

facebook  
"keiokyuri"

K y u r i z u k a i

新版

# 窮理図解

2015 October  
no.

20

慶應義塾大学工学部広報誌

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>

English versions are also available:

<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai/english/index.html>

$$\lim_{k \rightarrow \infty}$$

$$T^k(x)$$

$$= x^*$$

$$= T(x^*)$$

## 慶應理工の 適応アルゴリズム

信号から情報を抽出する万能フィルタの探求

電子工学科

ゆかわ まさひろ

湯川 正裕

(准教授)



# 信号から役立つ情報を取り出す 適応フィルタとは

複雑な事象を読み解くための「万能フィルタ」をつくりたい

画像、音、電波、脳波、さらには株価の変動など、世の中にはさまざまな信号（情報）が存在する。その信号を数値化することによって欲しい情報だけを抽出し、その事象の特徴を見出したり、予測を立てたりするのが信号処理の役割だ。湯川正裕さんは、森羅万象から得た複雑な信号を、数理的なアプローチによって扱いやすい状態にし、必要な情報を抽出する際に役立つ数理体系の構築を手掛けている。

## 信号処理は電子産業の基盤

「仮に、この世から信号処理がなくなったとしたら、テレビも携帯電話もデジタルカメラもなく、飛行機も飛ばない世界になるでしょう。医療機器のMRIも信号処理の産物ですし、最近話題のドローンやアンドロイドロボット、ビッグデータ解析なども信号処理がなければ実現できません。つまり、信号処理というのは現代人にとってみれば、空気のように不可欠な存在なんですね」と、湯川さんは語る。

例えば、携帯電話の音声であればマイクで、デジタルカメラで撮影した画像なら撮像素子で、それぞれ電気信号に変換される。こうした電気信号を数

値の列に置き換えれば、すべて数学的な処理が可能になり、いわゆる信号処理の対象となるのだ。

「実際に私が手掛けてきたのは、音響と通信の適応信号処理です。一例として、エコーキャンセラがあります。これは、テレビ会議や携帯電話の通話などで、自分がしゃべった声が相手のマイクを通じて遅れて返ってくると耳障りなため、返ってきた音声だけをカットするというもの。信号処理によって、返ってきた自分の音声は不要なので引き算して、相手の音声のみを届けるのです。通信の場合も同様に、同時に基地局に届く複数の通信データを、適応信号処理でユーザーごとに切り分けて届けます。その信号処理に欠かせない

のが、必要な情報だけを取り出す『適応フィルタ』です」。

## データから関数を推定するのが 適応フィルタの役割

適応フィルタは、まさにコーヒーのフィルタのように、数学的なフィルタを通して、必要な情報だけを取り出す役割を担う。

「音声であれば、観測された音声（ $y$ ）から欲しい音声（ $x$ ）を取り出せる関数（ $f$ ）を推定するのがフィルタの役割。つまり、 $y$ から $x$ を推定したいわけですから、関数 $f$ を求めればいいのです」と湯川さんは説明する。

ただし、「適応」とあるように、人が動くなどして時々刻々と変化する状況に応じて、柔軟にフィルタの係数を変化させなければならない。つまり、計算量を抑えつつ、リアルタイムに欲しい情報にできるだけ近づけた関数を表現できるかどうか、適応フィルタの良し悪しを左右することになる。

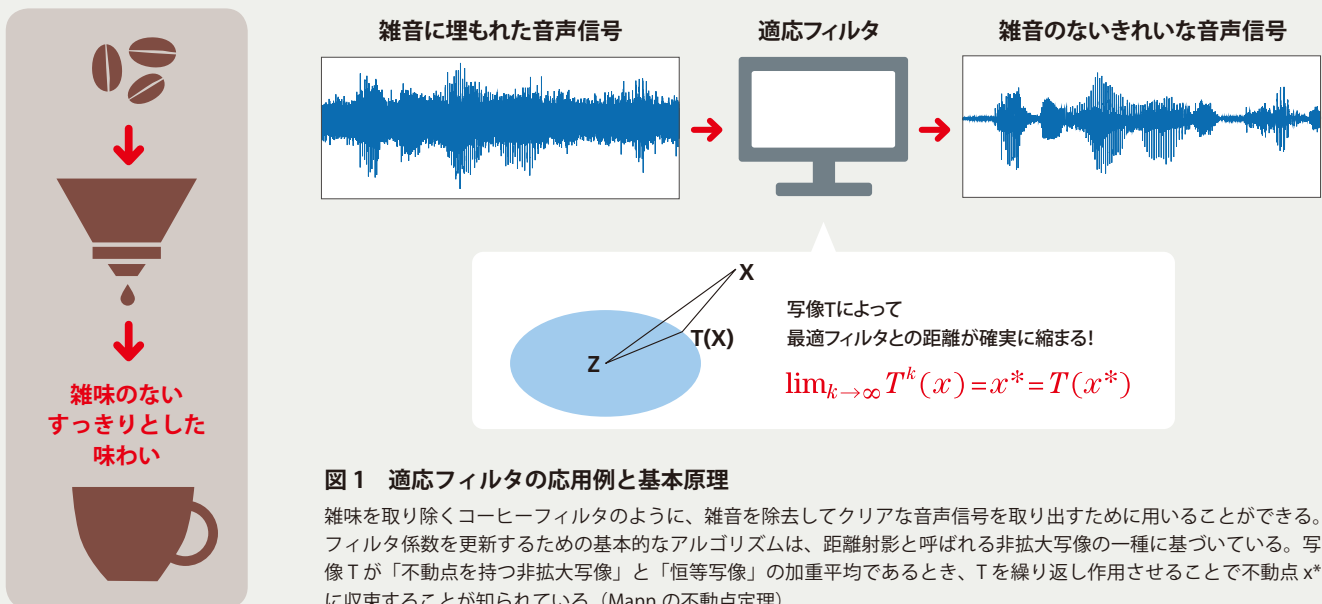


図1 適応フィルタの応用例と基本原理

雑味を取り除くコーヒーフィルタのように、雑音を除去してクリアな音声信号を取り出すために用いることができる。フィルタ係数を更新するための基本的なアルゴリズムは、距離射影と呼ばれる非拡大写像の一種に基づいている。写像 $T$ が「不動点を持つ非拡大写像」と「恒等写像」の加重平均であるとき、 $T$ を繰り返し作用させることで不動点 $x^*$ に収束することが知られている（Mannの不動点定理）。

ところが、実際の事象は非常に複雑で、数学的に扱うのが難しい非線形性を持つ場合がほとんどだ。非線形とは線形ではない、簡単に言えば、入出力が比例関係にないこと。非線形なデータを扱おうとすると、とたんに計算量が増えて、素早く情報を取り出すことが難しくなる。

「非線形なデータに対するアプローチとしては、ヴォルテラフィルタやニューラルネットワークなどがありますが、前者は計算量が膨大になる、後者は局所最小解に陥るといった欠点があります。そこで、私が採用したのが、カーネル法を応用した『再生核（カーネル）適応フィルタ』という手法です」。

カーネル法とは、データを高次元の特徴空間に写像する（例えば、2次元データを3次元へ写す）ことで、データ群を別の扱いやすいデータ群へと変換する手法のことをいう。これは顔認証などのパターン認識やビッグデータ解析などに広く使われている手法で、従来は、集めた情報をすべてまとめて一度に処理するバッチ処理に採用されてきた。最近では、時々刻々と新しいデータが取得されるオンライン処理でも活用されている。

「再生核を説明するのは専門的で難しいので割愛しますが、このカーネル法が優れているのは、関数の値を『内積』で表現できることにあります。内積の簡単な例は、2つのベクトルの要素を順番に掛け合わせ、それらをすべて足し合わせたもの。これにより、2つのベクトルの相関が表現できるようになります。そして、内積で表現できれば、線形モデルの知見を存分に用いることができるようになるのです」と湯川さんは強調する。

つまり、扱うのが難しい非線形のデータを、計算しやすい線形の理論によって取り扱える点が、この手法の最大の特長と言える。

### リアルタイムに 欲しい情報を取り出す

この再生核適応フィルタをベースに、

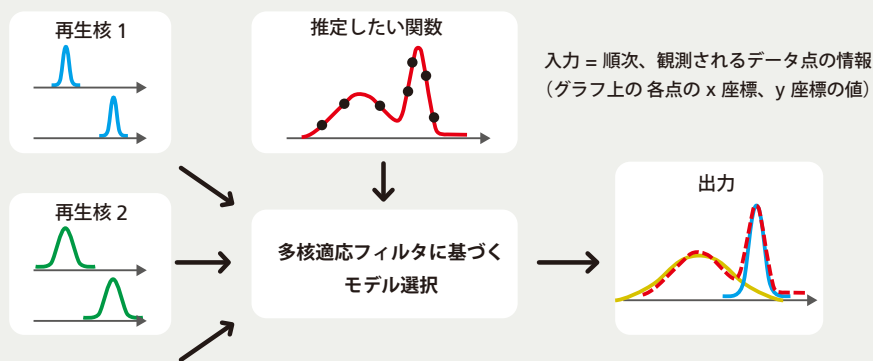


図2 多核適応フィルタに基づくモデル選択の概念図

順次、観測されるデータ点の情報を用いて適応アルゴリズムで学習させることにより、推定したい関数の局所的な特徴を適切に表現できる数理モデル（再生核）を自動的に選択することが可能となる。適応アルゴリズムには、「スパース表現」と「非拡大写像の不動点理論」の知見が活かしている。

凸最適化と呼ばれる分野の最新の知見を駆使して湯川さんが開発したのが、「多核適応フィルタ」である。

「イメージとしては、再生核の一種であるガウス核と呼ばれる山形の曲線の足し合わせで関数の波形を近似するという手法です。幅が広く低い山や幅が狭く高い山など、いくつものガウス核をあらかじめ用意しておいて、その高さを決める係数を並べて行列にします。そして、なるべく少ない山の足し合わせで関数を推定していくのです」。

その際、推定したい関数にフィットする山を自動的に特定し、それ以外の大多数の山の係数をゼロにする仕掛けが1つのポイントです。ゼロをたくさん含む行列のことをスパース行列（sparse はまばらという意味）と言いますが、情報をうまくまとめること（スパース化）で、最適なモデルの選択を可能にするのです」。

これにより、非線形関数の形に合わせて、ガウス核の幅を適応的に自動調整することが可能になり、関数の形が時間の推移とともに変化しても自在に対応できるようになった。より少ない山の数で高精度な推定ができるという。

「この手法を使うと、例えば、太陽光発電において、過去の発電量のデータから、リアルタイムに未来の発電量を高精度に予測することが可能です」。

その湯川さんの研究の数理的基盤と

なっているのが、「非拡大写像の不動点理論」というものだ。

「不動点とは、写像  $T$  を施しても動かない点、つまり  $Tx = x$  となる  $x$  のことを言います。また、2点間の距離が写像を施した後に拡大しないという性質を非拡大性と言います。自然科学から工学まで、様々な領域において、問題の解のある写像の不動点として表現できることがわかってきています。そして、その写像が非拡大性を持つとき、この非拡大写像を使って不動点、つまり問題の解を求めるアルゴリズムを容易に設計できるのです。多核適応フィルタでは、時間の推移とともに変化する未知の関数を、時々刻々と入手されるデータを用いて作られる写像の不動点として表現し、これを手がかりに未知の関数を推定していくわけです」。

将来的には、どんな複雑な事象にも対応できる究極の「万能フィルタ」をつくりたいという湯川さん。今年に入って複数の論文がIEEE（米国電気電子学会）のジャーナルに掲載されたり、信号処理のトップジャーナルのエディターに抜擢されたりと、国際的な評価も高まっている。分散型信号処理やビッグデータ解析、ディープラーニングといった流行の研究を横目に、その基盤となる数理体系の構築を目指して、日々研究を続けている。

（取材・構成 田井中麻都佳）





## 人がやっていないマイナーなことを根気よく続けるのが面白い

これまで、珠算、卓球、競技ダンスなど、いずれも少しマイナーだが、奥深い世界が広がる趣味やスポーツを、根気よく続けてきたという湯川さん。その姿勢は、流行の研究に飛びつくことなく、理論研究を究める研究者としての湯川さんの姿勢と重なる。その陰には、家族の支えや、友人、恩師とのかけがえのない出会いがあった。

### —どんな幼少期を過ごされたのですか？

どうやらおしゃべりな子どもだったみたいで、保育園の先生に家で起きた出来事を、逐一、話していたようです。しかも、はきはきと、わかりやすく話していたようで……自分ではあまり覚えていないのですが、両親は「かなり恥ずかしい思いをした」と言っていました（笑）。

出身は神奈川県南足柄市です。父も母も公務員で、父は小田原市役所、母は大蔵省印刷局に勤めていました。理数系の科目が得意だった両親の遺伝子を受け継いだのか、幼稚園の頃から暗算が得意だったと聞いています。

小学校に入学すると珠算を習うようになり、先生の指導がよかったこともあって、中学2年まで続けました。珠算は初段、暗算は三段を持っています。競技会ではいつも上位に入賞していて、小学6年生の時には、読み上げ算で、神奈川県大会で優勝したこともあるんですよ。昔ほどではありませんが、今でも二桁くらいの足し算やかけ算は暗算で計算します。

算数や数学を友達に教えていたこともあります。今から思えば、友達に教えることで、自分の勉強にもなっていたのでしょうか。友達には感謝しています。

### —インドア派だったのですか？

いえ、家の周囲に田んぼが広がっていて、よく、田んぼや花畑など外で遊んでいました。小学校では休み時間のたびに、校庭にダッシュして行って、クラスの皆とボール遊びをするような、活発な子どもでした。中学では卓球部のキャプテンを務め、県大会にも出場しました。身体を動かす分、睡眠もよく取って

いました（笑）。

### —ご両親から「勉強をするように」と言われることはなかったのですか？

なかったですね。宿題など、最低限の勉強はしていたし、授業もしっかり聞いていたと思うので、勉強のことで叱られたりしたことはありませんでした。基本的にやりたいことを好きなだけやらせてもらえる環境で育ててもらったことに感謝しています。

中学生になると姉の影響もあり、地元の小さな塾に行くようになりました。塾の先生の熱心な指導のおかげもあって、ますます数学の勉強が楽しくなりました。ただ、将来は研究者というよりも、公認会計士になろうかなと考えていました。

高校は学区外の県立厚木高校に進学し、小田急線に片道40分乗りながら数学の教科書を読むのが日課でした。これが、現在の研究者としての血肉になっているのかもしれない。

一方で、社会勉強と小遣い稼ぎを兼ねて、1年生の途中から2年生の終わりくらいまで、クラスの友達と一緒に、高校の近くの生協でアルバイトをしていました。お惣菜コーナーでバイトしていたこともあって、ピタっときれいにサランラップをかけるのが特技なんですよ。この特技で、妻にびっくりされたこともあります（笑）。

### —大学は東京工業大学第5類に進学されましたね。

友人のお父さんの薦めと、予備校のチューターの意見を参考に選びました。この頃には、将来は情報系や数学系の知識を使った仕事をしたいと漠然と考えるようになっていました。

ただ、低学年のうちはそれほど真剣に勉学に励んだわけではありませんでした。フーリエ変換やラプラス変換など、理論系の講義には興味を持って出ていましたが、まだ、何を勉強したらいいのか、あまりピンときていなかったのだと思います。そうしたことから、学部生の頃は、部活動とファストフード店でのアルバイトに精を出していました。

それから、大学に入ってから始めたのが、競技ダンスです。



困難な研究課題に直面したら、  
いろんな角度から根気よく考え抜きます。  
偶然に出会う解決の糸口を  
見逃さないようにしておくためです。

## 湯川 正裕

Masahiro Yukawa

専門は凸解析・不動点近似に基づく信号処理工学。数理学の知見を活かして信号処理分野に新しい地平を拓くことを目標に研究している。東京工業大学工学部電気電子工学科卒業(2002年)。同大学院博士課程修了(2006年)。英国ヨーク大学博士研究員(日本学術振興会特別研究員PD)、理化学研究所基礎科学特別研究員、ミュンヘン工科大学客員研究員、新潟大学工学部准教授などを経て、2015年4月より現職。



きっかけはテレビ番組の影響でしたが、マイナーなことというか、皆がやっていないことをやってみようという思いがあったんですね。競技ダンス部には各学年で男性は4人程度しかいませんでしたから、相当にマイナーですよ(笑)。そういう意味では、珠算や卓球に通じるところがあるかもしれません。研究はどうかというと、信号処理は世界的にみてもすぐメジャーな分野なんです。でもその中で私は他の人が目をつけていないところに焦点を当てて研究しています。

——意外ですね。女性と踊るのは照れませんでしたか？(笑)。

最初こそ照れましたが、すぐに慣れました。実は、結婚してから妻を誘って一緒に社交ダンスをしていたことがあるのですが、結局、数回で妻が音をあげて、辞めてしまったのです。私が厳しく指導するので嫌になったと言って……(笑)。そんなに厳しくしたつもりはないのですが、つい競技ダンスの名残で、姿勢や重心の移動などを細かく注意していたようです。何事もやり始めると集中してしまうのは、いいところでもあり、悪いところでもありますね。

研究の面白さにはまったのは大学4年になって、信号処理と通信理論の研究室に入ってからです。

修士課程になると、国際会議で発表したりするようになります。ますます研究にのめり込むようになりました。そして、研究の世界で生きていきたいと強く思うようになり、博士課程に進学しました。

博士課程修了後は、念願だった基礎科学特別研究員として、理化学研究所への就職が決まっていたのですが、幸い、半年早く修了できたことから、その間、イギリスのヨーク大学に留学しました。帰国後、2007年4月から理化学研究所に3年間ほど勤めました。

その後、新潟大学(2010年4月～2013年3月)での勤務を経て、慶應義塾大学に移ったというわけです。

——順調に研究を進めてこられたんですね。

そうですね。根気よく研究を続けてこられた背景には、節目

ごとに、いい恩師に出会えたことが影響していると思います。珠算や塾の先生もそうでしたが、東工大の山田功先生、理化学研究所の甘利俊一先生にはたいへんお世話になりました。

その恩返しもあって、学生には熱心に指導しているつもりですが、もしかすると鬱陶しがられているかもしれません(笑)。一方で、子どもに対しては、自分が親にしてもらったように、勉強のことはうるさく言わないようにしています。

——研究の息抜きは？

小さい頃から食べるのが好きで、食事が一番の息抜きですね。それから、至福の時は、コーヒーを入れてスイーツを食べながら、ジャズやラテンなどの音楽を聴いている時。学生とランチに行くのが日課で、コーヒーブレイクをともにしたりもしています。

——慶應義塾の良さは？

広報が充実していて、私のような若手教員の研究をエンカレッジしてくれるのは非常にありがたいですね。学生にとっても、低学年のうちから教員と直接かかわる機会が多く、教員との距離が近いのは、とても恵まれた環境だと思います。さまざまなサポート体制があって、早くから進路が意識できるのも、まさに慶應義塾ならではの良さでしょうね。

◎ちょっと一言◎

学生さんから：

● 研究に対しては冷静な目を持ちつつも、目標に対しては情熱的で、「世界一の研究室を目指そう」と言うのが湯川先生の口癖。ランチミーティングやコーヒーを飲みながらのアイデア出しやディスカッションなど、つねに会話と笑いの絶えない楽しい研究室です。

(取材・構成 田井中麻都佳)

さらに詳しい内容は .....  
<http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>



# 湯川 正裕の ON と OFF

数理学と工学の境界線で仕事をする  
湯川の ON と OFF を少しだけ紹介します。



## 海外留学

留学中はカフェにたびたび足を運んで研究のアイデアを育てていました。そしてミュンヘンと言えばオクトーバーフェスト!! マスビール(1リットルジョッキ)が次々と消費されていく姿は圧巻でした。ホスト研究室の行きつけは老舗のアウグスティナー。お酒に弱い筆者もおいしく飲み干しました。

## Dance

学生時代は競技ダンスに熱中。学業よりダンスの練習に打ち込むラテン人でした(いちばん右が筆者)。10年間続けたお陰で体内の隠れた筋肉に出会うことができました。



## 国際会議

国際会議は最新の研究成果を発表する重要な機会です。サントリー二島(ギリシャ)の会議では、洞窟みたいな会場で発表。パンケットはリラックスしながら情報交換や新しいネットワーク作りをします。この写真は屋外のため、空腹なネコ達がテーブル下で待機。

## 研究室

慶應大学への赴任時には、新潟大学から一緒に移ってきた学生達とホームパーティー。現在は慶應の学生8名と一緒に過ごしています。時々、東工大の山田研究室(筆者の出身研究室)のセミナーに研究室メンバーと参加したり、合同でハイキングや鍋パーティー(芋煮会)などをして交流を深めています。



## 欧州での集中講義

ドイツのミュンヘン工科大学(2010年秋)とフィンランドのタンペレ工科大学(2012年夏)で大学院生を対象とした集中講義をしました。フィンランドは信号処理がとても盛んで、タンペレ工科大学には信号処理学科があります。講義中に突っ込んだ質問もあって、とても刺激的でした。講義が終わると、聴講者一同から似顔絵つきの Thank you paper のサプライズが(涙)。



## 共同研究

ドイツの Fraunhofer Heinrich Hertz 研究所、ミュンヘン工科大学、韓国の KAIST、理化学研究所、東工大、新潟大などと共同研究をしてきました。2014年の夏、機械学習分野を牽引する K.R. ミュラー教授(ベルリン工科大)を訪問して共同研究の打ち合わせを行いました。



# 私の My favorite books 本棚



## ● Convex analysis and monotone operator theory in Hilbert Spaces

凸解析・凸最適化分野を牽引してきた H.H.Bauschke と P.L.Combettes が著した現代凸解析の大作。ヒルベルト空間を舞台に議論が展開されているのが大きな特徴です。専門家向けの内容ですが、学部レベルの基礎知識があれば、他の著書を参照することなく証明を追えます。ただし根気が必要。世界で活躍できる研究者を志す大学院生は是非、挑戦を。湯川の大学院講義(2015年春)でも本書に関連したトピックを概説しました。

● **カーネル法入門** カーネル法は機械学習分野で大きな注目を集めている手法で、パターン認識をはじめとする様々な非線形問題に応用されています。本書では、カーネル法の基礎から研究動向まで幅広いトピックを扱っています。複素解析と深く関連する再生核の理論と工学への応用についての素養が身につきます。余裕があればルベグ積分を事前に勉強しておく、より深い理解が得られます。

● **工学のための関数解析** 最適化学・信号処理工学を世界的にリードする山田功教授(東工大)が工学系学生のために長年かけて完成させた名著。筆者も、修士課程在学中に本書の原型となった講義資料「ヒルベルト空間ショートコース」に傾倒したのを思い出します。分からないところがあっても7章まで読みきると、ベクトル空間から凸最適化までの道が一望できます。中でもヒルベルト空間をきちんと理解しておくことが大切。実際、自然科学から工学まで数多くの問題がヒルベルト空間上で定式化されます。ヒルベルト空間で議論を展開できるようにしておけば、応用の可能性が無限に広がります。

● **解析入門 30 講** 実数列の収束の概念をマスターしておけば、複素解析や関数解析など、進んだ概念もスムーズに理解できます。Tea Time もあって読みやすいので、実解析に不安が残る人は早いうちに習得することを奨めます。

## ● アントンのやさしい線型代数

線型代数は学部1年生で習ったけど抽象的でよく分からなかった。そんな人におすすめです。丁寧な説明が理解を助けてくれます。特に線型空間、1次変換、固有値・固有ベクトルはきちんと理解しておきたいです。英語で勉強したい人は Gilbert Strang の名著 Linear Algebra and Its Applications を。

## ● 数学は最善世界の夢を見るか?

凸解析・変分問題からゲーム理論、経済学まで幅広い分野に貢献してきた I.Ekeland による一般読者向けの著作。物理現象を説明するための自然科学から工学へと人間の関心

が広がり、ある評価基準を最小化(最大化)すること自体を目的とする「最適化」が誕生。最適化の適用範囲は工学だけに留まらず、経済学やマネジメントから金融工学へ。そして、最適化によって最善の社会を組織できないかという難問に話が展開していきます。哲学者の母を持つ著者ならではの世界観に、研究者としての生き方を考えさせられます。



## 研究に必要なもの

湯川 正裕

研究に必要なのは「セクシーさ」と「緻密さ」であると思います。「セクシーさ」とは人を惹きつけること。斬新で意外性のある研究はワクワクします。大胆な発想で誰も思いつかないことをしよう。そういう姿勢が大切です。しかし、それだけでは絵に描いた餅。科学技術分野の研究にはなりません。大胆な発想が得られたら、それが本当にうまくいくか検証が必要です。ここで重要なのが「緻密さ」です。適当に実験をして「ほらうまくいったでしょ」と言っても納得しません。世界中の研究者が鎧を削る競争する時代です。簡単には他人の研究を受け入れたくないのです。

信号処理工学では、数学による証明と計算機シミュレーションで検証していきます。筆者の場合、緻密な議論を展開していく際、凸解析（特に非拡大写像の不動点近似）が手助けしてくれます。これまで様々な研究に取り組んできましたが、凸

解析はそれら全てを包み込んでくれる懐の深さを持っていました。

「万能フィルタの探求」はセクシーでしょうか？そんな馬鹿げてる！と思って頂けていれば本望です。初めから「馬鹿げている」と思われたいアイデアに望みはないと教わりました。歴史がそれを物語ります。2006年の夏、博士課程在学中だった筆者は、師とともにモスクワに住む M. チョバノフ先生を訪ねました。Moscow Power Engineering Institute（工学系のエリート校）で V. コテルニコフ（1908 - 2005 年）とともに教鞭を取っていたそうです。アナログ通信しかなかった時代、デジタル通信に関する先駆的な研究をした V. コテルニコフの博士論文は、当時の審査員から馬鹿げていると思われていたといいます。それでも数学の証明に誤りがないため、仕方なく受理されました。ところがその研究の価値が分かると、今度は国家機密にされてしまい、2001年に英訳が出版されるまで世界に知れ渡ることはありませんでした。デジタル通信が新しい時代（情報化社会）を拓いたことは疑う余地もないでしょう（その功績は言

わずともデジタル通信を世に広めた C. シャノンのものとなっています）。

科学技術が日々進歩していく昨今では「明日役に立つ研究は明後日には役に立たなくなる」と言われます。目先のことばかり考えてすぐに役立つ研究をしても、あつという間に越えられてしまうという戒めです。息の長い研究をするためには深く根の張った理論を築かなければなりません。そして「馬鹿げている」と思われる挑戦的課題（研究者はそれが実現できるという信念を持っています）に果敢に挑み続けることで新時代のあけぼのが見えてくると信じています。

私の研究室には、斬新な発想が得意な学生もいれば、緻密な議論が得意な学生もいます。どちらも大切な才能です。研究室の珈琲メーカーで挽きたてを味わいながら毎日研究をエンジョイしているようです。卒業までにセクシーで緻密な研究が完成することを期待しています。ちなみに表紙のカップは筆者の愛用品です。一日のはじめに美味しいコーヒーの香りと味を<sup>たの</sup>楽しむと、良い仕事ができそうな気分になります。

## 理工学 Information

### 未来志向の技術 ∞ ビジネス創発交流会 ～未来の暮らしを考える～

日時：2015年10月23日（金）15：00～17：45（18：00～19：30 懇親会）  
場所：日吉キャンパス協生館2階 多目的教室1  
申込：イベント HP (<http://www.kll.keio.ac.jp/event/new.html>) より事前申込み

#### 【プログラム】

- ① 「心を知る事による新たな製品開発、感性のオンライン計測により変わる世界と未来」  
満倉 靖恵（システムデザイン工学科 准教授）
- ② 「見守りと癒しの空間、生命化建築」  
三田 彰（システムデザイン工学科 教授）
- ③ 参加者と研究者による意見交換
- ④ 懇親会（会費 2,000 円）



## 新版 窮理図解

No.20 2015 October

編集 新版窮理図解編集委員会  
写真 邑口京一郎  
デザイン 八十島博明、石川幸彦 (GRID)  
編集協力 サイテック・コミュニケーションズ  
発行者 青山藤詞郎  
発行 慶應義塾大学理工学部  
〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1  
問い合わせ先 (新版窮理図解全般)  
kyurizukai@info.keio.ac.jp  
問い合わせ先 (産学連携)  
kll-liaison@adst.keio.ac.jp  
web版 <http://www.st.keio.ac.jp/kyurizukai>  
facebook <http://www.facebook.com/keiokyuri>

#### 編集後記

“適応アルゴリズム”と聞いて、何をイメージするでしょうか？ 私たちの生活に欠かすことのできない技術、とはなかなか思い至らないですね。“万能フィルタ”と聞くとなんとなく便利そうだな、というイメージが湧いてきます。そのようなイメージで研究内容を聞いていましたが、やはり理論に溢れたかなり難しい内容でした（湯川先生には最大限にわかりやすく説明していただきました）。

難しいと別世界の話と思いがちですが、それがコーヒーフィルタのように雑味を除いて美味しくしてくれる技術なんだとわかると、ちょっと身近に感じられ、わかったような気になっただけでも収穫でした。

(松林真奈美)