

# 教育部九十二年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計 畫 名 稱：專題式學習教學模式發展  
及其成效評估之協同行動研究

主 持 人：周水珍

執 行 單 位：國立花蓮師範學院附設實驗小學

## 一、計畫目的

在電腦網路發達，知識量爆增與資訊取得相對容易的現代社會中，傳統以「單一課本」為主要知識傳遞媒材及「教師教--學生學」的單向被動學習模式已逐漸被淘汰。知識經濟時代伴隨來的學習革命所帶給國家與社會的衝擊，促使以培養人才為目的的教育工作者不得不進一步思考哪一種教學方式最能適用於這個時代。本研究群早於幾年前便開始思考資訊科技的發達可能造成哪些學習改變的問題。並自八十八學年度開始，嘗試以協同行動研究的方式，在國小高年級階段推展「專題式學習」的教學引導方案。期望透過較有系統的引導方式，讓學生在專題式學習的過程中，慢慢培養其具備問題解決的能力（周裕欽與廖品蘭，2000；周裕欽與廖品蘭，2002；周裕欽與廖品蘭等人；2003）。

在歷經了兩年的研究之後，提出了一套適合在國小高年級階段運用的「專題式學習引導模式」(周裕欽與廖品蘭，2001)」。本模式以工作分析(job analysis)的手法記錄了教師與學生在進行專題式學習過程中各自扮演的角色。舉「決定研究主題」這個階段為例，「學生」在決定研究主題時，必需先完成「與組員共同討論研究方向」，再「透過網路查詢相關資料」及「共同繪製研究結構圖」等三項任務，才能夠完成決定研究主題的任務。而「教師」在協助學生決定研究主題時所扮演的角色，則以「提供研究範本」、「提供資料搜尋技術支援」及以建議或指導的方式，「協助學生釐清研究的邏輯與合理性」等三項任務。

研究者在帶領學生進行專題式學習的過程中觀察發現，專題式學習不僅可以有效的提昇學生對於探索主題知識的增進與理解，對於如何解決探索過程中所面臨的困境亦有相當程度的提昇。不過，對於專題式學習過程如何提昇學生的主題知識理解與問題解決能力，卻無法提出清楚的描述與解釋。因此，為了提昇專題式學習教學引導模式在國民教育現場的適用性，以及更清楚瞭解專題式學習所能達成的教學成效，本研究群預計將於 92 年度起，再以協同行動研究的方式，重新檢視與修正此一模式。

若從知識結構的角度分析，主題知識的增進與理解是屬於敘述性知識結構的擴增與改變過程，而解決探索過程所面臨的困境問題則是屬於程序性知識的運作與能力提昇的過程。因此，在專題式學習的教學成效方面，本研究將置焦點於觀察學生在專題式學習過程中「敘述性知識」與「程序性知識」結構的成長與改變過程。

基於以上的動機，本研究目的有以下兩點：

- (一)檢視與修正「專題式學習引導模式」的教學引導歷程。

(二)檢視學生進行專題式學習的學習成效。具體的方向有二：

- 1.檢視學生在進行專題式學習後，敘述性知識結構的增進與改變情形。
- 2.檢視學生在進行專題式學習的過程中，程序性知識的增進與改變情形。

## 二、研究方法

### (一)研究方法：協同行動法

本研究主要目的在於重新檢視本研究群提出的專題式學習教學引導模式，並進一步探測學生在專題式學習進行過程中，敘述性知識與程序性知識的成長與改變情形。研究決定採用「協同行動研究」的方法進行，理由在於透過協同行動過程中，研究成員的彼此協調、分享與合作，除了有助於強化理論與實務工作者對相關議題的交流與結合的功能外，亦能鼓勵教育現場中的教師們分享其教學上的心得，培養其成為一個教學與研究結合的教育行動者。

有鑑於此，本研究群去年即進行國小推行鄉土專題網頁設計教學的行動研究。今年本研究群將繼續結合理論與實務工作者，透過協同行動研究過程中的互動與省思，相信對於專題式學習教學模式的建構與專題式學習對學生的影響評估等議題的瞭解，將會產生重要的影響力。研究對象則以花師實小高年級三十名電腦社學員為主。學生進行專題式學習的時間，除了每週兩節社團課以外，如遇到需要進行專題式學習相關課程或田野調查的外訪工作，在不影響學生學科學習的情形下，選定週三下午或周六、日休假時間作為主要的出訪日期。

### (二)評量方式（如附件一）

1. 敘述性知識的評估：運用概念構圖策略評估學習者敘述性知識的學習改變過程。
2. 程序性知識的評估：運用概念構圖與觀察及檢核表來評估學生問題解決能力的增長。各項評量活動及評量時機如下表。

## 三、研究成果

### (一)專題式學習教學模式發展部份

我們將整個專題式學習活動可以化約成「提計畫」、「執行研究」及「結案報告」等三個階段。各階段教學重點簡述如下：

#### 提計畫階段（六步驟）

引導學生提計畫的目的，最主要是在激發學生思考「我要研究什麼？」「為什麼要研究這個？」及「如何研究？」等三個基本問題。透過引發學生反省與思考「我要研究什麼」的問題，協助其澄清個人的研究興趣，並發掘出研究的主題與子題。引導學生反省思考「為什麼要研究這個問題」的過程，協助其找到執行

研究的合理理由，並將其理由撰寫成研究動機。透過「如何研究這個問題」的內在思考過程，協助學生思考並提出解答該問題的策略方法，在將這些策略方法編製成進度的控管表，以作為研究執行的指導方針。以下有六個步驟協助學生提出研究計畫：

- 步驟一：教師於課堂上呈現範例，引發學生專題研究初步的印象。
- 步驟二：引導學生完成「我想做什麼研究」的概念圖，確定研究主題。
- 步驟三：引導學生完成「研究子題結構圖」，確定研究子題。
- 步驟四：引導學生運用繪製成的概念圖撰寫研究動機。
- 步驟五：引導學生條列研究子題，編製工具與擬定研究方法。
- 步驟六：「設計進度控管表」，掌控研究執行的方式與時間進度。

## 執行研究階段（二原則）

*我覺得訪問的過程中又緊張、又有趣，因為你不確定下一位接受訪問的民眾是誰，有遊客啦、居民啦，你只知道朝著下一位目標前進，有些民眾好客，又有的民眾不好客，所以我們只好自己去嘗試。* 冠宇 問卷訪問後的反思日誌

以上的這份簡短日誌，是由一位剛進行完街頭訪問過程後所記載的反思日誌。日誌內容除了呈現訪問過程的刺激、有趣等訊息之外，亦隱藏了一個訊息，亦即「研究者將永遠不會預先知道，在研究的過程中將會發生什麼事？」而這種無法預先知道的情境與條件，正是提升學生問題解決能力的最佳機會。儘管研究的執行過程無法預先知道會發生什麼事情，但我們依舊認為，教師在這個階段應該引導學生注意兩個原則性的問題：

- 原則一 依照預定的假設來進行資料蒐集
- 原則二 落實研究過程的反思與日誌的撰寫

## 結案報告階段（三步驟）

學生在完成資料的蒐集工作之後，面對著龐大的原始資料，如果缺乏系統的分類整理與分析歸納的技巧，通常會導致一個現象—亦即僅把蒐集到的所有資料草草的裝訂在一起，便算是完成專題研究報告了。這是相當可惜的情形，因為執行一項專題研究最有可能提升學生認知思考能力的階段，就在最後對於資料進行分類整理與分析、歸納、解釋的處理過程了。透過資料的分類與整理過程，學生不僅可以學習到如何將研究資料依照研究問題的屬性進行分類整理與重點歸納的資料處理技巧，透過不同資料的分析、比較過程，亦能夠提昇學生對於研究問題更深入的理解。其中最重要的是，學生在這種分析、整理、歸納與解釋資料的過程中，不僅必須集中心智去思考其所面臨的問題，亦必須為這些問題及問題的解答提出合理的解釋。而這整個激發學生處理資料的思考的過程，也是專題式學習歷程中，對學生幫助最大的部分了。在本階段，我們認為有三個步驟是需要老師來引導的；

- 步驟一：引導學生分類整理與分析、歸納、解釋資料。
- 步驟二：引導學生將研究的結果轉化為研究報告的形式。
- 步驟三：將研究報告內容轉化為口頭報告形式，並進行口頭發表。

## (二) 專題式學習成效評估方面

### 專題式學習可以有效提升學生的敘述性知識能力

依照 Gagne 等人的說法，敘述性知識的最小單位是概念，兩個概念相互連結後，可以形成有意義的命題，不同的命題結構如經過有效的連結則會形成命題網路(proposition network)，最後在進一步組織成敘述性知識結構(Gagne, Yekovich & Yekovich,1994)。而這類型知識是怎樣存放在我們的大腦結構中呢？Collins 和 Quillian 認為，這種敘述性知識是以階層(hierarchy)的方式存放在人類長期記憶結構中的。屬於同一類型的概念，會貯存在相同的群集中。例如涵蓋在「鳥」這個層級的概念下，貯存著「翅膀」、「能飛」及「有羽毛」等概念。而涵蓋在「魚」這個概念之下層級的概念則包含「有鰭」、「會游泳」和「有鰓」等概念。然而因為「魚」和「鳥」同樣都具有「皮膚」、「可以到處走動」、「會吃」及「會呼吸」的共同特質，因此這兩個概念可以抽離出更高層級的「動物」概念，做為二者的上屬階層概念（如圖 11-1）。

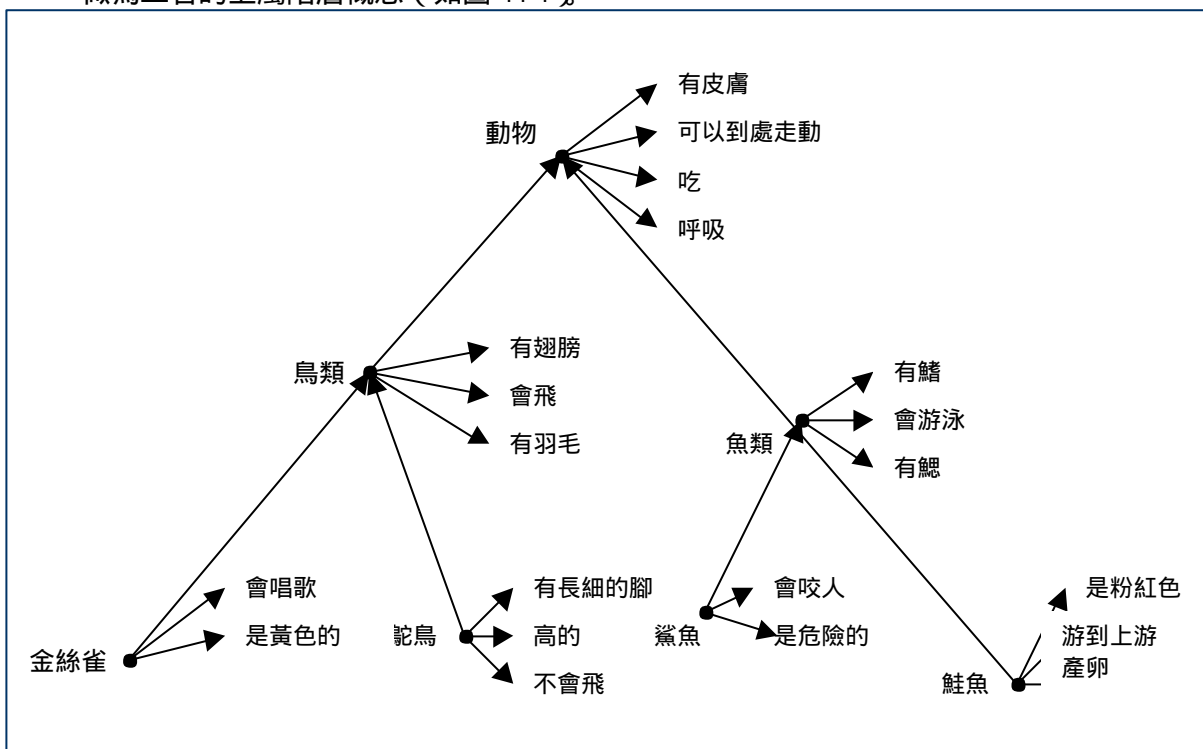


圖 11-1 Collins 和 Quillian 命題網路知識結構圖

上面的說明提出了敘述性知識結構是運用「階層」的組織模式串連各有效命題的，而人們是如何運用這類型敘述性知識來促進學習活動呢？依照 Gange 的解釋，人們在學習一種新的敘述性知識時，通常會透過組織(organization)與詳細論述(elaboration)的兩種運作歷程，來使得新舊概念做出最好的連結。所謂的組織，指的是將概念與命題結構化的歷程。舉個簡單的例子說明：

假設這裡有亞洲、歐洲、北美洲、南美洲、大洋洲、非洲、南極洲等七個概念需要同學來記背，起初，可能有些同學會運用「世界七大洲」的主題概念，將上述七個分離的概念串接組織起來，成為圖 11-2 的組織型態。

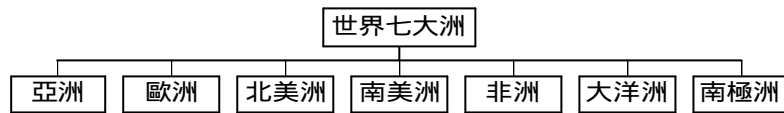


圖 11-2 世界七大洲的二層結構圖

這種組織作用對於同學的學習與記憶是會有幫助的。不過，依照 Miller(1956)的發現，人類平均的短期記憶能力大約在 7 加減 2 個單位左右，換句話說，人類的認知資源是有限的，一個正常的成年人在瞬間可以記背的數量單位大約在七個左右。上面這個例子要求認知能力尚未發展成熟的學生記背七個概念，恐怕會造成其認知負荷量過大的問題，並因此影響學生的學習表現，甚至使學生產生學習困難。在這種情形之下，若能將上述的七個概念運用階層的組織策略，將七個分離的概念組織成圖 11-3 的型態，則將能有效的減輕學生的認知負荷量，提升學生的學習表現。

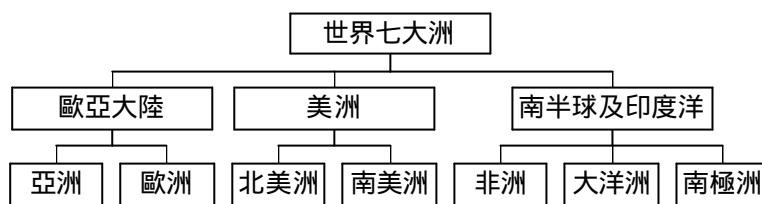


圖 11-3 世界七大洲的三層結構圖

圖 11-2 及圖 11-3 兩者最大的差別，在於前者是只運用了簡單的組織策略，將亞洲、歐洲、北美洲、南美洲、大洋洲、非洲、南極洲等七個分離概念串連成「世界七大洲」的二層結構圖。而後面的例子則運用了分類與歸納的技巧，依照每個洲別的「地理位置」，先將同類的概念進行分類，緊接著提取同類型概念的共同屬性，並進行歸納與命名的工作。例如先將亞洲與歐洲分成一組，並提取兩者的共同屬性--「歐亞大陸」，以作為更高層級的命名。如此將概念進行分類與分層的功能，除了可減少短期記憶的認知負荷量之外，亦可增加概念的處理機會，增進記憶的效率。

以上說明了敘述性知識結構的組織運作特性，然而，除了組織的運作歷程在影響敘述性知識結構之外，另一種提升敘述性知識的運作歷程，稱為詳細論述。所謂的詳細論述，是指運用已知的命題進行推論，以獲得另一組未知命題的過程 (Anderson,1983)。

例如，我知道下雨會讓整個馬路變成濕濕的。而今天早上起床，整條馬路都濕濕的，因此，我知道昨天晚上下雨。

上面的例子中有兩個已知的命題，第一個已知命題為下雨會讓馬路變濕。第二個已知命題為早上起床我發現整條馬路都是濕的。運用這兩個有效的命題，雖然我未親眼目睹昨天晚上是否下雨，但我仍能準確的做出昨天晚上下雨的結論，就是詳細論述的功能。這種詳細論述的歷程，不僅可以提升敘述性知識結構的運作效率，其運用已知條件推論未知條件的過程，亦使得知識創新變成一項可能的事情。在學生進行專題探索的過程中，必須針對預先設立的各項研究問題進行逐一的解答。因此，在研究進行時，必定會蒐集到大量的原始資料。而這些原始資料如能透過「組織」的運作策略，將其分類與階層化，勢必能夠提升學生對此方面議題的記憶、理解等認知表現。此外，在學生思考研究發現的過程中，若能夠

妥善運用「詳細論述」的推論策略，運用已知條件進行推論與驗證未知條件的思考運作。對於研究的結論與發現，也許能夠提出令人雀躍的結果。

## 專題式學習可以有效提升學生的程序性知識能力

程序性知識指的是「知道要如何完成某件事情」的知識，也就是 know how 的知識。此類型知識的運作是以「若」(if)-「則」(then) 的假設考驗方法進行的 (Anderson, 1983)。這類知識的運作處理通常和學習者當下面臨的情境有關。例如一個開著車子的人，「若」遇到了紅燈，「則」會採下煞車，讓車子停下來。這個看到紅燈及採下煞車的動作即是程序性知識的一種。

這種知識的運作相當強調自動化的技能（用句簡明話來說，就是「熟練」）。但要到達技能成熟之前，必須歷經「認知階段(cognitive stage)」、「聯結階段(associative stage)」與「自律階段(autonomous stage)」等三個階段 (Anderson, 1983 ; 1990)。所謂的「認知階段」指的是「釐清問題情境」的階段。對於一位生手而言，「認知階段」通常要耗費掉他許多的認知資源。首先，他必須先釐清他所面臨問題所代表的意義，在花腦筋去想與這個問題有關的其他知識概念。舉個例子來說：一個初學開車的生手，在模擬遇到了紅燈的情形。他除了必須瞭解紅燈所代表「停車」的意義之外，大腦在此刻也要提醒他腳要採煞車，手也要在車子停穩後，將排檔器打到空檔，以免車子衝出。同時，為了避免與周圍來車的碰撞，在進行上述動作時，眼睛則要注視著前方及車旁的後照鏡，以監控周圍來車的動向。

「聯結階段」是指「將知識概念序列化」的階段。亦即將已知的舊知識與經驗，依照事件執行的順序，成功的串連成一組動作序列的過程。在以「開車遇到紅燈」為例，當車手看到眼前的紅燈時，會將用腳採煞車、用手排檔及用眼睛觀察周圍環境的動作需求，依照停車的標準順序排定出來的過程，即是聯結階段的主要任務。

「自律階段」是指「程序技能序列知識自動產生的階段」。例如，對於一個開車開了好幾年的車手而言，看到紅燈時的停車動作，早就已經進入自動化的「自律階段」了。他可以相當輕鬆，而且不用耗費任何認知資源的情形下完成這項動作。

從研究的過程來看專題式學習與程序性知識的關係，學生要完成一個專題探究的過程必須歷經「確定研究主題與形成研究子題」、「研究文獻的蒐集與閱讀」、「研究方法的設計與執行」、「研究資料的整合與分析」及「研究結果的運用與呈現」等複雜的歷程。而每一個歷程都涉及了不同的問題情境與難題。舉個例子來說，當學生在進行文獻資料的蒐集工作時，他所面臨到的問題有三個：首先他必須先澄清所要蒐集資料的種類。其次，則要瞭解獲得上述資料可能的方法。最後在透過身邊可以運用的資源及管道，取得該筆資料。當學生順利完成整個專題研究的過程時，也等於習得了各種不同的程序性知識，增進了許多不同的問題解決能力。

## 四、討論與建議

### (一)專題式學習教學模式推廣的可能性與可能面臨的困境評估

本研究發現，專題式學習不僅可以有效提升學生的敘述性知識，亦可以提升學生的程序性知識。這樣好的教學方式，若能有效的推廣於中小學教育現場，對於提升國中小學生的教育品質定能扮演積極的功能。在這個前提之下，本研究群進一步反省與思考我們發展出來的教學模式是否可能進一步推廣到中小學教育現場，發現我們的教學模式仍然有一些複雜與不夠清楚的地方。若想進一步推廣到中小教育現場，勢必將這些繁複的程序改編成教材，並具體的發展出專題式學習各階段的策略與探索工具，才有可能將這個繁複的學習過程具體化。

### (二)專題式學習評量模式推廣的可能性與可能面臨困境評估

專題式學習評量活動的設計，可以分成兩個部分進行。第一個部分，是關於主題知識的評量，這方面的評量進行是比較簡單的，可以選擇專題式學習進行的起點、中點與完成專題式學習後三個時間點進行概念構圖的評量。在運用命題分析的技巧計算學生相關知識的成長情形得知。但對於程序性知識的測量，由於專題式學習進行過程過於繁雜，而且程序性知識無法運用事後評量的方式測得，因此必須在學生進行專題式學習的當下，發展觀測或者檢核的工具進行相關資料的蒐集。因此，若想進一步將專題式學習評量模式推廣在中小學教育現場，勢必將各階段的評量工具發展完成，並預先編輯好教材，才有可能協助現場的教師推廣此項學習活動。

### (三)發展專題式學習教學與評量教材的建議

有鑒於專題式學習不僅可以有效提升學生的主題知識，亦能提升其問題解決的能力，這樣好的學習模式時應該大力的在國中小教育現場提倡。唯，由於專題式學習的過程較為複雜，因此，若想推廣這項教學活動，勢必發展出一套件而易行的教材，協助中小學教育現場的教師推廣是項活動。而本研究群亦將設定這標，在下一個年度將這幾年來的研究成果編輯成專題式學習活動的教材，期望對於有心致力於專題式教學的中小學教育現場教師有所助益。

### 參考書目：

周裕欽，廖品蘭(2000)「適應個別差異」與「著重能力培養」的語文科教學行動研究。教育部八十八年度行動研究結案報告。

周裕欽，廖品蘭(2002)教師引導學生進行專題探索的學習歷程分析。文章收錄在教育行動研究與教學創新(下集)，919-938頁。台北：楊智出版社。

周裕欽，廖品蘭，徐平宗，張慧娟，趙木春(2003)國小推行鄉土專題網頁設計的協同行動研究-以花師實小電腦社學員的學習歷程為例。教育部補助辦理九十一年科學教育專案研究結案報告。

周水珍，周裕欽，廖品蘭，張慧娟，張世璿，游時銘，李偲華，賴榮興(2004)專題式學習教學模式發展及其成效評估之協同行動研究。教育部補助辦理九十二年科學教育專案研究結案報告。

附件一 本專題式學習活動預計進行的評量活動介入時機與方式說明

專題學習步驟		敘述性知識評量		程序性知識評量		備註
階段	重要步驟	評量	評量重點與方式說明	評量	評量重點與方式說明	
研究成形與計劃階段	決定研究主題	☞	「前測」---學生在決定研究主題後運用「概念構圖策略」進行該主題的敘述性知識測驗	☞	以「概念構圖方式」在研究開始前測量學生對「專題研究歷程」的程序性知識瞭解程度。	☞
	形成動機與子題			☞	在學生決定研究問題、子題與形成研究動機的過程中，運用「檢核表」的方式，檢測學生在研究問題、研究動機與研究子題形成過程中所採用的策略與技巧。	☞
	文獻蒐集與閱讀			☞ ☞	先運用「檢核表」瞭解學生資料蒐集的管道與方法，在運用「學習檔案評量」的方式，檢測學生蒐集與閱讀了哪些資料。	☞
研究執行階段	方法設計與執行	☞	「中測」---學生在完成文獻蒐集與研究資料蒐集完成後運用「概念構圖策略」進行該主題的敘述性知識測驗。	☞ ✍	先運用「檢核表」瞭解學生設計並運用了哪些研究方法，在透過學生的「研究手札與日誌」，分析學生執行資料蒐集的過程。	☞
研究分析與呈現階段	資料分類與整理			☞	運用「檢核表」檢核學生資料分類與整理的做法。	☞
	研究發現與撰寫			☞	運用「學習檔案」的方式，評量學生研究發現撰寫的技巧與內容的。	☞
	報告裝訂與呈現	☞ ☞	運用口頭報告的方式，測量學生對專題研究內容的瞭解程度。 進行「後測」---學生在完成整個專題探索的歷程後，運用「概念構圖策略」進行該主題的敘述性知識測驗。	☞ ☞	運用檔案評量的方式，瞭解學生運用哪些策略與技巧完成研究報告的呈現與裝訂工作。 以概念構圖方式在研究完成之後測量學生對「專題研究歷程」的程序性知識結構改變過程。	☞

註 1：本研究工具圖例說明 ☞代表運用概念構圖方式評量。☞代表運用檢核表方式評量。☞代表學習檔案評量。✍代表運用研究手札與日誌評量。☞代表教師進行課堂觀察。☞代表運用口頭報告的方式評量。