

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

聽覺干擾對變換車道駕駛行為之影響

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-009-059-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學運輸科技與管理學系

計畫主持人：吳宗修

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 4 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告  
期中進度報告

聽覺干擾對變換車道駕駛行為之影響

計畫類別：  個別型計畫       整合型計畫  
計畫編號：NSC 92 - 2211 - E - 009 - 059 -  
執行期間：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：吳宗修  
共同主持人：  
計畫參與人員：曾議賢、林燦仁

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告       完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：  
赴國外出差或研習心得報告一份  
赴大陸地區出差或研習心得報告一份  
出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份  
國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢  
涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學

中 華 民 國 九 十 三 年 十 月 三 十 日

# 聽覺干擾對變換車道駕駛行為之影響

## 摘要

本研究以數量方法推估純粹認知分心對駕駛行為的影響，分別以實驗室實驗與測試場上駕駛實驗兩方面做探討。受試者必須先後進行兩階段實驗；於實驗室中，以三項不同等級之計算工作，利用反應時間與選擇反應動作之關聯，建立線性關係，並觀察受試者在面臨不同等級之計算工作時反應時間之差別，進而推估受試者在計算工作干擾下資訊處理之影響程度；於測試場駕駛實驗中，模擬行動電話方式利用變換車道動作觀察計算工作等級對駕駛者操控車輛時之外顯變數與生理變數之變化，其中並考慮駕駛者性別與年齡層的影響程度；共有 30 位受試者（16 位男性，14 位女性）參與實驗。實驗室實驗結果發現，反應時間與資訊處理量呈正向關係，驗證本研究設計之計算工作已造成受試者心智負荷增加。測試場實驗結果發現，計算工作顯著影響駕駛者進行變換車道時產生之側向加速度、車輛進入換道區段前的行駛速率、受試者答題時間以及答題正確率；性別顯著影響側向加速度、車輛進入換道區段前的行駛速率、車輛進行換道動作時的行駛速率、車輛完成換道動作時的行駛速率與受試者答題時間，年齡層顯著影響車輛進入換道區段前的行駛速率、車輛進行換道動作時的行駛速率、車輛完成換道動作時的行駛速率與答題正確率。

**關鍵字：**反應時間、心智負荷量、計算工作、變換車道、行動電話

## Abstract

This study proposes a procedure to quantitatively estimate cognitive distraction that are not accompanied by any visual diversions to clarify the influence of non-visual distractions to driving. In a laboratory experiment, mental capacities (measured in bits/sec) for three arithmetic tasks were estimated for each subject driver, using the functional relation between the reaction time and the number of alternatives in choice reaction tasks using a subsidiary task method through a mobile phone. The spare capacities obtained correlated significantly with the measures of speed control and physiological load during a lane change course negotiation on a test field. There are 30 subject drivers participate the two-part experiments. In the laboratory experiment, it was observed that a direct ratio between the reaction time and the amount of information. The laboratory experiment has proved that the arithmetic tasks increase the subject driver's mental capacities indeed. In the test field experiment, we observed that the arithmetic tasks significantly affect the lateral acceleration, the speed before entering the lane change area, the answer time and the correct ratio. Gender significantly affects the lateral acceleration, the speed before entering the lane change area, the speed during lane change course, the speed of leaving the lane change area and the answer time. The age group significantly affects the speed before entering the lane change area, the speed during lane change course, the speed of leaving the lane change area and the correct ratio.

**Keywords:** reaction time, mental capacity lane change course, arithmetic task, mobile phone

## 一、緒論

「分心駕駛」( Distracted Driving ) 這個議題近年來在國外受到相當的重視。駕駛者的

注意力不集中是發生交通事故的重要因素。駕駛時不適當的注意力轉移容易導致事故發生，而粗心大意並非全是因為視覺上的分心，聽覺與認知上的分心亦會導致注意力分散。

本研究嘗試以數量方法推估認知分心對駕駛行為的影響；分別以實驗室研究與測試場上駕駛實驗兩方面作探討。在實驗室的實驗中，以三項計算工作，利用反應時間和選擇反應動作之間的關連，推估每個受測者在同時面對兩項工作時，次作業削弱主作業的心智負荷能力，並驗證隨著本研究設計之計算工作的難度增加，主作業被削弱的負荷能力也隨之增加。於測試場上的駕駛實驗中，利用實驗室中對計算工作的驗證結果附加在同一個受試者身上，觀察聽覺干擾對駕駛者速度控制和變換車道時所承受的心智負荷能力是否有顯著關係。

美國國家公路安全局 (National Highway Traffic Safety Administration ; NHTSA ) 將分心駕駛定義為以下描述：「需要安全地完成駕駛工作時，因為一些事件、活動、物體和車內或車外的人，迫使或導致駕駛者注意力從駕駛工作中轉移，發生駕駛者訊息識別時間延遲」(Stutts et al., 2001)。

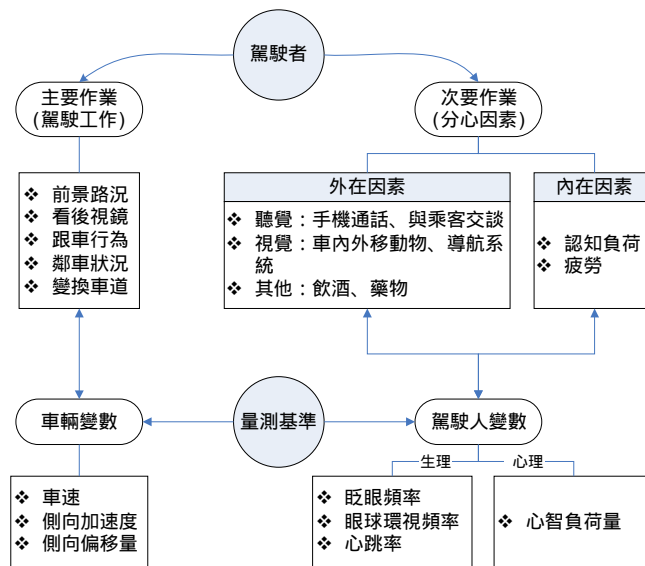


圖1 影響駕駛工作的分心因素與量測變數之關係

綜合於聽覺分心、視覺分心、心智負荷之文獻資料加以彙總分析，影響駕駛工作的分心因素與量測變數之關係可以圖 1 表示；而各研究之主要成果如下：

1. 於行車途中使用行動電話的駕駛人，其判視能力減弱，駕駛人減少探視後視鏡的頻率，駕控能力降低，煞車的反應時間相對增加。
2. 駕駛人使用行動電話，將增加其心理負荷、駕駛負荷量，造成注意力分散。
3. 文獻建議駕駛人應使用免持聽筒式行動電話，以降低肇事率，但也有部分文獻持保留態度，認為免持聽筒式行動電話的負面影響，並不亞於手持式行動電話。
4. 年齡大的駕駛人(50歲以上)，其行車時使用行動電話的負面影響較年輕駕駛人大，一般而言，專家均建議年紀大的駕駛人應儘量避免在行車途中使用行動電話。

5. 研究指出駕駛人在討論激烈及緊張的議題時，對路況的反應最差，所以行車當時應避免談論此類話題。
6. 研究結果顯示，駕駛人在撥號時，最易發生危險，所以學者建議廠商應研發出簡易撥號系統，或語音控制系統，減少行車風險。

## 二、研究方法

駕駛人同時面臨駕駛作業與其他作業時，便將之定義為分心駕駛，而分心情況又可概分為視覺分心、聽覺分心、認知分心三大類；本研究利用模擬手機通話方式，觀察駕駛人在計算工作的暴露下，認知分心造成各量測變數間的差異。實驗分兩階段，第一階段實驗室實驗將驗證本研究設計之計算工作確會削弱主作業的心智負荷能力；第二階段測試場實驗將計算工作附加在同一受試者的駕駛作業上，藉此觀察車輛操控外顯變數。

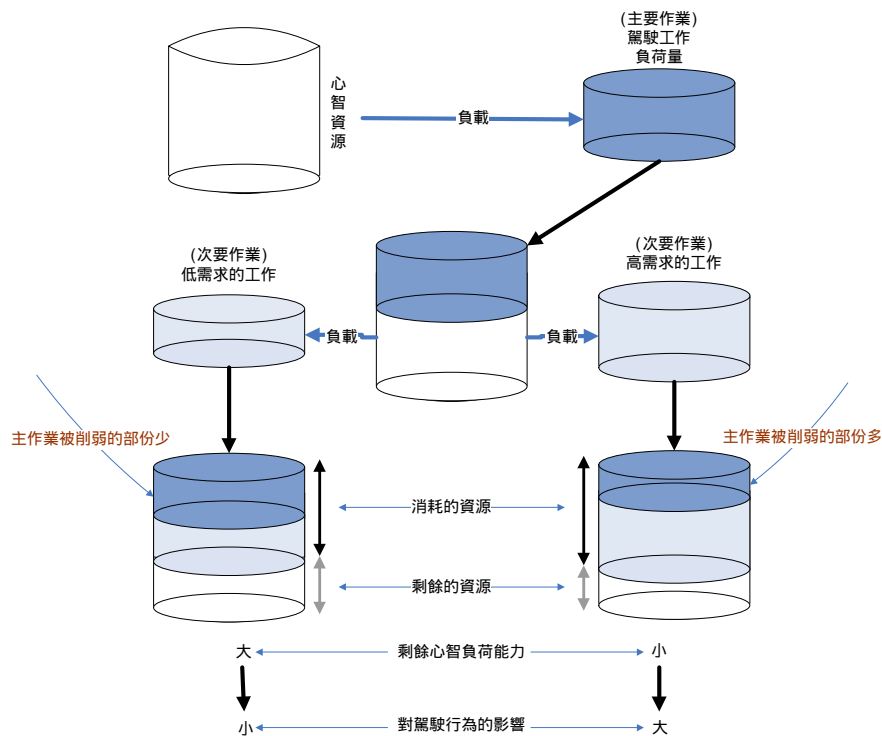


圖 2 工作負荷量與剩餘能力之關係圖

假設駕駛者對於處理資訊的能力為固定的，當一部分的能力利用來處理必須的工作時，剩餘的能力就會減少。因此，當兩項工作同時進行時，其中一項工作的壓力將折減另一項工作的心智負荷能力，結果造成另一項工作的績效水準有退化的可能（如圖2）。

### 2.1 推估心智負荷能力

本研究於實驗室中同時進行計算工作（主要作業）和選擇反應工作（次要作業）來推估注意力分散的量化程度。在此選擇反應工作意指預選出一組數字，其數字個數是用來定義事件發生數目，並以隨機選擇方式出現在電腦螢幕，請受試者按選數字鍵並推估受試者的反應時間。在本研究中，反應時間的對應數量 - 即訊息之單位量，將之定義為心智負荷能力的量測標準；意即每秒處理訊息之數量（bits/s）。因此，受試者經由選擇反應動作獲得的 bits/s 數值，即為其個別擁有的心智負荷能力，此心智負荷能力是單指面對選擇反應動作

時的訊息處理能量，並非人員所能承受的最大心智負荷能力。因為注意力分散和選擇反應動作會耗用生理資源而使其心智負荷能力下降，bits/s 數值便會隨著選擇反應動作的表現績效而改變。因此，理論上就可以藉由表現績效來推估 bits/s 數值。

本研究採用以下的程序來推估於注意力分散時的心智負荷量水準，其推估程序與實驗目的如圖 3 所示。於實驗室實驗中以選擇反應工作當做主要作業，附加聽力計算工作為次要作業；於測試場實驗中變換車道當作主要作業，附加聽力計算工作為次要作業。在實驗室實驗中將根據選擇反應動作裡數量與反應時間的線性回歸關係，將受試者的心智負荷能力以 bits/s 數值推估。

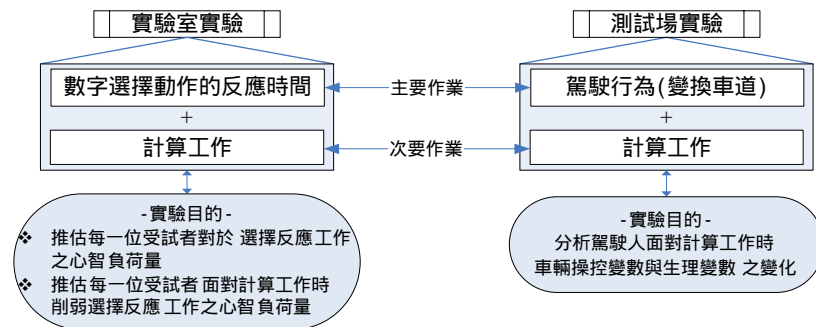


圖 3 兩階段心智負荷能力推估過程與實驗目的

## 2.2 受試者

為盡量使實驗數據具一定品質與可信度，受試者必須具備以下條件：年齡介於 20~40 歲，視力經矯正過後正常 (1.0 以上)，持汽車駕照 2 年以上，駕駛經驗豐富，經常性開車，每年行駛里程數 6000 公里以上；受試者將由位於新竹縣新豐鄉的新竹安全駕駛教育中心受訓學員中，挑選出符合以上條件者 30 位 (男性 16 位，女性 14 位)，先進行實驗室實驗工作，而後進行測試場實驗，每人並給付適當費用。

## 2.3 實驗室實驗

在實驗室實驗中，選擇反應動作作為主要作業，主要用來測度受試者在沒有任何干擾下的反應時間，藉此可定義每一位受試者面對此項工作時的心智負荷量；計算工作為附加之次要作業，與選擇反應動作同時並行，分為「簡單」、「中等」、「困難」3 個等級，用來量測受試者受到外界干擾的心智負荷量，進一步推估每一位受試者在面對次作業時削弱主作業的負荷量；實驗目的主要在驗證受試者的反應時間確實會隨著計算工作的難度增加而增加，兩工作項目於以下詳述。

### 2.3.1 選擇反應動作

選擇反應動作是以視覺的方式呈現。每一次的測試中，數字會呈現在螢幕上，並以可見式倒數計時三秒鐘伴隨進行，「5、4、3、2、1」倒數秒數會依序呈現在螢幕上。受測者必須盡可能以最短的時間且準確的以右手食指按下與螢幕上數字相同的按鍵，從數字出現開始到受測驗者按下正確答案為止，即是本研究中所定義的反應時間。

將測驗以可選擇數字個數分為四個階段：1 個數字 (顯示數字 0)，2 個數字 (顯示數字 0 或 1)，4 個數字 (顯示數字 0 到 3)，8 個數字 (顯示數字 0 到 7)。每一個階段測驗 5

次。於實驗室的部分便以這四個階段進行。在每一階段開始時，數字個數會先告知受試者。

### 2.3.2 聽覺計算工作

計算工作可看作是一種心智操作程序，本研究是以聽覺方式來計算兩個數字的加法作業，並要求受試者作口頭回應。研究員以口頭告知(男性聲音)受試者測驗題目「? + ?」，而後受試者以口頭方式回答；研究員將配合選擇反應工作之倒數時間，即倒數結束時同步將題目口述完畢，並要求受試者答題且同時按選螢幕出現的數字。

測驗過程中不管受測者是否在指定時間內完成口頭回應工作，受試者的答案經由研究員紀錄，並在實驗結束後檢查，並統計受試者的答題率。利用三個等級來區別計算工作的難易程度：「簡單」(兩個位數字相加；如：8+5=?)、「中等」(個位數字與二位數字相加；如：29+5=?)、「困難」(兩二位數字相加；如：57+89=?)。計算工作題目的設計規則為-僅個位數相加進位，十位數則無；題目由產生器依設計規則隨機產生，研究員會預先建立題庫，以供實驗之用。

### 2.4 測試場實驗

道路行駛中，路口轉彎與路段中變換車道屬於較高衝突狀況；相對的，也比較容易肇生事故。本研究要求受試者在回答聽力計算工作的情況下，進行變換車道之駕駛行為，觀察其因注意力分散而對於駕駛行為的影響；駕駛動作是在同速率範圍的狀況下變換車道。

表 1 測試場實驗因子設計

自變項		因變項 績效水準
性別	男	側向加速度 點速率 車速變化量 答題正確率 答題時間
	女	
年齡	21~30 歲	
	31~40 歲	
計算工作	「無工作」	
	「簡單」	
	「中等」	
	「困難」	

測試場實驗旨在量測駕駛者在面對各等級之計算工作時的車輛操控外顯變數、心智負荷變數，實驗過程中將考慮受試者的性別與年齡層，測試場實驗因子設計如表 1 所示；各變數之操作行定義如下所示：

- 側向加速度 (單位： $m/s^2$ ) - 為車輛進行換道動作時，因方向盤轉動所產生與車輛行進方向垂直之加速度。
- 點速率  $V_1$  (單位：公里/小時) - 車輛進入換道區段前之行駛速率。
- 點速率  $V_2$  (單位：公里/小時) - 車輛進行換道動作中之行駛速率，車輛中心於雙黃線上。

- 點速率  $V_3$  (單位：公里/小時)-車輛完成換道動作之行駛速率，車輛回正。
- 車速變化量  $V_{12}$  (單位：公里/小時)-車輛進入換道區段前行駛速率 ( $V_1$ ) 與車輛進行換道動作中行駛速率 (車輛中心於雙黃線上； $V_2$ ) 兩點之速度差。
- 車速變化量  $V_{23}$  (單位：公里/小時)-車輛進行換道動作中行駛速率 (車輛中心於雙黃線上； $V_2$ ) 與車輛完成換道動作行駛速率 (車輛回正； $V_3$ ) 兩點之速度差。
- 答題正確率-駕駛者進行計算工作時，回答結果之正確題數/總題數。
- 答題時間 (單位：秒)-受試者告知車內駕駛者題目至駕駛者回答所經過之時間。

## 2.4 分析方法

實驗室實驗在建立資訊量與反應時間兩者間之線性關係，即預期選擇反應工作中數字選擇個數會與受試者的反應成正向關係；將 30 位受試者數據蒐集齊全，以 Excel 計算出各等級計算工作下之平均反應時間，並建立 4 條選擇反應工作與反應時間之關係線。

針對計算工作對駕駛績效與駕駛者生理變數的影響作分析，考慮駕駛者本身變數 (性別、年齡) 後，先進行一類因子 (計算工作，分 4 等級) 變異數分析，並以 Duncan 分群兩兩比較各等級之均數差異；其後再透過實驗設計中二類因子隨機化區集設計進行變異數分析，以計算工作等級作為 A 因子，駕駛人性別與年齡做為 B 因子，進行兩組二類因子 (性別\*計算工作；年齡\*計算工作) 變異數分析，觀察解釋變異量之差別；分析過程以 SAS 統計軟體為分析工具，觀察並討論結果。

## 三、實驗結果分析與討論

### 3.1 實驗室實驗結果

測試結果進行分析比較與統計檢定，結果顯示資訊量為 0-bit 時的反應時間皆為同等級計算工作下最低，反應時間並隨著資訊量的增加成正向關係；無計算工作時的反應時間皆為同樣資訊量下最低，反應時間會隨著計算工作的難度增加成正向關係。

同時考慮計算工作與資訊量兩因子，進行二類因子實驗設計變異數分析；實驗分析結果顯示，僅考慮計算工作單因子時，反應時間已顯著受影響 ( $P = 0.0004$ )，而同時考慮兩因子時，解釋變異量增加，顯著性亦增加 ( $P < 0.0001$ )，且兩因子交互作用不影響反應時間；故資訊量不同與計算工作等級均顯著影響受試者之反應時間。

實驗室實驗透過選擇反應動作為主作業，計算工作為次作業，並以選擇反應動作的反應時間做為績效變數，在建立資訊量與反應時間的關係線後，藉關係線斜率進一步推估本研究定義的心智負荷量；表 2 為各計算工作等級下資訊量與反應時間關係線斜率與負荷量之關係。

實驗室實驗結果已證實本研究設計之計算工作確實對受試者造成主作業 (選擇反應動作) 績效降低的現象，而變異數分析亦說明計算工作確實顯著影響人員的反應時間，困難計算工作下反應時間最長為 0.89 秒，無計算工作下反應時間最短為 0.61 秒。

表 2 計算工作等級下資訊量與反應時間關係線斜率與負荷量之關係



	計算工作等級			
	無	簡單	中等	困難
截距	0.343	0.426	0.479	0.511
斜率 (秒/bit)	0.189	0.203	0.213	0.254
心智負荷量 (bits/秒)	5.29	4.93	4.69	3.94

實驗室實驗結果亦發現，人員在面對處理事件個數愈多時，其反應時間愈長，即反應時間與資訊量成正向關係；此外，本研究設計的 4 等級計算工作，確實對人員造成反應時間延遲現象，進一步說明受試者在面對難度漸增之計算工作時，其主作業心智負荷量被削弱的部份漸增之情況，與預期結果相符。

### 3.2 測試場實驗結果

#### 3.2.1 車輛操控外顯變數

實驗結果顯示計算工作與性別皆顯著影響側向加速度，側向加速度與計算工作難度呈反向關係，即計算工作難度愈高，側向加速度愈小；側向加速度實為車輛在進行換道動作時因方向盤轉動對應轉彎半徑而產生之慣性力，此慣性力產生與車輛行進切線方向垂直之加速度。

由於測試場實驗室在封閉場地中進行，再者車道變換是以交通錐隔出，換道動作非常制式簡單，與在真實路況駕駛車輛時所必須承載之負荷量有相當差距；因駕駛者無須注意後方車與鄰近車輛之互動，亦無需擔心行人與號誌之影響，在沒有真實路況上的外部干擾下，駕駛者僅面對變換車道駕駛作業，所以可以容許較大的方向盤調整動作，側向加速度較大；而在附加計算工作後，駕駛者將原本耗用在主作業上的心智資源部份移轉到次作業，故駕駛者會降低原本換道時的駕駛績效，使得方向盤轉動變小，側向加速度較小，並隨著計算工作難度增加，側向加速度減小的幅度也增加；所以導致無計算工作下側向加速度最大，平均為  $2.65 m/s^2$ ，困難計算工作下側向加速度最小，平均為  $2.03 m/s^2$ 。

此外，實驗結果發現男性在側向加速度平均而言顯著較女性高 ( $2.47 m/s^2 > 2.26 m/s^2$ )，顯示男性在進行換道動作時能容許較大的方向盤轉動控制，心理狀況認為自己較能掌控駕駛作業；反之女性則否，女性在換道區段中經實驗現場觀察與數據結果均表示對操控車輛行為較為緩和，變換車道時方向盤轉動程度也較小，顯示女性在面對此種駕駛情境下駕駛行為表現較為保守。

表 6 車輛操控外顯變數顯著性差異

	側向加速度	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>12</sub>	V <sub>23</sub>
計算工作	顯著	顯著	×	×	×	×
性別	顯著	顯著	顯著	顯著	×	×
年齡層	×	顯著	顯著	顯著	×	×

×表不顯著

車速變化方面，於測試場進行測試時已然發現個別差異極大，圖 5 將受試者完成一次駕駛實驗所可能採行的幾種情況，可概分為 4 種；因實驗主要在觀察變換車道時的速度變

化，所以數據蒐集方式僅考慮 3 個點速率，即進入換道區段前 ( $V_1$ ) 進行換道動作中 ( $V_2$ ) 完成換道動作 ( $V_3$ )。

實驗結果指出，計算工作僅顯著影響車輛在進入換道區段前的行駛速率  $V_1$ ，計算工作難度與  $V_1$  呈反向關係，無計算工作下  $V_1$  最大為 61.52 公里/小時，困難計算工作下  $V_1$  最小為 57.64 公里/小時，顯示駕駛者在只有駕駛工作時能夠容許幅度較大的車輛操控行為，對於油門掌控行為較為大膽，認為已身有足夠的心智資源可應對突發情況；反之駕駛者在面臨額外附加之計算工作下，會削弱部份原本駕駛工作之心智資源，轉移到計算工作的注意力上，結果造成駕駛績效降低，並反應在行駛速率上，使駕駛者對油門掌控較為緩和，導致行駛速率隨計算工作難度增加而降低。

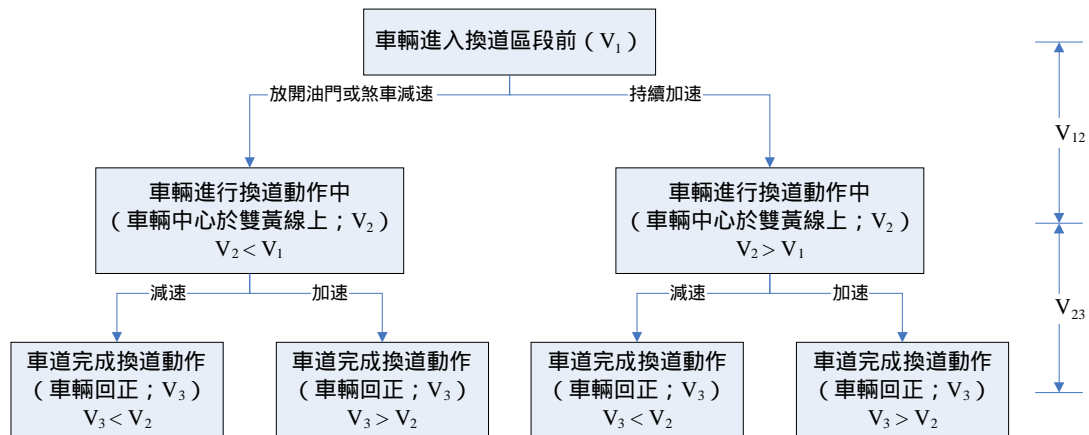


圖 5 換道過程車速關係

性別則顯著影響  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ ，平均皆為男性高於女性；顯示男性對於變換車道時的行駛速率具較大操控幅度，對油門控制情況較具信心；女性對變換車道時的車輛行駛速率則較為緩和。

年齡亦顯著影響  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ ，平均皆為 21~30 歲年齡層高於 31~40 歲年齡層；顯示 21~30 歲年齡層對變換車道時的速率控制較之 31~40 歲年齡層來的大膽。

### 3.2.2 心智負荷變數

本研究將心智負荷變數定義為受試者在進行測試場實驗過程中的答題時間與答題正確率；結果顯示計算工作對答題時間有顯著影響，受試者在面對困難計算工作時的答題時間最長為 2.91 秒，而在面對簡單計算工作時的答題時間最短為 0.87 秒，計算工作難度與答題時間成正向關係。

受試者的答題時間隨計算工作難度增加而增加，客觀上認為合理；受試者在完成一次變換車道試驗中，簡單計算工作平均可回答 6~7 題，中等計算工作平均可回答 4~5 題，困難計算工作平均可回答 2~4 題不等；經現場實驗過程觀察，受試者在面對簡單計算工作時，可以很輕鬆的回答，但隨著難度增加，受試者在回答計算工作時的語氣出現較為支吾的情況，可推斷受試者在面臨高負荷量的次要作業時，已無法掌握次要作業的完成度，而造成反應時間延遲。

性別對反應時間亦有顯著影響，女性較男性高( 1.93 秒 > 1.76 秒 )；在前述速度變化中，

女性對操控車輛的速度調整與方向盤掌控動作均較為緩和，而在附加計算工作後，隨計算工作難度漸增，不僅造成主作業績效降低（車速變慢），亦導致完成次作業的時間拉長，因此女性在同時處理主次作業時顯得較為吃力，而相對男性則較具信心。

表 7 心智負荷變數顯著性差異

	答題時間	答題正確率
計算工作	顯著 ( $P < 0.0001$ )	顯著 ( $P < 0.0001$ )
性別	顯著 ( $P = 0.0285$ )	x
年齡層	x	顯著 ( $P = 0.0132$ )

x表不顯著

計算工作對答題正確率具顯著影響，受試者在面對簡單計算工作時的答題正確率最高為 0.91，面對中等計算工作時的答題正確率為 0.89，而在面對困難計算工作時的答題正確率最低為 0.64；計算工作與答題正確率呈反向關係。

答題正確率與計算工作難度呈反向關係客觀認為合理，從實驗過程與上述均值來看，受試者在面臨計算工作期間，簡單換至中等，答題正確率平均降低 0.02，而中等換至困難時答題正確率則驟降 0.25；實驗結果顯示，受試者在面對困難計算工作時，答題時間與答題正確率均受大幅度影響，實驗過程中發現，受試者在面對困難計算工作時因必須兼顧駕駛工作，答題時不僅支吾遲緩，甚而有放棄思考運算的現象，顯示駕駛者已有負荷量超載的情況發生。

駕駛者在同時進行駕駛工作與簡單計算工作時，因次要作業所需的心智資源較少，受試者仍可順利完成，而面臨困難計算工作時，因次要作業所需的心智資源較多，主次作業所需的處理資源已然超出受試者負荷量，造成受試者放棄次要作業，而將大部份注意力資源轉回到原本的主作業上，也就是受試者為了維持駕駛工作的穩定性，會排除對已身負荷量過高的次要工作，降低風險以確保行車安全。

年齡亦顯著影響答題正確率，21~30 歲年齡層較 31~40 歲年齡層高 (  $0.87 > 0.71$  )；推論年長的駕駛者對於數學運算能力不足，尤其在必須同時面臨駕駛工作下，對完成答題工作更顯吃力，造成答題正確率較低。表 3 將本研究實驗各因變數對量測變數影響程度作一整理。

表 3 影響程度矩陣

	計算工作	性別	年齡層
側向加速度	*	*	
V <sub>1</sub>	*	**	**
V <sub>2</sub>		**	**
V <sub>3</sub>		*	**
V <sub>12</sub>			
V <sub>23</sub>			
答題時間	**	*	
答題正確率	**		*

\* 顯著

\*\* 極顯著

不顯著

## 四、結論與建議

### 4.1 結論

1. 實驗室實驗結果發現，受試者反應時間與資訊量呈正向關係，資訊量在 0-bit 時的平均反應時間最低為 0.43 秒，而在 3-bits 時的反應時間最大為 1.16 秒；反應時間受計算工作顯著影響，無計算工作下反應時間最小為 0.61 秒，困難計算工作下反應時間最大為 0.89 秒。
2. 在無計算工作下建立反應時間與資訊量之關係線，可得斜率 0.189 秒/bit，並進一步推得受試者面對選擇反應動作時的心智負荷量為 5.29 bits/秒；其後隨著計算工作難度增加，關係線斜率愈高，直至困難計算工作下最大為 0.254 秒/bit，而受試者面對選擇反應動作時的心智負荷量減至最小為 3.94 bits/秒；結果顯示計算工作（次作業）確實對選擇反應動作（主作業）造成影響，且影響程度隨計算工作難度增加而增加。
3. 測試場駕駛實驗結果指出，計算工作困難度顯著影響變換車道時產生的側向加速度、車輛在進入換道區段前的行駛速率  $V_1$ 、答題時間、答題正確率；性別顯著影響側向加速度、車輛在進入換道區段前的行駛速率  $V_1$ 、車輛進行換道動作中之行駛速率  $V_2$ 、車輛完成換道動作之行駛速率  $V_3$ 、受試者反應時間。

### 4.2 建議

1. 本研究為降低實驗之風險，採行於封閉場中進行駕駛實驗，已排除所有真實路況上的外部影響；一般駕駛者在進行駕駛工作時所必須面臨任何可能狀況在本實驗研究中均不存在，情境與真實道路駕駛有相當之落差；建議未來研究可進一步徵求受試者自願在自用小客車內裝設攝影機或量測器材，以追蹤式觀察其駕駛行為，預期量測數據與參考依據會更為客觀。
2. 因量測器材受限，本研究考慮的變數較少，未來研究建議可納入駕駛者油門踩踏深度、駕駛者腦波反應、眼球環視頻率、駕駛者對方向盤的握力等，若能納入較多變數，預期對駕駛者面臨各種分心情況時會有較全面的考量。
3. 本研究雖模擬免持接的方式作為駕駛者的分心情況，但設計之計算工作實與一般通話內容大不同，實際情況的通話內容應會影響到駕駛者的心理層面，造成認知上的負荷。建議未來若仍以模擬手機通話方式進行實驗研究，則必須重新設計其通話內容，以商務內容或一般日常談話作為考量，較為貼近一般通話內容。

### 參考文獻

1. 林志隆 (民 91), 「汽車駕駛員在通話負荷下的目標管理」, 國立台灣科技大學。
2. 曾譯賢 (民 93), 「認知分心對變換車道駕駛行為的影響」, 國立交通大學。
3. 吳宗修、曾譯賢 (民 93), 「認知分心對變換車道駕駛行為的影響」, 中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會。
4. Ameritech and Ohio State Highway Patrol (1998), "To Launch safe Driving Program", Ohio State Government report.

5. Uno, Hiroshi; Hiramatsu, Kaneo (1999), Effects of auditory on driving behavior during lane change course negotiation: estimation of spare mental capacity as an index of attention distraction, Transportation Research Division, Japan Automobile Research Institute.
6. Stutts, Jane C.; Reinfurt, Donald W.; Staplin, Loren; Rodgman, Eric A. ( 2001 ), University of North Carolina Highway Safety Research Center, the role of driver distraction in traffic crashes. 3-8.
7. Harbluk, Joanne L.; Noy, Y. Ian (2002), The Impact of Cognitive Distraction on Driver Visual Behavior and Vehicle Control, February.
8. McKnight, J.A.; McKnight, S.A (1993). "The effect of cellular phone use upon driver attention." *Accid. Anal. Prev.* 25:259-265.
9. Cooper, Peter J.; Zheng, Yvonne; Richard, Christian; Vavrik, John; Heinrichs, Brad; Siegmund, Gunter ( 2003 ), The impact of hands-free message reception/response on driving task performance, Insurance Corporation of British Columbia, MacInnis Engineering Associations Ltd.

### 計畫成果自評

本研究內容依照原訂計畫目的執行，其內容與原計畫完全相符，唯在受試者實驗過程中之心跳變化，因受限於研究經費，故無法以心電圖機全程採用動態量測之方式觀察受試者駕駛過程中之生理反應。依據本計畫成果所撰寫之論文，已被中華民國運輸學會評選為最高 A 級，邀請於九十三年年會中口頭報告，並收錄全文於年會論文集。

從本研究受試者在測試場駕駛實驗結果得知，計算工作困難度顯著影響變換車道時產生的側向加速度，顯示駕駛者在沒有計算工作的附加下進行換道工作，方向盤轉動量較大導致產生較大之側向加速度；另外性別差異也會顯著影響變換車道時產生的側向加速度，男性在進行換道動作時能容許較大的方向盤轉動控制，而女性則對操控車輛行為較為緩和。計算工作困難度對於答題時間有顯著之影響，受試者在面對困難計算工作時答題時間顯著高於簡單計算工作，可推斷受試者在面臨高負荷量的次要作業時，已無法完全掌握次要作業的完成度，而造成反應時間延遲。對於開車使用行動電話之影響，本研究此一重要結論應該具有強烈理論支持力。