

社会科学の転回と情報資源の再利用研究

Turns of Social Science and Studies of Information Resource Reuse

小坂 武[†]

Takeshi Kosaka[‡]

[†] 諏訪東京理科大学 経営情報学部

[‡] Faculty of Management and Information, Tokyo University of Science, Suwa

要 旨

情報資源の統合や再利用にドメイン・オントロジーが有望であるとの認識が広まっている。その具体形として Semantic Web の考えとその言語が登場している。これらはコンピュータ科学 (CS) や人工知能 (AI) の分野で研究されてきた。一方、社会科学はこの百年間、その認識論を三転回させ発展してきている。ドメイン・オントロジーがこの三つの転回に整合的であるかどうかを本研究はスタディし、そこから、社会科学から見たドメイン・オントロジーの可能性と研究方向を考察する。

1. 問題意識

情報システム (IS) の発達にともない企業には膨大なデータをはじめとする情報資源が蓄積されてきている。それら情報資源は組織毎に異なった IS や組織慣行によって生み出されてきているため、相互に参照し利用することは容易ではない。情報資源はデータや情報ばかりでなく、それを生み出す IS やそれを利用する人と組織を含む。

IS 統合の困難さは、企業統合によって生み出されたメガバンクの登場とともに、広く知られるようになった。その困難さは IS の問題だけでなく、情報を生み出す業務慣行の相違、例えば言葉の違いにあることがしばしばである。この種の統合は組織間で社会的構造を変える難しさを伴う (Wang, 2012)。この問題は主としてマネジメントの課題であることから、ここでは情報資源としてデータとそれを生み出す情報システムにフォーカスして議論する。

情報資源を統合的に利用できればもろもろの便益が、社会や企業、あるいは顧客にもたらされる。例えば、医療であれば、多数の病院に散在する診療記録を横断的に研究者が利用できれば、医学上の新しい知見を得ることができる (大江, 2010)。また、個別の診療段階においても、情報資源の統合的利用は効果的と考えられている。医療研究の進歩は個々の医者 of 学習を超えるスピードで発達しているため、適切な処置や医薬品の推奨はシステムの支援なくしてできない時代となりつつある (同)。また、これらと同様なことが企業でも行われるならば、組織間、さらに時間を横断してデータを相互活用でき、新たな洞察を引き出せるだけでなく、顧客や従業員により優れたサービスを提供できる可能性がある。

しかしながら、現実には情報資源の統合的利用や IS 統合は容易ではない。組織は固有の文化を有し、組織毎に異なった言葉遣いをしているため、さらに組織慣行は進化もするため、組織間での情報資源の共同利用は容易ではない。例えば日本 SAP 社の Web にそれらが見られる。複数部門で、同様のフォーマットで情報を利用しているがコンテンツの粒度が異なるため、比較によって洞察を引き出すことが困難である。財務・販売・生産等の各システムが縦割りに構築されており、データの粒度、コード化に差異があり、欲しい情報、洞察が得られないなど。データが既にあるもののそれらを収集する上で、概念が IS や組織で異なることから、データを有効活用できていない。これは IS 分野の関係者がしばしば粒度という言葉で話すものである。それは粒度と表現される問題、大小関係の問題だけではなく、概念の包含関係そのものが疑われ、また同じ言葉でも意味が異なる現実がある。

これらの困難に対処するために今日ではオントロジーが必要との認識が広がっている。このオントロジーは哲学の ontology 存在論ではなく、ontologies の訳であり、共有された概念の形式的・明示的仕様をいう。例えば、Fonseca ら(2007)は ODIS (Ontology-Driven IS) の考えのもと、オントロジーを IS 開発に先立ち構築すべきという。そうすれば、オントロジーを利用することで高次元の再利用が可能になるという。また、Milton ら(2010)はオントロジーの中心的役割は組織で統合を支援することにあるとする。オントロジーは、データの意味論を照合一致させることにより、多くの情報源からのデータを統合する (同)。

オントロジーを体系的に調査した Kishore ら(2004)は、今日までオントロジーは主に AI やコンピュータ科学(CS)で議論されてきたと言う。このような経緯から、本研究はオントロジーが社会科学としての IS 研究にそうものであるかどうかを検討する。工学や科学では対象はしばしば実在と前提され、しかも不変物との暗黙の前提が置かれる。この工学や科学の前提が社会科学では疑われる。対象は実在するとは限らず、またそれは変化していくと考えられている。さらに対象は普遍的ではなく、ローカルな事象とみなす。そのような相違があるものの、これまで開発されてきたオントロジーの概念が社会科学と親和性を有するかどうかは検討されてきていない。そのため、社会科学の認識論、すなわち各種の転回とオントロジーの考えは整合的であるかどうかを明らかにすることが本研究の問題意識である。

以下、本稿では次の順序で議論する。第2章ではオントロジーとは何かについて IS 研究との関係の範囲内でレビューする。第3章では社会科学の転回を時系列的に取り上げ、オントロジー研究・実践の発達を考察するフレームワークとする。第4章では、このフレームワークに照らしてオントロジーが社会科学の知見と整合的であるか、あるいはどのような問題がありどのような発展がありうるかを検討する。

2. 先行研究

2.1. IS 研究と AI/CS のオントロジー

IS 研究と CS ではオントロジーの意味が異なっていた。IS 研究でオントロジーは 1990 年前後からよく使われる言葉である。Wand and Weber (1993) は、IS 分野においてよりよき開発を促進するために世界をどうモデル化すべきかとの問題意識を抱いた。そして、彼らは Bunge の存在論をもとにシステム分析のための言語を評価する BWW(Bunge-Wand-Weber)オントロジーを開発した。

IS 開発において、概念モデリングと概念モデルはその最も基本的なツールである (Wyssusek, 2006)。この二つのものの重要性から、幾つもの概念モデリング・アプローチが生まれてきている。この状況のなか、BWW が概念モデル言語の理論的基礎として提唱されてきた。そして UML、ERM 等の言語を BWW に照らしてその完備性を議論する論文、例えば Burton-Jones et al(2002)が登場してきている。なお、BWW は実在論に基づいているため、社会科学としての IS 研究には不適切だと指摘もある (Wyssusek, 2006)。

BWW はトップ・オントロジーの一つで、世界一般には何かがあるかを示す。IS 研究では、依然としてオントロジーと言えばトップ・オントロジーを指していると考えられる。しかし、本稿で議論しているのはトップ・オントロジーではなく、ドメイン・オントロジーである。オントロジーには4種あり、このほかにタスク・オントロジーやアプリケーション・オントロジーがある。

ドメイン・オントロジーの議論は AI/CS で 20 年も前から始まり、2000 年前後に議論が盛んであった。溝口 (1999) はその状況を捉えて、「オントロジーとは何かという議論はやめよう」という状況にあったという。それはオントロジーの範囲が非常に広いことと関係していた。オントロジーを体系的に調査研究した Sharman et al (2004)によれば、ほとんどのオントロジーは基本的な知識表現のメカニズムだけでなく、形式的意味と推論をある種の形でサポートしている。そして、彼ら自身がいうオントロジーは、オブジェクト指向クラス階層、DB スキーマ、半構造化 DB、定義的シソーラス、そして知識ベースを含むとする。さらに、今日的には Semantic Web が入るため、ファクトであるインスタンスが含まれることがある。このように、オントロジーは多様化し、単に情報交換のための意味タグから、推論するものまでとなっている。この状況を Green ら(2004)は次のように総括している。オントロジー (複数形 ontologies) という名称のもと研究活動の型は著しく変わり、しかもオントロジーの範囲、詳細、目的の観点でオントロジーの理解は著しく変わると。

以上のように、オントロジーはこれまで IS 研究と AI/CS では別々に議論されてきた。そして IS 研究ではトップ・オントロジー、AI/CS ではドメイン・オントロジーを研究してきたと言える。しかしながら、既に指摘したように、情報資源の再利用の観点から、AI/CS にて研究されてきたドメイン・オントロジー (以下、単にオントロジー) が IS 研究においても無視できないものとなりつつある。

2.2. Semantic Web と標準言語

Semantic Web の登場でオントロジーの構築が変わってきた (Pinto et al, 2004)。Semantic Web は、Berners-Lee (2001) によって 1998 年に提唱された技術であり、情報資源にセマンティックス (意味) を付与することで、人を介さずに、

コンピュータが自動的に処理できるようにする技術である。

インターネットの登場により、サーバー上には膨大な情報が日々蓄積されてきている。しかしながら、それらは有効活用されているとは言えない。主としてHTMLで記述されているため、人間が見て情報が関連しているかどうかは分かるものの、機械が意味を介して情報を関連付けることはできていない。この問題を解決する方策は、Semantic Webの要素、すなわちオントロジーとよばれる情報の集まりによって提供されると考えられている (Berners-Lee et al, 2001)。

機械が意味を介して、情報資源を統合する技術の開発には各種の努力がされてきた。そのような中、Web標準化団体(W3C)は2004年、Semantic Web技術の重要な鍵となる2つの仕様、RDF(Resource Description Framework)とOWL(Web Ontology Language)を承認し、W3C勧告として公開した。W3Cによれば、Berners-Leeは次のように述べたという。「RDFとOWLはSemantic Webアプリケーションの強固な基盤を構成します。これらの仕様がW3C勧告として承認されたことで、事業統合や医療支援のような多様な分野において新しい製品が急成長する可能性もあります。」すなわち、情報資源の統合や再利用に関する新しい時代が到来すると予測された。

RDFは、XMLにより構文が提供され、セマンティクスを実現する。RDFは、一階述語論理と相似で、主語(リソース)、述語(プロパティ)、その目的語(オブジェクト:プロパティの値)の3つからなる有向グラフによって、関係の連鎖を辿ることができるよう、データモデルを記述する。一方、OWLは、Webに存在するものごとの分類体系(クラス)やその関係、さらにはそれを推論していくためのルールを定義するオントロジー言語を提供する。OWLを用いることで、コミュニティ間でのより高度なデータ統合と相互運用性を実現することが期待されている。

RDFとOWLによるオントロジー言語は知識空間を記述、表現する際に用いられる用語を定義する。これらは分野特有の情報を共有する必要がある関係者、データベース、アプリケーションによって用いられる。オントロジーを用いることで、それらの分野における基本概念を機械処理可能な状態で定義するとともに、それら概念間の関係も定義することができるとされる。これにより、それら知識の再利用が可能になると。

それまで、バラバラに開発されてきたもろもろの技術が、RDFとOWLに集約されたことにより、オントロジーの開発環境が準備されたと言えよう。

2.3. オントロジー構築方法

オントロジー構築方法を調査した研究にSoaresら(2011)やPintoら(2004)がある。Soaresら(2011)は、30個の構築方法論を時系列的に調査し、その内5つのみがタスク間の時間的關係、すなわちイベントを識別・表現しているとする。総じて、研究者はIS分析・設計のためのオントロジーを構築するための包括的ガイドラインをまだ作っていない。彼らがレビューした文献は主にAIとCS関係であり、それは社会科学系ではまだこの分野の研究が進んでいないことを示唆する。

Pintoら(2004)は1990年代後半に登場したオントロジー構築方法、Tove、Enterprise、MethOntologyを調査している。オントロジー構築方法の歴史で、第2世代とされるEnterpriseは、鍵概念と関係をまず識別し、続いて概念と関係について矛盾のないテキスト定義を行い、そしてそれら概念と関係に用語を振っている。第1世代とされるToveでは概念化と形式化が分化していないことと比較すれば大きな進歩といえよう。MethOntologyでは、オントロジー開発は知識レベル、すなわち概念化の中で行うべきとし、シンボル・レベル、すなわち形式化の中では行わない。そして、Pintoら(2004)はこれら調査から、ドメイン・オントロジー構築は構築目的の仕様化・概念化・形式化・実施・保守からなることを指摘している。同時に知識獲得・評価・文書化も行われる。知識獲得ではブレインストーミング、面接、質問紙調査、テキスト分析、帰納技術が使われている。また、方法はまだ成熟しておらず、どの方法も重要なユーザ・コミュニティを獲得していないと指摘する。

ドメイン・オントロジーはゼロから開発するか、あるいは異分野のオントロジーの合成で作成する。どの構築方法も未熟で、いわば工学的タスクではなく工芸的である(Pinto et al, 2004)。なお、オントロジー構築はソフトウェア工学から影響を受けているものの、ソフトウェア工学では知識獲得を行わない。しかも、設計活動は概念化と形式化には分かれていない(Pinto et al, 2004)。ここで、形式化とは概念を公理として定義し、階層構造として組織化することなどをいう。

Soaresら(2011)が指摘するところの、オントロジー構築のガイドラインが整備されていない状況は、Pintoら(2004)がいう構築方法が未成熟であることが続いていることを意味し、以前として工芸的なタスクにとどまってい

ることが分かる。

なお、概念モデリングなどのソフトウェア工学では概念獲得や知識獲得は行われていない（小坂, 2013）。言い換えれば概念形成のステージが分化していないが、オントロジー構築では分化している状況にあると見ることが出来る。概念構築された後、形式化され、名前が付けられるところまで進化した状況にあると理解できる。

なお、ここで概念スキーマとドメイン・オントロジーの相違について、若干触れておく。両者は混乱しているが、それはまだ最近の研究だからである（Fonseca et al, 2007）。彼によれば、計算ドメイン・オントロジーの目的は説明と統合で、概念スキーマの目的は測定である。計算ドメイン・オントロジーの対象は現実世界で、概念スキーマの対象はオントロジーとデータの結合であるとする。Hua ら（2012）はビジネス・プロセス・モデリングあるいは概念モデルをドメイン・オントロジーから構築する方法を提案している。Fonseca ら（2007）は具体的にその差について次のように言及する。概念モデリング文法には UML/ERM があり、概念モデリング方法には SSM/構造化分析がある。一方、オントロジー言語には OWL/RDF、オントロジー構築方法に MethOntology などがある（Fonseca et al, 2007）。両方の構築は似ている、違いは Universe of Discourse の範囲の差であるとする。

3. 分析フレームワーク

社会科学の認識論あるいは研究方法論は実証主義と社会的構築主義に大きく分けられる。実証主義は社会科学にも浸透してきたが、20世紀になり社会科学では社会的構築主義（社会的構成主義も同義）にも一部ではあるが途を譲った。社会的構築主義はフッサールの現象学とヴェーバーの理解社会学の影響を受けたバーガー＝ルックマン（1977）の「日常世界の構成」を契機に広まったと理解されている。

自然科学の研究および依然として社会科学の多くの研究では実在論（realism）が信奉されている。哲学的にはカント以降、存在論は認識論に途を明け渡したため、主として naïve realism（素朴実在論）にそれらは依拠する。

社会科学の研究方法論は3つの転回を経験してきた。20世紀初頭の現象学的転回に始まり、言語論的転回、最近の20年間ほどで起こった実践論的転回である。

3.1. 現象学的転回（The phenomenological turn）

現象学的転回はフッサール（1859-1938）に端を発する。哲学で存在論はカントのコペルニクス的転回により認識論に転回した。認識は対象に依拠すると考えられてきたが、カント（1961, p.33）はこれを「対象が我々の認識に従って規定されねばならない・・・」と転回した。これは、主観（主体）が有するカテゴリーという先天的能力による観念論であった。フッサールは主客一致でも、また実在論でも観念論でもない、主体と客体との間に、認識の確信を構成する条件や構造が何であるかを問うノエシス-ノエマの考えを作り上げた。人間が全く初めてのものに出会った時、諸々の手がかり（諸現出）をもとに意味を考え、対象を意識の中に概念として現出物（ノエマ）を構成することに相当する。

現象学転回により我々は主観でも客観でもない認識、もろものの意味を通じて対象を構成する考え、存在措定を手に入れた。社会科学は客観から離れ意味を考察する方法論を手に入れたことになる。

3.2. 言語論的転回（The linguistic turn）

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（1857-1913）の流れをくむあるいはその関連であり、もう一つはウィトゲンシュタイン（1889-1951）に端を発する。

ソシュールやパース（1839-1914）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、その間に概念を入れた（現実、概念 - 言葉）。概念 *signifié* と概念を指す言葉 *signifiant* の二つを含めて記号 *signe* と呼び、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。これは言葉の捉え方を180度、転回させるものであった。

一方、しばしば指摘される研究に後期ウィトゲンシュタインの研究がある。彼は言語が客観的事実を映し出すものという考えを打ち破り、言語の意味に絶対はなく人々に共有されたルールに意味は依存し、またルールも慣習的なものに過ぎないと相対主義的な視点を打ち出した。それぞれの場に異なったルール、すなわちコンテクストがありうる言語ゲームとして言語使用を見なした。

上記二つの流れは現実を映し出す鏡としての言語観を放棄し、新しい言語観を構築した。これら研究を受けオースティン (1911-1960) やサール (1932-) の研究が登場した。言語が世界を表現するだけでなく、言語が世界を構築する、発話が世界を構築する行為であるとした (オースティン, 1978)。

以上の社会的構築に言語の働きを見る動きは、Rorty が編纂したアンソロジー “The Linguistic Turn” (1992, 初版 1958) により言語論的転回として知られ、社会科学の研究方法に変革をもたらした。

3.3. 実践論的転回 (The practice turn)

21世紀になって最近20年間にわたる社会科学の動きを実践論的転回と称する動きがある (Cetina et al, 2001)。20世紀には社会学では方法論的個人主義と方法論的集合主義で、個人と社会の挙動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ンズやブルデューであった。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。実践の中での行為や相互作用を通じて、精神、合理性、知識などが構成され、そして社会的生活が組織化・再組織化され、そして転換されていくとした (Cetina et al, 2001, p.i)。

実践は人々が実際に何を行うかに関係し、明確な目的に沿っているとは限らない。しかしそれは単に行うことではない。それは行うことに構造と意味を与える歴史的・社会的コンテクストの中で行われる。この意味で実践は常に状況に埋め込まれ社会的である。実践と呼ばれるものは日常生活あるいは人々が振る舞う方法の詳細が不可欠で、実際の活動への注意によってのみこれらは捉えることができる。

4. 分 析

ここでは、社会科学で起こった上記の転回を分析フレームワークとし、主に AI/CS で開発されてきたオントロジーの考え方や技術をそれに従い評価し、社会科学の面からの研究の必要性和方向を探る。

4.1. 現象学的転回からの分析

現象学的転回から、オントロジー研究を捉えると、名前が実在を指すのではなく概念を指すものであることから、この転回とは整合的であると考えられる。しかしながら、溝口 (1999) がいうように、「オントロジーでは対象世界を客観的な存在として考察する」という前提は現象学と不整合である。現象学では対象は客観的存在ではなく超越である。「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り...」(メルロー・ポンティ, 1967, p.23)ことから、客観的世界があるとしていない。そのため、存在の創設、言い換えれば存在措定は間主観的な確信に過ぎない。すなわち、人が変われば異なった確信になりうる、言い換えれば、異なった概念、意味になりうるのである。

AI/CS ではオントロジー構築者を第三者と想定しているが、現象学的転回では当事者であること、あるいは当事者相当になることが要請される。

4.2. 言語論的転回からの分析

オントロジー構築では、名前付け等の形式化に先立ち概念化が行われる (Pinto et al, 2004)。この概念に名前やラベルが後で振られる。概念は記号論でいう *signifié* であり、名前は *signifiant* で、この二つから記号が構成される。概念群により世界をそれとして切り取っていることから、記号論的な転回をオントロジーは果たしていると考えられる。

言語ゲーム論的な転回は意味や概念はローカルなものであるとする。まさにこの考えは *Semantic Web* に反映されている。しかし、そこには真理概念はなく、間主観的検証が代わりとなる (Becker et al, 2008)。所変われば意味が変わる。それは粒度であったりレベルであったり、また創発であったりする。そのためオントロジー構築者は当事者あるいはそれ相当であることが必要となる。

Sharman(2004)によれば、オントロジーは AI/CS で研究されてきたため、オントロジーは情報源の実内容にマッピングすることはまだ研究されていない。同義語への対応は、OWL/RDF の *equivalentClass* や *sameAs* 等で対応できるが、範囲相違とレベル相違への対応は容易ではなく今後の課題である。

4.3. 実践論的転回からの分析

実践論的転回は、構造が人々の行動に宿っており、そこから離脱し進化することがあることを教える。とりわけ、企業では市場対応が求められるため徐々に業務慣行や製品が進化していく。しかしながら、

Kishore ら(2004)が指摘するように、オントロジーは機械処理を狙っているため、内的矛盾を許さない。そこで、Sharman ら(2004)が指摘するように、未着手問題として、オントロジー言語は、ドメインの変化やODISの展開に従う容易なオントロジー成長をサポートする必要がある。

社会科学の3つの回転から、オントロジー研究・実践を総括すると、記号論的な回転は達成している。さらに、言語ゲーム論的な回転も一部ではあるが達成している。しかし、現象学的回転と実践論的回転の面では未だであり、社会科学としてのIS研究で改めて研究されることが期待される。

主要参考文献

- ・ オースティン, J. 『言語と行為』 大修館書店, 1978.
- ・ Becker, J., Niehaves, B. and Pfeiffer, D., “Ontological Evaluation of Conceptual Models,” SJIS, 20(2), 2008.
- ・ Berners-Lee, T., Hendler J. and Lassila, O., “The Semantic Web,” Scientific American, 29-37, May 2001.
- ・ バーガー=ルックマン著 『日常世界の構成』 新曜社, 1977.
- ・ Burton-Jones, A. and Meso, P., “How Good Are These UML Diagrams? An Empirical Test of the Wand and Weber Good Decompositions Model,” Proceedings of ICIS, 2002.
- ・ Cetina, K., Schatzki, T. and von Savigny, E. (Eds.) The Practice Turn in Contemporary Theory, Routledge, 2001.
- ・ Fettke, P., “How Conceptual Modeling Is Used,” CAIS, 25, 2009.
- ・ Fonseca, F. and Martin, J., “Learning The Differences Between Ontologies and Conceptual Schemas Through Ontology-Driven Information Systems,” Journal of the Association for Information Systems: 8(2), 2007.
- ・ Giddens. A., The Constitution of Society, Polity Press, 1984.
- ・ Green, P. and Rosemann, M., “An Ontological Analysis of Integrated Process Modeling,” CAISE’99, LNCS1626, Springer-Verlag, 1999.
- ・ Hua, Z. Zhao, J. L. and Storey, V. C., “Exploring a Domain Ontology Based Approach to Business Process Design,” Proceedings of ICIS, 2010.
- ・ 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.
- ・ Husserl, E., The Idea of Phenomenology, Kluwer, 1999.
- ・ カント, I. 『純粹理性批判 上』 岩波文庫, 1961.
- ・ 木田 元 『現象学』 岩波書店, 1970.
- ・ Kishore, R. and Sharman, R., “Computational Ontologies and Information Systems I: Foundations,” Communications of the Association for Information Systems: 14(8), 2004.
- ・ 小坂 武、システム分析と認識論、経営情報学会 2013 年秋季全国大会予稿集、2013.
- ・ メルロー・ポンティ, M. 『知覚の現象学 I』 みすず書房, 1967.
- ・ Milton, S.K., Keen, C.D. and Kurnia, S., “Understanding the Benefits of Ontology Use for Australian Industry,” Proceedings of ACIS, 2010.
- ・ 溝口理一郎、オントロジー研究の基礎と応用、人工知能学会誌、14(6), 977-988, 1999.
- ・ 大江 和彦、病名用語の標準化と臨床医学オントロジーの開発、情報管理、52(12), 2010.
- ・ Pinto, H. S. and Martins, J. P., “Ontologies: How can They be Built? Knowledge and Information Systems,” 6, 441-464, 2004.
- ・ Rorty, R. M. (Ed.), The Linguistic Turn: Essays in Philosophical Method, University of Chicago Press, 1992.
- ・ Sharman, R., Kishore, R. and Ramesh, R., “Computational Ontologies and Information Systems II: Formal Specification,” Communications of the Association for Information Systems, 14, 2004.
- ・ Soares, A. and Fonseca, F., “A Meta-Model Ontology based on Scenarios,” Proceedings of AMCIS, 2011.
- ・ Wand, Y. and Weber, R., “On the Ontological Expressiveness of Information Systems Analysis and Design Grammars,” Journal of Information Systems (ISJ), 3, 217-237, 1993.
- ・ Wyssusek, B., “On Ontological Foundations of Conceptual Modeling,” SJIS, 18(1), 2006.