



## コンピュータに人間の直観力を与えるには

長年蓄積してきた人間の直感的で複雑な判断をコンピュータが実現する技術として機械学習が現在注目を集めているが、応用ではまだまだ課題も多い。小林先生は、統計学をベースとした機械学習の基礎・応用を研究している。



小林 靖之 こばやし やすゆき

1999年に東京大学大学院工学系研究科修士課程を修了後、三菱重工株式会社にて太陽電池や火力発電所のカスタマーサービス、風車などの研究開発に従事。2011年より帝京大学理工学部勤務、現在に至る。

研究テーマ：統計的機械学習の基礎研究と応用、太陽光発電システム等の異常検出技術開発  
キーワード：統計的機械学習、応用統計学、prognostics、機械の異常検出・診断技術

### コンピュータは機械学習で人間に追いつき、人間を超える

自動車などの身近な機械であっても、機械が通常と同じ状態であるかを判断するのはかなり難しい。例えば自動車であれば、エンジンの回転状態や振動、排ガスなどの数多くの状態を同時に考える必要がある。現代の技術でこれらを数値で表すのは容易だが、数多くの状態を表す多変数の数値を同時に見て判断するのは人間にとって非常に難しい。しかし、長年の経験を積んだ操縦者・技術者であればメータの様子や五感による感覚から、通常状態であるか否かを直感的に判断できるといわれている。人間が会得した直感による複雑な判断規則をプログラムで表すのは非常に難しいため、これをコンピュータにまねさせることは困難と考えられてきた。しかし、この問題を解決する技術として機械学習が注目されている。機械学習では、人間がコンピュータに判断規則を逐一細かに与えるのではなく、人間が長年の経験を積むように、コンピュータ自身が数多くの学習データを学習してデータの特徴を覚えさせる。この機械学習を応用することで、今までコンピュータでは難しいとされてきた将棋の対戦でもコンピュータがプロ棋士に勝利することも可能になった。

この機械学習で重要なのが、未知のデータから正常・異常を判断するアルゴリズム（識別器）である。識別器は、学習データから正常状態を決めたあと、未知のデータが正常状態からどれだけ異なるかを数値（距離）で正確に示す必要がある。小林先生は、識別器の示す距離を正確にするために統計学の立場からの理論的研究を進めている。現在は専門家以外による応用を視野に入れて識別器としてマハラノビス距離

を取り上げている。例えば、身長と体重の2変数を扱う場合、身長が高ければ体重が増える傾向にあるため、平均的な身長・体重の分布からのズレを計算するにはマハラノビス距離を扱う必要がある。このように変数間に相関がある多変数を扱う場合にマハラノビス距離は最も扱いやすい識別器であるため、例えば半導体製造プロセスやガスタービン発電機の状態監視にも利用されている。マハラノビス距離は簡単で扱いやすく実際に用いられているが、学習データの個数が少ない場合などにはその影響を受けて不安定な識別器になりやすい。そこで小林先生はマハラノビス距離が不安定となる原因を研究してきた。これまでに、マハラノビス距離が学習データの都合で不調な距離の補正法や必要な学習データ個数の提案、コンピュータの計算精度の悪影響を受けないためのマハラノビス距離に必要な条件などの成果を論文として世に送り出してきた。さらにマハラノビス距離が正常から離れている場合の原因となる変数の推定なども研究している。

### 機械学習を応用して社会に役立てる

小林先生は、三菱重工株式会社から2011年に帝京大学へ移籍した。企業では研究員として太陽電池や風車・ガスタービンに携わっていた。太陽電池では、シリコン薄膜中のシリコン結晶の形成や、太陽電池内部の光伝搬・吸収を計算し、30件以上の特許出願や第12回（2002年春季）応用物理学講演奨励賞の受賞につながった。風車やガスタービンでは機械学習を応用して設備に内蔵された機器の状態の診断技術を開発していた。そのとき機械学習の識別器の抱える問題を実際に肌で感じ、大学に移ってか

らは分野を問わずに機械学習を利用可能になるよう理論面から識別器の改良に力を注いでいる。また、機械学習の理論的研究だけでなく、機械学習の応用にも取り組んでいて、音や振動をコンピュータに取り込んで識別器で分析する技術開発も進めている。さらに太陽光発電システムの異常診断研究も始めた。

大学に移った今は、企業にいた頃と比べ、理論に重点を置いた研究をしやすい環境にあるが、ゆくゆくは企業との共同研究も考えている。大学と企業の協力により機械学習が身近になり社会に役立てられるからである。企業研究者との共同研究を通じて、研究室の所属学生は最先端の研究が実社会に直接役立つ瞬間を体験できることになる。

さらに、機械の単なる異常検出・診断だけでなく、機械がいつまで使えるかの研究（機器の余寿命予測）も狙っている。どのような異常が将来いつ発生するかを、機器の状態の時間変化やその原因から推定する研究であり、プログノスティクス（prognostics）と呼ばれている。実現すれば、無駄な費用や手間をかけずに機械を長時間安全に利用できる。例えば、1回の点検・整備に多大な努力・時間がかかる航空機ならば、現時点における故障の起こる正確な時期から逆算して点検・整備計画を適切に決めることで飛行機を飛ばせる時間を増加できると期待される。機械学習の基礎と応用を極めて、事故を無くし無駄のない安全・安心な社会を実現するために、研究を日夜続けている。