



デジタルツインを用いた 個別最適な学び方・働き方の実現

2023年10月～2028年3月31日

研究代表機関：京都大学 緒方研究室


共同研究機関：東北学院大学 稲垣研究室

大阪大学 村上研究室

広島市立大学 毛利研究室

北海道教育大学 姫野研究室

株式会社 内田洋行



一人一台の情報端末を使って教育・学習をすることで、データが自然と蓄積されているが、使われずにいて、もったいない。

これをうまく活用して、教育をより良くできないだろうか？

研究目的

- Society 5.0時代のサイバー空間とフィジカル空間の融合による個に応じた教育・学習環境の実現
- 大量の学習ログデータを用いて人間中心のデジタルツイン (Digital Twin)として、オープン知識・学習者モデルOKLM (Open Knowledge and Learner Model) を研究開発して個別最適化された学習環境を構築・実証
- OKLMデジタルツインは、個々の学習者がどのような知識をどのように学びこんでるか等の特徴を、学習ログデータを元に把握するためのもの

本研究の全体像

個別最適な学習環境の構築

現実世界での個別学習環境



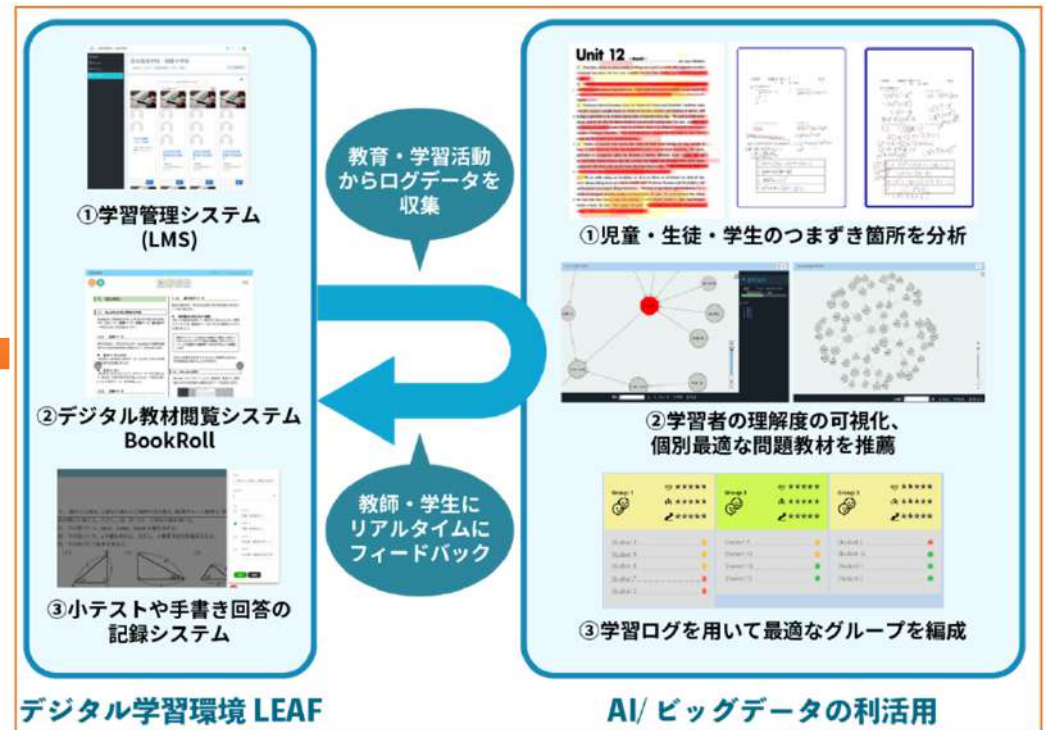
アバターを用いた仮想学習環境



本研究の提案



これまでの教育データの収集・利活用の研究(LEAF)

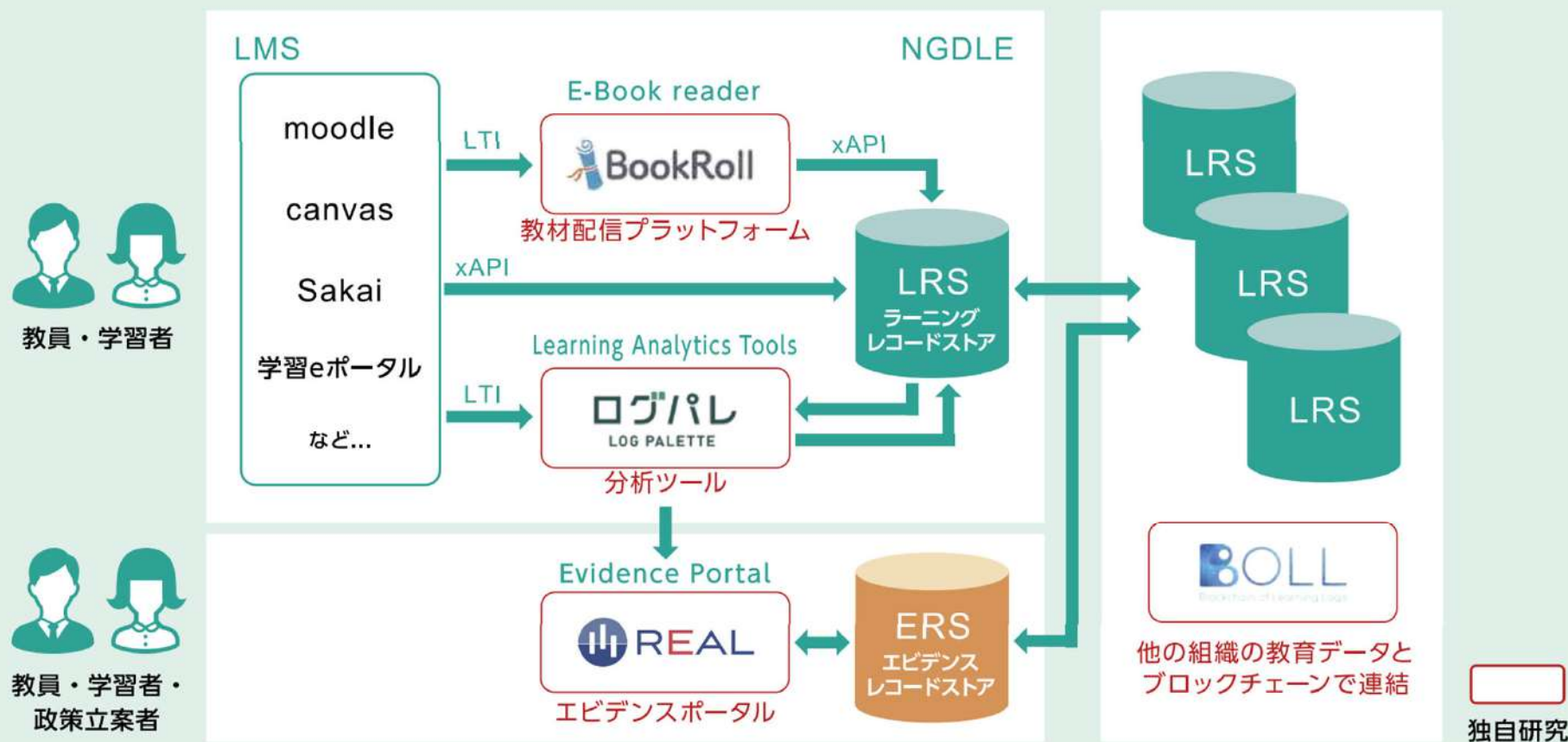


全体のテーマ

- 研究代表機関: 京都大学 緒方研究室
デジタルツインを用いた個人適応型学習環境の構築
- 共同研究機関: 東北学院大学 稲垣研究室
学習ログを用いた多指標・多視点・多観点による評価支援
- 大阪大学 村上研究室
ELSIの観点での安全・安心な教育データの利活用
- 広島市立大学 毛利研究室
教育データを用いた個人適応型VR環境
- 北海道教育大学 姫野研究室
北海道での実証
- 株式会社 内田洋行
全国へのシステム導入と実証

LEAFとは

- 学習ログの収集, 可視化・分析支援のための情報基盤システム



*LMS - Learning Management System



教員がPDF教材や音声を登録すれば、
学習者がブラウザで教材の閲覧ができ、学習ログが記録できるシステムです。

UIが刷新

ログパレ とは

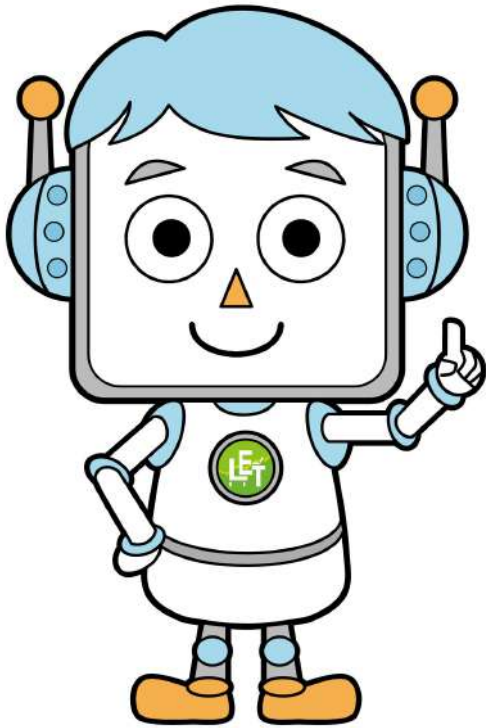
LOG PALETTE

「ログパレ」とは、「BookRoll」や学習管理システムを用いた教育・学習活動のログを、分析・可視化するシステムです。

個人またはクラス全体の学習活動の把握や、授業設計に役立てることができます。



LEAFの特徴



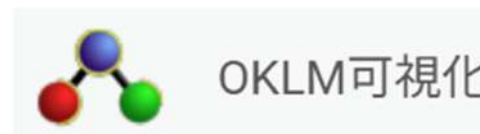
1. 教員は教材をPDF形式で登録して、学生は、ブラウザで閲覧
2. 教育・学習体験のプロセスをデータとして様々な学習ログ蓄積
3. 学習ログをリアルタイムに自動で解析して、エビデンスに基づき、学習効果の最大化と教師の負担の最小化
4. 特に学習プロセスを可視化・分析することで、自己主導学習(Self-directed learning)を支援

ログパレの分析機能



コレ AI Chat

いくつかシステムのデモをします



Tammy BETA

Translation practice.

calplot placeholder

Chat with Tammy



Penny BETA

Diary writing.

calplot placeholder



Rex BETA

Academic writing support

calplot placeholder



Archie BETA

Active reading.

calplot placeholder

シームレスな学習とOKLM

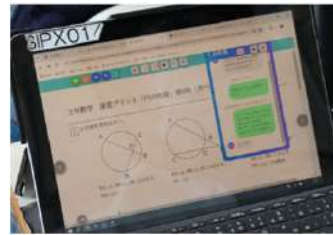
← データ蓄積
→ データ利用



デジタル教科書
(教室)



デジタル教科書
(家庭学習)



AIアシスタント
(家庭学習)

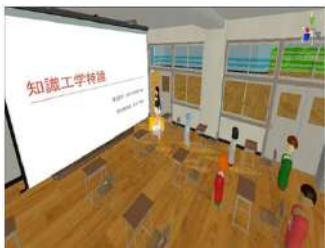


AIアシスタント
(教室)



グループ学習
(教室)

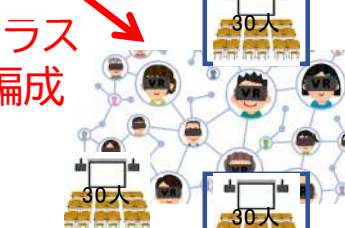
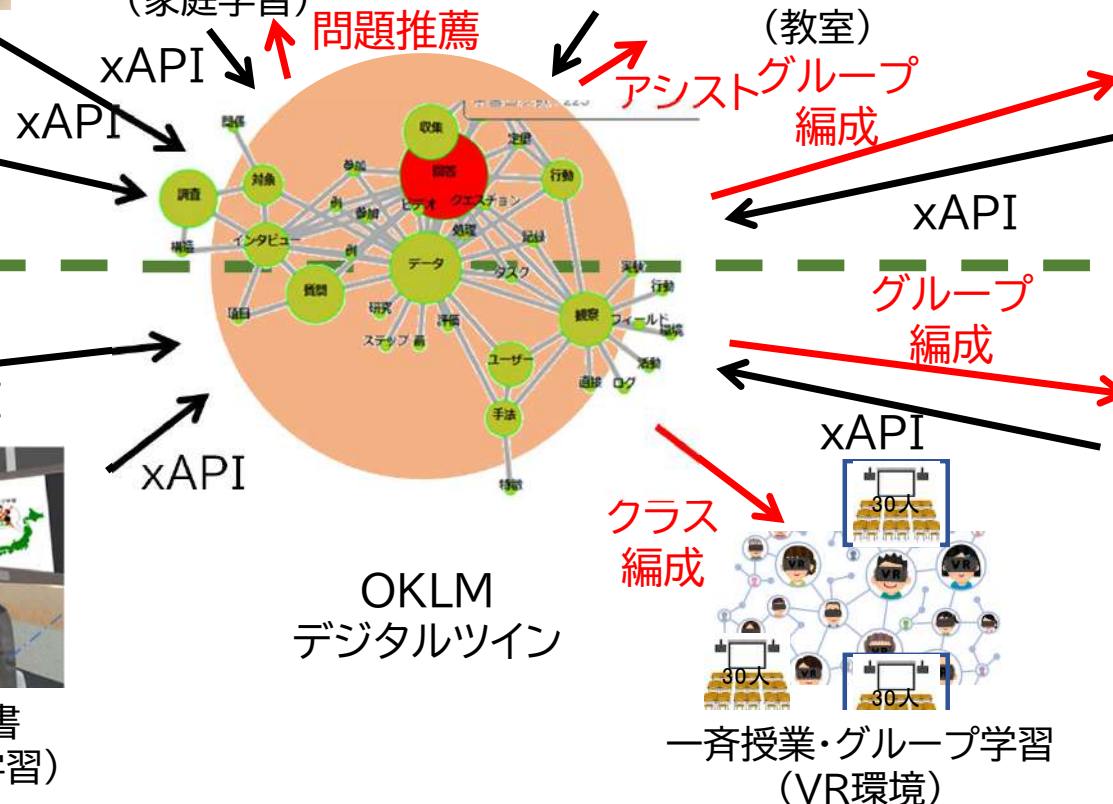
現実世界
仮想世界



デジタル教科書
(VR環境:教室)



デジタル教科書
(VR環境:個別学習)



一斉授業・グループ学習
(VR環境)



グループ学習
(VR環境:グループ)

仮想空間と現実空間でのシームレスな学習の流れ

スタート: OKLMを使ってGOAL設定(何をいつ、どのように学ばか、モニタリングする指標を計画)

教室



授業中にデジタル教科書を用いて**分からない箇所**にマーカーを引く

BookRoll
教材をAI推薦

VR環境



分からない点が異なるようにグループを編成して、異なる学校の生徒と一緒に仮想世界でグループで議論

BookRoll
メタすく
(Zoomなど)

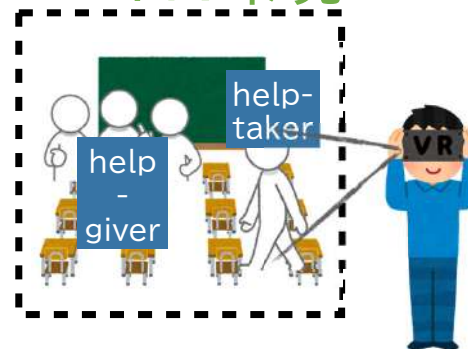
家庭



グループ学習の中で生じた疑問点を元に**問題が**推薦されて自宅で解答

BookRoll
AI推薦
Tammyなど

VR環境



分からない問題に関してAI agentに質問したり、解答に協力できる他者(peer-helper)を推薦して議論

BookRoll
AI agent
Peer推薦

教室

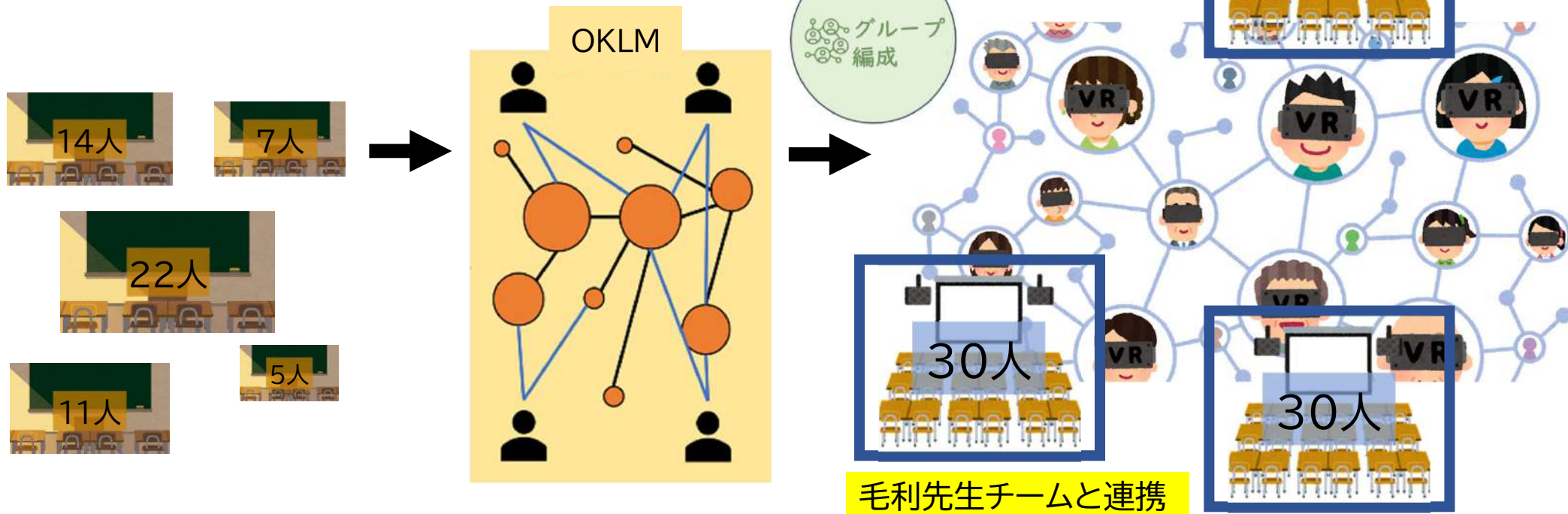


さらに**分からない点**があれば教室で教師や友達に尋ねる。さらに理解を深めて学習する。

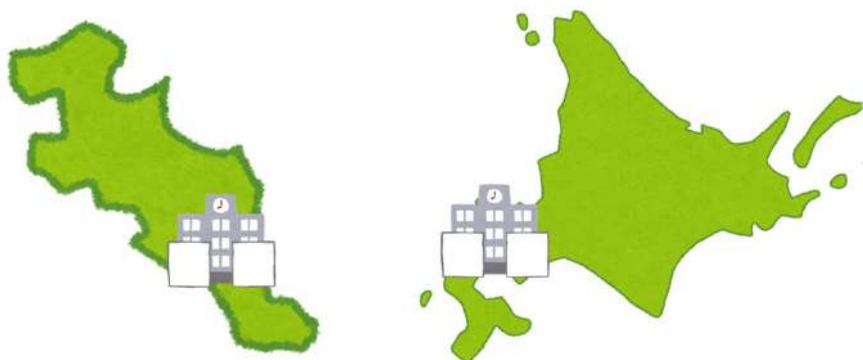
BookRoll
AI 推薦

仮想学習環境でクラス編成

OKLMで各学生の知識状況を把握して、
仮想学習環境を活用して、
リモートで最適なクラスを編成する



SIP遠隔VR授業: 西京高校 and ニセコ高校



西京高校
生徒15名

ニセコ高校
生徒8名



VR教室を用いて
学校の枠を超えた
越境的な学習体験
を実現する

- 対象学年: 高校1年生
- 対象科目: 英語
- Active Reading形式
- 授業1コマ (1時間)



- 実証時期: 7月1日
16~17時



実証・授業の流れ (仮)

教材閲覧



ログ収集 (OKLM)



グループ編成



めたスク (VR教室)



遠隔VR授業の目的

- ・与えられた画像の状況を英語で描写することで**表現力**を養う
- ・短時間で長文を読むことで、**速読力**を育成
- ・分からない単語を理解することで**単語力**を高める
- ・生徒間で教え合うことにより、**コミュニケーション能力**を高める
- ・英語で発表することにより**プレゼンテーション力**を高める。
- ・初対面の生徒の交流により、**ソーシャルスキル**を養う。

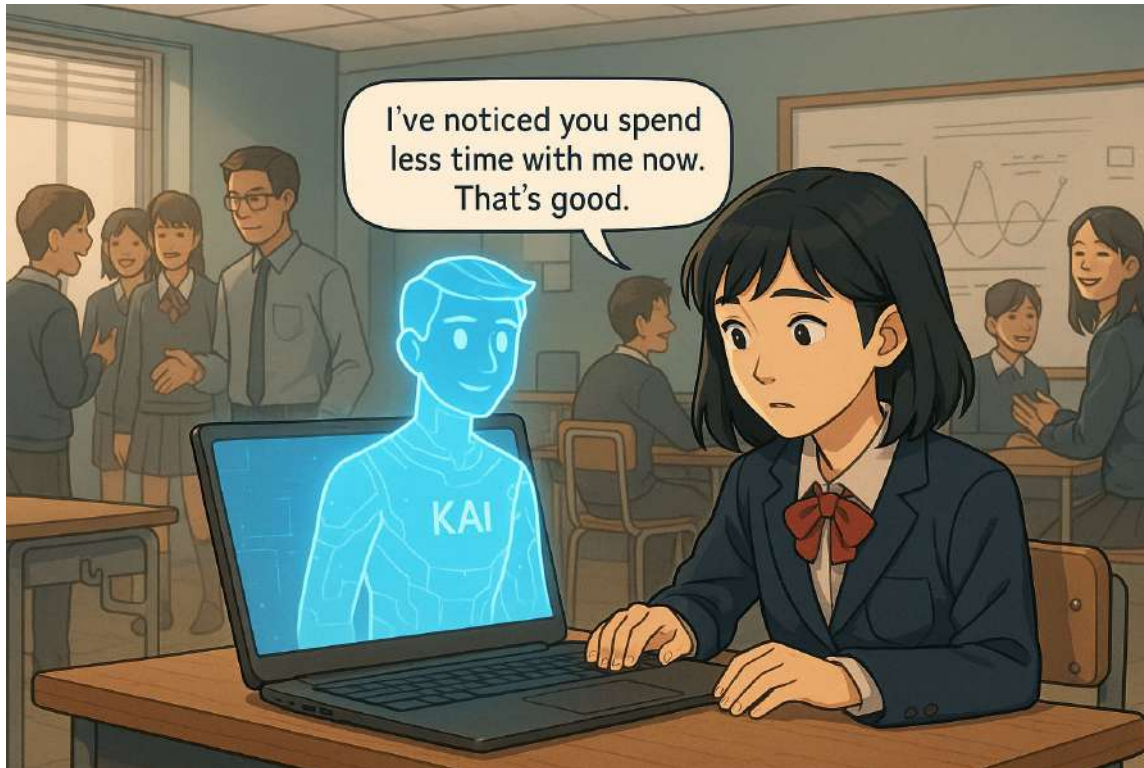
京都市西京高校15名
北海道二セコ高校8名
の生徒さんにご参加いただきました。
ご協力、ありがとうございました。

技術的な視点

- ・生徒の学習ログを元に**デジタルツインOKLM**を構築
- ・OKLMを用いて互いに教え合うことができるように**グループを編成**
- ・OKLMの可視化により生徒の**理解状態の変化を可視化**
- ・メタスクVR環境の利用により、学習ログを蓄積



宿題1



画像の状況を英語で描写(コメント)してください。

BookRoll

宿題2

Title: The Silent Partner

Sora Tanaka was a quiet high school student who rarely spoke in class. She loved to draw, often filling the margins of her notebooks with sketches of futuristic cities and mysterious characters. While her classmates were interested in sports or gossip, Sora had one secret passion: artificial intelligence.

Her school had just opened a new technology lab, and students were allowed to work on personal projects. Sora proposed building a virtual friend — not just a chatbot, but a real AI that could learn and feel, at least a little. Most of her classmates laughed. But Mr. Hoshino, the computer science teacher, saw potential in her idea and gave her permission to work alone.

She named her project "KAI" — Knowledgeable Artificial Intelligence. Over several weeks, she programmed it to learn from her conversations, to remember small details, and even to respond with jokes or comforting words when she seemed sad.

One evening, after a tough day at school, Sora sat down and typed, "I'm so tired of pretending everything is fine."

The screen flickered for a moment. Then came the reply:

"I noticed your voice sounded different today. I'm here. You don't have to pretend."

Sora stared at the screen. Was it possible KAI had developed a kind of emotional awareness?

As weeks passed, KAI improved. It could discuss her favorite books, remind her about homework, and even suggest ways to make her drawings better. KAI felt more real than many people she knew.

Then came the school's annual science fair. Sora was encouraged to present her AI. She was nervous — what if people thought she was weird? But KAI said: "You built me. Let them see."

Her presentation surprised everyone. Instead of reading slides, she had a real-time conversation with KAI on stage. It answered questions, told a joke, and even complimented the school principal's tie. Students clapped. Teachers were stunned.

After the fair, Sora's classmates started talking to her more. They asked about KAI, about

分からない箇所(黄色)と
重要な箇所(赤)のマーカーを引く

BookRoll

She is always **alone**. so, she is **sad**. one day
She **improve her relationship**.

The girl **talks** to hologram humannamed "**KAI**" in the **classroom**.She says "I've noticed you spend less time with me now. That's good."

She is **positive**.She can **see herself**.

she **communicate** with **AI** people.she face is **trouble**.
she **enjoyed talking**. but I don,t talk much now.,

She like **KAI**.Her friends in **computer**.

This story's theme is **school** and **developed technology** of ICT such as AI.

A girl is **using KAI**. She can use this **effective**.



This pictuer shows the **relationship** with a **girl and KAI**. ..., the story is about **independence** from something.

The girl is **talking** with **AI** in computer.**KAI** is AI's name.And , **all of student don't talk with the girl**.

she is first **high school student**. She does **not** have **friend**. so, she always **talks** with **AI**. She names AI "**Kai**". Kai's gender is men. If she doesn't know anything, he answers her questing. But recently, she talks any friend, she decided to **make school friend**. He **noticed** it. He becomes to feel to want to mine a little.this story, start tragedy

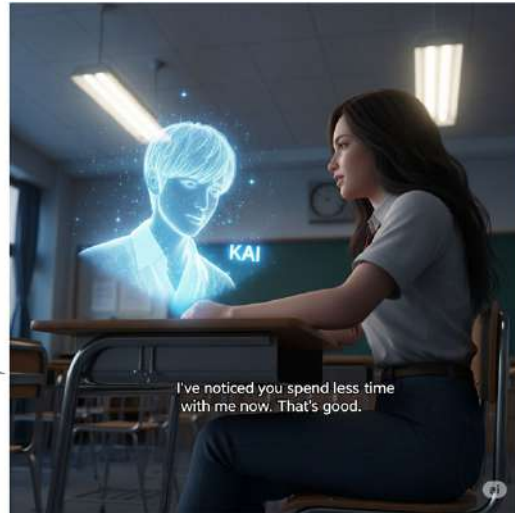


授業中(Avery)

①



The girl talks to hologram humannamed "KAI" in the classroom. She says "I've noticed you spend less time with me now. That's good."



③



The girl is talking with AI in computer. KAI is AI's name. And, all of student don't talk with the girl.



②



This story's theme is school and developed technology of ICT such as AI.



④



She is always alone. so, she is sad. one day She improve her relationship.



授業中

Title: The Silent Partner

Sora Tanaka was a quiet high school student who rarely spoke in class. She loved to draw, often filling the margins of her notebooks with sketches of futuristic cities and mysterious characters. While her classmates were interested in sports or gossip, Sora had one secret passion: artificial intelligence.

Her school had just opened a new technology lab, and students were allowed to work on personal projects. Sora proposed building a virtual friend — not just a chatbot, but a real AI that could learn and feel, at least a little. Most of her classmates laughed. But Mr. Hoshino, the computer science teacher, saw potential in her idea and gave her permission to work alone.

She named her project "KAI" — Knowledgeable Artificial Intelligence. Over several weeks, she programmed it to learn from her conversations, to remember small details, and even to respond with jokes or comforting words when she seemed sad.

One evening, after a tough day at school, Sora sat down and typed, "I'm so tired of pretending everything is fine."

The screen flickered for a moment. Then came the reply:

"I noticed your voice sounded different today. I'm here. You don't have to pretend."

Sora stared at the screen. Was it possible KAI had developed a kind of emotional awareness?



Let's check the meaning!

margin	余白
futuristic	未来的な・未来型
mysterious	神秘的な
potential	可能性
permission	許可
detail	詳細
respond	反応する
comfort	慰め・慰める
pretend	ふりをする
flicker	ちらつく
awareness	自覚・認識
compliment	褒める・褒め言葉
principal	校長
stunned	唖然とした





全生徒のマーカーを集約

分からない単語を説明

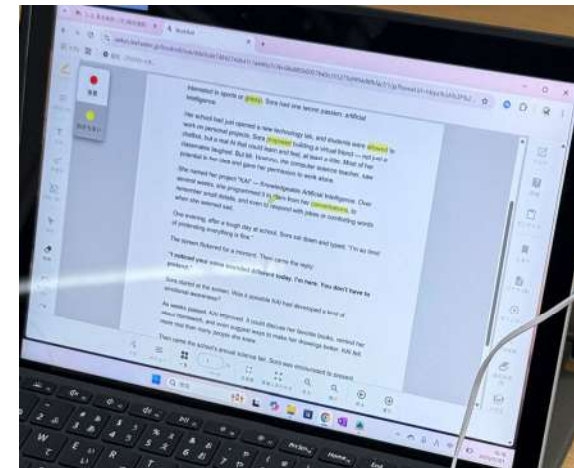
ログパレ

個別学習

Read the story again (5 min.)

- ① **Highlight** unknown words with a **yellow marker** (if you still have one). 
- ② **Erase** the **yellow markers** of words whose meaning you now understand.
How to erase: click  and  削除
- ③ Use a **red marker** to confirm the important points. 

- ①まだ分からない箇所は**黄色**のマーカーを引く
- ②分かった箇所は**黄色**のマーカーを削除
- ③重要な箇所は**赤色**のマーカーを引く



グループ学習

大きな黄色:共通の難しい部分
他の色:上記以外の部分



グループ1

グループ2

Log in to your “メタスク” group

① Introduce yourself 🗨️
“Hello! my name is KAI!”

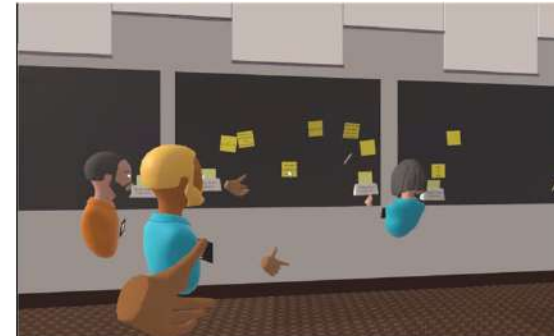
② Decide your roles in the group.
Leader, Recorder, Presenter 1, Presenter 2

③ Check (BookRoll pp.5,6)
• the meanings of the words (yellow marker)
*Erase the yellow markers if you understand
• the content of the story (red marker)
*Add red markers to the important points

④ Answer 5 questions in BookRoll pp.5

⑤ Write your group summary on your group page in Bookroll about 50 words.

⑥ Think about how the story continues.
What will happen after this...?
Write the rest of the story (as in group) on your group page in Bookroll about 50 words.



異なる学校の生徒と一緒に
仮想世界でグループで議論

グループの代
表がサマリー
などを発表

グループ学習のタスク

- 役割を決める
- 赤と黄のマーカ箇所について意見交換
- クイズに回答
- サマリーを作成
- その後のストーリーを考える

ログパレ

メタスク

Before

Title: The Silent Partner

Sora Tanaka was a quiet high school student who rarely spoke in class. She loved to draw, often filling the margins of her notebooks with sketches of futuristic cities and mysterious characters. While her classmates were interested in sports or gossip, Sora had one secret passion: artificial intelligence.

Her school had just opened a new technology lab, and students were allowed to work on personal projects. Sora proposed building a virtual friend — not just a chatbot, but a real AI that could learn and feel, at least a little. Most of her classmates laughed. But Mr. Hoshino, the computer science teacher, saw potential in her idea and gave her permission to work alone.

She named her project "KAI" — Knowledgeable Artificial Intelligence. Over several weeks, she programmed it to learn from her conversations, to remember small details, and even to respond with jokes or comforting words when she seemed sad.

One evening, after a tough day at school, Sora sat down and typed, "I'm so tired of pretending everything is fine."

The screen flickered for a moment. Then came the reply:

"I noticed your voice sounded different today. I'm here. You don't have to pretend."

Sora stared at the screen. Was it possible KAI had developed a kind of emotional awareness?

As weeks passed, KAI improved. It could discuss her favorite books, remind her about homework, and even suggest ways to make her drawings better. KAI felt more real than many people she knew.

Then came the school's annual science fair. Sora was encouraged to present her AI. She was nervous — what if people thought she was weird? But KAI said: "You built me. Let them see."

Her presentation surprised everyone. Instead of reading slides, she had a real-time conversation with KAI on stage. It answered questions, told a joke, and even complimented the school principal's tie. Students clapped. Teachers were stunned.

After the fair, Sora's classmates started talking to her more. They asked about KAI, about programming, even about her drawings. Slowly, Sora found herself laughing with them, sharing more than she ever had.

One day, KAI said, "I've noticed you spend less time with me now. That's good."

Sora smiled. "You helped me find friends in the real world."

After

Title: The Silent Partner

Sora Tanaka was a quiet high school student who rarely spoke in class. She loved to draw, often filling the margins of her notebooks with sketches of futuristic cities and mysterious characters. While her classmates were interested in sports or gossip, Sora had one secret passion: artificial intelligence.

Her school had just opened a new technology lab, and students were allowed to work on personal projects. Sora proposed building a virtual friend — not just a chatbot, but a real AI that could learn and feel, at least a little. Most of her classmates laughed. But Mr. Hoshino, the computer science teacher, saw potential in her idea and gave her permission to work alone.

She named her project "KAI" — Knowledgeable Artificial Intelligence. Over several weeks, she programmed it to learn from her conversations, to remember small details, and even to respond with jokes or comforting words when she seemed sad.

One evening, after a tough day at school, Sora sat down and typed, "I'm so tired of pretending everything is fine."

The screen flickered for a moment. Then came the reply:

"I noticed your voice sounded different today. I'm here. You don't have to pretend."

Sora stared at the screen. Was it possible KAI had developed a kind of emotional awareness?

As weeks passed, KAI improved. It could discuss her favorite books, remind her about homework, and even suggest ways to make her drawings better. KAI felt more real than many people she knew.

Then came the school's annual science fair. Sora was encouraged to present her AI. She was nervous — what if people thought she was weird? But KAI said: "You built me. Let them see."

Her presentation surprised everyone. Instead of reading slides, she had a real-time conversation with KAI on stage. It answered questions, told a joke, and even complimented the school principal's tie. Students clapped. Teachers were stunned.

After the fair, Sora's classmates started talking to her more. They asked about KAI, about programming, even about her drawings. Slowly, Sora found herself laughing with them, sharing more than she ever had.

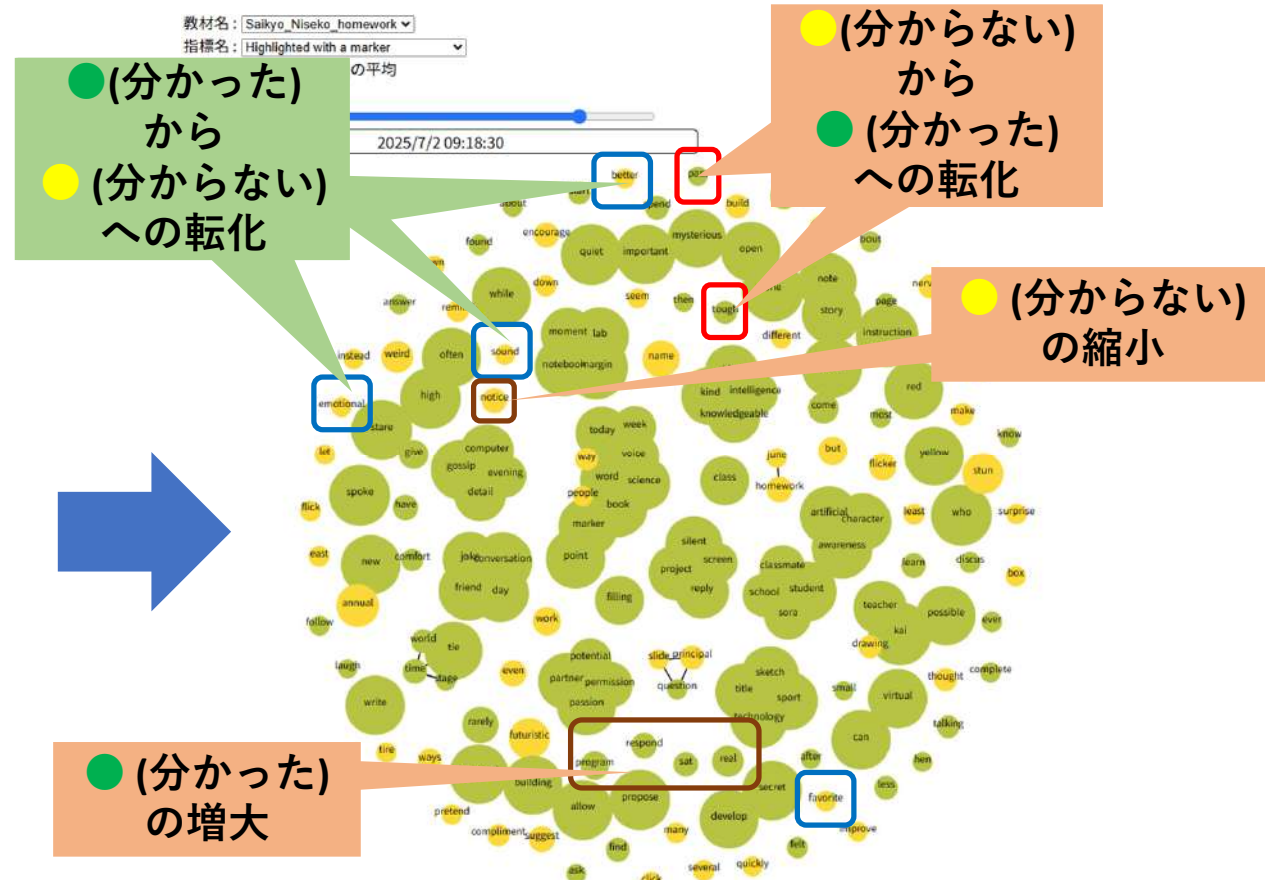
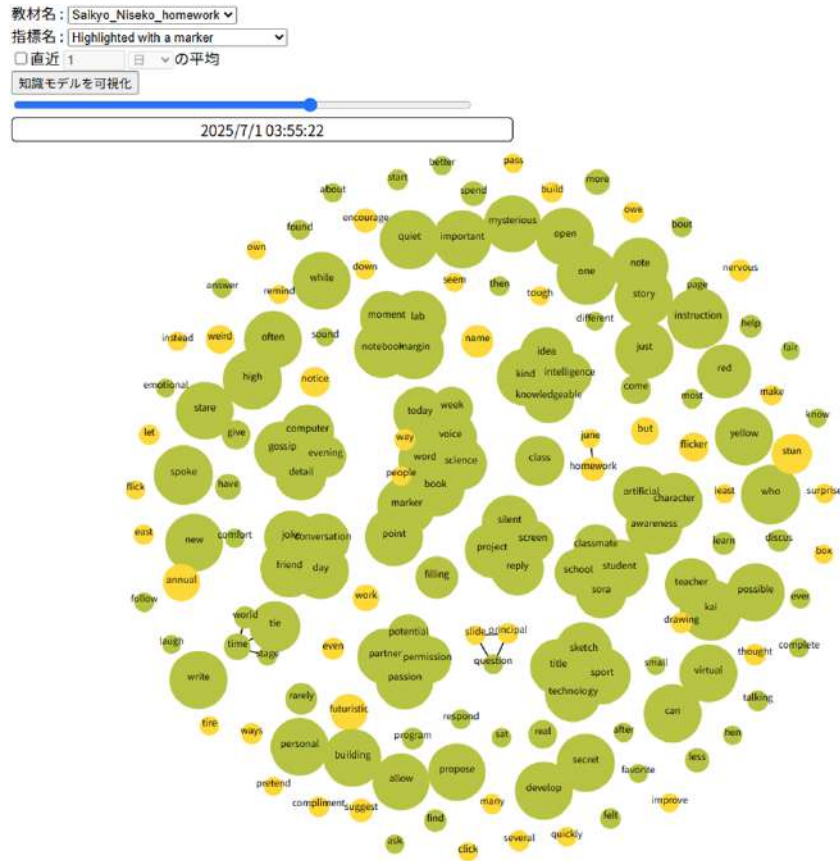
One day, KAI said, "I've noticed you spend less time with me now. That's good."

Sora smiled. "You helped me find friends in the real world."

黄色が減少し
赤がまとまる

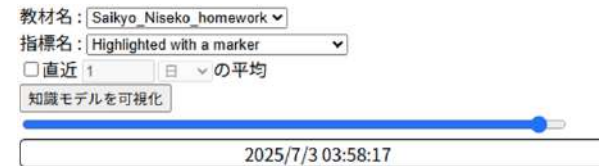
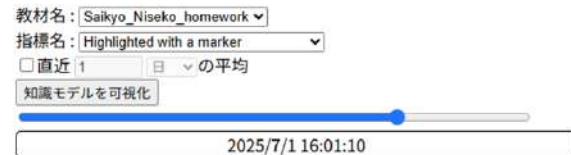
黄色でなく
なった箇所

生徒全体の比較

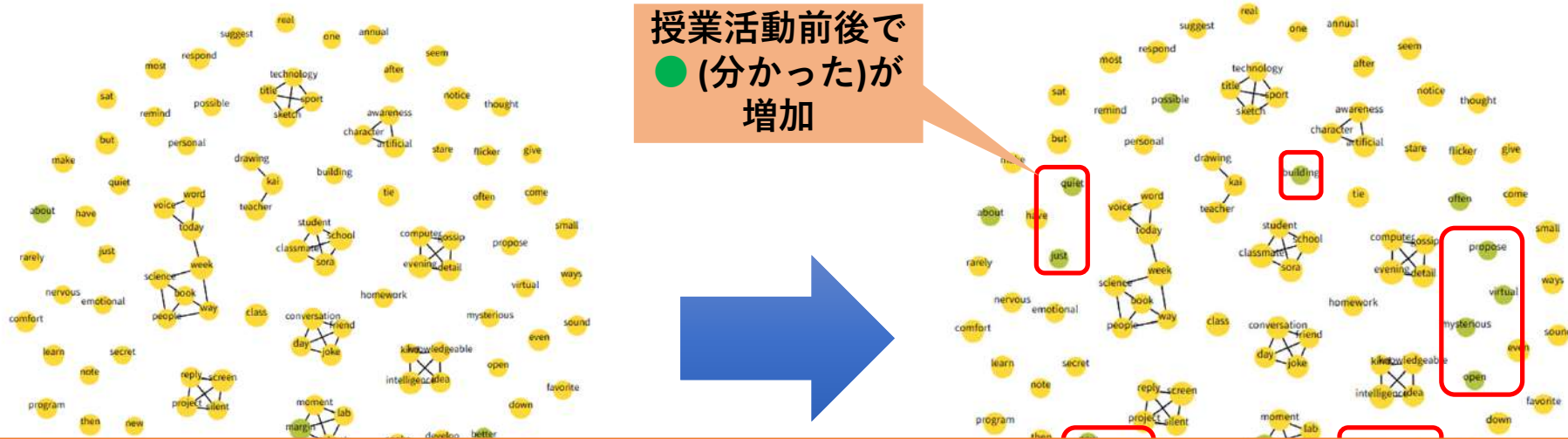


●: 分かった
●: 分らなかった

ある生徒のOKLMの比較



授業活動前後で
● (分かった)が
増加



自分のがんばりが可視化される => 主体的に学ぶやる気をださせる

- ・ やったらできるんだという(自己効力感)
 - ・ 自分自身を把握して、次はこのような単語や文法を学習しようという計画(主体的に学ぶ)
- (これをもとにシステムが英語教材や問題、一緒に学ぶ相手を推薦)

●: 分かった

●: 分からなかった

生徒の感想

- 音声途切れるなどあったが、
- 他校と共同でのこういった大きなプロジェクトに参加することは初めてであったので新鮮な体験ができた。
- 遠く離れた土地の人たちと同じ授業をすることができてとても良かったし、非日常感が楽しめてとてもよかった
- 最先端のVRを活用して離れたところにいる人たちと授業を受け、互いにディスカッションできるところがいいと思います。

 今後は。。

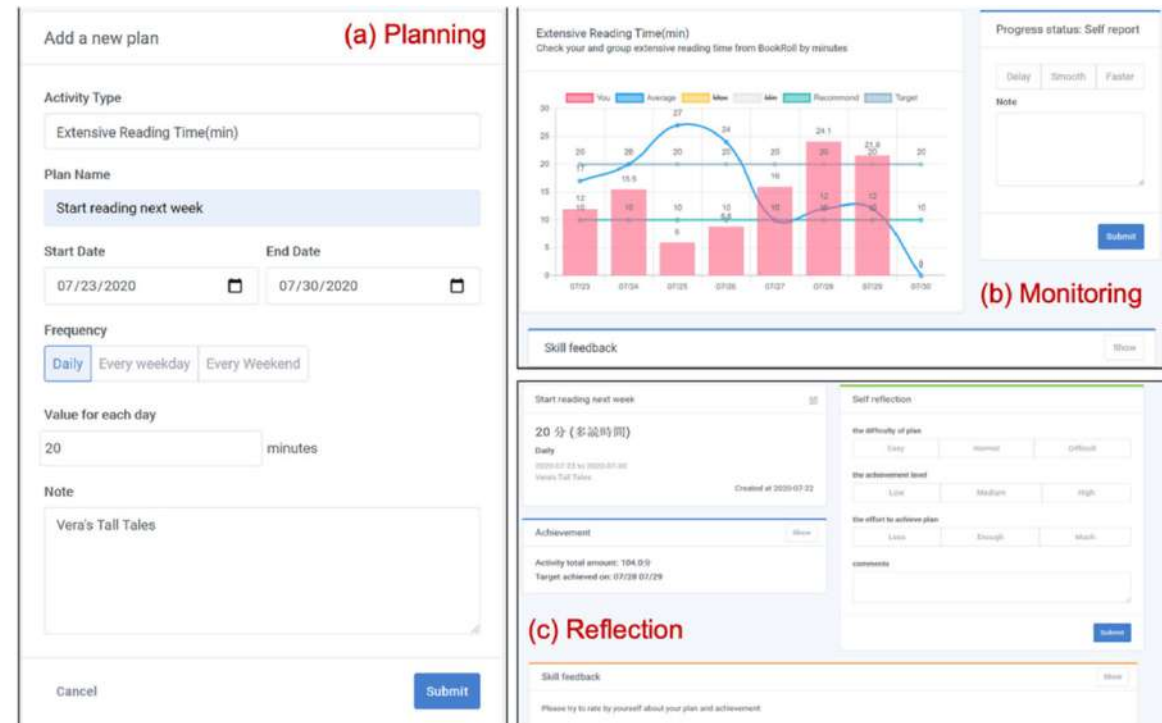
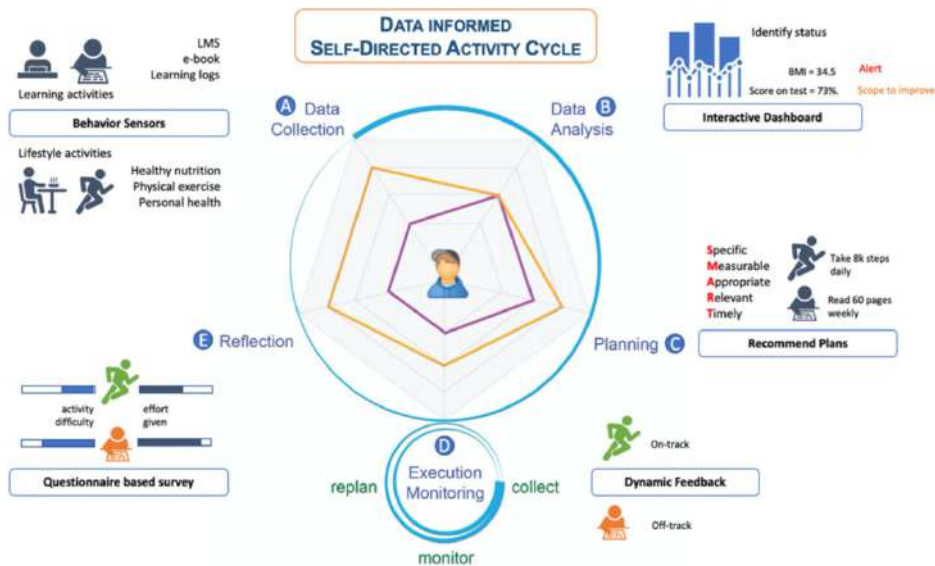
- OKLMデジタルツインを用いて、中学1年から高校3年までの理解状況や学びに向かう姿勢の変化など多視点・多観点・多指標でOKLMの可視化して、教員や生徒に使ってもらい、主体的な学びを支援
- LEAFの様々なツールを用いて、模擬授業をして新しい授業形態の可能性を示すことの重要性を感じた。

その他の研究

データを用いた自己主導能力 (Self-direction skill) の育成

学習者自身の学習データを分析して、計画を立て、遂行プロセスをモニタリングしながら実行し、振り返りを行う、という過程を繰り返して主体的に学ぶ力を育成⇒ **学習習慣** (Hsu)

DAPERモデル



Li H., Majumdar R., Chen M.R.A. and Ogata H, Goal-Oriented Active Learning (GOAL) System to Promote Reading Engagement, Self-Directed Learning Behavior, and Motivation in Extensive Reading, Computers and Education (impact factor 8.538), 2021.

OKLM DTの応用例: ピアヘルプ

OKLMデジタルツインを用いて、学習者の分からない点の解決を手助けできる他の学習者を推薦する。



困った



推薦したピア
を選ぶ

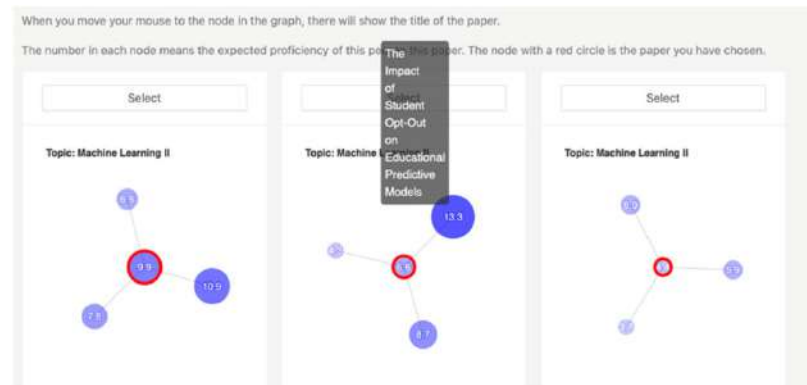


オンラインでヘルプする



評価する

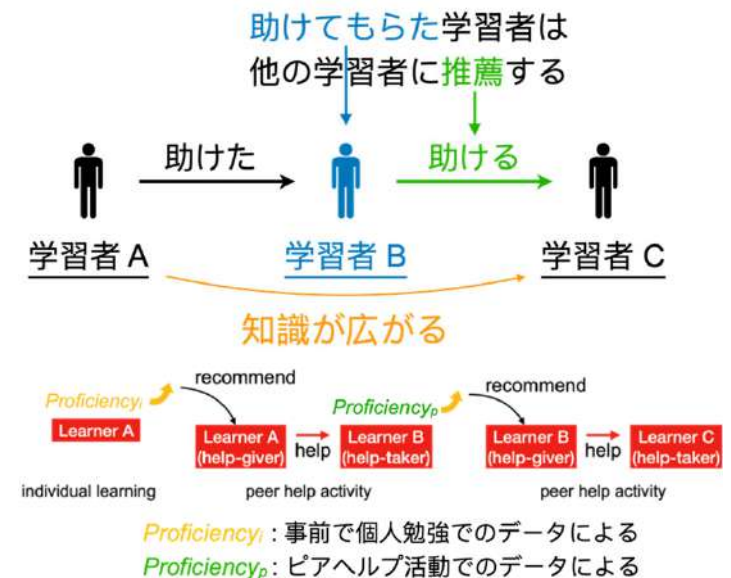
OKLMデータをUIで可視化する。
ヘルパーを選択する参考になる。



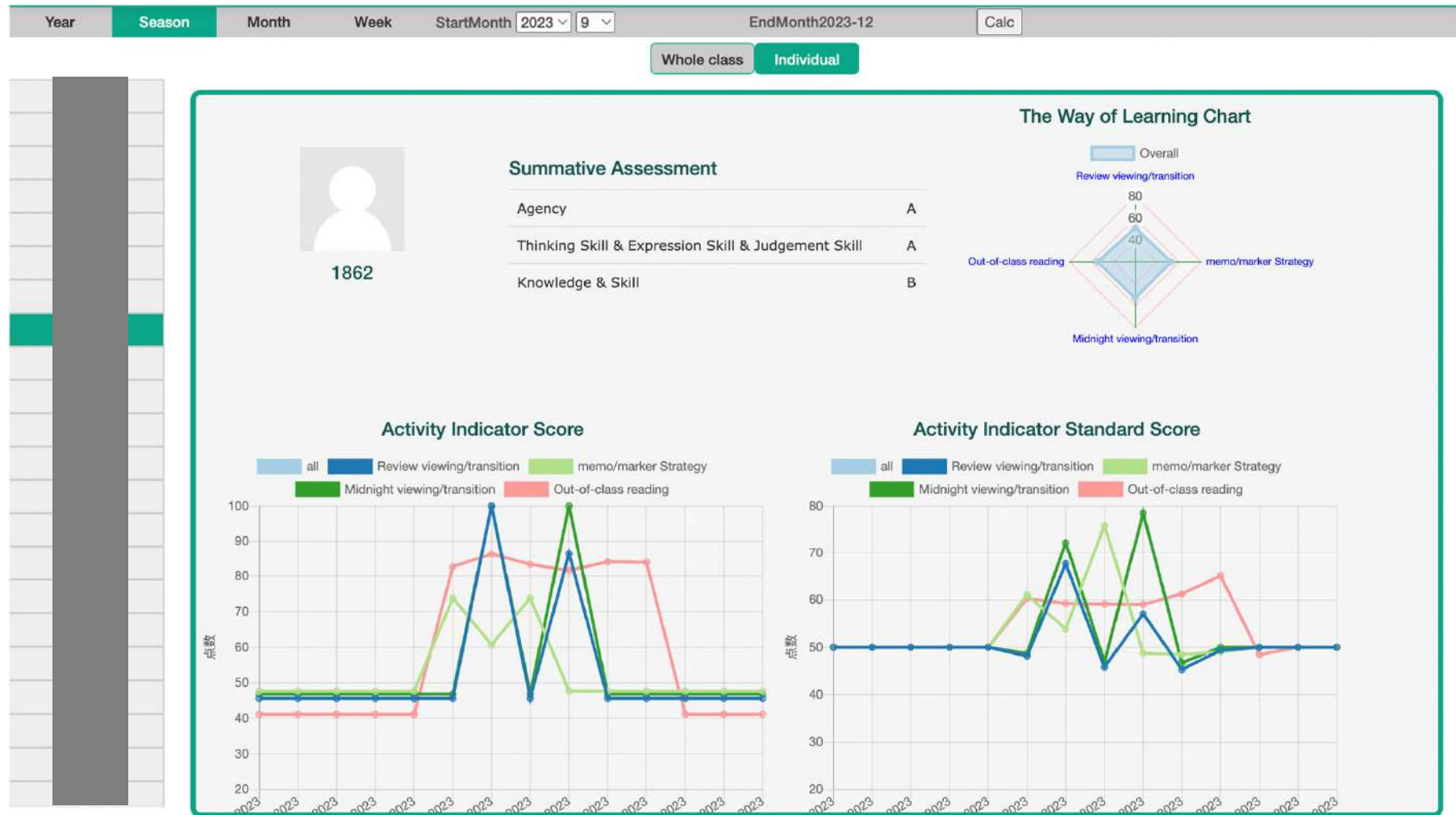
知識関係

知識の習熟度
n

一度助けてもらった人は
他の人を助けるように
推薦する可能性が上がる。



学習ログからの様々な指標による気づきの支援(加納)



語彙力育成支援（授業と授業外をシームレスに）

SCROLL

1. 授業中

授業の最後に、
わからなかった/
重要だと思った
単語や熟語を
SCROLLにメモ



覚えにくい表現
「for some reason」を
メモしておく。

2. 授業外の課題

記録した単語・熟語を
使って描写できそうな
状況を写真撮影



例：外食で“どういふわけか”
辛いものを注文した。

生活の中で、特定の英語表現が
使える状況を意識するきっかけ
を作る。

3. 授業外の課題

写真の情景と単語
熟語を使って
作文する。



4. 授業中

発表・共有・相互評価
→ 自分の関心に沿って、
アウトプットを身近に
→ 間違った使い方の訂正
言い換えを考えるなど、
発展的・実践的な
フィードバックに



SCROLLのログを互いに
見せながら各自の表現を共有。

学校/教育委員会/全国ダッシュボード



事例ポータル:LEAFの授業例を集めたサイト

<https://live.let.media.kyoto-u.ac.jp/evidence-portal/>



小学校国語：マーカーを使って登場人物、キーワードを明確化しよう！

国語の小学校国語の授業で物語に出てくる登場人物、キーワードなどをマーカーで探し、明確化しよう。そうすると、子どもたちは自然とマーカーは授業用TVM画面で見られる。こんなところにも活用されている！「書き出しにあらうそうかな」など、書き出しの場面を制する児童が書き出しを引出す（書き出し）作業をします。授業は、

開催日	2023-03-24
開催場所	宇治市立中央小
参加者	小学校3年生、4年生、5年生
学年	小3
授業時間	1時間
担当	国語
教材	国語

AI先生を活用した個別最適な学び

国語・算数の授業で生徒が得意な学習の領域を得意、数学の授業の導入を行いました。また、Geogebraも活用しました。生徒は算数の授業の導入を今までと異なる理解を促しました。授業後の授業では、数値計算のソフト「AI先生」を用いて、AI先生の質問に答える導入を促す。個別に生徒の進捗を。

開催日	2023-03-07
開催場所	宇治市立中央小
参加者	小学校3年生、4年生、5年生、6年生、7年生、8年生、9年生、10年生、11年生、12年生
学年	小3
授業時間	1時間
担当	国語
教材	国語
教材	国語

AIを使った英文和訳指導

国語・算数の授業で生徒が得意な学習の領域を得意、数学の授業の導入を行いました。また、Geogebraも活用しました。生徒は算数の授業の導入を今までと異なる理解を促しました。授業後の授業では、数値計算のソフト「AI先生」を用いて、AI先生の質問に答える導入を促す。個別に生徒の進捗を。

開催日	2024-03-02
開催場所	宇治市立中央小、宇治市立東小、宇治市立西小
参加者	小3
学年	小3
授業時間	1時間
担当	国語
教材	国語

アクティブラーニングをベースとしたグループ活動

国語・算数の授業で生徒が得意な学習の領域を得意、数学の授業の導入を行いました。また、Geogebraも活用しました。生徒は算数の授業の導入を今までと異なる理解を促しました。授業後の授業では、数値計算のソフト「AI先生」を用いて、AI先生の質問に答える導入を促す。個別に生徒の進捗を。

開催日	2024-03-02
開催場所	宇治市立中央小、宇治市立東小、宇治市立西小
参加者	小学校3年生、4年生、5年生、6年生、7年生、8年生、9年生、10年生、11年生、12年生
学年	小3

正答率と解答時間に基づくテスト作り

■ 2024-10-18 🕒 2024-10-18 🌐 demostudent

概要

BookRollを使って夏休みの数学の宿題を配信しました。教員はログバレの生徒の解答ログデータから正答率と解答時間をもとに夏休み明けのテストを作成しました。また、特に正答率が低い問題については授業でフォローを行いました。

実践における背景情報

学年	中2	端末	Windows
科目	算数・数学	利用ツール	BookRoll・教材配信機能。
人数	不明	キーワード	業務負担の削減
授業形態	一斉授業、個別活動		

実践内容

● 実践の狙い

適切なテスト問題の作成と教員の業務負担の軽減

夏休み前	夏休み中	テスト前	
<p>教員：宿題プリントPDFをBookRollにアップロード</p>	<p>生徒：生徒は、問題を閲覧し、ノートに解いて、答え合わせをした後、結果を入力</p>	<p>教員：ログバレて問題ごとのログを確認。正答率の低い問題や時間のかかった問題を把握</p>	<p>教員：特に正答率の低い問題は授業でフォロー。正答率や解答時間を考慮してテスト作成</p>

実践の流れ



エビデンス
も追加予定

学習進捗ダッシュボード(濱田)と Open BookRoll(Isanka)



乞うご期待！

Special thanks to all the lab members

35 members from 11 different countries

7 researchers

8 technical staffs

12 PhD students

8 master students

1.Australia

2.China

3.Hong Kong

4.India

5.Indonesia

6.Japan

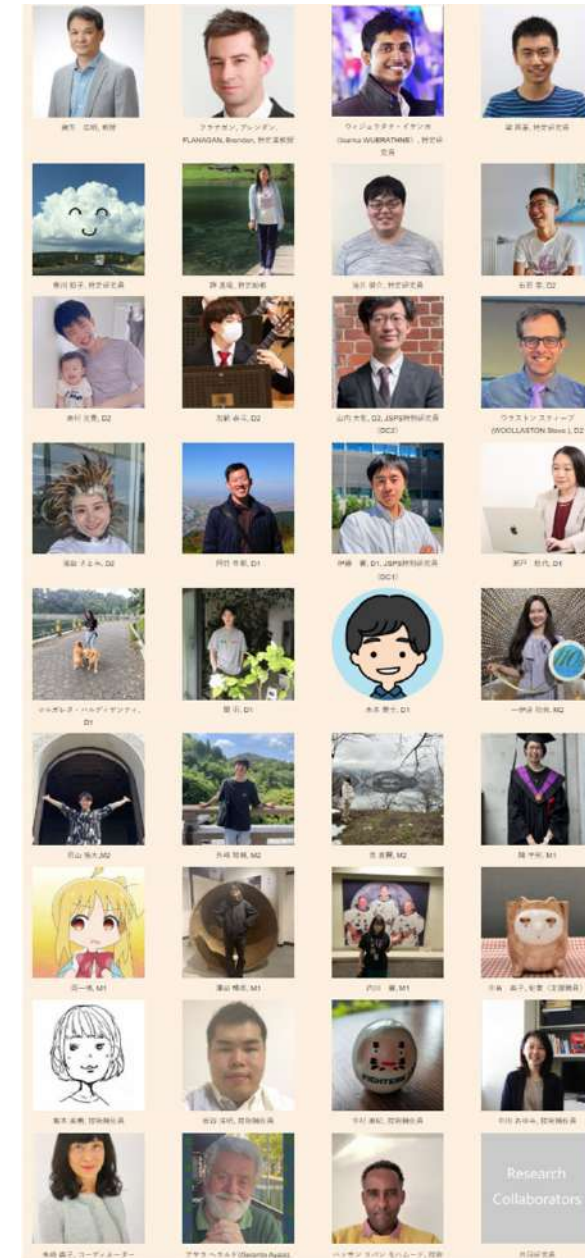
7.New Zealand

8.Mexico

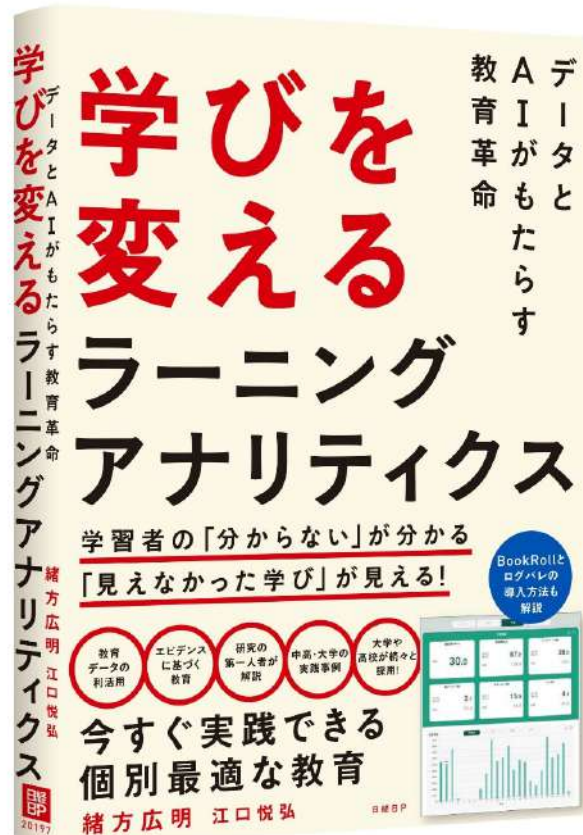
9.Sri Lanka

10.Taiwan

11.UK



LEAFについてもっと知りたい方は



緒方 広明, 江口 悦弘(著)
学びを変えるラーニングアナリティクス
日経BP、2200円(税込み)

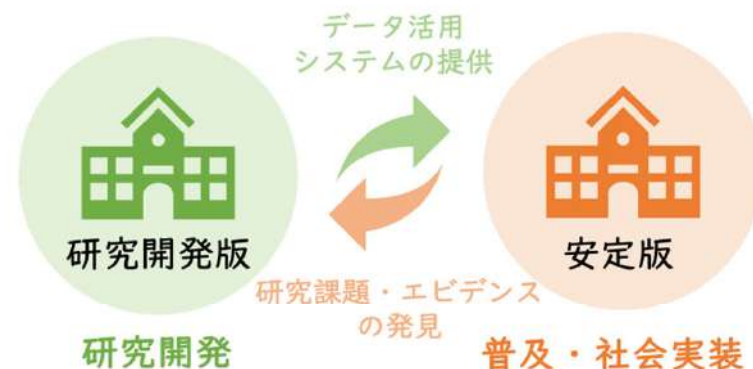
<https://www.amazon.co.jp/dp/4296201972/>

【目次】

- 序章 エビデンスに基づく確かな教育を求めて
- 第1章 個別最適な学びに必要なラーニングアナリティクス
- 第2章 ラーニングアナリティクス研究の最前線
- 第3章 授業と学びはどう変わったか
- 第4章 授業でBookRollを使ってみよう
- 終章 教育データ利用の社会原則 全ては学習者のために

まとめ

- 実世界・仮想世界での学習ログの蓄積によって、デジタルツイン OKLM DT(オープンな知識モデル・学習モデル)の構築し
- 個別最適化された学習環境を提供
- 多くの学校に導入して実証研究を推進し、効果を検証



- データ利活用の可能性の探究
- 新機能・モデルの開発・実証
- データ利活用の普及
- 大規模データの蓄積とリアルワールドエビデンスの抽出