

# 社会的合意形成支援に向けたオントロジーとLODの活用方法の検討

## Toward a Better Consensus Formation Support Mechanism with Linked Open Data and Ontology-based Technologies –A Preliminary Report

福田 直樹<sup>1\*</sup>  
Naoki FUKUTA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学 大学院情報学領域

<sup>1</sup> Department of Informatics, Shizuoka University

**Abstract:** Various efforts have been done on building and designing the future of our societies by utilizing some emerging technologies on making collaboration on the Internet-based services. Collagree, a support system to collaborate people to create better ideas for reaching a consensus, has been deployed and several contributions have been presented. However, to scale up the deliberation on the system, various issues should be solved, regarding its automation of facilitating ongoing deliberations. In this paper, initial ideas and possible designs of utilizing Linked Open Data and ontology-based technologies are presented. Also further issues on the designs are discussed in terms of feasibility on computation as well as their practical applicability.

### 1 はじめに

人と人との間の、あるいはその集団としての社会における合意形成の効果的な支援の必要性やその課題についての議論は、民主主義にかかわり長く行われてきた議題の1つである。フィッシュキンらの熟議に基づく民主主義 [Fishkin 09] などの文脈でも、市民の関与を単に世論調査のようなアンケートに答える程度の浅いもので求めても「合理的無知」などにより有効な「民意」の抽出が難しいことが言われており、社会的な合意形成への市民の関与を高めることへの重要性と課題が議論されている [篠原 12]。このような課題への対処の1つとして、インターネットに基づく広い範囲からの参加を促し意見集約を行う試みの1つとして、合意形成支援システム Collagree [Ito 14] が提案され、社会実験などを通じてその効果や発展についての議論がなれつつある [伊美 15]。

社会的問題解決に向けた討議では、古くは J.S. ミルの自由論 [Mill 59] にあるように、議論の論拠の正しさに基づくことで議論の結果や正当性を担保することの重要性がいわれており [Fishkin 09]、そのための論拠の1つとして、オープンなデータの活用は1つの選

択肢である。同じような文脈でのオープンなデータの活用として、OpenScience [Fecher 13] の考え方があり、これまで研究者などの専門家の世界だけに限定されていたデータやその処理過程などオープンにすることで、広く市民を科学者としてそのコミュニティに加えることを可能にし、科学をさらに進展させることを狙っている。このために、科学的なデータを単にオープンにするための仕組みが研究されるのみでなく、それらのデータに適切な意味を付与して相互接続・検証可能としていく試みとして、LinkedScience<sup>1</sup>などの立ち上げや Linked Open Science [Kauppinen 11] というアプローチの提案などが行われてきている。このアプローチでは、研究論文中で使われる種々のデータなどに意味情報をメタ情報として付与して、最終的には「実行可能な論文」を目指すということがされており、すなわち、そこにあるデータなどを外部で利用可能とするのみでなく、その研究の正当性そのものも外部から検証可能になるということを意味する。

本研究では、上記の議論を踏まえ、効果的な社会的合意形成支援システムの実現のための、オントロジーと Linked Open Data (LOD) の有効な活用方法に関する初期の構想およびその設計の外観を述べるとともに、その潜在的な課題について述べる。

\*静岡大学 大学院情報学領域  
432-8011 浜松市中区城北 3-5-1  
fukuta (at) inf.shizuoka.ac.jp

<sup>1</sup><http://linkedscience.org>

## 2 オントロジーと LOD に基づく論拠データの提示

市民の議論参加に向けた LOD 技術の利用に関しては、白松らにより、同じ目標を持つ市民同士のマッチングへの適用 [白松 16] やそこでの議論の継続性を保つことへの応用についての報告がある。これらの技術を応用すれば、議論している市民たちが求める専門知識を提供できる専門家の効果的な検索や議論への参加依頼への応用なども、可能になると考えられる。一方で、これらは LOD 技術の応用の方向性を示す重要な報告であるが、必ずしも本論文で扱っているような議論の論拠の正しさという文脈では LOD 技術を扱わない。

社会的問題解決に向けた討議における、J.S. ミルの自由論 [Mill 59] から言われる議論の論拠の正しさに基づくことでの議論の結果や正当性の担保の重要性 [Fishkin 09] という観点からの支援を考えた場合、何らかの方法で議論の構造をモデル化した上で、それらの主張に対する論拠として LOD を関連づけていくアプローチがあると考えられる。このときに、単に LOD を情報源として示すのみでは、その中のどのデータ (群) をどのように処理したことに対する関連づけかがわからない。LOD を直接的に論拠に用いる 1 つの方法として、その LOD への SPARQL クエリをそこに記述し、その結果をあわせて提示するというアプローチが考えられる。この考え方は、Linked Open Science であるところの外部検証可能性 [Kauppinen 11] を社会的議論の文脈に対応づけたものである。すなわち、Collagree のような社会的問題解決に向けた (電子的なメディアを含む) 議論の場において、広く市民の知見を集めるという文脈を、その論拠のデータによる検証にも当てはめようことである。

ここでの技術的な課題としては、そこで参加する市民に、LOD へのクエリの記述に用いられる SPARQL のみならず、その分野で用いられる語彙が URI で記述される LOD そのものへの習熟が求められることがある。そこで、LOD への SPARQL クエリ記述における、語彙や問い合わせ言語への理解の課題を緩和してその活用を進めるための支援技術が必要となってくる。

これまでに、著者およびそのグループは、オントロジーマッピングの効果的な利用技術についての検討を行ってきている。たとえば、SPARQLoid [Fujino 12a] [Fujino 12b] [Fujino 14] では、オープンデータへのアクセスで用いられる SPARQL エンドポイントへのアクセスを、そのオープンデータそのものに対してのオントロジーに必ずしも熟知しない場合であっても、他のオントロジーからのマッピングを用いてアクセス可能とすると同時に、その際のマッピング精度に基づく取得データの順序付けを、クエリ書き換え技術により

実現している [Fujino 12a]。また、SPARQLoid ではさらにそのアクセスを 1 つのクエリから複数のエンドポイントにまたがった検索を行う Federated Query に拡張 [Fujino 12b] しており、その有効性についての検証 [Fujino 14] を行ってきた。

また、オープンデータのエンドポイントそのものの探索問題 [Ladwig 10] に対しては、たとえば、クエリ作成時にそのクエリの実行に適したエンドポイントを、その検索対象に対する文字列や既存オントロジーとのマッピングに基づいてエンドポイントの適合性を探索しながらそのクエリの実行を可能とする機構 [Noguchi 13] の開発を進めてきている。

著者およびそのグループは、これらの手法の洗練をさらに進め、SPARQL クエリの構成時における語彙間の使用頻度情報の関係性などの応用について検討を進めている [足立 16] が、結果のわかりやすい提示方法や、LOD データへの参照クエリ作成プロセスを誰が担うべきかという点についての議論 (ファシリテータによる提示を許すべきかなど) は、今後の課題となる。

## 3 おわりに

Collagree における議論ツリーの導入 [伊美 15] などにより、議論の構造の共有可能性が、社会的議論への市民参加への 1 つの足がかりになる可能性についての指摘がある。議論の論理構造の定式化については、Argumentation および非単調推論の分野における Dung 意味論 [Dung 95] が広く知られ、その実践的議論への拡張も検討されているが [木藤 12]、Dung 意味論では議論同士の論破関係そのものを計算するための論理は規定せずそのフレームワークのみを規定しているため、その個々の主張の間における矛盾関係や非整合性を導出する論理の準備は利用者任せられている。

オントロジー記述言語 OWL における推論の基盤となる記述論理は、LOD における基盤であると同時に、効率的な推論を行うためのオントロジーの構成方法に対する 1 つのガイドラインにもなる。一方で、その効率性を保つために推論できる内容が限定されることから、一階述語論理におけるあらゆる推論を許容するものではない。そのため、もしも、記述論理を背景とした議論構造の論理的整合性検証を行おうとすると、必然的にそのカバー範囲に限界が発生してしまう。議論とその論理的整合性検証へのオントロジー・LOD 技術の適用についての検討は、今後の課題である。

また、社会的合意のための議論を深いレベルで行うためには、過去の社会的合意形成問題における種々の議論がそこに適切に継承・参照されることが望ましい [武田 13] と考えられる。社会的合意を目指す当事者の個人的な利害関係や立場が原因となって、武田の指摘する

ような囚人のジレンマ的な状況で相互の議論を噛み合う状態になるようにお互いが譲歩できない状況 [武田 13] を乗り越えるための1つのアプローチとして、過去に積み重ねられ蓄積されてきた議論が LOD のような枠組みによって再利用可能となり、社会的合意形成における議論にすみやかに参照可能とされることが望ましい。そのような機構を実現するための枠組みの設計も今後の課題である。

## 謝辞

本研究の一部は、JST CREST の支援を受けたものである。

## 参考文献

- [Dung 95] Dung, P. M.: On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming, and n-person games, *Artificial Intelligence*, Vol. 77, pp. 321–357 (1995)
- [Fecher 13] Fecher, B. and Friesike, S.: Open Science: One Term, Five Schools of Thought, *RatSWD*, Vol. 218, pp. 1–11 (2013)
- [Fishkin 09] Fishkin, J. S.: *When the People Speak: Deliberative Democracy and Public Consultation*, Oxford University Press (2009)
- [Fujino 12a] Fujino, T. and Fukuta, N.: A SPARQL Query Rewriting Approach on Heterogeneous Ontologies with Mapping Reliability, in *Proc. IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2012)*, pp. 230–235, Fukuoka, Japan (2012)
- [Fujino 12b] Fujino, T. and Fukuta, N.: SPARQLoid - a Querying System using Own Ontology and Ontology Mappings with Reliability, in *Posters and Demonstrations Track, The 11th International Semantic Web Conference (ISWC2012)* (2012), (demonstration)
- [Fujino 14] Fujino, T. and Fukuta, N.: Utilizing Weighted Ontology Mappings on Federated SPARQL Querying, in Kim, W., Ding, Y., and Kim, H.-G. eds., *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 8388, pp. 331–347, Springer-Verlag (2014)
- [Ito 14] Ito, T., Imi, Y., Ito, T., and Hideshima, E.: COLLAGREE: A Faciliator-mediated Large-scale Consensus Support System, in *Proc. of the International Conference on Collective Intelligence 2014* (2014)
- [Kauppinen 11] Kauppinen, T. and Espindola, de G. M.: Linked Open Science – Communicating, Sharing and Evaluating Data, Methods and Results for Executable Papers, *Procedia Computer Science*, Vol. 4, pp. 726–731 (2011)
- [Ladwig 10] Ladwig, G. and Tran, T.: Linked Data Query Processing Strategies, in *Proc. International Semantic Web Conference (ISWC2010) PART I*, pp. 453–469 (2010)
- [Mill 59] Mill, J. S.: *On Liberty*, John W. Parker and Son (1859)
- [Noguchi 13] Noguchi, H., Fujino, T., and Fukuta, N.: On Implementing SPARQLoid and its Query Coding Support Framework – Querying with Weighted Ontology Mappings, in *Proc. The 3rd Joint International Semantic Technology Conference (JIST2013)* (2013), (demonstration)
- [伊美 15] 伊美 裕麻, 伊藤 孝行, 伊藤 孝紀, 秀島 栄三: オンラインファシリテーション支援機構に基づく大規模意見集約システム COLLAGREE - 名古屋市次期総合計画のための市民議論に向けた社会実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 10, pp. 1996–2010 (2015)
- [篠原 12] 篠原 一 (編): 討議デモクラシーの挑戦 - ミニ・パブリックスが拓く新しい政治, 岩波書店 (2012)
- [足立 16] 足立 拓也, 山田 直希, 野口 宙毅, 福田 直樹: オントロジーマッピングに基づく SPARQL クエリ記述支援システムの拡張機構の試作, セマンティック Web とオントロジー研究会, pp. SIG-SWO-038-13 1–6 (2016)
- [白松 16] 白松 俊, Tossavainen, T., 大園 忠親, 新谷 虎松: 社会課題とその解決目標の Linked Open Data 化による目標マッチングサービスの開発, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 1, pp. 1–11 (2016)
- [武田 13] 武田 徹: 原発議論はなぜ不毛なのか, 中央公論新社 (2013)
- [木藤 12] 木藤 浩之, 新田 克己: Pareto 最適な撤回可能帰結を軽信的に正当化する実践的議論意味論, 人工知能学会論文誌, Vol. 27, No. 2, pp. 52–60 (2012)