

〔技術報告〕

360度動画を用いた学習教材の実装と試作

(Unity と HTC Vive での実装)

足立 康志*¹

Implementation and trial production of learning materials using 360-degree video
(Implementation in Unity and HTC Vive)

Yasushi ADACHI*¹

Abstract

In this study, we describe a method for implementing 360-degree video for viewing with a head-mounted display and producing learning content using the HTC Vive headset in the Unity development environment, and we identify relevant problems and challenges. In our previous study, "Education System Configuration Using All-sky Videos and Three-dimensional Models (An Effective Configuration and Creation Method for Learning),"⁽¹⁾ spherical videos and 3D models were used to position the region. We constructed learning materials to indicate the shooting area of the spherical video clearly and to simplify understanding of spatial orientation. Moreover, we switched between multiple 360-degree videos according to time and sought to produce a single piece of cohesive content in addition to the previous 3D model presentation.

Key Words : Unity, Vive, 360-degree, education, HMD.

1. はじめに

本研究では360度動画とそれを視聴するヘッドマウントディスプレイ（以後、HMDと称する）、HTC Viveを使用した学習コンテンツをUnity開発環境で実装する手法について述べる。

以前行った研究の「全天球動画と3Dモデルを用いた学習教材の構成（学習効果と作成手法について）」⁽¹⁾では、360度動画と3Dモデルを使用して、地域の位置づけと全天球動画の撮影地域をわかりやすく指示し、空間的感覚を理解しやすくする学習教材を構成した。今回は360度動画を扱う手法を改良し、コンテンツの制作を容易にし、かつ自由度を高める実装手法を試みた。

2. 背景

2・1 180度動画、360度動画の学習教材への利用

全天周動画と言われる180度動画を撮影することができるカメラは古くから開発されており、主に魚眼レンズを用いた180度半球面を撮影するカメラはパノラマカメラと呼ばれている。こちらは教育目的に非常に広く使われており、主に科学館、博物館など、学習教育施設のプラネタリウムなどのドームスクリーンで上映されている。

全天球動画といわれる360度動画の撮影においても2016年以降、手軽なデジタルカメラ形式の360度カメラが複数のメーカーから発売されるようになった。これ以降、徐々にこれらのツールを学習教材に使用する試みが始まっていく。村上祐治、上馬庭和也「学習意欲向上のためのVR物理実験支援システムの開発研究（2020）」⁽²⁾では、HMDを用いてVRの世界に没入し、物体の物理移動をシミュレーションし、さらにこれに移動距離などをわかりやすく表現する学習支援を行った。

また、現在、感染症問題などで講義を遠隔で行うことを余儀なくされており、修学旅行などのフィールドスタディが

*¹ 情報ネットワーク工学科
令和2年10月30日受理

中止になったり、短時間で行き来できる近隣地域に変更になったりしている。そこでこれらを VR 技術、360度動画などで代替できないかという試みが注目を集めている。坪谷里咲 他、「VR を活用した地域学習と VR 修学旅行について」⁽³⁾において、遠隔地のフィールドスタディの代替えや、むしろ通常では体験できない多数の地域のコースの視聴を行うことが試みられている。この試みでは同一の部屋に複数の生徒が映像を共有できるシアターを設け、360度カメラで撮影された映像を上映する。これらの児童を対象とした課外授業では、従来のメディアでは得られない没入感と臨場感から生徒の興味が喚起されたとされている。

食育教材として農業体験学習に利用した例もある。矢野浩二郎 他、「360度動画を用いたバーチャルリアリティ (VR) 食育教材の開発」⁽⁴⁾では、田んぼ全景、田んぼの水中、農家の仕事、田植えの方法、などを360度カメラで撮影してコンテンツを作成、それらをスマートフォンを装着して視聴することができるハコスコを用いて視聴した。

VR と360度動画、AR 機能は HMD と親和性が高く、瀬戸崎典夫、全炳徳、「ユーザインタフェース評価による全天球パノラマ VR 教材の改善と平和教育の実践」⁽⁵⁾において試みられている。平和教育の基礎資料の Nagasaki Archive に対して AR インタフェースを実装し、現在の360度動画と記録に残る過去の映像を重畳させた。主観評価においては、システム部分の評価に限ると、自分で操作できること、没入感、臨場感、の評価が高かった。

以上のことから、VR、360度動画、AR の利点は没入感、臨場感に加えて、自らが動き回れるインターアクティブ効果も重要な要素であることが推測される。

2・2 インターアクティブへの対応

180度動画をただ上映するだけなら、動画コンテンツを再生するだけで事足りる。プラネタリウムのような全天周シアターで上映するだけで済むからである。これだけの実現であれば、従来のプラネタリウムなどで使用された映画用フィルム、またはパソコンでも上映できる通常の動画で良い。ただし、上映する場所が限られてしまう欠点がある。

そこで、特別なシアターがいない HMD を利用することになる。視聴者が HMD を装着して180度動画や360度動画を再生する場合には、視聴者の位置や方向がリアルタイムに変化し、その位置方向情報を読み取り、その方向の映像に順次修正する仕組みが必要である。動画の再生だけであれば、すでに360度カメラや HMD が販売している企業などからこれらを再生するソフトウェアも供給されている。

前回の研究では、Unity の開発環境にあるゲームコンテンツのシーン切り替え機能を利用して、360度動画、音声、3Dモデルを一つのシーンにまとめて一つのコンテンツとし、そのシーンを視聴者の反応に応じて切り替えていく仕組みを実装したが、一つのシーンに一つの動画という制約があり、コンテンツの作成に対し自由度が小さかった。そのため一つのシーンをすべて視聴し終えるか中断して別のシーンに切り替えるときに、視聴者からの入力でシーンを選択する機能を実装するにとどまった。今回は一つのシーンの視聴中でも、随時別の動画を視聴し、また復帰できる仕組みを実装できるようになった。

3. 360度映像、動画の仕様

3・1 撮影機材

この研究で使用する映像、動画は、RICOH THETA V を主に使用し、一部には一眼レフカメラ CANON EOS KISS X9 + 魚眼レンズ SIGMA exDG fisheye 15 mm 1:2.8を使用した。これらで撮影できる映像、動画の一覧とその仕様を示す (表1)。

表1 記録できる映像の仕様

映像機器	機種名	最大画素数	映像タイプ	映像形状	フレームレート	備考
一眼レフカメラ	CANON EOS Kiss X9	6000×4000	静止画	平面		
一眼レフカメラ	CANON EOS Kiss X9	1920×1080	動画	平面	59.94fps	
一眼レフカメラ	CANON EOS Kiss X9	6000×4000	静止画	180度		魚眼レンズ使用
一眼レフカメラ	CANON EOS Kiss X9	1920×1080	動画	180度	59.94fps	魚眼レンズ使用
360度カメラ	RICOH THETA V	5378×2688	静止画	360度		
360度カメラ	RICOH THETA V	3840×1920	動画	360度	29.97fps	

3・2 360度動画の記録形式

360度動画や180度動画を記録するカメラは通常のデジタルカメラの記録方式を流用しており、デジタルカメラのフォーマット上に変形して記録されている。そのため360度画像や動画を視聴する再生時にはソフトウェアで再構成しなければならない。

変形して保存する方法はいくつかある。代表的な方法を紹介する。

a. ドームマスター形式

最も古くから使われている形式である。魚眼レンズで撮影した映像そのままであり、プラネタリウムなどのドームシアターに広角で投影することで視聴できる。縦横比が1:1の正方形のエリアに円形の画像が撮影される。これは魚眼レンズの180度画像であり、THETA Vの360度動画の場合は、これが2つ並ぶ形式で保存される (Fig. 1)。



Fig. 1 ドームマスター形式

b. エクイレクタンダラー形式 (パノラマ方式)

360度動画の保存には現在最も使用されている形式である。本来ならば球状になる映像を、地図のメルカトル図法のように上辺、下辺部分を円周方向に伸長させた方式である (Fig. 2)。



Fig. 2 エクイレクタンダラー形式

c. キューブマップ方式

視点を立方体のキューブの内側において、前後左右上下の映像を一枚の画像に並べたもの、立方体の展開図のような画像になる。Unity や Steam player でも視聴に対応しているがあまり使われていない。

d. スーパードームマスター形式

ドームマスター形式が180度までなのに対して、円周の映像をさらに広げて360度までの記録を可能にしたもの、一部では使われているが一般的ではない。

4. Unity への360度動画の導入

4.1 Unity の画像データの導入

Unity は Unity Technologies が提供しているゲーム開発環境である。様々なプラットフォーム (iPhone, Android, Mac, Windows, PlayStation 4, Xbox...) でゲームを制作できる。360度動画や HMD にも対応しており、プログラミングも可能である (Fig. 3)。

360度動画を視聴するためには、3章で述べた動画形式を unity で取り扱う必要がある。360度動画はファイル形式自体は一般的な動画と同じだが、通常の動画と違い変形されているためそのまま見ることはできず、視聴条件に合わせて変形し直さなければならない。Unity では変形を戻す手法として球 (sphere) にマテリアルのテクスチャとして貼り付け、それを Unity 空間内の仮想カメラから視聴する手法を取ることが多い。

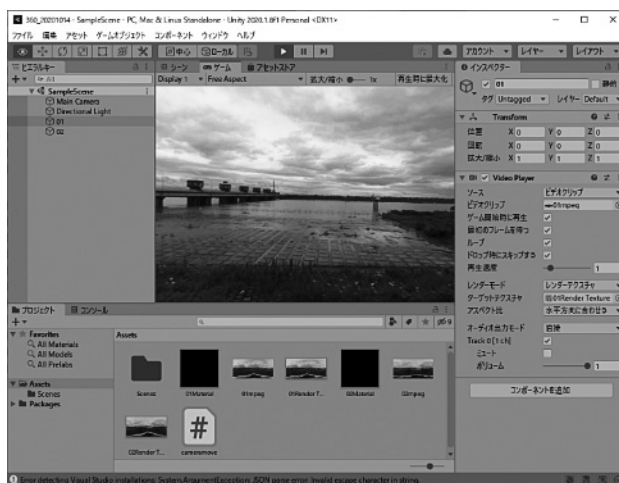


Fig. 3 Unity による製作状況

また、以前の研究ではシーンに一つの動画と音声などのオブジェクトを設定し、シーンを切り替えることで動画の説明を行った。しかし途中で一時停止して別の動画や画像を視聴し、また復帰するという作業は不可能ではないがやりにくい。切り替えたときに動画の実行状態が一度リセットしてしまうため、復帰動作を行うためには再びロードし直して前回中断した時間まで進めるという作業が必要になるため、プログラミングが面倒である。

そのため、長い動画で、途中で別の動画や説明を追加してまた戻すなど操作の自由度を増やすために、動画、マテリアル、テクスチャをセットで管理し、同じシーン内に複数の動画をオブジェクトのセットとして持てるように対応した。独立したオブジェクトとしてオブジェクトがシーン内でアクティブな状態を維持しているため、動画を一時停止状態にしても動画オブジェクトがリセットされず、状態を記憶しているため、再開が容易になった。

a. 以前の研究での切替方法

- 1 シーンに付き動画 1 セット
- シーン 1 (動画 1, マテリアル 1, テクスチャ 1, 音声)
- シーン 2 (動画 2, マテリアル 2, テクスチャ 2, 音声)

b. 今回の研究の切替方法

- 1 シーンに動画を複数持つ
- シーン 1 ((動画 1, マテリアル 1, テクスチャ 1, 音声), (動画 2, マテリアル 2, テクスチャ 2, 音声))

シーン2 ((動画3, マテリアル3, テクスチャ3, 音声), (動画4, マテリアル4, テクスチャ4, 音声))

4・2 マテリアル, コンポーネントの設定

360度動画を投影する方法はいくつかあるが, 今回はスカイボックスオブジェクトに対して投影を行う. スカイボックスオブジェクトはゲームシステム内で標準に用意されるオブジェクトで, ゲームシーンの背景として用いられる. いくつかの設定があるが, 今回はスカイボックスを球状の背景として扱い, skybox/panoramic とシェーダーを設定する. 投影を行うためには, どの動画をどのような形状で, どのように投影するかを設定する必要がある. 現状では一つの360画像, 動画で設定項目が3つのコンポーネントに分かれているので, 3つとも設定する必要がある (Fig. 4) (Fig. 5).

設定項目

a. 動画オブジェクト

ビデオプレーヤーの設定, 再生する動画ファイルの設定, 投影先テクスチャ

b. マテリアル

投影物体に合わせた変形方法の選定, 貼り付けるテクスチャ, 変形イメージタイプ

c. テクスチャ

貼り付ける画像サイズ, 奥行きの見え方の設定

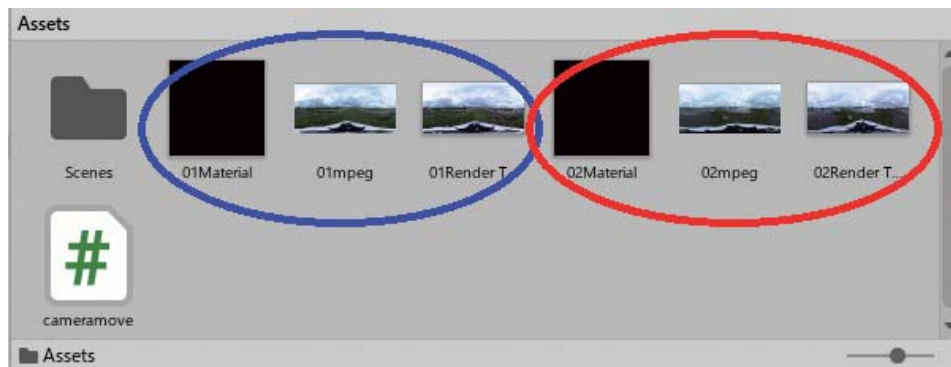


Fig. 4 作成するコンポーネント

以上の設定を行うことにより, マテリアルとして360度動画, 画像が使用できるようになる.

このマテリアルをゲーム画面の背景として使用されているスカイボックスオブジェクトに設定することで表示ができる.

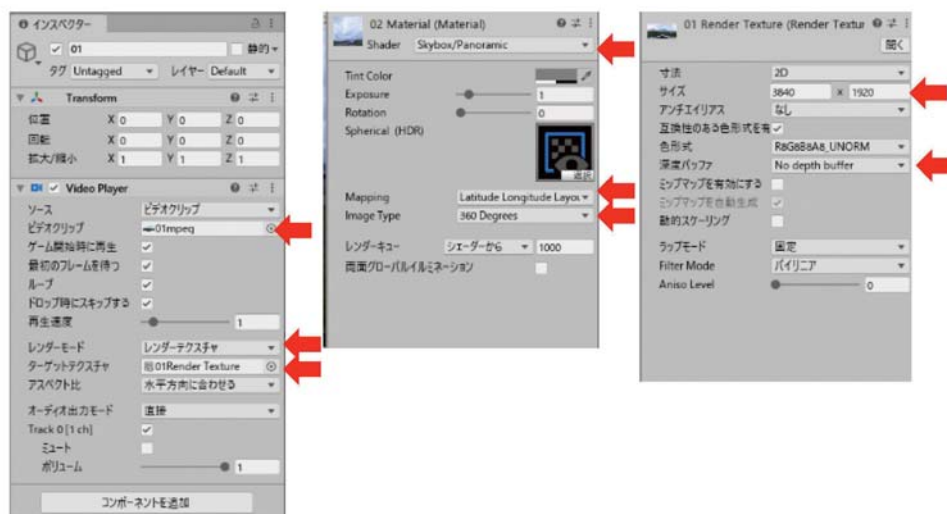


Fig. 5 左から, a. 動画オブジェクト b. マテリアル c. テクスチャ

5. HTC Vive の実装

HTC Vive は HTC 社と Valve Corporation によって共同開発された HMD である。他社の HMD は地磁気や加速度センサーによる相対的な位置認識の機能しか持たないが、Vive は赤外線ベースステーションを用いた位置決め機能を持つため、絶対位置の高精度検出が可能である。当初から PC ゲームのプラットフォームである Steam に対応しており、ゲームや視聴ツールなどは、Steam からダウンロードして実行する。Unity における Vive コンテンツの開発は、unity store から SteamVR プラグインを導入して使用する (Fig. 6)。



Fig. 6 HMD 用プラグイン

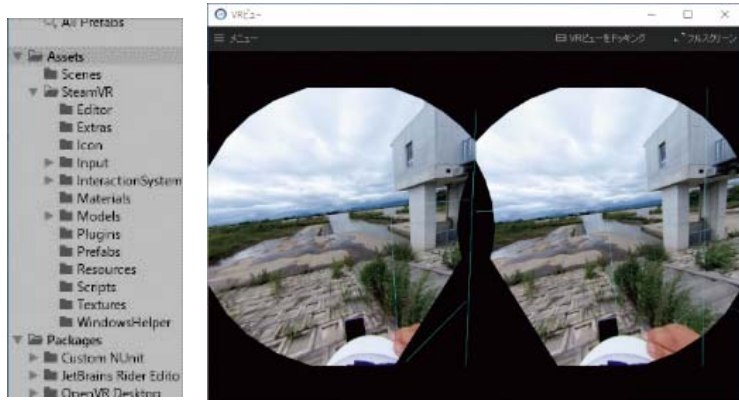


Fig. 7 HMD の表示イメージ

このプラグインを導入すると HMD 用のカメラオブジェクトができるので、このオブジェクトを適切な位置に配置すれば HMD に投影されるようになる。まだ、同時にコントローラのオブジェクトも作成される。

Unity の表示イメージを示す (Fig. 7)。ただし Unity からは普通の表示画像しか取得できなかったため、この画像は Steam VR player から取得した。この動画は筑後川流域山ノ井上流排水機場の排水口側を撮影したものである。

6. 制作したコンテンツについて

6・1 制作コンテンツの一例

研究室では卒研などでいくつかのコンテンツを製作中である。今回コンテンツの評価に用いたのは、2020年7月7日に発生した久留米豪雨後の筑後川の状況を筆者が翌日に撮影したものを使用して作ったものである。

説明コンテンツでは筑後大堰の映像を再生し、洪水状況の説明を音声で流した。その途中で排水場の映像の切り替えと説明を行った。そして再び復帰し筑後大堰の冠水映像に切り替えた。今までの手法ではこれらをシーンで分けて別に作成し、順次切り替えて説明を続ける仕組みだったが、この例では一つのシーン内でこれらのことが可能になった。シーンで切り替える場合はシーン単位で扱うという制約があったが、新しい方法では任意のタイミングで切り替え、また復帰することができるようになり、コンテンツの制作の自由度と、ユーザーの操作によっても、いつでも任意に切り替えられるようになったため、インタラクティブ機能の向上に効果があると考えられる (Fig. 8)。



Fig. 8 コンテンツ資料の一例 (久留米豪雨翌日の筑後川の映像 RICOH THETA V)

6・2 製作コンテンツの評価

筑後川関係（筑後大堰，山ノ井上流排水機場）の短い動画を作成し，Unity で動画切り替え機能を実装したが，それについては特に意見はなかった。また，Unity と HTC VIVE でしか視聴できないのでは利用場所が限られるため，切り替え機能のない動画になってしまうが，Unity の録画機能を利用して360度動画を作り youtube にアップロードして視聴可能にした。これを足立研究室の学生数名で視聴したところ文字による説明の有無が問題となった。前回の研究では音声とともに部分的に画面上に文字を入れたが，360度動画や3Dモデルとの位置関係や動きに違和感があるため無いほうが良いという意見が多かった。本来であれば多くの視聴者に体験してもらい意見を集めたかったが，本年度はそういう機会が少なく研究室内の視聴にとどまっている。学習教材という目的である以上，説明内容を理解してもらうことは最優先の課題である。“360度動画を用いたバーチャルリアリティ（VR）食育教材の開発”⁽⁴⁾では授業が主で，説明してから授業内で動画を見せる手法であり，“ユーザインタフェース評価による全天球パノラマVR教材の改善と平和教育の実践”⁽⁵⁾では，不評ではあるが印刷された資料を配布しており，そういった資料が必要な場合があることがわかる。これらの問題についてはもっと検討を進めていきたい。

7. 結 語

本研究では先端技術活用教材として，360度カメラで取材撮影し，Unity 開発環境でこれらの資料を統合し，説明音声を加えて学習教材の試作を行った。今後も製作を続けて，より教材の内容を充実させる予定である。またこれらの視聴機会を増やして，印象や感想，学習評価をフィードバックして，学習効果の高い教材にしていく。

また，これらの研究は2019年度久留米工業大学学長裁量経費の助成を受けたものです。

なお，これらの教材の試作に対しては多くの資料を活用する必要があり，様々な資料を引用，参考にさせていただきましたことを報告し感謝いたします。

文 献

- (1) 足立康志，“全天球動画と3Dモデルを用いた学習教材の構成（学習効果と作成手法について）”，久留米工業大学研究報告，No.42（2019）。
- (2) 村上祐治，上馬庭和也，“学習意欲向上のためのVR物理実験支援システムの開発研究”，情報処理学会研究報告，Information Processing Society of Japan（2020）。
- (3) 坪谷里咲，他，“VRを活用した地域学習とVR修学旅行について”，教育システム情報学会JSiSE2018第43回全国大会（2018）。
- (4) 矢野浩二郎，他，“360度動画を用いたバーチャルリアリティ（VR）食育教材の開発”，日本教育工学協会，JAET 2018_E-3-13（2018）。
- (5) 瀬戸崎典夫，全炳徳，“ユーザインタフェース評価による全天球パノラマVR教材の改善と平和教育の実践”，九州地区国立大学教育系・文系研究論文集，4（1-2），No.12；2017

〔研究展望〕

AI 応用研究所設立に際して

千田 陽介^{*1}・小田まり子^{*1}

The Establishment of an Applied AI Research Laboratory at the Kurume Institute of Technology

Yosuke SENTA^{*1} and Mariko ODA^{*1}

Abstract

Artificial intelligence (AI) has evolved remarkably in recent years. Contemporary lifestyles would not be possible without AI. The Kurume Institute of Technology established the Applied AI Research Laboratory (AARL) in response to the needs of the current AI-dependent world. The authors of this paper believe that AARL espouses the following two missions: to contribute to the Chikugo community using AI technology and to educate AI engineers. This paper articulates AAIL's determination to undertake AI-based educational and research activities, primarily in fields applicable to the local community. It also describes the current status of AI technology, discusses the expectations of communities from AI technology, and illuminates the future of AI.

Key Words : Applied AI Research Laboratory, Artificial Intelligence, Data Science, Education

1. はじめに

俗に言う AI (Artificial Intelligence : 人工知能) 技術が非常に発展してきている。AI 技術は我々の見える所、見えない所で現代社会を支えている。AI を活用するには IT リテラシが必要である。特に地方産業では AI を活用してみたい希望はあるものの IT リテラシから培う余裕がなく十分浸透してない。AI 技術は今後社会の基盤技術としてますます重要不可欠なものになると考えられる。そのため近い将来 AI 技術者が不足すると予測されており、AI 技術者の育成は我が国にとって急務である。そのような背景から2020年(令和2年)4月、当学は AI 応用研究所を設立した。本稿は AI に関連する状況を交え、当研究所の構成や目的について述べたものである。

2. 人工知能 (AI)

2・1 第三次 AI ブーム

はじめに述べたように現在 AI 技術は非常に発達し、社会の中に浸透している。身近な例では、囲碁や将棋はプロ棋士と対戦する、絵画や写真を計算機が自動で色付けをする、素人には不自然さを感じない程度の翻訳を行う、声紋登録をしなくても定型文でなくても音声認識する、カメラ画像から人の顔の輪郭や目や口といったパーツの位置や形を動的に検出し加工する、などの技術が当たり前のように使われている。これらの技術は AI およびそれを下支えするハードウェアの発達によってもたらされたものであり、十年前は考えられなかった。また目に見えない部分でも金融、医療、インフラ等で AI 技術は使われている。今はまさにあれにも AI これにも AI と、AI の適用範囲を探る AI ブームと言えよう。

この状況を第三次 AI ブームと呼ぶ者もいる。第一次が1950年代後半～1960年代、第二次が1980年代として、今回を三回目と数えたのである。過去二回のブームでもそれなりの知見が得られたものの、「AI (人工知能)」という未来的なフレーズに対し応用・適用できた範囲が狭く落胆で終わったという評価が一般的である。それに対し今回の第三次 AI ブームは明らかに様子が違う。直接人々の生活や常識を変える成果が出ている。今後この第三次 AI ブームが終息したとしてもそれは落胆で終わるのでなく、第三次 AI ブームを牽引していた機械学習 (ディープラーニング) で出来

^{*1} AI 応用研究所
令和2年12月22日受理

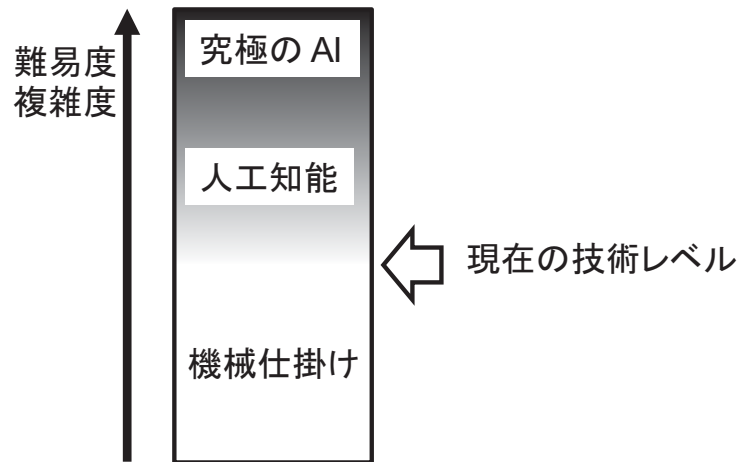


図1 人工知能と機械仕掛けの区分

ることはすべてやりつくされ、(狭義の) AI 技術が電気ガス水道のように当たり前のものとなり、もはやブームと呼ばなくなって終わるのではないだろうか。しかし AI が社会に隔々まで行き渡るにはまだまだ余地がある。AI アルゴリズムそのものの発展はもちろん、ノウハウの蓄積や人材の普及なども必要である。当研究所は AI 技術の蓄積・普及・人材育成を目的に設立された。

2・2 究極の AI

人工知能 (AI) という言葉の意味は様々であり人や時代によってイメージが違う。100年前なら自動販売機や自動改札口、50年前ならチェスや将棋を指すプログラムも人工知能と呼べたであろう。しかし技術の進歩によりそれらが実現されると、単なる機械仕掛けであり人工知能と呼ぶには「何か」が足りないと言われる。「人工知能」とは蜃気楼のように永遠にたどり着くことが出来ない夢の存在なのかもしれない (図1)。ここでは万人が人工知能と呼べるそれを究極の AI と呼ぶこととしよう¹。

AI 研究者はまず全員この究極の AI を目指している。単なる機械仕掛けだと呼ばせないためには「人間的」でなくてはならないだろう。すなわち我々と同じく創作活動を行い、好奇心を持ち、喜怒哀楽といった感情を持ったように見えなくてはならない。この類の議論は半世紀以上前から行われており、1950年には既に人工知能が「人間的」か否かを判定する方法が提唱されている。これは人間が、相手が人か機械か分からない状態でとりとめのない会話をし、人か機械か区別つかなければ合格とするものである²。本稿執筆時点 (2020年12月) で完璧な形で合格したという報告は上がっていない。すなわち究極の AI はまだ存在しない。

究極の AI は作れないという者もいる。身体を持たない、幼年期が無い、暗黙知が無い、他者の心を察する機能が無いなど、出来ないと言う者が挙げる理由は様々である。しかし筆頭筆者 (千田) はそれらの理由には不備があると考えている。

人間の意識・精神活動は脳内³の生化学反応による情報処理の産物である

という前提に立つと、意識を生み出している情報処理活動を計算機内で再現できない合理的説明が出来ないためである。例えば何らかの手段で千田の脳内の情報処理のやり方を計測し、計算機内で再現すれば、千田と同じ人格・意識・精神活動を行う「人間的な」究極の AI を実現できる⁴。現行の計算機では速度やメモリが足りないことや、脳内ニューロンの繋がりを計測する方法がまだ確立されてないが、すべて些細な問題である。計算機は、容積や寿命といった我々人間の脳が持つ制限がない。すなわち我々人間よりもはるかに賢くなる可能性がある。究極の AI は人間が出来るあらゆることは出来ることから、当然 AI の開発もできる。その開発能力 (賢さ) があるレベルを超えると加速度的に AI は進

¹ 一般的には「強い AI」と呼ばれるがここではあえて「究極の AI」と表現する

² チューリングテスト

³ この節では大脳だけでなく、小脳や脳幹など生物が行う情報処理器官すべてを示す意味で「脳」という言葉を使っている

⁴ 千田の人格が人間的かどうかは議論の余地があるかもしれないが、ここでは考えないこととする

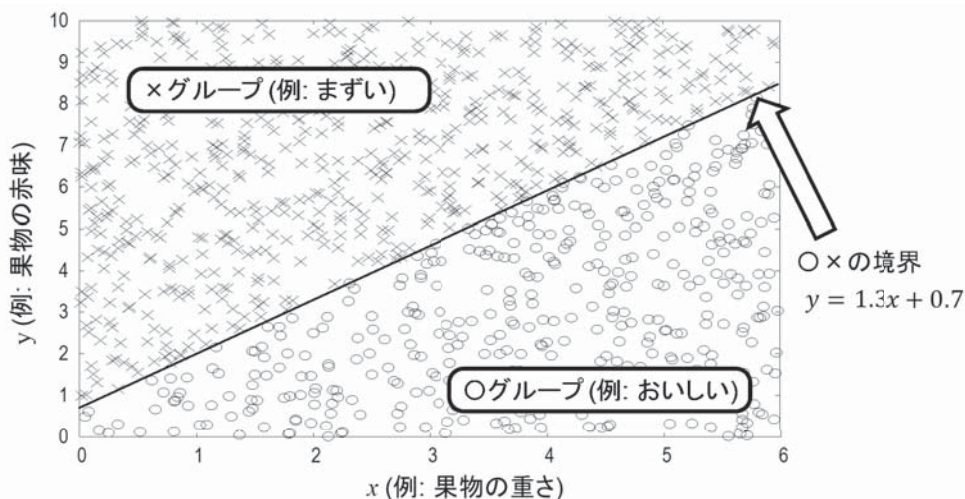


図2 大量のサンプルデータより境界を類推

化し、我々人類は取り残される。これはシンギュラリティ（技術的特異点）と呼ばれる2005年頃に提唱された考えである⁵。提唱から15年が経過しており、既にシンギュラリティという考え自体古い、荒唐無稽な夢物語だったという声も聞こえる。しかしここまで述べたシンギュラリティに至るロジックは合理的で、商用核融合炉、恒星間旅行、ダイソン球等と同じくいつかは出来ても不思議じゃない技術だと千田個人は考えている。

もちろん前提自体が間違っている可能性はある。靈魂の類といったものが意識や知性を生み出しているのかもしれない。もしくは意識自体は脳内に無く、量子力学的に接続された他次元にあるかもしれない⁶。前提がくずれた場合、究極の AI は作ることはできない。しかし现阶段でそういった類の可能性を考慮することは、「世界は5分前にそれまでの歴史の記憶と共に創生された⁷」とか「我々はどこかの高次元の知性体が作り出したシミュレータの中で生きている⁸」といった仮説と同じく考えても仕方がない。すなわち究極の AI は出来ると考える方が合理的ではないだろうか。

2・3 機械学習

実の所、究極の AI は当分出来そうにない。一方現在は「第三次 AI ブーム」の真ただ中である。機械が出来る情報処理の内容が増えたためである、そのため様々な分野で AI 技術が浸透してきている。このブームの牽引役はディープラーニングという技術の革新である。ディープラーニングとは機械学習の一種である。それでは機械学習とは何であろう。

現在 AI として行われている処理、そしておそらく究極の AI と称される処理ですら、単なるコンピュータプログラムであり if 文等の場合分けや代入や参照といった処理の羅列を積み重ねれば実装できる。しかしそれには膨大なコード創作とパラメータ調整といった作業を要する。これを人の手で直接生み出すことは非現実的である。この作業を自動的に行うのが機械学習である。誤解を恐れず言い切ると機械学習とは大量のデータからそれを分類する方法を自動的に見つけ出すものである。簡単のため二次元で説明する。図2のように x と y という値に対し \times と \circ の二つの状態があったとする。（例えば果物の重さ： x と赤味： y に対し、まずい： \times 美味しい： \circ など）。この沢山のデータを与えられて、「どうも $y = 1.3x + 0.7$ に境界線があるぞ」と判断することが機械学習である。以後は得られた知見 $y = 1.3x + 0.7$ を活用し、たとえば $x = 2.1$, $y = 3.1$ なら \circ と判定するだけである。ただし実際の問題は x , y 二次元でなく百～数百万次元であり、また判別のための境界も直線（多次元の場合超平面）ではなく非常に入り組んだものとなる。そのため条件判断や代入、参照といったことを行うコードを直接記述するのではなく、図3のような生物の神経細胞を模したニューロンを繋げたニューラルネットワークという一つ上の概念で考えることが主流である。ニューラルネットワークではニューロン同士の繋ぎ具合、すなわち個々のニューロンが他のどのニューロンからどのくらいの刺激を受けるかによって処理内容が決まる。ニューラルネットワークにおいて学習とは、与えられた命題に適したニューロンの繋ぎ具合を探す

⁵ レイ・カーツワイル：ポストヒューマン誕生より

⁶ ロジャー・ペンローズ：量子脳理論

⁷ 世界五分前仮説

⁸ シミュレーション仮説

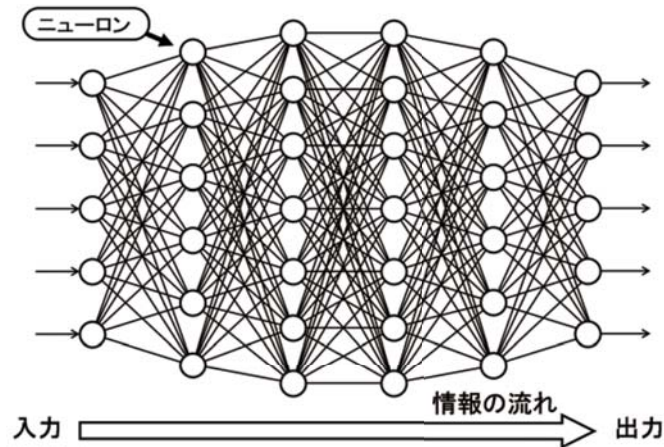


図3 ニューラルネットワーク

ことであり、学習された結果（繋ぎ具合）はもはや人間が意味を取り出すことができないものとなっている⁹。

このようなしくみから、機械学習では判定方法を見つけ出すため大量のデータ、すなわち学習データを必要とする。学習データの数は、何をどの程度の精度で判別しようとするのかに依存するので一概にこれだけ必要とは言えない。簡単な事象だと経験的に100前後でよいが、複雑な事象だと億とか兆とかそれこそ桁はずれの量を要する¹⁰。個人的にこの部分が十分理解されてないと思うようになってきた。既にデータの蓄積があればそれを用いてすぐAIが使えるか学習させてみるができるが、無いならデータを取ることから始めなくてはならない。データの蓄積には長い時間がかかることもある。繰り返しになるが機械学習とは沢山の過去の経験から法則性を見出し、未知の事例に適用するものである。AIを利活用するには大量の学習データが必要だという認識を持って欲しい。また学習データは量だけでなく質も重要であることは言うまでもない。

ここで図2の例では、この x と y なら○、 \times と答えも一緒にした学習データとした。察しのよい読者なら答えは人力で与えなくてはならず大量の学習データを用意するには膨大な手間がかかり実用性が無いと思うかもしれない。これは半分正しく半分誤解である。この例は説明を簡単にするため答えがあらかじめ分かっているものであったが、近年の機械学習は答えを与えずとにかく大量にデータを与えると「このように分類ができる」と計算機が勝手に判断することもできる¹¹。自動的に分類されたものの中から望む項目を人が探せばよい。

2・4 グラフィクスボード

機械学習では特に学習過程において膨大な演算を必要とする。ここで情報処理には逐次処理でしかできないものと並列処理できるものに分けられる。逐次でしかできない処理とはそれ以前の計算結果が無いと次の処理が進められないものである。例えば図4(a)はフィボナッチ数列を表示するプログラムである。フィボナッチ数は F_n と F_{n-1} が求められてないと次の値 F_{n+1} ($=F_n+F_{n-1}$)を算出することができない ($F_1=F_2=1$)。そのためこの計算は並列に(同時に)処理することができず、必ず順番に行わなくてはならない。一方(b)は元画像Imageを角度 t だけ回転させて新しい画像NewImageを作る処理である。各画素(NewImage[i][j])の輝度は、同じ画面上の他の画素の輝度とは関係ない。すなわち図(b)の中で「並列処理可能」と書いた部分は同時に計算できる。

このように特に画像処理の分野では並列演算可能な処理が非常に多くある。そのため近年のPCではCADやゲームなど高速なグラフィクス処理を要する場合、グラフィクスボードを使って並列に演算している。機械学習の大半も並列演算可能な処理である。例えば図3のニューラルネットワークでは、図中同じ列の(縦の)ニューロンの組は互いのニューロンの演算結果を必要としないため同時に演算できる。そのため高性能なグラフィクスボードを搭載すると速く処理できる¹²。機械学習の研究開発を行うPCは、CPUの速度やメモリ搭載量もさることながら、グラフィクスボードの性能も重要である。

⁹ ブラックボックス問題

¹⁰ パラメータ数(結線)の十倍のデータ数が望ましいというバーニ小父さんのルールと呼ばれる経験則がある

¹¹ 教師なし学習

¹² 一説によると500倍程の速度差があるという。

<pre> a=1; b=1; for (;;) { printf("%d,", a); c = a; a = b; b += c; } </pre> <p>(a) フィボナッチ数列表示</p>	<pre> st=sin(t); ct=cos(t); for (i=0;i<XSIZE;i++){ for (j=0;j<YSIZE;j++){ x = (int)(i*ct+j*st); y = (int)(-i*st+j*ct); if (x>=0 && x<XSIZE && y>=0 && y< YSIZE) NewImage[i][j]=Image[x][y]; else NewImage[i][j]=0; } } </pre> <p>(b) 画像原点中心での回転</p>
--	---

並列処理可能

図4 並列計算できないプログラム(a)とできるプログラム(b)の例

2・5 データサイエンス

2.3節で述べたように機械学習とは大量のデータの中から何らかの法則性を導き出し、未知の現象に適用するものである。このような処理は機械学習の専売特許ではない。例えば実験データを解析するときに使う最小二乗法も、データの中から法則性（例えば直線なら傾きと切片）を導くものである。得られたデータから知見（意味・法則性）を見出す学術分野をデータサイエンスと呼ぶ。機械学習（AI）はデータサイエンスの一分野である¹³。データサイエンスを行うには

1. データ可視化技術（グラフ、ヒストグラム）
2. 統計学の概念とその処理技術（平均、標準偏差、回帰分析）
3. プログラミングの基礎（ライブラリ活用）
4. コンピュータ操作技術（キーボード入力、ファイル、ディレクトリの概念）

といった様々な知識や技能を必要とする。

データサイエンスは今後の社会にとって欠かすことのできない技術であると考えられている。そのため将来深刻なデータサイエンティストの不足が危ぶまれている。大和総研調査季報2020年春号には「（経済産業省が2030年には54.5万人¹⁴ものIT人材が不足すると予測しているのに対し）人手不足の主な背景は、AIやデータサイエンスの分野そのものが近年急速に発展したためであろう。にわかに高まったデータ分析者への需要に比し、供給が追い付いていない」と書かれている（P.54）。そのような懸念を受けたためか、内閣府は

- 全ての高等学校卒業生が、「理数・データサイエンス・AI」に関する基礎的なリテラシーを修得
- 文理を問わず、すべての大学・高専生が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを取得
- 文理を問わず、一定規模の大学・高専生が、自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を修得と目標を掲げ（AI戦略2019）、推し進めている。

3. AI 応用研究所の設立

このような時代の要請を受け、当学は2020年4月 AI 応用研究所を設立した。名前の通りこの研究所は、AI 技術の応用を主軸とする。その適用範囲は当学各教員が抱える研究テーマや地域の課題などを想定している。AI 応用研究所の設立にあたり以下の五部門を設置した。

最新技術調査部門 AIのアルゴリズムは世界中の様々な研究機関で日々開発されている。またAIを演算するコンピュータ（CPU）やグラフィクスボードも新しく高性能なものが出ている。さらに目の前のコンピュータでなくネットワークの向こうのコンピュータで演算を代行するクラウドサービスも日々新しくなっている。それらの動向を調査・整理・周知することを目的とした部門である。

¹³ データサイエンスは人が理解しうる意味を取り出すものでブラックボックスのまま活用する機械学習とは異なるという意見もあるが、ここではデータサイエンスの中に機械学習があると扱う。

¹⁴ この数値の論拠は「IT人材需給に関する調査（みずほ情報総研2019）、P.35」より得たとと思われる。

地域連携・応用部門 当学のある筑後地方には第一次から第三次まで様々な産業がある。それらの産業は大なり小なり何らかの課題を抱えている。そのような課題の中には AI 技術で解決できるものがあるかもしれない。地域のニーズを調査し、AI 技術の活用を提案していく部門である。4 章にて詳細を述べる。

データ収集・IoT 部門 2.3 節で述べたように、今の AI には質の良い大量の学習データが必要である。膨大なデータを集め管理するためにはネットワークやストレージ、サーバの技術が必要である。さらにセンサを用いるのなら、センサや電子回路、バッテリーや無線などの技術も必要である。解決すべき課題に応じて適切なデータを収集する技術を開発する部門である。

AI 実装・評価部門 解決しようとする課題の中には、例えばスーパーコンピュータを用いて超並列に演算すれば問題なく解決するものがあるかもしれない。しかしこの解は現実的ではない。スーパーコンピュータは高価で大きいためである。AI を応用活用するためにはコストと性能のバランスも考えなくてはならない。そのような制約の下、AI を実装し性能を評価する部門である。

AI 教育支援部門 2.5 節で述べたように、将来深刻な IT 人材やデータサイエンティストの不足が危ぶまれ、国を挙げて育成を押し進めている。当学でも 2020 年度より全学科の学生に必修の AI 概論（1 年後期）、AI 活用演習（2 年前期）の科目を設け、これを軸とする一貫した AI 教育カリキュラムを計画・実践する部門である。その概要は 5 章にて述べる。

4. 地域貢献

現在、世界中の様々な機関で AI を応用した技術開発が行われている。当研究所も設立されたからにはその競争に加わることになるが、他に対して優位な分野でなければ勝算はない。その一つが地域性であろう。当研究所が所属する久留米工業大学は筑後地方唯一の工業大学である。筑後地方は山や海など自然が豊かで筑後川を中心とした地域では工場も多い。第一次から第三次まで様々な産業が存在する。他の研究機関では距離や人脈といったハードルがあるデータを当学は比較的容易に取得できる。そのためフットワーク良く様々なことを試行できる。

地域が持つ様々な課題を AI を活用して解決することは地域貢献にも繋がる。当学のブランドコンセプト「福岡一小さな工業大学だからこそ、解決できることがある」の中に「地元で根差し、地域のさまざまな課題に、きめ細かく、スピード感をもって対処していく。それが可能な『人間味豊かな産業人の育成¹⁵⁾』こそ、本学の理想であり、使命です」という一節がある。地域の課題解決は当研究所が所属する久留米工業大学全体の校是であり、その意味でも地域貢献を進める意義はある。

ここで注意することとして地域産業と当研究所は Win-Win の関係でなくてはならないことである。地域産業の Win は課題解決である。一方当研究所もしくは当学の Win は大きく二つの方向性がある。方向性の一つは研究成果として誇ることであり、研究所及び大学スタッフは研究者であり、研究者としての評価は新しい知見を示した学術論文のみである。先述したように筑後地方には他の研究者がまだ行っていない様々な論文化できそうなテーマが隠れている。地域産業と共に課題を解決し、その成果を世に問うことは組織やスタッフにとってメリットである。もう一つの方向性は教育向け題材である。AI に関連した人材を輩出するにあたり、単なる座学やありきたりの演習でなく地域に密着した課題を解決するアクティブラーニング形式を取り入れて教育することが効果的であろう。この場合課題の難易度が重要である。簡単すぎると教育効果が期待できないし、難しすぎると期間内に達成できず挫折を味わってしまう。学生にとって丁度良い難易度の課題を毎年継続的に探し提供しなくてはならない。地域産業には学生にとって丁度良い難易度の課題もまた豊富に隠れていると期待しており、学生に提供できれば研究所としてメリットがある。

5. 数理・データサイエンス・AI 教育

5・1 AI・データサイエンス教育プログラム

「数理・データサイエンス・AI」の基礎は、デジタル社会の「読み・書き・そろばん」であり、国や産業界から、高等教育機関における数理・データサイエンス・AI 教育の必修化という要望が出されている。AI 戦略や成長戦略の実現に向けて、学部学生の約 8 割を占める私立大学についても、リテラシレベルを土台とした数理・データサイエンス・AI 教育を全学的に進めていく必要があるとされている。AI 応用研究所の AI 教育支援部門は、2020 年 8 月に数理・

¹⁵⁾ 当学建学の精神

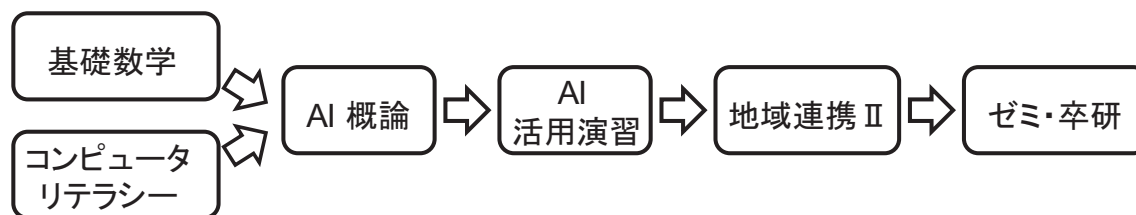


図5 AIによる地域課題解決を行う産学連携プロジェクト型学習の流れ

データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム¹⁶にも連携校として参加し、AIに関する政策動向や社会的なニーズを踏まえつつ、各学科の専門教育段階でのAI教育の導入・発展につながるAI・データサイエンス教育プログラムについて検討してきた。本学では、2020年度から図5のような全学科学学生を対象とした「AI・データサイエンス全学プログラム」を導入した¹⁷。本格的なAI教育を開始する2020年度下期の「AI概論」に先駆け、前期に開講される既存の全学教育科目「基礎数学」「コンピュータリテラシー」でも、データサイエンス関連の内容に加えるなど教育内容の一部見直しを図った。

5・2 AI概論・AI活用演習

全学科の1年生を対象とした「AI概論」のシラバスは、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが定める数理・データサイエンス・AI（リテラシレベル）モデルカリキュラムに準拠したカリキュラム構成とした。しかしながら、本学が工業系の大学であることを鑑み、プログラミングによる実装を重視したハンズオン学習¹⁸に力を入れている。「AI概論」に続き、2年前期の必修科目「AI活用演習」を合わせて受講することにより、AI・データサイエンス分野をリテラシレベルから応用基礎レベルまで系統的に学修できるように、モデルカリキュラムのオプションの部分も多く含んでいる（図6）。

2020年度は新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、全1年生を30人規模の14クラスに分けた少人数教育による対面講義（演習）と遠隔ビデオ講義によるオンライン学習のハイブリッド型講義として開講している。遠隔ビデオ講義では「人工知能の歴史」から「人工知能（機械学習）で何ができるか」まで、AI時代に必須の基礎知識について学ぶ。さらに、大学で行う対面講義では、自宅でいつでもプログラミングやAI（機械学習）の勉強ができるように、学生各々のパソコンにプログラミング実行環境をインストールするところから始めた。プログラミング（Python）の基礎を学んだ後、後半の演習で機械学習の実装（教師あり学習：画像分類・近未来予測）までをハンズオン学習する。全学科を対象としているため、プログラミング初学者も多い。そこで、AI概論ではプログラミングが初めての学生でもスムーズに学べるように、AI教育を受けた先輩学生SA（スチューデントアシスタント）がサポートしている。また、1年生がいつでも「AI概論」の講義やプログラミングに関する質問をできるように「AI概論」用のLINE AIチャットボットも開発し¹⁹、受講生に公開する支援も行っている。AI概論では、学生自身の必携パソコンを用いた演習講義を通して全学的なICT能力、ならびにプログラミング基礎力の向上をも目指している。

2年前期開講予定の必修科目「AI活用演習」は、全8クラス体制で行う予定である。そのうちの1クラスは全学科から選抜された学生約30名を集めた少数精鋭クラスとし、そこで地域の課題解決の牽引役となる学生リーダーを養成したいと考えている。このクラスでは、AIによる課題解決に必要な実践的技術を身につけるため、外部教材Udemy²⁰のサブスクリプションを活用する。UdemyではAIに精通した実務家のノウハウが効率的に得られ、学生が学習内容を自分で選択し、短期間で課題解決に必要な知識・技術を習得できるため素早い実装が期待できる。

5・3 本学におけるAI・データサイエンス教育のねらい

本学のAI・データサイエンス教育に関する先導性は地域連携課題解決型教育にあると考えている。AI科目は全学共通教育科目「地域連携Ⅰ・Ⅱ」との接続を図り、AIによる地域課題解決を行う産学連携のプロジェクト型学習につな

¹⁶ <http://www.miu-tokyo.ac.jp/consortium/>

¹⁷ 小田、原、八坂、千田，“久留米工業大学における全学共通AIリテラシー教育の概要－学生のPCスキルと「AI概論」に対する学習動機の関係－”，久留米工業大学研究報告 43

¹⁸ 体験学習のこと

¹⁹ 八坂、小田、原，“講義における疑問を自己解決するためのAIチャットボット－「AI概論」での試験的運用－”，久留米工業大学研究報告 43

²⁰ <https://www.udemy.com/ja/>

- | | |
|---------|--|
| 【導入】 | ◆人工知能とは何か ◆社会におけるデータ・AI 活用 (グループワーク)
◆AI 利活用における最新動向 (ビジネステクノロジー) |
| 【基礎】 | ◆テータリテラシ (データ解析) ◆Python の基礎 ◆Pandas (データの読み込み, データ抽出, 統計量の算出) ◆Matplotlib (ヒストグラム, 箱ひげ図, 相関関係, データの可視化) |
| 【心得】 | ◆データ・AI 利活用における留意事項 ◆データを守るうえでの留意事項
◆グループ発表 |
| 【オプション】 | ◆プログラミング基礎 ◆AI のための基礎数学 (微分, 線形代数の基礎, 統計の基礎) ◆単回帰分析の実装 ◆機械学習の実践 (教師あり学習: 画像の分類, 回帰予測等) |

図6 AI 概論カリキュラム

がる仕組みを用意している。また、AI 応用研究所に寄せられた技術相談の中から学生が解決できそうな地域課題を選択し、学生が地域社会に実在する課題の解決に取り組む社会実装型の教育手法も導入する。各学科の専門的なゼミや卒業研究において、AI 基礎力を生かした社会実装に取り組むことを奨励し、産学連携による地域課題解決活動を通して、AI 時代に対応した AI 応用力と専門技術、実社会に必要な知識・技能・思考力・判断力・表現力を併せ持つ人材の育成を目指す。

AI 応用研究所は、今年度末から募集が始まる内閣府の「認定教育プログラム (リテラシレベル)」に申請したいと考えている。リテラシレベルの「認定教育プログラム」の認定を受けたものの中から、特に「他大学・高専の規範となり、かつステークホルダから支持される、先導的で普及実現性のある独自の工夫・特色のある優れた教育プログラム」が「認定教育プログラム+」として選定されるという。「認定教育プログラム+」にも同時申請をしたい。さらに、来年度募集されるであろう応用基礎レベルの申請も視野に入れている。AI 応用研究所は、本学の AI 教育を充実させていくとともに、その AI・データサイエンス教育の取組について学外にも積極的に情報発信し、数理・データサイエンス・AI 教育の普及・促進にも努めていきたい。

6. 活動内容と今後の展望

当研究所設立をきっかけに幾つかの地元企業を訪問し、各企業が抱える課題や AI 技術への期待などについてヒアリングした。具体的な内容を紹介することはできないが、全体的に現状と希望にズレがあるように感じた。相談内容は大きく

1. AI 技術に対し過度の期待を持っており、現状ではまだ出来そうにないことを実現したいと相談する群
2. 逆に工学技術に対して十分な理解を持っており、あえて AI を使わなくても実現できそうなことを相談する群
3. AI 技術で何が解決できるか分からず、とにかく現状の業務内容とそこで困っていることをすべて話す群

の三つに大別できる。これは 2. 3 節で述べたような機械学習 (今の AI) のしくみ: 「沢山のデータに対し判別手段を見つけること、とにかく大量の良質な学習データが必要」について十分な理解がされていないことが原因だと思われる。もちろん「御社の業務のこの部分が AI で解決できそうだ」と提案するのも当研究所の使命の一つではあるが、そもそも今の AI とはどのようなものか、だからこういうことは出来そうでこういうことは多分できないという嗅覚を育てるのも使命だと考えている。コロナによる自粛でまだ一回も実現していないが、今後は市民講座や公開講座等でこのことを啓蒙していきたい。その手始めとして、当学教職員対象のオンライン勉強会活動を行っている。特定の者に負担が集中しないため AI について何か話したい方が自発的に交代で講師となる。さらに講師として買って出るハードルを下げするため、話題はとにかく AI が関連すれば何でもいいこととしている。本稿執筆時点で勉強会は三回開催されており、四回目が計画されている。

さて、先ほど相談内容の中には「1. 現状の AI ではまだ出来そうにないことがある」と述べたが、この件に関しては注意が必要である。技術は日進月歩である。十年前、実用的な機械翻訳や、プロといい勝負をする囲碁将棋プログラムは当分できないと信じられてきた²¹。しかし実際はこの十年で AI はすさまじく進歩した。同様に今の段階では出来ないと思われているものも、たった数年後には可能になっているかもしれない。知識のアップデートを怠ってはいけない。近年 AI や IT が発達したことを揶揄し「十分に発達した科学技術は魔法と見分けがつかない」というアーサー・C・

²¹ コンピュータがプロに勝ったのは将棋が2013年、囲碁が2016年である

クラークの言葉をよく目にする。これはクラークの三法則の中の一つである。三法則の中にはこんな言葉もある²²。

高名で年配の科学者が可能であると言った場合、その主張はほぼ間違いない。
また不可能であると言った場合には、その主張はまず間違っている。

筆者（千田）は高名でもなければ年配でもないが、これを戒言として活動していきたい。

AI 応用研究所は学内の他の施設、図書館やものづくりセンターみたいなものだと考えている。すなわち情報ネットワーク工学科といった特定の学科のためではなく、全学科が利活用できる施設となるべきである。当研究所では高性能なグラフィクスボードを搭載した PC やカメラ等のセンサ、AI 学習キット等を保有している。100号館 1 階にて構えているので読者諸氏の研究活動に活用してもらいたい。

7. おわりに

久留米工業大学 AI 応用研究所を 2020 年 4 月に設立した。この研究所は特に地域産業における AI を利活用した地域課題解決をめざして作られたものである。その主軸は地域貢献と AI 教育である。開所の決意表明として、究極の AI と現状の AI の解説、当学における教育や地域貢献を通した AI 技術の関わりなどについて展望を述べた。

²² 残る一つの法則：「可能性の限界を測る唯一の方法は、不可能であるとされることまでやってみることである」