4 統計的な推論の例

統計的な推論の例を考えるが、統計的な手法に関するものではなく、統計的なデータを使った演繹的推論であり、帰納法の例ではない。

［利他的行動はなぜ存在できるか］

ここで前の章の例を思い出し、その際の表を応用して、利他的な行動のほうが利己的な行動より適応度が高い場合があり得ることを示してみよう。[1]私たちは利己的な生物のほうが自己犠牲を払う利他的な生物より生存や繁殖に関して有利だと思っているし、実際生物学でもそのように考えられてきた。ところが、人間は時には利他的な行動をする。これこそが人間を他の生物から区別するものであり、利他性こそが倫理や道徳の基礎にあるものだと考えられてきた。この考えが正しいかどうかを調べてみるのがここでの目的である。利他的な行動が利己的な行動より適応度が低いという一般的にはもっともと思われる仮定の下で、グループが存在するならば、利他的な行動のほうが利己的な行動よりは適応度が高くなる場合があり、したがって、利他性が集団内に保持され、選択的に有利であることが不可能ではないことを示してみよう。この結果は利他性が生物学的に説明でき、したがって、利他性は人間に特有のものではないことを示している。

グループ 1	グループ 2	総計
1*S*; *W* = 4	99*S*; *W* = 2	100*S*; *W* = 2.02
99*A*; *w* = 3	1*A*; *w* = 1	100*A*; *w* = 2.98

（この表の *S* は利己主義者、*A* は利他主義者である。*W*、*w* はそれぞれ適応度を表している。グループ 1 には利己主義者が 1、利他主義者が 99 いる。グループ 2 は利己主義者が 99 で、利他主義者が 1 であり、その中間のグループも簡単に想像できる。$W = 2.02$ は (1×4＋99×2)/100 である。1 章の入学試験の表と異なることを表しているように見えるが、上の *W*、*w* を 1 以下の重みづけにして考えるなら、最初の例とそれほど異なる印象を与えない例となる。１以下の重みが合格率に対応すると考えればよい。）

このような結果を別の仕方でまとめてみると、次のように言うこともできる。集団全体について、下の推論が与えられた場合、それは正しいだろうか。

どのような部分集団においても、利己主義者は利他主義者よりも適応度が高い。
適応度の高くない性質はその頻度が低下する。
それゆえ、利他主義者はその頻度が低下する。

一見正しそうに見えるが、この推論は誤っている。総計の誤謬を犯しているのである。というのも、上の表での総計の数値（$W = 2.02 < w = 2.98$) がこの推論の結論の反例になっているからである。どのような部分集団においても頻度が低下する利他主義者は、全体ではその頻度が高くなることがあり得るのである。

この説明は単なる例に過ぎず、もっと議論を慎重に進めなければならない。しかし、その核心はグループ概念を導入することによって、利他主義的な性質が集団の中に十分存続できるモデルをつくることができる点にある。ここから階層的な選択のレベルを考え，群選択を認める考えが出てくる。そのもとでは、利己主義の変形ではない仕方で利他主義の存在を示すことができる。

次に、総計にかかわる関連した例を考えてみよう。二つの同数の生物集団について、次のように遺伝子 *A* と *a* の頻度が与えられたとする。

	A の頻度	*a* の頻度
集団 1	0.3	0.7
集団 2	0.7	0.3

[1] 以下の記述は第 1 章と同様に次のものによる。Sober, E.(1993), Philosophy of Biology, Oxford University Press, 98-102.

外から変化を引き起こす要因が何も働いていなければ、遺伝子型の頻度はメンデルの法則から計算できる平衡状態にある。その結果は次のようになるだろう。

遺伝子型	*AA*	*Aa*	*aa*	
頻度	$(0.3)^2 = 0.09$	$2(0.3)(0.7) = 0.42$	$(0.7)^2 = 0.49$	集団 1
	$(0.7)^2 = 0.49$	$2(0.7)(0.3) = 0.42$	$(0.3)^2 = 0.09$	集団 2
集団 1 と集団 2 の平均	0.58/2 = 0.29	0.84/2 = 0.42	0.58/2 = 0.29	

ここで、二つの小集団が一つの集団になった場合、*A* と *a* の遺伝子頻度はそれぞれ (0.3 + 0.7)/2 = 0.5 であり、遺伝子型の頻度は、

	AA	*Aa*	*aa*
遺伝子型頻度	0.25	0.5	0.25

となる。この遺伝子型頻度は小集団の場合と異なっている。では、この違いはどのように説明されるのか。大集団や小集団が自然に存在する場合、その違いは小集団内での限られた交配と大集団になった場合の交配範囲の拡大によって説明できる。その説明は交配範囲の拡大という生物学的な裏付けをもっており、単なるモデル上の計算の違いではない。二つの集団が隔離されている場合とそうでない場合、交配の範囲は明らかに異なっている。集団のおかれた状況が交配に対して母集団の違いを実質的に生み出しているのである。

上の状況を少し変えて、調査の必要上、二つの集団に分けてデータを取った場合と、大集団全体のデータを取った場合、上のようなデータがそれぞれ得られたとする。この場合、対象は同じであり、実際の変化は何も起こっていない。数値の変化は虚構にしか過ぎない。調査の都合上、分けたり、一緒にしたりするだけであるから、何の変化も生じない筈である。したがって、この場合は二つの小集団と一つの大集団での頻度の差はなく、大集団の頻度が正しいことになる。

（問）大集団全体の計算とそれを分割した小集団の計算が同じ場合と異なる場合の違いはどこにあるのでしょうか。

私たちはこれまで 4 つの例を見てきた。推論の仕方とその内容の巧みな組み合わせがこれらの例においていかに重要な役割を果たしているか実感できたろう。そこには人間の英知が凝縮している。考えるという役割の最も重要な部分が明瞭に表われている。上に述べた例を憶える必要はない。ただ、例に登場する推論を使った知的営みを理解することが肝要である。合理性とは何かをこれらの例を通じて認識してほしい。

では、このような推論の仕組み自体はどのようになっているのか。推論がいかに重要かは推論の内容と共に、その仕組みがわかってこそ本当に理解できる。推論の仕組みを最初に研究したのはアリストテレスであった。そこで彼の成果から見ていこう。

（１） アリストテレスの推論についての理論：三段論法（Syllogism）

アリストテレスの論理学の中で彼が開発した三段論法についてだけ述べることにしよう。アリストテレスは推論が命題によって表され、二つの名辞（term）*M*、*P* が「*M* は *P* である」ように結ばれた命題を推論の構成単位であると考えた。そのため名辞の論理学とも呼ばれてきた。そして、推論を構成する基本になる命題を次の 4 つに分類した。

すべての *M* は *P* である　全称肯定型 *A*

すべてのMはPでない　全称否定型 E
あるMはPである　　　特称肯定型 I
あるMはPでない　　　特称否定型 O

（問）「すべての人間が善人とは限らない」は4つの基本型のいずれでしょうか。

アリストテレスは推論の構成単位になる命題を定めた上で、推論は二つの前提から一つの結論を導き出す形が基本であり、それらを組合せることで複雑な推論をつくりだすことができると考えた。二つの前提から一つの結論を導く基本的な推論が三段論法と呼ばれるものである。正しい推論は、したがって、正しい基本的な三段論法がわかれば、それらを組合せることによって、その正しさを証明することができる。これは、推論の内容からではなく、三段論法の正しい組み合わせという形式から、推論が正しいか否かが説明できることを意味している。

［正しい三段論法とその一覧］

では、正しい三段論法はどのように与えられるのか。その説明は大変長くなるので省略し、結果だけ格式表を使って見てみよう。下の二つの表を組合せると正しい三段論法がつくりだせるようになっている。

三段論法の格式表（1）

	第一格	第二格	第三格	第四格
大前提	*MP*	*PM*	*MP*	*PM*
小前提	*SM*	*SM*	*MS*	*MS*
結論	*SP*	*SP*	*SP*	*SP*

（2）

第一格	第二格	第三格	第四格
AAA	*AEE*	*AI I*	*AEE*
AI I	*AOO*	*IAI*	*IAI*
EAE	*EAE*	*OAO*	*EIO*
EIO	*EIO*	*EIO*	

（1）は大前提、小前提と呼ばれる二つの前提に登場する命題の中での二つの名辞の並び方である。結論も同様である。 (2) はそれぞれの格での前提二つと結論の命題の基本型である。

例えば、(1) の第二格は「PはMである」、「SはMである」を前提にし、「SはPである」を結論とするような三段論法ということになる。これでは命題の型がまだわからない。そこで (2) より命題の型を見つける。同じように第二格を見ると最初の段は*AEE*と書かれている。最初の*AE*は前提二つの型を示し。最後のEは結論の型を示している。第二格の残りの*AOO*、*EAE*、*EIO*についても同じである。そしてこの4つの並び方はいずれも正しい三段論法の種類を表している。

第三格の *AII* を考えてみよう。第三格であるから、まず（1）で名辞の並び方を確認し、次に（2）の第三格の型を確認する。すると、

すべてのMはPである
あるMはSである
それゆえ、あるSはPである

という三段論法の図式が得られる。M、P、Sにそれぞれ名辞「人間」、「動物」、「日本人」を代入してみると、

すべての人間は動物である

ある人間は日本人である
それゆえ、ある日本人は動物である

という三段論法の推論が得られる。この推論の内容はつまらないが、内容とは関係なく、この推論は正しい。このように格式表を使って正しい三段論法を半ば自動的につくりだすことができる。

（問）格式表を用いて、次の推論が正しいかどうか調べよ。

(1) すべての人間は動物である。動物はみな生物である。
　それゆえ、すべての人間は生物である。
(2) 女性のなかには内気な人がいる。内気な人は積極的でない。
　それゆえ、女性はみな積極的でない。

［三段論法では扱えない正しい推論］
　格式表を使えば正しい三段論法がすべて網羅できるという驚異的な結果はアリストテレスの論理学の大きな成果だった。では、どんな推論も三段論法で扱えるのだろうか。そこで、次のような推論はアリストテレス的な方法で扱うことができるだろうか考えてみよう。

(1) 3 は 4 より小さい。
　4 は 5 より小さい。
　それゆえ、3 は 5 より小さい。
(2) 人間はみな動物である。
　それゆえ、人間の細胞は動物の細胞である。
(3) 人間は理性的であると信じられている。
　それゆえ、人間は理性的である。

格式表を使って三段論法をつくろうとすると困るはずである。というのも、(2）や（3）は前提の数が足りないし、(1）の各命題、(2）の結論、(3）の前提は 4 つの基本型を使って表現できない。できない理由は問題を解く人の能力にあるのではなく、これらは基本型ではそもそも表現できないからである。(「人間の細胞は動物の細胞である」は確かに全称肯定型で表現できるが、前提の「人間」や「動物」を名辞にした文型と関連がつかなくなってしまう。したがって、前提と結論が関連するような表現は得られない。）このような簡単な推論についてさえ三段論法でうまく扱うことができないとすれば、三段論法はあまり役に立たないということになるだろう。むろん、私たちは自分がした推論が正しいかどうかを推論の内容から直観的に判断しているので、三段論法が使えないから不便であるとは感じていない。不便と感じないこともあって、19 世紀までは推論する人の直観、経験等によって推論の正しさをその都度確認することで大抵は済ませてきた。その間に、三段論法は実際の証明や推論に使うことのできない不毛の装置と見なされるようになっていった。
　では、4 つの基本型で上の命題が表現できない理由は何なのか。「3 は 4 より小さい」、「人間の細胞は動物の細胞である」、「人間は理性的であると信じられている」という命題を基本型と比べたとき、どのような違いがあるのだろうか。最後の命題「人間は理性的であると信じられている」は、1 章の 2 で見たように、事実について述べた「人間は理性的である」と違って、その命題に対する私たちの心的態度を表現していた。この違いを無視すると誤りに陥ることは見ての通りである。(4 章のデカルトの推論も参照。）では、他の二つについての理由は何か。この答は（4）節で考えることにしよう。