

# 中学校技術科「D情報の技術」における新技術としての 人工知能を学ぶ学習モデル開発

武田 大典（宮崎大学大学院教育学研究科）・新地 辰朗（宮崎大学大学院教育学研究科）

概要：次期中学校学習指導要領技術科では社会の発展と技術の関わりを理解させるために、生活や社会における人工知能の活用について、未来に向けた改良や応用を話し合う活動が示されている。しかし、人工知能の活用を考えるために必要となる基礎的な知識の習得については記述されていない。本研究では、人工知能を新しい情報技術として生徒が考えることができるようになるために、人工知能に関わる学習モデルを開発した。具体的には内容「D情報の技術」単元「プログラムによる計測・制御」の学習に、現在広く活用されている人工知能に関わる技術「機械学習」や「深層学習」の特色に関する内容を取り入れた単元指導計画、ルーブリックを作成し、授業実践結果を検証した。

【キーワード】 Society5.0, プログラミング教育, 人工知能, 深層学習, 機械学習

## 1 はじめに

人工知能は機械学習や深層学習などの新しい考え方により急激な高度化が進んでいる。現在、特に音声認識、画像理解、言語翻訳等の分野では、その成果が顕著になりつつある。人工知能が応用された例は、自動運転車や、翻訳機、介護ロボットなどの製品やサービスがあげられる。今日の人工知能の技術の中核にビッグデータ、IoT、ロボット等の先端技術が融合され、産業や社会に取り入れられ、社会の在り方そのものが劇的に変わることが予想されている。（内閣府2016）

文部科学省は、初等中等教育における「発達段階に即したプログラミング教育の必須化」など、情報活用能力をすべての学習の基盤と位置づけ、教科横断的に育成していくことを示している。<sup>4)</sup>

一方で、日常生活に寄与する情報技術として人口知能の利用が浸透しつつあるにもかかわらず、人工知能について考えさせる授業内容や指導方法は提案されていない。中学校技術科は、私たちの生活を支えている技術やよりよい生活の実現をめざした新しい技術に着目し、技術を工夫し、創造しようとする実践的な態度を養うことを目標としている。人工知能について学習する内容を取り扱わずに目標に迫ることは難しいと考える。

本研究では、人工知能を新しい情報技術として考えさせるために、人工知能に関わる学習モデルを開発した。具体的には内容「D情報の技術」単元「プログラムによる計測・制御」の学習に、現在広く活用されている人工知能に関わる技術の代表として「機械学習」や「深層学習」の特色に関する内容を取り入れた単元指導計画、ルーブリックを作成し、授業実践結果を検証した。

## 2 本学習モデルにおける人工知能

次期中学校学習指導要領技術科には、これからの

社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動を通して、「技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること」が指導内容として示されており、指導の一例として「情報技術の進展が人工知能の発展を支えていることを指導すること」が示されている。

本研究では、従来のプログラミングの技術の進展と人工知能の発展の関係を、判断・命令を行わせる際の判断基準の設定方法の違いと捉え、表1のように整理した。判断基準を設定する際の人間の関与の違いをそれぞれの特色として理解させる。

なお、生徒が理解しやすくするために、「機械学習」や「深層学習」の特色である“教師データ”を“サンプルデータ”、“特徴量”を“着目点”と表現した。

表1 人工知能の発展の段階の捉え方

| 段階         | 捉え方                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 従来のプログラミング | 目的を達成するために複数のセンサなどから多様なデータが入力され<br>あらかじめプログラム中に記述された判断基準に従い、命令し、動作させる                                           |
| 機械学習       | 目的を達成するために複数のセンサなどから多様なデータが入力され<br>あらかじめプログラム中に記述された着目点に従いサンプルデータを分析することで導き出した判断基準に従い、命令し、動作させる                 |
| 深層学習       | 目的を達成するために複数のセンサなどから多様なデータが入力され<br>あらかじめプログラム中に記述された方法でサンプルデータを参考にコンピュータが導き出した着目点をもとに分析し、導き出した判断基準に従い、命令し、動作させる |

### 3 学習モデル

#### 3.1 単元指導計画

本単元は、生活の中にあるコンピュータによる計測・制御システムの要素や情報処理の手順を学ぶ。また、プログラミングによる問題の解決を通して情報処理の自動化、システム化などの技術が生活をよりよくするために最適化されていることに気付かせる。さらに、学習した知識を整理し未来に向けた新たな改良や応用について話し合わせ社会の発展と情報技術の在り方を考えさせる。本学習モデルでは、「機械学習」や「深層学習」の特色を考え、さらに人工知能の未来の応用を考える学習を設定することで、社会の発展と情報技術の在り方に対する考えを深める。

ねらいに迫るために単元指導計画を表2のように作成した。第1時から第7時まででは、従来の学習内容と同じである。第1時前半の身のまわりのコンピュータで制御されている製品を考えさせる場面では、“人工知能搭載”などと記された電化製品（AI家電）にも目を向けさせ、計測・制御システムを構成する要素と人工知能を搭載した機器を構成する要素の関係に気付かせる。

第2時～第7時のプログラムによる模型の制御では、アルゴリズムの学習だけに留まるのではなく、プログラムの記述をすることの理解が深まるようなビジュアルプログラミングなどの実習教材を選択する。

第8時～11時は新たな提案になる。第8時は機械学習の特色について体験的に学習する。ここでは、浅井<sup>9)</sup>が高等専門学校5年生向けとして提案しているExcelを使って機械学習における判断基準を導き出させるために必要となるデータや着目点の設定について疑似体験的に学ばせる教材を活用する。さらに、機械学習が活用されている例をあげ、具体的にどのようなデータが必要となるか、どのような着目点を設定すればよいかを考えさせる。

第9時の深層学習は、まだ解明されていない部分も多く、ブラックボックス化されているため、体験的な活動ではなく、映像教材を活用して視覚的に特色を理解させる。さらに深層学習が活用されている例をあげ、判断基準を導かせるために具体的にどのようなデータが必要となるか考えさせる。「機械学習」や「深層学習」の特色について考える際には、人工知能といえども、人間の関与が必要なことも気付かせる。

第10時、11時では、それぞれのグループで設定した課題「人工知能に対して期待することや不安なことは実現する可能性があるか」について、これまでに学習した人工知能の特色をもとに、根拠を示して論理的に結論を導かせる。

さらに私たちの生活がどのように発展するか考えさせる。

表2 単元「プログラムによる計測・制御」の指導計画（全11時間）

| 学習項目                                                           | 内容                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1時<br>生活の中にある計測・制御<br>(0.5単位時間)<br>情報処理の手順とプログラム<br>(0.5単位時間) | <ul style="list-style-type: none"><li>● 生活の中でコンピュータ制御されている製品の仕組みを知る</li><li>● 情報を処理する手順を知り、目的にあった手順を考える</li></ul>                                               |
| 第2時～7時<br>プログラムによる模型の制御<br>(6単位時間)                             | <ul style="list-style-type: none"><li>● 計測・制御の条件に合うプログラムの作成</li><li>● コースに沿って動かす (順次処理、反復処理)</li><li>● センサを用いて動かす (分岐処理)</li><li>● センサを用いて迷路を抜ける (応用)</li></ul> |
| 第8時～11時<br>人工知能の発展と私たちの未来<br>(4単位時間)                           | <ul style="list-style-type: none"><li>● 機械学習の特色を知る</li><li>● 深層学習の特色を知る</li><li>● 人工知能の発展と私たちの未来について考える(話し合い活動)</li></ul>                                       |

#### 3.2 ルーブリック

表2の授業における学習到達目標を明らかにし、ルーブリックを作成した。評価はA 十分満足、B 概ね満足、C 努力が必要な3段階で行う。

ここでは、新たな提案となる第8時～第11時のみ示す。第8時、9時では、「機械学習」や「深層学習」の人間の関与を理解し、さらに判断基準を導き出させるために必要となるデータを理解していることが、人工知能の活用を考えていく上で重要な要素になると考え基準に含めた。

第10時、11時では、未来の人工知能の応用を考えるときに、ただ漠然と考えるのではなく、人工知能の可能性を論理的に示しながら考えているかを基準に含めた。

表3.1 ルーブリック 第8時

| 観点 機械学習で具体的な人間の関与を理解している (知識・技能)      |                   |                         |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| A (十分満足)                              | B (概ね満足)          | C (努力が必要)               |
| 機械学習で人間の関与を理解し、必要となるデータと着目点の設定を理解している | 機械学習で人間の関与を理解している | 機械学習で人間の関与することが理解できていない |

表3.2 ルーブリック 第9時

| 観点 深層学習で具体的な人間の関与を理解している (知識・技能) |                   |                         |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|
| A (十分満足)                         | B (概ね満足)          | C (努力が必要)               |
| 深層学習で人間の関与を理解し、必要となるデータを理解している   | 深層学習で人間の関与を理解している | 深層学習で人間の関与することを理解できていない |

表 3.3 ルーブリック 第10時, 11時

| 観点 人口知能の技術の発展が未来どのように社会や生活に影響を与えるかについてテーマを設定し、テーマに沿って検証しようとしている。(思考力・判断力・表現力) |                                          |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| A(十分満足)                                                                       | B(概ね満足)                                  | C(努力が必要)                             |
| 設定したテーマを検証するために必要な情報を収集し、根拠を考えながら結論を導こうとしている                                  | 設定したテーマを検証するために人工知能に関する情報を収集し結論を導こうとしている | 設定したテーマを主體的に検証しようとしていない              |
| 観点 人工知能の技術を評価し、適切な選択・管理の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えることができる。(学び合う力・人間性等)         |                                          |                                      |
| A(十分満足)                                                                       | B(概ね満足)                                  | C(努力が必要)                             |
| 人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の生活での応用について考えることができる                                     | 人工知能の技術を論理的に評価し、管理・運用の在り方を考えることができる      | 人工知能の技術を論理的に評価し、管理・運用の在り方を考えることができない |

#### 4 評価

平成29年度10月から2月に宮崎県内のA中学において3年生34名対象に3章に示した授業を実践した。

授業結果は、人工知能を新しい情報技術として生徒が考えることができるようになるために設定した第8時～11時の学習到達目標の達成度について、図1.1～1.3に示すワークシートを3.2表によるルーブリックをもとに評価した。

【機械学習が取り入れられている例】  
例 ネットショッピングの商品を買った人はこんな商品も買っている

サンプルデータはどのように集めているのかな? (問)  
(個人) いろいろな人から

どんな着目点で設定されているのかな? (問)  
(個人) 種類、色、価格、メーカー

機会学習が発展したのは( )の急速な普及が関係している

【まとめ】  
機械学習で人間が行うことは何かな?  
プロカメラの中に着目点を設定し、サンプルデータをまとめる

図 1.1 第8時 「機械学習の特色の理解」のワークシート

【りんごを認識させるために人間が設定すること】・・・具体的に

個人 (りんごの画像) 先生 (りんごの画像)

【まとめ】  
深層学習で人間が行うことは何かな?  
人間の学習データからりんごの画像を認識させる

図 1.2 第9時 「深層学習の特色の理解」のワークシート

【課題 (結論)】 (個人) 人間が人工知能の技術を使って、未来の生活を豊かにすることができるようにしたい。

【問い】 (問) 人間が人工知能の技術を使って、未来の生活を豊かにすることができるようにしたい。人間が人工知能の技術を使って、未来の生活を豊かにすることができるようにしたい。

【まとめ】  
みんなの発表を聞いて人工知能の発展と私たちの未来について考えたことを書いて見よう  
人工知能の技術は無限大にあり、人間が人工知能の技術を使って、未来の生活を豊かにすることができるようにしたい。人間が人工知能の技術を使って、未来の生活を豊かにすることができるようにしたい。

図 1.3 第11時 「未来の応用を考える」のワークシート

ルーブリックによる評価の結果は、表4のようになった。

第8時の「機械学習の特色の理解」では、機械学習における人間の関与の必要性を理解している生徒は64.0%であった。さらに具体的にどんな関与が必要かを理解している生徒は41.2%であった。

第9時の「深層学習の特色の理解」では、人間の関与の必要性を理解している生徒は97.1%であった。しかし、具体的にどんな関与が必要かを理解している生徒は29.4%だった。

第11時では、人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができる生徒は32.3%であった。「機械学習や深層学習における具体的な人間の関与の理解」との関係は、図2.1及び図2.2のようになった。機械学習における具体的な人間の関与を理解し、人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができた生徒は23.5%であった。また、具体的な人間の関与は理解できなかったが、人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができた生徒も8.8%いた。

深層学習における具体的な人間の関与を理解し、人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができた生徒は20.6%であった。また、具体的な人間の関与は理解できなかったが、人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができた生徒も11.8%いた。

表 4 ルーブリック評価の結果

|      |         |                                               |       |
|------|---------|-----------------------------------------------|-------|
| 第8時  | 機械学習    | 評価A 機械学習で人間の関与を理解し、必要となるデータと着目点の設定を理解している     | 41.2% |
|      |         | 評価B 機械学習で人間の関与を理解している                         | 22.8% |
|      |         | 評価C 機械学習で人間の関与が理解できていない                       | 37.0% |
| 第9時  | 深層学習    | 評価A 深層学習で人間の関与を理解し、必要となるデータを理解している            | 29.4% |
|      |         | 評価B 深層学習で人間の関与を理解している                         | 67.7% |
|      |         | 評価C 深層学習で人間の関与することを理解できていない                   | 2.9%  |
| 第11時 | 人工知能の活用 | 評価A 人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の生活での応用について考えることができる | 32.3% |
|      |         | 評価B 人工知能の技術を論理的に評価し、管理・運用の在り方を考えることができる       | 50.0% |
|      |         | 評価C 人工知能の技術を論理的に評価し、管理・運用の在り方を考えることができない      | 17.7% |

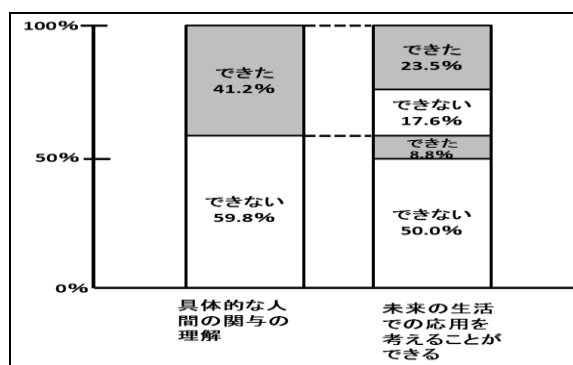


図 2.1 機械学習の理解との関係

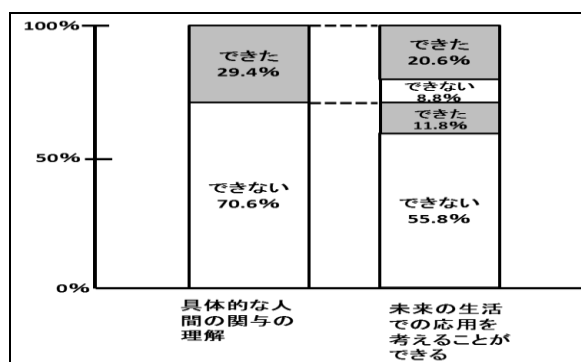


図 2.2 深層学習の理解との関係

## 5 考察

ループリックによる評価、授業中の生徒の様子、事後研究会に参加した教師の意見から本研究で目指した「人工知能を新しい情報技術として生徒が考えることができる」の到達について考察する。

第 8 時、機械学習の特色を考える授業では、授業後の検討会では、参観した他の教師から「エクセルを用いて疑似体験的に学習させることで、生徒たちにとっては、かえって難しくなってしまったのではないか」「演習で行ったネットショッピングに使われている機械学習で判断基準を導きださせるために必要となるデータや着目点の設定について考えさせる場面から取り組ませた方がよかったのではないか」と指摘された。

第 9 時、深層学習の特色の理解では、映像教材を用いて視覚的に理解させたことで、人間が与えたデータの分析が進むにしたがい、人工知能の精度が上がっていく様子は、ほとんどの生徒が直観的に理解できたようである。ただ、体験的に学習する場面がなかったことで、判断基準を導き出させるためにどのようなデータが必要になるかまでは理解が深まらなかったのではないかと推測される。

図 2.1 及び図 2.2 から人工知能の可能性を論理的に説明しながら未来の応用について考えることができる生徒の多くは、「機械学習」や「深層学習」で具体的な人間の関与を理解している生徒であった。「機

械学習」や「深層学習」でどのようなデータが必要か考える能力は、人工知能の可能性を考える能力につながると考えられる。

## 6 おわりに

「機械学習」や「深層学習」の特色についての学習において人間の関与の違いを具体的に理解させ、判断基準を導かせるためにどのようなデータが必要になるかを考える力を身に付けさせることで、人工知能を新しい技術として考え、さらに未来の生活での応用を考えさせることができた可能性が示唆される。一方で「機械学習」や「深層学習」で人間の具体的な関与を体験的に理解させるための教材は、改善の必要がある。今後は、企業などと連携して、「機械学習」や「深層学習」の特色を体験的に学ばせる教材開発を行いたい。

なお、本研究は、平成 30 年度宮崎市地域貢献学術研究助成研究「メンタルモデルの構築を促す小学校プログラミング教育」の助成を受けています。

## 参考文献

- 1) 経済省・文部科学省・経済産業省(2016), 人工知能技術戦略会議資料, <http://www.nedo.go.jp/content/100790387.pdf>
- 2) 内閣府(2016), Society5.0 科学技術政策 [http://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0-index.html](http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0-index.html) (参照日 2018 年 5 月 10 日)
- 3) 文部科学省(2018), Society5.0 に向けた人材育成, [www.mext.go.jp/component/a\\_menu/other/detail/\\_icsFiles/.../1405844\\_002.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/.../1405844_002.pdf) (参照日 2018 年 7 月 3 日)
- 4) 文部科学省 (2018), 中学校学習指導要領総則
- 5) 文部科学省(2016), 資料 2-1 情報科学技術委員会(第 94 回), [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gi\\_jyutu/gi\\_jyutu2/006/shiryo/\\_icsFiles/afieldfile/2016/08/09/1374745\\_002\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gi_jyutu/gi_jyutu2/006/shiryo/_icsFiles/afieldfile/2016/08/09/1374745_002_1.pdf) (参照日 2017 年 3 月 8 日)
- 6) 文部科学省(2018), 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編
- 7) 文部科学省(2016), 次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/\\_icsFiles/afieldfile/2016/08/03/1375316\\_3\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/08/03/1375316_3_1_1.pdf) (参照日 2017 年 3 月 8 日)
- 8) 文部科学省(2016), 小学校学習指導要領におけるプログラミング教育の在り方について (議論の取りまとめ), [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm) (参照日 2017 年 3 月 8 日)
- 9) 浅井登(2016), はじめての人工知能, 翔泳社
- 10) 斎藤康毅 (2016), ゼロから学ぶ Deep Learning, O' REILLY
- 11) 松尾豊 (2016) 人工知能は人間を超えるか KADOKAWA