

以外顯行為訊號判讀睡眠階段

學生：阮致維

指導教授：徐業良

中華民國九十四年七月

內容大綱:

- 1.研究背景與目的
影響睡眠品質因素、睡眠品質評估系統架構與本研究工作。
- 2.研究方法與程序
睡眠實驗儀器與程序介紹、資料處理、建立外顯行為訊號與睡眠階段關連性資料、演算法發展與驗證。
- 3.實驗結果比對與驗證
- 4.結論與未來展望

研究背景與目的

- 從八千多位成人進行的睡眠品質調查中顯示，有嚴重睡眠問題的患者，更高達80%的比例從未與醫師討論或反應睡眠不良的困擾【亞洲睡眠協會，2003】。可見多數民眾不重視自我的睡眠品質，並且缺乏瞭解、改善睡眠品質的工具與管道。
- 一般睡眠品質評估的方式可以區分為自我主觀評量、客觀儀器測量、以及睡眠觀察三類。

以上三種常用的睡眠品質評估的方式都不適合一般大眾在居家環境下以客觀數據自我評估睡眠品質。

1. 影響睡眠品質的因素

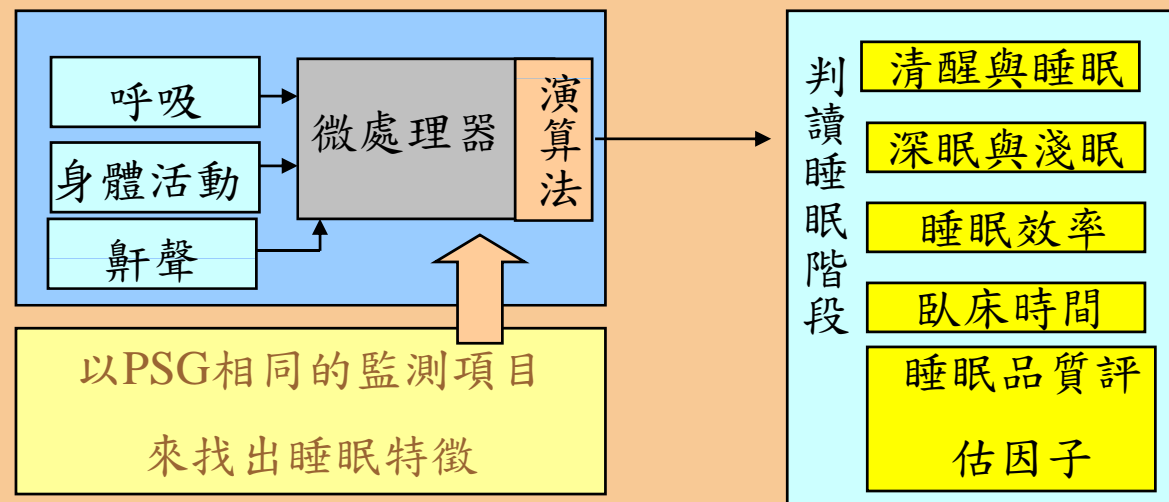
- Lerner[1982]認為睡眠不良的特徵包括(1)睡眠效率（睡眠時間 / 臥床時間）差、(2)覺醒時間長、以及(3)REM與深眠減少等三項。
- Cohen等人[1993]定義下列其中任何一項睡眠困擾的發生即為睡眠品質不良：(1)睡眠少於6小時、(2)睡眠潛伏期（躺下到入睡）大於30分鐘、以及(3)夜裡醒來超過3次。
- Ancoli-Israel[1991]等人研究發現，「週期性肢體運動異常(PLM, Periodic Limb Movement Disorder)」這種疾病在平常族群約為4~24%，而高齡者族群盛行率高達45%，睡眠時患者會因肢體抖動而影響睡眠。

研究背景與目的

- 以上文獻可歸納，評估睡眠品質的四項重要指標，包括
 - (1) 睡眠潛伏期（含睡眠效率）
 - (2) 睡眠中覺醒次數
 - (3) REM與深眠階段時間
 - (4) 其他影響睡眠因素（如打鼾與肢體抖動）。

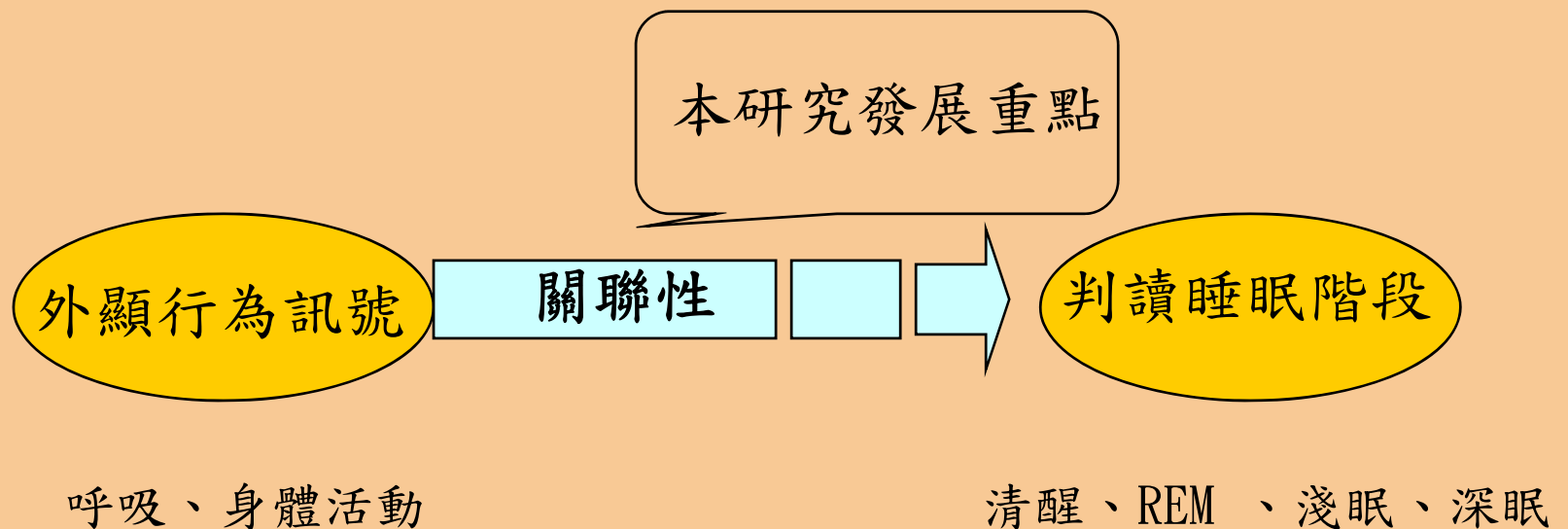
研究背景與目的

- 本研究為「可攜式居家睡眠品質評估系統」開發計畫的一部份。
- 「可攜式居家睡眠品質評估系統」，在不干擾使用者睡眠的前提下，在居家睡眠環境中長期持續性地監測呼吸頻率、身體活動、鼾聲等三項外顯行為，分析受測者睡眠歷程、睡眠品質四項重要指標。



研究背景與目的

- 本研究重點在以二項外顯行為感測訊號（呼吸頻率、身體活動）為輸入，發展一套評估睡眠階段演算法，判別睡眠與清醒、深眠與淺眠、以及NREM與REM等。



研究方法與程序

Research

Center

- 1. 以PSG作睡眠實驗，取得睡眠資料。
- 2. 睡眠資料處理。
- 3. 睡眠實驗資料整理，建立外顯行為訊號與睡眠階段關連性資料。
- 4. 發展以外顯行為訊號判讀睡眠階段的演算法。
- 5. 與PSG判讀結果比對驗證。

1..1睡眠多項生理檢查儀介紹 Polysomnography

1).量測10種生理訊號/18個紀錄通道

腦電波(EEG) 肌電圖(EMG) 眼動圖(EOG)
氣流偵測(Airflow monitor) 聲音(MIC)
胸部及腹部運動監視 腿動(LEG)
氧氣飽和度追蹤(SaO₂)
心動圖(ECG或EKG)
睡姿(Sleep position)

model: PS-2 Series

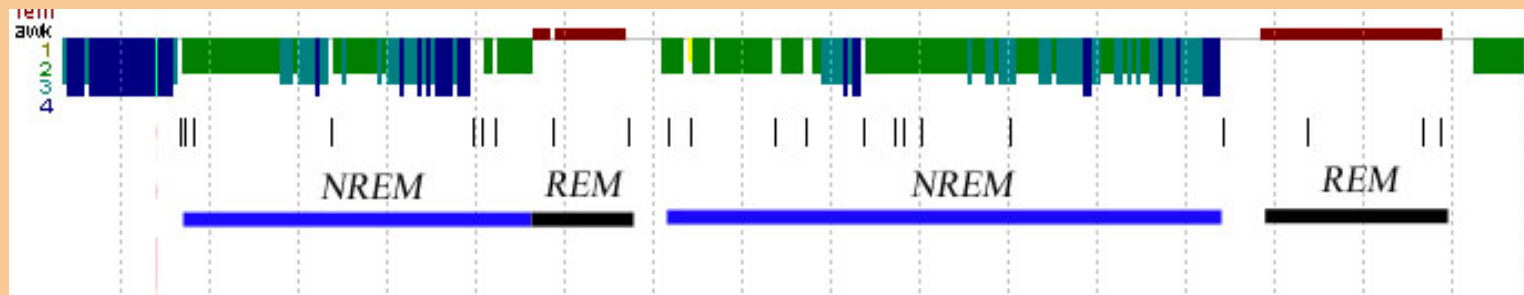


- 2). 可提供10~24小時紀錄時間
- 3). 近端(PC)與遠端(網路)及時資料傳輸
- 4). 使用PCMCIA卡
- 5). 監看畫面可放大. 調整訊號單位與取樣時間



睡眠階段的判讀

- PSG軟體以腦電圖(EEG)為主、再根據眼動圖(EOG)、肌電圖(EMG)訊號，以 Rechtschaffen and Kales(1968) 之判讀標準來區別睡眠階段(Awake、Stage I、Stage II、Stage III、Stage IV、REM)。



1.2 睡眠實驗要求

- 本實驗針對身體健康、作息正常、且無呼吸障礙、無周期性肢體抽動的14位受測者進行睡眠檢查。
- 受測者年齡分佈為20歲至26歲，來自於大學與研究所在學生。受測者在實驗前需填寫「夜間睡眠檢查問卷」，確認無罹患心血管疾病、無嗜睡、無罹患呼吸疾病。

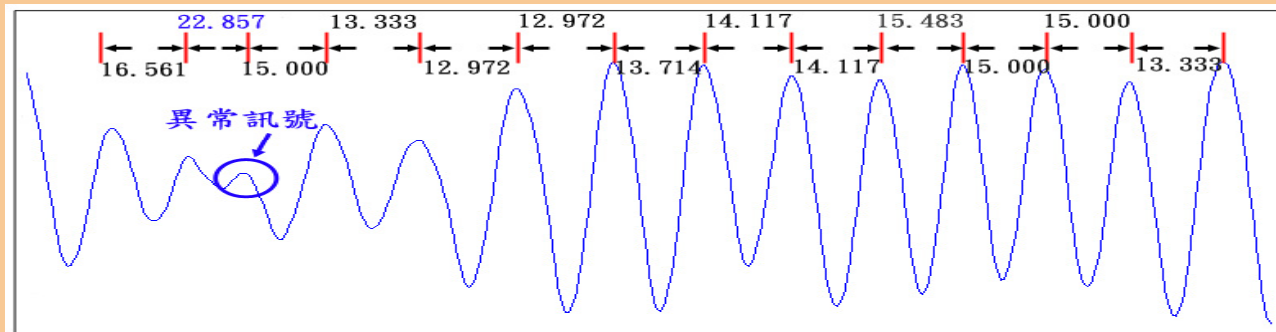
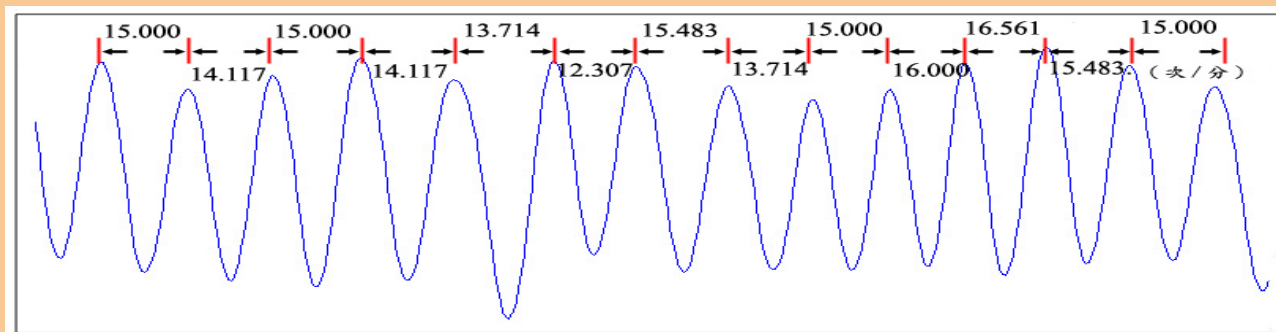
睡眠實驗程序

- 1. 檢查日前一天正常睡眠，檢查當天受測者需要提前正常睡眠時間前1.5小時至睡眠品質實驗室。
- 2. 與檢查人員進行檢查前的前置作業，完成填寫「睡眠檢查夜間問卷」與感測器貼附。
- 3. 儀器訊號埠按照睡眠多項生理檢查儀標準設定。安裝完畢後進行儀器生理校正檢視個別電極的功能以及腦電圖、眼動圖、肌電圖的阻抗是否低於標準值（30k歐姆），阻抗過大會影響訊號的擷取，需重新貼附電極。
- 4. 隔日早晨，檢查人員確認儀器各生理項目正常與否，是否有電極脫落或功能不正常的狀況。
- 5. 儀器確認完畢後取下各貼附的電極與感測器，同時填寫「睡眠檢查晨間問卷」。



2. 睡眠資料處理

- 資料平滑化-以每16點資料overlap取平均值。
- 異常數值之判斷。



計算呼吸方法

- 1.以單位時間計算呼吸次數後，求出呼吸頻率。
- 2.計算呼吸間波峰與波峰時間後，換算求得呼吸頻率。

最後經程式資料處理完畢後可以每分鐘得到

- (1).呼吸頻率
- (2).標準差和變異係數
- (3).PSG睡眠階段資料

3. 睡眠實驗資料整理-建立外顯行為訊號與睡眠階段關連性資料

根據5590分鐘之睡眠歷史之資料顯示：

淺眠時間最長約占50% ，其次為深眠、REM 、清醒。

	清醒	NREM—淺眠	NREM—深眠	REM
時間總合(分鐘)	606	2846	1391	747
睡眠比例(%)	10.84	50.91	24.88	13.36

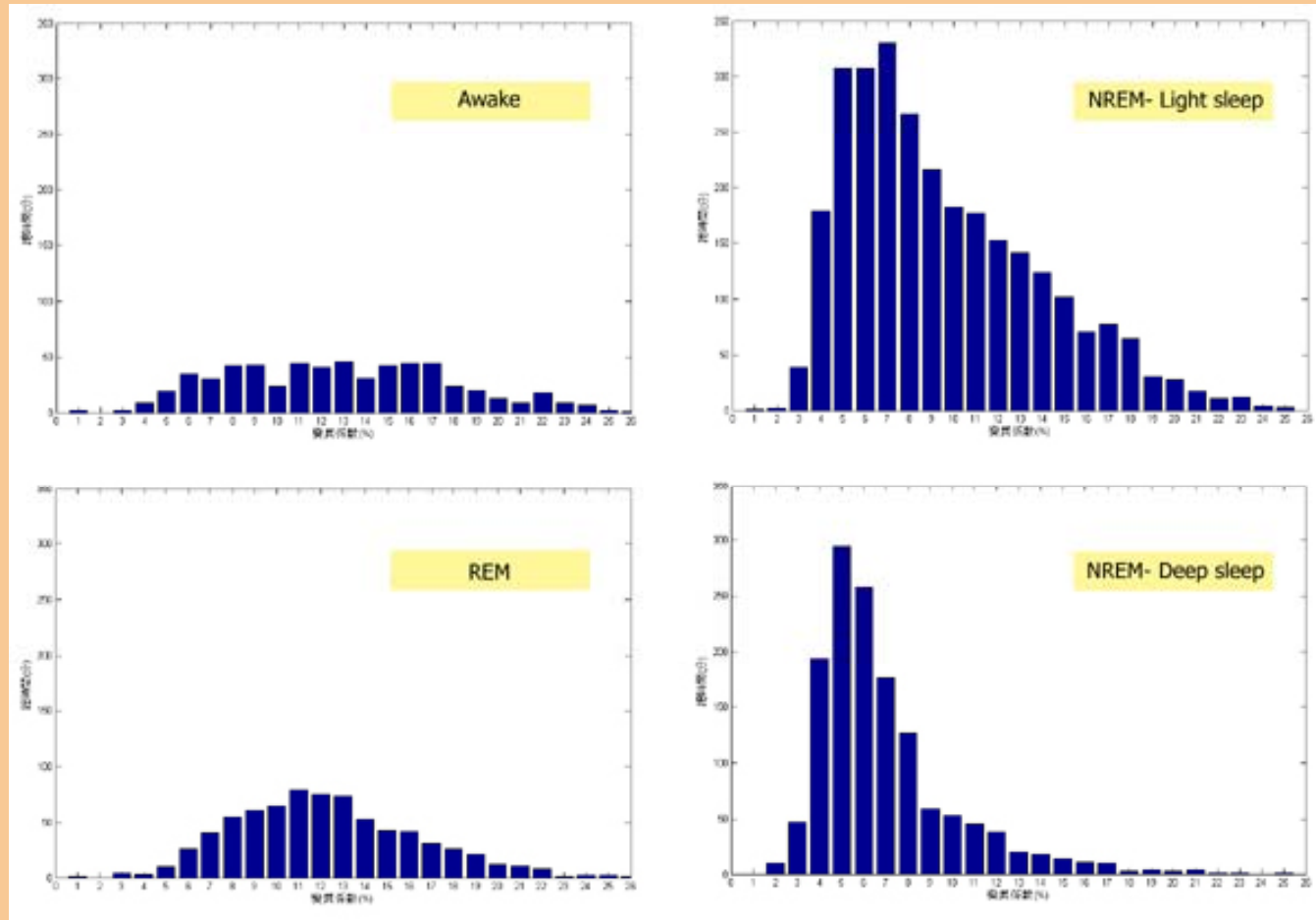


睡眠階段與指標	呼吸頻率	變異係數	腿部動作頻率
清醒>淺眠	9 人	13 人	14 人
清醒<淺眠	5 人	1 人	0
清醒>深眠	5 人	14 人	14 人
清醒<深眠	9 人	0	0
清醒>REM	4 人	9 人	14 人
清醒<REM	10 人	5 人	0
淺眠>深眠	1 人	14 人	11 人
淺眠<深眠	13 人	0	3 人
淺眠>REM	4 人	0	10 人
淺眠<REM	10 人	14 人	4 人
深眠>REM	8 人	0	8 人
深眠<REM	6 人	14 人	6 人

	清醒	NREM—淺眠	NREM—深眠	REM
時間總合(分鐘)	606	2846	1391	747
腿部動作頻率 (次數/總時間)	0.904 (548/606)	0.102 (291/2846)	0.057 (79/1391)	0.052 (39/747)

睡眠階段關聯性

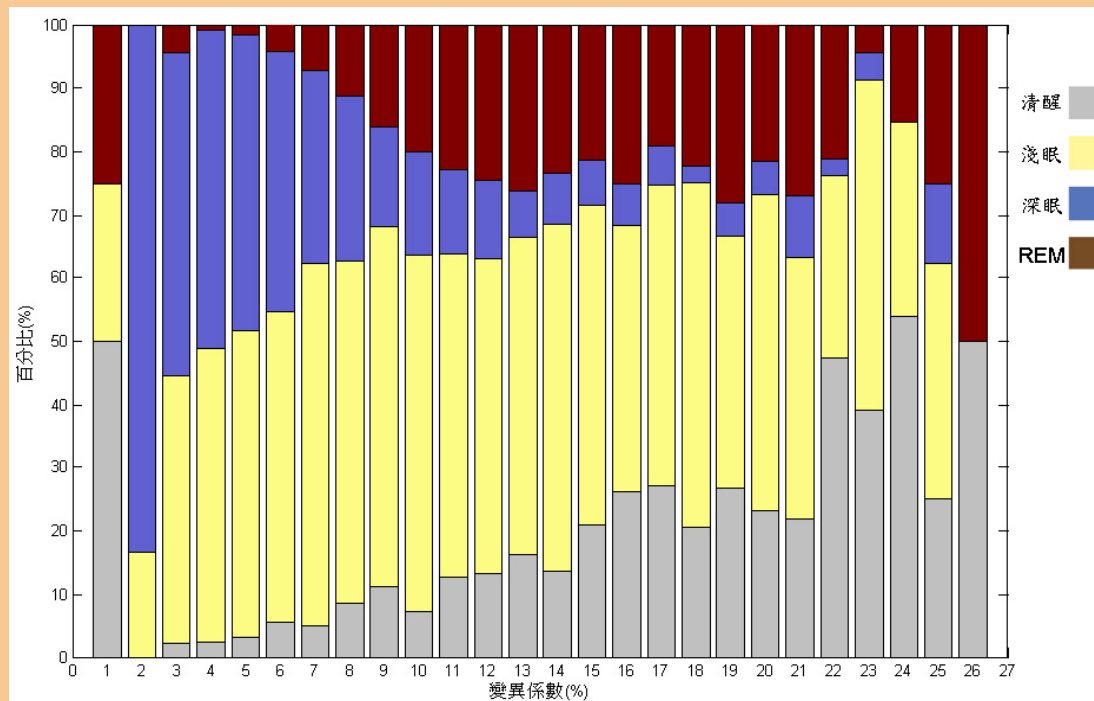
- (1). 14位受測者之呼吸頻率，在四個不同睡眠階段並無明顯趨勢，惟一有一致性的部份是14位受測者之呼吸頻率於深眠階段有大於淺眠之趨勢。
- (2). 14位受測者之呼吸頻率變異係數於各睡眠階段有明顯變化的趨勢，清醒與REM的數值皆大於淺眠，淺眠又大於深眠。
- (3). 14位受測者的腿部動作頻率在清醒期間的平均數值明顯大於其他睡眠階段。



- 呼吸頻率變異係數於各睡眠階段有明顯變化的趨勢，且呼吸頻率變異係數分佈在淺眠、深眠、REM等三個睡眠階段有明顯集中趨勢。因此睡眠階段判讀演算法的建構，將以呼吸頻率變異係數為核心。

4. 演算法的發展與驗證

- 「當某一分鐘睡眠資料呼吸頻率變異係數為1~2(%)時，根據歷史測試資料，有?(%)的可能性受測者是處於深眠狀態，?(%)的可能性受測者是處於淺眠狀態」。



84%可能性
處於深眠

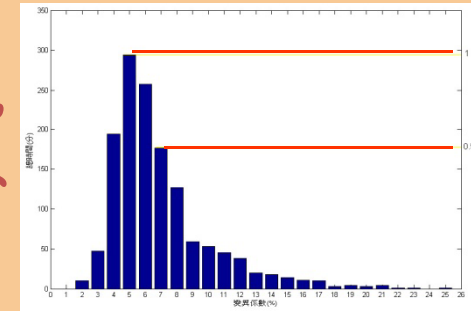
16%可能性
除於淺眠



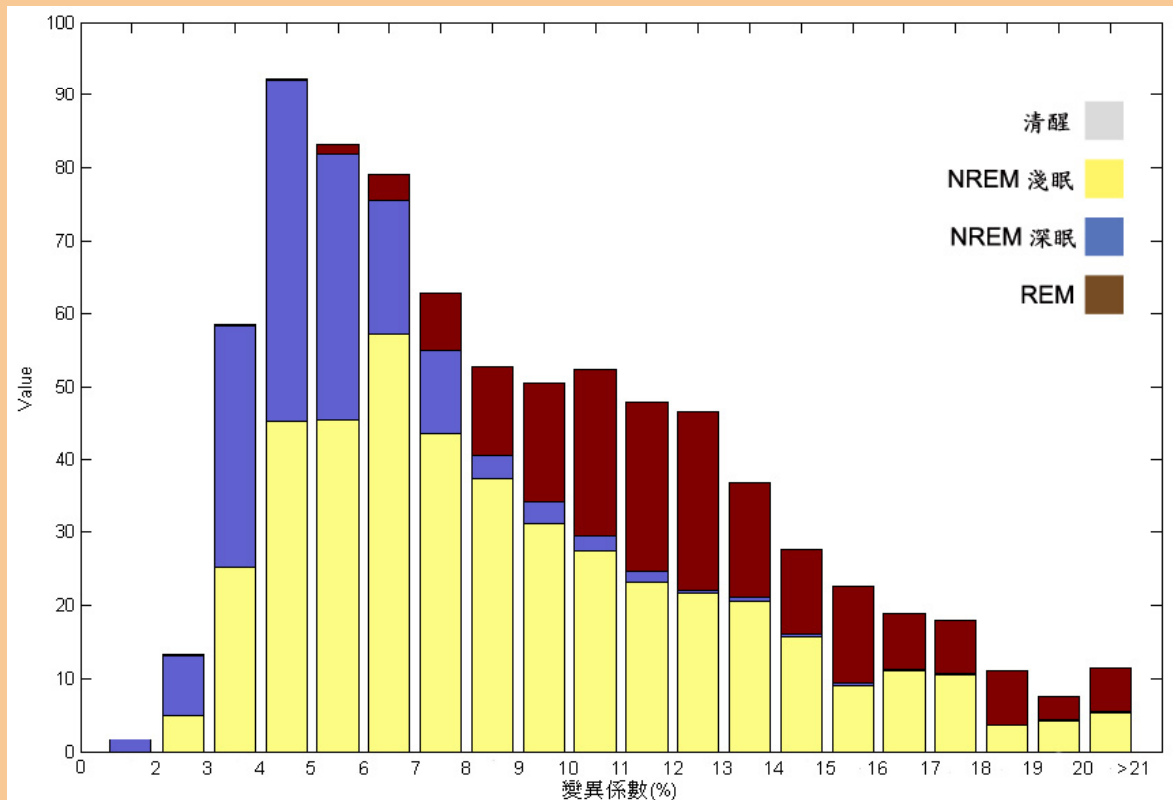
研究方法與程序

集中趨勢正規化處理

- 輸入某一分鐘呼吸頻率變異係數，可依此給予此分鐘為淺眠、深眠、REM等三個睡眠階段的「可能性分數」



1
0.59
↑
集中趨勢常數



評分方式有兩種

- 1. 比較10分鐘內各睡眠階段分數之平均最大值後，判定睡眠階段。
- 2. 以10分鐘內出現睡眠階段之最大可能，判定睡眠階段。

實驗結果

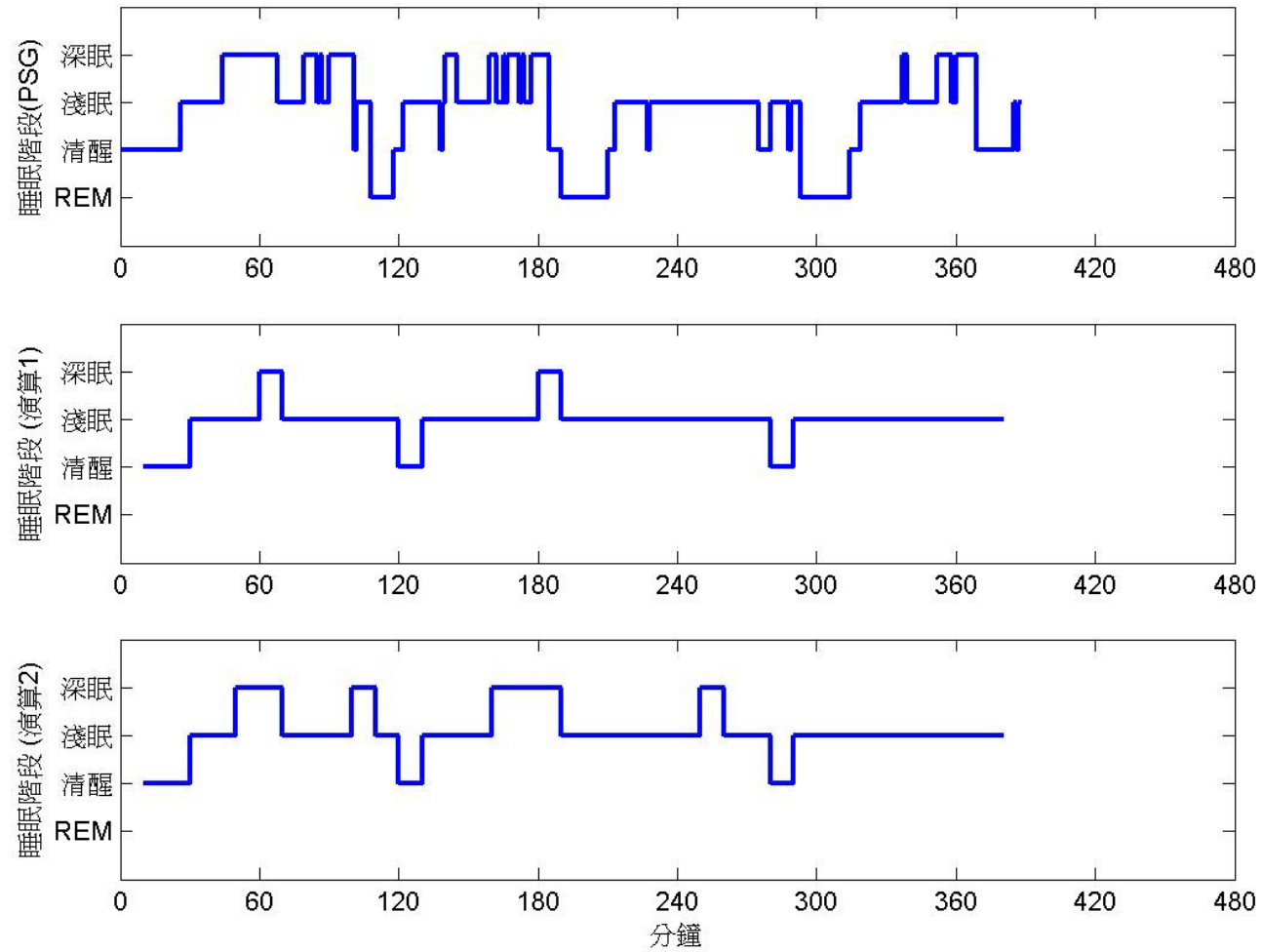
比對驗證

- 如表4所示，以演算法1重新判讀14位受測者睡眠資料，與PSG判讀結果比對，符合率最低45.62%、最高71.46%、平均56.44%。

受測者 [□]	與 PSG 比對符合之時間(分鐘) [□]	判讀時間(分鐘) [□]	判讀符合率(%) [□]
1 [□]	219 [□]	380 [□]	57.63 [□]
2 [□]	144 [□]	310 [□]	46.45 [□]
3 [□]	217 [□]	440 [□]	49.31 [□]
4 [□]	263 [□]	460 [□]	59.77 [□]
5 [□]	261 [□]	390 [□]	66.92 [□]
6 [□]	219 [□]	480 [□]	45.62 [□]
7 [□]	205 [□]	360 [□]	56.94 [□]
8 [□]	272 [□]	360 [□]	56.67 [□]
9 [□]	293 [□]	410 [□]	71.46 [□]
10 [□]	264 [□]	440 [□]	60.00 [□]
11 [□]	206 [□]	420 [□]	49.04 [□]
12 [□]	118 [□]	240 [□]	49.16 [□]
13 [□]	203 [□]	360 [□]	56.38 [□]
14 [□]	224 [□]	360 [□]	62.22 [□]
14 人程式平均判讀符合率=56.44 [□]			



PSG與演算法之判讀結果比較 No.1



結論與未來展望

1. 本研究蒐集了14位受測者以PSG蒐集之整晚睡眠資料，加以分析、處理，建立外顯行為與睡眠階段之關係並嘗試發展一套判讀睡眠階段演算法，以呼吸頻率變異係數和腿部動作頻率兩項外顯行為訊號判讀睡眠階段，能將整晚睡眠區分為清醒、深眠、淺眠、REM等四個階段。
2. 演算法判讀結果經與PSG判讀結果比對，判讀符合率為56.44%。
3. 本研究建立完成以外顯行為判讀睡眠階段之整體架構，為來將繼續嘗試進一步提升判讀符合率，包括邀請更多受測者作睡眠實驗，以增加演算法依據之資料量