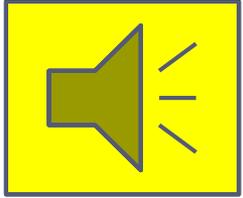


高等教育研究ディスカバリー・シリーズ 第三弾
日本語: Science of Scienceのスコープと可能性
——ビッグデータに基づいた新たな指標と見方

広島大学高等教育研究開発センター
公開研究会
(2025.7.3. オンライン)



人間の中に存在する 桁外れのビッグデータ

岡山大学 学術研究院 教育学域

AI・数理データサイエンスセンター データサービス推進部門

教育学研究科附属実践データサイエンスセンター 教育・心理支援サービス部門

教授 寺澤孝文

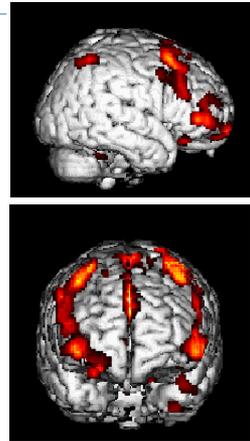
自己紹介:基礎心理学/教育工学/データサイエンス

- ▶ 記憶・認識・思考メカニズムの理論=AIの理論
- ▶ コンピュータシミュレーション(UME、TAKE)
- ▶ fMRI等を用いた脳研究:黎明期に起ち上げすぐ離れる
- ▶ **感覚記憶の永続性(博論:一度見た記憶はずっと残る)**



- ▶ **高精度教育ビッグデータ(マイクロステップ・スケジューリング技術)**
 - ▶ 2019年日本e-learningアワード大賞「**文部科学大臣賞**」受賞
 - ▶ 内閣府SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)に採択
 - ▶ **国家プロジェクトとしてマイクロステップ・スタディを推進**(2018年度~)
- ▶ 異通信システムを融合する新たな通信原理と技術(E-mailとLINE、郵便、携帯の通信を自動化する方法)

◎MANのニューロ原理 = **HI**(Human Intelligence): 人間とは異なる存在で実現される人間の知性



トピックス

- ▶ 記憶は感覚情報までが、長期に保持される
 - ▶ 人間の行動ビッグデータの解析の困難
 - ▶ マイクロステップ・スタディの学習量が多い学生ほど、GTEC(大学生)、英検(高校生)の成績が高い結果が国内のトップジャーナルに掲載
 - eラーニングの効果として学術論文としては初
 - ▶ 知識習得には人の関与が必要なくなる時代が来た
 - ▶ 社会実装が加速:意欲を失っている子どもは確実に救える
 - ▶ 研究者としては、論文より、新しい技術が社会に役立つこと証明することに集中。
-



人間の驚異的記憶能力と、学力向上を実証した最新の学術研究成果

- ▶ Masuoka, T., Nishiyama, M., Tsurusaki, Y., & Terasawa, T. Implicit effect of visual long-term memory for nonverbal objects on recognition judgment. *Attention, Perception, & Psychophysics*(in press).



- ▶ 潜在記憶の永続性
- ▶ メロディの潜在記憶については、
- ▶ TEDxのYoutubeチャンネルで配信



→ <https://youtu.be/Zamjc=bgmn0?si=bgbkGGVR9g23NSKO>

人間の驚異的記憶能力と、学力向上を実証した最新の学術研究成果

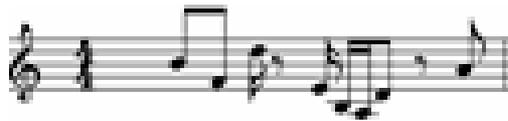
- ▶ **大学生**のマイクロステップ・スタディが**GTECのスコア**を上げることがを支持する結果(世界初)が国内のトップジャーナルに掲載)
 - ▶ 山本康裕・益岡都萌・宮崎康夫・寺澤孝文(2023). e-learningと進級条件が大学生の英語力に与える効果—マルチレベル分析による評価— 心理学研究, 94, 308–318.
- ▶ **高校生の1日5分**のマイクロステップ・スタディの学習量と**英検のスコア**に有意な関係を検証(世界初)(国内のトップジャーナルに掲載)
 - ▶ 山本康裕他(印刷中) 日本教育工学会論文誌



記憶は消えない！

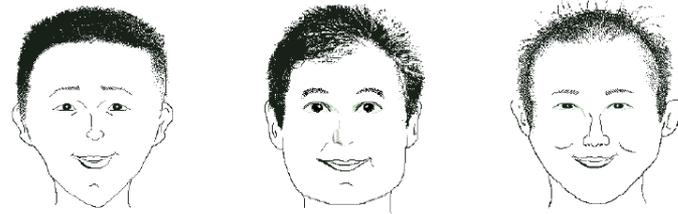


100を超える実験



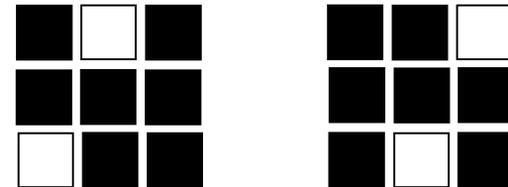
経験

感情



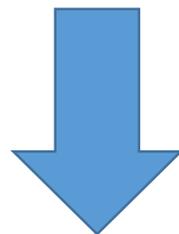
記憶

運命



- 川崎 由花・寺澤 孝文(2019). 英単語の学習効果に与える学習インターフェースとインターバルの影響 行動科学, 57, 79-88. (Kawasaki, Y. & Terasawa, T., Behavioral science research, 57, 79-88.)
- 益岡 都萌・西山 めぐみ・寺澤 孝文(2018). 視覚的記憶の長期持続性と変化検出過程への影響 心理学研究 89, 409-415. (Masuoka, T., Nishiyama, M., & Terasawa, T., Effects of visual long-term memory on change detection, Japanese Journal of Psychology, 89, 409-415.)
- 西山 めぐみ・寺澤 孝文(2013). 未知顔の潜在記憶——間接再認手続きによる長期持続性の検討—— 心理学研究 83, 526-535. (Nishiyama, M. & Terasawa, T., Long-lasting implicit memory for unfamiliar faces revealed by an indirect recognition procedure, Japanese Journal of Psychology, 83, 526-535.)
- 上田 紋佳・寺澤 孝文(2010). 間接再認手続きによる言語的符号化困難な音列の潜在記憶の検出 心理学研究, 81, 413-419. (Ueda, A. & Terasawa, T., Detection of implicit memory for hard-to-encode tone sequences using an indirect recognition procedure, Japanese Journal of Psychology, 81, 413-419.)
- 寺澤 孝文(1997). 再認メカニズムと記憶の永続性 風間書房. (Terasawa, T., Recognition mechanism and memory persistence. KAZAMA-SHOBOU.)
- 寺澤 孝文(1994). 再認メカニズムに存在する抑制的プロセス:先行経験の長期的効果と単語の出現頻度効果 Doctoral dissertation (Tsukuba University)
- 寺澤 孝文・太田 信夫(1993). 単語の再認記憶に及ぼす先行経験の長期的効果 心理学研究, 64, 343-350. (Terasawa, T., & Ohta, N. Long-term effect of one encounter with a target on item recognition, Japanese Journal of Psychology, 64, 343-350.)

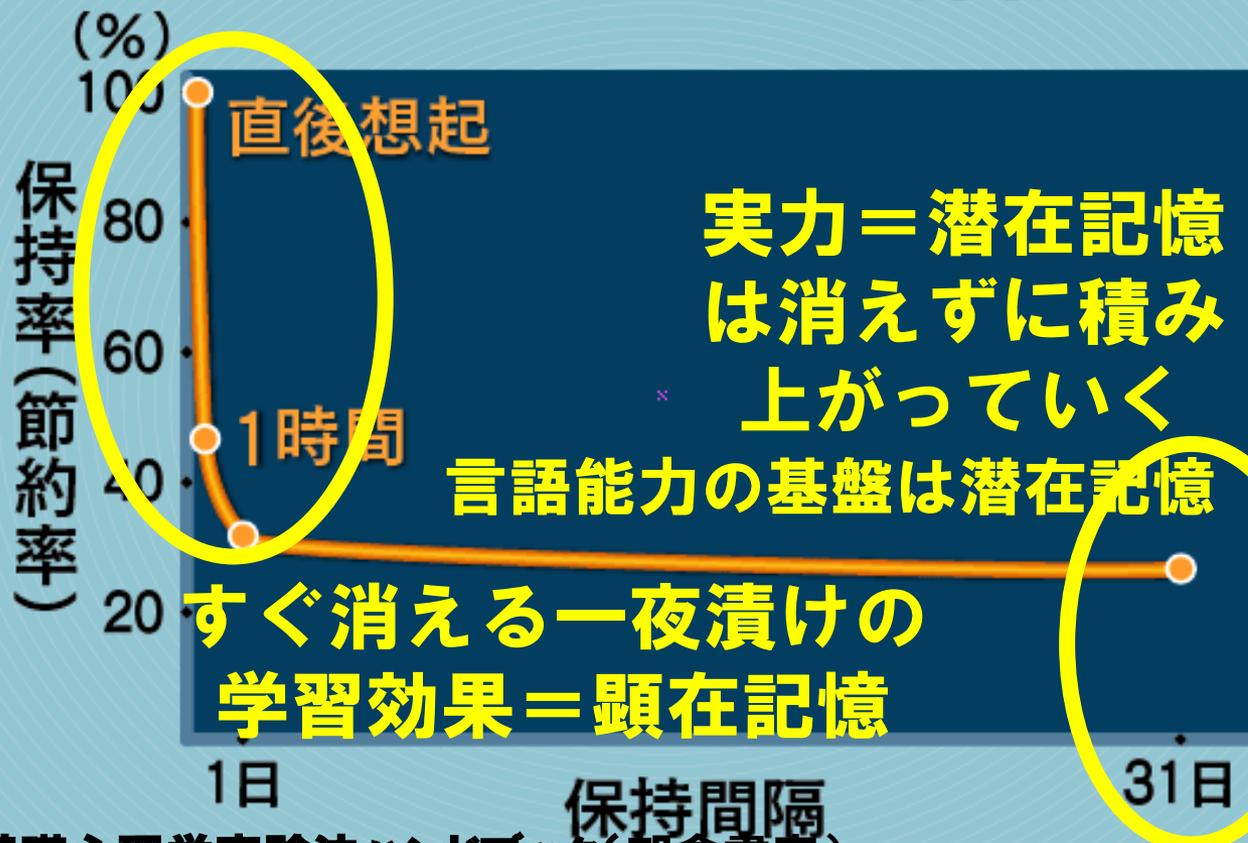
**わずかな経験の影響は
過小評価できない**



**わずかな学習の効果を日常の中
で厳密に連続測定することで、学
習の成果を可視化できるはず!**

エビングハウスの忘却曲線の誤った解釈と、 誤った学習法

エビングハウスの忘却曲線



一般的な学習法
は一夜漬けの学
習効果である顕
在記憶に基づい
ているため実は非
常に非効率

完全に憶えようと
少しずつ学習せず、
気楽に全体を通し
て反復学習すべき

ただし、潜在記憶
は測定が難しい

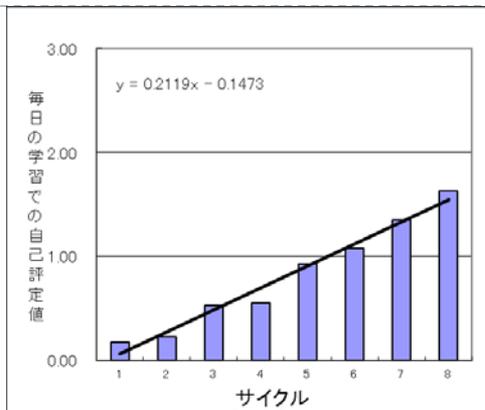
潜在記憶(実力)の特徴:顕在記憶(一夜漬けの効果)の特徴がほとんど当てはまらない

- ▶ 潜在記憶は長期に持続する
 - ▶ **記銘意図が大きな影響を持たない**
 - ▶ 麻布高校のDS実験で出てきた生徒の感想
「ただ英単語を4段階で判定して、それを“見流す”だけでもずい分と単語がわかるようになることに感心した。というよりは驚きました」
 - ▶ 微細な知覚的類似性が影響力を持つ:感覚情報の長期保持
 - ▶ **成績は単調に上昇しない**
 - ▶ **加齢の影響を受けない**
 - ▶ 潜在記憶に関する実験室研究(1980~1990年代)では、膨大な事実が明らかになっている。(『記憶の心理学と現代社会(有斐閣)』『英語教育学と認知心理学のクロスポイント』北大路書房』、潜在記憶/太田信夫で検索)
 - ⇒ **高精度教育ビッグデータの知見(後述)と一致**
-
- ▶ **記憶の生成理論(Terasawa,2005:Creation theory of cognition)** 10

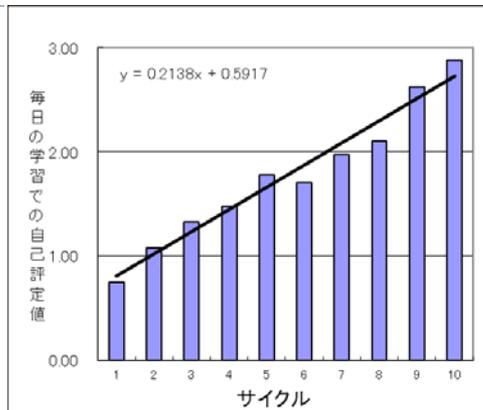
マイクロステップ・スタディ

どの子も成績は上昇する！

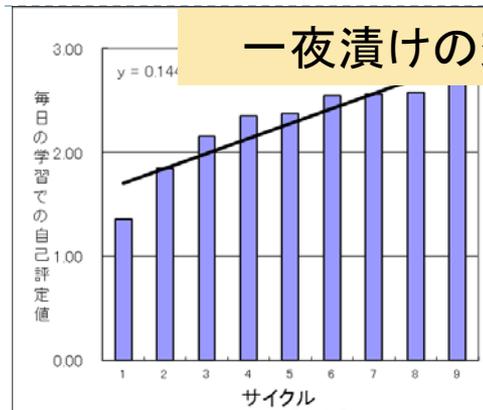
目に見えるメリットを提供できる新しいeラーニング



生徒A



生徒B



生徒C

大量のビッグデータが岡山大学に集約：授業で利用

リクルートの橋渡し
でNINTENDO DS
用ソフトにも実装



DSソフトで麻布高校生の
実力の積み重ねを可視化



ほぼ実力といえる成績



3名の麻布高校生のデータ

個別に学習完了の時期を予測することも可能！



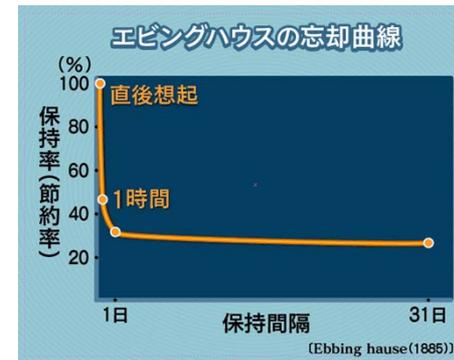
人間の行動ビッグデータを分析
してなかなか有意義な知見が
出てこないのか？

購買行動
学習行動

一般にビッグデータは収集されても、未だ新たな知見が出ないのはなぜ？→「いつ」という時間条件の影響

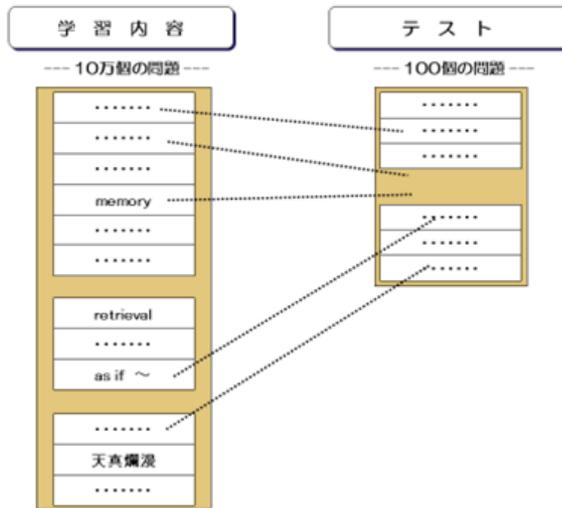
- ▶ ポイントカードなどで、大量の購買行動データが企業に集約されているが、有意義なサービスは出て来ていない
- ▶ **理由：明日ビールを買う確率は予測できない**
 - ▶ 例えば、特定の個人の1か月のビールの購買量は把握できても、その人が明日ビールを買う確率は予測できない。
- ▶ 人間の判断には、類似した行動が過去に起きた**タイミングが非常に大きな効果を持ち、それを制御できなかった。**
 - ▶ その人が今日1ケースのビールを購入していたら、明日買わず、1か月買っていなければ買う確率は高くなる。

学習行動も同様：ある問題を明日のテストで解ける確率を予測する場合、今日その問題を解いた場合と1か月前に解いていた場合で成績は大きく変わる（忘却曲線）



スケジューリング技術による新しいテスト原理

現在のテスト



- わずかな問題でテスト作成
- 「いつ」学習したのか考慮せず

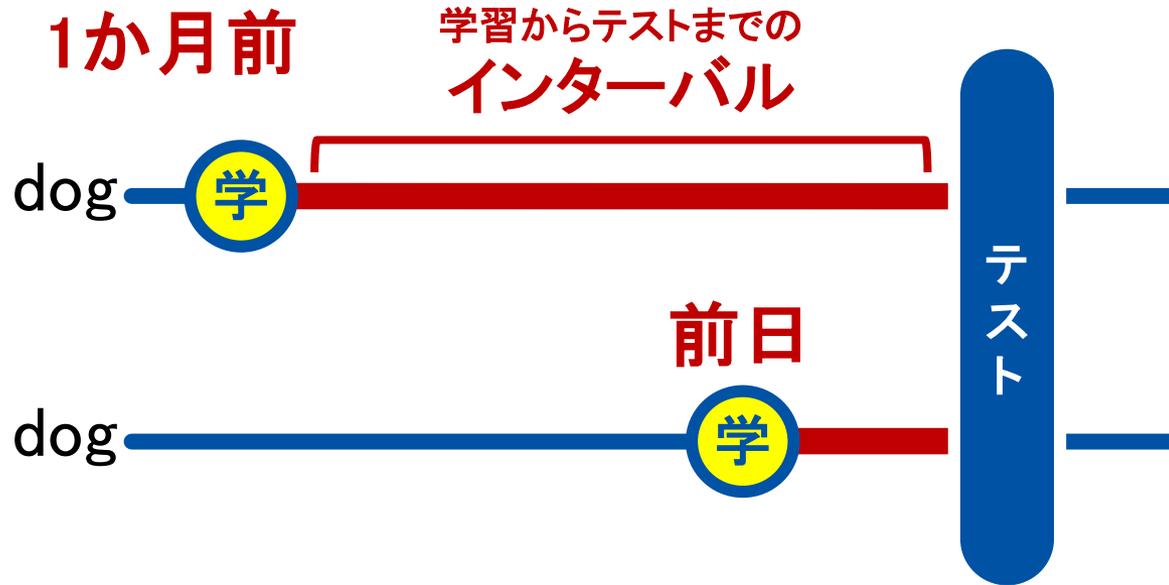
スケジューリング技術による新しいテスト原理

- ▶ **全ての問題**を何度もテストする
- ▶ **問題ごとに、テストのタイミングを一定にする**
- ▶ テスト前に「いつ」学習するのも**完全にコントロールし、反応データを全て収集**
- ▶ 学習とテストの**インターバルを長くして一夜漬けの効果を排除**
- ▶ **成績の時系列変化から、モデルを立て実力を正確に推定**

**時系列条件が全て揃った膨大な反応データ
＝時系列ビッグデータ**

難

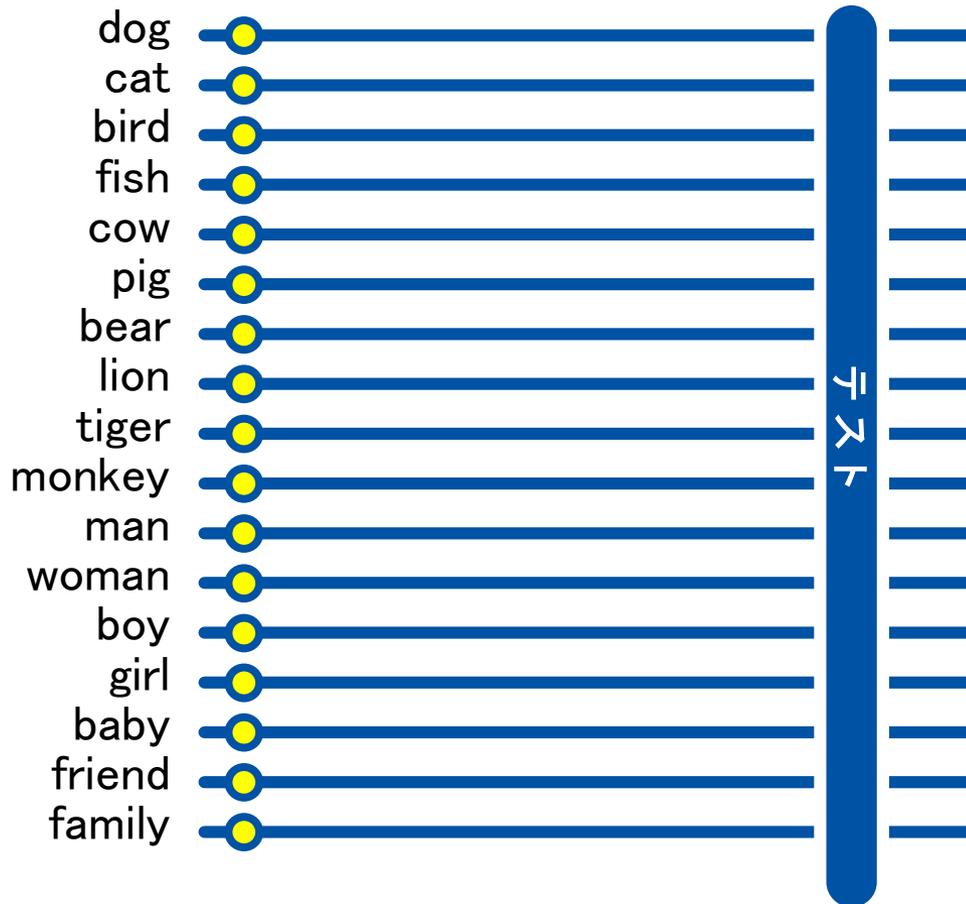
スケジューリング技術で 「いつ」の壁を超える



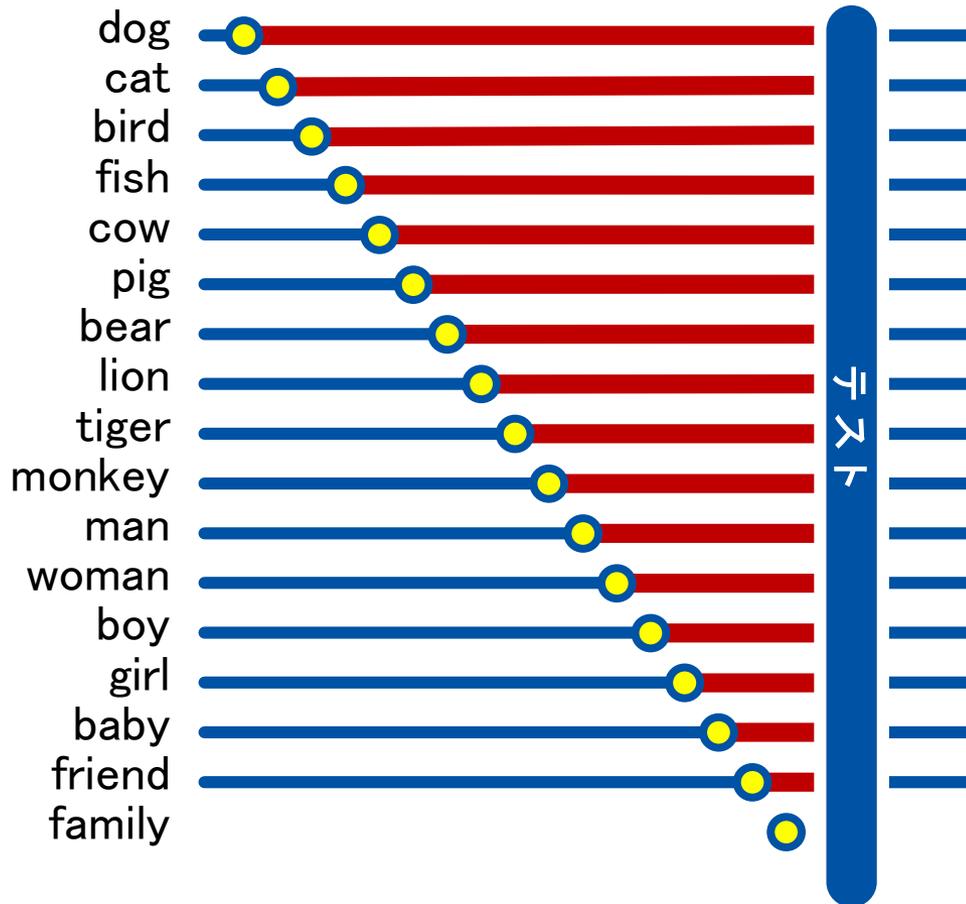
インターバルの長さは
テストの結果に影響する
そのためインターバルは揃えたい

しかし、学習する英単語の数は数千にも及ぶため

同日に全てを学習するのは不可能



学習を分散させる必要があるが
インターバルがバラバラになる



〃
〃

学習を分散させる必要があるが
インターバルがバラバラになる

学習を分散させても
インターバルが等しくなるパズルを解いて
何十万もの学習とテストのタイミングを制御するのが

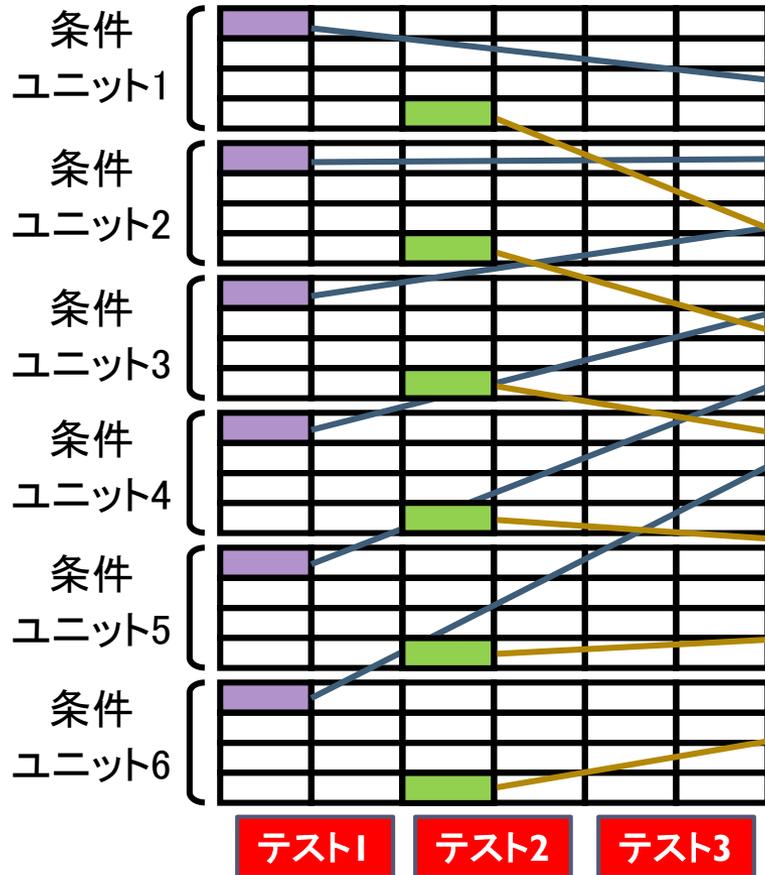
スケジューリング技術



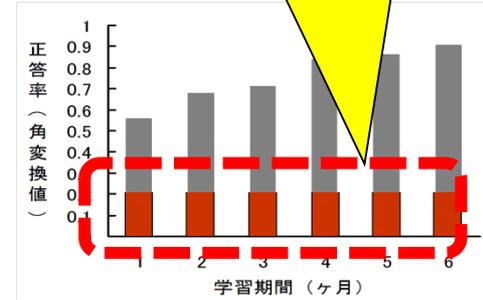
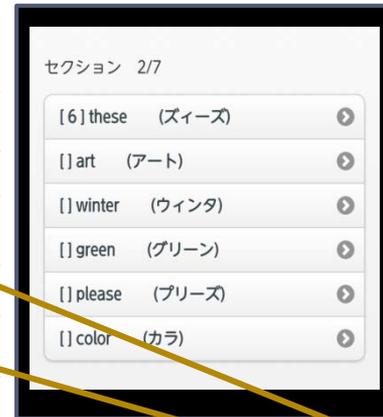
スケジュールを制御する例(インターバル相殺法)

タイミング タイミング タイミング
セットA セットB セットC

インターバルの効果は相殺



1か月目のテスト1のリスト



2か月目のテスト2のリスト



1か月が終わるごとに客観テストを入れる場合、事前にインターバル条件等の条件が等しいグループを計画的に配置しておき、そこからテストを構成する

学力上位層へ、効率的で真に個別最適化された学習環境の提供

- ▶ **WEBフィードバックシステムを完成させ**、大規模な課外学習支援システムとして完成
- ▶ **2019年度より岡山大学で正式採用。1年生全員(2200人)対象にeラーニング提供と個別フィードバックを実現。全学年に提供**
- ▶ **科研費で研究基盤構築：萌芽研究から基盤研究B、**基盤研究A**を3度採択**
- ▶ **内閣府のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)の国家プロジェクト採択。社会実装拡大。**

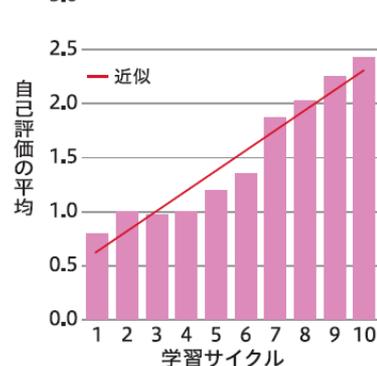


**日本e-Learning大賞
「文部科学大臣賞受賞
(2019年11月13日)**

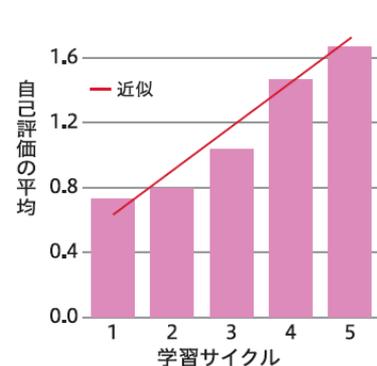
過去30日間の学習量ランキング(学習日数:6日)



一夜漬けの学習効果が混入した成績



一夜漬けの学習効果を最小にした成績



学生の結果データがフィードバックされているページ

<http://...okayama-u.ac.jp/feedback/?id=190615141524>

<http://...okayama-u.ac.jp/feedback/?id=190616102037>

<http://...okayama-u.ac.jp/feedback/?id=190615163624>

<http://sum...okayama-u.ac.jp/api/test/>

マイクロステップ・スタディで集まる**時系列ビッグデータ** 集団平均でなく、個人、さらに問題ごとに成績上昇を可視化

従来の
eラーニング

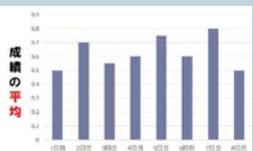
平均データ

成績の平均



学習前 学習後

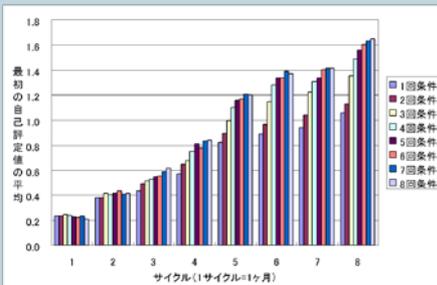
成績の平均



成績の上昇を描き出すことは
原理的に困難

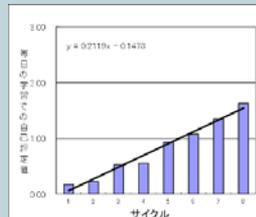
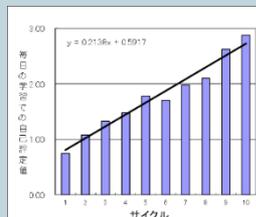
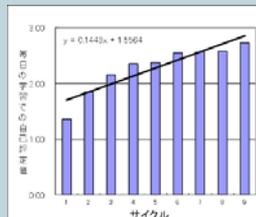
マイクロステップ・スタディ

高精度の平均データ



➤ 有意な学習効果を検出可能

個別データ

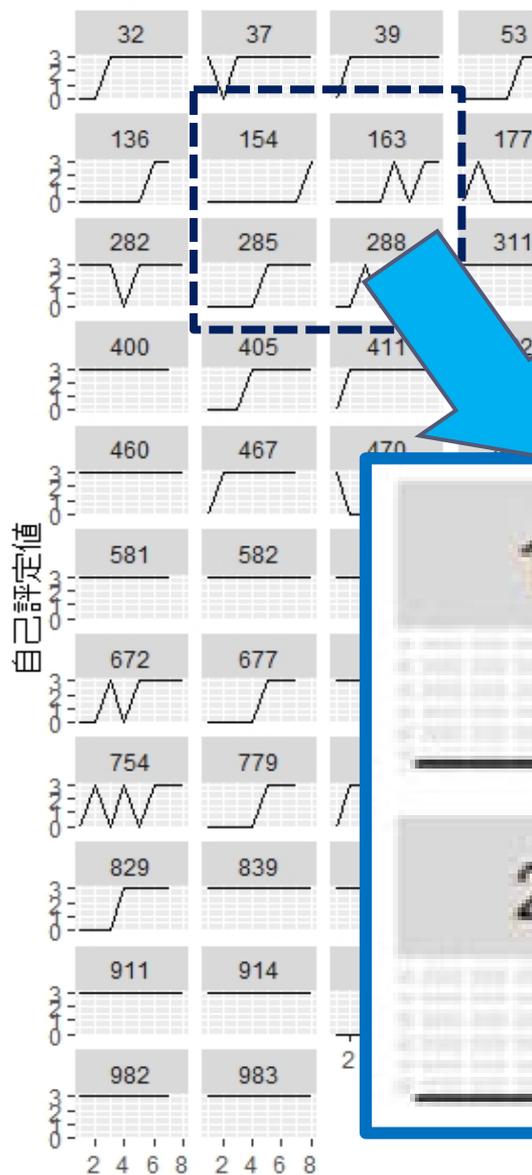


時系列ビッグデータ

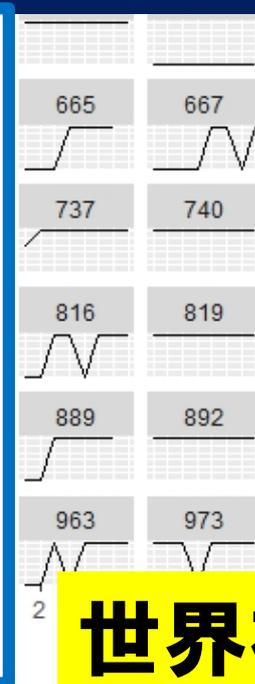
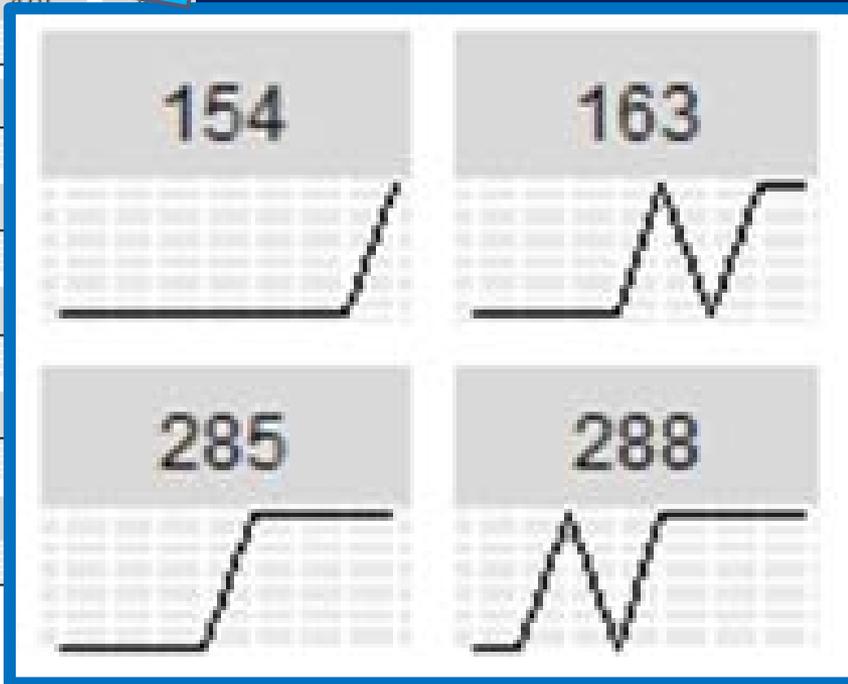
全問題ごとの成績の変動データ



問題ごとに一夜漬けの効果を除いた実力といえる成績の上昇を測定し可視化



様々なテスト問題ごとに成績の上昇データが何千人分も集まる。それを解析すると、学習内容の階層構造を解明するなど、新たな研究も生まれる可能性がある



世界初！

こんなことができるようになりました

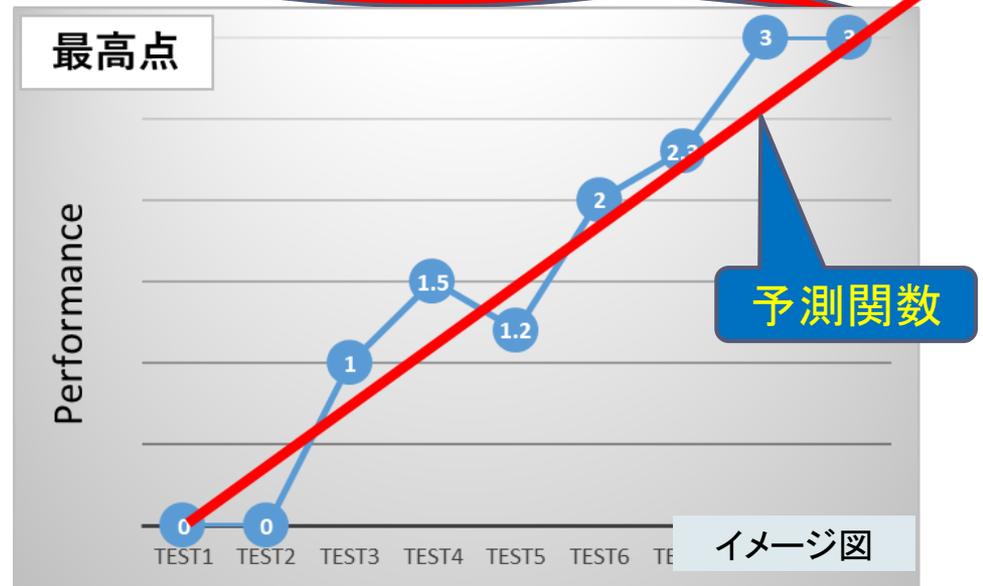
最高点を超えクリアした問題を

自動排除



学習効率が最大化

クリア！



問題Aの実力の変化

新事実がどんどん出ています

覚えようとせず学習を進めても、成績は上がる



[研究] マイクロステップ・スタディの学習者の実際の学習時間と成績の平均値の変化を表したグラフです。学習時間は回数を重ねるごとに短くなっていますが、成績は確実に積み上がっています。

引用して作図：日本心理学会大会発表「2秒に満たない学習で語彙力は確実に伸びていく」西山めぐみ・益岡都萌・田中優貴・牛司策・寺澤孝文(2018)

1日の中で6回以上の英単語の反復学習は実力向上に寄与しない可能性が高い。



寺澤孝文・吉田哲也・太田信夫(2008)の元データより作図

[実験] 1日に見る(学習する)回数を1~8回ごとに指定し、1ヶ月のうちに1日だけ学習を行った単語について5ヶ月後の成績を表したグラフです。被験者：高校生

深刻な事実：子どもを学習させるために学校でテストはやるべきではない

- ◆実力に到達した問題を自動排除する機能
- ◆潜在記憶理論に基づく学習法
- ◆意欲を上げられる学習スケジュール

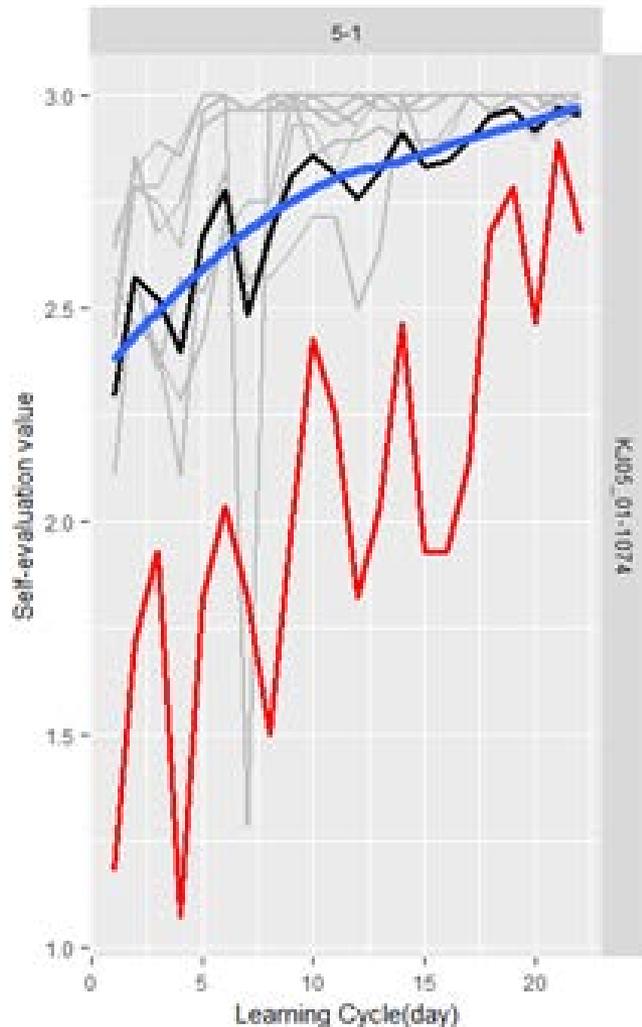


1日5分の学習量とGTEC、英検のスコアに有意な関係を
検証(世界初) (国内のトップジャーナル他に掲載)

山本康裕・益岡都萌・宮崎康夫・寺澤孝文(2023). e-learningと進級条件が大学生の英語力に与える効果—マルチレベル分析による評価— 心理学研究, 94, 308-318.
(Yamamoto, et. al(2023). Japanese Journal of Psychology)

現時点でおそらく**世界最高の学習効率を実現**

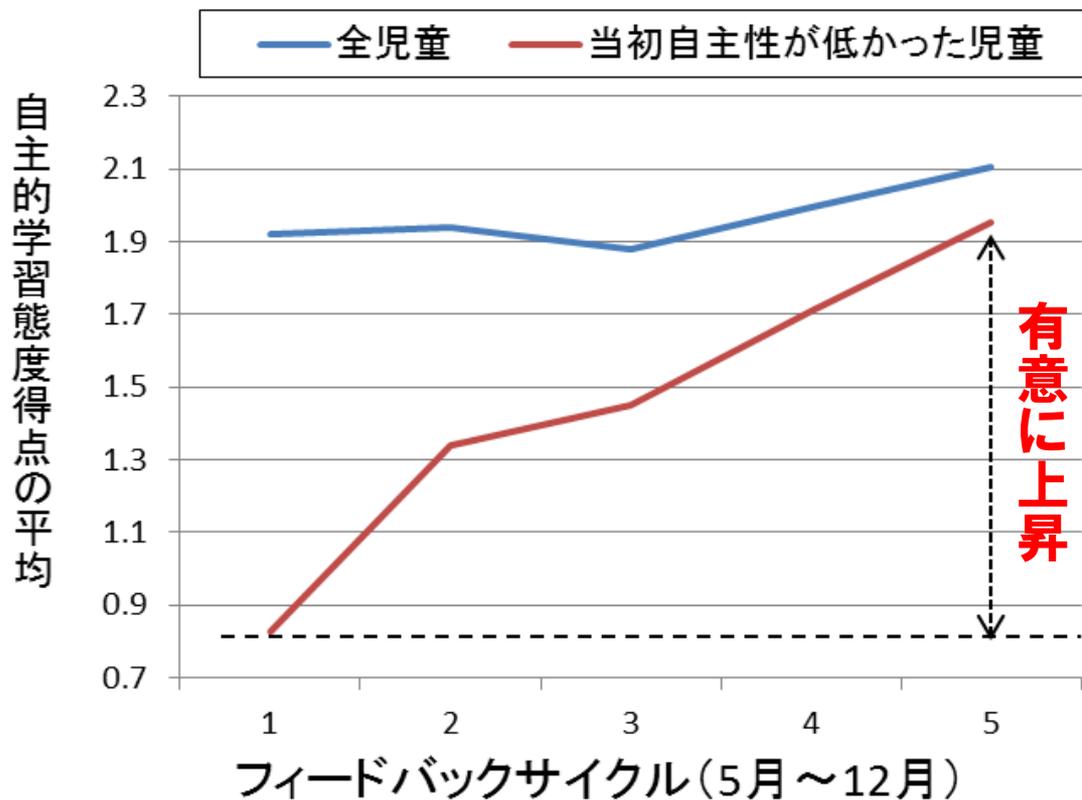
漢字の勉強をあきらめていた小5年生が、3か月で効率的に漢字の読みを習得していく様子を可視化



- ▶ 当初の成績が低い児童も4か月程度(5か月分の学習)で平均レベルに語彙力が上昇。
- ▶ この児童は他の子に比べて極端に当初の成績が低く、漢字の読みはほぼあきらめていた可能性が高い。
- ▶ このような成績の上昇をもたらした原因は、**潜在記憶理論に基づく学習法とマイクロステップ・スタディの個別最適化による学習の高度な効率化**がある
- ▶ 子どもの実力の変動を測定・可視化し、**個別にフィードバックできるようになったことで、意欲向上が保証できるようになった。**
- ▶ 潜在記憶は言語能力の基盤であり、小学校に入学する時点で、日本語が習得できている能力があれば、学習をすれば必ずできるようになると考えられる。

意欲を失っている子の意欲の引き上げを**保証**可能に

主体的意欲が**最低レベルの児童** (10名) が半年間の**フィードバック**に対応し着実に**(有意に)** 意欲を高め、平均レベルに到達(長野県高森町での実証結果、2017年度)



自主的学習態度

- いろいろなことが知りたいので、学校の勉強だけでなく、家でも勉強します。
- 予習は、たいていやっていきます。
- 家の人に、「勉強をなさい」と言われなくても、勉強します。
- 言われなくても、にがてな勉強をします。
- 自分で、目標や計画をたてて、勉強をしています。

赤線: 当初の自主的学習態度得点が低かった児童の得点の変化(5月~12月)

5月の最初の時点で、平均-1SDより低い得点を示す児童を抽出。

(2018年8月プレスリリース)

知識習得に人が関与しなくて よい時代の到来

時系列ビッグデータで科学的に
意欲向上、学力向上

岡山大学 学術研究院 教育学域

A I ・数理データサイエンスセンター データサービス推進部門

教育学研究科附属実践データサイエンスセンター 教育・心理支援サービス部門

教授 寺澤孝文

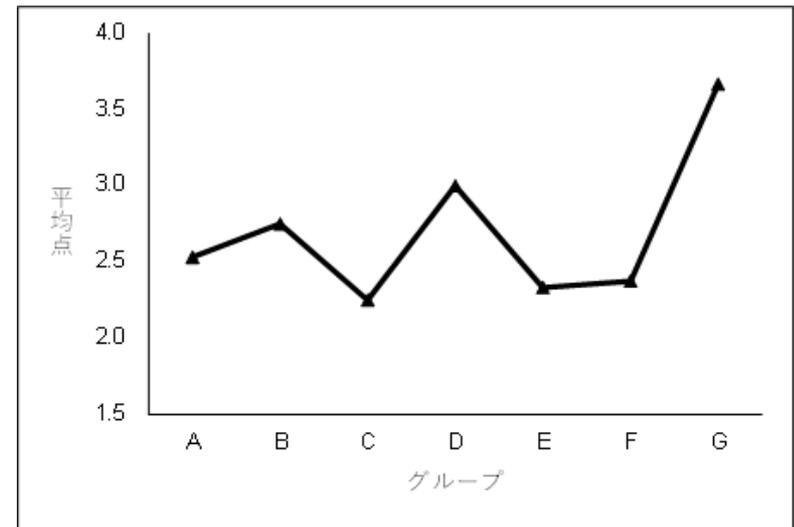
教育を科学するためには、基礎系 心理学の知識とスキルが必須

- 令和7年4月 岡山大学大学院教育学
研究科に「**教育データサイエンス学位プ
ログラム**」設置(日本初)
- **FIT2025** 第24回情報科学技術
フォーラム(9月5日) 講演・シンポ登壇
「大学におけるAI・DS教育のLaunch
とLandscape」

広告・広報の効果の連続測定も実際可能に

- ▶ 広告効果を検証(2023年度)
- ▶ 長期にわたり掲載される広告に学生が接触することで、企業に対するイメージが変動する
- ▶ わずかな接触が企業のイメージを変えることを確認
DX推進

- ▶ **意識変容は確実。行動変容までが検証対象に。**



終わりに: 研究を進める上で思ったこと

- ▶ メタサイエンスは興味深い。
 - ▶ 研究者のキャリアをモデル化
 - ▶ 研究は人の営み。環境、パーソナリティも考慮が必要
 - ▶ 論文を書くために研究するわけではない。
 - ▶ 一生にできることはわずか
 - ▶ 環境: 岡山はラッキー。
 - ▶ 研究環境が厳しい大学でも業績が出せる研究者はもっと注目してもよいのでは
 - ▶ 人間臭い要素を(できれば)データとして拾ってもらえるといいかもしれない。
 - ▶ 人の役に立ちたいという意識が研究を継続する一番の動機
 - ▶ 人を見て判断する人間臭さを評価に入れることも大切
 - ▶ 新しい融合領域はどう育てればよいのか? 教育データサイエンス学位プログラム(岡山大学教育学研究科にこの4月設置)
-



参考文献（方法論や具体的な方法は、特許に記載）（★は一般書）

★寺澤孝文(編著)「高精度教育ビッグデータで変わる記憶と教育の常識—マイクロステップ・スケジューリングによる知識習得の効率化—」 風間書房

- 寺澤孝文(2016).教育ビッグデータから有意義な情報を見出す方法 —認知心理学の知見をベースにした行動予測—. 教育システム情報学会誌 Vol. 33, 67-83.

★寺澤孝文(2016)『英語教育学と認知心理学のクロスポイント —小学校から大学までの英語学習を考える—(太田信夫・佐久間康之編)』 pp.37-55, 北大路書房

- 寺澤孝文(2015) 教育ビッグデータの大きな可能性とアカデミズムに求められるもの —情報工学と社会科学のさらなる連携の重要性— コンピュータ&エデュケーション, 38, 28-38.
- 寺澤孝文(2015) ビッグデータのスケジューリング技術により見えなかった“学習効果”を可視化 月刊J-LIS(地方公共団体情報システム機構), 4月号, 32-37.
- 西山めぐみ・寺澤孝文.(2013). 未知顔の潜在記憶 —間接再認手続きによる検討—. 心理学研究, 83, 526-535.

★寺澤孝文(2012) 学習と動機づけ 田山・須藤(編著)『基礎心理学入門』 培風館

★寺澤孝文(2008)「再生と再認」、「記憶と学習」 太田信夫(編)『記憶の心理学』 放送大学教育振興会

●寺澤孝文・太田信夫・吉田哲也(編)(2007) マイクロステップ計測法による英単語学習の個人差の測定 風間書房

●寺澤孝文・吉田哲也・太田信夫(編)(2008) 英単語学習における自覚できない学習段階の検出--長期に連続する日常の場へ実験法を展開する 教育心理学研究, 56, 510-522.

★寺澤・太田(監修)(2007)THEマイクロステップ技術で覚える英単語, D3Publisher (任天堂DS専用学習ソフトウェア)

★寺澤孝文・吉田哲也(2006) 自覚できない到達度を描き出す e-Learning, 太田信夫(編),『記憶の心理学と現代社会』, 有斐閣, 187-205.

★寺澤孝文(2001) 記憶と意識—どんな経験も影響はずっと残る—(第5章) 森敏昭(編著) 認知心理学を語る①: おもしろ記憶のラボラトリー 北大路書房, pp.101-124.