

## 科学技術と知の精神文化

講演録 48-1

### 科学技術の行方とこれからの社会

総合研究大学院大学 学長  
日本人間行動進化学会 会長

長谷川 真理子

2018年12月4日

国立研究開発法人科学技術振興機構  
社会技術研究開発センター

---

# 「科学技術と知の精神文化」研究会

## 講演録の発行にあたって

---

世界的に大きな時代の転換期に直面している現在、日本の科学・技術に携わる人々とその共同体の精神・規範・文化について、歴史に学びじっくり議論をし、将来を考える場が必要なのではないだろうか。

阿部博之 東北大学名誉教授のこのような発案により、社会技術研究開発センターは研究会「科学技術と知の精神文化」を設置し、2007年度より継続的に会を開催しています。

研究会では、学問・科学・技術を取り巻く今日までの内外の言説、活動、精神、風土などについて、理系だけでなく、科学史・哲学・歴史学・法学・政治学・経済学・社会学・文学などの多様なバックグラウンドの有識者の方々にご講演いただき、議論を深めてきました。

本講演録は、研究会での講演をもとに、講演者の方々に加筆発展し取り纏めていただいたものです。21世紀に日本の科学・技術を進める上で基盤となる知の精神文化について、より多くの人々が考え互いに議論を深めるきっかけとなることを願い、発行いたします。

国立研究開発法人科学技術振興機構  
社会技術研究開発センター

# 目次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| I. はじめに .....              | 1  |
| II. 技術の発展の 200 万年史 .....   | 3  |
| III. 科学に基づく技術の開発 .....     | 4  |
| IV. 技術の行方 : AI とロボット ..... | 6  |
| V. 科学者の倫理と科学の将来 .....      | 9  |
| VI. ジェンダーの問題 .....         | 10 |
| プロフィール .....               | 11 |

# 科学技術の行方とこれからの社会

総合研究大学院大学 学長  
日本人間行動進化学会 会長

長谷川 真理子

日時：2018年12月4日  
場所：国立研究開発法人科学技術振興機構

## I. はじめに

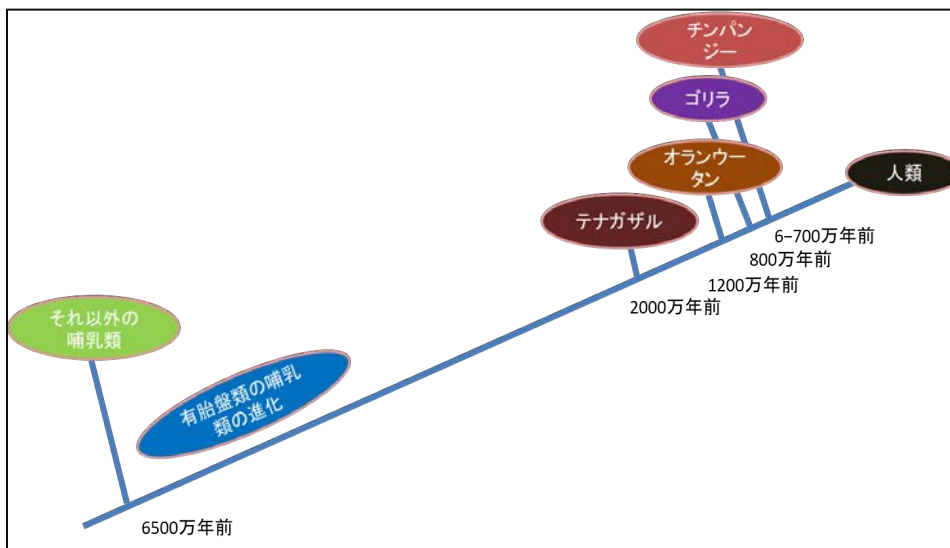
私は、動物の行動から出発して自然人類学を研究しています。東京大学理学部生物学科の人類学を卒業したのですが、その頃は人類に全く興味がありませんでした。なぜ人類学を専攻したかという、前人未到の地に探検に行って動物の研究をしたかったからです。当時は今のように大学ポートレート<sup>1</sup>などもなく、大学がどうなっているのか全くわからないまま、とにかく何かできるだろうと思っていたのですが、生物学科の動物学教室では、そういうことは全くできないことを入学してから知りました。そこで色々調べた結果、人類学教室なら人類の進化を扱うので、猿の研究ができることがわかりました。猿の中でも一番人間に近いチンパンジーを研究すれば、アフリカに行けると思い、人類学教室に進学を決めたのです。

結局、アフリカのタンザニアに合計で2年半滞在することができましたが、その間も、人類にもチンパンジーにも興味がありませんでしたし、チンパンジーは今でも嫌いです。当時のタンザニアは社会主義国で、お金はあっても物が何一つ買えないという大変な物資難でした。28歳で現地人を35人も雇わなければならなかったこともあって、世界観が全く変わりました。科学技術文明がある国とない国、あるいは歴史的に色々と積み上げてきた国と植民地政策などで歩みが遅かった国とで、人間の心がどう違ってくるのだろうかということを考

<sup>1</sup> データベースを用いた国公私立の大学の教育情報を公表・活用する共通的な仕組みとして、大学の教育情報を広く社会一般に公表するもの。

えました。それまで人類学をやっているながら、そういう視点を持ったことがなかったのです。毎日夫と、「どうしてこの国はこうなのだろう」という話をしましたが、人間として同じところもあれば、全く理解できないところもあるわけです。それがどういうことなのかという問題設定が、その頃の私の中に深く植えつけられました。

その後も人類学にあまり興味が湧きませんでしたし、日本の人類学会は非常に狭隘で意見の合わない人が多かったので、学会をやめました。その後、イギリスのケンブリッジ大学に行き、鹿や野生羊の研究をしましたが、そのバックグラウンドは、とても重要だと思っています。行動生態学という学問は、ヒトも含めて動物の行動を一つの理論体系で説明するのですが、動物だけ見ている人は、ほとんどヒトのことを話しません。動物行動学会や行動生態学会は人類学とは切り離されていて、全くヒトの話をしないのです。逆に、人類学会には動物のことをよく知っている人がほとんどいません。私は、動物はどのようにうまく生きているのかというベースラインを知った上で、では人間は何が違うのか、人間の特殊性はどこにあるのかということ、人間中心主義に陥らずに、ベースラインをもとに考えたいと思っています。



私たち人間が持っている性質の多くは、チンパンジーとの共通点から出発しています。800万年ほど前に遡ればゴリラとも共通していたし、もっと遡ると、類人猿とし

ては1,500万年くらい、さらに遡ると哺乳類としては6,500万年くらいの進化史があります。そこからゆっくり進化し、ホモ・サピエンスが20～30万年前に出現します。

1万年前には農耕・牧畜が行われるようになり、そこからは指数関数的にもものすごい勢いで色々な文化が発展します。そういう人類進化史の中で、人間の持っている科学や技術、好

奇心や知識、社会関係の理解などがどういう意味を持っていて、今の爆発的に文化が拡散した時代につながったのかを考えたいと思っています。

人類史的な観点から科学や技術などを考えようと思ったのは、専修大学のときからです。東京大学で理学部の助手をやった後、全く職がないのを拾ってくださったのが専修大学法学部で、そこで科学論を教えることになりました。しばらくして早稲田大学の政経学部に行き、そこでも科学論を教えていたので、その頃から、科学や技術などを人類史的な観点から考えるようになりました。最終的には、人間の脳の進化と心の進化がどういう基盤から出てきているのかを知りたくて、結局人類学に戻ってきました。

## Ⅱ. 技術の発展の 200 万年史

人類は、生業活動をよりよく行うために、道具を発明し、狩猟採集に関する知識を増やしてきました。技術の発展に関して 200 万年くらいの歴史があると思います。もっと前から石器などを使っていますが、偶然ではなくゴールの形に向かって、あるプロセスを念頭に置きながら石器をつくり、それを伝授していったと考えられるのは、大体 200 万年前です。これはもちろん近代科学とは関係がなく、色々な試行錯誤の積み重ねでつくられていきました。狩猟に関しても、豊富な知識がないとできません。道具に関するドメインの知能、人の心を理解するためのドメインの知能、食べられるか食べられないかというドメインの知能などが独立に進化したと考えられていて、それらを全て統合するのに一番重要なのが言語ではないかと思います。1 万年前に農耕と牧畜が始まると、それまで何百万年という単位だった進化のペースが 1,000 年単位になります。そして、17 世紀に近代科学が始まり、18 世紀には産業革命が起こり、19 世紀以後に「科学に基づいた技術の発達」になっていきます。

先ほど、技術の発展に関して 200 万年くらいの歴史があると言いましたが、約 300 万年前には石をぶつけて角をとり、鋭い面をつくることをしていました。しかし、石をぶつけて欠いた偶然の形には計画性がありません。ある種の工程を定型化し、プロセスを念頭に置い

てつくるようになったのは、約 200 万年前に出てきた「アシューリアン石器<sup>2</sup>」です。25 万年前になると「ルヴァロワ技法」という、剥片（削り取った部分）を利用する高度な石器製造技術が出てきました。そして、9 万年前からは道具の種類が爆発的に増えていきます。

### Ⅲ. 科学に基づく技術の開発

このように、技術の進化は約 200 万年前にはじまり、多くの道具が作られてきたわけですが、しかしながら長い間、科学の理論体系と技術は明確に結びつけられていませんでした。17 世紀に、イギリスの陶磁器メーカー「ウェッジウッド」では、割れない強い陶器をつくるには何を材料にすればよいか、美しい色を出すにはどうすればよいかという技術的課題に向け、様々なアルチザン（職人）が研究を行い、その結果、優れた技術に到達しました。しかし、これは科学とは関係なく行われたものです。サイエンスという理論的な体系に基づいて機能を向上させていく「科学に基づいた技術」の開発は、もっと後から出てくることになります。

## 科学に基づく技術の開発

- ▶ 移動・運搬に関わる技術：自動車、鉄道、飛行機、ロケット
- ▶ 通信・情報伝達に関する技術：電信、電話、ラジオ、テレビ
- ▶ 情報処理に関する技術：コンピュータ
- ▶ 食料生産に関する技術：化学肥料、殺虫剤、品種改良
- ▶ 健康に関する技術：薬、測定・観察技術、手術法
- ▶ エネルギー生産：石炭、石油、原子力、自然エネルギー

19 世紀になると、「科学に基づいた技術」による開発が行われるようになります。例えば、移動や運搬に関わる技術なら、自動車、鉄道、飛行機、ロケットなど、通信や伝達なら、電信、電話、ラジオ、テレビなど、情報処理ならコンピューター

<sup>2</sup> 「ハンドアックス」などで代表される大型の打製石器をさす。ハンドアックスは「握り斧」とも呼ばれ、丸まった斧頭（楕円から丸まった三角形）の形をしており、典型的なものは最大長 15～20cm の大きさである。多くは石器の両面が加工されているため、「バイ・フェイス」（両面加工石器）とも呼ばれる。ハンドアックスや他の両面加工の大型石器は、人類が初めて形を予め意識して加工・製作した道具（石器）と見なされている。（東京大学総合研究博物館）

など、様々な技術が出てきますが、私が今日の講演で取り上げたいのは、AIとロボット技術に対するある種の懸念と、その懸念に至るまでの話です。

ある種の需要や欲求を実現するとき、サイエンスベースでなかった時代には、アルチザンが知識を積み重ね、試行錯誤をしてきたので、歩みは非常にゆっくりでした。これに対して科学の理論は、ある現象がどうしてできているかを解明するので、それに基づいた予測を立てて改変していけば、非常に速く技術が進みます。しかし、技術の発展は一つの機能の最適化であり、一旦その技術が広まると、当初は思いもよらなかった弊害が現れることがあります。例えば移動や物を運ぶという欲求を実現するために自動車が発明されるわけです。それはよいのですが、自動車が広まったときに何が起きるか、科学者や技術者は予測もしないし、予測することが使命だとも思っていないのが問題なのです。

今、大気汚染、環境破壊、気候変動、侵入種の拡大、種の絶滅といった問題が出てきています。そういうことがわかり始めたのは、1960年代ころからです。1972年にはローマ・クラブ(スイスのヴィンタートゥールに本部を置く民間のシンクタンク)が研究結果を発表し、「人口増加や環境汚染などの現在の傾向が続けば、100年以内に地球上の成長は限界に達する」と警鐘を鳴らしています。しかし、全然ブレーキがかからず、やっとブレーキがかかり始めたのは東西冷戦が終結してからです。旧ソビエト連邦の軍事や経済の問題に見通しが立ったときに、やっと次の課題として取り上げられるようになったのです。すごく重大なことだと言っても、世界は全く別の要素で動くので聞く耳を持たれません。侵入種の拡大や種の絶滅もさんざん警告されて、ようやくSDGs(持続可能な開発目標)が出てきました。生態学者としては特に海などに危機感を持っていますが、やはり明日の経済が優先されてしまい、問題に気がついたとしても、なかなか重要視はされません。



## IV. 技術の行方：AI とロボット

技術が進歩する中で、子供の育つ環境が変化すると、どういう子供が育ち、どのような大人になるかということに関して、あまり議論されていないように思います。新しいものが出たときに、それを子供がどう使うのかという議論はされますが、経済効果や便利さなどと比べると、あまり取り上げられてこなかった気がします。しかし、今後のAIとロボットに関しては、子供が育つ環境と発達過程で受ける刺激や経験の質が変わることによって、どういう人間になるのかが非常に大きな問題だと思っています。怖いのは変化が早過ぎることです。シンギュラリティ<sup>3</sup>を提唱したカーツワイルの書の中に、この何十年間どれだけ速いスピードで技術が進展してきたかを表すグラフが幾つかあります。インターネットホスト数の増加や、解明された遺伝子情報の増加など、とにかくものすごい勢いで増えています。その中に、製品が発明されてから大量に普及するまで何年かかったかが書いてあります。これはアメリカ人の25%が使うようになるまでにかかった時間ですが、電話、ラジオ、テレビ、パソコン、モバイルフォン、そしてインターネットなど、後から出た技術ほど、あっという間に大量に普及しています。普及するとどうなるのか、考える暇もないうちに全員が持つようになってしまいます。

技術にはコストとベネフィットの両面があります。ベネフィットはよく宣伝されますが、その裏にどういうコストがあるかは、順応的にやってみないとわかりません。自動車や飛行機などは、事故が起きて安全性を改良するなど、結構な時間をかけて順応的に改善されてきたと思います。しかし、スマートフォンなどは短期間のうちにみんなが使うようになりました。このままだとAIやロボット関係も多分同じようになると思います。こういうことを言うと、AIやロボットの研究者は水を差されたと思って色々言うのですが、AIやロボット技術が短期間に普及するとどうなるのかという問いに、本気で答えようという研究者はあまりいません。「なぜ人間と同じようなヒューマノイドロボットをつくるのか」、「誰がそ

<sup>3</sup> 人工知能(AI)が人類の知能を超える転換点(技術的特異点)。または、それがもたらす世界の変化のことをいう。米国の未来学者レイ・カーツワイルが、2005年に出した“The Singularity Is Near”(邦題『ポスト・ヒューマン誕生』)でその概念を提唱し、徐々に知られるようになった。

れを欲しいのか」と聞くと、「金儲けになるから」というような返事が来たりして、全然考えてくれません。だから、人類学者としては絶対に言うべきだと思い、色々なところで警鐘を鳴らしています。

インターネットとスマートフォンは、今や単なる情報処理または情報通信の技術ではありません。情報検索、情報処理、さらに双方向的かつ匿名的な情報通信を兼ね備える技術が、小型でどこにでも持ち運べるようになってきたのです。これが進んで、さらにAIとロボットが流通する社会では何が起きるのか、もっと真剣に考えたほうが良いと思います。この技術は、人間が世界を認識し、人間関係を構築し、コミュニケーションをとることの全体に関わる技術なので、単に移動が速くなる自動車とは違うのです。つまり、脳のはたらきそのものに食い込む技術であり、みんながそれを簡便に使うようになったときに、人間が世界を認識し、人間関係を構築し、コミュニケーションをとることの意味が一体どう変わるのかという事です。

実物を見たり触れたり、様々な経験をして傷つきながら大人になった人間がスマートフォンを持つのはいいのですが、今は幼い頃からスマートフォンをいじり、小学校の高学年ではかなりの子がSNSをやっています。他人や実世界をどう認識するか、信頼関係はどう構築されるか、信頼とは何だと思っているか、そういうことが私たちと彼らでは随分違います。言葉の使い方や、文章を書いたり理解したりする能力も大分違います。そういうことがわかってきていますが、この先、これを続けていくとどうなるのかは、わかっていないのです。

AIやロボットは色々なところに入っていくのですが、一体なぜAIやロボットをここまで持たなければならないのか、誰が欲しいと思っているのか、そこがよくわからないのです。技術を開発する人たちは、どんなに良い技術かを宣伝します。宣伝することによって欲望を操作するわけです。人々は欲望を操作されることにより、良いと思って導入しますが、無意識のうちに悪いことが起こっていても、意識に上るか明確に指摘されない限り、悪いと思わずに使い続けます。そして、悪いことが起こったときには、かなり手遅れの状態で指摘されるのではないかと思います。

トランプ氏がなぜ大統領になれたのか、ブレクジット(イギリスの EU からの離脱)がなぜ賛成されたのか、そういうことも研究されてきていますが、「ボット」と呼ばれるインターネット上の操作を自動で行うプログラムを使って偽の情報をばらまくことが非常に簡単にできるようになっているので、民主主義の大前提はすでに壊れていると思います。中国は監視社会なので、情報操作をしたり、情報監視によって個人の追跡をしたりしています。中国ではホテルに入るのに顔認識情報をとらないといけませんが、そういうときに、個人情報の保護という感覚よりも便利さを優先して、顔認識を認めてしまうのです。中国だけではありません。ケニアでもインフラがないところに携帯電話が普及し、今では 98%がネット決済になっています。そういうことをすると、その人が何を買い、どこへ行ったかという情報が全部どこかに取られるわけです。しかし、取られてもいいと思っているのです。そういう個人の自由に関する感覚は、すでに結構変わってきている気がします。中国は、それらの情報を集めて利便性のあることをやっています。例えば、スマートフォンをとおして集めた、買い物や職業、旅行などの情報から人々をランク付けし、ランクの高い男女をマッチングさせる仲人産業があります。そういうことが可能になってきたということは、信頼や責任、自由といった概念が根本的に変わっている、あるいは変わっていくのではないかと思います。それは、人間が世界をどう認識し、人間関係をどう構築し、コミュニケーションをどうとるかという技術であり、脳の、全部ではありませんが一部のはたらきそのものの技術なので、そこまで関わられてしまうことに危機感を持っています。特に情報通信関係や情報検索に関する技術は、瞬く間に大容量化して変貌すると思われるので、それが広まったときにどうなるかを危惧しています。

## V. 科学者の倫理と科学の将来

### 科学者の倫理：マートンのノルム

- ・ 公共性 (Communalism)
- ・ 普遍主義 (Universalism)
- ・ 利害超越 (Disinterestedness)
- ・ 組織された懐疑主義 (Organized scepticism)

もう一つ、純粹に科学の話で懸念することがあります。近代科学は理論的な体系化や実験、検証を17世紀ごろから行ってきました。そのような中で、1900年代半ば頃、マートン

が科学者集団の倫理として、「科学のノルム」を提唱しました。科学者は公共のコミュニティーの中でお互いに隠したりせず、どの国の科学というのではなくユニバーサルに実験をするのだとか、自分自身の利益のためにやっているわけではないとか、他者の実験や検証結果に対して、足を引っ張る話ではなく積極的に貢献する方向での懐疑主義でやっていくのだとか、そういったことを提唱していて、それは今でも続いています。もちろん基本的にはそうですが、今はそれだけでは済まないと思います。現代の科学には非常にシビアな競争部分があり、そのような中で、現代の科学者の社会的責任がどのように教育されているかが懸念されます。しかも、コピーアンドペーストが非常に簡単にできるようになりましたので、どこまですると悪いのかを明示的に教えないと、若い学生たちにはそれが悪いという概念もないのです。

薬を開発する場合は、効用と副作用の両方を提示して査定をするのですが、スマートフォンの場合、効用と副作用を両方提示して何かをすることはありません。それをしなければならぬ義務もないので、何か考えないといけないと思います。ベンチャービジネスは競争が激しいので、例えて言うと、アイデアが出たら崖から飛び降りて、地面に激突するまでの間に飛行機をつくらなければならないような状況なのです。そういう激しい競争があり、開発コストも大きいので、できたものは絶対に売れなければなりません。ですから、売れるように色々な人の好みを操作する宣伝をするわけですが、その中で、必ず欠点は軽視されていきます。

今、全ての分野を集めると、毎年 200 万編以上の論文が出ているそうです。これだけあると、誰も全貌はわかりません。『ネイチャー』や『サイエンス』などの学術雑誌に出ている論文の 8 割はレプリケート(誠実性の検証)されないのが現状だそうです。そういう中で、科学は一体どこへ行くのでしょうか。私はずっと科学を擁護してきましたが、科学がどこへ行くのか、全体把握の努力が可能なのか、その努力を誰かがしなければいけないのか、最近よくわからなくなってきました。科学探求の面白さや自分で解明したいことなどはよくわかっていますが、知識がある閾値を超えて大きくなっている現在、全体として科学探求がどこへ行こうとしているのかが、昔のように明確ではなくなっていると感じます。科学研究をするときに、基礎研究が非常に大事だと研究者の皆さんは仰います。新聞に取り上げられたときなどでも、基礎科学がこれだけ広くなければイノベーションは生まれないのだと言われてますが、基礎科学というのはイノベーションの僕(しもべ)なののでしょうか。知識は力なりなのか、金は力なりなのか、一体何が科学研究の真の意味なのかを、もう一度考え直したほうが良いと思っています。

## VI. ジェンダーの問題

この講演を依頼されたときに、ジェンダー問題についても触れて欲しいと言われましたので、最後に少しだけお話しします。ジェンダーの問題が、どう科学の世界に影を落としているかは、今まで身をもって体験してきました。私が 1972 年に東京大学の理科二類に入ったときは、520 人中、女性は 10 人ぐらいでした。理科一類が約 1,000 人中 10 人、理科三類では約 100 人中 1 人といった具合で、女性が本当に少なかったのです。

2018 年 11 月 10 日発売の『ニュー・サイエンティスト』という科学雑誌に、「なぜ物理には女性が少ないのか」という特集が出ました。20 年ほど前のイギリスの状況が書かれていましたが、イギリスの高校の半分では物理をとる女性が全くおらず、残りの半分、つまり女性がいる場合でも、その 3 分の 1 は、2~3 人だと書いてありました。要するに、私が大学に入学した 30 年前と全然状況が変わっていないのです。

ではどうすればよくなるのか、それを検討しなければいけないわけですが、結局は、科学者育成過程における学校の環境と、親の期待における家庭環境なのだと思います。それが両方相まって自己分析や自己肯定感における性差別が起きているのです。認知能力(知的機能)には生物学的性差はほとんどありません。感情面や動機づけで何をしたいと思うか、どれが優先順位だと思うかに関して性差が出ているのです。しかし、それも本当に生物学的性差なのかどうかはわかりません。私も、何か言われてどうしようもない状況になってしまうと諦めてしまうことがあります。そうすると、その能力も伸びません。ですから性差の話は、生物学的差なのか環境から生じる差なのか、どちらが先だかわかりません。

この『ニュー・サイエンティスト』によると、イギリスの160校ぐらいの高校で、女性の自己肯定感や自己分析などを、どのようにレベルアップさせるかという取り組みをした結果、「物理をやりなさい」「物理は面白いよ」と言ったわけでもないのに、物理をとる女性が16人から52人に増えたそうです。ですから物理に女性が少ないのは、明らかに社会環境における何らかの影響であると言っています。まさにそのとおりだと思います。

話は変わりますが、「受付嬢ロボット」というものがあります。これは私も含めて何人かの女性科学者がすごく怒っていて、アメリカや欧米ではものすごく不評なのです。ところが、日本でこういうロボットを開発している人たちの中には、これを問題だと思っている人がほとんどいません。日本学術会議<sup>4</sup>では、AI・ロボット開発に関する性差別の問題や、性を固定的に当てはめるようなAI開発は問題だという声明を出したらしいのですが、どこかで止まっているようです。このように、ジェンダー問題については、色々感じていることがあるので、今後、どのように働きかけていこうかと考えているところです。

---

<sup>4</sup> 日本の国立アカデミーであり、内閣府の特別の機関の一つ。日本の科学者の内外に対する代表機関であり、科学の向上発達を図り、行政、産業及び国民生活に科学を反映浸透させることを目的とする(日本学術会議法第2条)。

## プロフィール

長谷川 眞理子（はせがわ まりこ）

総合研究大学院大学学長。東京大学理学部生物学科卒、同大学大学院理学系研究科人類学専攻博士課程修了。理学博士、人類学者。

タンザニア野生動物局、東京大学理学部人類学教室助手、専修大学助教授・教授、Yale大学人類学部客員准教授、早稲田大学政治経済学部教授を経る。

専門は、行動生態学、自然人類学。野生のチンパンジー、イギリスのダマジカ、野生ヒツジ、スリランカのクジャクなどの研究から、最近は人間の進化と適応の研究も行なっている。

主な役職は、日本人間行動進化学会会長、日本学術会議連携会員。

社会技術レポートは、国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターが不定期に発行しているものです。本レポートの複写、転載、引用にあたっては、社会技術研究開発センターにお問い合わせください。

## 科学技術と知の精神文化

講演録 48-1

### 科学技術の行方とこれからの社会

総合研究大学院大学 学長  
日本人間行動進化学会 会長

長谷川 真理子

日時：2018年12月4日  
場所：国立研究開発法人科学技術振興機構

---

国立研究開発法人科学技術振興機構 社会技術研究開発センター  
〒102-8666 東京都千代田区四番町 5-3 サイエンスプラザビル 4階

TEL 03-5214-0133  
FAX 03-5214-0140  
URL <https://www.jst.go.jp/ristex/>  
2019年7月

Copyright©2019 JST 社会技術研究開発センター