

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

030504

火岩晶睛 A.K.A.辨真假-火星地表影像判定

學校名稱：嘉義市立北興國民中學

作者： 國二 王宥霖 國二 鄭翔澤 國二 洪翊程	指導老師： 高慧菊
---	------------------

關鍵詞：火星地表、高光譜、主軸成分分析

摘要

本研究是先對火星上的岩石和沙子影像利用高光譜影像技術做頻譜模擬和主軸成分分析建置圖鑑，再針對火星上疑似火星生物的影像和特異的石頭，進行高光譜影像技術做頻譜模擬與主軸分析後，看該物質在圖鑑上的落點，來研判這些影像是否真的是火星生物或只是形態像生物的火星上的岩石。

研判結果火星上類似生物體型態的影像大都是火星上的淺或深色的岩石，形態的形成可能是在火星上長時間的風化形成。

火星上顏色較特異的物質，本研究只能判讀出該物質是否有異於和一般的岩石或沙土成分，若異於一般岩石，是否為火星上的物質則需再用其他方法來研判。

壹、研究動機

從網路瀏覽新聞時，看見有關於火星生物的訊息，美國 NASA 的毅力號成功登陸火星，傳回來許多照片，有許多研究人員在照片中發現類似於生命體的痕跡，經研究大多都只是物質的形狀類似於生物型態，並不是真的生物體的存在。但這些照片卻引發我們我們興趣，打算用光譜相機來分析這些照片，運用不同物體都有自己不同的光譜都有不同光譜的特性，查看火星上是否有生物的痕跡或外星物質存在。

貳、研究目的

針對火星地表影像利用高光譜影像技術做頻譜模擬分析，並透過主軸成分分析探究火星上類似生物形態的影像和較特異的物質影像，是否屬於火星上的石頭或是外來物質。

參、研究器材

- 一、電腦 ASUS Zephyrus G14
- 二、高光譜影像技術軟體(HSSpectrumViewer)由某大學提供
- 三、主軸成分分析軟體由某大學提供

肆、研究方法

一、高光譜影像的轉換

高光譜影像是收集及處理整個空間與能量(波長)分布的資訊，模擬人眼與光譜儀的特性計算出更細微的頻譜特徵；人眼具有三原色的色彩知覺建構出全彩的視覺感受，在大自然中有一種雀尾螳螂蝦具有 16 個顏色的視覺能力，可以辨識出更多的大自然事物，高光譜影像的能力能夠如雀尾螳螂蝦分辨出不同的珊瑚、獵物或則獵食者，而這些正是人類所缺少的，利用此特性不同的物質有其專屬的反射光譜，根據物質的光譜可用於鑑別物質種類，確定它的化學組成。

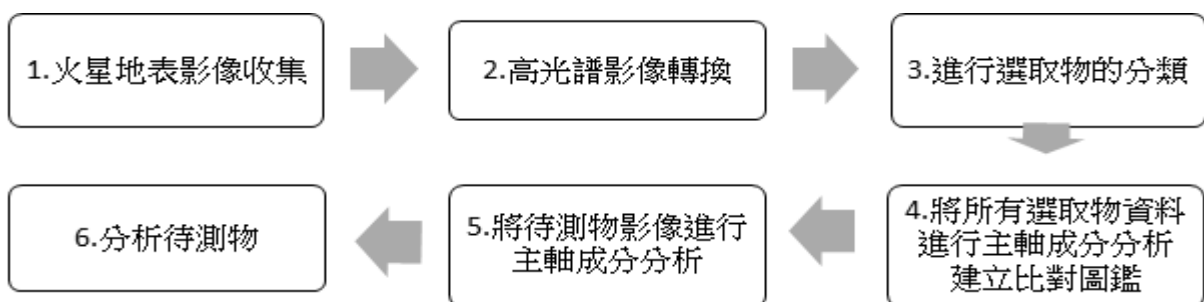
本研究利用高光譜影像技術建立光譜數據，使用高光譜影像演算法分析並模擬出火星圖像整體的反射頻譜。

二、主軸成份分析 (PCA)

主軸成份分析法 (Principle Component Ananaysis) 為多變量統計常用的方法，多變量數據無疑會為研究提供豐富訊息，但如果分別對每個指標進行分析，往往會無法完全利用且損失許多有用消息，從而產生錯誤結論，因此 PCA 目標為在數據的資訊量損失較小的前提下，將高維的資料轉換到低維用以減少計算量。

為了達到以上結果 PCA 的過程即是為了找到一些投影方向使得在這些投影方向上的變異數最大，而且這些投影方向是相互正交的，在找新正交的過程變異數越大代表在對應正交上包含更多資訊量，PCA 只需要獲取數據，以進行後續統計處理得到樣本中特徵等有用消息，因此使得 PCA 應用範圍更加廣泛。

三、研究步驟



(一)、建立火星地表光譜影像資料庫的建立

1、收集火星地表的照片

先從 NASA 官方網站的好奇者火星號任務圖片庫中收集火星地表的各種近距離、拍攝角

度接近垂直、彩色的圖像共 54 張，如圖(一)、(二)所示。

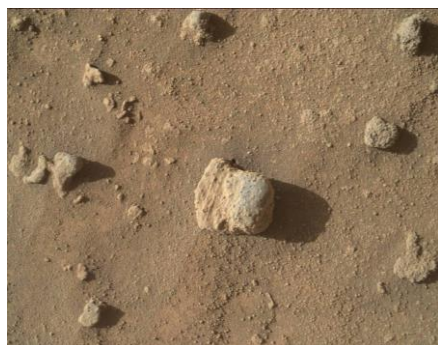


圖 (一) 火星地表



圖 (二) 火星地表

2、針對所收集到的照片進行頻譜模擬分析

將收集到的 54 張火星照片圈選 226 點進行頻譜模擬分析，選取分析點的原則 1.選取各種不同性質的地點、2.同類石頭圈選 1 至 3 點、3.避免圈選陰影處、4.避免圈選到光線偏強的地方，如圖(三)所示共選取 5 個點，四個點為石頭，一個點為沙子，接著利用高光譜影像技術軟體(HSSpectrumViewer)轉換出火星地表圖片中所有畫素的頻譜資訊，分析建立光譜數據，火星影像轉換所產生的光譜數據如圖(四)所示，所繪製的光譜圖如圖(五)所示。若將所有照片轉換完的光譜數據共 226 筆繪製成光譜圖如圖(六)所示，從這樣的光譜分布圖並無法辨識分類所對應的照片種類，故再針對光譜資料進一步分類處理。

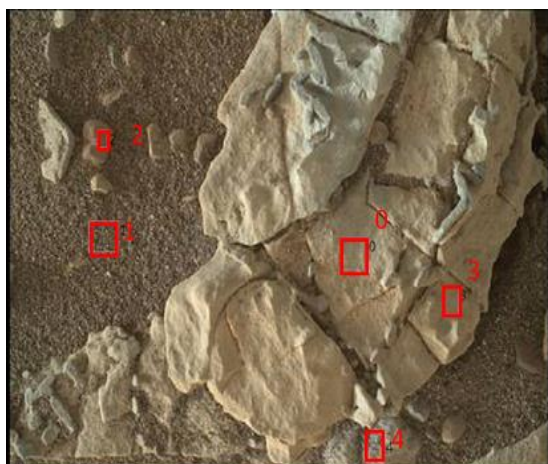


圖 (三) 要進行頻譜分析點的分布圖

	A	B	C	D	E
1	E1	E2	E3	E4	
2	380	0.06937189	0.0369204	0.03025077	0.08351574
3	381	0.07097744	0.03768395	0.03074818	0.08593735
4	382	0.07258287	0.03844749	0.03124561	0.08835896
5	383	0.07418837	0.03921108	0.03174302	0.09078056
6	384	0.07579387	0.03997465	0.03224044	0.09320219
7	385	0.07739935	0.04073818	0.03273785	0.09562381
8	386	0.07949089	0.04169355	0.03331707	0.09894097
9	387	0.08158243	0.04264893	0.03389627	0.1022582
10	388	0.0836739	0.0436043	0.0344755	0.1055754
11	389	0.0857654	0.04455967	0.03505469	0.1088926
12	390	0.08785697	0.04551502	0.03563392	0.1122097
13	391	0.09013858	0.04651449	0.03616319	0.1160599
14	392	0.09242006	0.04751398	0.03669247	0.1199102
15	393	0.09470168	0.04851342	0.03722175	0.1237604
16	394	0.09698315	0.04951287	0.03775102	0.1276106
17	395	0.09926475	0.05051234	0.0382803	0.1314608
18	396	0.1014422	0.05141288	0.03866927	0.1353894
19	397	0.1036196	0.05231341	0.03905823	0.139318
20	398	0.1057971	0.05321395	0.03944723	0.1432466
21	399	0.1079745	0.05411448	0.03983618	0.1471752

圖 (四) 光譜數據

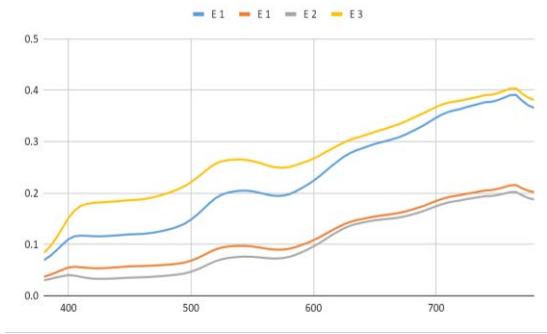


圖 (五)單張照片的光譜影像分布圖

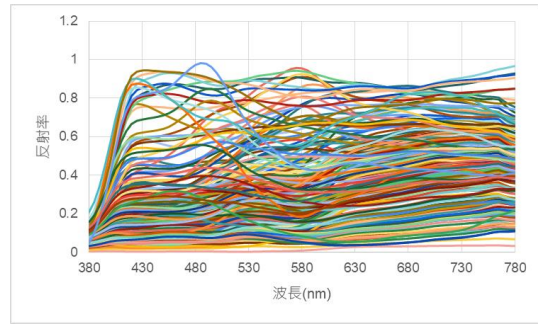


圖 (六)所有照片的光譜影像分布圖

3、光譜數據分類

將所有照片轉換完的光譜數據依照火星照片上所點選的物質大致分成四類如圖(七)所示，土色石頭與砂土(E)、暗色石頭與砂土(D)、白色石頭(W)、藍色石頭(B)，分類完的光譜數據轉換成光譜圖如圖(八)所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
2	380	0.03692	0.10269	0.09601	0.09801	0.06786	0.07551	0.08125	0.07456	0.06629	0.0782
3	381	0.03768	0.10582	0.09872	0.10087	0.06944	0.07703	0.08307	0.07593	0.0674	0.0797
4	382	0.03845	0.10895	0.10144	0.10374	0.07101	0.07854	0.08489	0.0773	0.06851	0.0813
5	383	0.03921	0.11208	0.10416	0.1066	0.07259	0.08006	0.08671	0.07867	0.06962	0.0828
6	384	0.03997	0.11521	0.10687	0.10947	0.07417	0.08158	0.08853	0.08004	0.07073	0.0843
7	385	0.04074	0.11834	0.10959	0.11233	0.07574	0.08309	0.09036	0.08141	0.07184	0.0858
8	386	0.04169	0.1227	0.11333	0.11629	0.07781	0.08509	0.09287	0.08314	0.0732	0.0878
9	387	0.04265	0.12706	0.11707	0.12025	0.07987	0.08708	0.09539	0.08488	0.07457	0.0898
10	388	0.0436	0.13142	0.12081	0.1242	0.08194	0.08907	0.09791	0.08661	0.07594	0.0918
11	389	0.04456	0.13578	0.12456	0.12816	0.084	0.09107	0.10042	0.08834	0.07731	0.0938
12	390	0.04552	0.14014	0.1283	0.13211	0.08607	0.09306	0.10294	0.09007	0.07868	0.0958
13	391	0.04651	0.14527	0.13263	0.13672	0.08832	0.09513	0.10572	0.0918	0.07997	0.0979
14	392	0.04751	0.1504	0.13696	0.14133	0.09058	0.09721	0.1085	0.09353	0.08127	0.0999
15	393	0.04851	0.15553	0.14129	0.14594	0.09283	0.09928	0.11128	0.09526	0.08256	0.1020
16	394	0.04951	0.16065	0.14562	0.15055	0.09509	0.10135	0.11406	0.09699	0.08386	0.1040
17	395	0.05051	0.16578	0.14996	0.15516	0.09735	0.10343	0.11683	0.09872	0.08515	0.106
18	396	0.05141	0.17109	0.15436	0.15988	0.0995	0.10534	0.1197	0.10027	0.08624	0.1079
19	397	0.05231	0.17639	0.15877	0.16459	0.10166	0.10726	0.12257	0.10182	0.08734	0.1098
20	398	0.05321	0.1817	0.16318	0.16931	0.10382	0.10918	0.12544	0.10337	0.08843	0.1116
21	399	0.05411	0.187	0.16759	0.17402	0.10598	0.1111	0.12831	0.10492	0.08952	0.1135
22	400	0.05502	0.1923	0.172	0.17874	0.10814	0.11302	0.13118	0.10647	0.09061	0.1153
23	401	0.05528	0.19651	0.17526	0.1823	0.1093	0.11396	0.13376	0.10705	0.09079	0.1161
24	402	0.05554	0.20072	0.17852	0.18587	0.11046	0.11489	0.13634	0.10763	0.09097	0.1169
25	403	0.0558	0.20493	0.18178	0.18943	0.11163	0.11582	0.13892	0.10822	0.09115	0.1177
26	404	0.05607	0.20914	0.18504	0.193	0.11279	0.11675	0.14149	0.1088	0.09133	0.1184

圖 (七) 進行分類後的 excel 資料

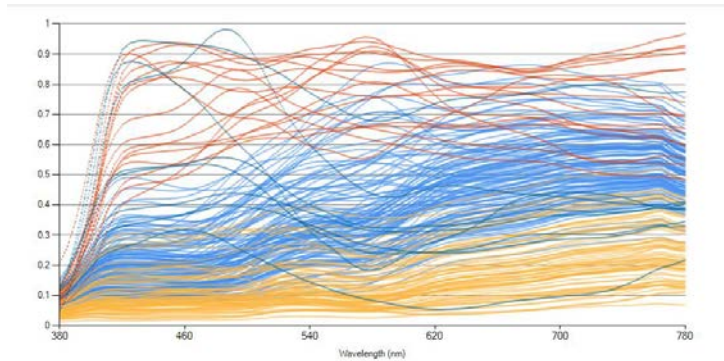


圖 (八)分類完的光譜影像分布圖

4、針對光譜數據進行 PCA 的轉換建立圖鑑

分類之後的光譜數據放入主軸成分分析程式，將光譜資料轉換成主軸成分分析圖以進行後續的待測物光譜主軸成分分析的比對。




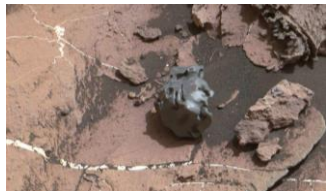

(二)、對火星上類似生物體形態或較特異物質進行研判

1、收集類似生物體形態或較特異物質照片

我們針對火星上的二種不同的類型尋找照片，第一類為疑似像地球上生物形態的影像，如圖(九)所示共 6 張照片，第二類是特異型態的物質共 5 張，如圖(十)所示。

		
動物化石	螃蟹	珊瑚
		
貝殼	人像	蜥蜴

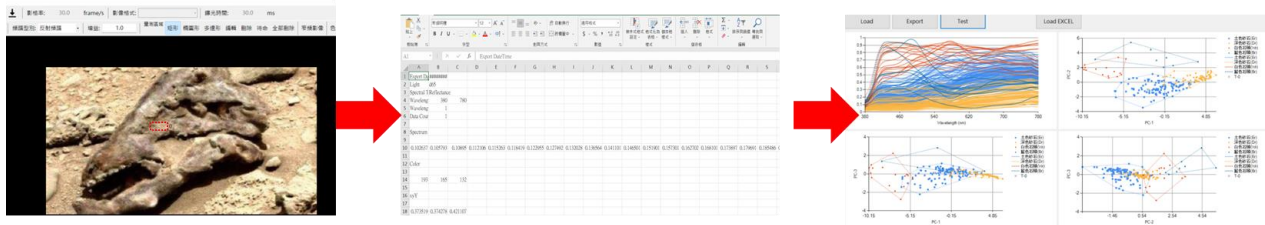
圖(九) 火星上疑似像地球上生物形態的影像

圖(十) 特異型態的物質影像

2、與所建立的主軸成分分析(PCA)圖鑑進行比對

我們針對圖片中有特殊生物形狀或較特異的地方，利用高光譜影像技術軟體(HSSpectrumViewer)轉換出火星地表圖片中所有畫素的頻譜資訊，做頻譜模擬分析建立光譜數據，將得到的光譜資料放入主軸成分程式得到主軸成分分析的落點圖，再依落點圖來進行物質的研判，如圖(十一)所示。



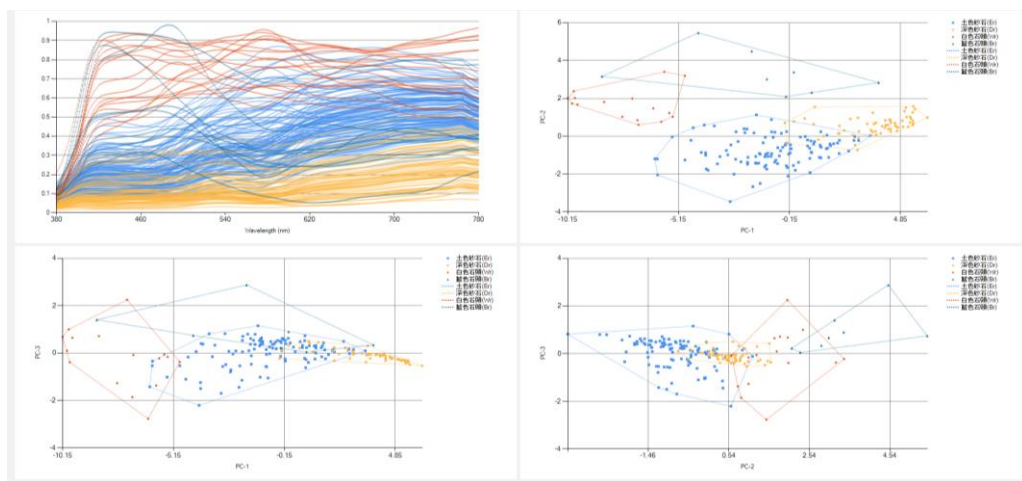
圖(十一) 待側物影像處理流程圖

伍、研究結果與討論

一、建立火星地表光譜影像資料庫和主軸成分分析圖

(一)圖(十二)左上角是所有分析點的光譜分布圖，橫軸為波長，縱軸為反射率，不同顏色代表不同的分類物質，黃色為暗色岩石與沙土、紅色是白色岩石、淺藍色是土色岩石和沙土、深藍是偏藍色石頭，其他三張則為三維度(PC-1)、(PC-2)、(PC-3)主軸成分分析圖，經主軸成分分析後能將分類後的四種類型光譜資料愈分散的圖愈理想，四個種類重疊的面積愈小愈好，對比的結果會比較準確，三個圖中四類彼此分開較開且重疊較小的是(PC-1)對(PC-2)圖，故本研究主要會以(PC-1)對(PC-2)圖來進行資料研判，其他兩張圖因為資料點重疊性較高則列為參考。

(二)我們發現在進行照片光譜分類時，分類的方式不能太過於複雜，不然經過主軸成分分析後的各個光譜點無法有效分離，分類區域重疊性太高就無法有效辨識出物質的特性或種類，故本研究只將火星照片上的物質分成四類來進行分析研判。

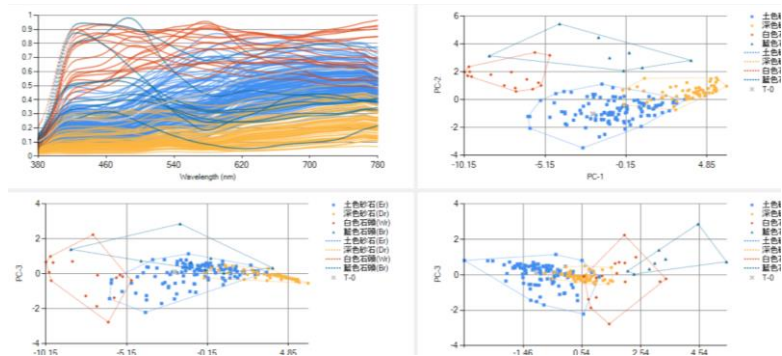


圖(十二)光譜資料轉換成主軸成分分析圖

二、對火星上特異物質影像進行研判

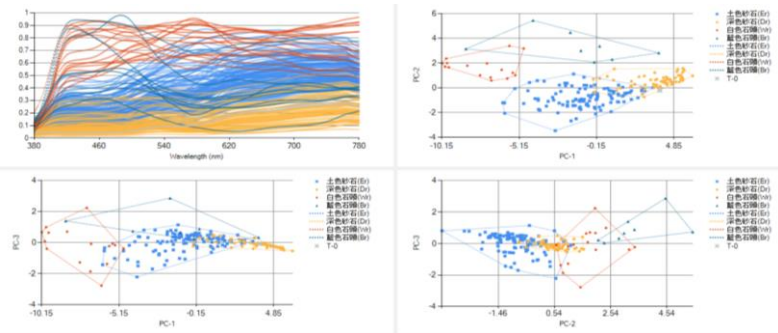
(一)、第一類是以疑似像地球上生物的影像判定

1、圖(十三)為疑似生物的頭骨狀影像和其主軸成分分析圖，圖(十三)左側的照片中紅色方框即為針對頭骨狀圈選分析點，此點分析後在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於土色岩石和沙土區域內，由此我們推斷這外貌很像生物頭骨的影像應該是火星上外形像頭骨的岩石而不是生物。



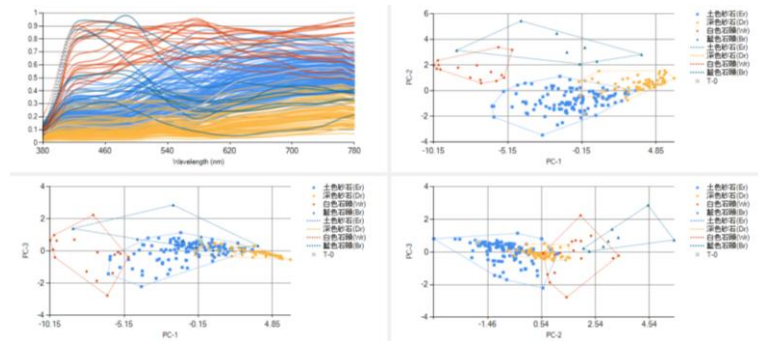
圖(十三)為疑似像生物頭骨的影像照片和主軸成分分析圖

2、圖(十四)為岩壁上一個疑似螃蟹影像的照片和其主軸成分分析圖，圖(十四)左側的照片中紅色方框即為針對類螃蟹影像圈選分析點，此點分析後在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於暗色岩石與沙土區域內，由此推斷這外貌很像的螃蟹型態的影像處應該也是火星上外形像螃蟹的石頭而不是生物。



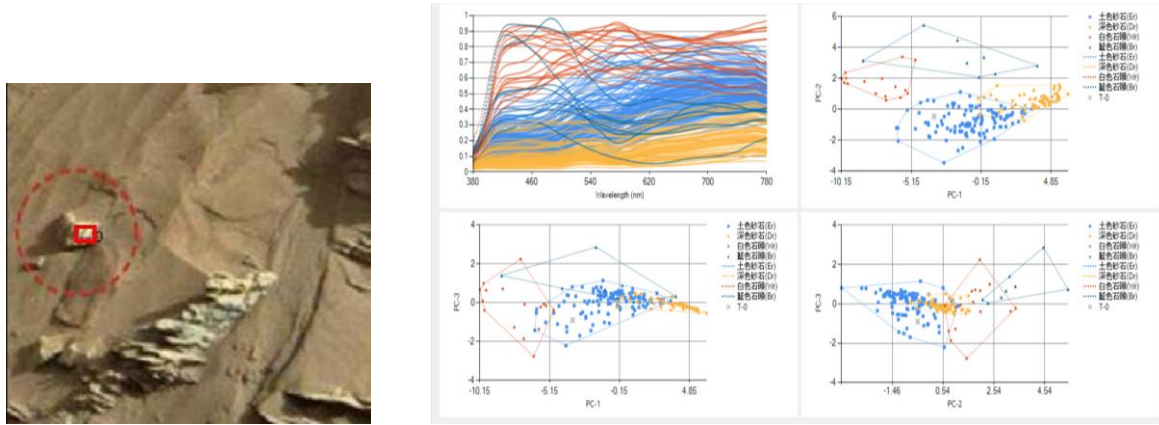
圖(十四)疑似螃蟹影像的照片和其主軸成分分析圖

3、圖(十五)為在沙土上一個疑似珊瑚影像的照片和其主軸成分分析圖，圖(十五)左側的照片中紅色方框即為針對類珊瑚影像圈選的分析點，分析後此點在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於土色岩石和沙土區域內，由此推斷這外貌很像的珊瑚的影像應該是火星上外形像珊瑚的石頭，其形成原因可能是受風化作用而成的。



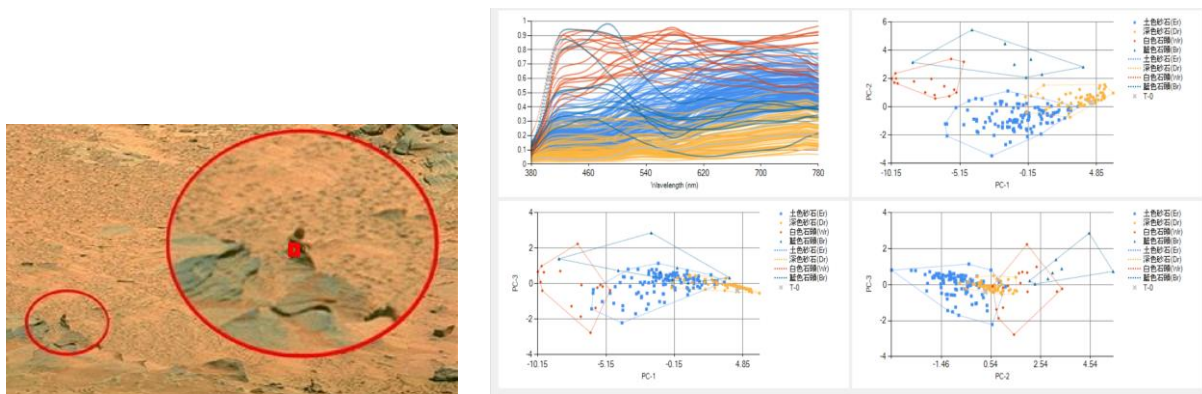
圖(十五)疑似珊瑚影像的照片和其主軸成分分析圖

4、圖(十六)為在沙土上一個疑似貝殼影像的照片和其主軸成分分析圖，圖(十六)左側的照片中紅色方框即為針對像貝殼影像圈選的分析點，分析後此點在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於土色石頭或砂土區域內，由此推斷這外貌很像的貝殼型態的影像應該也只是形態像貝殼的石頭，其形成原因也可能長期在火星上是受風化作用而形成的。



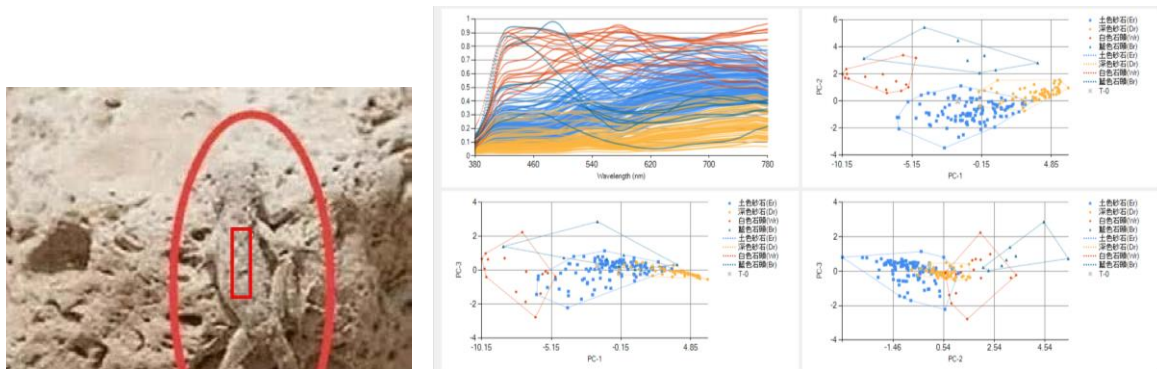
圖(十六)疑似貝殼影像的照片和其主軸成分分析圖

5、圖(十七)為在沙土上一個疑似人像的影像照片和其主軸成分分析圖，圖(十七)左側的照片中紅色方框即為針對類人像影像圈選的分析點，分析後此點在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於暗面石頭或砂土區域內，由此推斷這外貌很像人的影像應該也只形態像人的石頭，且可得知此種石頭顏色偏暗和照片的顏色有相符合，人像形成因素應該也是長期受風化作用而形成的。



圖(十七)為疑似像貝殼影像的照片和其主軸成分分析圖

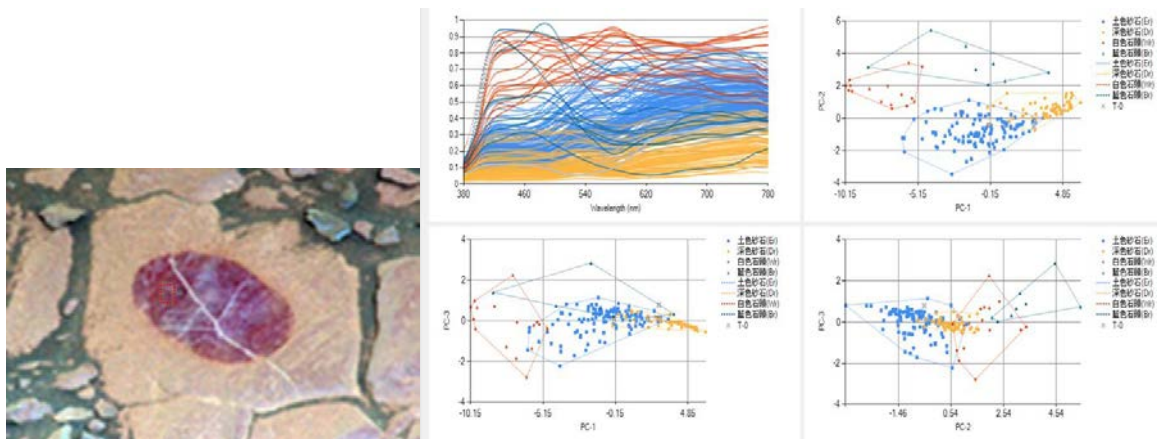
6、圖(十八)為疑似地球上生物影像的照片和主軸成分分析圖，照片中紅色圈所圈選的地方很像蜥蜴的物體，經由光譜分析後放入資料庫做比較，可發現光譜落點位於土色石頭或砂土區域，由此我們推斷這外貌很像蜥蜴的型態的物質應該是火星上的石頭而不是生物，岩石在火星上經過風化而成的動物形體樣子。



圖(十八)為疑似像地球上生物的影像的照片和主軸成分分析圖

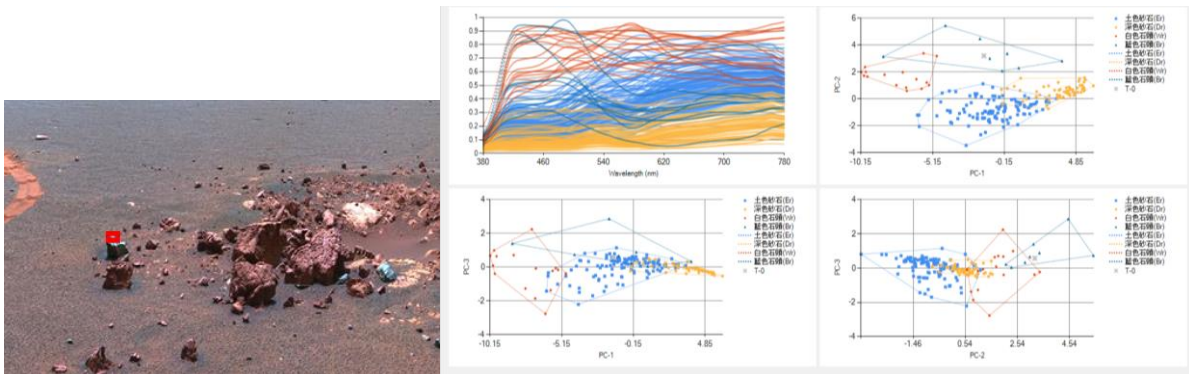
(二)、第二類為特異物質的研判

1、圖(十九)為有特殊顏色的物質的照片和主軸成分分析圖，圈選圖中紫色的部分進行光譜轉換和主軸成分分析，經過光譜的轉換後放入資料庫做比較，發現在(PC-1 對 PC-2)的分布圖上其落點在分類中的土色岩石範圍內，推論此岩石是屬於火星上的物質，對於其顏色會什麼會顯示紫色，我們查詢美國 NASA 好奇者號圖片介紹，這張岩石影像是通過三個過濾器拍攝的圖像的合成，這些過濾器被選擇用於使赤鐵礦（一種氧化鐵礦物）突出為誇張的紫色假彩色圖像。



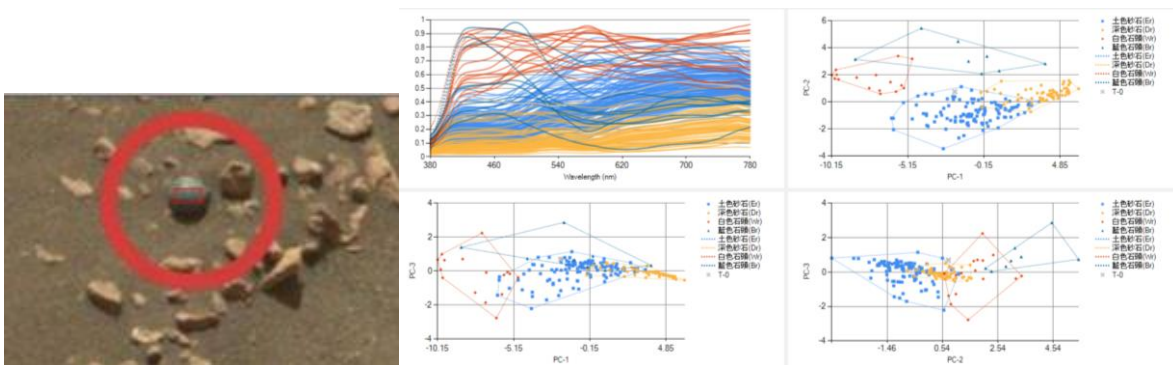
圖(十九)異於火星上一般石頭顏色的物質的照片和主軸成分分析圖

2、圖(二十)左邊照片中紅褐色石頭堆裡有兩處石頭顏色較特異偏青色，圖中右邊的青色岩石亮度太高，我們選擇圖中左邊青色岩石進行主軸成分分析，由(PC-1 對 PC-2)的圖可看出，此物質分析後的位置落在在所建立的圖鑑四群分布的青色岩石範圍內，推論此物質為火星上一般的石頭或砂土。



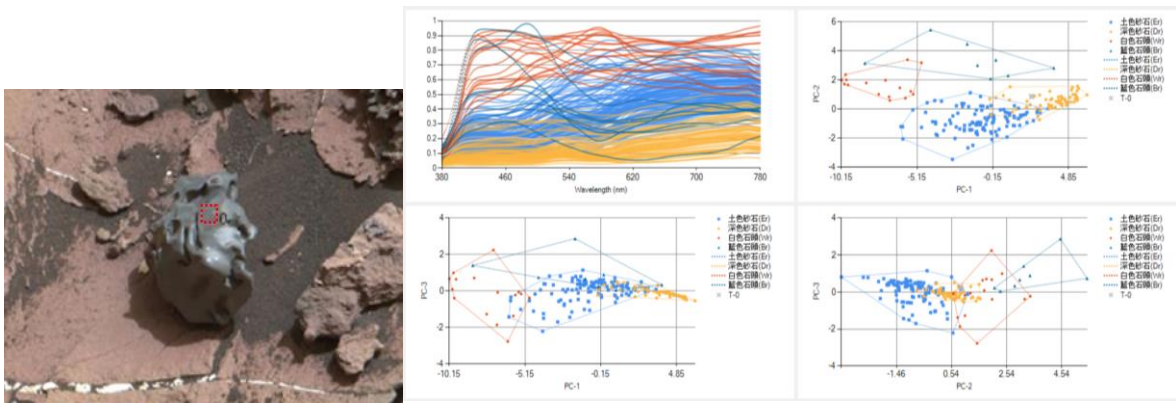
圖(二十)異於火星上一般石頭顏色的物質的照片和主軸成分分析圖

3、圖(二十)中為類似球型跟和周圍型態、顏色不同的岩石和其主軸成分分析，圖(二十)左側的照片中紅色方框即為針對類此特異岩石影像圈選的分析點，分析後此點在(PC-1)對(PC-2)的分布圖上的落點位於暗面石頭，由此可推斷此石頭雖然和周圍型態、顏色不同，但是仍位於火星上深色石頭的範圍。



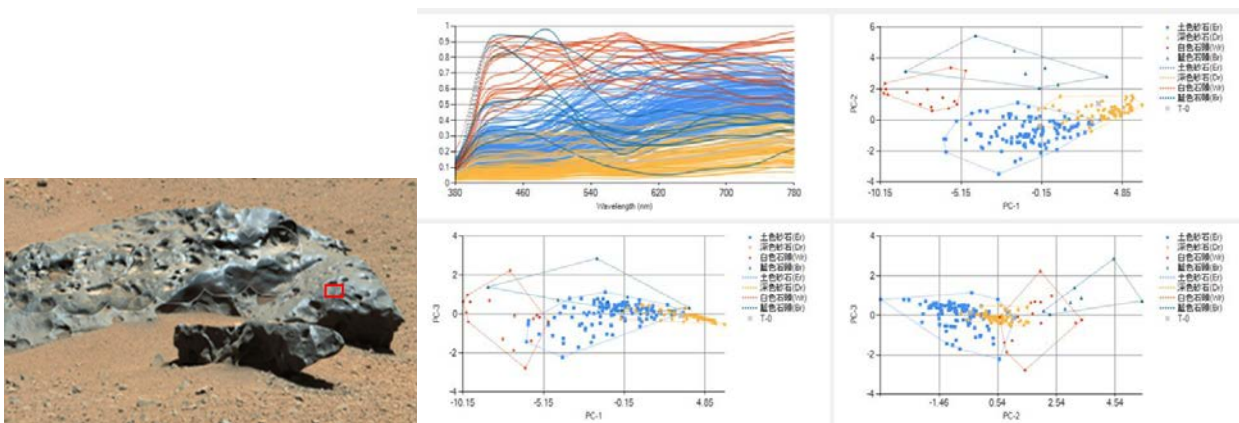
圖(二十)為異於火星上一般石頭形態物質的照片和主軸成分分析圖

4、圖(二十一)為火星上和周圍的形狀、顏色不同的岩石和其主軸成分分析圖，照片中紅色圈所圈選的地方為針對類此特異岩石影像圈選的分析點，經由光譜分析後放入資料庫做比較，可發現光譜落點位於暗色砂石，由此我們推斷這和周圍的形狀、顏色不同的岩石是屬於火星上的岩石。但是我們製後還是很好奇這塊岩石是什麼，結果發現這是一塊外太空來的隕石，有可能是其顏色和圖庫裡的極為相同，導致測量的結果在範圍之中。



圖(二十一)為異於火星上的隕石的照片和主軸成分分析圖

5、圖(二十二)為火星上和周圍的形狀、顏色不同的岩石和其主軸成分分析圖，照片中紅色圈所圈選的地方為針對類此特異岩石影像圈選的分析點，經由光譜分析後放入資料庫做比較，可發現光譜落點位於暗色砂石，由此我們推斷這和周圍的形狀、顏色不同的岩石是屬於火星上的岩石。但是我們製後還是很好奇這塊岩石是什麼，結果發現這是一塊外太空來的隕石，有可能是其顏色和圖庫裡的極為相同，導致測量的結果在範圍之中。



圖(二十二)為異於火星上的隕石的照片和主軸成分分析圖

陸、結論

- 一、本研究選取 54 張火星岩石影像，利用高光譜影像技術做出 226 條頻譜資料和主軸成分分析建置 4 個區域的岩石圖鑑分布，再針對火星上疑似火星生物的影像和特異的石頭進行研判。
- 二、火星上看似生物體的影像經由高光譜影像系統判定此些影像成分皆是火星上的岩石而非生物體。
- 三、火星上少數顏色較特異的物質影像研判結果落在可判斷圖鑑範圍內，可再次確認本研究所建置的高光譜影像圖鑑是可行的。
- 四、高光譜影像可大致研判出火星上的影像是否為火星成分，對於異於火星一般的岩石或沙土成分，可由其他的方法來進一步判定。

柒、參考資料

- 一、劉郁心，2021；高光譜影像技術應用於眼底影像之動靜脈辨識，國立中正大學機械工程學系光機電整合工程碩士班碩士論文。
- 二、徐百輝(Pai-Hui Hsu)，曾義星(Yi-Hsing Tseng)；高光譜影像特徵萃取方法之探討 Feature Extraction for HyperSpectral Images，航測及遙測學刊；5 卷 2 期 (2000 / 06 / 01)
- 三、徐百輝，大地的辨識密碼高光譜影像，科學發展 2007 年 8 月，416 期
- 四、美國太空總署，<https://www.nasa.gov/topics/moon-to-mars>

【評語】 030504

利用高光譜影像處理技術來判定火星上的影像是岩石還是生物是很有趣的點子，建議可先用地球已知的影像，包含岩石與生物照片，去確認使用目前的技術是否可行。

作品簡報

火岩晶睛A.K.A.辨真假

-----火星地表影像判定

組別:國中組

科別:地球科學

研究動機



美國NASA的毅力號
傳回火星上類似生命
體影像。

研究目的

針對火星地表影像利用高光譜影像技術做頻譜模擬分析，透過主軸成分分析，探究火星上類似生物形態或特異的影像，是屬於火星上的岩石或外來物質。

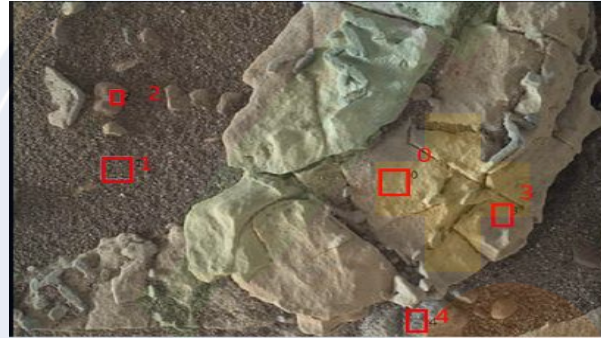
研究方法與步驟

圖鑑建立

火星影像收集



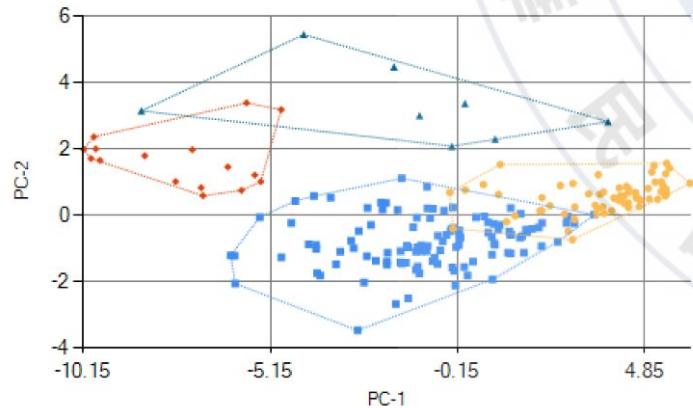
圈選分析位置



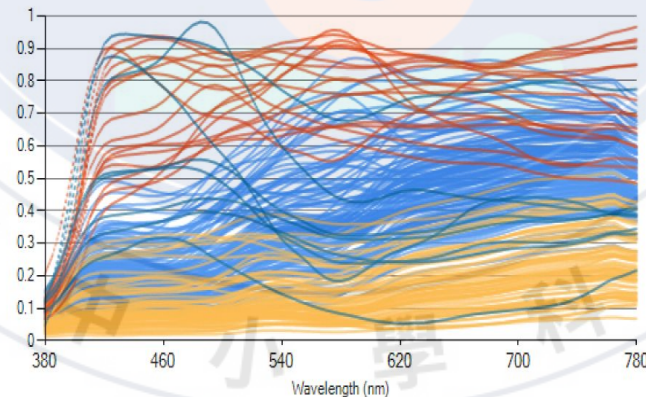
用肉眼進行人工分類



建立主軸成分分析圖鑑



轉換高光譜資料



待測物分析

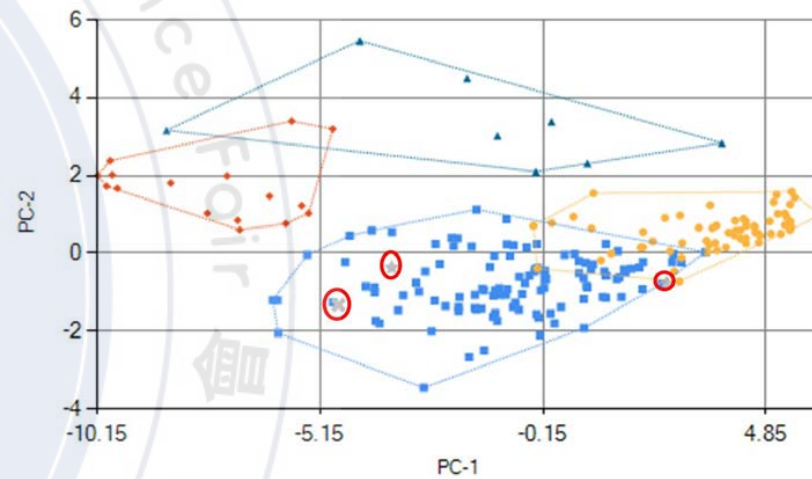
待測物影像收集



進行高光譜分析



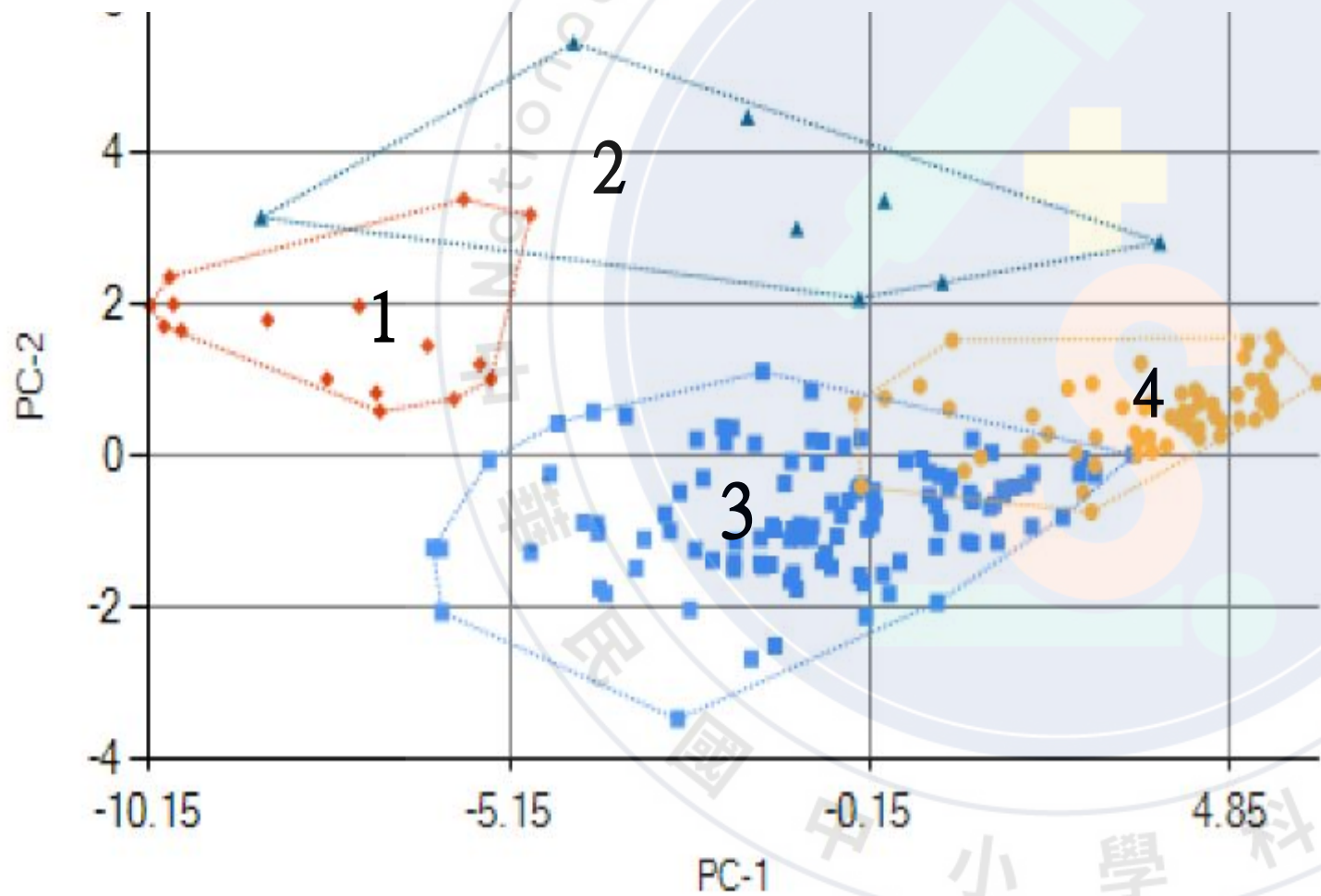
主軸成分分析



研判分析結果

研究結果與討論

圖鑑建立



分類分成四群

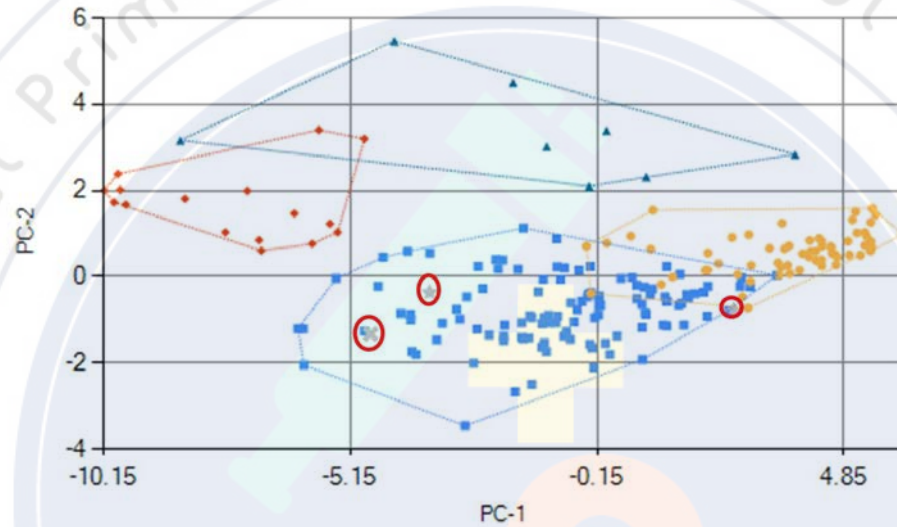
1.白色岩石

2.青色岩石

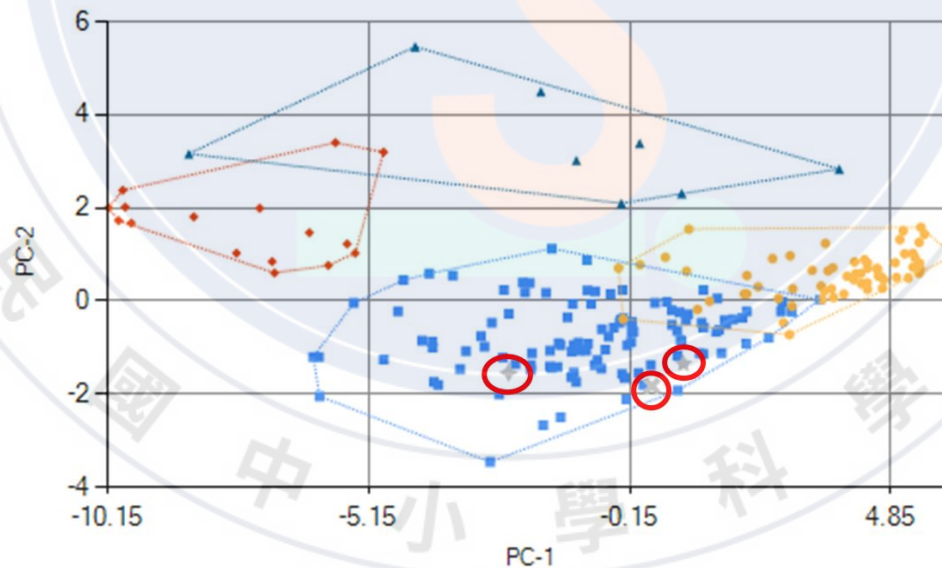
3.土色岩石與砂土

4.深色岩石與砂土

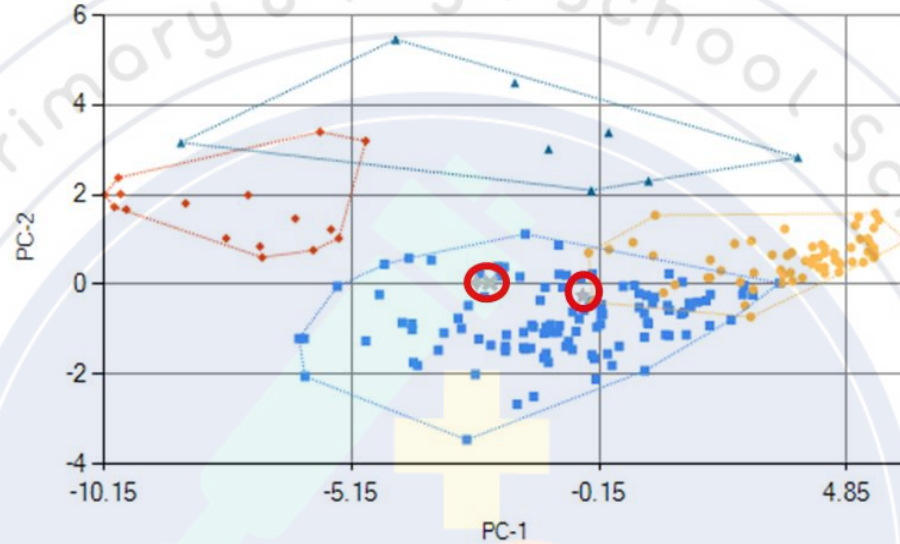
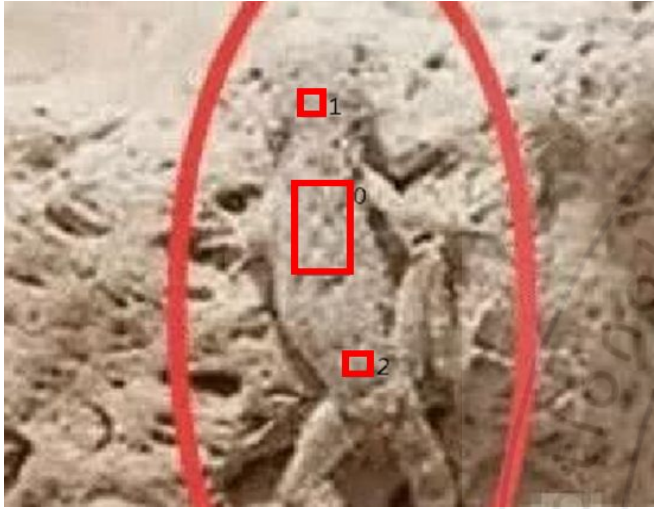
火星上疑似地球生物影像判定結果



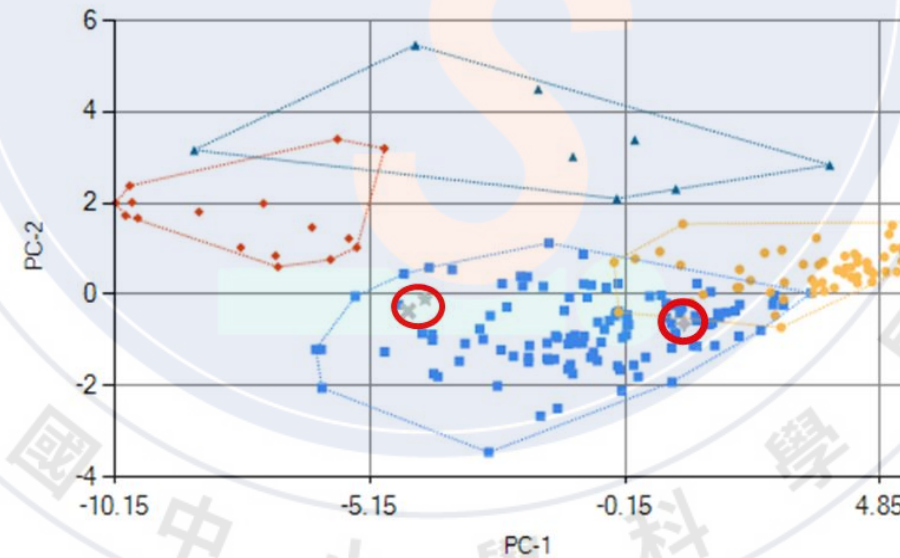
落點位於土色岩石與砂土區域內，推斷是火星上的岩石而不是生物頭骨。



落點位於土色岩石和砂土區域內，推斷是火星岩石，外型形成原因可能是受風化作用而成。

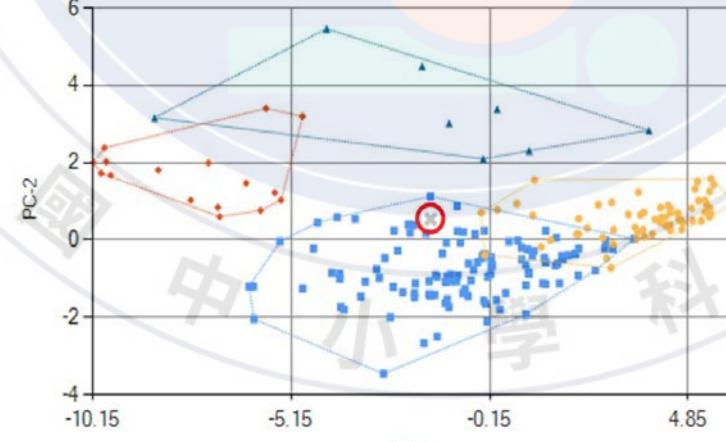
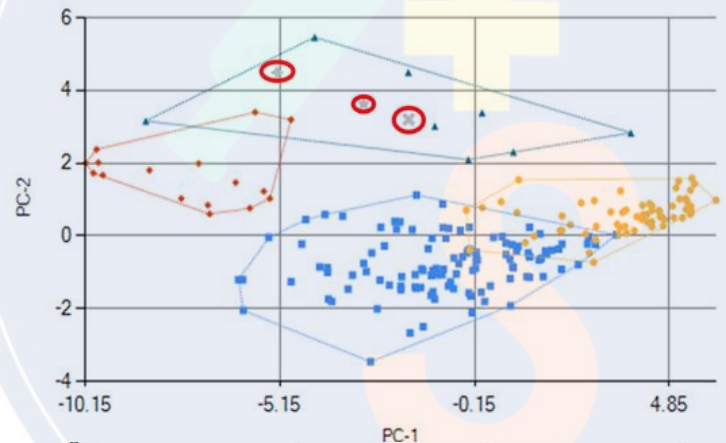
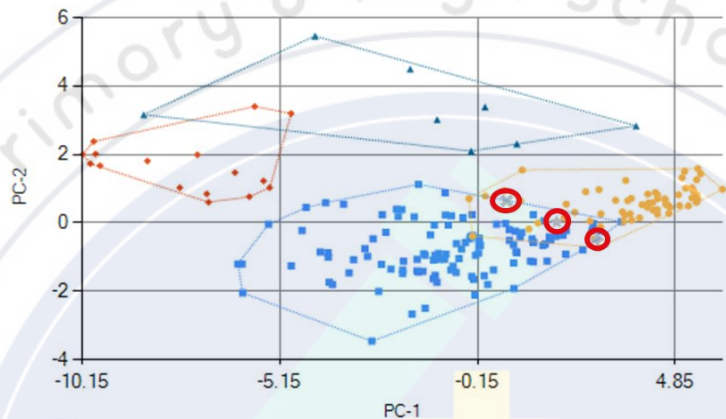


落點位於土色岩石與砂土區域內，推斷是火星上的岩石而不是蜥蜴。



落點位於土色岩石與砂土區域內，推斷是火星上的岩石而不是貝殼。

特異物質的研判



落點在土色岩石範圍內，推論此岩石是屬於火星上的物質；紫色部分是過濾器拍攝的合成圖像，為使赤鐵礦呈現的假彩色圖像。

落點位在藍色岩石範圍內，推論這三顆岩石為火星上一般的石頭。

落點位於土色岩石與砂土範圍內，推斷此岩石雖然型態和周圍岩石不同，仍屬於火星上的岩石。

結論

- 一、本研究選取54張火星岩石影像，利用高光譜影像技術做出226條頻譜資料進行主軸成分分析，建置4類岩石圖鑑分布，再針對火星上疑似火星生物的影像和特異的石頭進行研判。
- 二、火星上看似生物體的影像經由高光譜影像系統判定此些影像皆是火星上的岩石而非生物體。
- 三、火星上少數顏色較特異的物質影像研判結果落在可判斷圖鑑範圍內，可再次確認本研究所建置的高光譜影像圖鑑是可行的。

參考資料

- 一、劉郁心，2021；高光譜影像技術應用於眼底影像之動靜脈辨識，國立中正大學機械工程學系光機電整合工程碩士班碩士論文。
- 二、徐百輝(Pai-Hui Hsu)，曾義星(Yi-Hsing Tseng)；高光譜影像特徵萃取方法之探討Feature Extraction for HyperSpectral Images，航測及遙測學刊；5卷2期(2000 / 06 / 01)
- 三、徐百輝，大地的辨識密碼高光譜影像，科學發展 2007年8月，416期
- 四、美國太空總署，<https://www.nasa.gov/topics/moon-to-mars>