

# 将来の月惑星探査に向けた構想と戦略 表層環境と生命の進化\*

横浜国大院工 小林 憲正

北大院理 倉本 圭

東北大院理大谷 栄治

\*Part 1: 月・固体惑星内部の構造, 起源, 進化, ダイナミクス

# アストロバイオロジー *Astrobiology* 地球生命科学 *Biogeosciences*

地球および地球外に  
おける *生命の起源*・  
*進化・分布と未来*

# JAXA 第2期中期目標(2008～2013)

## 宇宙科学研究

大学共同利用システムを基本とした学術研究

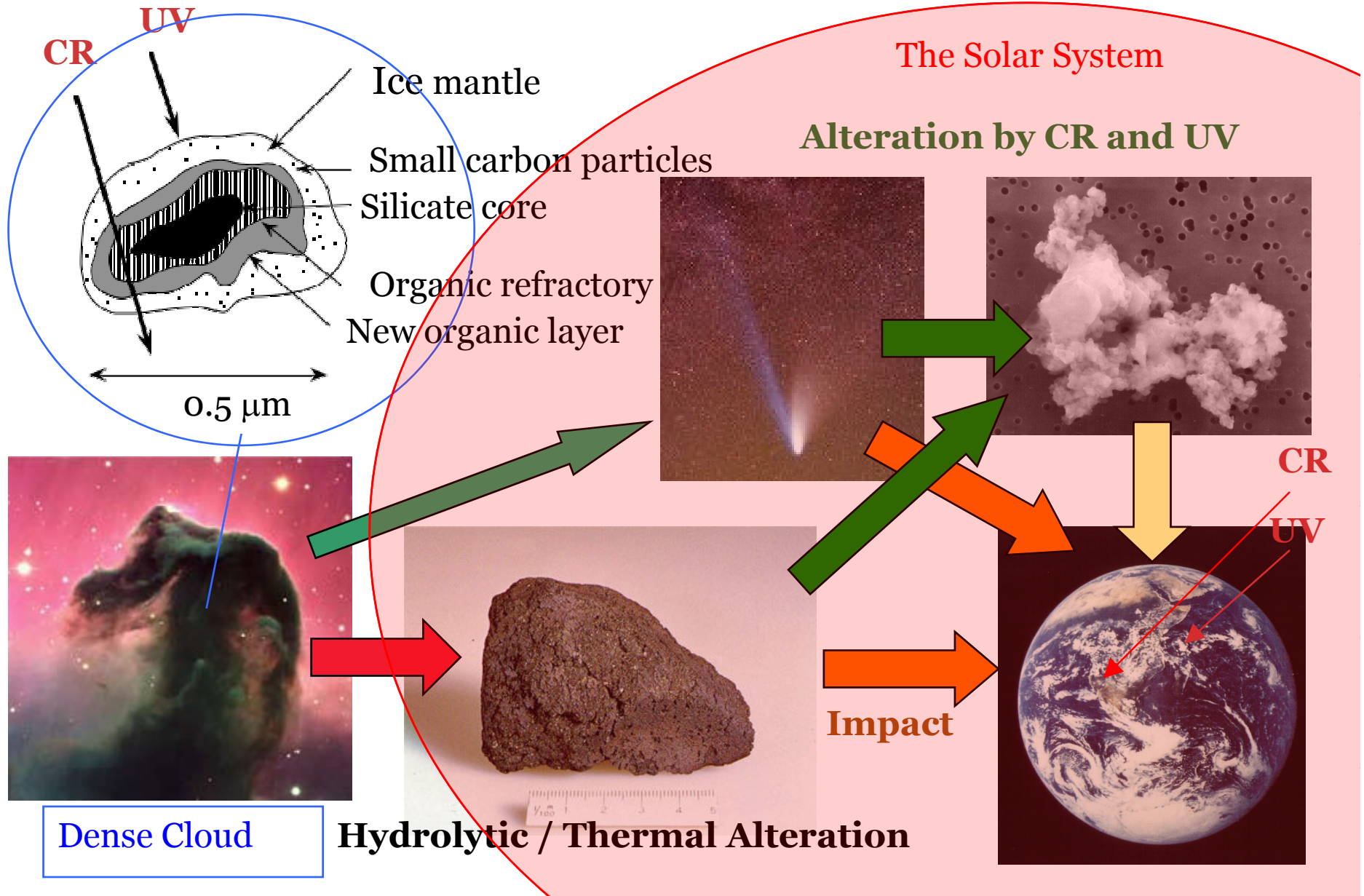
- 宇宙の大規模構造から惑星系に至る宇宙の構造と成り立ちを解明するとともに、暗黒物質・暗黒エネルギーを探求し、宇宙の極限状態と非熱的エネルギー宇宙を探る宇宙空間からの宇宙物理学及び天文学、
- 太陽系諸天体の構造、起源と進化、惑星環境の変遷、これらを通じた宇宙の共通な物理プロセス等を探るとともに、**太陽系惑星における生命発生、存続の可能性及びその条件**を解明する太陽系探査、
- 生命科学分野における生命現象の普遍的な原理の解明、物質科学及び凝縮系科学分野における重力に起因する現象の解明等を目指す宇宙環境利用、
- 宇宙開発利用に新しい芽をもたらし、自在な科学観測・探査活動を可能とするための工学



# The Origin of Life

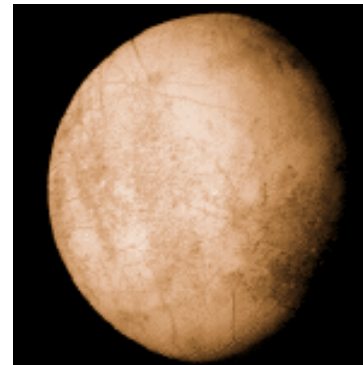
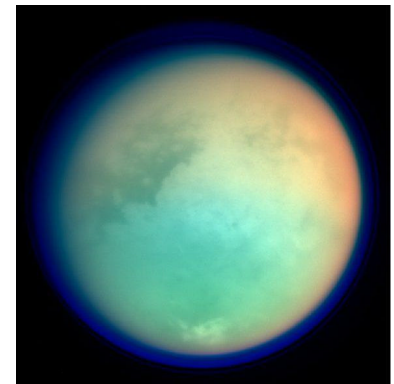
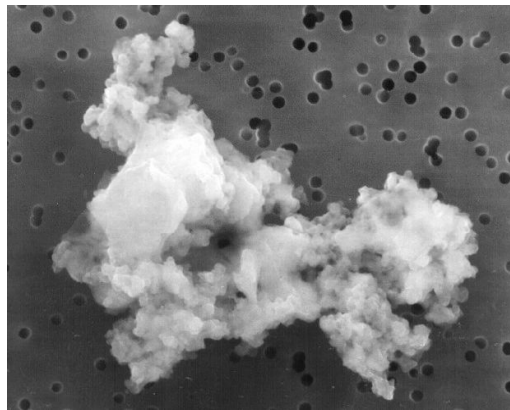
- Endogenous Generation of Life
  - Endogenous Synthesis of Organic Compounds
  - Exogenous Delivery of Organic Compounds
- Exogenous Delivery of Life (*Panspermia*)

# 星間での有機物の生成と地球への搬入



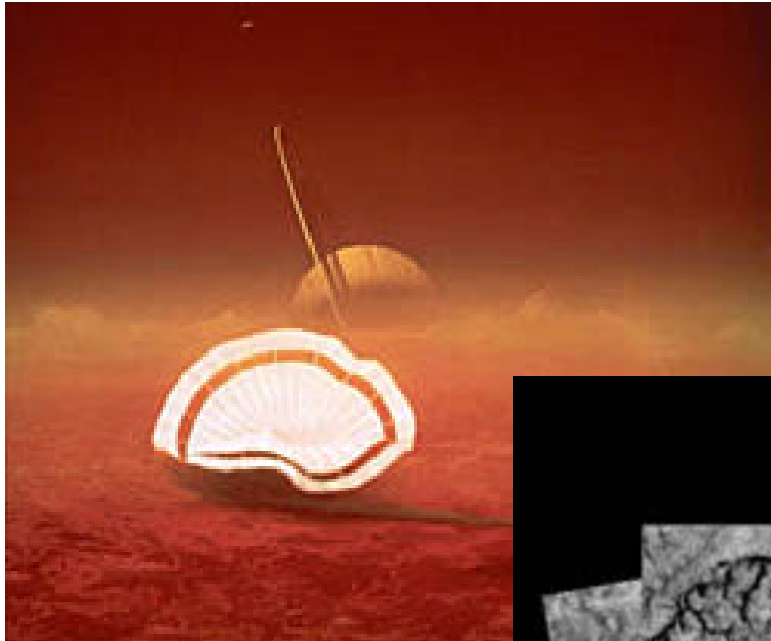
# Origins of Life

## Possible Pathways of Chemical Evolution

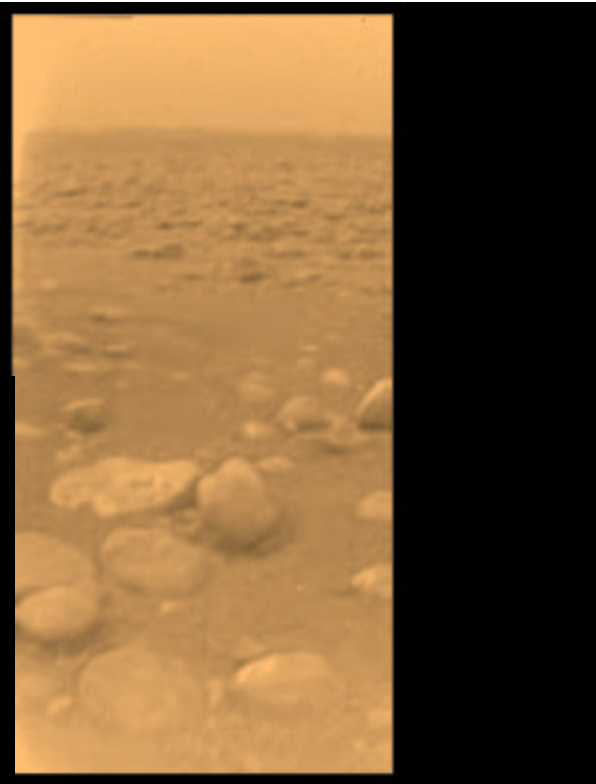
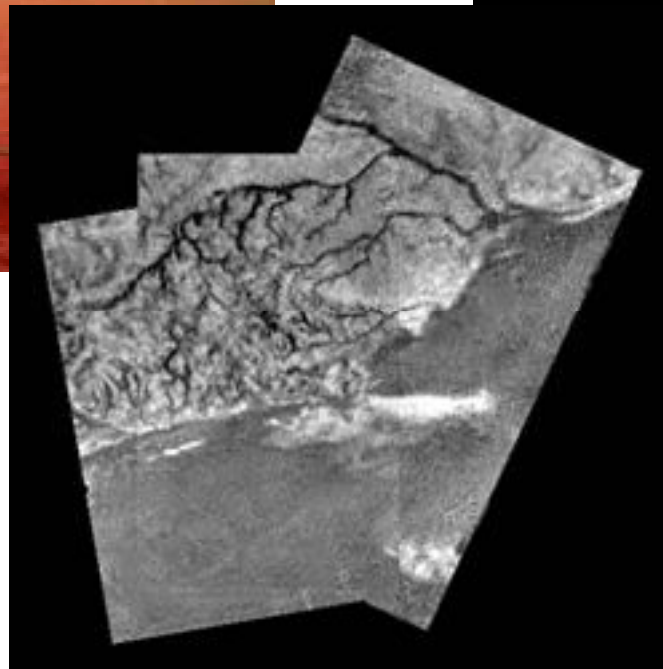


# カッシーニ・ホイヘンス計画 (1997~)

## 土星の衛星タイタンに生命を探る



↑ 2005年1月、  
「ホイヘンス」(ESA)が  
タイタンに着陸



↑ ホイヘンスにより  
撮影されたタイタン  
表面  
← 上空からの写真



# Evolution & Distribution of Life



# Panspermia: Possible Escape of Terrestrial Microorganisms to Space

~50 km high



Permanent Lunar Shade? Cave?



50~100 km high  
Use of Ballistic Rockets?

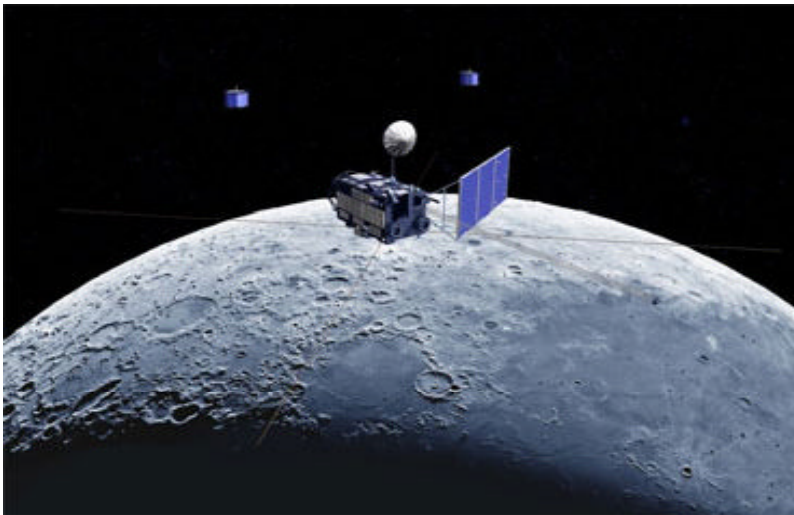
500~5000 km high?



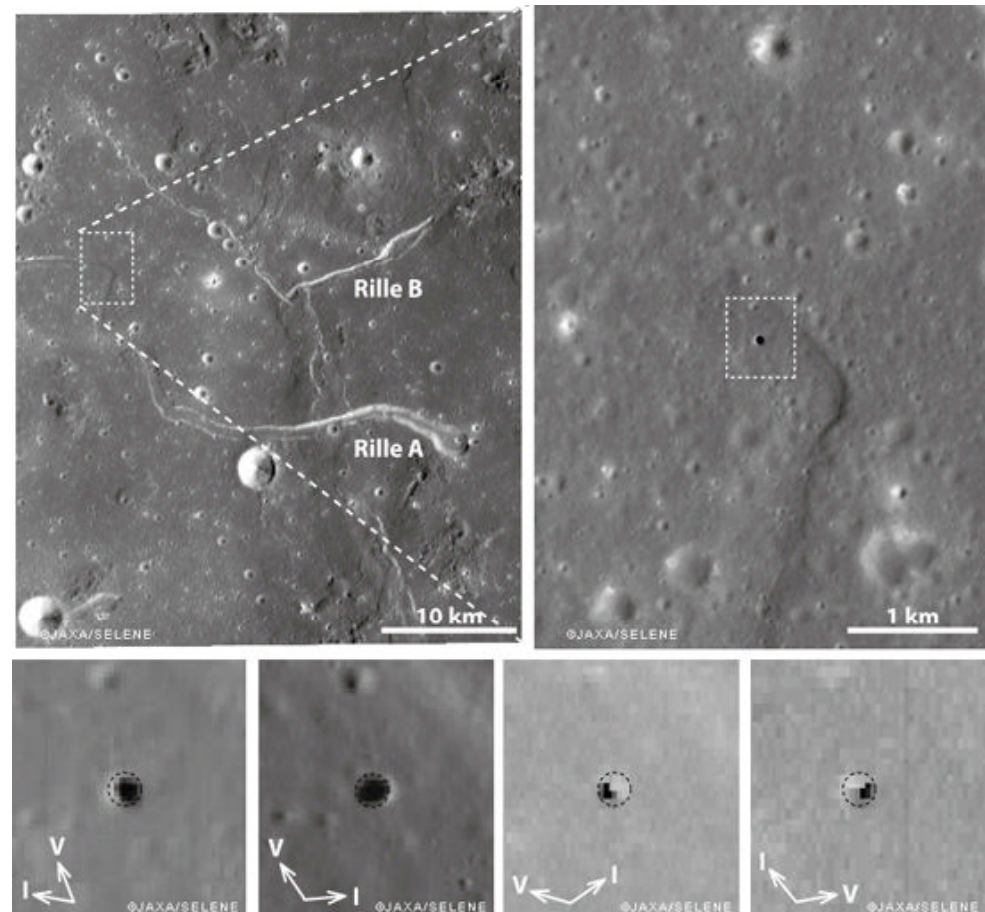
TANPOPO

~450 km high

# Astrobiology of Moon



SELENE:  
 Discovery of Moon Lava tubes  
 ↓  
 Possible Refuge of Life?

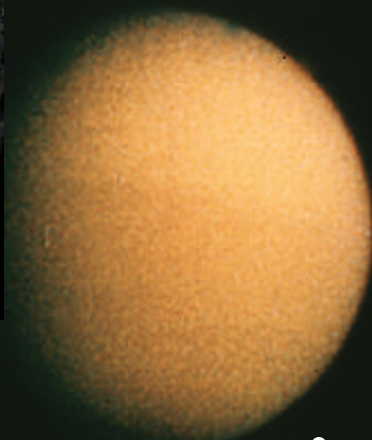


Strategies for Life Detection on  
Solar system bodies:  
Targets & Methods

**Enceladus**



**Titan**



**Europa**



**Mars**



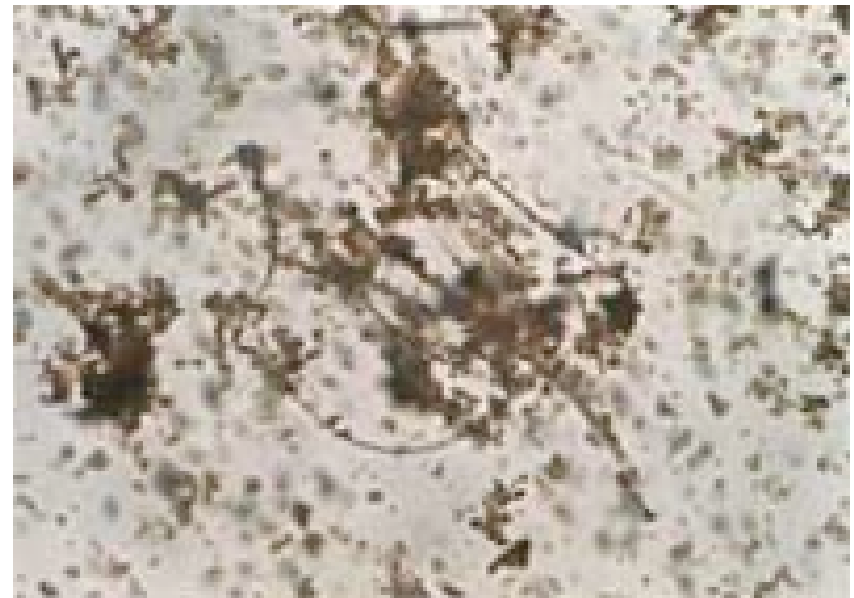
# 火星生命探査

=ターゲットと検出方法が重要

- メタン, 酸化鉄(III), 硫酸塩 (化学合成細菌のエネルギー源) が検出

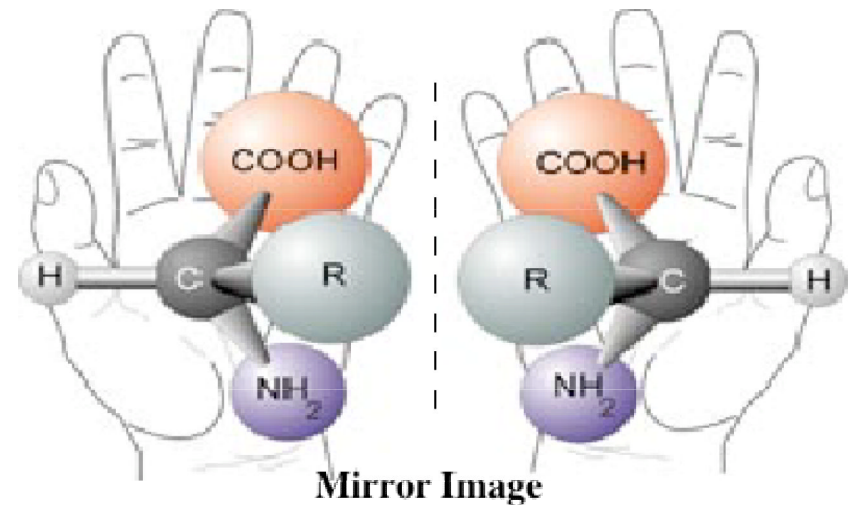


- これらを利用する化学合成細菌=ターゲット



# 生命検出法（1）アミノ酸分析

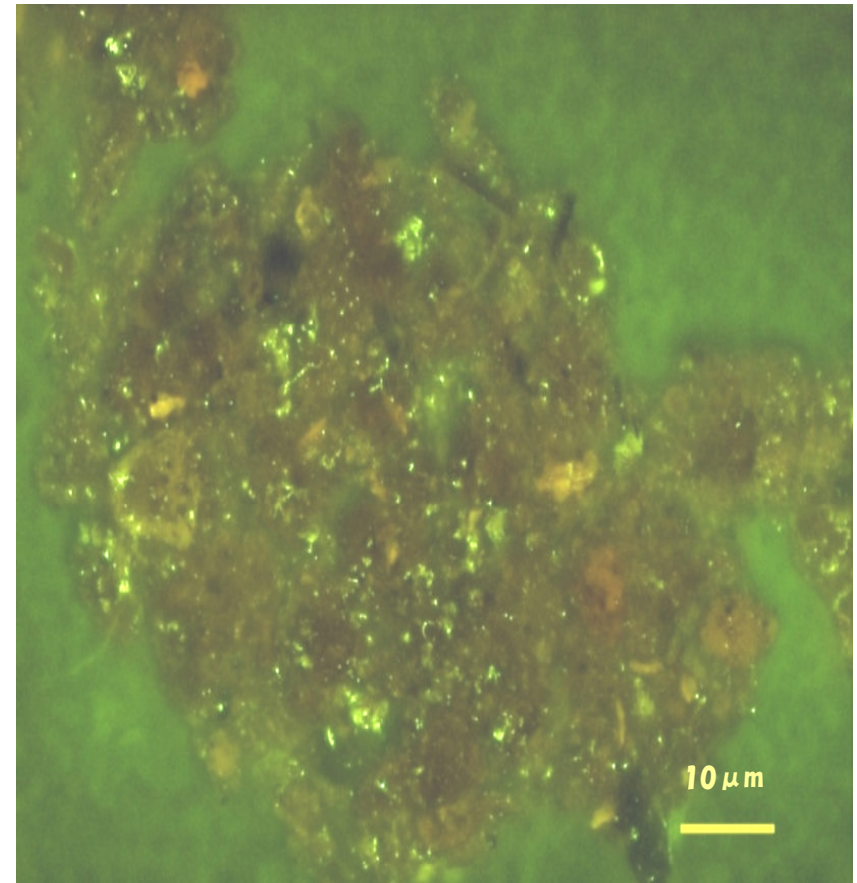
- 前処理：抽出（土壌・岩石の場合）  
酸加水分解（必須）
- 分離：GC, LC, 電気泳動  
D/L分離（必須）
- 検出・同定：MS, 蛍光



## 生命検出（2）顕微蛍光法

生命機能（膜，核酸，酵素触媒，自己蛍光）に対応して生じる蛍光を顕微画像で検出

- **SYBR Green** for DNA and other molecules of genetic information storage.
- **Acridine orange** for dead cells and proteinous materials.
- Catalytic-substrate staining pigments (eg., **CFDA-AM**) for enzymes.



Microbes on soil particles stained by an esterase substrate dye.

# エウロパの生命探査

- 有機物は未検出
- 氷殻の割れ目に沿った褐色帯 → 下にある「海水」のスプラッシュゾーン
- 海水の塩分が乾固して褐色を呈している。 → 硫酸マグネシウム（エプソム塩）  
+ 有機物？

