

90後與導師共研究 首揭30多億年前具還原性大氣關鍵證據

光譜遙感探「火」 尋找生命痕跡



從香港到火星

火星探索近年成為關注焦點，在此熱潮下，香港大學90後科研人員劉嘉成與其導師 Joseph Michalski，早前便共同率領完成一項研究，透過光譜遙感分析，首次發現30多億年前火星具有還原性大氣的關鍵證據，成為昔日火星有較強溫室效應的有力支持。劉嘉成近日接受香港文匯報專訪，分享團隊其中一項目標，正是希望為尋找火星生物標誌物提供幫助，而這亦正是火星研究的其中一項核心問題——到底火星是否存在生命？

●香港文匯報記者 姜嘉軒

火星呈現的紅色，與表面大量的氧化鐵（鐵鏽）物質相關，也反映其氧化性環境；而上述發表於權威期刊《自然·天文學》的研究，則證明了30多億年前的火星是另一種還原性大氣的景況，那亦說明當時並沒有大量氧化鐵出現，即早年火星其實並沒有那麼紅。

現為港大地球及行星科學研究部博士生及行星光譜與礦物學實驗室成員劉嘉成進一步解釋，「現時火星具乾冷的氣候條件，但有研究認為早期火星其實是溫暖和潮濕的，足以讓河道、湖泊和含水礦物在地表形成……後來有人做了模型，發現只有一種方法可以實現這樣較強的溫室效應，就是除二氧化碳外，還要包括還原性氣體，相互作用下才可以產生遠遠強於只有二氧化碳時候的溫室效應」，過去此說法只存在於理論中，而劉嘉成的研究則運用了光譜和遙感技術（見另稿），首次提供關鍵證據，說明早期火星大氣的確是還原性的。

還原性環境利有機物長期保存

「我們證明了它曾經是一個比較長時間的還原性環境，可以有較強的溫室效應，令溫度可以達到零度以上。」而這有機會帶來那些可能的影響呢？劉嘉成解釋，第一點是比較直觀的，就是地表液態水可以存在較長時間，而這正是地球上生命出現的必須條件；第二點是還原性環境有利於生命前的化學作用，「生命出現是需要一步一步的，而還原環境有利於有機物合成，同時如果有有機物存在，有生命作用產生的話，還原性環境是利於這些有機物的長期間保存。」

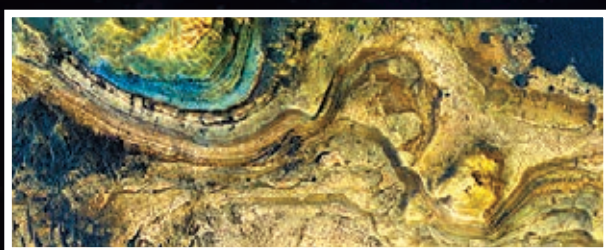
劉嘉成指，其所在的行星光譜與礦物學實驗室，儀器和火星車上的分析儀器基本相似，以光譜學的方法來研究岩石的礦物和化學成分，從而反映早期火星與水相關的地質作用和地表過程，「實驗室其中一項主要研究目標，就是希望以光譜學的方法來尋找岩石中的生物標誌物，為火星生物標誌物的尋找提供幫助。」

火星研究是窺探地球歷史窗口

事實上，火星探索其中一項關鍵科學問題，在於它曾否存在生命，「火星研究比其他星球更熱烈，因早期火星跟地球很像，有一些水源證據，因此就是希望了解液態水是否能夠存在較長時間，而本質問題正是早期火星是不是足夠宜居，可以讓生命出現。」



●劉嘉成(右)與導師、港大地球及行星科學研究部副教授 Joseph Michalski (左)共同率領完成有關火星還原性大氣的研究。受訪者提供

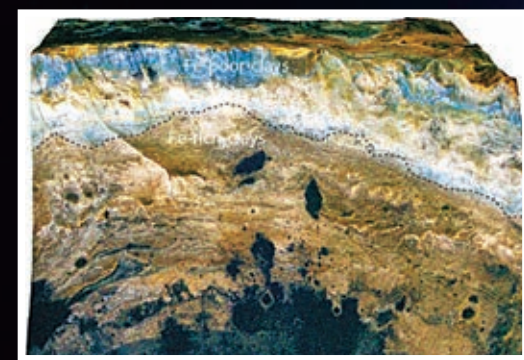


●加工彩色圖像中，左上角的藍色調表明岩石在風化過程中，鐵質因風化而流失。這是存在還原環境的直接地質證據。
港大圖片

此外，火星研究也是窺探地球自身歷史的一個窗口，「因為早期地球的記錄，很多已因為板塊作用而散失，但火星地殼沒有板塊作用，可能一半以上石頭都是37億年前形成的，都很古老。」

除液態水以外，劉嘉成也特別提到冰的重要性，「我們也會研究岩石跟冰的反應，我們認為這種作用可能主導了火星地表的化學過程，因為溫暖潮濕的環境也許時間較短，大部分的時候其實是有冰的環境。」他解釋，冰裡面其實也是有機會發現生命，它可以比較好把有機物保存，也是值得研究的方向。

近年接連有國家發射探測器探索火星，劉嘉成形容情況前所未有，「可預見熱度會愈來愈高，也會愈來愈接近最終答案。就是火星到底有沒有生命，但這一步很多人都希望是在人類真正踏上火星那一刻之前實現，因為人類上去後，就有機會污染了火星環境，屆時即使發現到微生物，也有機會不是原有，而是帶上去的，所以希望在未來十多年內，弄清楚這個問題。」



●火星隕石坑壁風化殼的三維視圖顯示，富鐵紅色調岩石位於鐵缺失的藍色調岩石之下。
港大圖片



◀火星馬沃斯谷，圖片範圍約500公里。圖中較淺色底層岩石有近40億年歷史，被紅色的氧化鐵及深色沙狀沉積物覆蓋。
圖片來源:ESA/DLR

地質學出身轉投「探火」 籲港青參與獻想法

香港文匯報訊（記者 姜嘉軒）90後博士生劉嘉成，本身是地質學出身，有感礦床研究相對「古老」，至四年前偶然下發現其專業領域原來相當適合火星研究，尤其國家近年積極發展航天科技，支持力度與日俱增，順理成章下便投身其中，「我當然也很希望香港日後有更多年輕人參與進來，因為這裡面有很多有趣而未知的東西，我們可以貢獻想法，是很有前景的！」

「有別於一些人很早開始已經對於太空探索感興趣，對我來說研究火星更多是出於偶然。」劉嘉成說自己原是地質學（Geology）出身，「主要用光譜學方法，去研究一些跟水相關、熱液作用形成的礦床」，該領域發展比較成熟，已有不少人參與其中，到後來他進一步選擇未來方向時，恰巧發現火星研究非常需要這個背景的人才，有感火星至今仍然存在很多未知的答案，發展空間很大，遂決定投身其中。

國家航天發展投入料愈來愈多

「事實上，不論從研究者角度、國家戰略以至社會層面，都可見大家愈來愈關注太空探索。」劉嘉成舉例指，內地近年開始增添行星科學作為一級學科，以培養未來專業人才；國家自然科學基金近年亦將「行星科學」作為獨立選項；而中科院也建設了比較行星學卓越創新中心的研究平台。至於大眾對火星的興趣，更是隨「天問一號」帶出前所未有的火熱關注，國家未來相關投入，相信亦會愈來愈多。

劉嘉成又指，香港學者於技術層面一直有助國家航天工程，如「天問一號」的「火星相機」正是一例。惟在鑽研火星相關的科學問題，如地質過程、生命探索、氣候問題等，本地研究確實較少。他期望自身的港大團隊，及其他學者未來可作更多深入探究，「即使來自不同背景，我相信都可以在航天研究上找到切入點，作出貢獻。」

「天問」「祝融」供信息 助了解次表層結構

香港文匯報訊（記者 姜嘉軒）「天問一號」登陸火星，不但開創國家航天發展新一頁，亦可望為不少科學問題帶來突破。劉嘉成表示，今次「天問一號」降落在火星北部，其「祝融號」火星車可望為驗證早期火星北部低地古海洋的假設提供重要信息，加上火星車攜帶的雷達探測器，亦可幫助科學家更好地了解火星的次表層，包括土壤和水冰的結構。

被問到「天問一號」可望帶來哪些科學貢獻？劉嘉成以其自身的研究作切入點，先從「天問一號」的軌道器來說，將有機會對之前其他國家未進行過高光譜探測的區域進行高光譜遙感採集工作，「這些數據可能可以為我感興趣的研究區域提供新的光譜遙感數據，用以分析礦物分布和成分，進而更好地研究早期火星地質作用和地表環境。」

至於「祝融號」火星車，劉嘉成指其搭載的雷達探測器，可給科學家更好地了解火星的次表層，包括土壤和水冰的結構，「而且對於我個人的研究來說，（火星車）或有機會研究到我想做的一些假設，例如火星北部低地是不是有一個比較大的海洋存在。」

在地球覓「風化殼」「析火」地表分子振動

香港文匯報訊（記者 姜嘉軒）火星與地球相距最少5,000多萬公里，除了直接派遣太空車作實地探測外，其實也有不同科學方法，讓科學家即使置身萬里之外，都可一探火星究竟。劉嘉成的研究項目，正是在地球找出適合跟火星地表作對比的「風化殼」，利用高光譜遙感技術，分析火星地表物質的分子振動，藉以研究火星古老岩石的礦物學和地球化學特徵。

「我主要研究的火星區域叫 Mawrth Vallis（馬沃斯谷），坐標是 22.6° N 16.5° W，海拔 2,000 米左右，處於火星北部低地和南部高地的分界附近，黏土礦物厚度可達 150 米，而其分布可達數萬平

方公里。」劉嘉成介紹指，其研究項目一方面以光譜技術研究馬沃斯谷，另一方面則是在地球找到足以跟火星地表互相對比的風化殼，「結果我們在海南找到，它跟火星的有兩個相似地方，第一點是它們都是玄武岩，因火星地表主要是玄武岩，所以我們在地球上最好都要找玄武岩。」而「風化殼」是指地質歷史時期曾出露地表的地層，在經過長期風化剝蝕，形成明顯的風化剝蝕帶後，再經過埋藏壓實固結所形成的「殼體」或「殼帶」。

另一要點，是要找很厚的「風化殼」，厚度必須足以跟火星的互相對比，「厚就證明風化時間長，有整個元素跟礦物的演化序列，以便我們研究化

學跟礦物在這種風化作用中，從頭到尾的變化過程。」正是通過對海南玄武岩風化殼的研究，團隊建立了表徵鋁含量和鐵含量的光譜參數，以此作為識別風化殼的關鍵指標，再應用到火星之上。

「我們以此去看鋁和鐵在風化殼上面的分布，如果是氧化條件，因鋁和鐵的性質非常相似，它們會在一起；如果是在還原性條件下，鋁跟鐵就會分離，鋁保留下來，二價鐵被「淋濾」走了。」研究團隊正是將火星高光譜遙感數據與實驗室所收集的光譜數據進行詳細對比，結果發現火星地表出露的古老岩石曾經歷過還原性的化學風化，顯示早期火星確實存在過還原性的大氣環境。