

生きた表象としてのストーリー —創発的な世界構築の計算モデルのための考察—

Stories as Living Representation: A Discussion Toward a Computational Model of Emergent World Making

秋元 泰介
AKIMOTO Taisuke

九州工業大学大学院情報工学研究院知能情報工学研究系
Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

One of the essential natures of the human intelligence is to mentally organize the world in the form of narrative or story, through the interaction with physical or social environments. Based on this thought, we are tackling the systematization of essential mechanism of a narrative-centered cognitive/social architecture for autonomous agents. The focus of this paper is on the cognitive mechanism of generating a story as a mental representation of the external world. We sketch the concept of an emergent story which develops from the internal generative actions of each representational element in the story.

1. はじめに

人間の知能の本質の一つは、外界(諸々の物理的・社会的環境)との相互作用を通じて、心の中で、世界を物語的に組織化していくことである。このような考えを、人工エージェントのための自律的な知能の枠組みとしての認知/社会アーキテクチャとして具現化することが、本研究の大局的な目標である。

本研究では、物語の生成を、相互に関連し合う以下の三つの水準に分けて捉える。

- 一つ目、社会的水準。複数の個体間の共創的な相互作用を通じて多様な物語が生成していく仕組み[秋元 16]。
- 二つ目、心的水準(多)。ある個体の心の中で、様々な環境との相互作用を通じて、多数のストーリー(心的表象)が生成・組織化されていく仕組み[Akimoto 18]。
- 三つ目、心的水準(一)。二つ目を背景として、その中で一つのストーリー(これもまた複雑な構造物である)が生成する仕組み。

これらの仕組みを全体として体系化することが当面の課題であるが、本稿では、三つ目の水準(一つのストーリーの生成)に焦点を合わせてこの問題に取り組む。これは二つ目の水準(多数のストーリーの組織化)を背景とするため、これについても少し述べる。一つ目の社会的水準には本稿では立ち入らないこととする。

2. 世界の表象としてのストーリー

本節では、ストーリーは世界の表象であり、心の中に多種多様なストーリーを生成・組織化していくことは、個体にとっての世界を構築し、物理的・社会的な環境に適応していくことである、という考えについて述べる。

2.1 物語、ストーリー、物語言説

本研究では、「物語」(narrative)という用語を、現実または虚構の世界における一つ以上の事象を筋立てたものないし筋立てること、という意味で用いる。さらに、心的表象としての物語と、言語(またはその他の表現媒体)により表現された物語とを、「ス

トーリー」(story)と「物語言説」(discourse)というように呼び分ける。これらは物語論[Genette 72; Prince 03]に由来する用語であり、その本来の意味において、ストーリーは物語の内容面(何を語るか)、物語言説は物語の表現面(如何に語るか)を指すが、本研究ではこれらを心的表象(representation)と表現(expression)という関係に置き換えている。

以上のような意味でのストーリーと物語言説の関係を、送り手-受け手間のコミュニケーションに当てはめると、次のようになる。送り手にとってのストーリーは話の内容に相当する心的表象(例えば過去の記憶)であり、それを言語またはその他の表現媒体により表現したものが物語言説である。受け手側では、物語言説を解釈・理解することによって、心的表象としてのストーリーが形成される。

2.2 ストーリーの性質

ストーリーとしての世界は、事を中心とする、時間的な広がりのある、主観的に構成された世界である。ある個体にとって、一つ一つのストーリーは、一つ以上の事象を結び付けた一塊の小さな世界であり、過去・未来・仮想・虚構を成す多数のストーリーが組織化されたものが、個体にとっての世界(全体)である、というように考える。ストーリーの性質を、「時間」と「意味」という二つの観点から述べる。

時間: 人間は、過去のことを思い出したり、未来のことを思い描いたりしながら生活している。人間の現在進行的な知覚や行動は、常に、様々な水準の時間的文脈(過去や未来との結び付き)の中で生じる。物・者の意味には、時間との関わりのもとに生じる面がある(自分の人生、他者に関する記憶、物の用途、場所の歴史や記憶、等)。事象は、動き続ける世界を時間的に分節化することによって形作られる。世界をストーリーとして構築することは、以上のような、人間的な時間を作り出すことである。

意味: 人間は、同じような状況・事態においても、多かれ少なかれ、人それぞれが異なる経験をする。例えば、ボクシングの試合が行われている会場において、選手と観客の経験は当然異なるだろうが、観客どうしの間でも、ボクシングに関する知識の多少や、どちらの選手に肩入れするか等によって、同じ試合に対して各々が異なるストーリーを見出すだろう。但し、ストーリーの作り方には文化的に共有される面があるため、人それぞれが全く異なる世界(ストーリー)を持つわけではない。これは、本研

究の枠組みにおいては、社会的水準と心的水準の相互浸透的な関係として位置付けられる。

2.3 人工エージェントの心的世界

本研究では、人工エージェントの内部に形成される、多数のストーリーの集積としての世界のことを、「心的世界」と呼ぶ。その全体像を[Akimoto 18]が示している。ここに含まれ得るストーリーの種類は多岐に渡る。例えば、物理的世界(外界)における経験の記憶、物語のコミュニケーション(ニュース、文学作品、歴史叙述、世間話、他)を通じて形成されたストーリー、未来の予想・計画・展望、仮想的または虚構的な想像といったものが挙げられる。ストーリーそのものは、事象や実体(人物・物・場所)の形式的な関係構造を表し、その意味的側面は、概念・スキーマ・心像という3種類の心的要素(表象)との結び付きによって表現される(図1)。これら各要素の基本概念を簡単に説明する。

ストーリー: ストーリーは、一つ以上の事象が時間的・因果的・意味的等の関係によって結び付けられたものである。加えて、ストーリーに関連する実体(人物・物・場所)の関係構造を表わす「ストーリー世界」が、ストーリーに包含される形で付随する。

概念: 概念は、動詞的に表現される事象や、名詞的に表現される実体の抽象的水準の意味を形作る心的要素である。本研究では概念を、一般的な単語(主に名詞・動詞・形容詞・副詞)に相当する「一般的概念」と、個別的な存在者・物、及び言語的に分節化された時間・空間(場所)を指し示す「存在的概念」の2種類に大別する。

スキーマ: スキーマは、物語のある構造的側面(主として、事象間の関係、実体間の関係、語り方)に対応する抽象的かつ一般的な構造の枠ないしパターンに相当する知識構造である。その構成要素は複数の概念またはスキーマである。スキーマは、主として、物語のトップダウン的な認知や、抽象的水準の認知の基盤となる。

心像: 心像は、言語・視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚等の感覚・知覚情報に対応する心的なイメージであり、ストーリーの部分(事象・場面・実体)に紐付けられる。

2.4 ストーリー生成の諸側面

心的世界におけるストーリーの生成がどのような状況の中で生じるのかを、三つの観点から述べる。

行動・知覚: エージェントが諸々の環境の中で行動することは、自身を主人公とする行動計画のストーリー(未来)を生成しながら、それを実行していくことに対応する。そして、一連の行動の結果や知覚を統合することによって、過去のストーリー(エピソード記憶に相当)が作られる。

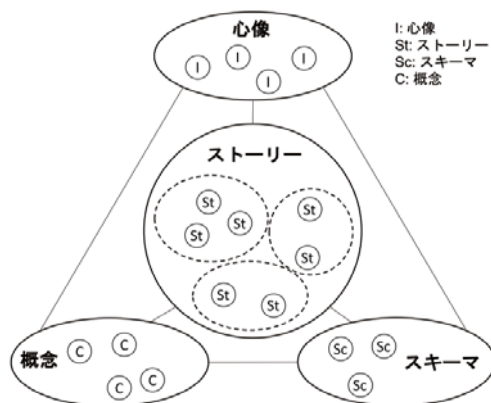


図1 心的世界の全体像

コミュニケーション: 様々な社会的環境において、他者との間で行われる物語の生成や受容を通じて、ストーリーが生成する。現代の人々は、現実世界を構成する情報の多くをニュース、歴史叙述、噂話等といった物語から得ているだろうし、文学・ドラマ・映画・漫画のような虚構の物語からも膨大な量のストーリーを得ている。また、虚構物語の受容経験によって、現実世界の見方(ストーリーの作り方)が変化することもある。

想像: 実際に見聞したことに加え、仮想や虚構のストーリーを作り出すことも、人間的な知能における重要な性質である。例えば、人間は、山道を歩いているときに茂みから熊が現れるかも知れないと警戒し、土曜の早朝に街中で寝そべっている人を見て昨夜飲みすぎたのだらうと思い、風呂に浸かりながら日本の将来を憂慮し、喫茶店で珈琲を飲みながら人を楽しませるための作り話を考えることができる。

2.5 環境への適応としてのストーリー生成

心の中で多種多様なストーリーを生成・組織化(忘却や変化を含む)していくことは、エージェントが物理的・社会的な環境に適応していくことである(この点に関する主な背景として、Schankらによる一連の人工知能研究を挙げる[Schank 77, 82, 90])。エージェントが、様々な環境の中で活動するためのストーリーを動的に生成していくこと(生成できるようになっていくこと)は、自律的な知能の基盤となる。例えば、日常的な経験を記憶し物語ること、社会的な出来事に関する会話をする、公共交通機関や飲食店を利用すること、仕事の手順を覚えること、様々な危険を想定しながら安全に街を移動すること、様々な社会的文脈の中で他者が心の中に持つストーリーを想像すること、こうした活動に共通して、ストーリーを作り出す能力が求められる。

人間が、様々な経験を積み重ねながら少しずつ多様な環境に適応していくように、自律的な知能は、発達的に学習する仕組みを持たなければならない。この点に関しては、[Piaget 48]や[Schank 82]の知能観を参考にして、次のように考える。心的世界における既存のストーリー・スキーマが、新しいストーリー・スキーマを作るための知識・資源になる。慣れ親しんだ環境に対しては既知のストーリー・スキーマを再利用し、未知の環境には、既知のストーリーやスキーマを再構成することによって適応しようとする。このような形で、単純な構造を作ることからはじまり、徐々により複雑な構造を作れるようになっていく。このような原理を探っていく必要がある。この問題に対する現時点での考えは、概略として次のようになる。

心的世界の内部に、各種の環境に対応するストーリー生成の場として、「心的空間」が形成されていく。心的空間におけるストーリー生成は、一般的水準の構造であるスキーマによって統制される。つまり、ストーリーの一般化が、心的世界の組織化における一つの鍵となる。また、新しい心的空間は、既存のストーリー・スキーマの再構成によって作られるように考えるが、それは、既存の心的空間では対応できない環境に直面した際に、それに適応するために、既存の心的空間から逸脱しようとする力によって生じる。あるいは、芸術的創造のように、新しい何かを作り出そうとする内発的な力によって生じる場合もある。以上の概念の模式図を図2に示す(破線の枠は心的空間を表す)。

3. 生きた表象としてのストーリー: 概念的な整理

以上の枠組みを背景として、その中で一つ一つのストーリーが生成する仕組みについて検討する。

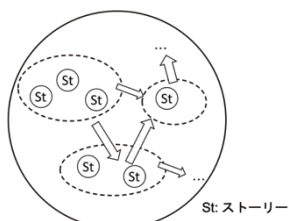


図2 心的世界を構築していく過程の模式図

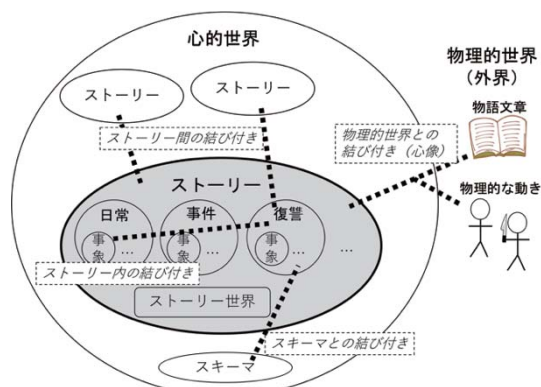


図3 心的世界におけるストーリー

3.1 ストーリーの複雑性

はじめに、ストーリーの構造的な複雑性について述べる。一つのストーリーの構造は、当のストーリー内の構成要素間の関係構造に当たる「ストーリー内的構造」と、当のストーリーとは別の表象との関係ないし結び付きとしての「間表象的構造」という、二つの観点から捉えられる。図3にその全体像を示す。

(1) ストーリー内的構造

[Akimoto 17]は、計算論的な観点から物語の構造を体系化している。これを心的表象としてのストーリーの内的構造に応用してみる。

構造の多次元性: [Akimoto 17]は、テキスト(表層的表現)としての物語に対応する深層的な構造を、表現の構造(語り方)である物語言説(discourse)、そこで語られる内容としての事象群の関係構造であるストーリー(story)、ストーリーに関与する実体群(人・物・場所)の関係構造であるストーリー世界(story world)という、3つの構造的次元に分けている。これらは、“(物語言説(ストーリー (ストーリー世界)))”という形で包含的に統合される。すなわち、物語言説はストーリーについての語りであり、ストーリーはストーリー世界に含まれる実体群の動きに対応するというように、内側の次元が外側の次元の前提的な要素になる。同時に、ストーリー世界はストーリーに関連する実体情報のまとまりであり、ストーリーは語られることによって構成される事象情報のまとまりであるというように、外側の次元が内側の次元を限定するという関係もある。以上の枠組みを心的表象としてのストーリーに応用すると、一つのストーリーは“(ストーリー (ストーリー世界))”という構造になる。

階層と関係: ストーリーとストーリー世界は、それぞれが、複数の部分が集まってより大きな部分を形作るという階層的な構造と、部分どうしが様々な関係で結び付いたネットワーク状の構造とを併せ持つものと考えられる。[Akimoto 17]は、それを階層グラフ構造として整理している。その基本的な考え方は概略次の通りである。ストーリーにおける部分の最小単位は事象であり、それが集まって場面やより大きな意味的まとまりを形作る。部分間は、時間的・因果的・意味的等の関係によって相互に結び付けられる。同様に、ストーリー世界における部分の最小単位は一つの実体

(人・物・場所)であり、複数の実体がまとまってより大きな構造的要素(例えば組織)を成す。また、実体やそのまとまりどうしは様々な関係で結び付けられる(例えば人間関係)。なお、ストーリーやストーリー世界の構造には、全体の構造・意味がそれを構成する部分によって形作られるのと同時に、部分の構造・意味が全体的な文脈によって規定されるというように、全体と部分の間に相互依存的な関係があると考えられる必要があるだろう。

(2) 間表象的構造(ストーリー外の表象との関係)

文学理論の用語として、「間テクスト性」[Kristeva 69]という、あらゆるテキストが常に他のテキストとの関係のもとに成り立つという考え方があがるが、これと同様の性質が心的表象としてのストーリーにも当てはまると考える。間表象的構造は、あるストーリーが、他のストーリーやその他の心的要素(スキーマ、概念、心像)との関係のもとに成り立つという性質に対応する。この性質は、2.5節で述べた、新しいストーリーが常に既存の表象をもとにして構成されるという考え方にも対応している。

3.2 生きた表象による創発的なストーリー生成

以上のような見方をすると、ストーリーの構造は非常に複雑である。このような複雑性を回避するような問題設定を探るというアプローチもあるかも知れないが、この複雑性は恐らく、物語の認知の本質として重要である。このような複雑な構造を生成するのは、従来の中央制御的な記号処理(例えばストーリーグラマーのような文法型知識、プランニング、事例ベース推論)の延長では難しいように思われる。そこで本研究では、表象を外から操作するという形ではなく、表象の内的な力によって、創発的にストーリーが生成するような仕組みを探ってみることにする。

ストーリーの創発といっても、登場人物達の行動のシミュレーションのような類の問題設定ではない。本研究が考えるのは、ストーリーの構造における各水準・各部分が、自らの構造を作り出そうとする力を持ち、それらの相互作用を通じて、全体としてのストーリーが創発するような仕組みである。(ストーリーの生成を全面的に内発的な動きに委ねると荒唐無稽なストーリーが生成しそうなので、生成を外側から制御しようとする力(意識的な思考のようなもの)もあると考えておく。)

3.3 表象の力

以上の考えを実現する具体的な方法はまだ無いが、この問題の予備的な整理を行ってみたい。心的表象としてのストーリーが、創発的に構造を作り出す仕組みを検討するに当たって、次のような考え方を示す。3.1節で述べたように、ストーリーは、複数の部分が集まってより大きな部分を成すという、階層的な構造を持つものと仮定する。この階層構造における各層の各部分(事象、場面、あるいはより大きなまとまり)が、自律性を備えた一つの表象となる。各部分は、自らの内部構造を規定するトップダウン的な力を持つ。同時に、部分の内部では、そこに寄せ集められる複数の表象群が相互に結び付いていくことによって、ボトムアップ的に構造を作り出していく。このボトムアップ的に形成された内部構造によって、当の部分の性質(トップダウン的な力の性質)が変化することや、新しい部分(上位構造)を形成したりすることもある。以上のような仕組みによって、各部分の内部で生じるトップダウン的な力とボトムアップ的な力との双方向的な動きを通じて、ストーリー全体の構造が生成する。

以上の概念を一つの例を用いて説明する。ストーリー中のある部分が、「太郎が花子に復讐をする」という意味を持つとする。この部分の内部構造を、上記の意味に対応するような内容に大筋で規定するのが、トップダウン的な力である。一方、この大筋を具体化するためのアイディアないし資源となるような表象が、

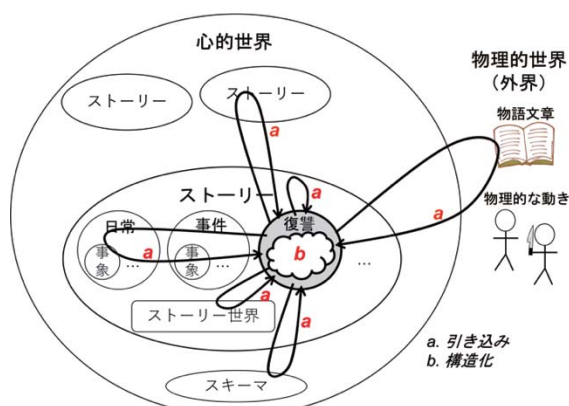


図4 表象による引き込み-構造化

心的世界の各所から寄せ集められ、それらが相互に結び付くことによって、この部分のより詳しい内容(どのような形で復讐するのか)を形成する。これがボトムアップ的な力である。このボトムアップな構造化を通じて、例えば「復讐」が「太郎が花子に恋をする」という意味に変化するような形で、部分(が持つトップダウン的な力)の性質が変化する場合もある。

(1) 表象の力の基本分類について

ストーリーにおける一つ一つの部分が自らの構造を作り出す力と、その力によって、その部分のより詳しい内容(どのような形で復讐するのか)を形成する。これがボトムアップ的な力である。このボトムアップな構造化を通じて、例えば「復讐」が「太郎が花子に恋をする」という意味に変化するような形で、部分(が持つトップダウン的な力)の性質が変化する場合もある。

図4にこれらの概念を表す模式図を示す。この図は、一つのストーリーが生成する過程における、一つの部分(復讐)に焦点を合わせている。

(2) 引き込み-構造化の原理について

引き込みは、部分が自らの内部構造を作るための資源(表象)を各所から寄せ集める働きであるため、引き込みと構造化は密接に関連し合う。これらの主要な原理として考えられるものを以下に挙げる。

アナロジー: 表象間の構造的な類似性に基づく引き込み-構造化。アナロジーは、表面的に異なる事物(表象)どうしの間に、特に関係構造上の類似性を見出す力であり、人間の認知の本質の一つとされる[Gentner 83; Holyoak 95]。新奇な事物(表象・ターゲット)を、構造的に類似する既知の事物(表象・ベース)に対応付けて構成する仕組みとして、物語の認知においても重要な役割を担うと考えられる[Schank 82]。事例ベース推論[Riesbeck 89]も、アナロジーに基づく方法の一つとして位置付けられる。本研究の枠組みに当てはめると、アナロジーは、ストーリー(の部分)が生成する際に、構造的な類似性に基づいて別のストーリー(の部分)の引き込みと構造化を行う原理となる。また、アナロジーは、複数の表象間の構造的な共通性に基づく一般化の基礎にもなる。

空所・予期: 物事を筋立てるために欠如している情報や、後続する情報に対する予期を充足しようとする力による引き込み-構造化。当該部分が持つトップダウン的な構造化の力、スキーマ、または他のストーリーとの類似性に基づいて生じる。例えば、スクリプト[Schank 77, 82]のようなスキーマに基づいて話の行間を補うことや、事例(過去の経験のストーリー)に基づく予期によって知覚が駆動されることに対応する。

背景・文脈: 当該部分に含まれる各種の存在者・物に関する背景的・文脈的な情報(例えばある場面における人物の属性情

報やその場面に至るまでの経緯)の編集的な引き込みと、それに基づく構造化の限定や調整。

抽象: 抽象も知能の基本的な性質の一つである[Zucker 03]。部分の内部構造から上位構造としての部分を形成する、あるいは部分の性質を変化させる、ボトムアップ的な構造化に相当する。これに伴い、内部構造に対するトップダウン的な力の性質も変化する。(本研究では、ストーリー内の上位構造を作る働きを抽象(abstraction)、複数のストーリーに通じる一般的な構造であるスキーマを形成することを一般化(generalization)と呼ぶ。)

その他: 表象間の類似性や関連性に基づく引き込みや、表象の分解・合成・再結合・調整等による構造化。

4. むすび

本稿では、物語を生成することが人間的な知能の本質の一つであるという考えのもとに、心的水準において、世界の表象としてのストーリーが創発的に生成する仕組みに関する概念的な整理を行った。この考えを実現する具体的な方法にはまだ至っていないが、今後取り組むべき主要な問題は幾つか見出された。ストーリーの創発的な構造化の原理となる、アナロジー、空所・予期、背景・文脈、抽象等の仕組みを、心的世界という背景のもとに、全体として体系化していくことが、ここでの主要な課題である。

謝辞

本研究の一部は電気通信普及財団研究調査助成の支援を受けた。

参考文献

- [秋元 16] 秋元 泰介, 小方 孝: 共創型物語生成システムに向けて, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 6, AI30-O_1-8 (2016)
- [Akimoto 17] Akimoto, T.: Computational modeling of narrative structure: A hierarchical graph model for multidimensional narrative structure, *International Journal of Computational Linguistics Research*, Vol. 8, No. 3, pp. 92-108 (2017)
- [Akimoto 18] Akimoto, T.: Narratives of an artificial agent: Mental world and narrating, Ogata, T. and Asakawa, S. Eds., *Content Generation Through Narrative Communication and Simulation*, pp. 241-264, IGI Global (2018)
- [Genette 72] Genette, G.: *Discours du Récit, Essai de Méthode, Figures III*, Seuil (1972) (花輪 光, 和泉 涼一 訳, 物語のディスコース, 水声社 (1985))
- [Gentner 83] Gentner, D.: Structural-mapping: A theoretical framework for analogy, *Cognitive Science*, Vol. 7, pp. 155-170 (1983)
- [Holyoak 95] Holyoak, K. J. and Thagard, P.: *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*, MIT Press (1995) (鈴木 宏昭, 河原 哲雄 監訳: アナロジーの力—認知科学の新しい探求, 新曜社 (1998))
- [Kristeva 69] Kristeva, J.: 記号の解体学—セメイオチク 1, 原田 邦夫 訳, セリカ書房 (1983) (原著 1969)
- [Piaget 48] Piaget, J.: *La Naissance de L'intelligence chez L'enfant, 2e ed.*, Delachaux et Niestlé (1948) (谷村 寛, 浜田 寿美男 訳: 知能の誕生, ミネルヴァ書房 (1978))
- [Prince 03] Prince, G.: *A Dictionary of Narratology, Revised Edition*, University of Nebraska Press (2003) (遠藤 健一 訳, 改訂 物語論辞典, 松柏社 (2015))
- [Riesbeck 89] Riesbeck, C. K. and Schank, R. C.: *Inside Case-Based Reasoning*, Lawrence Erlbaum (1989)
- [Schank 77] Schank, R. C. and Abelson, R. P.: *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*, Lawrence Erlbaum (1977)
- [Schank 82] Schank, R. C.: *Dynamic Memory: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People*, Cambridge University Press (1982) (黒川 利明, 黒川 容子 訳, ダイナミック・メモリー—認知科学的アプローチ, 近代科学社 (1988))
- [Schank 90] Schank, R. C.: *Tell Me a Story: Narrative and Intelligence*, Northwestern University Press (1990) (長尾 確, 長尾 加寿恵 訳, 人はなぜ話するのか, 白揚社 (1996))
- [Zucker 03] Zucker, J.-D.: A grounded theory of abstraction in artificial intelligence, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358(1435), pp. 1293-1309 (2003)