

認識メカニズムを構成する 知能とその発達について

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
平方 勝、谷口智之、馬 沖

目 次

- 1.はじめに
- 2.認識にまつわる探求
 - 1)哲学的探究
 - 2)心理学的・脳科学的探究
- 3.知能を生み出す機能の考察
- 4.おわりに

1. はじめに (1)

<背景>

ダートマス会議 (1956年)

人工知能という用語を初めて使用

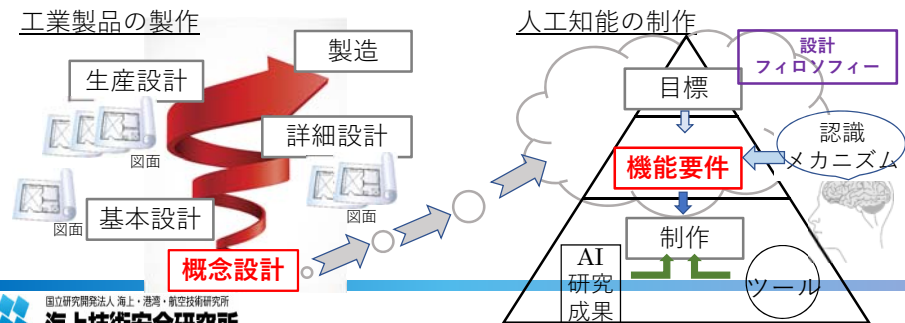
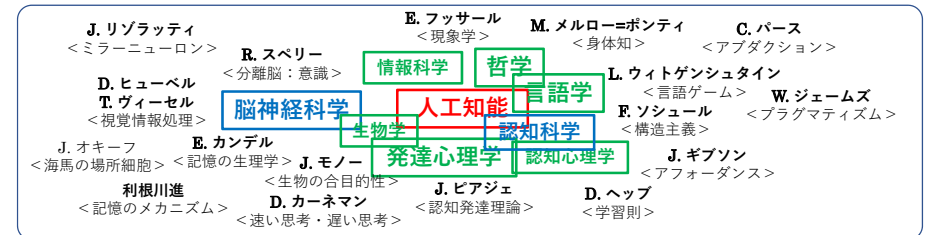
人間の知能はいかにしてコンピュータによってシミュレートできるか?
コンピュータで言語を使用できるようになるためには?
ニューラルネットワークなどによって、概念抽象化を行うためには?

- 1943年 マカロックとピッツは、ニューラルネットワークの基礎となるモデルを提唱。
- 1950年 チューリングは、人間の思考と機械的計算との関係について論じ、機械が知能を持つと考えられるか否かを判定する方法としてチューリングテストを提唱。
- 1950年頃 シャノンは、チェスを探索問題として解く研究を行う。
- 1957年 チョムスキーは、生成文法理論を提唱し、自然言語解析の基礎を与える。

人工知能とは、推論、認識、判断など、人間と同じ知的な処理能力を持つコンピュータシステムである。人工知能研究は、人間の知識を人工物として実現することを目的とするが、それだけでなく、それを通じて知能の働きを解明することを目指す研究分野でもある。人工知能について、定義は未だにない。

1. はじめに (2)

<背景>



1. はじめに (3)

<目的>

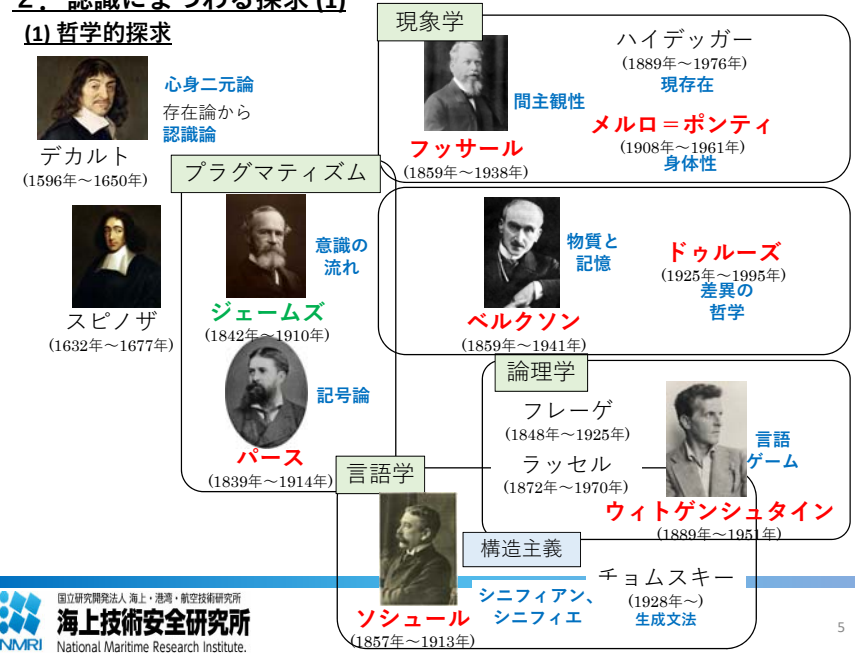
人工知能研究では、**フレーム問題**が依然、**未解決**である。これは、人間のような**柔軟な対応**ができない。すなわち、現状の人工知能には**知能**が備わっていないことを意味する。

工業製品の製作は**概念設計**から始めて具体化していく。人工的に**知能**を制作するにあたっては、**概念設計**は重要である。**概念設計**にあたっては、**設計フィロソフィー**にあたる**目標**と**機能要件**を明確にすることは重要。そこで、人間の**知能**と**そのメカニズムを把握**し、**概念設計**を行えるように、**機能 (スキル) 要件**と**機能 (スキル) 間の関連性**を改めて検討する必要がある。

人間の認識メカニズムについて研究してきたこれまでの歴史を踏まえ、最近判明してきた科学的な見地も加えて、**知能 (機能) の発達**についての総合的な考察を行い、**知能を人工的に構築する上で重要な点を明確に**することを目的とする。

2. 認識にまつわる探求 (1)

(1) 哲学的探求



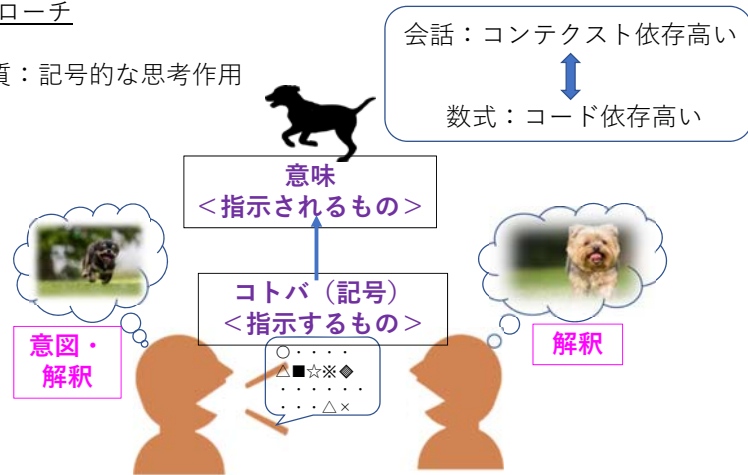
2. 認識にまつわる探求 (2)

(1) 哲学的探求

言語的アプローチ

パース

精神の本質：記号的な思考作用



2. 認識にまつわる探求 (3)

(1) 哲学的探求

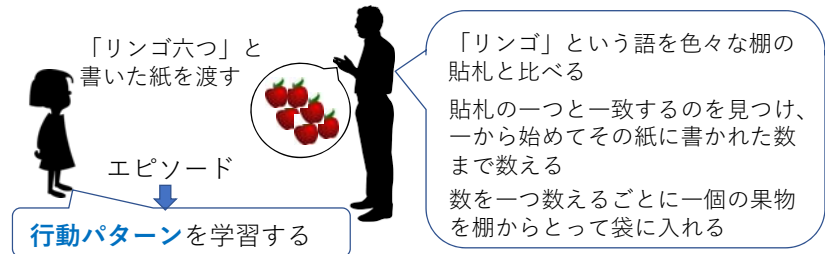
言語的アプローチ

ウィットゲンシュタイン：思想の展開

論理とは、言語の限界

↓ 意味とは、①指差しで指示されるもの、②他のコトバで言い換え

言語ゲーム<劇>：子供がコトバを使い始めるときの言語の形態



cf 抽象的な概念操作、論理的操作

2. 認識にまつわる探求 (4)

(1) 哲学的探求

言語的アプローチ

ソシュール

指示するモノ
シニフィアン
<watashi>

言語の特徴

言語の発達
表象の発達

指示されるモノ
シニフィエ
<私>

脳の
統覚作用
無意識

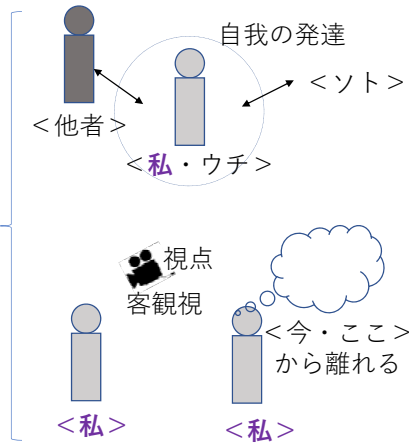
自我,
自己同一性
意識的

ヤコブソン

言語の特徴

コトバを紡ぐ (単語をつなぎ合わせる)

創造行為



2. 認識にまつわる探求 (5)

(1) 哲学的探求

身体的アプローチ

理性面のみからのアプローチを反省

ベルクソン
本能が重要な働きを担う

メルロー＝ポンティ
知覚の主体は、身体から離れて
対象を思考できない。

ドゥルーズ
メジャーな考え (主観性と言語の哲学)
マイナーな考え (非主観性と身体哲学)

ダマシオ
ソマンティック・マーカー
仮説

ベルクソン 外界のシーン



認識



時間という概念は、心が
作った知性の産物
記憶は認識過程の一つ。
記憶は保存ではない。

持続は、行動する身体が閉じられた諸系列の中に無数に分岐する。
閉じられているというのは、刺激に対する反応の回路を作っている
ということ。**持続**は、その回路の中で、**記憶**に変わる。

2. 認識にまつわる探求 (6)

(2) 心理学的・脳科学的探求

心理学

脳科学



フロイト
(1856年～1939年)
無意識



ラカン
(1901年～1981年)
鏡像段階



ギブソン
(1904年～1979年)
アフォーダンス



ユング
(1875年～1961年)



ヘップ
(1904年～1985年)
学習則



ピアジェ
(1896年～1980年)
知能の発達



リゾラッティ
(1937年～)
ミラー
ニューロン



スペリー
(1913年～1994年)
分離脳



クリック
(1916年～2004年)
DNA構造

トノーニ
統合情報理論

2. 認識にまつわる探求 (7)

(2) 心理学的・脳科学的探求

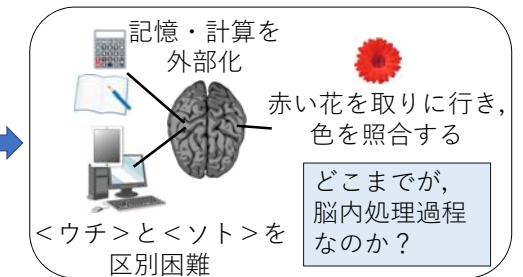
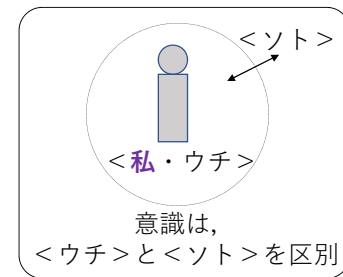
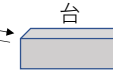
ギブソン
アフォーダンス理論

座りたい
<意図>

視覚する

“座れる”と情報を
提供 (afford) する

<私>の意識が環境へとはみ出して
いて、身体内部にとどまっていな
いととれる。



2. 認識にまつわる探求 (8)

(2) 心理学的・脳科学的探求

リゾラッティ

模倣のメカニズムに関与、
他者の意図を解釈

ミラーニューロンの発見

運動系は、複雑な機能を備えている

目的指向の運動行為に反応して活性化するニューロン

知覚・認知プロセスと運動プロセスを厳密に区別することは困難

知覚は、行動の力学の中に組み込まれているように見える

行動する脳は、**実際の、前概念的、前言語的**な理解の形式である

ミラーニューロン系は、

社会の一員としてふるまう能力の根本にある、**経験の共有**に不可欠
言語の獲得にも関与（ブローカ野）

デフォルトモードネットワークにも関係しているのでは、

<私>だけでなく、<私たち>を考えることを示唆

2. 認識にまつわる探求 (9)

(2) 心理学的・脳科学的探求

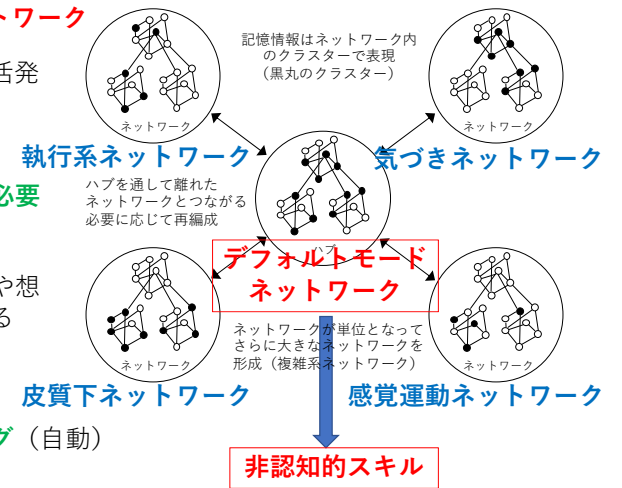
デフォルトモードネットワーク

ぼんやりした状態で活発になる神経回路
⇒注意と関連

感覚器からの情報を必要としない

記憶をたよって**想像**や想起する際に活発になる
⇒**表象**の発達

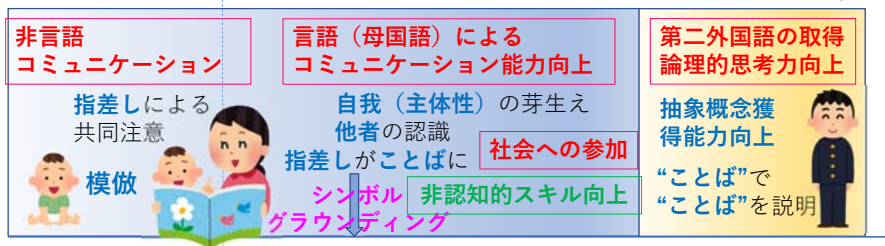
マインドワンダリング (自動)
: 内的言語 (物語)



3. 知能を生み出す機能 (スキル) の考察 (1)

知能の発達段階¹⁾ (byピアジェ)

感覚運動的段階 前操作的段階 具体的操作段階 形式的操作段階



ピアジェによると、

「認識も知能の発達も、いずれも**経験**によって供された外的所与の**内的再構成**である。」

「すべての行為は、**道具**において技術を前提としている。それが**運動知能**である。**外界との相互作用**の中で、**知能**が（技術的に組み合わせながら）発達する。」

3. 知能を生み出す機能 (スキル) の考察 (2)

感覚運動的段階

感覚運動的段階の第IV段階 (生後8~9か月頃)

知能の芽生え

障害物を取り除いて欲しいものを手に入れる、新奇なものに対して色々な既知シームを適用して物の特性を調べる行為を行う。

知能を、

「**目的 (意図)** を達成する為の**行為と一体**となった**スキル**」とみる。

さらに**知能が発達**
(前操作的段階以降)

「**目的 (意図)** を達成する為の**計画した行為と一体**となった**スキル**」

計画を立てる (予想する) には、

- ✓創造する能力
- ✓順番に並べる能力
- ✓シミュレーションする能力等

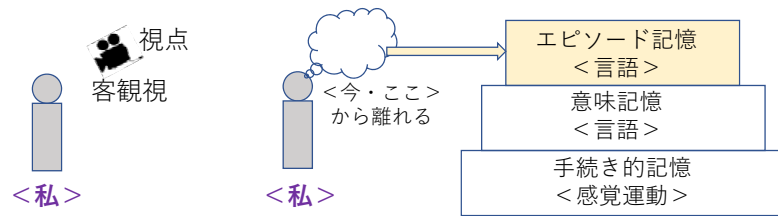
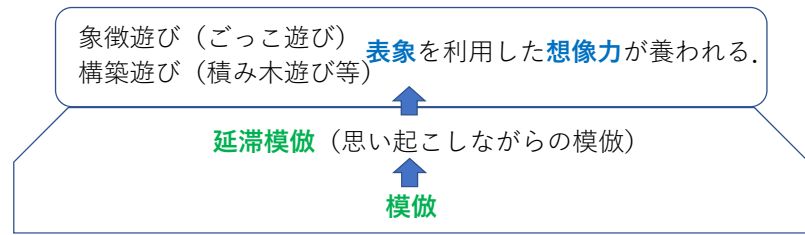
表象が必要
(前操作的段階以降)

が必要

3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(3)

前操作的段階詳細

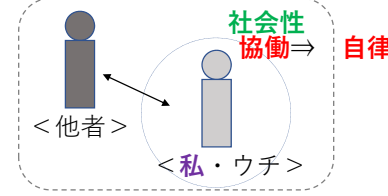
表象（概念的表象＝言語表象＋イメージ表象）の構築がキーワード



3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(4)

具体的操作段階詳細

脱中心化（協働）がキーワード



保存課題（事象の前後で可変なものと不変なものを区別できる問題）
系列化課題（長さの違う棒を順番に並べる問題）
推移律課題（A>B, B>CならばA>Cが分かる）

形式的操作段階詳細

命題操作（操作の操作：メタ操作）ができるようになる。

反省的抽象と呼ばれる行為の特性から情報を抽出する操作が行えるようになる。

演繹的（論理的）判断が行えるようになる。

⇨人工知能分野の記号主義

抽象的概念（“ことは“で“コトバ”を説明）を取り扱う。
 ⇨言語ゲームでは困難

3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(5)

非認知的スキル

人間の成長：認知的スキル（知識を活用するスキル）に加え，認知的スキルを支える非認知的スキルも重要と考えられるようになってきた。

AI研究：非認知的スキルの検討を重要と考える。未開拓。

非認知的スキルには、例えば、

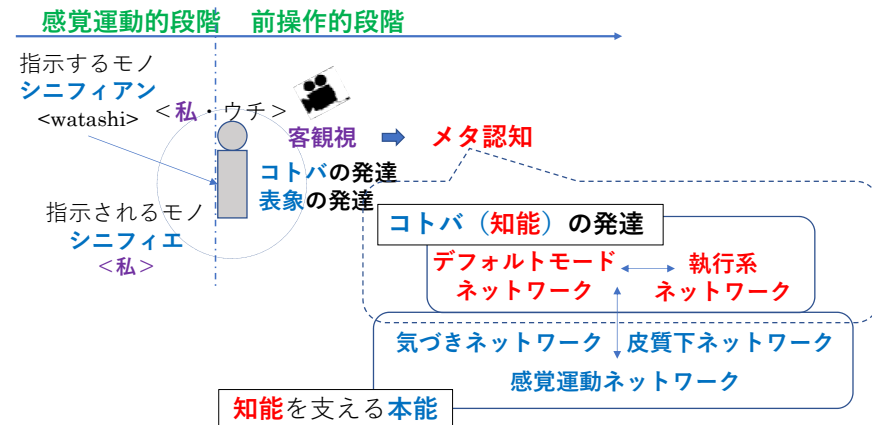
- ①自律
- ②自己効力感
- ③内的動機づけ
- ④自己制御
- ⑤メタ認知
- ⑥ストレス対応能力
- ⑦コミュニケーション能力
- ⑧協働性
- ⑨創造性 など

知能を「目的（意図）を達成する為に、計画した行為と一体となったスキル（道具）」にとらえて、
 知能を獲得する関連性（順番）を、非認知的スキルを四つのグループに分けてみていく

3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(6)

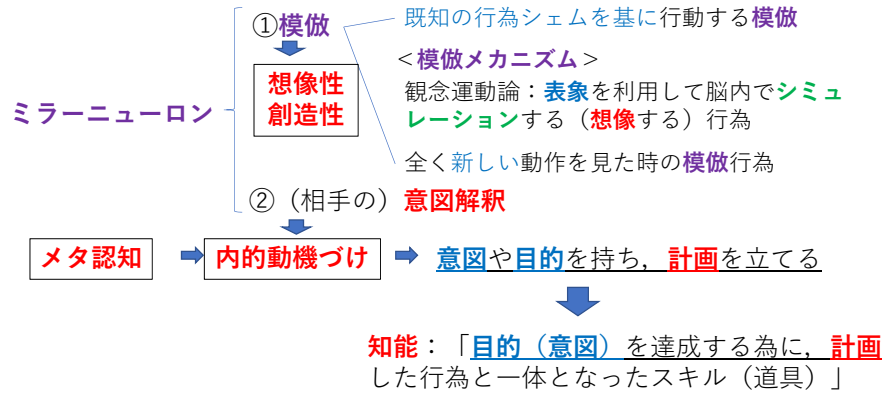
①メタ認知

自己同一性，内省が芽生えるメカニズム



3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(7)

②内的動機づけ、創造性、想像性



①メタ認知 → ②内的動機づけ、創造性、想像性

3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(8)

コミュニケーション能力、協働性

言語処理 → コミュニケーション能力 → 協働性（社会性）

- ② (相手の) 意図解釈 + (自分の) 意図 (内的動機づけ)
- ② 文章作成 (創造)
- ① メタ認知

脳内過程 規則 (パターン化) を見つけ出す (無意識) 抽象化・カテゴリー化 (パターン化)

意味記憶・エピソード記憶メカニズム

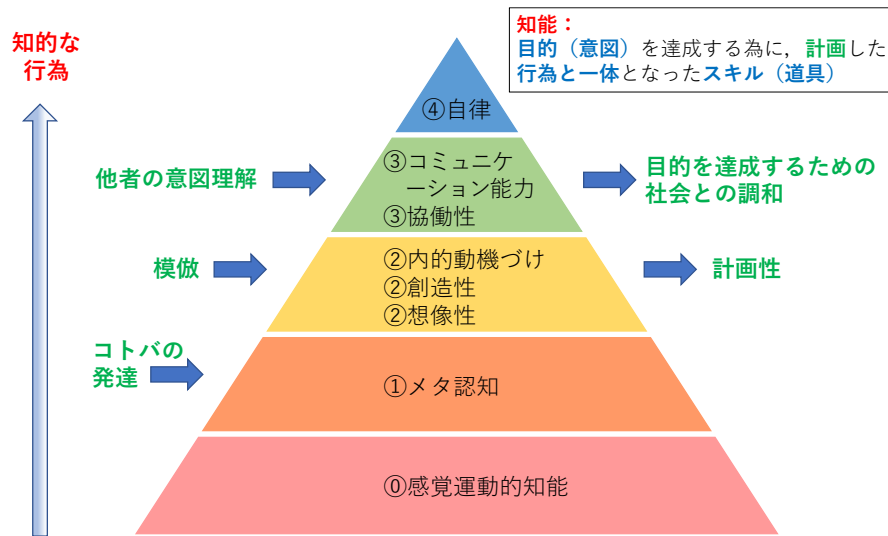
言語の特徴 単語のカテゴリー処理, 分散表現

①メタ認知

②内的動機づけ、創造性、想像性 → ③コミュニケーション能力、協働性

④自律

3. 知能を生み出す機能（スキル）の考察(9)



4. おわりに

1. 人工知能研究は更なる発展が見込まれるが、「人間の知能はいかにしてコンピュータによってシミュレートできるか」に向けて、着実に前進していると思われる。
2. 他分野の研究成果は、人工知能研究を加速させるものと確信する。
3. 人口知能を創るうえで、人間の知能を模倣することは重要である。発達心理学者のPiagetは知能の発達を段階を追って説明する。学習は知能の発達のなかの、一つである。機械学習の発展に加えて、知能の発達をシミュレートできるようになることが望ましい。
4. 自律することを最終的な目標とし、関連する知能（非認知的スキル）と、それらを獲得する段階について、考察を行った。
5. 言語メカニズムに起因する①メタ認知がベースになり、②内的動機づけ、創造性、想像性、そして③コミュニケーション能力、協働性、さらに④自律へと段階を踏んでいくと思われる。人工知能の制作にあたって、これら個々のメカニズムの研究と関連性を踏まえた実装が鍵となる。行動と一体となった認識メカニズムの解明が課題である。