

When Goals Constrain: Eye Movements and Memory for Goal-Oriented Map Study

Tad T. Brunyē and Holly A. Taylor

Applied Cognitive Psychology, 2009, 23, 772-787

◇ 地図学習

- ▶ 学習目標により空間的記憶が異なる
 - (e.g., Taylor, Naylor, & Chechile, 1999; van Asselen, Fritschy, & Postma, 2006)
 - ルートを見つける → 一人称始点 > 俯瞰視点
- ▶ 空間的知識の獲得や表象化はさまざまな要因に影響される
 - **Dual-task**
 - ・ 視空間的セカンダリータスク
 - 地図からの情報収集に影響
 - (e.g., Brunyē & Taylor, 2008a; Coluccia, Bosco, & Brandimonte, 2006; Gyselinck, De Beni, Pazzaglia, Meneghetti, & Mondoloni, 2007)
 - 環境の密度や複雑さ (Brunyē, Taylor, & Worboys, 2007)
 - 経験
 - ・ 経験が増えると視点流動的な記憶へ
 - (e.g., Bosco, Filomena, Sardone, Scalisi, & Longoni, 1996; Brunyē et al., in press; Brunyē & Taylor, 2008b)
 - ゴールと意図
 - ・ **Survey goal**: 全体的なレイアウト
 - ・ **Route goal**: 環境中の道
 - (Magliano, Cohen, Allen, & Rodrigue, 1995; Taylor et al., 1999; van Asselen et al., 2006)
- ▶ 本研究: 記憶の違いは眼球運動から予測されるか?
 - ゴールは“なぜ”, “どのように” 学習に影響するか

◇ 先行研究 (Taylor et al., 1999)

- ▶ **Survey goal** → allocentric (鳥瞰的な) 課題のパフォーマンス向上
- ▶ **Route goal** → egocentric (一人称的な) 課題のパフォーマンス向上
- ▶ スキーマによる説明
 - **Schema development**: 学習プロセス中のゴールの影響
 - **Schema activation**: retrieval やテスト中のスキーマの影響
- (e.g., Hayhoe & Ballard, 2005; Hopfinger, Buonocorē, & Magnun, 2000; LaBerge, 1995)

- ▶ **Schema development** が早い段階で起こる
 - 地図学習中の情報収集パターンに違いが現れる
 - 異なる眼球運動のパターンが観察される
- ▶ 長期記憶へのコーディングにおいて **schema development** が影響する
 - 学習中のパターンは変わらないが, **retrieval** されやすさが異なる
 - 眼球運動のパターンに違いは見られない
(e.g., Bower, Black, & Turner, 1979; Lampinen, Copeland, & Neuschatz, 2001)
- ▶ ゴールの操作
 - **Survey goal**: 全体のレイアウトを学習
 - **Route goal**: 環境中のルートを学習
- ▶ 予測
 - 周辺情報から中心情報へ
(Rossano & Hodgson, 1994; Rossano & Morrison, 1996)
 - ゴールの違いにより異なる要素へ注意を向ける
 - ・ **Survey goal**: 建物や通りの配置
 - ・ **Route goal**: 通りやその名前
 - ゴールの観点と一致した記憶構造が見られる

★ **METHOD**

◇ **Participants**

- ▶ 学生 24 名

◇ **Materials**

◇ *Maps*

- ▶ St. Olaf と Grinnell College のキャンパスマップを用いた 2 次元地図
- ▶ 14 のランドマーク, 6 の通りの名前, コンパス

◇ *Tests*

▶ **Map drawing**

- 白紙に地図を書き起こす

▶ **Statement verification**

- 12 の true/false statement
- Survey perspective 6 問
 - ・ 「事務所は Cleves Hall の南西である」
- Route perspective 6 問

- ・ 「Moy Hall を左手に立って、直進して右に曲がると体育館につく」

◇ Procedure

- ▶ 3つのゴール: survey, route, no goal
- ▶ 2つの地図: St. Olaf, Grinnell College (各5分)

◇ Map study

- ▶ 眼球運動の測定
- ▶ Survey: 他の建物との関係の中でどの方角に建物があるかなど、環境全体のレイアウトを学習することにベストを尽くしてください
- ▶ Route: ある場所からある場所へどうやって行くか、道に沿って何があるかなど、環境中のルートを学習することにベストを尽くしてください
- ▶ No: 環境に関すること全てを学習することにベストを尽くしてください

◇ Testing

- ▶ Map drawing 10分
- ▶ True/false statement できるだけ早く正確に
- ▶ 順番はカウンターバランスをとった

★ RESULTS

◇ Scoring and analysis

◇ Eye movement

- ▶ 5つの ROI (Figure 1)
 - 周辺 vs. 中央
 - 建物
 - 通り
 - 通りの名前
 - コンパス
- ▶ 2つの地図をまとめる

◇ Map drawing

- ▶ 得点化
 - ランドマークと通りの名前
 - ランドマークと通りの位置関係
 - Quadrant accuracy (4等分の正確さ?)
- ▶ 通りの名前

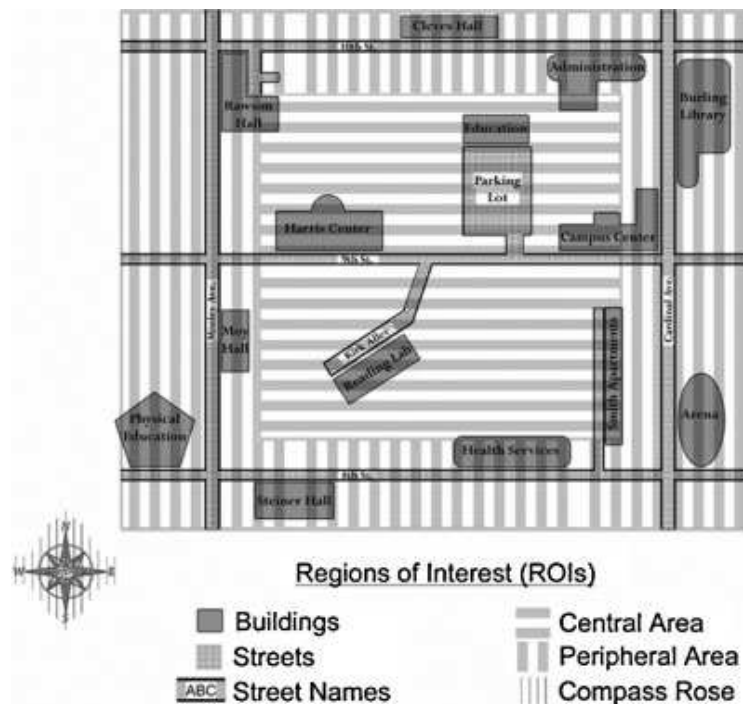


Figure 1. Adapted map of Grinnell College campus, with the six analysed regions of interest (ROIs) depicted: Buildings, streets, street names, peripheral and central areas and compass

rose

- Route > その他 ($F(2, 23) = 9.17, p < .01, \eta^2 = .23$)
- 他は *n.s.*
- ▶ それ以上考慮しない

◇ Eye movement results

◇ *Peripheral versus central*

- ▶ 周辺-全体の得点で比較
 - 大 → より周辺を見ている 小 → より中央を見ている
- ▶ 全体的に 始 = 中央 → 後 = 周辺

◇ *Number of fixations* (1分あたりの注視数)

- ▶ 時間の主効果 ($F(4, 84) = 13.72, p < .01, \eta^2 = .33$)
 - 1~3分 中央バイアス
 - ・ $M = -22.21, SE = 2.89; M = -16.04, SE = 3.05; M = -9.04, SE = 3.25$
 - 4~5分 周辺バイアス
 - ・ $M = 5.71, SE = 3.19; M = 2.21, SE = 3.22$
 - 中央バイアス 1分 > 3分 ($t(23) = 3.25, p < .01$), 4分 ($t(23) = 6.45, p < .01$), 5

分($t(23) = 6.11, p < .01$)

◇ *Proportion fixation duration* (1 分間における注視割合)

- ▶ 時間の主効果 ($F(4, 84) = 14.02, p < .01, \eta^2 = .30$)
 - 1 分 中央 ($M = .11, SE = .02$),
 - 2~3 分 どちらでもない ($M = .01, SE = .02; M = .06, SE = .03$)
 - 4~5 分 周辺 ($M = .06, SE = .03; M = .15, SE = .04$).
 - 中央バイアス 1 分 > 2 分($t(23) = 3.13, p < .01$), 3 分($t(23) = 4.79, p < .01$), 4 分($t(23) = 5.24, p < .01$), 5 分($t(23) = 5.55, p < .01$)

◇ *Average fixation duration* (1 注視あたりの平均注視時間)

- ▶ *n.s.*

◇ 他の 4 箇所における average fixation duration

◇ *Buildings*

- ▶ 時間の主効果 ($F(4, 84) = 5.35, p < .05, \eta^2 = .10$)
- ▶ 時間×ゴールの交互作用 ($F(8, 84) = 2.46, p < .05, \eta^2 = .09$)
 - 1 分 survey > route, none($t(14) = 5.59, p < .01; t(14) = 3.08, p < .01$)
 - 2 分 survey > route, none (有意差なし)
 - 3~5 分 *n.s.*

◇ *Streets*

- ▶ 時間×ゴールの交互作用 ($F(8, 84) = 3.32, p < .01, \eta^2 = .15$)
 - 1 分 route > survey, none ($t(14) = 3.35, p < .01; t(14) = 5.43, p < .01$)
 - 2 分 route > none ($t(14) = 6.6, p < .01$), \simeq survey ($t(14) = 2.46, p > .025^2$)
 - 3~5 分 *n.s.*

◇ *Street names*

- ▶ ゴールの主効果 ($F(2, 21) = 4.34, p < .05, \eta^2 = .12$)
 - Route > none($t(14) = 2.91, p < .01$), \simeq survey ($t = 2.35$)

◇ *Compass*

- ▶ 時間の主効果 ($F(4, 84) = 15.74, p < .01, \eta^2 = .26$)
- ▶ 時間×ゴールの交互作用 ($F(8, 84) = 5.88, p < .01, \eta^2 = .20$)
 - 1 分 survey > route ($t(14) = 3.07, p < .01$), none ($t(14) = 2.74, p < .025^2$)
 - ・ 最初の 10 秒における差

- 2~5分 *n.s.*

◇ Memory task results

◇ *Statement verification* (Figure 2)

- ▶ 全体的に高い
- ▶ ゴール×statementの観点(survey, route)の交互作用
($F(2, 21) = 12.98, p < .01, \eta^2 = .34$)
 - Survey goal → survey > route statement ($t(7) = 3.64, p < .01$)
 - Route goal → survey < route statement ($t(7) = 3.02, p < .025$)
 - No goal → survey \doteq route statement ($t(7) = .29, p > .05$)

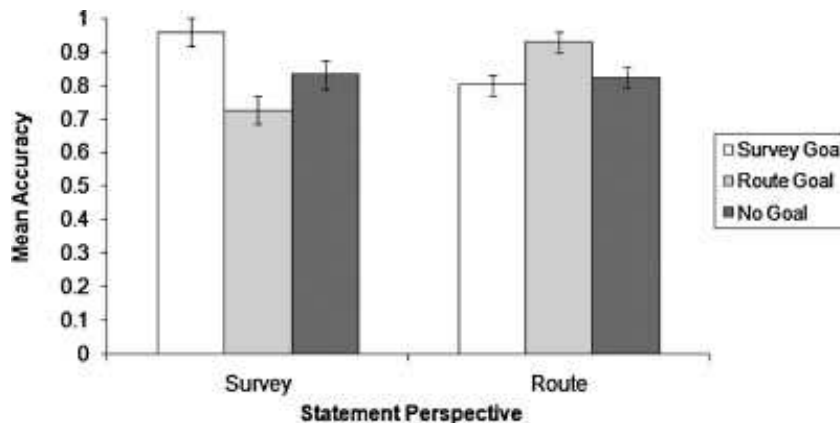


Figure 2. Mean accuracy and standard error on the statement verification task, separated by statement type (survey, route), for each of the three goal groups

◇ Using eye movements to predict memory differences

- ▶ 最初の1分の眼球運動による survey/route statementの得点差の予測(回帰)
- ▶ survey/route statementの得点差
 - プラス → survey
 - マイナス → route
- ▶ 建物とコンパスへの長い注視 → 高得点(survey)
 - ($\beta < .01, t(30) = 2.57, p < .05; \beta < .01, t(30) = 2.27, p < .05$)
- ▶ 通りと通りの名前 → 低得点(route)
 - ($\beta < .01, t(30) = 1.85, p = .08; \beta < .01, t(30) = 2.94, p < .01$).

★ DISCUSSION

◇ Eye movement during map study

- ▶ 全体的に中央から周辺へ注意を向ける

- 先行研究と逆の結果
 - ・ 先行研究では地図中央部の密度が高かった
- ▶ 最初の 2 分ではゴールがオンラインで影響する
 - Survey goal → 建物やコンパス
 - Route goal → 通りや通りの名前
- ▶ ゴールによりスキーマがすばやく形成され眼球運動をガイドする
 - ゴールに導かれたフレームワークの形成(最初の 2 分) → 情報の関連付け

◇ Goal direction and map memory

- ▶ ゴールは空間情報の表象化に影響する
- ▶ ゴールとテストの観点が一致しているときにパフォーマンスが向上 (妨害はない)
 - たとえ与えられた地図が俯瞰だとしても観点による記憶が形成される
- ▶ Schema activation
 - 与えられた statement により活性化されるスキーマがゴールと一致しているか

◇ Goal-directed attention and schemas

- ▶ 学習中のゴールは注意と表象化の両レベルで影響する
- ▶ 注意の変化から記憶表象が予測できる
 - 最初の数分でゴールにあったスキーマを作る
 - スキーマに基づきゴールにあった記憶が形成される

◇ Applied implications

- ▶ ナビゲーション機器のインターフェイスへの利用
- ▶ 地図作製
- ▶ 学習・転移変の含意
 - 続く転移の促進をもっとも見せた学習の方法は特定のゴールを与えない

◇ Limitations

- ▶ 最初だけしか効果がなかったのは学習時間が長かったから?
 - 天井効果はない = 適切
- ▶ 眼球運動への影響時間は短いという証拠
- ▶ スキーマはその後も残る
- ▶ ゴールに導かれた注意の変化と記憶フォーマットをタイムコースに沿って直接的に調べる必要がある

★ Conclusions

- ▶ 初期にスキーマが形成される
- ▶ トップダウンの注意のコントロール → 情報収集に影響
- ▶ スキーマに合った表象化