

『SOMAC の論理構成』

2022.09.12

長塚四史郎

《⇒対数効用関数となる根拠としての「身体の中心性」について:

消費者が意識の「空間」において行っているのは、対象の表象の心的評価である。表象は数式で表されているわけではないが、対数処理がなされているとはいえる。》

《⇒その根拠となるのがベルクソンの第2の著書にある「身体の中心性」(後述)である。ベルクソンでは「持続」が念頭にあるが、「空間」でも地理的对象にはこれが働く。》

《⇒効用関数が数式記号で表されると考えるのは理論家である。効用関数は「収穫逦増と移動距離とのトレードオフ」を表すはずといえる。これは空間経済学で積みあがった帰納的法則からくる。》

《⇒収穫逦増は売り手の立場からみたもので、消費者からいえば売場規模 M_j が大きいほうが満足のいく買い物ができる可能性が高いし、 m^2 当たり満足度は店によって異なるから $A_j M_j$ という記号となるだろう。》

《⇒距離についての負の効用がベキ関数になるというのは、「スケール不変性」を満たすのはベキ関数しか知られていないし、これを満たさないと法則はどこでも適用できる「普遍性」を持たないからである。》

《⇒べき乗則のスケール不変性について:

$F(X) = \alpha X^{-\lambda}$ において、 $X \rightarrow aX$ とスケール変換すると、

$$F(aX) = \alpha (aX)^{-\lambda} = \alpha a^{-\lambda} X^{-\lambda} = a^{-\lambda} F(X)$$

となって、元の形を保つので、ベキ関数 $F(X)$ はスケール不変性があることが分かる。このような不変性は、「ベキ関数以外知られていない」。》

《⇒具体的な例としてはニュートンの万有引力がある。万有引力の場合、距離を10倍にすると、引力が100分の1になることが分かるが、引力の法則の式に変化はない。スケール変換に対して不変である。リンゴから銀河系からさらにその先まで適用される普遍性がある。》

《⇒ M_1 , M_2 は個物なので、 F は任意の個物を任意のスケールで結びつける普

遍的な法則である。これは指数2が不変だからであり、2をスケーリング指数という。これが状況によって変化しないことがべき乗則で表わされる物理法則をパワフルな普遍的な理論にしている。≫

≪⇒地理空間上の空間経済の場合はこのことはことのほか重要である。100mから100kmくらいまでどの距離のスケールでも同じ不変性を保てないと、地理空間上の任意の場所で解析できないが、これがあれば法則は場所によらない「普遍性」があるといえる。≫

≪⇒地理的条件を超えて消費者が空間をスムーズに移動できるためには、距離に関してスケール不変でなければならない。SOMACにおけるスケーリング指数 λ (=2.4)は、消費者属性、店、地理空間の場所の諸特性に依存しない普遍的な指数である。≫

≪⇒表象における対数処理:

SOMACの実証はどこか数か所で選択確率と顧客率が一致すれば、記号の不変性と普遍性からどこでも当てはまると言える。≫

≪⇒SOMACではすでに見てきたようにこの不変性と普遍性をデータで実証したので、これらは消費者の意識の空間において地理空間の表象が身体を中心性から対数処理されて生み出されているものと結論している。≫

≪⇒消費者において効用は対数効用関数となる。これは、フェヒナーの法則と「形式上」は一致する。ただフェヒナーと異なってSOMACでは、意識に外部から直接感覚的なものがもたらされるのではなく、意識の空間に表象が置かれるのである。≫

≪⇒消費者の合理的選択行動:

消費者が合理的なら、一定の選択集合から効用最大の店を選択するはず、というのは経済学の基本仮定だが、SOMACはこれを実証している。≫

≪⇒ランダム効用モデルと効用最大選択について:

個人 n にとっての j 店の効用には確定効用 V_{nj} のほか、原因を特定できない無数の要因から成るランダム効用が加わる、と考えるのが確率選択理論におけるランダム効用モデルである。≫

≪⇒中心極限定理が適用できるとすると、 n が j を効用最大店として選ぶ確率は正規

分布を積分する形となる(プロビット probit モデル)。正規分布は積分を実行できないので、代わりに Gumbel 分布(第 1 種極値統計分布)を用いたのがロジット logit モデルである。≫

≪⇒Gumbel 分布は対照ではなく、右側ファットテールという特徴がある。SOMAC ではこのことを念頭に、店舗が希薄な場所などでは、「カットオフ」を用いる。≫

≪⇒ロジットモデルの結果は、 n が j を選択集合の中から効用最大として選ぶ確率は、 $P_{nj} \propto \exp V_{nj}$ という指数関数で表される。このため対数効用は距離に関してベキ関数になるので、不変性と普遍性が保証される。≫

≪⇒対数効用は身体を中心性より表象において生じるのであって、この結果を先取りして仮定したものではない。≫

≪⇒**選択公理と選択集合と業態形成について:**

Luce1959 が**個人選択公理 individual choice axiom** とよんだものは、次の仮説である。≫

≪⇒「選択の対象となる代替案の集合は、より一般的な集合から見ればその一部の部分集合である。代替案の選択確率はこの部分集合にのみ依存し、この外側に存在するどのような選択肢にも依存しない」≫

≪⇒これが成り立つかどうかは現実が決めるが、成り立つときは選択階層や他の多くの選択肢を考慮せずに確率をサブ集合内で閉じる(選択確率を足すと1になる)ことができ、事象を大幅に簡略化できる。この選択公理は、定数効用モデルでもランダム効用選択モデルでも、前提とされる。≫

≪⇒リテイラーはこれが成り立つように、ワンストップショッピングの効用を通して、消費者に明確な買い物目的と目的店と選択集合を意識させる「業態を形成」してきた。≫

≪⇒このことは、たとえばスーパーを選択するときはその選択確率は、スーパーと GMS から成る部分集合にのみ依存し、近所にドラッグストアやホームセンターやコンビニがあろうと固定客数には無関係である、ということの意味する(購入額には影響が出る)。≫

《⇒業態の場合、選択集合はこれだけで閉じているという**選択公理**が成立する。これは**業態**というものが、**目的地形成を伴って、リテラーと消費者とで共進化してきた結果**であり、一種の**自己組織化**である。もう一つの自己組織化は**ロジット確率によって生成するカウンターライン**(ミニ市場の具体化)である。》

《⇒**有賀の法則と商圈コンターの自己組織化について**：

消費者において業態の中の**効用最大店**選択の意志決定が、期間においてゆるぎなく固いものだというのは**機会費用最小化**がもたらす「**有賀の法則**」である。》

《⇒有賀の法則は地理空間を無数の「**ミニ市場**」に分割し、一般均衡理論を近似的に成り立たせる。このように見るならこれも一種の**自己組織化**である。SOMAC はこれら**自己組織化をモデル化したもの**である。》

《⇒**創発するもの**は、ミニ市場の成立(見えざる手に相当)によって近似的に一般均衡が成立し、したがって**アダム・スミスが述べたところのもの**であると言える。》

《⇒**自己組織化のまとめと複雑系研究**：

まとめると自己組織化と呼ぶべきものは、「**業態形成**」、「**ミニ市場形成**」、「**等シェアコンター形成**」である。それらの背後に、**収穫逓増と移動距離のトレードオフ**に基づく**対数効用関数**、**効用最大選択**、**機会費用最小化選択**、という「**合理的意思決定**」がある。》

《⇒別の観点からいうと、自己組織化はマクロに属し、それらは**消費者と店との非線形相互作用から生成する**のであるから、SOMAC は「**複雑系研究の標準的方法**」に準拠していると言えるのである。》

#複雑系

《⇒**集計問題**について：

個人 n の選択が**ロジット選択**だとしても、**選択集合の中のどの店になるか**については何の情報もない。この問題は「**集計問題**」といわれ、各地点ごとに「**代表的個人**」に**ロジットモデル**を適用し、彼の各店の**選択確率**が、住民の各店への**配分率**であると考えるのである。》

《⇒**選択モデルとしての SOMAC 商圈モデル**：

対数効用関数の式を**ロジット確率**に代入することにより、地点 i の周りの**小集団**

の代表的個人が、一定範囲内の空間に存在する選択集合内の店舗 j を、効用最大として選択する確率 $\text{Pr}(i,j)$ は、次のように表される。≫

≪⇒ $\text{Pr}(i,j)$ は、地点 i における消費者において選択集合を構成する各店の顧客シェアを意味する。この式は、距離に関してべき分布になっており、スケール不変である。

$$\text{Pr}(i,j) = \alpha(i) A_i M_j R_{ij}^{-\lambda}$$

$$\alpha(i) = \sum_k A_k M_k R_{ik}^{-\lambda}$$

≫

≪⇒ $\alpha(i)$ は地点 i における規格化定数であり、これにより選択集合内の j 店の選択確率の和が

$$\sum_j \text{Pr}(i, j) = 1$$

となる。≫

≪⇒これはロジット確率なので効用最大選択を示すが、同時にこれが繰り返し購買する店に関する有賀の法則、すなわち期間機会費用最小化原理に従うためには、消費者のゆるぎない意思決定を示すエントロピーミニマムで集団に適用すればよい（後述）。≫

≪⇒これは重力型モデルに見えるが、重力モデルではない。なぜならこれは「**選択確率**」なのであって、従来の重力モデルは、定数効用モデルから導かれるフローの配分確率だからである。≫

≪⇒ロジットモデルをエントロピー最大で適用する場合は、人間には意志がないという自然状態を意味し、定数効用モデルと同一となり、先の式でいえば $\exp(V_{ij})$ を定数効用とする定数効用モデルとなり、重力型フローモデルが導かれる。≫

≪⇒**強固な選択商圈システム**：

この選択システムが**極めて強固なシステム**となるのは、地理空間の**すべての地点**で確率の規格化、 $\sum \text{Pr}_j = 1$ が行われるからである。このためどこかの「**小さな変化は、この規格化を通して全地理空間に伝わる**」のである。≫

≪⇒これはベルクソンが嫌う、消費者を縛る決定論ではない。なぜならこれは「**消費者の自由な意思決定が生み出したもの**」だからだ。≫

《⇒**商圈システムのエントロピーについて:**

このシステムに情報理論のエントロピーを適用してみると、エントロピーMax もエントロピーMin もあり得ることがわかる。》

《⇒このうち**有賀の法則**が成立するのはエントロピーMin のほうであり、そのためこのシステムを分析するにあたってはエントロピーMin を前提に分析しなければならない。》

《⇒ロジットモデルはエントロピーMax なので、定数効用モデル(ランダム項ゼロ)と同じだという俗説があるからである。もしそうなら確率は地点 i の発生トリップ数の j 店への配分率(j 店の**来店客数率**)を表す。そうでないなら、確率は地点 i における消費者の j 店への配分率(j 店の**固定客率**)を表す。》

《⇒**表象と対数効用について:**

ここで対数法則の形で表わされた効用関数に戻って検討してみよう。

$$V_{ij} = \log A_j M_j - \lambda \log R_{ij}$$

この効用関数は、物理量にlogのかかったフェヒナー型の対数法則の関数である。》

《⇒ここで**問題になるのは、フェヒナーの場合と異なって、物理量は知覚や感覚によって直接受け取られるのではなく、消費者にとって、魅力度 $A_j M_j$ と距離 $R_{ij}^{-\lambda}$ はいずれも表象 (representation, 再現前化) なのだ**という点である。》

《⇒**表象とは、経験によって記憶にしまい込まれたものが意識に浮上して経験した対象を代理的に指す (representation; 再現前化する) 意識作用をいう。**》

《⇒j店から5kmの地点に住んでいる人は、5kmを地理上の科学的記号として理解することもできるが、同時にこの5kmを、自分を中心としたイメージとしても、あるいは5kmを移動したことがあれば、**経験的な距離の表象**としても意識に浮かべることができる。》

《⇒j店の魅力度 $A_j M_j$ についても、**客観的な記号と理解することもできるが、経験の表象**としても意識に浮かぶ。》

《⇒わざわざベルクソンを持ち出すのは、厳密には主観的状态に2種類あるということ、一方は感情や移動中における環境情報のように<直接意識に与えられ>（持続）、他方は効用のように<意識の空間において思考される>（空間）、という区別が重要だからである。》

《⇒持続とは自我を流れる「時間」のことであり、それを自我の外へ取り出せば常に「現在」があらわれる。

「空間」は同じ意識の自我（または持続）の外側で、表象が現われ、思考が遂行される場所で、そこでは流れる時間はない。》

《⇒これに次の「**身体の中心性**」が加わって、効用の表象に関する対数法則が生成する。》

《⇒**ベルクソンの身体の中心性について：**

ベルクソンの2番目の主著『物資と記憶』の“第1章表象に向けてのイメージの選択について—身体の役割”の主要な箇所ではベルクソンは次のようにいっている。》

《⇒『われわれは諸事物をイメージの形でしか把握しないのだから、われわれはイメージとの係わりにおいてのみ、問題を提起しなければならない。ところで、どんな哲学的学説も、同じイメージが二つの相異なる体系に同時に入り込むことができるということに異議を唱えてはいない。』》

《⇒『一方は科学に属する体系で、そこでは、各々のイメージは自分自身とのみ関係づけられて絶対値を維持しているのだが。』》

《⇒『それに対して、他方の体系は意識の世界そのものであって、そこでは、すべてのイメージが、われわれの身体という中心的イメージに則り、この身体の諸変化に付き従っている。』》

《⇒『实在論と観念論の間で提起される問いはかくしてきわめて明瞭なものとなる。』

すなわち、イメージが入り込むところのこれら二つの体系は互いにどんな関係を維持しているのか。』》

《⇒『容易に見て取れるように、**主観的観念論**は第一の体系（科学）を第二の体系（意識の世界）から生じさせることにあり、**唯物論的实在論**は**第二の体系を第一の体系から引き出す**ことにある。』（以上、会田・松本訳『物質と記憶』 p.21～22）》

《⇒ここに「身体の中心性」の考えが明記されている。**ここから店の効用が一般に対数効用関数となることが理解される。**》

《⇒しかしこの二元論が判然としないのは、われわれの場合、効用に関する表象の世界を記号化したのがSOMACの世界であり、第二の体系と第一の体系は不可分の関係にあり、一方から他方を「引き出す」という関係にないからである。》

《⇒SOMACの対数効用関数は身体の中心性をもとに**意識の空間に生じる表象を記号化したものであり、外部の世界と意識の空間とは抜きがたく結びついている。**ベルクソンの二元論がうまく当てはまらない例だろう。》

《⇒ベルクソンにとってイメージは持続（自我における時間の流れ）の中にある。しかし表象が置かれ思考の場所である「空間」においても<身体の中心性>は、地理空間のイメージに関してしっかり働いている。それゆえ対数処理がなされる。》

《⇒「意識の世界」は、本来なら「持続」と「空間」に分けて論じられるべきところだが、ベルクソンはそうしていないのでここは判然としない。一般には科学的探究は知識の想起を伴うからこの「空間」から生じる。》

《⇒まだ行ったことのない5km先のスーパーに行こうとするとき、あるいはそこへ移動中に意識に浮かぶものは、**表象ではなく、視覚イメージを含む広範なイメージである、**ということになる。》

《⇒したがって一般にイメージは「**身体という中心的イメージに則り、この身体の諸変化に付き従って**」、現在時で環境に関して、意識にのぼるもので、感覚ではないが、**対数的に情報処理がなされるもの、**とみられる。》

《⇒行動する者の身体を中心に環境は対数的にあいまいさが増し、遠くのものほどあいまいになり、対象の情報は正確でなくなる。このように行動のための情報処理を簡素化している。これによって行動の可能性を広げる。》

《⇒これに対して通いなれた5km先の目的地とその情報に関して意識に浮かぶのは、過去の経験の表象（ここでは買い物経験の効用）であり、想起によってもたらされる。》

《⇒それは意識の空間において思考され吟味されるが、地理空間の表象も身体を中心に対数がかかり、距離とともに次第にあいまいとなると考えられる。この身体を中心性により地理空間に関わる表象は対数処理される。ここから対数効用関数が生じる。》

《⇒よく、通いなれた店を”習慣化“という言葉で説明する人がいるが、通常、消費者はそういう思考停止状態にはならない。そういう店に関しても、「空間」においてたえず批判的に再吟味しているものなのである。》

《⇒シャーロック・ホームズとの比較：

一般的な事例としてはコナン・ドイルのシャーロック・ホームズの思考法が参考になるだろう。》

《⇒ホームズは事件が起こると、事実を調べ上げ、はじめは仮説を作らず（これはデカルトよりやや若いニュートンが言っていたことである）、それらを説明できる仮説が意識の空間に現れ出るのを、瞑想したり、パイプをくゆらしたりしてじっと待つのである。》

《⇒そしてときどき持続に戻るためにヴァイオリンを弾いたりする。これは一種の帰納法的思考であるといえよう。対照的なのがレストレード警部の場合で、いきなり仮説を設けて、それに合う事実だけを探し、拳句は冤罪を作り上げる、というものである。》

《⇒これはデカルト流時計仕掛けの思考法（人間の知力は格別だが時計仕掛けのようでもある）ともいべきものをもじっている。ベルクソンはデカルトを超えることを目指したというから、彼の空間嫌いはこういうところと関係があるかもしれない。》

《⇒**表象からシステムへ、記号化の力と表象の力は密接に関連しているが？**

SOMAC は数学記号の緻密なロジックが、消費者の表象とその「空間」思考に基づく選択行動をよく再現することを示した。表象に数学記号はないにもかかわらずである。

》

《⇒その理由は説明できないが、これは偶然というよりも、人間の脳の神秘的特徴と関連するのではないだろうか。》

《⇒先に述べたように SOMAC は消費者と店との非線形相互作用から生成するマクロ現象を説明しているのであるから、SOMAC は「**複雑系研究の標準的方法**」に準拠していると言えるのであるが、複雑系自体が常にどこか神秘性を示しているのである。

》