

埼玉学園大学・川口短期大学 機関リポジトリ

<Study Note> Object Technology which is Taught by Aristoteles

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-07-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 永嶋, 浩 メールアドレス: 所属:
URL	https://saigaku.repo.nii.ac.jp/records/728

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



アリストテレスが教えてくれる オブジェクト技術

永 嶋 浩

1. はじめに

アリストテレス (Aristoteles) は、見る (観る)、行う、作るの思考で区分した知の枠組みを考えてそれぞれを観想知、実践知、製作知と名付けた万学の祖である。これらの枠組みの前には知の獲得手段・道具 (オルガノン) として論理学を創始している。自然界に着眼する方法で世の中を洞察した哲学を構築している。本稿では、アリストテレス哲学が今日のオブジェクト指向、オントロジーを示唆し啓示を与えている内容について考察する。

オブジェクト指向の重要な視点は、クラスとオブジェクト、そしてオブジェクト間のメッセージにある。オブジェクト指向を取り入れたプログラミングの世界において、クラスは個別に物事を表した型でありテンプレートを指す。ギリシア語では「召集」の意味があり、この意味でクラスを考えるとある共通の類似性や性質によりまとめられたグループを指すことになる。一方、オブジェクトはプログラミングされた実行の対象物であり、クラスを具体化したものを指す。1962年には Dahl と Nygaard がはじめてオブジェクト指向のアイデアを取り入れた Simula なるプログラミング言語を発表したが、その息吹はオブジェクト指向言語と今日称される Smalltalk, C++, Java などに連綿として受け継がれている。オブジェクト指向言語を採用したシステム開発の分野ではオブジェクト指向の分析や設計のやり方を取り入れて作業を進めるが、実作業では開発環境のひとつに UML ツールを導入し、そのツールを操作してクラスとオブジェクトを見出しながら開発が行われる。そのときモノ作りにたずさわる開発メンバーは、クラスとオブジェクトの考え方をしっかりと把握しておく必要がある。このクラスとオブジェクトの言葉がアリストテレスの時代から育まれてきた重要なキーワードになる。

2. 対概念の仕組み

アリストテレスは、日常的に目にしているものや世の中にあるさまざまな問題の概念そのもの

を創始している。現在我々が何気なく使っている言葉の意味を根本のところから組み立てている。そのひとつに対概念がある。概念そのものは集合 (set) で捉えることができる。集合は要素の集まりであり、共通の性質を持つ個物を要素とする集まりや属性を要素とする集まり等で定義できる。つまり複数の概念間での集合演算、あらゆる概念の全体を表す普遍集合の考え方を取り入れることができる。同じ認識の対象になる個物の集合で定義された概念は外延 (extension) になり、外延の要素にある共通の属性の組み合わせで分けられた集合で定義された概念は内包 (intension) になる⁹⁾。概念の外延と内包を理解するには金星で考える有名な例がある。明けの明星と宵の明星はどちらも集合的には同じもの (金星) を指している。この概念が外延になる。一方明けの明星は日の出前の金星を指し、宵の明星は日没後の明星を指している。ここで両者の述語をお互いに交換して使うと文の意味は成立しなくなる。このような状況が内包を言い当てていることになる。アリストテレスの論理学より厳密で哲学的な論理学を目指した Frege⁷⁾ は 1892 年に「意義と意味について (Über Sinn und Bedeutung)」の中で前述の金星を例に取り「意味」の概念を論じている⁸⁾。明けの明星と宵の明星は同じもの (金星) を指しているため意味は同じと言う。一方、明けの明星は日の出前の金星を指し、宵の明星は日没後の明星を指しているため「意義」において異なっていると言う。これまでの外延が「意味」の区分になり、これまでの内包が「意義」の区分になる⁹⁾。何らかの概念を指して外延と内包が 1 対 1 の関係で同じ意味合いを持つとは限らず、あるときには外延と内包が 1 対多の関係でいくつかの内包が同じ外延を指す金星のような事例が存在する。逆に外延と内包が多対 1 の関係で 1 つの内包が別々の外延を指す場合もある。以上より概念は個々の概念が相互に関係していることを見出して体系化することができる。この考えは現在のオントロジー (Ontology) に生かされている。

アリストテレスは相反する互いの概念をペアとして組み合わせた対概念を創り出している。対概念には、階層構造の思想が含まれている。階層構造は、世の中を見渡せば国、自治体、会社など社会システムの至るところで、自然界では宇宙の構造、物質の構造から生物の生態系システムに至るまで、さらにはシステム開発の分野においてもあらゆるところに存在している。各階の層には上下関係があり、ときには階層間の関係を上位層と下位層で括ることもある。何かを認識するときには階層で考えることが自然の摂理に沿っているのである。概念に関しても階層性を表現できる構造で捉える。これが対概念である。アリストテレスの対概念には「具体」と「抽象」、「一般」と「特殊」(または「普遍」と「個別」)、「可能」と「現実」などがある。

2.1 「具体」と「抽象」

「具体」とは具体物に共通の概念になる。「抽象」は具体物を抽象化することであるが、この抽象化により上位の概念を作り出す作用を持つ。つまり「具体」と「抽象」を繰り返すと、より上

位の概念にたどり着く。このことから「具体」と「抽象」の対概念は、概念の階層性を明らかにする仕組みを提供している。

2.2 「一般」と「特殊」

「一般」とは概念の持つ属性の制約 (constraint) をはずすことで概念の一般化を実現する概念になる。「特殊」とは一般化とは逆に制約を設け要素に条件を追加することで概念の特殊化を実現する概念になる。「具体」と「抽象」には階層性があるため下位の概念は上位の概念の制約をうける。つまり制約の扱い次第で「一般」にもなり「特殊」にもなる。このことから「一般」と「特殊」の対概念は、制約により概念の空間的構造を操作して概念の広がりの中で全体や部分の概念の関係を明らかにする仕組みを提供している。

2.3 「可能」と「現実」

「可能」とは可能世界に存在する概念になる。可能世界は時を戻し過去を振り返ることのできる世界で、一見未来の観測を指す言葉のように感じるが、現実世界を凌駕することはできない世界である。この世界における生得能力、特質を生かして表現したものが現実化する際の背景にある可能状態が「可能」の概念になる。「現実」とは現実世界に存在する概念である。可能状態から現実状態に移り、その先の展開が終結した段階、あるいはさらにもう一歩進めた段階が「現実」の概念になる。このことから「可能」と「現実」の対概念は、先天的能力と後天的能力の行使によるモノ作りの到達点を目的ないしゴールとみなすことを明らかにする仕組みを提供している。万物は万物の持つそれぞれの目的を果たすようにできていると言う目的論が反映されている。さらに見方を変えると、「可能」と「現実」の対概念はモノの本質や真偽を推論する仕組みも提供している。木片と像の例がある¹⁰⁾。いくつかの木片の塊を削って木像を作る。頭部、胴体、下半身を別々に製作して組み合わせて完成させる。このときモノ作りの到達点に至るには時間とプロセスが必要になる。木像が完成すると、その像とともに木片塊も同時に生成する。像を解体すれば像も木片塊も同時に消滅する。しかし可能世界においては木像は消滅したが木片塊は消滅していないとも捉えられる。これらを言い換えると「木像は本質的に像である」、「木片塊は本質的に像ではない」、ゆえに「木像と木片塊は等しくない」が得られる。つまり木像と木片塊が「現実」において同一に見えたとしても本質を問うと同一でないことになる。このようなもの見方はシステムを開発するときの心構えに適用できる。

3. 実体とオブジェクト指向

アリストテレスの創始した重要な概念に三段論法、カテゴリー、四原因、実体等がある。特に論理学における「カテゴリー論」の中で論述のあるカテゴリー（範疇）は、「対概念」や概念を整理するのに提唱されたものであり、後のカントが示した「純粹理性批判」¹¹⁾の超越論的分析論の中での12のカテゴリー（純粹悟性概念）にも影響を与えた思考のフレームワークを形成している。しかも前述の対概念で取り上げた「カテゴリー」はオブジェクト指向を解き明かすヒントに富んでいる。

3.1 カテゴリー (category)

カテゴリーは、ギリシア語の *kategoria*（「述語する」）の動詞に由来している¹²⁾。カテゴリーとは命題の述語の形態になる。例えば命題 (proposition) で「犬は動物である」の犬は「主語」、動物は「述語」である。このときの述語は名詞を用いている。「述語」の箇所は命題の表現次第で形容詞が使われることもあり、副詞や動詞の場合もある。「…である」という繋辞は、述語に関係している¹³⁾。つまり述語は *be* 動詞の「存在」に関与する。これは「形而上学」の中に記述がある「存在 (on) を存在 (on) として研究し云々」¹³⁾のくだりの *on* を意味した「存在」の論理であり、後々のオントロジーにつながる。アリストテレスは命題を分析するとき、述語を10のカテゴリーに分けて論じる。特に重要なものは①～⑥になるが、ストア学派では実体、性質、関係、状況の4カテゴリーが存在に絡むものと解釈している [①実体=何であるか (ストア学派は重視)、②量=どれだけか、③性質=どのようなものか (ストア学派は重視)、④関係=何に対して関わっているか (ストア学派は重視)、⑤場所=どこにあるか、⑥時=いつか、⑦状況=どのように置かれているか (ストア学派は重視)、⑧所持=所持しているか、⑨能動=作用すること、⑩受動=作用されること]。

3.2 実体 (substance)

カテゴリーの中で定義されている実体は、単なるそのカテゴリー内での使用のみを意味するのではなく、カテゴリー全体にわたっての実体の考え方を示すため、カテゴリーでは実体が世のものものを包摂する類一種の立場をとる。つまりこの実体は *on* であり、残り9カテゴリーは *on* についての叙述となる。実体は「何であるか」の疑問に答えるカテゴリーである。この「何であるか」の問に答えることが知を求めることの核心になる。プラトンがソクラテスの弁明の中で使ったピロソペイン（知を愛し求めながら）に語源のあるギリシア語の *philosophia* から「哲学

(philosophy)」という語が誕生したが¹³、その使われ方からして述語に比重があるのだということ、これが哲学の語の意味の言わんとしているところでもある。アリストテレスの哲学は存在から実体を捉えて行く。その実体も主語と述語の考えを取り入れて第1実体と第2実体の2つが存在する。第1実体は主語の役割があり、そこには述語づけされた述語の役割はなく、「もとにあるもの」を基体と概念化した考えから第1実体を基体に行っている。つまり第1実体は、特定の「この何々」で示される個物を指す。第2実体は第1実体のもとに述語づけされる二次的な実体を意味しており、「何々一般」と言える普遍、個物のたぐい(類)を指す。実体の主語と述語は同じカテゴリーで考えるのが基本ではあるが例外もある。具体的な主語と述語の関係を実体に置き換えると、「ドンは犬である (Don is a Dog.)」の「ドン」が第1実体になり、「犬」が第2実体になる。

3.3 オブジェクト指向 (object-oriented)

世の中にあるシステムは機械であり存在物であるとみなせるが、現在では情報の存在する処理物になる。モノを作るときには、その処理物をオブジェクトとして捉える。我々の住んでいる世界のすべての存在、つまり実体はオブジェクトで表現できる¹⁴。ソフトウェアの世界ではオブジェクト指向そのものの考えは、プログラミングの手法として Dahl と Nygaard がシミュレーション言語 Simula の中で発案したものであるが、まさにアリストテレスの第2実体のモデル化であり、今日のオブジェクト指向言語を使うことで第2実体の中で類と種の関係が表現できる。さらに属性や操作を兼ね備えたオブジェクトは機械を作る道具になり、我々はオブジェクト同士をメッセージの送信や受信のメカニズムを利用して組み立てていくことができる。オブジェクト指向でのクラスは第2実体を分析することで得られ、オブジェクトそのものは第1実体の存在になり、メッセージは相手のオブジェクトのメソッド(命令)を呼び出して使うことに相当する。

ここで実体について振り返ってみる。アリストテレス自らも実体の概念をいろいろな角度の論点で捉えた形跡があり不明確な定義も見受けられるように、オブジェクト指向での実体にそれらを取り扱い適用した場合も多少論点が乱れる。コンピュータのメモリ上にあるプログラムとしての観点で見た場合、第1実体は現実世界を反映している世界で多くのオブジェクトが存在する。第2実体は多くのオブジェクトを見て何が共通の性質かを見抜いた場合には、それをクラスとして定義した世界で存在する。プログラムの世界では、クラスのままでは実行状態にはもっていかず、クラスをインスタンス化して実行できる状態にもっていく。このようにしてプログラムが動く。この状態のときオブジェクトとインスタンスが同じ空間にあるイメージになる。しかし一見すると、第2実体にオブジェクトとクラスがあり、第1実体にインスタンスがあるのではと考えられてしまうのである。別項にあるクラスのところでプログラムの実体の定義を再度取り上げ

ることとする。

(1) クラス (class)

アリストテレスの考えた実体は、第1実体（個物を指す）と第2実体（普遍を指す）に区別して扱われる。この取り扱いが今日のオブジェクト指向の起源であると言っても過言でない。コンピュータの世界に置き換えると第1実体、第2実体を使ってオブジェクト、クラス、インスタンスの関係が説明できる。このことからアリストテレスが唯一無比に優れた知の探求をした現実主義者と言える。これまでもオブジェクト指向は現実世界にフィットした形のプログラムで記述できると一般には説明されている。現実世界つまり世の中を全てオブジェクトで扱う。人も机も花もモノで扱う。第2実体は普遍であり、この領域での存在がクラスになる。クラスは世の中を見たときの共通の性質を持つオブジェクトの普遍を表したものである。それはモノを抽象化した一種のテンプレートでもある。同じクラスにあるオブジェクトでも個々に異なる値を持つオブジェクト（第1実体側に生成・存在する又は実例、本当の実体）を効率よく作成する仕組みにインスタンスがある。インスタンスは、実際のところオブジェクト指向言語のインプリメントではnew演算子で実現する。クラスからインスタンスを作ることインスタンス化と呼び、オブジェクト指向ではインスタンスをオブジェクトと読みかえても呼んでいる。このことからコンピュータの世界とは、第1実体にはインスタンス（≡オブジェクト）があり、第2実体にはクラスがあると見なすことで整合性がとれることになる。クラスとオブジェクトの関係は実世界の仕組みに合わせる考え方である。UMLでのクラスの表記は、四角形を3ブロックに区分けされた形で表現される。最上階のブロックにはクラス名、中段のブロックには属性、最下段のブロックには操作を表現する。プログラムの表現をとると、クラス名はプログラムファイル名、属性は変数の表現領域、操作は命令（メソッド）の表現領域になる。

命題「objA is a objB.」は「is-a」関係を導くものであると考え、日本語では「オブジェクトAはオブジェクトBである」の表現になるが、この形だけで「is-a」関係を導くのは間違え恐れも生じてくる¹⁵⁾。本当の「is-a」関係は、クラスとクラスを対象に考えることが必要になる。

i. 「ドンはビーグルである」→「is-a」関係?→No →インスタンスとクラス→分類

ii. 「ビーグルは犬である」→「is-a」関係?→Yes→クラスとクラス→汎化

iとiiからの推論は「ドンは犬である」になる。分類から汎化の組み合わせは正しい推論の扱いになる。一方、誤りの例を示す。

iii. 「犬は種である」→「is-a」関係?→No →クラスと非クラス→分類

iiとiiiからの推論は「ビーグルは種である」になる。この場合は汎化から分類の組み合わせとなり、正しくない誤りの推論になる。

(2) 汎化 (generalization)

アリストテレスの考えたカテゴリーにはカテゴリー別に「類」で区別する階層性がある。対概念の仕組みの所で示したように世の中の構造をはじめとして、生き物の成り立ちにも階層構造が見て取れる。第2実体を「類」と「種」の例で示すと、「人間は動物である」の人間は種であり、動物は類になる。さらに「動物は生物である」の動物は種であり、生物が類になる。この観点から考えると「種」は「類」より第1実体に近い存在を占める。何故なら第1実体はオブジェクト、第2実体はクラスで扱えると指摘しているからである。この見方をUMLの汎化に適用することができる。「抽象」を類で扱い、「具体」を種で扱い、オブジェクト指向では継承 (インヘリタンス: inheritance) で扱う。

汎化を見つける基準は「is-a」関係があるかどうかを調べることになる。階層間には推移性があるため親クラスと子クラスの関係で示することができる。子クラスは親クラスの機能・能力をすべて継承したうえで、さらに子クラス独自に属性や操作を追加することができる。汎化は概念のモデル化が容易なため差分プログラミングの実現ができて、コードの再利用を促進する手法にもなる。

(3) 集約 (aggregation)

「一般」と「特殊」はUMLの集約の考えに適用できる。集約は「has-a」関係があり、さらに「part-of」関係を持つ。この「part-of」関係が全体と部分で物事を捉える考え方になる。モノ作りは最初から詳細に考えるのではなく、まずは大まかに考えるのが成功への第1歩になる。そこには粒度の考え方が存在する。アリストテレスは自然学の中で「幼児は始めのうちは男なら誰でも父と思い、女なら誰でも母と思う。後になると父母と他の男や女を区別して、しまいには父母を指すようになる」と言っている。この分析が一般から特殊への道しるべであり、物事を理解するには最初は全体を捉え、最終的に部分を捉えるのが原理なのだを示している。

オブジェクト指向を扱うUMLでは「is-a」関係と「has-a」関係を正しく取り扱うことがクラスの分析・設計の要になる。その中でも「has-a」関係は3段階の識別が求められる。最初に行う識別で「has-a」関係があるとわかった場合、次に「has-a」関係の中を「part-of」関係があるかで識別して集約を見出す。最後に全体集合と部分集合を考えた場合、全体が消滅すると部分も消滅する。この関係があるときに集約とコンポジション (composition) の識別ができてコンポジションが導ける。しかし唯一の全体に部分の生存が規定されているときに限る。つまり「可能」と「現実」を考えると記述した木片と像の例を現実世界だけに当てはめることができる。木片を部分に像を全体にみなせば、像が完成するときは両方とも同時に生成し、解体したときは同時に消滅することになる。この状況がコンポジションに該当する。

(4) メッセージ (message)

オブジェクト指向の世界では、クラスが操作（命令の領域）と属性（変数の領域）を担当する。あるシステムをオブジェクト指向で開発した場合、メインメモリには多くのクラスが作られ存在し、ある機能を実現する動作可能なオブジェクトプログラムを形成する。前もって書いたもの（プログラム）の動きは事前に予想することはできるが、実際にメインメモリ上のクラス（第2実体側）を動作させようとした場合、クラスはテンプレートであるのでそのままでは動かすことができない。動かすためにはクラスをインスタンス化してオブジェクトにして動かすようにしないといけない（第1実体側）。このような状況下で各オブジェクトが互いに意思の疎通を図るためには何らかの仕組みが必要になる。その仕組みがメッセージになる。アリストテレスの考えには、このようなメッセージの仕組みはない。敢えて探すと四原因を駆使することに相当する。特に質料と形相を組み合わせると一つのものを作り出すときに四原因が相互に絡んでくる。木片（質料）を木像（形相）へと開発する例で考える。木像をインテリア用に使うため開発するなど何の用途のために開発するかが目的因になる。始動因になる彫刻家は、形相因に相当する木像の設計図に従って質料因の木片を加工して木像を完成させる。このような開発プロセスにおいて、あるプロセスから他のプロセスに移動するためにはメッセージに相当するものが働くことと捉えることができる。

4. オントロジーへの展開

現在、オントロジーという言葉はいろいろな分野で耳にするほど広まりつつある。オントロジーは、カテゴリーのところでも記述したように存在 (on) と論理 (logia) の合成語 ontologia に由来して存在論を意味する。ちなみに論理の語源は言葉 (logos) であり論理を推し進めていくためには哲学的考え方が必要であることを意味している。存在論には大別して哲学的存在論と情報学的存在論がある。哲学的存在論はその名の通り世の中の個物を問い、その存在とは何か、他の個物との関係に何が存在するかを議論するものである。人工知能分野の絡む情報学的存在論も端緒は哲学的存在論の影響を受けて生まれている¹⁶⁾。

アリストテレスの実体は、自らが形而上学で使った「たとえ誰ひとり星を見たことがなくても星の輝きが減じることはない」¹³⁾のごとく背後に存在を意識させるものである。存在論は存在そのものを対象にするのかあるいは存在物を対象にするのかでも議論の分かれるところである。アリストテレスの形而上学は存在物（者）ありをテーマにしている。人工知能分野では1993年に Gruber がオントロジーを「概念の明示的な仕様 (explicit specification of conceptualization)」と定義している¹⁷⁾。オントロジーの重要な視点にはフォーマル性、ユニバーサル性、メ

タ性が考えられる。フォーマル性は、「form (形式)」から得られる概念で物事の本質を客観的に形式化したかの度合いである。現実の世の中は、無限の事象のもとほんの少しの制約しか受けない非形式的な存在である。このような非形式的な存在を形式化していく困難な作業が求められる。ユニバーサル性は、「universals (普遍)」から得られる概念で全体と部分の理論の中でどのようにしたら全体が構成できて属性に何があるかの問いに答えられる普遍の制約具合である。全体に対しての部分の役割にも注意を払う必要がある。メタ性は「meta (超える)」から得られる概念で存在原理を追求する形而上学の利用度合いである。現実にはコンピュータの世界におけるデータの使いやすさの仕組みを設けること、つまりデータのためのデータの普通を超えるデータ(メタデータ)が求められる。

オントロジーの構成は、アリストテレスの第1実体と第2実体に置き換えて考えることができる。第1実体の領域は、実世界の空間に捉えてインスタンス(=オブジェクト)が占める。第2実体の領域は、普遍の世界で捉えてストア学派の絞り込んだ4つのカテゴリーの実体(これを概念扱いとする)、性質、関係、状況等が占める。しかもアリストテレスのカテゴリーの⑤場所、⑧所持等は属性に含まれる。さらに全体と部分の関係をくみして考える。具体的には何が全体を指し、何が部分を指すかを区別する必要がある。1997年にGuarinoはParticulars(特殊体)とUniversals(普遍体)で構成するトップレベルオントロジーを提案している。特殊体のオントロジーは、究極の実体を表す基質(substrate)と具体と抽象で区別される物体(object)で構成されている。これは第1実体より複雑な取り扱いがなされる。普遍体のオントロジーは、クラスや属性で構成されている。これは第2実体と同じ取り扱いである。オントロジーの構成は、世の中の見方・概念の考え方に依存しているため究極のオントロジーと言えるものは、未だ確定していない。

これまで使ってこなかった概念に質料と形相がある。質料は感性で捉えた材料や素材であり、形相は理性で捉えたものの考え方を示す。第1実体は質料と形相で合成されたものと捉える。アリストテレスは真に在るモノを実体と捉えるため主語となる第1実体が実体(基体)そのものとなる。しかし主語となる第1実体のモノが永遠に存在するという保証はなく、このことを考えると個物に内在する形相を真の実体(プラトンの根拠)と捉えてもいる。このように実体の概念にはアリストテレス思索においても不明確さが存在する。

5. おわりに

アリストテレスは、個物の実体のカテゴリー分けを基本に階層化、全体と部分の考え方を定義し、今日におけるオブジェクト指向のフレームワークを当時において既に構築している。発想の

着眼点は自然界からの影響が大であり、現実的な見方をしているのが特徴である。対概念のところで取り上げた制約は、概念の空間的構造が制御できることを示している。このことから全体と部分の理論をもっと熟考して使いこなすこと、実世界におけるシステムを作り上げるためには技術を階層化して組み立てていくこと等の啓示を受ける。しかもオブジェクト技術は世の中をクラスとオブジェクトでモデリングすることが、問題の「何 (What)」を考え、「何 (What)」を明らかにすることの有効な手段になることを支えている。これらはアリストテレスが創始したカテゴリー分けの1番目の「実体」に通じている。オブジェクト指向でモノ作りを行っている技術者は、少なからずアリストテレス哲学の恩恵を受けているのである。アリストテレスの知の探求の成果は、現代においても色あせることなくオブジェクト指向、さらにはオントロジーの世界においても重要な視点を提供している。

モノ作りにおいて技術者は、問題に対して「どのように (How)」を先に意識して考えてしまうが、「何 (What)」を考えて取り組むべきが真の姿であるとアリストテレスは太鼓判を押している。このような考え方は現在も現実に行われているし、これからも進化しながらオブジェクト技術に反映されていくものと考えられる。アリストテレスの知の枠組みは、今日においても技術の源泉として存在し続けている。

参考文献

- 1) 山口義久『アリストテレス入門』筑摩書房, 2001
- 2) アリストテレス『アリストテレス全集1』山本光雄他(訳), 岩波書店, 1971
- 3) アリストテレス『トピカ』池田康男(訳), 京都大学学術出版, 2007
- 4) 吉田政幸『分類学からの出発』中央公論社, 1993
- 5) 齊藤孝『「記録・情報・知識」の世界』中央大学出版部, 2004
- 6) 安西祐一郎『認識と学習』岩波書店, pp.196-198, 1989
- 7) A. ケニー『フレーゲの哲学』野本和幸他(訳), 法政大学出版, p.8, 2001
- 8) 加藤雅人『意味を生み出す記号システム』世界思想社, p.19, 2005
- 9) 長尾真・淵一博『論理と意味』岩波書店, pp.151-153, 1983
- 10) 河野哲也他『環境のオントロジー』春秋社, p.187, 2008
- 11) 萩野弘之『哲学の饗宴』日本放送出版協会, pp.53-54, 227-228, 2003
- 12) 今道友信『アリストテレス』講談社, pp.116-118, 2004
- 13) アリストテレス『形而上学』出隆(訳), 岩波書店, p.112, p.289, 1959
- 14) J. ランボー他『オブジェクト指向方法論 OMT モデル化と設計』羽生田栄一(監訳), トッパン, pp.1-10, 1992
- 15) M. フェウラー『UML モデリングのエッセンス第3版』羽生田栄一(監訳), 翔泳社, p.76, 2005
- 16) 溝口理一郎編『オントロジー構築入門』オーム社, pp.2-13, 2006
- 17) 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), pp.977-988, 1999

(2009年10月20日提出)