

はじめに——恐怖にとらわれる	4
AI と『GEB』	6
チェスと第一の疑いの種	9
音楽——人間性のとりで	12
グーグルとシンギュラリティ	15
ホフスタッターは、なぜ恐怖にとらわれているのか？	16
混乱する私	18
この本が目指すもの	21

---

## 第 1 部 予備知識 31

### 第 1 章 人工知能が辿ってきた道のり 32

ダートマス大学での 2 カ月と 10 人の男たち	32
定義は曖昧でもとにかく進めていく	35
乱立する手法	37
記号的 AI	38
非記号的 AI——パーセプトロン	42
パーセプトロンの入力データとは	45
パーセプトロンの重みと閾値を学習しよう	46
パーセプトロンの限界	52
AI の冬	54
簡単なことは難しい	56

### 第 2 章 ニューラルネットワークと、台頭する機械学習 57

多層ニューラルネットワーク	57
バックプロパゲーションによる学習	60
コネクショニズム	62
論理は苦手だが、フリスビーは得意	64
台頭する機械学習	65

### 第3章 AIの春 67

春爛漫	67
狭い、汎用的、弱い、強い。さまざまな AI	70
機械は思考できるのか？	73
チューリングテスト	76
シンギュラリティ	81
指数関数的な寓話	84
コンピューターの指数関数的な進歩	87
<small>ニューラルエンジニアリング</small> 神経工学	88
シンギュラリティに対する懐疑派と支持派	90
チューリングテストで賭けをする	93

---

## 第2部 見ることと読み取ること 99

### 第4章 誰が、いつ、どこで、何を、なぜ 100

簡単なことは難しい（とりわけ視覚においては）	102
深層学習革命	104
脳、ネオコグニトロン、そして畳み込みニューラルネットワークへ	105
脳と CNN における物体認識	106
入力と出力	109
活性化マップ	109

CNN の分類	115
CNN を訓練する	117
<b>第 5 章 CNNとImageNet</b>	<b>120</b>
ImageNet の構築	121
Mechanical Turk	125
ImageNet 競技会	126
CNN がもたらした「ゴールドラッシュ」	135
CNN は物体認識で人間を超えたのか？	137
物体認識の先にあるもの	141
<b>第 6 章 学習する機械を詳しく見る</b>	<b>144</b>
自力で学習するという点について	145
ビッグデータ	147
ロングテール	151
訓練したネットワークは何を学んだのか？	156
バイアスがかかった AI	159
途中の式を見せる	162
深層ニューラルネットワークをだます	165
<b>第 7 章 信頼できる倫理的なAIとは</b>	<b>176</b>
役に立つ AI	177
AI の大いなるトレードオフ	180
顔認識における倫理	182
AI を規制する	186
モラル・マシン 道徳的な機械とは	188

---

<b>第3部</b>	<b>遊びを学習する</b>	195	
	<b>第8章</b>	<b>ロボットへのご褒美</b>	196
		ロボット犬を訓練する	197
		実世界における難題	210
	<b>第9章</b>	<b>ゲームを止めるな</b>	213
		深層Q学習	216
		6億5000万ドルのエージェント	221
		チェッカーとチェス	223
		ディープ・ブルー	228
		囲碁という大いなる挑戦	231
		アルファ碁 vs 李世乭	233
		アルファ碁の仕組み	235
	<b>第10章</b>	<b>ゲームを超えて</b>	243
		汎用性と「転移学習」	244
		「人間による例や指導なしに」	245
		最も難易度の高い領域	247
		こうしたシステムは何を学習したのか？	249
		アルファ碁はどれくらい知的なのか？	252
		ゲームから実世界へ	253
<b>第4部</b>	<b>人工知能が自然言語に立ち向かう</b>	259	
	<b>第11章</b>	<b>言葉とその周りのもの</b>	260
		言語の緻密さ	261

音声認識と「最後の1割」	264
感情を分析する	268
再帰型ニューラルネットワーク	270
単語を数値にエンコードするための単純な仕組み	274
単語の意味空間	276
Word2Vec	279

## 第12章 エンコーディングと デコーディングによる翻訳 290

エンコーダーとデコーダーの出会い	293
機械翻訳を評価する	296
翻訳で失われてしまうもの	301
画像を文章に翻訳する	307

## 第13章 何でも聞いて 314

ワトソンの物語	317
読解力	329
「それ」は何を意味するのか？	334
自然言語処理システムへの阻害攻撃	339

---

## 第5部 意味の壁 347

### 第14章 理解について 348

「理解」をかたちづくるもの	349
今後起こりうることを予測する	351
理解をシミュレーションとみなす	353
メタファーなしには生きられない	354

抽象化とアナロジー	358
<b>第 15 章 人工知能にとっての知識、抽象化、 そしてアナロジー</b>	<b>366</b>
コンピューター用のコア知識	366
理想的な抽象化	372
能動的な記号とアナロジーの使用	379
文字列の世界におけるメタ認知	385
視覚的状况を認識する	386
「私たちはまだ、はるか、はるか遠くにいる」	388
<b>第 16 章 質問、答え、それについての考察</b>	<b>393</b>
質問—自動運転車が普及するまで、あとどれくらいかかるだろう か？	394
質問—AIによって、大量の人間の失業者が出るのだろうか？	400
質問—コンピューターは創造性豊かになれるのだろうか？	401
質問—汎用的な人間レベルのAIの実現まで、あとどれくらいかか るのだろうか？	406
質問—私たちはAIをどれくらい恐れる必要があるのだろうか？	410
質問—AIについての既存の問題で、まだ解決されていないものは 何か？	414
原書注釈	416
謝辞	450
解説／松原 仁	453
索引	458