

# 人工物の定義と機能との関係性に関する一考察

## A consideration on definitions of artifacts and their relationship with functions

來村 徳信  
Yoshinobu Kitamura

溝口 理一郎  
Riichiro Mizoguchi

大阪大学産業科学研究所  
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

This article discusses some ontological definitions of the notion of artifacts and their relationships. We show two aspects for capturing that notion and some levels of necessary conditions. Then, we present a comprehensive view for unifying those definitions based on the role concept.

### 1. はじめに

本稿では非常に基本的で重要な概念である「人工物 (artifact)」概念<sup>1</sup>について、存在論的な考察を行う。多くの場合、人工物概念は辞書などでは「人によって作られたもの、man-made thing」などと定義され、その意味は自明であるかのように扱われている。しかしながら、例えば、人が歩いたことによって作られた「足跡」は人工物であろうか。小川の河原の石を、川を渡するために川の流れの中に置いた場合、その「飛び石」はどうであろうか。このように考えるだけでも、人工物概念の定義はそれほど明確ではないことが分かる。

単なる物理的な存在物と人間という存在との関わりを考えると、人工物という概念はその根幹をなす概念である。そのためオントロジー工学や科学哲学の分野では、人工物の定義に関して多くの研究[e.g., Dipert 1993, Kassel 2010]が行われているが、本稿でも示すように多様な定義が存在しており、それらの間の関係性は不明確である。多様な観点を包括しそれらの関係性を明示化するような、人工物概念に関する研究が求められているといえる。

そこで、本稿では、あるものが「人工物」として生じたと認識されるための必要条件について考察することを通して、「人工物」概念の定義を議論する。このとき、唯一の人工物概念定義を同定するのではなく、複数の異なる条件を満たすことで認識されるいくつかのレベルの人工物概念を定義する。また、いくつかの既存研究における人工物概念の定義と比較することで、それらの間の関係を明らかにする。次に、それらの観点をロール概念を用いて統合し、「人工物らしさ」という連続的なものとして捉えることを提案する。

本研究は、国際共同研究プロジェクト EuJoint [EC 2010]の一環として行われ[Borgo 2011]、本稿で議論する人工物定義の根幹的なものは、哲学や Formal ontology など異なる背景を持つ本プロジェクトの参加者らのもの[Borgo 2009, Kitamura 2010, Vermaas 2010, Houkes 2011]であり、それぞれ深い考察に支えられた実在する定義である。それらの比較を通して、共通部分を概念化することで、他の概念定義を導出し、組織化した。

連絡先: 來村徳信, 大阪大学産業科学研究所, 〒568-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1, Tel: 06-6879-8416, Fax: 06-6879-2123, E-mail: kita@ei.sanken.osaka-u.ac.jp

<sup>1</sup> 本稿では議論対象を物理的に存在する技術的人工物(Technical artifact)に限定し、物理的人工物のうちでも例えば芸術品やお金などの技術的ではない側面が重要なものは対象外とする。

### 2. 人工物概念の定義

本稿で考察の対象とする人工物概念の定義を表1に示す。大きく「製造」と「目的のための選択」という2つの観点からの定義に分類され、前者は3つのレベルに分けられる。2.1節と2.2節で順に述べる。

#### 2.1 製造の観点からの人工物定義

##### (1) 自然生成物(P-0)と P-1 以上の人工物

まず製造の観点からは、人工物とみなされる最低条件は「意識的に行われたプロセス(行為)によって物理的変化が起こったことによって生じたもの」であり、このときレベル 1 以上の人工物(P-1 以上)のエンティティ(個物、インスタンス)が生じ、自然生成物(P-0)と区別される。まず、定義文中の「物理的変化」とは物理的存在物の物理的または化学的属性などの値のなんらかの変化を指しており、切削行為などによる形状の変化、化学変化による材質/物性の変化、組立行為による構成の変化などの変化を広く意味するものとする。このような変化を起こすプロセスをここでは広い意味で「製造プロセス(production process)」と呼ぶ。このような製造プロセスが、意志を持っているとみなすことができる主体物によって「意識的に」(intentionally)行われたとき、プロセスの結果として(レベル 1 以上の)人工物のエンティティが生じると見なされる。ここで「生じる」という概念自体は、単にあるエンティティが存在を開始することを指し、物理的な属性の変化などに限定されない(後述する S-1 意図的選択物が「生じる」場合と共通にするための概念分離である。2.2 節を参照のこと)。人工物エンティティを「生じさせた」主体を「生成者」と呼ぶ。この生成者となる「意志をもった主体物」は主に人間を指すが、動物なども含み、単にエージェントと呼ぶ。

一方、この物理的変化(製造)プロセスが「自然によって起きた」と見なされるとき、生じたものは自然生成物(P-0)に分類され、人工物ではない。例えば、川の流れによって形成された谷は、P-0 自然生成物であり、人工物ではない。

##### (2) P-1 副産物と P-2 意図的製造物以上の人工物

次の条件は、「人工物の生成者がそのものを製造することを意図したか」であり、意図されていない場合はレベル 1 (P-1 副産物)に留まり、意図されていた場合にはレベル 2 (P-2 意図的製造物)以上の人工物に分類される。例えば、材木から板を切り出すことを意図して物理的変化を人間が材木に施した場合には、結果として製造された板と切りくずはどちらもレベル 1 以上の人工物であるが、板はレベル 2 の意図的製造物であり、切り

表1 「人工物」概念の定義の分類とレベル

## 製造の観点からの分類(P):

**P-0 自然生成物:** 自然によるプロセスによって生じたもの(人工物ではない)。

**P-1 副産物:** 意識的に行われたプロセスによって物理的変化が起こった(製造された)ことによって生じたが、そのものを製造する意図は生成者にはなかったもの

**P-2 意図的製造物:** 意識的に行われたプロセスによって、そのものを製造する意図を持って、物理的変化(製造)が起こったことによって生じたもの(使用する意図は don't care)

**P-2.1 物理規約的製造物:** P-2 のうち、製造プロセスが「生産プラン」と「物理的規約」に基づいて行われたもの

**P-2.2 非規約的製造物:** P-2 のうち、製造プロセスが「生産プラン」または「物理的規約」に基づかないもの

**P-3 意図的振る舞い製造物:** P-2 の条件に加えて、状況下で特定の振る舞いを発揮することを意図されて、生じたもの。部品から構成される通常の工業製品などは「システムの設計仕様」を満たすことを意図されて製造される。

## 目的のための選択という観点からの分類(S):

**S-0 非選択物:** 選択されないもの(人工物ではない)

**S-1 意図的選択物:** 特定の目的のために選択され、そのための特定の能力が認識されたことによって生じたもの

**S-1.1 使用に基づく意図的選択物:** 意図的選択と能力認識が、製造とは関係なく、使用時の目的意図のみに基づくもの。

**S-1.2 製造に基づく意図的選択物:** 意図的製造によって意図的選択が行われることによって、生じたもの

屑はレベル 1 の副産物に分類される。さらに、足跡も、通常の歩行行為自体は意識的に行われる行為であるが、足跡を作ることを意図していないと考えられるため、副産物に分類される。

レベル 2 の意図的製造物は、製造することを意図していたということを条件としており、使用する意図があったかということは必要条件ではない(don't care である)。例えば、単に石を小さくしたいという意図のもとに、石をハンマーで割ったことによって製造された小石は、それだけで意図的製造物である。また、超ウラン物質は、純粹に作りたいという科学的意図に基づいて製造されており、特定の用途を想定したものではないため、レベル 2 の意図的製造物に留まるものの例である。

P-2 意図的製造物は、さらに、P-2.1 物理規約的製造物と P-2.2 非規約的製造物に分類できる。前者は、製造を行うプロセスが「生産プラン (make plan)」と「物理的規約 (physical description)」に基づくものを言う。この定義は、哲学者である Peiter Vermaas と Wybo Houkes によるもの [Vermaas 2010, Houkes 2011] に基づいている。まず、物理的規約とは製造される結果物の物理化学的属性(形状, 材質, 構成など)に関する規約を指す。これは、後述する P-3 の規約と異なり、発揮すべき振る舞いに関する能力や disposition に関する規約ではない。この規約の典型例はもちろん設計図であるが、物理的媒体に明示的に表現されている必要はなく、設計者の心理的なものでもよい。次に、「生産プラン」とは、物理的規約に沿ったものをつくるための行為(変更や組立など)の系列に関する規約を指す。工業製品の場合はいわゆる製造工程に関する計画を指す。

一方、P-2.2 非規約的製造物は、生産プランまたは物理的規約のいずれかが欠けており、P-2.1 に分類されないような、P-2 意図的製造物が分類される。製造が意図されているため、製造物に関する物理的規約は程度の差こそあれなんらかの意味で常に存在するように思われる。一方、生産プランは、試行錯誤的なプロセスによって製造されたものなどのような場合には、事前には存在しない、または、部分的な存在であると思われる。

## (3) P-3 意図的振る舞い製造物

次のレベル 3 の人工物と見なされる条件は、「生成者がそのものがある一般状況下で特定の振る舞いを発揮することを意図して製造したか」であり、この条件も満たされるときレベル 3 の人工物 (P-3 意図的振る舞い製造物) に分類される。一般的な工業製品はこのレベルの人工物であると考えられる。この定義は、筆者らの直観的定義に沿ったものである [Kitamura 2010]。この条件は、より正確には、そのものが「ある状況下で特定の振る舞いを発揮する能力を持つ」という仕様 (specification) (振舞

能力仕様と呼ぶ) を満たすように、生成者によって設計・製造が行われることを指す。多くの場合には、この「状況」は、使用フェイズにおける「使用」によって作り出される。そのため、典型的には、設計・製造者が、製造された物がある特定の一般状況下で使用されることを意図していたことを表す。つまり、P-3 人工物は、使用者による(製造者によって想定された)使用によって生じた「特定状況」のもとで、規定された振る舞いを発揮し、それが(本質的)機能を担う [Kitamura 2010] とみなされる。ただし、例えば、「ミニチュアの橋」は使用を意図されていないが、ものを支えるという意図された振る舞いを発揮できるため、このようなものも P-3 に分類できる。

振舞能力仕様は、P-2.1 物理規約的製造物における「物理的規約」とはレベルが異なる。振舞能力仕様が規定する振舞いは、物理的規約によって規定される物理的属性によって、実現される。同じ振る舞いを実現する物理的仕様は多くあるため、振舞能力仕様の方が設計上の自由度が多く残っている

なお、これらの状況下における振る舞いやその発揮能力に関する意図は、製造開始時におけるものであり、実際の製造後にその能力をもつかどうか、実際に使用されるかどうかとは無関係である。例えば、製造途中のもの、不良品、廃棄された試作品なども P-3 レベルの人工物とみなされる。また、この意図は製造者によるものであり、使用者の意図とも無関係である。

したがって、振舞能力仕様は、人工物の製造が成功して能力を持っている場合に、全体として行なわれるものを規定している。多くの人工物は部品から構成されそれらの貢献によって全体の振る舞いが発揮され、実際の工業製品では、それらの部品の機能的役割を規定するような「システムの(systemic)設計仕様」を満たすことを意図して製造される。なお、形状フィーチャは部品とみなしうるが、部品をもたないブリミティブな人工物も存在する。

## 2.2 目的のための選択という観点からの人工物定義

Formal ontology の立場のオントロジー研究者である Stefano Borgo と Laure Vieu による人工物の定義 [Borgo 2009] では、製造プロセスは必要条件ではなく、「人工物生成者が特定の目的のために、あるもの  $y$  を意図的に選択し、特定の能力を持つものとみなす (attribution of capacity to  $y$ )」こと(だけ)で人工物  $x$  が生じる。これは主に使用の際に利用する(できる)ものを選択するという観点からの分類であり、「S-1 意図的選択物」という人工物概念を構成する。この人工物定義は、製造行為を排除するものではないが必要条件ではないため、使用者による純粋に心理的な行為によって「生じる」場合も含む。例えば、自然にできた小石  $y$  (これ自体は製造観点からは「P-0 自然生成物」であ

る)を、あるエージェントが、文鎮として使うことを意図して選択し、そのための能力をもつとみなしたとき、それだけで「文鎮」という人工物のエンティティ(個物)x が(小石 y とは別に)生じる。小石 y は文鎮 x を constitute するという関係にあり、2つの個物が同一時空間に重なって存在している(entity-stacking と呼ばれる)。これは、彼らが基づく上位オントロジーである DOLCE [Masolo 2003]における基本的立場(multiplicative approach と呼ばれる)でもあり、例えば、粘土によって出来ている花瓶は、花瓶というエンティティと、粘土の固まりというエンティティの2つが同一時空間に重なっていると見なされる。

## 2.3 人工物定義間の関係

本節では、ここまで述べてきた人工物定義の間の関係について考察する。まず、基本的には、S-1 意図的選択物は、製造に関する観点からほぼ独立しており、P-0 自然生成物および P-1 から P-3 のいずれの人工物も、単なる物理的存在物として S-1 を constitute することができる。これは、製造されたものを使用するフェイズに注目したものと考えることができ、このようにして生じた意図的選択物(S-1)を下位カテゴリ「使用に基づく意図的選択物(S-1.1)」に分類できる。

一方、全体としてみた意図的製造プロセスは、意図したものが製造されるという意味で、S-1 意図的選択物の定義における意図的選択行為とみなすことができる。このようにみなすことによって生じる意図的選択物(S-1)を「製造に基づく意図的選択物(S-1.2)」に分類する。つまり、意図的製造物(P-2)と意図的振る舞い製造物(P-3)は(原則として)自動的に意図的選択物(S-1)と対応する。ただし、製造がプロセスの途中で中止されたものは選択されない(意図的選択物の理論では意図的製造プロセスとみなされないため)が、意図的振る舞い製造物の理論ではそのようなものも人工物であるから、すべての意図的振る舞い製造物が意図的選択物に対応するわけではない。したがって、「製造完遂による意図的振る舞い製造物」と「製造に基づく意図的選択物(S-1.2)」の間のみに対応関係が成り立つ。

このように、S-1 意図的選択物は、使用観点と製造観点の両方を含むものである。これは、Borgo と Vieu らは、あるものを使用するという点について、まず使用のゴールがあり、そのために既存のものを選択したり、必要があれば既存のものを改変または新規に作ったりすると捉えており、両者を区別せずに(ICE theory [Vermaas 2010]における use plan として)議論するからである。また、後述するように、製造行為という概念には明確な境界条件がないことも、このような定義を行う理由となっている。

一方、筆者らは、製造行為はものの存在を作り出す行為であり、その後の(使用時の)選択行為や改変行為(例えば、修理)とは区別されるべきであるという立場をとる。また、使用時の状況も、使用者によるその場限り(ad hoc)なもの、設計・製造者が想定するような一般的(generic)な状況とは区別するべきである。

## 3. ロール概念に基づいた「人工物らしさ」の定義

前節において、人工物を捉える観点として「製造」と「(使用)目的」の2つを提示した。「人工物と見なされる複数の条件のレベル」という本稿における考え方をもう一步進めると、本節で議論するように、「人工物らしさ」という連続的なものを考えることで、両者の観点を包括的に扱うことができる。

この考え方は人類の歴史において人工物が生まれ、高度化した経緯によっても示唆される。人類が最初に自然物を目的のために使うことを覚えたとき、例えば貝殻をもの切るものとして用いたとき、貝殻は現在「ナイフ」と呼ばれる人工物をもつ「役割(ロール)」を果たすものと捉えられ、その「ナイフらしさ(人工物ら

しさ)」は弱いものであると考えられる。次に、ものを切るときの効率を増すために貝殻の辺をとがらせるといった、機能をよりよく発揮できることを意図して、自然物の形状などが「加工される」ようになると、人工物(ナイフ)らしさが強まる。さらに、技術的發展に伴い、取手などの部品を加えてナイフが「組み立てられる」ようになり、最終的に、現在の一般的なナイフのように工業的製造ラインで「製造される」ようになったと考えられる。いうまでもなく最後の工業製品は人工物の典型であり、最大の「人工物らしさ」を持つ。この過程における加工/組立行為などはいずれも前節における「物理的改変(製造)」概念の一種として捉えられるが、例えば単に見栄えのために表面を磨いた場合も製造と見なすのかといったように、明確な概念的境界があるものではなく、「製造らしさ」という連続的なものであると考えられる。その「製造らしさ」が強まるに従って、「人工物らしさ」も強まると考えられる。

このような「人工物らしさ」という考え方にに基づき、前節で議論した人工物に関する観点をオントロジー工学のロール概念を用いて定義することで、前節で定義したさまざまな人工物定義を統一的に説明することができる。ここで、ロール概念とはそのものの外部のコンテキストに依存して定義されるという性質(externally-founded 性と呼ばれる)を持つ概念をいい、特定のコンテキストの下でプレイヤーによって担われ、両者を併せたロールホルダー(以下、RH)になる[Mizoguchi 2007]。ロール概念にはさまざまな種類があり、それが満たす条件によって異なる強さの「ロールらしさ」を持つ。前節で議論したことを踏まえると、人工物を以下の3種類のロールに基づいて捉えることができる。

- (A) 使用(を意図する)行為(プロセス)をコンテキストとして「機能発揮物」ロールを担うもの(機能発揮物 RH) (function-performer)
- (B) 意図的製造行為(イベント)をコンテキストとして「製造物ロール」を担うもの(製造物 RH) (produced-thing)
- (C) 機能的部品ロールを担うもの(部品 RH)から構成されるもの(機能的構成物)

まず(A)の意味での人工物は、ユーザが使用するという状況の下でなんらかの機能を発揮している(そのように意図されている)ものを指している。これは、前節における「目的のための選択という観点(S)」に対応する。厳密には、「使用に基づく意図的選択物(S-1.1)」に直接対応するとともに、「意図的振る舞い製造物(P-3)」における「意図されている(使用)状況」も本定義におけるコンテキストに対応する。この機能発揮物ロールは、具体的には例えば「ナイフロール」などと呼ばれるものであり、ナイフとして製造されていなくても、そのように使われるだけで担われるものである。つまり、ロールを担うプレイヤーは、(2.3節で議論したように)自然物である貝殻、他の用途を意図して製造された定規、それを意図して製造されたナイフのいずれでもよい。このように、ナイフ、ナイフロール、ナイフ RH は異なる概念として捉えられる。

このロール概念の特徴は、使用(を意図する)行為というプロセス(ここでは現在進行中の時間的終わりが規定されていない Occurrent を言う[Galton 2009])がコンテキストであり、その RH の存在はコンテキストが存在している時間区間に限られる(ongoing)ことである。つまり、使用行為(もしくはその意図行為)が終了すれば、そのプレイヤーはナイフロールを担わなくなり、ナイフ RH でもなくなる(貝殻または定規に戻る)ことである。このようなロールは、anti-rigid 性や dynamic 性などのロール概念の典型的な性質を満たし、最大の「ロールらしさ」を持つ典型的なロール概念の種類である。例えば教師ロールと同じであり、人間は学校というコンテキストで教師ロールを担っている間は教師 RH になり、教師を辞めれば教師 RH ではなくなり人間に戻る、という関係と同じである。ただし、このコンテキストは連続的に捉

えられるべきであり、使用中(または学校で勤務中)ではない、または能力を発揮できない状況であったとしても、コンテキストである使用意図(学校への教員としての所属性)が継続していれば、人工物 RH(教師 RH)も存続していると捉えられる。

次に、(B)の製造物 RHとしての人工物は、前節における「製造の観点からの分類(P)」における P-2, P-3 と S-1.2 を説明する。この種類の人工物の「らしさ」はその製造行為の「らしさ」に依存すると考えられる。このロールの特徴は、過去に完了した(終了時間点が規定されている)イベント[Galton 2009]である設計・製造行為に依存していることである(not-ongoing)。すなわち、一度、意図的設計・製造行為が行われると、その後の行為や状態(振る舞い発揮能力を持つかどうかなど)によらず、それが物理的に消滅するまでは永続的に製造物 RH でありつづける。つまり、この製造物ロールは、anti-rigid 性や dynamic 性などのロール概念の典型的な性質を満たさず、「ロールらしさ」が弱い<sup>2</sup>。このようなロールの他の例には、生物学的な意味での子供(人間は生まれた瞬間から永続的に(誰かの)子供である)などがある。

最後に、(C)はそれが部品によって構成されており、その全体性が、部品が全体に対して果たす(機能的な)ロールによって規定されているものを指す。逆に言えば、(C)は全体システムとして、その部分である部品に対して、それらが果たすべき役割(発揮すべき機能)に関する規約を規定している。これは設計工学の概念設計結果である「機能分解構造」に対応し、システム的に設計されたものであると言える。このように、ロール概念は本質的に「規約」であり、それを満たす能力を持ったものがプレイヤーとなり、それを満たすもの(実行的機能)を発揮することで、RH となる。例えば、机は、部品である天板と足から物理的に構成されて全体として存在するとみなされるが、その全体性は、部品が果たすべき機能の規約を満たすもの(天板機能と足機能を発揮するプレイヤー(RH))の全体として規定される。なお、それを担うプレイヤーが実在しない時点においても、Virtual に存在していると見なすことができる。例えば、修理途中で足が一本なかったとしても、その足は Virtual なものとして存在しているとみなせる。なお、形状フィーチャも部品と見なすことも可能であり、また、部品と全体の関係は相対的なものである。さらに、この定義は技術的人工物のみには当てはまるものではなく、社会的組織などにも当てはまるものである。最後に、この意味での人工物は、自分の部分にしか依存しておらず、externally-founded 性もなりたないため、RH ではない。むしろ、RH である機能的部品に対するコンテキストである。

あるものの「人工物らしさ」はこれらの種類の意味を多重に持つものとして説明することができる。例えば、人類が初めて貝殻をそのままナイフとして使ったときには、貝殻は(A)の機能発揮物ロールのみを担っており、最も弱い「人工物(ナイフ)らしさ」を持つ。次に、貝殻を加工して使用した場合には、(B)の製造物ロールをさらに担っており、その製造の「らしさ」に応じて「人工物らしさ」が強くなる。さらに、工業製品のナイフのように、システム的设计の結果としての機能構造を満たすものとして機能部品から構成されている場合には、さらに、(C)の意味での人工物としての意味を持つことになり、最も強い「人工物らしさ」を持つとみなすことができる。

このように、人工物を「らしさ」として連続的に捉えて、前節で述べた意味を多重に持つものとみなすことで、人工物の定義を包括的に扱うことが可能になる。この連続性の上で、そのうちどこからをロールに基づくものではなく基本概念(カテゴリ)である

とみなすのかについては、異なるロールらしさをもつロールの種類のうちどれをロール概念と定義するのかと同じように、多様な立場が許容されるものであると考える。

#### 4. 結言

本稿では、人工物の定義を観点別、レベル別に行い、それらの間の関係を議論した。もちろん、本稿で示した人工物の定義は網羅性や正しさを証明できるようなものではない。だからこそ、その定義の条件を多様な観点から詳細に検討し、そのレベルや定義の種類の間関係性を明確にすることが、非常に重要であると考えられる。本稿はその第一歩となることを意図している。

**謝辞:** 本稿の考察は、European Commission の国際共同研究プロジェクト EuJoint [EC 2010]の一環として行われたものであり、特に第 2 節は、イタリア LOA, ISTC-CNR の Nicola Guarino, Stefano Borgo, Laure Viue, オランダ The Delft University of Technology の Pieter Vermaas, Maarten Franssen, ポーランド The John Paul II Catholic University of Lublin の Paweł Garbacz との議論の成果[Borgo 2011]の一部を反映している。

#### 参考文献

- [Borgo 2009] Borgo, S. and Vieu, L.: *Artefacts in Formal Ontology, Handbook of Philosophy of Technology and Engineering Sciences*, Elsevier, 273–308, 2009.
- [Borgo 2011] Borgo, S., Franssen, M., Garbacz, P., Kitamura, Y., Mizoguchi, R., Vermaas, P.: *Technical Artifact: An Integrated Perspective*, In *Proc. of the 5th Workshop on Formal Ontology Meets Industry*, To appear, 2011.
- [Dipert 1993] Dipert, R. R.: *Artefacts, Art Works, and Agency*. Temple University Press, 1993.
- [EC 2010] European Commission: EuJoint (European-Japanese Ontology Interaction) Project, Marie Curie IRSES Exchange Project 247503, <http://www.loa-cnr.it/EuJoint/EuJoint.html>, 2010.
- [Galton 2009] Galton, A., Mizoguchi, R.: The water falls but the waterfall does not fall: New perspectives on objects, processes and events, *Applied Ontology*, 4(2), 71-107, 2009
- [Houkes 2011] Houkes, W. and Vermaas, P. E.: On what is made: Folk metaphysics of the engineered world and produced artefact kinds, Manuscript, 2011.
- [Kassel 2010] Kassel, G.: A formal ontology of artefacts, *Applied Ontology*, 5, 223–246, 2010.
- [Kitamura 2010] Kitamura, Y., and Mizoguchi, R.: Characterizing Functions based on Ontological Models from an Engineering Point of View, In *Proc. of the Sixth Int'l Conf. on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2010)*, IOS Press, 301-314, 2010.
- [Masolo 2003] Masolo, C., Brogo, S., Gangemi, A., Guarino, N., Oltamari, A.: WonderWeb Deliverable D18, Available at <http://wonderweb.semanticweb.org/deliverables/documents/D18.pdf>, 2003.
- [Mizoguchi 2007] Mizoguchi, R., Sunagawa, E., Kozaki, K., Kitamura, Y.: The Model of Roles within an Ontology Development Tool: Hozo, *Applied Ontology*, 2(2), 159-179, 2007.
- [Vermaas 2010] Vermaas, P., Houkes, W.: *Technical Functions - on the Use and Design of Artifacts*, Springer, 2010.

<sup>2</sup> このような概念がロール概念の一種として捉えられるべきであると主張するものではない。