

Cognitively active externalization for situated reflection

Cognitive science Science 26 (2002) 469-501

Hajime Shirouzu, Naomi Miyake, Hiroyuki Masukawa

1 . Introduction

1.1 Overview

(1) 研究全体の目的

- ・ 協同がどのように抽象的で柔軟な問題解決へ導くか説明する。
 - ： そのために、2つの要因の議論に基づいて説明をする
 - 外的ソースの利用
 - 役割の変遷： Moniter と Doer
- ・ この論文ではこれらの要因が相互作用をして解を生成することを示す

(2) 人間の高次の認知形態は内的ソースと外的ソースの相互作用

- ： 外的ソース： 物理的、社会的な環境
- ： 内的ソース： 積み上げられて構成された知識
- ・ 問題解決プロセス
 - 外的環境における利用できるものの活用から始まる
 - 解を選別、統合してスキーマや抽象的な表象へ発展させ蓄積する
 - 新しい問題にそれを適用
- ・ 抽象度の異なる解を多く生成することがキーであり協同によってこれがなされる
- ・ 外的ソースと内的ソースの相互作用を研究することが生産的な学習を促進する環境のデザインへと貢献する

(3) 用いる課題の説明

- ・ 外的ソースと様々な方略を用いて解ける単純な課題がよい
 - ： 方略の内の1つは内的ソースに頼る(この場合は数学的知識)
- ・ $2/3$ の $3/4$ を求める分数の問題(その逆もある)
 - ： 先行研究ではチーズを用いていたがこの研究では折り紙や他のものを使う

(4) 協同によるメリットは相互作用的、リフレクシオンの方法の中にある

- ・ 客観的に自分たちの解を再解釈する機会を与える
 - ： 一方の人に外化された軌跡をもう一方が異なる観点から解釈

(5) 論文全体の焦点

日常の問題解決の外的ソースの本質
認知プロセスの外的トレースのリフレクシオンの本質
協調問題解決の本質

1.2 外的資源の本質

(1)人間は外的ソースを積極的に用いる

- ・ De la Rocha の Dieter の例：チーズの $2/3$ の $3/4$ を求める課題(Brown,Collins,Duguid, 1989a)

：被験者のプロセス

カップに $2/3$ のチーズを取る

まな板の上で厚さを統一

指で十字架を書く

$1/4$ を取り除く

：手続きを確認するのに $3/4 \times 2/3 = 1/2$ というアルゴリズムを用いない

- ・つまり、外的ソースを積極的に用いていた

- ・ dieter の解は状況に制約され他の状況には転移できないと解釈 (Palinscar,1989; Salomon,1990;Wineburg,1989)

：外的ソースだけでは解が得られない状況を設定した実験

- ・チーズの代わりに蜂蜜を用いた研究(Wineburg,1989)

- ・まな板がない状況で問題解決させた研究(Salomon,1990)

：研究者らは外的ソースのみでは解決できず、外的ソースに頼らなくなり内的ソースの有効性を考えようとする予想した

(2)Initial-impulse と初期の計画(proto-plan)

- ・外的ソースを用いようとする内的傾向が人間固有のものである(Brown,Collins,Duguid, 1989b)

：これが内外の相互作用による認知メカニズム

この(内)は数学的知識のように外的ソースに頼らずに解にたどり着けるものとは異なる

：問題解決のはじめに外的ソースに頼ろうとする傾向を Initial-impulse という

：Initial-impulse は問題解決者が外的世界から利用可能なものを受け取り、間違いない解法ではじめるための「初期の計画」であると考えられている

(3)問題全体から初期の計画を分離して、より単純な問題へとする

：dieter のチーズの $2/3$ を取り出して 4 等分できるように整える

- ・ $2/3$ を取り出すこと(初期の計画)

- ・ 4 等分すること(単純な課題)

- ・初期の計画に関する先行研究

：20 本の異なる長さの棒の中から一番長い物を特定する課題(Kirsh1996)

- ・候補とそうでないものに分ける(初期の計画)

- ・候補の中から一番長いものを特定(単純化された課題)

：船のナビに関する課題(Hutchins1995)

- ・初期の計画は観察しうるが意識的に生成されたり、訓練されるものではない

：ゆえに本質を調べる必要がある

1.3 位置づけられたリフレクションの本質

(1)人は外的ソースを積極的に用いてそのとき、外的なトレースをする

- ・その外的トレースは主観的に行われる
- ・しかし、外的なトレースは外的なものであるため客観的にもできる

(2)客観的な外的トレースの可能性

- ・ Chamber & Reisberg(1987)のカモとウサギの課題

被験者にカモかウサギか分からない絵(?)を短時間見せる

イメージが記憶される

被験者はイメージしたものを紙に書くことが求められる

インストラクションで「いろいろ mental-image を見てください」という教示があった

ためたいていの被験者はすぐに他の解釈に気付く

- ・きっかけがあれば再解釈ができることを示唆

：しかし、再解釈することは困難なものである

(4)折り紙を用いるメリット

- ・チーズの例では再解釈が行われてはいない

：カップの中のチーズが他の解法を気付く客観的なきっかけになったかどうか分からない

- ・折り紙を用いる

- ・初期状態を維持できる(開いた状態をいつでも作れる)

：中間状態や最終状態と初期状態を比較することができる

1.4 協同の本質

(1)協同はより深く概念的理解を促進し、抽象的な表象を発達させる。

- ・概念的・抽象的理解のもととなるメカニズム

：協同の状況は1人のときよりも抽象的な解を含む機会が多い

：解はグループの解として採用され集約される

：段階的な解の生成と統合を引き起こす。

(2)協同に関する先行研究

- ・ Miyake(1986)の研究

：課題：ミシンはどのようにして糸を縫うか?

：知見：新たな疑問によって理解のレベルが深まるという反復のプロセス

：筆者らの解釈：協同はお互いの独立した知識を再構築するきっかけとなる

- ・ お互いの意見に同意することが少なく、このことがリフレクションや個々の説明のさらなる発見や再構築を促進する

- ・ Schwartz(1995)の研究

：課題：Biological Transmission において視覚化する

: 被験者の相互作用

被験者 A : 猿と木の絵を描き、文字 H(これはあいまい)と猿を矢印で結ぶ

被験者 B : 1 人目の生徒の表現を解釈 バナナの絵を描き猿と矢印で結ぶ

被験者 A は混乱する : 被験者 A は矢印をラベル(猿を H と表すことを示す)として用いることを意図し、Transmission を意図していたのではない。

: 知見 : 外的表象が各々のメンバーの観点を結ぶ抽象的レベルへと発達する傾向がある
: 多様な文脈における構造を明らかにする方法を与えた

・ Greeno et al(2000)の研究

: 課題 : 8 回出産期を迎えると 20 匹の大人のねずみは何匹になるでしょう

・ 4 組のカップルの出生率を与えられる

: 被験者の相互作用

はじめは $20/2 \times 4 \times 8 = 320$ という解にたどり着く

1 人の被験者がグラフ化することに気付く

結果は直線的でなく指数関数的であることが分かる

: 知見

・ 外化することが途中結果を与え、計算による再検討させた

・ 外化が知識の再構築へと導く

: 筆者らの見解 : これは強制的なケースであるが計算が複数回行われた

・ 先行研究の共通する 2 つの特徴

: 途中結果が共有され、容易に理解され、両者によってコントロールされるとき協同は構成的になる傾向がある

: 協調的リフレクションが豊かな解の多様性や試みを生成する

・ 個々のメンバーのより深いリフレクションのきっかけや統合へと導く意見の対立を生成する

(2)協同における役割

・ Miyake(1986)の研究

: 一方が実行し(Task-doer)、もう一方がそれを理解(Monitor)しようとする

・ Monitor は発展的な意見や思い切ったプロセスの変化を提案する

・ Task-doer が部分的な解にたどり着くと Monitor は Doer の視点を共有し、特定する

: 筆者らの見解

・ Monitor は問題解決全体の幅広い視点から Doer のプロセスを外的に観察する

・ このようなメタ認知的な他人の解の観察が異なるレベルにおける解の再構築のきっかけとなる

2 . Performance data

- ・ 2 つの実験を行った

：課題：紙面上の $\frac{3}{4}$ の $\frac{2}{3}$ はいくつか?(もしくはその逆の課題を課す)

2.1 実験 1：外的ソースの使用の一貫性

(1)目的

- ・ 被験者の用いる解法の傾向が数学的か非数学的か検討する。
 - ： 数学的解法：計算による解法
 - ： 非数学的解法：計算をしない外的ソースを利用した解法：折る、切る、折り紙に書く
- ・ また、非数学的な方略において外的ソースの利用の仕方のパターンを検討する

(2)被験者：日本の大学生 40 人

- ・ 折り紙のことは知っている 簡単な分数に関する数学的知識はある

(3)実験条件

- ・ 折り紙を用いて $\frac{2}{3}$ の $\frac{3}{4}$ を求める群(折り紙群の 3/4-first 条件 10 人)
- ・ 折り紙を用いて $\frac{3}{4}$ の $\frac{2}{3}$ を求める群(折り紙群の 2/3-first 条件 10 人)
- ・ カードボードを用いて $\frac{2}{3}$ の $\frac{3}{4}$ を求める群(カードボード群 10 人)
- ・ アクリルボードを用いて $\frac{2}{3}$ の $\frac{3}{4}$ を求める群(アクリルボード群 10 人)
 - 折り紙群に 2 つのパターンがある理由
 - ・ 折り紙を 4 等分することは簡単で 3 等分は難しい
 - ： $\frac{3}{4}$ の $\frac{2}{3}$ と $\frac{2}{3}$ の $\frac{3}{4}$ を比較することによって文化的、日常的習慣の影響とともに紙を折ることの容易さによる影響を調べる
 - 異なる材料を与える意味
- ・ 外的ソースの特徴の違いがその使用に制約を与えるかどうか検討するため

(4)材料

- ・ 折り紙群
 - ： 標準的な正方形の折り紙(15cm × 15cm)
 - ： 鉛筆
- ・ カードボード群(折り紙と同じサイズ)
 - ： カードボード：折り紙より厚く曲げにくいがすでに切っている
 - ： 鉛筆と消しゴム
- ・ アクリルボード群(折り紙と同じサイズで厚さ 2mm)
 - ： 折ることも書くこともできない
 - ： マーカーとホワイトボード消し

(5)手続き

- ・ 1 人ずつ個別に実験

1)折り紙群

- ・ はじめ、折り紙が与えられ、それから鉛筆が与えられる
- ・ 口頭により教示がある：折り紙の $\frac{2}{3}$ の $\frac{3}{4}$ の部分に斜線を引いてください(3/4-first 条

件の場合。2/3-first 条件はその逆の教示)

- ・問題解決終了後、実験者は答えをたずね、最終的にできたものを受け取る
- ・ポストテスト(A post-experimental inquiry)
 - ：被験者が答えのエリアは折り紙を 2 等分した部分であることに気付いたか?
 - ：分数計算の可能性に気づき、実際に計算をしたか?

2)カードボード群とアクリルボード群

- ・被験者はテーブルに座る。材料はすでに置いてある
- ・教示：材料の 2/3 の 3/4 の部分に斜線を引くよう教示する
- ・問題解決後、被験者が用いた材料を回収する
- ・フィードバックはなしで他のところは折り紙群と同様である。
問題解決中の被験者の手の動きや発話をビデオテープで記録

(6)結果

- ・すべての被験者が正答にたどり着いた

1)数学的方略と非数学的方略のコーディング

- ・数学的な方略
 - ：3/4 に 2/3 をかけて 1/2 を算出
 - ：最も抽象的な解の表彰
 - ：順番が異なっても 1/2
 - ：1/2 を算出し 1 ステップで折り紙に移行して、真中に線を引き片方の領域に斜線を引く
- ・非数学的な方略
 - ：2/3 と 3/4 の部分に折り目がつけられ鉛筆やペンや指で仕切る方略
- ・コーディング：詳しくは後ほど
- ・ポストテストにおける発言も数学的方略を用いたかどうかの基準とする

2)方略の好みの結果(Table1)

- ・37 人の被験者(40 人中)が非数学的方略を用いていた
- ・4 つのグループ間によって傾向の違いはない
- ・容易に非数学的方略を発見して実行していた
- ・問題解決にかかった時間
 - ：非数学的方略(53.1s SD=42.8s)
 - ：数学的方略(63s)

3)筆者らの解釈

- ・材料に関係なく有効な機能を積極的に受けて採用していた
 - ：文化的な習慣による違いはない
- ・このような傾向に対して
 - ：解が物理的な結果を求めるものであったから
 - ：実行することが容易であるため

：折ったり、切ったり、分割できるものを示されこれらを使って考えなさいと教示されたから

2.2 実験 2：協同における解法のシフト

- ・この実験 2 つの要因を紹介する
 - ：異なる外的ソースを持った異なる被験者(協同によってなされる)
 - ：Follow-up 課題(課題をさらに 1 つ加えることによってなされる)

(1)目的

- ・外的な軌跡を客観的にリフレクションができるか?
- ・もしできるなら、いつ、どのような状況でこれが起こるのか
 - ：リフレクションが起こったことは外的な方略から数学的な方略へと移行したときに特定される
 - ：1 回目の問題解決(第 1 試行)では非数学的な方法で解いた被験者が 2 回目(第 2 試行)は数学的な解法で解くか検討

(2)被験者：大学生 90 名：いずれの被験者も実験 1 に参加していない

(3)実験条件

- ・協同で $2/3$ の $3/4$ を解いた後で $3/4$ の $2/3$ を解く群(ペア群の $2/3$ の $3/4$ -first 条件 15 組)
- ・協同で $3/4$ の $2/3$ を解いた後で $2/3$ の $3/4$ を解く群(ペア同群の $3/4$ の $2/3$ -first 条件 15 組)
- ・1 人で $2/3$ の $3/4$ を解いた後で $3/4$ の $2/3$ を解く群(シングル群の $2/3$ の $3/4$ -first 条件 15 人)
- ・1 人で $3/4$ の $2/3$ を解いた後で $2/3$ の $3/4$ を解く群(シングル群の $3/4$ の $2/3$ -first 15 人)
協同群は同性同士でかつお互いに知っているもの同士で組む

(4)材料：実験 1 で用いたものと同じ折り紙と鉛筆(折り紙のみ)

(5)手続き

- ・基本的には実験 1 と同じ
 - ：異なる点：第 1 試行の後に新しい折り紙がもらえる
 - ：第 2 試行の後にも答えを求められる
- ・ペア群はペアに 1 枚折り紙が与えられ協同で解くように教示される
- ・シングル群は声を出して解くよう教示される
 - ：問題解決の前に Master Mind を用いて発話の練習
- ・第 2 試行において数学的方略が見られるかどうか調べる
 - ：これを客観的なリフレクションが起きたものと解釈する

(6)方略のシフトの結果(Table2)

- ・すべての被験者が正答にたどり着いた
- ・コーディングルールは実験 1 と同じ
- ・第 1 試行では数学的方略の使用においてペア群シングル群において差はなかった
 - ：ペア群 5/30、シングル群 1/30

- ・ 2 回目の問題解決ではペア群において数学的方略の使用が増えていた
 - ： シングル群より有意に多い

- ・ 3/4 の 2/3-first 条件はにおいて同様の傾向が顕著

(7)筆者らの解釈：協同により客観的なリフレクションが可能になる

2.3 Paformance data のまとめ

- ・ ペア群もシングル群も第 1 試行においてはともに外的ソースを用いていた
- ・ 1 人で問題解決をする場合、材料に関わらず、また、実行しやすいかどうかに関わらず一貫して外的ソースを用いていた
- ・ ここで明らかになった顕著な異なるパターンはペア群の方略の変化で特にペア群の 3/4 の 2/3-first 条件においてだった。

3 . 固執する 1 人の問題解決：位置づけられたリフレクションの本質

(1)目的

- ・ 1 人で問題解決したときの一貫した外的ソースやプロトプランの使用の本質の理解
 - ： 1 人で問題解決をしたときどのように外的な軌跡と相互作用をするのか

(2)3 つのことを検証

- ・ 方略選択の分布 解法のステップ 結果のエリアの知覚

3.1 解法の多様性

(1)非数学的方略の 2 パターンのステップ(Fig1)

- ・ 物理的な 2 つのステップを踏むパターン(a から c)
 - ： より外的ソースに依存する解法
 - ： 物理的な操作のみで解が得られる
- ・ 1 つの物理的ステップ + 1 つの心的ステップで解が求まる(d から f)
 - ： 物理的な操作 + 再解釈するメンタル操作が必要
 - ： 外的ソースと内的ソースが統合された解法
 - ・ 3/4 がすでに 3 つに区切ってあると気付くこと
 - ： そのためには再解釈したり、途中結果をトレースすることが必要
- ・ 例：解(2/3)は縦に線を引くか横に線を引くかで与えられる(c か d へ分かれる)
 - ： 縦に線を引く場合、物理的な操作が必要(c)
 - ： 横線の場合、すでに 3/4 がすでに 3 等分されていることに気付くことが必要(d)
- ・ 一目で解が紙の半分だと分かる解と分からない解(紙の状態)
 - ： (a)(c)は分からない解
 - ： (b)(d)(e)(f)は分かる解
- ・ 例外のプロセス
 - ： はじめ 4 等分する折り目をつけ開かずにさらに 3 等分する方略
 - ・ 中間結果を見ることができない
 - ・ もし、はじめに 4 等分した段階で開いていたら中間結果を見る機会がある

3.2 方略の選択方略(方略選択の分布)

・結果

：実験 1 の折り紙群と 2 のシングル群でかつ非数学的方略を用いた 48 人を分析

- ・方略 a を用いる被験者が 25 人いた

3.3 中間結果のチェック(解法のステップ)

・実験 1 と 2 において folding 方略を用いたシングル群の 23 名を分析

：folding 方略：紙を折る方略

：partitioning 方略：ペンや鉛筆で区切る

(1)解の経路のコーディング

・Fig2 に従う

・Fig2 は 3/4-first 群(2/3 の 4/3 を求める課題)の被験者のプロセスの推移を示す

(2)結果

・方略 a,b,c の経路がより好まれた。(Folding 方略を用いた被験者は 11 人いた)

：方略 a,b,c と他の経路の違いは途中段階で折り紙を開くかどうかという点

・方略 Folding 方略を選んだ 11 人中 9 人が一度折った折り紙を開いている

：中間地点：最初に分数の判断をする地点

：一度折った折り紙を開くことは中間地点に立ち戻ったことを意味する

・Table4：2/3-first 群を含めた全体をあらわす

：中間地点に立ち戻ったかどうかで分ける

：15 人(23 人中)中間地点に立ち戻った

3.4：言語的な結果の参照(結果のエリアの知覚)

(1)被験者の解の解釈の仕方について検討

・被験者が解が紙の半分の領域であることが分かるかどうか検証

：もし分からなければ被験者は主観的に物理的側面を追っていたことになる

(2)実験 1 と 2 において非数学的方略を用いた被験者 47 名を分析

・すべての被験者が正答にたどり着いた

・32 人が解が紙の半分の領域であると言及しなかった

・その 32 人中 14 人が解のプロセスを報告した

：この被験者は課題を 2 分割して step-by-step で解いたことを示す(2/3 を取り出し、さらにこれを 3/4 にする)

・10 人が「here(ここ)」と解の領域をさした

・4 人が「ここであるということが分かった」という言い方をした

・3 人は何もいわなく、1 人は笑った

まとめ：1 人では最終結果を第 2 の視点から見ることができず、中間地点をトレースできなかったことを示す

(3)被験者の客観性が外的な形から独立しているかどうか検証する

- ・解が紙の半分の領域を示した被験者のすべてが紙の半分の領域と言及したわけではない (Table5)

外的な形は資料ではあるが、十分ではない

(4)実験 2 において

- ・シングル群において方略が変わった被験者が 3 人いた
 - ：これらの被験者ははっきりと解の領域は紙の半分だと答えていた
 - ：1 人の問題解決でもでも外的な形をリフレクションして解釈をできる可能性があることを示唆する

3.5 まとめ

- ・個々の被験者はインストラクションの段階で多かれ少なかれ初期の計画を持っていて、それを追究する
- ・被験者は外的な立ち戻りをする方略とともに 2 段階の外的操作を必要とする方略を好む
- ・初期の計画は数学的方略とかけ離れている
 - ：これを埋めるには中間結果の再解釈、ヒントが必要でこれらがあれば徐々に埋まる

4 . 柔軟なペア：相互作用的・段階的シフト

(1)目的

- ・協同がどのように問題解決を柔軟にするか示すためペアの方略のシフトを分析する
- ・役割との関連でこれを分析する

(2)分析をした被験者

- ・第 2 試行で数学的方略を用いていた 2/3-first 群：9 組を分析
 - ：第 1 試行のプロトコルを分析
 - ：第 1 試行が第 2 試行に影響しているから

(3)2 つのコーディングスキーマ

被験者の心的ステップ

- ：どのように軌跡を捉えるか
- ：被験者の視点、注意を捉える

役割の変遷：Task-doer と monitor(Miyake;1986)

- ・方略のステップと役割の変遷を関連付ける

4.1 段階的なシフト：外的から内的へ

- ・ペア群の全体的な結果
 - ：25 ペア中 23 ペアが folding 方略を用いていた
 - ・さらに、23 ペア中 20 ペアが最初の分数を得た段階で折り紙を開いていた
 - ：ペア群は方略 c より d を用いる傾向があった。(ペア群 8 組 11 組中、シングル群 5 人 11 人中)
 - ：方略 d は中間段階において再解釈を必要とする。このことからペアには再解釈が起き

ていたといえる

(1)レベル分析のフレームワーク：4段階ある(Fig3)

- 1)レベル1：初期状態に着目する段階(折り目による4つの等しい長方形)
 - ・3/4の領域に気付いてこれを3つに分けようとする計画を立てる
- 2)レベル1から2へ：3/4の領域がすでに3等分されていることに気付く
- 3)レベル2から3へ：答えの領域が紙の半分であると気付く
- 4)レベル3から4へ：計算によって解が得られることに気付く

(2)コーディングの例：Table7に示す

- ・キーとなる発話に基づき紙の形には基づかない
- ・レベル1とレベル2を分けるために行動的な合図を用いる
 - ：例：被験者が2/3について言及すると、さらに、紙を折りつづけることもできるし再解釈したことを表すこともできる
 - 折っていれば レベル1
 - 再解釈したらレベル2
- ・発話は最小限の意味単位でユニットに分けられ、キーとなる発話によってレベルがコーディングされる

Table8は典型的なグループの例

- ・A1とA2は被験者の番号を示す
- ・その右が発話でさらに右がコーディングされたユニットのレベル
- ・イタリック体がキーとなる発話
- ・レベルはペア全体に割り当てられ個人ではない
- ユニットのレベルの例：キーとなる発話
- ・レベル1：A1「これを折ると1/3が得られるよ」
- ・レベル2：A2「2/3はここだよ」
- ・レベル3：A1「これは半分」
- ・レベル4：A1「掛け算をすればできるよ」

10行目から16行目にかけてA1は単独でレベル2へと下がっているが、すでにグループ自体がレベル3に到達しているため(9行目)レベル3としてコーディング

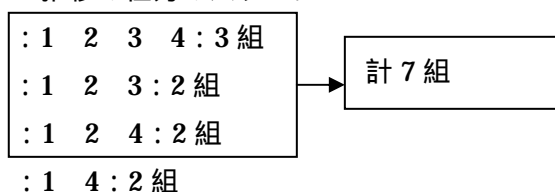
(3)第2コーダーによる信頼性：96.4%

(4)結果：視点のシフトが段階的に起きるかスキップされるか検討する

- ・すべてのグループがレベル1から始まった。
 - ：9組中7組がレベル4にたどり着いた
- ・段階別の傾向
 - ：段階
 - ・4段階の例：1 2 3 4
 - ・3段階の例：1 3 4

- : 9 組中 7 組が少なくとも 3 段階以上のレベルアップをした
- : 2 組はレベル 1 からいきなり 4 にたどり着いた
- : 上記 7 組中 3 組は 4 段階レベルアップした
- : 2 組は 3 段階順番にレベルアップ
- : 残り 2 組はレベル 3 を飛ばしてレベル 4 にたどり着いた。

推移の仕方のパターン



・推移の合計(Table9)

- : 19 の推移の内 15 が段階的な推移であった。
 - ・カッコ内の数字は発話に表れないレベル 3 をカウントした合計
レベル 2 から 4 へスキップしたグループは解の領域を紙の真中をさすことによって確かめていた
 - : 発話はない。つまり、レベル 3 が発話に現れなかった
- ・レベルは段階的にシフトをすることが示された

4.2 役割の変化とシフトのパターン

- ・ Monitor がレベルを上げているのかどうか検討する

(1)役割のコーディング

1)役割を決定する 2 つの要因

- : 発話の内容と誰が折り紙を持っていたか

2)発話を 18 のカテゴリーでコーディング(Appendix18)

- ・ Task-doer
- ・ Task-monitor

3)行動における規準：誰が折り紙をコントロールするか

- ・たいていの場合一方が折り紙をずっと持っている。この人が doer。
- : ただし、2 人で持った場合は 2 人がコントロールしたとする

4)上記の条件によって各時点での役割を定義する

- ・例外：折り紙を操作しながらインストラクションの内容を繰り返した場合
: インストラクションを列挙することは monitor の行動だがその被験者が一連の発話で doer なら doer とする

5)役割の割り当ては排他的

- : 一方が決まれば、片方が自動的に決まる

(2)分析

- ・ 7 組を分析

- ：そのうち 5 組は段階的にレベル 1 から 4 まで到達した組
- ：2 組は段階的にレベル 1 から 3 まで到達した組
- ・ 269 の発話の内 128 をコーディング
 - ：その他は前のコーディングと同じ役割とする
- ・ 第 2 コーダーによる一致率：76.9%(ペア A の 73 列において)

(3)結果

1)グループ A の結果(Table10)

- ・ Task-doer
 - ： 1-2 : A1
 - ： 3-8 : A2
 - ： 9-11 : A1
 - ： 14 : A1
 - ： 15 : A2
 - ： 16-18 : A1
- ・ 3 行目で A2 はインストラクションを繰り返している
 - ：この人は 7 行目の **identification** を想定しているので **doer** としてコーディングする

2)前のターンではモニターでレベルが上がるときは doer になる。

- ： **monitor** が **doer** になってレベルが上がる

3)レベルの変わり目では Monitor が関与している(Table11)

4.3 要約

- ・ 一方の人のプロセスと外化した軌跡をもう一方の人がより幅広く抽象的な視点から観察をする
 - ：相互作用的な解釈の繰り返しへと導く
 - ： **monitor** は **doer** の行動に縛られる一方で異なる解釈を与えるのに自由である
- ・ 外的なトレースは協調的リフレクションに貢献しながら各々のメンバーに解釈と再解釈をもたらすものである

5 . 考察：リフレクションと役割の変化の相互作用

(1)単純な課題であるが様々な方法で解かれた

- ・ 人は外的ソースを積極的に用いて、問題解決の軌跡をもう一方の人に観察させる機会を与える
- ・ **monitor** は必ずしも **doer** と初期の計画を共有しているわけではないから幅広く抽象的な観点から見ることができる
- ・ これらのことがリフレクションされる解の多様性を生み出す
 - ：このリフレクションが数学的解法へ導く

(2)シングル群は用いた解が多様であった

- ・ 約半数の被験者が 2 段階の物理的操作の必要な方略を用いていた

- ・はじめ 3/4 を得てそれをさらに 2/3 にする
- (2) はじめの段階ですでに 3/4 の領域が 3 等分にされていることに気づきそのまま解を出す被験者もいた
 - ・少数ではあるが解が紙の半分の領域であることに気付く被験者がいた
 - ・折り紙とは関係なしに計算によって求める被験者もいた
- (3) ペアにおいてもこのような多様性はあったがこの移り変わりが役割の変化と一致していた
 - ・モニターの視点が doer の初期の計画とは異なり、解の抽象度を上げるのに貢献する
 - ・抽象の程度における解の多様性がペアを数学的な問題であると再解釈させる
- (4) この研究に基づいて次のことが挙げられる。
 - ・人間の外的ソースの使用は積極的
 - ・外的ソースの使用におけるリフレクションが積極的に位置づけられる
 - ・協同には doer の初期計画と monitor の再解釈の相互作用の本質的な結果である抽象度の異なる解法の統合がある
- (5) この研究は協調問題解決の理論や原理を特定するために行った
 - ・構成的な協同によって問題解決が柔軟になるといえる
- (6) さらなる問題として統合のプロセスの理解が重要
 - ・この研究では協同と外的資源の活用によってなされる
- (7) リフレクションをより抽象的にするさらなる支持が必要
 - ・言語化が最も抽象的でそれは協同状況によって導かれる
 - ・しかし、もっと詳しい分析が必要
- (8) 物理的な特徴のトレースがどのように再解釈を促すか検討した
 - ・しかし、認知プロセスにおける外的トレースの効果とどのように認知を高めるかは新しい課題
 - ・個々の被験者は協同では共通してなく客観的でない方法でトレースを示した
- (9) 初期の計画が、さらなる客観的な再解釈に活用できるトレースを残して失われてしまうこと
 - ・これは新しい研究課題
- (10) 協同はさらなる研究が必要
 - ・強制的に協同をさせたことが問題
- (11) さらなる課題
 - ・どのようにより詳しく記録をして、これを編集するか
 - ・蓄積された記録の統合をどのように支持するか
 - ・これらの疑問は現実世界の知識獲得研究の中で答えられる