

中学校理科天文分野における 構成主義的カリキュラムの開発

○山内祐平

菅井勝雄

大阪大学 人間科学部

大阪大学 人間科学部

要約 中学校理科天文分野は、視点の変更などの非構造化された知識が多く、知識伝達型の授業ではなかなか効果をあげることができなかった。本研究ではマルチメディアなどを使った構成主義的なカリキュラムを提案する。

キーワード カリキュラム、構成主義、マルチメディア、天文分野

1. 構成主義とは何か

構成主義的カリキュラムといった場合、常に問題になるのが、構成主義という言葉がどのような意味で使われているかという点である。ここでは構成主義をひとつの認識論としてとらえ、リアリティは人間の外部に客観的に存在するのではなく、心の中に構成されるものであるとする反客観主義的な思想群としてとらえることにする。

構成主義が認識論である以上、それに対応した1つの正しい教育方法があるわけではない。あるとすれば、心の中の内的現実の構成に対してそれにふさわしい教育的活動を提案することにより援助を行なうという理念形であろう。文化や文脈によってその実現形態はさまざまなものがありうる。本カリキュラムは日本の文化の中で天文分野という内容のもとに作成されたものであり、一般的に合衆国などで語られている構成主義的カリキュラムよりかなり流れが決められている。しかし、カリキュラムの流れを考える際に、学習者の

内面で構成されるイメージを予期して流れを考えているという点で構成主義の認識論を取り入れている。その際に従来、客観とされていたものは社会的に構成された意味 (Socially-Constructed Meaning)として構成の道具として使用される。

表1 客観主義と構成主義の諸仮定
(Jonassen, D. H., 1991)

	客観主義	構成主義
リアリティ (現実世界)	知るものによって外部 実体、特性、関係によって決定される構造 構造はモデル化される	知るものによって決定される 人間の精神活動に依存する 心のプロダクト、シンボルの手続きがリアリティを構成する 構造は経験や解釈に依存する
心 (マインド)	シンボルの処理器 自然の模写 シンボル操作の抽象機械	シンボルを構築するもの 自然を知識するもの、解釈するもの リアリティを構築する概念システム
思考	身体からの運搬：人間種族とは独立 外部リアリティによって支配される 外部リアリティを反映する 抽象的シンボル操作 リアリティを表現する 要素主義：「積みレンガ」のように分解できる 分類 機械がなす	身体と密着：身体の種類から成長する 知識や概念で基盤づけられる 自然及び社会との構成で基盤づけられる 想像的：抽象的思考ができる リアリティの表現を越える グシュタル特性 認知モデルの構築 機械ができることを越える
意味	世界の中の実体とカテゴリに対応する 有機体の理解とは独立 理解者の外部	世界との対応に依拠しない 理解に依存する 理解者によって決定される
シンボル	リアリティを表現する 外的リアリティの内的表現	リアリティ構築のための道具 内的リアリティの表現

Development of Constructivistic Curriculum on the Area of Astronomy

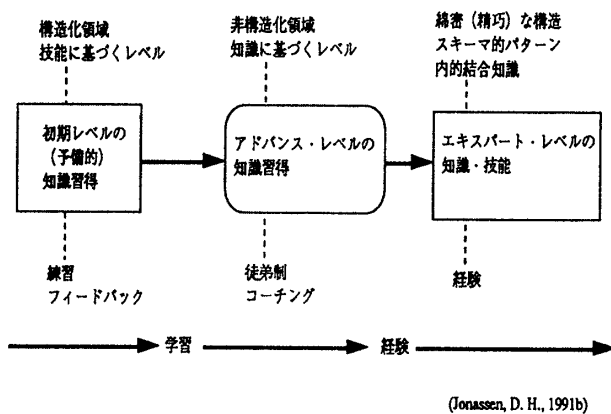
○YAMAUCHI, Yuhei

SUGAI, Katsuo

2・カリキュラム構成原理

本カリキュラムではカリキュラム構成原理としてJonassenが提唱している知識獲得の3段階モデルを採用している。これは獲得する知識の種類に応じて知識構成に関する援助を変えていくというもので、特に非構造化領域の取扱いにおいて、構成主義という認識論の強味がもっとも発揮される。この知識獲得の3段階モデルでは知識を3

図1：知識獲得の3段階モデル



つの種類に分けている。○○は～であるという形式で記述できる構造化された知識の獲得には練習やフィードバックという方法が適している。その知識が獲得された後で、そのような構造的知識をベースにしなが、複雑に絡み合っ順番に獲得することが容易にできないような非構造的知識領域の獲得を支援する際には認知的徒弟制やコーチングなどが有効である。また、学習者がエキスパートになり、精密なスキーマ的パターンを獲得するのを支援するために学習された知識を用いる経験というステージを設けている。

さらにこのモデルに天文分野の内容特性を考慮してカリキュラムを構成する。

3・構成主義的カリキュラムの実際

(1) 導入 (Introductory) ユニット

導入ユニットは学習者に基礎的で構造的な知識を構成させるユニットである。従来はこの基礎的な知識は教科書の暗記という形で獲得されてきた。この種の構造化された知識を構成させるための活動としてJonassenは練習・フィードバックという例をあげているが、このような記述的知識は楽しみながら文脈の中で獲得するということが可能なので、ここでは映画のようなスタイルにして、マルチメディアの世界の中で遊ぶ中で知識を構成させるという活動を提案する。また、この段階で星を実際に見るという活動を入れる。普段あまり見ていない星にたいして興味を抱かせる中で観測の基本的な技能を獲得させる。ここで構成される知識の内容は星に関する基本的な知識の習得と太陽などの恒星と、地球や金星などの惑星との違い、星座など、星に関する基本的な知識に加え、古代の宇宙観、天動説、地動説などのパラダイムの概要も入る。これは次のユニットの学習のための状況設定である。マルチメディアに関する詳しい議論は当学会において研究グループの安川が発表するのでそちらを参照願いたい。

図2：マルチメディアのタイトル



(2) 発展 (Advanced) ユニット

発展ユニットは学習者に言葉や図などで構造化しにくい領域の知識を構成させるユニットである。自分の体を使った実験や討論などで導入ユニットの頭だけの理解から解放する。その際に、導入ユニットでのパラダイムを使い、アリストテレスになったつもり、コペルニクスになったつもりでの実験・討論を行なう。

ここで構成される知識の内容は地球の自転・公転（天動説と地動説）に関する視点変更技能を伴った理解である。

発展ユニットでの実験例

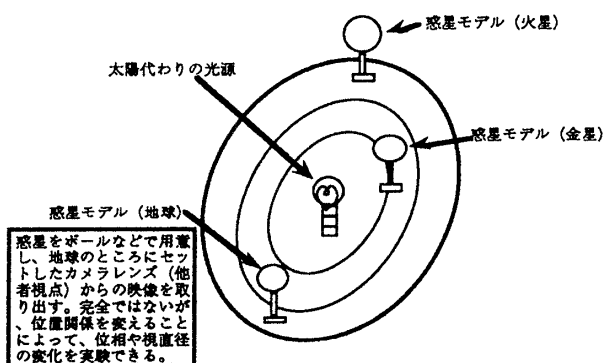
ービデオカメラを用いたもの

（ビデオカメラは、第3者の視点を提供するものとする）

- ・北転の星の運動と地球の自転の関係
- ・回転椅子にのせたビデオカメラ
- ・惑星の運動と見え方の変化

この実験に関する詳しい議論は当学会において研究グループの黒田が発表するのでそちらを参照願いたい。

図2：発展ユニットでの実験例

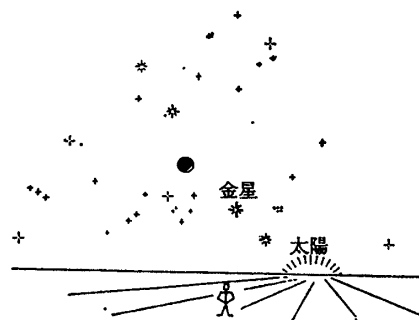


(3) 応用 (Expertise) ユニット

応用ユニットは学習者が導入・発展ユニットで構成した知識を利用して実際に経験をする中で精密な知識やスキーマ的パターンを構成するユニットである。具体的にはチャーチランドの課題を用いて、金星の動きを予測させ、なぜそのような動きをするのか、クラスで討議させる。

図3：チャーチランドの課題

下の図は、ある日の日没後の西の空を示したものです。数日後、金星はどの向きに動いていると思いますか。金星に矢印を書いてください。



上のような矢印を書いた理由を書いてください。二つ以上書いた場合は、それぞれについて理由を書いてください。必要ならば、図を描いて説明してください。

滋賀大学附属中学校で7月に行なわれた予備調査の結果、生徒のもつさまざまなバグパターンがあきらかになった。主なバグパターンは表2にあげたとおりであるが、主なバグ以外にも細かなバグがたくさん複合されて誤答が形成されていることがあきらかになった。そのため、クラスでいきなり討議させるのではなく、まず、主なバグのタイプ別にグループを編成させ、そのような細かなバグを話し合いの中でとってもらい、主なバグすなわち学習者のもつ原始的パラダイムの説明力の差だけでクラス討議を進めていくという議論に関するストラテジーをとることにした。また、このユニットに関する詳しい議論は当学会において研究グループの鈴木が発表するのでそちらを参照願いたい。

表2 チャーチランドの課題の予備調査結果

		1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C			
type1	基礎的理解の欠陥	0	0%	0	0%	0	0%	2	5%	0	0%	0	0%
	地球の位置を間違えている	2	5%	14	36%	17	43%	9	22%	13	36%	5	13%
	日周運動と誤解している	11	28%	12	31%	10	25%	10	24%	8	22%	6	16%
type2	太陽系モデルを使わない	0	0%	1	3%	0	0%	1	2%	0	0%	1	3%
	月の動きをあてはめている	1	3%	1	3%	0	0%	0	0%	2	6%	1	3%
	太陽の動きをあてはめている	0	0%	2	5%	0	0%	2	5%	0	0%	0	0%
type3	太陽系モデルを使っている	5	13%	4	10%	1	3%	4	10%	2	6%	3	8%
	立っている位置がわかっていない	16	41%	5	13%	12	30%	12	29%	7	19%	10	26%
	直立太陽系モデル	3	8%	0	0%	0	0%	2	5%	2	6%	8	21%
type4	太陽系モデルを使っている	16	41%	5	13%	12	30%	12	29%	7	19%	10	26%
	立っている位置がわかっていて 地平線と太陽系を同時に考えていない	3	8%	0	0%	0	0%	2	5%	2	6%	8	21%
type5	正解?	1	3%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	0	0%
	合計	39		39		40		41		36		38	

4・今後の予定と評価の計画

このカリキュラムは現在、香川大学附属坂出中学校で10月から実践するために授業案に落とししているところである。その際に教科書の内容と対応付けをし、本カリキュラムが学習指導要領で学習すべきとされた内容を網羅できるように細かく設計している。

評価に関しても現在、計画を立てている段階である。本研究は構成主義的カリキュラムの開発をめざすものなので、評価の形式も構成主義的なものになってくる。大きな特徴としては、次の2点があげられる。

○客観的テストをできるだけ排し、授業中の活動そのものをデータとして扱うようにする。具体的には思考のプロセスを書かせる活動を随所に入れ、思考過程の変化から、学習者の中で構成されたものを抽出する。

○各ユニット毎の教授援助の評価どカリキュラム全体の評価の2つを主な評価目的とする。各ユニット毎の教授援助の評価は、教師が意識して設定した学習環境や、教育的意図を持った発言が、その意図どおりに学習者の構成を援助することができたかという視点で行なわれるものである。また、カリキュラム全体の評価は、最終的に学習者が知識獲得の3段階モデルのような流れで知識構成を進めることができ、(少なくとも中学校理科の範

囲では) エキスパートとして自立した状態に達することができるかが鍵となる。知識・技能的にエキスパートになっているかどうかは、チャーチランドの課題の火星版を解けるかどうかによって評価したい。

5・参考/引用文献

- 1) Jonassen, D.H., 1991, Evaluating constructivistic learning, Educational Technology, 31,9,28-33.
- 2) 村上陽一郎訳, P.M.チャーチランド, 「心の可塑性と実在論」, 紀伊國屋書店
- 3) 常石敬一訳, T.S.クーン, 「コペルニクス革命」, 講談社学術文庫
- 4) 村上陽一郎訳, N.R.ハンソン, 「科学的発見のパターン」, 講談社学術文庫