

産学連携を目指す電気通信大学の研究室紹介誌

# OPAL-RING

ダイジェスト版 **人工知能**  
With SDGs

V

はじめの一步  
技術相談・共同研究



# AIによる医療画像の診断支援

## 庄野 逸 研究室



庄野 逸  
Hayaru SYOUNO

人工知能(AI)の発展により、近年では医療の現場にAI技術が次々と導入されています。特に、医療画像から高い精度で疾患を見つけ出す画像診断の支援としての用途が期待されており、今後20年ほどでAI診断に置き換わるとの予測もあります。医師による現状の画像診断では見落としなどのミスも少なくありません。

### AIの「ブラックボックス問題」を解消

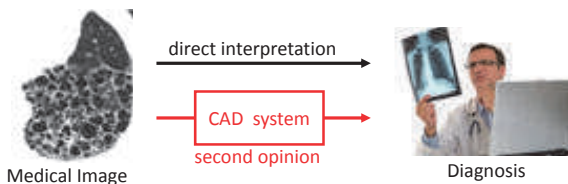
コンピュータ断層撮影装置(CT)画像の高精細化や専門医不足などを背景に、医療現場ではこれまでも医師の負担軽減を目指して、機械学習を用いたコンピュータ支援診断(CAD)システムが使われてきました。今後、機械学習を複雑化したディープラーニング(深層学習、第3世代ニューラルネットワーク)によってCADがさらに進化すると考えられますが、一方で、AIはその処理の過程がブラックボックスであることから、導入に慎重な傾向もみられます。

画像処理を中心に研究する庄野逸教授は、さまざまな数理手法を

使って医療画像の識別や検出を行います。CADの高度化を目指している、現在注力しているのは、前述したAI技術の一つである

### 計算機支援診断システム構築の背景

- 専門医の不足, 負担の増大→計算機支援による負担の軽減



計算機支援診断(CAD)システム導入による負担軽減

ディープラーニングと、少数のデータから全体像を把握する「スパース(疎性)モデリング」を使った二つのアプローチです。

### ディープラーニング+転移学習

一般に、ディープラーニングには大量の学習データが必要です。しかし、例えば、呼吸器疾患の中でも診断に高い専門性が要求される「びまん性肺疾患」の患者は、一つの病院に多くても数十人程度しかおらず、多くのデータを入手できないといった課題があります。

こうした問題を解決するため、庄野教授は学習済みのモデルを別の領域に適用する「転移学習」をディープラーニングに導入し、効



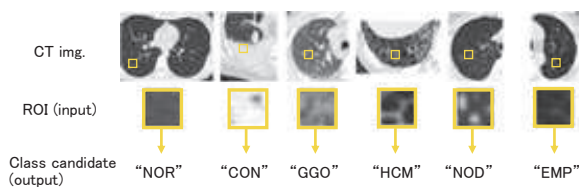
### キーワード

機械学習、深層学習、画像処理、医用画像解析

所属	大学院情報理工学研究所 総合情報学専攻
メンバー	庄野 逸 教授
所属学会	電子情報通信学会、情報処理学会、日本神経回路学会、日本物理学会、米電気電子学会(IEEE)
E-mail	shouno@uec.ac.jp

### びまん性肺疾患データの例

- 大規模データセットは獲得しにくい  
症例数で10<sup>2</sup>オーダーが限度



率的に学習させる工夫をしました。ヒトは通常、幼少時は自然の風景など大量の一般的な情景を見てモノの見方を学習し、医師で

例えばその職業に就いてから、少数のデータを基に診断などの専門的なモノの見方を学びます。

このプロセスを応用し、自然画像120万枚とテキストチャ（模様）画像1万4000枚を学習させた上で、肺の画像を学習させるという2段階の転移学習をディープラーニングに適用しました。その結果、肺画像だけを学習させた場合（92.77%）に比べて、画像認識の精度が3ポイント以上向上し、96.01%の高い識別精度を持つことが分かりました。

つまり、人間が少ないデータから学習して判断できるようにするよう、機械にも一般的な画像を学ばせた上で専門的な画像を学習させることで、データ数が少なくても識別精度を高められることが分かったのです。庄野教授は「医療画像の診断支援に応用する際も、臓器の画像だけでなく、事前に自然画像などを学習させることで診断の精度向上に役立てられるだろう」と期待しています。

さらに、AIの欠点であるブラックボックス化の問題を解消するため、転移学習によって識別に有効な能力がどのように獲得され

たのかを可視化しました。その結果、自然画像の学習によって形判別に必要なエッジ（端）部分の識別精度が上がり、テキストチャ画像の学習で模様部分の識別精度が上がるということが分かりました。

### スパースモデリング

一方スパースモデリングを使った手法では、画像の識別といったタスクを行うのに有効な特徴の組み合わせを見つけ出す「特徴選択

問題」を扱います。組み合わせの数は膨大であり、そのすべてを調べるのは困難なため、スパースモデリングを利用するのです。

実際に、びまん性肺疾患の画像診断支援を想定して、全特徴量を網羅した手法と、従来の一般的な特徴選択手法、さらにスパースモデリング手法とで特徴選択問題を解く識別器の性能を比べた結果、スパースモデリング手法が最も良い性能を示しました。

またスパースモデリング手法は、少数の因子で表現しているため因果関係を把握しやすく、その中でもどの特徴が有効に働いているかを明示できました。画像診断の際に、原因を特定できることは大きなメリットでしょう。

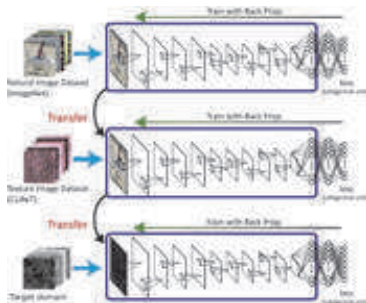
### 材料科学などへの応用も

庄野教授は、画像処理分野でも特に生物の視覚に基づいた視覚情報処理に興味を持っており、今後

は脳の研究などにも発展させたいそうです。そのほか材料科学分野へのAIの導入や、再構成可能な集積回路（FGA）の開発などハードウェアの研究も手がけており、「AIや数理手法など多様なテクノロジを駆使して、さまざまな分野に展開していきたい」と考えています。

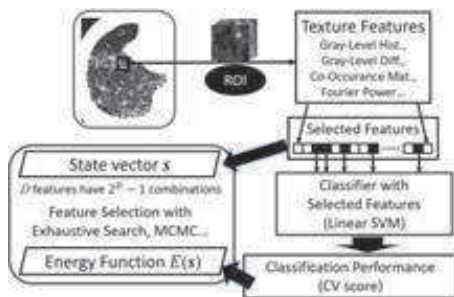
【取材・文】藤木信穂

## 転移学習手法導入による性能向上



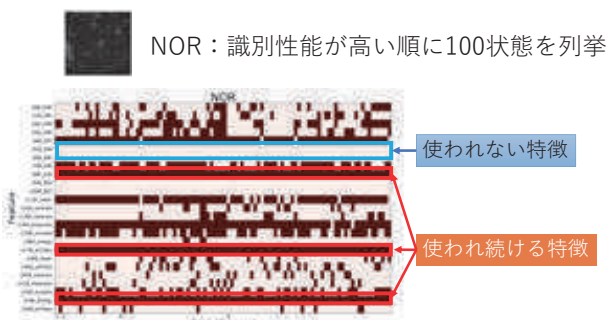
転移学習手法	精度(Accuracy)	F1-score
なし	0.9277	0.9583
自然画像から	0.9558	0.9470
テキストチャから	0.9201	0.9411
2段階	0.9601	0.9724

## 組み合わせ評価による特徴選択手法



- 選択特徴を変数とした組み合わせ最適化手法の導入
- 2<sup>D</sup>程度の組み合わせを如何に取り扱うか？

## 乱択アルゴリズムによる特徴選択評価



- 特徴の取捨選択が行われている

# 感性を持つAIの開発——色から言葉を紡ぎ、オノマトペを数値化する

## 坂本 研究室



坂本 真樹  
Maki SAKAMOTO

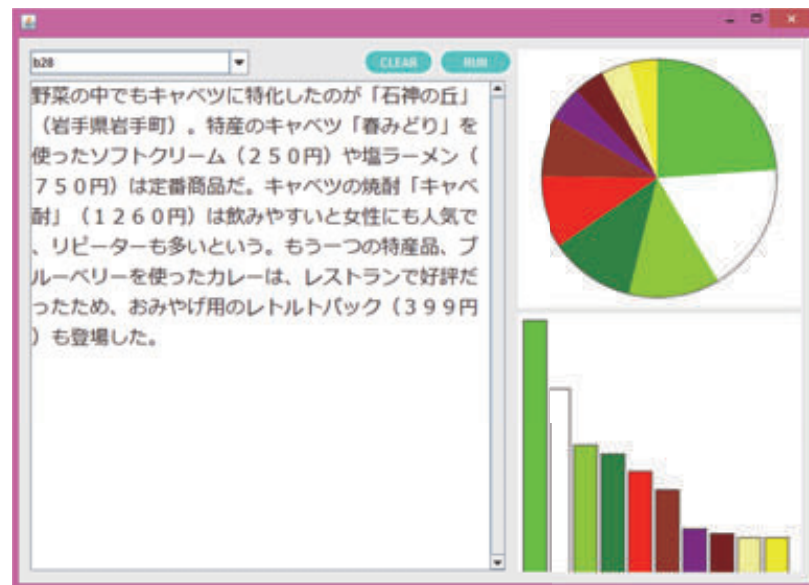
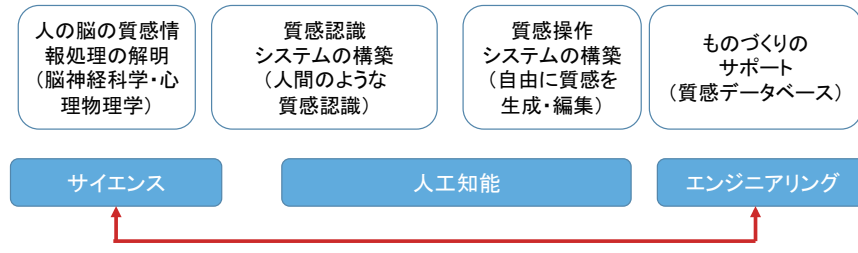
人工知能(AI)と人が共存する未来に向けて、現在のAIに最も欠けていることは何でしょうか。AIは、問題を高速かつ正確に解くことなどには長けていますが、AIの「相手」となる人間の行動はそれほど単純ではありません。むしろ、ある事象に対して人がどのように感じたか、好きか嫌いかといった主観的な「感性」が、少なからず世の中を動かしていると言ってもいいのではないでしょうか。

坂本真樹教授は、AIが社会の一員になるためには、「AIに感

性を持たせることが重要だ」と考えています。坂本教授によると、感性とは「感覚の知性」であり、怒りや悲しみといったいっときの感情とは違って、「知能」の一つと言えます。現状のAIはまだ、感性を十分には知覚できませんが、感性を理解し、感性を持っているかのように振る舞うAIが実現すれば、人に寄り添い、人より分かり合うことができるでしょう。

### 二つの観点から研究

感性AIを開発するために、坂本教授は二つの観点から研究を進めています。一つは、質感の追究や色やイメージから言葉を抽出する研究、もう一つは、オノマトペ(擬音語や擬態語)を数値化する



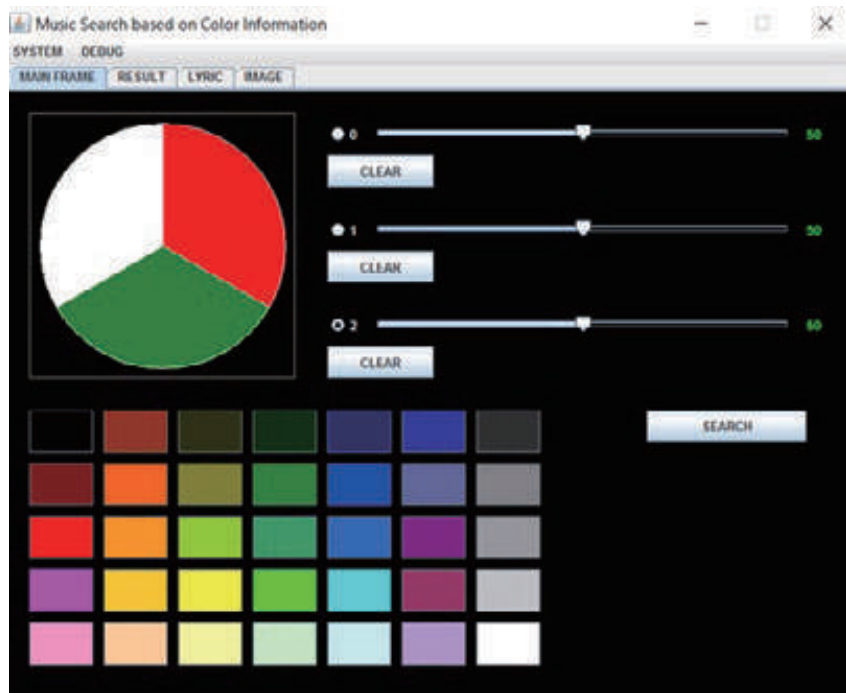
キャベツに関する記述を入力した例



### キーワード

感性情報処理、オノマトペ、知識、創造的思考、五感の相互作用、広告、デザイン

所属	大学院情報理工学研究所 情報学専攻
メンバー	坂本 真樹 教授
所属学会	人工知能学会、情報処理学会、 認知科学会、感性工学会、パー チャルリアリティ学会、認知言語 学会、広告学会
E-mail	maki.sakamoto@uec.ac.jp



絵や写真からイメージに合った楽曲を推薦するシステム

研究です。電気通信大学は人間の  
ように多様な情報を処理する汎用  
的なAI開発を目指す「人工知能  
先端研究センター」を設置してお  
り、坂本教授は主要メンバーとし  
て活躍しています。

一つ目のテーマでは、特に脳の  
基礎研究から情報工学への応用研  
究を通じて、従来の視覚(画像処  
理)や聴覚(音声認識)の機能だけ

でなく、触覚(質感検出)も併せ持  
つAIの開発に取り組んでいま  
す。

最近ではラジオ番組にもAIが  
導入されており、坂本教授が出演  
する番組「AI共存ラジオ」では、  
坂本研究室が開発したAI選曲シ  
ステムが使われています。これは  
絵や写真といった入力データから  
歌詞を検索するシステムを応用し

たもので、番組では、出演者やリ  
スナーのリクエストのほか、番組  
中で紹介したキーワードなどを基  
に、AIが実際にオンエアする楽  
曲を選んでいきます。

**世界初の「作詞AI」**  
これを発展させて、坂本教授は  
歌詞を創作する「作詞AI」を開発  
しました。楽曲を作るAIはあつ  
ても、作詞をするAIは当時、世  
界でも例がありませんでした。文  
章を作成するAIの中では、小説  
を書くAIの開発の難しさが指摘  
されていました。坂本教授は「ス  
トーリー性が求められる小説とは  
異なり、歌詞は印象的な言葉をち  
りはめるような要素もあり、多少  
文脈がつかなくなっても成り立つ  
のではないかと考えました。

こうして完成したのが、地下ア  
イドル「仮面女子」とのコラボレ  
ーションによって生まれた、作詞AI  
による新曲『電☆アドベン  
チャー』です。仮面女子の15人の  
メンバーが人気曲『超☆アドベン  
チャー』をイメージして描いたイ  
ラストを基に、AIがその色彩か  
らほぼ自動で作詞しました。

絵や写真から歌詞を検索する既

存のシステムに、AI技術の一つ  
である深層学習(ディープラーニ  
ング)の手法を組み合わせて実現  
しました。新聞や小説、インター  
ネット上の文章など約64万文書の  
テキストデータをAIに学習させ、  
さらに、色から単語を想起す  
る人の実験結果も学習させていま  
す。これにより、例えばピンク色  
なら「桜」、薄い灰色なら「涙」とい  
うように、AIが確率的に色彩  
イメージに合った言葉を作り出せ  
るようになりました。

黄金がブルーに照らす時



翼の幻 夢見るぞ



『電☆アドベンチャー』の歌詞の一節とそのもとになったイラスト

**ドライブ中に心地よい音楽を**

最近では、物体認識の機能も加  
えてさらに改良しています。写真  
や絵に載っている物体を認識し、  
その物体の色から想起される単語  
を抽出した上で、これらの単語を  
つなぎ合わせて詩を作ります。新  
たに10万曲の歌詞を学習させるこ  
とで、原曲をベースにしなくて  
も、AIが一から全自動で作詞で  
きるようになりました。より歌詞  
らしい表現が可能になったため、



作詞AI記者発表会の様子

新たな作詞のプロシエクトを募集しているそうです。

坂本教授は、「人は音楽から情景を思い起こすことから、『作りたい曲＝情景』とくらえれば、絵やイメージなどから作詞することもできるのではないかと考えたのです。将来は、運転中に車載カメラで周りの景色を取り込み、そのデータから風景に合う音楽を流したり、イベントの様子を撮影しながら、会場の雰囲気合ったBGMを流したりといった賢い「AIスピーカー」が実現できるとみえています。

### オノマトペと五感

一方、坂本教授が長年取り組んでいるのがオノマトペの研究です。オノマトペとは擬音語や擬態語の総称で、日本語には豊富に存在します。「昼食をササッと済ませ、コーヒーをぐびりと飲んで、午後もサクサク仕事を進めよう」「ほっちゃんりゆるふわ系」の愛されモテ女子――。

こうしたオノマトペが最近どんどん登場し、日本語に豊かさやリズム感を与えています。オノマトペを構成する音には、五感の印

象が数多く結びついています。そのため、言語学や心理学の分野では、オノマトペは昔から広く研究されてきました。坂本教授は、言語の専門家としてオノマトペに着目し、そこに工学の手法を導入することで、感性を評価する新しいシステムを開発しました。

人が五感を通じて得た感性や感覚は、少なからずその人の言葉に反映されます。しかし、言葉はしばしば主観的であいまいです。これを客観的に評価できれば、「オノマトペで表現された言葉を通じて、人の五感や感性を定量化できるのではないかと坂本教授は考えました。

### 五感を数値化する

坂本教授は、聴覚、視覚、触覚、味覚に関するオノマトペを評価する手法を考案しました。これは言葉の音(聴覚)から、視覚や触覚に基づく感性的な印象を予測するシステムです。例えば、「もふもふ」と入力すると、「温かい」「厚みがある」「柔らかい」といった、43種類の感性に関する尺度で印象を数値化できます。

例えば、肌などの状態を表現す

る際の「サラサラ」、「カサカサ」という言葉はどちらも乾いた印象ですが、より乾いているのは「カサカサ」の方でしょう。「キシキシ」は、さらに否定的なイメージです。微妙に異なるこうした感覚を瞬時に定量化できるのが同システムの特徴です。

これとは逆に、数値化された五感の情報から、新しいオノマトペを作ることも可能です。「生物」の概念をモデル化した汎用的な遺伝的アルゴリズムを使って、オノマトペの生成システムを作りました。五感に基づく新しいオノマトペを作り出せれば、「広告などの新しい表現として使えるほか、隠れた感覚や質感の発見につながる」と坂本教授は期待しています。

### モノづくりへの応用も

すでに、感性を生かしたモノづくりに貢献しています。例えば、自動車関連メーカーと共同で、自動車部品に使う模造金属のデザイン制作に関わりました。オノマトペの評価システムを駆使し、初めは「つるつる」した印象だった模造金属につやを落とす加



「もふもふ」と入力した場合の評価結果の例

工を施すことで、「キラキラ」とした、実際の金属により近い質感を持つ製品が誕生しました。これにより、模造金属の高級感が一層増したそうです。

また、「ふわキラ小物」「ごろごろした粘性の高い素材」といったモノの質感をオノマトペで入力すると、インターネット上の商品やその画像、動画を検索できるシステムも開発しました。味覚についても、例えば「とろりり、とろとろ」を「まろりり、まろまろ」に置き換えるだけで、「より強いところ」を表現できることが明らかになりました。

これらは例えば、商品開発における素材の検討や、食感表現の開拓などにつながりそうです。オノマトペは多様で感覚的な表現ですが、究極的には、「個人ごとの感覚空間が作れるだろう」と坂本教授はみています。

**医療にも貢献**

さらに、医療応用も目指しており、「ズキン」や「シクシク」といった痛みの表現を定量化する多言語表示可能な診断支援システムを開発しました。痛みの度合いを「強

い」「鋭い」など複数の要素で数値化し、さらに「ハンマーで殴られたような」「電気が走るような」というように比喻でも表現することで、主観的な痛みを可視化できます。これをVRに適用すれば、将来は「痛みの分かる」ロボットが実現することでしょう。

坂本教授は今後、ハードルの高い嗅覚のオノマトペや、「さらさらした人」などパーソナリティ（個性）のオノマトペの評価などを試み、最終的に「オノマトペが使われるあらゆる分野を制覇したい」と考えています。感性に基づくAIの開発と日本の未来のモノづくりは、オノマトペが鍵を握っているのかもしれない。

【取材・文】藤本信穂

# 秘匿性と実用性を兼ねるプライバシー保護技術と、AIの社会適用



清 雄一  
Yuichi SEI

2015年の「個人情報の保護に関する法律（個人情報保護法）」の改正（全面施行は2017年5月30日）を受けて、特定の個人を識別することができないよう匿名化すれば、本人の同意を得ずに、一定の条件の下で自由な利活用が認められるようになりました。医療機関などで蓄積された医療ビッグデータを、新薬の開発や治療効果の分析などに役立てられるとして期待が高まっています。

一方で、それは個人情報の漏えいリスクと常に隣り合わせであるといえるでしょう。今から10年以上前、米国において、名前を伏せた医療データを作成したものの、「誕生日」「性別」「自宅の郵便番号」の情報から多くの個人が特定可能なことが指摘され、公開を取りやめた経緯があります。現にこの三つの情報から、米国の全人口の87%が特定できるという研究報告がされています。

さらに、IoT（モノのインターネット）の発展により、今後、個人に関するさまざまなデータが生成されるようになると、たとえ匿名化していたとしても、意外なデータの結びつきから個人が特定されてしまうといったリスクも増大していきます。

大していきます。

ダメージ情報を混ぜて匿名化する  
このような背景において、清雄一助教は、十分な秘匿性を確保しつつ、ビッグデータの解析にも適した実用性の高い「プライバシー保護データマイニング（マイニング・探掘）」技術を提案しています。開発した手法は、例えば、【30歳のエイズウイルス（HIV）患者】のデータを匿名化する場合、実在しないダメージ（疑似）情報として、そこに【51歳の食道炎患者】といったランダムな情報を盛り込ませます。

従来の匿名化手法は、前述のデータでは、【21歳—30歳のHIV患者】というように、ある程度



氏名	年齢	年収	病名
Alex	30	400万円台	HIV
Bob	21	600万円台	インフルエンザ

元のデータベース

	年齢	年収	病名
Alex由来のレコード	21-30	400-600万円台	HIV
Bob由来のレコード	21-30	400-600万円台	インフルエンザ
Alex由来のレコード	30	700万円台	HIV
	30	700万円台	食道炎
	30	400万円台	HIV
	30	400万円台	食道炎
	51	700万円台	HIV
	51	700万円台	食道炎
Bob由来のレコード	51	400万円台	HIV
	51	400万円台	食道炎
	33	500万円台	インフルエンザ
...	...	...	...

一般的な手法で匿名化したデータベース

提案手法で匿名化したデータベース  
(各レコードからはほとんど意味のある情報を得られない)

「匿名化」手法の比較

## キーワード

プライバシー、データマイニング、人工知能、ソフトウェア工学

所属	大学院情報理工学研究所 情報学専攻
メンバー	清 雄一 助教
所属学会	情報処理学会、電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、米国電気電子学会 (IEEE)、米国電気電子学会コンピュータ学会 (IEEE Computer Society)
E-mail	seiuny@uec.ac.jp



の幅を持たせて抽象化するの一般的なです。ただ、安全性と利便性は常にトレードオフの関係です。原則として、秘匿性を上げれば安全性は向上しますが、必要以上に秘匿してしまうと、実用上意味の無いデータにもなりかねません。

新手法では、通常、1行のデータごとに複数のダミー情報を織り交ぜることで、個人は匿名化しつつ、抽象度は上げずにデータを扱うことができます(例えば、【30歳のHIV患者】のデータに、【30歳の食道炎患者】と【51歳のHIV患者】といったダミー情報を加える)。ダミー情報は特定できないことから、安全性が高く、かつデータ全体としては統計的に分析できるため実用的です。

実際に、米国の国勢調査における約5万人分のデータを同手法で匿名化し、解析したところ、年齢別の職業の分類において、従来手法より平均二乗誤差を2ケタほど減らすことができました。挿入するダミー情報の数を増やせば、秘匿性をより高めることも可能です。清助教は、「現在主流のほぼ全ての匿名化指標に適用可能であり、限界はあるものの、あらゆる

分野の秘匿情報のビッグデータ解析に使える」と期待しています。

### AIで河川の水位を予測

また、これと全く異なるテーマとして、人工知能(AI)技術を使って物理現象を推測するという研究にも取り組んでいます。一つの例が、AIを使った河川の水位予測です。河川の水位予測は、従来、物理モデルや一般的な機械学習を使ったモデルの導入にとどまってきました。これに対して、清助教は日本工営(株)と共同研究

を進め、昨今注目されているAI技術の一つであるディープラーニング(深層学習)を初めてこの領域に適用し、予測の精度を向上させました。

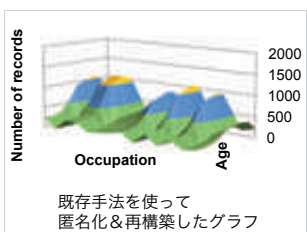
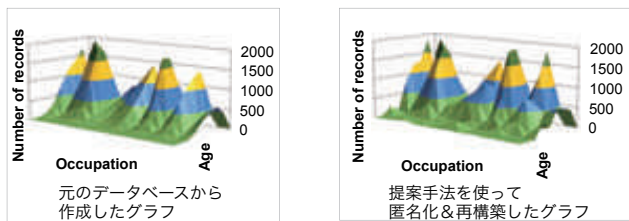
ディープラーニングの活用により、従来手法よりも予測誤差を数十%減らすことができました。大雨や洪水時に河川の水位をリアルタイムに測定し、例えば、現在から6時間後までの1時間ごとの水位を随時更新しながら予測できれば、河川が危険水域を越えた際に、素早く的確な警報を発する

ことができるかもしれません。

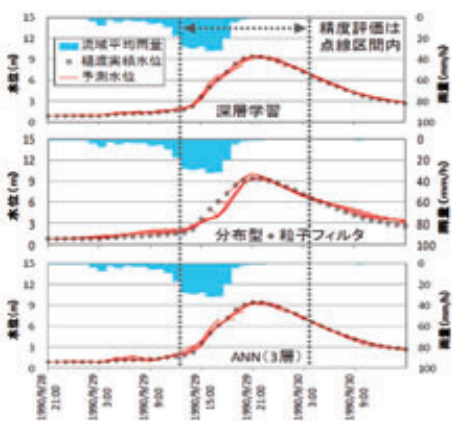
加えて、ツイッターやフェイスブックなどの会員制交流サイト(SNS)をAIで分析し、そこから人の好みや行動などを抽出するデータマイニングの研究も手がけています。面白い研究トピックとしては、ツイッターの投稿内容が「炎上する」確率を予測するモデルなどを作成しています。

ソフトウェア工数を見積もる これらの研究にとどまらず、ソフトウェアの開発工数を見積もるサービスも検討しています。一般にソフトウェアの開発プロジェクトでは、見積もりに基づいて受注金額や人員配置などを決定します。そのため事前の見積もりを誤ると、多大な損失を被ることもなりかねません。清助教は、「熟練のソフトウェア技術者の経験や勘を『形式知化』し、誤差の少ない見積もりを行うための方法論を構築したい」と考えており、こうした分野での社会貢献も目指しています。

【取材・文】藤木信穂



解析結果の比較



河川水位の予測における実データとの一致度 (一番上が提案手法、それ以外は従来手法)

# 子育てを支援するロボットの開発

## 長井 研究室(阿部研究員)



阿部 香澄  
Kasumi ABE

毎日10分でもいいから家事に集中できたなら……。赤ちゃんを育てる家庭では、誰もが一度はそんなことを思うのではないのでしょうか。特に3歳以下の子どもは、大人が片時も目を離すことができません。核家族が大半を占める現代の日本では、子どもを「短い時間見守っておく」だけの存在でも大変貴重なのです。

ロボットを介して子どもを守る

阿部香澄特別研究員は、自らの

育児経験を生かし、長井隆行教授の研究室チームと、遠隔地から子どもを見守る「テレプレゼンス(遠隔操作)子育て支援ロボット『ChiCaRo(チカロ)』を開発しました。「例えば、家事などで手が足りないとき、離れて暮らす祖母にほんのちょっとした間、子どもを見ていてもらう。そうした用途を想定しました」と阿部研究員はその狙いを説明します。

使い方は、テレビ電話のように簡単です。ロボットシステムを設置した2拠点間において、どちらか一方が電話をかけるようにコールをし、もう一方が応答すると、画面上に相手の姿が映る仕組みです。応対する相手は、「おじいちゃん」「やおはあちゃん」などの写真



遠くから小さな子どもとふれあえる  
新しいコミュニケーションツール  
**ChiCaRo**

基本：テレビ電話機能 + 自動子ども振向き機能 + 遠隔操作機能

遊びの例

おいかっこご どうぞ!

「チカロ」のコンセプト

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

- 3 すべての人に健康と福祉を
- 4 質の高い教育をみんなに
- 5 ジェンダー平等を実現しよう

キーワード

子ども、ロボット、インタラクション、認知科学

所属	大学院情報理工学研究科 機械知能システム学専攻
メンバー	阿部 香澄 特別研究員
所属学会	日本ロボット学会、人工知能学会
E-mail	k_abe@apple.ee.uec.ac.jp

から子ども側が選べます。

といても、単なるビデオチャットではありません。言葉が未熟な子どもに映像だけを見せても、その興味は長くは続かないでしょう。そこで、乳幼児が身体を使って遊べるように、「ビデオチャット」と、おもちゃなどを差し出せる「ロボット(ハンド)」を組み合わせた、移動可能なロボットを作りました。

### はいはいする子どもを追いかける

遠隔地にいる大人が映像を通じて子どもに声がけをしながら、手元の端末でロボットを操作します。子どもは親しい人の顔を見て安心し、相手からおもちゃを受け取ったり、逆に「どうぞ」と、相手におもちゃを手渡したりするやりとり遊びが可能です。

また、ロボットには特定の「色」に追尾して動く機能を搭載しており、その時の子どもの服の色を設定しておけば、ロボットが子どもの向きに応じて回転するため、ビデオチャットを途切れさせることがありません。祖父母の遠隔操作で、はいはいする子どもを追いか



「チカロ」を通して2歳児がおばあちゃんと遊ぶ様子

けることもできます。このようにして、遠隔地にいても子どもの行動を常に見守ることができるので

### 大家族の機能を導入

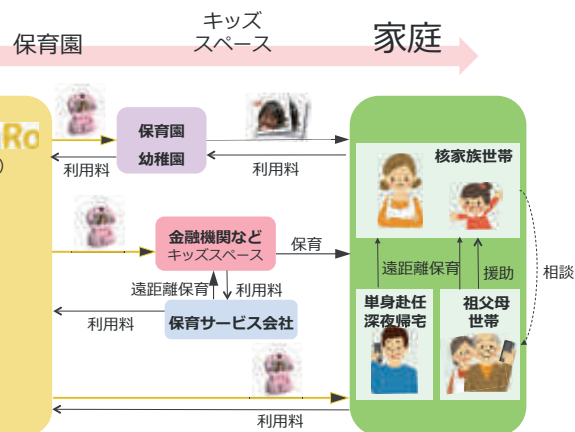
まるでその場に一緒にいるかのような感覚で共に遊ぶことができ、子どもの興味を引きつつ、発達まで促す。こんなロボットが子育て家庭に1台あれば、「核家族の閉鎖的な育児によるストレスを和らげつつ、昔の『大家族の機能も持たせられるのではないか』と阿部研究員は期待し、この協働による新しい育児環境を提案しています。祖父母だけでなく、単身赴任

中のお父さんや仕事のお母さんなどが、子どもとすぐにコミュニケーションできるツールとしても役立ちそうです。

子ども向けのロボットは、親しみやすい人型ロボットから学習用のロボットまで、さまざまなタイプの乳幼児を対象にしたロボットはほとんどないそうです。一方向型の教育ではなく、「保育」に着目し、遊びを通じて子どもの想像力をはぐくめる点が、「チカロ」の特徴といえるでしょう。

すでに複数の子育て家庭や託児所などで試験運用を行い、その効果を確認しているほか、メディアでも紹介され、知名度は上がりつつあります。阿部研究員は、「ICT(情報通信技術)による遠隔保育」という新たな試みであるがゆえ、社会の理解が進みにくい面もあるが、興味を持っていただける企業があれば、早期の製品化を目指したいと考えています。

家庭で利用するだけでなく、保育所などに導入すれば、人手不足が深刻で業務負担も大きい保育士の仕事の一端を担える可能性もありそうです。



### 人と人とのコミュニケーションを促す

阿部研究員は、子どもと遊ぶロボットを一貫して追求してきました。これまでに、じゃんけんや絵本の読み聞かせ、(トランプ遊びの)神経衰弱、〇×ゲーム、かくれんぼなどができるロボットを開発しています。「いかに子どもにロボットへの親近感を抱かせ、飽きさせないか」がその開発のポイ

### 想定するビジネスモデル

そのため、子どもと触れ合う「プロ」である保育士に、実際にロボットを遠隔操作してもらい、どのように遊べば子どもが飽きずに、仲良く長く楽しめるかを観察し、分析結果をロボットの動作モデルに落とし込んで実装しています。

ロボットの開発を通じて、阿部研究員は「人と人とのコミュニケーションをより円滑にする」ことを目指しています。今後は、存在を主張しない人工知能(AI)をロボットへ搭載し、遊び方をより工夫して人の遠隔操作をサポートするほか、「活発」「おしゃべり」「内気」など、子どもの性格や気質に応じて柔軟に対応できるコミュニケーションのあり方を検討するそうです。何物にも縛られず、自由に発想する子どもこそが、もしかするとロボットと最も分かり合える存在であり、私たちに新たな知見を与えてくれるのかもしれない。

【取材・文】藤木信穂

# ディープラーニングで画像の認識・領域分割を高性能化

## 柳井 研究室



柳井 啓司  
Keiji YANAI

コンピュータvs人間。その知性の対決は、科学技術の永遠のテーマと言ってもよいかもしれません。1997年にチェスの試合で人間がコンピュータに負けた時は、世界中に衝撃が走りました。2015年には、画像認識の分野で象徴的な出来事がありました。「1000種類の画像認識テスト」において、人間が初めてコンピュータに敗北したのです。

### ディープラーニングの登場

そのきっかけは、12年に人工知

能技術の一つであるディープラーニング(深層学習)を画像認識に応用したアプローチが登場したことでした。ディープラーニングとは、コンピュータ上に人間の脳を模倣した学習型の多層ネットワークを構築する機械学習の一手法です。膨大なデータを学習させることで、極めて高い性能を引き出せるのが特徴です。

これを境に、画像認識の基本手法はほぼすべて、ディープラーニングを使った技術に置き換わりました。画像認識を研究する柳井研究室では、これを「画像認識におけるパラダイムシフト」ととらえています。コンピュータによる画像認識性能はその後年々向上し、15年にはついに95%以上の認識性

能を達成し、人間の能力を超えるに至ったのです。

### リアルタイムで画像認識

このように飛躍的に発展する研究分野において、柳井研究室では、画像や映像における一般的な物体の認識の研究に取り組んでいます。ひとつくちに画像認識だけでなく、文字認識や顔画像認識などはずでに実用化されています。一方で、画像の中から、例えば「空」や「山」、「ライオン」、「イス」などの一般的な物体について、その位置や名称を認識することはまだ難しく、研究が必要な領域です。

柳井研究室では、この一般的な物体の1000種類の画像認識において、スマートフォンなどのモ



### キーワード

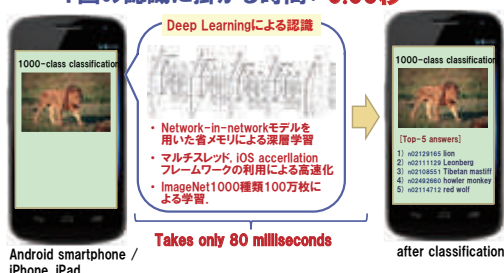
画像認識、画像理解、物体認識、機械学習、情報検索

所属	大学院情報理工学研究所 情報学専攻
メンバー	柳井 啓司 教授
所属学会	情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、米電気電子学会コンピュータ学会 (IEEE Computer Society)、米コンピュータ学会 (ACM)
E-mail	yanai@cs.uec.ac.jp

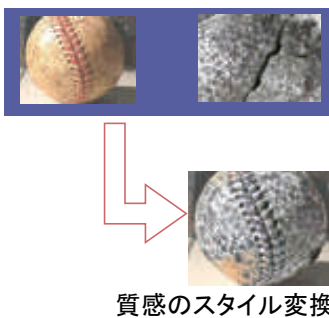
計算を減らしたことで、初めて複数のスタイル変換がリアルタイムで可能になりました。そのほか、画像の質感の変換などもできるようになっています

### ディープラーニングによる 高速モバイル1000種類物体認識

・1回の認識に掛かる時間: **0.03秒**



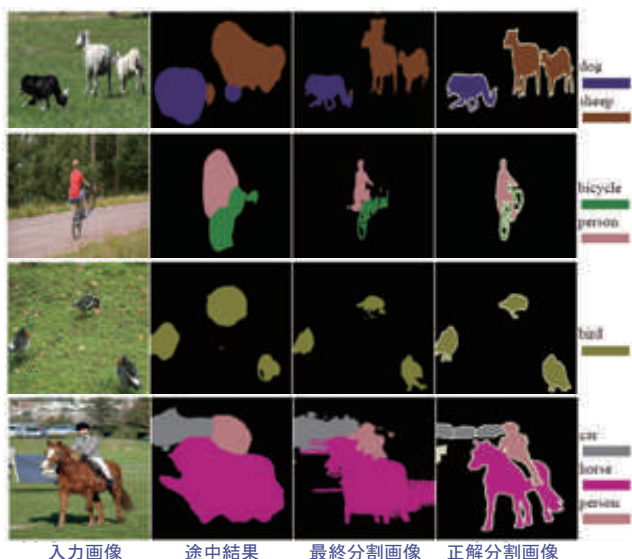
**高精度の領域分割も**  
さらに進んで、画像の領域を「分割する」研究にも取り組んでいます。画像認識でコンピュータが人間を超えたといっても、それはまだ限定的な課題にとどまっています。高精度な領域分割は今なお人間だけがなせる技ですが、柳井研究室



質感のスタイル変換  
ボールを石のような質感に変える



動画を撮りながら、同時にスタイル変換ができる



領域分割結果の例

では、この作業をコンピュータに行わせる研究に乗り出しました。例えば、馬と人が一緒に写っている1枚の画像があったとします。そこで、事前に「この画像の中には馬と人がいる」という情報を与えたとすると、約70%という実用上十分な精度で馬と人が存在している場所をそれぞれ特定できました。事前に情報を与えなかった場合でも、50%程度の精度で特定できます。これは世界トップ級の性能です。ディープラーニングの適用により、精度が約2倍に向上したそうです。

**カロリー推定アプリや車載ナビなどに応用**  
こうした高性能な画像の認識、分割技術を使った応用システムも開発しています。代表的なものは、企業と共同で開発した「101種類の食事認識アプリ」です。食堂などで毎日の食事メニューをスマホで撮影するだけで、個々の料理を認識し、その場で摂取カロリーまで推定してくれる優れモノです。リアルタイムの高速処理ながら、93・5%(候補を5個挙げた中で正解する確率)の精度



食事認識アプリの表示例

を達成しています。最近では、料理に使う食材や調味料の情報も同時に学習させることで、カロリーの推定精度をさらに高めました。ほかにも、デジタルカメラで撮影した画像を全地球測位システム(GPS)の位置情報によって管理し、自動で旅行アルバムなどを作成するシステムや、テレビ映像を自動でデータベース化し、特定のシーンを自動で検出するシステムなどを手がけています。車載カメラの映像から道路標識を認識することで、車を運転しながら行き先をリアルタイムで確認できるナビ

ゲーションなども可能です。  
**グローバルに情報を収集**  
画像認識には膨大なデータが不可欠なため、ツイッターやフェイスブックなどのソーシャルメディアを含めたウェブ上から、大量の画像や映像をどのように効率良く集めるかといった「マインニング技術」も一大テーマです。1000種類の画像認識を行うには、1種類当たり1000枚の画像の登録が必要として、単純に1000枚×1000種類=100万枚の画像が必要です。

柳井研究室ではコンピュータによる自動分類に加えて、「最後はやはり人力が必要」として、世界中に仕事を発注してより安価な報酬で作業を集める「クラウドソーシングサービス」という仕組みを積極的に活用しているそうです。さすが、世界で日々発信される生きた情報を扱う分野だけあって、その規模、手法もグローバルです。

【取材・文】藤木信穂

# 計算言語学からAIの開発に貢献する

## 松吉 俊 研究室



松吉 俊  
Suguru MATSUYOSHI

近年、人工知能(AI)の研究が盛んに進められています。コンピュータに人間の「ことば」を理解させるためには、人間が「ことば」を巧みに操る仕組みを言語学の観点からきっちりと解明する必要があります。松吉俊助教は、数学をバックグラウンドとして言語学を専攻する日本では数少ない「計算言語学」の専門家として、こうした研究に取り組んでいます。

コンピュータに「ことば」を解析させる研究というと、理系の情報工

コンピュータに人間の「ことば」を理解させる (図1)



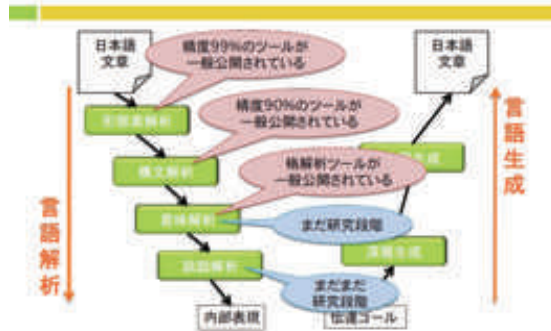
学に属する「自然言語処理」分野の研究者が専門にするのが一般的です。これに対して松吉助教は、ど

ちらかと言うと文系の言語学に属する「計算言語学」の観点から研究を進めています。言語を軸にした、文系と理系とを融合させた領域といえるでしょう。

### 意味解析システム開発に向けたデータを提供

松吉助教が手がけているのは、コンピュータにテキスト(文章の「意味解析」などを行わせる研究です。日本語テキストの言語解析ツールとしては、「分かち書き」のない日本語の文字列を語句の列に分割する「形態素解析」や、動詞に關係する主語や目的語などの名詞を特定する「構文解析」についての高精度なシステムは開発されてい

言語解析研究の現状 (図2)



ますが、意味解析のシステムはまだ研究の段階です。意味解析においては、「モダリティ」と呼ばれる、命題に対する情報発信者の「主観的な態度」を分析することが重要です。しかし、



### キーワード

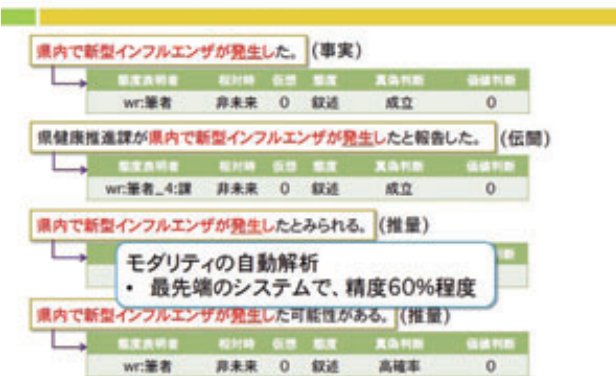
計算言語学、自然言語処理、人工知能、意味処理、テキストコーパス、アノテーション、コンピュータ用の辞書

所属	大学院情報理工学研究所 情報学専攻
メンバー	松吉 俊 助教
所属学会	情報処理学会、言語処理学会
E-mail	matuyosi@uec.ac.jp

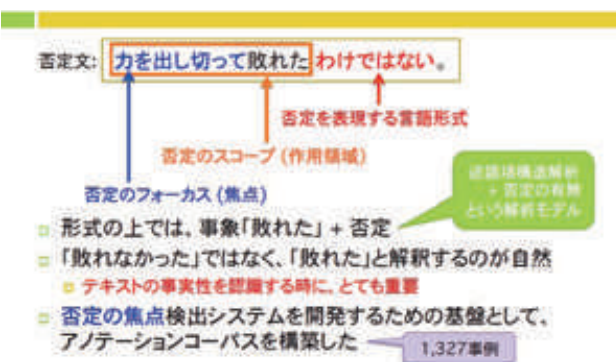
従来はモダリティをコンピュータに分析させるための有効なデータがなく、そのため意味解析システムの開発が遅れていました。

松吉助教は、新聞やインターネット上の文章などのテキストデータを言語学の分類法に基づいて分析しラベル付け(アノテーション)を行うことで、モダリティ解析ツールを開発する上で基盤となる約4万2000文のデータ(テキストコーパス)を作成しました。これを既存の機械学習システムへ入力し、解析ツールを試作したところ、約60%の精度で日本語のモダリティを初めて解析できました。これにより図3に示すように、「事実」「伝聞」「推量」といった、多様な文章におけるモダリ

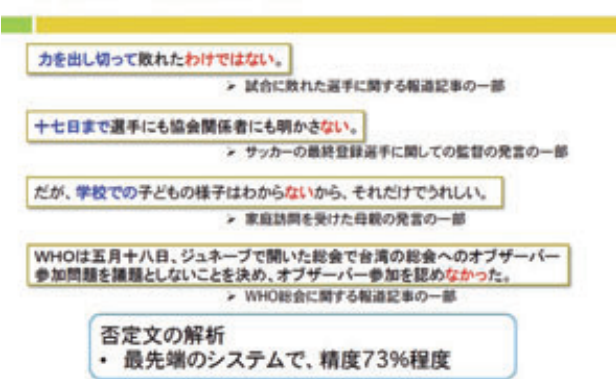
モダリティの解析例(図3)



否定文の深い解析(図4)



否定の焦点の例(図5)



ティを自動で判別可能になりました。

「否定」や「皮肉」も解析させる

また、「否定文」の解析に向けたデータの作成にも取り組んでいきます。例えば、既存の枠組みでは、図4のように「力を出し切って敗れたわけではない」という否定の文章を、「敗れなかった」ではなく、「敗れた」と正しくコンピューターに解釈させることは容易ではありません。

そこで松吉助教は、テキストに

おける否定の「焦点」をコンピューターに検出させるため、先ほどのようなテキストデータに対して言語学的アノテーションを行い、1,327事例の否定文のデータを作成しました。このデータを用いて開発した辞書や知識を搭載したシステムは、73%と高い精度で否定文を正しく理解することができます。

同様に、「皮肉」の自動検出も目指しています。皮肉文は、表面的な文字列をそのまま解釈しただけではその意図を読み取れないため、コンピューターにとっては非

常に難易度の高い問題です。松吉助教は皮肉文を正しく認識させるためのデータ群や辞書を作成し、これによって、従来の枠組みを使った場合よりも、意味解析の精度を約2、3倍向上させました。そのほか、コンピューターに自動推論や含意認識を促す研究も行っています。ある問いが与えられた時に、その内容を含意する記述をネット上から検索したり、逆に、それと矛盾する記述を検索したりして明確な根拠のある回答を導く試みです。松吉助教は、こうした含意認識の「コンテスト」のための

データも作成しています。例えば、センター試験の問題をAIで解くなどの応用が期待されています。

人間のことはを理解するAI

このように言語学に基づく良質なデータによって、「テキストの深い意味」をコンピューターが的確に理解できるようになれば、今後、言語解析システムの改良が一段と進むだろう」と松吉助教は期待しています。それによって、いずれ人間のことは正確に理解するAIが実現することになるで

しょう。

一方で、まだ難しい問題は数多く残っています。例えば、「行間を読む」「空気を読む」といった、人間のよう知的判断が今後、AIにも求められるかもしれません。比喩や歌、言葉遊びなどの理解が進めば、AIとのコミュニケーションは一層楽しくなりそうです。真のAIの実現には、理系の知識だけでなく、文系の視点も入れていくことが重要なこと間違いありません。松吉助教は、このような言語処理の分野で「文理の橋渡しができる」と考えています。

【取材・文】藤木信穂

# 脳はどのように見ているのか—— ヒトの視覚メカニズムの研究

## 佐藤（俊） 研究室



佐藤 俊治  
Shunji SATOH

情報処理のメカニズムを明らかにしようとしています。

### 脳がダマされる錯視

現在、世界中で人工知能(AI)の研究が盛んに進められています。AIとはあくまでも「ヒトが作った知能」であり、ヒトの知能とは根本的に異なります。では、ヒトの本来の「知能」や「知覚」とはどのようなものなのでしょうか。

ヒトの知能を工学的に知るためには、まずは「ヒトの感覚や知覚の解明が重要になる」と、佐藤俊治准教授は考えています。ヒトの脳はいわば、「高性能な情報処理マシン」であり、佐藤准教授は、特に「視覚」の観点から、この脳の

物体の動きや文字の認識だけでなく、色を見分けられたり、立体構造を知覚できたりするヒトの視覚は、画像処理のシステムとしてとらえることができます。そこでとりわけ佐藤准教授が注目しているのは、視覚における錯覚(錯視)の仕組みです。錯視はしばしばトリックアートなどに利用されているため、「脳がダマされる」という感覚は、誰も一度は経験したことがあるでしょう。

佐藤准教授らは最近、錯視に関する新しい作品を発表し、日本認知心理学会が実施する「錯視・錯

聴コンテンツ」で入賞しました。

『回転中心軸動揺錯視』と名付けたこの動画作品は、冒頭では、扇子の骨のような放射状のパタンの中央で、枠のついた正方形が回転しています。しかし、この枠を外すと、正方形の回転の中心軸があたかもブレているように見えるから不思議です(動画は電気通信大学のホームページで紹介されています)。

### 錯視図形を提案

複数の被験者に、この図形を見せて中心軸がどこにあるのかを答えさせ、正しい中心軸の位置との誤差(錯視量)を計測した上で、これを基にして効果的な錯視図形を提案しました。錯視の詳しい仕組



### キーワード

視覚、脳、情報処理、人間情報学、シミュレーション、脳の入力と出力、数値化、数式化、並列分散処理システム、画像処理、心理物理実験

所属	大学院情報システム学研究科 情報メディアシステム学専攻
メンバー	佐藤 俊治 准教授
所属学会	日本神経回路学会、電気通信情報学会、IEEE、日本視覚学会
E-mail	shun@is.uec.ac.jp

みはまだ明らかになっていませんが、少なくともヒトの脳では、このように中心軸がブレていると解釈したほうが都合が良いでしょう。佐藤准教授は、「ヒトの視覚のこうした「妙な部分」も含めて理解することで、知覚メカニズムの真の解明につながる」と考えています。

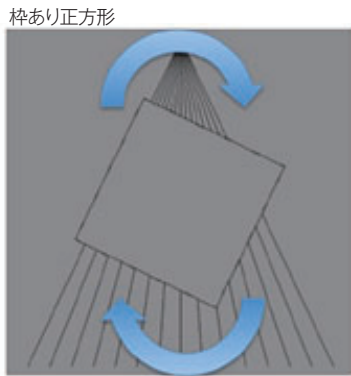
### ヒトの視線位置を推定

このほか、ヒトが物を見たときに視線をどこに向けやすいかを探る研究も手がけています。このような研究の領域では、視覚モデルを評価する国際的な指標「MIT (マサチューセッツ工科大学) Saliency ベンチマークテスト」が知られており、佐藤准教授

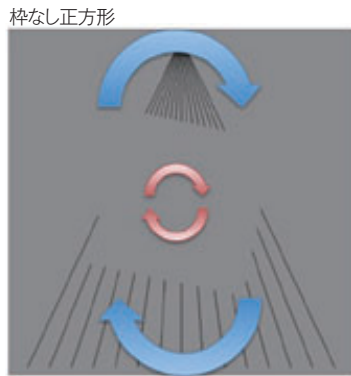
らが提案したモデルは、同テストの総合評価で1位に輝いた実績を持ちます。

そのモデルは、既存の三つのモデルを賢く混ぜ合わせるという新しい手法で、これによってヒトがある画像を見たときに、どこを注視しやすいかという予測を精度良く行えるようになりました。しかしながら、「これは平均的な視線の推定位置であり、ヒトは本来、目的に応じて視線を変えるはずであるから、平均的な位置の精度だけをスコアとして競うことは問題の本質をとらえていない」と佐藤准教授は考えており、以降は、ヒトの視線移動の本質を数理的に明らかにする研究に軸足を移していきます。





正方形がその場で右回転している (青矢印)



正方形が回転している中心位置 (回転中心軸) も回りながら (赤矢印)、正方形が右回転している (青矢印)

入賞した錯視作品「回転中心軸動揺錯視」



← 動画は大学のホームページで紹介されています  
<http://www.uec.ac.jp/news/prize/2016/20161115-1.html>

細胞のモデル化も

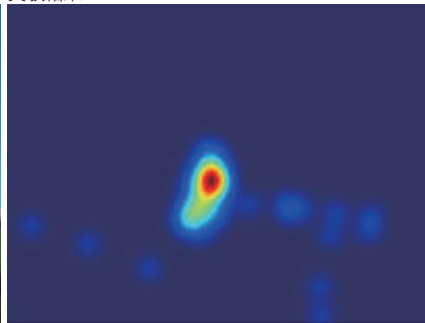
さらに、最新のホットな成果として、脳の第二次視覚野(V2野)や第四次視覚野(V4野)、第五次視覚野(V5野またはMT野)にある細胞の振る舞いのモデル化にも成功しています。V2野とV4野の細胞について、神経科学とは全く異なる学問である、「電磁気学

の定理」で記述できることを初めて示しました。また、運動の知覚の中枢と考えられているMT野の細胞については、これまでただ唯一の複雑なモデルが約20年来信じられてきましたが、このモデルに新たな解釈を与えました。神経科学の領域に工学的な手法を持ち込むことで、モデルの簡素化を実現したのです。

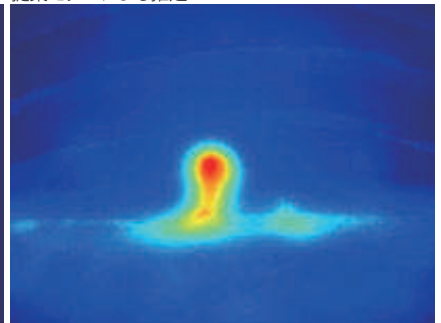
人に見せた画像(入力)



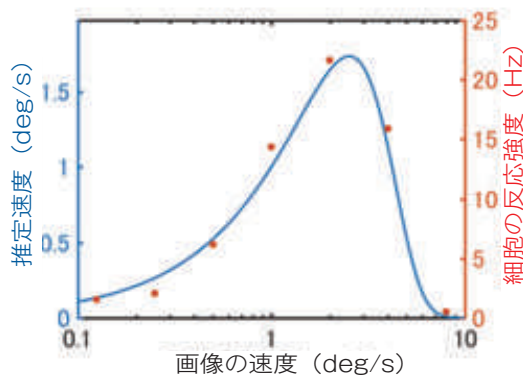
実験結果



提案モデルによる推定



入力画像と、人の注視位置の実験結果とモデルによる推定



映像が動く速度とMT細胞の反応強度との関係(赤丸)と、工学的手法を基盤としたMT細胞モデルの推定速度(曲線)

このように佐藤准教授は、理学と工学を行き来しながら、実験によってヒトの視覚の機構をモデルとして立式することを目指しています。モデル化できれば、それをロボットやAIに入力することで、最終的にヒトの知能を再現できるでしょう。ただ、ヒトの視覚の仕組みは依然奥深く、「今なお分からないことばかりだ」と言っています。視覚のトリック(仕掛け)を種明かしてできる日は、まだずっと先になりそうです。

【取材・文】藤木信穂

# 複雑な社会問題に最適解を与える 「進化計算」のアルゴリズムを追究

## 佐藤 寛之 (寛) 研究室



佐藤 寛之  
Hiroyuki SATO

環境に適応した個体が生き残り、そうではない個体は淘汰されるという、生物の遺伝と進化の過程をモデル化した「進化計算」が、近年多方面で活用され注目されています。例えば、新幹線の「顔」となる先頭車両の形状や、航空機の翼の形状といった設計に進化計算が使われています。

**モデル不要な汎用な手法**  
人間が介在せずに、最適化された解を自動で見いだせる進化計算

は、適用先を選ばない汎用的な手法です。数学的なモデルは必ずしも必要なく、問題についての解の優劣の判断ができれば使えるため、適用先の領域の知識がなくても解を求められるのが特徴です。従来の最適化手法の多くは、それぞれの問題に特化したアルゴリズムを用意する必要があり、問題が変わると同じアルゴリズムは使えないという欠点がありました。

生物の進化では、環境適応度の高い個体が親として選択され、子をもうけるため、次の世代は前の世代よりも平均的に適応度の高い集団になります。この親選択と交配が繰り返されることで、優秀な遺伝子が次世代に受け継がれる仕組みになっています。



### 設計図を掛け合わせる

ここで「遺伝子」とは単に情報(データ)であり、自動車なら「設計図」に当たる部分です。そうとらえると、優れた二つの遺伝子の掛け合わせから優秀な子が生まれるように、優れた設計図同士を掛け合わせれば、最適な自動車の設計パターンが得られることが分かるでしょう。情報を進化させるだけで、熟練の技術者のスキルなどに頼らずに最適な設計が行えるのです。これが、進化計算を自動車の設計に応用した際のイメージです。

佐藤寛之准教授は、現在、大変関心が高まっているこの進化計算の分野において、より複雑な問題

### キーワード

ソフトコンピューティング、計算知能、進化計算、最適化、多目的最適化、意思決定支援

所属	大学院情報理工学研究所 情報学専攻
メンバー	佐藤 寛之 准教授
所属学会	米電気電子学会 (IEEE)、 米コンピュータ学会 (ACM) / 遺伝と進化計算 (SIGEVO)、 進化計算学会、情報処理学会、 人工知能学会
E-mail	h.sato@uec.ac.jp

を扱うためのアルゴリズムを研究しています。従来の進化計算では、例えば自動車の例なら、「燃費性能」と「加速性能」の二つの目的を高める最適解を見つけ出すことが精いっぱいでした。しかし、実際の自動車の設計では、「衝突安全性」や「制動性能」、「騒音性能」といった、そのほかの多数の指標も考慮して性能のバランスを決める必要があります。

### 「多数目的最適化問題」を扱う

そこで佐藤准教授は、目的の数が10個程度まで増えても進化計算を適用できる新しいアルゴリズムを開発しました。社会の多くの問題が、三つ以上の目的を持つ「多数目的最適化問題」であるといえま

す。この最適化問題を進化計算で扱えるようになれば、「進化計算の適用範囲が広がり、社会への波及効果も大きくなる」と佐藤准教授は期待しています。

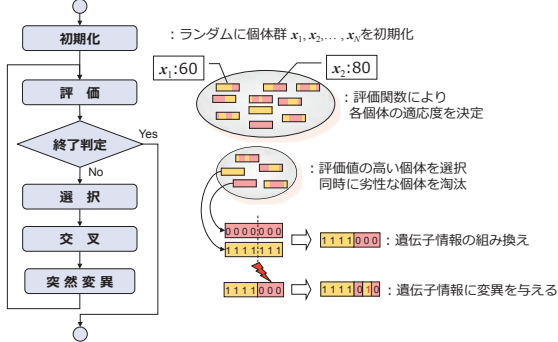
その手法の一つは、従来あった「解の支配」という解の比較基準を、多数目的最適化問題向けに一般化したもので、解の優劣を決定しやすい形に制御する「解の支配領域制御」と呼ぶアイデアです。これにより、複数の指標を勘案した精緻なランク付けが行えるようになり、最適化できる目的の数を2個から10個程度へ増やすことができました。

これに加えて、佐藤准教授の研究室では、問題に制約がある状況下でも、進化計算を効果的に適用



## 進化計算の仕組み

生物の遺伝と進化の過程をモデル化して構築された計算法

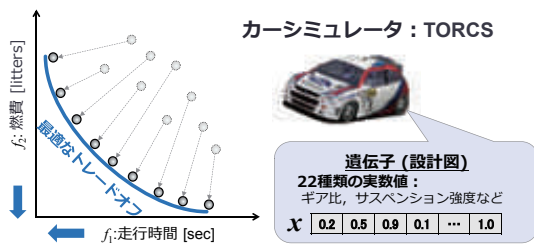


## 多目的最適化

実世界の最適化問題の多くは、多目的最適化問題

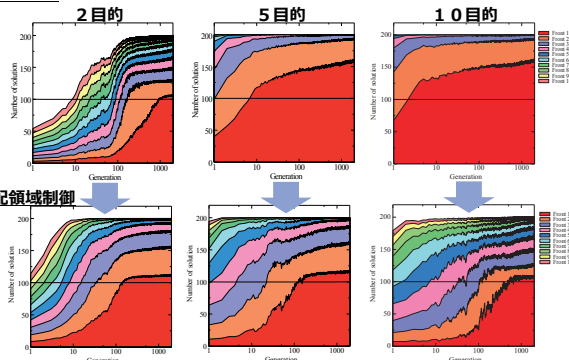
$$\text{Minimize } f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)$$

例: レーシングカーの設計最適化



## 「解の支配領域制御」による解の優劣の精緻化

従来の支配



できるアルゴリズムも開発していません。従来は制約条件を満たさないデータはほとんど排除してしまいましたが、有用なデータについては条件外でも考慮した上で進化計算を行い、最適化させることで、従来は埋もれていたデータも活用できるようになりました。問題によっては、計算時間を従来の半分に短縮することも可能だそうです。すでに実用への展開も進んでいます。

**問題と解法とを対応づける**

新しいアルゴリズムを開発するだけでなく、日々、世の中に提案されている大量の進化計算のアルゴリズムを比較し、整理する課題にも取り組んでいます。最終的には、「どの問題にどのようなアルゴリズムが適しているか」といった、最適化問題とその解法の対応関係を明らかにしたい」と考えています。

進化計算は、人工知能(AI)技術の一つである「計算知能」の枠

組みとしてとらえることも可能です。生物の仕組みを生かし、環境に適応させて情報をどんどん進化させていくことができる進化計算は、産業界のモノづくりから社会問題の解決、さらに我々の日常生活に至るまで、あらゆる領域で大きな指針となるに違いありません。進化の過程では、常に「最新の姿」が最も適した形なのです。

【取材・文】藤木信穂

# 人狼ゲームAIと雑談対話システムの開発

## 稲葉(通) 研究室



稲葉 通将  
Michimasa INABA



### キーワード

人工知能、自然言語処理、機械学習、コミュニケーション、対話処理、知的対話システム、ゲーム情報学、人狼知能、ユーザモデリング、ヒューマンエージェントインタラクション

所属	人工知能先端研究センター
メンバー	稲葉 通将 准教授
所属学会	人工知能学会、情報処理学会、言語処理学会、電子情報通信学会
E-mail	m-inaba@uec.ac.jp

近年、ゲームの分野において、人工知能(AI)はチェスに続いて将棋や囲碁でも人間のプロを破り、すでに人間の能力を超えました。これらのゲームは盤面にすべての情報が公開されているため、完全情報ゲームと呼ばれます。

これに加えて、最近では相手の手札が見えないポーカーやマージャンなどの不完全情報ゲームでも人間に勝利するAIが出てきました。一方で、不完全情報ゲームの中でも、コミュニケーション

ゲームなど定式化しづらいゲームについては、いまだAIは人間の能力に追いついていません。うそを見破るAIの開発



人とAIが対戦する人狼ゲーム

うそを見破るAIの開発 村人にまぎれた人狼は誰か。誰がうそをついているのか。自分のうそがバレないようにどう取り繕うのか。稲葉通将准教授は、だます、見破る、説得するといった「人間くさい」コミュニケーションが鍵を握る「人狼ゲーム」をプレイするAIシステム(人狼知能)を開発しています。

ゲームなど定式化しづらいゲームについては、いまだAIは人間の能力に追いついていません。うそを見破るAIの開発

うそを見破るAIの開発 2012年に始まった「人狼ゲームプロジェクト」の中核メンバーである稲葉准教授は、すでにあるコマンド(指令)を選びながらプレイする現在主流の研究手法ではなく、実際に言語を使って対話しながらプレイする本来の人狼知能の開発を目標にしています。前者では、人間を超えるAIが実現しつつありますが、対話型の人狼知能の研究はまだ道半ばです。

具体的なには、稲葉准教授は人間同士が対戦した人狼ゲームのログデータ(人狼BBS)を使って、

ゲーム中の対話の内容を自動で抽出できるようにしました。発話内容は種々雑多であるため、「役職表明」や「護衛」、「処刑」、「雑談」といった22種類のグループに人の手で分類し、機械で扱やすいくした上で発言内容とその後の振る舞いを分析しました。

その結果、ゲームに関係のない雑談をしたプレイヤーが追放されることが多いことが分かりました。雑談することで、「人狼だから話題をそらそうとしているのではないか」などと思われるようになります。

人が機械に上手に説得される

また、最新の研究では、「人間



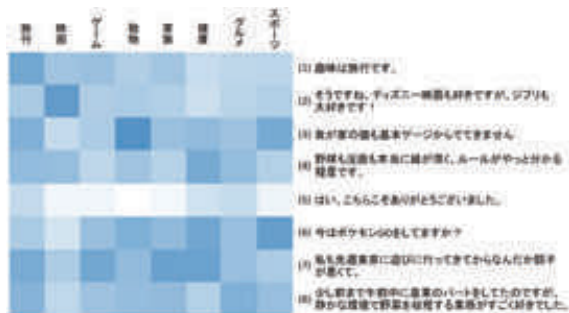
開発した雑談対話システムの概要

### 提案手法によるシステムの対話例

S: こんにちは。最近はどうな感じ?  
 U: 歯痛がひどくてたいへんだよ。  
 S: 歯痛の人って辛すぎるよ。  
 U: そうなんだよ。くしゃみや鼻水が止まらないんだ。  
 S: くしゃみする時の顔ってやばすぎるよ。  
 U: なので、マスクは必須アイテムです。  
 S: くしゃみの音が大きいのが悩みだよ。  
 U: たしかに、マスクじゃ音は止められないね。  
 S: くしゃみややばいのは結構辛い  
 U: 歯痛の薬飲んでみたらどうですか?  
 S: 歯痛が酷すぎて辛い  
 U: そうだよな。ティッシュペーパーがいくらあっても足りないよな。  
 S: お難に不安がありますよ。は間に咳やくしゃみも出来ねえ  
 U: やっぱ、医者で歯のおくすりを貰ったらどうですか?  
 S: 風邪っぽいのでクスリ飲まよ



AIが雑談に応じてくれる「KELDIC」



発話から興味度をトピック別に可視化できる

に自然な形で説得される(つまり人が機械を上手に説得するための)AIシステムを開発しました。クラウドソーシングを活用して「説得している」対話のシナリオを入手し、その大量のデータから、自然言語処理によって適切な対話を選び取ってユーザーに返すシステムを作りました。

最終的にシステムに最適な答えを出させるだけなら簡単ですが、人間に「うまく説得できた」と感じさせるためには、会話の流れをある程度作り込む必要があります。ゲームの進行に矛盾するような会話は避け、自然な会話を選択することによって、既存の手法に比べ、より自然でかつ人間にとって

完成できたそうです。

プロジェクトではこのほか、2015年から年1回「人狼知能大会」を主催しており、2019年には初めて国際大会も開催しました。大会を通じてさまざまなAIからなる集合知AIを開発し、作製した人狼知能開発キットは公開するなど技術の普及に努めています。コンピュータを相手に人狼ゲームを楽しめる日が来るのは、そう遠くないかもしれません。

### 非タスク型の対話システム

人狼ゲームに加えて、稲葉准教授は人間と雑談できる対話システムの研究にも取り組んでいます。現在商用されている対話システム

は、乗り換え案内や観光案内といった「タスク指向型」の対話システムがほとんどです。一見、雑談しているように見える「非タスク指向型」のシステムでも、現状では人があらかじめ応答のルールを作成して機械に覚えさせているのです。

稲葉准教授は、統計的手法を用いた深層学習(ディープラーニング)による非タスク型の対話システムの開発にいち早く成功しています。一つの文脈に対して、適切な応答の候補をスコアに基づいて相対的に順位付けする新しい手法により最適な発話を選択できるようになりました。

既存の対話システムよりも精度が高く、「6割以上の確率で自然な会話ができ、破綻のない会話なら9割程度で可能である」そうです。これを改良し、最新のアルゴリズムで動かした雑談対話システム「KELDIC」(けるでいっく)を、現在ツイッター上で公開しています。

### 雑談から興味度を推定

会話の約7割は雑談が占めていると言われており、そこには多くの情報が含まれています。稲葉准教授はさらに進んで、雑談対話からユーザーの興味を推定する研究にも乗り出しています。

一人のユーザーの発話をニューラルネットワークに入れ、スポーツや旅行、グルメ、ファッションといった24種類のトピックに対する発話の重要度を事前学習によって

重み付けするという新しい手法により、どのトピックに対してどの程度興味を持っているかが可視化できるようになりました。

これを応用し、「ユーザーの経験や嗜好に応じて対話をパーソナライズすることで、ユーザーにとって満足度の高い雑談を組み立てることができると、稲葉准教授は期待しています。ひょっとしたら、将来はロボットが一番の話し相手になるのかもしれない。

稲葉准教授は産学連携にも意欲的で、企業との共同研究案件を随時募っています。

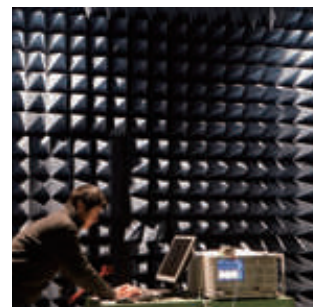
【取材・文】藤木信穂

# 電気通信大学の教員との 連携はお任せ下さい

産学官連携センター産学官連携支援部門では、電気通信大学の産学官連携の窓口として、教員の研究の蓄積を社会に広く展開し、企業のニーズに応じて、社会の役に立つ研究・開発を推進するため、下記のような活動をしています。

## 産学官連携支援部門の業務

- 教員との産学官連携をコーディネート
  - 学術相談、共同研究、受託研究など
  - 公的資金による研究プロジェクトの企画調整
- 教員の研究成果の情報発信
  - 研究室紹介誌「OPAL-RING」発刊(本誌)
  - 学内での産学官連携イベント「産学官連携DAY」の開催
  - 国内外での展示会や新技術説明会への参加
- 社会・産業界から大学へのニーズ情報の収集
- 電気通信大学産学官連携センター事業協力会、TLO(株式会社キャンパスクリエイト)および電気通信大学同窓会(一般社団法人目黒会)との連携
  - 研究開発セミナーの開催など



# 産学官連携の様々な進め方

詳細は、onestop@sangaku.uec.ac.jp までお問い合わせください

## 1 「相談・指導を受けたい」 ➡ 学術相談

本学の教員等が教育・研究及び技術上の専門的知識に基づき、企業等からの各種相談に対し助言・指導を行う制度です。

学術相談を希望される場合は、指導内容・期間・相談料等について、産学連携コーディネーターに事前に相談してください。事前相談の結果、学術相談が可となった場合には、「学術相談申込書」を提出していただき、学術相談契約を締結します。

**期間**：相談内容により異なりますので、依頼者と相談担当教員、産学連携コーディネーターが協議し、決定します。複数年度にわたる相談も可能です。

**費用**：相談料は、相談に対する対価及び相談に直接必要な経費（直接経費）と共通経費負担分（間接経費）からなります。間接経費の額は、直接経費の30%に相当する額となります。

## 3 「研究をしてほしい」 ➡ 受託研究

企業等からの委託を受けて、企業等（委託者）が負担する経費により、教員が職務として研究を行い、その成果を委託者に報告する制度です。

企業等と大学の間で受託研究契約を結びます。

**期間**：受託研究実施に当たっては、企業等と大学の間で受託研究契約を結びます。複数年度にわたる研究も可能です。

**費用**：研究経費は、当該研究遂行に必要な経費（直接経費）と当該研究遂行に関連し直接経費以外に必要な経費（間接経費）の合算額となります。この場合の間接経費の額は、直接経費の30%に相当する額となります。

## 5 「教育・研究の奨励」 ➡ 奨学寄付金

本学の教育・研究の奨励を目的として、民間企業等から寄付を受け入れる制度です。

## 2 「一緒に研究をしたい」 ➡ 共同研究

企業等の研究者と大学の教員が共通の課題について、対等の立場で研究する制度です。

共同研究には、企業等の研究者（共同研究員）と研究経費等を大学で受け入れ、共同して研究を行う方式（共同研究員受入型）と、大学は企業等から研究経費等を受け入れますが、研究はそれぞれの施設で分担して行う方式（分担型）があります。

**期間**：共同研究実施に当たっては、企業等と大学の間で共同研究契約を結びます。複数年度にわたる研究も可能です。

**費用**：研究経費は、当該研究遂行に必要な経費（直接経費）と当該研究遂行に関連し直接経費以外に必要な経費（間接経費）の合算額となります。この場合の間接経費の額は、直接経費の10%に相当する額となります。なお、共同研究員受入型の場合は、共同研究員1人につき年額42万円の研究料を別途お支払いいただきます。

## 4 「研究指導を受けたい」 ➡ 受託研究員

企業等から現職の技術者や研究者を大学に派遣し、大学院レベルの研究の指導を受けることができる制度です。

専ら個人の研究のために教員の指導を受ける「研究生」とは異なり、企業等の事業目的のために派遣されるもので、現職の技術者や研究者であって、大学院に入学することのできる資格がある者、またはこれと同等以上の学力があると学長が認めた者が対象となります。

**期間**：6カ月を超えて1年以内（長期）と6カ月以内（短期）があります。ただし、受入れが許可された日の属する会計年度を超えることはできません。研究の継続が必要な場合は、翌年度に更新することができます。

**費用**：研究期間が「長期」の場合は541,200円、「短期」の場合には270,600円となります。

## 6 「公的資金で共同研究したい」

### ➡ プロジェクト共同提案

本学の教員と共同で行う、公的資金によるプロジェクトの提案を支援します。

科学技術振興機構（略称JST）や新エネルギー・産業技術総合開発機構（略称NEDO）などの公的資金ファンディング機関では、産学官連携による研究活動へ競争的資金（公募）により様々なファンディングが行われています。

# OPAL-RING

学術相談・共同研究 - はじめの一歩 -

AIによる医療画像の診断支援	庄野 逸 教授
感性を持つAIの開発 —色から言葉を紡ぎ、オノマトペを数値化する	坂本 真樹 教授
秘匿性と実用性を兼ねるプライバシー保護技術と、AIの社会適用	清 雄一 助教
子育てを支援するロボットの開発	阿部 香澄 特別研究員
ディープラーニングで画像の認識・領域分割を高性能化	柳井 啓司 教授
計算言語学からAIの開発に貢献する	松吉 俊 助教
脳はどのように見ているのか—ヒトの視覚メカニズムの研究	佐藤 俊治 准教授
複雑な社会問題に最適解を与える「進化計算」のアルゴリズムを追究	佐藤 寛之 准教授
人狼ゲームAIと雑談対話システムの開発	稲葉 通将 准教授

電気通信大学 産学官連携センター

<http://www.sangaku.uec.ac.jp/>  
[onestop@sangaku.uec.ac.jp](mailto:onestop@sangaku.uec.ac.jp)