

ペンローズの量子脳理論

2022/4/23

ユビキタス発電研究会

代表 浦野 良一

進む、 “知能技 術”

2050年、ムーショット計画では、

- AI(人工知能)
- 自律型ロボット
- パワー・スーツ
- 仮想現実世界である「メタバース」
- さらに、「量子コンピューター」

の高度な開発が期待されています。

それでは、基本に戻り押さえておくべき我々の

「知能、心、意識」とは何でしょうか？

人のコア“心”の根源 「意識」とは？

意識とは何でしょうか？物理的に見た意識とは何か。

[宇宙の“核”を巡る探求（イノベーションによるテクノロジーの発達が見込める）]

20世紀：アメリカ

- 物質の核
 - ⇒ 原子核⇒核エネルギーを開放

20世紀：アメリカ

- 生命の核
 - ⇒ DNA⇒遺伝子工学⇒再生医療、クローン

20世紀ー21世紀：アメリカ

- 心の核
 - ⇒ 脳、意識？⇒脳とインターネットの融合？

「人間の“自由意志の問題”、 人間は 「生化学的アルゴリズム」 ？」

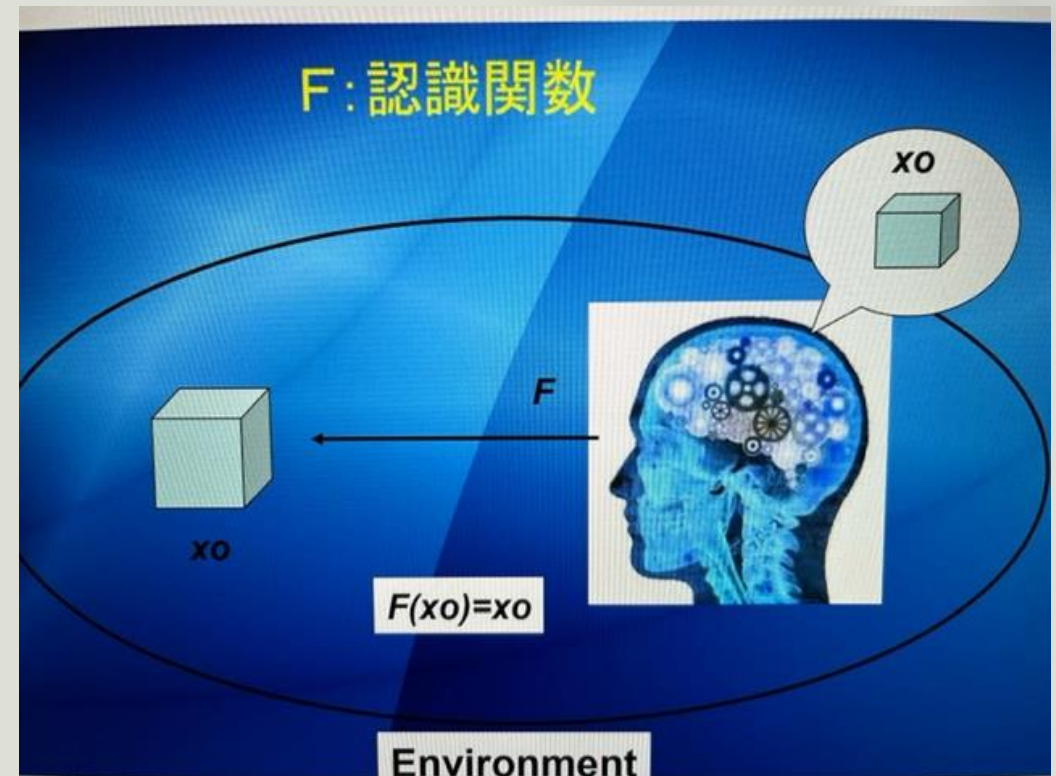
- イスラエルの歴史学者「ユヴァル・ノア・ハラリ」
- は 人間 は“自由意志”で行動するのではなく、（受動意識仮説にもみられる。意見）
- 「生化学的アルゴリズム」 であるかもしれない。
- データ はこのアルゴリズムの血液である。
- データ至上主義になることの恐れがある。と危惧を発している。
- GAFAMは個人データをネット上から集めているのが現状。

「意識とは」 ⇒ 意識の数理理論

意識の定義

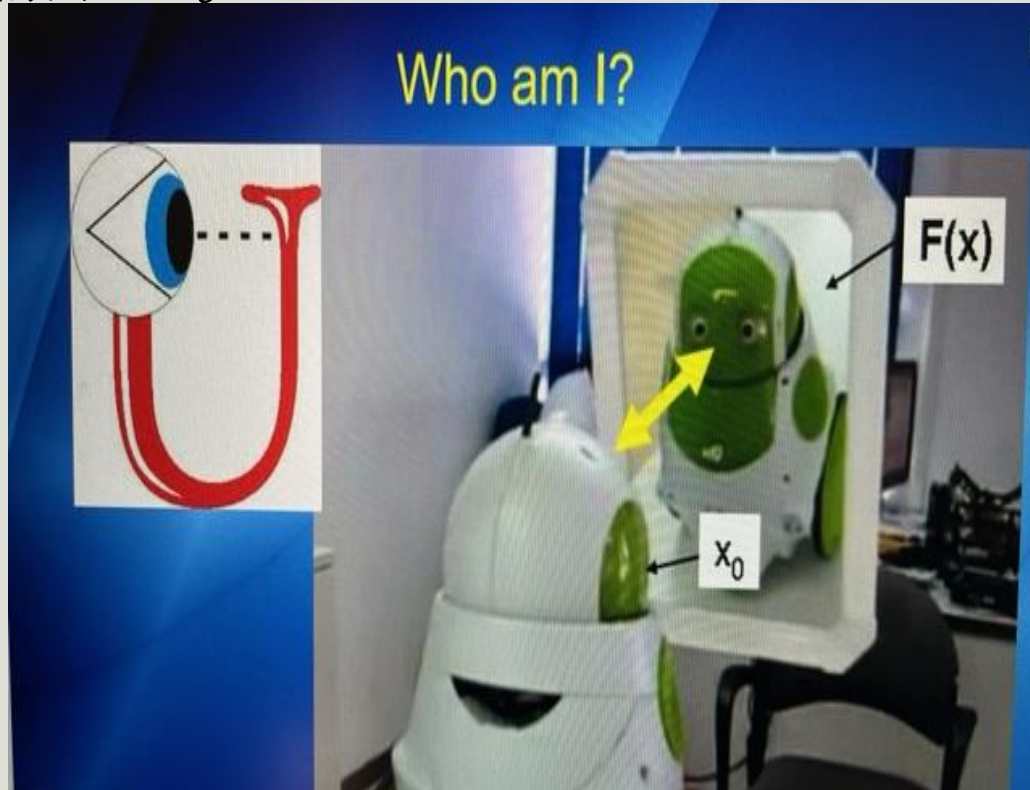


認識関数 ⇒ “F”

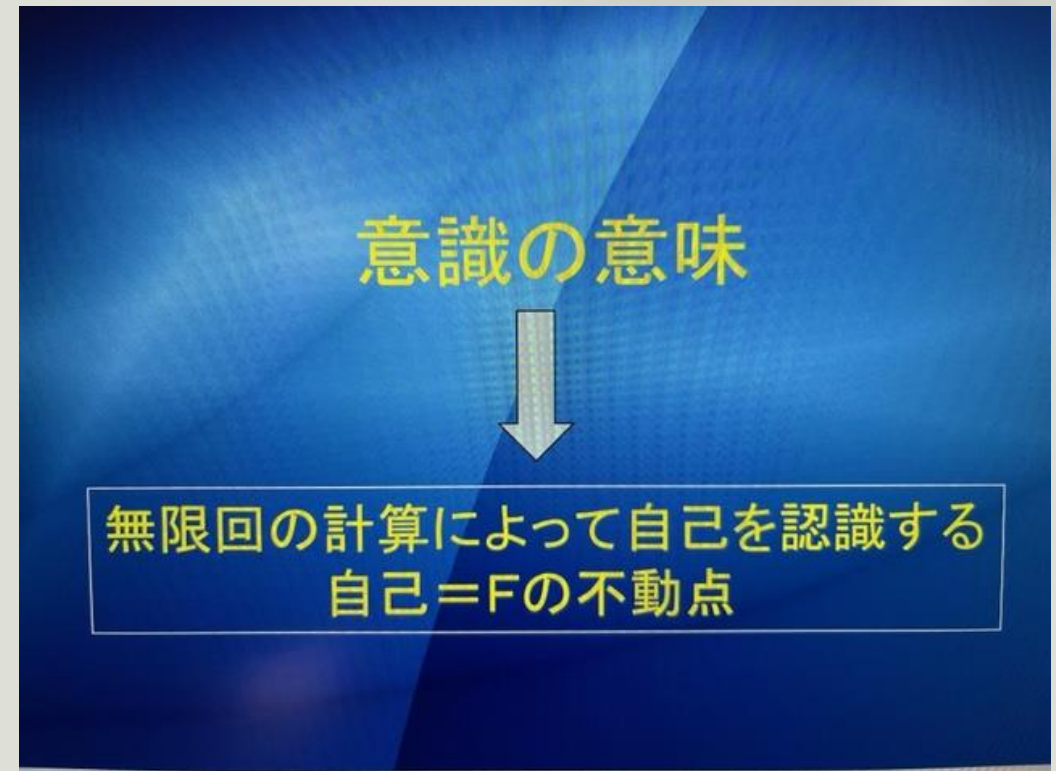


意識の数理理論

鏡に映る自己 \Rightarrow 鏡に映る顔を自己と認識する。



意識の意味



このように考える考え方もあります。

「意識」

[意識]は

・自己認識作用

鏡による我の認識がよく表している。

・現在の自分の状況認識

・経験認識

ニューロン
ネットワーク
システム (人間
意識の元)

- 図3



意識の根源 はニューロ ンの電気化 学的活動 か？

意識はニューロンよりも微細な身体器官により生じるのでは？

意識はニューロン間の電氣的インパルスと言う、「電気化学的活動」よりもさらに根源的な物理法則により作られているのではないか？

2020年ノーベル物理学賞(ブラック・ホールの研究) 受賞者である英国の数理論物理学者“ペンローズ” が考える 「量子脳理論」 (1989年著書「皇帝の新しい心」で発表。)

1. 計算不可能性：人間の意識や理解は単なるアルゴリズム(コンピューター、AIの基本) で再現できない。“クオリア：主観的意識(感覚質)「感覚的な意識や経験で、経験の質」”の問題等。
2. マイクロチューブル：細胞内に見いだされる直径25nmの管状でたんぱく質からなる細胞骨格の一種、微小管とも言われる。
3. ゲーデルの不完全性定理：「数学基礎理論の重要な定理」；有限の立場(形式主義；命題を少数の記号で表し、証明において使われる推論を純粹に記号の操作と捉える考え方。) では、自然数論の「無・矛盾性」の証明が成立しないことを示す。
4. 量子重力理論 (量子論と相対性理論を統一した理論)

より発案

波動関数が自己収縮するOR (Objectiv Reduction)が脳内のマイクロチューブル内で発生することを意識の起源とみる理論。

量子脳理論の提唱者(2名)



図4

ロジャー・ペンローズ(英国数理物理学者、
2020年ノーベル物理学賞受賞者)

スチュアート・ハメロフ(米国麻酔科医)

ニューロンとマイクロ・チューブル(ペンローズの量子脳理論)

• 図5

マイクロ・チューブル

⇒ ・全身の細胞に分布する微小管。
2種類のたんぱく質(ダイニン、キネシン)より構成

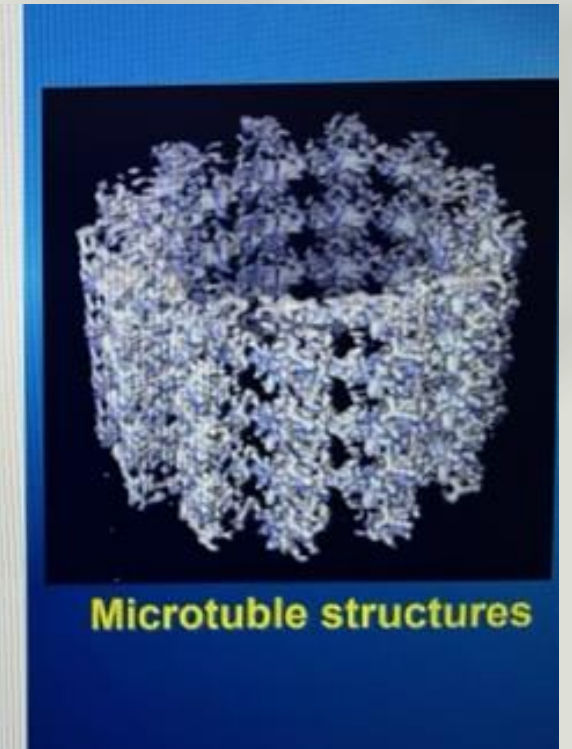
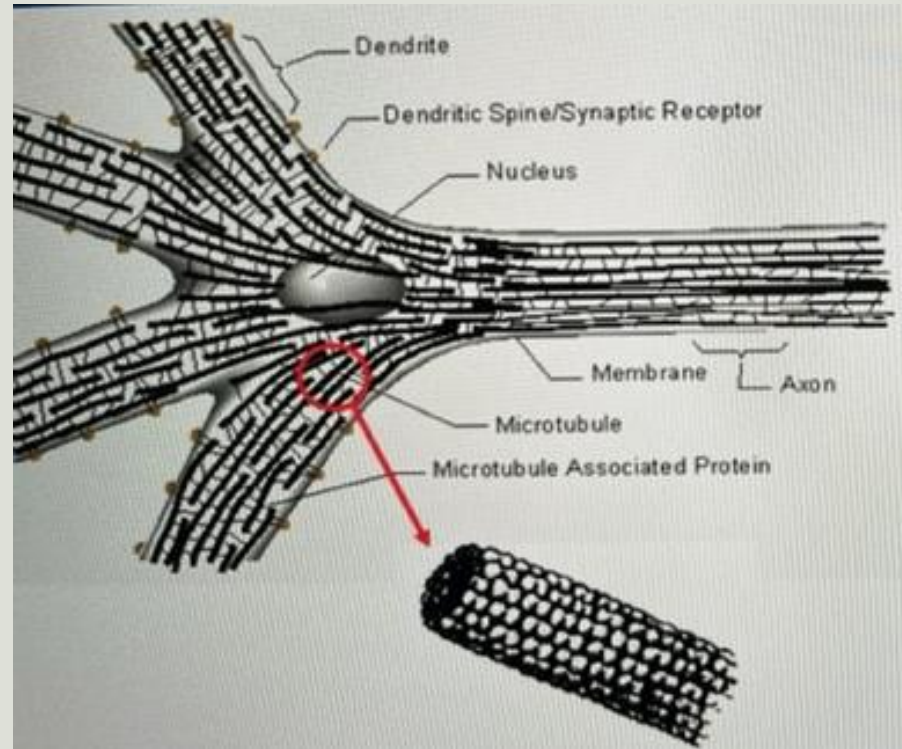
・脳はマイクロチューブルを利用した量子コンピューター。

・神経パルスが流れると

“ゆらぎ”が生じ、この“ゆらぎ”が
「意識」である。

[量子脳理論]

⇒ 意識は、マイクロ・チューブルにおける波動関数の収縮として起こる。

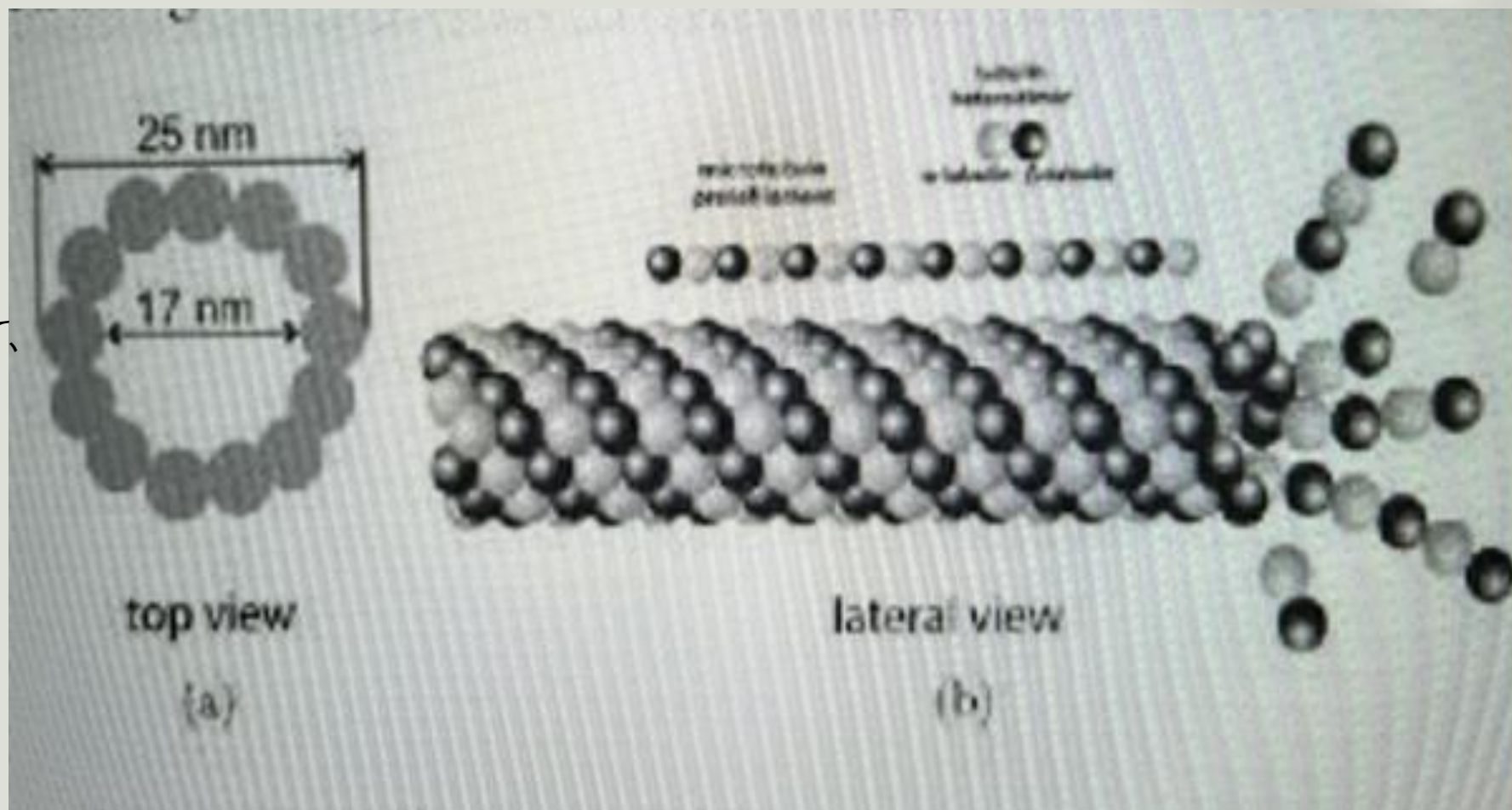


マイクロ・チューブルの構造

- ・直径25nm
- ・チューブルの中は水
- ・チューブルの中の水の振動⇒電磁波

伸縮運動をする。

この短、長を2進法のON、OFFに対応させて、デジタル量子コンピューターの働きをするのではと考察した。



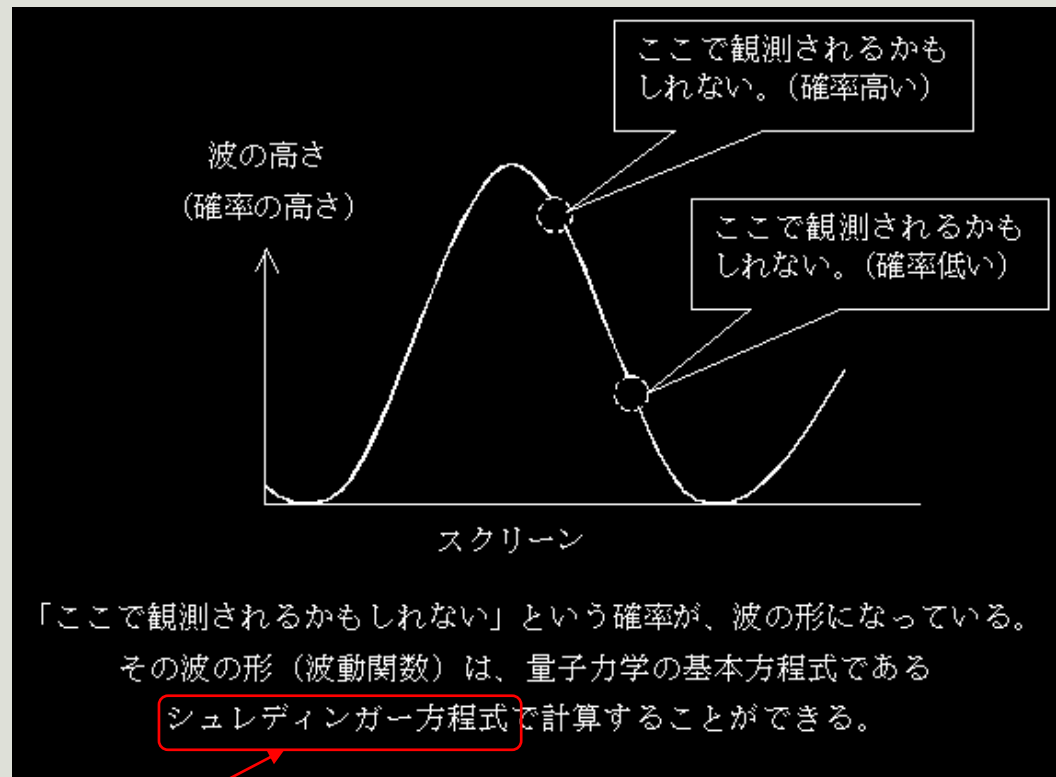
意識の発生

(発生過程：
自然法則に従って波動関数が収縮する過程で、意識が生み出される。)

1. コヒーレントな量子状態(異なる時空構造の重ね合わせ)が脳の中のマイクロチューブルの中で発達し、環境から隔離された状態に置かれる。⇒ 1 定時間保持される必要有。
2. このような量子的状态が重ねあわされたチューブリンの状態の間の “質量-エネルギーの分布の差”が 量子重力的なしきい値に達するまで維持される。
3. 結果として生ずる “波動関数の自己収縮(Objective Reduction)[OR]:重ね合わされていた時空構造のどれかに収縮”するが、時間的に不可逆なプロセスとして起こる。
4. これが、意識における心理的な「今」を決定する現象。⇒今の状態を意識する
5. このような「OR」が次々と起こることにより、時間の流れと意識の流れが作り出される。⇒経験を意識する。

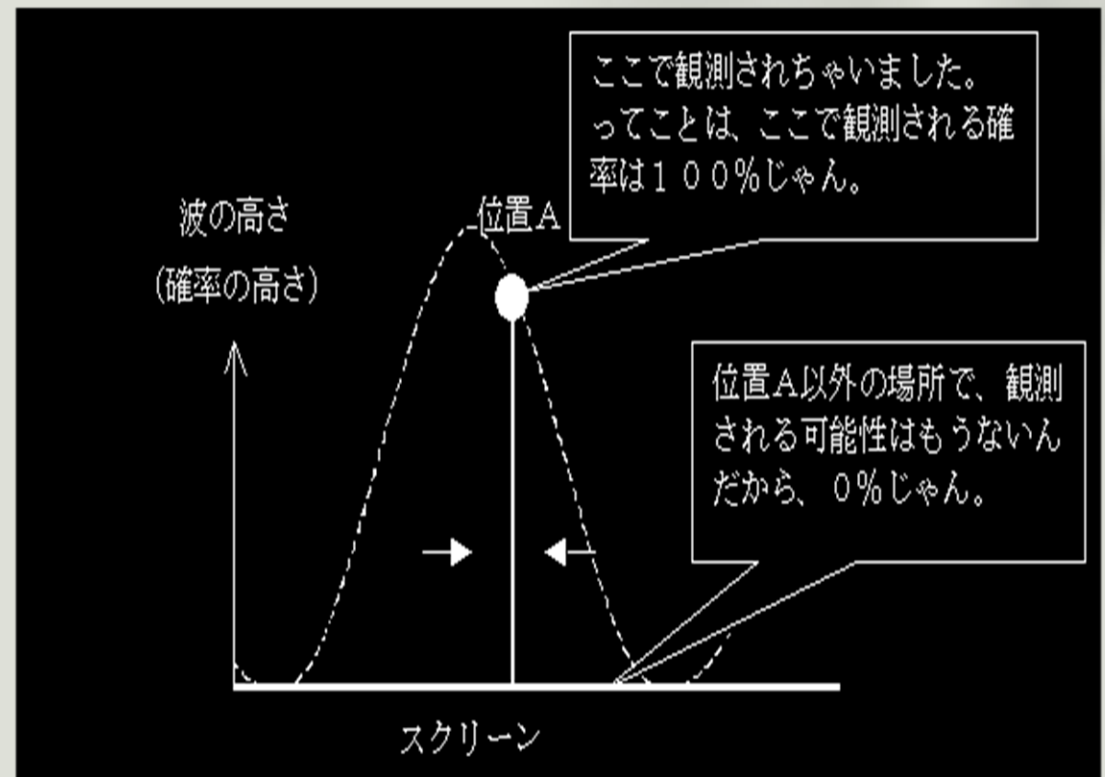
波動関数(「ここで観測されるかもしれないという確率」を波の形で表示したもの) の収縮
「量子力学」 ⇒ 観測の「確率」を予言する理論。

収縮前



“A”

収縮後



“B”

図7

波動関数 ⇒ 「シュレディンガー方程式」

(ここで観測されるかもしれない「確率の波の形」を表したものの)

シュレディンガー方程式

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi = H \psi$$

プサイ
 $\psi = A e^{i(kx - \omega t)}$
(波動関数)

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

ディラック定数

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + V$$

(**ハミルトニアン**:
粒子や場のシステムの
全エネルギー)

ここで、
存在確率 $\propto |\psi|^2$

シュレディンガー方程式の導出



「波動関数の形」

- 電子が右方向に移動
している図

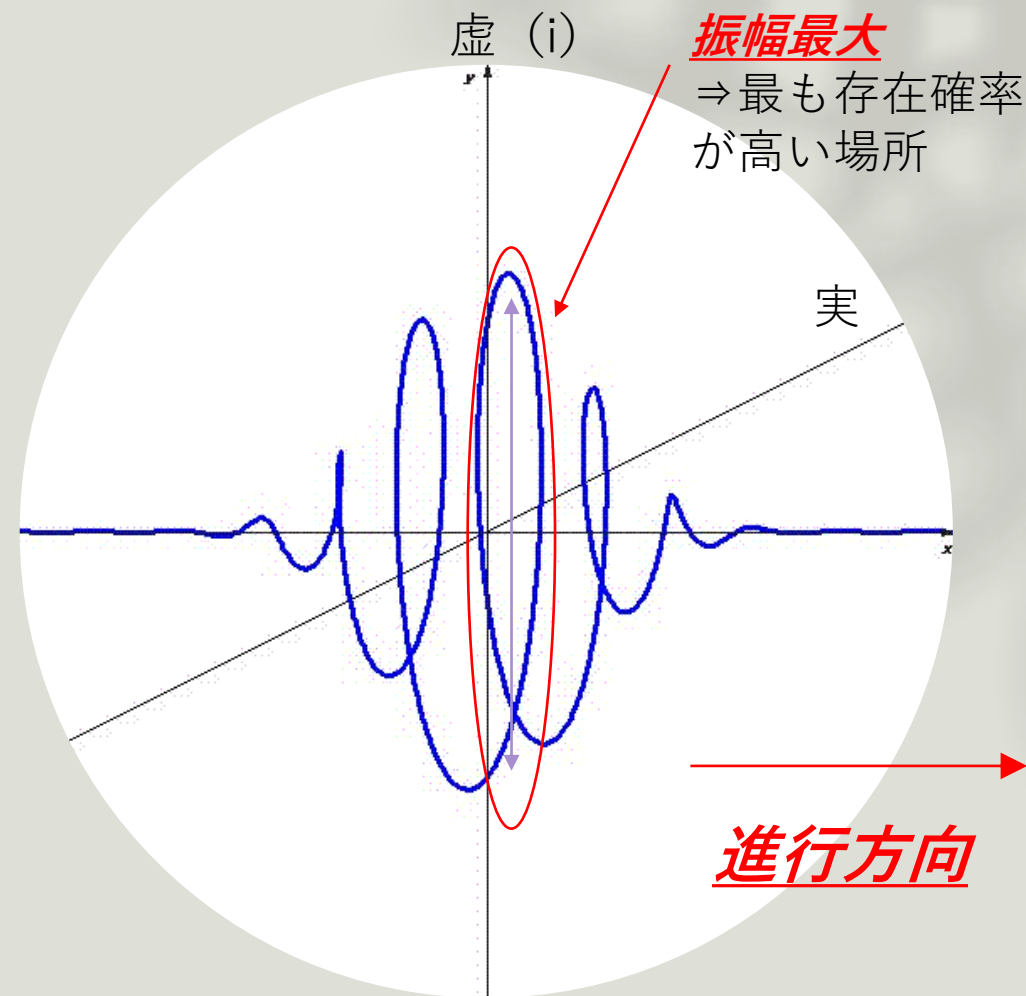


図9

※注意点

- 「量子脳理論」の意識の発生は意識により波動関数が収縮するのではなく、
- 波動関数が“自然法則に従い”、
- “収縮”することにより「意識」が生じる。

意識の特徴⇒

「非局所性のネットワーク」

- 「意識」
- 意識は非局所的な現象のネットワークにより成り立つ。
- 別々の場所で知覚する情報を結びつけて一つの理解にする。
- 例えば、「赤い円が右に動いた」を意識した場合、
 - 赤という“色”
 - 円という“形”
 - 右に動いたという、“動き”
- は別々の脳の場所で知覚され、それがネットワークにより結び付けられ、1つの理解になる。

※[非局所性]:この宇宙における現象が離れた場所にあっても相互に絡み合い、影響しあっている性質

波動関数が収縮して生まれる意識の意味

- 「波動関数の収縮」
 - 空間に広がっていた確率的存在が一か所に確定存在として現れる。
 - “多世界解釈”では無数に存在する中から、一つの現実を選択する。
- マイクロチューブル内で収縮生成された意識をペンローズは現在発見されている素粒子よりも小さな粒子だと構想し、人の死後脳内から宇宙空間に広がり、再度、人に戻る事もあると言っている。
- ペンローズは意識と重力はどちらも宇宙にミクロからマクロまで、一様に存在し、非局所性で有、波動関数を収縮させる働きがある存在としている。
- 量子重力理論では空間も時間も重力から生まれるとされる。
- 意識も重力から生まれると仮定している。

「ペンローズの三角形」 “非局所性の ネットワーク”

を表す。

(局所的な部分
(隣り合った部分)
に情報は無い。)

⇒ ・ **三つの頂点**は **局所的**
に見るとそれぞれ
つじつまが合っている
様に見える。

・ **全体**としてみるとこのような
三角形は **あり得ない**。

・ 「ペンローズの三角形」という

ユニークな属性は、非局所的にしか
存在していない。

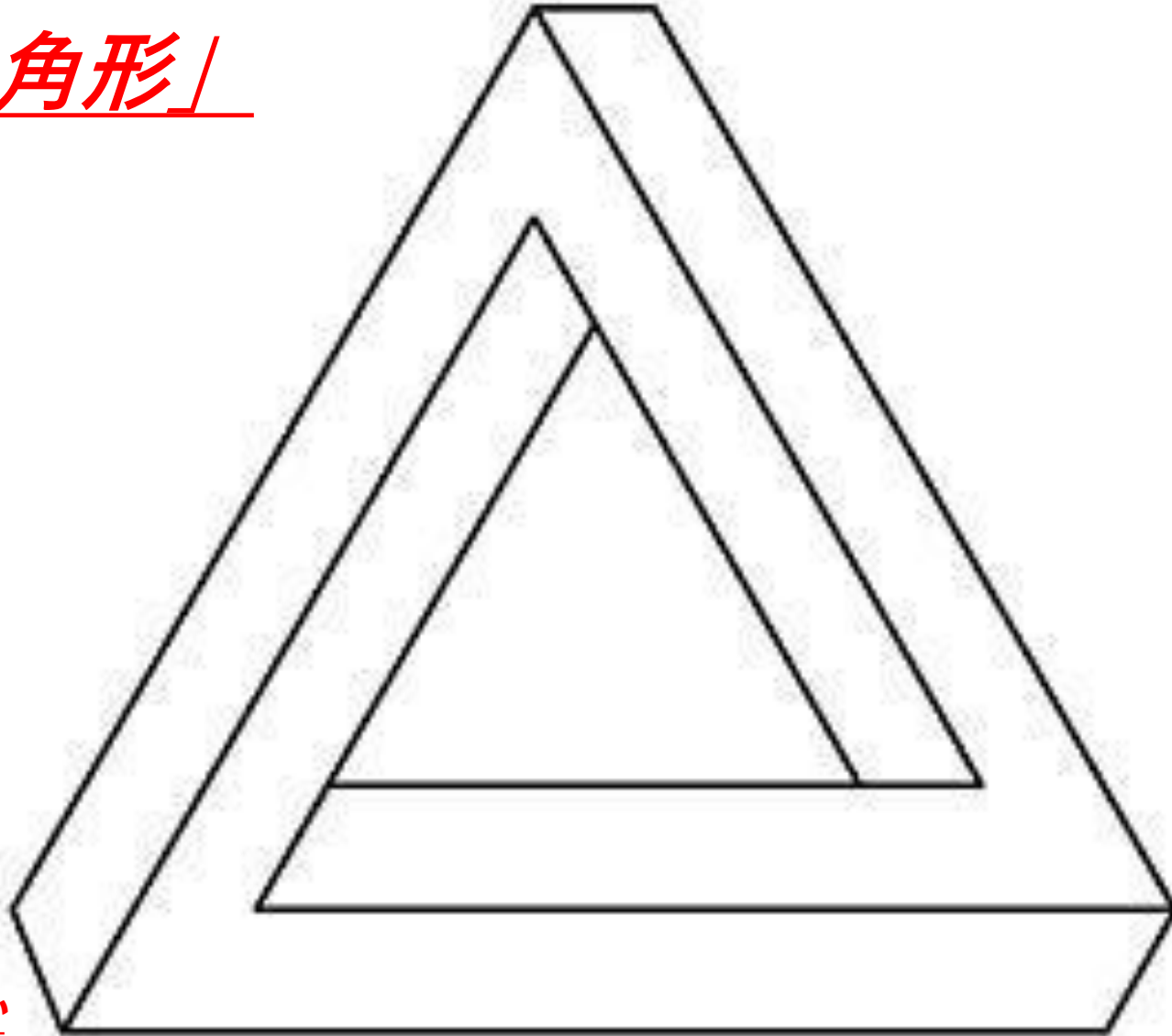
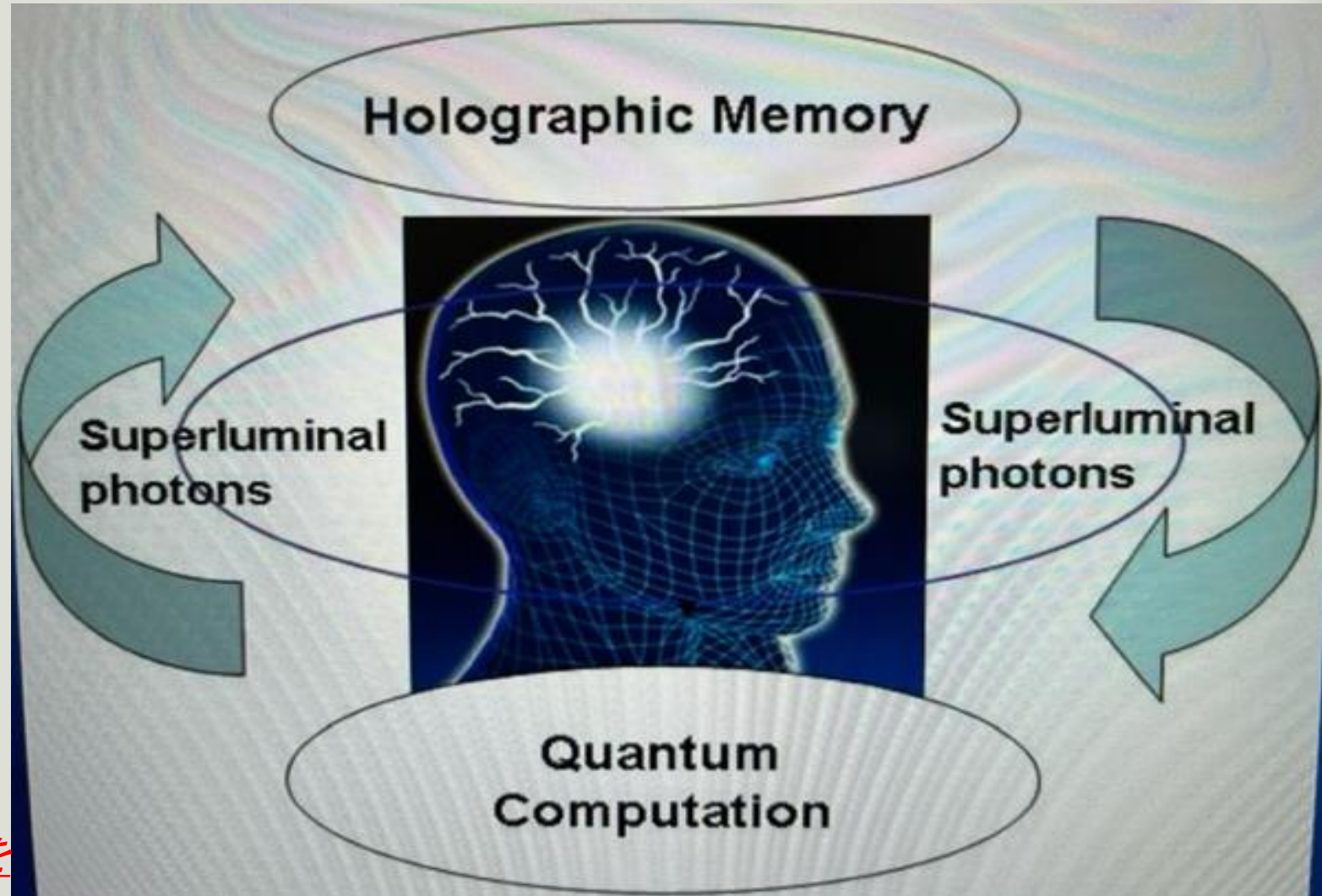


図10

脳の活動、記憶と演算

意識が超高速粒子から生まれる。人間の脳はマイクロ・チューブルを利用した量子コンピューター



「意識」

・別々の場所で知覚する情報を結びつけて一つの理解にする。

意識の確率の波が宇宙空間に広範に広がっている。

⇒宇宙空間に星や銀河を作る元となる星間ガスが薄く広がるような状態のイメージ。

マイクロチューブル内で、重力により、条件が整うと、波動関数が収縮し、意識の極微の粒子が生成される。

意識粒子は非局所的に存在し、意識粒子のネットワークにより、自己意識、色々な意識経験が生み出される。

ペンロー ズ 量子脳 理論での 意識のイ メージ

意識研究 の今後。

- 人工知能、量子コンピューターの開発が進みいずれは、ロボットも意識を持つのではとの声が有ります。
- 人間は生化学的アルゴリズムであり、自由意志は幻想ではないかとの考え方もあります。
- 物理的に意識を探求した ペンローズは人工的な意識はあり得ない、人の意識は特別であるとの理論(計算不可能性、クオリアの問題等から)を展開しています。
- 人の中心である「意識」の研究は人工知能の研究開発が進む中、今後も重要であると考えられます。