

RDF/OWLの開世界仮説と情報システム研究の課題

The significance of open-world assumptions of RDF/OWL in IS research

小坂 武 (諏訪東京理科大学)

Takeshi Kosaka (Tokyo University of Science, Suwa)

要 旨：本稿は開世界仮説に基づく Semantic web が社会科学に適合的であることを明らかにすることで、IS 研究の課題に Semantic web が相応しいことを指摘する。RDF では現実ではなく URI を核に概念の構成を行うことから現象学の考えに通じる。概念構成と名前付けが同時であることは言語論的転回に整合的であり、分散開発されるデータを OWL で接続可能にすることは言語ゲームの考えに通じる。データの信頼の確保に多数のユーザの実践的参加でもって保証することは、実践が構造を生むという実践論的転回に整合的である。社会科学の転回との高い整合性は、IS 研究が Semantic web の発展に寄与できる可能性を示唆する。

Abstract: We reveal that Semantic web espousing the open world assumption is consistent with social science, and suggest that Semantic web is a good research topic for IS research. Since concept construction is made around URI by RDF instead of a real entity, RDF is considered to embody the idea of phenomenology. Concept construction and naming take place simultaneously in RDF. It is consistent with the semiotic turn. OWL can provide a bridge between different names to the same thing. This is consistent with the characteristics of the language game. With the high consistency, IS research is expected to contribute to the development of the Semantic web.

1. はじめに

個別発達した図書館等のデータを共有する方法として Linked Open Data (LOD) が利用されつつある。データの意味を機械処理可能にすることで、個別開発されたデータを相互利用できるようにする、具体的な Semantic web (SWeb) の実現である。

SWeb の定義は次の通りである。SWeb はモノの間の関係とモノの属性を記述する。HTML とその Web が文書群を一つの巨大な書籍のようにオンライン化したことに例えば、SWeb 技術 (RDF, スキーマと推論言語) は世界にあるデータ群を一つの巨大なデータベースにする (Berners-Lee, 1999)。SWeb は現在のものの延長であり別な web ではない。データに充分定義した意味を与え、コンピュータと人間がよりよく協働できるようにする (Berners-Lee et al, 2001)。

SWeb 技術は人間が web 上にデータを作り、語彙を構築し、そしてデータを扱うためのルールを書くことを可能にする。SWeb は主に OWL (Web Ontology Language) と RDF (Resource Description Framework) の言語からなる。RDF の設計は、単純なデータモデル、形式セマンティクスと推論を有し、誰もがどのような資源についても言明を作り出せることなどを満たすよう意図されている (W3C RDF, 2004)。

本稿が SWeb を取り上げる主目的は、IS との関係にある。IS 開発には失敗が多いことが知られる。失敗の一つの原因に、変化する環境に対して固定した IS という構図がある。本稿では、この問題の解決が期待される一つのアプローチとして SWeb を議論する。

IS の失敗はその中核に存在する DB の性格にあると考える。既存 DB は閉世界仮説 (CWA) にあるのに対して、SWeb は開世界仮説 (OWA) をベースにする。OWA は分散開発や変化への対応に適合的と考えられる。

本研究の意義には、さらに二つの副次的目的がある。IS 学に基礎論が必要である (Weber, 1999)。基礎論が

なければ、学問としてアイデンティティ危機をもたらす (Benbasat et al, 2003)。他学問からではなく IS 学固有なものとして概念モデリング、セマンティック・モデリング、データ・モデリングがある Weber (1999)。SWeb はこのセマンティック・モデリングに関することから、IS との関係で議論することは、IS 学の基礎の構築に貢献すると考えられる。

第二に分散開発環境では、組織やコミュニティのニーズだけでなく、個人の存在とそのニーズが重要になる。個人がデータを登録し、データを要求・活用する時代が到来しつつある。三人称的なシステム分析だけではなく、個人に着目した一人称のもの (Kosaka, 2013) が必要と考える。個人の方法論の必要性を SWeb の開発方法論との関係から明らかにできると期待している。

本稿は、SWeb が社会科学の転回との整合性を有するかどうか確認することで、SWeb の有用性を議論する。社会科学は社会と個人を捉えるために、その認識論を発展させてきた。その転回との整合性が高ければ、社会科学としての IS 研究で、SWeb は相応しい研究分野と見なすことができる。

2. 研究対象 “Semantic web”

2.1 Semantic web の言語

SWeb の言語群はレイヤーケーキとして定義されている (W3C The Semantic Web stack, 2005)。その中核言語は RDF と OWL で、W3C によって推奨される。識別子に URI が使われ全ての記述に XML の文法が使われる。

RDF は通称トリプルと呼ばれる形式で言明を作り出すためのフレームワークである。RDFS は RDF のための基本語彙を提供する。OWL は RDF 言明の意味を記述するために、クラス間の親子関係や包含関係等のより高度な構成概念を RDFS に付加する。SPARQL は RDF 問合せ言語である。Proof 層や Trust 層は未実現で、Trust 層は人間による間主観的な処理と考える。

RDF は<主語><述語><目的語>で二つの資源の間の関

係を表わす。主語と目的語は述語によって関連づけられる。関係性は主語から述語へと方向性を持った方法で表現される。資源を表すために URI が用いられる。本来、XML と URI の形式のにとった表現をするが、本稿では、簡便さのために非形式的に例を表現する。次は、W3C RDF1.1 Premier の Example 1 の一部である。

<Bob> <is a > <person>.

<Bob> <is a friend of> <Alice>

...

トリプルはノードとアークで構成される連結グラフとして視覚化される。主語と目的語はノードであり、述語はアークである。一度、このようなグラフが SWeb として得られれば、SPARQL を用いて、問合せができる。

2.2 開世界仮説と非唯一名仮説

SWeb が OWA に基づくことを W3C OWL-Guide(2004) は次の様に述べる。「RDF と OWL Full は、データが広く流通しうるシステム用に設計されています。…システムのすべてのデータがどこにあるかを知ることは現実的ではなく、事実上不可能になります。…いくつかのデータが欠落しているように思われる場合には、一般的に、データがシステムの他のどこかに存在するかもしれないと推測しなければなりません。この推測は、大まかに言えば、開世界仮説として知られています。」

CWA に基づく RDB などではある事実が存在していなければ通常「偽」とみなされる。SWeb の場合は、OWA に従い、それが存在していないだけであるとされる。CWA が有用な場合がある。フライトの問い合わせなどでは DB に無い情報は偽であるとの推論は有用である。

SWeb は OWA のほか、非唯一名仮説に準拠する。SWeb の世界では、本来同じモノが独立に異なった名称で記述されることがある。また逆のケースもある。SWeb では OWL レベルで異なる名称のものが同一、あるいは同一の名称のものが別物であると明示的に宣言できる。前者は、owl:sameAs で、後者は owl:differentFrom によって明記できる。

SWeb と既存 DB の相違について、より一般的に、OWA の classical paradigm と CWA の datalog paradigm の相違として論じた研究に Patel-Schneider ら(2006) がある。この相違を、SWeb と RDB の違いを通じて、IS 開発への影響を論じた研究に Bergman(2009)がある。彼は、環境変化の激しい現代で、他とのつながりが重要な時代において、閉じた世界、とりわけ一つのスキーマに閉じ込められた RDB を利用した IS はその性格から、IS の失敗を多く生み出すと指摘する。

2.3 開世界仮説とレイヤーケーキ

SWeb において、ローカルに記述されたデータの相互運用性を実現する考えがレイヤーケーキにある。上位層に表現力の高い言語がある。最上位の Proof 層と Trust 層は未実現である。開世界の状態にあるデータの集まりから導出された結論の妥当性を保証する仕組みが必要との考えである。Proof 層は誰によって書かれた知識によって結論が導かれたかを証明しようとするが、Trust 層は未規定で多数の人々の参加行為によ

って達成できるものと考えられているのではないかと、我々は考えている。

3. 先行研究

社会科学としての IS 論で、SWeb の研究は限定的である。SWeb の応用事例は数多く見られる。例えば、図書館のポータル Europeana、米政府 Open government の DATA.GOV などでは RDF 等が利用されている。また、インドネシアで地方政府毎に異形式のデータを RDF/OWL で共有できるようにした事例(Jayadianti et al, 2012) がみられ、「データの Web」が成功しつつあることを理解できる。これら事例から、SWeb の一部である RDF の利用は社会的に受け入れられつつあると判断できる。

技術的な問題であるが、人間は概念の新しい組み合わせに秀でるが SWeb にそれが期待できないと指摘する研究がある (Gardenfors, 2004)。SWeb は、人間の複雑な推論を代替する伝統的な AI の考えにあるのではなく、「データの web」であることに注意を要する。

SWeb は OWL のオントロジーを含む。オントロジーまで拡大して社会科学との関係を議論したものに、オントロジー開発方法論の欠如を指摘する研究が多数みられる。例えば、オントロジー開発は分散型で行うべきで、非専門家も参加しなければならないが、既存の方法論はその能力を欠いている (Pinto et al, 2009)。セマンティック技術はこの 10 年で大きく進歩したが、合意形成や要求分析が挑戦的タスクであるため、その応用範囲は極めて限られている (Simperl et al, 2010)。オントロジー開発に必要な概念モデリングを構築主義で理解するには利害関係者の世界観の違いをまず理解することが必要となる (Esswein et al, 2013)。これら方法論に関する議論は、社会科学としての IS 研究に対し、SWeb の構築方法論の開発要求を示す。この問題は本稿の問題意識、すなわち方法論を開発するまえに、SWeb の社会科学との整合性を確認する必要があるとの考えを正当化するものであると我々は理解する。

社会科学と SWeb との直接的な関係についての研究は限定的である。Kroeze(2010)は、既存の IS 開発がモダニストにあり、対して形式的オントロジーは IS におけるポストモダンのトレンドの代表な現れであるとする。彼は形式オントロジーを生成するには単に技術的スキルが必要だけではなく、分析能力と哲学的智慧が必要と指摘する。すなわち、社会科学的視点での研究を求めていると言えよう。

先行研究等をレビューしたが、SWeb の社会科学との整合性を議論した研究は見あたらないため、我々は本研究を遂行する意義があるものと判断する。

4. 研究フレームワーク「社会科学の転回」

19 世紀後半には近代人の世界観全体がもっぱら実証科学によって徹底的に規定されていた(フッサール, 1995, p. 20)。20 世紀になって哲学は幾つかの転回を経験した。最初のものはフッサールなどの著者によって開始された現象学的転回である (Monod et al, 2006)。

4.1 現象学的転回

現象学の世界とは、既に存在しているものの存在の顕

在化ではなくて存在の創設である（メルローポンティ、1967, p. 23）。現象学では、世界を意識事象にいったん還元してからそこから世界を再構成する作業を行う。我々が世界および世界の諸対象をいかにして「構成」しているのかを見る作業である（竹田, 2004, p. 71）。

4.2 言語論的転回

言語の働きを見直す動きが 20 世紀初頭から起こった。一つはソシュールの流れであり、もう一つはウィトゲンシュタイン等に端を発する。

ソシュールやパースが登場するまで言語は現実をとらえる一種の透明な媒体で問題視されることはなかった。そのような中でソシュールは現実と言葉との対応関係（現実 - 言葉）を切り離し、間に概念を入れた（現実、概念 - 音声）。概念 *signifié* と概念を指す音声 *signifiant* の両方を含めて記号 *signe* と呼ぶ。記号の体系が世界をそれとして切り取り意味あるものとして成立させるとした。Saussure (1993, p. 398) はいう、「アイデアが既に存在する何かを表すことはなく、…また言語記号に先だって思考の中に何にもものもない。」これは言語の捉え方を 180 度、転回させるものであった。

従来、語は意味を持ち、語はものを名付けるものとされていた（Wittgenstein, 1958, ss.1）。彼はこの言語観を破棄し「私の言語の限界は私の世界の限界を意味する」として、言葉で表現出来る限りにおいて我々は世界を理解することを明らかにしようとした。後期にはこの考えも破棄し、言語ゲームの考えを打ち出した。言語とそれが埋め込まれる行為からなる言語の全体を言語ゲームと呼ぶ（同, SS. 7）。言語ゲームを比較の対象としてむしろ持ち出している（同, SS. 130）。これは認識に相対主義的なニュアンスを持ち込んだ。さらに「新しい言語ゲームが登場し、古いものは消えていくとする」（同, SS. 23）で、言語の変化を強調した。

これらの流れは現実を映し出す鏡としての言語観を放棄し、社会科学の研究方法に変革をもたらした。Rorty はこの流れを言語論的転回（1958）と名付けた。

4.3 実践論的転回

最近 20 年間の社会科学の動きを実践的転回と称する動きがある（Schatzki, et al, 2001）。20 世紀の社会学では個人と社会を捉えることは分かれていた。この二元論を克服しようとしたのがギデنز、ブルデューらであった。Giddens (1984) は構造化理論により、個人と社会の二元論を二重性という問題に移し替えた。

社会の本質は行為の継続的なプロセスにあるとする（Blumer, 1986, p. 71）。社会制度は相互行為の中で作られ、再生産されるものと理解される（Giddens, 1984, pp. 25-26）。言語のみならず人々が行っていること、実践にフォーカスすることが重要とされるようになった。

5. 社会科学の転回と Semantic web

5.1 現象学的転回と Semantic web

現象学では客観があるわけでもアイデアが先にあるのでもなく概念を再構成するのが人間であり、概念の構成を意識化することを重視した。

SWeb での概念定義は、URI を核に RDF で諸述語を介

してその属性や関係を記述する。W3C RDF 1.1 Primer (2014) の Fig. 4 に、「諸述語というのは、〈何か或るもの〉についての諸述語なのである。…それこそは…中心な統一性に他ならない。…諸述語の結合点或いは〈担い手〉である」（フッサール, 1984, p. 258）が見て取れる。URI は世界で唯一なものであり、それが担い手として SWeb では扱われている。SWeb の記述様式は現象学の精神を実現していると判断できる。

概念構成は個人が行う。それはメルローポンティ（1967, p. 23）の「現象学的世界とは先行しているはずのある存在の顕在化ではなくて存在の創設である」に通じる。記述を通じた世界の定立は、「自明なものとしてあらかじめ与えられている世界」（フッサール, 1995, § 14, p. 125）ではなく「主観的形成体」（同）である。この記述行為は、「われわれの思考の裏に隠れている世界の定立を露呈してくれる」（メルローポンティ, 1966, p. 17）ところの良き契機となる。それは現象学的還元を行っていることに相当する。

5.2 記号論的転回と Semantic web

ソシュールでは、記号が *signifié* と *signifiant* の二つからなり、人間はそれら記号体系を利用して世界をそれとして切り取ることがポイントである。

Fig. 4 に見るように、SWeb では概念構成と名前付けが同時にすすむ。「まずなによりも概念が先に決定していなければならないのですが、概念は先に決まっています。まず何よりもシニフェが先に決まっていなければならないのですが、そうゆうことはないのです。」（Saussure, 1993, ch. 5）であることから、それは記号論的転回に通じる。*signifié* と *signifiant* は同時に作られるのである。先に *signifié* があるのではない。

「言語には、実定項はなく、単に相違があるだけだ」（Saussure, 1993, p. 403）実定項はないために、SWeb においては URI を核に概念を作り、さらにもう一つと URI を追加していく。その差異を意識しながら概念構成をしていく。差異を明示的に記述することも owl: sameAs や owl: differentFrom を使って可能である。これは記号論的転回の考えに通じる。

SWeb に記号を自動的に作り出すことを期待してならない。SWeb は言語であるからだ。この言語を使いながら人間が世界を定立する。それは次のことに通じる。

「認識論の中で、言語は社会的現実を構築する中心である - それは生産的であり、形式的でありそして創造的だ。- それは事を起こすのだ。」（Musson et al, 2007）

5.3 言語ゲームと Semantic web

ここでは言語の限界と言語ゲームの性格が関係する。Wittgenstein は言語が世界にアクセスする唯一の方法という。SWeb は記述されなければ、他者に伝わらない。それは OWA にある SWeb では未知のまま終始する。言語で表現することで初めて世界が定立される。

後期 Wittgenstein は、言語ゲームの考えを出し、それはローカル・プレイに過ぎないとした。SWeb は管理を受けることがない。もともと SWeb の性格はローカル・プレイの集まりに過ぎない。そこでは、同一のも

のが別な名前で宣言されたり、同一名のものが異なっていたりする。SWeb が非唯一名仮説を採用しているのはそこにある。別所で開発された対象が偶然同じであるならば、owl.sameAs を使うことで橋渡しをする。クラスレベルで同一であれば、owl.equivalentClass で関連づけられる。SWeb は OWA と非唯一名仮説を採用しているため言語ゲームの性格を反映していると言える。

世界は変わっていく。「新しい型の言語、新しい言語ゲームが入ってきて、他のものは古くなり忘れられてく」(Wittgensteinshtein, 1958, SS. 23)。一人のユーザ内でも、その変化に合わせて、RDF やオントロジーの間をどうマッピングするかは技術的問題があり ontology mapping/matching として研究されつつある。

5. 4 実践論的転回と Semantic web

実践論的転回では、言語より一層日常的な行動に着目して、その人や社会を理解しようとする。

SWeb 上ではユーザはプロデューサでもある。管理者がいない SWeb で、無秩序に創り出されるデータをどう扱うかが問題となる。それへの対応は SWeb のレイヤーケーキの上層での対応となる。信頼の確保に、ユーザを SWeb 構築に取り込む。ユーザが自ら記述を追加することが出来る生産消費者としての考えである。

社会的現実では真なるものはなく、妥当なものがある。それは様々な多数の人々が共有したとき、間主観性として達成される類であろう。これは実践論的転回でいう、先に行為がありその行為の中に構造があると考えるを反映する。単に言語の問題ではなく、人間の行為が媒介することで妥当性が構築され、共有されるからこそ、SWeb は機能する。実践論的転回の考えに沿ったものと考えられる。「良いオントロジーとは正しいオントロジーではなく、みなで共有できるオントロジーである」(武田, 2002)に通じる。

6. おわりに

SWeb への関心が高まりつつある。従来の AI とは異なった転回を見せる可能性が高い。従来の AI で「人工知能の知識表現は基本的に閉じた世界を前提としていた。すなわち“完全な世界”というものをどっかに想定することで、その上での表現能力と推論能力を研究するという立場であった。」(武田, 2002)。工学分野では盛んに研究されたものの、知識構築や更新の困難さから、実際の応用は続かなかった。

SWeb は開世界仮説に基づいた、もろものの対象世界に対してバラバラに開発されたデータの集まりである。技術的には発展途上であるが、実用的 LOD 事例の登場を見るに社会的に受け入れられつつあると判断できる。

一方、SWeb のデータをユーザでもある開発者がどう構築すればよいかの方法論は明らかではない。この分野の研究が社会科学としての IS 論に期待される。

本稿は、SWeb が社会科学としての IS 研究の対象に相応しいものであること示すため、社会科学のこの 1 世紀の転回に照らして、SWeb が高い整合性を有することを明らかにした。上に指摘したように方法論は欠如しているが、多様で変化していく社会的現実をとらえ

る言語としての表現力には優れたものがある。また、分散開発され一貫性のないデータがどのように信頼を確保するかの社会的問題がある。実践論的転回からみれば、人々の行為が先にあり、そこに社会構造が付いてくるという考えのものと、多数の人々が使えばそれは妥当なものであるとする考えに通じる思想が、SWeb には内在していることを確認できた。

本研究は、この分野の最初のもとのと考えられる。残された問題は数多く、中でも重要なものは開世界仮説との対比、そして社会科学の転回との関係での相対的な有用性の検討である。また、生産消費者のシステム分析といったものが分散開発の上では必要と考えられる。それは従来の三人称のシステム分析ではなく、各自が当然視している知識について成立の条件を意識させる一人称の方法であると考えられる。そのような研究・開発も IS 研究の課題である。

主要な参考文献

- Benbasat, I. and Zmud, R.W., "The Identity Crisis within the IS Discipline," MIS Quarterly, 27(2). 2003. 183-194.
- Bergman, M., "The Open World Assumption: Elephant in the Room," <http://www.mkbergman.com/852/the-open-world-assumption-elephant-in-the-room/>, 2009.
- Berners-Lee, T, Hendler, J. and Lassila, O. "The Semantic Web," Scientific American, May 2001. 29-37.
- Blumer, H., Symbolic Interactionism: Perspective and Method, University of California Press, Berkeley, CA. 1986.
- Esswein, W. and Lehmann, S., "About the Need for Semantically Enriched Reference Models," AMCIS 2013 Proceedings.
- Gärdenfors, P., "How to Make the Semantic Web more Semantic," Proceedings of the International Conference on Formal Ontology in Information Systems, 2004.
- Giddens, A., The Constitution of Society, Polity Press, 1984.
- フッサール, E. 『イデーン I-II』 みすず書房, 1984.
- フッサール, E. 『ヨーロッパ諸学の危機と超越論的現象学』 中央公論新社, 1995.
- Jayadianti, H. and Pinto, C. S., "Solving Problems of Data Heterogeneity and Data Inequality - An Approach Using Ontologies" MCIS 2012 Proceedings.
- Kosaka, T., "A foundation of a first-person perspective systems analysis," AMCIS 2013 Proceedings.
- Kroeze, J. H., "Ontology goes postmodern in ICT," Proceedings of the Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, 2010.
- メルローポンティ, M. 『眼と精神』 みすず書房, 1966.
- メルローポンティ, M. 『知覚の現象学 I』 みすず書房, 1967.
- Monod, Emmanuel, Pallud, J. and Vance, T., "The Implications of the Linguistic Turn on IS," AMCIS 2006 Proceedings.
- Musson, G., Cohen, L. and Tietze, S., "Pedagogy and the 'linguistic turn': developing understanding through semiotics," Management Learning, 38 (1). 2007. 45-60.
- Patel-Schneider, P. F. and Horrocks, I., "Position Paper: A Comparison of Two Modelling Paradigms in the Semantic Web," Proceedings of World Wide Web Conference, 2006.
- Pinto, H. S., Tempich, C. and Staab, S., "Ontology Engineering and Evolution in a Distributed World Using DILIGENT," Handbook on Ontologies 2nd Ed. Springer, 2009. 153-199.
- Saussure, F. De, Komatsu, E., Harris, R., Saussure's Third Course of Lectures on General Linguistics (1910-1911), Pergamon Press, 1993.
- Schatzki, T., Cetina, K. and von Savigny, E. (Eds.), The Practice Turn in Contemporary Theory, Routledge, 2001.
- Simperl, E., Mochol, M. and Burger T., "Achieving Maturity: The State of Practice in Ontology Engineering in 2009," International Journal of Computer Science and Applications, 7(1). 2010. 45-65.
- 竹田青嗣 『現象学は<思考の原理>である』 筑摩書房, 2004.
- 武田英明 「Semantic Web とオントロジーの課題」 セマンティックウェブとオントロジー研究会(人工知能学会), 2002.
- Weber, R., "The Information Systems Discipline: The Need for and Nature of a Foundational Core," Proceedings of the Information Systems Foundations Workshop, 1999.
- Wittgenstein, L., Anscombe, G.E.M., Philosophical Investigations, Second Edition, Blackwell Publishers, 1958.
- W3C OWL-Guide, Recommendation, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/>, 2004.
- W3C RDF: Concepts and Abstract Syntax, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-concepts-20040210/>, 2004
- W3C RDF 1.1 Primer, <http://www.w3.org/TR/2014/NOTE-rdf11-primer-20140225/>, 2014
- W3C The Semantic Web stack, <http://www.w3c.it/talks/2005/openCulture/slide7-0.html>, 2005.