

Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs.

Daniel C. Richardson, Michael J. Spivey, Lawrence W. Barsalou, Ken McRae. (2003).
Spatial representations activated during real-time comprehension of verbs. *Cognitive Science*, 27(5), pl.767-780

1 . Introduction

- 言語がもたらす空間的意味
 - Look-up to : those “above” us、目上の人、見上げる 尊敬する
 - Look-down : those “beneath” us、目下の人、見下す 軽蔑する
- 具象的 (abstract)
 - Push : 水平的運動
 - Lift : 垂直的運動
- 抽象的 (concrete)
 - Arguments : go ”back and forth”、議論は行きつ戻りつ.
 - Hopes : get “too high”、期待しすぎ
- 関連研究
 - Lakoff (1987) : 英語以外にも観察された
 - Boroditsky (1999, 2000) : 異なる文化により、空間的メタファーは違う。
 - いくつかの言葉にある言語的意味は、空間的スキーマでしか表現できない (Langacker, 1987 ; Talmy, 1983)
- 習得するモノ？
 - 文化と身体 (embodied) 経験 (Gibbs, 1996; Lakoff, 1987) :
 - ◇ 子供と身長の高い年寄り
 - 語源、ことわざ、慣用句 (Murphy, 1996)
- 本研究
 - 動詞に関わる空間的表象 (spatial representation)
 - ◇ 退化した (vestigial) 単なるメタ認知で取得、作動するものか
 - ◇ それとも動詞の読解プロセス中に、自動的に駆動されるもの
 - 空間的表象は、言語理解による概念的表象 (conceptual representation) に固有するもの (Barsalou, 1999) .
 - 言語処理と知覚処理の間に交互作用の発見を目指す

1 . 1 Norming studies of image schemas

- 空間的表象は共通的なもの
 - 知覚システムが類似し、日常生活のコミュニケーションには支障なし
- (Richardson, Spivey, Edelman, & Naples, 2001) 言語学訓練なしの173名被験者について、言葉の空間的表象に対する一致性を調べた : (Fig. 1)
 - Forced-choice task :
 - ◇ 動詞30個、抽象的 (respect、argue) か具象的 (push、lift) を用いた
 - ◇ 動詞過去形、 (agents) と (patients) 矢印
 - ◇ 4 択中一番相応しい画像スキーマを1つ選ぶ
 - ◇ 「垂直的」, 「水平的」, 「中立的 / neutral (例えば show) 」と分類する
 - ◇ 一致性ある : 抽象的や具象的に関わらず、各動詞に対して3分の2の被験者は同じ画像スキーマを選択する。
 - ◇ 方位角分析 : 水平 (18 度) 垂直 (69 度) 中立 (42 度)
 - Free-form task (open-ended task)
 - ◇ コンピュータを使用、被験者が自ら画像スキーマを書く。
 - ◇ 方位角分析 : 水平 (21 度) 垂直 (45 度) 中立 (36 度)
 - 相関分析
 - ◇ 各動詞、両タスク中の方位角 ($r=.71$ 、 $p<.0001$)
 - ◇ 被験者間、いずれのタスクにおいても一致性はある。
 - ◇ ただし刺激自体は自然言語の状態であるまい。

1 . 2 A spatial effect of verbs

- 本研究では、空間的表象は、視空間的心像との類似性があると仮定し、知覚と記憶タスクと相互作用する。
- 心像は視知覚を干渉する、弱める
 - (Kuelpe, 1902; Scripture, 1896)
 - (Segal & Gordon, 1969)
 - 「Perky effect」 (Perky, 1910)
- 心像は視知覚を促進する
 - (Farah, 1985; Finke, 1985)
 - ただし、心像と知覚された画像の間に非常に類似性ある (形、位置などが重なっている) 場合のみ。 (Farah, 1985)
 - 実験1 : 動詞による駆動された非特定な心像は、視覚タスクを干渉し、パフォーマンスに影響を与える、という仮説を検証する。

- 心像は記憶を促進する
 - (Paivio, 1969)
 - 視覚刺激は同じ空間的位置に呈示されたら、記憶効果がより良い (Santa, 1977)。
 - 実験 2 : 動詞がもたらす空間的構造は視覚刺激の符号化に影響を与える、という仮説を検証する。

2 . Experiment 1

- 二重課題
 - 被験者は短い課題文を聞いて記憶し、
 - 直後に短時間で呈示された刺激は円か四角かを選択すること。
- 「垂直的」(vertical) か 「水平的」(horizontal)
 - 各課題文の中に入れ込んだ動詞は、Richardson et al.(2001)の 2 つの実験結果に基づいて、画像スキーマ (image schema) が検証されたもの。
 - 各動詞は被験者が選択した画像スキーマによって、「垂直的」(vertical) か 「水平的」(horizontal) いずれのカテゴリーに分類された。
- 言語的と視覚的タスクの間に交互作用があると予測する：
 - 「垂直的」動詞を含んだ文章を読解した後、画面の上或いは下の部分に呈示された視覚的刺激の影響で、識別能力は抑制される；
 - 一方、「水平的」動詞を含んだ文章を読解した後、画面の左或いは右の部分に呈示された視覚的刺激の影響で、識別能力は抑制される。

2 . 1 Method

2 . 1 . 1 Participants

- 被験者大学生 83 名

2 . 1 . 2 Stimuli

- 実験刺激
 - Richardson et al.(2001)の実験で調べた各動詞の方位角を Z 変換で得点を標準化した後、最上位 15 個動詞は「垂直的」(vertical) 最下位 15 個動詞は「水平的」(horizontal) と分類された (Appendix A)。
 - そして全て (抽象と具象) の動詞を混合し、現在形 (present-tense) の文章の中に入れ込んだ。
 - 被験者が実験に集中することを確認するため、毎 6 つ試行中 1 つ、全 6 つの埋め項目文章 (filler) を用いた。
 - 実験者が平たいイントネーションを用い、全部 36 課題文を朗読し、mp3 形式でモノラル録音した。

- 画面中央 目線の2度上にある所 には注視点(十字)が呈示される。
- 被験者は20 (cm)からの所で刺激を見る。

2.1.3 Procedure

● 手続き

- 各試行はまず、注視点に十字を1000msで呈示し、
- ヘッドホーンを通じて、両耳に課題文の音声刺激を呈示した。
- 次にランダムに50、100、150、200msの休止、
- そして視覚刺激 **か** が画面の上、下、左、右どこかに200msで呈示した。

● 課題

- 被験者は提示された視覚刺激を速く識別し、正しいボタンを押す。
- 全6つの埋め項目文章 (filler) は疑問文、ただし目的語を置き換えること。
 - ◇ 例えば”Did the dog fetch the ball/stick?”
 - ◇ 被験者は”yes”か”no”のボタンを押す。
- 課題文の順序、視覚刺激の位置と形は全てランダムに呈示した。
- 反応時間と正確率は記録された。

2.2 Results and discussion

● 埋め項目文章の平均正確率97%

- 被験者は実験に集中することを確認した。

● 視覚刺激の反応 (Fig.2)

- 誤答 (全試行中3%)と反応時間が2標準偏差を超えたデータ (残り3%)を除き、2×2分散分析 (repeated measures ANOVA) を行った。
 - ◇ Position: 垂直的 / 水平的
 - ◇ Verb category: 垂直的 / 水平的
- 交互作用
 - ◇ Verb category × Position、 $F(1, 82)=6.13$ 、 $p<.02$ 、有意
- 単純主効果
 - ◇ 垂直的に呈示された刺激は、水平的動詞の方がより早く識別された。
 - ✓ $F(1, 82)=4.06$ 、 $p<.05$ 、有意あり
 - ✓ 水平的動詞 (M=519ms, SE=15ms)
 - ✓ 垂直的動詞 (M=534ms, SE=15ms)
 - ◇ 水平的に呈示された刺激は、垂直的動詞の方がより早く識別された。
 - ✓ $F(1, 82)=1.22$ 、 $p>.25$ 、有意なし
 - ✓ 水平的動詞 (M=523ms, SE=13ms)
 - ✓ 垂直的動詞 (M=516ms, SE=13ms)

- 主効果
 - ◇ Position
 - ✓ 垂直的 (M=527ms, SE=10ms)
 - ✓ 水平的 (M=520ms, SE=9ms)
 - ✓ $F(1, 82)=1.92$ 、有意なし
 - ◇ Verb category
 - ✓ 垂直的 (M=525ms, SE=10ms)
 - ✓ 水平的 (M=521ms, SE=10ms)
 - ✓ $F<1$ 、有意なし
 - ◇ 動詞の具象性 (concreteness) $F(1, 74)=2.86$ 、 $p>.09$ 、有意なし
 - ✓ 故に、この結果は動詞の抽象か具象性質に影響されない

3 . Experiment 2

- 物語中に何かの空間的情報が伝わったら、聞き手はそれを用いてメンタル・モデル (Bower & Morrow, 1990) 或いは心像 (Denis & Cocude, 1992) を構築できる。
- 暗黙的な空間的表象と呈示された画像の関係を検証する
 - 刺激の符号化と再認することに影響を与えるのか

3 . 1 Method

3 . 1 . 1 Participants

- 被験者大学生 82 名、全員は実験 1 に参加したことがない

3 . 1 . 2 Stimuli

- 実験刺激
 - 課題文の音声刺激には実験 1 と同じ動詞を使用した。
 - 1 名画家は各刺激の agents と patients に基づいてスケッチする。
 - ◇ ただし、顔の向きは正面
 - ◇ agents と patients の関係と使う動詞について説明なし
 - ◇ 画像にはバイアスなし
 - 目線の 1 1 度上にある所に、画像が呈示される。
 - 被験者は 2 0 (cm) からの所で刺激を見る。

3 . 1 . 3 Procedure

- 手続き
 - 動詞と画像の課題：全部 5 つ練習課題 + 1 つテスト課題
 - ◇ 被験者はまずいくつか agent と関連する単語を聞き、次に画面中央に該当

agent の画像が呈示された。

- ◇ 次に画面が空白になり、被験者は該当動詞を聞きます。
 - ただし 30 試行の課題文中、10 個の動詞は分詞の形で呈示された。
- ◇ 最後に、patient と関連する単語を聞き、画面中央に該当 patient の画像が呈示された。
- 画像スキーマの検証：各課題の後、全部 12 試行
 - ◇ 各試行に、まず 2 枚の画像が垂直的か水平的に呈示され、それぞれ画面中央から 9 度離れた所（上、下、左、右）にある。
 - ◇ 用いた画像はすべて前の課題中に呈示されたもの、ランダムに抽出。
 - ◇ 半数の試行では、2 枚の画像は異なる課題文から抽出されたもの；残り半数の試行では、2 枚の画像は同一の課題文から抽出されたもの。
 - ◇ 被験者は、2 枚の画像は同一の課題文から抽出されたものかを判断し、ボタンを押す。
 - ◇ 各試行に 1000ms の休止がある。

3.2 Results and discussion

- 2 枚の画像が同一の課題文から抽出された場合のみ分析を行った
 - 水平的に呈示
 - ◇ 水平的動詞の正確率 95%
 - ◇ 垂直的動詞の正確率 93%
 - 垂直的に呈示
 - ◇ 水平的動詞の正確率 92%
 - ◇ 垂直的動詞の正確率 91%
 - 主効果
 - ◇ Orientation : $F(1, 81)=3.49, p>.05$ 、有意なし
 - ◇ Verb Category : $F(1, 81)=2.10, p>.15$ 、有意なし
 - 交互作用
 - ◇ $F(1.81)=0.30, p<.5$
- 反応時間
 - 誤答と反応時間が 2 標準偏差を超えたデータ（残り 2%）を除外し、2 × 2 分散分析（repeated measures ANOVA）を行った。
 - ◇ Orientation : 垂直的 / 水平的、Verb category : 垂直的 / 水平的
 - ◇ By participant : $F(1.81)=5.49, p<.03$
 - ◇ By items : $F(1.28)=5.18, p<.05$
 - 単純主効果
 - ◇ 垂直的呈示の場合、垂直的動詞の反応がより早い

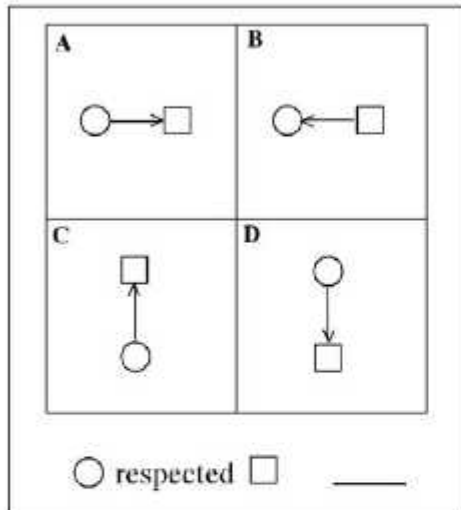
- 垂直的動詞 (M=1299ms, SE=28ms)
- 水平的動詞 (M=1396ms, SE=13ms)
- $F(1, 81)=8.54, p>.005$
- ◇ 水平的呈示の場合、水平的動詞の反応がより早い
 - 垂直的動詞 (M=1289ms, SE=30ms)
 - 水平的動詞 (M=1273ms, SE=30ms)
 - $F<1$
- 主効果
 - ◇ Orientation
 - 水平的 (M=1281ms, SE=21ms)
 - 垂直的 (M=1337ms, SE=22ms)
 - $F(1,81)=8.78, p<.005$

4 . General discussion

- 言語処理と知覚処理の間に交互作用の発見を目指す
- 言語学を支持する
- 動詞ではなく、課題文の内容から空間的情報を取得し、心像と表象を形成する可能性は無いとはいえないので、今後の研究で検討する

Forced Choice

Participants selected one of four image schemas

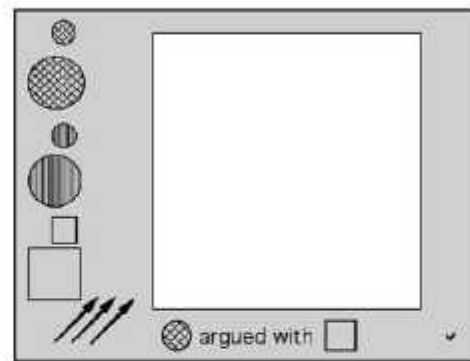


Example selection data:

| % Selected | | | | |
|-------------|------|------|------|------|
| argued with | 11.4 | 13.8 | 12.6 | 62.3 |
| respected | 53.9 | 3.0 | 14.4 | 28.7 |

Free Form

Participants created an image schema by placing shapes and drawing arrows



Example drawings:

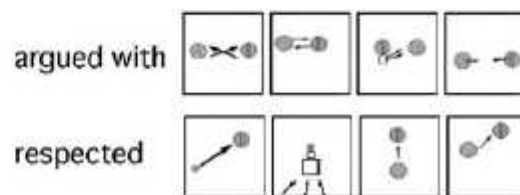


Fig. 1. Schematic of the method and results of Richardson et al. (2001).

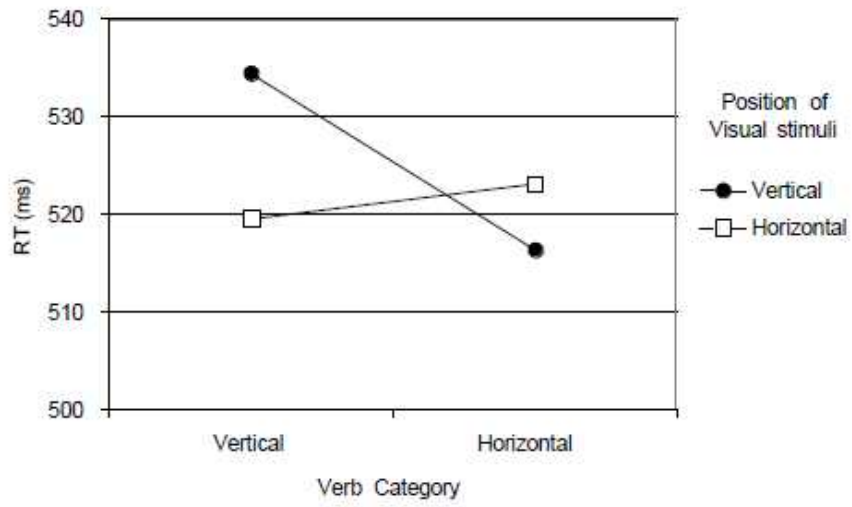


Fig. 2. Results of Experiment 1. An interference effect between verb category and stimulus position.

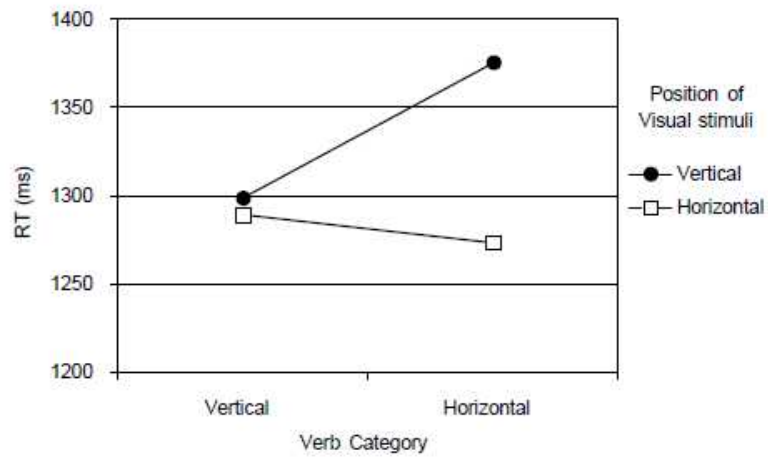
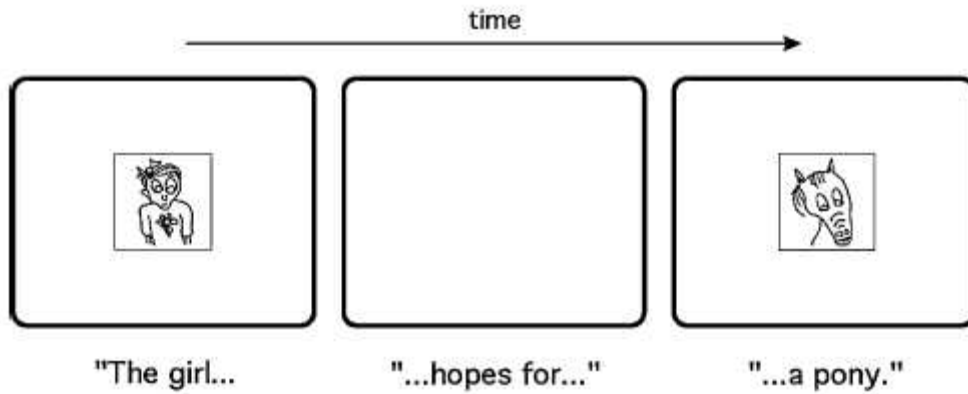


Fig. 4. Results of Experiment 2. Memory performance was facilitated when picture and image schema orientation were congruent.

Study Trials

Participants memorize pairs of pictures depicting six spoken sentences, e.g.



Test Trials

Participants judge whether they saw two pictures presented together.
Each of the 12 test trials was one of four types, e.g.

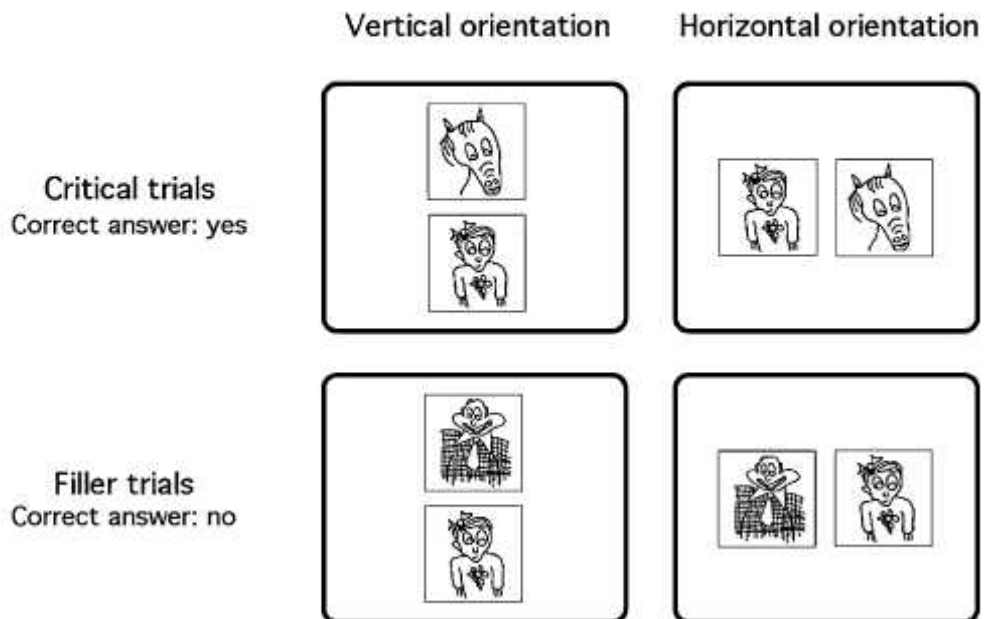


Fig. 3. Schematic of the method of Experiment 2.

Appendix A

| Verb | Abstract/ concrete | Sentence | Aspect angles | | Category |
|----------|-----------------------|---|-------------------|---------------|-------------------------|
| | | | Forced- choice | Free- form | Horizontal/ vertical |
| Argue | a | The husband argues with the wife. | 23 | 4 | H |
| Rush | a | The girl rushes to school. | 19 | 11 | H |
| Give | a | The philanthropist gives to the museum. | 16 | 14 | H |
| Warn | a | The boy warns his brother. | 30 | 14 | H |
| Want | a | The child wants the cake. | 21 | 15 | H |
| Offend | a | The racist offends the lawyer. | 37 | 23 | H |
| Tempt | a | The woman tempts the man. | 25 | 26 | H |
| Regret | a | The politician regrets the interview. | 40 | 26 | H |
| Obeys | a | The servant obeys the master. | 24 | 31 | H |
| Increase | a | The storeowner increases the price. | 73 | 32 | V |
| Respect | a | The man respects his father. | 52 | 35 | V |
| Hope | a | The girl hopes for a pony. | 55 | 36 | V |
| Succeed | a | The athlete succeeds at the tournament. | 68 | 44 | V |
| Own | a | The mobster owns the casino. | 55 | 47 | V |
| Rest | a | The jogger rests his feet. | 46 | 70 | V |
| Push | c | The miner pushes the cart. | 10 | 12 | H |

Appendix A. (Continued)

| Verb | Abstract/ concrete | Sentence | Aspect angles | | Category |
|--------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| | | | Forced- choice | Free- form | Horizontal/ vertical |
| Pull | c | The mechanic pulls the chain. | 10 | 16 | H |
| Hunt | c | The poacher hunts the deer. | 27 | 19 | H |
| Point | c | The salesman points at the car. | 10 | 20 | H |
| Impact | c | The car impacts the wall. | 40 | 21 | H |
| Show | c | The teacher shows the film. | 22 | 22 | H |
| Smash | c | The hammer smashes the vase. | 63 | 46 | V |
| Float | c | The balloon floats through the cloud. | 80 | 46 | V |
| Flee | c | The criminal flees the police. | 10 | 47 | V |
| Fly | c | The eagle flies to the river. | 74 | 49 | V |
| Walk | c | The student walks to class. | 11 | 50 | V |
| Lift | c | The strongman lifts the barbell. | 87 | 58 | V |
| Bomb | c | The plane bombs the city. | 82 | 60 | V |
| Sink | c | The ship sinks in the ocean. | 85 | 61 | V |
| Perch | c | The sparrow perches on the fence. | 79 | 64 | V |