

天体衝突と光

東大・新領域 杉田精司

Sugita@k.u-tokyo.ac.jp

本講演の概要

- ◆ 地球史・惑星史における天体衝突の役割
- ◆ 天体衝突現象の概略
- ◆ 高速分光法の基礎
- ◆ 高速分光法が明らかにする高エネルギー現象
- ◆ 最近と近い将来の惑星探査への応用

はじめに

- ・自己紹介
- ・本講演の狙い
- ・地球史・惑星史における天体衝突の役割

自己紹介

- ・ 倉本さんには昔から仲良くしてもらっていた。
- ・ 主に天体衝突という切り口で、惑星を研究している。



自己紹介

- ・ 倉本さんには昔から仲良くしてもらっていた。
- ・ 主に天体衝突という切り口で、惑星を研究している。



自己紹介

- ・ 倉本さんには昔から仲良くしてもらっていた。
- ・ 主に天体衝突という切り口で、惑星を研究している。



自己紹介

- ・ 倉本さんには昔から仲良くしてもらっていた。
- ・ 主に天体衝突という切り口で、惑星を研究している。



自己紹介

- ・ 倉本さんには昔から仲良くしてもらっていた。
- ・ 主に天体衝突という切り口で、惑星を研究している。



本講演の狙い

- 天体衝突研究の魅力を紹介すること
- 衝突実験の雰囲気を知ってもらうこと
 - 惑星科学における重要性
 - 理論的基礎
 - 最近の研究の動向

地球史・惑星史における天体衝突の役割

④ 初期地球の進化

- Giant Impact と月形成
- 初期地球大気の形成

⑤ 生命の起源と進化

- 生命の材料物質の供給
- Cataclysmによる大気組成改変
- K/T絶滅事件

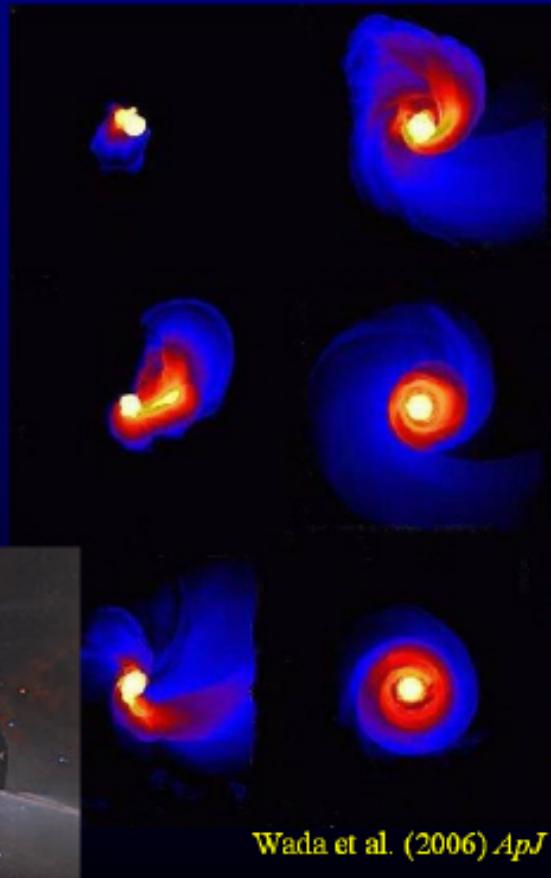
⑥ 惑星表層環境への影響

- 火星の流水地形

地球史・惑星史における天体衝突の役割

初期地球の進化

Giant Impact と月形成



Wada et al. (2006) *ApJ*

地球史・惑星史における天体衝突の役割

☞ 初期地球の進化

☞ Giant Impact と月形成

QuickTime® 7.0
TIFF AñjóðBakAí EEEvEcEOESÉA
C™CççÄsÉNE EECÇ%BBCECzC1C... Czirkong- Czirk

地球史・惑星史における天体衝突の役割

☞ 初期地球の進化

☞ Giant Impact と月形成

QuickTime® 2
TIFF ADOBEKAI SUREVIEW
C:\TIF\GAC\AESNEE\EEC\%B0CEC\101... C:\TIF\KONG\01AB

岩石の蒸発効率が高いと、周地球円盤は作られず月が形成しない。

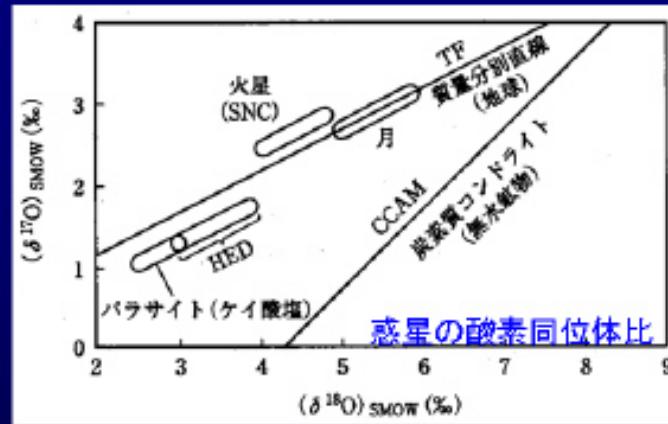
地球史・惑星史における天体衝突の役割

初期地球の進化

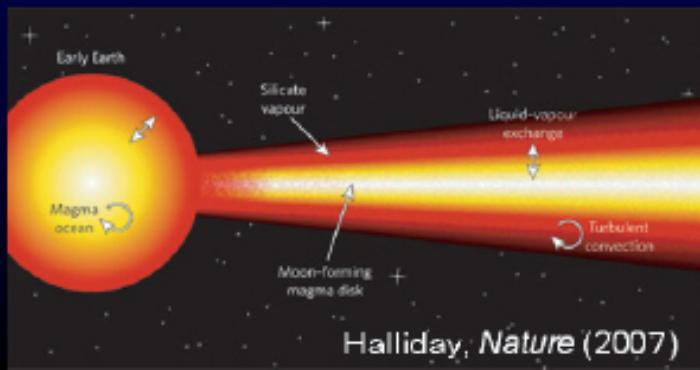
Giant Impact と月形成

- ある程度の岩石の蒸発は、酸素同位対比の同一性を説明するために必要かもしれない(Pahlevan & Stevenson, *EPSL* (2007))
- ~15km/sという超高速衝突は、岩石の大規模蒸発を引き起こすと信じられている。
- 岩石の蒸発効率は、不明！

岩石蒸気は、周地球円盤の中で激しく対流し、物質攪拌を促す。



太陽系の中で月のみが、地球と同一の酸素同位対比を持つ

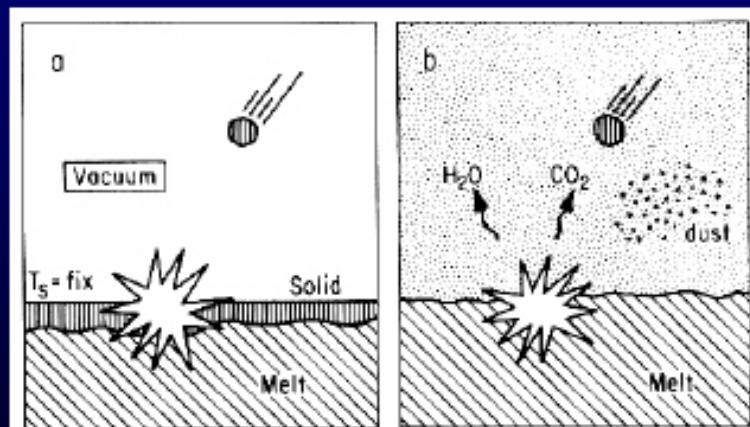


Halliday, *Nature* (2007)

地球史・惑星史における天体衝突の役割

初期地球の進化

初期地球大気の形成

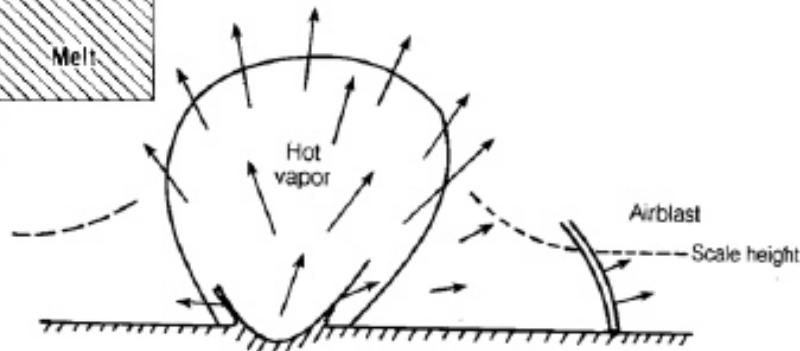


衝突脱ガスによる水蒸気大気と
海の形成

Matsui and Abe (1986) *Nature*



高速衝突による大気の散逸
Melosh and Vickery (1989) *Nature*

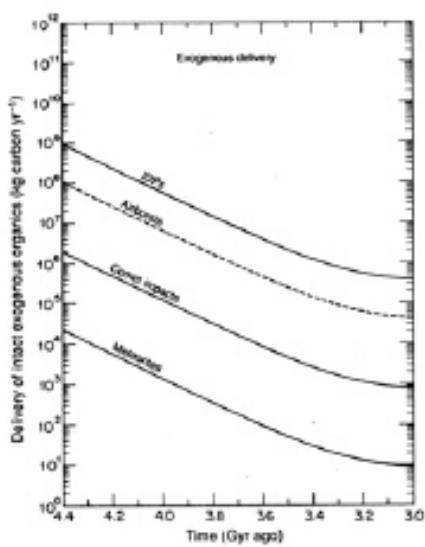
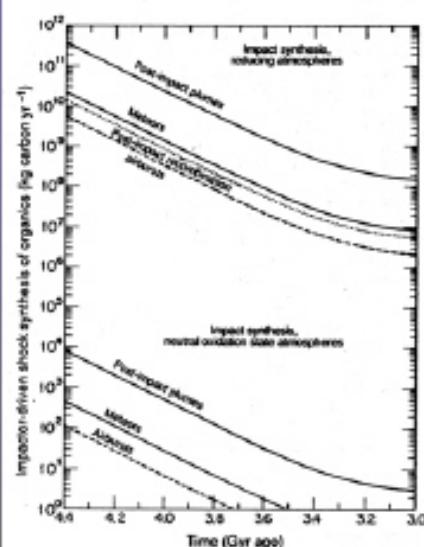
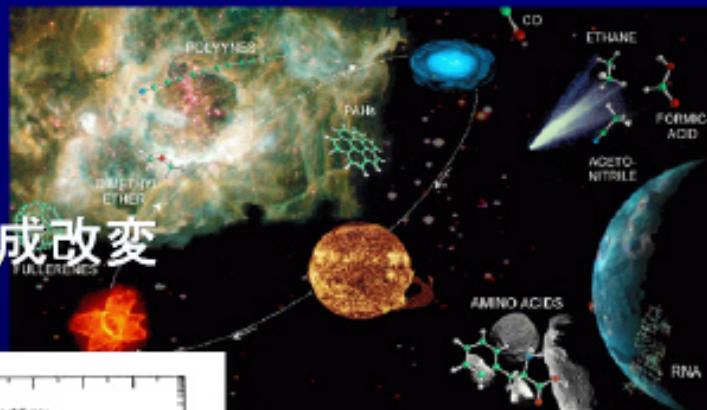


地球史・惑星史における天体衝突の役割

生命の起源と進化

- 生命の材料物質の供給

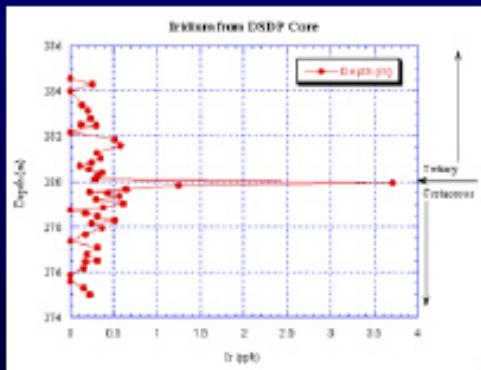
- 隕石重撃による大気組成改変



Chyba and Sagan (1992)
Nature

地球史・惑星史における天体衝突の役割

- 生命の起源と進化
 - K/T絶滅事件



Huffman et al. (1990) GSA Sp

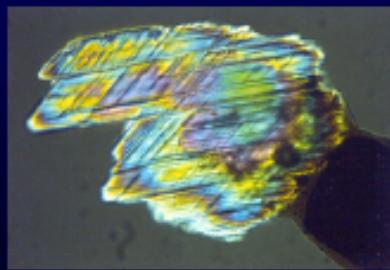
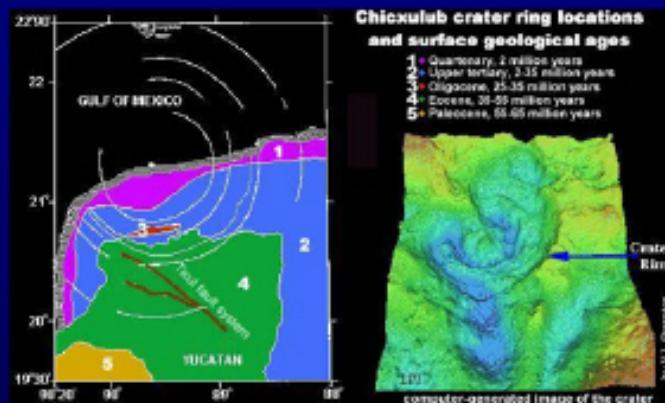


Photo by Izett

- ・Irの発見 (Alvarez et al., 1980)
- ・衝撃変成石英の発見(Bohor et al., 1984)
- ・クレーターの発見(Hildebrand et al., 1991)
- ・衝撃メルトのK/T層の年代一致(Swisher et al., 1992)

地球史・惑星史における天体衝突の役割

生命の起源と進化

・K/T絶滅事件

- ・ユカタン半島に直径10km程度の巨大隕石が衝突して、大量絶滅が起きたことは、地質学的に立証されていると言える。
- ・どのような機構で天体衝突が恐竜を含む生物種の大量絶滅にとながったのかは、不明。
- ・塵による日射遮断、硫酸エアロゾルによる衝突の冬、大規模火災、酸性雨、

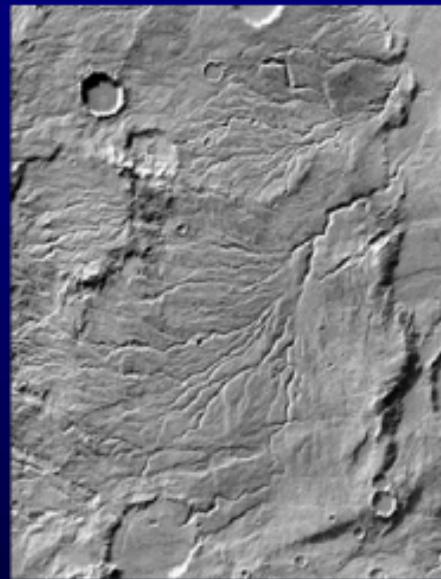


地球史・惑星史における天体衝突の役割

・惑星表層環境への影響

・火星の流水地形

- ・火星の流水地形の形成期は、クレーターが頻繁に形成していた時期と重なる。
- ・流水の継続期間は短かった可能性がある例 : Pathfinder の見た run-off flow 氷溢原の岩石の摩耗度は低い。ただ一瞬ではない



→ 天体衝突による気候変動の可能性あり。

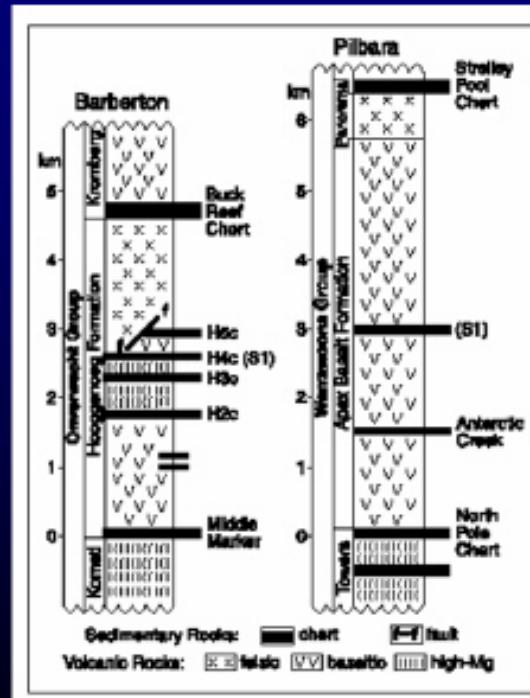
- ・Segura et al. 2002
- ・Colaprete et al. 2005
- ・Sugita and Schultz, 2005

- ・大気を持つ惑星における天体衝突の役割は、よく分かっていない。
- ・衝突蒸発現象が最も重要。
 - 最も高いエネルギー密度が関わる過程
 - 大気と直接的に相互作用する
 - 大気と化学反応する
- 生物の大量絶滅 (e.g., K/T 事件)
- 大気の進化
- 生命の起源
- 全球的な地質記録

太古代の地質記録との照合

Archean spherule beds

- アフリカと西オーストラリアでU-Pb 年代が一致
- 大粒径イジェクタ無し → 全球的イベント
- 衝突天体の直径 = 20~50km
→ 天体質量 = 地球大気質量の ~1/1000
→ 激しい環境変動
- 地質記録の解釈は、ほとんど手つかず
∴ 現代地質に類似の過程なし
→ 物理的理解の重要性
特に衝突蒸気雲の理解が鍵



Byerly et al. (2002) Science

天体衝突現象の概略

天体衝突現象とは、天体が他の天体と衝突する現象です。

天体衝突現象には、小惑星衝突や彗星衝突などがあります。

天体衝突現象は、天体の運動エネルギーによる衝突です。

天体衝突現象は、天体の運動エネルギーによる衝突です。