

提言122（公募）：平成時代2

－ICT・IoT・AI・ロボット等の急速な進歩と教育の在り方－

はじめに

昭和時代と平成時代の決定的な違いの一つは、インターネットの有無である。インターネットは、我が国と世界を結ぶ、「第3太平洋横断ケーブル」の開通によって、飛躍的に進展した。また、世界のグローバル化を加速して、ネット社会を出現させた。

日本で初めてのインターネットサービスプロバイダ（ISP）がサービスを開始したのは、1992（平成4）年であり、マスコミ各紙の記事に「インターネット」という用語が見られるようになったのは、1993（平成5）年頃からである。

コンピュータやインターネットに関する情報技術のIT（ICT）、様々なモノがネットにつながるIoT、データ処理を担うAI、作業効率の高いロボットの普及など、テクノロジーの目覚ましい発達が経済活動や生活を一変させつつある。

SNSを使えば、誰もが世界中に情報の発信ができるようになった。人類史上なかった「ネット社会」が平成時代に生まれたからである。

昨年、相次いで発売されたスマートスピーカーは、声でネットに接続し、あらゆる家電につなげることが可能となった。

このように、平成30年間は、高度経済成長が終わり、テクノロジーが中核となり、モノから情報通信に切り替わった時代であったと言える。

本稿では、平成時代における「ICT・IoT・AI・ロボット等の急速な進歩」の状況とそれらが社会や学校教育に及ぼした影響等について記述するとともに、それらについての見解を述べたい。

1. 第3太平洋横断ケーブルの開通

インターネットが広げた世界は、計り知れないものがある。そのインターネットを支えているのが、世界中に張り巡らされた海底ケーブルである。

世界初の海底ケーブルの歴史は、1850年のドーバー海峡に敷設された海底電信線にさかのぼる。以来139年を経て1989年、太平洋初の光海底ケーブル、「第3太平洋横断光ケーブル（TPC-3）」が開通した。160年以上にわたる海底ケーブルの歴史は、技術革新の連続だった。

一方、1970年代の後半、人工衛星による通信が民間で利用されるようになった。1960年代半ばから1992年まで毎年120機以上の人工衛星が打ち上げられ、人工衛星による通信が主流となった。しかし、第3太平洋横断光海底ケーブル（TPC-3）の開通後、再び光海底ケーブルが主流となった。

信号が流れる髪の毛ほどの細さの光ファイバーは、主に石英でできているため折れやすい。また、光海底ケーブルは中継器に電力を供給しながら、塩害や腐食、浅海での漁労・漁具による破損、そして日本海溝の最深部では約1トンにもなる水圧などの課題をクリアし、電話3780回線を実現した。

2. 教育の情報化

インターネットは、社会全体、私達のライフスタイルなどに大きな変化をもたらした。ITは「Information Technology」の略称で、「情報技術」と訳される。最近は「IT」に代わって「ICT」が用いられるようになった。

2018（平成30）年2月、文部科学省（以下「文科省」という）は、今後の学校教育（初等中等教育段階）の情報化に関する総合的な推進方策について検討を行う「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会」を開催し、中間のまとめを公表した。

この推進方策に基づいて、学校においては現在、授業でのICT活用の取組が行われている。また、新学習指導要領改訂において情報教育の充実やアクティブ・ラーニングへのICT活用の環境整備が進められている。

(1) 時代はITからICTへと変化

ICTは、「Information and Communication Technology」の略称で、「情報伝達技術」と訳される。ITとほぼ同義であるが、ICTは情報・知識の共有に焦点を当てており、「人と人」「人とモノ」の情報伝達といった「コミュニケーション」がより強調されている。

従来から日本では「IT」を使ってきたが、国際的には「ICT」を用いるのが一般的であった。最近では日本でも省庁を中心にICTが用いられるようになった。

総務省は、世界最先端の「IT国家」を目指すための「e-Japan戦略」（注1）を2001（平成13）年に策定していたが、2004（平成16）年に「u-Japan構想」（注2）へ変更した。それに伴い、情報技術分野における指針「IT政策大綱」を「ICT政策大綱」に改称することになった。

(2) ICTを活用した教育の推進

「ICTを活用した教育の推進」においては、既に2014（平成26）年8月29日、文科省は、「ICTを活用した教育の推進に関する懇談会報告（中間のまとめ）」を公表した。そして、2017（平成29）年度までに取り組む基本施策をまとめた「第2期教育振興基本計画」（平成25年6月閣議決定）においても、ICTを活用した教育の推進が掲げられた。

ICTを活用した教育の普及を図る上での課題として、「ICT教育環境・教科等に応じた指導モデルの開発」「すべての教員がICTを効果的に活用した授業を実践できるようにするための取組」「デジタル教材の充実」などが挙げられている。

我が国の未来を担う児童生徒には、発達段階に応じて、ICTに適切に関わりながら情報活用能力を育成することが必要であり、学校教育においては各教科等の学習を通してその育成を図ることが重要である。

また、ICTの特長を生かし教育の質の向上を図っていかなければならない。ICTの特徴として、次のことが挙げられる。

- ① 時間や空間を問わずに、音声・画像・データ等を蓄積・送受信できるという、時間的・空間的制約を超えること。
- ② 距離に関わりなく相互に情報の発信・受信のやりとりができるという、双方向性を有すること。
- ③ 多様で大量の情報を収集・編集・共有・分析・表示することなどができ、カスタマイズ（使用者の必要に応じて設定を変更すること）が容易であること。などである。

新学習指導要領では、小学校から情報活用能力の内容にプログラミング教育（算数や理科、総合的な学習の時間などを活用）が新設された。中学校におけるプログラミング学習の内容は倍増し、高等学校では、理科と数学にまたがる選択科目「理数探究」を新設するとともに、情報は従来の2科目選択を共通必修の「情報I」に改め、全員にプログラミングやネットワーク、データベースの仕組みを学ぶことに改訂された。

東京都渋谷区では2017年9月から区立小中学校26校の全児童生徒及び教員一人一人にタブレット端末一台を貸与し、持ち帰り学習も視野に入れた取組を始めるなど、ICT教育の推進を図っている。

教科におけるコンピュータ等を活用した学習活動の充実が求められている。特に、プログラミング的思考（コンピュータやプログラミングの概念に基づいた問題解決型の思考）の育成を図ることが重要とされている。

一方、国をはじめ民間企業も少しずつではあるが、ICTを活用した教育関連デバイス（注3）やサービスも登場し始めている。こうした取組により、教育情報化最低レベルだった我が国もICTにより「教育」そのものが大きく変革しようとしている。

(3) 教員のICT活用指導力の向上

教員がICTを活用して学ぶ場面を効果的に授業に取り入れることにより、児童生徒が学習に対する意欲や興味・関心を高め、「わかる授業」を実現することが求められている。

教員のICT活用指導力の向上は、政府の「e-Japan戦略」が示しているように、重要な課題として位置

付けられている。「全ての教員がコンピュータ等を使って指導できるようにする」ための様々な取り組みを教育委員会等が研修を企画・実施することが必要である。

学校におけるICT環境の一層の整備を進めるとともに、ICTを活用した学力向上等のための効果的な授業や、学ぶ意欲をもった児童生徒がICTを活用して効果的に学習するための授業研究を計画的に推進していくことが重要である。その際、ICT教育に精通した講師を招く等研修の充実を図るなどの工夫も必要である。

また、授業におけるICT活用の授業における指導だけでなく、情報モラルの指導や、校務にICTを活用できることを研修内容に位置付けることも重要である。

「教員のICT活用指導力」が、これからの教育の情報化の時代において、すべての教員に求められる基本的な資質能力であることを、教員一人一人がしっかりと認識することが必要である。

3. すべてのモノがインターネットにつながる世界

スマートフォンやSNSなどが普及し、インターネットとの関わりが深くなってきた。パソコン以外にスマートフォンなどの様々な端末を使って、スムーズにインターネットにつながり、外出先でも快適にネットを楽しめるようになってきたからである。

すべてのモノがインターネットにつながるICT（「Internet of Things」）も急速に広がり始めている。

今後10年間にICTが爆発的に増えると予測されている。2020年には300億個、2025年には500億個以上のモノがインターネットに接続されるというのが総務省の見解である。

インターネットを使えば、なんでもできるインターネットの時代になることを、全教員の共通認識として深めていかなければならない。

一方、近年、インターネットによる犯罪被害や、生活リズムの乱れなどが大きな問題となっている。情報社会の便利な側面のみならず、影の部分やその対処法などについて、児童生徒自身や保護者などが正しく認識し、適切に行動していくことがますます重要となっていることを忘れてはならない。

（1）モノのインターネット

ICTは、パソコンやサーバーなどのICT関連機器が接続されていたインターネットに、それ以外の多種多様なモノを接続する技術である。

従来のインターネットは、人と人、あるいは人とモノを結びつけるものであり、利用者が主体的に操作することによって、情報のやりとりを行ってきた。

一方、ICTのコンセプトは、モノ自体が自律的に情報を発信し、相互に情報交換し制御しあうということである。

モノにセンサーと通信モジュールが搭載され、モノ同士がスマートフォン等と連携する形が一つの基本形となっている。教員は、あらゆるモノがインターネットに接続される時代が直ぐ目の前に来ていることをしっかり認識し、その上に立った教育活動を推進していくことが重要である。

（2）IoTによる教育の変化

我が国の教育水準は世界の中でトップクラスにある。しかし、学校教育の情報化は停滞し、OECD加盟35か国の中で、ICT等の「教育情報化」レベルは最低レベルと言われ、相対的な位置付けは世界的にみても深刻な遅滞となっている。I

一方、国をはじめ民間企業も少しずつではあるが、IoTを活用した教育関連デバイス（注3）やサービスも登場し始めている。こうした取組により、教育情報化最低レベルだった我が国もIoTにより「教育」そのものが大きく変革しようとしている。

4. 様々な分野で人工知能の利用が拡大

グローバル化の進展とともに、様々な分野でAI（Artificial Intelligence）の利用が広がってきた。児童生徒が成人して社会で活躍する頃には、少子超高齢社会による生産年齢人口の減少やグローバル化の進展、AIの進化など、絶え間ない技術革新により、社会構造や雇用環境は大きく変化し、児童生徒が就く

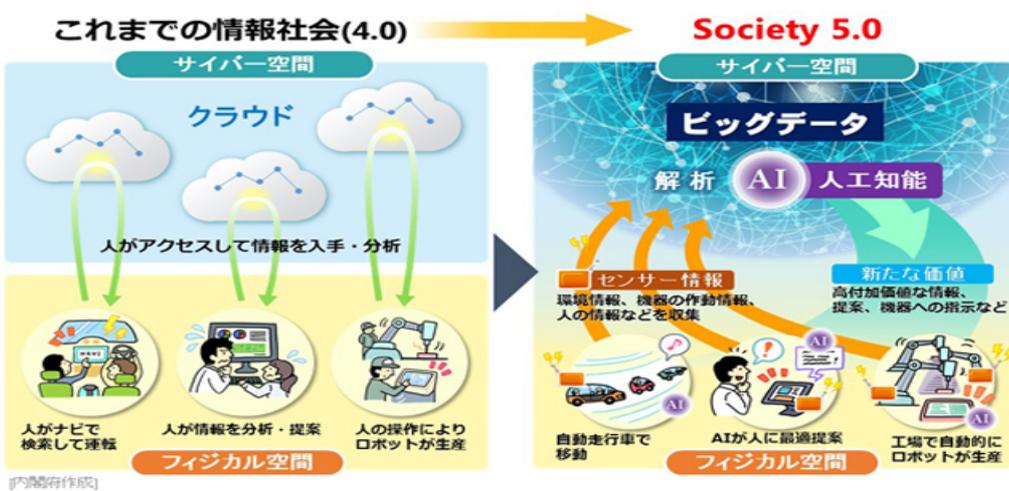
職業は、現在とは様変わりすると考えられる。

1950（昭和25）年代から、AIに人間の仕事や活動の代替させることはではきないか試みられてきた。それ以降67年を経た2017（平成29）年代末期の今「第3次AIブーム」となっている。AIが囲碁や将棋、チェスや囲碁世界で、勝利したり、チェスや囲碁といったルールの決められたゲームの世界では、AIがチャンピオンとなったりしたが、翻訳、作曲や記事の執筆なども実用化されている。

このようなAIの発展によって、企業がAIへの代替を考えている業務は、「会計・財務・税務や書類作成などの定型的な仕事である。最近ではメガバンクがAIの導入によって、業務効率化と人員削減に活用しようとしている。医療診断、自動車運転、工場作業など、いろいろな分野でAIが活躍し始めている。

（1）Society4.0からSociety 5.0へ

▼ 図表 Society4.0からSociety 5.0（出典：内閣府）



左図の Society4.0から Society 5.0への変化から分かるように、これまでの情報社会 Society4.0) では知識や情報が共有されず、分野横断的な連携が不十分であった。人が行う能力に限界があるため、大量の情報から必要な情報を見つけて分析する作業が負担であり、年

齢や障害などによる労働や行動範囲に制約があったからである。また、少子高齢化や地方の過疎化などの課題に対して様々な制約があり、十分に対応することが困難であったことも挙げられる。

一方、Society5.0で実現する社会は、IoTで全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことにより、課題や困難を克服することができるようになった。また、AIにより、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題を克服することも可能になる。社会の変革（イノベーション）を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望のもてる社会、世代を超えて互いに尊重し合える社会、一人一人が快適で活躍できる社会の実現を目指していかなければならない。

2016（平成28）年1月、IoTやAI、クラウド（注4）、ドローン、自動走行車・無人ロボットなどの活用推進が閣議決定された。

これら最新テクノロジーの活用により、最終的には少子高齢化・地域格差・貧富の差などの課題が解決された時にはじめて、一人一人が快適に暮らせる社会の実現が可能となる。これが「Society5.0」である。

インターネットは、その上で多様なサービスやコミュニティなどが形成され、サイバー空間（仮想空間）となる。このようなサイバー空間のもつ重要性や価値の認識が高まっていく中で、近年、サイバー空間の在り方に関して様々な国際機関や国際会合で議論が繰り返されている。

また、サイバー空間とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決が両立する人間中心の社会（Society）を創造していかなければならないと考える。

（2）AIが短編小説を書く

2013（平成25）年、日本経済新聞社が主催する理系的な発想に基づいたショートショート、および短編小説を対象とした公募文学賞（「星新一賞」）を公募した。そして、2018（平成30）年1月5日、読売

新聞は「AIは星新一、ユーミン超えるか（論点スペシャル）」の見出しで、「2016年春、AIが短編小説を書き、大きな話題になった。」と報じた。そして、「国内の文学賞“星新一賞”の1次審査を通過したこと」を明らかにした。

AIはそのままでは文章を書くことはできない。人間がソフトウェアで指示を出し、データも与えなくてはならないが、AIの進歩には驚嘆の念をもたざるを得ない。

しかし、AIにも限界はあると考える。小説には囲碁や将棋のように勝ち負けや、明確な評価基準はない。したがって、作品の良し悪しの評価は、人間個々の判断そのものに大きく影響されると考えるからである。

（3）ロボットは東大に入学できるか

AIによって東大合格を目指す「東ロボ」は、2016年度の大学入試センター試験の模擬試験で偏差値57を記録し、全国の500以上の大学で合格の可能性が80%以上と判定された。計算力や記憶力が問われる数学、歴史では高い能力を発揮したが、読解力が必要となる国語、英語は平均点前後だった。

PISA 2015は72か国・地域の15歳生徒計54万人を対象に実施された。日本は198校、6000人の高校1年生が参加した。日本は数学的リテラシーが5位、科学的リテラシーが2位に順位を上げ好成績だった。しかし、読解力は8位に下がった。

我が国の生徒もロボットと同じように読解力に弱い点に共通点があることに不思議さを感じるが、今後ロボットの読解力も向上していくに違いないと考える。

読解力は、文章や資料などから情報を把握し、その内容を理解するだけに終わってはならない。必要な情報を把握した上に、感性を働かせ新たな創造につなげていくこと、つまり、新たな知の創造や価値観を創り出すことが必要なのである。このことは、現在AIには難しいことである。人間には何ができるか、AIには何をゆだねるかを明確にして、いくことが必要と考える。

（4）AIで個別指導

読売新聞（2018年8月21日付）は、「教育AIで個別指導」の見出しで、「文科省は来年度からAIなどの最先端技術を教育に生かす“EdTech：エドテック（注5）」の実証実験に生かす」と報じた。

AIの活用によって、児童生徒がどんな問題につまずくかといったデータをAIで解析し、一人一人に合った指導法をつなげていくことは、非常に重要である。また、児童生徒の解答やテストの結果を集めビッグデータを教員が活用することによって、それぞれにふさわしい指導法を探ることもできると考える。

AIを活用した教育の普及やSTEM教育（科学・技術・工学・数学領域に重点をおいた教育）の推進により、教師の児童生徒への指導も質的に変革していかなければならない。

（5）人間が担う高度な判断

前述したように、AIは過去のデータや統計に基づいて、最適な解答を導き出すことはできても、高度な判断や読解力は難しいと考える。対人的なコミュニケーション能力や高度な判断や相手を思いやる心は人間でなければできないからである。今後、単純な作業の大半をはじめ、高度な作業もAIで可能になるであろう。

変化が速く先の見えないポスト平成時代において、課題に直面した時、過去の模範解答はもはや当てにはならない。したがって、先を見通して自ら行動し、様々の人々と議論して考え、現在の状況から課題を見つけて探究する学びを深める、いわゆる「アクティブ・ラーニング」を推進していくことが最も重要かつ必要である。その時点で課題の解決に必要な事項を個々、あるいは協働によって創り出さなければならない。したがって、人間にしかできないことは何かを、常に問い直し、最善の方策を創り上げることが必要である。

ポスト平成時代にGoogle、Apple、Amazon、トヨタ、パナソニックなど、世界中の企業が挑んでいるAI、その中で我が国は生き残れるのかが問われている。

次代を担う児童生徒の育成には、新学習指導要領で示された三つの資質・能力を育成することが重要であると考えられる。

① 生きて働く「知識・技能」習得

個人が果たす役割や責任等について、情報の科学的な確かな理解に基づき情報技術を身に付けること。

② 未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力」

様々な事象を情報とその結び付きの視点から捉え、複数の情報を結び付けて新たな意味を見いだす力や問題の発見・解決に向けて情報技術を適切かつ効果的、創造的に活用する力を身に付けること。

③ 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

これら三つを柱とした資質・能力は、教員が主導して進めると、児童生徒の主体性が置き去りにされることも生じかねない。そのため、文科省と経済協力開発機構（OECD）東京大学や各地の研究者、行政機関が連携し、指導方法を模索している。

（6）教員のICT活用指導力の向上

インターネットの進展により、児童生徒の多くは、教員と同じ知識を得ることができるようになった。したがって、教員の主たる仕事は、児童生徒への知識の伝達ではなく、児童生徒への良いコーチ、良い相談相手、良い評価者、学習環境の良い設計者でなければならない。そして、教材を媒介とした児童生徒と教員による創造活動としての授業のデザインをすることを重視していくことが重要である。また、「わかる授業」の実現や情報モラルの育成のためには、教員がICT活用指導力の向上の必要性を理解し、校内研修等を積極的に活用して自ら研修を進めるとともに、教育委員会・教育センター等の研修会にも主体的に参加できるようにしていきたい。

（7）ITを活用して効果的に学習できる環境の整備

教員のICT活用指導力の向上は、政府の「e-Japan戦略」の重要な政策課題として位置付けられ、「全ての教員がコンピュータ等を使って指導できるようにする」ための様々な取組みを実施してきた。

また、「IT新改革戦略」2006（平成18年）1月IT戦略本部決定では、学校におけるICT環境の一層の整備を進めるとともに、「ITを活用した学力向上等のための効果的な授業や、学ぶ意欲をもった児童生徒がITを活用して効果的に学習できる環境の実現」等のため「全ての教員のICT活用能力を向上させる」ことを目標としてきた。

また、授業におけるICT活用の指導だけでなく情報モラルの指導ができることや、校務にICTを活用できることも含まれている。このことは、「教員のICT活用指導力」が、これからの教育の情報化の時代において、全ての教員に求められる基本的な資質能力である。

5. ロボットの驚異的な進歩

ロボット（robot）は、人の代わりに何等かの作業を自律的に行う装置、もしくは機械のことである。ロボットには産業用ロボット、軍事用ロボット、掃除用ロボット、搾乳ロボットなどがある。

2014（平成26）年4月24日、18年ぶりの国賓として来日した米国のバラク・オバマ大統領は、日本科学未来館を訪問して、ホンダの二足歩行型ロボットASIMOから歓迎の挨拶を受けた。ASIMOは愛嬌たっぷりに英語で挨拶し、走ったり跳んだり、ボールを蹴ってみせた。その当時、我が国は自他ともに認める「ロボット大国」だったからである。

しかし、福島原発事故で海外のロボットが活躍する反面、「ロボット大国」を自任していた我が国のロボットは使えなかった。欧米では原発災害現場などでロボットが不可欠であるとして長年、実践的な研究を進めてきたからである。

欧米の各種ロボットはアフガニスタン、イラクなど世界の紛争地域で地雷、爆弾処理、米同時多発テロなどの人命救助などで活躍した。世界に3000台以上投入されている。作業員の訓練も含めて経験は極めて豊かである。我が国は、現在はもはや「ロボット大国日本」という荣誉あるタイトルは、返上せざるをえない状況にある。

（1）我が国のロボット

我が国のロボット技術の優れている点は、ハードウェアやメカトロニクス（機械工学、電気工学、電

子工学、情報工学の知識・技術の融合) など、技術分野である。研究資金もその方面に集中的に投入されてきた。しかし、最近のロボットの進化はソフトウェアやセンサー技術、処理技術、AIなどであり、高度なロボットは人間のように推論の可能性を求めて研究が進められている。このような技術分野は欧米を中心に進化を遂げてきているが、我が国は全般にハード重視でソフトを軽視してきた経緯もあり、明らかに遅れをとっていると言わざるをえない。

(2) 人間型ロボット (ASIMOやPepper)

学校教育においては、センター試験の改革、全国に200校以上の指定校があるスーパーサイエンスハイスクール (SSH)、国際科学技術コンテスト、科学の甲子園、グローバルサイエンスキャンパス (GSC)、次世代科学者育成プログラムなど、中高生の科学研究実践活動推進プログラムなどの取組が加速化している。また、民間企業によるSTEM教育を軸にしたプログラミング教育・ロボット工作教室など様々な企業がその取り組み学校教育を応援している。

「新型ASIMO」は、周囲の人の動きに合わせて自ら行動する「判断」能力を備えたことによって、これまでの「自動機械」から「自律機械」へと進化した。

ASIMOの開発研究を進めている本田技術研究所は、人間の視覚や聴覚、触覚などに相当する各種のセンサー入力情報を総合的に判断し、周囲の状況推定や、ロボットの対応行動を決定する知能化の基盤技術となるシステムを新たに開発した。

ソフトバンクグループ株式会社が社会貢献活動として、人とロボットが共生するポスト平成時代の主役となる児童生徒に対して、プログラミング教育のためのプログラムを提供している。2020年の小学校におけるプログラミング教育必修化に向けた教育活動支援のための人型ロボット「Pepper」の貸し出しである。2017 (平成29) 年4月からスタートし、児童・生徒の論理的思考力や問題解決力、想像力などの育成に貢献している。

◆ 注釈

- 1 e-Japan戦略：日本国政府が掲げた、日本型IT社会の実現を目指す構想
- 2 u-Japan構想：総務省が実施するユビキタスネット (あらゆるところで利用可能なコンピュータネットワーク) 社会実現に向けた政策
- 3 デバイス：コンピュータに接続して使うあらゆるハードウェア
- 4 クラウド：ハードウェアを購入し、ソフトウェアをインストールしなくても利用できるサービス
- 5 EdTech (エドテック)：EducationとTechnologyを組合わせた造語で、最先端の科学技術を教育現場に活用する教育手法のことをいう。

◆ 参考引用文献

- 1 日本と世界をつなぐ「情報の生命線」海底ケーブル新時代 (TIME&SPACE December2012/January2013)
- 2 「平成28年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 (文科省 平成29年3月現在)
- 3 IT・ICT・IoTそれぞれの違いとは (次世代型コミュニケーションサービス)
- 4 平成26年度文部科学省白書 ICTの活用の推進 (文科省 平成26年)
- 5 第3回理系的発想力を問う文学賞－日経「星新一賞」公式ウェブサイト (日本経済新聞)
- 6 「AIは星新一、ユーミンを超えるか」 (読売新聞 2018“平成30”年1月5日付)
- 7 第5期科学技術基本計画「第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組」 (2016年1月に閣議決定)
- 8 教員のICT活用指導力の向上 (文科省)
- 9 原発事故から浮かび上がった「ロボット大国・日本」の弱点 (山本 行雄：(ジャーナリスト・前日刊工業新聞論説委員))
- 10 ASIMO後継 ホンダが開発へ (本田技術研究所)

11 Pepper 社会貢献プログラム（ソフトバンクグループ株式会社）

2018.09.12