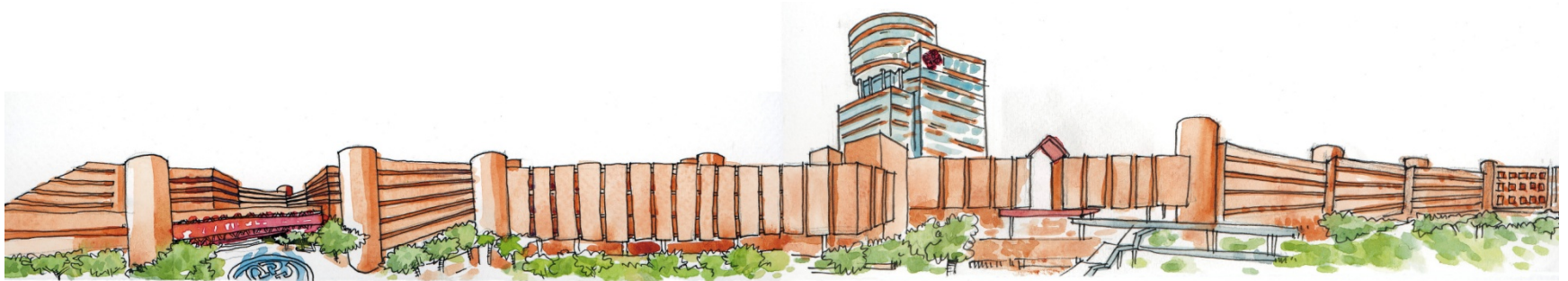


香港理工大學 - 太空科研里程

衛炳江教授



理大太空科研 – 由八十年代開始

在過去二十多年，理大的科研工程人員一直參與國家及外國有關太空的探索研究，成就卓越。理大參與的項目範疇廣泛，其中包括：

- 無人深空探測器及載人航天任務
- 太空科學探測研究及太空探測工程工作
- 協助航天員履行任務的相關科研

重點項目：

- 供航天員使用的持炭工具
- 行星探索的樣本採集及準備系統
- 為中國國家航天局控制中心工作人員設計工作服
- 國家探月工程
- 微重力對航天員健康的研究

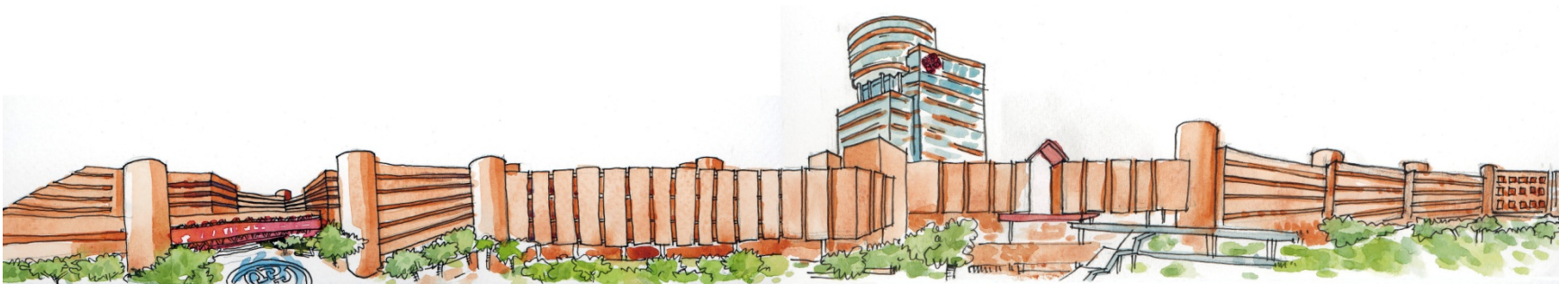
研製航天精密儀器時的考慮因素及挑戰

- 儀器負載及體積限制
- 功耗限制
- 多功能設計及無需更換零部件
- 極端環境及地理情況

例如: 工作溫度差異 (-60~-100°C to +120°C~+180°C)
無重狀況下 (Zero or micro gravity)
沙塵暴

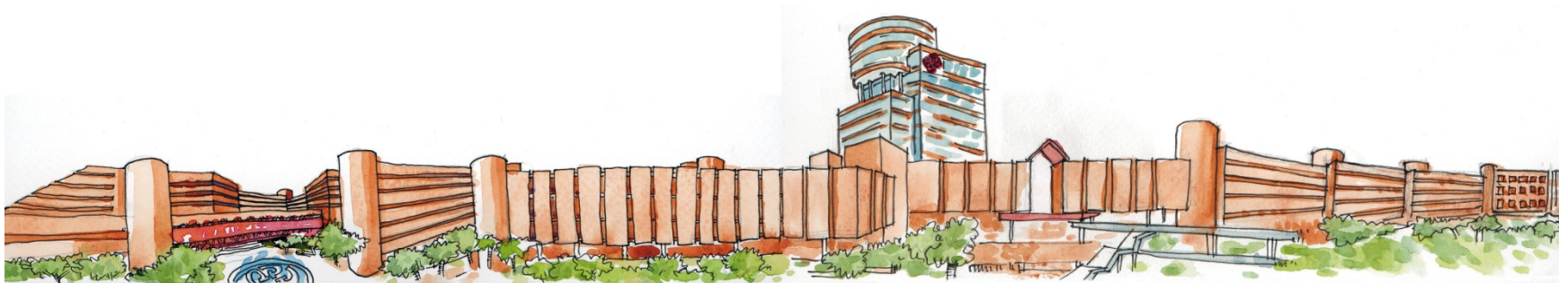
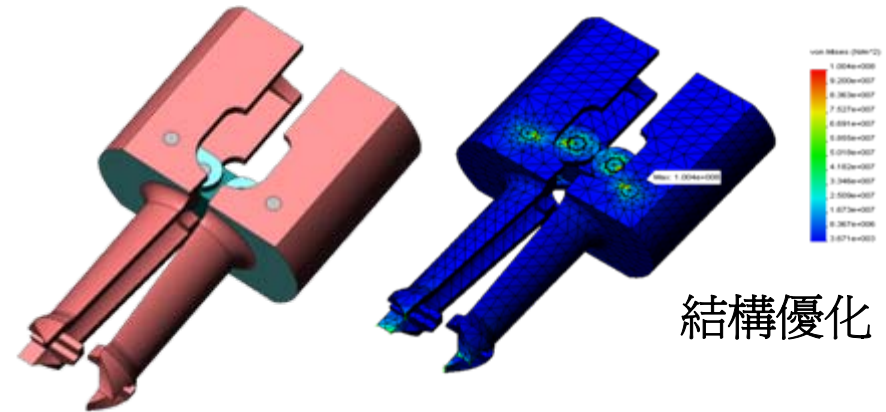
- 地面訊號及數據傳送

例如: 遙距控制、監察、數據處理及分析



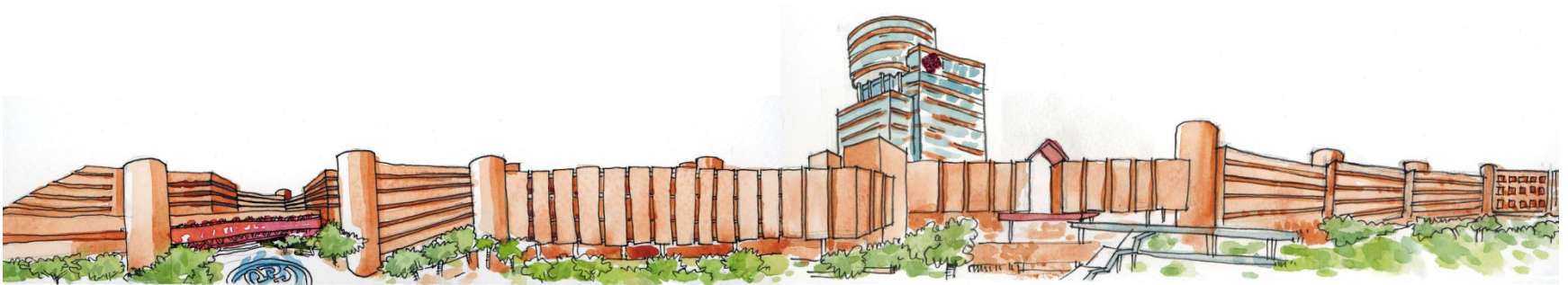
研製航天精密儀器時的考慮因素及挑戰

- 物料選用及匹配
 - 耐磨及防腐、質量輕、高強度、無氣釋放、塗層、潤滑油、防輻射、隔熱及反射
- 形狀、重量及結構優化
- 樣本收集及返回
 - 樣本保存免受污染
 - 避免倒塞
- 多方面專門技術合作及協調
例如：機構運動及力學分析，電子控制，物料選用及匹配，項目管理等



研製航天精密儀器時的考慮因素及挑戰

- 通過多項驗證及測試
 - 例如: 真空測試 (1.3×10^{-7} Pa)
 - 冷熱循環測試 (-60°C to $+120^{\circ}\text{C}$ 180 cycle)
 - 衝擊測試 (200g)
 - 震盪測試 (18g)
 - 工作壽命 (不少於400 次)



已完成項目





供航天員使用的持炭工具:

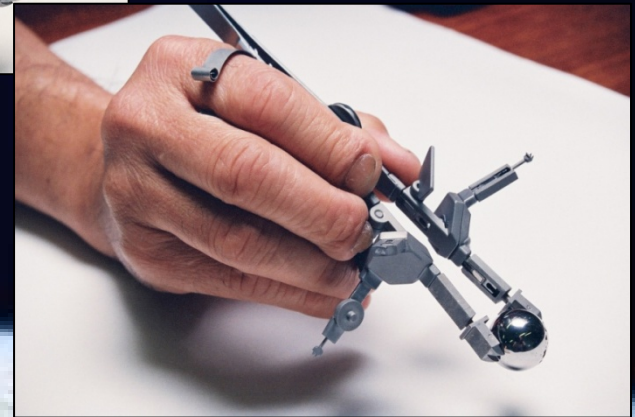
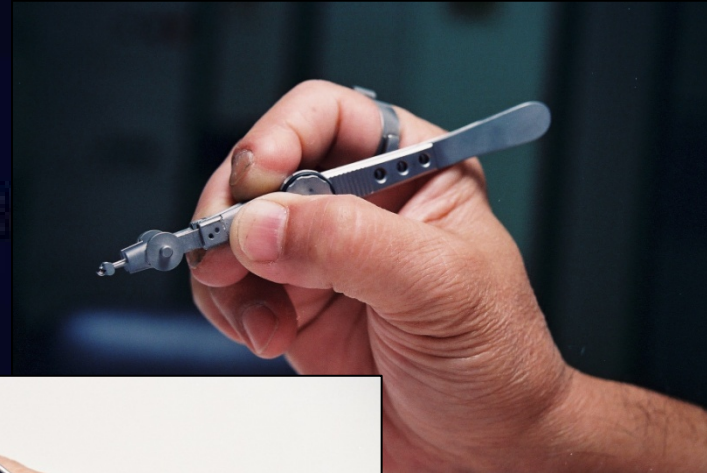
甲. 太空鉗

- 伍士銓牙科醫生從一把牙醫抓鉗取得靈感，與理大科研人員合作，製成首件由香港研發供航天員在太空使用的多用途工具
- 俄羅斯太空總署於**1995**年接納並採用此太空鉗供前「和平號」太空站航天員作精密焊接之用



供航天員使用的持炭工具：

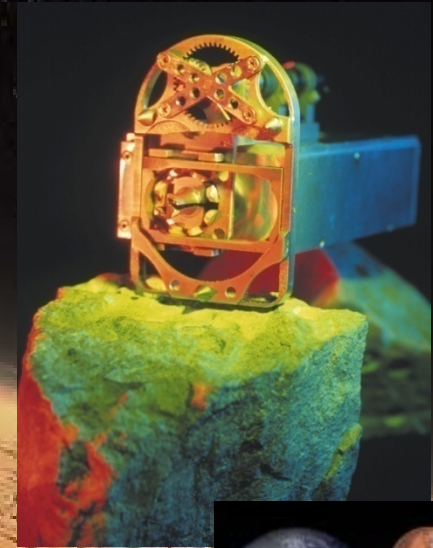
甲. 太空鉗



行星探索的樣本採集及準備系統：

乙.岩心取樣器

- 首具中國研發及製造的太空儀器，獲應用於火星探索任務
- 為2003年歐州太空總署一項名為「火星快車」的火星探測任務一部份



行星探索的樣本採集及準備系統：

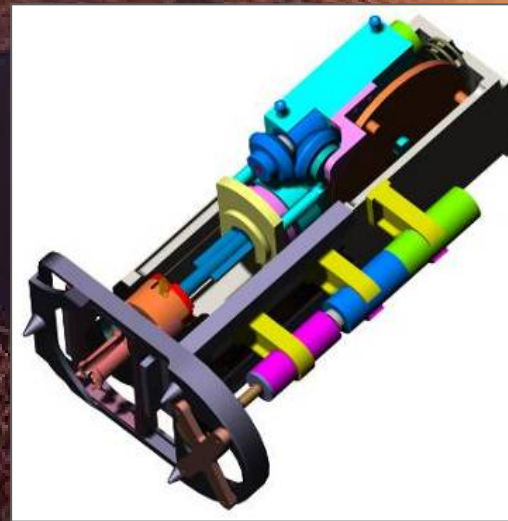
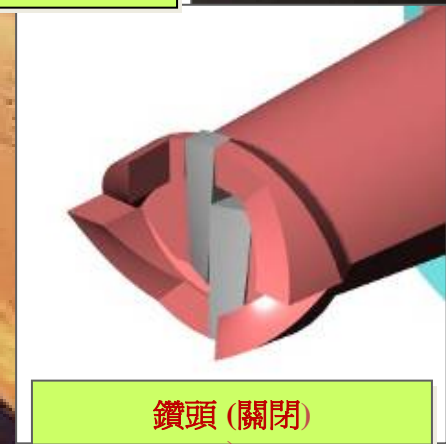
乙.岩心取樣器

設計特徵

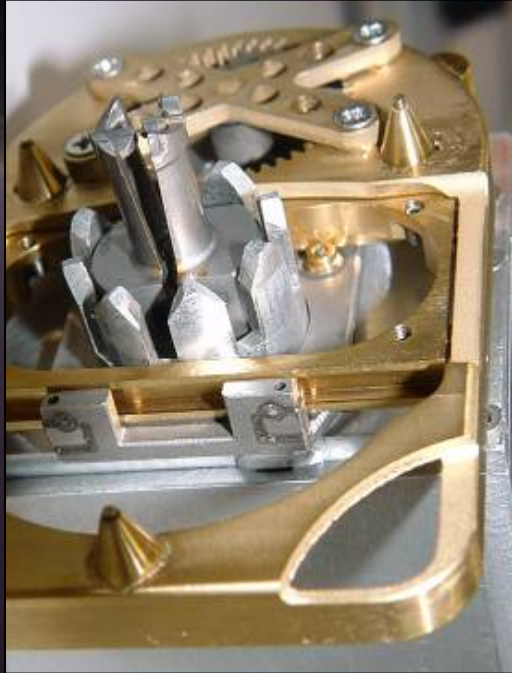
- 可抽取達**10**毫米深的任何岩石樣本
- 在**2** 千克反作用力下工作
- 消耗少於**2** 瓦特
- 重量少於**400** 克
- 在飛行和登陸時，能承受高達**200G**震盪力

功能

- 鑽探
- 採樣
- 夾取
- 錘擊
- 磨碎



乙.岩心取樣器



原型



採樣

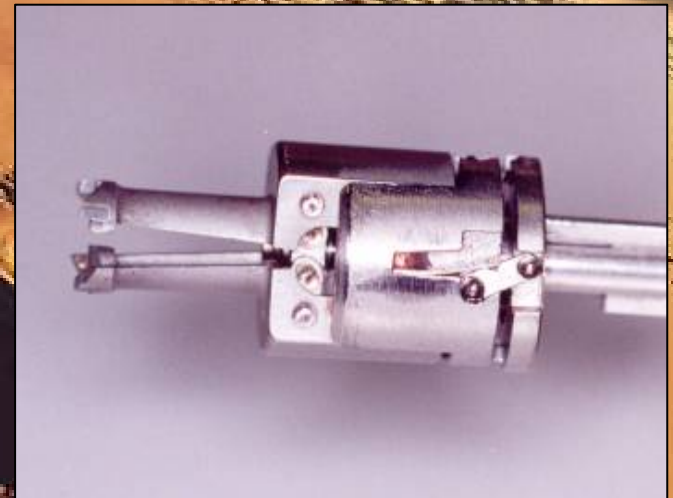
筷子鑽(打開)



筷子鑽(閉合)

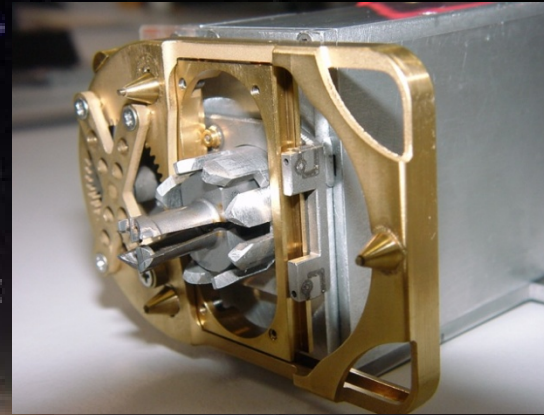
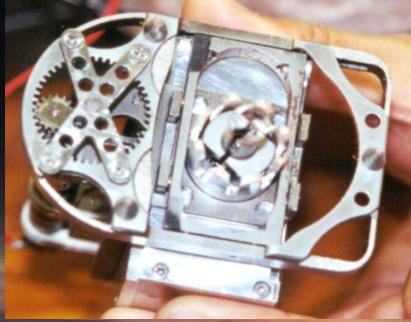


多功能設計

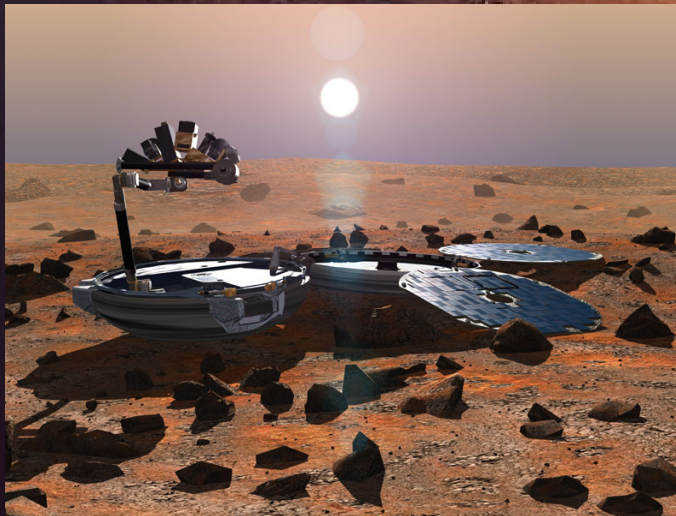


創新設計運用了中國的智慧

乙.岩心取樣器

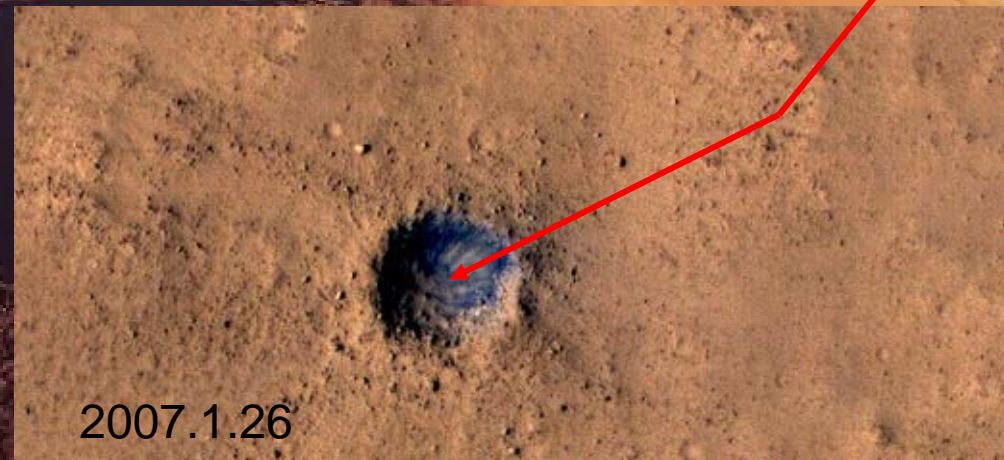


岩心取樣器放置於「獵犬二號」登陸艇上，負責在火星岩石實地取樣以便分析。



乙.岩心取樣器

獵犬二號登陸艇在二零零三年十二月發射升空前往火星，因降落火星過程中失去聯絡，未能展開探索任務。但在二零零五年十二月及二零零七年二月，在人造衛星上的高解像攝影機發現可能是登陸的踪跡。



乙.岩心取樣器

升空片段



En route to Mars



乙.岩心取樣器

脫離衛星、準備登陸模擬片段

Beagle2

A SEARCH FOR LIFE

乙.岩心取樣器

登陸模擬片段

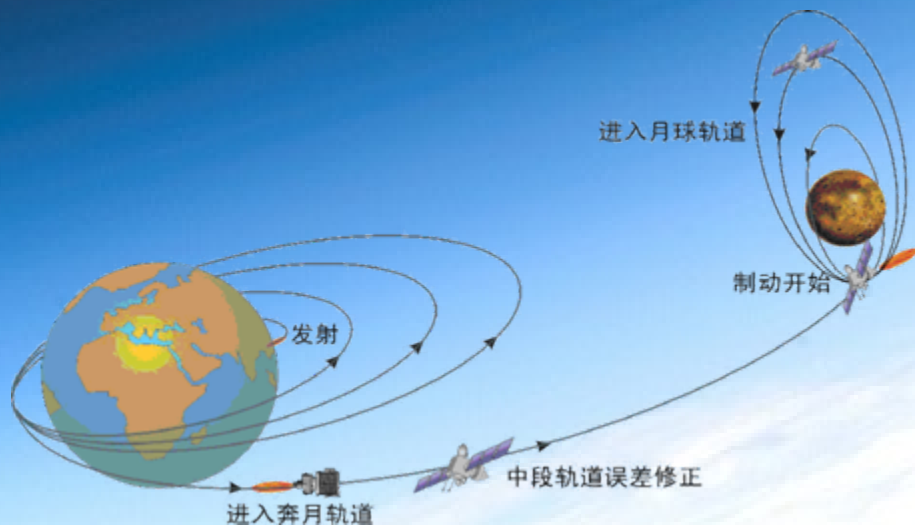


科學探測項目

丙. 「嫦娥一號」:月圖繪劃

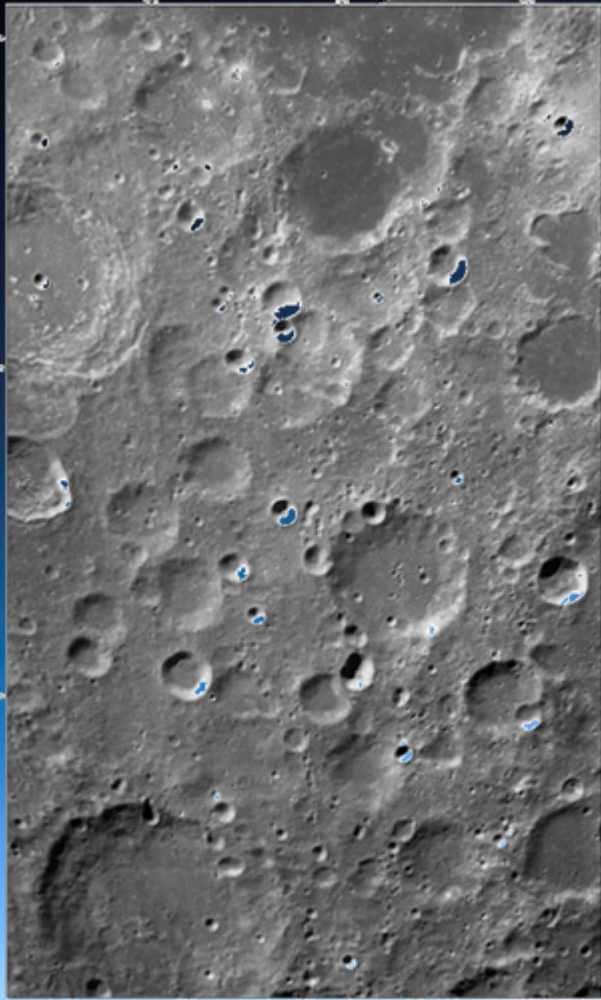
1. 參與「嫦娥一號」後期數據處理，協助繪製月圖

前副校長(科研發展)陳新滋教授及理大土地測量與地理訊息學系前系主任陳永奇教授獲委任加入「國家繞月探測工程科學應用專家委員會」，參與國家有關航空航天的研究。

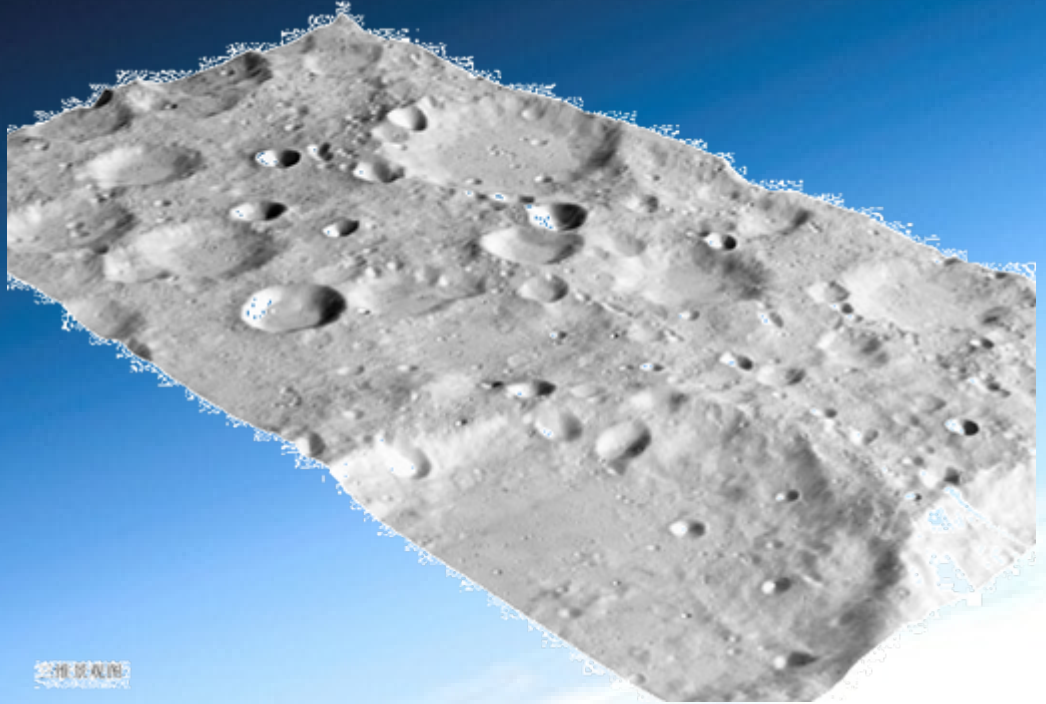


國家航天局月球探測工程中心欒恩杰總指揮訪問理大。

丙.月圖繪劃



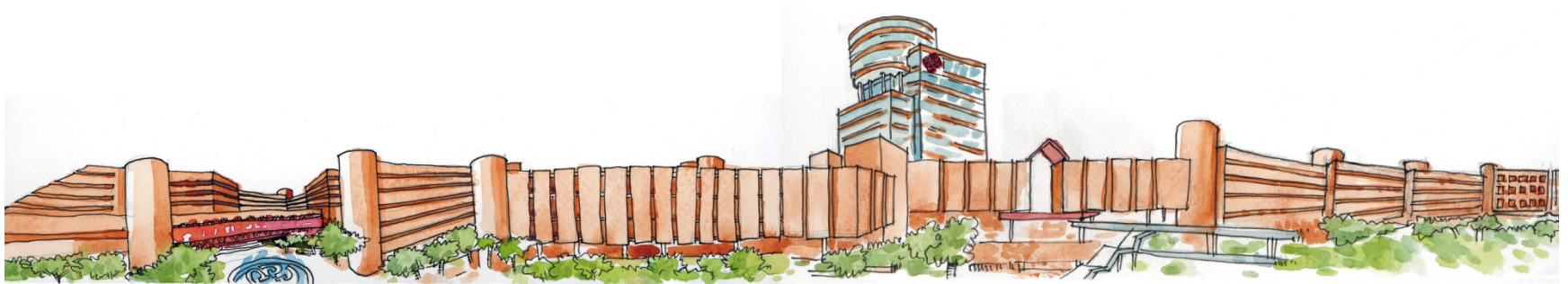
中國首次月球探測工程第一幅月面圖像



月面影像的三維合成圖

丁.航天局控制中心工作人員工作服

2004年，理大紡織及製衣學系獲國家航天局邀請，為其地面控制中心工作人員設計首套防靜電及防纏的航天工作服，並挑選及測試有關物料，以符合國家航天局的嚴格要求。



進行中項目

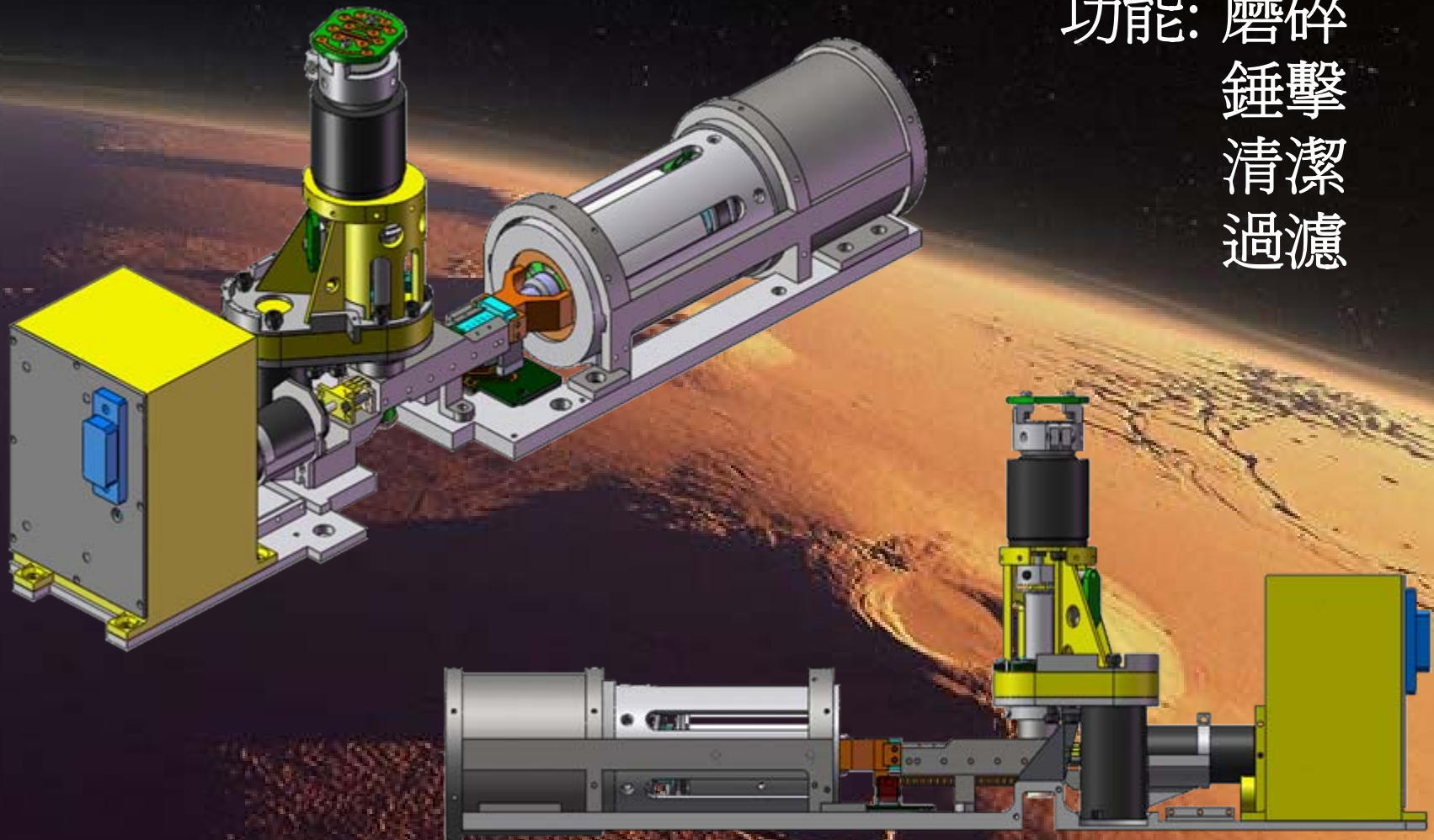


無人深空探測器



甲.火星探測：行星表土準備系統

功能：磨碎
錘擊
清潔
過濾



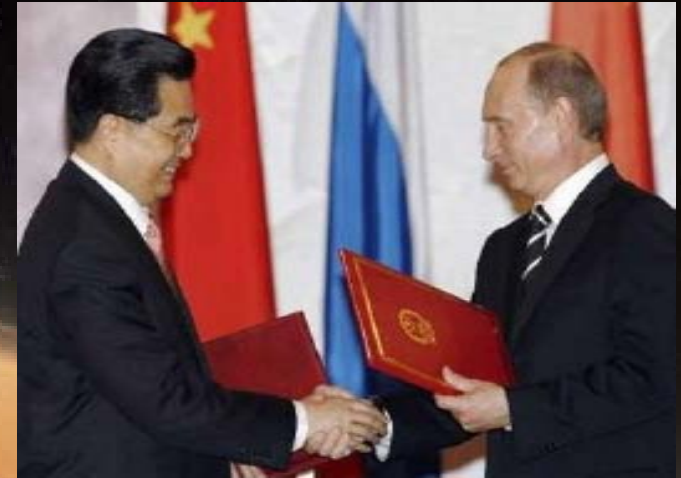


甲.火星探測：行星表土準備系統 操作模擬片段

SOPSYS

甲.火星探測：行星表土準備系統

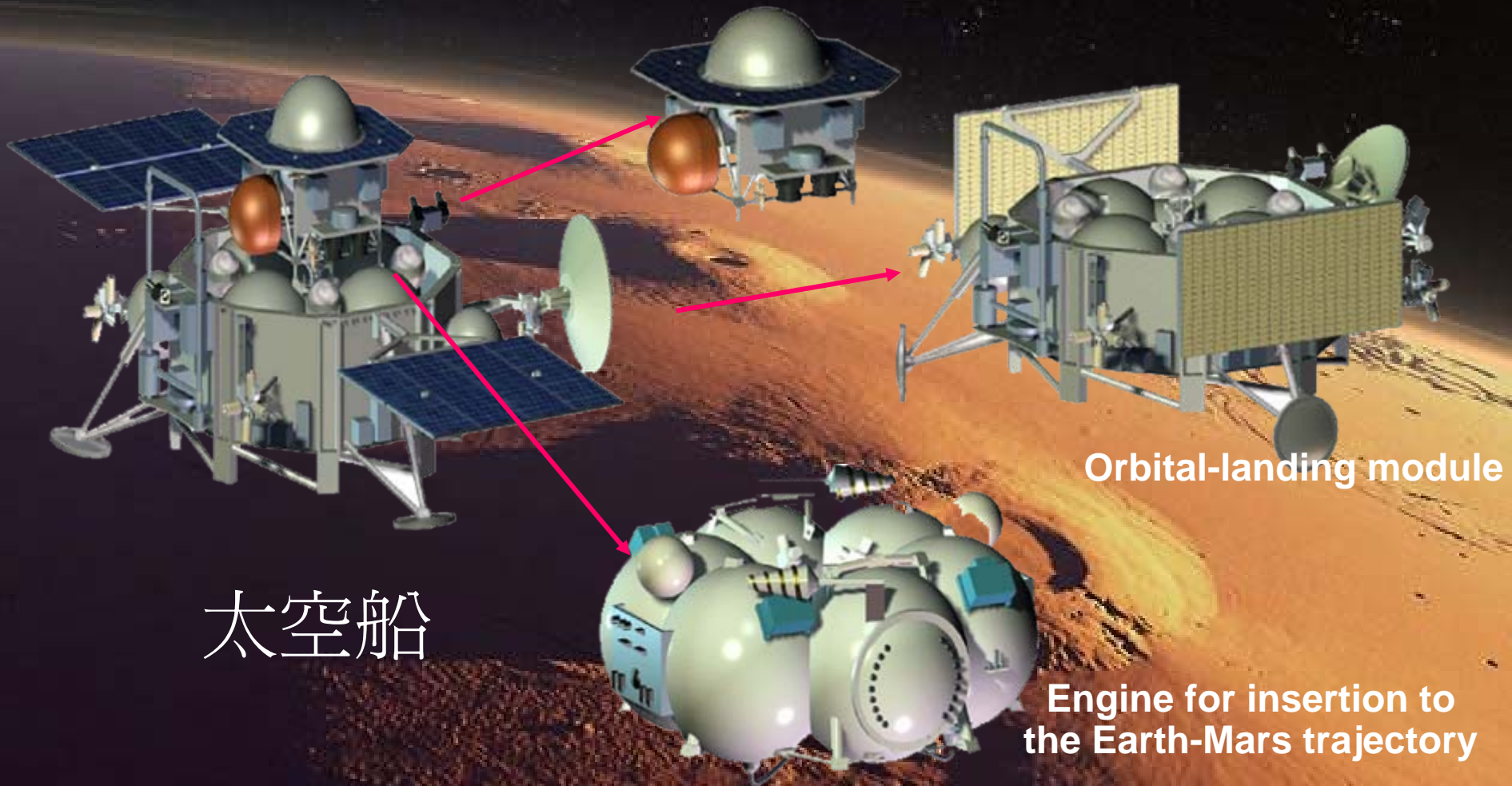
- 理大負責的表土探測儀是2007年胡錦濤主席與俄羅斯簽署的中俄太空合作協議的一部份。
- 爲俄羅斯探測「火衛一」項目的一部份，爲人類首次嘗試登陸其他行星的衛星。該任務已定於2011年10月升空，屆時中國研製的火星探測器「螢火一號」也會隨俄羅斯飛船到火星進行探測。



甲.火星探測：行星表土準備系統

「火衛一」着陸器

Returned vehicle



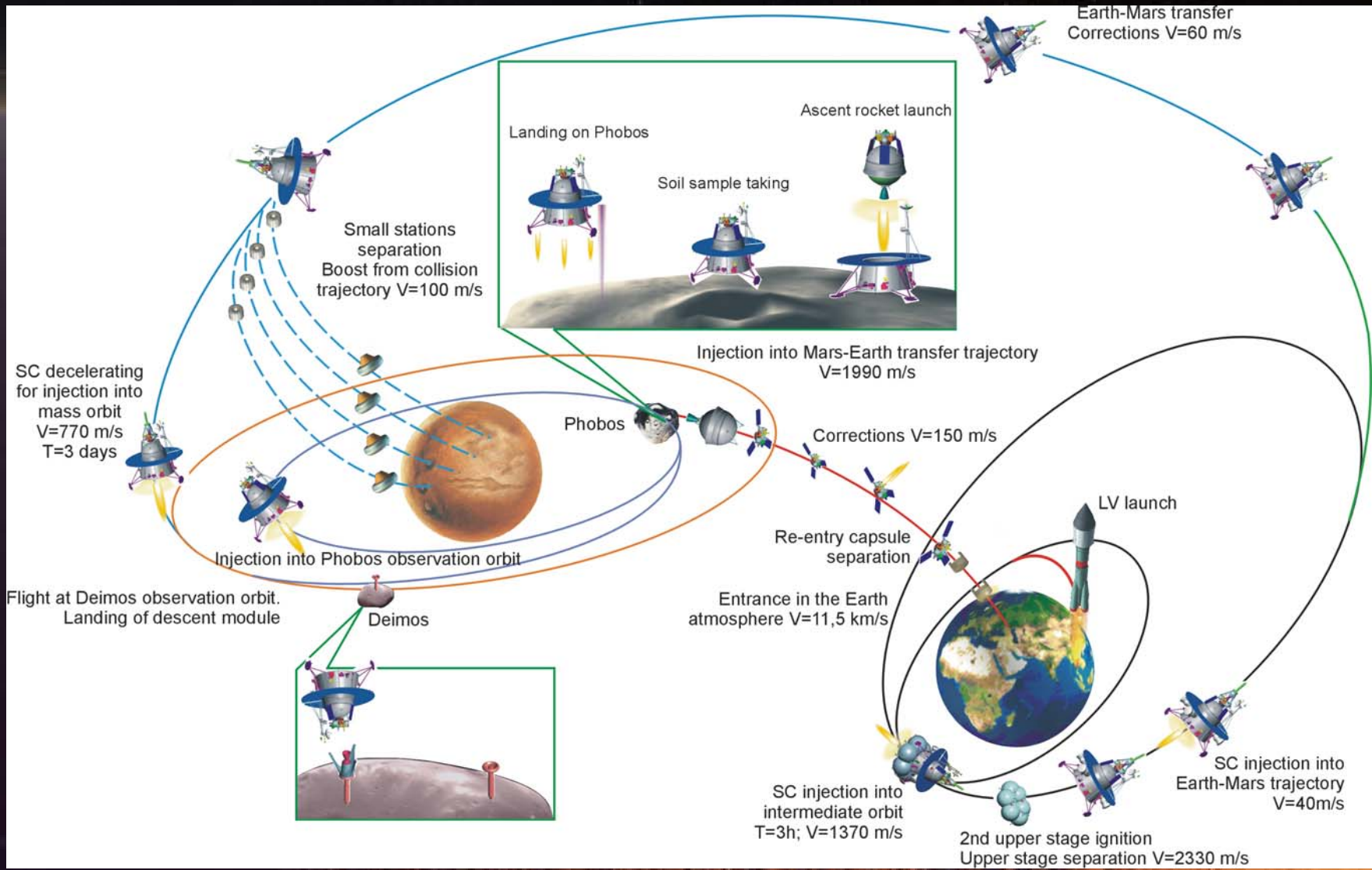
太空船

Orbital-landing module

Engine for insertion to
the Earth-Mars trajectory

甲.火星探測：行星表土準備系統

「火衛一」任務行程





甲.火星探測：行星表土準備系統 「火衛一」任務模擬片段



乙.探月工程

1. 相機指向機構

- 應「中國空間技術研究院」邀請，製造相機指向機構中的二維雲台驅動機構，準備應用於日後的中國探月工程。
- 理大將與「中國空間技術研究院」共同組建「空間精密機械技術聯合實驗室」，以建立長期科研合作的平臺。楊保華院長於11月15日中訪港簽署協議。

乙.探月工程

2. 月壤的探測和分析研究

- 分別與「中國空間技術研究院」及「中國科學院空間技術應用研究院」合作，為未來中國探月工程中月壤的探測和分析研究作準備。



載人航天任務

(自2006年開始與中國航天員訓練中心合作項目)

航天員的防護

模擬無重狀態下的研究包括:



人的適應

心肺功能

病理的變化

物理的變化

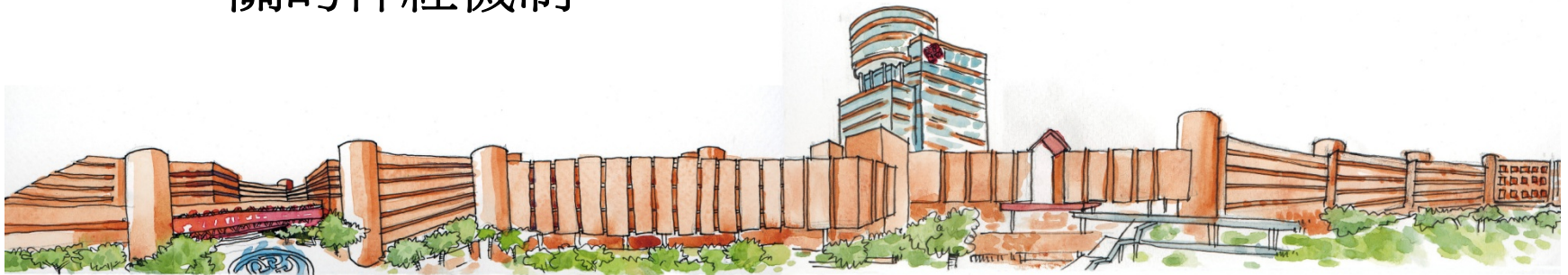
相關研究項目

1. 微重效應對航天員認知和情感功能的影響
2. 微重力對骨骼肌的影響
3. 預防航天員在不同重力條件下生理和病理的變化
4. 體適能測試和航天員甄選工作
5. 無負載長期行走的後效應

1. 微重效應對航天員認知和情感功能的影響： 中藥對改善長期處於模擬微重環境下認知 和情感功能的效果

研究概要

- 開發快速並重複測量航天員認知功能的評估工具
- 研究一種中藥對改善模擬微重環境下認知和情感功能的效果
- 了解有關模擬微重環境下冒險行為有關的神經機制

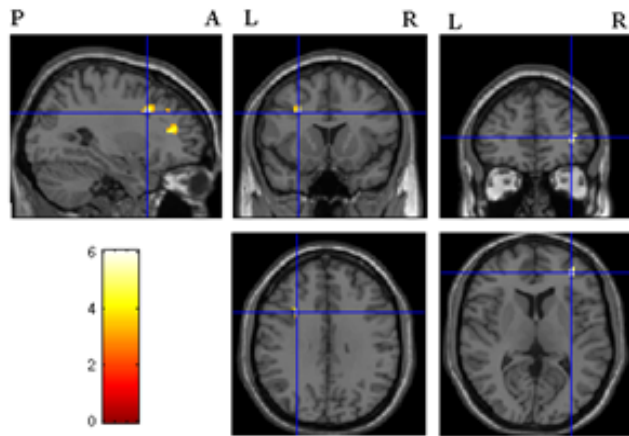


結果

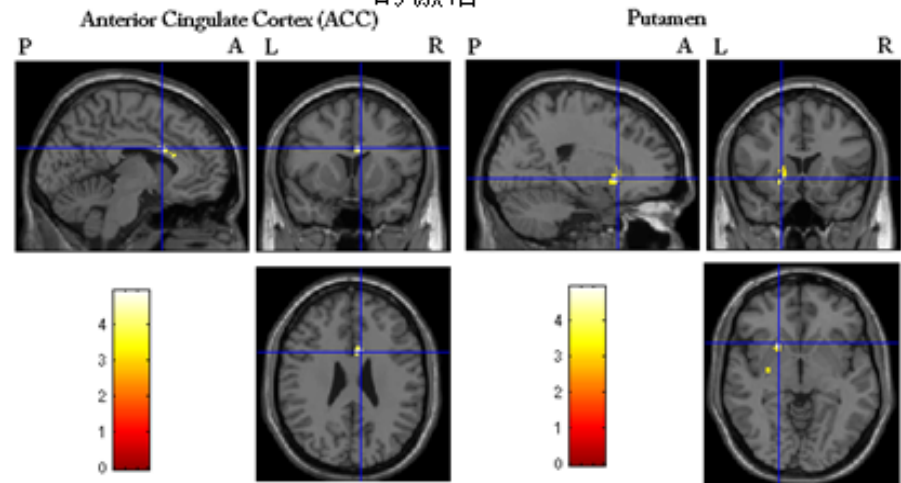
中藥組在整個實驗期間保持著明顯較佳的表現，顯示服用中藥可說明更理智地作出決定。另外值得注意的是中藥組被試的喚醒水準顯著低於對照組。

图 1 神经基质调节冒险行为的 BOLD 反应的 ROI 分析结果

1A. 中药组被试在双边背外侧前额叶皮层有更强的激活



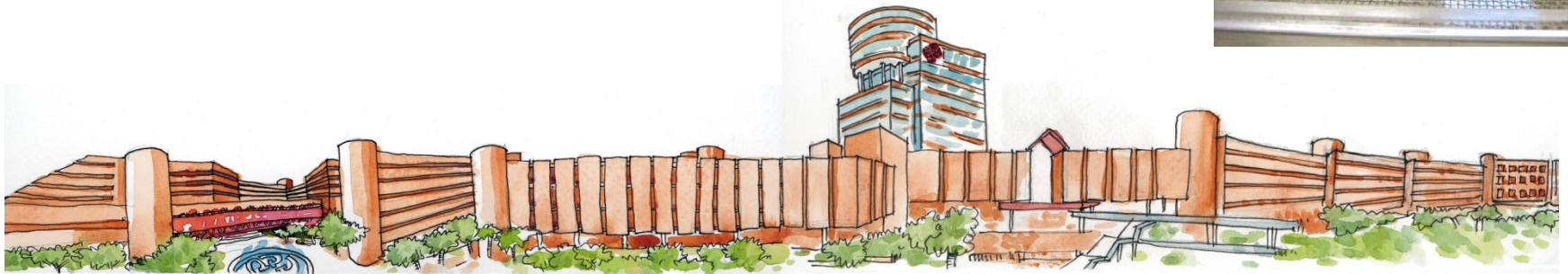
1B. 中药组被试在前扣带回皮质和壳核有更强的激活



2. 微重力對骨骼肌的影響： 電刺激療法干預失重性肌肉萎縮

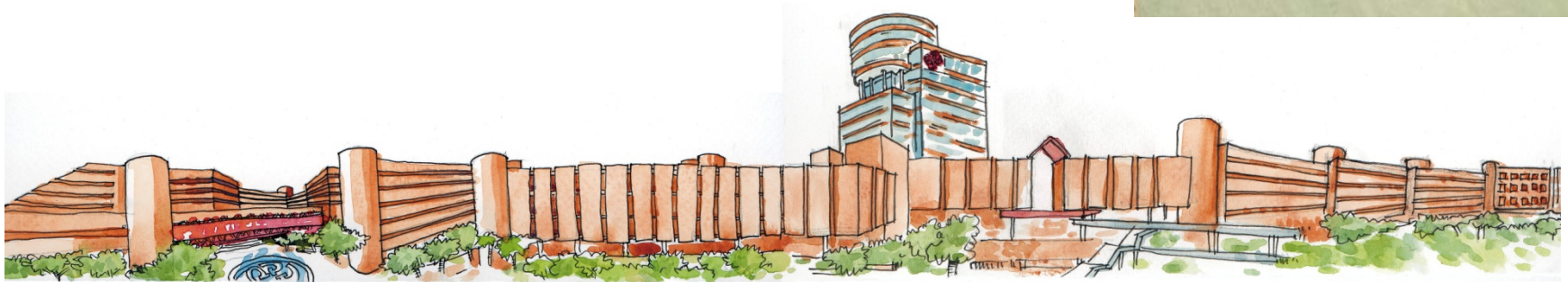
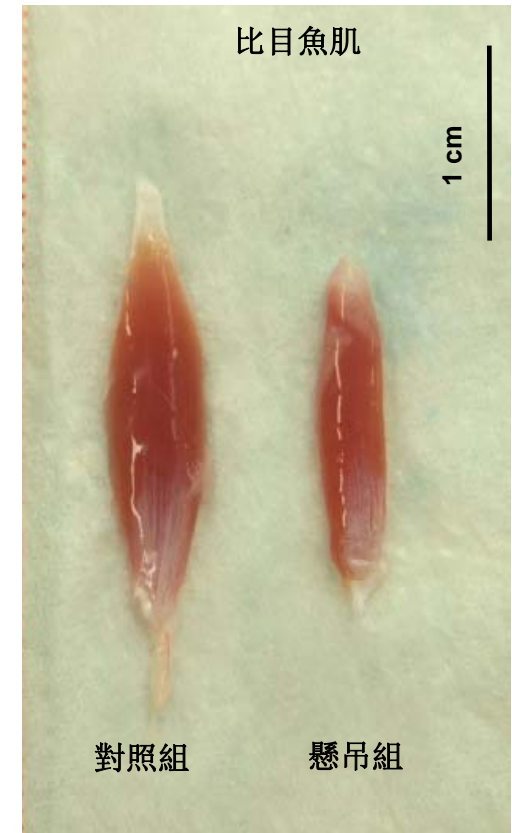
研究概要

- 定量分析類比失重狀態下肌肉重量和肌力的下降，以及肌纖維類型的轉變
- 探索失重性肌肉萎縮的內在原理，尤其是肌肉衛星細胞特性的改變
- 研究和開發適用於空間飛行及其前後的物理治療方法（電刺激）防治失重性肌肉萎縮的作用和機理



結果

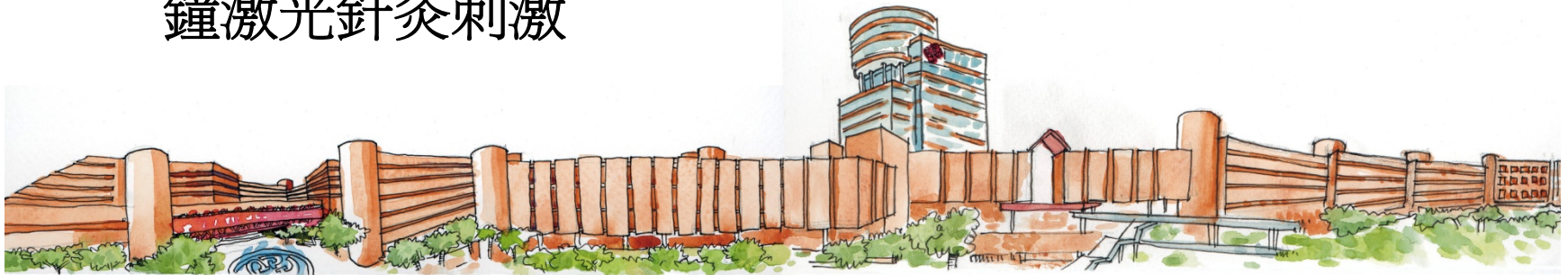
- 電刺激治療可以減輕模擬失重比目魚肌（慢肌）重量的下降
- 電刺激治療可以預防部分模擬失重後比目魚肌（慢肌）肌纖維橫截面積的萎縮
- 電刺激治療可以預防模擬失重引起的肌肉衛星細胞數量和增殖分化能力的下降，為防治失重性肌肉萎縮的研究和產品開發提供了新的目標



3A. 預防航天員在不同重力條件下生理和病理的變化：激光針灸是否可有效預防失重導致骨質丟失及關節軟骨退化？

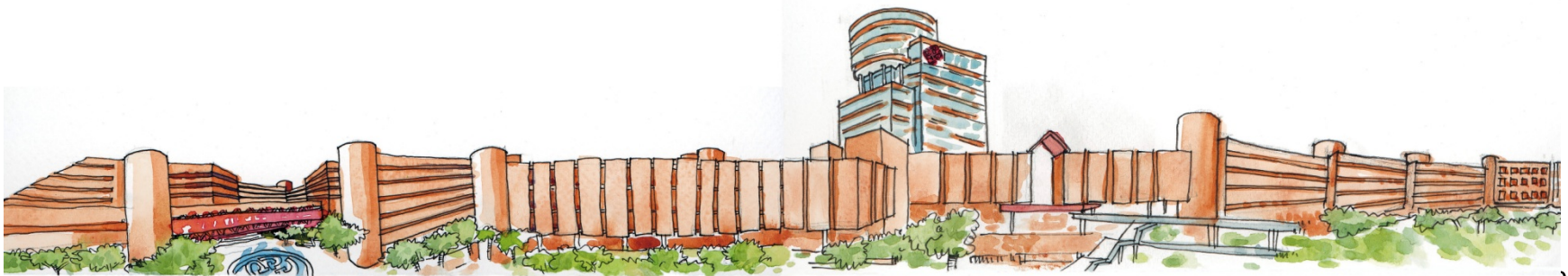
研究概要

- 動物實驗目的是研究激光針灸對促進身體健康並減少失重引起的骨代謝負平衡及關節軟骨退化的作用及其機制
- 實驗組維期4周，TSA組在吊尾同時左側後三裡及湧泉各穴每日3分鐘激光針灸刺激

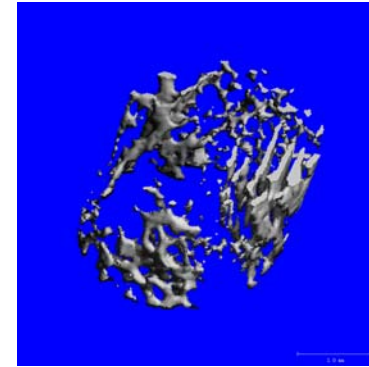
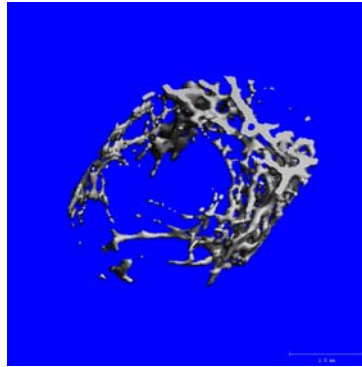
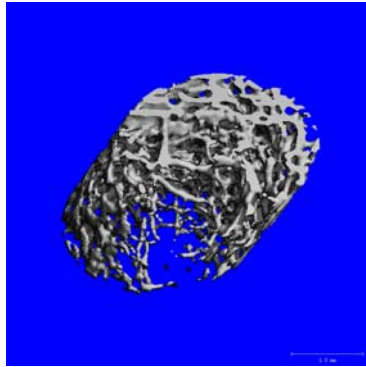


- 4週後

- 用數碼CT測雙側脛骨骨質密度(BMD)、微米刻壓技術測力學性能並組織形態學測量
- 高頻超聲掃描檢測關節軟骨形態/性能

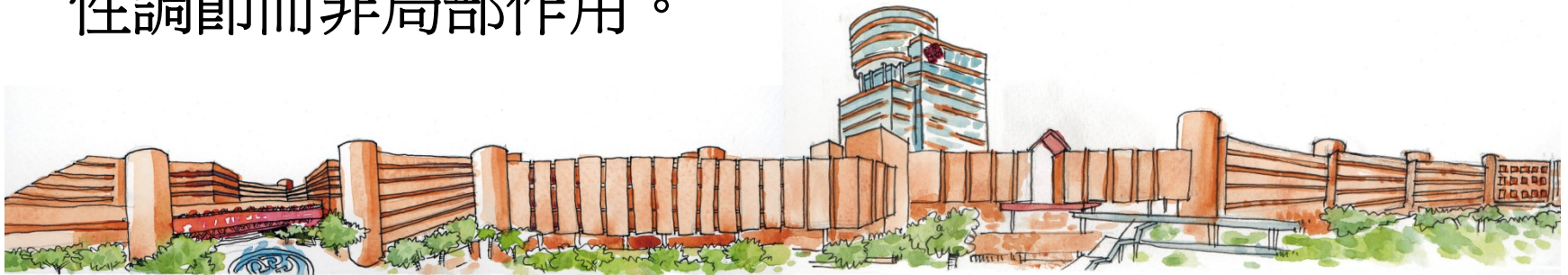


結果 - 脛骨骨質密度



Density (mg HA/ccm) of TV (Apparent)		
Control	Tail suspended	Treated
235.1215	51.7579	104.2645

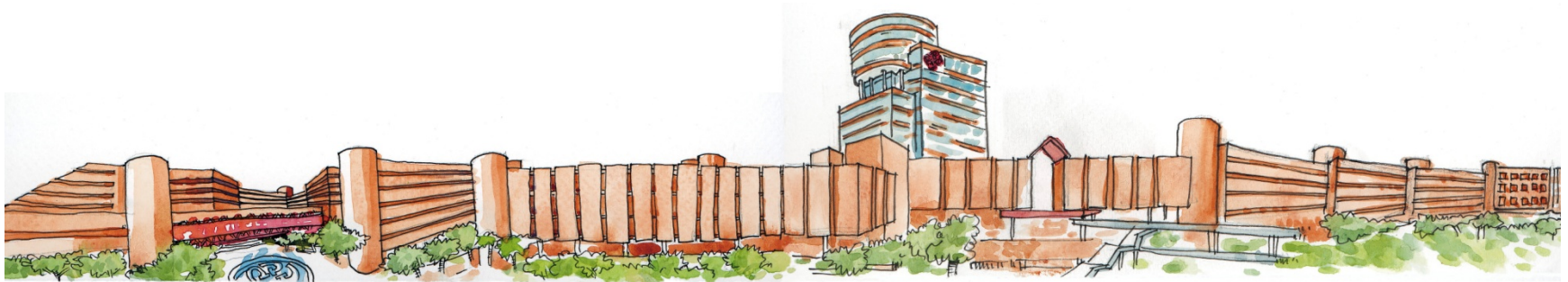
激光針灸可有效防止失重引起的骨丟失。TSA組刺激左側而骨丟失雙側均減輕顯示激光針灸的作用是系統性調節而非局部作用。



3B. 用於微重和超重環境下血流量測量的多信道遙感勘測系統

研究概要

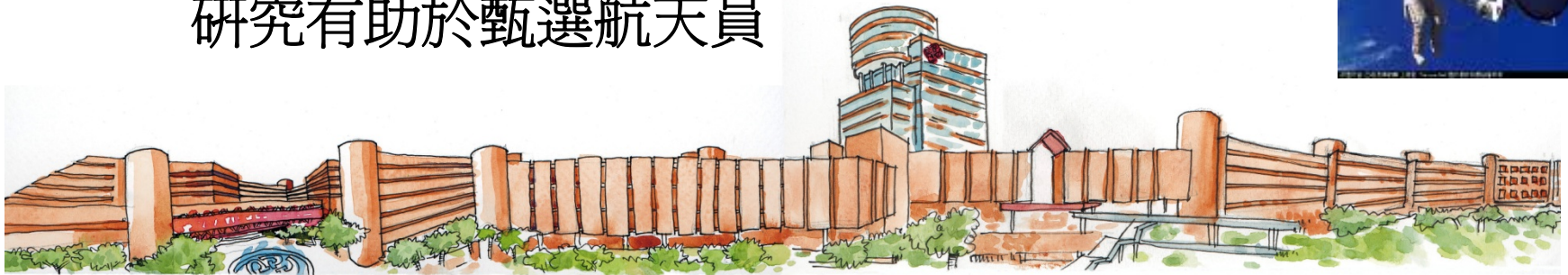
- 更新現存獨特的用於測量超重或失重環境下血流速度的遙感勘測系統
- 開發必要的模擬/數位轉換器和信號處理軟體
- 檢測兩動脈或多動脈的血流速度，以研究處於微重或超重環境下身體不同部分的血液重新分佈情況



4. 體適能測試和航天員甄選工作： 體適能測試和透過有氧能力及對體位 刺激之反應來甄選航天員

研究概要

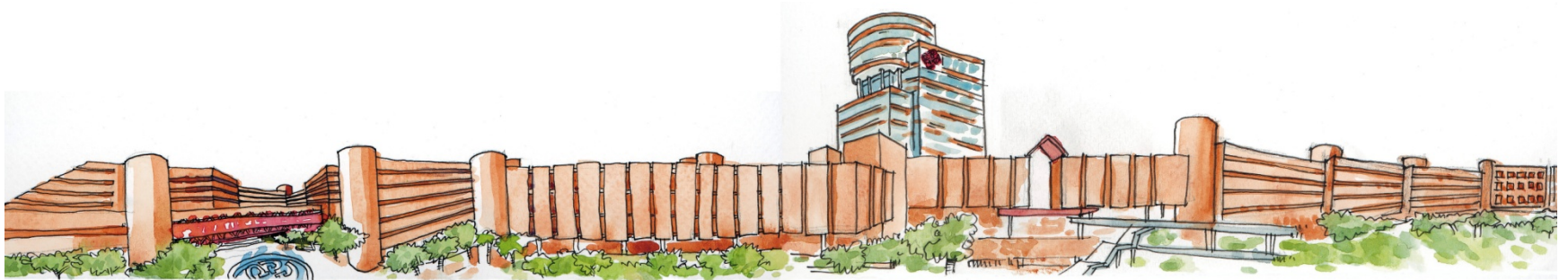
- 測定高有氧能力 (VO_{2max}) 是否和最大的訓練效果有關，初始高的最大攝氧量是否准航天員最大訓練效果的理想指標，它是否可以成爲選取太空人的一個標準
- 研究初始的最大攝氧量和由於體位的轉變而引發的敏感的生理反應之間的關係，此研究有助於甄選航天員



5. 無負載長期行走的後效應：人類運動系統的適應性

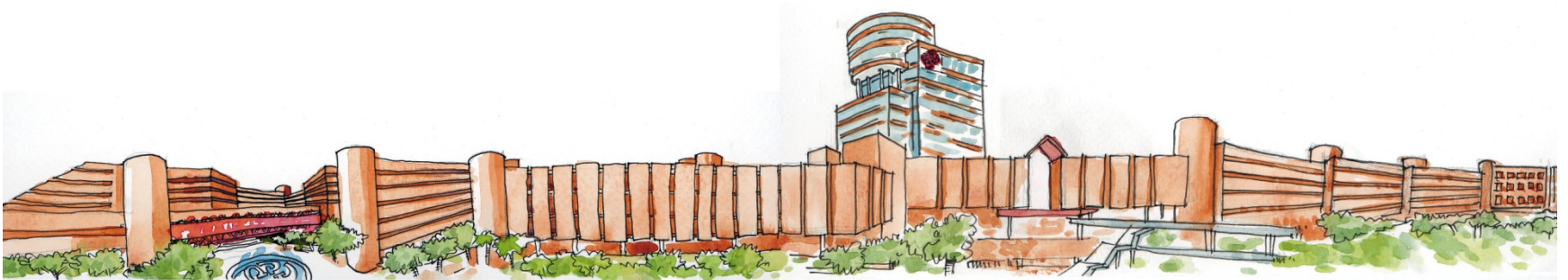
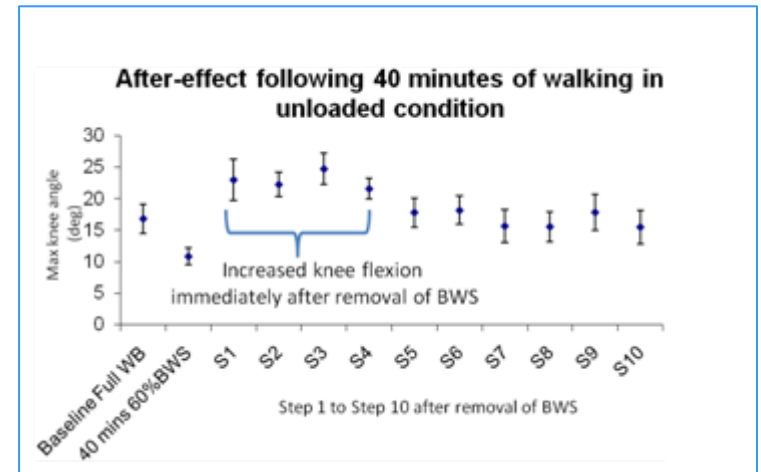
研究概要

- 觀察突然去掉減重支持時，是否會出現「後效應」(例如在步態週期的負荷反應中，更大的膝關節屈曲角度)的情況



結果

- 通過實驗，發現在有減重支持行走5分鐘後，當減重支持突然撤除，仍沒有明顯的「後效應」出現
- 在有減重支持行走40分鐘後，若減重支持突然撤除，最初4-5步出現明顯「後效應」現象



理大太空科研 – 未來發展方向

1. 成立理大太空科技研究院，推動太空科技的研究
2. 加強理大與國內在太空科研方面的合作
3. 推動太空科技的民用轉移
4. 推廣和普及太空科研工作



謝謝！

