

# マルチモーダル教育データ分析 事例紹介

島田 敬士

九州大学 大学院システム情報科学研究所・教授

九州大学 ラーニングアナリティクスセンター・センター長

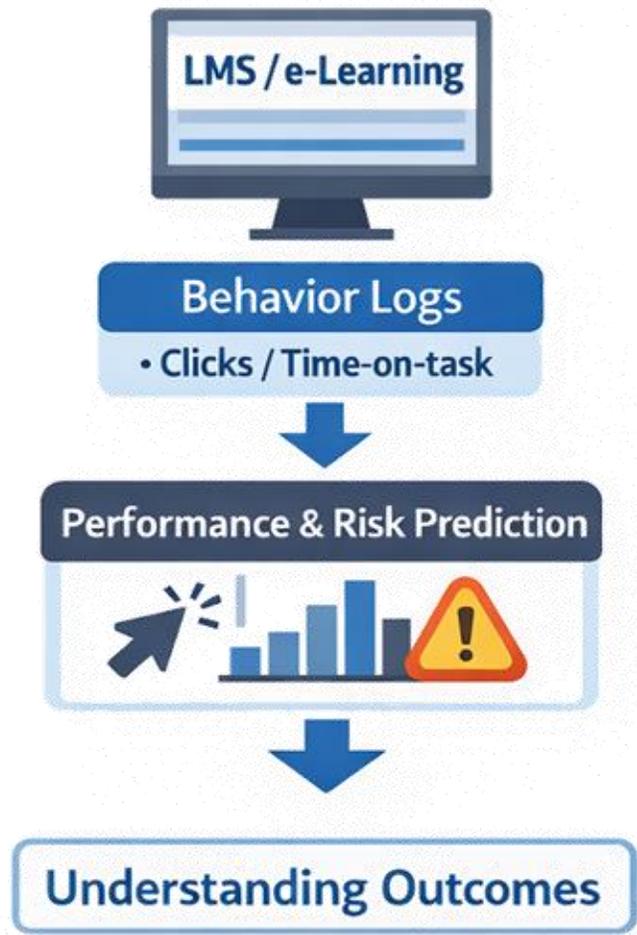
本資料に関する  
Q&Aチャットボット  
<https://x.gd/r8J3Z>



KYUSHU UNIVERSITY

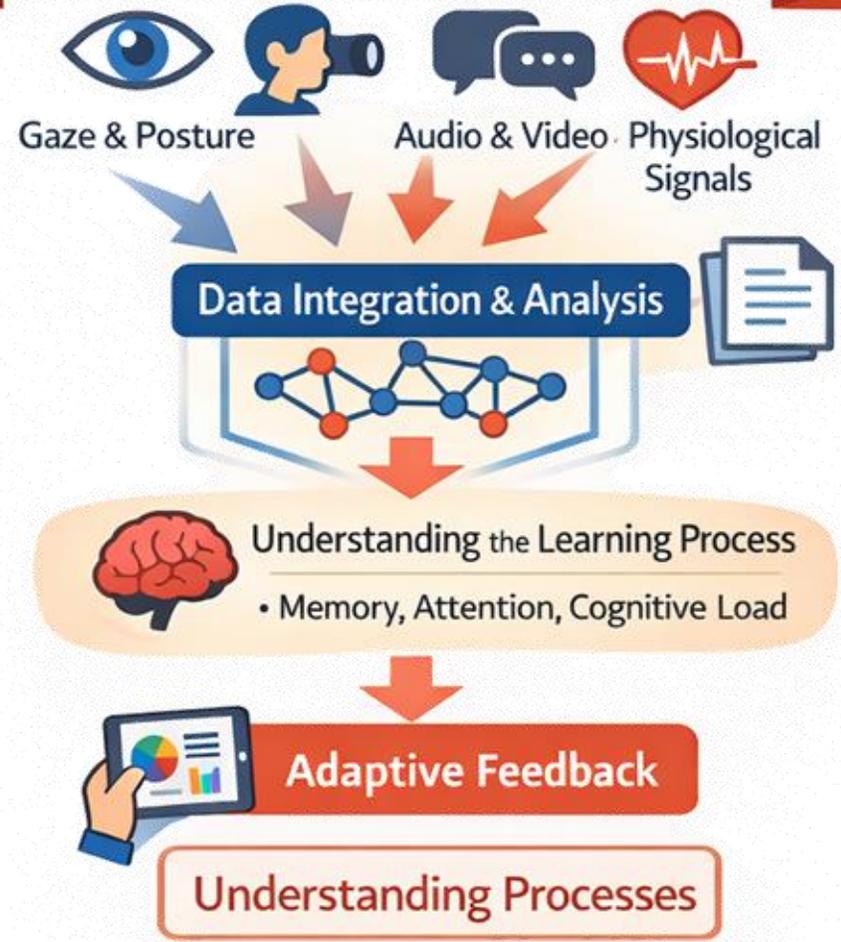
# ログ中心LA vs マルチモーダルLA

## Log-based Learning Analytics



VS

## Multimodal Learning Analytics



# ログ中心LA vs マルチモーダルLA

観点	ログ中心LA	マルチモーダルLA
主目的	成果・リスク予測・学習過程・状態の理解	
典型的な問い	誰が／いつ／なぜ／どこで	
主なデータ	行動ログ	ログ＋視線・音声・生体・テキスト
捉える粒度	粗い	細かい
捉える側面	量・頻度	過程・理解・注意・認知負荷
強み	大規模・実運用に強い	説明可能性・支援設計
限界	過程が見えにくい	取得・統合コスト

教材閲覧ログ

教材の内容

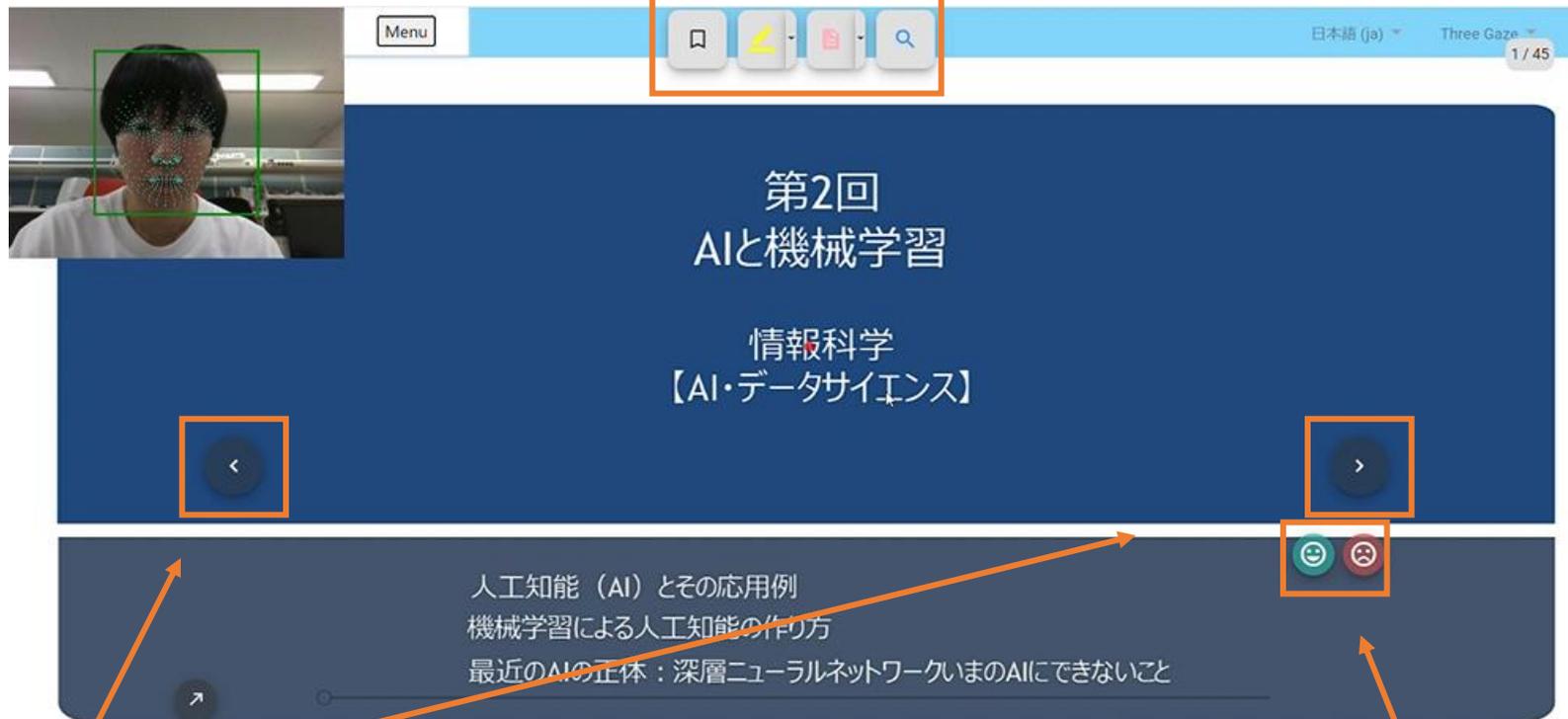
視線情報



閲覧行動分析  
の詳細化

## e-BookにGaze推定機能を統合

ブックマーク・マーカー・メモ



クリックストリーム(PREV, NEXT)

理解度ボタン(GETIT, NOTGETIT)

# 閲覧時間に注目した学習分析の課題



同じ学習トピック  
で閲覧時間を集約

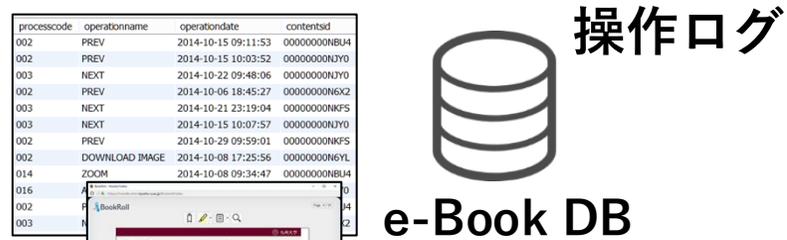
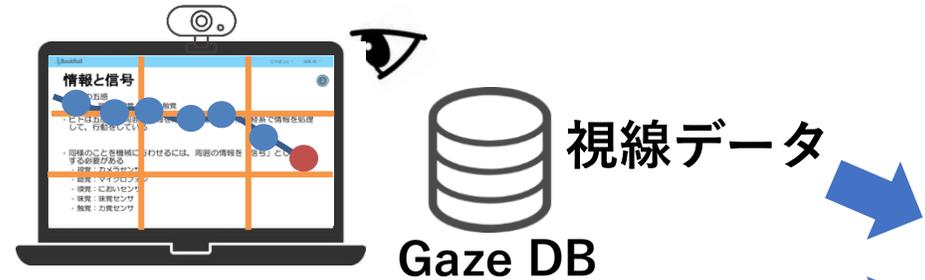


離散時間信号を  
900秒学習??

	P1	P2	P3	P4
閲覧時間	1000	100	1100	800
マーカー	3	4	2	2
メモ	1	1	0	0

- ページ内の実際の学習対象の閲覧状況の把握困難
  - 本当にそのトピックに注目していた？
- 複数の学習トピックを含むページでは学習行動の混線と誤配分が発生
  - どのトピックにどれだけ注目していた？

# Gaze-Mapを利用した高密度閲覧ログの生成

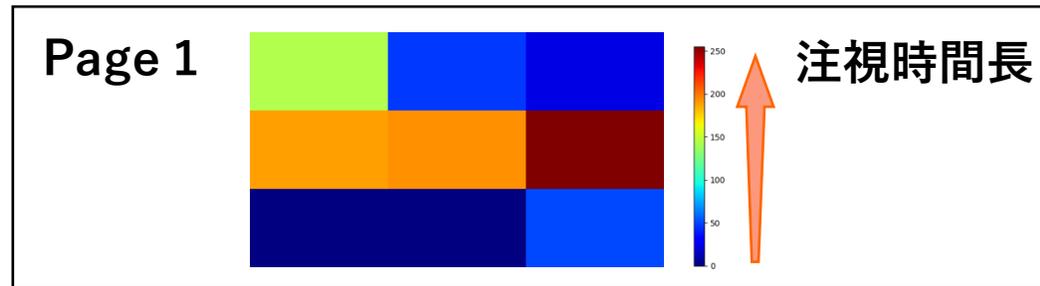


テキスト情報

ページ内の注視座標の時系列を記録

資料	座標(x,y)	time	学生id	Page
A	(15.1, 30.5)	12:00:00	1111	1
A	...	...	...	...

ページ内を9領域に分割し、各領域の注視時間に基づいてGaze-Mapを生成

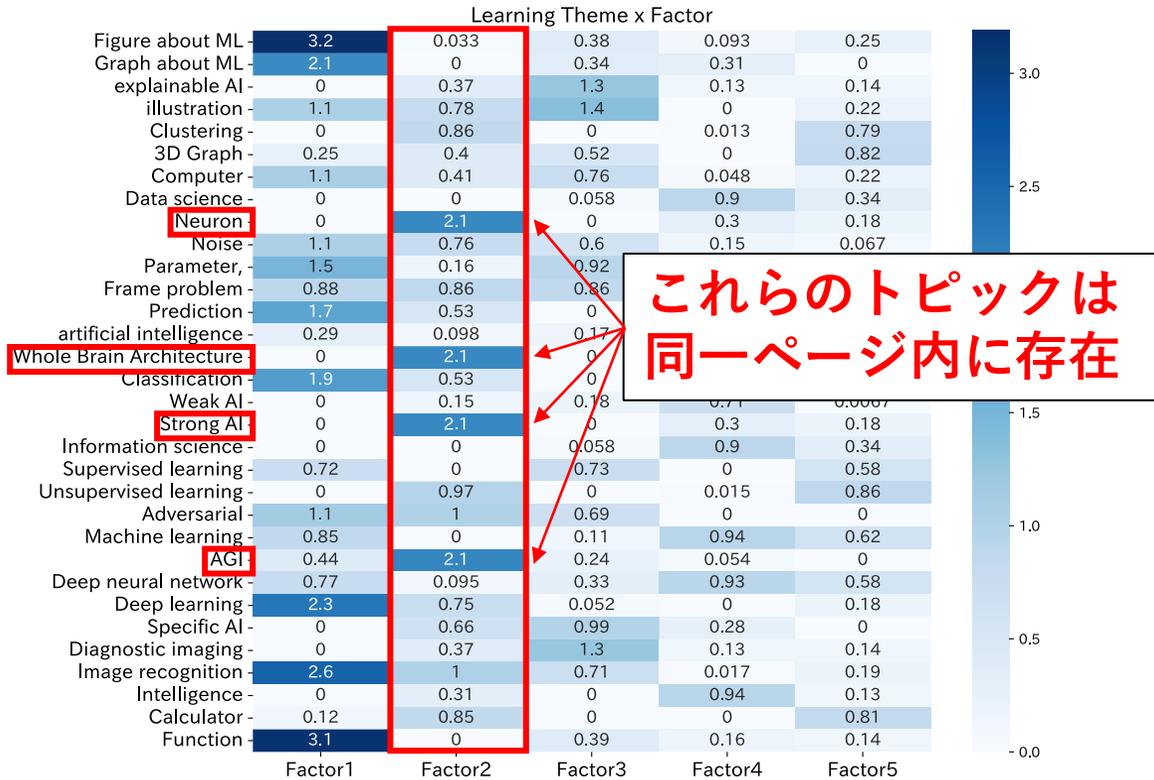


教材内のトピックとGaze-Mapを統合し時間・空間分解能に優れた学習ログを生成

資料	time	Page	Word	WordView	OnView	OffView
A	12:00:00	1	教師あり学習	6	18	12

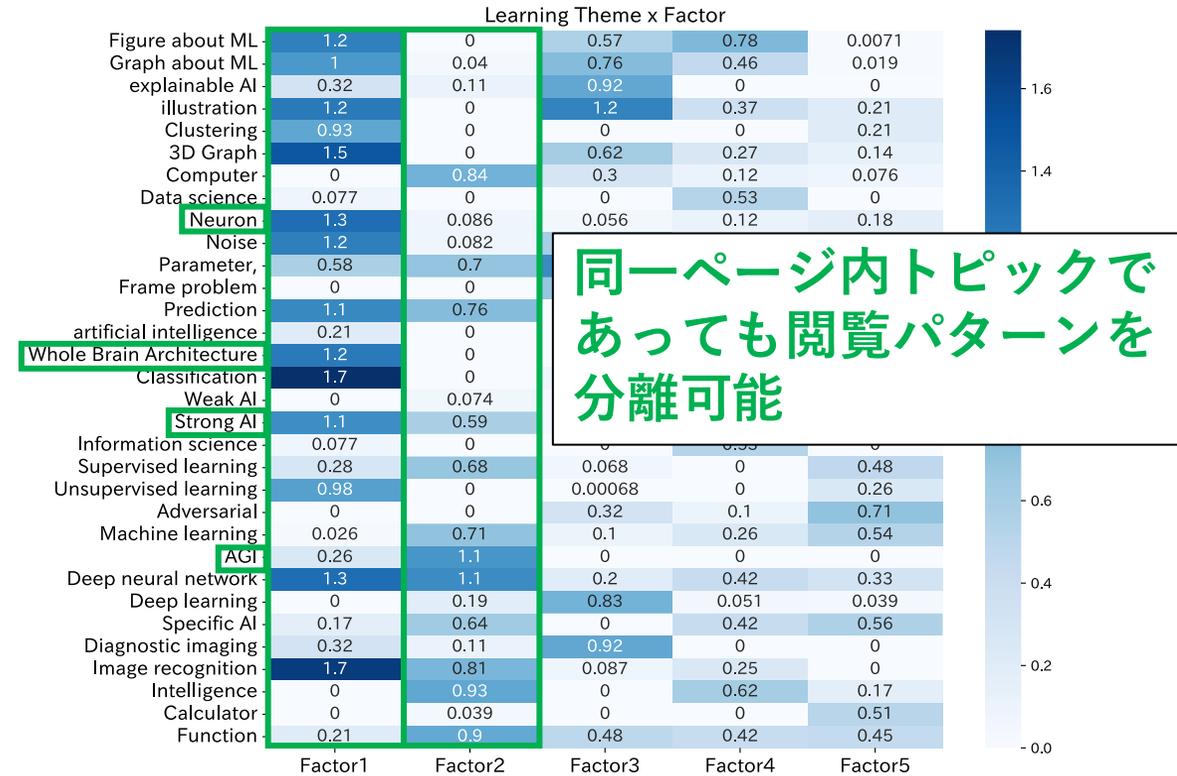
# 閲覧行動から学習行動パターン構造を抽出 (行列分解)

## 先行研究



第二因子に同一ページ内のトピック  
(ニューロン, 全脳シミュレーション,  
強いAI, 汎用AI) が集中

## 提案手法



第一因子：ニューロン, 全脳シミュレーション, 強いAI  
第二因子：強いAI, 汎用AI



# 手書きノート分析

**標本化定理**

ある連続時間信号  $x(t)$  が  $f_m/Hz$  以上の周波数成分を含まないとき、 $2f_m/Hz$  以上のサンプリング周波数 ( $1/(2f_m)$  秒以下のサンプリング周期  $T$ ) で信号  $x(t)$  を標本化すれば、その標本化系列  $\{x(nT)\}$  から元の信号  $x(t)$  を完全に復元できる

・ 具体例  
ある信号が  $5kHz$  までの周波数成分しか含まれていないならば、 $10kHz$  以上のサンプリング周波数で標本化すれば、元の信号を完全に復元できる

**元信号の復元**

・ サンプル値信号  $x_s(t)$  の系列  $\{x(nT)\}$  から元の信号  $x(t)$  を復元する  

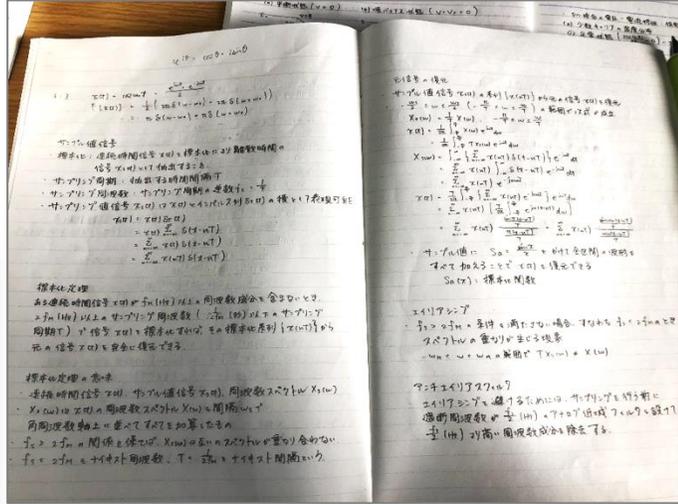
$$X_s(\omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT}$$

$$X(\omega) = \frac{1}{T} X_s(\omega)$$

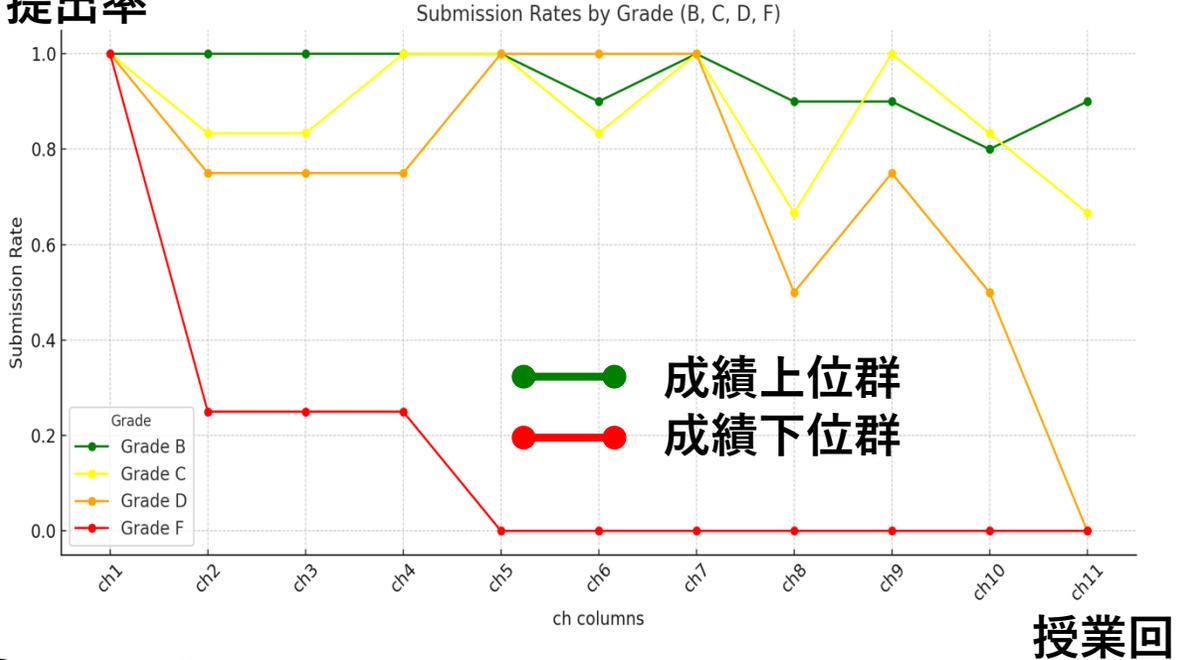
$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

**第4回の要点**

- ・ 標本化 (サンプリング) : 連続時間信号を離散時間信号に変換することで、離散時刻において連続信号を抜き出す
- ・ 標本化定理: 連続時間信号の最大周波数の2倍以上の周波数で標本化を行えば、元の信号を復元できる
- ・ ナイキストレート: 標本化定理を満たすか否かの境界の標本化周波数  
 ・ 信号に対して、その信号の情報を失わずにサンプリングできる周波数の下限  
 ・ 信号を含む最大周波数の2倍の周波数
- ・ ナイキスト周波数: サンプリング周波数の1/2の周波数  
 ・ サンプリング周波数に対して、情報を失わずにサンプリングできるような信号を含む周波数の上限



## 提出率

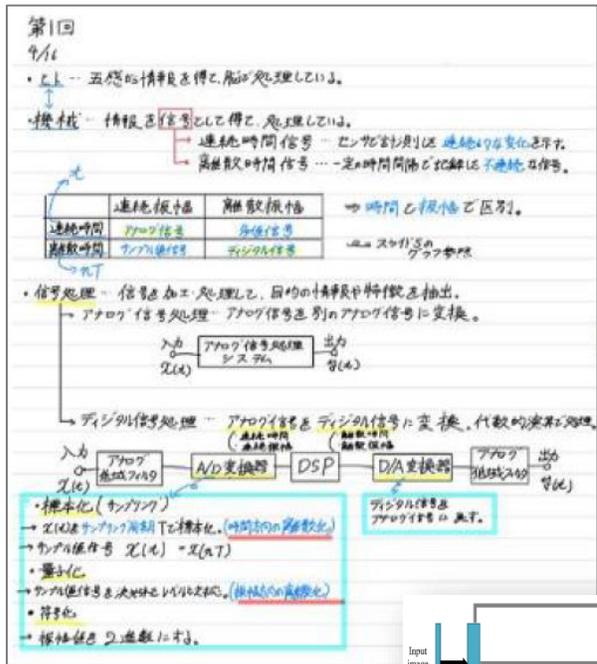


## 課題：成績者間でのノート作成方法の違いは？

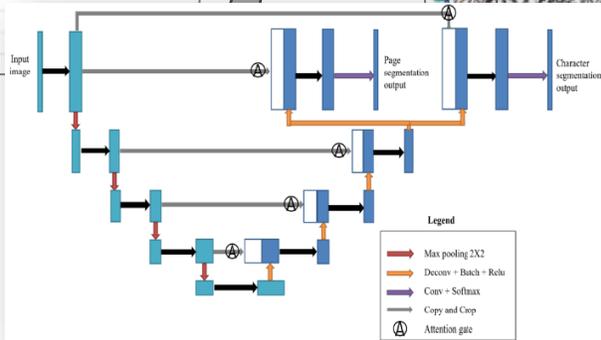
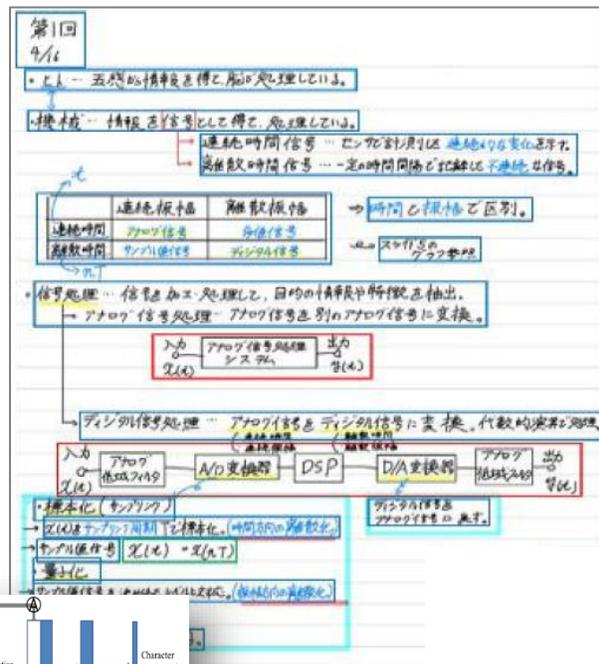
- ◆ 手書きノートコンテンツと電子教材のコンテンツ間の対応づけ
  - 文字, 数字, 式, 表, 図など, 表記揺れにも対応が必要
- ◆ 追加/削除コンテンツ特定
  - 追加: ノートに書かれていて教材には含まれないコンテンツ
  - 削除: その逆パターン

# 分析フレームワーク

## 手書きノート



## 領域分割



Attention Multi-task U-Net

テキスト  
テーブル  
OCR



グラフ  
数式



内容マッチング



結果

教材



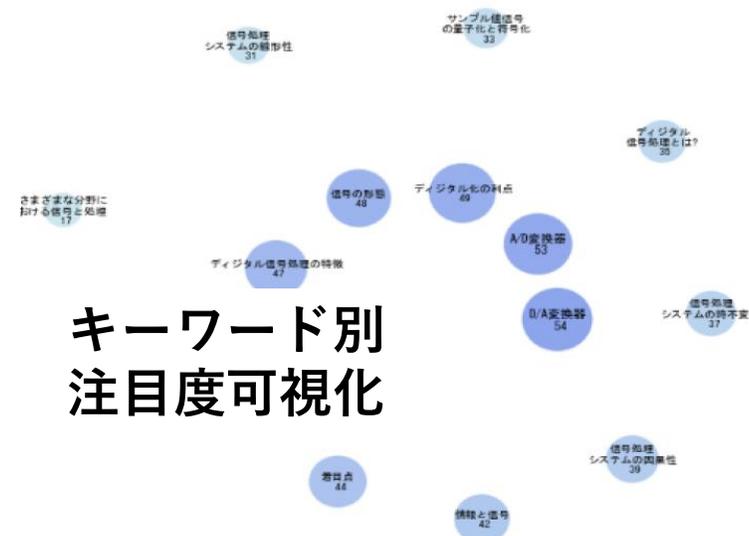
知識ベース



# 分析結果例

Topic	Textbook Content	2021	2022
デジタル信号処理とは？	信号処理 (signal processing) ...	35	21
デジタル化の利点	雑音に強い劣化しない...	49	38
デジタル信号処理の特徴	数式通りの処理内容を...	47	37
信号処理システムの時不変性	ある信号 $x(t)$ が時間だけ遅れた入力...	37	29
信号処理システムの因果性	システムへ信号が入力された後...	39	26
信号処理システムの線形性	線形性 ある変換{}を行うシステム...	31	25
A/D変換器	標本化 (sampling) 連続的なアナロ...	53	43
D/A変換器	2進符号のデジタル信号を...	54	41
信号の形態	時刻における信号の振幅値を $x(t)$ と...	48	40
情報と信号	ヒトの五感 視覚, 聴覚, 嗅覚, ...	42	35
着目点	時間成分の連続性 線形性 時不変性...	44	38

成績上位群の学習者のノート内キーワード記載件数



キーワード別注目度可視化

学習者が実際に重視して学習した概念を、ノート記述に基づいてトピック単位で把握・可視化可能

座学状況

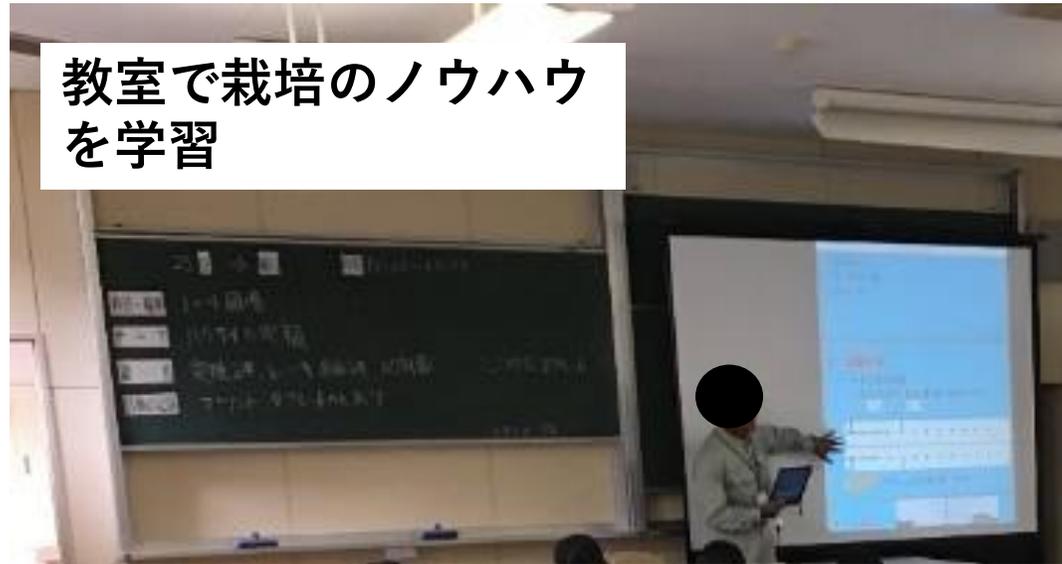
圃場環境情報

農作業情報



座学と実習の  
効果的な接続

教室で栽培のノウハウ  
を学習



カメラやウェアラブルセンサ  
で作業状況を分析

環境センサ



# 農業教育：座学と実習の横断

圃場環境の  
数値化

**センサ情報**：気温，湿度，土壤  
水分量，風速，照度，雨量など



現場実習の  
活動記録

実習



農業教育支援

農業教育支援ダッシュボード

センサ値の確認，比較分析，  
注目事象の自動提案



実際の現場の状況を確認しながら座学で  
得た知識を再確認

座学で得た知識  
を現場で実践

**学習記録**：写真，メモ，  
操作記録など



現場で得た発見や  
知見を授業で他者と共有

座学

# 農業教育支援ダッシュボード



センサ値の分析結果から注目すべき期間を提示

長期間観測データから環境変化の傾向を捉える

注目期間

注目データ

ダッシュボード利用による学習効果を検証するために支援ダッシュボードの操作ログを取得

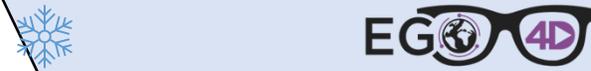
# 実践環境での活動の可視化



作業認識



EgoVideo Backbone model\*



Predictor

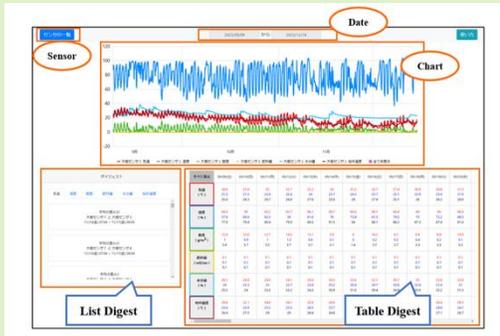
Working or not

移動軌跡

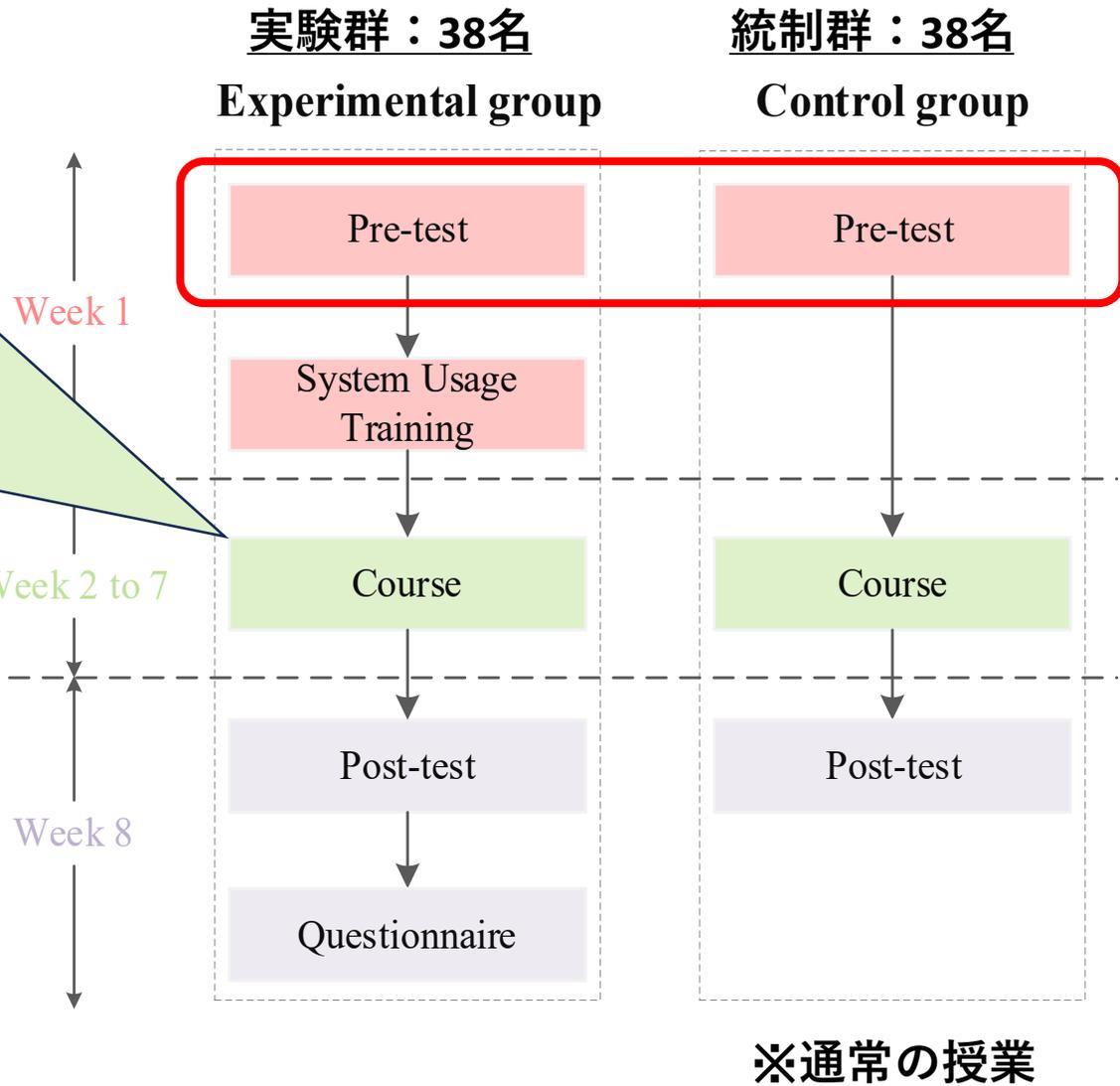
# 評価実験：足場かけ（Scaffolding）の有効性検証

## 毎回の授業の終盤20分

- ワークシート
- システムを利用して実データを見ながら振り返り
  - ヒント、ガイド、Q&A



- 協調学習
- 教師による解説



## 事前テストの正答率

- 実験群：17.5%
- 統制群：17.1%
- ※群間に有意差なし

## 事後テストの正答率

- 実験群：73.6%
- 統制群：45.3%
- ※群間に有意差あり

カリキュラム

学習状況

授業外活動



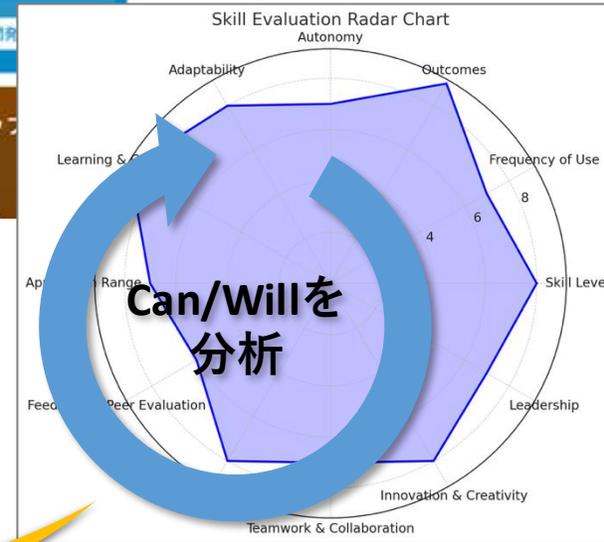
学習・実務  
横断学修分析

知識・技能の実践

オンキャンパスジョブ

実践に必要な  
スキル評価

カリキュラムマップ



# シラバスデータの要約と関係分析

8,500+ コース

理工系

法学系

芸工系

工学系

農学系

医学系

- 共創学部
- 医学部保健学科
- 医学部医学科
- 医学部生命科学科
- 工学部Ⅰ群
- 工学部Ⅱ群
- 工学部Ⅲ群
- 工学部Ⅳ群
- 工学部Ⅴ群
- 教育学部
- 歯学部

- 法学部
- 理学部化学科
- 理学部地球惑星科学科
- 理学部数学科
- 理学部物理学科
- 理学部生物学科
- 経済学部
- 芸術工学部
- 薬学部
- 農学部

※点の数はトピック数：21,171

# 学習マップ：学習活動×学修成果×科目の縦横断関係

2020年度入学者 工学部電気情報工学科  
計算機プログラミング演習IIの学習記録

あなたの出席率: 100%  
あなたの小テスト得点率: 73.7%  
あなたの課題提出率: 38.4%

平均出席率: 38.4%  
平均小テスト得点率: 93.0%  
平均課題提出率: 39.6%

受講者数 (年平均): 70.3%  
受講者数 (年平均): 0人  
平均成績評価: 3.4 / 4

学習データ表示設定 (Beta)

あなたの学習データ  
 出席率  
 小テスト得点率  
 課題提出率

歴代学習者の統計データ  
 平均出席率  
 小テスト平均得点率  
 平均課題提出率  
 受講者数 (年平均)  
 平均成績評価

ピンに表示するあなたの学習データ  
 成績評価 GP 獲得単位数 表示しない

文系ディシプリン科目  
 情報論理学  
 信号とシステム  
 制御工学IIA  
 制御工学IIB  
 システム工学

無機物質化学I  
 図形科学I  
 自然科学総合実験  
 電磁気学基礎演習  
 数学演習B

第二外国語  
 現代物理学基礎  
 回路理論III

線形代数学I  
 課題協学科目  
 電気情報工学入門II  
 論理回路  
 学術英語・スキルベース  
 基礎PBL I

自然科学総合実験  
 基礎教育セミナー  
 電気情報工学入門I  
 電気情報数学  
 常微分方程式

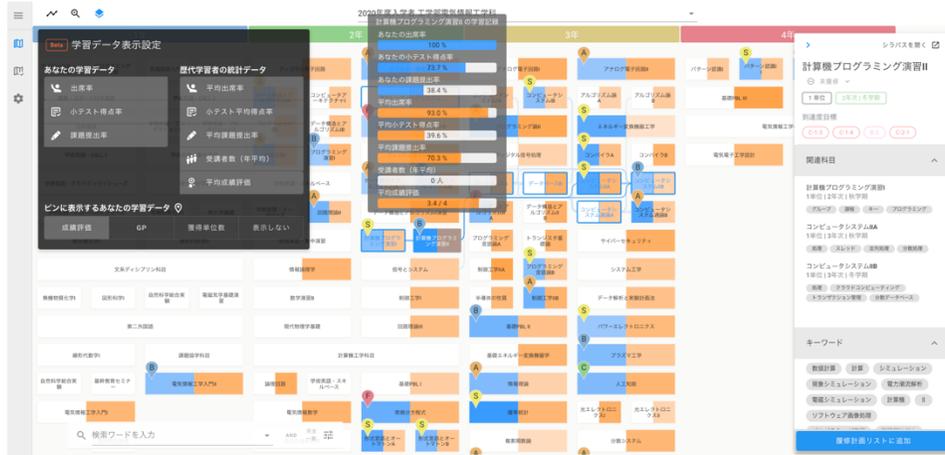
形式言語とオートマトンA  
 形式言語とオートマトンB

検索ワードを入力

シラバスを開く  
 計算機プログラミング演習II  
 1単位 | 2年次 | 冬学期  
 到達度目標  
 C-1-3 C-1-4 B-2 C-2-1  
 関連科目  
 計算機プログラミング演習I  
 コンピュータシステムIIA  
 コンピュータシステムIIB  
 キーワード  
 数値計算 計算 シミュレーション  
 現象シミュレーション 電力潮流解析  
 電磁シミュレーション 計算機 II  
 ソフトウェア画像処理  
 履修計画リストに追加



# 学習・実務で得たものが形成するスキルとは？



正課活動（学習）で  
得られる知識や技能



スキル



(〇〇力, △△性)

正課外活動（実務）  
で得られる経験値



## オンキャンパスジョブ

クエスト参加経験がある方へのインタビュー

📅 2024年06月19日 まで  
🎁 Amazon Gift 1000円

条件：過去にクエストに参加したことのある方

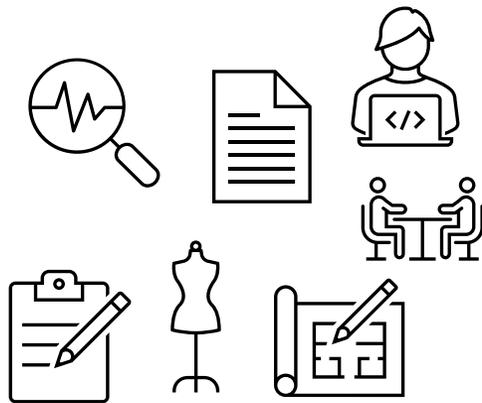
生成AIを活用した共同研究支援アプリ  
開発補助の募集

📅 2024年01月30日 23:45 まで  
🎁 66000円程度（要相談）

条件：Pythonを用いたプログラムの開発経験

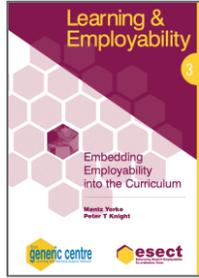
学生支援LINE bot短期スタッフの募集

📅 2024年01月16日 まで  
🎁 時給1000~1200円



# 学習経験・実務経験から修得される11スキルを定義

「雇用と学生のスキル」に関する文献\*, \*\*を参考に定義



## 01. 共同作業力



- **チームワーク**: 共通の課題に対して他者と建設的に協力できること。
- **影響力**: 自分の見解や行動方針を主張し、正当性を他者に納得させること。
- **政治的感受性**: 組織が実際にどのように機能しているかを理解し、それに応じて行動すること。

## 02. 対人・コミュニケーション力



- **説明力**: 口頭および文書を通じて、明確に情報提示すること。
- **口頭発表力**: グループに対して明確かつ自信のある情報提示を行うこと。
- **書面での伝達力**: 具体的に書かれた明確な報告書や手紙などを作成すること。
- **論証・正当化力**: 自分の見解や行動方針を主張したり、正当化したりすること。
- **葛藤解決力**: 自己内および他者との関係における葛藤を解決すること。
- **交渉力**: 意見の相違のある問題について、相互に満足いく解決を図るための議論を行うこと。
- **傾聴力**: 重要なポイントを認識しながら集中して注意を払うこと。
- **感情的知性**: 他者の感情とその影響に対する感受性を持つこと。

## 03. 批判的思考



- **批判的分析力**: 状況や課題の矛盾点を見つけ出す能力。
- **読解力**: 重要なポイントを認識し記憶する能力。

## 04. グローバル・異文化対応力



- **言語能力**: 2つ以上の言語を話す能力を持つこと。
- **異文化間で働く能力**: 国内外両方の文化圏において働く能力。
- **グローバルな意識**: 文化および経済の両面において、国外に関心を持つこと。

## 05. 倫理観



- **道徳的行動力**: 道徳的な規範を持ち、それに従って行動すること。
- **倫理的感受性**: 就労の倫理的側面を理解し、それに応じて行動すること。
- **商業的意識**: ビジネスの課題や優先事項を理解して行動すること。

## 06. 自己管理能力



- **自己管理能力**: 効率的かつ体系的に作業する能力。
- **優先順位付け**: 重要度に応じてタスクのランク付けをする能力。
- **計画力**: 達成可能な目標を設定し、行動を構築すること。
- **自立性**: 他からの監督なしで行動する能力。
- **主体性**: 促されることなく自発的に行動を起こす能力。
- **自己認識**: 自分の強みと弱み、目標や価値観を理解していること。
- **反省性**: 自分自身および他者のパフォーマンスについて評価的に振り返る傾向。

## 07. 問題解決力



- **問題解決**: 解決策を見つけるために適切な方法を選択し使用すること。
- **自信**: 就労や生活の中で直面する課題に対処できるという自信。
- **意思決定**: 複数の選択肢の中から最良の選択をすること。
- **複雑さへの対応力**: あいまいな状況を処理する能力。

## 08. 状況適応力



- **適応力**: 変化する状況や新たな課題に対して積極的に対応する能力。
- **ストレス耐性**: プレッシャーの下でも効果的に機能し続ける能力。
- **柔軟な自己理論**: 自身の知能などは固定されたものではなく、発展できると信じられる気質。

## 09. 創造性



- **創造性**: 独創的または発明的な能力、または、固定概念や既存の論理にとらわれずに物事を多角的に考察する能力 (水平思考)。

## 10. 学習意欲



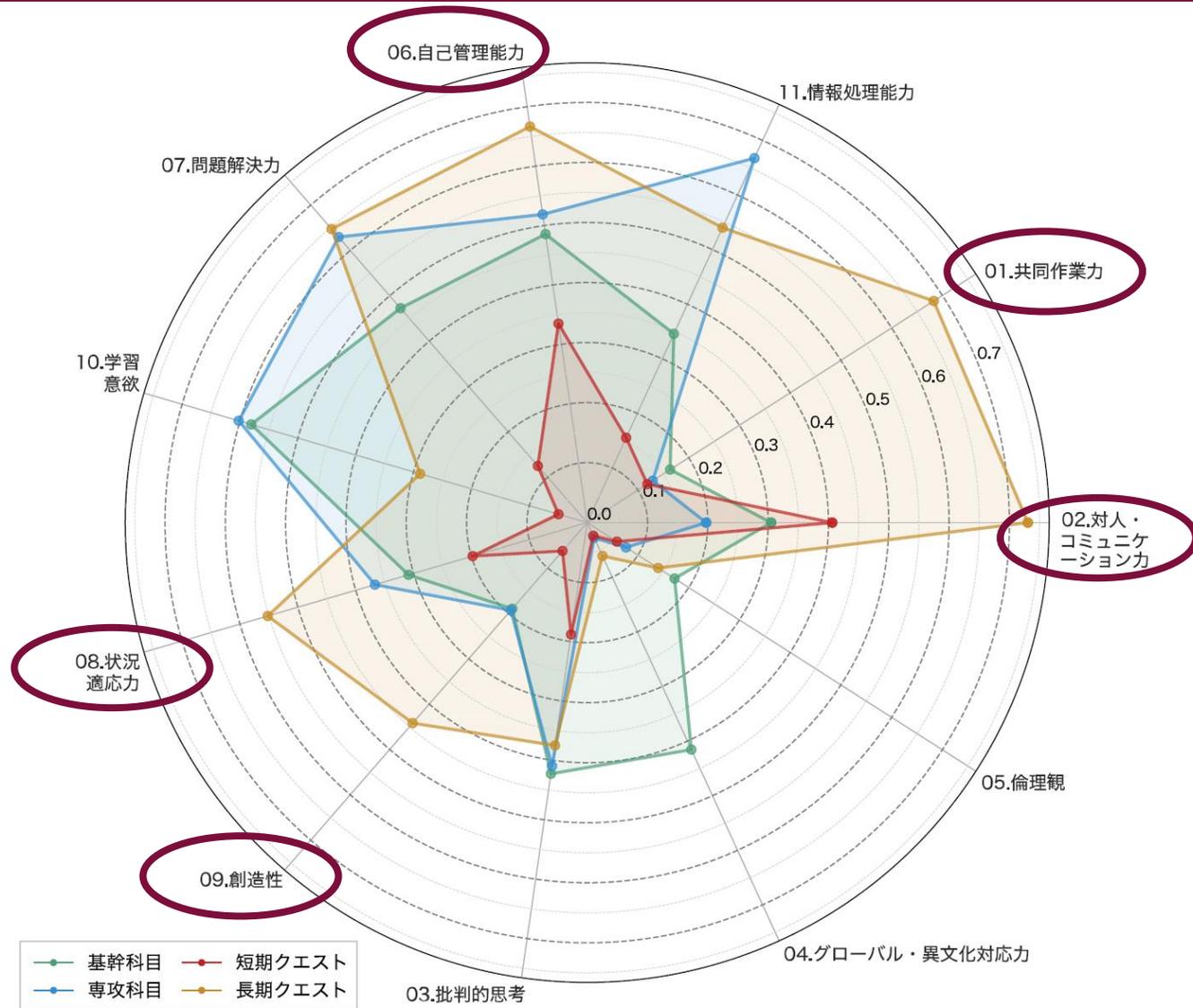
- **学習意欲**: 就労や生活のニーズに応えるために継続的に学び続ける姿勢。

## 11. 情報処理能力



- **コンピュータリテラシー**: さまざまなソフトウェアを使いこなす能力。
- **専門知識の応用**: 高等教育プログラムで得た専門知識を活用すること。
- **情報検索力**: さまざまな情報源にアクセスする能力。
- **数的能力**: 正確に数字を扱う能力。

# シラバス／実務内容から抽出した修得スキルの割合

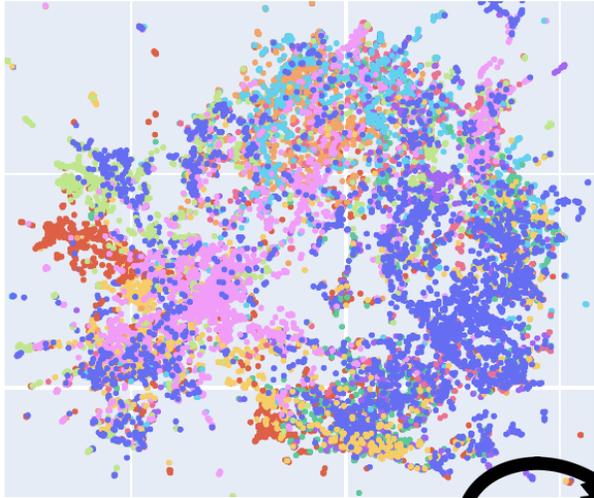


- 基幹科目 } 学習活動
- 専攻科目 } 学習活動
- 短期クエスト } 実務活動
- 長期クエスト } 実務活動

共同作業力，対人コミュニケーション力，創造性，状況適応力，自己管理能力は，実務活動からのスキル修得構成比が高い

不足しているスキルを補う学習・実務活動を推薦する仕組みが必要

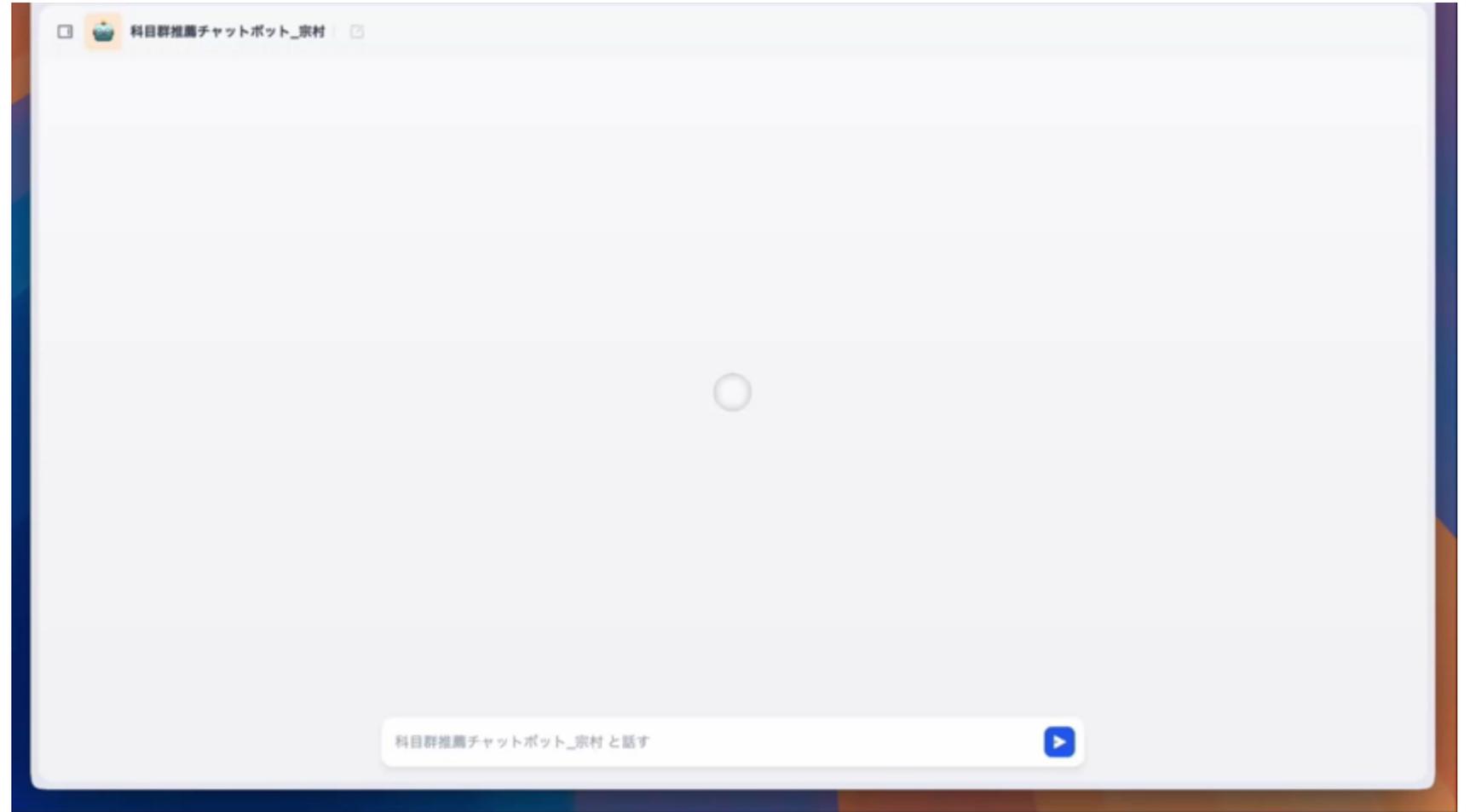
# 学習者の将来像指向を考慮した学習活動推薦



全科目の内容、  
つながりを把握



学習者の描く将来像に  
近づくための学習活動  
を対話を通して理由付  
きで推薦



# まとめ

教材閲覧ログ

教材の内容

視線情報

↓

閲覧行動分析の詳細化

e-BookにGaze推定機能を統合    ブックマーク・マーカー・メモ

クリックストリーム(PREV, NEXT)    理解度ボタン

教材の内容

手書きノート

成績情報

電子教材

手書きノート

マルチモーダル教育データ分析により、  
 多様な学習・実践の痕跡をつなぎ、  
 学習者一人ひとりの成長支援へ

座学状況

圃場環境情報

農作業情報

↓

座学と実習の効果的な接続

カメラやウェアラブルセンサで作業状況を分析

環境センサ

学習状況

授業外活動

↓

学習・実務横断学修分析

オンキャンパスジョブ

知識・技能の実践

実践に必要なスキル評価

カリキュラムマップ

知識・技能の修得支援

成長に必要な知識・技能を推薦

Can/Willを分析