

コンピュータは木材のにおいをかぎわけることができるか？

性能部 構造・環境グループ 鈴木 昌樹

1. はじめに

ときに木材の種類を見分けなければならないことがあります。手がかりは何があるでしょうか。色や木目をみたり、可能であれば持ち上げて密度を見積もってみたりするでしょう。もちろん、一般的な木材ならば、仕事で見たり触ったりする機会がある人はひと目でわかります。一方で、木材はおおよそ20万種あるとされており、色も見た目も千差万別です。木材の識別は、経験を要する大変に難しい問題です。樹種識別の強力な道具は顕微鏡です。専門家が木材の組織を注意深く観察して、樹種が明らかな標本（材鑑といいます）と比較して行います。比較対象は多種多様ですから、大量の材鑑が必要です。大学や研究機関はこのために木材の収集を行います。この顕微鏡を使う方法も識別には相当の経験を要しますから、材鑑の一大コレクションを持つ京都大学の研究グループが、人工知能に顕微鏡写真を判定させる方法を試みて成果を上げています¹⁾。

2. 木材の匂いをかぐ

アメリカのテレビ局NBCの人気（なんだそうです）DIY番組「Making it」で、俳優であり木工作家でもある司会者が目隠しをして木材の匂いをかぎ、その種類を当てる芸を披露しました²⁾。実際には、5種類の木材のうち3種類を当ててみせました。彼はパイン、シダー、ウォルナットを見事に当てましたが、マホガニーとチークは、紙やすりをかけて匂いを強めたり、叩いて音を聞いたり、なめて味を確かめたり（おすすめしません）と悪戦苦闘の末、間違えてしまいました。この番組に触発されてアメリカの木工YouTuberが次々にこの課題に挑みました³⁾。彼らの結果にはここでは触れませんが、木材には特徴的な匂いを持つものが少なくありません。

3. 樹種識別と匂い

匂いで木材の種類を当てようという試みは、文化財の領域では真剣に行われています。遺跡から掘り出した出土木材の場合は、少量のサンプルを切り出して、先程触れたように顕微鏡で観察を行います。しかし、美術品や工芸品を傷つけてサンプルを切り

出すことはできません。そこで考え出されたのが、匂いを使う方法です。しかし、木材をかぎ分ける人を訓練するのは大変ですし、今ひとつ説得力が足りませんから、実際に使うのは分析化学の手法です。彫像などの測定対象を大きな袋に入れ、袋の中の空気を取り出してガスクロマトグラフと呼ばれる機械で分析します。木材の匂いの成分は樹種ごとに違いがありますから、これを手がかりに美術品に使われている樹種を調べるのです⁴⁾。樹種による違いの例として、林産試験場で測定したカラマツとトドマツの分析例を図1に示します。検出された α ピネンやリモネンなどの量が両樹種で異なることがわかります。

4. コンピュータが匂いをかぐ電子の鼻

ガスクロマトグラフによる分析は極めて強力ですが、高価な装置と専門的な知識と技術が必要です。それに測定結果が出るまでに少なく見積もっても1時間以上はかかるという弱点があります。このため食品製造の分野では、匂いを使った品質管理は極めて重要でありながら、その多くは勘と経験によって行われてきました。これを迅速かつ低コストで自動化しようという目的で開発されたのが、「electronic nose（電子の鼻）」です。原理については割愛しますが、ガスセンサと統計的手法を用いて匂いの識別を行う手法です。1980年代初頭に提案され、食品の鮮度管理などで実用化されています。大掛かりな市販品もありますが、最も初歩的なものは電子部品店で手に入るガスセンサと最近ますます強力になったフリーの統計ソフトウェアを使って試すことができ

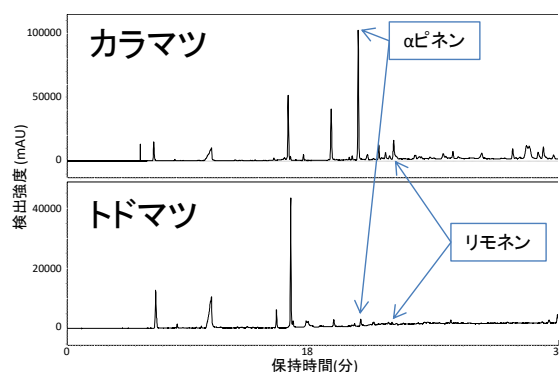


図1 樹種による成分の違いの例

ます。林産試験場で作製した試作機を図2に示します。ステンレス容器の中にはガスセンサが設置されていて、この中に試料を入れると右下の装置のSDカードにデータが記録されます。



図2 試作した electronic nose

5. コンピュータは木材の匂いをかぎわけるか

北海道産針葉樹3種、トドマツ（マツ科モミ属）・カラマツ（同科カラマツ属）・アカエゾマツ（同科トウヒ属）を試作機で測定してみました。樹種ごとの測定結果を自作のプログラムに読み込ませて、樹種の特徴を学習させます。このような手法を教師あり機械学習と呼びます。機械学習とは、プログラムがサンプルデータの特徴を学習して、人の代わりに未知データからの予想や判別を行う手法をいいます。人工知能と呼ぶ人もいます。

学習の結果を図3に示します⁵⁾。これは線形判別分析と呼ばれる、最も初歩的な分類方法を用いたものです。このグラフは、縦軸の左側がトドマツ、右側がカラマツ、横軸より下側をすべてアカエゾマツと判断するようにプログラムが学習したことを表しています。このグラフの下半分から、トドマツとカラマツの一部をアカエゾマツと誤って判断してしまうようにプログラムが学習してしまったことがわかります。このプログラムが学習した判断基準をもとに、学習に使わなかった測定データを判別させてみました。答え合わせをしてみたところ、正しく樹種を判別できたのは7割程度でした。まったくデータラメに判定した場合1/3の確率で正解することから、このプログラムは、3種類の木材の匂いをかぎ分けて判別することにある程度成功したと言えると思います。間違いの大半はトドマツやカラマツをアカエゾマツと誤って判定してしまったことでした。判定の精度を上げるためには、学習するデータの点数を増やす、あるいは判定方法を変えることが考えられます。グ

ラフを見る限り樹種間でデータの重なりがありますので、判定方法を工夫するほうが良さそうです。このような分布の重なりを分離するいろいろな計算方法が開発されています。

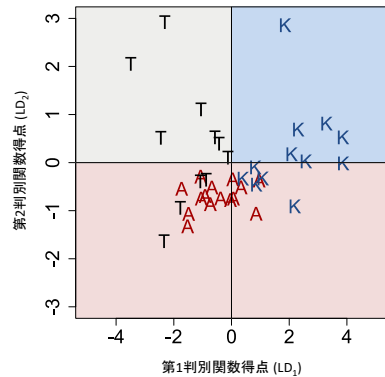


図3 プログラムの学習結果。Tはトドマツ、Kはカラマツ、Aはアカエゾマツをそれぞれ表す。

6. おわりに

一見感覚的で数値化しにくい匂いですが、このようにセンサを介してコンピュータで扱うことができます。また、最近の機械学習の発展で、今までコンピュータには難しいとされていたことが解決できるようになってきました。

7. 文献

- 1) 小林加代子ら：人工知能による顕微鏡画像の解析—転移学習を用いた識別モデルの作成と検証—, 第68回日本木材学会大会研究発表要旨集(2018).
- 2) Amy and Nick Play : Making It. “Smell That Wood!” (Digital Exclusive) : YouTube, (2018).
<https://www.youtube.com/watch?v=URLCRZuttCs>
(最終確認日：2018年11月5日)
- 3) Branwyn G. : Are You Up to the Smell That Wood Challenge? : Make., (2018).
<https://makezine.com/2018/10/08/are-you-up-to-the-smell-that-wood-challenge/> (最終確認日：2018年11月5日)
- 4) 石川敦子ら：木の香りで木彫像の樹種を識別. 季刊 森林総研, 34 8-9 (2018).
- 5) 鈴木昌樹：ガスセンサアレイによる匂い測定と機械学習を用いた北海道産針葉樹材自動判定の検証, 日本木材加工技術協会第33回年次大会講演要旨集, 49, 50 (2015).