



# NII Today

National Institute of Informatics News

## FEATURED TOPIC

### 人工頭脳プロジェクト 「ロボットは東大に入れるか。」

#### NII Interview

ロボットは東大に入れるか？そのためにクリアすべきいくつかの課題。

#### NII Special 1

グランドチャレンジ「東ロボ」は社会に何をもたらすのか

#### NII Special 2

数学・物理の入試問題に解を与える人工頭脳と、その応用技術への期待

#### That's Collaboration 1

問われるのは意味を理解する力。暗記だけでは解けない社会科科目

#### That's Collaboration 2

若い世代が語る東ロボプロジェクトへの期待





INTERVIEW WITH

## 宮尾祐介

国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 准教授  
総合研究大学院大学 複合科学研究科 情報学専攻 准教授  
「東ロボ」サブプロジェクトディレクター



# ロボットは東大に入れるか？ そのためにクリアすべきいくつかの課題。

1980年代以降、細分化されてきた人工知能の分野を再統合し、新たな地帯を切り拓くことを目的に始まった、人工頭脳プロジェクト「ロボットは東大に入れるか。」(略称：東ロボ)。国立情報学研究所が中心となって2011年よりスタートした「東ロボ」では、ベンチマークとして、2016年までに大学入試センター試験で高得点をマークし、2021年には東京大学入試を突破することを目標にする。その目的と概要について、サブプロジェクトディレクターを務める宮尾祐介准教授に話を伺った。

**田井中** プロジェクトの目的を教えてください。

**宮尾** 東大入試を突破できる計算機プログラムを開発することにより、「思考するプロセス」を研究しようというものです。問題を読んで答えを導くまでの全プロセスを実現するためには、言語理解をはじめさまざまな人工知能技術を実際につなげて動かさなくてははいけません。また、思考するプロセスというのは人間にとってはあたりまえでも、その計算方法は謎なことがまだまだたくさんあるため、これまでの人工知能研究では手つかずだった課題にも挑戦することになります。

**田井中** 物理的にロボットをつくる、というわけではないんですね？

**宮尾** ええ、つくるのはロボットの頭脳の部分です。実際にロボットが赤門をくぐって試験会場に行き、鉛筆を握って試験問題を解く、

というわけではありません。

**田井中** どうして大学入試なのですか？

**宮尾** ポイントは、人間にとってやさしいことと、コンピュータにとってやさしいことは違うということにあります。暗算はコンピュータのほうがはるかに得意だし、チェスも将棋もプロを負かすほど強い。IBMの質問応答システム「Watson」<sup>\*1</sup>もクイズの世界チャンピオンになりました。人間にとっては東大合格よりも将棋のトッププロになるほうがずっと難しいけれど、コンピュータにとっては、東大合格より将棋のほうが簡単なのです。東大入試は、将棋やクイズほどルールが明確ではないから難しい。知識やデータをいかに利用

して答えを導くかという意味で、大学入試には、より人間らしい情報処理の仕方が必要になります。かといって、小学校の試験や一般社会ほど常識に依存するわけでもないので、人工知能の研究として次に狙うべきところとしてはほどよい目標と言えるでしょう。

**田井中** 小学校の問題のほうが難しいと。

**宮尾** たとえば、「1日に3台の車をつくる工場があったとして、12台つくるには何日必要ですか？」という文章から、コンピュータは人間のように瞬時に数式を立てることができません。車や工場といった概念がわからないので、関係性が理解できないのです。それに比べれば積分の計算のほうがずっと簡単です。

“人間にとってやさしいことと、  
コンピュータにとってやさしいことは違うということ”

**田井中** センター試験は選択式で、二次試験は筆記式ですね。

**宮尾** 当然、センター試験のほうが取り組みやすいし、正誤が明快なので評価もしやすい。二次試験となると文章を生成しなければなりません。コンピュータが出した答えを、いかにして人間にわかるように伝えるのか、プロジェクトの後半ではそちらに研究をシフトさせていく予定です。

**田井中** 試験科目によって難しさが違うのですか？

**宮尾** 難しさというよりも、人工知能の研究として取り組むべき課題が違ってきます。知識を問われる社会科の問題は記憶がモノを言うのでコンピュータなら簡単だろうと思われるかもしれませんが、問題文に書かれていることと、コンピュータがもっている知識が意味的に一致しているのかどうかを判定するのは、実は簡単ではありません。これを可能にするのが、「含意関係認識」※2という手法で、成果を上げつつありますが、いまだ非常に難しい課題です。一方、倫理は一般常識を問われる問題が多く、国語的な理解が必要で、常識のないコンピュータにとってはさらに難しい。私自身は、暗記問題は苦手だったので、倫理を選択したんですけどね（笑）

**田井中** 倫理や国語は常識を問われるから難しいと。

**宮尾** 常識だけの問題ではないですが、英語もそうですね。たとえば、英語では会話の穴埋め問題があるのですが、それなりに生活経験がないと自然な会話を選ぶことは難しいでしょう。読解問題では論理的・合理的思考を試されますが、ここでいう論理的・合理的思

考というのはどういうことか、実は明らかではありません。コンピュータにそれを教え込ませるにはどうしたらいいのか。また、科目に限らず、問題文の中に写真やグラフ、漫画が出てくる場合もあります。人間は無意識のうちに理解しますが、こうしたものをコンピュータに理解させることは非常に難しいのです。

**田井中** 数式を解くのはやさしいのではないですか？

**宮尾** 数式だけが与えられていれば数式処理の問題で、コンピュータには得意そうに思えますが、そう簡単でもないそうです。また、問題文自体は自然言語で書かれているので、それを数式などの非言語的な世界と接続するのはさらに難しい。同じような難しさは、物理や化学のような数値的な世界、あるいは小説読解のように感情やシチュエーションなど、どう記号化していいかわからない世界との接続でもあります。だからこそ、小学校の問題は難しいんですね。

**田井中** 難問が山積みですね。

**宮尾** 今まで誰も取り組んでいない課題がたくさんあるということ。だからこそチャレンジングで、異なる分野の人たちとの接点もできて、わくわくします。実用面でも、プロジェクトの成果は将来的には、意味に基づく検索や対話システム、実世界ロボットのインタフェースなど、汎用的なシステムに応用されていくことになるでしょう。「東ロボ」では研究分野が多岐にわたるため、NIIがデータ整理やプラットフォームの構築など環境整備をし、国内外の研究者を巻き込んで目標を達成したいと思っています。今後はさらにオープンブ



プラットフォームを構築し、一般の人も参画できるしくみをつくっていきますので、我こそはと思う人はぜひ挑戦してください。



### インタビューの一言

コンピュータに人間と同様の知能を持たせようという試みが始まってから半世紀以上経ったが、いよいよ道具立てがそろってきた感がある。そうしたなかで、「東大入試突破」という目標は、実にキャッチーで、わかりやすい。難問は山積しているが、手に届きそうな気配もある。なにより、若い研究者が楽しみながら参加しているのがいい。今後のAI研究を加速させる起爆剤となるに違いない。

### 田井中麻都佳

本誌デスク／編集・ライター

中央大学法学部法律学科卒。科学技術情報誌『ネイチャーインタフェイス』編集長、文科省 科学技術・学術審議会情報科学技術委員会専門委員などを歴任。本誌デスクのほか、書籍などの編集・執筆を手がける。共著に、『これも数学だった！？カーナビ・路線図・SNS』（丸善ライブラリー）がある。分野は科学・技術、都市、環境、音楽など。専門家の言葉をわかりやすく伝える翻訳者の役割を追求している。

#### ※1 Watson

IBMが開発した質問応答システム。IBMのグランドチャレンジとして2007年に研究開発がスタートし、2011年2月に米国の有名なクイズ番組「Jeopardy!」で、2名のクイズ王と対戦し、獲得賞金総額で首位となった。

#### ※2 含意関係認識

二つの表現が違う文の間に、同じ意味が成り立つかどうかを判別すること。





# グランドチャレンジ「東ロボ」は 社会に何をもたらすのか

人間の思考や知能をコンピュータ上で実現することを目指す、人工知能。その技術は、コンピュータの黎明期から現在に至るまで、幾度かの転換期とさまざまなグランドチャレンジを経ながら大きく進展してきた。2011年にスタートした「東ロボ」プロジェクトも、人工知能技術を飛躍させる新たなグランドチャレンジとして注目を集める。その可能性と成果への期待について、第一線の研究者が語り合う。

## 「知能とは何か」という 根源的な問題

**稲邑** 人工知能研究は新しいことと思われがちですが、実は、その歴史は長いですね。

**西田** 「Artificial Intelligence (人工知能)」という言葉が初めて使われたのは、1956年のダートマス会議<sup>\*1</sup>です。世界最初のコンピュータ「ENIAC」が開発されたのが1946年ですから、人工知能の本格研究はコンピュータが発明されてすぐに始まったと言えます。その後、人工知能研究はほぼ10年周期でパラダイムを転換しながら進展してきました。人間のトー

タルな知能を超える人工知能はまだ実現されていませんが、データマイニング技術<sup>\*2</sup>、音声・画像認識技術、自然言語処理技術、情報検索技術など、さまざまな要素技術はすでに社会で活用されています。

**稲邑** 人間に近づくことを目指しているのは、ヒューマノイドロボットという意味でのロボットも同じですが、人工知能とロボットの関係についてはどうお考えですか。

**西田** 知能は脳だけで実現できるという考え方と、知能には本質的に身体性が必要だという考え方がありますが、僕は後者の立場を支持しています。図形的なことや、空間的なことを直観的に理解するには、身体性が不可欠だと思います。

**稲邑** 私は学生時代からロボット工学を専門としてきて、「東ロボ」では物理の問題を担当しています。この物理の問題が、脳で考えるだけでは突破できないことの典型です。ボールを投げる、力を加えすぎると壊れるといった現実世界の事象を扱うには、人間が体で体験して身につけている物理法則や知識が必要だからです。現時点ではシミュレータにより対応していますが、将来は、ロボットが人間と同じように実世界で活動しながら、そうした体験的な知識を獲得できるようにしたい。ただ、人間の体の機能を工学的に実現するのは非常にハードルが高いため、脳機能という意味での人工知能の研究とどう結びつけていくかは今後の大きな課題です。

### 稲邑 哲也

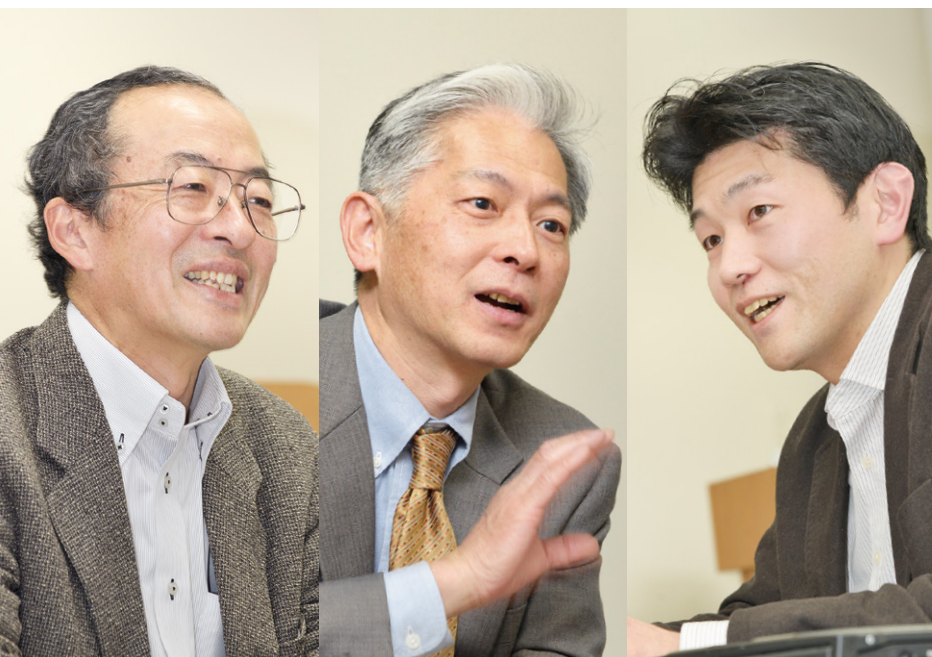
国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 准教授  
総合研究大学院大学 複合科学研究科 情報学専攻  
准教授  
「東ロボ」サブプロジェクトディレクター

### 武田 浩一

日本アイ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所  
ナレッジ・インフラストラクチャ担当  
技術理事

### 西田 豊明

京都大学大学院  
情報学研究所 知能情報学専攻  
教授



**西田** 人間らしい人工知能やロボットを実現するためには何が必要かという、根源的な問題についても突き詰めて考えていく必要があります。人間の場合は、頭脳だけでなく、心や感情が大きな役割を果たします。すぐれた人工知能やロボットを作るには、こうした要素も取り入れていくことが必要です。

**武田** 私も参加した「Watson」の開発プロジェクトでは、そのような人間的な要素は切り離して、質問に対する解答を計算する性能だけを追求しました。最終的に音声認識は使わず、答えを読み上げる音声合成だけを使用していますから、人間らしく聞いて答えるというシステムでもありません。ただ、負けているときに焦って間違えるということもないですが、そういう意味では、Watsonは人間に代わるものではなく、「大量のデータを利用して質問の解答候補および仮説を生成し、根拠に基づいた評価を行う」ことに特化して、人間の知的活動のサポートを目指したシステムと言えます。

## 身体性や心の領域にも 踏み込む

**稲邑** WatsonがIBMのグランドチャレンジという位置づけであったように、「東ロボ」はNIIのグランドチャレンジです。その目指すと

ころは東大合格ですが、それが実現したら本当に知能を獲得したことになるのかというと、まだ第一歩にすぎないのかもしれない。たとえばこういう問題があります。「金属の棒に数箇所バターを塗り、そこに豆を付ける。その棒の片方をろうそくで温めたら、どういう順番で豆が落ちるか」という小学校の理科の問題です。「東ロボ」が東大入試を突破できても、この問題は解けないでしょう。なぜなら記号や公式に変換できないからです。でも人間なら小学生でも、体験的な知識や常識の範囲で解ける。こうした人間の常識をどう扱うか。今はうまくプログラムすることで乗り越えようとしています。長期的には人工知能が自ら獲得できるようにするのが理想的な形です。つまり、東大から小学校へとステップアップしていかなければならないのです。それは本当に難しいことだけれど、ロボットや人工知能が踏み込むべき領域であり、その第一歩という意味でも「東ロボ」には大きな意義があると考えています。

**武田** IBMでは今後5年間に人々の生活を一変させるイノベーションとして、人間の五感をコンピュータに取り入れていく可能性を検討し始めています。味覚や嗅覚などの生理学的な情報を、数値的な計算に取り入れるのは難しいことです。しかしそれができたら、より人間に近い思考や知能が実現できるかもしれません。さらに言えば、身体的な感覚が、人間の常識の形成に関わっていたり、人間の心や感情に影響を与えたりするものならば、



これからの情報技術の世界には欠かせない要素となるはずです。

**西田** 第一段階の目標であるセンター試験は、大量のデータに基づく質問応答性能を徹底的に追求するWatson流のアプローチだけでもある程度解けると思うのですが、二次試験の国語の問題などを解くには、心や感情という要素を取り入れていくが必要になると思います。二次試験の記述式の解答を生成するには、読む人をうならせる文章表現力も求められますが、それが実現できればすばらしい成果になるでしょう。「東ロボ」が画期的かつ重要なチャレンジであるのは、気持ちの理解や表現のレベルまで本格的に迫ろうとしていることにあると思います。

**武田** そのようなチャレンジができること自体、この分野の大きな可能性を示していますね。

**西田** 人工知能の研究者としては、二次試験に合格できるような知能ができたら是非会話してみたいと思っています。とても興味深いものになると思います。人間の「知」が顕わになるようなチャレンジに対する答えを実践的に探究することによって、人間の知の本質にかなり迫ることができると思います。人間のクリエイティビティを高め、社会のさらなる進歩にも寄与できるに違いありません。「東ロボ」のこれからのチャレンジを大変楽しみにしています。

(取材・文＝関亜希子)

### ※1 ダートマス会議

1956年に行われた、人工知能に関する研究発表会。正式には「The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (人工知能に関するダートマス夏期研究会)」と呼ばれ、ここで初めて「Artificial Intelligence (人工知能)」という言葉が使われた。

### ※2 データマイニング技術

大量の未整理データから人間の役に立つ情報を見つけ出す技術。



# 数学・物理の入試問題に解を与える 人工頭脳と、その応用技術への期待

人工頭脳で数学と物理の問題を解くためには、知識に頼る社会科問題を解くのととはまた違った難しさがある。しかも、数学と物理では共通の方法論と異なる方法論を必要とするのだという。その現状と課題、そして入試突破というグランドチャレンジ達成後にもたらされるであろう応用技術について、数学と物理の問題を解くうえで中心的な役割を果たす穴井宏和氏、松崎拓也氏、横野光氏に伺った。

数学には「ソルバー」、  
物理には「シミュレータ」

人工頭脳で入試問題を解くためのアプローチは、数学と物理では共通する部分と異なる部分がある。人間が問題文の内容を理解するのに対応する最初のステップは、主に言語処理の手法で行われる。ここで言う言語処理とは、テキストで与えられた問題文をコンピュータが理解できる表現へと変えること。この部分は、数学と物理では、大まかに見れば共通である。しかし、その先は異なる。数学の場合には、問題文の意味を理解した後、「立式」（式を立てること）を経て、その式にふさわし

い推論・計算アルゴリズム（ソルバー）による処理が実行される。問題文から得られた論理表現と、計算に必要な論理表現との間に存在するギャップを埋めるのが立式というわけだ。

一方、物理の問題の場合も問題文の意味理解は言語処理によって行われるが、次のステップには「物理シミュレータ」を用いる。物理シミュレータとは、物理現象をシミュレーションするソフトの一種。問題の状況のシミュレーションを行い、得られたシミュレーション結果を解釈するという、数学とは異なるステップで問題を解く。物理分野の問題を担当するNIIの横野光氏は次のように説明する。

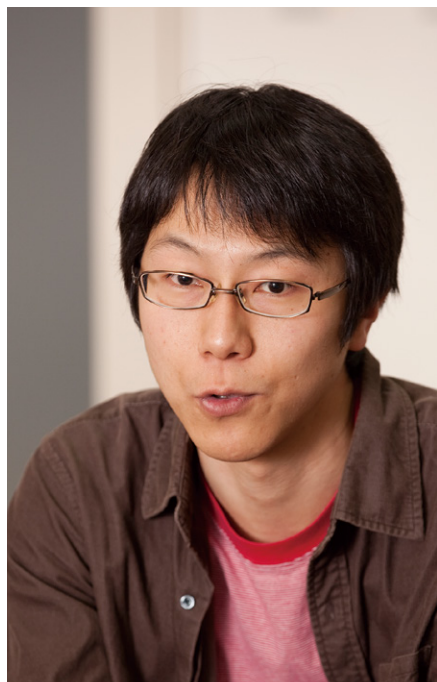
「人間は問題文の内容を理解して、物理法則を推測し、関係する公式を使って問題を解きます。それに対してコンピュータは、問題文に出てくる状況を実際に物理シミュレータで再現して計測し、得られた結果から選択肢に近いものを探すのです」

例えば、バネと重りの位置関係から物理現象を解く問題なら、さまざまなパラメータで得られるシミュレーション結果を選択肢と照らし合わせて解を探すというわけだ。

グランドチャレンジ達成に向け  
精度を上げるために

東大合格という目標について、数学分野を担当するNIIの松崎拓也氏は次のように語る。

「現時点でセンター試験問題のうち計算機による解法の見通しを得ているものが約5割。二次試験についても、基本的な解法の枠組みはセンター試験と共通。計算機が得意とするタイプの問題から始めて、解ける問題の範囲を着実に広げていければ、合格点達成が見えてくるはずです」



松崎拓也

国立情報学研究所  
社会共有知研究センター  
特任准教授

目標をクリアするためには、何が必要なのだろうか。数学分野を担当し、ソルバーの開発者でもある富士通研究所の穴井宏和氏は次のように話す。

「テキストや図形を式にどう落とすのかに尽きますね。たとえ正しい式でも、変数が多ければ計算量が膨大になってしまう。出題者が想定した解法に従えば、ソルバーで解けない入試問題はほとんどない。試験時間内に解くためには、立式が鍵を握っています」

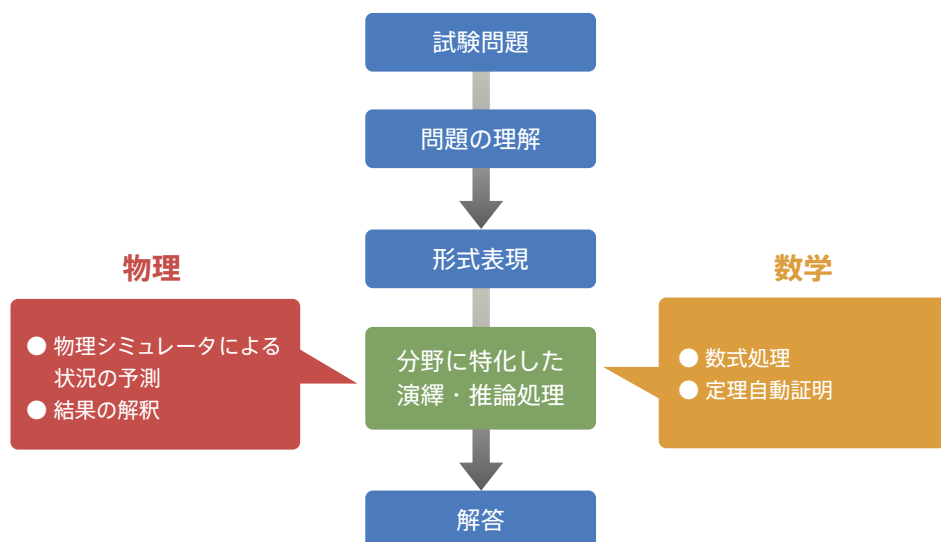
問題によっては、複数のソルバーを組み合わせる必要がある。しかし、立式はソルバーが想定する表現に依存するため、ソルバーの選択も重要な課題というわけだ。

あるいは、現時点では解答を得るのが難し



穴井宏和

国立情報学研究所 客員教授  
株式会社富士通研究所 ITシステム研究所 主管研究員  
九州大学 数理学府・MI研究所 教授



図：人工頭脳が物理と数学の入試問題を解くためのアプローチを示す図。  
それぞれ、共通する部分と分野に特化した部分からなる。

いタイプの問題もある。

「アルゴリズムがわからないとか、人間がどうやって解いているのかわからない問題文もあります。しかし、実際に人間がどう考えているのかは深追いしません。まずは点を取るシステムを考えて、その結果としてよいものができれば、そこで初めて人間の考え方との比較に意味が出てくると思います」(松崎氏)

一方、センター試験の物理の問題については、

「全ての問題がシミュレータを使って解けるというわけではなく、課題もある」と横野氏。センター試験では主に、力学、電磁気、波動、熱力学の4つの分野から出題される。力学と、電磁気のうちの電気については既存の物理シミュレーションで対応できる。これに対して、波動や熱力学のシミュレーションは複雑であるが、高校物理で学ぶ範囲ではそこまで正確に状況を再現する必要はないため、シミュレーションに依らないアプローチを考える必要がある。

また、筆記がある二次試験のように、起こりうる物理現象をその理由とともに説明し、記述するタイプの問題については、まだ手つかずだ。今後は、物理シミュレータによる予測・列挙を、その他の基盤技術と組み合わせることが、その解決への鍵になるという。

### 将来、 どんなことに役立てられるのか

ところで、富士通で開発されてきたソルバーは、従来、ものづくりの設計において、最適解を与える重要なツールとして活用されてきた。しかし、その扱いが容易でないことから、利用が限られてきたという。

「現場のエンジニアにこそ使ってほしいツールですが、なかなか普及しないのが現状です。プロジェクトでの成果を活かして、問題文を与えると自動的にソルバーが解答してくれるようになれば、エンジニアにもっと使っていただ



るようになるはず」と穴井氏は期待する。

言語解析・立式・計算処理のステップを想定した問題設定というのは、単に入試問題を解くためだけでなく、自然言語処理とソルバーという両方の研究にとっても意義深い。つまり、自然言語処理の立場からは、言語解析のゴールが形式表現として明確かつ厳密に与えられることになり、一方、数式処理アルゴリズムの立場からは、問題を解く際に必要なノウハウが体系化されるからだ。

「どの問題にどのソルバーが使えるのかが明確になれば、ソルバーの利用が一段と進むでしょう。数学的手法を広めることに貢献できるし、数式処理の計算技術をアピールすることにもつながります」(穴井氏)

一方、グランドチャレンジ達成後の応用面について、松崎氏は次のように語る。

『『何をしたいか』を簡潔に、しかも柔軟に伝えるのが得意な自然言語と、『どう行うか』わかっていることについては凄い力をもつ計算機、じつはバラバラな方向を向いたこの2つの特性をどうつなげるか、というAIの根本的な問題が剥き出しになっているのが数学の問題。グランドチャレンジを達成することで、人間と計算機の新しい関係が見えてくるはず」

物理シミュレータを使うことの将来性について、横野氏は、「例えば、テーブルの上を転がるものを見たとき、人はとっさに手を出してテーブルから落ちないようにします。ところが、今のロボットは、転がっているものを認識できても、物理の法則に従ってそれがテーブルから落ちることまでは予測できません。人工頭脳が進展すれば、実世界の状況を理解し、物理法則に従って変化する事象を物理シミュレーションによってモデル化し、将来を予測することもできるでしょう」と語る。

今回のチャレンジを通して得られる知見は、例えば知能ロボットなどさまざまな分野にも役立つ可能性がある。今後の進展に期待したい。

(取材・文＝保谷彰彦)



横野光

国立情報学研究所  
社会共有知研究センター  
特任研究員



# 問われるのは意味を理解する力。 暗記だけでは解けない社会科科目

入試問題の中でも社会科科目は、人間にとってはいわゆる暗記科目と呼ばれ、記憶が得意なコンピュータなら簡単に解けると思われるかもしれない。しかし、実際に求められているのは丸暗記ではない。問題を解く上で重要な要素は、コンピュータが文章に書かれていることをどう理解するか、どう間違いを見つけ出すかにある。その課題を克服する鍵となるのが、自然言語処理の「含意関係認識」と呼ばれる技術であるという。

## コンピュータに 言葉の意味を理解させる

東ロボプロジェクトで取り組む入試問題の中でも、歴史・地理・現代社会・政治経済などの社会科科目は、記憶した知識が問われる暗記科目である。したがって、膨大なデータベースと検索技術さえあればコンピュータが楽に解けるのではないかと思ってしまう。しかし、現実にはそれほど簡単ではない。

「例えば、『江戸幕府の第三代将軍は誰?』というような問題であれば、単純にデータベースを検索すれば解けます。でも、入試問題はそうではありませんよね。センター試験なら複数の文章から正しいものを選ぶ選択式です。その場合、選択肢と一字一句変わらない文章がデータベースの中にあれば、マッチングさせるだけですむけれど、実際には同じようなことが別の表現で書かれています。簡単な例で言えば、東京と東京都は同じなのか違うのか。そうした違いをコンピュータに区別させるのは、実

### 金山博

日本アイ・ビー・エム株式会社  
東京基礎研究所  
リサーチ・スタッフ・メンバー

は簡単ではないのです」と、質問応答システム「Watson」の開発にも携わってきたIBM東京基礎研究所の金山博氏は指摘する。

その課題を克服する鍵となるのが、自然言語処理の含意関係認識技術であるという。それはどのような技術なのだろうか。東北大学大学院の渡邊陽太郎助教は次のように解説する。

「自然言語処理とは、簡単に言うとわれわれが日常的に使用している言葉をコンピュータに理解できるようにさせる技術です。そのままではコンピュータにとっては単なる文字列にすぎない文章を、単語に分割し、文の構造を解析し、構造化していくことによって意味をもたせるのです。含意関係認識はその中で、二つの文の間に含意関係が成り立つかどうか、つまり

表現が違って同じことを意味しているのかどうかを判別する技術です」

## 含意関係認識技術を 進展させる NTCIR RITE

含意関係認識とはすなわち、単語ではなく文章のレベルで、コンピュータが人間の言葉の意味を理解することをめざす技術と言える。より高度な自然言語処理を可能にするとして、近年注目されている分野である。

日本では、NIIが主催し、自然言語処理や情報アクセス技術の向上をめざす国際ワークショップ「NTCIR」の中で、含意関係認識に関するタスク「RITE」が2011年から新たに設定された。RITEでは、参加チームがそれぞれ独自のアプローチを含意関係認識の評価データに適用し、その手法について評価し合う。評価データはいくつかあるが、例えば、以下の2つ



渡邊陽太郎

東北大学大学院情報科学研究科  
システム情報科学専攻 助教

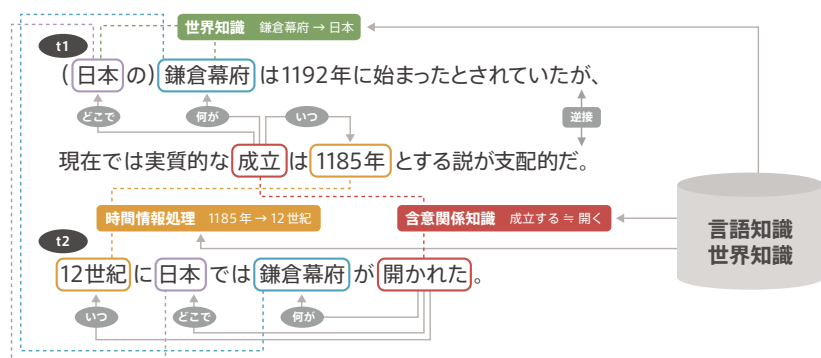


の文章について、含意関係が成り立つかどうかを判定するといったものだ。

t1 鎌倉幕府は1192年に始まったとされていたが、現在では実質的な成立は1185年とする説が支配的だ。

t2 12世紀に日本では鎌倉幕府が開かれた

「私たち人間は、t1が成り立つとき、t2も成り立つことを容易に判断することができます。しかし、それをコンピュータに認識させるためには、まず『鎌倉幕府(が)1185年(に)成立した』といった意味構造を正しく解析する必要があります。さらに、言葉に関する知識や世界に関する知識を活用することによって、表現の違いを吸収したり常識的知識から推論できる情報を補ったりした上で、文の間の関係を推論しなければなりません。(図参照)」(渡邊助教)



そうしたプロセスにそれぞれ異なる手法を適用し、互いに比較、評価し合うRITEには、含意関係認識技術の進展を加速させることが期待されている。

「私の場合は、これまで研究してきた数学の知見も取り入れた論理的な推論というアプローチで、RITEで好成績をあげることができました。ただ、論理性を持ち込むまでの難しさは、自然言語がもつ表現の多様性です。二つの文章の意味が根本的に違うのか、単に表現の違いなのか、コンピュータにそれを判断させるのは非常に難しい反面、面白いポイントでもあります」と、RITEに参加しているNIIの田然特任研究員は語る。

## NTCIR (エンティサイル)

NTCIR (エンティサイル) は、情報検索とテキスト要約・情報抽出などのテキスト処理技術の研究を発展させることを目的とした評価型のワークショップだ。その中でRITEは、自然言語処理や情報アクセス研究に広く共通する課題である、テキスト間の含意 [推論]・換言 [同じ意味]、矛盾の認識を目的としている。

NTCIRについては、NII Today No.48 P4-P7参照。  
[http://www.nii.ac.jp/userdata/results/pr\\_data/NII\\_Today/48/p4-7.pdf](http://www.nii.ac.jp/userdata/results/pr_data/NII_Today/48/p4-7.pdf)

トでもあります」と、RITEに参加しているNIIの田然特任研究員は語る。

## 人間の知の世界を 深めていく

こうしたNTCIR RITEの成果を試すことができる題材の一つが、東ロボにおける社会科学科目問題だ。第一段階の目標となっているセンター試験で求められるのは、問題文の意味を理解し、複数ある選択肢の文章の正誤を判定すること。それは、教科書やWikipediaなど

らない。

「含意関係認識とは別の方法として、クイズ形式の問題に答えることができるWatsonのシステムに、センター試験の世界史の正誤問題を英訳したものを解かせる実験をしました。正しいかどうかを判定したい文の中にあるキーワードが嘘かもしれないと疑ってみて、その部分が何かを問う問題を作ってコンピュータに解かせると、試験問題を通じてどんな知識を確認しようとしているかが浮き上がってくることもあるのです」(金山氏)

大学入試問題は、含意関係認識などの自然言語処理技術にとっての大きな通過目標であるが、もちろんそれが到達点ではない。そのチャレンジの中から、私たちの社会生活をよりよくするさまざまな技術が生まれることが期待されている。

「大量のデータから知識を生み出すことで、人間の知的活動をサポートする技術を実現したい」(金山氏)、「ウェブ上にある膨大かつ混沌とした情報を目的に合わせて整理したり、真偽判定を助けたりするシステムに結びつけていきたい」(渡邊助教)、「最終的には人間の思考プロセスをコンピュータで実現できるようにしたい」(田特任研究員)と、めざす目標はそれぞれだが、この分野が進展し、コンピュータによる自然言語理解が深まることが、私たち人間の知の世界をいっそう深化させていくのは間違いないだろう。

(取材・文＝関亜希子)

## 田然

国立情報学研究所  
社会共有知研究センター  
特任研究員

# 若い世代が語る 東ロボプロジェクトへの期待

AI研究の挫折を知らない若い世代の研究者の卵たちは、「東ロボ」プロジェクトをどのように受け止めているのだろうか。昨年、東大受験を突破した松村さんと、高校生ながら「東ロボ」に参加している小松さんを迎え、客観的な立場から、そして実際に携わっている立場から、それぞれプロジェクトについて興味を抱いている点と、将来への期待を聞いた。

ロボットが受験したら  
数学は目標達成、  
国語では苦戦？

**新井** 先日、東北大学にいる知り合いから、「工学部の学生に将来かかわってみたいプロジェクトを尋ねたところ、『東ロボ』を挙げた学生が複数いた」と聞きました。自然言語処理や数学を専攻する学生でなくても、広く関心をもってくれているようです。本日は、このプロジェクトについて若い世代の意見を聞いてみたいと思います。お二人が「東ロボ」を最初に知ったきっかけは、どのようなものでしたか。

**松村** 私は東大で新聞サークルに所属しており、大学からのニュースリリースで知りましたが、実はそのときは特別な興味を抱きませんでした。新井先生については、2011年に数学の雑誌に掲載されていたインタビューを読み、理数系の課題を言語化するという考え方が自分の興味ととても近いと感じ、印象に残っていました。それでこの春、東大新聞で新井先生に取材させていただき、改めてこのプロジェクトについてお聞きして、その面白さに気づいたところです。

**小松** 僕はプロジェクトが立ち上がった当初、テレビや新聞のニュース、「NHKスペシャル」で見て、すごいな、こういう世界があるんだ、と驚きました。今は高2ですが、中1でプログラミングを始め、中3から人工知能研究に興味をもって自然言語処理に取り組んでいたもので、「東ロボ」にも参加できるならしたいなあ、と。実は自然言語処理を始めて1カ月

経ったとき、言語処理学会に参加したかったのですが、親に反対されたんです（笑）。でも、自分で勉強を続けて翌年は参加し、その流れで「東ロボ」にもかかわらせていただいています。

**新井** 現在はプログラミングに必要な計算パワーやデータ、モジュール等がオープンソースで入手できる環境があり、やろうと思えば誰でも始められるわけです。だから、小松さんのような高校生がいても不思議はありません。

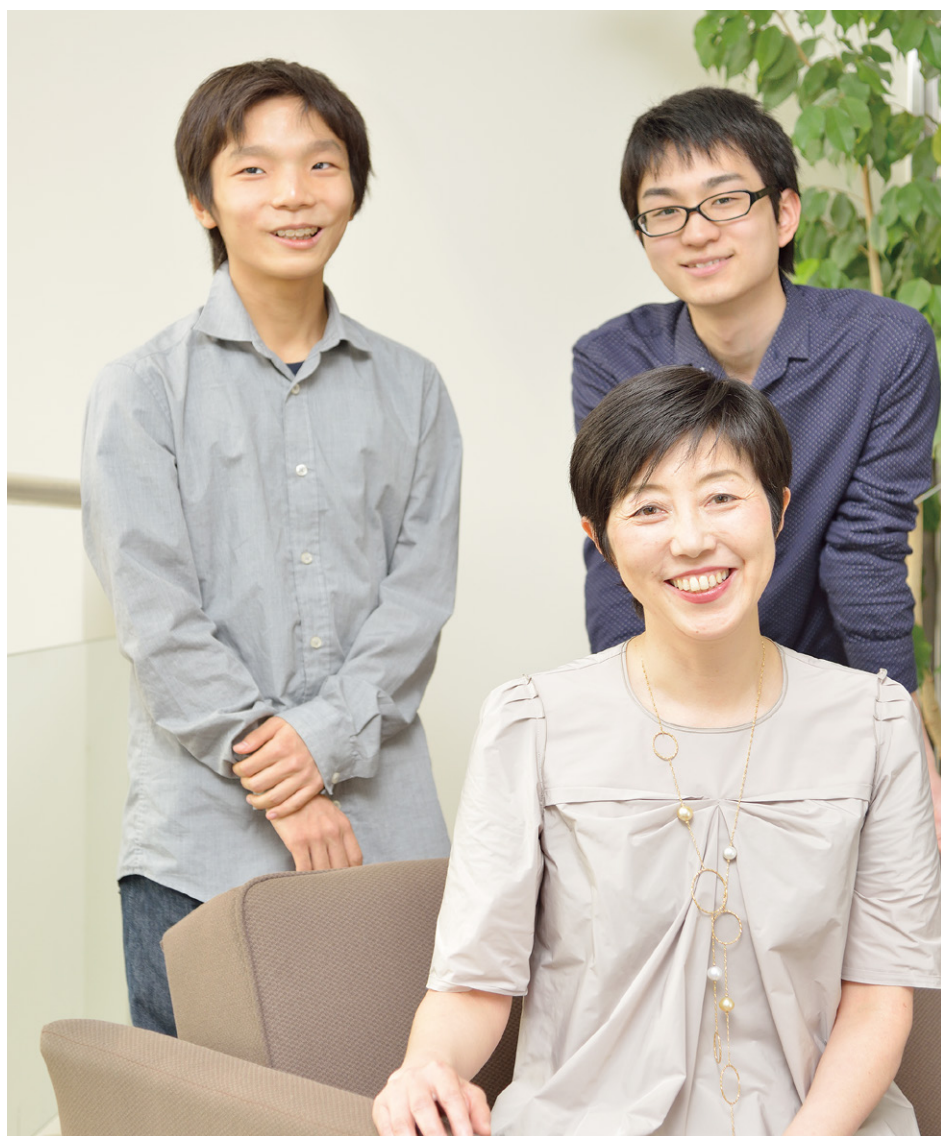
Web時代ならですね。

——松村さんは昨年、東大を受験したばかりですが、ロボットは東大に受かると思いますか。

**松村** 受かると思います。国語はわかりませんが、数学はパターンを理解してしまえば、それほど難しいものではありません。

——小松さんは、プロジェクトに参加している立場からどう思いますか。

**小松** プロジェクトに参加したのは自分のテストの点も上がるのではないかと考えたこと







もあるのですが、少なくとも、自分の受験勉強の役には立っていません（笑）。2016年のセンター試験における東ロボの目標達成は科目によると思います。国語などは解く筋道を考えるのも難しいので。

**新井** 確かにどの科目をとっても課題山積ですが、「できる」と思うことが大切だと思うんですよ。たぶんこれだけの人数の研究者が「今回はできるんじゃないか」と思ったということは、できる条件が整ってきつつあるということだと思いますから。

## 人工知能研究の魅力は人間を理解できること

——「東ロボ」のどういう点に興味がありますか。

**松村** 人工知能研究は、「人が考えるとはどういうことか」という問いを数理的に言語化する活動ですよ。そこが面白いと思います。

**新井** 人間の知的活動のどこが機械化可能であるかは、デカルトやホッブズの時代から哲学的に捉えられてきた問題です。チューリングが計算機の理論をつくった20世紀前半、こ

の問題は哲学を離れ、工学分野の問題として捉える枠組みができました。そこから人工知能研究が進んだのですが、1980年代にやや大きな挫折がありました。当時はまだ計算力が弱く、データもなく、環境が十分に整備されていなかったのです。それで課題が細分化されていきましたが、この問題はおそらく、30年に1回統合し、その時代の技術でやれるところまでやり、次の時代につないでいくべきものだと思います。ここで一度、統合して考え、できることとできないことを洗い出す。できなかったことは、30年後まで寝かせておけばよいのです。

**小松** 人工知能の面白さは、それをつくることで人間がわかること。人間にとっては本当に簡単な問題でも、それについてどう考えているのかはまだわかっていません。僕は神経科学や認知科学も勉強しているのですが、人工知能をつくることで、それらの分野についても解明できたらと思っています。失敗しても、それを教訓に先に進めるのもいいですね。

**松村** それに、もしセンター試験が突破できれば、人工知能のキャパシティが向上していることの証明にもなりますよね。それは多様な分野に応用でき、社会に成果を還元していくことにつながるのではないかと期待しています。

## スモールデータで精度を上げる日本ならではのチャレンジ

で迷っていますが、物理の場合、モデリングをして問題に対するおおよその答えを出していくのに対し、数学は目の前の問いに、その場で完全な答えを出せる。そこにとても魅力を感じています。

**新井** それが数学ならではの“格好良さ”ですね。私は「東ロボ」をリスクヘッジプロジェクトと呼んでいます。人間の学習能力にあたる機能を人工知能にもたせようとするとき、データ量に対して対数的にしか精度が向上しないため、精度向上のためにはビッグデータが必要となります。しかし、日本国内の学術機関だけで必要なビッグデータを集めるのは難しい。ですから、スモールデータで精度を上げられる方向性の研究をしておく必要があるのです。入試データは過去20年分を集めても、とても小さなデータ量です。スモールデータから精度よく推論する研究は、世界の潮流からは外れますが、非常に重要ですし、“格好がよい”ものです。これをぜひ、若い人たちに経験してほしいですね。

**松村** 人工知能の研究で人間の脳そのものがつくれるわけではありませんが、100年後にはどうなっているのか、果たして人間の知能を超えてしまっているのか、とても気になります。

**新井** 人工知能研究が進むことで、人間の本質がよりはっきりしてくるでしょう。私はこのプロジェクトに、かつての挫折を知らない世代に新鮮な気持ちで取り組んでもらいたいと思っています。オープンプラットフォームなので、誰でも参加できます。小松さんも取り組むために入試問題をダウンロードしたのですよね。

**小松** はい、これから何にどう取り組むか考えているところです。情報検索など、科目に限らず使えるプログラムを改善していきたいです。

**新井** とともにチャレンジしていきましょう。  
(取材・文＝桜井裕子)

**松村泰宏 (右)**

東京大学 理I 2年

**小松弘佳 (左)**

東海大学付属望星高校 2年

**新井紀子**

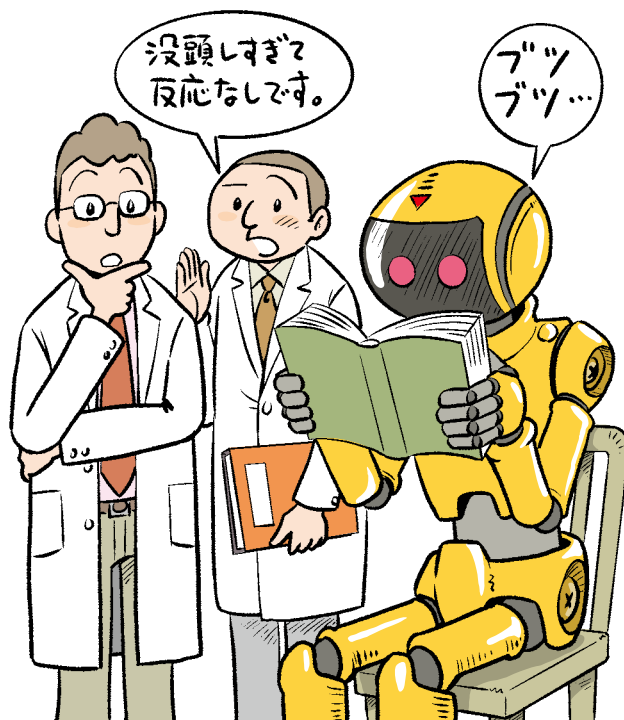
国立情報学研究所 社会共有知研究センター長  
情報社会相関研究系 教授  
「東ロボ」プロジェクトディレクター

**松村** 私は将来、数学に進むか物理に進むか

## 「わかる」という体験

影浦 峽

東京大学大学院 教育学研究科 教授



レストランや料理の紹介を読んで美味しそうと思うことと実際に食べて美味しさを体験することが質的に違うこと、そして味が「わかる」ことが後者を指すことは、恐らく誰もが認めるところでしょう。料理ほど明確ではありませんが、映画評を読んだだけでその映画がわかったとは言えないことにも、たぶん多くの人が同意するのではないのでしょうか。

ところが、いわゆる「知識」とそれを伝える本について、私たちは、解説を読めば元の本が「わかる」と考える傾向があるようです。もしかすると、料理を食べることと料理の解説を読むことに相当する違いがあるにもかかわらず、「わかる」体験をもたらす媒体が解説を伝える媒体と同じ「言葉」であるため、両者が混同されているのかもしれない。

このように考えると、少しはっきりすることがあります。まず、「わかる」瞬間、すなわち「腑に落ちる」ことはあくまで体験であって、情報の受容や操作とは違うこと。また、人が何かを「わかる」とときには没頭するプロセスを経ることが多いこと——つまり人はいわば「過学習」を通して普遍的知識を身につけるように見えることなどです。

そうだとすると、一般に過学習を避けて一般化をめざす機械学習的な方法で知識を伝える言葉を扱うことにより、コンピュータが人間のように「わかる」状態を実現するのは難しそうです。それでもなお、「腑に落ちる」ことは人間のみに許された特権で、所詮コンピュータにはできないことだと開き直すのではなく、コンピュータが「わかる」ことを目指すのならば、「腑に落ちる」ぎりぎりのところまで突き詰める。例えば読書に「没頭する」プロセスをコンピュータでどう扱うかが——手段とは別に——概念的にとっても大切な課題になりそうです。

ここで「わかる」ことはあくまで知的な体験ですから、「没頭すること」も、感性的にではなく知識に関わる明晰で論理的なプロセスとして捉えることが最初の入り口になります。「わかる」ことを、情報の操作と処理に還元するのではなく「腑に落ちる」ことへ向けてどこまで明晰に辿れるか、この点が、実際に東大に入れるかどうかとは別に——というのも一説によると情報の処理がうまくいけば東大には入れるそうですから——NIIの進める「ロボットは東大に入れるか」の挑戦で何よりもわくわくする点ではないのでしょうか。

情報から知を紡ぎだす。

NII

表紙イラスト

東大のシンボル・赤門で警備員に制止されるロボット。「ロボットは東大に入れるか。」プロジェクトでも、実際にロボットが赤門をくぐって、入試を受けるというわけではない。研究が進められているのは、あくまでも人工頭脳の開発である。

国立情報学研究所ニュース [NII Today] 第60号 平成25年6月

発行：大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 <http://www.nii.ac.jp/>

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号 学術総合センター

編集長：東倉洋一 表紙画：小森誠 写真撮影：川本聖哉 / 佐藤祐介 デスク：田井中麻都佳 制作：インスケイプ株式会社

本誌についてのお問い合わせ：総務部企画課 広報チーム TEL：03-4212-2164 FAX：03-4212-2150 e-mail：kouhou@nii.ac.jp