

一、計畫背景及重要性

(一) 心智模擬效應研究及待解問題

心智模擬效應是圖像匹配實驗的測量結果：閱讀句子之後，判斷圖片內的物件是否為句子內提及的物品，以物件外觀符合或不符合句子提示的物件判斷反應時間之間的差異，測量物件屬性的心智模擬歷程。2000 年前後發表的一系列實驗報告，發現句子提示的形狀(Zwaan, Stanfield, & Yaxley, 2002)、顏色(Connell, 2005, 2007)、尺寸(De Koning, Wassenburg, Bos, & Van der Schoot, 2017b; Vukovic & Williams, 2015)、與方向(Stanfield & Zwaan, 2001)等屬性與圖片內物件呈現一致者，判斷時間都是小於呈現不一致者。除了物件顏色還有證據之間的爭議，研究西方文字的學者已經接受物件方向導致心智模擬效應，明顯比其他屬性導致的效應微小，但是原因依然不明(Rommers, Meyer, & Huettig, 2013; Zwaan, 2014)。近年本計畫主要主持人透過參與的跨語言比較研究(Chen, de Koning, & Zwaan, 2020; Chen et al., IPA)，發現只有中文及東亞文字有較高機會，在相同設計的實驗裡以較少人數獲得明顯的物件方向模擬效應。

(二) 中文分類詞研究及待解問題

漢字文化圈之內的漢字，以及東亞各國文字，詞彙庫共同之處是有豐富的分類詞(classifiers)。由於分類詞的基本功能是表徵物件數量，傳統語言學視分類詞為量詞的一種，稱為「個體量詞」。何萬順與同事從語意、句法、以及數值表徵的區別，指出分類詞在語意上應視為獨立的一類(Her, 2012; Her & Hsieh, 2010)：比較詞組「三根香蕉」與「三箱香蕉」來說，除了表徵物件數量的差異，分類詞「根」表徵「香蕉」的外形，已是「香蕉」既有的內建語意成份，而「箱」卻與「香蕉」內建的語意無關；但「根」的句法結構與量詞「箱」相同，因此彼此互斥不可同時置入詞組；以及與分類詞構成詞組的名詞必須是可數名詞，且數值表徵必然是被乘數 1 的概念。三個面向的區分顯示雖然同屬一種詞類，分類詞比起量詞實質表徵物件特徵的功能更為突出。之後與心理學者合作設計的數量匹配作業(Her, Chen, & Yen, 2017; Her, Chen, & Yen, 2018)，探討分類詞與量詞的反應時間歷程與大腦活躍區域。雖然證實分類詞構成的詞組，比起不定量詞構成的詞組能更快且更正確地確認物件數量。數量匹配作業卻無法對比語意表徵的區分，顯現理解各種分類詞或量詞的歷程差異。

進入二十一世紀的分類詞語意表徵的研究，心理學與語言學都提出分類詞之間有語意表徵差異的證據。心理學者使用問卷調查(田意民 et al., 2002)，評估中文讀者對 9 種分類詞與各種物件名詞的搭配接受度，確認可分為表徵一維長型物件的「條、枝、根」、表徵二維平面物件的「張、片、面」、表徵三維立體物件的「個、顆、粒」。這份研究的實驗使用語意判斷作業與圖片誘導作業，探討反應時間歷程以及作答報告預期詞彙的比例，和分類詞接受度的相關性。雖然結果顯示反應速度與預期程度的正相關，但是實驗作業並非理解文句，研究結果並非直接測量中文讀者理解句子時，處理分類詞及搭配物件心理表徵的認知歷程。另一方面，分類詞與物件名詞的搭配接受度調查結果有幾項值得注意的地方：至少有一位受測者回應可接受搭配所有調查的物件名詞，只有分類詞「個」，儘管立體物件是最多受測者接受能搭配「個」的物件。

運用語言學分析確認分類詞與量詞的區別之後，何萬順與同事從語言教學的角度，歸納華語分類詞之間的階級關係(陳羿如與何萬順, 2020)。第一級檢視分類詞的具象程度，根據搭配名詞所表徵的物件是否佔據實體空間，搭配表徵實體物件的名詞越多，具象程度越高。第二級歸納分類詞表徵語意的普遍程度，由上而下依可搭配的名詞是否相互分離、表徵的對象為人類、有生命物、無生命物、形狀或功能等。圖 1 呈現陳羿如與何萬順製作的分類詞語意表徵階層圖。第三級以詞頻定義分類詞被使用的次數，使用次數越多的分類詞越容易學習，陳羿如與何萬順以現代漢語語料庫(中文詞知識庫小組, 1998)被標記於量詞(Nf)的詞條數量，估計收錄於語意表徵階層圖的分類詞詞頻。

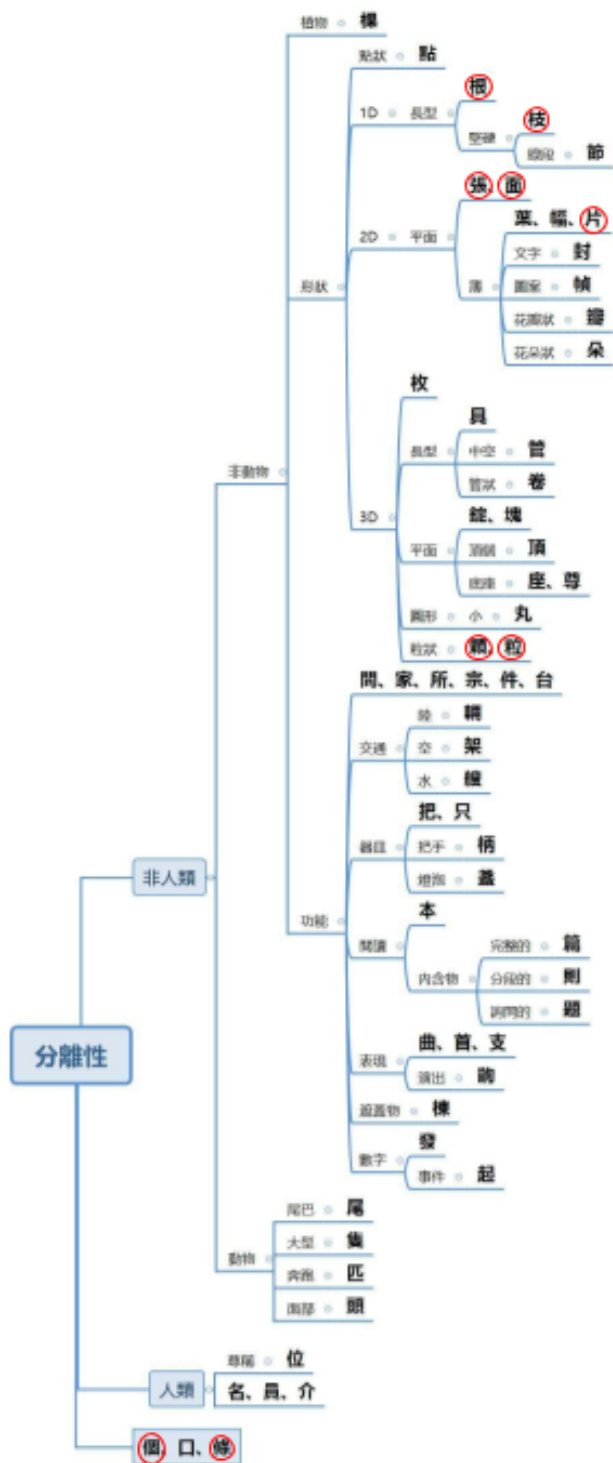


圖 1 陳羿如與何萬順(2020)根據賴宛君(2011)製作的分類詞語意階層圖，紅色圓圈標註的分類詞為田意民等人(2002)的研究材料。

心理學與語言學的研究結果都顯示分類詞之間的語意表徵範圍，與搭配的物件名詞有密切關係。雖然兩個領域的研究都確認有些分類詞有表徵無生命物件特定形狀(以下簡稱形狀分類詞)，由於何萬順檢視所有分類詞，歸納出比田意民等人更細緻的語意範圍分類。何萬順認為「個」與「條」是語意表達範圍比其他分類詞廣泛的通用分類詞(*general classifiers*)，其他七個田意民等人調查的分類詞表徵特定物件形狀的結論，與何萬順的歸納分析接近一致。但是要評估何萬順的分析相容心理表徵的程度，必須運用田意民等人的調查方法收集與分析資料。

(三) 心智模擬取向的解題嘗試

認知心理學有關人類心智如何在理解與表達過程中表徵語言的觀點，長期討論的課題是抽象符碼觀點(Kintsch, 1998; van Dijk & Kintsch, 1983)與體現認知觀點(Barsalou, 1999)與各式實驗證據的一致性。抽象符碼觀點主張語言表徵是簡化且抽象的符碼與規則，記憶系統運作符碼與規則處理理解情境的訊息更新。體現認知觀點主張語言表徵是植基於(grounded)獲得概念與稱呼的感官經驗，獲得經驗的感官途徑不只一種，理解情境的訊息更新是知覺經驗的再啟動(reactivation)。心智模擬效應被認為是知覺經驗再啟動的測量指標，透過作業設計可測量理解物件經驗的認知歷程。如果我們學習物件詞彙的過程融合物件的視覺經驗，任何一種物件的視覺屬性應該都能造成反應優勢。然而英語及多數歐洲語言研究顯示，物件方向只能造成相當微弱的效應，是體現認知觀點無法預測以及充分解釋的現象。

透過體現認知觀點的想法，分類詞的存在對於中文使用者如何理解句子提及的物件名詞，有幾項問題能從心智模擬效應的測量獲得線索或解答。根據田意民等人(2002)的形狀特徵歸類調查顯示的物件名詞特徵維度分佈，與表徵長形、平面及立體形式的分類詞特徵維度分佈有高度重疊性。運用這些分類詞與名詞設計句子與圖像，設計測量心智模擬效應的圖像匹配實驗，除了預期能發現形狀匹配造成的反應優勢，如果符合表徵的分類詞能增益心智模擬歷程，對比放置通用分類詞或表徵特定形狀的分類詞，會不會發現後者的心智模擬效應測量大於前者？

物件方向的心智模擬效應研究都是使用長型物件，例如「吸管」、「火柴」等。這些物品名詞在英文及所有印歐語言裡，只有搭配限定詞指涉數量、所有者等資訊。相關的心智模擬研究指出只有句子描述使用物品的動作，理解者才會注意物品的方向，也就是動作經驗的再啟動才能導致物件方向的心智模擬(Novack & Goldin-Meadow, 2015; Vukovic & Williams, 2015)。在有分類詞的語言裡，值得探討長型物件的感官經驗及詞彙知識如何形塑母語者的物件方向心理表徵？長型物件搭配符合表徵的分類詞，測得的心智模擬效應會不會大於搭配不符合表徵的分類詞？如果這些假設獲得肯定的證據，在分類詞詞彙量具備一定規模的語言裡，物件方向的心智模擬較有可能是視覺經驗的再啟動，並非動作經驗的再啟動。

(四) 分類詞及搭配名詞的取樣條件

由於心智模擬效應是本項計畫的主要測量指標，表徵特定形狀的分類詞與搭配的物件名詞是各項調查與實驗的關鍵材料。田意民等人(2002)與何萬順等人所研究的語料都是取用自中文詞知識庫小組建置的平衡語料庫(中文詞知識庫小組, 1998)，運用詞庫小組建置的公開網頁(<http://kb.iis.sinica.edu.tw/wa/>)，查詢表徵無生命物件形狀的 22 個形狀分類詞，以及「個、條、口」三個通用分類詞，我們評估由平衡語料庫取得實驗刺激的可行性。為了更精確估計每個分類詞的真實詞頻，查詢條件設定目標分類詞的詞類標記為量詞(Nf)，加上前置詞的詞類必須是數詞定詞(Neu)。表一呈現的查詢結果分析顯示，「個」的詞頻遠高於其他分類詞，「條」的詞頻也高於多數形狀分類詞，可預期與這兩個分類詞搭配的物件名詞，也是能搭配多數形狀分類詞。以詞頻總和所佔百分比評估，田意民等人挑選的七種形狀分類詞，分別佔一維物件的 50%（根、枝），二維物件的 76%（張、片、面），與三維物件的 29%（顆、粒）。

表 1 通用與非生命物件形狀分類詞詞頻總和，加星號(*)者為田意民等人(2002)的研究材料。原始資料可由 <https://tinyurl.com/y5fde54w> 下載。

表徵通用性	形狀表徵	分類詞	詞頻總和
是	無	個*	934
		條*	70
否	一維	口	10
		節	24
		根*	22
		枝*	2
		張*	48
		片*	24
	二維	朵	8
		幅	6
		封	5
		面*	4
		幀	3
		瓣	1
		葉	1
	三維	顆*	30
		塊	29
		枚	20
		座	17
		卷	6
		具	5
		粒*	3
		管	1
	點狀	尊	1
		點	87

如果可以重現田意民等人的調查結果，預期符合分類詞表徵形狀的物件名詞有最高的搭配度。以體現認知的觀點來說，表徵特定外形的分類詞再啟動知覺經驗的可能性應該高於通用分類詞，田意民等人的調查結果也相容體現認知觀點。他們的調查結果相關分析顯示，分類詞「個」的接受度資料與表徵立體物件的「顆、粒」等分類詞接受度資料，之間有顯著的正相關 $r = 0.586$ 。至於表徵非立體物件的「條、枝、根、張、片、面」等分類詞，分類詞「個」與這些分類詞的接受度資料呈現顯著負相關 $r = -0.454$ 。所以加入同樣性質的分類詞，以及搭配由平衡語料庫找到的實體物件名詞，應該能重現相當接近的分析結果。如此結果亦支持測試心智模擬效應實驗假設的可行性：置入「個」與「條」等通用分類詞的刺激句所測量的心智模擬效應，應該小於表徵二維平面或一維長型的分類詞置入的刺激句。本項計畫採用的物件圖像，也會根據分類詞與物件名詞搭配接受度，挑選對於詞組而言是高預期性的圖像。

二、研究目的與方法

本項計畫的主要目標是建立可穩定重製的華語心智模擬效應實驗方法，所有實驗要建立在有調查基表 CM03

礎的實驗刺激，包括高接受度分類詞及物件名詞詞組，以及符合詞組的高預期度圖像。首先要建立能操作心智模擬效應實驗設計的刺激庫，再依此設計物件形狀與方向系列的心智模擬效應實驗。建立實驗刺激的調查除了重現田意民等人(2002)的研究結果，也測試分類詞的心智表徵符合體現認知觀點的可能性。由於各種網路實驗平台紀錄精確性已經有大量測試確認(Anwyl-Irvine, Massonnié, Flitton, Kirkham, & Evershed, 2019)，以及第三方發包服務的基礎建設越趨完善(Peer, Brandimarte, Samat, & Acquisti, 2017)，本項計畫將運用問卷及實驗平台設計實驗，並透過第三方發包平台收集大量反應資料。所有調查與實驗，都會透過網路平台招募參與者，並公開實驗刺激調查與設計操作資訊，促進有興趣的研究者投入累積有效的實驗證據。依照研究目的及方法，本項計畫規劃三個階段執行，以及 R 套件及公開網站的開發進程。

(一) 分類詞搭配物件名詞接受性調查資訊庫

目的 A：重製田意民等人(2002)的調查結果

目的 B：調查其他指涉固定形狀的分類詞-物件名詞接受性

目的 C：建立分類詞-物件名詞接受度資訊庫

接受性調查採用田意民等人(2002)第一項研究的調查方法，除了重現 9 個分類詞及搭配名詞的調查結果，也從陳羿如與何萬順(2020)整理的分類詞語意階層，挑選通用分類詞與表徵無生命物件形狀的形狀分類詞(見圖 1 與表 1)。納入調查項目的名詞除了田意民等人採用的 90 個物件名詞，另從平衡語料庫收錄的詞條，挑選搭配其他分類詞的實體物件名詞。

調查方法的有效性以 9 種分類詞相關分析，評估本計畫調查結果與田意民等人的一致性。本項調查分析的第一個目標是重製兩種相關分析結果：(1)分類詞「個」的接受度資料與表徵立體物件形狀的「顆、粒」等分類詞接受度資料的正相關；(2)表徵一維與二維物件形狀的「條、枝、根、張、片、面」等分類詞接受度資料，與分類詞「個」的接受度資料之間的負相關。

如果這個項目的調查結果能成功重製田意民等人的相關分析結果，不同調查版本與不同參與者，應該都能獲得一致的相關分析結果。比對不同版本的調查結果能確認需要至少多少比例，才能判定每項分類詞與物件名詞組合是高接受度片語。所有分類詞及物件名詞搭配組合的接受度資料及分析結果，將以 R 套件製作公開的互動式網站。除了能下載與呈現資料，使用者也能重製本計畫執行人員的分析程序，評估每個分類詞及名詞組合的可接受度。這套互動式網站也會設計篩選功能，提供研究者挑選適合實驗目的的分類詞與物件名詞組合。

(二) 物件圖像預期度調查資訊庫

目的 A：收集或製作圖像素材

目的 B：圖像素材的預期反應時間及評估分數

目的 C：建立分類詞-物件名詞與圖像素材預期反應資訊庫

運用分類詞搭配物件名詞接受度調查資料，篩選出接受度偏 100%與偏 0%的詞組，收集或製作符合詞組描述的圖像檔案，做為心智模擬效應實驗的刺激材料。接受度偏 100%的圖像檔案優先從開放圖庫挑選，並依物件呈現形狀或方向準備兩種版本，以符合心智模擬效應實驗的操作。偏 0%的圖像檔案做為心智模擬效應實驗的填充刺激，圖像數量以可獲得的資源，以及組間接受度差異之 95%信賴區間大於 0 為調節標準，逐步累積到對應接受度偏 100%與偏 0%的兩組，各有至少 50 項物件圖像。

本項研究確認圖像素材可用性的方法，將採用 Stanfield & Zwaan (2001) 挑選實驗刺激的方式，請參與者以限時強迫選擇作業，以及圖像品質評估七點量表，評估挑選的圖像檔案符合研究設計的預期。因為分類詞也是評估項目，根據體現認知觀點，推測分類詞「個」與非立體物件名詞片語對圖像的預期度，有可能是強迫選擇反應時間最長的項目。

所有項目的強迫選擇作業反應時間資料，以及圖像品質評估分數等原始資料，以及整體與項目的分

析結果，都會使用 R 套件製作公開的互動式網站。使用者可以下載與檢視資料，也能運用套件函數或網站介面建立符合設計的心智模擬效應實驗刺激清單：包括刺激句與搭配的圖像檔案。運用套件建立的刺激項目清單，可以匯出片語接受度、圖像預期度等資訊欄位，研究者能整合心智模擬效應實驗的反應資料，進行跨實驗系列的整合分析。

(三) 心智模擬效應實驗

目的三 A：驗證視覺經驗再啟動預測的心智模擬效應

目的三 B：驗證動作經驗再啟動預測的心智模擬效應

目的三 C：心智模擬效應可重製資料分析架構

比照過去研究的實驗設計(De Koning, Wassenburg, Bos, & Van der Schoot, 2017a; Stanfield & Zwaan, 2001; Zwaan & Pecher, 2012; Zwaan et al., 2002)，所有實驗都有刺激句與目標圖像的匹配一致性的拮抗平衡設計，以及增加一個參與者內獨變項：分類詞種類。以驗證視覺經驗再啟動理論的實驗系列，所有刺激句都有置入通用分類詞「個」或「條」與形狀分類詞兩種版本，兩種版本的刺激句與圖像匹配一致性以對抗平衡配置，如同表 2 的展示。為了滿足匹配一致性與分類詞種類的配置需求，每項實驗的實驗刺激圖像數量必須是英文研究的 1.5 倍到 2 倍。Stanfield and Zwaan 以及 Zwann 等人的實驗刺激準備 24 項物件共 48 張圖像，因此本次計畫的每項實驗將準備 36 項到 48 項關鍵物件，總共 72 張到 96 張關鍵圖像。每項實驗共享 36 項到 48 項填充刺激，總共 36 張到 48 張填充圖像。

驗證視覺經驗再啟動的實驗依照測試目的配置刺激句與圖像。物件形狀的模擬效應是對比同一個物件在不同形狀維度之間的切換，例如描述「西瓜」的句子「貨架上有一顆西瓜」與「盤子裡有一片西瓜」，分別匹配整顆西瓜與切片的西瓜圖像。兩種句子裡置入的分類詞分別表徵西瓜的立體與平面外形，形成視覺經驗非常明顯的對比。本次計畫的視覺經驗再啟動實驗，將測試有兩種以上形狀維度的同項物件，刺激句置入形狀分類詞而測得的物件形狀模擬效應，比起置入通用分類詞而測得的效應，是否有明顯的增益作用？所以挑選的關鍵物件，需要與至少兩種不同維度的形狀分類詞，有相等程度的搭配接受度，而且通用分類詞與該物件名詞的搭配度 95%信賴區間，亦不得低於形狀分類詞搭配度的 95%信賴區間。依照心智模擬理論與已知的中文實驗研究結果(Chen, de Koning, & Zwaan, 2020; Chen et al., IPA)，預測不論配置通用或形狀分類詞，都能在達到設定的顯著條件 ($\alpha = .05$, Power = .90)，分析結果呈現大於 0 的效應量。如果形狀分類詞有增益作用，

驗證動作經驗再啟動的實驗探討物件方向的心智模擬效應的成因，是否與動作經驗有關。這系列實驗的刺激物件只有長型物件，與搭配的形状分類詞設計表現同一項物件兩種版本的刺激句，第一種版本無描述動作，例如「小朋友個人用的筆盒裡頭有一支鉛筆」與「小朋友個人用的筆筒裡有一支鉛筆」，第二種版本有描述動作，例如「小朋友要拿起筆盒裡的那一支鉛筆」與「小朋友要拿起筆筒裡的那一支鉛筆」。如果動作經驗不會增益物件方向的心智模擬效應，兩種版本的實驗結果應當無明顯差異。反之，如果動作經驗會增益物件方向的心智模擬效應，有描測得的效應應當大於第一種版本。兩種版本的刺激句與目標圖像同樣採用對抗平衡的配置，分派至四份刺激列表，如同表 3 的展示。

表 2 物件形狀模擬效應實驗刺激句與圖像配置範例。英文字母 A,B 代表匹配一致性相互對應的組合，數字代表配置於同一份刺激列表。

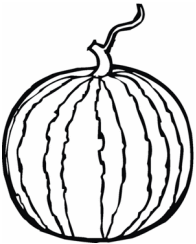
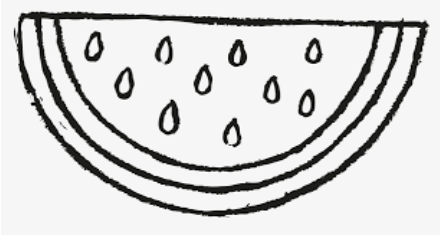


刺激句範例	圖像範例	匹配一致性
A1.貨架上有一顆西瓜		是
A2.盤子裡有一片西瓜		否
A3.貨架上有一個西瓜		是
A4.盤子裡有一個西瓜		否
B1.盤子裡有一個西瓜		是
B2.貨架上有一個西瓜		否
B3.盤子裡有一片西瓜		是
B4.貨架上有一顆西瓜		否

表 3 物件方向模擬效應實驗刺激句與圖像配置範例。英文字母 A,B 代表匹配一致性相互對應的組合，數字代表配置於同一份刺激列表。

刺激句範例	圖像範例	匹配一致性
A1.小朋友個人用的筆盒裡頭有一支鉛筆		是
A2.小朋友個人用的筆筒裡有一支鉛筆		否
A3.小朋友要拿起筆盒裡的那一支鉛筆		是
A4.小朋友要拿起筆筒裡的那一支鉛筆		否
B1.小朋友要拿起筆筒裡的那一支鉛筆		是
B2.小朋友要拿起筆盒裡的那一支鉛筆		否
B3.小朋友個人用的筆筒裡有一支鉛筆		是
B4.小朋友個人用的筆盒裡頭有一支鉛筆		否

近期的心智模擬效應研究透過整合分析，評估物件屬性及語言等因素影響心智模擬效應的程度 (Chen 等, 2020)。本項計畫最後將建立一套可持續更新的公開網站，彙整本項計畫研究心智模擬效應研究資

料，以及計畫主持人過去曾執行的心智模擬效應實驗資料。搭配 R 套件功能，網站可展示所有研究資料的整合分析資訊，以及重現整合分析設定。之後的研究者能利用這套 R 套件設計相關主題的實驗，並透過更新套件，累積各種實驗環境的心智模擬效應測量資訊。

三、研究資料分析規劃

本節整理每個研究項目的資料分析規劃原則。由於設計公開網站的需要，本項計畫將培養有潛力的學生或新進人員協助進行本項計畫，透過參與學習部署網路實驗，協同合作分析實驗資料，以及開發 R 套件等可重製科學操作方法。

(一) 分類詞-物件名詞接受度調查

接受度調查題目設計與田意民等人(2002)相同，參與者對每個分類詞與名詞配對從「適合-不適合」二分選項選擇自己的判斷，與田意民等人的差異是逐題逐頁呈現，逐題填寫作答。組成配對的分類詞與名詞除了「條、枝、根、張、片、面、個、顆、粒」以及 90 個名詞，本項調查也從其他 16 個分類詞「口、節、朵、幅、封、幀、瓣、葉、塊、枚、座、卷、具、管、尊、點」，以及從平衡語料庫挑選與這 16 個分類詞搭配，大約各 5~10 項標記為普通名詞(Na)的物件名詞，組成調查題目。這 16 個分類詞與配對的名詞配對將拆分五組，與田意民等人的 810 個配對構成五份接受度調查問卷，每份問卷總題數約 1210 到 1440 題。每份問卷將各自分派給至少 40 位參與者進行接受度評估，相當於同步進行五次接受度調查的重製研究。

每份問卷資料獨立進行評估「個」與搭配非立體物件的分類詞，以及「個」與搭配立體物件的分類詞的相關性分析，以及分類詞合適度與物件名詞接受度的多向度量尺分析(Multidimensional scale analysis)，評估增加的分類詞與 9 個分類詞的接近程度。每份問卷的相關性分析都會計算兩組相關係數的 95%信賴區間，評估有無包含田意民等人得到的相關係數：-0.454 與 0.586。相關係數的 95%信賴區間有包含前者的數值，表示該份問卷成功重製原始結果。

每份問卷的物件名詞多向度量尺分析將獨立進行，最後核對田意民等人曾調查的 90 個名詞分類群聚相似程度。如果五份多向度量尺分析群聚相近，即可確定各組參與者對這些分類詞與物件名詞配對合適度的看法一致。根據新加入的 16 個分類詞與搭配的物件名詞接受度資料，才能探討與田意民等人挑選的 9 個分類詞表達物件特徵的相似之處。

計畫執行人員將並列每個分類詞與所有搭配名詞的接受度分數的分散狀況，撰寫分段分析的 R 程式碼，執行部分資料的相關性分析與多向度量尺分析結果，採用與全部資料分析結果最一致的分段原則，以此設定後續項目需要的分類詞與名詞配對的接受度標準。

(二) 圖像素材預期度調查

為保持圖像刺激的一致性，圖像素材一致設定為黑白線條手繪圖。根據分類詞-物件名詞接受度調查資料，首先從公開圖庫挑選符合高接受度分類詞與名詞配對的物件圖像，符合長條狀的物件一例如「吸管」、「竹竿」一將挑選或製作呈現水平與垂直方向的兩種圖像。其他非長條狀的物件，將挑選或製作不同外觀的兩種圖像一例如「西瓜」有完整與切開的版本。

除了準備符合高接受度配對的物件圖像，本項調查也根據未入選的低接受度配對，挑選相對的物件圖像。所有圖像將用於本項預期度調查，以及後續的心智模擬效應實驗。預期度調查分為強迫選擇作業與圖像品質評估量表兩個部分：強迫選擇作業先呈現提示詞，參與者確認了解即切換為物件圖像，以「是」與「否」按鍵在時限內表示該圖像是否符合提示詞；品質評估量表在每題強迫選擇作業嘗試之後，以七點量表(1=圖像品質相當差，7=圖像品質相當好)給予物件圖像評分。

加入預期度調查的高接受度物件所對應的兩種圖像，分別以分類詞「一個」與最高接受度分類詞設定

定強迫選擇作業的提示詞。因此同一個物件有四組嘗試：例如「西瓜」有「一個西瓜」與「一顆西瓜」分別對應未切開與切開的西瓜圖像。四組嘗試以對抗平衡分派給兩群參與者：一群經歷「一個西瓜」對應完整的西瓜圖像，以及「一顆西瓜」對應被切開的西瓜圖像；另一群經歷「一個西瓜」對應被切開的西瓜圖像，以及「一顆西瓜」對應完整的西瓜圖像。

如果圖像預期度的反應符合感官經驗再啟動的理論，形容立體物件的分類詞及物件名詞片語—包括分類詞「個」—所測得的圖像預期度應該相當接近。另一方面，使用分類詞「個」搭配非立體物件的圖像預期度，應該低於其他高接受度的分類詞及物件名詞片語，所測得的預期度。

計畫執行人員將整理每套片語與圖像的預期度資料，整合分類詞與名詞配對的接受度資料，擴充 R 套件及資料網站的功能。擴充功能包括設定心智模擬效應實驗設計，依設計編輯實驗刺激句，以及設定目標圖像。研究者能匯出符合設計的刺激內容到任何實驗軟體，根據資條件執行實驗。

(三) 心智模擬效應實驗

本項計畫預定進行的兩個系列實驗：驗證視覺經驗再啟動增益作用的物件形狀及物件方向圖像匹配作業，以及驗證動作經驗再啟動增益作用的物件方向圖像匹配作業。所有實驗程序都是運用 OpenSesame(Mathôt, Schreij, & Theeuwes, 2012)與 JATOS(Lange, Kühn, & Filevich, 2015)部署，參與者必須使用標準個人電腦或筆記型電腦登入實驗網頁參與。物件形狀模擬效應實驗依照 Zwaan et al. (2002)的方法，每個嘗試開始參與者閱讀呈現在螢幕中央的句子，確認理解再按鍵切換目標圖片，參與者在圖片出現起的兩秒鐘之內，判斷圖片中的物件是否為句子裡提到的目標。參與者做出反應或超過反應時限，網頁實驗立即回饋反應正確與否或超過時限的訊息。物件方向模擬效應實驗依照 Stanfield and Zwaan(2001)的方法，每個項目的安排與物件形狀模擬效應實驗相同，也安排進行 6 到 8 次嘗試，會出現一項呈現隨機刺激句的回憶測試，參與者要確認在最近完成的三個嘗試有沒有讀過這項刺激句。

兩個系列的實驗一致操作兩個參與者內獨變項：(1)刺激句與物件圖像外觀是否匹配；(2)刺激句內的分類詞是通用分類詞「個」或其他高接受度的形狀分類詞。第一個獨變項操作方式比照的 Stanfield and Zwaan(2001)與 Zwaan 等人(2002)的實驗方法，拮抗平衡配置兩組刺激句與圖像，使得每位參與者經歷的一半刺激是匹配一致的句子及圖像，另一半是匹配不一致的句子與圖像。分類詞的操作同樣採用拮抗平衡，一半刺激句配置分類詞「個」，另一半刺激句配置其他高接受度的形狀分類詞。因此，每個實驗項目都會準備四種刺激句與圖像檔案清單，隨機分派給參與者。計畫研究人員將開發 R 函式，使用者能設定物件類型、分類詞及物件名詞接受度、以及圖像預期度等參數，產生符合實驗目標的刺激清單。刺激清單可整合實驗原始資料報表，研究者能在進行實驗前設定模擬數據，或納入預先註冊的分析計畫檔案。

假設每項實驗測量的效應是固定效果，以整合分析方法呈現各項實驗預測結果：物件形狀實驗測試形狀分類詞的心智模擬效應增益作用，如果形狀分類詞沒有增益作用，預測通用分類詞與形狀分類詞造成的效應信賴區間沒有差異。如果形狀分類詞有增益作用，預測形狀分類詞造成的效應信賴區間在通用分類詞的 95%信賴區間之外。物件方向實驗測試刺激句的動作描述，能否增益物件方向的模擬效應，預測無增益作用的結果接近置入通用分類詞的物件形狀模擬效應，有增益作用的結果則略有提昇。各項實驗預測結果的整合分析預期如圖 2 所示。

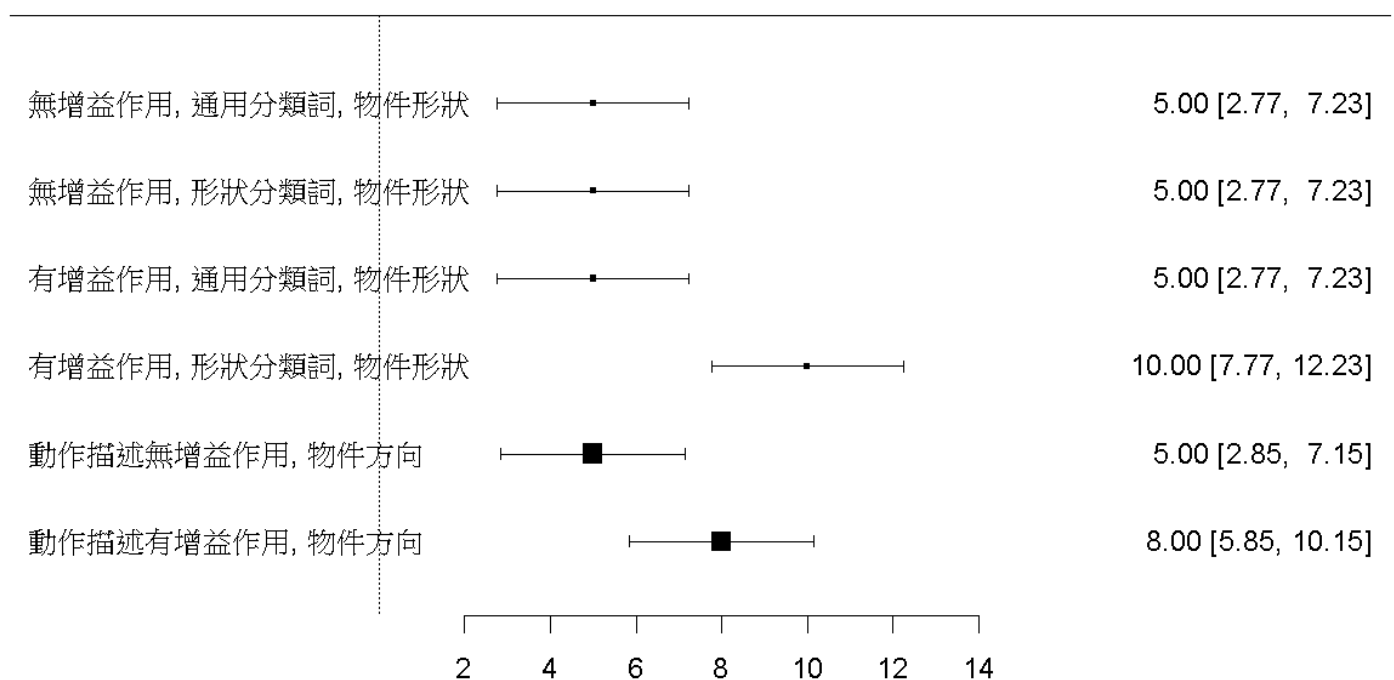


圖 2 視覺經驗再啟動系列實驗預測結果，假設各系列變異數相等。使用 jamovi MAJOR 套件及模擬資料製作。

本項計畫採用最小理論預期效果量取向(Anvari & Lakens, n.d.)，以文獻紀錄的平均效果量預估各項實驗要招募的參與者人數。以 Cohen's d 估計，物件形狀大約是 0.2，物件方向大約是 0.1。根據視覺經驗再啟動的理論預測，以高接受度分類詞構成的刺激句，設定 90% 的統計考驗力能得到預期效果量的人數。參與人員需要建立數值模擬模型(DeBruine & Barr, 2019; Lakens & Caldwell, 2019)，以模擬結果設定可達到考驗力標準的參與者人數。

四、計畫進程

依照上述研究方法的規劃，心智模擬效應實驗的實驗刺激準備到執行實驗，將分成三個階段進行。最後一個階段在執行實驗前，計畫主持人將投稿註冊報告，提交計畫書時的預設選擇為 PLOS One 與 Frontiers in Psychology，待期刊回覆後再開始收集資料。本計畫所有調查及實驗資料都將包裝於 R 套件及網站公開，完成心智模擬效應實驗之後，計畫執行人員的工作重點是 R 套件開發及上架，以及撰寫使用報告及投稿。期望參與這項計畫的研究助理，能獲得並精進開發 R 套件，以及建構開放資料網站的能力。本計畫每個研究項目的預計完成進度，依照 24 個月的進程規劃，繪製甘特圖詳見圖 3。



[illegible]

圖 3 「分類詞詞彙知識增益心智模擬效應的探索歷程」研究項目進程甘特圖。P:主要主持人；A:研究助理；C:共同主持人。

五、預期計畫成效

(一) 開拓文句理解研究課題與研究方法

心智模擬效應是體現認知主題的代表項目，雖然華文心理學界不乏體現認知的研究，除了主要主持人近幾年開始的研究項目(Chen, de Koning, & Zwaan, 2020; Chen et al., IPA)，尚未有其他學者的相關研究。分類詞詞彙知識與語法結果少見於印歐語系文字系統的特性，形成檢驗理論適用性必須檢視的課題，中文讀者的認知處理能否符合西方實驗研究得到的結論，是值得挑戰的方向(Her & Tang, 2020)。本計畫提出的假設不論能否得到預期結果的支持，都能開拓幾種研究課題：例如泛華語分類詞及搭配名詞的詞庫研究；物件名詞與圖像資訊庫的更新；檢討心智模擬理論探討人類語言的普遍性。各項目的研究方法也提供可獲取的開放資訊，未來不論是參與本計畫的執行人員，或者其他研究者皆可運用可使用資源，重製各項調查與實驗，促進研究方法的更新。

(二) 提昇中文閱讀研究實驗與整合分析的可重製性

心理科學再現危機給全球心理學研究者許多啟示，其中之一是不夠透明的彈性操作助長低再現率證據蔓延，另一個是當某個研究主題累積大量正面結論，需要系統化整合分析診斷結論的偏差程度。本計畫採用的可重製研究操作，是將這兩件啟示轉化為修正行動的一些努力。至少任何運用圖像匹配作業的研究，都能採用本計畫的操作方法，維持研究內容的透明度，進而保障研究結果的可信度。除了本計畫的心智模擬效應研究結果能引起更多研究者對於相關課題的興趣，計畫團隊更期待規模類似的中文閱讀實驗研究及整合分析專案，都能一起實踐可重製科學操作。

(三) 運用分類詞的學習效度評估

如果心智模擬效應實驗結果符合預期，給華語教學帶來的助益是提供設計學習特定分類詞的教材，以及評估學習成效方法的有效原則。運用文句搭配圖像介紹，可能有助學習者掌握各種分類詞的理解與使用。然而本項計畫只有探討通用分類詞與表徵無生命物件形狀的分類詞的差異，還有許多表徵有生命物件與抽象概念的分類詞，放在什麼樣的文句脈絡能容易理解或學習，並不在本項計畫成果能給予建議的範圍。部分描述有生命物件與抽象概念的詞組，甚至無法使用的圖像匹配作業測量這類詞組的心智模擬歷程，只要有興趣的研究者能確認本計畫研究結果的可重製性，就能擴展研究假設與實驗方法，探討其他類型分類詞構成的詞組心智模擬歷程。

1.

參考文獻

- 中文詞知識庫小組。(1998)。「中央研究院漢語料庫的內容與說明」, 中文詞知識庫小組技術報告 # 98-04. 台北, 南港: 中央研究院。
- 何萬順, 林昆翰 (2015)。分類詞與量詞的區分: 以台灣華語為例. 漢語學報, Vol.2015(No.4), 56–68。
- 賴宛君。(2011)。準確界定漢語中分類詞 (碩士論文)。國立政治大學, 台北。
- 陳羿如, 何萬順。(2020)。華語分類詞的界定與教學上的分級. 華文世界, 126。
- Anvari, F., & Lakens, D. (n.d.). *Using Anchor-Based Methods to Determine the Smallest Effect Size of Interest*. Retrieved from <https://osf.io/syp5a>
- Anwyl-Irvine, A. L., Massonnié, J., Flitton, A., Kirkham, N., & Evershed, J. K. (2019). Gorilla in our midst: An online behavioral experiment builder. *Behavior Research Methods*. doi: 10.3758/s13428-019-01237-x
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577–660. doi: 10.1017/S0140525X99002149
- Chen, S.-C., de Koning, B. B., & Zwaan, R. A. (2020). Does Object Size Matter With Regard to the Mental Simulation of Object Orientation? *Experimental Psychology*, 67(1), 56–72. doi: 10.1027/1618-3169/a000468
- Chen, S.-C., Szabelska, A., Chartier, C. R., Kekecs, Z., Lynott, D., Bernabeu, P., ... Schmidt, K. (2018). *Investigating Object Orientation Effects Across 14 Languages*. doi: 10.31234/osf.io/t2pju
- Connell, L. (2005). Colour and stability in embodied representations. In B. Bara, L. W. Barsalou, & M. Bucciarelli, *Proceedings of the twenty-seventh annual conference of the cognitive science society*. (pp. 482–487). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Connell, L. (2007). Representing object colour in language comprehension. *Cognition*, 102, 476–485. doi: 10.1016/j.cognition.2006.02.009
- De Koning, B. B., Wassenburg, S. I., Bos, L. T., & Van der Schoot, M. (2017a). Mental simulation of four visual object properties: Similarities and differences as assessed by the sentence-picture verification task. *Journal of Cognitive Psychology*, 29(4), 420–432. doi: 10.1080/20445911.2017.1281283
- De Koning, B. B., Wassenburg, S. I., Bos, L. T., & Van der Schoot, M. (2017b). Size Does Matter: Implied Object Size is Mentally Simulated During Language Comprehension. *Discourse Processes*, 54(7), 493–503. doi: 10.1080/0163853X.2015.1119604
- DeBruine, L., & Barr, D. J. (2019). *Understanding mixed effects models through data simulation*. doi: 10.31234/osf.io/xp5cy
- Her, O. S., Chen, Y. C., & Yen, N. S. (2017). Mathematical values in the processing of Chinese numeral classifiers and measure words. *PLoS ONE*, 12(9), undefined-undefined. doi: 10.1371/journal.pone.0185047
- Her, One-Soon. (2012). Distinguishing classifiers and measure words: A mathematical perspective and implications. *Lingua*, 122(14), 1668–1691. doi: 10.1016/j.lingua.2012.08.012

- Her, One-Soon, Chen, Y.-C., & Yen, N.-S. (2018). Neural correlates of quantity processing of Chinese numeral classifiers. *Brain and Language*, 176, 11–18. doi: 10.1016/j.bandl.2017.10.007
- Her, One-Soon, & Tang, M. (2020). A Statistical Explanation of the Distribution of Sortal Classifiers in Languages of the World via Computational Classifiers. *Journal of Quantitative Linguistics*, 27(2), 93–113. doi: 10.1080/09296174.2018.1523777
- Her, O.-S., & Hsieh, C.-T. (2010). On the semantic distinction between classifiers and measure words in chinese. *Language and Linguistics*, 11, 527–551.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2019). *Simulation-Based Power-Analysis for Factorial ANOVA Designs*. <https://osf.io/pn8mc/>. doi: 10.31234/osf.io/baxsf
- Lange, K., Kühn, S., & Filevich, E. (2015). "Just Another Tool for Online Studies" (JATOS): An Easy Solution for Setup and Management of Web Servers Supporting Online Studies. *PLOS ONE*, 10(6), e0130834. doi: 10.1371/journal.pone.0130834
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314–324. doi: 10.3758/s13428-011-0168-7
- Novack, M. A., & Goldin-Meadow, S. (2015). Learning from Gesture: How Our Hands Change Our Minds. *Educational Psychology Review*, 27(3), 405–412. doi: 10.1007/s10648-015-9325-3
- Peer, E., Brandimarte, L., Samat, S., & Acquisti, A. (2017). Beyond the Turk: Alternative platforms for crowdsourcing behavioral research. *Journal of Experimental Social Psychology*, 70, 153–163. doi: 10.1016/j.jesp.2017.01.006
- Rommers, J., Meyer, A. S., & Huettig, F. (2013). Object shape and orientation do not routinely influence performance during language processing. *Psychological Science*, 24(11), 2218–2225. doi: 10.1177/0956797613490746
- Stanfield, R. A., & Zwaan, R. A. (2001). The effect of implied orientation derived from verbal context on picture recognition. *Psychological Science*, 12(2), 153–156. doi: 10.1111/1467-9280.00326
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Vukovic, N., & Williams, J. N. (2015). Individual differences in spatial cognition influence mental simulation of language. *Cognition*, 142, 110–122. doi: 10.1016/j.cognition.2015.05.017
- Zwaan, R. A. (2014). Replications Should Be Performed With Power and Precision: A Response to Rommers, Meyer, and Huettig (2013). *Psychological Science*, 25(1), 305–307. doi: 10.1177/0956797613509634
- Zwaan, R. A., & Pecher, D. (2012). Revisiting Mental Simulation in Language Comprehension: Six Replication Attempts. *PLoS ONE*, 7, e51382. doi: 10.1371/journal.pone.0051382
- Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (2002). Language Comprehenders Mentally Represent the Shapes of Objects.

