



研究代表者 神谷 之康 (ATR 脳情報研究所・客員室長/京都大学大学院情報学研究科・教授)

図1. 多様な質感の情報表現を探るデータ駆動型アプローチ



### ○ 研究の背景

質感は言語表現とも結びついた複雑な情報構造をもつと考えられ、少数の物理パラメータを用いて包括的に特徴づけることは困難であることが予想されます。従来の方法で特徴づけるのが困難な質感脳情報表現を理解するには、大規模脳・画像・テキストデータのデータマイニングにもとづくアプローチが有効であると考えられます。

研究代表者のグループはヒトの脳イメージングデータを用いた「ブレイン・デコーディング法」を提唱し、機械学習にもとづく脳画像パターン認識により視覚イメージ情報を解読する数々の新手法を開発してきました。近年、コンピュータビジョンで用いられている画像特徴やニューラルネットワークを用いて、脳活動パターンから任意の物体カテゴリーを予測する方法（「一般物体デコーディング」）の開発を進めています。本課題では、このアプローチを質感情報の解読に適用します。

### ○ この研究の目指すもの

本課題では、大規模画像・テキストデータから抽出した質感概念に関連する画像・言語特徴と、機能的磁気共鳴画像（fMRI）信号を用いたブレイン・デコーディングを組み合わせ、脳に表現される質感特徴をデータ駆動的に発見・利用する方法を開発しま

す。質感に関連する単語やフレーズでタグ付けされた大規模画像データを用いて、質感概念に関連する画像特徴をコンピュータビジョンやディープラーニングの手法を用いて抽出します。次に、これらの要素特徴を脳活動パターンから予測するデコーディング解析を行い、脳活動パターンが質感特徴や概念をどのように表現しているかを解明します。さらに、デコード（予測）された特徴ベクトルから、画像や質感の同定・再構成を実現する方法を開発し、脳に表現される質感要素特徴がどのようにしてトータルな質感認知を生み出すかを解析します。

この方法は、特定の物理パラメータを操作して質感認知のメカニズムを探る従来の手法と異なり、データ駆動的に質感特徴を抽出して脳情報表現と対応づける点でこれまでにないユニークなアプローチであり、ブレイン・デコーディングやディープラーニングの近年の進歩によって初めて可能になったものです。

### ○ これまでに得られた成果

これまでに、大規模画像データベースを用いて訓練したディープニューラルネットワーク（DNN）の階層的特徴を fMRI 脳活動パターンから予測（デコード）することに成功し、予測特徴ベクトルから任意の物体を同定する方法を確立しました。DNN の各階層の特徴は、大脳視覚野の階層的情報処理と対応する形で予測できることが示されました。また、物体を想起している時の脳活動から、物体に共通する階層的画像特徴を予測できることもわかりました。現在この枠組みをベースとして、質感に関連する DNN 特徴の同定と fMRI 脳活動パターンからのデコーディング解析を行っています。また、質感画像や言語ラベルを用いて課題に最適化された多様な DNN モデルを構築することで、質感に固有な情報表現の解明を進めています。

### ○ 関連する研究発表

1. Horikawa, T. & Kamitani, Y. Generic Decoding of Seen and Imagined Objects using Hierarchical Visual Features. arXiv:1510.06479, 2016.