

# ロボットの教育活用に対する期待・不安 およびロボットリテラシー教育の授業実践

Expectation and Anxiety about Educational Utilization of Robot,  
and Teaching Practice of Robot Literacy Education

小孫康平\*

筑波学院大学経営情報学部\*

## <抄録>

本研究では、教職志望大学生を対象にロボットの教育活用に対する期待と不安を明らかにした。また、ロボットリテラシー教育の授業実践から得られたロボットの教育活用に対する認識の変化を検討した。その結果、教師の負担の軽減や生徒の学習理解に期待している。一方、考える力やコミュニケーションに関する不安も重視している。授業実践からロボットリテラシー教育の教材開発が必要と評価しており、ロボットの教育活用に対する認識の変化が認められた。

## <キーワード>

ロボット, 教育活用, 期待, 不安, ロボットリテラシー教育

## 1 はじめに

日本経済再生本部(2015)のロボット新戦略によると、ロボットとの協働・共生に欠かせないロボットに対するリテラシーを人々が涵養できるようにするための方策を検討することが重要であると報告している。また、新エネルギー・産業技術総合開発機構(2014)は、「今後、一般人もロボットが日常にあるという暮らし方において、ロボットリテラシーを身につける必要がある」と述べている。例えば、坂本、須藤(2014)は、ロボットとは何かを理解し、ロボットと適切な関係を形成し、安全に利用するにはロボットリテラシー教育が重要になると考え、学習者がより意欲的に学べるカードゲームの教材開発を試みた。

教育用ロボットの実践例として、坂田(2019)は、大学生を対象にコミュニケーションロボットを活用した授業を行ってきた。その結果、コミュニケーションロボットの持つユーザーインターフェイスとしての面白さ、存在感を活用することで、大学生の興味や関心を引き出すことが可能であり、今後より多くの授業での活用実践例が増えてくることを期待していると述べている。松田、田中、鈴木(2020)は、大学生を対象に英会話学習ロボットを活用した授業支援について考察し、「今後、AIやIoTなどの分野の進展を考えれば、ロボットを如何にして活用するか、ということを考えることも非常に重要である」と指摘している。

ロボットに対する意識に関して、加納(2020)は、小学生35名を対象にAIやロボットに対する意識調査を実施した。AIロボットに対する期待や不安に関する記述傾向として、「楽しさ」「技術発展」「他者との関わり」「普及」「必要悪」「支配と恐怖」に分類され

た。このことから、負の側面を認識した上で、発展や楽しさなど明るい希望的側面に期待を寄せていることを明らかにした。

小倉(2019)は、家庭科教員養成課程の学生を対象に、ロボットを用いた教育実践を通して、技術革新への興味と生活変容への姿勢について検討した。その結果、ロボットとの共生に対しては非常に拒否感が強かったと報告している。中嶋、日置、谷口(2017)は、「大学教育の存在意義を考えると、教育的AIロボットが日常的に存在する時代の到来に備えて、次の時代を切り拓く若い学生を支援する新たな教育が必要であることは間違いない」と述べている。

このように、従来の情報リテラシー教育内容に加えて、ロボットが子どもや教育に及ぼす影響など、ロボットリテラシー教育が必要な段階に入ったと考えられる。子どものためのロボットリテラシー教育を指導するのは、主に教師が中心となり進められるので、将来、教師を目指している大学生がロボットの活用に対してどのように考えているのかを明らかにすることは意義がある。また、ロボットリテラシー教育の教材開発は急務である。

そこで、本研究では教職志望大学生を対象に、ロボットの教育活用に対する期待と不安を計量テキスト分析から明らかにする。また、ロボットリテラシー教育の教材開発や指導案を作成する授業実践から得られたロボットの教育活用に対する認識の変化を検討することを目的とする。

## 2 ロボットの教育活用に対する期待・不安

### 2.1 調査対象者および質問項目

\* KOMAGO Yasuhira: Tsukuba Gakuin University Faculty of Business and Informatics  
komago@tsukuba-g.ac.jp

対象者は、中学校教員免許状取得のために3年次春学期に開講されている教育方法学(中等)を受講していた大学生228名(教育学部137名,文学部91名)を対象に,2020年8月に実施した。なお,本研究の目的および収集したデータは個人が特定されない形で統計的に処理する等について説明した。

質問項目は,「今後,「ロボット」が中学生を対象に授業を行うことが考えられる。どのような点で「期待」するか,どのような点で「不安」があるか」の2項目であった。ここでは自由記述による回答(各150字程度)を求めた。

## 2.2 分析方法

本研究は,テキスト型データを統計的に分析するためのソフトウェアである「KH Coder」(樋口 2020)を用いて共起ネットワーク分析を行う。

共起ネットワーク分析とは,2つの単語について同じ文章中に同時に出現(共起)すると関連が強いと見なす。今回,「サブグラフ検出」で表現した。サブグラフ検出は,共起の程度が強いコードを線で結ぶことで関連性を把握できる。また,共起関係が大きい円ほど出現数が多いことを示すなどの特徴がある(樋口 2020)。さらに,Jaccard係数(2つの集合間の類似性を表す指標)を用いることで,語と語の関連を比較的正確に示すことができ,関連が強いほど1に近づく。なお,Jaccard係数では,「0.1以上は関連がある」,「0.2以上は強い関連がある」,「0.3以上はとても強い関連がある」と解釈できる(樋口 2020)。

なお,今回の分析で求める頻出語の一部に,設問の文章を用いることが大きく関連すると考えられる。そこで本研究では,設問で用いる語よりも,他の頻出語を分析に加えたほうが内容の把握に繋がると考え,ロボット,期待(不安),中学生,授業の語を除外した。

## 2.3 ロボットの教育活用に対する期待

### 2.3.1 結果

文章の単純集計を行った結果,955の文が確認された。表1は,ロボットの教育活用に対する期待に関して,出現回数の多い単語から順に出現回数40までの単語をリストアップしたものである。「生徒」が244回で一番多く,次いで「行う」が173回,「教師」が165回,「学習」が153回,「考える」が124回,「思う」が113回,「人間」が84回,「知識」が81回,「教える」が66回,「時間」が65回となっている。

図1は,ロボットの教育活用に対する期待に関する共起ネットワーク分析の結果を示したものである。

KH Coderの設定は,次の通りである。集計単位は段落,最小出現数は20,Jaccard係数は0.18以上,共起

表1 ロボットの教育活用に対する期待

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
生徒	244	内容	62
行う	173	効率	61
教師	165	指導	61
学習	153	問題	59
考える	124	正確	51
思う	113	教育	47
人間	84	理解	45
知識	81	負担	44
教える	66	データ	40
時間	65	分析	40

関係の検出方法はサブグラフ検出(媒介)を用いた。その結果,対象語数は8073であった。実線で結ばれた語は5グループであった。

①「教師」,「行う」,「考える」,「教員」,「負担」,「軽減」,「仕事」,「時間」,「減る」という9語のネットワークで構成されている。特に「負担」と「軽減」では,Jaccard係数は0.39でとても強い関連がある。「教師の負担軽減」を期待していると考えられる。具体的な回答としては,「教師の負担を軽減し,より本質的な教育を行うことができる事である」,「ロボットが授業を行うことで教師の授業時間が減り,教師の負担を減らすことができる」などがあつた。

②「生徒」,「人間」,「知識」,「正確」,「教える」,「思う」という6語のネットワークで構成されている。特に「人間」と「知識」ではJaccard係数は0.29で強い関連がある。「人間の知識」に関わる期待が論じられている。「教師よりも遥に正確な知識を用いてロボットが中学生に教授することができる」,「ロ

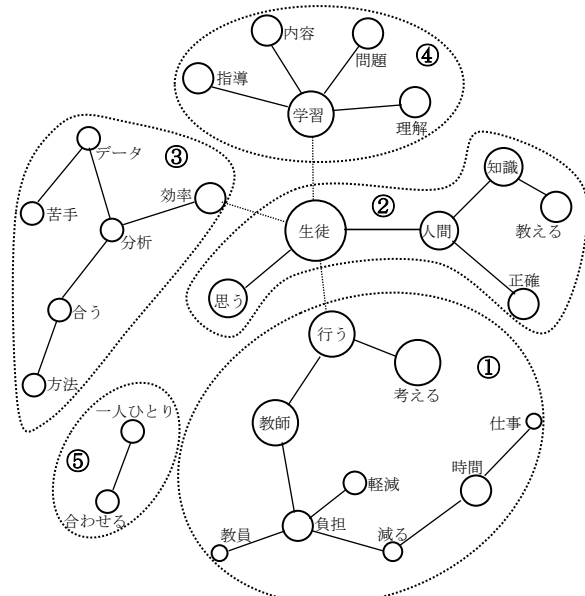


図1 ロボットの教育活用に対する期待に関する共起ネットワーク分析

ボットならば人間の知識より遥か多くのことを知っている」、「人間の知識だけでは応えることのできないこともロボットだと生徒に教えることができる」などの回答があった。

③「データ」、「分析」、「効率」、「苦手」、「合う」、「方法」という6語のネットワークで構成されている。特に、「データ」と「分析」ではJaccard係数は0.22で強い関連がある。「データ分析による効率化」に関連する期待が論じられていることを示唆している。「ロボットは人にはできない膨大なデータの処理とデータ分析から生徒が効率よく学習できるようになる」、「正確なデータに基づいた効率的な学習が期待できる」などの回答があった。

④「学習」、「内容」、「指導」、「理解」、「問題」という5語のネットワークで構成されている。特に、「学習」と「理解」ではJaccard係数は0.24で強い関連がある。また、「学習」と「内容」ではJaccard係数は0.23で強い関連がある。「学習の理解や学習内容」に関する期待について言及されている。「個人の理解度に合った内容の展開が行われ、全員が安定した学習を行うことができる」などの回答があった。

⑤「一人ひとり」、「合わせる」という2語のネットワークで構成されている。Jaccard係数は0.22で強い関連がある。「一人ひとりに合わせる」といった個々に応じた学習方法について期待していることを示唆している。「子ども一人一人に合わせた授業を行うことができる」などの回答があった。

### 2.3.2 考察

「教師」に関する記述の出現回数は165回、「負担」は44回であった。また、「負担」と「軽減」では、とても強い関連がある。つまり、教師の負担軽減に期待していることが示唆されると考えられる。「学習」(153回)と「内容」(62回)および「理解」(45回)では強い関連があり、学習内容や学習理解の面で期待していることを示唆している。「人間」(84回)と「知識」(81回)では強い関連があり、人間以上の知識に期待している可能性を示唆している。「データ」(40回)と「分析」(40回)では強い関連があり、「効率」は61回であったことから、データ分析による効率化に期待していると考えられる。

## 2.4 ロボットの教育活用に対する不安

### 2.4.1 結果

文章の単純集計を行った結果、728の文が確認された。表2は、ロボットの教育活用に対する不安に関して、出現回数の多い単語から順に出現回数40までの単語をリストアップしたものである。「生徒」が354回で

表2 ロボットの教育活用に対する不安

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
生徒	354	感じる	54
考える	195	人	54
教師	123	難しい	54
行う	121	心	44
思う	119	子ども	43
人間	93	教育	42
感情	79	問題	42
学習	77	コミュニケーション	41
理解	72	出来る	40
対応	57		

一番多く、次いで「考える」が195回、「教師」が123回、「行う」が121回、「思う」が119回、「人間」が93回、「感情」が79回、「学習」が77回、「理解」が72回、「対応」が57回となっている。

図2は、ロボットの教育活用に対する不安に関する共起ネットワーク分析の結果を示したものである。

KH Coderの設定は、次の通りである。集計単位は段落、最小出現数は15、Jaccard係数は0.17以上、共起関係の検出方法はサブグラフ検出(媒介)を用いた。その結果、対象語数は7589であった。実線で結ばれた語は7グループであった。

①「生徒」、「行う」、「思う」、「人間」、「難しい」、「対応」、「臨機応変」、「プログラム」という8語のネットワークで構成されている。特に「臨機応変」と「対応」では、Jaccard係数は0.40でとても強い関連がある。「臨機応変な対応」について不安があることを示唆している。具体的な回答としては、「ロボットが授業中の生徒の発言や質問に臨機応変に対応出来るのか」という点で不安を感じる」、「教育現場における不測の事態が起こった時に臨機応変に対応することができるのか」などがあつた。

②「考える」、「学習」、「学ぶ」、「力」、「能力」、「効率」、「成長」という7語のネットワークで構成されている。「考える」と「力」では、Jaccard係数は0.25で強い関連がある。「考える力や学習面」に関連する不安が論じられていることを示唆している。具体的な回答としては、「生徒の考える力や学ぶ意志を育むことが難しい」、「能動的に考える力が失われる可能性がある」などの回答があつた。

③「感情」、「表情」、「感じる」、「反応」、「見る」という5語のネットワークで構成されている。特に「反応」と「見る」では、Jaccard係数は0.23で強い関連がある。また、「感情」と「感じる」では、Jaccard係数は0.21で強い関連がある。「表情や感情への反応」に対して不安があることを示唆している。具体的な回答としては、「表情など感情がロボットにはないため

コミュニケーションがとりにくいと思う」, 「ロボットでは感情の理解, 生徒の表情, クラスの雰囲気などは感受できないと思う」などの回答があった。

④「教師」, 「コミュニケーション」, 「信頼」, 「関係」という4語のネットワークで構成されている。「信頼」と「関係」では, Jaccard係数は0.42でとても強い関連がある。「教師とのコミュニケーションや信頼関係」に対して不安があることを示唆している。具体的な回答としては, 「生徒と教師間のコミュニケーションが減るのではないかという懸念がある」, 「教師との信頼関係があって初めて, 生徒は学校に来てくれるのではないだろうか」などの回答があった。

⑤「気持ち」, 「理解」, 「内容」という3語のネットワークで構成されている。「気持ちの理解」に対して不安があることを示唆している。具体的な回答としては, 「ロボットは, 相手の気持ちを理解することができない」などの回答があった。

⑥「自分」, 「答え」, 「AI」という3語のネットワークで構成されている。「自分」と「AI」では, Jaccard係数は0.22で強い関連がある。「自分で答えを導き出す」ことに対する不安があると考えられる。具体的な回答としては, 「AIの補助ありきの学習になれてしまい, 自分で学習の道筋を考える力が失われてしまう」, 「自分で考え, 答えを導き出す機会を奪う」, 「自分で考え, 答えを導きだそうとする意欲が失われてしまう」などの回答があった。

⑦「状況」, 「把握」という2語のネットワークで構成されている。「状況把握」に対する不安があると考えられる。具体的な回答としては, 「ロボットによ

る授業では, 生徒の学習状況を的確に把握するのに限度があることが危惧される」などの回答があった。

## 2.4.2 考察

「考える」に関する記述の出現回数は195回, 学習では77回であった。また, 「考える」と「力」ではJaccard係数は0.25で強い関連がある。つまり, ロボットの教育活用に関しては, 考える力や学習面での不安がある可能性を示唆している。「感情」(79回)と「感じる」(54回)では強い関連(Jaccard係数は0.21)があり, 感情を感じ取る面で不安があることを示唆している。さらに, 生徒に対する「理解」(72回)や「対応」(57回)および「コミュニケーション」(41回)に関する不安も重視していることを示唆していると考えられる。

## 3 ロボットリテラシー教育に関する授業実践

### 3.1 授業構成

「教育研究基礎演習Ⅱ」(教育学部2年生, 主に小学校・中学校の教員免許取得希望者11名を対象)の中で, ロボットリテラシー教育に関する授業実践を合計5回(各90分)実施した。実施時期は2020年12月上旬から2021年1月初旬であった。

第1回では, 「ロボットリテラシー教育」の授業を以下の内容に沿って実施した。(1)授業目標:なぜロボットリテラシー教育が必要なのか, AI時代の教育におけるロボット活用について学習し, 今後の教育について検討する。(2)授業内容:①ロボットを活用した授業に関する論文(反田 2018)を通して教育におけるロボット活用の可能性について議論する。②AIに関する論文(廣安 2018)を輪読して, 教育現場におけるAIの利用の懸念点について討論する。③「ロボットを活用した英語教育」を紹介した動画を視聴して, 教育現場でどのようにロボットが活用されているのかを理解する。

第2回と第3回では, 「ロボットとどのように付き合うのか」の教材開発および指導案の作成を行った。対象学年は小学校高学年, 授業時間は45分(1回分)とした。なお, 作成する指導案には, 各教科における指導事項を吟味し, 教科のねらいを設定していることが前提であることを説明した。第4回と第5回では, 教材内容および教材作成から得られたロボットの教育活用に対する認識の変化について発表を行った。

### 3.2 授業実践

各学生が作成した教材内容およびロボットの教育活用に対する認識の変化を表3に示す。①は教材の内容, ②はロボットの教育活用に対する認識の変化についての意見を示す。なお, ①は学習者の記述を要約した。②は学習者の意見の中から主なものを抜粋した。

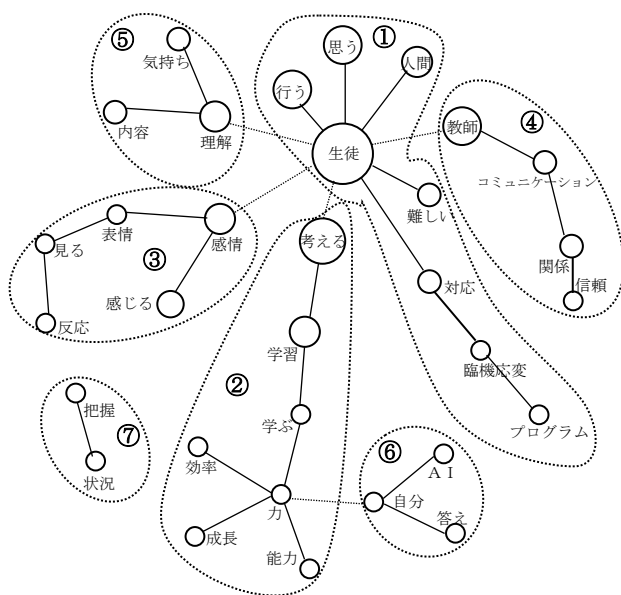


図2 ロボットの教育活用に対する不安に関する共起ネットワーク分析

表3 教材の内容およびロボットの教育活用に対する認識の変化

<p><b>A</b> : ①教材は、身近にあるロボットや社会で使われているロボットの写真およびロボット進出の現状を示す資料を用いる。展開場面では教師の発問に加え、クイズ形式で児童に問うことで楽しく授業に参加させたいと考えた。②教材研究を通して、今まで知らなかったロボットに関する知識が増えた。教育界にも徐々にロボットを用いたICTが導入されていることを知ることが出来た。</p>	
<p><b>B</b> : ①教材は、活躍しているロボットの展示会の様子やペットのような癒しを与えてくれるロボットを紹介した動画を用いる。どちらの動画も、ロボットをより身近なものであると考えるきっかけになるのではと考えた。②ロボットとどのように付き合うかということ考えたことがなかったが、もうすでにロボットがたくさん存在していることに気づいた。子どもたちには良い面と悪い面を伝え、ロボットを活用できるようにしていきたい。</p>	
<p><b>C</b> : ①教材は、将来ロボットに奪われる仕事と奪われにくい仕事に分けさせるクイズを用いる。教育現場のロボットのメリットとデメリットについて学び、ロボットとの付き合い方について考えさせる。②教育現場のロボットについて知ることができ、勉強になった。ロボットの実用化や研究が進められていることに驚いた。ロボットが手伝ってくれたり、協力して働いたりする未来がやってくるかもしれないと思った。</p>	
<p><b>D</b> : ①『わんぱくだんのロボットランド』の絵本と世界初のロボットホテルを教材として考えた。世界初のロボットホテルは、人間の仕事をロボットが奪いつつある現状を理解させるための教材として使用した。②将来教育現場でもロボットが導入されていくということから、自分自身ももっとロボットやAIについてどのように向き合っていくべきかを考える機会となった。</p>	
<p><b>E</b> : ①教材は、人工知能「アレクサ」搭載のスピーカーを用いる。「アレクサ」を積極的に用いることで、ロボットとの親しみを持つことができ、より積極的に課題に対して取り組むことができると考えた。②これまでは、ロボットはとても便利で非のうちどころがないと思っていたが、今回の教材作成を通して、ロボットにも欠点は多々あるということを学ぶことができた。</p>	
<p><b>F</b> : ①教材は、プログラミングロボット「true true」と「mBot」である。どちらも高度なプログラミング技術を求めるものではなく、ロボットの口にカードを差したり、タブレットで簡単に動かせたりするので、プログラミング的思考能力を育むことに重点を置いた教材である。②ロボットについて教育する意味はあるのかと思っていたが、教材研究を進めるに当たって、なぜこのようなことをしなければならないのかが分かった。自分自身視野が広がった。</p>	
<p><b>G</b> : ①教材は、最先端のロボットを紹介した動画である。児童に動画を視聴させることで、現在の技術でどれほどのロボットが作られているのかを知らせることができると考えた。②今回の教材作成を通してロボットとどのように付き合うのかについて初めて考えることができた。児童にどうやってロボットについて考えさせるか悩んだが、勉強になった。</p>	
<p><b>H</b> : ①教材は、インターネットを用いて、児童の将来なりたい職業の具体的な仕事内容を調べさせ、ロボットが代行できること、人間の手を必要とすることに分別させる。ロボットに仕事を奪われる未来をより身近なものとして捉えさせ、今後の自分の在り方を再度考えさせていく。②ロボットとどのように向き合うかについて考えるにあたって、ロボットやAIの在り方について深く考えることができた。</p>	
<p><b>I</b> : ①STEAM教育を取り入れた授業を考えた。STEAM教育の教材を活用して、自分でプログラミングして動かすロボットを授業で取り扱うことによって、子どもたちのプログラミング能力を高めたいと考えた。ロボットを活用していけるような人材を育成していきたいと考える。②今後の教育現場でロボットが活用されることは想像していたが、ロボットの教育活用の具体的な指導方法について学ぶことができた。</p>	
<p><b>J</b> : ①教材としては、AIに関する知識、コミュニケーション能力、想像力を身に付けることが出来ると考えられる教育用ロボットである「RoboMaster S1」を用いる。②ロボットに対して抱いていたイメージが大きく変わり、いかにロボットに仕事を奪われるのではなく、利用できる人間になれるか、そのためにはどのようなスキルが必要とされるか、教師としてこれらを児童生徒に理解させ将来を見据えた教育が必要であることがわかった。</p>	
<p><b>K</b> : ①教材としてクイズを考えた。具体的には、身近にあるロボットの写真を提示し、そのロボットの名前と、何をすることができるのか問いかける。その後、そのロボットの利点と欠点について考えさせる。②ロボットについて詳しく調べたことはなかったが、今回の教材作成を通して、教育現場を含め、身近な場面でロボットがたくさん活躍していることに気づいた。人間の仕事がロボットに代替されている中で、私たち人間が果たしているコミュニケーションの力は、これから益々大切になってくると思った。</p>	

### 3.3 考察

教材の内容に関しては、ペットのような癒しを与えてくれるロボットや最先端のロボットを紹介した動画を視聴することにより、ロボットと人間の違い、なぜ

ロボットが必要とされているかなどを理解することをねらいとした教材を作成したことが明らかになった。また、ロボットを動かすためにはプログラミングが必要なことを理解させるために、プログラミングロボッ

ト「true true」や「RoboMaster S1」を教材として用いることを考えた学生もいた。

ロボットの教育活用に対する認識の変化に関しては、「今回の教材作成を通してロボットとどのように付き合うのかについて初めて考えることができた」、「ロボットに仕事を奪われるのではなく、利用できる人間になれるか、そのためにはどのようなスキルが必要とされるか、教師としてこれらを児童生徒に理解させ将来を見据えた教育が必要である」などが挙げられた。

このように、新たな存在であるロボットなどが、教育界に導入された場合を想定すると、従来では考えられなかったことが起こることも考えられる。そのため、従来からの情報リテラシー教育、プログラミング教育および情報モラル教育(小孫 2020)に加え、新たなロボットの内容に対応するロボットリテラシー教育の教材開発が必要となる。今回の授業実践は、ロボットリテラシー教育を考えるきっかけになったと評価しており、ロボットの教育活用に対する認識の変化はあったことが示唆された。

#### 4 総合考察

廣安(2018)が指摘しているように、日本では、欧米に比べて鉄腕アトムのようなヒト型のロボットに対しては、それほど抵抗が無いように見える。また、ロボットが感情や意識を有していると勝手に解釈する場面がある。つまり、ロボットは記憶や推論が人間より優れているので、生徒は教員を感情的にロボットより劣っていると判断してしまう可能性もある。教員の能力を十分に理解しえないとなると、教育は成り立たない。したがって、今後は教職志望大学生に対して、ロボットリテラシー教育が必要になると考えられる。

#### 5 まとめと今後の課題

ロボットの教育活用に対する期待に関しては、教師の負担が軽減されるのではないかと期待を望んでいることが示唆された。また、学習内容や学習理解、人間以上の知識、データ分析による効率化に期待していることが示唆された。一方、ロボットの教育活用に対する不安に関しては、考える力や学習面での不安がある可能性を示唆している。さらに、感情を感じ取る面、生徒に対する理解や対応およびコミュニケーションに関する不安も重視していることを示唆していると考えられる。授業実践からロボットリテラシー教育の教材開発が必要と評価しており、ロボットの教育活用に対する認識の変化が認められた。

ロボットの教育活用に関しては、ロボットの機能のみならず形や動きも学習者に大きな影響を与えることが考えられる。つまり、今回の自由記述の調査では、

学生が想定したロボットの機能やイメージなどの定義が過去の知識や経験によって異なり、回答に大きな影響を与えている可能性がある。したがって、今後の課題としては、回答の際に想定した「ロボット」の機能やイメージを書かせる。または「ロボット」の定義を明確に提示して調査を実施する必要があると考える。

#### 参考文献

- 樋口耕一(2020) 社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して【第2版】 KH Coderオフィシャルブック, ナカニシヤ出版, 京都
- 廣安知之(2018) 人工知能と良心. 同志社時報, 145, pp. 17-21
- 加納寛子(2020) AIやロボットに対する小学生の意識調査. 情報教育, 2, pp. 9-16
- 小孫康平(2020) AI時代の情報モラル教育とビデオゲーム・リテラシー教育, 風間書房, 東京
- 松田健, 田中弘恵, 鈴木海斗(2020) 教育におけるロボット活用の検討. 長崎県立大学東アジア研究所「東アジア評論」, 12, pp. 197-200
- 日本経済再生本部(2015) ロボット新戦略. [https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot\\_honbun\\_150210.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/robot_honbun_150210.pdf) (参照日 2021. 4. 17)
- 中嶋航一, 日置慎治, 谷口淳一(2017) ロボットが変える教育の未来. 帝塚山経済・経営論集, 27, pp. 1-11
- 小倉育代(2019) ロボット開発と家政学についての一考察: 家庭科教員養成を通して. 教育学研究論集, 14, pp. 41-47
- 坂本牧葉, 須藤秀紹(2014) ロボットに対する理解と興味を深めるためのゲームデザイン—ロボット・リテラシーゲーム—. 情報処理学会研究報告, 2014-ICS-175(11), pp. 1-6
- 坂田信裕(2019) コミュニケーションロボットを活用した新たなテクノロジーリテラシー教育. 教育システム情報学会誌, 36(2), pp. 66-75
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構(2014) ロボット白書. <https://www.nedo.go.jp/content/100567345.pdf> (参照日 2021. 4. 17)
- 反田任(2018) AI英語学習ロボットを活用した英語授業. 同志社時報, 145, pp. 9-13