

2017/11/4-5
愛知教育大学

日本数学教育学会第50回秋期研究大会

有意味世界の生起としての数学学習

数学の学習と指導への現成主
義的アプローチ

広島大学大学院 影山 和也

はじめに

● 教室の複雑さ

- ✓ 生態としての教室
- ✓ 人々の関わり方に根ざしたさまざまな出来事の絡まりあい、新しく独自の研究方法論の創出(cf.Mason,2016)

● 現成主義 (*enactivism*)

- ✓ 世界も心も行為から産出する(ヴァレラら, 2001)
- ✓ 現成(ゲンジョウ)する = 運動や行為からの対象の産出(齋藤ら,2002)

* 数学の学習作業空間の理論化

対象の生成と存在の連鎖；何に従事しているか

* 学際的・協同的取り組み

言語学(日本語の談話論), 認知科学(表記の読みと解釈), 臨床領域(意味の創発にかかる現象学)

本稿の目的：

現成主義の鍵概念である有意味世界の生起(*bringing forth a world of significance*)に注目し、関連する諸論との比較によって数学の学習と指導への示唆を得る。

有意味世界への注目

* 構成主義の生存可能性の原理の拡張(Proulx,2006)

妥当な適応(fit)としての知ることから、

行為者にとってどのような意味を持つか、何が重要であるか、どこまでが認められた振る舞いかを、一つの世界として行為者自身が創出する
(bringing forth a world)(pp.@-@)

2つのエピソード(1)

中学1年の教室「空間図形」から：

- コミュニケーション不全から安定，収束へ



図.グループによる発表の場面

[正多面体の学習のまとめとしてのグループによる探究]

正四面体の表面積を求めるための三平方の定理の使用

「えっと，最終的にあなたたちは何を求めたいのですか」

「一つずつの三角形の面積が求まれば～」(→拍手による承認)

2つのエピソード(2)

中学1年の教室「空間図形」から：

- 正多面体の判定規準

正多面体の暫定定義「すべての面の形が合同である多面体」



「面の形を指定したときにどのような多面体ができるか」によってできた“平行六面体”は正多面体か？

2つのエピソード(2)

中学1年の教室「空間図形」から：

● 正多面体の判定規準

「面の形を指定したときにどのような多面体ができるか」に続いてできた“平行六面

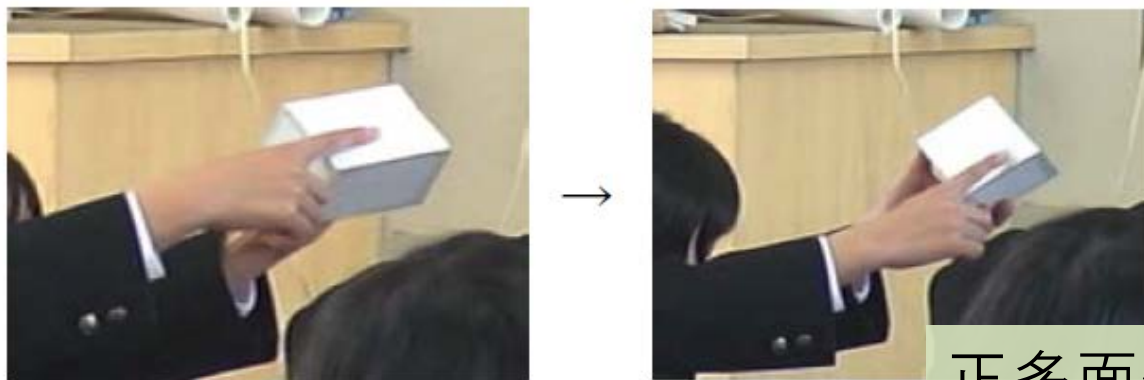


図.平行六面体は正多面体か

正多面体ではないことの説得を通して「1点に集まる2面の角の大きさが(正多面体では)同じ」に気づく

エピソードの暫定解釈(1)

生徒たちは何を重視にしていたのか，行為の変容を促す出来事は何か？ (Davis & Simmt,2003)

エピソード1	エピソード2
<p>限界を定めずに興味あることに取り組むが，その興味もまた色々[内的多様性の原理]</p> <p>行為の目的を共有することは，未知を不安に感じつつも共にいる行為者として認める</p>	<p>教師の想定を超えて行為者は自らの要求に応じて振る舞う[組織化されたランダム性]</p> <p>その要求や振る舞いが数学的かどうかは，その行為者らにとって必ずしも重要ではない</p>

有意味世界への注目

* 構成主義の生存可能性の原理の拡張(Proulx,2006)

妥当な適応(fit)としての知ることから、

行為者にとってどのような意味を持つか、何が重要であるか、どこまでが認められた振る舞いかを、一つの世界として行為者自身が創出する
(bringing forth a world)(pp.@-@)

教室での動性の説明として、言語行為、身体運動感覚のパターンやリズム(→身体化理論への注目)、表記の扱い、表記の変化、...とともに、何を重要視しているか？ という現象学的視点といえる

身体化理論(embodiment theory)との対比

- 生物としての人間の振るまい
- 「数学の基盤は～「数学的である」と社会的に認められた活動に従事している人が作り出す，状況に埋め込まれ，空間力動的で，そして身体的な現象のほうにある」(Abrahamson & Lindgren, 2014, p.358)
- 焦点を当てる基盤; 特に“個人”の知覚と行為，環境によるガイドへの注目
- 教室の生態よりも，行為者と環境とが相互作用的に創り出す微小空間への関心(Reid & Mgombelo, 2015)

身体化理論との対比： 特に「環境」を巡って

身体化デザイン研究(D.Abrahamson氏主導)では、

記号化される前の“数学”から、文化産物としての“数学”を形式化し、両者を組織化するという経験をするようデザインされたもの

であり、目的志向の環境のデザイン原理として有用であるが、現成主義ではさらに、

他者を含む環境と行為者とは一体であり、共に変化しながら生起する有意味世界は何か

に注目する。

エピソードの暫定解釈(2)

生徒たちは一貫して何を重視にしていたのか，行為の変容を促す出来事は何か？ 有意味世界の生起

エピソード1	エピソード2
作られた具体物と図による <u>表現</u> 表面積を求めたいという <u>欲求</u> 表面積を求めるために有用な <u>方法</u>	作られた具体物と認められた用語による <u>表現</u> 正多面体かどうかという <u>問いとそれへの応答</u> 正多面体の <u>判定規準</u> としての特徴，性質

いずれも「立体図形の世界」であるが，関わっている対象の意味は，生徒にとって異なる

数学の学習作業空間の理論化に向けて：

学習作業空間

生徒は何に従事し，没頭しているか

実践中の対象
の位置と役割

対象の生成と構成のための定義
探究の対象としての多面体の具体物モデル
主張の根拠のための多面体の具体物モデル

行為の変容

変容の二つの方向：
意味の違いによって，
同一世界または異世界をまたぐ

行為の変容を
促す要因の束

行為の意図の共有，反論に対する説得，衝動，...

行為を取り巻く世界	行為の様相	場の特徴
<p data-bbox="86 121 318 164">< 実際世界 ></p> <p data-bbox="86 242 511 349">物理法則，公的な規則が支配している世界。</p>	<p data-bbox="560 121 676 164">経験場</p>	<p data-bbox="801 121 1825 406">[対象の存在と生成] 知覚可能・操作可能な対象のみ存在しうる。それらはいずれも身体行為(構成，分解，変形，...)の対象であるとともに，仮想世界における対象のためのモデルでありうる。集める，組み合わせる，変形する等々の作る行為によって対象を生成する。</p> <p data-bbox="801 428 1825 535">[行為の様相] 上記の法則や規則，身体・環境の構造，対象・環境からのアフォードに依存する。</p>
<p data-bbox="86 556 318 599">< 仮想世界 ></p> <p data-bbox="86 678 511 1092">概念，論理，理論が支配している世界。実際世界を抽象し，内在させて拡張させる方向と，公理・定義の設定によって意図的に作り出す方向とがある。</p>	<p data-bbox="560 556 676 599">可能場</p> <p data-bbox="560 863 676 906">理論場</p>	<p data-bbox="801 556 1825 721">[対象の存在と生成] 思考実験としての操作(可逆性，再現性，...)が可能対象のみ存在しうる。内面化した経験場での行為によって対象を生成する。</p> <p data-bbox="801 742 1825 849">[行為の様相] 経験場の様相の抽象および思考実験の規準に依存する。イメージやメタファーを伴う行為はここに準ずる。</p> <p data-bbox="801 871 1825 1156">[対象の存在と生成] 公理・定義からの推論(演繹，帰納，類推など)による導出が認められる対象のみ存在しうる。公理・定義自体は社会・文化・歴史による交渉を通して作られるが，対象は推論によって生成される。存在が推論によるため常に可謬的であるものの，生成のための手順は明確である。</p> <p data-bbox="801 1178 1825 1342">[行為の様相] 公理・定義とともに，社会・文化・歴史のなかで認められた規則，特に記号の使用規則としての文法および証明の規準に依存する。</p>

図 1. 二世界を伴う行為の様相論

おわりに

- 生徒の学習の道筋を想定する作業は理論的取り組みであるのに対して、
- 生徒の行為の自由度を認めながら、実際の道筋を再組織することは、実践中の教師の重要な仕事
- すなわち、学習のカリキュラムを認めつつ、教育のカリキュラムとの調和を図るために「有意味世界の生起」を実践の分析のための方法論として位置づけることが今度の課題