

## Test-Enhanced Learning

### Taking Memory Test Improves Long-Term Retention

Henry L. Roediger ,III,and Jeffrey D. Karpicke

Psychological Science vol.17,No.3 pp249-255 (2006)

#### 1. 導入

- 定期的にテストを行えば、より多く勉強をする傾向がある。( Bangert Drowns, Kulik,& Kulik,1991、 Leeming,2002)

テストの効果が記憶にどのようなポジティブ効果があるのかは調べられているが、認知心理学においては当時、テスト効果の研究がそれほど存在しなかった。

- 目的

- テストを伴った学習は、繰り返し行う学習よりも効果がある。
- 散文と学習のフィードバックなしで、かつ学習をできたかを確認するテストの形式を特定しないよう自由な記述の記憶テストを用いてテスト効果を調べる。
- 

#### 2. 仮説

テストを伴った学習は繰り返し行う学習よりも、後のテストにおいて学習したことの想起を促進させる。

#### 3. 実験 1

##### Method

- 参加者： 120 人の大学生（18～24 歳）

- Material :

TOEFL TEST 2001

使用されたトピックの“The Sun” (256words)または”Sea Otters”(275words)の passage を読む。

点数をつけるため、各 passage は 30 idea units(30 点満点)で構成されている。

- Design :

- 被験者内: 学習コンディション
  - ・ restudy・・・passage を読み、学習のみを行う。
  - ・ test・・・passage を読み、学習だけではなくテストも行う。

- 被験者間: final test を行う recall interval

5 分、2 日、1 週間（各 40 人ずつ）

使用したトピック（“The Sun”、 ” Sea Otters”）と、学習コンディション（restudy 、 test）はカウンターバランスをとる。

- Procedure :

- Phase1.

7分×4回の periods で構成. それぞれの period 間で2分間、乗算問題を解く。(最終 period 後は5分間)

- ✓ Study period …7分で1つの passage を読む.
- ✓ Test period …想起する passage のタイトルが書かれたテスト用紙に、その passage で覚えている要素をできるだけ多く書く.

学習コンディションにおいて、restudy は4periods すべてを passage を Study period とし、test では4periods 中、2回を passage を読む Study period、2回を Test period とした.

- Phase2.

5分、2日、1週間の期間をあけて想起テストを行った.

Phase1 と同様のテスト形式で、10分間 Phase1 で学習した passage を思い出す.

## Results and Discussion

- 点数評価

2人の評価者が40の想起テストの採点を行った.ピアソン積率相関では  $r=.95$  であった. 評定者間信頼性をもたせるため、もう1人の評価者も採点を行った.

- Initial Test

- 30units 中、平均 20.9 idea units (約70%) を想起していた.
- 2つの passage(“The Sun”, ”Sea Otters”)と学習コンディション(restudy、test)の想起数の違いはなかった.

- Final Test

3つの interval における想起できた unit 数の結果 【Fig.1】

- 5分後

$t(39)=3.22, d=0.52$  Study-Study > Study-Test

- 2日後

$t(39)=6.97, d=0.95$  Study-Study < Study-Test

- 1週間後

$t(39)=6.41, d=0.83$  Study-Study < Study-Test

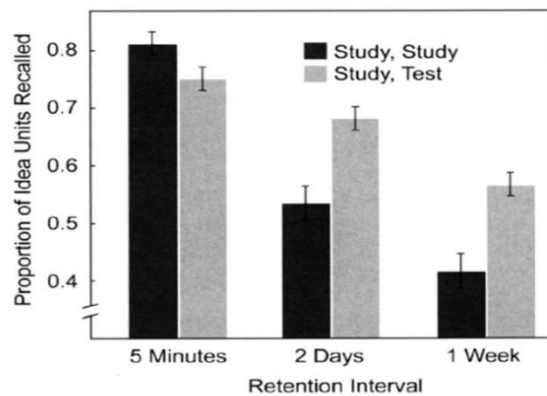


Fig. 1. Mean proportion of idea units recalled on the final test after a 5-min, 2-day, or 1-week retention interval as a function of learning condition (additional studying vs. initial testing) in Experiment 1. Error bars represent standard errors of the means.

- 学習コンディション(Study-Study、Study-Test)と Retention interval(5分、2日、1週間)を  $2 \times 3$  の分散分析を行った。
  - ✓ 学習コンディションの主効果がみられた。  $F(1,117)=36.39, \eta=.24$   
→学習を繰り返し行うよりも、テストを行った方が想起しやすい。
  - ✓ Retention interval の主効果がみられた。  $F(2,117)=50.34, \eta=.46$   
→Retention interval が長いほど忘れやすい。
  - ✓ 学習コンディションと Retention interval の交互作用がみられた。  
 $F(2,117)=32.10, \eta=.35$   
→5分後の想起テストでは学習を繰り返した方が、2日後と1週間後の想起テストではテストを伴った学習をさせた方が、想起数は多い。

#### 4. 実験 2.

##### Method

- 参加者： 180人の大学生 (18~24歳)
- Material： 実験1と同様の2つの passage を用いる。
- Design：
  - 計4回の periods で構成。
  - 学習設定
    - ・ SSSS…4回 Study
    - ・ SSST…3回 Study、1回 Test
    - ・ STTT…1回 Study、3回 Test
  - Final Test の想起 interval  
5分後、1週間後
  - 被験者間

Final Test までの retention interval

- ・ 5 分後 (90 人内 SSSS : 30 人、SSST : 30 人、STTT : 30 人)
- ・ 1 週間後 (90 人内 SSSS : 30 人、SSST : 30 人、STTT : 30 人)

● Procedure :

➤ Phase1.

SSSS、SSST、STTT の各構成 period で進める.

- ✓ Study period …5 分間. すべての分を読み終わったら時間を記録する.
- ✓ Test period …10 分間. 配布した白紙にその passage で覚えている要素をできるだけ多く書く.

➤ Phase1.後に 7 段階で評価する 3 つの質問アンケート

1. 読んだ passage の面白さの評価
2. 読んだ passage の読みやすさの評価
3. 読んだ passage で 1 週間後でもより覚えているかどうかの評価

➤ 質問後

Final Test を 5 分後に行う人 (90 人) に想起テストを行う.

Final Test を 1 週間後に行う人 (90 人) は退出.

➤ Phase2.(Final Test)

テスト内容は Phase1 の Test Period と同様.

**Results and Discussion**

● Readings of the Passage 【Table1.】

Study period において、passage を読み終えた時間を記録したもの.

- SSSS、SSST の連続した Study period においてはわずかに時間が増加している.
- SSSS ( $M=14.2$ )、SSST ( $M=10.3$ ) は、STTT ( $M=3.4$ ) に比べ読む時間がかかっている.

**TABLE 1**  
*Mean Number of Times Subjects Were Able to Read the Entire Passage During the 5-Min Study Periods in Experiment 2*

Condition	Study period				Sum
	1	2	3	4	
SSSS	3.4	3.5	3.6	3.7	14.2
SSST	3.2	3.5	3.6	—	10.3
STTT	3.4	—	—	—	3.4

**Note.** Condition labels indicate the order of study (S) and test (T) periods.

● Initial Test

- STTT の各想起テストにおいて、平均 20.9、21.2、21.1 idea units を想起していた.

- 2つの passage(“The Sun”、“Sea Otters”)と Final Test までの recall interval (5分、1週間)の想起数の違いはなかった.
- SSST の想起テストでは、30units 中 23.1 idea units(約 77%)を想起できていた。これは、STTT の 3 回目の想起テストと比べ、確実性が高い。  $t(118)=3.17, d=0.58$

● 質問アンケート 【Table2.】

1. 読んだ passage の面白さの評価  
 SSSS は SSST、STTT より低い。  $F(2,177) = 3.88, \eta = .04$
2. 読んだ passage の読みやすさの評価  
 SSSS、SSST、STTT 間で差はみられなかった。 ( $F < 1$ )
3. 読んだ passage で 1 週間後でもより覚えているかどうかの評価  
 SSSS は SSST、STTT より高い。  $F(2,177) = 6.09, \eta = .06$   
 SSSS と SSST 間で差あり、SSSS と STTT 間で差あり。SSST と STTT 間では差なし。

**TABLE 2**  
*Mean Ratings on the Questionnaire Given After the Initial Learning Session in Experiment 2*

Condition	Rating		
	Interesting	Readable	Remember
SSSS	3.8	2.5	4.8
SSST	4.1	2.5	4.2
STTT	4.6	2.8	4.0

*Note.* Condition labels indicate the order of study (S) and test (T) periods. Subjects rated how interesting the passage was (1 = very boring, 7 = very interesting), how readable the passage was (1 = very easy to read, 7 = very difficult to read), and how well they believed they would remember the passage in 1 week (1 = not very well, 7 = very well).

● Final Tests

- 5 分後 【Fig.2】  
 SSSS 83%、SSST 78%、STTT 71%
- 1 週間後 【Fig.2】  
 SSSS 41%、SSST 56%、STTT 61%
- 学習コンディション(SSSS、SSST、STTT)と Retention interval(5分、1週間)を 2×3 の分散分析で行った。
  - ✓ Retention interval の主効果があり。  $F(1,174)=122.53, \eta = .41$   
 →interval が長ければ、忘れやすい。
  - ✓ 学習コンディションにおいて、有意傾向。  $F(2,174)=2.32, \eta = .03$   
 →繰り返し学習は短期間で有効であり、繰り返しテストは長期期間で有効。
  - ✓ 学習コンディションと Retention interval で交互作用がみられた。  
 $F(2,174)=18.48, \eta = .18$

➤ Forgetting measure 【Fig.3】

比例尺度:(initial recall—final recall) / initial recall

SSSS 52%、SSST 28%、STTT 14%

→繰り返し行うテストは忘却を防ぐ.

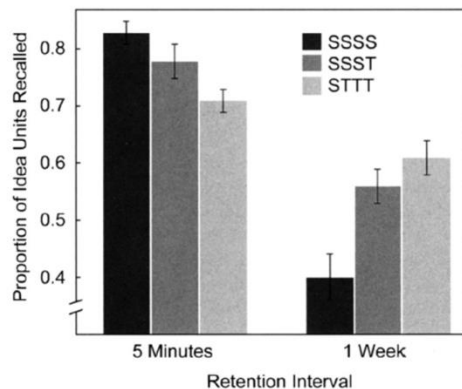


Fig. 2. Mean proportion of idea units recalled on the final test after a 5-min or 1-week retention interval as a function of learning condition (SSSS, SSST, or STTT) in Experiment 2. The labels for the learning conditions indicate the order of study (S) and test (T) periods. Error bars represent standard errors of the means.

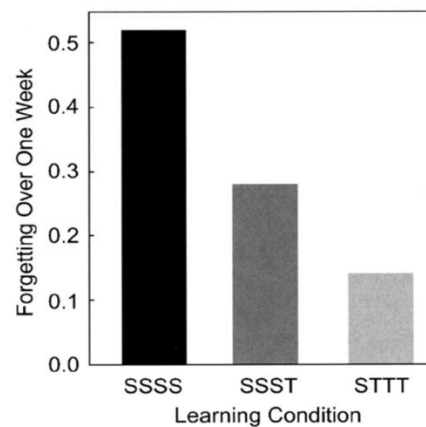


Fig. 3. Forgetting over 1 week as a function of learning condition (SSSS, SSST, or STTT) in Experiment 2. The labels for the learning conditions indicate the order of study (S) and test (T) periods.

5. Discussion

- 実験 1 と実験 2 より、  
 テストを行うことは、繰り返し学習を行うよりも長期記憶に効果的で、繰り返し学習は短期記憶に効果的であるということが言える。
- 実験 2 より、  
 passage を読み終える時間の合計(Table.1 の STTT より)が小さいにもかかわらず、1 週間経てば繰り返しテストを行う方が繰り返し学習を行うよりもより多くのことを記憶している。
- テストの効果についての限界はいまだに知られていないが、学習後に強いテストの効果は表れ、ハイレベルなパフォーマンスを可能にする。
- 記憶に効果をもたらすテストを行い、学習熟練を促進させる重要な結果となったといえる。