

否定句的理解歷程：一個事件相關腦電位研究

The processing of negation: A event-related brain potentials study

楊淑惠博士生
Yang, Shu-Hui PhD Student

呂菁菁副教授
Lu, Ching-Ching Associate Professor

國立清華大學臺灣語言研究與教學研究所
Institute of Taiwan Languages and Language Teaching, National Tsing Hua University

否定是語言表達常見的一種方式，有著複雜的表達方式。本研究目的為以事件相關腦電位為工具探討華語句子含有顯性否定詞「不」時，其否定句的理解運作情形。我們利用顯性否定詞「不」組成的否定句（如：如果保存得當，食物不是新鮮的）作為我們的研究素材，請實驗參與者判斷語義是否合理。從 15 位實驗參與者的平均腦波發現，相較於肯定句（如果保存得當，食物是新鮮的），在關鍵詞（新鮮的）出現後的 300-500ms 呈現了 N400 效應，這意味著顯性否定詞「不」造成的語義上的不合理、不匹配，增加了語義整合上的困難，以使得腦波呈現了負走向的 N400 效應。

關鍵字：否定、顯性否定、事件相關腦電位、N400

In this study, we examined the process of the negation in Mandarin using event-related brain potentials (ERPs). Previous research had shown that the ERPs component, N400, was associated with semantic processing. We hypothesized that the negative sentence with the explicit negation comparing the affirmative sentence would have the N400 effect. 15 right-handed adults read the sentences which divided into three types (1) the affirmative sentences, (2) the negative sentences with the explicit negation "bù (不), not", (3) the filler sentences which were contained the affirmative and negative sentences half and half. The result showed the N400 effect was elicited in the negative sentences. We suggested that the N400 effect was correlated with semantic integration.

Keywords: negation, explicit negation, event-related brain potentials, N400

壹、緒論

否定 (negation) 在語言處理是比較困難的 (Clark & Chase, 1972; Tian, Breheny, & Ferguson, 2010; Yurchenko et al., 2013)，相較於肯定句，否定句的語言運作更複雜，因為他需要額外的語義上的處理 (Xiang, Grove, & Giannakidou, 2016)。

一、否定 (negation)

否定是語言表達常見的一種方式，有著複雜的表達方式，否定的意義可以透過詞來傳達，這些具有否定意義可以是由單個詞、多個詞也可以是由前綴或後綴來傳達，否定的意涵不僅僅是牽涉到語言學領域，他跟哲學也有相關 (Cruz Díaz & Maña López, 2019)。

(一) 顯性否定 (explicit negation) 與隱性否定 (implicit negation)

顯性否定與隱性否定的劃分 Fodor、Fodor 與 Garrett (1975) 和 Clark (1976) 提出了詳細的說明。Fodor 等人 (1975) 提到有 4 種詞彙組成形式可以產生否定的語義表徵 (semantic representation)，第一種是否定來自於顯性的自由詞素的否定詞 (explicitly negative free morpheme)，「not」就是；第二種是否定來自於黏著詞素 (bound morpheme)，如 in-、un-、im-；第三種是否定來自於隱性的自由詞素的否定詞 (implicitly negative morpheme)，這些詞彙在意義上具有否定，如，any、much、give a damn 等等；第四種是隱性否定 (implicit negation)，他很難與構詞形態上的否定詞 (morphological negative) 有明顯的劃分，如 doubt、deny、fail 等等。第四種與前三種不同，隱性否定沒有否定詞素 (negative morpheme)、也不需要否定極性項目 (negative polarity items) 的句法環境，僅在定義上具有否定成分。Clark (1976) 也提到顯性否定與隱性否定的劃分可以依據句法，但這劃分也可能是說話者不同預設所導致的結果。

總結來說，「否定」的意義可以來自於顯性否定和隱性否定，前者來自於詞彙意義

上所聲稱的 (assertion)；後者來自於詞彙意義上所隱含的假設 (presupposition) 或意涵 (implicatures)，這種否定的表達並非來自於構詞形態 (morphology)，而是從意義上進行判斷 (Xiang et al., 2016)。

(二) 否定極性項目 (negative polarity items, 簡稱 NPIs)

否定極性項目是指詞 (words) 或表達 (expressions) 僅能出現在有否定意義的語境中 (Liu, König, & Mueller, 2019; Penka & Zeijlstra, 2010)。Xiang (2019) 舉英語裡頭的「any」和「ever」為例，提到這些詞彙僅能出現「否定 (negation)」範圍之下，且同時符合語義和句法的規範，故所謂的否定極性項目是僅能出現在必要的條件下的詞彙項目類別。

Lee (2016) 指出否定極性項目出現在受限制的否定和向下蘊涵的語境 (downward entailing contexts) 中。Horn (2016) 提到否定極性項目出現向下蘊涵的語境中是一種必要條件，這種蘊涵是從一個集合到另一個子集合的許可推論 (licensing inferences)。Xiang (2019) 針對向下蘊涵 (downward entailment, 簡稱 DE) 有進一步的說明，Xiang 提到向下蘊涵具有反轉蘊涵關係的功能，而否定 (negation) 便是典型的向下蘊涵的操作手法，舉例來說，在肯定的描述中，「約翰買了紅色的車」意味著「約翰買了車」，紅色的車是車的子集 (subset)；但若在否定的陳述當中，這種蘊涵的關係便反轉了，即「約翰沒有買紅色的車」並不意味著「約翰沒有買車」，反倒是「約翰沒有買車」意味著「約翰沒有買紅色的車」(見表 1)。

↓ 表 1 向下蘊涵例子說明

(A)	John bought a car.	✗	John bought a red car.
(B)	John bought a red car.	┐	John bought a car.
(C)	John didn't buy a car.	┐	John didn't buy a red car.
(D)	John didn't buy a red car.	✗	John didn't buy a car.

註：資料來源：(Xiang, 2019)

二、否定的運作與事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs) 研究

(一) 事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs) 與 N400

1. 事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs)

從頭皮上記錄腦的電位變化，我們稱為 Electroencephalogram (簡稱 EEG)。而所謂的相關事件腦電位 (ERPs) 指的是針對某一特定事件 (任務、刺激) 在頭皮上所量測到的腦電位變化 (Kropotov, 2009)，所以相關事件腦電位 (ERP) 也是一種腦電位的紀錄 (EEG)，其中的差別在於相關事件腦電位是針對某一特定事件去記錄腦的神經元中處理此特定事件所產生的正負電位的變化。事件相關腦電位具有高度的時間解析度，可以記錄到千分之一毫秒 (ms) (Luck, 2014)，是用來了解人們語言運作的絕佳工具。

2. N400 的相關研究

與語言運作歷程有關的相關事件腦電位 (event-related brain potentials, 簡稱 ERPs) 成分，N400 是其中之一。所謂的 N400 是一個負走向的波，發生在相關事件起始時間後的 300ms 到 600ms 之間，其波峰 (peak) 出現在 400ms。且在中央和頂葉的電極點有最大的電位，右半腦的所測量到的振幅略大於左半腦所量測到的 (Kutas & Federmeier, 2011; Luck, 2014)。

第一個報導 N400 的研究者為 Kutas 與 Hillyard (Kutas & Federmeier, 2000; Luck, 2005)。Kutas 與 Hillyard (1980) 的研究以句子的最後一個詞與句子語義的一致性來調查與相關事件腦電位的某個特定的類型 (specific types) 的關聯程度，實驗結果發現，詞的語義與上下文的語境不相符的時候會引發一個負走向的波，而這個負走向的波正是「語義異常信息的再運作 (reprocessing of semantically anomalous information.)」的一個電生理的信號。

Kutas 與 Federmeier (2000) 提到 N400

對於語義信息的運作有著系統性的變化。許多研究都發現了 N400，隨著這些研究，N400 的本質廣為討論，最常被討論的議題之一是 N400 與語義一致性 (congruency)、語義整合 (integration) 有關，其相關的研究包括：利用短篇故事和單一個的句子操弄語義的連貫性時，發現語義異常 (semantic anomalies) 引發了 N400 效應 (van Berkum, Hagoort, & Brown, 1999)；模擬會話中聽說角色的輪流 (turn-taking) 互動模式進行，發現語義不一致的句子 (semantically incongruent sentences) 也產生了 N400 效應 (Goregliad Fjaellingsdal, Ruigendijk, Scherbaum, & Bleichner, 2016)；利用短語和圖片作為材料進行語義分類任務 (a semantic categorization task) 判斷短語與圖片之間是否相符，發現不論年齡大小 (20~80 歲) 都出現 N400 一致性效應 (The N400 congruity effect) (Kutas & Iragui, 1998)；透過世界知識 (world knowledge) 與言談語境 (discourse context) 之間的交互作用—言談語境和世界知識的連結程度和言談語境是否與世界知識相符的情況下，發現言談語境和世界知識都會影響實驗參與者對句子的理解而產生了 N400 效應，這是一種語義整合的指標 (Hald, Steenbeek-Planting, & Hagoort, 2007)。

(二) 與否定 (negation) 議題有關的事

Fischler、Bloom、Childers、Roucos 與 Perry Jr. (1983) 利用顯性否定詞「not」產生的否定句 (如, A sparrow/ is not/ a vehicle.) 以及句子命題的真假 (true-false) 關係，發現在受詞出現後的 250~450ms 有明顯的負波 N400，其乃因主詞和受詞之間語義的不匹配 (mismatch) 所造成，是語義不一致的 N400。

Nieuwland 與 Kuperberg (2008) 利用顯性否定詞「not」和句子命題的真假、語用允許與否 (pragmatically licensed/unlicensed) 探討否定的理解，結果發現命題為假的否定在關鍵詞出現後的 300-450ms 呈現了 N400 效應，此

外，語用知識的確影響了人們對否定的理解，是一種語義上的整合。

關於否定極性項目的理解歷程，Xiang (2019) 提到事件相關腦電位的特定成分中，N400 與否定極性項目的運作有關，在否定極性項目出現後的 400ms，語言使用者可以偵測到否定極性項目是否出現適合的語境中；Yurchenko 等人 (2013) 研究發現否定極性違反 (negative polarity violations) 引發了 N400 效應，這可能是反應了在肯定語境中缺少了否定極性項目的語義一致性；Saddy、Drenhaus 與 Frisch (2004) 否定極性項目所引發的 N400 效應反應出語義整合花費 (semantic integration cost)。

三、本研究動機與目的

從否定理解的行為研究發現，否定的理解的反應時間明顯多於理解肯定所需要的反應時間 (Glenberg, Robertson, Jansen, & Johnson-Glenberg, 1999; Hu, Vender, Fiorin, & Delfitto, 2018; Wason, 1965)，也從不同形式的否定和他的真假值預測可能需要的反應時間 (Clark, 1976)。除了從行為資料探究人們對否定理解之外，利用事件相關腦電位此項工具更可以一窺人們對於否定理解的運作情形，其乃因相關事件腦電位對於時間的解析度為千分之一秒，可以以更細緻的時間單位記錄的人們對否定的理解的動態過程 (Pulvermüller, Shtyrov, & Hauk, 2009)。

有關否定意涵的詞彙的相關研究中，涵蓋了不少種類的語言，如英語 (Dudschig, Mackenzie, Maienborn, Kaup, & Leuthold, 2019; Fischler et al., 1983; Lüdtke, Friedrich, De Filippis, & Kaup, 2008)、德語 (Drenhaus, beim Graben, Saddy, & Frisch, 2006; Haase, Spychalska, & Werning, 2019; Herbert & Kissler, 2014; Lüdtke et al., 2008; Liu et al., 2019; Saddy et al., 2004)、荷蘭語 (Pablos, Doetjes, Ruijgrok, & Cheng, 2019; Schiller et al., 2017; Yurchenko et al., 2013)、土耳其語 (Yanilmaz & Drury, 2018)，尚未有華語相關研究。故本

研究的目的是探討華語句子含有顯性否定詞「不」時，其否定句的理解運作情形。

貳、研究方法

本研究是以相關事件腦電位（ERPs）作為研究工具，探討實驗參與者對於句子中含有否定詞的理解運作情形。以下將分別針對實驗參與者、語料設計、實驗程序、腦波記錄、資料分析與統計方式進行說明。

一、實驗參與者

本研究共有 15 位實驗參與者（男性 5 位，女性 10 位），年齡介於 20～54 歲，平均年齡為 40.06 歲，年齡標準差為 9.2，皆具有大學以上教育程度。所有實驗參與者皆慣用右手者，有 4 位報告他們有慣用左手的親屬。所有的實驗參與者視力皆正常，或是擁有經由矯正後到正常的視力。沒有實驗參與者有任何的神經損傷、神經外傷，或是曾經服用過精神科方面的藥物。

二、語料設計

本研究共有 3 個條件（conditions），第一個條件為肯定句，第二個條件為包含否定詞彙「不」的否定句，第三個條件為填補句（fillers）。第一個條件與第二個條件都有 40 個試驗項（trials），第三個條件則有 80 個試驗項（句子的舉例見表 2）。從表 2 可以看出，每一個條件的句子都是以「如果」為開頭，條件一與條件二的句子中的詞彙除了「不」以外，所有詞彙都相同。其中「新鮮的」是我們的關鍵詞。條件三填補句的句子組合，有 40 個試驗項是包含「不」的否定句形式，有個 40 試驗項是肯定句形式。

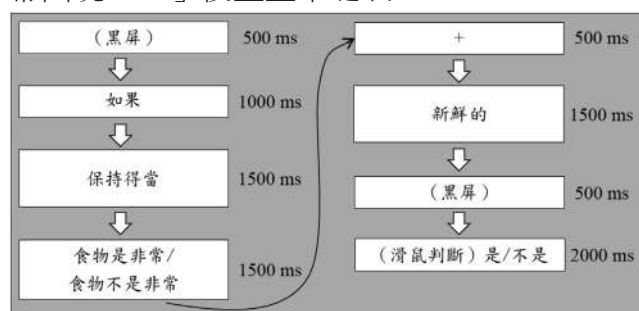
↓表 2 三個條件的句子舉例

條件	舉例
條件一：肯定句	如果保持得當，食物是非常新鮮的。
條件二：否定句	如果保持得當，食物不是非常新鮮的。
條件三：填補句	如果保持得當，食物是非常腐敗的。
	如果保持得當，食物不是非常腐敗的。

三、實驗程序

實驗是在靜謐且有隔音設備的空間進行，實驗參與者坐在舒適的靠背椅子上，實驗語料是利用 STIM 進行編輯與傳送控制，並以 22 吋宏碁（ACER）寬螢幕呈現語料。實驗參與者坐在距離螢幕 70 公分處。

實驗一開始先向實驗參與者說明實驗進行的方式與流程，並填寫愛丁堡慣用手問卷（Oldfield, 1971，見附錄一），愛丁堡慣用手問卷填寫完畢後進行練習題的練習，待實驗參與者熟悉實驗作業後便進行正式實驗。本實驗的每個試驗項皆是以黑屏（500ms）開始，隨後在螢幕的正中央出現「如果」（1000ms），當實驗參與者看到「如果」二字，便表示新的實驗項即將開始，緊接著實驗參與者會在螢幕的正中央看到兩個詞（共 4 個字）所組成的動補結構或主謂結構，如「保持得當」（1500ms），而後螢幕的正中央會出現二字詞的主語＋是非常／不是非常，如「食物是非常」／「食物不是非常」（1500ms），緊接著螢幕正中央會出現「+」（500ms），隨後在螢幕正中央會出現一個形容詞，如「新鮮的」（1500ms），之後又是黑屏（500ms），最後在螢幕正中央出現「滑鼠」圖案（2000ms），此時，請實驗參與者判斷之前所出現的句子其語義是否合理，如果句子語義合理，則按下滑鼠左鍵「是」；如果句子語義不合理，則按下滑鼠右鍵「不是」。當實驗參與者做出判斷按下按鍵後則自動進行下一題的試驗項；若實驗參與者未做出判斷，則在 2 秒後自動跳下一個試驗項（試驗項流程見圖 1）。實驗過程中，請實驗參與者不要晃動身體並盡量放輕鬆。螢幕出現「+」後盡量不眨眼。

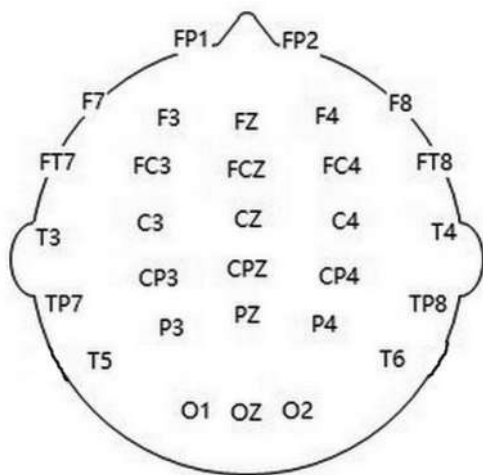


↑圖 1 試驗項的流程

整個實驗共有 160 個試驗項，分成 4 個區段 (blocks) 進行，每個試驗項耗時 9 秒，每個區段約 6 分鐘，區段與區段之間休息 3 分鐘，整個實驗約需 33 分鐘。

四、腦波 (electroencephalogram, EEG) 記錄

腦波訊號的紀錄乃是透過電極帽 (32-channels Quik-Cap, Compumedics Neuroscan, Charlotte, USA) 上的 32 個銀／氯化銀電燒合金 (Ag/AgCl sintered) 的電極點收集而來，電極帽上的電極點放置採用擴充的 10-20 系統¹ (the extended 10-20 system) 規定設置 (電極點的設置位置見圖 2)。參照點設置於左右耳耳後的凸骨 (mastoid)。此外，放置於左眼上下的電極點 VEOU 和 VEOL 和放置於左右眼外側 (canthal) 的電極點 HEOL 和 HEOR 主要監控眼睛垂直眨眼和眼球水平移動時產生的肌電訊號 (Electrooculogram, EOG)。實驗過程中的 EEG 和 EOG 訊號由放大器 NuAmps (Compumedics Neuroscan, Charlotte, USA) 進行訊號放大，阻抗維持在 10k Ω 以下，訊號的採樣率為 1000HZ，並透過 SCAN 4.3 進行 EEG 訊號的即時記錄。



↑ 圖 2 電極點的設置位置

1. 所謂的擴充的 10-20 系統 (the extended 10-20 system) 即是在國際 10-20 系統 (standard electrodes from 10-20 system) 的 19 個電極點 (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, Fc3, Fc4, FcZ, T3, T4, T5, T6, Tz, Cp3, Cp4, CpZ, P3, P4, Pz, O1, O2, Oz) 再加上額外的 11 個電極點 (FT7, FT8, FT9, FT10, FT11, FT12, FT13, FT14, FT15, FT16, FT17)。

五、資料分析

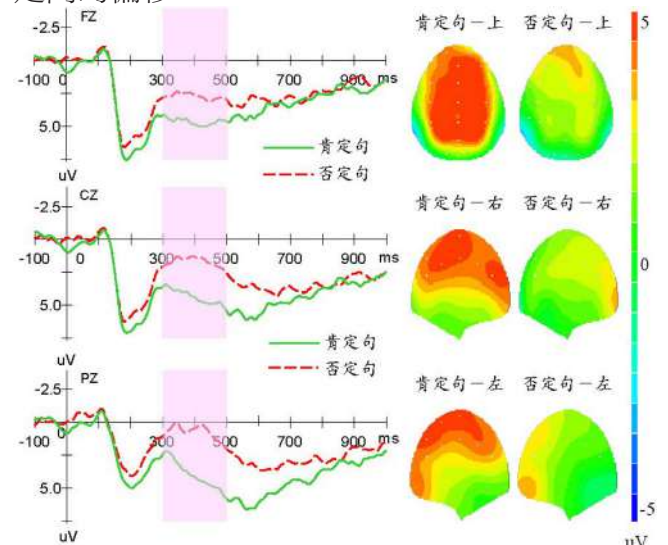
腦波的離線 (off-line) 分析去除了電極點漂移 (electrode drifting)、肌電位、眼動等腦波雜亂紋樣後，進行腦波波段截取 (epoch)，所截取的波段為關鍵詞出現之前的 100ms 到關鍵詞出現後的 1000ms，濾波 (filtering) 的帶寬 (band-pass) 為 0.1-30Hz，腦波平均 (the averaged ERPs) 在關鍵詞出現的前 100ms 進行了基線校正 (baseline correction)。偽跡去除 (artifact rejection) 為 -50uV~50uV。之後便將不同條件下的各個試驗項的腦波加以平均。

我們將每一位實驗參與者的在 N400 時間窗格 (即關鍵詞出現後的 300-500ms) 平均振幅 (mean amplitude) 進行相依樣本 t-test 統計分析。

參、結果與討論

一、結果

從圖 3 可以看出在關鍵詞出現後的 300-500ms 時間窗格中，否定句的腦波出現了負走向，即在關鍵詞出現後的 300-500ms 時間窗格中，否定句相較於肯定句出現了 N400 效應。且就圖 3 右欄的腦地形圖顯示，相較於肯定句，否定句在關鍵詞出現的 300-500ms 時間窗格中，呈現了電位較負的形式，顯見在關鍵詞出現的 300-500ms 時間窗格中，否定句呈現負走向的偏移。



↑ 圖 3 腦波圖與地形圖

註：左欄為 15 位實驗參與者的電極點 Fz、Cz、Pz 的腦平均圖 (Grand average ERPs waveforms)；右欄為 15 位實驗參與者的腦地形圖 (Topography)，依序為從上方、右側、左側透視。

以相依樣本 t 檢定分析發現，肯定句與否定句其在關鍵詞出現後的 300-500ms 的平均振幅 (mean amplitude) 有顯著差異， $t(449) = 16.78$, $p < .001$, $d = .60$ 。否定句在關鍵詞出現後的 300-500ms 的平均振幅 ($M = 1.16$, $SD = 2.61$) 顯著小於肯定句在關鍵詞出現後的 300-500ms 的平均振幅 ($M = 2.92$, $SD = 3.17$)，即否定句在關鍵詞出現後的 300-500ms 相較於肯定句在關鍵詞出現後的 300-500ms 出現了 N400 效應 (詳見表 3)。

↓ 表 3 肯定句與否定句 300-500ms 平均振幅之差異 t 檢定 (N=450)

向度	平均值 (標準差)		自由度 (df)	t 值	p	效果量 (d)
	肯定句	否定句				
平均振幅	2.92(3.17)	1.16(2.61)	449	16.78	<.001	0.60

二、討論

本研究的研究結果與 Fischler 等人 (1983) 和 Nieuwland 與 Kuperberg (2008) 結果相同，都在關鍵詞出現後的 300-600ms 區間出現了 N400 效應。這意味著當人們處理句子中含有否定詞的語義時，的確會因為否定辭彙使句子語義產生反轉而造成語義不一致，因而在腦波資料上呈現出在關鍵詞後的 300-500ms 呈現負走向的趨勢，乃因語義整合時的語義不一致而產生的。然而，本研究所發現的 N400 效應的時間為關鍵詞出現後的 300-500ms，此與 Fischler 等人 (1983) 和 Nieuwland 與 Kuperberg (2008) 的 N400 的時間窗格有所不同，這可能與實驗本身的任務有關 (Augurzyk, Franke, & Ulrich, 2019) 或者是縮小分析的時間單位 (Pulvermüller et al., 2009)，值得我們更進一步研究。

肆、結論與建議

一、結論

本研究是以華語裡的顯性否定詞「不」作為研究素材，研究人們對否定句的理解情形，其結果發現對於顯性否定詞「不」所組成的

否定句在關鍵詞出現後的 300-500ms 產生了 N400 效應，這乃歸因於顯性否定詞所造成的語義不合理、不一致所致。

否定是語言表達的一種形式，從以往的行為資料發現否定理解的確比肯定理解需要更多的時間 (Glenberg et al., 1999; Hu et al., 2018; Wason, 1965)，而本研究提供了腦生理訊號—事件相關腦電位此項數據進一步驗證人們對否定理解的真實面貌，因為他的千分之一的時間解析度更真實的呈現了大腦對否定理解的動態運作歷程。此外，事件相關腦電位驗證否定理解歷程的研究中涵蓋了英語、德語、荷蘭語、土耳其語等語言，尚未有以華語的顯性否定詞「不」作為探討，而本研究更可以補足此不足。

二、建議

一個語言裡頭表達否定的形式多樣，華語也是，為了能更了解否定的理解運作情形，可以進一步探討隱性否定 (implicit negation)、雙重否定 (double negation) 以及其他否定極性項目 (如，任何、曾經)，作為我們的研究素材，以使我們對於人們理解否定的歷程能有更全貌的探究；此外，我們也可以利用研究所得的腦生理訊號進行溯源 (source reconstruction) 分析，以窺探否定理解的歷程中，有哪些大腦部位參與了運作。

參考文獻

- Augurzky, P., Franke, M., & Ulrich, R. (2019). Gricean expectations in online sentence comprehension: An ERP study on the processing of scalar inferences. *Cognitive Science*, 43(8), 26. doi:10.1111/cogs.12776
- Clark, H. H. (1976). *Semantics and comprehension*. The Hague, Netherlands: Mouton.
- Clark, H. H., & Chase, W. G. (1972). On the process of comparing sentences against pictures. *Cognitive Psychology*, 3(3), 472-517. doi:https://doi.org/10.1016/0010-0285(72)90019-9
- Cruz Díaz, N. P., & Maña López, M. J. (2019). *Negation and speculation detection*. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins Publishing Company.
- Drenhaus, H., beim Graben, P., Saddy, D., & Frisch, S. (2006). Diagnosis and repair of negative polarity constructions in the light of symbolic resonance analysis. *Brain and language*, 96(3), 255-268. doi:https://doi.org/10.1016/j.bandl.2005.05.001
- Dudschig, C., Mackenzie, I. G., Maienborn, C., Kaup, B., & Leuthold, H. (2019). Negation and the N400: investigating temporal aspects of negation integration using semantic and world-knowledge violations. *Language, Cognition and Neuroscience*, 34(3), 309-319. doi:10.1080/23273798.2018.1535127
- Fischler, I., Bloom, P. A., Childers, D. G., Roucos, S. E., & Perry Jr., N. W. (1983). Brain potentials related to stages of sentence verification. *Psychophysiology*, 20(4), 400-409. doi:10.1111/j.1469-8986.1983.tb00920.x
- Fodor, J. D., Fodor, J. A., & Garrett, M. F. (1975). The psychological unreality of semantic representations. *Linguistic Inquiry*, 6(4), 515-531. Retrieved from www.jstor.org/stable/4177898
- Glenberg, A. M., Robertson, D. A., Jansen, J. L., & Johnson-Glenberg, M. C. (1999). Not propositions. *Cognitive Systems Research*, 1(1), 19-33.
- Goregliad Fjaellingsdal, T., Ruigendijk, E., Scherbaum, S., & Bleichner, M. G. (2016). The N400 effect during speaker-switch—Towards a conversational approach of measuring neural correlates of language. *Frontiers in Psychology*, 7(1854). doi:10.3389/fpsyg.2016.01854
- Haase, V., Spychalska, M., & Werning, M. (2019). Investigating the comprehension of negated sentences employing world knowledge: An event-related potential study. *Frontiers in Psychology*, 10, 2184-2184.
- Hald, L. A., Steenbeek-Planting, E. G., & Hagoort, P. (2007). The interaction of discourse context and world knowledge in online sentence comprehension. Evidence from the N400. *Brain Research*, 1146, 210-218. doi:https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.02.054
- Herbert, C., & Kissler, J. (2014). Event-related potentials reveal task-dependence and inter-individual differences in negation processing during silent listening and explicit truth-value evaluation. *Neuroscience*, 277, 902-910. doi:https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2014.07.043
- Horn, L. R. (2016). Licensing NPIs: Some negative (and positive) results. In P. Larrivée & C. Lee (Eds.), *Language, Cognition, and Mind 1. Negation and polarity: Experimental perspectives* (pp. 281-305). doi:10.1007/978-3-319-17464-8
- Hu, S., Vender, M., Fiorin, G., & Delfitto, D. (2018). Difficulties in comprehending affirmative and negative sentences: Evidence

- from Chinese children with reading difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 51(2), 181-193.
doi:10.1177/0022219417714775
- Kropotov, J. D. (2009). Introduction. In J. D. Kropotov (Ed.), *Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy* (pp. 181-189). San Diego, CA: Academic Press.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463-470.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the Event-Related Brain Potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, 62(1), 621-647. doi:10.1146/annurev.psych.093008.131123
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427), 203-205. doi:10.1126/science.7350657
- Kutas, M., & Iragui, V. (1998). The N400 in a semantic categorization task across 6 decades. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 108(5), 456-471. doi:https://doi.org/10.1016/S0168-5597(98)00023-9
- Lüdtke, J., Friedrich, C. K., De Filippis, M., & Kaup, B. (2008). Event-related potential correlates of negation in a sentence-picture verification paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(8), 1355-1370.
doi:10.1162/jocn.2008.20093
- Lee, C. (2016). Introduction. In P. Larrivée & C. Lee (Eds.), *Language, Cognition, and Mind 1. Negation and polarity: Experimental perspectives* (pp. 1-18). doi:10.1007/978-3-319-17464-8
- Liu, M., König, P., & Mueller, J. L. (2019). Novel ERP evidence for processing differences between negative and positive polarity items in German. *Frontiers in Psychology*, 10(376). doi:10.3389/fpsyg.2019.00376
- Luck, S. J. (2005). *An Introduction to Event-Related Potentials technique*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Luck, S. J. (2014). *An introduction to the Event-Related Potential technique* (2 nd). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Nieuwland, M. S., & Kuperberg, G. R. (2008). When the truth is not too hard to handle: An event-related potential study on the pragmatics of negation. *Psychological Science*, 19(12), 1213-1218. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02226.x
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. doi:https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4
- Pablos, L., Doetjes, J., Ruijgrok, B. J., & Cheng, L. L. S. (2019). Backward licensing of negative polarity items in Dutch: An ERP investigation. *Journal of Neurolinguistics*, 51, 96-110. doi:https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.12.001
- Penka, D., & Zeijlstra, H. (2010). Negation and polarity: An introduction. *Natural Language & Linguistic Theory*, 28(4), 771-786. doi:10.1007/sl 1049-010-9114-0
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y., & Hauk, O. (2009). Understanding in an instant: Neurophysiological evidence for mechanistic language circuits in the brain. *Brain and Language*, 110(2), 81-94. doi:https://doi.org/10.1016/j.bandl.2008.12.001
- Saddy, D., Drenhaus, H., & Frisch, S. (2004). Processing polarity items: Contrastive licensing costs. *Brain and language*, 90(1-3), 495-502.
- Schiller, N. O., van Lenteren, L., Witteman, J., Ouwehand, K., Band, G. P. H., & Verhagen,

A. (2017). Solving the problem of double negation is not impossible: Electrophysiological evidence for the cohesive function of sentential negation. *Language, Cognition and Neuroscience*, 32(2), 147-157. doi:10.1080/23273798.2016.1236977

Tian, Y., Breheny, R., & Ferguson, H. J. (2010). Why we stimulate negated information: A dynamic pragmatic account. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(12), 2305-2312. doi:https://doi.org/10.1080/17470218.2010.525712

van Berkum, J. J. A., Hagoort, P., & Brown, C. M. (1999). Semantic integration in sentences and discourse: Evidence from the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(6), 657-671. doi:10.1162/089892999563724

Wason, P. C. (1965). The contexts of plausible denial. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4(1), 7-11. doi:https://doi.org/10.1016/S0022-5371(65)80060-3

Xiang, M. (2019). Negative polarity items. In C. Cummins & N. Katsos (Eds.), *The Oxford handbook of experimental semantics and pragmatics* (pp. 436-451). New York, NY: Oxford University Press.

Xiang, M., Grove, J., & Giannakidou, A. (2016). Semantic and pragmatic processes in the comprehension of negation: An event related potential study of negative polarity sensitivity. *Journal of Neurolinguistics*, 38, 71-88. doi:10.1016/j.jneuroling.2015.11.001

Yanilmaz, A., & Drury, J. (2018). Prospective NPI licensing and intrusion in Turkish. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(1), 111-138.

Yurchenko, A., den Ouden, D. B., Hoeksema, J., Dragoy, O., Hoeks, J. C. J., & Stowe, L. A. (2013). Processing polarity: ERP evidence for differences between positive

and negative polarity. *Neuropsychologia*, 51(1), 132-141. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.028

附錄一

愛丁堡慣用手問卷

姓名	填寫日期
出生年	性別
連絡電話	連絡 email (或 line)

請在常用手的欄位畫入 + , 如果做該動作的慣用手傾向非常非常強, 請畫入 ++; 如果你做該動作的慣用手, 有時用右手有時用左手, 則請在左手與右手欄位各畫入一個 +.

	左邊	右邊
1. 寫字		
2. 畫圖		
3. 丟球		
4. 用剪刀剪東西		
5. 用牙刷刷牙		
6. 用刀子切東西		
7. 用湯匙		
8. 用掃帚掃地時握在帶柄較上面的那隻手		
9. 劃火柴時拿火柴的那隻手		
10. 開盒子時拿蓋子的那隻手		
i. 請問單腳踢球時, 你使用哪一隻腳?		
ii. 如果只用一隻眼睛看東西時 (如: 看瞭望台的望遠鏡),		

翻譯自: "The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory," by R. C. Oldfield, 1971, *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. doi:https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4