

國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告

因果必然性的發展

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2420-H-002-032

執行期間：91年11月1日至92年10月31日

計畫主持人：張建好博士

共同主持人：張欣戎博士

成果報告類型：完整報告

執行單位：台灣大學心理學系

中華民國 92 年 12 月 30 日

摘要

關鍵詞：因果知覺、因果必然性、移動路線

因果的預期與一般關連的預期最大的差別是，前者具有必然性。本研究主要討論物體由高處往低處移動的概念對因果判斷反應的影響，並在比較不同年齡層受試者反應的架構下，檢驗因果必然性的發展。實驗以物體由高處往低處移動的物理現象建構刺激事件，分別以受試者的口語反應、評量反應、預期反應和動手操作方式作為因果反應的測量方法。四個實驗的結果初步發現『在有背景下，A球移動撞擊B球，B球一定往下移動』的信念，隨年齡的增加，有越來越穩固的發展趨勢。本研究就此現象與因果知覺研究作深入討論。

Abstract

Key words : causal perception , causal necessity , trajectory of movement

The difference between causality and contingency is that causality has necessity. This research concerns the effects of the descent from the higher point in causal response and the development of causal necessity. The experimental tasks for the descent were constructed and different measures were used in this research, including free verbal report 、 rating scale 、 prediction and manipulation. Through four experiments, it was found that, with increasing age, the belief that the collision of a moving object(A) with a stationary one(B) was necessarily followed by the descent movement of object B showed a more stable trend.

目錄

緒論.....	1
研究目的.....	4
實驗一.....	5
實驗方法.....	5
結果與討論.....	8
實驗二.....	13
實驗方法.....	13
結果與討論.....	15
實驗三.....	21
實驗方法.....	21
結果與討論.....	23
實驗四.....	27
實驗方法.....	27
結果與討論.....	28
綜合討論.....	31
參考文獻.....	33

緒論

在知覺的研究中，對於某些本質上具知覺特性(例如：很快、自動化、不能抗拒)，印象上卻顯現高層認知運作歷程的知覺現象(例如：animacy、apparent movement)，我們的了解並不多(Scholl & Tremoulet, 2000)。在物理事件因果關係的研究中，Michotte(1963)探討的因果知覺(causal perception)就屬此項。

Michotte 以 A 物體移動到 B 物體旁邊後，A 物體停下來，B 物體立即開始移動的啟動事件(launching event)，討論因果知覺。他的主要看法是，當一般人看到上述的情景後，會立即形成 A 物體使 B 物體移動的因果知覺。這樣的因果知覺是一種立即而直接的因果印象，不需重複多次經驗。這種對因果關係的論述，與 Hume 的觀點並不相同。Hume(1739/1978)主張因果關係是建立在經驗的基礎上。他認為當一般人看到上述的情景會認為 A 物體與 B 物體間有因果關係，是因為經常看到 A 物體的動作與 B 物體的動作互相連接，依序出現，所以在沒有看到 B 物體移動前，就可以由 A 物體的動作推論 B 物體的結果。因此，Hume 的想法是強調經驗學習的重要性。

張欣戊(民 91)由人與環境的互動的觀點比較 Michotte 和 Hume 的看法，指出 Hume 的主張是強調環境裡事件的關連(contingency)具有預期的功能，可以幫助人類作推論。所以對 Hume 而言，並沒有真正的因果關係，所謂的因果關係只是一種一般關連的預期，而這種預期是根據經驗來的。Michotte 對因果知覺的主張則強烈暗示因果間的必然性(necessity)，也就是說，一般人相信這種因果關係永久不變，相反的經驗並無法剝奪人們對這種因果關係的信念。換句話說，一般關連的預期只在某些條件下才產生，因此在條件改變時(例如制約學習中的消弱)事件之預期就會消失；但因果的預期能強勢的抗拒條件的改變，不會因相反事實的出現而消失。如果我們接受因果知覺具必然性，那麼這種必然性是如何產生的？

Michotte 並沒有回答這個問題。Piaget(1987)倒是在他 Possibility and Necessity 一書中大篇幅的討論必然性的發展歷程。他指出必然性的建立與認知思考能力息息相關，從兒童有表像能力(representation)，可以運用符號時，必然性的發展就正式開始。這段歷程包括三個階段：第一個階段是前必然性(pre-necessity)，這階段與兒童的前運作期(pre-operation stage)並行發展，它的型式是簡單的、局部的。第二階段是有限度的 co-necessities，與具體運作期(concrete operation stage)一起發展，所以只能在具體的事物上進行。第三階段是無限度的 co-necessities，與形式運作期(formal operation stage)同時發展，所以當兒童的思考依假設-演繹(hypothetical-deductive)的過程進行時，必然性的建構就將完全。因此對 Piaget 來說，必然性不是存在於事物本

身，也不是建構自外界事物的觀察，必然性是個體本身所建構出來的。換言之，必然性是建立在邏輯推論的基礎上。相較於 Piaget 所討論的邏輯必然性，物理事件的因果必然性並不能等同視之。違反物理事件的因果必然性是可以想像的 (imaginability)，所以並不保證相同的物理事件在別種物理環境下就一定發生，因此在背景(或環境)的考量下，物理事件的因果關係不是不可改變的；但違反邏輯必然性是無法想像的，即使沒有親眼目睹，只要在合乎命題的前提下，結果必然不變。所以因果必然性不等同於邏輯必然性。

因果必然性與物理事件

在因果知覺的研究領域裡，Michotte 所處理的事件型態是以一個物體移動撞擊另一個物體，使之移動的啟動事件，以及一個物體移動撞擊另一個物體，兩物體一起移動的帶走事件(entraining event)為主；White 和 Milne(1997, 1999) 仿照 Michotte 但操弄拉(pulling)、撞碎(enforced disintegration)、爆裂(bursting)三種物理事件；張欣戊(1999, 2001)則進一步區分動能傳遞事件與非動能傳遞事件，前者處理的是撞碎、撞扁、撞倒等因果事件，後者處理的是支撐抽離之倒塌事件。只要條件符合，這些事件所產生的因果印象，的確是『立即而直接』。但是立即而直接並不同於必然性，所謂因果必然性是指，一般人相信這種因果關係永久不變，相反的經驗並無法剝奪人們對這種因果關係的信念。換句話說，當出現原因事件時，對結果事件的預期是不會因為任何因素而改變。所以當 A 球移動撞擊 B 球，無論實際狀況 B 球有沒有移動，也不管我們有沒有親眼目睹，都會認定 B 球一定會移動。這種『被撞之後一定會動』就是一種因果必然性。這種因果必然性是普遍性的，只要條件符合，預期就會產生。但如果我們進一步問『被撞之後怎麼移動』，或者『被撞之後往哪裡移動』，那麼在不同背景的考量下的結果可能就不相同。

根據過去文獻的討論，移動路線(方向)在撞擊事件中被歸類為相似性線索，即原因事件與結果事件在撞擊前後的某些特質必須保持相似，才會產生因果知覺(White, 1988, 1993)。張建好(民 90)由不同年齡層的受試者在有桌子與沒有桌子背景下，對 A 球撞 B 球，B 球移動的因果反應，檢驗移動路線線索與知識的影響。結果發現：物體移動路線對撞擊事件的因果知覺有重要的影響。當撞擊事件 AB 球移動的方向越相似時，在有桌子背景下，隨年齡的增加，越不會有因果反應；在沒有桌子背景，隨年齡的增加，越會產生因果反應；而且，不論有桌子或沒有桌子背景，由一年級到大學生(三年級在沒有桌子背景的反應除外)對於 B 球往 45° 和 67.5° 方向移動的撞擊事件都還有肯定的因果知覺反應。顯然移動路線應該不只是像 White(1988, 1993)所言，是撞擊事件中特質傳送前後相似性的線索，移動路線線索對因果反應的影響不僅需視撞擊事件發生背景而定，可能還與物體『由高處往低處移動』的重力方向有關。所以物體往重力方向移動是否是一種必然性，而這種必然性如何影響一般人的因果判斷是本研究討論的主題。

近年，張欣戊對因果知覺曾進行一系列的研究，他認為撞擊事件的因果知覺

有四個必要條件：(1). 有一 A 物體，其動能(momentum)大於零，(2). 此動能由 A 物體傳送給 B 物體，(3). B 物體產生與動能有關並可被觀察者所察覺的變化，(4). 造成 B 物體變化之動能被追溯至 A 所傳送之動能(張欣茂，民 89)。這個看法清楚地指出在啟動事件中能量傳遞對於因果知覺形成的重要性，他並進一步提出時間空間的近接因素(temporal and spatial contiguity)在動能傳遞概念上所扮演的角色，他指出時、空近接因素的功能是在因果知覺時提供知覺線索。空間的近接(spatial contiguity)是 A 的動能傳送到 B 的線索，而時間的近接(temporal contiguity)則是 B 的動能是來自 A 的線索，這兩個線索在功能上是完全獨立的，但各有其不可或缺的必要性。這個假說在張氏對於動能傳遞事件(如啟動事件)的系列研究中獲得支持(Chang, 2000)，但對非動能傳遞的因果事件(如支撐抽離的倒塌事件)，時間近接因素對因果知覺的影響與動能傳遞事件不同(張欣茂，民 91)。兩種事件的差異在於 A(原因事件)有沒有將動能傳遞給 B。所以物理事件的結構特徵可能會影響知覺線索(或刺激條件)對因果知覺的作用。本研究將延續此思考脈絡建構物理事件，探討因果必然性問題。

因果知覺的測量

在因果知覺的研究中，對於反應的測量方式很多。Michotte 實驗的反應方式是根據受試者的口語回答作『是-不是』的歸類，這種類別反應(categorical response)太粗糙，容易造成不一致結果(Schlottmann & Shanks, 1992)。Schlottmann 的實驗是採取 300 點量表，由受試者自己移動滑鼠點取反應(Schlottmann & Shanks, 1992; Schlottmann & Anderson, 1993)。但這樣的反應方式不適用兒童，年紀小的兒童通常用這種方式會有極端的反應出現，也就是每次作反應時都會將滑鼠移到最右方或最左方。張建好(民 87, 民 90)的研究中是以七點量表記錄受試者的因果知覺反應，並曾進一步確認在相同情境下七點量表的因果反應分數與 Schlottmann 和 Shanks(1992)的 300 點量表的反應分數大約一致。雖然七點量表測量方式有可以量化的優點，但是不同年齡層受試者對於因果關係理解的真正內容，這種反應方式可以提供的資料有限。

根據前述的討論，必然性的特質是具有預期的功用，上述測量方式無法反映這種特質。本研究將以下列四種測量方式交互使用檢驗受試者的因果反應：第一，只呈現原因事件，請受試者根據原因事件預測結果；第二，呈現各種結果事件(例如 A 移動撞擊 B，B 往上移動 B 往水平方向移動或 B 往下移動)，看受試者的反應；第三，使用七點量表，請受試者評量因果關係的強度以及對自己預測的信心程度；第四，請受試者自己動手操弄，建構一個球可以往下移動的斜坡。我們希望這種口語問答、動手操弄以及七點量表評量方式，能提供研究者對於因果必然性討論較清楚的面向。

根據上述討論，對於以發展的觀點討論因果知覺必然性的問題，本研究首要釐清物理事件的結構特徵與知覺線索對因果知覺的影響，我們認為可以由兩個層面考慮：第一，物理事件的結構特徵會影響知覺線索的作用，所以採用不同型態

的物理事件，檢驗知覺線索的作用；第二，由不同年齡層受試者對因果事件的反應，檢驗因果必然性發展的觀點。本研究將以物體「由高處往低處移動」的現象，建構物理事件。然後以這兩種物理事件的物體移動路線線索為依據，來檢驗知覺線索對因果判斷反應的影響。並在比較不同年齡層受試者反應的架構下，驗證因果必然性的發展。

研究目的

本研究的目的是有三個：第一，討論物體往重力方向移動的移動路線，對因果判斷反應的影響。第二，釐清移動路線線索在兩種物理事件(動能傳遞事件與非動能傳遞事件)的作用。第三，比較兒童與成人的因果判斷反應，檢驗因果必然性的發展。本研究所操弄的動能傳遞事件是 A 球移動撞擊 B 球，使 B 球沿不同方向移動；非動能傳遞事件是 A 球停在一平面上，有一物體擋住，當物體移開，A 球沿不同方向移動。本研究採用這兩種物理事件檢驗物體移動方向線索對因果判斷反應的影響，期望從因果判斷反應揭露因果必然性的發展趨勢。

實驗一

本研究是以物體『由高處往低處移動』的現象作為物理事件的基本型態，所以移動路線是主要的檢驗變項。實驗一首先確認移動路線在撞擊事件中的角色。實驗方式是操弄各種類型的撞擊事件，先決條件是合乎『被撞之後一定會動』的物理現象，然後比較因果判斷反應。根據 Michotte 以及其它研究者的實驗結果，選出八種刺激事件，其中一半撞擊事件形成因果反應的機率比較高，另一半撞擊事件形成因果反應的比率比較低。測量方式是請受試者根據七點量表作答，並由口語問答方式深入探討不同年齡的受試者對因果關係的理解內容。

實驗方法

受試者

參與本實驗的一年級兒童總共有 12 名，5 男 7 女。平均年齡：6.76 歲(6.5 歲-7 歲)。三年級兒童，總共有 12 名受試者，6 男 6 女。平均年齡：8.73 歲(8.5 歲-9 歲)。五年級兒童，總共有 12 名受試者，7 男 5 女。平均年齡：10.76 歲(10.5 歲-11 歲)。大學生，總共 12 名，3 男 9 女。平均年齡：20.64 歲(18.25 歲-22.42 歲)。

實驗設計

實驗處理兩個獨變項：(1). 年齡：包括三個年齡層的兒童，一年級、三年級、五年級，以及成人共四組受試者，為受試者間變項。(2). 撞擊事件種類：共分成八種撞擊事件，為受試者內變項。

這八種撞擊事件的實驗情境如下：

1. 標準的啟動事件：A 球位於螢幕左方，B 球位於螢幕中央—A 球移動—碰撞 B 球—B 球以 1/2 倍於 A 球的速度移動。
2. 小球撞大球事件(小撞大事件)：A 球位於螢幕左方，B 球位於螢幕中央—A 球移動—碰撞 B 球—B 球向右移動，B 球的大小是 A 球的 0.8 倍。
3. 扁球撞圓球事件(扁撞圓事件)：A 物體位於螢幕左方，B 球位於螢幕中央—A 物體移動—碰撞 B 球—B 球向右移動，A 物體是細長狀。
4. 移動更遠事件：A 球位於螢幕左方，B 球位於 A 球右方 200pixels 處—A 球移動—碰撞 B 球—B 球移動的距離為 A 球的 5 倍。

5. 往右下移動事件(平右下事件): A球位於螢幕左方, B球位於螢幕中央—A球水平移動—撞擊B球—B球向右下移動。
6. 往右上移動事件(平右上事件): A球位於螢幕左方, B球位於螢幕中央—A球水平移動—撞擊B球—B球向右上移動。
7. 左下右下移動事件(左下右下事件): A球位於螢幕左下方, B球位於螢幕中央—A球移動—碰撞B球—B球像右下移動。
8. 左上右上移動事件(左上右上事件): A球位於螢幕左上方, B球位於螢幕中央—A球移動—碰撞B球—B球像右上移動。

所有實驗中A、B球的直徑為50pixels, A、B球的移動速度各為10cm/sec、5cm/sec。實驗中A、B兩球的顏色配對有兩種: 藍-紅、紅-藍。各年齡層的受試者一半作藍紅配對, 另一半作紅藍配對。

受試者在看完每一事件後, 必須回答三個問題:

1. 你覺得A物體的移動是不是B物體造成的?
2. 請你描述一下剛才看見什麼?
3. 請你解釋你為什麼覺得B物體的移動(七點量表的答案)A物體造成的。

問題一以七點量表的方式作答, 目的是使反應量化, 可做進一步的統計分析。問題二是想確定受試者在事件呈現時, 是否有看到實驗者所處理的變項。問題三是想由受試者的解釋中推測受試者所根據的理由, 並察覺受試者的理論依據。

實驗儀器

實驗是以一部COMPAQ Presario2800筆記型電腦模擬所有的實驗作業。

作答方式

本實驗的主要反應方式是採用口語問答和七點量表的評量。口語問答的形式和內容如上所述。而七點量表的作答方式如下:

1	2	3	4	5	6	7
肯	不	也	不	也	是	肯
定	是	許	確	許		定
不		不	定	是		是
是		是				

大學生在作答時, 七點量表的卡片一直放置在受試者前方, 受試者可隨時參考並直接根據七點量表在鍵盤上作答。

兒童則分成兩個階段作答。如果問題是『你覺得紅色球的移動是不是藍色球

所造成的」。第一個階段是請受試者回答「是」、「不是」或「不確定」，指導語如下：

如果你覺得紅色球的移動「不是」藍色球所造成的，就回答「不是」

如果你覺得紅色球的移動「是」藍色球所造成的，就回答「是」

如果你覺得「不確定」，就回答「不確定」

X	?	0
不是	不確定	是

對於年紀小的兒童，我們會請他在圖片上指出「X」、「？」或「0」。待受試者作答完畢後，接著進行第二階段的問答。第二階段的指導語如下：

如果你覺得紅色球的移動「是」藍色球所造成的，那麼接下來再想想，你覺得紅色球的移動「肯定是」藍色球造成的，就選「肯定是」；還是紅色球的移動「是」藍色球造成的，就選「是」；還是紅色球的移動「也許是」藍色球造成的，就選「也許是」。愈覺得是的話，0 就選愈大。

0	0	0
肯定是	是	也許是

如果你覺得紅色球的移動「不是」藍色球造成的，那麼接下來再想想，你覺得紅色球的移動「肯定不是」藍色球造成的，就選「肯定不是」；還是紅色球的移動「不是」藍色球造成的，就選「不是」；還是紅色球的移動「也許不是」藍色球造成的，就選「也許不是」。愈覺得不是的話，X 就選愈大。

X	X	X
肯定不是	不是	也許不是

同樣對於年紀小的兒童，我們會請他在圖片上將「0」或「X」指出來。

實驗程序

實驗是採一對一的個別施測方式。大學生受試者進入實驗室在電腦前就位後，請他們自己閱讀指導語，如果沒有問題就直接開始。一、三、五年級兒童由實驗者念指導語給他們聽，並會以手指電腦螢幕提示刺激會出現的位置，再特別將七點量表的反應方式講解清楚，確定沒有問題後再開始實驗。實驗正式開始分為三個步驟。步驟一：每一事件出現後，要受試者回答：你覺得B物體的移動是不是A物體造成的，請受試者以七點量表回答。步驟二：要受試者描述剛剛在電腦螢幕上看見的畫面。步驟三：要受試者解釋為什麼他覺得B球的移動(七點量表的答案)A球造成的。整個實驗程序以錄音方式紀錄下來。

結果與討論

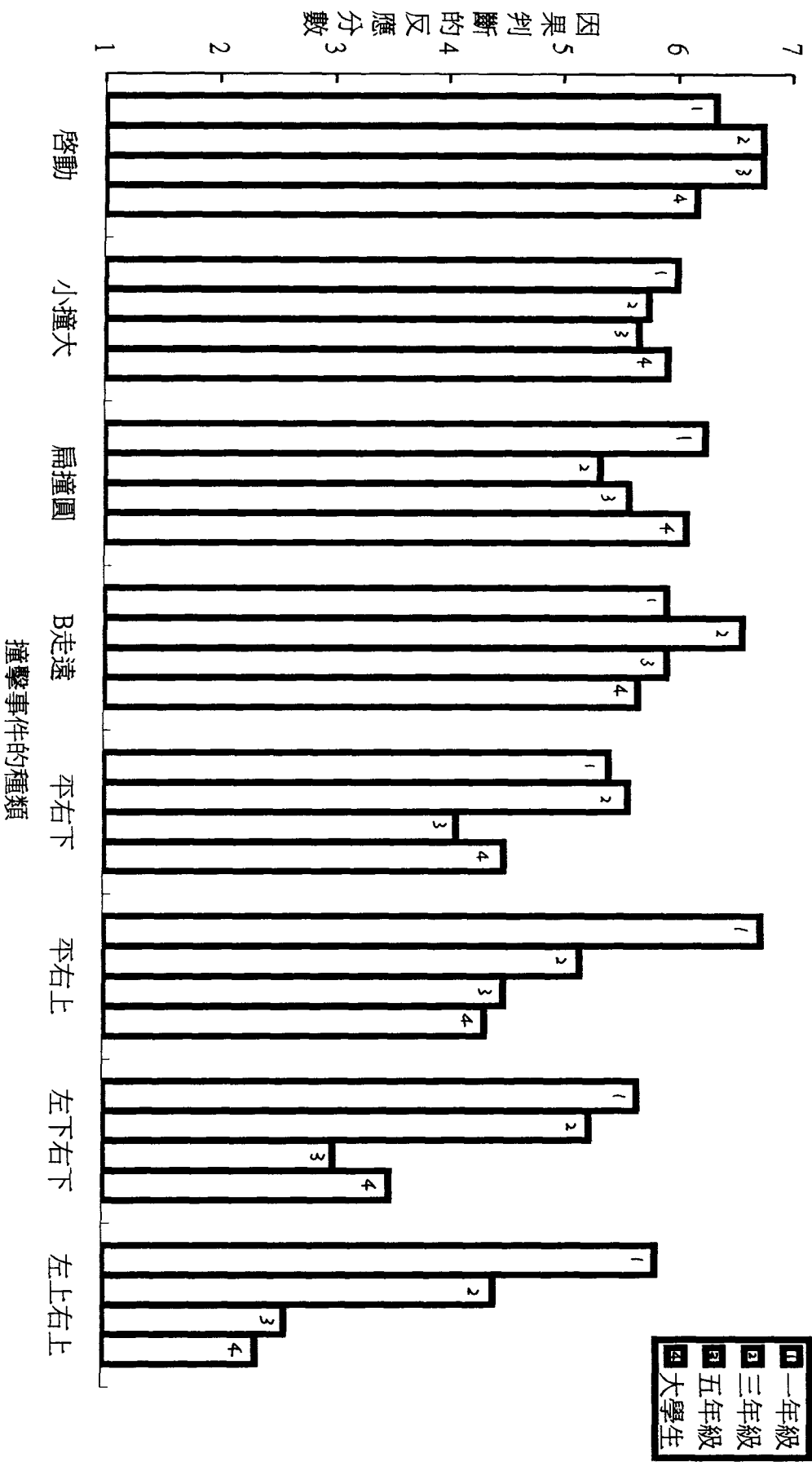
因果關係判斷的反應分數分析

以撞擊事件種類、年齡層為獨變項，受試者在七點量表的反應分數為依變項，進行二因子變異數分析。分析結果顯示：年齡層、撞擊事件種類的主要效果和交互作用效果都達到顯著(年齡層： $F(3, 44)=3.73, p<.05$ ；撞擊事件種類： $F(7, 308)=16.941, p<.00001$ ；年齡層 X 撞擊事件種類： $F(21, 308)=2.570, p<.0001$)。進一步進行單純主要效果的事後檢定發現，四個年齡層在平右上、左下右下和左上右上事件的因果反應分數達到顯著差異(平右上事件： $F(3, 352)=4.422, p<.001$ ；左下右下事件： $F(3, 352)=6.175, p<.0001$ ；左上右上事件： $F(3, 352)=9.885, p<.0000$)。五年級兒童和大學生在平右上事件的因果反應分數顯著的低於一年級；五年級兒童在左下右下事件的因果反應分數顯著的低於一年級和三年級兒童；大學生在左下右下事件的因果反應分數顯著的低於一年級兒童；五年級在左上右上事件的因果反應分數顯著的低於一年級；大學生在左上右上的反應顯著的低於一、三年級。圖一顯示：五年級兒童和大學生對於八種撞擊事件的因果判斷反應類似，在啟動、小撞大、扁撞圓、B走遠事件的因果判斷反應都偏向肯定，在平右下、平右上事件的因果判斷反應分數在4左右，屬不確定範圍，在左下右下、左上右上事件的因果判斷反應則偏向否定，顯示物體移動路線會影響他們的因果判斷反應。三年級兒童除左上右上事件的判斷偏向不確定外，其餘事件的反應分數均在5以上，偏向肯定的因果關係。而一年級兒童對八種撞擊事件的因果關係判斷都是肯定的，也就是說他們認為B物體的移動都是A物體造成的。整體而言，撞擊事件中的物體移動路線對於不同年齡層受試者因果判斷反應的影響有顯著的不同。

因果關係判斷的口語反應分析

整理受試者對於不同種類撞擊事件的因果判斷所根據的理由，如表一、二、三、四。根據因果判斷的分析結果，一年級兒童對於八種事件的因果關係的判斷都是肯定，表一顯示他們所根據的理由多是因為A物體「撞擊」B物體造成的，即使對不同移動路線的撞擊事件，他們少有提及移動路線的角色。三年級兒童的口語反應也顯示撞擊力是他們判斷撞擊事件因果關係的主要原因，但對於不同移動路線的撞擊事件，移動路線也是他們判斷的依據之一(見表二)。五年級兒童認為移動路線是判斷左下右下、左上右上事件因果關係的主因(見表三)。移動路線也是大學生判斷不同移動路線撞擊事件的主要依據，對於移動路線的考量並不限於不同路線的撞擊事件，在其它四種撞擊事件中都有受試者考慮移動路線的角色。表四進一步發現，大學生在判斷因果關係時多會考慮兩個以上的原因，例如：一位女大學生對於平右上事件的反應如下：

因為它是正對的撞，可是紅色物體往另一個方向跑掉，如果依我所知的話，



圖一 四個年齡層對各種撞擊事件的因果判斷反應分數

表一 一年級兒童在八種撞擊事件的口語反應

	啓動	小撞大	扁撞圓	B移動遠	平右下	平右上	左下右下	左上右上
撞擊*	8	5	6	6	7	9	4	7
移動距離	0	0	0	1	0	0	0	0
移動路線	1	0	0	0	0	0	1	2
體積	0	2	0	0	0	0	0	0
形狀	1	1	1	1	0	0	0	0
速度	0	0	0	0	0	0	0	0
撞擊位置	0	0	0	0	0	0	0	0
撞擊**	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	2	4	5	4	5	3	7	3

(N=12) *包括撞擊或力或動量 **包括移動路線和撞擊兩種以上的根據

表二 三年級兒童在八種撞擊事件的口語反應

	啓動	小撞大	扁撞圓	B移動遠	平右下	平右上	左下右下	左上右上
撞擊*	8	7	7	11	7	7	7	7
移動距離	0	0	0	0	0	0	0	0
移動路線	3	2	1	0	3	4	5	5
體積	1	1	2	1	0	1	0	0
形狀	0	0	0	0	0	0	0	0
速度	0	1	0	0	0	0	0	0
撞擊位置	0	1	0	0	0	0	0	0
撞擊**	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	0	0	2	0	2	0	0	0

(N=12) *包括撞擊或力或動量 **包括移動路線和撞擊兩種以上的根據

表三 五年級兒童在八種撞擊事件的口語反應

	啓動	小撞大	扁撞圓	B移動遠	平右下	平右上	左下右下	左上右上
撞擊*	10	9	6	8	6	5	2	2
移動距離	0	0	0	1	0	0	0	0
移動路線	0	1	2	0	5	4	10	10
體積	0	1	3	0	0	0	0	0
形狀	0	0	0	0	0	0	0	0
速度	0	0	0	1	0	1	0	0
撞擊位置	0	0	0	0	1	1	0	0
撞擊**	1	0	0	1	0	0	0	0
其他	1	1	1	1	0	1	0	0

(N=12) *包括撞擊或力或動量 **包括移動路線和撞擊兩種以上的根據

表四 大學生在八種撞擊事件的口語反應

	啓動	小撞大	扁撞圓	B移動遠	平右下	平右上	左下右下	左上右上
撞擊*	8	6	7	3	4	1	5	0
移動距離	0	0	0	0	0	0	0	0
移動路線	3	3	2	3	3	7	5	11
體積	0	0	0	0	0	0	0	0
形狀	0	0	0	0	0	0	0	0
速度	0	0	1	2	0	0	0	0
撞擊位置	0	0	0	1	0	1	0	1
撞擊**	0	2	1	2	5	3	1	0
其他	1	1	1	1	0	0	1	0

(N=12) *包括撞擊或力或動量 **包括移動路線和撞擊兩種以上的根據

如果只有受到藍色物體撞擊的話，正撞的話，應該會直線跑掉，所以它可能還有受到其它的作用。所以選也許不是。

上述整理顯示，隨著年齡的增加，移動路線對於撞擊事件因果判斷的影響不僅越來越明顯，受試者判斷的依據標準也不只一種。至於移動路線如何影響受試者的判斷，由以下是一位三年級的男生對左上右上事件的反應，可以發現移動路線是否是一直線(A物體的移動路線到B物體的移動路線)很重要：

受試者：因為如果它(A物體)往下的話，紅色(B物體)也會跟著下來

實驗者：為什麼？

受試者：因為它是一直線這樣下來的

實驗者：為什麼紅色物體會動？

受試者：藍色球撞的。

實驗者：為什麼不是藍色球造成的？

受試者：因為它本來是一直線來的，然後它就應該往上

所以，A物體撞擊B物體，B物體必然朝某個移動方向去的說法是值得檢驗的。

由因果關係判斷的反應分數與口語反應分析結果得知，物體移動路線對撞擊事件因果判斷的影響有發展上的差異，隨著年齡的增加，物體移動路線的角色越來越重要，受試者根據兩物體的移動路線是否呈現一直線的移動方式，作為判斷因果關係的重要依據。所以當A球移動撞擊B球，一般人除了認定B球一定會移動之外，B球一定會朝哪個方向移動似乎也是一種必然的結果。實驗二主要討論『被撞之後是否一定往哪裡移動』，期望進一步澄清移動路線對因果判斷反應的影響。

實驗二

實驗二所討論的問題是移動路線對動能傳遞事件與非動能傳遞事件因果判斷反應的影響。根據先前文獻回顧，物理事件的結構特徵可能會影響知覺線索(或刺激條件)對因果判斷反應的作用。本實驗延續此思考脈絡建構兩個球在平台上移動的撞擊事件與移開平台上阻擋物的一個球移動事件，前者A物體有傳遞動能到B物體(動能傳遞事件)，後者A物體並沒有傳遞動能到B物體(非動能傳遞事件)。這樣設計的重要性有兩個：第一，由不同型態因果事件的反應，釐清移動路線的作用；第二，進一步確認物體『由高處往低處移動』的物理現象。本實驗為討論物體『由高處往低處移動』的物理現象，所操弄的物體移動的現象是發生在一斜坡(或平地)上，處理的變項是球往不同方向移動。

實驗方法

受試者

參與本實驗的一年級兒童總共有12名，7男5女。平均年齡：6.54歲(6.2歲-7歲)。三年級兒童，總共有12名受試者，6男6女。平均年齡：8.72歲(8.2歲-9歲)。五年級兒童，總共有12名受試者，6男6女。平均年齡：10.65歲(10歲-11歲)。大學生，總共12名，3男9女。平均年齡：21.56歲(18歲-24.6歲)。

實驗設計

實驗當中有三個獨變項：(1). 年齡：包括三個年齡層的兒童，一年級、三年級、五年級，以及成人共四組受試者，為受試者間變項。(2). 移動路線：共分成九種移動路線，為受試者內變項。依變項是每一受試者看完刺激事件後，對於『B物體移動是否是A物體所造成的』問題，依據七點量表評量的因果判斷反應分數。(3). 事件種類：共分成兩種事件，兩個球的移動事件與一個球的移動事件，為受試者內變項。

移動路線分為九種，在電腦螢幕上以綠色的線條標示出來，AB物體就在綠色線條上移動(一個球移動事件的A物體除外)：

1. 平右上路線：A物體由螢幕左方水平移動，碰到B物體，B物體往45°右上方向移動。
2. 平平路線：A物體由螢幕左方水平移動，碰到B物體，B物體往右水平方向移動。
3. 平右下路線：A物體由螢幕左方水平移動，碰到B物體，B物體往45°右下方向移動。

4. 左上右上路線：A物體由螢幕左上方往45°方向(即右下方)移動，碰到B物體，B物體往45°右上方向移動。
5. 左上平路線：A物體由螢幕左上方往45°方向(即右下方)移動，碰到B物體，B物體往右水平方向移動。
6. 左上右下路線：A物體由螢幕左上方往45°方向(即右下方)移動，碰到B物體，B物體往45°右下方向移動(AB球移動路線是一直線)。
7. 左下右上路線：A物體由螢幕左下方往45°方向(即右上方)移動，碰到B物體，B物體往45°右上方向移動(AB球移動路線是一直線)。
8. 左下平路線：A物體由螢幕左下方往45°方向(即右上方)移動，碰到B物體，B物體往右水平方向移動。
9. 左下右下路線：A物體由螢幕左下方往45°方向(即右上方)移動，碰到B物體，B物體往45°右下方向移動。

兩個球的移動事件的情境是：A球由螢幕左方出來，B球位於螢幕中央靠右處，A球移動—碰撞B球—B球以1/2倍於A球的速度移動。一個球的移動事件情境是：A物體是一細長條狀物，緊靠B球的右方，B球位於螢幕中央偏右處，A物體往上移動—A物體停住(移動的距離剛好讓B球可以通過)—B球移動。在兩個球的移動事件中，AB物體的移動都會在綠色的線條上；而一個球的移動事件中，只有B物體的移動在綠色路線上，A物體是直直往上移動。在實驗中，兩個球的移動事件A、B物體的直徑為50pixels，；一個球的移動事件，A物體是寬度約10pixels，長度約440pixels的細長條狀物體，B物體是直徑為50pixels的球形。兩事件中A、B物體的移動速度各為10cm/sec、5cm/sec。在兩個球移動事件中，A物體移動600pixels後停止，然後B物體移動出螢幕外，而一個球的移動事件，A物體向上移動50pixels後停止，然後B物體移動出螢幕外。

實驗中，事件種類與移動路線交互配對，總共有18種刺激事件，每種刺激事件出現2次，所以受試者在這個實驗中總共作36個嘗試。實驗嘗試是以區組方式呈現，每一個區組只出現一種事件，一種事件包括9種移動路線，所以一個區組有9個嘗試的刺激事件。總共有四個區組，36個嘗試。其中AB兩物體的顏色配對有兩種：藍-紅、紅-藍。各年齡層的受試者一半作藍紅配對，另一半作紅藍配對。

依變項是受試者在看完刺激事件後，根據七點量表對『B物體移動是不是A物體所造成的』問題，作因果關係判斷的評量分數。

實驗儀器

實驗是以一部COMPAQ Presario2800筆記型電腦模擬所有的實驗作業。

實驗程序

實驗是採一對一的個別施測方式。大學生受試者進入實驗室在電腦前就位

後，請他們自己閱讀指導語，如果沒有問題就直接開始。一、三、五年級兒童由實驗者念指導語給他們聽，並會以手指電腦螢幕提示刺激會出現的位置，同樣採用兩階段式的七點量表反應方式，確定受試者沒有問題後再開始實驗。

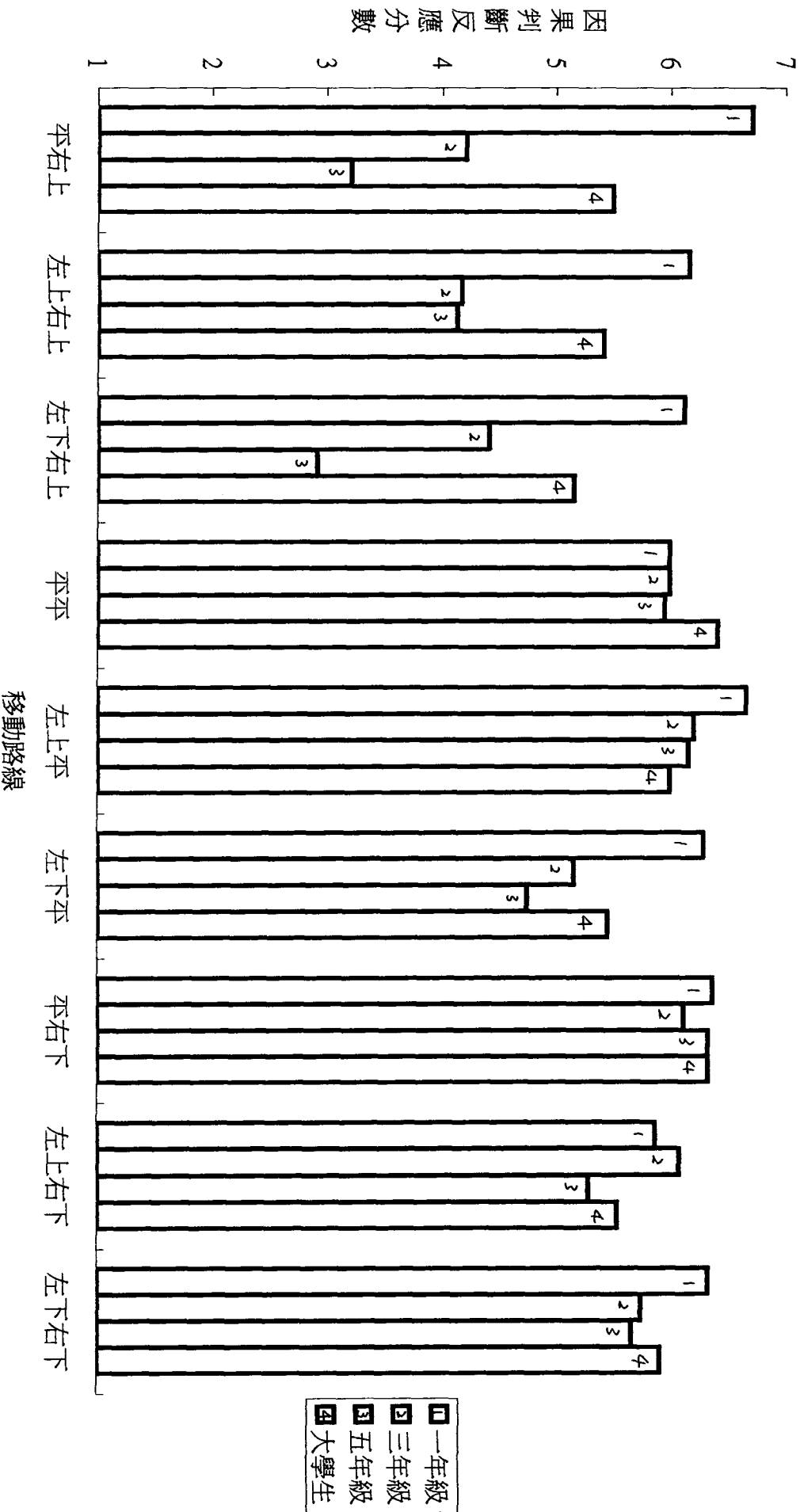
結果與討論

以年齡層、移動路線、事件種類為獨變項，受試者在七點量表的因果判斷分數為依變項，作一三因子的變異數分析。統計分析結果顯示：所有變項的主要效果，交互作用效果都達顯著水準(年齡層： $F(3, 44)=5.305, p<.01$ ；事件種類： $F(1, 44)=42.660, p<.0000$ ；移動路線： $F(8, 352)=30.020, p<.0000$ ；年齡層 X 事件種類： $F(3, 44)=3.550, p<.05$ ；年齡層 X 移動路線： $F(24, 352)=5.196, p<.0000$ ；事件種類 X 移動路線： $F(8, 352)=9.258, p<.0000$ ；年齡層 X 事件種類 X 移動路線： $F(24, 352)=2.540, p<.001$)。進一步對三因子單純交互作用效果進行事後檢定，由年齡層對事件種類和移動路線兩變項的交互作用影響的分析，顯示一年級兒童的因果判斷分數不受事件種類和移動路線兩變項的交互作用影響，但三、五年級和大學生的因果判斷分數有受影響($F(8, 352)=2.872, p<.01$ ， $F(8, 352)=4.563, p<.001$ ， $F(8, 352)=8.221, p<.0000$)，所以必須進一步進行單純單純主要效果檢定。由事件種類對年齡層和移動路線兩變項的交互作用影響的分析，顯示因果判斷分數在一個球和兩個球移動事件都受年齡層和移動路線兩變項的交互作用影響(一個球： $F(24, 704)=5.940, p<.0000$ ，兩個球： $F(24, 704)=2.353, p<.0001$)，同樣必須進行下一步的單純單純主要效果檢定。由移動路線對年齡層和事件種類兩變項的交互作用影響的分析，顯示因果判斷分數在平右上，平平，左上右上，左下右上受年齡層和事件種類兩變項的交互作用影響(平右上： $F(3, 396)=3.991, p<.01$ ，平平： $F(3, 396)=5.304, p<.01$ ，左上右上： $F(3, 396)=5.424, p<.01$ ，左下右上： $F(3, 396)=5.444, p<.01$)，所以必須進行下一步的單純單純主要效果檢定。以下將就各檢定結果，針對三個變項的效果做進一步的分析與討論。

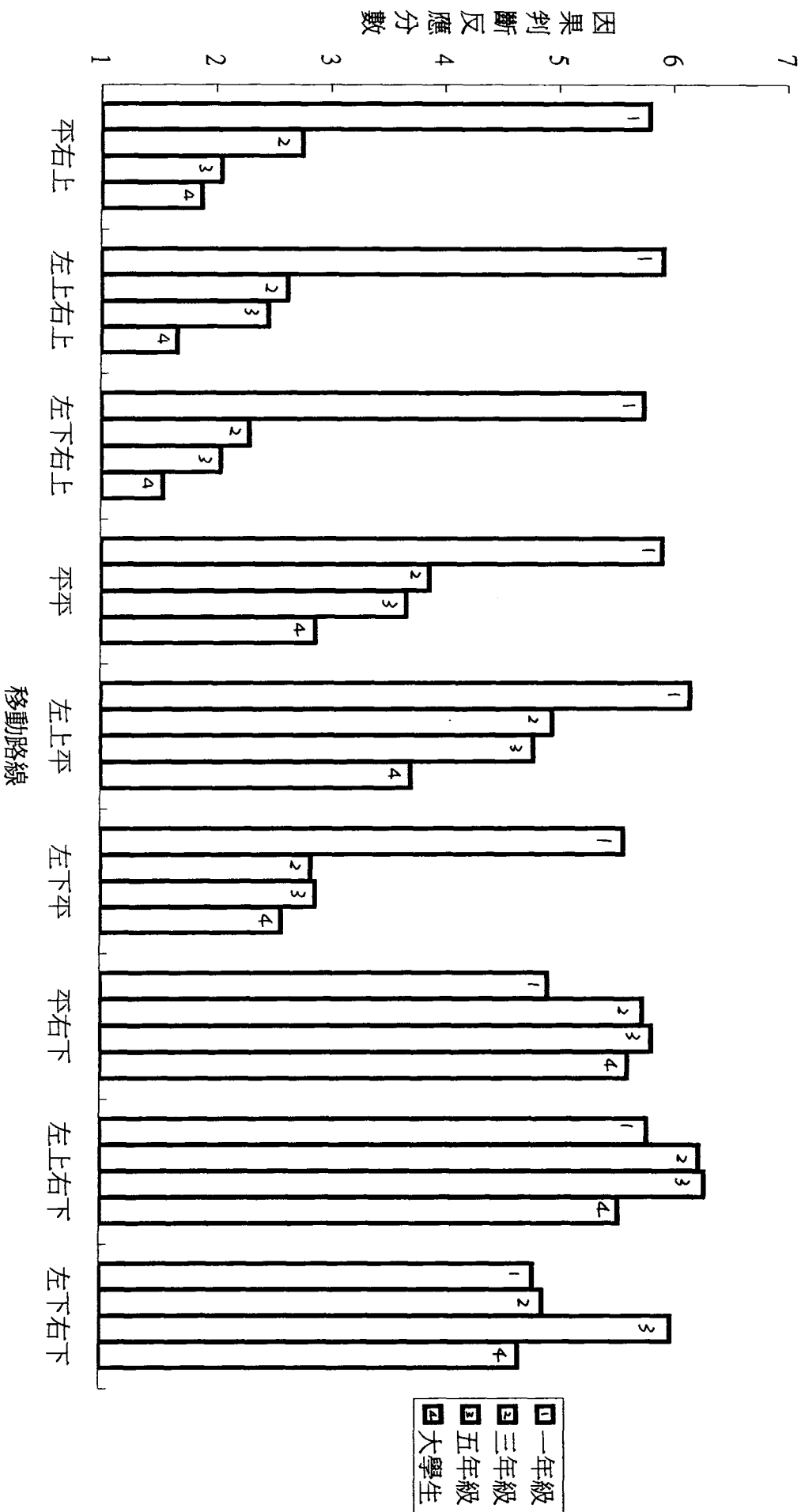
移動路線對因果判斷的影響

一年級兒童對於兩個球移動事件和一個球移動事件中不同移動路線的因果判斷並無不同，由圖二和圖三可看出：不論是兩個球或一個球移動事件，他們多認為B物體的移動是A物體造成的。顯示不論在一個球或兩個球移動事件上，移動路線幾乎不影響一年級兒童的因果判斷。

三年級兒童分別在兩個球移動事件和一個球移動事件對於不同移動路線的因果判斷有顯著不同(兩個球移動事件： $F(8, 704)=4.832, p<.0000$ ，一個球移動事件： $F(8, 704)=13.981, p<.0000$)，進一步對不同事件的移動路線效果作Tukey事後檢定，發現在一個球移動事件中平右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左下右上、左下平路線($p<.05$)，左上平路線的因果判斷



圖二 四個年齡層對不同移動路線的兩個球移動事件的因果判斷反應



圖三 四個年齡層受試者對不同移動路線的一個球移動事件的因果判斷反應

分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)，左上右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)，左下右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)。顯示受試者對於 A 物體移開 B 物體往右下移動的狀況，容易產生因果關係的判斷。在兩個球移動事件中平平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上路線($p < .05$)，平右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上路線($p < .05$)，左上平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上路線($p < .05$)，左上右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上路線($p < .05$)。一個球和兩個球移動事件都顯示受試者對於 B 物體往下移動的狀況，容易產生因果關係的判斷，所以物體往重力方向移動是一個因果關係判斷的參考指標。

五年級兒童在兩個球移動事件和一個球移動事件對於不同移動路線的因果判斷有顯著不同(兩個球移動事件： $F(8, 704)=10.297$, $p < .0000$ ，一個球移動事件： $F(8, 704)=19.647$, $p < .0000$)，進一步對不同事件的的移動路線效果作 Tukey 事後檢定，發現在一個球移動事件中平右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)，左上平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .05$)，左上右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)，左下右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .01$)。在兩個球移動事件中平平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上路線($p < .05$)，平右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上路線($p < .01$)，左上平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上路線($p < .01$)，左上右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左下右上路線($p < .01$)，左下平路線的因果判斷分數顯著的高於左下右上路線($p < .05$)，左下右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左下右上路線($p < .01$)。與三年級兒童的反應類似，B 物體往下移動的狀況似乎較易形成因果關係的判斷。

大學生在一個球移動事件對於不同移動路線的因果判斷有顯著不同($F(8, 704)=16.647$, $p < .0000$)，但在兩個球移動事件對於不同移動路線的因果判斷並沒有不同。進一步對一個球移動事件的的移動路線效果作 Tukey 事後檢定，發現在一個球移動事件中平右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左上平、左下右上、左下平路線($p < .05$)，左上平路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、左上右上、左下右上路線($p < .05$)，左上右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左上平、左下右上、左下平路線($p < .05$)，左下右下路線的因果判斷分數顯著的高於平右上、平平、左上右上、左下右上、左下平路線($p < .05$)。顯示在一個球移動事件中，B 球往下移動的狀況較其它狀況易形成因果關係的判斷，但在兩個球移動事件對於不同移動路線的因果判斷並沒有不同。

簡單來說，移動路線不影響一年級兒童對於兩種事件的因果判斷反應；移動路線對三年級和五年級兒童在兩種事件的因果判斷反應的影響相似，兩組受試者對於B物體往下移動的狀況似乎較易形成因果關係的判斷。移動路線不影響大學生對兩個球移動事件的因果判斷，但會影響他們對一個球的因果判斷，顯示A物體有沒有傳遞動能到B物體對兩種事件的影響不同，不論B物體的移動路線，只要A物體有傳遞動能，大學生都認為B物體的移動是A物體造成的；若A物體沒有傳遞動能到B物體，則B物體往下移動的狀況會形成因果關係的判斷。

事件種類對因果判斷的影響

一年級兒童在平右下路線和左下右下路線，兩個球移動事件的因果判斷分數顯著的高於一個球移動事件(平右下路線： $F(1, 396)=5.502, p<.05$ ，左下右下： $F(1, 396)=6.149, p<.05$)；三年級兒童只有在平右下、左上右下、左下右下路線，兩種事件的因果判斷分數沒有差異(平右下路線：6.125, 5.750，左上右下路線：6.083, 6.250，左下右下：5.750, 4.875)，其餘路線兩個球移動事件的因果判斷分數顯著的高於一個球移動事件；五年級兒童同樣在平右下、左上右下、左下右上、左下右下路線，兩種事件的因果判斷分數沒有差異(平右下路線：6.333, 5.833，左上右下路線：5.292, 6.292，左下右上路線：2.917, 2.042，左下右下：5.667, 6.000)，其餘路線兩個球移動事件的因果判斷分數顯著的高於一個球移動事件；大學生在平右下、左上右下路線，兩種事件的因果判斷分數沒有差異(平右下路線：6.333, 5.625，左上右下路線：5.542, 5.542)，其餘路線兩個球移動事件的因果判斷分數顯著的高於一個球移動事件。

綜合來看，當B物體往右上與水平路線移動時，事件種類會影響三、五年級兒童與大學生的因果判斷。顯示移動路線對於動能傳遞事件(兩個球移動事件)和非動能傳遞事件(一個球移動事件)的影響不同，當A物體有傳遞動能時，不論B物體往何種路線移動都有被判斷因果關係的可能性；但當A物體沒有傳遞動能時，只有B物體往右下移動時，才被判斷有因果關係。所以重力方向對物體移動路線似乎具有某種特殊的影響，這種影響對兩種事件的因果關係判斷都有作用。

因果判斷發展上的差異

在兩個球移動事件狀況下，發展上的差異顯現在平右上、左上右上、左下右上路線(平右上： $F(3, 792)=8.502, p<.001$ ，左上右上： $F(3, 792)=3.648, p<.05$ ，左下右上： $F(3, 792)=6.711, p<.001$)，進一步對年齡層效果作Tukey事後檢定，發現對於平右上路線上，一年級兒童的因果判斷分數顯著的高於三、五年級($p<.01$)，大學生的因果判斷分數顯著的高於五年級($p<.05$)。對於左上右上路線，一年級兒童的因果判斷分數顯著的高於三、五年級($p<.05$)。對於左下右上路線，一年級兒童和大學生的因果判斷分數顯著的高於三年級兒童。以上分析可知，不論A球由哪個方向出發，只有在B球往右上移動的路線才有發展上的差異，圖二顯示：一年級兒童與大學生認為在A球移動，B球往右上移動，這兩種事件

間有因果關係，但三五年級是較偏為否定的想法。

在一個球移動事件狀況下，發展上的差異顯現在平右上、平平、左上右上、左上平、左下右上、左下平路線(平右上： $F(3, 792)=12.183$, $p<.0000$ ，平平： $F(3, 792)=6.146$, $p<.001$ ，左上右上： $F(3, 792)=12.940$, $p<.0000$ ，左上平： $F(3, 792)=3.708$, $p<.05$ ，左下右上： $F(3, 792)=13.509$, $p<.0000$ ，左下平： $F(3, 792)=7.333$, $p<.0001$)，除左上平路線移年級兒童的因果判斷分數只顯著的高於大學生外，其餘路線的因果判斷分數，一年級兒童都顯著的高於其他三個年齡層($p<.05$)。圖三顯示，一年級兒童對所有事件都持肯定的因果關係，物體移動路線都不影響他們的因果判斷。三、五年級兒童和大學生對於B物體往右上路線和水平路線的狀況，都持較負面的反應。

整體而言，事件型態(有沒有動能傳遞)和移動路線都不影響一年級兒童的因果判斷反應，他們對於『B物體移動是否是A物體造成的』反應都是肯定的。事件型態和移動路線會影響三、五年級兒童和大學生的因果判斷反應，其中對於B物體往右下的移動路線，不論A物體有沒有傳遞動能或者A物體由哪個方向出發(兩個球移動事件)，他們的反應都是正面的，顯示物體往重力方向移動的確會影響受試者的因果判斷反應。實驗三則進一步討論『被撞之後是否一定往哪裡移動』，來澄清移動路線對因果必然性的影響。

實驗三

實驗三所討論的問題是物體被撞之後往哪裡移動，重點是調查因果知覺必然性的發展。根據實驗二的研究發現，當A物體沒有傳遞動能時，只有B物體往右下移動時，才被判斷有因果關係；但當A物體有傳遞動能時，不論B物體往何種路線移動都有被判斷因果關係的可能性，這樣的結果在大學生的表現上尤其明顯。所以在有動能傳遞的事件中，物體往重力方向移動對因果關係的影響需進一步澄清。實驗三以動能傳遞事件的移動路線為調查重點，檢驗方式分成三階段：第一階段是請受試者在觀察刺激事件(原因事件)出現後，預測它所產生的結果，並評量肯定程度。主要目的在調查物體由高處往低處移動是否存在必然性的關係。第二階段是呈現原因事件與各種結果事件，請受試者評量兩種事件間的因果關係。主要目的是請受試者觀察各種與預期不符合的結果事件。第三階段重複第一階段的實驗程序，同樣請受試者預測結果。主要目的是想比較受試者觀察各種與預期不符合的結果事件出現後，他們前後二次的預測結果。如果物體往重力方向移動在撞擊事件中，是一種必然的關係，那麼兩次的預測結果應該存在一致性，也就是說，都預期B球會往重力方向移動。如果物體往重力方向移動在撞擊事件中，不是一種必然的關係，那麼兩次的預測結果的一致性較低，第二次預測結果較易受第二階段作業的影響而產生變動。簡單來說，這個實驗期望藉由不同年齡層的受試者對兩次預測作業的反應，探討因果必然性的發展。

實驗方法

受試者

參與本實驗的一年級兒童有12名，5男7女。平均年齡：6.44歲(6.1歲-6.75歲)。三年級兒童有12名受試者，7男5女。平均年齡：8.65歲(8.4歲-8.9歲)。五年級兒童有12名受試者，7男5女。平均年齡：10.59歲(10.1歲-10.9歲)。大學生有12名，6男6女。平均年齡：21.375歲(19.25歲-23.75歲)。

實驗作業

實驗包含兩種作業型態：預測作業和因果判斷作業，預測作業中只出現原因事件，請受試者根據原因事件預測結果事件，預測方式是請受試者在紙上畫下來。因果判斷作業中原因事件和結果事件都出現，刺激形態類似實驗二的撞擊事件，請受試者評量因果關係。電腦螢幕中，兩種事件的背景是兩條呈直角相交的綠色直線，類似一個平台。A球在綠色平台上移動。

預測作業：電腦螢幕上出現兩個球，A球由螢幕左邊出現，移動至B球旁邊後停住。在這項作業中一共有三種原因事件，第一種(水平)：A球由螢幕左邊的中間依水平方向向右移動到B球旁邊，第二種(左上)：A球由螢幕左上方向向右下移動至B球旁邊停下，第三種(左下)：A球由螢幕左下方向向右上移動至B球旁邊停下。在三種作業中B球的位置是固定的，位於螢幕中央離左方約700pixels處，其中A、B球的直徑為50pixels，A球的移動速度是10cm/sec。另外，A、B兩球的顏色配對有兩種：藍-紅、紅-藍。各年齡層的受試者一半作藍紅配對，另一半作紅藍配對。

因果判斷作業：電腦螢幕上出現兩個球，A球由螢幕左邊出現，移動至B球旁邊後停住，B球立刻往右移動。其中A球的移動路線與預測作業的三種原因事件相同，而B球的移動路線有五種，往270°(垂直向上)、315°(右上)、0°(水平向右)、45°(左下)、90°(垂直向下)方向。所以一共有15種(3X5)撞擊事件，每種撞擊事件出現2次，受試者在這項作業總共要做30個嘗試。

實驗儀器

實驗是以一部COMPAQ Presario2800筆記型電腦模擬所有的實驗作業。

實驗程序

實驗是採一對一的個別施測方式。大學生受試者進入實驗室在電腦前就位後，請他們自己閱讀指導語，如果沒有問題就直接開始。一、三、五年級兒童由實驗者念指導語給他們聽，並會以手指電腦螢幕提示刺激會出現的位置，再特別將七點量表的反應方式講解清楚，確定沒有問題後再開始實驗。

實驗分成三個階段：第一個階段是做預測作業，請受試者在三種狀況下預測B球的移動路線。受試者觀察電腦螢幕上出現原因事件(A球移動後停在B球旁邊)後，要在紙上畫下他所預測的結果(B球的移動路線)，然後要受試者根據七點量表回答下列問題：

「你肯不肯定球會像你畫的那樣滾？」

第二階段是做因果判斷作業，請受試者觀看完電腦螢幕上出現的撞擊事件後，用七點量表回答下列問題：

「你覺得藍(紅)球的移動是不是紅(藍)球造成的？」

在這階段受試者要做30個嘗試。

第三個階段同第一個階段作預測作業，程序相同。

預測作業的計分

將受試者預測的路線分為四類：往上(包括垂直往上和往右上)、水平向右、

往下(包括往右下和垂直往下)，其餘路線歸為其它。

結果與討論

預測作業的結果

第一次預測作業的結果如表五顯示：不論 A 球由哪一個方向出發，多數受試者預測 B 球往下的方向移動；而且隨著年齡的增加，人次也有增加的趨勢，大學生在每一種原因事件(A 球由不同方向出發)的狀況下都預測 B 球會往下移動。當 A 球由水平方向出發時，所有受試者都預測 B 球會往下移動。顯示物體由高處往低處移動是一般人預期會發生的現象。

第二次預測作業的結果也有同樣的趨勢，大部分受試者預測 B 球往下移動(見表五)。但不同年齡層的受試者在兩次預測作業的表現，有不同程度的改變(表六)，年齡越小，兩次預測不一致的比率越高。當第一次的預測反應為 B 球往下，第二次的預測改變的人數，也顯現年齡越小，改變人數愈多。進一步檢驗兩次預測結果在四個年齡層對不同方向出發的原因事件，預測 B 球往下之人數的百分比有無差異，結果發現只有一年級學生在 A 球往水平方向出發和 A 球往左下方向出發時，預測 B 球往下之受試者百分比的確有所不同(水平： $z=2.242$, $p<.025$ ；左上： $z=1.976$, $p<.025$)，其餘檢驗都無差別。因此，年齡越小，反應越不穩定。另外，由兩次預測改變的趨向如表六顯示：除一年級對於左上狀況下的預測外，四組年齡層在三種狀況下對於 B 球往下移動的預測，從第一次到第二次都有減少的趨勢。

因果判斷作業的結果

第二階段是呈現原因事件與各種結果事件，請受試者評量兩種事件間的因果關係。由表七可發現：一年級對於所有情境下的撞擊事件，都有接近 5 或 5 以上的因果判斷分數，顯示他們認為不管 A 球由哪裡出來，B 球往哪裡移動，AB 事件都存在因果關係。三年級和五年級兒童在三種 A 球出發的情境下，對於 B 球往 45° 方向的路線移動的因果判斷分數，都是最高的，而且幾乎都在 5 以上，顯示中高年級兒童認為 B 球往下移動是一件極為合理的事件。大學生的反應則顯現，當 A 球的移動路線與 B 球的移動路線呈現一直線時，它們之間的因果判斷分數才是最高的。

因果判斷作業與預測作業的結果

分別檢視在兩次預測作業，預測 B 球往下移動的受試者在因果判斷作業中的表現。表八顯示：不論第一次或第二次預測，一年級兒童對所有狀況的因果判斷分數都偏向肯定，但對於 B 球往 45° 和 90° 方向移動的分數最高。三年級兒童只有在 B 球往 45° 和 90° 方向移動的分數偏向肯定(5 以上)，五年級兒童則只有在 B 球往 45° 方向移動的分數是肯定的；大學生的表現相當不同，只有在 B 球往 0°

表五 第一次和第二次預測B球往下移動的人數

		水平	左上	左下
一年級	第一次	12	6	12
	第二次	7	9	8
三年級	第一次	12	12	10
	第二次	9	11	7
五年級	第一次	12	12	10
	第二次	10	12	8
大學生	第一次	12	12	12
	第二次	10	11	9

表六 第一次預測B球往下移動的受試者在第二次預測改變的人數

	水平	左上	左下
一年級	5(12)	1(6)	4(12)
三年級	3(12)	1(12)	4(10)
五年級	2(12)	0(12)	3(10)
大學生	2(12)	1(12)	3(12)

(括弧內為第一次預測B球往下移動的人數)

表七 四個年齡層對各種移動路線的因果判斷分數的平均值

		270	315	0	45	90
一年級	水平	4.917	5.208	5.583	5.667	6.625
	左上	5.333	4.958	4.958	6.167	6.083
	左下	5.125	5.708	5.042	6.125	5.5
三年級	水平	3.125	3.583	4.583	5.875	5.167
	左上	2.708	3.125	3.375	5.667	5.042
	左下	2.583	4.75	3.542	4.875	3.125
五年級	水平	2.417	2.792	3.917	5.042	3.625
	左上	2.292	3.042	2.708	5.833	4.75
	左下	1.917	4.833	3.583	5.125	3
大學生	水平	1.958	3	4.625	4.5	3.458
	左上	1.833	2.292	2.5	5.333	3.792
	左下	2.125	4.375	3.083	3.958	2.25

表八 第一次預測B球往下和第二次預測B球往下的受試者
對各種移動路線的因果判斷分數的平均值

水平

		270	315	0	45	90
一年級	第一次	4.917	5.208	5.583	5.667	6.625
	第二次	4.071	4.643	4.786	5.143	6.429
三年級	第一次	3.125	3.583	4.583	5.875	5.167
	第二次	3	3.667	3.889	6.167	5.556
五年級	第一次	2.417	2.792	3.917	5.042	3.625
	第二次	2.55	2.65	3.5	5.4	3.85
大學生	第一次	1.958	3	4.625	4.5	3.458
	第二次	2.15	3.35	4.85	4.75	3.85

左上

		270	315	0	45	90
一年級	第一次	5.083	5.583	5.417	6.75	6.833
	第二次	5.222	5.667	5.722	6.222	6.889
三年級	第一次	3.125	3.583	4.583	5.875	5.167
	第二次	3.182	3.409	4.909	5.773	5
五年級	第一次	2.417	2.792	3.917	5.042	3.625
	第二次	2.417	2.792	3.917	5.042	3.625
大學生	第一次	1.958	3	4.625	4.5	3.458
	第二次	2.045	3.136	4.955	4.455	3.682

左下

		270	315	0	45	90
一年級	第一次	4.917	5.208	5.583	5.667	6.625
	第二次	4.063	4.438	5.125	5.188	6.563
三年級	第一次	2.95	3.6	4.3	6.2	5.3
	第二次	3.5	4.214	3.714	6.071	5.357
五年級	第一次	2.4	2.65	3.6	5.35	3.75
	第二次	2.688	2.5	3.313	5.125	3.938
大學生	第一次	1.958	3	4.625	4.5	3.458
	第二次	2.056	3.167	4.778	4.611	4

和 45° 方向移動的分數稍偏向肯定(不到 5)。不同年齡層的受試者在三種 A 球出發的狀況下的表現是類似的。由一、三、五年級兒童的表現看來，隨年齡的增加，當受試者預測 B 球是往下的路線移動，他們也判斷這種移動路線的撞擊事件的因果分數最高，顯示這兩種反應似乎有某種關聯。但這樣的關聯性，在大學生的反應中並未顯現。

整體看來，一年級兒童在因果判斷作業上的表現，顯示他們對於撞擊事件的移動路線並沒有絕對的看法，而在兩次預測作業較不一致的表現說明他們的反應較不穩定，但是否是受因果判斷作業的影響，以本研究目前的設計尚不足以證明此項推論。三、五年級兒童多數預測 B 球會往下移動，也都認為這種事件有肯定的因果關係，顯示他們的因果判斷與預測結果較為一致的，即使在第二階段中看到許多存在否定因果關係的撞擊事件似乎也不影響他們的預測。大學生的因果判斷反應與預測結果的關聯性並不顯著，但兩次預測結果的變化不多。如果物體往重力方向移動在撞擊事件中是一種因果必然性，那麼由四個年齡層在三階段兩項作業中的表現來看，由一年級開始，兒童應該有物體由高處往低處移動的概念，但這項概念並不穩定，隨年齡的增加，受試者在兩次預測作業中的表現有越來越穩定的趨勢，顯示物體由高處往低處移動似乎漸成一種必然發生的現象。實驗四將由兒童動手操作的過程中進一步檢視年紀較小兒童對這項概念的理解狀況。

實驗四

實驗四延續實驗三的研究主題，但採用不同的設計方式，實驗三的設計是利用撞擊的方式引發球移動的現象，其中的動能傳遞效果，對於移動路線與因果關係的判斷在不同年齡層有不同的影響，因此實驗四擬由非動能傳遞事件來檢驗物體移動現象中『由高到低』概念的理解，主要利用 Piaget 檢驗必然性的實驗作業(架設斜坡作業)，要受試者用動手操弄的方式，建構一個球可以由上往下滾動的斜坡來檢驗物體由高處往低處移動概念的發展。根據實驗二、實驗三的結果發現：一年級兒童已顯現有物體由高處往低處移動概念，但不太穩定，本實驗由年齡較小兒童來看這項概念的理解狀況。期望能釐清因果必然性的發展。

實驗方法

受試者

根據 Piaget 討論必然性發展階段的年齡分佈，將受測兒童分為四組：第一組是兒童 4 歲以下的兒童，共有 4 名，三男一女，平均年齡為 3.73 歲(42-48 月)。第二組是 4-7 歲兒童，一共有 33 名受試者，19 女 14 男。其中有 27 位就讀幼稚園，6 位就小學一年級。平均年齡為 5.61 歲(52-84 月)。第三組是 7-9 歲兒童，一共有 25 名受試者，13 女 12 男。平均年齡為 8.09 歲(85-108 月)。第四組是 9 歲以上兒童，一共有 12 名受試者，5 女 7 男。平均年齡為 9.64 歲(110-120 月)。

實驗作業

這個實驗以積木作為刺激材料。其中有兩條長 60 公分，寬 6 公分，高 6 公分的長條型積木，中間有一可供球滾動的滑溝(類似溜滑梯)，還有 20 塊長 6 公分，寬 6 公分，高 4 公分的正方體積木，以及一顆乒乓球。實驗桌上有三個支撐點：ABC，正方體積木是按照實驗者事先安排的五種實驗狀況，分別在這三支撐點疊不同數目的積木，然後在兩點間架設長條積木。每一種狀況排好後，請受試者先預測球可不可以由 A 滾到 C，然後驗證預測的結果，最後進行修正(請受試者自己疊積木)。五種實驗情境是：(A=1、B=2、C=3)、(A=2、B=2、C=1)、(A=2、B=1、C=3)、(A=3、B=2、C=2)、(A=3、B=1、C=2)。若前三個實驗狀況在預測和修正都正確，那麼由第四個情境開始，在修正步驟必須進行疊積木的受限約束，所謂受限約束是強迫兒童只能修正 ABC 三個位置中的兩個，其中一個位置的積木不能重排(必須是原來的積木數目)。

實驗程序

實驗是採一對一的實驗方式。第一階段的反應方式：實驗者呈現以建造好的刺激事件，請受試者觀察後，回答問題：

『你覺得球會不會從這裡(A)滾到那裡(C)? 為什麼?』

受試者回答後，請他自己試試看，把球放在A，看能不能滾到C? 如果受試者發覺球滾不到C，問他為什麼? 然後請他自己建構一條斜坡，三個支撐點的積木可隨意更改或者固定一個支撐點的積木，只可隨意更改兩個支撐點。所有過程都用錄音機錄下。

結果與討論

將不同年齡層兒童的表現依預測結果、修正結果、受限約束和口語反應等四個部分進行討論，口語反應部份將著重在受試者自發性對於物體由高往低移動概念的發言。當口語反應中出現『斜斜的』、『由高到低』、『從上到下』等語句，即判斷該受試者具有此概念。當口語反應中出現『球是圓的』等諸如此類與球是否是由高到低移動無關之語句，即判斷該受試者沒有此概念。

4歲以下兒童的表現

對於五種積木排列狀況都預測球從A處放下是可以滾到C處。在驗證後，所進行的修正(重新排列三處的積木)都不成功(有1到4次的修正機會，修正次數的多寡是依受試者的意願，實驗者原先設定為3次，但在實際狀況下，無法全部按照事先的安排)。在受試者五個情境下的口語反應資料中並未發現有物體由高到低移動的概念。

4-7歲兒童的表現

對於(2, 2, 1)狀況，有54.55%的受試者預測球不可以從A處滾到C處，其餘狀況下受試者多預測正確。修正紀錄顯示，前三種狀況修正正確的人數比率達84.85%，有30位兒童進行接下來兩種狀況的受限約束修正：在(3, 2, 2)狀況下，只有40%的受試者修正成功，但在(3, 1, 2)狀況下則有60.72%的受試者修正成功(表九)。由受試者在五個情境下的口語反應檢查物體由高到低移動的概念，發現：有此概念者33人中有24人，沒有的有3人，無法判斷者有6人。

7-9歲兒童的表現

對於(1, 2, 3)和(2, 1, 3)狀況，所有兒童都預測球不可以從A處滾到C處，所有兒童在這三種狀況下的修正也都正確。對(2, 2, 1)狀況的預測有80%的受試者預測正確，但所有受試者在修正時都成功。所有受試者都進行受限約束的修正，在(3, 2, 2)情境只有72%的受試者預測正確，但有88%的受試者受限約束的修正成功；在(3, 1, 2)情境所有受試者都認為球不可以從A處滾到C處，而有92%

表九 4-7歲兒童在不同測驗情境下反應正確的百分比

	(1,2,3)	(2,2,1)	(2,1,3)	(3,2,2)	(3,1,2)
預測	100	54.55	90.91	81.82	90.91
修正	84.85	84.85	84.85		
受限約束				40	60.72

預測與修正人數是33人，受限約束人數是30人

表十 7-9歲兒童在不同測驗情下反應正確的百分比

	(1,2,3)	(2,2,1)	(2,1,3)	(3,2,2)	(3,1,2)
預測	100	80	100	72	100
修正	100	100	100		
受限約束				88	92

預測修正與受限約束人數是25人

表十一 9歲以上兒童在不同測驗情境下反應正確的百分比

	(1,2,3)	(2,2,1)	(2,1,3)	(3,2,2)	(3,1,2)
預測	100	91.67	100	75	100
修正	100	100	100		
受限約束				100	100

預測修正與受限約束人數是12人

受試者受限約束的修正是成功的(表十)。由口語反應中發現，所有受試者都有物體會由高到低移動的概念。

9歲以上兒童的表現

在預測方面，(2, 2, 1)和(3, 2, 2)分別有91.67%和75%是預測正確的，其餘狀況所有兒童都預測正確。而修正部份，不論是不受限或是受限約束的修正，每一種情境下都是成功的比率達百分之百(表十一)。而且受試者的口語反應也都顯現他們有物體由高到低移動的概念。

根據以上資料的整理可知，9歲以上兒童無論在預測或動手操作的部分表現的最好，顯現他們已具備物體必然由高往低處移動的概念，雖然在預測部份仍不完全正確。由不同年齡層兒童在預測部份的表現發現，預測錯誤較多的情境集中在(2, 2, 1)和(3, 2, 2)，這兩種情境的特徵是相鄰兩點位置的積木數相同，形成的路線呈直線狀，有受試者反應若球衝力大是可能滾過去的，而在現實的物理環境下實難以排除這種狀況發生的可能性，所以受試者的反應是可以理解的。7-9歲的兒童中，大部分兒童的表現類似9歲以上兒童，所以年齡層的分佈可能需更細緻的考量。而4-7歲和7-9歲兒童最大的差別在於受限約束的修正部份，當支撐點的某一個位置的積木數目是固定不能改變時，4-7歲兒童在修正時就會發生困難，他們似乎很難將固定點和其它兩點聯在一起建立關係，顯示他們缺乏相互參照的思考模式。例如在(3, 2, 2)情境下，實驗者要求固定第三點只可以重排第一點和第二點，受試者知道第二點要比第三點高，就在第二點加了一塊積木，但這樣第二點就跟第一點一樣高，球不能動，他就會拿掉第二點的積木，使第一點比第二點高，但現在第二點就跟第三點一樣高，球還是無法滾到第三點，他就想拿掉第三點的積木，可是這是實驗者不允許的。結果受試者就會在第二點上來來回回的加減積木，無法得出結論。

整體來看，不到4歲的兒童尚未發展出物體由高往低移動的概念；4-7歲兒童確認高到低是球滾動的必要條件，但無法將各元素間的關係做一整合式的思考；7-9歲兒童在預測和修正的表現都較正確且成熟，而9歲以上兒童在受限約束的修正上表現完美，顯示學齡以上兒童都有物體由高處往低處移動的必然性概念。

綜合討論

本研究主要以物體往重力方向移動的移動路線對因果判斷反應的影響，比較不同年齡層受試者的表現，藉以檢驗因果必然性的發展。研究結果發現：學齡以上兒童就有物體由高處往低處移動的必然性概念，但這項概念對撞擊事件因果判斷的影響有發展上的差異。一年級兒童對撞擊事件的移動路線並沒有絕對的看法，同樣他們對於非動能傳遞事件(一個球移動事件)的移動路線也不受由高到低條件的限制，這樣的反應可能有兩種解釋：第一，物體由高處往低處移動的概念與他們的因果關係判斷無關；第二，實驗中刺激事件發生的狀況都出現在眼前，如果回答B物體的移動不是A物體造成的，那麼對於結果事件(B物體的移動)的發生會很困惑，因此一年級兒童在實驗作業有「泛肯定」的反應傾向。

三、五年級兒童在實驗三的預測作業中多數預測B球會往下移動，在實驗二和實驗三的因果判斷作業中也都認為B球往下移動的撞擊事件有肯定的因果關係，顯示物體由高處往B處移動的概念，的確影響他們的因果關係的判斷。也就是說，在有背景的狀況下，當A球移動撞擊B球，無論實際狀況B球有沒有移動，也不管我們有沒有親眼目睹，除了認定B球一定會移動外，還會有B球一定往下移動的預期。

大學生的預測結果與三五年級兒童的表現類似，有「被撞之後一定往下移動」的反應，但撞擊事件中的移動路線對他們的因果判斷反應的影響並不明顯。實驗中顯示：當A球移動撞擊B球，B球往下移動或不往下移動都可能被判斷為有因果關係或沒有因果關係，端看事件發生的背景。大學生在實驗二的反應顯現：當A物體有傳遞動能(兩個球的移動事件)時，不論B物體往何種路線移動都有被判斷因果關係的可能性；當A物體沒有傳遞動能(一個球的移動事件)時，只有B物體往右下移動時，才被判斷有因果關係。但在實驗三，大學生的表現相當不同，只有在B球往 0° 和 45° 方向移動的分數稍偏向肯定(不到5)，其餘的移動路線都被判斷為偏向否定的因果關係。兩個實驗的差異在於背景，實驗二在兩個球的移動事件中，AB物體的移動都會在綠色的線條上，類似球在「路」上移動；實驗三的撞擊事件只有A物體在綠色線條上移動，而B物體是移出綠色線條外，類似A球在「桌」上移動撞擊B球，B球滾出桌外去。以實驗二「路」的背景，A物體有動能傳遞，所以B物體可以沿著路移動到各個方位，但實驗三「桌子」背景，使B物體較有可能往 0° 和 45° 方向移動。所以隨著年齡的增加，觀察者本身的物理知識對於因果關係判斷的影響愈來愈明顯。但另一方面，物體由高處往低處移動的預期並不限制他們對撞擊事件因果關係的判斷，也就是說，當A球移動撞擊B球，B球往其它方向移動時也可能被判斷有因果關係。對照張欣戊(2000)的研究發現：當B被撞了之後沒有移動而產生與移動無關的變化，如撞碎與變形，亦可形成立即而直接的因果知覺。所以即使有不同經驗的出現，也沒有改變大學生

對於 A 球移動撞擊 B 球，B 球一定往下移動的預期。

綜合上述的討論，如果『物體由高處往低處移動』是一種必然性，那麼對照四個年齡層受試者的表現，『在有背景下，A 球移動撞擊 B 球，B 球一定往下移動』的信念，隨年齡的增加，有越來越穩固的發展趨勢。但當中必須釐清『物體由高處往低處移動』和『被撞之後往重力(往下)方向移動』對因果判斷反應的影響，當物理事件的發生有動能傳遞時，後者的概念並不能排除，當被撞之後不往重力方向移動就不會形成因果判斷反應的可能性。而當物理事件的發生沒有動能傳遞時，前者的概念就會限制因果關係的判斷。換句話說，『物體由高處往低處移動』是存在這個世界中一種物理事件的必然性關係，但是『被撞之後往重力(往下)方向移動』並不是形成撞擊事件因果反應的必要條件。

因果知覺的研究，長久以來備受爭議。其中最具爭議性的觀點就是因果知覺不受經驗影響的主張。儘管多數研究者不同意這個觀點，但都不否認這種知覺現象的存在。近年，有少數學者致力這方面的研究，期望能對這種現象提出合理的解釋(例如：Peter White、Leslie 以及張欣戊)。本研究嘗試由因果必然性去解讀這種知覺現象，雖然研究結果初步證實『物體由高處往低處移動』的必然性關係在不同發展階段對個體的因果判斷反應有不同的影響，但對於撞擊事件因果必然性的實質內涵可能還需更進一步澄清，才能還原因果知覺更清楚的面貌。

參考文獻

- 張欣戊(民 89)。移動連續性線索與因果知覺，*中華心理學刊*，42 卷，101-112。
- 張欣戊(民 91)。時間與空間的近接因素對因果知覺的影響。國科會專題研究計劃。
- 張建妤(民 87)。練習對因果知覺的影響，*中華心理學刊*，40 卷，87-103。
- 張建妤(民 90)。「撞擊事件因果知覺的發展」。台灣大學心理學研究所博士論文(未出版)。
- Chang, H. W. (1999, submitted). The effect of auditory information on causal perception of mechanical collision. *British Journal of Psychology*.
- Chang, H. W. (2000, submitted). Why is contact between objects unnecessary for causal perception of mechanical collision. *Cognitive Psychology*.
- Hume, D. (1739/1958). *A Treatise of Human Nature*. Oxford : Clarendon press.
- Michotte, A. (1963). *The Perception of Causality*. London : Methuen.
- Michotte, A. & Thines, G. (1991). Perceived causality. In G. Thines, A. Costall and G. Butterworth (Eds.). *Michotte 's Experimental Phenomenology of Perception*, (pp.67-87), Hillsdale : LEA Press.
- Piaget, J. (1961/1969). *The mechanism of perception*. New York : Basic Books, Inc., Publishers.
- Piaget, J. (1987). *Possibility and Necessity*. University of Minnesota press. Minneapolis.
- Schlottmann, A., & Shanks, D. R. (1992). Evidence for a distinction between judged and perceived causality. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A(2), 321-342.
- Schlottmann, A., & Anderson, N. H. (1993). An information integration approach to phenomenal causality. *Memory & Cognition*, 21(6), 785-801.
- Scholl, B., & Tremoulet, P. D. (2000). Perceptual causality and animacy. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(8), 299-309.
- White, P. A. (1988). Causal processing : origins and development, *Psychological Bulletin*, 104(1), 36-52.
- White, P. A. (1993). *Psychological Metaphysics*. London : Routeledge.

White, P.A. & Milne, A. (1997). Phenomenal causality : impressions of pulling in the visual perception of objects in motion. *American Journal of Psychology*, 110(4), 573-602.

White, P.A. & Milne, A. (1999). Impression of enforced disintegration and bursting in the visual perception of collision events. *Journal of Experimental psychology : General*, 128(4), 499-516.