

《論 文》

artisoc による二次元可視領域の構築

—— エージェントベースド・イソビスタ ——

棚 橋 豪

1 背景

世界を捉え、行為する。当たり前のことだが、私たちはそのようにして「在る」。だが、「世界を捉える」こともまた行為であることは看過されがちだ。そして、もしこれを認めるならば、「在る」ということはこの二つの行為の相関に由来していることになる。

本論の目的は、二次元空間の可視領域(イソビスタ)を考慮に入れたエージェントベースド・モデルを構築することにある。本章ではその動機ともなる哲学的背景に触れておこう。その要諦を先取りしておくならば、以下の論点にまとめられる。それは空間と呼ばれるものには物理学的なもの以外の空間(性)が存在すること、それが日常の視野や死角といった行為主体のパースペクティブと密接に関係していること、そしてそれらは計算機上でシミュレーション可能であるという点である。

1.1 物理学的空間と実存論的空間

マルティン・ハイデガーが著した『存在と時間』第一部第一編は、空間とその認知に関する哲学である。それは私たちの日常的な空間感覚への反省であり、難解なタームが頻出するにもかかわらず、読者もまた自身の漠としたこの空間感覚を介して、これを直感的に理解することがで

きる。

アメリカの現代哲学者ヒューバート・ドレイファスは、ハイデガーの存在論をより空間認知に関する問題へと手繰り寄せている。彼によれば、空間は物理学的空間 physical space と実存論的空間 existential spatiality に識別される。

物理学的空間とは、いわゆるデカルト的空間である。そこでは物理的距離を基礎にして同質の世界が広がっている。一般的に「空間」と呼ぶとき、これのことを指すことが多い。他方、実存論的空間はより主観的な空“感”としてある。それは行為主体の生きられた空間としてある。以下では、実存論的空間の内容について、ハイデガーの主要タームである「現存在」を手がかりにして、これを明らかにしていこう。

1.2 「ここ」と「そこ」の同値性

現存在 Dasein は、実存論的空間の範疇にある。それはデカルト的な客観的距離によって把持される空間ではない。それは《現》Da が「ここ」と「そこ」の両方を意味していることから分かる。

《現》において、「ここ」と「そこ」は物理的距離によって峻別できない。ハイデガーは、客観的な距離の世界から実存論的空間が切り開かれるプロセスを「疎・遠」Ent-fernung と呼んだが、ドレイファスはこれの英訳として「隔たりの収奪」dis-stance と呼んだ¹。いわゆる物理的な距離 distance は否定 dis され、「ここ」と「そこ」は同値になる。ただし、ここで同値とは客観的距離の値が同じになるという意味ではなく、ある行為に即して、「ここ」・「そこ」が意味的に連なるような空間性を有することを意味している。

つまり実存論的空間とは、主体が意思決定し、行為するための意味文

1 一般的な英訳は de-severance である。

脈や前提である²。これに関して、畑違いであるギブソン流の枠組で別言するならば、主体の行為は「ここ＝そこ」という環境世界においてアフォードされていくのである。ただし、その環境世界は同時に行為者によって切り開かれる空間でもある。意外にも、実存論的空間とアフォードランスの両概念は緊密な関係にあるのではないか。以下ではこの着想を推し進めてみることにしよう。

1.3 在ること／視ること

「ここ＝そこ」が可能となる実存論的空間を、アフォードランスを絡めて考察する。誤解を恐れずに言えば、アフォードランスとは主体とその外部世界の関係を視覚から問う枠組である。存在論とアフォードランスを重ね合わせるとき、実存論的空間と行為主体のダイナミックな関係性が浮き彫りとなる。

これを介して私たちが確認したいことは、次の二点にまとめられる。一つは、知覚もまた行為であるという点である。主体は世界を視ることによって、常に行為を意味づける実存論的空間を形成する。何も存在しない無際限に広がる物理学的空間に身を据えている場合ですら、それは別の位相に変換される。

もう一つは、何かを視るということは、同時に「見えないものがある」ということへの探究心をかき立てる行為、または『「見えていないものがある』』ということを見落としている」という誤謬を生む行為であるとい

2 疑似プール代数、スペンサー＝ブラウン代数の表記法を援用した大澤真幸の行為論も、実質的にはハイデガーの空間哲学の変奏である。主体の行為は、その行為を基礎付ける前提なしには遂行できない。したがって、我々はこの行為の前提を掌握するために、前提のさらなる前提を見極めようとする。しかし、この目論見は、(((ある行為の前提)の前提)の前提)の前提)・・・というメタ文脈をめぐり無限後退へ発散する。それは人工知能の分野ではフレーム問題と呼ばれているものだ。けれども、現実では私たちは何らかの行為を遂行する。前提・フレームの発散(状態)がそれ自体モノとして対象化される。果てしなさは、最果ての地としての「書かれざる囲い」となる。ここにおいて行為は遂行される。

う点である。実存論的空間は、そのような主体の誤謬をも含めた推測と共にあり、その上で特定の行為をアフォードする。そして実存論的空間は、まさにその行為によって断続的に更新されていく。例えば、以下に紹介する状況を想見してほしい。それは安部公房の『壁』の一節で描かれたような世界である。

そしてその旅人の眼に地平線がたえず入りこみ、ついには眼の中に地平線が芽生えるように、いつか壁は彼の中に吸収されはじめていたのでした³。

あなたは曠野に立ち尽くす。その眼前には一筋の地平線が横たわっている。あなたの視界を遮るものは何一つ存在しない。世界の最果てにある地平線だけがあなたを取り囲んでいる。あなたはこの地平線を見る see のを止め、意識的に視る look。そのとき世界の果ては、一つの「壁」となる。世界の「果てしなさ」が「果てしないモノ」へと変換される。

「果てしないモノ」として地平線を視るとき、無限の彼方は「そこ」にある壁となる。そして、「そこ」はあなたの手元「ここ」とともに共存する。こうして、あなたは空間喪失症⁴を克服し、「『そこ』へと向かう」という一歩を踏み出すことができる。

このような極端に単純化された条件下においても、私たちはデカルトの世界の「距離を収奪」し、これを生きられた空間へと再編成している。そうすることで、日常的に行為遂行のための意味空間をフレーミングしている。

さて、曠野にいるあなたは、そこにある対象を発見する。それはまた

3 安倍 (1969) p.119

4 『プラネテス』(コミック・アニメ)で主人公が患った病名。作中、空間喪失症に陥る主人公は、自らの立ち位置を見失ってしまう。これは宇宙空間での方向感覚の喪失を意味するだけでなく、実存論的位相におけるアイデンティティの崩壊としても描かれている。

しても壁だ。だが今回は、その壁は地平線に対して垂直にそびえ立つ塔のようだ。

間もなく壁は見渡す限りの曠野の中に、ただ一つの縦軸として塔のようにそびえたちました。壁の後ろにまわってみると、黒く塗った大きなドアがありました。ドアを開けると石の階段が、ぼんやりと光のただよう地下室につづいていました⁵。

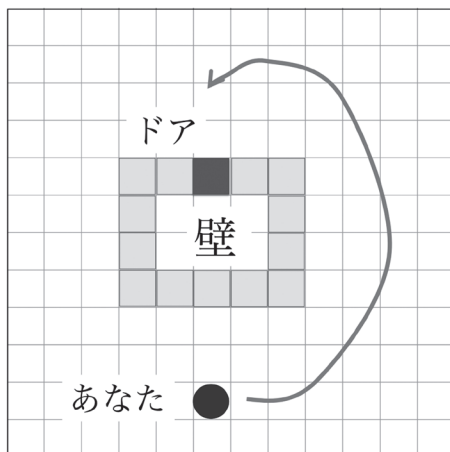
あなたが「壁は塔のようだ」と認めるやいなや、その内部についての関心が高まってくる。実存論的空間に曠野以外の別世界が現れる。あなたは入口があるのではないかと思う。そして、入口を求めて探索を開始する。今や最大の関心事は世界の果てではなく、眼前の壁の内部である。

壁の裏側へ回り込むと、ドアを発見する。そのとき、壁の内部世界という仮説が確信へと変わり、ドアを前にしたあなたの行為の選択肢に「塔を上る／止めておく」が追加され、新たな局面を迎えることになる。

ここまでの成り行きを再確認しておこう。自明だが、あなたは塔の正面に立つ限り、ドアは壁正面の死角で隠されており、これを認識することはできない。物理学的空間上では、壁正面に立つあなたと裏側のドアの距離は近い。しかし、このような指摘が可能になる条件は、図1のように第三者が「あなた・壁・ドア」の位置関係を俯瞰している場合か、あるいはすでにあなたがここを訪れたことがある場合だけである。

5 安倍 (1969) p. 121 地平線と塔の描写は、地平線という壁＝世界を主体が取り込み、再び主体が塔のような壁＝世界に取り込まれるという、主体と世界のウロボロスを表している。これはハイデガーに影響を受けたとされる安部公房らしい表現だが、同時にハイデガー空間論の限界を示しているように思える。私は、このような哲学的レトリックよりも、「壁の裏側にあるドア」をインビスタとからめて考察する方が、一見素朴だが空間の哲学においてより本質的であると考える。

図 1 壁（塔）の裏側にあるドア



筆者作成.

死角のなかのドアは物理学的に「そこ」にあるが、実存論的空間上ではあなたにとって限りなく遠い。何かを視ることは、見えない死角領域への関心を生み出し、そしてこれに応じた行為が次に展開されていく。推測を孕んだ実存論的空間のもとで行為が遂行されて、その都度実存論的空間が更新される。あなたは「塔に上る」決意をしてドアを開く。しかし、そこに待ち受けていたのは上り階段ではなく、下り階段だった。あなたは既存の空間感覚を補正し次の行為に備える。

以上のように、ハイデガーの存在論を、日常の視覚と行為の相関として突き詰めるとき、物理学的空間に対する実存論的空間の特徴がより鮮明となる。そこで次に問題となるのは、このような主題を単なる哲学的モチーフで留めておくべきかどうかだ。ここで私たちは、ドレイファスと袂を分かつことになるだろう。

1.4 存在「論」の形式化

物理学的空間に対する実存論的空間の強調は、単に客観に対する主観の優位性を主張したわけではない。ドレイファスは、主観／客観の二分法そのものではなく、両者の相互依存性を強調する。

ただし、彼もまたその具体的なメカニズムや派生的問題を明らかにしなかった。それどころか、ドレイファスはこのハイデガーのコンテクスト至上主義を根拠として、計算機に基づいた認知科学一般を拒絶してしまう。

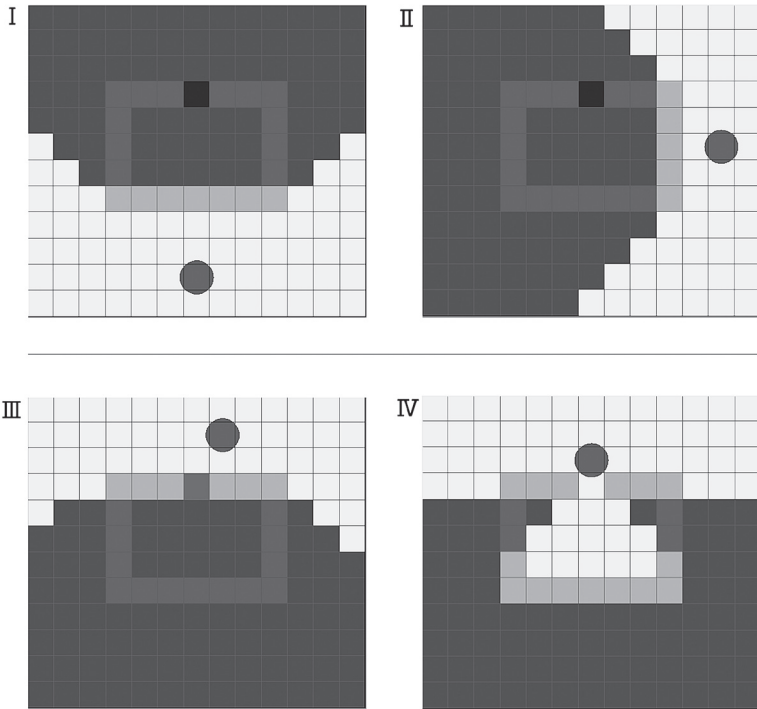
本論の立場からすれば、ドレイファスは、「ハイデガーの概念上の形式化批判」と「方法論としての形式化」を同列に扱うという過ちを犯している。

文脈やコンテクストを計算不可能なものとして棚上げしてしまうことは、素朴な決定論に陥るだけである。結果として分析的思考は中断され、世界内存在のディテールを追求することなく、神秘のベールに覆い隠すことになる。もし、ハイデガーの存在論やギブソンのアフォーダンスを論究するならば、計算機科学を全否定すべきではない。「存在」はその定義からして形式化不可能だが、ハイデガー＝ドレイファスが展開した存在論は計算機上で徹底することができるはずだ。

以上のようなポリシーのもとで、本論は、ある主体の視界と行為の相関を人工社会の中に構築することを企画する。例えば、本論のモデルを応用することで、先の1.3で見た「あなた・壁・ドア」の事例は以下のように表現できる⁶。

6 ただし、この描画は可視領域のみを演算したモデルであり、青色のエージェントは手動で動かしている。モデル内のエージェント自身が視界に応じて移動するようなモデルは今後の課題である。

図 2 ドアを開けるまでの視野領域の変化



筆者作成 (artisoc) .

2 イソビスタとエージェントベースド・モデル

特定の場所からの可視領域のことを「イソビスタ」と呼ぶ。ここではこの定義とアルゴリズムを紹介する。さらに、なぜこのイソビスタがエージェントベースド・モデルにとって有効なのか、その意義を考察する。

2.1 イソビスタの定義

ある行為者からの視野は、仮に彼が遠くを見渡せる視力を有していたとしても、前方に障害物が存在すれば、当然その視野は限定される。行

為者の視野の範囲や形状は環境に依存している。この死角に配慮した視野領域のことをイソビスタ *isovist* と呼ぶ。

このイソビスタを導くための数学的基礎を、Davis and Benedict (1979) に基づいて確認しておこう。 P は平面上にある一つの連結部分集合である。ここで P はポリゴンに限定される。 x は P 内のある地点である。このとき、 x からのイソビスタを $V_{x,P}$ と表す。このときイソビスタ $V_{x,P}$ は、以下のように定式化される。

$$V_{x,P} = \{y \mid y \in P \text{ and } xy \cap P = xy\}$$

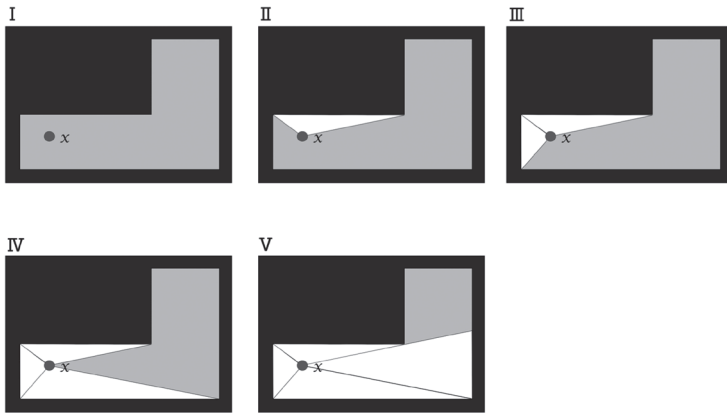
x からのイソビスタは、 x から見える P 上のすべての地点 y から構成される。図3をもとにして説明しよう。ポリゴン P における地点 x からのイソビスタ $V_{x,P}$ は白地の部分となる（灰色部分が死角となる）。 $V_{x,P}$ の境界は次の二つの部分に区分される。

- ・ i P 自身の境界
- ・ ii P の内部に形成される境界

ここで ii を閉塞境界 *occluded boundary* と呼ぶ。具体的な演算プロセスは次のようになる。まず、 x から視野に収まる各頂点に注目し(図3 I)、次に x と近接するペアの各頂点で形成されるポリゴンを接合していく(図3 II, III)。

ただし、単純に x と各頂点のペアのポリゴンだけでは、イソビスタは完成していない(図3 IV)。その場合、 x と頂点を結ぶ直線の延長線と P の側面との交点を探索し、この交点とのポリゴンを作成する。これを閉塞面 *occluded side* と呼ぶ。

図 3 イソビスタ・フィールドの演算プロセス（ベネディクト版）



Davis and Benedict (1979) を基に筆者作成.

以上、先のポリゴンとこの閉塞面を合わせた、すべての可視領域の和集合をとり、地点 x からのイソビスタ $V_{x,P}$ の演算が完了する（図 3 V）。

ここで、もう一つ考慮に入れるべき事項がある。行為者自身が有する視界の限界域としてのホライズン horizon である。これまでの仮定では、 x からの視界は理論上無限に広がっていた。ホライズン導入により、視界それ自体が有限なものになる。ホライズンは、これは視野の物理的制約というよりは心理的なそれを意味している。その形状は、 x を中心とした半径 r の円を描くものと仮定する。

2.2 限定合理性と局所的視野

エージェントベースド・モデルは、諸主体間の行為や相互作用を観察することに主眼が置かれている。このアプローチが数く代表的な人間仮説として、諸エージェントの「限定合理性」が挙げられる。これはハーバート・サイモンが提唱した概念だが、彼の心理学的・経験主義的な定義から離れて様々な意味合いで用いられている⁷。

新古典派経済学が仮定する人間知性は完全合理性であるのに対して、エージェントベースド・モデルでは諸エージェントの知性は何らかの制約を伴い、それゆえに最適な厚生を達成することができない。

この差異は「社会」を記述する方法論にも関係している。新古典派経済学では合理的エージェントが生み出す社会均衡に関心が寄せられる。ここではプロセスや時間が問題とはならない。これに対して、エージェントベースド・モデルでは、限定合理性のもとで諸エージェントは近傍で相互作用していくことがその基本としてある。結果として、これが必ずしも最適ではない社会をもたらし、この状況が再び諸エージェントへとフィードバックされていく。均衡ではなく、マイクロとマクロの拮抗がここに見出される。

限定合理性は、エージェントベースド・モデルの文脈では「諸エージェントが空間全体を見渡すことができない」という意味を持つ場合が多い。諸エージェントが自身の近傍のみを認識でき、これに対してのみリアクションしていくことになる。視野が局所に限定されることで、エージェントは最適なソリューションを講じることができない、とされている。

だが、本論の立場からすれば、マルチエージェント・シミュレーションにおける「局所的な視野」という概念規定は満足のいくものではない。エージェントの視野に関して、より詳細な考察が必要だと思われる。なぜなら「局所的な視野」は、古典的なセルオートマトンにける近傍セルの認識と大差がないからである。

ある視野を近傍に限ったとしても、視野内のある障害物がさらなる死

7 例えば、取引費用経済学も人間仮説に限定合理性を採用するが、事実上サイモンとは関係がないタームとなっている。その内容とは、人は限定合理性にあるが故に市場取引においてコストが発生し、市場取引だけでは必ずしも理想的な厚生を満足できるとは限らない、というものだ。しかし、この限定合理性の内実を明らかにしなかったことで、結局その取引費用自体は的確に計算でき、最適な代替取引制度が選択可能である、というねじれた論理体系になっている。取引費用経済学は、限定合理性の具体的な中身について再検討が必要だろう。

角を生み出し、その視野はより限定的となるはずだ。行為者が目前の何かを認識するとき、同時にその向こう側は死角で隠される。そうであるにもかかわらず、このアプローチの仮定では、行為者は壁の向こう側の部屋やある他者の人影にいるもうひとりの他者も認識可能となっている。ここでいう対象物とは、せいぜい物理的移動を妨げる程度のものでしかない。

近年、このアプローチは、消費者の買物行動、歩行シミュレーション、避難シミュレーションなどに応用されているが、この研究枠組にさらなるリアリティを与えるならば、死角をも考慮に入れた視野＝イソビスタをモデル内に組み込む必要がある。これにより、エージェントの自然な世界認識とこれにもとづいた行為を再現することができる。

一方、イソビスタを実装したエージェントベースド・モデルは、従来のイソビスタ研究においても新たな光明をもたらすだろう。既存研究では、ある視点 x と無機物とのイソビスタに重点が置かれてきた。例えば、それは建造物や壁といった静物に限定される。反対に、人混みなどの、動き回る行人がもたらす死角が考慮されることはなかった。だが、現実の街には様々な人間が移動している以上、他者が生む死角を考慮に入れることもできる本論のエージェントベースド・イソビスタは、より現実

2.3 artisoc へのイソビスタの実装

本節では、構造計画研究所のマルチエージェント・シミュレーション用ソフトウェア artisoc での、イソビスタ演算と可視化の仕組みを検討する。これにより、マルチエージェント系とイソビスタ系の双方の欠点を補完し、これをより独創的な分析ツールに仕立て上げることができる。

artisoc には、ある行為者の周囲を見渡して、他のエージェントを認識する関数 (`MakeAgtSetAroundOwn` 系) がすでに用意されている。この

関数はセルオートマトンや人工生命に端を発するエージェントベースド・モデルの基礎を成している。

ただし2.2で批判したように、この視野領域はその内部が完全に見渡せてしまう。また、「ある主体が何を見ていて／見ていないのか」ということを可視化する機能は、artisocでは明示的に用意はされていない。したがって、artisoc上でのイソビスタ描画には、次の課題を解決する必要がある。

- ・ i 「行為主体のイソビスタ」の可視化
- ・ ii イソビスタのアルゴリズム実装

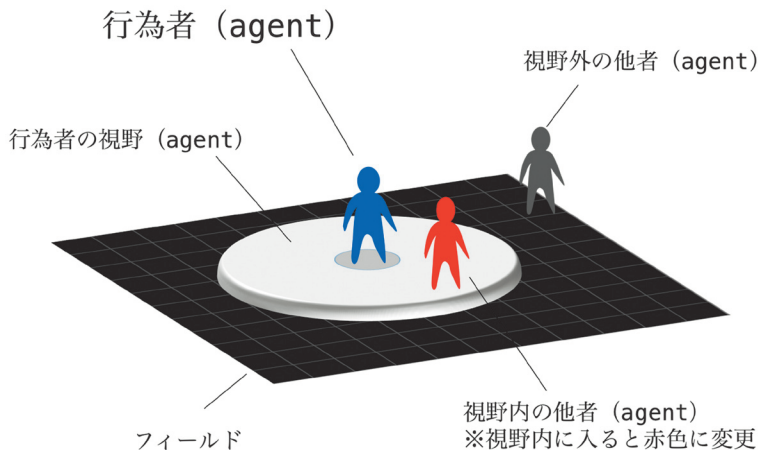
iの可視化に関しては、artisocの機能を応用して、エージェントの視野を表現することができる。そのアプローチとして、以下のようなものを挙げることができる。

- ・ a. エージェントのマーカー・サイズの伸縮を利用
- ・ b. 空間変数のカラー変更を利用
- ・ c. 空間変数の透明度を利用

aは、行為主体と同じ座標上に、別種のエージェントをダミーとして設置し、行為者の視野をダミー・エージェントのサイズと連動させた上で、これを視野に見立てる方法である。

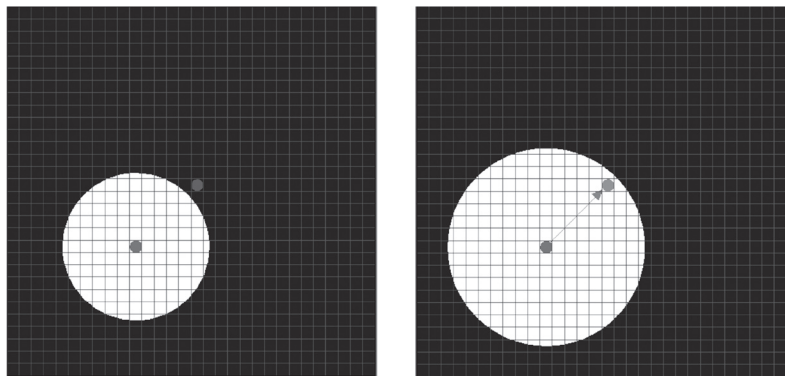
この場合、視野領域に関する演算の負荷はほとんどかからない。ただし、視野は円形のみ限定される。また、ある対象（他のエージェント）が行為者の視野内に「存在する／存在しない」に応じて、対象の色を切り替える手間が発生する。

図 4 ダミー・エージェントによる表現



筆者作成.

図 5 artisoc のグラフィック (a)

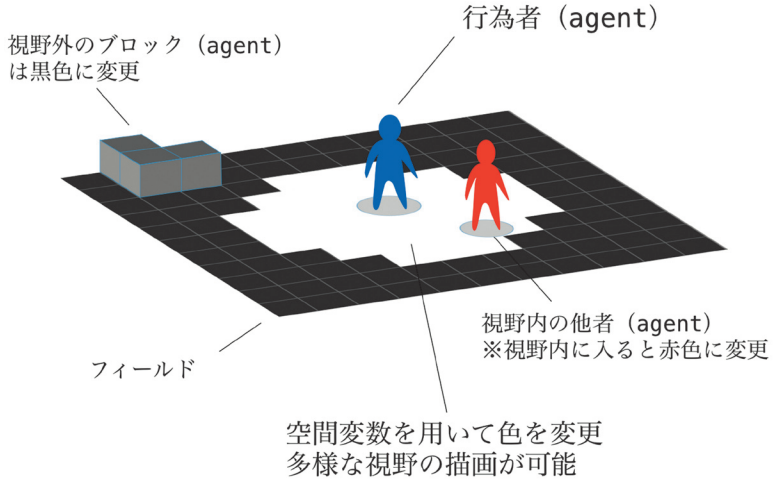


筆者作成 (artisoc) .

b は、空間変数を介してフィールドの色を変えることにより、視野領域を形成する方法である。この場合、視野領域は円形だけでなく、扇形などを形成することができる。ただし、ステップ毎に視野角などの領域問題を演算することになり、計算負荷は視野の半径に応じて増大する。a と

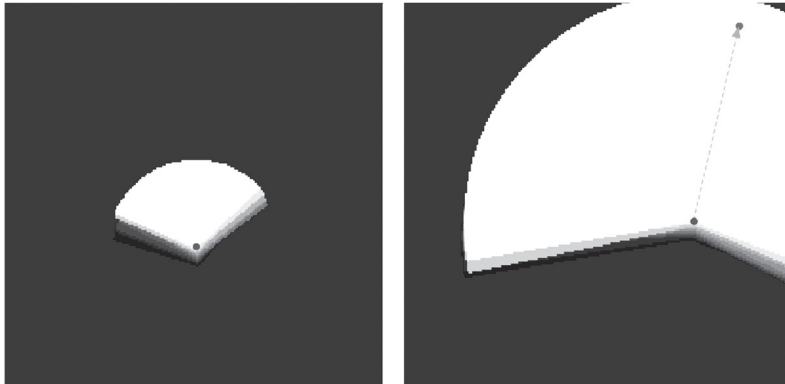
同じく、行為者の認識対象は視野内／外の状況に応じて色を変更する必要がある。

図 6 空間変数のカラー変更による表現



筆者作成.

図 7 artisoc のグラフィック (b: 200×200)

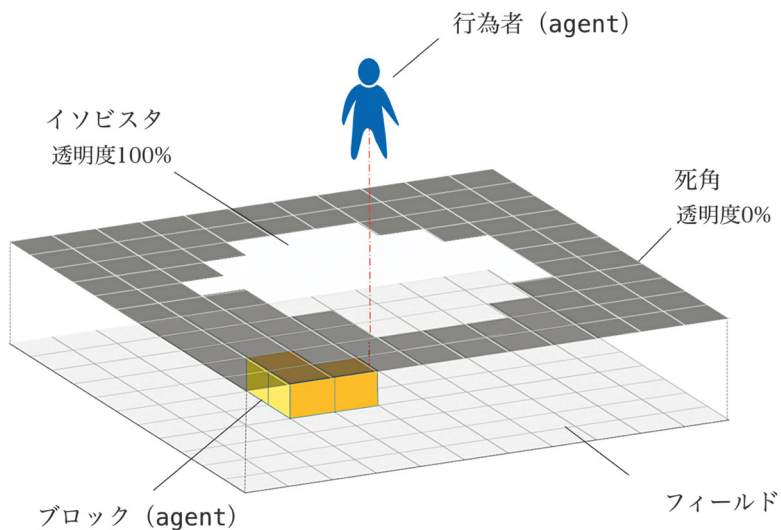


筆者作成 (artisoc) .

c は空間変数の透明度を利用する方法である。行為者の直下に黒色の空間変数を用意し、さらにその下層に対象物を配置する。黒色の層の透明度を操作することで視野を形成する。透明度が 100% の座標は、下層の状況が透けて見えることになる。

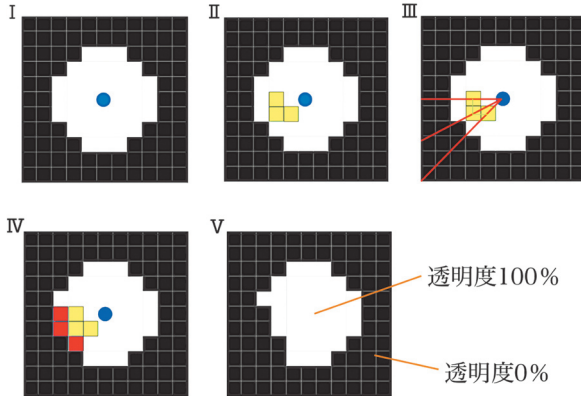
発想自体は b と変わらないが、c の方法ではブロックなどの対象物はその上層の黒色で覆い隠されるために、その対象物の色を主体の視野内／外に応じて変更する手間が省略される。

図 8 空間変数の透明度変更による表現



筆者作成.

図9 イソビスタ形成の過程（死角を求める）



筆者作成。

以上の理由により、artiso_c上でのイソビスタの描画は、cの方法を採用することが望ましい。描画アルゴリズムは、実質的に半径 r の円（ホライズン）の内部で、行為者とある壁の両端の頂点を結ぶ二つの直線で囲われた領域問題を解いていくことになる。

本論のアルゴリズムは、図7にあるようにイソビスタ領域を直接に求めるのではなく、障害物が生み出す死角の方を演算している。両者の差異は、領域問題を解く際の方程式の不等号の向きが変わるだけである。

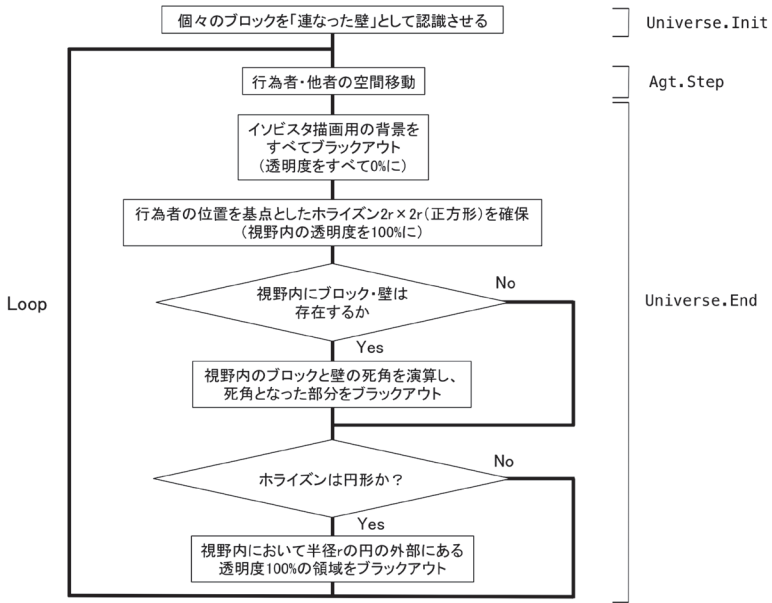
ただし、イソビスタを直接求める場合では、行為者和其他の壁の位置関係を正確に把握する必要がある。特に閉塞面を求めるとき、壁の位置情報だけでなく、他の壁が生み出す死角との関係を厳密に把握する必要がある。

例えば、ある壁の裏側に隠れた壁に関して、この部分イソビスタ領域を直接演算してしまった場合、全体のイソビスタ領域は不正確なものとなる（本来死角であるべき領域が可視領域として表示されてしまう）。

他方、死角の中にある他の壁の死角を二重に計算しても、最終的な全

体のイソビスタ領域は破綻しない。当然、死角を二重・三重に演算する部分が発生するので、その分描画スピードが遅くなる。ただし、それほどマップの面積が広くない場合には、余計な条件分岐を考慮しなくて良い分、コードの記述自体はシンプルなものになる。図 10 は、artisoc 上でのイソビスタ描画の手順である。

図 10 artisoc 上のイソビスタ描画の概略



筆者作成。

3 モデル概要とその応用

本章では artisoc 上で実現されたエージェントベースド・イソビスタは、どのような特徴を持ち、そしてこれはどのような応用が可能なのかを紹介する。

3.1 本論のモデル概要

・アニメーション機能

artisoc上でイソピスタが演算可能になった場合、まず挙げられるのが、イソピスタのアニメーションである。行為者の移動に連動して、イソピスタの変化をリアルタイムに観察することができる。それは二次元でありながら行為者のパースペクティブに寄り添った動的な視野だと言える。モデルの外部観察者である我々は、モデル内を探索するエージェントが「何を見ていて／見ていないのか」を直感的に把握することができる。

・マウスによるワープ

また、エージェントの移動に関してはキーボード入力による移動だけでなく、artisocの関数を利用してマウスカーソルで任意の空間座標にアクセスできるようにした。これによりワープによるイソピスタの変化を瞬時に観察することができる。

・イソピスタの定量化

空間変数の透明度100%の座標を集計することにより、イソピスタ・フィールドは容易に定量化することができる。本モデルではステップごとのイソピスタ・フィールドの面積を折線グラフで表示できるようにした。

・死角を生むエージェント

マルチエージェント・シミュレーションとイソピスタが組み合わせることにより、他のエージェントもまた死角を生む要因となる。エージェントの「厚み」はコントロールパネルで微調整できるようにした。この特徴は、従来のイソピスタ研究には存在しないものである。ここにエージェントベースド・イソピスタの本領が発揮されていると言えるだろう。

・ブロック配置の簡便化

artisoc の機能を用いて、ブロックや他の通行人を GUI 環境で配置できる。ただし、個々のブロックは内部的には「点」としてしか存在しておらず、体積を持つ「壁」として（柵ではなく）認識させるためのコードを別途用意する必要がある。

また、タテとヨコの直線で連なった壁は、両端のブロックをリンクさせることによって、その間のブロックを自動生成させる工夫を施した。これによりマップ作成や修正がより容易になる。

3.2 二つの椅子からの眺め

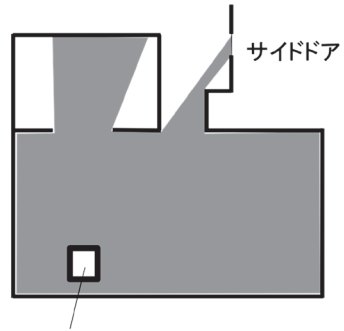
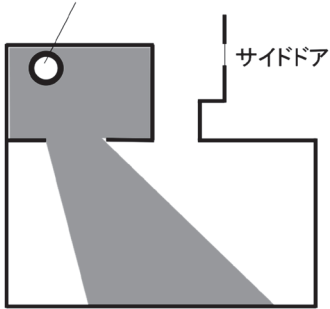
コリン・エラードは、自宅にある二つの椅子の心地よさについて、次のような所感を述べている。皮肉にも、座り心地が良くない椅子の方が快適なのだ。なぜか。

心に決めた場所へ椅子をおさめると、本とワイングラスを置くための小さなサイドテーブルを据え付け、しゃれた読書用ランプも買ってそばへ置いた。だが、その後の半年間、私は読書するときはほとんど、居間の中央近くに置かれた、あまり座り心地のよくないもうひとつの椅子に座り、新しい椅子を使ったのは三回きりだった⁸。

彼はこの奇妙な逆転関係について、居心地が良いと感じる条件とは、椅子が高級であることや静かな書斎であることよりも、その椅子からの眺め、すなわち図 11 に示すイソビスタと深い関係があると結論づけている。

⁸ Ellard (2009) p. 141 邦訳

図 11 エラードの邸宅の2つの椅子
新しい椅子（書斎）



古い椅子（居間）

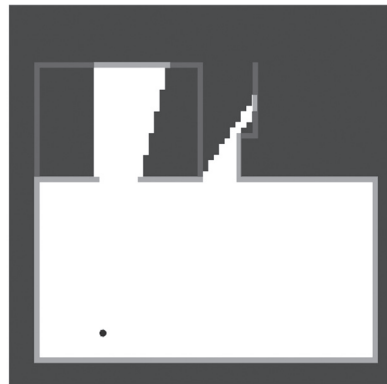
Ellard(2009).

エラードはこれを概略図で示唆するだけだった。本論のモデルは、これと同様の間取りを作成した上で、イソビスタを定量化できる。さらに、部屋の中にパーティションを入れたり、壁を貫通させてみたりと、様々なレイアウトを試すことができる。

図 12 artisoc 上での再現



可視領域: 1209



可視領域: 2425

筆者作成 (artisoc) .

図 13 壁貫通（左）とパーティション（右）

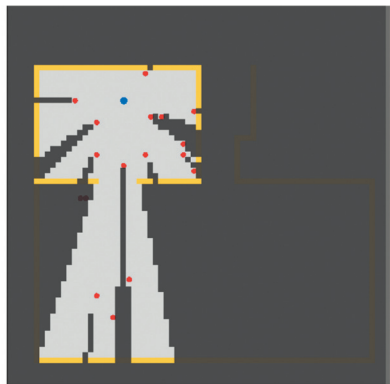
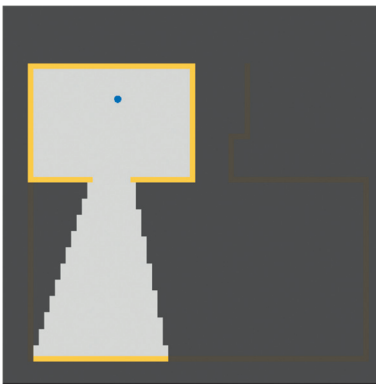
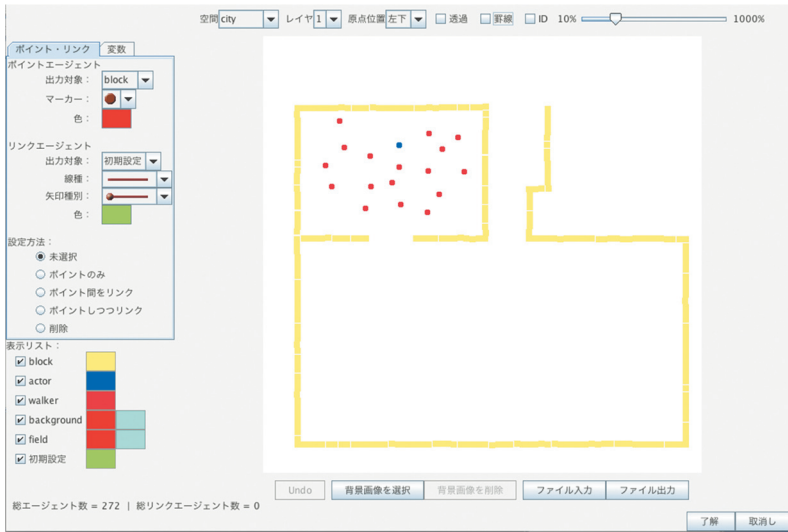


筆者作成 (artisoc) .

また、他のエージェントを空間内に配置して、彼らが生み出す死角を加味したイソビスタも計測できる。

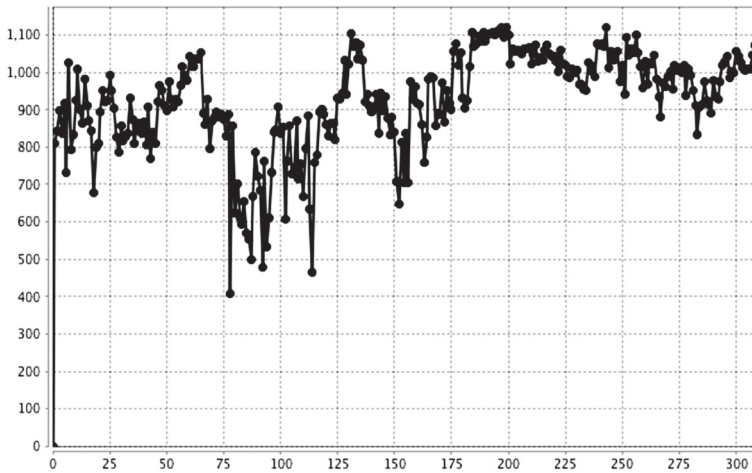
このときのイソビスタの変化を図 15 に表した。行為者は一歩も動いていないにもかかわらず、動き回る他者たちが生み出す死角により、主体のイソビスタは変動する。特に大きく落ち込んでいるときは、主体の直前で他者が書斎と居間の間を塞ぐときである。動き回る他者たちが、時として居間と書斎を塞ぐ壁となるのだ。

図 14 他のエージェント由来の死角



筆者作成 (artisoc) .

図 15 [図 14 右]の条件におけるイソビスタの変化



3.3 三条通りともちいどのセンター街のT字路

地方観光都市では、当然日頃から観光目的の通行人の比重が高い。そしてこれも半ば自明だが、彼らはその街の地理情報には疎い。ゆえに地方観光都市は、適切なルート案内によって、彼らを適切に導く必要がある。特に、死角や路地裏の多い商業地区などではこれが重要となるはずだ。そうであるにもかかわらず、このことは現場の商人たちにあまり問題視されていないことが多い。

すでに棚橋（2014）において、奈良県奈良市の観光地のなかに存在する「もちいどのセンター街」のT字路問題（隠されたノード）を考察しているが、本論のモデルはこの問題をより構造的問題として提起することができる。

図 16 三条通ともちいどのセンター街のT字路



筆者作成 (artisoc) .

この商店街の入口は、単なる T 字路ではなく右折路を挟んだ上下の道幅が非対称になっている。この非対称性が通常の T 字路以上に商店街の入口を覆い隠すことになり、土地勘のない観光客は、これを T 字路ではなくて単純な直進ルートとして認識してしまう。そのときの観光客の意識には「右折して、ちょっと寄り道してみよう」という選択肢すら存在しない。これは商店街にとって、潜在的な顧客を取り逃していることを意味している。

図 17 死角に隠されたもちいどのセンター街入口



筆者撮影.

図 18 通常の T 字路(左)と非対称な T 字路(右)の比較



筆者作成 (artisoc) .

この問題の解決策として、液晶モニターなどで T 字路を右折すると何があるのかを視覚的に告知して、観光客に「ちょっと寄り道」の誘因を高める必要があるだろう。このようなソリューションを詮議するためのツールとしても本論のモデルは活用できる。

4 残された課題と今後の展望

最後に、本論のモデルに残された具体的な改善点、またこのモデルの理論的可能性について、その見取り図を提示しておく。

4.1 アルゴリズム面での課題

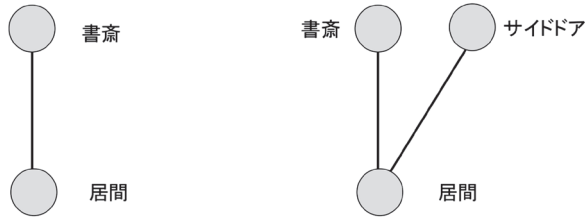
本論では、イソビスタの再現自体に力点を置いた。もしイソビスタの高速アニメーションを念頭に置くならば、演算スピードをさらに高速にする必要があるだろう。

実際にその余地は存在しており、それはベネディクトのアルゴリズムに忠実にコーディングすることで、さらなる高速化を図ることができる。その際の課題として artisoc 上で「閉塞面」をいかに効率よく求めるのかという点が残されている。

4.2 理論面での展望

今後の理論展開としては、イソビスタを經由した主体の空間感覚とその行動をも含めたモデル化があり得る。例えば、3.2のコリン・エラードの椅子に準えれば、「居間の古い椅子」の方が心地良いと感じるのは、単に可視領域の広さだけからではない。これを認知論的なスペースシンタクス⁹として見たとき、「古い椅子」の次数中心性から説明することができる。または、外に出るときに頻繁に通るであろう「サイドドア」という媒介中心性が高いノードを視野に取めている、という解釈もあり得るだろう。

図 19 認知論的スペースシンタクス



筆者作成。

また、図 17 のもちいどのセンター街の非対称な T 字路も、認知論的スペースシンタクスの変化として捉えることができる。図 20 は、主体にとって入口直前までこの道が T 字路としては認識されないことを、イソビスタからさらに抽象化している。

9 一般的に Hillier and Hanson (1984) が提唱したスペースシンタクスは実在する空間の抽象物である。他方、本論が主張するスペースシンタクスとは、主体の実存論的空間を構造化したものとしてある。この意図の背景には、かつて Lynch (1960) が主張した「認知地図」を、ノードとエッジ (リンチの用語の「エッジ」ではない) のみで構成されるネットワーク構造として把握しようとする点にある。そうすることにより、イソビスタから暫定的に形成されていく心理的な空間感覚をモデル化することができる。本論はこれを「認知論的スペースシンタクス」と呼ぶことにする。

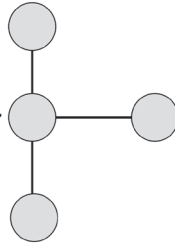
図 20 イソビスタと「認知的スペースシンタックス」の変化



直進



T字路



筆者作成.

以上、冒頭で述べたハイデガー＝ドレイファスの「実存論的空間」の本質は、イソビスタを經由して形成される認知地図に求めることができるのではないだろうか。

座標空間系に束縛されず、スペースシンタックスのような点と線で構成された世界観は、「距離の収奪」dis-stance としての実存論的空間と親和性が高い。これをある主体の認知地図と見なすことにより、「方向音痴」などのパターンをモデル化できるかもしれない。先述の T 字路も「曲がるべき道を見過ごす」という、人を方向音痴に至らしめる様々なパターンの一つだと言えるだろう。これらに関するさらなる論究は、稿を改めて議論の俎上に載せたいと思う。

【参考文献】

- Axtell, R. (2000) "Why Agents?: On the Varied Motivations for Agent Computing in the Social Sciences," *CSED Working Paper*, No.17.
- Benedict, M. L (1979) "To Take Hold of Space: Isovists and Isovist Fields," *Environment and Planning B*, Vol. 6, pp.47-65.
- Dreyfus, H. L. (1991) *Being-in-the-World: A Commentary on Heidegger's "Being and Time," Division 1*, MIT press. (門脇俊介他訳『世界内存在－『存在と時間』における日常性の解釈学』産業図書, 2000.)
- Davis, L. S. and Benedict, M. L (1979) "Computational Models of Space: Isovists and Isovist Fields," *Computer Graphics and Image Processing*, Vol.11, pp. 49-72.
- Ellard, C. (2009) *You Are Here: Why We Can Find Our Way to the Moon, but Get Lost in the Mall*, Anchor. (渡会圭子訳『イマココー渡り鳥からグーグルアースまで、空間認知の科学』早川書房, 2010.)
- Gilbert, N. (2008) *Agent-Based Models*, Sage.
- Hillier, B. and Hanson, J. (1984) *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press.
- Lynch, K. (1960) *The Image of The City*, MIT Press. (丹下健三・富田玲子訳『都市のイメージ』岩波書店, 2007.)
- Simon, H. A. (1996) *The Sciences of the Artificial-3rd Edition*, The MIT Press. (稲葉元吉・吉原英樹訳『システムの科学』パーソナルメディア, 1999.)
- 安部公房 (1969) 『壁』新潮文庫.
- 大澤真幸 (1999) 『行為の代数学』青土社.
- 佐々木正人 (2008) 『アフォーダンス入門－知性はどこに生まれるか』講談社学術文庫.

棚橋豪 (2014) 「商店街とパタン・ランゲージ-奈良県奈良市もちいどの
センター街を手がかりにして」『社会科学雑誌』 Vol. 9, pp. 1-48.

山影進 (2007) 『人工社会構築指南』 書籍工房早山.