

# おんなのこ Linux 原稿 その 1( $\alpha$ -1 版)

- アリストテレスとオブジェクト指向プログラミング -

横田博史

平成 27 年 10 月 18 日 (日)

Wolfram *Mathematica*® は Wolfram Research の登録商標です。MATLAB®, および Simulink® は The MathWorks Inc. の登録商標です。WINDOWS® は Microsoft Corporation の登録商標です。POSTSCRIPT® は Adobe Systems Incorporated の登録商標です。

おんなのこ Linux 原稿その 1©(2015) 横田 博史著  
この著作の誤り, 誤植等で生じた損害に対して著者は一切の責任を負いません。

## 1 はじめに

ギリシャといえば今や国家の財政破綻や中近東の難民の大波ばかりが目立つ状態ですが、ギリシャから様々な恩恵を我々は受けています。怪しいものから言えば、BL と GL の同性愛、そうでなく重要なものとしては神話、様々な彫像や建築、そして哲学や論理学と数学といったものでしょうか。

BL ではテーバイ (Θήβαι) の「**神聖隊** (Ἱερό Λόχος)」\*1を語らずにはいられないでしょう。この神聖隊は名前だけでは「**やおいのか硬いのか判らない**」のですが、実際は「**やおい**」で「**硬い**」のです。まず「**やおい**」ことについて言えば、神聖隊は恋人同士(勿論、男同士です!) 150 組、300 名で編成されていたそうです。「**硬さ**」については彼等は都市国家テーバイの精鋭歩兵部隊だったのです。こういった部隊を編成した理由が、恋人に無様な自分を見せる訳にも危険な目に合わせる訳にも行かないで勇敢に戦うだろうとかで、実際、テーバイをギリシャで覇権国家とする要因の一つになったという話です。



図1 ブレーカー:戦友

ところで神聖隊はマケドニア王国とギリシャの覇権を巡ってカロネイアの戦いで 254 名(丁度偶数!) が討死するという壊滅的打撃を受け、マケドニア王ピリッポス 2 世は彼等の亡骸を見て涙したと言います。多分、戦いの最中は図

1 のような有様だったのでしょうか。このレリーフはナ

チス時代の人気彫刻家ブレーカー (Arno Breker)\*2のレリーフでして、この味わいも現実の突撃隊の同性愛を含む酒池肉林に変幻するというものなのでしょうか? ただし、ナチス本体は如何なる種類の同性愛を否定していますが、その一方でギリシャ文明を北方化したくて仕方なかったようです。実際、歴史的にも北方からドーリア人等の侵入がクレタ文明崩壊の原因の一つとされ、スパルタは先住民を征服してとんでもない占領政策を続けているのでそう言いたくなるのも判らない訳でもありません。ただし、この点はゲーテのファウストに見られるように、人形劇ファウストでは単に絶世の美人の例えとしてのヘレナをヘレニズム文明そのものと合致させ、それをバロック的なファウストと結婚することで彼等の古典主義を賛美したあたりからでしょうか? つまるところフランスがラテン文化圏ならば、ゲルマン人としてはより源流のギリシャ文明を取るといった安易な民族主義が根幹にあったのかもしれませんが。

ニーチェ (Friedrich Wilhelm Nietzsche) の著作「悲劇の誕生」[16]を読むと猛烈な古代ギリシャへの憧れが見受けられます。この「悲劇の誕生」では所謂「ディオニューソス (Διόνυσος)」的なもの、つまり情念と「アポローン (Απόλλων)」的なもの、つまり理念の対峙ということをはじめて主張した書籍で、同時に Wagner の悲劇をよいしよするものであったために「**未来の文献学**」\*3とまで皮肉られる結果になっています。その結びの一節に「美がこのように絶えず押し寄せてくる時…」とありますが、実に古代ギリシャは偉大なのです。

そしてこの駄文の目標はギリシャ哲学とコンピュータ科学を強引に結び付けようとする如何にも分不相応な企てなのです。時代を越えてファウストがヘレナに憧れ、彼女と共にあらんとするように、私もそれを目指すのです。

\*1 某アイドルグループとその所属事務所とは名前の傾向等が似ていても違います。

\*2 ブレーカーの戦時中の手記が出版されていますが、その内容は非常にまともです。ナチス時代の御用作家のイメージばかり優先してしまっているのが不幸な方です。

\*3 ニーチェの本来の専門は文献学です。そしてワーグナーは自分の音楽のことを「**未来の音楽**」と呼んでいたことへの当て付けです。

## 2 アイデアとオブジェクト

### 2.1 プラトンのアイデア論

さて主題の「オブジェクト指向プログラミング (Object Oriented Programing)」ですが、これはオブジェクトという概念を導入することでプログラミングの生産性向上を図っているものと言われます。具体的にはクラスというオブジェクトの雛形が用意されていて、その雛形を使ってプログラムが扱うデータに対応するインスタンスを生成してそれらの処理を専ら行うこと。そして、インスタンスには属性やメソッドといった函数みたいなものをあらかじめ備えたもので、クラスにも親子関係に類似した階層構造が導入可能で、階層構造を利用することで属性やメソッドの「継承」という手法で下位のクラスのインスタンスでもそれらが使えるという長所があると言ったところでしょうか。こういった話を延々と進めても一行に面白くないので、ここでは脇道に大きく逸れて説明することにしましょう。

最初に雛形からオブジェクトが創られると言いましたが、このことを哲学的に説明するためにプラトン (Πλάτων, Plato) の「**アイデア論 (Theory of Forms)**」が引っ張り出されることが多々あります。そこで手始めに双方の類似点から眺めることにします。まず、プラトンのアイデア論によれば我々が考察の対象とする現世の「**個体 (individual)**」には「**思惟によってのみ知られる世界**」、すなわちアイデア界に「**アイデア (ιδέα, idea)**」が存在し、現世の対象はその対象に対応するアイデアの像であることになります。だから貴方のそばに居る三毛猫の「**みけ**」はまず「**みけ**」に対応する「**三毛猫のアイデア**」が「**思惟によって知られる世界**」、すなわち「**アイデア界**」に存在し、その「**みけ**」に対応するアイデアを現世に投影することで得られた像が貴方のそばに居る「**みけ**」であるという主張です。なお、プラトンのアイデアは思惟によってのみ知覚できることに加え、さらには「**永遠不滅**」といった超越的な性質 (属性) を持っています。このことからアイデアは現実にある対象を「**理想化したもの**」で、ちょうど「**鋳型**」や「**設計図**」のような役割をしていると言えるでしょう。このことはアイデア界から実世界への写像を考えていると言えますが、プラトンはアイデア界を真実の世界とし、現世についてはアイデアの影が投影された世界、悪く言ってしまうえば模造品の世界と見なしています (c.f. 「洞

窟の比喩」[11])<sup>\*4</sup>。その意味ではアイデアは設計図というよりもよりも本質的なものであり、現世の個体はそのアイデアの影という非本質的なものに過ぎないという状況です。

さて、このことをオブジェクト指向プログラミングの話に戻しましょう。ここでオブジェクトがアイデアに対応し、計算機で扱う個々のデータそのものはオブジェクトが計算機内部で「**実体化したもの**」であるとして説明することができます。ちなみにオブジェクトが計算機上のデータとして「**実体化**」することを「**インスタンス化 (instantiation)**」そして、「**実体化したオブジェクト**」のことを「**インスタンス (instance)**」と呼びますが、「**アイデアの現世における実体化**」も英語では同じ「**instantiation**」になります。と、このようにクラスとインスタンスの関係についてはプラトンのアイデア論で述べているアイデアと個体との非常に類似していると言えるでしょう。ところでアイデアを誰が実体化し、どのような理由で実体化したのかという素朴な疑問になると途端にプラトンは歯切れが悪くなります。これが計算機であればクラスからじゃんじゃんインスタンスを生成するだけのことです。ところがアイデアがある種の鋳型として存在することは認めたとしても、どういった理由から実体化するかと言えば「**デーミウールゴス (δημιουργός, demiurge)**」がアイデアを模倣して世界を創世したこと、その模倣の理由は貧欲な神「**エロース (Έρως)**」がアイデアの美に憧れたからだとか述べたりしていますが、デーミウールゴスといった半端な神様を持ち出されたところで納得できるものではありません。また、アイデアは美や善に関わるもので、逆に醜いものや悪といったものにアイデアは存在しないと述べていますが、その美醜や善悪についての基準もこれまた明瞭なものではありません。

このように都合の良い「**機械仕掛けの神 (Deus ex machina)**」<sup>\*5</sup>を持ち出されても信じるしかないところは哲学的というよりも宗教的でさえあり、実際にブ

<sup>\*4</sup> 「こんなにまずい家の普請を誰がした！」と言いたいところですが、この現世の否定的側面をさらに強調したものが後述のグノーシス主義になります。

<sup>\*5</sup> 古代ギリシャの悲劇で収拾がつかなくなった話を解決するためにいきなり舞台上に神が登場すること (たとえばソフォクレス (Σοφοκλής) の悲劇「ピロクテテース (Φιλοκτήτης)」の終盤に現われるヘーラクレース) がありましたが、その都合の良さに対する皮肉です。

プラトンのイデア論はヘレニズム世界のさまざまな宗教に大きな影響を及ぼすことになります。プラトン自身はこの世の物はイデアの「模倣物 (εἰκῶν)」で、肉体を「魂の牢獄」として考えていたようですが、のちのヘレニズム世界ではプラトンのイデア論を基に超越的な「一者 (το ἓν, to hen)」とその一者からの流出による世界の創造 (流出説) を取り入れた「新プラトン主義」\*6、さらに現世の負の側面から、デーミウールゴスによる世界の悪しき創造、星辰の支配を受け肉体という牢獄にとらわれた人間、そして死後の超越的な神への帰一を柱とする「グノーシス主義 (Γνωσις)」\*7に繋がります。



図2 ヘルメス・トリスメギストス

ここでヘルメスはギリシャ神話の神であるヘルメスとエジプト神話の神トートがヘレニズム時代に融合したもので、ヨーロッパ中世の錬金術では「賢者の石」\*8を実際に手にした人物とされています。

そのヘルメス文書の一つの「ポイマンドレス (Poimandres)」[7]によると人間は元来、神の子で美しい神の似姿として創られたとされます。彼がある

とき高次で純粋な天上界からより下位の地上に向うことで星辰の支配を受けることになり、さらには地上にてフュシス (φύσις, 自然) 内に写った自分の姿に恋することでフュシスと愛欲に陥り「**フュシスは愛する者を捕へ、全身で抱きしめて互に交わった**」その結果、人間はフュシスに捕えられてしまったといえます。この伝説\*9が人間の本質が神の似姿のために不死であるものの消滅する肉体に囚われ、その上、星辰に支配された存在\*10であるという二面性を持つことへの説明になっていますが、このことからヘレニズム文化圏でバビロニア等のオリエント諸国の占星術が伝播した様子とその影響力に加え、イデア論を中核に哲学が神秘化して宗教へと変じてゆくありさまが刻印されていると言えるでしょう。ポイマンドレスにはデーミウールゴスによる世界の創造とすべての生物が両性的 (男女であること) であったものの男と女に分割されたことといったプラトンの著作からの大きな影響があるにせよ、この世はデーミウールゴスが誤って創造したものだという厭世的な観点は新プラトン主義はもちろんのこと、キリスト教徒の主流派からも反駁され、グノーシス主義の影響を受けたキリスト教の分派は主流派にならず、むしろ、キリスト教はそれまでの黙示的な宗教から合理的な宗教へと徐々に変化してゆきます。この変化は初期のキリスト教哲学にて教父と呼ばれる神学者によるもので、特に若い時分にマニ教徒\*11でもあった教父アウグスティヌス (Augustinus Hipponensis, Augustine of Hippo) を通じて、新プラトン主義が初期のキリスト教の理論付けに用いられています\*12。それと共にヘレニズム文明での星辰信仰やイシス信仰といったものもマリア崇敬としてキリスト教は受容してゆきます。このときにキリスト教哲学は新プラトン主義のフィルターを介した形でアリストテレス (Ἀριστοτέλης, Aristotle) の哲学を部分的に導入します。新プラトン主義的な解釈が排除され、アリストテレスの哲学が本格的に導入されるのは中東への

\*9 おおよそ宗教、あるいは宗教的な代物はその伝説を続々と生成するものです。現在でもカトリックでは列聖で伝説が生成され、共産主義はその英雄を量産するといったあんばいです。

\*10 星辰に支配されるからこそ星占いに意味があるのです。

\*11 マニ教はグノーシス主義の宗教の中では最も勢力を奮った世界的な拡がりを持ったが宗教でした。近年、日本でもマニ教の曼荼羅絵が発見されている程です。

\*12 その際にグノーシス主義の影響にあったものの排除が行われています。たとえばナグ・ハマディ文書のように瓶に入れられて洞窟に埋められたりします。

十字軍遠征を契機とするイスラム諸国との交流によって西ヨーロッパでは失われたアリストテレスの著作「形而上学」等が再導入される 12 世紀以降の話になります\*13。

ここで本題のオブジェクト指向プログラミングが何であるかということに話を戻すと、まずプラトンのイデア論はオブジェクト指向プログラミングでのクラスとインスタンスの関係に類似がみられるものの、そもそもイデアの超越的な性格のために、それが何であるかということの説明するものとして使えるものではありません。実際、我々が扱おうとするオブジェクトの雛形たるクラスが天与のもので超越的なものであっては議論の余地がなくて人間の手に余るもので、むしろ、我々が扱う対象が「**どのようなものであるかを語れる**」ものでなければなりません。ここで「**それが何であるかを語るもの**」には「**概念**」があります。そこで次では概念というものが何なのかということを書いてみることにしましょう。

## 2.2 概念について

オブジェクトと計算機が扱う対象、イデアと現物の関係には類似があることを先程述べました。ここでイデアは「**思惟にのみによって知覚されるもの**」で超越的で永遠不滅なものです。こういった代物が(勝手に)実在し、そのような代物を「思惟で知覚できる」ように努力しなければならないという状況では人間の手に余る代物です。このイデアのように思惟によって知覚されるものに「**概念 (concept)**」もあります。ところがこの概念はイデアのような超越的で天下り的なものではありません。概念が実在するかどうかは中世以来の論争の火種になっていますが、その存在の有無はさておいて、概念は我々の対象に対する理解に従うものです。実際、この概念がどのようにして得られるかと言えば、対象を特徴付ける「**徴表**」、つまり「**属性**」を

抽出し、これらの属性を共通性で纏めることで得られます。と、ややこしく述べましたが要するに「**何であるか?**」や「**それがどのようなものであるか?**」という問に対する回答から、それを特徴付ける形や色や機能といったものを纏めることで得られるものなのです。つまり、我々が対象を目前にしたときに「**それをどのように語るか**」ということが本質なのです。このように概念は「**名辞 (term)**」して現れますが、名辞はあくまでも概念が乗る器であって概念そのものではありません。



図3 アテネの学堂より:プラトンとアリストテレス

このように概念は人間が認知し得る具体的なもの、たとえば物の形や色といった現物の「**形相 (εἶδος)**」から出発するため、人間とは無関係にどこかに実在し、永遠不滅で超越的なイデアとは性質が異なるのです\*14。そして概念は我々が対象をどのように語るか

ということ、つまり、「**説明規定 (λόγος, ログス, account)**」と呼ばれるものです。だから、その対象への理解が深まることで語られることの内容が深まる可能性があることも理解されるでしょう。そしてこの「**それが何であるか?**」や「**それがどのようなものであるか?**」といった問に対する回答についてより深く考察した人物がアリストテレス (Ἀριστοτέλης) です。

このプラトンとアリストテレスの思索の方向性の違

\*13 新プラトン主義の哲学の入門のためにアリストテレスの論理学が重視され、その入門書としてのボルビュリオスのエイサゴーゲー (Εἰσαγωγή) がボエティウス (Boethius) によってギリシャ語からラテン語に翻訳 (Isagoge, イサゴーゲー) されます。このイサゴーゲーが西ヨーロッパに伝播したさほど多くない哲学文献に含まれたこともあって、この注釈書は中世スコラ哲学に大きな影響を与えることになります。なお、プラトンのイデア論に対する反論が見られる「形而上学」といったアリストテレスの他の文献はイスラム教諸国を通じて 11 世紀以降に本格的にヨーロッパに入ります。詳細は「カテゴリー論」[1] の解説や「普遍論争」[17] を参照して下さい。

\*14 なお、プラトンはイデアを ἰδέα と εἶδος とも区別せずに呼んでいます。これはアリストテレスも同様ですがプラトンのイデアのことを専ら εἶδος と呼んでいます。このことからイデアはそもそもものの形に関係するものだったことが判ります。

いはラファエロの有名な絵画「アテネの学堂」にて中央に起立している両者の手の違いで表現されていることはよく知られていることです。図3に示すようにプラトンは天上（イデア＝抽象）を指し、アリストテレスは地上（形相＝具象）を示すという風にです<sup>\*15</sup>。

さて、そうして得られた概念は「**A は B である**」という命題であれば、複数の主語 (A) の述語 (B) となり得るという性質を持ちます<sup>\*16</sup>。このように複数の主語に対してその述語になる性質のことを「**普遍**」と言います<sup>\*17</sup>。たとえば「**猫**」という「**概念**」は、その辺にいる「**みけ**」や「**たま**」、その他の貴方の周りで見掛ける野良猫  $x$  についても「 $x$  は**猫である**」という命題が作られます。だから「**猫**」という「**概念**」は**普遍**になります。その一方で「**みけ**」や「**たま**」は個体に強く結びつけられているために精々、「これがたまです」という風に個体を特定し、上述の意味で複数の主語を取り得るという意味の普遍ではありません。それから「**猫**」という括り（あつまり）に対して「**三毛猫**」、「**黒猫**」、「**白猫**」、「**虎猫**」等の毛並で分類することもできます。これらは「**猫**」の毛並について述べたもので、こちらは「**猫**」という概念よりも個々の猫をより詳細に説明するものになっています。このように概念には「**類似する個体とまとめてより包括的に説明しようとする概念**」、すなわち「**個体からより離れた側の概念**」、それから逆に「**個体をより詳しく説明しようとする概念**」、すなわち「**個体により近い側の概念**」の二つがあることが判ります。そして、「対象を類似する対象とまとめて包括的に語ろうとする概念」は「**個体をより詳しく説明する概念**」を包含します。このように一つの対象を語る二つの概念があつて、一方の概念が他方の概念を包含するときに包含する側の概念のことを「**上位の概念**」と呼び、逆に個体をより詳しく語ろうとする概念のことを「**下位の概念**」と呼びます。これらの二つの概念を比較すると上位の概念がより普遍的なものと

なります。たとえば「**三毛猫は猫である**」という命題では「**猫**」が上位の概念で「**三毛猫**」が下位の概念になります。そして、「**猫**」と「**三毛猫**」の二つの概念を比べると、より細かく個体の「**みけ**」を説明している概念が下位概念の「**三毛猫**」です。実際、三毛猫とは「**猫である**」と「**毛の色が黒・茶・白の三色である**」の二つの性質が述べられるからです。だから「**三毛猫**」よりも上位の概念である「**猫**」が「**三毛猫**」よりもある意味で大雑把な説明であることが判るでしょう。しかし、大雑把であるがゆえに「**猫**」という類概念には「**白猫**」、「**黒猫**」、「**虎猫**」といった「**三毛猫**」以外の概念も包含されるので、その意味でも「**三毛猫**」よりも「**猫**」がより包括的、すなわち、より普遍であることが理解されるでしょう。さて、ここで「**虎猫**」の「**とら**」と「**三毛猫**」の「**みけ**」が貴方のそばに居たしましょう。すると「**とらは猫**」で「**みけは猫**」ですが、「**とらは三毛猫**」ではなく、「**みけは虎猫**」でもありません。このように上位の概念の「**猫**」の方が下位の概念である「**三毛猫**」や「**虎猫**」よりもより多くの個体の述語になります。

また上位の概念と下位の概念の双方が与えられたときに上位概念のことを「**類概念**」、あるいは単純に「**類 (genus)**」、下位の概念のことを「**種概念**」、あるいは単純に「**種 (species)**」と呼びます<sup>\*18</sup>。先程の「**猫**」で解説するならば「**三毛猫の類概念**」が「**猫**」、「**三毛猫**」が「**猫の種概念**」になります。そして「**種**」の違いを示す徴表（特徴）を「**種差**」と呼びます。たとえば先程の「**三毛猫**」、「**虎猫**」、... の例では「**毛並**」の違いが種差になっています。それから「**上位**」とか「**下位**」ではどちらがより普遍的であるかということに対応しており、具体的には普遍的な概念の外延は下位の概念の外延よりも広くなります。つまり、概念の外延の包含関係にも対応するのです。そしてには概念には整数と異なりその上限と下限があります。ここで最上位の上位概念のことを「**範疇 (カテゴリー, Category)**」、最下位の下位概念を「**単独概念**」、あるいは「**個体概念**」と呼びます。この個体概念は個体を直接指示する

<sup>\*15</sup> ルネサンス期において新プラトン主義は非常に大きな影響を与えています。

<sup>\*16</sup> 概念はあるものを語るものです。だから対象 A を語るときは「A は XXX だ」と語れば、まず概念は対象 A の述語 XXX として現れます。そして、概念なので対象 A だけに限定されずにほかのある対象 B についても XXX だと言える可能性を主張しているのです。

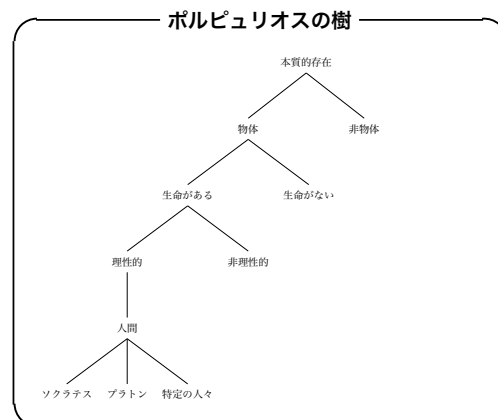
<sup>\*17</sup> いろいろなものを取り替えて使えるものに「ユニバーサル」の名前を冠したものが多いのはこのように主語を取り替えられる性質に擬したものです。

<sup>\*18</sup> 類と種の間をここでは上位概念と下位概念として述べていますが、「**種類**」という言葉があるように、類 (genus) と種 (species) は分類学では属 (genus) と種 (species) に対応し、属の直下に種があり、その間には何かが入るものではありません。このように種は類の直下にある概念としての性格がありますが、ここではそのような限定はしていません。

概念であり、当然、個体に最も近い概念になります。それに対して範疇は個体を含む概念の中で最も普遍的な概念となります\*19。

この概念の階層構造については古代ギリシャの哲学者アリストテレスがその著作「範疇論」で述べていますが、古代ローマの哲学者ポルピュリオス (Πορφυρίος, Porphyry of Tyre) が著述した「手引 (エイサゴーゲー, Εἰσαγωγή, Isagoge[22][24])」\*20が入門書として古来から有名です。この「手引」はアリストテレスの論理学を学ぶ弟子のために書かれたもので、古代より哲学を学ぶにあたって最初に読むべき本とされていました。この手引によるとものごとを語ることには今まで述べてきた「類」、「種」、「種差」に加えて「特有性」と「偶有性」があり、類や種は「それが何であるか?」という問に対する回答です。ところで類 (genus) や種 (species) という言葉の語源はギリシャ語の γένος, εἶδος に由来するもので共に「形」という意味があります。このことから判るように概念は形の類似や違いをもとに分類していた経緯があります\*21。それから「種差」と「特有性」と「偶有性」は「それがどのようなものであるか?」という問に対する答として語られるものです。まず「種差」については「種を特徴付けるもの」、それから「特有性」は「それが何であるかを語るものではないが指摘できるようなもの」つまり固有の特徴のことです。それに対して「偶有性」は「その程度を語ることができるもの」です。たとえば日焼けした子供のように「全然日焼けしていない」、「薄く日焼けしている」、「良く日焼けしていて真っ黒」のようにその程度が表現可能なものであり、そうでない状況 (「日焼けしていない」) が考えられる特徴のことです。なお、このポルピュリオスによる述語の「類」、「種」、「種差」、「特有性」と「偶有性」による分類は非常に大きな影響をさまざまな分野に与えています。その中で分類学では生物の発祥を

樹形にした図のことを「ポルピュリオスの樹 (Arbor Porphyrianæ)」と呼びます。



これは本来は上位概念の類を下位概念の種で分類するというものをのちの註釈者が視覚化することで得られたものです。またリンネ (Carl von Linné) が始めた学名の命名方法は「二名法」と呼ばれるものですが、この方法は種による類の分類そのものです。つまりこの命名方法は、動物/植物が属する種とその種を包含する属に対して最初に属 (genus) のラテン語での名前、それから種 (species) のラテン語の名前を列記するというものです\*22。たとえば人類の学名は 'Homo sapiens' ですが、要するに属が Homo で種が sapiens というわけです。ちなみにネアンデルタール人は 'Homo neanderthalensis' になります。

この二名法はオブジェクト指向プログラミングでも、クラスの属性やメソッド、あるいはクラスとその直下のサブクラスの表記でも用いられています。このようにオブジェクト指向プログラミングにおいても対象についてまず語り、それを分析することで必要に応じて階層構造を導入するのです。つまり、オブジェクト指向プログラミングでは単に雛形としてクラスを準備するというのがプログラミングの本質ではなく、我々が対処しなければならない対象を語り、明確に定義付けや特徴付けといった分析を行うことこそが最も重要で、この分析の善し悪しがオブジェクト指向プログラミングの善し悪しを最終的に決定付けることになります。

\*19 だからメニュー等では最上段が「カテゴリー」という名称で分類されているのです。

\*20 英訳はボエティウス (Boethius) のラテン語訳 (イサゴーゲー, Isagoge) を オーエン (Owen) が翻訳したもの [24] と バーンズ (Barnes) がギリシャ語文献から翻訳したもの [22] があり、前者はエイサゴーゲーが範疇論の入門書との立場、後者がアリストテレスの論理学全体への入門書として捉え、詳細な解説があります。

\*21 分類学でも当初は形ダーウィン以降は進化、現在は DNA 等の分析が入っています。

\*22 正に「種類」になっているのです。

このように「概念」を語る場合はまず「それが何であるか?」という問いに対して我々はそれがどのようなものであるかを説明するか、そうでもなければ個体を列挙して説明するかどちらかになるでしょう。このように説明の方法には二通りの方法、一つは「内包」、もう一つが「外延」と呼ばれる方法です。最初の「内包」は概念が持つ徴表/属性で構成され、「外延」は概念が適用される対象を列記することで構成されます。「猫」という概念であれば、その内包は「動物である」、「4本足で歩く」、「柔らかい肉球を持つ」、「ニャオと鳴く」等の属性から構成されるでしょう。一方で外延なら単純に「ペルシャ猫」、「シャム猫」といった猫の種、「黒猫」、「白猫」、「虎猫」、「三毛猫」といった毛並で分類する方法、あるいは「栗根さんのペットのタマ」のように個体を列記する方法になるでしょう。このように内包は概念を説明する述語から、外延は概念に対応する具体的な個体や下位の概念の列記で構成されます。

ここで内包と外延には「内包外延反比例増減の法則」と呼ばれる関係があります。この関係は内包が増大するに従って外延が減少し、外延が増加すれば内包が減少するという反比例の関係のことです。たとえば「猫」という概念に対して「茶、黒、白の三色の毛並である」という内包を追加すると「三毛猫」以外の「白猫」、「黒猫」等の猫が「猫」と「茶、黒、白の三色の毛並」の外延から消えてしまいます。逆に「三毛猫」という外延に「白猫」という外延を追加すると「茶、黒、白の三色の毛並である」という内包が消えてしまいます。つまり、内包が増えるということは、それだけ述語付けられることで個体に近付く結果、外延を構成する個体が絞られ、逆に外延を構成する個体が増えれば個体から離れて普遍的な事柄を抽出することになるために内包が減少することなのです。このことから判るように上位概念とその下位概念とを外延で比較すれば、より大きな概念を上位概念が持つことになり、逆に下位概念はそれだけ多くの内包を有することになります。

なお外延で表現された概念は内包で規定することができますが、逆に内包で規定された概念は外延で表現できるとは限りません。それに加えて任意の命題が外延を持つとは限りません。たとえば ' $x \neq x$ ' という命題の外延は存在しません。この命題は「**ラッセルの逆**

**理**」と呼ばれる非常に有名な逆理です。この非常に単純な命題をラッセル自身がより分かり易くしたものが次に述べる「**床屋の逆理**」です:

#### 床屋の逆理

とある村には床屋が一軒あります。その床屋の主人は自分で髭を剃らない人の髭だけを剃ると言っています。では、その床屋の主人の髭は誰が剃ればよいのでしょうか?

この逆理は古来より「**クレタ人の逆理**」として知られていました:

#### クレタ人の逆理

クレタ人はうそつきである。

この命題をエジプト人やギリシャ人が主張したのであれば問題がないのですが、エピメニデス (Επιμενίδης, Epimenides) というクレタ人<sup>\*23</sup>が主張したためにややこしくなったものです。これらの逆理の本質は前述の ' $x \notin x$ ' という命題で、「**自分自身を元として持たないもの**」と自分自身を定義するために自己を引用するという循環的な定義方法を採用しています。

ラッセルの論理主義やカントール (Cantor) の (素朴) 集合論<sup>\*24</sup>に批判的であったポアンカレ (Poincaré) は彼のエッセイ集「科学と方法」([14])で幾つかの逆理を分析しており、そこで循環論法を含む定義に問題があると述べています ([14], p.204)。たとえば「偶数の集合」や「身長 170cm 以下の人の集合」といった集合の定義では「自然数の集合」や「人間の集合」といった集合の概念に触れずに集合がきちんと定義ができています (具体的にその外延が得られます)。これらの定義方法を「**可述的**」と呼びますが、床屋の逆理のようにそれ自体に言及するという循環論法に訴えなければ定義できない定義方法を「**非可述的**」と呼び、この非可述的な定義に問題があると述べています。実際、ラッセルの逆理のような命題は、ラッセルの「数学の諸法則」やフレーゲの「算術の基本法則」といった論理主義<sup>\*25</sup>の初期の著作の体系やカントールの素朴集合論

<sup>\*23</sup> 紀元前 6 世紀頃のクレタ (!) のクノッソスの哲学者だそうです。

<sup>\*24</sup> ここでの素朴集合論とは集合としての公理系を持たない、何らかの命題の外延を集合とみなす立場の集合論です。

<sup>\*25</sup> 19 世紀末から 20 世紀初頭にかけて数学を論理学から導出し



のように命題に外延や集合が存在することを前提としている体系から排除できません。そのためにフレーゲは類に制限を加えることを検討したものの最終的に類に制限を入れることない修正を採用したものの解決に失敗し、ラッセルは無クラスの導入を検討したりしています。そしてラッセルは最終的に「**悪循環原理**」を導入することで自分自身に言及する非可述的な命題を除外することで対処しています。しかし、この悪循環原理を導入したことでラッセルの逆理の排除ができて、今度はそのままでは数学的帰納法が使えないという副作用が生じてしまいました。この事態は非常に厄介で、この難点を除外するために「**還元公理**」と呼ばれる公理を導入すると、今度はその天下りの性格が問題になるといったありさまでラッセルの試みは成功したとは言えません。なお、現在の集合論では後述の集合の公理系で「**集合**」を定め、それ以外の命題の外延のことを「**類**」、あるいは「**クラス**」と呼んで集合と区分し、集合の公理系によって「ラッセルの逆理」自体を排除しています。

さて最後にあるものを「**定義付ける**」ということは「**タマは猫である**」のように類や種で定義付ける「**実体的定義**」、あるいは「**分析的定義**」と呼ばれる方法と「**点は平面上の平行でない二直線の交わりとして構成される**」という点の定義のように対象がどのような条件で発生、あるいは成立するかを記述する「**発生的定義**」、または「**総合的定義**」と呼ばれる内包的な定義があり、それと外延的な定義として「**実例、または代表・典型を用いた定義**」があります。ちなみにアリストテレスが創始者である逍遙学派の「**定義**」は類と種や種差を用いてその「**説明規定**」(λόγος, logos, account) を与えることを指します。

## 2.3 プラトニズム

この概念やアイデアは実在するものでしょうか？アイデア論を認めるのであれば、アイデアは個体とは別個に存在するために実在すると言えるでしょうが、概念となるとなかなか厄介な問題です。たとえば「三毛猫のみけ」を観察することで「猫」や「三毛猫」といった概念に到達できるとはいえず、だからといって「みけ」が

「猫」や「三毛猫」といった概念に先立って存在している訳ではありません。それ以前に存在した猫や三毛猫によって「猫」や「三毛猫」が定義されているからです。アリストテレスはカテゴリー論にて類や種を第二の本質的な存在と呼んでいますが、それが実際に存在するものかどうかを明確に述べていません。またこの範疇論への入門書として古代から有名なポルピュリオスのエイサゴーケでは、類や種といった概念(普遍)が存在するものであるかどうかを触れないといったことを最初の章で述べており、ポエティウスによるラテン語訳と第二注釈が西洋の中世スコラ哲学の「**普遍論争**」を引き起こすことになります[17]。

この概念/アイデアの存在については物理学の原理や数学の定理の方が先に存在して、それらを学者が発見すると考えるか、到達した概念から、これらの原理や定理が導出されると考えるかといった議論にも繋がります。ここで事物の前に概念があると考える立場を「**プラトニズム (Platonism)**」、あるいはプラトンの「**實在論 (realism)**」と呼びます。それに対して事物のあとに概念があると考える立場を「**唯名論 (Nominalism)**」と呼びます。

ここで実在が問題となった背景ですが、アリストテレスが創始し、そののちに発展した論理学、いわゆる伝統的論理学で扱う命題には「**存在含意 (external import)**」と呼ばれる条件が付随しています。この存在含意は命題の主語が実際に存在しているという一種の暗黙の条件です。このことは、プラトンやアリストテレスが用いた古代ギリシア語が属する印欧語族では「 $A = B$ 」という命題にて、その主語 A と述語 B の関係として表現する「**繫辞 (copula)**」として主語 A が存在する意味が付随する「**存在動詞**」と呼ばれる動詞が用いられることに関係しています。たとえば日本語の「A は B である」\*26を印欧語族の一つである英語で「A is B」と置換した場合、日本語の「は」は A と B が一致すること意味する以上の意味を持ちませんが、be 動詞は主語の A が存在するという意味が付随する「**存在動詞**」と呼ばれる動詞であるために「 $A = B$ 」の意味だけではなく、むしろ「A が存在して  $A = B$

ようとする数学上の哲学で、フレーゲの「算術の基礎」[13]やラッセルの「Principles of Mathematics」[25]が初期の論理主義の代表的な著作です。なお、フレーゲの「算術の基礎」の後書きにラッセルの逆理のことが記載されています。

\*26 「A は B である」という命題に「**ある**」が何気なく含まれていることに、このような用語を作り定着させた明治の人々の何気ない凄さを私は感じます。

である」の意味を持つ命題になるのです。このように伝統的論理学の命題には主語の隠れた存在性という条件、すなわち、存在含意があるのです。ただし、この存在含意はフレーゲ (Frege) の概念記法では除外され、現在の論理学でもありません。

また伝統的論理学では主語と述語の関係の考察を中心に行っており、名辞論理学と呼ばれるものです。それに対して古くはストア派の論理学は命題を考慮するものであり、現在の論理学も同様に名辞ではなく命題を考慮するために命題論理学と呼ばれます<sup>\*27</sup>。さて、伝統的論理学の命題は、その主語に対して存在含意を前提にして論理学が構築されているために「非存在」のものや「仮説」に対しては三段論法等の推論が行えないことになってしまいます。しかし、ここでアイデアや概念といった普遍の存在を認めてしまえば、自動的に存在含意を充して推論を行う際の障害がなくなるのです。

## 2.4 アイデア論の問題点

ところでプラトンのアイデア論によると現世の対象はアイデアの像として捉えられるのでアイデア自体は個体から離れて存在することになります。たとえば「三毛猫のアイデア」は個体の「みけ」の鋳型として「みけ」とは別個に離れて存在し、しかも、現世の「みけ」と異なって「三毛猫のアイデア」は永遠不滅であると言う訳です。

ところでアイデア論のややこしい点は、その個体の持つ性質からアイデアが続々出てくることです。実際、「三毛猫」の「みけ」には「猫」という類に由来する「猫のアイデア」があれば、当然、「三毛猫」、「白猫」、「黒猫」、「虎猫」等の「毛並みに由来するアイデア」もある筈です、さらには「日本猫」、「ペルシャ猫」等の「猫の種類に由来するアイデア」もあっておかしくない筈です<sup>\*28</sup>。さらに「猫」は「動物」で「4本足」なので「動物のアイデア」や「四本足のアイデア」等々と「三毛猫のみけ」のアイデアは一つどころか多数存在することになります。このようにアイデアは「多対一」でもあり「一対多」でもあったりと一意に定まるものではなさそうです<sup>\*29</sup>

また最も有名なアイデア論に対する反論が「**第三の人間**」と呼ばれるものです。これはアイデア論者の主張するようにアイデアの存在を認めると、まず「人間自体」という人間の類としてのアイデアとそれに加えて「ソクラテス」や「プラトン」といった個人のアイデアがなければなりません。するとこれらのアイデアで「人間として類似している」ということを示す尺度としてのこれらとはまた別の「人間のアイデア」が必要になります。これが「**第三の人間**」と呼ばれる存在ですが、この第三の人間の存在を認めると、次はその「第三の人間」と個々の人間や人間自体のアイデアとの類似の尺度になるアイデアも「第三の人間」と同じ理由でなければなりません。こうして延々と「人間のアイデア」が考えられ、それに対応する第四、第五、第六...の人間が存在することとなりますが現実はどうでしょうか？このように取捨できないこと自体にアイデア論に無理があるのではないかという反論です。この有様に対してプラトンの弟子であったアリストテレスでさえも、その著作の「形而上学」にて「物を数えようとする場合に、数が少なくて数えられないと思って、その数を増やして数えようとする者のことである」とプラトンのアイデア論を批判している程なのです [2]<sup>\*30</sup>。

ものの鋳型としてアイデアとして考えてこの有様ですが、理想的な人間として例えられるソクラテスにしても、最初は赤ん坊で、それから子供、若者、壮年、老年といった過程を辿る訳ですが、すると、それぞれの瞬間にアイデアがある筈で、そうすると、その瞬間瞬間のアイデア同士の間隔はどうなるのかと、話が簡単になるどころか逆に複雑になっているありさまなのです。また種から芽が出てやがて木になり、それが老木になって倒れて腐るといった、個体の生成、変化や運動、最後に消滅する理由がアイデア論からは説明できません。結局、世界の生成にしても、デーミウールゴスやエロスといったある意思を持った部外者を引っ張り出して何とか創世神話を拵えたり、生物の生殖の理由を説明できたとしても、何気ない自然現象の説明にはとても無理があるのです。

<sup>\*27</sup> 伝統的論理学に欠けているのが「すべて」や「存在する」に対応する量化詞です。

<sup>\*28</sup> 日本猫は尻尾が短いといった特徴があります。

<sup>\*29</sup> この辺はヒンドゥー教のように表向は多神教でも、実は神々がビシュヌやシバの化身であったりと一神教的な側面も持つ

ていたりする点に似てなくもありませんが、どちらにしても一意に定まらない点は厄介です。

<sup>\*30</sup> 形而上学 第一巻九章

## 2.5 形相 (Εἶδος)

さて、プラトンは「**イデア**」を**イデア** (ιδεα と呼んだり**エイドス** (εἶδος) と呼んだり)と、これらの二つの言葉を特に区別していません。ここでイデアはギリシア語の「**見ること**」に由来し、エイドスは「**形**」に由来するとのことで、どちらも形に関係します。

ここでプラトンの弟子のアリストテレスは師匠のプラトンと異なり、観察に立脚した、より現実にも即した考え方をしています。まず、アリストテレスの「**形相** (εἶδος, eidos)」はプラトンの「**イデア** (ιδεα)」のような「**個体から離れた存在**」(χωριστά)ではなく、むしろ、現実にある個体はこの「**形相** (εἶδος)」と、これといった特性を持たない「**質料** (ύλη)」との「**結合体** (σύνολον)」として捉え、この形相こそがその個体を個体たらしめる原因、つまり「**形相因**」という設計図のような働きをするものとして捉えています。これを先程の種の話に戻すと、まず、種に木としての形相が内部に存在し、その形相が結合体としてのもう一方の質料に働きかけることで木として育ち、やがて形相が木から消えることで木としての特性を失って朽ちてゆくという説明になります。

このアリストテレスの考察を現在の科学と比べてどうかと言えば、細かな点ではかなり怪しいかもしれませんが、現代の科学でも対象が何であるか、どのような理由でそれがそれ自体であるかを説明しようとするものであり、この流儀はアリストテレスの考察にその源流があることが判ります。だからこそアリストテレスは「**万学の祖**」と言えるのです。

さて、この形相と質料を計算機上で考えるとそれなりに面白いことが判ります。まず、質料はそれ自体では何らの特性を持たないものですが、これをビットの列に、それから形相をデータ構造等の意味付けに対応付けることができるでしょう。すると計算機内部のデータは形相と質料の結合として表現されることになります。つまり、イデア論に訴えるよりも、より自然な対応付けができるのです。

## 2.6 アリストテレスの範疇 (Category)

個体は何であり、どのようなものであるかを説明すること、すなわち、どのように述語付けられるかをアリストテレスは「**範疇** (カテゴリー) 論」[1]にて説明しています。ここで**範疇** (Category) は最上位の概念で

あって最も普遍的なものであると述べましたが、この哲学用語の「**範疇**」に対応するギリシア語のカテゴリー (κατηγορία) は法律用語の「**責を負わせる**」という意味のカテゴリースタイ (κατηγορεῖσθαι) に由来し、アリストテレスが哲学用語として導入した経緯があります。そして、この**範疇**はものごとを語るときに、ものごとに述語付けたり関連付けたりすること、すなわち、ものごとを述定することに対応します。

アリストテレスは「**範疇論**」にて「**A は B である**」という命題の述語 B が取り得るものを次の 10 個の**範疇**に分類しています<sup>\*31</sup>:

### アリストテレスによる**範疇**

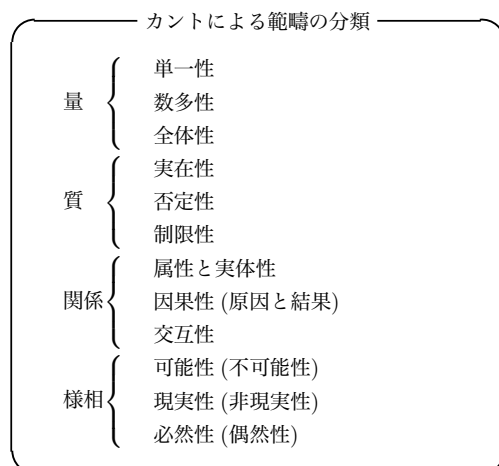
1. まさにそれであるもの (本質的存在, 実体): 「人間」, 「猫」
2. どれだけか (量): 「128cm」
3. どのようなか (性質, 質): 「面白い」, 「文法的」
4. 何に対する (関係): 「二倍」, 「半分」, 「より大きい」, 「より小さい」
5. どこか (場所): 「千代田公園」, 「ペットショップ」
6. 何時か (時間): 「昨日」, 「去年」
7. 置かれている (態勢): 「寝転んでいる」, 「立っている」
8. 持っている (所有): 「靴を履いている」, 「首輪を付けている」
9. 作用する (能動): 「騒る」
10. 作用を受ける (受動): 「騒られる」

ここでの「**本質的存在** (実体, οὐσία)」は「**第二の本質的存在** (第二実体)」と呼ばれるものです。第二があれば第一もあり、その「**第一の本質的存在**」は「私」, 「みけ」, 「ソクラテス」等の個体で主語のみになるもの、つまり、個体により近くて普遍性を持たないものであるのに対し、「**第二の本質的存在**」は「人間」, 「猫」, 「哲学者」等の主語にも述語にもなり得るものです。そして、類や種になり得るものでもあります。これらの本質的存在はギリシア語ではウーシアー (οὐσία) と呼ばれ、英語の be 動詞に対応する「存在」を意味する動詞 εἶναι を名詞化したものに由来するものです。この日本語の訳語としては「**実体**」が当てられています。本来のウーシアーの意味する範囲は広いもので、ここでの訳語は**範疇論** [1] の新訳の用語に従っています。

このアリストテレスの分類に対し、18 世紀の哲学者

<sup>\*31</sup> ただし、この分類はアリストテレスの他の著作で異なることがあるそうです。

カント (Kant) は量、質、関係と様相の 4 綱目に分け、さらに各自を 3 項目に分けて 12 の範疇にしています:



この範疇で重要なことは、ある物について「それが何であるか?」や「それがどのようなものであるか?」という問に対する答は、ここで述べた 10 種類の範疇の何れかになるということなのです。つまり、我々がこれから処理しようとする対象について、それが何であってどのようなものであるかを記述するなら上記の 10 種類の範疇になるのです。また、そのようにして語られるものについては、類、種、種差、特有性と偶有性によって階層構造が入るのです。これらは、これから我々が考察するオブジェクト指向プログラミングにおけるクラス 1 の表現とその構造に深く関わるのです。また、逆に言えば、これら 10 種類の範疇をどのように計算機で表現するかを定めてしまえば、おおよそ計算機で扱うべきデータの扱いが定まってしまうと言えるのです。

## 2.7 オブジェクト指向プログラミングにおけるクラスの表現

ここでようやくオブジェクト指向プログラミングの話に戻しましょう。まず、扱うべき実際のデータが個体であり、このデータをオブジェクトが実体化したものと捉えられ、それから個体を何であるか、何であるべきかを定める形相に相当するものがオブジェクトのクラスに対応し、クラスの記述では、そのクラスを具体的に定める属性を記載することになります。この属性は、「どのようなものなのか」という問に対する答が何らかの値で表現されるのであればその値、何らかの機能であれば、それをメソッドとして表現す

べ良いのです。たとえば、「猫」であれば「柔らかい肉球を持つ」、「猫パンチで殴る」、「雨の前に顔を洗うような仕草をする」等の属性や機能があるでしょう。すると、「猫」というクラスはこれらの猫の特徴(足の本数、尻尾の有無等々)を列記し、猫が持つ機能(「猫パンチ」、「忍び足」、「雨の前に顔を洗うような仕草」、「ネズミを掴まえる」等々)をメソッドとして列記することになるという訳です。そして、そのクラスで表現されたオブジェクトが「猫」であり、「みけ」は「猫」というオブジェクトが実体化したもの、すなわち、インスタンスとして捉えられるという訳です。このときにクラス間の関係はどのようになるのでしょうか? 概念では類と種といった階層が入ります。これに似たものとして次に述べる「**継承**」という関係があります。

## 2.8 継承

概念には先程の説明のようにより大きな外延を持つ概念と、より小さな外延を持つ概念があり、より大きな外延を持つ概念を上位概念、小さな外延を持つ概念のことを下位概念と呼びました。概念を内包で書換えてしまうと下位概念の内包は上位概念の内包を基に、上位概念に含まれない内包を付与したことになります。このことは「上位概念」に含まれる属性をそのまま引き継いで、その概念に新しい「属性」を与えれば新たに「下位概念」が構築できることを意味します。この操作がオブジェクト指向プログラミングでの「**継承**」に相当します。

この継承という考えは非常に自然な考え方です。実際、ある新しい動物を発見したときに、その動物が何に属するといった系譜が創られますが、その動物の調査が進むにつれてさらに細かく分類されてゆくこともあります。この場合、新しく分岐する動物はもとの動物の分類を基にして新しい分類が行われるでしょう。これと同様に扱うべきデータをとあるオブジェクトの実体化として記述したとしても、そののちにデータの理解が深まることで、そのデータがより細かく分類されることはそう珍しいことではありません。このことは最初に大きく分類したクラスを、より下位のクラス、すなわち、サブクラスへとさらに細かく分割することに相当しますが、この細分化は上位のクラスにない値やメソッドを追加することで行われます。このことは最初のクラス構築が間違っていない限り、システムの大枠を変更することなしに自然に拡張が行えることを

意味します。

ただし、この継承を上手く行うためには、系統立った分析が必要になることが言うまでもありません。この分析を誤れば、継承が自然に行うことのできないシステムが出来上ることになりかねません。ここで継承関係が一子相伝的な継承であれば、その属性やメソッドが何処から引き継がれたかを探ることが直線的な関係になるので容易です。しかし、実際の継承は複数のクラスからの継承を含む複雑なものになるでしょう。それに加えて経済的な側面も考えなくてはなりません。実際、あまりにも複雑怪異な継承関係は扱う側にとっても不要な混乱を招く恐れがあるだけではなく、メソッドや属性の検索という観点からも不利になる可能性があるのです。実際、クラスをあまりにも小分けにすることで分類を細かくしてしまえばどうなるのでしょうか？たとえば「猫」から個体の「みけ」に至るまでに「三毛猫」が間に一つ入ると、「アジアの猫」、「東アジアの猫」、「日本猫」、「三毛猫」が入ると素朴に考えても、猫の毛並だけを考えているのであれば、「アジア」、「東アジア」、「日本」といったことはさほど問題にはならず、冗長でさえあることは理解できるでしょう。さて、このような直系的な継承関係であったとしても、ここで「みけ」が持つ「猫の属性」や「猫の習性」を知りたくなったときにどのようなことが生じるのでしょうか？このときに最初に「みけ」が属するクラスから順に調べてゆくことになりますね。すると、最初の継承関係であれば「三毛猫」を間に一つ挟む程度で済むことが、後者の継承関係になると「アジアの猫」、「東アジアの猫」と「日本猫」の三つのクラスを間に挟むため、これらのクラスで検索を行う必要が出てくるのです。このように検索の手間が増えてしまいます。これが複数のクラスを継承する関係であれば、属性やメソッドの検索により多くの時間を要する可能性が生じることが理解できるでしょう。さらに、この検索の手間の問題だけではなく、この属性やメソッドの検索順位をどのように定めるかで、新しいクラスの属性やメソッドが反映されなくなる可能性も出てきます。この問題については「C3 MRO」といった手法で改善が図られています<sup>32</sup>が、最初のクラスの分析が非常に重要であることは言うまでもないでしょう。

### 3 おわりに

ニーチェの「悲劇の誕生」[16]の末尾の言葉で終わりたいと思います。「... 奇妙な異国の入、しかし、またこうも言っていたきたい。この民族がこれほど美しくなるためには、どんなに悩まなければならなかったことか!と...」。そう、「みーんな悩んで大きくなったあ!!」\*<sup>32</sup> のです!

---

\*<sup>32</sup> ここにやにやしている貴方は間違いもなくオジサン、オバサンです。

## 参考文献

- [1] アリストテレス, アリストテレス全集 1 カテゴリー論・命題論, 岩波書店, 2013.
- [2] アリストテレス, 形而上学 (上下), 岩波文庫.
- [3] アリストテレス, (旧) アリストテレス全集 2, トピカ・詭弁論駁論, 岩波書店, 1987.
- [4] 飯田隆, 言語哲学大全 I 論理と言語, 勁草書房, 1987.
- [5] 井筒俊彦, イスラーム思想史, 中公文庫, 中央公論社, 1991.
- [6] 今道友信, アリストテレス, 講談社学術文庫, 2004.
- [7] 柴田有, グノーシスと古代宇宙論, 勁草書房, 1982.
- [8] 清水義夫, 圏論による論理学 高階論理とトポス, 東京大学出版会, 2007.
- [9] 藤野登, 論理学 -伝統的形式論理学-, 内田老鶴圃, 2003
- [10] 田中 尚夫, 選択公理と数学, 星雲社, 1987
- [11] プラトン (著), 藤沢 令夫 (訳), 国家, 岩波文庫, 岩波書店, 1976.
- [12] フレーゲ, フレーゲ著作集 1 概念記法, 勁草書房, 1999.
- [13] フレーゲ, フレーゲ著作集 3 算術の基本法則, 勁草書房, 2000.
- [14] ボアンカレ (著), 吉田洋一 (訳), 科学と方法, 岩波文庫, 岩波書店, 1953.
- [15] ボエティウス (著), 永嶋哲也 (訳註), ボエティウス「イサゴーゲー第二註解」, [http://www002.upp.so-net.ne.jp/tetsu/study/t01\\_boepor.pdf](http://www002.upp.so-net.ne.jp/tetsu/study/t01_boepor.pdf)
- [16] ニーチェ (著), 秋山英夫 (訳), 悲劇の誕生, 岩波文庫, 岩波書店, 1966.
- [17] 山内志朗, 普遍論争, 平凡社ライブラリー, 2008
- [18] 横田博史, はじめての Maxima, I/O Books, 工学社, 2006.
- [19] 横田博史, はじめての Maxima 改訂  $\alpha$  版 (Math-Libre に収録)
- [20] 横田博史, 数値計算・可視化ツール Yorick, I/O Books, 工学社, 2010.
- [21] 吉田光邦, 錬金術 - 仙術と科学の間 -, 中央公論新社, 2014.
- [22] J.Barnes, PORPHYRY INTRODUCTION, Oxford University Press, 2006.
- [23] Boethius, Isagoge, <http://www.forumromanum.org/literature/boethius/isag.html>
- [24] Porphyry, Introduction (Isagoge) to the logical Categories of Aristotle, [http://www.ccel.org/ccel/pearse/morefathers/files/porphyry\\_isagogue\\_01\\_intro.htm](http://www.ccel.org/ccel/pearse/morefathers/files/porphyry_isagogue_01_intro.htm)
- [25] B.Russell, The Principles of Mathematics, W.W.Norton & Company, Inc., 1996.
- [26] B.Russell & A.N.Whitehead, Principia Mathematica to \*56, Cambridge Mathematical Library, Cambridge University Press, 1997.
- [27] アテナイの学堂 <http://ja.wikipedia.org/wiki/アテナイの学堂>