

認識論的障害とその克服

溝口 達也*

1. 体系としての数学教育学

私たちは、日々の教育実践を通じて、これを研究の対象とし、様々な理論構築を志向します。これまでに、種々の理論が展開され、私たちは、幅広い立場から各々の要請に応じてこれらを活用することで、実践を改善し、またさらなる理論の展開を模索してきています。そして、次なる要請として、この数学（算数）教育という（理論的）営みを個々の理論にとどめておくのではなく、それらを体系として整理することで、数学教育学という学問的性格を付与することがあげられると思います。このような動きは、国際的にすでに進行しており、その中の典型的なものとして、フランスの《数学教授学 *didactique des mathématiques*》と呼ばれるものを見ることができます。その全貌は、よく知られる、教授学的場、教授学的契約、教授学的変換、教授学的エンジニアリング、ミリュ、等多岐にわたり、ここでそのすべてを取り上げることは、筆者の力量も併せて不可能であります。本稿では、このフランス数学教授学の中の一つの重要な概念である「認識論的障害 *obstacle épistémologique*」についてご紹介したいと思います。

2. 認識論的障害の概念

子どもが学習の過程において示す困難には、誤答として観察されるものもあれば、活動の停滞として観察されるものもあります。こうした困難は、多くの場合、子どもがそれまでに学習してきた事柄に誤りが含まれていたり、必要な事項が不十分であったり、あるいは欠落していたりすること等によります。もしそうだとすれば、誤りを修正し、必要な事項を十分に補えればよくなるであろう、という意見が出されるのは当然のことと思われるま

すし、先生方は日々の教育実践の中で、少なからずこのような手だてをとられていることと思われる。そのような手だては確かに必要なことであり、また様々な研究の成果として子どもの誤答の傾向が示されてきております。しかしながら、算数・数学の学習場面には、達成された概念、あるいは知識が少なくとも以前の学習において有効に機能していたにもかかわらず、次なる学習への困難あるいは抵抗となるといった現象が観察されることがあります。このような困難は、一般に認識論的障害という語で呼ばれています。

認識論的障害の概念は、もともとフランスの哲学者バシュラールによって提起されたものです。彼は、著書《科学的精神の形成》(Bachelard, 1938/1983)の中で、次のように述べています。「科学の進歩の心理的条件を探してみるならば、科学的認識の問題は障害という語で提起しなければならないという確信にほどなく達するであろう。しかもそれは、現象の複雑さや持続の瞬間性というような外側の障害を考察したり、人間の精神や五感の欠点をあばき出すということではない。科学の進歩が停滞し混乱するのは、いわば機能的に不可避なこととして、認識の行為そのものに深く結びついた形で発生する。我々はまさにそこにこそ、これらの停滞の原因や、時によっては退行の原因を求めなければならないのであり、また我々の認識論的障害と呼ぶ惰性の原因を探しださなければならない。」バシュラールによって提起された認識論的障害の概念は、基本的に科学史を記述するために必要な概念であったわけですが、教育実践においてもこれがみられることは彼自身も指摘しております。ただ、子どもの認識活動を取りまく状況は歴史における認識活動を取りまく状況とは必ずしも一致するものではありません。そのため、

*鳥取大学講師

フランスの数学教授学研究者であるブルーソー (Brousseau, 1938) は、教育の過程における子どもの認識の起源として次の3つを考えることが可能であると指摘します。すなわち、子どもの個人的発達を意味する個体発生的起源、教授に関する諸条件を意味する教授学的起源、そして数学的概念そのものの本性を意味する認識論的起源であります。これら3つの起源に対応する障害をそれぞれ個体発生的障害、教授学的障害、認識論的障害と呼ぶならば、ここで取り上げる認識論的障害は、「活動のある領域においてはよく機能し、それゆえよく確立されているにもかかわらず、次には、機能不全を起こし矛盾を導くような他の文脈においては満足に作用しない認識」と定義されることになります。換言すれば、私たちが認識活動を進めていく上で、構成しようとする概念に、私たちの当該する困難を本来潜在的に喚起する傾向があり、そのような傾向にそった私たちの認識が認識論的障害として機能する、ということになります。そのような認識は、シェルピンスカが述べるように、数学的概念の本性自体に、またそのような数学的概念が発達してきた文化的枠組みによることから、過去の数学者が経験した困難と極めて類似したものであることが指摘されます (Sierpiska, 1994)。

数学的概念、あるいは知識の発達の歴史において、様々な認識論的障害が克服されてきています。例えば、シェルピンスカ (Sierpiska, 1985) は極限概念の発達の歴史の詳細な吟味の結果、その発達の歴史は種種の認識論的障害の克服の歴史であったと言っても過言ではないと指摘しています。このことは、私たちが、算数・数学を学習する上で、認識論的障害の克服は避けることのできないものであり、障害の克服をもって初めて概念あるいは知識の発達が可能であることを意味します。

よく「滑らかで可能なかぎりつまずきのない学習」ということが掲げられ、算数の学習は、知識・技能の単調な積み上げによって進展するといった学習観がとられることがあります。しかし、少なくとも、子どもが新しい概念を学習するとき、その多くの場面で認識論的障害の克服が不可避であるとする相対立する学習観が指摘されるわけです。その理由の1つは、上述のように、まさに数学の発達の歴史そのものが認識論的障害の克服であっ

たとみなされるからであります。しかし、もしそうだとすれば、一方で、克服されてきた結果としての数学的概念や知識を指導すればよいのではないかと、という意見が出されることも考えられます。これは、現代数学で承認されている定義等を直接教授することに結びつく考え方であろうかと思われれます。しかし、子ども(学習者)の立場からみれば、なぜそのような定義が採用されるか、といった理解が欠落してしまうこととなります。

そこで、認識論的障害を克服するとは一体どのような過程を経ることであるのか、また克服することの学習における意義とは何か、という点が問題となります。

3. 認識論的障害の克服

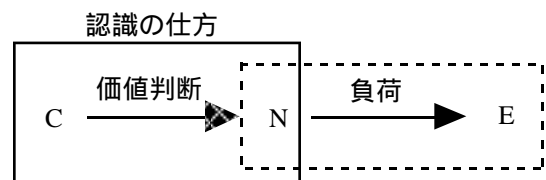
認識論的障害の克服の過程を記述するために以下の3つのカテゴリーを必要とします(溝口, 1995a)。

概念：子どもの漠然としたアイデア、イメージ、また心的モデル等を含みます。

事象：事象は概念が用いられる範囲や概念が適合する事柄を意味します。単に与えられた問題等の事柄自体が事象ではなく、子どもの概念が負荷された対象を事象とします。

確信：上記2つのカテゴリーによって記述されるものは、実際に観察される子どもの行動にあたるものです。確信は、なぜ子どもがそのような行動を示すのかということの説明する子どもの包括的な価値基準にあたるものとして用意されます。すなわち、確信とは、子どもの数学、あるいは数学的知識に対する態度を意味します。ここで言う態度とは、「振る舞い」としての意味ではなく、行動への準備状態あるいは論理的要請として解釈されるものです。

これら3つのカテゴリーは、図1のような関係として子どもの認識モデルを構成します。



(C: 確信, N: 概念, E: 事象)

図1 子どもの認識モデル

子どもの認識モデルによって、認識論的障害の

克服は次のように説明されます。

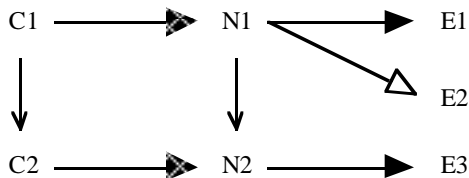


図2 認識論的障害の克服

認識モデルが整合的であるとき、これに基づく子どもの認識活動は持続します。学習活動は、認識モデルの整合性が保たれなくなることで誘発されます。これは、子どもが以前の活動においては、確信(C1)に基づいて自己の概念(N1)を事象(E1)に対して適用できたにもかかわらず、新しく直面した事象(E2)に対しても同じ認識の仕方を適用しようとし、その適用が失敗に終わる状況を意味します。すなわち、既存の認識の仕方が認識論的障害として機能するわけです。認識論的障害の克服は、少なくとも、それ以前に達成した認識の仕方がこれまでの学習において十分に満足されたものである以上、誤りを修正したり、必要な事項を補うといった程度で解決されるものではありません。すなわち、新しい概念(N2)を用意するだけでは十分ではありません。このため、認識論的障害の克服には、認識の全面的変容が要請されます。すなわち、新しく直面した事象(E3)に適用され得る概念(N2)とこの行動を価値判断する確信(C2)が新しく生起されることをもって克服が達成されたときみなされるわけです(E2~E3は表面的には同じ対象であるかもしれませんが、子どもの認識の仕方が変わることでそれぞれ違った見方をしているものとして区別します)。

4. 認識論的障害の克服の意義

上記の認識モデルを用いて、実際の子どもの活動を観察するとき、仮に教師が期待したとしても、子どもはいつでも認識論的障害を克服しようとするわけではなく、むしろそうでないときの方が実際には多く見受けられます。子どもの障害とのかかわり方を調べるとき、次のような異なる認識の状態を特定することが可能です(溝口,1995b)。

主観的容易さへの固執：子どもが自己の認識の仕方を変容することなく、従って既存の認識の仕方がうまく適合しない事象については常にこれを受け入れようとしないうことで特徴づけられます。

社会的適応としての正当化：私たちは社会生活を営む上で何らかの社会的適応を行います。教室における子どもについても同様にみられます。それ自体必要なことではありますが、ここでは、子どもの「そのように習ったから」といった発言として顕在化されるような正当化の他者への依存として特徴づけられるものを意味します。

認識論的障害の意識化：子どもが自己の障害を意識する結果、思考を停滞させることで特徴づけられます。

認識論的障害の克服：子どもが認識論的障害を克服するとき、先ず上の障害を意識することが要請されますが、前述のとおり認識の全面的変容を必要とすることから、確信の転換によってこの認識の状態が特徴づけられます。

これらの認識の状態を比較検討する結果、認識論的障害の克服には、具体的に次のような3つの意義が認められます。第一に、数学的知識、及びその構成が個人的ではなく社会的なものとなること、これによって子どもは他者との対決の構造を生じさせます。第二に、この他者との対決の構造から引き出される、子どもの自己の認識に対する反省を促すことです。第三に、確信の転換です。

私たちが日常的に目にする子どもの困難に対して、より科学的なアプローチが理論と実践の両面においてますます必要とされると思われます。

引用・参考文献

- Bachelard, G. (1938/1983). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: J. Vrin.
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 4 (2), 165-198.
- 溝口達也. (1995a). 認識論的障害の克服の記述カテゴリーによる特徴づけ：極限概念を事例として. *数学教育学論究*, 63・64, pp.27-48.
- 溝口達也. (1995b). 数学学習における認識論的障害の克服の意義. *筑波大学教育学系論集*, 20(1), pp.37-52.
- Sierpiska, A. (1985). Obstacles épistémologiques relatifs à la notion de limite. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6 (1), 5-67.
- Sierpiska, A. (1994). *Understanding in Mathematics*. The Falmer Press.