

## Theories of Knowledge Restructuring in Development

Stella Vosniadou and William F. Brewe

Review of Educational Research ,Spring, 1987, Vol. 57-1, pp. 51-67

知識の再構築に焦点を当てた知識獲得のはたらきに関するレビュー論文

### 導入

- Plato はどのように新しい知識を手に入れるのかという疑問をあげた  
→経験から新しい知識をどのように得るのか
- 学習は総体的に新しい知識の獲得から構成されている(Campbell, 1974; Petrie, 1981)
- ピアジェの発達理論
  - 日常における学習は事前知識に組み込まれている (同化/assimilation)
  - 日常における学習は事前知識を修正する (調節/accommodation)
- 知識はスキーマ形式で構築される
- 既存スキーマが新しい経験によって修正される 3つの方法
  - Accretion (増加)  
既存スキーマ内で事実の情報が蓄積することで起こる変化に注意を向ける
  - Tuning (同調)
    - ・ 情報解釈のために使用されたカテゴリーにおける漸進的変化
    - ・ 漸進的変化とは、現実のデータとスキーマを適合させるために、スキーマの適用範囲を抑制もしくは一般化させたり、スキーマの改良を行うこと
  - Restructuring (再構築)  
新しい構造を生成する知識の変化  
古い情報を再解釈したり新しい情報を構成し、知識獲得の基礎形式
- 本論文では、概念化されたさまざまな再構築方法と、天文学に関する知識獲得に伴い子供の知識再構築について述べる

### Kinds of Knowledge Restructuring

- Global Restructuring
  - ピアジェの思考発達段階説
  - 子供は知識の利用を可能にするために形式的に表現を変化させ再構築を行う

- **Domain-Specific Restructuring**

- 発達変化は領域特化型の理論変化としても考えられる(Carey, 1985)
- この考えにより、子供は概念構造のような 2 つ 3 つの理論から始まり再構築を行うことで新しい理論を手に入れることが可能になる
- 領域特化型の再構築の立場に似た考えは科学教育の分野においても提案された
- 概念変換は既存の概念構造の修正を行うのではなく、根本的に新しい概念モデルの形成にも影響を与えている(Driver&Easley,1978)
- 領域特化型の再構築の見解は様々な領域(物理学、チェス、放射線学など)におけるエキスパートとノービスの違いを調べた研究から多くの支持を得ている

- **Kinds of Domain-Specific Restructuring**

- 知識獲得の研究において、学習中に起こりうる領域特化型の再構築に関して 2 つの解釈を提案した(Carey,1985)
  1. weak restructuring
  2. radical restructuring
- パラダイムと理論
  - ・ weak restructuring と radical restructuring の区別は、理論変換と科学の歴史におけるパラダイム転換との区別に似ている(Kuhn, 1970)
  - ・ 既存理論を構成したり、改良したりするプロセスは理論変換を引き起こす =weak restructuring
  - ・ 既存の概念構造で説明できない異例に直面した時、新しいパラダイムが求められる =radical restructuring
- 科学者と子どもの違い
  - ・ 科学者は、再構築するために一貫した新パラダイムの発見が求められる
  - ・ 子どもは、独力で新パラダイムを発見することではなく、現象経験から得た理論と現在の科学見解を統合することが課題とされる
- 対立する証拠を統合させようとして誤概念をもたらす
- 子供が大人から知識を与えられることで、既存スキーマの変換を求められる =radical restructuring
- 発達理論における 2 つの再構築の区別
  - ・ 知識獲得においてどちらの再構築も起こるが、radical restructuring は全く

新しい理論、パラダイムから起こる

⇒数少ない理論構造しか持っていない子供が知識を獲得するときに起こる

- 教育理論における 2 つの再構築の区別
  - ・ 学習と教育に影響がある再構築のメカニズムにおいて重要な違いが存在する
  - ・ 学習における事前知識の役割に関する違い
    - ✓ weak restructuring  
新しい知識をサポートするために事前知識を使用する
    - ✓ radical restructuring  
事前知識がどのような役割があるのか明確になっていない
  - ・ 教育における事前知識の役割
    - ✓ radical restructuring  
教育の内容や方法について議論されている  
例：「初めからどの理論までを教えるべきか?」「指導者は生徒の事前知識をどこまで信頼したらよいのか?」・・・など

### Knowledge Acquisition in the Domain of Astronomy

- 天文学分野における子供の知識獲得の研究
- この分野では歴史の発展における理論の再構築を経験できる  
—子供の根本的概念変換の発見できる可能性がある

### ● Development of Astronomy Schema in Children

- 天文学の初期理論のほとんどが子供でも利用可能な毎日の現象を説明したもの  
例：日中と夜のサイクル、季節、月と太陽の運動
- 経験から作られる仮説は、利用可能な発展的証拠の根拠や歴史的な天文学の理論の根拠を提案できる
- 筆者らの仮説  
子供の知識は現象的な経験で構成されているが、科学理論に反する”常識的”な考えからスタートする  
例：地球は平らである、地球は動いていない

- 考え方の変化
    - ・ 精霊的な考え（太陽は生きている、輝きを止めることが可能である）から月や太陽の関係を示す視運動のメカニズムへ
    - ・ 地球中心の考えから太陽中心の考えへ
- ⇒考え方の変化に関する明白なデータはないが、知識獲得の順序については明らかになっている

## ● Radical Restructuring in Astronomy

- 前セッションで記述した 2 つの考え方の変化は **Radical restructuring** として説明することが可能か？
  - ・ 以下 3 つの観点から古いスキーマと新しいスキーマが異なった時、**Radical restructuring** が生じたこととする
    1. 個人概念
    2. 構造
    3. 説明する現象領域
- 個人概念におけるスキーマの変化
  - ・ 子供の概念は根本的に変化
    - ✓ 精霊的な概念（太陽は夜になると眠る）から銀河中の内 1 つの星としての概念へと変化する
    - ✓ 他、地球は平らである概念から球体である概念への変化
- 構造におけるスキーマの変化
  - ・ 概念が変化するだけでなく、概念間の関係性も同様に変化する
    - ✓ 昼と夜のサイクルは地球と太陽の関係性に関して概念化
    - ✓ 月の光は、月と太陽と地球の関係性に関して概念化
- 説明する現象領域におけるスキーマ変化
  - ・ 新しいスキーマは、一見異なる現象を説明するために太陽の光や影の構造を使用する
    - ✓ 昼と夜のサイクル、季節、月の満ち欠けを太陽構造で説明する
- 全ての 3 つの基準に対してスキーマの変化を説明できた  
⇒**Radical restructuring** として考えられる

## Mechanisms for Knowledge Restructuring

- **Radical restructuring** の 2 つのメカニズム

- A) ソクラテス式問答法
  - B) アナロジー、メタファー、物理モデル
- ソクラテス式問答法
- ・ 考えを徹底的に掘り下げる効果的な方法
  - ・ 現段階のスキーマとの矛盾（不一致）に気づかせることを促進するために使用される
  - ✓ 古い信念の棄却や根本的に異なる概念構造に取って代わるステップに必要な (Anderson, 1977; Nussbaum & Novick, 1982)
- アナロジー、メタファー、物理モデル
- ・ 他の異なる領域のアナロジーやメタファーを使用することで、既存知識は新しい知識の構築や既存スキーマの再構成に影響を与える
  - ・ 子ども大人も、新しいスキーマ構築や既存スキーマの再構築させるために、よく知っている領域から情報を転移させるアナロジーを使用する (Gentner, 1981; Vosniadou & Ortony, 1983; Vosniadou & Schommer, 1986)
  - ・ 科学においてアナロジーが自然に使用されることは、理論を構築するための有力なメカニズム (Darden & Maull, 1977; Gentner, 1980; Hesse, 1966; Oppenheimer, 1956)
  - ・ 物理モデルはアナロジーが簡単に表現できない時に働く
  - ・ スキーマは物理モデルに内在化されている
  - ・ 明確にすべき課題
    - ✓ アナロジー、物理モデルがどのように促進されるか
    - ✓ 良いアナロジー、良い物理モデルはどのようなものか
    - ✓ どのように誤概念を避けさせることが可能か

### Summary

- 知識獲得のプロセスは異なる種類の変化が含まれている
  - ✓ 知識獲得には既存知識の改良と新しい構造の創造が求められる
- 知識獲得の再構成の概念
  - ✓ **Weak restructuring**  
既存概念間の関係や概念が新しく作られることを含む再構築
  - ✓ **Radical restructuring**

2016/02/09

担当：頓部

スキーマにおける根本的変換の再構築

科学の歴史においてパラダイムシフトが起こったことに類似

⇒2つの区別は理論発展と理論教育にとって重要である

- 知識再構築に適した分野である天文学で子どもの天文学知識の獲得の特徴を述べた
- 知識獲得時に起こったスキーマの変化を特徴づけ、変化の原因となるメカニズムを示した