

中学校技術における人工知能の活用に関する教材開発

Development of teaching-learning materials about utilization of artificial intelligence in junior high school technology education

廣瀬 泰弘* 福岡 大輔**
Yasuhiro HIROSE Daisuke FUKUOKA

平成 29 年度告示学習指導要領解説 技術・家庭科編において、人工知能の活用について考える活動を中学校技術において扱うように示された。人工知能(AI: Artificial Intelligence)の活用について教材開発や実践事例の報告が少ないのが現状であるため、本研究では、中学校技術において画像認識を題材とした人工知能を扱う教材を開発し、授業実践と有効性の検証を行った。中学生 79 名を対象に提案教材を用いて、生徒自身が手書き数字認識 AI システムの開発体験を行い、平成 29 年度告示学習指導要領で示される 3 つの資質・能力への有効性を調査した。その結果、知識・技能、思考力・判断力・表現力、学びに向かう力・人間性について変容が見られ、本研究で提案する教材が、3 つの資質・能力の涵養に有効であることが示唆された。

キーワード：人工知能 (AI) , 中学校技術, 画像認識, データ活用

1. はじめに

経済産業省の新産業構造ビジョン[1]で示されるように、さまざまな分野におけるデジタルデータの急激な増加と、人工知能に関する技術の飛躍的進歩により、現代は変化の激しい時代となっている。C. Frey ら [2]は、「現在の職業の約 47%が人工知能に代替される」と予見している。また、平成 29 年度告示中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編[3]においても、「変化の一つとして、人工知能 (AI : Artificial Intelligence) の飛躍的な進化をあげることができる。」としている。

このように情報技術と人工知能が日々進歩する現在において学校教育では、小学校において、論理的思考と創造性、問題解決能力等の育成を目的に「プログラミング教育」が行われている。また、中学校においては、「D 情報の技術」の「(4)これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動」において、以下の 3 つの資質・能力の育成が示されている。

- ・生活や社会に果たす役割や影響に基づいた情報の技術の概念の理解 (知識・技能)
- ・情報の技術を評価し、適切に選択、管理・運用し

たり、新たな発想に基づいて改良、応用したりする力 (思考力・判断力・表現力)

- ・情報の技術を工夫創造していこうとする態度 (学びに向かう力・人間性)

しかし現在、技術の授業を含め学校教育の中では、人工知能の利用事例を紹介する実践[4]にとどまり、人工知能とデータを実際に扱い、3 つの資質・能力を総合的に育成する教材および授業実践がないのが現状である。

本研究では、中学校技術を対象に、人工知能の仕組みと活用を学ぶための、画像認識を題材とした教材を開発し、その教育的有効性の検証を行う。

2. 方法

平成 29 年度告示の学習指導要領に従い、技術分野「D 情報の技術」における人工知能を扱う単元計画を提案する。

本研究では「D 情報の技術」の構成として、図 1 に示すように、第 1 段階：知識・技能の育成、第 2 段階：思考力・判断力・表現力の育成、第 3 段階：学びに向かう力・人間性の育成の 3 つの段階を設定する。

また、図 1 (a)において、人工知能を扱う第 4 題材「社会の発展と情報の技術」を、同図(b)に示すように全 4 時間の構成とする。

* 恵那市立恵那東中学校 教諭

** 岐阜大学教育学部

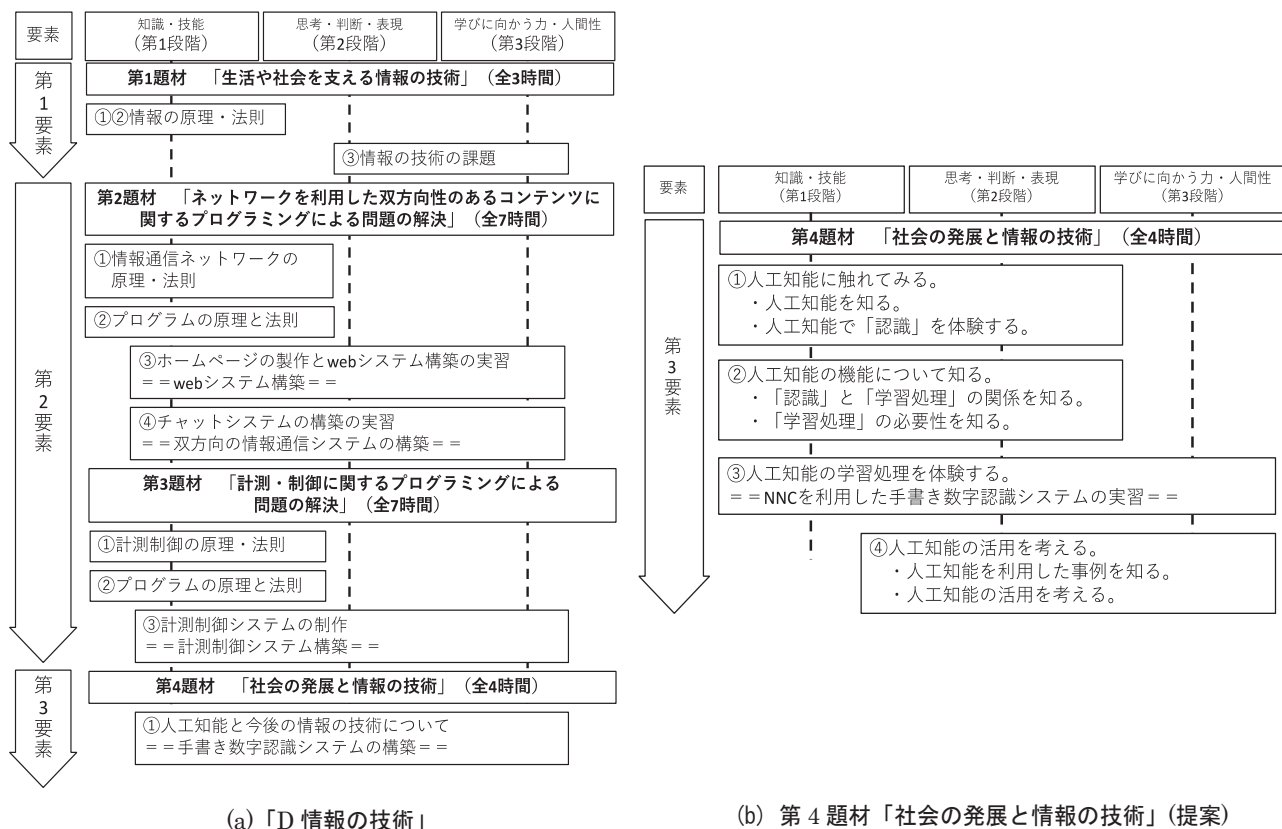


図1 提案する人工知能を扱う単元計画

第4題材の第1段階では、既存のAIソフトウェアを利用し人工知能の「認識(推論)」の機能をいくつか紹介し、実際に人工知能に触れて機能を体験する。

第2段階では、人工知能の仕組みを理解するため、生徒が実際に自分自身で書いた手書き数字を認識する人工知能のシステムを開発し、出力結果を確認する。生徒は、正しく認識できた文字と誤認識文字を観察し、「学習処理」に用いる大規模データから、人工知能がデータの共通点を探していることを理解する。

第3段階では、実際の社会で使われている人工知能とデータの役割を紹介し、今後どのような場面で人工知能が活用できるかを考える。

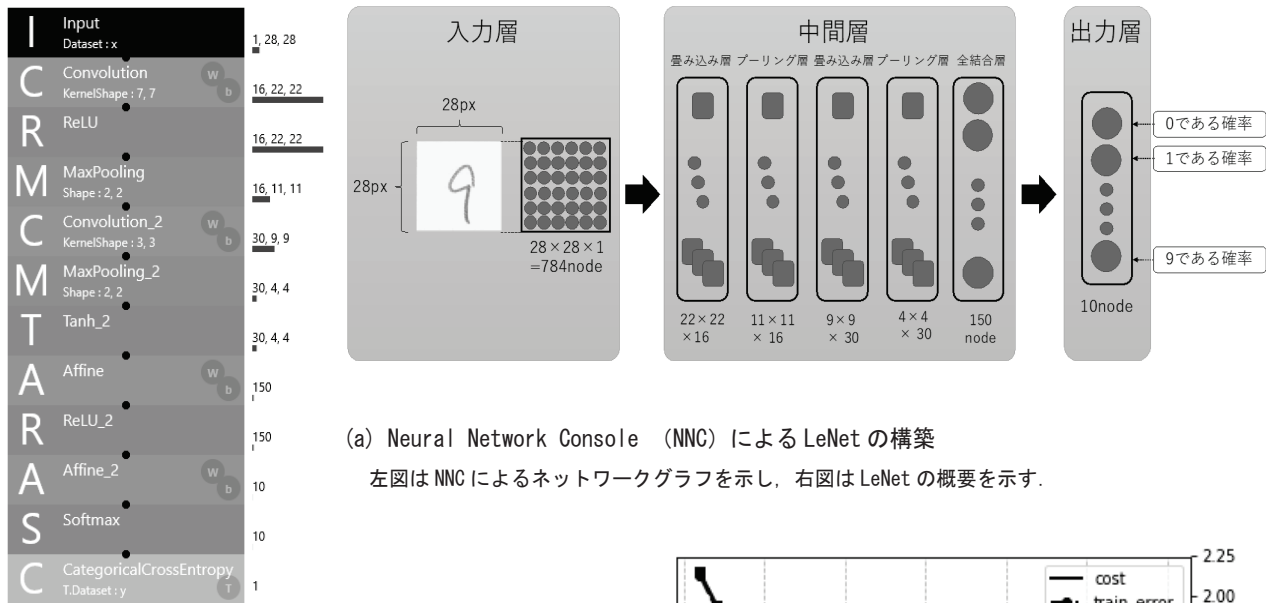
2.1 既存AIソフトウェアによる人工知能の利用

第4題材「社会の発展と情報の技術」の導入として、以下の8つの既存AIソフトウェアによる認識(推論)を体験する。

- (1) AutoDraw (Google 社製)
イラストの認識、修正を行うオンラインサービス[5]である。
- (2) Automatic Image Colorization
Iizuka ら[6]が開発したソフトウェアで、入力され

るモノクローム画像に対し、自動で着色し、カラー画像を自動生成するソフトウェアである。

- (3) TapTapSee (Cloudsight 社製)
カメラ画像内の物体を自動認識し、音声による解説を行うソフトウェアである。
- (4) Photomath (Photomath 社製)
カメラ画像内の数式を自動認識し、数的処理を行うソフトウェアである。
- (5) Google 翻訳 (Google 社製)
108か国語に対応した翻訳と音声認識を行うことができる[7]。
- (6) GoArt (Everimaging 社製)
入力画像を、ゴッホ風やピカソ風などの画風に、変換する。
- (7) FaceApp (FaceApp 社製)
撮影された顔画像から、老化画像を推定することができる。
- (8) 顔画像のクラス分類
顔画像から、学習を行った特定の人物の顔画像(カテゴリ0)とそれ以外の顔画像(カテゴリ1)とし、2クラス分類を行い、認識率を出力する。

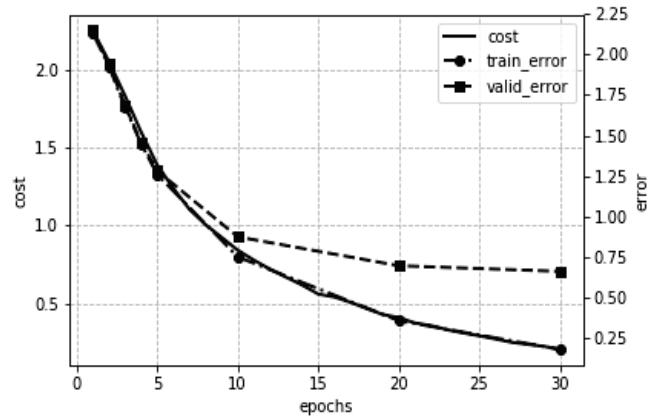


(a) Neural Network Console (NNC) による LeNet の構築

左図は NNC によるネットワークグラフを示し、右図は LeNet の概要を示す。



(b) 生徒が書いた手書き数字の一例



(c) 手書き数字認識の学習曲線

横軸は学習世代数、縦軸は損失 (誤差) を表す

図 2 LeNet による手書き数字認識 (10 クラス分類問題)

2.2 人工知能の仕組みを理解する教材

生徒が人工知能の「学習処理」と「推論処理」を体験し、人工知能システムの開発を行う。従来、人工知能を用いたシステム開発を行う場合には、プログラミング言語 Python などの高い専門的知識が必要となるが、本研究では、中学生でもシステム開発ができるように、グラフィカルディーブラーニングツール Neural Network Console (以下 NNC) (ソニー社製) を用いる。同開発環境では、図 2(a)に示すように、ブロック状に表現されたニューラルネットワークのモデルを、基本的にマウス操作のみで構成することができる。

本研究では、図 3(a)に示す畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network: CNN) により、手書き数字認識システムを構築し、CNN の出力より、認識できた文字と誤認識文字を観察し、大規模

データセットによる「学習処理」の必要性と、人工知能の仕組みを学習する。授業で用いる画像データセットは、図 2(b)に示すように、生徒が事前に用紙に記載した 0~9 の手書き数字画像を、授業者があらかじめデジタル化し、データセット (画像枚数 7900 枚: 学習画像:7000 枚, 評価画像:900 枚) とし、授業前に配布する。

授業に用いる PC 環境 (CPU: Intel Core i3-8100B, Memory : 8GB, GPU:なし) を考慮し、図 2(a)に示すような、比較的浅い CNN である LeNet[8]を採用し、10 クラス分類を行なう。このとき、入力画像は、グレースケール画像 (マトリックスサイズは 28x28) とし、学習世代数(epochs)を 30. 損失関数として、交差エントロピーを用いて誤差 (error) を算出する。

本研究で用いたデータセットにおける学習曲線を図

2(c)に示す。人工知能の学習処理は、画像を入力し得られる出力と教師データとの誤差が少なくなるように、ネットワークを最適化する処理である。図 2(c)に示す学習曲線においても、横軸の学習世代数が増加するにつれ、縦軸の学習用データの誤差 (train_error) が減少していることが確認できる。また、検証用データの誤差 (valid_error) も、学習世代数に応じて減少しており、生徒が記述した手書き数字データに対して、学習処理が行われていることが分かる。

授業に用いた PC 環境において、人工知能の学習処理には 5 分 35 秒を要し、評価画像による推論において、分類精度は 80.7%であった。

2.3 評価法

本研究で目的とする 3 つの資質・能力の育成に関して、平成 29 年度告示学習指導要領解説 技術・家庭科編⁵⁾の D 情報の技術「(4)これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動」から具体的目標を設定し、資質・能力の育成に対する提案教材の有効性を検証する。

以下に示す 3 項目の資質・能力への有効性を検討するため、表 1 に示す質問項目を設定し、五件法、自由記述、マインドマップ調査を用い、プレ・ポスト評価により教育的有効性の分析を行う。

- (1) 人工知能が「認識」する理由を、「学習処理」における大規模データの存在から説明でき、社会での使用例を説明することができる (知識・技能)。
- (2) 人工知能の活用場所について、発想し説明することができる (思考・判断・表現)。
- (3) 情報の技術を工夫・創造していこうと意欲を持つことができる (学びに向かう力・人間性)。

3. 結果

2018 年 11 月に、岐阜県の私立中学校第 2 学年 74 名を対象に、提案教材を用いた授業実践と調査を実施した。生徒が用いる情報機器は、パソコンを各自 1 台、タブレット端末を 2 人で 1 台使用し、授業で用いるソフトウェアは授業者があらかじめインストール作業を行った。

3.1 五件法調査結果

五件法調査結果に重点を置いた資質・能力育成への有効性の評価結果は、表 2 に示すように、「F1.知識・技能」に関わる Q1, Q2 の項目と、「F2.思考力・判断力・表現力」に関わる自由記述調査の活用場面の記述

表 1 資質・能力と質問項目と定量的尺度

F1 知識・技能
Q1 あなたは、人工知能は何を基にして計算したり、判断したりするか知っていますか。
Q2 あなたは、人工知能にどんな機能があるか知っていますか。
F2 思考・判断・表現
自由記述「どこで人工知能が活用できるか書いてください。」の質問に対する活用場面の記述数
F3 学びに向かう力・人間性
Q3 あなたは、人工知能に興味・関心がありますか
Q4 あなたは、人工知能の利用で今後どのような世の中になると予想されているか知っていますか。
Q5 あなたは、人工知能が自分の役に立つと思いますか。マインドマップの要素数

数、「F3.学びに向かう力・人間性」に関わる Q3, Q4 の質問項目において、有意な増加 ($p<0.01$) が認められ、また、「F3.学びに向かう力・人間性」に関わる Q5 の質問項目においても、5%水準で有意な増加が、認められた。

表 2 に示す五件法の「F1.知識・技能」「F3.学びに向かう力・人間性」に関する質問項目、自由記述の「F2.思考・判断・表現」の評価項目のそれぞれに関して有意に増加する傾向にあった。

3.2 マインドマップ調査結果

マインドマップに関しては、調査したマインドマップのすべての第 1 円 (人工知能から伸びる要素) に関してのみ抽出し、テキストマイニングソフト「KHCoder」を用いて頻出語句分析を行った[8]。得られる結果より、「活用」と「説明」に分類し、図 3 に示す最終的なマインドマップを構築した。円の大きさは、出現数を表す。表 2 より、学びに向かう力・人間性に関わるマインドマップの要素数に対しては、有意差は認められないものの、図 3(a)において、授業前後で「人工知能の活用」に関する要素は、抽象的表現から「カメラ」「顔」などの生活場面を想定した具体的記述へと変容する傾向にあった。また、図 3 (b)に示す「人工知能の説明」に関して、授業前後で多くの生徒が、「学習」や「データ」などの具体的記述へと変容する傾向にあった。

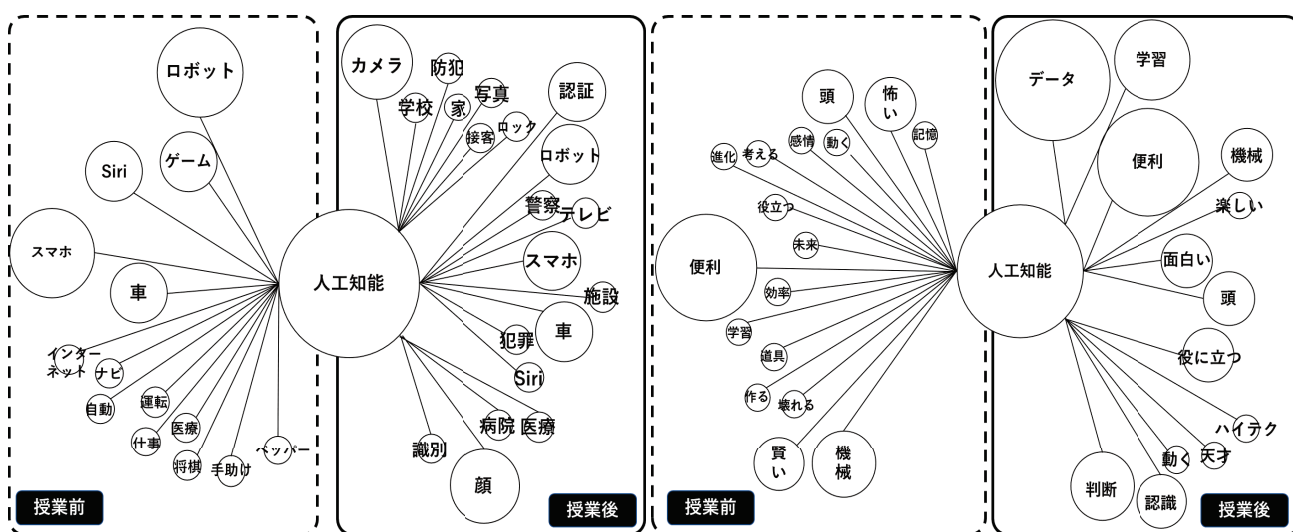
3.3 自由記述調査結果

授業前後で実施した、活用場面の自由記述に関する質問項目「どこで、人工知能が活用できるか」の自由記述式アンケートの内容から抽出したものを、表 3 に示す。

表2 資質・能力への教育的有効性の検証

		授業前 (N=74)		授業後 (N=74)		t 値 (df=73)
		Avg.	SD	Avg.	SD	
F1	Q1 人工知能は何を基にして計算したり、判断したりするか知っていますか。	2.59	1.23	4.03	0.85	8.70 **
	Q2 人工知能には、どんな機能があるか知っていますか。	3.15	1.20	4.12	0.60	6.09 **
F2	活用場面の記述数「どこで人工知能が活用できるか書いてください。」	1.46	1.16	2.89	1.90	8.37 **
F3	Q3 人工知能に興味・関心がありますか。	3.77	1.41	4.32	0.69	3.20 **
	Q4 人工知能の利用で今後どのような世の中になると 予想されているか知っていますか。	3.62	1.15	4.08	0.76	2.96 **
	Q5 人工知能が自分の役に立つと思いますか。	4.00	1.07	4.36	0.81	2.38 *
	マインドマップ内の要素数	3.65	5.82	4.24	5.97	1.64

* : p<0.05, ** : p<0.01



(a) 人工知能の「活用」について

(b) 人工知能の「説明」について

図3 授業前後のマインドマップの変化

授業後の記述において、活用場面がロッカー、説明が「自分の顔を認証して開くロッカー」のように、より具体的に活用場面を想定していることがわかる。

また、活用場面がTVリモコン、説明が「手の動きを認識して電源をつけて消す」というように、「D情報の技術」の「計測・制御に関するプログラミングによる問題の解決」の既習知識と結びつけて活用を想定している記述が見られた。

4. 考察

提案教材を用いて、平成29年度告示学習指導要領解説 技術・家庭科編⁵⁾の「D情報の技術」の「(4)これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動」において、人工知能の技術を体験的に学習することで、

3つの資質・能力の育成に対して、教育的有効性が示唆された。

また、自由記述調査結果より「D情報の技術」の既習の情報の技術と、人工知能を結びつけた発展を、生徒自身が創意できることを確認した。人工知能の学習と大規模データベースの関係性を生徒が認識し、人工知能の仕組みを理解する事で、より具体的に人工知能の活用方法を想定することが可能になったと考えられる。

中学校技術において、「D情報の技術」の「(4)これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動」の中で、提案教材を用いた学習方法が、人工知能を取り扱う授業の一例になると考えられる。今後は、「生物育成に関する技術」や「計測・制御」など幅広い技術と連携した、人工知能の活用に関する教材開発

参考文献

表3 自由記述「どこで、人工知能が活用できるか」
に対する生徒の回答の一例

授業前	
活用場面	詳細
Siri	検索するとき。
ロボット	人とコミュニケーションをとる。
ペッパー	自動で受付などをする。
自動ドア	自動で人が来たら開く。
・授業後	
活用場面	詳細
TVリモコン	手の動きを認識し電源を付けて映す。
銀行	ATMで顔や指紋認証でロック解除。
ロッカー	自分の顔を認識して開くロッカー。
パソコン	瞬きでキーボードを打つ。
自転車	乗った時だけ夜のライトがつく。

及び授業実践が必要であると考える。

5. まとめ

本研究では、3つの資質・能力を総合的に育成する人工知能の取り扱いについて、体験型教材と単元計画を提案し、その教育的有効性の検証を行った。限定的な結果ではあるものの、実際に人工知能を用いた既存ソフトウェアに触れて、また、人工知能による手書き数字認識システムを開発する体験を取り入れることで、3つの資質・能力の育成に対し変容が見られ、本研究で提案する教材は、資質・能力の涵養に有効であることが示唆された。

今後は、人工知能技術と生物育成、計測・制御やネットワークなどと連携した、社会生活の中での人工知能の活用について、体験的に学習できる教材を開発及び授業実践の必要がある。

- [1] 経済産業省：新産業構造ビジョン概要，経済産業省，pp.1-4 (2019)
- [2] Frey, C. B., Osborne, M. A.. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?. Oxford Martin School Working Paper. (2013)
- [3] 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，開隆堂，pp.1 (2017)
- [4] 市原猛・山本高広・片平克弘：中学校理科における人工知能を事例とした教授に関する一考察，日本科学教育学会研究報告，第60巻，第7号，pp15-20 (2018)
- [5] Google：Experiments with Google:AutoDraw，<https://experiments.withgoogle.com/autodraw>，(最終アクセス日：2020年1月1日)
- [6] S. Iizuka, E. Simon-Serra, H. Ishikawa：Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification，ACM Transactions on Graphics, Vol.35, No.4, pp1-11 (2016)
- [7] Google：Google Translate，<https://translate.google.com/intl/en/about> (最終アクセス日：2019年4月10日)
- [8] LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner. Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, november 1998.
- [9] 樋口耕一：計量テキスト分析およびKH Coderの利用状況と展望，社会学評論，第68巻，第3号，pp.334-350 (2017)