

はじめに 2

第 1 章 25

【基礎編】 人工知能 (AI) の世界

1.1 人工知能とは何なのか 26

人工知能の誕生と歴史 26

結局、人工知能とは何なのか 27

モデルと説明変数・目的変数 28

人工知能に対する幻想 29

1.2 人工知能の価値 31

なぜ人工知能で自動運転車を実現できるのか 31

人工知能を取り巻く各国企業の姿勢と期待値 33

人工知能ができること 35

未知データへの対応と人工知能の価値 36

1.3 人工知能は職を奪うのか 37

人工知能ができないこと 37

人工知能で代替できない3つの業務 38

人類は人工知能によって失業するのか 40

人と人工知能の協調レベル 42

1.4 人工知能は世界をどう変えるのか 44

全業界の再定義 44

人工知能が浸透した世界 46

企業はどうすべきか	.....	47
人間はどうすべきか	.....	48

第2章 51

【ビジネス編】 産業別に見た人工知能事例と未来予想図

2.1 製造業の人工知能活用と予想図(製品開発編)	.....	52
スマート製品	.....	52
プロダクトのコンピューター化	.....	53
プロダクトのOS	.....	54

2.2 製造業の人工知能活用と予想図(生産管理編)	.....	56
人工知能によるコスト削減	.....	56
人工知能を利用しないという選択肢	.....	57
人工知能による品質の安定化	.....	58
予知保全	.....	59
異常検知と産業保安	.....	60
生産計画	.....	61

2.3 自動車産業の人工知能活用	.....	62
自動車の生産現場	.....	62
自動運転のレベル定義	.....	63
自動運転車の開発動向	.....	65
自動運転のプラットフォーム	.....	67
カーナビゲーションシステム	.....	69

2.4 農業・漁業・畜産業の人工知能活用	.....	70
人工知能と植物工場	.....	71
比較栽培と最適化	.....	73
人工知能と漁業	.....	75
人工知能による新しい畜産業の姿	.....	76

2.5 医療の人工知能活用と未来予想図	.....	77
人工知能による診断	.....	78
画像認識による診断	.....	79
医療における人工知能活用の注意点	.....	80
データ共有に関する課題	.....	81
脳波解析の可能性	.....	83
ブレン・マシン・インターフェース	.....	85
AI創薬	.....	86
細胞培養	.....	89

2.6 建設業の人工知能活用と未来予想図	.....	90
業務用車両	.....	90
スマートホーム	.....	91

2.7 金融業の人工知能活用と未来予想図	.....	93
人工知能による資産運用	.....	93
人工知能による銀行の業務効率化	.....	94

2.8 小売業の人工知能活用と未来予想図	.....	96
Amazon Go とスーパーマーケットの未来	.....	96
コンビニエンスストアと人工知能	.....	99

チャットボットの活用	..... 101
人工知能による需要予測	..... 103
レコメンデーション	..... 104

3

第 3 章

【ビジネス編】人工知能活用に関する国の施策

3.1 エネルギーとスマートグリッド	..... 108
スマートグリッド	..... 108
スマートグリッドと人工知能	..... 109
3.2 スマートシティ	..... 110
スマートシティ	..... 110
シンガポールのスマート・ネーション構想	..... 110
人工知能による都市計画立案	..... 113
スマートシティの先にあるもの	..... 115
3.3 データ流通の現状と課題	..... 117
データ流通の必要性	..... 117
日本における公共機関のオープンデータ推進	..... 117
海外におけるオープンデータ推進	..... 120
オープンデータに関する課題	..... 122
民間のデータ流通促進	..... 123
情報銀行	..... 124
民間のデータ流通促進における課題	..... 126

4

第 4 章

【ビジネス編】人工知能プロジェクトの進め方と注意点

4.1 人工知能プロジェクトの企画	..... 130
プロセスイノベーションとプロダクトイノベーション	..... 130
目標設定と共有価値の創造	..... 131
イノベーションのジレンマ	..... 132
人工知能と知的財産	..... 133
4.2 データ収集と管理	..... 134
人工知能活用のために収集すべき 3 つのデータ	..... 134
内部データの収集と管理	..... 135
センシングデータの収集と管理	..... 136
外部データの収集と管理	..... 137
4.3 人材不足という問題の解決方法	..... 139
日本におけるエンジニア不足の現状	..... 139
人工知能教育の必要性	..... 140
初期のプロジェクト体制	..... 142
外の力を借りる	..... 143
パートナーの見つけ方	..... 144

第5章

【技術編】機械学習 ～これまでの人工知能と歴史～

..... 147

5.1 人工知能を学ぶ前の必須知識 148

説明変数と目的変数とモデル	..... 148
絶対値	..... 151
微分	..... 152
相関関係と相関係数	..... 153
データ間の因果と疑似相関	..... 155
行列の内積	..... 157
確率	..... 158

5.2 人工知能の歴史 160

人工知能の進化を学ぶ意義	..... 160
初期における演繹推論の人工知能	..... 160
現在につながる帰納推論の人工知能	..... 162
帰納推論の限界	..... 163
発見する現在の人工知能	..... 165
コンピュータービジョン	..... 166

5.3 機械学習ができること 167

回帰分析(単回帰分析)	..... 168
回帰分析(重回帰分析)	..... 171
分類	..... 173
クラスタリング	..... 174

5.4 データセットによる分析例 176

データセットによる分析	..... 176
アイリスデータ	..... 178
ワイン品質データ	..... 182
ボストンのハウジングデータ	..... 184
手書き数字データ	..... 186
Cifar-10(画像認識の練習用データセット)	..... 189
20 Newsgroups による文書データ解析	..... 191

5.5 学習 196

学習の意義	..... 196
機械学習	..... 197
教師データと教師あり学習	..... 198
教師なし学習	..... 198
強化学習	..... 199
学習方法の選択	..... 199

5.6 機械学習のアルゴリズム 200

決定木	..... 201
SVM(サポート・ベクター・マシン)	..... 202
遺伝的アルゴリズム	..... 207
k 平均法(k-means 法)	..... 209

6

第 6 章

.....213

【技術編】 ディープラーニング ~現在の人工知能~

6.1 ニューラルネットワーク214

ニューラルネットワークの始まり	.....214
脳における情報伝達の仕組み	.....216
脳における学習	.....219
論理回路	.....221
ニューラルネットワークの構成	.....222
パーセプトロンによる計算処理	.....224
活性化関数	.....228
活性化関数(ステップ関数、シグモイド関数)	.....230
活性化関数(ReLU 関数)	.....232
活性化関数(その他の関数)	.....233
出力関数	.....234
順伝播のまとめ	.....237

6.2 誤差逆伝播法(バックプロパゲーション)238

学習の仕組み	.....239
損失関数(ロス関数)	.....241
偏微分による影響力の計算	.....243
偏微分の具体例	.....245
最適化アルゴリズム(SGD)	.....250
その他の最適化アルゴリズム	.....252
ミニバッチ学習	.....254
逆伝播と学習のまとめ	.....256

6.3 深層学習(ディープラーニング)258

特徴抽出とは	.....258
深層のメリット	.....259
人工知能の目線	.....261
深層において生じるさまざまな問題	.....262
ディープラーニングを実現する手法	.....264
ドロップアウト	.....264
オートエンコーダー(自己符号化器)	.....266

6.4 畳み込みニューラルネットワーク269

画像認識と抽象化	.....269
畳み込みニューラルネットワークの例(AlexNet)	.....271
畳み込みニューラルネットワークの概要	.....272
畳み込み層の目的	.....273
畳み込み層におけるフィルターと重み計算	.....274
フィルターに反応する特徴の可視化	.....277
畳み込み層におけるパディングの実施	.....278
畳み込み層における活性化	.....280
プーリング層の処理	.....281
平滑化の実施	.....283
全結合層の処理	.....285
畳み込みニューラルネットワークによる分析例(モデルの設計)	.....286
畳み込みニューラルネットワークによる分析例(学習の設計)	.....288
畳み込みニューラルネットワークによる分析例(精度検証)	.....288
畳み込みニューラルネットワークによる分析例(特徴の確認)	.....291

7

第 7 章

.....297

【技術編】 人工知能開発と運用管理

7.1 人工知能の設計298

機械学習アルゴリズムの選択	.....298
目標値の設定	.....299
目標値と開発コスト	.....301
学習の実施計画	.....302
学習済みモデルの保存	.....303

7.2 人工知能の運用監視305

回帰分析における精度の監視	.....305
分類における精度の監視	.....307
クロスバリデーション	.....310
過学習(過剰適合)	.....312
過学習の見極め	.....313
過学習への対応	.....314

7.3 Python 言語316

Python が利用される理由	.....316
Python のバージョン	.....318
Python の開発環境	.....319

7.4 データ分析に必須の Python のパッケージ321

パッケージ管理	.....322
Jupyter Notebook	.....322

matplotlib	.....323
NumPy	.....325
Pandas	.....325
SciPy	.....326

7.5 人工知能関連ライブラリー327

TensorFlow	.....327
Chainer	.....328
PyTorch	.....329
Keras	.....329
scikit-learn	.....331
DEAP	.....332
OpenAI Gym	.....332

7.6 人工知能を動作させるプラットフォーム334

人工知能をどこで学習させるか	.....335
人工知能をどこで予測させるか	.....337
Amazon Web Service(AWS)	.....339
Google Cloud Platform	.....340
Microsoft Azure	.....341
IBM Cloud(旧 Bluemix)	.....342
さくらのクラウド	.....344
Neural Network Console	.....344
Google Colaboratory	.....346

7.7 ハードウェアとプラットフォーム348

人工知能と CPU の関係	.....348
人工知能と GPU	.....349

CUDA	.....352
ASIC と TPU	.....353
エッジ向けボード	.....354

8

第 8 章

【技術編】 人工知能の最新技術 ~これからの人工知能~

8.1 リカレントニューラルネットワーク	.....360
リカレントニューラルネットワークの特徴	.....360
リカレントニューラルネットワークにおける計算	.....362
リカレントニューラルネットワークの分析例	.....365
LSTM(長短期記憶)	.....368
リカレントニューラルネットワークの今後	.....370

8.2 強化学習の歴史と DQN	.....371
マルコフ決定過程	.....371
Q 学習	.....374
Deep Q-Network (DQN)	.....375
Deep Q-Network における量み込みニューラルネットワークの活用	.....378

8.3 AlphaGo と AlphaGo Zero	.....378
なぜ AlphaGo がすごいのか	.....379
AlphaGo のアイデアと技術	.....381
ポリシーネットワーク	.....382
SL ポリシーネットワークの生成	.....383
ロールアウトポリシーモデル	.....387
AlphaGo における強化学習の狙い	.....388

方策勾配法による RL ポリシーネットワークの生成	.....389
バリューネットワーク	.....390
モンテカルロ木探索	.....392
AlphaGo Zero の衝撃	.....394

8.4 A3C	.....396
Asynchronous	.....396
Advantage	.....397
Actor-Critic	.....398
A3C の成果	.....399

8.5 GANs	.....400
GANs の歴史	.....401
GANs の仕組み	.....402
DCGAN	.....403
DCGAN の分析例	.....404
GANs の今後	.....407

8.6 BERT	.....409
BERT の目的	.....409
BERT における学習	.....410
学習済みモデルの活用	.....411

8.7 ソーシャルデータの活用411
------------------------	----------

8.8 カプセルネットワーク	.....413
量み込みニューラルネットワークの弱点	.....413
カプセルネットワークの狙い	.....416

カプセルネットワークの構造	.....417
ダイナミックルーティング	.....418
カプセルネットワークの今後	.....418

9

第 9 章

人工知能開発に関するいろいろな FAQ

9.1 人工知能に関する一般的な質問422

Q.1 人工知能は賢いのですか？	.....422
Q.2 人工知能は間違えないのですか？	.....422
Q.3 人工知能が得意なことは何ですか？	.....423
Q.4 人工知能が苦手なことは何ですか？	.....423
Q.5 シンギュラリティーとは何ですか？	.....425
Q.6 シンギュラリティーにより、人工知能が人間よりも賢くなって人間を支配することはありませんか？	.....426
Q.7 人工知能が人間のように考えるようになりますか？	.....426
Q.8 人工知能に感情を持たせることは可能でしょうか？	.....427

9.2 人工知能の懸念点に関する質問428

Q.9 人工知能が軍事に利用される可能性はありますか？	.....428
Q.10 人工知能によってロボット兵器が実現しますか？	.....429
Q.11 人工知能を搭載した兵器が人間を減らす可能性はありませんか？	.....430
Q.12 人工知能が犯罪に利用される可能性はありませんか？	.....430
Q.13 人工知能がサイバー攻撃を行う可能性はありますか？	.....432
Q.14 サイバー攻撃を防ぐために人工知能を活用できますか？	.....432
Q.15 人工知能がクラッキングを受ける可能性はありますか？	.....433

9.3 企業の人工知能活用に関する質問434

Q.16 全ての企業が人工知能を活用すべきでしょうか？	.....434
Q.17 人工知能によって異業種参入が増えますか？	.....435
Q.18 人工知能の開発費は高額になるでしょうか？	.....436
Q.19 人工知能の開発費で適切なコストを判断する方法はありますか？	.....437
Q.20 人工知能の技術者は不足しているのですか？	.....438
Q.21 人工知能の開発を手伝ってくれる技術者はどこにいますか？	.....439
Q.22 人工知能開発ができる技術者にコンタクトを取るにはどうすればよいでしょうか？	.....440
Q.23 国は人工知能の活用を推奨していますか？	.....441
Q.24 地方自治体は人工知能の活用を推奨していますか？	.....442

9.4 暮らしに関する質問443

Q.25 人工知能によって我々の暮らしはどう変わりますか？	.....443
Q.26 人工知能を理解していないと生活ができなくなりますか？	.....443

9.5 人工知能の人材育成と教育に関する質問444

Q.27 どんな人が人工知能を開発していますか？	.....444
Q.28 これからの若い世代は人工知能に関する知識は必要でしょうか？	.....445
Q.29 学校で人工知能が必須科目になりますか？	.....445
Q.30 人工知能を開発できるようになるには、何を勉強すればよいでしょうか？	.....446
Q.31 数学が苦手でも人工知能は理解できますか？	.....447
Q.32 人工知能を学ぶために最初に何をすればよいでしょうか？	.....448
Q.33 人工知能を効率良く学ぶ方法は？	.....449

9.6 人工知能の未来に関する質問 450

Q.34 人工知能は今後も進化しますか？ 450

Q.35 人工知能は想像力を持つようになりますか？ 451

Q.36 私たち人類は人工知能とどう付き合っていけばよいでしょうか？ 452

おわりに 456

索引 458