

特集「人工知能と人材」

AI人材育成のための教育プログラム： 人工知能技術戦略会議での議論

Education Program for AI Human Resource Development:
Discussion at Strategic Council for AI Technology

八木 康史
Yasushi Yagi

大阪大学
Osaka University.
yagi@sanken.osaka-u.ac.jp, <http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/index-j.html>

Keywords: artificial intelligence, human resource development.

1. はじめに

人工知能技術の飛躍的進歩により、これらの技術を活用できる産業領域が広がり、「第4次産業革命」に向けた国際競争が激化している。激しい国際競争下において、我が国が産業競争力を強化していくためには、我々が長年培ってきた強みとAI技術を融合し、それらをビジネスにつなげていくとともに、その実現を担うAI技術の研究者、AI技術を使いこなすエンジニア・データサイエンティスト（AI人材）の育成を両輪として進めていく必要がある。しかし、その原動力となるAI分野の専門人材は国内で大幅に不足していることから、即戦力となる人材の育成は急務とされる。

そのような状況のもと、総務省、文部科学省、経済産業省の三省連携による人工知能技術戦略会議では、2016年7月に人材育成タスクフォースが設けられ、以下のメンバーにより、AI人材育成に関する調査、検討が行われた。

八木康史（主査）、石山 洸（副主査）

五日市敦、上田修功、岡田 勲、門脇直人

金子元久、萩谷昌己、山川 宏、山田誠二

議論にあたっては、我々を取り巻く現状の把握から、求められる人材像、そのために必要な知識や技能の整理、さらにそのような人材を育成する教育プログラムなどが論点となった。以下では、議論に沿って、その内容を述べる。

2. AI人材をめぐる現状

IT人材の不足感は、IT業界だけでなく、今やすべての業種で感じていることである。表1は、経済産業省「IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」からの抜粋で、AI技術などを使いこなすことのできる先端IT人

表1 先端IT人材の将来推計〔人〕

	2016年	2018年	2020年
潜在人員規模(a+b)	112 090	143 450	177 200
現時点の不足数(b)	15 190	31 500	47 810
現在の人材数(a)	96 900	111 950	129 390

※ 出典：経済産業省「IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」(平成28年3月、委託：みずほ情報総研株式会社) p.218 図 4-183より事務局作成

※ 『先端IT人材』とは、ビッグデータ、IoT、人工知能に携わる人材(同上、p.84・218)

表2 大学院でのAI人材年間養成規模の暫定的試算例〔人〕

	北大	東北大	東大	東工大	名大	京大	阪大	九大	筑波大	早大	慶大	計
修士課程 (推計) ^{※2}	54.5	50.9	118.0	116.0	51.0	81.7	90.6	56.4	98.4	83.0	63.3	863.8
博士課程 (推計) ^{※3}	9.0	13.6	19.3	23.0	6.0	20.5	19.1	12.6	16.9	9.0	6.4	155.4

※1 人工知能技術戦略会議 人材育成TFにおいて調査。筑波大・早大は平成27年度入学人数、その他は平成27年度修了者数を母数。
※2 各大学の人工知能技術関係の研究所・専攻等を対象に、「当該研究所・専攻等の入学者又は修了者数」×「当該研究所・専攻等のうち人工知能に関する研究を行っている研究室の割合」をもとに、人工知能技術に係る人材数を試算(人工知能技術関係の研究室に所属する学生の人数が把握できたものは実数をもとに計算)。
※3 博士人材数も、修士と同様の方法で算出。

材は、2020年にはおおむね5万人弱の人材不足となることが示唆されている。

AI人材を求める企業では、博士人材やダブルメジャー人材など多様な人材を確保しようとしているが、国際的には、新卒でも、初任給数千万円と日本企業との間に格差があり、世界からの人材獲得は厳しい。

日本の大学における年間AI人材養成数は、RU11の修士、博士課程を合わせても、おおむね年間1000名程度、すべての大学を合わせても3000名程度と推察でき、大学からの供給だけでは、十分な人材の確保が難しいことがわかる。

社内教育も重要な手段であるが、多くの企業で実施されている社内教育は、主にAIツールの使い方やコンサルタント関係であり、最新知識の獲得や知識不足の場合の再教育は大学に期待されている。よって、人材不足を補うためには、大学院教育を通じてAI人材を世の中に送り出すとともに、社会人のリカレント教育によるAI人材増が求められている。

3. 求められる AI 人材の知識・技能

人材には、人工知能技術の研究開発を通じて、問題を解決したり、新たな問題を生み出したりしていく資質・能力が求められている。その資質・能力は、主に人工知能技術による「問題解決」、「具現化」、「活用」として捉えることができる。

問題解決に必要な知識は、第一に、今の人工知能のブームの原動力ともなった、深層学習などの機械学習、コンピュータビジョンなどの先導的知識が重要である。先導的知識は、人工知能技術が「計算機による知能の実現」という側面を踏まえ、人が見聞きし、考え、交わるための能力に相当し、外界とのインタラクションを伴った知的振舞いを表現する基本要素といえよう。

加えて、人工知能技術に限るものではないが、汎用的技能として、社会的事象の中から問題を認識し、定式化し、解決の道筋を示す能力や、実際に問題を解決する技能、さらにそこから新たな問題を見いだす能力などは、人工知能技術を学術的に発展させ、ビジネスとして実装していくために必要不可欠なものである。

次に、人工知能技術が「計算機による知能の実現」であることから、計算機への実装に必要な不可欠な、コンピュータサイエンス、特にデータ構造とアルゴリズム、データベースの知識とプログラミング能力が求められる。また、同時に、最適なシステム提案を行うためには、計算機アーキテクチャやネットワーク、セキュリティなど、情報学全般に関わる共通的知識も必要である。

三つ目は、人工知能技術の「活用」である。例えば、機械学習の課題において、農業応用とモビリティ応用では、入力となるセンサデータも異なれば、出力の仕様も異なる。実課題を解決するためには、その課題に関する、ドメイン知識やターゲット分野の知識が必須である。ただし、これらの知識は、人工知能技術に関わる人材にすべて求められるわけではなく、人工知能技術の出口として、それぞれの専門性に依拠して修得されるべき性質のものである。

このような人工知能技術による「問題解決」、「具現化」、「活用」に必要な知識と技能は、表3で整理することができる。

図1は、上述の知識・技能の習得度によるAI人材イメージである。Cグループは、人工知能技術をツールとして使いこなす技術をもった人材であり、第4次産業革命・GDP 600兆円の実現のためには、成長産業だけでなく、あらゆる産業セクタでその技術の活用が期待されている。

これに対し、Bグループ以上は、人工知能技術を社会における問題に当てはめ、定式化し、解決する技能を求められる人材であるといえる。この人材には、Cグループのように「与えられたツールを使う」だけでなく、自

表3 求められる AI 人材の知識・技能

① 人工知能技術の問題解決力
<ul style="list-style-type: none"> ● 人工知能技術の先導的知識 知能情報学 (機械学習, 自然言語処理), 知覚情報学 (コンピュータビジョン, 音声情報処理), 知能ロボティクス ● 人工知能技術の基盤的知識・関連知識 推論, 探索, 知識表現, オントロジー, エージェントなど 認知科学, 脳科学, 感性・心理 ● 汎用的能力 価値ある問題を見つける (つくり出す) 能力, 見つけた問題を定式化し, 問題解決の道筋を示す能力
② 人工知能技術の具現化力
<ul style="list-style-type: none"> ● コンピュータサイエンスの知識 アルゴリズムとデータ構造, データベース, アーキテクチャ, ネットワーク, IoT など ● プログラミング技術
③ 人工知能技術の活用力
<ul style="list-style-type: none"> ● ドメイン知識・ターゲット分野の知識 ものづくり, モビリティ, 健康・医療・介護, インフラ, 農業, サイエンス, 防災・防犯, スマートコミュニケーション・エネルギー, 学習, 横断的な課題 (情報セキュリティ, Web, サービスなど)

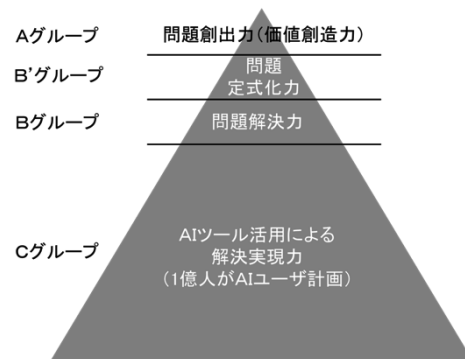


図1 AI 人材の分類

ら人工知能技術を理解して、問題解決に活用していくことが求められている。一般に情報系の修士課程を修了した人材といえよう。そのため、人工知能技術やコンピュータサイエンスの確実な知識が不可欠である。特に、問題の定式化がきちりできる人材は、トップカンファレンスに通るレベルの人材、分野のトップ研究者であり、アカデミアから高く評価できる人材である。

最も技能水準の高いAグループは、人工知能技術を活用して、新たな問題や価値、学問などを生み出していくことができる人材を意味し、アカデミアにとっての本来の目標である。

一方、企業の視点で捉え、理工系社員をおおむね、研究者、開発者、SE (セールスエンジニア) に分類するなら、表3に示すような、職種ごとで、問題解決力、具現化力、活用力の重みが異なる。また、人工知能技術を研究開発して終わらせるのではなく、その成果をビジネスとして社会実装につなげることも重要である。そこで、人工知能技術を活用し、新たなビジネスを創造できる目利き力が求められることになる。

4. 即戦力育成のための教育プログラム

人材育成タスクフォースは、上述の求められる人材の議論を踏まえて、AI 技術の研究開発に関わる即戦力人材を育成するための汎用的な教育プログラムを提案した。

求める人材には、AI に関するさまざまな知識・汎用的能力を有し（問題解決）、コンピュータサイエンスの知識・プログラミング技術を駆使でき（具現化）、具体的な社会課題に適用できる（活用）力を身につけさせる必要がある。

そこで、AI 技術の即戦力人材育成のための教育プログラムでは、受講者のコンピュータサイエンスに関する基礎学力を測る「導入時のコンピュータサイエンス (CS) プレイスメントテスト」、AI に関する先導的知識、基盤的知識獲得のための「AI に係るトップレベル講義」、即戦力となるための具体的な社会課題を扱った「リアルコモンデータを扱う演習」、教育の質保証としての「演習修了時の能力評価」という四つのプロセスを通じて、CS の知識・技能の基礎の上に、企業が必要とする最先端の AI 技術に関する実践的な「稼ぐ力」を有する即戦力人材を、能力評価による質保証のもと短期間で育成するパッケージを提案した（図 2 参照）。

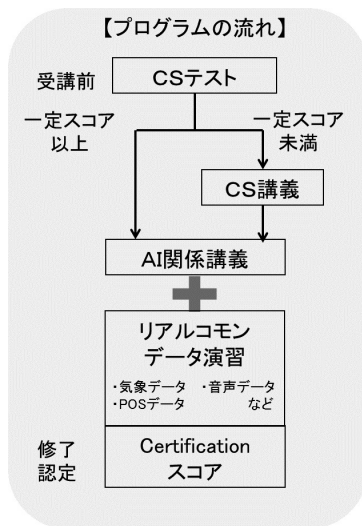


図 2 教育プログラムの流れ

受講生は、まず、CS のプレイスメントテストを受講し、一定スコア以上（CS 修士合格相当）の成績が得られない場合には、具現化能力が足りず、演習参加もままならないことから、CS 講義の補習（集中講義など）の並行履修を課す。

プレイスメントテストの範囲は、プログラミング、アルゴリズム、コンピュータ・情報システムの観点からの出題である。

AI 講義では、最新の AI 技術の学び直し、体系的な知

識の修得に資する講義を用意し、受講生自らの希望に応じて、受講モデルを複数例示し、講義の選択ができることが望ましい。民間では、多様な講義の準備は容易ではないが、大学では、年間を通して、学部、大学院ともに、多様な講義が実施されていることから、ニーズへの対応が可能と考える。

リアルコモンデータ演習では、異なるドメインのデータに触れ、価値創造力を高める演習を実施する。

ここで、リアルコモンデータとは、教育目的による使用を条件に共有することを認められた、実社会に存在するリアルなデータセットのことである。金融、農業、生産現場、セキュリティなどのさまざまな分野における一定規模の質量のデータセットであり、これらを解析することで、データから価値を引き出すトレーニングに活用できる。

集めやすいデータは、すぐにリアルコモンデータとして活用できる一方で、産業分野、応用分野が限定される。これらのデータを用いれば、オープンイノベーションが起きやすい反面、誰でも利用できる点で国際競争も激しい。一方、集めにくいデータは、プライバシー・個人情報・肖像権・知財権が障壁となる分野、また、工場の生産現場などデータに会社固有のスキルが含まれる分野である。特に前者は、一般企業もこの観点で苦勞しているはずであり、そういった部分でコモンデータができると、日本企業の国際競争力にもつながり得る。

例えば、図 3 は、企業や研究者が投稿したデータセットを解析して、最適モデルを競う Kaggle 社が運営するデータセットならびに国立情報学研究所が研究者に対して研究目的で提供しているデータセットについてのデータベースの分類である。工場の生産現場データなどはほとんどない。

【既存データセットの分類】

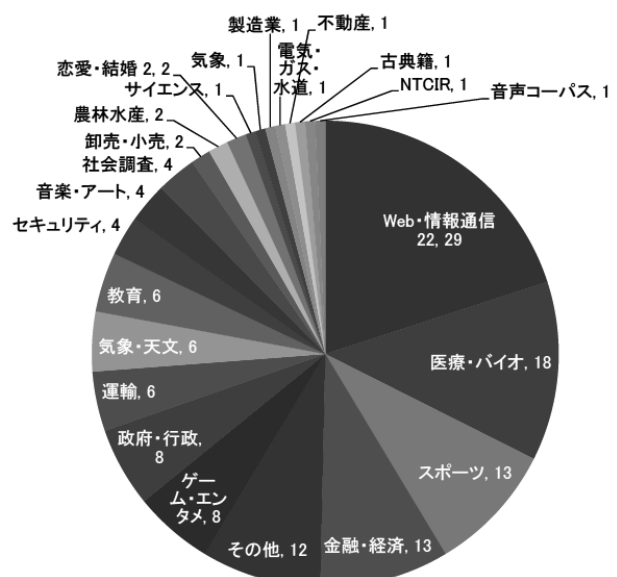


図 3 Kaggle と国立情報学研究所のデータベースの分野別分布

リアルコモンデータ演習では、異なるドメインのデータに触れる。一般に現場データは、観測変化や多様な状況変化により、その現場特有の不安定さ、不確実さ、意外性をデータに含む。通常の座学だけでは、獲得できない知識や経験をそれらのデータに触れることで、課題の難しさ、注意しないといけないポイントを学ぶことができる。また、ドメインが異なると、さまざまな注意点が異なってくることから、複数のドメインデータに触れることで、課題の本質を読み取る力を少しでも養ってもらうことができる。よって、演習においては、異なる性質をもつデータに複数触れることで、データから価値を生み出す実践経験を積んでもらうことにしている。

演習修了時の能力評価は、講座の受講実績だけでは、どの程度身についたか、即戦力人材としての評価が難しい。そこで、本教育プログラムでは、CSテストのスコア、ならびに、すべての演習のスコアを修了認定の Certification スコアとする。すなわち、演習スコアを見ることから、どのタイプのデータに対して、良い結果をだせたのか、また、複数のデータ演習を受講することで、どのような、ドメイン知識、ターゲット知識をもつ人材であるかも判断することができる。

5. NEDO 特別講座「AI フロンティアコース」

「AI フロンティアコース」は、NEDO (国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構) による特別講座の一環として、東京大学と大阪大学を拠点校として、人工知能技術の応用を期待される全国の社会人を対象として設計され、平成 29 年 10 月から開講した。

本コースは、地域の実情や地元企業のニーズなどを踏まえつつ、AI 技術の研究開発にかかわる即戦力人材を育成するための汎用的な教育プログラムを目指すものである。大阪大学では、大学院における座学を中心に、大学院レベルの即戦力人材育成、東京大学では、学部レベルの基礎的な講座を提供し、視野を広げることを重視した教育プログラムを提供している。また、受講形態も、大阪大学では、平日夕方から大学院生に混じり、大学院授業に参加するスタイル、一方で、東京大学は、週末を利用した集中講義形式、いずれのやり方が社会人にとって受け入れやすいのか、そのことも含めた検証を行っている。

具体的には、「導入時のコンピュータサイエンス (CS) プレイスメントテスト」、「AI に係る両大学のトップレベルの講義」、「リアルコモンデータを扱う演習」、「演習修了時の能力評価」という四つのプロセスを通じて、CS の知識・技能の基礎の上に、企業が必要とする最先端の AI 技術に関する実践的な「稼ぐ力」を有する即戦力人材を、能力評価による質保証のもと短期間で育成するパッケージである。

5.1 東京大学側で実施する講義

東京大学では、半年間が、二つのタームに分割されていることから、CS プレイスメントテストの後、必須科目として、知能表現と論理、探索と推論、学習と認知などの人工知能の基礎と、線形回帰からサポートベクターマシンなど、統計的機械学習の 2 科目を座学として、前期 (Sターム) に学ぶ。そして、後半のターム (6 コマ) では、(1) 限では、自然言語処理あるいはコンピュータビジョンのいずれかを受講生は選択し、(2) 限にて、それぞれの分野に関連した演習を行う。すなわち、東京大学では、視野を広げることを重視して、合計 3 科目を学び、演習も実施する。さらに、前半タームと後半タームの間の 1 回は、広く提供されている人工知能処理用 API を用い、ツールの利用について学ぶスタイルをとっている。なお、東京大学では、講義 3 科目、演習 1 科目合計で 24 コマ、1 コマ 115 分である。詳細は、[TU-AI] を参照願いたい。

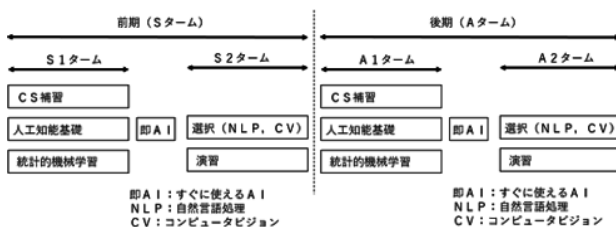


図 4 時間割 (東京大学)

5.2 大阪大学側で実施する講義

大阪大学では、人工知能の基礎から始まり、特に、前期は、言語と脳、後期は、自然環境データと画像を対象にした、実データからの学びの場を提供する。具体的に前期は、知能と学習、ビッグデータ解析、脳機能計測概論の 3 科目を座学とする。知能と学習では、コンピュータに学習能力を備えさせることを目的とした機械学習やデータマイニングの基礎的な技術を中心としている。ビッグデータ解析は、ビジネスデータの分析や科学計算で利用されているデータマイニング技術について、体系的に手法の特徴とツールについて学ぶ。

人工知能技術の応用発展において、ヒトの知能を知ることが避けては通れず、さまざまな調査においても企業の関心事であるとの結果がある。そこで、脳機能計測概論では、脳認知機能に関するこれまでの知見を人工知能に関連する部分のみ抽出し、体系的に学ぶことができる。具体的には、大阪大学の強みである脳科学を生かし、fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) の概

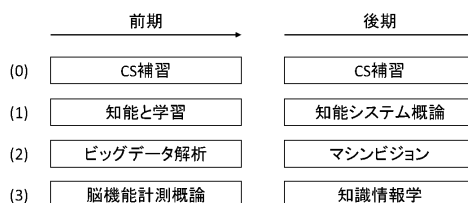


図 5 時間割 (大阪大学)

要から計測、解析までを一貫して学ぶことができる、日本唯一の脳科学と AI のコースとあって過言でない。

後期は、知識情報学として、ビッグデータ解析やデータサイエンスにおいて必須となる機械学習やデータマイニング技術を中心に取り上げ、さらに、知能システム概論として、パターン認識の基礎理論であるベイズ決定則を中心とした講義を実施する。さらにマシンビジョンでは、機械に人の視覚機能をもたせるための技術である画像認識について取り上げている。大阪大学の教育プログラムは、講義 3 科目、演習 1 科目合わせて、合計 60 コマ、1 コマ 90 分となる。



図 6 大阪大学での講義風景

5.3 リアルデータの収集に関して

§ 1 教育用リアルコモンデータ作成

前述のとおり、データには、集めやすいデータと集めにくいデータがある。プライバシー・個人情報・肖像権・知財権が関係する場合は、そのデータ収集は容易ではない。そこで、NEDO の特別講義では、教育目的において汎用的に活用可能なリアルコモンデータのデータセットを作成する。作成するデータのドメインについては、人工知能技術戦略会議データ整備・オープンツール TF が実施した産業界のニーズ調査結果に基づき、健康・医療・介護、ものづくり・生産性、インフラ、防災・防犯、モビリティの各分野から優先的に作成することとする。

具体的には、大阪大学が脳科学において特徴を有することも勘案し、健康・医療分野を想定し、脳機能や睡眠から得られる生体信号や生体活動、それらと感情・健康・精神状態とをひも付けた大規模なマルチモーダル関係データセットを構築する。各被験者につき 1 か月継続して睡眠中の生体信号や加速度をアクチグラフにより取得、および睡眠環境音を取得するとともに日々の睡眠の質・健康・精神状態の主観的なアンケートも取得する。さらに同期間中に計 4 回（週 1 回ベース）、音楽刺激に対する MRI/MEG を計測することで日常の感情や精神状態に応じた反応を得る。被験者数は最終的に 100 名規模を予定している。

§ 2 リアルデータ収集実践

現実のデータ活用にあたっては、正解ラベルのないデータを扱わざるを得ない。そのような場合には、通常、クラウドソーシングなどを活用して、人海戦術である程度の規模のメタデータを用意して、トレーニングデータを作成することとなる。このような状況に対処するため、クラウドソーシングのリソースを利用し、所望のデータを作成する作業を受講生とともに実践的に行う。作成したデータは、その後のリアルコモンデータとしての活用をはかる。

上述のリアルコモンデータ作成は、技術的な進歩の速い AI 分野において、産業界のニーズを踏まえつつ、最先端の AI 知識と活用スキルを短期間で育成するための人材育成カリキュラムにとって、実践型パッケージともいえよう。

6. おわりに

本稿では、人工知能技術戦略会議人材育成タスクフォースにて、議論した人工知能技術に関する教育プログラムについて紹介した。

冒頭でも述べたが、『先端 IT 人材』からも 2020 年には、約 4.8 万人の人材不足が見込まれている。一方、産業界における人工知能技術分野の人材ニーズ調査（人工知能技術戦略会議人材育成タスクフォースの活動の一環としての NEDO 委託調査）によると、各企業における AI 人材の状況として、「全くいない企業」、「把握できていない企業」、「検討自体ができていない企業」が多い傾向が明らかになっており、AI 人材の不足は特定業種に限った問題ではなく、広く我が国の産業界全体の問題であると捉えられる。

現状の日本が置かれている立場を鑑み、NEDO 特別講座においても、特段業種などを指定することはせず、企業戦略として AI 導入のニーズを有する企業を幅広く対象とし、「AI の専門知識を有する人材はいるが別メディアなどの AI スキルを習得させたい」、「情報系の素養のある人材はいるが AI に精通した人材がいない」、「情報系人材すら少なく、理工系人材の再教育により AI 人材を増やしたい」などの多様な人材育成ニーズに貢献することを意図した。実データでの学びこそが即戦力育成においては最も重要なことであり、提案する教育プログラムを受講したうえで、さらに自らの企業課題に取り組んでもらいたい。

NEDO 特別講座は、3 年間の事業である。事業終了後、構築した教育プログラムを有償プログラムとして、大学機関、研修機関向けのデータベース利用を含む教育プログラムビジネス、eラーニングなどによる全国展開などを図り、AI 人材の育成に貢献できることを願っている。

人工知能技術戦略会議人材育成 TF では、大学院生における AI 力アップについては、あまり議論しなかった。

しかし昨今のすべての工学系教育において、情報教育がうたわれる。データの統合利活用という観点からは、理工系に限らず、人文社会系、医歯薬系などすべての学問領域で、人工知能技術が必要とされる。

しかし、全学情報教育の一環として、人工知能教育を展開するには、人工知能を教えるヒューマンリソースの不足という問題もあり、その実現は容易ではない。社会の急速な発展を考慮すれば、人工知能、データサイエンスを合わせた、データの統合利活用を促進するための教育プログラムを全国規模でいち早く整備することが必要不可欠である。

謝 辞

人工知能技術戦略会議人材育成タスクフォースは、2016年7月1日の準備会合から2017年3月15日の最終まとめとなる第6回会合までの約9か月弱の議論の結果である。

タスクフォースのスムーズな進行にご尽力いただいた事務局の皆様、NEDO特別講座の運営にあたり、多くのご助言をいただいたNEDOの皆様には謝意を表します。特に、タスクフォース実務担当者として、取りまとめに奮闘してくれた、文部科学省研究振興局の磯野あずさ氏には深謝申し上げます。

◇ 参 考 文 献 ◇

[HRDTF] 人材育成タスクフォース最終取りまとめ、第5回人工知能技術戦略会議 参考資料 1-1 (2017)

[OU-AI] <http://www.ids.osaka-u.ac.jp/>

[TU-AI] <http://learn-ai.org/>

2018年3月6日 受理

著 者 紹 介



八木 康史

1985年大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程修了。工学博士。1985年三菱電機株式会社応用機器研究所、産業システム研究所研究員。1990年大阪大学助手、同講師、同助教授を経て、2003年大阪大学産業科学研究所教授、2012年同研究所長、2015年より大阪大学理事・副学長。現在、研究、産学共創、附属図書館担当、データビリティフロンティア機構長、先導的学際研究機構長。全方位ビジョン、コンピュータビジョン、パターン認識、ロボットビジョンの研究に従事。Asian Federation of Computer Vision Societies (Vice President)、情報処理学会フェロー。人の歩く姿から個人を識別する歩容認証技術に関して、世界初の歩容鑑定システムをリリース。その成果から、2014年、科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門「歩容映像解析とその科学捜査利用に関する研究」受賞。2016年春、刑事裁判にて鑑定結果の証拠力が日本の裁判所で認められる。