

▶ 重視科學知識應用情境 專訪澳門大學教育學院魏冰副教授

採訪・整理 | 尉鳳君



PISA 2012

自2003年開始，澳門參與“經濟合作與發展組織”（OECD）每三年一屆的“學生能力國際評估計劃”（PISA）。2015年澳門將繼續參與PISA 2015研究計劃，重點評核是科學素養，總結PISA 2012澳門學生在科學素養的表現，為即將來臨的PISA 2015研究計劃測試作好準備。本期教師雜誌邀請參與多項澳門PISA研究計劃和澳門中小學自然科學教育專項評鑑的澳門大學教育學院魏冰副教授，為我們分析澳門學生在科學素養的特點和分享寶貴的建議。

請簡單介紹一下PISA 2012澳門學生在科學素養方面呈現的特點。

魏冰副教授：2003年至2012年的PISA測試結果顯示：澳門學生在科學素養方面總的趨勢，2003年平均分為525分，2006年為511分，2009年為511分，2012年為521分。PISA 2006年是以學生的科學素養為評價重點，從整體趨勢來說，2003年525分是最高的，2006年和2009年略為下降一點到511分，到了2012年又有些微回升到521分，接近2003的水平。總的



◀
魏冰
副教授

來說，我認為表現還是比較穩定的，排位較前，在500分以上，高於OECD國家的平均水準。

從圖一可看出以下問題：PISA 2012的科學評核結果，水準低的學生比2003年要好，水準高的學生不如2003年，大概是這樣的趨勢。怎樣解釋呢？首先探討水準低的學生的情況，是因為學校一般都重視基礎知識的培養，這裡指課本上的知識。但科學素養高水準的能力要求，澳門學生則比較薄弱，而PISA相當重視這方面的測試。就如一些老師認為，PISA測試的不是一般課程上的常規內容，是要測試學生能做些甚麼？也就是說要測試學生能用他們的知識做甚麼？進而利用所學的知識解決問題的能力。在2012年的測試中，學生的基礎知識較2003年好，水

準2的基礎能力達到了，但高水準的能力培養，我們還要繼續加強。這樣就說明為何低水準2或以下的2012年學生比2003年的學生好一些。

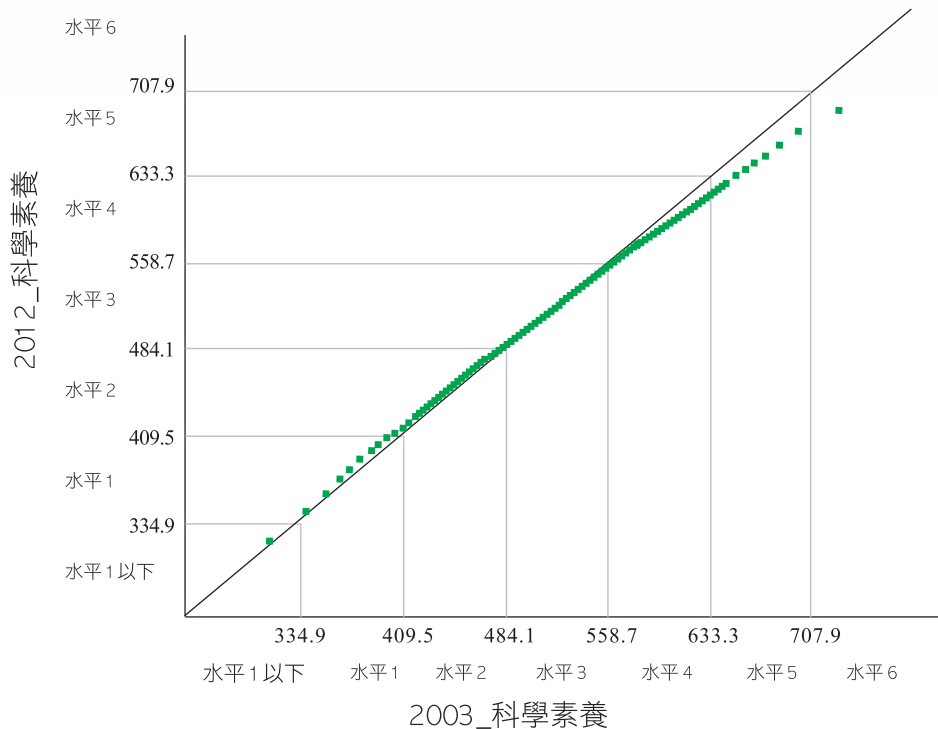
PISA 2006的測試重點是科學，它建基於科學素養評核框架，包括了三方面的子能力：識別科學問題或議題、用科學原理解釋現象、以及用科學證據來解釋問題。其中識別科學問題或議題，澳門學生的得分是490分，低於OECD國家的平均水準；另外用科學的原理解釋現象，得分是520分；用科學的證據來解釋問題是511.5分。總的來說，2006年三種能力的得分，實際上和我們所瞭解的澳門的教學傳統和教學習慣是有相關性的，比如說識別科學問題，一般老師不是特別重視這方面的學習，又如科學本質



是甚麼這個問題？老師天天在教公式、定理、概念等，但不大教科學的本質是甚麼——這卻剛好是PISA所要測量的。我們日常遇到的很多問題，能不能用科學的方法來回答，有的是可以的，有的是回答不了的。比如說人的情感、人的喜好問題，就不是科學能解決的。識別科學議題方面得分比較低，這可能歸咎於學生沒有太多機會接觸到這樣的課題，或不大重視這個問題。關於科學解釋現象的得分比較高，因為學校教學傳統習慣用科學解釋現象，這樣得分較高。2006年三種能力的得分，從我個人對澳門的科學教學的習慣和傳統的瞭解，甚至在2009年參加澳門中小學科學教育專項評鑑，基本上可以解釋到，我們的問題或是優勢與現有的教學情況基本上吻合。

您曾參與“澳門中小學自然科學教育專項評鑑報告”的研究工作，其中對科學的教與學提出了不少意見，如學生的參與度和興趣偏低、教師專業化有待改進，教學法不夠靈活和實驗室使用率不足等等。但PISA 2012的結果顯示澳門學生的科學素養並不太差，520.6分的成績與PISA 2006的情況差不多。澳門學生科學素養要怎樣才可以提高？

魏冰副教授：在2010年第3期《澳門研究》發表的“澳門中學科學教學：問題與挑戰”文章中，我分析了影響澳門中學科學教育的各種因素，有些是有利於PISA成績或是整個科學教育質量提高的，也有些是不利因素。有利因素在於教師的自

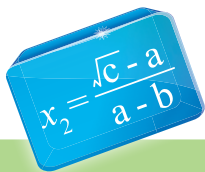


圖一：科學素養表現分位散佈圖 (QQ-Plot) (2003 vs. 2012)

主權比較強，這是一個正面因素，因為澳門大部分的私立學校，教師擁有很大的自主性，相對其他地區，如中國內地，就不一樣。教師有自主權，各種中考、高考等不是影響很大，相對中央集權化的國家和地區，不太一樣。而澳門也沒有一個統一的考試，相對各種考試的壓力比較少。第二，重視基礎和課本的學習，重視雙基，注重基本學科的培養，按課本教學。第三，重視科學文化知識，這也是華人社會的一種傳統。有一句話是：學會數理化，走遍天下都不怕。可能現在有不同說法，但我們潛意

識中認為數理化學科很重要。第四，在科學教育專項評鑑報告反映出學生對科學的學習是有興趣的，是愛科學的，這一點是我們的評鑑結論。以上幾點可以解釋到澳門的成績還是不錯的。當然，也有反面的一些因素：第一，沒有統一的考試，不好把握整體質量。第二，通常情況下科學教育不大重視動手能力，在實驗教學方面比較薄弱，PISA的測量是很注重實際的問題。第三，重視課本上，練習冊上的問題，也即對純粹的學術問題比較重視，但對解決實際和真實的問題不太重視。第四，澳門是一個




$$x_2 = \frac{\sqrt{c-a}}{a-b}$$

以博彩業為主的地區，學了科學技術或科技學科，在澳門找不到工作，這樣也影響了科學教學。澳門的大環境不大利於科學教學，這是我個人的一些分析和見解。

總結PISA 2012澳門在科學素養的表現，如何在學校、教師及學生層面進一步提升科學素養水準，為PISA 2015測試作好準備？

魏冰副教授：第一個建議，對老師來說，要重視科學知識的應用情景。PISA的測量重視情景，重視實際的問題，這和我們平常的教學重點不大一樣，平常的教學比較重視純科學的一些問題，比如一些有現成答案的練習、習題等。PISA不是考這些，它考實際、真實的問題。PISA的測試框架裡有個人、社會、全球三個維度的問題，具體包括健康、資源、環境、各種危害的科技污染的問題。希望一線的老師重視這些問題，也就是說，不僅考慮有科學的概念、公式，還要考慮概念公式定理應用的情景。第二個建議，老師對科學知識概念的認識，一般的老師可能認為科學知識就是科學的事實、科學的概念原理定律等等。實際上這是對科學一種比較狹義的理解。我們現在說科學的知識包括三個方面：一、學科知識，也就是概念性的知識，是關於科學理論、結論方面的知識；二、

過程性的知識，涉及到方法方面，比如要解決問題需要甚麼過程和方法？這一點，一般的老師是不太重視，他自己也可能缺乏這方面的知識。三、關於科學本身的知識，這叫科學知識論、認識論的知識，具體來說，科學本質上是甚麼？甚麼是科學問題？甚麼不是科學問題？科學能解決哪些問題？不能解決哪些問題？我們的課本上主要是第一類知識，但第二類和第三類是比較薄弱的，我們的老師對這些知識也不一定很清楚，除非他們自己很留意這些方面，尤其是第三類知識。以上的三種知識都是PISA測試裡會測量到的。

就如前所述，PISA 2006學生在辨識科學議題得分比較低，我認為很大程度上老師對這類議題的認識比較單薄，老師也不太重視這個問題，我們在課堂上教的大多是科學的知識，但我們很少去反問甚麼問題是科學的問題？第三是能力培養的問題，2006年的PISA科學評價提出的三個能力評核重點：識別科學問題、科學的解釋現象、應用科學的證據。除了科學的解釋現象我們學生得高分以外，其餘的兩項都不理想。尤其是識別科學問題得分較低，這就反映出我們是出現了一些弱點和問題。因此，第三個建議是，重視能力培養，為何PISA 2012低水準的學生得分比PISA 2003高，是因為我們重視基礎知識，PISA 2012高水準的學生得分比PISA 2003

低，是因為我們不太重視高階能力培養之故。

PISA 2015 科學評核內容會有變化，從知識來講它更加強調過程性知識。從能力來講，第一、科學地解釋現象。第二、評估和設計科學探究。第三、科學地解釋數據和證據。我們的老師要充分瞭解這個評核特點對澳門的挑戰更為高一點。除了知識和能力外，還有一項是態度，這是新的提法。態度大概有幾方面：一、對科學技術的興趣。二、科學探究的價值。三、環境問題，這和全球化的環境問題有關。為何會加入態度的評核？這是在2006年的研究所得到的結論，對學生而言，他們發現學生對科學的態度越高，越喜歡科學，成績越高，這方面對我們澳門的學生是有利的，PISA 2012年發現澳門中學生對科學是有興趣的。

最後，我有一些建議，希望對老師有幫助。一、學生的成績很大程度是決定於老師的能力，老師能力專業發展的情況決定質量，從這個角度來說，應對老師加強培訓、培養，職前、職後的教育更為突出。請一些專家來對老師進行培訓，在教師的專業發展，對他們某些較薄弱的部分進行適當培訓是可行的。這不光可提高PISA成績，最終能提高學生對科學的學習質量。我希望能的高等院校舉辦一些這方面的培訓課程，讓中小學

的科學老師來參加。二、充分利用現有的新教材，通過我們的評價報告，發現澳門的中小學基本上沒有自己的教材，大部分是採用內地、香港的教材。應當說現有的這些課本，有些很有特色。比如：應用情景的教材很豐富，各種各樣的應用背景，如環境、健康、資源等，老師要注意這個特色，然後充分地利用它，尤其是在特別重視概念和公式教學的學校，希望老師可以理解新教材，運用新教材。其實，各地的新教材裡都有科學探究元素，這需要把新教材的特點發掘出來。三、2015年將使用電腦考題，平時在電腦上的使用需要有所加強，讓學生習慣在使用電腦下學習和做測試。

PISA 2015除了以科學作為重點測試的素養外，還增加了對學生的“協作式問題解決”的測試，請與我們分享在科學的課程與教學中，應如何培養學生在“協作式問題解決”方面的能力？

魏冰副教授：“協作式問題解決”的能力測試，是和之前談及的科學探究，過程知識都是同一樣的問題。PISA測試的，不單是識別問題，還有解決問題，而且，這個問題是一個真實的問





題，並不是完全是一個純科學的問題，是真實的，有背景的。如環境、資源、健康等等有關的。當然，另一個是合作性，我們常提到的社會建構主義，原則是協作，就是說解決問題不是由個人能完成，涉及多方面，和不同的人合作。目前PISA的評核是以個體來完成，不是集體完成的，但有一些原則性的問題是可以測出來的，比如我們強調人與人之間的溝通或是交流，如你寫的東西能令別人明白，你寫的東西別人看不明白是不行的，須知道PISA考試中很多答案是需要學生用文字表達出來的，另一個內容是善於明白別人的思想及觀點。

後記

在PISA 2012測試中可以看到澳門學生的科學基礎知識較為紮實，但在識別科學問題和應用科學證據方面，仍有進步和改善的空間。值得注意的是，PISA 2015增加了對學生的“協作式問題解決”能力的測試，這與社會建構主義（social constructivism）觀點互相連接。在訪問期間張國祥教授分享了這方面的見解：關於科學作為一門學科來進行學習，學生有需要知道科學知識是怎樣建構起來的？

張教授解釋：根據社會建構主義觀點，起碼有兩方面論述，一是科學知識是學生個人主觀

地建構起來，另外，更重要的是，是學生跟其他人在社會中一起建構起來。比方我用某個自以為妥善的方法做了科學探究，出來的結果其他人可能不接受，為甚麼不接受？某權威科學家用了某個方法做了研究，出來結果公認是科學知識，我用這個方法，卻不被接納，這是甚麼原因？PISA 2012非常重視過程性知識和認識觀知識，指出若用科學家認同的方法做實驗，出來的結果要經過一些審核程序以後，才有機會成為學術界公認的科學知識。為甚麼我的實驗方法不被學術界接受？這就關乎科學知識不單是由個人主觀產生，它其實是在一個社會文化背景下，一批科學家、學者，透過大家都認可的科學方法產生。為甚麼有些被推翻了的科學發現還在讓學生學習？學生要明白科學知識是暫時性的，可能往後當有足夠的不利證據提出後會被推翻，但是目前在一個或兩個不利的證據下可不可以被推翻呢？不利的證據到達何種程度下才被會推翻呢？這些科學認識觀知識（scientific epistemic knowledge），如果老師沒有跟學生清楚說明的話，他們是不會明白的。🌱