

① 181p~183p 9行目

【ロゴの理論的な根源はピアジェの認識論と人工知能(の研究)である】

発達段階説(ウィキペディアより)

感覚運動期(0~2歳): 感覚と運動が表象を介さずに直接結び付いている時期。

前操作期(2~7歳): ごっこ遊びのような記号的機能が生じる。他者の視点に立って理解することができない。自己中心性の特徴を持つ。

具体的操作期(7~12歳): 数や量の保存概念が成立し、また、可逆的操作も行える。

形式的操作期(12歳以降): 形式的、抽象的操作が可能になり仮説演繹の思考ができるようになる。

発生的認識論(ピアジェの認識心理学(波多野完治編国土社)) 物理学的認識 数学的認識 生物学的認識

・数学の学習がどのようにして起こるかに関する研究を数学そのものの研究から切り離さないで考えるような理論を打ち立てるのに彼の考えが寄与した。

・彼の認識論的な考えが人間の知能について知られている限界を押し広げるかもしれない。

・彼は(中略)人工知能またはAIという側面から生じた理論的な枠組みの中に置かれている。

・学習することのできる機械を作るには、学習の性質について深く調べる必要がある。そしてこの種の研究から広義の人工知能が生まれた。これが情報処理科学といわれるものである。

・AIの目指すところはこれまで抽象的であり形而上学的であるとさえ思われた思考に関する概念に具体的な形を与えることである。

・子どもたちにもAIを教えて彼らもまた思考の過程を具体的に考えられるようにするべきだと提唱する。

*** AI=情報処理科学、平たく言うとプログラミングの技術ということか？**

② 183p 10行目 ~ 187p 11行目

【数の認識論:

子どもの数の概念の発達を説明するにはそれに適した数の理論を研究する必要がある】

・(自転車の例)ここで我々は学習しようとする事柄に対して深い洞察を得ることで学習の過程を理解しようとしたのである。心理学の原理などはまるで関わりがなかった。

・(公理の設定、論理学、集合論などは)数学の歴史の重要な章を占めるものだから数を学ぶのがなぜ可能であるかという疑問に光をなげはしない。

・ブルバギ派といわれる構造主義はそれをする。「3つの母なる構造」①順序 ②近接一位相数学 ③代数(実存物を併合させて新しいものを作り出す)の組み合わせはマイクロワールドの概念と共通のものをもっている。)

・ブルバギ派は数の構造が単純で意味を持ち一貫性を備えた構造に分解できることを示した。子どもの数の概念の発達を説明するような数の理論を探求していたピアジェはその概念を用いた。

・①各々の構造が子どもの生活における一貫した行動をだひょうし、他の構造から独立して学び取り意味をなすことができる。②個々の知識構造が内面的な単純性を備えている。③3つの母なる構造は平行して学ぶことができ、共通の形式を備えている→一方を学ぶと他方の学習を助ける。ピアジェはこれらの考えを用いて種々の分野の知識の発達に説明を与えた。

* マイクロワールド = 群？

・私(パパート)は、現在に子どもの中で発達している知的構造より、発達しうるかもしれない知的構造とそれに共鳴するような教育環境の設計に関心があった。前者は微分解析という概念。後者はタートルの円、物理学のマイクロワールド、触覚を持つタートル。

*「微分が科学の歴史におけるもっとも強力な概念」であるとは具体的にどういうことなのか？ タートルで円を描くと「接線の方程式を求めよ」という問題が解けるようになるのか？ それより本質的な理解とは？ その意義は？

③ 187p 10行目 ~190p 11行目

【発生認識論】

・マイクロワールドは子どもが把握しやすいように単純化されたもの。子どもはその構成物と遊びたわむれることが許される。材料に制約があっても組み合わせの探求に制約はない。その環境の持つ力は「発見の可能性が豊富である」こと。

* 小さい頃に何かに熱中、没頭した経験。=無意識に自らマイクロワールドを定義していたということ？ 自発的探究心の養成？

・ミリアムが足し算を覚えたのは論理的な手順を習得することからなったのではない。彼女が足し算を学ぶ上でのモデルとしてより適切だったのは、過去に得た経験のあるものと一致させてみるようないくつものマイクロワールドを作用する関係に持ち込むということだった。

・ピアジェの認識論は知識の発生と進化に関心を寄せたから「発生認識論」と呼んでこの点を強調した。

・発生認識論の研究者は知識の発展の歴史と個人の知識の発達の両者の関係を理解しようとする。最も単純な場合両者は平行するがまったく逆になる場合もある。数学がそうだった。

・ブルバギの母なる構造は単に数学の概念の根底をなす要素というだけでなく、数を作り出す精神そのものの中に一致するものがある。したがって知識をの構造を研究することは知識自体の理解を深めるだけでなく、人を理解するためにも重要なことである。

・人間を研究することと、人間が学ぶ事柄を研究することは切り離すことができない。

* 学ぶ事柄ごとに学び方が存在するということか？ 「学び方を学ぶ」の意味は？ 1つの学び方を他に応用できないのか？ cf:4章デポラの例

④ 190p 12行目 ~197p 終わりから1行目

【保存概念獲得の動的モデル】

・人工知能学では、人間の知能に負けないような機械装置をどのようにして作るかという考えの源として人間の心理を考察すると同時に、研究者はコンピューターのモデルを用いて人間の心理への洞察を得ようとする。

・鳥がどうして飛ぶかについての理解は鳥に焦点を限った研究から生まれたのではなく、流体の運動の法則に関する高度に数学的な研究、「人工飛行」の機械を作る研究活動などがすべてともに働き、鳥の「自然飛行」と飛行機の「人工飛行」についての我々の理解を通しての航空の科学を生んだのだ。

・数学や機械の知能に関する種々の研究が心理学と共同的に作用しあって自然知能にも人工知能にもその原則のあてはまる認識の科学という学問を生み出したのだ。

・AIの「認識の研究」の初期は演繹的なモデル、その後は(コンピューターに)記憶させた膨大な知識を問題解決の仕事として取り出す方法になった。これらは構造が静的であった。しかし発達上の問題には、知的構造そのものがどのように生じ変化するかという点に対する動的なモデルが必要であった。

・ピアジェの保存という特定の心理現象の理解を助けるようなコンピューターから強い影響を受けた理論の一例をあげる。

保存概念とは、実際には「同じ数・同じ容量」なのに、並べ方や入れ物の違いによって数が大きく見えたり容量が大きく見えたりすることがあるが「それらの見え方」に影響されず「事物の実際の状態・特徴」を保存して理解する能力のことである。(<http://digitalword.seesaa.net/article/88698451.html> より)

前

後

5 歳児の典型的な答:「卵が多い。」

7 歳児の典型的な答:「同じだよ、だって同じ卵だもの。」

前

後

5 歳児の典型的な答:「細いびんの方が多い。」

7 歳児の典型的な答:「同じだよ、だって同じ水だもの。」

(心の社会 (Mミンスキー 産業図書)より)

・6~7歳までのこどもは移し変えた容器が最初より細長いものだど「液体の量が増えた」という。そして同じくらいの年齢で、魔法のように考えを変え今度は断固として「液体の量は変わりがない」と主張する。

・なぜ細い容器に入れた液体の高さが子供には量の多さということに取れるのか、そしてどうしてこれが変わるのか。

- ・子どもの頭の中にそれぞれ違った『幼稚な』やり方で量を判断するエージェント(動作者)の存在を仮定する。「高さ」のエージェント、「広さ(細い)」のエージェント、「歴史(制約)」のエージェントである。
- ・歴史のエージェントには理解というものは全くなくて、例え実際に量を足したとしても変わらないと主張する。(?)
- ・保存を知る前の子どもの実験では 3 つのエージェントがそれぞれの『結論』を取り入れるように主張する。「高さ」のエージェントが一番声を高く主張する。

高さが言う…「高いほどへもつと〜多いのさ。」
 高さが高いほど、その中にあるものはへもつと〜多い。
 細いが言う…「細いほどへもつと少ないのさ。」
 細ければ細いほど、その中にあるものはへもつと〜少ない。
 制約が言う…「同じさ。何も加えられ取り除かれたりしていないのだから。」

もし高いが活性化されれば、高いに決めさせよう。そうでなくて、細いが活性化されていれば、細いに決めさせよう。そのどちらともいえないければ、制約に決めさせよう。

パパートの原理: 心の成長におけるもっとも重要なステップとして、単に新しい技能を身につけるステップだけでなく、既に知っていることを使うために新しい管理方法を身につけるステップがある。

管理エージェントたちを加える前の社会

管理エージェントたちを加えた後の社会

新しい内側の層

(心の社会 (MINSKY 産業図書)より)

- ・変化の起こる3つの仕方。①エージェントが『洗練』され。②「前任順」がかわる。③「高さ」と「広さ(細い)」が矛盾した意見を出しお互いを中和すること。これは 3 人のエージェントが互いの効力を中和合せて子どもが何も意見を持たなくなるのではないか？
- ・「高さ」のエージェントと「広さ(細い)」のエージェントは特別の関係を持っても「歴史(制約)」のエージェントはそれにかかわらずおくような構造を三者の上に課すならば、中和の原理も使用に叶うであろう。
- ・新しい実在(「幾何(見え)」のエージェント)を作り出す技術が組織をプログラムする上で最も強力な効果をもたらす。彼は「高さ」と「広さ」がどちらの方向に同意するか以外何も知らない。
- ・「保存」という子どもの思考をたった 4 人のエージェントの相互作用に還元した。
- ・組織の要素を人間に似たものとし、相互作用を論理の操作というよりは社会的な相互作用に似たものとする見方は、論理の学習を社会的、身体的な学習と継続したものとして理解するのに役立つ。
- ・この論理はコンピューターの比喩からヒラメキを得た。エージェントは正確なコンピューターのモデルに置き換えられる。
- ・コンピュータを使った議論は「精神の社会」という理論が循環論法によっているという非難から救う(?)

1970 年代初期、MIT 人工知能研究所でMINSKYとシーモア・パパートは、「心の社会; The Society of Mind」理論と呼ばれるものを開発し始めた。理論は、どうしていわゆる知能が知的でない部分の相互作用から生まれるかを説明することを試みる。

・再帰的手順のような逆説は子どもたちが「劣った」論理を用いて次の発達段階の「優れた」論理を構成することの中に部分的に見られる(？)

・ピアジェは子どもの能力の知的発達にとって子どもが自身の思考を省みることの重要性を強調した。「学習法における逆説はこの内省がその時点での子どもの知的構造の内起こらなければならないという事実にある。

*** 子どもが自身の思考を省みることの重要性と難しさを確認したい。教室ではとくに高学年になるまでは「振り返り」がうまく機能していないように思う。**

・数学的論理学者なら高さや広さのエージェントの上部に幾何のエージェントよりすぐれたエージェントをおこうとするかもしれない。だが、これは保存以前の子どもの知的構造に異質な要素を持ち込む。幾何のエージェントは確実に子どもの組織に属したもの。ある種の父親をモデルに派生しているかもしれないから。

・コンピュータ文化が適切な構造をそなえているならば子どもたちがすでに確立された構造を彼らの着想の可能性を動員するようなやり方で表現する能力を大いに高めることになる。(ロゴ？)

*** 対象との相互作用することは「劣った」論理を用いて次の発達段階の「優れた」論理を構成することの中でどう位置づけられるのか？**

⑤ 197p 最終行 ~ 201p 終わりから6行目まで

【学習はプリコラージュ(繕い仕事)のようなイメージである】

・認識というものが単位化するという原理は人間の知能と人工知能の両方の基本になるかもしれない。重要なのは頭脳またはコンピューターがデジタルかアナログかがではなく、知識というものが基本単位化できるかどうかである。

・いくつかの違った基本単位に分断された知識のイメージは、人間をもその適性によって分断するような見方につながるが、一方で伝達しやすい、同化しやすい、簡単に組み立てやすいものになる。

・知識の理想像を論理学によって定義された一貫性をもつものと考えることがあるが、これは大部分の人の体験の仕方とはほとんど類似性がない。知識の主観的な体験とはいくつかのエージェントが競い合う無秩序な論争により近い。

・この体験と知識の理想像の食い違いは我々を脅かし自信を失わせ、学習や思考に対して非生産的にする。

*** 学習に対する能動性が失われる理由？ cf: レズニック博士: 幼少期よりあとに適切な環境がないから？**

・学習という行為はそれ自体局所的な出来事である。

・独自の単純な考え方をするエージェントがあつて、多くは相互に矛盾している。この矛盾は同様に単純なエージェントの介入で調整され抑制されはしても「解決」はされない。この過程はしろうとのつくろい仕事を思わせる。学習は操作できる材料や道具をひと揃い整えることからなっている。恐らくその中心はありあわせのものを使って仕事をするという点だろう。

・我々学習者は本質的な意味において皆プリコラーである。そして、プリコラージュが科学的に合法的な理論を作るモデルならばそのことはプリコラーとしての我々の自己像を敬意をはらうべきものにするかもしれない。

*** ある分野の学習のみに偏って発展してゆくようなことはないか？ それは問題ないことなのか？ 「つくろい仕事」として構成されてゆく学習の意義を再確認したい。**

⑥ 201p 終わりから5行目 ~ 204p8 行目まで

【組み合わせ概念の獲得】

・我々の社会の子どもは6~7歳のころ壁を突破する。数は空間や時間の単位を用いること、推移即によって理論づけたり、類別された組織を作り上げることができるようになる。しかし、物事がどうなっているかではなく、どうなり得るか全ての可能性を観得る必要のある状況におかれるととまどう。

・4色のビーズから2色の組み合わせ、3色の組み合わせをよな組み合わせの仕事は世界中のどここの子どもをみても11~12歳になるまで行うことができない。

*この年齢まではプログラミングを学ぶのは難しいということか？ *スクラッチ「寺子屋小3~小6」

・保存に関連した具体的操作といわれるものと、組み合わせの仕事に関連した形式的操作といわれるものの相違はコンピューターの立場から見ると手順という考え、システムとデバグという考えに関係しているように見える。つまりプログラムを書き、遂行すること。

・我々の文化において数は豊かに表現されているが、組織的な手順は表現に乏しい。

・異なった文化の中の子どもを比べても、保存と組み合わせの技術がいずれもできた場合は必ず、数の保存は組み合わせのできた子どもより5年かそれ以上年少の子どもに見られた。

・コンピューターとプログラミングが子どもたちの日常生活の一部になったら、保存と組み合わせの間の隔たりは確実に狭まるであろうし、逆の順序になることも考えられないことはない。子どもたちは量的な存在になることを学ぶ以前に組織的な存在になることを学ぶかもしれない

*このようにして構成されてゆく知識の構造はPISAが計測する応用力とどうちがうのか？

*ある対象(科目?)に関する認識を高度に構築してゆくことは、その対象から深い楽しさを得ることが目的と思える。

*「学習とは共同体の一員になる過程」ということを後に レイヴ、ウエンガーという人たちが主張するようだが、「未来の学び」をデザインする 山内・美馬) それとの関連は？