

多向文本與故事基模- 國小學童述說科學發明故事之歷程探究

廖冠智* 薛永浩**

* 新竹教育大學 數位學習科技研究所

can@mail.nhcue.edu.tw

** 新竹市北門國民小學

yung.hao912@gmail.com

摘要

本研究旨在以質性的敘事訪談方法，探究讀者經由數位介面進行閱讀多向文本的科學發明故事，自行選取故事基模並面臨不完整的故事文法結構時，其述說整體故事發展歷程中的聯想性推論與組織思考現象。研究參酌 Campbell (1949) 的神話學原型與 Rumelhart (1975) 的故事結構原理，自行撰述「萊特兄弟的飛行夢」科學發明故事，並發展探究多向文本故事的互動介面，藉以瞭解讀者以介面進行探究故事發展的述說歷程。以國小學童為研究對象，共進行兩階段的質性研究，第一階段文本介面以「動態摩天輪」的旋繞排列式概念為故事文法之呈現結構，探究敘事歷程的聯想性推論之特性後，再接續發展第二階段文本介面以「大腦組織結構」的空間拼圖式呈現概念，採以動態審視循環結合敘事訪談方法，完成整體敘事歷程的逐字稿文本分析，並探究歷程中的組織思考特性。

研究結果得知單階層多向文本的動態摩天輪，其故事路徑呈現線性發展，當文本線索不足時多半引致敘事一致性的故事結局，且為自由想像與聯想推論出的內容，較無法表現出細緻與具體的描繪歷程。而雙階層多向文本的大腦組織結構，故事單元結合多向路徑，雖文本線索不足聯想性推論呈現的敘事內容，亦能聯繫與組織出完整的重述故事內容，即使多向文本兼具破碎與跳躍特性，亦能呈現連貫的敘事歷程，並呼應 Campbell 英雄旅程模式。研究結果提出多向文本敘事歷程的述說現象，並彙整出敘事方法之建議，期望能作為學童在科學故事創作，故事創意思考教學與數位敘事設計等實務依據與研究參考。

關鍵詞：多向文本、故事基模、科學發明故事、組織思考、聯想性推論

論文引用：廖冠智、薛永浩 (2013)。多向文本與故事基模-國小學童述說科學發明故事之歷程探究。設計學報，18 (3)，41-61。

一、前言

科學知識的傳達，成為人類日後科技文明發展的重要基礎，以淺顯易懂的方式向社會大眾進行科學知識與素養教育，尤其近來數位媒體網絡與社群交流普及的發展迅速，使得科普傳播的媒介有更豐富與

多元的呈現。每個人都愛聽故事、看故事與說故事，在人類的成長與學習過程中扮演不可或缺的角色。近年來，國內的國民小學逐漸重視正規的科學普及教育，學者指出以科學發明故事為途徑，易於引導學童認識與瞭解科學知識、科學發明過程。透過組合故事元素與情節鋪陳，除吸收科學知識外，同時培養學童創新思考之思維，期盼引致出不同科學文明脈絡的發展（王郁昭、鄭英耀、王靜如，2003）。

科學發明（scientific invention）對國家社會之持續進步有密切關係，人類文明的新知識發展背景與促進過程，可從當時社會、經濟與文化發展的演變，進而輾轉瞭解創新概念的初始靈感來源，深度探索與研究發現之過程。民眾對創新概念的關注建立在對生活的改變，與對未來的期望，而創新概念之研發過程，如投入探索心力、遭遇困境、嘗試錯誤與挑戰、不斷學習與啟發等，往往可引導民眾理解研發過程之背景，刺激民眾多元的思考方向。一則雋永的故事總是令人回味無窮，故事結構不需過於複雜，簡單即能激發無盡想像，故事的互動特性不僅在視覺方面進行，在心理知覺方面亦多有沈浸與著迷的感受，而故事中的情節空間，除帶來想像樂趣，同時也以不同角度解讀與詮釋了故事的發展脈絡。

研究者曾以數位敘事（digital storytelling）的型態進行科學發明故事之互動敘事探究，並指出科學發明故事的組織結構，可從科學發明家／發現家的「教育背景與態度作為」、「困境錯誤與勇於挑戰」、「問題解決關鍵」等不同面向進行解構，以多支節的故事脈絡結構瞭解科學發明的創新歷程，刺激學童更多元的思考方向（Liao, 2011）。Lambert（2002）認為數位敘事必須經由一系列連貫的情節所構成，引發讀者瞭解故事的前後脈絡發展。科學發明故事是一種瞭解科學知識與發明過程的媒介，亦為常見的科普傳播型式，故事發展需要故事基模（schema）為基礎，引導讀者對故事中主角人物，與故事發展的構成元素之既定認知。Alba 與 Hasher（1983）認為基模是一種認知模型，為人類藉由不斷累積經驗，與在互動歷程中探究吸收以構成認知能力，經訊息的組織思考與處理產生對事物的認知歷程。部分研究指出，故事基模為人們在進行故事閱讀，想像的互動過程與經驗中，隨著時間的累積，持續發展對故事的認知而逐漸形塑出特有的內在故事框架，亦是人們對於故事發展的一種預期心理，以及其所產生的偏見（Bartlett, 1932; Rand, 1984; Stein & Glenn, 1979）。

除故事基模外，故事文法引導讀者進行解讀故事情節而形成詮釋的歷程，可說是故事結構的一種呈現。故事組織結構如同人體的骨骼概念，而情節發展則是串連故事發展的血脈，呈現情節的起伏與高潮迭起的故事內容。讀者對故事的認知取決在述說故事基模與故事文法之間的歷程，當文法結構呈現多向文本型式，若讀者自由意志選擇閱讀某支節的故事內容，其支節與其他支節間未曾交代清楚的故事詮釋，讀者如何聯想性推論故事基模以外的元素？另外，當讀者瞭解多向文本的故事結構後，面臨不完整的故事文法與內容時，讀者如何再組織思考成不同的故事基模？上述在多向文本的故事文法，以及故事基模所延伸的情節發展等研究文獻，目前少有研究探討進行瞭解述說歷程中組織思考與聯想性推論的現象特性，應為值得深入探究的課題。

德國的社會學者 Schütze（1977, 1983）首次提出敘事訪談（narrative interview）方法的運作概念，藉由接近真實環境的對話面談型態，而深入建構對情境或議題認知的關連與相互網絡，從大量且源自受試者的反應觀點，系統地彙整出對特定議題的觀點其演變過程，並描述出清晰的文本脈絡（context），是屬於社會科學範疇的質性探究方法，亦為語言學者分析故事或口述史的重要方法。Tsang（1995）認為敘事訪談結合歸納與詮釋的概念，強調受測對方經驗的呈現和觀點解釋的過程，包含認知意義的一般化和轉變化的複雜過程。

本研究旨在以故事結構的相關理論為參考背景，參酌 Campbell（1949）的神話學原型與 Rumelhart（1975）的故事結構原理，自行撰述「萊特兄弟的飛行夢」之多向文本科學發明故事，以及設計出探究

多向文本故事的數位閱讀介面。研究以國小學童為施測對象，進行探究學童經由數位介面進行閱讀故事與敘事歷程中的組織思考、聯想性推論現象，採用質性研究的敘事訪談方法，紀錄敘事內容進行文本分析，瞭解學童如何聯想性推論故事基模以外的元素，以及再重新組織思考成不同的故事基模，探究與歸納敘事歷程的特性。

二、文獻探討

2-1 故事基模、述說歷程與神話學原型

敘事/述說歷程 (narrative process) 可視為說故事的過程，是一種說故事者藉由「說」進行閱讀，詮釋心智思維與經驗再現 (representation) 的活動 (Scheub, 1975)。敘事發展的歷程具有一定的結構與型態，Bradshaw (2007) 提及英國著名小說家 Edward Morgan Forster 曾言，故事是由一連串具有時間與因果關係事件所構成的情節組合，暗示故事結構的存在。Goodman (1967) 將閱讀 (reading) 視為一個循環的歷程，可以分成視覺 (visual)、感知 (perceptual)、語法 (syntactic) 與語意 (semantic) 四個循環。視覺與感知階段中由外在視覺刺激，藉由感知能力形成心像 (eidetic imagery) 的過程。著名的伊索寓言 (Aesop's Fables) 中，Rumelhart (1975) 曾分析故事基模的結構與特性，提出故事結構可簡單解構為背景 (setting)、主題 (theme)、情節 (episode)、結局 (resolution) 四面向，其中的情節是由許多事件與呈現故事結局與發展的方式。另有研究認為故事是由一連串大小事情所組成的插曲系統 (episode system)，由人物與背景闡述 (exposition)、故事人物所遭遇困難的曲折化 (complication) 和故事結局 (resolution) 三部份所組成 (Idol & Croll, 1987; Kintsch, 1977; Stein & Glenn, 1979; Thorndyke, 1977)。

一般而言，閱讀過程中我們無法完全專注每一個字裡行間，心理預期效應操控我們想要看什麼，因而有所選擇、忽略與專注，並加入個人經驗衍生對文章的感知。而語法階段則將感知得到的影像以語言方式解讀，並形成結構化的基模，做為預測文章語句結構重要的依據，進而協助搜尋線索與建構意義，此階段著重在判別文句中旨意。最終，語意階段則從整體情境脈絡的背景，經由語法階段的意義基模進行解讀與詮釋過程，當所得訊息能夠解讀時我們予以同化 (assimilation) 吸收，反之則進行調適 (accommodation) 與判斷，這部份成為影響閱讀理解最重要關鍵。

Campbell (1949) 曾在「the hero with a thousand faces」神話學著作中，探究在不同文化背景的神話故事裡，其英雄人物之間的共通性，瞭解「英雄之旅 (the hero's journey)」的特性，並歸納出普遍的神話故事裡英雄必經的故事發展結構。認為一位英雄必經「啟程」、「啟蒙」與「回歸」三大歷程，提示出神話故事中確實存在一種典型特徵 (typical characteristic)，亦稱為「monomyth」的故事發展模式，且被廣泛地印證在文學作品與電影劇情中。再者，Andrew (2004) 提及劇作家 Vogler 參照 Campbell 的概念，撰寫出 the hero's journey 的指導手冊，提出 12 種英雄故事發展程序，為英雄發展歷程解析出典型的特性與型態，如 1. 尋常世界的冒險 (the ordinary world)：表現出第一次與英雄人物的會面地點，簡介特殊情境、動機與故事設定；2. 冒險的召喚 (the call to adventure)：隨即開始投身於特殊世界的冒險歷程；3. 抗拒召喚 (the refusal of the call)：投身於冒險歷程後常會有抗拒過程，英雄難免需要短暫的情感爆發；4. 遇見貴人 (the meeting with the mentor)：指輔佐英雄所面臨的困境與難題，提供必要提示而依循；5. 跨過第一個門檻 (crossing the first threshold)：以第一次的成功建立英雄自信，獲得勇氣後才能自信迎向下個陌生且未知的冒險體驗；6. 反覆進行考驗，凝聚盟友與共抗敵人 (tests, allies, and

enemies)：提供遇見盟友共同抵抗現存困境，以凝聚團結與建立信念；7. 直搗黃龍 (the approach to the innermost cave)：通過層層考驗並開始深入危險境地，自此後可能開始邁向結局；8. 終極考驗 (the ordeal)：打倒最後死敵突破最終難關；9. 報酬與回饋 (the reward)：突破難關後的獎賞與回報，或者是避免負面的結果，如解除身上的魔咒；10. 返鄉 (the road back)：英雄返回起初開始的情境，回歸故鄉；11. 重生 (the resurrection)：結局回歸至故事初始的疑問或任務；12. 伴隨報酬的回歸 (the return with the reward)：故事終於結束，英雄經過不斷的冒險與排除萬難，取得期待報酬與完成任務，回歸到正常人的身份過著平凡生活。

2-2 故事結構與多向文本

林守為 (1988) 認為故事結構就是情節發展的排列組合，其目的在於維持讀者在閱讀故事事實的趣味性，結構是靈活可變通並非有一定的發展形式。另外，陳正治 (1990) 則從童話故事的角度，將故事整體的發展，來探討情節結構的變化，兩者將故事發展結構分成三種型態，如 1. 單線結構類型：主要由一條主線貫串整個故事，以主角人物以及其遭遇作為主要的描述對象，結尾時克服障礙達成最初的目標；2. 雙線結構類型：故事情節由兩條主線同時或先後進行，於故事中段的情節發展其兩條主線因關聯而接近，最後集成一條主線，完成故事的結局發展。或者只交集於一點，形成分開發展的交叉式結構；3. 多線式結構類型：故事情節由三條或三條以上的主線同時或先後進行，在中段時可能交集於一點，隨後各自分散開來並發展成自己的結局；或者交集一點後，共構成單一主線直到故事結尾。

網路媒體讓傳統故事的呈現型態有不同風貌與變革，結合多元媒材形成豐富多元的敘事空間，突破傳統線性的閱聽型態，讓作者、讀者與文本之間產生微妙的變化。故事文法可以不再是單純的線性發展型態，Barthes (1977) 曾提及理想文本 (the ideal text) 的概念，文本中每個結構之間倚靠節點 (node) 來承載資訊，以超連結方式 (hyperlink) 聯繫情節發展，且其中的文字解讀具有可逆的性質，因此敘事空間中沒有絕對的敘述順序，空間型態則類似一個裝載零碎文字的紙袋，成為多向文本的發展雛形。多向文本改變媒體訊息的呈現型態，亦為傳統文學帶來新變革。Joyce (1996) 創作出第一個具有多向文本概念的作品「twelve blue」，被視為網路文學的重要著作，讀者能自由以超連結的型式從不同網絡結構中切入，讓文本因而零散與破碎，呈現出文學中多元表現的特性，引導出全新的感受。零碎文字不具有任何固定的意義，讀者從中抽取零碎文字與進行意義重組，沒有固定的連結方式使得零碎文字之間構成了交錯網絡，且具有多向與跳躍的特性，重新賦予讀者更多的線索以打破作者的敘事空間，運用非線性模式進行閱讀，可視為解構故事文本的結構，引導讀者更多元的思考與多變的思維 (Halasz, 1988; Kolb, 2005)。

多向文本藉由節點連結成相互的網絡，呈現出不同結構表現。Horton (1990) 定義多向文本的外部組織結構型態可分為序列式 (sequence)、階層式 (hierarchy) 以及網狀式 (web)，結合 Ryan (2003) 嘗試從敘事角度將多向文本內在互動進一步整合分述三種模式，如 1. 序列式為逐字逐頁的線性呈現，是最簡單與基本的組織型式，讀者在介面選擇上只有前進與後退兩個選項，因連結不同而延伸出選擇式序列 (sequence with alternatives)，為原本線性地序列式加入多路徑概念，引導讀者互動於劇情的選擇。另一為註解式序列 (sequence with side notes) 其本質仍為線性呈現，類似傳統書本註解的方式，使用者因需求暫時跳離主線查詢補充資料後再回到主線發展上；2. 階層式為強調層次結構的編排，上層屬主要概念，下層則為細部分類與內容解說，是一般使用者較易懂的文本結構，強調故事主題與架構，有較完整的內容。故事結構的呈現方式，如網頁中常見的樹狀單向路徑結構，有著獨立分支的情節，隨時空演進使用者朝單一方向進行探索，並經由選擇而自我探索故事內容；3. 網狀式為超文本中常見的表現型式，類似人類運用聯想力的思維歷程，其文本中任何節點都藉由連結相互串連，提供無限制的連結表

現，進而組成整個超文本系統，從故事敘事性來看網狀結構提供了一個在相同空間中，並無明確的起點，因為無法保證其敘事的連貫性，讀者自由且隨機於其中漫遊，因而增添不同故事發展的可能性。

2-3 聯想性推論與組織思考

Clark (1977) 認為思考與聯想是人類獨有的心理意識活動，於人類發明史中可見運用創新思考與聯想的脈絡，如蒸氣機的發明，藉由觀察水壺燒水的原理進而聯想到機械的運作；對飛行的嚮往，也因為天空中飛翔鳥類激發出的聯想。Osborne、Erduran 和 Simon (2004) 認為聯想 (association) 是記憶、想像、思考等心理意識活動的綜合作用，亦為各種心理知覺運作的基礎意識，往往深受個體經驗之影響，且為將兩種概念藉由想像產生連結的作用。Sternberg (2005) 提出聯想可分三種型態：接近聯想 (association by contiguity)，類似聯想 (association by similarity) 與對比聯想 (association by contrast)。接近聯想是在接近的時間與空間中對於相關事物所發生的一種聯想作用，通常以經驗為基礎所觸發的一種聯想作用，例如睹物思人，觸景生情，即曾於某時間與地點所連結人事物的共同相關回憶，而引發的一種聯想型態。類似聯想則為某種事物因為與它種事物具有相似的性質，因而在思考上產生了某種關係與連結，如同飛機能夠在天空飛行的特性，剛好與玩具飛機、風箏與小鳥都有相似特質，因而思考上容易產生連結。對比聯想是同類型的事物卻因為相反屬性所產生的一種聯想型態，例如成功與失敗、正義與邪惡、美麗與醜陋的對比特性。

閱讀多向文本時，讀者需有更多的想像與推論。McKoon 與 Ratcliff (1986)、O'Brien、Shank、Myers 和 Rayner (1988) 以及 Garrod、O'Brien、Morris 與 Rayner (1990) 曾提及推論 (inference) 結合記憶、想像、思考等心理意識與知覺活動為基礎，根據已知的線索來預測出未知的事理，是一種理性思考的心智活動，可細分成「聯繫性推論 (bridging inference)」與「聯想性推論 (elaborative inference)」兩種。聯繫性推論為根據已知訊息做連貫上下文與理解文意的基礎，例如讀到「他倒臥在血泊之中，路邊還有一台摔爛的機車」，依據心中線索產生連結，認為他可能是因為騎車摔跤而受重傷，連結與整合前後文而產生聯繫推論之思維能力。聯想性推論則並非時時發生，易受限聯繫性推論的表現、讀者興趣、以及文本的互動關係，是閱讀歷程中高層次的表現，需被引導情境建構，產生更多的心智想像 (mental imagery)。

魯忠義、彭建國、李強 (2003) 提及聯想性推論是閱讀歷程中屬高層次的表現，引導讀者進行情境建構而產生心像活動，從原本故事連結與增添出更多屬於自己想像的情結，讓故事更為生動豐富。因為有聯想性推論的表現，促使讀者與文本互動時產生沈浸 (immersion) 作用，成為讀者是否入迷文本的重要關鍵。例如，小時候耳熟能詳的傳統民間故事：虎姑婆，藉由虎姑婆吃小孩的種種行為，小朋友很容易就直接聯想其邪惡恐怖的外貌，甚至融入到自身生活情境中，認為虎姑婆嗜好抓取晚上不睡覺的小孩。即使虎姑婆外貌與超越現實生活情境的想像，與故事內容發展本身並無直接關係，小朋友藉由聯想性推論的情境建構，讓虎姑婆的故事深植人心與難忘。本研究欲探討的聯想性推論之特性，亦即在多向文本的敘事發展過程，未有明顯故事線索提供於讀者閱讀時，讀者在詮釋多向文本之敘事發展時，運用聯想性推論的表現情形。

王幕瑄 (2006) 提及組織思考 (organizational thinking) 是一種將素材歸納統整與編碼的能力，可以幫助我們對於素材的記憶、理解與表達的一種心智思維能力。Bartlett (1932) 認為組織即是將訊息進行關聯性的結合，並與原有認知基模進行新舊訊息同化的過程。本研究中組織思考即是在多向文本結構非線性閱讀的狀態下，將各文本線索進行組織統整與運用的心智思維能力，從學童敘事歷程中進行觀察與分析。讀者以聯想性推論聯繫著零散文字間的意義，以組織思考再次重組與建構故事的全貌，讓原本的

故事增添出更多屬於讀者想像的情節，驅使故事聯想更為生動豐富。劉電芝、張榮華（2004）提及組織思考方式常會因訊息、組織素材不同而分成 1. 順序關聯的組織：將具有時間與空間關係的訊息依照線性發展進行順序組合的方法，例如燙傷處理的時間順序原則（沖、脫、泡、蓋、送）。2. 因果關係的組織：將具有因果關聯的事物進行統合的辦法，例如要怎麼收穫就先怎麼栽、與失敗為成功之母，即為兩類以上具有因後果關係的事物的組成，所造成因果關係的組織原則。3. 屬性關係的組織：利用網狀結構進行關係組合的辦法，例如文章寫作中的啟、承、轉與合，或者五行：金、木、水、火、土，即是因為彼此在整體中具有互相依附而行程屬性關係的組織。

三、研究程序與多向文本故事

3-1 研究程序

如圖 1 為研究程序，以故事文法與結構原理實質撰述多向文本型式的「萊特兄弟的飛行夢」之科學發明故事，並設計出探究多向文本故事的數位閱讀介面，質性敘事訪談階段皆以新竹市某國小學童為施測對象，引導學童自由選擇故事的單元。施測流程共進行兩次質性敘事訪談階段，各階段皆使用相同的「萊特兄弟的飛行夢」多向文本與故事基模。歷程觀察所蒐集的影音資料，皆整理成逐字稿進行編碼與文本分析。

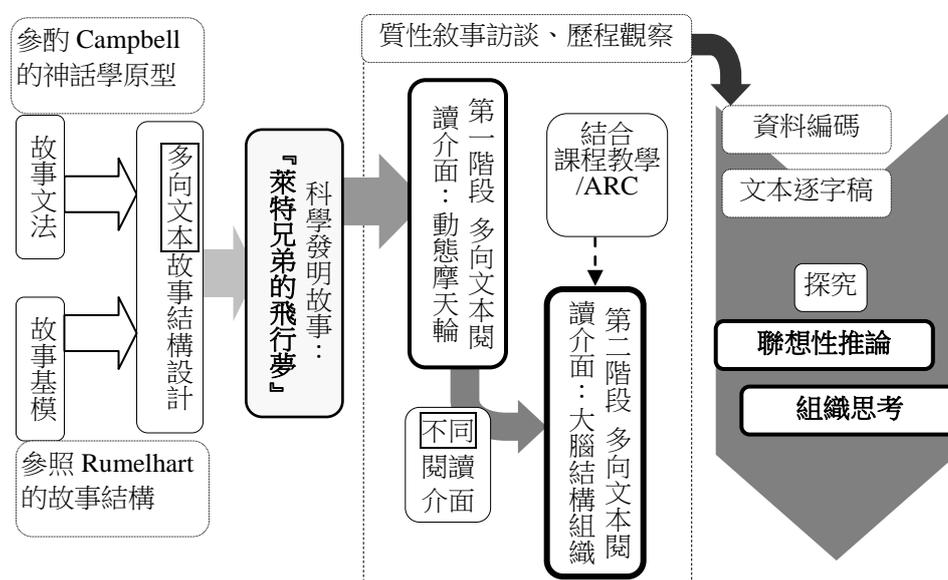


圖 1. 研究程序示意

3-1.1 第一階段敘事訪談

以「動態摩天輪（dynamic Ferris wheel）」介面形式呈現多向文本故事，主要目的在探究學童於多向文本概念，對各主題故事結構的敘事內容，其聯想性推論的運用探討，隨後進入下階段施測參考依據。此階段以 4 位國小五年級學童為敘事訪談的研究對象，為降低學童的個人表達能力影響聯想性推論的表現程度，由班級導師主觀選定表達能力較好之學童，採個別獨立進行敘事訪談歷經約 1 小時，以探究敘

事歷程的聯想性推論之表現情形。以旋繞的科學故事主題單元，學童易於切入不同故事的情節段落，產生非線性的閱讀路徑，探究學童在多向文本對各故事主題的敘事內容中，聯想性推論能力的運用探討，並將歷程觀察之初步結果進行分析。

敘事訪談可分三個步驟，步驟一為學童背景資料晤談，以瞭解基本概況做為參考資料。步驟二為引導學童歷經三次循環的自由選擇故事單元（六選一），閱讀完後針對故事四大結構內容，述說出聯想性內容並進行推論與情境建構，接著進行文意測驗，以確認是否瞭解故事大意並接續敘事訪談。步驟三則是自由敘事部分，讓學童自由重述故事，敘述印象最深刻的段落，並與前步驟進行相關參考，探究在情境建構上相關性的一致狀況。

3-1.2 第二階段敘事訪談

本階段則依附現場的課程教學活動，依據故事結構添加故事情境任務的融入要素，以及改變多向文本介面的呈現。共進行三次的現場教學活動（2011/12/24 的 08：30~09：30、2011/12/31 的 09：30~10：30、2012/01/06 的 09：00~12：00），整體活動後主觀選定教學過程中共 5 位表現活潑的國小六年級學童為研究對象。以「大腦結構組織（the composition of brain）」概念的多向文本設計，每一故事主題皆有完整結構，故事呈現參照前述的 Rumelhart（1975）提出故事文法的設計結構，將故事結構分成背景、主題、情節、結局四面向，學童更能專注於整個閱讀歷程，依照自己喜好進行重組或拋棄，來進行故事的組織與串連，刺激在不同結構間組織思考與聯想性推論能力的運用。此階段敘事訪談參考 Greenaway（1993）所提動態審視循環（active reviewing cycle, ARC）的概念，引導學童自在表現出內在想法，以助於文本資料蒐集。

結合課程活動的受訪過程歷經一小時，可分三個步驟。步驟一首先對每位學童進行故事情境與任務說明，以瞭解敘事訪談程序。步驟二引導學童共進行三次循環的自由選擇故事主題之歷程，每次選擇後再進入共兩次循環的故事結構選擇（背景、主題、情節與結局）程序。步驟三隨後每次程序於閱讀故事內容後，開始進入敘事訪談與自由重述故事。受訪過程全程影音紀錄，與事後進行資料的蒐集與編碼。參照 ARC 的方式，可分四層次的提問，彙整如表 1 所示。第一層次為事實（fact），提出故事中的客觀事實問題以探究學童的瞭解程度。第二層次為感受（feelings），提出感受性問題，瞭解學童對故事情節發展的感受。第三層次為發現（finding），提出體驗性的問題，瞭解學童從旁觀角度提出相對的反應。第四層次為未來（future），提出啟發性的問題，引導學童透過個人反省與思考，產生對未來期許與發展。

表 1. 動態審視循環的「四層次提問法」（本研究整理）

層次	提問面向	審視內容
1. 事實 (Fact)	客觀存在的線索	Ex1：萊特兄弟的爸爸帶回來了什麼東西回來？ Ex2：萊特兄弟想將什麼裝置在飛機上呢？
2. 感受 (Felling)	主角人物的感受	Ex1：你覺得萊特兄弟看到這個玩具會有甚麼樣的心情？ Ex2：為什麼沒有公司願意幫助他們開發飛機的專用引擎？
3. 發現 (Findings)	個人感受心得	Ex1：如果你是萊特兄弟的爸爸你會想送他們什麼樣的禮物？為什麼要送飛機呢？ Ex2：身為第三者來看故事，你會支持他們？還是會嘲笑他們呢？為什麼？
4. 未來 (Future)	故事之可能發展	Ex1：你認為這個玩具對於萊特兄弟未來的發展有沒有什麼重大的影響呢？ 會是什麼呢？ Ex2：你覺得愛做夢的萊特兄弟為了什麼而沮喪，之前可能發生了什麼事情呢？

3-2 「萊特兄弟的飛行夢」科學發明故事設計

3-2.1 故事文法與結構

本研究以上述故事文法結構與情節發展概念為基礎，參酌 Campbell (1949) 的神話學原型，依其發展特性與概念完成建構不同文法脈絡，故事呈現參照 Rumelhart (1975) 提出故事文法的設計結構：背景、主題、情節、結局四面向如圖 2 所示。背景主要是介紹故事角色人物與故事發生的時空脈絡，描述發明家的生長教育背景、工作背景、人事啟蒙背景與實驗研究背景。通常傑出的科學發明家往往出身於書香世家或擁有開明教育、以及家庭和樂的環境。在學校教育環境是否有良師典範的引導或者啟蒙，亦為達成卓越成就的重要關鍵。主題為故事的中心主旨，主角通常面臨衝突解決的過程，為故事情節發展與延續的重要關鍵。歷經困難挫折是磨練發明家精神態度與成就日後發明重要的關鍵，在主題上可分發明家面臨問題與挫折困難。情節由一連串具有因果關係的事件結構所構成，可能是突發事件而引發主角的感受與反應，以及可能採取的行動，描述在科學發明家的自有天賦與心智能力，凸顯面臨遭遇問題或挫折後的態度作為。故事結果呈現主角在各個情節發展的所做所為，累積後所造成的變化，可能招致如預期的目標或負面狀況。

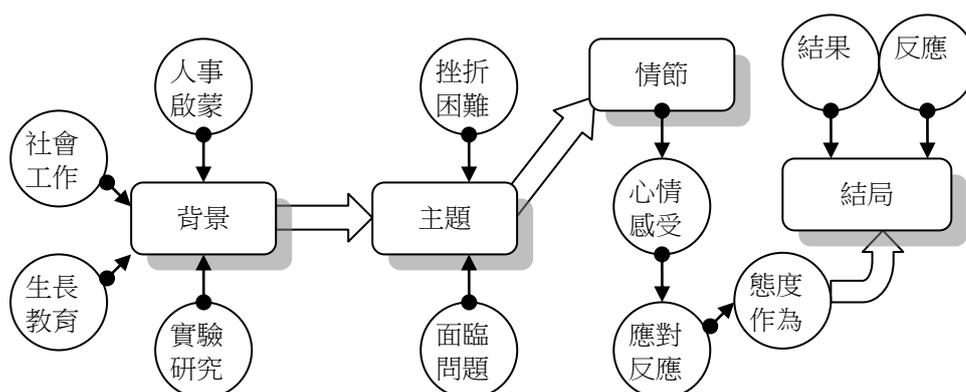


圖 2. 科學發明故事之文法結構

3-2.2 故事內容撰述

萊特兄弟 (Wright brothers) 為奧維爾 (Orville, 1871-1948) 和韋爾伯 (Wilbur, 1867-1912) 兩兄弟，被廣泛譽為現代飛機的發明者。於 1903 年完成人類首次成功的動力飛行，實現人類自動控制飛行的夢想。故事內容撰述共發展 6 則單元，各單元涵蓋預定的四種文法結構。由於以學童為研究對象，為研究需要每則故事單元長度控制在中文 600-800 字數左右，故事內容摘錄並整理於表 2。

故事第 1 單元：「小玩具大夢想」，主要描述萊特兄弟小時候收到爸爸送的飛行玩具，相當開心並想盡辦法改造，從而開啟飛行的研究熱忱與興趣。第 2 單元：「科學閱讀與決心」，說明萊特兄弟求學過程中，韋爾伯因運動比賽意外受重傷，間接產生科學閱讀的興趣，並立下未來要成為偉人的情操過程。第 3 單元：「腳踏車店的磨練」，萊特兄弟為讓腳踏車更為普級而自行開設腳踏車店，大受好評而獲得很多機械研究的經驗與信心。第 4 單元：「飛行先驅者的墜落」，李林塔爾 (Otto Lilienthal, 1848-1896) 在一場飛行實驗中意外身亡，舉世震驚，也讓全世界的飛行研究產生嚴重恐慌，卻鼓勵了萊特兄弟想要真正探究飛行原理的動機。第 5 單元：「挑戰滑翔機」，描寫萊特兄弟熱衷投入滑翔機的改造過程，從失敗中發覺飛行設計的一些錯誤，藉自行改良的風動實驗，創造出滑翔機的飛行紀錄。第 6 單元：「不

切實際的夢想」，提及萊特兄弟不在意他人嘲笑，靠著自行研發的動力引擎與螺旋槳，順利裝置在飛機上，成功打造了人類第一架動力飛機。

表 2. 「萊特兄弟的飛行夢」科學發明故事文法結構設計（部分摘錄，由本研究編撰）

故事單元	背景	主題	情節	結局
1. 小玩具大夢想	萊特兄弟小時候，父親從遠方傳教回家帶來一個飛行小玩具。（生長教育的背景）	萊特兄弟在玩的過程中想要挑戰讓飛機越飛越高。（面臨的問題）	萊特兄弟於是進行改造飛機玩具的計畫，並且進行了許多實驗。（態度作為）	玩具飛機成功的飛行，讓萊特兄弟感到相當振奮，並且開啟了對於飛行研究的興趣。（結果與反應）
2. 科學閱讀與決心	韋爾伯高中時期在學校參加曲棍球比賽。（生長教育背景）	在比賽個過程中，韋爾伯意外受傷，必須臥床在家休養，無法到校學習。（挫折困難）	韋爾伯利用這段時間，大量閱讀許多課外的科學偉人傳記，並且與弟弟分享與討論。（應對反應與態度作為）	學到了很多科學知識與偉人的情操，立下未來要有一番作為的決心。（結果與反應）
3. 腳踏車店的磨鍊	萊特兄弟對於運用年輕所學開設報社賺錢。（工作的背景）	奧維爾為了要送報想要添購腳踏車，但哥哥韋爾伯認為當時的腳踏車太貴。兩兄弟意見不合為此事件產生衝突。（面臨的問題）	在衝突中，萊特兄弟仔細思考當時腳踏車售價昂貴的原因，發現了其中的原因，他們打算自行開設腳踏車公司。（應對反應與態度作為）	製造出的腳踏車頗受好評，讓他們賺了些錢，並且對於自己機械製造的能力更有信心。（結果與反應）
4. 飛行先驅者的墜落	當代的著名飛行家，飛行先驅者李林塔爾在一場飛行表演中墜落失事。（人事啟蒙的背景）	李林塔爾墜落失事引起世界對於飛行的恐慌，並且讓萊特兄弟對於飛行的夢想產生了衝擊。（挫折困難）	萊特兄弟不畏懼飛行死亡的恐懼，決定正式投入飛行研究，積極進行相關資料的蒐集。（態度作為）	發現了當代還沒有人類提出對於控制飛行器的要素與方法。（結果）
5. 挑戰滑翔機	萊特兄弟開始熱衷地投入滑翔機的研究。（實驗研究的背景）	萊特兄弟所設計體積更為龐大的二號滑翔機不幸的墜落。（挫折困難）	萊特兄弟覺得事有蹊翹，認為從前提出的理論與飛行的數據可能有問題，為了實驗，他們打造了風洞實驗。（應對反應）	所創造的第三架滑翔機破了當時飛行的記錄，但他們並不因此滿足。（結果與反應）
6. 不切實際的夢想	萊特兄弟希望飛機能突破傳統滑翔機的限制，能靠自己的動力飛行。（實驗研究的背景）	萊特兄弟試圖將發動機裝在飛機上，但由於重量太重導致飛機無法起飛，受到大家揶揄譏笑。（挫折困難）	萊特兄弟感到一片絕望，但仍堅持挑戰的決心並抱有一絲希望，他們打算自行設計飛機專用引擎。（應對反應與態度作為）	成功的打造出專用引擎與螺旋槳，裝置在飛機上，打算進行萬眾矚目的試飛。（結果）

3-3 多向文本閱讀介面設計

3-3.1 第一階段：以旋繞排列式「動態摩天輪」概念為故事文法的呈現結構

旋繞排列式是一種介面型的概念，將故事單元排列圍繞、且依序成圓形狀態，同時驅使圓形旋轉使得故事單元不斷改變彼此在圓週端的相對排列位置，如下頁圖 3a 以動態摩天輪為介面的結構設計，呈現出沒有順序暗示的設計概念，摩天輪中每一個輪艙為一個故事主題，刻意營造出多向文本沒有明顯起

始、結尾與順序的概念，引導學童隨機選擇故事單元，後將故事主題內容依照段落進行結構化的線性呈現，如圖 3b 呈現方式視為單階層式的多向文本，即進入節點後的內容則是以序列的呈現方式，並且以每一故事文句做為一個呈現頁面的結構。

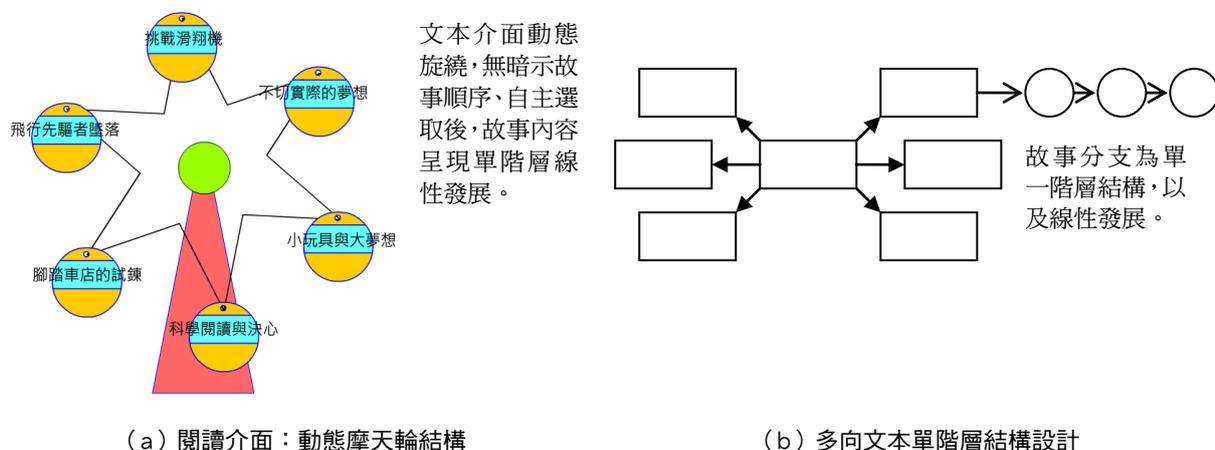


圖 3. 旋繞排列式之動態摩天輪的多向文本介面
(<http://can.elt.nhcue.edu.tw/storyNP/interview/leading/story.html>)

3-3.2 第二階段：以空間拼圖式「大腦組織結構」概念為故事文法的呈現結構

空間拼圖式有別於前述階段，以類似藏寶圖特性的「大腦組織結構」概念，如圖 4a 所示，暗示地圖的分割區塊呈現重要的尋寶線索，因此缺一不可，每塊地圖具有重要的關連性，以強化整體故事中各主題間的相關性與重要性。此外在多向文本結構設計上，學童切入各故事主題後，以雙階層結構設計呈現介面，如圖 4b，引導學童在各部分的故事結構間（即不同的故事塊與故事塊之間）進行遊歷與跳躍，驅使學童在閱讀故事主題內容上產生斷裂、破碎的可能，在敘事歷程上需用心智思維將文本進行組織與推論，鼓勵多向文本發展與運作概念。

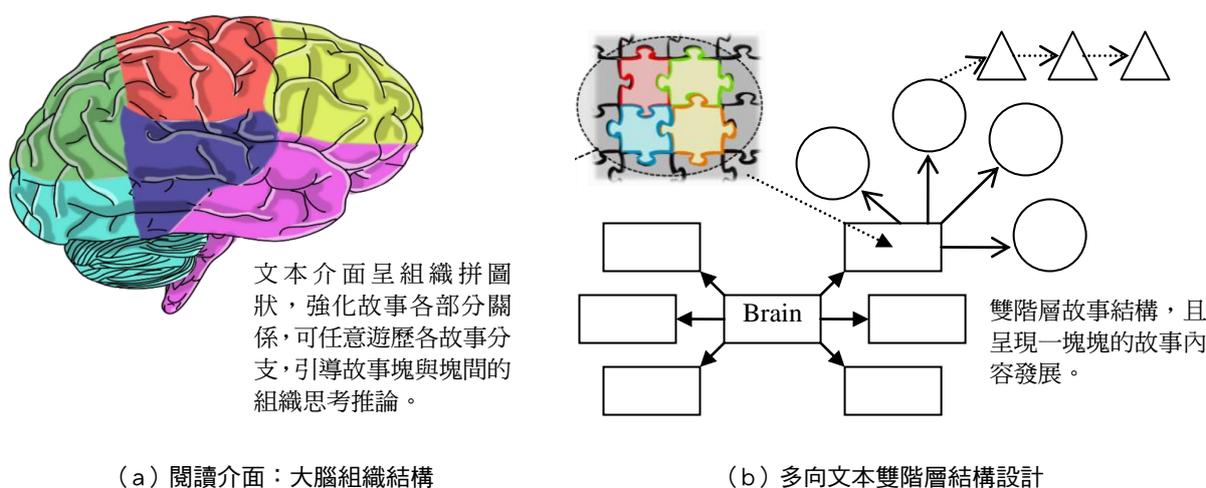


圖 4. 空間拼圖式之大腦結構組織的多向文本介面
(<http://can.elt.nhcue.edu.tw/storyNP/interview/formal/brain.html>)

四、科學發明故事之敘事歷程探究

4-1 「動態摩天輪」多向文本之敘事歷程

本階段以「動態摩天輪」多向文本進行敘事訪談，探究敘事歷程中其聯想性推論能力與情境建構之狀況。表 3 為整理四位學童的背景概況與簡述敘事歷程，每位學童選擇故事單元並進行閱讀、敘事訪談後完成文本分析。依照閱讀順序，學童所選擇的故事單元多為第 6、5、1 故事單元，初步整理其特性如後所述。

表 3. 第一階段之學童背景整理與敘事歷程簡述（本研究整理）

學童	A1/男學童	A2/女學童	A3/男學童	A4/女學童
背景概況	喜愛閱讀，以前看過萊特兄弟，但無法描述詳細內容。	最愛哈力波特小說，記得曾在三年級的課本中讀過萊特兄弟。	喜歡自然科讀物，有聽過萊特兄弟的故事。	喜歡鬼故事，有聽過萊特兄弟的故事。
敘事歷程簡述	閱讀速度快，文意測驗皆能迅速答對。回答明確詳實，多能切中問題要旨，重述故事時能涵蓋大部分故事內容，但不是依照閱讀順序所產生的故事，為依據整體故事情節發展順序，進行故事重述。	表現較為害羞，閱讀速度仔細。能積極主動講出自己的想法，回答符合問題要旨，重述故事時較為單薄簡略，且無關閱讀順序並依據整體故事情節發展而成。	專注地閱讀故事，個性害羞對於故事描述豐富。問題多能切中題意回答，但需要引導或換句話說方式進行解釋。重述故事則多為依照故事時間發展的結構進行。	個性活潑回答問題從容自在，但無專注思考，回答內容不多，需更多提示才能說出。易於連結自己的生活經驗，常需藉由引導才能講出，思考較久，最後重述故事表現較為零散且沒有重點。
閱讀順序	6.不切實際的夢想 1.小玩具大夢想 4.飛行先驅者的墜落	5.挑戰滑翔機 2.科學閱讀與決心 1.小玩具大夢想	5.挑戰滑翔機 6.不切實際的夢想 1.小玩具大夢想	6.不切實際的夢想 1.小玩具大夢想 5.挑戰滑翔機

4-1.1 在故事單元的背景形成上有一致性聯想性推論

學童在「不切實際的夢想」其實驗研究之背景裡，一致認為萊特兄弟希望飛機能突破傳統滑翔機的限制，能靠自有動力輔助飛行，其背景成因聯繫於對天空生活的嚮往，可能是小鳥生活於天空的憧憬，進而觸發其動力飛行的形成背景。類似的聯想性推論內容亦出現在「挑戰滑翔機」中，A2 同樣聯想萊特兄弟參與滑翔機的設計是因為其對空中飛行的夢想，僅 A3 聯想萊特兄弟是因為製作滑翔機較有挑戰性、可獲得成就感，而開始飛行發明的探險。

4-1.2 在故事單元主題與情節發展兩者結構中呈現差異的聯想性推論

在故事主題與情節發展結構中，學童呈現明顯差異。A1 學童直接運用故事線索而聯想性推論，認為「不切實際的夢想」所提及腳踏車技師的支持，是萊特兄弟堅持不放棄的原因；A3 則聯想他們不斷鑽研技術突破困難，粉碎民眾的揶揄嘲笑；A4 則直接認為因為始終懷抱夢想就是他們堅持的關鍵。A2 聯想在「挑戰滑翔機」，統合了之前故事單元的經驗，萊特兄弟不受前人失敗的影響，其意志力是源於實驗中不斷失敗的刺激所培養；A3 則另外聯想因為父母以鼓勵取代責罵的教育態度，間接引導萊特兄弟繼續

改良裝置設計的效能。回溯至萊特兄弟的生長教育背景，在「小玩具大夢想」中，A1 與 A2 分別聯想父親從小對萊特兄弟的未來成就期待，教導培養實驗精神改造玩具、以及鼓勵創造新事物，唯有 A3 獨有聯想因為萊特兄弟具有天份，加上興趣與刺激才能以小玩具啟發而成就未來發展。

4-1.3 在故事情節發展的結果與反應上，呈現正向發展的聯想性推論

在「不切實際的夢想」的結果與反應上，萊特兄弟最後試飛自製動力飛機，A1、A3 與 A4 學童皆一致性認為會試飛成功，進而聯想性推論將改變世界交通且興起飛行熱潮，另外也帶動火箭的研究啟發。在「挑戰滑翔機」中，A2、A3 與 A4 學童聯想性推論即使萊特兄弟成功試飛滑翔機，一致認為不會因此自滿將繼續朝更遠大目標邁進，開發乘載更多人、飛行更快的飛機。而在「小玩具大夢想」中，A1、A2 與 A3 學童聯想萊特兄弟幼時許多啟發與鼓勵引發未來正面發展具連帶關係，更是設計與改造飛機所需具備的觀察力與創新能力之泉源。

4-1.4 科學發明故事基模的本質

綜合前述可看出故事基模的本質，學童從過去所閱讀過的科學發明故事讀本，正因為是故事而受故事應有的特性，認為所有發明家皆有偉大的夢想，即使夢想當時不切實際、甚至天馬行空，經發明家的努力不懈、突破困境，最後故事結局將為正面且對人類有所貢獻，這似乎也呼應 Campbell 所提英雄之旅的程序，尤其在其神話學模型中：尋常世界的冒險、跨過第一個門檻、終極考驗、報酬與回饋、伴隨報酬的回歸等典型上具有類似的特質。另外在故事基模的背景成形上有其一致性現象，主要在發明家對建構夢想的起始過程，是一種結合個人特質（如教育啟蒙、精神導師的相助、自我態度與作為）與聯繫外在引導與刺激（如鳥的飛翔、前人經驗、事物的啟發）、進而滿足自我成就實現等的典型特質，即使在情節發展的過程中，運用故事線索進行聯想性推論呈現出差異的敘事歷程，但終究會推論出夢想必定實踐、具備正面發展的故事結果。

「動態摩天輪」的方式雖在選擇故事主題達到非線性的效果，但在每個故事主題的結構內容仍維持線性的表現，學童全部閱讀後其敘事內容大多從文本線索直接運用，少有不同主題結構之間的組織與整合，研究程序進行下一階段，著重於探究敘事歷程的組織思考運用情形。

4-2 「大腦組織結構」多向文本之敘事歷程

本階段結合教學活動並以「大腦組織結構」多向文本進行敘事訪談，探究組織思考中情境建構之狀況，於課程與教學活動中，對學童實施故事結構與聯想之練習活動。表 4 為整理五位學童的背景概況與簡述敘事歷程，依照閱讀順序，學童所選擇的故事單元多為第 6、1 故事單元，整理逐字稿並文本分析歸納特性如後所述。第二階段結合 ARC 模式的敘事訪談逐字稿，以及 B1 至 B5 學童述說歷程中完整故事文法脈絡的示意圖解，詳細可見http://can.elt.nhcue.edu.tw/storyNP/verbatim_words.pdf。

4-2.1 故事線索的前後組織思考與聯想性推論的運用

空間拼圖多向文本似乎引導學童在敘事歷程上，呈現明顯的故事線索進行前後組織與連貫性思考。對於故事線索未曾提及部分，敘事歷程中少有聯想性推論情形，如「挑戰滑翔機」文本中提示前人錯誤理論的線索，B1 學童認為發現錯誤理論使萊特兄弟得以參考並分析改良、發明更厲害的飛機，將線索做合理組織並進行連貫性思考的表現。在「不切實際的夢想」裡，進一步要求解釋何謂更厲害的飛機時，

B1 初步無法提出看法，然隨線索持續增加，文本解釋發明飛機的需求動機與失敗的經驗後，B1 則逐漸加入自己的想像，甚至認為萊特兄弟原想創新出不受風力限制的無人動力飛機，並提出更人性化操控飛機方式的描述，突破傳統機械控制的領域，改以意志力來運作飛機等較不合乎故事邏輯、偏向聯想與想像的情境。

故事線索提及不足的狀況，多向文本或許更能引導學童的聯想性推論且難以進行連貫性組織思考之運用情形，如 B2 學童面臨上述情境，敘事歷程中少有針對故事主題與情節進行描述，當研究嘗試引導 B2 從原本第三人稱的旁觀者角色，初步僅能簡單回覆，無法論述故事的整體發展、故事脈絡模糊。然研究引導轉變為第一人稱主觀角色，B2 能針對問題核心提出個人意見，以自己的個性與生活經驗來解釋與聯想，經萊特兄弟的態度作為進行自我反思，似乎僅投射出對故事主題、情節的自我感受。或許是平時少有閱讀經驗，另一方面發現 B4 學童在面臨故事線索不足時其敘事中組織能力的薄弱，且延伸了聯想範疇致使敘事內容過於激進，反應個人特質，例如反應自己能發明戰機驅除邪惡主持正義的期望；然當線索轉變具體時，敘事內容逐漸符合問題邏輯，譬如認為萊特兄弟能掌握飛機的關鍵原理是組織過去飛機成功不能僅靠風力因素，機件結構也要考量，思考與推論漸能掌握文本線索進行有效組織，少有過於幻想的敘事情節。

表 4. 第二階段之學童背景整理與敘事歷程簡述（本研究整理）

學童	B1/男學童	B2/女學童	B3/男學童	B4/女學童	B5/男學童
背景概況	喜歡歷史小說，曾讀過萊特兄弟，但無法描述完整細節。	喜愛課外小說讀物，只記得在三年級課本讀過萊特兄弟。	平時喜愛自然與科學書籍，熟悉萊特兄弟能說出故事發展細節。	平常少閱讀，喜愛電玩，記得三年級課本中讀過萊特兄弟	喜愛電玩與科幻書籍，生活中充滿幻想，只知萊特兄弟與發明飛機有關係。
歷程描述	訪談歷程自然互動多，問題多能立即回饋。故事文本內容與呈現型態掌握自如，表達能力佳，清楚條理陳述自我想法。	認為課程活動益於激發故事的聯想，訪談歷程較為拘謹有自己的想法，常將自我生活經驗套用到故事情節發展與事件聯想，而重述故事較難有效統整故事歷程發展經過。	訪談歷程輕鬆自然，專注與仔細文本閱讀。描述故事背景知識深奧豐富，以此為故事情節發展和聯想的來源依據，甚至超出文本內容所提供線索。	訪談歷程較少發言，無法仔細閱讀文本，使得產生疏漏，較難以文本內容線索進行聯想，多從結果觀點解釋所有事物，重述故事時組織能力薄弱。	訪談歷程中勇於表現自己的想法，在故事情節發展與聯想上多有平日喜好電玩內容的特徵，歷程後半段不太專心且愛閒聊，曾中途兩次短暫離場。
閱讀順序	5.挑戰滑翔機情節、背景 2.科學閱讀與決心結局、情節 6.不切實際的夢想背景、主題	1.小玩具大夢想主題、情節 3.腳踏車店的磨練主題、情節 6.不切實際的夢想主題、情節	3.腳踏車店的磨練結局、背景 6.不切實際的夢想結局、情節 1.小玩具大夢想主題、背景	1.小玩具大夢想結局、主題 4.飛行先驅者的墜落結局、背景 2.科學閱讀與決心情節、背景	6.不切實際的夢想背景、結局 4.飛行先驅者的墜落背景、主題 1.小玩具大夢想背景、結局

4-2.2 敘事中單一故事線索聯繫於整體組織思考、呼應閱讀順序的現象

多向文本引發學童與文本互動有不同閱讀經驗，故事文本具有跳躍與片段特性，呈現故事線索（從單一）聯繫著整體組織思考、也呼應閱讀順序的現象。B4 學童在閱讀「飛行先驅者的墜落」後，提及萊

特兄弟面臨正式的飛行實驗前，曾以過去玩玩具飛機的模擬經驗作為借鏡，促使能夠完成探究飛行原理、是種具有步驟的發明計畫，線索聯繫故事的組織發展。B2 學童在閱讀「腳踏車店的磨練」後，提及萊特兄弟因為有以前製作與測試玩具飛機的經驗，技術應該純熟加上堅強意志與努力不懈，應能克服他人的不信任與嘲笑。兩者皆呈現「小玩具大夢想」其主題內容屬於故事情節發展的基礎，視為前置階段的脈絡線索，卻也聯繫著故事整體的組織發展，呼應閱讀順序的現象。

4-2.3 組織思考過程的聯想性推論之現象

聯想性推論在閱讀與敘說故事中扮演重要角色。敘事訪談過程中，文本線索成為運用聯想性推論的引導來源與基礎，組織故事結構過程中常呈現出聯想性推論的現象。B1 學童閱讀多向文本並組織故事背景與情節，在「挑戰滑翔機」裡曾以文中線索「打造風洞實驗」進行聯想性推論，提及萊特兄弟積極發明模型飛機的實驗測試方法，源自瞭解打造與真實飛機一樣大小的實驗將耗費更多時間、成本且不易觀察，也是由於萊特兄弟受前人失敗、與本身生長教育背景的影響。

B3 學童同樣於閱讀後與組織故事結構過程中，在「腳踏車店的磨練」裡呈現聯想性推論現象，提及萊特兄弟發明飛機的初期階段，他們僅能動手改良他人的機械製品作為測試是由於經濟條件不佳，也顯示萊特兄弟正值年輕應該喜愛從閱讀相關書籍中獲取有關腳踏車機械的知識，最後完成在「不切實際的夢想」裡，不顧民眾嘲笑而證明能實現飛機飛行實驗的夢想創舉。同樣現象亦出現於 B5 學童敘事其「小玩具大夢想」裡，提及萊特兄弟因為幼時受鳥於空中自由翱翔的意象，自己的玩具飛機在飛行時單靠風動力卻呈現不穩定狀態，激發探究飛行的原理與方式，逐漸引導萊特兄弟發明飛行器的夢想，同時進一步述及這夢想也是萊特兄弟的父親一生的期望，因為年事已高故寄託兩兄弟得以實踐。B5 甚至延伸推論後的故事情節，呈現故事文本中不曾提及的情境，認為萊特兄弟有信心完成公開試飛任務是因為他們曾於私底下事先完成演練，已做好縝密準備；另外在「飛行先驅者的墜落」裡，於飛行競賽中失去另一名飛行先驅者，剛好為萊特兄弟剔除其他強勁對手，增加未來成功與成名的機會，此觀點論述似乎有別於前述 Campbell 提及的反覆進行考驗，凝聚盟友與共抗敵人之典型特徵，形容萊特兄弟不具企圖野心，將自己成功因素根源於他人的失敗與殞落上。

4-2.4 科學發明故事基模的本質

學童閱讀多向文本與組織結構過程中，以故事線索進行聯想性推論故事情節之發展，部分結果似乎呈現不合邏輯與過於背離主軸，礙因敘事訪談方式之限制無法推究其緣由，從文本分析彙整關於故事基模的特性，分述如後。

1. 故事背景與主題聯繫生活經驗的再現 (representation)：探究發現敘事過程所運用的背景/主題聯繫著當前的社會重要議題、學童生活與學習經驗、以及背景知識，形塑出敘事的故事基模，如 B1 學童運用故事線索而聯想性推論後，不斷強調石油資源的重要性，文本並無提及石油資源的利用，卻引導談及石油資源在當下的關鍵性，呼應當前這重要社會議題。當引導 B4、B5 學童自由敘事與重述故事時，聯想性推論內容幾乎聯繫著學童日常生活作為、興趣喜好（其敘事曾出現「槍」與「戰爭」等具有戰爭、侵略性意涵的共同詞彙，可能受於平日喜愛電玩的影響）。
2. 典型的成功故事結局：學童閱讀多向文本及其敘事歷程，認為即使故事是不切實際與天馬行空，發明家的夢想一定能被實現，且未來對人類有所貢獻，呈現典型的成功故事結局，隨閱讀故事的經驗增加，逐漸同化形成故事基模。多向文本中呈現負面的故事線索，仍逐漸導向成功結局

的故事發展，如 B1 學童提及發明家所歷經的嘲笑與磨難是必經歷程，更是邁向成功路途中不可或缺的特性。B3 認為萊特兄弟在練習過程應該不會完美有失敗的危機，同時要承受旁人的悲觀或嘲笑，雖面臨一連串的失敗打擊終究會完成夢想。

3. 情節中人物的刻板印象：科學發明故事描述發明家的奮鬥歷程，其發明家的個人特質、性格、際遇與努力程度影響成功發明的重要關鍵，敘事內容中呈現人物的刻板印象，具備共通性描述的故事基模。發明家通常具有異於常人的堅持，流露出天才的好奇、直覺與自信，如 B2 認為每次萊特兄弟陷入挫折皆能解決是因其個人特質，除天分足夠不放棄也是主因。B3 認為萊特兄弟具備的知識與技能，源自好奇與自學，較少旁人指導，隱約透露出天才特質。而 B5 認為自信是與生俱來的特質，萊特兄弟從小喜愛探究玩具飛機，且因好奇而觸發飛行夢想，並有自信能突破飛行將遭遇的困境。依文本中線索提示，呈現共同的發明家在性格與行為態度描述。

五、結論與建議

本研究經兩次階段的質性敘事訪談，完成大量的逐字稿內容並進行文本分析。就聯想性推論部分，發現學童述說其故事背景中，存有一致的聯想性推論現象；另外從述說歷程中，同時發現在故事主題與情節發展兩者結構之間，另外存有差異的聯想性推論狀況，且在故事情節發展結果與反應上皆呈現正向發展的聯想性推論內容；文本分析最後提出其科學發明故事基模的特質，主要為科學發明家對夢想建構起始起源於科學家的個人特質，例如教育啟蒙、精神導師的相助、自我態度與作為，並需要結合外在的引導與刺激，例如鳥的飛翔、前人經驗、事物的啟發，進而促成自我成就實現的典型特質。

另在組織思考部分，述說歷程中其故事線索明顯前後組織與連貫思考，同時包含可見的聯想性推論現象；而單一的故事線索，則具有聯繫整體組織思考之功能，並能呼應閱讀的順序過程，分析同時發現組織思考過程中亦見聯想性推論現象，並同時彙整提出其科學發明故事基模的特質，例如發現科學家的生活經驗再現於故事主題與背景中，故事的典型成功結局，以及科學家人格特質的刻板印象。本研究綜合前述文本分析所述及的現象特性，以動態摩天輪、大腦組織結構的閱讀介面型態，彙整出多向文本的閱讀介面、以及所呈現的故事基模之特性敘述如後。

5-1 多向文本之閱讀介面特性

多向文本的科學發明故事，引導學童組織思考故事結構，經文本線索呈現以零碎與跳躍方式進行聯想性推論。閱讀介面的差異同樣引導不同的互動述說歷程，第一階段的動態摩天輪多向文本介面，引導學童自由選擇旋繞排列的故事單元，每個單元依照線性的故事發展與文法結構持續閱讀，即使學童皆各有獨特的閱讀路徑，然在敘事內容上發現學童所描述的故事背景則具有一致的聯想性推論內容，而主題與情節發展雖然是線性的故事素材，卻另外發現其敘事內容的差異，可知當面臨相類似的文本線索時，仍可能引導具有差異的聯想性推論結果，但無論聯想推論過程如何演變，結尾時仍呈現出正向發展的聯想性推論內容，研究也顯示聯想性推論內容多半產生於文本線索未有提示清楚之情形。

從第二階段的大腦組織結構介面之文本逐字稿分析，探究學童的敘事歷程所呈現的特性發現，應用組織思考進行故事拼圖之敘事內容，多有 Campbell 所提英雄旅程的起始背景與環境塑造、結尾的英雄抗拒奮鬥與結局延續的原型模式，顯示學童在拼湊未見的敘事結構時，具有傾向 Rumelhart 所提故事文法的背景、主題、情節、結局四種結構概念，來填滿與連結敘事過程裡的斷層，即使切入不同時間發生順

序的故事單元，重述內容仍能合乎發展邏輯的時空背景進行敘事，原多向文本所引致的零碎與非線性的片段敘事，學童仍可依據文本線索進行組織故事結構，且故事情節呼應閱讀順序。然故事重述與組織能力似乎與學童平時的閱讀習慣有關，譬如 B5 學童平時喜愛電玩與科幻書籍，其反應出的敘事內容較無法細緻探究其組織故事的特性，常見跳脫原有閱讀順序之情形，且普遍以聯想性推論處理與延伸文本線索未有提及的故事情境。由此可知，聯想性推論常見在組織思考歷程中，運作於文本線索不足時而產生未提及清楚的空缺，以協助完整建構學童選擇故事單元中其未能閱讀的故事結構，即使呈現單一的文本線索，亦能聯繫於整體的組織思考，於學童重述故事進行敘事時描述完整的故事發展。

5-2 故事基模的特性

相較於故事基模的差異，學童面臨多向文本的故事結構，其敘事歷程的差異變化，受於組織思考能力的表現，文本線索的運用外仍會適時加入自己的觀點和意見，尤其是再現生活經驗的現象，而趨向發展出典型的故事基模，如故事結局的模式、發明家的個人特質與天份、須遭遇助於啟蒙的人事物，仍不脫離 Campbell 所提英雄之旅的發展階段。雖然大腦組織結構的多向文本，已強化故事在部分與整體間的關連性，但學童若無法適時表現組織思考，重述故事易受制於多向文本呈現出破碎的故事片段，甚至衍生倒果為因、時序混亂的敘事內容，即使學童以聯想性推論填補線索空缺，其推論內容常過於幻想與違背邏輯，確實發現學童在敘事歷程有迷途現象。

探究學童敘事歷程與文本分析後，得知兩種多向文本介面在敘事特性上的差異。動態摩天輪本質上屬於單階層的多向文本，多向的故事路徑後呈現線性的故事發展，文本線索不足時多半引致敘事一致性的故事結局，多為自由想像與聯想所推論出的內容，較無法表現出細緻與具體描繪的歷程。大腦組織結構本質上屬雙階層的多向文本，故事單元結合多向路徑且分述其背景、主題、情節與結局階段，文本線索不足以聯想性推論所呈現敘事內容，亦能助於聯繫與組織出完整的重述故事內容，雖多向文本的破碎與跳躍特性，其敘事歷程仍較具連貫性表現，更能見於 Campbell 所提英雄旅程模式。

5-3 建議

兩次質性敘事訪談所採取的國小學童研究對象，由於受測學童經閱讀科學發明故事多向文本後，需進行述說敘事歷程以展現聯想性推論與組織思考之表現情形，學童本身若趨向寡言與被動回饋，不擅長積極於陳述自我推論與閱讀邏輯，將難以周延紀錄研究採行的質性敘事訪談。因而第一階段受測學童由班級導師依平日活動挑選表達能力較好的 4 位學童，第二階段則經三次教學現場的實施授課活動後，由研究者選擇教學活動中 5 位表現活潑之學童進行敘事觀察。

基於質性敘事訪談的特性，研究未有依據個人背景而擇定對象，僅依據學童的活潑表現協助完成周延的敘事訪談，無法深入回溯學童背景差異與資質程度，所反應與表現出敘事歷程中聯想性推論與組織思考之應用情形。閱讀多向文本後，述說歷程可能因學童的生活背景，如閱讀習慣與造就習慣養成的生活環境，以及個人資質程度如先備知識、語文程度、閱讀能力與創造力等有其密切關連。如 B4 學童在原教學活動中表現積極與活潑，然閱讀多向文本並進入敘事訪談時，卻少有發言與組織思考情形，或許與平日並無養成閱讀習慣，以及少有接觸閱讀以文字語句描述為主的內容有關；另外，B5 學童閱讀多向文本述說敘事歷程中，進行敘事拼圖間的組織思考描述，從完整訪談稿得知其表述內容多與平時接觸的電玩遊戲的武器、外星人科幻故事有關，顯示學童平日接觸的外在刺激訊息自然造就出敘事內容的回答。未來研究可持續深究學童背景與資質上分組進行敘事訪談，以瞭解在背景與資質差異下其聯想性推論與組織思考的應用表現情形。

從探究學童的敘事歷程中得知，科學發明故事的多向文本設計，提供更多元的敘述故事方法以操弄、佈局故事文法與結構，引導讀者進入更易形成趣味與想像的互動空間。研究建議以空間拼圖的介面型態切入多向文本的閱讀與探索，文本線索可助於讀者進行組織與思考故事結構，文本線索不足時，其拼圖的空缺區域暗示了故事文法的發展，此基礎下讀者似乎有良好的敘事表現，也易見更為明顯的故事基模、以及更多元的聯想性推論內容。本研究成果期望作為學童在科學故事創作、故事創意思考教學與數位敘事設計等實務依據與研究參考。

參考文獻

1. Alba, J. W., & Hasher, L. (1983). Is memory schematic? *Psychological Bulletin*, 93, 203-231.
2. Andrew, G. (2004). *Interactive storytelling: Techniques for 21st Century fiction*. Natick, MA: A K Peters Ltd.
3. Barthes, R. (1977). *The photographic message* (S. Heath, Trans.). In S. Heath (Ed.), *Image, music, text* (pp. 15-31). New York, NY: Hill and Wang.
4. Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
5. Bradshaw, D. (2007). *The Cambridge Companion to E. M. Forster*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
6. Campbell, J. (1949). *The hero with a thousand faces*. New York, NY: Bollingen.
7. Clark, H. H. (1977). *Bridging*. In P. N. Johnson-Laird & P. C. Wason (Eds.), *Thinking: Readings in Cognitive Science* (pp. 411-420). England, Cambridge: Cambridge University Press.
8. Garrod, S., O'Brien, E. J., Morris, R. K., & Rayner, K. (1990). Elaborative inferencing as an active or passive process. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16(2), 250-257.
9. Goodman, K. S. (1967). Reading: A psycholinguistic guessing game. *Journal of the Reading Specialist*, 4, 126-135.
10. Greenaway, R. (1993). *Playback: A Guide to Reviewing Activities*. Windsor and Edinburgh: The Duke of Edinburgh's Award in association with Endeavour Scotland.
11. Halasz, F. G. (1988). Reflections on note-cards: Seven issues for the next generation of hypermedia systems. *Communications of the ACM*, 31(7), 836-852.
12. Horton, W. K. (1990). *Designing and writing online documentation: Help files to hypertext*. New York, NY: Wiley.
13. Idol, L., & Croll, V. J. (1987). Story-mapping training as a means of improving reading comprehension. *Learning Disability Quarterly*, 10, 214-229.
14. Joyce, M. (1996). *Twelve blue, electronic literature collection 1*, Retrieved 19 August 2012 from http://collection.eliterature.org/1/works/joyce__twelve_blue.html.
15. Kintsch, W. (1977). On comprehending stories. In P. Carpenter & M. Just (Eds.), *Cognitive Processes in Comprehension*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
16. Kolb, D. (2005). Association and argument: Hypertext in and around the writing process. *New Review*

- of Hypermedia and Multimedia*, 11(1), 7-26.
17. Lambert, J. (2002). *Digital storytelling: Capturing lives, creating community*. Berkeley, CA: Center for Digital Storytelling.
 18. Liao, G.-Z. (2011). Multipath digital storytelling - A study on interaction design of the scientific invention story. *Metaverse Creativity*, 2(1), 7-31.
 19. McKoon, G., & Ratcliff, R. (1986). Inferences about predictable events. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 82-91.
 20. O'Brien, E. J., Shank, D. M., Myers, J. L., & Rayner, K. (1988). Elaborative inferences during reading: Do they occur online? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 410-420.
 21. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). *Ideas, evidence and argument in science. In-service training pack. Resource pack and video*. London: Nuffield Foundation.
 22. Rand, M. K. (1984). Story schema: Theory, research and practice. *The Reading Teacher*, 37(4), 377-382.
 23. Ryan, M. L. (2003). *Narrative as virtual reality: Immersion and interactivity in literature and electronic*. Washington, DC: Johns Hopkins University Press.
 24. Rumelhart, D. E. (1975). Notes on a schema for stories. In D. G. Brown & A. Collins (Eds.), *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science* (pp. 211-236). New York, NY: Academic Press.
 25. Scheub, H. (1975). Oral narrative process and the use of models. *New Literary History*, 6(2), 353-377.
 26. Schütze, F. (1977). *Die Technik des narrativen interviews in Interaktionsfeldstudien- dargestellt an einem Projekt zur erforschung von kommunalen machtsstrukturen* (Unpublished 17 manuscript). University of Bielefeld, Department of Sociology, Bielefeld, Germany.
 27. Schütze, F. (1983) *Narrative Repraesentation kollektiver schicksalsbetroffenheit*. In E Laemmert (ed) *Erzaehlforschung* (pp. 568-590). Stuttgart: J B Metzler.
 28. Stein, N. L., & Glenn, C. G. (1979). An analysis of story comprehension in elementary school children. In R. O. Freedle (Ed.), *New Directions in Discourse Processing* (Vol. 2, pp. 53-120). Norwood, NJ: Ablex.
 29. Sternberg, R. J. (2005). *Cognitive psychology* (4th ed.). Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
 30. Thorndyke, P. V. (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. *Cognitive Psychology*, 9, 77-110.
 31. Tsang, K. T. (1995). *Negotiation of therapy agenda: Development of a process coding system* (Unpublished thesis of doctor of philosophy). Faculty of Social Work, University of Toronto, Ontario, Canada.
 32. 王郁昭、鄭英耀、王靜如（2003）。科學故事融入自然科教學對學生科學本質觀之影響。《中華民國第十九屆科學教育學術研討會論文集》（頁 1-7）。台北：臺灣師範大學理學院。
Wang, Y. J., Jheng, Y. Y., & Wang, J. R. (2003). The impact of Science stories involving science teaching on students' scientific conception of the nature. *The Proceeding of 19 the Science Education* (pp. 1-7) Taipei: National Taiwan Normal University. [in Chinese, semantic translation]
 33. 王幕瑄（2006）。帶孩子到沙灘上築城堡－談閱讀與組織能力。《國教新知》，53（3），53-63。

- Wang, M. S. (2006). Building castles on the beach with children- about reading and organizational skills. *The Elementary Education Journal*, 53(3), 53-63. [in Chinese, semantic translation]
34. 林守為 (1988) 。*兒童文學*。台北：五南。
- Lin, S. W. (1988). *Children's literature*. Taipei: Wunan Books. [in Chinese, semantic translation]
35. 陳正治 (1990) 。*童話寫作研究*。台北：五南。
- Chen, J. Z. (1990). *Fairy writing research*. Taipei: Wunan Books. [in Chinese, semantic translation]
36. 魯忠義、彭建國、李強 (2003) 。中文故事閱讀中預期與前後推理關係。*心理學報*，35，183-189。
- Lu, J. Y., Peng, J. G., & Lee, C. (2003). The reasoning and expected relationship of Chinese story reading procedure. *Acta Psychological Sinica*, 35, 183-189. [in Chinese, semantic translation]
37. 劉電芝、張榮華 (2004) 。*學習策略教學的類型、階段與特點*。課程、教材、教法，3，17-21。
- Liou, D. J., & Jhang, R. H. (2004). The teaching types, phrase, characteristics of learning strategy. *Curriculum, Course, and Teaching*, 3, 17-21. [in Chinese, semantic translation]

Hypertext and Story Schema - Exploration on Elementary School Students' Narrative Process of Scientific Invention Story

Guan-Ze Liao* Yong-Hao Syue**

* National Hsinchu University of Education
can@mail.nhcue.edu.tw

** Hsinchu Beimen elementary school
yung.hao912@gmail.com

Abstract

Scientific invention story is a common method in popularization of science and education. It is also a crucial medium for the students to understand science knowledge and the invention process. The readers' cognition of story depends on the progress of annotation explanatory between story schema and story grammar. The study conducted qualitative narrative interview to explore the elaborative inference and organizational thinking of whole story development of annotation explanatory during the process of reading hypertext story via digital interface and face the incomplete syntax structure by the readers. In addition, the study used the theory of story grammar as the foundation firstly based on the context and monomyth of typical characteristic from Campbell(1949) and story theories from Rumelhart(1975). The authors had written the story of "The Dream of Wright Brothers", and presented by hypertext structure. The empirical research had been conducted and used the method of the qualitative narrative interviews and text analysis to investigate narrative process of elementary students in the hypertext structure.

The interview phase consists of two stages. The first is pilot interview, and experimental material of the hypertext structure of story presents the image of "dynamic Ferris wheel". And the preliminary results served as a reference for the formal interview stage, the second phase. The hypertext structure presents the concept of "the composition of brain". In this phase, the method of the "The Active Reviewing Cycle" with semi-structured had been conducted to proceed the narrative interview, and in-depth qualitative analysis.

Research findings suggest that the readers initially favored bridge inference in the text clues, gradually changing the use of elaborative inference even the lack of text clues in the first phase

of dynamic Ferris wheel. The story context could be regarded as the linear development. However, in the second phase of the composition of brain, the readers could make statement by use elaborative inference ability from the past related reading experience and representation from the story schema of them. In the non-linear hypertext structure as the story context, it is easy for readers to have organizational thinking and elaborative inference of the narrative. The authors hope that research findings can assist the references of scientific story creation, creative thinking and design of digital narrative by elementary students in the future.

Keywords: Hypertext, Story Schema, Scientific Invention Story, Organizational Thinking, Elaborative Inference.