

# Effects of Goal Specificity on Means-Ends Analysis and Learning

John Sweller & Marvin Levine

*Journal of Experimental psychology: Memory, and Cognition*, 1982, Vol. 8(5), 463-474

## ★ はじめに

- ▶ 変換問題(transformation problem)
  - 初期状態
  - ゴール状態
  - オペレータのセット
- ▶ 主要なメカニズム
  - means-ends analysis
    - ・ ゴール状態と続く状態の差を分析
    - ・ 最も差を減らせるオペレータを選択する
- ▶ 解決がゴールから遠ざかることを必要とする問題の場合
  - 補助的なメカニズム
    - ・ サブゴール
    - ・ 計画
- ▶ メカニズムが問題解決システムとして使用される程度は 2 つの重要な要因と関連する
  - 問題解決中に学習が起こる程度
  - ゴールが問題状態として明らかに問題解決者に述べられている程度
- ▶ means-ends analysis は学習の可能性を締め出すが、2 つは独立している
  - 理論的に具体的な問題構造を完全に学習していなくても means-ends analysis を用いゴールを得ることは可能である
- ▶ means-ends analysis におけるゴールの役割
  - 問題解決者の動きをコントロールする主な要因となる＝ガイダンス
  - 非直接的（正しい動きのはっきりした情報は与えない）
- ▶ ある種の変換問題
  - ゴールは単一で明らかだが、解決者にはっきりと述べられていない
  - 例) 迷路の中の人
    - ・ ゴールを目指しているがどこにゴールがあるかわからない
    - ・ means-ends analysis を用いることができない
- ▶ ゴールの不在により問題構造の別のより重要な側面が動きをコントロールする
  - 例) 迷路の場合
    - ・ 分かれ道での選択と行き止まり

- ▶ 仮説検証 (hypothesis testing) セオリーにより提案されたやり方で行われる
  - 前の問題解決エピソードから得た情報を続く動きに関する仮説に使おうとする  
→問題構造を推測
  - history-cued 方略
  - 例) 迷路の場合
    - ・ 右に曲がると行き止まり=ネガティブ フィードバック
    - ・ 右に曲がらなくなる
    - ・ ゴールに着くか、反証されるまで使い続ける
- ▶ history-cued 方略と means-ends 方略の使用により起こる違いは学習に関連する
  - means-ends analysis と学習はほとんど独立
  - 学習は history-cued 方略の根本的な要素
- ▶ 逆説的な予測
  - 問題の構造に関する情報が明確な形で提供される時、問題の残りの構造についての学習はなされず、解決に時間がかかる
- ▶ Mawer & Sweller(1982)
  - 簡単なルールで解ける数字変換問題
  - ルールの存在に気付かなければ means-ends analysis で解かれやすい
  - 適切なサブゴールが設定されるなら、ルールはすぐに推論される
  - サブゴールは前の動きが正しいことを示すフィードバックとなる
    - ・ ゴールへの注意が妨害され、history-cued 方略を用いる
- ▶ ゴールの場所に関する情報を操作した maze-tracing と数字問題を含む実験
  - 問題状態としてゴールがはっきり定義されているとき means-ends analysis を使用
    - ・ 問題構造の学習の遅延があるか

★ 実験 1

◇ 方法

◇ 被験者

- ▶ 20名の心理学の学生

◇ 刺激と手続き

- ▶ 指迷路 (Figure 1)
- ▶ 人差し指を start において目隠しをする
- ▶ ゴールに着くまで指を動かす
- ▶ 10名×2グループ (グループ G, グループ No-G)
  - グループ G

- ・ 左手の人差し指をゴールに置く
- グループ No-G
  - ・ ゴールの情報なし
- ▶ 各分かれ道の選択とエラー（行き止まり）を記録

#### ◇ 結果と考察

- ▶ means-ends analysis を用いると全分かれ道でエラーをする構造
  - ゴールと遠ざかる動きが必要
- ▶ 予測
  - means-ends analysis が可能なグループ G のほうがよりエラーが多い
- ▶ エラー数：グループ G > グループ No-G ( $U(10, 10) = 18$ )
  - グループ G は means-ends analysis を導入しやすい
- ▶ グループ No-G は迷路の構造をより学習したか？
  - 後半のエラーの割合は両条件とも変わらない (.41)

#### ★ 実験 2

- ▶ ゴールがないことによる学習ははっきりするまでに時間がかかる
  - 最後のほうに、学習をしたのかもしれない
- ▶ 実験 2 では
  - 迷路を大きくする
  - 同じ迷路であることを知らせ迷路を 2 回行わせる
    - ・ ルールを学習していれば、2 回目の試行ではエラーが減る
    - ・ 最後の分かれ道ではグループ No-G もエラーをするだろう（ルールに則していない）
- ▶ 各グループ 12 名ずつ

#### ◇ 結果 (Table 1)

- ▶ 最初の解決におけるエラー
  - 全体 (数)：グループ G > グループ No-G ( $U(12, 12) = 36$ )
  - 後半 (最後の 6 分岐；割合)：グループ G > グループ No-G ( $U(12, 12) = 31.5$ )
- ▶ 2 回目の解決
  - 前半 (最初の 6 分岐；数)：グループ G  $\approx$  グループ No-G ( $U(12, 12) = 52.5$ )
    - ・ 両グループともにエラーが少なかったため
- ▶ 実験 1, 2 の結果より
  - 問題状態として明確に定義されたゴールの存在は問題解決に関係する
    - ・ ゴールの存在により問題構造の学習が妨害される
  - ゴールは仮説の生成を含む方略より means-ends analysis の使用を促すことにより問題の構造の基本的な側面から注意をそらす

Table 1  
*Median Scores in Experiment 2*

Measure	Group Goal	Group No-Goal
No. errors on initial problem	7.8	4.5
No. errors on re-solution problem	2	1.2
Proportion of errors in second half of the maze on initial problem	.50	.33
Proportion of errors in first half of the maze on re-solution problem	.29	.0

### ★ 実験 3

- ▶ 知覚的な顕著さを増やしたバージョンならゴールがある場合とない場合の差が大きくなるだろう
  - 自己受容器の使用は視覚的に提示された同様の情報よりも顕著さが少ない
- ▶ コンピュータを用いて行う
  - 現在の問題状態とゴール状態の視覚的表象を可能にする
  - 被験者に迷路が見えないという点で前の実験と同様
- ◇ 方法
- ◇ 被験者
  - ▶ 20名の学部生
- ◇ 刺激と手続き (Figure 2)
  - ▶ コンピュータディスプレイに表示
  - ▶ 各分岐点で矢印が現れる
    - 行き止まりになると後戻りの矢印のみ
  - ▶ 矢印の一つを選択
  - ▶ 迷路の経路は表示されない (矢印だけ)
- ◇ 結果と考察
  - ▶ 予測
    - グループ G のほうが means-ends analysis を使用する
    - 自己受容体手がかりが使われた前の実験よりもルール推論が少ない
  - ▶ 最初の解決
    - グループ G の 10 名中 1 名が 298 回以内で最終部分へ到達したが、解決には失敗した
    - グループ No-G の被験者は全員が平均 38 回で最終部分まで到達した (そのうち 1 人はゴールに到達できなかった)
      - ・ 手数：グループ G > グループ No-G ( $U(10, 10) = 1$ )

- ▶ 2 回目の試行
  - グループ No-G の 9 名 (1 回目解決) 中 8 名の被験者は最小の手で再提示された問題を解決
  - グループ G の 1 名 (1 回目最終部分到達) の被験者は最小の手で再提示された問題を解決
- ▶ 視覚的にゴールを提示されたほぼ全ての被験者が問題の構造の発見に失敗した
- ▶ ゴールのなかった被験者は問題構造の発見が余り難しくなかったので解決まで至った
  - ある種の状況では means-ends analysis を使用することは良くない効果を及ぼす
  - ゴールの存在は重要な問題構造に盲目にする
- ▶ グループ G の被験者はゴールに近づくことに気をとられて 4 つ目の分岐点をほとんど越えることができなかった
- ◇ 追加実験の実施
  - ▶ 行き止まりまでの距離を長く, 複雑にした
  - ▶ グループ G では 10 名中 8 名の被験者が 298 回での解決に失敗
    - 残りの 2 人は構造を学習し解決
  - ▶ グループ No-G では 10 名全ての被験者が 298 回以内に最終部分に到達 (平均 62 回)
    - うち 1 名はゴールに到達しなかった
  - ▶ グループ No-G の 9 人中 5 名の被験者はルールを推論した
    - 2 回目は最小の手数で解決
  - ▶ 迷路 (1 回目) の最初の 1/4 の部分でなされた手数の割合はグループ G (99.8%) よりグループ No-G (68.5%) のほうが少ない
    - グループ G の被験者は最初の部分から脱出できない
    - ゴールの存在は問題を原則的に解決できないものとした
  - ▶ 実験 3 の追試
    - 難易度の増加がグループ No-G に影響した
- ◇ 実験 3 は実験 1,2 より強い証拠を提供する
  - ▶ means-ends analysis の導入の機会が問題構造の知識の減少につながる
  - ▶ 実験 3 の場合
    - 視覚的に提示された情報は明確なゴール状態の存在や不在による効果を大きく増やす
- ★ 実験 4
  - ▶ 他の変換問題への一般化
  - ▶ 多くの変換問題はフィードバックが少ない (ない)

- フィードバックは簡単につけたり，なくしたりできる
- **goal specificity** の効果のテストのためにはフィードバックの度合いが重要
  - ・ ゴールが明確ではなく，フィードバックがあいまいな（ない）場合，問題は偶然によらなければ解決されない＝テストできない
- ▶ 実験 4 では数字の問題を使用する
  - 問題状態＝数字
  - 動き＝選択肢の数字のうち 1 つを選ぶ
  - 正解はシンプルなルールに基づく
- ◇ 方法
- ◇ 被験者
  - ▶ 32 名の学部生
- ◇ 刺激と手続き
  - ▶ コンピュータスクリーンに表示 (Figure 3)
  - ▶ スタートは 30
    - 2 つの選択肢から数字を選択する
    - 次からは 3 つの選択肢 (1 つ前の数字，正答，31~98 の数字)
  - ▶ 15 まで行くと 99 を選択して終了
    - 現在の数字+1→逆戻り
    - 現在の数字-1→正しい動き
    - 30~99 の数字→行き止まり→逆戻りのみ
  - ▶ 最小の手数で問題を解決するためには”現在の数字から 1 を引いた数字を選ぶ”
  - ▶ グループ G では 99 がゴールとして表示されている
  - ▶ グループ No-G はある数にたどり着くまで数字を選択する
  - ▶ 300 回以内に解決できた被験者はもう 1 度同じ問題を解く
- ◇ 結果と考察 (Table 2)
  - ▶ 最初の試行
  - ▶ 解決までの移動数
    - グループ G > グループ No-G ( $U(16, 16) = 51.5$ )
    - グループ G の 2 人が 300 回以内の解決に失敗
    - ゴール状態の知識は解決までに必要な手数を増加させる
  - ▶ 問題状態としてゴールを提示された被験者が特定のゴールを提示されなかった被験者と同様にルールを使用した可能性を除外できない
  - ▶ 追加データ
  - ▶ 問題の最初のセクション (~26) で行われた手数の割合
    - 割合が多い→ルール推論
    - グループ G < グループ No-G ( $U(16, 16) = 69$ )

Table 2  
*Median Scores on the Initial Trial  
of Experiment 4*

Measure	Group G	Group No-G
No. moves	64	28.5
Proportion of total moves made prior to and including problem state 26	.21	.36
Proportion of total moves made prior to and including problem state 22	.65	.64

- ・ 差異はすぐになくなる
- ゴールはルール推論を遅らせるが消去しない
- ▶ 2回目の試行
  - ルール推論の違いの証拠を提供しない
    - ・ グループ G の 13 名（1 回目解決）中 9 名が最小の手数で解決
    - ・ グループ No-G は 16 名（1 回目解決）中 10 名
    - ・ 有意差なし
  - 3 回以上エラーをしたのは両条件 1 名ずつ
  - 床効果が結果に影響している
- ▶ ゴールの存在は最初の試行でルール推論を遅らせるが、多くの被験者はルールを使用した
- ▶ 実験 4 は迷路実験の結論を支持する
  - 結果はある程度の一般性を持つ
    - ・ means-ends analysis の使用は問題状態の性質やルールの性質に関わらずルール推論を妨害する

★ 実験 5

- ▶ 正しい手の全てがゴールから遠ざかっている問題はあまりない
- ▶ 規則性のない迷路で実験
  - 選択のパターンではなく矢印を見分ける
  - solid arrow : 正しい道 conventional arrow : 行き止まり
- ▶ 特定の問題状態としてのゴールは問題構造の他の重要な側面により選択がコントロールされる程度を減らすだろう

- ◇ 方法
- ◇ 被験者
  - ▶ 20名の学部生
- ◇ 刺激と手続き
  - ▶ 実験3と同様の手続き
  - ▶ 迷路の構造 (Figure 4)
    - 頭が塗りつぶされた矢印が正しい道をさす
  - ▶ 制限時間 20分
- ◇ 結果と考察
  - ▶ 最初の試行の解決までの平均手数
    - グループ G (57) ≒ グループ No-G (32) ( $U(10,10) = 35.6$ )
    - means-ends analysisにより生成された多くの手が適切なルールにより生成される手と同じ
  - ▶ 2回目の試行
    - グループ No-G の7名とグループ G の2名が2回目の試行を最小手数で解決
    - 未解決者を最小手数以上に入れると  $p = .03$ , 入れなければ  $p = .05$  で有意差有り
    - グループ No-G の被験者は適切なルールを学習していた
  - ▶ means-ends analysis の使用は学習を妨害する
- ★ 総合考察
  - ▶ 変換課題のゴールが問題状態として明確である程度が means-ends analysis が利用される程度を決定し、問題構造が学習されるかに大きく影響する
    - 問題解決者がゴール状態を知っているほど、問題構造について学習しない
  - ▶ ゴールによるコントロールの強調は問題構造に関する局所的特徴によるコントロールを減少する
    - 局所的特徴のコントロールは問題解決を促進する
  - ▶ 動きの関係が単純なルールにより記述されない場合にも起こるだろう
    - どんな関係性の記憶も means-ends analysis により妨害される
  - ▶ 実験により効果の大きさが異なった
    - 実験 1,2,4,5 < 実験 3
    - 実験 3 と実験 1,2 の違いは問題状態とゴール状態により説明できる
    - 問題状態とゴールの関係がより明らかなほど、means-ends analysis は使用されやすくなる
    - グループ No-G はどちらも行き止まりのパターンから間接的な推論を行った
    - グループ G は問題状態とゴール状態の違いの明らかなさにより変化した

=効果の違いを説明する

- ▶ 本研究は理論的定式化にも含みを持つ
  - ルール推論問題と変換問題における行動を 1 つの理論的構造より説明しようとする
- ▶ Simon & Lea(1974)
  - dual space search theory
    - ・ この種の定式化は問題状態としてのゴールと別の手段により描写されるゴールの区別がない
- ▶ 本実験のグループ No-G はコミュニケーションできる特定の問題状態としてのゴールを持っていなかったという点でルール推論問題と似ている
- ▶ どちらのケース（ゴールがない、コミュニケーションできない）も被験者はランダムに反応するか、ルールを先の問題解決行動から引き出さなければならない
- ▶ 本実験では、はっきりと要求されたゴールがないことは問題が解決される方法を変える
  - この種の活動を means-ends analysis から区別するのに役立つ
- ▶ Simon と Lea の定式化はルール推論問題と変換問題を区別していない
- ▶ 本研究の 2 つのグループはその違いを例示している

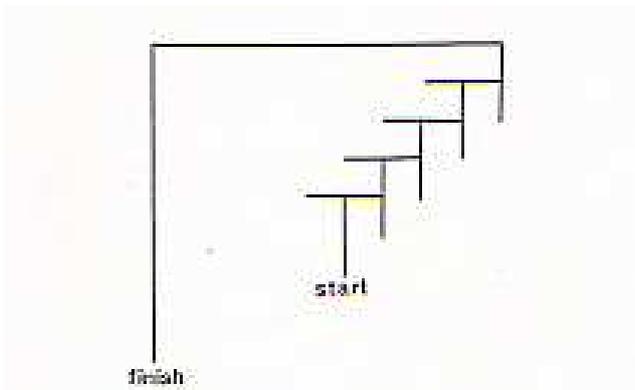


Figure 1. Diagram of the maze used in Experiment 1.

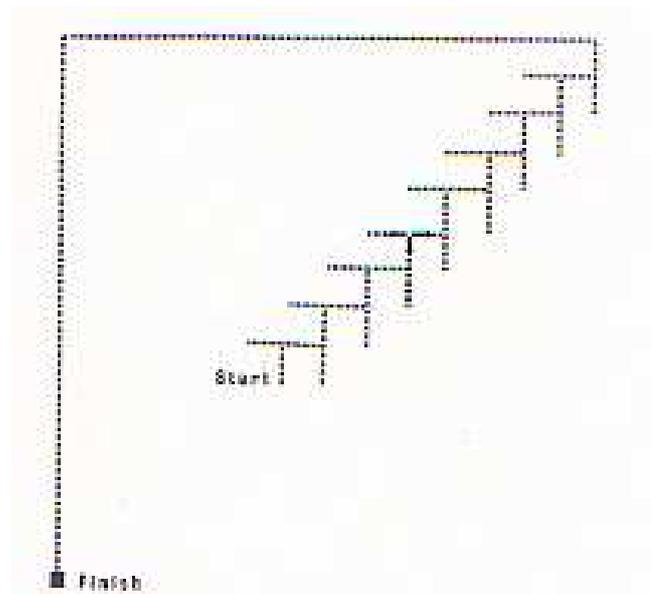


Figure 2. Diagram of the maze used in Experiment 3. (The solid lines [arrows and square] indicate the display seen by a subject who had reached the seventh choice point. The dotted lines describe the maze, which was not visible to the subject. The finish square was not visible to Group No-G subjects.)

start	30	—	50
	29	—	35
	28	—	40
	27	—	65
	26	—	70
	25	—	36
	24	—	55
	23	—	95
	22	—	75
	21	—	90
	20	—	45
	19	—	55
	18	—	30
	17	—	80
	16	—	91
	15	—	99
			Finish

Figure 3. Problem space for Experiment 4.

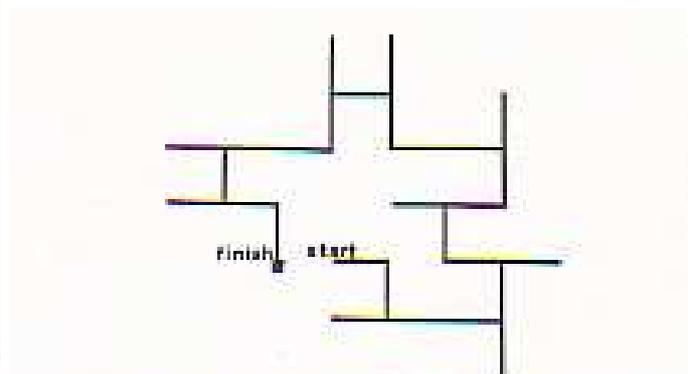


Figure 4. Diagram of the maze used in Experiment 5.