

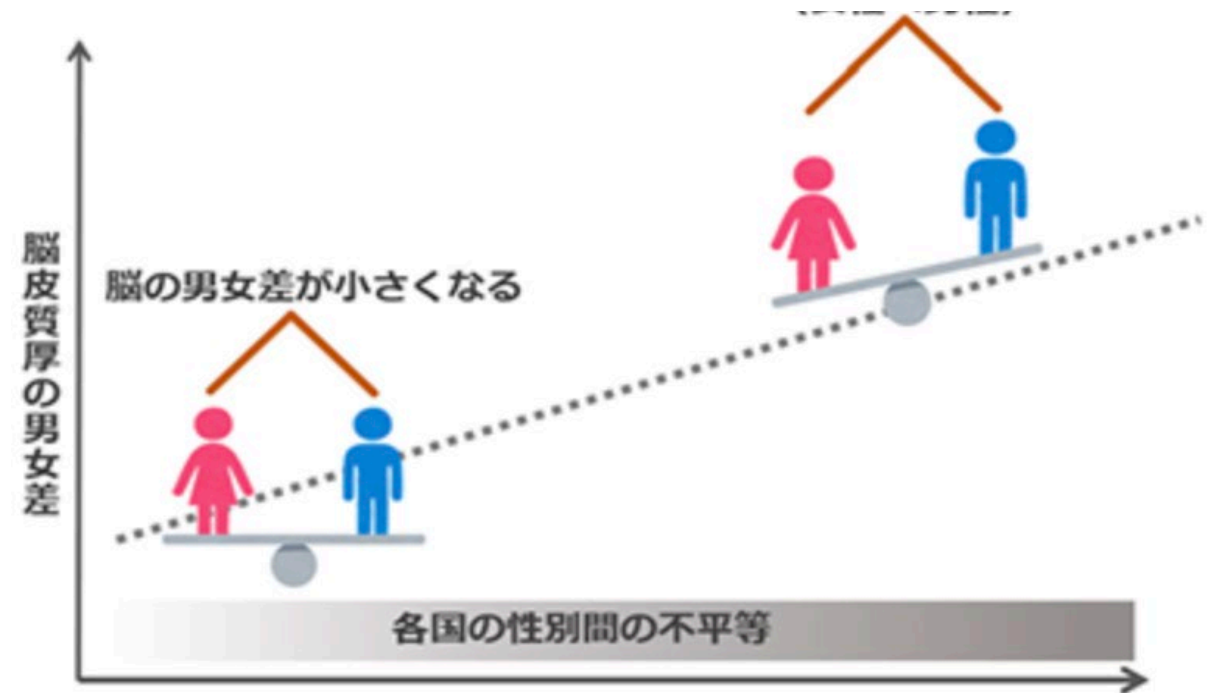
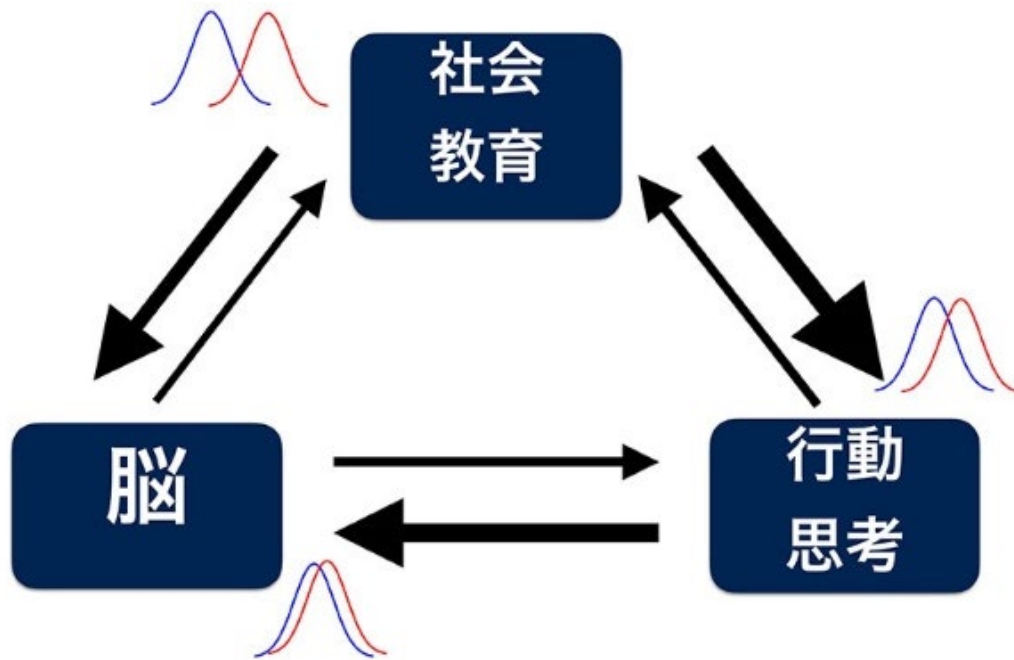
子どものICT利用学習とスクリーン タイムが脳発達・学習成果に及ぼす 影響

脳科学・心理学の系統的研究レビュー

教育や社会と脳の関係：脳は社会や教育で変化する可塑性を持つ

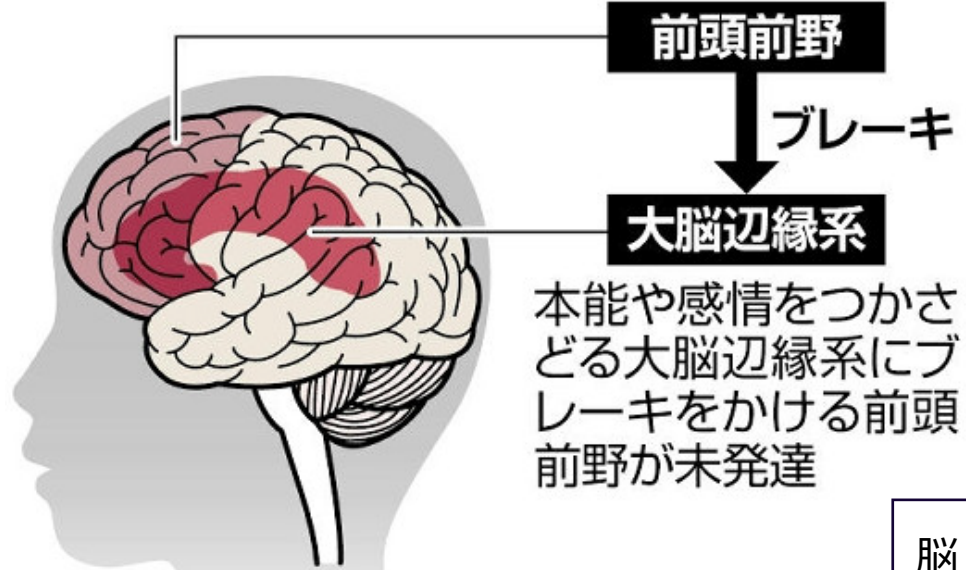
社会や教育が脳の発達を促す

(例) 29カ国の健康な成人7876人の脳MRIデータを調べ、右半球の皮質厚と右帯状回、左外側後頭部で、性別間の不平等が大きいと脳の男女差が大きくなっていた

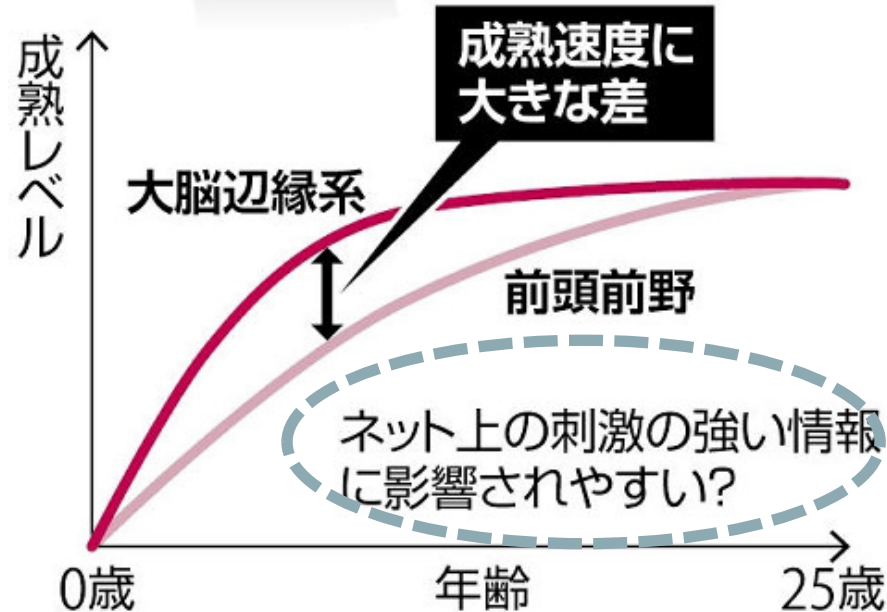


社会、環境における不平等が、脳の違いを作る

教育や社会と脳の関係：児童期は前頭葉の発達期

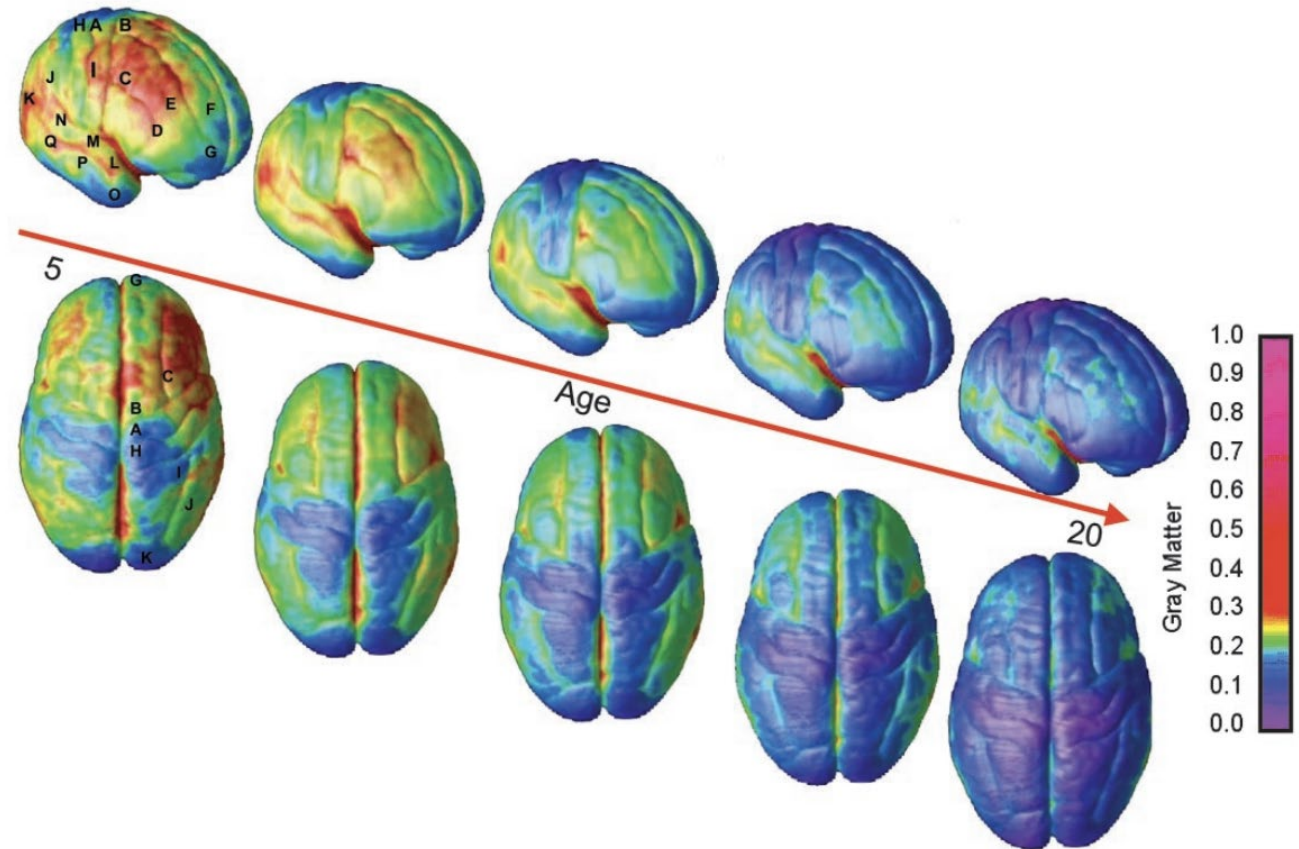


本能や感情をつかさどる大脳辺縁系にブレーキをかける前頭前野が未発達



脳の専門家のインタビュー記事より

青いほど脳が成熟
前頭葉の成熟は、10代後半～20歳

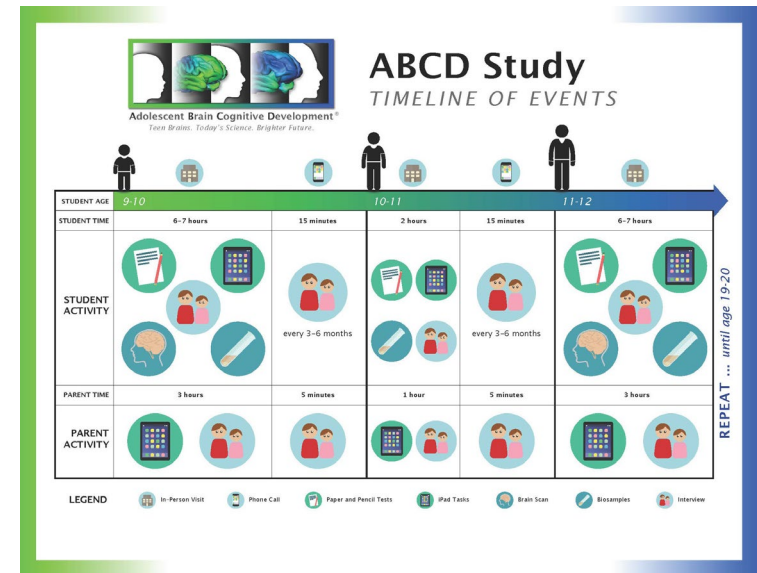
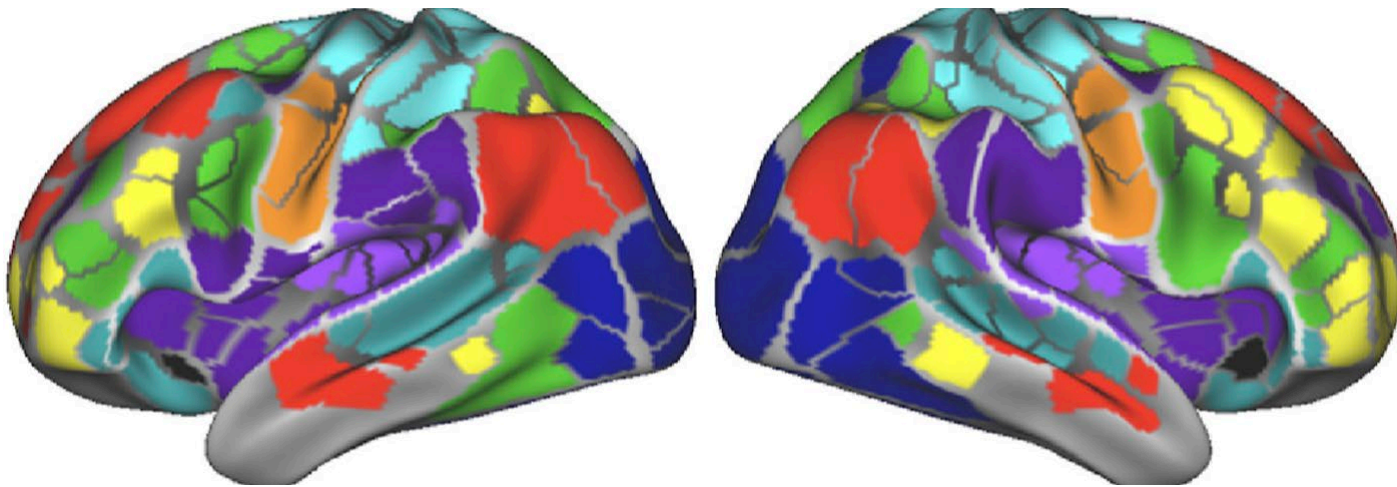


(Gogtay, 2004)

脳とデジタルに関する研究

ABCD (Adolescent Brain Cognitive Development Study) 研究

- アメリカ国立衛生研究所 (NIH) によってサポートされている
青少年期 (9-12歳) の脳と認知的発達に関する最大規模の研究 $n=11800$
- 子供たちのスクリーンメディア利用がどのように、脳の発達や社会的・行動的・学業的・健康的な成果にどのように影響するか？



Miller, J., Mills, K. L., Vuorre, M., Orben, A., & Przybylski, A. K. (2023). Impact of digital screen media activity on functional brain organization in late childhood: Evidence from the ABCD study. *Cortex*, 169, 290-308

・ ABCD研究のスクリーンメディア活動（SMA）アンケートの内容

- ・ スクリーン使用時間(15分単位)を直接記入して報告

a. テレビ/映画

b. YouTubeなど

c. ビデオゲーム

d. テキストメッセージ

e. SNS

f. SNSに出す写真編集

g. インターネット閲覧

h. ビデオチャット

**娯楽使用
が対象**

- ・ ソーシャルメディア依存症アンケート(SMAQ)
- ・ ビデオゲーム依存症アンケート(VGAQ)
- ・ 携帯電話関与アンケート(MPIQ)

主な結果

1.スクリーンメディア利用と脳機能の関連は**極めて小さい**

1. 脳の機能的接続性（ネットワークの結びつき）に大きな影響を与えない
2. 観察された関連性は、説明可能な変動の17.9%のみを占め、追跡調査では再現されなかった

2.スクリーンメディア利用と認知や行動の結果には**有意な関係がほとんどない**

1. 認知能力や精神的な健康状態の10項目のうち、スクリーンタイムが予測に寄与したのは1項目（語彙スコア）のみ。この影響も非常に小さい（効果量 $\beta=0.052$ ）
2. 社会経済的地位や人種などの要因を考慮に入れても、影響は非常に限定的

3.スクリーンメディア利用と脳ネットワークの変化には**因果関係が見られない**

1. 2年間のデータで脳ネットワークの分離性や統合性（脳の発達を示す指標）を分析した結果、スクリーンタイムがこれらの変化と関連する証拠は見つからない

スクリーンメディアが**脳構造**に悪影響か？

1. 流動性知能、攻撃性、多動性、抑うつ性などいくつかの指標と脳構造にごくごく僅かな関連が見られたが、いずれもかなり小さい効果量（0.06～0.1）
2. 記憶などその他の認知機能との関連は見られない



Paulus, M. P., Squeglia, L. M., Bagot, K., Jacobus, J., Kuplicki, R., Breslin, F. J., Tapert, S. F., & The ABCD Consortium. (2019). Screen media activity and brain structure in youth: Evidence for diverse structural correlation networks from the ABCD study. *NeuroImage*, 185, 140–153

科学的にはその悪影響については、未だ不確実

- スクリーンメディアが子どもに及ぼす潜在的な影響についての懸念から、研究文献は増えているものの、デジタル技術の使用と発達に関連については**科学的な合意に達していない**（Beyens、Valkenburg、Piotrowski、2018年；LeBourgeois他、2017年；Orben & Przybylski、2019年；Paulus他、2019年；Robinson他、2017年）
- 脳の指標をインターネット使用と関連付けた科学的研究の大部分は、代表性が低いサンプル、（極端に利用頻度が高いなどのサンプル）を利用しているため、研究結果、および関連する警告やメディアの見出しは、一般化して解釈すべきではない（Mills et al,2014）
- 論争の的となっている、証拠が不足している、または決定的でない入手可能な証拠のみに基づいて、**多くのポリシーが、科学的コンセンサスをはるかに上回って作られている。**
- **責任ある専門家は現在、文献に記載されているこの科学的不確実性を強調し、子供ごとにルールや制限を設定することを推奨している**（RCPCH、2019）

スクリーンタイムとADHD・脳構造の発達の間係を 2年縦断研究で検証

- スクリーンタイム：
- ADHD：Child Behavior Checklist (Achenbach et al. 2012) ； 2年縦断
のDSM-5 oriented ADHD scale (診断無し、傾向)
- 脳構造：皮質厚・体積・皮質下体積；2年縦断

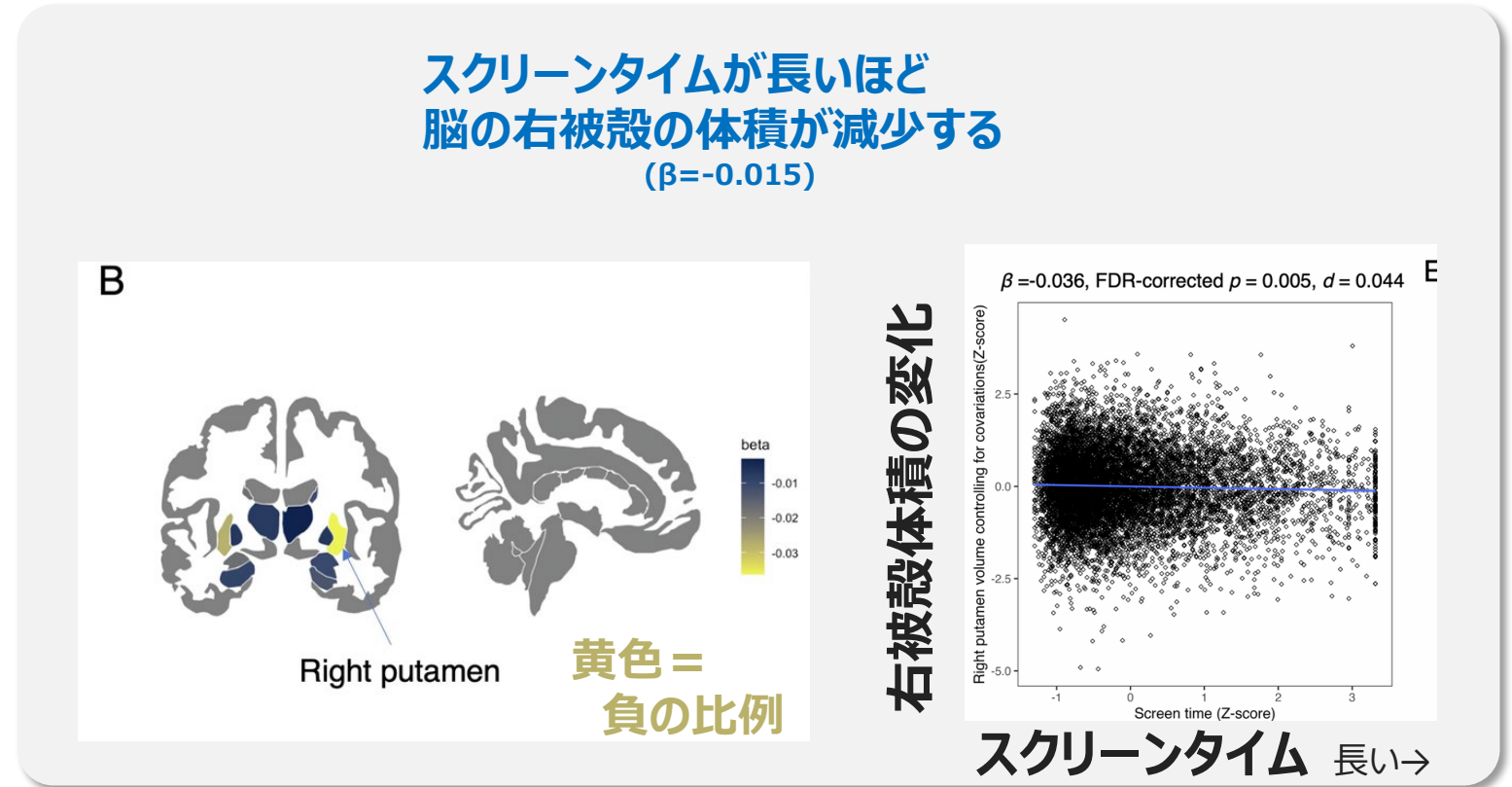
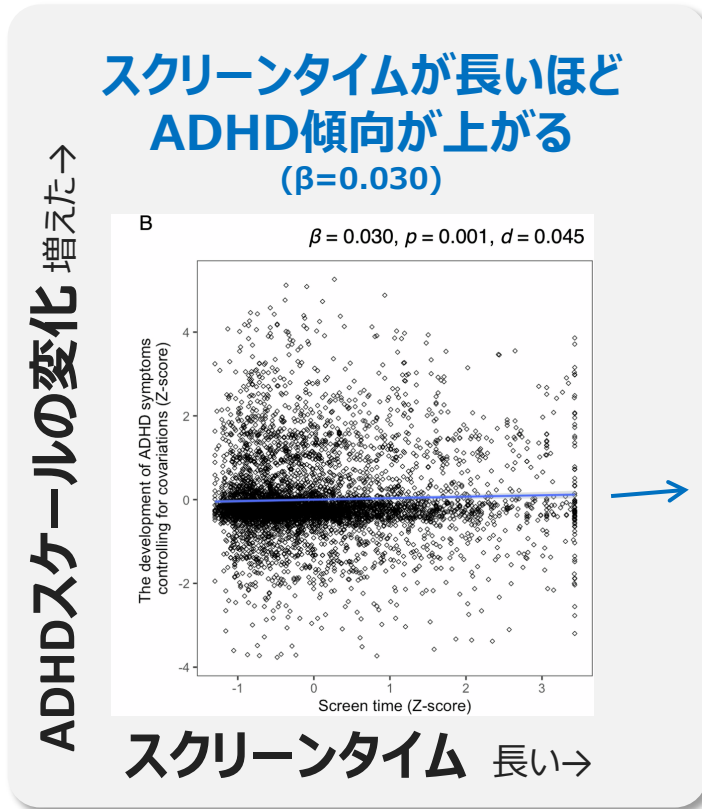
解析対象：ABCD Study

- ベースライン10,116名→ 2年後：7,880名
- うちMRI：9,713名 → 2年後：6,426名

解析方法

- 線形混合効果モデル (線形回帰モデルの固定効果 + 個人差ランダム効果)

- 初期スクリーンタイムとADHD変化、皮質下体積変化の間に比例効果を確認
 - スクリーンタイムが長いほど、ADHD傾向は上がり、右被殻体積は減少する



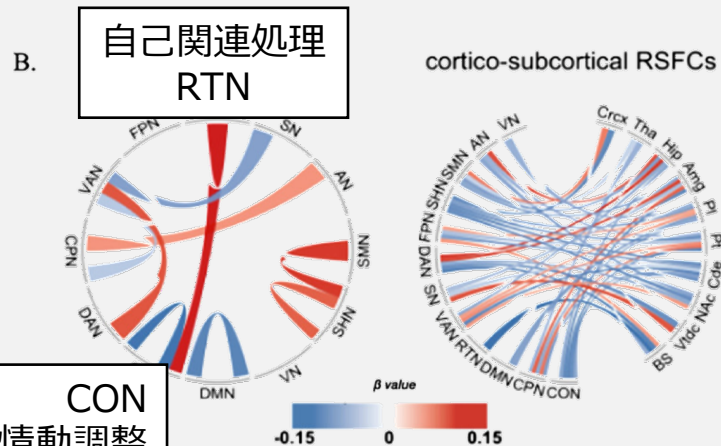
“screen time is associated with ADHD symptoms and their development over time”

スクリーンタイムの増加は
メンタルヘルス悪化を予測

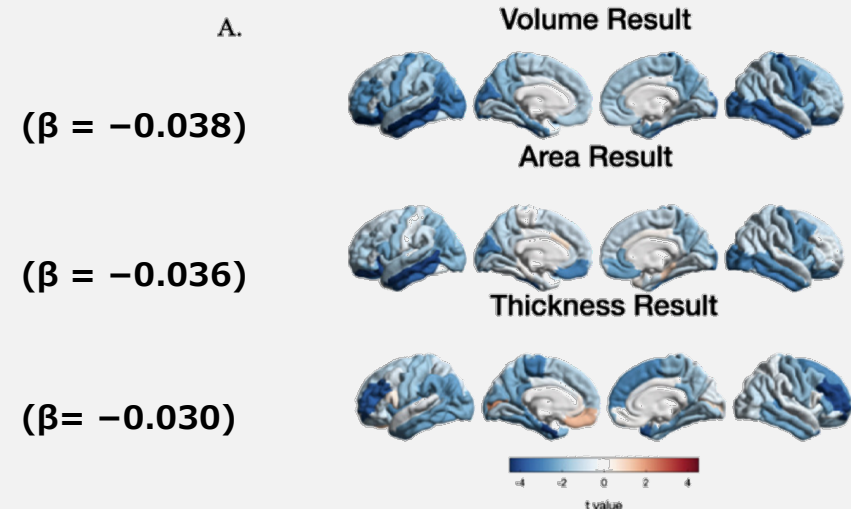
スクリーンメディア時間増

- 内在化問題 = 不安($\beta = 0.041$)増
- 外在化問題 = 攻撃性($\beta = 0.058$)増
- ストレス問題 = 集中困難($\beta = 0.068$) 増

スクリーンタイムと関係がある
脳機能ネットワークを多数検出



スクリーンタイムと脳の広範囲の
体積、表面積、皮質厚の間に関連

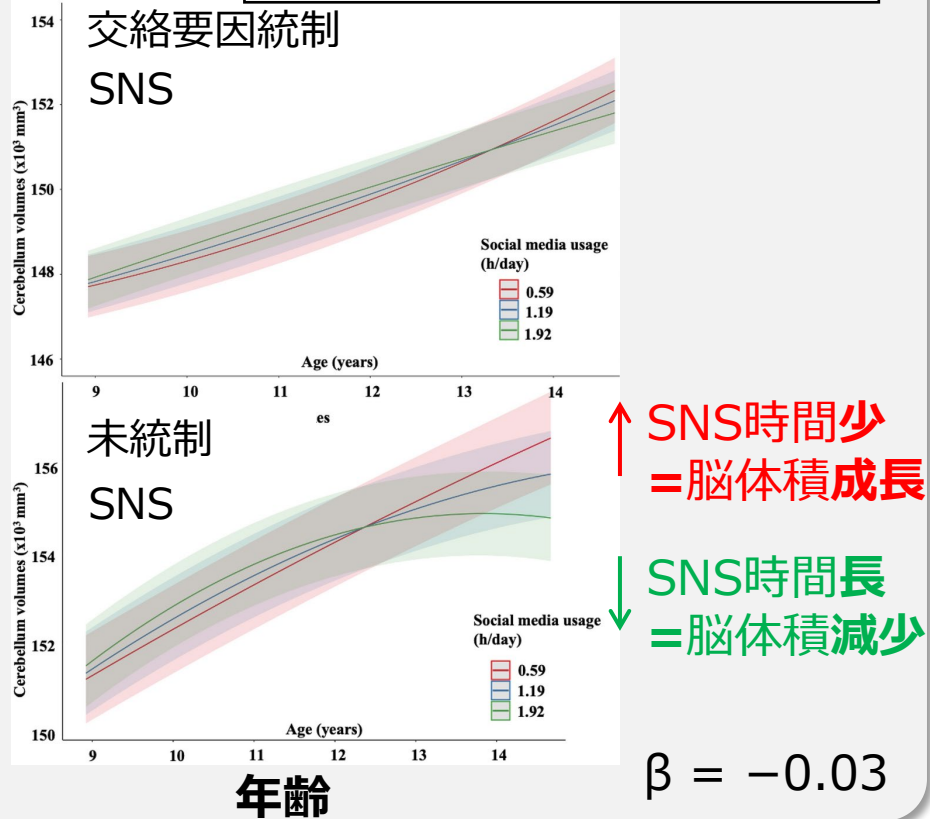


学齡期・思春期：ABCD研究 (Nivins et al., 2024)

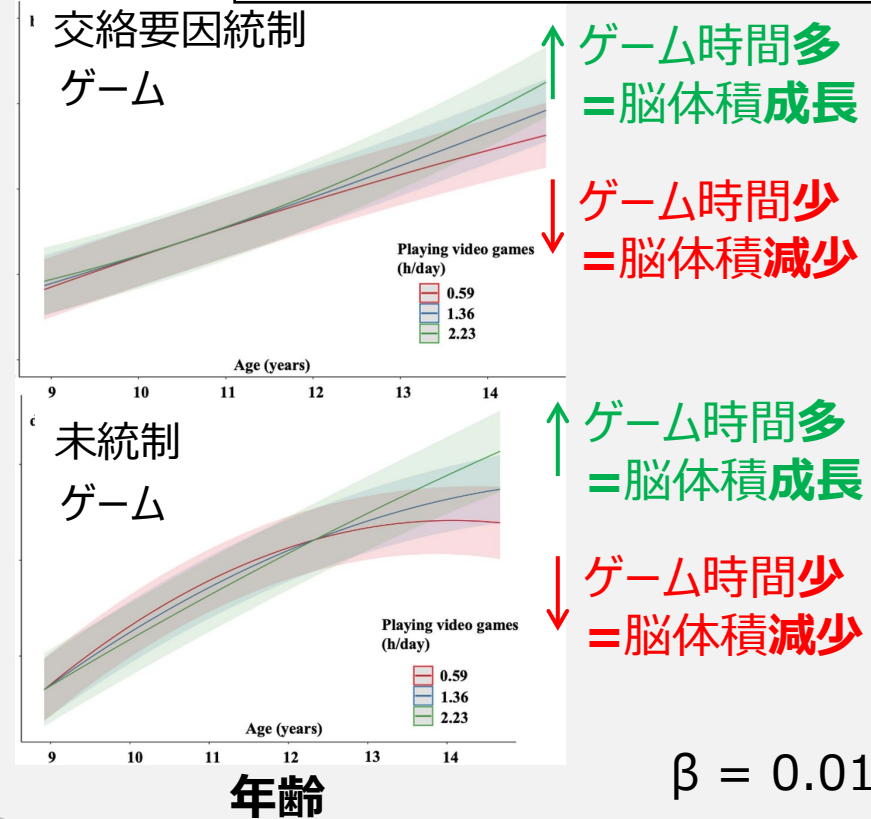
- 全体の皮質表面積と線条体（報酬系）には**影響なし**
- 小脳では僅かに影響があったが、メディアごとに異なっていた

小脳の体積

SNSは僅かに悪影響



ゲームは僅かに好影響



スクリーンタイム

少ない

中程度

多い

3～5歳の幼児でスクリーンタイムと 認知機能、脳の白質の発達の関係性を調べる

解析対象：3～5歳 47名

- スクリーンタイム：ScreenQ（米国小児科学会の推奨15項目）使用
頻度、視聴内容等
- 脳構造：脳白質の微細構造（FA・RD）
- 行動指標：EVT-2、CTOPP-2、GRTR

乳幼児期(3-5yo) (Hutton et al. 2020)

スクリーン使用が多い幼児では

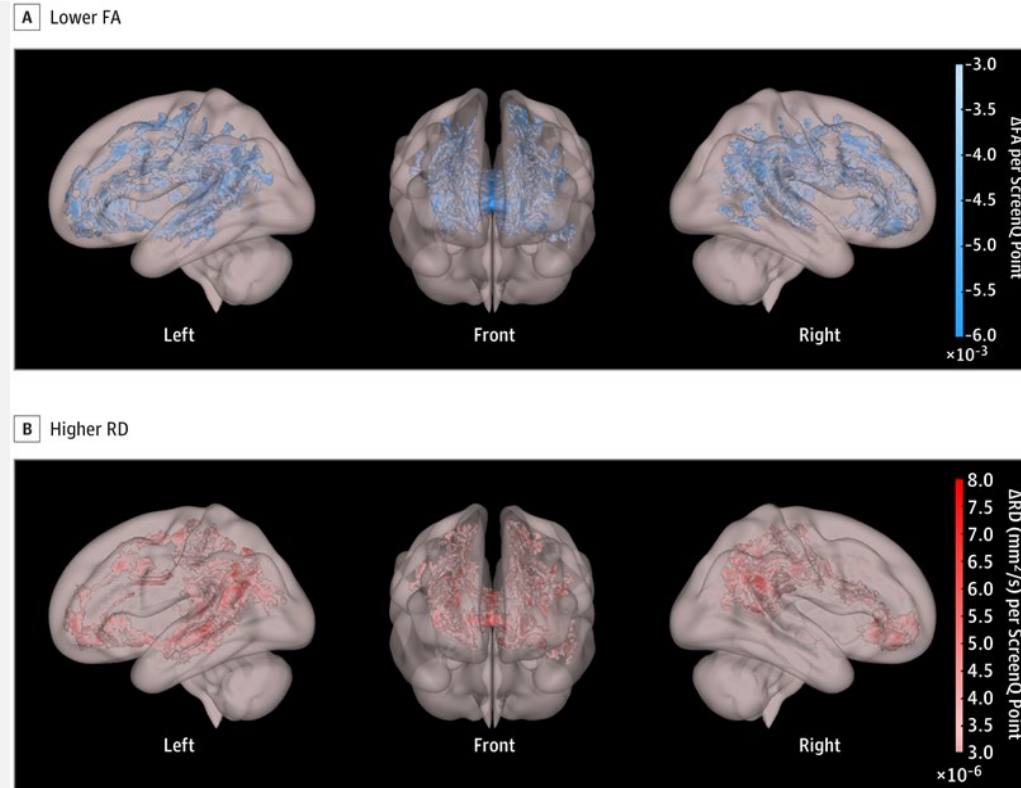
- 言語処理が未発達なことが多い
- 言語処理と関係する白質トラクト微細構造が低下

スクリーンタイムが長いほど
言語・リテラシー能力が低下

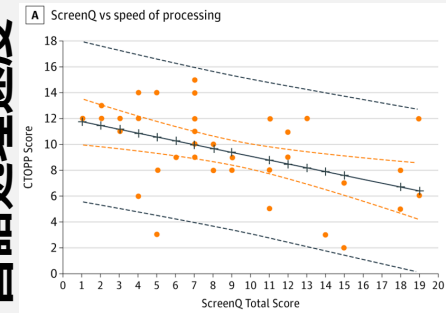
スクリーンタイムの影響で、
弓状束, 下縦束, 鈎状束
などで

- 白質FAの低下
- 白質RDの増加

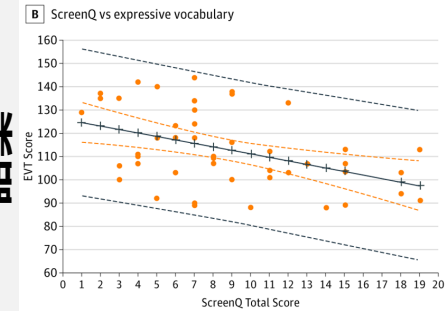
言語・実行機能に
関わるとされる白質経路



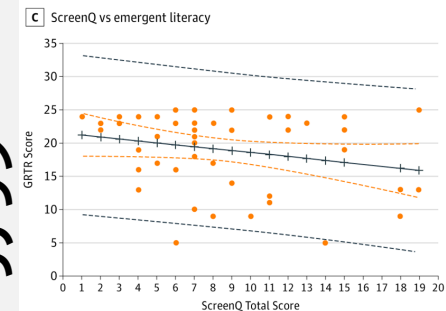
言語処理速度



語彙



リテラシー



スクリーンタイム 長い→

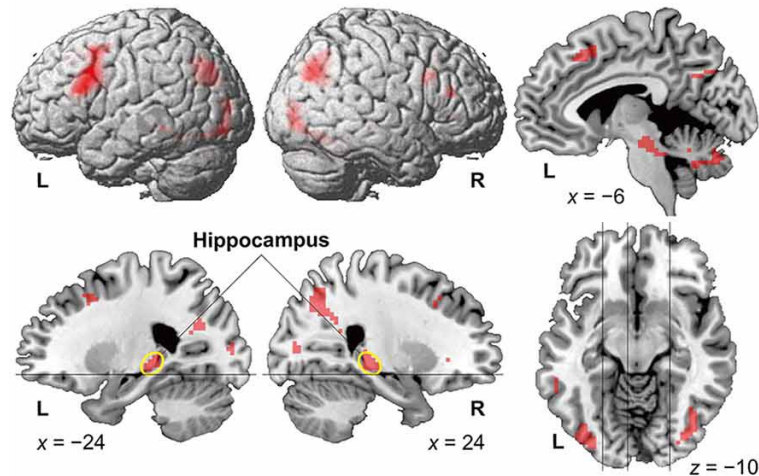
サマリー

- 心理学・神経科学分野では**ABCD研究**をもとにした論文が多数出版
- その多くが**スクリーンタイムによる悪影響**を主張
- **ただし効果量は小さい**傾向（ β が0.1以下が多い）
 - Vasconcellos et al. (2025): メタ分析で $\beta=0.06$
 - Shou et al. (2025): 行動 $\beta=0.109$, $\beta=0.030$ 脳 $\beta=-0.036$, $\beta=-0.015$
 - Nivins et al. (2024): 全体皮質面積、線条体 = 効果なし、小脳体積 $\beta=-0.03$, 0.01
- ABCDでの**“スクリーンタイム”は娯楽使用**
 - 心理学の研究ではスクリーンタイム = 娯楽使用は一般的に使われる定義
 - **SNSとゲームでは与える影響が異なる**とするものもある(Nivins et al. 2024).

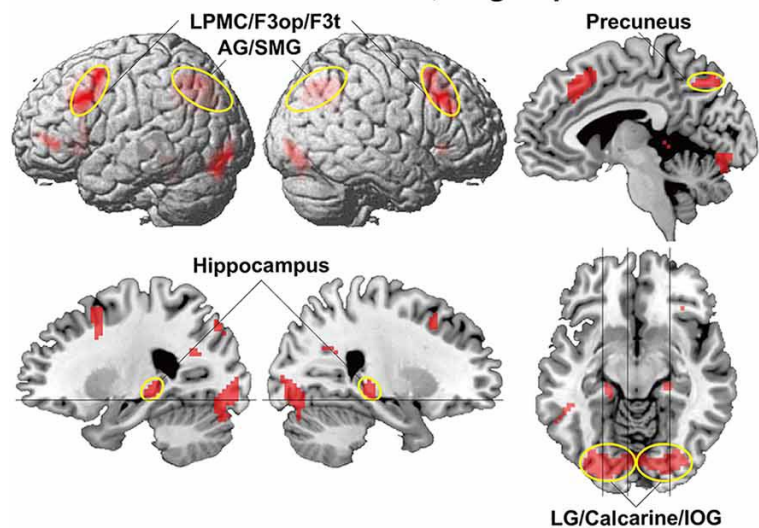
デジタル or 紙で日記をつけた時の記憶

デジタル化された教科書の内容は記憶に残りにくく、学習にとってマイナスである。
特に、デジタルデバイスの使用により、深い理解や記憶の定着が妨げられる

A Retrieval (First 6s – Last 4s), all groups



B Retrieval – 2-back, all groups



Experimental groups	Number of participants	Age (year)
Paper notebook (Note)	16 (8)	20.8 ± 1.6 (18.7–24.1)
Electronic tablet (Tablet)	16 (3)	20.1 ± 1.0 (18.7–22.4)
Smartphone (Phone)	16 (7)	21.8 ± 2.6 (19.0–27.7)

For the number of participants, numbers of females are shown in parentheses. For age, laterality quot (mean ± standard deviation) and their ranges (in parentheses) are shown.

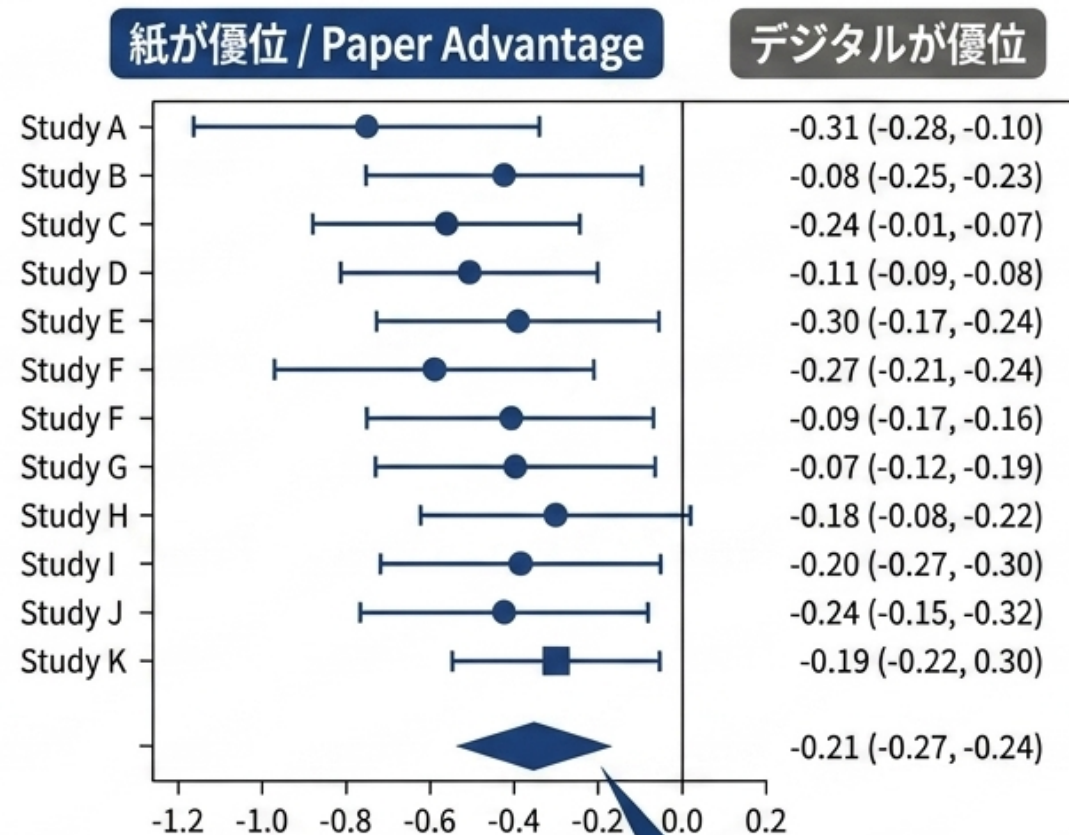
- 被験者数が少ない。
- タスク内容は、大学生に対する日記の記載
- デバイスに対する能力統制が取れていない

Umejima, K., Ibaraki, T., Yamazaki, T., & Sakai, K. (2021). Paper notebooks vs. mobile devices: Brain activation differences during memory retrieval. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 15.

記憶の定着、という観点からは、手書きの方が良い、という研究結果が主流

基準値（単純置換）：読解理解における「紙の優位性」

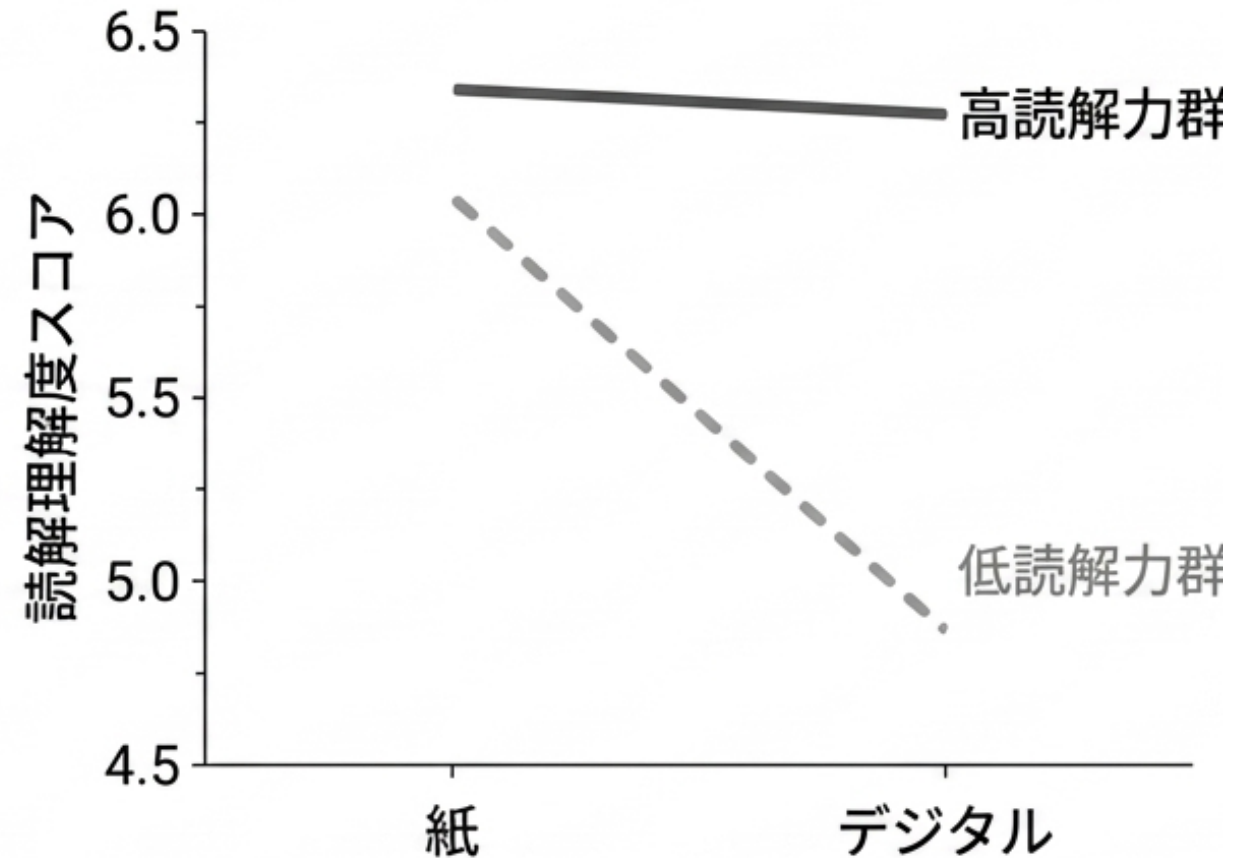
- メタ分析の結果、テキストを単に画面に置き換えた場合、読解理解は一貫して紙が高い。
- 全体効果量：Hedges' $g = -0.21$ （紙が優位）。
- 読解速度には有意差がないが、理解度に差が出る。
- 特に「説明文」「時間制約がある場合」「自己調整が弱い読者」において画面の劣位性が顕著となる。



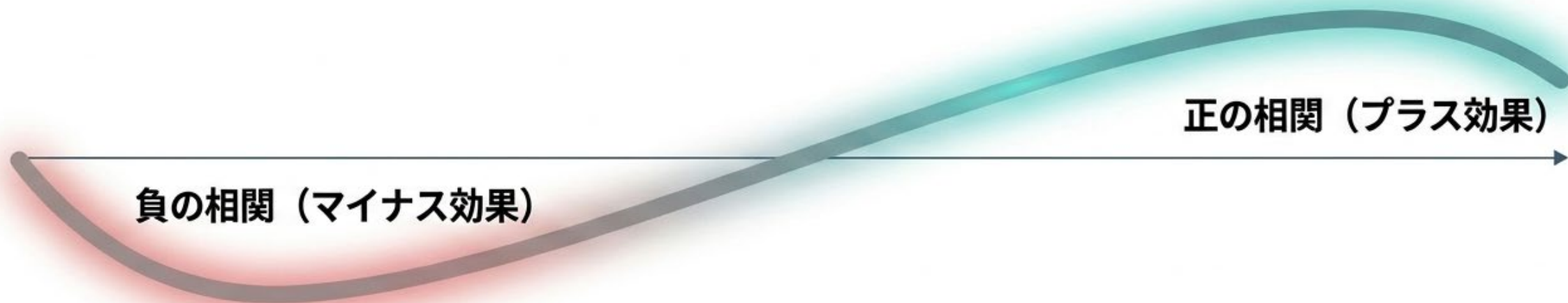
全体効果量: Hedges' $g = -0.21$

読解力と時間制約による違い

- 高読解力群（10-13歳）：紙でもタブレットでも成績に大きな差は出ない。
- 低読解力群: 時間制限がある条件下でタブレットを使用した場合、明確に不利になる。
- デジタル環境下では、テキストを深く読み込むための自己調整行動（再読など）が困難になる傾向がある。



Salmerón et al. (2021); Støle et al. (2020)



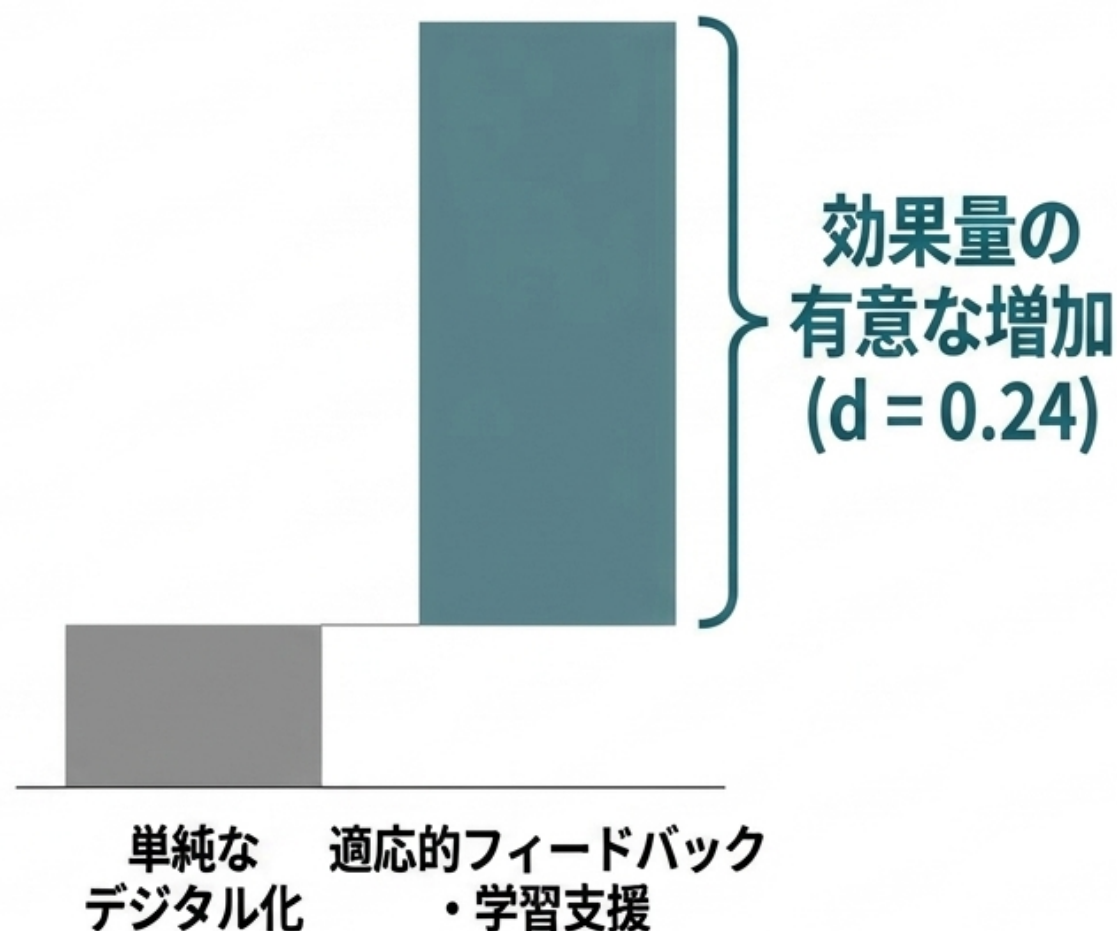
小～中学生：余暇でのデジタル読書の頻度が高いほど、読解力と負の相関を示す。

低学年期における低品質なデジタルテキストへの過度な接触は、基礎的な読解力の構築を妨げる可能性 (Shallowing Hypothesis)。

高校～大学生：年齢が上がるにつれ、デジタル読書が読解力に対して正の相関を示すように変化する。

デジタルの優位性：目的特化型の学習支援技術

- モバイル技術を活用した学習は、中程度の正の効果を示す（認知的成果 $g = 0.498$ ，情意的成果 $g = 0.449$ ）。
- 初等教育における識字・数理では有意なプラス効果（Cohen's $d = 0.24$ ）。
- タブレットそのものが学習を改善するのではなく、AIベースの「リアルタイム適応的フィードバック」などの機能が付与された際に初めて成績向上が見られる。

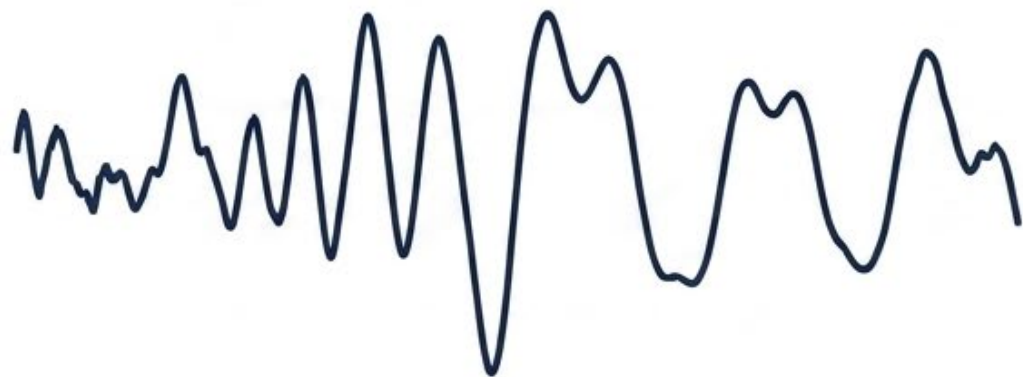


自己調整学習と読解行動 (Shallowing Hypothesis)



紙のテキストは、ハイライトや長文の前後確認といった自己調整的な読解行動を自然に促す。一方デジタル画面では、日常的なSNS等の利用で培われた「拾い読み」「高速スクロール」といった浅い処理の習慣が無意識に引き継がれやすい。優秀な生徒であっても、画面上ではこの影響を受けるデータがある。

紙の読解：N400パターン（深い意味処理）



デジタル読解：高いシータ/ベータ比（注意低下）



- 中学生のEEG（脳波）実験において、紙での読解はより深い意味処理を示す「N400パターン」が観察された。
- 小児の画面読字では、注意力の低下に関連する指標（シータ/ベータ比）が高くなることが報告されている。
- 「同じ文字情報」であっても、媒体が異なれば脳内の認知状態（処理の深さ）は同一ではない。

Zivan et al. (2023); Froud et al. (2024)

総合診断マトリクス：課題別の媒体適性評価

タスク・条件	紙の有効性	デジタルの有効性	決定要因
長文の説明文精読	◎	△	深い意味処理と自己調整行動の誘発
時間制限のあるテスト読解	◎	△	低読解力層における認知負荷の回避
語彙の獲得・調べ学習	○	◎	辞書機能や可視化による直接的支援
読字困難層への支援	×	◎	音声読み上げによるボトルネック回避

◎ = 極めて高い適性, ○ = 中程度の適性, △ = 条件により不利, × = 不利

その他の科目など

複数の独立した研究結果を統計的に統合し、1つの総合的な効果量を推定

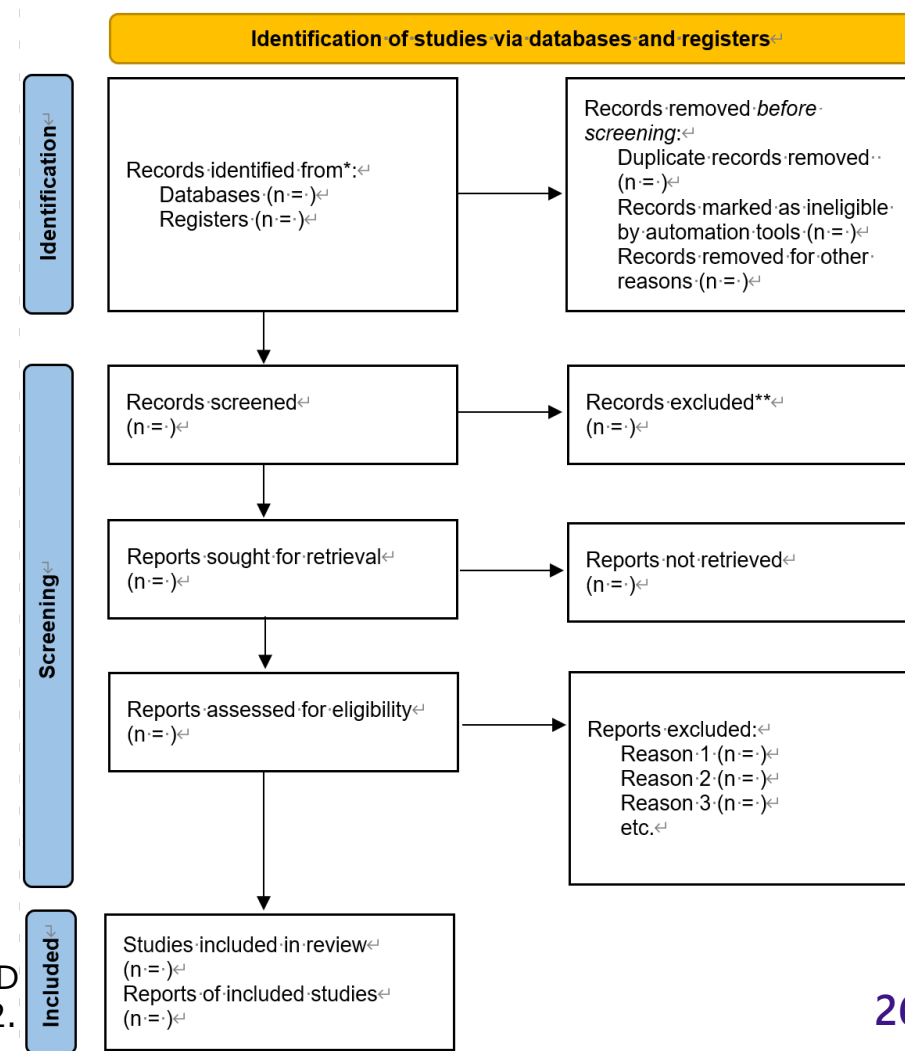
→個別研究よりもより信頼性が高い

PRISMA (2020)

システマティックレビューやメタ分析を「どう報告するか」
を定めた報告ガイドライン

27項目のチェックリストと手続きの確認がある

1. 研究課題と適格基準を明確にする
 2. 検索式と検索データベースを明示する
 3. 除外理由を記録する
 4. 採択フローを図で示す
 5. バイアス評価や統合方法を明記する
 6. 結果と限界を透明に書く
-



モバイルラーニング（スマホ・タブレット等）が小中高生の理科の成績にどれほど効果があるかを定量的に検証

メタ分析

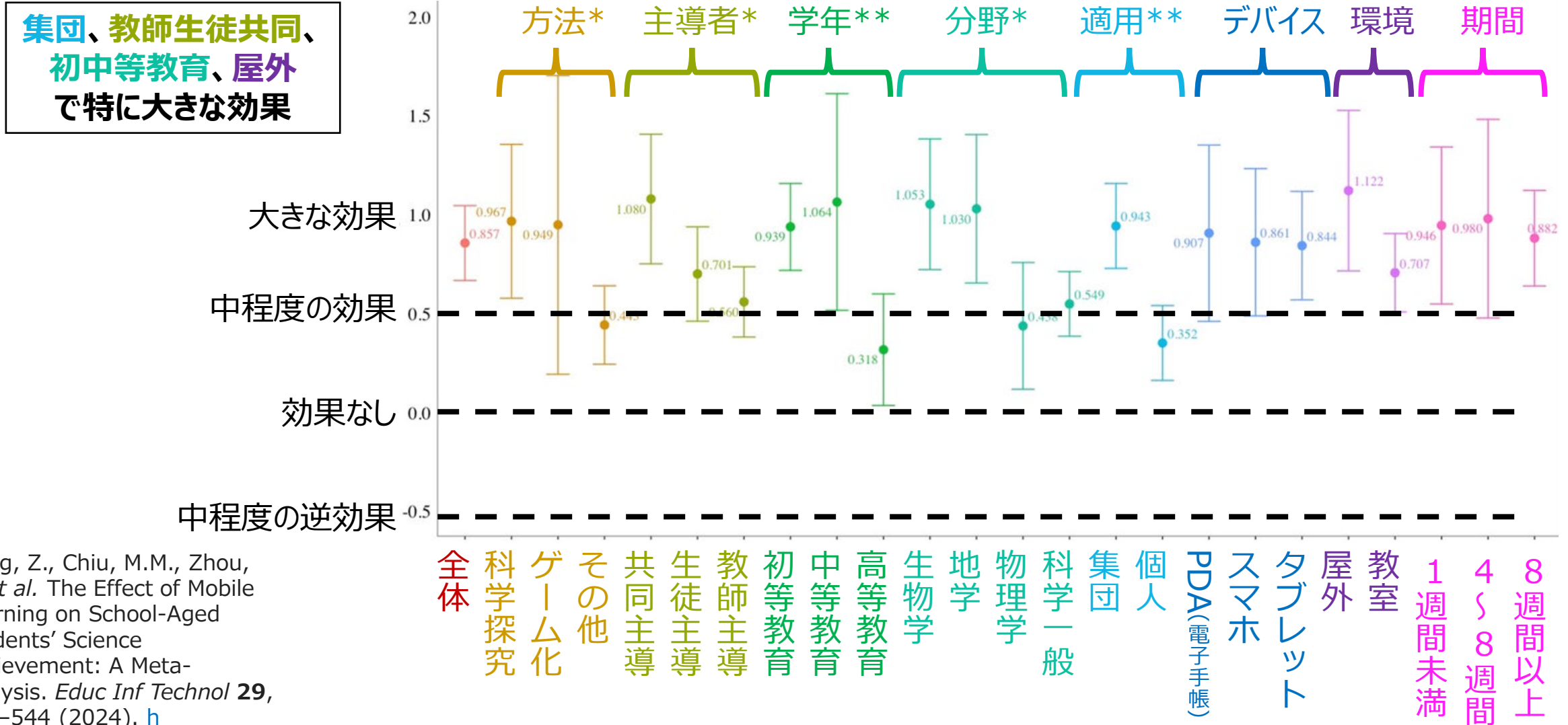
対象期間	2020～2022
PRISMA準拠	✓
研究数	44
分析効果量数	57
延べ人数	4145
収集条件	対照群ありの実験研究のみ

- アウトカム = 各研究でのテスト成績
 - 期末テストなど
- 実験群(ICT利用教育)と対照群(ICT非利用) の差を効果量として取る
 - 効果量は Hedges’s gで標準化
 - 2群の差の効果量

メタ分析結果 (Dong et al., 2024)

- 全体のHedges's $g = 0.857$ (かなり高い効果量)

* $p < .05$ 下位検定は未実施
** $p < .01$



Dong, Z., Chiu, M.M., Zhou, S. et al. The Effect of Mobile Learning on School-Aged Students' Science Achievement: A Meta-analysis. *Educ Inf Technol* **29**, 517–544 (2024). [h](#)

ICTを活用した教育が幼児～小学生の学習成果に
どれほど効果があるかを体系的に検証

メタ分析

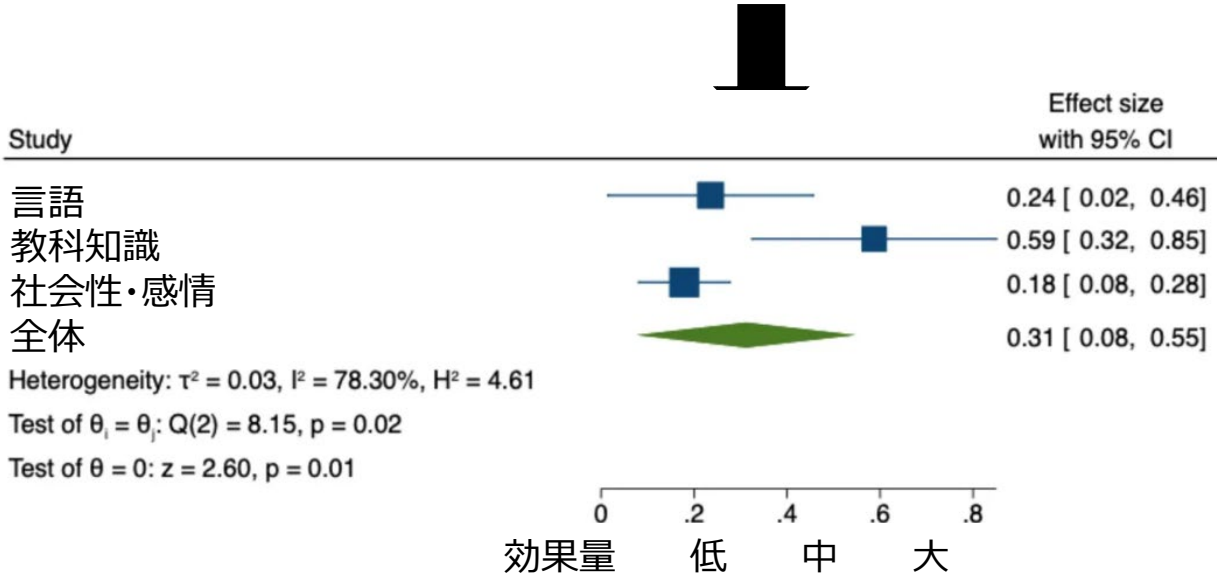
対象期間	2014～2022
PRISMA準拠	✓
研究数	30
分析効果量数	30
延べ人数	5293
収集条件	3～12歳の通常発達児 特別支援は除外

- 紙 vs ICT活用教育の比較
- アウトカム = 各研究でのテスト成績
 - 言語 = 言語テストの成績
 - 教科知識 = 各教科の成績
 - 社会性・感情 = 標準化された質問紙
- 効果量は Hedges’s g で標準化
 - 2群の差の効果量

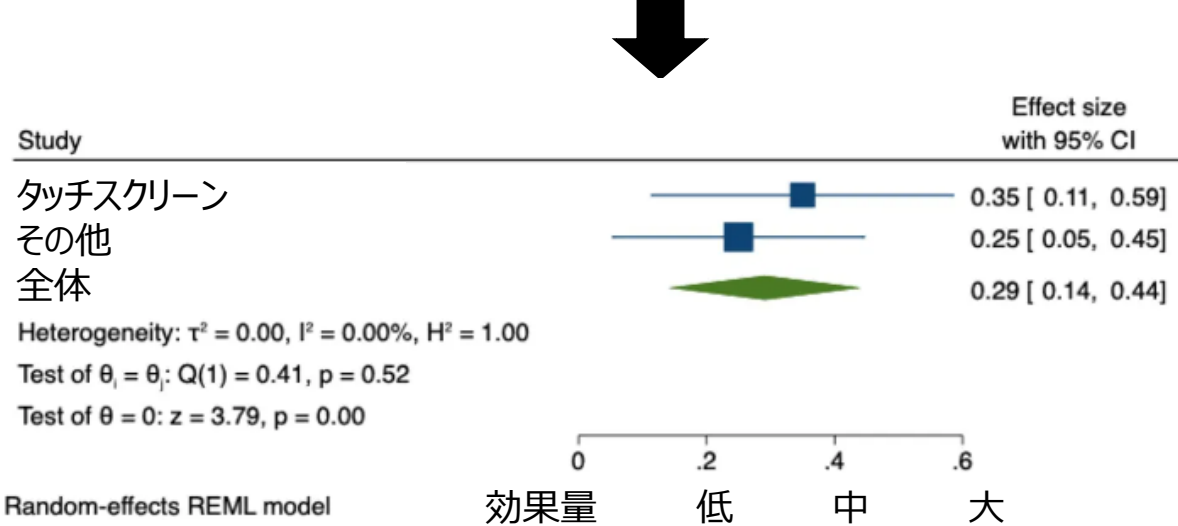
- 全体のHedges's $g = 0.45$ (中程度の効果量)

✓ ICTは幼児～小学生の学習に有益
✓ タッチスクリーンは幼児に適した学習ツール

教科知識で効果が大い



タッチスクリーンのほうがやや効果が大い



ICTの“使い方”によって効果が正にも負にもなる という仮説の検討

- TIMSS 2011 (国際数学・理科教育動向調査)
 - 30か国の8年生 = 中学2年 (約15万人)
 - 53か国の4年生 = 小学4年 (約25万人)
- 教師が報告した「授業でのコンピュータ利用の種類」別に再解析
 - 情報検索 (Look up ideas and information; 教科書に載っていない図解、追加情報を調べる等)
 - ドリル練習 (Practice skills and procedures; ひたすら計算練習のようなドリル型の教材)
 - データ分析 (Process and analyze data; 8年生のみ; データの入力整理、グラフ作成等)
- 解析方法
 - ICT教材利用頻度と成績の比例関係(β)を3モデルで解析
 - Cross-sectional regressions, Conventional fixed effects models, Correlated Random Effects

- 課題により正の効果の場合、負の効果の場合がある
→平均をとると「ICT教育効果なし」に見えてしまっていた
特に理科教育で効果が大きい

- Conventional fixed effects models

- ICT情報検索型課題は正の効果、

「利用なし」→「ほぼ毎日」に変えると
+10～13% SD の成績向上

ICTドリル練習は負の効果

「利用なし」→「ほぼ毎日」に変えると-7
～11% SD の成績低下

- 中学2年(β :-0.0482～0.0558) は小学4年(β :-0.0201～0.0150)より両方向の効果大

- Correlated Random Effects

- 数学の β は有意差無し
 - 理科は情報検索型で最大 $\beta = 0.060$ 、ドリル練習で最小 $\beta = -0.049$

ICTを活用した教育が幼児～小学生の学習成果に どれほど効果があるかを体系的に検証

- 体系的レビュー (≠メタ分析)

対象期間	2010～2020
PRISMA準拠	✓
研究数	100
分析効果量数	なし (体系的レビュー)
延べ人数	不明
収集条件	教室レベルのミクロ研究 中心

- 紙 vs ICT活用教育の比較

- 数学
- 科学
- リーディング
- ライティング
- 他

- アウトカム = 各研究でのテスト成績

- 様々な側面（被験者数、手法など）の100の論文中の割合を示した

教育学では「効果あり」報告が全体の83%を占める

効果報告	
効果あり	83%
結論不明	2%
なし・逆効果	15%

↑
経済学や心理学の研究
と一致しない傾向

被験者数	
~25	3%
25-100	50%
100-200	18%
200~	22%

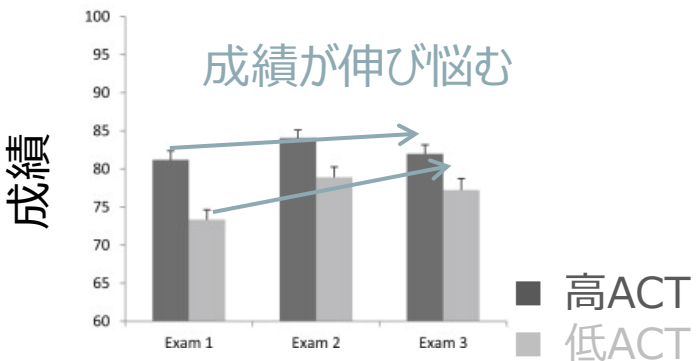
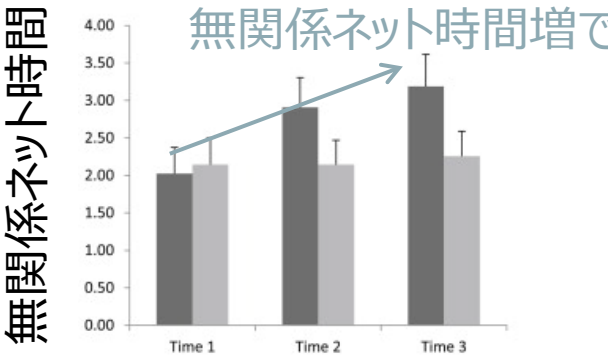
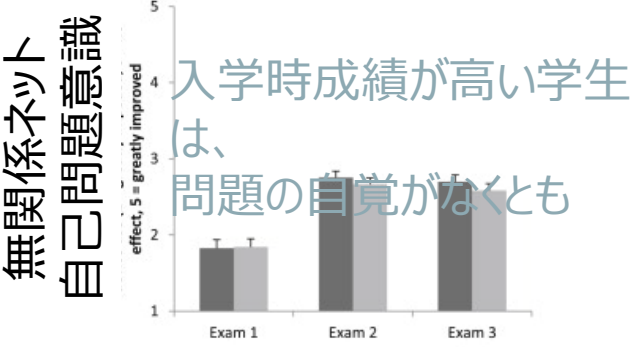
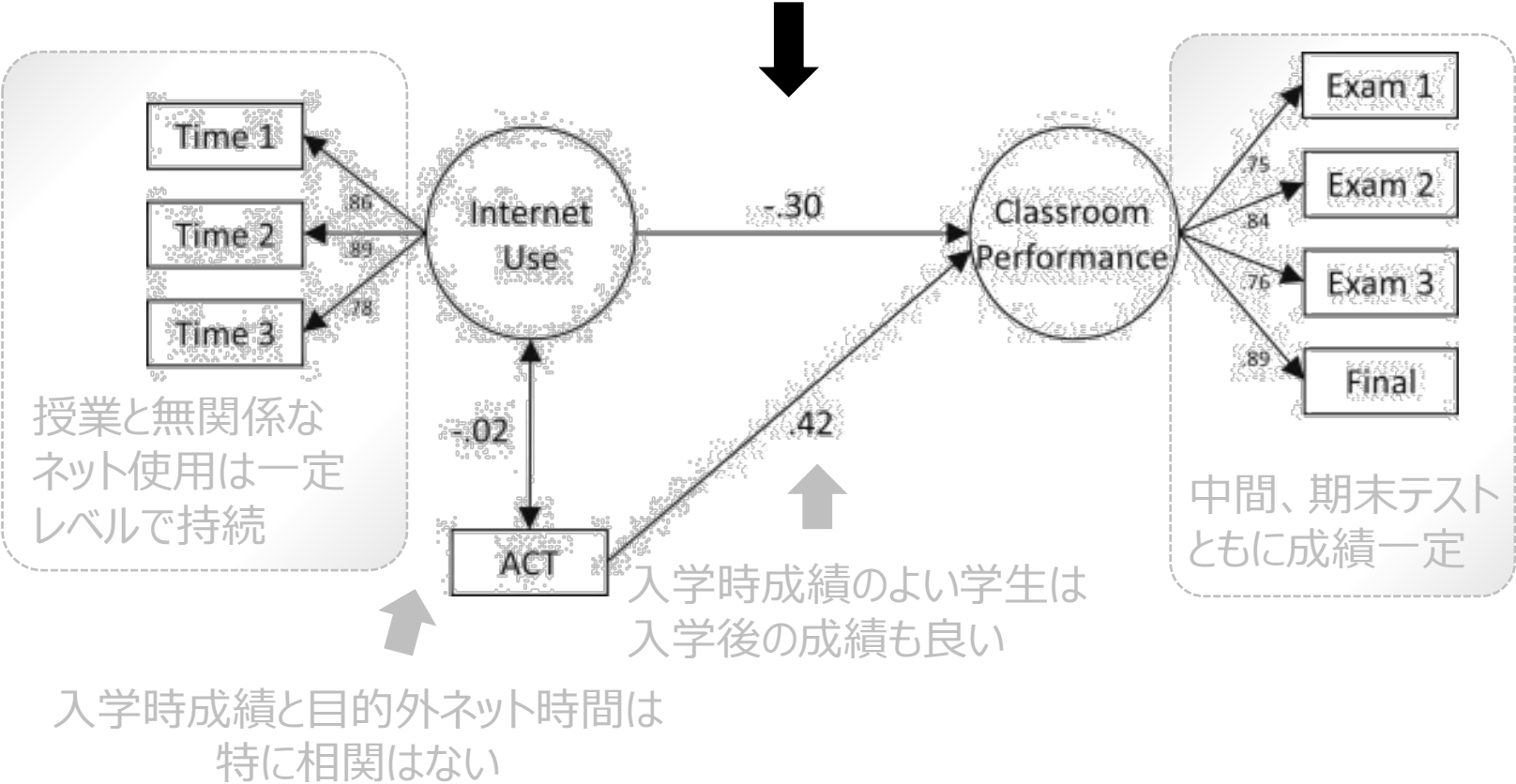
教育段階	
就学前	7%
初等教育	34%
中等教育	31%
高等教育	27%

分野	
数学	48%
理科	35%
読み書き	11%

↑
数学・理科ではICTでの
可視化が効果的なため

授業と無関係な使用 (Ravizza et al. 2014)

授業と無関係なネットの使用は成績を下げる
 $\beta = -0.30$



子どものスクリーン使用が、成長後の社会情動的問題に どのように影響するのかを検証

• メタ分析

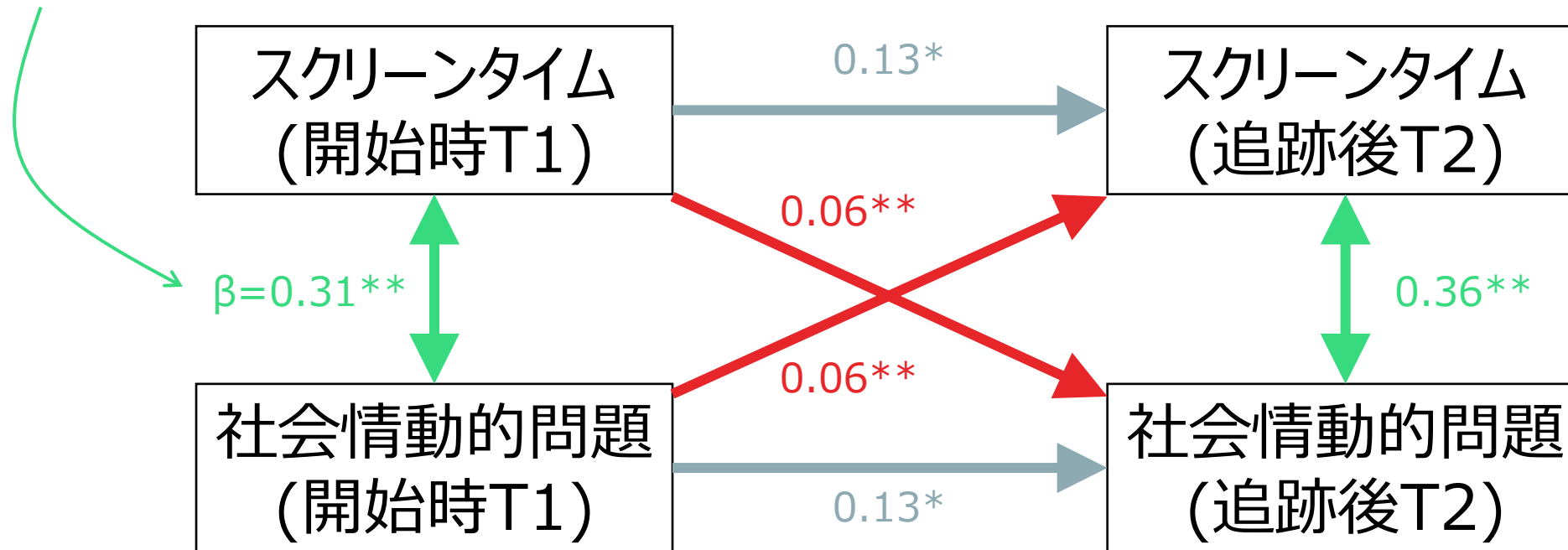
対象期間	1972～2024
PRISMA準拠	✓
研究数	117
分析効果量数	2284
延べ人数	292739
収集条件	全て縦断研究

- 元論文での追跡期間：6ヶ月～33年

メタ分析では

- T1 = 実験開始時
- T2 = T1から6か月以上あけた次の測定
 - 効果量は 標準化回帰係数 β
 - 比例関係の効果量

ある時点での社会情動的問題
とスクリーン時間は相関する



スクリーン時間が将来の社会情動的問題に
与える影響は、小さいが有意な効果

“small but meaningful associations... screen use may increase the risk of children developing socio emotional problems, and children with socioemotional problems may be drawn to screens”

本レビューにおけるエビデンスの限界と今後の課題

長期的な因果関係の不足

小中学生の「デジタル教科書そのもの」を対象とした数年単位の厳密な長期縦断研究（RCT）は、国際的にもまだ蓄積の途上である。

画面利用の交絡因子

脳科学研究の多くは、娯楽用途を含む「総スクリーン時間」を測定しており、純粋な教育利用の効果と切分けることが技術的に困難である。

UI/UXの急速な陳腐化

デバイスやソフトウェアの設計（UI/UX）の進化が早いため、数年前のネガティブな研究データが、最新の適応的フィードバック環境には当てはまらない可能性がある。