

正體中文閱讀視力評量工具開發之前導 研究——中文複雜度與視力正常者 閱讀速度之關聯性

黃柏翰*
筑波大學
障害科學研究所
博士生

柿澤敏文
筑波大學
人間系
教授

摘 要

多數低視力者的需求皆為閱讀，除了低視力者，即使對視力正常人來說，閱讀也是日常視覺的重要任務之一。而以遠距離的單一羅馬拼音字母視標為基準，評估中、近距離的日常中文閱讀辨識能力有其限制。直接以中、近距離的中文辨識基準評估日常閱讀辨識能力有較高的功能性意義，且常見的方法是以閱讀速度作為評量標準。故本研究以中文的複雜度作為閱讀速度的評量依據，並假定相同的複雜度會有相同的閱讀速度。實驗結果顯示本研究假設正確，20 篇文章平均複雜度無顯著差異之下，閱讀速度亦無顯著差異，且複雜度與閱讀速度間呈高度相關 ($r = .795$, $\text{adj } r^2 = .611$, $p < .01$)。透過本實驗研究初步建立了一個可用的中文閱讀視力評量工具。後續研究將以語詞排列、不同視力、不同年齡層、單一複雜度文字組成文章，四種條件進行後續探討，以期發展出對正常視力者、低視力者、以及其他類型受試者皆可使用之中、近距離的視力評量工具。

關鍵詞：閱讀視力評量、複雜度、閱讀速度

* 通訊作者：黃柏翰 (stroll95@gmail.com)

A Pilot Research about Develop a Reading Chart for Measuring Reading Speed of Traditional Chinese -The Correlation between the Complexity of Chinese Characters and the Reading Speed of Sighted Subjects

Po-Han Huang*

PhD Student,

Graduate School of Disability Science,
University of Tsukuba

Toshibumi Kakizawa

Professor,

Department of Human Science,
University of Tsukuba

Abstract

Reading is one of the important tasks of one's daily routine, not only for people with impaired vision, but also for sighted people. The results of distance visual acuity tests are not suitable as a benchmark for explaining one's needs for reading and daily life. On the contrary, it has high functional meaning to assess those needs based on medium-near reading acuity charts, and the evaluation criterion which is usually used is reading speed. Therefore, this study uses the perimetric complexity of Chinese characters as the basis for evaluating reading speed, and assumes that if there is no significant difference in complexity, the reading speed as the same. The experimental results show that the assumption of this study is correct, and that there is a high correlation between the two values ($r = .795$, $\text{adj } r^2 = .611$, $p < .01$). Follow-up research will be conducted on: word arrangement, other visual acuity, different age groups, and the chart made by use of the same perimetric complexity.

Keywords: reading acuity chart, perimetric complexity, reading speed

*Corresponding Author: Po-Han Huang (stroll95@gmail.com)

壹、前言

低視力者因為視力的限制，在日常生活上有著許多的不便。而根據調查指出，不論學齡或成年低視力者，在學校或日常生活方面，最常見的服務需求是針對視力限制而導致的閱讀困難 (Owsley et al., 2009)。在日本針對低視力學生的普查也指出，有高達 9 成視力值介於 0.3 至 0.02 的學生仍然以使用印刷文字為主要學習媒介 (Kakizawa, 2016)。不僅是低視力者，即使是對視力未達低視力標準的正常人來說，閱讀也是日常視覺的重要任務之一。眼科上常見的就診原因，就是視力減損連帶引起的閱讀困難 (Legge et al., 1989b)。

貳、文獻探討

一、閱讀視力評量

近年的研究表明，傳統上 5 公尺或 6 公尺的遠距離視力檢查對於低視力者在日常視覺功能上的意義來說較低。反而是 1.5 公尺的中距離及 40 公分的近距離視力評估對於低視力者才有較高的功能性意義，因為它們與閱讀所需要使用到的視覺功能非常相似 (Cotter et al., 2015; Hamm et al., 2019; Huurneman & Boonstra, 2016)。且以單一的視力檢查視標 (C 或 E) 要去推論日常生活中的閱讀辨識能力有其限制，較好的方式是直接以日常的文字作為評估其閱讀辨識能力的依據 (Zhang et al., 2007)。那要如何進行中距離、近距離或具有日常功能性的視力評估呢？國際上行之有年的做法是以閱讀速度作為評量標準，並以此發展出閱讀視力的評量工具 (Bailey & Lovie, 1980; Legge et al., 1989a; Mackeben et al., 2015; Radner et al., 1998; Trauzettel-Klosinski et al., 2012)。而這類評量在國際上常見模式有兩類：

1. 前後文字彼此相關聯，組合成有意義字句的文章 (continuous text)：以 MNREAD (Minnesota reading acuity chart) 系列測驗為例 (Legge et al., 1989a)。這套測驗是以 10 個單字

(word) 組成一組段落文章，每個單字間留有半形空白。共 19 組不同文字尺寸的段落文章。測量後每組不同文字尺寸可分別對應不同國際標準文字尺寸 M (1 M 的文字尺寸是長寬皆為 1.45mm, 4M 就是 5.8mm, 視角約為 20 分) (Sloan, 1951)、印刷文字 (pt)，以及一般小數視力值以及為了研究及統計計算的對數視力值 (logMAR)。

2. 前後文字彼此不相關，避免組成有意義字句的文章：以 SKread Test (Smith-Kettlewell reading test) 為例 (Mackeben et al., 2015)，測量後可對應到的資訊與前項相同。但為了最小化受試者閱讀能力及教育程度的影響，測量閱讀視力，採用電腦隨機排列前後文字，且排除隨機排列下成為有意義的前後文字句。

上述這兩種不同類型的測驗，根據研究指出，前後文字彼此相關聯的文章對於評估近距離且具有日常功能性的視力有較佳的成效 (Xiong et al., 2018)。且不同於表音的羅馬拼音字母，表意的中文文字系統，即使前後文字彼此不相關，目前研究指出並不影響閱讀表現 (陳慶榮等人, 2010)。目前有關中文的視力評量工具僅有 International Reading Speed Tests (以下簡稱 IReST) (Trauzettel-Klosinski et al., 2012) 的簡體中文版，顯見中文體系在此方面欠缺相關研究。IReST 其文章內容難度設定為 11 歲或國小五年級左右，每篇文字數固定為 153 字。且通過信效度考驗，閱讀速度沒有顯著差異。本研究亦將以此為參考進行實驗的設計。

二、文字的複雜度

同上一段所述，表音的羅馬拼音字母 (letter) 與表意的中文文字 (character) 有著很大的差異。羅馬拼音字母方面，眼科常用的 ETDRS (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study) 視力表 (Bailey & Lovie, 1976) 中所用的 10 個視標字母是從 26 個英文字母中，透過實驗選取出「空間結構係數／圖像複雜度」(以下簡稱複雜度) 相近的 10 個字母 (Sloan,

1951)。而相近的複雜度在以閱讀速度作為評量標準的評量工具上已被證實有著相同的閱讀速度 (Wang & Legge, 2014)。原因在於閱讀是一種眼球高速掃視及注視的循環過程，其中複雜度影響注視過程。若複雜度上升，則會影響注視的停留時間及出現重複掃視的現象 (Cheong et al., 2008)，進而影響閱讀速度。因此關鍵點就在於如何量化文字的複雜度，使之組成測驗用的文本。過去研究指出，中文文字複雜度大致能以下列四種方式計算：

1.筆畫數 (Stroke count)：中文文字的筆畫數是固定的，因此複雜度就以筆畫為基本單位進行計算。但過去研究卻也指出中文字的筆畫多寡雖與辨認難易度存在相關，但並非具有絕對的關係。簡單來說，當筆畫增加，大體上辨認愈趨困難，但這種趨勢並不是絕對的。舉例來說，我們都知道中文的「天」筆畫較「十」來得多，但這兩個字在辨認的實驗結果上並無顯著的差異 (Zhang et al., 2007)。相反的，即使筆畫數相同，但文字的部件、相同字體尺寸下文字的長寬等因素都會影響辨認能力。

2.墨水密度 (Ink density)：在電腦上，相同的文字尺寸會有著相同的長寬（邊界），因此可視為固定大小的圖像。墨水密度就是在固定的面積中，以墨水（通常是黑色）所佔的總像素與文字尺寸固定的面積（通常是白色）之間的比例進行計算。其優點在於一定程度解決了以筆畫數量化時產生的問題。

3.筆畫頻率 (Stroke frequency)：在一個文字的方框內，水平及垂直的長度平均畫上八條線，兩個斜對角平均各畫上四條對角線。筆畫頻率被定義為這些縱橫斜交錯的線與筆畫間的交叉點平均數 (Zhang et al., 2007)。

4.周長複雜度 (Perimetric complexity)：被定義為沿著文字邊緣的總長，亦即文字的周長，此周長平方除以墨水的面積 (Peli et al., 2006)。與墨水密度的差別在於，周長複雜度經研究證實不論在羅馬拼音字母或中文文字皆可使用，兩者間有著很高的關聯性 (Wang & Legge, 2014)。

表意的中文文字在呈現上與表音的羅馬拼音字母不同點在於，羅馬拼音字母能以幾個複雜度相近的字母，組合成有意義的文章內容，亦即整篇文章的平均複雜度相近於所使用字母的平均複雜度；但在中文文字方面，若限縮僅使用相近複雜度的文字，則可能造成文意表達上的困難與限制。故本研究不以相近複雜度的中文文字，組合成有意義的文章進行實驗，將以整篇文章的平均複雜度作為研究基礎，並假設各篇文章的平均複雜度若沒有差異，則閱讀速度在統計上應該沒有差異。

故綜合上述，本研究以複雜度作為切入觀點，主旨在建立一套能評估視力正常者及低視力者的中、近距離的視力評估工具。此外在建立過程中需要注意的是，根據國際視力評估規範 ISO8597 (International Organization for Standardization, 簡稱ISO)，在建立替代 Landolt C 或 Snellen E 的視覺刺激符號時，替代性視覺刺激符號必須等同前述兩者，或是其差異應小於 5%，如果無法，替代性刺激符號的尺寸必須進行調整。故為符合國際視力評估規範，且後續研究希望能與 Landolt C 及 Snellen E 兩視標進行比較研究。因周長複雜度不論在羅馬拼音字母或中文文字皆可使用，故以周長複雜度為分析方法。整篇文章的平均複雜度為自變項，閱讀速度作為依變項。標準測驗距離設定為 40 公分，以前後文字相關聯有意義的文章為主，並參考 IReST 設定之內容難度。

再者，多數視力評估工具建立之初，皆以視力正常者的實驗結果作為模型，再推廣到其他各類型對象上 (Cheung et al., 2015; Legge et al., 1985; Trauzettel-Klosinski et al., 2012; Mackeben et al., 2015)。故本研究為系列研究的第一步，將以視力正常者為受試者進行前導實驗研究。以期未來能夠透過此一評量工具有效率地評估使用正體中文之正常視力者、低視力者、以及其他類型受試者在中、近距離的視力評估。並為後續大字書製作、放大文字尺寸、各式光學輔具挑選上提供一個參考指標或建

議。本研究遵守《赫爾辛基宣言》，並通過倫理審查委員會審查，該項目於審查結果後有效期限一年內執行完成。

參、研究方法

本研究以視力正常者為受試者，進行閱讀評量工具的信效度考驗、以及探討正體中文文字的評量平均複雜度與閱讀速度間的關係。

一、閱讀評量工具「內容」的信效度考驗：為了不讓閱讀評量工具的文章內容影響實驗結果，首先針對文章內容的難度進行考驗。

1.效度

(1) 專家效度對象：在臺灣公立國民小學服務的高年級教師 5 名（以下簡稱專家）。

(2) 研究流程：先由實驗設計者自 IReST 簡體中文版內容 10 篇，全數翻譯為正體中文版本。並請上述專家在臺灣國小五年級的國語教科書（以下簡稱教科書）中共同選出 13 篇文章，及 2017 年 8 月 1 日至 15 日發行之國語日報 90 篇文章中選出符合國小五年級程度的文章 15 篇（以下簡稱報紙）。報紙選擇之評

分者間一致性可參照信度部分敘述。接著再請專家自上述 3 種不同版本字數文章，移除所有標點符號，參考 IReST 字數編輯成每篇 153 字的文章內容。完成後專家共同由教科書的 13 篇中選出 5 篇、以及報紙的 15 篇中選出 5 篇，IReST 因各語言版本難度皆為國小五年級程度 (Trauzettel-Klosinski et al., 2012)，故 10 篇全數納入實驗。確認其難度一致無誤後交付本研究實驗設計者。

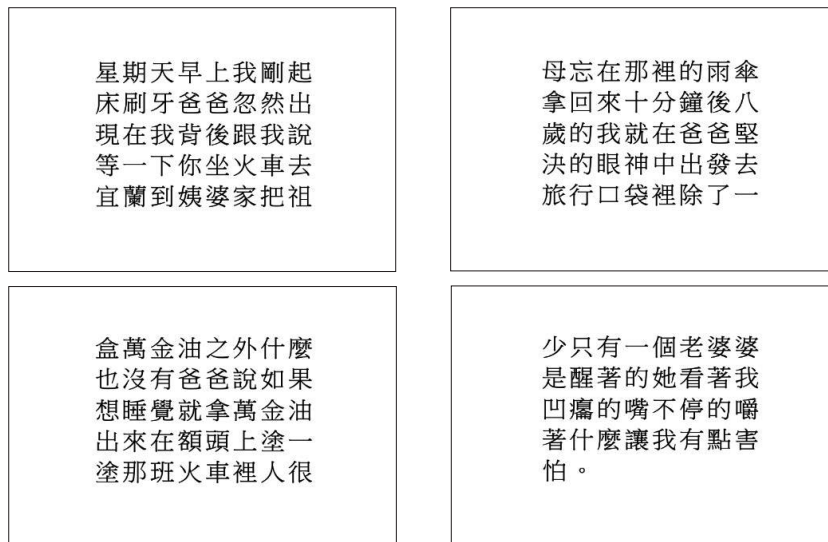
實驗者將上述提示刺激加以編輯，在呈現方面如圖 1 所示，每篇有 4 頁、每頁固定 5 行、每行固定 8 個文字，第 4 頁的最後一行僅有 1 個字，每篇相同 153 字。並參考 MNREAD 設定 (Legge et al., 1989a)，字與字、行與行之間按一定標準調整。基本上採前後文字相關聯有意義的文章為主。

2.信度

(1) 受試者：同效度 (2) 中說明，為避免隨機抽樣國小五年級受試者，出現中文程度參差不齊的問題影響實驗結果。本研究採以年齡範圍在 22 至 29 歲之間 (25.78 ± 2.26) 的大學生及碩博士生參與這項研究，原收集 20 名受

圖 1

給予的提示刺激（教科書，尺寸 4M）及其文章



試者，但因實驗設計受試者的遠近視力值必須為視力 1.0。經合格驗光師檢測後，排除視力值不符合者 5 名，剩餘 15 名或多或少有屈光不正現象，但經眼鏡矯正後雙眼最佳矯正視力值 1.0，且近距離視力 (NVA) 亦為 1.0。受試者全體屈光範圍為 0 至 -10.25 球面屈光度 (-3.37 ± 2.88D) 和 0 至 -2.75 柱面曲光度 (-0.98 ± 0.78D)，詳細受試者資訊可參見表 1。

(2) 給予的提示刺激：IReST 內容為國小五年級，教科書亦選自台灣國小五年級版本。故後續無進一步進行信度考驗。但報紙內容難度可能不一，故以專家挑選後進行 Kendall 和諧係數考驗。結果 Kendall 和諧係數 $W = .78$ 。

接著由實驗設計者編輯為文字尺寸 0.4M。字體為台灣教科書常見的新細明體，文字尺寸遵循國際視力評估規範 (Committee on Vision, 1980) 將 4M 文字尺寸作為基礎，故 0.4M 為 4M 等比例 1/10 縮小。字距與行距依文字尺寸進行調整。在呈現媒介方面，使用 Macbook Pro 13.3 英吋，2560 x 1600 像素，螢幕解析度 227 dpi，並依照螢幕尺寸及上述國際標準定義進行微調。實驗過程中考慮環境照度下螢幕亮度控制在 130 cd/m²、及 85% Michelson 對比度，兩者皆容許 ±5% 誤差，並使用輝度計進行測量 (Konica Minolta 製，LS-110)

二、閱讀評量工具的複雜度分析：同文獻

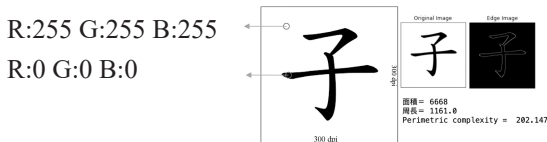
表 1
15 名受試者資料

編號	性別	年齡	OD		OS		NVA
			SPH	CYL	SPH	CYL	
1	女	25	-2.25	-0.25	-2.25	0.00	1.0
2	男	27	-1.00	-1.00	-1.75	-1.25	1.0
3	男	24	-2.25	1.25	-3.00	-0.50	1.0
4	女	26	-1.75	-0.25	-1.50	-0.25	1.0
5	男	25	0.00	-0.25	0.00	0.00	1.0
6	女	25	-7.00	-1.00	-8.00	-1.00	1.0
7	女	26	-3.00	-1.50	-2.75	-0.75	1.0
8	男	25	-2.25	-1.25	-3.00	-1.00	1.0
9	男	28	0.00	-2.75	0.00	-2.25	1.0
10	女	23	-5.50	-0.50	-4.50	-1.00	1.0
11	女	27	-3.25	-1.75	-2.50	-2.25	1.0
12	女	22	-10.25	-1.25	-9.25	-1.50	1.0
13	男	23	-1.50	-1.00	-2.50	-1.25	1.0
14	女	28	-8.25	-1.25	-7.75	-1.25	1.0
15	男	29	-2.00	-1.25	-2.00	-1.00	1.0

OD：右眼、OS：左眼、SPH：球面屈光、CYL：柱面屈光、NVA：近距離視力

探討的內容，周長複雜度的定義為文字的周長平方除以墨水的面積。故本研究以 Python 自編圖像演算法程式，分別計算每篇文章 153 文字，共 20 篇文章，計 3060 個文字的複雜度。如圖 2 所示，所有文字皆以 300 x 300 dpi 固定長寬、字體新細明體方式呈現。文字（墨水）部分設定為 RGB 三原色強度值為 0.0.0、白底為 RGB 三原色強度值為 255.255.255 分割文字及白底形成邊緣 (edge)，以利程式自動計算周長值。每個文字複雜度算出後，程式逕自動算出每篇文章的平均複雜度。

圖 2
文字設定及複雜度分析



三、研究流程與統計分析：

1. 複雜度比較：Python 程式自動算出每篇文章的平均複雜度後，首先以離群值分析（公式 = (觀察值 - 平均數) / 標準差），並將極端值定義在 3 個標準差之外，以檢驗平均複雜度是否有過高或過低的文章存在。再來因 20 篇文章是以 IReST、教科書及報紙，三種不同來源組成，為考驗三者間是否存在平均複雜度差異，以單因子變異數進行考驗。

2. 複雜度與閱讀速度相關性：本研究假設整篇文章的平均複雜度若沒有差異，則閱讀速度應該相同。故以相關性檢定進行兩者間關聯性考驗。在流程方面，要求受試者使用下巴支撐架將視距離固定在提示刺激 40 公分處，並要求受試者以自己最快朗讀速度、正確地將每篇文章唸完。朗讀過程中可以以鍵盤上下鍵切換頁面進行閱讀。考慮到提示刺激難度（國小五年級）及受試者程度（大專院校以上），每

篇文章通過與否定義為朗讀正確率 100%，通過之數據進行後續研究。實驗過程進行錄音錄影，研究設計者事後以之判斷朗讀正確率。判斷基準為第一次朗讀時文字的正确發音為準，受試者因唸錯而修正發音亦視為錯誤。因要求受試者以自己最快朗讀速度進行，為不讓疲勞影響最快朗讀速度，每篇文章唸完後休息 30 秒。

肆、結果與討論

一、複雜度比較：

20 篇文章的複雜度與離群值分析如表 2 所示。結果顯示，複雜度介於 514.55 至 678.87 (606.67 ± 44.32) 之間、離群值介於 -2.08 至 1.63 之間。20 篇文章的複雜度皆於正負 3 個標準差之內，沒有出現極端值。三種不同來源文章的平均複雜度比較方面，單因子變異數分析結果顯示沒有差異 ($F(2,19) = 1.455, p > .05$)，事後比較表如表 3 所示，三種不同來源文章平均複雜度沒有差異，且教科書與報紙的平均複雜度幾乎相同。

二、複雜度與閱讀速度的相關性

在結果與討論的第一點，統計分析結果已表明 (1) 20 篇文章的複雜度沒有出現極端值；(2) 三種不同來源文章的平均複雜度統計上無顯著差異。故而在複雜度與閱讀速度比較方面，以 20 篇文章複雜度與相對應 15 名受試者平均閱讀速度間的關聯性比較，會比分析三種不同來源文章複雜度與閱讀速度間關聯性來得有意義。15 名受試者在 0.4M 文字尺寸上的閱讀正確率皆達 100%，其閱讀速度如表 2 所示。而自變項與依變項關聯性散佈圖如圖 2 所示，複雜度與閱讀速度間關聯性呈現線性回歸模式 ($y = 0.08x + 15.19$)、統計結果顯示：相關係數 $r = .795$ 、調整後解釋力 $adj\ r^2 = .611$ 、顯著性 $p < .01$ 。

表 2

20 篇文章的複雜度、離群值及相對應閱讀速度、離群值比較表

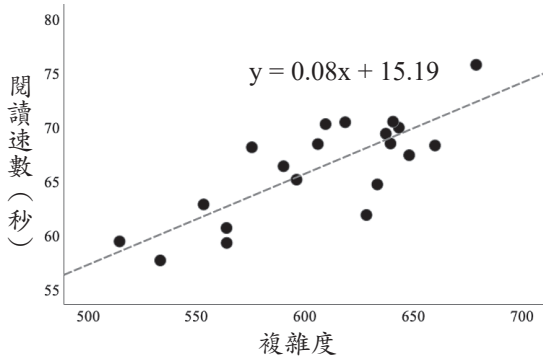
No.	複雜度	複雜度離群值	閱讀速度 (秒)	閱讀速度離群值
1	563.94	-0.96	59.30	-0.16
2	605.91	-0.02	68.44	+0.11
3	596.11	-0.24	65.15	-0.08
4	678.87	<u>+1.63</u>	75.77	<u>+0.54</u>
5	563.83	-0.97	60.68	-0.34
6	514.55	<u>-2.08</u>	59.44	<u>-0.41</u>
7	553.29	-1.20	62.86	-0.21
8	628.31	+0.49	61.88	-0.27
9	590.10	-0.37	66.39	-0.01
10	609.47	+0.06	70.28	+0.22
11	533.29	<u>-1.66</u>	57.68	<u>-0.52</u>
12	659.92	+1.20	68.31	+0.11
13	648.00	+0.93	67.41	+0.05
14	633.32	+0.60	64.71	-0.10
15	618.51	+0.27	70.46	+0.23
16	643.27	+0.83	69.96	+0.20
17	640.56	+0.76	70.51	+0.23
18	575.50	-0.70	68.14	+0.10
19	637.24	+0.69	69.40	+0.17
20	639.39	+0.74	68.49	+0.12
MEAN ± SD	606.67 ± 44.32		66.26 ± 4.7	

表 3

三種不同來源文章的平均複雜度單因子變異數分析事後比較表

(I)	(J)	平均差 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
1	2	-28.17000	23.71250	.508	-91.7224	35.3824
	3	-36.75400	23.71250	.325	-100.3064	26.7984
2	1	28.17000	23.71250	.508	-35.3824	91.7224
	3	-8.58400	27.38084	.952	-81.9680	64.8000
3	1	36.75400	23.71250	.325	-26.7984	100.3064
	2	8.58400	27.38084	.952	-64.8000	81.9680

圖 3
文字複雜度與閱讀速度間散佈圖



在討論方面，根據表 2 的閱讀速度離群值分析結果來看，沒有超過正負 3 個標準差的結果出現。另一方面從相關係數 $r = .795$ 切入，發現中文文章的平均複雜度與閱讀速度呈現高度相關，證明本研究假設正確。進一步仔細分析，從表 2 的文章編號 4、6、11 的離群值來看（底線：4:1.63、6:-2.08、11:-1.66），這三篇文章的離群值雖然都在正負 3 個標準差之內，但在全部 20 篇文章的離群值間，是最突出的前三個。同時參照相對應的閱讀速度離群值（底線：4:0.54、6:-0.41、11:-0.52），也同時是最突出的前三個，對應複雜度基本理論：即複雜度越高，所需閱讀時間越長；反之則越短。這部分可以解釋為何統計結果有著高度的相關 (r) 以及解釋力 ($\text{adj } r^2$)。除此之外，亦可從過去研究中得知，IReST 的 10 篇內容不變、以簡體字呈現時複雜度較繁體字低。在文字尺寸 (Cheung et al., 2015)、對比度 (Xiong et al., 2020)、環境照度 (Legge et al., 1990)、受試者能力 (Trauzettel-Klosinski et al., 2012) 等背景變項皆相同情況下簡體字版平均閱讀速度 (36.0 ± 4.0) 來得繁體中文 (66.3 ± 4.7) 快，亦可證明本研究假設正確。

但是從圖 1 的直線回歸 x 的參數 0.08 及常數 15.19 來看，也說明了複雜度與閱讀速度間仍存在著其他影響因素。從過去研究 (Wang & Legge, 2014; Wang & Legge, 2018; Cheung et

al., 2008; Cheung & Cheung, 2017) 來看，本研究推論可能是受視覺跨度、語詞排列、句讀所致。根據上述研究，在複雜度最高的中文字排列下，受試者一次最多僅能分辨 4.5 個中文字。以圖 1 為例，第一、二行的結尾「起床」及「出現」分屬不同行尾行首的呈現。若這種連貫性的語詞沒有出現在一個視覺跨度中，會降低閱讀速度。再加上無句讀的呈現方式，增加受試者在閱讀時的流暢性，進而影響閱讀速度的穩定。

另一個討論的面向，則是從以閱讀速度作為評量標準的閱讀視力評量工具，是否符合國際標準視力評估規範來看，因所有受試者在文字尺寸 0.4M 全數通過設定標準，讓我們推論文字尺寸存在向下延伸的可能性，也就是再小一個尺寸的 0.32M、或更小的文字尺寸可能存在受試者能夠辨識的可能。依照現行多數視力評估標準，單一尺寸 50% 以上能夠辨識即視為通過。也就像是進行遠距離視力檢查時，在同一行中只要正確指出一半以上的視標缺口方向，即可以向下一行（視標尺寸小一級）進行檢驗。再者，當受試者視力值愈趨惡化，在辨識上可能存在更多問題。本研究目前納入之正常/矯正後正常視力 1.0 的受試者有下項延伸的可能，但並不同於視力值 0.4 至 0.9 的受試者有這種可能性，更遑論 0.3 至 0.01 的低視力/視覺障礙者，因低視力者的視力情況更為多樣化與複雜 (Whittaker & Lovie-Kitchin, 1993)，故本實驗目前施行的視標尺寸是否要進行調整以符合國際規範，受限於實驗設計及受試者人數之故，目前未有定論。

最後，對於本研究以大專院校以上程度受試者，進行國小五年級難度提示刺激的辨識，亦即受試者閱讀理解能力是否影響閱讀速度這點，本研究持保留態度。一方面我們都認知到閱讀的終極目的是理解，但另一方面過去在這種閱讀視力評量的研究已證明，閱讀理解不適合作為評估閱讀視力的標準 (Legge et al., 1989b)。且回歸到「評估閱讀視力」這點，關鍵的重點應擺在是否能夠辨識目標視標，而

非是否能夠理解視標的內涵與意義。如同我們不會去探究 Landolt C 或是 Snellen E 的視標是否代表何種意涵，而是在意五分視角與一分視角在辨識上是否殊途同歸 (Becker & Graef, 2006)。但從文字的差異觀點來說，上述研究充其量說明了表音的羅馬拼音字母的研究現況，而非表意的中文文字。我們可以說，在羅馬拼音體系，多數年齡層在進行辨識字母上，大體上可以忽略閱讀理解能力。但在中文文字方面則是未知，妥善的解決方式應該要擴展受試者年齡層進行研究，或以同一個案長期研究，端看是否能排除時間效應產生的問題。抑或參考羅馬拼音的模式，在嚴格限制每個文字的複雜度情況下，亦即排除中文文字擁擠 (crowding) 效應，以有限的文字量組成一篇有意義的文章進行辨識。具體作法上，應該針對正體中文常用的全部文字進行複雜度分析，再以集群分析 (cluster analysis) 分析出複雜度切結點，進而進行複雜程度的分類，試圖構成複雜度更均一的閱讀視力評量，這會是一個挑戰，但也會是中文符號辨識的一個可行的方向。

伍、結論與建議

本研究以 20 篇複雜度無顯著差異的文章，透過實驗結果證明閱讀速度也無差異。15 位受試者在實驗設計下，以標準且固定的閱讀距離辨識固定尺寸的視標。所有受試者在文字尺寸 0.4M 上全數通過設定標準。但我們必須要很保守的地說，本實驗僅在有限的條件下初步建立了一個以閱讀速度作為評量標準的閱讀視力評量工具。這個標準化的閱讀視力評量工具的目的在於快速的評估受試者閱讀視力，及其最佳的閱讀文字尺寸 (Legge et al., 1989a)。但仍須透過未來系列研究檢驗，是否能在不同視力範圍的受試者上應用，故在未來的研究方面，建議以語詞不同的排列呈現方式、擴展受試者視力範圍、擴展受試者年齡層及操弄複雜度，以單一固定複雜度的中文符號此四點進行後續研究，以符合國際標準視力評估規範的條

件下，發展出繁體中文獨特的閱讀視力評估工具。

參考文獻

- 陈庆荣、谭顶良、邓铸 (2010)。句法预测对句子理解影响的眼动实验。《心理学报》，42，672-682。https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2010.00672
- Bailey, I. L., & Lovie, J. E. (1976). New design principles for visual acuity letter charts. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 53(11), 740-745. https://doi.org/10.1097/00006324-197611000-00006
- Bailey, I. L., & Lovie, J. E. (1980). The design and use of a new near-vision chart. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 57(6), 378-387. https://doi.org/10.1097/00006324-198006000-00011
- Becker, R. C., & Graef, M. H. (2006). Comparison of Landolt-C and Snellen-E acuity in strabismus amblyopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 47, 2454. https://doi.org/10.3109/09273972.2013.786740
- Cheong, A. M. Y., Legge, G. E., Lawrence, M., Cheung, S. H., & Ruff, M. (2008). Relationship between visual span and reading performance in age-related macular degeneration. *Vision Research*, 48, 577-588. https://doi.org/10.1016/j.visres.2007.11.022
- Cheong, J. P. Y., Liu, D. S. K., Lam, C. C. C., & Cheong, A. M. Y. (2015). Development and validation of a new Chinese reading chart for children. *Ophthalmic & Physiological Optics*, 35(5), 514-521. https://doi.org/10.1111/opo.12228
- Committee on Vision, N. R. C., National Academy of Sciences, Washington, D.C. (1980). Recommended standard procedures for the clinical measurement and specification of visual acuity. *Advances in Ophthalmology*, 41, 103-148. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044978-4.50008-3
- Huurneman, B., & Boonstra, F. N. (2016). Assessment of near visual acuity in 0-3 year olds with normal and low vision: a systematic review. *BMC Ophthalmology*, 16, 215. https://doi.org/10.1186/s12886-016-0386-y
- Hamm, M. L., Mistry, K., Black, J. M., Grant, C. C., & Dakin, S. C. (2019). Impact of children's postural variation on viewing distance and estimated visual acuity. *Translational Vision Science & Technology*,

- 8(16), 1-16. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.1.16>
- Kakizawa, T. (2016). *National wide survey on the causes of visual impairment of students in special needs schools of blind and special need classes of low vision at ordinary elementary and junior high schools*. 2015 Survey Report. University of Tsukuba.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading - I. Normal vision. *Vision Research*, 25(2), 239-252. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(85\)90117-8](https://doi.org/10.1016/0042-6989(85)90117-8)
- Legge, G. E., Ross, J. A., Luebker, A., & Lamay, J. M. (1989a). Psychophysics of reading - VIII. The Minnesota low vision reading test. *Optometry and Vision Science*, 66(12), 843-853. <https://doi.org/10.1097/00006324-198912000-00008>
- Legge, G. E., Ross, J. A., Maxwell, K. T., & Luebker, A. (1989b). Psychophysics of reading -VII. Comprehension in normal and low vision. *Clinical Vision Science*, 4(1), 51-60. <https://doi.org/10.1201/9781482269482-6>
- Legge, G. E., Parish, D. H., Luebker, A., & Wurm, L. H. (1990). Psychophysics of reading -XI. Comparing color contrast and luminance contrast. *Journal of the Optical Society of America A*, 7(10), 2002-2010. <https://doi.org/10.1364/JOSAA.7.002002>
- Mackeben, M., Nair, U., Walker, L., & Fletcher, D. C. (2015). Radom word recognition chart helps scotoma assessment in low vision. *Optometry and Vision Science*, 92(4), 421-428. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000548>
- Owsley, C., McGwin, G. Jr., Lee, P. P., Wasserman, N., Searcey, K. (2009). Characteristics of low-vision rehabilitation services in the United States. *Archives of Ophthalmology*, 127, 681-689. <https://doi.org/10.1001/archophthamol.2009.55>
- Peli, D.G., Burns, C. W., Farell, B., & Moore-Page, D. C. (2006). Feature detection and letter identification. *Vision Research*, 46, 4646-4674. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.04.023>
- Radner, W., Willinger, U., Obermayer, W., Mudrich, C., Eisonwort, B. (1998). A new reading chart for simultaneous determination of reading vision and reading speed. *Klin Monatsbl Augenbeilkd*, 213, 174-181. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034969>
- Sloan, L. L. (1951). Measurement of visual acuity: A critical review. *A. M. A. Archives of Ophthalmology*, 45(6), 704-725. <https://doi.org/10.1001/archophth.1951.01700010719013>
- Trauzettel-Klosinski, S., Dietz, K., & IReST Study Group (2012). Standardized assessment of reading performance: The New International Reading Speed Texts IReST. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(9), 52-61. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-8284>
- Wang, H., & Legge, G. E. (2014). Effect of pattern complexity on the visual span for Chinese and alphabet characters. *Journal of Vision*, 14(8), 1-17. <https://doi.org/10.1167/14.8.6>
- Wang, H., & Legge, G. E. (2018). Comparing the minimum spatial-frequency content for recognizing Chinese and alphabet characters. *Journal of Vision*, 18, 1-13. <https://doi.org/10.1167/18.1.1>
- Whittaker, S. G., & Lovie-Kitchin, J. E. (1993). Visual requirement for reading. *Optometry & Vision Science*, 70(1). 54-65. <https://doi.org/10.1097/00006324-199301000-00010>
- Xiong, Y-Z., Calabrese, A., Cheong, A. M. Y., & Legge, G. E. (2018). Reading Acuity as a predictor of low-vision reading performance. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 59, 4798-4803. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-24716>
- Xiong, Y-Z., Kwon, M., Bittner, A. K., Virgili, G., Giacomelli, G., & Legge, G.E. (2020). Relationship between acuity and contrast sensitivity: Differences due to eye disease. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 61(6), 40. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.6.40>
- Zhang, J. Y., Zhang, T., Xue, F., Liu, L., & Yu, C. (2007). Legibility variations of Chinese characters and implications for visual acuity measurement in Chinese reading population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 48, 2383-2390. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-1195>

