デジタル・ネットワーク・オートマトンという思考枠組みとその有効性について ― 経験できないレベルの複雑性を解明するために

得丸 公明 (衛星システムエンジニア)

2011.6.22 Latent Dynamics 2

本日の発表

1　問題意識：ヒト言語は哺乳類の音声通信がデジタル化したものではないか

2　一般通信モデルはデジタルを説明しない

3　デジタル通信の情報源符号化と通信路符号化を図示するため，デジタル・ネットワーク・オートマタ(DNA)モデルをつくった

デジタルの定義がない

- シャノンは，書き言葉が離散的情報源，話し言葉が連続的情報源という.
- 書き言葉はすぐに消えないから，ビットに変換しやすいだけ．草書体や崩し字は読めない
- 話し言葉は音素・音節という離散信号で表現.崩し音素や崩し音節は「訛り」で余所者の印.離散信号抜きに会話は成り立たない.
- 話し言葉がデジタルではないか.
- だが，どこにもデジタルの定義がない.

デジタルとは情報の自動ネットワーク

1 相互に離散的特性をもち，有限個の信号(デジタル信号)を使用: bit, 4つのRNA, 音節

2 信号を順列に組合せると無限に単語を作れる

3 単語(記憶と結びつく概念)を文法語(規則)によって二重分節化して複雑な情報を一次元配列して伝達

4 離散的な変調を加えて送信，受信回路はアナログ波形をもとに離散値を新たに産生

5 受信者の意識(論理)が自動で即座に意味を復元

6 1信号の誤りも許されないので誤り対策を行なう

情報の定義を試みる

1 物理量でなく，論理を表現するデジタル信号によって表現　(意味から独立した「空の記号」)

2 一次元状に二重分節化されて配列され複雑な内容を伝える (複雑さを伝達する手段)

3 デジタル信号は短命であり，情報源復号化回路によってリアルタイム処理される
(音声は0.5秒以内に百万分の1以下の強度になる)

4 一次元情報が，受信側で三次元化する
(情報が行動を生み出す)

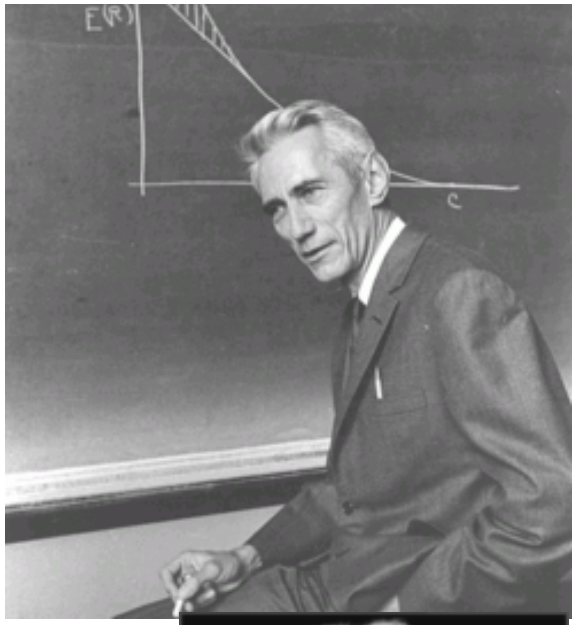
言葉は情報である

- 書の言葉を正しく読取れば，書いた人の体験・思考・問題意識のすべてを仮想的に自らの記憶として受け継ぐことができる.
- 読書術： 信じすぎてもいけない，疑ってかかってもいけない．無心に書の道理と向かい合う.
- 同じ人間だからきっと著者の理解に到達できると信じて何度も繰り返し読む，筆写する，翻訳する，時間をおいて(体を動かして，他の本を読んで思考したあと)再び読むと，だんだんと客観視できてくる

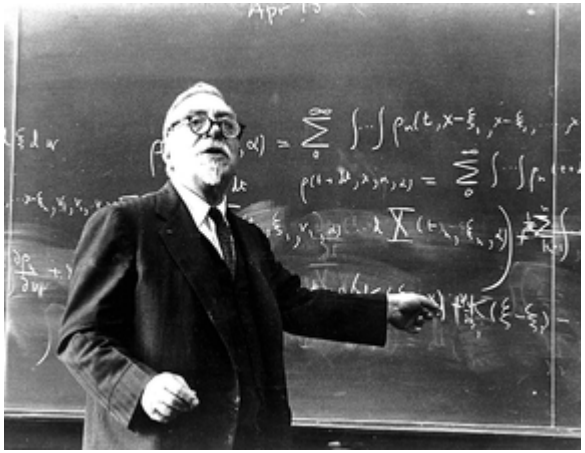
吉田松陰の読書術

- 『詩を説く者は，文を以て辞を害せず，辞を以て志を害せず，意を以て志を逆(ムカ)ふ．是，之を得るなり．』孟子・万章上篇第4章
- 凡(オヨ)そ読書の法は，吾が心を虚(ムナシ)くし，胸中に一種の意見を構へず，吾が心を書の中に推し入れて，書の道理如何と見，その意を迎へ来(キタ)るべし．(略)
- 余謂(オモ)ふに，有力の人，書を解し，附会牽強に渉る者多し．皆志を逆(ムカ)へざるの過ちなり．然れども無識の人，書を信ずるに過ぎ，或ひは辞に泥着し，活眼を開き活読すること能はず，更に一癖を生ずる者あり．此の処の味，自得にあり，言伝し難し．大抵「忘るること勿れ，助けて長ぜしむること勿れ」の工夫を以て悟るべし．―　吉田松陰『講孟箚記』

クロード・シャノン

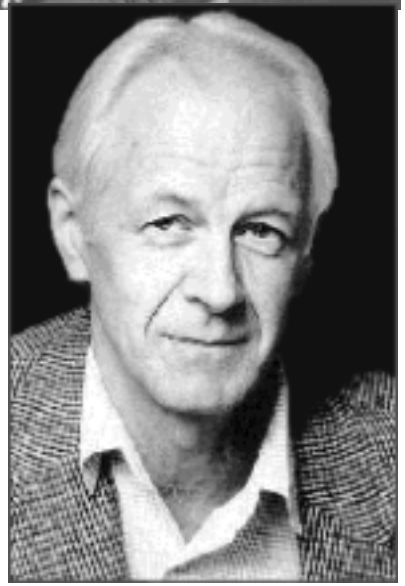


ノーバート・ウィーナー



ジョン・フォン・ノイマン

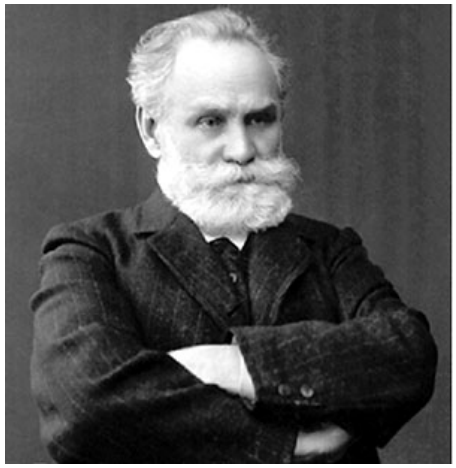
数学者と生物学者の言葉を読み解く



アラン・ウィルソン
アフリカ単一起源説

ニールス・イエルネ
免疫のネットワーク説

アドルフ・ポルトマン
ヒトの二次的晩成性



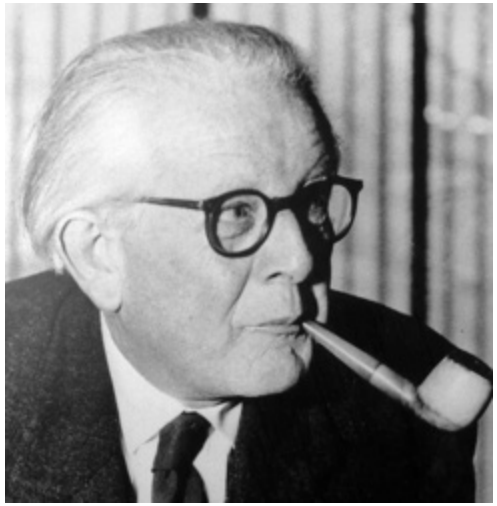
I.P. Pavlov

時実利彦

C. Levy=Strauss

R. Hamming

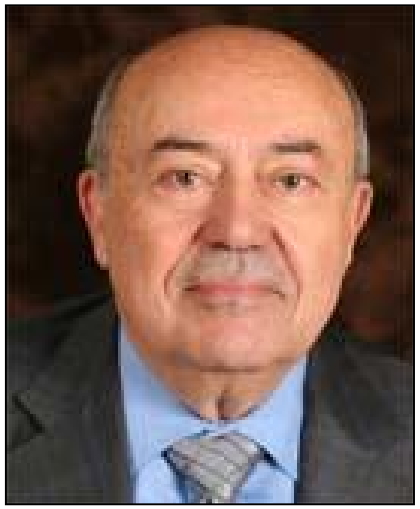
生理学者と心理学者・構造主義・啓蒙思想家・符号理論家



Jean Piaget

Lev Vygotsky

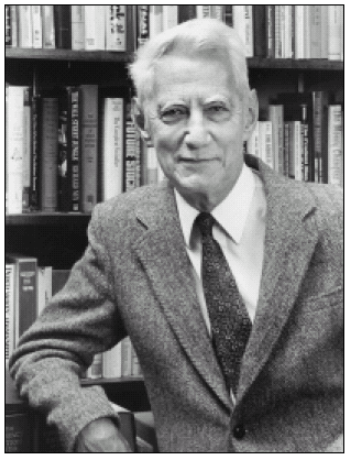
E.B. de Condillac

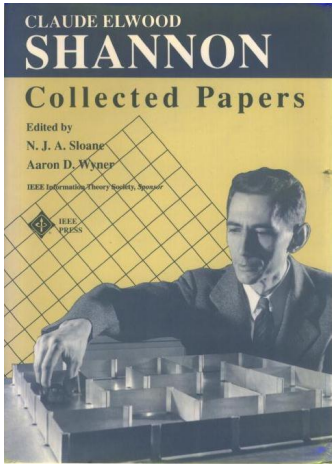


A. Vitervi

クロード・シャノンの通信モデル

Claude E. Shannon (1916-2001)





1938年の修士論文A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuitsで、リレースイッチ回路は、ブール演算を使ってあらゆることを表現できることを証明した。(中嶋章の剽窃?)

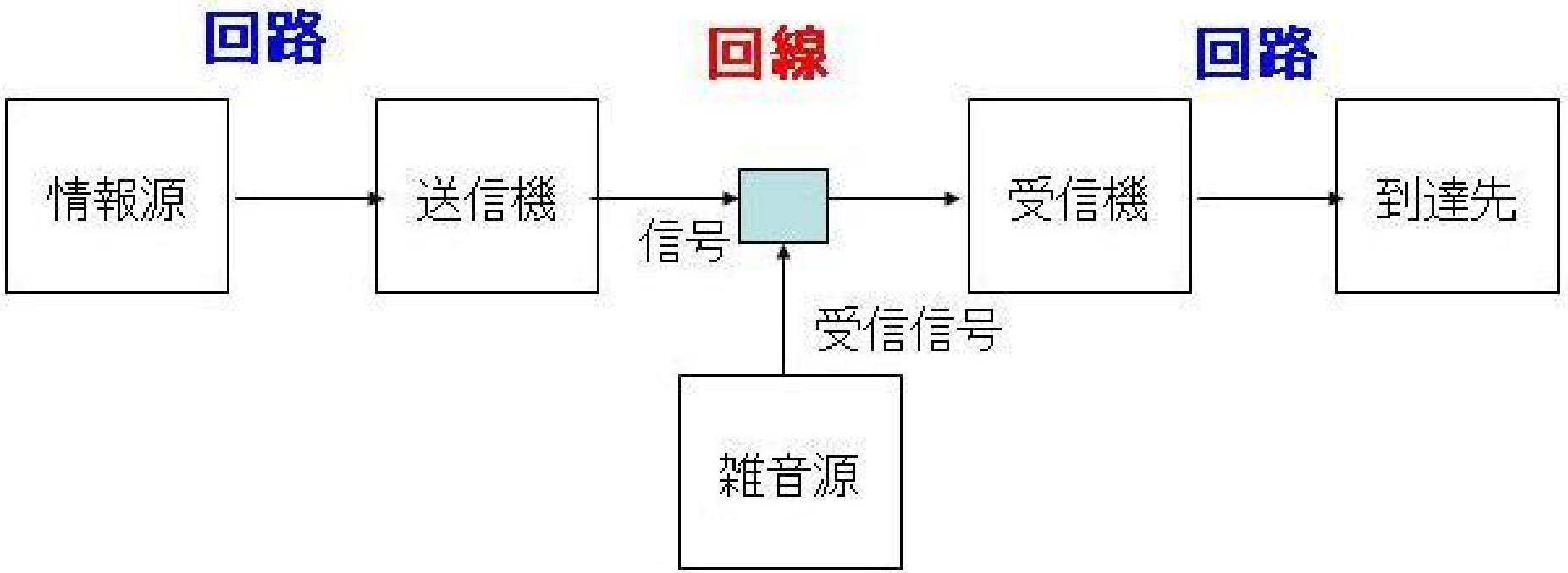
1948年の「通信の数学的理論」は情報理論の古典。しかし、シャノンはデジタルとアナログを分けて論じていない。また、「書き言葉は離散的で、話し言葉が連続的」と論じた。

通信効率を規定する「シャノン限界」(シャノン曲線)にどのようにして出会ったかについては、死ぬまで説明しなかった？

1950年代以降、学術研究はやめた模様。著書も論文もほとんどない。

しかし、**一般的通信モデルの枠組み**は使える。

一般的通信モデル



これはアナログ・デジタル共通の通信過程
⇒　符号化過程は説明できない

Shannon:「通信の数学的理論」より

3つの符号化･復号化

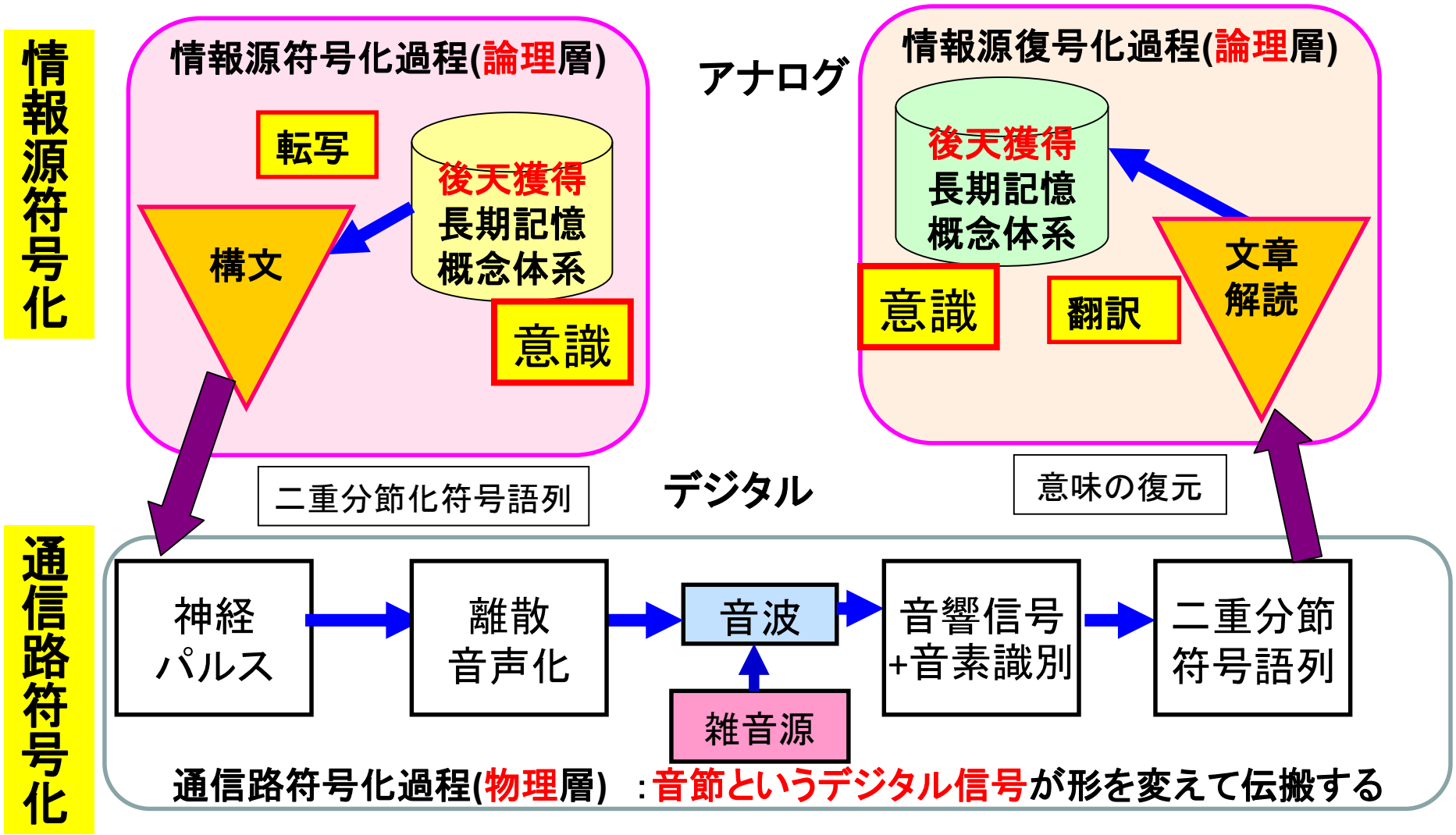
1　情報源符号化：アナログなものをデジタル値で表現するための符号化

2　通信路符号化：回線上の雑音によって，1信号の誤りも発生しないようにするため，信号列に冗長性をもたせるなどする．(誤り訂正符号化理論こそ20世紀に人類が生み出した技術の中でもっとも意義深いものであったと後世の人々はいうであろう)

3　伝送路符号化:搬送波にデジタル信号を変調する　(小川英一「マルチメディア時代の情報理論」)

言語も通信路と情報源の2過程

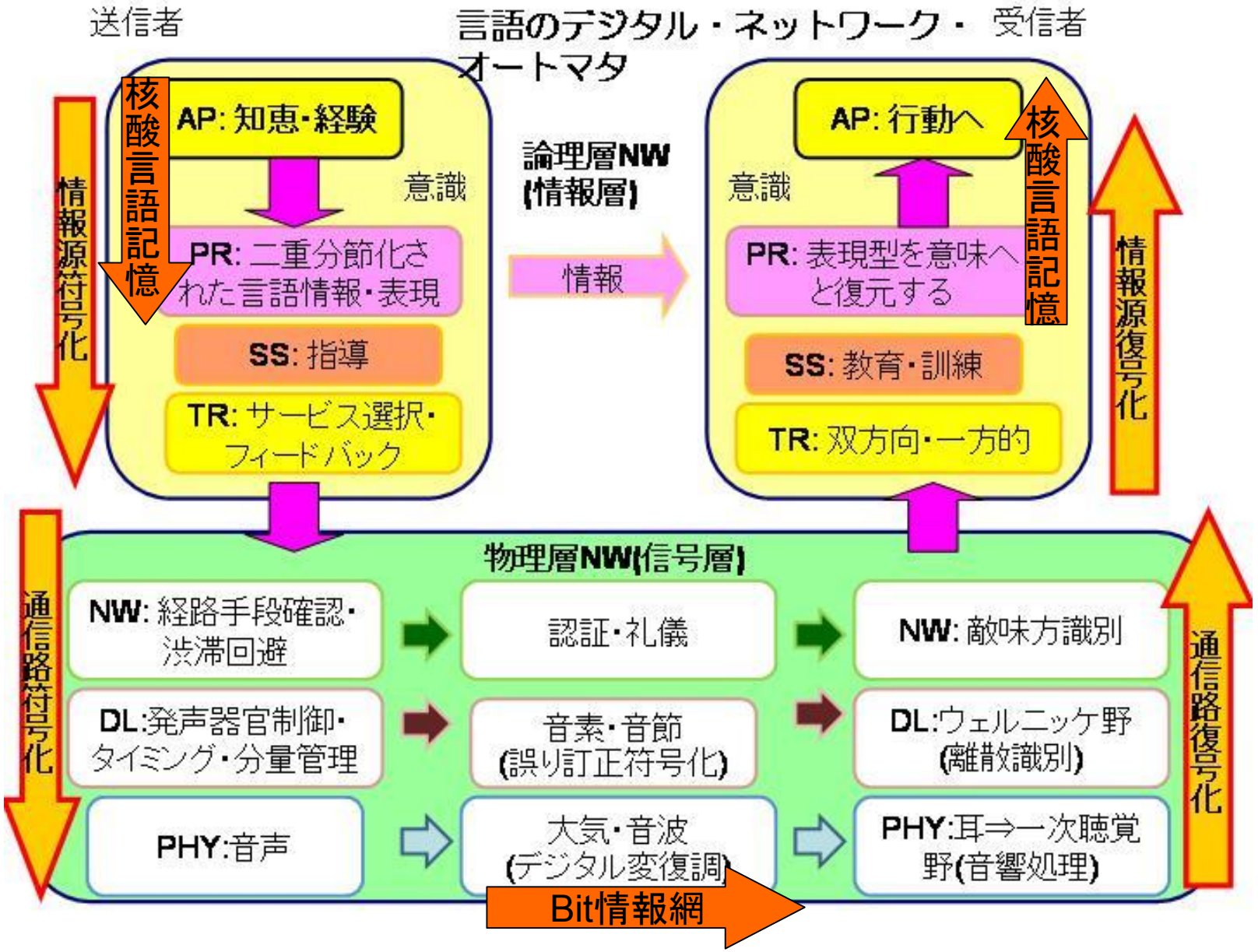
ヒトにとっては音節が情報伝送の基本単位



文法は1音節の誤りない伝送が可能なために実現するプロトコルスイッチではないか

OSI参照モデルに準拠して言語システムを図示

デジタル言語通信モデル



音声や文字は言語情報も音韻情報も一緒に送るプロトコル・スタックである

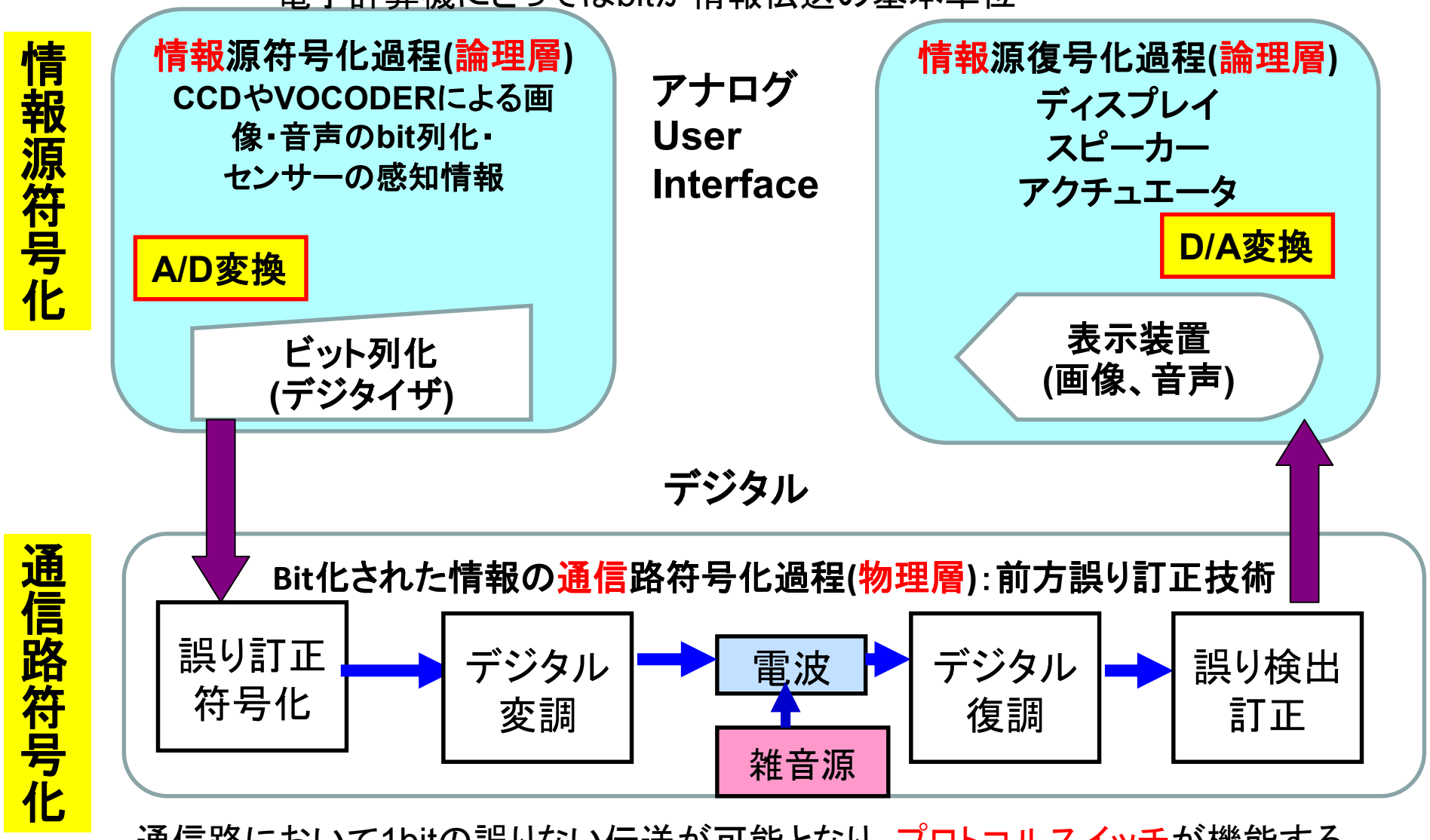
	スタック1	スタック2	スタック3	スタック4
AP		情報と意味の変換(情	報源符号化・復号化	
PR	ふるさと訛り	標準語	家族の会話	校訂済の文献
SS	対話式	一方的	一方的	一方的
TR	直接面談	伝言	手紙	書籍
NW2	気の置けない	ビジネスライク	本心・思いやり	弟子の著述
NW1	幼なじみ	取引先	家族	古代中国の思想家
D/L	母語音素発音・聞き取り能力		母語読み書き能力	読解力
PHY	音声発声 聴覚能力		視力・音声言語機能	

情報ビットと言葉の関係は?

- 情報処理は，コンピュータの扱うビット(binary digit)情報だけを考えてきた
- ヒトは言葉で情報を伝達する
- (ビットでなく音節という多元デジタル信号が使われている)
- ビットと言葉の関係が明確になっていない

Computer Networkにおけるbit情報伝送

電子計算機にとってはbitが情報伝送の基本単位



通信路において1bitの誤りない伝送が可能となり、プロトコルスイッチが機能する

Bit情報の通信路符号化

- 離散した電圧(0/5V, 0/1V, ±0.85V)で表現
- 2元だから冗長性がないので，誤り訂正符号化技術によって送信前に意味ある冗長ビットを計算して付加して送る (ブロック符号，畳み込み符号)
- 受信側では電圧の閾値で0/1を判定して産生
- 受信したビット列に誤りがないことを計算して確認，もしあれば訂正する
- デジタル通信においては，符号誤りをゼロにできるので，マルコフモデルは不要となる

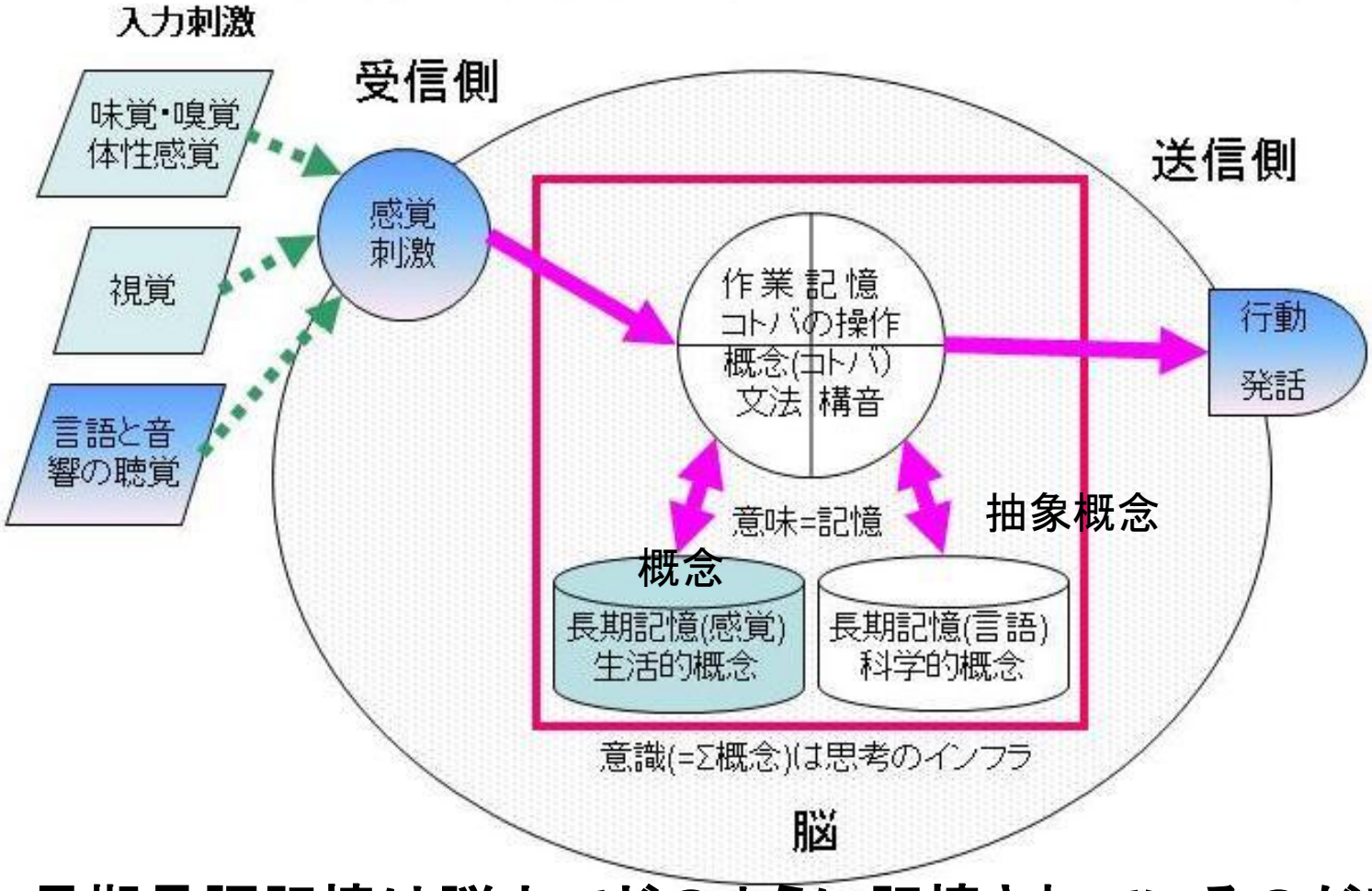
Bit 情報と言語情報の接点

1 手紙・電話と同様，コンピュータ・ネットワークは，ヒト言語情報システムの新たな物理層

2 時空間を越えた先人の知恵(言葉=情報)にアクセスできる．とくに図書館OPACや書籍・古書情報は便利．

3 Bit情報として誤り訂正は行なわれるが，言語情報としての誤り訂正や認証は行なってないし，韻律情報も付随しないので注意が必要

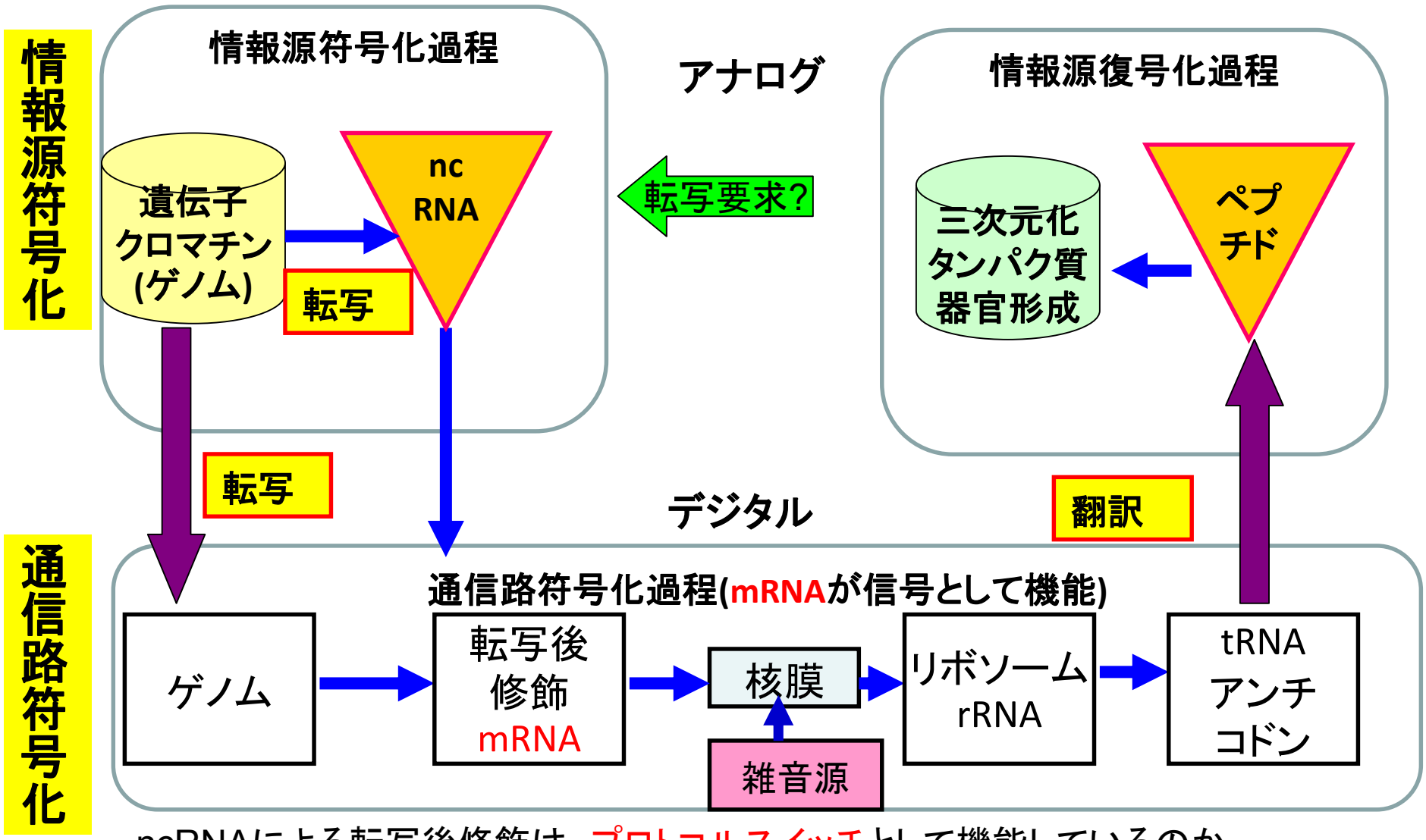
ヒトの通信・思考のトランシーバー・モデル



長期言語記憶は脳内でどのように記憶されているのだろうか

遺伝子情報システムはオートマトン

4元のmRNAが情報伝送の基本単位



ncRNAによる転写後修飾は、プロトコルスイッチとして機能しているのか

核酸システムの通信路符号化

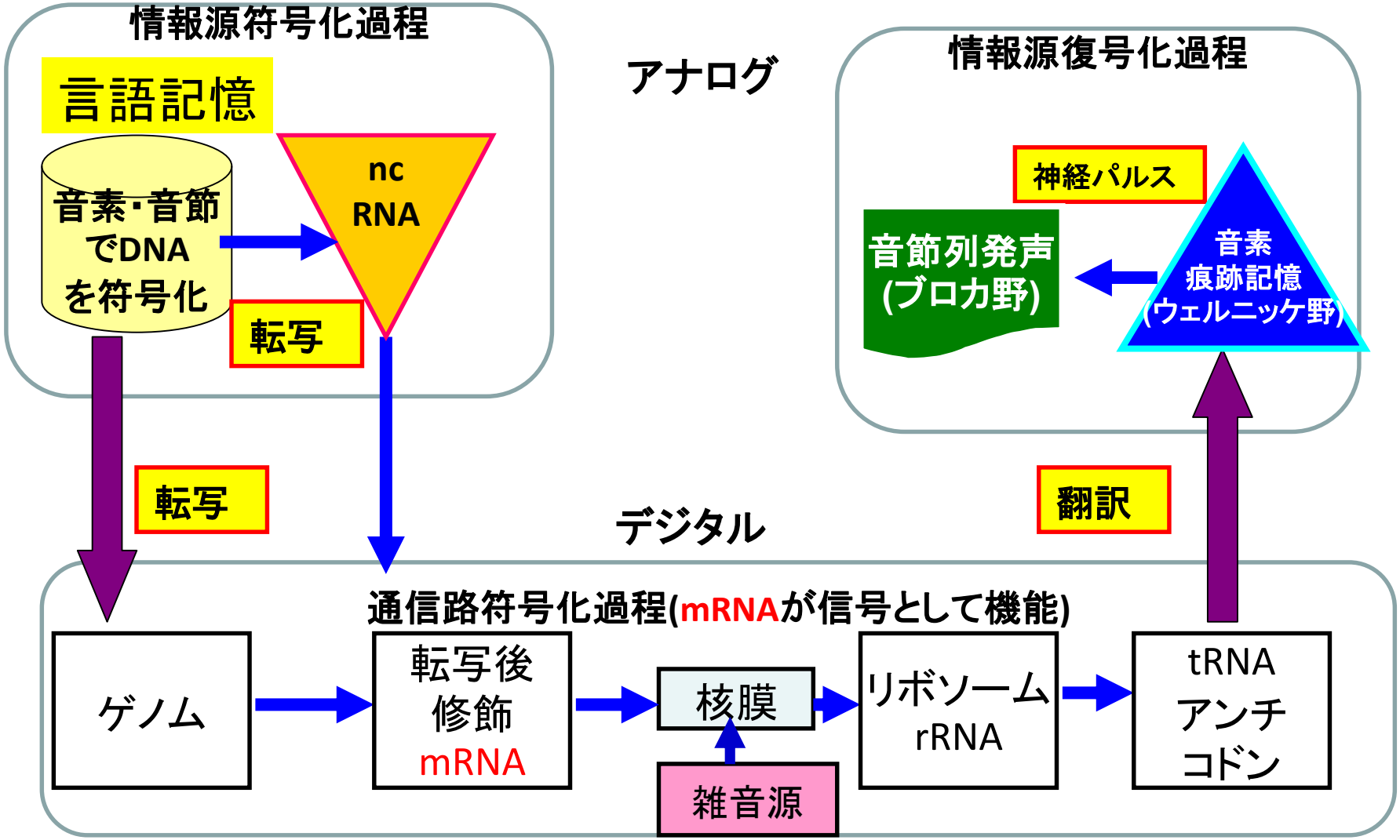
- 相互に離散的な生化学特性を示す
- (水素結合の本数が2か3かと，結合する塩基がプリン基かピリミジン基か)
- 64種類(4x4x4)のコドンの20種類のアミノ酸への割り振り方= 縮重
- アンチコドン構造をもつ転移RNAが翻訳
- (受信側で新たにデジタル信号を産生するメカニズムはデジタル通信に共通)
- 翻訳で誤っても似た性質のアミノ酸になる

核酸情報と言語情報の接点

- 長期言語記憶は，神経細胞・膠細胞内部の核酸配列(DNAの二重螺旋)の可能性は?
- ウェルニッケ野の母語音素痕跡記憶によって音声を符号化して記憶し，復元している?
- DNA二重螺旋構造の核酸配列として記憶されて，転写によって復元される?
- それ以外に言語記憶を復元するメカニズムとして何が考えられるか?

言語記憶の分子生物学：DNA符号化仮説

子どものころに覚えた詩はどうやって思い出されるのか



記憶や遺伝子や免疫をデジタル・モデルを使って考えると?

- エピジェネティックや免疫のネットワーク理論について，何か見えてこないか

写真：マトリョーシカ工房