

出國報告（出國類別：業務洽談與研究、採集）

2018 華北克拉通暨鄰區岩石標本採集計畫



服務機關：國立自然科學博物館

姓名職稱：董國安 副研究員

派赴國家/地區：中國大陸

出國期間：2018/08/01-2018/08/18

報告日期：2018/08/31

摘要

華北克拉通為歐亞大陸組成的重要部分，為了瞭解華北克拉通地質演化過程，進而了解早期地球地質歷史。職前往 A. 薊縣中-上元古界地層；B. 平邑縣歸來庄金礦區；D. 沂蒙山金伯利岩成礦區等地，進行野外地質考察及岩石標本採集工作，順道參觀金氏世界紀錄為世界最大的恐龍博物館-- C. 天宇自然博物館。並為本館年底早期的地球-前寒武時期特展，前往 E. 中國前寒武研究中心，商借前寒武時期重要的展示標本及拜訪該中心劉敦一主任，以充實特展內容，增加可看性。

【關鍵字】華北克拉通，薊縣中-上元古界地層，平邑縣歸來庄金礦區，沂蒙山金伯利岩礦區，中國前寒武研究中心，天宇自然博物館

封面說明：2018/08/12 中午攝於山東省臨沂市蒙陰縣聯城鎮常馬庄金剛石露天礦區。最有利於形成富含原生鑽石的條件為：具有古老基底且有厚層穩定蓋層的克拉通。而沂蒙山金伯利岩成礦區即位於華北克拉通核部。

目 次

一、 目的	1
二、 過程	3
(一)、出差行程規劃	3
(二)、野外工作及記錄	4
A. 薊縣中-上元古界地層	4
B. 平邑縣歸來庄金礦區	6
C. 天宇自然博物館	7
D. 沂蒙山金伯利岩成礦區	13
E. 中國前寒武研究中心	16
三、 心得與建議	17

本文

一、目的

中國大陸主要由三大克拉通(華北、揚子、塔里木)及若干微板塊，在不同地質年代拼合而成(圖 1)。克拉通(Craton)是指地球上古老的大陸板塊，穩定性好、缺乏明顯的火山活動或大地震的古老地殼。華北克拉通(North China Craton)目前是歐亞大陸板塊重要的一部分，範圍包含今日的中國華北與東北部、大部分朝鮮半島、蒙古南部等，面積約為 170 萬平方公里。為了瞭解華北克拉通地質演化過程，進而了解早期地球地質歷史。職前往 A. 薊縣中-上元古界地層；B. 平邑縣歸來庄金礦區；C. 沂蒙山金伯利岩成礦區等地，進行野外地質考察及岩石標本採集工作(圖 2)，順道參觀金氏世界紀錄為世界最大的恐龍、自然博物館 D. 天宇自然博物館。並為本館年底早期的地球-前寒武時期特展，前往 E. 中國前寒武研究中心，商借前寒武時期重要的展示標本，以充實特展內容，增加可看性。

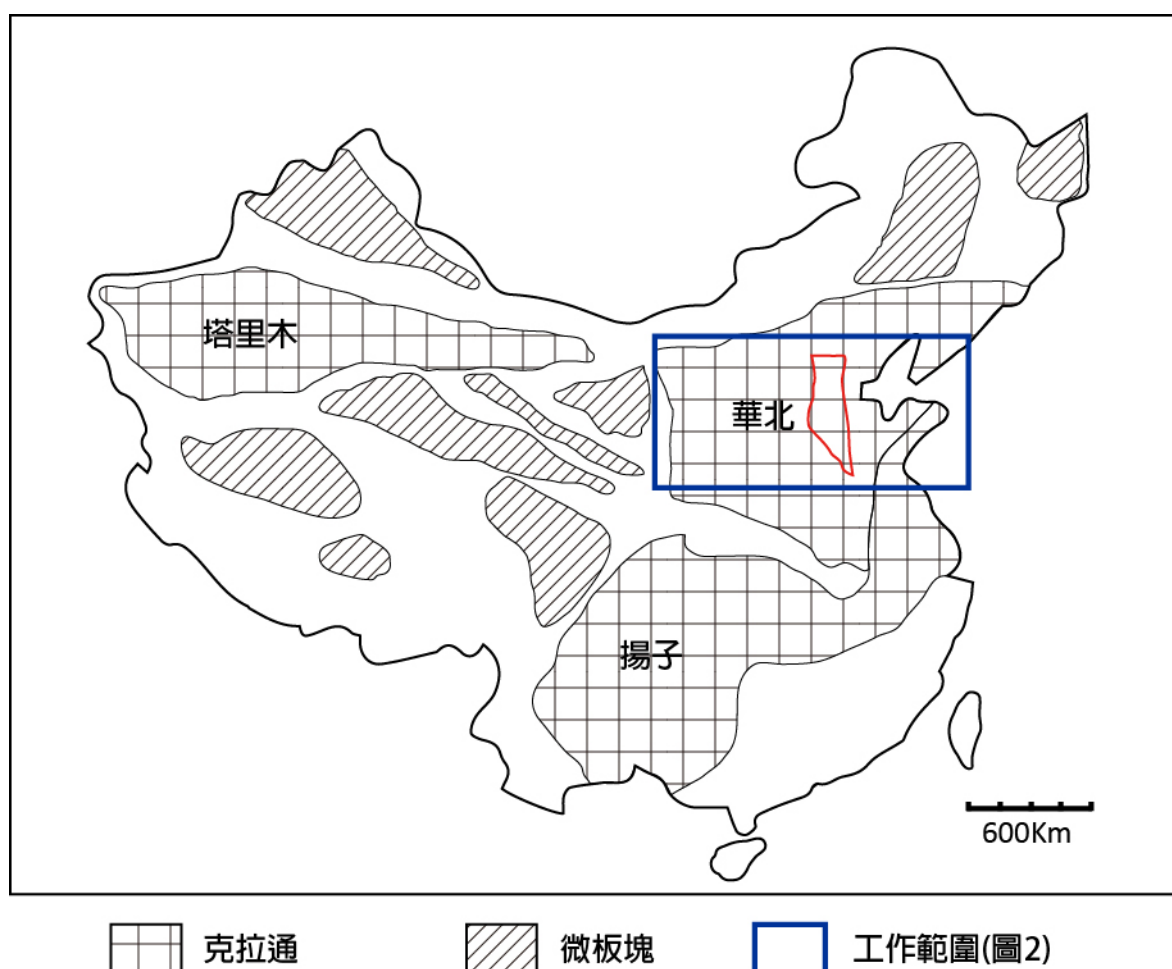


圖 1. 中國大陸地體構造略圖。主要由三大克拉通(華北、揚子、塔里木)及若干微板塊，在不同地質年代拼合而成。紅色為野外路線。

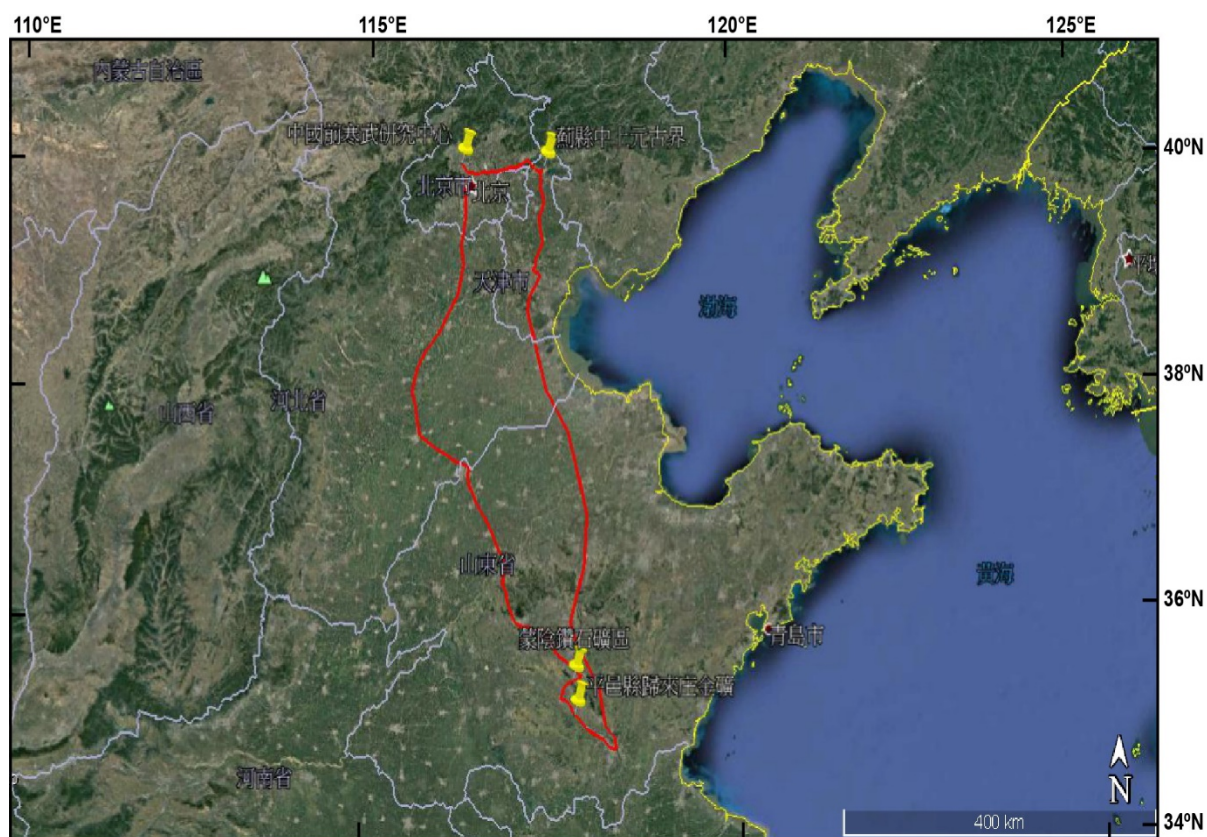


圖 2. 野外工作路線圖。前往 薊縣中上元古界地層；B. 平邑縣歸來庄金礦區；C. 沂蒙山金伯利岩成礦區等地進行野外地質考察及岩石標本採集工作。並為本館早期的地球-前寒武時期特展，前往中國前寒武研究中心，商借前寒武時期重要的展示標本，以充實特展內容，增加可看性。紅色為野外路線。

二、過程 ----- 3

(一)、出差行程規劃

D1. 8/1(三)	台北 15:20	2 航廈 直飛	北京 18:35	住北京
D2. 8/2(四)	準備野外相關工作			住北京
D3. 8/3(五)	準備野外相關工作			住北京
D4. 8/4(六)	河北 天津 薊州	野外工作		住薊州
至				
D7. 8/7(二)	河北 天津 薊州	野外工作		住薊州
D8. 8/8(三)	薊州搭大巴至天津	FU6570	臨沂市	住臨沂
D9. 8/9(四)	準備當地礦區野外工作			住臨沂
D10. 8/10(五)	山東省平邑縣	野外工作		住平邑
D11. 8/11(六)	平邑至蒙陰	野外工作		住蒙陰
D12. 8/12(日)	山東省蒙陰縣	野外工作		住蒙陰
D13. 8/13(一)	蒙陰搭大巴回北京			住北京
D14. 8/14(二)	合作單位商借特展所需標本事宜			住北京
D15. 8/15(三)	北京中鐵快運 領取標本			住北京
D16. 8/16(四)	拜訪中國前寒武研究中心			住北京
D17. 8/17(五)	整理包裝標本			住北京
D18. 8/18(六)	13:45 北京機場航廈(3)	直飛台北		17:00

(二)、野外工作及記錄

A. 薊縣中-上元古界地層

薊縣中-上元古界剖面主要分布在天津薊縣北部山區(圖 3)，亦屬燕山山脈南緣，以岩層齊全、出露連續、保存完好、質地清楚、構造簡單、變質極淺和古生物化石豐富聞名於世，並被確定為中-上元古界的標準剖面，成為中國第一個國家級地質自然保護區，主要保護對象為中元古界、上元古界的標準剖面。剖面地層總厚度達 9197 米，完整且有系統地記載距今 18 億年至 8 億年間的地質演化史，在岩層中有生命早期階段的宏觀藻類植物，並在距今 14 - 12 億年的岩層中，發現了世界罕見的微生物群，大大提前了此種微生物的出現年代，具有重要的科學價值。

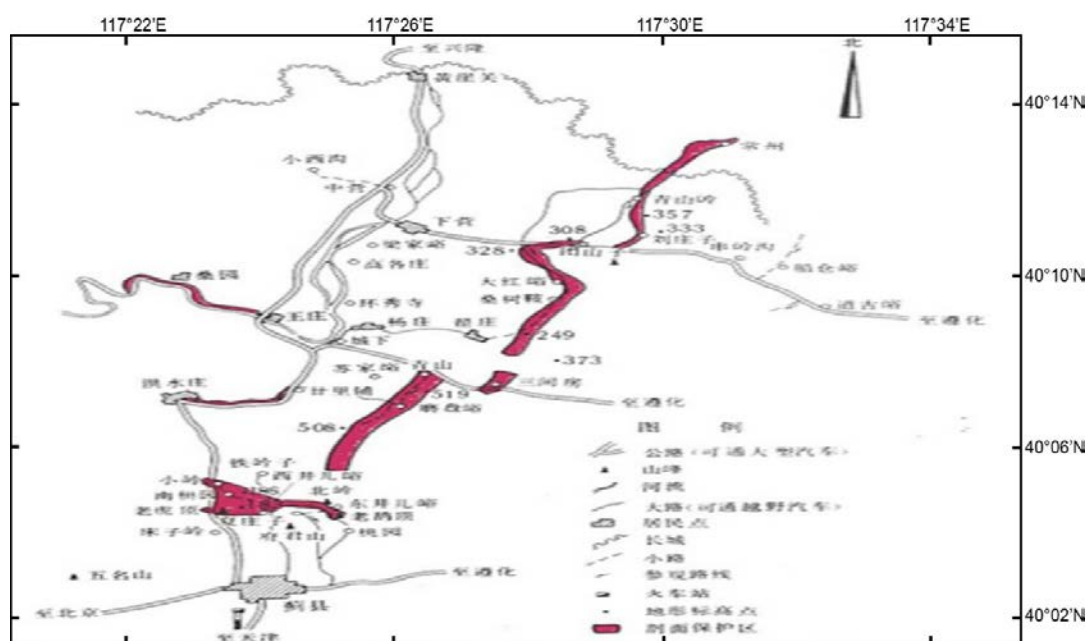


圖 3. 薊縣中-上元古界剖面主要分布在天津薊縣北部山區。



圖 4. 薊縣地質博物館建築極具特色，坐落在薊縣國家地質公園主碑廣場對面、府君山南麓山腳下，與主碑廣場相對應，占地面積一萬七千多平方米。

疊層石是原核生物所建造的有機沉積構造，主要由藍綠菌及其他微生物的生命活動所引起週期性礦物沉澱、沉積物的捕獲和膠結作用，而形成疊層狀的生物沉積構造，疊層石代表地球最古老和最原始的微生物生態系統。行光合作用的藍藻細菌(Cyanobacteria)和藍綠藻(Blue-green algae)，呼吸二氧化碳並釋放出氧氣，使得海洋和大氣的含氧量逐漸增加，並溶解在海水中的還原鐵氧化形成三價鐵而沈澱出磁鐵礦和赤鐵礦。從三十多億年前開始，海床上便堆積起紅褐色的鐵礦，在歷經二十億年的悠悠歲月，直到海洋中大部分鐵質氧化耗盡而稍歇。此種厚達數百公尺的帶狀鐵岩床，遍布全球各地，為現今地球上最重要的鐵礦來源。



圖 5. 格魯那疊層石。為一種層柱狀疊層石，柱狀部分多由矽質泥岩所組成，彼此間密集共生，柱狀橫斷面為次圓形到橢圓形。形成地質年代約為 17 億年前。



圖 6. 疊層石韻律，沉積環境可由水位高低(潮上帶、潮間帶、潮下帶)依次形成層狀、層狀狀、柱狀疊層體。其重複變化形成周而復始的韻律結構。

野外除眾多疊層石外，也常顯露古環境特徵的沉積構造。例如水流作用時會將海床表面的砂搬動形成波狀的表面以及具有小型交錯層理的內部構造，這種波狀的構造稱為波痕（圖 6）。假如水流是因波浪的作用所造成，海床表面的砂會因為波浪來回的震盪作用而使海床上的波痕形成對稱的形狀。



圖 7. 波痕沉積構造。水流作用時會將海床表面的砂搬動形成波狀的表面以及具有小型交錯層理的內部構造，這種波狀的構造稱為波痕。

B. 平邑縣歸來庄金礦區

地球現今大多數金礦都賦存于太古宙克拉通邊緣的綠岩帶(Greenstone belt)中，為綠岩帶型金礦，所佔全世界金礦的 65 %。位於山東省臨沂市平邑縣銅石鎮東南方兩公里處的歸來庄黃金礦區(圖 8)是位於古華北克拉通邊緣的綠岩帶(Greenstone belt)中，為綠岩帶型金礦。



圖 8. 山東省平邑縣銅石鎮歸來庄金礦坑衛星影像圖。

依託礦區內採場、選廠和廢石山建設起來的環保型礦山公園，是目前中國大陸黃金礦山中唯一的國家級「工業旅遊示範點」，為建設資源節約型、環境友好型、發展和諧型礦山企業起到了很好的示範作用，收到了良好的社會效益及經濟效益。整個歸來庄

金礦區是以展示黃金生產、工作場景、地質地貌、生態恢復為主要遊覽內容的黃金地質礦區。平邑歸來莊金礦區利用金礦尾礦廢棄的礦渣堆積體，經整理綠化，並新建起一些觀賞景點，與採礦坑連為一體，形成一處特點突出、環境優雅的礦山公園，園區主要分為「選金」、「寶坑」和「金山」三大區，其中「寶坑」因其形似元寶且內儲黃金而得名(圖 9)。歸來莊金礦屬隱爆角礫岩型金礦床，在全國露天黃金礦山中地質原貌保持得最好，加之獨特的成礦原因，所以具有很高的研究價值和觀賞價值。



圖 9. 山東省平邑縣銅石鎮歸來庄金礦坑一景

C. 天宇自然博物館

山東省天宇自然博物館位於山東省平邑縣城內，2004 年 9 月建成開放。2007 年被評為國家 AAAA 級旅遊景區。該館總投資 3 億元，陳列面積 2.8 萬平方米。博物館內設科研館 1 處，4D 動感影院 1 處，展廳 28 個，館藏展品 39 萬餘件。

自建館以來，山東省天宇自然博物館先後被命名為「山東省科普教育基地」、「山東省關心下一代科普教育基地」和「中國古生物科普教育地」等，是目前世界上最大的自然地質

博物館。館內保存有 1106 件較完整個體的恐龍化石，有長 8 米高 6 米的金山龍、形態可愛的鸚鵡嘴龍、從恐龍向飛行鳥類進化的初級階段代表——中華鳥龍等。



圖 10. 山東省天宇自然博物館入口處

天宇自然博物館因保存有 1106 件較完整個體的恐龍化石,被金氏世界紀錄英國總部認定為「世界上最大的恐龍博物館」。截至 2010 年 8 月,此館已有 6 項藏品獲「世界吉尼斯獎」,被譽為「一部描繪自然生命的萬卷書」。天宇自然博物館被認為是世界上最大的自然地質博物館。



圖 11. 天宇自然博物館因保存有 1106 件較完整個體的恐龍化石,被金氏世界紀錄英國總部認定為「世界上最大的恐龍博物館」。

館藏展品主要以礦物標本和古生物化石為主。9 個礦物標本展廳內，收藏有世界各地的珍奇標本上萬件。2006 年被歐洲《礦物寶石標本》雜誌評為年度十佳的「新疆碧璽」，它集天地精華於一體，流光溢彩，為世界一絕；產於新疆奇台的矽化木長達 38 米，堪稱世界之最，2007 年 9 月被載入「吉尼斯」世界紀錄；產自烏拉圭的紫水晶洞高 3.3 米，重 3.7 噸，屬世界之最；產於中國水晶之鄉——江蘇東海的重 3.9 噸的水晶單晶體為亞洲之最；重達 338.6 克拉的金剛石，是我國有文字記載以來產出的最大的特大金剛石，比號稱中國之最佳的「常林鑽石」（重 158.78 克拉）重 179.82 克拉，呈金剛光澤，寶光熠熠；在世界上最大的石膏標本展廳內，各種透明石膏晶瑩剔透，琳琅滿目；進入世界上最大的鐘乳石展廳，就宛若走進了夢幻世界，令人遐想無限。



圖 12. 天宇自然博物館因蒐藏標本眾多，館長鄭曉廷利用豐富館藏出書介紹。

在 6 個「貴州關嶺生物群」展廳中，產於三疊紀地層的各種魚龍、貴州龍、楯齒龍、海龍、海百合等化石標本近萬件，從長達 18 米的大魚龍到不足半米的小魚龍應有盡有，顯示了三疊紀時代生物的多樣性和複雜性。「熱河生物群」7 個展廳中，恐龍展廳的鸚鵡嘴龍化石近 200 件。其中禽龍化石胃部保存的胃石和當時的食物形成的化石，具有極高的觀賞和科研價值。「萬魚廳」展示了十萬多條一億兩千多萬年前不同種類的魚化石，為世界一絕。在世界其他博物館很少見到的帶有羽毛的恐龍和鳥類化石上千件，為人們研究恐龍的滅絕和鳥類起源提供了詳實的實物例證。

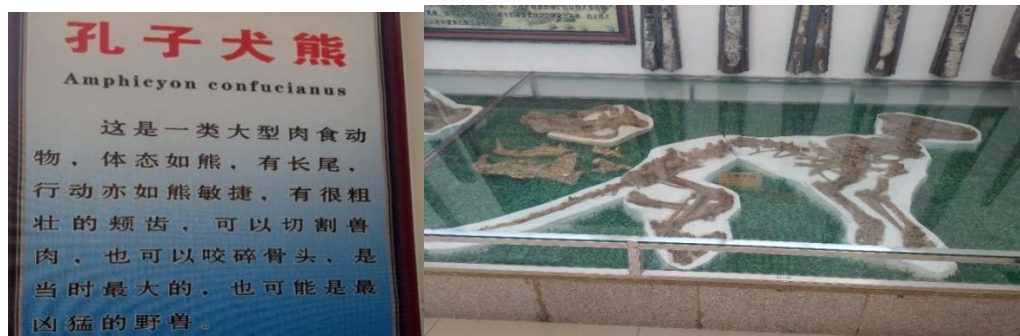


圖 13. 天宇自然博物館館藏之一：孔子犬熊，是當時最大，也可能是最凶猛的動物。



圖 14. 天宇自然博物館館藏之一：鬣齒獸，外觀像現今的鬣狗，會獵食有蹄類。



圖 15. 天宇自然博物館館藏之一：半島原河豬，是一種大型的豬，四肢粗壯。



圖 16. 天宇自然博物館館藏之一：山旺動物群，分類上屬於脊椎動物門，以具有脊柱為主要特徵。



圖 17. 天宇博物館千龍廳入口，與其展示的鸚鵡嘴龍和恐龍蛋化石。



圖 18. 天宇博物館山旺百鹿廳入口，及其內部百餘件鹿化石



圖 19. 截至 2010 年 8 月,天宇自然博物館已有 6 項藏品獲「世界吉尼斯獎」

館內收藏有「山旺生物群」地層的近千件鹿類、犀牛類化石等在其他博物館難得一見的各種食肉類動物化石、昆蟲、植物化石等都能在此一睹風采。看到這些化石就如同讀到了一部永遠讀不完的「萬卷書」,使人流連忘返。

D. 沂蒙山金伯利岩成礦區

最有利於形成富含原生鑽石的金伯利岩的條件為：具有古老基底且有厚層穩定蓋層的克拉通。大多數這些金伯利岩的物質來源都是這些克拉通的基底，包括南非巴伯頓克拉通、剛果克拉通、西澳大利亞皮爾巴拉克拉通、伊爾崗克拉通、北美蘇必利爾克拉通等等，這些克拉通的基底大多都是在 3.2Ga 就已經穩定。而沂蒙山金伯利岩成礦區即位於華北克拉通核部。

沂蒙山金伯利岩成礦區位於山東省蒙陰縣聯城鄉常馬莊村境內，是中國大陸第一個金伯利岩行原生金剛石產區，也是中國大陸乃至亞洲儲量和露天開採規模最大的金剛石礦床之一。包括紅旗一號和勝利一號採礦坑、選礦場、地質博物館、地質遺跡等眾多景觀，礦業遺跡豐富，是中國金剛石首次發現及採礦史的見證，其中大部分遺跡具有國際的典型性和稀有性，富有強烈的外在吸引力和獨特的文化內涵。

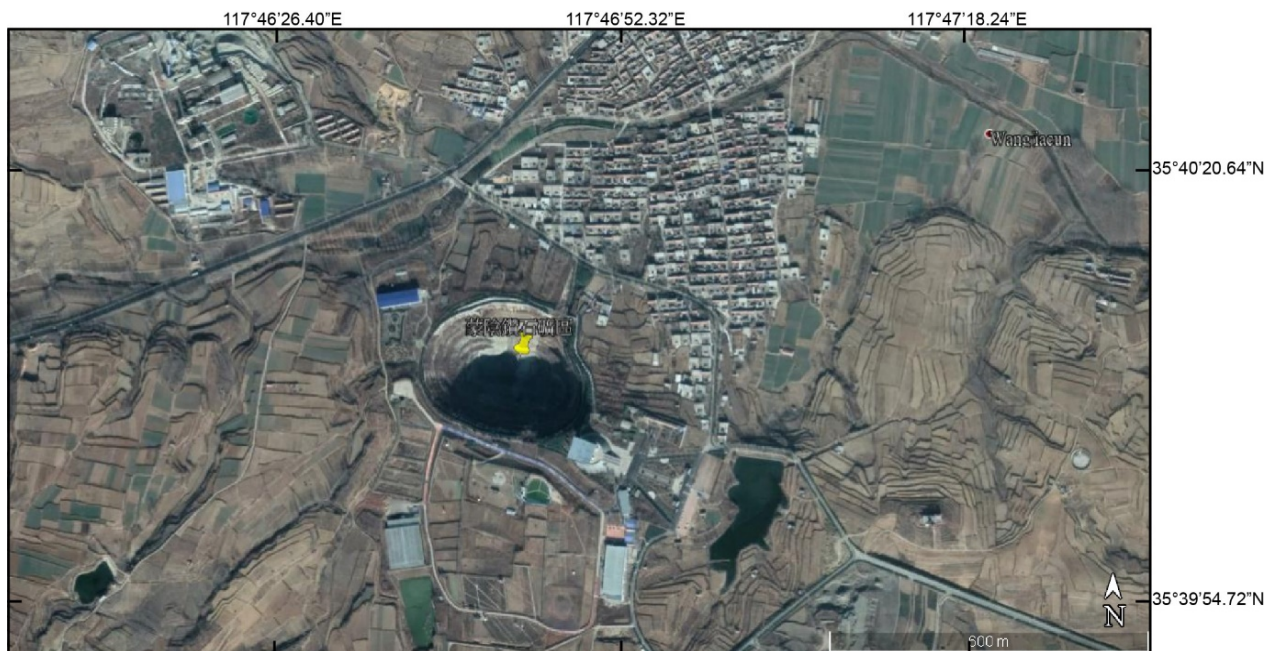


圖 20. 山東省蒙陰縣聯城鎮常馬庄金剛石礦坑衛星圖(引用自 Google Earth)

依大地構造劃分，山東屬華北克拉通的一部分。從晚元古代到古生代末期，華北克拉通地殼處於穩定狀態。到了中生代才活躍起來，自此華北克拉通開始解體，其間在山東境內形成了蒙陰盆地、平邑盆地、萊蕪盆地等，同時大面積的岩漿和火山活動開始發生，在蒙陰金伯利岩南部的橄輝雲斜煌斑岩和北部的含角礫碳酸雲母岩及角礫碳酸岩，就是這個時代形成的。研究認為這些岩石與蒙陰地區金伯利岩是同源岩漿的分異產物。區域地質自老至新地層為：新太古代泰山岩群，古生代寒武-奧陶系，中生代侏羅系、白堊系，新生代古近系(Paleogene)、新近系(Neogene)、第四系等地層。



圖 21. 山東省沂蒙山金伯利岩成礦區區域地質略圖。自老至新地層為：新太古代泰山岩群，古生代寒武-奧陶系，中生代侏羅系、白堊系，新生代古近系(Paleogene)、新近系(Neogene)、第四系等地層。

沂蒙山金伯利岩成礦區的分布：主要分布於常馬庄、西峪和坡里三個金伯利岩帶。這三個岩帶總體走向約為北偏東 55°；全長約 55 公里，寬約 15 公里，由南向北逐漸向東偏移，平面上有向北撒開、向南收斂之趨勢。各帶間的方向性、等距性及左列式展布規律比較明顯。

- 常馬庄岩帶：位於蒙陰縣城西南約 13 公里的常馬庄至王家村一帶，為蒙陰金剛石原生礦之南端。整個岩帶延伸方向為北偏東 345°，長約 14 公里，寬約 2.5 公里。由 8 條金伯利岩岩脈和 2 組金伯利岩岩管(Rock pipes)所組成。
- 西峪岩帶：位於蒙陰縣城以北約 12 公里的西峪村附近，為蒙陰金剛石原生礦中部。按金伯利岩岩脈的展布方向，分為 NNE 向岩帶和 NW 向岩帶兩部分。由 4 條金伯利岩岩脈和 1 組金伯利岩岩床(Sill)所組成。
- 坡里岩帶：位於蒙陰縣城東北約 30 公里的野店--波里--金星頭一帶，為蒙陰金剛石原生礦的北端。總體走向約為 36°，長約 18 公里，寬約 0.6 公里。由 25 條金伯利岩脈組成。岩脈走向與岩帶走向一致，岩脈之間多呈平行側列式斷續分布。



岩石名称：金伯利岩
 Name : Kimberlite
 斑晶：橄榄石，透辉石；
 主要成分：porphyritic: olivine, diopside;
 Compositions : 基质：橄榄石，金云母，磁铁矿
 matrix : olivine, phlogopite, magnetite
 岩石类型：超基性浅成侵入岩
 Rock type : ultrabasic hypabyssal intrusive facies

圖 22. 山東省沂蒙山金伯利岩成礦區所產的金伯利岩，主要礦物組成大顆粒斑晶狀的橄欖石、輝石；基質為金雲母、磁鐵礦等。

目前中國大陸鑽石主要產地有三處：遼寧省瓦房店、山東沂蒙山區、湖南沅江流域都是金伯利岩形鑽石礦區，但沅江流域尚未找到原生礦區，瓦房店礦區鑽石品味、質地較佳，沂蒙山區鑽石結晶顆粒較大(圖)。



圖 23. 山東省沂蒙山金伯利岩露天成礦區一景。

E. 中國國際前寒武研究中心

2009 年由北京離子探針中心發起組建了“中國國際前寒武研究中心（IPRCC）”，吸引了國際前寒武研究領域的一流學者，形成了以北京離子探針中心為核心的國際性研究平臺，並由劉敦一研究員擔任前寒武研究中心主任(如圖 10)。自成立以來，前寒武中心受到了廣泛地支援，2010 年已組織了國際會議和國際地質考察活動。前寒武中心的成立進一步增強了中心作為國際研究平臺的地位。其核心儀器是兩台“高分辨二次離子探針質譜計（SHRIMP II）”。中心主要從事地質年代學和宇宙年代學研究；發展定年新技術新方法；進行必要的礦物微區稀土地球化學研究；解決重大地球科學研究課題中的時序問題，特別是太陽系和地球的形成及早期歷史研究；主要造山帶的構造演化研究；地質年代表研究；大型和特殊礦床成礦時代研究並從事科學儀器研發。



圖 24. 中國國際前寒武研究中心劉敦一主任與職合影紀念



圖 25. 中國國際前寒武研究中心設有標本蒐藏庫。

心得與建議

心得：

1. 台灣島是座年輕的島嶼，主要是新生代地層所組成。中國大陸是古老的大陸，主要由三大克拉通(華北、揚子、塔里木)，在不同地質年代拼合而成(圖 1)。
2. 華北克拉通是地球上古老的大陸板塊之一，穩定性好、缺乏明顯的火山活動或大地震的古老地殼。所以在華北克拉通內部有許多化石(諸城恐龍、遼西生物群、山旺化石群、萊陽蛋化石、及各種疊層石沉積構造等)；在克拉通中心部位，有金伯利岩形成；在克拉通邊緣部位，有金礦區形成。

建議：

台灣是年輕的島嶼，主要由新生代地層所組成；中國大陸主要古老的地殼所組成。中國大陸採集計畫即是提供採集台灣所欠缺地質標本的機會，但地質標本重量較重，運回台灣的運費也較為昂貴(每 100 公斤約 4000 人民幣)，建議標本運輸費用能不包含差旅費項下。