

世界最高レベルの学習効率で 学力と意欲向上を実現したeラーニング

教員の負担なく
知識習得のアウトソーシングが可能に

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

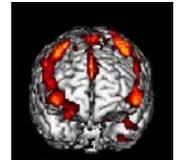
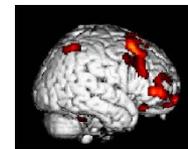
教育学研究科附属実践データサイエンスセンター 教育・心理支援サービス部門

教授 寺澤孝文

お問い合わせ: mss-info@okayama-u.ac.jp (寺澤研究室)

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)
- ▶ **HI**(Human Intelligence):人間とは異なる存在で実現される人間の知性
- ▶ MANのニューロ原理:脳の情報処理が化学反応である理由
- ▶ 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)
- ▶ fMRI等を用いた脳研究
- ▶ **感覚記憶の永続性(博論:一度見た記憶はずっと残る)**



- ▶ **時系列ビッグデータ(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~)



結論

意欲を失った子どもへの意欲、
そして学力を確実に上げる
科学的方法が確立された

最新の記憶理論の理解が必須

- ▶ 知識習得の効率化と可視化には、「記憶」のメカニズムの科学的理解が必須
 - ▶ 知識 \div 長期記憶
 - ▶ 長期記憶=顕在記憶+潜在記憶
 - ▶ 一般的に理解されている記憶は、顕在記憶
 - ▶ 言語能力や資格試験の知識習得は、潜在記憶が基盤
-



最新の記憶研究の報告：記憶は残り続ける

- ▶ 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).



- ▶ 潜在記憶の永続性とマイクロステップ・スタディについては、TEDxのYoutubeチャンネルで配信



(<https://www.youtube.com/@TEDx>)

潜在記憶理論に基づくeラーニング（マイクロステップ・スタディ）で学力向上を実証した最新の研究成果

- ▶ **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） 日本教育工学会誌
 - ▶ **1日5分程度の学習を1か月継続すると、英検のスコアが約50点上昇**することを支持する結果

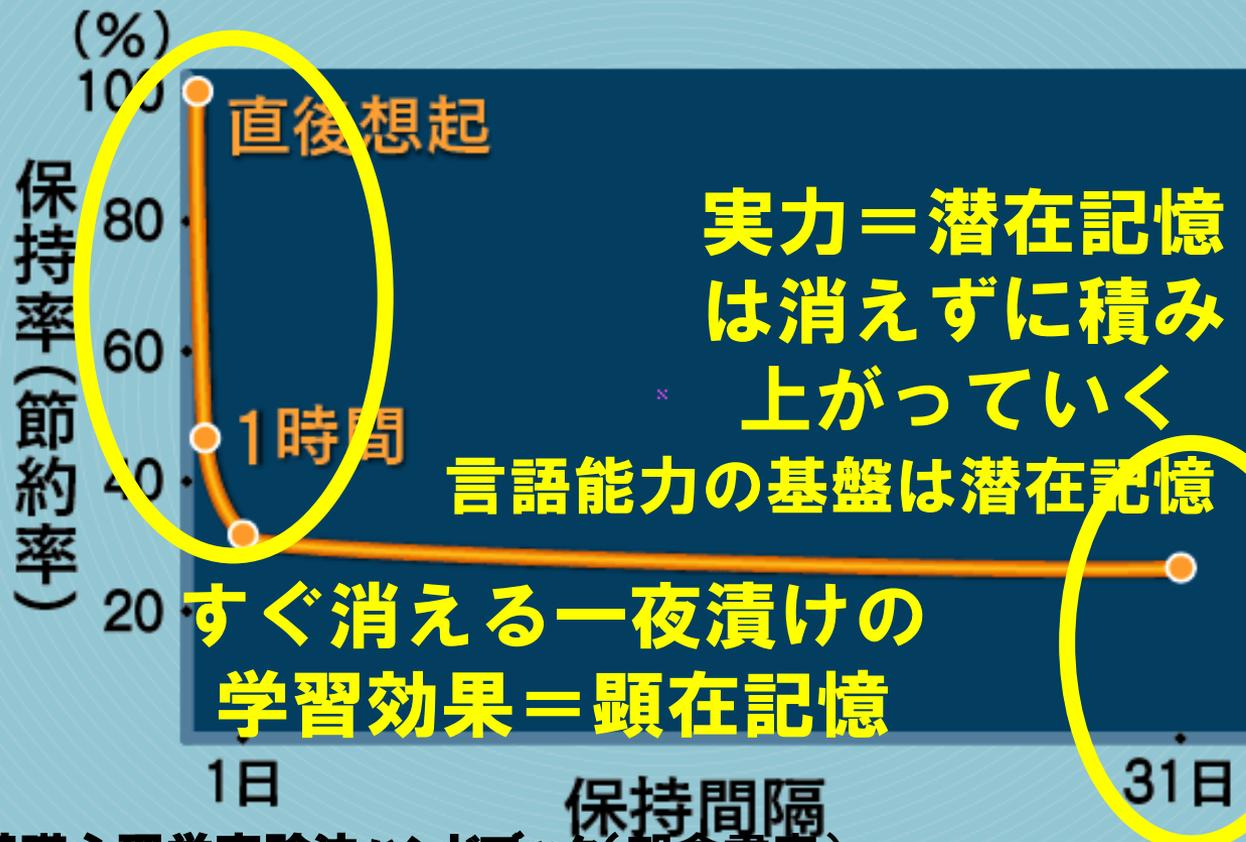
エビングハウス¹の忘却曲線の 誤った解釈と、誤った学習法

知識とはなに？

長期記憶は2つの記憶から構成

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

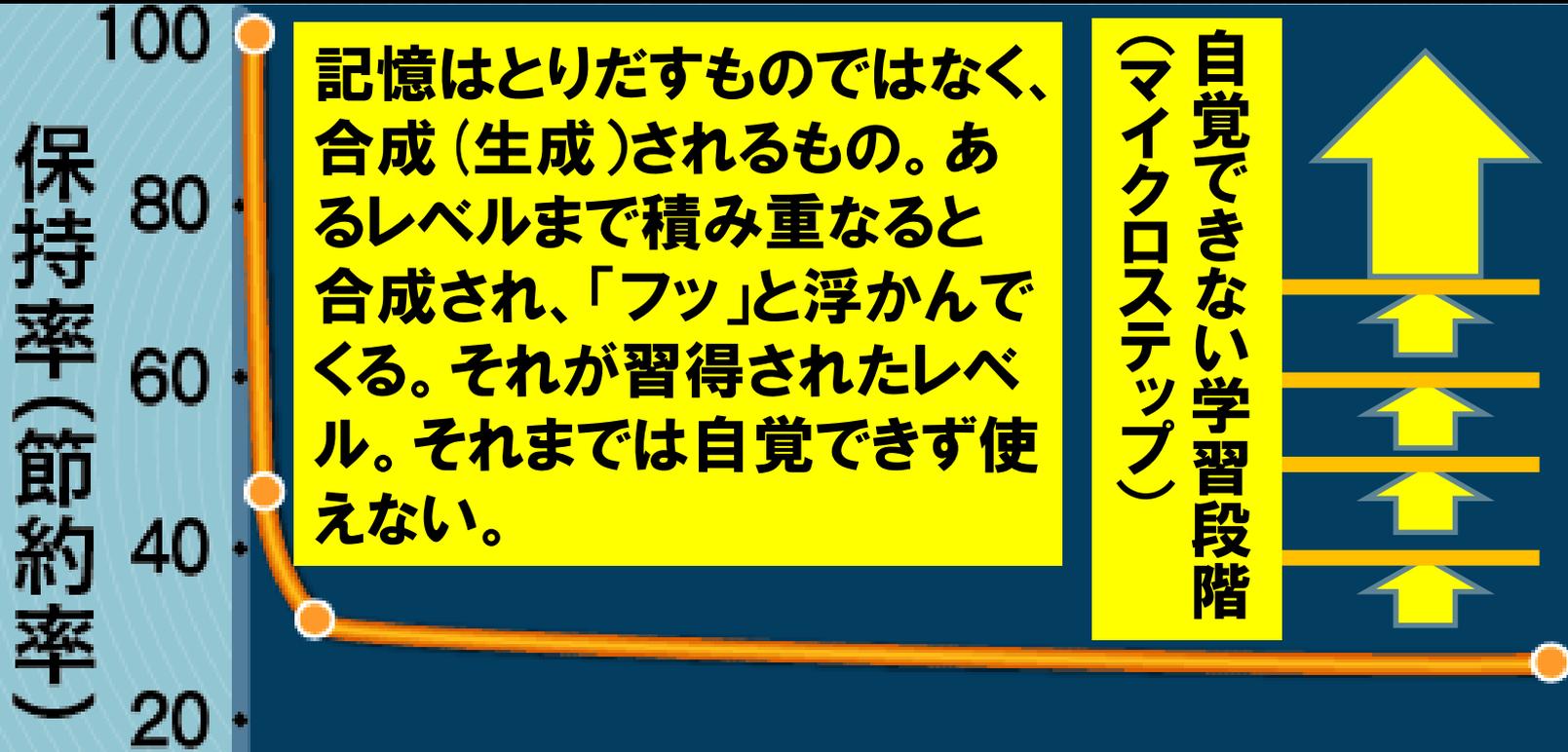
完全に憶えようと
少しずつ学習せず、
気楽に全体を通し
て反復学習すべき

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

現在推奨されている学習法は、一夜漬けの記憶(顕在記憶)に有効であるが、資格試験や言語能力テストの成績にはほぼ効力を持たない/デメリットにもなる



生成理論

太田信夫編著「記憶の心理学」放送大学出版、

Terasawa(2005). Creation theory of cognition: Is memory retrieved or created? In N. Ohta, C. M. MacLeod, B. Uttil (Eds.) Dynamic cognitive processes Springer-Verlag, 131-157.

**潜在記憶理論とスケジュー
リング技術で形成的評価の
自動化が可能になった**

マイクロステップ・スタディ

学習画面

大学受験対策英単語（下）レベル1 七級

フェーズ 1/3 ▶ 2/3 ▶ 3/3

第1問（全37問）

次の問題をどのくらい答えられるかキーを押して判断してください

sample

00:02 00:02

答えを表示

大学受験対策英単語（下）レベル1 七級

次の問題をどのくらい答えられるかキーを押して判断してください

sample

00:02 00:02

サンプル、見本、標本。

この問題の到達度を評価してください。

全くだめ

だめ

もう少し

良い

➤ 自分がその英単語の意味をどの程度習得しているのかを4段階で自己評定するだけ。

… ➤ 2秒程度でサクサクと進める。

➤ 覚えようとしないうよう指示

4段階で回答

勉強すれば
成績は上がると思いますか？

YES

NO

勉強に対応して成績の平均が上
がる結果を見たことはありますか？

YES

NO

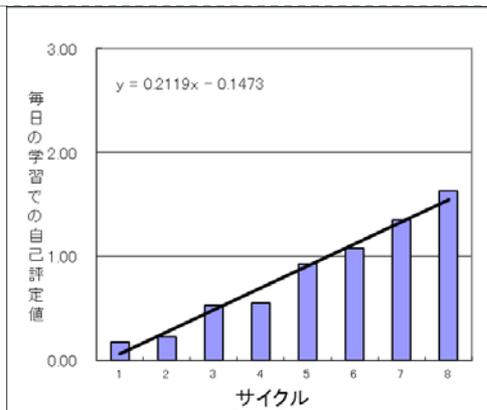
勉強に対応して成績の平均が有意に上
がる検定結果を見たことはありますか？

YES

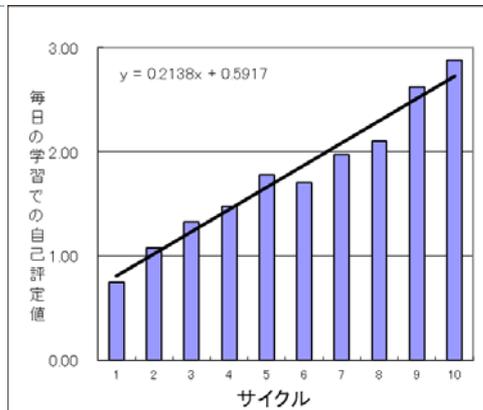
NO

マイクロステップ・スタディ 目に見えるメリットを提供できる新しいeラーニング

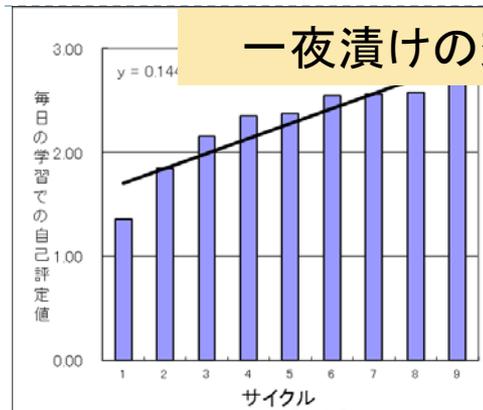
どの子も成績は上昇する！



生徒A



生徒B



生徒C

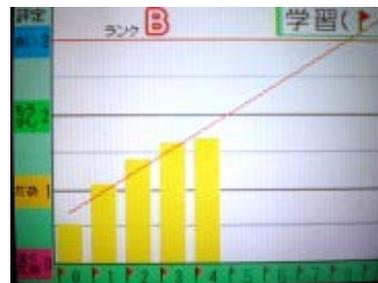
一夜漬けの効果大

勉強すれば成績が上がるのは当然？当然ではない！

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！

単純に集めたビッグデータをいくら解析しても（AIにかけても）、
有意義な知見は出てこない。

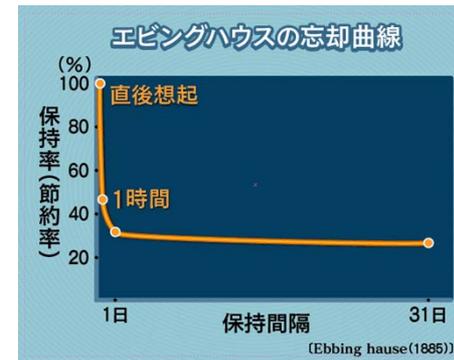
=ビッグデータ研究の失速
AIの限界

**なぜ、単純に集められた人間の
行動ビッグデータを分析しても有
意義な知見が出てこないのか？**

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

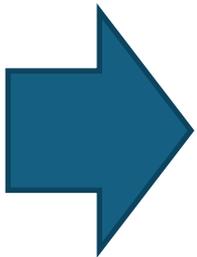
- ▶ ポイントカードなどで、大量の購買行動データが企業に集約されているが、有意義なサービスは出て来ていない
- ▶ **理由：明日ビールを買う確率は予測できない**
 - ▶ 例えば、特定の個人の1か月のビールの購買量は把握できても、その人が明日ビールを買う確率は予測できない。
- ▶ 人間の判断には、類似した行動が過去に起きた**タイミングが非常に大きな効果を持ち、それを制御できなかった。**
 - ▶ その人が今日1ケースのビールを購入していたら、明日買わず、1か月買っていなければ買う確率は高くなる。

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）



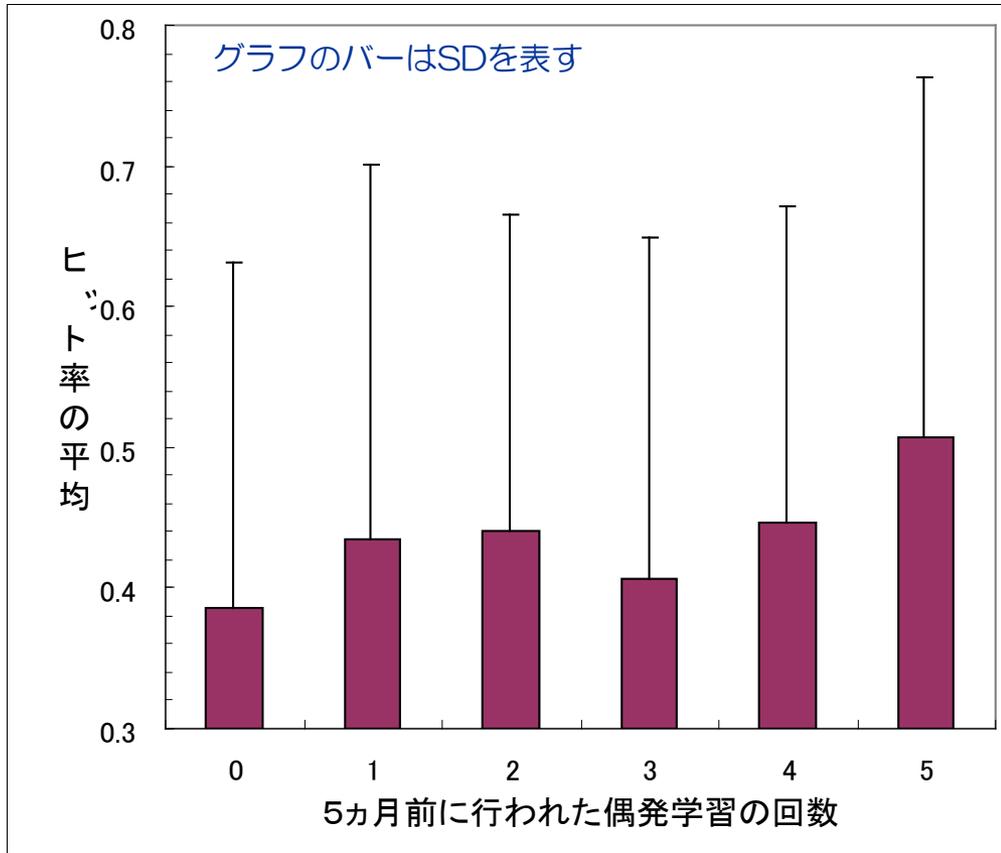
潜在記憶研究より

微細な経験の影響が信じられないほど長期に残る



一つのイベント効果を過小評価してはいけない

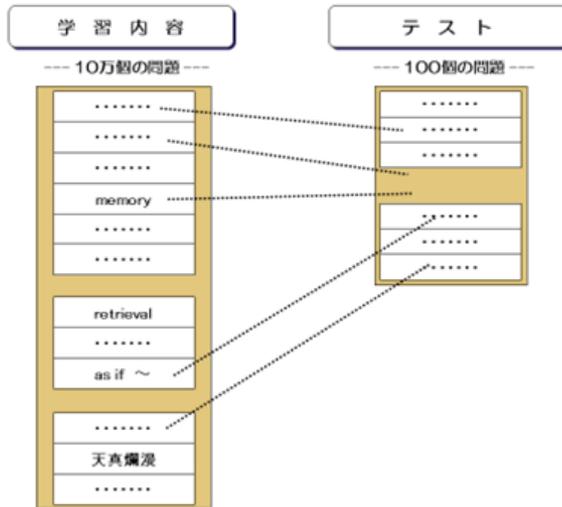
5か月前になされた偶発学習(覚えようとしないう学習)の回数の影響が有意差として検出される



- ▶ 学習した単語は普段からよく目にしている日本語2字熟語
- ▶ 5か月前に3回学習した単語と5回学習した単語の課題成績(間接再認課題)に有意な差が検出される
- ▶ 10000回の学習と10002回の学習の違いが半年後に検出できる
⇒記憶は青天井
- ▶ 寺澤(1997:博士論文の出版本)参照

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

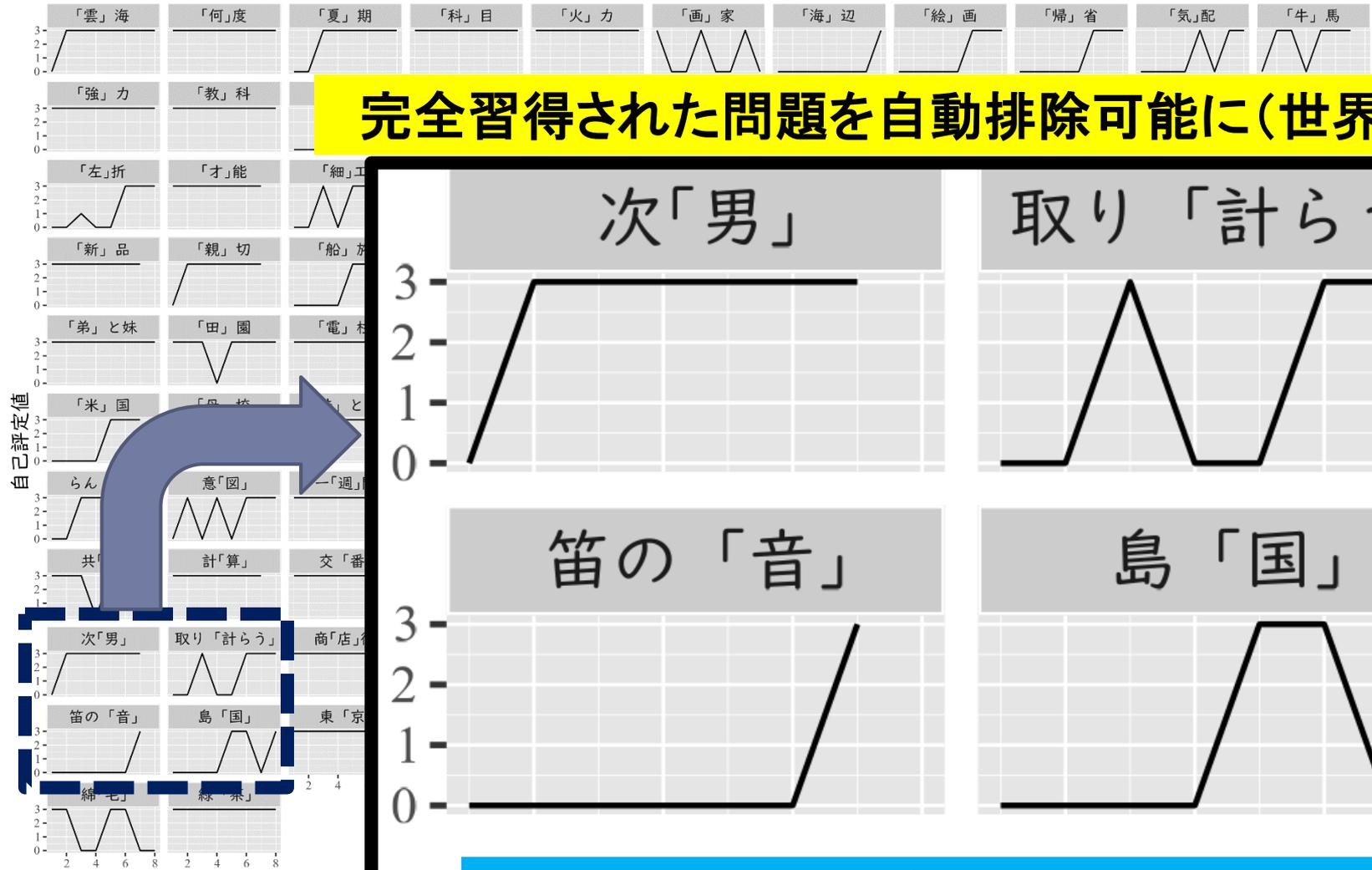
スケジューリング技術による新しいテスト原理

- ▶ **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**かも**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

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可能



完全習得された問題を自動排除可能に(世界初)

横軸: 学習のタイミング(学習日数)、縦軸: 成績

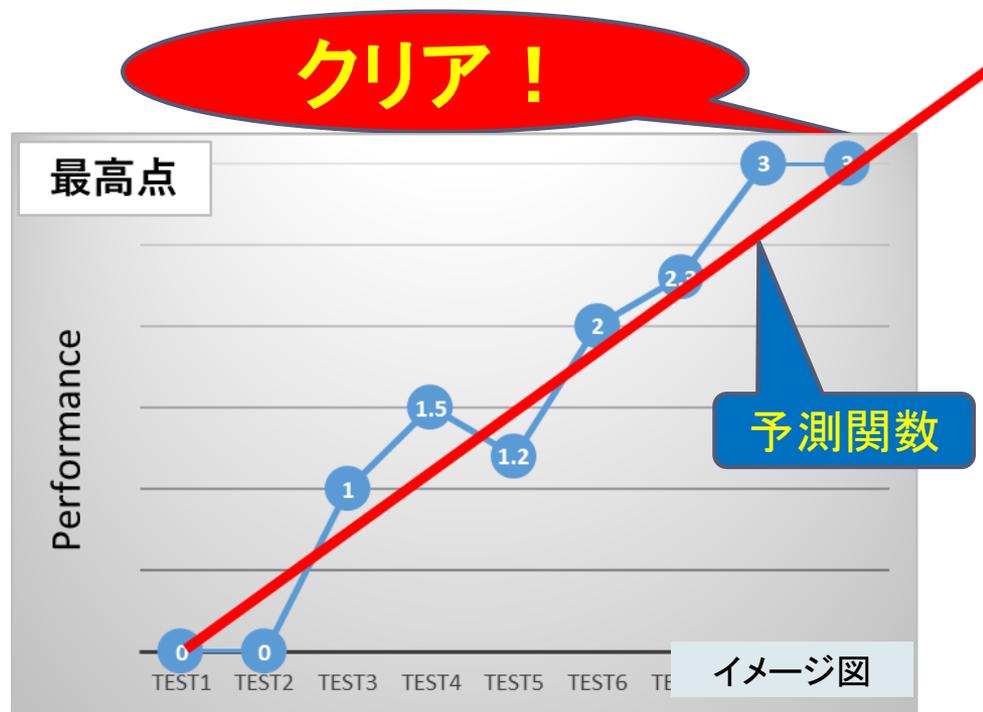
完全な形成的評価の完全自動化の実現

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



問題Aの実力の変化

形成的評価の自動化(個別最適化)の実現

- ▶ 解析結果が出るごとに、実力を超えたと判定された問題を排除することで効率的な学習を実現。さらに残った問題数を表示し、意欲向上を支援。
- ▶ 1つの難易度をクリアしたら、教員にそれを報告するように促す。→教員が子どもの学習状況を把握し、励まし等の指導を行えるようになる。

〈完全習得メーターイメージ〉

※実際の画面とは異なります

完全習得まであと 72 個 (192 個)

62.5% (192 個中 120 個)

これだけ
完全習得できた!

あとこれだけ
残っている

学習が進むほど、数値が減ってくるため、子どものやる気は大きく向上。学習を維持させる上で非常に重要な情報。

←学習量が多い児童のインタビューで、全員が回答。

マイクロステップ・スタディの圧倒的優位性

現在のe-learningでは実現できない、学習者毎・コンテンツ毎の、知識の習得度をシステムが正確に測定、さらに個別フィードバック可能なe-learning。

従来の
e-learning

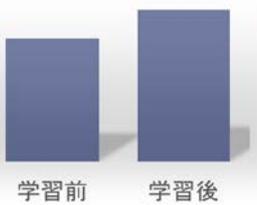
マイクロステップ・スタディ (MSS)

学習者毎・問題毎に成績上昇の検出が可能

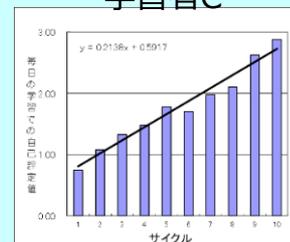
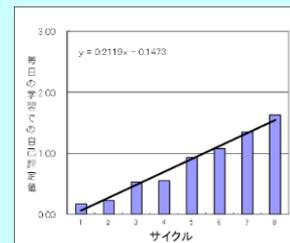
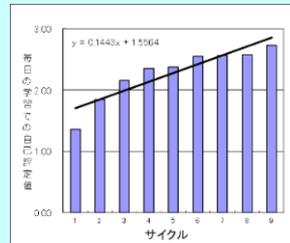
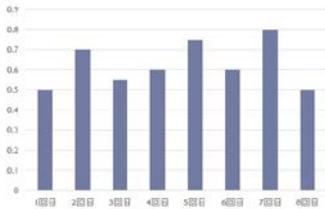
学習者個人毎の
成績変動データ

全ての問題毎の成績変動データ

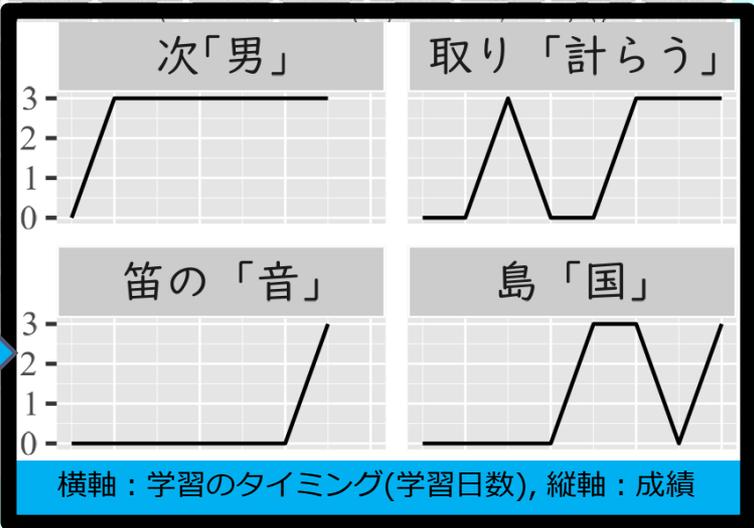
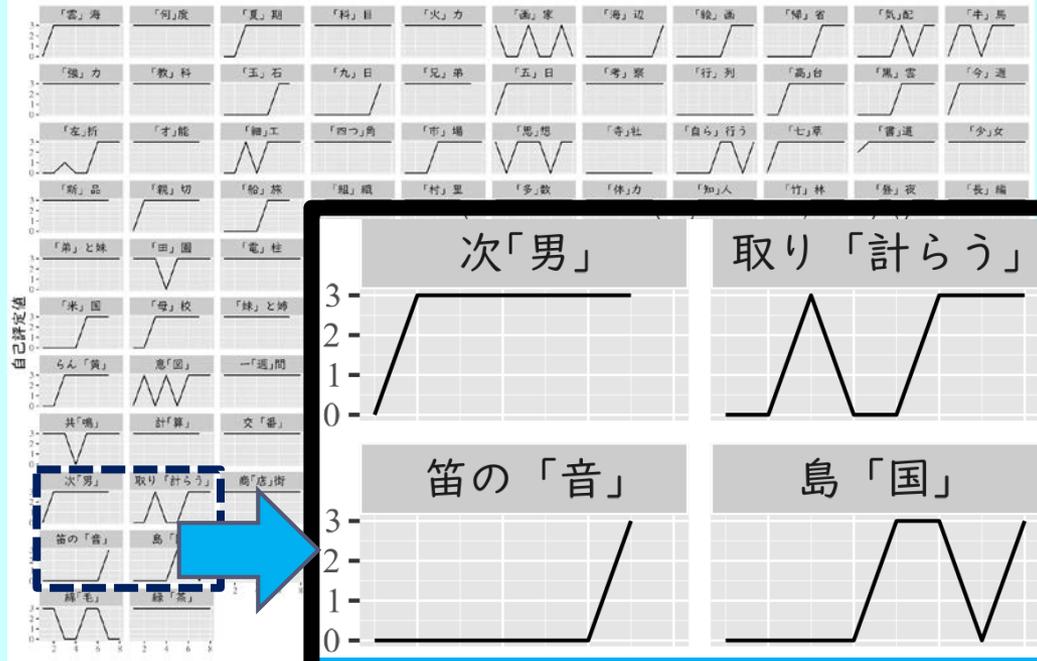
集団の平均



集団の平均



どの学習者も成績上昇↓低位層の意欲向上



横軸：学習のタイミング(学習日数), 縦軸：成績

従来のe-learning
で、成績上昇の検出は**原理的に困難**

完全習得された問題を自動排除可能に (世界初)

学習効率を高める別の要因

潜在記憶理論に基づく効率的な学習法

覚えようとせず学習を進めても、成績は上がる

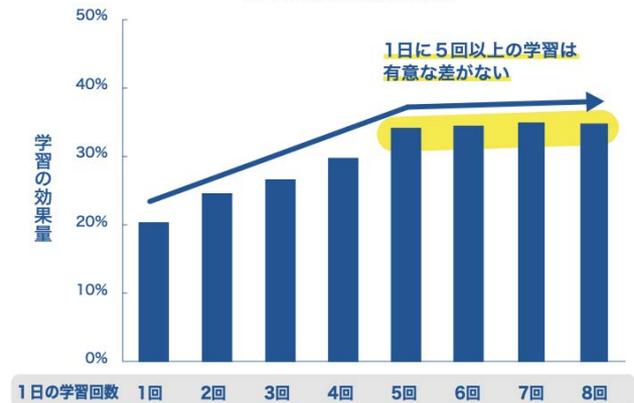


[研究] マイクロステップ・スタディの学習者の実際の学習時間と成績の平均値の変化を表したグラフです。学習時間は回数を重ねるごとに短くなっていますが、成績は確実に積み上がっています。

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。

1日に英単語を何回学習したかによる5ヶ月後の成績比較



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

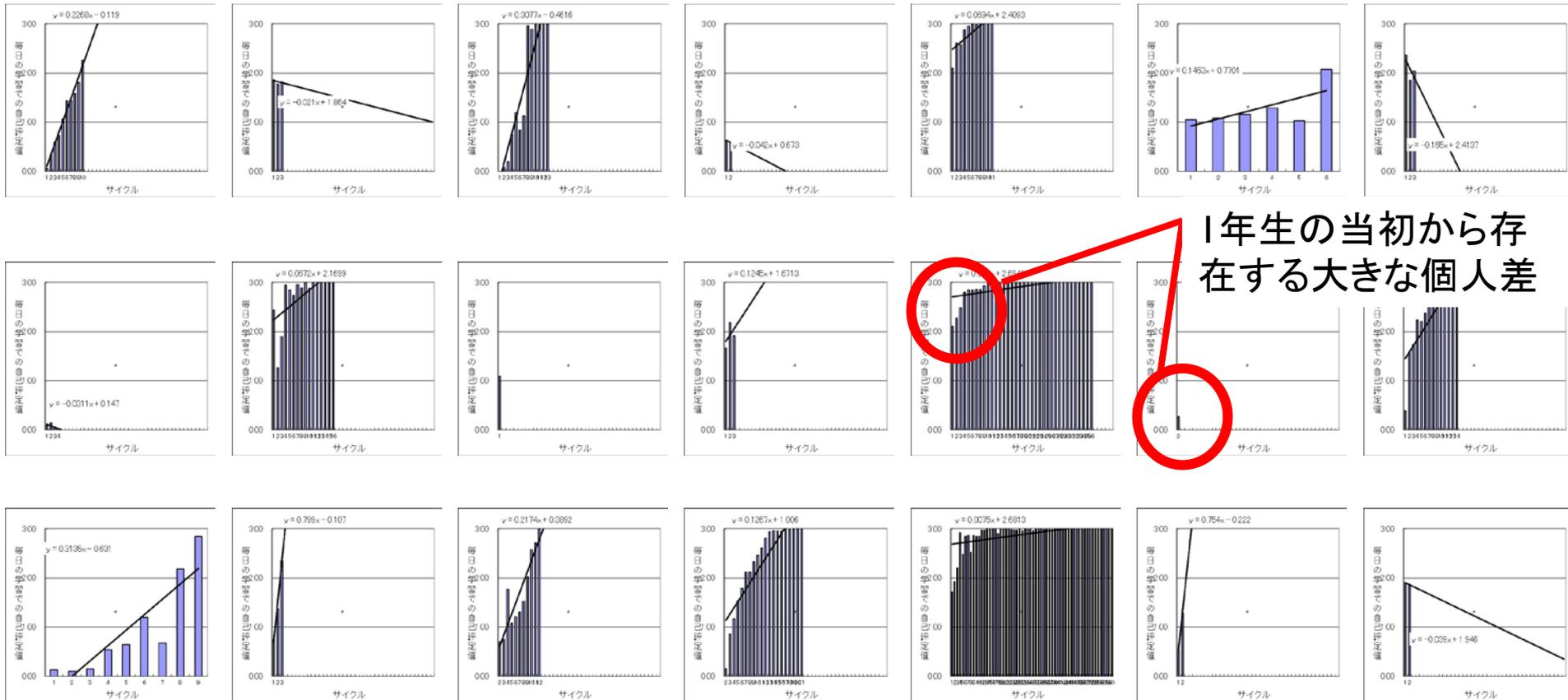


1日5分の学習量とGTEC、英検のスコアに有意な関係を
検証(世界初) (国内のトップジャーナル他に掲載)

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**

個人差は一目瞭然：若い教師でも個別の支援が可能



今まではこのような個人差の存在すら見えなかった。知識習得の個人差に対応することは想像以上に困難。

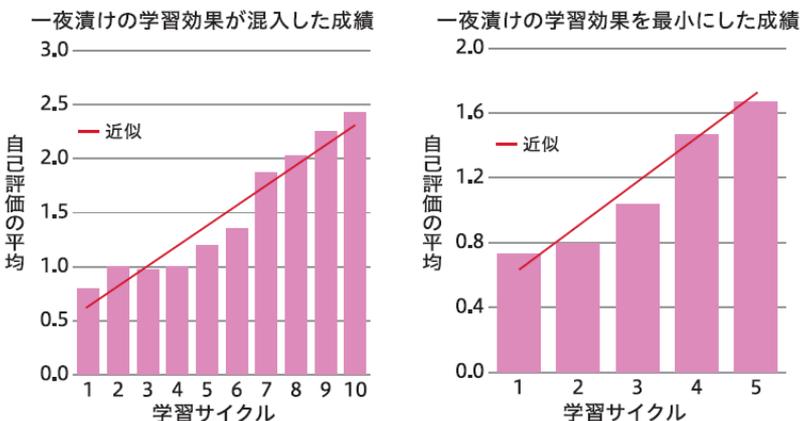
**知識習得に人の関与が
必要なくなる時代が到来!**

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)**



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>

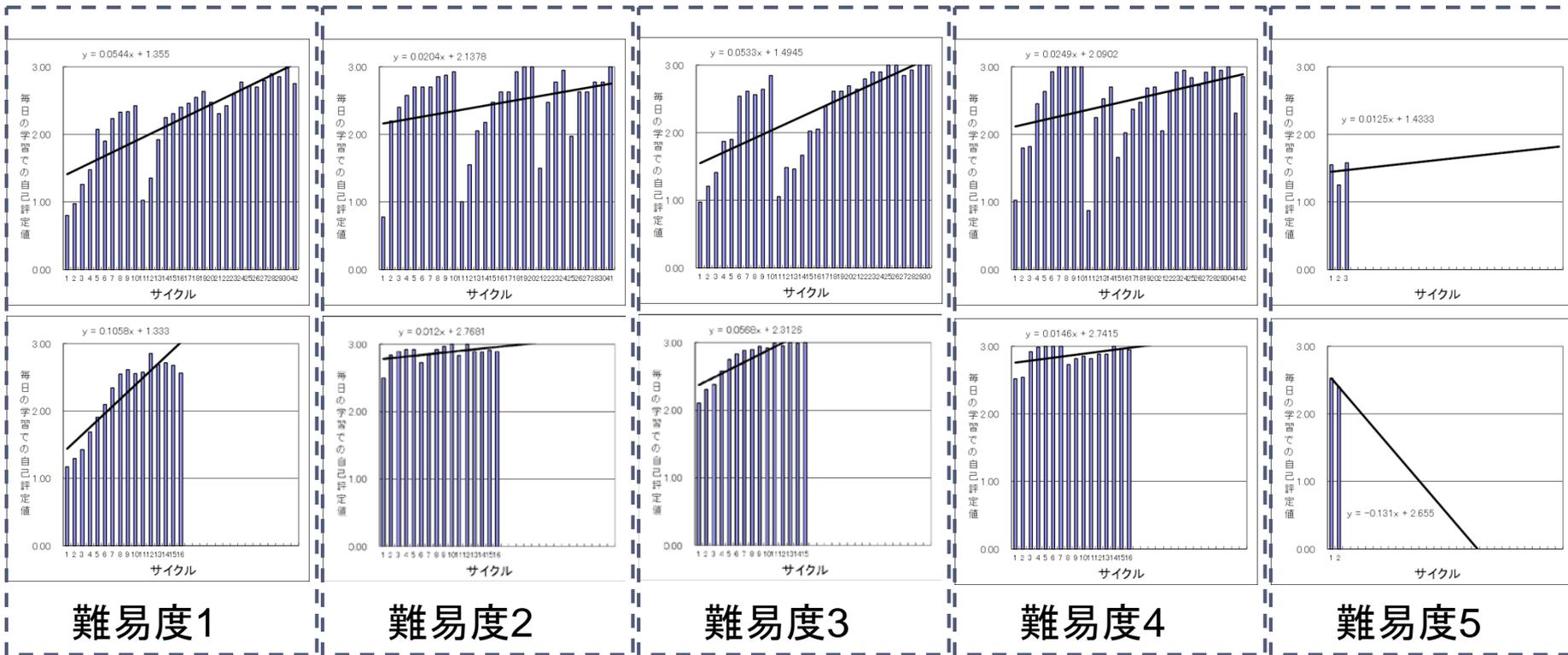
<http://...okayama-u.ac.jp/feedback/?id=190615163624>

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

着実に積み残しをクリアしていく高校生:11の難易度をクリアするのに必要な期間もある程度予測可能

スケジュールC

スケジュールB



330日分(学習のみ)を168日で完了:一日に2日分を学習するペース

スケジュールBの成績の傾きが難易度1だけ異なるのは、難易度1以外の難易度でスケジュールBとして提示される英単語が各難易度の前の難易度においてはスケジュールCで提示されていたため。

167日間での実質の学習時間(評定にかける時間)は、約5.1時間

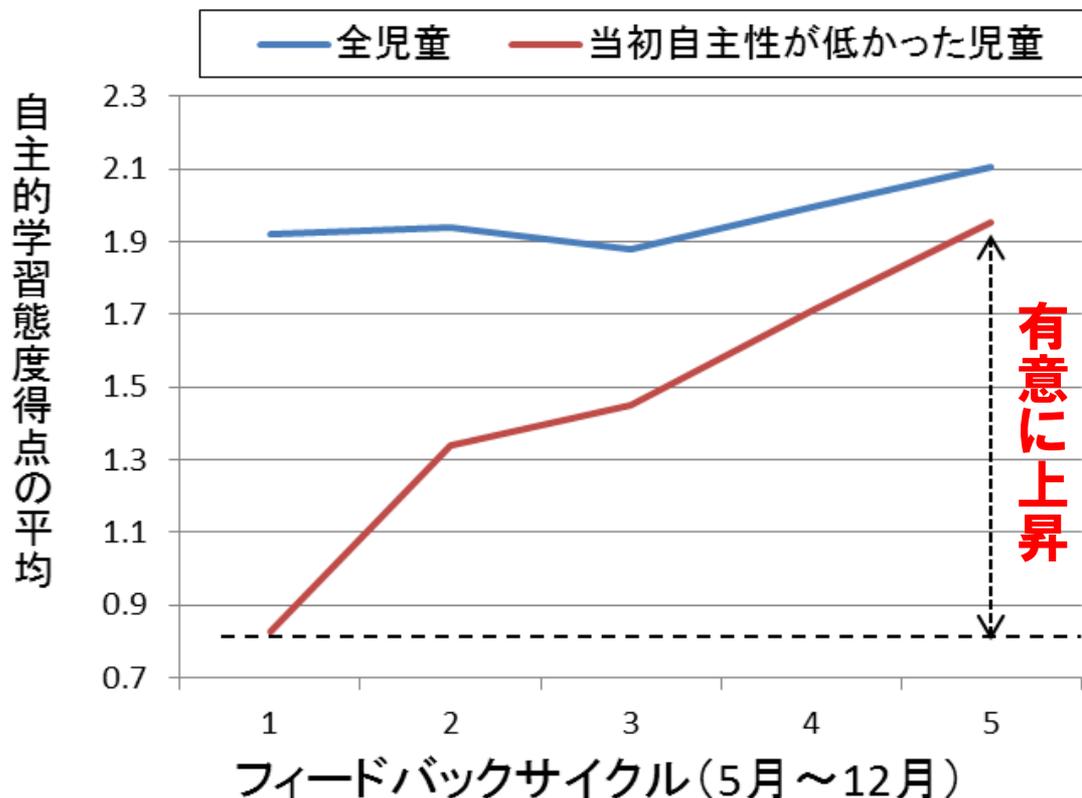
コンスタントに学習を続けることで非常に効率的な学習が可能になる。
この成績になれば英語の成績にも影響が出始める

科学的事実

意欲を失い、漢字をあきらめていた
子ども、成績は必ず上がる！

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

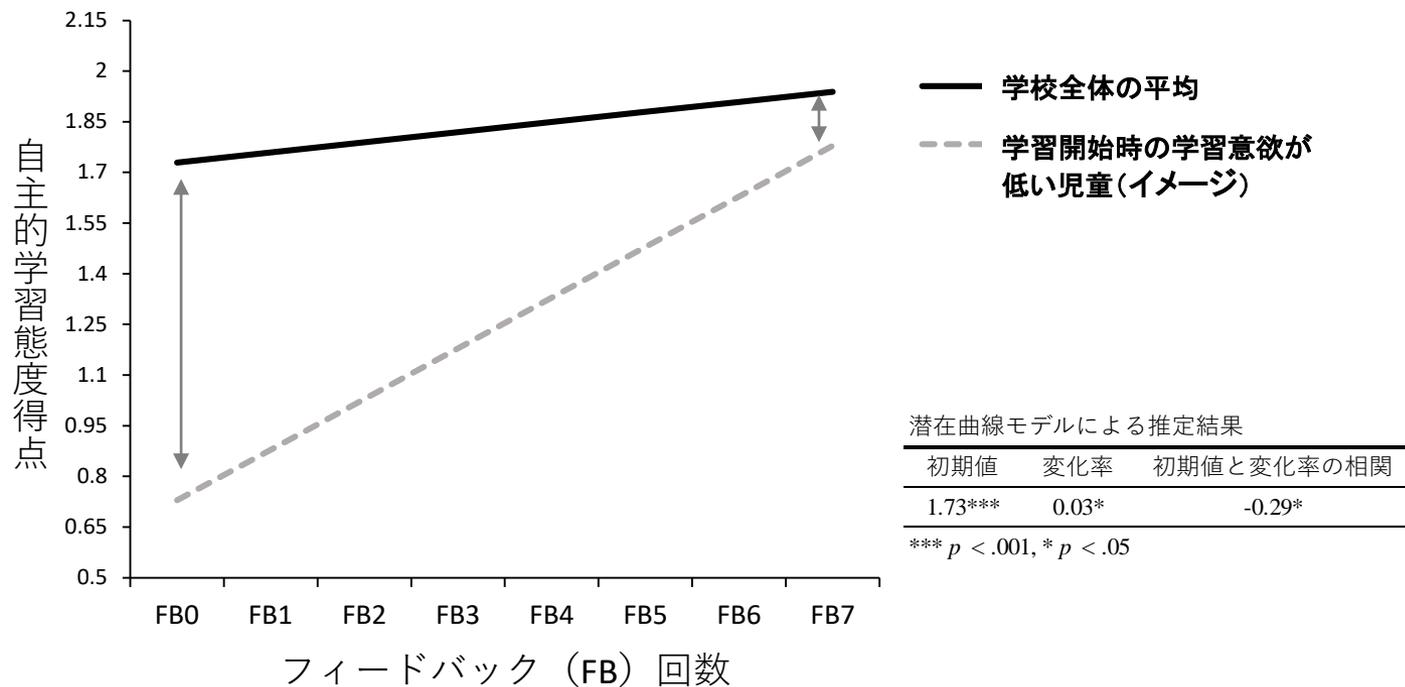
- いろいろなことが知りたいので、学校の勉強だけでなく、家でも勉強します。
- 予習は、たいていやっていきます。
- 家の人に、「勉強をしなさい」と言われなくても、勉強します。
- 言われなくても、にがてな勉強をします。
- 自分で、目標や計画をたてて、勉強をしています。

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。

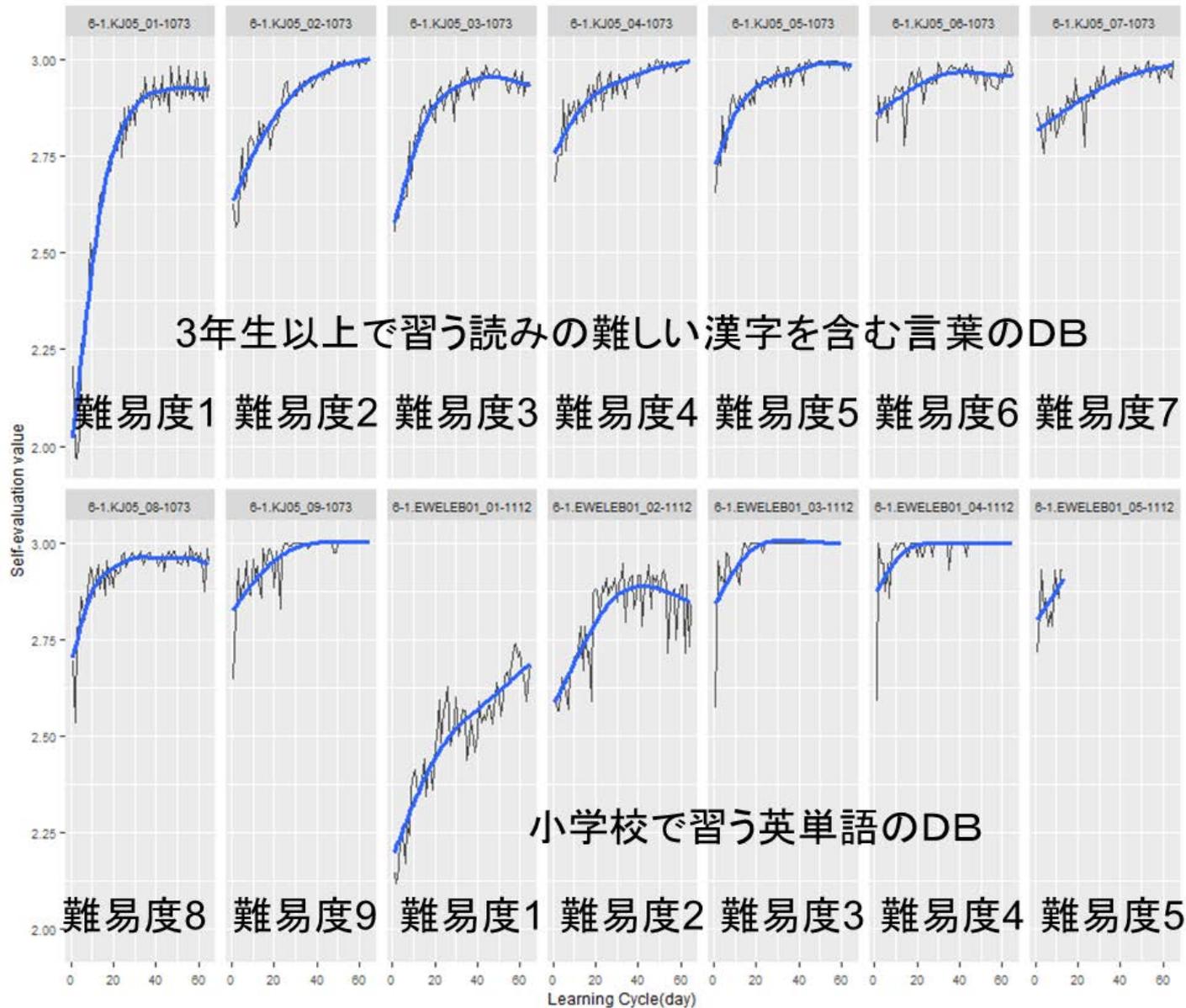
(2018年8月プレスリリース)

香川県A小学校の児童における学習意欲の変動 (導入1年目の成果)(2024年日本教育心理学会第66回総会発表)



- ・ フィードバックの回数に応じて学習意欲を測定する自主的学習態度がどのように変化したのかを解析
- ・ フィードバックは6月中旬からおそよ1か月間隔で実施 (約8か月間のデータ)
- ・ 学校全体として、学習意欲は有意に上昇する傾向が見られた
- ・ **学習開始時点で意欲が低い児童ほど、意欲の上昇率が有意に高くなる傾向**も見られた

困難校で明確な成果



教員にはほとんど負荷なく、
「楽になった」

成績の伸びを褒められる！



導入実績

現在全国で約**10,000**名が
学習に取り組んでいます。



**導入依頼が届いた学校等に利用料
を負担してもらう形で導入を拡大**

大学

岡山大学
宮城教育大学
福島大学
白鷗大学
東京福祉大学
就実大学
東北大学
杏林大学
日本大学
美作大学

小中学校

倉敷市立玉島西中学校
岡山県玉野市立五中学校
和気町立佐伯中学校
兵庫県たつの市立小宅小学校
関西大学初等部
常葉学園大学教育学部附属橋小学校
岡山市立岡山中央中学校
赤磐市立高陽中学校
就実中学校
長野県豊丘村立豊丘北小学校
高森町立高森南小学校
高森町立高森北小学校
明石市立二見小学校
赤磐市立山陽東小学校
徳島県立富岡東中学校
高森町立高森中学校
瀬戸SOLAN小学校
瀬戸SOLAN学園初等部・中等部
高松市立鶴尾小学校

岡山大学附属中学校
笠岡市立今井小学校
三原市立幸崎小学校
北社市立武川中学校
松山市立味生小学校
大阪市立北津守小学校
大阪市立義務教育学校生野未来学園

自治体

岡山県 赤磐市 (小中学校)
岡山県 備前市 (小中学校)
香川県 善通寺市 (小学校)
大阪市 (小中学校)

高校

関西学園岡山高等学校
徳島県立富岡西高等学校
徳島県立阿波高等学校
博多学園博多高等学校
徳島県立川島高等学校
大阪薫英女学院高等学校
作陽学園高等学校
高岡第一高等学校
徳島県立つるぎ高等学校
岡山高等学校
柏木学園高等学校
岡山県立和気関谷高等学校

企業・その他

エナジーサポート
SOMPOホールディングス株式会社
高校生1000人in岡山
倉吉未来塾はばたき教室
SEBし線プロジェクト

教育困難校、不登校支援で意欲と学力の向上を証明するプロジェクト始動

- 科学研究費補助金 基盤研究A(最大規模の助成)
- 「高精度教育ビッグデータ活用による、極めて困難な状況にある子どもの意欲と学力の向上」
- 研究代表者:寺澤孝文(岡山大学) 岡山大学、東京大学、名古屋大学等の共同プロジェクト
- 大阪市等の大中規模都市の教育困難地域の小中学校を募り、新型eラーニング(マイクロステップ・スタディ)を導入し、意欲向上、学力向上を実証する。
- 意欲を失った子の意欲を確実に上げられることは既に保証できる段階。
- 全国学テの平均値を上げられる可能性が非常に高い

お問い合わせ: 岡山大学教育学部 寺澤孝文

電話:086-251-7714(研究室)

MAIL:terasawa@okayama-u.ac.jp

知識習得はコンピュータに任せ、より高度な能力の育成に力を注ぐべき

目指すべき教育

創造的思考力の育成

体験の重要性

主体性の育成



科学的に知識習得を完全に個別化、効率化する



将来

- 一人でもできる知識習得は全て高精度ビッグデータに任せアウトソーシング。
- 正確な実力を、個人そして問題ごとに測定し、学校におけるテスト(採点も)は不要になる(テストは非効率な学習を子どもに課すため本来は課すべきでない)。⇒教師の働き方の変革

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」

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.

自治体、大学、高校単位で マイクロステップ・スタディ導入をお考えの方

お問合せ先

◆実践データサイエンスセンター(教育・心理データ支援部門)

<https://hito.ccsv.okayama-u.ac.jp/>

E-MAIL: info-micsp@okayama-u.ac.jp

TEL: 086-251-7433

◆LINEでのお問合せ

<https://line.me/R/ti/p/%40yjt9918f>

◆岡山大学 寺澤研究室

<https://edu.okayama-u.ac.jp/~shinri/terasawa/>

◆寺澤研究室YouTubeチャンネル

<https://www.youtube.com/channel/UCpJ3bEIQTyv1KXdIWI50Lpg>