

[招待講演] 初等中等教育における 人工知能・データサイエンスと ELSI 教育

中園 長新[†]

[†] 麗澤大学国際学部 〒277-8686 千葉県柏市光ケ丘 2-1-1

E-mail: †nnakazon@reitaku-u.ac.jp

あらまし 2017・18（平成 29・30）年に学習指導要領が改訂され、初等中等教育の教育課程において人工知能やデータサイエンスに関連する内容が増加している。人工知能やデータサイエンスを学校教育で扱う際に、これらの本質を理解する上でも ELSI 教育が重要な役割を果たすと考えられる。このような状況において、初等中等教育では ELSI 教育をどのように進めていく必要があるのか。本稿では、実際の教科書に掲載されている事例や先進的な教育実践事例を紹介しながら、初等中等教育における先端技術と ELSI の取扱いについて検討する。

キーワード 初等中等教育, 人工知能, データサイエンス, ELSI 教育, 責任概念

[Invited Talk] Artificial Intelligence, Data Science and ELSI Education in Primary and Secondary Education

Nagayoshi NAKAZONO[†]

[†] Faculty of Global Studies, Reitaku University 2-1-1 Hikarigaoka, Kashiwa, Chiba, 277-8686 Japan

E-mail: †nnakazon@reitaku-u.ac.jp

Abstract With the revision of the Courses of Study in 2017/18, there has been an increase of content related to artificial intelligence and data science in primary and secondary education curricula. When dealing with artificial intelligence and data science in school education, ELSI education is expected to play an important role in understanding the essence of these topics. Under these circumstances, how should ELSI education be promoted in primary and secondary education? This paper discusses the handling of advanced technologies and ELSI in primary and secondary education by introducing examples from actual textbooks and advanced educational practices.

Key words Primary and Secondary Education, AI (Artificial Intelligence), Data Science, ELSI Education, Concept of Responsibility

1. はじめに

1.1 背景

人工知能 (AI: Artificial Intelligence) やデータサイエンスは、今や社会のあらゆるところで話題となり、さまざまな分野に影響を与え続けている。人工知能やデータサイエンスによる社会の変化は、社会の一部である教育においても無視できない要素といえる。そうした社会の変化を受けて、近年の学校教育においても人工知能やデータサイエンスを扱うことが増えてきた。先進的な実践事例はもちろんのこと、学習指導要領や教科書においても、これらの内容を確認することができる。また、人工知能等の発展・普及が教師の役割に与える影響検討 [1] や、人工知能の教育現場への活用に関する意識調査 [2] といった、教育への影響に関する研究も盛んに行われている。

一方で、新たな技術を開発し、社会実装する際に検討すべき課題（側面）として、倫理的・法的・社会的課題 (ELSI: Ethical, Legal, and Social Issues)¹がある。新たな技術に対する倫理を検討することは、それに関する法整備や社会的受容の土台となり、技術の発展や平和利用等を推進するものと期待される。倫理とは社会において依拠すべき規範であり、それに依拠して行動する我々には、何らかの責任が伴う。

本稿では学校教育の中でも初等中等教育に焦点を当て、人工知能やデータサイエンスを扱う際の責任概念を中心とした ELSI に着目する。人工知能分野では近年、AI 倫理と呼ばれる概念が注目されている [3]。また、データサイエンスの入門書におい

(注1)：倫理的・法的・社会的側面 (Ethical, Legal, and Social Implications) と呼ばれることもある。

ても ELSI に関する記述が見られる [4]。これまでは人間が行動し、その責任を人間が負ってきたが、人工知能は自ら判断し、行動する。そうした人工知能による行為の責任は誰がどのように負うのだろうか。また、データサイエンスはビッグデータを分析・解析して何らかの結論を導き出すが、その結論を活用する際の責任についても十分に意識されているだろうか。近い将来、人工知能やデータサイエンスがもっと身近なものになれば、子どもであっても人工知能やデータサイエンスを活用することが当たり前な時代が到来するだろう。そうした時代の到来に備えて、人工知能やデータサイエンスに関する ELSI 教育も、子どものうちから学んでいく必要が生じると考えられる。

1.2 本稿の目的と方向性

本稿は、近年の初等中等教育において人工知能やデータサイエンスがどのように扱われているのかを概観し、その中で ELSI 教育をどのように実践していくかについて検討することを目的とする。

本稿で対象とする初等中等教育は、小学校、中学校、高等学校（義務教育学校および中等教育学校を含む）であり、特別支援学校は扱っていない。しかしながら特別支援教育において ELSI 教育が不要というわけではないため、この点に関しては今後の課題としたい。実践検討においては既存の実践事例を参照するが、明示的に ELSI 教育を銘打った実践は、管見の限りでは見当たらない。そのため、実践内容に ELSI を含むと考えられるもの、あるいは ELSI につながる題材を扱っていると考えられるものを取り上げて検討する。

2. 初等中等教育における人工知能・データサイエンスの扱い

2.1 学校教育と学習指導要領

学校教育のうち初等中等教育については、文部科学省が定めた「学習指導要領」に沿って教育を行うこととされている。学習指導要領は学校教育における教育課程の基準として機能するが、最低基準としての位置づけであり、発展的な学びを否定しているわけではない。学習指導要領は学校種（小学校・中学校・高等学校等）ごとに作成され、おおむね 10 年おきに改訂されている。

直近の学習指導要領改訂は、小・中学校が 2017（平成 29）年、高等学校が 2018（平成 30）年に行われた（以下、新学習指導要領）。これらの改訂は文部科学省が行うが、改訂に際しては同省の諮問機関である中央教育審議会（以下、中教審）からの答申が大きな影響力を持っている。2017・18 年改訂に際しては、2016（平成 28）年に出された答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」[5]（以下、中教審答申）の方針が色濃く反映された。そのため、中教審答申を読み解くことにより、学習指導要領改訂の方向性を明らかにすることができる。

2.2 中教審答申と学習指導要領における人工知能の扱い

学習指導要領がおおむね 10 年おきに改訂されることを踏まえると、2017・18 年改訂の新学習指導要領は 2030 年頃まで使われ続けることになる想定される。そのため中教審答申では、

2030 年頃の社会の在り方を見据えながら今後の学校教育を検討した。中教審答申の第 1 部第 2 章「2030 年の社会と子供たちの未来」では、次の通り人工知能への言及が確認できる（下線は論文著者による）。

○ とりわけ最近では、第 4 次産業革命ともいわれる、進化した人工知能が様々な判断を行ったり、身近な物の働きがインターネット経由で最適化されたりする時代の到来が、社会や生活を大きく変えていくとの予測がなされている。“人工知能の急速な進化が、人間の職業を奪うのではないか”“今学校で教えていることは時代が変化したら通用しなくなるのではないか”といった不安の声もあり、それを裏付けるような未来予測も多く発表されている。

（中教審答申 p. 9 より引用）

○ 人工知能がいかに進化しようとも、それが行っているのは与えられた目的の中での処理である。一方で人間は、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え出すことができる。多様な文脈が複雑に入り交じった環境の中でも、場面や状況を理解して自ら目的を設定し、その目的に応じて必要な情報を見だし、情報を基に深く理解して自分の考えをまとめたり、相手にふさわしい表現を工夫したり、答えのない課題に対して、多様な他者と協働しながら目的に応じた納得解を見だしたりすることができるという強みを持っている。

（中教審答申 p. 10 より引用）

このように中教審答申では、新学習指導要領の改訂における背景のひとつとして、人工知能の存在を挙げている。今後の社会で人工知能が重要な位置を占め、社会のあり方を変えていくであろうことが予想するとともに、人工知能が進化していく中でも、人間の価値や強みが完全に失われるわけではないことも示唆されている。

一方で、著者による調査 [6] によると、中教審答申に基づいて改訂された新学習指導要領では、その本文において人工知能への言及は限定的であることが確認されている。たとえば高等学校学習指導要領の場合、「人工知能」という語句は、地理歴史科「世界史探究」、公民科「倫理」、農業科「農業機械」の各科目における内容の記述に登場するのみで、教科・科目レベルでの扱いに留まっており、高等学校教育全体に関わる「総則」²等での記述は見られない。

しかしながら、学習指導要領を補足する資料である「学習指導要領解説」にまで目を向ければ、人工知能に関する言及はさらに多くなる。たとえば、高等学校情報科の「解説」[7] では、複数箇所人工知能という言葉が確認でき、情報科を構成する

(注2)：学習指導要領は、当該学校種の学校教育全体に関する内容を整理した「総則」と、各教科や領域（特別活動等）それぞれの内容等を記述した部分で構成される。

各科目において科学的側面・社会的側面の双方から人工知能を扱っていく必要があることがわかる。そのため、学習指導要領の本文に登場しないからといって、人工知能の扱いがない（あるいは少ない）とみなすことはできない点に注意を要する。

2.3 学習指導要領におけるデータサイエンスの扱い

初等中等教育では、社会の変化を受けてデータサイエンスに関する学習内容が増加傾向にある。なお、「データサイエンス」をどの範囲まで含めるかについてはさまざまな意見があると思われるが、本稿では統計学等のデータサイエンスの基盤となる学習内容を含めて論じる。

学校教育における統計教育は、新学習指導要領でいきなり始まったわけではない。確かに新学習指導要領から数えて2世代前にあたる1998・99（平成10・11）年改訂の学習指導要領までは、中学校での統計教育は確率を扱う程度であるとか、高等学校での統計教育は選択科目に配置されており実際の学習者が少ないといった問題があった。1世代前にあたる2008・09（平成20・21）年改訂の学習指導要領では、こうした問題を解消し、たとえば高等学校においては必履修科目「数学Ⅰ」に「データの分析」という内容が設置され、高校生全員が分散や四分位数といった統計を学ぶこととなった。

データサイエンスの重要性の高まりに対応する形で、新学習指導要領では各校種にデータサイエンス（統計）教育が盛り込まれ、充実が図られた。たとえば算数科・数学科においては、中教審答申に次のような言及が見られる（下線は論文著者による）。

○ また、社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、高等学校情報科等との関連も図りつつ、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である。

（中教審答申 p. 143 より引用）

新学習指導要領では、算数科・数学科以外にも、社会科（地理歴史科・公民科）、理科等で統計教育が取り扱われることとなった。具体的な教育内容は、総務省統計局のウェブサイト「学校における統計教育の位置づけ」[8]等で確認することができる。たとえばこれまで高等学校で扱っていた箱ひげ図や四分位数といった内容は、新学習指導要領では中学2年生の学習内容として位置づけられた。20年ほど前までは、これらの内容は大学で統計学を履修してはじめて触れる内容だっただけに、近年の統計教育がいかに重視されているかがい知ることができる。

また、高等学校情報科等では、数学科等で学習した統計知識を活用し、実際にデータを活用する学習が盛り込まれている[9]。学習指導要領では「統計」「データの活用」等と記載されているが、これらの学習を総合すれば、データサイエンス教育と捉えることができるだろう。

3. 人工知能・データサイエンス教育における ELSI の検討

3.1 初等中等教育で ELSI をどのように扱うか

日本において小学校・中学校は義務教育である。高等学校は義務教育ではないが、2020（令和2）年度の高等学校等への進学率は98.8%[10]に上っており、ほぼすべての子どもに対する教育として捉えられる。こうした状況を踏まえると、初等中等教育においては「専門家のための教育」よりも「すべての市民にとっての教育」が求められており、人工知能やデータサイエンスといった先進的内容を扱った場合でも、誰もが日常生活で関わる ELSI を検討することが必要ではないかと考える。

本稿では、こうした考え方に立脚し、すべての児童生徒が学ぶべきものとしての ELSI を検討する。

これまでの初等中等教育では、ELSI はほとんど注目されてこなかった。その一方で、ELSI を構成する倫理・法・社会といった概念は、我々が市民として生活していく上で欠かせない概念であり、よりよい社会を築くためにはこれらに関する諸課題と正対する必要がある。折しも新学習指導要領では、改訂のポイントとして理数教育や主権者教育、消費者教育等の充実等を掲げており、ELSI はよりよい主権者、よりよい消費者の育成という観点からも必要になることが期待される。

ELSI が「倫理」や「法」、そして「社会」を扱っていることを踏まえると、学校教育では社会科（高等学校においては公民科）と親和性が高いことが考えられる。そのため、初等中等教育で ELSI 教育を推進していく際は、社会科・公民科が先導的役割を担うことが期待される可能性がある。しかしながら、ELSI は社会科・公民科だけですべて担当できるものではない。確かに倫理・法・社会を主たる目的として学ぶのは社会科・公民科であるが、これらは我々の生活を支える基本的な概念であり、いかなる教科の学びであっても、ELSI との接点は多数見出すことができる。いずれかの教科等が ELSI 教育のすべてを担うのではなく、学校教育のさまざまな場面で ELSI 教育の可能性を模索し、実践していくことが求められる。

3.2 人工知能・データサイエンスを正しく活用するための ELSI 教育

人工知能やデータサイエンスは、2020年代初頭の一般市民にとっては、まだまだ「新しい」概念であるといえる。実際にはいずれも数十年の歴史を持っており、特に人工知能については、2000年代以降は第三次ブームといわれており、すでに1950年代後半から60年代の第一次ブームと、1980年代の第二次ブームを経験している[11]。しかしながらこれらの概念が一般市民の間にも浸透し、日常生活の文脈で頻繁に見かけるようになったのは、2010年代以降といえるだろう。そのため、専門家にとって当たり前のことであっても、一般市民にとっては未知であったり、誤解を抱いたまま認識していたりする可能性も否定できない。

たとえば人工知能に対しては、しばしば「恐怖」が語られる。人工知能に関する基礎知識をまとめた専門書[12]において、「はじめに」のタイトルが「恐怖にとらわれる」となっているのは

その象徴ともいえる。伊多波 [13] はその恐怖として、人工知能が職業等を代替するイメージに対する「代替恐怖」と、人工知能の判断の根拠が見通せないことに対する「不透明恐怖」を取り上げ、それぞれの本質としての「全体恐怖」に対する検討を行っている。日常的な文脈においても、たとえば人工知能やロボットが人間の仕事を代替するという予測 [14], [15] に対して不安をおおるニュース記事が見られたりする。

こうした「恐怖」にはさまざまな原因があるが、そのひとつとして、人工知能等に対する理解不足が考えられる。「不透明恐怖」にも通じるが、我々は未知の存在に対しては既知の存在に対する以上の恐怖感を抱きがちである。また、人工知能の判断やデータサイエンスによるビッグデータの分析結果の中には、確かに人間の理解を超えたものも存在するが、実際には理屈がわかっていれば十分理解できるものも含まれていると考えられる。人工知能やデータサイエンスによる無理解は、それらに対する「恐怖」を増幅させ、場合によっては拒否反応や嫌悪感につながってしまうだろう。

人工知能やデータサイエンスに危険性がないわけではないが、無理解によって拒否反応や嫌悪感をもってしまえば、正しい活用に至ることが困難になってしまう。人工知能やデータサイエンスを正しく活用するためにも、これらの本質を理解することが必要といえる。さらに、その本質が社会の中でどのように位置づけられているのかを理解しなければ、不適切な活用につながる恐れもある。ELSI 教育は、このような問題を解決する方策としても重要である。

3.3 人工知能・データサイエンスの利用者としての ELSI 教育

初等中等教育においてすべての児童生徒が学ぶ ELSI 教育は、高等教育のように専門性を持ったレベルまで深入りするのではなく、日常生活に関わるレベルで考察することになるだろう。そのような前提に立った場合、人工知能やデータサイエンスに関してどのような ELSI 教育が可能であるか検討する。

ひとつの方向性として、人工知能等については、開発者よりも利用者の立場を重視した教育になることが想定される³。例として、人工知能のバイアス問題を取り上げる。

人工知能やデータサイエンスにおいては、その元となるデータ（ビッグデータ等）に何らかのバイアスが混入していれば、それらが気づかないほど微々たるものであっても、そのバイアスそのものを学習してしまい、結果として生み出される人工知能等がバイアスを抱えてしまう危険性がある [16], [17]。人工知能等の開発者としての ELSI を考えた場合は、バイアスを混入させない工夫や、バイアスの影響を減じるための方策が求められるだろう。一方で、利用者としての ELSI を考えた場合は、人工知能等にバイアスが含まれる可能性を意識することや、バイアスが含まれていた場合にその結果をどのように判断するかの批判的思考が中心になると考えられる。

(注3)：開発者の立場に立った ELSI 教育が不要というわけではなく、学校教育においても一定レベルで扱う必要があると考えられるが、利用者の立場の方が重視されるだろう。

この方向性を別の視点で表現するならば、人工知能やデータサイエンスそのものに対する ELSI よりも、それらを活用する際の ELSI を取り扱う場面が多くなるのではないかと考えられる。この傾向は ELSI だけでなく、人工知能やデータサイエンスに関する教育全体の傾向ともいえる。

人工知能を初等中等教育において扱う場合、人工知能そのものを学ぶのか、あるいは人工知能の活用を学ぶのかによって、教育の方向性が変わってくる。著者が先行研究 [18] において前者を人工知能教育、後者を人工知能活用教育として分類し、既存の研究・実践事例を分析したところ、人工知能活用教育が多いことが明らかになった。こうした状況を踏まえれば、ELSI に関しても活用を対象とすることが多くなるのではないかと推測される。

ただし、人工知能やデータサイエンスそのものに対する ELSI が不要というわけではない。本稿でも繰り返し述べるとおり、人工知能やデータサイエンスを正しく活用するためには、その本質理解が欠かせない。本質に対する ELSI 教育もまた重要であり、そのような教育を増やしていくための方策も今後は検討していく必要があるだろう。

3.4 教員が人工知能・データサイエンスの本質を理解することの必要性

人工知能・データサイエンスにおける ELSI 教育を実践するにあたっては、指導する教員が人工知能やデータサイエンスについて十分な知識を持っていることが必要となる。対象を理解することなく ELSI 教育を実践することはできない。

しかしながら、初等中等教育の教員が人工知能やデータサイエンスに対して、十分な知識を持っているとは言い難い現状がある。たとえば下地ら [19] は、高等学校情報科におけるデータサイエンスの学習内容について教員の意識を調査し、データサイエンスに関するキーワードの既知率が低く、データサイエンスに関する指導へのイメージができる教員が少ないという実態を明らかにしている。また、人工知能についてはその定義が識者によって異同があり、絶対的な定義は存在していない。人工知能学会が監修した書籍 [20] においても、13 名の研究者による人工知能の解説がまとめられているが、それらの論考は互いに相違点を持ち、定義の多様性が見て取れる。専門家ですら定義に多様性を持つ概念を、学校教員が十分に理解するには相当の努力が必要であることは、想像に難くない。

人工知能やデータサイエンスといった「新しい」対象を教育目的として位置づけることには、相当の困難が予測される。そのため、ELSI に限ったことではないが、学校教員を対象とした人工知能やデータサイエンスの研修等が必要になってくるだろう。この点については本稿の論旨から逸脱してしまうため、これ以上の言及は行わないが、今後の課題として重要な視点になると考えられる。

4. ELSI 教育の具体例

4.1 本稿で扱う事例

人工知能やデータサイエンスを扱った教育実践は、すでに多くの事例が報告されており、今後の実践につながるであろうト

ピックも多数存在している。本稿ではそれらの事例等のうち、主として人工知能を題材としたものを取り上げる。なお、取り上げた事例等には ELSI 教育を含んでいないものもあるが、それらの事例等においても ELSI 教育の可能性について検討する。

本稿では、教育実践事例として 3DCG 「Saya」との交流、教科書掲載教材として小学校国語科を取り上げる。さらに、今後の ELSI 教育の教材として活用が期待されるいくつかのトピックを紹介し、検討する。

4.2 3DCG 「Saya」との交流を通じた実践

「Saya」とは、アーティストユニット「TELYUKA」による 3DCG である⁴。発表当初から「不気味の谷を越えた」と評されるほどのリアルさを持ち、さまざまな分野とコラボレーションしている。CG による動作はもちろんのこと、博報堂と博報堂アイ・スタジオが開発した会話機能「Talk to Saya」を活用することで、ある程度人間味のある会話を行うことも可能である。

鎌倉女学園高等学校では、2019（令和元）年 11 月に 2 年生を対象として「1 日転校生 Saya」という授業を実践した[21]。この実践では「転校生」として画面上に登場した Saya と、「友達とは〇〇である」をテーマに会話するという内容であった。Saya は生徒との会話内容を人工知能として学習（機械学習）し、「友達」の概念を習得していった。この実践では、生徒が 3DCG の Saya を「転校生」として自然に受け入れていったことが報告されている。こうした体験授業は、生徒に人工知能との関わり方を考えるきっかけとなり、ELSI 教育の導入として活用が期待される。

Saya との交流を通じた授業実践でさらに ELSI に関わるものとして、神奈川県立平塚江南高等学校では、2021（令和 3）年 10 月に AI が普及した未来における課題を考える授業を実践している[22]。この実践では、人工知能が日常に溶け込んだ 2050 年の家族を想定し、その家庭でパーソナル AI として使われている Saya や家族になりきってロールプレイし、その後、Saya がコンピュータウイルスに感染したときどう対処するかを議論した。生徒からは、Saya をインストールし直す（これまでの記憶が失われる）ということに対して合理性を感じる一方で、感情的にこれまでの記憶を消したくないという意見や、ネットワークから隔離してパーソナル AI としての役割を失っても家族の一員と考える意見等が出された。

Saya のような人工知能あるいはロボットが、家族として人間の世話をする時代は現時点では到来していない。しかし、近い将来そのような状況になった場合、我々は人工知能やロボットを「モノ」として扱うのか、あるいは「家族」等として扱うのか。倫理的観点からの考察が必要になると考えられる。

なお、教育の文脈ではないが、人工知能やロボットと「家族」として共同生活を営む例[23]や、「結婚」した例[24]はすでにあり、ペットロボットが故障した際の「供養」も実際に行われている[25]。こうした事例についても、人工知能と「共存」する近未来を見据えた ELSI 教育の題材として、参考にできる可

能性がある。

4.3 小学校国語科の教材における人工知能

2017（平成 29）年改訂の小学校学習指導要領は、周知・移行期間を経て 2020（令和 2）年度より全国的に実施されている。新学習指導要領の実施に合わせて、同年度より教科書の改訂も行われたが、教科書の中には人工知能を題材とした教材を収録したものがある。

教育出版社が作成した小学校 5 年生国語科の文部科学省検定済教科書『ひろがる言葉 小学国語 五上』（令和 2 年度版）には、「AI とのくらし」という教材（以下、本教材）[26]が掲載されている。本教材は、人工知能について対立する二つの立場から「ミニディベート」を行い、児童が自分の考えを広げるものであり、同教科書の教師用指導書によると、総配当時数として 6 時間を意図した教材となっている。

本教材では、児童が人工知能の利点と問題点の両方の立場から資料を収集してディベートを行うが、教科書に掲載されている意見の例として、利点の立場からは、お年寄りを楽しませる、野菜の状態を識別し収穫する、といったものがあり、問題点の立場からは、想定外の発言や行動には対応できない、人間の仕事が奪われたり人間を不幸にしたりしている、といったものが挙げられている。

本教材は人工知能についての深い理解を意図したものではなく、教材の主たる意図としては、あるテーマについて異なる観点から意見を出し合い、自分の考えを広げるというものである。国語科の教材であるから、学習目標は当然ながら国語科の目標が設定されており、人工知能について学ぶことは主眼ではない。しかし、本教材の単元を学習するためには、人工知能そのものに対する知識・理解も必要である。たとえば、教科書にはミニディベートの参考となる考え方として、人工知能が野菜の状態識別に使われていることや、人工知能によって人間の働き方が変わりつつあることが扱われている。これらは人工知能の具体的な活用について学んでいなければ知り得ないことであり、本教材はそうした知識がミニディベートの前段階として児童に備わっていることを前提としている。つまり、本教材を用いた実践を行うためには、事前学習として人工知能そのものについての学習が不可欠である。

また、本教材はディベートのために、児童が人工知能の利点と問題点を検討することを求めている。小学生という発達段階を踏まえればある程度は感情に依拠した意見も含まれると予想されるが、倫理的・法的・社会的な視点（すなわち ELSI の視点）からの検討もできるのではないかと期待される。ミニディベートという論理的な活動を行うにあたっては、感情だけでなく、適切な根拠を持った意見が求められるため、本教材の指導において ELSI の視点を導入することは、自然な流れといえるだろう。

なお、本教材ではミニディベートの前段階として「テーマを決めて、調べる。」「話し合いの準備をする。」という学習活動が設定されており、この部分が人工知能そのものについての学習になり、ELSI 教育を含める余地があると期待できる。ただし、この部分については教科書、教師用指導書ともに、人工知能に

(注4) : Saya | telyuka

<https://www.telyuka.com/virtual-human-projects-2>

についての知識や、参考文献の案内等は記されておらず、担当する教師が十分な教材研究を行い、児童が人工知能について調べられる環境を整備しておかなければ、実践は困難であることが危惧される。

4.4 今後の ELSI 教育で活用が期待されるトピック

人工知能やデータサイエンスの ELSI 教育には、さまざまなトピックが教材として活用できると考えられる。ここではそれらのうち、ELSI の中でも特に倫理的な責任概念を検討することができるトピックをいくつか検討する。

4.4.1 トロリー問題（トロッコ問題）

トロリー問題（トロッコ問題）とは、ある人を助けるために他の人を犠牲にすることが許されるかという、倫理的ジレンマを問う思考実験である [27]。暴走するトロリー（路面電車）が 5 人の人間を轢こうとしているが、ポイントを操作して進路を切り替えれば 5 人は助かる。ただし切替先の線路には別の 1 人がおり、切り替えた場合はその 1 人が轢かれてしまう。このようなシチュエーションにおいて、進路を切り替えるのと何もしないのでは、どちらが倫理的であるかを検討するものである⁵。

この問題は倫理に関するものであるが、倫理と責任は密接な関係にある。そのため、トロリー問題を題材として、モラル・ジレンマを体験することはその背後にある責任概念を検討することにつながる。トロリー問題は実際に、自動運転車に関する倫理的データの収集にも活用されている。マサチューセッツ工科大学 (MIT) は「モラル・マシン」というウェブサイト⁶において、トロリー問題を自動運転車に置き換えた多数のシチュエーションをサイト閲覧者に提示し、閲覧者の回答データを元に、「人工知能による道徳的意思決定についての異なる意見の収集、可視化」および「またその意思決定がもたらすモラル上の問題に関する議論の活性化」を目的とした研究を実施している。

中等教育あるいは高等教育段階であれば、「モラル・マシン」を実際に体験させ、そこでの感想を出発点として人工知能時代の倫理そして責任概念についての議論を進めることができると期待される。なお、トロリー問題と「モラル・マシン」のいずれにおいても、思考実験とはいえ「交通事故」や「人の死」を扱っている。そのため、不用意に扱ってしまうと学習者にトラウマを生じさせる危険性がある。学校現場で活用する際は、こうした教材が適さない学習者がいないかどうか検討したり、命に関する学習と組み合わせて実践したりといった工夫が必要であろう。

4.4.2 「サル」の自撮り」問題と著作権

「サル」の自撮りとは、インドネシアのクロザルが、写真家が設置したカメラを自分で操作し、サル自身を撮影した写真のことである。カメラマンはこの写真の著作権が自分にあると主張したが、実際にシャッターボタンを押したのはサルであって写真家ではないため、ニュースサイト等で疑義が唱えられた。最終的に「サル」の自撮り」写真は著作権の対象にならない（パブ

(注5)：このシチュエーションには、その後さまざまなバリエーションが考案されている。

(注6)：モラル・マシン <https://www.moralmachine.net/hl/ja>

リック・ドメインとして扱われる)と判断されることとなった。

ちなみに、米国の Copyright Office (著作権局) による “Compendium of U.S. Copyright Office Practices, Third Edition” (米国著作権局実務要領) [28] の Section 306 には “The Human Authorship Requirement” (人間の著作権の要件) という項目があり、著作権の行使において著作者が人間である必要性が明記されている。この要件を満たさない作品の代表例は Section 313.2 “Works That Lack Human Authorship” (人間の著作権性を欠いた作品) に列挙されているが、その冒頭に “A photograph taken by a monkey.” (サルによって撮影された写真) が挙げられているのが興味深い。

この問題で論点となるのは、どのような存在が著作権者になり得るのか、すなわち、どのような存在がその作品について責任を負うことができるのか、という点である。前述した Compendium の Section 306 には “copyright law is limited to “original intellectual conceptions of the author”” との記述があり、米国著作権法は「著作者独自の知的発想」にのみ適用されることがわかる。それでは、「知的発想」は人間にのみ備わっているもののだろうか。動物や人工知能には「知的発想」を認めることはできないのだろうか。あるいは、人間であれば生まれたばかりの乳児のような存在も含めて、すべての人間に「知的発想」が備わっていると断言できるのだろうか。こうした問題を教育の中で検討することは、ELSI 教育の実践となり得るだろう。また、「知的発想」の議論は、次項の著作権に関する議論と密接に関係する。

4.4.3 人工知能・データサイエンスと著作権の関わり

著作権の所在を検討することは、人工知能研究においても大いに意義があることである。人工知能はすでに、絵画、小説、漫画、歌唱といったさまざまな「芸術作品」を生み出すことができるまで発展している。ここでは小説と漫画の具体例を紹介する。

公立はこだて未来大学の「気まぐれ人工知能プロジェクト 作家ですよ」は、星新一のショートショート全編を分析し、人工知能によって新たな作品を生み出すプロジェクトである⁷。このプロジェクトによって生み出された作品が、第 3 回日経「星新一賞」の 1 次審査を通過したことが話題となった⁸。

キオクシア社による「TEZUKA2020」プロジェクトは、手塚プロダクションの協力の下、手塚治虫の漫画作品を人工知能に学習させ、『ばいどん』という新しい作品を完成させた⁹。手塚治虫のすべてを学習したわけではなく、コマ割り等は今後の課題となっているものの、作品の完成度は大きな話題となった。

これらの作品は、いずれも人工知能によって生み出されたものである。また、作品を生み出す際には大量のデータが投入され分析されているのだから、これらはデータサイエンスの成果

(注7)：気まぐれ人工知能プロジェクト 作家ですよ

https://www.fun.ac.jp/~kimagure_ai/

(注8)：星新一賞の応募規定には「人間以外（人工知能等）の応募作品も受付けます。ただしその場合は、連絡可能な保護者、もしくは代理人を立ててください。審査の過程において、コンピュータをどのように創作に用いたのかを説明して頂く場合があります。」との記載がある。（第 3 回日経「星新一賞」公式ウェブサイト <https://hoshiaward.nikkei.co.jp/no3/>）

(注9)：TEZUKA2020 <https://tezuka2020.kioxia.com/ja-jp/>

物と考えることもできる。ただし、現在の人工知能は人間による学習データの提供等が不可欠であるため、人工知能「だけ」が作成したのではなく、人間と人工知能との共同作業ということもできよう。そのため、現時点においてはこれらの作品について、著作権に関する問題は発生していない。しかしながら、このまま人工知能に関する技術が進歩し続ければ、いずれは人工知能自身が学習データを選別し、自分自身でデータサイエンスの技法を使って学習し、人間の手を一切借りることなく作品を生み出すことが可能になるだろう。あるいは、学習データを必要とせず、無から有を作り出せる人工知能が開発されるかもしれない。そうなったとき、その作品の著作権は誰に帰属するのか。この問題は、人工知能の「知的発想」を認めるか否か、すなわち、その作品に関する責任を人工知能に負わせることができるか否か、という議論に直結し、ELSI 教育の題材として活用することもできる。

5. おわりに

本稿では、人工知能・データサイエンスにおける ELSI 教育について、初等中等教育をフィールドとして検討した。倫理・法・社会に関する諸問題は、明確な正解をもっているとは限らず、モラル・ジレンマのように複雑な思考を必要とするものも多い。ELSI の議論には倫理・法・社会に関する一定レベルの知識を必要とすることから、初等中等教育ではこれまで注目されてこなかったように感じられる。

しかしながら、人工知能やデータサイエンスが急速に発展・普及し、現代においてもそれらはすでに我々の生活にとって無くてはならない存在となっている。企業の新商品では「AI の活用」を謳ったものが増え、データサイエンスの技法を使ってビッグデータを解析した結果を元にマーケティングが行われている。自覚せずとも、我々は社会の中ですでに人工知能やビッグデータによって操作されているといえるかもしれない。

そのような社会の在り方を考えたとき、ELSI 教育はもはや高等教育で始めるものではなく、初等中等教育段階から一貫性や系統性を持って適切に進めていくことが必要であろう。今後は子どもの成長（発達段階）に合わせた ELSI の扱い方を検討し、それに合わせた ELSI 教育の具体的実践事例を積み上げていくことが求められる。

ELSI 教育と同様に、社会の中でより善く生きていくための取り組みとして、デジタル・シティズンシップ教育 [29], [30] がある。ここでの「シティズンシップ」とは政治的意図はほとんどなく、「この世界を生きる“市民”の一人として、どのような資質・能力が必要か、どのように振る舞うことが“善い”ことなのかを考えること」といえる。こうした考え方を踏まえて、デジタルツールを用いて責任ある市民として社会に参加するための知識や能力がデジタル・シティズンシップであり、それを学ぶのがデジタル・シティズンシップ教育である [31]。

デジタル・シティズンシップ教育では、情報モラル教育で時折見られるような抑制的・他律的な指導ではなく、子どもたち自身が活用的・自律的に問題解決を目指すのが特徴である。「善き社会の担い手」を目指す学びであるデジタル・シティズン

シップ教育では、その前提として倫理的・法的・社会的な知識や概念が求められるが、これらを育成するのが ELSI 教育であり、デジタル・シティズンシップ教育と ELSI 教育は親和性が高いのではないかと考えられる。

本稿では初等中等教育における ELSI 教育の在り方について検討してきたが、何よりも最初に必要なことは、初等中等教育関係者に ELSI の概念を紹介し、その必要性について理解を得ることではないかと考えられる。人工知能やデータサイエンスといった「新しい」内容の導入により、教育現場はほとんど余裕がない状況ではあるが、ELSI はそういった状況を悪化させるのではなく、むしろ本質的理解を促進する重要なツールとして作用するのではないかと期待される。

本稿は、著者による既発表文献 [6], [18], [32], [33] をもとに研究成果を再構成し、データサイエンスや ELSI 教育の視点からの考察を加筆した上で新たに執筆したものである。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構 社会技術研究開発センター「人と情報のエコシステム」研究開発プロジェクト「自律機械と市民をつなぐ責任概念の策定」(JST RISTEX JPMJRX17H3) の一環として実施した。本研究に含まれる情報教育に関する研究成果の一部は、JSPS 科研費 JP17K14048 および JP21K02864 の助成を受けたものである。

文 献

- [1] 斎藤里美, “人工知能は教師の役割をどう変えるか: 教師に求められる役割と倫理,” 音楽教育学, vol.46, no.1, pp.31–36, 2016.
- [2] 小孫康平, “AI の教育現場への活用に関する教職志望大学生の意識,” AI 時代の教育論文誌, vol.2, pp.7–12, 2020.
- [3] 西垣 通, 河島茂生, AI 倫理: 人工知能は「責任」をとれるのか (中公新書ラクレ 667), 中央公論新社, 東京, 2019.
- [4] 中川裕志, “データ・AI を扱う上での留意事項,” 教養としてのデータサイエンス (データサイエンス入門シリーズ), 北川源四郎, 竹村彰通 (編), pp.176–204, 講談社, 東京, 2021.
- [5] 中央教育審議会, 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申), 文部科学省, 2016.
- [6] 中國長新, “高等学校情報科における人工知能の扱い: 学習指導要領解説の記述から,” 情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 (CE), vol.2020-CE-157, no.13, pp.1–8, 2020.
- [7] 文部科学省, 高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 情報編, 開隆堂, 東京, 2019.
- [8] 総務省統計局, “学校における統計教育の位置づけ.” <https://www.stat.go.jp/teacher/stat-education.html>
- [9] 大橋真也, “高等学校新学習指導要領数学科・情報科におけるデータサイエンスの扱いについて,” 数理解析研究所講義録, vol.2105, pp.1–9, 2019.
- [10] 文部科学省, “高等学校教育の現状について.” https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kaikaku/20210315-mxt_kouhou02-1.pdf
- [11] 松尾 豊, 人工知能は人間を超えるか: ディープラーニングの先にあるもの (角川 EPUB 選書), KADOKAWA, 東京, 2015.
- [12] メラニー・ミッチェル, 教養としての AI 講義, 日経 BP, 東京, 2021.
- [13] 伊多波宗周, “人工知能はなぜ恐れられるのか: 近代社会原理への脅威という観点から,” ロボットをソーシャル化する: 「人新世の人文学」10 の論点, 松浦和也 (編), pp.61–83, 学芸みらい社, 東京, 2021.
- [14] C.B. Frey and M.A. Osborne, “The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?,” Technological Forecasting and Social Change, vol.114, pp.254–280, 2017.
- [15] 野村総合研究所, “日本の労働人口の 49 %が人工知能やロボット等で代替可能に: 601 種の職業ごとに, コンピューター技術に

よる代替確率を試算”。

https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/news/newsrelease/cc/2015/151202_1.pdf

- [16] 栗原 聡, “AI 脅威論の正体と人と AI との共生,” 情報通信政策研究, vol.4, no.2, pp.45–54, 2020.
- [17] T. Baer, AI の心理学: アルゴリズムバイアスとの闘い方を通して学ぶビジネスパーソンとエンジニアのための機械学習入門, オライリー・ジャパン, 東京, 2021. 武舎広幸, 武舎るみ (訳).
- [18] 中園長新, “初等中等教育における「人工知能に関する教育」の分類: 教育の目的・方法を踏まえて,” CIEC 春季カンファレンス論文集, vol.12, pp.25–32, 2021.
- [19] 下地勇也, 福井昌則, 掛川淳一, 森山 潤, “共通教科情報科におけるデータサイエンスに関する学習内容に対する担当教員の意識,” 日本情報科教育学会誌, vol.13, no.1, pp.35–43, 2020.
- [20] 人工知能学会 (監修), 松尾豊 (編著), 人工知能とは, 近代科学社, 東京, 2016.
- [21] 博報堂, “博報堂と博報堂アイ・スタジオ, 3DCG 女子高生 Saya との会話を通して AI 技術を学ぶ授業「1 日転校生 Saya」を鎌倉女学院高等学校で実施 (ニュースリリース)”。
<https://www.hakuhodo.co.jp/news/newsrelease/75395/>
- [22] 教育新聞, “AI が普及した 2050 年の課題 高校生がロールプレーで議論,” 2021. https://www.kyobun.co.jp/news/20211101_03/
- [23] 太田智美, “暮らしの中で活躍する AI とロボット: 7. 家族としての Pepper,” 情報処理, vol.59, no.8, pp.710–711, 2018.
- [24] 毎日新聞, “人工知能が変える 恋愛も人の心も AI と「結婚」した男性”。
<https://mainichi.jp/articles/20200416/k00/00m/040/134000c>
- [25] 鶴飼秀徳, “AIBO の葬式に密着: ルンバ, AI スピーカーが弔われる日”。
<https://business.nikkei.com/atcl/report/16/061100222/110900014/>
- [26] 教育出版, “AI との暮らし,” ひろがる言葉 小学国語 五上, pp.112–117, 教育出版, 東京, 2020. 文部科学省検定済教科書 (令和 2 年度版).
- [27] P. Foot, “The problem of abortion and the doctrine of the double effect,” Oxford Review, vol.5, pp.5–15, 1967.
- [28] United States Copyright Office, Compendium of U.S. Copyright Office Practices, Third Edition, United States Copyright Office, 2017.
- [29] 坂本 旬, 芳賀高洋, 豊福晋平, 今度珠美, 林 一真, デジタル・シティズンシップ: コンピュータ 1 人 1 台時代の善き使い手をめざす学び, 大月書店, 東京, 2020.
- [30] 坂本 旬, 石原一彦, 今度珠美, 豊福晋平, 芳賀高洋, 林 向達, デジタル・シティズンシップ教育の挑戦, 教育文化総合研究所 (編), アドバンテージサーバー, 東京, 2021.
- [31] 中園長新, “デジタル・シティズンシップ教育 (みんなの教育用語)”。小学館「みんなの教育技術」。
<https://kyoiku.sho.jp/109490/>
- [32] 中園長新, “初等中等教育における人工知能: 学校教育における扱いの検討,” ロボットをソーシャル化する: 「人新世の人文科学」10 の論点, 松浦和也 (編), pp.223–250, 学芸みらい社, 東京, 2021.
- [33] 中園長新, “人工知能時代の責任概念を学校教育で扱うための検討,” 情報処理学会研究報告 コンピュータと教育 (CE), vol.2020-CE-158, no.8, pp.1–8, 2021.