

2021.7 ブログ：「思考の外在的行動化の場としての仮想空間」を読んで、の詳細
(→ <http://www.1968start.com/M/blog/index2.html#2107>)

「思考の外在的行動化の場としての仮想空間」を読んで

中所武司

■この本の読書のきっかけ

最新号に掲載されていた下記の解説は、思考方法の習得に関する、コンピュータによる学習支援について述べている。

私の修士論文「思考過程の数学的表現と模擬実験」との関連で、思考方法の学習について興味を持った。

- ・平嶋 宗：思考の外在的行動化の場としての仮想空間 —学習支援の立場から—
人工知能学会誌、Vol. 36、No. 4、pp. 476-479 (2021/7)

■本解説の抜粋とコメント

→★の部分は、私のコメント

1. はじめに

- ・学習とは、「先行経験によって行動が変容すること」
- ・学習支援には、学習者に学習に資する経験を与えることが重要
- ・思考に関する学習を対象とする計算機ベースの学習環境において、「思考の外在的行動化」を手段とする。
- ・問題を解いて答を求める場合、解いたこと自体ではなく、解くために行った思考の経験に依存して学習が生起する。

→★私の卒業研究の指導での「結果よりもプロセスが重要」に通ずるかも。

シラバスでは、次のように記載している：

『研究計画から研究成果の評価までの一連のプロセスの経験を通じて、自ら考え、自ら行動する力を養う』

<http://www.1968start.com/M/lecture/syllabusSElab2.pdf>

- ・外的認知資源とその操作可能性を適切に設計・適用できれば、思考をある程度方向づけることが期待できる。
- ・思考の外在的行動化とは、思考のある程度の部分が外在的行動化されること。思考の多くの部分が内行的に行われたとしても、一部が外在的行動化されることでそれに連なる思考を方向づけでき、観察・推定できる

→★私の修士論文における「拡散と集中の思考モデル」では、

思考過程は、内的な拡散と集中の繰り返しのサイクルで表現され、集中度がある値を超えると言語化されて外部に出力されるので、この言語化は、外在的行動化と言えるかも。

(参考)

2. 思考の外在的行為化

2.1 外的認知資源

- ・外的認知資源とは、外界に存在しつつ、表象として利用可能な構造をもった情報
- ・適切な外的認知資源により、思考における記憶負荷や計算負荷が軽減され、思考が進みやすくなる。
- ・従来のような問題を解く活動では、学習のための思考経験が不十分なので、基本的な課題からより深く考える思考を必要とする課題への変換を目指す。

2.2 知的行為の多段階形成説

- ・思考を記号的な処理として表せると考えた場合、その記号は内的に生じたのではなく、外在的なものを取り入れたと考えられる。
- ・実世界の具体物とその操作の内化としての学習の体系づけとしては、次のような、ガリペリンの知的行為の多段階生成説がある。
「外的対象に対する外的な知的行為が、外言とその内在化を通して一般化した内言による内的な知的行為として形成されていく」

*この引用は次の参考文献の p. 163：

[東 70] 東 洋 編：思考と言語、講座心理学 第8巻、東京大学出版会 (1970)

→★外言、内言という表現があると、ヴィゴツキーを思い出してしまう。

この文献は、私の修論でも参考文献の4番目に掲載し、今も所持している。

p. 162 に、ガリペリンはヴィゴツキーの考え方の流れを引くと記述があり、納得。

私の修論でのヴィゴツキーの引用部分の一部を以下に引用する：

<http://www.1968start.com/M/bio/olduniv/shuuron.htm>

『ヴィゴツキーによって、4～6歳児の自己中心言語は、7歳くらいまでに内言（思考言語）へと発達することが明らかにされている』

『彼は幼時の自己中心言語に注目し、最初に、この研究で実績のあるピアジェを再び批判し、自己中心言語は、内言の発達に先行する一連の段階であり、これは、ピアジェのいうように6歳ごろに消滅するのではなくて、内言へと移動し、成長、転化することを明らかにした。』

2.3 マイクロワールド

- ・知識を頭に入る大きさに砕いて、伝達、同化、組み立てを容易化し、学習に活用するために、表現と操作の場としてコンピュータを使うことは有用である。
- ・これは、コンピュータ化ではなく、考えるための新しい概念的な枠組みである。

→★囲碁や将棋において、若い棋士がコンピュータを使った学習で実力をつけているが、関係ないか (^_^;;

3. オープン情報構造アプローチ

3.1 知識と推論の学習者との共有

- ・オープン情報構造アプローチは、情報構造（＝知識構造）を外在化し、学習者による操作・システムによる計算処理が可能なものとして共有しようという試みである。
- ・手順1：人の思考を、知識とそれを用いた推論として、知識工学的に記述する。
- ・手順2：それを外在化し、学習者の操作対象化する。
この学習者の操作は、思考の外在的行為化とみなせる。
コンピュータによる診断・フィードバックなどのインタラクティブ性が可能となる。

→★知識工学は懐かしい。1980年代のAIブーム第2期の主要な技術だった。
感染症診断システムMYCINのようなエキスパートシステムはこの例になる？

3.2 事例1：問題理解の外在的行為化

- ・算数・数学の文章題に対する思考は、言語表現を数学的に理解することが重要で、言語表現から量概念と量概念間の演算を見つけ出すことである。
- ・演算関係を構成する量概念間の関係を、三つ組を単位として構造的に表す記述を情報構造とする。（本節、以下省略）

→★算数の文章題を数式化する過程は、わかりやすい事例とは思いますが、具体例がほしい。
(参考 Web) https://www.jsise.org/society/presentation/2020/pdf/06_chugoku/a05.pdf

3.3 事例2：聴読解の外在的行為化

- ・講義や教科書の内容理解を構造的に表現する概念マップを情報構造とする。
- ・この概念マップをノードとリンクに分解し、外的認知資源として学習者に提供する。
- ・学習者は、このノードとリンクを用いて概念マップを再構成する（聴読解の外在的行為化）
- ・教授者は、再構成された概念マップから学習者の聴読解の程度を診断できる。
- ・一般には、聴読解には一意に決まった正解はない。

→★概念マップの具体例がないが、多分、知識表現の一つである意味ネットワークと思われる。
拙著の以下の桃太郎の意味ネットワークの例では、推論方式について述べている。

(参考) 拙著 (共著)：人工知能、昭晃堂 (Aug. 1988)

p. 112 の図 5.22 「桃太郎に関する意味ネットワーク」

<http://www.1968start.com/M/p2/8808chuAlbook.pdf>

4. まとめ

- ・問題を解く手順は具体的に教えられるが、
どのように思考すればよいかを具体的に教えることは難しい。
- ・内的認知資源が不十分だから、求められる思考が行えないと仮定すると、
その内的認知資源の不足を補う意味で、外的認知資源の提供が効果的である。

- ・外的認知資源とその操作環境の実世界での実現は難しいが、仮想空間であれば可能性がある。
- ・「思考の仮想空間」という観点は、今後の学習支援をより発展的で有用なものとする。

→★個人的感想

2.2 節でも言及したが、本論文の3 番目の参考文献

<東洋編：思考と言語、講座心理学 第8 巻、東京大学出版会(1970)>
が、私の修論の4 番目の参考文献と同じだったことには感動！

手元の本は、1970 年9 月20 日発行の初版本で、定価 850 円。
修士2 年の秋に購入したと思われる。東京大学出版会のホームページによると、
この本は、税込 2,640 円（本体 2,400 円）で、品切れ・重版未定となっている。

（注）上記の『修士2 年』について：当初の『修士1 年』を 2021. 9. 20 に訂正

全般にところどころに下線が引かれているが、特に多いのは、「第5 章 学習と思考」と
「第8 章 思考と言語」。どちらにも、ヴィゴツキーの下記の本が引用文献リストにあり。
<Vygotsky, L. S. 1934. 柴田義松（訳）1962. 思考と言語. 明治図書>
勿論、この本は、私の修論の参考文献リストの1 1 番目に記載されている。

（参考）<http://www.1968start.com/M/bio/olduniv/shuuron.htm>

<http://www.1968start.com/M/bio/olduniv/7103shuron/197103shuronCH4.pdf>

以上