チューリップの開花と温度に関する構成主義的学習指導法の研究

増尾　慶裕[1)]・土屋　英男[2)]

Study of Constructivistic Teaching and Learning Processes as Regards the Relationship between Tulip Flowering and Air Temperature

Yoshihiro MASUO and Hideo TSUCHIYA

和文要旨

技術・家庭科「栽培」領域におけるチューリップの開花と温度の関係を教材として，構成主義的学習指導法の効果を検討した。認知的方略としてスキーマ理論をこれに適用し，生徒の実用的な既有スキーマから出発する学習指導を設定した。まず，生徒の既有スキーマを調査し，課題に対して適切な既有スキーマをもたない生徒と，課題に関連する既有スキーマをもつ生徒に分類した。つぎにこれらの既有スキーマに基づいて探求学習を中心とした学習指導を行った。さらに，課題学習を効果的に支援するためのツールとして，自らの思考に基づく栽培実習が行えるようなコンピュータ教材の開発を試みた。

こうした本学習指導法を試みた生徒群を，従来の学習指導を行った生徒群と比較すると，学習内容の長期記憶について有意な差が認められ，この点で「栽培」領域における構成主義的学習指導法の有効性が認められた。

キーワード：感温周期性，技術科教育，構成主義的学習指導，スキーマの再構成

Summary:

We have constructed an construtivistic teaching prosess based on schema theory on the Plant Cultivation area of Industrial Arts in junior high school. We focused on the relationship between the flowering of plants and the temperature, and adopted schema theory as a cognitive strategy.

In other words, We set up a teaching prosess in which students can not only activate their pragmatic schema when solving given problems, but make use of computer materials and think things of thier own accord when engaged in growing-plant training.

Keywards: Industrial Arts education, Constructivistic teaching, Schema theory, Thermoperiodicity.

Ⅰ．はじめに

技術・家庭科の技術系列（以下，技術科という）「栽培」領域の学習において，生徒の認知過程に焦点をしぼった研究は少ない。とくに中学生段階では理解するのに困難なことが多い植物の感温

1）精華町立精華西中学校　2）京都教育大学

周期性についての学習は，教科書で扱うにもかかわらず，その内容は高度で抽象的なため学習指導にかなりの工夫を要するものと考えられる。その背景の一つに，草花の促成栽培を行う場合，単に温室等で暖かい温度環境にすれば植物は開花すると考えている生徒が多いことがあげられ，植物の感温周期性を正確に理解している生徒は甚少である。この感温周期性に関する検証実験を授業で扱うのははなはだ困難でもある。

増尾は，前報において生徒の実用的な既有スキーマを活用した学習指導について報告した[1]。そこで本研究では，植物の開花と温度についての感温周期性を中学生に理解させるための認知的方略として，認知心理学のスキーマ理論を適用し，生徒の既有スキーマを出発点として，最終的に学習内容の長期記憶を達成するための教授・学習過程を設計した。さらに，既有スキーマの異なる2つの生徒群を設けて実験授業を行い，その教授・学習過程の有効性を調査した。

Ⅱ．教授・学習過程の構築

本研究では，生徒の日常生活での経験に基づいて形成された，いわゆる実用的な既有スキーマに，教師が提供する情報を生徒が関連づけやすいような指導内容を設定し，生徒が身近な学習題材により親近感をもって思考でき意味理解が適切に行えるように授業内容を工夫した。

そこで，植物の開花と温度についての抽象的な関連性の理解を図るために，チューリップを学習題材とし，生徒の実用的な既有スキーマからの類推で理解を容易にできるようにした。材料にチューリップを用いたのは，これが開花に低温を要求する植物であると同時に，生徒にとって身近な草花で栽培が容易であるため，中学生の発達段階を考慮すると，学習題材として適切であると考えたからである。

スキーマ理論によると，人間が新しい学習内容を理解する過程とは，その学習内容を自己のもつ既有スキーマと照合して，新しいスキーマを組織化していく中で理解していく過程であると説明される[2]。これは既有スキーマによって，その後の理解の内容と程度が規定されることを示唆しており，自己の学習や経験を通して既有スキーマは再構成を繰り返される一方で，次の学習に役立つように個々の経験を，一般的かつできるだけ多くの事例に共通する典型的な形態で蓄積し，その後の理解を効率的に支援するメカニズムそのものであると考えられている[3]。

足立（1994）[4] はスキーマ理論を基に生徒の発達過程や認知過程からみた構成主義的学習論を整理・構築し，生徒によるスキーマの自主的な再構成を支援する教授・学習過程の枠組みを提示している。

「栽培」領域における学習指導には，実験・実習の認知過程にとくに配慮が必要である。本稿では，足立の手法を参照しつつ，「栽培」領域の学習指導の系列をスキーマ理論に基づき以下のように再構成した。すなわち学習過程に沿って，(1) 情報の入力，(2) 入力情報の理解・納得，(3) 学習，(4) 法則化の整理，法則性の発見，(5) 記憶，(6) 習熟，(7) 転移，(8) 創造的思考力である。その教授・学習過程を第1表に示した。そのうち (3) から (8) までが栽培の実習を通して修得する学習過程と考えられる。

Ⅲ．研究方法

植物の開花と温度・光の関係を学習題材とし，開発した教授・学習過程の学習効果について，1997年10月に京都府内のH中学校2年生20名を対象に，実験群と対照群に分割して測定した。実験群の生徒は第1表の教授・学習過程により，生徒は主体的に学習し，生徒に「チューリップは通常

第1表　スキーマ理論に基づくチューリップの開花と温度についての教授・学習過程

生徒の認知過程	教師の活動	生徒の活動	留意点・教材教具など
(1) 既有スキーマの活性化 (適切なスキーマを呼び出す)	適切なスキーマの呼び出し (情報提供) ・学習目標を提示する。 ・日常生活において，植物の栽培では生育と温度との関係は，どのようになっているかを想起させる。	適切なスキーマの活性化 ・日常生活の中で，植物の生育と温度の関係について知っていることや経験したことの具体例を考えさせる。 ・いろいろな植物の開花する温度を予想する	・既有スキーマを概念地図として記述 ・予想を記述
(2) 入力情報の理解納得 (呼び出した入力情報を働かせて入力情報の意味を考える)	既有スキーマの働きやすい状況づくり (情報の説明) ・バレンタインデーの頃にチューリップが花屋の店頭で咲いていることがあるがどのように栽培すれば早く咲くのかを考えさせる。 ・生徒の予想した代表的な意見を提示する。 ・生徒が予想した意見と関連させながら植物の生育と温度との関係はどのようになっているのかを考えさせる。	適切なスキーマの活用 (関連するスキーマを活用し，まとまりのある意味を構成する) ・予想した意見には，いろいろなタイプのものがあることを知る。 ・班で話し合いをして，もう一度考えさせる ・検証する方法を考える。	
(3) 学習・検証 (実験) (新たなスキーマを形成・獲得する)	新スキーマの形成・獲得の援助 ・検証実験を行わせる。 ・検証するための実験器具を提示する。 ・マルチメディア教材で調べさせる。	新スキーマの形成・獲得または既有スキーマの修正・充実 ・実験の役割分担をする。 ・実験を行う。	・検証実験 ・マルチメディア教材
・ 適切なスキーマがない場合	より包括的な概念とその具体例を考えさせ新スキーマを組み立てさせる ・植物の生育には一定の温度が必要であることを調べさせる。 ・マルチメディア教材からイメージ的に共通する概念を抽出して，具体的な新スキーマを構成させる。	包括的概念と既知の事例とを結びつけて新スキーマを組み立てる ・植物の生育と温度との関係についての知識がない。 ・実験により得られたイメージ情報を基にして，それらが具体的にどのような意味をもち，どのようにつながるのかを考え，具体的な新スキーマを獲得する。	
・ 類似のスキーマがある場合	類似のスキーマから新スキーマを類推させる ・全ての植物が単に暖かくなれば開花するのかを調べさせる。 ・全ての植物が暖かくなれば開花するのではなく，寒さを必要とするものもあることを知る。	類似のスキーマを活用する ・植物の生育は温度が高くなると開花すると考えている。 ・類推した事例を整理し，その一部を差し替え，新たな情報を付加して新スキーマを獲得する。	
・ 適切なスキーマがある場合	既有スキーマを充実 (増大) させる ・冬の寒さにあわないと開花しない性質の植物があることを知っている。 ・なぜ，冬の寒さにあわないと開花しないのか考え，花芽分化の観点から調べさせる ・開花が終わるとどのような状態になるのかを調べさせる。	既有スキーマに未知の具体例を付加していく ・低温処理栽培の方法を調べる。 ・調べたことを通して既有スキーマを充実させる。	

(次ページにつづく)

（第1表のつづき）

生徒の認知過程	教師の活動	生徒の活動	留意点・教材教具など
（4）法則化の整理・法則性の発見	既有スキーマと検証して得た知識との融合を図る ・植物にはそれぞれ開花に適した適温があることを整理させる。 ・暖かくなると開花する植物，低温にあわないと開花しない植物があることを分類させる。	既有スキーマを新スキーマと融合させる ・植物には温度周期性があることを知る。 ・バーナリゼーションについて知る。 ・検証実験から共通の法則性を見出すことができる。	
（5）記憶（形成した新スキーマを想起しやすい状態で保持する）	新スキーマを整理し十分リハーサルをさせる ・新スキーマを，その「目的」「機能」「用途」別に，カテゴリー化して相互の関連性や意味を吟味・再確認させる。	形成した新スキーマを想起しやすい状態で記憶する ・既有スキーマと新スキーマ（実験により検証したもの）を丸暗記するのではなく，既有スキーマとの相違を深く考え，意味を整理して理解する。そして，キーワードを整理して再生できるようにする。	
（6）習熟（新スキーマを同様の状況，分脈で適用する）	形成した新スキーマの反復適用訓練 ・再構成された新スキーマを基にして，日常生活で適切に栽培ができるようにさせる。	形成した新スキーマの適用練習 ・日常生活で植物の適温を考慮した栽培計画が立てられる。	
（7）転移（新スキーマを異なる課題や状況で応用する）	関連するスキーマ群の構造化 ・新スキーマを日常生活の中で考えさせ，他にどのようなものに使われているかを抽出させる。そして，関連するスキーマを構造化させる。	新スキーマの応用 ・促成栽培のいろいろな方法を調べる。	・再構成された新スキーマを概念地図として記述
（8）創造的思考力（類推や再構成によって未知の問題解決に役立つ新スキーマを創造する）	スキーマの再構成や類推の仕方を体験させる ・今までとは違った発想や見方で，植物の適温について考え，積極的に日常生活に活用できる態度を育成させる。 ・促成栽培の効果的な方法を考えさせる。	スキーマの再構成や類推の仕方を体得する ・日常生活で，植物の開花する適温を理解して適切に栽培できる。	

の露地栽培では春に花が咲くが，1月頃に花屋の店頭で咲いたものを見かけることがある。これはなぜだろうか」との課題を与え，日常生活に即して生徒のもつ既有スキーマから構成主義的な学習指導を実施した。一方，対照群の生徒は，いわば教科書に即して教師が講義形式で説明し生徒は受け身的に学習する，従来の学習指導法とした。なお，実験群と学力差がつかないように丁寧に指導した。

両群の授業の前に事前評価を実施したところ，両群の生徒間の知識理解の程度に有意な差は認められなかった（第2表，事前評価の評価問題は資料1を参照）。このことは，両群の生徒が元来有していたチューリップの開花に関するスキーマに差異がみられないことを意味するものと考えられる。学習内容については，両群の指導内容の均一を期すため，学習目標分析に基づいて同一の学習内容および授業時間配分（それぞれ2単位時間）とし，教授・学習過程の評価を，既有スキーマ，学習および転移に関する内容について設問・評価した（事後評価1，評価問題は資料2を参照）。さらにその2週間後に，再度，同一の問題により，事後評価2として知識の定着度を測定した。

第2表　実験前の生徒の既有スキーマの違い（事前評価）

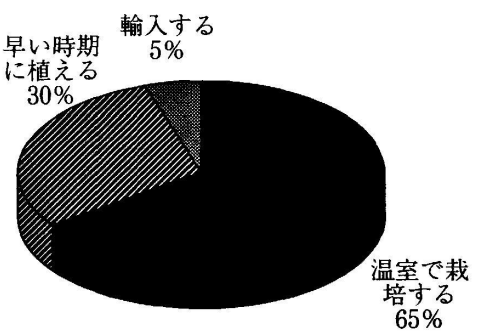
	実験群	対照群
得点の平均値	7.8	8.0
標準偏差	2.42	2.61
t検定	t＝0.51　p＝0.62^{NS}	

NS：有意でない

Ⅳ．結　　果

(1) 生徒の既有スキーマの実態

両群の生徒のチューリップ早期開花栽培に関する既有スキーマの調査結果を，第1図に示した。冬にチューリップを開花させるには，温室で栽培するが65%，早い時期に植えるが30%，外国から輸入したものを植えるが5%であった。



第1図　チューリップの早期開花に関する生徒の既有スキーマ（実験前）

これらの生徒のもつ既有スキーマは，①球根を植える時期を早くすれば咲く。②温室など温度の高いところで栽培すれば早く咲く，の2つに大別される。すなわち，チューリップなどは低温に会わないと開花しない，いわゆる感温周期性を有することを理解している生徒は皆無であった。従ってこのような植物の性質を理解させるためには，生徒の日常生活に密着した既有スキーマから学習の糸口を求める学習指導が有効となろう。

生徒のもつ既有スキーマは，これから学習することに対応して，1）適切な既有スキーマをもっていること，2）類似したスキーマ，即ち本人にとって類推の容易な既有スキーマをもっていること，3）これに関連した既有スキーマをもたないこと，の3種に分類できる。本課題においては，適切なスキーマを有する生徒は存在しなかったため，2）の植物の開花と温度に関して類似した既有スキーマをもつ生徒と，3）の適切な既有スキーマをもたない生徒に分類し，それぞれをいかに感温周期性を理解させることができるかについて調査した。

(2) 事後評価

事前評価で実験群と対照群の両生徒には，既有スキーマに有意な差が無いことが判明したため，

異なる授業の実施後に構築された両群の生徒のスキーマの相違を評価した。両群の事後評価1では，実験群と対照群の生徒間で平均点に有意な差が認められなかった（第3表）。しかし，それらの知識が如何に定着しているかを調査した事後評価2（第4表）では，両群の生徒の平均点間に有意な差が認められた。このように，生徒が課題に対して主体的に考える構成主義的学習によれば，学習の成果が長期記憶として保存され，知識が有効に理解されていることが示された。一方，講義形式で受動的に学習した対照群では，実験群の生徒と同様の内容・時間数では，チューリップの開花について十分に理解できないことが明らかとなった。

第3表　実験直後の生徒の新スキーマ形式の違い（事後評価1）

	実験群	対照群
得点の平均値	5.70	5.10
標準偏差	0.64	0.70
t検定	$t=1.90$　$p=0.14^{NS}$	

NS：有意でない

第4表　実験2週間後の生徒の新スキーマ定着度の違い（事後評価2）

	実験群	対照群
得点の平均値	5.10	2.70
標準偏差	0.94	1.35
t検定	$t=4.38$　$p<0.001$	

V. 考　察

(1) 構成主義的学習指導

構成主義的学習指導に対する効果については，学習指導直後の事後評価1の結果では，検定として有意な差は認められなかったものの，実験群は対照群に比べて平均点で0.6ポイントの差が示された。さらに，学習に対する長期記憶の調査をした事後評価2では有意な差が認められ，本学習指導法の効果が確認された。これらの学習効果は，構成主義的学習指導の教授・学習過程に起因したものと推察される。

本教授・学習過程のポイントである既有スキーマの活性化の段階(1)から学習の段階(3)を通じての開花の性質と環境要因に関する知識の整理や発見の過程で，生徒が主体的に構築する新スキーマと教師が新たに提供する学習内容の情報とが効果的に関連づけられ，結果として学習要素間の関連性と共通構造を見出せるようになったと考えられる。それにより，植物の開花と温度との関係には，大別して単に暖かくなると開花する植物と寒さを経てから開花する感温周期性を有する植物の二種類があることを発見させ，後者の植物における開花のための低温処理の意味を理解させることができたものと推察される。さらに，再構成した新スキーマを保存する記憶の段階(5)，新スキーマを入力情報と正確に関連づけできるように反復練習させた習熟の段階(6)，新スキーマを他の課題に応用させることができた転移の段階(7)の一連の過程を経て，新スキーマの形成が図られたものと推察される。このように，生徒のもつ既有スキーマを課題との関連を基準に対応させて提示することで，生徒はより主体的に思考したり，調べる学習が可能となった。この教授・学習法は，受け身的な従来の学習指導と比較して，学習内容を長期記憶させることが可能となり，スキーマを円滑に再構成する大きな要因となることが事後評価2の結果から示された。

次に，実験群の教授・学習過程とそれにより形成された長期記憶との関係について考察する。一般的に記憶とは，短期記憶と長期記憶に分類される。教授・学習過程で示した授業の段階(5)の記憶は短期記憶であり，生徒のもつ既有スキーマから導き出され，学習により知識として構成されたスキーマは，感覚記憶から短期記憶として形成されたと考えられる。さらに課題に対する主体的な学習により，チューリップの開花に関する宣言的知識を含むスキーマを構成させることができた。こ

れにより，作業記憶と意味記憶とが一体化して知識の構造化が図られ，新スキーマが長期記憶として構成されたと考えられる。この新スキーマは長期記憶として，生きて活用できる学力に繋がるものとなるであろう。

(2) 感温周期性の理解を支援するマルチメディア教材の開発

生徒達は植物の開花と温度について，教科書や入門書だけでなくコンピュータを用いて学習できるようさらなる学習上の工夫を試みた。まず，チューリップは球根を植えてから開花するまでの時間が長いため，教師が予備実験を行い，その結果をマルチメディア教材を開発し，その教材により開花の性質を理解できるようにした。学習段階(3)において，「チューリップを早く植えると花が咲く」と考えた生徒群には，前述の学習の後，マルチメディア教材により，普通に植えた場合と早く植えた場合をビデオ映像により対比して学習できるようにし，チューリップでは早く植えても茎や葉は成長するが開花はしないことを検証させた。次に「チューリップは温度を高くすることで開花する」と考えた生徒群には，既有スキーマを基に早く開花させる栽培方法の環境条件を考えさせ，最終的に，マルチメディア教材により，普通の温度で植えた場合と高い温度で植えた場合とを，比較して学習・検証できるようにした。

このように学習の段階では，既有スキーマを基に仮説の検証を行い，植物の開花と温度との関係について理解を支援したことが学習効果をより高め，事後評価2で有意な差が認められる要因になったものと考えられる。

Ⅵ. おわりに

本研究は，栽培教育が単なる栽培技術の知識学習に終わるのではなく，感温周期性のような植物の特性を理解することにより，一般的な栽培方法の意味を理解し，新たな栽培方法の開発までも生徒自らが発想する段階にまで学習を展開できる可能性を示すものといえる。しかし学校現場での栽培教育には，理論的背景を生徒に十分説明することなく，実習作業だけが授業の中心となる授業が多く見受けられ，ここで示した可能性を追求した試みは実際にはほとんどみられないようである。

今後，栽培教育においては，生徒が理解しやすい授業の構築および生徒の応用力をより高める学力形成を目指した認知過程のさらなる研究が重要な課題となると考える。そのためには，本教授・学習過程の如何なる段階で，学習効果の有効性が認められるのかを調査すること，またそれに対応する評価問題の工夫と開発，長期記憶の測定をさらに長いスパンで行うこと等が必要であろう。

次稿において，本学習指導をさらに発展させた状況論的アプローチに基づいた学習指導を行い，上記の課題について分析・考察する予定である。

引用文献

1) 増尾慶裕．1987．技術・家庭科における生徒の実用的な既有スキーマを活用した学習指導に関する研究－「サーモスタットの仕組みと働き」に焦点をあてて－　日本産業技術教育学会誌39(2):77-85.

2) Rumelhart,D.E. and A.Ortony. 1977. The representation of knowledge in memory. Schooling and the acquisition of knowledge.(R.C. Anderson, R.J. Spiro & W. E.Montage (Eds.)). Lawrence Erlbaum Associates, Brighton. pp. 99-135.

3) 小嶋恵子．1991．スキーマによる理解と学習認知心理学講座4　学習と発達　東京大学出版会　pp.27-40.

4) 足立明久．1994．スキーマの自主的な再構成を支援する構成主義的学習指導の理論と実際－教授学習理論に対する客観主義,構成主義，およびスキーマ理論の示唆－　京都教育大学紀要A85:1-28.

資料1

事前評価の問題

1　チューリップは，種か球根かどちらを植えますか。
2　チューリップを植え付ける時期は，一般的にいつ頃ですか。
3　チューリップの開花時期は一般的にはいつ頃ですか。
4　植物の生育に必要な条件を2つ以上答えなさい。

＊配点は1～3が各2点，但し，4は解答した条件それぞれを2点とした。

資料2

事後評価1，2の問題（共通）

1　チューリップを早く開花させるには，どのように工夫して栽培すればよいかを答えなさい。
2　その栽培方法の名称を答えなさい。
3　このような栽培をして開花させる植物は，チューリップの他にどのような植物がありますか。
4　他に開花時期を調節する栽培方法を答えなさい。
5　4の植物名を答えなさい。
6　その栽培方法の名称を答えなさい。

＊配点は各問1点とした。

京都教育大学　機関リポジトリ　クエリの森



この文献は、国立情報学研究所において電子化されたものを、本学でテキスト加工したものです。