

國立臺灣大學理學院心理學研究所

碩士論文

Graduate Institute of Psychology

College of Science

National Taiwan University

Master Thesis

重新解讀知感

一個採用機率模型的統合分析研究

Recasting the Feeling of Knowing – A Meta-analysis

Study Using Probability Models

曾令明

Ling-Ming Tseng

指導教授：徐永豐 博士

Advisor: Yong-Fong Hsu, Ph.D.

中華民國 100 年 6 月

June, 2011





致 謝

研究生是一個辛苦的訓練過程，所幸從入學到最後這本論文誕生的一路上都有人給予我最大的支持。在專業訓練方面，我最要感謝的人便是我的指導教授徐永豐老師。我本來是一個想做認知心理學的學生，可是徐老師在數理心理學方面的專業，開啟我把兩者結合應用的研究興趣和視野，數理模型在資料分析與理論建構扮演的強大威力，是在我進入這間實驗室以前所不能想像的。另外我要感謝鄭昭明老師，他是我的認知心理學的啟蒙老師，雖然這篇論文裡面有部分觀點是基於批判他的理論，可是如果不是在他的課堂上深入地接觸到「知感」這個研究議題，我也不可能以這個主題完成我的碩士論文。當然我還要感謝吳瑞屯老師與輔大的袁之琦老師這兩位口試委員，他們給了我的論文非常多關鍵與啟發性的建議，讓我的論文能以更完整、更具說服力的面貌呈現在讀者眼前。在生涯規劃方面，我最想感謝的人是我的父母，從大學就讀心理系，到退伍之後選擇繼續就讀心理學研究所，他們一直都給予我最開放性的支持，尊重我的決定，讓我可以沒有壓力、沒有後顧之憂地全心全力投入學習，做自己喜歡做的事情。他們也經常和我分享在研究之路上的寶貴經驗與體悟，解答我遭遇的困惑，讓我更了解做為一個年輕研究者應該有的目標和自我期許。最後我還想感謝所有協助過我完成這篇論文的朋友，包括經常與我一起討論學術問題的實驗室成員、研究所的同學等等，沒有你們，就不會有今天這本論文的誕生。



摘要

「知感」是一種監控記憶的能力，意指人類對於其無法回憶的事物仍能有一種自己是否知道的感觉，然而這種感覺究竟能夠多麼準確地反映記憶項目是否存在記憶當中，就是「知感精確度」的主要研究議題。針對最常使用的回憶-判斷-再認實驗派典，心理學家曾經利用統計檢定、相關係數、條件機率等做為知感精確度的測量指標，但這些指標皆不能純粹地、穩定地反映知感精確度的概念。本文從邏輯、方法學與認知歷程的角度回顧這些指標的缺陷，並提出一個新的機率參數模型，將知感精確度視為模型中的一個潛在變項加以估計。根據以過去文獻資料進行統合分析的結果顯示，參數值可以有效區辨正常人與失憶症病人，並複驗多項知感研究的結果，這是一種較為合適的分析方法。

關鍵詞：知感、監控記憶、回憶-判斷-再認派典、多項歷程樹狀模型。





Recasting the Feeling of Knowing – A Meta-analysis Study Using Probability Models

Ling-Ming Tseng

ABSTRACT

Feeling of Knowing (FOK) judgments refer to the feelings an individual has regarding his or her knowledge for a specific subject, more specifically whether or not that knowledge exists within memory. And the study of accuracy of FOK is to evaluate how accurate the feeling reflect the actual presence or absence within memory. Corresponding to the recall-judgment-recognition paradigm, psychologists used the statistical testing, the correlation coefficients, and the conditional probabilities as the index of the accuracy of FOK. However, none of these indexes can purely and stably reflect the accuracy of FOK. I review and analysis the deficits of these indexes from logical, methodological, and cognitive processing viewpoints, and propose a new probability model. In this model, the accuracy of FOK is viewed as a parameter of a latent variable. According to the meta-analysis, this parameter can differentiate normal and amnesic patient subject, and also duplicate several past researches. It shows that the modeling technic is a more proper way for analysis the accuracy of FOK.

Keywords: *the feeling of knowing, metamemory, the RJR paradigm, multinomial processing tree model*



目次

致謝	i
摘要	iii
ABSTRACT	v
目次	vii
表圖目次	ix
1. 前言	1
2. 知感精確度的研究方法與測量指標	3
2.1 RJR 派典的實驗程序	3
2.2 RJR 派典的列聯表資料分析指標	5
2.3 小結與討論	11
3. 研究模型的建立與知感歷程的分析	15
3.1 知感與記憶提取	15
3.2 研究模型與參數	16
3.3 參數與資料的關係	17
4 過去文獻的資料統合分析	21
4.1 參數估計方法	21
4.2 模型一：知感精確度只有一個參數	21
4.3 模型二：猜測機率是一個自由參數	23
4.4 模型三：知感精確度在有／無記憶提取的參數不同	25
4.5 小結與討論	28

5 綜合討論	29
5.1 知感與意識／無意識的對分	29
5.2 知感的信心評估	30
5.3 知感的個別差異	30
參考文獻	33



表圖目次

表一	根據模型一的參數估計值	22
表二	根據模型二的參數估計值	24
表三	根據模型三的參數估計值	26
圖一	RJR 派典測驗階段的實驗程序	4
圖二	RJR 派典知感判斷與再認表現的 2x2 列聯表	4
圖三	2x2 列聯表各細格的次數	6
圖四	由兩筆假設資料所計算出的 γ 值比較	7
圖五	由兩筆假設資料所計算出的 HC 值比較	8
圖六	鄭昭明對知感精確度的定義	9
圖七	記憶提取的二階段提取模型	15
圖八	知感與記憶提取歷程的物流倉儲模型	16
圖九	知感與記憶提取歷程的多項歷程樹狀模型	20



1. 前言

當我們面對一道記憶的考題，儘管無法回答出問題的確切答案，也不代表我們的腦袋裡是一片空白。實際上，我們或多或少有一種自己是否知道答案的感覺——我知道答案只是一時想不起來，還是我從來就不曾知道它的答案；更精確地說，我們可以判斷答案是否存在自己的記憶裡面，這就是所謂「知感」(the feeling of knowing, FOK)的經驗。心理學家認為，知感現象是「監控記憶」(metamemory)的一種表現，監控記憶也經常依英文字面翻譯為「後設記憶」，意指在記憶的層次之上，對記憶狀態自我監測(self-monitoring)的一種認知能力(Nelson & Narens, 1990)。

知感經驗的背後涉及什麼樣的認知歷程，人類又是何以擁有知感判斷的能力，至今學界還沒有產生一致的理論與答案，不過有一個問題是對於所有相關研究而言都同樣重要的：人類的知感到底有多可信？它是對記憶的精確監測，或者就只是憑空的感覺而已？這個問題背後帶給心理學家的挑戰是，我們需要找到一種可靠的指標來測量知感的精確程度(accuracy of FOK)。如果沒有一個能夠可靠地反映知感精確程度的量化指標，對於大量仰賴受試者對記憶的主觀自我報告(self-report)的心理學研究或實務工作(例如研究問卷、法庭證詞等等)，科學家便無從探討那些資料的可信度，也無從正確地分析哪些因素會提升或降低人們知感判斷的能力。自從 Hart (1965) 首先採用「回憶—判斷—再認」實驗典範(recall - judgment - recognition paradigm, 以下簡稱 RJR 派典) 研究知感現象以來，多種統計方法與指標被應用在資料分析上，主要類型包括統計檢定、相關係數和條件機率，但是也有方法學的研究陸續發現，這些乍看之下很合理的統計指標都不能完全反映知感精確度的概念。基於這樣的出發點，我希望嘗試一種全新的機率模型與參數估計的方法來分析 RJR 派典的實驗資料，以解決過去知感精確度指標的問

題，並且通過既有資料的統合分析(meta-analysis)檢驗或挑戰過去知感研究的結論，最後在這樣的研究模型裡面探討知感與記憶可能的特性與關係。以下的報告將詳細介紹過去文獻上的知感精確度測量方法、它們的優缺點、我的研究模型、資料分析和主要的貢獻與發現。



2. 知感精確度的研究方法與測量指標

2.1 RJR 派典的實驗程序

首先要介紹研究者如何採用 RJR 派典進行知感的實驗。RJR 派典的基本邏輯是，給予受試者一系列的記憶考題，然後分析人們感覺自己是否記得答案、與實際上能否答對題目兩者之間的關係。過去 RJR 派典所使用的記憶考題可分為兩大類型，第一類是「常識題」(general information)，題型例如「澳洲的首都是哪一座城市？」這種常識性題目的學習發生在實驗之前受試者整段生命史的任一時間點；第二類是「新項目學習」，這一類實驗會首先安排受試者參與「學習階段」，學習的項目例如單詞的配對連結 (paired association)，受試者將被要求記憶由兩兩單詞組成的單詞對 (word pairs)，而測驗題型則會像是「與『寒冷』配對出現的是哪一個單詞？」簡言之，這兩類記憶考題影響到實驗程序的差異主要在於有無學習階段。常識題的實驗與一般的生活經驗貼近，具有較高的外效度，但缺點是實驗者無法控制受試者的記憶與學習，很容易受到受試者個人過去經驗的混淆；相對地，新項目學習的實驗中研究者可以很有效地操弄受試者對項目的記憶與學習，但缺點便是學習的內容和形式與日常生活的記憶可能相去甚遠。要使用哪一類記憶題型進行實驗，端看研究者的研究興趣和主要目的做考量。

RJR 派典的「測驗階段」依序分為回憶 (recall)、知感判斷 (FOK judgment) 與再認 (recognition) 三部份 (圖一)。在第一部分的「回憶」，實驗者將給予一系列開放性的問答题請受試者根據記憶作答，通常常識類的實驗會採用自由回憶 (free recall) 的題幹，例如「澳洲的首都是 _____。」而新項目學習類的實驗會採用線索回憶 (cued recall) 的題幹，例如「與『寒冷』配對的單詞是 _____。」如果受試者覺得他知道答案，就把答案寫上去，如果他覺得沒辦法回憶出答案，



圖一：RJR 派典測驗階段的實驗程序

就直接跳過不作答。

在第二部分的「知感判斷」，針對前一個回憶階段受試者跳過未答的每一道題目，請他判斷自己是否有對正確答案的知感。不過「有正確答案的知感」這樣的描述比較抽象，而且對不同受試者來說可能帶有歧義，通常會給予受試者更具體、精確的指導語如：「若給你看幾個選項，你是否能夠從中挑出正確的答案」。知感判斷又可操弄兩類反應模式，一類是在「有知感／沒有知感」當中二選一，另一類是請受試者評估對自己的判斷有多高的信心，通常這種信心評估 (confidence rating) 是採用李克特量尺 (Likert scale) 進行測量。

在第三部分的「再認」，受試者須作答一份選擇題，這份選擇題的題幹和第一部份的填充題完全一樣，差別只在於加入了多個選項，選項裡面有一個是正確答案。通過這樣實驗程序收集到的資料，如果知感判斷的反應模式是「有／沒有」的二分變項，將會得到如圖二的 2 x 2 列聯表 (contingency table)，一邊是知感判斷的有／沒有，另一邊則是再認的正確與否。在本研究中直到綜合討論的 5.2 節才

		再認的表現	
		正確	錯誤
知 感	知道	FOK hit	FOK miss
	不知道	$\overline{\text{FOK miss}}$	$\overline{\text{FOK hit}}$

圖二：RJR 派典知感判斷與再認表現的 2 x 2 列聯表。

會談及知感判斷的信心評估，其他部分若無特別註明，理論陳述與資料分析都是將知感判斷做有／沒有二分的情況。

2.2 RJR 派典的列聯表資料分析指標

2.2.1 統計檢定

Hart (1965)最早使用的分析指標是統計檢定，他檢定以下兩組的數字是否有顯著差異：第一組是有知感且再認正確(FOK hit)和沒有知感但再認正確($\overline{\text{FOK}}$ miss) (圖二)，其中 hit 的意義為知感判斷與再認結果一致，而 miss 則代表兩者不一致，如果「再認正確」反映受試者的記憶裡確實存在這個項目，那麼 FOK hit 和 $\overline{\text{FOK}}$ miss 的差異即代表「在記憶裡有這個項目的情況下，監控記憶能夠偵測到項目存在的程度」，此概念簡稱為「有知感」的精確度；第二組數字是沒有知感且再認錯誤($\overline{\text{FOK}}$ hit)和有知感但再認錯誤(FOK miss)，如果「再認錯誤」反映受試者的記憶裡不存在這個項目，那麼 $\overline{\text{FOK}}$ hit 和 FOK miss 的差異即代表「在記憶裡沒有這個項目的情況下，監控記憶能夠偵測到項目不存在的程度」，此概念簡稱為「沒有知感」(feeling of not knowing)的精確度。過去研究累積發現，有知感的精確度通常會達到顯著，顯示監控記憶對於記憶項目存在的偵測能力良好，可是相對而言沒有知感的精確度卻很不穩定。

統計檢定的分析法雖然易於做出知感精確度好／不好的二分法結論，可是它也遭遇一些主要的難題。首先將「再認正確」等同於「項目存在記憶中」的假設是難以成立的，因為只要是選擇題就會受到猜測的影響，再認正確可能只是隨機猜對的結果。Gruneburg (1976)曾經嘗試在指導語加入「如果無法再認請不要猜測直接跳過」的要求，並把這些未作答的選擇題都算做再認錯誤，但是這樣做並沒有讓檢定容易顯著，而且受試者表示有些題目難以區分是隱約知道答案還是完全

不知道而使用隨機猜測。更重要的是，把有知感和無知感的資料分開來分析未必是合理的，因為這樣沒有觸及知感與記憶之間「關連性」的核心概念(Nelson, 1984)，也就是列聯表的對角線同樣為「hit」或同樣為「miss」的部分。

2.2.2 相關係數

面對上述的難題，心理學家認為應該引入「相關係數」的指標，在這個架構下，知感精確度被定義為「知感判斷和再認正確與否的相關程度」，如果兩者的相關係數越大，表示知感精確度越高，知感判斷越能預測再認是否成功，反之則表示知感精確度越低。在兩個二分變項的相關係數裡面，最常被用來做為知感精確度指標的是 Gamma 係數(Goodman & Kruskal, 1954; Nelson, 1984)：

$$\gamma = \frac{ad}{ad+bc} - \frac{bc}{ad+bc} = \frac{ad - bc}{ad+bc} \quad (1)$$

其中 a 、 b 、 c 、 d 分別代表列聯表各細格的次數，如圖三所示。Gamma 係數所代表的概念即是，知感判斷與再認正確與否「一致」的比例，減去兩者「不一致」的比例。Gamma 係數是最常被使用的知感精確度指標，可是大量使用 Gamma 係數的研究發表後勾勒出的現象輪廓卻令心理學家沮喪：人類的知感精確度是相當不穩定的，有時還低得驚人(Thompson & Mason, 1996)，我們的知感判斷對於記憶

		再認的表現		邊緣數
		正確	錯誤	
知感	知道	a	b	$T_1=a+b$
	不知道	c	d	$T_2=c+d$
邊緣數		$T_3=a+c$	$T_4=b+d$	$N=a+b+c+d$

圖三：2x2 列聯表各細格的次數。

事實的預測似乎不可靠。然而到底是人類知感確實如此，還是 Gamma 係數這個測量指標有問題？Schwartz & Metcalfe (1994)發現 Gamma 係數的大小會受到再認測驗選項數目的影響，可是知感判斷是發生在再認測驗之前，理論上應該不會受到影響才對。Glenberg & Epstein (1987)等研究認為，Gamma 係數也不能穩定地反映知感精確度，以圖四的假設資料為例，圖(B)的記憶難度比圖(A)更大（再認正確率 $4/12 < 10/12$ ），不過兩人知感判斷和再認正確與否「一致」和「不一致」情況是一樣多的，顯示他們的知感能力應無差別，可是以(1)式計算會得出 0.8 和 0.9 並不相等。

Schraw (1995)認為問題出在 Gamma 係數的公式把不同細格的次數相乘，如果採用把不同細格次數相加的 Hamann 係數，問題似乎迎刃而解：

$$HC = \frac{a+d}{(a+d)+(b+c)} \frac{b+c}{(a+d)+(b+c)} = \frac{a-b-c+d}{N} \quad (2)$$

可是 Hamann 係數測到的真得是純粹的知感嗎？Wright (1996)認為，Hamann 係數的分母包含將不同類別（一致／不一致）細格相加的邊緣數，不符合知感能力的概念。以圖五的假設資料為例，(A)、(B)兩人應該都毫無知感可言，因為不管他的知感判斷是有還是無，兩種情況下的再認正確比例都相同，可是以(2)式計算，圖(A)是 0.2，圖(B)是 0.3，(B)的人何種屬性高於(A)呢？正是邊緣平均數所反映

$\gamma = 0.8$		再認的表現		邊緣數
		正確	錯誤	
知	知道	9	1	10
	不知道	1	1	
邊緣數		10	2	12

(A)

$\gamma = 0.9$		再認的表現		邊緣數
		正確	錯誤	
知	知道	3	1	4
	不知道	1	7	
邊緣數		4	8	12

(B)

圖四：由兩筆假設資料所計算出的 γ 值比較。

HC = 0.2		再認的表現		邊緣數
		正確	錯誤	
知	知道	8	4	12
感	不知道	2	1	3
邊緣數		10	5	15

(A)

HC = 0.3		再認的表現		邊緣數
		正確	錯誤	
知	知道	12	3	15
感	不知道	4	1	5
邊緣數		16	4	20

(B)

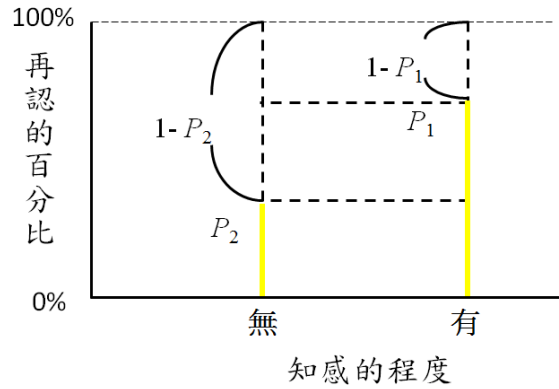
圖五：由兩筆假設資料所計算出的 HC 值比較。

的記憶能力（再認正確率 $16/20 > 10/15$ ）。可以見得 Hamann 係數測量的不是純粹的知感，而會混入記憶的效果。一般而言，所有公式裡包含細格相乘的相關係數都無法得到穩定的測量值，而所有公式裡包含細格相加的相關係數都無法免除記憶效果的混淆；換言之，沒有一種相關係數可以做為穩定地、純粹地測量知感精確度的指標。

除此之外，由於相關係數也是使用列聯表上的資料直接計算，和統計檢定同樣無法排除猜測的效果。可是在缺乏更有效的測量指標的情況下，近十年的主流研究還是以 Gamma 係數與統計檢定法並用者居多。

2.2.3 條件機率

直到 2010 年，鄭昭明提出一個全新的知感精確度測量概念，在他的架構下，知感精確度被定義為「當知感從『無』進步到『有』的時候再認正確率上升的程度」（Cheng, 2010）。假設知感判斷為無的時候再認正確率為 $P_2 = c/T_2$ ，而知感判斷為有的時候再認正確率為 $P_1 = a/T_1$ （圖六），則根據以上的定義，鄭氏係數 C 可以寫為：



圖六：鄭昭明對知感精確度的定義。

$$C = \frac{P_1 - P_2}{1 - P_2} = \frac{T_1d - T_2b}{T_1d} \quad (3)$$

那麼 C 是否為一個純粹測量知感精確度且能排除猜測效果的指標呢？鄭昭明告訴我們是的。他假設知感精確度的真實值為 α ， α 是介於 0 到 1 之間的機率值，而當知感判斷的標定為 k_i （在無知感時， $k_2 = 0$ ；在有知感時， $k_1 = 1$ ），成功再認的機率即為 ak_i ，可是不能再認的時候，受試者還有 g 的機率會猜對，所以整體再認正確率可以寫為 $P_i = ak_i + (1 - ak_i)g$ 。把這個 P_i 代入(3)式可以得到

$$\begin{aligned} C &= \frac{[ak_1 + (1 - ak_1)g] - [ak_2 + (1 - ak_2)g]}{1 - [ak_2 + (1 - ak_2)g]} \\ &= \frac{[\alpha + (1 - \alpha)g] - g}{1 - g} \\ &= \frac{\alpha + g - \alpha g - g}{1 - g} = \frac{\alpha(1 - g)}{1 - g} = \alpha \end{aligned}$$

也就是說， C 這個測量值會剛好等於 α 這個真分數，它排除 g 的影響，而且完全沒有誤差！

沒有誤差的測量值不免引起我的好奇，這與測驗學的概念似乎不太相容，為什麼他可以做出上面的推導呢？如果我們把 $P_i = ak_i + (1 - ak_i)g$ 這個式子改寫一下：

$$\begin{aligned}
P_i &= \alpha k_i + g - \alpha k_i g \\
P_i - g &= \alpha(k_i - k_i g) \\
\alpha &= \frac{P_i - g}{k_i(1 - g)} \tag{4}
\end{aligned}$$

我們可以看出 $g = P_2$ ，且當選擇 $i = 1$ 的時候，(4)式和(3)式是完全一樣的。所以 C 和 α 其實存在一種「循環論證」的關係，它們是同一個概念，只是用了不同的符號來表示，那麼可以推導出兩者相等也就不意外了。因此我們需要進一步檢驗的是， $P_i = \alpha k_i + (1 - \alpha k_i)g$ 究竟是不是一個具有心理實質性的參數模型？

根據這個式子，當受試者判斷沒有知感的時候，再認的正確率為

$$P_2 = \alpha k_2 + (1 - \alpha k_2)g = g$$

我認為這個結果混淆了「監控記憶」與「記憶」兩個不同層次的概念，再認正確率僅為隨機猜測的機率並非發生在「沒有知感」的時候，而是發生在「沒有記憶」的時候。事實上正由於我們的知感精確度並非百分之百，當受試者主觀報告他沒有知感，並不等於他確實沒有記憶，只是他「不知道自己知道」而已，在行為上則很可能反映這種「無意識」的記憶，使得正確率明顯高於隨機猜測的機率值。另一種情況，當受試者判斷有知感的時候，再認的正確率為

$$P_1 = \alpha k_1 + (1 - \alpha k_1)g = \alpha + (1 - \alpha)g$$

上式的意義為，當知感精確時能夠再認成功，或者在知感不精確時以 g 的機率猜對。可是知感不精確這個情況是我們事後根據知感判斷與實際再認正確與否的比較下才知道的，受試者本身無從評估知感是否精確，他只能根據他的感覺做出選擇，當他的感覺是「他知道」的時候，他就不會使用猜測，而是以他的感覺去選擇那個事實上錯誤的答案。因此，這個式子的意義也不是很具有心理實質性。

綜合以上，鄭昭明的研究把知感精確度的測量推向一個新的里程碑，他是第一個嘗試在資料分析而非實驗設計的層次排除猜測對再認正確率的混淆，也是第一個使用介於 0 到 1 之間的機率值描述知感精確度並引入參數模型的架構。而且

部分算出相當低 Gamma 係數的研究，如果以 C 值重新計算會得到比較高的指標，多少也為某些學者聲稱人類記憶的自我監測根本不精確的「罪名」平反。比較可惜的是他的 $C = \alpha$ 論證因陷入套套邏輯而略減說服力，同時他參數模型也不能很完美地反映人類進行知感判斷的心理歷程。如果我們能夠把參數模型再加以精緻化，並引入參數估計的概念，在這樣的基礎上，以機率作為知感精確度的指標應該會是非常有力的分析取向。

2.3 小結與討論

經過這一部分的回顧，我們可以歸納出以下三點知感精確度測量遭遇的主要問題，目前沒有一種測量指標可以全部避免這些問題：

- 不能得到穩定的測量值；
- 不能有效分離知感能力與記憶能力的不同效果；
- 不能有效分離猜測在再認測驗的混淆效果。

除了前面文獻提到的原因以外，我認為還有幾項綜合因素造成長期以來知感精確度的測量無法跳脫這些困境。

首先，「有知感而且再認正確代表知感精確」這是一個循環論證。如果我們希望這個命題成立，就必須先假設知感非常精確，否則對一個知感其實很不精確的人來說，有知感很可能只是他的監控記憶系統發出的「假警報」，如果他又再認正確，那是經過一個非常奇特的歷程，怎麼可以一概算入知感精確的類別呢？同樣的邏輯瑕疵也發生在「無知感且不能再認代表知感精確」，把這兩類資料都當成知感精確來分析可能會高估我們的知感精確度。

第二，知感判斷與再認結果不一致，可能是記憶層次的錯誤，而非監控記憶層次的錯誤。舉個例子，如果一個人本來就從錯誤的資訊習得澳洲的首都是雪梨，

現在他告訴你雖然一時想不起來可是他一定知道澳洲的首都，你給他四個選項，墨爾本、雪梨、坎培拉、布里斯本，他就選了雪梨（正確答案是坎培拉），我們應該說他的知感不精確嗎？如果依照過去的分析方法，這種「有知感但再認錯誤」一定會被放進知感不精確的一類，可是這種錯誤與知感能力的概念並不相符。其實知感精確度的理論型概念學界尚未有統一的共識，不過我個人認為比較合理的是，知感的運作只負責記憶項目存在與否的粗略監測，而不處理記憶項目細節的表徵、屬性和線索，後者應該是記憶系統的工作。如果不接受這樣的架構，而認為知感運作也會處理表徵、屬性、線索，進而可以判斷記憶項目的正確與否，那會立刻遭遇兩個難題：第一，比對正確與否的標準存放在何處？它也是記憶的一部份嗎？如果它是而且也能被處理，為什麼記憶不直接提取它就好？第二，如果知感也會處理記憶的內容，那人們在產生自我報告之前，勢必需要另一個系統監測知感處理的結果，形成「監控的監控」？因此簡言之，所謂知感精確應該是「把有的報告為有」、「把沒有的報告為沒有」，而不是「把對的報告為對」、「把不對的報告為不對」。若將有知感但再認錯誤的資料一律劃入知感不精確的類別進行分析，將會低估我們的知感精確度。

第三，過去的分析方法並沒有細緻地處理資料的誤差。資料誤差的來源除了是再認正確與否的部分受到猜測的影響以外，知感判斷的部分也是有誤差的，因為人的知感不是截然二分的有或無，而是有一種程度高低的差別，只是因為反應選項的設計，受試者必須在有／無之間挑選一個回答。如果我們只是直接拿列聯表細格的資料做四則運算，不論計算公式有多精巧，這些誤差都會無可避免的混入最後得出的指標。一種可行的解決方法是在提出的模型後面都加入誤差項，另一種可能提供更多訊息的方法是分析誤差產生的認知歷程，並加入參數予以解釋。

以上三點因素都可以納入一個更大的架構來討論，那就是測量方法與認知歷程的結合不足。知感的認知歷程固然累積了許多的研究和理論，但是當我們在測

量知感的時候，測量方式並非基於這些理論，只是採用一些簡化的概念或模型就開始設計指標，卻沒有深入地去分析，受試者可能經過什麼樣的內在認知歷程才會產生這筆資料。這種深入分析，便是我接下來要進行的研究主軸。

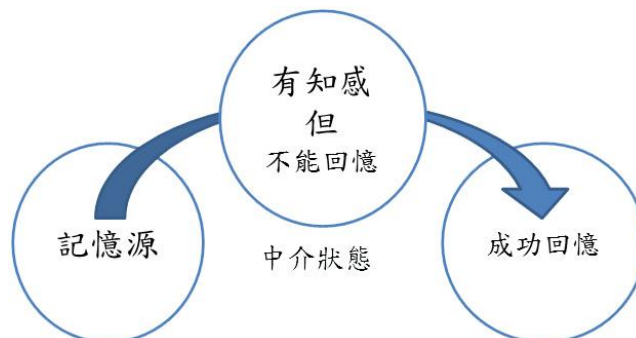




3. 研究模型的建立與知感歷程的分析

3.1 知感與記憶提取

相信很多人都使用過這樣的描述：「我的記憶不夠清晰，所以才會知道但是講不出來」。那麼這只是一種語言的用法，還是我記得、我有知感、我不記得這三者的關係真的是某一心理向度上的由高到低呢？一系列 fMRI 的研究似乎支持後者。Kikyo、Ohki 及 Miyashita (2002)發現左背側(left dorsolateral)、左前側(left anterior)與內側前額葉(medial prefrontal)皮質的活化量隨著知感判斷的信心程度上升而增加，而 Maril、Simons、Mitchell、Schwartz、Schacter (2003)也發現額葉和左側頂葉的活化量，在成功回憶、有知感但不能回憶、無知感也不能回憶的三種提取狀態下，也剛好呈現高、中、低的關係。他們認為這種相關可能反映的是，當記憶源的激發很強的時候，記憶項目可以完全提取而成功回憶（圖七）；當記憶源激發較弱的時候，記憶項目不能完全提取只達到有知感的中介狀態 (intermediate state)，在這個架構下，記憶的提取是階段性的(graded recall) (Maril, Simons, Weaver, & Schacter, 2005)。階段提取的概念將在我的研究模型裡面扮演重要的角色。

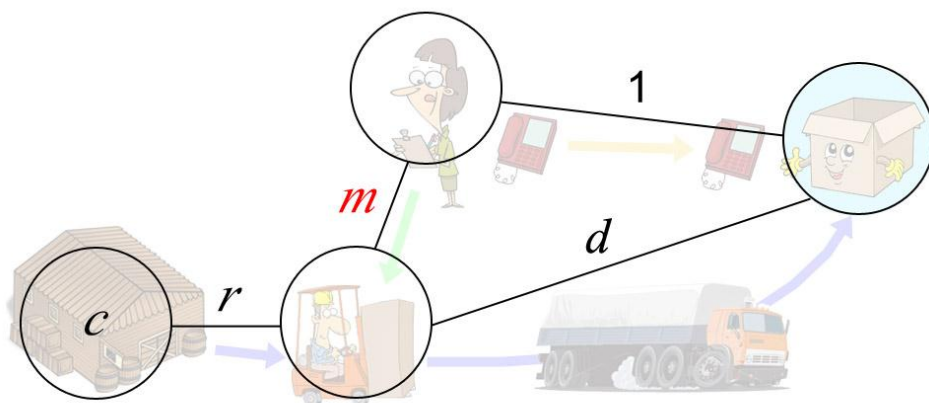


圖七：記憶提取的二階段提取模型。

3.2 研究模型與參數

綜合上述的研究討論，知感與記憶提取的內在歷程，應該可以合理地類比為一座物流倉儲的運作方式（圖八）：一棟倉儲裡裝滿各式各樣的貨物，如果有顧客要訂購物品，那麼搬運工就會先把貨物從倉儲裡搬出來。倉儲門口有一位監工在管控搬運工的工作，他會仔細地看工人有沒有搬貨出來，不過貨物都用紙箱裝著，而且監工不能把紙箱拆開，所以他只知道有沒有貨物，但是不確知箱子裡面裝的到底是什麼。貨物如果要送到顧客的手上，不能只有搬運工，還需要大貨車把貨物送出去。有些時候，因為紙箱裡的東西在倉儲的時候就裝錯了，所以顧客沒有拿到正確的物品；另外有些時候，顧客沒有等到大貨車送貨來，但是監工可以打電話告訴他，他要的貨物在倉儲裡面到底有沒有。

如何把這個類比的概念，轉為可供嚴謹分析與驗證的研究模型？方法就是把各個環節之間轉移的可能性，化約為圖七的機率參數來表示。該模型包含四個參數， c 是記憶精確度參數，處理的為記憶項目和正確答案一致的機率，兩者不一致的機率為 $1 - c$ ； m 是知感精確度參數，處理的為初階提取成功與否和知感判斷



圖八：知感與記憶提取歷程的物流倉儲模型； c 、 r 、 m 、 d 表示各環節之間成功轉移的機率。

一致的機率，兩者不一致的機率為 $1 - m$ ； r 是初階提取參數，處理的為初階提取成功的機率，不成功的機率為 $1 - r$ ； d 是二階提取參數，處理的為二階提取成功的機率，不成功的機率為 $1 - d$ 。

3.3 參數與資料的關係

在確立研究模型之後，下一步便是要找出這些以參數表徵的潛在變項與外顯行為資料之間的關係。首先我們回顧一下 RJR 派典到底能夠提供哪些類型的行為資料：

- R_H 認為能夠回憶，且答案寫對。
- R_M 認為能夠回憶，但答案寫錯。
- A 不能回憶，判斷可以再認，且再認正確。
- B 不能回憶，判斷可以再認，但再認錯誤。
- C 不能回憶，判斷不能再認，但再認正確。
- D 不能回憶，判斷不能再認，且再認錯誤。

A、B、C、D 就是 2×2 列聯表的四個資料點，而 R_H 、 R_M 兩類資料——即分別為正確回憶(correct recall)與過犯型錯誤(commission error)(Nelson & Narens, 1990)——在過去的知感研究中雖然有被討論，但是從未納入到知感精確度指標的計算中，主要原因是自 Hart (1965) 開始，傳統上研究者定義的知感現象是在無法回憶時才會產生。可是我認為就「監控有無記憶項目」的角度而言，知感的運作是一直在進行的，並非是從回憶失敗以後才啟動，當我們可以回憶時心中「我知道」的感覺，和當我們無法在有限時間內回憶時心中仍然有「我知道」的感覺，尚無證據顯示它們有質的差別。因此我在接下來的研究中，會嘗試加入 R_H 、 R_M 兩類資料的分析，這樣做另一個實際的好處是，使用六個資料點可以增加參數估計的自由度。

以下我將分析每一類行為資料可能經歷的內在認知歷程，並使用研究模型的參數表示之。

- 一、 認為能夠回憶，且答案寫對。這類情況受試者的記憶項目必須正確，記憶能夠完全提取，而且也有知感。以參數表示即為

$$c \cdot r \cdot d \cdot m = pr(R_H) \quad (5)$$

- 二、 認為能夠回憶，但答案寫錯。這類情況受試者確有記憶被完全提取，也有知感，但是記憶項目是錯誤的。以參數表示即為

$$(1 - c) \cdot r \cdot d \cdot m = pr(R_M) \quad (6)$$

- 三、 不能回憶，判斷可以再認，且再認正確。這類情況受試者可能有正確的記憶項目，也有知感，但是無法完全提取；或者，記憶完全沒有提取，但知感送出假警報，當受試者發現選擇題的選項沒有引起他感覺的內容時，只好隨機猜測，剛好猜到正確答案。以參數表示即為

$$c \cdot r \cdot (1 - d) \cdot m + (1 - r) \cdot (1 - m) \cdot g = pr(A) \quad (7)$$

(7)式出現一個研究模型裡未見的參數 g ， g 不是潛在變項，只是行為反應的可能性，在我的架構下由於已經分離無意識記憶時「自以為猜測」的可能性，所以 g 應可以合理假設為隨機猜測，也就是一個基於選擇題題數的定量，不過在後面我仍會討論把 g 視為自由參數進行估計的情況。

- 四、 不能回憶，判斷可以再認，但再認錯誤。這種情況可能是記憶有部分提取，但記憶項目是不正確的，不過因為有知感，受試者會依感覺去選到錯誤的選項；或者，記憶完全沒有提取，但知感送出假警報，當受試者發現選擇題的選項沒有引起他感覺的內容時，只好隨機猜測，可是猜錯了。以參數表示即為

$$(1 - c) \cdot r \cdot (1 - d) \cdot m + (1 - r) \cdot (1 - m) \cdot (1 - g) = pr(B) \quad (8)$$

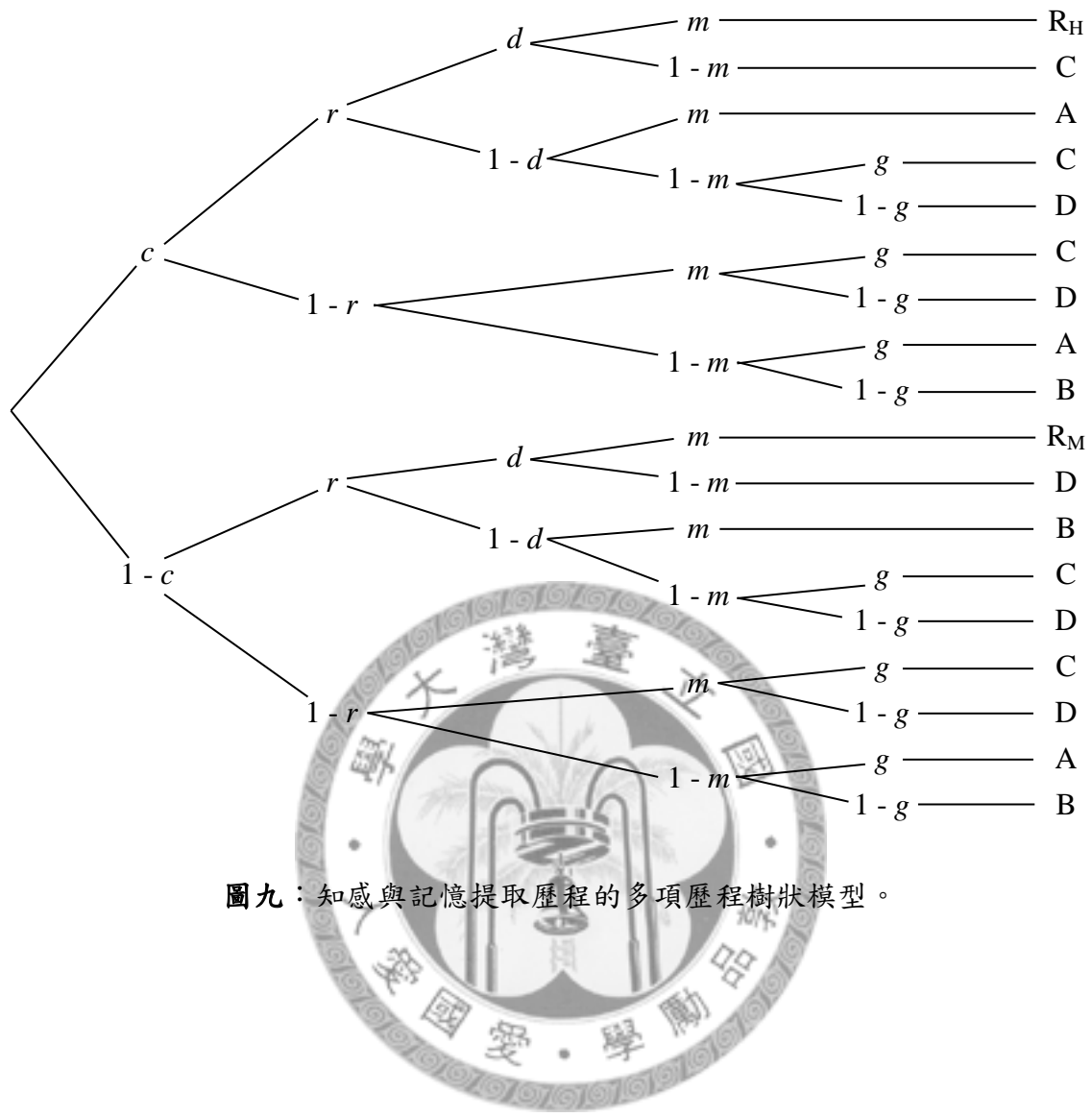
五、不能回憶，判斷不能再認，但再認正確。這種情況可能是記憶其實有正確的項目提取，但受試者因為沒有知感而不知道自己知道，在意識上會表示自己亂猜的，但行為反應呈現他有無意識的記憶；或者，記憶只有部分提取，但沒有知感，受試者有可能猜對；或者，記憶毫無提取，監控正確地報告「無知感」，受試者也有可能猜對。以參數表示即為

$$c \cdot r \cdot d \cdot (1 - m) + r \cdot (1 - d) \cdot (1 - m) \cdot g + (1 - r) \cdot m \cdot g = pr(C) \quad (9)$$

六、不能回憶，判斷不能再認，且再認錯誤。這種情況和第五類一樣也可能是反映無意識記憶，可是因為記憶項目是錯的，所以受試者還是會選錯；或者受試者在記憶只有部分或完全沒有提取的情況，又沒有知感的線索，最後又猜錯。以參數表示即為

$$(1 - c) \cdot r \cdot d \cdot (1 - m) + r \cdot (1 - d) \cdot (1 - m) \cdot (1 - g) + (1 - r) \cdot m \cdot (1 - g) = pr(D) \quad (10)$$

以上(5)至(10)式可以重繪成如圖九的樹狀圖，稱為多項歷程樹狀模型 (Multinomial Processing Tree Model, MPT) (Riefer & Batchelder, 1988)。該樹狀圖顯示，所有參數歷程的總合的確為 1。



圖九：知感與記憶提取歷程的多項歷程樹狀模型。

4. 過去文獻的資料統合分析

4.1 參數估計方法

我採用「最大概似估計法」(Maximum Likelihood Estimation)進行模型參數的估計(Hu & Batchelder, 1994; Myung, 2003)，這種方法可以找出一組使得概似函數(Likelihood function)的值最大的參數向量作為參數的估計值。我使用的統計工具為 R 軟體的 `optim` 函數，並以 HMM Tree 軟體複驗結果。HMM Tree 是一個特別用於分析階層式多項歷程樹狀模型的軟體，當階層數設定為 1 的時候，它的演算法就相當於對一般的多項歷程樹狀模型進行最大概似估計(Klauer, 2006)。

4.2 模型一：知感精確度只有一個參數

首先估計圖九的模型，稱為模型一，包括 m 、 c 、 r 、 d 四個參數，其中 m 是反映知感精確度的指標，意義是當初階提取成功時知感判斷為有，或當初階提取失敗時知感判斷為無的機率。 g 是基於再認測驗選項數目的定值，例如四選一的情況則 $g = 0.25$ 。表一為參數估計的結果。表列的 RMSE 為均方根誤差(Root mean square error)，在此做為模型適配度(goodness of fit)的指標，RMSE 越小，代表用估計得到的參數回推資料的預測值與實際資料越接近，模型適配也就越好。表列最後一行是以 Cheng (2010)的 C 值計算的知感精確度以供比較。納入統合分析的原始文獻，至少必須報告回憶題的平均正確與錯誤率（或題數）和知感判斷與再認正確與否的列聯表，才可以推出我們需要的 R_H 、 R_M 、A、B、C、D 六類資料的機率值。

表一

根據模型一的參數估計值。

研究	受試者群	記憶項目 類型	原始指標	<i>m</i>	<i>c</i>	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>g</i>	RMSE	C
Hart (1965) exp 1	正常人	常識	檢定	.67	.84	.81	.72	.25	.019	.76
Hart (1967) exp 1	正常人	常識	D	.74	.79	.59	.66	.25	.026	.55
Nelson et al. (1982)	正常人	配對	Kappa	.75	.86	.78	.45	.25	.021	.64
Nelson et al. (1984) exp 1	正常人	常識	Gamma	.69	.84	.83	.71	.25	.018	.66
exp 2		常識	Gamma	.78	.91	.66	.69	.25	.031	.58
Carroll & Simington (1986)	正常人	配對	Gamma	.73	.96	.78	.52	.25	.021	.63
Nelson et al. (1986) exp 1	正常人	常識	Gamma	.85	.76	.94	.48	.25	.023	.75
exp 2		常識	Gamma	.56	.88	.72	.41	.125	.033	.49
Shimamura & Squire (1986) exp 1	失憶症	常識	Gamma	.17	.53	.87	.27	.125	.018	.31
exp 2a		句子	Gamma	.12	.49	.76	.07	.143	.025	.55
exp 2b		句子	Gamma	.26	.66	.89	.39	.143	.019	.49
Butterfield et al. (1988)	成年人	圖片	Gamma	.61	.79	.93	.59	.5	.022	.74
Janowsky et al. (1989) exp 1a	額葉手術 Korsakoff	句子	Gamma	.29	.55	.68	.33	.143	.030	.37
exp 1b		句子	Gamma	.25	.35	.81	.24	.143	.035	.48
exp 2		常識	Gamma	.07	.54	.81	.11	.143	.019	.28
Nelson & Narens (1990) exp 1	正常人	常識	Gamma	.74	.70	.67	.66	.25	.026	.56
exp 2		常識	Gamma	.75	.86	.78	.45	.125	.021	.48
Prevey et al. (1991)	癲癇病人	常識	Gamma	.69	.84	.73	.66	.167	.018	.61
Costermans et al. (1992) exp 1	正常人	常識	Gamma	.78	.91	.66	.69	.5	.031	.61
exp 2		常識	Gamma	.73	.96	.78	.52	.2	.021	.70
Schwartz & Metcalfe (1992) exp 3	正常人	常識	Gamma	.78	.91	.74	.80	.125	.021	.71
exp 4		配對	Gamma	.71	.66	.69	.34	.125	.029	.68
Metcalfe et al. (1993) exp 1	正常人	配對	Gamma	.82	.88	.78	.83	.125	.023	.59
exp 2		配對	Gamma	.67	.29	.49	.56	.167	.020	.66
exp 3		配對	Gamma	.69	.83	.88	.69	.125	.018	.67
Perfect et al. (1999)	正常人	情境	Gamma	.68	.71	.12	.14	.25	.030	.34
Lockl & Schneider (2002) 七歲組	兒童	圖片	HC	.21	.33	.58	.39	.33	.023	.51
八歲組		圖片	HC	.32	.55	.42	.26	.33	.020	.52
九歲組		圖片	HC	.45	.49	.55	.40	.33	.019	.46

表一

根據模型一的參數估計值（續）。

研究	受試者群	記憶項目類型	原始指標	m	c	r	e	g	RMSE	C
Lockl & Schneider (2002) 十歲組	兒童	圖片	HC	.66	.93	.75	.53	.33	.018	.69
Souchay et al. (2003) 實驗組	阿茲海默	配對	Gamma	.15	.29	.37	.48	.25	.026	.08
	對照組	正常人	Gamma	.78	.91	.74	.80	.25	.021	.81
Perrotin et al. (2006)	老人	配對	HC	.31	.66	.69	.34	.167	.029	.32
Souchay et al. (2006a) 實驗組	精神分裂	配對	Gamma	.52	.38	.78	.83	.25	.023	.45
	對照組	正常人	Gamma	.77	.69	.49	.56	.25	.031	.66
Souchay et al. (2006b) 實驗組	帕金森氏	配對	Gamma	.29	.63	.88	.69	.25	.018	.21
	對照組	正常人	Gamma	.68	.71	.12	.14	.25	.030	.62
Perrotin et al. (2007)	MCI	配對	HC	.41	.33	.58	.39	.167	.023	.45
Baran et al. (2009) 實驗組	帕金森氏	配對	Gamma	.22	.65	.42	.26	.25	.020	.07
	對照組	正常人	Gamma	.75	.69	.55	.30	.25	.019	.64
Sacher et al (2009)	正常人	配對	Gamma	.66	.93	.75	.53	.125	.018	.58

4.3 模型二：猜測機率是一個自由參數

模型一把猜測參數設為定值，雖然在理論上有其道理，不過我仍希望檢驗，如果讓 g 也是自由參數（以 g' 表示），對整體的參數估計與模型適配會有什麼影響，稱為模型二。參數估計結果如表二所示，納入分析的資料群和之前一樣。表列的 G^2 是模型比較(model comparison)的指標，這裡比較的是模型一（4 個自由參數）和模型二（5 個自由參數），如果 G^2 顯著，代表拒絕限制模型(restricted model)，也就是說不應採納把 g 固定的模型一。

表二

根據模型二的參數估計值。

研究	受試者群	記憶項目 類型	m	c	r	e	g'	RMSE	G^2
Hart (1965) exp 1	正常人	常識	.67	.84	.81	.72	.36	.019	8.67*
Hart (1967) exp 1	正常人	常識	.74	.79	.59	.66	.19	.026	3.51
Nelson et al. (1982)	正常人	配對	.75	.86	.78	.45	.26	.021	2.06
Nelson et al. (1984) exp 1	正常人	常識	.69	.84	.83	.71	.31	.018	2.93
exp 2		常識	.78	.91	.66	.69	.24	.031	3.44
Carroll & Simington (1986)	正常人	配對	.73	.96	.78	.52	.29	.021	4.21
Nelson et al. (1986) exp 1	正常人	常識	.85	.76	.94	.48	.20	.023	1.98
exp 2		常識	.56	.88	.72	.41	.13	.033	2.11
Shimamura & Squire (1986) exp 1	失憶症	常識	.17	.53	.87	.27	.15	.018	3.01
exp 2a		句子	.12	.49	.76	.07	.16	.025	4.44
exp 2b		句子	.26	.66	.89	.39	.12	.019	1.56
Butterfield et al. (1988)	成年人	圖片	.61	.79	.93	.59	.49	.022	9.91*
Janowsky et al. (1989) exp 1a	額葉手術 Korsakoff	句子	.29	.55	.68	.33	.11	.030	3.24
exp 1b		句子	.25	.35	.81	.24	.27	.035	4.38
exp 2		常識	.07	.54	.81	.11	.13	.019	4.76
Nelson & Narens (1990) exp 1	正常人	常識	.74	.70	.67	.66	.23	.026	3.78
exp 2		常識	.75	.86	.78	.45	.15	.021	4.22
Prevey et al. (1991)	癲癇病人	常識	.69	.84	.73	.66	.16	.018	2.01
Costermans et al. (1992) exp 1	正常人	常識	.78	.91	.66	.69	.45	.031	12.73 **
exp 2		常識	.73	.96	.78	.52	.21	.021	3.12
Schwartz & Metcalfe (1992) exp 3	正常人	常識	.64	.78	.66	.62	.24	.010	1.95
exp 4		配對	.78	.91	.74	.80	.22	.021	1.21
Metcalfe et al. (1993) exp 1	正常人	配對	.71	.66	.69	.34	.09	.029	3.89
exp 2		配對	.67	.29	.49	.56	.11	.013	2.01
exp 3		配對	.69	.83	.88	.69	.17	.022	3.44
Perfect et al. (1999)	正常人	情境	.68	.71	.12	.14	.25	.019	4.21
Lockl & Schneider (2002) 七歲組	兒童	圖片	.21	.33	.58	.39	.35	.025	1.98
八歲組		圖片	.32	.55	.42	.26	.27	.020	2.11
九歲組		圖片	.45	.49	.55	.40	.26	.018	3.01

表二

根據模型二的參數估計值 (續)。

研究	受試者群	記憶項目 類型	m	c	r	e	g'	RMSE	G^2
Lockl & Schneider (2002) 十歲組	兒童	圖片	.66	.93	.75	.53	.39	.031	8.54*
Souchay et al. (2003) 實驗組	阿茲海默	配對	.15	.29	.37	.48	.25	.021	1.56
	對照組	配對	.78	.91	.74	.80	.24	.023	5.63
Perrotin et al. (2006)	老人	配對	.31	.66	.69	.34	.31	.033	3.24
Souchay et al. (2006a) 實驗組	精神分裂	配對	.52	.38	.78	.83	.19	.018	4.38
	對照組	配對	.77	.69	.49	.56	.30	.018	9.76*
Souchay et al. (2006b) 實驗組	帕金森氏	配對	.29	.63	.88	.69	.22	.011	3.78
Souchay et al. (2006b) 對照組	正常人	配對	.68	.71	.12	.14	.20	.016	3.11
Perrotin et al. (2007)	MCI	配對	.41	.33	.58	.39	.10	.023	2.01
Baran et al. (2009) 實驗組	帕金森氏	配對	.22	.65	.42	.26	.29	.033	2.73
	對照組	配對	.75	.69	.55	.30	.21	.018	4.08
Sacher et al (2009)	正常人	配對	.66	.93	.75	.53	.18	.015	2.93

根據參數估計的結果，絕大部分的 G^2 並無達到顯著，而且做為自由參數估計出的 g 值，和 g 的理論隨機猜測機率相比之下也沒有太大的差異，意即我們可以接受模型一，這顯示研究模型的架構的確成功地將隨機猜測的可能性分離出來。

4.4 模型三：知感精確度在有／無記憶提取的參數不同

在回顧統計檢定分析法的時候，曾經提到「無知感」的精確度要比「有知感」的精確度來得不穩定。這是否意謂監測「有」的知感和監測「沒有」的知感其實是兩條不同的歷程，甚至由兩個不同的系統負責呢？近年來的 fMRI 研究似乎支持這樣的假設，「有知感」的判斷主要涉及前額葉皮質(prefrontal cortex)，而「無知感」的判斷主要涉及右腹側前額葉(right ventral prefrontal)和腦島(insula)的皮質

(Luo, 2003; Liu, 2007)。因此我嘗試建立第三個模型以模擬並檢驗這樣的假設，方法是把模型一的方程式裡 $(1-r)$ 後面的 m 全都替換成 m' ，使得 m 做為「有知感」精確度參數，意義是當初階提取成功時知感判斷為有的機率；而 m' 則為「無知感」精確度參數，意義是當初階提取失敗時知感判斷為沒有的機率。表三為參數估計的結果，納入分析的資料群和之前一樣，而 g 是基於再認選項數目的定值。此處表列的 G^2 是比較模型三和模型一（它可視為限制模型，因為假定 $m = m'$ ），如果 G^2 顯著，代表拒絕限制模型，也就是說我們不應該採納把有知感和無知感的精確度視為同樣的模型一。

表三
根據模型三的參數估計值。

研究	受試者群	記憶項目 類型	m	m'	c	r	e	g	RMSE	G^2
Hart (1965) exp 1	正常人	常識	.76	.29	.49	.56	.61	.25	.018	6.49
Hart (1967) exp 1	正常人	常識	.69	.83	.88	.69	.44	.25	.010	9.76*
Nelson et al. (1982)	正常人	配對	.68	.71	.12	.14	.58	.25	.007	3.78
Nelson et al. (1984) exp 1	正常人	常識	.81	.33	.58	.39	.35	.25	.016	14.11**
exp 2		常識	.62	.55	.42	.26	.60	.25	.021	4.01
Carroll & Simington (1986)	正常人	配對	.45	.49	.55	.40	.76	.25	.030	4.79
Nelson et al. (1986) exp 1	正常人	常識	.66	.53	.75	.53	.69	.25	.018	14.08**
exp 2		常識	.75	.69	.37	.48	.65	.125	.015	8.93*
Shimamura & Squire (1986) exp 1	失憶症	常識	.48	.71	.74	.80	.64	.125	.018	6.98*
exp 2a	失憶症	句子	.74	.70	.67	.66	.73	.143	.013	11.01**
exp 2b		句子	.75	.86	.78	.45	.75	.143	.022	3.44
Butterfield et al. (1988)	成年人	圖片	.69	.84	.73	.66	.66	.5	.019	4.21
Janowsky et al. (1989) exp 1a	額葉手術 Korsakoff	句子	.78	.91	.66	.69	.45	.143	.015	2.98
exp 1b		句子	.73	.96	.78	.52	.71	.143	.020	9.13*
exp 2		常識	.51	.23	.39	.68	.84	.143	.019	8.01*
Nelson & Narens (1990) exp 1	正常人	常識	.78	.91	.74	.80	.52	.25	.009	13.17**
exp 2		常識	.71	.66	.69	.34	.89	.125	.021	6.56

表三

根據模型三的參數估計值 (續)。

研究	受試者群	記憶項目 類型	m	m'	c	r	e	g	RMSE	G^2	
Prevey et al. (1991)	癱瘓病人	常識	.66	.78	.56	.61	.59	.167	.023	5.63	
Costermans et al. (1992)	正常人	常識	.67	.29	.49	.56	.71	.5	.017	7.24*	
		常識	.69	.83	.88	.69	.87	.2	.018	4.38	
Schwartz & Metcalfe (1992)	正常人	常識	.68	.71	.12	.14	.65	.125	.018	12.76*	
		配對	.81	.33	.58	.39	.65	.125	.011	10.01*	
Metcalfe et al. (1993)	正常人	配對	.82	.55	.42	.66	.77	.125	.016	3.71	
		配對	.45	.49	.55	.40	.76	.167	.023	9.01*	
		配對	.66	.93	.75	.53	.55	.125	.013	7.73*	
Perfect et al. (1999)	正常人	情境	.55	.29	.37	.48	.87	.25	.018	4.08	
Lockl & Schneider (2002)	兒童	七歲組	圖片	.54	.70	.67	.66	.65	.33	.015	4.93
		八歲組	圖片	.55	.86	.78	.45	.76	.33	.013	8.15*
		九歲組	圖片	.69	.74	.73	.66	.81	.33	.012	3.44
		十歲組	圖片	.78	.61	.66	.69	.75	.33	.019	4.21
Souchay et al. (2003)	阿茲海默 實驗組	配對	.53	.66	.78	.52	.81	.25	.025	11.98**	
	對照組	正常人	配對	.64	.78	.66	.62	.56	.25	.020	8.63*
Perrotin et al. (2006)	老人	配對	.48	.41	.74	.80	.72	.167	.018	3.01	
Souchay et al. (2006a)	精神分裂 實驗組	配對	.71	.66	.69	.34	.71	.25	.021	8.87*	
	對照組	正常人	配對	.66	.35	.65	.78	.78	.25	.006	3.56
Souchay et al. (2006b)	帕金森氏 實驗組	配對	.37	.59	.49	.56	.11	.25	.023	8.99*	
	對照組	正常人	配對	.69	.83	.88	.69	.17	.25	.013	9.24*
Perrotin et al. (2007)	MCI	配對	.68	.71	.12	.14	.25	.167	.018	8.78*	
Baran et al. (2009)	帕金森氏 實驗組	配對	.21	.33	.58	.39	.35	.25	.018	16.76*	
	對照組	正常人	配對	.62	.55	.62	.86	.57	.25	0.05	14.03**
Sacher et al. (2009)	正常人	配對	.45	.49	.55	.80	.66	.125	0.11	9.88*	

結果顯示多數的 G^2 都達到顯著，意即假設「有知感」與「無知感」擁有各自不同的正確判斷機率，才是比較具有心理實質性的模型。

4.5 小結與討論

如果以 RMSE 為標準，三個模型在不同資料的值普遍都很小，顯示基本上模型的適配是良好的；如果從模型比較的 G^2 來看，模型三又是三者裡面最好的。不過當特別針對「知感精確度」做討論的時候，模型三由於把它拆成兩個指標，並不容易直接看出它和原本研究之間的關係，而且模型三的另一個問題是參數自由度已達到飽和，可能會有參數無法辨識(not identified)－也就是參數找不到「唯一解」的問題(Schmittmann, Dolan, Raijmakers, & Batchelder 2010)，這一點從模型三的參數值比較不好解釋可以看出問題存在的可能性。所以我們可以先把注意力放回模型一的 m 值身上，這裡有兩個主要的結果，第一，知感的精確度會隨著記憶項目的類型而變化，一般而言，對於新項目學習的知感判斷，會比常識問題來得更好，而學習字詞配對這種只需要用到語意記憶的作業，在做知感判斷的時候又會比其他複雜的配對要來得好；第二，失憶症病患的 m 值都特別低，這驗證了記憶的損害的確也會造成監控記憶的損害(Shimamura & Squire, 1986)。

5. 綜合討論

5.1 知感與意識／無意識的對分

知感經常被認為和「意識」有密不可分的關係，以目前主流的二元意識對分理論－意識／無意識、顯式／隱式記憶，知感被認為是人類重要的意識感的來源，當我們覺得自己是有意識地進行某個行為，正是因為我們可以監測進行這個行為地當時自己的心理狀態(Koriat, 2007)。不過，知感是否本身就是意識呢？如果以如圖七的研究模型來推論知感的認知歷程，雖然在搬運工的地方看似分出兩條路徑，一條通往監工，另一條通往運送車，但這兩條路徑並不是「要嘛走這一條，要嘛走另外一條」，而是對於每一個記憶項目，兩條路徑都會同時啟動，而它們各有一定的成功機率。在這樣的架構下，我認為不必要涉入意識／無意識對分的理論爭議當中，這個架構既可以解釋知感的現象，又避免了意識／無意識對分理論最困難的問題之一：人的大腦如何區分一個刺激要走往意識還是無意識的路徑。更具體的說，並非走向引發知感的路徑就是意識，而走向沒有知感的路徑就是無意識，而是如果我們的行為和知感「一致」，例如我覺得我知道，而且我也選擇了正確的答案，我們便會使用「意識」的語言來描述此現象：「我是有意識地做出選答」；如果我們的行為和知感「不一致」，例如我覺得我不知道，可是我選擇了正確的答案，當我們不知道為什麼自己知道，便會傾向用「無意識」的語言來描述此現象：「我是無意識地做出選答，我可能是亂猜的」。意識和無意識是在現象和語言上的區分，但這並不代表，產生行為和知感的內在心理歷程一定也必須是二分的，我的研究模型提供了單一歷程途徑的一種解釋。

5.2 知感的信心評估

知感是少數實驗心理學裡面經常使用信心評估的主觀報告做為依變項的子領域，信心評估「理論上」的優點是，解決二項強迫選擇時受試者不能如實地反映他心裡真正的感覺。可是在實際收集資料的時候，信心評估很多時候還會增加整筆資料的混亂程度(Hart, 1965)，以知感研究來說，同樣的實驗程序與學習材料，以信心評估收集知感判斷的資料，常常會比以兩項強迫選擇收集的資料，計算出來的知感精確度還要低(Schwartz & Metcalfe, 1994)，這似乎顯示，當給予人們更大的自由，人們對自己內在狀態的監測也同時增加了更多不確定性。另外一個問題是，人類何以評估對自己的知感有多高的信心？一種想法是，人類的心智在監控記憶之上還有另一層監控，因此可以監測監控記憶（知感）的結果，不過這種想法很容易落入「無限上綱」的困境，如果有了監控的監控，那就勢必要有監控的監控的監控……；另一種比較穩固的想法是，信心評估其實是一種「決策」的歷程，人們的監控記憶只有一個層次，但當面臨必須產生信心評估的作答行為時，我們在決策哪一個信心評估的選項和自己知感的心理狀態最為接近。因此，這樣的歷程可能可以化約為一系列「標準比較」(criterion comparison)的過程，這種概念將是我未來以參數模型分析知感的信心評估資料時會首先檢驗的做法。

5.3 知感的個別差異

在目前的機率模型分析裡面，個別差異是沒有被考量的，一方面是礙於統合分析的限制，我所使用的都是經過平均的資料，另一方面是以最大概似法估計出來的參數都是一個定值，即使這個值可以很好地適配平均過後的資料，也不能推

論它可以大致適合於每一個個體(Klauer, 2006)。但是知感的個別差異一定是相當大的，我認為未來解決的辦法是必須要嘗試貝氏統計(Bayesian statistics)的估計，Smith & Batchelder (2010)提出採用貝氏統計來分析多項歷程樹狀模型的 Beta-MPT 模型，這種模型的基本改變是將隨機效果(random effect)加入，參數估計不再為一定值，而是呈現一個分配，加上貝氏的推論統計，可以回答個別受試者的參數在這個分配裡有多高的機率出現。雖然這樣的技術現階段還不是非常成熟，但是我認為使用分配的概念，這樣的參數估計才有可能更好地捕捉知感個別差異的豐富性，協助心理學家更貼近知感精確度的真正內涵。





參考文獻

- Baran, B., Tekcan, A., Gurvit, H., & Boduroglu, A. (2009). Episodic memory and metamemory in Parkinson's disease patients. *Neuropsychology, 6*, 736–745.
- Butterfield, E. C., Nelson, T. O., & Peck, V. (1988). Developmental aspects of the feeling of knowing. *Developmental Psychology, 24*(5), 654-663.
- Carroll, M., & Simington, A. (1986). The effects of degree of learning, meaning, and Individual differences on the feeling-of-knowing. *Acta Psychologica, 61*, 3-16.
- Cheng, C. M. (2010). Accuracy and stability of metacognitive monitoring: A new measure. *Behavior Research Methods, 42*(3), 715-732.
- Costermans, J., Loriesa, G., & Ansaya, C. (1992). Confidence level and feeling of knowing in question answering: the weight of inferential processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 18*(1), 142-150.
- Glenberg, A. M., & Epstein, W. (1987). Inexpert calibration of comprehension. *Memory & Cognition, 15*, 84-93.
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association, 49*, 732-764.
- Gruneberg, M. M., Monks, J., & Sykes, R. N. (1976). Some methodological problems with feeling of knowing studies. *Acta Psychologica, 41*, 365-371.
- Hart, J. T. (1965). Memory and the feeling-of-knowing experience. *Journal of Educational Psychology, 56*, 208-216.
- Hart, J. T. (1967). Memory and the memory-monitoring process. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 6*, 685-691.
- Hu, X. & Batchelder, W. H. (1994). The statistical analysis of general processing tree models with the EM algorithm. *Psychometrika, 59*, 21-47.
- Janowsky, J. S., Shimamura, A. P., Kritchevsky, M., & Squire, L. R. (1989). Cognitive impairment following frontal lobe damage and its relevance to human amnesia. *Behavioral Neuroscience, 103*(3), 548-560.
- Kikyo, H., Ohki, K., & Miyashita, Y. (2002). Neural correlates for feeling-of-knowing: An fMRI parametric analysis. *Neuron, 36*, 177–186.

- Klauer, K. C. (2006). Hierarchical multinomial processing tree models: A latent-class approach. *Psychometrika*, *71*, 7-31.
- Koriat, A. (2007). Metacognition and consciousness. In P. D. Zelazo, M. Moscovitch, & E. Thompson (Eds.), *Cambridge handbook of consciousness*, p.289-325. New York, USA: Cambridge University Press.
- Liu, Y., Yanjie, S., Xu, G., & Chan, R. (2007). Two dissociable aspects of feelings of knowing: Knowing that you know and knowing that you do not know. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *60*, 672-680.
- Lockl, K., & Schneider, W. (2002). Developmental trends in children's feeling-of-knowing judgements. *International Journal of Behavioral Development*, *26*(4), 327-333.
- Luo, J., Kazuhisa, N., & Luo, Y. (2003). Neural correlates of "feeling-of-not-knowing": Evidence from functional MRI. *Chinese Science Bulletin*, *48*(2), 144-147.
- Maril, A., Simons, J. S., Mitchell, J. P., Schwartz, B. L., & Schacter, D. L. (2003). Feeling-of-knowing in episodic memory: an event-related fMRI study. *NeuroImage*, *18*, 827-836.
- Maril, A., Simons, J. S., Weaver, J. J., & Schacter, D. L. (2005). Graded recall success: an event-related fMRI comparison of tip of the tongue and feeling of knowing. *NeuroImage*, *24*, 1130-1138.
- Metcalf, J., Schwartz, B. L., & Joaquim, S. G. (1993). The cue-familiarity heuristic in metacognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *19*(4), 851-861.
- Myung, I. J. (2003). Tutorial on maximum likelihood estimation. *Journal of Mathematical Psychology*, *47*, 90-100.
- Nelson, T. O. (1984). A comparison of current measures of the accuracy of feeling-of-knowing predictions. *Psychological Bulletin*, *95*, 109-133.
- Nelson, T. O., Leonesio, R. J., Shimamura, A. P., & Landwehr, R. F. (1982). Over-learning and the feeling of knowing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *8*, 279-288.
- Nelson, T. O., Gerler, D., & Narens, L. (1984). Accuracy of feeling-of-knowing judgments for predicting perceptual identification and relearning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *113*, 282-300.

- Nelson, T. O., McSpadden, M., Fromme, K., & Marlatt, G. A. (1986). Effects of alcohol intoxication on metamemory and on retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *115*, 247-254.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic Press.
- Perfect, T. J., & Hollins, T. S. (1999). Feeling-of-knowing judgments do not predict subsequent recognition performance for eyewitness memory. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *5*(3), 250-264.
- Perrotin, A., Isingrini, M., Souchay, C., Clarys, D., & Taconnat, L. (2006). Episodic feeling-of-knowing accuracy and cued recall in the elderly: Evidence for double dissociation involving executive functioning and processing speed. *Acta Psychologica*, *122*(1), 58-73.
- Perrotin, A., Belleville, S., & Isingrini, M. (2007). Metamemory monitoring in mild cognitive impairment: Evidence of a less accurate episodic feeling-of-knowing. *Neuropsychologia*, *45*, 2811-2826.
- Prevey, M. L., Delaney, R. C., Mattson, R. H., & Tice, D. M. (1991). Feeling-of-knowing in temporal lobe epilepsy: monitoring knowledge inaccessible to conscious recall. *Cortex*, *27*(1), 81-92.
- Riefer, D. M., & Batchelder, W. H. (1988). Multinomial modeling and the measurement of cognitive processes. *Psychological Review*, *95*, 318-339.
- Sacher, M., Taconnat, L., & Souchay, C. (2009). Divided attention at encoding: Effect on feeling-of-knowing. *Consciousness and Cognition*, *18*(3), 754-761.
- Schmittmann, V. D., Dolan, C. V., Raijmakers, M. E. J., & Batchelder, W. H. (2010). Parameter identification in multinomial processing tree models. *Behavior Research Methods*, *42*(3), 836-846
- Schraw, G. (1995). Measures of feeling-of-knowing accuracy: A new look at an old problem. *Applied Cognitive Psychology*, *9*, 321-332.
- Schwartz, B. L., & Metcalfe, J. (1992). Cue familiarity but not target retrievability enhances feeling-of-knowing judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *18*, 1074-1083.

- Schwartz, B. L., & Metcalfe, J. (1994). Methodological problems and pitfalls in the study of human metacognition. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition*. Cambridge, MA: MIT.
- Shimamura, A. P., & Squire, L. R. (1986). Memory and metamemory: A study of the feeling-of-knowing phenomenon in amnesic patients. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *12*, 452-460.
- Smith, J. B. & Batchelder, W. H. (2010). Beta-MPT: Multinomial processing tree models for addressing individual differences. *Journal of Mathematical Psychology*, *54*, 167–183.
- Souchay, C., Isingrini, M., & Gil, R. (2003). Alzheimer's disease and feeling-of-knowing in episodic memory. *Neuropsychologia*, *1442*, 1–11.
- Souchay, C., Bacon, E., & Danion, J. (2006a). Metamemory in schizophrenia: an exploration of the feeling-of-knowing state. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *28*, 828–840.
- Souchay, C., Isingrini, M., & Gil, R. (2006b). Metamemory monitoring and Parkinson's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *28*(4), 618-630.
- Thompson, W. B., & Mason, S. (1996). Instability of individual differences in the association between confidence judgments and memory performance. *Memory & Cognition*, *24*, 226-234.
- Wright, D. B. (1996). Measuring feeling of knowing: Comment on Schraw (1995). *Applied Cognitive Psychology*, *10*, 261-268.