

## 音声通信のデジタル進化をとげたヒトにとって音楽がもつ意味

得丸公明(システム・エンジニア)

158-0081 世田谷区深沢 2-6-15

ヒトとヒト以外の動物の究極的な違いは、言語がデジタル通信であるところにある。歌が言語を生み出したという人もいれば、音楽は言語以後に生まれた文化とも考えられる。この2つの考えは矛盾しない。なぜならば、まず動物の鳴き声と同じような歌が存在し、それがデジタル音韻符号を生みだして言語が生まれ、その後、ヒトは余暇を使って自らの技芸と精神性を高め、文化活動に打ち込むようになったと考えられるからだ。ヒトは文化によって人間になる。論語に「詩に興り、礼に立ち、楽に成る」というように、音楽は人間の営む文化活動の中でもっとも洗練され、精神性の高いものである。

### What is the meaning of music to human beings who evolved into digital vocal communications ?

Kimiaki Tokumaru (System Engineer)

2-6-15, Fukasawa, Setagaya-ku, Tokyo 158-0081 Japan

The ultimate difference between humans and non-human-animals is that language is digital communication. Some say that singing developed human language, while others think that music is one of cultural activities that were born after language. The author finds no contradiction between the above two hypotheses. It is possible that, in the beginning, humans were crying and singing like other mammals and, through mimicking natural sounds, they shared a set of discrete consonants and eventually acquired a language. Then they started to cultivate themselves with various cultural activities in peacetime, and improved their stage of mind and artistic abilities so that they should become human beings. It is the cultural activities that make humans into human beings. As Confucius said, 'It is by the Odes that the mind is aroused. It is by the Rules of Propriety that the character is established. It is from Music that the finish is received.' The music is the most sophisticated and most spiritual among human linguistic and cultural activities.

#### 1. はじめに：ヒト進化の根本にある音声通信のデジタル化

2007年4月に人類の起源を訪ねて南アフリカにある最古の現生人類遺跡クラシーズ河口洞窟(Klasies River Mouth Caves)を訪問した筆者は、そこで言語が生まれた可能性

を考究し、ヒトとヒト以外の哺乳類を分ける根本的な違いは、音声通信がデジタル方式かアナログ方式かに尽きるという見解を得た1)。

みんなで歌うことがデジタル信号である音節の獲得に貢献した可能性は高い。本年夏上梓された岡ノ谷一夫著「言葉はなぜ生まれたのか」の帯には「最先端科学が人類進化最大の謎を解き明かす」とあり、動物や鳥の音声通信に造詣の深い著者が「ことばは歌から生まれた」とする仮説を紹介している2)。以下ではまず岡ノ谷の著作を参考にしながら「歌と言葉」の関係を整理する。続いて人間が営む文化活動を情報理論の枠組みの中で位置づけ、人間と文化と音楽の意味を考えてみたい。

#### 2. ヒトのことばと動物の音声通信はどこが違うのか？

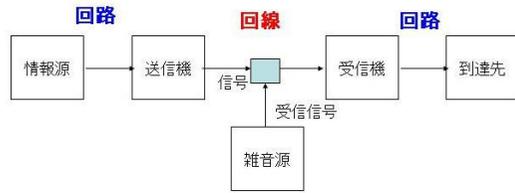
##### 2.1 ことばを理解するための学際的アプローチ

岡ノ谷は冒頭で「なぜ人間だけが『ことば』を使うのだろうか」、「『ことば』は、なぜ生まれたのだろうか」と問題提起を行なう。そして子供の頃に飼っていたペットが著者のことばを理解したと感じた体験を紹介しながらも、「ハムスターやシマリスが私のことばを本当に理解していたとは思えません」と、自らの体験を否定する。

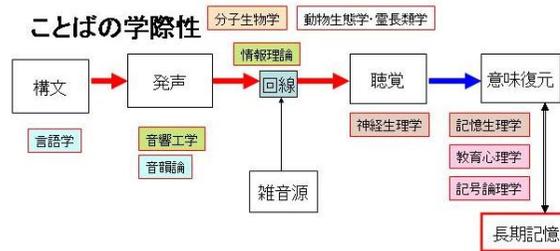
岡ノ谷は動物がことばを理解できないと決めつけるが、構音・発声と聴覚・理解が別々の神経活動であるなら、ことばを発音できなくても、聞いて理解できる可能性がある。愛玩動物の行動パターンを考えると、むしろそのほうが納得いく。すると冒頭の疑問は、「なぜ人間だけがことばを『話す』のか」という音韻論の問題に絞こめる。

筆者は、情報理論における通信モデルにならって、ヒトの言語活動を情報源、送信機、回線、雑音源、受信機、到達先というサブシステムに分けて考えてみた3)。そして関係する書籍や学術論文を片っ端から読んだ後で、それぞれのサブシステムが言語学、音響工学、情報理論、聴覚神経生理学、心理学など学問領域を異にすることに気づいた。言語の全体過程に関係する領域としては、人類学・霊長類学・大脳神経生理学・分子生物学がある。DNA→RNA→タンパク質へとつながる遺伝子の通信システムも4つの核酸によるデジタル通信であり、言語と相似形であることはレヴィ=ストロースも指摘する4)。これまで言語メカニズムが明らかにならなかったのは、驚くほど学際的な研究成果を総合しきれなかったからではないか。

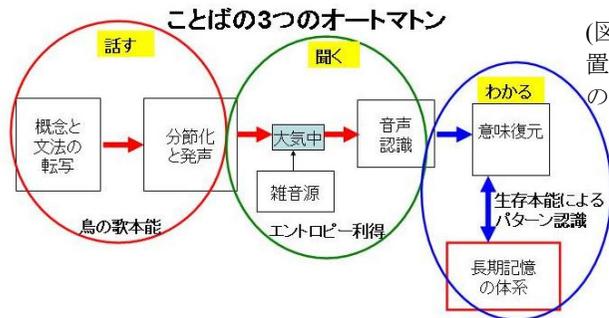
そして、情報源から送信機にかけてことばを紡ぐ、「話す」メカニズム、送信機から回線経由でことばが聴覚に伝わる「聞く」メカニズム、聴覚から取り込まれた音響シンボルと長期記憶との相互作用である「わかる」メカニズムという3つの基本的な言語作用がすべて無意識に営まれている事実から、それぞれのオートマトン(自動装置)の構造を解明することで言語の謎を解明できるのではないかと考えた5)。(図1, 2, 3)



(図 1) 通信モデルに従って、言語過程をサブシステムに分解して捉える。



(図 2) 構文，発声，回線，聴覚，意味復元のそれぞれが異なる学問領域に属するためにことばのメカニズムは解明されてこなかった。



(図 3) ことばは3つの自動装置「話す」，「聞く」，「わかる」の無意識な連合作用である。

## 2.2 動物の鳴き声と人間のことばの4つの違い

岡ノ谷は、ことばも鳴き声も「口から音を出し、それを耳で聞くことによって仲間とコミュニケーションする」点で同じだが、ヒトのことばには、(i) 発声学習、(ii) 符号と意味の結びつき、(iii) 文法、(iv) 社会性があるという。そして「この4条件を満たしているかどうか、動物の鳴き声と人間のことばのちがいが」であるから、この4つの条件のすべてを持ってはいないけれども「一つをもつ動物の鳴き声を研究していけば、ことばの起源がわかるかもしれない」と主張する。

しかしこれはかなり荒っぽい議論だ。岡ノ谷があげた条件はどれもヒト固有でない。もう少し精査して、ヒト固有の条件に絞り込めば、すっきりした議論にならないか。

(i)の発声学習は、ことばをもつヒトも、ことばをもたない鳥や鯨類も行なっている。ヒトに固有ではない。だが、離散的周波数成分をもつ「空の記号」(デジタル信号、音節)を生み出す離散発声能力は、ヒト固有だ。ヒトの喉頭降下と口呼吸は、水平部分と垂直部分が同じ長さで直角に交わるヒト独自の発声器官を生み出したが、これは母音のフォルマント周波数を共鳴させるためであり、食べ物が気管を塞がないようきわめて精巧な嚥下の運動制御が行なわれている。類人猿や他の哺乳類がことばを話せないのは、発声器官のつくりが違うからだ6)。

(ii)の符号と意味の結びつきは、音声通信を行なう動物すべてに共通である。動物の生存本能が、ことばや鳴き声や外界刺激を記憶(=意味)と結びつける。概念は、単語の音韻刺激を五官の記憶と結びつける、パブロフの犬の条件付けに等しい。

符号の意味とは記憶であり、記憶には遺伝子の核酸配列によって伝えられる本能由来のもの、生後の知覚と判断を記録する知能由来のものがある。種によって本能と知能の優先度が異なるものの、知能はすべての動物に備わっていると考えられる。

内耳有毛細胞からいくつかの神経核を経由して大脳皮質一次聴覚野へ音響刺激が伝えられて処理される聴覚メカニズムは、ヒトもヒト以外の哺乳類もほぼ同じである。動物がことばを覚える仕組みが、ヒトと同じであることはパブロフの条件反射実験から読み取れる。犬は類似した音響刺激の順番を入れ替えたもの(「継時複合刺激」)、たとえば「ドレミファ」と「ファミレド」、「タタータ」と「タータタ」を別の符号として聞き分ける。ことばを聞き分けるのも不思議でない。ヒトに限らず、動物においても、記号は恣意的に意味と結びつく7),8)。

ヒトに固有なのは、音節を自由に組み合わせて符号語を作り出す能力である。これは五十音のような意味から独立した「空の記号」を獲得したためである9)。

(iii)の文法の例として岡ノ谷は、ジュウシマツが鳴き声の部分(チャンク)を組み替えてより魅力的な求愛のメロディをつくりだすことを「歌文法」と呼ぶ。短い符号をつなぎ合わせて長いメッセージとすること(分節化, articulation)はヒトも同じだ。ヒトの文法を生得的であるとする生成文法論は的を射ているといえる。だが文法語も概念語も音節を組み合わせた、単語内で二重に分節化が行なわれていることは固有である10)。

鳥文法は求愛の意味を変えないが、ヒトの文法は、概念を接続・修飾して複雑・精巧に意味を変化させる。「文法とは、わずかな音韻符号の付加・変化によって、概念のもつ意味を接続・変化・修飾すること」と定義すれば、文法はヒト固有である。なぜヒトだけが文法で意味を変えることができるのかと問うべきだ。

動物は同じ鳴き声を何度も繰り返すのに、ヒトは同じメッセージは一度しか音にしない。そのため時間軸上の配置が意味をもつ「線性格」をもち、文法が成立する11)。なぜヒトは一度聞くだけでメッセージを復元できるのだろうか。

(iv)で岡ノ谷は、集団内部の社会性が音声言語で表現されるのは、ヒトとハダカデバネズミの特徴だという。

ハダカデバネズミは、生まれてから死ぬまでの間ずっと東アフリカの熱帯サバンナの地下にはりめぐらした真っ暗なトンネルの中で生活し、同じ群れに属するものはすべて同じ女王の子供である。同じ種族でも群れが違ふと殺し合う排他主義(xenophobia)や、ともに体毛が退化しており、暗くて暖かくて安全な場所に住み、幼児期が長い晩成性であること、音声通信が発達していること、体重の重い軽いで序列がありそれが挨拶の仕方に反映されることなどもよく似ている。だからハダカデバネズミが17の音声符号しかもたないことはむしろ驚きである12)。 (有音が11, 無音が6種類)

ヒトとハダカデバネズミはよく似ているのに、どうして符号語数が3~4桁も違うのかと問うべきだ。それはヒトが「空の記号」を順列組み合わせして単語を作るからだ。

## 2.3 「空の記号」の獲得とその自動処理回路

### 2.3.1 離散的で有限個の「空の記号」

岡ノ谷も「日本語の場合、まず『五十音』があり、五十音が組み合わさって単語になり、単語がつながって文章になって」といると指摘している。五十音のような音節セットを獲得したことが、ことばの大前提であり、最大の特徴であろう。

歌うサルであったヒトは、はじめのうち獲物となる鳥や動物の鳴き声をまねしたり、海の波や川の流れや木の葉ずれの音、雨や雷や風や夜明けや夕暮れといった現象を歌っていたと考えられる。自然現象の音まね(音表象)を、みんなで声を合わせて楽しんでいるうちに、子音を共有し自由に発声できるようになり、記号が恣意性をもつた前提条件であると鈴木孝夫が指摘する「空の記号」を獲得したのではないかと9)。

動物の発声は欲望とか内的状態と直接結びついている。ヒトの言語にみられるように「記号が恣意的になるためには、記号だけが独り立ちして、空の記号ができなければいけない」。 「空の記号」は「内容がゼロの音声」であり、内的状態や記憶から独立した記号、純粹表現型のデジタル信号である。この「空の記号」の獲得によってことばが生まれたなら、それは音声通信のデジタル化と呼ぶのは妥当であろう。

### 2.3.2 子音が先、母音は後

自然には子音しかない。厚い岩盤によって音響的に外部から遮断されて極端に雑音レベルが低い洞窟の中は、子音だけでも通ずる。ヒトが母音を発声するためには、喉頭が降下して、肺からの呼気が口を経由して出る必要がある。この進化のあと、気管の出口は食道の中ほどに位置し、喉頭蓋で覆われるだけになった。そのために、ヒトは食べ物気管を塞ぐ窒息や、食べ物滓が肺に混入して肺炎になるなど、生命の危険が増加した6)。

命の危険を省みず母音を獲得したことから考えると、まず子音が、静かな洞窟の中で自然の音表象として生まれて言語が発達し、音声を遠くまで伝えるために、少し遅れて母音が生まれたと考えられる。人類最古の言語とされ、今も南アフリカのブッシュ

マンたちが使うコイサン語には、子音が100以上あるのは、母音が生まれる以前に使われていた子音ではないか。コイサン語以外の言語には同じだけの子音がないので、母音が生まれた後に人類は南アフリカから世界に広がったと考えられる13)。

### 2.3.3 「空の記号」の自動的・反射的処理回路

岡ノ谷も指摘するように、ヒトの赤ん坊は大きな声で泣く。これは洞窟のような音響シェルターに住んでいたからだろう。子供はお母さんに面倒をみろと要求する。一方、母の陣痛が重いのは白蟻や蠍も同じで、これはちゃんと赤ちゃんの面倒をみなさいと自然が命ずるのだという14)。閉経した祖母が孫の面倒をみるのもヒト固有であり、子供を育てること、子供にことばを教えることが、ヒトにとっていかに重要なことであるかをうかがい知ることができる。

ヒトの赤ん坊は、生後1年間ほぼ寝たきりのまったく無力な状態で過ごす、その期間を通じて、脳は母胎内にいるときと同じ速度(脳重量と体重が1:1の割合)で成長する。その結果、ヒトは他の大型霊長類にくらべて4倍も大きな脳を獲得した15)、16)。

赤ん坊の急速に成長する脳に向って、親や周囲の人々がことばを語りかけると、その刺激によって、赤ん坊は母語の離散的な音節を自動的・反射的・無意識に聞き分けて処理できるようになる。おそらく内耳有毛細胞のアポトーシス(選択的の死滅)か、一次聴覚野に音素適応変化が起きるのである。

空の記号と、空の記号を反射的に処理する脳の回路を獲得して、人は複雑で精巧な文章を一回聞くだけで、文章を頭の中で復元することができるようになった。おかげで、わずかな音節からなる文法語を使って、意味を接続・変容・修飾することが可能になったと考えられる。ヒトの五官では知覚できない歴史概念や科学概念などについても、五官の記憶と結びついた概念を、文法によって方程式のように関係づけて、抽象概念として構築できるようになった。抽象概念はヒト固有である。

## 2.4 「空の記号」を用いる言語に固有な4つの条件

筆者は岡ノ谷にならって、ヒトのことばと動物の音声通信を峻別する、ヒトに固有な条件を4つに整理してみた。

- (i) 「空の記号」、離散音韻符号(デジタル信号)と離散的発声器官の獲得：離散的周波数特性をもつ有限個の音節を有し、それを自由に発声できる独自の発声器官をもつ。
- (ii) 「空の記号」を組み合わせて自由に単語を作る能力：自由といっても単語の多くはオノマトペ起源である。単語は個人の五官の記憶と結びついて概念化された後、その意味が吟味され既存の意味(記憶)の体系と比較されて、一生かかって構築される概念体系の中で位置づけられる。ヒトは脳容量が大きいので、たくさん記憶できる。
- (iii) 自動受信と線的性格と文法による構文：乳幼児期に周囲から受ける音韻刺激によって、母語の音節を一音節も間違えずに反射的に聞き取る回路が生まれる。そのため

言語によるメッセージはすべて時間軸上で一次的に配列され、わずかな数の音節を追加・活用して、意味を接続・変容・修飾できる文法が生まれえた。

(iv) 概念の演算による抽象概念や手続き記憶を表現する文化概念：概念を正しく演算できるようになると、自分の五官の記憶として持てない科学的概念や歴史的概念のような抽象概念であっても獲得できる。また、高度な技や研ぎ澄まされた感覚や連合的判断を必要とする文化概念ももつようになった。

## 2.5 歌が「空の記号」を生み、ことばが文化を生んだ

2.4で整理したヒトのことばの特徴は、すべて「空の記号」、五十音のような離散的で有限個からなる音韻信号セットを獲得したことから発展したものである。それは、みんなで一緒に歌うことで生まれたと筆者は考える。歌がことばの本質を荷う「空の記号」を生みだしたことは重要である。しかしみんなで歌う歌と専門的な教育・訓練が求められる音楽とは分けて考えるべきではないか。これについて岡ノ谷は触れていない。「歌うネアンデルタール」の著者ミズンにも歌と音楽を別のものとして扱う発想はない(17)。岡ノ谷もミズンも「空の記号」の重大性に気づいていないからだろう。

メリアムが紹介するアフリカやバリ島における音楽教育や音楽の位置づけを読むと、人間にとって文化や芸術は生きていくうえでの究極の目標であり、神に近づくことだと思えてくる。それは、「食べ物とか飲み物とかセックス以外の満足を要求するような型」を身につけることで「楽器を演奏したり、与えられたデザインを彫刻したり、芝居を見るといった」象徴活動を通じた満足や安らぎを提供してくれるものである(18)。

「文化は学習された行動であり、各々の文化がそれ自身の理想や価値観に見合った学習過程を形成している。」無文字社会であっても、公式の教育機関がない社会であっても、子供たちに文化を伝承するための教育制度をきちんともっている。「特殊な技能とみなされている音楽家の技は、通常より以上に管理された学習を必要とする。どのような社会においても、個人の自由な試行錯誤によっては文化的習慣のほんの一部分しか学べない。」幼児期から少年期さらに青年期に応じて、何世代にもわたって引き継がれた学習(文化化)が用意されている(18)。

全人格的であり、伝統の形式の中で個性を伸ばす文化の学習と実践について知れば知るほど、人間の成長とは文化的成長であり、人間は文化的動物だと思えてくる。歌が言語を生みだしたかもしれないが、文化である音楽は、歌とは別のものとして捉えるべきものではないだろうか。

## 2.6 文化するサル

文化は繊細な身体記憶や感覚を体系づけたものであるから、ことばの細分化能力なしには伝えようがない。ことばを参考にして、自らの肉体と精神を鍛錬し稽古することで文化は伝承されるが、最終的な文化的表現の段階では(文芸作品や台詞劇を除け

ば)、ことばは表れない。ことばは隠されて、ことばを超えた人類共通の次元での音楽や絵画や彫刻や舞踊や武道演武のような現実存在(遺伝子型)だけが示される。

文化はことばによって伝達される情報であり、ヒトというハードウェアを組織化し駆動するソフトウェアであり、外見上は見えない。情報を処理し駆動するヒトの身体(ハードウェア)は、稽古訓練や創意工夫によってより高度な技を発揮できる高次元存在へと高められるが、その際にもことばは重要な教育的・指導的役割を果たす。

ヒトは文化するサルだ。ことばは、ヒトが自らの精神と肉体(運動制御や呼吸力や感覚の鋭敏さも含めて)を文化活動によって高めるためのツールである。文化は、生物的ヒトを人間にする。細胞核内のゲノムが遺伝子の記憶を伝えるように、文化はヒトが人間になるための記憶を伝える。

文化は、人間存在の総体であり、記憶・伝承・習得・実践・刷新などの広い分野にわたる人間活動を包括的に指し示す。遺伝情報が転写、転写後修飾、アミノ酸への翻訳、タンパク質三次元構造への折り畳みなど、再生と進化に関するあらゆる活動に関わるのと同じくらい、文化は幅の広い概念である。

孔子は論語の中で詩や音楽の重要性を何度も説いている。とくに「詩に興り、礼に立ち、楽に成る」(詩の教育で学問が始まり、礼の教育で一人前になり、音楽の教育で人格が完成される)といっているのは、音楽がもっとも重要で最上の文化であるということであろう。孔子の音楽の楽しみ方は、「子、人と歌って善しとすれば、必ずこれを反せしめ、而る後、之に和す」(孔子は人が歌うのを聞いてその歌が気に入ると、必ずそれをひとりで繰返し歌わせ、次に一緒になってこれを歌うのを常とした)ということである。聞いて楽しむだけではなく、一緒になって歌うのだ。ことばの違いをのり超えて、すべての人間の心に訴えかけるという点で音楽はすぐれているのみならず、一緒に歌うことによって、気持ちを通じさせることもできる。

自由で多様な文化発展を抑制するものが、文化発展の敵である。20世紀の大量消費社会は、文化共同体を破壊して、ヒトを文化的生産物の消費者として貶め囲い込もうとした時代であり、人類史の中でもっとも文化が危機にさらされた時代、つまり人間性が危機にあった時代といえるのではないか。

## 3. 「聞く」オートマトンが文化発展と進化の源泉

### 3.1 「話す」は鳥文法、「わかる」は犬の条件付け、「聞く」はヒト固有

以下ではなぜ文化が生まれるのか、文化の生まれる力の源泉はどこにあるのかについて試論を述べてみたい。

岡ノ谷がいうように、単語の組合せを入れ替える文法は鳥もヒトもともにもつ。遺伝子通信システムにおいて、ゲノムの転写後修飾やつなぎ換えが行なわれるのと同様

に、「話す」能力は本能的である。またマルティネもいうように、ヒトの概念は、パブロフの実験で、ベルの音を聞いてから肉を目にした犬が、聴覚刺激と視覚記憶を連合させるのと多分変わらない生存本能に基づいた現象だから、「わかる」のも本能だろう。

3つのオートマトンの中で、「聞く」だけがヒトの通信に固有である。離散的に発信された信号を連続的情報として受信することによってデジタル/アナログのエントロピー利得が生まれ、回線雑音による量子ゆらぎによって情報のエントロピーが増大しても、それを吸収して、自動的に受信ができるメカニズムである。

このメカニズムはまだよく理解されていない。遺伝子の通信が同じ仕組みをもつことは分子生物学者が指摘しているが、回線両端で熱力学的なエントロピーの利得が得られていることについては触れていない 19)。

一般の情報理論の教科書では、情報理論のエントロピー概念は熱力学の概念と違うという前提で説明がなされる。しかし、フォン・ノイマンがイリノイ大学で行なった講義(とくに第3講)やヒクソン・シンボジウムの講演によれば、彼は一貫して情報理論におけるエントロピーを量子熱力学的にとらえようとしていた。以下の説明は、シャノンではなく、フォン・ノイマンの考察を前提にする 20), 21), 22)。

### 3.2 情報の定義を試みる

情報の確立された定義はないが、送信機から受信機に送られる回線上の信号(たとえば 01 のビット列、AGCU の 4 つの核酸列であるメッセンジャーRNA、概念を文法で紡いだ音声言語)は情報であるという前提にもとづいて、筆者独自に情報概念の定義を試みる。

\* 情報とは、デジタル信号の一次元配列である。遺伝子型を伴わない表現型であるため、自由に複製できる。それ自体は存在を持たず何も生みださないが、情報を所定の回路で処理することによって現実の存在が生まれる。

電柱に残された犬のおしっこの匂いは自由にコピーできないし、その匂いから何かを生みだすわけではない。蜜蜂のダンスは、巣から花畑への相対的位置を示すものだから、その場を離れたら意味がない。これらは情報ではない。

ことばによって伝えられる文化は情報である。たとえば、武道の稽古や楽器の演奏に打ち込んで体系化したとき、それは伝達可能となる。もちろん技の習得には、それができる身体の修行が必要となる。

情報とは、料理におけるレシピ(調理法)のようなものだ。楽譜はアナログな二次元表記だが、一次元の時間軸上の演奏を便宜上二次元表記しているだけで、情報である。楽譜だけ見ても何も楽しめず、それを演奏する技量と楽器が求められる。

### 3.3 デジタル通信のエントロピーと誤り対策

デジタル通信では、信号列を文法的規則にしたがってつなぎ合わせて送るシリアル

送信によって情報が送られるため、信号ひとつひとつが重大な意味をもちうる。そのため通信誤りが1信号たりとも起きてはならないという厳しい信頼性要求がある。しかしながら回線が構築される空間には様々な雑音が存在するために、信号(情報)は雑音を拾って量子レベルのゆらぎによってデータ品質が劣化し、符号誤りが発生する。

したがって、回線雑音によるエントロピー増大への予防策と、符号誤りを検出し訂正する技術が必要となる。たとえば電気通信においては、0 を 0.00~0.05V, 1 を 4.95~5.00V として送信する一方で、受信側のデジタル判定回路では 0.00~2.00V を 0, 3.00~5.00V を 1 と判定する「ノイズ・マージン」を導入することによって回線上で起こりえるエントロピー増大を吸収しリセットする。また、誤り検出・訂正のために、送信データに対してブロック符号化や畳み込み符号化という誤り訂正符号化技術を施し、データに意味ある冗長性を付加して送信し、受信点で所定の演算を行なって「前方誤り訂正」(送信者に確認する必要なく、誤りを検出・訂正できる)を行なう。

遺伝子通信の場合は、64通りのコドンが20通りのアミノ酸に変換されるところにノイズ・マージンが存在し、性質の類似したアミノ酸のコドン配列が相互に似ていることによって誤りが起きても大過ないようになっている。(たとえば、アスパラギンは AAU, AAC, アスパラギン酸は GAU, GAC, グルタミンは CAG, CAA, グルタミン酸は GAG, GAA といった互によく似た塩基配列となっている)

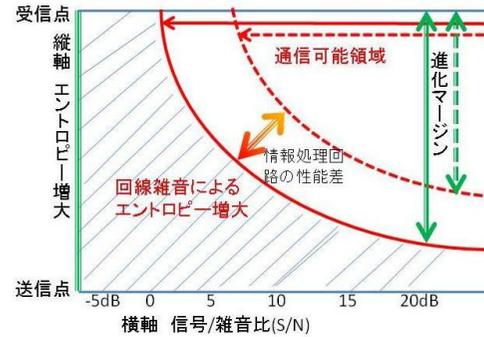
ことばの送信は離散的発声だが、それを受信する聴覚は他の哺乳類と同じ連続的なメカニズムによっているので、デジタル送信/アナログ受信による利得が生まれ、回線上で増大するエントロピーを吸収できる 23)24)。誤り検出・訂正は、オノマトペ語源によって、デジタルな表現型の符号語の音韻構造とアナログな遺伝子型の現実・現象との間に生まれる親和性に依存している。自然語源とは、表現型(phenotype)である言葉と、遺伝子型(genotype)である現実の存在や現象が、言語共同体の成員が共有する本能によって結びつけられているということである。

### 3.4 デジタル送信/アナログ受信のエントロピー利得が進化と文化を生みだす

フォン・ノイマンがオートマトンに興味を示した理由のひとつは、生物が完全な自己増殖を行い、時としてより複雑に進化する謎の解明にある。それは、論理学、通信理論、生理学という3つの分野の見方を総合する必要がある、「かなり重要な点に至るまで、熱力学の型と概念形成のあとをたどることになるだろう」と予言している。21)

筆者がその予言の図式化を試みた図4は、今日の携帯電話やブロードバンド通信の通信効率を示す図を参考にした。横軸が信号対雑音比(Signal to Noise Ratio)で、右に行くほど雑音(ストレス)が少なく、左に行くほど雑音の多い環境を意味する。斜線部分は回線上の雑音によるエントロピー増大を示しており、雑音の多い環境では受信データのエントロピーは多く増大する。送信点が音素・音節によるデジタル変調で、受信点が振幅値の包絡線情報としてアナログ復調を行なうために、送受信点間にエントロ

ピー要求値の差(利得)が生まれて、回線上でエントロピーが多少増大しても、一定範囲内であれば正しく受信できる通信可能領域が示されている。



(図4) エントロピー利得と進化マージン

デジタル送信・アナログ受信によるエントロピー利得のために、環境ストレスがあっても情報は伝達され、最低限の生命自己複製や文化伝承は可能である。そして環境条件が回復するとき、遺伝情報や文化情報の組み換えが起こり、進化や新たな文化が生まれえることを示す。

曲線の原点からの距離は、個人の雑音耐性の特性を示す。鍛錬や精神修養を行なえば曲線は原点に近づき、雑音レベルが同じでも、より大きなマージンを確保できる。

横軸方向は環境条件悪化にどこまで耐えうるかを示し、縦軸は進化マージンで、環境条件がよいときに、アミノ酸配列や概念を組み変えることで新たな進化や文化を生み出す余力・余裕を示す。これまで地球上で何度か壊滅的な環境危機が起きた後、生物が新たな進化を遂げたのは、環境ストレスが進化を生み出すバネになったのだろう。

#### 4. おわりに：

筆者が人類と文明の起源を求めて南アフリカの遺跡を訪問したのは、地球環境問題ということば(表現型)が指し示す現実(遺伝子型)の深刻さに気づいて恐れおののき、人類のどこがどう間違っていたのかを知りたいと思ったからだった。

現生人類の特徴が言語にあるとわかったとき、言語のメカニズムが誤りを生む構造的欠陥をもつのかと心配した。しかし言語というデジタル通信システムは、生命を生みだし進化させてきた遺伝子の通信システムと相似であり、言語は思いもよらないほどに複雑・巧妙なすばらしいシステムであることがわかった。

ことばに罪はなく、ヒトがそのすばらしさと複雑さにふさわしい使い方をまだ習得していないだけなのだ。ヒトは音声通信をデジタル化した動物にすぎないのに、他の動物や彼らの生息地の自然を略奪し破壊しつくして、地球環境問題は起きた。後戻り不能の危機は、これからますます深刻化して厳しい時代を迎えることになる。

これまでの過ちを認めて反省し、心を入れ替え、一動物として自然との調和を求め

て生きていけばよい。ことばを過去の間違った知識から解放して、現在の状況と直面して新たな関係を結ぶとき、新しい文化が生まれる。無心になって、今、目の前にあるものを凝視せよ。

音楽は、神や宇宙の秩序に人間の心を近づける。演奏の技を磨くことは自らを耕す行為であり、自分の成長を確かめられる。アカペラのゴスペルで黒人達が示すように、楽器がなくても美しい音楽を作りだせる。聴くことを受動性は、人間を謙虚にする。

ことばと文化の善なる性質に気づき、人間が新たな文化発展の道を求めるならば、危機の時代も乗りこえられるだろう。

#### 参考文献

- 1) 得丸 ゴンドワナランドの分裂と人類の誕生, 写真測量とリモセン, Vol. 48-1:41-44, 2009
- 2) 岡ノ谷一夫著「言葉はなぜ生まれたのか」文芸春秋,2010
- 3) シャノン, C.E. 「通信の数学的理論」植松友彦訳, ちくま学芸文庫, 2009
- 4) レヴィ=ストロース, C. アメーバの譬え話, 出口顕訳, みすず, 2005年7月
- 5) 得丸「話す」・「聞く」・「わかる」:ことばの3つのオートマトン, 写測とリモセン Vol. 49-4:274-277
- 6) Lieberman, P. & McCarthy R.(2007) Tracking the Evolution of Human Language and Speech - Comparing Vocal Tracts to Identify Speech Capabilities Expedition49-2
- 7) 得丸 信学技報 LOIS2010-8, IT2010-23, TL2010-24, DE2010-14
- 8) パプロフ I.P. 大脳半球の働きについて 条件反射学, 川村浩訳, 岩波文庫 1975 第8講
- 9) 鈴木孝夫「私の言語学」大修館 1987 pp42-3
- 10) マルティネ, A. 「共時言語学」第1章 ことばと二重分節 白水社 2003
- 11) マルティネ, A. 編「言語学事典」第23項ことば, 大修館 1972
- 12) Pepper W.J., Braude S.H., Lacey E.A., Sherman P.W. "Vocalization of the Naked Mole-Rat" in Alexander RD et al (1991) The Biology of the Naked Mole-Rat, Princeton Univ.
- 13) Cavalli-Sforza, L.L. (1996) 「文化インフォーマティクス」産業図書 2001
- 14) マレーズ, E. 「白蟻談義」原名 白蟻の心; 永野為武, 谷田専治訳 日新書院 1941.2
- 15) ポルトマン, A 「人間はどこまで動物か」高木正孝訳 岩波新書, 1961
- 16) Martin, R.D. Primate origins and evolution: a phylogenetic reconstruction Princeton Univ. Press. 1990, pp425-6
- 17) ミズン, S. 「歌うネアンデルタール人音楽と言語から見るヒトの進化」早川書房 2006
- 18) メリアム, A 「音楽人類学」音楽之友社 1980 とくに第二部 概念と行動
- 19) Noll, H. Digital Origin of Human Language - A synthesis, BioEssays, 25:489-500 2003
- 20) フォン・ノイマン, J. 人工頭脳と自己増殖, 世界の名著 66 現代の科学 II 中央公論社 1970
- 21) フォン・ノイマン, J. 「自己増殖オートマトンの理論」1975 岩波書店
- 22) von Neumann, J. Papers of John von Neumann on computing and computer theory / edited by William Aspray and Arthur Burks MIT Press, 1987
- 23) Phillips, D.P. (2000) Introduction to the Central Auditory Nervous System, in A.F.Jahn and J.R. Santos-Sacchi (Eds), "Physiology of the Ear", 2nd Ed. San Diego, CA: Singular, pp613-638
- 24) 得丸 情処学会研究会 SLP-81-11