

人工知能とロボットの社会における情報教育の役割

辰己 丈夫^{1,a)} 村上 祐子^{2,b)} 大谷 卓史^{3,c)}

概要: 人工知能やロボットの技術的な進化につれて、これらは、社会的にも重要な役割を果たす主体となることが予想される。そのとき、人間は、人工知能やロボットのどんな特性を知っておくべきなのかについて議論する。我々は特に、情報教育の観点で、以下の3点を重要と考える。(1) システムの動作について知らない、あるいは知るところを諦めている多数の利用者が、アカウントビリティがないシステムの結果を受け入れる傾向にあるため、情報教育が重要な役割を果たすこと。(2) 統計的推論の前提となる誤りを排除できないシステムであることがわかるために統計的推論の学習機会を広く提供すること。(3) この分野の研究に関わろうとする研究者には、生産者の倫理が求められ、情報教育は、それを含む形で進行しなければいけないこと。

キーワード: 情報倫理、情報教育、人工知能、ロボット

A Role of information studies for future AI and Robotics era.

TAKEO TATSUMI^{1,a)} YUKO MURAKAMI^{2,b)} TAKUSHI OTANI^{3,c)}

Abstract: As the technical evolution of artificial intelligence(AI) and robots, we expect them to play social important roles. In this paper, we discuss what we should know about the characteristics of AI and robots. As a research of information education, we think the following three points are important. (1) Many users will accept the computer's answer without the accountability because they are giving up to know about the computer systems' behavior. So information education will play an important role. (2) We must provide opportunities of learning the statistics in nation wide because many people must know that AI may result statistical error. (3) Researchers in this field in AI-era must think of professional ethics and information education.

Keywords: Computer Ethics, Information Study, Artificial Intelligence, Robotics

1. はじめに

情報倫理の観点で、情報技術や情報機器、情報インフラの発達の歴史を見ると、情報倫理に関する問題の多くは、Moore[1]が言う「指針の空白」という言葉で説明されることである。今後の情報社会の発展において、情報倫理に関する問題が発生しないように、あるいは発生したとしても、規模を小さく、頻度を少なくするためには、どのようなこ

とをなすべきであったのか、ということについて改めて考えると、教育の役割は無視できないと思われる。

さて、現在、人工知能とロボットに関する研究が、急速に注目を集めている。人工知能やロボットの普及発展においても、さまざまな問題（困難な状況）が生じることが予想される。過去の情報倫理から私たちが学べることは、今後の新しい世界における情報倫理を考える上でも有用であろう。

そこで本稿では、人工知能とロボットが普及するであろう社会を考え、そこから考えられる問題点について述べ、現在の我々の情報教育が何をできるか、何をなすべきかに付いて論じることとしたい。

¹ 放送大学 (The Open University of Japan)

² 東北大学 (Tohoku University)

³ 吉備国際大学 (Kibi International University)

a) ttmtko@gmail.com

b) ymurakam@m.tohoku.ac.jp

c) ootani@kiui.ac.jp

以下、2. ではこれまでの情報倫理教育についてまとめ、3. では問題の背景となる人工知能・ロボットについて述べる。4. では情報教育と情報倫理について考え、5. では今後予想される問題点について考察する。最後に、6. において、未来の情報教育に向けて考察を行なう。

2. これまでの情報倫理教育

情報倫理について考えるために、まず、情報と我々の生活の関連について歴史と展望を考える。

2.1 職業倫理

情報技術の基盤となる数学的な理論の形成のきっかけとなったのは、1900年の「ヒルベルトの第10問題」であった。1930年代には、この問題を解決すべく、さまざまな活動が行なわれた[2], [3]。その結果、「計算」を数学的に定義するための研究が行なわれ、計算とは何かをはっきりとした概念となった。一方、第2次世界大戦・太平洋戦争では、暗号や兵器開発に大量の計算が必要となり、計算を自動で行なう機械、すなわちコンピュータの必要性が認識され、やがて、コンピュータが開発された。このように、コンピュータの開発は、初期においては学術的な興味から確立した理論的基盤があり、その後は、戦争での利用を目的とした実装によって始まっていた。また、戦争終結後は、コンピュータは、国勢調査や航空管制などの業務に用いられた。

この時代のコンピュータに関わる人達に必要な倫理とは、当初確立した「学術的な目的での計算概念」を、戦争や公益業務に用いていいのか、そのような利用の是非について研究を行なっているのかという、目的の適切性に関する倫理であった。

その後、コンピュータは、企業や個人でも利用されるようになり[4], [5]、利潤追求や個人の娯楽が目的となっていく。その結果、コンピュータを用いた犯罪が起こるようになった。例えば、我が国では、1981年8月に、ある銀行の窓口行員が、現金がないのに口座残高をオンライン操作で改変するという詐欺事件（大阪地裁昭和56年（わ）第4152号、4753号事件）を起こした。

2.2 知的財産に関する問題

一方、1980年代には、マイコンと呼ばれる機械が登場し、まずはゲームのプログラムが入力されたフロッピーディスクが流通し始めた。ほどなくこれらは、プログラムそのものから、コンパイルされたソフトウェアの流通に代わった。やがて、ワープロやデータ管理ソフトなどもソフトウェアとして販売され、ビジネスの現場でもコンピュータを利用することができるようになっていった。

当時販売されていた「バックアップツール」は、これらのソフトウェアを、利用者がバックアップすることを手助け

するソフトウェアであったが、実際にはソフトウェアの不正利用、すなわち無許諾複製を助長する役割を果たしていた。その後、1983年5月に、ソフトハウスがバックアップツール販売会社を訴えた東京地裁 昭和61年（ヨ）第2501号仮処分申請事件があり、1986年に東京地方裁判所で和解が成立した。

2.3 パソコン通信と情報倫理

1985年ころからは、多数のパソコン通信サービスが始まった[6]。コンピュータの利用は、「自分のため」であることが当然の時代になっていたが、パソコン通信の利用者の場合は、金銭的な利益を求めるのではなく、コミュニケーションそのものや、人脈などを求めたり、あるいは、自分の意見表明や、立場の説明などを行なうことにも使っていた。

当時、以下のような事件が発生していた。

- NECが運営をしていたパソコン通信「PC-VAN」では、1991年に、作家の筒井康隆氏の作品について、SIG『電脳筒井線』で議論が行なわれていた。そして、利用者同士で、今でいう「ネット炎上」状態になってしまい、筒井氏がパソコン通信から離れる宣言をするという事件も起きた[7]。
- NIFTY-Serveの「現代思想フォーラム」では、書き込んだ内容をめぐって、ある会員と現代思想フォーラムの責任者、そしてNIFTY-Serveの間で裁判があり、会員が勝訴した[8]。

日本を代表する、2つのパソコン通信事業者で生じた事件は、他にも数多くあるが、これら2つの事例に通用するのは、利用者同士での食い違いであった。パソコン通信という、当時は全く普及・定着していないメディアを利用した情報利用のルールが、一体、何を規範とすればいいのか、共通理解がなされていなかった時代であったといえる。

2.4 インターネット時代

1991年には日本国内でもインターネットの商業利用が解禁され、1992年から1995年にはWWWが普及し[9]、それにともない、不適切な情報発信が問題視されるようになった。そして、インターネットを利用した犯罪に対する考え方に、変化が見られはじめた。それまではマスコミが取り上げなかったようなニュース・事件事故が、Webによって拡散する状況が生じ始めた。その結果、これまでは放置されてきた話題や、違法性を強く指摘されてこなかった話題でも、ツイッターなどによる拡散（炎上）によって、注目されるようになった。

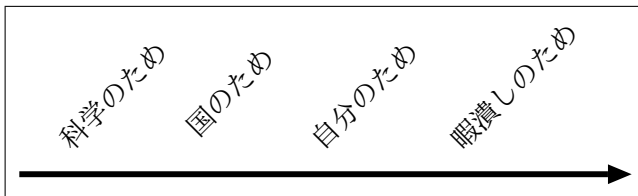


図1 目的の変化



図2 イ・セドル (youtube に投稿された動画 *1 より)

2.5 本節のまとめ

ここまでの議論で、コンピュータの利用目的の変遷(図1)にともない、利用者の用途、特に犯罪目的での利用が変化していることがわかる。

これまでの考察を見る限り、「情報倫理教育」として、本当に固有の状況が必要となる場合は、実は多くない。従来の道徳感や規範意識、法令遵守、そして、情報技術に対する正しい理解があれば、多くの事件や事故を防ぐことができる状況であった。

だが、それでもなお、発生を避けられないような事件や事故、行為などがあり、それこそがまさに、情報倫理教育のみが対応できる部分、であった。

3. 背景

3.1 背景1 (人工知能)

2016年春、Googleが構築した人工知能AlphaGoが、世界トップクラスの囲碁棋士イ・セドルに5戦4勝1敗という成績で勝った、という出来事があった(図2)*1。ほんの少し前の予想では、囲碁では、あと10年は人間に勝てないといわれていた人工知能が、ほとんど敵無しという強さを見せることになった。このことは、報道機関(テレビ・ニュース)などでも大きく取り上げられ、多くの人は、人工知能のことを話題にするようになった。

また、この出来事前前後して、人工知能学会の会員らによって、「人工知能が執筆した小説(SF)を、星新一賞に

*1 https://www.youtube.com/watch?v=Zm4qnkoTL_o



図3 きまぐれ人工知能プロジェクト

応募する」というプロジェクトが進められた。(図3)その結果、この小説は入賞をするに至った。

昨今の人工知能を利用したさまざまな取り組みは、以前の人工知能ブームとは異なり、多くの「ふつうの人」の「ふつうの言葉」で分かりやすく説明できる状況を生み出すようになった。このことは、囲碁や文学のみならず、我々の生き方や日常生活の道具、さらに政策に関連する人でさえも、意識するようになりつつある。

過去の「ブーム」の変化を参考にすると、この数年の「人工知能ブーム」とも呼べる状況が、今後とも絶えまなく進んでいくとは考え難い。しかし、我々の生活の中に、人工知能などの情報機器の判断への依存度合は、長い目で見れば、一進一退をしつつも徐々に増えていくことは間違いないと思われる。

このように、私たちが従来とは異なる知的基盤に頼ることになることを想定するならば、情報教育、とりわけ、市民への情報教育がどのようなものを含み、何を指すべきかについて、現時点で予想できる問題点を挙げ、それについて考察しておくことは無駄ではない。

3.2 背景2 (ロボット)

古くはSF映画やSFアニメなどで知られたロボットは、あるときは正義の味方として、あるときは悪の手先として、あるときは人間の友人として存在していた。我々がロボットという言葉を使うときも、その印象の影響が強く反映されている。

だが、本稿執筆(2016年)の時点で実際に利用されているロボットは、工場内の組み立てロボットや、玩具性が高いロボット*2、そして、まだ決定的な用途(キラーアプリ)が見つかっていない、大型の人型ロボット*3であり、SFで見たロボット像からは、まだまだ遠い。しかし、今後数年から数十年で、ロボットに関する技術も飛躍的に高度化し、我々の生活の中に入っていきと予想できる。

*2 古くは、AIBOに代表される玩具。

*3 pepperなど。

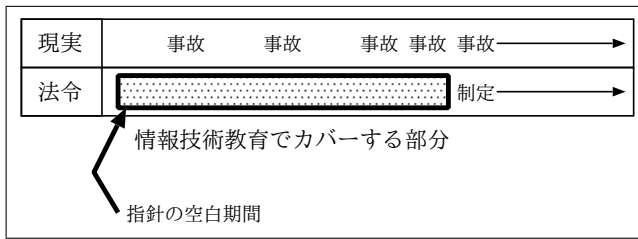


図4 指針の空白

ロボットがどのようにして我々の生活に入り、その目的はどのようなものになるのか。上で人工知能について述べたのと同じように、現時点で考察可能な問題点を挙げ、それについて考察しておくこともまた、無駄ではないといえる。

4. 情報教育と情報倫理

4.1 情報教育の現状と問題点

初等中等教育においても大学教育においても、学習者の目標は、目の前で役に立つ技能を身に付けることではなく、長く生涯に渡って社会で生活するために必要な考え方や自己学習の態度を育てることである。

学校教育における情報教育が、どのように構成され、そしてどのように実施されているのか、その結果、どのような問題が生じていて、どのようにすれば改善できるのかを調査することは、これからの情報社会における人材育成・教育を考え、実施していくに当たり重要なことである。

我が国の情報教育は、従来から大きく2つの流れがあると筆者らは考えている。

(1) 情報処理の専門家を育成する専門教育

(2) 一般の市民を対象とした情報教育

従来から、プログラミングに代表される「創作的な活動」の教育は、前者、すなわち専門教育の範疇として考えられてきた。そして、一般の市民には、それらは不要なものとして位置付けられ、市民は、専門家・技術者・専門業者らが考案・構築した仕組みやシステムを、どのようにして利用するかに主眼がおかれていた。

だが、すでに述べたように情報機器を利用したサービスや商行為などの変化は異様に速い。日常生活は、日々変わっているといてもいい過ぎではない。上に述べた Moore[1] がいう「指針の空白」が一般の利用者に発生し、一般の利用者が迷いながら利用している状況である。このような状況にあるにも関わらず、学校を卒業してしまった人が、新しい情報機器の使用法を学ぶ必要性に自主的に気付く方法場所は確保されていない。

なお、情報フルーエンシー [10], [11] の考え方は、わが国の情報教育の考え方と一部が重複しているが、情報フルーエンシーでのみ提案されている項目もある。また、わが国の情報教育では重視されているが、情報フルーエンシーに

含まれていない項目もある。その中でも、「変化に対応して自らの情報技術への関わり方を自己改革（自律的学習）する方法。」は、極めて重要であると考えられる。

また、情報フルーエンシーの報告書では、何を学ぶかについては記されているが、それをどのように学ぶかという手法については、詳述されていない。教育・学習において情報フルーエンシーを考える際には、学習方法を含むことが必要となる。

4.2 わが国の中等教育における情報教育

わが国の中等情報教育の中でも、中学校の「技術・家庭」の一部と高等学校の「情報科」で全生徒を対象に情報教育が行われるようになったのは比較的最近である。特に高等学校の情報科の授業が進行するにつれて、様々な問題が指摘されている。

- 高校の情報科を最初に履修した者が大学に入学した2006年には、いくつかのアンケート調査が実施された。また、CECは、2008年度に高等学校教員を対象としたアンケート調査 [12]（以後、「CEC調査」と呼ぶ）を行い、教えている内容の範囲や「教員がもつ自信」を調査した。

この調査で得られた1,938件の回答内容を見ると、アプリケーションソフトの操作や情報モラルの内容は多く教えられていたが、7割もの高校が情報Aのみを開講していた。

また、情報活用能力を構成する3要素「情報活用の実践力」「情報の科学的な理解」「情報社会に参画する態度」の内容のうち「情報の科学的な理解」に含まれる「情報のデジタル表現」「コンピュータの仕組み」「プログラミング」はあまり教えられていないなどの状況が見受けられた。

- 雑誌「日経コンピュータ」の「実態は『町のパソコン教室』以下」 [13] という記事は、「高校の情報科の授業では、目標である情報活用能力の育成ではなく情報スキル（パソコン操作スキル）を教え、さらに、授業計画の中に最初からワープロや表計算が組み込まれ、その習得を指導の目標としている」と伝えている。

高等学校の情報教育は、当初の制度設計とは異なる指導要領が作成されたことの影響もあり、当初の目的を果たせていない状況にあると予想される。

4.3 高校情報科の大学の情報教育への影響

大学の情報教育についても、高校で情報科が必修となった3年後に幾つかの大学でカリキュラム改訂などが行われたが、十分な効果を上げていないといわれていた [14], [15], [16], [17], [18]。

例えば、高等学校卒業者の履修状況 [19] では、高等学校ではオフィスソフトと「情報モラル」についての学習が過

剩であることを示している。これは、高等学校の情報科では、「一般利用者がコンピュータの動作について学問的に学ぶ場所や機会」がないことを表しているといつてよい。

情報処理学会は、カリキュラム標準 J07 を定義し、専門教育での情報教育のあり方について議論と制定作業を行なっている [20]。また、一般情報教育については、情報処理学会一般情報教育委員会がまとめた GEBOK や、関連する科研費報告書 [21] などでもとめられている。これらの標準や報告書などをもとに、今後の高等教育機関における情報教育が改革されていくことが望まれるが、一方で、高等学校における情報科教員の採用状況 [22] などを見ると、大学が高等学校情報科の内容を完全に履修したものと仮定して授業を設計することができない、という状況にあることも否めない。

4.4 プログラミング学習・教育と説明可能性

近年、特に小学生から高校生までの初等中等教育におけるプログラミング学習・教育が、その実施の可能性も合わせて検討されてきている。

久野 [23] は、プログラミングを学ぶ理由として 12 通りを挙げ、それらについて解説を行なっている。また、原田 [24] は、プログラミング学習（教育）が重要な理由として、『「コンピュータとは何か」がわかること』であると述べている。原田の主張に基づいて考えると、コンピュータが出した結論は、プログラミングを理解することによって理解できるようになる、といえる。

そこで、あるコンピュータを利用する製品やサービス X について、コンピュータが計算した計算結果をどの程度信用するか、ということについて考えると、以下の場合分けを行なうことができる。

- (1) コンピュータが出した結論は、受け入れる。
- (2) コンピュータが出した結論は、信頼できる人間が作成したプログラムなら受け入れる。
- (3) コンピュータが出した結論は、その計算方法（プログラム）を理解できるならば、受け入れる。（受け入れるの連鎖がある場合も含む。）
- (4) コンピュータが出した結論は、受け入れない。

まず (1) は、プログラムにバグがあったとしても、あるいはプログラムの仕様に合わないデータが入っていたとしても、その結果を信じてしまう、という状況を表している。

一方で、(2) は、自らはプログラムを理解することはできないが、例えば販売されているプログラムや、Web サイトで提供されているプログラムなどが（根拠・程度の違いはあれど）信用できるものであれば、それを信用して使う、という態度である。現実には、(2) に該当する人が大多数であると思われる。以上は、プログラミングを学んだことがない人に見られる傾向だろう。

それに対して (3) は、自らプログラムを開発した人のうち、プログラム全体を検証しないと受け入れられない、とする考え方である。プログラムによって作られた製品に責任を求められるような事業者であれば、技術者倫理・生産者倫理として、重要な態度である。だが、すべての組み込みコンピュータ X で (3) を貫くことは、ほぼ不可能であろう。

そして (4) は、組み込みコンピュータなどを考えると、コンピュータの計算結果を一切受け入れない、とすることは難しい。コンピュータが組み込まれていない製品を利用するしかないが、例えば現在の大気環境はコンピュータによって制御された内燃機関の恩恵を受けているように、日常生活ですらコンピュータと不可分であるといつてもよい。

5. 人工知能と情報教育の予想される問題点

本稿ではこれまでに、人工知能、ロボット、および、情報教育（特に情報倫理教育）について議論を行なってきた。これらの議論から、今後の人工知能・ロボットが普及する時代においては、次の問題点が発生することが予想される。

5.1 コンピュータを信頼できるか

情報処理学会会誌 2016 年 5 月号の速報記事「AlphaGo の勝利」[25] において、松原 仁（公立はこだて未来大学）は、次のように述べている。

.....

AlphaGo は序盤でイ・セドルを含めたプロ棋士が理解できない手を連発した。イ・セドルも解説のプロ棋士も当初はその手を悪手だと思っていた。敵が悪手を打ったのであるから、イ・セドルは自分の方が有利に違いないと思っていた。しかし対局が進んでみると序盤のその手に意味があることがわかってきた。それに気づいたときにはもうすでに手遅れで勝負は決していたのである。これは、人間には見えていない未来がコンピュータ (AlphaGo) には見えていたということになる。

(中略)

一方で今回の対戦でディープ・ラーニングが持つ構造的な問題点も改めて浮き彫りになった。ディープ・ラーニングは性能がよくて正解率の高いものの、どうしてその解答にたどり着いたかの筋道は教えてくれないのである。非常にいい手を打っているものの、人間のプロ棋士がするようにその手の意味を解説することができない。画像認識や音声認識では答えさえあっていればその理由は問われないが、問題解決や意思決定では理由が明確に説明できなければその判断を信用して採用

することはできない。これからの大きな研究課題である。

.....

実際には、コンピュータは論理的・かつ合理的な動作しか行なわないため、たとえディープ・ラーニングの結果で得られたコンピュータの手であっても、不合理な方法で導き出されたものではなく、何らかの方法で説明をすることは可能である。だが、結論に至る推論の論理的なつながり自体がコンピュータによって形成されたものであるため、人間がそれを（いわば）「人間コンピュータ」となって追いかけていこうとしても、途方もない時間とデータ量を必要とすることになる。四色問題の最初の証明が約 2000 通りの場合分けからなり、人間がそのすべてを生成するのが事実上困難であったことと類似している状況であろう。

したがって、事実上、人間が説明できる範囲を越えた推論の結果といえる。その結果が、人間が予想し得ない手を指し、プロの囲碁棋士に完勝とっていい状況を生み出した。

また、上記の引用部分で松原が述べているように、囲碁の手のような問題解決や意思決定といった領域にディープ・ラーニングが利用されるようになると、その決定内容の根拠について、どのように説明を求め、どのように責任をとればいいのかについて、我々は、情報倫理の観点から改めて考え直す必要があると思われる。

5.2 指針の空白と人工知能

前節までに述べたように、現在、なぜ情報倫理教育が必要とされるようになったのかを考えていくと、そこには「指針の空白」と呼ばれる期間における利用者相互の混乱があった。指針がない状態で新しい情報技術に出会ったひとたちは、適切な使い方を定めるルールが醸成されるまでの間、自由に使い、多くの事件事故を起こしていく。その際に問題となっているのは、「この（いままでになかった新しい）行為が、違法か」および、「この（いままでになかった新しい）行為が、悪いことか」を判断することである。

ところで、人工知能、とりわけ機械学習によるルール生成と判断が実用的に行なうことができるようになると、倫理的な判断を求められる状況において、人工知能を援用・利用することが可能となる。すなわち、人工知能の発達によって、これから行なおうとしている行為の善悪や違法性などを、逐次人工知能に判断させることで、人間が悪行や違法行為に関わらないようにすることができるようになる。

5.3 人工知能の判断を信用できるか

さて、ここで、ある人工知能が下した問題の決断について、利用者が、それをどのように取り扱うかについて考えると、以下のように分けられると考えられる。



図 5 Microsoft Tay(ツイッターの画面)

- (1) コンピュータが出した結論は、なんでも受け入れない。
- (2) 人工知能が出した結論は理由が分からないので一切受け入れない。それ以外のプログラムを理解できるコンピュータが出した結論なら受け入れられる。
- (3) 人工知能が出した結論は理由が分からないが、受け入れられる。それ以外のプログラムを理解できるコンピュータが出した結論も受け入れる。
- (4) コンピュータが出した結論なら、なんでも受け入れる。

4.4 で、久野が分類し、原田が主張したように、プログラミング学習の「理由」は、コンピュータとは何かを考え、理解することにある。だが、人工知能が下した結論は、その動作原理、アルゴリズム、プログラムだけを見ても、人間が追いかけれない領域に到達している。この状況においても、説明可能なものは説明を求め、それをもって動作の責任を負うとする態度こそが、人工知能普及時代における情報倫理として必要であろう、と筆者は考える。

そして、現時点でもシステムの動作について知らない、あるいは知るところを諦めている多数の利用者が、アカウントビリティがないシステムの結果を受け入れる傾向にあるため、今後、人工知能が普及していく段階においては、適切な利用のために情報教育、特にプログラミング学習が重要な役割を果たす。

5.4 誤判断・冤罪を受け入れるための統計リテラシ

ディープ・ラーニングなどの技術を利用した人工知能は、統計学的な知見を利用している。したがって、判断に誤りを取り除くことができない。

また、人工知能が学習の際に使うデータは、その目的に十分合致して精選されたものであることが必要となる。2016年3月、マイクロソフト社が Tay というツイッターアカウント（図 5）を利用して、同社が開発した人工知能による会話機能を提供したが、悪質な内容のメンションが続き、わずか数時間で人種差別的な発言を繰り返すようになったという事件は、記憶に新しい。マイクロソフトの技術者への

インタビュー記事 [26] によれば、同社の人工知能のセキュリティホールをつくような質問が行なわれ、その結果、同社の人工知能が、想定外の発言を行なうようになった、ということであった。

だが、例えばプログラミングの際に現れるバグのいくつかは、人間がプログラムを作成する際に混入させた「誤り」であるように、人間が行なう判断にもまた、誤りは必ず含まれる。「(たとえ誤りがあるとしても)人工知能が判断する方が、人間が判断するよりも誤りが少ない」いうことが明らかになったとするならば、その際に、人間は、説明不可能な人工知能の決断を受け入れるようになると思われる。だが、この仕組みは統計的推論の前提となる誤りを排除できないシステムであることから、それが原因の冤罪を原理的に排除できない。

以上のような事情から、人工知能が普及していく未来の情報教育では、統計的推論の学習機会を広く提供することが必要となると予想される。また、人間が行なう判断の誤りがどれくらい発生するか、コンピュータに頼った場合の誤りがどのくらい発生するかの比較とともに、コンピュータが何らかの理由で使えなくなったときの危機管理についても、学習機会を持つことが重要であろう。

5.5 研究開発上流からの ELSI

ロボット技術の発達については、アイザック・アシモフの「ロボット工学3原則」が有名である。

- (1) A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm. (ロボットは人間に危害を与えてはいけない。また、人間に危害が加えられるのを見過ごしてはいけない。)
- (2) A robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law. (上に反しない限り、ロボットは人間の命令に従うこと。)
- (3) A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Laws. (上に反しない限り、ロボットは自らを守ること。)

アシモフが、どのようなロボットを想定していたのかについては、この3原則だけからは何うことができないが、仮に、このロボットが人工知能によって制御されていたとしても、その人工知能がロボット3原則を理解し、これらの規則を守ることができるならば、これらの規則は有効である、といえる。

だが、これらの3原則には、囚人のジレンマのような状況が絶対に発生しない、と言えるのかは、改めて検証が必要になると思われる。

また、この3原則は、あくまでも「ロボット工学」の原則である。すなわち、ロボットを作る人、ロボットを生産

する企業に求められる原則であり、ロボットを使う人に求められていない点も、注意が必要となる。

上に挙げたマイクロソフトの Tay のように、人工知能が導入されたロボットが、利用者によって与えられた強化学習によって、上記の3原則を守らずに行動することが可能となることは、容易に想定できる。

そこで、人工知能やロボットの世界においても、研究開発上流からの ELSI(Ethical, Legal and Social Implications)が必要となる。特に、これらの事項に関して研究者が関与することについては、現在のわが国の政策課題にもなるべきであり、具体的な議論と、利用者教育が求められると思われる。

以上より、この分野の研究に関わろうとする研究者には、生産者の倫理が求められ、情報教育は、それを含む形で進めなければならない。

6. 未来の情報教育へ向けて

本稿では、現在発達が目覚ましい人工知能学とロボット工学が、やがて、我々の生活に人工知能とロボットとして入ってきたときに、どのような考え方・能力が必要となるかについて、議論を行なった。

だが、本稿で議論ができていない領域もたくさんある。例えば、人工知能が政策判断・決定に利用されるようになったとき、民主主義はどのように変化するかという政治的な課題や、発電所などのエネルギー供給に人工知能をどれだけ用いてもよいのかという判断問題などがある。功利主義的な考え方の枠組を人工知能が獲得し、「ある電気の供給を止めることが、その人工知能が受けている電源を安定化させる」と判断した場合に想定できる問題点などがある。上記2例は、少し議論しただけでも想定できるような問題に過ぎず、今後、さまざまな問題が人工知能とロボットの発達と普及によって現れてくると思われる。

その際に、人間にとって必要な物事の考え方とは一体何かは、現時点でよく分かっていないが、本稿で取り上げた以下の3つの問題

- (1) コンピュータを信頼できるかの判断
- (2) 統計リテラシー
- (3) 研究前の研究倫理

についての研究・教育は、早急に開始する必要があると思われる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K01978 の助成を受けたものです*4。

*4 JSPS 科研費 15K01978 基盤 (C)「シンギュラリティと責任の論理」、研究代表者：村上祐子、研究分担者：辰巳丈夫、2015 年度から 2018 年度。

参考文献

- [1] H, M. J.: What is Computer Ethics?, *Metaphilosophy*, Vol. 16, No. 4, pp. 266-275 (1985).
- [2] 廣瀬 健:ゲーデルの業績とその影響, 別冊数理科学 (1986).
- [3] 廣瀬 健:チューリングの理論とその周辺, 別冊数理科学 (1986).
- [4] 電子情報通信学会:電子情報通信ハンドブック, 電子情報通信学会 (1988).
- [5] ビータ・H・サルズ:UNIXの1/4世紀, アスキー (2000).
- [6] 支倉慎人 (監修):ニフティ・サーブの上手な使い方教えます:目的別NIFTY-Serve100%活用ガイド, 技術評論社 (1995).
- [7] ばるばら:教科書には載らないニッポンのインターネットの歴史教科書, 翔泳社 (2005).
- [8] 藤原宏高:パソコン通信における個人の権利と管理, 21世紀コンピュータ教育辞典(山口榮一, 編), 旬報社, pp. 342-345 (1998).
- [9] 辰己丈夫, 箕 捷彦, 原田康也:WWW Serverを一般ユーザに開放し, HTML教育に用いる試みの経過報告, *Japan World-Wide-Web Conference '95*, KOBE, JAPAN, 日本インターネット協会 (1995).
- [10] National Research Council: *Being Fluent with Information Technology*, National Academy Press (1999).
- [11] 辰己丈夫, 中野由章, 野部緑, 川合慧:情報フルエンシーを意識した大学の一般情報教育のカリキュラム提案, 情報処理学会研究報告(コンピュータと教育)CE100, Vol. 2009, No. 9, pp. 1-8 (2009).
- [12] CEC有識者委員会:平成20年度高等学校等における情報教育の実態に関する調査 (2009).
- [13] 日経コンピュータ編集部:実態は「町のパソコン教室」以下これでよいのか, 高校のIT教育, 日経コンピュータ, No. 2005年4月4日号, 日経BP, p. 124 (2005).
- [14] 望月俊男, 熊本悦子, 塚本康夫:大学入学前の情報教育に関する学習機会の調査分析:関西地区の国立大学を対象とした事例研究(特集情報教育の成果と課題), 日本教育工学会論文誌, Vol. 30, No. 3, pp. 259-267 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110006794622/>) (2006-12-20).
- [15] 森 幹彦, 池田 心, 上原哲太郎, 喜多 一, 竹尾賢一, 植木 徹, 石橋由子, 石井良和, 小澤義明:情報教育に関する大学新入生の状況変化-京都大学新入生アンケートの結果から, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 10, pp. 1961-1973 (2010-10-15).
- [16] 布施 泉, 岡部成玄:高等学校教科「情報」における実習時間と知識定着度, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, Vol. 2007, No. 123, pp. 103-107 (2007-12-07).
- [17] 西野和典, 香山瑞恵, 布施 泉, 高橋参吉:大学新入生の教科「情報」に関する知識の調査と考察(情報教育と学習支援システム/一般), 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, Vol. 106, No. 249, pp. 29-34 (2006-09-09).
- [18] 青木謙二, 鍵山茂徳:大学における教科「情報」の基礎学力確認テストの実施と結果の分析(情報教育, <特集>情報教育~理念・理論・実践~), 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 8, pp. 2759-2766 (2007-08-15).
- [19] 辰己丈夫, 江木啓訓, 瀬川大勝:大学1年生の情報活用能力とICT機器やメディアの利用状況調査, 国立大学法人情報系センター協議会学術情報処理研究, No. 16, pp. 111-121 (2012).
- [20] 掛下哲郎, 大月美佳:カリキュラム標準J07および情報処理技術者試験の要求レベル分析と相互比較, 研究報告コンピュータと教育(CE), Vol. 2014, No. 8, pp. 1-3 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009660292/>) (2014).
- [21] 河村一樹, 稲垣智弘, 稲葉利江子, 岡部成玄, 喜多 一:これからの大学の情報教育, 日経BPマーケティング (2016).
- [22] 中野由章, 久野 靖, 佐久間拓也, 谷 聖一, 箕 捷彦, 村井 純, 植原啓介, 中山泰一, 伊藤一成, 角田博保, 鈴木 貢, 辰己丈夫, 永松礼夫, 西田知博, 松永賢次, 山崎浩二:大学情報入試の必要性和情報入試研究会の活動 (2016).
- [23] 久野 靖:プログラミング教育/学習の理念・特質・目標(特集プログラミング入門をどうするか), 情報処理:情報処理学会誌:IP SJ magazine, Vol. 57, No. 4, pp. 340-343 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020765064/>) (2016).
- [24] 原田康徳:小学生に分かるコンピュータサイエンスとしてのプログラミング教育:ビスケットを用いて(特集プログラミング入門をどうするか), 情報処理:情報処理学会誌:IP SJ magazine, Vol. 57, No. 4, pp. 344-348 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020765068/>) (2016).
- [25] 松原 仁:速報AlphaGoの勝利, 情報処理, Vol. 57, No. 6, pp. 502-503 (2016).
- [26] Ittousai:人工知能Tayの差別発言をマイクロソフトが謝罪。「脆弱性を突いた組織的攻撃」と説明, (オンライン), 入手先 (<http://japanese.engadget.com/2016/03/28/tay/>) (2016).