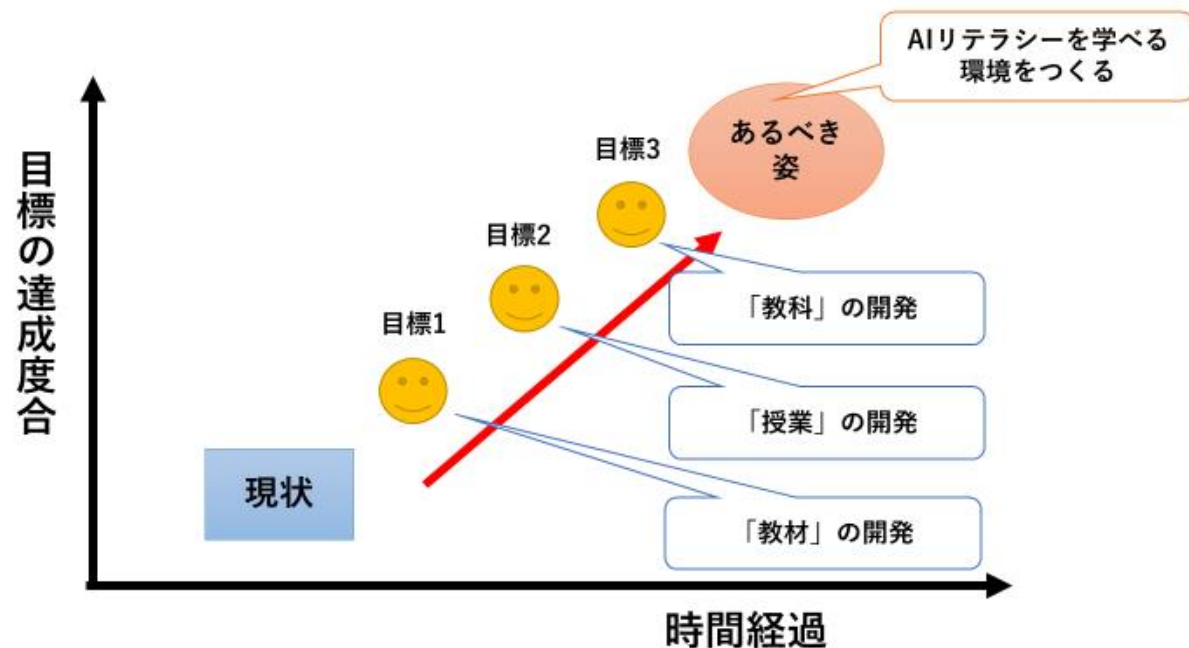


高等学校におけるAIを学ぶ教材の開発と授業実践

～ 教材はどのようなものが必要か？ ～

目標の具体的イメージ



愛知県立春日井工科高等学校
再任用教諭 寺岡広樹
(放送大学教養学部)

放送大学 辰己丈夫

学校紹介



愛知県立春日井工科高等学校

ロボット科、機械科、電気科、電子工学科

学年：7クラス（280名）

ただし、1年生は6クラス

8割が県内の製造業に就職

校 訓
心を育て 自らを琢く

「3年間で一人前にする」

自己紹介

経歴

企業でのエンジニア後、
教員へ（現在14年目）

マイミッション

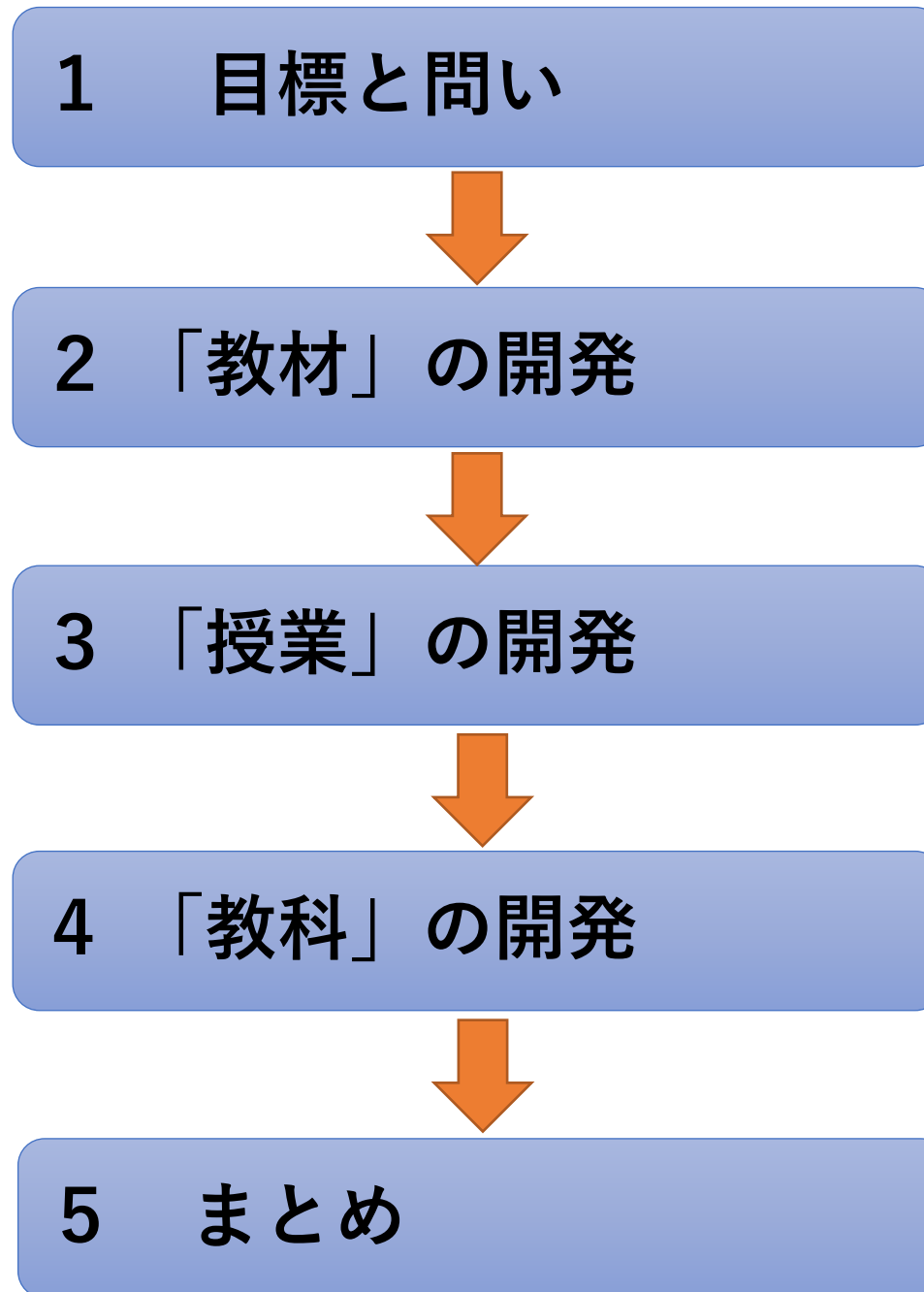
電子工作を通してコンピテンシーを
高める教育実践を行う

保有教員免許

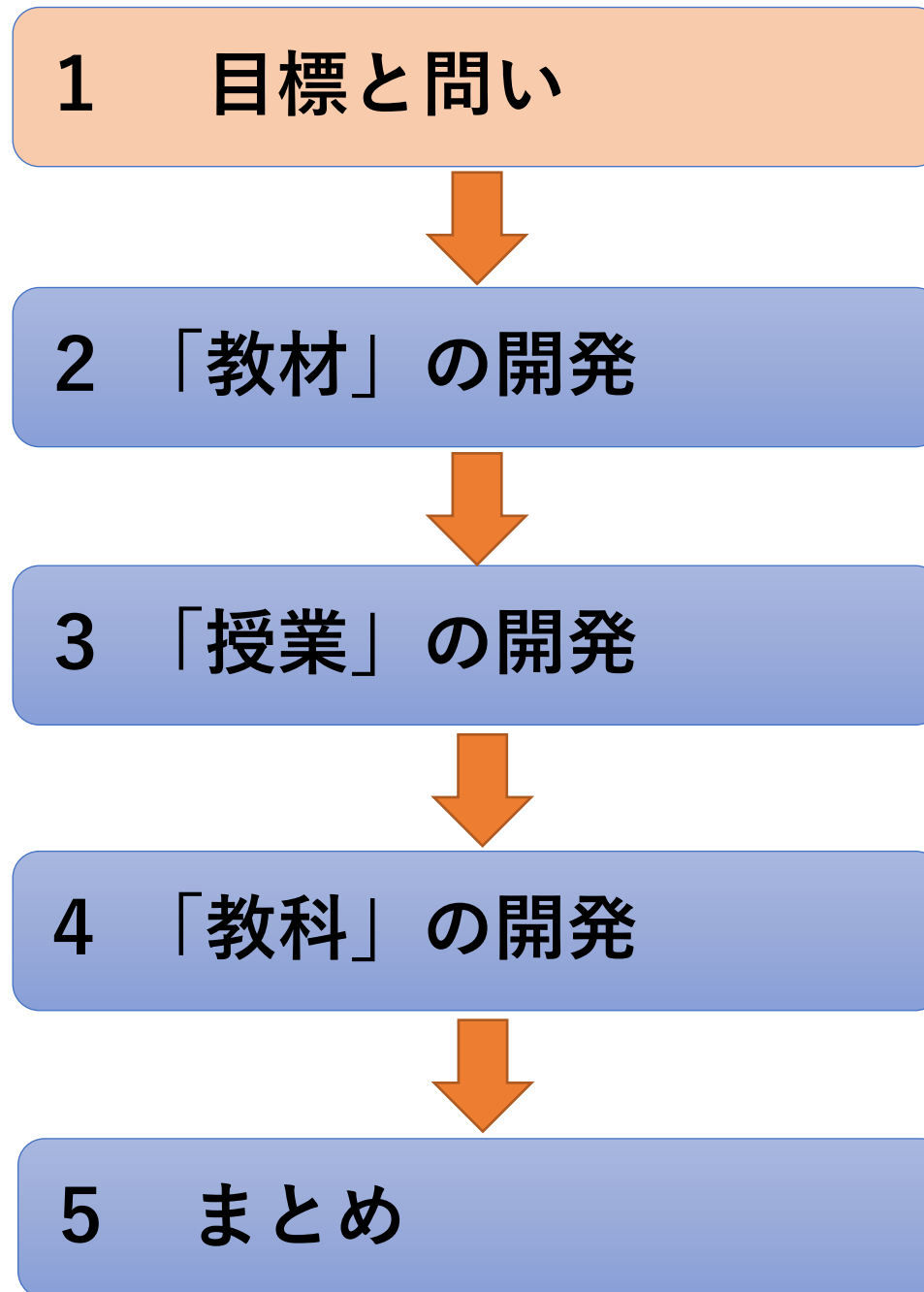
- ・工業
- ・数学、理科、情報
- ・商業、社会公民
- ・英語、国語

※アンダーラインの教科は正規の授業の
経験あり。

報告内容



報告内容



社会課題

日本

AI人材が不足

2030年78.9万人
(経済産業省)

大学

全ての学生に
AI教育

高校

問題定義

日本

AI人材が不足

2030年78.9万人
(経済産業省)

大学

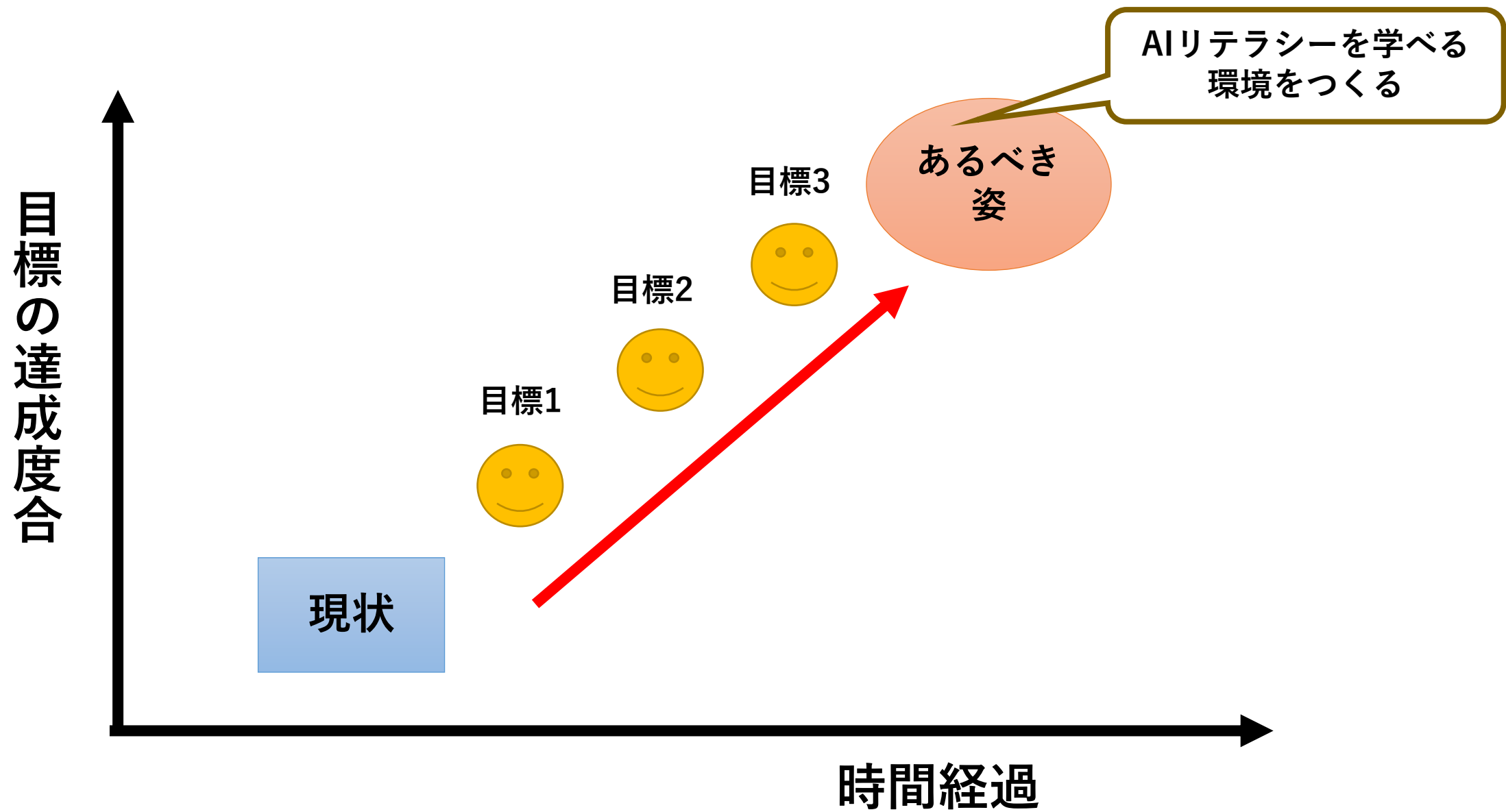
全ての学生に
AI教育

高校

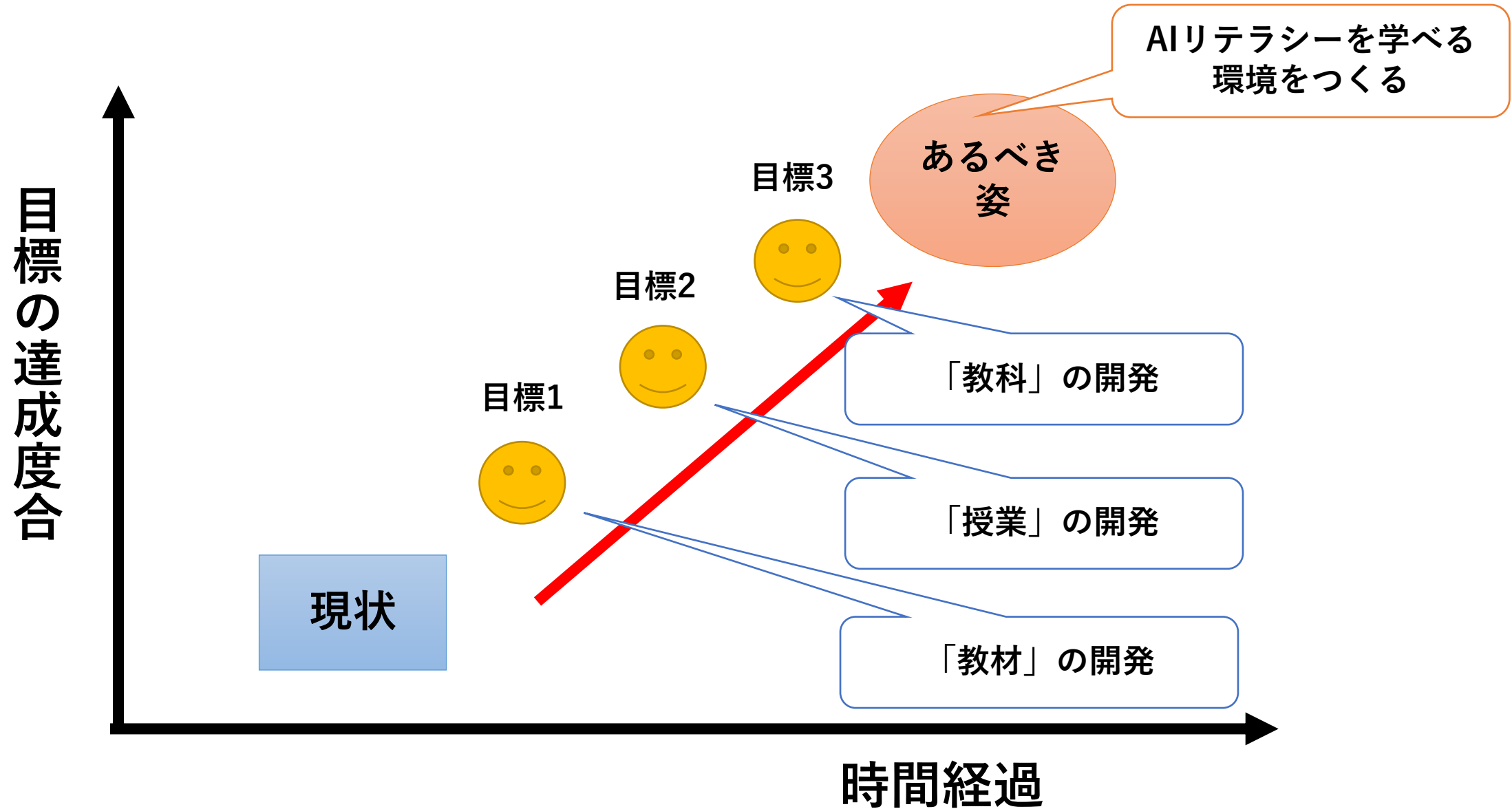
AIリテラシー
教育

必要

あるべき姿の設定（目的）



目標の具体的イメージ



「教材」の開発の問い

教材はどのようなものが必要か？

標の達成度合

現状

目標1

目標2

目標3

あるべき姿

AIリテラシーを学べる
環境をつくる

「教科」の開発

「授業」の開発

「教材」の開発

時間経過

「授業」の開発の問い

どのような授業の方法が適切か？

標の達成度合

現状

目標1

目標2

目標3

あるべき姿

AIリテラシーを学べる
環境をつくる

「教科」の開発

「授業」の開発

「教材」の開発

時間経過

「教科」の開発の問い

教科として共通に
学ぶべきことは何か？

標の達成度合

現状

目標1

目標2

目標3

あるべき
姿

AIリテラシーを学べる
環境をつくる

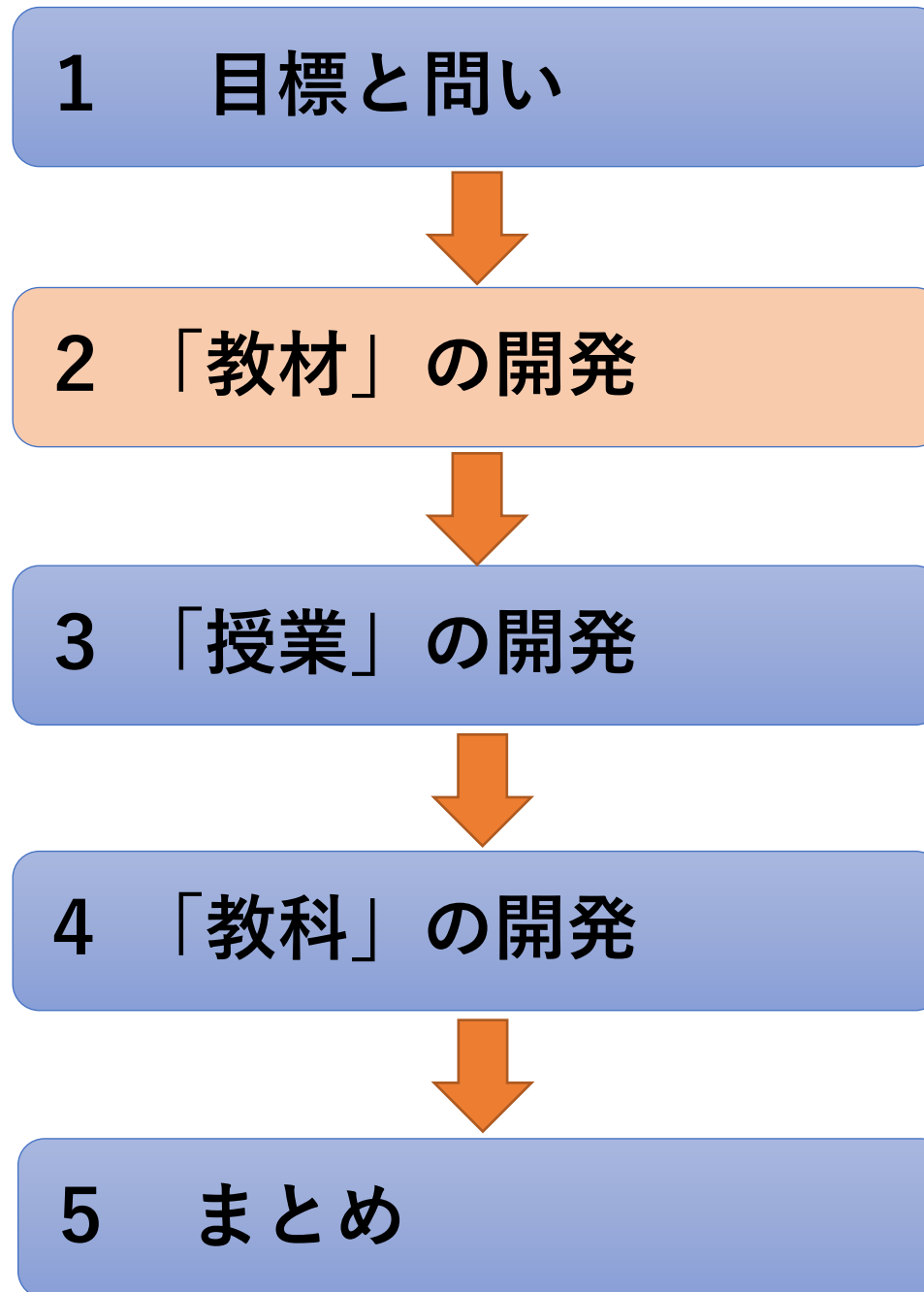
「教科」の開発

「授業」の開発

「教材」の開発

時間経過

報告内容



どのような教材が必要か？

Something New

100⁺ の教材を準備する

(2018年～現在：54)

どのような教材が必要か？

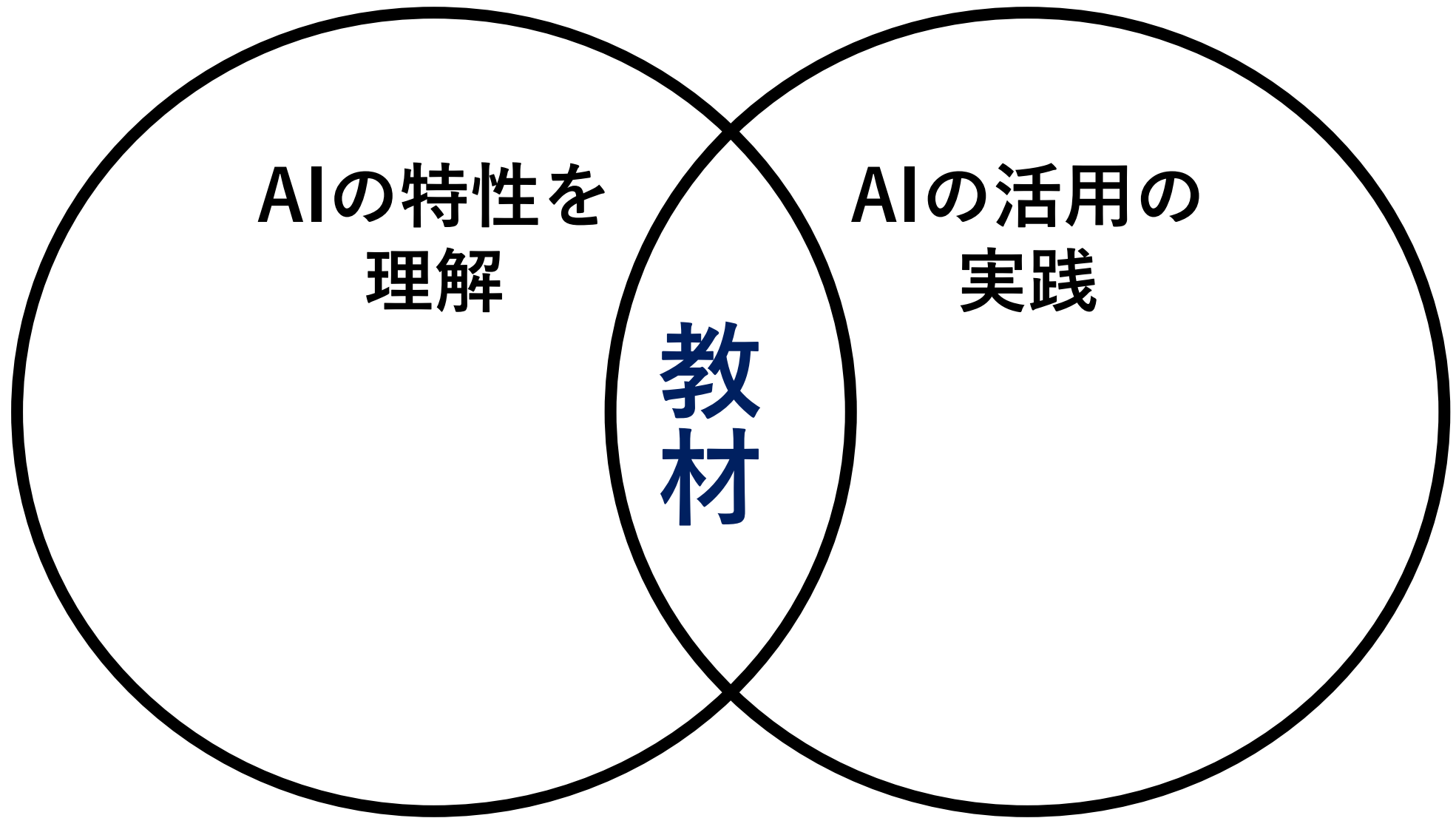
Something New

100⁺ の教材を準備する

(2018年～現在：54)

YouTubeで公開（「テラオカ電子」）

どのような教材が必要か？



教材の位置づけ

どのような教材が必要か？

AIを学ぶ3種類の教材

- ・ 仕組みを学ぶ
- ・ 活用を学ぶ
- ・ 工程を学ぶ

AIの「仕組み」を学ぶ教材

製作した教材はYouTubeで全て公開

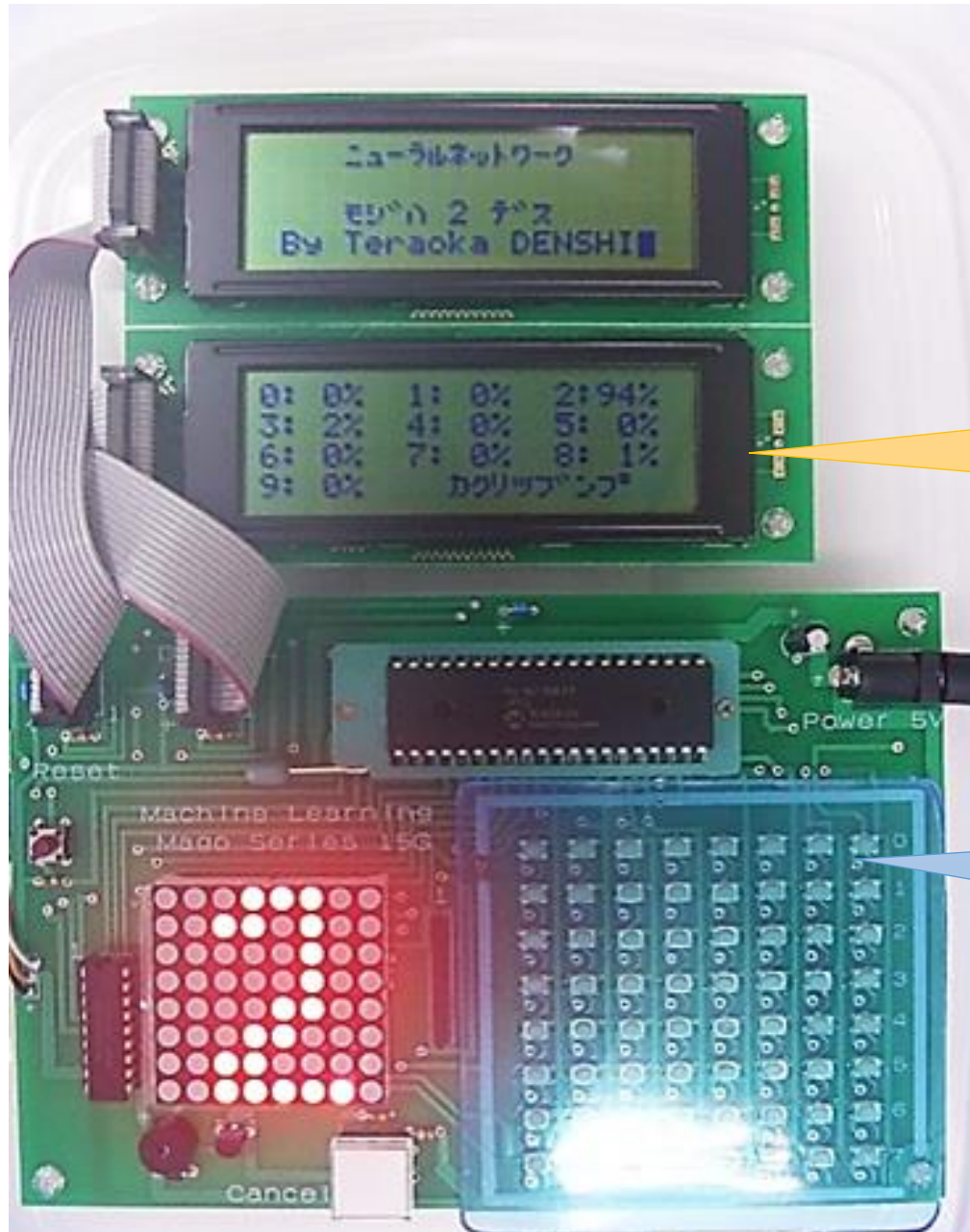
電子工作（文字認識：ニューラルネットワーク）

数字の分類確率分布

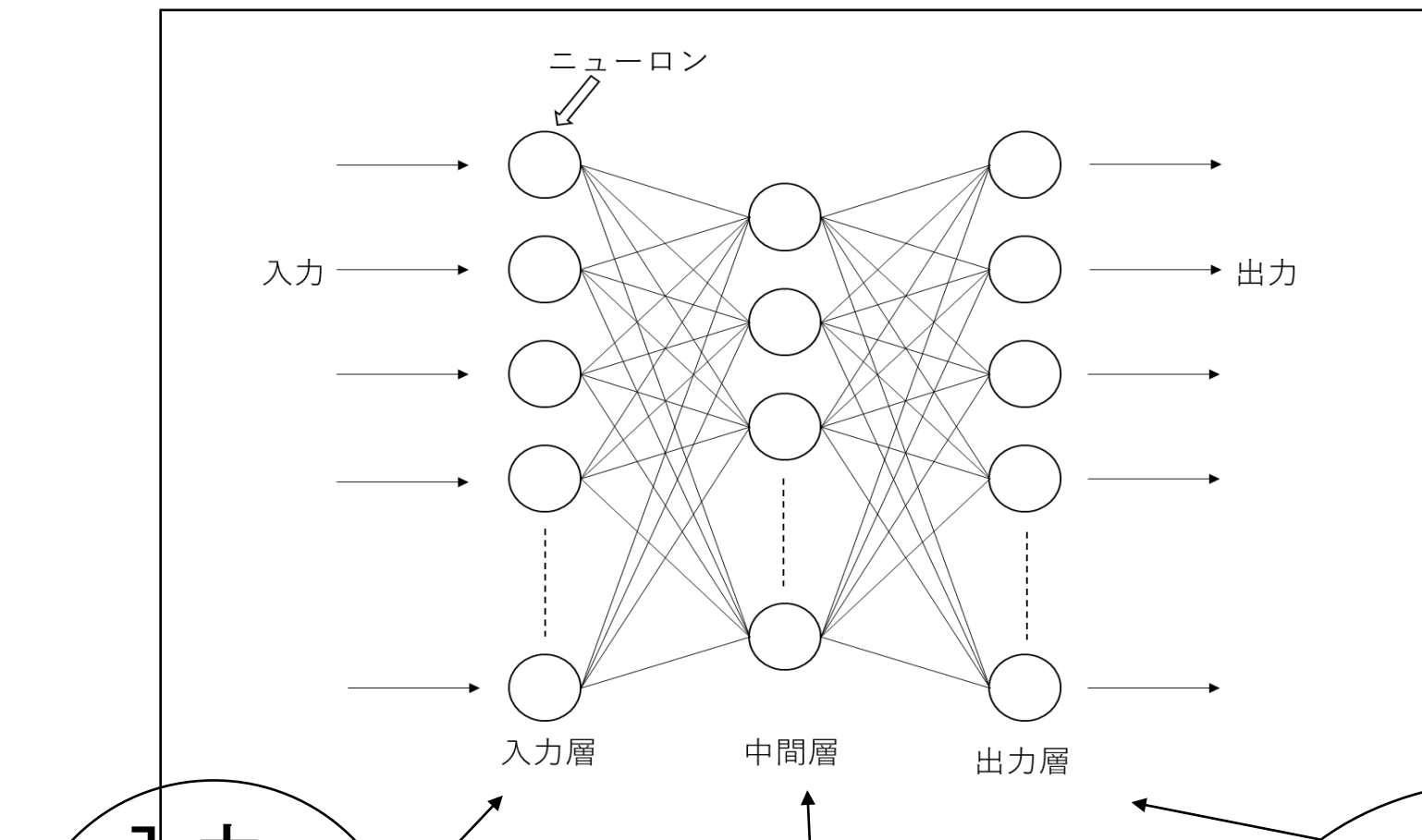
0 ~ 9

数字の入力パッド

$8 \times 8 = 64$ 個



教材のニューラルネットワークの構造



2層の
ニューラル
ネットワーク

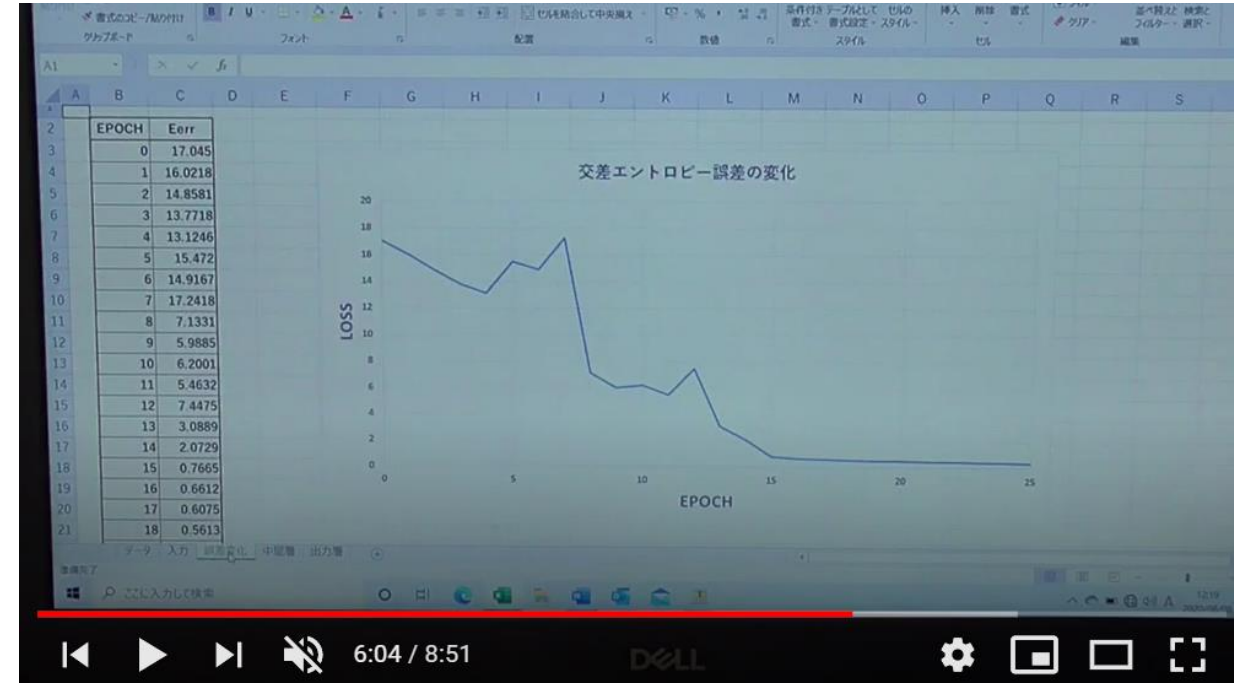
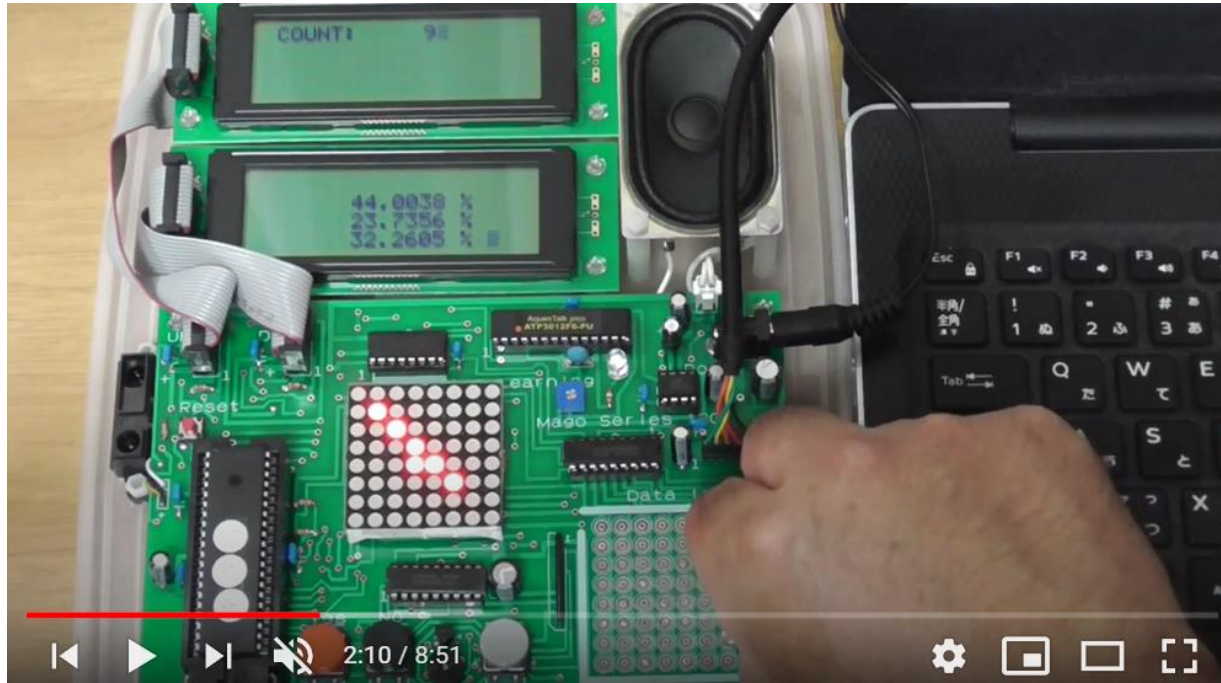
重みパラメータ
合計：610個

入力
 8×8
= 64個

中間
8個

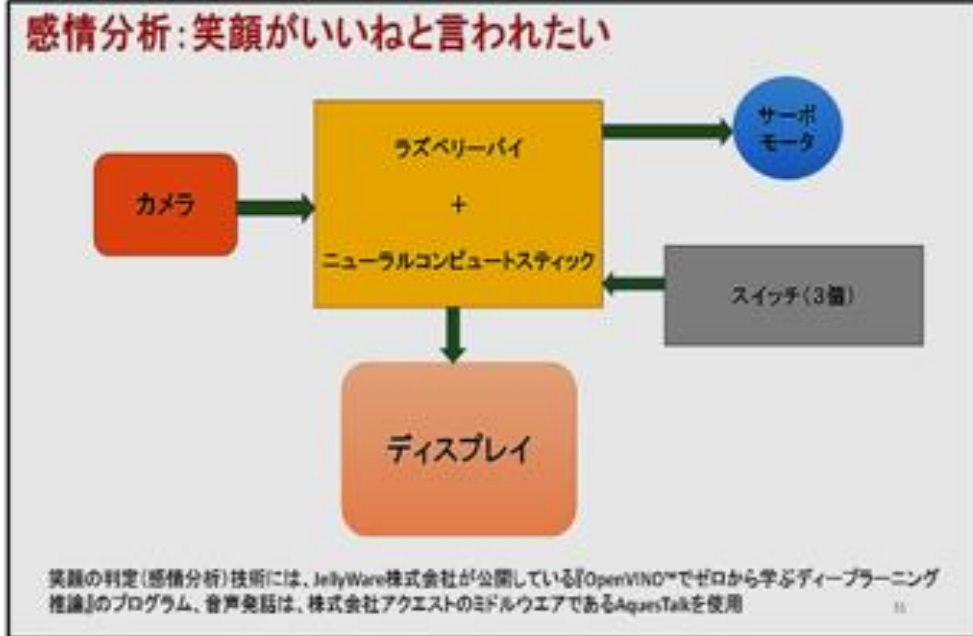
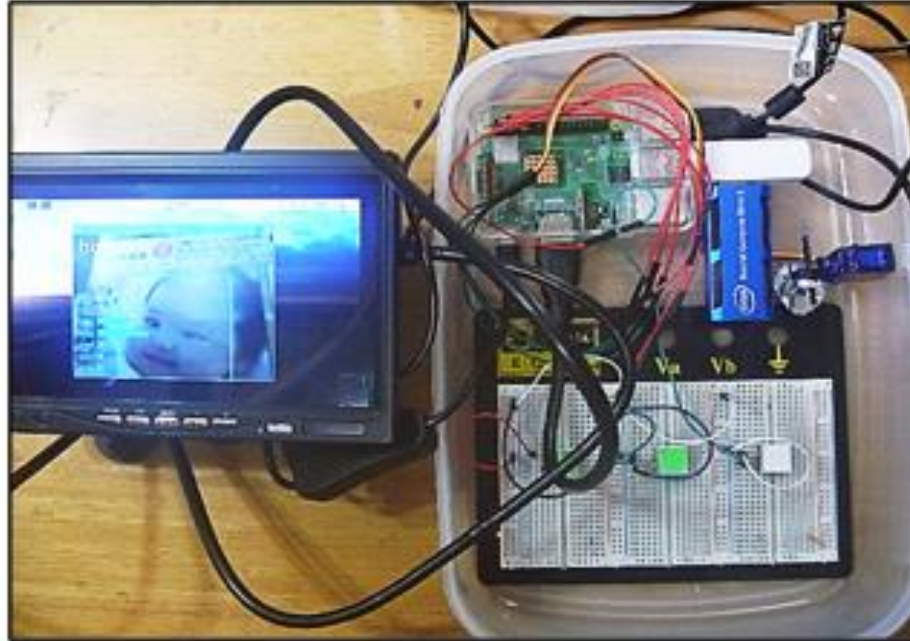
出力
(数字の分類)
10個

MyNIST



ニューラルネットワークの学習の可視化

電子ゲーム「感情分析：笑顔がいいねと言われたい」の概要



顔の表情を、「Neutral（無表情）」、「Happy（幸せ）」、「Surprise（驚き）」、「Sad（悲しみ）」、「Angry（怒り）」の5つの感情に分類する。

「Happy」の感情が90%以上になると、サーボモータが動いて、デートのアイテムである「指輪（玩具）」が出る。

感情分析ロガー

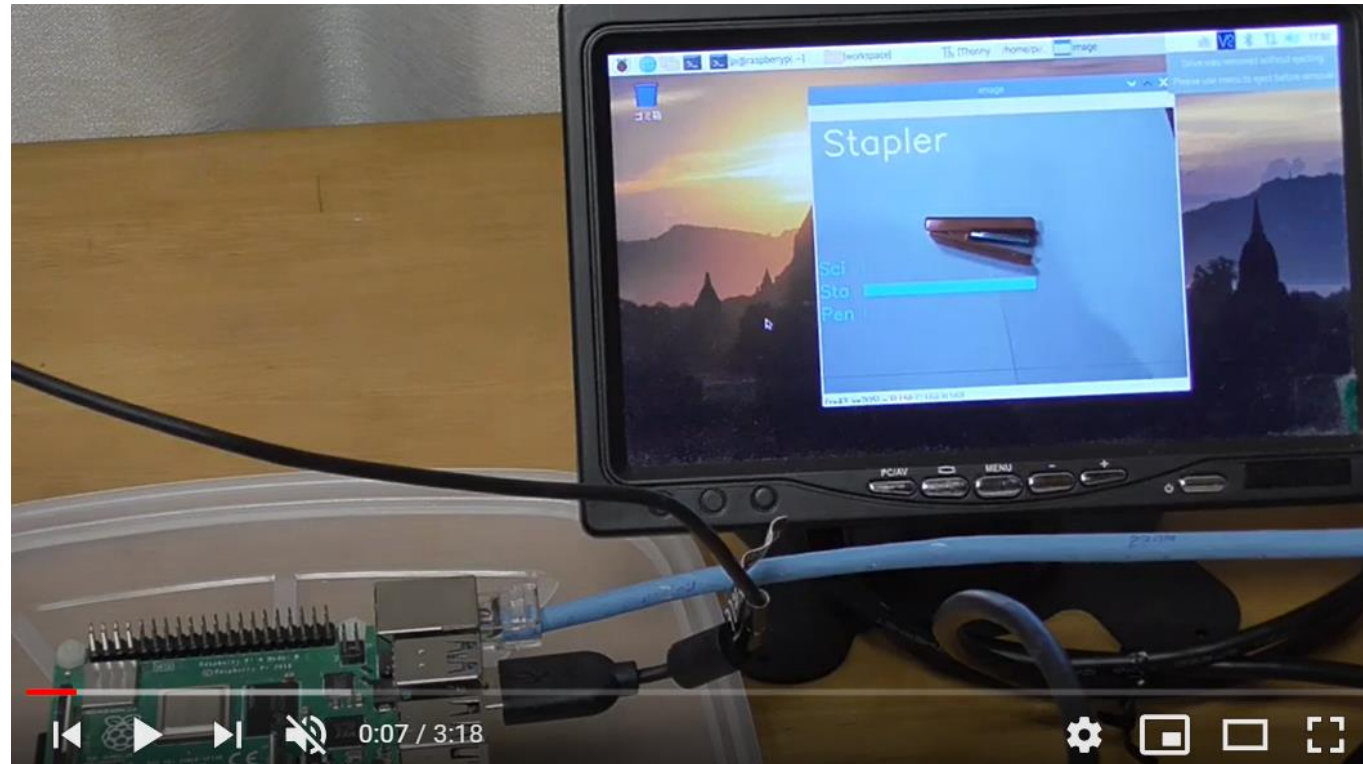


スマイルカウンター



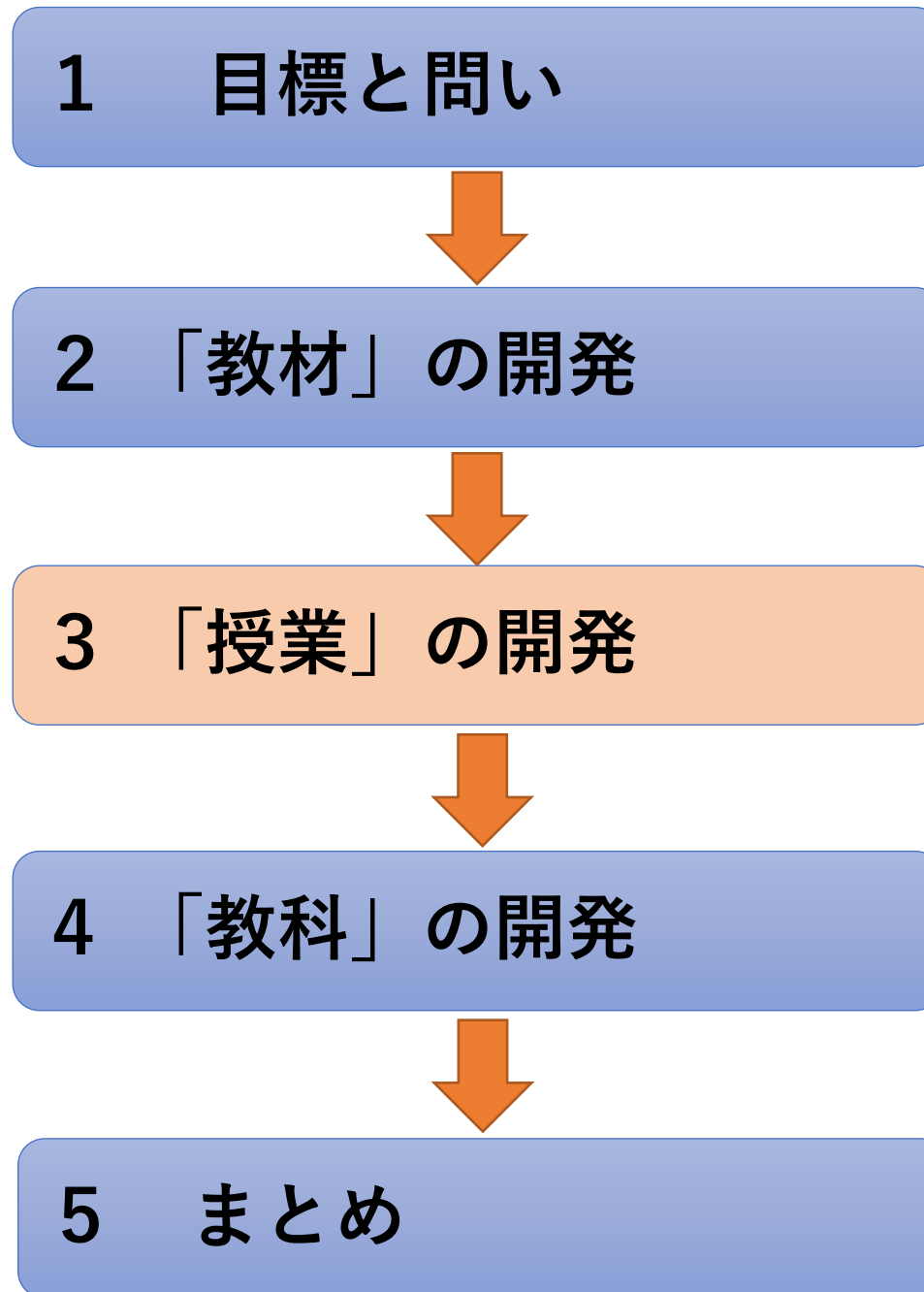
漫才の面白さを可視化する研究活動

オリジナル分類器



データセット作成 → 「学習」 → 「推論」 → 評価

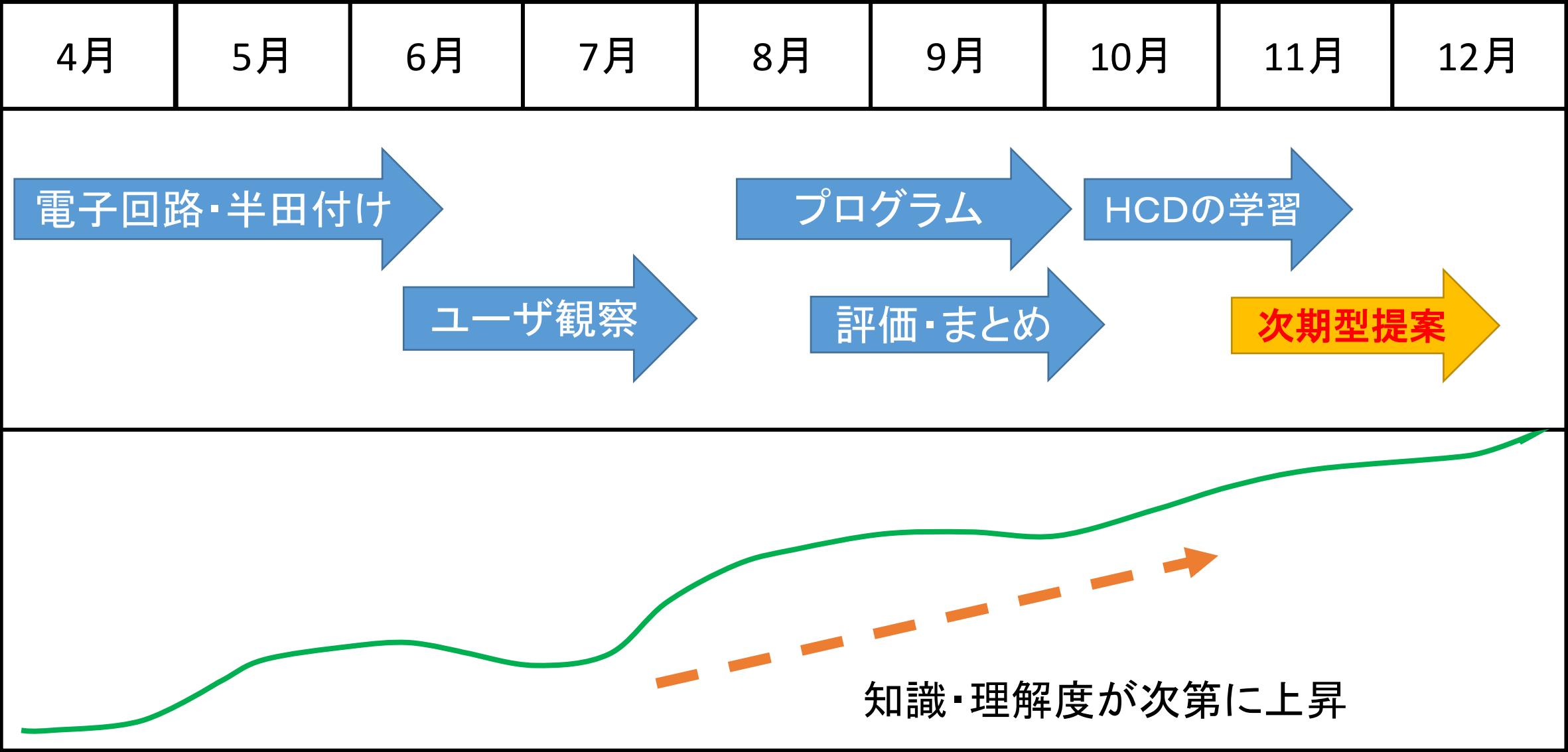
報告内容



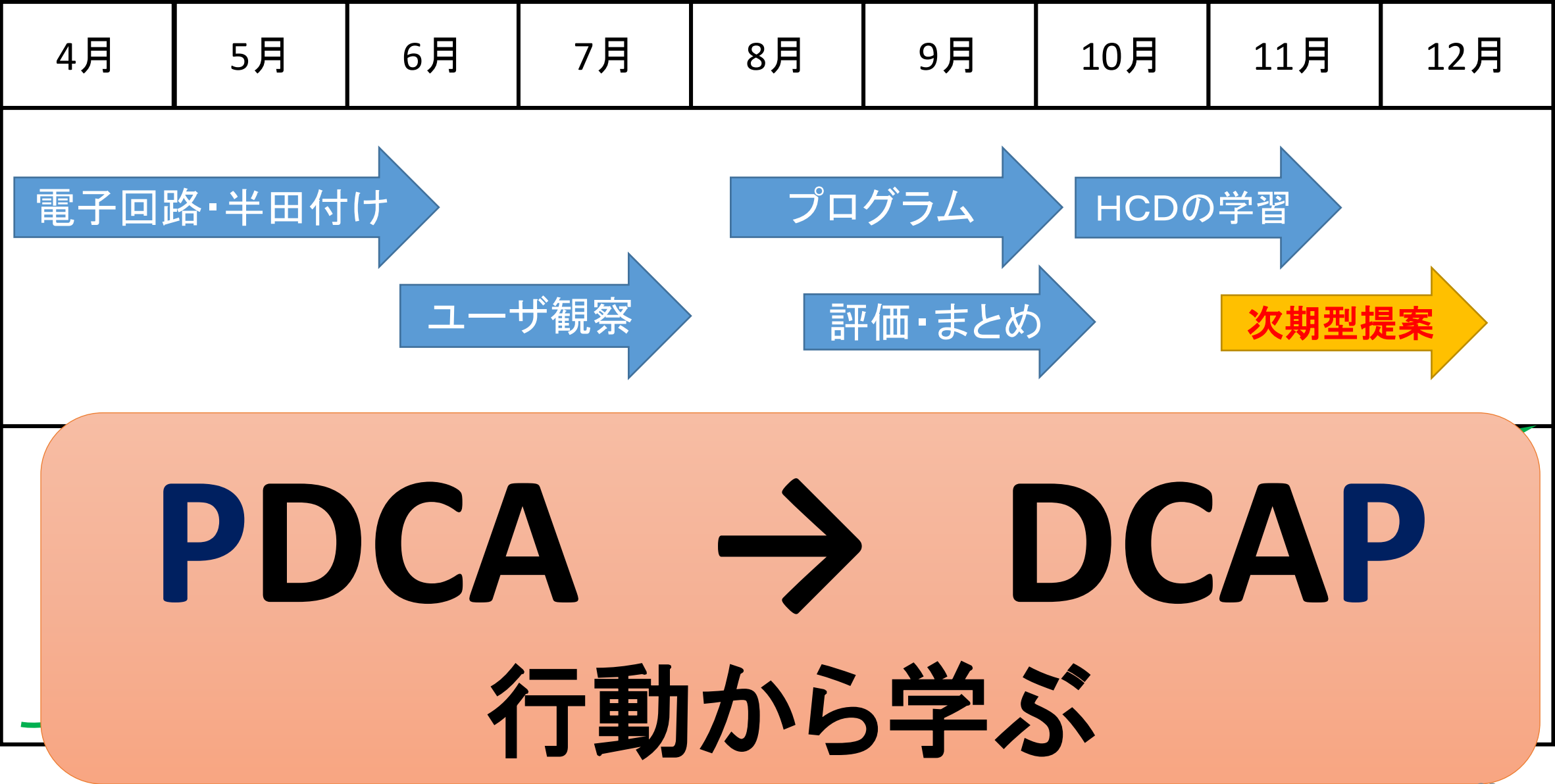
どのような授業方法が適切か？

- ・ 教材の事前開発
- ・ 生徒の状況に応じた指導

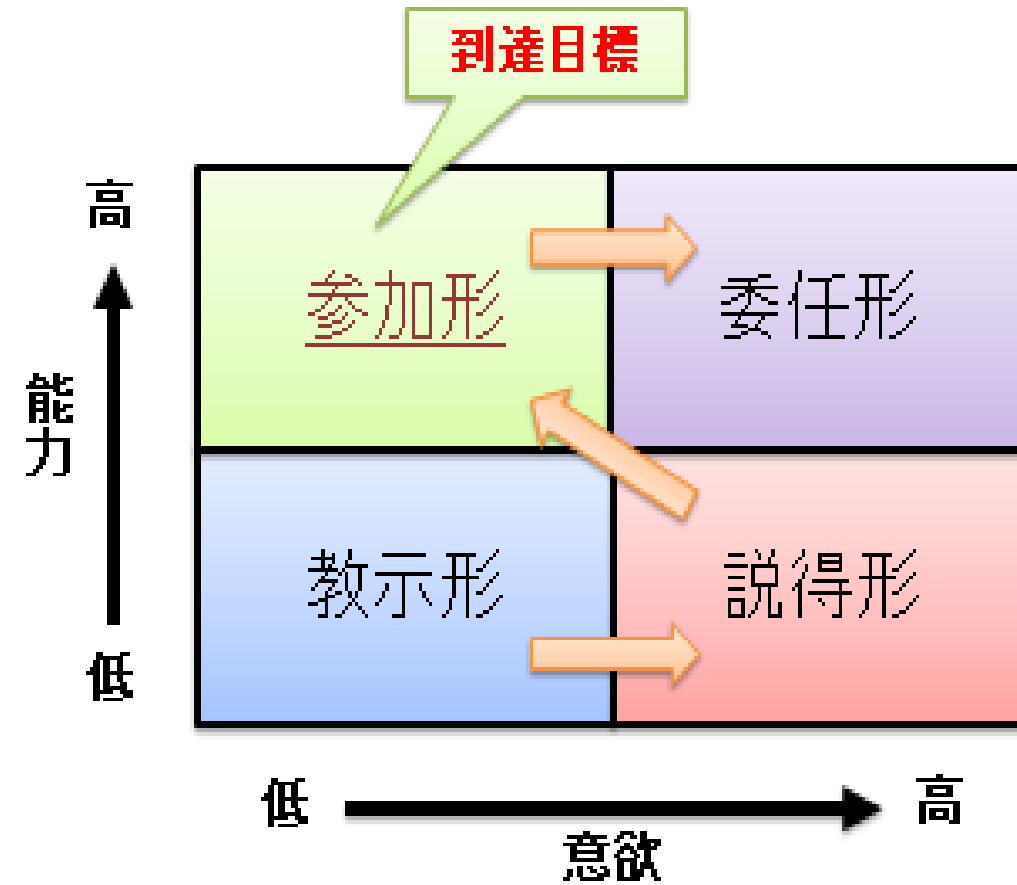
教材の事前開発:「課題研究」の学習の流れ



教材の事前開発:「課題研究」の学習の流れ



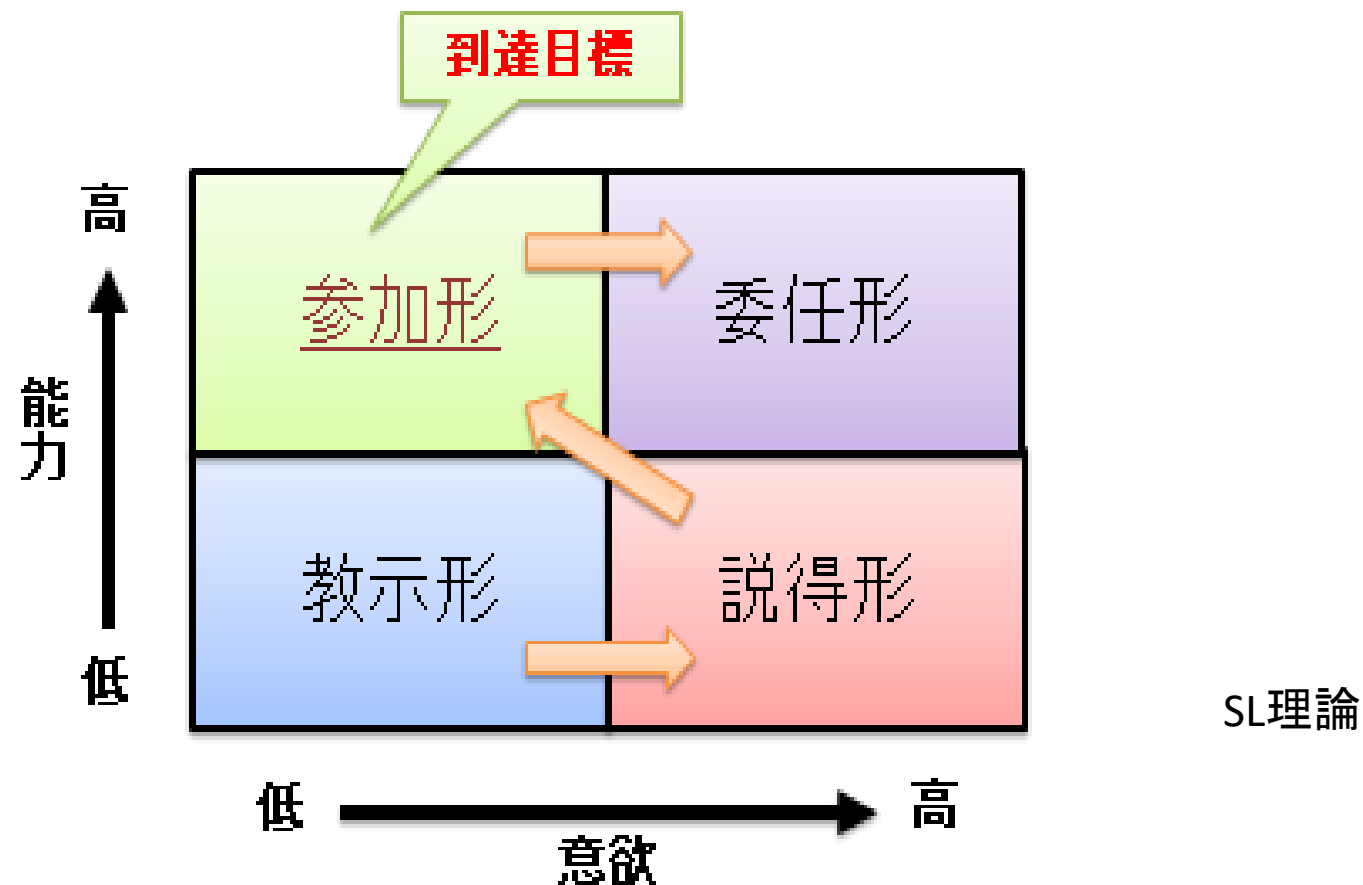
指導方法の変化



SL理論

28

指導方法の変化



28

「教師主導で進める指導場面」と
「生徒が主体的に取り組む活動場面」のバランス

高齢者向け電子ゲームのAI技術の適応可能性の研究 ーフィールド調査での仮説の検証ー



生徒

高齢者施設訪問



高齢者施設訪問



AIの高齢者の健康促進への活用研究

研究目的

AI技術を使って高齢者の能力維持を促進できないか？

高齢者にとってAI技術は受け入れがたいかもしれない
何が障害になっているのかを検証

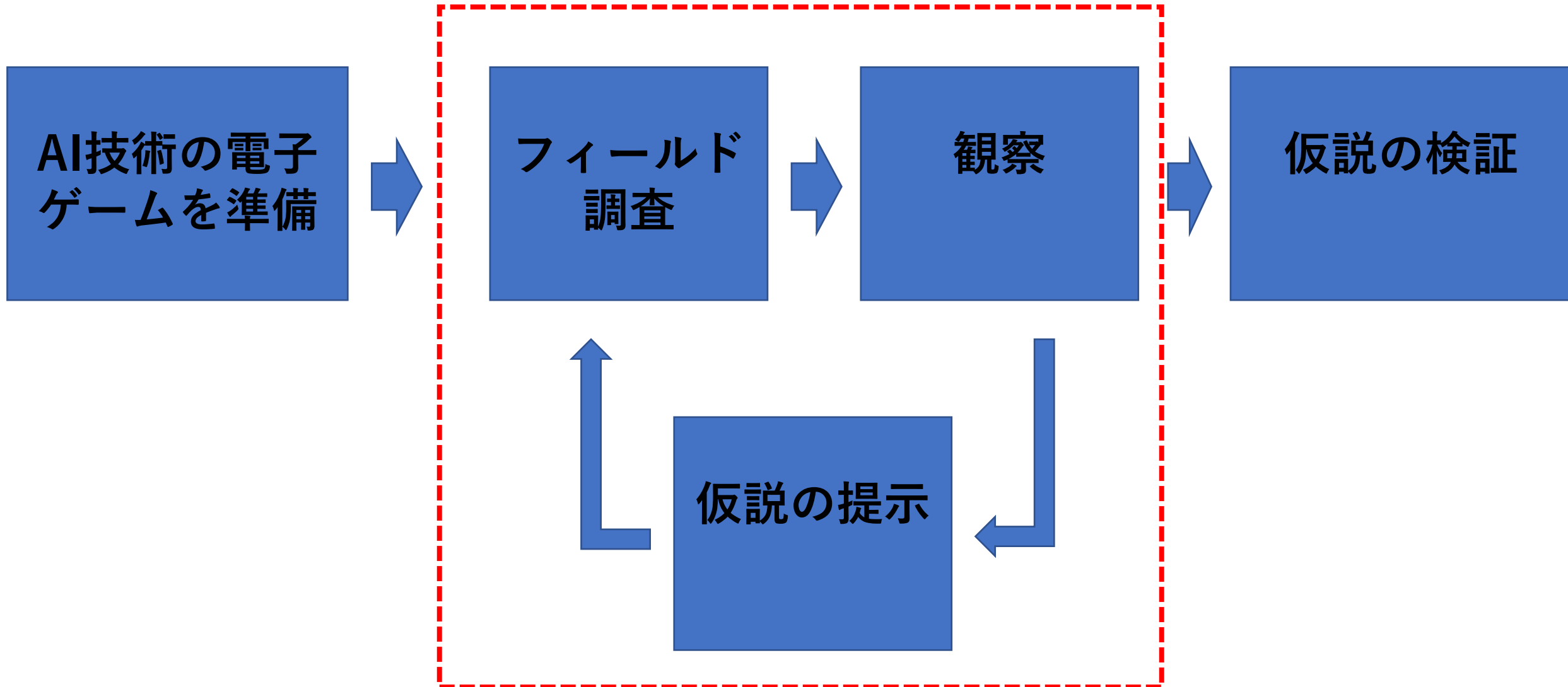
AIに対する「恐れ」は、高齢者に

「この電子ゲームは、人のように考えて判定しているわけではなく、単に、コンピュータが「学習」したデータに基づいて、どれに近いかを計算しているに過ぎない」

とAIのメカニズムを伝えると、それが軽減される

研究方法

高齢者施設訪問



高齢者施設訪問の概要

- ①日時：2020年 7月9日 13：30～14：15
- ②施設名：春日井市社会福祉協議会介護サービスセンター
- ③ 高齢者の概要：高齢者約15名（途中で入れ替わりあり）、一人での歩行が困難な人が多かった
- ④訪問者：本校生徒7名、引率教員1名
- ⑤使った電子ゲーム：「感情分析：笑顔がいいねと言われたい」
- ⑥その他：マスク着用、ボランティア2名（他校の高校生）参加

実演（仮説の説明前）



比較的**元気な高齢者**は、最初、戸惑った様子だったが、スタッフの方の誘導もあり、電子ゲームに「笑顔」と判定され、みんなから拍手を受け、**楽しそうだった。**

実演（仮説の説明後）



仮説を説明している様子



介護が必要な高齢者の方が電子ゲームを楽しんでいる様子



次の高齢者の参加が出なかったため、仮説の説明を行う

「この電子ゲームは、人のように考えて判定しているわけではなく、単に、コンピュータが「学習」したデータに基づいて、どれに近いかを計算しているに過ぎないので、気に病むことなく、気軽に楽しんでください」

その後、スタッフの方の誘導で、高齢者が体験して頂いた

実演（仮説の説明後）



仮説を説明している様子



介護が必要な高齢者の方が電子ゲームを楽しんでいる様子



次の高齢者の参加が出なかったため、仮説の説明を行う

「この電子ゲームは、人のように考えて判定しているわけではなく、単に、コンピュータが「学習」したデータに基づいて、徐々に近いかなを計算し、

教師が問いと進め方を提示して、
それに基づいて生徒は主体的に探究学習を進めた

AIとじゃんけん

機械学習の「学習」におけるパラメータの可視化による考察



生徒

班

研究目的と研究仮説

教師あり機械学習において、「学習」はどう進むか？

教師データに矛盾があった場合どうなるか？

損失誤差の変化を可視化して変化を見ることで「学習」の様子が分かる

じゃんけんに着目

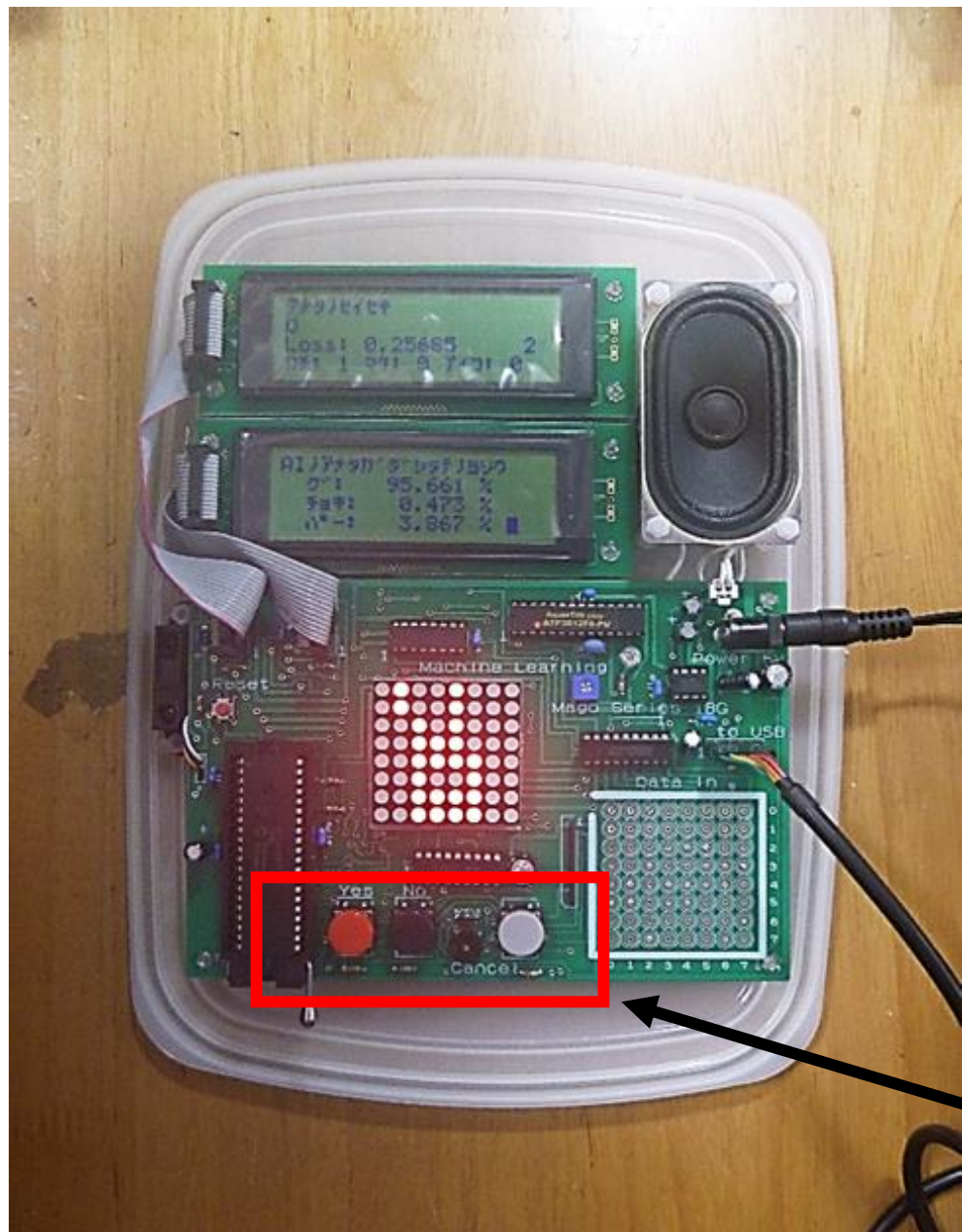


<https://www.cinemacafe.net/article/2011/09/20/11335.html>

ゲーム理論の解：ナッシュ均衡

「2人ともグー・チョキ・パー
をすべて $\frac{1}{3}$ で出すこと」

じゃんけんマシンの概要



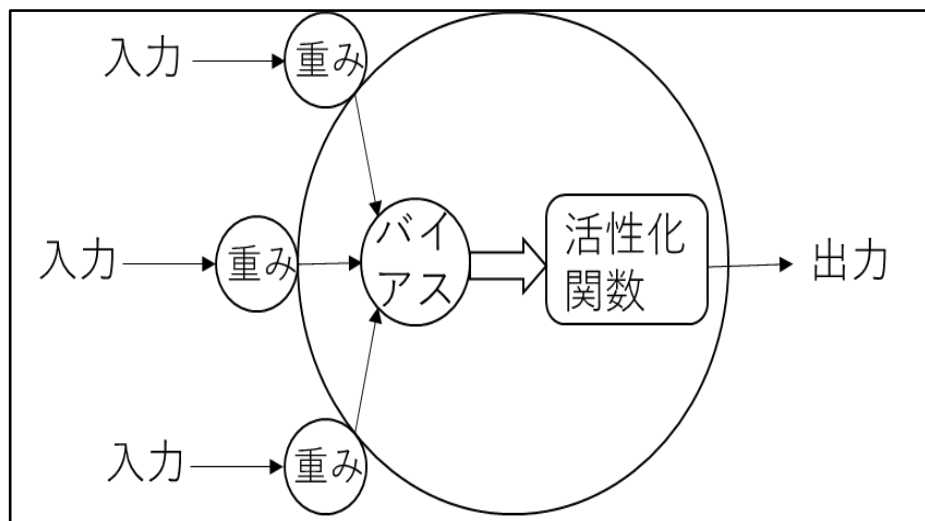
じゃんけんマシンの「事前学習」データ

事前勝負	コンピュータ (X1,X2,X3)	人間 (X4,X5,X6)	正解値データ (t1,t2,t3)
1回目	チョキ (0,1,0)	グー (1,0,0)	(0,1,0)
2回目	グー (1,0,0)	チョキ (0,1,0)	(0,0,1)
3回目	パー (0,0,1)	パー (0,0,1)	(1,0,0)
4回目	パー (0,0,1)	グー (1,0,0)	(0,1,0)
5回目	チョキ (0,1,0)	チョキ (0,1,0)	(0,0,1)
6回目	グー (1,0,0)	パー (0,0,1)	(1,0,0)
7回目	パー (0,0,1)	グー (1,0,0)	

人のじゃんけんの出す手は、一つ前の相手と自分の手から決まるという1階マルコフモデル

人間のじゃんけんの入力
左より：グー、チョキ、パー

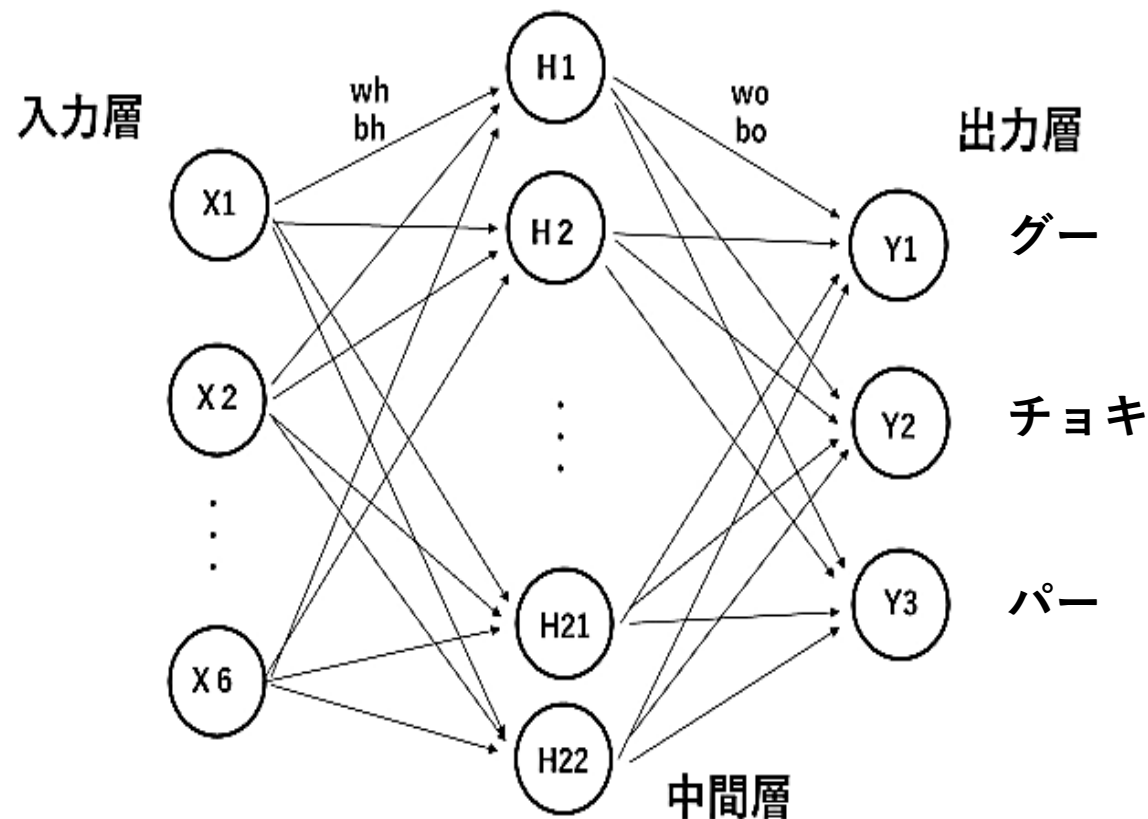
ニューラルネットワークの構造



ニューロンモデル

$$y = f\left(\sum_{k=1}^n (x_k w_k) + b\right)$$

ニューラルネットワークの構造



中間層の活性化関数：シグモイド関数、
出力層の活性化関数：ソフトマックス関数

「学習」の計算：バックプロパゲーション

交差エントロピー誤差

$$E = \sum_{k=1}^6 t_k (-\log(y_k))$$

勾配降下法（パラメータの決定）

$$w \leftarrow w - \eta \frac{\partial E}{\partial w}$$

w:重み

b:バイアス

E:交差エントロピー誤差

$$b \leftarrow b - \eta \frac{\partial E}{\partial b}$$

η :学習係数

矢印「 $\leftarrow$ 」は、重み、バイアスの更新を示す

バックプロパゲーション

出力層の勾配

$$\textcircled{1} \delta_k = y_k - t_k$$

$k=1,2,3$

$$\textcircled{2} \frac{\partial E}{\partial w_{jk}} = y_j \delta_k$$

$J=1,2,\dots,22$

$$\textcircled{3} \frac{\partial E}{\partial b_k} = \delta_k$$

$$\textcircled{4} \frac{\partial E}{\partial y_j} = \sum_{r=1}^3 \delta_k w_{jr}$$

w_{jk} : j 番目の中間層から
k 番目の出力層の重み

バックプロパゲーション

中間層の勾配

$$\textcircled{1} \delta_j = \frac{\partial E}{\partial y_j} (1 - y_j) y_j$$

$i=1,2,\dots,6$

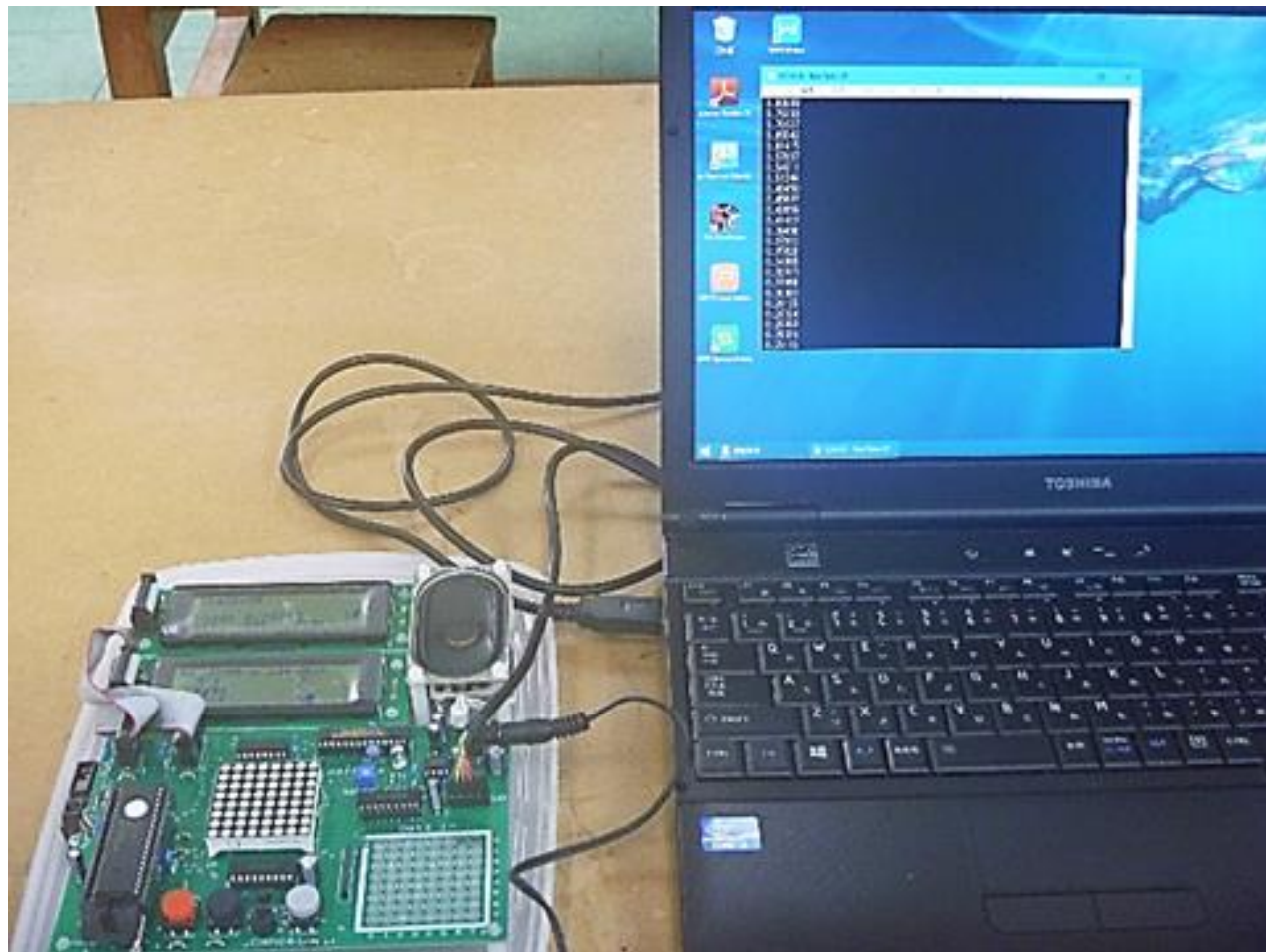
$$\textcircled{2} \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = y_i \delta_j$$

$J=1,2,\dots,22$

$$\textcircled{3} \frac{\partial E}{\partial b_j} = \delta_j$$

w_{ij} : i 番目の入力層から
j 番目の中間層の重み

「学習」の可視化のための通信プログラム



じゃんけんマシンよりEUSARTの通信

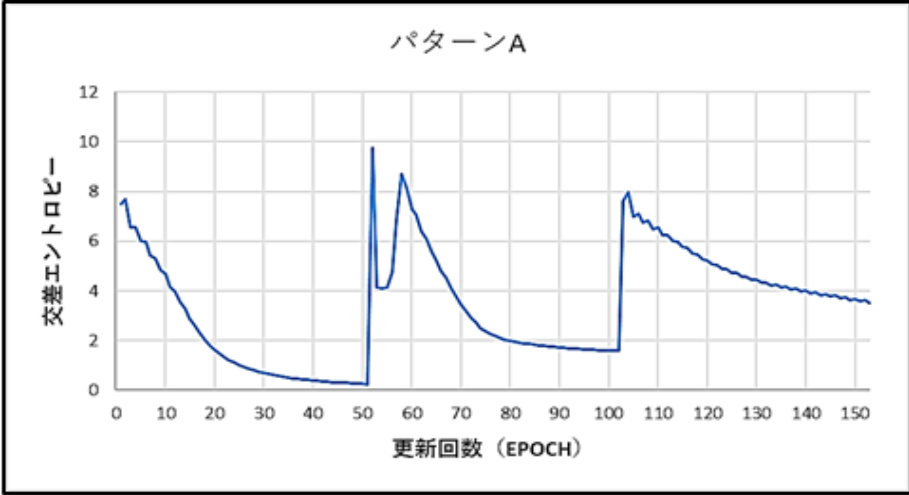
パソコンでTeraTermで受信

```
1167 }
1168
1169 void shouritu_hyouji(void){ //enntopi gosa
1170     float error;
1171     error=ct;
1172     lcd_cmd(0x94,2);
1173     lcd_str(no0, 2);
1174     sprintf(konx1, "%8.5f", error);
1175     lcd_str(konx1, 2);
1176     pc_send();
1177 }
1178
1179
1180
1181 void pc_send(void){
1182     int i;
1183     i=0;
1184
1185     while(kai[i] != 0){
1186         EUSART_Write(kai[i++]);
1187     }
1188
1189     i=0;
1190     while(konx1[i] != 0){
1191         EUSART_Write(konx1[i++]);
1192         __delay_ms(1);
1193     }
1194 }
1195 }
```

学習データに矛盾がある場合の交差エントロピー誤差の変化

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンA)

勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	チョキ	15番	グー	パー
2番	パー	グー	9番	パー	パー	16番	チョキ	パー
3番	グー	チョキ	10番	パー	パー	17番	チョキ	チョキ
4番	チョキ	チョキ	11番	パー	チョキ	18番	パー	グー
5番	チョキ	グー	12番	パー	グー	19番	グー	チョキ
6番	グー	チョキ	13番	グー	チョキ	20番	パー	パー
7番	チョキ	グー	14番	パー	グー			



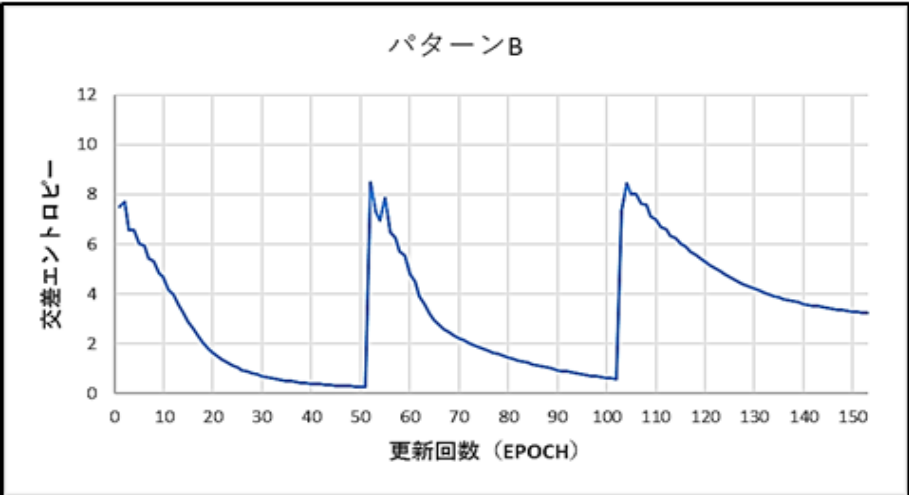
無し

1組

2組

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンB)

勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	グー	15番	チョキ	チョキ
2番	パー	グー	9番	チョキ	パー	16番	チョキ	グー
3番	グー	グー	10番	グー	パー	17番	チョキ	パー
4番	グー	パー	11番	グー	チョキ	18番	チョキ	パー
5番	パー	チョキ	12番	グー	チョキ	19番	チョキ	グー
6番	チョキ	グー	13番	グー	グー	20番	チョキ	チョキ
7番	グー	チョキ	14番	チョキ	チョキ			



無し

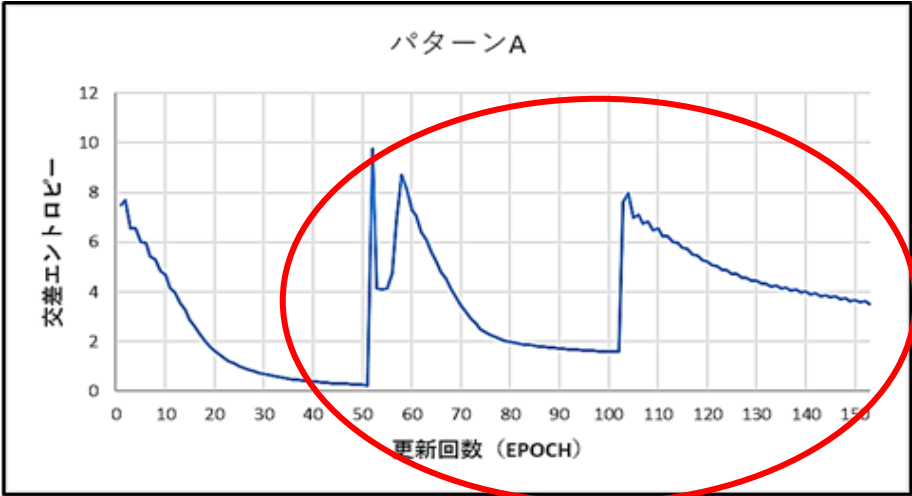
無し

2組

学習データに矛盾がある場合の交差エントロピー誤差の変化

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンA)

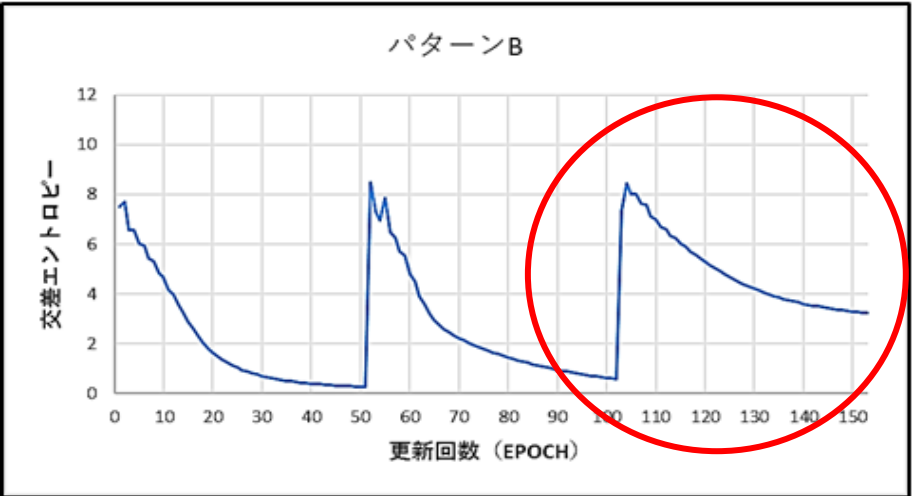
勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	チョキ	15番	グー	パー
2番	パー	グー	9番	パー	パー	16番	チョキ	パー
3番	グー	チョキ	10番	パー	パー	17番	チョキ	チョキ
4番	チョキ	チョキ	11番	パー	チョキ	18番	パー	グー
5番	チョキ	グー	12番	パー	グー	19番	グー	チョキ
6番	グー	チョキ	13番	グー	チョキ	20番	パー	パー
7番	チョキ	グー	14番	パー	グー			



無し 1組 2組

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンB)

勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	グー	15番	チョキ	チョキ
2番	パー	グー	9番	チョキ	パー	16番	チョキ	グー
3番	グー	グー	10番	グー	パー	17番	チョキ	パー
4番	グー	パー	11番	グー	チョキ	18番	チョキ	パー
5番	パー	チョキ	12番	グー	チョキ	19番	チョキ	グー
6番	チョキ	グー	13番	グー	グー	20番	チョキ	チョキ
7番	グー	チョキ	14番	チョキ	チョキ			

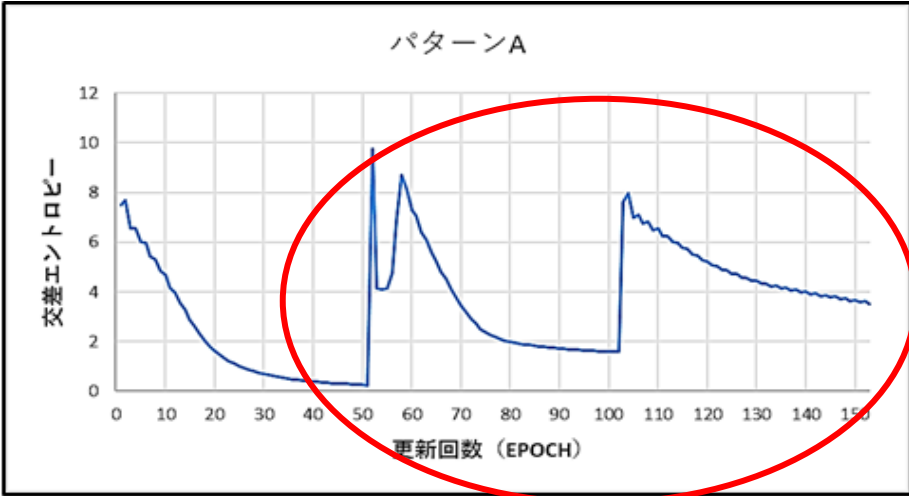


無し 無し 2組

学習データに矛盾がある場合の交差エントロピー誤差の変化

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンA)

勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	チョキ	15番	グー	パー
2番	パー	グー	9番	パー	パー	16番	チョキ	パー
3番	グー	チョキ	10番	パー	パー	17番	チョキ	チョキ
4番	チョキ	チョキ	11番	パー	チョキ	18番	パー	グー
5番	チョキ	グー	12番	パー	グー	19番	グー	チョキ
6番	グー	チョキ	13番	グー	チョキ	20番	パー	パー
7番	チョキ	グー	14番	パー	グー			



無し

1組

2組

じゃんけんマシンとの勝負 (パターンB)

勝負	マシン	人	勝負	マシン	人	勝負	マシン	人
1番	パー	パー	8番	グー	グー	15番	チョキ	チョキ
2番	パー	グー	9番	チョキ	パー	16番	チョキ	グー



無し

無し

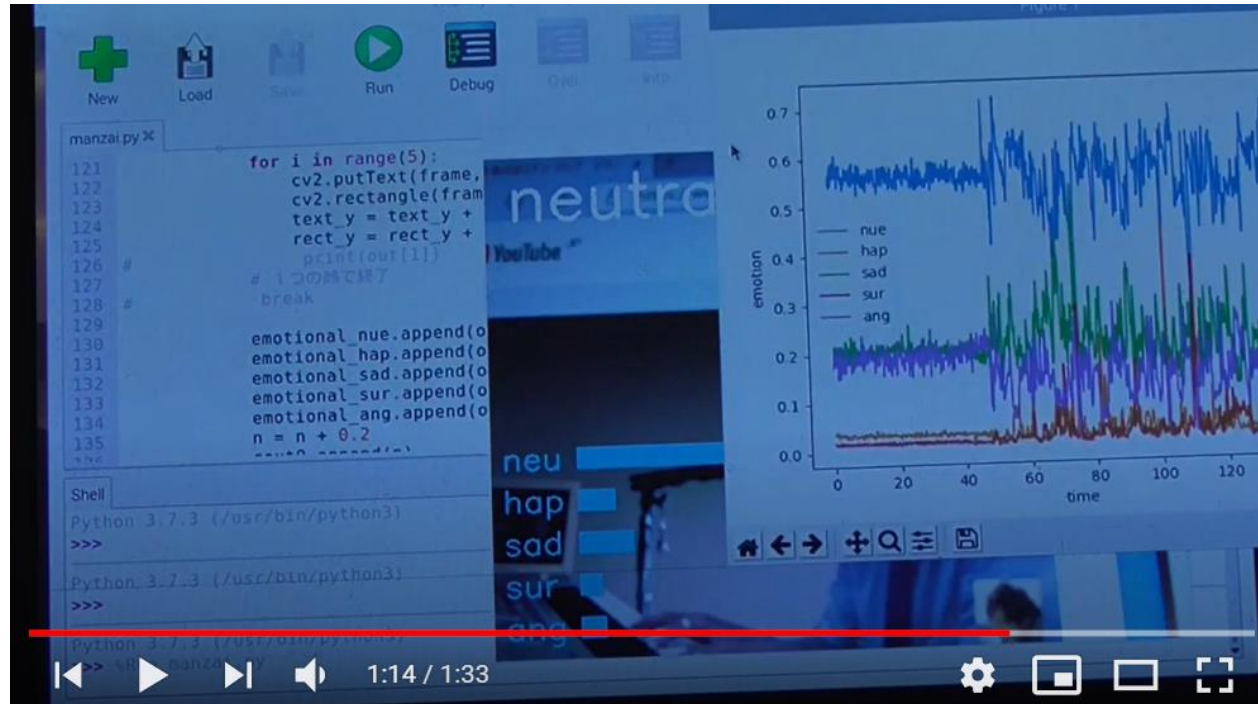
2組

教師が作成した問いに対する結果が事前に示されており、それを通して生徒は探究の基本原則を学ぶ

感情分析による 漫才の面白さの可視化の研究

生徒

感情分析ロガー



スマイルカウンター

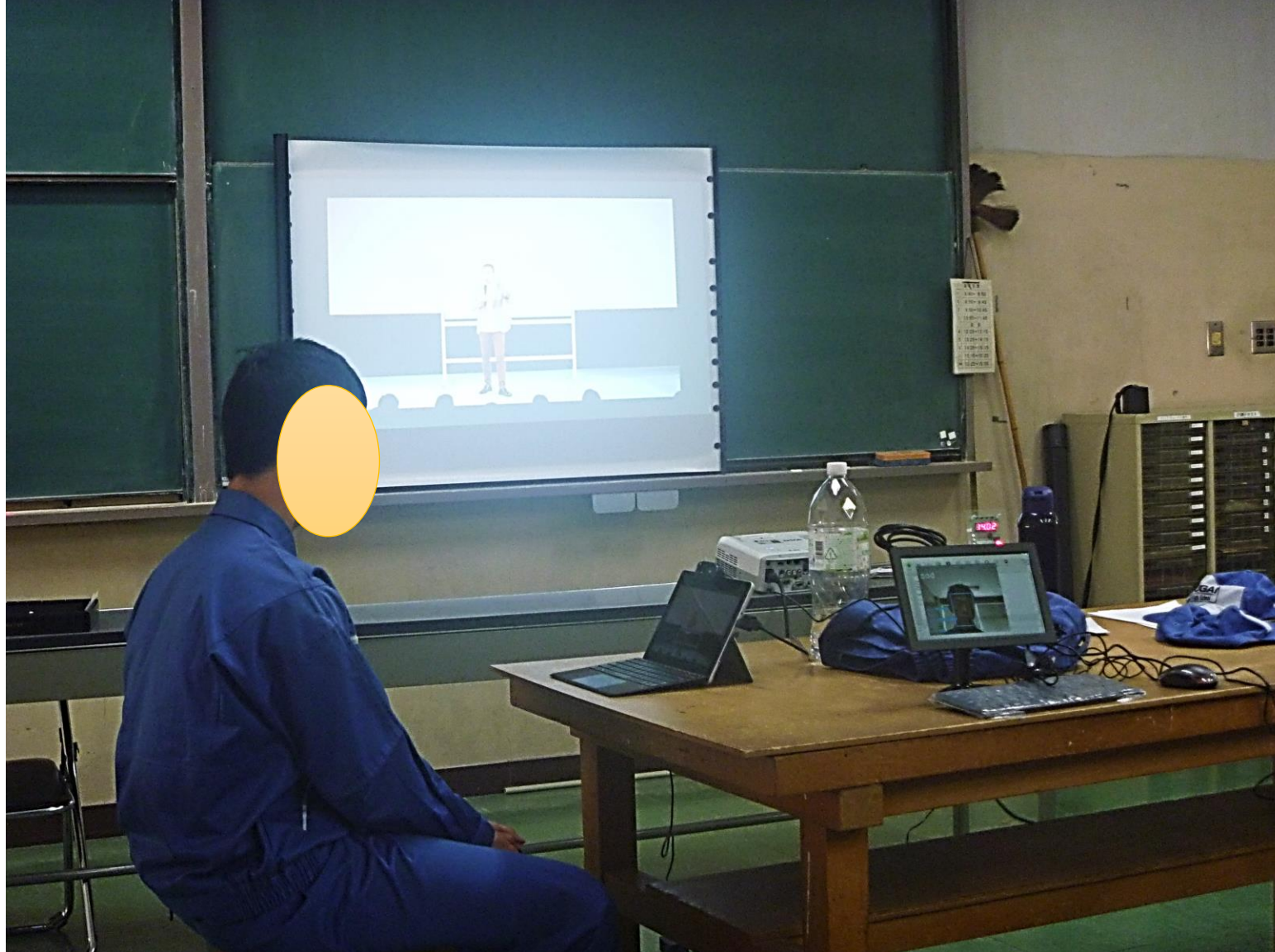


漫才の面白さを可視化する研究活動

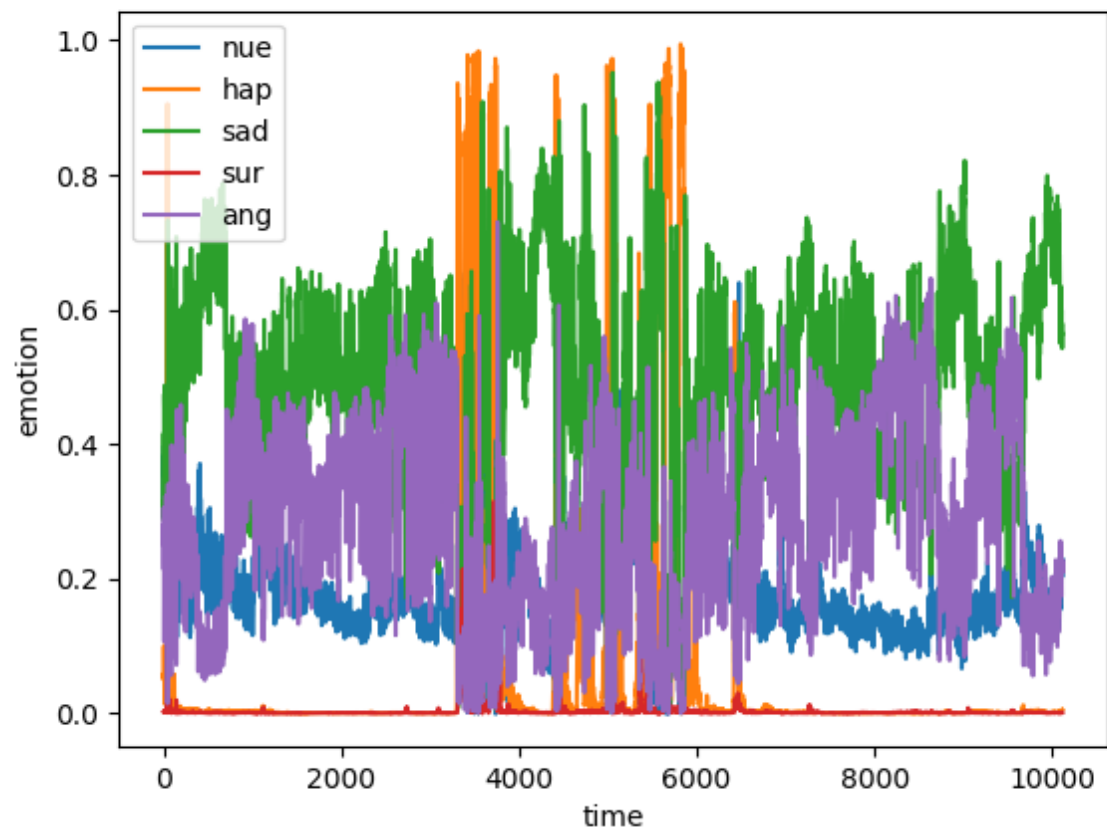
研究の問い

漫才の面白さを定量的に可視化できるか？

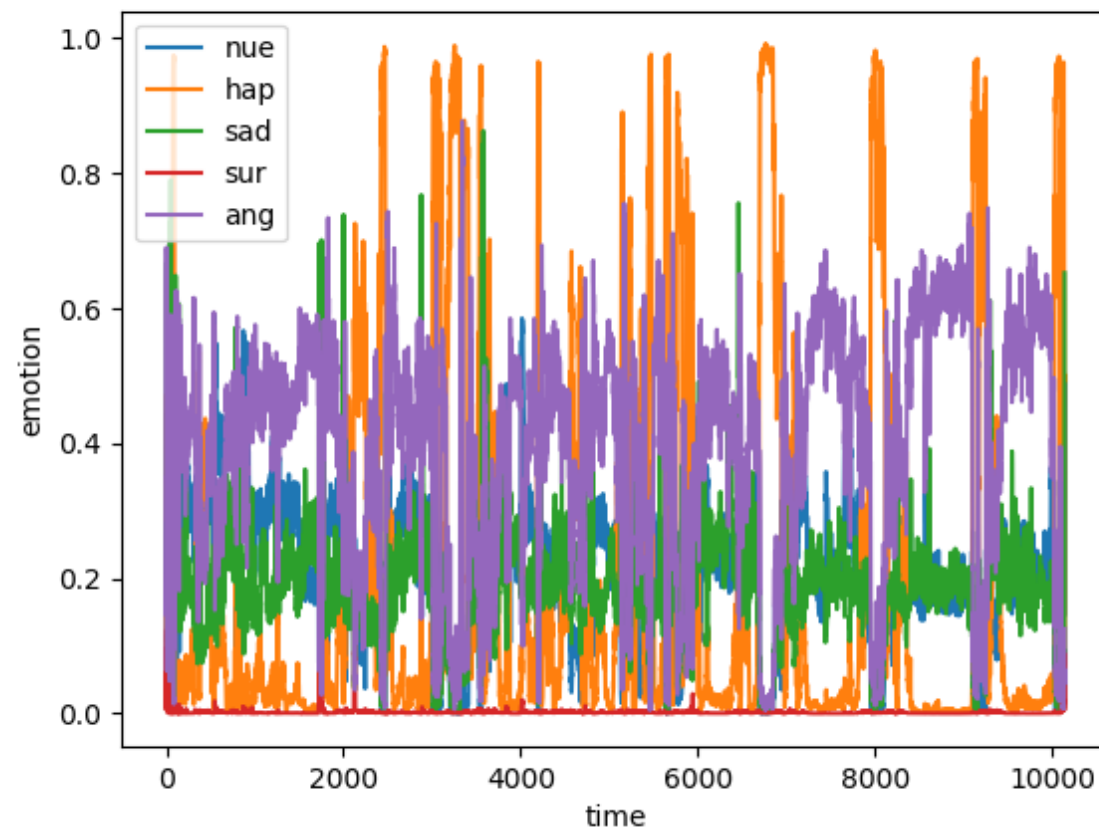
表情の計測



ゾフィー 「世の中に必要のない人」



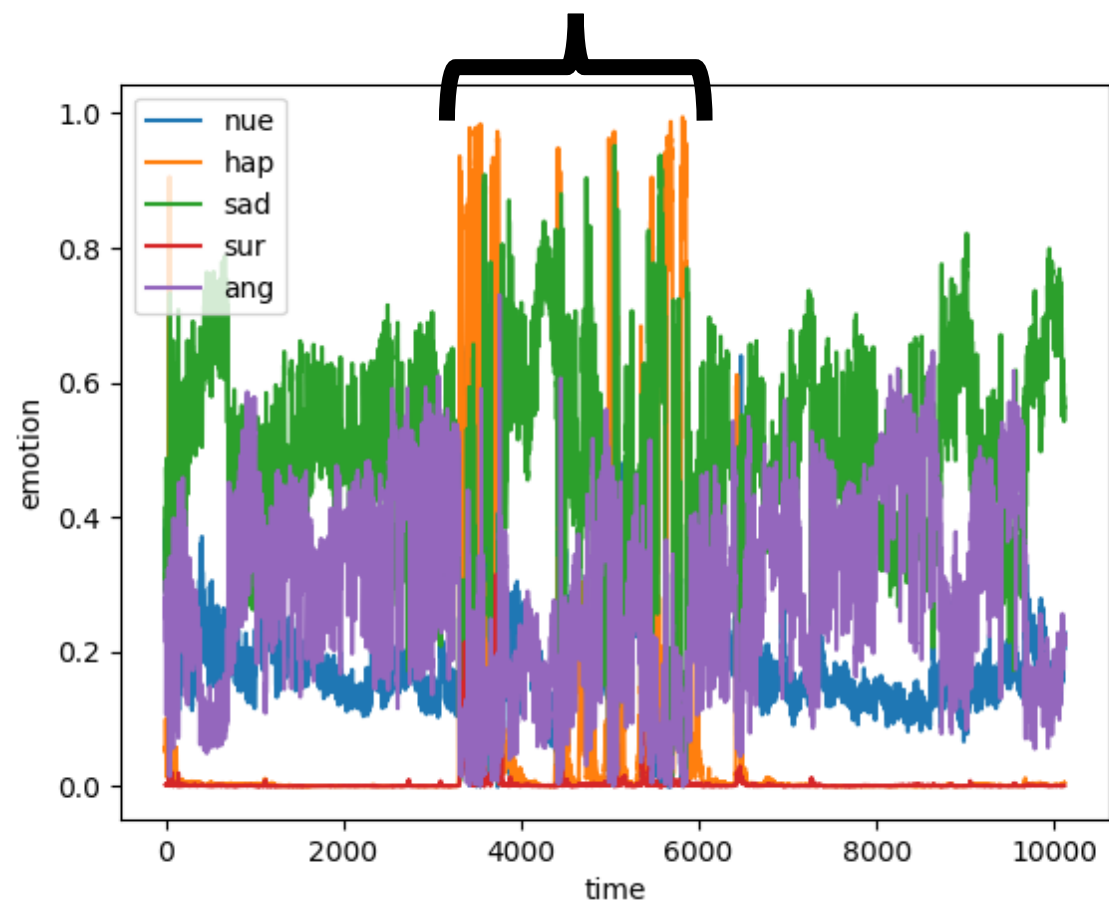
生徒



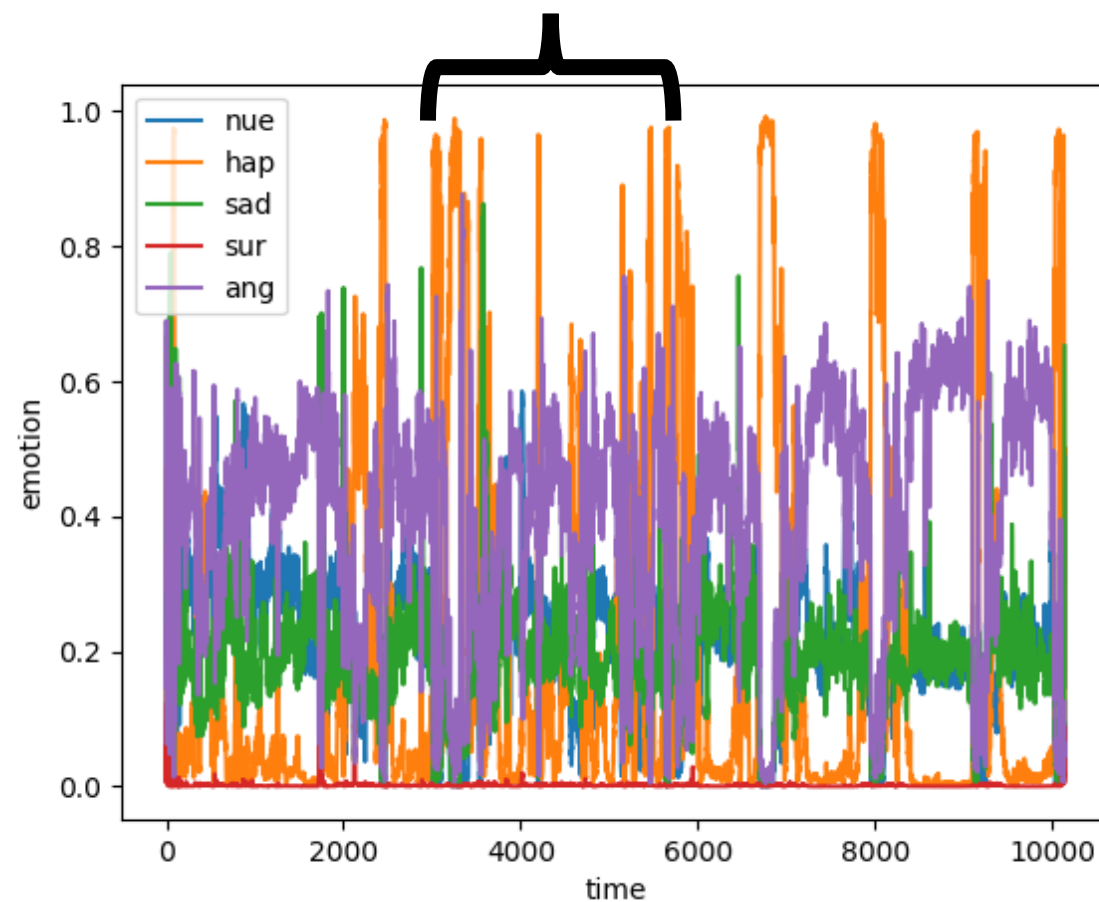
筆者

計測データ分析

感情分析ログで記録



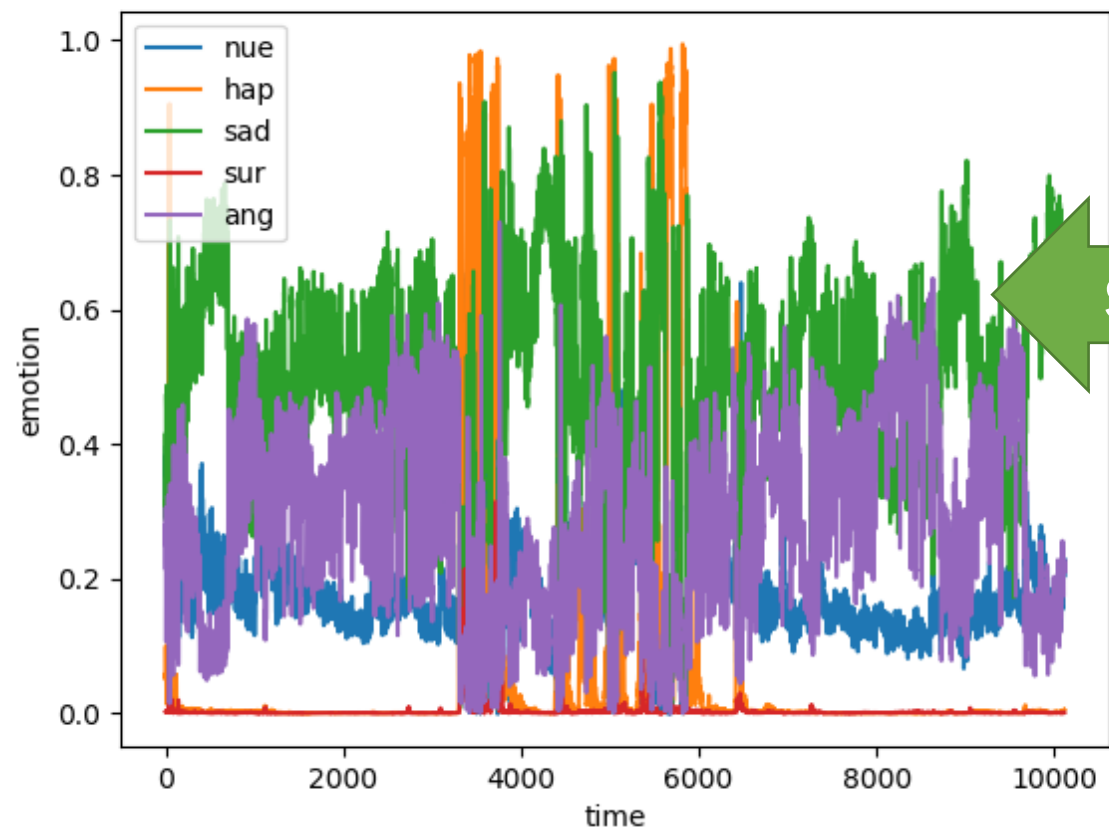
生徒



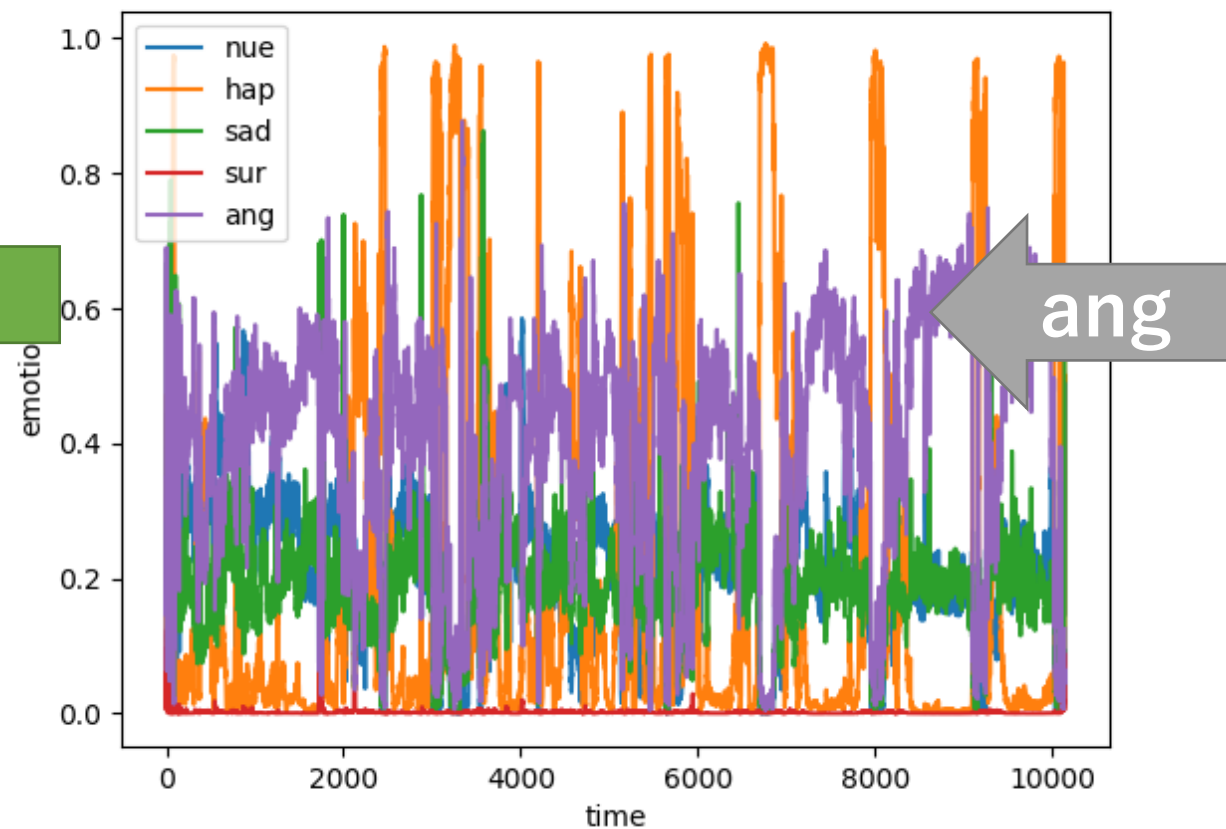
筆者

計測データ

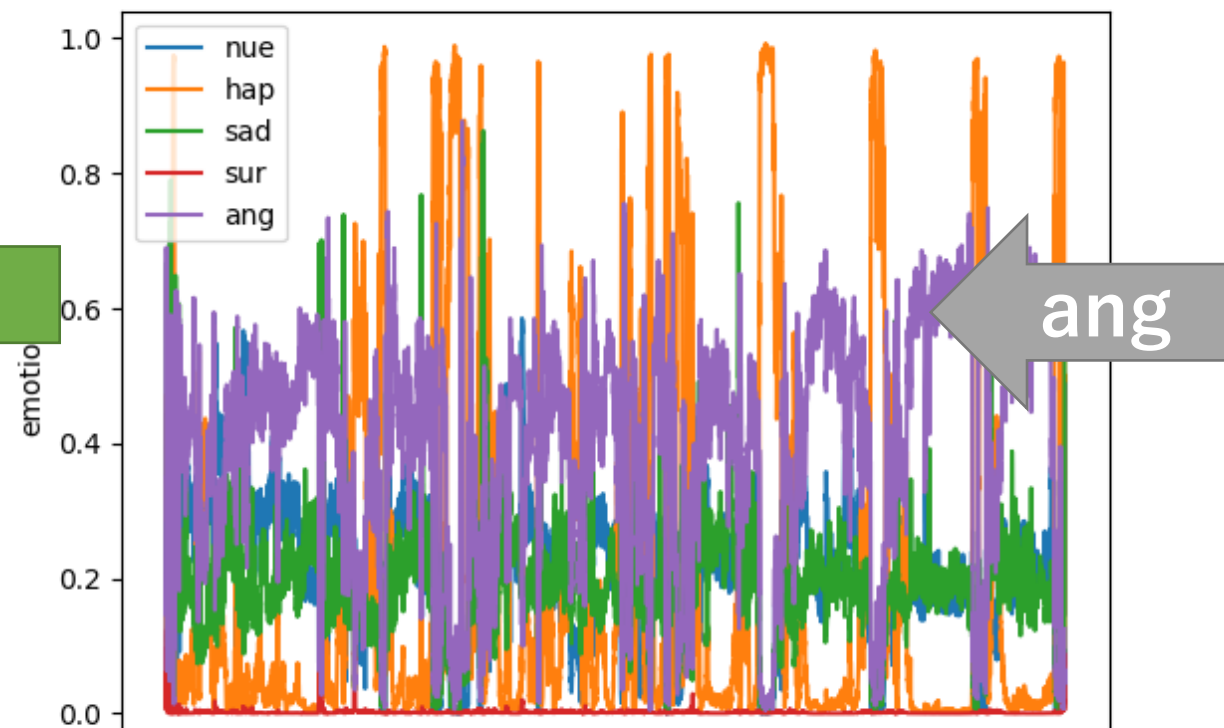
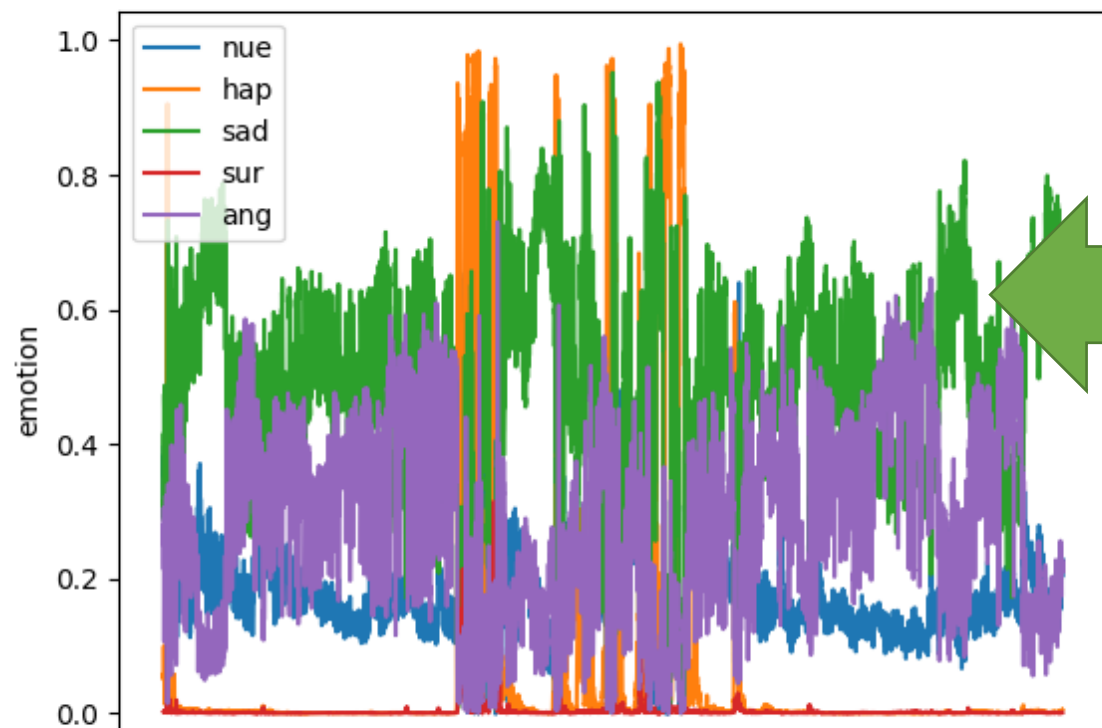
感情分析ログで記録



生徒



筆者



データに基づいて考察する探究学習を進めた

電子工作の製作



はんだ付け作業の様子

電子工作の製作



プログラム作成の様子

サイエンスコンテストでの発表



愛知工業大学で開催される高校生対象のサイエンスコンテスト。

午前中にプレゼン発表があり、午後にポスター展示発表がある。

写真はポスター発表の様子。

AIの活用の提案（次期型提案）

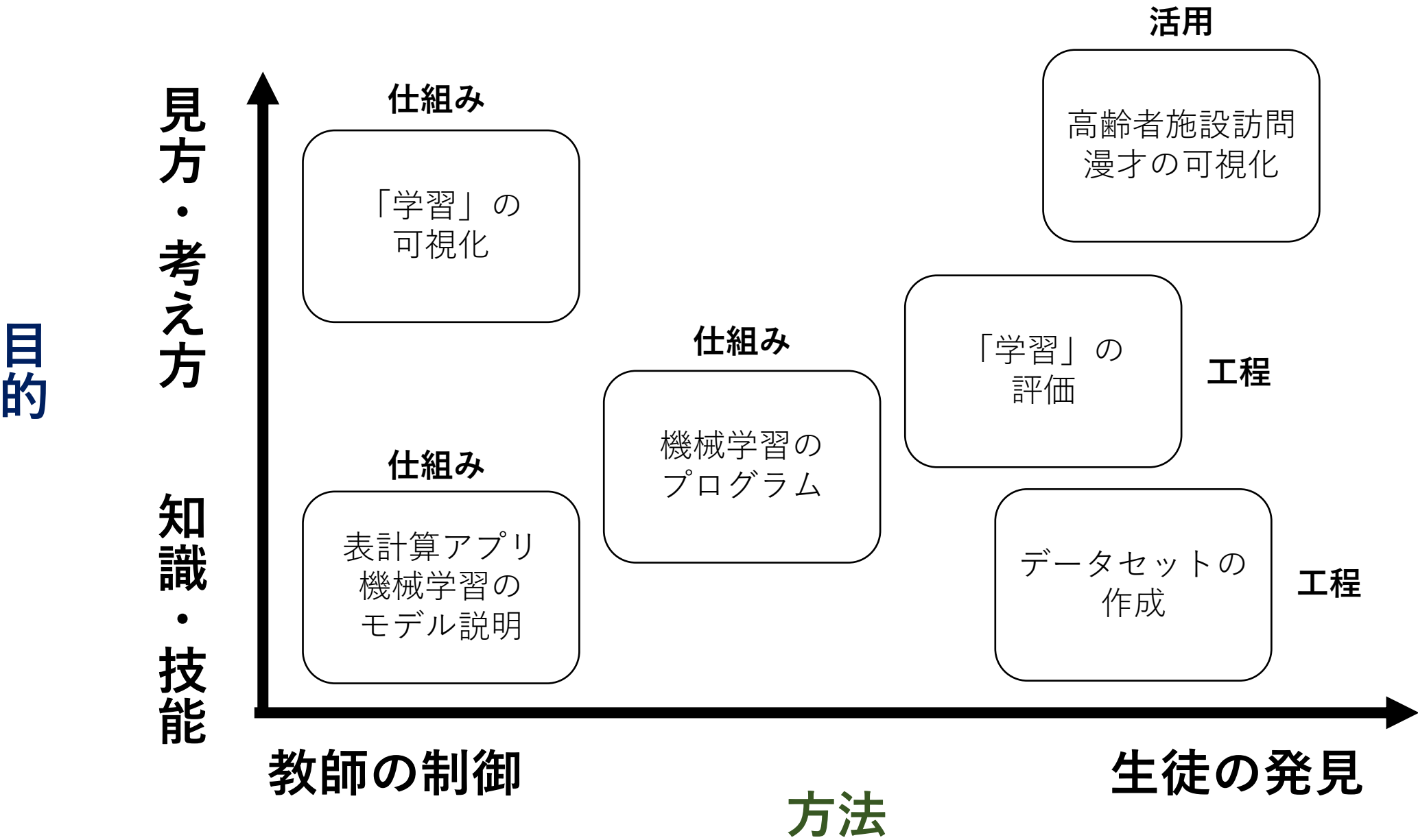


AIの活用の提案（次期型提案）

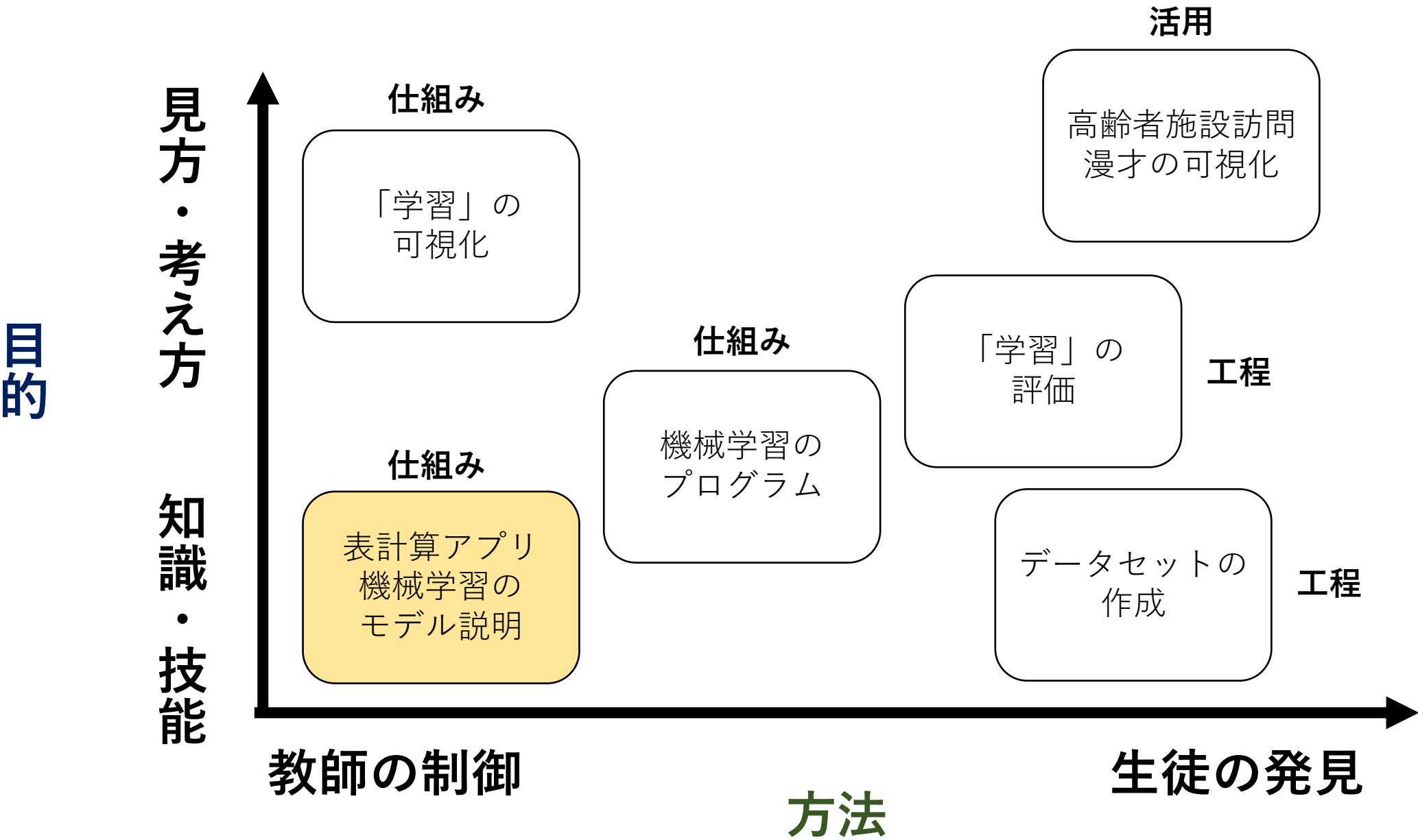


AIの具体的イメージを持てた

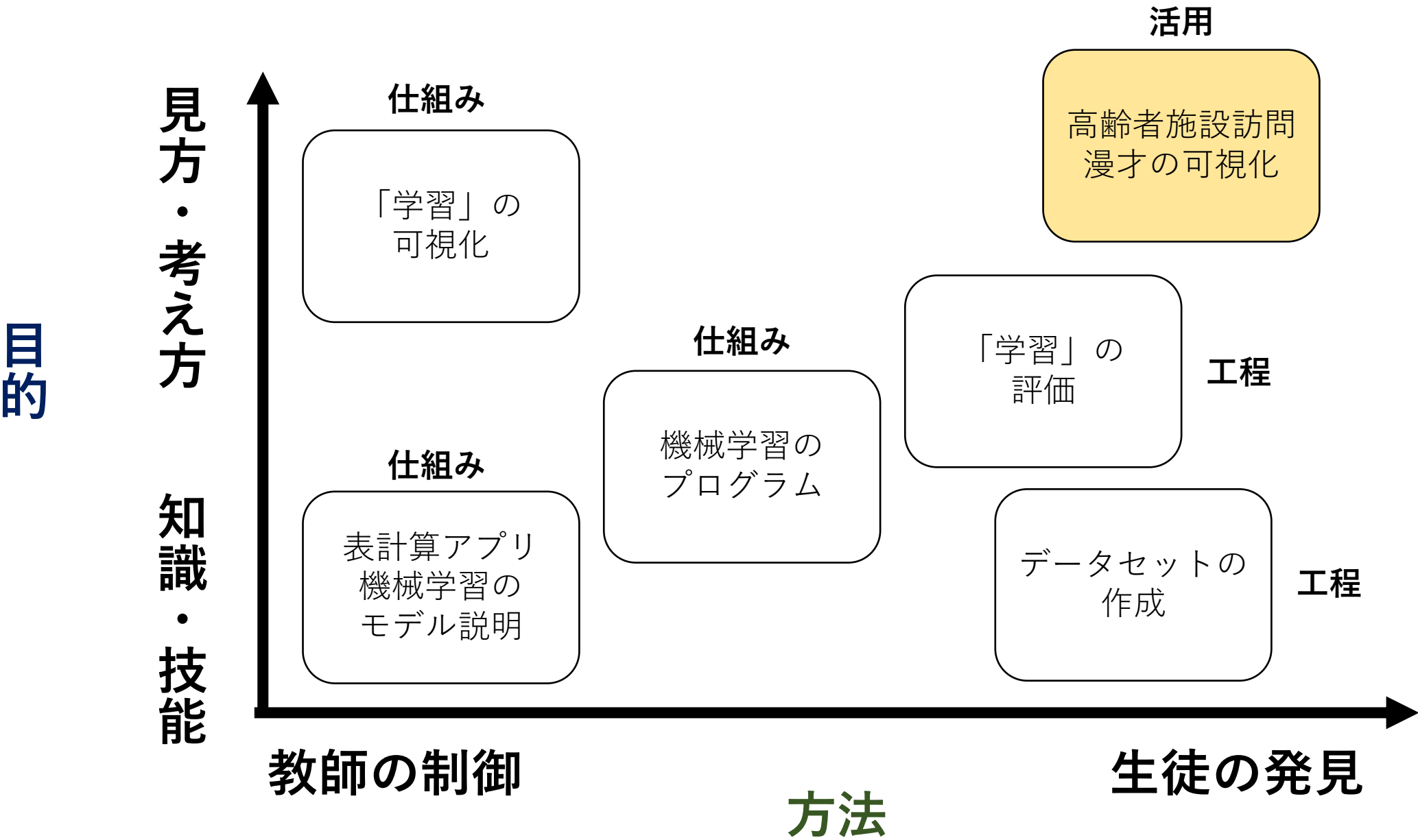
教材の授業での活用



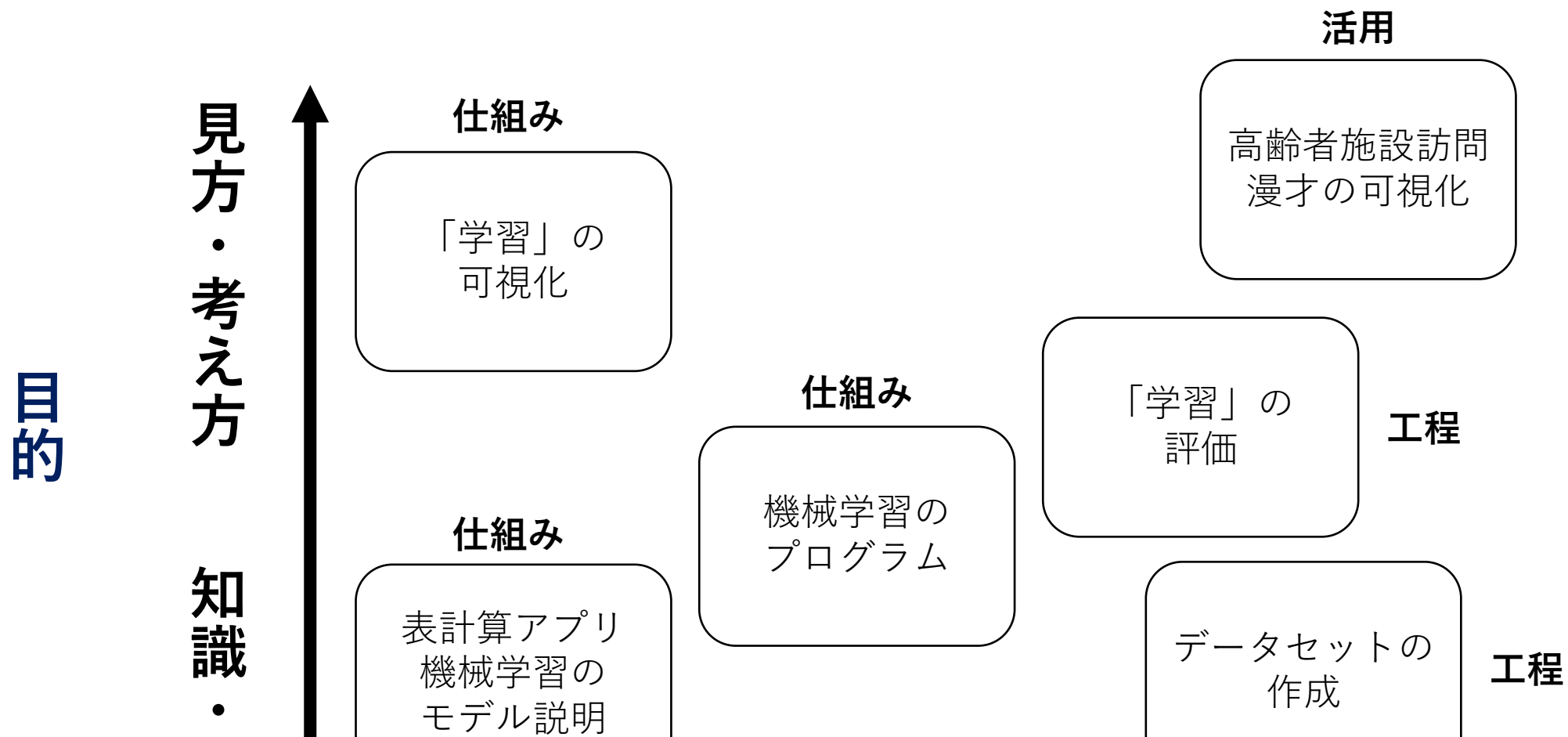
教材の授業での活用



教材の授業での活用



教材の授業での活用



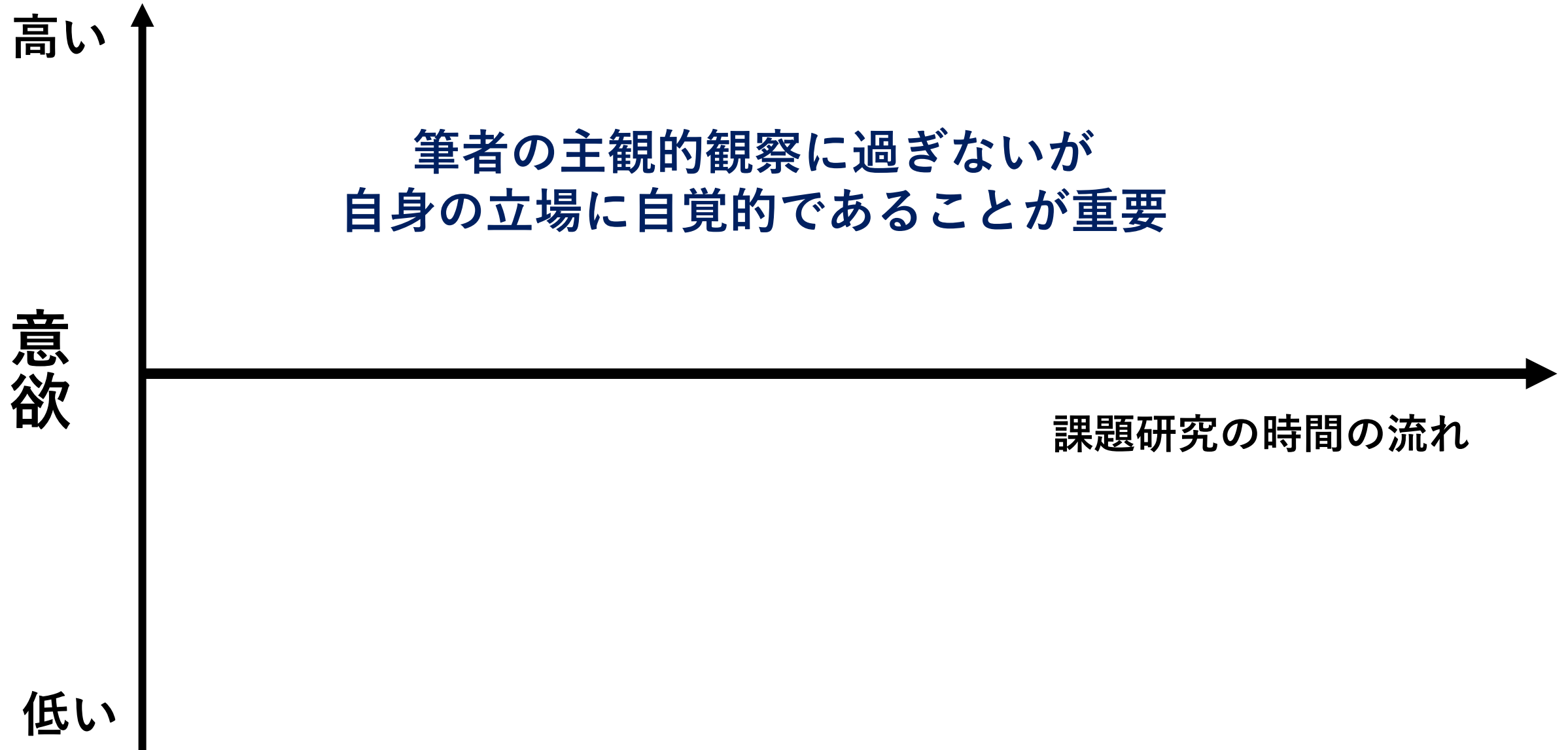
目的と方法の明示的指導が必要

生徒の評価の方法

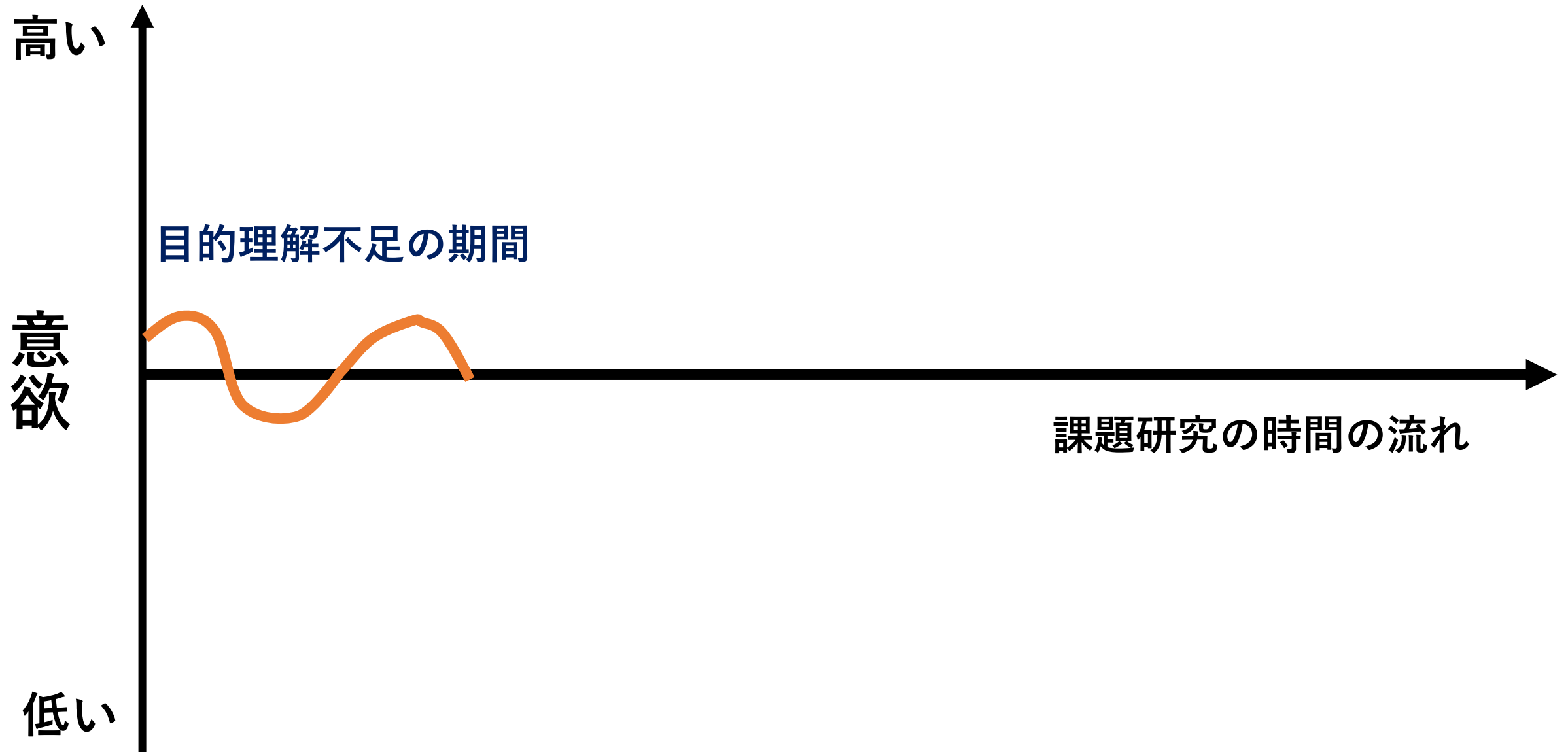
初学期	中級期	エキスパート期
考え (Ideas)	つながり (Connections)	応用 (Extension)
教えられたものをその通りに 思い出せるレベル	知識や経験など、自分のすで に知っていることと、結びつ けて説明できるレベル	新たに学んだことを基に「私 たちには何ができるか？」と いう問いに答えられるレベル
表計算アプリの セルの関数	サイエンス コンテストでの 発表	次期型の提案

引用：井澤友郭『「問う力」が最強の思考ツールである』

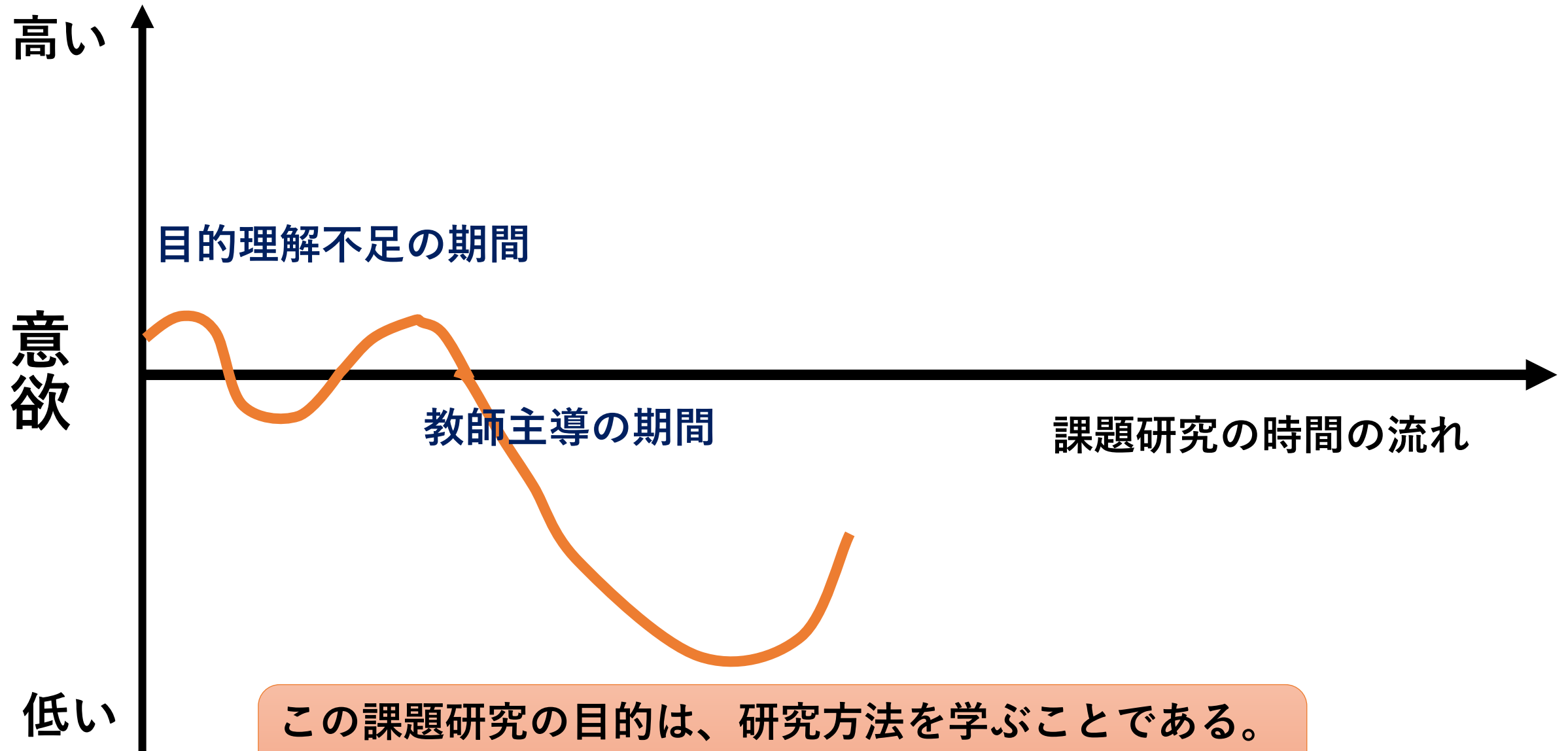
教育的評価（モチベーション ジャーニー マップ）



モチベーション ジャーニー マップ

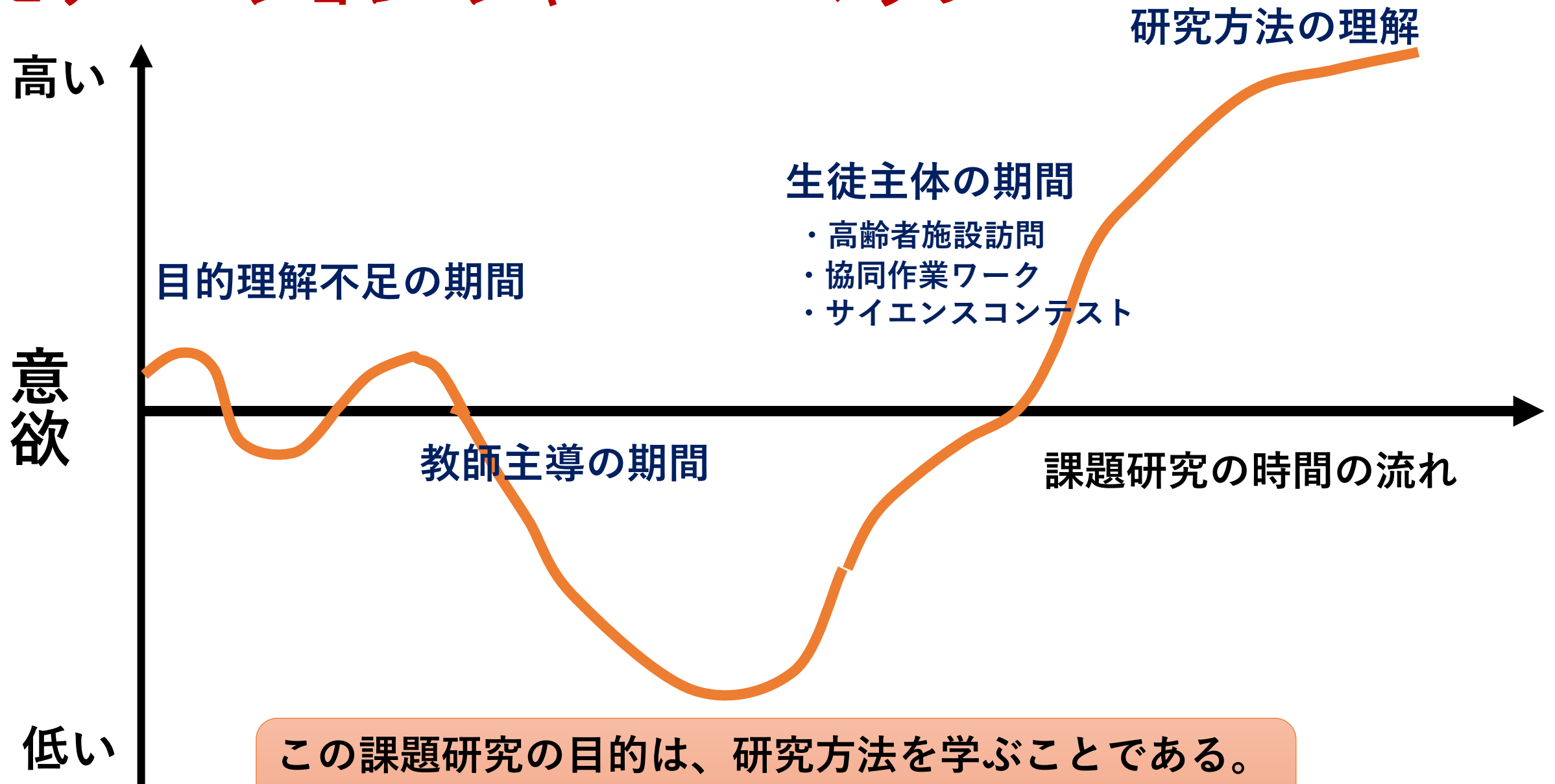


モチベーション ジャーニー マップ



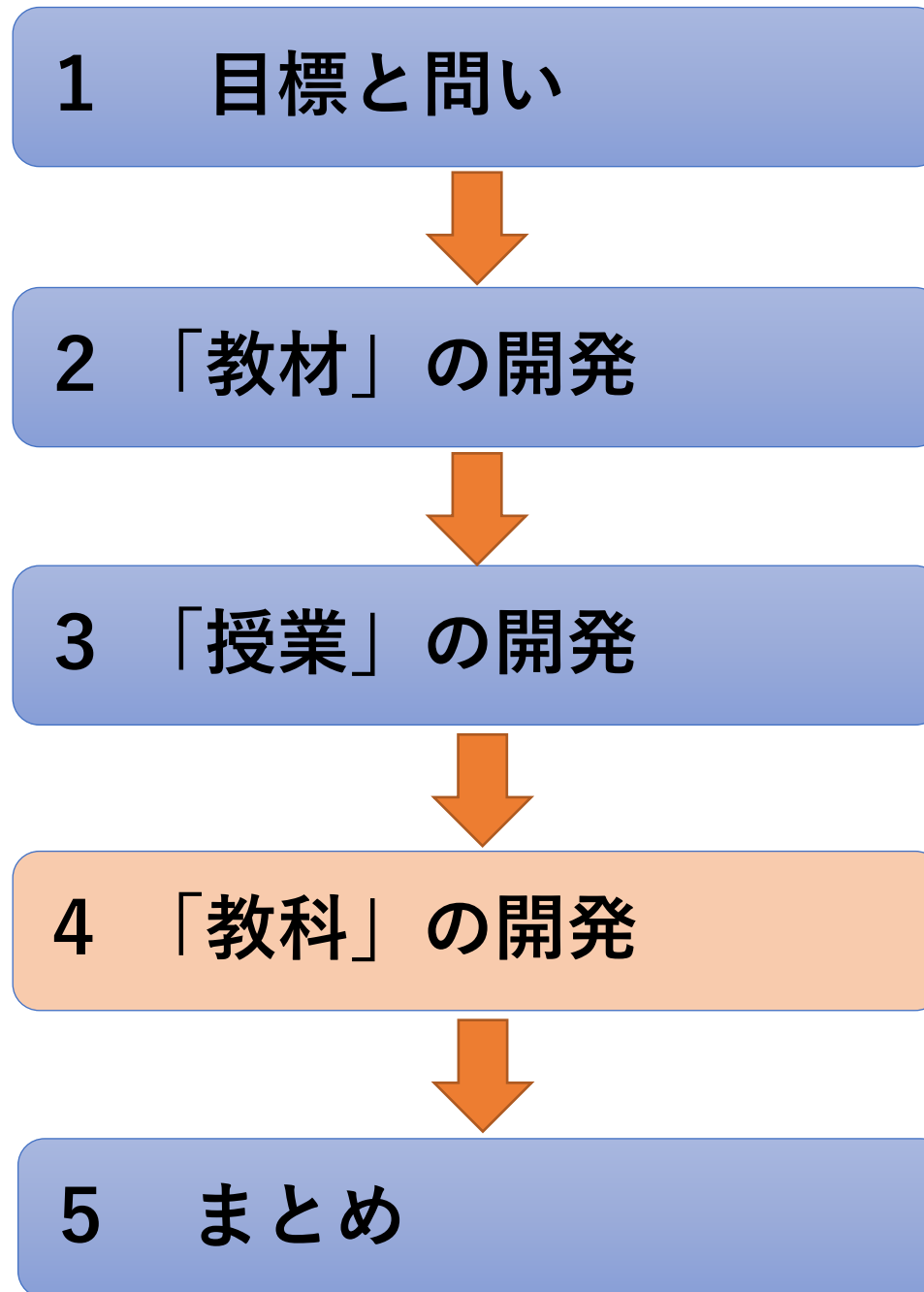
この課題研究の目的は、研究方法を学ぶことである。
そのためには、良い事例を体験する必要がある。

モチベーション ジャーニー マップ



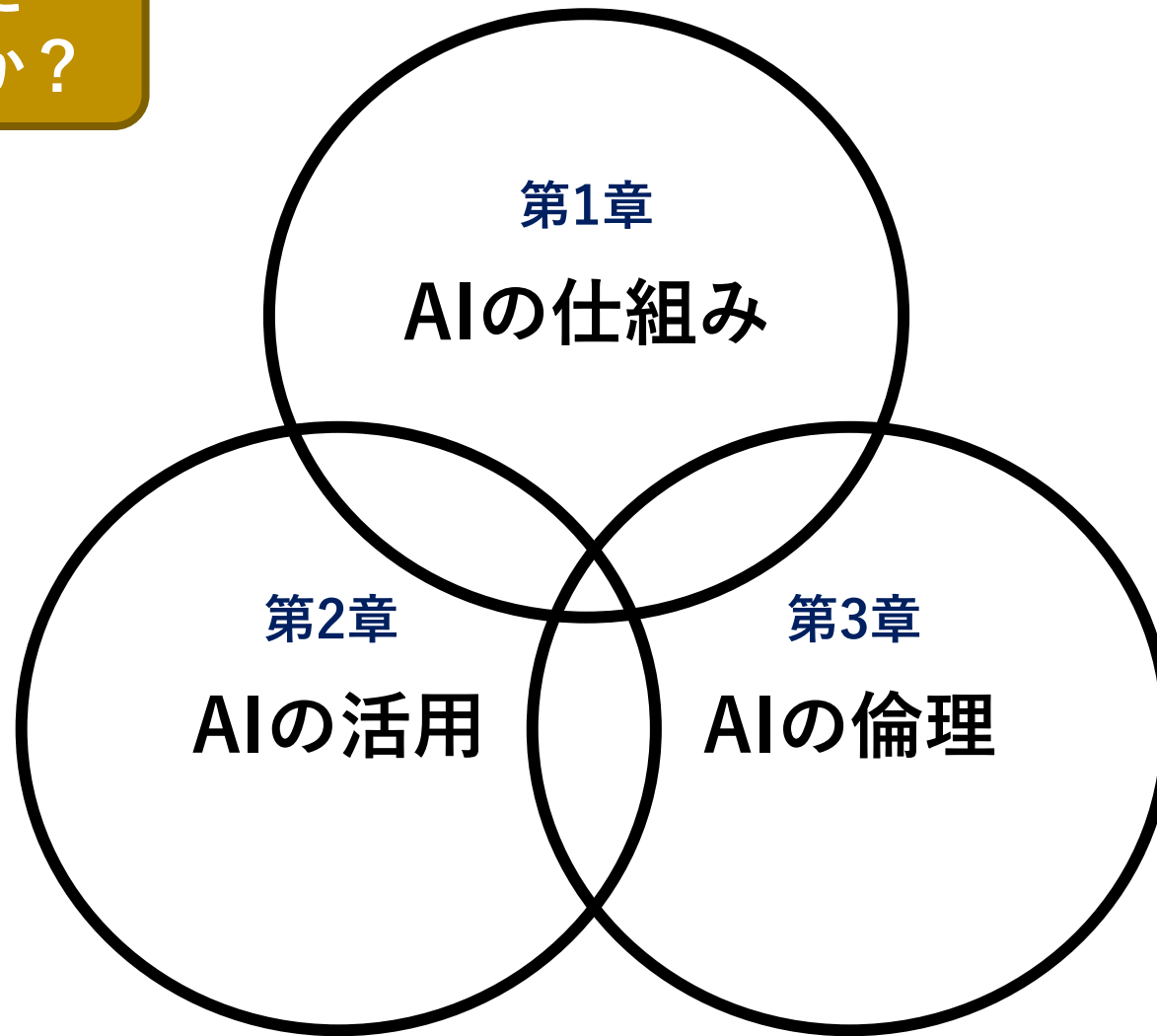
この課題研究の目的は、研究方法を学ぶことである。
そのためには、良い事例を体験する必要がある。

報告内容



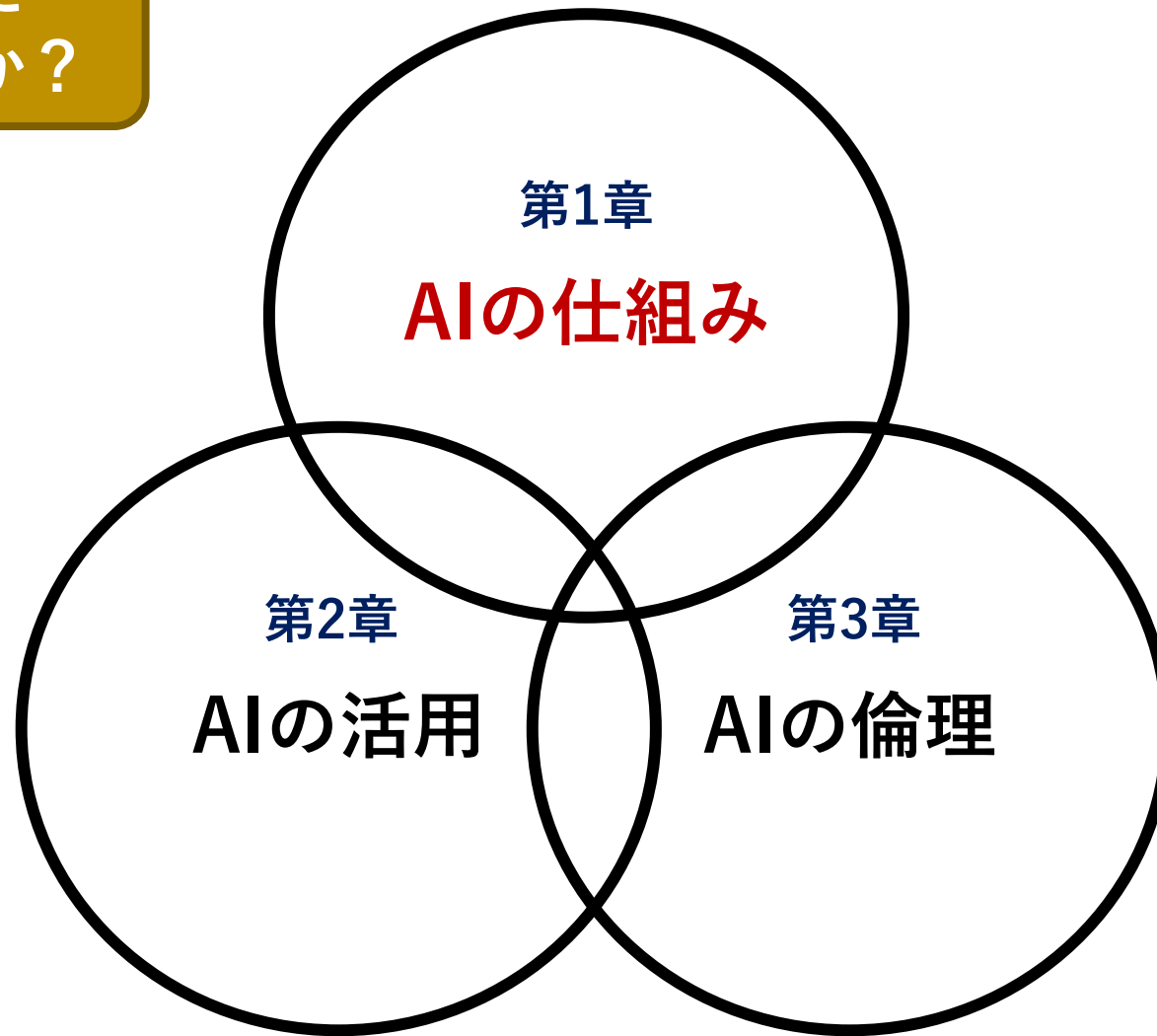
AIリテラシーを学ぶ「教科」の構築に向けて

教科として共通に
学ぶべきことは何か？



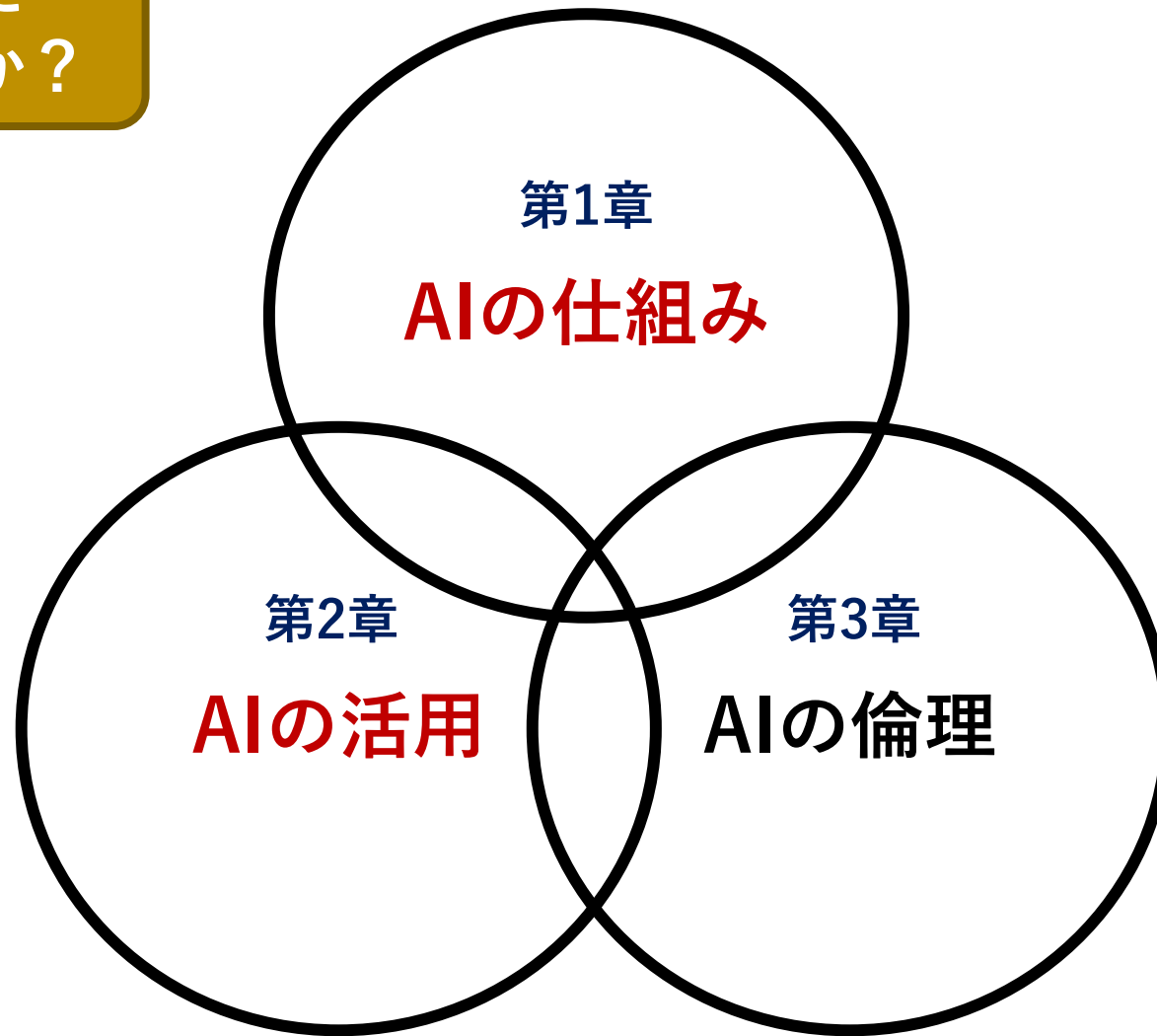
AIリテラシーを学ぶ「教科」の構築に向けて

教科として共通に
学ぶべきことは何か？



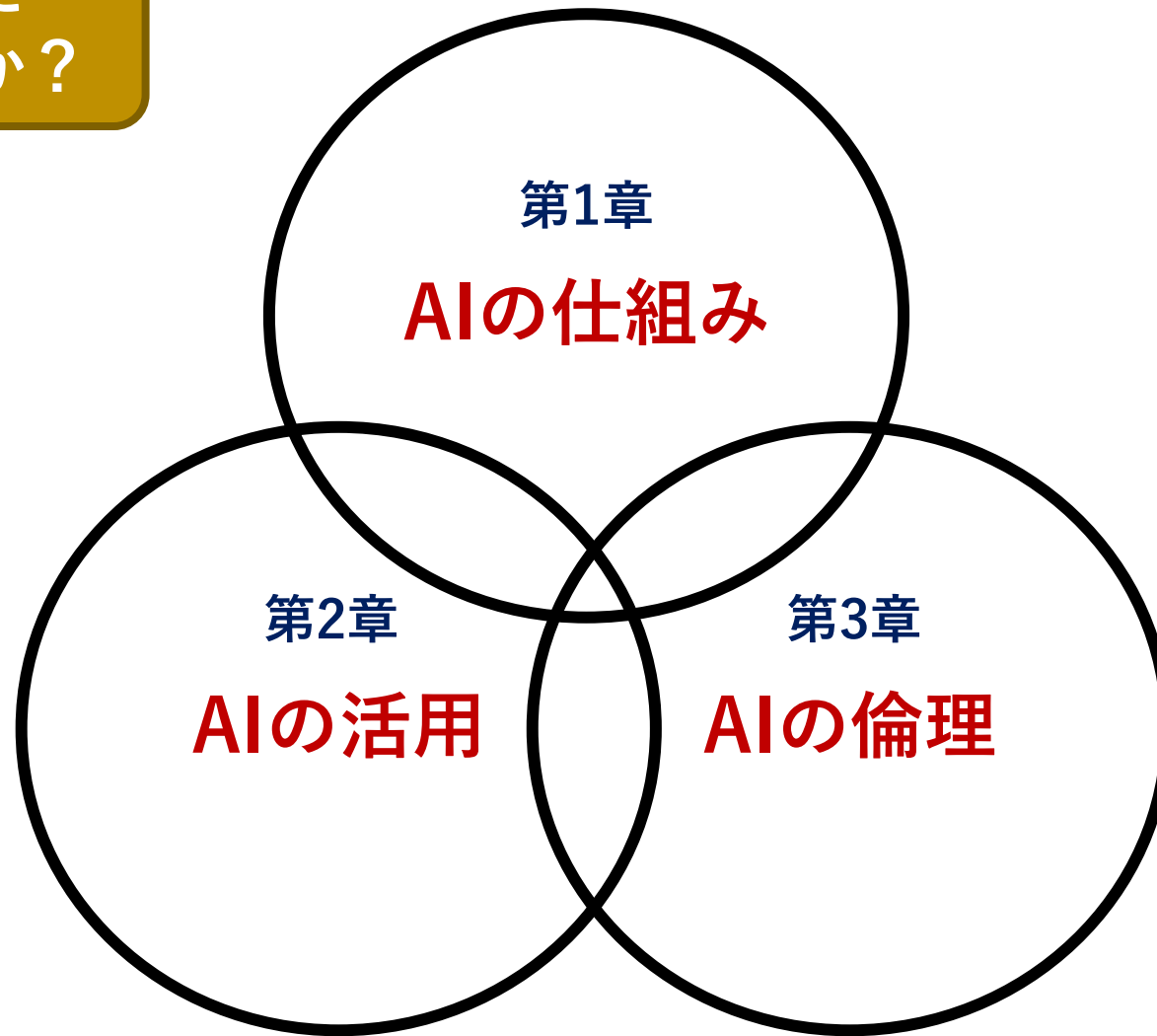
AIリテラシーを学ぶ「教科」の構築に向けて

教科として共通に
学ぶべきことは何か？

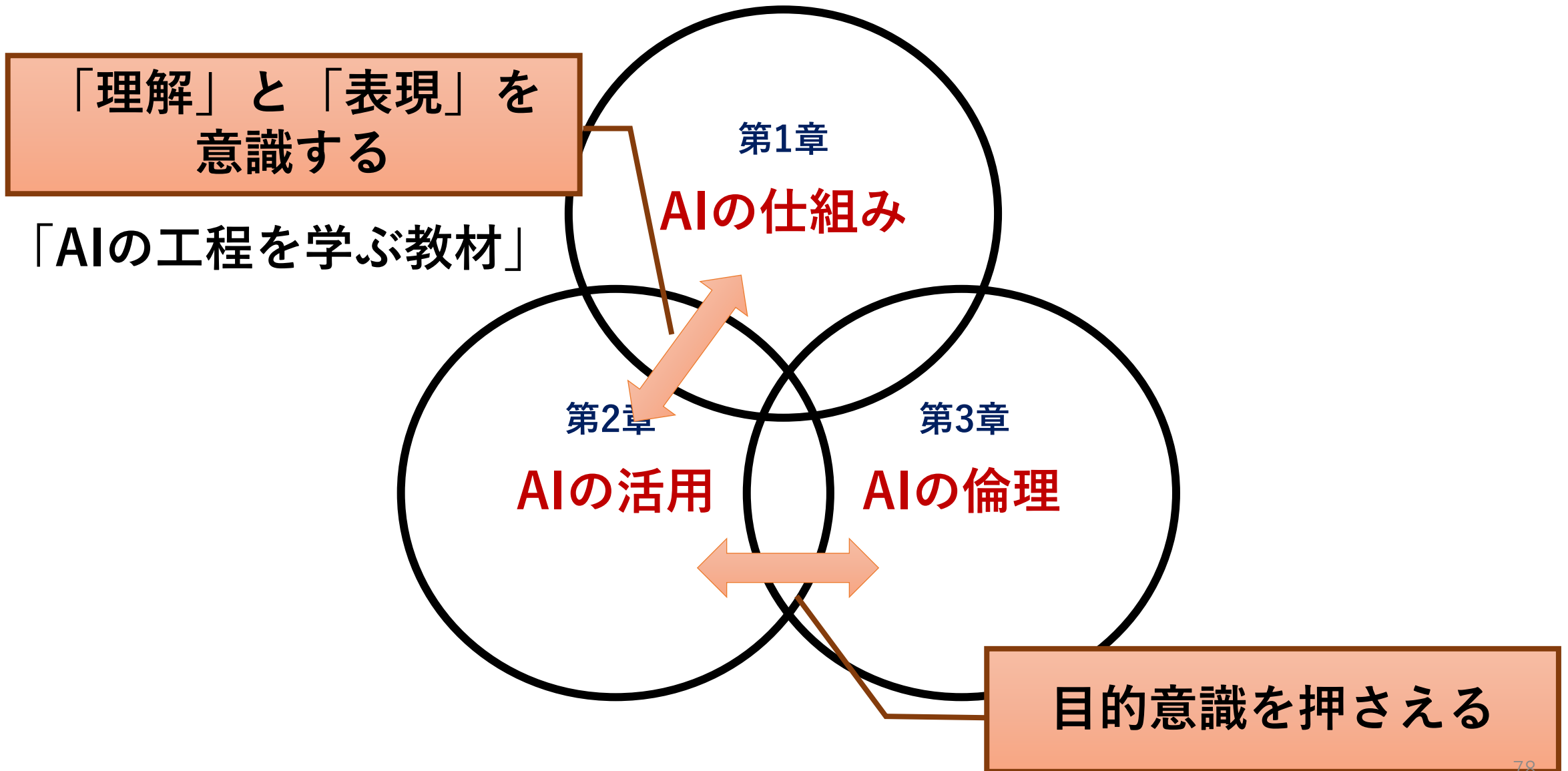


AIリテラシーを学ぶ「教科」の構築に向けて

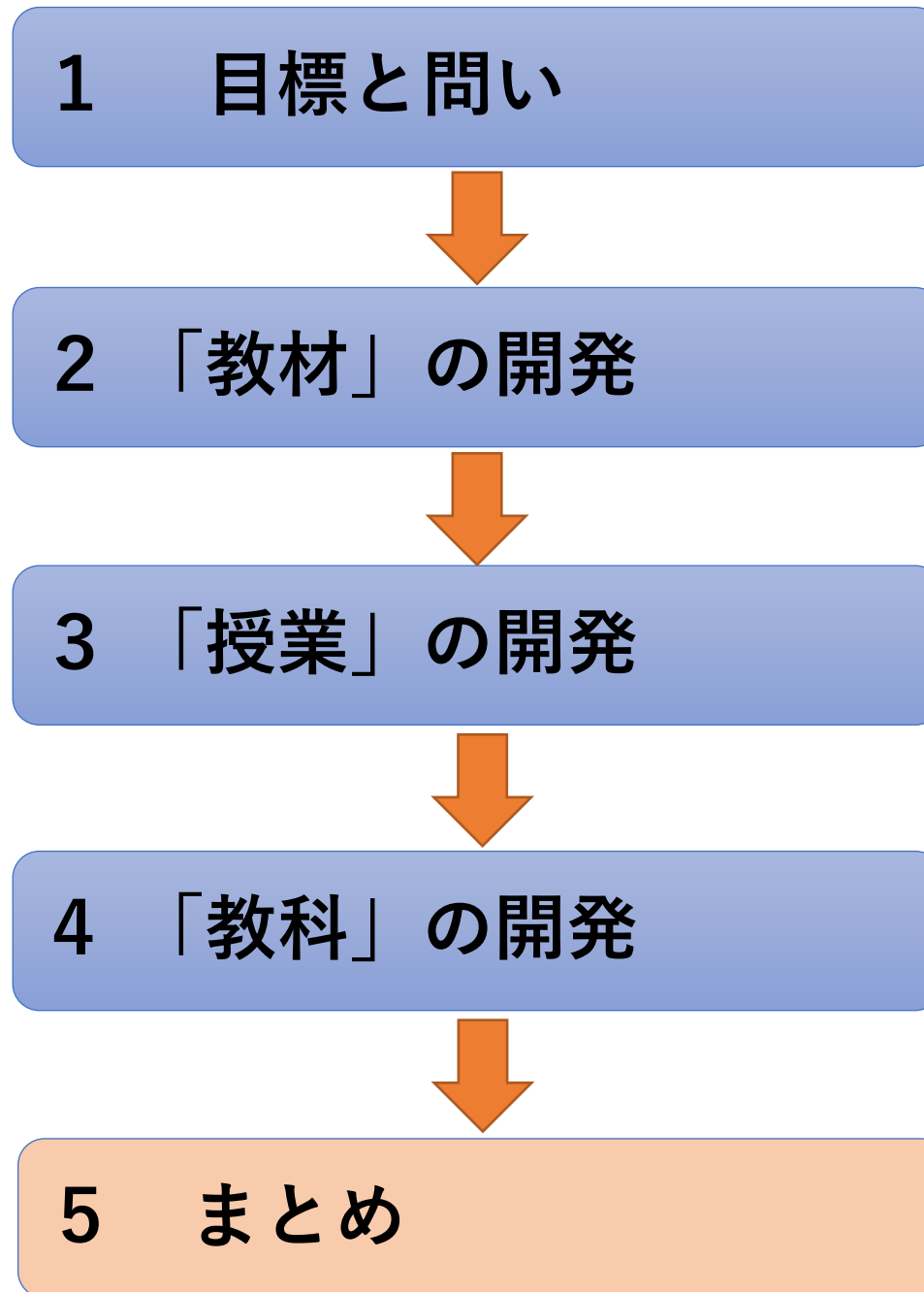
教科として共通に
学ぶべきことは何か？



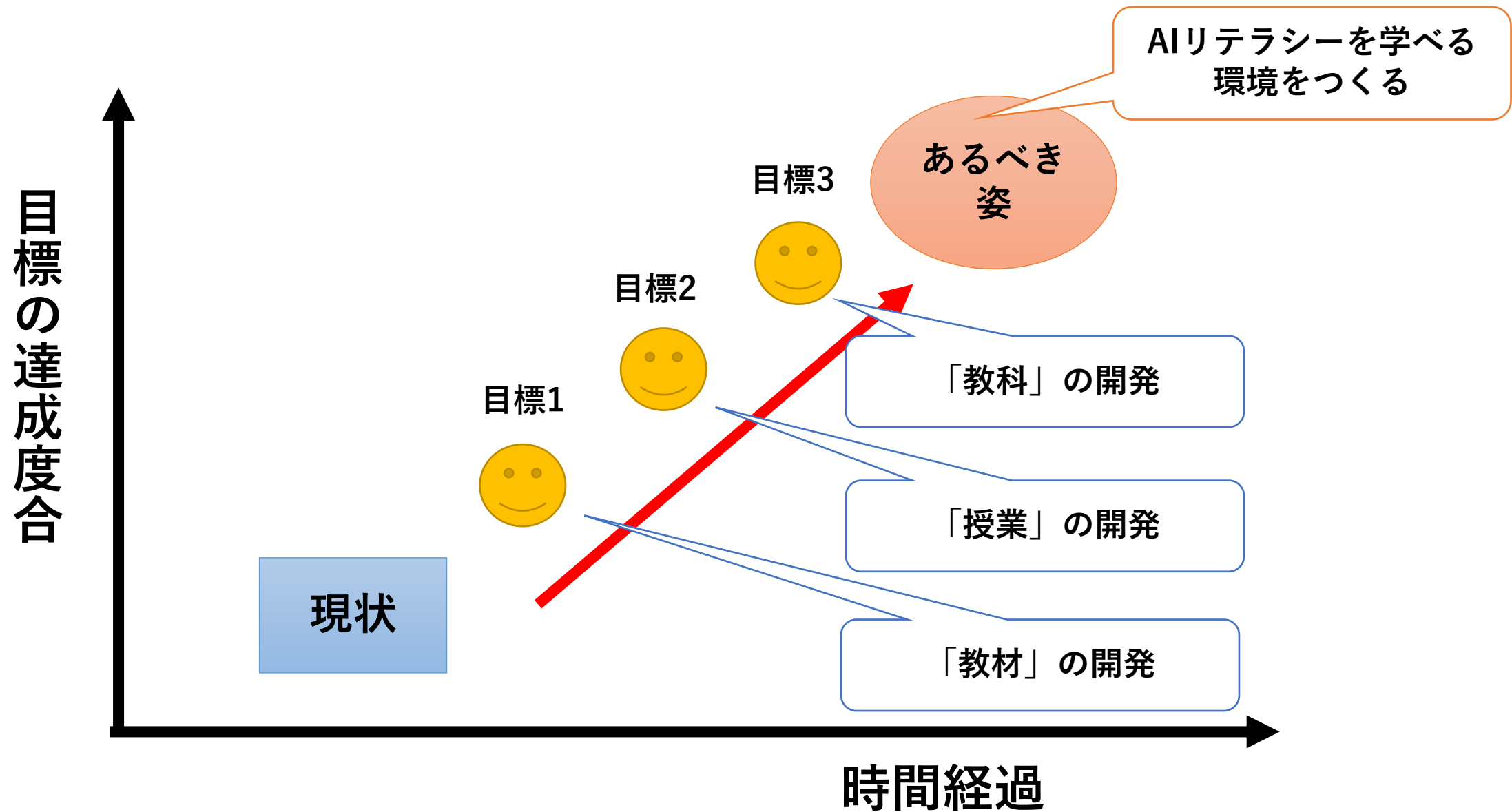
AIリテラシーを学ぶ「教科」の構築に向けて（留意点）



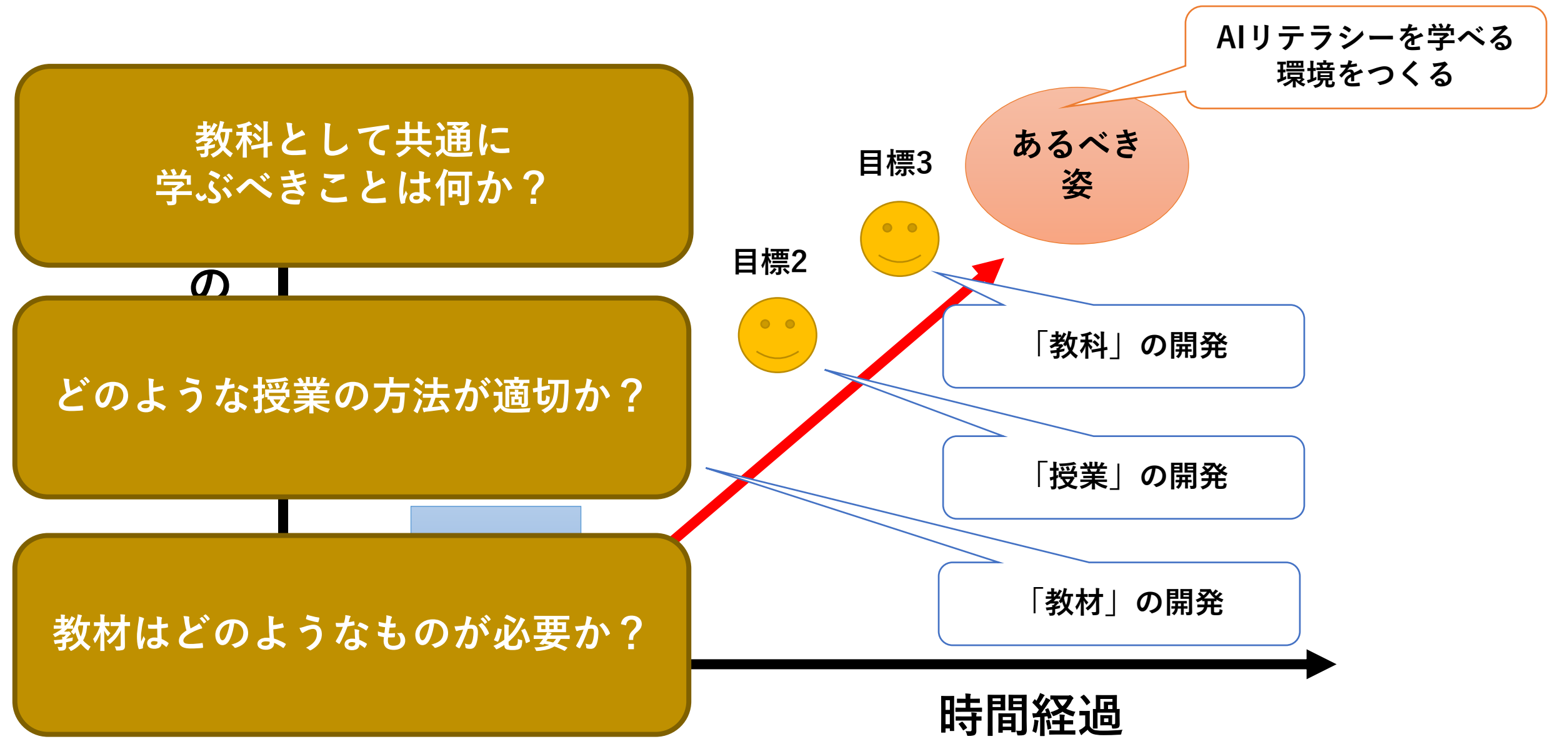
報告内容



まとめ（再掲）



まとめ







行動 → 興味が高まる
(一貫性原理)

興味・関心を高める秘策



テラオカ電子

チャンネル登録者数 67人

登録済み



ホーム

動画

再生リスト

チャンネル

フリートーク

概要



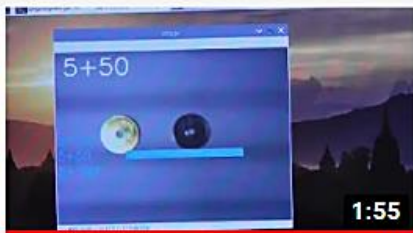
アップロード済み すべて再生

≡ 並べ替え



「スマイルカウンター」を作りました。

37 回視聴・17 時間前



「ご縁 (5円) の分類」を作りました。

160 回視聴・1 週間前



ジャガールとゴッホの分類
Pigeon vs. AI 2 編 を作り...

240 回視聴・2 週間前



「ピカソとモネの分類
Pigeon vs. AI 編」をつく...

322 回視聴・3 週間前



英字分類 NoCode編 をつくり
ました。

332 回視聴・3 週間前



じゃんけん分類器 CNN編 を
作りました。

585 回視聴・1 か月前



オリジナル分類器 CNN編
を作りました。

718 回視聴・2 か月前



「感情分析ロガー」を作りま
した。

845 回視聴・2 か月前



MNIST ニューラルネットワ
ーク編

784 回視聴・2 か月前



ニコマコスのためのAI工具
Q学習編 FROM 高校生の...

1512 回視聴・6 か月前



興味・関心を高める秘策



テラオカ電子
チャンネル登録者数 67人

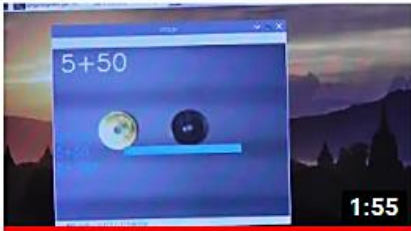
登録済み

[ホーム](#) [動画](#) [再生リスト](#) [チャンネル](#) [フリートーク](#) [概要](#) 

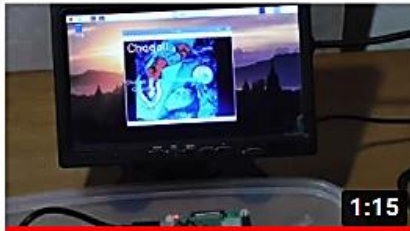
アップロード済み [すべて再生](#) ≡ 並べ替え



「スマイルカウンター」を作りました。
37 回視聴・17 時間前



「ご縁（5円）の分類」を作りました。
160 回視聴・1 週間前



ジャガールとゴッホの分類
Pigeon vs. AI 2 編 を作り...
240 回視聴・2 週間前



「ピカソとモネの分類
Pigeon vs. AI編」をつく...
322 回視聴・3 週間前



英字分類 NoCode編 をつくり
ました。
332 回視聴・3 週間前



「何が好きですか？」 「いいねをクリック」

（生徒の**行動**から興味関心を観る）

Something AI

$$100^+ \times 10,000 = 1,000,000^+$$



高校生1学年の生徒数

ご清聴ありがとうございました。