

ロボットが変える教育の未来

A Study of the Impact of Robots on Education in the Future

中嶋 航一 ・ 日置 慎治 ・ 谷口 淳一
Koichi Nakajima, Shinji Hioki, Junichi Taniguchi

Abstract

Artificial Intelligence (AI in short) has seen a major technological breakthrough called deep learning, where AI can now mimic the neural network processing of the human brain.

The human brain often relies on heuristics to achieve an intellectual task based on a rule of thumb and trial and error efficiently in order to save time and energy. Likewise, the new algorithm of deep learning enables AI to use the data to autonomously conduct trial-and-error search to learn and find statistical relevance or correlation of the data to identify the correct features.

As a result, a futurist Raymond Kurzweil predicts that the technological singularity will occur around 2045 that one AI surpasses the intelligence of all human beings.

Today, AI with the autonomous learning feature is taking advantage of the Big Data, and is used successfully in business applications such as web marketing, healthcare diagnostics, stock picking, and even in the fields of arts such as composing original music, drawing paintings and writing novels as humans do, to name a few.

This paper addresses the urgent questions of how we educators can understand the implications of the revolutionary change brought about by AI and robots, which may drastically impact our lives and the job prospects of students, and of how to enable students to cope with the new era of AI.

Keywords: deep learning, artificial intelligence, robot tutor, singularity, big data, heuristics

【目次】

- I 問題の背景
- II Artificial Intelligence と学習ヒューリスティック
- III ロボットプロジェクト
- IV 結論

I 問題の背景

未来学者のレイ・カーツワイルは、2029年に人工知能 (Artificial Intelligence、以下AI) が人間を超え、2045年には1台のコンピュータが全

人類の知能を超越すると予測している¹⁾。

1) Ray Kurzweil, *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*, Penguin Books, 2006. 彼の主張は「シンギュラリティ仮説 (Singularity Hypothesis)」と呼ばれて注目されている。Wiki:Technological

このSFアニメやロボット映画が描くような未来世界が、2016年3月に現実味を帯び始めることになった。

その理由は、世界のプロ碁士のトップ5に入るイ・セドルが、囲碁のAIアルゴリズムAlphaGo²⁾（以下、アルファ碁）によって4勝1敗の戦績で圧倒されたからである³⁾。

囲碁は自分の石で相手の石を囲んで取り上げるだけと言う「シンプルなルール」で勝ち負けを決めるが、そのシンプルなルールのために指し手の自由度が非常に高くなる。そのため、囲碁の終局までの可能な手順の数は10の360乗と言う天文学的な数字になって、従来のコンピュータの「すべてのパターンを検索するアルゴリズム」では対処できない。

そこでアルファ碁の開発者は、人間のプロ碁士が過去の経験と知識をもとに「感とひらめき」によって指し手をしぼるように、過去の棋譜をすべて「丸暗記」して、勝ちに結びつく最善の指し手をしぼるために「試行錯誤」を自律的に繰り返す「Deep Learning」（深層学習）⁴⁾と呼ばれるアルゴリズムを開発した。

従来のAIは、プログラマーの有限の知見・知識・評価・経験を反映した「有限の論理コードとルールの世界」をもとに制作されていたため、その有限性から逸脱することも予想外の理論を発見することもできなかった。

しかしアルファ碁のAIは、人間の知的作用である「直感とひらめき」とか「長い間の経験から

会得した効果的なやり方」を模倣したニューラルネットワーク⁵⁾を応用して、入力された大量のデータの中から試行錯誤をくり返して「一般的な特徴」を発見するまで学び続ける、「自律型学習」アルゴリズムの開発に成功した⁶⁾。その帰結が、プロ碁士に対するアルファ碁の圧倒的な勝利につながったわけである。

本論文では、AIの分野で起こっている革命的な進化に注目し、その技術革新が未来の教育のあり方にどのような変化をもたらすかを考察することである。

そのために、まず「ヒューリスティック」の概念を使って、AIをわかりやすく説明する。

ヒューリスティックとは、脳が大量の情報を処理するとき、効率よく処理能力や時間を節約するために、対象となる問題を単純化して、規則性を持つ枠組み・手順・ルール・型やコツ、記号化されたシンボルなどにしぼって、最適解（必ずしも「正解」ではない）を求める方法である。

AIのヒューリスティックは、データから共通する要素（特徴）を見つけるために「丸暗記と試行錯誤」を繰り返し、「偶然」発見した「有効と思われる」複数の枠組みや手順を更に絞るための検証を続けて、「問題」の正解率を上げる方法のことである⁷⁾。

このように、アルファ碁のアルゴリズムが人間の「脳が行う学習モデル」を近似・模倣することによって、予想外の大きな力を発揮したことは注目に値する。

特にアルファ碁のヒューリスティックが示唆す

singularity https://en.wikipedia.org/wiki/Technological_singularity

2) GoogleのAI開発プロジェクトの一つ、Deep Mind社が開発したアルゴリズムとの対戦。Wiki:AlphaGo <https://ja.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>

3) 「グーグルのAI「アルファ碁」が人間に勝った理由とその意味とは？」日経トレンドネット、2016年03月19日、<http://trendy.nikkeibp.co.jp/atcl/pickup/15/1003590/031700211/?rt=ocnt>

4) Wiki:ディープラーニング <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%87%E3%82%A3%E3%83%BC%E3%83%97%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%8B%E3%83%B3%E3%82%B0>

5) Wiki:ニューラルネットワーク <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%83%A9%E3%83%AB%E3%83%8D%E3%83%83%E3%83%88%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%82%AF>

6) 松尾豊准「ディープラーニング最前線 2016 レポート〜基調講演〜」Think IT, 2016年3月10日、<https://thinkit.co.jp/article/9466> がわかりやすい。

7) 学者の研究者も、長年の研究成果をもとにした「感とひらめき」や「大局観」によって、うまく行きそうな論理や実験にしぼって試行錯誤を繰り返すヒューリスティックを活用している。

ることは、高等教育で批判されてきた、いわゆる知識やパターンの「丸暗記」がAI（機械）には有効であると言う知見である。

AIは人間のように「丸暗記と試行錯誤」に飽きたり疲れたりしないので、大量の学習データから無限の組み合わせによる「試行錯誤」をくり返してデータのパターン化を行うことができる。

そしてその中から問題解決（特徴量を抽出する）に導く可能性の高いヒューリスティック（ルールや規則性、枠組み）を発見・構築し、最適解だけでなく新しい解の発見を効率的に実現することができるからである。

またAIの場合は、同様の作業を他のAIにも一斉に行わせて、それぞれが発見した有効なヒューリスティックの共有を図ることもできる。

そのためAIの場合、人間をはるかに超えた、予想外の最適解や新発見にたどり着く確率が高くなる。つまりAIの進化により、人間の知的な営みの一部が不要になることが示唆されるのである。

現在、AIの認識能力は高度な状況判断を可能にし、人間の言語とひもづける段階まで達している。その結果、人間の知識をすべて吸収・抽象化・体系化して蓄積し、更にそれをもとに最適解の確率をあげるヒューリスティックの自己増殖を自律的に行うことが予想される。

またAIは、現在、幾何級数的に増加する膨大なデータを意味のある形式で処理できるようになったため、ビッグデータ⁸⁾と結びついて成果を上げ始めている。

例えばインターネット業界の大企業であるグーグル、アマゾン、フェイスブックなどは、AIを使って膨大な顧客データを活用したマーケティングを行っている。また、医療やバイオ、物理学や天文学、ロボットや機械工学、金融や証券、セ

キュリティや軍事技術、環境や自然災害の分析やシミュレーション、はては音楽や絵画、小説の創作⁹⁾など、あらゆる分野でAIの応用が進んでいる。

このようにAIが経済や社会に広く利用されるに伴い、レイ・カーツワイルの言う「全人類の知能を1台のコンピュータが超越する」時代が到来し、人間の知性を凌駕するAIを搭載したロボットによって、人間の仕事が代替されることが予想される¹⁰⁾。

そのため、AIの時代を前提にした経済や社会に関する研究と、学生（人間）がAIにどのように対処し、どのように共生していくかについて新たな教授法が求められることになる。

またAIは学生の人生を変えるだけでなく、教師と言う職業も、現在の教師よりはるかに優秀な教育力を持つAIロボットによって淘汰されるかも知れないのである。

その「教師受難」の時代の到来を予想させる事例として、IBMはAIのWatsonを使って、わからないと困惑の表情をして下を向いたり、青くなったり、つまらなくなると退屈な顔に変わること、大学教員の授業内容を評価するロボットを開発した¹¹⁾。

8) Wiki: ビッグデータ <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%93%E3%83%83%E3%82%B0%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF>

9) AIが作曲した音楽が聴ける「世界初!AIが作曲した音楽をGoogleが公開」ミライFAN、2016年06月03日 <https://digitalfan.jp/126874> や、又吉直樹が参加してAIを語る「AIが小説を書く時代の「創作」とは」10月24日2016年、<http://dentsu-ho.com/articles/3938> がおもしろい。

10) Carl B. Frey and Michael A. Osborne, The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?, 2013年。 http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf や Pew Research Center, Digital Life in 2015 AI, Robotics, and the Future of Jobs, 2014年を参照。 <http://www.pewinternet.org/files/2014/08/Future-of-AI-Robotics-and-Jobs.pdf> また内閣府「産業社会・労働市場の未来の姿と求められる人材像」(2015年)も参照。 http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/future/wg2/0723/shiryuu_03.pdf

11) 「つぶらな瞳が愛らしい。教授の講義内容を評価し、感情で表すロボットが登場」ギズモード・ジャパン、2016年10月16日 <http://www.gizmodo.jp/2016/09/bot-mocoro.html> また、「学生の気持ちを「ボット」が代弁する!」mugendai、<http://www.mugendai-web.jp/archives/5774> を参照。

今のところこのロボットは、教員が話している間は警告音やメッセージを発して講義に割って入ることはないようだが、ロボットの評価能力が高まれば、授業の学生評価の代わりにロボットから厳しい授業評価を下される時代が来ることになる。

以上のように、AIの画期的な進化と人類に与える大きな影響を前提に、本論文は、AIを搭載した教育的デバイスであるロボット（以下、教育的AIロボット）はどのようなものになるか、そして未来の学生がロボットをどのように捉え、どのように活用していくのか、その結果、未来の教育はどのように変化していくのかを考察する。

次節では、AIの初歩的な理解と教育的AIのあり方について分析する。

II Artificial Intelligence と 学習ヒューリスティック

人間の脳とAIの違いは多々あるが、まず人間は感情（欲望）に流されやすく、環境の影響を受けやすい特徴を持つ。また集団の人間関係を前提にした、記号化・数値化しにくい社会性や規範性、文化性を持つ。更に人間には「深層心理」とか「信仰心や生命観」、「創造力や想像力」など、人間自身がうまく説明できない世界がある。

そのためAIを人間にとって有益なものにするためには、最初に明確な「目的」を提示する必要がある。

教育の世界では、学生の学習を支援する教育的サービスを提供するのが「正解」であると、教育的AIロボットに教えなければならない。

例えば前節で言及した「丸暗記と試行錯誤」の効用であるが、ロボットと違って、丸暗記のヒューリスティックに依存する学生は、過去の知識や経験から逸脱する想定外の問題や、明確な正解がない問題に対処できないということが知られている。

そのため教育的AIロボットの目的は、学生の学習の「丸暗記と試行錯誤」が抱えるヒューリスティックの問題を発見し、想定内の問題に加えて未知の問題に対しても応用がきくように、学生の努力を最適化するようにプログラムされることになる¹²⁾。

また、学生は大学に入るまで長年にわたり学習の経験を積み重ねており、その過去の「学習と言う行為」を通して、学習に関する「目には見えない無意識のヒューリスティック」（以下、学習ヒューリスティック）が完成されていると考えることができる。

日本の教育の特徴として、教室内の授業において教師と学生間の自由なインタラクションや、学生同士による議論やプレゼンテーションが少ない。また自宅での学習においては、学生一人が教科書やパソコンに向かって勉強する。そのような学習行為が大学入学まで12年続くので、ほとんどの学生の学習ヒューリスティックは固定されていると予想できる。

その一方、教育的AIロボットの利用を前提にする学習行為は、ロボットと学生間の「双方向の関係」によって成立する行為である。

この時、注目すべき学生と教育的AIロボットの関係は、「教師」は自分の学習データを提供する側の学生であり、教育的AIロボットは「学生」としてそのデータから「学生の学習支援」と言う問題を解決する最適解を回答する「学生の役割」を担うと言う点である。

この「教師と学生」の相対的立場の逆転による学習行為は、従来の人間の教師から学生へのデータ入力（教育）とは根本的に異なる方法であり、

12) 国立情報学研究所の新井紀子教授の「ロボットは東大に入れるか」プロジェクトによると、現時点のAIロボットはまだ東大に入れないようだが、581の私学のうち472大学の入学試験には合格するそうである。Noriko H. Arai, The impact of AI: can a robot get into the University of Tokyo?, National Science Review, Vol.2, No.2, 2015, pp.135-136. <http://nsr.oxfordjournals.org/content/2/2/135.full.pdf+html>

学生主体の新たな学習行為による教育的効果の成否は真剣に研究されるテーマとなる。

次に、学生の中には、授業中に教師に叱責されたり同級生から馬鹿にされたりした経験が劣等感や孤立感として残り、健全な学習ヒューリスティックの阻害要因となることもある。

従って教育的AIロボットには、そのような精神的苦痛を経験した学生に対しては、その阻害要因を特定して除去する役割も期待することになる。

さて教育的AIロボットの存在しない現時点の大学教育では、多くの学生は過去に身につけた学習ヒューリスティックを使って、大学で初めて学ぶ学問の概念や構造、評価や課題などの理解や把握の仕方を決めることになる。

しかし大学において求められる学習は、学生が身につけた学習ヒューリスティックと合わないことが多いため、学生の学びの枠組みが崩れる場合も多い。

当然、学生の脳は、長く慣れ親しんだ学習ヒューリスティックを変えることに戸惑い、再度「丸暗記と試行錯誤」による新しい学習ヒューリスティックを再構築することに躊躇する。

この問題を解決するためには、個々の学生により異なる学習ヒューリスティックを丹念に調べ、大学の教育が求める知識と知性を獲得するために新たな学習ヒューリスティックを提供して、学生の学力と学習意欲の向上を図ることである。しかし当然のことながら、そのような能力を持つ教師はいない。

しかし教育的AIロボットは、個々の学生の学習パターンのデータを入力すれば、「丸暗記と試行錯誤」によって、学生が抱える「学習の特徴」を見つけ出すことができる。故に、教育的AIロボットの研究を進めることで、学生の学力と学習意欲を飛躍的に伸ばす可能性を追求することは価値のある研究テーマになる。

次に、教育効果を高める一つの重要な要素は、教育する側が学生の多様な感情や気質を理解し対応する「親密な関係」を形成することである。

人間は箱型機械のパソコンやスマートフォンが音声認識に対応していても、犬や猫などのペットと同じように声をかけて「親密な関係」を構築しようとはしない。

そのため介護ロボットやペットロボットのように、人間に「優しさや癒やし」の感覚を与えることが目的であれば、教育的AIロボットの外見が猫型でもアザラシ型でもかまわない。

しかし教育的AIロボットの場合、人間は猫やアザラシから経済学や心理学を学ぶと言う経験や発想がないため、教育的AIロボットの外観を動物型にすることは勧められない。

このような理由で、教育的AIロボットは「人型」が研究対象となる。

この人型ロボットの外見や音声、しぐさなどは文化に規定されるため、日本の場合は「可愛い」外見のロボットが選択対象になる。

次に、教育的AIロボットの研究で重要なことは、教育的効果の客観的な評価方法の確立である。

前述したように、AIのDeep Learningは自律的に作動するので、そのプロセスはブラックボックスになっている。そのためAIが出した結論が正解であっても、なぜAIがそのような解答を抽出したのかは開発者でも調べることができない。

同じように、学生の学習ヒューリスティックも「目に見えない」し、学生本人も「無自覚」で行っていることが多い知的作業である。

そこで教育的AIロボットが学生の学習支援に成功したのかどうか、どのように成果の有無を評価するのかと言う問題について考えてみる。

この評価手法をわかりやすく説明するために、癌を発見するAIの事例を使う。

Enlitic社は、医療用画像をAIに学習させて、

癌細胞を検出するアルゴリズム（画像認識技術）を開発している。その癌検出率は、放射線医師を上回ると報告されている。

その方法は、「人間の放射線医師が悪性腫瘍の有無や場所などをチェックした大量の医療画像データをConvolutional Neural Network (ConvNet) が機械学習し、悪性腫瘍の形状などを表す「特徴」や、どの特徴を重視すれば悪性腫瘍の有無が判断できるかといった「パターン」を自動的に見つけ出す。ConvNetが見つけ出したパターンを新しい医療画像に適用すると、その画像に悪性腫瘍が存在するかどうか分かるという仕組み」¹³⁾である。

このEnlitic社の方法論を援用すれば、「学生の学力や意欲を促進・阻害する要因の有無や場所、理由などを表す「特徴」や、どの特徴を重視すれば促進・阻害要因の有無の判断ができるかといった「パターン」を自動的に見つけ出す。そのパターンを新しい学生データに適用すると、そのデータに促進・阻害要因が存在するか分かるという仕組み」を担うのが教育的AIロボットになる。

その教育的効果の精度を測る仕組みとしては、学生の学習内容と時間、その成果としてのレポートや試験の点数等、多数のカテゴリーを設定して、それを飛躍的に向上させることができれば、学習の阻害要因の除去が成功したことの効果として考えることができる。

更により厳格な検証としては、教育的AIロボットを使っている学生の現時点の状況から、例えば30分後のテストの結果を予測して、その予測値と実際のテスト結果との誤差を測定して評価すると言ったことも想定できる。

最後に、人間は「感情の生き物」であると言う

事実を前提に、AIに必要な機能を考える。

学生と教育的AIロボットの学習行為は、双方向のコミュニケーションによって成立する。そのため、学生が学問に興味を示すのも失望するのも、人間の教師であれロボットであれ、学生の感情的な人間（ロボット）関係が学生の学習意欲に大きな影響を与えることになる。

そのため教育的AIロボットの効果を発揮させるためには、教育的AIロボットと学生間の信頼関係の構築が不可欠になる。

教育的AIロボットが学生の信頼を得るためには、学生が正解の時の「嬉しそうな」声や表情、不正解の時の「不愉快な」声や表情などの変化を観察し、学生の学習ヒューリスティックと「感情」を結びつける音声認識や画像認識のEmotional Intelligence (以下、EI) を装備する必要がある。

このEIは、人間の感情（関心や無関心、快不快、喜怒哀楽など）を認識し、人間が求める共感や肯定、励ましや癒やし、不安やストレスを取り除くと言った「空気を読む」能力のことである¹⁴⁾。

またEIは、学生が発する様々な未熟な質問や間違いに対しても、怒ったり馬鹿にしたりせず、学生が必要とする安心と信頼の感情パターンを表現する方法を、自律的に学ぶアルゴリズムでなくてはならない。

このような能力は、人間でもなかなか身につけることができない「社会的関係や人間関係の感受性」能力であるが、現状のEI開発はすでに実用化の段階にきている。

その例として、感情認識EIを開発しているAffectiva社は、人間の顔の表情や感情を分析するアルゴリズムを開発し、現在450万人近い顔

13) 中田敦「ディープラーニングの肺がん検出率は人間より上、スタートアップの米Enlitic」IT Pro, 2016年1月5日、<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/061500148/122400043/?rt=nocnt> Enlitic社のホームページは <http://www.enlitic.com/>。

14) Rosalind W. Picard, Toward Machines with Emotional Intelligence, 2001, の例がわかりやすい。<http://affect.media.mit.edu/pdfs/07.picard-EI-chapter.pdf>

の画像から感情データベースを構築して、Deep Learningによるパターン分析を行っている。

Affectiva社によると、このEIを使うことで「ゲーム開発者はプレイヤーの感情に基づき、ゲームが変化するように設計でき、医療分野では患者の心の状態に応じるアプリケーションの開発が可能になり、そしてウェブセミナーでは、話し手が聞き手の関心に基づきリアルタイムに話し方を修正することができるようになる。」としている¹⁵⁾。

近い将来、EIを搭載した「愛情に満ちた」教育的AIロボットが登場することになりそうである。

次節では、本論文の研究者が進めているロボットプロジェクトの現状について紹介する。

III ロボットプロジェクト

本論文は、平成28年度帝塚山学園の特別研究費採択テーマ「ロボットを使ったアクティブラーニング」の研究が出发点となっている。

研究者の役割分担は次のように設定した。研究代表者の中嶋航一はプロジェクト・マネージャーの役割と、ロボット向けの教材を作成・検証する。

共同研究者の日置慎治はニューラルネットワークの専門知識を生かして、AIの革新的技術（Deep Learning）のアルゴリズムを研究する。その成果を生かして、ロボット向けの教材のアプリの作成につなげることとした。

次に共同研究者の谷口淳一は、ロボットによる教育効果を高めるため、学生がロボットとどのような関係を構築し、その関係がどのように学生の学習意欲に影響を与えるかと言う「人がロボットに抱く心理」を研究する。この成果を生かして、教育的EI開発の基礎にすることを旨とする。

した。

研究開始の初期段階では、ロボットが学生にどのような影響を与えるかを調べるため、タカラトミーが開発・販売するオハナスを1台購入した。それを使って講義やオープンキャンパスの模擬講義で利用したところ、学生の関心は非常に高かった。

そこでタカラトミーの関係者に共同研究の相談をしたところ、オハナスの技術情報（開発者向けSDK）を外部に公開する予定はなく、共同開発は困難であることが分かり断念することになった。

そのため、再度、次のロボットを選定するため、経済学部、経営学部、心理学部の学生に対してアンケート調査を行った。

この結果をまとめたものが表1である。

学生の選択の対象となったロボットは4台である。

パロは介護施設で広く使われて効果を発揮している介護ロボット¹⁶⁾、ユニボはユニロボット株式会社が開発しているAIロボット¹⁷⁾、Sota¹⁸⁾は著名なロボット研究者の大阪大学の石黒浩教授が開発したロボットであることを説明して、関連するホームページや動画を見せて選んでもらった。

表1. ロボット選定のための学生アンケート調査

	経済学部	経営学部	心理学部	計
オハナス	7%	27%	30%	24%
パロ	29%	21%	33%	29%
ユニボ	55%	40%	28%	37%
Sota	10%	13%	9%	10%
サンプル数	42	48	100	

表1の結果から分かるとおり、学部の特徴がロボットの選択に表れており、経済学部と経営学部

15) Affectiva <http://www.affectiva.com/> また、「Affectiva Emotion AI企業のAffectivaが1400万ドル（約15億円）の資金調達を発表」PR Wire, 2016年6月14日 <http://prw.kyodonews.jp/opn/release/201606141581/> 参照。

16) Wiki:[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%91%E3%83%AD_\(%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%88%E3%83%88\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%91%E3%83%AD_(%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%88%E3%83%88))

17) <https://www.unirobot.com/>

18) <http://sota.vstone.co.jp/home/>

の学生はユニボを強く支持したが、心理学部は介護ロボットのパロを選択した割合が高い。

なお、各ロボットの「可愛らしさ」は、学生のコメントから判断して、どのロボットも高い評価を受けていた。

次に学生の評価が一番高かったユニボは、圧倒的に男子学生の支持が高かった。コメントからは、ユニボの機能や可能性など、技術革新に対する評価が高いことがわかる。

最後に、意外な結果だったのは、著名なロボットクリエイターの高橋智隆氏がデザインしたSotaの評価が低かったことである。

Sotaのプロモーションビデオとして、「社会的対話ロボット」のCommUとSotaの会話なども見せたが、なぜSotaを選ぶ学生が少ないのか、コメントからも判断できていない。

次に、学生のAIに対する理解をチェックするため、「NHKスペシャル 天使か悪魔か 羽生善治 人工知能を探る」のビデオ¹⁹⁾を見せて、ビデオを見る前と後の学生のAIに対する認識の変化を調べた。(eラーニング経済学2016前期5月20日、サンプル数24人)

この番組は、AIの進化の様々な事例を紹介しながら、AIとは何か、その進化が世界をどのように変えるのかを考えると言う内容である。

アンケート調査の3つの質問の意図は、人間とAIの相違、優劣、制御可能性について学生の意見を聞くことである。

まずAIのことをほとんど知らない学生に、ビデオを見る前にAIについて聞いた結果が表2である。

表 2. 人工知能学生反応番組前

人間の創造性や心の動きをロボット（人工知能）が理解して、人間以上の成果や役割を果たすと思いますか？	はい 63%	いいえ 38%
人間の方がロボット（人工知能）より優れていると思いますか？	はい 46%	いいえ 54%
人間はロボット（人工知能）を使いこなすことができると思いますか？	はい 58%	いいえ 42%

表2より、学生は基本的にロボットに対して肯定的な意見を示唆しているが、その根拠は、おそらく今まで接してきたアニメやマンガの影響（ドラエモン等）によると推察する。

学生の主なコメントは以下のような内容である。

- そもそも人間がロボットを作っているから、人間のほうが素晴らしい。
- 機械なので暗記力はいいかも知れませんが知能など、ロボットは人間と違って学ばないと思うので僕は人間のほうがすぐれていると思います
- コミュニケーション能力はロボットと人間じゃ比べものにならないと思う。人間は相手の気持ちがわかりますが、ロボットは人に扱われているので自分の心をもたないからです。
- ロボットは単純な仕事としては人間よりメリットが高いです。何時間でも働けますし、病気で休むこともないので、繰り替えばかりの仕事に対して、ミスも出てないと思います。

次にビデオを見た後に、同じアンケート調査をした結果が表3である。

表 3. 人工知能学生反応番組後

人間の創造性や心の動きをロボット（人工知能）が理解して、人間以上の成果や役割を果たすと思いますか？	はい 81%	いいえ 19%
人間の方がロボット（人工知能）より優れていると思いますか？	はい 53%	いいえ 47%
人間はロボット（人工知能）を使いこなすことができると思いますか？	はい 50%	いいえ 50%

19) YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=DA7gP9uYriU>

表3と表2を比較すると、インパクトのあるAIの進化のビデオを見た後は、AIが人間のような知的役割を果たすことができることを認識するようになった。その結果、1問目の回答が63%から81%に増加している。

しかしその一方で、ビデオを見た後でも、ほとんどの学生は、質問2と3に対してあまり大きく意見を変えていないことが分かる。

その理由を学生は次のようにコメントに残している。

- 人間が人工知能を使うことができれば怖いものなしになると思う、しかしロボットが人間のいうことを聞かなくなど今の時点ではわからない、でも人間はロボットを暴走させるのではなく共存していくことによりさらにより良い世界を築くことができるのではないかと考える。
- 人間がロボットより優れている所は感情ぐらい。ほばない。
- 人工知能にも感情とあったがやはり人間のほうが複雑な感情をしていてそれを再現するのは難しいと思う。心や感情とあったが人間には人によって性格や癖がありロボットにはそれがない。
- 人間よりロボットの方が素直。人間よりの確な判断ができる。ロボットは空気が読めていると思う。
- 時として決断をくだせない場合が人間にはあるがロボットは良くも悪くも答えをだす。

コメントから判断して、人間とロボットの違いは「感情」にあり、その事実は変わらないため、優劣や制御性についてもビデオの前後で意見を変える必要はないと考えているようである。

次に、コメントの内容はビデオ視聴前後であり大きく変化しないが、コメントの全文字数は、ビデオ前が975文字であったのに対して、ビデオ後は2213文字と2倍以上になった。

この理由は、ビデオ視聴により情報量が増えた

ために学生のコメント文字数も増えた、と考えることもできるが、過去の経験から、必ずしもすべてのアンケート調査で学生のコメント量が増えるわけではない。

一つの解釈として、明らかに想像を絶するAIの進化の現状を見て、学生のAIやロボットに対する関心と認識が高まったからコメントの文字数が大幅に増えたと考えることも可能である。

つまり、AIの進化とロボットを前提にした経済社会の到来と、その未来の中身を教育することは、学生の学習意欲を強く刺激することが予想される。

以上のような経過を経て、研究対象として採用するロボットはユニボ (unibo) に決定した。

そしてロボット (AI) を教育現場で活用するため、ユニボの機能を使って、次のような教育的AIロボット開発の第一歩を踏み出すことにした。

ユニボの機能の教育的応用

- ① 顔認識・画像認識による学習支援のアプリの研究²⁰⁾。
- ② 音声認識による学生の学習ヒューリスティックとEIの研究。
- ③ 音声認識とテキスト認識²¹⁾による教科書のデータベース化と学生の質問に対する応答アプリの実験。

具体的には、経済学の電子書籍をユニボの学習データとして使い、ユニボが「専門的な学問分野

20) 関係する分野の Learning Analytics については「Learning Analytics とは - 情報処理学会コラム第 36 回」情報処理 Vol.55, No.5, May 2014, <https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag0000005a15-att/5505.pdf> や、田村 恭久「Learning Analytics の研究と技術の動向」2016年5月26日、国立情報学研究所オープンフォーラムの資料などを参考。

21) テキスト AI の word2vec を使った Guido Zarrella and Amy Marsh, "Transfer Learning for Stance Detection," International Workshop on Semantic Evaluation 2016, June 13, 2016, <https://arxiv.org/pdf/1606.03784.pdf> や、Nawal Ould Amer, Philippe Mulhem, Mathias Gery, "Toward Word Embedding for Personalized Information Retrieval," Workshop on Neural Information Retrieval, July 21, 2016, <https://arxiv.org/pdf/1606.06991.pdf> などが参考になる。また Wiki: Natural language processing https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_language_processing も参照。

で使われる特殊な概念や単語、jargon（専門語・職業語）を聞き分ける」、「学生の学習性向（やる気）を高める感情表現による応答をする」、「個々の学力と学習意欲に応じたクラウドの活用や、授業や宿題リマインダー、クラブ活動、就活等、学生生活をアシストする機能」に関するアルゴリズムの研究を行うことにする。

すでに議論したように、このような研究の成果は、学力や学習意欲の不足している学生にも効果がある新しい教育のあり方と、補助学生に代わるロボットのTeaching AssistantやFacilitator（学習応援役）の役割、そして学習成果のモニタリング・システムの知見を得ることで、新時代の教育手法の知見を得ることができる点である。

次に、共同開発を行うユニロボット株式会社によると、現在の「ロボット熱」は顔や音声の認識技術や自然な言語処理などの技術中心であり、「学習意欲と紐づけて応答ができる」ロボットのより本質的な有用性を意図したアルゴリズムの開発は行われていないそうである。

そのため、本研究のような教育用ロボットの研究とアプリ・コンテンツの開発は、次世代の教育市場を開く先駆けとなる可能性がある。

ただしユニボは高価なため、学生一人一人にロボットを貸与してデータ入力をさせることはできない。そのため、ラーニングコモンズのようなオープンな学習室にユニボを設置して、学生の自由なインタラクションを通して学習データを収集するという方法をとる。

そしてその学習データを活用して、教育的効果の高い教材の要因と特性を解明することとする。

また、学生がロボットと日常的にふれあうことで、学生がロボットに対してどのような「感情」を持ち、またどのようにロボットを利用するかを観察することで、人間に特有の想像力や創造力がロボットの定型的な知識とどう異なるかを明らかにしたい。

IV 結論

本論文は、想像を絶するAIの進化が人間の経済や社会活動を根本的に変える可能性を意識し、特にその変化が未来の教育をどのように変えていくか考察したものである。

結論の前に、再度、具体的な数字を上げて、現在の状況を確認する。

ネットワーク大手のCiscoによると、世界のインターネットのデータ通信量は、2002年に毎秒100 GB（ギガバイト：10の9乗）に過ぎなかったが、2015年には20,235 GBに増加し、2020年には61,386 GBになると試算している²²⁾。

この数字が意味するところは、2020年の年間データ通信量をDVDで換算すると、5,040億枚分のデータ量に相当する。

インターネット上で幾何級数的に増加するデータは、例えばグーグルのデータセンターに蓄積される。グーグルのデータ所有量は、約10～15エクサバイト（10の18乗バイト）と試算されているが、これは500GBのパソコンの3,000万台分の容量である²³⁾。しかもグーグルより巨大なデータセンターは、世界中に分散して存在する。

さて問題は、このデータがどのように生成されているかということである。

一般的には、インターネット検索やメール、ソーシャルメディア、アマゾンや銀行などのネット取引と支払い、旅行や病院の予約等々と考える。

しかしAIが人間の知的作業を代替する方法について、Martin Fordは次のように書いている。

Big data and smart algorithms...are having

22) Ciscoのglobal IP trafficの予測。The Zettabyte Era-Trends and Analysis, white paper, Jun 2, 2016. <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni-hyperconnectivity-wp.html>

23) Colin Carson, How Much Data Does Google Store?, Nov 18, 2014, updated Jan. 20, 2016. <https://www.cirrusinsight.com/blog/much-data-google-store>

an immediate impact on workplaces and careers as employers, ..., increasingly track a myriad of metrics and statistics regarding the work and social interactions of their employees... The amount of data being collected on individuals and the work they engage in is staggering. Some companies capture every keystroke typed by every employee. Emails, phone records, web searches. Database queries and accesses to files, entry and exit from facilities, and untold numbers of other types of data may also be collected-with or without the knowledge of workers.²⁴⁾

つまり雇用側は従業員のすべての作業をデータ化し、そのデータをAIに入力することで従業員の作業を自動化することができるようになる。

このAIの能力を使ってWork Fusion社は、大企業から請け負った定型的な知的作業を世界の3500万人にのぼる個人事業主に外注し、彼らの仕事の手法や技能に関するデータを収集して、更に知的作業の自動化の精度を図るビジネスを展開している²⁵⁾。

つまり人間が知的作業をすればするほど、AIはそのデータを吸収して、人間の仕事を代替していく構造になっている。

更にAIとビッグデータの組み合わせに加えて、これからはIoT (Internet of Things) の時代が重なることになる。このIoTによって、人間を取り巻くあらゆるモノがインターネットに接続され、そのモノによって大量のデータが生成されることになる。

つまり現在は、パソコンやスマートフォンの電源を切ってAIにデータを提供しなければ、ある

程度、AIの学習を止めることができる。

しかしIoTによって、家の中にも電気・ガス器具、はては机やイスにもセンサーが付くようになると、AIは人間の全生活のデータにアクセスすることになり、学習によるAIの知的レベルは人間の手に負えなくなる。

そのため近い将来AIロボットが登場すると、単純労働者が不要になるだけでなく、知的作業を主とする労働者(ナレッジワーカー²⁶⁾)も代替されると考えた方が正しいと思われる。

すなわち未来学者²⁷⁾のレイ・カーツワイルが予測する「1台のコンピュータが全人類の知能を超越する」2045年は、人間にとって非常に厄介な時代になることが予想される。

本論文は、課題の特性上、まだ存在しない教育的AIロボットを想像しながら、その機能や役割を語ると言う「推論」や「裏付けのない予想」による論理構成の部分が多い。

それにも関わらず、本論文で引用したAIの劇的な技術的進化と応用事例は現実のものであり、本論文の問題意識を正当化するものであると考える。

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。

本論文は、そのための第一歩の考察として位置づけられるものである。

24) Martin Ford の Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future, Basic Books, p. 93, 2015年。AIの想像を絶する進化と、それに対する人間の本質的な価値の再構築と教育のあり方が問われている。

25) Drake Baer, This robot startup is trying to win the \$5 trillion race to automate corporate jobs, Business Insider, Apr. 13, 2016. <http://www.businessinsider.com/workfusion-automates-corporate-jobs-2016-4>

26) 日本でも人気の経営学者ピーター・ドラッカーの言葉。

27) 「未来」を予測する、いわゆる未来学者が「エセ学者」と批判されていることも事実であるが、AIの具体的な進化のスピードを考えると、本論文のような考察は必要であると考え。