

ディープラーニングと「深い学び」 Deep learning versus “fukai manabi”

蝦名敦子*

Atsuko EBINA*

要旨

ディープラーニングは、人工知能（AI）の用語である。AIは近年、人間が物事を深く理解する過程を模したディープラーニングを取り入れ、飛躍的に進化した。本考察はこの機械による学習法を、「戦後最大の教育改革」と言われる、平成29年改訂の新学習指導要領が掲げた「深い学び」と対比させた。そして、これからの図画工作・美術科における教科性について改めて検討した。その結果、今後、益々バーチャルな世界が浸透する中で、子供たちが手や体全体を生かして、触覚を働かせ、イメージに合わせてつくったり考えたりする直接的な造形行為の重要性が、さらに増していることを指摘した。また、材料や用具を使って造形空間をつくったり味わったりなどしながら、身体感覚を通してリアリティを直に感じ取るという本教科の特性と、その重要性について新たに主張した。

キーワード：ディープラーニング、「深い学び」、図画工作・美術科、身体感覚、触覚、直接体験、リアリティ

はじめに

(1) 問題の所在と考察の目的

平成29年告示の新学習指導要領が、小学校では令和2年2020年から、中学校ではその翌年2021年から全面实施される。「戦後最大の教育改革」と称される学習指導要領の改訂であるが、改めてその新学習指導要領の改訂の意味と、図画工作・美術科の今後における教科性について考察したいと思う。

改訂の経緯については、新学習指導要領解説書の冒頭に、これからの時代は、絶え間ない技術革新等によって社会が急速に変化しており、「予測が困難な時代」であることが掲げられている。その変化の一つとして挙げられているのが、「人工知能（AI）の飛躍的な進化」で、次のように説明する。

「人工知能が自ら知識を概念的に理解し、思考し始めているとも言われ、雇用の在り方や学校において獲得する知識の意味にも大きな変化をもたらすのではないかとの予測も示されている。このことは同時に、人工知能がどれだけ進化し思考できるようになったとしても、その思考の目的を与えたり、目的のよさ・正しさ・美しさを判断したりできるのは人間の最も大きな強みであるということの再認識につ

ながっている。このような時代にあって、学校教育には、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすることが求められている¹⁾。

ここには人工知能（AI：Artificial Intelligence）と人間本来の能力を対比させ、人間の強みについて指摘されると同時に、今後の教育の方向性が端的に示されている。そして打ち出された教育方針が、一言で言えば、「主体的・対話的で深い学び」（アクティブ・ラーニング）に象徴された。

一方、AIを近年飛躍的に進歩させたのは、「ディープラーニング」の発見によると言われている。筆者は、その機械が行う「ディープラーニング」と、新学習指導要領で掲げられている「主体的・対話的で深い学び」の、特に質の高い理解に不可欠とされる「深い学び」に注目する。その両者を対比的に捉えながら、造形教育の立場から図画工作・美術科（以降、図工・美術科と記載）の学校教育で大事にすべきことは何なのか、について改めて検討したい。さらに、筆者がこ

*弘前大学教育学部美術教育講座

Department of Art Education, Faculty of Education, Hirosaki University

れまでの実践で考察してきている、子供の造形活動と空間との関わりについても関連づけて考えてみたいと思う。

本稿は、改めて「ディープラーニング」の概念について言及し、新学習指導要領の方針を踏まえ、子供の造形活動の視点から、これからの時代において大切にすべき図工・美術科の基礎的な内容（教科性）とは何か。それを考察するのが、本研究の目的である。

(2) 研究の方法論

1. ディープラーニングについては、その専門家である松尾豊氏や、日本の人工知能を牽引されてこられた中島秀之氏の講演や書籍を中心に取り上げる²⁾。中島氏は、2016年11月に東京藝術大学美術教育研究会第22回大会において、「構成的方法論としての人工知能と芸術」と題して講演を行った。両者の見解から機械が思考するとはどういうことなのか。人工知能の実態について、専門的な立場からの現状を踏まえたい。

2. 次に、学習指導要領の「深い学び」について、どのような教育が目指されているのか、改めて新学習指導要領の内容について具体的に考察する。これまでの図工・美術科の学習指導要領の変遷を概観しながら、特に教科目標の違いについて検討する。

3. ディープラーニングと「深い学び」の対比的考察をする。

4. その上で、筆者がこれまで行ってきた子供の授業実践から、空間との関わりについて考察した内容を基に、改めて子供の身体性に注目し、教科性について検討する。

(3) 「ディープラーニング」と図画工作・美術科教育の接点、本考察の意義

松尾氏は、人工知能は人間の研究に他ならない、という³⁾。特にディープラーニングは、これまで得られなかった大発見であり、今、人工知能は一気に様々な分野で研究が加速し、大きく社会が変わろうとしている。ディープラーニングにより、データをもとに画像をコンピュータが自ら認識できるようになったことで、今後飛躍的に発展していくとする。

コンピュータが自ら認識できるようになったその画像認識とは、人間の脳の働きを取り入れたことに基づいている。すなわち、ディープラーニングは、人間の視覚や触覚を使って外界を認識していくプロセスと類似していると捉えられる。それはまた、本来、図工・美術科教育で培う人間の能力でもあり、つくったり考

えたりしながらリアリティを求め、世界を認識していく人間（子供）の姿であろう。人間と機械では全く異なるのであるが、まさに図工・美術科教育との接点がそこに見出されるのである。

しかし人工知能は本能を持たないことから⁴⁾、ここであえて心や倫理の問題を引き合いに出すことは、却って本考察の主旨を曖昧にすることになる。また、文化理解などの「鑑賞」の内容も今回は直接に対象としない。人間が手を動かして視覚と触覚を通して認知するという、そのプロセスが「最先端の技術としてコンピュータに反映された」ことに注視する。リアリティを認知するプロセスや、造形の知覚の問題に焦点化することで、ディープラーニングの最先端の技術と、人間の認知の問題を振り返りたい。なぜなら、それは本来、子どもの発達・成長に最も大きく関わっていることで、学校教育においても図工・美術科教育の根幹をなすと思うからである。

そこに光が当てられるならば、時に感性や情操教育で曖昧化される本教科の存在意義についても、改めて世界を認識するための知の学習としての意味が再認識されるはずである。また今後一層、コンピュータと共存する社会を生き抜かなければならない子供たちに対して、図工・美術科教育が何をしなければならぬか、その重要性が再確認されることになろう。

1. 「ディープラーニング」について

人間の認知について共に考え、工学的視点からその問題を考える時にどのような課題があり、それがいかに解決されようとしていて、今後そこからどのような社会になっていくのだろうか。

(1) ディープラーニングとはー「人間は特徴をつかむことに長けている」

ディープラーニング (Deep learning) は深層学習とも呼ばれる。その機械が思考するとはどういうことなのか。

松尾氏によれば、ディープラーニングについて、「グーグルがネコを認識する人工知能を開発した」ことが大発見なのだという。人間は「特徴量」をつかむことに長けていて、何か対象を見ていると、自然にそこに内在する特徴（属性）に気づき、本質・実体を理解することができる。つまり、人間の視覚ではとても簡単に見分けられることが、コンピュータには極めて難しかった。それが、画像データをもとにコンピュー

タが自ら特徴量をつくり出し、ネコと判別できるようになった。この突破口を切り開いたのがディープラーニングである⁵⁾。

工学の立場から人工的に機械ができるようになるまでの苦労と、それを一度獲得した人工知能が、今後は新時代を切り開いていくと述べる⁶⁾。

1) ディープラーニングと人間の学習—「人間は行動と結果をセットにして概念を獲得する」

画像を見て特徴量を抽出して「見分ける」というのはどういうことなのか。この行為は人間の「視覚」に相当するが、人間にはそれ以外の聴覚や触覚といった感覚器も備わっている。本来、視覚と聴覚、触覚はデータの種類として全く異なるのだが、データの種類に依存しないで、同じ処理機構で処理が行われている点が、脳の面白いところだと指摘されている⁷⁾。

また、人間が取り巻く環境から情報を読み取っている様子を次のように説明する。「人間は、自分を取り巻く環境からさまざまな情報を読み取っているが、単にじっと座って観察を続けているわけではない。赤ちゃんのころから、ものをつかんだり、放したり、引っ張ったり、ちぎったり、投げたり、いろいろなことをしている。その中から、「ものを動かす」とか「ものを押す」という概念を獲得していく⁸⁾と。この自らの行動と結果をセットで抽象化することで、「行動の計画」が立てられるようになり、そして、「押す」という行動についても、軽いものは小さな力で、重いものは大きな力で押すように人間は学習していて、この「行動と結果の抽象化」がAIでもできるようになる。

さらに、その「行動と結果の抽象化」が何度も繰り返されることで、人間は「やさしい」「難しい」などの形容詞的な概念を獲得する。そのことを具体的に次のように説明する。「割れやすいコップというときも、押すと割れる、落とすと割れるという行動と結果のセットがあるからわかることで、「割れやすい」「割れにくい」という形容詞も、ガラスや陶器、プラスチックなどの素材によって、あるいはコップの形状や厚みによって、どういうときにどれだけ割れるか、何度も試してみて初めて獲得できる概念である⁹⁾。そうした抽象的な概念もコンピュータが学ぶようになるという。

また人間に起こる「考えてアッと（特徴量に）気づく」「やってみてコツが（特徴量が）わかる」というようなことが、いったん動作を通じた特徴量を得ることができれば、予測が立ちやすくなり、周囲の状況に

対する認識が一段階深くなって、ロボットの行動もより環境に適したものになると¹⁰⁾。

人間は取り巻く環境からいかに情報を読み取っているのか。改めて上記のように、人間の自然に行っている行為の一つひとつから意味を問われると、我々は手や体を使って周囲と関わりながら、繰り返し学び続けてきていることに気づかされる。視覚で見ると、手で触る、動かすなどそれらの行為を繰り返して、「ものを動かす」という概念を獲得し、行動と結果がセットになって抽象化しながら、そこからさらに次の行動が生まれる。「行動の計画」が立てられるようになり、それを何度も繰り返すことで、「やさしい」「難しい」などの形容詞の概念を獲得している。

このような人間の学習プロセス—「特徴をつかむこと」や、「行動と結果の抽象化」すなわち行動しながら、その結果から繰り返し概念を得ているという人間の学習法が、ディープラーニングの手法で機械に取り入れられると、機械が自らできるようになる。人工知能が、自ら知識を概念的に理解し、思考し始めることになる。

2) ディープラーニングと美術—「お絵描きの方法」が人間の脳に生まれつき組み込まれている

しかしながら、「きれい」と感じることは、すなわち人間の本能に直結するような概念をコンピュータが獲得するのは難しい。「お絵描きの方法」は人間の脳に生まれつき組み込まれていて、「きれい」という概念は、おそらく、長い進化の中で作り上げられた本能と密接に関連している¹¹⁾。

また、美術の特質である「創造性」については、個人の中で起こる創造性と、社会的な創造性の二つの意味があると指摘する。前者はあることに「気づく」行為で、後者は、「社会の中に以前考えた人がいるかどうか」という創造である。因みに学校教育で用いる「創造性」は前者に相当する。そして人間が試行錯誤によって創造することを次のように説明する。「これは、環境とインタラクション（相互作用）することで、ある一連の行為によって環境が変化し新しい性質が引き出される、あるいは、それによって自分の中にある情報の新しい特徴量が生まれるということである¹²⁾と。

「行動を通じた特徴量を獲得できるAI」の段階に達すれば、人工知能も試行錯誤ができるようになり、環境とのインタラクションが起きるようになれば、試行錯誤による創造性ということも自然に起こる。人間の試行錯誤をしながら創造する学習過程も、機械がそれ

を可能にし、創造性がもてるようになる。

3) ディープラーニングと教育

教育については、データ分析によってもっと進化する分野であるとし、以下のように説明する。「例えば、多くの生徒の学習のパターンや向き不向きをより的確につかみ、適した学習方法を提示することができるし、また教師が積み上げている教え方の知識を、コンピュータは多くの生徒のデータを分析することで、そうしたノウハウを短期間で習得することもできるだろう」¹³⁾と。しかし、教育の中でも、コンテンツを教える教育、考え方や精神的な態度を教える教育は別に捉えられている。人間の果たすべき役割と、コンピュータの果たすべき役割がうまく連携することで、より高いレベルの教育を提供できるのではないかと予測している¹⁴⁾。

また、近い将来なくなる職業と残る職業については、大局的な判断ができるのは人間しかできず、人間対人間の仕事に特化されていくと見る¹⁵⁾。

これまでの日本における人工知能の研究で、ぶつかってきた幾つもの難問は、「特徴表現の獲得」という問題に集約できるとし、その問題がディープラーニングという特徴表現学習の方法によって、一部、解かれつつある。特徴表現学習が進めば、いままでの人工知能の研究成果とあわせて、高い認識能力や予測能力、行動能力、概念獲得能力、言語能力を持つ知能が実現する可能性があり、そのことは、大きな産業的インパクトも与えるであろうと予見する¹⁶⁾。

ディープラーニングは、人間の学習方法を取り入れたと言われるが、我々が無意識に行っている人間の認知の有様が逆に露わになってくる。それは、人間が視覚だけではなく、触覚や聴覚などの様々な感覚を使って、手や体を動かし行動を通して環境と関わることで、人間は様々な特徴を見出し、概念を獲得しているということである。また本能や生命に関することは機械では難しく、考え方や精神的な態度を教えることは人間でなければできない。人間のできることで、機械ができることを分けて、機械を活用しながらどのような社会を我々が共につくっていくのか、一人ひとりの問題として投げかけられている。

(2) 中島秀之氏 講演：「構成的方法論としての人工知能と芸術」（2016年）

本講演では、専門の立場から人工知能の現状—その歴史と全体像、認知科学との関係、科学と芸術、日本

の特殊性など、広い見地から語られた。主な内容の項目は、「AIの歴史」、「AI/ITが可能にする新しい社会システム」、「視点 科学と工学 構成的方法論」、「シンギュラリティ」、「AIと芸術」、「デザイン」、「教育」に及ぶ¹⁷⁾。

講演の内容から本稿と関連する幾つかのポイントを抽出してみたい。

- ・AIの歴史では、言語化できない暗黙知がディープラーニングで学習できるようになったことが画期的で、脳の3つの学習原理を人工知能が使い分けている。

- ・時代の変化について、100万年前の狩猟社会からこれからの超スマート社会へ歴史が加速し、あと数年後には世の中がドラスチックに変わる事態が予測される。

- ・AIやテクノロジーが社会を変えていくが、その変化はこれまでになく急激である。

- ・シンギュラリティについては、人間よりも賢いプログラムは今のところできそうもない。

- ・芸術や教育については、AIによる音楽や小説の生成、CGアートなどの多彩なアートが生まれている。

- ・情報系で一番大事なのは、「思いつく」というデザインの力である。デザインは構成的学問体系である。

教育については、他の人と協働して行える力の大事さが強調された。小学生に教えるのは一番難しく、教育の型に入れる小学校教育は非常に大事である。知識はコンピュータで教えられるが、考え方は人間でないと教えられないなど、AIと人間が得意なことの違いについて指摘された。そしていかに人間がすごいのか、「長い研究の中で一番よくわかったことは、人間が非常によくできていることだ」と語られ、AIと人間を比較して、「頭のいい人を100だとすると、一番頭の悪い人が90ぐらいで、AIは1か2」と現状を示された。

深い専門はAIが得意で、広い視野とデザインは人間が得意である。また、今の教育はAIの得意なことだけを教えているのではないかと問題提起され、まさにアクティブ・ラーニングプロジェクト学習の出番であると、大学での実践例が紹介された。それは、「解のない問題への自己組織的アプローチ」であり、地域社会と連携して、一つのテーマに取り組むのである。

日本における人工知能の60年に及ぶ研究で、ディープラーニングによりブレイクスルーが起きた。その

ディープラーニングには、まさに人間の脳のシステムが取り入れられた。現に部分的には人間を既に超える知能が発揮されている。しかし、それをどのような目的でいかに使うかは人間次第である。その人間がこれからの社会をどのようによりよいものにしていくべきか、最先端のAI研究者から共に考えるべきこととして問われているのである。

2. 新学習指導要領の「深い学び」のあり方

このような社会の変革期の中で、新学習指導要領では、教育の方針がどのように打ち出されたのだろうか。「戦後最大の教育改革」と言われるその意味について改めて探してみたい。2016年5月に出された「教育の強靱化に向けて」では、学習指導要領改訂の前提として、以下のように説明されている¹⁸⁾。

(1) 「戦後最大の教育改革」の意味

「AI（人工知能）の進化など情報化・グローバル化が急激に進展する不透明な時代を、たくましく、しなやかに生きていく人材を育てるためには、学校教育を進化させていくことが必要」、「子供たちに情報化やグローバル化など急激な社会的変化の中でも、未来の創り手となるために必要な知識や力を確実に備えることのできる学校教育を実現する」¹⁹⁾。

また「学習指導要領改訂の背景」として、次のような整理がなされている。人工知能（AI）の進化は、習得・活用・探究を重視した我が国の学校教育における学習過程の強みを実証している。AIは、人間が物事を深く理解する過程（個々の知識を関連づけて概念を理解していく学習過程）を模した「ディープラーニング」を取り入れ、飛躍的に進化した。すなわち、習得・活用・探究を通じた過程の中で、新たな知識を、自分が持つ経験やその他の様々な知識と関連づけながら深く理解し、どのような時代でも通用する、生きて働く知識として身につけていく、という学習過程の強みが実証²⁰⁾された。

そして新しい教育課程では、学校教育のよさをさらに進化させていくとして、次の点が指摘された。1) これからの時代に求められる知識や力とは何かを明確にし、教育目標に盛り込む。これにより、子供が学びの意義や成果を自覚して次の学びにつなげたり、学校と地域・家庭と教育目標を共有して「カリキュラム・マネジメント」を行ったりしやすくなる。2) 生きて働く知識や力を育む質の高い学習過程を実現する

ため、各教科における学びの特質を明確にするとともに、授業改善の視点（アクティブ・ラーニングの視点）を明確にする。これにより、教科の特質に応じた**深い学び**と、我が国の強みである「授業研究」を通じたさらなる授業改善を実現する²¹⁾。（太字は筆者）

未来を予測することが困難な時代であるからこそ、社会がどのように変化しても、多様な人々とのつながりを保ちながら自らの人生を切り拓き、新たな価値を生み出しながら持続可能な社会を創造していくことが重要であるとする。こうした時代背景の捉えと方向性のもとで、「戦後最大の教育改革」と言われる改訂がなされた。

(2) 「深い学び」とは

1) 「生きる力」

“よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創る”という目的を学校と社会が共有し、連携・協働しながら、新しい時代に求められる資質・能力を子供たちに育む「社会に開かれた教育課程」の実現が目指された。次の6点の枠組みが改善される。①「何ができるようになるか」（育成を目指す資質・能力）②「何を学ぶか」（教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成）、③「どのように学ぶか」（各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実）、④「子供一人一人の発達をどのように支援するか」（子供の発達を踏まえた指導）、⑤「何が身に付いたか」（学習評価の充実）、⑥「実施するために何が必要か」（学習指導要領等の理念を実現するために必要な方策）、である²²⁾。

予測困難な社会の変化に主体的に関わり、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、いか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、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要だとされる。こうした力が、学校教育が長年その育成を目指してきた「生きる力」であり、学校教育がしっかりとその強みを発揮できるようにしていくことが必要だとする。

そうして「生きる力」が次のように具体化された。ア生きて働く「知識・技能」イ未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」育成、ウ学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養、である。これらが各教科の目標に三つの柱として位置付けられた。

2) 造形的な見方・考え方（教科の本質）

「深い学び」こそが質の高い理解に不可欠とされるが²³⁾、その「深い学び」の鍵として「見方・考え方」を働かせることが重要となる。教科目標の総括にあたる最初の一行に「見方・考え方」を働かせることが位置づけられた。その「見方・考え方」とは何かと問えば、「どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか」という、その教科ならではの物事を捉える視点や考え方とされる。つまり、「深い学び」のためには、教科の「見方・考え方」を働かせることが肝要で、その「見方・考え方」は、各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものである。ここに教師の専門性が問われ、指導力が発揮されることにもなる。

その「見方・考え方」は、図工・美術科教育では、「造形的な見方・考え方」である。それは、「感性や想像力を働かせ、対象や事象を、形や色などの造形的な視点で捉え、自分のイメージを持ちながら意味や価値をつくりだすこと」²⁴⁾と説明されている（下線は筆者）。この「造形的な視点」とは、本教科ならではの視点であり、教科で育成を目指す資質・能力を支えるものとなる。具体的には、小学校では「形や色など」（低学年）、「形や色などの感じ」（中学年）、「形や色などの造形的な特徴（高学年）」などの〔共通事項〕アの造形要素やその特徴を指す。また中学校では、美術科ならではの視点であり、教科で育てる資質・能力を支える本質的な役割で、中学校美術の〔共通事項〕ア、イを指す。

すなわち、小・中学校を通して〔共通事項〕の造形的特徴を理解することと、それを基に、イメージをもつこと（小学校）、イメージや作風などで捉えることを理解すること（中学校）が、「深い学び」の根底になっていよう。また、図工・美術科では、活動や作品をつくりだすことが、自分にとっての意味や価値をつくりだすことであり、同時に、自分自身を創り出していると捉えられている²⁵⁾。

3) 図工・美術科の新学習指導要領に見られる変化

改めて図工・美術科の教科で、これまでの学習指導要領と異なる点を大まかに列挙したい。

①目標の大きな変化—「見方・考え方」が明示され、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力」、「学びに向かう力・人間性」の3つの柱が立てられた。

②小学校では、造形遊びだけではなく、絵や立体・工作でも、「手や体全体の感覚を使う」ことが明記された。中学校では絵画や彫刻だけではなく、デザイン

や工芸の領域でも、「主題を見付けること」が加わった。つまり、小学校では「身体感覚」を生かすことと、中学校では「主題を見付けること」が全ジャンルに及んで強調された。

③教科の目標—「創造」

また、育成を目指す資質・能力として目標の三つの柱それぞれに「創造」が明記され、図画工作科の学習が造形的な創造活動を目指していることが強調された。小学校では、目標の「知識・技能」に（1）～創造的につくったり表したり～、「思考力、判断力、表現力」では（2）～創造的に発想や構想をしたり～、「学びに向かう力、人間性等」では（3）～楽しく豊かな生活を創造しようとする態度を養い、と全てに「創造」という言葉が繰り返され、強調されている（下線は筆者）。

(3) 学習指導要領の目標の変遷

ここで、これまでの図画工作・美術科における目標の変遷を辿ってみたい。学習指導要領は昭和22年に初めてつくられ、それから約10年に一回の割合で改訂されてきた。それぞれの特徴を簡単に述べると²⁶⁾、日本の高度成長期を迎え、昭和33～35年改訂では、教育課程の規準としての性格が明確化し、昭和43～45年改訂では、教育内容の一層の向上が図られた。昭和52～53年改訂では、学習負担の適正化が検討された。平成元年改訂では、社会の変化に自ら対応できる心豊かな人間の育成が目指され、平成10～11年改訂では、〔ゆとり教育〕、〔生きる力〕をキーワードに、基礎・基本を確実に身に付けさせ、自ら学び自ら考える力などの〔生きる力〕の育成が強調された。

平成14年度（2002）から完全学校週5日制が実施されたが、2002年から「脱ゆとり」への方向転換がなされた。平成20～21年改訂で「生きる力」の育成、基礎的・基本的な知識・技能の習得、思考力・判断力・表現力等の育成のバランスが求められ、平成29年改訂へとつながってきている。そうした中で、令和2年は新型コロナウイルス感染症のパンデミックを経験し、現在もコロナ禍にある。誰も予期しなかった歴史の転換期を迎えている。

図工・美術科の際立った変化としては、昭和52～53年改訂で、小学校低学年に「造形遊び」が導入され、平成元年改訂で小学校中学年までになり、さらに平成10～11年改訂で高学年まで全ての学年に導入された。平成20～21年改訂で、小学校では目標に「感性を働かせながら」が加わり、〔共通事項〕が新設され、言語

活動の充実が求められるようになった。

以上から図工・美術科の教科性についてみると、平成20年度版までは、目標に大きな変化はなく、一貫して創造活動が重視されてきたことがわかる。そして、この間に小学校に造形遊びが定着してきた。

新学習指導要領の平成29年度版になって、教科ごとに3つの柱で統一され、「造形的な創造活動の基礎的能力」が、「知識及び技能」、「思考力・判断力・表現力など」と、目標に明示された。このことにより、これまではっきり示されてこなかった学習内容が、より明確になった点は、これまでと大きく異なる。

ただ、教科の目標として筆頭に掲げられていた平成20年度版までの「つくりだす喜びを味わう」(小)「美術の創造活動の喜びを味わい」(中)の文言が「学びに向かう力、人間性等」に位置づけられ、学習内容の中には具体化されていない。これまで「知識・技能」が明確に示されてこなかったとは言え、「つくりだす/創造活動の喜びを味わう」という文言が、教科の特性を最も強く表していたことには、注意をしてよいと思う。

また、評価について4観点が3観点となった。4観点にあった「関心・意欲・態度」も「主体的に学習に向かう態度」となっている。関心・意欲を持たせることは、教育において非常に難しいことである。なぜなら、そこに子供のスイッチが入ると、本教科の「表現」は自発的に行動を伴ってなされるからである。

教科の本質については、造形的な見方・考え方が打ち出され、その理解が強調された。しかし、これまで長きに渡って目標に掲げられてきた「つくりだす喜び」(小学校)、「創造の喜び」(中学校)を実感させることは、教科の重要な特質であることに変わりはないであろう。

3. ディープラーニングと「深い学び」の対比的考察

平成29年度版の表現「内容」の細部に見られる変化一すなわち、小学校図画工作科では、「造形遊び」だけではなく、「絵や立体、工作」にも「手や体全体の感覚を働かせ」が加わったことや、中学校美術科では、「絵や彫刻」だけではなく、「デザインや工芸」にも「主題を生み出し」が加わったことは、改めてこれからのデジタル社会で本教科において重視されていく事柄ではないだろうか。すなわち、小学校では、「触覚によるリアリティ」、中学校では、「自分で目的を見つけること」が、図工・美術科でこれからの内容とし

て反映されているのである。

また、目標の柱の一つである「知識・技能」について、本教科では「技能」という言葉が使用されていることに注目したい。「技術」とは、ある事柄を達成するための知識、知識体系。科学(Science)に基づく。属人的ではない。「技能」とは、ある事柄を達成するための能力。経験に基づく。属人的である²⁷⁾。図工・美術科は「技能」である。学習指導要領のA表現(2)に「技能」として教科の内容が整理されているが、そこには、材料や用具の扱い方、手や体全体の感覚を働かせること(低・中学年)、表し方の工夫が指導すべき内容として明記されている。材料・用具を使って試行錯誤をしながら表し方を工夫し、その行為を身につけていくことは、本教科の特性を象徴している。

総じて、新学習指導要領(平成29年度版)では、これまで長年、「つくりだす喜び/創造の喜び」が目標の筆頭に掲げられてきたが、それを体験させるためにも「知識・技能」がより明確になったと理解される。そして人間のもつ「思考力・判断力・表現力」については、頭の中で考えたことを、見える形に表すまでのプロセスの段階で、本教科においては表現のための発想・構想として位置付けられている。そして、一人ひとりの人間がコミュニティの中で対話を通してさらにお互いの違いを認め合いながら、深い学びに到達することが求められていよう。こうした人間の物事を深く理解する学習の過程は、それを模したディープラーニングとまさにつながっているのである。図工・美術科では、それをさらに製作/制作を通して創造性を発揮させながら、作品に結実させる。

また、「見方・考え方」は、教師である人間でなければ教えられない。人間は発達過程の中で手で触ったり、行動により試行錯誤することで概念を獲得している。図工・美術科では、それを材料や用具を使って創意工夫により「技能」として、子供の造形的な能力が身につくようにする。

人間の学びとして視覚・触覚など感覚を生かしながら、個々の知識を関連づけ一層、理解を深めていくように導く。そうした学びの過程が本来の人間の学習方法として、無理なく推し進められる必要がある。バーチャルな世界では、視覚を共有できても、触覚は実際に触らないとわからない感覚である。それを図工・美術科では、手や体全体の感覚を通して感じ取ることができるようにし、表現のための試行錯誤を繰り返しながら、個々の創造性が発揮されるように導くことになる。そうしたプロセスを改めて一つひとつ

寧に行うことが、学校教育では求められているのである。

4. 子供の空間認識

(1) 子供の発達過程—図工・美術科教育による発達段階における3次元空間認識について

こうした教育改革の中で、筆者が着目している造形的な空間認識の問題について、これまでの考察を踏まえて考えてみたい。

人は雑踏の中で、他人とぶつからないよう、あるいは、障害物を回避するように行動する。これは視覚を通して、網膜上の2次元イメージを3次元空間に変換し、2次元イメージを各オブジェクトに要素分解し、その属性（形態、色彩、運動パターン、距離など）を判断し、オブジェクトの実体を判断するからである。この機能を獲得するプロセスは、発達心理学者のピアジェによれば、乳・幼児期から始まる²⁸⁾。

乳児期はまず、把握反射として、身体に近接するものをつかもうとする。次の段階として、今度は自分からものをつかもうとする運動へと変化していく。この運動は「目と手の協応」と呼ばれており、ものと手の距離を理解することを意味している。発達プロセスは徐々に行われているが、具体的操作期と言われる7歳～11歳の頃には、イメージを触覚の記憶（重さ、体積など）に基づいて、オブジェクトとして論理的に整理し、オブジェクトの関係性などを理解する能力を獲得する。そこでは、物事をカテゴリー化し、2次元イメージをオブジェクトの実体・本質として、理解し、分類する。つまり2次元イメージを3次元空間的概念、ベクトルとして整理する。

翻って、図工・美術科教育の意味、役割として、情操や感受性の涵養がその根拠とされていたが、そこで行われる教育はこうした児童の発達とシンクロしていることは明白である。端的に言うならば、図工・美術科教育は発達段階におけるリアリティの獲得を強力に支援しているのである。

近年、ITの領域で、盛んとなっているディープラーニングの研究は、人工知能の文脈で語られることが多く、応用範囲の広大さをもっておおいに期待されている。空間認識の視点からここでは、自動車の自動運転における適応について言及したい。

自動運転の技術の根底には、画像センサーが捉えた2次元イメージを3次元空間に還元することにある。イメージを各オブジェクトに分解し、オブジェクトの属性（形態、色彩、運動パターン、移動速度、距離）

から、オブジェクトの実体を自動認識する。そこでは、自動車、自転車などの車両や歩行者など移動物、道路形状、家屋、信号などの固定物を判断し、その距離を計測する。

このベクトル化処理はまさに、人間が行っている3次元空間的認識と同一の仕組みに非常に類似している（図1）。ディープラーニングが人間の認知機構を根拠にしているとされるが、図工・美術科教育が情操教育を超えて、児童の発達段階、特にリアリティの獲得に大いに寄与していると言っても過言ではないだろう。図工・美術科教育と工学の接点がここにあると言えるのではないだろうか。



図1 コンピュータによる空間認識の事例

出典：ITニュースサイト "Gigazine" 2016/6/10 の配信記事から

(2) 子供の造形活動の実践から

1) 小・中学校の授業実践から見られる子供の造形活動と空間との関わり

実際に子供の活動を図工・美術科の授業実践を通して具体的に振り返ってみたい。これまでの実践から子供の活動とその周囲の空間との関わりを見てみると²⁹⁾、子供たちは造形活動を通して、その場所や空間を造形空間（造形的につくり出す空間）に変えていく。特に小学校では表現の造形遊びの活動で、子供の身体が材料や用具を使って行為によって、場所の空間と関わり合いながら造形活動が進む。最初は材料から目の前の活動に終始し、並べたり繋げたりして平面的に場所を区切る造形が見られるが、中学年になると次第に上にも伸びて家のような空間をつくり出し、さらにその中に身体ごと入り込んでその空間を味わったりする。高学年になると、その場所の特徴や何もない空間の部分を生かしてさらに造形的な形をつくっていく。そして一段と大がかりな活動になっていく。中学生になると、さらに自由にその場所全体の作り変えが目的に応じてできるようになる。

また、造形的な活動が大きく広がるだけでなく、

小学校1年生から、等間隔で整然と並べたり、均等に区切ったり、高く積み重ねたりして、そこに美的な感覚が作用していることも分かる。この間、当然のことながら、子供の身体的な発達も造形活動には大きく影響している。造形活動とともに、造形能力と美意識が同時に育まれているのである。それは造形遊びの3次元の空間だけではなく、絵や立体（絵画や彫刻）においても言える。表現が成長するにつれて、次第に写実的になっていくが、それと同時にそこには絵画空間を意識し出し、また立体物を通して、その周囲との関係である空間もリアルに把握されていく。そしてそこには美意識も作用する。まさに図工・美術科では、自分のイメージを表現しながら創造的に作り出すことによって、美意識も育まれている。それは教科の最終的な目的でもあるが、その造形空間の広がりも造形活動を通して直に感じ取られている。身体を働かせ、材料を生かして美意識を働かせながら、造形空間もつくり出している。そうした造形的な空間把握が行われる。

子供たちには身体的発達とともに空間を造形的に把握する能力のあることが、実際の授業における子供たちの活動からわかるのである。

おわりに—図画工作・美術科に求められているもの

これからの社会は、サイバー空間と現実空間が高度に融合した社会になると言われている。サイバー空間は、主にコンピュータやネットワークによって構築された仮想的な空間で、インターネットが代表的である。その特徴は以下のものである。

1. 莫大な量のデータにより、高度なサービスの提供が可能となる。未来社会のあらゆる場面（生活空間、作業現場、農園、健康情報、走行距離等）でデータが収集され、サイバー空間を通じ、これまでにない付加価値をもたらす産業やサービスが創出され、提供される。

2. 人工知能技術やロボット技術などの革新が起こる。危険な場所での労働や肉体労働など一部代替がなされ、人間が創造的な仕事へ注力できる。

3. IoT、ビックデータ、人工知能、ロボット化が進み、今より多くのロボット技術が登場する。

因みにIoT(Internet of Things)とは、様々な「モノ」がインターネットに接続され、情報交換することにより相互に制御する仕組みのことである。

現に2020年の現在、熟練した溶接工の仕事をロボットができるようになったり、自動運転の開発が加速的

に進んでいる。また、農業にも革命が起こり、自動走行トラクターやロボットが収穫をし、スマート農業がインターネットを活用して行い、話題になっている。

「グーグルがネコを認識する人工知能を開発した」—それは人間の脳の働きを模したディープラーニングの手法による。それにより画像認識が可能になり、機械が目をもった。最先端のディープラーニングと図工・美術科教育はつながっているのである。

しかし、AIは身体感覚を獲得できない。仮想空間の中だけではない、現実のリアリティを身体感覚を通して感じ取ることが大事であろう。イメージによる抽象的なものであれ、現実の写実であれ、人間は材料や用具を使って手や体全体で造形し、創造することが可能だ。その創造力を製作/制作を通して味わう体験が改めて重要である。

子供の造形活動がどのように空間に関わるか、小学校から中学校にかけてその活動を目にしてきたが、その結果、子供が造形活動を通して、場所や空間に働きかけると同時に、美的感覚が造形活動を通して引き出され、発達していることがわかった。

こうした学びは、機械学習のディープラーニングとは本来全く異なる。それは、人間の身体感覚や造形感覚を通して材料を用いて表現し、その場の空間（環境）の中で、美的感性が醸成されていくプロセスでもある。「きれい」と感じたり、よりよいものを求めて、造形的特徴を見出すことや、手や体全体の感覚を通して感じ取られるリアリティの実感を大事にする造形活動が、今後益々重要になると思われる。それは、素材の質感を感じ取りながら、材料を生かし、造形活動を通して周囲の空間に働きかけながら、自分をとりまく世界のリアリティを感じることの重要性を意味する。

身体感覚を取り戻すこと。子供の発達過程においてそれが十二分になされるべきであろう。益々進化していくネット社会にあって、手を使って描いたり、つくったり、考えたりする意味をもう一度強調したい。それは新学習指導要領の中でも、全ての表現のジャンルで、手や体全体を使うことが強調されていたことである。

試行錯誤を重ねながら、作り出す創造性を、美術教育関係者は表現活動を通して育んでいるとも言える。その行為は当たり前前に捉えられるが、人間に備わった能力であることを自覚して、大事に育んでいかなければならないのである。

註

- 1) 『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 図画工作編』平成29年7月、文部科学省、2018年、1頁
- 2) 松尾豊『人工知能は人間を超えるかーディープラーニングの先にあるものー』角川 EPUB 選書021、2015。中島秀之『知能の物語』公立はこだて未来大学出版会、2015。
- 3) 松尾、前掲書 p.260
- 4) 同 p.192
- 5) 同 p.137
- 6) 同 p.144
- 7) 同 p.181
- 8) 同 p.184
- 9) 同 p.187
- 10) 同 p.188
- 11) 同 pp.194-196
- 12) 同 p.198
- 13) 同 pp.226-227
- 14) 同 p.227
- 15) 同 p.233
- 16) 同 pp.253-255
- 17) 東京藝術大学美術教育研究第22回大会講演、中島秀之「構成的方法論としての人工知能と芸術」2016年11月。本講演内容は以下に収録。「美術教育研究」第22号、東京藝術大学美術教育研究会、2016、pp.106-133
- 18) 馳浩「教育の強靱化に向けて」平成28年5月10日(2016.5.10)
- 19) 上記18)の参考資料1（参考）学習指導要領改訂の背景より
- 20)、21) 19)と同じ。
- 22) 『小学校学習指導要領解説』p.2
- 23) 18) 資料の「学習指導要領改訂のポイント」に指摘。
- 24)、25) 同上書 p.11
- 26) 「学習指導要領等の改訂の経過」所収の学習指導要領の変遷を参照。(www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/ideal)
- 27) 技術とは？技能とは？ <https://330k.biz/2018/09/03/>
- 28) 小野寺敦子『手にとるように発達心理学がわかる本』かんき出版、2009、p.96、p.106、ジャン・ピアジェ『発生的認識論』白水社、1974、pp.44-63
- 29) 蝦名敦子「子供の身体的発達と造形活動による空間把握の一考察ー小学校2年次から中学校3年次までの同一学年の授業を通してー」(『美術教育学』第42号、美術科教育学会、2021)。本論文では、同一学年の弘前大学教育学部附属小学校中庭「パティオ」で行った授業をとりあげ、小学校から中学校までの造形活動について、彼らの身体的発達を基に、空間とどのように関わっているかについて考察した。

[付記]

本稿は、平成29～31年度科研基盤研究(C)「ディープラーニングと図工・美術教育ー子どもの空間把握の問題を中心としてー」課題番号17K04734の研究成果の一部である。

(2021. 1. 20 受理)