

## INTERVIEW

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

# THE FRONTIER OF SOMETHING NEW IN INTELLIGENCE

## 人工知能のフロンティアを語る

PROF. TAKAO TERANO  
TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

### INTRODUCTION

*Prof. Takao Terano received a B.A degree in Mathematical Engineering, M.A degree in Information Engineering from the University of Tokyo and a Doctor of Engineering Degree from Tokyo Institute of Technology and is currently a professor at the Department of Computer Science, School of Computing there. His ongoing research interests include Agent-based modeling, Knowledge systems, Evolutionary computation and Service Science.*

*This month, he tells us more about his thoughts on AI and its current and potential impact on the Japanese society.*



寺野隆雄教授は東京大学計数工学科を卒業、同情報工学科修士課程を修了。東京工業大学の工学博士を取得し、現在は同情報理工学院情報工学コースの教授である。取り組んでいる研究として、エージェント・ベース・モデル、知能システム、進化計算、サービス科学が挙げられる。

今号で、寺野氏は人工知能に対する自身の考えとともに人工知能が日本の社会に与える影響について語った。

***In what ways will the development of Artificial Intelligence (AI) improve the lives of Japanese people? Could you provide us with two concrete examples?***

For Japanese people, there are two pertinent issues: one is that of “internationalization,” which comes from the fact that most Japanese

people can only live in a Japanese speaking environment; the other being “uninformed political decision making,” because there are very few systematic ways to attain sound public opinions among Japanese citizens. To cope with these issues, the application of AI technologies, or Intelligence Amplifiers by Information and Communications Technologies (ICTs) will have an important role.

#### 1 Acquiring global communicators:

Gundam robots (in comics and/or animation) are used to increase human physical powers by letting a pilot control the robot. As such, to increase human mental or intellectual powers, we should develop intelligent devices with AI technology (Intelligent Gundam). Such a device would pale in comparison to a future advanced iPhone. It would need to have, at least:

- 01 **Real time automated translation into any language** (including machines and/or animals) from daily conversations to expertise discussions;
- 02 **Full access to AI powered internet search engines** such as Watson, IBM's intelligent platform;
- 03 **Time and space mobility support functions for public and/or automobile transportation** (maps, time tables, Uber, travel reservations, etc.).

#### 2 Simulators widely adopted to measure our society:

Most citizens believe it difficult to attend to the political discourse or decision making in social problems. Additionally, politicians rely on their intuition to make decisions and to make up for their lack of persuasive exposition. However, recent agent-based simulation (ABS) technologies will help even ordinary people



TAKAO TERANO

寺野隆雄

Professor, Department of Computer Science, School of Computing, Tokyo Institute of Technology.

He received his BA degree in 1976, M.A. degree in 1978, both from the University of Tokyo, Japan, and had the Doctor of Engineering Degree in 1991 from Tokyo Institute of Technology, Japan.

During 1978 and 1989, he was research scientist at the Central Research Institute of the Electric Power Industry. His research interests include Genetic Algorithm-based machine learning, Case-based reasoning, Analogical reasoning, Distributed Artificial Intelligence, Cooperative Agents, Computational Organization Theory, and Knowledge System Development Methodology.

He is a member of the editorial board of major AI-related academic societies in Japan and a member of IEEE, AAAI, ACM, and PAAA (president).

東京工業大学情報理工学院情報工学コース教授。

1976年東京大学にて学士号を、1978年に同修士号を修了し、1991年に東京工業大学にて工学博士を獲得した。

1978年から1989年にかけて、電力中央研究所の科学的研究員として勤務。取り組んでいる研究として、機械学習により遺伝的アルゴリズム、事例ベース推論、類比的推論、分散知能システム、協調エージェント、計算組織論、知識システム開発方法論などがある。

人工知能学会の編集顧問、IEEE、AAAI、ACMに所属。PAAA会長。

simulate real-world complex behaviors of the public. This could include anything from marketing behaviors to evacuation decisions in the face of natural disasters. In such cases of an ABS:

- 01 Agents represent models of human behavior;
- 02 Interactive patterns among agents represent group activities, decisions, and other factors;
- 03 The environmental conditions among agents, which represent the world the agents behave.

Developers of ABSs can design and manage the environmental conditions of the simulator. These systems will allow for a better prediction of the future.

Currently, the main area of research in Japan should be techniques such as Human Computer Interaction and Agent-based Modeling.

For Japanese people, there are two pertinent issues: one is that of “internationalization” [...] the other being “uninformed political decision making”. To cope with these issues, the application of AI technologies, or Intelligence Amplifiers by Information and Communications Technologies (ICTs) will have an important role.

How would you rate Japan in the field of R&D? What are Japan’s strengths and weaknesses?

The number of JSAI (Japanese Society for Artificial Intelligence) members is the second largest in the world. In this sense, we have huge potential when it comes to research in AI.

The number of JSAI (Japanese Society for Artificial Intelligence) members is the second largest in the world. In this sense, we have huge potential when it comes to research in AI. In all probability, the amalgamation of Japanese advanced industries, next generation control, marketing, and decision making management/support systems will see further development. This is the strength of Japan as we already have properties in many industries. The role of such expertise is especially important in using large data and machine learning. However, there are some weaknesses to that:

- 1 The number of AI researchers and engineers familiar with advanced AI concepts are extremely limited. This is partially due to the shrinking of the latest AI boom (1980-1990s), during which most companies shut down the research divisions of their organizations;
- 2 Low budgets for AI research from both the government and industries. The 2015 total budget of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS; Japanese main research funds) was

only JPN 300 billion, while Google had over JPN 500 billion, and Toyota had JPN 1.1 trillion for research and development activities.

How important is the need for international collaboration in this field?

Very important. From my point of view, advanced theory and technology are usually birthed at the same time all over the world. Agent-based Modeling, Fuzzy Theory, and Neural Networks are some typical examples.

We can contribute internationally at the start of these phases.

What are the achievements of the Japanese Society for Artificial Intelligence (JSAI) over the last 30 years?

AI always strives for the frontier of something new in intelligence.

The main achievement of JSAI is its “youth.” We are always changing our core members (i.e., chairs, executives and committees) and we encourage new SIGs (Special Interest Groups) of research, even if the field is not so prominent. I believe such activities are a great achievement. However, 4,000 members is too large a number to maintain. I think this number is as a result of the worldwide AI boom. I experienced both the boom of expert systems in the 1980s and the dip of AI between the 1990-2000s. The idea that AI always strives for the frontier of something new in intelligence sometimes leads to disappointment in all related fields when the very fringe isn’t reached. We, the member of JSAI, must continue the effort to promote the current right level of AI theory and technologies.

Should people be afraid of AI; especially given the possibility it creates of fewer jobs available?

I don’t think so. If anything, people might be afraid of AI because of its singularity, for example. In my opinion, machines usually exceed human abilities: cars are faster, computers calculate better, and industrial machines are much more powerful than humans. So-called intelligent machines would exceed some human abilities. As Marvin Minsky said, it is much more difficult to imitate the activities of infant humans than the ones of human experts. In AI research (including advanced IA), there are so many fields to work with.

**Who's responsible for AI development: the Government, universities or the private sector?**

**This means that everyone must understand the changes in AI technology and take responsibility for the development.**

The advance of AI (or any other computer science fields) is much faster than the advance of societies and the ways of thinking of their citizens. This means that everyone must understand the changes in AI technology and take responsibility for the development. However, I feel that the Japanese government is too conservative to accept new technologies and that the US government may be too naive. Theory will think, technology will make, and accreditation must be done by the citizens (including the government, universities and the private sector). However, I am not for the use of AI for military purposes. That being said, I have to admit that unmanned drones have become useful in the battlefield. This is definitely wrong usage of AI.

**人工知能(AI)の進歩は、私たち日本人の生活をどのように改善してくれるでしょうか?具体的な例を二つ挙げていただけますか?**

我々にとって、AIを適用できそうな喫緊な話題が二つ考えられます。一つは、「国際化」の問題です。これは、ほとんどの日本人は日本語が話せる環境のみで不自由なく生活できてしまうことから生じています。もう一つは、「不十分な情報に基づく社会的意思決定」という問題です。これは、世論がどのように形成されるかという現象の分析、それを意思決定にどのように活かすかというデザインの体系的な方法がないという問題です。こうした問題に対処するのに、AI技術あるいは情報通信技術(ICT)を使って、我々の知的能力を増幅できるようにする必要があります。

**我々にとって、AIを適用できそうな喫緊な話題が二つ考えられます。一つは、「国際化」の問題です。もう一つは、「不十分な情報に基づく社会的意思決定」という問題です。こうした問題に対処するのに、AI技術あるいは情報通信技術(ICT)を使って、我々の知的能力を増幅できるようにする必要があります。**

## 1 国際的なコミュニケーションを援けるAI:

日本の漫画・アニメの『ガンダムロボット』は、ロボットを操縦するパイロット(人間)の身体能力を拡張するために使用されています。これと同様に、人間の知的能力を拡張するには、AI技術を用いた知的な機器、いわば「インテリジェント・ガンダム」を開発するべきだと思います。しかし、こうした機器は、現在のiPhoneのようなスマートフォンの拡張ではいけません。国際的なコミュニケーションをAIが援けるには、少なくとも次の三つの機能を備える必要があるでしょう。

- 01 日常会話から専門的な議論まで、あらゆる言語(機械や動物の言語を含む)への実時間の自動翻訳機能。
- 02 現在、IBMが推進している知的エンジンである「ワトソン」を拡張して、インターネット検索などの利用を高度化する機能。
- 03 公共交通機関や自動車を利用する旅行や輸送のための時間的・空間的な移動の支援機能(地図の高度利用、知的時刻表、知的なタクシー、旅行の予約などの応用が考えられます)。

## 2 社会を測る予測シミュレータとしてのAI

我々一般市民は、ほとんどが政治的な決定に不満を感じています。加えて立法や行政の担当者は、政治的な意思決定を行うのにデータを利用しきれず、直感のみに頼って、説得力の欠如を埋め合わせしようとしています。しかし、最近のエージェント・ベース・シミュレーション(ABS)技術を用いれば、普通の市民でも、マーケティングの行動原理や災害時の避難意思決定など、現実社会の人々の複雑な挙動をシミュレートできるようになるのです。ABSでは:

- 01 各エージェントは個々の人間行動のモデルを表します。
- 02 エージェント間の相互作用のパターンは、集団の活動や意思決定などの状態を表します。
- 03 エージェントをとりまく周囲の状況が、そのエージェントの動きを決めます。

シミュレーションの環境状況は、ABSの設計者が変更する事もできます。こうしたモデリングシステムを用いることで、より正確に未来を予測できるようになります。

現在、日本がめざすべき、AI研究の主要分野は、こうしたヒューマン・コンピュータ・インタラクションと、エージェント・ベース・モデリングの二つです。

**人工知能学会(Japanese Society for Artificial Intelligence: JSAI)は、会員数で世界第二の規模を誇ります。こうした意味で、AI研究に関して我々は非常に大きな可能性を秘めていると言えます。**



**世界的にみて日本の研究開発のレベルはどの程度なのでしょう?日本の強みや弱みは何でしょうか?**

人工知能学会(Japanese Society for Artificial Intelligence: JSAI)は、会員数で世界第二の規模を誇ります。こうした意味で、AI研究に関して我々は非常に大きな可能性を秘めていると言えます。日本の高度な産業と、次世代の制御・マーケティング・意思決定における支援システムは、今後、統合されて、さらなる発展を遂げていくに違いありません。多くの産業分野ですでに膨大な知的財産を蓄積しているということこそが、日本の強みです。こうした専門知識の役割は、大きなデータや機械学習を用いる場合とくに重要になります。もっとも、日本の研究開発には、いくつかの弱点もあります。

**1 高度なAIの概念に精通したAI研究者やエンジニアの数がごく限られていること。これは、一部には最近のAIブーム(1980~1990年代)の退**



QUICK OVERVIEW

LEFT BRAIN, RIGHT BRAIN

LEFT BRAIN

Left brain thinking is verbal and analytical. The left-side of the brain is considered to be adept at tasks that involve logic, language, and analytical thinking. The left-brain is described as being better at:

- LANGUAGE
- LOGIC
- CRITICAL THINKING
- NUMBERS
- REASONING

RIGHT BRAIN

Right brain is non-verbal and intuitive. According to the left-brain, right-brain dominance theory, the right side of the brain is best at expressive and creative tasks. Some of the abilities popularly associated with the right side of the brain include:

- RECOGNIZING FACES
- EXPRESSING EMOTIONS
- MUSIC
- READING EMOTIONS
- COLOR
- IMAGES
- INTUITION
- CREATIVITY

CASE STUDY: IBM

As computers have matured over time, the human brain has no way of keeping up with silicon's rapid-fire calculating abilities. But the human cognitive repertoire extends far beyond just fast calculations. IBM wants to eventually meld left and right brain computing functions into an integrated cognitive computing intelligence that mimics the human brain's ability to be both analytical and intuitive.

*Text From: Scientific American*

数の急増は、世界的なAIブームによるものだと思います。私は、1980年代のエキスパートシステムというAIのブームと、1990~2000年代の「AIの冬」の両方を経験しました。人工知能は常に知のフロンティアを探索するという性質をもっている学問領域です。その探求のほんの一端が達成できなかっただけで、すべての関連分野に幻滅してしまいます。その意味で、JSAIは過度のAIに対する期待を、技術的に適切なレベルに戻し、それを維持する努力を続けなければなりません。

AIは人間にとって脅威になりますか?とりわけ、AIが人間の仕事を奪う可能性が指摘されていますが、この点についてどう考えますか?

AIが人間の脅威になるとは思いません。人々がAIを恐れる理由として考えられるのは、シンギュラリティ(AIが人間の知能を越える日)がもたらす結果ですが、私の考えでは、これまでも機械は人間の能力より優れていたのです。自動車は人間よりも速いし、コンピューターも人間よりも速く計算できます。産業機器は人間よりずっと力が強いのです。いわゆる知能機械も早晩、一部の能力では人間を上回るようになるでしょう。しかし、故マービン・ミンスキー氏が言ったように、機械にとって、人間の幼児の挙動を模倣するほうが、専門家を模倣するよりもずっと難しいのです。高度IAの分野を始め、AI研究にはまだまだ取り組むべき領域がたくさんあります。

政府、大学、民間のうち、誰がAIの発展に責任を負うべきでしょうか?

これが意味するのは、誰もがAI技術の変化に関心をもち、認識を深め、その発展に対して責任を負う必要があるということです。

AI(あるいは、その他のコンピュータサイエンス分野)の進歩は、社会や人々の考え方の進歩よりも、はるかにペースが速いものです。これが意味するのは、誰もがAI技術の変化に関心をもち、認識を深め、その発展に対して責任を負う必要があるということです。しかし、日本政府は最先端技術を受け入れるには保守的過ぎ、米政府は逆に慎重さに欠けるように思います。理論がモノに対する理解を深め、技術がモノをつくりますが、その実用化を承認し促進するのは官民学を含む国民全員でなくてはなりません。個人的に、私はAIの軍事利用には反対です。そうは言いつつも、もはや現在、無人ドローンが戦場で役に立っていることは認めざるをえません。しかし、これは正しい姿ではありません。

For more information about Prof. Takao Terano and his researches, please visit his official website: [www.trn.dis.titech.ac.jp](http://www.trn.dis.titech.ac.jp)

潮によるところが大きいのですが、その退潮の期間に、大半の企業がAI研究から撤退してしまったのです。

2 官民いずれも、AI研究に振り向ける予算が少ないこと。日本の主要な研究助成組織である日本学術振興会(Japan Society for the Promotion of Science: JSPS)の2015年の研究支援予算の総額が3000億円だったのに対し、Googleは5000億円超、トヨタの研究開発予算は11000億円の研究開発予算を投じています。

この分野での国際的な共同研究は、どれくらい重要でしょうか?

極めて重要です。私の意見では、先進的な理論や技術はたいてい世界中で同時期に生み出されます。エージェント・ベース・モデリング、ファジー理論、ニューラルネットワークなどはその代表例です。

こうした新たな局面において、我々は国を超えて協力することができるでしょう。

人工知能は常に知のフロンティアを探索するという性質をもっている学問領域です。

過去30年間、JSAIはどういった成果を挙げてきましたか?

JSAIの大きな特長は、組織を常に若返らせていることです。我々は絶えず、中心メンバー(すなわち、会長、理事、各種研究会の委員)の刷新を図るとともに、新たな研究会(Special Interest Group: SIG)の活動を、分野の重要性を問わず奨励してきました。もっとも、4000名という会員数を維持するのは並大抵のことではありません。最近の会員