



# 挑戦する研究者たち

## Challengers

澤田

宏

上席特別研究員 NTTコミュニケーション科学基礎研究所



### 焦らなくても大丈夫! 遠回りは経験を積む時間. 研究者としての素地は「あらゆることを面白い と思えるか」である

IoTセンサデータなどのビッグデータを、非負値のみからなる行列として表現し、シンプルな数式表現により解析する非負値行列因子分解 (NMF) は、音、画像、文書データの解析等多くの応用が可能です。このNMFや信号分離技術の研究開発に邁進するNTTコミュニケーション科学基礎研究所の澤田宏上席特別研究員に、現在手掛けている研究と研究者に必要な姿勢について伺いました。



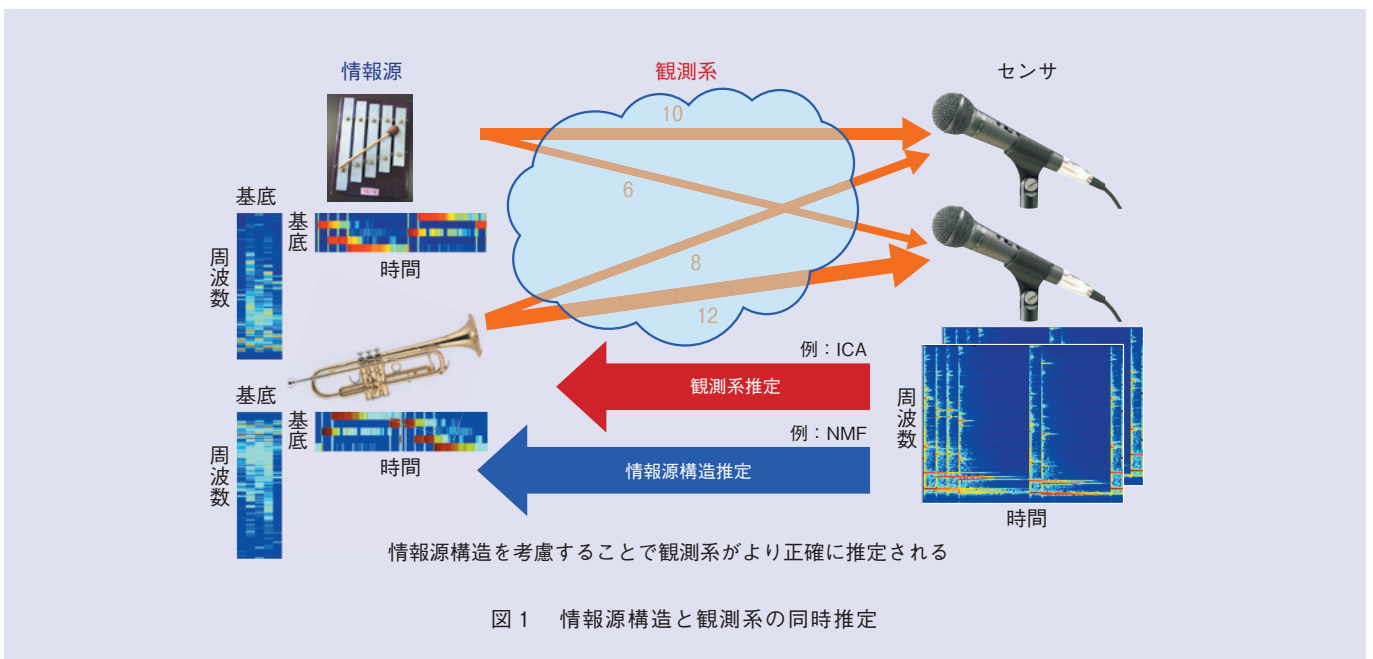
#### 複雑なデータでさえもシンプルに解析。 近未来を予測する画期的な技術開発

##### ●現在手掛けている研究から教えていただけますか。

データや信号などの情報源の構造や特徴をうまくとらえる非負値行列因子分解 (NMF: Nonnegative Matrix

Factorization) などの技術と、データや信号が観測系を通じてどのようにセンサで観測されたかを推定する独立成分分析 (ICA: Independent Component Analysis) などの技術の統合 (図1) をめざしています。もちろん、統合前のそれぞれの技術をさらに発展させることや、実社会の問題にうまく応用することにも注力しています。

NMFは、世の中の多くのデータが行列形式で表現でき、



かつその個々の要素は0か正の値のみであっても不都合が生じないという特性を利用して、行列を分解してシンプルな数式表現で解析することで、頻出パターンを抽出するアルゴリズムです（図2）。文書データ、購買データ、音、画像、生体信号、遺伝子など幅広い分野への応用が考えられます。

一方、ICAは、音源分離技術として発展してきました（図3）。例えば、複数の人が同時に話した声を収録した音があるとします。その中から1人ずつの声をきれいに取り出す技術です。聖徳太子が10人の声を聞き分けたという話

を聞いたことがあるかもしれませんが、それをコンピュータで実現させる技術です。私たち人間は両耳で音を聞いていますが、1つの耳で聞くよりは、2つの耳で聞いたほうがより人の声を聞き分けることができ、不要な情報をシャットアウトすることができるのです。ある決まった方向から聞こえてくる音を、音に近いほうの耳が聞き取ります。そして、少しだけ時間を置いて遠いほうの耳にその音が届きます。その時間差を補正して、元の音から時間差補正後の音を引き算することで音を消すことができます。2つの耳をマイクに置き換えてコンピュータで音声信号（波

■ NMF：I×J行列をI×K行列とK×J行列の積に分解

$$I \begin{matrix} J \\ X \end{matrix} = I \begin{matrix} K \\ T \end{matrix} \begin{matrix} J \\ V \end{matrix} K$$

■ 楽器音への応用

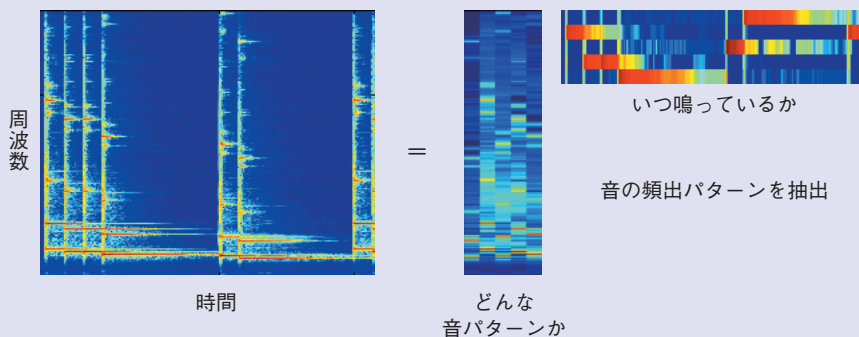
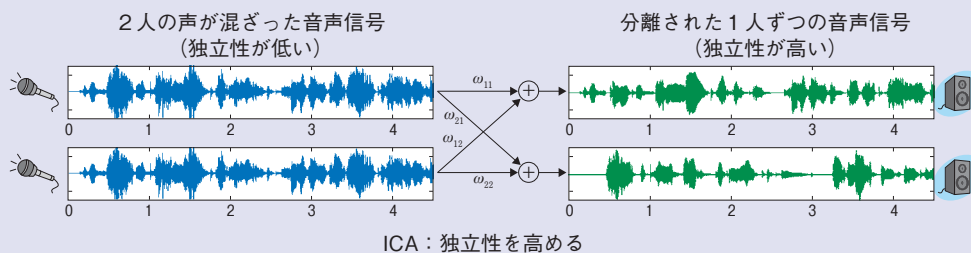


図2 NMFの概要



ICA：独立性を高める

図3 ICAと音源分離



形)の補正および引き算処理させたと想像してみたら理解しやすいかもしれません。

ステレオミキサーのように、単に音を混ぜることを瞬時混合といいます。1つの音の波形を3倍して、もう1つの音の波形を2倍してミキサーで混ぜたという単純なものでも簡単に解析できます。しかし、実際の空間でそれをしようとすると机や天井から音の反響があり、さらにこれらの残響を含めて音をきれいに抽出する、つまり残響を消すことに苦労しましたが、音を周波数ごとに処理することで可能になりました。ところが、実際には、このように抽出したい音がいつでも明快なわけではなくて、消したい音にはどれくらいの時間差があるとか、反響なども含めてどのような環境下で録音されているとか、さまざまな条件をうまく推定しなくてはなりません。それをブラインド音源分離技術によって処理しようと2000年あたりから取り組んでいます。ブラインドというのは、読んで字のごとく目を閉じてどのような状況で収録しているのかが分からないような状態で、そのような環境において音源を分離する技術で処理します。世界中の研究者が競い合って研究していましたが、当初はなかなかうまくいきませんでした。しかし、2003~2004年くらいから具現化できる手法が次々と発表され、私たちの研究も世界的貢献を果たすことができるようになりました。



### 「音に強いNTT」と実感した先輩方のサポートと強固な人的ネットワーク

●こうした活動はそれぞれの研究に良い影響を与えているのですか。

音源分離技術の研究において人の声ならほぼ分離できるようになったので、音楽で試してみたところ、声の分離で用いた手法ではうまくできませんでした。そこで、NMFを使えば音楽も分離できるのではないだろうかと考えました。しかし、そう簡単には結果が出なかったため、専門的にこの分野を理解している研究者と有益な意見交換を繰り返しながら、研究の方向性を確認しつつ検討を積み上げていく中、2013年ごろに論文としてまとめることができました。この論文をさまざまな研究者に参照していただいているという意味では、ひとまず成功したという手ごたえがあります。

NMFでは、音楽や購買データ、外国人観光客の行動等

のデータを行列形式で分解してシンプルな数式にして分析するのですが、このシンプル化の過程においてデータ等の分類を行う際に研究者のセンスが光ります。ここで、センスというのは、過去の研究の理解に基づく感覚です。ちなみに、これまでの研究の中でどの手法をどのデータに適用させるかという点では、私たち分析チームに加え、NTTの研究企画チーム全体の視点や取り組みそのもののセンスが良かったように思います。

NTTは長年電話のサービスを提供してきたこともあり、世界的に音の研究に強いと認知されています。音声をデジタル化して効率良く伝送するために情報を圧縮する技術を生み出し、携帯電話を現実のものとしたなど、さまざまな歴史があります。先ほどお話しした音声や音響研究に携わってきた先輩方の築いた歴史とサポートは絶大でした。私は2000年あたりに音の研究チームに加わったのですが、やはり何かが違う、そして強いと直感的に感じました。このような背景もあり、国際会議に初めて発表に行っても、「NTTの澤田さんだね」と声をかけてもらったり、発表に関心を持ってくれたり、すぐに世界中の研究仲間が見つかります。もちろん、彼らは良きライバルでもあります。先輩たちのおかげで世界とつながることができる。これがNTTの強さだと実感しました。まさに、NTTの研究チームは世界中の著名な研究者等の間に広域で強固なネットワークを築いているといえます。

●研究活動を通して同僚の存在を心強く感じるの嬉しいですね。研究者冥利に尽きるのではないのでしょうか。

私は、研究以外はあまり長続きすることがなくて、いろいろやってみるのですがどうも飽きてしまいます。しかし、研究活動は長続きしています。研究者の存在というのは、新しいことが生み出される源泉の1つかなと思います。世の中に新しいものを生み出すために、私は考えたこと、発見した結果を論文にまとめます。その論文をほかの研究者が見て発展させる、あるいは、ビジネスに近い存在の人に論文を分かりやすく説明してくれて、使ってもらえたら嬉しいですね。

ちなみに、研究のかかわり方も人それぞれだと思います。私は実験、試作、プログラミング等を自分で動かしてみることが好きです。やはり、自分で動かしてみないと分からないことが数多くあるのです。論文や数式レベルで考えていたことと現実が違うのだと、動かしながら新たに気付く喜びや手ごたえがあります。最近では、組織マネジメントなど自身の研究以外の仕事も増えてきて、自分で動か

せるチャンスは減っているのですが、なるべく時間を取って挑んでいます。家に帰って、家族と過ごしたり、家事を手伝ったりもするのですが、どこか頭の片隅に研究のことを考えている自分があると思います。寝る前やお風呂に入っているときに、ふと浮かんできて、明日やってみようと思うこともあります。しかし、なぜ研究者かと考えたことはあまりありません。何の疑問も持たずにここまで来てしまったというのが本音です。

もともとはLSIを手掛けていたのですが、2000年ごろにその研究グループが解散することになって、当時のグループリーダーが私の心情をかんがみてくださったのでしょう。私を半年間、海外留学に行かせてくれたのです。そして、帰国して現在の研究へシフトしました。2007年から2年余り、共通部門で組織のために働くことになり、研究を中断することになりました。しかし、自分自身のプロフェッショナルとしての研究を中断しただけで、研究には常に触れていました。例えば、人材育成の一環として、若手の研究者の相談に乗ることもありましたし、各研究所で展開されている研究の企画内容に目を通すこともありました。

最初は、研究から離れることへの焦燥感がありましたが、進路に悩む学生へ研究者にしかできないアドバイスをすることで自らを振り返ることができましたし、自らが手掛けてきた分野以外の研究に触れることで視野や価値観が大いに広がりました。また、2007年に国際会議で音源分離の

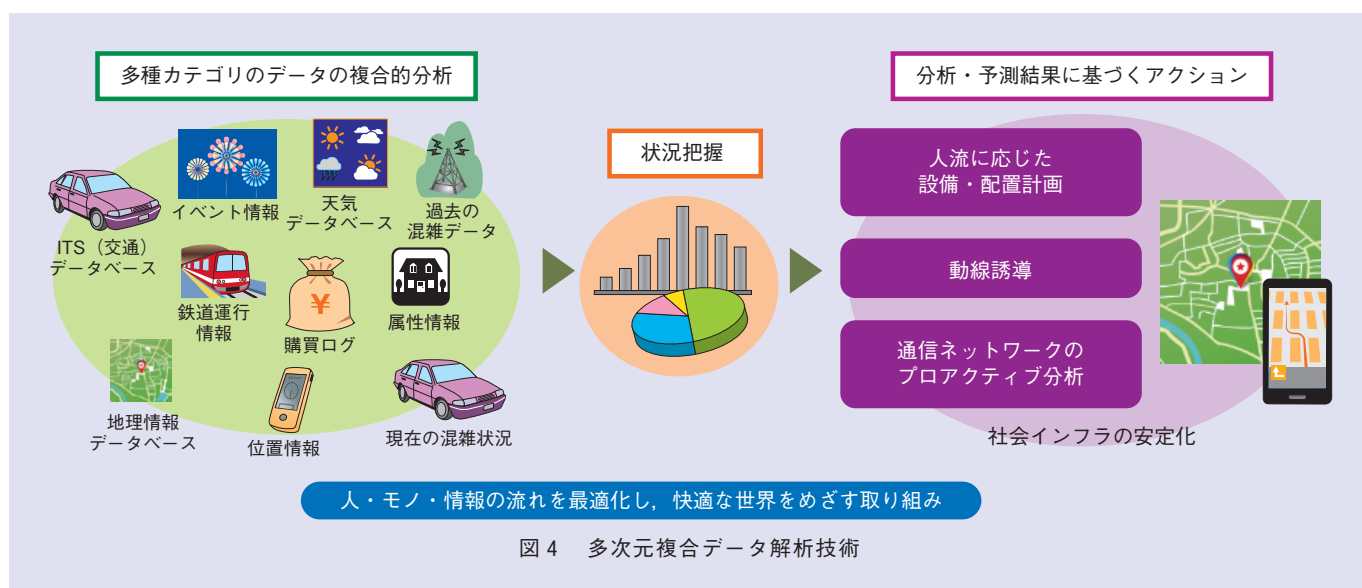
研究発表をしたのですが、その論文を充実させて、2年後には次の発表を行うと臨んでいたところ、現場を離れることになったので発表は2年遅れてしまいました。しかし、そのブランクはあったものの最終的に発表はできましたし、今となってはたった2年のブランクであり、別の見方をすると、10年間の研究活動の一部に過ぎないとも感じています。



## 経験と勤と度胸を携えて社会活動の効率化に挑む

- 研究に直接かわからない時間も考え方1つでその後の研究活動に厚みを持たせてくれる経験へと変わるのでね。現在はどのような目標を掲げているのですか。

大量のデータをうまく活用することで社会に貢献できたらと思っています。例えば、人間にとって良いヒントを与えてくれる、重要な判断の根拠になるようなデータの分析を行いたいですね。そのようなことを意識しながら多次元複合データ解析技術(図4)の確立とその応用を進めてきましたが、さらに将来の予測を可能にする革新的な解析技術として、データの時間、空間、多次元、集合の4つの要素を考慮して、ちょっと先の未来に起きることを予見、洞察することをめざしています(図5)。2020年に向けて、大規模イベント会場で発生すると予測される混雑の緩和や





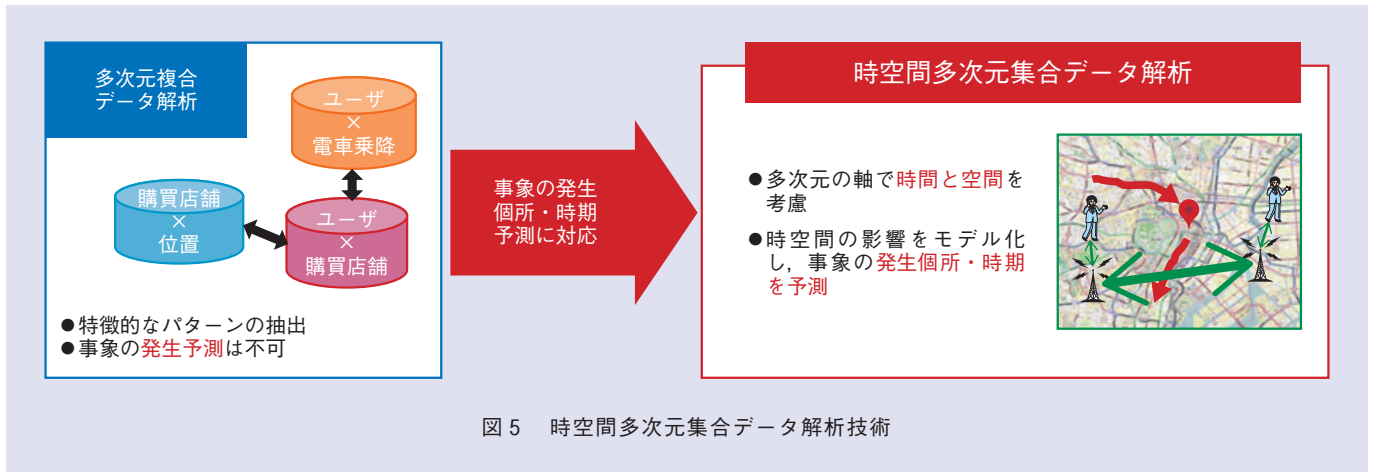


図5 時空間多次元集合データ解析技術

通信インフラを安定させることも視野に入れています。さらに、こうした活動をベースに社会活動を効率化したいとも思っています。例えば、新しい道をつくるなど、政治的、行政的な判断が必要になったときにもこの手法を用いて、客観的な決断を下せるようになったら良いですね。そして、社会の共有財産に適用できるようになったら嬉しいです。研究所をはじめ、パートナー企業の皆さんとも手を組んで実社会に提案し、さまざまな事例をつくっていかれたらと思っています。

過去に、ユーザ調査を行う企業のデータ分析を手掛けたときに、その結果を見た企業側が「自分たちの思っていた感覚と同じだった。それを裏付けることができた」と喜んでいただけて非常に嬉しかったです。一般の社会でよく言われる「経験と勘と度胸」で判断されていることが数理的なデータに基づくことでしっかりと裏付けることができましたからね。自分自身の研究もいわゆる「経験と勘と度胸」で挑んでいる部分はあります。だから、自分で動いてみないと気が済まない。勘で挑んだことを裏付ける作業でもあり、まさにこのデータ分析と同じです。ちなみに、私の勘はあまり当たらないように思いますし、度胸もそれほどあるわけではありません。しかし、長年、研究を続けさせていただくことで経験を身につけることができました。これはとても幸せなことです。

実は最近、前よりは少し研究への時間が取れるようになり、アイデアに基づいて特許を書き、プログラムを組んで実験を始めているのですが、結果が出ることに期待してワクワクしながら取り組んでいます。研究者としては基礎研究や論文が引用されるような成果を生み出していきたいで

すからね。そして、今後は学生も含めてともに臨める仲間ができれば良いですね。

●若い研究者の皆様へ一言アドバイスをお願いします。

先ほどお話ししたとおり、お風呂に入りながらもその気になってしまうような、常に考えたくなるような研究テーマを見つけられると幸せだと思います。そして、ほかの研究を聞いて面白いと思うことはとても大切です。いろいろなことを面白いと思える人ほど、研究者としての素地があると思います。アプローチするものは一般的なこともあれば、ほかの専門分野の研究かもしれませんが、自分だけの世界に生きることは良くないと思っています。外からの刺激でモチベーションが高まるのは良いことです。

ただ、昨今では国際会議レベルの論文もネット上で検索することができますから、検索した瞬間に自分の研究が終わってしまったというくらい新しい情報があふれています。検索した結果、自分の考えていたことを誰かが先にしていたと分かって、「仕方がない、自分の方向性を決めることができた」と割り切れたら良いのではないのでしょうか。世の中で2つ以上のグループが同じような新しい研究を考えていることは少なくありません。それはそれで両方が世の中で認められたら良いと思っています。特許であれば先願性が重要ですが、研究であれば理解してもらえることもありますから、スピードは大事ですが、考えすぎず進みましょう。応援しています。