

[論文]

AI ロボティクス事業における情報教育戦略

—ソニーの aibo ビジュアルプログラミング—

高 橋 律

- 〈目 次〉
1. はじめに
 2. aibo ビジュアルプログラミング
 3. ソニー・グローバルエデュケーションと Z 会
 4. おわりに

1. はじめに

2020年より小学校においてもプログラミング教育が必修化され、プログラミング的思考の育成を目指すことが文部科学省より示された。それに先立ち、民間で取り組まれている児童向けプログラミング教育の動向としてはビジュアル言語による教育が主流を占めている。同省は、情報の科学的理解と問題解決のための論理的思考力をその育成目標としている。プログラミング的思考とは、プログラムの思考法を非プログラマーが学び、問題解決に役立てるという考え方である。しかしながら、情報教育の環境整備の面、指導者育成の具体的研修体制、教科横断的情報教育の指導教材の作成等については更なる検討が必要である¹⁾。

一方、ソニー株式会社は2019年11月から自律型ペットロボット「aibo (アイボ)」のソフトウェア API (Application Programming Interface) を aibo 所有者対象に公開した。合わせて初心者向けツール「aibo ビジュアルプログラミング」も公開され、誰でも簡単にドラッグ&ドロップでオリジナルの動きをプログラミングできるようになった²⁾。本論文では、aibo ビジュアルプログラミングの考察から、同社が AI ロボティクス事業において、いかなる情報教育戦略を構想しているのかについての検討を行う。

2. aibo ビジュアルプログラミング

1999年から2006年に販売されていた初代の「AIBO³⁾」は「エンタテインメントロボット」と呼ばれていたが、2014年にはそのサポートも終わった。当時はネットワーク環境も貧弱で、また CPU 性能にも限界があった。ボディに差し込んだ AIBO マインドと呼ばれる「メモリ

スティック」に、すべてのプログラムが組み込まれていた。初期「AIBO」(ERS-110) はスタンドアロン型でメモリが 8 MB、その最終型 (ERS-7) でも 32MB しかなかった。現行「aibo」のメインメモリーは 4 GB と初代機 (ERS-110) 比で 256 倍に、ストレージ容量に至っては 2,048 倍まで増えた。また、クラウドコンピューティングによってより多くの処理が可能になり、その新旧の性能は比較にならない。

IT 分野の技術革新によるネットワークや計算能力の進化は非常に大きく、ディープラーニングの発展、センシングデバイスを活用した認識技術、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping, 自己位置推定とマッピングの同時実行) のような自己位置推定技術、ハードウェアを動かすサーボ技術など、いずれも大幅に向上している。エッジ側デバイスの CPU を使い小型でよりパワフルに動けるようになった上に、クラウドコンピューティングによる AI (人工知能) の制御が加わった⁴⁾。

aibo には、2 通りの AI 学習機能が用意されている。1 つが aibo 本体に搭載されているもので、人の顔や屋内の様子を学習し、ユーザーの触れ合いかたにあわせて性格や生活スタイルを変えていくという学習機能である。もう 1 つが、各 aibo が学習した内容を集約して、aibo 全体の機能向上に活用するクラウド AI である。例えば「aibo 育成チャレンジ」は、このクラウド AI によって、新機能を効率的に学習させようという取り組みである。これは、多くの学習用写真データを蓄積していくことで機械学習モデルを作成し、aibo に反映させるというユーザー参加型の機能開発と言える⁵⁾。

先述した通り、ソニー株式会社は2019年11月 aibo のソフトウェア API を一般公開した。これは、インターネット環境があれば無償で利用できるもので、合わせて

1) 拙稿、『情報教育における論理的思考力の育成—初等教育における方向性—』、中央学院大学商経論叢、第32巻1号、2017年、p.39 編集

2) 森山和道、ロボットスタート株式会社の HP > コラム > ニュース > 誰でも aibo の動きを自由にプログラミングできるように aibo API が一般公開、https://robotstart.info/2019/11/11/moriyama_mikata-no101.html (2020年1月6日検索) 参照

3) 1999年から2006年に販売された製品は全てが大文字の AIBO であったが、2018年にデザインなどを変更して発売された分は全てが小文字の aibo となった。

4) 森山和道、ロボットスタート株式会社の HP > コラム > ニュース > レポート > 『aibo 復活の経緯と現状、これから ソニー川西 泉氏がロボティクスへの取組みについて講演』、ロボット開発・活用展「ロボデックス」(会場: ポートメッセ なごや)、2019年、https://robotstart.info/2019/01/18/moriyama_mikata-no74.html (2020年1月6日検索) 参照

5) 石井徹、『「aibo 育成チャレンジ」2月開始、オーナーみんなの力で AI に学習させるプロジェクト』、Engadget 日本版、<https://japanese.engadget.com/2019/01/23/aibo-api/> (2020年1月6日検索) より引用・編集

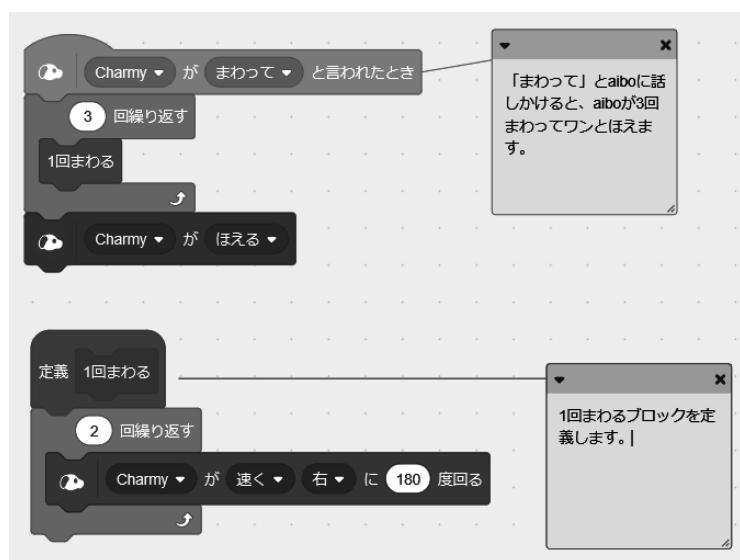


図1 プロジェクト「3回まわってワン」

初心者向けツール「aibo ビジュアルプログラミング」も公開された。これによって、誰でも簡単にドラッグ&ドロップでオリジナルな aibo の動きをプログラミングできるようになった。

上級者向けの aibo デベロッパープログラムは Web API のかたちで提供され、吠えたりお手をしたりするなど動きを制御する Action API と、名前を呼ばれたりタッチされたなどに反応するための認識系の Cognition API の二種類を組み合わせることで aibo に様々なふるまいをさせることができる。

本稿で考察する「aibo ビジュアルプログラミング」は、ウェブベースの初心者向けツールで、図1のようにユーザーインターフェース上でブロックを配置するだけでプログラミングが可能である。このツール自体もデベロッパープログラムの枠組みのなかで開発されたものであるが、他の API と異なり、プログラム実行時に aibo 内部の感情状態によって異なったふるまいを見せることがある。これはユーザー側の「プログラミングしてしまうと、aibo がかわいそうではないか」といった心情に一部配慮して、「aibo の自尊心」を守るようにされているため

である。ただ、プログラミングしたふるまいを実行することによって aibo の性格が変わることはある⁶⁾。

使用されているのは、「Scratch⁷⁾」に酷似しているが、ソニーオリジナルのビジュアルプログラミング言語である。この言語は、ソニー・グローバルエデュケーション（以下、ソニー GE）が2017年に発売した、『KOOV（クープ）』という学習キットの動作環境として用意されたものである。これは、自由に組み立て可能な半透明のブロックに、プログラミングでさまざまな動きや機能を与えて遊べるようにした学習キットである。PC やタブレット画面上で GUI を使って直観的に組み上げられる独自のプログラミング環境で、コンピュータープログラミングについてブロック遊びを通じて学べるようにしている。

タブレット端末に対応している点が、当時の scratch との主たる相違点である⁸⁾。これは我が国の今後の初等中等教育において、タブレット環境が重視されるであろうことを意識したためであろう。実際、文部科学省は2016年、「教育の情報化加速化プラン」の中で、「一人一台タブレット環境」による「スマートスクール」（仮称）構

6) 森山和道、ロボットスタート株式会社の HP > コラム > ニュース > 『誰でも aibo の動きを自由にプログラミングできるように aibo API が一般公開』、https://robotstart.info/2019/11/11/moriyama_mikata-no101.html (2020年1月7日検索) より引用・編集

7) Scratch は、MIT メディアラボが開発したプログラミング言語学習環境である。

8) 2019年、Scratch 3.0が公開され、タブレット端末での利用がサポートされるようになった。

想を掲げている⁹⁾。

無論、児童・生徒分のタブレット端末を量的に確保するだけでなく、教育の質の面で細かな観点別学習評価基準が周到に準備される必要がある。また、その指導目標を的確に理解し得る指導者の育成が同時に必要となることは言うまでもない。また、児童の個別的理解や教科間の学習環境、指導教員の育成、学校間の取り組み等々の状況に関して大きな差異が生じることは容易に予想される。これらの諸問題を回避するためには、異年齢混交学習環境を整え、習熟度別クラス編成をとる必要がある。初等教育における情報教育そのものが特定教科に限定されていないことから、教科横断型の取り組みが想定されている。それゆえ、児童の理解レベルに差異が生じる一方、指導教員にも指導レベルの格差が想定される。文部科学省では総合的学習の時間等を、情報教育の場に活用する構想を持っている。その際に、教員の指導力と児童の理解力をマッチングさせるには、学年や学習進度の束縛をなるべく受けない環境を整備することが望ましい¹⁰⁾。

これらに関連したソニー GE の取り組みについて、次に述べることとする。

3. ソニー・グローバルエデュケーションとZ会

2012年、ソニーグループ内の研究部門であるソニーコンピュータサイエンス研究所（以下、ソニー CSL）で、新規事業のインキュベーション組織が立ち上がった。その際、教育分野でソニー CSL は、国の成長戦略の中で投資の優先順位が高いのが教育分野であるとの判断を下している。また、従前より日本では文科省が定める学習指導要領に基づき、全国一律の教育を提供し、教育の質を保証してきた。反面、それぞれの生徒にパーソナライズされた教育が提供できない、また科目の壁を越えた取り組みができない問題や、一律45～50分という授業時間、

そして学習する場所の制約など、テクノロジーで解決可能な問題が手付かずとなっていた¹¹⁾。

ソニー CSL のコンセプトを引き継ぎ、2015年に設立されたソニー GE の目的は、来るべき新社会における教育インフラ、プラットフォームを創出することである。その一つが、ソニー CSL 時代から着手していた、「世界算数 (Global Math Challenge)」という取り組みである。これは、グローバルな算数コンテストで、算数オリンピック委員会監修のもと、思考力や発想力、直感力が求められる問題で、世界中の参加者と算数力を競うことができるというものである。

ここで重要なのはこの仕組みを算数だけでなく、理科など、他の教科にも応用できるようにしている点である。先に述べた教科横断型の取り組みのソニー GE の一つの解が「世界算数」であり、また次に述べる KOOV についても、この上でプログラムを共有していくなど、積極的な活用を目指している。

インフラとしての「世界算数」に続くハードウェアが、ソニー GE の学習キット KOOV であり、次にその企画理念、背景について述べる。今後はプログラミング技術が必須の技能となり、プログラミングで自分を表現する時代の入口となるものを用意したいという理由から、KOOV が企画された。KOOV は、ブロックで自由な「かたち」をつくり、「プログラミング」によってさまざまな「動き」を与えて遊ぶロボット・プログラミング学習キットである。

プログラミング環境については、先述した通り Scratch を参考にしてソニー GE が完全に新規に開発した。作品を作る難易度は、ターゲットとなる8歳以上の子どもが階段を上っていくようにステップアップしていきける構成をとり、「遊びながら学ぶ」というブランドコンセプトをプロダクト、ユーザーインターフェース、コミュニケーションの世界観に反映させている¹²⁾。

aibo ビジュアルプログラミングにも、このプログラミング環境が採用されている。ソニー GE は、aibo の研

9) 文部科学省、『教育の情報化加速化プラン（骨子）』、https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/_icsFiles/afieldfile/2016/05/19/1370862_01.pdf（2020年1月7日検索）参照

10) 拙稿、『情報教育における論理的思考力の育成—初等教育における方向性—』、中央学院大学商経論叢、第32巻1号、2017年、参照

11) ソニーの HP、商品情報・ストア > Feature > 特集記事 > 教育に次の革新を『KOOV』の“楽しさ”が学習を変える、<https://www.sony.jp/feature/products/170202/>（2020年1月11日検索）より引用・編集

12) 同上 HP より引用・編集

究開発をする上で、ロボティクスとして人間を物理的に支援する能力とは何かということの研究し始めた。初期の AIBO は、「とにかく役に立たなくていい」ということで、人を楽しませるためのロボットが作られた。元々の AIBO は、行動がすべてプログラムされ、分岐のバリエーションを増やせば飽きられないだろうということで設計されていた。しかし、環境に合わせて自分の行動を変えられるように知能の部分を変え、発達していくロボティクスが必要になると判断し、すでに2004年から、時系列を使った学習や階層構造をもったニューラルネットワークなど、ディープラーニング研究に取り組み始めている¹³⁾。

2018年、ソニー GE はディープラーニングのフレームワークをオープンソース化したり、開発環境を無償で配ったりすることから社外の具体的なニーズを把握し、研究を加速させている。そして、世の中に多数存在する技術を組み合わせる一つのソリューションにするために、使いやすい技術を的確に提供することを同社の大事な役割に位置付けている¹⁴⁾。これは、先に述べた「世界算数」の教科横断型の取り組みに共通する理念である。同時に、児童・生徒向けプログラミング教育における目標である、情報の科学的理解と問題解決のための論理的思考力の育成とも共通した考え方である。

その考えを具現化すべく、教育事業を行う株式会社 Z 会とソニー GE の協業によってプログラミング的思考の育成を目指した体験型プログラミング教材が開発されている¹⁵⁾。次にその特徴を述べる。

まずこの教材は、スマートフォンやタブレット、パソコン操作による、小学生コース1～6年生の身近なものを題材にしたデジタル学習の中で、プログラミングのエッセンスに触れている。論理的に考えたり、試行錯誤したりするうちに、与えられた課題を解決し、プログラミング的思考を伸ばす土台作りを目指している。

その学習のラーニングアウトカムズとしては次のような能力があげられている。

【1・2年生】：ものごとを順序立てて理解し、表や図を用いて整理することができる。

条件分岐、繰り返し処理を用いた表現ができる。

【3・4年生】：必要な情報を表や図、文章から正確に取り取り、フローチャートなどを用いて整理することができる。

関数や変数をプログラムに取り入れることができる。

【5・6年生】：実生活の中でコンピュータが活用されていることを理解する。

関数や変数、条件分岐を適切に用いてプログラムを設計し、問題を解決することができる。

これらを総括すると、「答えが1つでないもの」、「常に状況が変わるもの」に対し、トライ & エラーを繰り返しながら解決法を発見していくことで身につく「論理的思考力」、「問題解決力」、「創造力」の3つになる¹⁶⁾。

文部科学省小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議は、「小学校におけるプログラミング教育が目指すのは、子供たちがコンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験しながら、身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと、各教科等で育まれる思考力を基盤としながら基礎的な『プログラミング的思考』を身に付けること、コンピュータの働きを自分の生活に生かそうとする態度を身に付けることである。」と述べている¹⁷⁾。

このように Z 会とソニー GE の協業による教材が、文部科学省の目指すプログラミング志向の育成に寄与することは決して偶発的ではない。なぜなら、文部科学省同報告書には同時に、「地域の特性等に応じて、研究開発

13) ソニーの HP、トップ>ソニーについて> Technology > Stories > 『AI×ロボティクスにおけるソニーらしさとは?』、<https://www.sony.co.jp/SonyInfo/technology/stories/aixrobotics/> (2020年1月6日検索)より引用・編集

14) 同上サイトより引用・編集

15) Z 会の HP > Z 会の通信教育 小学生 > Z 会で学べる! プログラミング教育 > 『プログラミング学習 Z-pro』、<https://www.zkai.co.jp/el/programming/zpro/>、(2020年1月6日検索)より引用・編集

16) 同上サイト、参照

17) 文部科学省小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議、「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」、平成28年6月16日、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm、(平成29年7月2日検索)より引用・編集

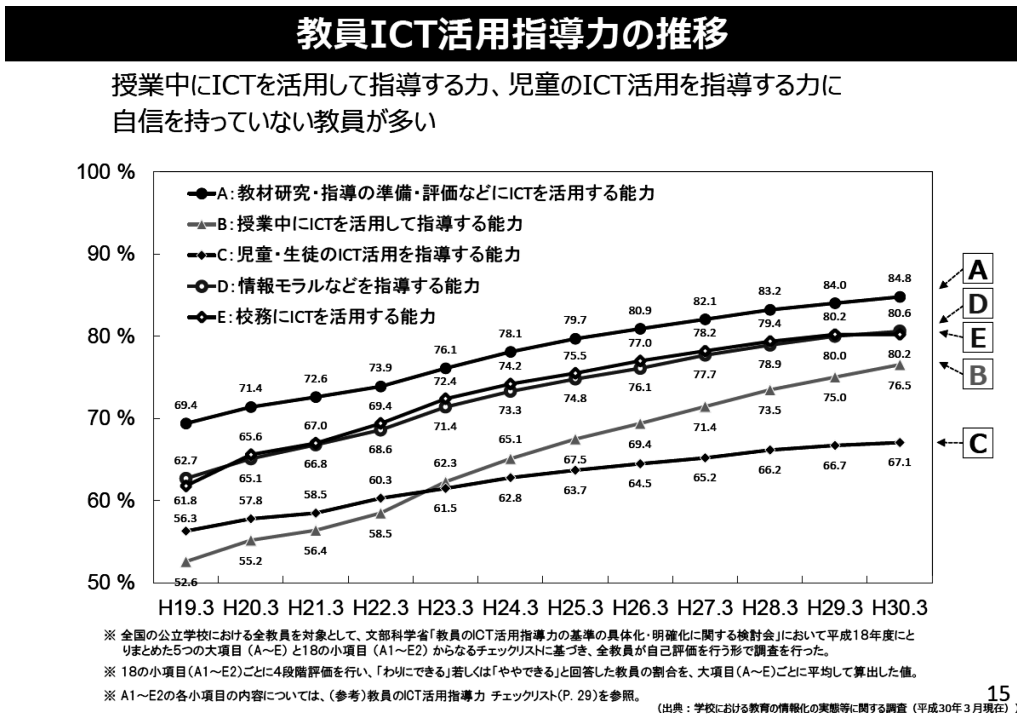
学校や調査研究校、民間企業やNPOによる各種事業の実施校等におけるプログラミング教育を重点的に進めていく取組みも、併せて推進し、その成果を広く普及していくことが求められる。」と記載されているからである。

小学校におけるプログラミング教育の必修化は、これまでに述べたような論理的思考力を中心としたプログラミング的思考の育成という方向性に沿ったものであることは、言うまでもない。しかし、2020年段階においてタブレット端末等のハードウェアの整備が進んだとしても、教材の整備ならびに指導者の育成については必ずしも十分な準備がなされているとは言えない。図表2に示すように、2019年においてICT活用を指導可能な教員の割合は70%に満たない。すなわち、「授業中にICTを活用して指導する力、児童のICT活用を指導する力に自信を持っていない教員が多い」、との報告が文部科学省よりなされている¹⁸⁾。

Z会とソニー GE の協業による教材はLEGO ブロックを用い、ロボットを組み立て、課題解決のための必要な動きをプログラミングで実現し、子供の課題解決力を

自然に伸ばそうとするものである。このような民間主導の教材開発並びに講座の運営は、先述した公立学校の現状を鑑みれば、自ずと派生する潮流であることは明らかである。無論、多年に渡る導入実績がなく教育効果の科学的根拠に乏しい点、第三者機関による監視・監査制度が確立していない点、各家庭に経済的・時間的・精神的負担を強いる点、地域性等による受講機会の不均衡な点などの課題を挙げることができよう。

このKOOVに用いられているプログラミング言語を用いてaiboの動作プログラミングをすることもできる。例えば、歩く、首を動かすなどのシンプルな動作をしたり、近くの人や物を認識して行動を変えたりするなど、さまざまなことができる。しかし、エッジデバイスの限界、例えば温度上昇の問題が稀に発生する。一例としては、単位時間あたりのブロック実行の回数が多すぎると、APIコールが制限されエラーとなる。aiboの温度が一定以上に上昇すると、aiboがスリープ状態になることがあり、その場合は制限が解除されるまでしばらく待つ必要がある。特に図3のような「aiboのイベント」ブ



図表2 教員 ICT 活用指導力の推移

18) 初等中等教育局情報教育・外国語教育課長 高谷浩樹、『教育の情報化の現状と今後の方向性』、2020年、www.soumu.go.jp/main_content/000605717.pdf 〈2020年1月7日検索〉参照



図3 「aibo のイベント」ブロック

ロックを使用すると常に API 通信が発生する場合があります。特定の動作以外でも、aibo が一度に多くの人物の顔を覚えようとしたり、大勢の話し声に反応しようとしたりすると温度上昇をきたす場合があります¹⁹⁾。

自律型ペットロボットとしての aibo には、元来、各種センサーによる周囲の情報収集から自律的にふるまいを呼び出し、得られた追加情報を組み合わせて深層学習用のデータとする設定がなされている。また、先に述べたとおり、クラウド AI による学習システムが並行して機能している。したがって意図的な制御や遠隔操作は基本的には馴染まない。そのため、ビジュアルプログラミングにおいては、「指示待ち中になる」ブロックを使って aibo を指示待ち中（自律性制御状態）にさせることが推奨されている²⁰⁾。

このブロックを起動すると、プログラムによる動きを確認しやすくなる。また、ビジュアルプログラミングを終了するときは、aibo が指示待ち中のままになってしまわないように「指示待ち中から復帰する」ブロックを使って自由に動けるようにしなければならない。これらの制約を考慮すると、ビジュアルプログラミングの対象としては aibo よりも組み立てた LEGO ブロックで構成

された簡易ロボットが適しているものと考えられる。ただし、aibo のファンサイトを見ると、オリジナルのふるまいをプログラミングするユーザーの投稿も増加している。これはビジュアルプログラミングの、いわゆる「敷居の低さ」を示すものであることが理解されよう。

ソニー CSL は LEGO ブロックにマイクロチップや発光ダイオードを内蔵してパソコン等で操作できる "Toy Alive" というブロックを開発している。透明なブロックとマイクロコントローラがセットになっていて、さまざまな玩具を組み立てることができる。また、コンパニオン・アプリでプログラムすれば、作成した玩具を動かすことも可能で簡単なプログラミングを学べる²¹⁾。

上記のように簡単で学習もしやすいというメリットがある一方、もちろんデメリットもある。一般的には次の3点が指摘されている。

その第1点目は、プログラムの修正に時間がかかることである。プログラムの修正を行う際に、一般的なプログラミングであればコードを書き換えるだけで済む。しかしビジュアルプログラミングの場合は、最初から組み直さなければならない場合も多く、修正に時間がかかる。

19) ソニーの HP、Q&A 検索〈文書番号：00227779、<https://knowledge.support.sony.jp/electronics/support/smart-sports-devices-entertainment-robots/articles/con/00204074> 〈2020年1月9日検索〉参照

20) ソニーの Web ページ、『aibo ビジュアルプログラミング』、https://aibo.sony.jp/fan/visual_programming/ 〈2020年1月11日検索〉参照

21) テクノロジーメディア「WIRED」、『ソニー研究所、双方向 LEGO ブロックを開発中』、2013年、https://wired.jp/2013/06/04/sony-lego-team-up-to-create-programmable-interactive-lego-bricks/?utm_source%3Dfeed%26utm_medium%3D、〈2020年1月11日検索〉参照

第2点目はコードを検索しづらいことである。一般的なプログラミングはキーボードで英数字や記号を書いていくので、テキストベースになっている。そのため特定の文字列を検索する際に非常に簡単に行える。しかし、絵や図形で構成されているビジュアルプログラミングは検索が非常にやりづらく、見つけたいものをすぐに探せない。

第3点目は通常のプログラミングとの互換性がないことである。ビジュアルプログラミングは、視覚的・直感的である分、通常のプログラミングへの学習の切り替えが難しく、性能面・学習面ともに互換性に乏しい²²⁾。

しかしながら、ビジュアルプログラミングがコーディングへの導入教育としては民間企業の教育分野における戦略上、最適であると言えよう。なぜなら、文科省の方針を見極めた情報教育の潮流に沿った戦略となっている。また、教材や指導者等の教育環境に問題を抱える公教育の隙間を埋める役割を担う教育プロセスを提供しているからである。

4. おわりに

2017年に再登場した aibo は、「ソニーで唯一、自律的に人に近づき、人に寄り添うプロダクト」とされている。そして同社は、「物理的な距離だけではなく心の距離も人と最も近い存在」としての商品を目指した。購入者のプロフィールは、およそ30代から70代で、40代（23%）、50代（28%）、60代（22%）とほぼ均等に分かれている。購入者の73%は男性である。一方、イベントに来るのは75%が女性である²³⁾。

ビジュアルプログラミングのサイトに掲載されたFAQやファンサイトの投稿を参照したところ、女性ユ

ーザーが積極的に aibo のオリジナルなふるまいの開発に挑んでいる実態を把握することができた。これまで明らかにプログラミングに無縁であった人も興味を持ち始めており、踏み込んだやり取りをしている²⁴⁾。そこで本論文では、この aibo ビジュアルプログラミングはソニー株式会社の情報教育戦略において、いかなる位置づけがなされているのかという点を端緒に考察を進めてきた。

すると、次のようなソニーの企業戦略が明らかとなった。すなわち、2018年の aibo ビジュアルプログラミング公開以前の、2013年からソニー CSL は LEGO と提携し、マイクロチップや LED を内蔵し、パソコン等で操作できる LEGO ブロックの開発を進めている。まさにその2013年6月に発表された、政府の成長戦略の中に「プログラミング教育」について明記されている。この中には、「義務教育段階からのプログラミング教育等の IT 教育を推進する」という内容が盛り込まれている²⁵⁾。

したがって、aibo ビジュアルプログラミングの公開は、これらの情報教育にまつわる企業戦略の延長線上に位置していたことが明らかとなった。換言するならば、ソニーは我が国の教育行政の方向性に忠実に、学習教材や教育環境を整備してきたと言えよう。2019年からソニー GE と Z 会の協業により、プログラミング的思考の育成を目指した体験型のデジタル教材を用いた小学生向け講座が開講された。これは論理的に表現する力や、問題を発見し解決する力、創造的に考える力を養い、プログラミング学習への興味を引き出すことを主たる目的としている。したがって、ロボティクスにおけるソニーの情報教育戦略は、LEGO ブロック及びビジュアルプログラミングを中軸に据えて今後も展開されていくものと考えられる。

22) 侍エンジニア塾、『ビジュアルプログラミングとは？言語の種類・ソフト・メリットを解説』、<https://www.sejuku.net/blog/100711>、〈2020年1月11日検索〉より引用・編集

23) 森山和道、前掲レポート『aibo 復活の経緯と現状、これから ソニー川西泉氏がロボティクスへの取組みについて』より引用・編集

24) aibo ファングループ on Facebook、https://www.facebook.com/profile.php?id=260048094725670&ref=br_rs 〈2020年1月11日検索〉サイト内を検索した結果、オリジナルのふるまいを開発した人の約7割が女性で、ほとんどがプログラミング初心者であった。

25) 内閣府、『成長戦略（素案）』、産業競争力会議、2013年6月、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai11/siryoul-1.pdf> 〈2020年1月11日検索〉p.48参照