

Retrieval dynamics in recognition and list discrimination: Further evidence of separate processes of familiarity and recall

DOUGLAS L. HINTZMAN, DAVID A. CAULTON, and DANIEL J. LEVITIN

Memory & Cognition, 1998, 26(3), 449–462

記憶モデルでは共通して、単語などの手掛かりは、記憶の検索を容易にすると考えられている

- 先立った出来事に対する、
 - 親密性 (familiarity) のある情報
 - 構造的な想起 (recall) 情報
(Atkinson & Juola, 1973; Eich, 1982; Gillund & Shiffrin, 1984; Hintzman, 1986, 1988; Humphreys, Bain, & Pike, 1989; Murdock, 1982; Raaijmakers & Shiffrin, 1992)
- 神経科学的知見からもこれらは支持されている
(Eichenbaum, Otto, & Cohen, 1994; Aggleton & Shaw, 1996)
 - 海馬と新皮質が新しい情報の符号化中に、側頭葉にある海馬周辺が仲介している

著者らの先行研究

- Reed (1973, 1976) の response–signal method を使用
 - familiarity と recall の最小検索時間は異なることが示唆された
- response–signal method について
 - 信号検出理論に則った課題
 - 参加者は反応することに訓練されている (予測含む)
 - lag (要求時間) が短い場合は、False Alarm (FA) と Hit はほぼ等しい
 - * lag の増加により、Hit と FA の違いが分かれだす
 - * このとき、処理の最小時間として捉えることができる
- Hintzman & Curran (1994) の実験 3
 - 単語リストを記憶
 - * 単数形と複数形で示された名詞
 - * 後の判別課題では、これらのうちいくつかは単複入れ替え¹
 - ・ 入れ替え単語を条件により “new” もしくは “old” として判別
 - 完全に新規の単語のみ、“new” として 116ms 早く判別できた

¹完全に新規な単語、リストにある単語、リストにある単語のうちいくつかの単複入れ替え形

- Hintzman & Caulton (1997)
 - 2種類の単語リスト学習
 - * 視覚的もしくは聴覚的に学習
 - * 判別課題も2種類
 - ・ モダリティ判別：視覚/聴覚のどちらで学習したか
 - ・ yes-no 判別
 - yes-no 判別のの方がモダリティ判別より早かった
 - * モダリティ判別は、刺激呈示回数の効果あり（早くなる）
 - * yes-no 判別は回数の効果は認められず
 - ・ yes-no 判別内では、視覚的に呈示した刺激の方が早いということはない
- これらをまとめると…
 1. familiarity の方が recall より早い²
 - 記憶検索には2種類のプロセスがあるのだろう
 - (早い familiarity と、遅い recall)
 2. familiarity は回数の効果、モダリティの違いは影響せず
 3. しかし、recall は回数の効果、モダリティによる違いがあるだろう
- 本研究では…
 - 上記まとめには疑問もある
 - * データの精度の低さ
 - * 判別課題が実際には familiarity-recall の hybrid になっている³
 - 上記を完全に明らかにするものではないが
 - * 実験1：exclusion task の刺激をより統制
 - * 実験2：教示（と刺激呈示回数）を統制⁴

EXPERIMENT 1

(実験概要)

- 手続き概要 (1 block)
 1. (study) 単語リストを学習
 2. (test) リストの単語について、response-signal 課題を実施
- response-signal 課題での単語統制要因
 - 直前のリスト (該当 block: List 2) に存在したか否か
 - 以前のリスト (前回 block: List 1) に存在したか否か⁵

²familiarity: new-old, yes-no, recall: 他の判別

³exclusion task

⁴実際には教示以外の違いもあり、等しいのは学習する刺激

⁵直前の block を使用

- response-signal 課題でのリスト統制要因
 - 直前のリスト (該当 block: List 2) について yes/no で判別
 - 以前のリスト (前回 block: List 1) について yes/no で判別

Method

Subjects.

- 大学生 12 人
- 1-h session × 6, \$30⁶

Materials and Design.

- 刺激全般
 - 単語リストあたり 24 words
 - 1 block は, (1) 単語リスト学習/study と (2) 判別課題/test
- 単語リスト
 - 1st session は 18 block (うち, 分析対象データは 2 block 以降の 17 block)
2nd session 目以降は 19 block
 - * 該当 block の単語リストを List 2, 直前 block の単語リストを List 1 と呼ぶ
 - 各ブロックの単語リストの構成は“参考表”のとおり

Block N-1	<table border="1"> <tbody> <tr><td>(n-1:1) 6 words</td></tr> <tr><td>(n-1:2) 6 words</td></tr> <tr><td>(n-1:3) 6 words</td></tr> <tr><td>(n-1:4) 6 words</td></tr> </tbody> </table>	(n-1:1) 6 words	(n-1:2) 6 words	(n-1:3) 6 words	(n-1:4) 6 words
(n-1:1) 6 words					
(n-1:2) 6 words					
(n-1:3) 6 words					
(n-1:4) 6 words					
Block N	<table border="1"> <tbody> <tr><td>(n:1) 6 words -- (n-1:4)と同じ. “前回, 今回の両方”に該当.</td></tr> <tr><td>(n:2) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”に該当.</td></tr> <tr><td>(n:3) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”(同一blockで出題されずか?) 次のblockのtestで, “前回のblockのみ”に該当.</td></tr> <tr><td>(n:4) 6 words -- (n+1:1)と同じ.</td></tr> </tbody> </table>	(n:1) 6 words -- (n-1:4)と同じ. “前回, 今回の両方”に該当.	(n:2) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”に該当.	(n:3) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”(同一blockで出題されずか?) 次のblockのtestで, “前回のblockのみ”に該当.	(n:4) 6 words -- (n+1:1)と同じ.
(n:1) 6 words -- (n-1:4)と同じ. “前回, 今回の両方”に該当.					
(n:2) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”に該当.					
(n:3) 6 words -- このリストのみ. “このblockのみ”(同一blockで出題されずか?) 次のblockのtestで, “前回のblockのみ”に該当.					
(n:4) 6 words -- (n+1:1)と同じ.					
Block N+1	<table border="1"> <tbody> <tr><td>(n+1:1) 6 words</td></tr> <tr><td>(n+1:2) 6 words</td></tr> <tr><td>(n+1:3) 6 words</td></tr> <tr><td>(n+1:4) 6 words</td></tr> </tbody> </table>	(n+1:1) 6 words	(n+1:2) 6 words	(n+1:3) 6 words	(n+1:4) 6 words
(n+1:1) 6 words					
(n+1:2) 6 words					
(n+1:3) 6 words					
(n+1:4) 6 words					

<参考表> Block N における学習する単語リストについて

⁶1 日 1 session 以上?

- 判別課題

- List 1 に存在する/しない × List 2 に存在する/しないの 4 通り

Procedure.

- コンピュータ (Apple 社 Macintosh) を使用して、刺激を呈示、判別課題を実施

1. 単語リスト学習

- 2 秒おきに単語を 1 つずつ呈示

2. 判別課題

- はじめに “this list” / “last list” のどちらかを呈示
- yes / no 判定にはキーボード上の “Z” / “?” のキーを使用⁷
- 流れは以下のとおり
 - (a) 単語呈示
 - (b) lag(100/160/250/500/1,000/2,000) 後、単語を消し、アスタリスクでマスク
 - (c) 同時に 800-Hz のトーンを呈示 (反応開始)
 - (d) 参加者の反応後、500ms 間の反応時間、250ms のブランク呈示後、次試行へ

Results and Discussion

(分析対象外データ)

- 参加者

- 6 session 参加しなかった参加者: 3 人
- (実験者が) 教示ミスした参加者: 1 人

- 個別データ

- 100ms 未満, 350ms 以上のデータ: 3%

Reaction times.

- 分散分析

- lag をつづした主効果なし
- 交互作用あり (Figure 1)⁸
- lag が 500ms で最も違いが大きい
 - * target が List 1 のとき, List 2 のみの判別
 - * target が List 2 のとき, List 1 のみの判別
 - ・ familiarity についての negative な反応が困難であることを示している

⁷カウンタバランスあり

⁸統計量なし

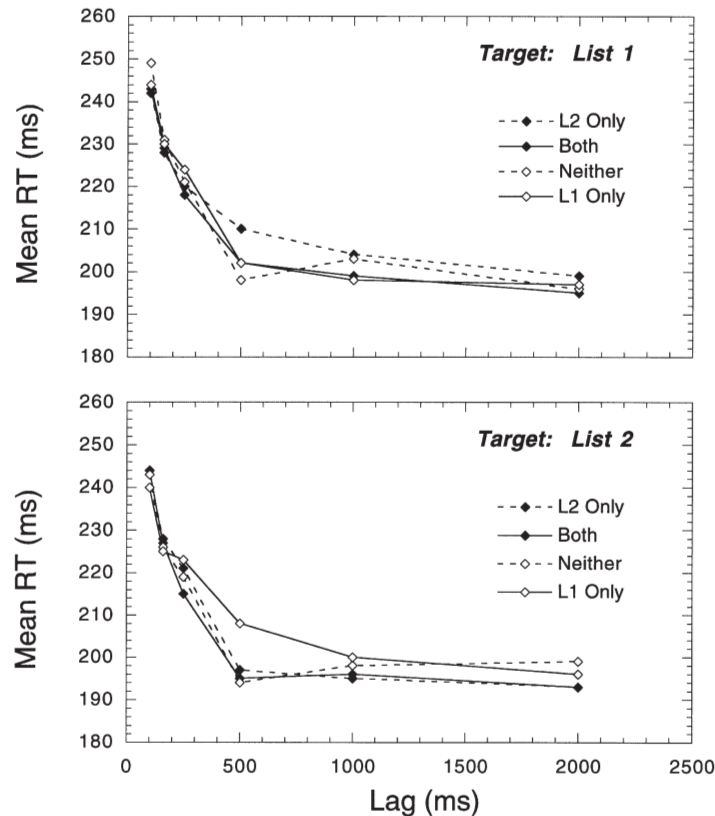


Figure 1. Mean reaction times following the signal to respond, Experiment 1. Top: List 1 target condition. Bottom: List 2 target condition. L1, List 1; L2, List 2.

Hits and false alarms.

- Snodgrass & Corwin (1988) の手法を用いて Hit 率と FA 率を算出
 - リスト別 “yes” と答えた (H および FA) 確率: Figure 2
 - 最も短い lag ではチャンスレベルだが、その後、急速に弁別可能になった
 - lag 1-3 (lag の大きさが小さいものから順に 3 つ目まで) について
 - * List 1 についてのみ、FA 率の方が、Hit 率よりも上回った
 - これらの結果は、以下のことを示している
 - * より recent のため、List 2 の方が familiarity が高い
 - * lag が短い間は、familiarity のみ (処理に) 影響を与える

Discriminability.

- 信号の検出しやすさ d' に logistic analogue of d' を使用⁹
- Figure 2 のデータをもとに d_L を算出 (Figure 3), 比較対象は以下のとおり
 - familiarity: List 1/2 両方の Hit 率 (Both Lists) vs. 全体の FA 率 (Neither List)
 - discrimination: ターゲットリストのみの Hit 率 vs. 非ターゲットリストの FA 率 (List1:L1-Only + List2:L2-Only vs. List1:L2-Only + List2:L1-Only)

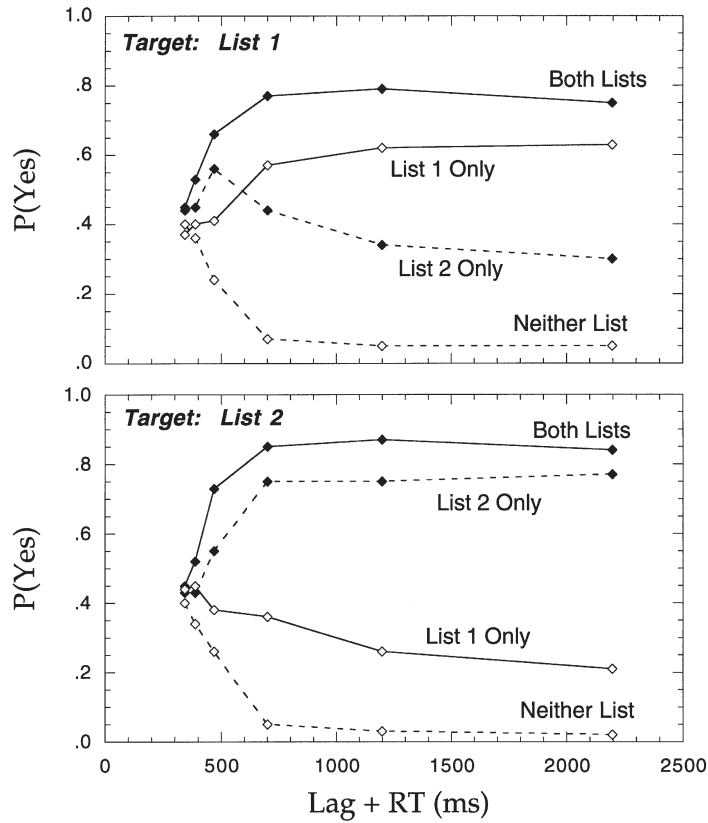


Figure 2. Probability of a “yes” response, Experiment 1. Top: List 1 target condition. Bottom: List 2 target condition. L1, List 1; L2, List 2.

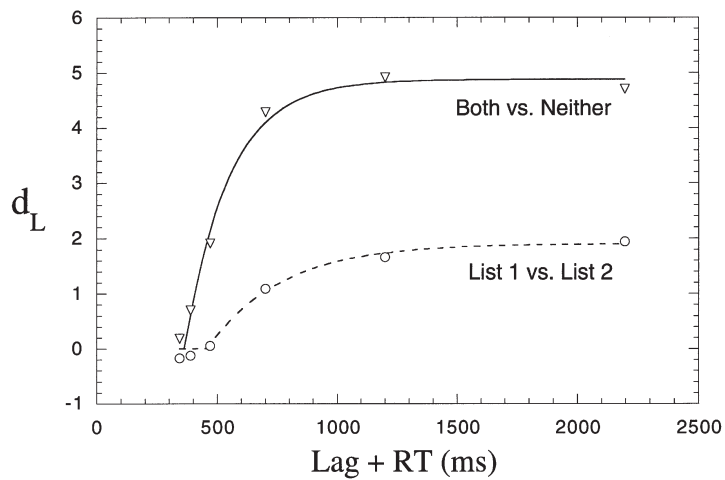


Figure 3. Discriminability curves from Experiment 1 for the both-list versus neither-list discrimination and for List 1 versus List 2.

⁹ $d'(d_L)$ は Hit 率と FA 率から算出．大きいほど検出しやすいことを示す指標．式は略

Curve fitting.

- Figure 3 から，記憶検索データは対数関数として表現できるであろうことがわかった
- 以下の式に（モデルとして）あてはめて考える
 - $\hat{d}_t = A\{\exp[-R(t - I)]\}$ for $t > I$, otherwise 0.
 - * \hat{d}_t : 導出された d'
 - * I : 正確性がチャンスレベルより上になる最小の時間
 - * A : 正確性の漸近・最終レベル（正確さの上限水準）
 - * R : 漸近率（本研究では $1/R$ で算出）
- standard repeated measures statistical analyses による分析 (Table 1)

Table 1
Summary Statistics for Fits of Shifted
Exponential Function to Data of Experiment 1

Curve	Measure	Parameter						Mean r^2
		I (msec)		$1/R$ (msec)		A		
		M	SE	M	SE	M	SE	
Both vs. Neither T1	d_L	388	22	122	28	4.42	0.25	0.93
Both vs. Neither T2	d_L	421	42	171	50	5.19	0.32	0.95
Both vs. Neither T1&T2	d_L^*	385	21	138	31	4.92	0.22	0.96
List 1 vs. List 2	d_L^*	500	45	244	69	2.03	1.29	0.87

Note— I , intercept; R , rate; A , asymptote; r^2 , proportion of variance explained; T1, Target List 1 instruction; T2, Target List 2 instruction; d_L from Equation 1; d_L^* from Equation 2.

- Mean r^2 は適合度 (goodness of fit)
- 上 2 行の比較
 - * I , $1/R$, A ともに有意差なし
 - * A だけが有意傾向 ($t(7) = 2.22$, $SE = .35$, $p = .062$)
 - ・ 参加者は List 2 がターゲットのとき（判別に）より familiarity を重視していた
- 下 2 行の比較
 - * I に有意差あり ($t(7) = 2.49$, $SE = .042$, $p < .05$)
 - * A に有意差あり ($t(7) = 8.24$, $SE = .35$, $p < .001$)
 - ・ リスト自体の区別 (List 1/List 2) よりも，Both/Neither の方が区別しやすかった

(まとめ)

- familiarity は処理の早い段階で有効
- familiarity とは異なる recall のプロセスがあり，リスト自体の区別は recall に影響をうける
- recall の処理は familiarity ほど早くない

EXPERIMENT 2

実験 1 とは以下の点で異なる

- 1 block で List 1 と List 2 の両方を学習
- List 2 学習後，参加者は再認課題 or リスト判別課題のどちらを行うか告げられる
- 再認課題では new/old 両方の単語を，リスト判別課題では old の単語のみ使用
- 複数回呈示される単語あり（同一リスト内で繰り返し呈示）

Method

Subjects.

- 大学生 33 人（うち完了することができなかった 6 人を除いた 27 人が分析対象）
- 5 session (\$5/hour)

Materials and Design.

- 1 block の構成（兼，手続き）
 1. List 1 学習
 2. 数学的見積課題（正確な数値演算ではない）
 3. List 2 学習
 4. 以下のいずれかの response-signal test
 - 再認課題 (old/new)
 - リスト判別課題
- List の構成
 - 1 回出現 × 7 単語 + 2 回出現 × 7 単語 = 21 単語 (list length of 21)
- リスト判別課題
 - $2(\text{lists}) \times 2(\text{frequencies}) \times 7(\text{lags}) = 28$ 単語
- 再認課題
 - リスト判別課題と同等の基準で 28 単語
 - 上記に new に相当する 14 単語を加えた計 42 単語

Procedure.（未記載内容は基本的に実験 1 と同じ）

- 1 日 1 session 実施
 - 初日は 8 block，他は 12 block の有効 block
- 以下 7 水準の lag を設定
 - 100 / 140 / 200 / 300 / 500 / 1,000 / 2,000 (ms)

Results and Discussion

(分析対象外データ)

- 10人のデータを除外(17人の有効データ)
 - 分析手法的な制限によるもの
 - Barnett & Lewis (1984) が基準
- その他, 個別データの除外基準は実験1と同じ

Reaction times.(Figure 4)

- lag をつづした RT の比較 (t 検定)
 - old の方が 3.2ms 早い ($t(16) = 4.01, SE = .08, p < .01$)
- old のみで分散分析- 2 tasks(再認/リスト判別) \times 2 lists(List 1/2) \times 2 frequencies(1回/2回)
 - 再認の方が 2.9ms 早い, $F(1, 16) = 5.81, MS_e = 48.6, p < .05$
 - List 2 の方が 1.9ms 早い, $F(1, 16) = 23.66, MS_e = 5.4, p < .001$
 - 頻度 2 回の方が 1.5ms 早い, $F(1, 16) = 10.35, MS_e = 7.1, p < .01$
 - 交互作用なし
- これら反応潜時の違いは, 難易度の違いといえるだろう

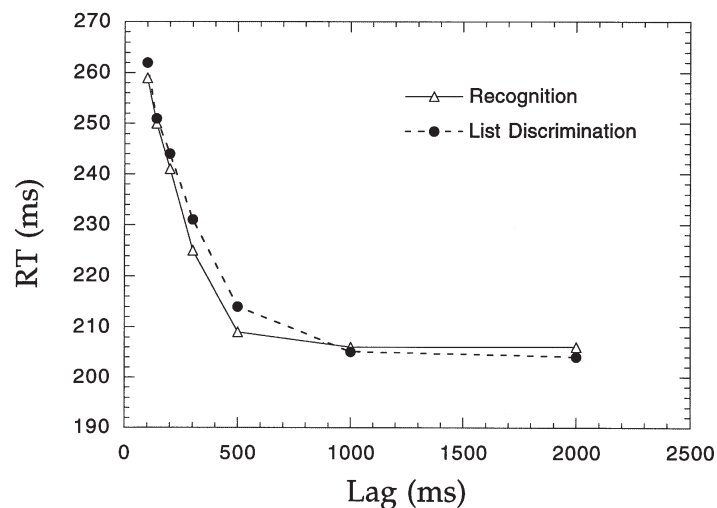


Figure 4. Mean RTs following the signal to respond, Experiment 2.

Hits and false alarms.

- 再認課題の Hit 率と FA 率の変遷は Figure 5
 - lag が最も小さいところで $P(\text{old})$ が .70 付近であり, チャンスレベルに近い
 - lag + RT の上昇に伴い, FA が下降, Hit が上昇していることが確認された

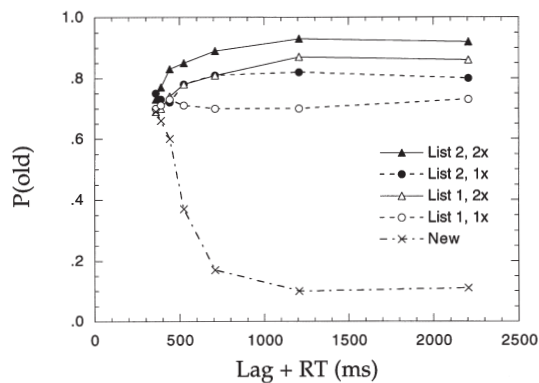


Figure 5. Probability of identifying a test item as "old" in recognition testing, Experiment 2. 1×, one presentation; 2×, two presentations.

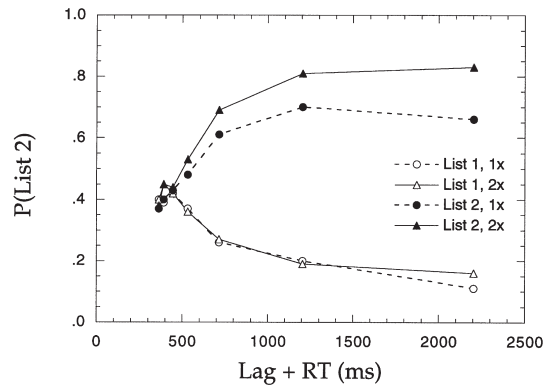


Figure 6. Probability of identifying a test item as belonging to List 2 in list-discrimination testing, Experiment 2. 1×, one presentation; 2×, two presentations.

- リスト判別課題の Hit 率と FA 率の変遷は Figure 6
 - 徐々に List 2 に対する反応が上昇し，List 1 に対する反応が下降している
 - しかし，List 1 は呈示回数の効果がない（ように見える¹⁰）
 - * 繰り返しの効果が 2 つあるためかもしれない
 1. list membership や context についての recall の向上
 2. familiarity の向上
 - * List 1（の特に 2 回呈示）については，これらが打ち消しあっているのだろう

Discriminability and curve fitting.

- 各課題（再認/リスト判別），呈示回数について，実験 1 と同様に d' 相当を分析
 - 算出した d_L をプロットしたものが Figure 7
 - * 対数関数の様な変遷を示した
 - * 視察による回数の効果の示唆

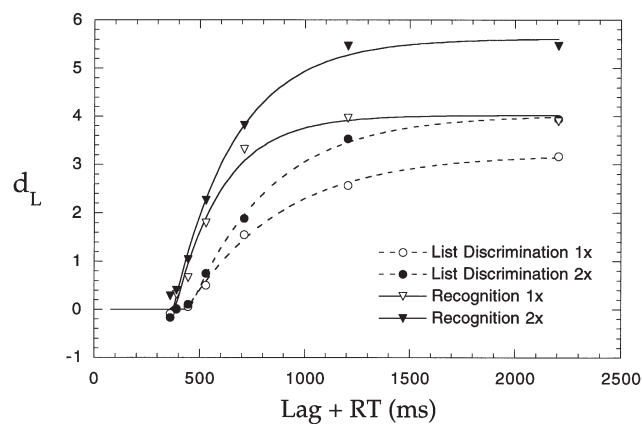


Figure 7. Discriminability curves for the recognition-memory and list-discrimination tasks of Experiment 2. 1×, one presentation; 2×, two presentations.

¹⁰統計的有意差は認められなかったため

Table 2
Summary Statistics for Fits of Shifted
Exponential Function to Data of Experiment 2

Curve		Parameter						Mean r^2
Task	Frequency	I (msec)		$1/R$ (msec)		A		
		M	SE	M	SE	M	SE	
Recognition	1	402	15	206	27	3.99	0.36	0.86
Recognition	2	388	10	240	17	5.32	0.44	0.89
List discrimination	1	506	27	235	42	2.96	0.33	0.79
List discrimination	2	481	28	306	51	3.92	0.48	0.81

Note— I , intercept; R , rate; A , asymptote; r^2 , proportion of variance explained.

- 同様に（モデル）式にあてはめ，分析した数値一覧が Table 2¹¹
 - 各パラメタについて分散分析 – 2 tasks(再認/リスト判別) × 2 frequencies(1回/2回)
 - * I のパラメタについて，taskの主効果のみ有意に再認の方が早かった
 - * $F(1, 16) = 14.49, MS_e = 11.433, p < .005$
- 結局のところ
 - 最小検索時間の違いは，主に課題の違いであった
 - （呈示回数の効果は，各課題の漸進的パフォーマンスに影響を与えるが，最小検索時間に与える影響はほとんどない）

GENERAL DISCUSSION

- 実験1では，exclusion taskを用いて familiarityの方が recallよりも早いことを示した
- 実験2では，2回呈示した刺激の方が1回刺激した刺激より早かった

繰り返し（呈示回数）の効果について

- 著者らの先行研究とは，呈示回数異なるなどの違いがあり，完全に否定はできないが少なくとも，繰り返しの効果がリスト判別の最小検索時間に影響を与えるとはいえない

（今後の課題的なもの，既存の理論的な限界？）

既存の framework や theory で扱うことが困難なこと

- リスト判別が，再認と比較して 100ms 程度しか遅くないこと
 - 記憶研究では再認判定に reflection を伴わないが，リスト判別には刺激に対する意識的な処理が 500ms 程度必要となる (e.g., Jacoby, 1991; Johnson et al., 1993)
 - 神経科学的な知見による海馬の介入は，リストの membership などのような recall に関与しているが，familiarity に基づく再認には関与していないことが知られている (Aggleton & Shaw, 1996)．また，記憶検索には前頭葉の関与が指摘されており，今後の解明が期待される

¹¹パラメタの意味は p.7