



# 絵でわかる 人工知能

明日使いたくなるキーワード68

三宅陽一郎・森川幸人



# 目次

掲載キーワードの系図図	4
著者紹介	6
<b>第1章 人工知能ってなんだろう？</b>	<b>7</b>
<b>第2章 社会と歴史の中の人工知能</b>	<b>31</b>
シンギュラリティ	32
収穫加速の法則	33
ダートマス会議	34
全脳アーキテクチャ	38
自動走行	40
スマートシティ	42
社会的脳 (ソーシャルブレイン)	43
人工知能と倫理	45
古典的 AI	48
<b>第3章 学習・進化する人工知能</b>	<b>51</b>
ディープラーニング	52
機械学習	55
教師なし学習の重要性	58
強化学習	58
遺伝的アルゴリズム	61
人工生命	64
<b>第4章 人間を超える人工知能</b>	<b>67</b>
IBM Watson (ワトソン)	68
AlphaGo	70
エキスパートシステム	73
探索エンジン	75
<b>第5章 人間の脳を真似る人工知能</b>	<b>77</b>
ディープ Q ネットワーク	78
ネオコグニトロン	81
ミラーニューロン	83
ニューラルネットワーク	85
パーセプトロン	88
ヘップ則	90
シグモイド関数	91
<b>第6章 ビッグデータと予測する人工知能</b>	<b>93</b>
データマイニング	94
協調フィルタリング	96
検索アルゴリズム	99
最良優先探索	101
クラウド上の人工知能	103
スパース・モデリング/ スパース・コーディング	105
マルコフモデル	107
隠れマルコフモデル	109
ベイズの定理/ ベイジアンネットワーク	110
<b>第7章 ゲームの中の人工知能</b>	<b>113</b>
ゲーム AI	114
人狼知能	119
完全情報ゲーム/ 不完全情報ゲーム	121
ゲーム理論/囚人のジレンマ	124
モンテカルロ木探索	126

<b>第8章</b>	<b>人工知能のさまざまなかたち</b>	<b>129</b>
	エージェント指向..... 130	サブサンクション・
	知識指向..... 131	アーキテクチャ ..... 134
	分散人工知能..... 132	マルチエージェント..... 136
<b>第9章</b>	<b>おしゃべりをする人工知能</b>	<b>139</b>
	自動会話システム..... 140	LDA..... 148
	人工無能..... 142	知識表現..... 150
	オントロジー..... 144	自然言語処理..... 151
	セマンティック..... 146	
<b>第10章</b>	<b>意思決定する人工知能</b>	<b>153</b>
	反射型 AI / 非反射型 AI..... 154	意思決定アルゴリズム..... 155
<b>第11章</b>	<b>生物を模倣する人工知能</b>	<b>163</b>
	ポイド..... 164	画像認識..... 167
	サイバネティクス..... 166	群知能..... 169
<b>第12章</b>	<b>人工知能の哲学的問題</b>	<b>171</b>
	人工知能と自然知能..... 172	心身問題、心脳問題..... 178
	シンボリズムとコネクショニズム	強い AI、弱い AI..... 180
	..... 174	シンボルグラウンディング問題
	チューリングテスト..... 174	..... 180
	フレーム問題..... 177	中国語の部屋..... 182
<b>第13章</b>	<b>人工知能が用いる数学</b>	<b>185</b>
	最急降下法..... 186	ファジー理論..... 188
	局所解..... 188	カオス..... 191
<b>終章</b>	<b>人工知能にできること、できないこと</b>	<b>195</b>
索引		206

# 掲載キーワードの系統図

## 記号的 人工知能

- IBM Watson (4)
- 人狼知能 (7)
- LDA (9)
- セマンティック (9)
- 人工無能 (9)
- 自動会話システム (9)
- オントロジー (9)
- 探索エンジン (4)
- エキスパートシステム (4)
- 自然言語処理 (9)
- 検索アルゴリズム (6)
- 最良優先検索 (6)
- 知識指向 (8)
- 知識表現 (9)

シンボル  
グラウンディング問題  
(12)

チューリングテスト (12)

フレーム問題 (12)

ダートマス会議 (2)

## 人工知能 基礎問題群

## 未来

AlphaGo  
(4)  
ディープQ  
ネットワーク  
(5)

## ゲーム

囚人のジレンマ (7)

人工生命 (3)

## 脳回路型

ディープラーニング (3)

ネオコグニロン (5)

ヘップ則 (5)

## 学習

ニューラルネットワーク (5)

パーセプトロン (5)

社会的脳 (2)

ミラーニューロン (5)

シグモイド関数 (5)

全脳アーキテクチャ (2)

シンボリズムと  
コネクショニズム  
(12)

古典的 AI (2)

人工知能と自然知能 (12)

心身問題、心脳問題 (12)

### 協調知能

スマートシティ  
(2)

自動走行  
(2)

クラウド上の人工知能  
(6)

マルチエージェント  
(8)

エージェント指向  
(8)

分散人工知能  
(8)

### 意思決定

意思決定アルゴリズム  
(10)

反射型 AI・非反射型 AI  
(10)

タスクベース  
(10)

ステートベース  
(10)

ゴールベース  
(10)

シミュレーションベース  
(10)

ケースベース  
(10)

ビヘイビアベース  
(10)

ルールベース  
(10)

ユーティリティベース  
(10)

サブサンクション・  
アーキテクチャ  
(8)

モンテカルロ木探索  
(7)

完全情報ゲーム  
(7)

ゲーム理論  
(7)

データマイニング  
(6)

ゲーム AI (7)

機械学習  
(3)

強化学習  
(3)

教師なし学習  
(3)

ベイズの定理/  
ベイジアンネットワーク  
(6)

隠れマルコフモデル  
(6)

協調フィルタリング  
(6)

スパース・コーディング  
(6)

### データ解析

強いAI、弱いAI  
(12)

中国語の部屋  
(12)

人工知能と倫理  
(2)

シンギュラリティ  
(2)

収穫加速の法則  
(2)

### 数学

カオス (13)

最急降下法 (13)

局所解 (13)

ファジー理論  
(13)

## シンギュラリティ

シンギュラリティ (Singularity) は**技術的特異点**と訳され、これは人間と人工知能の臨界点を示しています。つまり、人間と同等近くなった人工知能がそこから加速度的に進化する時点を指します。そこでは、人工知能は人間を単に追い越すのではなく、人間と融和する形で進化していくかもしれません。シンギュラリティは人工知能が人間を追い越すという単純な点ではないのです。

この言葉は、米国の発明家レイ・カーツァイルの造語ではなく、すでに同様の意味で1980年代から使われていた言葉です。それは機械の進化が、社会か人間にとって何かしら本質的な変革をもたらすという漠然とした予感から生まれた言葉でした。この言葉を、人工知能を中心に据えて、絶妙なタイミングで、より先鋭化させ根拠を突き詰めて自著の中で再定義したのがレイ・カーツァイルです。**人工知能が人間の知能と融合する時点**と定義しています。そのためには、コンピュータの性能が上がり、人工知能が発展し、人間と同等までの知能に至る必要があります。そのとき、人工知能が人間の行為を代替し、人間の知能をアシストし、あるいは人間と協調して、社会は変容します。さらに、人工知能は我々人間の存在のあり方へ深く入り込んでくることになります。そのときには、人工知能と人間はお互いの存在の形を本質的に変えていきます。そんな質的変化をもたらす時点のことをシンギュラリティと言います。

ですから、この言葉は学術用語とは言い難いですが、すでに世界規模で社会に浸透しており、現在では学界・一般社会を問わず、至るところで使われています。2010年代の時代の空気を示す最も適切な言葉かもしれません。

シンギュラリティ

サンプル問題と模範解答をレク  
のこと

模範解答が何かが  
ちがんとおぼれした



1年  
昔、人間がAIに教えた

はい!  
よくできました!

はい!  
完全に学習  
しました!

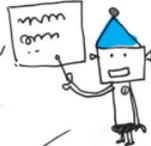


AIは、どんどん賢くなる  
いろいろなことを学んでいった

なりました!!  
その一歩が大事!

よく  
見つけた

まだ余裕がある



この方法  
を見つけました!

ある日、  
AIが自ら  
解答を見つけるようになった



全く  
理解できない

かくかく、いじか  
言うことはなる!

大丈夫  
人間は  
手早いから  
信じてあげよう!



大丈夫  
人間は  
手早いから  
信じてあげよう!

全く  
理解できない

かくかく、いじか  
言うことはなる!

大丈夫  
人間は  
手早いから  
信じてあげよう!

ついに、人間のほうがAIの考えに  
ついていけなくなった

## 全脳アーキテクチャ

脳の構造から人工知能を組み立てようとする試みがあります。これは、脳科学者も人工知能研究者も、いつかは実現されるだろうと漠然と予感してきたものではあります。近年になって、双方の進化によって急速に現実味を帯びてきました。具体的には、脳科学の知見をソフトウェアに移すことを意味します。ただし、脳の一つの機能をソフトウェア化するという従来の手法とは違い、脳全体の構造のソフトウェア化に取り込むことで、汎用的な知能、全体的な知能を実現するという試みです。脳科学者、ソフトウェア研究者、人工知能研究者の三者の対話の場ともなっています。

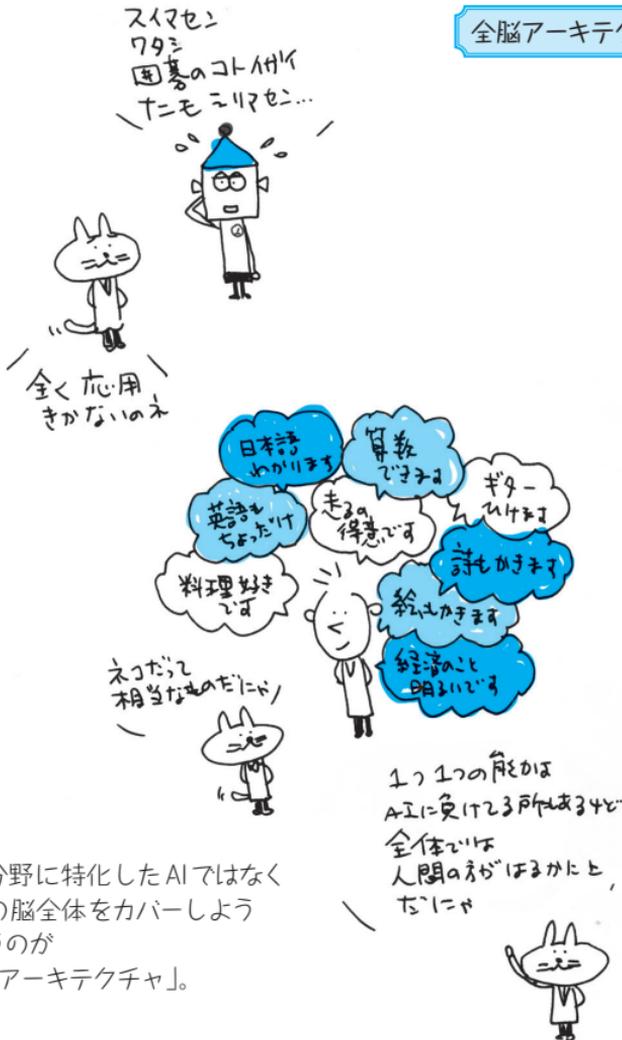
このような研究は、米国では「BRAIN Initiative」、欧州では「HUMAN BRAIN PROJECT」と呼ばれ、いずれも数百億円規模の予算を獲得している国家プロジェクトです。日本では、全脳アーキテクチャ・イニシアティブ(WBAI)が<sup>た</sup>立ち上がっています。

このような状況の背景には以下の要因があります。

- 脳科学の知見が蓄積されてきたこと
- 人工知能の研究に勢いがあり、脳科学の知見を取り入れるだけの吸引力があること
- ディープラーニングの成功
- コンピュータの性能向上によるシミュレーション能力の向上

ただ、全脳シミュレーションは単一の機能に絞ったものではなく、複合的なアプローチであり、短期的な成果と、長期的な視野の双方からプロジェクトを見ていく必要があります。脳の運動から明らかになる人間の認識をシミュレーションによって再現するという、脳科学と人工知能研究との二つをつなぐ成果が待たれて

全脳アーキテクチャ



専門分野に特化したAIではなく人間の脳全体をカバーしようというのが「全脳アーキテクチャ」。

います。

脳科学と人工知能の融合は、人間の知能を模倣するという意味で王道の一つですが、これまでそれを推進することは困難でした。この方向に推進することは、これまでのアルゴリズムによる計算科学的なアプローチに、生態的な知見を融合することになり

ます。

脳の全体を模倣しようとするところに何か新しい大きな発見があるのではないか、という期待があります。しかし一方で、人工知能は脳科学の完全なシミュレーションではなく、その知見を取り入れつつも自律したシステムでなければなりません。その意味で、脳科学と人工知能は適度な距離を保ちつつ、互いの分野に貢献することが必要です。

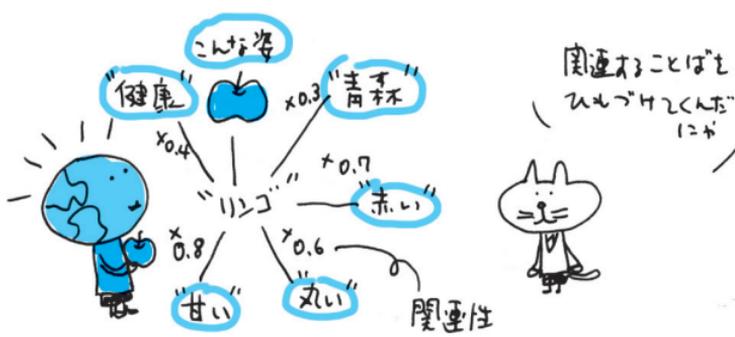
## IBM Watson(ワトソン)

**IBM Watson**(以下、ワトソン)は、IBMが開発した自然言語に特化した人工知能です。ワトソンは、Wikipediaなどの自然言語のデータ群(**コーパス**)から、語と語の相関を学習します。ここで言う相関とは、その2つの語が同じ文章の中でどれくらいの頻度で同時に含まれるか、という確率を言います。それをデータベースとして持つことで、クエリー(要求)としてある語が入力されたときに、その語と強い相関を持つ語を評価値を付けてリストアップします。たとえば、「リンゴ」を入力したときには、「リンゴ」と相関を持つ「赤い」や「丸い」「おいしい」「青森」といった言葉の評価値の順番を付けて出力することができます。この能力がいかに発揮されたのが、アメリカの人気クイズ番組「ジョパディ」です。ジョパディは、ある単語の定義が述べられ、その定義が指す単語を解答するクイズ番組で、ワトソンに適した形式だと言えます。ワトソンは有名な二人のチャンピオンに勝ち、名声を得ました。なお、そのときの番組の収録は、ワトソンを安定して動かすために、IBM社に収録現場を移して行われました。

ワトソンはその圧倒的な自然言語検索能力を汎用的なバックエンド(サーバー)として、展開するサービスごとにフロントエンド(クライアント)を作成するモデルです。たとえば、音声認識やノイズ処理、情報の抽象化などはフロントエンドで吸収し、フロントエンドはバックエンドに検索クエリーを投げ、解答を待ちます。そして得られた解答をサービスに応じて出力する、というプロセスを構築します。この柔軟さが汎用的なサービスに向けての布石となります。

IBMはワトソンを中核事業の一つに位置付けており、ワトソン

を用いた事例を一同に集めたIBM Watson Summitなども開催されています。最も有名な応用例としては、ソフトバンクのロボットである Pepper<sup>ペッパー</sup>をサポートする事例や、みずほ銀行の電話による問い合わせのオペレーターをサポートする事例などがあります。



エンターテインメント分野においても応用が目指されています。「コグニトイ」(CogniToy、elmental path社)では、恐竜型のおもちゃに質問を話しかけると、音声認識によって言語へ翻訳され、インターネットを通じてクエリーがIBMワトソンへ投げられます。すると、ワトソンから答えが伝えられ、再び音声によって答えられます。

このようにIBMは、ワトソンを基幹技術として位置付けており、その周囲に多様なサービスを展開しています。

science-i



サイエンス・アイ新書

SIS-363

<http://sciencei.sbcr.jp/>

え じんこう ちのう  
**絵でわかる人工知能**  
あしたつか  
明日使いたくなるキーワード68

2016年9月25日 初版第1刷発行

著者 みやげよういちろう もりかわゆきひと  
三宅陽一郎・森川幸人  
発行者 小川 淳  
発行所 SBクリエイティブ株式会社  
〒106-0032 東京都港区六本木2-4-5  
電話：03-5549-1201 (営業部)  
組版 編集マツハ  
装丁 渡辺縁  
印刷・製本 図書印刷株式会社

乱丁・落丁本が万が一ございましたら、小社営業部まで着払いにてご送付ください。送料小社負担にてお取り替えいたします。本書の内容の一部あるいは全部を無断で複写（コピー）することは、かたくお断りいたします。本書の内容に関するご質問等は、小社科学書籍編集部まで必ず書面にてご連絡いただきますようお願いいたします。

©2016 Printed in Japan ISBN 978-4-7973-7026-3

SB Creative