



# AI 教育のフレームワークについての考察

—大学の文系学部を中心として—

矢 野 芳 人

**概要** AI に関する知識はその範囲が広く、求められる知識も個々人の職業や生活範囲によって違うため、教育法やカリキュラムも細分化されるのではないかと考えられる。そこで日本政府の施策を参考にし、AI に関わる人をいくつかのレイヤーに分け、それぞれで求められる知識を定義するなどしたフレームワークを作ることで今後の教育の指針となるものができるのではないかと考えた。そして文系学部の学生に対してはどの範囲の教育をすればよいのかを考察する。

**キーワード** 人工知能, 情報教育, AI 教育, AI 倫理教育

**原稿受理日** 2019年5月30日

**Abstract** Since the knowledge about AI is wide-ranging and the required knowledge also differs depending on the occupation and range of life of an individual, it is thought that the teaching method and curriculum may also be subdivided. Therefore, it is not possible to guide the future education by creating a framework that divides the people involved in AI into several layers, referring to the measures of the Japanese government, and defining the knowledge required in each layer. I thought. And I will consider what kind of education should be given to the students of the liberal arts department.

**Key words** Artificial Intelligence, information education, AI education, AI ethics education

## 1. はじめに

世間でバズワードとなる情報技術関連用語は様々あり、今現在では AI (人工知能), IoT, などの言葉があるが、これらのワードが正しく理解されていない事が少なくない。新聞やニュース, 様々な書物, あるいは SNS 等インターネット上の情報発信ツールにおいて, このような情報技術に関する情報が飛び交っているが, 中には AI がいずれ人間を支配するかのような, SF さながらの AI 脅威論のようなものもある。今後 AI は生活に密着した技術になるため, 不安や恐怖などの感情論だけで議論するのは愚の骨頂なので, 事実には則った教育をしてきちんと AI を理解させるべく, 政府も施策を出している。

教育課程は初等教育, 中等教育, 高等教育の3段階に大別されるが, その中で高等教育にあたる大学ではどのように教育すべきか。首相官邸の統合イノベーション戦略推進会議で発表された「AI 戦略2019<sup>(1)</sup>」ではリテラシー教育の一環として, 高等学校では2022年度から「情報 I」が必修化され, また大学入試の科目にも2024年度から「情報 I」が入るという入試改革も迫っており, 文理融合の流れの中で文系学部は AI 教育の内容をどうすればいいのかについて考察する。

## 2. AI 概観

### 2.1 AI の歴史

これまで AI ブームと呼ばれるものは3回あり, その経緯を見てみると現在取り沙汰されている技術の基礎的な理論は過去に提唱されており, 現在の技術は環境面などのバックアップが整ったことにより実現されたとも言え, 目新しいものではないという説もある。

第1次ブームは, 人工知能 (Artificial Intelligence) という言葉が初めて登場したダートマス会議が行われた1956年頃~1960年代である。この頃はロボットの行動計画やゲームなどの問題解決を推論や探索によってコンピュータにさせていたがこれは限定的な問題解決であり, 医療現場で病名や治療法の診断といった現実の問題を解決するのは無理だと判断された。またニューラルネットワークについての考え方もこの頃に提唱されたが, その限界についても示されたこともあり, このブームは下火となった。

第2次ブームは1980年代に再興し, 知識をコンピュータに取り込んで専門家の代わりに問題解決をするエキスパートシステムが開発された。しかし分野によっては知識が多すぎ

てルールが莫大になり、ルール同士が矛盾したり一貫性が保てなくなったりした。これは、我々人間が当たり前のように行っている「必要な知識だけを使う」ということがいかに難しいかということを示しており、人工知能における難問の1つであるフレーム問題とされている。もう1つの難問に記号接地問題があり、これも人間が当たり前のように行っている「言葉と意味を結び付ける」ということが人工知能に可能なのか、という問題であるが、その詳細は後述する。これらの問題の解決の糸口が見えず、このブームも1995年頃に下火となった。

そして2000年代後半から現在にかけては第3次ブームと言われ、機械学習やディープラーニングの手法が確立している。機械学習は大量の学習データに「特徴量」と呼ばれる特徴の組み合わせを人間が設計して推論モデルを生成し、未知のデータを読ませた時に確からしさを判断させる手法である。ディープラーニングは機械学習の具体的な手法の1つであり、脳の神経細胞(ニューロン)の動きをコンピュータ内で模したニューラルネットワークモデルが実現したこともあり、機械学習では人間が設計していた「特徴量」をもコンピュータが自動的に学習できるようになった。これらの技術が使われている分野は画像認識、検索、翻訳など多岐にわたり、さらなる技術開発のために IT 大手各社による投資が活発である。

## 2.2 AI の定義

前節のような経緯で研究が進められた AI だが、その定義については専門家間でも統一された意見がなく、日本国内の専門家が提唱する AI の定義は表1の通りである。概ね、「人工的につくった(つくられた)人間の知的活動を模倣するシステム」というニュアンスであると解釈できる。

その中で注目したいのは、浅田の「知能の定義が明確でないので、人工知能を明確に定義できない」である。確かに「知能」とは何かが解明されていれば、それを人工的に模倣したものが AI だという定義になる。従ってこの見解が、専門家によって AI の定義が様々であることを裏付けているようにも考えられる。

また、松尾は AI をその入力と出力の関係から表2のように4つのレベルに分けている。レベル1については AI と銘打った方が売り上げが良いため、本来なら制御工学やシステム工学の分野をそう言っているものであるという。確かに、1990年代は「ファジー機能搭載」と銘打たれた家電が量販店に並んでいたのを思い出すが、それと同じなのかもしれない。そしてレベル4のディープラーニングについては特に現在注目されており、その技術を実装した AI は何でもできるマルチプレイヤーのように錯覚している人も少なくない。

表1 専門家による人工知能の定義<sup>②</sup>

松尾 豊	人工的につくられた人間のような知能, ないしはそれをつくる技術
中島 秀之 武田 英明	人工的につくられた, 知能を持つ実体。あるいはそれをつくろうとすることによって知能自体を研究する分野である
西田 豊明	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
溝口理一郎	人工的につくった知的な振る舞いをするもの(システム)である
長尾 真	人間の頭脳活動を極限までシミュレートするシステムである
堀 浩一	人工的につくる新しい知能の世界である
松原 仁	究極には人間と区別がつかない人工的な知能のこと
池上 高志	自然にわれわれがペットや人に接触するような, 情動と冗談に満ちた相互作用を, 物理法則に関係なく, あるいは逆らって, 人工的につくり出せるシステムを, 人工知能と定義する。分析的にわかりたいのではなく, 会話したり付き合うことで談話的にわかりたいと思うようなシステム。それが人工知能だ
山口 高平	人の知的な振る舞いを模倣・支援・超越するための構成的システム
栗原 聡	工学的につくられる知能であるが, その知能のレベルは人を超えているものを想像している
山川 宏	計算機知能のうちで, 人間が直接・間接に設計する場合を人工知能と呼んでもよいのではないかと思う
浅田 稔	知能の定義が明確でないので, 人工知能を明確に定義できない

表2 AIのレベル<sup>②</sup>

レベル1 単純な制御プログラム	マーケティング的に「人工知能」「AI」と名乗っているだけで, 実際は「制御工学」や「システム工学」であるもの
レベル2 古典的な人工知能	入力と出力を関連付ける方法が洗練されており, 振る舞いのパターンがきわめて多彩なもの
レベル3 機械学習	パターン認識をベースに進展し, 最近の人工知能はこれを指すことが多い
レベル4 ディープラーニング	機械学習で使用する「特徴量」を自動的に学習する

### 2.3 シンギュラリティをめぐる議論

レイ・カーツワイルは, いずれ AI が自身を少しでも超えるものを自ら生み出すことができれば, その性能は指数関数的に飛躍して高性能なものが次々と自己発生し, 人間が理解できないようなすごいものができると言い, その転換期となるシンギュラリティ(技術特異点)は2045年に訪れると预言している。またこの流れが「G(遺伝学)とN(ナノテクノロジー)とR(ロボット工学)の革命が絡み合って進む<sup>③</sup>」ともしており, 実現すれ

ば人間はサイボーグ化し、宇宙全体に知能が飽和し天体の動きまで支配できると述べているが、これに対しては反論する意見も多々ある。

西垣は「機械とは人間によってその作動プログラムを規定された「他律系」であるが、生命体とはその作動プログラムを自ら作り出す「自律系」なのである<sup>(4)</sup>」としており、他律系は入力に対する出力は一定でありその仕組みはホワイトボックスであるが、自律系は入力に対する出力は一定ではなくその仕組みはブラックボックスであるとの主張だ。またプログラムの語源 (pro「前に」+gram「書く」) は「事前に書かれたもの」という意味であり、AI は既知の過去の時点において記述されたプログラムに基づいた「予測」はできても、未知の未来に向けた「目標立て」などは不可能であるとも述べている。

さらに西垣は「AI といっても所詮は機械であり、プログラムの指示に従って作動するのだから、これを秘密裏に制御することは技術的に不可能ではない<sup>(4)</sup>」と、AI の結果を信じ切る事の危険性を指摘している。

三宅は人間と AI の知能の仕組みの違いを指摘し、「人間は 1 を知って 10 を知ることができる。人工知能は 100 のデータから 1 つのことを抽出するので、知能の方向は逆になっていきます<sup>(6)</sup>」と述べている。人間は 1 つを知ればそれを多くのことに応用できるが、AI は、多くのことから 1 つの共通点や法則を見出すので、インプットとアウトプットが逆であるとの見解を示している。三宅の指摘については、方向が違うとはいえ両方とも知能であると言いうことができるかもしれないが、これも知能とは何かという定義が明確でないために結論は見出せない。

現在 AI は各業務の専用 AI として機能しているが、これらシンギュラリティをめぐる議論は人間と同等あるいはそれ以上の知能を持った汎用 AI として機能させることを目指している。しかしそれを実現させるには、先述のレイ・カーツワイルへの反論意見をはじめとする幾多の問題を解決する必要があると考えられている。

### 3. 政府の施策

AI の専門家の間では前章のような様々な議論が行われている中、AI 教育はどのような枠組みで考えるのが妥当なのだろうか。情報処理推進機構 (以下、IPA) は 2018 年に「デジタルトランスフォーメーションに向けたスキル変革の方向性<sup>(6)</sup>」を発表し、Society5.0 を実現するための土台としてデータサイエンス・AI を位置付けた事から、AI に関する知識は情報教育の時と同様に一般人にも必要な知識となるのは想像に難しくなく、その教育に対

する需要は高まっていくと考えられる。そこで日本国内での AI 教育に対する対応や施策を資料から考察する。

### 3.1 内閣府による検討

2017年3月に発表された内閣府の「人工知能と人間社会に関する懇談会」の報告書<sup>(7)</sup>で AI が利活用される6つの論点の1つである教育的論点において、人工知能を利活用するための個人の能力の育成、人にしかできない能力の育成、教育格差に対する政策、の3点を挙げている。「人工知能を利活用するための個人の能力の育成」では「人工知能技術の優位点と限界を把握し、協働・協調して創造的活動ができるような能力を身につけることが望まれる」とし、「人にしかできない能力の育成」では「人工知能技術の進展の速さに対して子供の教育には時間がかかることから、特に学校教育の検討は急務である。また、人工知能技術で代替可能としても、発達過程に必要な基本的教育内容とは何か、人に残すべき能力とは何かを検討することも必要である。」とあり、AI をきちんと理解した上で使える人材の育成を急いでいると考えられる。



図1 人工知能技術戦略実行計画（案）における AI 人材基盤の確保<sup>(8)</sup>

そして2018年6月に発表された「人工知能技術戦略会議」の人工知能技術戦略実行計画（案）<sup>⑧</sup>では、我が国が他国に後れを取っている原因の1つに人材育成が挙げられている。「AI 人材基盤の確保」の項目では、「AI 時代の到来を踏まえ、①先端 IT 人材、②一般 IT 人材、③ユーザー等の全ての人材レベルに対する育成が必要」としており、図1のように人材を3つのレベルに分け、理想的な人材育成規模を示している。

特にユーザーレベルではリテラシーの醸成として、初等中等教育にてプログラミング教育を実施することは周知であるが、高等教育で大学全学部の教育の強化も挙げられており、文系学部でもユーザーレベルの AI 教育は必須である。

しかし、今後は大学入試において「情報 I」科目の設置をはじめとする文理融合の流れがあるので、文系学部であっても一般 IT 人材および先端 IT 人材を育成するための AI 教育も見据えたカリキュラムを検討する時期が来る可能性がある。

### 3.2 IPA による IT スキルの定義

IPA では IT 人材のキャリアフレームワークとして IT スキルの分野と範囲を定義した「IT スキル標準（IT Skill Standard, 以下 ITSS）」を公表<sup>⑨</sup>している。そして「第4次産業革命に向けて求められる新たな領域の“学び直し”の指針として策定<sup>⑩</sup>」された ITSS + には新たに「セキュリティ領域」「データサイエンス領域」「IoT ソリューション領域」「アジャイル領域」の4つの領域が策定されている。また、これら IT スキル標準で定められた分野は IT パスポート試験や基本情報技術者試験など国家資格の枠組みにもなっており、共通レベル定義と呼ばれる7段階のスキルレベルのうちレベル4までは国家資格の取得により証明できるとされている。先端 IT 人材については、ITSS+のデータサイエンス領域に記載されている対応表<sup>⑪</sup>と図1の文言を照合し、レベル3以上がこれにあたるのではないかと推測できる。

一般 IT 人材については、2018年8月も内閣府の人工知能技術戦略実行計画<sup>⑫</sup>が一般 IT 人材を育成するための「具体的な取り組み内容」および「目標」として IT リテラシースタンダード（IT Literacy Standard, 以下 ITLS）を策定し、同年12月に IPA が「ITLS の概要<sup>⑬</sup>」を発表した。ITLS では IT リテラシーを「社会における IT 分野での事象や情報等を正しく理解し、関係者とコミュニケーションして、業務等を効率的・効果的に利用・推進できるための知識、技能、活用力」と定義し、必要な知識領域を「IT の動向」「ビジネスの改善・刷新」「リスク対応」「IT への投資」の4つに設定している。「IT の動向」の項目では、「AI, IoT の基本的な考え方、社会や身近な業務での使われ方」の文言もある。

もう1つ、2006年6月に、開発者側だけではなく情報システム（以下、IS）のユーザー側に必要なスキルを「情報システムユーザースキル標準（Users' Information Systems Skill Standards, 以下 UISS）」として公開しており、現在は Ver2.2 である。この文書では、開発側とユーザー側の意識の違いによりトラブルが起きている現状を踏まえ、「IS ユーザー企業の IS 機能を洗い出し、IS に関わる組織や人材に必要となるスキルおよび知識を、網羅的かつ体系的に整理・一覧化<sup>44)</sup>」している。ここでも ITSS 同様に、共通レベル定義のレベル4までの国家資格との対応表がある。

## 4. AI 教育のフレームワーク

政府の大まかな方針、IPA による IT スキルの定義を踏まえて、AI に関わる人を3つのレイヤーに分け、それぞれで求められる知識を定義したフレームワークを作ることのできる教育の指針が出来ればと考える。AI に関する知識はその範囲も広く、また求められる知識も個々人の職業や生活範囲によって違うため、教育法やカリキュラムも細分化されることで、より細やかな教育が提供できるのではないかと考える。

### 4.1 AI に関わる人々のレイヤーと、求められる知識

今後は世の中のほぼ全員が AI に関わると思われるが、それを「アルゴリズム開発層」「データ開発層」「ユーザー層」の3つのレイヤーに分ける考え方を提案する。

#### 4.1.1 アルゴリズム開発層

アルゴリズム開発層とは、機械学習やディープラーニングを使用した AI “そのもの” を作る層だと考える。この層の技術者は、以下のような知識や技術が必要であると言われている。

教師あり学習の場合は、分類や回帰に関する、ロジスティック回帰、ベイズ線形回帰、ポアソン回帰などの知識。教師なし学習の場合は、クラスタリングや要因分析に関する、ガウス分布や主成分分析などの知識。ディープラーニングだと CNN（畳み込みニューラルネットワーク）、RNN（再帰型ニューラルネットワーク）、LSTM（Long Short Term Memory）といった手法がある。

これらの内容は、現在で言うところの理系学部が学習するものが多くあるため、文系学部の学生をはじめ一般人に教育するにはハードルが高すぎると思われる。



#### 4.1.2 データ開発層

データ開発層は、アルゴリズム開発層が作成した AI に学習させるデータを作る層で、データアナリストやデータサイエンティストと呼ばれる人々であると考えられる。

データサイエンティスト協会では、データサイエンティストを「データサイエンス力、データエンジニア力をベースにデータから価値を創出、ビジネス課題に答えを出すプロフェッショナル<sup>65)</sup>」と定義している。そのスキルレベルを、①業界を代表するレベル、②棟梁レベル、③独り立ちレベル、④見習いレベル、に分けており、これが ITSS+ のデータサイエンス領域のスキルカテゴリおよびレベルに採用されている<sup>66)</sup>。

求められる知識は、④見習いレベルであれば、統計数理（代表値、分散、標準偏差、など）、データ分析（予測、検定、グルーピング）、ER 図、SQL、など。③独り立ちレベルであれば、t 検定、主成分分析、データフロー図、論理データモデル、といったキーワードが見られる。

#### 4.1.3 ユーザー層

この層は、AI の開発には携わらないグループを想定しているが、「業務で AI を使う層」と「生活で AI を使う層」に分けられる。しかしこの層に求められる知識は明確に定義されていないので、資料から考察する。

「業務で AI を使う層」に求められる知識は AI の技術的な分野も必要ではあるが、アルゴリズム開発層やデータ開発層のような知識ではなく、ビジネスの実務で AI がどのように使われているか、そして影響を及ぼしているかという部分だろう。

「人工知能と人間社会に関する懇談会」の報告書<sup>7)</sup>では、AI が活用される分野として「移動」「製造」「個人向けサービス（医療、金融を含む）」「対話・交流（コミュニケーション）」を挙げたり、「AI 戦略2019<sup>1)</sup>」でも AI が社会実装されるジャンルとして「健康・医療・介護」「農業」「国土強靱化（インフラ、防災）」「交通インフラ・物流」「地方創生（スマートシティ）」と挙げたりしている。従ってこれらの分野を専門とする学部や学科では、各々のジャンルに特化した教育内容を検討できるのではないだろうか。

ここまでの教育内容の検討は主に技術を中心としたものが多かったが、最後の「生活で AI を使う層」に求められる知識の主軸は、そこではないと考える。「人工知能と人間社会に関する懇談会」の報告書<sup>7)</sup>で AI が利活用される 6 つの論点の中に検討し考慮すべきとして挙げられている、倫理的論点と社会的論点の以下の内容も教育する必要があるのではないだろうか。

表3 倫理的論点と社会的論点で検討し考慮すべき内容<sup>(7)</sup>

倫理的 論点	人工知能技術の進展に伴って生じる、人と人工知能技術・機械の関係性の変化と倫理観の変化
	人工知能技術によって知らぬ間に感情や信条、行動が操作されたり、順位づけ・選別されたりする可能性への懸念
	能力や感情を含む人間観の捉え直し
	人工知能技術が関与する行為・創造に対する価値・評価の受容性。価値観や捉え方の多様性
社会的 論点	人工知能技術との関わり方の自由と共有可能な価値についての対話
	人工知能技術によるデバインド、社会的コストの不均衡、差別への対処
	新たな社会的病理の可能性、対立、依存への対処

生活で IT を使う層に技術的な教育が不要と言っているわけではなく、これまで参考文献に挙げた政府の会議資料では、教育内容として表3のような内容が書かれているものは見当たらなかった（あくまでも「人工知能と人間社会に関する懇談会」の報告書<sup>(7)</sup>では教育に特化したものではなく AI 全体としての話だった）ので、かつての情報教育が情報技術教育に情報倫理教育が加わったのと同様に、「AI 倫理教育」も必要であると主張したい。

#### 4.2 AI に関わる人々のレイヤーと政府の方針から教育内容を考察する

前節で挙げた各レイヤーでの詳細な教育内容を考察するにあたり、政府の方針を掛け合わせて表4を作成した。単純にグリッドすれば28領域に分けられるが、教育という観点ではA～Hの8領域に分けられるのではないかと考える。

領域Aは初等中等教育で IT や AI の実習を含めた各教科の取り組みが行われる部分である。

領域Bは大学に進学した際に行われる教育で、首相官邸の未来投資会議<sup>(7)</sup>では「数理・データサイエンス基礎（科目例：統計学、数学）」という記載があるが、4.1.3でも挙げたように「AI 倫理」も併せて教育しておきたい。

領域CとDは現在定義されていないが、IPAの「第4回DX推進人材のあり方研究会」の議事録にて「ITSS+に「AI領域」を追加して欲しいという意見をいただくこともあるが、現段階でAI領域を追加するのは若干時期が早いと考える<sup>(8)</sup>」との文言があるので、将来的には定義される可能性がある領域である。そして領域Cについては、文理融合になると文系学部でも教育する必要が出てくるかもしれない領域と考える。なぜならば、文系学部でもプログラミング論などの講義が設置され、PythonによるAIプログラミングを実施している大学もあるため、技術的素養の基礎的な醸成は可能であると考えられる。

表4 AI 教育の領域

	技術レベル  (左の数字は IPA の 共通レベル定義に対応)		アルゴリズム開発層			
			データ開発層			I
			ユーザー層			
			業務で 使う層	生活で 使う層		
先端 IT 人材	6, 7	業界を代表するレベル	D	F	H	I
	5	棟梁レベル				
	4	独り立ちレベル		E	G	
	3	見習いレベル				
一般 IT 人材	1, 2	専門知識の醸成（高等教育）	C	B		
国民一般	リテラシーの醸成（高等教育）		B			
	リテラシーの醸成（初等中等教育）		A			

領域 E はデータサイエンティスト協会でスキルが定義され、4.1.2 で挙げたキーワードについては文系学部で教育を実施している大学もある。

領域 F はデータサイエンティスト協会でスキルが定義されているが、大学教育では難しく実務で育成される範囲だと考える。

領域 G と H は現在どこにも定義されていないが、4.1.3 で大学教育において検討できる可能性がある事は示した。また先述の UISS の事例から、AI でも同様にユーザースキルが策定される可能性はある。ユーザースキルの策定によって、レベルがどのようにグラデーションするのが現在はわからないため、全レベルを横断するような斜線で表現した。

領域 I はおそらく存在しえない領域で、普段の生活でしか AI を使用しない層が IT 人材として世間で認められることはないと思う。

現在の文系学部には所属する学生に対する教育は、先述のように領域 E を Excel や SPSS 等でデータ解析の基礎教育を実施している大学もある。いずれ文理融合となるが、その過渡期となる今後 5 年程の間に教育の領域を B, G, C, F と拡大していく準備をする必要があると考える。

領域 B と領域 G は多く輩出するであろうユーザー層に向けての教育として、準備の優先順位は高いのではないかと。そして 2025 年度以降の文理融合に間に合うように、データ開発層の強化とアルゴリズム層に向けて領域 C および領域 F 下層（レベル 5 の足掛かり）まで範囲を広げる必要があると考える。

## 5. お わ り に

本稿では、現在政府が計画している AI 教育を踏まえた上で、AI に関わる人のレイヤー分けを行い詳細な教育内容について考察した。そして大学での AI 教育はどの範囲の内容か、および当面のあいだ文系学部が行う内容および将来的に検討しなければならないであろう教育内容の範囲について考察した。

しかしかつて情報教育が、高校の情報科目設置によって大学ではリテラシー教育が不要になると言われたにも関わらずそれが継続されている現状を鑑みると、AI 教育も同様の結果になるのではないかという一抹の不安もある。だが、入学する学生の状況に応じて柔軟に対応していけるよう研究を重ね、教育できるようにするのが務めであると思う。

## 参考文献および Web サイト

- (1) 首相官邸 統合イノベーション戦略推進会議, “AI 戦略2019～人・産業・地域・政府全てに AI～”, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/aisenryaku2019.pdf>, (2019/07/31 確認)
- (2) 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』, KADOKAWA, 2015
- (3) Ray Kurzweil, “The Singularity is Near”, 2005 (レイ・カーツワイル 井上健・他 訳 (2016), 『シンギュラリティは近い』, NHK 出版, 2018)
- (4) 西垣通, 『AI 原論 神の支配と人間の自由』, 講談社, 2018
- (5) AINOW, “「シンギュラリティの理論は崩れている」三宅陽一郎が語る AI の社会実装”, <https://ainow.ai/2019/07/02/170473/>, (2019/07/31 確認)
- (6) IPA, “デジタルトランスフォーメーション (DX) に向けたスキル変革の方向性 (検討用)”, <https://www.ipa.go.jp/files/000065688.pdf>, (2019/07/31 確認)
- (7) 内閣府, “「人工知能と人間社会に関する懇談会」報告書”, [https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety\\_jp.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/ai/summary/aisociety_jp.pdf), (2019/07/31 確認)
- (8) 内閣府, “人工知能技術戦略会議 (第 7 回) 人工知能技術戦略実行計画 (案) の概要”, <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/jinkochino/7kai/siryo2.pdf>, (2019/07/31 確認)
- (9) IPA, “IT スキル標準はやわかり一人材育成への活用—IT スキル標準 V3 2011 対応版”, <https://www.ipa.go.jp/files/000025745.pdf>, (2019/07/31 確認)
- (10) IPA, “ITSS+(プラス)・IT スキル標準 (ITSS)・情報システムユーザースキル標準 (UISS) 関連情報”, <https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/itssplus.html>, (2019/07/31 確認)
- (11) IPA, “ITSS+(プラス)・IT スキル標準 (ITSS)・情報システムユーザースキル標準 (UISS) 関連情報, データサイエンス領域”, <https://www.ipa.go.jp/files/000063897.xlsx>, (2019/07/31 確認)
- (12) 内閣府, “人工知能技術戦略実行計画”, <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/jinkochino/keikaku.pdf>, (2019/07/31 確認)
- (13) IPA, “IT リテラシースタンダード IT Literacy Standard (ITLS) 〈初版〉「ITLS の概要」”,

AI 教育のフレームワークについての考察 (矢野)

- <https://www.ipa.go.jp/files/000070624.pdf>, (2019/07/31確認)
- (14) IPA, “情報システムユーザースキル標準～ IS 機能の可視化による組織力向上のために～ Ver.2.2”, [https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/uiss/uiss\\_download\\_Ver2\\_2.html](https://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/uiss/uiss_download_Ver2_2.html) および <https://www.ipa.go.jp/files/000024738.zip>, (2019/07/31確認)
- (15) 一般社団法人データサイエンティスト協会, “データサイエンティスト協会, データサイエンティストのミッション, スキルセット, 定義, スキルレベルを発表”, <http://www.datascientist.or.jp/files/news/2014-12-10.pdf>, (2019/07/31確認)
- (16) 一般社団法人データサイエンティスト協会, “「データサイエンティスト スキルチェックリスト ver. 2」および「データサイエンス領域タスクリスト」を発表”, [https://www.datascientist.or.jp/common/docs/PR\\_skillcheck\\_ver2.00.pdf](https://www.datascientist.or.jp/common/docs/PR_skillcheck_ver2.00.pdf), (2019/07/31確認)
- (17) 首相官邸 未来投資会議 構造改革徹底推進会合「企業関連制度・産業構造改革・イノベーション」会合 (雇用・人材), “AI 人材育成について”, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/koyou/dai5/siryou4.pdf>, (2019/07/31確認)
- (18) IPA, “第 4 回 DX 推進人材のあり方研究会議事録”, <https://www.ipa.go.jp/files/000072218.pdf>, (2019/07/31確認)