

人工知能時代の IT 人材育成

赤根大吾^{†1}

概要：人工知能の進歩が人材育成に与える影響と、人工知能技術を応用していく段階での IT 人材育成に関するトピックについて論評を行う

1. 人工知能の人材育成への影響

人材育成は労働市場の需要と供給から強く影響を受ける。そのため、人工知能が労働市場に与える変化と、人材育成に及ぼす影響を整理する。著者は新卒採用活動で、就職活動中の学生たちに接する機会があるが、人工知能やロボット技術が雇用に与える影響については、彼らが非常に高い関心を示すトピックでもある。

1.1 雇用に対する（悪い）影響

人工知能による雇用への影響について、日本でいち早く警鐘を鳴らしたのは新井紀子『コンピュータが仕事を奪う』[1]だろう。この中で新井氏はコンピュータが単純労働だけではなく、知的な判断の必要な職業を置き換えることを予言している。

人工知能やロボットによる機械化が雇用に対して与える影響について論じた研究で、近年最も話題となっているのは、Frey 氏と Osborne 氏による『The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?』[2]だ。702 種類の職業に対して、機械学習の手法であるガウス過程分類を用いて、各々の職業の機械代替性の確率を計算したものだ。各職業の特徴として、アメリカ労働省のオンラインサービス O*NET のデータベースを利用し、未来のアメリカの労働市場に対する影響を予測している。その結果、アメリカにおける雇用の 47% が失われる危険性が高いとしている。また、野村総合研究所は同様の手法を日本のデータ a に適用し、「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」という研究を発表している。[3]

一般に技術革新は人間の仕事を奪う。かつて、個人が撮影した写真は、写真の現像・プリントサービスを利用したものだが、デジカメとプリンタが普及したことで必要性は低下した。駅の改札では駅員が切符を確認していたが、今では切符の購入も改札も機械化されている。DTP の普及により、植字工や写植屋という職業を知る人も今は少ない。

余談だが、「コンピュータ=compute-r=計算する人」自

体、元々は人間の職業の一つであった。アメリカでは 1930 年代に航空機メーカーなど大量の計算を必要とする会社によって何百人もの「コンピュータ」が雇われていた。計算機が人間から仕事を、名前も含めて奪った事例である。[4][5]

1.2 雇用に対する（良い）影響

このように、「失われる職」が注目されがちだが、職は技術革新によって失われるだけではない。

銀行における ATM の導入は、短期的には銀行における雇用を減らす。しかし、ATM の導入によってもたらされるコストの低下により、多くの顧客を獲得し、新たな支店を多数設けられれば銀行全体としての雇用は増えることになる。

また、マクロ的には、技術革新がコストを下げると、物やサービスの価格が下がり、消費者は浮いたお金を別の消費に充てることができ、新しい産業を育てることにつながる。

実際、コンピュータも職業を失わせたわけではない。プログラマーや Web デザイナー、データサイエンティスト、アルゴリズムを駆使する株トレーダー[6]、ビットコインの採掘など、コンピュータの発展以前には想像すらできなかった職業だ。

1.3 人工知能による雇用に対する変化はこれまでの技術革新と異なるか？

機械化、自動化による労働力の置き換えはこれまでも徐々に進んできたものである。では、人工知能やロボットによる技術革新はこれまでの変化とどのような違いがあるのだろうか？

Ford 『ロボットの脅威』によれば、過去の変化において、ルーティンワークを行っていた労働者は機械化によって職を失っても別の産業のルーティンワークに移ることができた。しかし、今日の自動化の波は急速に、かつ産業の垣根なく広がっており、別の産業にルーティンワークが残されておらず、機械ではまだ実行不可能な高スキルな分野を選ぶ必要がある。(Ford 氏はそのための教育や投資の効果に懐疑的なようだ。)[7]

1.4 無くなるのは職業ではなくタスク

McKinsey のレポートでは、機械化の影響を考えるにあた

^{†1}(株)デジタルフィールド 東京都羽村市

a労働政策研究・研修機構が「職務構造に関する研究」で報告している 601 の職業

り「職業」ではなく、その職業が行う「タスクb」への影響を考えるべきとする。[8]考えてみれば、駅の改札が自動化されたからと言って、駅員という職業が無くなっている訳ではない。無くなったのは「改札に立って切符を確認する」というタスクだ。人工知能や機械による自動化の影響を考えるにあたり、「職業」という単位では粒度が荒いのかもしれない。

1.5 ここまでのまとめ

これまで述べた議論を踏まえると、労働人口全体において以下のような傾向が強まるだろう。

- 労働人口の産業間の移動（横の移動）が必要になる。
- ルーティンワークからスキルの必要な業務への移動（縦の移動）が必要になる。
- 学校教育だけでは不十分。就労後の期間において、必要なスキルが変化する可能性が極めて高い。
- 職業よりもタスクに着目する必要がある。

このような傾向に対応するための人材育成のミッションは次のようなものだと考える。

- 業界未経験者に対する適応のサポート。
- （機械代替性の低い）高度なスキル習得のサポート。
- 必要な業種、スキル、タスクの変化をいち早く掴んだ育成方針の展開。

2. 人工知能時代の IT 人材育成

人工知能時代の IT 人材育成とはどのようなものであろうか。ここからは IT 業界に限った人材育成について考える。本章では、長期的な視野ではなく、あくまで機械学習、深層学習の発展による第 3 次 AI ブームの範囲を議論のスコップとする。今後さらなる人工知能の発展があった場合には、異なる条件設定が必要になるだろう。

2.1 『The Future of Employment』における IT 系職業の扱い

前述の『The Future of Employment』の Appendix に、702 の職業の機械代替性の確率が掲載されている。このうち、Computer and Mathematical Occupations (SOC コードが 15-で始まるもの) を抽出したものが表 1 である。(順位が高いほど、機械代替性は低い。)

表 1 The Future of Employment で示された 702 の職業のうち、Computer and Mathematical Occupations の順位

順位	確率	SOC コード	職業
32	0.0065	15-1121	Computer Systems Analysts
69	0.015	15-1111	Computer and Information Research Scientists
109	0.03	15-1142	Network and Computer Systems Administrators
110	0.03	15-1141	Database Administrators

b原文では activities.

117	0.035	15-2031	Operations Research Analysts
130	0.042	15-1132	Software Developers, Applications
135	0.047	15-2021	Mathematicians
181	0.13	15-1133	Software Developers, Systems Software
208	0.21	15-1179	Information Security Analysts, Web Developers, and Computer Network Architects
209	0.21	15-2011	Actuaries
212	0.22	15-1799	Computer Occupations, All Other
213	0.22	15-2041	Statisticians
293	0.48	15-1131	Computer Programmers
359	0.65	15-1150	Computer Support Specialists
699	0.99	15-2091	Mathematical Technicians

コンピュータ関連で一番順位の低い Computer Support Specialists ですら 359 位で、全体的に上位にランクインしている。更には数学者 (Mathematicians) よりも上の順位に 6 つも入るなど、出来過ぎと言って良い結果だと思いがたがらう。IT 業界はひとまず胸をなでおろしても良いのかもしれない。

2.2 人工知能時代に必要な IT 人材

人工知能に関わる要素技術を「1. 中核技術」「2. 周辺技術」「3. 応用」と表 2 のように 3 つのグループに分けた。行う事業がこれらのグループのうちどこに関わるかによって、必要な技術が異なってくる。

表 2

分類	内容
1. 中核技術	機械学習、深層学習、強化学習、マルチモーダル学習、汎用 AI、ベイジアンネット
2. 周辺技術	クラウド、ビッグデータ、IoT、大量の計算能力、Python
3. 応用	自動運転、翻訳、広告、ペッパー、画像診断、防犯、監視

一つは、人工知能技術の中核技術だ。人工知能そのものを研究し、発展させるグループとなる。現在の第 3 次人工知能ブームを牽引するのは深層学習だが、汎用 AI など更に高度な人工知能の実現を目指したり、ベイジアンネットなど機械学習とは異なる手法での進歩を追求する。

二つ目の周辺技術として、クラウド、IoT、ビッグデータなどを挙げた。パスワードを並べただけのようも見えるが、これらはお互いに密接に結びついている。いささか極端だが、IoT 機器で得られた大量のデータをクラウドのス

トレージに**ビッグデータ**として蓄え、クラウドの**GPU 演算サービス**を利用して学習させる、という例を考えると、それら単体よりそれぞれの連携が重要であることがわかる。

三つ目は人工知能技術を応用して、新たな価値を創造し、ビジネスに活かすグループだ。

これらの分類は明確に線引きができないこともあるし、企業によっては複数の分類にまたがった事業を行っている。例えば、Google は DeepMind を始めとする人工知能の研究を進める「1. 中核技術」のグループであり、同時に、PaaS や SaaS などのクラウド事業を行いながら、そのサービスの中に人工知能技術を活用しているの、「2. 周辺技術」と「3. 応用」にも当てはまる。

情報処理学会の連続セミナーにおいて、Google の佐藤一憲氏は「ディープラーニングは Google にとっては既に研究段階ではなく枯れたc技術で、サービスとして成果を回収していくフェーズ」と仰っていた。このように、現在のフェーズは「1. 中核技術」の成果と「2. 周辺技術」を利用して、「3. 応用」を行う段階であると考えている。

2.3 応用例：深層学習でキュウリの仕分け

具体的な例を挙げよう。Google Cloud Platform Japan Blog では、ディープラーニングを用いてキュウリの仕分けを行う農家の取り組みが紹介されている。[9]

表 3

分類	内容
0. 学習データ	仕分け済みのキュウリの画像
1. 中核技術	機械学習, 深層学習
2. 周辺技術	TensorFlow, OpenCV, Raspberry Pi 3, Arduino Micro, Cloud Machine Learning
3. 応用	キュウリの仕分け

キュウリの仕分けは熟練した経験者が「大きさ」「形」「質感」「凹凸」「キズ」などの要素を総合的に判断し等級別に仕分けしている。収穫のピーク時には一日中仕分け作業に追われるが、熟練が必要なためパート労働を頼ることができない。

紹介されているシステムでは、7000 枚の仕分け済みのキュウリの画像を学習データとし、Google の機械学習ライブラリ TensorFlow を使ったディープラーニング認識エンジンでキュウリの等級を判断する。画像の撮影には Raspberry Pi3, ベルトコンベアや排出装置などの制御には Arduino を使っている。キュウリの曲がり具合や長さ、太さの均一さを認識して仕分けが可能とのことだ。

表 3 に、キュウリの仕分けの要素を表 2 と同じように分類した。「0. 学習データ」の列を加えている。忘れてならないことだが、機械学習には学習データが必要だ。この場

合、すでに所有しているキュウリを仕分けする人の経験が存在し、それを画像データとして機械可読なデータにできている点が重要だ。

2.4 人工知能技術を応用するために必要な 3 つの人材型

この事例は、これまでコンピュータが使われていなかった分野に人工知能技術を応用する場合の示唆に富む。必要なことを以下にまとめた。

1. 現在行われているタスクの「不便さ」や「機械化の可能性」に気付くことができる。
2. 学習に必要なデータがある。なければ、対象のタスクの特徴をデータ化する。
3. 人工知能技術や周辺技術を必要に応じて使いこなすことができる。

これはそのまま、以下のような 3 つの人材型に分類することができる。

ストラテジスト・アーキテクト系人材：

現在行われているタスクを、人工知能技術を用いて実現する企画を立案することができる。

組み込み技術系人材：

機械学習に必要な学習データが存在しない場合、そのデータを集める手段が必要となる。少ない計算・電力リソースの中でセンサ技術などを活用し、学習データとして用いるデータを採取する、現実世界を機械可読にするための人材。また、ロボットや装置の制御にも必要となる。

人工知能技術系人材：

人工知能に関係する人材の中で一番直接的でイメージがしやすい。機械学習や深層学習などの中核技術を理解し、周辺技術と豊富な計算・電力リソースを利用して、これまでコンピュータが行うことが難しかった認知や判断などのタスクを実現する。

清水亮氏はブログで人工知能人材を「人工知能ユーザ」と「人工知能研究者」に分けている。[10]

人工知能ユーザ	出来上がったニューラルネットワークの活用法を考える。
人工知能研究者	新しいニューラルネットワーク理論を考える。

「人工知能ユーザ」と「人工知能研究者」では学習コストが大きく異なる。線形代数や統計などの数学スキルが求められる「人工知能研究者」と比べて、「人工知能ユーザ」の学習コストは低い。『よくわかる人工知能』[11]での対談で清水亮氏と松尾豊氏は、人工知能における日本のアドバンテージは、一次産業と二次産業への機械学習の応用にあると述べている。そのためには、IT 技術者はもちろん、IT 技術者に限らない多くの人材が「人工知能ユーザ」としてのスキルを身に着ける必要があるだろう。

c ソフトウェアの業界では「枯れた」は「安定した」という意味です。念のため。

2.5 新たな教育手法

組織内の人材が新たな知識やスキルを身につける際に、できるだけ効率的に学習できるように、テクノロジーの進歩による新たな教育手法を採用することも必要だろう。

Massive Open Online Courses (MOOCs) はオンラインで本格的な大学の授業を受講できる。表 4 に代表的な MOOCs とその URL をまとめた。

表 4

名称	URL
Stanford Online	http://online.stanford.edu
Udacity	https://www.udacity.com
Coursera	https://www.coursera.org
edX	https://www.edx.org
JMOOC	http://www.jmooc.jp
Udemy	https://www.udemy.com

Udacity は Sebastian Thrun, Coursera は Andrew Ng といった人工知能の専門家が設立者として名を連ねている。The Economist によると, Thrun 氏は設立の訳を, 「AI 革命に対する解毒剤」と述べ, Ng 氏は, 「(自らの研究によって労働市場に影響を与える) AI 研究者としての社会的責任」と考えているようだ。[12] 利用しない手はない。

また, 個人の理解に応じて, 一人一人に適切なレベルの学習を提供する個別適応学習 (Adaptive learning) も, ビッグデータや人工知能の発展とともに, ますます盛んになるものと思われる。[13]

2.6 倫理との関わり

今後, IT 技術者が人工知能を扱うようになってくると, これまであまり関わりのなかったような倫理的な問題に直面することが考えられる。例えば, 以下は倫理の問題として有名な「トロリー問題」である。

トロリー (路面電車) が暴走している。もしあなたが何もしなければ, 線路に縛り付けられた五名の人々はひき殺される。もしあなたがスイッチを切り替えて, トロリーを別の線路に引き入れれば, 五人は助かる。ただし, 別の線路に縛り付けられている一人がひき殺されることになる。あなたはスイッチを切り替えるべきだろうか。(児玉聡『功利主義入門』[14]より)

このような問題は, かつて倫理学者が考えていれば良いものであったが, 現在では自動運転のプログラムが直面する問題になっている。どのような判断を下すプログラムを, IT 技術者は作るべきなのだろうか?

人工知能を扱う IT 技術者は, 技術だけでなく倫理的思考を学ぶ必要があり, 人材育成の立場からも, そのような教育カリキュラムを加えるなど, 配慮が必要であろう。

[15]

参考文献

- [1] 新井紀子: コンピュータが仕事を奪う, 日本経済新聞出版社 (2010).
- [2] Frey, C. B., Osborne, M. A., Dewey, D., Dorn, D., Flint, A., Goldin, C., Muellbauer, J., Newman, P., Higeartaigh, S., S., A. and Shanahan, M.: THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION? (2013).
- [3] 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 <https://www.nri.com/jp/news/2015/1512021.aspx> (2015).
- [4] : A survey of corporate IT, Let it rise, <http://www.economist.com/node/12411882> (2008).
- [5] : Return of the human computers, (online), <http://www.economist.com/node/21540393> (2011).
- [6] クリストファー・スタイナー: アルゴリズムが世界を支配する, KADOKAWA (2013).
- [7] マーティン・フォード: ロボットの脅威—人の仕事なくなる日, 日本経済新聞出版社 (2015).
- [8] Chui, M. and Miremadi, J. M. M.: Where machines could replace humans—and where they can't (yet), <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/Where-machines-could-replace-humans-and-where-the-y-cant-yet> (2016).
- [9] 佐藤一憲: Google Cloud Platform Japan 公式ブログ: キュウリ農家とディープラーニングをつなぐ TensorFlow, https://cloudplatform-jp.googleblog.com/2016/08/tensorflow_5.html (2016).
- [10] 清水 亮: いま日本に圧倒的に足りないのは人工知能に詳しい人材 - shi3z の長文日記 <http://d.hatena.ne.jp/shi3z/20150926/1443248077> (2015)
- [11] 清水 亮: よくわかる人工知能 最先端の人だけが知っているディープラーニングのひみつ, KADOKAWA (2016)
- [12] : Education and policy, Re-educating Rita, <http://www.economist.com/node/21700760> (2016).
- [13] 上松恵理子, 萩原静敏, 小宮山利恵子, Belton, S., 村上 裕子: ここまで来た! アプリケーションによる個人学習, 情報処理, Vol. 57, No. 9, pp. 884-903 (2016).
- [14] 児玉 聡: 功利主義入門 —はじめての倫理学, 筑摩書房 (2012).
- [15] 松尾 豊: 人工知能学会共同企画-人工知能とは何か?: [人工知能のホットトピック] 3.2 人工知能と倫理, 情報処理, Vol. 57, No. 10, pp. 985-987 (2016).

著者紹介



赤根大吾 (認定番号: 14000022)

(株) デジタルフィールド

取締役

ソフトウェア開発インフラの構築、継続的インテグレーション

の導入に従事。高度情報技術者 (テクニカルエンジニア (情報セキュリティ)、ネットワークスペシャリスト、プロジェクトマネージャ、ITストラテジスト)。TOEIC 885 (2015 Apr)。

@dgakane on Twitter