

# 問題解決における構造, 図, 手順の効果 — 秘密箱について —

趙 珂 横沢 悠介 坂本 康治  
日本工業大学 情報工学科

## 1. はじめに

ある問題が解けたとき、難易度が少し高いだけで原理が同じ関連問題を与えても、それを解決できないことがしばしばある。ひとつの問題解決ばかりでなく、より困難な問題の解決につながるような知識とはどのようなものかについて、筆者らは検討している。

本稿では、秘密箱を解決する場合を例にとり検討した結果について報告する。問題解決につながる知識として、秘密箱の構造に関するもの、解法の流れに着目したもの、および解法の手順に関するものの3つを取りあげ、これらの効果について比較検討した。

## 2. 実験

### 2.1 秘密箱

秘密箱は多様であるが、知識と難易度レベルの関係を検討するには、設計原理が同様でかつその難易度は異なるものでなければならない。この要求を満たすため、操作状況、状態遷移状況、および局面の操作の3つが対応する2つの秘密箱を選択した。



中難易度

高難易度

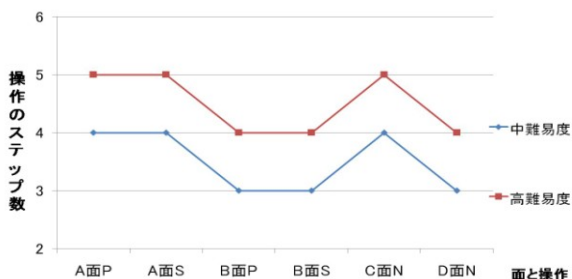


図1 局面の操作の対応状況

Effect of the Knowledge on Structure, Figure or Procedure on Problem Solving  
Ke Zhao, Yusuke Yokosawa, Koji Sakamoto  
Nippon Institute of Technology

### 2.2 秘密箱の解法

秘密箱を分析した結果、その解法が、①構造的知識、②規則、または③変化を記述することにより記述できることが分かった。ただし、

構造：秘密箱の基本構造  
規則：手の規律的な流れ  
変化：キーの組合せ

である。3つの関係を図2に示す。

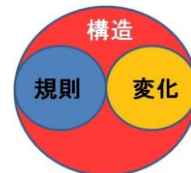


図2 秘密箱の解決に必要な知識

### 2.3 実験用テキスト

中難易度の問題解決のための知識を次の3種類用意する。これらはより困難な問題に適用可能なものである。

- ① 箱の構造説明 (Cと略する)  
「規則」と「変化」の原因となる「構造」について説明したもの。手順については説明しない。
- ② 解までの状態遷移の説明 (Sと略する)  
解に至る「変化」を状態遷移図で示したもの。
- ③ 解までの全手順の提示 (Pと略する)  
「規則」の適用順をすべて示したもの。

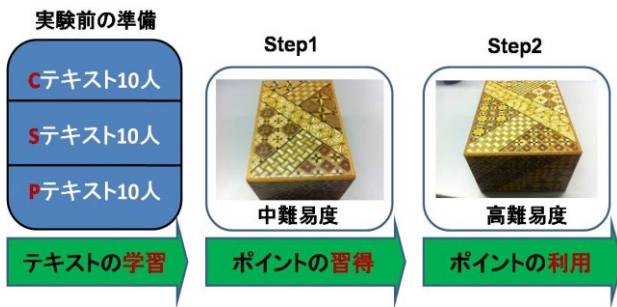
テキストは問題解決に必要な知識をすべて示したものではない。知識の量を出来る限り均等にするために、各テキストのページ数は8~9ページ程度に収まるようにした。

### 2.4 実験の方法

本学の学生30人を被験者とした。図3に示すように、各被験者にランダムに1つのテキストを配布し、それを3分間学習してもらう。続いて、実験を実施し、テキストの理解状況、実験により獲得したテキスト以外の知識をアンケートで調べる。学習後は次の2ステップの実験を行い、問題解決に要した時間と手順を記録する。

Step 1: 中難易度で問題解決に取り組んでもらう。もし途中でつまずいたら、ヒントを出し、問題解決までの動作を記録する。

Step 2: テキストなしで高難易度の箱を与え、完了するまでの動作を記録する。



### 3. 実験結果

3種類のテキストについて、それぞれ10人分のデータを収集した。実験では解に至らない被験者には、テキストに記述されている範囲の知識をヒントとして再提示し、全員が解けるまで支援した。

#### 3.1 解決時間、手数、1手当たりの時間

解決に要した時間と手数を表1に示す。表より次のことが分かる。ただし、手数の最小値（正しい手のみを実施したもの）は中難易度のもので21、高難易度のもので36である（高難易度では手数が1.7倍になる）。

①解決時間と手数は中難易度より高難易度の方が大きい、一手に要する時間は必ずしもそうはならない。

②解決時間の増加率はC学習者が最小である。また、解決時間のバラツキは高難易度では改善されるが、その度合いはS学習者が一番小さい。その原因は手数のバラツキである。

③1手に要する時間は、P学習者は中難易度では最小であるが、高難易度では最大である

表1 実験データ

テキストの種類		時間(秒)			手数			時間/手数		
		平均	標準偏差	標準偏差/平均	平均	標準偏差	標準偏差/平均	平均	標準偏差	標準偏差/平均
C	中	250	183	0.73	33	16	0.48	7.08	3.49	0.49
	高	315	136	0.43	45	12	0.27	7.04	2.72	0.39
	増加率	1.3	0.7	0.6	1.4	0.8	0.6	0.99	0.8	0.8
S	中	218	135	0.62	29	10	0.34	7.12	3.45	0.48
	高	398	220	0.55	50	20	0.40	7.72	2.84	0.37
	増加率	1.8	1.6	0.9	1.7	2.0	1.2	1.08	0.8	0.8
P	中	232	145	0.63	41	15	0.37	5.45	1.62	0.30
	高	435	162	0.37	52	15	0.29	8.44	2.54	0.30
	増加率	1.9	1.1	0.6	1.3	1.0	0.8	1.55	1.6	1.0

#### 3.2 バラツキ

解決時間、総手数、1手に要する時間のバラツキが、中難易度から高難易度に移ったときにどの程度増えるかを求めたものを図4に示す。

これから次のことが分かる。

①前項の①と同じ。

②Cテキスト学習者はすべてにおいてバラツキが最小になる。

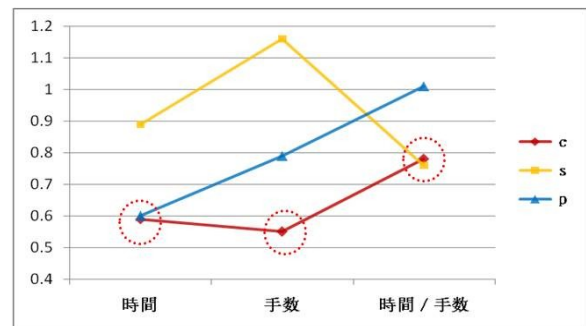


図4 ばらつき率の減少

### 4. 考察

3.1の①：手数の増加は、難易度が高いときに1.7倍になるので、それを反映したものと考えられる。また、1手に要する時間があまり変化しないために、手数の増加が時間の増加を引き起こしている。

3.1の②：C学習者が高難易度の問題に比較的良好に対処しているが、その原因は構造知識が高難易度の問題にも適用しやすいためと考えられる。バラツキが改善されるのは問題解決の手法に慣れたことも原因と考えられる。

3.1の③：P学習者は表面的知識のみを使っているので手順書にしたがって実施したときは短時間の処理となるが、高難易度になると手順書がないので、自分で考えることが必要になる。これが解決時間の増加となっている。

3.2の②：構造は中難易度でも高難易度でも類似している。このため中難易度の問題解決で使った知識を応用しやすかったと考えられる。

### 5. まとめ

問題解決の対象として秘密箱をとりあげ、構造知識(C)、変化の知識(S)、および規則の知識(P)が及ぼす効果について検討した。本稿では“変化”の知識が中難易度一導入一に適しているが、高難易度一応用一では“構造”の知識の方が効果的なことが分かった。

ただし、まだ予備実験の段階なので、さらに検討を進める予定である。