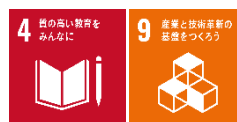


数理最適化という考え方

田辺隆人 (株式会社 NTT データ数理システム)¹

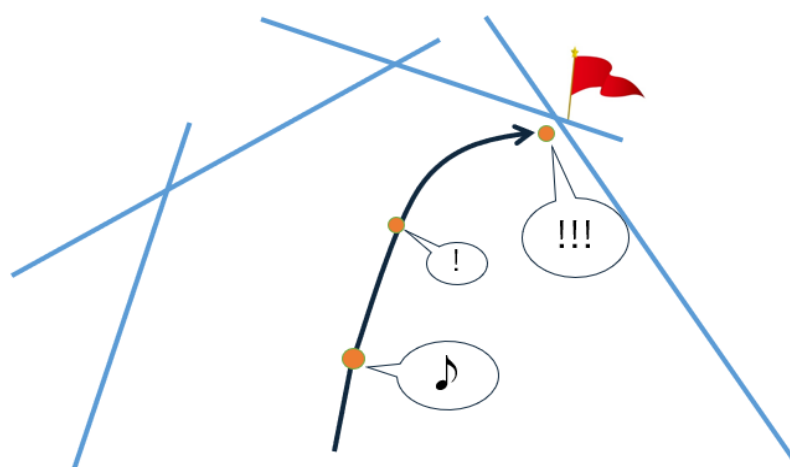


新しいテクノロジーや手法とかが出ると、みなさん最初は面白がってあれこれ試してみようとします。最初の段階ではそれほど大したことができなくても、こんなじゃだめだ、とかいう人はあまり居なくて、こんなことができるなんて面白いじゃない、がんばってね、とか声をかけて励ましてくれます。

電話とFAXしかなかった時代にE-mailはとても素敵な媒体に見えたし、メールボックスの管理やスパムメールとかに嫌気が差したところにはSNSが現れて話題をさらいました。手元にあるマシンが増えてセットアップやソフトウェアの管理が面倒だなあと思ってたらクラウドだとかサブスクリプションだとかがこちらの気持ちを見透かしたように現れる。

でも、段々とその技術が成熟してできることも増えて目立ってくると、敵も増えてきて新しい技術がスタンダードになるには長い道のりになることも多いですね。クロネコヤマトの宅配便というサービスを創った小倉さんという方も既得権益を代表する監督官庁と戦うことを強いられたし、新しい話だとフェイスブックの電子マネーも導入が延期されてしまった。そもそも学生同士のネットワークづくりのためにフェイスブックを始めたザッカーバーグ氏も自分が将来まさか議会で証言するはめになるとは思わなかったでしょう。

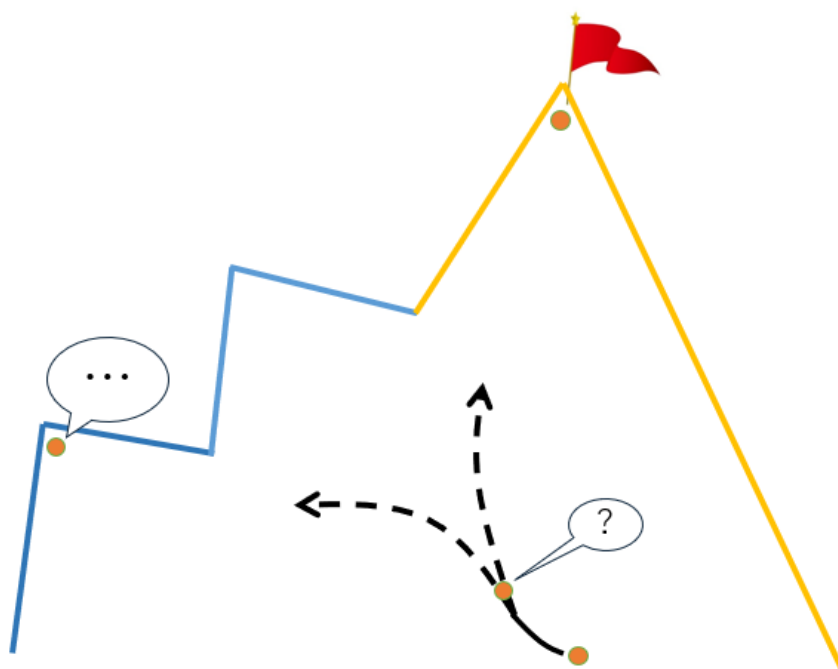
私のバックグラウンドは数理最適化という技術です。この技術は、現実世界の制約をうまく折り合わせてよいやり方を発見する手法について探求するもので、その理論はそもそも最適解は「制約」とぎりぎりせめぎあうところに存在すると教えています。絵で描くとこういう感じ。青いのが制約です。



¹ tanabe@msi.co.jp

これを冒頭の話に当てはめてみるとなんだか整合しているような気もしてきます。新しい技術がそれほどの力を持たない場合には、みんな応援してくれずんずん進む。でも最適解に近づいて注目度も上がってくると、制約、さきほどの話では「既得権益」を持っている人が目の前に現れてきて、思わぬ抵抗に会う。それでも抵抗にめげず現れた制約と戦って落ちついたところ、そこが結局最適解なわけです。ここから一つ教訓めいたことを引き出すならば、何かやろうとすると必ず敵が現れるのは別に悲観するようなことではなくて、かなり良い線まで行っているからであって、抵抗が現れてからが本番だ、とかいう風にも解釈できますね。

ただ最も世の中はそこまで単純ではなく（非凸と言います）、目の前に現れた制約と戦って落ち着いたところが一番良いところは限らない場合もある、というのも理論が教えるところです。



この図の場合だと左にある青い制約と一生懸命に戦ってここが最適はずだ！とか思っていると、さにあらず。戦う相手を間違えてしまったために、真の「最適解」を得ることができなかったわけです。

数理最適化の分野ではこういう難しいケースの場合にもなんとか良い答えを求めするにはどうしたらよいか探求が続いていて、改善が行き詰まったらそこからサイコロを振って示された方向にえいやと動いてみたり、そもそも考慮すべき（戦うべき）制約を別の構造の問題（双対問題）を解いて選んでみたり、といったいろいろな工夫が行われています。

到達できる最適解を決めているのは実は「制約」の方だ、というのは、私が数理最適化の中から得た一つの視点で、この視点から世の中を眺めてみるとちょっとした気付きがあったりします。

ディズニーとか、USJ とかに行つて人気のアトラクションに乗ろうと思ったら、長い列に並んで過ごす待ち時間に我慢する必要があります。タクシーなんて、街中のどこを歩いていてもスマートホンのアプリでちょちょいと呼べば 5 分と待たずに自分の居る場所にやってくるこの世の中、なんと前近代的、非効率的なことか、なんとかこれを最適化する余地はないかなあ、とつい考えてしまうのは人情です。

でも、ここで「制約」の方から考えてみましょう。遊園地がどんなにがんばって人気アトラクションをフル稼働したとしても一日の間の収容人数には限りがあります。だからそれを体験できるのは全来場者のうち限られた一部の人に過ぎません。「並ぶ」という行為は来場者の中で「誰が」体験できるのかを選定するプロセスとして存在しているのですね。こういうのがいやだとしたときの、いかにも IT っぽい成り行きを考えるとすると、遊園地の入口のところで、スマートホンに

この一覧に表示されているアトラクションにこの順に行きましょう。
待ち時間なしで乗ることができます。ただし時間は厳守してね。

とかなんとか出てくる、というのを誰かが考えそうです。運が良いと一覧の中に一番人気のアトラクションが現れるけれど、運が悪いとだめ。こんな管理社会的な遊園地は仕事みたいで面白くないですよ。それならば「実力本位」。すなわちがんばって早起きして並んで、思うまま好きなアトラクションに乗る方が楽しいはずですよ。

でもやっぱり、閑古鳥が鳴くアトラクションと、長い列ができて我慢を強いられるアトラクションがあるのはどうにかしたいものです。一つだけ手があるとすれば、皆が何を嬉しいと思うか、数理最適化で言うところの目的関数を変更することです。

1 番人気のアトラクションに乗らないかわりに、2 番手 3 番手のアトラクションに続けて乗れて、豪華なランチが付いてくるならばそれでよいかなあ、とか皆が納得してくれるのであれば、持ってゆき次第であの長い列は一気に消失してみんな満足する可能性は十分にあると言えます。つり合いの取れる条件を案出したり提案するのに今時の機械学習的な手法も使えるかもしれません。

我々人間は生きてゆく上で、食べたり飲んだり眠ったり、場所もエネルギーも使う。生物としてのスペックも良く似ているから同じようなものが好きで、限られた資源を奪いあっている状態になるのもやむなし、というのは制約の方から考えるとわかるきびしい現実です。そこで皆がとにかく「同じもの」を求めようとするならば、遊園地の人気アトラクションのようにさらに競争は熾烈になって、「早い者勝ちなんだからとにかく並ぶ」といった前近代的、非効率的なプロセスが相変わらず支配するままになってしまふでしょう。

我々は COVID19 でこれまでの生活や価値観を見直すチャンスを与えられました。この機会に SDG という旗印の下、こういう楽しみ方もある、こういう幸せもあるのではないかと、とすこし立ち止まって考えてみるのもよいのではないかと考えています。

<参考ページ>

MSIISM (NTT データ数理システム監修) 数理コラム

「難しくても使いこなす数理最適化 (1)」

<https://www.msiism.jp/article/tanabe-combinatorial-optimization1.html>

「最適化楽屋話#21」

<https://www.msiism.jp/article/b-backstage21.html>

筆者のプロフィール

田辺 隆人 (たなべ たかひと)

株式会社 NTT データ数理システム取締役、数理計画部部长

1990 年 京都大学理学部卒業、同年 4 月 (株) 数理システム (現 NTT データ数理システム) 入社。半導体デバイスシミュレータなど、大規模疎行列計算 (行列解法・固有値計算) 手法に基づくプログラムを開発。

1991 年より、数理計画法パッケージ NUOPT (現 Numerical Optimizer) の開発に携わり、大規模非線形最適化のための内点法アルゴリズム、自動微分機能を備えたモデリング言語 SIMPLE を実装。

以来一貫して最適化アルゴリズムの実装と、金融・電力・スケジューリングなどの実務における最適化モデリング、アプリケーション開発に携わる。

2005 年 中央大学大学院理工学研究科情報工学専攻後期博士課程修了。

博士論文のテーマは「数理計画法に適した自動微分算法の開発と実装」。

2013 年より取締役。博士 (工学)。

著書「ポートフォリオ最適化と数理計画法」(朝倉書店、枇々木規雄氏との共著)