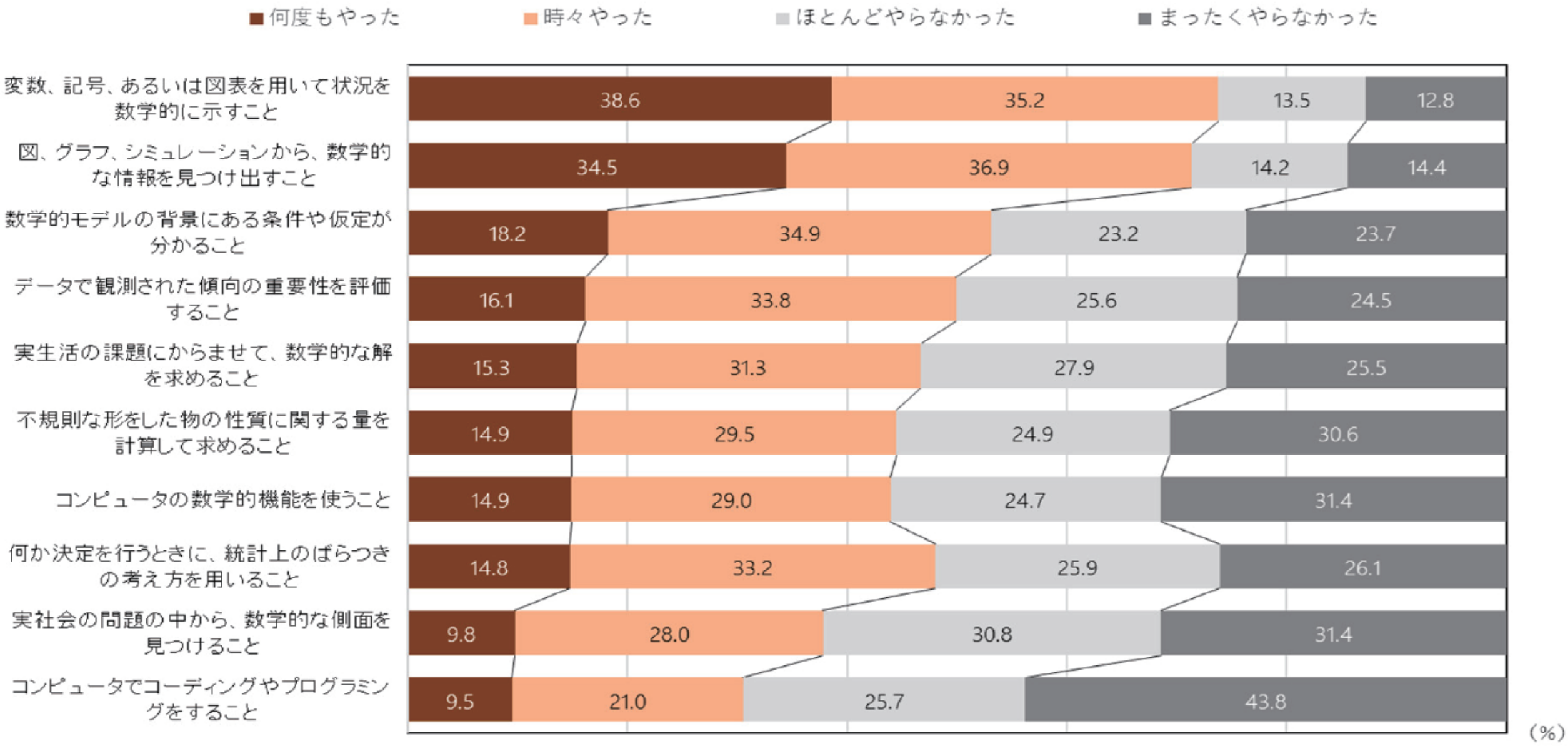
©K.Nishimura

- 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。
- 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。

図、グラフ、シミュレーションから、数学的な情報を見つけ出すこと
実生活の課題にからませて、数学的な解を求めること
何か決定を行うときに、統計上のばらつきの考え方を用いること
実社会の問題の中から、数学的な側面を見つけること
数学的モデルの背景にある条件や仮定が分かること
変数、記号、あるいは図表を用いて状況を数学的に示すこと
データで観測された傾向の重要性を評価すること
コンピュータでコーディングやプログラミングをすること
コンピュータの数学的機能（例：表計算ソフト、プログラミング・ソフト、グラフ電卓）を使うこと
不規則な形をした物の性質に関する量を計算して求めること

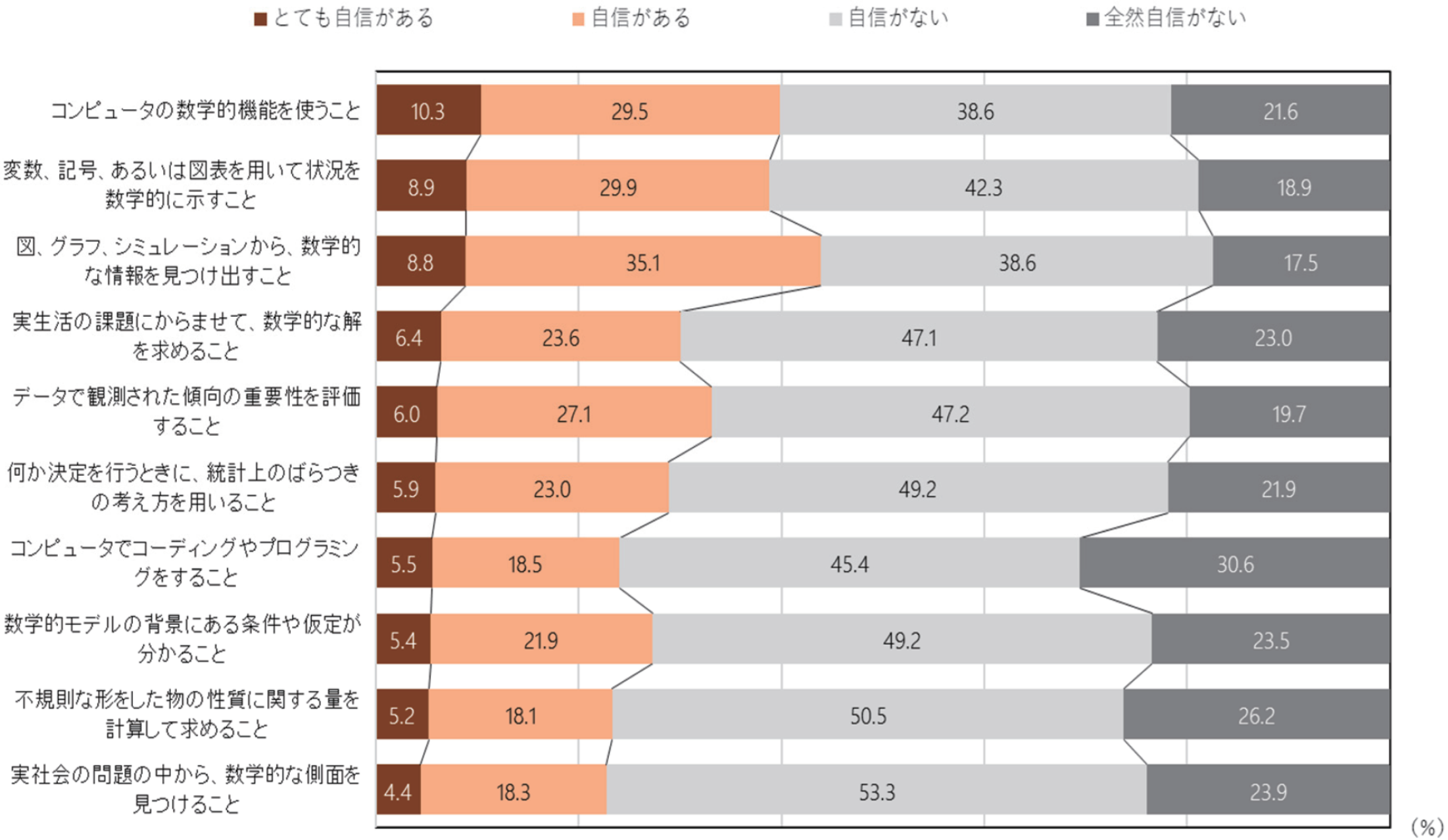
学校で、次のような数学的な活動をどのくらいやりましたか。
それぞれについて、あてはまるものを一つ選んでください。

©K.Nishimura



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。
それぞれについて、あてはまるものを一つ選んでください。

©K.Nishimura



©K.Nishimura

国名	「経験(推論と21世紀的な課題)」指標			
	平均値		標準偏差	
	平均値	標準誤差	標準偏差	標準誤差
OECD AVE	0.01	0.00	0.97	0.00
Viet Nam	0.00	0.02	1.05	0.02
Serbia	0.00	0.02	1.13	0.01
Latvia*	-0.02	0.02	0.89	0.01
Switzerland	-0.02	0.02	0.88	0.01
Spain	-0.03	0.01	0.92	0.01
Romania	-0.05	0.02	1.03	0.01
Chinese Taipei	-0.06	0.02	1.03	0.01
Germany	-0.09	0.02	0.83	0.01
Belgium	-0.09	0.02	0.96	0.01
Netherlands*	-0.12	0.02	0.95	0.01
Lithuania	-0.13	0.02	0.94	0.01
Japan	-0.17	0.02	1.14	0.01
Estonia	-0.18	0.01	0.87	0.01
Hungary	-0.22	0.02	0.98	0.02
Slovenia	-0.24	0.01	0.97	0.01
Poland	-0.24	0.02	0.97	0.01
Greece	-0.25	0.02	1.03	0.02
Czech Republic	-0.28	0.02	0.94	0.01
Italy	-0.36	0.02	0.98	0.01
Israel	-0.37	0.02	1.16	0.02
Korea	-0.45	0.02	1.10	0.02

国名	「自己効力感(推論と21世紀的な課題)」指標			
	平均値		標準偏差	
	平均値	標準誤差	標準偏差	標準誤差
OECD AVE	0.01	0.00	0.98	0.00
Slovak Republic	-0.01	0.02	1.06	0.01
Chile	-0.01	0.02	1.08	0.01
Netherlands*	-0.02	0.02	0.98	0.01
Kosovo	-0.02	0.02	1.03	0.01
Costa Rica	-0.02	0.02	0.97	0.01
Georgia	-0.02	0.02	1.01	0.02
Indonesia	-0.02	0.01	0.83	0.01
Jamaica*	-0.03	0.02	0.96	0.02
Philippines	-0.04	0.01	0.88	0.01
Italy	-0.14	0.02	0.91	0.01
Ukrainian regions (18 o	-0.15	0.03	0.97	0.02
Brazil	-0.16	0.01	1.06	0.01
Malaysia	-0.17	0.01	0.86	0.01
Israel	-0.18	0.02	1.21	0.01
Latvia*	-0.21	0.02	0.92	0.01
Korea	-0.25	0.03	1.13	0.01
Thailand	-0.25	0.01	0.87	0.01
Greece	-0.26	0.02	1.02	0.01
Poland	-0.26	0.02	0.98	0.01
Czech Republic	-0.27	0.02	0.99	0.01
Brunei Darussalam	-0.27	0.01	0.74	0.01
Japan	-0.40	0.02	1.01	0.01

©K.Nishimura

授業における認知の活性化：数学的思考力の育成

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

先生は私たちに、「数学的に考える」ように勧めた

先生は私たちに、新たな状況に取り組む時に数学的な論理をどう用いるかについて教えた

先生は私たちに、数の表し方を理解することで、難しそうにみえる問題をどのようにすればより簡単に解決できるかを示した

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

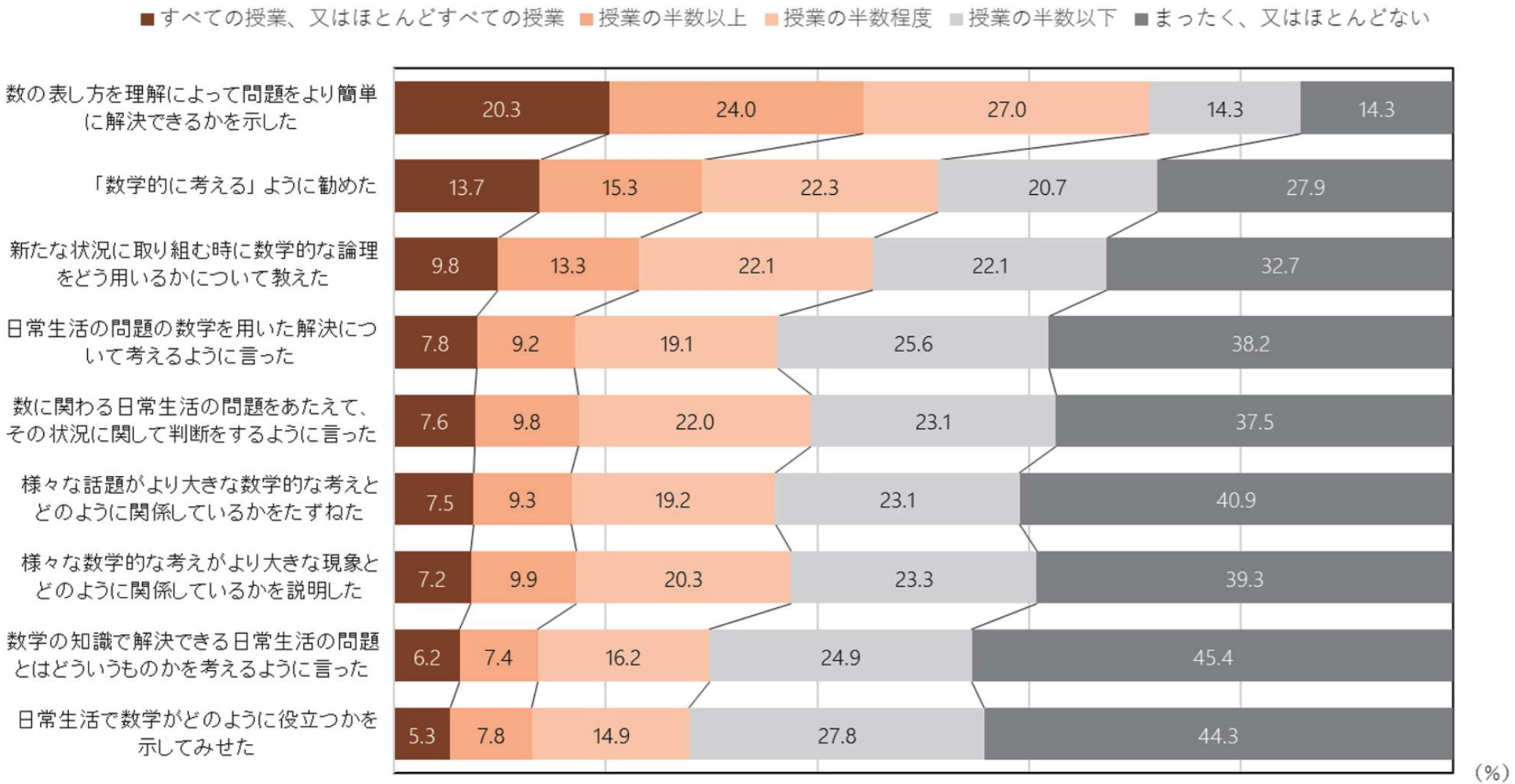
先生は私たちに、様々な話題がより大きな数学的な考えとどのように関係しているかをたずねた

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、様々な数学的な考えがより大きな現象とどのように関係しているかを説明した

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。
それぞれについて、あてはまるものを一つ選んでください。

©K.Nishimura



©K.Nishimura

国名	「認知の活性化(数学的思考力の育成(A))」指標			
	平均値		標準偏差	
	平均値	標準誤差	標準偏差	標準誤差
OECD AVE	0.01	0.00	0.97	0.00
Sweden	0.00	0.02	0.96	0.01
Lithuania	0.00	0.02	0.95	0.01
Ireland*	-0.02	0.02	0.95	0.01
Germany	-0.03	0.02	0.91	0.01
Uruguay	-0.05	0.02	0.99	0.01
Hungary	-0.06	0.02	0.93	0.01
Iceland	-0.07	0.02	0.96	0.01
France	-0.10	0.02	1.01	0.01
Greece	-0.10	0.02	0.98	0.01
Slovenia	-0.12	0.01	0.93	0.01
Italy	-0.14	0.02	0.93	0.01
Finland	-0.14	0.01	0.89	0.01
Czech Republic	-0.16	0.02	0.93	0.01
Estonia	-0.16	0.01	0.89	0.01
Belgium	-0.22	0.02	0.96	0.01
Korea	-0.30	0.02	1.04	0.01
Israel	-0.33	0.02	1.03	0.01
Poland	-0.34	0.02	1.05	0.01
Japan	-0.35	0.02	1.05	0.01
Netherlands*	-0.35	0.02	0.95	0.01

©K.Nishimura

THE FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS

OECD Learning Compass for Mathematics

©K.Nishimura

目　次

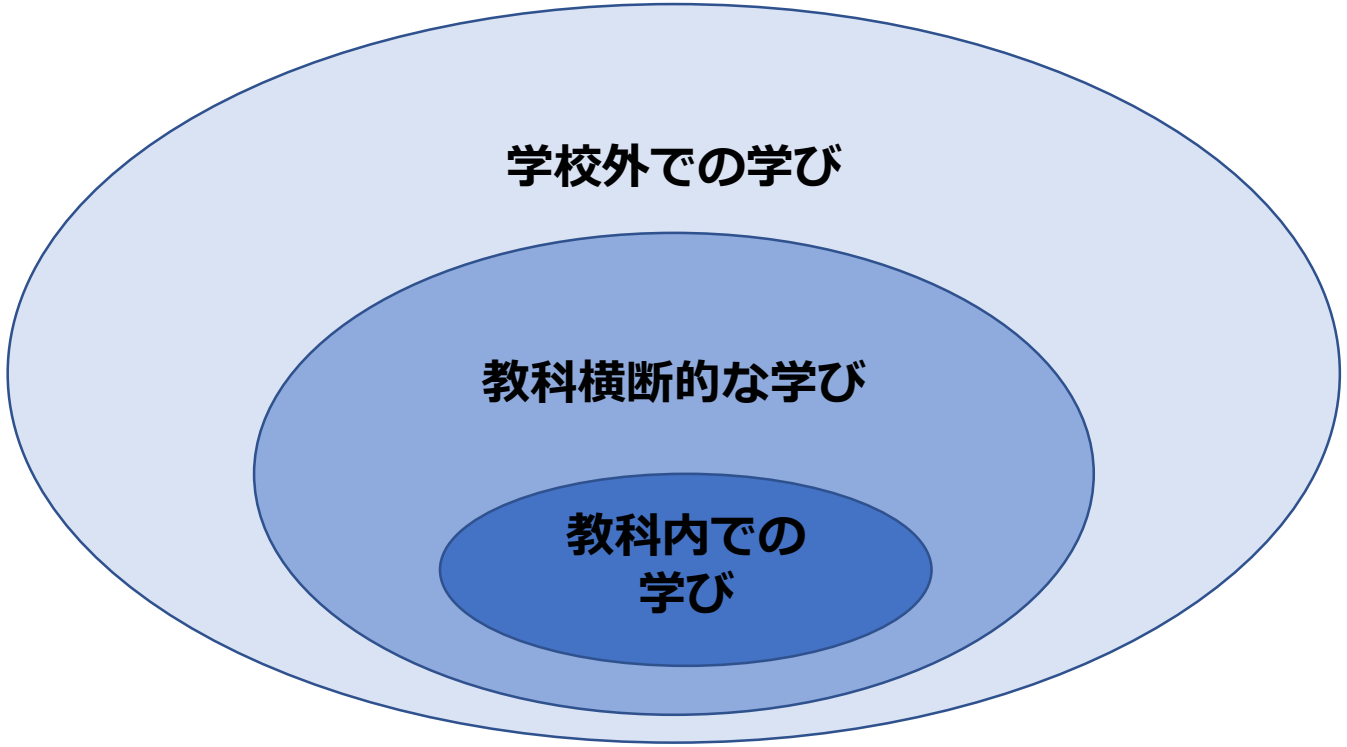
1. Education2030：共有ビジョン
2. 急速に変化する世界における新しい解決策の必要性
3. より広範な教育目標の必要性：個人と集団のウェルビーイング
4. 見通し-行動-振り返り（AAR）サイクル
5. エコシステムの変革に向けた設計原理
6. 次のステップ

©K.Nishimura

OECD LEARNING COMPASS 2030
Action
Transformative competencies
Core foundations
Creating new value
Knowledge
Attitudes
Competencies
Values
Skills
Taking responsibility
Reconciling tensions & dilemmas
Anticipation
Reflection
Co-agency with peers, teachers, parents, communities
Student agency
Well-being 2030
OECD

©K.Nishimura

エコシステムの変革に向けた設計原理



©K.Nishimura

教科内のコンテンツの設計原理

1. 焦点
2. 厳密さ
3. 一貫性

学年ごとに少ないトピックを導入し、深さと関連性を確保する。過負荷になることなく、重要な内容を確実にカバーする。

カリキュラムオーバーロード

挑戦的で、深い思考と振り返りを可能にするようなトピックを含める。子どもたちが新しい様々な状況で知識を活用し、技能を応用する能力を伸ばすことができるよう、慎重に、証拠に基づいて選択されなければならない。
数学では、今日の世界ではもはや必要とされていない、あるいは適切でないかもしれない特定の内容を含めてしまいがちである。

©K.Nishimura

○Big ideas

- number systems (whole numbers, integers, rational numbers);
- equivalence/ equality and comparison;
- operations and their relationships;
- patterns and relationships;
- invariance and variation;
- symbolic and diagrammatic systems;
- measurement of attributes and working with measures;
- variables and co-variation, including relations and functions;
- distributions and variability;
- probability as measurement of likelihood;
- definition of shapes and solids by properties and classification;
- transformations and navigation.

これらを繰り返し学ぶ機会を設けることを一つの軸にする

©K.Nishimura

教科内の内容の設計原理

1. 焦点
2. 厳密さ
3. 一貫性

硬直した直線的な進行のことではなく、段階的な発達に対応できるよう順序立てた進行のこと

©K.Nishimura

伝統的な教育システムにおいて	ニューノーマル で具現化した教育システムにおいて
結果が最重要視される（生徒のパフォーマンスや成果がシステムの信憑性やシステムの改善のための基準となる 学業のみが焦点化される	**結果だけでなくプロセスを重視**する（生徒のパフォーマンスや成果だけでなく、生徒の学習経験それ自体が価値を有するものとして認識される） 学業だけでなく包括的な生徒のウェル・ビーイングを焦点化する
直線で標準化された筋道（カリキュラムは標準化された直線のラーニング・プログレッション・モデルに基づいて開発されている）	**直線でない多様に分岐する道筋**（生徒個々人にふさわしい学習の道筋があり、それぞれが異なる知識、スキル、態度を持って入学すると認識する）

OECD(2020).Curriculum (re)design. A series of thematic reports from the OECD Education 2030 project OVERVIEW BROCHURE.

数学はこのように学ぶものである。

数学はこのように理解していくものである。

学び方や思考の多様性に応じる

©K.Nishimura

教科横断的な内容の設計原理

1. 転移可能性 ―――― STEM／STEAM
2. 教科横断性 ―――― Mは教科横断的なテーマをどのように深めるかを考える際の基盤
3. 選択性

学校の枠を越えた設計原理

1. 真正性 ―――― 自らの学習を，現実世界に結びつけたり、自らの学習に対する目的を理解したりできる必要がある。数学の場合は、学問分野に基づく知識の習得に加え、学校外での学際的で協働的な経験が必要となる。
2. 柔軟性 ―――― 社会や子どもたちからの要求の変化を反映して教育や学習プログラムを更新したり整合させたりできる
3. 整合性 ―――― 教育方法と評価

©K.Nishimura

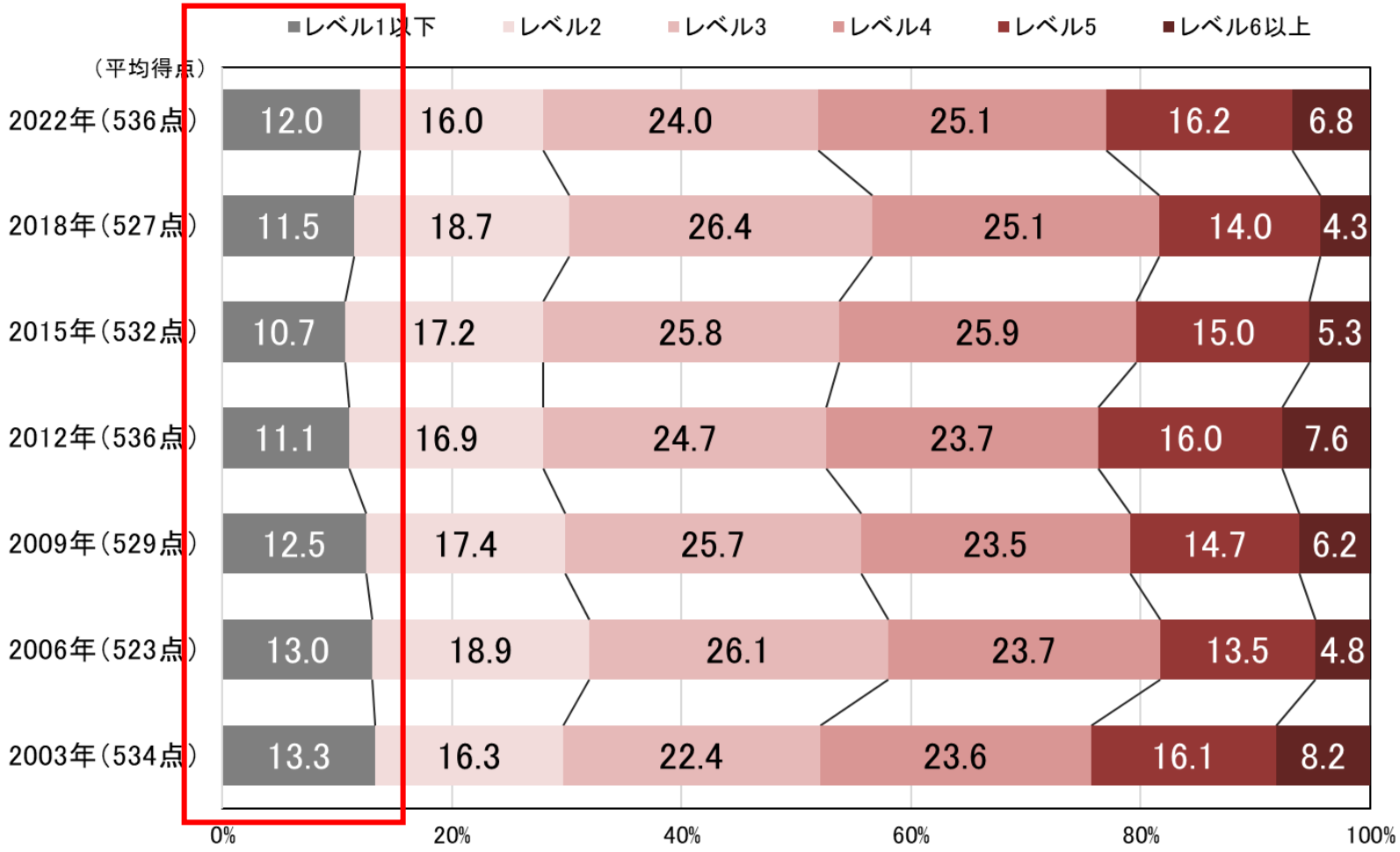
日本の数学教育の検討課題

https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/genjyo/021203.htm

ここの数学的リテラシーの状況は？

習熟度レベル別（経年）

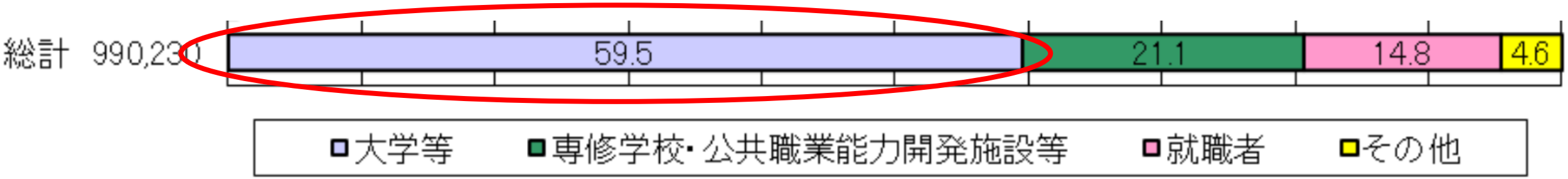
©K.Nishimura



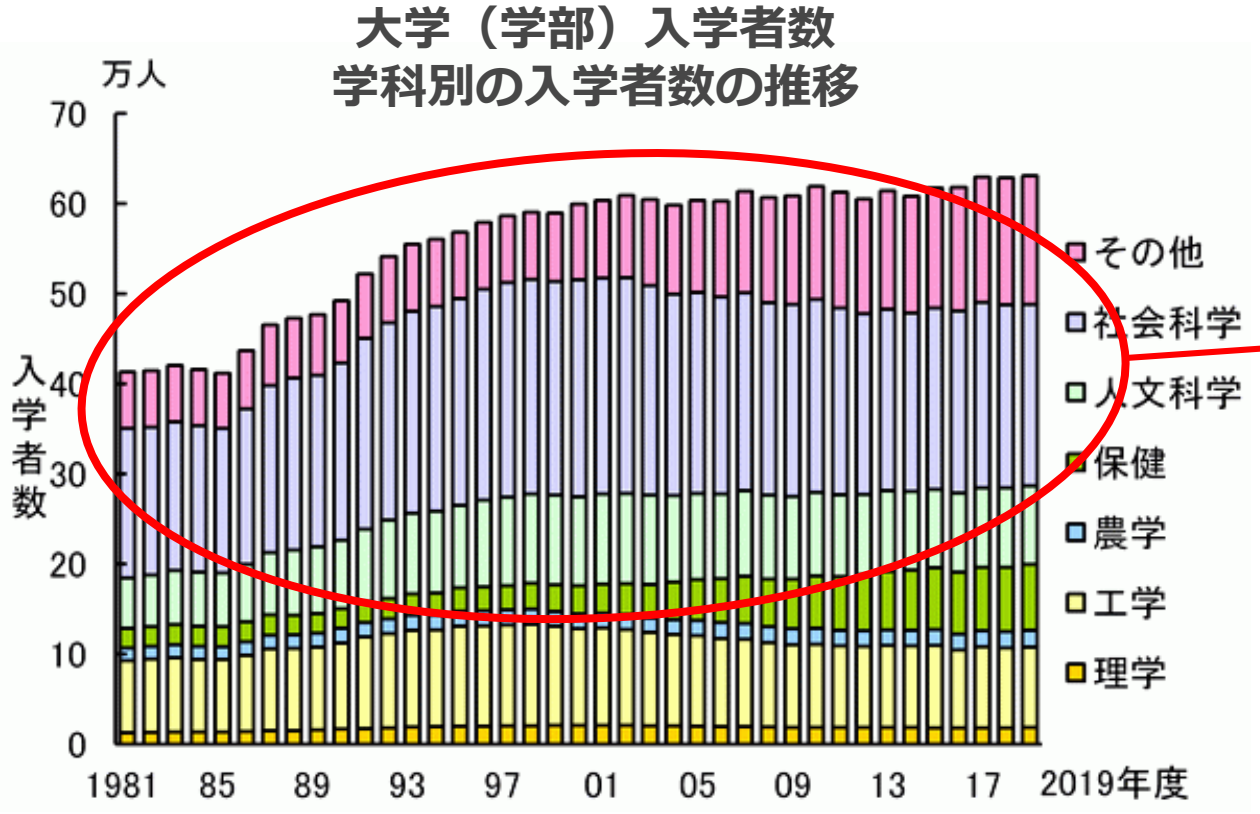
日本の15歳児　108万人　　レベル1以下　13万人

©K.Nishimura

高等学校卒業者の学科別進路状況（令和4年3月卒）



https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/shinkou/genjyo/021203.htm



非理工系進学希望者の数学的思考力は？

カリキュラム・オーバーロード？

https://www.nistep.go.jp/sti_indicator/2020/RM295_32.html

©K.Nishimura

学習指導要領	科目編成
S35	数学Ⅰ（必修） 数学ⅡA／数学ⅡB 数学Ⅲ，応用数学
S45	数学Ⅰ／数学一般（選択必修） 数学ⅡA／数学ⅡB 数学Ⅲ，応用数学
S53	数学Ⅰ（必修） 数学Ⅱ／代数・幾何，基礎解析 微分・積分，確率・統計
H1	数学Ⅰ（必修），数学Ⅱ，数学Ⅲ **数学A，数学B，数学C**

コアオプション

数学A
- **（1）数と式**
- （2）平面幾何
- **（3）数列**
- （4）計算とコンピュータ

数学B
- **（1）ベクトル**
- **（2）複素数と複素数平面**
- （3）確率分布
- （4）算法とコンピュータ

数学C
- **（1）行列と線形計算**
- **（2）いろいろな曲線**
- （3）数値計算
- （4）統計処理

©K.Nishimura

学習指導要領	科目編成
H11	数学Ⅰ／**数学基礎**（選択必修） 数学Ⅱ，数学Ⅲ 数学A，数学B，数学C
H21	数学Ⅰ（必修），数学Ⅱ，数学Ⅲ 数学A，数学B，**数学活用**
H30	数学Ⅰ（必修），数学Ⅱ，数学Ⅲ 数学A，数学B，数学C

課題学習

数学A
- （1）図形の性質
- （2）場合の数と確率
- （3）数学と人間の活動

数学B
- （1）数列
- （2）統計的な推測
- （3）数学と社会生活

数学C
- （1）ベクトル
- （2）平面上の曲線と複素数平面
- （3）数学的な表現の工夫

生徒による選択が実現しない

©K.Nishimura

情報Ⅰ

(1)情報社会の問題解決
(2)コミュニケーションと情報デザイン
(3)コンピュータとプログラミング
(4)情報通信ネットワークと**データの活用**

- 質的データと量的データ
- データの整理（データクリーニングなど）
- 欠損値や外れ値の扱い方
- データの様々な可視化
- テキストマイニング
- オープンデータの活用
- 複数の散布図（散布図行列）
- 相関と交絡因子
- 単回帰分析

©K.Nishimura

情報 II

(1)情報社会の進展と情報技術
(2)コミュニケーションとコンテンツ
(3)**情報とデータサイエンス**
(4)情報システムとプログラミング
(5)情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究

- 選択バイアス，情報バイアス
- 機械学習，訓練データ，過剰適合
- 重回帰分析，モデルの調整，多項式回帰
- 分類，条件付き確率，近傍法，木構造を用いた予測
- クラスタリング
- 文字認識，画像認識等
- 人工知能

©K.Nishimura

第２章　各学科に共通する各教科・

第１節　国　語・・・・・・・・・
第２節　地理歴史・・・・・・・・
第３節　公　民・・・・・・・・・
第４節　数　学・・・・・・・・・
第５節　理　科・・・・・・・・・
第６節　保健体育・・・・・・・・
第７節　芸　術・・・・・・・・・
第８節　外国語・・・・・・・・・
第９節　家　庭・・・・・・・・・
第10節　情　報・・・・・・・・・
第11節　理　数・・・・・・・・・

- **理数探究基礎・理数探究**
  SSHの成果の拡大

“数学”の探究の実践は？