

# コグニティブ・コンピューティングと音楽

## Cognitive Computing and Music

武田 浩一  
Koichi Takeda

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所  
IBM Research – Tokyo, IBM Japan, Ltd.

After the successful win of the Watson question-answering system at the Jeopardy! challenge in 2011, IBM has been advocating the “cognitive computing” for building intelligent systems that can learn at scale, reason with purpose and interact with humans naturally. In this paper, we present the application of cognitive computing for achieving “computational creativity” and the possibility of music composition.

### 1. まえがき

2011年2月の米国TVクイズ番組 Jeopardy!への挑戦において、質問応答技術[磯崎 2009]を open-domain のトリビア質問への解答生成に適用した Watson システムが成功を収めて以来、同技術の実用化が注目を集めている。多様な質問・情報要求への解答を生成する情報源および正答率を向上させるための学習データとしてオープンデータを中心にビッグデータを活用すること、タスク指向の問題解決を目指すこと、音声やテキストによる人との自然な対話的作業で意思決定を支援することを目的とした知的システムを実現する技術をコグニティブ・コンピューティングと呼び、医療、金融、教育などのさまざまな分野で事例が報告されるようになった。

質問応答システム Watson[金山 2011][ IBM2012]は、図1に示すように4つの大きなステップで与えられた質問の解答を計算する方式を採用した。

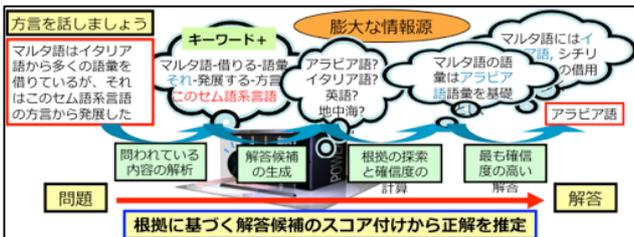


図1. 質問応答システム Watson の解答計算ステップ

ステップ1では質問文分析による内容語および述語項構造の(これらを「手掛かり表現」と呼ぶ)抽出を行い、ステップ2では手掛かり表現を検索式に変換して解答候補を取得する。ステップ3では得られた各解答候補を手掛かり表現中の解答指示部分に代入し、個別の仮説を生成し、これらの仮説を再度検索式に変換して「根拠」と呼ばれるパッセージ集合を検索する。最後にステップ4では各解答候補ごとに仮説と根拠との整合性等を数値化して、確信度と呼ばれる解答候補のスコアを計算する。事前に設定された閾値以上の確信度を持つ解答候補が見つければ、そのうちで最大の確信度の解答候補を回答する。これらの4つのステップはいわゆるランタイムの質問応答処理部分に相当し、それ以外に学習データとなる過去の質問および正解・不正解のペアから解答候補をスコア付けするロジスティック回帰分析の重みの学習や、情報源の前処理による情報抽出および索引付け等を行うためのバッチ処理が適用される。

解答候補の生成からそのスコア計算までの部分はいわゆる“generate and test”の手法を採用していると考えられる。医療であれば質問部分には患者の症状の記述が、解答候補の部分には病名や治療方法などが対応づけられ、教育応用であれば質問部分には生徒のプロファイルが、解答候補の部分には教育コンテンツやカリキュラムを対応づけることにより、専門家の意思決定を支援するための関連情報や選択肢の提示を行うことができる。このような分野適合においては、情報源や学習データなどのコンテンツのみならず、候補生成や候補のスコア付けのためのロジック部分も分野に応じて変更する必要がある。

### 2. Computational Creativity

コグニティブ・コンピューティングの応用分野の1つとして、料理におけるレシピ作成への適用[Varshney2013]があり、特定の食材や調理法を指定することにより、これまでに存在しなかった創作レシピを解答として生成できるサービスとして公開されている[IBM2015a]。これは既存のレシピを情報源および学習データとして利用し、化合物としての食材の香りや味覚的快感の親和性や、食材の組み合わせの出現確率に基づく新奇性(Bayesian surprise)などを評価項目としてスコア付けしたものである。このように既存の解答を提示するだけでなく、候補生成に新規の解答を生成する機能を追加することで、いわゆる創造性を実現できると主張されるようになった。創作レシピに対するシェフやユーザの評価がフィードバックされ、上記の評価項目のスコア付けが、人間の食への好みや興味と符合するようになれば、計算的手法によるレシピ作成を大きく前進させることができるようになる。2015年に発行された[IBM2015b]には、この手法で作成された65種類のレシピが掲載されており、料理教育への適用なども含めて、栄養素的な観点からもこれまでにないレシピ創作の可能性を強く示唆している。

### 3. 音楽への応用

コグニティブ・コンピューティングの音楽への応用については、Janani Mukundan が作曲への適用を示唆する[Mukundan2015]以外には事例が知られていない。Mukundan の手法はRBM(Restricted Boltzmann Machine)を利用して学習した楽曲から新たな楽曲を生成するものであるが詳細は公開されていない。入力としてはMIDIファイルを主に利用して、ノートやピッチの情報を学習させ、ここにゆらぎを導入することで、新たな楽曲を生成している。Mukundan は、クラシック音楽のような複雑な楽曲か

---

ら学習したモデルのほうが、ポップスのような楽曲を学習した場合よりも創作性に富んだ楽曲を生成できると述べている。

レシピの場合とは異なり、解答候補の効果的な生成と評価項目が明確でないため、実用化までにはまだ時間がかかる可能性がある。またレシピ生成の場合の評価項目は離散的な属性として定義されたものであるが、楽曲生成ではRBMの隠れ層で学習された特徴量が何であるかが明示できない。これまでのWatsonの応用において、医師やファイナンシャル・アドバイザーのような専門家の意思決定支援には根拠を提示できることが重要な特長として認識されており、今後シェフや作曲家のようなアート分野でも同様の機能要件が求められるかどうかは検討を要する。

最近では文生成技術の発展により、小説など文学作品の半自動生成の事例も知られるようになった。歌謡曲のように、作詞と作曲のアライメントが計算手法として扱えるようになれば、テキスト情報で表現された主題や感情と、音楽の特徴量とを対応づけられる可能性がある。このような研究は、複数のモダリティにまたがる人とのインタラクションを実現するうえで、コグニティブ・コンピューティングの大きな研究テーマとなるであろう。

## 参考文献

- [磯崎 2009] 磯崎秀樹、東中竜一郎、永田昌明、加藤恒昭 (監修: 奥村学): 質問応答システム, コロナ社 (2009).
- [金山 2011] 金山 博、武田浩一: Watson: クイズ番組に挑戦する質問応答システム、情報処理、Vol.52, No.7, pp. 840-849, 2011 年 7 月
- [IBM2012] “This is Watson”, IBM Journal of Research and Development, Vol.56, Issue 3-4, 2012
- [Varshney2013] Varshney, L.R., Pinel, F., Varshney, K.R., Schörgendorfer, A.: “Cognition as a part of computational creativity”, Proc. of 12th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing, pp. 36-43, July 2013
- [IBM2015a] <https://www.ibmchefwatson.com/community>
- [IBM2015b] IBM and Institute of Culinary Education: “Cognitive Cooking with Chef Watson: Recipes for Innovation from IBM & the Institute of Culinary Education,” Sourcebooks, ISBN-13: 978-1492625711, April 2015
- [Mukundan2015] Mukundan, J.  
[http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view\\_group.php?id=6376](http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=6376)