

# 金沢工業大学におけるリカレント教育

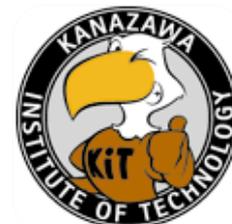
-Society5.0をリードする人材の育成-

北信越工学教育協会 年次シンポジウム

2021年2月19日

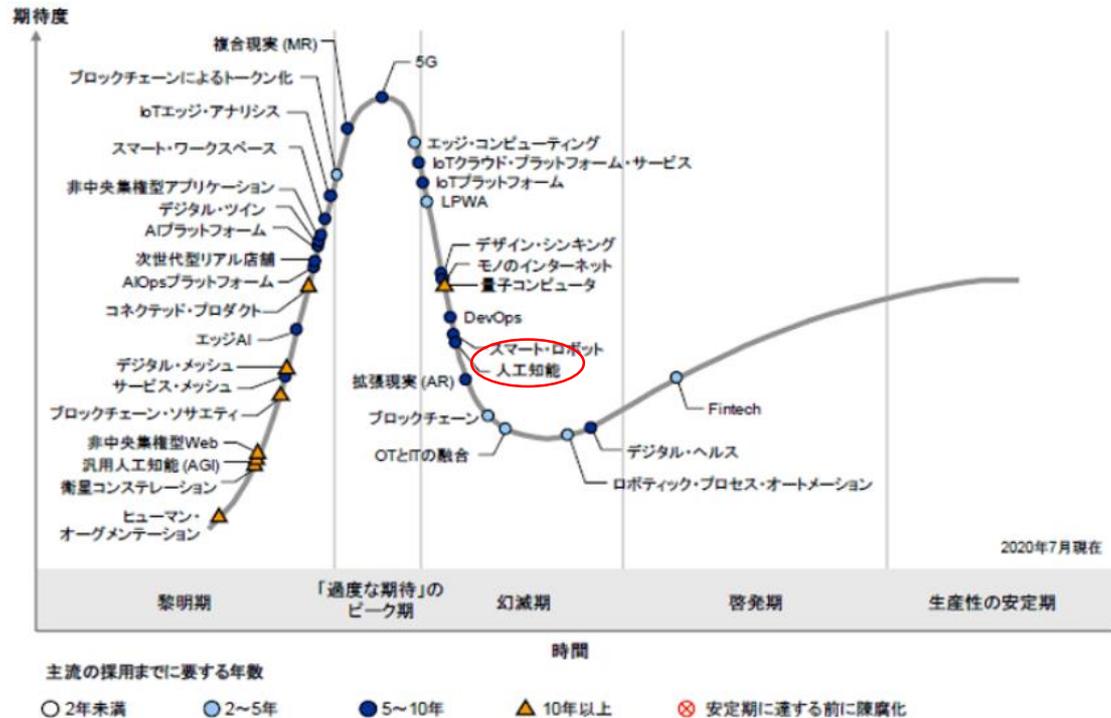
金沢工業大学 工学部 情報工学科

教授 山本知仁



# こんどのAI はできるらしい!?

3回目のブームであると考えられる今回のAIは技術として定着しつつあり、様々な分野でその応用が模索されている。



ガートナーによる日本におけるテクノロジーのハイプ・サイクル(2020年)  
<https://www.gartner.com/jp/newsroom/press-releases/pr-20200910>

単にAIに関連する技術だけではなく、IoT、ビッグデータ、ロボティクス、VR/ARなどの技術と密に融合しながら、新たな社会(=Society5.0)が生まれようとしている。

# 現在の人工知能を支える技術群

## 入力系

### ビッグデータ

医療データ  
画像データ  
音声データ  
行動データ  
位置データ  
発話データ  
購買データ  
etc...

### IoT

#### センサ群

温度センサ  
加速度センサ  
GPS

#### 小型端末

スマートフォン  
Raspberry Pie

#### 通信方式

5G  
LoRa  
etc...

## 思考系

### ディープラーニング(深層学習)

#### 時空間パターン認識

**CNN** (Convolution Neural Network)

画像など空間的なパターンを識別する

**YOLO, R-CNN, PSPNet, etc..**

画像の中にある物体を場所(描画されているピクセル等)を含めて識別する

#### 時系列パターン推測

**LSTM** (Recurrent Neural Network)

音声認識や機械翻訳など時間的な構造を持つパターンを識別する

#### Transformer

機械翻訳等に使われ、“Attention”と呼ばれるデータの関係性を取り込む仕組みを持っている

#### データ生成

**GAN** (Generative Adversarial Nets)

低解像度画像から高解像度画像や複数の特徴を持った画像の生成などを生成する

### 基本的なアルゴリズム

入力データを用いたこれらのネットワークの学習では、**誤差逆伝搬法**などによって解に関する空間をより**誤差が少ない方**に下っていく



## 出力系

### ロボティクス

モビリティ  
自動運転  
ドローン  
コミュニケーション  
Pepper  
AIスピーカー  
etc...

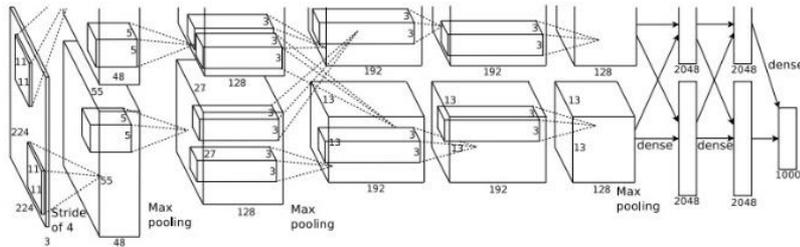
### VR/AR/MR

提示デバイス  
Oculus Rift  
Hololens  
触覚デバイス  
開発環境  
Unity  
ARkit2, ARcore  
etc...

# 時空間パターン認識

## CNN (Convolution Neural Network)

画像の認識などに利用されるネットワークで、現在は残差を利用するResNet (Residual Network)系がネットワークが深くできるため、よく使われている



↓ 画像中のある物体を認識したい

R-CNN (Regions with Convolutional Neural Networks), YOLO (You Only Look Once), SSD (Single Shot MultiBox Detector)

1枚の画像に複数の物体があるとき、各物体の領域と、その物体が何であるかを推定する

SegNet, PSPNet (Pyramid Scene Parsing Network)

セマンティックセグメンテーション (画像中に含まれる物体の領域をピクセル単位でラベリングを行う)を実現するためのネットワークで、

動画を  
ある物体を  
認識したい

## 3DCNN (3D Convolution Neural Networks)

2次元の静止画に適用されていたCNNを動画に拡張したものであり、動画中の物体を追従したり、動作の内容を識別することが可能

OpenPose

動画に含まれる人体を認識し、腕、手、胴体、足などの骨格を識別することが可能となっており、人の動作を識別する際の基本的な情報を得ることができる

適切なネットワークの形を知りたい、学習データが足りない

NAS (Neural Architecture Search)

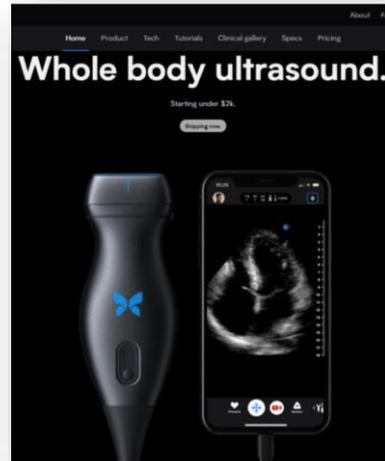
学習に最適なネットワークを強化学習などを用いながら自動的に探すことを可能にする手法で、GoogleのAutoMLなどに利用されている

転移学習

既に学習済みのネットワーク (VGG16など) を用い、比較的少数のデータを用いてネットワークを追加で学習させることで、学習のデータが足りないという問題に対応する<sup>4</sup>

# 時空間パターン認識の活用例

- 医療データの識別
- 自動運転のための画像認識
- 実空間にある物体のリアルタイムでの認識
- etc...



超音波エコー画像から病気の識別  
(Butterfly Network)



実空間の物体の認識  
(Google)



脳のCT画像から  
ガンを識別  
(Viz.ai)



単眼カメラから車  
や歩行者を認識  
(Mobileye)

# 時系列パターン推測

RNN (Recurrent Neural Network)

時系列データや順番構造をもっているデータの識別、推測などに使われる

↓ データの時間的関係を利用したい

LSTM (Long Short Term Memory)

RNNを深層学習的な手法に拡張したネットワークで、短期的のみならず長期的な時間関係についても学習することが可能

GRU (Gated Recurrent Unit)

LSTMはネットワークの構造が大きくなると、計算量が増える傾向にあるが、GRUではLSTMよりも少ない計算量でデータ間の時間的な関係について学習することを可能

Transformer

機械翻訳などに使われるネットワークで、“Attention”と呼ばれる、データの関係性を適切に取り込む仕組みを持っており、LSTMなどと比べて計算量が少ない

↑ 計算量を少なくしたい

↓ 文章のつながりを考慮

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformer)

Transformerをベースとして、単語間のつながりに加えて、文章間のつながりも学習することができるネットワークで、文脈を考慮した汎用的な自然言語処理を実現する

# 時系列パターン推測の活用例

- 株価の予測
- 音声認識
- 機械翻訳
- チャットボット
- 画像と自然言語の組み合わせ



機械翻訳  
(DeepL)



株価の予測  
(みずほ証券)



What color are her eyes?  
What is the mustache made of?

VQA (Visual Question Answer)



AIスピーカー  
(Amazon)



チャットボット  
(ヤマト運輸)<sup>7</sup>

# データ生成

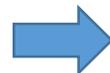
## GAN (Generative Adversarial Nets)

できの良い偽物を本物をベースとして作り出せるネットワークを構築する

## CycleGAN

夏の風景の画像を冬に変換したり、馬をシマウマに変換するなど画像のスタイルを変換することが可能

よりきれいな  
画像の生成



StyleGAN (A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks)

高品質な顔画像を生成することが可能で、年齢、性別もコントロール可能

Progressive GAN

低解像度から、高解像度の画像を生成することが可能

安定したデータの生成

## SAGAN (Self Attention Generative Adversarial Nets)

データの大域的な構造を保持するために、“Self Attention”と呼ばれる仕組みを使って、データ間の相似性を利用しながらデータの生成を行う

モード崩壊を防ぐ

D2GAN (Dual Discriminator Generative Adversarial Nets)

識別器を2つ置くことで、本来複数のパターンのデータを生成したいのに、少ないデータのパターンしか生成できないというモード崩壊を防ぐことができる

# データ生成の活用例

有名作家の絵画の生成、本来ありえない画像の生成 (CycleGAN)

Monet ↔ Photos



Monet → photo

Zebras ↔ Horses



zebra → horse

Summer ↔ Winter



summer → winter

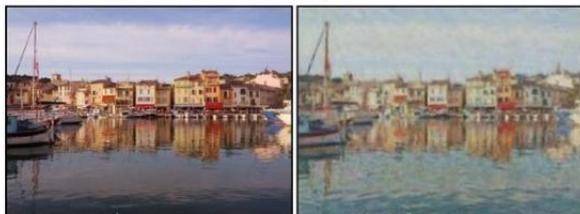


photo → Monet



horse → zebra



winter → summer



Photograph



Monet



Van Gogh



Cezanne



Ukiyo-e

# Society5.0時代における 情報技術教育の必要性

Society5.0では、AIを代表とするような最新の情報技術と複数の分野の技術が融合することによって、新たな価値の提案や社会の変革がもたらされることが期待されている。



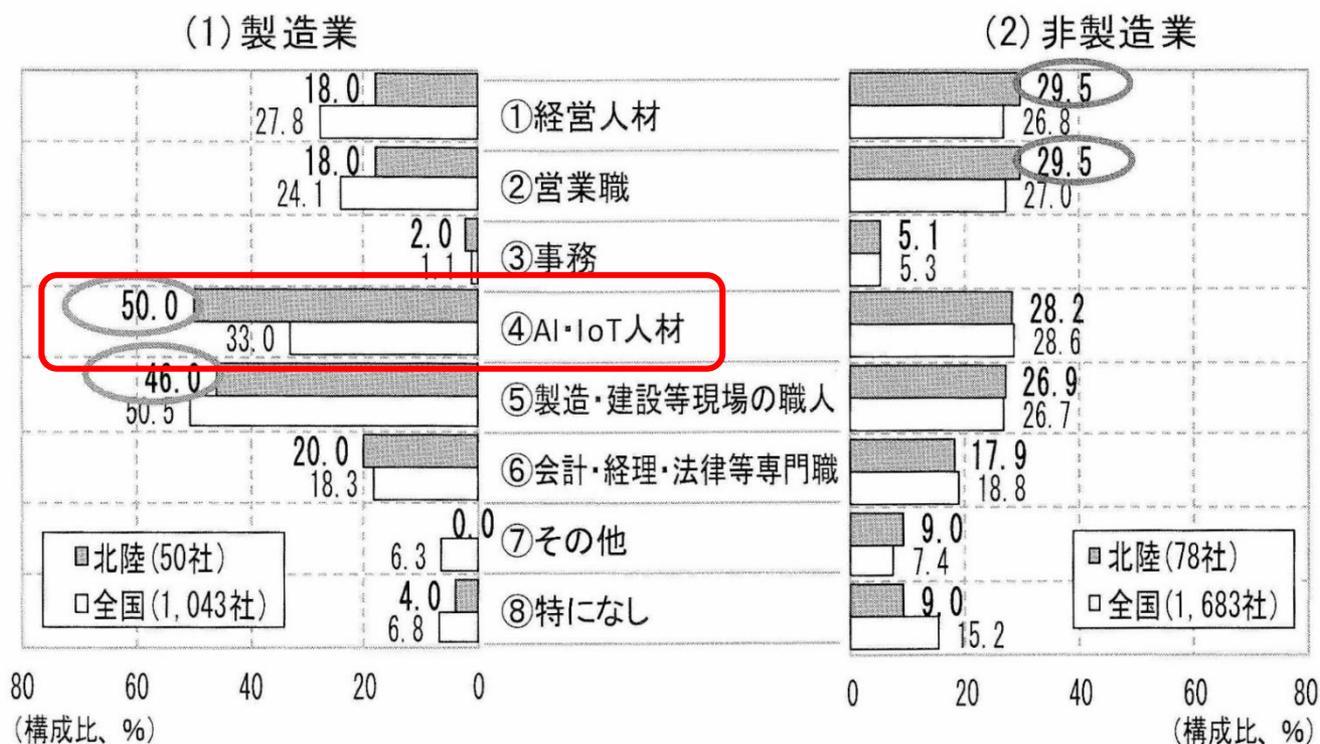
内閣府：[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

しかしながら、急速に発展するこれらの技術群を学ぶためのカリキュラムが大学で提供されておらず、多くの社会人もこれらの技術に関する教育を受けていない。

# 北陸の産業界では

- 日本政策投資銀行北陸支店による2020年6月の調べでは、アフターコロナでは、「新しい価値を生み出す人材の確保・育成」が重要であり、特に製造業では「AI・IoT人材」が必要となると答えている

図表6 特に不足と感じ、中長期的に必要となる職業人材(2つまでの複数回答)【中堅企業】



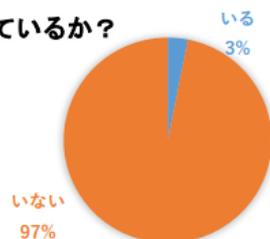
# 北経連の調査では

- 北陸経済連合会が提供している2020年10月の調査報告では、**地域の企業にデータサイエンティストはほとんどいないが、半分以上の企業が必要としている**と回答している

【アンケート2】 厚生労働省「教育訓練プログラム開発事業」アンケート結果

## I. データサイエンティスト（DS）【注】について

### 1. DSは在籍しているか？



★「在籍している」 3% (2/64)

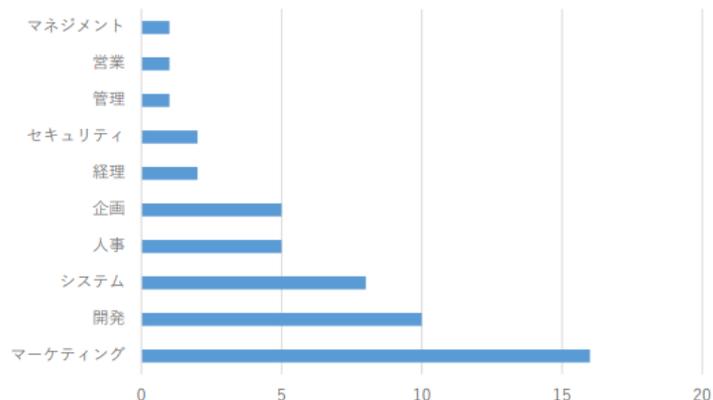
### 2. 今後の事業展開でDSが必要か？



★「必要」と考えている 56% (35/64)

【注】データサイエンティストとは、データ関連技術（統計、AI、IoT、ビッグデータ、セキュリティ及びその基盤となるデータサイエンス）を駆使し、データの収集・分析を行う者

### 2-1. DSが必要な分野は？（前2.で「必要」と回答 N=35 複数選択可）



★マーケティング (16/35)、開発 (10/35)、システム (8/35) 分野で必要

# 北経連の調査では

- 企業内の若手、中核の社員にまずは統計などの基礎的な内容から学ばせたいと各企業が考えている

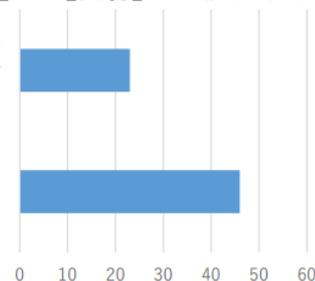
## Ⅱ. リカレント教育（社会人の再教育、学び直し）について

### 1. DS養成講座に求める【レベル】と【内容】（複数回答可 N=64）

#### 【レベル】

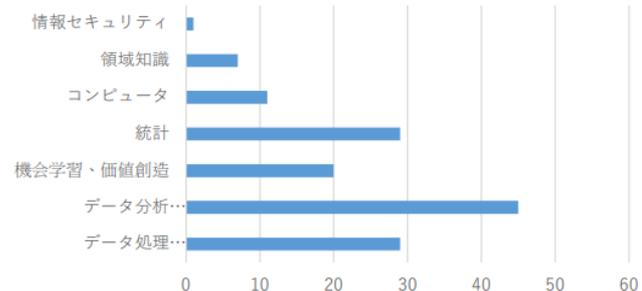
既に一定の知識が構築されている者を対象とし、より高度な知識を習得するもの

初心者を対象とし、基礎を幅広く学ぶことを目的としたもの



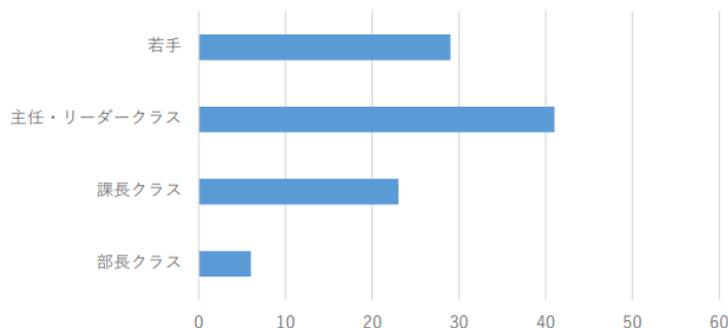
★現段階では初心者対象に基礎を広く修得する講座要望が多い

#### 【内容】



★DS講座の内容として、データ分析〔数学・統計学〕(45/64)、データ処理〔情報学〕(29/64)、統計(29/64)を要望

### 2. DS養成講座受講を勧めるポジション（複数回答可 N=64）



★主任クラスの実務者・若手の受講を勧める回答が多い

# 全大学でAI教育が導入される？

現在、様々な大学でAIに関する教育の導入が行われようとしている

内閣の「統合イノベーション戦略推進会議」による議論の中で、大学生に関しては「**文理を問わず、全ての大学・高専生(約 50 万人卒/年)が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得**」することが目標として、2019年6月11日に決定されている。

実質的な政策としては、既に行われているプログラム「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」に加えて、1兆1364億円程ある国立大学の運営交付金の内、動的に配分される300億程度をAIに関する教育を実施している大学に多めに配分される。

既に導入している大学、これから導入すると思われる大学群

「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」に選定されている6校：北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学＋協力校20校

「超スマート社会の実現に向けたデータサイエンティスト育成事業」に採択されている5校：北海道大学、名古屋大学、大阪大学、九州大学、横浜市立大学

AI系のプログラムが提供されている大学：立教大学、武蔵野大学、東京都市大学、埼玉工業大学、東京工科大学、早稲田大学、東洋大学、関西学院大学、成城大学など

# KITの情報教育の変遷

大学間連携共同教育推進事業「実践力と創造力を持つ高信頼スマート組込みシステム技術者の育成」(H24-28)

北陸先端科学技術大学院大学(JAIST)と共に、「組込み」技術者の育成を目的として、学部、大学院一貫の教育プログラムを構築した

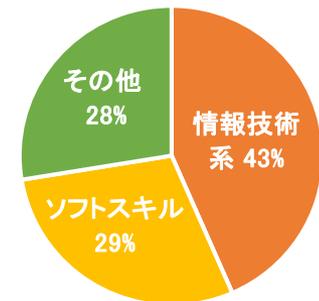
Society5.0に対応した高度技術人材育成事業未来価値創造人材育成プログラム 科学技術の社会実装教育エコシステム拠点の形成事業 (H30)

①全学的な情報技術教育の導入 ②6年制メジャー・マイナー制度の導入 ③社会実装を実現する深い産学官連携を目的とし、私立大学では本学のみ採択された

## 社会からの需要

大学間連携事業を行っているときから企業向けにこのようなプログラムを展開して欲しいという要望があり、また、リカレント教育への関心が高まりつつあった。

実際、人材開発セミナーでの企業への調査(2019年)では、情報系の技術習得に関する希望が多い



(N=1057、複数回答あり)

# 情報技術教育プログラム

3コース、14科目からなるプログラムで、基本は100分×7回(90分×8回)からなる。これら科目のほとんどは本学の学生と**社会人**にも開講される。



2018年度は5つの科目を試行し、2019年度中に全ての科目を実施する。AI基礎と、ICT基礎は、2020年度から**全学必修**とする。



# データサイエンス入門

データ分析に関する基本的な概念や手法を学ぶとともに、実践的な演習を行い、データ解析の基本的な手法を習得して、実際にデータ活用を行えるようになることを目指す

- 統計の基礎
- 多変量解析: 回帰分析
- 多変量解析: 主成分分析
- クラスタ分析
- 決定木
- データマイニングの手法
- テキストマイニングの基礎

## 事実に基づく強み

- **エビデンス・ベースド...**(Evidence Based ...)
- 問題解決は「事実」から出発
  - 問題の認識は、事実の確認から
  - 仮説 (あるいはモデル) の構築も事実から
  - 仮説 (あるいはモデル) の検証も、事実を介してのみ行われる
- 事実の重要性
  - 事実は直感の足りない部分を補う
  - 信頼を得るには事実の裏打ちが必要
- **IoT(Internet of Things) ・ BD(Big Data) ・ AI**
- ① データ収集: **IoT** (モノのインターネット)
- ② **ビッグデータ**: 蓄積されたデータ
- ③ データ利用: **データ分析**, **AI** (人工知能)

## 正規分布

- 左右対称な、釣り鐘型形状の分布を持つ
- 平均と中央値が等しい
- (古典的な) 統計推測に用いられる
- 分布の範囲
  - 平均±σ: 約68.26%
  - 平均±2σ: 約95.44%
  - 平均±3σ: 約99.73%

平均, 分散, 標準偏差などの統計量が意味を有するのは、正規分布とガンマ分布程度

## 相関係数の解釈

- 相関係数は-1から1までの値
  - プラスの値なら, xが増えるほどyも増える (右上り) 傾向 (正の相関関係)
  - マイナスの値なら, xが増えるほどyは減る (右下り) 傾向 (負の相関関係)
  - 0に近い値ならば, 無相関
- 相関の有無の簡易的な判別法
  - 0.8程度以上: 強い相関, 0.6~0.8程度: 中程度の相関, 0.4~0.6程度: 弱い相関
  - 以下の式を満たすとき相関あり

$$r^2 > \frac{4}{(\text{データ数})+2}$$

## 主成分分析の基本的な考え

- 変数を合成して, 分布データの分散が最大になるように, 新しい合成変数を作成
- 原点Oから, 新しい軸に下ろした各点の垂線の足Hまでの距離OHの分散が最大となるように軸を定める (各点Pから新しい軸までの距離PHの分散が最小となるように軸を定める)

## K-means法と階層法

**K-means法**

非階層的な方法

クラスタ分け

C1={A,B,C}  
C2={D,E}  
C3={F,G,H,I}

**階層法**

階層的な方法

階層法

F G H I A B C D E

階層的な方法と非階層的な方法

## 共起ネットワーク (1)

- 共起関係のネットワーク視覚化

# 入門者向け教材の開発

今回の情報技術教育では、情報系の学生だけでなく、さまざまな分野の学生や社会人が受講するため、**入門者向けの6種類の教材**を準備している

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## Python プログラミング入門

著・富澤 祐介



**KIT** 金沢工業大学  
CQ出版社

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## AI入門

著・畑雅之 / 松原 仁



**KIT** 金沢工業大学  
CQ出版社

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## ディープラーニング入門

著・小池 誠

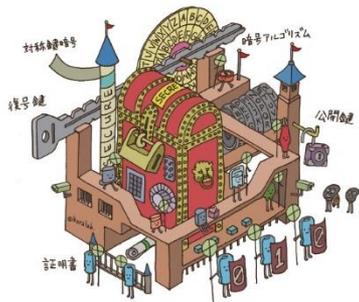


**KIT** 金沢工業  
CQ出版社

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## ネットワーク & セキュリティ入門

著・古城 隆 / 鮫島正裕  
編著・宮崎 仁

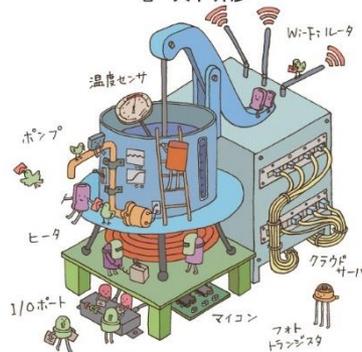


**KIT** 金沢工業大学  
CQ出版社

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## IoT 入門

著・大中 邦彦

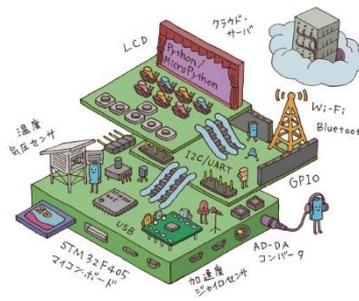


**KIT** 金沢工業大学  
CQ出版社

【電子版】はじめてのエレクトロニクス  
2019年3月13日初版

## IoT 実践

著・大中 邦彦, 白阪 一郎



**KIT** 金沢工業大学  
CQ出版社



# これまでの実績

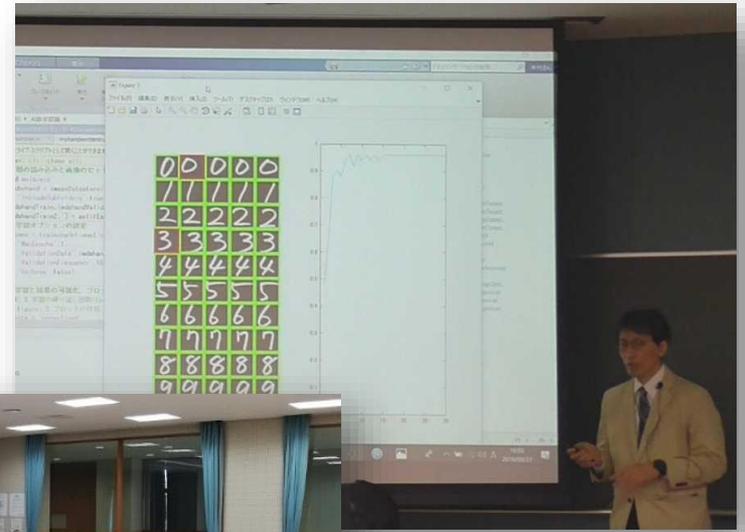
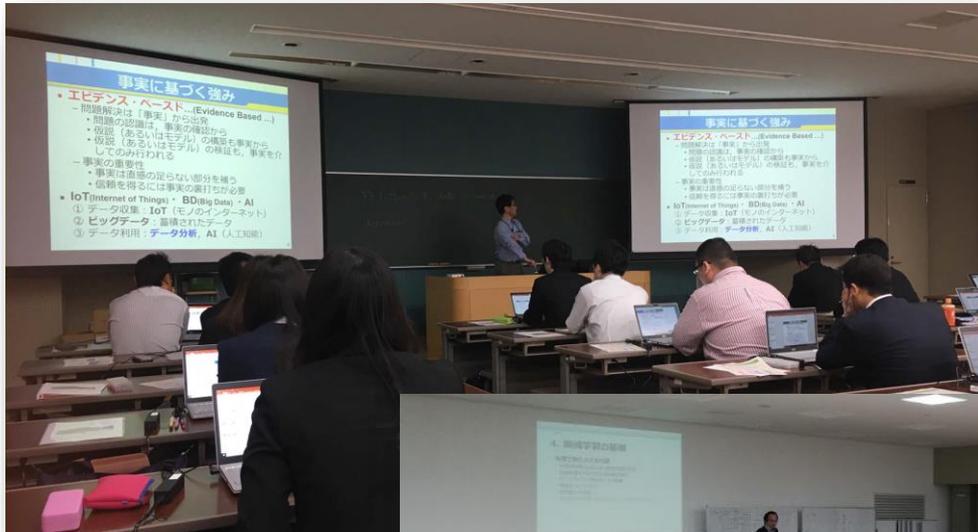
2018年9月～2019年9月までの参加者数

社会人には1単位当たり24000円で、受講できるようにしている

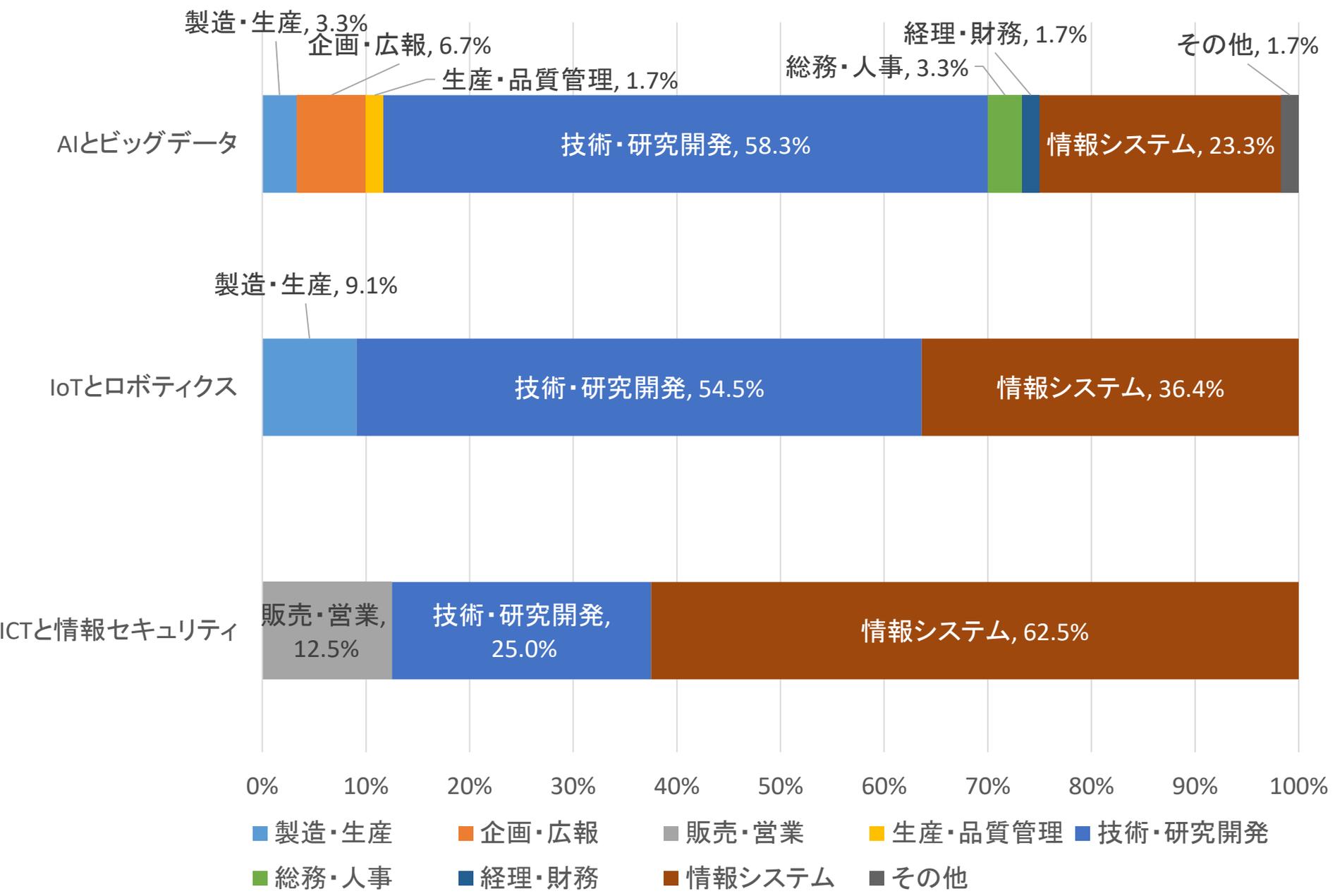
既に137名の社会人が参加し、昨夏は17名、現在46名の社会人がオンラインでの授業に参加している

| H30春期(試行・課外) | 学生 | 社会人 |
|--------------|----|-----|
| AIプログラミング    | 7  | 10  |
| データサイエンス     | 0  | 20  |
| AI応用         | 2  | 19  |
| 情報ネットワーク     | 0  | 8   |
| 合計           | 9  | 57  |

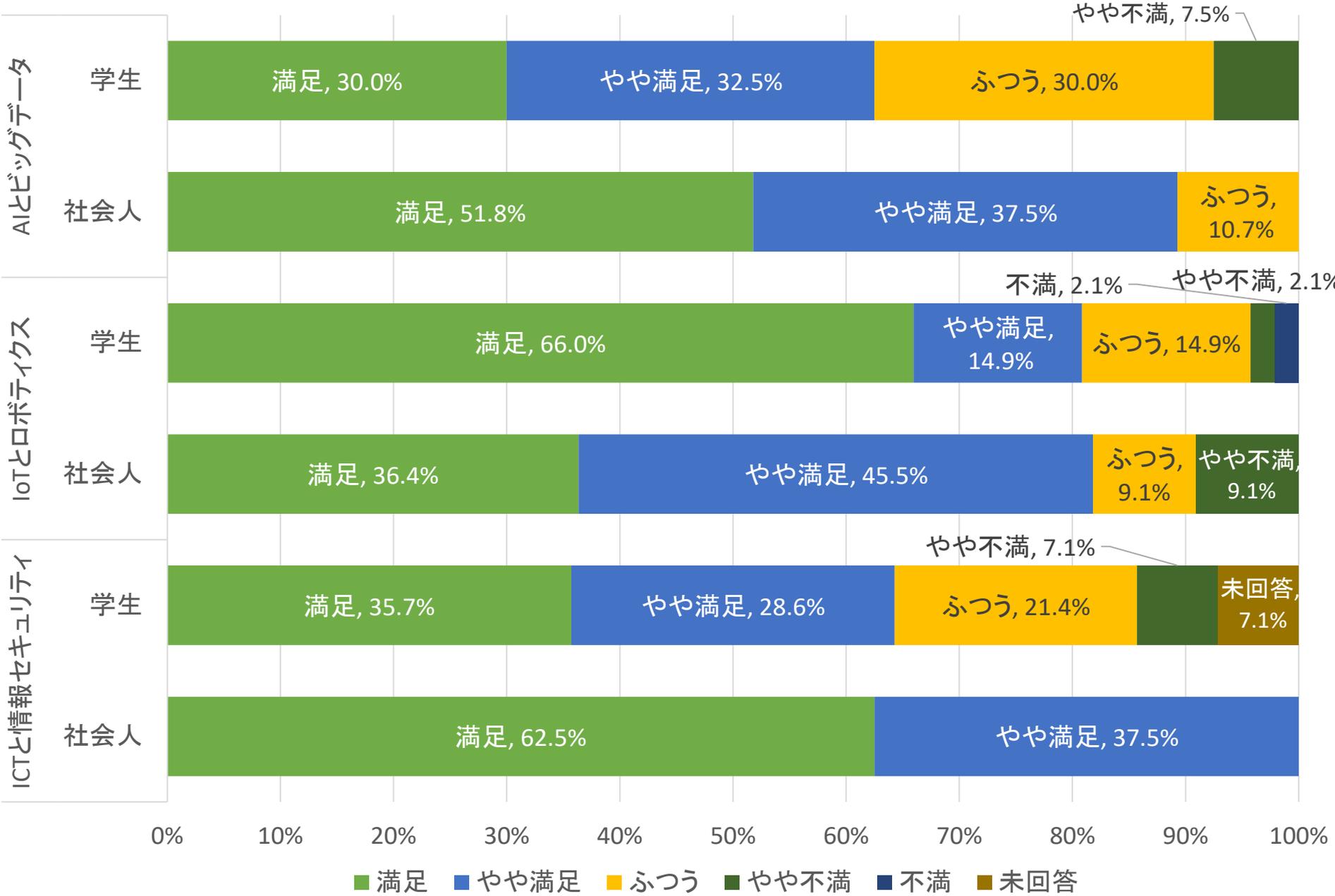
|              | R1夏期集中(本格・正課)    | 単位  | 学生  | 社会人 | 合計  |
|--------------|------------------|-----|-----|-----|-----|
| AIとビッグデータ    | 1. AI基礎          | 1単位 | 15  | 6   | 21  |
|              | 2. AIプログラミング入門   | 1単位 | 10  | 10  | 20  |
|              | 3. AI応用I         | 1単位 | 5   | 11  | 16  |
|              | 4. AI応用II        | 1単位 | 5   | 8   | 13  |
|              | 5. データサイエンス基礎    | 1単位 | 10  | 15  | 25  |
|              | 6. データサイエンス応用    | 1単位 | 2   | 10  | 12  |
| IoTとロボティクス   | 7. IoT基礎         | 1単位 | 20  | 2   | 22  |
|              | 8. IoTプログラミング入門  | 1単位 | 20  | 3   | 23  |
|              | 9. IoT応用         | 1単位 | 5   | 4   | 9   |
|              | 10. ロボティクス基礎     | 1単位 | 9   | 3   | 12  |
|              | 11. エンベデッドシステム   | 2単位 | —   | —   | —   |
| ICTと情報セキュリティ | 12. 情報ネットワーク基礎   | 1単位 | 10  | 5   | 15  |
|              | 13. ネットワークセキュリティ | 1単位 | 10  | 3   | 13  |
|              | 合計               |     | 121 | 80  | 201 |



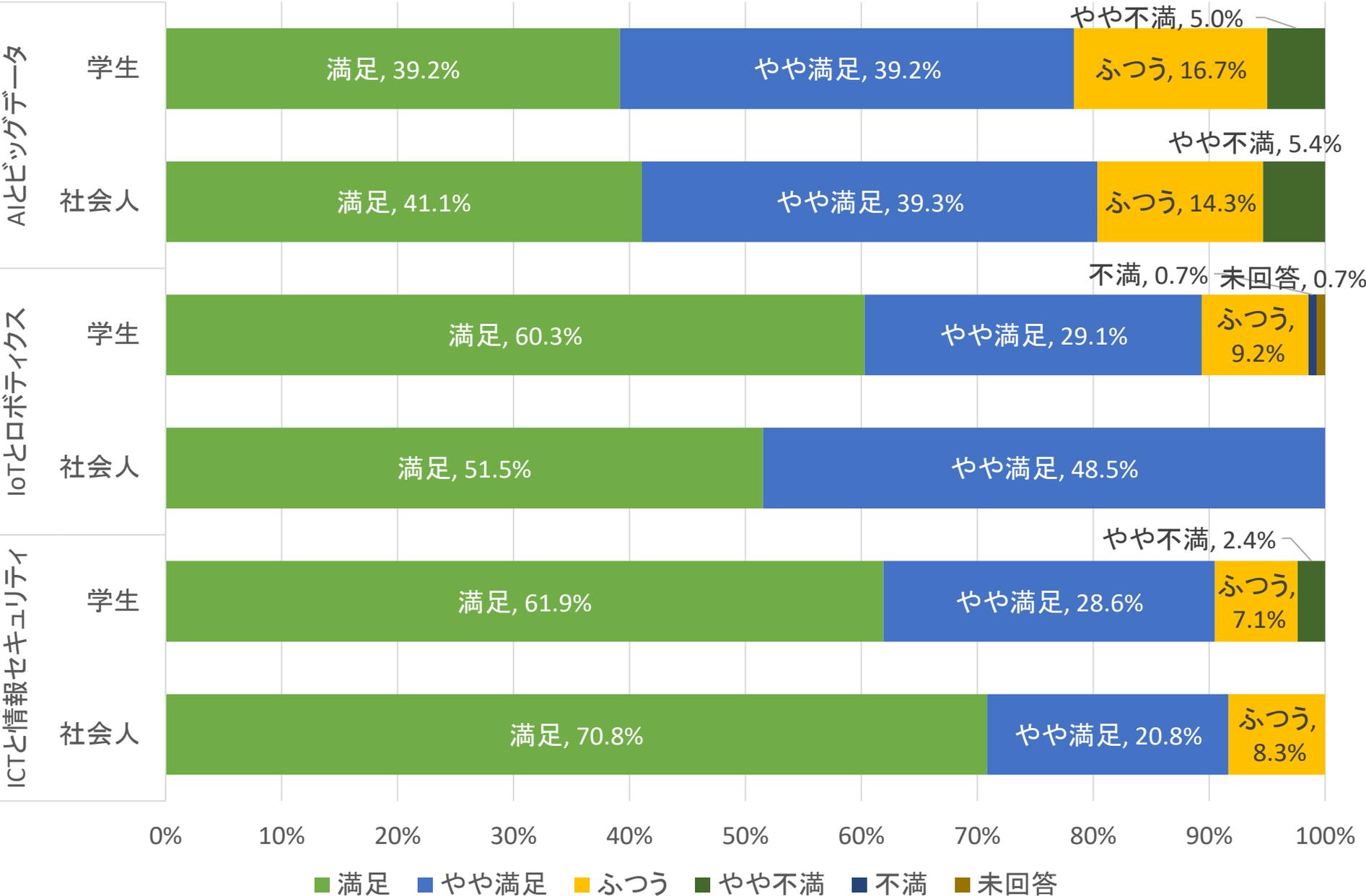
# 受講者の属性・職種（社会人のみ）



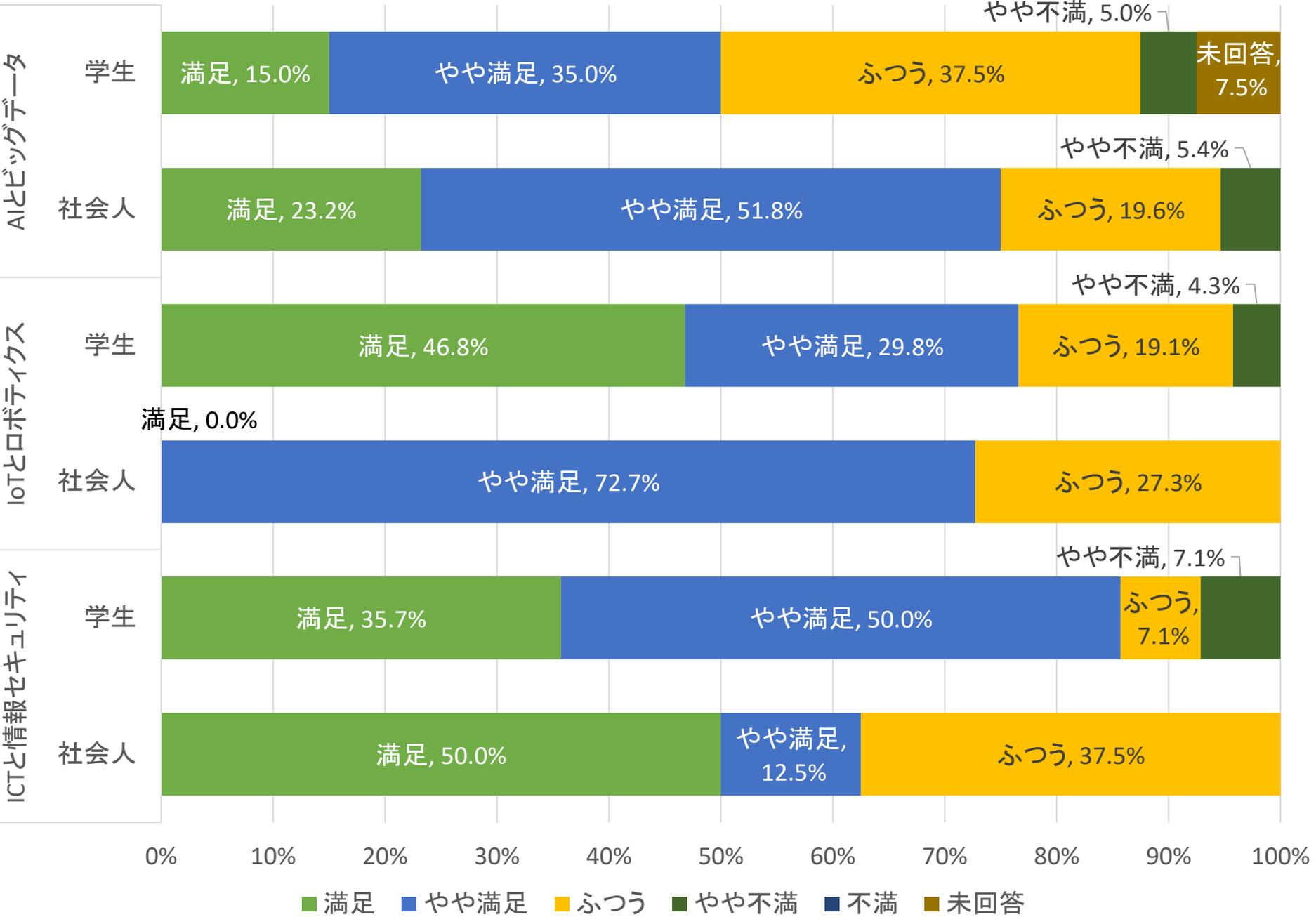
# 受講者からの評価（満足度）



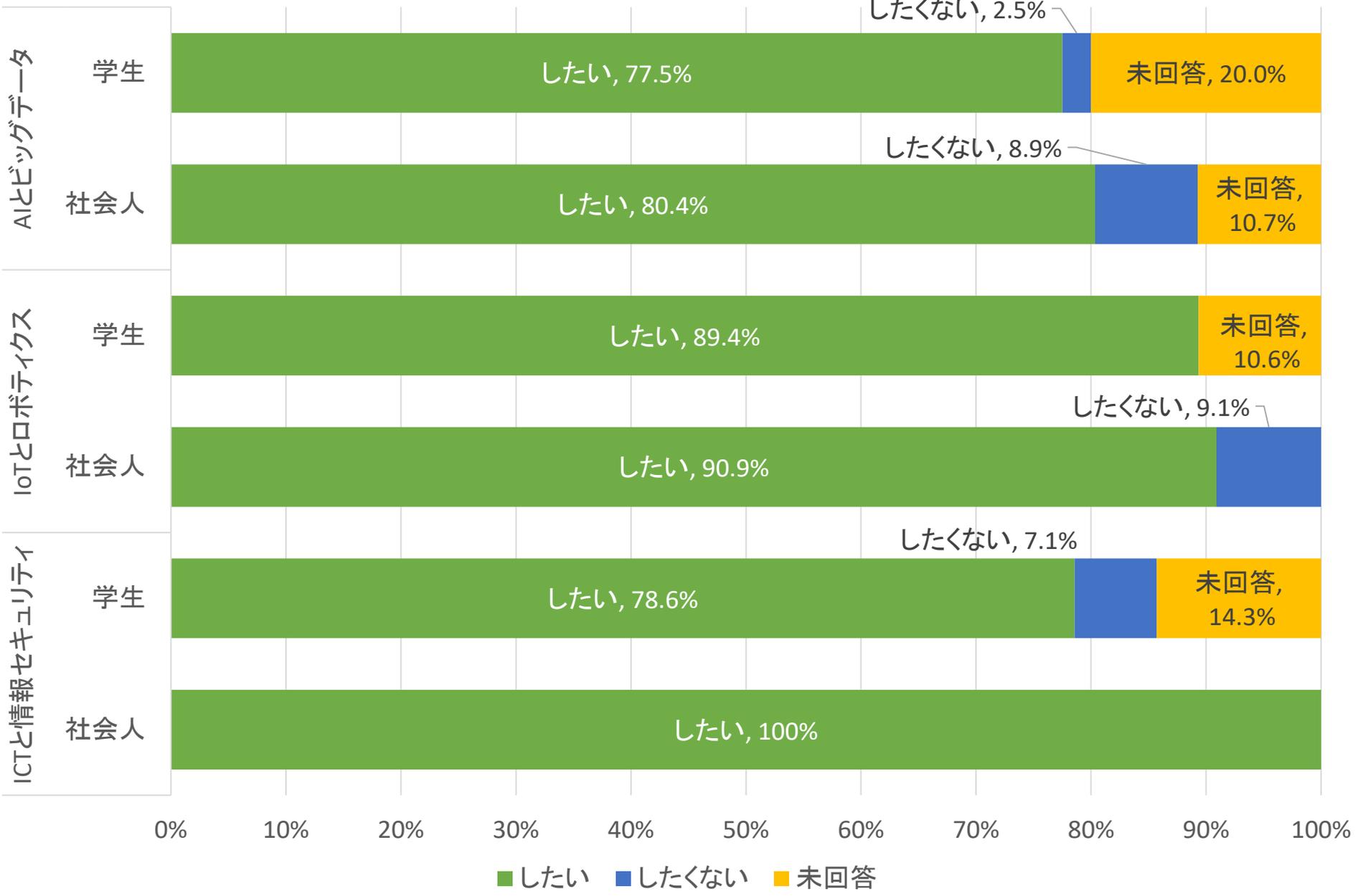
# 受講者からの評価(わかりやすさ)



# 受講者からの評価（業務への活用）



# 受講者からの評価（他者への紹介）



# 受講者からの評価（社会人による自由記述、抜粋）

## 受講の理由

- 工作機械におけるAIを利用した新しいシステムの開発に利用。
- 外観検査機の画像解析。
- 来年度より就職する会社で、この分野の仕事を志望したいと考えているため。
- マーケティングが求められている内で、データ分析が強く必要と感じています。本を読もうとしても何から手をつけたらよいのかわからなかったため今回の受講を決めました。
- 建屋の空調設備などの運転データを省エネに有効活用したくデータマイニングについて興味があったから。
- 新人社員の配属先として、ネットワーク機器の開発を行う部署に配属されました。大学時には基礎の基礎を浅く学んだだけでしたので、本科目を通し、学ぶことができればと思いました。
- 私の会社では工作機械を製作するメーカーであり、近年機械の状態や機械で使用する切削油の状態等データとして集めることに取り組みたいと考え、そのためにIoTの知識を深めようと思いました。
- 自社のデータをクラウド上で管理する方向で進めており、どのようなリスクがあるか、セキュリティ対策としてどのような手法があるか知りたかったため。

## 講義の満足度

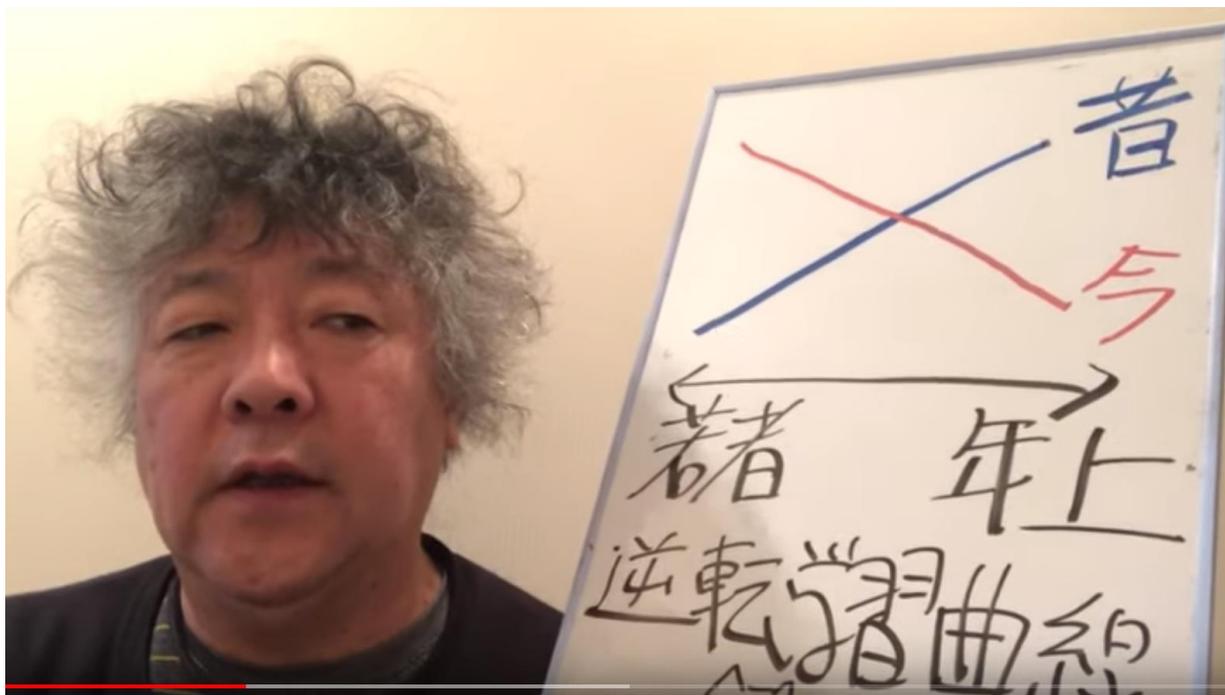
- 中々自分ではできない、わからないことを学びました。ありがとうございました。
- 最初から、ていねいに指導して下さったので、とても良かったです。分かりやすく、理解できました。
- 授業では講演会より丁度良いペースであった。
- 社会人になると、一方的に教えてもらう機会がないため新鮮。
- 図書だけでは、理解しづらいことを分かりやすく説明していただいた。
- アカデミックな考え方が新鮮で宿題や課題による適度な緊張感が学びを促進されます。

## 改善点や要望

- 宿題が必要なのが大変だった。今回は業務と重ならなかったのが良かったが。
- 進行が早く感じました。範囲がもう少しせまくても、じっくりやりました。とっかかりとしては良いキッカケになりました。
- 社内の様々な分野でデータサイエンスの活用が考えられていますが、数学、プログラミング等の専門的な知識が必要になることから、活用の場が広がっていません。本講座は、ある程度そのような知識をつけている人向けの講座でしたが、初学者向けの実践的な講座があっても良いと思いました。

# 日本の大人は勉強しない？

現在は、若者の方が多くのことを知っている



逆転学習曲線の時代、年上は若者から学べ！

<https://www.youtube.com/watch?v=Y6tkwfcumzU>

Learn or Die  
死ぬ気で学べ  
プリファードネットワークスの挑戦

日本発  
AI技術者集団  
プリファードネットワークス  
PFNの思考

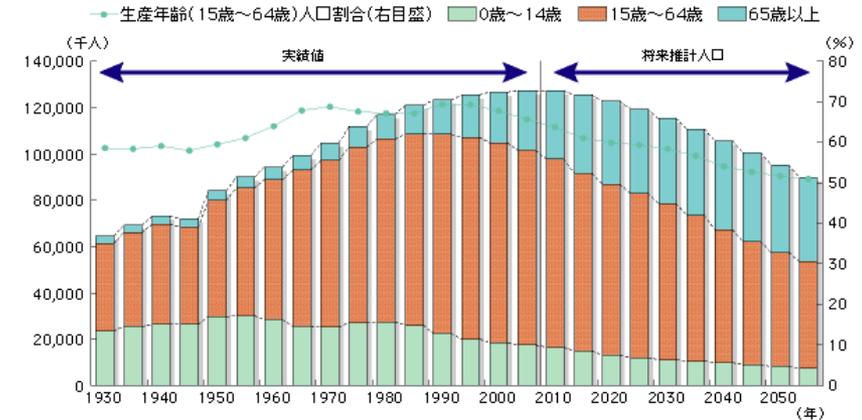
最先端の技術を最速で実用化する——  
ロボット、自動運転、がん診断

西川徹 岡野原大輔  
「成功率10%以下」の  
仕事を  
あえて選ぶ理由

創業者2人が目指す未来とは。 KADOKAWA

# おわりに

- これからも労働人口は減っていくため、積極的なAIやIoTを含めたICTシステムの導入は避けて通れない
  - 高齢者、女性、外国人の労働参加も必要
- 各企業において、どの業務がAIで解決できて、どの業務が人が対応すべきかを明確にしなければならない
  - 企業内に適切なCIOが必要
- 職を失った従業員にはリカレント教育を行う
  - 大学などがそのような教育の中心になる
- 20年後には、汎用的なAIや強いAIについても一部実現されているかもしれない
  - さらにAIに代替される仕事の種類が増える



資料：総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(2006年12月推計)」  
 (注) 将来推計人口は、出生中位(死亡中位)推計による。

