

人と共生する

AI革命

活用事例からみる生活・産業・社会の未来展望

監修 栗原 聡

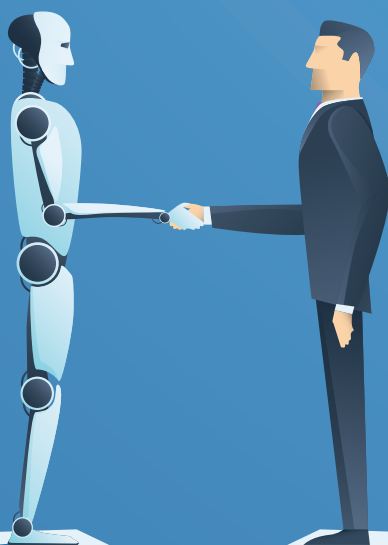


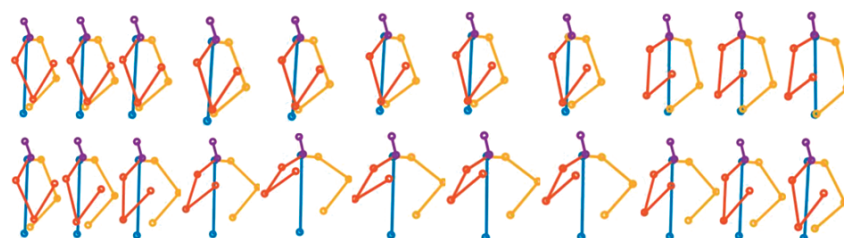




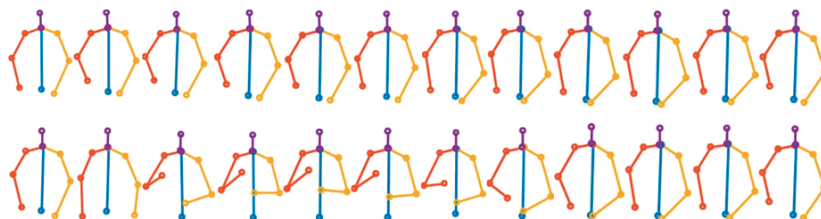
図3 リアルタイム映像解析モジュールの処理結果例 (p.41)



図5 人物追跡プロセスのインターフェース例 (p.43)



「食べる」の合成例



「小さい」の合成例

図2 単語に関連した動きの合成例 (p.136)



図3 OpenPose と MonoCap によって抽出した三次元姿勢の例 (p.137)

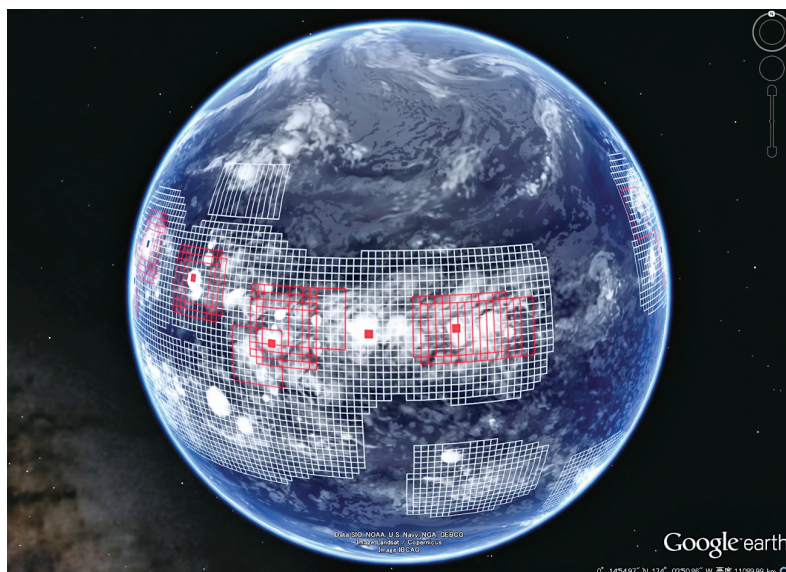


図 2 熱帯低気圧およびタマゴの検出結果の一例 (p.181)

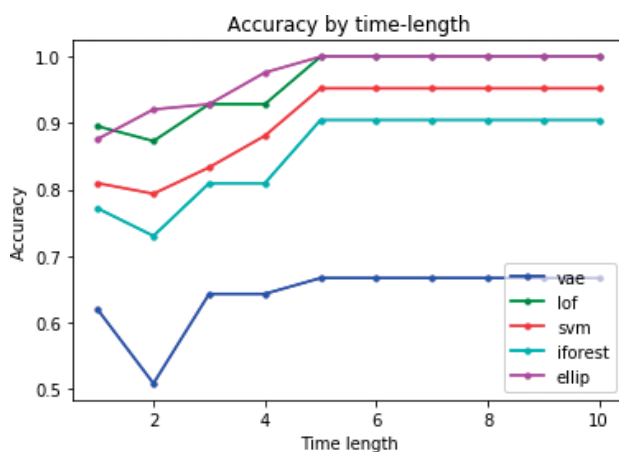


図 5 AI 学習モデル結果検証グラフ (p.217)

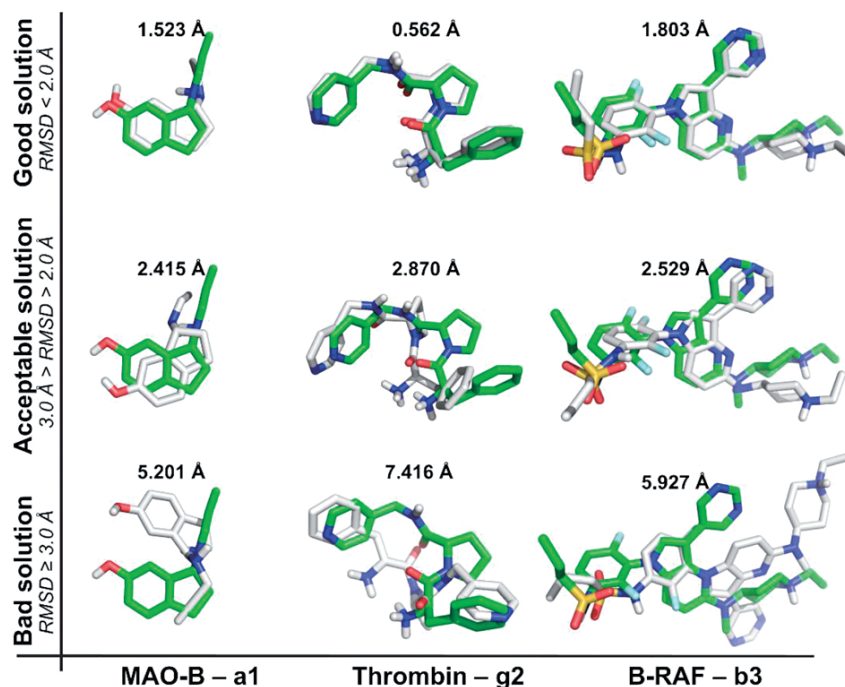


図2 3種類のタンパク質結晶構造中のリガンド(緑)とドッキング予測結果(灰色)の距離情報(RMSD)による比較 (p.228)

David Ramírez and Julio Caballero: Is It Reliable to Take the Molecular Docking Top Scoring Position as the Best Solution without Considering Available Structural Data?, *Molecules*, 23, 1038 (2018) Figure 1 より引用 (CC BY 4.0)

Concept Encoder (1 step で計算)

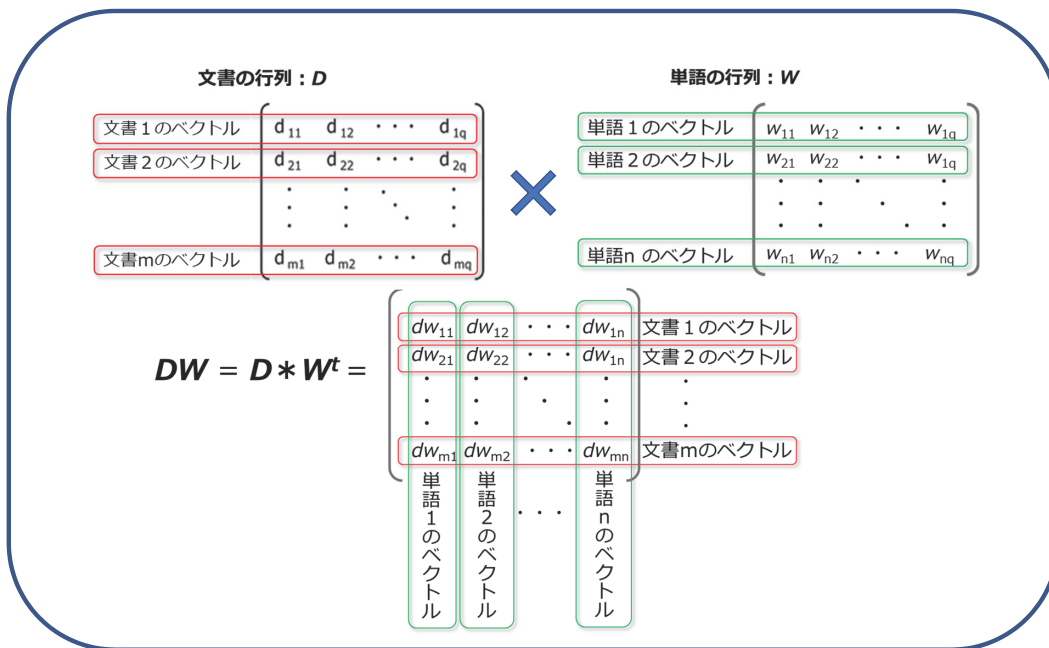


図1 Concept Encoder による「単語と文書のベクトル化」(p.246)

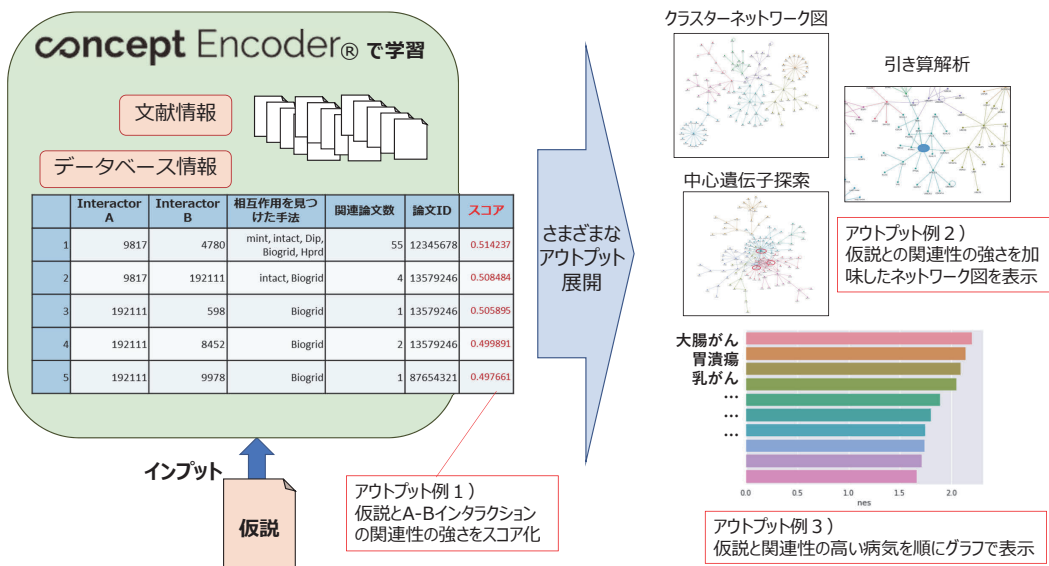


図2 Concept Encoder による創薬支援技術の活用イメージ (p.247)

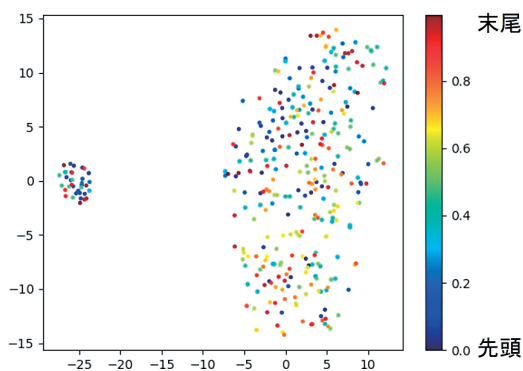


図3 t-SNEによる「走れメロス」の可視化結果 (p.261)

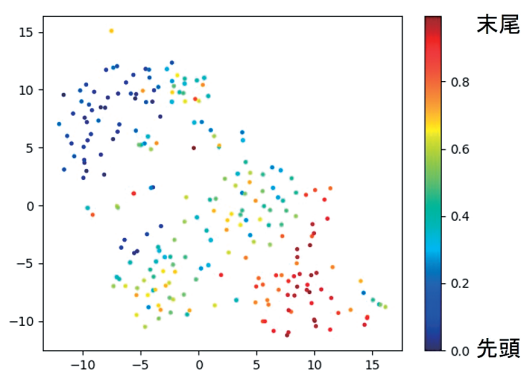


図4 t-SNEによる「藪の中」の可視化結果 (p.261)

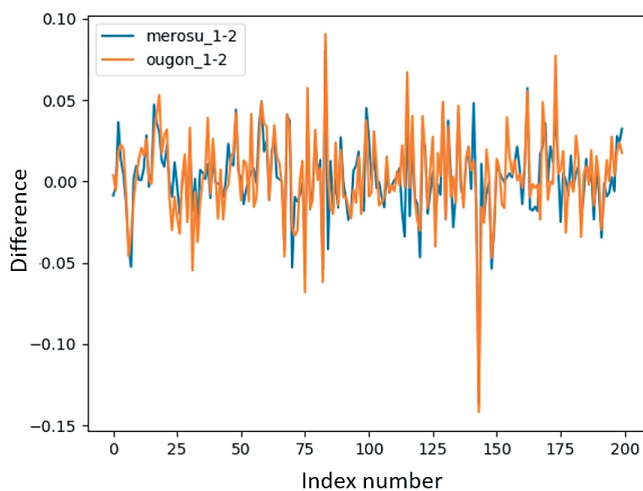


図5 ストーリー展開の差分の例 (p.264)



図 1 人工知能美学芸術研究会が制作した『Deep Rembrandt Dream 1』(2017) (p.300)

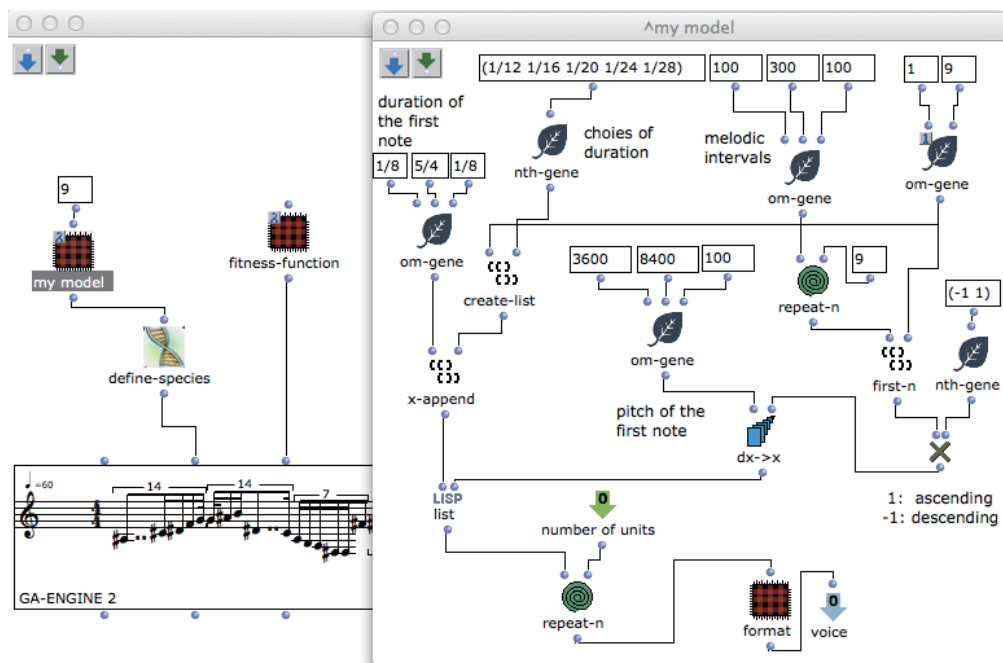


図 6 OM-Darwin の基本構成 GA-engine (左下) には species を定義する部分 (my model) と適応度関数を定義する部分 (fitness-function) が接続される (p.317)

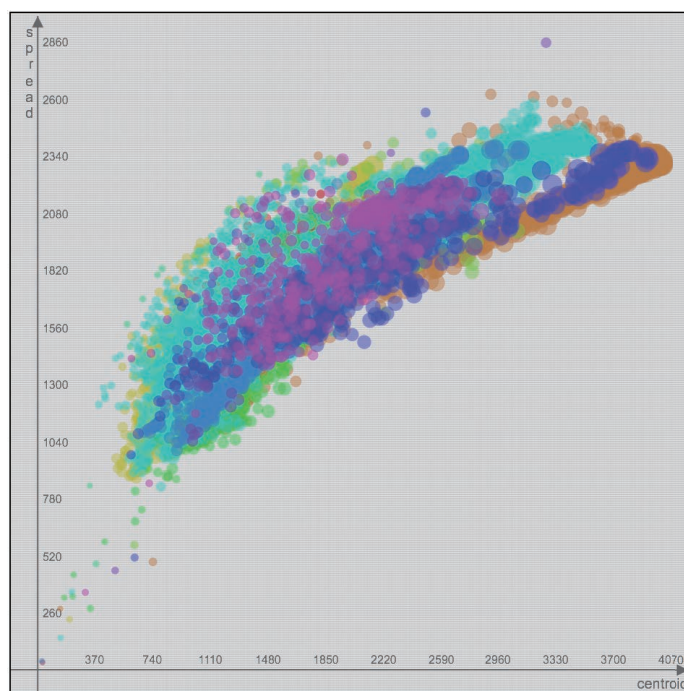


図 9 特徴量空間にマッピングされたグレインの分布 (p.324)

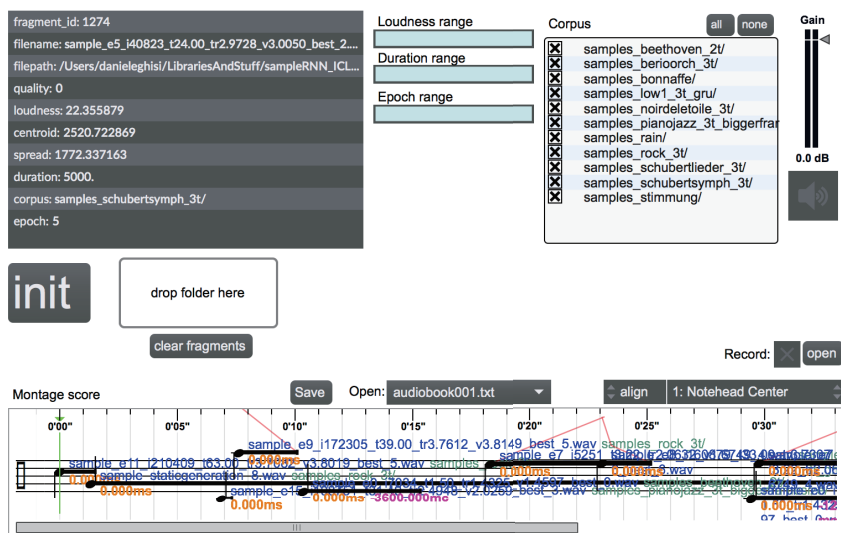


図 10 『La fabrique des monstres』の作曲に用いられたオーディオ・モンタージュ用
インターフェース (p.324)

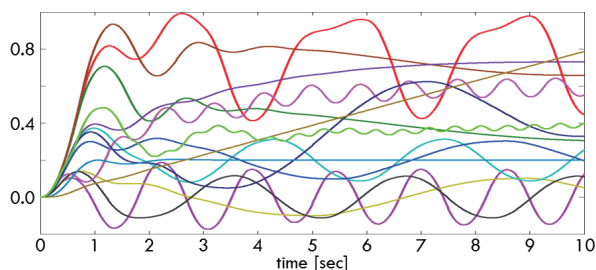


図3 データベース（出力）の一例（p.334）

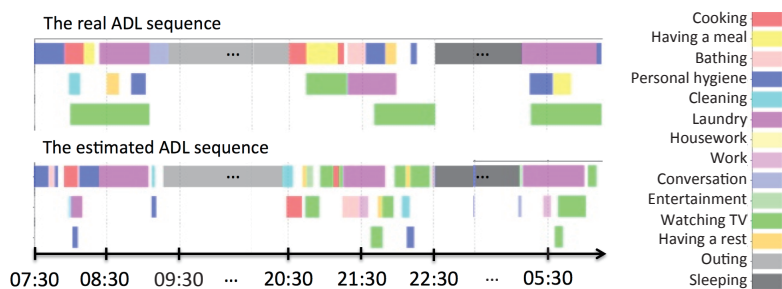
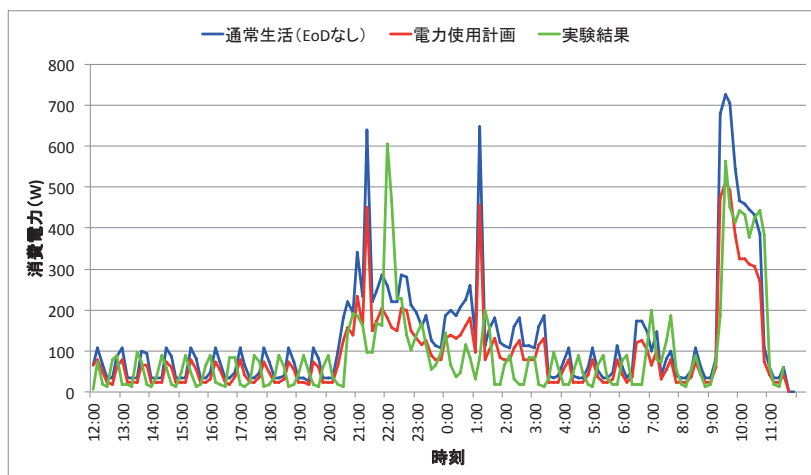
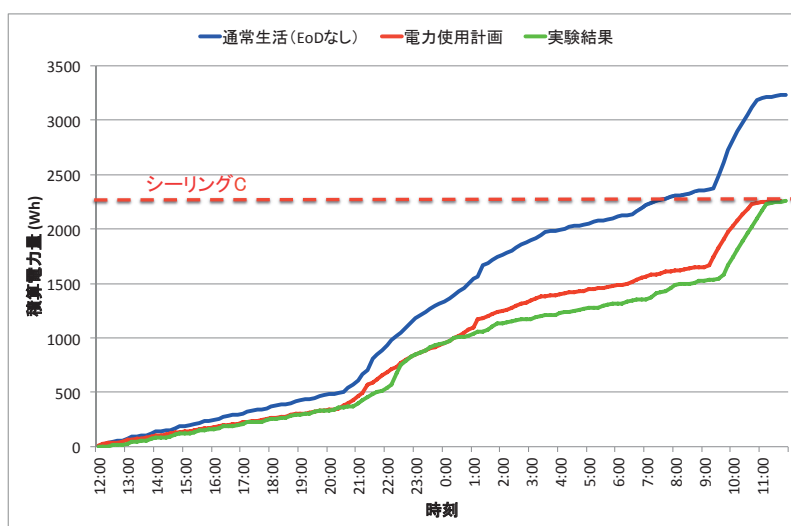


図6 生活行動推定結果（p.347）

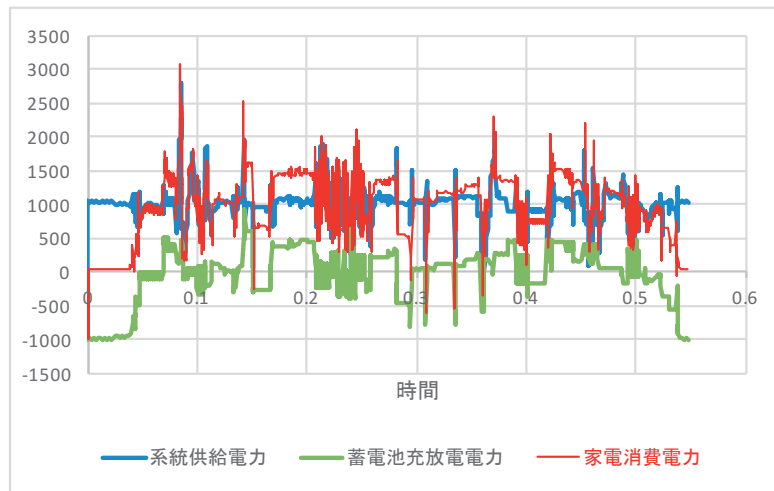


(1) 瞬時電力

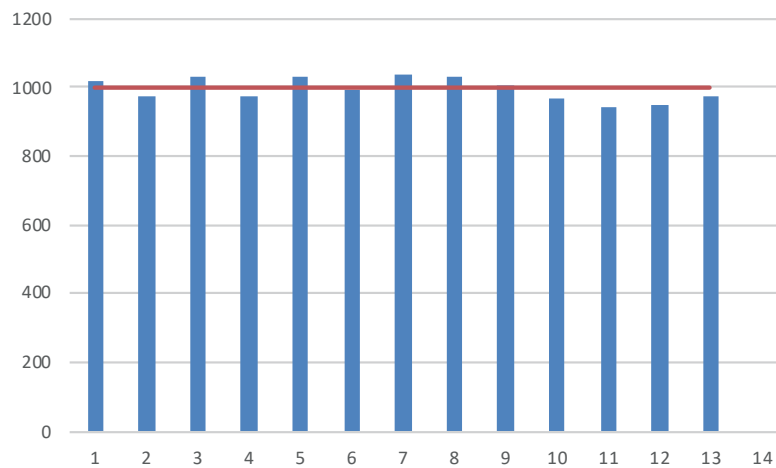


(2) 積算電力量

図 10 EoD (分散電源を持たない場合) の実験結果 (p.349)



(1) 瞬間電力



(2) 30 分の平均買電電力

図 11 EoD (蓄電池を持つ場合) の実験結果 (p.350)

TiH₂ 薄膜の成長相図 (基板温度と水素分圧を成長パラメータとして)

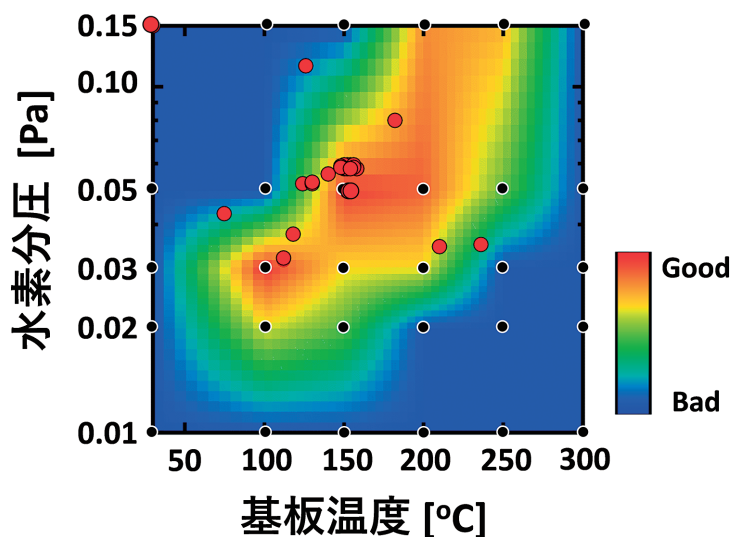


図3 TiH₂ 薄膜成長条件をベイズ最適化で探索した例 (p.376)

高品質な薄膜が得られる条件を赤色、そうでない領域は青色としてカラーマップ表示している。このカラーマップは、実際に黒丸の条件で30回成膜・評価をして作成したものである。ベイズ最適化を用いることにより、10回程度で十分収束可能である

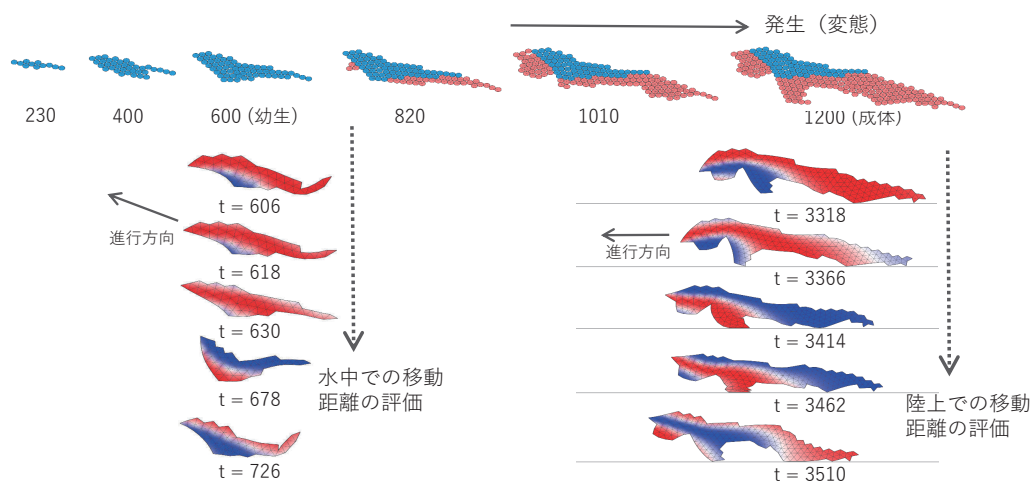


図3 進化後の発生（変態）と適応度評価（左：水中，右：陸上）の例（p.407）

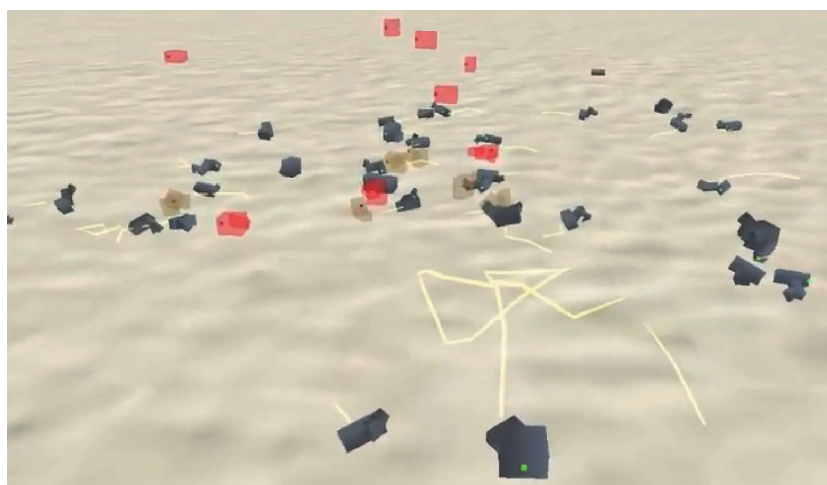


図4 適応度評価 捕食生物と被食生物の相互作用（p.408）

監修者・執筆者一覧

【監修者】

栗原 聡 慶應義塾大学理工学部 教授

【執筆者】(執筆順)

栗原 聡 慶應義塾大学理工学部 教授

長門 毅 株式会社富士通研究所デジタル共創プロジェクト製造グループ マネージャー

長谷山美紀 北海道大学大学院情報科学研究院 教授

白井 匡人 島根大学総合理工学部 助教

山田 廣志 オーエム金属工業株式会社 技術顧問

村上 智一 株式会社日立製作所研究開発グループデジタルテクノロジーイノベーションセンタ
主任研究員

渡邊 裕樹 株式会社日立製作所研究開発グループデジタルテクノロジーイノベーションセンタ
研究員

廣池 敦 株式会社日立製作所研究開発グループデジタルテクノロジーイノベーションセンタ
主任研究員

中山 良平 立命館大学理工学部 准教授

大倉 史生 大阪大学産業科学研究所 助教

磯兼 孝悠 大阪大学産業科学研究所

井手 絢香 大阪大学産業科学研究所

松下 康之 大阪大学情報科学研究科 教授

八木 康史 大阪大学産業科学研究所 教授

柳井 孝介 株式会社日立製作所研究開発グループデジタルテクノロジーイノベーションセンタ
メディア知能処理研究部 主任研究員

浜中 雅俊 国立研究開発法人理化学研究所革新知能統合研究センター チームリーダー

清田 陽司 株式会社 LIFULL AI 戦略室 主席研究員

花多山和志 株式会社 LIFULL LIFULLHOME'S 事業本部新 UX 開発部プロダクト開発ユニット
ユニット長

小谷 和彦 自治医科大学地域医療学センター 教授

村松 慎一 自治医科大学地域医療学センター 教授

清水 秀幸 九州大学生体防御医学研究所分子医科学分野 学術研究員

中山 敬一 九州大学生体防御医学研究所分子医科学分野 教授

庄野 逸	電気通信大学大学院情報理工学研究科 教授
上條 憲一	日本電気株式会社未来都市づくり推進本部ヘルスケア事業関連グループ システム主幹
西光 雅弘	日本電気株式会社バイオメトリクス研究所 主任
山田 真善	国立がん研究センター中央病院内視鏡科 医員
生見 臣司	SELF 株式会社 代表取締役
長井 隆行	大阪大学大学院基礎工学研究科 教授／電気通信大学人工知能先端研究センター 特任教授
原 豪紀	大日本印刷株式会社 AB センターICT 事業開発本部 主席研究員
綱川 明美	株式会社ビースポーク 代表取締役
坂本 真樹	電気通信大学大学院情報理工学研究科 教授
岡田 浩之	玉川大学学術研究所 教授
和田 雅昭	公立はこだて未来大学システム情報科学部 教授
松岡 大祐	国立研究開発法人海洋研究開発機構地球情報基盤センター 技術研究員／国立研究開発法人科学技術振興機構 さきがけ研究者
榊 剛史	株式会社ホットリンク開発本部 R&D 部 R&D 部長／東京大学政策ビジョン研究センター 客員研究員
福井 健一	大阪大学産業科学研究所 准教授
橋本 司	株式会社スカイディスク 代表取締役
小長谷明彦	東京工業大学情報理工学院 教授
江崎 剛史	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト 特任研究員
渡邊 怜子	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト 特任研究員
夏目やよい	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト サブプロジェクトリーダー
伊藤 真里	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト 上席研究員
長尾知生子	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所創薬デザイン研究センターインシリコ創薬支援プロジェクト サブプロジェクトリーダー
川島 和	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト 特任研究員
水口 賢司	国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所バイオインフォマティクスプロジェクト プロジェクトリーダー
二瓶 秋子	株式会社 FRONTEO ヘルスケア研究・解析部 リサーチャー
山口 光太	株式会社サイバーエージェント AI Lab リサーチサイエンティスト
森 直樹	大阪府立大学工学研究科 教授

福田 清人	大阪府立大学工学研究科
脇森 浩志	日本ユニシス株式会社ソリューションサービス本部 AI/IoT 技術開発部 チーフ・スペシャリスト
三宅陽一郎	日本デジタルゲーム学会 理事
宮崎 耕助	トランスコスモス株式会社デジタルマーケティング・EC・コンタクトセンター統括デジタルトランスフォーメーション本部コミュニケーションデザイン統括部インサイトマーケティング部クリエイティブコンサルティング課 課長代理
中ザワヒデキ	美術家／人工知能美学芸術研究会 代表
草刈 ミカ	美術家／人工知能美学芸術研究会 企画
田中 翼	東京藝術大学大学院美術研究科 専門研究員
金子 修	電気通信大学大学院情報理工学研究科 教授
藤田 朋宏	株式会社ちとせ研究所 代表取締役
笠原 堅	株式会社ちとせ研究所菌叢活用本部 本部長
加藤 丈和	静岡理工科大学理工学部 准教授
目崎 祐史	セコム株式会社 IS 研究所 所長
米光 一也	株式会社日立ソリューションズセキュリティプロフェッショナルセンタ チーフセキュリティアナリスト
池上 幸三	株式会社日立製作所セキュリティ事業統括本部 主任技師
清水 亮太	東京工業大学物質理工学院 助教／科学技術振興機構さきがけ 研究員
一杉 太郎	東京工業大学物質理工学院 教授
石田 真彦	日本電気株式会社システムプラットフォーム研究所 主幹研究員
荒井 規允	慶應義塾大学理工学部 准教授
湯原 大輔	慶應義塾大学大学院理工学研究科 研究員
泰岡 顕治	慶應義塾大学理工学部 教授
有田 隆也	名古屋大学大学院情報学研究科 教授
土方 嘉徳	関西学院大学商学部 教授
富岡 洋一	会津大学コンピュータ理工学部 上級准教授
上東 貴志	神戸大学計算社会科学研究所 センター 教授／センター長／神戸大学経済経営研究所 教授

目 次

序論 AI アプリケーションの開発に向けて (栗原 聡)

1. はじめに	3
2. 第3次 AI ブームの背景と特徴	4
3. AI 進化の行方	5
4. おわりに	8

第1章 見て判断する

第1節 外観検査装置における機械学習技術の活用 (長門 毅)

1. はじめに	13
2. 生産現場における画像認識の AI 活用	14
3. 画像認識プログラムの自動生成技術	14
4. 生産現場適応への課題	15
5. 階層化による高速化	15
6. 検査対象に応じたプログラム構造と評価法	16
7. おわりに	19

第2節 AI・IoT・ビッグデータ解析技術の活用に基づくマルチメディア情報検索・推薦システム (長谷山 美紀)

1. はじめに	21
2. 多様なビッグデータの解析を可能とする AI・IoT 技術	22
3. マルチメディア情報検索・推薦システムと AI・IoT・ビッグデータ解析技術の活用によるその高度化	23
4. おわりに	29

第3節 AI 活用による溶融スラグ認識システムの開発

(白井 匡人, 山田 廣志)

1. スラグの自動認識	31
2. スラグの発生と変化	32
3. スラグ認識の問題点	32
4. 畳み込みニューラルネットワークを用いたスラグ認識	33
5. スラグの自動認識結果	35

6. おわりに	36
---------	----

第4節 AI活用による広域人物追跡システムの開発

(村上 智一, 渡邊 裕樹, 廣池 敦)

1. はじめに	39
2. 広域人物追跡システムの概要	39
3. 人物追跡性能に関する評価	44
4. おわりに	46

第2章 データを情報化し補完する

第1節 AI活用による低解像画像の高解像度化システムの開発

(中山 良平)

1. はじめに	49
2. 高解像度化 AI の学習	49
3. 高解像度化 AI の構成	49
4. 医用画像への応用	51
5. おわりに	56

第2節 AI活用による見えない枝の三次元構造復元手法の開発

(大倉 史生, 磯兼 孝悠, 井手 絢香, 松下 康之, 八木 康史)

1. はじめに	57
2. 見えない枝の三次元構造復元	58
3. 実験	61
4. おわりに	63

第3節 テキストデータ活用による判断支援とディベート型 AI

(柳井 孝介)

1. ディベート型の AI が目指すもの	65
2. 人工知能研究としての試み	67
3. 自然言語処理	70
4. おわりに	72

第4節 AI活用によるGPSによらないドローンの自律飛行システムの開発

(浜中 雅俊)

1. ドローン配送	73
2. 地形照合型ドローン飛行エリア推定	74

3. ドローンハイウェイ網の構築	76
4. ドローン配送の実現へ向けて	79

第5節 AI活用による不動産参考価格算出システム「LIFULL HOME'S プライスマップ」の開発 (清田 陽司, 花多山 和志)

1. 不動産業界での AI 活用の現状	81
2. 開発の目的	82
3. 主な特徴	82
4. 不動産の価格推定に AI はどのように活用されているのか?	84
5. 今後の展望	86

第3章 ヒトを診る

第1節 AI活用による総合診療支援システムの開発 (小谷 和彦, 村松 慎一)

1. 総合診療	91
2. 総合診療と関連する AI の開発状況	92
3. 総合診療支援システムの開発—自治医科大学での取り組み	93
4. 展 望	94

第2節 AI活用によるがん生存率予測システムの開発 (清水 秀幸, 中山 敬一)

1. はじめに	97
2. 2000 年代の乳がん再発予測法の開発とその限界	97
3. データ駆動アプローチが明らかにした乳がん予後遺伝子	98
4. AI 技術を活用した乳がん予後予測 mPS システムの開発	100
5. 正確な生存予後の推定が適切な治療方針決定には不可欠	101
6. まとめと展望	102

第3節 AI活用による画像診断システムの開発 (庄野 逸)

1. はじめに	105
2. DCNN モデルと学習手法	106
3. 計算機実験	109
4. まとめと議論	112

第4節 AIを活用したリアルタイム内視鏡診断サポートシステムの開発

(上條 憲一, 西光 雅弘, 山田 真善)

1. はじめに	115
2. 大腸がんを取り巻く状況	116
3. リアルタイム大腸内視鏡検査サポートシステムの開発	116
4. 期待される臨床効果	118
5. おわりに	119

第4章 人と自然にコミュニケーションする

第1節 自然なコミュニケーションを実現する会話型AIアプリの開発

(生見 臣司)

1. はじめに	123
2. コミュニケーションと会話の意味	123
3. コミュニケーションシステムの具現化	125
4. アプリでの実証へ	126
5. アプリでの実証結果	127
6. おわりに	129

第2節 表現する人工知能—表現 AI—

(長井 隆行, 原 豪紀)

1. はじめに	131
2. 表現 AIに関する研究事例	133
3. おわりに—表現 AIが本当に目指すもの—	138

第3節 人間らしさを持ったAIチャットボットシステムの開発

(綱川 明美)

1. はじめに	141
2. 「賢い」AI	141
3. 「おしゃべり」と「人間らしさ」	142
4. 「理解力」よりも「回答力」	143
5. 既存の価値を緩やかに拡張するAI	148

第4節 五感を活用したAI会話システムの開発

(坂本 真樹)

1. 会話するAIの現状	151
2. 人の感性を理解するAI	152
3. 感性があると感じさせるAI	156

第5章 予測する

第1節 AI活用によるロボカップ戦略システムの開発 (岡田 浩之)

1. はじめに	163
2. @ホームリーグ	163
3. サッカーシミュレーションリーグ	165
4. サッカー小型ロボットリーグ	167
5. 2050年に向けて	168

第2節 AI活用による水揚げ予測システムの開発 (和田 雅昭)

1. 水産業の現状	169
2. 定置網漁業	169
3. 水揚げ予測システムの開発	171
4. スマート水産業の展望	176

第3節 極端気象現象予測におけるAI活用の可能性 (松岡 大祐)

1. 極端気象現象予測におけるAI活用の背景	179
2. AIを用いた熱帯低気圧のタマゴの検出	179
3. AIを用いた熱帯低気圧の検出	181
4. AIを用いた熱帯低気圧の強度推定	182
5. AIを用いた台風の進路予測	182
6. 課題と展望	183

第4節 AI活用によるマーケティング支援サービスの開発 (榊 剛史)

1. はじめに	185
2. マーケティングとソーシャルメディア分析に関する基礎知識	185
3. ソーシャルメディア分析によるマーケティング支援機能の事例紹介	187
4. AI技術の適用方法の説明：AI技術を用いた社会的属性の推定を事例として	192
5. 知的生産活動支援のためのAI技術の活用	195
6. おわりに	196

第6章 異常を検知する

第1節 AI活用による回転機器における微小欠陥の異常検知 (福井 健一)

1. はじめに	201
2. 評価対象	201

目次

3. 微小欠陥を含む欠陥の異常検知法	203
4. おわりに	207

第2節 AIを活用した「音」の異常診断システム「スマート聴診棒」の開発

(橋本 司)

1. はじめに	209
2. 生産現場における音の課題（背景）	209
3. 解決手法としてのスマート聴診棒（概要）	210
4. 音の特徴および音分析に必要な要素	212
5. 音の解析手法	212
6. 振動データの活用	215
7. 導入事例	216
8. おわりに	218

第7章 創薬する

第1節 AI活用による創薬の可能性

(小長谷 明彦)

1. はじめに	221
2. AI創薬におけるニーズとシーズとのギャップ	222
3. 医療画像解析	226
4. 新規構造探索	227
5. 創薬ターゲット探索	231
6. おわりに	233

第2節 AI活用による薬物動態予測システムの開発

(江崎 剛史, 渡邊 怜子, 夏目 やよい, 伊藤 眞里, 長尾 知生子, 川島 和, 水口 賢司)

1. はじめに	237
2. 創薬支援インフォマティクスシステム構築プロジェクト	237
3. 薬物の血中濃度推移の予測を目指したパラメータ予測	238
4. 論文PDFから知識を抽出するAIシステムの開発	240
5. 薬物動態予測の加速を目指したオールジャパンでの試み	241
6. おわりに	242

第3節 人工知能「Concept Encoder」を活用した新規医薬品候補探索

(二瓶 秋子)

1. はじめに	243
2. 医薬品探索の歩みとAI創薬に寄せられる期待	243

3. ヘルスケア業界の NLP に適した AI エンジン	244
4. Concept Encoder による創薬支援技術	245
5. ヘルスケア業界における Concept Encoder の展開	247
6. おわりに	248

第8章 クリエイトする

第1節 デジタル広告制作に使われる機械学習技術 (山口 光太)

1. はじめに	251
2. 広告のクリック予測	252
3. グラフィックレイアウトの最適化	253
4. グラフィックス素材の自動差し替え	254
5. おわりに	255

第2節 AI 活用による小説解析システムの開発 (森 直樹, 福田 清人)

1. はじめに	257
2. 扱うストーリーについて	257
3. 文ベクトルを用いた小説の自動分割手法	258
4. 実 験	260
5. おわりに	264

第3節 表現学習による画像の生成・解析システム (脇森 浩志)

1. はじめに	267
2. 表現学習	267
3. 代表的なアルゴリズム	268
4. 表現学習の応用	272
5. おわりに	277

第4節 AI 活用によるゲームキャラクターの動作システムの開発 (三宅 陽一郎)

1. はじめに	279
2. キャラクター AI	283
3. ナビゲーション AI	286
4. これからのゲーム AI の発展の方向	288

第5節 AIを活用した広告訴求開発におけるユーザーボイス分析

(宮崎 耕助)

1. はじめに	289
2. 広告クリエイティブ訴求開発の手法	289
3. ユーザーボイスから広告訴求を開発するサービス「coemo (コエモ)」	290
4. coemo 活用による成果事例	293
5. おわりに	294

第6節 AIの芸術創作

(中ザワ ヒデキ, 草刈 ミカ)

1. はじめに	297
2. 第3次 AI ブームと美術・音楽・文学	297
3. 現状の AI は鑑賞も創作もできない	302
4. 機械美学と機械芸術を巡る4つのカテゴリー	304
5. AI が真に芸術を創作するためには何が必要か	305
6. おわりに	307

第7節 芸術音楽の作曲におけるAIの活用事例

(田中 翼)

1. はじめに	309
2. IRCAM における音楽テクノロジーと AI	310
3. 制約プログラミング	311
4. 遺伝的アルゴリズム	315
5. 情報理論と機械学習	318
6. 音響生成と深層学習	322
7. おわりに	325

第9章 制御する

第1節 大規模データベースを活用する制御のアプローチ —FRIT に基づいた効率的制御器更新—

(金子 修)

1. はじめに	329
2. 問題設定	331
3. FRIT	332
4. 複数データに対する擬似参照信号を用いた制御器パラメータ調整	333
5. 簡単な例題	333
6. おわりに	335

第2節 AIを活用したバイオ生産マネジメントシステムの開発

(藤田 朋宏, 笠原 堅)

1. バイオ生産プロセスとは	337
2. バイオ生産プロセスの歴史	337
3. バイオ生産プロセスの経済規模	338
4. バイオ生産プロセスに AI を活用する意義	338
5. AI に学習させるべきデータとは	339
6. バイオ生産プロセスにおける解と問い	341
7. コンボリユーショナルデータを測定しよう	342

第3節 AI活用によるスマートエネルギーマネジメントシステムの開発

(加藤 丈和)

1. はじめに	343
2. 電力エネルギーの見える化と解析	344
3. オンデマンド型電力制御システム (Energy On Demand)	347
4. 需要家間連携によるコミュニティ最適化	351
5. おわりに	352

第10章 防御する

第1節 AI活用による警備システムの開発

(目崎 祐史)

1. AI活用による警備システムの開発	357
2. AI活用警備システムの事例	358

第2節 AI活用によるセキュリティ監視業務の効率化

(米光 一也, 池上 幸三)

1. はじめに	363
2. セキュリティ監視業務の現状	363
3. セキュリティ監視業務効率化の事例	366
4. 企業の情報セキュリティの未来	368

第11章 材料を創製する

第1節 AIとロボットを融合した全自動システムによる機能性薄膜創製

(清水 亮太, 一杉 太郎)

1. はじめに	373
---------------	-----

目次

2. 新材料設計システムの概要	374
3. 本システムの運用による薄膜研究における新たな価値観の創出	378
4. おわりにー「家内制手工業」から「データ生産工場」への変革ー	379

第2節 AIによる新材料設計システムの開発

(石田 真彦)

1. はじめに	383
2. コンビナトリアル型のスピン熱電変換効果の評価	384
3. インフォマティクスを活用した材料データ解析	386
4. おわりに	390

第3節 AI活用による材料創製のための分子シミュレーションの高速化と界面活性剤性質予測システムの開発

(荒井 規允, 湯原 大輔, 泰岡 顕治)

1. 機械学習による数値シミュレーションの高速化	391
2. MDシミュレーションの高速化における課題	391
3. MD-GANによる時間発展の高速化	392
4. MD-GANの適用例	393
5. 界面活性剤を用いた材料開発	394
6. 機械学習モデル作成のための粗視化分子シミュレーション	395
7. 機械学習を用いた分散性・粘度の予測および予測精度	396
8. おわりに	398

第12章 人と社会を理解する

第1節 知能の身体性と創発性への仮想生物進化アプローチ

(有田 隆也)

1. はじめに	403
2. 変態に焦点を合わせた発生進化モデル	405
3. 群集動態と進化動態の相互作用に焦点を合わせた捕食被食モデル	406
4. 今後の展望	408

第2節 ソーシャルコンピューティング

(土方 嘉徳)

1. Webとソーシャルメディア	411
2. ソーシャルセンシング	413
3. ヒューマンセンシング	417
4. ソーシャルコンピューティングの未来	419

第3節 AI エッジコンピューティングの活用

(富岡 洋一)

- 1. はじめに 421
- 2. 効率的な AI エッジコンピューティングを実現するための技術 422
- 3. AI エッジコンピューティングの活用 424

第4節 計算社会科学と経済学における AI

(上東 貴志)

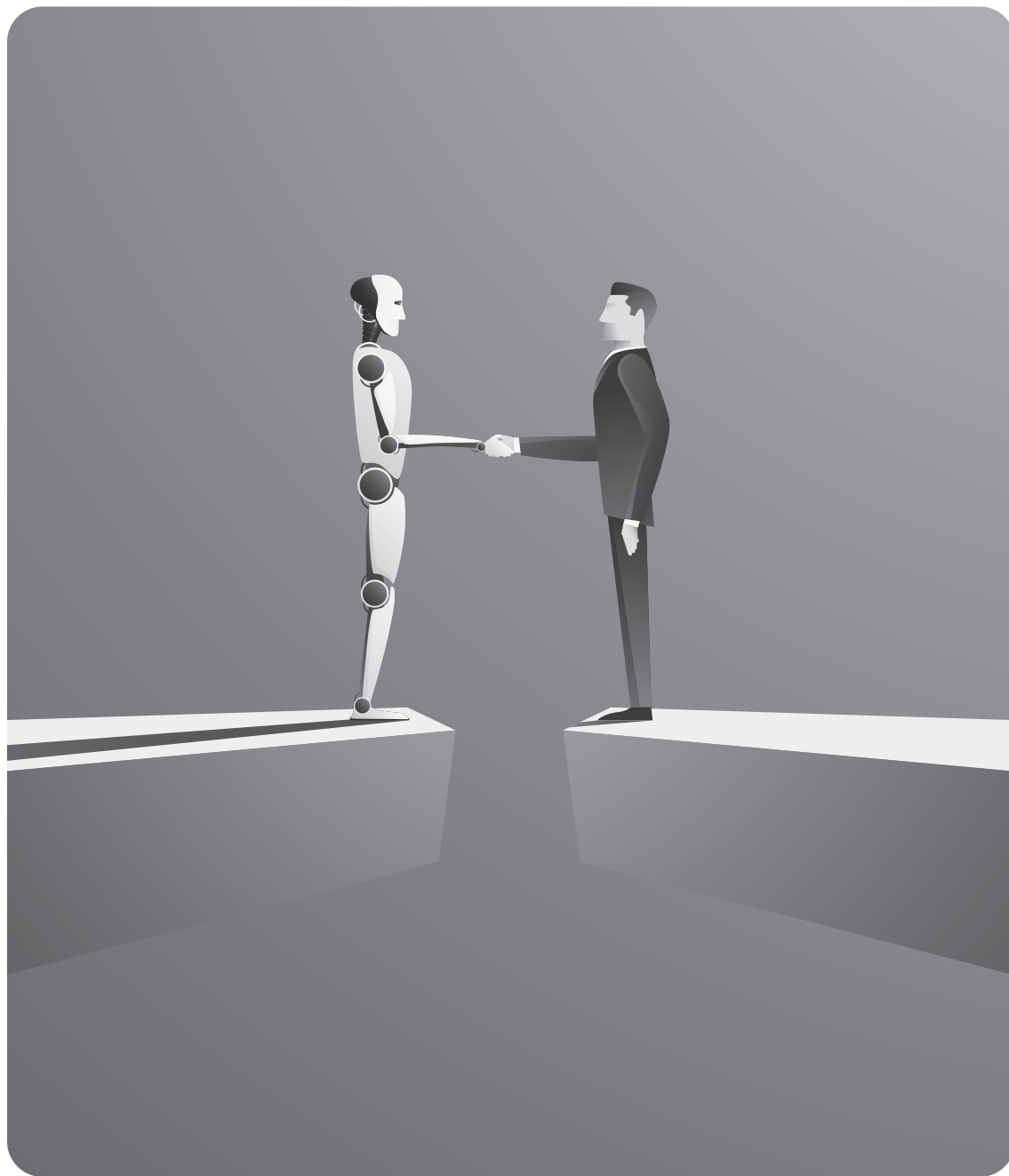
- 1. 計算社会科学とは？ 427
- 2. 計算社会科学と経済学 427
- 3. AI（人工知能）とは？ 428
- 4. 経済学における AI 428
- 5. 計算社会科学における AI 431

※本書に記載されている会社名，製品名，サービス名は各社の登録商標または商標です。なお，本書に記載されている製品名，サービス名等には，必ずしも商標表示（®，TM）を付記していません。

序 論

AI アプリケーションの開発に向けて

慶應義塾大学 栗原 聡





1. はじめに

本書は AI 開発における羅針盤となる一冊である。何か解決すべき問題に直面したとき、本書が具体的なヒントを与えてくれるはずである。そして、技術者はもちろんのこと、特にマネジメント層・意思決定層の方々に手に取っていただきたい。

2010 年以降、加熱する第 3 次 AI ブームは多くの書籍を生み出してきたが、それらはほぼ二極化されている。1 つは無論なことだが専門書・技術解説書である。深層学習をはじめ機械学習や言語処理など、その内容は多岐にわたっており、入門レベルから専門レベルまで多くの書籍が刊行されている。そしてもう 1 つは AI と社会との関係を論じるタイプの書籍で、シンギュラリティおよび AI が社会や産業に与える脅威などについて多岐にわたって論じている。しかしながら、もう 1 つ重要な立ち位置の書籍が見当たらない。それは AI 実践に関する書籍であり、本書がその立ち位置に立つ一冊なのである。専門書や技術書が必要であるのは論じるまでもない。しかし、技術の詳細な仕組みを知らないからといってその技術を使いこなすことができない、ということにはならないし、そもそも実問題を解決するには、技術専門書だけでは不十分なのである。例えば、構築したいシステムの仕様が完成すれば、その実装においては、既存のライブラリなどを利用すれば、専門的レベルの知識や詳細なアルゴリズムや仕組みを知らなくても組み立てることができる。特に AI 分野はオープンソース指向が強く、さまざまなプログラムが公開されており、容易に利用することが可能である。病に罹り薬を利用する状況であれば、それがどのような医学的な原理で効果を発揮するのかということより、その薬の効能を理解し、どのような症状のときに処方すれば効果的であるかといったノウハウの方が重要であろう。現場においては、抱える問題を解決するためにどのような手法をどのように使えばよいかという、いわば「処方箋」を考えることこそが重要であろう。

例えば、ある工場において生産ラインの稼働率を向上させたい、という案件において、ラインを構成する部品を故障する直前に計画的に交換することは極めてメリットがある。そこで故障予測システムの構築を検討することになったとしよう。深層学習という最新技術を知り、それを使うためのノウハウを書籍やインターネットからの情報で一通り学び、プログラムが完成したとする。しかし、そこで壁に突き当たることになる。「どのようなデータをそもそも収集すればよいのだろうか?」。そして、データが収集できたとしても、そのままプログラムに入力できるわけではない。「データをどのような形で入力することが、深層学習法的能力を効果的に利用できるのだろうか?」「そもそも、深層学習法といってもさまざまな種類があるが、どの手法を使うことが好ましいのであろうか?」など、実問題を解決するには、現場を知り、解決すべき問題の本質を見極め「適切な手法」を「適切に利用する」ことが当然求められる。

データの収集においても、よく故障する部品があるとして、実はその故障の要因が別の部品にあるといったケースもある。その場合、いろいろな部品にセンサを設置する必要がある。そして得られた情報から部品間の因果関係を明らかにするといった作業が必要になるかもしれない。教師あり機械学習を利用する場合は、データにラベルをつける必要がある。そのラベルはどのようにつけばよいのであろうか? ラベルのつけ方はもちろん学習の性能に影響を与える。

2. 第3次 AI ブームの背景と特徴

よく指摘されることであるが、深層学習法において本当に価値があるのは、構築したプログラム本体ではなく、学習が完了した段階での各ニューロンの重みである。われわれの脳も生まれたてのとき、すなわち未学習の状態では知能を発揮できない。つまり、道具としての技術自体は熟成しつつあるものの、道具を効果的に使いこなすためのノウハウこそが具体的な実問題解決にとってもっとも重要なのである。だが重要なノウハウはなかなか表に出てこない。本書はまさにそのノウハウに焦点を当てることを目的としており、そのために多岐にわたる実問題を取り上げ、どのように AI を適用し問題を解決していくのかについて、実際に取り組まれている研究者・技術者にわかりやすく解説していただいた。AI による問題解決の事例が発生したとき、手法の選択や適用方法を検討する際、本書はとても役に立つはずである。

ところで、2010 年代に始まった第3次 AI ブームであるが、過去2回のブームとはその性格は大きく異なる。本書のようなタイプの書籍が出版されるのがその確証なのである。2010 年代後半になって、ブームもそれなりに落ち着きつつあるようにみえるが、それは AI が期待外れで一過性のブームに終わってしまった、ということではないことは明らかであろう。過去2回のブームは残念ながら失敗したと総括され、“AI 冬の時代”が訪れた。だが、過去2回はいずれも新しい AI 技術が誕生したことが契機となっており、初回のブームでも、3度目のブームと同じく、「AI は人を抜き去るのか？」とか「進化した AI が人を支配するのか？」といった文言が新聞の見出しになっていた。しかし、当時のコンピュータは2010年代のそれと比べると性能は天と地ほどの差があり、またビッグデータはもとより、インターネットすらも存在していなかった。高い潜在能力を有する AI 技術が生み出されても、それを具体的に活用するインフラが当時はなかったのである。当然、その技術は使えず、ブームは終焉した。

しかし、3度目のブームは技術の誕生がきっかけで始まってはいない。このブームの主役は深層学習法（Deep Learning）で、機械学習法における新技術であり、従来技術を大きくしのぐ性能を有している。ところが、この深層学習法の技術が確立したのは10数年も前なのである。ではなぜその当時は盛り上がりなかったのか？ 深層学習法は、基本骨格自体はニューラルネットワークという、第1回目の人工知能ブームのときに盛り上がった技術であり、技術としての限界が指摘された手法である。一度魅力を失った技術に対しては、その後いろいろな技術革新があったとしても再び注目を集めるのは難しいといえよう。そのため残念ながら可能性の限界が指摘され、多くの研究者がニューラルネットワーク研究から手を引いてしまったことも衰退の背景にある。そして、深層学習法として再び注目を集めるまで、AI においては統計や記号処理に基づく手法がその主役であり、具体的な社会実装もされるに至っていたことも、あえて深層学習法に注目が集まらなかった要因であろう。天気予報や POS データ分析など、統計を用いた手法は今やあらゆる場面で実際に利用されて大活躍している。

しかし、2011 年に転機が訪れる。人工知能研究分野における音声認識に関する国際会議において、また音声認識の性能を競う競技会において、それまでは統計・確率に基づく手法が性能の上位を独占していた状況において、突如ニューラルネットワーク型の音声認識プログラムが参戦

し、2位に大差をつけて優勝した。このときのニューラルネットワーク型の手法こそが深層学習法であり、初めて著名な舞台に登場したときだったのである。

では、なぜ提案されて10数年後のタイミングで突如注目が集まり出し、第3次AIブームが起こったのであろうか？ それは、深層学習法は燃費が悪いからである。高い性能を発揮するためには、従来の機械学習法に比べて、多くの学習用データを必要とする。多量のデータが必要ということは、それだけ高速なコンピュータが必要になるということである。たかが10年と思われるかもしれないが、この10年間におけるコンピュータ技術の進化は凄まじい。ビッグデータもキーワードこそ騒がれ始めてはいたが、まだ容易に利用できるまでの状況には至っていなかったし、何よりコンピュータの性能においても現在と10年前とではかなりの差がある。深層学習法ではGPUと呼ばれる深層学習用のLSIが計算時間を大きく左右するが、ここ数年のGPUの性能向上は凄まじい。つまり、3度目の人工知能ブームは研究面からではなく、潜在的に高い性能を持つ深層学習の能力を実際に発揮できる状況が整い、実際に活用できる段階に至ったことで盛り上がったのである。実際に使えることでの盛り上がりであることから、過去2回のブームとは盛り上がりの構造が異なっている。

そして、深層学習法への高い注目は、単に高性能な機械学習法が登場したというだけに止まらない。人工知能に関する技術は多岐にわたっており、その中で、唯一、人の脳を手本とする手法がニューラルネットワークであり深層学習法なのであるが、脳を手本とし、そしてそれが高性能を発揮しているということで、脳神経科学研究コミュニティも活気づいている。人のような高い知性を発揮する人工知能に止まらず、人を超える人工知能を実現しようという動きも加速し始めている。

3. AI 進化の行方

さて、本稿の残りでは、現在のAIが今後どのように進化していくのか、どのように社会に浸透していくのかについてざっくりばらんに述べたいと思う。現在のAIはまだまだ人が操作するツールとしての位置づけが強いが、今後、AIが本格的に社会に浸透するためには、与えられた目的を達成するための行動を能動的に行う自律型AIや、融通のきかない特化型ではなく汎用性の高いAIを開発する必要がある。

例えば、掃除ロボットは明らかに用途限定型人工知能である。そして、掃除ロボットに不審者検知機能が搭載されたとしても、できることは2種類でやはり用途限定型の範疇であろう。しかし、掃除ロボットとは外見は一変するであろうが、家電遠隔操作機能やペット見守り機能、電子秘書機能、電話機能……など、より多くの機能が搭載されるとなると、それでも用途限定型だろうか？ もはや汎用型と呼んでもよいのではないか？ 用途限定型と汎用型に明確な線引きはあるのだろうか？ 単に多くの機能が搭載されれば汎用型である、と言い切ってよいのであろうか——？

まず、掃除ロボットにより多くの機能を搭載すればするほど、その時々においてどの機能を実行するかを選択しなければならぬ、という新たな課題が発生する。床にほこりが目立つのであ

AI アプリケーションの開発に向けて

れば掃除機能を発動させ、モノが落ちていればピックアップ機能を発動させる。掃除中にユーザーから TV 予約依頼が入れば掃除を一時中止して録画機能を発動させるといった具合である。そのとき、録画開始時刻が5時間も先であれば、そのまま掃除を済ませた方が効率がよいと考えるかもしれない。「家を片づけておいて」といった曖昧な命令に対して、具体的にどの機能をどの順番で実行することが効率的であるかを考えなければならない。もちろん、搭載される機能がそれほど多くなく、開発者が「どのようなときにどの機能を実行させる」といった判断モジュールを作り込むことが可能なレベルであれば、その人工知能搭載家電は多くの機能を開発者の意図どおりに適切に使い分けることができるであろう。しかし、この方法では、そもそも開発者が想定していないような状況には対応できない。想定どおりの汎用性しか発揮できないという意味で、このレベルの汎用性を持つ人工知能は低汎用型人工知能といえよう。

一方、われわれは初めて経験する状況においても、混乱して暴走してしまうようなことはなく、なんとか無難に切り抜けようと、いろいろ試したり他人の真似をしたりするなど、決して過去に学習した記憶のみに頼ることはない。無論、初めての状況への対応においては失敗することはあるが、失敗から学ぶこともするし、持っている知識や経験を総動員して打開策を考えるのが生物である。これに対し、現在の人工知能は、過去の経験同士を組み合わせたり、ある経験から得た複数の知見を他の事象に組み合わせることで応用したりするといったことはまだ得意ではない。

乳幼児が怪我や事故で病院に行くことになるアクシデントの多くは、実は家庭内で起きているというデータがある。家庭内という、安全で何が起きるか想定しやすいと思われる状況下においても、現実には想定外のことが起きてしまう。日常生活でも想定外の状況が起きるということは、開発者がすべての状況に対応した判断モジュールを作ることが極めて困難であることを意味する。あらかじめ想定していなかった新たな状況に遭遇したときには、複数の機能を組み合わせることで対応できるかもしれないし、組合せにおいても、組み合わせる順番やそのタイミングを考慮することで状況を打破できるかもしれない。

本当の意味で汎用性を持つ AI を作るとすれば、その AI は搭載する能力（先の例では 100 種類）を駆使して、与えられた目的を達成・維持するために合目的な振る舞いを生み出す能力を持つ必要があり、そのためには、AI が経験から学習する能力に加え、過去に学習した内容と新たに学習した内容との統合や、ある経験にて学習した内容を別の目的達成のために活用する能力が必要となる。掃除ロボットであれば、「掃除をせよ」といった具体的なタスクではなく、「家を綺麗にせよ」といった抽象的な目的を達成できる必要がある。綺麗にするため、その時々の実環境の状況に応じた具体的なタスクを考えなければならない。このためには、その環境に置かれる掃除ロボットが自ら考える必要があることから、自律性・能動性といった能力が求められることとなる。これを低汎用型 AI に相対する高汎用型 AI と呼ぶことにしよう。

「強い人工知能」「弱い人工知能」という、哲学者ジョン・サールによる用語がある。弱い人工知能は用途限定型人工知能と同じ解釈でよいのであるが、強い人工知能は汎用型人工知能という意味ではない。サールによれば、高い知能を持つ人工知能は「意識」を持つとされる。そもそも、意識とは何か？とか人工知能は意識を持つことができるのか？といった質問については人工知能研究者の間でもいろいろな意見があるが、「高汎用型人工知能＝強い人工知能」という解釈が

もっとも妥当である。高い汎用性を持つ人工知能は意識を持つということである。ちなみに、ここでの意識は顕在意識、つまり自分として意識して行動する、というときの意識のことを指す。

ここで、意識について触れてみたい。一般的な意見としては、意識とは「脳におけるさまざまな活動を管理し、自分がどのように行動するのかを決定する司令塔のような機能」といったところだと思う。しかし、実際はそうではないのだ。

驚かれるかもしれないが、意識を持ち自らの意思で生きているはずのわれわれは、われわれの脳に操られているのである。例えば、車を運転中に急に人が飛び出してきて急ブレーキを踏む状況を想像してほしい。この場合、人が飛び出すのが目に入る。すると人が飛び出したことを認識し、ブレーキを踏まないと危ないという意識が芽生え、とっさにブレーキを踏むという動作を開始した、という流れになると思う。危ないと意識したのでそれを回避するために意識的にブレーキを踏むのである。しかし、実際はそうではないのだ。なんと、「危ないからブレーキを踏まないといけない」と意識するちょっと前に、すでにブレーキを踏む動作が開始されているのである。つまり、危ないと意識する前に脳から足の筋肉へ指令が出されており、脳が足を動かした後に危ないから足を動かさねば、と意識するのである。これでは順番が逆である。脳内で意識を生み出す部位を意識モジュールとすれば、意識モジュールが脳から事後報告を受ける形である。それにも関わらず、危ないから足を動かした、というようにあたかも意識的に足を動かしたと意識モジュールでは感じているのだ。実際は脳が先に動作を起こし、その結果を受け取っているに過ぎないのである。なぜ意識的に動作したように感じるのかというと、それは錯覚であり、そのように感じるのがわれわれが生きる上で都合がよかったということなのである。

これではわれわれには自由意志などない、ということになる。脳全体を含む自分の動作ということではもちろん自分の動作ではあるが、われわれは自分の脳がどのような情報処理を行い体を制御しているか、思えば驚くほど認識できない。腕を伸ばして目の前のコップを取るとき、手や腕の関節と筋肉を適切に制御できるからまっすぐに手をコップに持っていけるのであるが、われわれは脳がどのようにして腕や手の複数種類のさまざまな筋肉をうまく制御するのかを意識することはできない。

われわれは意識モジュールが脳の情報処理の中枢であると思いがちであるが、実際は脳で行われる大量の情報処理のうち、意識することに意味のあるほんの一部のみが意識モジュールに通知されるに過ぎない。しかし、意識モジュールは自分が中枢であると錯覚しているのである。何しろ、五感からのリアルタイムな大規模データと、経験・記憶といった膨大な情報に基づいて動作する、たかだか1.5リットルの大きさにも関わらず、およそ2,000億個の神経細胞とそれらが100万kmという長さのネットワークにて形成する、脳という超大規模複雑ネットワークによる情報処理時空間は超巨大であり、このすべてを意識という機能で管理・統括するには荷が重すぎる。

他者との関係を持続させるのに必要最低限度の意識が顕在化するように進化したのではないかと考えられる。なお、顕在化しない意識は潜在意識と呼ばれる。われわれが、相手も意識とか自我を持つことを実感するのは、相手の行動に意図を感じるからである。意図とはその行動を行う動機であり、それは人が自律システムであるからである。つまり自らがある目的に基づいて自発的に行動するとき、そこには行動を起こすための意図があるはずで、われわれはそこに意識を感じ

AI アプリケーションの開発に向けて

じるのだと思う。明らかに限定された行動パターンしか持たない家電に意識を感じないのはそれが大きな理由であろう。家電がユーザーのことを気遣って巧妙に自律的に動作するなら、恐らくわれわれは家電が意識を持っているように感じるはずだ。つまりは、高い自律性を持つ高汎用型人工知能に対してわれわれは意識を感じるはずであり、これこそサールの定義する強い人工知能とみることができよう。

さて、高い汎用性を持つ AI には自律性が必須であり、自律性を持つ AI には、われわれは意識のような感覚を抱くことについて述べてきたが、今後、そのような自律型汎用 AI がなぜ登場するのか、いや、そのような AI の構築がなぜ必要なのであるだろうか？

2025年問題をご存じであろうか？ 団塊の世代がこぞって後期高齢者になる、つまり超少子高齢化社会が到来する時期を取り上げたものである。超知能化した AI に人の仕事が奪われるといった懸念もよく聞かれるが、日本は特に第一次産業といった国の基盤となる農業や建設業において、熟練技術者の高齢化と若手の就業率の低さによる、貴重な知の消失という危機的状況にある。この状況下においては、積極的に AI やロボットの現場導入による労働力補填が急務となっている。

しかし、だからといって淡々と作業をこなす産業用ロボットを導入すればよいというものではない。現場には人がおり、いかに AI が進化するとしても、人間中心でなければならない。人とのインタラクション能力を持たない産業用ロボットに囲まれた生活において人間性が維持されるか？ 多いに疑問である。必要とされるのは人間同士のようなインタラクション能力を持ち、いちいち人に命令されずとも、能動的に各人に適用した汎用性の高いインタラクションを能動的・自律的に行うことができる AI を搭載したロボットであろう。

無論、そのような AI が深層学習法のみで構築できるわけではなく、さまざまな AI・ロボット技術を総動員する必要がある。本書はそのような場面でも多いに役立つであろうし、本書は人的ネットワークを構築する上でのハブにもなる。各項目をご執筆された方々は、その専門分野の第一人者ばかりであり、もっと詳細に知りたければコンタクトされるとよいと思う。AI 研究開発は米中が大きくリードしており、日本としては一体となつての追従しか残された道はなく、お互いの知恵を集めての総力戦が必要なのである。

4. おわりに

最後に少しでも触れておく必要があるのが、今後ますます力をつけていく AI が社会に与える影響についてである。EU の欧州委員会が AI の倫理指針案を、日本においても同様の案を公表している。AI による差別や偏見の拡大があつてはならないし、透明性や制御可能性など、人間中心とした開発の必要性が主張されている。すべてのもつともであるが、歴史をみれば人類は結局のところ利便性を追求し、その欲望のままに科学技術を進化させてきた。典型例が原子力であろう。AI は原子力と同等、否それ以上の能力を持つという意見すらある。とはいえ、理想論では現実には対応できないのも事実であり、残念なことであるが自律型兵器開発は現に数カ国で実際に着々と進められている。そのような状況において日本はどのように行動すればよいのか？ 難問山積

であるが，科学技術立国として国力を高めることが第一であり，本書がその一端として活用されれば嬉しい限りである。

この先をご覧いただくには、パスワードが必要です。

制限つきPDFで全ページをご覧いただけます。
(制限内容：閲覧期間の設定、コピーやプリントの禁止など)

- ・ PDFの閲覧

「パスワード」と「専用のビューア」（無料）が必要です。
費用は一切かかりません。

※WindowsのPCでのみご覧いただけます。予めご了承ください。

- ・ パスワード ※電子試読ページよりお申込みください

<https://www.nts-book.com/ntsの電子試読>

ページ下部にお申込みフォームがあります。

右のQRコードからも
電子試読ページにアクセス
いただけます。



- ・ ビューアのダウンロード

PDFは、株式会社スカイコムの SkyPDF Viewer（無償のPDFビューア）をダウンロードしてご覧いただけます。

※Adobe Acrobat Readerなど他のPDF閲覧アプリケーションではご覧になれません。

SkyPDF Viewer 無償ダウンロード：

<https://www.skycom.jp/free/>

索引

英数・記号

2025 年問題	8	Bag of Words	194
2 値画像処理	16	BEBOT	141
5G ネットワーク	168	BiGAN	271
6 次のへだたり	413	Bill Energy Management System (BEMS)	344
A*検定	287	BI ダッシュボード	293
AARON	297	CART (Classification and regression trees)	84
AB テスト	142, 293	CBM (Condition Based Maintenance)	210
ACO (蟻コロニー最適化)	76	CelebA データセット	269
Acoustic Emission	201	Chainer	109
AE	201, 268	CIFAR-10 データセット	276
AI	21, 115, 209, 213, 244, 373, 374, 428	CNN	49, 165
DJ PROJECT	301	coemo (コエモ)	290
アート	298	common disease	91
アプリ	127	Concept Encoder	243, 245, 248
エッジコンピューティング	421	Conditional VAE (CVAE)	269
が描いた絵画	297	ConvLSTM	182
学習モデル	214	convolutional neural network	49, 165
活用	81	CSAR	222
芸術家	297	CSIRT	363
詩	301	CTR	251
創薬	244	CUReT	109
ディレクター	281	CVR	251
の説明性	131, 183	CycleGAN	271, 299
のブラックボックス化	298	D3R	223
美芸研アジェンダ	304	DCGAN	271
冬の時代	4	DCNN	41, 105
翻訳	301	Deep Bach	301
Alex Net	106	~Convolutional Neural Network	105
ALI	271	~ Dream	299
AlphaGo	195, 221	~Learning	115
Amazon Alexa	164	~QA	221
Argument Mining	71	Deformable Parts Models (DPM)	165
ATOK2017	301	Depthwise convolution	423
AUC (Area Under Curve)	207	~ separable convolution	422
AutoEncoder	259, 268	descriptive	316
		Discriminator	271
		DPD 法	395

索引

DRCN	50	Japonismes	298
DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium)		Kaggle competition	223
モデル	427	Knowledge Distillation	422
DTW	387	L0 正則化	388
DUD-E	222	Laplacian Score	206
eco-evo-devo	403	LiDAR	74
<i>entanglement</i>	323	LIFULL HOME'S プライスマップ	82
ESPCN	50	LINC	221
Estimated Response Iterative Tuning (ERIT)	330	Local Outlier Factor (LOF)	205
Exposure bias	393	LSTM (Long short-term memory)	182, 431
Factor Oracle	320	LZ	311
~Energy Management System (FEMS)	344	MammaPrint	98
FastText	194	Max	310
Fictitious Reference Iterative Tuning (FRIT)	330	MD-GAN	391
FO	311	Memex	320
FRIT	332	METABRIC	100
FSRCNN	50	MLP (multi-layer perceptron)	75
GAN	50, 267	molecular Prognostic Score	100
generative	316	MoleculeNet	222
Generative Adversarial Nets	391	<i>musical dimensions</i>	311
~Adversarial Networks	58, 267	NEAT	406
genotype	317	NLP	244, 245, 246
Google Cloud Natural Language API	291	NMF	387
~Home	164	OMCS	311
GPS (グローバル・ポジショニング・システム)	73	OM-Darwin	311
ロスト	73	OMRC	311
GPU	116	Oncotype DX	98
grain	323	OpenMusik	310
Graph Convolution model	229	OpenPose	165
Hitachi AI Technology/H	366	PatchGAN	59
Home Energy Management System (HEMS)	344	PGGAN	274
ImageNet	110	phenotype	317
image-to-image translation	57	Pix2Pix	58
Intrinsic subtype	98	pix2pixHD	51
IoT	21	Pointwise convolution	423
IRCAM	310	Prisma	298
		PSO (粒子群最適化)	77
		QA-AI	282
		QSAR	222, 228
		Random Forest (RF)	205
		receptive field	105

Regions with CNN features (R-CNN)	165
ResNet	50
RNN (リカレントニューラルネットワーク)	431
ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線	207
RTB	252
SECOM AX システム	358
SIEM	364
SNS	411
データ	432
SOC	363
species	316
Speech & Person Recognition テスト	163
SRCNN	49
SRGAN	51
StackGAN	51
STP	167
structure from motion	59
suffix	319
Support Vector Machine	194
SVM (サポートベクターマシン)	431
symbiosis	311
TAC (漁獲可能量) 制度	173
TBM (Time Based Maintenance)	210
TCGA プロジェクト	99
Tensor Processing Unit	424
The Next Rembrandt Project	299
TNM 分類	97
t-SNE	260
Turing tensor Core	424
U-Net	59
Variational Auto Encoder (VAE)	267
VDSR	50
Visual Question Answering (VAN)	277
Wasserstein GANs	393
Watson	195, 225
Web 解析	22
Word2Vec	262
You Only Look Once (YOLO)	165
Zestimate	82

和 文

あ

空き家の増加	82
アプリ	126, 127, 128, 129
網起こし	169
網状影	110
アメダス	176
ありふれた疾病	91
アルファ基	430
アンサンブル学習	205
安定性	86
アンドロイド	156
暗黙知	216

い

異音検査	209
～検出	212
医学	22
意識	302
意思決定	284, 321
異種混合学習	387
異常音	212
異常度	203
異常ネルンスト効果	383
異常率	204
位相	212
一茶くん	301
一般物体認識	165
遺伝子	317
遺伝的アルゴリズム	156, 286, 309
～プログラミング	14
意図推定	286
～理解	286
犬の電柱へのマーキング	306
意味理解	22
医療用コーパス	225
インサイト	292
インターネット	289
インターフェース	24
インテリジェント非常通報システム	360

索引

韻律情報 134

う

ウェアラブルカメラ顔認証 360

え

影響関係 70

映像解析技術 39

～監視システム 39

エージェント・ペース・モデル 427

エッフェル塔 305

エビデンス 65, 244

エフェクター 284

遠心性コピー 279

演奏可能音域 314

エンティティ 70

エンベッディング (埋め込み) 267

お

応用芸術 303

音共感覚 152

音象徴性 152

オノマトペ 152

の最適化 157

音韻特性 154

音楽情報検索 309

音楽スタイル 320

音響生成 309

オンデマンド型電力制御システム 347

音場 214

か

回帰木 84

回帰分析 387

ガイドライン 97

界面活性剤 394

会話 123, 124, 128

型アプリ 127

構造 126

ガウス過程モデル 432

顔認証技術 115

価格づけ 81

化学療法 101

拡散係数 394

確率降下法 111

～モデル 301

化合物の構造最適化 237

可視化 22, 184, 282

画像内の異常検知 276

画像認識 40

～の類似検索 275

～変換 57

～補完 (Image Completion) 271

価値オントロジ 68

～観 65

楽曲分析 309

カテゴリ数量 154

稼働監視 209

空振り 181

環境音 212

関係抽出 70

観光産業 129

感受能力 152

感情 156

分析 292

感性 152, 298

情報 26

官能検査 218

鑑別診断 92

関連性 247

き

記憶 285

基音 212

機械学習 21, 84, 213, 318, 373, 391, 396, 428

型 AI 358

～警備システム 357

～の芸術 297

～の美学 297

気胸 110

記号主義 297

～接地 300

記述子	228
気象観測	179
～シミュレーション	179
～予報	179
木探索型バイズ最適化	389
起動率	128
機能性材料	395
～薄膜	373
基本周波数	213
キャラクター	126
AI	280
キャリブレーション	217
教育分野	129
共感	158
教師あり学習	193
～データ	214
協調フィルタリング	412
共同編集サービス	419
興味ネットワーク	415
行列演算処理	126
漁家経営	174
漁業	169
極端気象現象	179
魚群探知機	170
近代の自我	304
緊張度	313

ク

偶然性	320
クエリ	21
区分線形回帰	388
組合せ爆発	314
雲解像気象モデル NICAM	180
クラウドコンピューティング	168
～ソーシングサービス	419
クラスタリング	432
グラフ畳み込みモデル	229
クリエイター支援	251
クリエイティビティ	295
クリック予測	251
～率	251

クロマキー	62
クロマゲロ	171

け

計画されたセレンディピティ	376
計算アニミズム	302
～社会科学	427
芸術音楽	309
～家としてのコンピュータ	302
～のための芸術 (Art for Art's Sake)	303
継続率	144
形態素	245
解析	245
計量モデル	428
系列変換モデル	134
ゲームデザイン	283
～理論	429
結合主義	297
決定木	86, 205
～係数	397
ゲノム創薬	248
ケフレンシ	204
顕在意識	7
検索連動型広告	290
検査工程	218
限定合理性	431
検品	211

こ

広域人物追跡システム	39
高解像度化	49
好奇心	305
航空写真	84
広告クリエイティブ	289
～訴求	292
～表現	251
交差	15
合成条件最適化	374
構造活性相関	228
～的モデル	428
高速フーリエ変換	214

索引

～ベクトル検索データベース	44
行動生成	285
交配	317
高汎用型 AI	6
合理性	427
効率的な新物質開発	373
高齢化	129
コーパス	322
五感	152
心の社会	67
コサイン距離	275
～類似度	260
故障予兆検知	210
固体電解質	373
コピーライティング	294
個別化治療	101
コミュニケーション	123, 124, 125, 127, 128, 129
システム	125
コミュニティの活性化	87
転がり軸受	201
混獲	174
コンセプトエンコーダー	243
コンセンサス分子サブタイプ (CMS)	102
コンテキスト	280
コンバージョン率	251
コンビナトリアル	383
コンピュータグラフィックス	58
～断層撮影	60
～ビジョン	57

さ

財	84
最適化	170
問題	310
サイバー攻撃	363
サッカー小型ロボットリーグ (SSL)	167
～シミュレーションリーグ	165
作曲の動機	325
サポート性推定	71
サポートベクターマシーン (SVM)	75
散逸粒子動力学 (DPD) 法	395

三次元姿勢推定	136
～畳み込みニューラルネットワーク (3DCNN)	230
～復元	58

し

自意識	302
シーン	262
～に分割	263
シェアリング	379
時間発展の高速化	392
しきい値処理	16
識別器	203, 271
時系列データ	214
～予測	183
資源管理	174
～の有限性	306
自己集合	395
辞書型	151
シストリックアレイ	424
姿勢検出	254
自然言語処理	243, 244
AI	289
～理解	300
自然選択	306
～淘汰	157
視聴動作	23
実効値	201
自動作曲	309
～処理	126
～生成	251
シミュレーション	87
社会情報学	413
社会性	325
社会ネットワーク	413
遮光レンズ	33
主観的空間	279
熟練工	216
主成分分析	214
受容野	105
シュルレアリスム	299

巡航ミサイル「トマホーク」	74
純粋芸術 (Fine Art)	303
条件最適化	375, 376
～つき GAN	59
少子化	82, 129
正直シグナル	133
小説の自動生成	257
～の自動セグメンテーション手法	257
状態監視	215
～空間	314
情報のオープン化	82
～利得	205
～量	315
～理論	318
症例検索	94
～報告	93
植物の構造	57
～フェノタイピング	58
～モデリング技術	57
除滓剤	31
処理能力	146
ジョン・サール	6
自律システム	7
～的	325
新オノマトペ	158
進化	317
過程	15
の総合説	403
人工身体	283
～生命	325
～知能	115, 243, 373, 428
～知能美学芸術宣言	305
～知能美学芸術展	304
～知能モジュール	282
～無能 (人工無脳)	151
人材育成	380
～分野	129
浸潤影	110
真善美	303
深層学習	14, 21, 41, 86, 105, 115, 165, 297, 309
～畳み込み敵対的生成ネットワーク (DCGAN)	

	299
身体性	403
に基づく構成論的アプローチ	403
認知科学	403
診断学	92
～支援	93
～体系	95
振動加速速度	201
～データ	215
振幅	213
人物検出	41
～姿勢	254
～認識	40
信頼性の高いデータベース	378

す

水産業	169
改革	177
推論	214
数量化理論 I 類	154
スコアリング	292
ステージ分類	97
ステレオ録音	214
ストーリー定義	257
～展開	257
スピンゼーバック効果	383
～熱電変換	383
スペースモデリング	388
スマート家電	344
～グリッド	343
～水産業	176
～スピーカー	123
～タップ	345
～聴診棒	210
～フォン向けアプリ	126
スモールトーク	143
～ワールド実験	413
スラグ	31

せ

正規化平均二乗誤差	397
-----------	-----

索引

正検出	180
政治的意識	325
正常音	212
生成システム	158
正則化	388
生存競争	429
～予後	97
生態系	318
生態進化発生生物学	403
生物進化	306
精密農業	57
制約充足問題	310
制約プログラミング	309, 311
生理学的薬物動態	238
世界表現	284
セキュリティ	39
監視業務	364
セキュリティフェースインターホン	359
セグメンテーション	181
セグメント	259
ベクトル	259
セコムドローン	361
～ロボット X	361
～ロボット X2	361
～ロボット X3	361
世代交代	15
設備保全	216
説明可能性	86
線形回帰	86
モデル	85
全固体 Li 電池	373
センサ	23, 284
潜在意識	7
センサ情報	215
全自動化	377
センチメント分析	432
剪定	63
尖度	201

そ

相関分析	23
------	----

総合医	91
総合診療医	91
相互エントロピー	319
創作支援	257
創発性	403
双方向 LSTM	259
～ユークリッド距離	62
創薬ターゲット	231
ソーシャル・ネットワーキング・サービス	411
～コンピューティング	412
～センサ	412
～メディア	411
～メディア分析	185
～リスニング	290
訴求	289
開発	290
属性	85, 128
情報	40
推定	41
粗視化分子モデル	396
ソフトマター	394
～ロボティクス	405

た

第1次 AI ブーム	297
第2次 AI ブーム	297
第3次 AI ブーム	297
代謝安定性試験	238
代替可能性	295
大腸がん	116
～内視鏡検査	116
ダイナミックプライシング	343
タイムラグ	82
大量データ生成	377
匠の技	218
多層構造	285
畳み込みニューラルネットワーク	33, 180, 421
ダッシュボード	293
多様体学習	267
単語と文書のベクトル化	245
探索力	305

短時間フーリエ変換	214
単純型細胞	107

ち

地域医療	95
地球温暖化	169
知識獲得のボトルネック	411
～抽出 AI システム	240
～の蒸留	422
～表現	69
地図	84
知的ゲーム	430
～生産活動	195
チャット	123
パブル	147
ボット	123, 125, 141, 151
中古物件の流動性	82
铸造品	31
超解像 (Super Resolution)	271
聴診棒	210
超スマート社会	29
直感	298
チンパンジーが描いた絵	305

つ

ツイッター	432
強い人工知能	6
ツリー構造	125

て

ディープコンボリユーションニューラルネット	105
～ニューラルネットワーク	252
～ブルー	430
～ラーニング	75, 105
定置網漁業	169
低汎用型人工知能	6
ディベート型 AI	65
データ駆動型制御	330, 332, 335
～のアプローチ	179
～資源の共有	87
～生産工場	379

～ベース	24
～ベース情報	247
～リンク	282
手書き資料	432
適応度関数	316
摘果	63
テキスト情報	247
～セグメンテーション	258
～分析	431
敵対的生成ネットワーク (GAN)	299
デジタル化	81
～広告	251
～サイネージ	27
デマンドサイドマネジメント	344
～レスポンス	343
転移学習	106
電気設備	216
電子音楽	322
～カルテ情報	233
テンプレート画像	16
～マッチング処理	16

と

同義性推定	71
動的時間短縮	387
特異値分解	245
特徴強調処理	16
～選択	205
～抽出	214
～ベクトル	204
～量	214, 323
～量情報	41
～量抽出	41
～物体認識	165
突然変異	15, 158, 317
土木工学	22
ドローン	73, 216, 217
ドロップアウト	60

な

内視鏡画像	115
-------	-----

索引

ナビゲーション	129
AI	280
に	
ニーズ	289
二乗平均平方根誤差	397
乳がん	97
ニューラル自動翻訳	301
～ネット	323
ワーク	86, 105
人間知識型 AI	357
～の芸術	297
～の尊厳	304
～の美学	297
認識	284
ね	
音色	212, 213
ネオコグニトロン	105
熱帯低気圧	179
の強度推定	182
の進路予測	182
のタマゴ	179
熱電変換	383
粘度	396
の	
脳活動情報	23
脳機能バイオマーカー	232
ノロ	31
ノン・プレイヤー・キャラクター (NPC)	283
は	
パーティクルシミュレーション	61
バイオ生産マネジメントシステム	337
～ミメティクス	24
倍音	212
バイノーラル録音	214
ハイパフォーマンスコンピューティング	181
薄膜作製	374
～成長	376

～物性	378
波形データ	213
波高率	204
バス検索	281
外れ値検出	201
バックプロジェクション法	60
バナナ	289
パレイドリア	299
判断根拠	183
判定精度	211
ひ	
美意識	302
美学	325
被験者実験	154
ビジュアライゼーション	282
非線形性	86
ビッグデータ	21, 377, 379
解析	373
ピッチクラス集合	313
非同期分散型	67
人ロボットインタラクション	133
等期日線図	176
非人間によるアート	305
非負値行列因子分解	387
ヒューマンセンサ	412
評価関数	305
表現 AI	133
～学習	267
～ベクトル	267
病理画像	115
診断	226
ふ	
フィルタ	293
フィルタリング処理	126
フィンガープリント	228
フーリエ変換	212
フェイクニュース	430
フェイスブック	432
復元抽出	205

複合化器 (Decoder/Generater)	267
複雑型細胞	107
副目的の主目的化	305
符号化器 (Encoder)	267
物性探索	379
物理的情報	158
不動産価格推定サービス	82
～業界	81
～投資	84
～物件情報	81
プレシジョン・メディシン	248
プロモーション	129
分散協調システム	280
～処理	258, 396
分子動力学 (MD) 法	391
～ニューラルネットワーク	230
文書分類	193
紛争	432
分布仮説	245
文ベクトル	257
分類学習器	180
へ	
平均自乗変位	393
～二乗誤差 (Mean Squared Error : MSE)	182, 276
ベイジアン深層学習	60
ベイズ拡張された画像変換	59
～最適化	374
ベイロード	74
ヘテロフォニー	313
編集技術	102
返信速度	146
～率	144
変態	405
変調値	204
変動係数	204
ほ	
包括的解析	246
防災・減災	180

報酬	306
蜂巢状影	110
防犯カメラ	39
ボナンザ	430
ポンプ設備	216
ま	
マーケティング	129, 185
マイクロアレイ	98
まぐろアラート	174
マテリアルズインフォマティクス	373, 379, 387
マルコフ型	151
～モデル	319
マルチスケール	395
マルチメディア情報検索・推薦システム	22
～信号	23
マルチモーダル	209
マンション	84
み	
水揚げ予測システム	169
未知語	262
見逃し	180
む	
無機物質	374
無向グラフ	414
め	
メジマグロ	174
メタ AI	280
～アナリシス	99
～ヒューリスティクス	315
も	
モーション・キャプチャー・スタジオ	281
モーター異常	217
モータ	153
モチーフ	314
モチベーション	127
モデル駆動型のアプローチ	179

索引

モノラル録音	214
もふもふ	154
モンタージュ	322

や

薬物動態パラメータ	239
～の血中濃度推移	238

ゆ

ユークリッド距離	275
有向グラフ	415
ユーザーニーズ	289
～ボイス	291
湯面	31

よ

養殖業	169
溶湯	31
用途限定型人工知能	5
予後規定遺伝子	100
弱い人工知能	6

ら

ランキングアルゴリズム	419
ランダムサンプリング	291
ランディングページ	289

り

リアルタイムな取引価格情報	82
～ビディング	252
陸域観測技術衛星「だいち」	74
リスティング広告	290

離脱率	146
粒状影	110
利用頻度	148
臨床シーケンス解析	231
～試験	98

る

累積分布関数	85
--------	----

れ

レイアウト配置最適化	253
靈感	298
レイヤー画像ドキュメント	253
歴史意識	325
レコメンデーション	412

ろ

労働力	429
ログ型	151
ログランク検定	99
ロバスト性	213
ロボカップ	163
@ホーム	163
ロボット	129, 373, 374
ロングショートタームメモリ	431

わ

歪度	204
惑星科学	22
和声リズム	312
ワンステップ化	246

人と共生するAI革命

活用事例からみる生活・産業・社会の未来展望

発行日 2019年6月10日 初版第一刷発行

監修者 栗原 聡

発行者 吉田 隆

発行所 株式会社 エヌ・ティー・エス
〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園 2-1 科学技術館2階
TEL.03-5224-5430 <http://www.nts-book.co.jp>

印刷・製本 美研プリンティング株式会社

非売品

©2019 栗原聡ほか.

落丁・乱丁本はお取り替えます。無断複写・転写を禁じます。

本書の内容に関し追加・訂正情報が生じた場合は、(株)エヌ・ティー・エスホームページにて掲載いたします。
※ホームページを閲覧する環境のない方は、当社営業部(03-5224-5430)へお問い合わせください。