

都市幼稚園火災避難時間之研究 —以台中市私立幼稚園為例

包 匡* 梁彰甫**

*朝陽科技大學建築及都市設計研究所

**朝陽科技大學建築及都市設計研究所

(收件日期：93 年 4 月 23 日；接受日期：93 年 6 月 11 日)

摘要

近年來天然和人為災害的事件不斷的發生，造成了人類生命及財產上鉅大的損失，尤以火災對人們生活造成的威脅為烈，以國內現行法令要求，通常都是以一般性成人的角度去評估需求，對於兒童部份未作深入檢討，以兒童的教育空間幼稚園來談，當災難發生時，避難時間佔十分重要的部份，對於此並沒有做過相關的探討研究，在現行的法令上也沒有對幼稚園避難路徑有詳盡的要求，基於此本研究對於避難逃生時間作探討，以日本檢證公式之各項目因子，實測兒童步行速度，水平移動時間、垂直移動時間、集合時間及老師反應時間，作模擬避難逃生統計分析，同時比較公式因子，進而修改發展出適用於幼童避難的逃生需求時間，以提升對於幼稚園安全的需求。

關鍵詞：幼稚園、幼童行為、災害避難、避難時間

一、前言

1-1 研究動機

近年來由於社會急速變遷，家庭型態隨之改變，出生率明顯的降低，一個家庭中大都只有一至二個小孩，家長對於小孩的成長、學習環境是相當的重視，從兒童的生活場所來看，最初是家庭到了兒童大一點時，就會進入幼稚園，這是兒童生活及學習的場所，家庭和幼稚園最大不同在於幼稚園是由許多年齡相近的兒童所組成，兒童在團體生活中會遇到與家裡完全不同的事，兒童一天大約 7-8 小時待在幼稚園，所以幼稚園安全對於兒童是相當的重要。

過去這幾年天然和人為災害的事件不斷的發生，造成了人類生命及財產上鉅大的損失，而災害的發生又常常造成人們生活安全上的威脅，尤其對於年幼者，其身心發育未完成，自我保護及避難逃生能力尚未健全，如前述兒童最為相關的場所除家庭外就是幼稚園了，而災害對於行動力較低及認知力不足的兒童在幼稚園內發生事故時，其生命安全更倍加威脅，如發生事故而造成之傷害則更加嚴重。

在 2001 年 4 月桃園兒童補教機構縱火案，造成十多名兒童傷亡，2002 年 7 月台北土城地區，一所幼稚園發生火災，由於幼稚園內陳列許多易燃物質，火勢

一發不可收拾，還好發生時間在深夜並無人傷亡；2003 年 3 月，台中地區某所幼稚園遭投擲汽油彈，造成園所設施損毀，此案還好也發生於凌晨；在大陸江西廣播電視藝術幼稚園於 2001 年 6 月凌晨發生火災，起火原因為幼稚園小班寢室的蚊香引燃被絮而引發大火，當場有十三名兒童死亡，大部分是窒息而死；2003 年 8 月 7 日，位於瀋陽市沈河區南通天路通天小區的建欣藝術幼稚園三樓發生火災，火災沒有造成人員傷亡，但造成了財物上的損失及兒童心靈上的受創，火災是因為幼稚園三樓一教室空調著火引起的。由以上這些事件可以說明幼稚園發生火災，除人為縱火外大多來自火原處裡不當或設備起火所引起，兒童的教育環境安全值得注重，其也證明幼稚園逃生安全的重要性。

以國內現行法令要求，如建築法、消防法等似乎對於幼稚園安全的需求並沒有明確的規定，在相關法令要求上通常都是以一般性的角度去評估，但對於兒童是否合乎這些需求就有待考量了，本研究是以提出法規上的要求角度緒論，但不加以對法規做評估比較，以兒童的教育空間來談，其教學的種類不同對於空間位置的安排也會不同，如此發生災害時常導致逃生發生問題，而在現行研究中對兒童逃生避難行為所做過調查與研究並不多，基於此做兒童逃生避難之研究相信對幼稚園所的規劃及安全評估應有更大的幫助。

1-2 研究方法與目的

研究方法：

本研究以分成四種研究方法來進行，其研究方法內容如下

一、文獻蒐集

在文獻蒐集方面分為兩方面，一方面是使用者的課題針對兒童心理及生理、幼稚園的相關規定進行了解，另一方面是避難逃生的課題，針對火災行為、防火安全、避難逃生及設施、法令等，進行相關理論探討。

二、現況調查法

在調查方法包括：

- 1.觀察法：藉由實地勘查，觀察幼稚園空間環境、建築配置型態、使用者活動狀況特性及避難逃生設施，予以記錄。
- 2.實測法：以兒童的集體離開行動進行觀測紀錄，實際測量兒童集合自教室門口經走廊到樓梯口之水平移動時間，自二樓移動到一樓垂直時間做紀錄，在將獲得之時間以統計做為評估。
- 3.訪談法：針對該園所經營者，詢問其空間使用狀況、園內兒童人數、是否進行逃生避難演習，以及可能造成之危險地方予以了解，經整理後做為本研究之參考。

三、統計分析法

藉由實際量測得到兒童的步行速度，經數據統計後，予以分析做為本研究參考用。

四、比較法

依實際案例以所計算獲得的數據資料，和檢證公式予以比較其差異，進行兒

童的避難時間之改進。

研究目的：

基於近年來火災的頻傳，而兒童的避難逃生能力不及於成人，幼稚園樓層數在一樓以上，兒童避難逃生上是否能夠達到安全需求實有待查證，經上述研究提出下列幾點目的：

- 一、主要由調查而統計出合理的時間內，兒童能依自身或依引導的方式逃離火災害現場，得以爭取更多生存的機會。
- 二、對於幼稚園避難逃生條件之改善。
- 三、依據兒童的特性及能力經過調查分析，實測兒童之步行速度，建立集體移動行為之資料庫，做為後續對兒童相關議題研究之參考。
- 四、對於未來幼稚園園所之設計，在避難逃生之安全課題上為參考的依據。

1-3 用語定義

對於幼稚園裡的使用者來講，一般的老師及行政人員都以「成年人」作為本研究的用語，而對於幼稚園裡的小朋友，在相關文獻中的用語不一，大多使用 1.兒童 2.幼童 3.幼兒 4.孩童 5 孩兒等用語，在本研究中以幼兒教育法第二條所述，「本法所稱幼兒教育，係指四歲至國民小學入學前之兒童，在幼稚園所受之教育」，所以本研究對於幼稚園裡的小朋友都以「兒童」作為研究對象的用語。

1-4 理論依據

在國內引用檢驗避難逃生的理論公式有很多，本研究是以我國建築物避難安全檢證技能手冊的體系來做為依據的理論，在手冊中的檢證方式是以日本檢證來作避難安全時間的評估，日本早期透過建設省開發綜合防火設計法，針對建築物空間的連結以邏輯推理方式去評估避難安全。日本建設省於 1996 年公佈之建築物避難安全性能的檢證驗算所執行項目包括樓層避難安全評估及整棟建築物之避難安全評估，在 2000 年時又公佈一次新的檢證法，此次的檢證法因明文規定不適用於幼稚園，故本研究並不全部討論此檢證法只對部分做比較，在 1996 年的檢證法中樓層之避難安全評估為建築之其中一樓層居室發生火災，該樓層之避難人員從避難開始至避難結束之避難時間與居室到走廊、樓梯因火災造成煙層下降之危險時間，驗證是否可於安全時間內完成避難行動。在避難時間是攸關人命安全所首要爭取的課題，火場時能於較短的時間逃出，相對的避難安全性亦將提高，所以有必要釐清影響避難時間的因子。有關其計算公式相關因子如下：

一、居室避難行動時間：

火災發生時，居室內的人員能夠全部避難到戶外的時間，原則上應對每一居室加以計算後進行。

二、走廊避難行動時間：

走廊乃屬於第一層的安全區劃，該部分以第一位人員自居室的避難人員進入走廊開始，至最後一位避難者進入樓梯間為止的時間。

三、樓層避難行動時間：

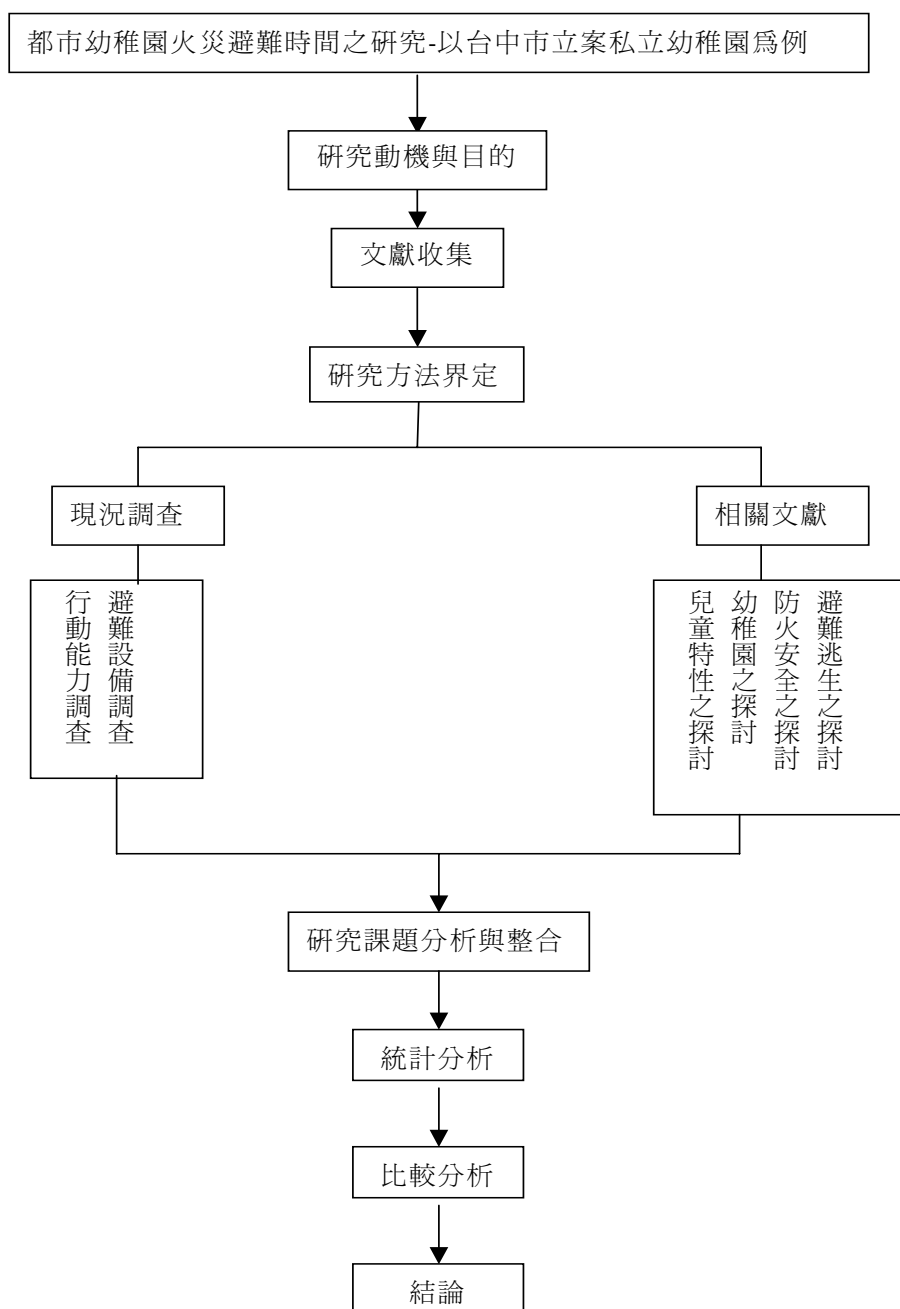
從火災發生到最後的避難者進入樓梯間或排煙室為止的時間。

二、文獻回顧

本研究針對兩大方向去作為文獻的探討，第一項為「兒童行為類」，第二項為「建築防災避難類」

2-1 兒童行為類相關文獻

1-4 研究流程



(表一) 研究流程表

(本研究整理)

在兒童行為類是把有關幼兒生理及心理和幼兒場所相關的論文、期刊、等文章收集彙整，彙整文獻計有：(1) 魏亞勳 (1990)，主要探討從環境行為學的角度分析描述幼稚園實質環境之真實生活面向，並發覺其中的問題及原因。(2) 曾柏元 (1998)，主要探討幼兒身體動作、智力、情緒、社會行為的發展常態與學習特徵，探討兒童與環境間的互動行為，以研究適合幼兒需求與學習要求的幼稚園設計計劃。(3) 戴文青 (1998)，內容摘要：在本文探討有關幼兒空間的需求，作者利用實際的觀察來做為研究的樣本。(4) 楊聯琦譯 (1989)，本篇所探討的是幼兒發展中，一般基本動作的能力，在內文提到速度又與敏捷性有關，敏捷性是以一種協調的方式，跑步比走路更具敏捷性，等相關議題。(5) 王靜珠 (1993)，本文探討幼稚園建築及幼兒使用性的評估及提出園所應符合的要求。

2-2 建築防災避難類相關文獻

針對避難逃生的課題，火災行為、防火安全、避難逃生及設施、法令等來收集彙整，彙整文獻計有：(1) 吳宗儒 (2002)，該研究主要探討 85 年-89 年間高雄地區，建築火災傷亡模式，了解建築物防火失敗而造成人員傷亡的定性定量因素，作為建築火災危險度評估之基礎。(2) 周文彬 (2001)，本研究是以日本建築中心之避難時間計算等靜態評估法及現況調查之方式，針對一般旅館避難通道內影響避難功能之設計因子及使用管理因子進行歸納分析，並探討其影響避難安全可能的原因，以為日後建築物避難通道規劃設計與使用管理之參考。(3) 吳琇瑩 (2002)，本文研究對於幼稚園安全部分做總探討，然後在提出相關法令建議。(4) Dr. John I. Bryan (2001)，探討火災所發生時人類的反應及行為，人類常會有群集及驚慌的情況出現，依據這些行為來做火災時所需要的規定，以增加生存的機會。(5) 黃楚材 (1989)，本研究以文獻探討方式從建築物火災之基本理論、建築物火災中人類所受之危險性及，其反應行動為基礎，進而研析建築物之有關避難逃生理論、人類避難行為與法規之關係。

2-3 小結

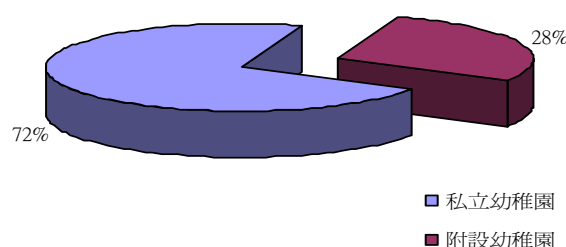
根據上列兩項分類可以得知在兒童方面，絕大部分以探討兒童活動及教學空間為主，對於兒童安全方面相關探討的文獻並不多，故在這方面有深入探討之必要，在建築防災避難方面，由上述資料可得知，依據火災方面對於一般建築物的探討很多，但對於幼稚園較少，基於此本研究以探討幼稚園兒童避難逃生為主題，就避難逃生內容而言，時間對於生存的機會有相對的關係存在，在時間方面又可分為三部分即確認火災及對火災起反應所需時間、避難所需時間，本研究以探討避難行動開始至抵達安全區域時間為研究範圍，希望能對於兒童避難時間上有所幫助。

三、幼稚園及其避難逃生設施之現況調查

3-1 幼稚園之現況調查

3-1-1 簡述台中市幼稚園現況

本研究針對台中市已立案之幼稚園來做為幼稚園建築避難逃生之調查，在調查方面分成兩大部分，第一部份是針對建築本身來做為調查，第二部分是針對兒童逃生時間來做為調查，目前台中市幼稚園共計 141 間¹，其中為私立幼稚園多達 101 間（圖 1）其餘附設於小學內有 40 間，基於單純化及數量比重著眼，本研究範圍為私立幼稚園為主要研究對象，針對台中市內幼稚園之調查，限於人力及時間考量，本研究採以分區調查方式，以每區抽數家作為樣本，以台中地區共可分 8 個區域，1.中區 2.東區 3.南區 4.西區 5.北區 6.北屯區 7.西屯區 8.南屯區，每區以 1~2 家進行，本文以 15 家作為調查分析對象，其餘的調查待後續研究逐步進行，在各班人數調查方面，每班的人數最少為 4 人最多達 35 人。



（圖 1）附設幼稚園及私立幼稚園關係圖

（本研究整理）

3-1-2 幼稚園建築現況之調查

在幼稚園建築類型眾多下，本研究針對下列幾項來做為調查項目，（一）建築物的年限（二）建築物的構造（三）建築物樓層（四）建築物的類型（五）建築物的形狀（六）室內空間開門形式（七）室內裝修材（八）室內走廊及樓層高度。依照（一）建築物年限以民國 70 年至民國 89 間最多，約佔了 70%，以（二）構造物分類為 RC 構造占 90%，在（三）樓層數方面經本調查多數為 2~3 層建築物，以（四）類型來說都為獨棟的方式，以（五）形狀來調查 L 型及 U 字型居多，就（六）室內空間開門形式而言，本研究針對活動室（幼兒教學空間），依統計活動室的門寬均約為 90 cm，（七）實查統計結果室內走廊的長度則都在 30m 以內，寬度約在 80cm-1.5m 間，而在樓層高度約在 3m~4m 之間（八）樓梯間出口寬度約在 1.2m。

3-1-3 現況避難設備之調查

針對台中市幼稚園現況所做的避難設備調查，本研究以現行法規所規定之項目來做為現況調查之項目如下，（一）室內消防栓（二）火警自動警報設備（三）緊急廣播設備（四）標示設備（五）緊急照明設備（六）滅火器。

¹台中市教育局， <http://140.128.55.21>。

項目 \ 編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
室內消防栓	○	○	○	○	○	△	×	△	△	○	×	×	△	×	○
火警自動警報設備	○	○	○	△	△	○	×	○	△	○	○	○	△	×	○
緊急廣播設備	○	○	×	△	△	○	×	○	○	○	○	○	×	△	○
標示設備	○	○	○	○	○	○	△	○	△	△	○	△	△	△	○
緊急照明設備	○	○	○	○	○	○	△	○	○	△	△	△	△	△	○
滅火器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○表示有設置

△表示設置不完全

×表示無設置

(表二) 消防設備分析表

(本研究整理)

由上述之表格可以看出在幼稚園所中最常出現的設備為滅火器，經實際調查，大部份老師對於滅火器（手動設備）的使用較生疏，其自救滅火能力不足，故避難逃生在幼稚園火災中極為重要，在避難逃生預警方面有關的是火警警報及緊急廣播設備，這兩項對於逃生時的反應時間有很大的關係，例如當警鈴聲響時，兒童與老師的反應為到避難行動開始，以及一連串動作時間都可能影響到避難逃生時間之長短，所以對於兒童的逃生時間是重要之一項。

3-2 幼稚園避難者之行動調查

3-2-1 兒童行動特性

在兒童特性方面，本研究查詢了相關文獻資料發現，在多數探討兒童的文獻中可以分為兒童的身體發展、動作發展、智力發展、認知發展、創造力發展、情緒發展等..，本研究的重點為兒童行動特性，在動作發展方面又可分成小肌肉與大肌肉的發展，而小肌肉指的是以手的拿取動作為主，大肌肉是指站與走的發展，以本研究探討大肌肉的發展與兒童逃生原則下可以分成三大定律：

(1) 頭尾定律

頭尾定律由大肌肉的動作發展順序，可以觀察此定律。既從頭到尾的發展，越靠近頭部的動作越先發展，因此腿與腳部在最後發展。由此可知對於逃難時兒童的活動力不足於成人。

(2) 近遠定律

近遠定律由身體的中央（既脊椎）為起點像邊緣發展。因此軀幹的發展在先，四肢的發展在後，由此可知，手部動作的發展是肩的發展早於手臂的發展，手臂的發展早於手掌，最後才是手指，同理來論腳也是如此。由此可知對於幼稚園不同年齡的兒童對於逃生步行時的反應就有所不同。

(3) 由整體到特殊的發展

動作的發展，由一般反應到特殊反應，再由特殊到集中的，亦既低層次的，普通的動作先出現，特殊的高難度的動作發展在後。²

²黃志成，王淑芬，1995，《幼兒的發展與輔導》，p44-46。

再以情緒的發展來談，所謂情緒就是心理活動的一個重要名詞，人們常常藉由喜、怒、哀、樂等情緒反應，來表達其周圍環境（人、事、物）相處的心理感受，既史幼兒時期也是如此。情緒一詞偏向於指激動狀態強烈者，且會影響整個身體與心理，因此，當個體受到了刺激，進入情緒的激動狀態時，會引起生理反應，並尤其外顯行為可加以觀察，分述如下：

（a）生理反應

個體情緒激動時，會因交感神經之興奮，造成心跳加速、呼吸量增大，體內的各種分泌腺也隨之變化。由此些變化也會影響逃生時的反應動作。

（b）外顯行為

除生理變化與腺體變化外，亦可由個體的外顯行為，如面部表情、聲音動作等來判定期情緒狀態。³

由前述可以知道兒童如遇到災害時整個生理反應及心理反應有極大的變化，在對於逃生的時間上有所影響，因為個體情緒激動時會產生外在行為的遲緩，可能會有走不動或是哭，經實訪園方結果表示兒童在火災演練中均能迅速依導師指示及引導逃離現場，過程中並沒有走不動或不走之情形發生，故在火災發生後其火焰及濃煙未干擾到兒童逃生時，兒童均能以適當之速度避難，為避免兒童有相互推擠及跌倒之情況發生，每個班級均以單排排隊的方式行走，一來便於教師照顧，二來兒童在行走樓梯時均可使用扶手進行，兒童步行的速度是類似於逃生速度，在下節將以實際量測兒童的步行時間來作為逃生時間的推估。

3-2-2 步行時間能力調查

在兒童避難逃生時間方面，本研究分成四部分去做實際量測，第一部份為老師的反應時間，第二部份為室內移動集合時間，此部份所指的是由兒童在室內集合所花費的時間，第三部份為水平移動時間，在這部分是指兒童在同一樓面所行走時的時間，本研究設定為走廊（走道）部分，以排頭排尾時間差的距離量測兒童步行所花的時間，第四部份為垂直移動時間，在此項目指的是樓梯行走部分，本研究以幼稚園所班級的樓層是在二層進行探討，所以兒童從二樓下到一樓所花費的時間作紀錄，前述第三、四部份之量測方式是以各班級集合排隊後，以單人排隊行走，整班從排頭自教室口開始行走的時間起到走到樓梯口的時間做量測，排尾亦同，再量測走廊寬度及出入口寬度，進一步算出兒童的步行速度時間。

3-3 小結

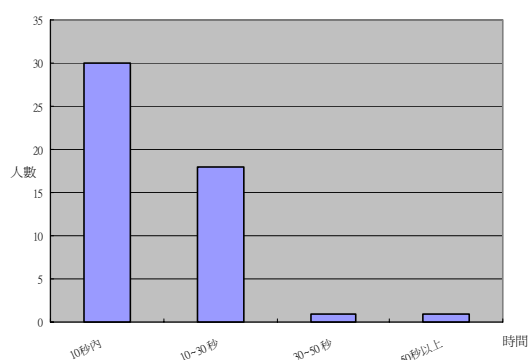
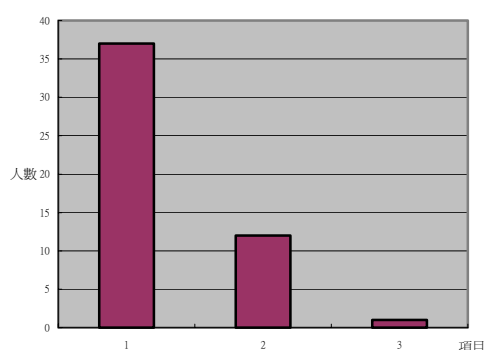
經過本章節的調查，在與園方接洽及量測，均獲得全面協助使研究工作得以順利進行，各部份之研究調查訪談及量測數據均能夠充分獲得以研究分析之參考數據。

四、調查分析與評估

³同註 2，p118-119。

4-1 調查分析

本研究依前述所提之日本檢證法中的時間影響因子去做分析與調查，在調查步行時間能力項目分析可分為四項，第一項為反應集合時間，在反應時間部分，由於兒童對警鈴或警報，無法做出判斷及適當反應，此由任課老師之應變時間作為反應時間，有關老師之理會反應時間，經個別詢問均表示聽到警鈴立刻理會反應，在理會反應時間後，老師會對於後續所發展的第一個動作分成下列三項，1. 先詢問是否真時發生火警在逃生，2. 不管如何狀況先帶兒童逃生，3. 不予理會等待別人通知再做逃生，經由（圖三）統計分析可以看出大多數的老師都選擇第 1 項，由此可知當火災發生時在詢問佔絕大部分，在以詢問方式確認發生火災發生之反應時間長度經統計如（圖四）。



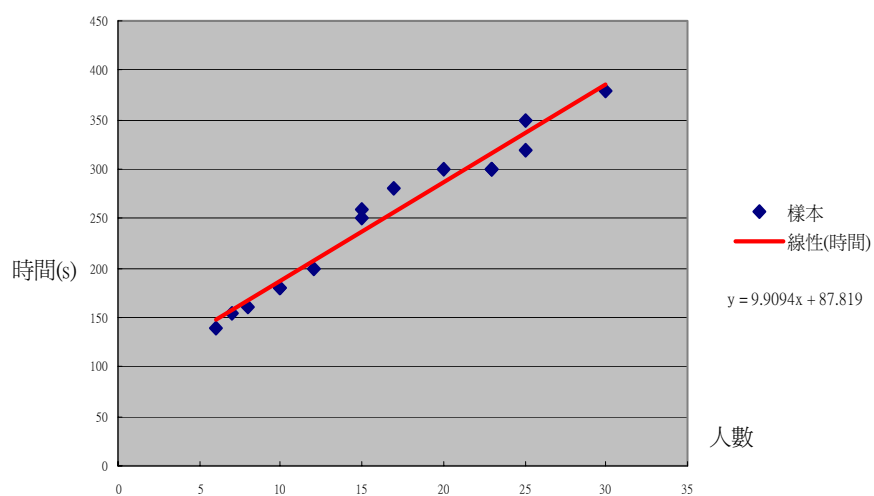
- ※ 項目 1：先詢問是否真實發生火警在逃生
 項目 2：不管如何狀況先帶兒童逃生
 項目 3：不予理會等別人通知在做逃生

（圖三）老師對警鈴後反應分析表 本研究整理 （圖四）老師理會反應時間分析表 本研究整理

在第二項為集合時間分析，在集合時間可以分成兒童自由活動時及老師上課時做集合，所謂兒童自由活動是指全班兒童在活動室活動老師在場並沒有在上課，而老師上課是指全班兒童仔細聆聽老師授課，基於時間和人力不足的因素，本次研究以老師上課去做量測，集合時間是指兒童在教室內由老師反應後集合全班兒童到教室門口所花的時間，由（圖五）（圖六）（圖七）可看出各幼稚園所量測的時間隨人數變動而改變，由這些量測值取其折中線，從折中線中可以得出一些結論如下：

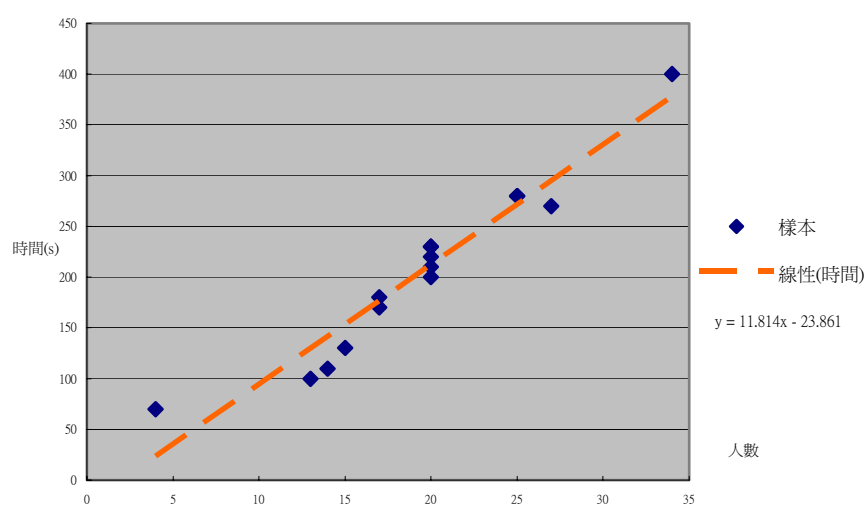
1. 由三分析圖中可以得知當人數越多時所花費的時間也越長。
2. 人數與時間成長特性是正比。
3. 由三分析圖中可以大、中、小班班級人數來推估集合時間，例如由（圖五）小班人數為 15 人時，所需的時間為 235 秒。

第三項為水平移動時間的分析，本研究所稱的水平移動時間為：當集合完畢後兒童由集合點（教室門口）出發到達樓梯口的時間為水平移動時間，由所選出的 15 間幼稚園作量測，在水平移動時間項目本研究又分成排頭時間及排尾時間，因為當集合完畢開始行走時排頭進行移動，而排尾尚未開始移動，兩者之間



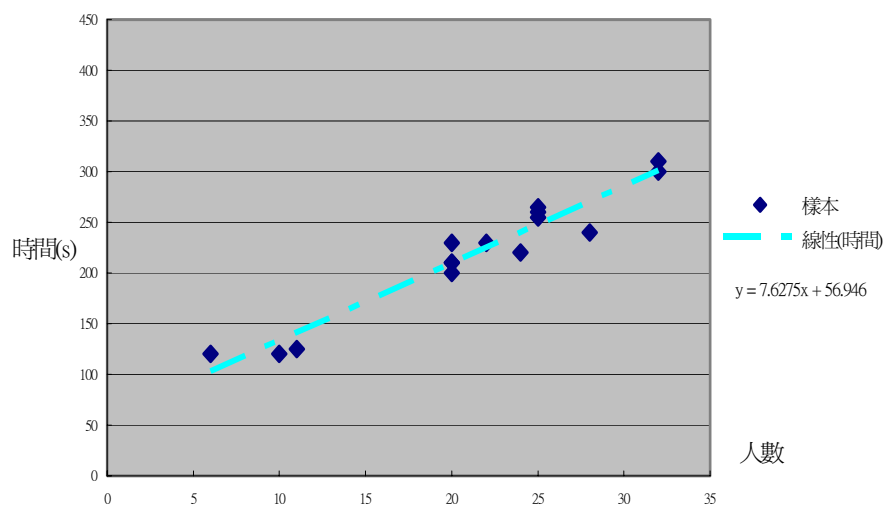
(圖五) 小班集合反應時間分析

本研究整理



(圖六) 中班集合反應時間分析

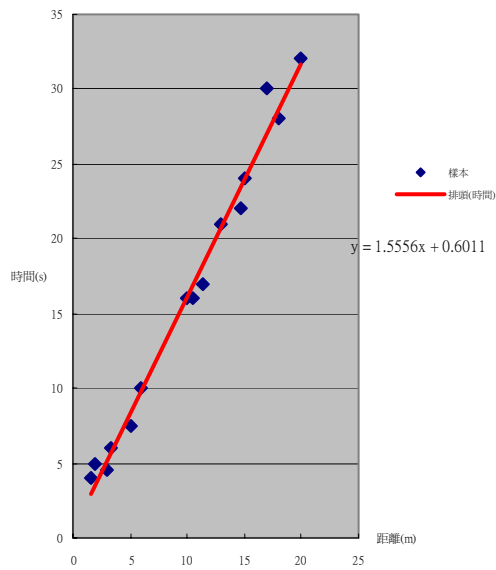
本研究整理



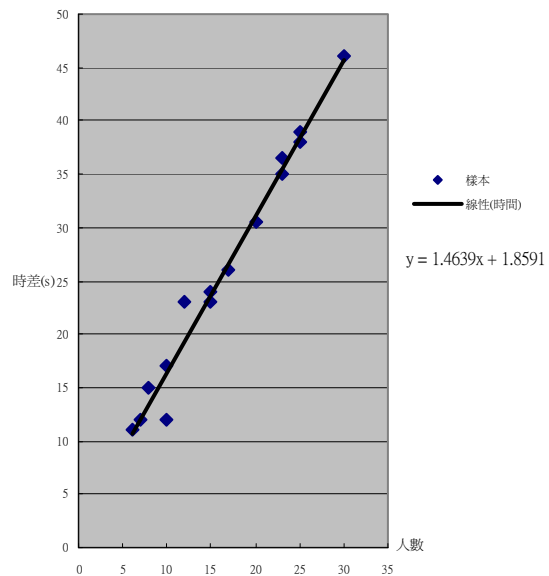
(圖七) 大班集合反應時間分析

本研究整理

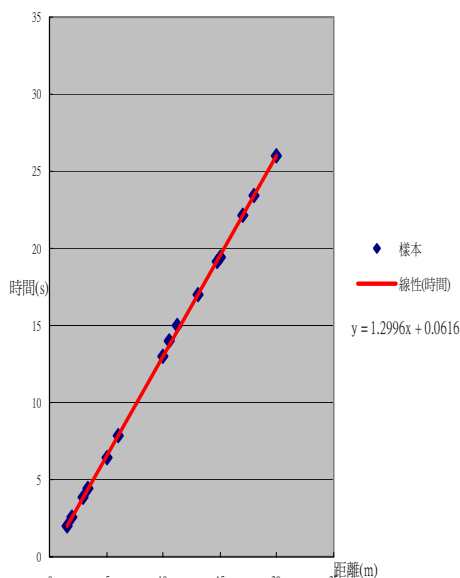
有時間的落差，故以通過樓梯口的點來作計算，當排頭到達樓梯口時為排頭的時間，當排尾到達樓梯口時為排尾的時間，排尾時間減去排頭時間為排頭尾時間差。由（圖八）（圖十）（圖十二）趨勢線可以推估水平移動距離長短所花的時間值，當距離越長時兒童水平移動所花的時間就越多，因人數多而排頭尾時間差拉長，對避難逃生可否達到安全之影響很大，在（圖九）（圖十一）（圖十三）為各班排頭與排尾的時間。



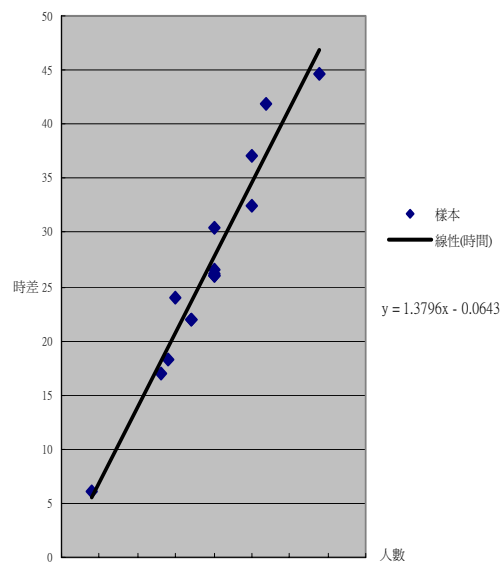
（圖八）小班水平移動時間分析
本研究整理



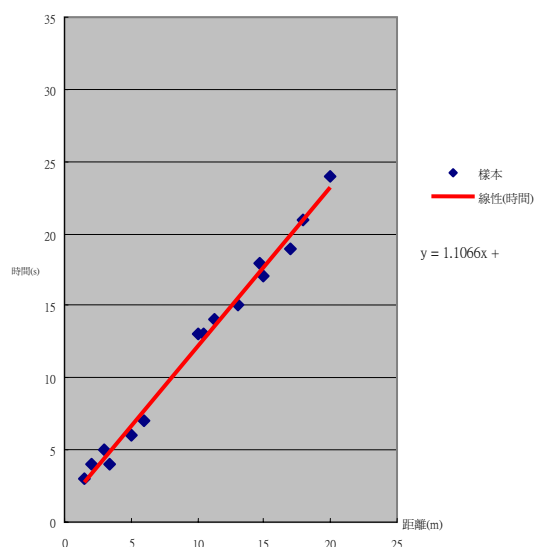
（圖九）小班水平移動排頭尾時間差分析
本研究整理



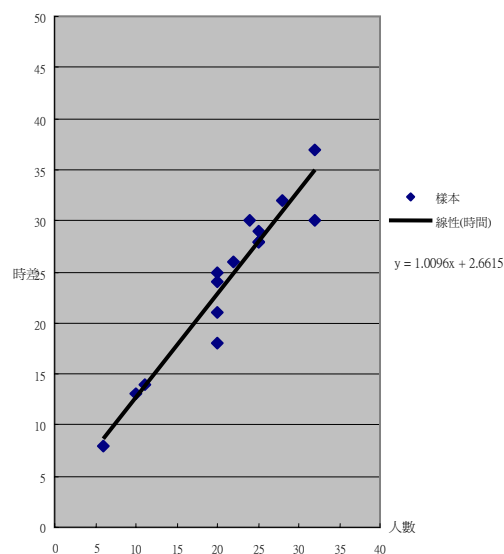
（圖十）中班水平移動時間分析
本研究整理



（圖十一）中班水平移動排頭尾時間差分析
本研究整理

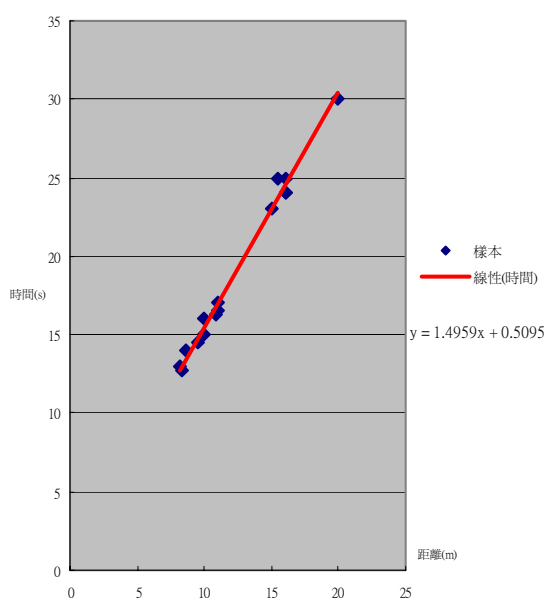


(圖十二) 大班水平移動時間分析
本研究整理

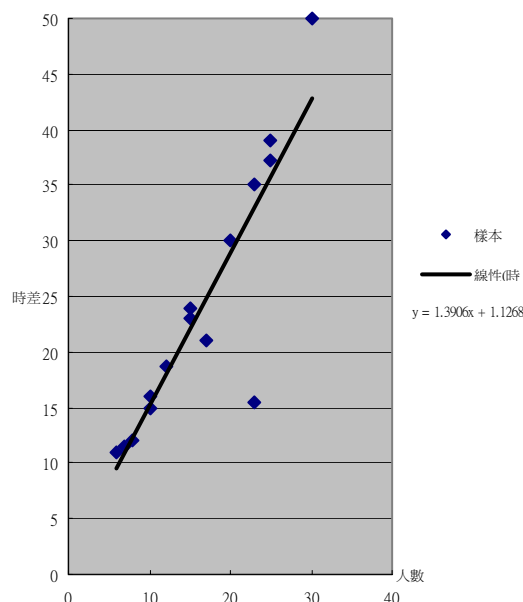


(圖十三) 大班水平移動排頭尾時間差分析
本研究整理

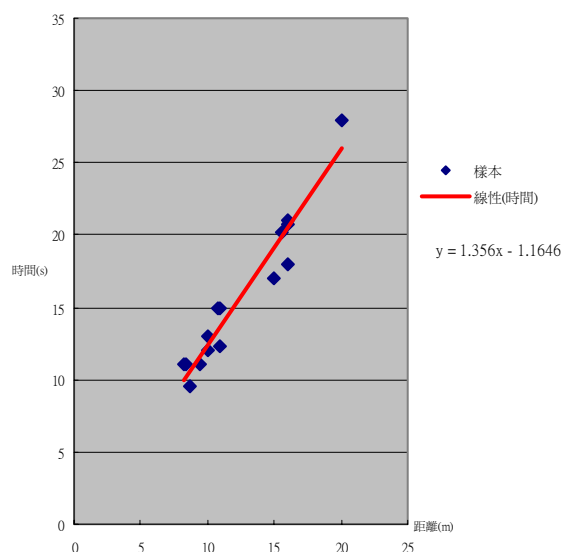
在第四項為垂直移動時間的分析，垂直移動時間是以進入樓梯向下方移動一層樓至通過樓梯間出口，所花費的時間，量測方式同樣是分成兩部分一個是排頭時間，一個是排尾時間，兒童由老師帶隊引排頭下樓及至排尾下樓開始分別計時，到排頭及排尾分別通過樓梯出口為止，作為結束時間。



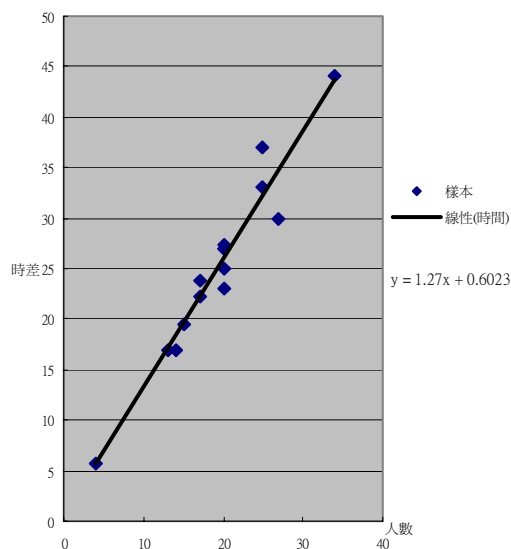
(圖十四) 小班垂直移動時間分析表
本研究整理



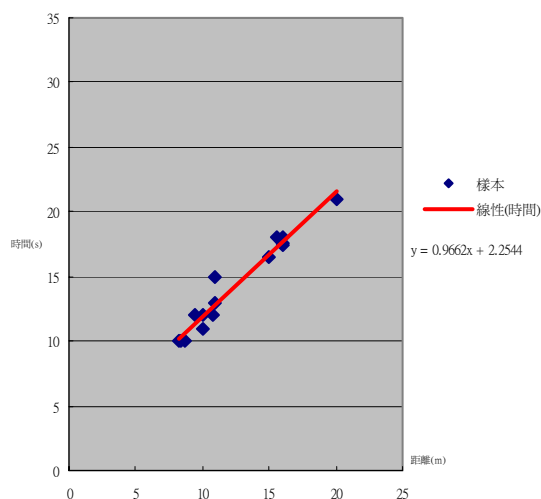
(圖十五) 小班垂直移動排頭尾時間差分析表
本研究整理



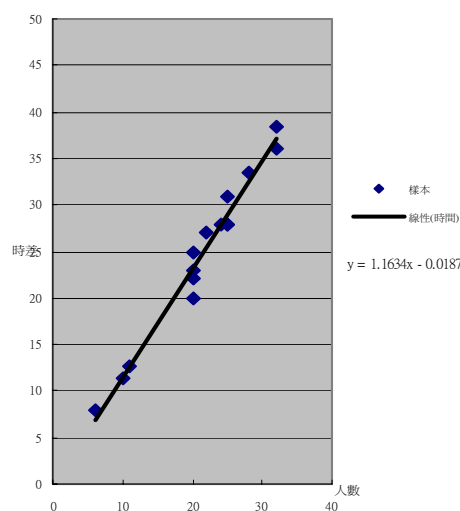
(圖十六) 中班垂直移動時間分析表
本研究整理



(圖十七) 中班垂直移動排頭尾時間差分析表
本研究整理



(圖十八) 大班垂直移動時間分析表
本研究整理



(圖十九) 大班垂直移動排頭尾時間差分析表
本研究整理

由(圖十四)(圖十六)(圖十八)圖中之距離為樓梯間之水平投影之總長，包括階梯及平台，得知各班級的垂直時間成正比，在(圖十五)(圖十七)(圖十九)中可得知排頭尾垂直時間差，既人數越多時間越長。在本次調查可得知台中市幼稚園兒童的水平移動平均速度如下：在大班平均為 0.85m/s，中班為 0.77m/s 小班為 0.63 m/s，垂直移動平均速度如下：在大班平均為 0.78m/s，中班為 0.67m/s 小班為 0.57 m/s，在速度上小班的速度比大班慢了一些。

經過前述的分析後可以知道，兒童在幼稚園所要集合是需要成年人的輔助，在集合的時間水平步行與垂直步行時間都是比較一定的，在避難逃生時間能減少，就能增加生存的機會。

4-2 應用簡述

在模擬災害發生時最少所需時間可由前述的統計分析表格得出，以幼稚園的

避難逃生時間可分成四部份，第一部分為老師理會反應時間，第二部份為集合時間，第三部份為水平移動時間，第四部份為垂直移動時間，在第一及第二部份相對比較前述的日本檢證公式中的居室避難時間，在第三部份為公式中的樓層避難時間，在第四部份為公式中的整棟避難時間，以本研究探討將所有部份的時間加總起來就是該園所避難時所需的時間，經上述分析後可將結果簡單應用於下列案例中，在台中市某一幼稚園大班人數 20 人，位於二樓某一活動室，活動室門口到樓梯口的距離為 5m，樓梯總長度為 15m，由查前述統計分析如下：

項 目	所 費 時 間	參 考 圖 表
老師理會反應時間	10s	(圖四)
集合時間	210s	(圖七)
水平移動時間		
距離 5m 之時間	5s	(圖十二)
排頭尾差之 20 人時間	26s	(圖十三)
垂直移動時間		
距離 15m 之時間	18s	(圖十八)
排頭尾差之 20 人時間	24s	(圖十九)

(表三) 案例統計分析表

本研究整理

4-3 比較分析

本研究是以我國建築物避難安全檢證技能手冊的體系來做為依據的理論，在手冊中的檢證方式是以日本檢證來作避難安全時間的評估，在對於容許避難時間，因其涉及煙層、建材堆積物、樓地板高度、火的發煙量等較為複雜，故不在本次研究內，經由實際量測所加總出來的時間與日本檢證方式來做比較表格如表四，案例假設：同前述之幼稚園，其活動室面積為 (A) 50 (m^2)，步行速度為 (v) 0.85 (m/s)，人員密度為 0.5 (p) (人/ m^2)，流量取標準值 (N) 為 1.5 (人/秒/m)，出口寬度 (B) 0.9 (m)，樓梯之出口寬度 (Bst) 1.2 (m)，避難路徑之出口寬度 1.2 (Bd) (m)。

依合計結果為公式所算出的避難時間小於實際量測的時間，由此可知在計算公式對於時間上的考量較實測的寬鬆，在實測中是以排隊行動量測而檢證公式中是以出口寬度及流量去做量測，故所得出的數值不同，如以開始時間去比較，公式中所推估的時間比實測的多，原因是檢證公式僅考慮以集體行走通過教室門口之時間未計算，而在實測中為避免推擠跌倒而集合排隊之時間需較長，所以在此項目時間有所不同，在水平及垂直移動的差異為實測是以現場兒童整隊排列逃生去做量測，而公式驗證是以流量及寬度去做計算，兩者之間會有不同的差異。

項 目	日本檢證公式		實際量測時間
居室避難時間	(t_{start})	$\sqrt{A/30}$ (min) $\sqrt{50/30}=1.28$ (min) = 76.8 (s)	老師反應時間=10 (s) 警報器動作時間=60 (s)
	(t_{travel})	$\max(\sum li/v)$ $11/0.85=12.9$ (s)	集合時間=210 (s)
	(t_{queue})	$\sum pA/\sum NB$ $25/(1.5 \times 0.9)=18.5$ (s)	
樓層避難時間	(t_{travel})	$\max(\sum li/v)$ $5/0.85=5.88$ (s)	水平移動排尾時間=31 (s)
	(t_{queue})	$\sum pA/\sum NBst$ $25/(1.5 \times 1.2)=13.9$ (s)	
整棟避難時間	(t_{travel})	$\max(\sum li/v)$ $15/0.78=19.2$ (s)	垂直移動排尾時間=42 (s)
	(t_{queue})	$\sum pA/\sum NBd$ $25/(1.5 \times 1.2)=13.9$ (s)	
合計結果	161.1 (s)		353 (s)

(表四) 案例統計分析表

本研究整理

五、結論

經由前述個章節之論述，本研究針對台中市都市幼稚園火災避難時間的研究，獲得以下結論

5-1 結論

以本研究調查可從表格中探討出時間與逃生距離以及人數的關係，當人數越多時避難時間會越長，故縮短水平距離、降低樓層高度、及減少班級人數，便可達到縮短逃生時間的目的，在公式中的比較可以看出預估的時間少於實際量測的數值，由此可知驗證出來的結果與事實並不符合，在後續是否可以修正公式中的數值來達到更接近幼稚園避難安全時間，值得我們更進一步的探討，在調查中也發現，兒童對於逃生的概念並不是很清楚，或許是教育宣導的不足，或者是還沒有親身體驗過，以建築設計的角度在對於往後設計幼稚園應將這些條件考慮進去，而不是只重視外觀的美貌及教學的方式，如在幼稚園設計時增加逃生方向指示、改善逃生路徑等，均可以縮短逃生時間，達到生存的目的，對於未來幼稚園之避難逃生安全上具有幫助的。

參考文獻

1. 教育部，2002，《幼稚園公共安全及危機處理手冊》，教育部國民教育司，台北。
2. 魏亞勳，1990，"從行為環境的觀點分析探討幼稚園之環境行為問題-以台中市區內某私立幼稚園為深入觀察對象"，碩士論文，東海大學建築研究所，台中。
3. 李政隆，1987，《都市中幼稚園的規劃理論與實際》，大佳出版社，台北。
4. 教育部，2002，《幼稚園教育法令彙編-公共安篇》，教育部，台北。
5. 徐立言，1994，"台灣都市幼稚園樓層利用初探"，中華民國建築學會第七屆，台北。
6. 戴文青，1998，"幼兒教室空間規劃-實例探討"，國立台中師範學院，幼兒教育年刊第十期，pp.1~26。
7. 蔡秀芬，2001，"老人安養機構避難逃生安全設計之研究"，碩士論文，淡江大學建築學系碩士班，台北。
8. 吳琇瑩，2002，"幼稚園建築防災安全評估及規劃設計準則之研究"，碩士論文，國立台北科技大學建築與都市設計研究所，台北。
9. 徐承舜，1999，"從火災時人類逃生避難行為探討供公眾使用建築物逃生避難設計準則"，碩士論文，逢甲大學建築及都市計劃研究所，台中。
10. 陳弘毅，1996，《防火管理》，鼎茂圖書出版有限公司，台北。
11. 陳佩瑜 林元祥，2000，"火災中人類避難逃生行為之探討"，現代消防，pp.1~26。
12. 周智中，1998，"建築物火災安全避難設計準則之探討"，中華民國建築學會建築研究成果發表會，pp.43~45。
13. D.A.Purser, M.Bensilum, 2001, "Quantification of behaviour for engineering design standards and escape time calculations", *Safety Science*, vol38, pp.157~182。
14. Dr.John I. Bryan, 2001, " human behavior and fire ", *NFPA Fire Protection Handbook*, 16th edition march 1986, section 1, chapter 2.。
15. 黃楚材，1989，"火災中避難行為之研究"，警政學報，第十五期，pp.157~194。
16. 楊逸詠，1995，"建築物防火設計"，《空間雜誌》，第 72 期，pp.103。
17. 陳火炎，1995，"避難逃生規劃"，《空間雜誌》，第 72 期，pp.103-104。
18. 楊艷禾、簡賢文，2002，"日本避難安全檢證法演進之探討"，中央警察大學災害防救學報，第三期，pp.343~376。
19. 黃志成，王淑芬，1995，《幼兒的發展與輔導》，揚智文化，台北。

Escaping Time on Fire of Kindergarten : Private Kindergarten in Taichung City as Case Study

Kuang Pao* Chang – Fu Liang

*Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology

(Date Received : April 23, 2004 ; Date Accepted : June 11, 2004)

Abstract

In recent years, fire happened in buildings are frequent which caused loss of lives and properties seriously. But to compare young children with adult , they are much vulnerable to the fire. In domestic stipulated codes and regulations of fire escape , the government evaluate the requirements were considered in general to adult not to children. Thus evacuation time of children become a very important issue in fire escaping. Relative statistics of evacuation time in kindergarten has never been done before. Also we don't have detailed requirement about egress for children in kindergarten. This research is concentrated on children's evacuation time in fire. From measuring the gathering time , horizontal and vertical moving time of children's actions in escape , we take the data as simulations to make the analysis. We will figure out suitable estimating evacuation time for children and improve the formula. Thus the results can be used to promote the safety requirement of kindergarten.

Key words : Kindergarten , Children's walking speed , Fire evacuation , Escaping time