

計算科学研究センター

<http://www.r-ccs.riken.jp/jp/>

広報誌「計算科学の世界」

<http://www.r-ccs.riken.jp/newsletter/>

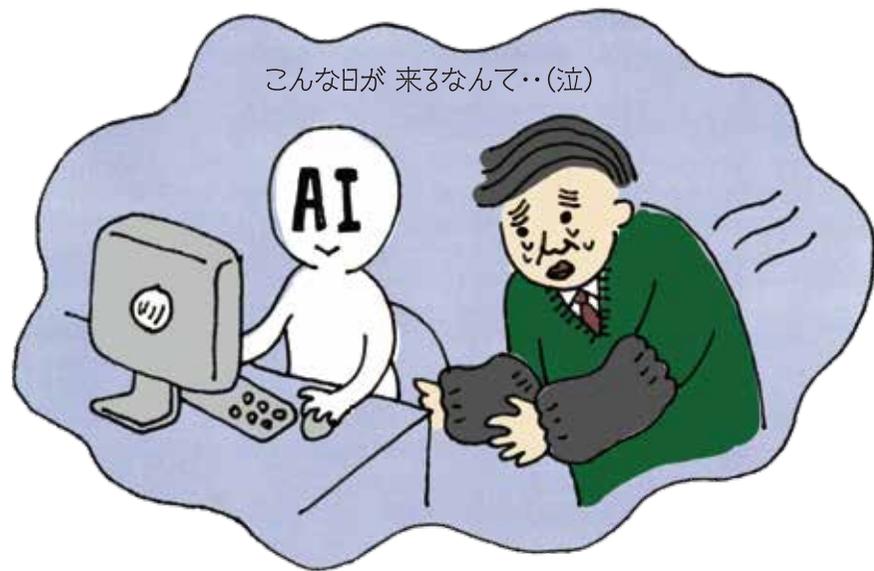


- 発行日 2017年11月28日 初版発行
 2018年5月10日 第2版発行
- 発行者 国立研究開発法人理化学研究所 計算科学研究推進室
 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町7-1-26
 TEL: 078-940-5555 (大代表) FAX: 078-304-4964
 E-mail: r-ccs-koho@ml.riken.jp
- 制作協力 サイテック・コミュニケーションズ
- デザイン 藤原 有紀子
- イラスト うろみ

この冊子は、広報誌「計算科学の世界」web版に掲載されたコラムをまとめたものです。



待ったなし。 人工知能社会を どう生きるべきか？



こんな日が来るなんて…(泣)

最近、毎週のように日本各地を駆けずり回って「第四次産業革命」と「人工知能社会」の到来について講演をしている。

18世紀後半にイギリスに端を発した産業

革命は「人の労働を機械が肩代わりする」ものだった。その後、人類は、エレクトロニクスやコンピュータの発展により、第二次、第三次の産業革命を経験し、いまや、人工知能やロボットに代表される「超計算・異次元情報化」の第

四次産業革命が進行中だ。

カメラ・精密機器メーカー大手が、人工知能とロボットで自社工場を完全自動化する計画を発表したり、世界中の自動車メーカーが人工知能による自動運転技術の開発にしのぎを削っている。ハイテク企業は生き残りを賭けて、すでに戦いの先陣を切っている。

日本の産業界はすでに15年先の未来に向けて動き始めているわけだが、一般の人々の認識はそこまで進んでおらず、特に遅れているのが(残念ながら)教育関係者である。

人工知能でいったい社会はどう変わるのだろうか？ たとえば、何万とある医学論文を人工知能に機械学習させて、特殊ながんの診断と有効な治療法を提案してもらおう。あるいは、インターネットを通じ、人工知能の同時通訳を介して、地球の裏側のビジネスマンと買収交渉を進める。比較的パターンが決まったコンピュータ・プログラムも人工知能が書くことになる。そして、日本中の「お役所」の書類業務のほとんどを人工知能に肩代わりしてもらえれば、無駄な税金を払う必要がなくなる！

これまで、いわゆるホワイトカラーの仕事とされてきた業務の多くが、人工知能に取って代わられるのだ。すでに人工知能は将棋、碁、アメリカの会計システム等では人智を凌駕しつつあるが、今後15年で、ルールが定まった仕事のほとんどは、人間ではなく人工知能が担

当することになるだろう。

えええ？ 人工知能がペーパーワークから通訳やプログラミングまでやってくれちゃうの？

じゃあ、いまさら英語やプログラミングを勉強しても意味がないんだね？

いいえ、それはちがいます(きっぱり)。

たとえば英語は、現在、世界の共通言語であり、インターネットから情報を引っ張ってくる場合にも英語と日本語とでは情報量に圧倒的な差がある。だから、少なくとも15年後の未来においては、英語がしゃべれて得することはあっても損することなどない。また、プログラミングも、そもそも人工知能自体がプログラムの塊なわけで、その中身に精通していることは、人工知能と協働するためにも欠かせない。さらにいえば、人工知能のプログラム作成作業を「統括」するのは、あくまでも人間のマネージャーなのだ。

だから、英語もプログラミングもとても大切なのです。

ところで、いま、統括という言葉を使ったが、ようするに、下働きの知的作業(クラーク)はすべて人工知能が代替するわけだが、トップでまとめる仕事(マネージャー)はあくまでも人間がやる。

いまでも、たとえばレストランで客が苦情を言い始めたら、店長が知恵を振り絞って事を

第1回 待ったなし。人工知能社会をどう生きるべきか？

収めるではありませんか。マネージャーには、決まり切ったルールを超えた、クリエイティブな対応が求められる。

というわけで、決まり切った仕事はすべて人工知能に振って、人間様は創造的な仕事にだけ集中できる、理想的な未来がやってくるというわけなのだ。

こんなふうによく書くと、人工知能はいいことづくめのようだが、もちろん、産業革命に犠牲はつきものである。第一次産業革命のときも機械に仕事を奪われた人々が「機械打ち壊し運動」を始めた。実際、世界中のシンクタンクは、15年後、現在の仕事の50%から65%が人工知能に取って代わられると予測している。人工知能に仕事を奪われた人々はいったいどうすればいいのか。

あえてきついことを言わせてもらえば、お役所でぬくぬくとハンコばかり押していたような人は、もういない。そういうワンパターンの仕事をしてきた人々に市民の血税から給料を払う必要などない。これからは、ケースバイケースで工夫をし、顧客の満足度をアップさせるために創造的な仕事をしてきた人々が評価され、活躍できる時代がやってくるのだ。

創造的なマネージャー系の仕事以外にも残る仕事はある。それは「人とかかわる仕事」だ。たとえば、学校の先生、保育士、介護士、セラピストといった仕事は、将来も人間が担当す

ることになるだろう。人とのふれあいは、クリエイティブの極致であり、あくまでも人の仕事に留まる。

人工知能でよく取り沙汰されるのが「技術的特異点」の問題だ。これは、近い将来、人工知能が人智を凌駕し、「人間はなんて馬鹿なんだらう。もう人間なんていらぬや」という結論に達し、人類を抹殺する、という暗黒の未来像である。

う、たしかに、将棋、碁、会計作業では人工知能が人智を凌駕しつつあるわけだし……なんだかヤバイんじゃないか？

読者のご心配もごもっとも。だが、現行の人工知能の仕組みでは、悲惨な結末になることはない(きっぱり)。これはほとんどの人工知能の専門家が指摘していることだが、人工知能は、自分がやっている仕事を「意識」することがない。彼らは人間の脳の複雑な仕組みをもっているわけではなく、あくまでも単純(だが膨大な)知的作業の仕組みだけを搭載している。文字通り「機械的」に仕事をしているわけで、仕事の意義や、自分が仕事をしている自覚はない。

ええと、これはちょうど、人間が疲れてボーっとしながら、半ば自動的に作業をしている状態に似ている。いつもの仕事をこなしているけれど、ほとんど上の空。仕事をしている自分を意識することもない。

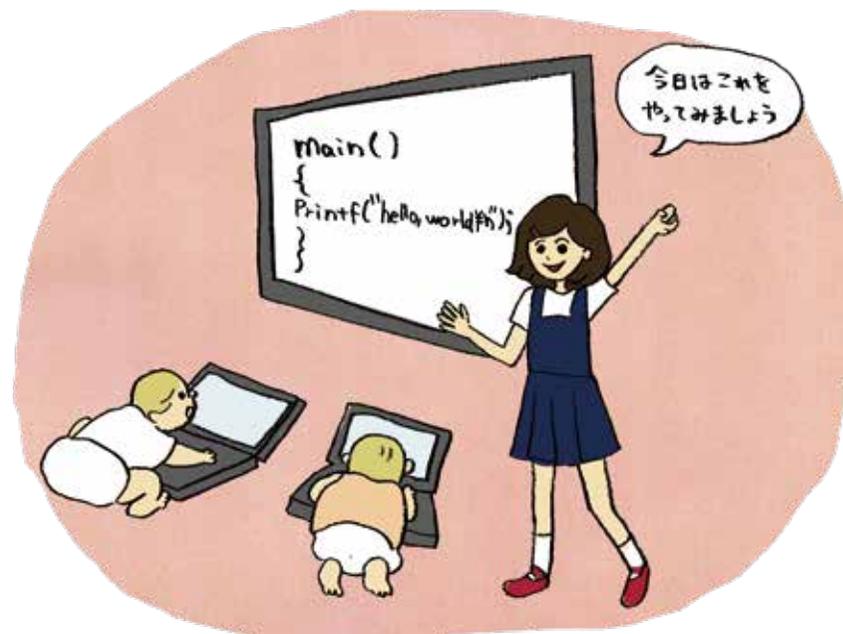
人間には「気づき」や「自意識」があるけれど、現行の人工知能には、そのような仕組みは搭載されていないから、当分の間、われわれは人工知能の反乱を心配する必要はない。

最後に一言付け加えておきたい。15年後といえば、いまの小学生が社会に出る時期にあたる。だから、今すぐ、小学生の教育を改革する必要がある。文科省も2020年からプログラミングを必修にすることを決めたようだが、(すでに小学生のプログラミング授業をやっている)現場目線で言わせてもらうと、今の小学校

の先生はプログラミングを教えることができない、という大問題がある。私は現在、地方の小学校向けにプログラミングの授業を配信するプロジェクトを始めているが、人工知能時代に合わせて、日本中の教育委員会が本気で教育改革に取り組みなければ、世界の流れに取り残されてしまう。

はたして日本は第四次産業革命と人工知能社会の荒波を乗り切ることができるであろうか……その答えは……15年後に出る。

2016年10月掲載



プログラミングは早期教育が大事

たかが計算、 されど計算—— 縁の下の シミュレーション



「シミュレーション」という言葉を耳にしたら、どのようなイメージが頭に思い浮かぶだろうか。なにやら難しげな、コンピュータを使った

「予測」といった感じだろうか。

日本語だと発音しにくいから「シュミレーション」と言ってしまった経験がおありの方も

多いだろう(笑)。実は、シミュレーションの語源をたどると、ラテン語の「simul」で「同時の」という意味だとわかる。たしかに、同時に動くと「真似」になるし、その真似を事前におこなえば「予測」になる。

実は、現代社会の背後では、無数のシミュレーションがおこなわれていて、われわれは、その膨大な計算にほとんど気づくことなく、日常生活を送っている。

たとえば、毎日テレビやパソコンで見る天気予報。台風の予測進路や週間天気予報などは、すべてシミュレーションだ。あるいは、スマホの経路検索も、渋滞情報などを加味して最短経路をシミュレーションしてくれる。広義では、アコースティックな響きを再現するデジタルピアノや、フィルムのざらつきを再現するデジカメの「フィルター」などもシミュレーションといえるだろう。

日常生活だけでなく、ノーベル賞級の科学研究でもシミュレーションは大活躍だ。今年いちばんの科学ニュースといえば、「アインシュタイン最後の宿題」といわれた重力波の検出だと思うが、あのニュースの背後にもシミュレーションがあった。アメリカの研究チームLIGO(ライゴ)が「13億光年遠くにある、太陽の質量の29倍と36倍のブラックホールが融合した際に発生した重力波を検出した」と発表し

た*のだが、いったいどうやってそんな速くで起きた現象の詳細がわかったのだろうか?(13億光年とは、秒速30万キロメートルという光速で13億年かかる距離のことである!)

実は、LIGOには純粋な理論や実験の担当者だけでなく、いわば「シミュレーション部隊」とでもいうべき科学者集団がいて、彼ら、彼女らが事前に膨大な重力波発生のシミュレーションをおこなっていた。つまり、太陽の質量の40倍と100倍のブラックホールが融合したら、どんな重力波が放出されるのか、あるいは、超新星爆発や連星中性子星の合体が起きたら、どんな重力波の波形になるのか……想定される、あらゆるケースをコンピュータで計算していたのだ。

重力波検出装置がビビー!と警報を鳴らして、プリンターが波形を印刷し終えた瞬間に、シミュレーション部隊は図書館へと走り、しまつてあった膨大な波形のファイルと照らし合わせて、太陽質量の29倍と36倍のブラックホールが融合したことを突き止めた!(……すみません、ウソです。むかしのSF映画風に情景を描いてみました。実際には、すべて自動化されています。)

かくいう私もサイエンス作家になる前、大学院で物理学を学んでいたとき、素粒子の電子と陽電子が衝突してヒッグス粒子が生成されるシミュレーションをやっていた。当時はヒッグ

ス粒子の質量も見当がつかなかったので、毎日、朝から晩まで計算してグラフを描くことばかりやっていた。結果的に、われわれの研究チームが狙っていた質量の領域にヒッグスは存在しなかったので、膨大なシミュレーションの計算は無駄骨となったのであるが(涙)。

ようするに、日常生活を支えるシミュレーションであれ、ノーベル賞級の科学研究であれ、膨大な計算をしている人々がいて、彼ら、彼女らの仕事なしには、天気予報も道路検索も重力波検出もたちゆかない。シミュレーションのほとんどは無駄骨に終わ

るが、彼ら、彼女らが計算をやめたら、科学技術に支配された現代社会は動かなくなってしまう。

たかが計算、されど計算。よく「縁の下の力持ち」というが、シミュレーションこそは、現代社会の見えない礎(いしずえ)なのだ。今度、天気予報やカーナビやニュースで「予測」を見たら、その裏にあるシミュレーションに思いを馳せてもらいたい。

2016年11月掲載

※ LIGOの3人の研究者には、2017年のノーベル物理学賞が授与された。



シミュレーションデータは膨大(こんな探し方はしないけど...)

量子コンピュータとスーパーコンピュータの関係



あのファンタジーでも、こんな場面を見たような...

量子コンピュータと聞いてピンと来る人は少ないはずだ。そもそも、「量子」ってエ奴がかなりの食わせ物で、下手をすると理系でも「イマイチわからない」という人が多い。

量子の「量」は「エネルギーやスピンの量」であり、「子」は「最小単位」という意味だ(ス

ピンは素粒子がもっている回転の性質)。つまり、量子とは、エネルギーやスピンといった物理量に最小単位がある、いいかえると「デジタルになっている」という意味なのだ。

おまけに、単にデジタルになっているだけでなく、量子は「粒子」であると同時に「波」

第3回 量子コンピュータとスーパーコンピュータの関係

でもあるという、変な性格をしている。さらに、量子の波は、われわれが棲んでいる3次元空間ではなく、無限次元のヒルベルト空間という抽象空間の住人だったりする!

あ、なんだか量子の説明に深入りしすぎましたね(汗)。

ええと、量子コンピュータとのかねあいでは、まず、量子の波が「重ね合わせできる」ということを押さえていただければよい。砂粒やビーズのような粒子は、1ヵ所に1粒しか存在できないから、重ね合わせはできない。一方、海や川の波は、1ヵ所に複数の波が存在できるから、重ね合わせができる。また、粒子は互いにすり抜けることができずぶつかってしまうが、波はぶつからずに通る抜けることができる。ダンブカーがレンガ塀に突っ込んでいったら、たいはぶつかって大破してしまうが、ダンブカーもレンガも、細かくみていくと量子からできているので、実は、ほんのちょっとだけ波の性質をもっている。だから、ダンブカーがレンガ塀をすり抜ける確率はゼロではない(これを「トンネル効果」と呼んでいる)。

こういった、量子が持っている重ね合わせやトンネル効果といった不思議な性質を駆使して計算するのが量子コンピュータなのである。

量子コンピュータには大きく分けて2種類ある。同時にいくつもの計算を重ね合わせてやっ

てしまう量子ゲート(量子回路)型と、トンネル効果を使って最適化する量子アニーリング(量子焼き鈍し)型だ。

このうち、量子アニーリング型の量子コンピュータの原理は、日本の西森秀稔と門脇正史が1998年に発見し、カナダのD-WAVE社が実用化し、GOOGLE社、NASA、ロッキード・マーチン社などが相次いで導入して話題になった。

実は、当初、量子アニーリング型が少数派だったこともあり、D-WAVE社の量子コンピュータはインチキだと思われていた時期もあった。しかし、世界のそうそうたる企業やNASAが導入したせいで、徐々にその信じよう性を疑う者はいなくなっていく。

量子ゲート型はまだ実用化されていないが、量子ゲート型と量子アニーリング型は、それぞれ、得意分野があるため、競合する方式ではない。たとえば、量子ゲート型は、巨大な素因数分解を瞬時に計算してしまう。いま現在、世界のインターネットセキュリティの多くは巨大な素数同士の掛け算が「鍵」なので、素因数分解できてしまうと、セキュリティが破れることになる。それこそ、どこかの独裁国家が世界に先駆けて量子ゲート型の量子コンピュータを開発してしまったら、インターネットは無法地帯と化し、独裁国家に支配されてしまうかもしれない。おお、怖(こわ)。

さて、量子アニーリング型の量子コンピュータはすでに実用化されており、今後、さらに計算容量も増すものと思われる。この型の量子コンピュータは、最適化問題を解くのに使うことができ、自動運転のためのカーナビ、薬の開発に必要な分子の構造解析、人工知能の機械学習のためのサンプリングなどに力を発揮すると考えられている。ネットを検索してみると、量子脳、量子ネット、量子人工知能といったワードが飛び交っていることに驚かされる。

現行のパソコンの1億倍という計算速度を誇る量子アニーリング型の量子コンピュータは、まさに未来を変えつつある。だが、既存のスーパーコンピュータが必要なくなるかといえば、そんなことはない。すでに触れたが、量子コンピュータは、特定の問題の計算をするときにだけ、現行のコンピュータより計算が速くなる

からだ(ようするにスペシャリストという位置づけである)。

今から10年後、スーパーコンピュータ「京」は、パソコンの大きさになると予測される。誰もがマイ「京」を持ち歩く時代がやってくる。そして、量子コンピュータは、特化した問題を解くために、おもに専門家が使うようになるのだろう。

いずれにせよ、スーパーコンピュータ「京」や量子コンピュータの技術は、来たるべき人工知能・ロボット社会の舞台裏で、縁の下の力持ちとして活躍することになるはずだ。量子ゲート型の量子コンピュータがいつ実用化されるかも含めて、今後も、コンピュータの技術革新から目が離せませんね!

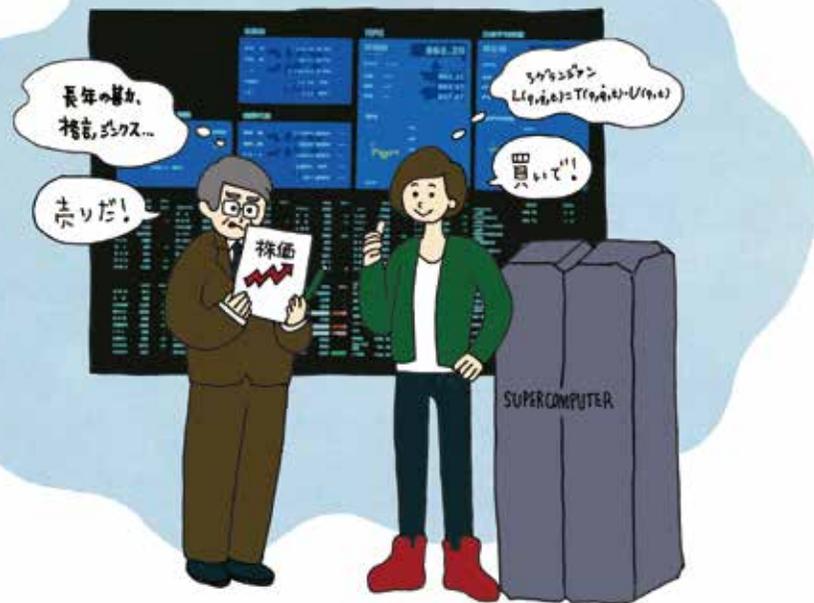
2017年2月掲載



主婦を悩ます最適化問題の解決もおまかせ!?

経済学にも ラグランジアン

経験知と数学のガチンコ勝負!?



ファミレスで仕事をしていたら、隣の席の大学生たちが試験勉強に動んでいた。やけにうるさい。仕事にならないので、なんとはなしに彼らの話に耳を傾けていたら、どうやら、数学が得意な学生が講師役となり、経済学の試験に向けて特訓をしているらしい。

実をいえば、私の仕事は、まさにこの原稿を書くことであり、ちょうど、金融・経済と「計算」がお題だったりする(なんたる偶然)。そこで、冷え切ったコーヒーを飲みながら、彼らの話を詳しく聞くことにした。

「いいか、おまえら、これはもはや経済学などとは思わな。これは数学なんだ。経済学の試験じゃなくて、数学なんだぞ、そこが肝心だ」

「でもさ、ラグなんとかって全然わからないんだけど～」

「ラグランジアンだよ、ラグランジアン。フランスの物理学者で、マリー・アントワネットの家庭教師だった人物だ」

「だから、なんで物理学者の名前が経済学の教科書に出てくるのかわかんないの～」

「最初に言っただろ。現代経済学は、もう数学なんだってば。だから、物理学を学ぶのと同じ方法になってんだよ。いい加減、頭を切り換えろよ」

ふう、正確には、ラグランジアンは「ラグランジュさんの関数」という意味で、本人の苗字は「ラングランジュ」だけれど、まあ、この講師君の言っていることはおおむね正しい。いまや、金融も経済も、数学抜きには語れない時代になっていて、経済学部の学生も、物理学科や天文学科の学生と同じ数学を学ばなくてはいけなくなってきているのだ。

ラグランジュは、ニュートン力学を数学的に洗練された形で書き直した。ラグランジアンというのは、「運動エネルギーとポテンシャルエネルギーの差」のことであり、それをラグランジュ方程式に挿入してやると、あーら不思議、ニュートンの方程式が出現する。このラグラン

ジュ方式の力学は、ニュートン方式よりもはるかに応用がカンタンで、天体力学にも流体力学にもアインシュタイン方程式にも素粒子の方程式でも、広く使われている。

応用しやすいということで、当然のことながら、欧米の数学好きの経済学者が、こぞってラグランジアンを使い始め、ノーベル経済学賞なども受賞して、末端の経済学徒まで、教科書を開くとしょっぱなにラグランジアンが出てくるようになってしまった。

それにしても、なぜ、ラグランジアンが経済学に役立つのだろう？ 実は、ラグランジアンは「コスト」と深く関係している。物理学ではコストといえばエネルギーなわけだが、経済学では「費用」ということになる。そして、ラグランジュが考えた方程式は、「総コストを最小にする」という意味を持っている。うーん、なるほど、経済学にもすぐに使えそうではないか。

実際、日本銀行が唱えているインフレターゲットにしても、その根底には「動的マクロ均衡理論」という難しげな名前の理論があり、この理論は2004年のノーベル経済学賞に輝いている。これを理解するためにはラグランジアンから始めないとダメなのだ(汗)。

ともあれ、いまや、金融も経済も、とことん数学化しているわけだが、それは、昔のように紙と鉛筆でやる数学ではない。金融や経済の動きを数式に落として、それから、(スーパー)コン

ピュータを駆使して計算シミュレーションをおこなうのである。

学問の話とは別に、実際に金儲けをしているヘッジファンドの話も興味深い。たとえばツー・シグマという、数学者が運営しているヘッジファンド。数学オリンピックで銀メダルを取ったジョン・オーバーデックとデビッド・シーゲルは、ビッグデータを機械学習で分析して、驚異的な運用実績をあげている。

750TB(テラバイト)のメモリー。7万5000個のCPU。1万種を超えるデータベースを解析。同業他社よりも優れた数学・計算分析能力により、ツー・シグマは、割高な手数料を取るにもかかわらず、驚異的な成長を続けている。金融の世界も、バ

リバリの数学者でないと金儲けができない時代に突入しつつあるのだ。

私はもともと法学を勉強していて、もちろん、経済学の授業もたくさん履修したわけだが、元プログラマーでもあるし、物理学も修めているので、そろそろヘッジファンドを立ち上げてみるかな……いや、もちろん冗談だが、経済数学のわかりやすい教科書を書いてもいいかもしれない、とは思う。

たかが計算、されど計算。大変な時代になってきたものですねえ。あ、そうそう、ファミレスのキミたち、どうか、試験、がんばってね～。

2017年3月掲載



ラグランジアンの適用範囲は広い

竹内 薫 (たけうち・かおる)

サイエンス作家

1960年東京生まれ。
筑波大学附属高等学校卒業、東京大学教養学部教養学科卒業(専攻、科学史・科学哲学)、東京大学理学部物理学科卒業。
マギル大学大学院博士課程修了(専攻、高エネルギー物理学)、理学博士(Ph.D.)。

大学院を修了後、サイエンス作家として活動。物理学、数学、脳、宇宙論など幅広いジャンルの解説書や科学評論を中心に100冊あまりの著書・訳書を上梓。2006年に出版した「99.9%は仮説～思い込みで判断しないための考え方」(光文社新書)は40万部を越えるベストセラーとなった。

週刊新潮に「科学探偵タケウチに訊く!」を連載し、日本経済新聞で書評を担当しているほか、NHK Eテレ『サイエンスZERO』のナビゲーター、TBSテレビ『ひるおび!』コメンテーターを務めるなど、さまざまなメディアに登場し、講演も精力的に行っている。

科学を伝え、科学について語る第一人者としての活躍の一方で、娘の誕生をきっかけに日本の子供たちの教育のあり方を考えた末、日本語と英語とプログラミングを3本柱とするYES International Schoolを東京と横浜に開校。校長を務めている。大の猫好きとしても有名。



KAORU TAKEUCHI

撮影: Sam C. David