

高校教育改革を考える上でのヒント

白井 俊

東京科学大学

高校教育を考えるポイント

- ①学習に真剣に取り組む：フィンランド、シンガポール等からの示唆
- ②「探究」の再検討：アメリカの研究からの示唆
- ③STEM人材の育成：消えた“T”と“E”

PISA2022の結果

(注目したい国: 日本、シンガポール、エストニア、フィンランド、スウェーデン)

	数学的リテラシー	平均得点	読解力	平均得点	科学的リテラシー	平均得点
1	シンガポール	575	シンガポール	543	シンガポール	561
2	マカオ	552	アイルランド*	516	日本	547
3	台湾	547	日本	516	マカオ	543
4	香港*	540	韓国	515	台湾	537
5	日本	536	台湾	515	韓国	528
6	韓国	527	エストニア	511	エストニア	526
7	エストニア	510	マカオ	510	香港*	520
8	スイス	508	カナダ*	507	カナダ*	515
9	カナダ*	497	アメリカ*	504	フィンランド	511
10	オランダ*	493	ニュージーランド*	501	オーストラリア*	507
11	アイルランド*	492	香港*	500	ニュージーランド*	504
12	ベルギー	489	オーストラリア*	498	アイルランド*	504
13	デンマーク*	489	イギリス*	494	スイス	503
14	イギリス*	489	フィンランド	490	スロベニア	500
15	ポーランド	489	デンマーク*	489	イギリス*	500
16	オーストリア	487	ポーランド	489	アメリカ*	499
17	オーストラリア*	487	チェコ	489	ポーランド	499
18	チェコ	487	スウェーデン	487	チェコ	498
19	スロベニア	485	スイス	483	ラトビア*	494
20	フィンランド	484	イタリア	482	デンマーク*	494
21	ラトビア*	483	オーストリア	480	スウェーデン	494
22	スウェーデン	482	ドイツ	480	ドイツ	492
23	ニュージーランド*	479	ベルギー	479	オーストリア	491
24	リトアニア	475	ポルトガル	477	ベルギー	491
25	ドイツ	475	ノルウェー	477	オランダ*	488
26	フランス	474	クロアチア	475	フランス	487
27	スペイン	473	ラトビア*	475	ハンガリー	486
28	ハンガリー	473	スペイン	474	スペイン	485
29	ポルトガル	472	フランス	474	リトアニア	484
30	イタリア	471	イスラエル	474	ポルトガル	484
31	ベトナム※	469	ハンガリー	473	クロアチア	483
32	ノルウェー	468	リトアニア	472	ノルウェー	478
33	マルタ	466	スロベニア	469	イタリア	477
34	アメリカ*	465	ベトナム※	462	トルコ	476
35	スロバキア	464	オランダ*	459	ベトナム※	472
36	クロアチア	463	トルコ	456	マルタ	466

PISAスコアの変遷(シンガポール)



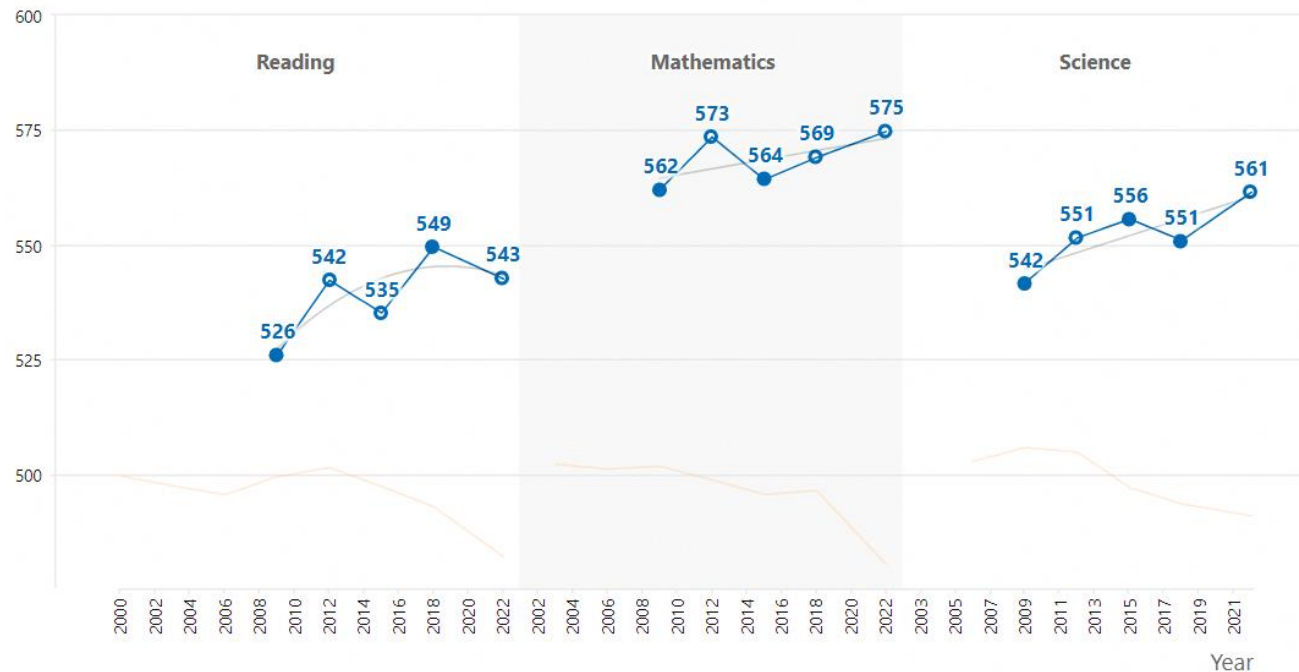
Figure 1. Trends in performance in mathematics, reading and science

Singapore



Score points

● Mean performance — Best-fitting trend — OECD Average (23 countries)



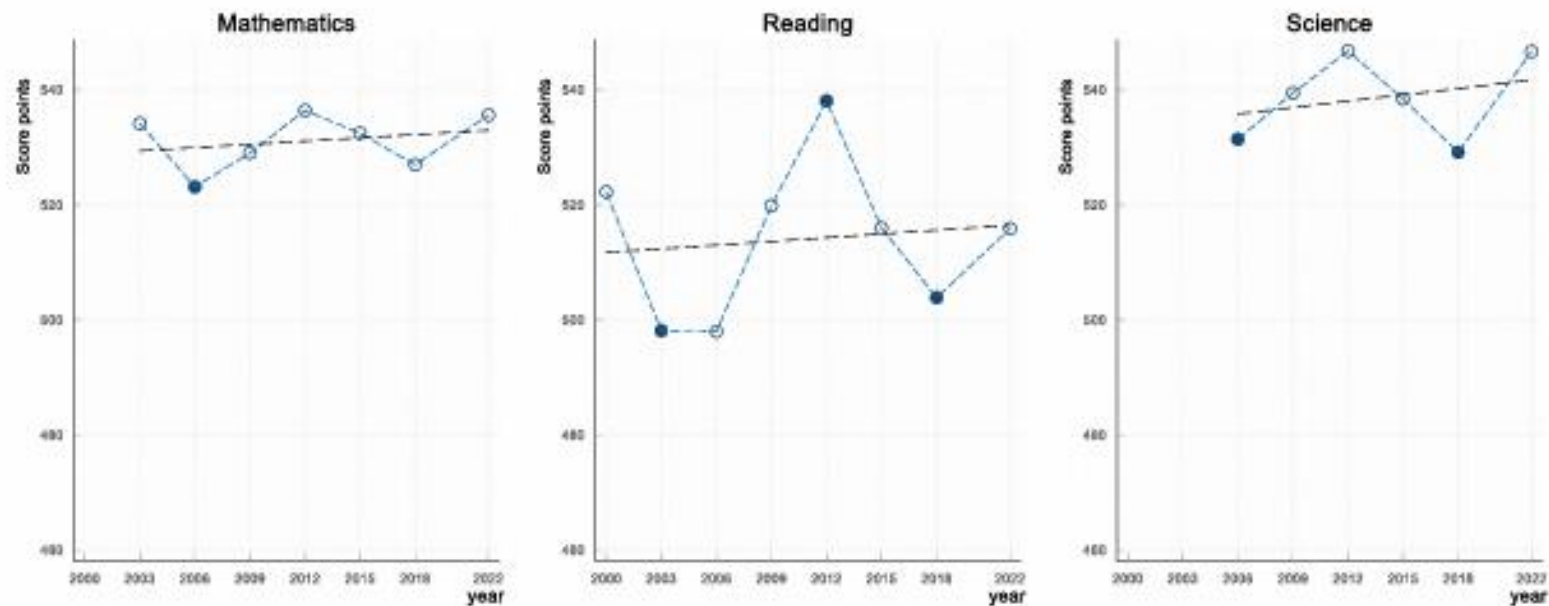
Note: White dots indicate mean-performance estimates that are not statistically significantly above/below PISA 2022 estimates. Black lines indicate the best-fitting trend. An interactive version of this figure is available at <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C549>.

Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.5.4, I.B1.5.5 and I.B1.5.6.

PISAスコアの変遷(日本)

Trends in mathematics, reading and science performance

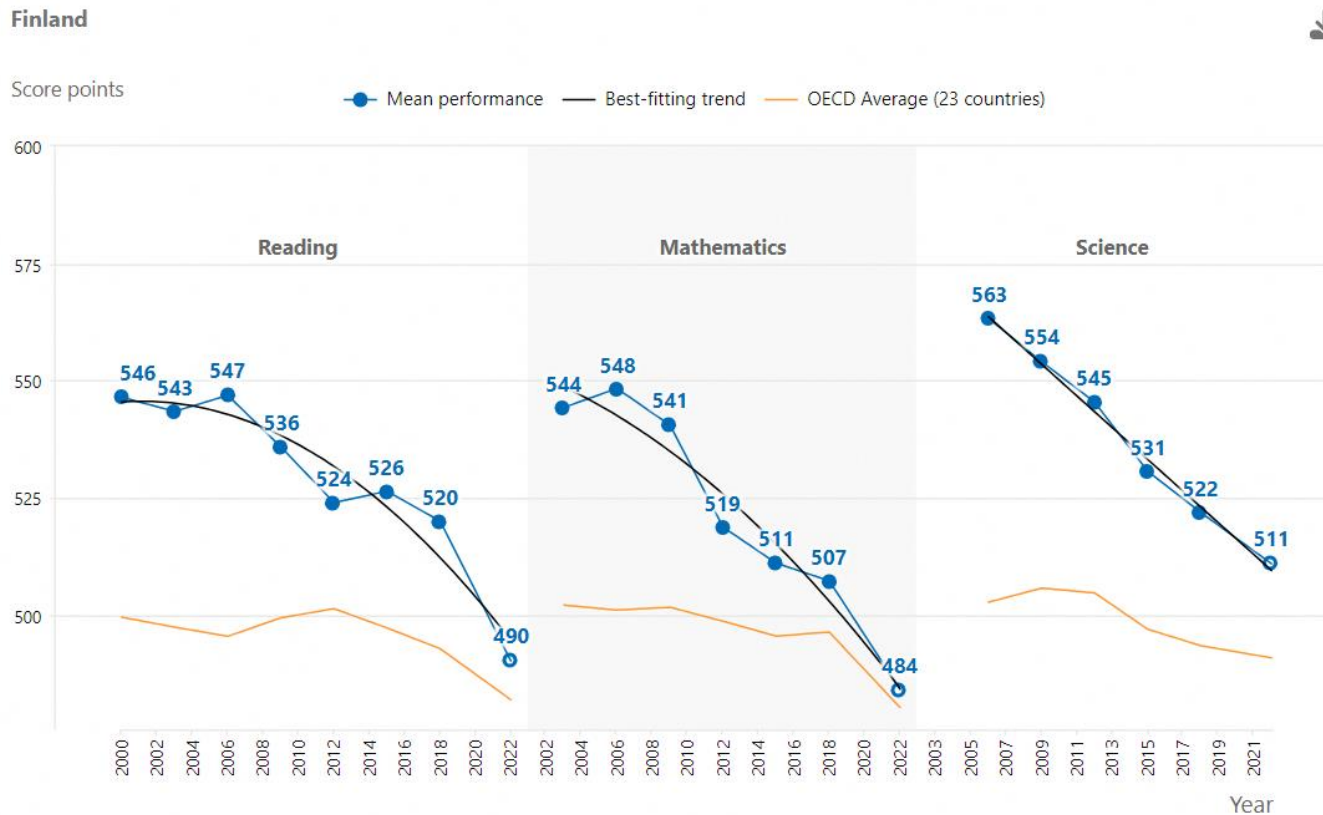
Figure 1. Trends in performance in mathematics, reading and science



Note: White dots indicate mean-performance estimates that are not statistically significantly above/below PISA 2022 estimates. Black lines indicate the best-fitting trend. An interactive version of this figure is available at <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C202>.
Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.5.4, I.B1.5.5 and I.B1.5.6.

PISAスコアの変遷(フィンランド)

Figure 1. Trends in performance in mathematics, reading and science



Note: White dots indicate mean-performance estimates that are not statistically significantly above/below PISA 2022 estimates. Black lines indicate the best-fitting trend. An interactive version of this figure is available at <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C096>.

Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.5.4, I.B1.5.5 and I.B1.5.6.

【2003年: 1位 2位 1位 → 2022年: 14位 20位 9位】

(左より、読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの順位)

数学に対する不安と成績の関係

Figure I.2.1. Mathematics anxiety and mean score in mathematics in PISA 2022



Note: Only countries and economies with available data are shown.
Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.2.1 and I.B1.2.16.

フィンランドにおける規律状況

- 「すべて又は多くの授業で十分に学習できなかった」
 - 28% (※OECD平均: 23%、日本: 12%)
- 「教師の話を聞いていなかった」
 - 35% (※OECD平均: 30%、日本: 6%)

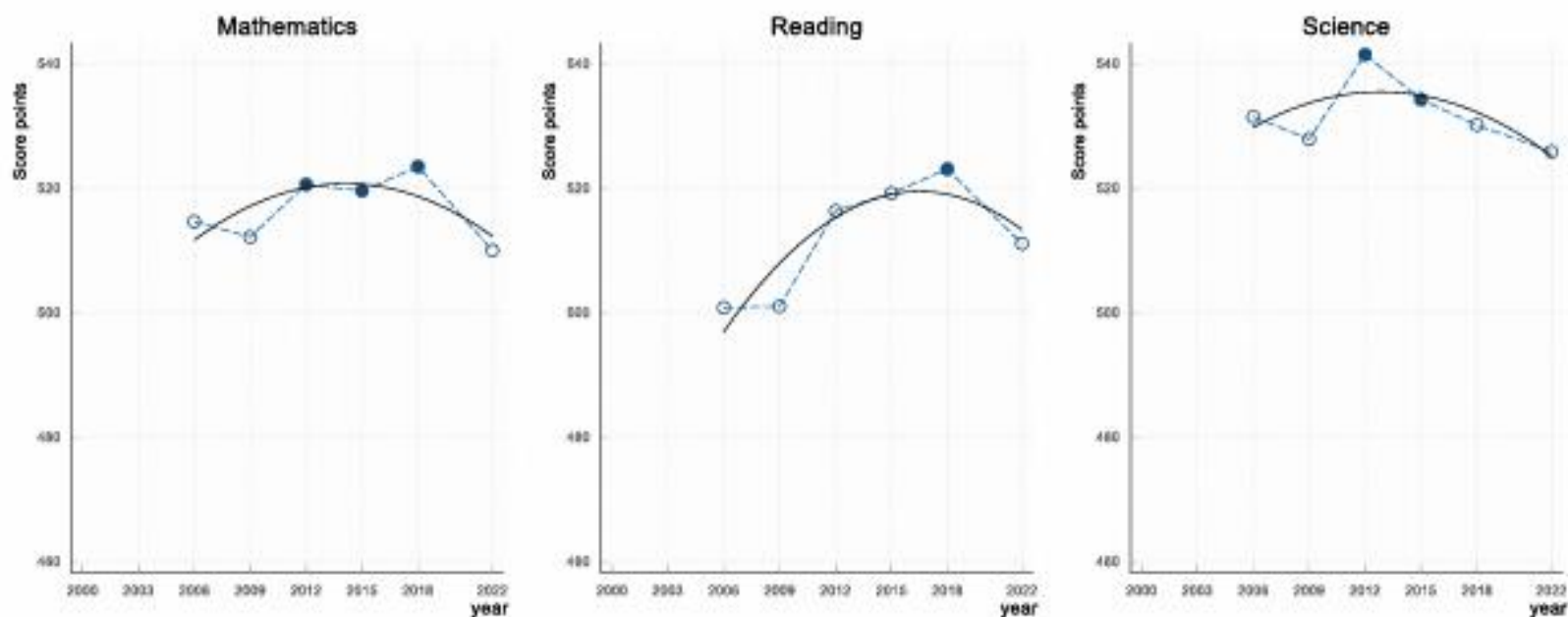
デジタル先進国では

- いずれも、教育のデジタル化が進んでいることに定評
- エストニアはPISAの上位国が定位置になりつつある
 - 「ヨーロッパのシンガポール」
- スウェーデンでは、PISA2012、PISA2022とスコアが急落。
 - 政権交代もあり、2023年以降はデジタル機器の利用を抑制し、紙の教科書を重視する方針に大きく転換
 - 一方で、産業界などからは懸念の声も

PISAスコアの変遷(エストニア)

Trends in mathematics, reading and science performance

Figure 1. Trends in performance in mathematics, reading and science

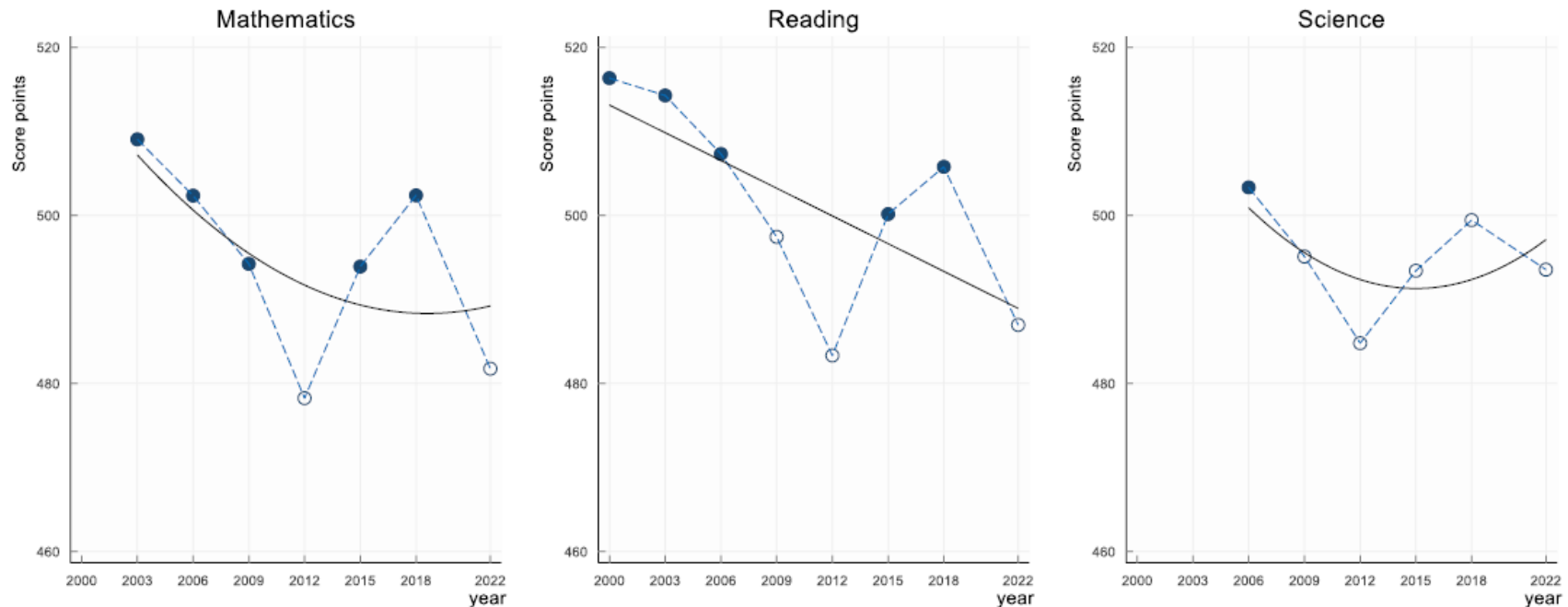


Note: White dots indicate mean-performance estimates that are not statistically significantly above/below PISA 2022 estimates. Black lines indicate the best-fitting trend. An interactive version of this figure is available at <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C867>.

Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.5.4, I.B1.5.5 and I.B1.5.6.

PISAスコアの変遷(スウェーデン)

Figure 1. Trends in performance in mathematics, reading and science



Note: White dots indicate mean-performance estimates that are not statistically significantly above/below PISA 2022 estimates. Black lines indicate the best-fitting trend. An interactive version of this figure is available at <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C597>.

Source: OECD, PISA 2022 Database, Tables I.B1.5.4, I.B1.5.5 and I.B1.5.6.

各国を比べてみると①

- 「すべて又は多くの授業で十分に学習できなかった」
 - スウェーデン:30%、フィンランド28%
 - OECD平均:23%
 - エストニア:18%、日本:12%、シンガポール:11%
- 「教師の話を聞いていなかった」
 - スウェーデン:58%、フィンランド:35%
 - OECD平均:30%
 - エストニア:27%、シンガポール17%、日本:6%

各国を比べてみると②

- 「(自分のデジタル機器によって)学習が妨げられている」
 - フィンランド:41%、スウェーデン:37%
 - OECD平均:30%
 - エストニア:28%、シンガポール:27%、日本:5%
- 「(他人のデジタル機器によって)学習が妨げられている」
 - スウェーデン29%
 - OECD平均:25%
 - フィンランド:23%、エストニア:22%、シンガポール:21%、日本:4%

② 「探究」の再検討 ～アメリカの研究からの示唆～

そもそも「探究」とは？

「探究」とは何か？

- A: 教科横断的な学習
- B: 正解のない学習 (or 解が一つではない学習)
- C: 自分で課題を設定する学習
- D: 実社会・実生活上の課題を扱う学習

アメリカの事例(“scientific inquiry”の説明より)

「科学的探究(“scientific inquiry”)とは、科学者が自然界を研究し、その成果から得られたエビデンスに基づいて仮説を提唱する多様な方策のことである」

「探究は多面的な活動であり、

- ・ 観察すること
- ・ 質問をすること
- ・ 既知の事柄を知るために書物などのリソースを調べる
- ・ 研究を計画すること
- ・ 実験の結果に照らして既知の事柄を見直すこと
- ・ データを集め、分析し、解釈するために道具を使うこと
- ・ 解や説明、予測を提案すること
- ・ 実験の結果を伝えること、
などを含むものである。」

「探究には、仮説の確認、批判的・論理的思考力の活用、他の説明の選択肢についての検討などが必要になる。」

「生徒は探究のうち選択された側面について従事することになる。なぜなら、自然界を知るための科学的方法を知るが、同時に、完全な探究を実行するための能力を育む必要があるからである。」

「「スタンダード」が探究を強調しているとはいえ、このことは科学の教授において単一のアプローチを推奨するものと解されてはいけない。知識や理解、学習内容の基準において示されている能力を身に付けるためには、教師は異なる方略を用いるべきである。実践的な科学の活動を行ったからといって、必ずしも探究が行われるわけではないし、科学について読むことが探究と整合しないわけでもないのである。」 (National Research Council, 2000。筆者訳)

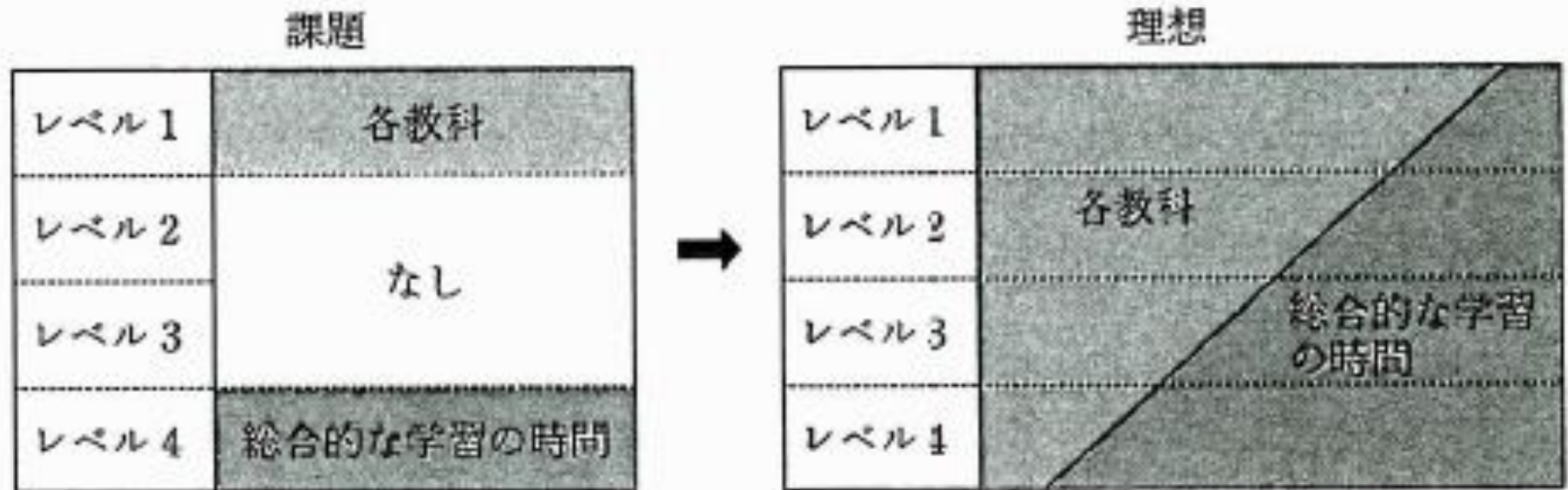
「探究」の様々なレベル



「探究」のレベル	問い	手続	解法
1. 確認のための探究 前もって結果が分かっている場合に、活動を通じて原理を確認する	✓	✓	✓
2. 構造化された探究 与えられた手続きにしたがって、教師が示した問いについて実験する	✓	✓	
3. 指導された探究 生徒が自分でデザインしたり、選択した手続を用いて教師が示した問いについて実験する	✓		
4. オープンな探究 生徒がデザインまたは選択した手続を用いて、生徒自らが立てた問いについて調査する。			

(Banchi & Bell, 2008より)

「探究」の課題と理想



出典：Banch & Bell (2008) を参考に筆者作成

(白井俊『世界の教育はどこへ向かうか』(中公新書、2025年)p148)

③ STEM人材の育成：消えた“T”と“E”

これからの人材需給予測

- AI・ロボット等利活用による省力化に伴い、**事務職は約440万人の余剰**が生じる可能性。
- 多くの産業において、**AI・ロボット等利活用人材(約340万人)**や**現場人材(約260万人)**が不足。

職種・学歴間のミスマッチ	職種別	専門職	うち AI・ロボット等の 利活用を担う人材	事務職	現場人材	うち 生産工程従事者
	2040年 需給ミスマッチ	-181万人	-339万人	437万人	-260万人	-206万人
	2040年需要数/供給数	1867万人/1686万人	782万人/443万人	1039万人/1476万人	3283万人/3023万人	731万人/525万人
	2022年就業者数	1288万人	236万人	1455万人	3637万人	835万人
	学歴別	高卒 (普通科)	高卒 (工業科)	高専卒	大卒・院卒 理系	大卒・院卒 文系
	2040年 需給ミスマッチ	32万人	-91万人	-15万人	-124万人	76万人
	2040年需要数/供給数	778万人/810万人	538万人/448万人	77万人/62万人	899万人/775万人	1549万人/1625万人
	2022年就業者数	899万人	534万人	64万人	689万人	1678万人

戦略17分野の主要な製品・技術等

分野	主要な製品・技術等	官民投資額（想定）
AI・半導体	①フィジカルAI（特にAIロボット）	2040年度までで10.5兆円
	②フィジカル・インテリジェント・システムの 中核を担う半導体	2040年度までで68.0兆円
	③パーティカルAI（領域特化型AI）	2040年度までで23.1兆円
デジタル・サイバーセキュリティ	①データプラットフォーム	2035年度までで0.9兆円
	②セキュリティの確保された 政府・地方公共団体のAI/DX基盤	2035年度までで7.4兆円
	③AI時代に対応した先進的セキュリティ製品・ サービス	2035年度までで1.0兆円
	④クラウド・データセンター、蓄電池	2035年度までで32.7兆円
	⑤クラウドネイティブに最適化された医療DX基盤	2040年度までで5.2兆円
	⑥自動運転技術	2040年度までで8.2兆円
情報通信	①オール光ネットワーク (APN:All-Photonics Network)	2040年度までで5.9兆円
	②海底ケーブル	2040年度までで2.4兆円
	③次世代ワイヤレス (非地上系ネットワーク、5G/Beyond5G (6G) 等)	2040年度までで20.5兆円
量子	①量子コンピューティング	2040年度までで10.3兆円
	②量子通信・ネットワーク	2040年度までで1.5兆円
	③量子センシング	2040年度までで1.4兆円
防衛産業	①小型無人航空機	2040年度までで0.4兆円。 加えて、戦略三文書の改定に伴う投資額も今後見込まれる。
	②艦艇	艦艇分野への防衛調達を含む投資は約3,400 億円（2026年度予算）。加えて、戦略三文書 の改定に伴う投資額も今後見込まれる。
	③デュアルユース技術	2040年度までで4.3兆円
航空・宇宙	①民間航空機（次期単通路機・次世代航空機）	2040年度までで3.5兆円
	②無人航空機	2040年度までで0.3兆円
	③空飛ぶクルマ	2040年度までで0.4兆円
	④ロケット・射場	2040年度までで2.3兆円
	⑤人工衛星・サービス	2040年度までで6.4兆円
	⑥月面探査・低軌道技術	2040年度までで5.6兆円
海洋	①海洋無人機（海洋ドローン）	2040年度までで1.2兆円
	②海洋状況把握（MDA）	2040年度までで1.2兆円
	③革新的海底開発技術	2040年度までで0.9兆円
造船	①次世代船舶	2034年度までで1.0兆円
	②船舶修繕	2035年度までで0.1兆円
	③LNG運搬船	関係者間での検討を引き続き進めつつ、 今後精査
マテリアル (重要鉱物・部素材)	①永久磁石	2040年度までで0.2兆円
	②グリーン鉄 (資源・エネルギー安全保障・GX③と同じ)	2040年度までで4.2兆円
	③革新的金属部素材	2040年度までで0.3兆円
	④低炭素金属部素材	2040年度までで0.7兆円
	⑤一次原料（鉱石等）及び二次原料（リサイクル材等 の循環資源）からの製錬・分離精製、解体選別技術	2040年度までで6.3兆円 ※海外での鉱山開発や製錬事業への投資を含む
	⑥AI等を活用した複合新素材	2040年度までで5.2兆円

分野	主要な製品・技術等	官民投資額（想定）
合成生物学・ バイオ	①バイオものづくり	2040年度までで12.8兆円
	②バイオ医薬品・再生医療等製品等 (創薬・先端医療③と同じ)	2040年度までで20.8兆円
創薬・ 先端医療	①ファーストインクラス製品・ベストインクラス 製品（医薬品、再生医療等製品）	2040年度までで23.4兆円
	②感染症対応製品	2040年度までで7.2兆円
	③バイオ医薬品・再生医療等製品等 (合成生物学・バイオ②と同じ)	2040年度までで20.8兆円
	④革新的デバイス（AI、ロボティクス等）を 活用した先端医療	2040年度までで11.6兆円
	⑤ライフログデータ等を活用した ヘルスケア関連サービス	2040年度までで1.1兆円
資源・ エネルギー 安全保障・GX	①次世代型太陽電池 (ペロブスカイト太陽電池等)	2040年度までで4.1兆円
	②水素等	2040年度までで6.2兆円
	③グリーン鉄 (マテリアル（重要鉱物・部素材）②と同じ)	2040年度までで4.2兆円
	④次世代型地熱	2040年度までで1.0兆円
	⑤洋上風力	2040年度までで5.1兆円
	⑥次世代革新炉	2040年度までで5.0兆円
	⑦GXケミカル	2040年度までで3.2兆円
フュージョン エネルギー	①フュージョンエネルギー	2040年度までで3.1兆円 ※フュージョン発電実証プラントが一つであると仮 定した試算。2030年代の発電実証以降は、研究 フェーズの進展に伴う産業界の予想性の高まりに応 じて、投資額の増加が見込まれる。
防災・ 国土強靱化	①防災技術	2030年度までで2.6兆円。加えて、第1次国土 強靱化実施中期計画に基づき2030年度までに 官民合わせて概ね20兆円強程度の内数を投資 額として想定。
港湾 ロジスティ クス	①港湾荷役機械	2040年度までで0.4兆円
	②サイバースポート（港湾物流DX）	2040年度までで0.2兆円
	③次世代型倉庫	2040年度までで0.6兆円
フード テック	①植物工場	2040年度までで4.6兆円
	②陸上養殖	2040年度までで2.9兆円
	③食品機械	2040年度までで1.2兆円
	④新規食品	2040年度までで1.0兆円
コンテンツ	①ゲーム	2033年度までで24.5兆円
	②アニメ	2033年度までで3.3兆円
	③マンガ	2033年度までで1.6兆円
	④音楽	2033年度までで3.0兆円
	⑤実写	2033年度までで1.3兆円

STEM=Science, Technology, Engineering,
Mathematics