

國立政治大學「教育與心理研究」
2015年9月，38卷3期，頁37-69
DOI 10.3966/102498852015093803002



以多元智能量表探究音樂與數學中的時空推理能力

吳璧純*

摘要

本研究關注音樂與數學能力關係。以Howard Gardner多元智能理論之量表為主要工具，並以新竹國小三年級與五年級學生83位為樣本，探討多元智能之間的關係、音樂智能與數學智能、音樂智能與時空推理能力，以及樂理成績與數學及時空推理能力的關係。另外，以音樂學習經驗相關變項，例如，是否為音樂班、是否會樂器、學習樂器時間長短、是否參加過合唱團、是否學過認譜等，利用線性迴歸預測樂理成績，也預測時空推理能力。研究結果指出：一、八種智能之間有顯著中度正相關。二、音樂智能與數學智能之間有中度相關，但其相關可能源於時空推理能力。三、樂理與數學智能以及時空推理有低度顯著相關，且其與數學智能之間的相關可能源於時空推理能力。四、「音樂班學生」最能預測樂理成績，解釋變異量達.75。五、「會樂器」最能預測時空推理能力，其解釋變異量卻只有.18。最後針對樂理知識與時空推理能力關係之探究、量表、音樂教育取向之探討提出未來研究之建議。

關鍵詞：多元智能、音樂教育、音樂與數學關係、時空推理能力、莫札特效應

* 吳璧純：國立臺北大學師資培育中心教授

電子郵件：pichun@gm.ntpu.edu.tw

收件日期：2014.07.30；修改日期：2015.01.13；接受日期：2015.03.19

To Explore the Relationship of Temporal-spatial Reasoning Between Music and Mathematics by an Inventory based on the Multiple Intelligence Theory

Pi-Chun Wu*

Abstract

This study focuses on the relationship of people's music and math ability. To explore the relationships among multiple intelligences, between music intelligence and mathematical intelligence, between musical intelligence and temporal-spatial reasoning, and among the scores of music theory, mathematical intelligence, and temporal-spatial reasoning, the present study employs an inventory based on Howard Gardner's theory of multiple intelligences. There are 83 third graders and fifth-graders from the Hsinchu Elementary School, participating in the study. Moreover, variables regarding music learning, such as students, whether from music classes, whether being able to play instruments, whether participating in choir, whether being able to reading music, and time duration of learning instruments, are used to predict music theory and temporal-spatial reasoning by the linear regression analysis. The results show: (1) There is a significant moderate positive correlation among the eight intelligences. (2) Musical intelligence has a moderate correlation with mathematical intelligence, but may be due to

* Pi-Chun Wu: Professor, Center for Teacher Education, National Taipei University

E-mail: pichun@gm.ntpu.edu.tw

Manuscript received: 2014.07.30; Revised: 2015.01.13; Accepted: 2015.03.19

temporal-spatial reasoning ability. (3) Among music theory, mathematical intelligence and temporal-spatial reasoning, there are significantly low correlations, and the relationship between the scores of music theory and mathematical intelligence may be due to temporal-spatial reasoning abilities. (4) Belonging to the music class at school can best predict achievement in music theory. The explanatory variation is .75. (5) Playing instruments can best predict temporal-spatial reasoning. However, the explanatory variation is low as .18.

The suggestions regarding the exploration of the relationship between music theory and temporal-spatial reasoning abilities, the researches concerning the inventory of multiple intelligence, and the studies about the effect of different musical education approaches are proposed.

Keywords: multiple intelligence, musical education, the relationship between music and mathematics, temporal-spatial reasoning, mozart effect

壹、緒論

無論是網路上或是日常生活中，都曾出現「音樂能力好的人，數學好像都不錯」的印象言談，有人舉證歷歷說身旁的親友學音樂的數學都很好，卻也有人指出反例。在心智發展與學業學習上，有許多文獻則指出，音樂的學習可以促進數學成就，以及其他認知能力的學習（Gouzouasis, Guhn, & Kishor, 2007; Luiz, 2007），但也有研究指出相反的證據（Kvet, 1985）。一個人的音樂能力，除了音樂要素與符號組型、模式的掌握外，還包括情感的感受與抒發，換言之，每個人的音樂敏感性與對於音樂的理解，取決於每個人的音樂體驗、個性及生活經驗。音樂能力除了包括音樂要素的結構之美外，也包含美感的品味，在過去數學被歸為「理性」的領域，而音樂因為與情緒關聯，而被視為是「不理性」的領域。音樂與數學能力之間的關係究竟如何？而其關係對於教育應用是否也具有涵義？這些問題值得進一步探究，這是本研究的第一個探究動機。

在西方，音樂能力與數學能力的關係從希臘時代就已被記載（Garland & Kahn, 1995; Shah, 2010），近代更有音樂家指出音樂的形式接近數學更甚於其他領域（蔡聰明，1994）。當代的認知心理學與神經心理學的研究也紛紛指

出，音樂與數學有著共同的心智功能與神經生理基礎（Leng, Shaw, & Wright, 1990; Zeki, Romaya, Benincasa, & Atiyah, 2014），那就是「時間-空間推理能力」（temporal-spatial reasoning ability，以下簡稱「時空推理能力」）。目前的研究指出，數學與音樂能力之間沒有很大的關聯，但是音樂能力與數理的時空推理能力有關（Rauscher et al., 1997）。無論如何，數學與音樂都是複雜的心智能力，而其所蘊含的哪些能力之間有相關，值得進一步探討。因此，促動本研究進行的第二個動機是關心音樂、數學及時空推理之間所具有的關係。

過去有關音樂、數學及時空推理能力之間關係的談論，大都僅止於文獻論述的猜測，實證研究大多採用神經影像工具或是實驗控制的比較研究，而從心智模式的角度從事這些關係的相關探究是否可能？成為促發本研究的第三個動機。美國認知心理學家 Howard Gardner 於 1983 年提出多元智能理論（Gardner, 1999, 2011），認為每個人至少都有獨特的八種智慧能力，這八種心智能力有各種可能的強弱組合，而形成一個人的智能剖面圖（Gardner, 2011）；在新近所發表的 *Multiple Intelligence: New Horizon* 一書中，Gardner 更提及這八種智能之間可能有關係（Gardner, 1993/2013）。因此，本

研究希望以多元智能量表做為探究音樂、數學及時空關係的工具。

Aldalalah與Fong (2010) 曾以多元智能的觀點，在減低認知負荷的情況下，進行音樂對於樂理學習的差異考驗，發現音樂智能高的學生，其樂理學習成效也會較好。音樂理論程度與讀譜能力涉及高層次的音樂統合能力，由於其符號組型特徵與數學的分數運算系統有密切關係 (Edelson & Johnson, 2003/2004)，也常被做為音樂與數學有關聯的分析要項。因此，學生的樂理成績是否比音樂智能傾向更容易做為音樂能力來預測音樂與數學的關係？這是本研究的第四個探究動機。

綜合上述的發想，本研究的主要目的，在於使用多元智能量表，探究音樂智能與數學智能的關係，更貼切來說，是探究學生自陳的音樂智能、數學智能及時空推理的關係。如果樂理知識最能代表音樂符號的組型，那麼樂理成績與音樂智能、數學智能及時空推理的關係又如何？樂理成績會是預測時空推理能力的良好指標嗎？最後，本研究也會透過受試者音樂相關學習經驗，探討其與樂理成績以及時空推理能力的關係。

貳、文獻探討

一、音樂與數學的關係

Garland與Kahn (1995) 提到，數

學與音樂領域比其他領域更容易出現天才兒童，然而，音樂好的人數學是否就一定好，並沒有太多學術文獻論及；但另一方面，音樂與數學之間關係的論述，卻有相當悠久的歷史 (Shah, 2010)。無論是數學家或是音樂家都曾提及音樂與數學本質上的相似關係 (蔡聰明, 1994)，例如數學家 Sylvester 說：「音樂是聽覺的數學，數學是理性發出的音樂，兩者皆源於相同的靈魂」；又如 Leibniz 也說：「音樂是一種隱藏的算術練習，透過潛意識的心靈與數目字在打交道」；而作曲家 Stravinsky 則說：「音樂的形式較近於數學而不是文學，音樂確實很像數學思想與數學關係」，在西方歷史上不乏偉大的數學家或是科學家認為，和諧的樂音是透過一些簡單而固定的比例所形成的，優美的聲音就是一種特別的數字表現 (翁瑞霖, 2006；Wright, 2009)，因此，有所謂的畢氏音階、十二平均律音階、琴弦震動數學關係等等的原理被提出。法國數學家 Fourier 更是集其大成，他認為所有的樂音都可以用一些簡單的正弦週期函數或透過數學運算來描述。相對地，數學與科學的原理原則也常受音樂的規律啟發而發現，例如化學的元素週期律是受到音樂八音律所啟發的 (翁瑞霖, 2006；蔡聰明, 1994)。

音樂與數學的相似關係最顯而易見的是，樂譜中的拍號、音符、時值、

和聲等，這些與分數求和的過程相似；而聲音所具備的三種品質——音調、音量和音色，則與曲線函數、曲線振幅及週期函數的形狀有關。音樂與數學都充滿了數字關係的組型，因此，當代的音樂合成創作者，常以電腦與數學公式來進行寫曲與創作（Benson, 2007）。Cohen（1961）曾結論，音樂與數學的相似關係至少有以下三個面向：（一）兩者都處理抽象的媒介；（二）兩者的創造歷程相似；（三）兩者在成品上都依賴成分的連續關係來產生意義。Luiz（2007）則提到數學與音樂的基本組成至少有三個共通之處：（一）音樂中的音符、音階、音程、和弦、調音與力度都與數學的比例、數字關係及算式演算有關；（二）在音樂旋律與節奏中有數學概念，音符中有時間概念，其他音樂組成要素中都涉及音樂幾何學；（三）數學組型、圖案已被一些作曲家運用於作曲上面。

然而，音樂與數學看似密切的關係，能否結論其心智素養的同一性或是教育及能力培養上的共同根源？Gardner（2011, pp. 122-127）在*Frames of Mind*一書中論述，音樂與語文、邏輯—數學、視覺—空間，以及身體—動覺有關，但是卻各有其獨特的內涵面向。Gardner特別提到，音樂與數學所植基的符號表徵系統是不同的，功能意義也不一樣。音樂在情感涵養與表達上

的功能是其他方式所無法取代的。Elliott（1985）指出，音樂對於個人生活與社會的多種意義與好處。Elliott（2005）從音樂作品理解與情緒表達的角度，提醒音樂教育者，每一首音樂或多或少都具有以下七種向度的組合：（一）表現與詮釋向度；（二）設計的向度；（三）風格性的傳統與標準；（四）情緒的音樂表達；（五）音樂表徵符號與特徵；（六）文化—意識型態向度；（七）敘事的向度。神經生理的研究也指出，針對不同面向的特性，音樂功能的大腦對應區域有所不同（Peretz & Zatorre, 2003），從腦傷病人的研究得知，音樂心智歷程涉及多元形式，也分布在兩腦半球各區（Brust, 2001）。二、三十年前，當大腦側化研究正風行時，許多研究者將音樂歸為右半腦的心智活動，而將數學邏輯與語文能力歸為左腦顯勢活動，但新近大腦的研究則結論：音樂的情緒喚起活動與一般情緒喚起的大腦部分相似（Trainor & Schmidt, 2003），而音樂的情緒與認知歷程卻也在同一神經網絡結構中運作（Kreutz & Lotze, 2007），無論是聽音樂、學樂器、正式課程或是專業訓練後所產生的音樂多元感覺與表徵，其實都是在兩個大腦半球的合作下產生功能（Altenmüller, 2001）。Levitin與Tirovolas（2009）曾為文整理新近的音樂腦神經基礎研究指出，音樂的心智活動所涉及的腦神經運

作部位包括：大腦皮質所有的腦葉及下皮質區，近年來的研究則愈形重視小腦與杏仁核所扮演的角色，而音高、節奏、音色及音樂輪廓等各有獨立的神經運作歷程。另外，音樂與語文能力雖然分享了一些神經迴路，卻也各自有獨立的神經迴路，而從生物演化的觀點來看，情緒是音樂功能的最原始點。因此，不論從心智或是神經生理的層次，甚至是社會文化的意義上，人類的音樂活動並不只有隱含數學的形式或是功能。

綜合上述，從音樂與數學符號的組型看來，似乎音樂與數學存在著密切的關係，但是音樂的感受與情緒喚起以及音感敏銳度，似乎又與數學分屬完全不同的心智能力，因此，一個人若音樂能力較佳，是否其數學能力也會較好呢？這是一個值得探究的問題。

二、神經心理學有關音樂與數學的研究

音樂與數學的關係也受到神經生理學家與心理學家的關注，Schmithorst與Holland（2004）以功能性核磁共振造影（以下簡稱fMRI）探究音樂家與非音樂家在解分數問題時的腦部活動區位，發現音樂家與非音樂家在解分數問題時，所使用的腦部區位不同，Schmithorst與Holland進一步假設，音樂訓練與數學專業之間的大腦生理連結

可能在於工作記憶的增進，以及數量的抽象表徵符號的增加。Zeki等人（2014）以fMRI觀察15位數學家面對數學公式之美的活動情形，結果指出，數學公式的美感經驗與音樂的、視覺的，以及道德的美感經驗所牽動的腦部區域是一樣的，是情緒的腦。

除了解題與情緒外，音樂與數學的腦部關聯被討論最多的是主管「時空推理」的腦區，也因此掀起「莫札特效應」（Mozart effect）的教養浪潮（Rauscher et al., 1997）。「莫札特效應」起始於Rauscher、Shaw與Ky（1993）所進行的實驗，他們以加州大學修習心理學課程的36位學生為對象，進行組內分組實驗，學生輪流聆聽10分鐘的莫札特D大調雙鋼琴奏鳴曲（Sonata K.448），或10分鐘的放鬆錄音帶，或10分鐘的沉默靜待，然後各以標準智力測驗測量其時空推理能力，結果顯示：聽了莫札特奏鳴曲後的測驗成績顯著高於其他兩組8到9個百分比，雖然只有10分鐘的短暫效果。Rauscher、Shaw和Ky的研究結果發表後，媒體與教養相關行業，開始倡導莫札特音樂的「魔力」，最後形成「聽莫札特音樂會變聰明」或甚至是「聽音樂會變聰明」的過度推論。事實上，Rauscher等人的這個實驗所植基的理論假設來自於Leng等人（1990）所提出的大腦皮質Trion模式（trion model）的大腦神經生

理研究的觀點。這個模式假定大腦皮質一小群trions結構化連結而組成的皮層柱會被誘發出一種穩定的、週期性的放電模式，這樣的放電模式為音樂與時空推理能力之間的因果關係找到共同的腦神經基礎。換句話說，大腦皮質存在一群專屬時空放電組型的高度連結與結構化的神經細胞，能夠辨識、比較及發現組型關係，而高度結構化的音樂作品能刺激這群細胞的放電，由於聆聽莫札特樂曲時能活化此部分腦區細胞的運作，因此也就有利於使用相同腦區的空間推理作業的成績。

所謂時空推理能力是指，能夠畫出空間組型意象，以及將項目或物件組拼進入固定空間的一種認知能力。具有較佳時空推理能力的人，較善於將視覺化的物件拼裝、操作成不同的組型，因此也具有較佳的解決問題及組織能力。一件時空推理的作業，至少需包括三大技能（Burton, 2009）：組成心像的能力、操作心像，以及以一定的順序安排物件，讓物件能與心像相對應。而根據Leng等人（1990）所提出的Trion模式，高度結構化的音樂、下棋、數學及工程等需要用到高層次大腦功能的領域，都會涉及到時空推理的能力，也因此有共同的神經生理基礎。

「莫札特效應」做為驗證神經模式，以及音樂、時空推理和數學能力關係的主要現象，在1990年代開始到今日

都引發許多討論與推論。在神經生理方面的研究大都證實了莫札特音樂對神經生理活動的影響在於其不同於其他音樂的獨特模式（盧英俊、吳海珍、錢靚、謝飛，2011），而較新的腦科學研究也都指出相同的研究結果（Marzban et al., 2011）。盧英俊等人以莫札特「大調雙鋼琴奏鳴曲K.448」、貝多芬的「給愛麗絲」和通俗音樂「後來」等引發正向情緒的純鋼琴音樂為材料，發現受試者在聽莫札特音樂時的腦電功率與重心頻率，與聆聽其他兩種音樂時顯著不同，研究者結論：莫札特音樂對腦電的獨特影響原因可能在於它是一種高度組織化的音樂，與人類大腦皮層高度組織化的微觀解剖結構存在著某種模式上的相關性。另外，Marzban等人以剛出生的大鼠做實驗，聆聽莫札特大調雙鋼琴奏鳴曲（Sonata K.448），每天6個小時，連續60天之後，實驗組的大鼠其海馬回的腦原性神經營養因子蛋白質的密度顯著地比控制組的大鼠來得高。這些神經生理學的研究都指出莫札特的D大調雙鋼琴奏鳴曲能啟動特定大腦神經的活動或是促進特定物質之增生。Jenkins（2001）曾以各種大腦神經的面向探究「莫札特效應」存在的可能性，研究的最後結論是：莫札特的D大調雙鋼琴奏鳴曲的確不同於其他音樂，能引發不同的腦區反應，而且對於時空推理能力也存在著短期的增進效應；其結果也指

出：事實上，除了莫札特的D大調雙鋼琴奏鳴曲的音樂外，其他長週期性的音樂（具有音符組型不斷週期性重複的音樂曲子），不管是不是莫札特的音樂，都能減低癲癇的症狀，以及提升時空推理能力。

由以上神經生理學的研究可知，聽特定組型的音樂所喚起的腦部神經傳動與數學能力中的時空推理神經運作部位有關。因此，音樂與數學的心智關係可能來自時空推理能力。

三、音樂能力與時空推理能力的關係是否存在？

Rauscher團隊從1993年起便進行許多有關「莫札特效應」的實驗，結果發現無論聽音樂或是學習鍵盤樂器、唱歌或是律動都能促進兒童或是成人的時空推理能力（Burton, 2009; Rauscher et al., 1997）；另外，Rauscher、Robinson與Jens（1998）也曾以大鼠做為研究樣本進行莫札特音樂實驗，結果實驗組的大鼠在走迷宮學習的能力有顯著增長。Rauscher與Hinton（2006）談到，音樂活動的表現包含複雜的心智能力，與數學中的「部分—全體」概念息息相關，數學中的比率、小數與分數等都具有「部分—全體」的關係，而在音樂當中，將節奏概念化也是一種「部分—全體」概念，因此，學習節奏樂器的兒童在「部分—全體」的數學問題上，得分

顯著比學唱歌以及學彈鋼琴的兒童來得高（Rauscher, LeMieux, & Hinton, 2005）。Graziano、Peterson與Shaw（1999）的研究也得到相似的結論，他們以小學二年級學生為對象，驗證了「鍵盤學習與時空推理電腦遊戲」兩者一起的訓練效果，比「時空推理電腦遊戲+英文訓練」以及「沒有任何訓練」，更能促進智力測驗中以時空推理為主的分數與比率問題的操作成績。除了時空推理能力、「部分—全體」概念之外，音樂與數學能力的關係也顯現在幾何有關的數學學習上。Taylor與Rowe（2012）的研究發現，「莫札特效應」同樣顯現在大學生學習三角函數的情況上。

然而，雖然「莫札特效應」有如上述的正面驗證結果，但也有許多負面的研究結果（Jenkins, 2001）出現，甚至遭受到強烈質疑（Waterhouse, 2006）。有些學者重複Rauscher等人（1993）的實驗在兒童身上，卻沒有得到「莫札特效應」（McKelvie & Low, 2002; Newman et al., 1995; Steele, Ball, & Crook, 1999）；Chabris（1999）以16個「莫札特效應」相關研究進行後設分析（meta-analysis），結果發現兒童在一般智力及時空推理能力上都沒有效果。反對Rauscher團隊研究結果的研究者，最後大都結論：「莫札特效應」來自該音樂能引發心情愉悅

(Schellenberg & Hallam, 2005)，而無關乎曲式結構。

面對研究結果分歧上的挑戰，Rauscher團隊的回應主要有(Burton, 2009; Rauscher & Hinton, 2006)：(一)在特定的實驗程序與時空推理作業下，「莫札特效應」確實存在；(二)「莫札特效應」無關乎一般智力，而只是與時空推理能力有關；(三)「莫札特效應」在神經生理研究層次上有重要意義，在學習心理上可能是一種學習遷移的現象；(四)音樂與數學之間可能透過「部分—全體」(part-whole)概念的學習遷移而提升時空推理能力；(五)長時間的樂器練習與學習累積有助於時空推理能力，這也隱含了智力不是固著不變，音樂活動可以造成大腦的結構性與功能性的改變；(六)「莫札特效應」研究應該進行更多真實教育情境的試驗，但在教育應用上須持謹慎態度；(七)音樂活動的主要目的不是在造就學業成就，因此「莫札特效應」系列研究，不在於倡導教音樂來增進學生的時空推理能力。

綜合上述，「莫札特效應」所提出的音樂能力與時空推理能力的關係，需要使用更多其他的驗證方式來支持或是否證，本研究是其中的一種可能性。

四、多元智能、音樂智能與數學智能的關係

有關「莫札特效應」的現象，除

了在神經生理學及時空推理心智有關的領域被探究之外，多元智能研究團隊也對「莫札特效應」提出支持，例如Hetland(2000)以36個「莫札特效應」相關研究進行後設分析，結果指出「莫札特效應」與時空推理能力之間有中度的相關。

多元智能理論(multiple intelligence theory, MI)是由美國認知心理學家Howard Gardner所提出來的。他的*Frames of Mind*一書於1983年出版，倡導MI理論，並掀起了一場教育與心理智能觀念的革命(Gardner, 2011)。植基於腦傷病人的研究、特殊兒童、生物演化學理論及認知科學最新發展等篩選標準(Gardner, 1999)，MI主張人類至少具有八種獨立而可區辨的智慧能力，分別是：語文、邏輯—數學、視覺—空間、音樂、肢體—動覺、人際、內省及自然觀察者(Gardner, 1999, 2011)。Gardner認為每個人都具備有這八種智慧能力，而不是傳統智力測驗所看重的語文與數學邏輯能力。每個人在八種智能的強弱上有程度的差異，但是八種智能之間從不間斷地處於互動的狀態，且可以透過後天環境的鼓勵、自我充實及接受指導等而持續發展；特別是借助一個人的強勢智能來帶動其發展弱勢智能。

對Gardner來說，「智慧能力」(intelligence)是一種生物心理潛質，

顯現於特定文化情境中解決問題或是創造出所珍視的成品之能力（Gardner, 1999, pp. 33-34），每一種心智能力都是一種獨特的符號系統，但是每一個人的這八項智能通常是以複雜的方式相互配合，例如在一場球賽中，球員必須有很高的肢體動覺智能來運球、投籃，而在傳球、投籃時必須運用其空間智能準確地將球丟到正確的位置，同時也必須要有相當的人際智能才能和隊友合作無間。因此，在日常生活的行為表現中，這些心智能力之間沒有辦法完全劃分，也可能不是完全無關。Gardner在回答讀者疑惑的文本中，曾提及多元智能之間有相關，且某些智能之間的關係可能較密切，這些關係也受到文化因素的影響（Gardner, 2011, 1993/2013）。Gardner認為八種智能之間是否具有關係，這是一個實證的問題，如果工具夠好，每一個文化都可以去測試人們在八種智能上的關係。Sharifi（2008）以多元智能量表探究高中生智能之間的關係，以及與學業成就的關係，結果發現八項多元智能之間有低度到中度的相關，同樣的結果也出現在Chan（2007）對於資優中小學生音樂智能與音樂性向關係的探究。該研究指出學生在多元智能量表與音樂性向量表的方向是一致的。另外，Ahmadian與Hosseini（2012）進行多元智能與寫作成績的相關研究，發現各多元智能之間大多有顯

著低、中度相關，但是語文只與人際與內省能力有中、高度相關，音樂只與身體—動覺，以及自然觀察者有關，數學只與空間、人際與內省有關。McMahon、Rose和Parks（2004）以多元智能量表探究各智能與閱讀成績的關係，發現各智能之間除了邏輯—數學與語文有低度正相關外，其他智能之間都是低度負相關。因此，不同研究所驗證到的八種智能之間的關係有所不同；樣本的年齡、所處的文化，以及研究所使用的工具等不同因素，都可能使得結果有所不同，本研究以臺灣國小學生為樣本，可以再度驗證多元智能各智能之間的關係，並進一步驗證音樂智能、數學智能及時空推理之間的關係。

五、視奏、讀譜或是樂理能力與數學的關係

視奏（唱）（sight reading）或是樂理知識的理解，是音樂活動中接觸符號組型最多的活動。視奏涉及讀譜、聲調與節奏的聽音、具有空間性與組織性的圖案音符系統之了解，並涉及演奏時身體動作的高度協調性（Gromko, 2004），其所牽涉到的兩種最重要的能力是聽覺空間能力及熟練的演奏（或歌唱）技能（Hayward & Gromko, 2009）。視奏能力好的人，節奏讀譜的能力也較佳（Elliott, 1982）。讀譜是音樂的閱讀活動，涉及整合音樂符號組型

的能力，因此，我們可以假定，讀譜能力較佳的人，其時空推理能力也會較好。這個假設獲得神經生理學及心智行為研究的支持（Hayward & Gromko, 2009; Sluming, Brooks, Howard, Downes, & Roberts, 2007）。Sluming等人的研究發現，管弦樂團內的音樂家因為練習時的大量視奏，會增加與視覺空間神經網絡有關的左半腦Broca區的活動，而這群音樂家的立體心像旋轉成績也因視奏而提升。Gromko（2004）以學習管樂高中生為對象所做的研究發現，空間推理能力是四個最能預測視奏能力的因素之一。

視奏可以透過音樂理論（樂理）的學習來增進，以培養讀譜的能力，當學生學會許多樂理知識的時候，音樂中隱含的音樂聲音組型，如速度、力度、曲式、和聲、旋律、節奏等會化為各種音樂符號組型的知識，變成外顯的知識與有意識的認知，因此，樂理能力、音樂與數學智能及時空推理能力應該有相關，學生的樂理成績與空間推理能力應該有關。

六、學生其他音樂學習經驗與音樂智能、數學智能、時空推理及樂理成績的關係

樂理成績若是與數學、音樂智能及空間推理能力有關，其他音樂學習的

經驗是否也會與此有關？在我國的文化中，一般國小學生三年級開始學習直笛，也有許多家長在孩子小學階段會送到才藝班學習音樂，這些音樂學習的經驗與兩種智能及時空推理的關係如何？可以做一些審視。在多元智能理論的相關文獻中，除了使用多元智能觀點來檢驗音樂與數學智能的關係外，也有許多音樂學習經驗與不同智能及學業成就關係的研究。Gouzouasis等人（2007）以11年級學生學習音樂來預測其在12年級的國家學術性向考試的成績，在4年的追蹤研究中，發現學生因為音樂學習在數學、語文及生物成績上有所提升。Robitaille與O'Neal（1981）指出，小學生學習弦樂，可以增進標準化閱讀、語言與數學測驗的成績；然而，Kvet（1985）卻沒有得到相同的研究結果。Lamar（1989）發現，音樂性向與閱讀成績之間有顯著相關。Kluball（2000）發現樂器的學習可以提升數學與科學考試成績。Southgate與Rosigno（2009）的研究指出，無論是校內或是校外的音樂學習，幼兒的音樂學習都有助於兒童與青少年數學和閱讀的學業成績。Ho、Cheung與Chan（2003）的研究則指出，6-15歲學習音樂的男生，其口語記憶能力比沒有參加音樂學習的學生來得好。Butzlaff（2000）以後設分析方法探究音樂學習與閱讀成績的關係發現：學習音樂與提升標準化閱讀測驗

成績有關，但不存在兩者之間的因果關係。Ellen Winner從執行project zero計畫中，觀察到音樂，或是藝術對於學生基本能力學習的助益（Winner & Hetland, 2000）；Winner研究團隊於2008年以一般兒童及失讀症（dyslexia）兒童為對象，研究音樂學習對於閱讀能力的影響，結果指出，無論一般或是特殊兒童受音樂學習的影響，其語音知覺與閱讀能力都會提升（Forgeard et al., 2008）。另外，Vaughn與Winner（2000）發現，學習音樂時間愈久的學生，在學術性向測驗（SAT）的整體及數學成績上都會愈高，而Vaughn（2000）的後設分析研究也指出，音樂與數學之間有中度的相關關係。

另外，學習樂器或是學習樂器的時間愈久，愈能預測樂理成績（Harrison, 1990a, 1990b）。Harrison（1990b）研究指出，演奏的年資長短可以預測大學生音樂理論課程的樂理成績，音樂性向反而不行。Harrison（1990a）的研究指出，音樂學業成績、彈鋼琴的經驗、演奏的年資、會兩種以上的樂器及音樂性向等可以預測大學生音樂理論課程的樂理成績。

綜合上述，音樂能力與閱讀及數學能力之間似乎有相關，而音樂學習的經驗，例如樂器學習、音樂學習時間的長短都可能影響這些面向的智能。因

此，本研究將進一步探究哪些音樂學習經驗的變項，最能預測樂理成績與時空推理能力。

七、樂理知識、音樂智能發展與音樂教育

音樂智能與時空推理能力有關係，樂理成績與時空推理能力有關的話，是否代表音樂教育的實施應該直接從教授音樂來提升時空推理能力，或是直接教導時空推理能力或樂理知識來提升音樂能力？事實上，這樣的推論是不符合個體音樂能力發展與知識發展順序的。

首先，音樂若把其功能性抽離，可能剩下與時空推理有關的組型認知能力，然而，音樂若少了情緒抒發、欣賞、溝通及其他文化功能，也就成了沒有靈魂的音樂。其次，樂理能力是屬於後設知識，而後設知識通常是透過體驗、涵養逐步養成的。Ewer與Mus（2001）把樂理學習當作是學習樂器的第二個階段，他們認為音樂學習要從耳朵聽音開始，第二階段是學樂理，第三階段是增加溝通想法的音樂能力。Ewer與Mus對於樂理學習與發展的看法，符合音樂教育的一般模式（郭木山，2001；陳惠齡，2012）。

樂理知識的擁有，讓一個人有語彙與方法可以具備音樂素養，並拓展音樂視野，進行音樂創作（Ewer & Mus,

2001)，在音樂演奏團體中能夠藉此相互溝通。然而，許多音樂家能演奏得很好，卻不必透過讀譜，而有些學習音樂的學生則因為讀譜的困難而放棄繼續學習音樂，儘管其具有音樂天分（Gudmundsdottir, 2010）。讀譜或是樂理的學習，儘管可能與演奏或表演沒有因果關係，但並不表示其不重要，就好像在語文的課程中，一個人學習字詞、句子和文法，這些即是「語文的理論」，但這並不是說擁有了這些理論知識之後，就能成為作家，但也不能反過來說，了解如何造句是一件不重要的事。事實上，世界上許多偉大的作曲家都是精通樂裡的。在樂理的學習上，也有許多音樂人持有一種迷思，那就是：受過紮實樂理訓練的音樂家，反而會降低其純耳聽的演奏能力。無論如何，有研究指出，耳聽能力與讀譜能力有中度相關（Gudmundsdottir, 2010; Luce, 1965）。樂理不在於告訴我們如何演奏樂器，而是幫我們在音樂世界中開一扇窗，允許聽音樂的人更理解且能說出所聽到的音樂，也能幫助音樂家進行創作。樂理不會限制一個人音樂創作的格式或是形式，通常有創意的音樂家是有深厚的樂理素養，並能打破音樂理論的原則，超越音樂理論而作曲，透過音樂理論提升了音樂理解力，以及把自己的想法作了更好的溝通（Ewer & Mus, 2001）。

總得來說，就音樂教育而言，理解音符組型關係是後設知識，無法直接教授；直接灌輸的結果，會造成許多人對於音樂活動打退堂鼓（Ewer & Mus, 2001; Gudmundsdottir, 2010）。因此，當愈來愈多證據顯示，音樂能力與其他能力有關，或是音樂活動可以促進學業成績的提升，其意涵應是：音樂教育應該更被重視。對開始接觸音樂的學生而言，音樂如同其他智能，每一種智能都可以視為正式或非正式教育中常用的一種表徵符號系統（Gardner, 1999），不斷地相互交錯、互相影響著，因此，在含括較多領域內涵的統整音樂課程中，進行音樂或是透過其他知能活動的伴隨學習，會是達成促進各種智能發展的良好途徑（Ellis & Fouts, 2001），也是培養全人兒童的良方（Upitis, 2013）。

綜上所述，本研究的主要目的在於以多元智能量表探究學生自陳的音樂智能、數學智能及時空推理的關係，除了理論探究上的興趣，也希望能對音樂教育的實施有些啟發。

參、研究方法

一、研究問題

根據研究動機與目的，本研究在多元智能自陳量表的架構下，主要探究的問題及假設如下：

問題一：Gardner八項多元智能之間的關係為何？

假設：學生的八項多元智能之間有中低度相關。

問題二：一個人的音樂智能與數學智能是否有關？

假設：學生的音樂與數學智能之間有中度相關。

問題三：音樂智能與數學智能和時空推理的關係為何？

假設：數學智能與音樂智能之間的關係，主要來自時空推理的相關。

問題四：樂理成績與音樂智能、數學智能及時空推理的關係為何？

假設：樂理成績與時空推理能力有關。

問題五：各種與音樂學習經驗有關的變項如何預測樂理成績？

假設一：音樂班學生樂理成績顯著高於非音樂班學生。

假設二：會彈奏樂器學生的樂理成績顯著高於不會的學生。

假設三：學過讀譜學生的樂理成績顯著高於沒有學過的學生。

假設四：參加過合唱團的學生樂理成績顯著高於沒有參加過的學生。

假設五：音樂教室學習年資與樂理成績有顯著正相關。

問題六：各種與音樂學習經驗有關的變項如何預測時空推理能力？

假設一：音樂班學生時空推理顯著高於非音樂班學生。

假設二：會彈奏樂器學生的時空

推理顯著高於不會的學生。

假設三：學過讀譜學生的時空推理顯著高於沒有學過的學生。

假設四：參加過合唱團的學生時空推理顯著高於沒有參加過的學生。

假設五：音樂教室學習年資與時空推理有顯著正相關。

二、研究限制

本研究以多元智能自陳量表所蒐集的資料，比較接近學生的智能傾向，而非學生的能力成績，在推論能力關係的周延性較不足。雖然八大智能分數不是能力分數而是性向分數，無法直接推論音樂、數學及時空推理能力三者間的關係，但仍具有推論其關係之參考價值，因為能力與性向之間具有一定的正相關，且在心理學研究中，性向測驗成績也常被做為測量能力的指標之一。例如，Koura與Al-Hebaishi（2014）以MI量表分數得到與英語成績之間的關聯；Johnson（2000）的研究則指出，就8到12歲的學生而言，音樂性向與學業成績之間有高相關，這些研究或多或少可以說明多元智能與其能力傾向是有關係的。就MI理論而言，智能非固定不變，也無絕對高下之分，因此看重「能力成績」也與理論的基本精神相左；另外，Gardner（2011）也提及編製多元智能能力測驗的難度。因此，本研究保持探索研究的立場，報告特定工具的使

用下所探究到的不同智能的關係。最後，本研究之樂理測驗中提供自學的內容，可能影響測驗的信度，僅透過國小音樂教師，進行表面效度之審核，也可能影響研究結果之推論。

三、研究樣本

本研究以立意取樣，樣本來自新竹市新竹國小三年級與五年級音樂班與普通班的學生共四個班級，83人。考慮國小二年級以下學生的閱讀，還需使用注音符號加以輔助，因此選用三年級以上的學生樣本；另外，也考量到國小資優班都從三年級開始，但一般三年級學生樂理學習的經驗還很少，因此三年級沒有選取普通班的學生，音樂班學生則為14人；五年級音樂班學生11人，五年級非音樂班兩班學生為58人。

四、研究工具

本研究為量化研究，主要測量工具為多元智能量表及學生的樂理測驗。

(一)多元智能量表

本研究參考張滄敏（2001）以四年級學生為對象之行動研究中所使用的多元智能量表的題目，並進行以下的修訂：1.原量表為李克特式四點量尺（0-3分），本研究改為五點量尺（1-5分），以更精確區分受試者的多元智能傾向。2.修改題項之陳述內容，使其更符合口語及國小學生的理解程度。3.將原本同

一個智能向度放在一起的題目，分散到10個分量表中，亦即每一個分量表都有一題不同多元智能向度的題目，每一分量表有8個題目。此措施較可避免學生對於同一智能內涵的題目產生猜測或是疲乏的現象。

本檢核量表維持張滄敏量表之題數，共80題（完整題目見附錄），並重新分析信度係數。各智能向度之內部一致性Cronbach's α 係數分別是：語文 = .728、數學邏輯 = .788、空間 = .801、音樂 = .802、身體動覺 = .680、人際 = .770、內省 = .791、自然觀察者 = .768；介於 .680~.802之間，表示問卷之信度頗佳。

(二)空間推理能力題目

在Gardner的多元智能理論中，空間智能的內涵包括能正確地覺知視覺的世界、圖像轉換與修正的能力表現，以及當物體不存在時也能重新創造視覺經驗的能力（Gardner, 2011）。在多元智能的心智架構中，邏輯—數學中的時空推理能力是被放在空間智能的架構中，但是卻又只佔空間智能的一部分。因此，本研究從量表中的視覺—空間智能題目向度，選擇與時空推理有關的四個題目，做為學生自陳空間推理能力的指標，分別是第1、7、9、10題向度中的第3題。原本第2題向度的第3題也要被選入，但此題涉及與閱讀能力的相對比較，而非學生對於自己空間推理能力的

真實估計，故沒有選入。四個被選入之題目見附錄有*註記的題目。由四個題目組成的空間推理分量表，Cronbach's α 係數是 .663。

(三)樂理測驗

在臺灣大部分小學從三年級就開始學直笛，學生會進行簡易視奏，因此到五年級時對於簡易樂理已有些了解，但學校一般沒有進行常態性的樂理考試，除非是針對音樂班的學生。因此，本研究參考新竹國小音樂班三年級樂理期中考考古題題目，選用其中有關音符、時值、音程與音階等基本樂理的題目，共五大題的題目組織成測驗題本。考量五年級非音樂班的學生可能忘記過去所學習的樂理相關知識，本測驗並列有與測驗題目相關的樂理自學內容，供學生在作答之前複習已學過的知識。另外，在樂理測驗卷上學生也需依問題填答自己在校內、外學習音樂的經驗。

五、研究程序

由時間可以配合的班級導師對整個班級的學生進行施測，測驗時間為一節課（45分鐘），5分鐘進行填答說明，約20分鐘學生先進行多元智能量表的填答，接下來20分鐘作答樂理測驗，在寫樂理測驗時，學生可以參考自學內容。

六、資料分析

本研究以SPSS 11.0版套裝軟體，

針對研究問題，對相關變項進行皮爾森相關分析、單因子變異數分析，以及線性迴歸分析。

肆、研究結果與討論

一、Gardner八項多元智能之間的關係為何？

表1羅列學生在多元智能量表上各智能向度的平均分數，表2則為各智能之間的相關程度。由表1可知，參加研究的學生其人際智能的分數最高，自然觀察者智能最低。由表2得知，多元智能之間具有中度以上相關，並達 .01顯著水準。除了音樂與自然觀察者傾向相關相對較低外（.31），其他各智能之間都有 .42以上的顯著相關。此結果與Sharifi（2008）、Chan（2007）及Ahmadian與Hosseini（2012）的研究結果較相近，但是Ahmadian與Hosseini研究中的邏輯—數學與語文沒有關係，而本研究卻指出兩者之間有 .69的顯著相關；Ahmadian與Hosseini研究中邏輯—數學也與空間、音樂、身體動覺及自然觀察者無關，但本研究中卻都有中度相關。Ahmadian與Hosseini研究的樣本是成人，而本研究則是小學三年級與五年級的學生。另外，Chan的研究雖然在八項多元智能之間都有顯著正相關，且以中、小學生為研究對象，但其相關值大多在 .50以下，見表3。

表 1

學生在不同智能上的得分平均數、標準差及人數

智能向度	平均數	標準差	人數*
語文	3.12	.59	82
邏輯—數學	3.12	.68	82
空間	3.34	.71	80
音樂	3.32	.80	83
身體動覺	3.24	.67	83
人際	3.76	.61	77
內省	3.29	.67	79
自然觀察	2.88	.67	79

*人數的不一致，來自於某些學生沒有作答該變項的某些題目，因此不計入分析

表 2

學生的多元智能相關矩陣 (N=77~83)

智能向度	語文	邏輯— 數學	視覺— 空間	音樂	身體— 動覺	人際	內省	自然 觀察
語文								
邏輯—數學	.69**							
視覺—空間	.53**	.70**						
音樂	.51**	.48**	.65**					
身體—動覺	.42**	.43**	.68**	.61**				
人際	.58**	.52**	.49**	.59**	.59**			
內省	.66**	.64**	.57**	.59**	.57**	.67**		
自然觀察	.49**	.55**	.56**	.31**	.54**	.44**	.55**	

** $p < .01$

目前看來，在各探究多元智能相關值的MI研究中，最穩定的關係應該是人際與內省關係，Chan (2007) 以及Ahmadian與Hosseini (2012) 的研究中，分別都有 .65 以上的顯著相關 (.76、.70，本研究則為 .67)。不管是樣本背景或是文化因素，可以確定的是，除了人際與內省有較高的穩定關係外，MI八項智能之間的關聯性不太穩定，這或許是該理論看重個別差異，文

化影響及主張智能可以持續發展所顯現出來的現象；另外，也可能是使用的量表不一致所造成。

二、一個人的音樂智能與數學智能是否有關？

有關音樂與數學智能方面，本研究在這兩者的相關值是：.48，Chan (2007) 的研究資料顯示低度相關，Ahmadian與Hosseini (2012) 的資料則

表 3
Chan 的研究中學生多元智能相關矩陣 (N=298)

智能 向度	語文	邏輯— 數學	視覺— 空間	音樂	身體— 動覺	人際	內省	自然 觀察
語文								
邏輯—數學	.30**							
視覺—空間	.32**	.34**						
音樂	.39**	.19**	.37**					
身體—動覺	.39**	.34**	.54**	.40**				
人際	.46**	.36**	.45**	.40**	.42**			
內省	.54**	.41**	.36**	.34**	.45**	.76**		
自然觀察	.24**	.37**	.43**	.22**	.40**	.34**	.26**	

註：引自“Musical Aptitude and Multiple Intelligences Among Chinese Gifted Students in Hong Kong: Do Self-Perceptions Predict Abilities?” by W. D. Chan, 2007, *Personality and Individual Differences*, 43(6), pp. 1604-1615.

** $p < .01$

顯示無關。由於本研究採用音樂班與非音樂班學生為研究對象，是否因此而提高其相關性值得探究。進一步將音樂班與非音樂班學生分開，求其音樂與數學智能的相關性，結果差異並不大，音樂班在兩者的相關略高於普通班，但數值很接近（.46， $p < .05$ 與.43， $p < .01$ ）。音樂班與非音樂班的音樂智能，平均分數與標準差分別是： $M = 3.72$, $SD = .79$ ； $M = 3.15$, $SD = .75$ ，在音樂智能上音樂班的分數顯著大於非音樂班（ $F_{(1,81)} = 9.59$, $P < .01$ ），數學智能分數則沒有顯著差異。

三、音樂智能和數學智能與時空推理能力的關係為何？

在多元智能理論中，數學與視覺—空間能力的內涵有所重疊，有無可

能音樂智能與數學智能的相關主要來自時空推理的效果呢？從本研究各智能相關矩陣中得知，音樂與視覺空間智能的相關高達 .65，以視覺—空間量表中的四個題目做為時空推理傾向的指標，將其與數學及音樂智能求相關，發現個別兩者的相關也都達 .60以上的顯著正相關（音樂與時空推理 = .61， $p < .01$ ；數學與時空推理 = .66， $p < .01$ ）。將音樂班與非音樂班學生分開，檢視其音樂與空間推理的相關性，數值上有些差異，音樂班在兩者的相關高於普通班（.69， $p < .01$ 與 .52， $p < .01$ ）。顯示音樂班學生其音樂智能與時空推理的關係更密切。音樂班與非音樂班的時空推理傾向，平均分數與標準差分別是： $M = 3.79$, $SD = .73$ ； $M = 3.25$, $SD = .90$ ，在空間推理傾向上，音樂班的分數顯著大於非音樂班（ $F_{(1,81)} = 7.01$, $p < .01$ ）。

由以上資料與分析可知，時空推理可能因為與音樂智能的關係，而與數學智能產生關係，以統計淨相關技術，將音樂與數學智能中的時空推理能力排除，發現音樂與數學智能之間沒有任何相關。此結果似乎說明了，音樂與數學的相關大部分來自於時空推理能力的貢獻。這樣的推論，與許多神經生理學的研究結果是相一致的。

四、樂理成績與音樂智能、數學智能及時空推理的關係為何？

樂理知識讓學生對於音樂符號中的組型更具後設認知的能力，因此學生的樂理成績應該與音樂、數學及時空推理有正相關。所有學生的樂理成績與音樂、數學智能及時空推理的相關分別是：.46、.26及 .33，具有中度相關。進一步看音樂班與非音樂班學生的樂理成績與三項智能的相關發現，音樂班學生的樂理成績與三項智能都沒有關係，而非音樂班學生也只有與音樂智能有關，相關為 .43， $p < .01$ 。音樂班與非音樂班的樂理平均分數與標準差分別是： $M = 93.76$ ， $SD = 4.77$ ； $M = 31.72$ ， $SD = 22.34$ ，在樂理成績上，音樂班的分數顯著高於非音樂班（ $F_{(1,81)} = 187.88$ ， $P < .00$ ）。音樂班學生的樂理成績與三項智能無關，特別是與音樂智能無關的現象似乎不合理，檢視音樂班學生樂理成

績的平均數與標準差，樂理測驗的變異量太小，顯示題目太簡單，幾乎都能答對，有可能因此無法推論樂理知識與其他變項之間的相關性，另一可能原因或許是樂理測驗的信度使然。但無論如何，資料顯示整體樣本的樂理成績與三種智能有正相關，而樂理成績與數學智能的關係是否也來自於時空推理，值得探討。進一步以整體樣本為對象，以統計淨相關技術，將樂理成績與數學智能中的時空推理能力排除後發現，樂理成績與數學智能之間原有的 .26顯著正相關變成沒有任何相關，這似乎顯示有薄弱的證據支持，樂理成績與數學智能的關係，主要也可能是來自時空推理能力。

五、各種與音樂學習有關的變項如何預測樂理成績？

樂理成績與音樂學習經驗各變項應該有正向關係，本研究所蒐集到的學生音樂學習經驗變項有：是否會彈奏樂器、是否學過看譜、是否是音樂班、是否上過音樂教室課程及時間長短、是否參加合唱團。表4呈現學生有無特定音樂學習項目的人數分布。其中在校外上過音樂教室課程的學生有34人，學習時間從10週到10年不等，其平均學習音樂（各種樂器）的年資為17個月。這些變項與樂理成績的人數分布如表4所列，

表 4
學生是否具有各項音樂學習經驗的人數

項目／人數	是	否	合計
會彈奏樂器	73	10	83
學過看譜	72	11	83
就讀音樂班	25	58	83
參加過音樂教室課程	34	49	83
參加過合唱團	12	71	83

而變項之皮爾森積差相關矩陣如表5所示。

由表5可知，是否參加合唱團這個變項和會不會彈奏樂器，以及是否學過看譜無關，其他各變項之間都有不同程度的相關。然而表5也顯示，是否是音樂班學生與會不會彈奏樂器的相關只有 .24，這樣的數值有些不合常理，因為所有音樂班學生都會樂器，進一步審閱原始資料，發現的確所有音樂班學生都會樂器，但是另一項發現是非音樂班學生會樂器的人數也眾多，對照表4的各變項人數分配得知，非音樂班學生學習樂器的學生也有48人，佔66%的比例，此結果可能表示學生的學校音樂課學習頗為正常，學生都會吹奏直笛，也顯示新竹市國小學童的音樂才藝學習是被重視的。此現象也顯示在音樂教室音樂學習經驗上，由表4與表5可以得知，音樂班學生與參加音樂教室學生的重疊性也很高，音樂班學生也都幾乎上過或仍然持續在音樂教室上課。從此二變項與樂理成績的關係也可得知，音樂班學

生或是上過音樂教室的學生，樂理成績也最出色。

由於「是否上音樂教室」與「上音樂教室的月數」兩個變項，意義類似，相關非常高 (.72)，且「上音樂教室的月數」為連續變項，較具訊息性，因此進一步進行線性迴歸分析時以「上音樂教室的月數」而非「是否上音樂教室」投入變項，並加上其他音樂學習經驗的變項，對樂理成績做預測。表6為影響學生樂理成績的迴歸分析摘要，表中指出：只有「是否為音樂班」最能預測樂理成績，複相關係數達 .85。此結果與相關矩陣的數值吻合，在相關矩陣中，樂理成績與「音樂教室的月數」之間也有 .56的顯著相關，而國外的文獻也指出，學習樂器的時間愈久，愈能預測樂理成績 (Harrison, 1990a, 1990b)。在迴歸分析中，上音樂教室的月數卻沒有預測力，這可能是因為「是否為音樂班」與「上音樂教室」之間的重複性高，而降低其預測力。

表 5
各音樂學習經驗變項與樂理成績之間的相關矩陣

變項名稱	彈奏樂器	學過看譜	音樂班	音樂教室	音樂教室 (月數)	合唱團	樂理成績
彈奏樂器							
學過看譜	.40**						
音樂班	.24*	.26*					
音樂教室	.31**	.33**	.58**				
音樂教室(月數)	.21	.22*	.56**	.72**			
合唱團	.15	.16	.48**	.42**	.23*		
樂理成績	.30**	.33**	.84**	.67**	.56**	.39**	

* $p < .05$ ** $p < .01$

表 6
影響學生樂理成績的迴歸分析摘要

	模式	
	b	β
彈奏樂器	5.72	.06
學過看譜	8.80	.09
音樂班	55.73**	.74
音樂教室(月數)	.12	.11
合唱團	-.71	-.01
常數項	18.70**	
R square	.73	
N	78	

** $p < .01$

六、各種與音樂學習有關的變項如何預測時空推理能力？

如果音樂能力與時空推理能力有關，那麼音樂學習經驗與時間推理能力應該也有相關。表7呈現了各音樂學習經驗與時空推理能力之間的皮爾森積差相關矩陣。由表7的結果得知，空間推理與是否會樂器、是否為音樂班，以及

是否為合唱團有低中度顯著相關，與其他音樂學習經驗的變項沒有關係。

進一步進行線性迴歸分析時以「上音樂教室的月數」而非「是否上音樂教室」投入變項，並加上其他音樂學習經驗的變項，對時空推理做預測，發現是否會樂器這個變項最能預測時空推理，此結果與相關矩陣的資料相一致，整個分析之複相關係數達 .42，表8呈現了影響學生時空推理的迴歸分析摘

表 7
各音樂學習經驗變項與空間推理之間的相關矩陣

變項名稱	彈奏樂器	學過看譜	音樂班	音樂教室 (月數)	合唱團	時空推理
彈奏樂器						
學過看譜	.40**					
音樂班	.24*	.26*				
音樂教室(月數)	.21	.22*	.56**			
合唱團	.15	.16	.48**	.23*		
時空推理	.30**	.20	.28**	.11	.23*	

* $p < .05$ ** $p < .01$

表 8
影響學生時空推理的迴歸分析摘要

	模式	
	b	β
彈奏樂器	.63*	.24
學過看譜	.13	.05
音樂班	.49	.25
音樂教室(月數)	-.00	-.13
合唱團	.34	.12
常數項	2.63**	
R square	.18	
N	77	

* $p < .05$ ** $p < .01$

要。由表8得知，上音樂教室時間的長短並沒有辦法預測時空推理能力，這樣的結果似乎指出音樂學習的長久與時空推理並不具有穩定性關係，換句話說，不是學習音樂就能發展時空推理能力，Gudmundsdottir (2010) 指出讀譜或是樂理的學習可能與演奏或表演能力沒有因果關係。學生音樂表現好可能來自音感，可能來自讀譜，而且音樂學習的方式與內容都可能影響其時空推理能力的

形成，直接灌輸式的教學，可能讓音樂學習無效，或是抹煞學生的學習樂趣 (Ewer & Mus, 2001; Gudmundsdottir, 2010)，由於本研究中並沒有探究學生在音樂教室如何學習音樂，因此無法推斷影響音樂學習時間長短與時空推理關係之間的中介變項為何，此問題有待進一步的探究。

伍、結論與建議

本研究以多元智能量表所得到的學生自陳多元智能傾向及樂理成績，探究學生音樂智能與數學智能的關係。研究結果指出，國小三年級與五年級的學生，在多元智能理論架構下的八個智能之間有中度顯著相關，且音樂與數學及時空推理能力之間也都有中度相關；然而透過淨相關處理，得到音樂與數學智能的關係似乎來自時空推理能力，同樣的現象也出現在樂理成績與數學智能上的關係。因此，本研究基本上支持音樂與數學關係探究上的神經生理與認知心理學研究結果——音樂與數學能力有關，而其關聯性主要在於時空推理能力上。

另外，本研究結果也指出，學生的樂理成績與音樂智能、數學智能及時空推理都有中度顯著正相關，音樂班學生樂理成績顯著高於非音樂班學生。以迴歸分析進行各音樂學習變項對樂理成績的預測，也只有「是否為音樂班學生」最能預測樂理成績。在時空推理的預測上，則只有是否會樂器這個變項有解釋力。此結果似乎無法說明樂理成績與時空推理的穩定關係，應該還有許多中介因素影響兩個主變項之間的關係，特別是教育的方式、取向和師資，可能深深影響著樂理知識與時空推理能力的形成，本研究並沒有蒐集學生如何接受音樂教育的相關資料，因此無法進一步推論，建議後續研究能做此面向的探

討。

有關量表方面，Gardner 也曾提及，要為每一個智慧能力進行實質檢測，其工具的編製會是一件艱難的工作，但為求音樂能力、數學能力及時空推理之間，較具因果關聯的探究，建議未來的研究可以朝編製MI智能測驗的方向努力。

另外，由於MI量表所測得的是個別差異的分數，不同文化、年級與特性的研究對象，都可能產生不同的研究結果，因此本研究以新竹國小83位三年級與五年級學生所做的研究結果，能否推論到全臺灣的國小學生，這個問題也值得進一步探究。建議未來的研究可以嘗試以不同年齡層與不同音樂經驗的學生為研究對象，探究相同的問題。

最後，音樂能力與時空推理能力有關聯，並不代表著應該直接教授音樂來提升時空推理能力，或是直接教導時空推理能力來提升音樂能力。未來的研究也可以針對直接教授樂理、直接教授時空推理能力，以及從遊戲、聽音開始到樂理學習的三種音樂教學取向進行比較研究，探討不同音樂教學取向對於學生音樂能力培養的成效。

參考文獻

- 翁瑞霖（2006）。數學與音樂的對話——探討音樂中的數學應用。科學教育月刊，288，2-21。

- 【Ong, J. L. (2006). The dialogue between mathematics and music--A study of the application of mathematics to music. *Science Education Monthly*, 288, 2-21.】
- 郭木山 (2001)。多元智慧在音樂教學之行動研究。台東師院學報，12 (上)，179-210。
- 【Kuo, M. S. (2001). To improve the instruction of music: A collaborative action research based on multi-intelligences. *Journal of National Taitung Teachers College*, 12(1), 179-210.】
- 陳惠齡 (2012)。幼兒音樂律動與教學。臺北市：華騰。
- 【Chen, H. L. (2012). *Early childhood music rhythm and teaching*. Taipei, Taiwan: FarTerng.】
- 張滄敏 (2001)。多元智慧之主題探索教學行動研究 (未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 【Zhang, C. M. (2001). *An action research of a thematic exploration through a multiple intelligence learning center approach* (Unpublished master's thesis). National Taipei University, Taipei, Taiwan.】
- 蔡聰明 (1994)。音樂與數學：從弦內之音到弦外之音。數學傳播，18 (1)，1-20。
- 【Tsai, T. M. (1994). Music and mathematics: From the sound of the chord within overtones. *Mathmedia*, 18(1), 1-20.】
- 盧英俊、吳海珍、錢靚、謝飛 (2011)。莫札特奏鳴曲K.448對腦電功率譜與重心頻率的影響。生物物理學報，27 (2)，154-166。
- 【Lu, Y. G., Wu, H. Z., Qian, J., & Xie, F. (2011). Research on the influence of Mozart sonata K.448 on EEG power spectrum and gravity frequency. *Acta Biophysica Sinica*, 27(2), 154-166.】
- Gardner, H. (2013)。多元智能 (Multiple Intelligences: New Horizons) (李乙明、李淑貞，譯)。臺北市：五南。
- (原著出版於1993年)
- 【Gardner, H. (2013). *Multiple intelligences: New horizons* (Y. M. Li & S. Z. Li, Trans.). Taipei, Taiwan: Wu-Nan. (Original work published 1993)】
- Ahmadian, M., & Hosseini, S. (2012). A study of the relationship between Iranian EFL learners' multiple intelligences and their performance on writing. *Mediterranean Journal of Social Science*, 3(1), 111-126.
- Aldalalah, O. A., & Fong, S. F. (2010). Music intelligence and music theory learning: A cognitive load theory viewpoint. *International Journal of Psychological Studies*, 2(2), 150-158.
- Altenmüller, E. O. (2001). How many music centers are in the brain? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 273-280.
- Benson, D. J. (2007). *Music: A mathematical offering*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Brust, J. C. M. (2001). Music and the neurologist: A historical perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 143-152.
- Burton, S. L. (2009). Music and the math connection: An interview with Dr. Frances Rauscher. *Perspectives*, 4(1), 4-8.
- Butzlaff, R. (2000). Can music be used to teach reading? *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 167-178.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400, 826-827.
- Chan, W. D. (2007). Musical aptitude and multiple intelligences among Chinese gifted students in Hong Kong: Do self-perceptions predict abilities? *Personality*

- and *Individual Differences*, 43(6), 1604-1615.
- Cohen, J. E. (1961). Some relationships between music and mathematics. *Music Educators Journal*, 48(1), 104-109.
- Edelson, R. J., & Johnson, G. (2003/2004). Music makes math meaningful. *Childhood Education*, 80(2), 65-70.
- Elliott, C. A. (1982). The relationships among instrumental sight-reading ability and seven selected predictor variables. *Journal of Research in Music Education*, 30(1), 5-14.
- Elliott, C. A. (1985). Behind the budget crisis, a crisis of philosophy. *Music Educators Journal*, 70(2), 36-37.
- Elliot, D. J. (2005). Musical understanding, musical works, and emotional expression: Implications for education. *Educational Philosophy and Theory*, 37(1), 93-103.
- Ellis, K., & Fouts, J. T. (2001). Interdisciplinary curriculum: The research base. *Music Educators Journal*, 87(5), 22-26, 68.
- Ewer, G., & Mus, B. (2001). *Why you need music theory?* Retrieved from <http://www.EasyMusicTheory.com>
- Forgeard, M., Schlaug, G., Norton, A., Rosam, C., Iengar, U., & Winner, E. (2008). The relation between music and phonological processing in normal-reading children and children with dyslexia. *Music Perception*, 25(4), 383-390.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligence for the 21st century*. New York, NY: Basic Books.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligence* (3rd ed.). New York, NY: Basic Books.
- Garland, T. H., & Kahn, C. V. (1995). *Math and music: Harmonious connections*. Palo Alto, CA: Pearson Learning.
- Gouzouasis, P., Guhn, M., & Kishor, N. (2007). The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core grade 12 academic subjects. *Music Education Research*, 9(1), 81-92.
- Graziano, A. B., Peterson, M., & Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21(2), 139-152.
- Gromko, J. E. (2004). Predictors of music sight-reading ability in high school wind players. *Journal of Research in Music Education*, 52(1), 6-15.
- Gudmundsdottir, H. R. (2010). Advances in music-reading research. *Music Education Research*, 12(4), 331-338.
- Hayward, C. M., & Gromko, J. E. (2009). Relationships among music sight-reading and technical proficiency, spatial visualization and aural discrimination. *Journal of Research in Music Education*, 57(1), 26-36.
- Harrison, C. S. (1990a). Predicting music theory grades: The relative efficiency of academic ability, music experience, and musical aptitude. *Journal of Research in Music Education*, 38(2), 124-137.
- Harrison, C. S. (1990b). Relationships between grades in the components of freshman music theory and selected background variables. *Journal of Research in Music Education*, 38(3),

- 175-186.
- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3-4), 179-238.
- Ho, Y., Cheung, M., & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450.
- Jenkins, J. S. (2001). The Mozart effect. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 94(4), 170-172.
- Johnson, D. A. (2000). *The development of music aptitude and effects on scholastic achievement of 8 to 12 year olds* (Unpublished doctoral dissertation). University of Louisville, KY.
- Kluball, J. L. (2000). The relationship of instrumental music instruction and academic achievement for the senior class of 2000 at Lee County High School, Leesburg, Georgia. *Dissertation Abstracts International*, 61(11), 4320A.
- Kreutz, G., & Lotze, M. (2007). Neuroscience of music and emotion. In W. Gruhn & Rauscher, F. (Eds.), *Neuroscience in music pedagogy* (Chapter 6, pp. 143-167). New York, NY: Nova Science.
- Kvet, E. (1985). Excusing elementary school students from regular classroom activities for the study of instrumental music: The effect on sixth-grade reading, language, and mathematics achievement. *Journal of Research in Music Education*, 32(1), 45-54.
- Koura, A. A., & Al-Hebaish, S. M. (2014). The relationship between multiple intelligences, self-efficacy and academic achievement of Saudi gifted and regular intermediate students. *Educational Research International*, 3(1), 48-70.
- Lamar, H. B., Jr. (1989). An examination of the congruency of music aptitude scores and mathematics and reading achievement scores of elementary children. *Dissertation Abstracts International*, 51(03), 0778A.
- Leng, X., Shaw, G., & Wright, E. (1990). Coding of musical structure and the trion model of cortex. *Music Perception*, 8(1), 49-62.
- Levitin, D. J., & Tirovolas, A. K. (2009). Current advances in the cognitive neuroscience of music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 211-231.
- Luce, J. R. (1965). Sight-reading and ear-playing abilities as related to instrumental music students. *Journal of Research in Music Education*, 13(2), 101-109.
- Luiz, C. S. (2007). The learning of music as a means to improve mathematical skills. *International Symposium on Performance Science*. Retrieved from <http://www.performancescience.org/ISPS2007/Proceedings/26santos-Luiz.pdf>
- Marzban, M., Shahbazi, A., Tondar, M., Soleiman, M., Bakhshayesh, M., Moshkforoush, A., ... Joghataei, M. T. (2011). Effect of Mozart music on hippocampal content of BDNF in postnatal rats. *Neuroscience*, 2(3), 21-26.
- McKelvie, P., & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. *British Journal of Developmental Psychology*, 20(2), 241-

- 258.
- McMahon, S. D., Rose, D. S., & Parks, M. (2004). Multiple intelligences and reading achievement: An examination of the Teele Inventory of multiple intelligences. *The Journal of Experimental Education*, 73(1), 41-52.
- Newman, J., Rosenbach, J. H., Burns, K. L., Latimer, B. C., Matocha, H. R., & Vogt, E. R. (1995). An experimental test of the Mozart effect: Does listening to his music improve spatial ability? *Perceptual and Motor Skills*, 81, 1379-1387.
- Peretz, I., & Zatorre, R. J. (Eds.). (2003). *The cognitive neuroscience of music*. New York, NY: Oxford University Press.
- Rauscher, F. H., & Hinton, S. (2006). The Mozart effect: Music listening is not music instruction. *Educational Psychologist*, 41(4), 233-238.
- Rauscher, F. H., LeMieux, M., & Hinton, S. C. (2005). *Selective effects of music instruction on cognitive performance of at-risk children*. Paper presented at the biannual meeting of the European Conference on Developmental Psychology, Tenerife, Canary Islands.
- Rauscher, F. H., Robinson, K. D., & Jens, J. J. (1998). Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurological Research*, 20(5), 427-432.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R., & Newcomb, R. L. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19(1), 1-8.
- Robitaille, J., & O'Neal, S. 1981 "Why instrumental music in the elementary schools?" *Phi Delta Kappan*, 63, 21.
- Schellenberg, E. G., & Hallam, S. (2005). Music listening and cognitive abilities in 10 and 11 year olds: The Blur effect. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 1-8.
- Schmithorst, V. J., & Holland, S. K. (2004). The effect of musical training on the neural correlates of math processing: A functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 354(3), 193-196.
- Shah, S. (2010). *An exploration of the relationship between mathematics and music*. Math30000, 3rd Year Project, Manchester Institute for Mathematical Sciences, School of Mathematics, The University of Manchester.
- Sharifi, H. P. (2008). The introductory study of Gardner's multiple intelligences theory, in the field of lesson subjects and the students' compatibility. *Quarterly Journal of Educational Innovations*, 24, 11-20.
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J. J., & Roberts, N. (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799-3806.
- Southgate, D. E., & Roscigno, V. J. (2009). The impact of music on childhood and adolescent achievement. *Social Science Quarterly*, 90(1), 5-20.
- Steele, K. M., Ball, T. N., & Crook, M.

- (1999). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. *Psychological Science, 10*(4), 366-369.
- Taylor, J. M., & Rowe, B. (2012). The "Mozart Effect" and the mathematical connection. *Journal of College Reading and Learning, 42*(2), 51-66.
- Trainor, L. J., & Schmidt, L. A. (2003). Processing emotions induced by music. In I. Peretz & R. J. Zatorre (Eds.) *The cognitive neuroscience of music* (Chapter 20, pp. 310-324). New York, NY: Oxford University Press.
- Uptis, R. (2013). Using a whole-music approach creatively. In P. Burnard & R. Murphy (Eds.), *Teaching music creatively* (pp. 153-163). London, UK: Routledge.
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education, 34*(3/4), 149-166.
- Vaughn, K., & Winner, E. (2000). SAT scores of students who study the arts: What we can and cannot conclude about association. *Journal of Aesthetic Education, 34*(3/4), 77-89.
- Waterhouse, L. (2006). Multiple intelligences, the Mozart effect, and emotional intelligence: A critical review. *Educational Psychologist, 41*, 207-225.
- Winner, E., & Hetland, L. (2000). The arts in education: Evaluating the evidence for a causal link. *Journal of Aesthetic Education, 34*(3/4), 3-10.
- Wright, D. (2009). *Mathematics and music*. Providence, RI: American Mathematical Society.
- Zeki, S., Romaya, J. P., Benincasa, D. M., & Atiyah, M. (2014). The experience of mathematical beauty and its neural correlates. *Frontier in Human Neuroscience, 8*(68), 1-12.

附錄：多元智能檢核表 (原量表題目敘述採用14號字體，方便小學生閱讀)

姓名：_____ 年級：_____ 座號：_____

請依照你自己的情況，在空格中勾選符合的程度。

I.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡聽別人口說事情 (例如：故事、廣播、故事錄音帶等)。					
2	我對於要如何做事，會問很多問題。					
3*	我可以清楚說出眼睛看到的或腦中想到的影像。					
4	我擅長一種或多種體育運動 (如跑步、籃球、躲避球、羽毛球等)。					
5	聽到音樂走調或出錯時我能立刻知道。					
6	我喜歡與同伴談心。					
7	我能獨立、意志堅強，不隨便放棄。					
8	我擅長分辨動物、植物或岩石的種類。					

II.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我善於編出新奇的故事或笑話。					
2	我很會心算。					
3	我閱讀地圖和圖表比閱讀文字來得容易。					
4	我長時間在一處坐著，會有扭動、敲打東西或煩躁不安的現象。					
5	我能很快記得歌曲的旋律。					
6	我喜歡領導或指揮別人做事。					
7	我清楚了解自己的優缺點。					
8	我在上課時喜歡談論一些有關動植物的知識。					

III.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡說順口溜、雙關語、繞口令。					
2	我喜歡上數學課。					
3	我喜歡想像。					
4	我善於模仿他人的動作或言談舉止。					
5	我唱歌很好聽。					
6	我喜歡提供意見給有問題的朋友。					
7	我自己一個人也可以玩耍或學習。					
8	我喜歡看、聽、聞以及觸摸所看到的物體。					

IV.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡玩像語詞接龍這樣的文字遊戲。					
2	我對算數遊戲或電腦算數遊戲感興趣。					
3	我喜歡參加畫展等藝術活動。					
4	我喜歡把物品拆解、然後再組裝回去。					
5	我會彈奏樂器或曾參加合唱團。					
6	當我對事情無法做決定時，習慣馬上去問別人的意見。					
7	我的生活和學習方式與眾不同。					
8	我喜歡養寵物或種植一些花草樹木。					

V.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我說故事或聊天能吸引別人的專注。					
2	我喜歡象棋或其他策略性遊戲。					
3	我畫圖畫得比其他人好。					
4	我喜歡觸摸所見到的事物。					
5	我在講話或走動時很有節奏感。					
6	我喜歡小組活動或參加社團。					
7	我會常常反省自己的行為。					
8	我常會注意到其他人所未注意到的事物。					

VI.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡寫作文和日記。					
2	我喜歡做猜謎或推理方面的解題遊戲。					
3	我喜歡看電影、幻燈片或其他視覺表演。					
4	我喜歡跑、跳、跳舞或類似的活動。					
5	我會無意識地自己哼哼唱唱。					
6	我喜歡教導別人。					
7	我會自己訂做事的目標。					
8	我時常仰望天空做觀察，而且告訴別人各種雲的種類和它們所帶來的天氣型態。					

VII.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡看書。					
2	我喜歡思考問題。					
3*	我喜歡製作有趣的立體模型。					
4	我喜歡演戲。					
5	我對外界的噪音很敏感。					
6	我至少有兩、三個好朋友。					
7	我能準確表達自己的感覺。					
8	我喜歡參加賞鳥、園藝、自然步道等戶外活動。					

VIII.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我會善用成語、形容詞和比喻等修辭方法。					
2	我喜歡用符號計算或記錄事情。					
3	我喜歡閱讀圖畫很多的書。					
4	我在思考與工作時，常會有手舞足蹈的動作。					
5	我喜歡聽音樂。					
6	我會主動關心別人。					
7	我能從生活和失敗中學習。					
8	我對介紹自然界的書、影帶或節目特別有興趣。					

IX.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我的字總是寫得又好看又正確。					
2	我對事情的原因和結果總是會弄得很清楚。					
3*	我能用圖像表達自己的想法。					
4	我喜歡黏土或手指畫等活動。					
5	我會自己唱課本學來的歌曲。					
6	別人喜歡找我做伴。					
7	我的自尊心很強。					
8	我喜歡收集一些自然界的景物（例如標本、貝殼），並做有系統的分類。					

X.

題號	題目敘述	完全符合	非常符合	有些符合	不太符合	完全不符合
1	我喜歡和別人交談。					
2	我喜歡將事物分類或分等。					
3*	我喜歡拼圖、走迷宮或類似的視覺活動。					
4	我有手工方面的技能（如木工、縫紉、機械等）。					
5	我會一邊做事，一邊在桌子上打節拍。					
6	我喜歡與其他人一起玩。					
7	我喜歡獨立工作。					
8	我很容易注意並分辨住家或學校附近的植物。					