

いま日本発祥の最先端技術を活かすとき。量子コンピューティングはいかに社会問題を解決できるか

～東北大学×富士通 イノベーターズ・トークセッション～[前編]

FUJITSU JOURNAL / 2019年4月5日



東北大学情報科学研究科にて 左から竹本・東・大関・観山（敬称略）

対談者

東北大学大学院准教授 大関真之

東北大学特任助教 観山正道

FUJITSU Intelligence Technology Limited VP of Platform Services 東圭三

富士通研究所 デジタルアニーラユニット 技術開発プロジェクトディレクター 竹本一矢

ファシリテーター 富士通 グローバルマーケティング本部 戦略推進統括部 統括部長 藤健太郎

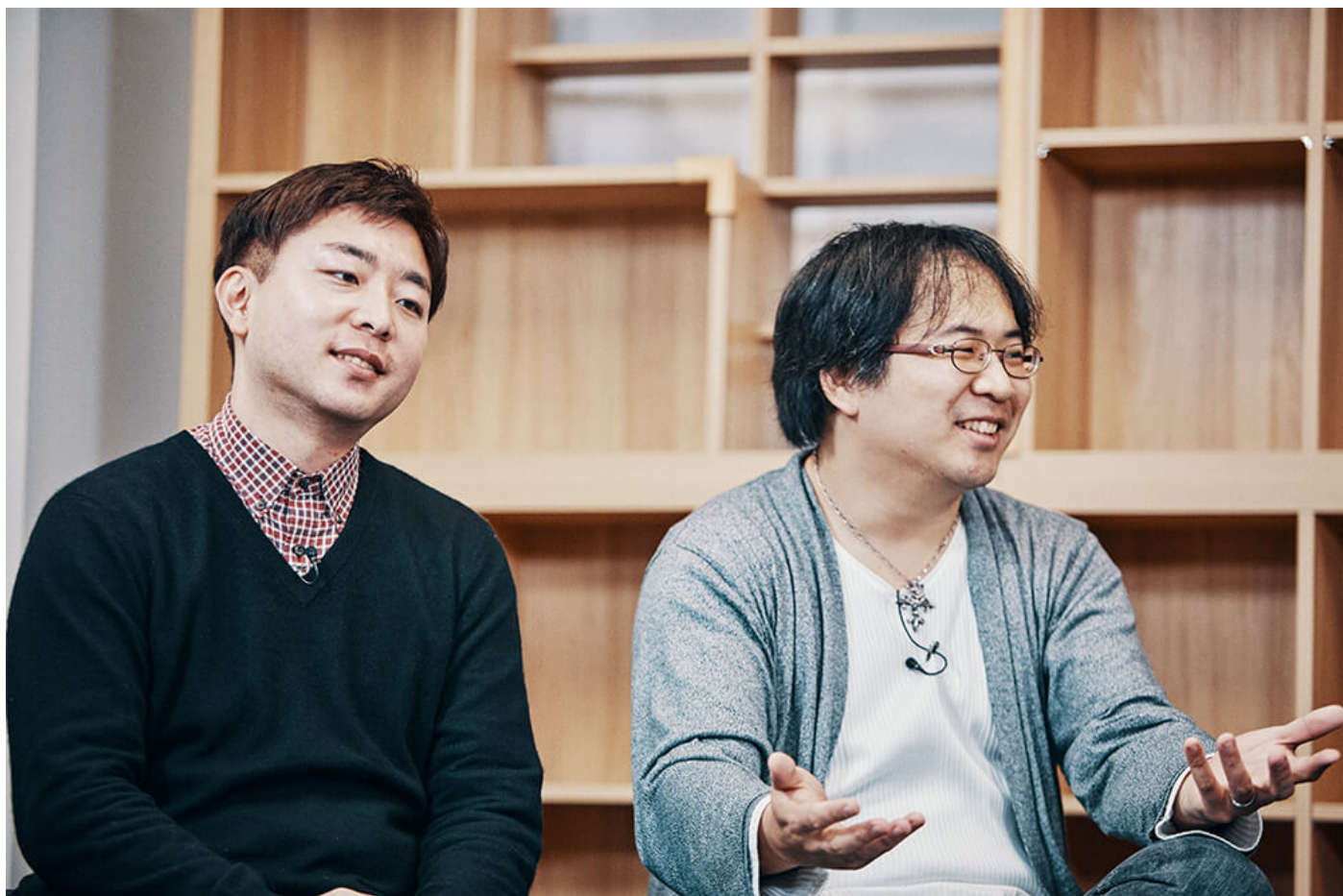
デジタルコンピュータは進化し続けるという「ムーアの法則」に限界が見えた今、世界の研究者たちによる新発想のコンピュータ開発が盛んになっています。中でも膨大な計算量を必要とする組合せ最適化問題に特化した計算技術「デジタルアニーラ（Digital Annealer）」は、量子コンピューティング技術を応用しながらデジタル回路を使ったアプローチで、本分野の取り組みをリードしています。

今回は、量子コンピューティング研究の第一人者である東北大学の大関真之先生と観山正道先生の研究室に、富士通のデジタルアニーラのビジネス推進責任者である東圭三と研究者の竹本一矢が訪ねました。最先端テクノロジーを駆使して解決できる課題や、研究にかける思いや展望など、それぞれの視点からディスカッションしていきます。

藤 「まず、量子アニーリングをはじめ量子コンピューティングの研究で非常に先進的な取り組みを進めていらっしゃる大関先生と観山先生にお聞きしたいのですが、どのようなモチベーションや夢を持って、日々研究に励まれているのでしょうか。」

基礎科学研究と、実業に結びついたところの交差点にいたい

大関 「統計力学と量子力学という現代物理学の二本柱を勉強して研究に使っています。その中に出てきた磁石の原理を表すオモチャ・モデル、いわゆる『イジングモデル』という基礎科学に根ざしたものが、組合せ最適化問題や機械学習といった現代社会にソリューションを与えるツールとして使えるというところにとっても魅力を感じています。基礎科学の研究者でありつつ、産業や実業に結びついたところの交差点にいたいという夢があったので。あとちょっと外に出たいなという欲求もありまして（笑）」



観山 「『イジングモデル』というものは我々にとっては非常に理論的に馴染み深いものだったのですが、それが社会問題の解決に適応可能だと知って...それまでは自分にとって面白い研究を好き勝手やっていたのですが、そろそろ世の中の人のために研究を活かせたらと思ったことが出発点です。『量子アニーリング』というのは最適解の探索アルゴリズムに根ざした名前ですが、現象をそのままを使って計算する、基礎と応用の両面でできる研究というところが面白いと思っています。」

量子コンピュータは、自然界にある量子の多様な"ふるまい"を計算に利用します。東北大学は、世界初の商用量子コンピュータを実現したD-Wave Systems社と2017年に提携し、日本の国立大学・研究機関として初めて量子コンピューティング技術を活用した研究開発を開始しています。

量子アニーリングは、自然現象を使って社会の問題を解く

藤 「今研究室ではこういった取り組みをされていますか？」

大関 「量子アニーリングであるとか、量子アニーリングに根ざしたアルゴリズムをハードウェアの中に実装すると、自然を入口として社会の役に立つ解が出てくる、というなんともダイナミックなお話になるわけですね。ではその自然の力を使って、もしくは自然を模したシミュレーションを使って何を解くのかと。問題は多々あるわけですが、せっかくこれだけ面白いツールがあるのだから、幅広く誰にでも使えるようにしたいし可能性を知ってもらいたいので、多種多様な

業種の民間企業からの相談を引き取ったり、連携したりしています。大学の中では学部生や大学院生に使ってもらって"どういうことに使えるか自分で発想する"というところを刺激したり、さらには近隣の高校に出張授業をして実際の計算の様子を演示しています。」



新しい発想に向かって刺激していくのは楽しい

藤 「高校生というところがすごいですね。」

大関 「専門用語や数式は難しそうだけれど、やっぱり皆ワクワクしているんです。『イジングモデル』といっても二次関数なので、どういう数式で成り立っているかをちょっと手ほどきした後、**「自分の身近な社会の問題を解決してみようか」**と呼びかけると、まさにそれをやってみましたという報告が上がってきて、**「僕らよりスゴイことやってる！（笑）」**という驚きもあって、新しい発想に向かって刺激しているんだなと感じられると僕らも楽しいです。」

日本人研究者が予言、D-Waveが実現した量子アニーリング



藤 「量子アニーリングは カナダのD-Wave Systems社が火をつけて、今業界全体がどんどん活性化してきていますが、実際にD-Waveマシンを使われていてどのように期待、評価されていますか？」

大関 「量子アニーリングという方法を最初に提案されたのは、東京工業大学の西森秀稔教授と、当時博士課程に在学中の門脇正史氏で、純粹に量子力学のルールに従って量子の動きを予言したものでした。ずっと先の未来の話だったのですが、90年代後半にD-Wave Systemsができて、2000年代前半には緻密な超電導量子ビット技術を積み上げ、この技術を役に立てようと舵が切られました。僕らにとっては、物理学の理論がそのまま活躍する舞台です。人類で初めて、大規模な『量子ビット』という量子力学に基づく0と1が重なり合った不思議な空間が作れるわけです。

誰もやったことのない"失敗"は、重大な経験になる

理論を信じてD-Waveマシンを実際に使ってみると、うまくいかない部分や、思わぬ形で失敗が起こります。失敗って大体イヤなものだと思われがちですが、誰もやったことのない実験で出てきたことは、重大な経験になるのです。うちの大学でも『とにかくやってみなはれ』と言って、学部生も大学院生ももう毎日のようにジョブを流しては『ダメでした』という結果をいろいろ出してきて（笑）でもそういう積極性を持って取り組める環境が整ったことは、人類にとって非常に有意義な瞬間が来ていると思います。」

デジタルアニーラは、大規模な問題も受け止めてくれる

藤 「富士通はまた違うアプローチで同じ社会課題や企業課題を解決しようという取り組みを『デジタルアニーラ』で行なっているのですが、実際に使ってみて、お感じになっているところを率直に教えていただけますか？」

大関 「現状のテクノロジーでは、量子力学が扱える問題のサイズには限界があります。デジタルアニーラは、扱える変数のサイズも大きいですし、精緻な数値を扱える。そして全結合で、受け止めてくれる許容量がすごく大きいところが非常に強い魅力だと思いますね。何のストレスもなく、僕らが定式化した問題をある程度そのまま流すことができ、バババツと解いてくれるので、『あ、こういう結果が返ってくるんだ、じゃあパラメータはこの部分を変えたらこうなるね』といった試行錯誤をすることができます。デジタルだから何度でも失敗して繰り返し学べることも、デジタルアニーラの強みですね。」

デジタルと量子力学の違いは、科学者の心を刺激する



竹本 「デジタルアニーラと、量子コンピュータのD-Waveは今後、同じ方向に進んでいくのか、それとも量子は量子の良さを生かして、デジタルはデジタルの良さを生かして、それらを上手く組み合わせて新たな価値が生まれていくのか、どのようにお考えになっていますか？」

大関 「やはりデジタルの方が、精度の上で多分強みになると思っています。量子力学では、自然のダイナミクスの豊かさやスピードを使うことによって、出力結果がやはりデジタルコンピュータを使った場合と違うところがあります。違うというのがまた、科学者の心を刺激してくるわけですね。なぜ違いが起こったのか知りたいですし、違いによって初めて僕らは量子を知ることができるようになるのかなと思います。」



観山 「『違い』についてもう少し言うと、実際の複雑な組合せ最適化問題というのは、往々にして問題を投げた時に候補となる近似解がいっぱいあって、その出方の傾向がデジタルと量子では違うんです。使ってみた感想としては、D-Waveマシンの方がバラエティに富んでいる時がある、デジタルアニーラはちゃんと精度を出す。」

大関 「豊かさというのは、やはり自然現象である量子力学の一つの魅力だと思います。自然はこれだけ多様なので。その多様な自然現象にインスパイアされ、アルゴリズムとして、最適解にちゃんと落ち込むことを極めたというのが『デジタルアニーラ』だと僕らは理解しています。量子かデジタルかは、利用の仕方ですね。散らしたものが欲しいのか、それとともにかく良い解が効率よく欲しいのか。」

デジタルアニーラが課題解決に貢献できる領域は...

藤 「東北大も、富士通も、D-Waveも皆、社会課題や企業課題を解決することに貢献したいと思っているわけですが、実際に使うという立場に立ってみて、何を求めたいのかは、ユースケースによってそれぞれですね。デジタルアニーラを実際の業務に適応している事例として、今ちょっとだけ金融業界や化学業界が進んでいます。他にどういう業界で適応可能性があると思われますか？



大関 「一番大きいのは、物流ですね。とにかく効率よくガソリン代を安く巡らなくてはならない。実際にヒアリングしてみると、昔からの知見がいっぱいあって、それに対していきなり『最適解はこれですよ』というのはなかなか通りが良なくて。いくつかバリエーションの中から、『俺もそう思っていたんだ！』という解が見つかるかもしれないので、やっぱり解き方を比較できるのは面白いと思います。」

東 「富士通にもいろいろな業種からお問い合わせいただいていますけれど、問題の種類として一番多いのがやはり物流問題（VRP）で、一番挑戦する価値のある領域になっています。次に多いのは、ジョブショップ・スケジューリング問題（注1）、機械やリソース系、それ以外にそれぞれ個々の尖った領域の問題なども引き合いが多いですね。」

（注1） 順序関係のあるいはいくつかの仕事（ジョブ）を複数の機械で処理する場合に、全体の時間が最小になるように効率的な機械の稼働スケジュールを決める問題のこと。

最適化を考えることから、新しい可能性が生まれる

竹本 「難しいのは、お客様のところへヒアリングに行って『何に困っていますか?』と聞いても、『ここを解けなくて困っています』というのはなかなか出てこないです。



私はデジタルアニーラやD-Waveの価値というのは、ある種のコミュニケーションのツールではないかと思っています。新しい解き方や手法があることによって、お客様にヒアリングをしていくと、『ここは妥協していたな』とか、『ちょっと条件を変えると解きやすくなるんじゃないか』というのが見えてきます。従来処方たくさんあっても、実はそれで完結しているわけではなくて、アニーラやD-Waveを活用していくことによって、よりよい解の可能性が広がるというのは、非常に意味があると感じています。」

大関 「新しい技術を使うということによって、『あなたは何がしたいの』ということにもう一度向き合うチャンスでもありますね。実はそれって産業の活性化に結びついていくと思うんです…」

後編では量子コンピューティング領域における日本でのチャンスやデジタルアニーラの今後の展開について、ディスカッションも白熱していきます。

登壇者

大関 真之 氏



1982年、東京都生まれ。2008年東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻博士課程早期修了。東京工業大学産学官連携研究員、ローマ大学物理学科研究員、京都大学大学院情報学研究科システム科学専攻助教を経て16年10月から現職。主な著書に西森秀稔との共著『量子コンピュータが人工知能を加速する』（日経BP社）など。

東 圭三



1963年、大阪府生まれ。京都大学工学部卒業後、富士通に入社。サーバ用OSの研究開発を経て、AIサービス事業本部の本部長として、富士通AIのZinrai及びデジタルアニーラ、ロボットに関する事業を統括。2019年4月からは、カナダ・バンクーバーに設立した「FUJITSU Intelligence Technology Limited」のVPとして、AIプラットフォームやサービスの企画開発を推進。

観山 正道 氏



1981年、兵庫県生まれ。2011年東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻博士課程終了。東京大学工学部特任研究員、東北大学AIMR特任研究員、東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻特任研究員を経て17年11月から現職。

竹本 一矢



1973年、仏パリ市生まれ。2002年筑波大学物理学研究科博士課程修了後、富士通研究所に入社。半導体量子ドットを利用した長距離量子暗号システム開発に従事したのち、2016年よりデジタルアニーラの開発チームに合流。現在はディレクターとしてデジタルアニーラ・ユニットの技術開発プロジェクトを牽引。

藤 健太郎



1974年、東京都生まれ。東北大学経済学部卒業後、富士通に入社。同社におけるクラウドビジネスの推進に携わり、現在はグローバルマーケティング本部にて戦略推進統括部の統括部長として、デジタルアニーラやブロックチェーン等のビジネス推進を担当。