

# 大学向け・企業研修向け・教員向けの AI人材指向の人工知能のカリキュラム試案

江見圭司<sup>†1†2</sup>

**概要:** AI人材を指向した人工知能カリキュラムを作ってみた。大学教員と企業にたいして教育で実践した。今後は大学でどう実践するのかを提案する。

**キーワード:** 人工知能, AI人材, 機械学習, 深層学習, インストラクショナル・デザイン

## Artificial Intelligence Curriculum Draft of AI Human Resources For Colleges, for Business, or for Teachers

KEIJI EMI <sup>†1†2</sup>

**Abstract:** I created an artificial intelligence curriculum aimed at AI human resources. It was practiced in education for university faculty members and companies. I will propose how to practice it at the university in the future.

**Keywords:** Artificial Intelligence, AI Human Resources, Machine Learning, Deep learning, Instructional Design,

### 1. はじめに

#### 1.1 AIのカリキュラムをどこから考えるのか

AIの動向については、情報処理推進機構が発行している”AI白書”[1]-[3]が大変詳しい。単なる白書にとどまらず、技術解説書になっている。

筆者はAI教育、とくに一般社団法人日本ディープラーニング協会 G 検定 [4]-[9]に即した研修を企業内でおこなった。その際、その際、スタンフォード大学のサイトにある要約(8)を参考にして、研修を行った。まずは G 検定についてあげておく。以下のようなA~Hの各大項目と中項目を掲載する。小項目はシラバス[4]を参照してほしい。

- A. 人工知能 (AI) とは (人工知能の定義)
- B. 人工知能をめぐる動向  
探索・推論, 知識表現, 機械学習, 深層学習
- C. 人工知能分野の問題  
トイプロブレム, フレーム問題, 弱い AI, 強い AI, 身体性, シンボルグラウンディング問題, 特徴量設計, チューリングテスト, シンギュラリティ
- D. 機械学習の具体的手法  
代表的な手法 (教師あり学習, 教師なし学習, 強

化学習), データの扱い, 評価指標

E. ディープラーニングの概要

ニューラルネットワークとディープラーニング, 既存のニューラルネットワークにおける問題, ディープラーニングのアプローチ, CPU と GPU, ディープラーニングのデータ量, 活性化関数, 学習率の最適化, 更なるテクニック

F. ディープラーニングの手法

CNN, 深層生成モデル, 画像認識分野での応用, 音声処理と自然言語処理分野, RNN, 深層強化学習, ロボティクス, マルチモーダル, モデルの解釈性とその対応

G. ディープラーニングの社会実装に向けて

AIプロジェクトの計画, データ収集, 加工・分析・学習, 実装・運用・評価, 法律 (個人情報保護法・著作権法・不正競争防止法・特許法), 契約, 倫理, 現行の議論 (プライバシー, バイアス, 透明性, アカウンタビリティ, ELSI, XAI, ディープフェイク, ダイバーシティ)

H. 数理・統計

#### 1.2 スタンフォード大学のカリキュラム

上記のスタンフォード大学[10]のTAの方のチャートは以下のような科目構成である。

Computer Science コンピュータサイエンス

- ・CS 221 — Artificial Intelligence/人工知能
- ・CS 229 — Machine Learning/機械学習

<sup>†1</sup> 府立京都高等技術専門校  
Technical College of Kyoto Prefecture

<sup>†2</sup> 京朋社  
keihousha

- ・ CS 230 — Deep Learning/深層学習  
Computational and Mathematical Engineering/計算工学と数理工学
- ・ CME 102 — Ordinary Differential Equations for Engineers/常微分方程式
- ・ CME 106 — Introduction to Probability and Statistics for Engineers/確率と統計

### 1.3 人工知能の歴史

G 検定では AI ブームの歴史を以下の様に区分している。

- 第一次 推論と探索(1950年代後半～60年代)
- 第二次 エキスパートシステム (1980年代)
- 第三次 機械学習と深層学習(2000年代～)

第一次や第二次のような技術の歴史を理解しつつ、第三次の機械学習と深層学習を中心に理解する必要がある。

### 1.4 法律・倫理の問題

スタンフォード大学では、法律や倫理の問題は扱っていないが、G 検定では道路交通法(自動運転関連)、個人情報保護法、EU 一般データ保護規則(GDPR)なども扱われている。前述の G 検定の大項目 F「ディープラーニングの社会実装に向けて」の大部分である。

## 2. 実践

### 2.1 情報系教員への研究会

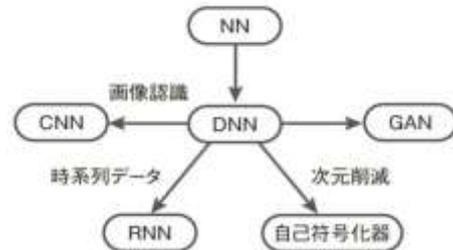
ニューラルネットワークに関して、京都情報大学院大学の情報専門(AI は非専門)の教員対象に講演をした。線形分離と活性化関数について整理して話せば、1 時間程度で理解させることは可能である[13],[14]。これは大項目 E「ディープラーニングの概要」の主要部分になる。半日あれば、大項目 G は半日で解説可能であろう。

### 2.2 企業内研修(技術編)

技術に関して、2020年6月に電脳匠工房社において、研修を行った[11]。研修の対象者は、現在、画像処理で AI を使ったエンジニア 3 名と AI に関係しないエンジニアの 5 名である。初回の前の 3 時間で線形変換(一次変換)の解説を行った。受講者のうち 2 名は高等学校の数学で線形変換(一次変換)をまなんでいなかったからである。初回の 3 時間でディープラーニングの概要から研修した。そこで線形分離に時間をかけて、解説した。線形分離がわかれば、あとはニューラルネットワークの構造は直ぐに理解できる。これで大項目 E「ディープラーニングの概要」は終了した。

二回目の 3 時間で、ディープラーニングの手法と

して図 1 にあるような事項を個別に解説していった。最後の 3 時間で、C「人工知能分野の問題」と D「機械学習」の具体的手法を解説した。A「人工知能(AI)とは(人工知能の定義)」と B「人工知能をめぐる動向」は自習とした。



この研修では、ある程度、実務でプログラミングを行っている方を対象にしたので、入力データと出力データの実態の知識はあるが、業務内容がブラックボックスになっているのである。今回の研修でかなり、業務内容の理解が進んだというコメントをいただいた。

### 2.3 企業内研修(法律・倫理編)

2020年10月に、G 検定で扱われている法律・倫理に関する問題の出題に関して、田中規久雄先生(大阪大学)を電脳匠工房社に招聘して、個人情報保護法、EU 一般データ保護規則(GDPR)などに講義をいただいた。機微情報つまり「要配慮個人情報」、ディープ・フェイク(詐欺やポルノグラフィーの製造)、説明可能な AI (Explainable Artificial Intelligence : XAI)、自律型致死兵器システムの研究・開発をめぐる議論、道路交通法(自動運転関連)、公正取引委員会はデジタル・プラットフォーム事業者の取引規制についての基本的な考え方を示したガイドライン(2019年12月)など多岐にわたる内容となった[12]。この部分は、当時のシラバスでは追加的扱いであったが最新のシラバスの大項目 F「ディープラーニングの社会実装に向けて」として大変充実している。

## 3. 学習内容の試案

前章の「実践」に基づいて、これをニーズ分析としてまずは学習内容をインストラクショナル・デザインの観点[20]-[22]から整理してみることにする。

### 3.1 AI 入門

G 検定では人工知能の歴史を以下の様に区分している。

- 第一次 推論と探索(1950年代後半～60年代)
- 第二次 エキスパートシステム (1980年代)

### 第三次 機械学習と深層学習(2000年代～)

第一次や第二次のような技術の歴史を理解しつつ、第三次の機械学習と深層学習を中心に理解する必要がある。そこでAI入門では機械化学習に至るまでを扱うことになるであろう。G検定で言えば、大項目A～Cに相当する。

情報系の大学では講義[15]として設定する必要があるだろうが、企業内研修などは概要だけになるだろう。カリキュラムとしては議論の余地がある。

#### 3.2 機械学習

データサイエンスとしての関連で取り上げるべきである。教師あり学習、教師なし学習、強化学習など教科書などはたくさんあるので、この分野は筆者がわざわざ述べる必要もないであろう。サポートベクターマシンと線形分離を終着点にしてニューラルネットワークにつなげばいいであろう。

#### 3.3 深層学習概論

ここはメインであろう。図1で述べたような流れでカリキュラムを組めばいいであろう。

#### 3.4 深層学習応用

応用範囲は多岐にわたる。各教員の専門分野を教えることになるであろう。

#### 3.5 AIと法律・倫理

G検定では大項目G「ディープラーニングの社会実装に向けてであるが、テキストなどは存在しないので、G検定の出題例をもとに考えることになる。ここについてはまだまだ議論の余地がある。

#### 3.6 AIのための数学

まず第一に、統計学をやる必要がある。理工系の統計学は数理統計学であるが、生物系、医療系、経済経営系、心理学系では記述統計学が必要である。情報系の統計学は数理統計科学ベースであるので、このあたりは内容を見直す必要があるだろう。このあたりは東京大学教養学部統計学教室のカリキュラム[16]-[18]が参考になるだろう。また、日本統計学会主催の統計検定がデータサイエンス試験[19]を実施する方向であり、シラバスが公開されつつあるので、こちらも参考にすると良いであろう。

次に線形代数である。昨今では、行列と線形変換は高等学校の学習指導要領からなくなっており、2022年からの新学習指導要領でもこの分野は軽視されているので、事前にしっかりと数学の授業を行う必要がある。線形分離の理解のために法線ベクトルの理解が必要になる。1994年以来、高等学校の数学から法線ベクトルは消えている[23],[24]。この年代が若手エンジニアとして現場で活躍しているが、平面の方程式や法線ベクトルのおぼつかないため、超平面への拡張することが理解が追いつかず、苦勞している。筆者は企業内研修で指導してきた。またあと、

最近出版されたアメリカの線形代数の本には機械学習や深層学習に関する章が追加されている[25]。

## 4. カリキュラムの試案

### 4.1 情報系の大学学部・学科

実務経験のまったくない大学生のカリキュラムを考えると、スタンフォード大学と2.3で述べた研修を参考にすると以下の様になる。

スタンフォード大学をまねるとすると、以下の様に、設定することになる。

- Artificial Intelligence/AI入門
- Machine Learning/機械学習
- Deep Learning/深層学習概論, 深層学習応用
- 線形代数
- Statistics for Engineers/統計
- 線形代数
- 情報倫理(AIと法律・倫理を含む)

(11)。

また、「AIと法律と倫理」では、従前からある情報倫理の授業だけでは対応できない。従前の授業は著作権を中心とした知的所有権をメインに扱っているからである。

### 4.2 文系の大学学部・学科

実務経験のまったくない大学生のカリキュラムを考えるとG検定に即した内容がいいであろう。ただし、用語の羅列を覚えるだけになり、これでは大学教育とは言えない。もし、基礎だけ押さえるなら、記述統計学を教えるのが適切であろう。これについては筆者自身は研究中である。

### 4.3 企業内研修

AI入門はeラーニングになるであろう。機械学習と深層学習概論がメインになる。深層学習応用はその企業の業務内容に即したものとなる。あと、AIと法律・倫理は業務に即決する。なお、数学的知識があるかどうかで、企業内研修の内容はかなり変わることは追加しておく

### 4.4 情報系教員向け

AIのための数学の知識が前提として十分であるので、線形分離と活性化関数について整理して話せば、1時間程度で理解させることは可能である。半日の研修で相当充実した研修は可能だろう。AI人材を輩出するためには、情報系教員の研修をもっと行うべきであろう。

なお、数学と情報の両方の教員免許をもつ高校教員であるならば、上述の大学教員と同じ研修内容でAIの指導は可能になるであろう。

ただ「AIと法律と倫理」では、従前の授業は著作

権を中心とした知的所有権をメインに扱っていることから、ある程度の時間をかけて教員研修を行う方がいいであろう。

以上のように学習内容を教育・研修の対応は以下のようになる、

表1 人工知能のカリキュラム試案

	G 検 定	スタンプ フォード大	大学の授 業での必 要度	企業内研 修での必 要度
AI 入門	A~C	○	○	△
機械学習	D	○	○	△
深層学習 概論	E	○	○	○
深層学習 応用	F	×	△	△
AI と法 律・倫理	G	×	○	○
AI のため の数学統 計	H	○	○	○
AI のため の数学線 形代数	-	-	○	△

## 5. おわりに

教員研修では技術だけなら半日、企業内研修では技術3日、法律・倫理は半日ぐらいで施可能である。情報系の大学学部・学科大学なら5~6科目を追加する必要がある。文系の大学学部・学科のカリキュラムは現在研究中である。

## 謝辞

有限会社電脳匠工房でAI研修の場を提供してくれたことに謝辞を申し上げる。また、IEC情報教育研究会のオンライン研究会(2020年7月12日実施)において、中村晃氏(金沢工大)、土佐康氏などと有益な議論ができたことに謝辞を申し上げる。また、法律・倫理に関する問題では田中規久雄氏(元大阪大)にいろいろとご教示いただきましたことに感謝している。

## 参考文献

- [1] 情報処理推進機構 AI 白書編集委員会 (編): "AI 白書 2017" KADOKAWA, 2017  
 [2] 情報処理推進機構 AI 白書編集委員会 (編): "AI 白書 2019" KADOKAWA, 2018

- [3] 情報処理推進機構 AI 白書編集委員会 (編): "AI 白書 2020" KADOKAWA, 2020  
 [4] G 検定とは/一般社団法人 日本ディープラーニング協会 Japan Deep Learning Association (略称: JDLA) <https://www.jdla.org/certificate/general/> (閲覧 2021-06-26)  
 [5] (a) 浅川伸一, 江間有沙, 工藤郁子, 巢籠悠輔, 瀬谷啓介, 松井孝之, 松尾豊, 一般社団法人日本ディープラーニング協会 (監修), "ディープラーニング G 検定(ジェネラリスト) 公式テキスト", 翔泳社, 2018; (b) 浅川伸一, 江間有沙, 工藤郁子, 巢籠悠輔, 瀬谷啓介, 松井孝之, 松尾豊, 一般社団法人日本ディープラーニング協会 (監修), "ディープラーニング G 検定(ジェネラリスト) 公式テキスト第2版", 翔泳社, 2021  
 [6] (a) 明松真司, 田原眞一, 杉山将 (監修), "徹底攻略 ディープラーニング G 検定 ジェネラリスト問題集", インプレス, 2019; (b) 明松真司, 田原眞一, 杉山将 (監修) "徹底攻略 ディープラーニング G 検定 ジェネラリスト問題集 第2版" インプレス, 2021  
 [7] クロノス, "スッキリわかるディープラーニング G 検定テキスト&問題演習", TAC 出版, 2020  
 [8] 山下長義, 伊達貴徳, 山本良太, 松本敬裕, 横山慶一, 杉原洋輔, 浅川伸一(監修), 遠藤太郎 (監修), "これ1冊で最短合格 ディープラーニング G 検定ジェネラリスト要点整理テキスト&問題集" 秀和システム, 2020  
 [9] 高橋 光太郎, 落合 達也, "デジタル最短突破 ディープラーニング G 検定(ジェネラリスト) 問題集", 技術評論社, 2020  
 [10] Stanford University, <https://stanford.edu/~shervine/l/ja/teaching/> (2021年06月26日閲覧)  
 [11] 江見圭司, "AI人材を指向した人工知能カリキュラムの試案", JSiSE 研究会, 2020年第3回, 2020  
 [12] 江見圭司, "法律問題を含めた AI 人材指向の人工知能のカリキュラム試案" 日本情報科教育学会  
 [13] 内職が要らないくらい分かりやすいディープラーニング入門 <https://www.youtube.com/watch?v=btGW8P6FcF4> (2021年06月26日閲覧)  
 [14] 竹内 一郎, 鳥山 昌幸, "サポートベクトルマシン (機械学習プロフェッショナルシリーズ)" 講談社, 2015  
 [15] 小高 知宏, "人工知能入門", 共立出版, 2015  
 [16] 東京大学教養学部統計学教室, "統計学入門 (基礎統計学)", 東京大学出版会, 1991  
 [17] 東京大学教養学部統計学教室, "自然科学の統計学 (基礎統計学)", 東京大学出版会, 1992  
 [18] 東京大学教養学部統計学教室, "人文・社会科学の統計学 (基礎統計学)", 東京大学出版会, 1994  
 [19] 統計検定 <https://www.toukei-kentei.jp/post-9685/>  
 [20] ロバート・M. ガニエ, 他, 鈴木克明(訳), 岩崎信(訳), 「インストラクショナルデザインの原理」, pp.1-462, 北大路書房, 2007  
 [21] ウォルターディック, 「はじめてのインストラクショナルデザイン」, pp.1-381, ピアソンエデュケーション, 2004  
 [22] 矢島, 江見, 田中, 中條, 「オブジェクトモデルを用いた授業設計へのアプローチ」, JSiSE 教育システム情報学会, Vol.20, No.2, pp.209-213, 2003  
 [23] 江見圭司, 江見善一, "線形代数と幾何" 共立出版, 2004  
 [24] 江見 圭司, 矢島 彰, 中西 祥彦, 江見 善一, 石川 高行, "集合・確率統計・幾何がビジュアルにわかる—基礎数学のABC, 2006  
 [25] (a) G. Strang, "Linear Algebra for Everyone", Wellesley-Cambridge Press, 2020 ; (b) <http://math.mit.edu/~gs/everyone/?fbclid=IwAR1kEVN0tc3C-SBZBqkVcQkQDtU0OKtDdtwRoz1DiXkamKksI9IE3n3onk> (2021年06月26日閲覧)