

# 事態の聞きわけについて

塩 沢 由 典 (大阪市立大学経済学部)

## 1. なにを聞きわけるべきか

人間や動物、ロボットなどは、自己の身体を含む外界の状況を認識して行動する。このさい、対象は複雑で無限に多様な信号を発信しているが、すべての信号を受理し、認識・行動するのがよいとは、かぎらない。人間やロボットなどは、有限の信号処理能力しか持たず（合理性の限界）、無駄な信号を処理する計算時間を消費するからである。

診断学においても、同様の事情が存在する。古川俊之によれば、検査項目を増やしていても、誤診率を下げることには限界があり、計量診断の比較結果によれば、変数の数が7～8を越えると、飽和現象が見られる。

ひとつの信号のなかにも豊富な内容が含まれている。たとえば、太鼓の音には、その大きさや形にかんする情報が含まれている。M. Kac は、1966年、「太鼓の形を聞くことができるか」という問題を提起した。一般的には答えは否であるが、音の信号が豊富な情報を含むことは、スペクトル幾何学として確認されている。

## 2. 信号の聞き分けと決定問題

統計的決定問題のひとつに、世界の状態を雑音のある信号により聞き分ける問題がある。対象の発する信号  $I = (i_1, i_2, \dots, i_k)$  を受け、ある応答を行うさい、どの信号を聞き分けるべきであろうか。もっとも簡単に、事態が2、応答が2の場合、以下の信頼性条件が満たされなければ、そのような信号は無視するほうが得策である。

事態  $s$ ,  $n$  に対し、応答  $S$ ,  $N$  を行うとき、次の表2の利得が得られるとしよう。また、雑音のため、聞き分けの確率が表1で与えられるとしよう。

表1	確率	S	N	表2	利得	S	N
	s	r	1-r		s	g	h
	n	w	1-w		n	f	e

このとき、信号を聞き分けることから期待される平均利得  $E$  は、事態  $s$  の生起確率を  $\pi$  とするとき、(1)  $r \cdot \pi \cdot G - w \cdot (1 - \pi) \cdot L$ 。ただし、 $G = g - h$ ,  $L = e - f$ 。聞き分けるかどうかには依存しない和の部分は無視してある。これにたいし、つねに  $S$  と応えるとき、(2)  $\pi \cdot G - (1 - \pi) \cdot L$ 、つねに  $N$  と応えるとき、(3)  $0$  という利得が期待できる。(1) が (2)、(3) より大きい条件は、 $T = (1 - \pi) \cdot L / \pi \cdot G$  とおくと、

$$T < 1 \text{ とき、} \quad (1-r) / (1-w) < T.$$

$$T \geq 1 \text{ とき} \quad r/w > 1/T.$$

雑音のある環境下に、特定の瞬間音の発生を判断させると、信号の発生確率  $\pi$  の値により、表1の  $r$  および  $w$  の比率が変化するが、信号を聞き分けず、どちらかに固定した応答の方がより高い成果を期待できる場合が存在する。

一般に、信号  $I$  を受けて、状態集合  $\Sigma$  のひとつを推定し、応答  $\theta$  のひとつを決定するとき、いかなる信号を受理し、いかなる信号を無視すべきか、という問題がある。この問題に答えるべき理論は存在するだろうか。

### 3. プラグマティックな世界

世界にかんする正しい知識とは、世界の正しい記述であるという考えがある。これは古典ギリシャ以来の論理学の考え方であり、現在も認識論の主流をなしている。この考えでは、世界に関する知識は、真なる命題のある集合と、それを補足するものとして偽なる命題のある集合（両者は互いに排除する）としてある。

世界に関する知識は、しかし、このようなものに限られない。それらとは異なる有用な知識というものがある。それは、ある結果を得るためには、いかなる場合に、どうせよ、という知識であり、行動の指示である。世界の記述と異なり、指示には真偽の区別はない。ただ、その指示にしたがう行動が有用であるか、いなか、のみが問われる。

これまで、有用な行動は世界の正しい記述から生まれると考えてきた。近代科学は、この考えに基づいており、大きな成果を収めた。しかし、すべての有用な知識がこのようなものとして得られると考えては誤りである。理由がよく分からないが、うまくいく行動は多数あり、人間以外の動物の行動を支えているものは、このような行動のパタンである。

### 4. ダニの産卵行動

野外にいるダニは、哺乳動物の血を吸わなければ産卵できない。しかし、ダニは、目が見えず、跳躍することも、クモのように素早く移動することもできない。制約された能力のもとに、ダニは、いかにして哺乳動物を捉えているのであろうか。動物行動学の始祖のひとりであるユクスキュルは、ダニがつぎのような行動プログラムをもっていると指摘している（参照：塩沢『市場の秩序学』第11章）。

- (1) 木をよじ登り、枝の先まで進め。
- (2) 酪酸の臭いするまで、待機せよ。
- (3) 酪酸の臭いがしたら、脚を放せ。
- (4) 衝撃を受けたら、歩きまわれ。
- (5) 温かいところがあれば、止まれ。なければ(1)にもどれ。
- (6) 膜に口器を突き刺し、血を吸え。

ダニのこのような行動は、 $q S S' q'$  という4つ組命令の集合として表現することができる。世界から読み取っている変数 $S$ は、つねに少数であり、実行すべき行動は単純かつ能力の範囲内にある。これは一種のチューリング機械とみなすことができ、その広範な可能性が推測される。内部状態 $q$ において、観測されるべき外部の状態（ $S$ か、非 $S$ か）をいかに設定するか。それは聞き分けるべき信号の選別でもある。ここに、この行動プログラムの有用性を大きく左右する知識が内包されている。動物は、外界のシミュレーションを行うとはことなる仕方で、有用な知識を蓄積している。

### 5. 薄い世界仮説

H. A. Simonは、「ほとんど空な世界」仮説を唱えた。世界がゆるやか（loosely）に結合しているためには、それは必要な仮説である。上の考察を重ねて、わたしは「世界が薄い」という仮説を唱えたい。世界は状況に無限の信号に満ちているが、一定の事態において有用な信号の種類はごく限られている。ときに、それはある一定の変数がある閾値を越えるか否かの判断で十分である。情報は多ければ多いほどよいのではなく、必要な信号があらかじめ選別されてあることにより、世界にかんする実時間での適切な対応が可能になる。なぜ世界は、このような構造をしているのか。よい説明はないだろうか。