2010/06/17 担当：田村

Semantic priming of anagram solutions

HEDY WHITE

American journal of psychology (1988) Vol.101, 383–399

アナグラム課題

- 課題説明
  - 表示された文字列を並び替えて，単語を発見する
- 解法は，two-stage process として考えられてきた
  1. 文字を並べ替える
  2. 並べ替えた単語を記憶と照合 (matching) する
     (e.g., Bourne & Dominowski, 1972; Jablonski & Miieller, 1972; LeMay, 1972; Safren, 1962; Schuberth, Spoehr, & Haertel, 1979; Warren & Thomson, 1969)
- 先行研究による見解
  - 構造的様相（文字列長）は，並び替えのプロセスに影響を与える
    (e.g., Dominowski, 1966; Gilhooly & Johnson, 1978; Kaplan & Carvellas, 1968; Mayzner & Tresselt, 1958; Mendelsohn, 1976; Mendelsohn & O'Brien, 1974; Richardson & Johnson, 1980; Seidenstadt, 1982; Tresselt & Mayzner, 1968)
  - 並び替え対象単語（解となる単語）は語彙的なアクセスが影響する
    (Dominowski & Ekstrand, 1967; Schuberth et al., 1979)
    - 単語の頻度が影響（引用略）
    - イメージしやすさが影響（引用略）
    - 音韻的類似性が影響（引用略）
    - 意味プライミングが影響
      (Dewing & Hetherington, 1974; Dominowski & Ekstrand, 1967; Safren, 1962; Schuberth et al., 1979; Seidenstadt, 1982)
- アナグラム課題を用いたプライミングの先行研究
  - 多くの研究では，プライム刺激となる単語リストを（参加者に）呈示 [1]
  - その後，アナグラム課題を実施するが，先の単語リストと関連があることを教示
    - プライム効果によりパフォーマンス向上あり – Dominowski & Ekstrand (1967)
    - 効果なし – inJablonski & Mueller (1972)
  - 単語リストではなく，カテゴリ名 (category labels) を用いた研究もある
    (e.g., Dewing & Hetherington, 1974; Richardson & Johnson, 1980; Safren, 1962; Schuberth et al., 1979)

[1] word-association norms

（理論背景）

- two-stage model とプライミング
  - 2nd stage（文字の並べ替え後）に，プライミング効果は影響を与えることができるだろう
    - しかし，プライミング効果は，文字の並べ替えと独立しているという指摘もある (e.g., Dominowski & Ekstrand, 1967)
- 文字列長とカテゴリ化によるプライミング (Richardson & Johnson, 1980)
  - （先行呈示する）カテゴリが大きい場合にのみ，文字列長の効果がある [2]
  - （文字列長は，1st stage – 並び替えの stage – に影響を与え，プライミング効果はあらわれないと考えられてきた）
  - プライミング効果が，文字の並べ替えに影響を与えないなら，カテゴリ・サイズの違いにかかわらず，文字列長の影響はないはず

本研究では

- 目的
  - アナグラム課題におけるプライミング効果について検討する
  - 多くの先行研究のような，関連性の明示を行わない実験状況で検討する
    - 並べ替えの段階でも，意味（関連性）プライミングの効果があることを示す
- 各実験では
  - 実験 1，2 では，prime–target の組み合わせにおいて，関連性がある方が早いことを示す
  - 実験 3 では，関連性と予測性について検討する

EXPERIMENT 1

METHOD

- Subjects
  - 大学生 32 人（男性 21 人，女性 11 人）
- Materials and procedure
  - 刺激呈示はコンピュータを使用（1 試行の流れは以下のとおり）
    1. プライム刺激（単語）呈示
    2. SOA 後 (200ms/1500ms)，ターゲット刺激呈示[3]
    3. 参加者は，anagram 可能か否かを判定（ボタン押下により反応）
    4. 参加者に正誤のフィードバック

[2] 従属変数は回答時間
[3] 200ms では，automatic な反応として，1500ms では attentional activation な反応として設定

– 実験で使用したプライム・ターゲット刺激は以下のとおり

Experiment 1

For the unrelated anagram and nonanagram conditions, the primes labeled *a* were paired with the anagrams and nonanagrams in the *b* sets. For half of the subjects, Sets 1–6 were the related anagrams and nonanagrams, and for the other half, Sets 7–12 were used in the related conditions.

	Prime	Related anagram	Related nonanagram
1a.	him	hre	hri
b.	ocean	wetar	weter
2a.	dark	ligth	lehgt
b.	needle	therad	thedr
3a.	long	shrot	shuth
b.	clean	tirdy	dtery
4a.	bitter	swete	siwet
b.	slow	fsat	fsut
5a.	hand	toof	ftou
b.	bird	fyl	fil
6a.	rough	somoth	smovot
b.	once	tiwce	tmcie
7a.	cold	hto	hol
b.	table	chiar	chura
8a.	man	wonam	wunam
b.	up	dwon	dnou
9a.	high	wol	liw
b.	fruit	paple	aplew
10a.	hard	sfot	sotk
b.	salt	peperp	pemper
11a.	black	hwite	witel
b.	square	rwond	ronid
12a.	gallop	hosre	hrtse
b.	sad	hapyp	hmpay

– 要因計画

* Relatedness
  - Relaged: (a) プライム刺激+(a) ターゲット刺激
  - Unrelated: (a) プライム刺激+(b) ターゲット刺激
  - カウンタ・バランス有
* Target Type
  - ターゲット刺激に anagram/nonanagram のどちらか
  - カウンタ・バランス有
* SOA
  - 200ms/1500ms
  - 参加者間
* Block
  - 参加者あたり 2 ブロック実施: 1 ブロックは最低 48 試行[4]
  - 誤答した試行をブロック内の後の試行として，再実施（正答するまでの模様）

[4] 96 trial/subject = 2 Blocks * 2 Prime-Target Relationships * 2 Target Types * 12 Different Primes

・参加者あたり，2 ブロック実施

RESULTS AND DISCUSSION

- ReactionTimes
  - 条件ごとの平均 RT とエラー率（括弧内） (Table 1)

Table 1. Mean reaction times (in ms) and proportion errors (in parentheses) in Experiment 1 for related and unrelated prime-target combinations

	Duration between onset of prime and onset of stimulus (SOA)			
	200 ms		1500 ms	
	Prime-target relationship		Prime-target relationship	
Target	Related	Unrelated	Related	Unrelated
Block 1				
Anagram	1316 (.073)	2046 (.354)	1430 (.167)	2344 (.260)
Nonanagram	2427 (.104)	3366 (.146)	2794 (.052)	3620 (.078)
Block 2				
Anagram	987 (.042)	1405 (.120)	1056 (.031)	1595 (.156)
Nonanagram	1467 (.021)	2136 (.156)	1403 (.021)	1994 (.104)

  - ANOVA (2 Relatedness × 2 Target Type × 2 SOA × 2 Block，混合)
    - Block の主効果あり，$F(1,30) = 112.46, MS_e = 282s, p < .001$
    - anagram の方が早い，$F(1,30) = 39.94, MS_e = 1236s, p < .001$
    - 交互作用 Block × Relatedness，$F(1,30) = 7.55, MS_e = 188s, p < .01$
      - 1st block で relatedness の効果が大きかった
      - しかし，全体的には 2nd block の方が早かった
  - RT まとめ
    - nonanagram でも，anagram と同等程度の relatedness 効果があった
- errors
  - RT と同様の計画で ANOVA
    - Block, Relatedness, Target Type で主効果が認められたが，交互作用も多数あり，解釈が困難
  - 原因として考えられること
    - 誤答試行を繰り返したことによる偏り
      - ex) Block 1 の Unrelated のエラー率
    - 実験 2 では，繰り返しを除去（実施しない）

EXPERIMENT 2

（目的）

- 誤答試行を繰り返すことによる偏りを除去
- プライム刺激と関連性はないが，関連性のある刺激と綴り的に類似している刺激の追加[5]

[5]本文では “綴りと音素が類似している” と表記

Experiment 2

For the unrelated anagram and nonanagram conditions that were comparable to Experiment 1, primes in sets *a* were paired with anagrams and nonanagrams in sets *b*. There were five counterbalancing conditions, so each of the 40 primes appeared once in each of the five types of prime-target combinations.

	Prime	Related anagram (unrelated but similar anagram)	Related nonanagram
1a.	flower	orse (irse)	yrse
b.	listen	hera (heta)	herk
2a.	insect	ubg (abg)	ubw
b.	on	ffo (ogf)	ffa
3a.	net	fihs (ifts)	fiht
b.	run	wakl (wlal)	wakk
4a.	wild	atme (ahte)	atmu
b.	deceive	eli (egl)	elu
5a.	enjoy	ilke (ilne)	ilxe
b.	examine	tset (rset)	tpet
6a.	pleasant	cine(nect)	cinp
b.	ocean	wetar (wirte)	weter
7a.	pretty	gilr (glil)	gilm
b.	since	thne (thni)	thyn
8a.	rough	somoth (somuth)	somovh
b.	inquire	ska (ats)	mka
9a.	square	ruond (rdown)	rwind
b.	maintain	kepe (kepo)	kepm
10a.	into	otu (ota)	otv
b.	allow	lte (lto)	lty
11a.	long	hsort (hsots)	hsurt
b.	him	hre (hne)	hri
12a.	clean	drity (drite)	drety
b.	slow	fsat (faet)	fsut
13a.	hand	toof (doof)	touf
b.	bird	lyf (ryf)	lif
14a.	cold	hto (hpo)	hlo
b.	table	chiar (chian)	chuar
15a.	up	donw (doen)	donu
b.	hard	sfot (sfoa)	sfut
16a.	high	lwo (rwo)	lwi
b.	black	hwite (hwile)	hwetu
17a.	gallop	hrose (huose)	hryse
b.	music	sogn (sosn)	sygn
18a.	quiet	luod (lodl)	ludd
b.	sheep	wolo (wodo)	woll
19a.	bee	stign (slign)	stigg
b.	color	edr (odr)	udr
20a.	begin	satrt (satre)	sitrt
b.	give	tkae (tpae)	tkue

METHOD

- Subjects
  - 大学生 25 人（男性 5 人，女性 20 人）

- Materials and procedure
  - 実験 2 で使用した刺激は以下のとおり（前ページ：Table Experiment 2）
  - 基本的に実験 1 と同じだが，以下の点が異なる
    - anagram/nonanagram 判定で，誤った試行の再試行なし
    - SOA は 200ms のみ
    - 1 Block のみ（実験 1 は 2 block）
    - 綴り的に類似しているが，プライム刺激と関連性がない刺激の追加

RESULTS AND DISCUSSION

- ReactionTimes
  - 条件ごとの平均 RT とエラー率（括弧内） (Table 2)

Table 2. Mean reaction times (in ms) and proportion errors (in parentheses) in Experiment 2 for related and unrelated prime-target combinations

	Prime-target relationship		
Target	Related	Unrelated	Unrelated, but orthographically and phonemically similar
Anagram	1687 (.140)	2033 (.160)	2234 (.370)
Nonanagram	3570 (.125)	4156 (.125)	—

- 分析
  - 綴り的類似条件除く ANOVA
    - RT
      - Relatedness の主効果あり，$F(1,24) = 10.28, MS_e = 529s, p < .005$
      - Target の主効果あり，$F(1,24) = 87.03, MS_e = 1152s, p < .001$
      - 交互作用なし
    - error
      - 有意差なし
  - one-way ANOVA（Target = Anagram のみ）
    - RT
      - 有意差あり，$F(2,48) = 11.59, MS_e = 165s, p < .001$
      - Related < Unrelated but similar, $F(1,24) = 23.30, MS_e = 160sp < .001$
      - Unrelated < Unrelated but similar, $F(1,24) = 3.38, MS_e = 148s, p < .08$
    - error
      - 有意差あり，$F(2,48) = 31.65, MS_e = 10.3\%, p < .001$
      - Unrelated but similar > Unrelated, $F(1,24) = 35.70, MS_e = 12.4\%, p < .001$
      - Unrelated but similar > Related, $F(1,24) = 86.96, MS_e = 6.1\%, p < .001$

- まとめ
  - 実験 1 と同様に Related の効果あり
    - (1st stage にプライム効果が影響する)
  - Unrelated but similar について
    - プライム刺激と類似していることが，阻害要因 (inhibition) となっていると考えられる
    - いずれにしろ，文字並べ替えの段階で，プライム刺激が影響しているだろう

EXPERIMENT 3

METHOD

- Subjects
  - 大学生 36 人（男性 7 人，女性 29 人）
- Materials and procefure
  - 1 試行の流れは以下のとおり
    1. カテゴリ名の呈示
    2. 右側に anagram 文字列/左側に nonanagram 文字列（カウンタバランス有）
    3. 参加者はどちらが anagram 文字列か判定（ボタン押下）
  - Blocks
    - 1 block = 20 試行
    - 参加者あたり 2 block 実施
    - SOA は 800ms
  - 刺激は次ページの Experiment 3
  - 要因計画
    - Relatedness（関連性）× Expectancy（予測性）
    - たとえば，以下のように教示
      『カテゴリ：ANIMAL が表示されれば，ほとんどが animal インスタンスについて，カテゴリ：KITCHEN EQUIPMENT が表示されれば，ほとんどが body part インスタンスについて呈示される』
    - 実際には “ほとんど”=70% (14)

RESULTS

- ReactionTimes
  - 条件ごとの平均 RT とエラー率（括弧内） (Table 3)
  - ANOVA (2x2x2)
    - 主効果

Experiment 3

The last eight anagram-nonanagram pairs for each prime were used only in the expected conditions (and thus excluded in analysis). There were four counterbalancing sets, so each prime was used in a different condition in each set.

Prime	Related anagram-nonanagram pair	Prime	Related anagram-nonanagram pair
Animal	pgi-pgo	Kitchen equipment	spono-spuno
	loni-lont		frok-frik
	tgier-tigrt		lpate-lput
	owc-wec		cpu-cep
	dgo-dga		opt-opk
	hosre-htsre		pna-pny
	lmab-lymb		nkife-nkffe
	dere-dret		suacer-suaer
	hseep-hsep		stvoe-stvve
	tca-cty		ovne-ovvn
	ogat-gatt		taoster-tsstre
	blul-blly		bolw-bwly
	dokney-kodty		lgass-lgust
	rta-rti		blneder-blnnder
Fruit	paple-pyple	Body part	amr-omr
	paer-parl		elg-lgy
	lpum-ltum		toof-touf
	leomn-lemny		haert-huert
	orngea-urngea		ncek-ncuk
	rgape-rgnpe		ehad-yhad
Fruit	paech-chep	Body part	rwist-rwyst
	ebrry-ibrry		aknle-aknl
	molen-meln		onse-onsv
	lmie-lmit		nkee-nkep
	hcerry-hcrry		ilps-elps
	bannaa-bannu		brina-brni
	purne-purn		fcae-fica
	ifg-efg		wiast-wuast

Table 3. Mean reaction times (in ms) and proportion errors (in parentheses) in Experiment 3 for Relatedness × Expectancy conditions

	Block 1		Block 2	
Condition	Related	Unrelated	Related	Unrelated
Expected	2157 (.032)	3106 (.074)	1413 (.028)	1827 (.023)
Unexpected	3168 (.083)	4340 (.102)	1859 (.037)	2462 (.102)

- Related < Unrelated, $F(1,35) = 15.13, MS_e = 2930s, p < .001$
- Expected < Unexpected, $F(1,35) = 21.93, MS_e = 2272s, p < .001$
- Block 1 > Block 2, $F(1,35) = 73.97, MS_e = 1650s, p < .001$

＊ 交互作用

- Block × Relatedness, Block × Expectancy がそれぞれ有意
- block をまたがって，各要因の効果が徐々に下がる

- error
  - ANOVA (2x2x2)
    - 主効果
      - Related < Unrelated, $F(1, 35) = 5.91, MS_e = 6.7\%, P < .05$
      - Expected < Unexpected, $F(1, 35) = 10.33, MS_e = 7.3\%, p < .01$
      - Block 1 < Block 2, $F(1, 35) = 7.77, MS_e = 3.7\%, p < .01$
    - 交互作用なし

GENERAL DISCUSSION

- 実験 3 の結果は，慣例的な two-stage model に反する内容であった
  - 単語についての（記憶）アクセス以前の，並び替え段階で関連性の効果が認められた

（Expectancy についての考察）

- （参加者は）カテゴリで指定されたインスタンスを予測する
  - 予測どおりであれば，後の matching では RT が短くなるだろう
- 予測と異なれば，カテゴリ内の他のインスタンスや，関連性のあるインスタンスと maching を行うだろう

結局のところ

- 人は，文字並べ替えの段階から，アナグラム課題を遂行するのに attentional resources を用いることができる