

高等学校における探究学習の教材開発と授業実践

- 教材をどのように作るか？ -



愛知県立春日井工科高等学校
再任用教諭 寺岡広樹
YouTube：テラオカ電子

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：6クラス

ただし、3年生は7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(22年)後、
私立高校(5年)を経て現任校(10年)

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(8教科)

- ・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。

各教科の特質に応じた
見方、考え方を授業に反映

なぜこのテーマなのか

指導教員から（初任者研修）

課題研究は、一番教師としての力量が
あらわれる授業

筆者の問い

課題研究の研究テーマや教材はどのように準備すれば良いのか？

なぜこのテーマなのか

指導教員から（初任者研修）

課題研究は、一番教師としての力量が
あらわれる授業

筆者の問い

課題研究の研究テーマや教材はどのように準備すれば良いのか？

10年目の節目として、問いのAnswerをまとめた

報告内容

1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



3 マイコン電子工作の事例



4 ラズベリーパイの事例



5 まとめ

報告内容



1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



3 マイコン電子工作の事例



4 ラズベリーパイの事例



5 まとめ

研究の背景と目的

問題定義

教材自身と授業実践の報告はあるが、
教材を**どのように制作したか**を明示的に述べたものは少ない

研究の背景と目的

問題定義

教材自身と授業実践の報告はあるが、
教材を**どのように制作したか**を明示的に述べたものは少ない

報告目的

筆者の教材をもとに**開発の起点から制作へのベクトル**を演繹的に考察し、
探究型学習の教材開発の参考とする

報告内容

1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



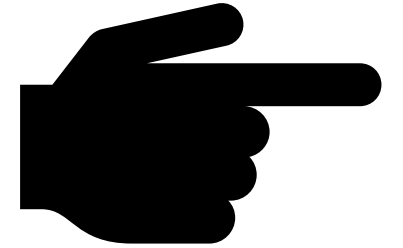
3 マイコン電子工作の事例



4 ラズベリーパイの事例



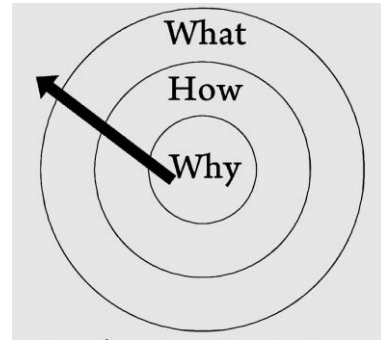
5 まとめ



教材開発のプロセス－教材をWhyからHow、Whatの順で開発する－

1 なぜその教材をつくるのか（Why）

－研究活動を想定した教材－



2 どのように教材を作るのか（How）

－3つのステップの往復による継続的开发－

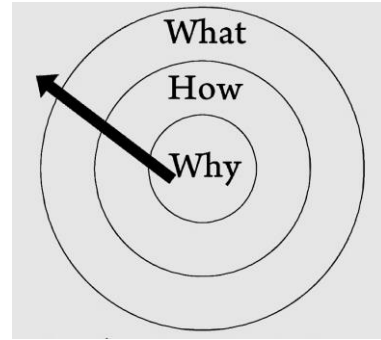
3 どんな教材を作るのか（What）

－3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

教材開発のプロセス－教材をWhyからHow、Whatの順で開発する－

1 なぜその教材をつくるのか（Why）

－研究活動を想定した教材－



2 どのように教材を作るのか（How）

－3つのステップの往復による継続的開発－

3 どんな教材を作るのか（What）

－3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

1 なぜその教材をつくるのか（Why）－研究活動を想定した教材－

STEAM教育：

教科横断的に「課題**発見**能力」と「課題**解決**能力」の育成

1 なぜその教材をつくるのか（Why）－研究活動を想定した教材－

STEAM教育：

教科横断的に「課題発見能力」と「課題解決能力」の育成

研究活動：

①問い、②仮説の設定、③仮説の検証、④答えを発表
－研究活動の体験を通して身につける

1 なぜその教材をつくるのか（Why）－研究活動を想定した教材－

STEAM教育：

教科横断的に「課題発見能力」と「課題解決能力」の育成

研究活動：

①問い、②仮説の設定、③仮説の検証、④答えを発表
－研究活動の体験を通して身につける

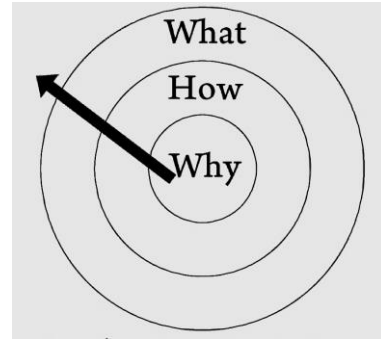
教材への反映：

- ・ 研究の問いをどこまで教材に設定するか
- ・ 仮説と検証のために教材をどこまで完成させるか

教材開発のプロセス－教材をWhyからHow、Whatの順で開発する－

1 なぜその教材をつくるのか (Why)

－研究活動を想定した教材－



2 どのように教材を作るのか (How)

－3つのステップの往復による継続的开发－

3 どんな教材を作るのか (What)

－3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

2 どのように教材を作るのか（How） －3つのステップの往復による継続的開発－

①情報を集めて
コンセプトを企画する
インプットの
段階

②設計・製作
の段階

③教材を使って
授業展開
するアウト
プットの段階

2 どのように教材を作るのか（How） －3つのステップの往復による継続的開発－

①情報を集めて**コンセプト**を企画する
インプットの段階

②設計・製作
の段階

③教材を使って授業展開
するアウト
プットの段階

生徒の興味の分野や自身の技術力、予算、
時間の**制約の中で広く検討**する

2 どのように教材を作るのか (How) －3つのステップの往復による継続的開発－

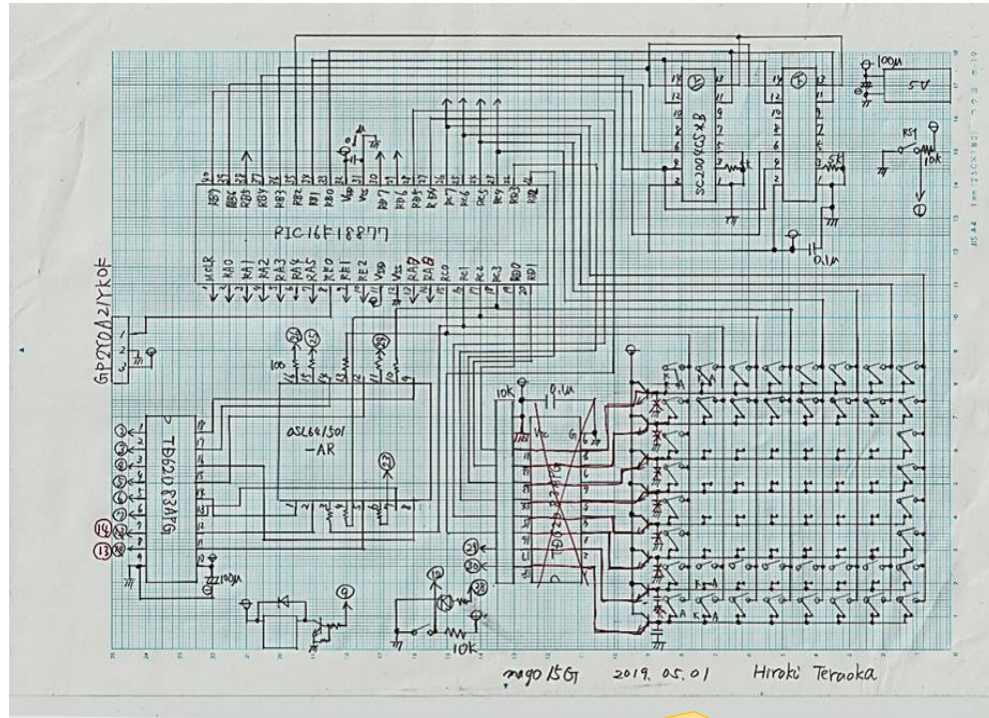
①情報を集めてコンセプトを企画する
インプットの段階

②設計・製作
の段階

③教材を使って授業展開
するアウト
プットの段階

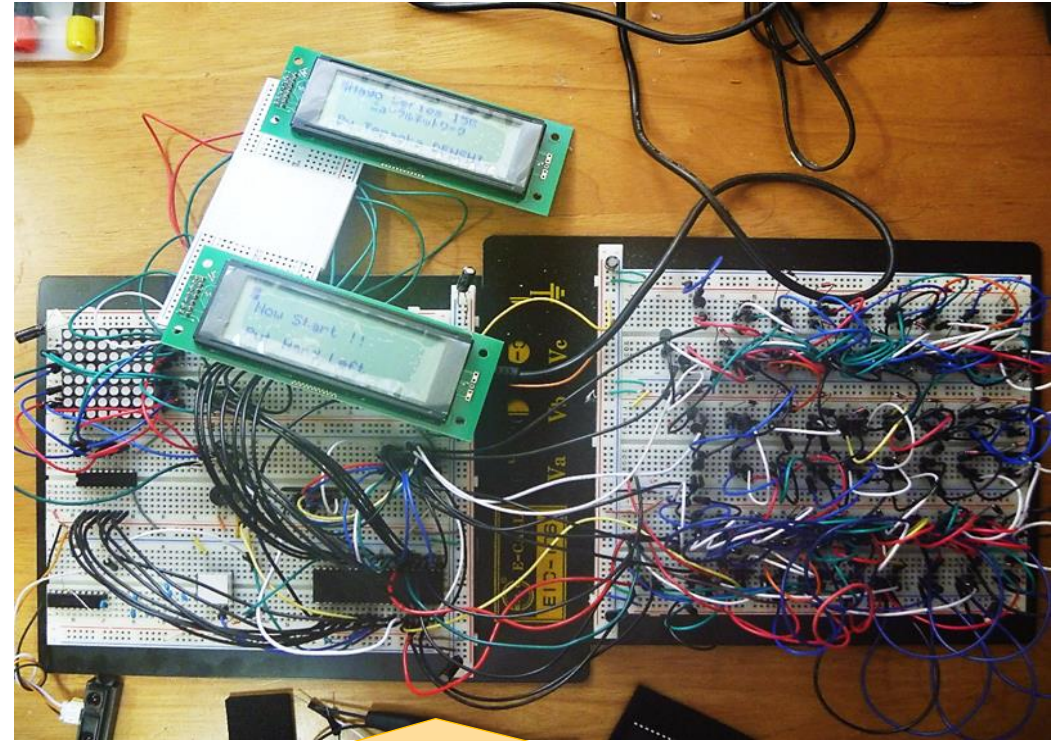
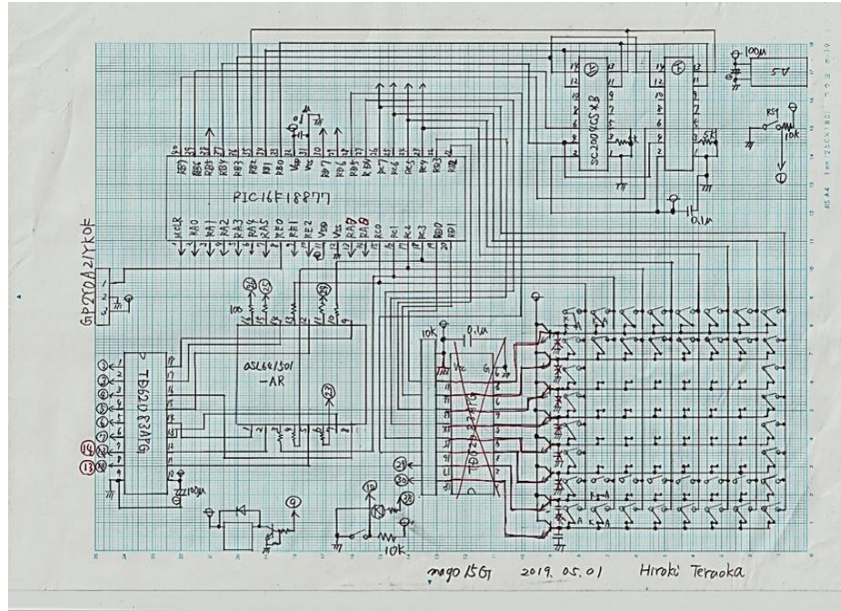
生徒が授業で改良できるように**基本機能に限定**して製作する。

② 設計・製作の段階（マイコンを使った電子工作の事例）



機能を決め、外観、部品の配置を検討した後、
回路図を作成

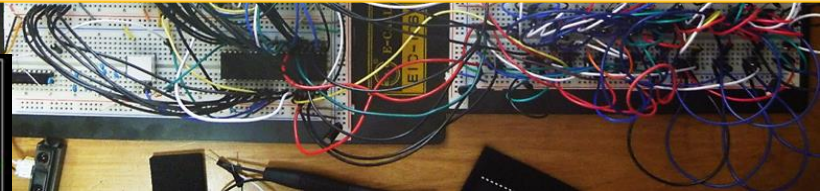
② 設計・製作の段階（マイコンを使った電子工作の事例）



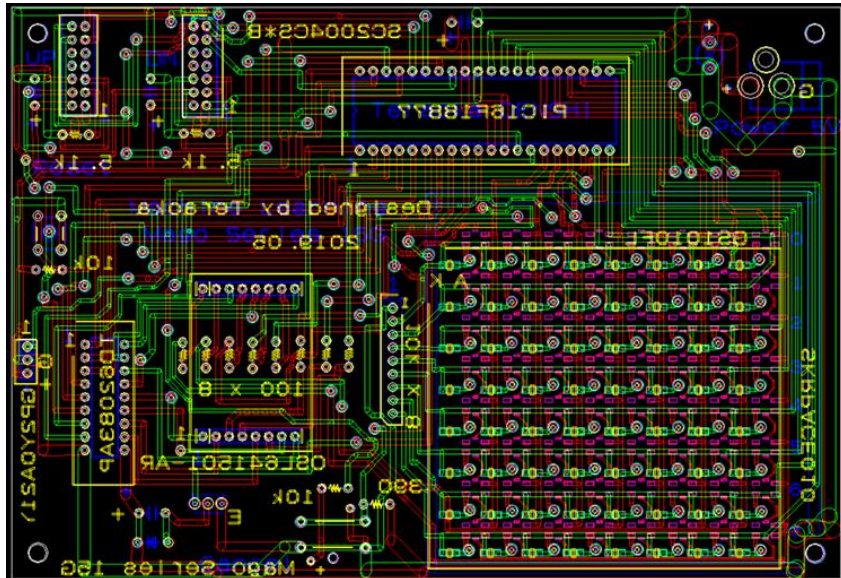
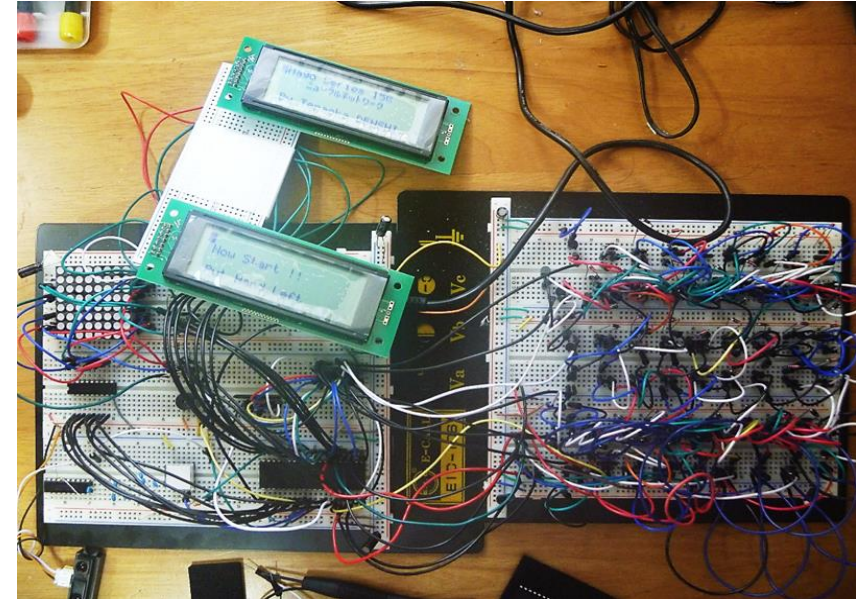
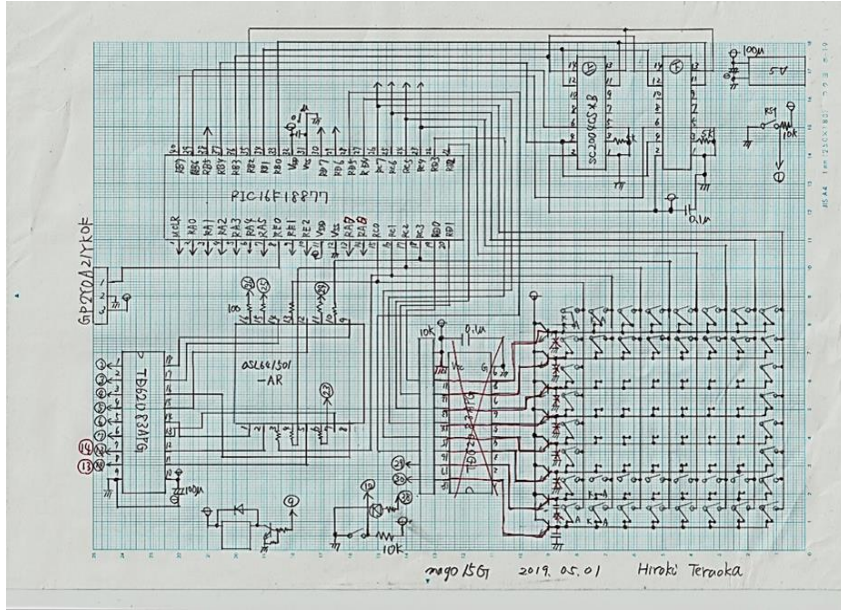
ブレットボードにハードウェアを実装
プログラムを作成して動作を確認
この時ハードウェアの調整を行う

2

設計・製作の段階（マイコンを使った電子工作の事例）



② 設計・製作の段階（マイコンを使った電子工作の事例）



2 どのように教材を作るのか (How) －3つのステップの往復による継続的開発－

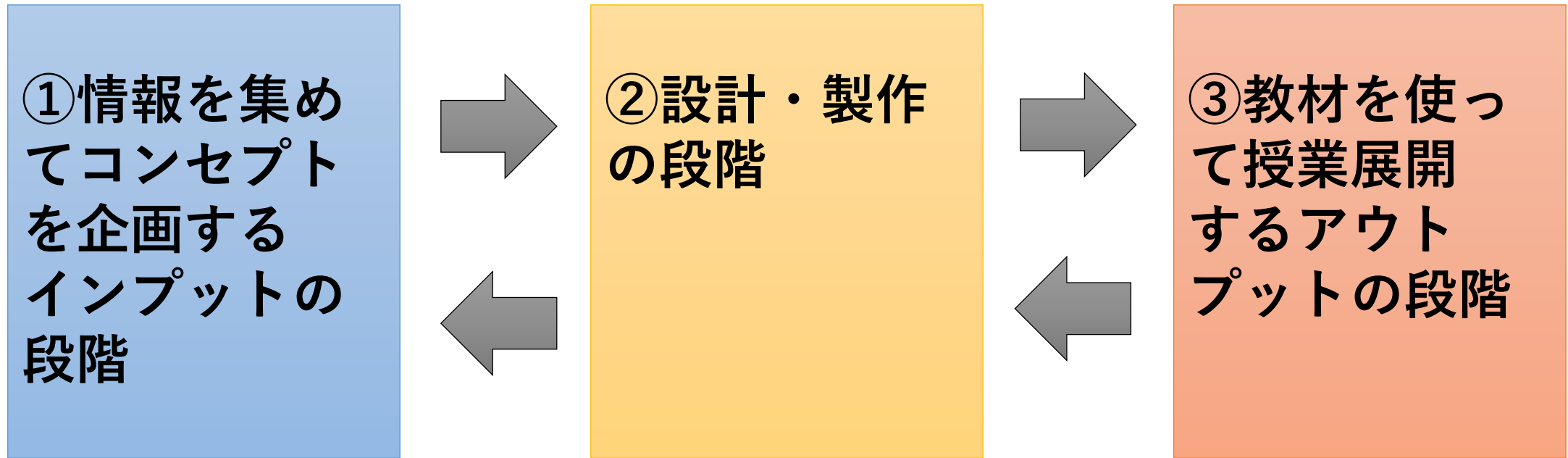
①情報を集めてコンセプトを企画する
インプットの段階

②設計・製作
の段階

③教材を使って授業展開
するアウト
プットの段階

基本設計された教材を生徒が改良
授業の最後に振り返りを行う
別の疑問や仮説が出る→新たなコンセプト

2 どのように教材を作るのか (How) －3つのステップの往復による継続的開発－

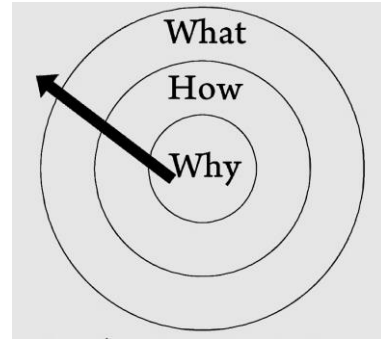


制作の流れと逆の流れの往復を繰り返して
教材の継続的な開発を行う

教材開発のプロセス－教材をWhyからHow、Whatの順で開発する－

1 なぜその教材をつくるのか (Why)

－研究活動を想定した教材－



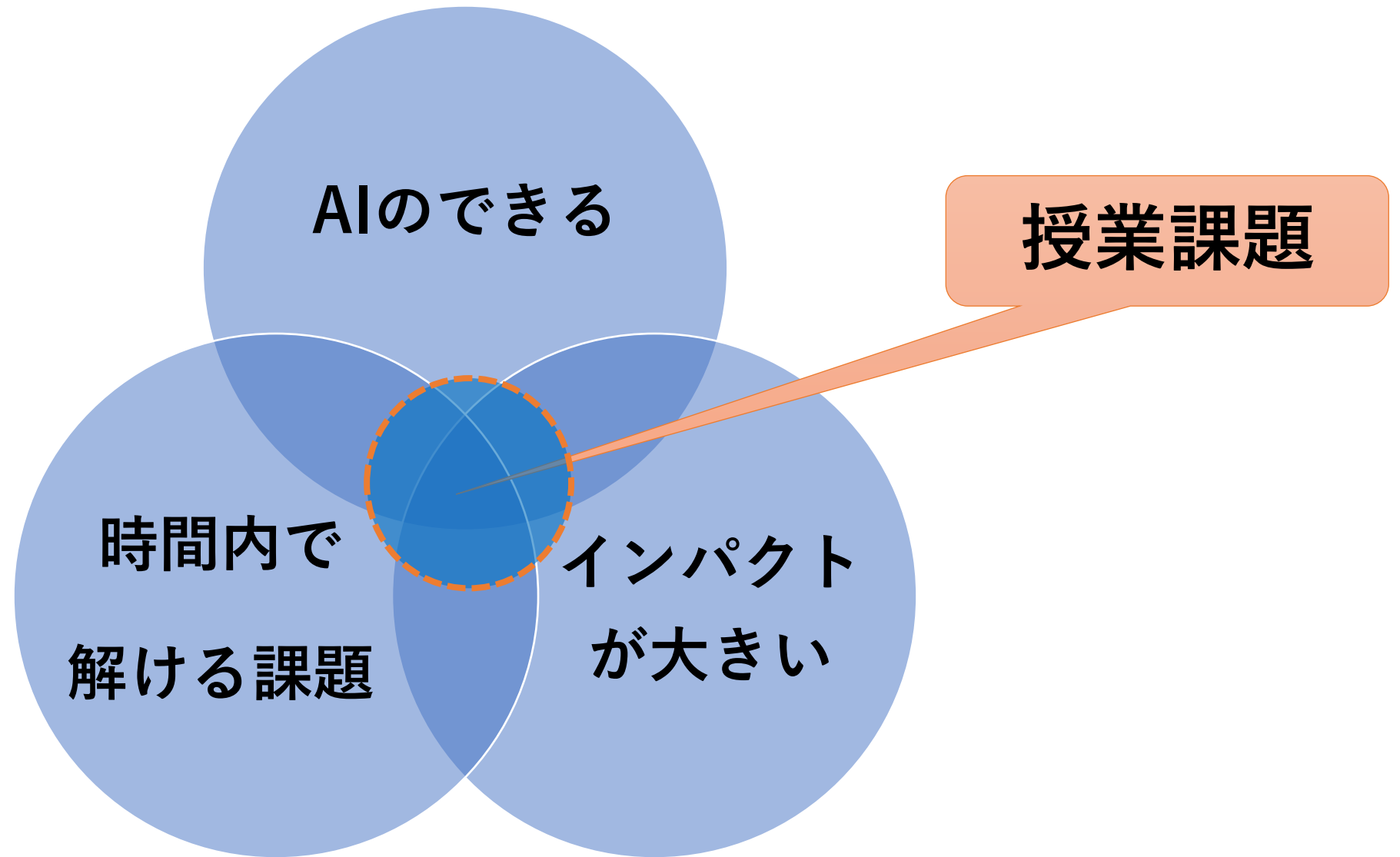
2 どのように教材を作るのか (How)

－3つのステップの往復による継続的开发－

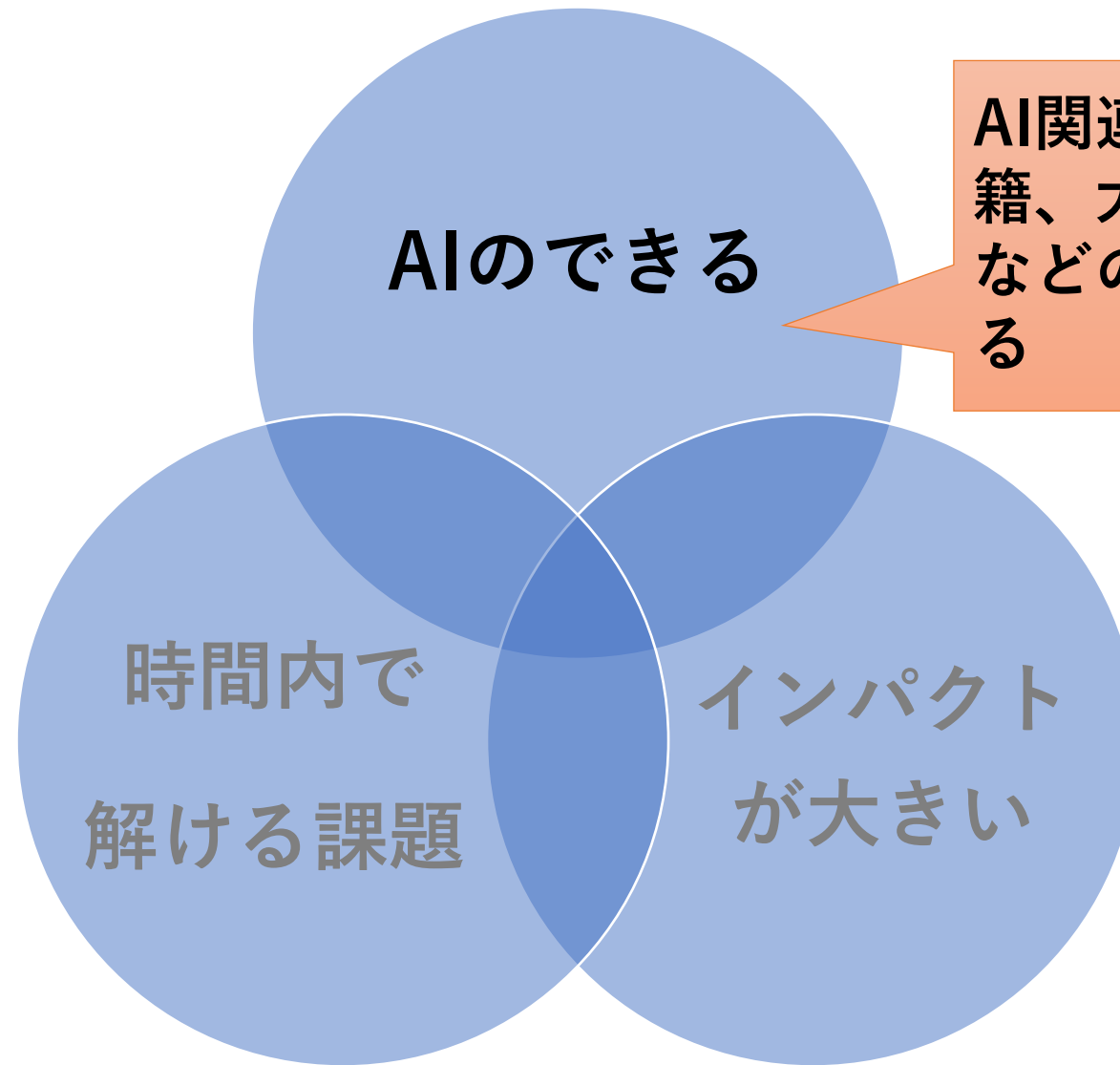
3 どんな教材を作るのか (What)

－3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

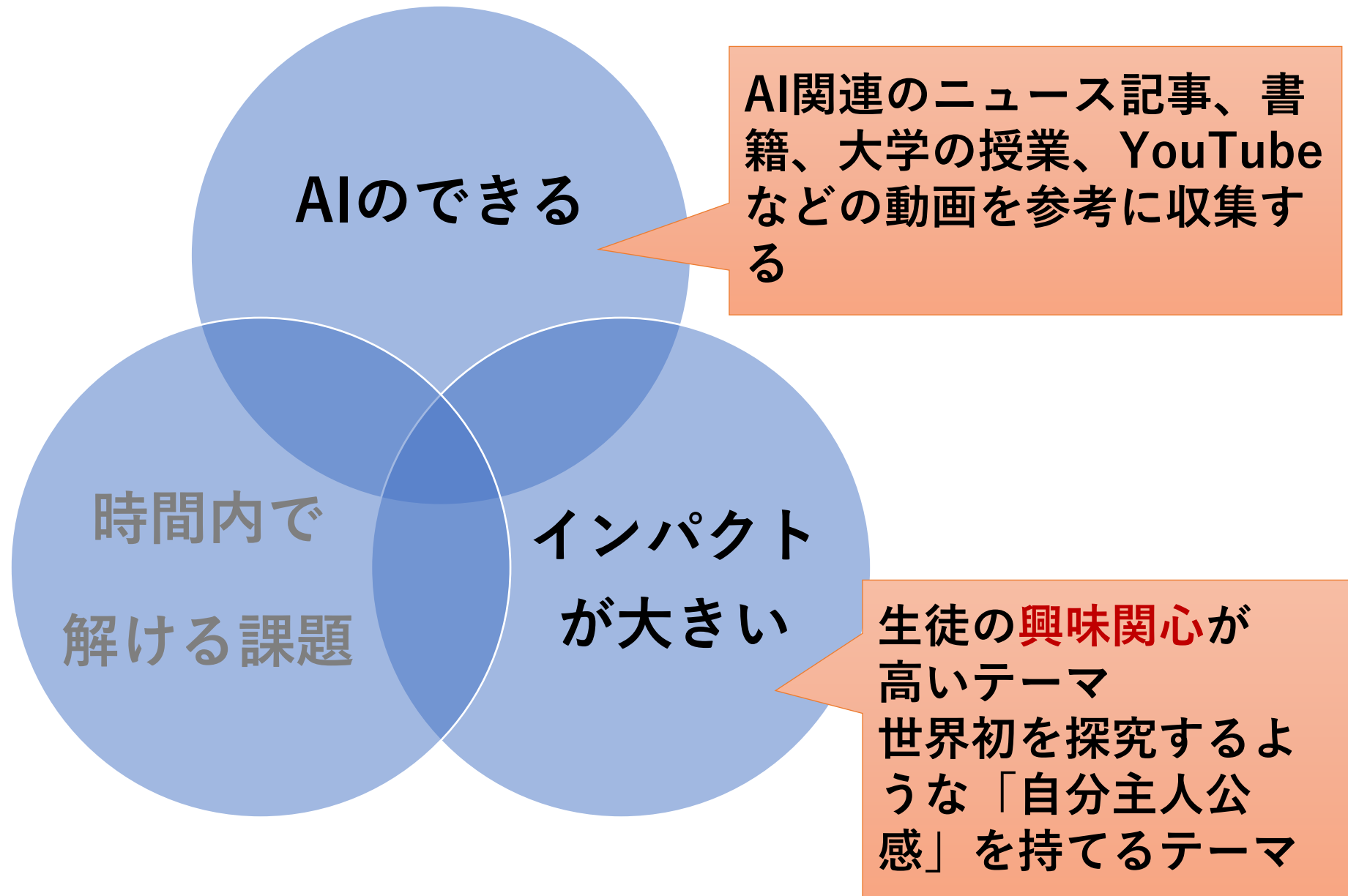


3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

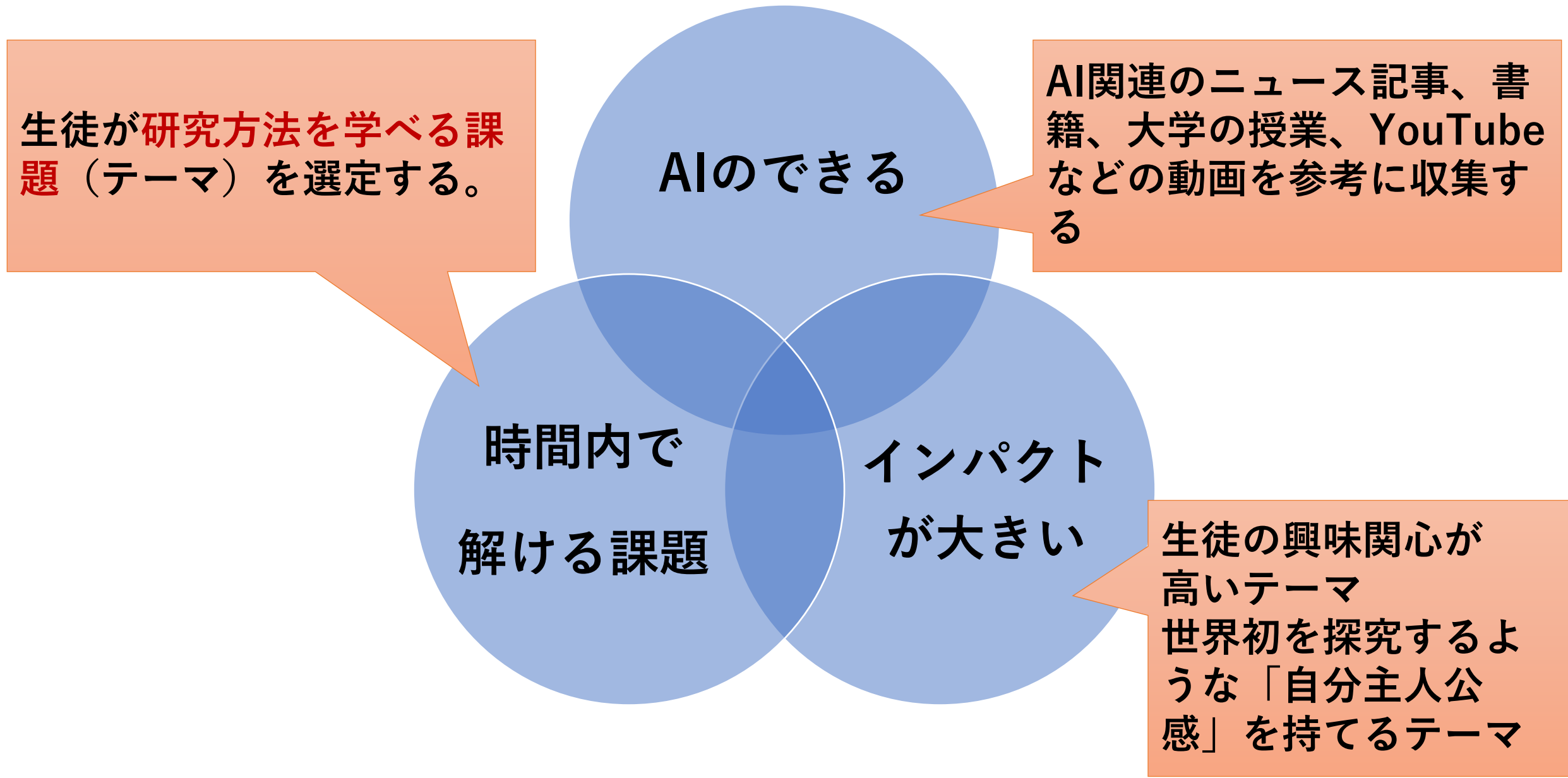


AI関連のニュース記事、書籍、大学の授業、YouTubeなどの動画を参考に収集する

3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－



3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－



3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

AIのできる

3つの特徴を有する授業課題を
「**独りブレスト**」で探索

時間内で解
ける課題

インパクト
が大きい

3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

SCAMPER：アイデア拡散法

①Substitute:
変える・替える・換える

③Adapt:
適合させる

⑤Put to other purposes:
別の用途・目的に使う

⑦Rearrange/Reverse:
並び替え/逆さまにする

②Combine:
結合させる

④Magnify/Modify:
拡大/修正する

⑥Eliminate:
何かを取り除く



3 どんな教材を作るのか (What) －3つの特徴を有する授業課題を「独りブレスト」で探索－

SCAMPER：アイデア拡散法

①Substitute:
変える・替える・換える

②Combine:
結合させる

③Adapt:
適合させる

④Magnify/Modify:
拡大/修正する

⑤Put to other purposes:
別の用途・目的に使う

⑥Eliminate:
何かを取り除く

⑦Rearrange/Reverse:
並び替え/逆さまにする

SCAMPERで**逆に解釈**することができたので、
これを使って演繹的に分析する

報告内容

1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



3 マイコン電子工作の事例



4 ラズベリーパイの事例



5 まとめ





「推論」を実行
数字の分類確率分布
0 ~ 9

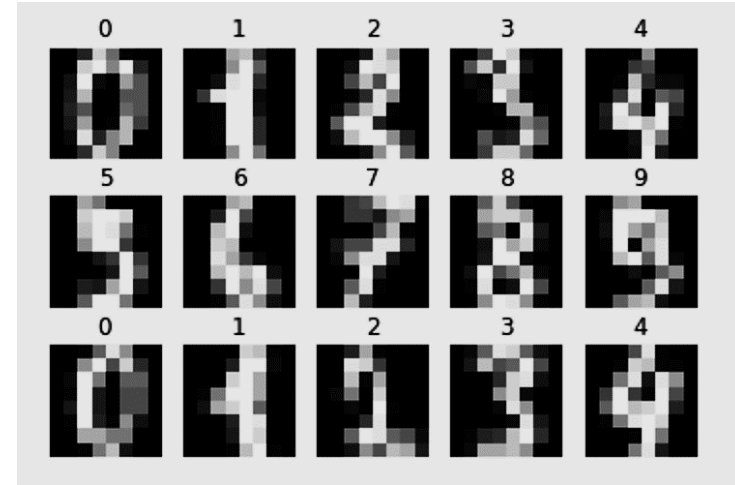
数字の入力パッド
8行 × 8列 = 64個

教材（ニューラルネットワーク）のコンセプト

ニューラルネットワークの仕組みを学ぶ教材

定番となっているMNIST（手書き数字を集めたデータセットの一つ）を使った手書き数字の分類

生徒の既有知識を活かせるようにプログラムをC言語に置き換え（①Substitute）



教材（ニューラルネットワーク）の製作方法

PIC16F18877：

8bit、プログラムメモリ：32kW、EEPROM：256B、
RAM：4kB、低価格（～300円）

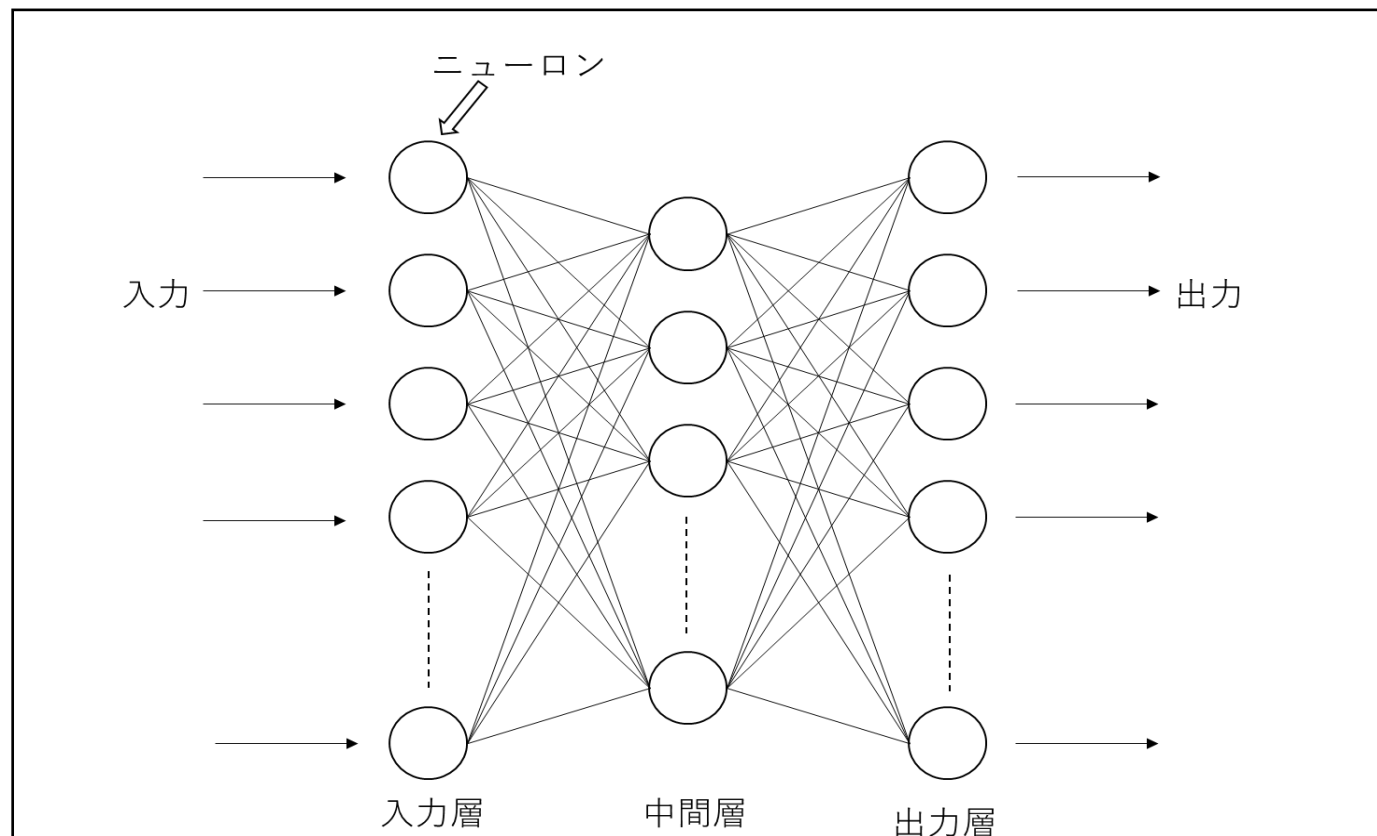
ニューラルネットワークは2層：

単純であるが、一定の精度が得られるように**試行錯誤**して決めた

パラメータの算出：

scikit-learnのdatasetsモジュールの手書き数字の
データセットをpythonを使って**別のパソコン**で求めた

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

教材（ニューラルネットワーク）の製作方法

PIC16F18877：

8bit、プログラムメモリ：32kW、EEPROM：256B、
RAM：4kB、低価格（～300円）

ニューラルネットワークは2層：

単純であるが、一定の精度が得られるように**試行錯誤**して決めた

パラメータの算出：

scikit-learnのdatasetsモジュールの手書き数字の
データセットをpythonを使って**別のパソコン**で求めた

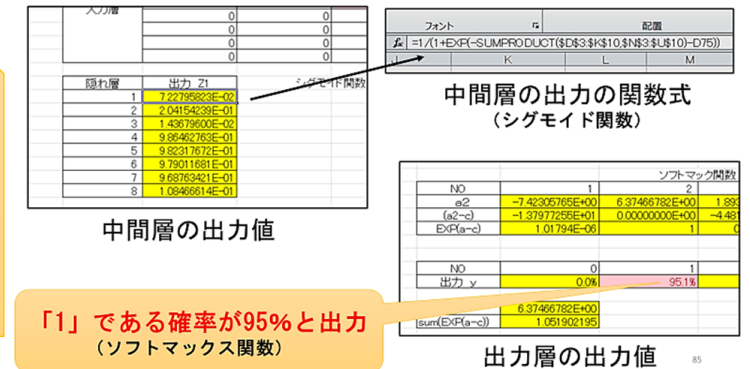
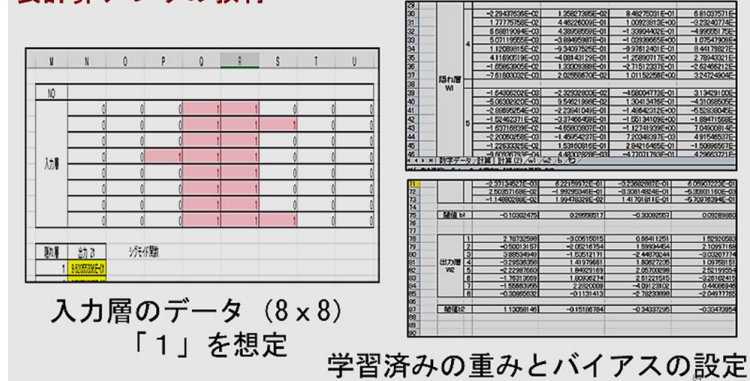
教材（ニューラルネットワーク）の授業での活用

生徒に基板に電子部品を半田付けして製作
プログラムは610個のパラメータを移植
プログラムを解読させて理解を深めさせた

同じニューラルネットワークの構造を構築した
「表計算アプリの教材」
(①Substitute) でも確認

ニューラルネットワークをイメージできるよう
になった。この研究をまとめて論文を投稿し、
サイエンスコンテストで発表

表計算アプリの教材



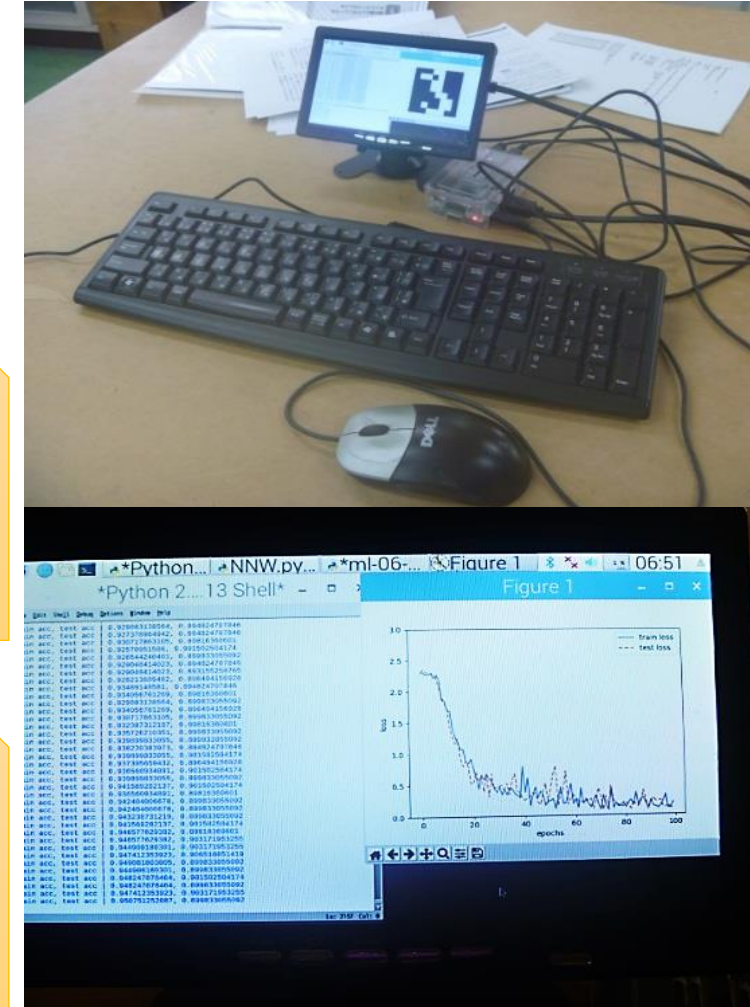
教材（ニューラルネットワーク）へのフィードバック－考察－

学習の理論は高校生の履修を超えた数学が必要
なため、授業では**学習**の指導をラズベリーパイ
で**実演**して行った

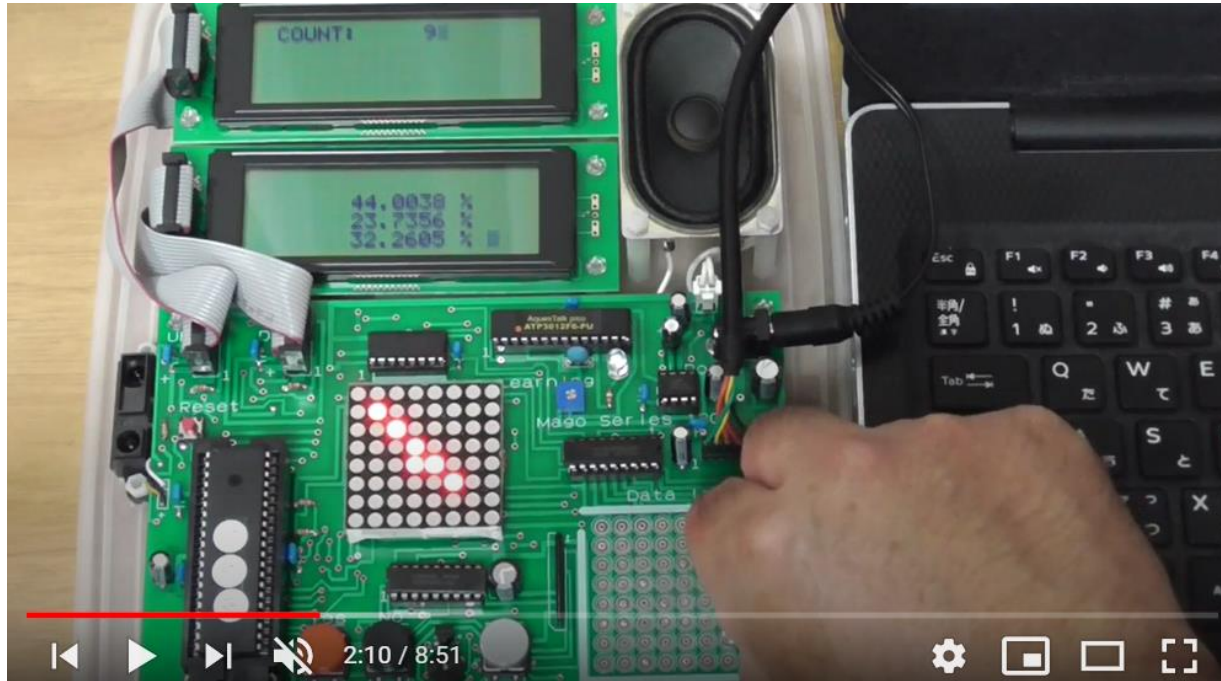
機械学習のライブラリー、活性化関数、訓練
データとテストデータの区別などを説明するこ
とで、実演を通して学習の**イメージ**は持てた

「次は、**学習を学べる教材**を準備する」と約束

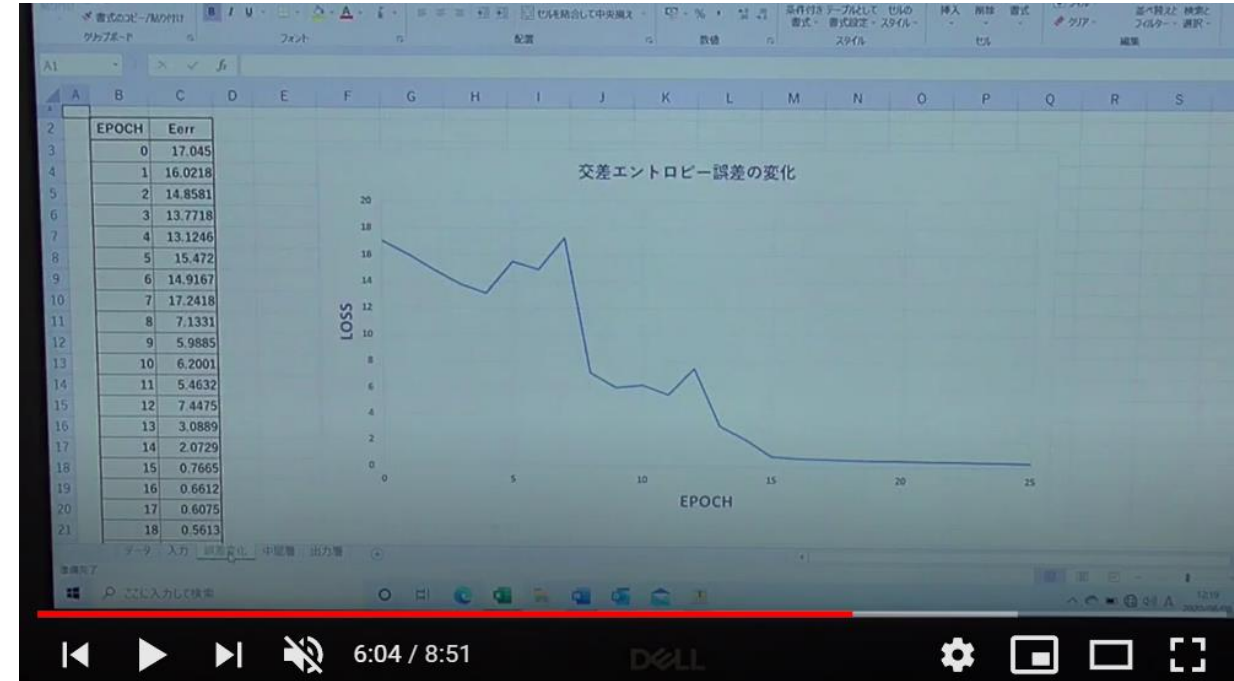
ラズベリーパイでの「学習」の実演



例えば、「/」、「+」、「\」を入力



損失誤差をPCに送り表計算アプリで表示



ニューラルネットワークの「学習」の可視化

教材 (MyNIST CNN) のコンセプト

ニューラルネットワークの**学習**を電子工作でできないかと考えて製作

マイコンの性能から、できる限り**最小機能**に絞り込んで実現 (⑥Eliminate)

インパクトの大きい授業課題として「**集合知**」を学べる教材 (⑤Put to other purposes)

教材（MyNIST CNN）の製作方法

画像認識で高い精度を出すことができる**CNN**
（畳み込みニューラルネットワーク）を使用

構造：

入力層（ 6×6 ）、畳み込み層（ 3×3 フィルタ3枚）、
プーリング層（MAX）、出力層、損失関数（2乗誤差）

誤差逆伝搬法（勾配降下法：学習係数0.2）、
エポック数35、誤差逆伝搬法のプログラムは、
書籍で示されている数式を頼りに**C言語**で実装

教材（MyNIST CNN）の授業での活用

生徒一人ひとりに学習データを入力
30個のデータ入力が終わると装置のマイコンが学習
生徒が入力した文字を統合した文字認識関数を生成

生徒に好きな文字（3種類の中で）を入力させて判定

機械学習が「個々の知恵を集めた集合知を使って未知の課題を解く道具」であることを体験

教材（MyNIST CNN）へのフィードバック－考察－

授業での生徒の関心は、高くなかった
集合知の説明に対しても興味を示さなかった

集合知というのが抽象的概念のため理解が難しかった
具体的な補足説明が必要

入力から出力に20分程度かかるのも原因
リアルタイムに動作する教材も必要
「授業時間内で解ける課題」：ラズベリーパイを検討

報告内容

1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



3 マイコン電子工作の事例



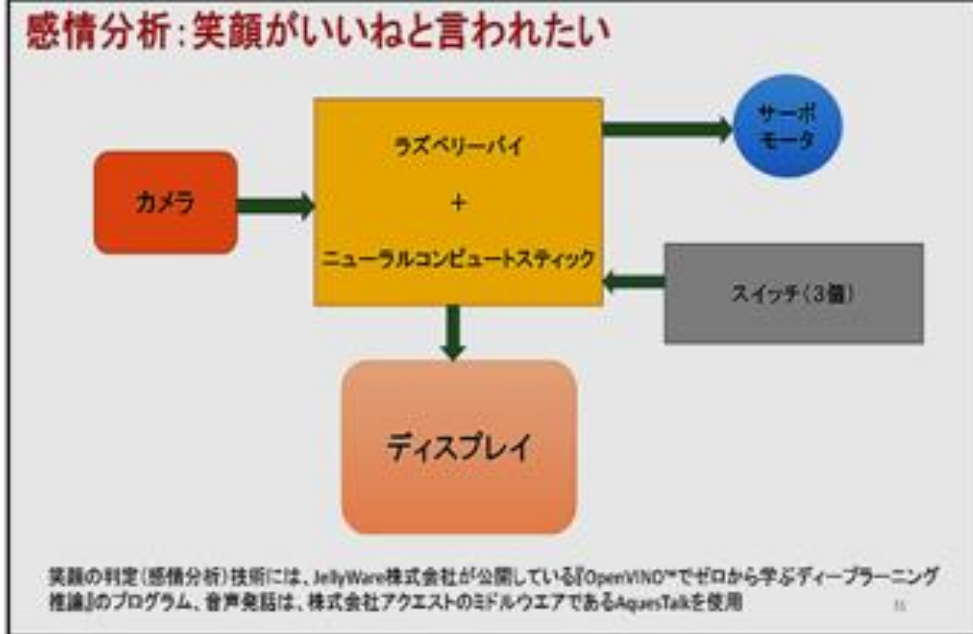
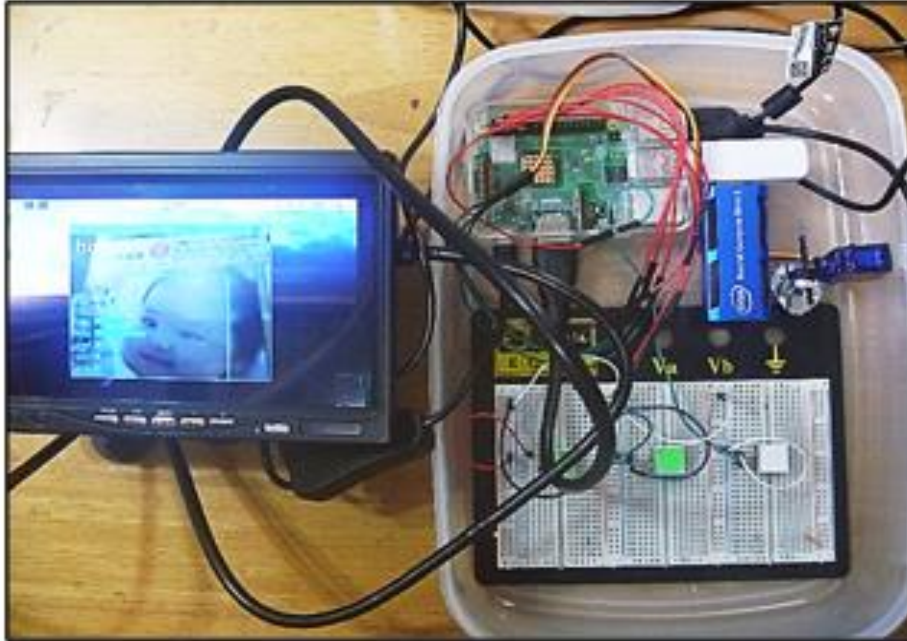
4 ラズベリーパイの事例



5 まとめ



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。

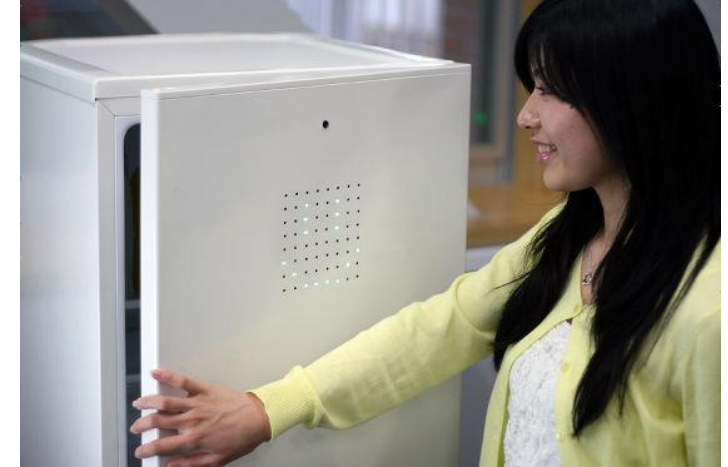
教材（笑顔がいいねと言われたい）のコンセプト

アイディア：2012 年グッドデザイン賞ソニーコンピュータサイエンス研究所「情報家電 ハピネスカウンター(笑わないと開かない冷蔵庫)」

身体心理学：表情フィードバック仮説
製品のニーズを**抽象化**：笑顔習慣化、トレーニングによる幸福感の向上

アナロジー（**視点を変更**）：
ユーザを変更（女子高校生へ）
（⑤Put to other purposes）

ハピネスカウンター



幸福感の向上（論文より）



教材（笑顔がいいねと言われたい）の製作方法

笑顔の判定（感情分析）：
JellyWare 株式会社『OpenVINO™でゼロから
学ぶディープラーニング推論』を使用

音声発話：
株式会社アクエストのミドルウェア AquesTalk
を使用（②Combine）

スイッチ操作：
Pythonプログラムを追加（③Adapt）

笑顔の判定
（JellyWareのサイトより）

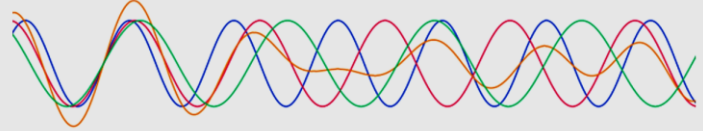


音声発話

AQUEST Text To Speech Technology サイト内検索

最新情報 製品紹介 オンラインデモ ダウンロード ライセンス お問い合わせ 会社情報

規則音声合成エンジン AquesTalkシリーズ



組み込み用に開発された小型軽量のエンジンで、テキスト情報（音声記号列）をリアルタイムに音声に変換して出力します。これまで数百万台の機器に実装されています。現在、AquesTalk10/AquesTalk pico/AquesTalk2/AquesTalk1の4種類のエンジンがあります。それぞれ音声生成アルゴリズムが違いため、声質が異なります。声質や動作に必要なリソース量を考慮してエンジンを選択します。

教材（笑顔がいいねと言われたい）の授業での活用

授業の導入に使ったが、多くの生徒が**恥ずかしがって**
カメラの前で笑顔を作るのを躊躇

筆者「先生はこれを調整するのに普段しない笑顔をしすぎて苦しかったです」と言うと**面白がって体験**

深層学習がどういうものかという**興味を高める教材**

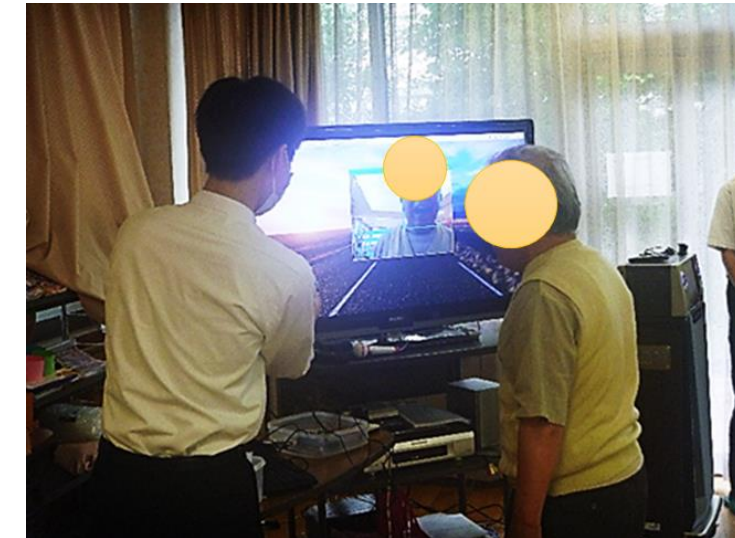
教材（笑顔がいいねと言われたい）へのフィードバック－考察－

高校生にとって躊躇するものであったが、
小学生の出前授業や中学生の体験入学では人気

（**立場を変えて使う**）本教材を高齢者施設に持ち込み、
高齢者に笑顔になってもらう研究活動
（⑤Put to other purposes）。

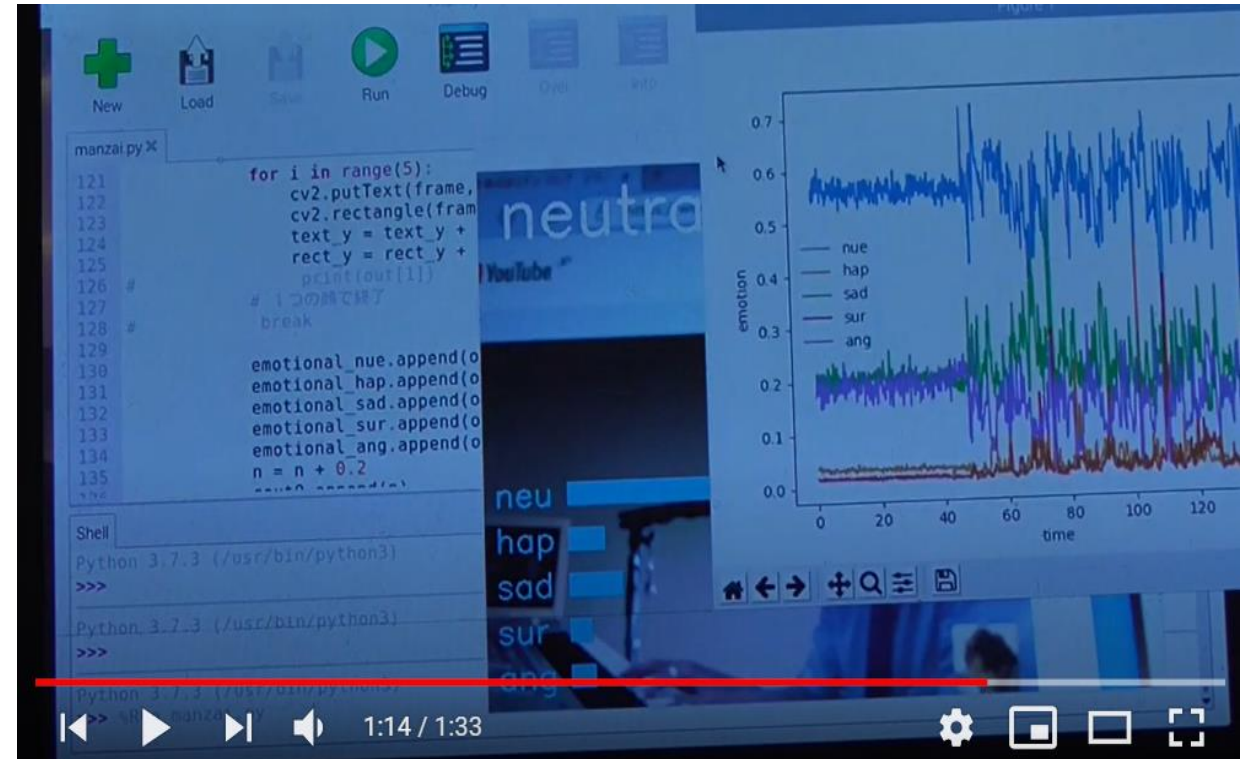
活動を通して、問いを立て、仮説を検証するとい
う**研究体験**によりAIの活用の理解を深めた

高齢者施設での様子



製作した教材はYouTubeで全て公開

表情の感情の時系列変化をグラフで表示



53

教材（感情分析ロガー）のコンセプト

「感情分析：笑顔がいいねと言われたい」で扱う
「空間」を捉え直したもの

自分自身のトレーニングや、高齢者施設での空間から、
漫才コンテストの空間に変えたもの

CMや音楽の良さの可視化を考えたが、
生徒の興味やインパクトを考慮し、
漫才を研究テーマにした（⑤Put to other purposes）

教材（感情分析ロガー）の製作方法

音声合成の機能はオフ（⑥Eliminate）

表情の確率値を配列に追加してグラフ表示のPythonコードを追加（②Combine）

CSVファイルの書き込みのPythonコードを追加（②Combine）

教材（感情分析ロガー）の授業での活用

本研究活動の問い：「漫才の面白さを定量的に可視化できるか？」であるが、**問いの作り方**を「良質な問いの例を示す」として**教師主導**で指導

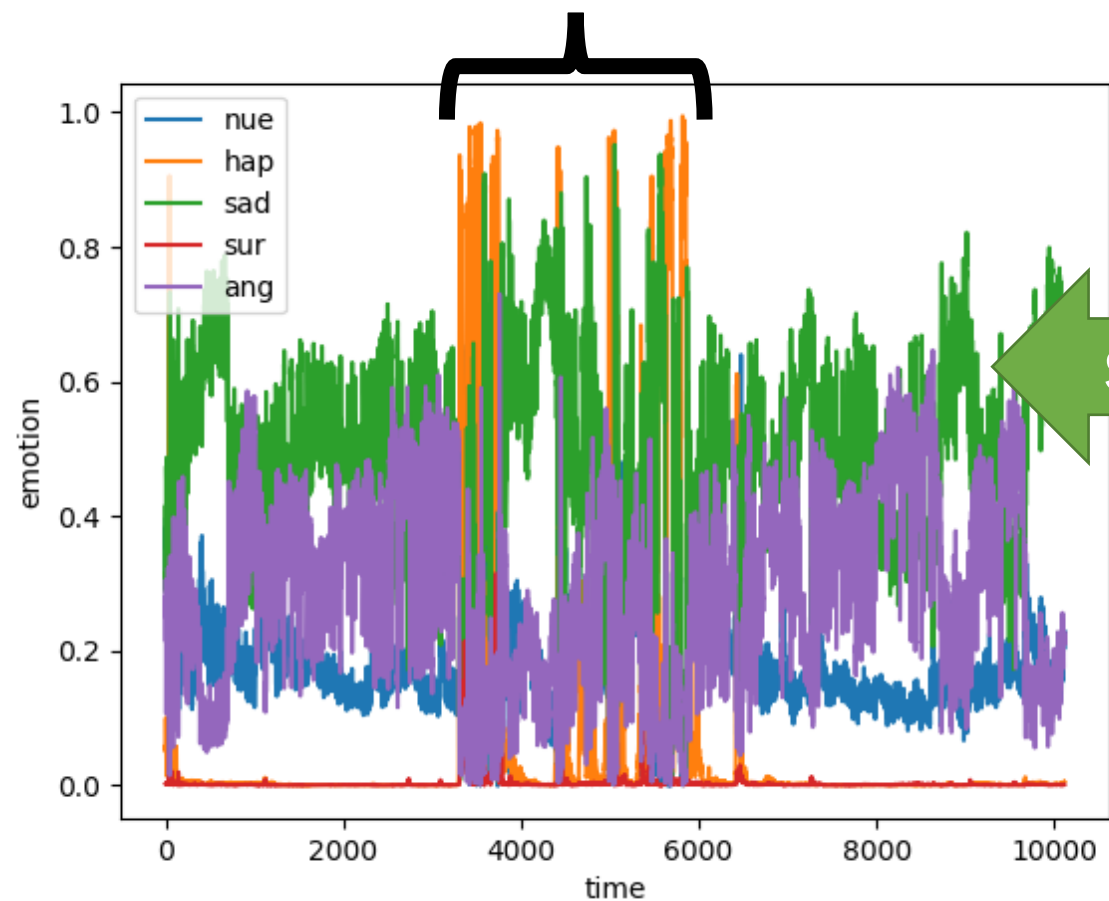
研究結果として漫才を観ている表情が、生徒は全体的に「sad」が高く、筆者は「angry」が高いことが定量的に可視化され**面白い活動**となった

筆者が明確に問いを設定したことで生徒の**主体性は低く**なったが、生徒は**楽しんで**取り組んだ

計測データ

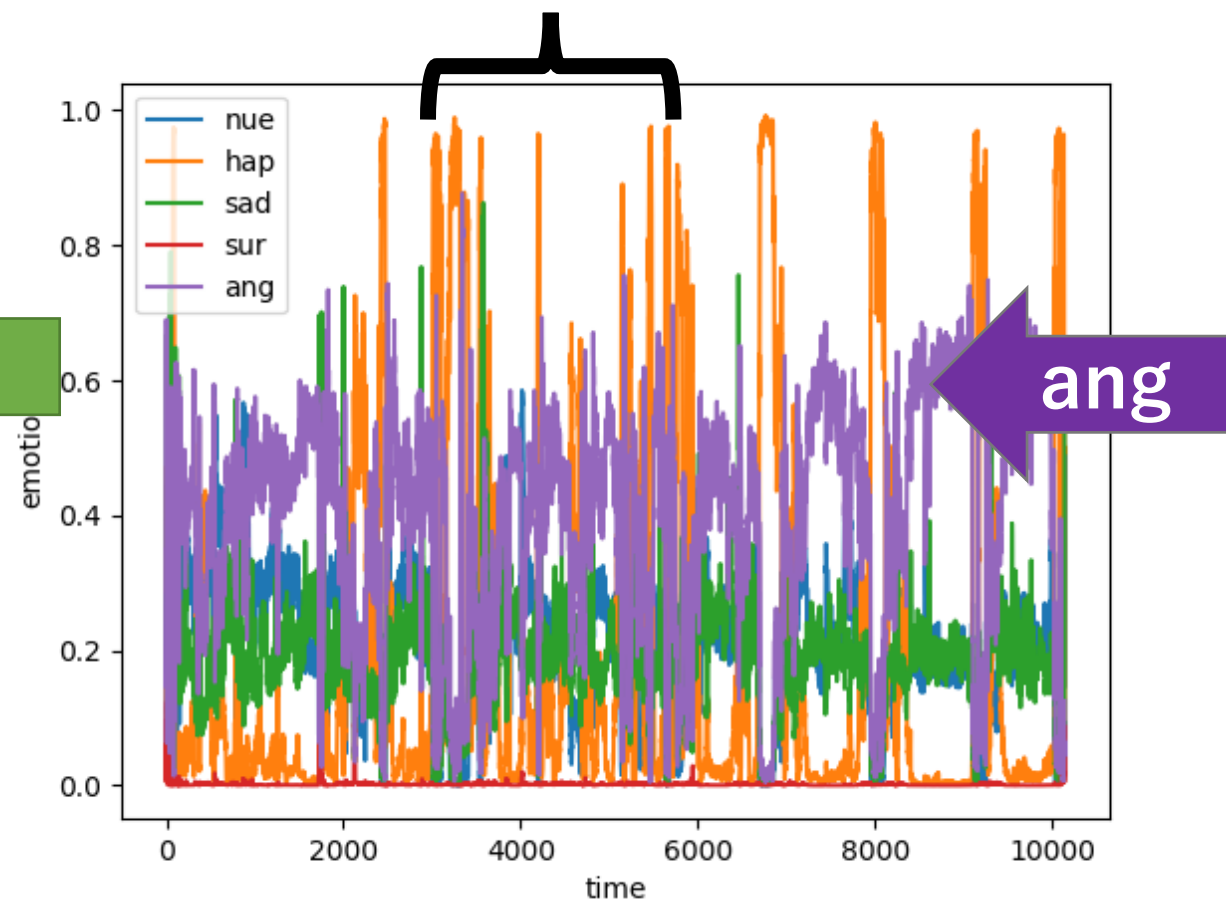
感情分析ログで記録

Happy



生徒

Happy



筆者

教材（感情分析ロガー）の授業での活用

本研究活動の問い：「漫才の面白さを定量的に可視化できるか？」であるが、**問いの作り方**を「良質な問いの例を示す」として**教師主導**で指導

研究結果として漫才を観ている表情が、生徒は全体的に「sad」が高く、筆者は「angry」が高いことが定量的に可視化され**面白い活動**となった

筆者が明確に問いを設定したことで生徒の**主体性は低く**なったが、生徒は**楽しんで**取り組んだ

教材（感情分析ロガー）へのフィードバック－考察－

研究の問いの立て方を指導する際、
生徒が無理なく理解するには**具体的**であることが必要

教師が明確に設定すると生徒の**主体性が低下**する

次は、あえて**抽象度を上げた問い**を示し、
生徒はその問いを具体化する研究活動を検討

報告内容

1 研究の背景および目的



2 教材開発のプロセス



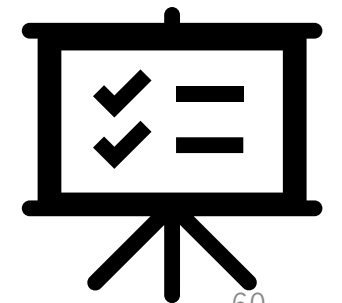
3 マイコン電子工作の事例



4 ラズベリーパイの事例



5 まとめ



まとめ（報告内容）

教材をどのように準備すればよいかについて、筆者の事例を**演繹的に俯瞰**

教材開発のプロセスを、①なぜその教材をつくるのか（**Why**）、②どのように教材を作るのか（**How**）、③どんな教材を作るのか（**What**）の順で整理

教材開発と授業での**活用事例**として、ワンチップマイコンを使った電子工作の教材と、ラズベリーパイを使った表情分析の教材を紹介

まとめ（明らかにしたこと）



マイコンを使った電子工作の教材制作：

生徒にAIの仕組みを理解させるために、どの**技術**を選び、どう**組み合わせ**ていくかである

ラズベリーパイを使った教材制作：

生徒がAIの活用を理解し、さらに研究方法を学ぶために、研究の問いをどのように**視点**を変えて**発散**し、どのように問いを**収束**させるかである

高等学校における探究学習の教材開発と授業実践

- 教材をどのように作るか？ -



愛知県立春日井工科高等学校
再任用教諭 寺岡広樹
YouTube：テラオカ電子

ご清聴ありがとうございました