

2013/03/14(木) 第五回 衝突勉強会

* 衝突によって引き起こされる環境変化

問 1

地球大気と衝突の関係は？

地球大気と衝突の関係は？

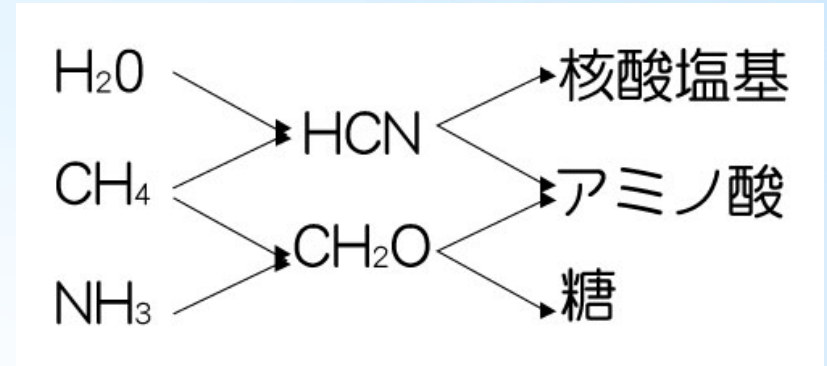
参考論文：Earth's Earliest Atmosphere

Kevin Zahnle, Laura Schaefer, and Bruce Fegley

神戸大学M1 松本恵里

◆ 冥王代（45億年～38億年前）の地球で、生命（有機物）が誕生したと言われている

- 証拠は乏しい（ジルコン）
- 大気・海・地殻ができた
- 地球は今の1/10の大きさ
- 44億年前に月形成衝突



◆ 化学進化説

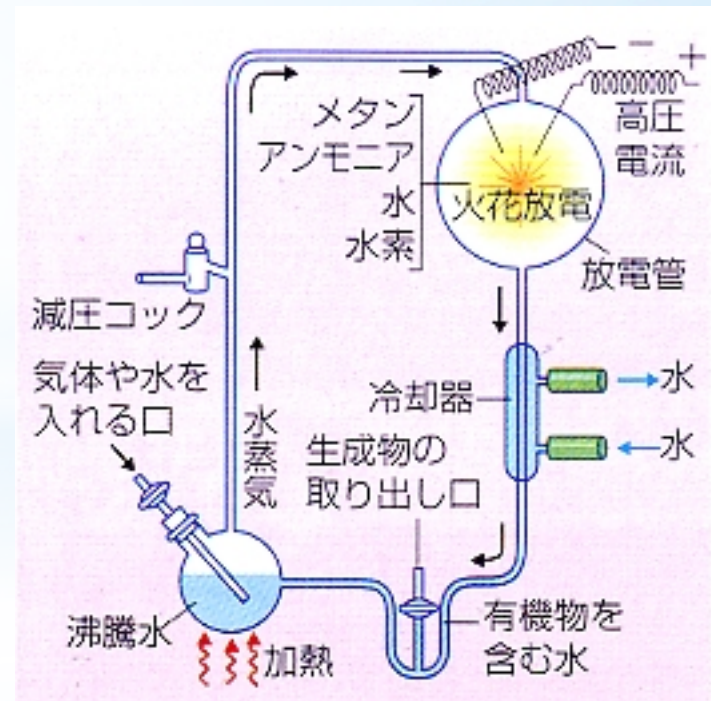
- 無機物から有機物が蓄積され、有機物の反応で生命が誕生
- ユーリー・ミラーの実験

[Miller 1953, 1955; Miller and Urey 1959]

◆ 熱水仮説 [Shock 1990; Shock et al. 1995; Shock and Schulte 1998]

- 生命は地表ではなく海で発生した

◆ 有機分子は地球外から彗星や小惑星が運んできた説



◆ 有機

◆ 地球

➤

➤

➤

◆ 地球

➤

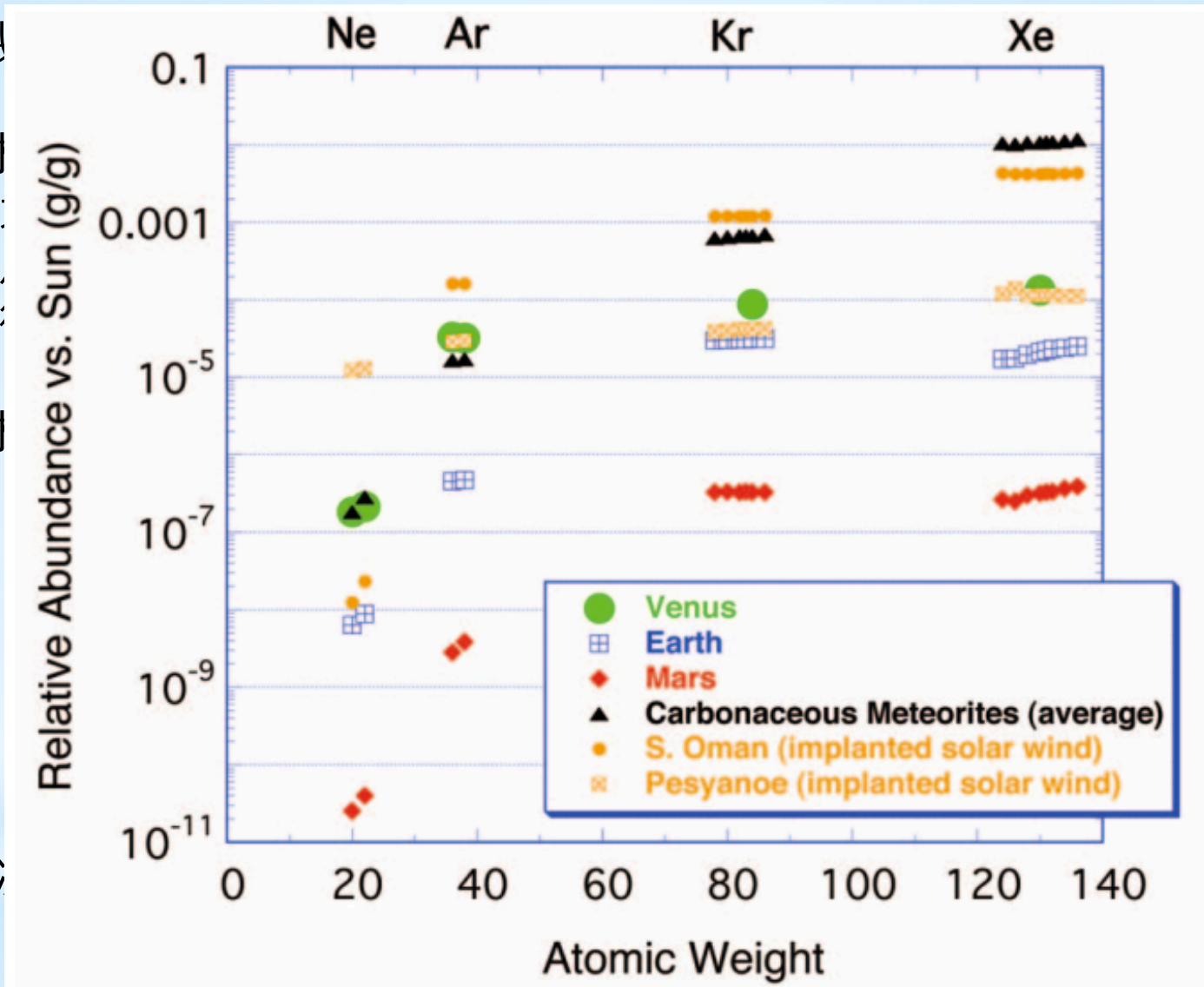
➤

➤

◆ 二

➤

➤



地球内部

気である

KJ Zahnle - Elements, 2006 - elements.geoscienceworld.org

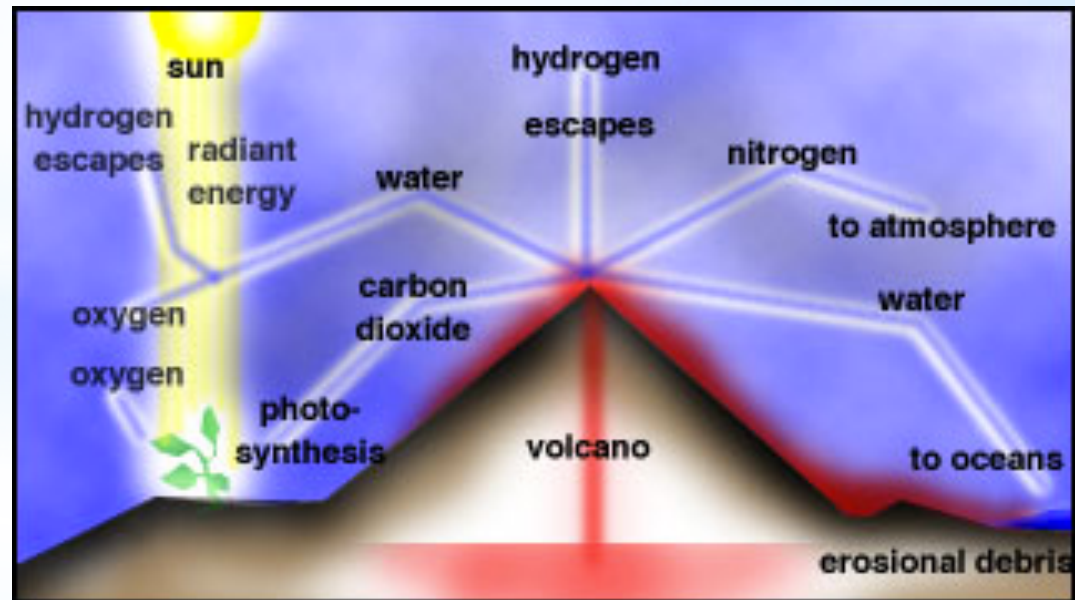
* 原始大気

- ◆ 原始惑星は重力で原始太陽系星雲ガスを捕獲 [Hayashi et al. 1979; Lewis and Prinn 1984; Ikoma and Genda 2006]
 - 惑星が大きく、星雲が冷えているほど効率的
 - 捕獲されたガスは主にH₂、少量の揮発性物質 (H₂O, CH₄, NH₃) で構成された還元型の大気となる
 - 現在の大気と大きく異なっている
 - 生命は誕生しやすい
- ◆ 原始大気は激しい微惑星衝突時代に捕獲される
 - 微惑星間の衝突は大気の熱速度をあげるため、時間とともに原始大気はなくなっていく [Zahnle et al. 2006]
 - 火星サイズかそれ以下で容易に脱出速度を越える

* 二次大気

- ◆ 固体地球内部及び微惑星の脱ガスによって形成された
- ◆ 火山の連続脱ガス説 [Poole 1951]
 - 原始大気が現在の火山ガスを酸化したものに似ている
 - 還元的で有機物生成しやすいが、温室効果を得られない
→ 全球凍結？ 暗い地球のパラドックス

- ◆ 衝突脱ガス
 - 火山ガスではそもそも脱ガスの量が足りない
→ 揮発性物質は地球外からもたらされた



* 衝突脱ガス

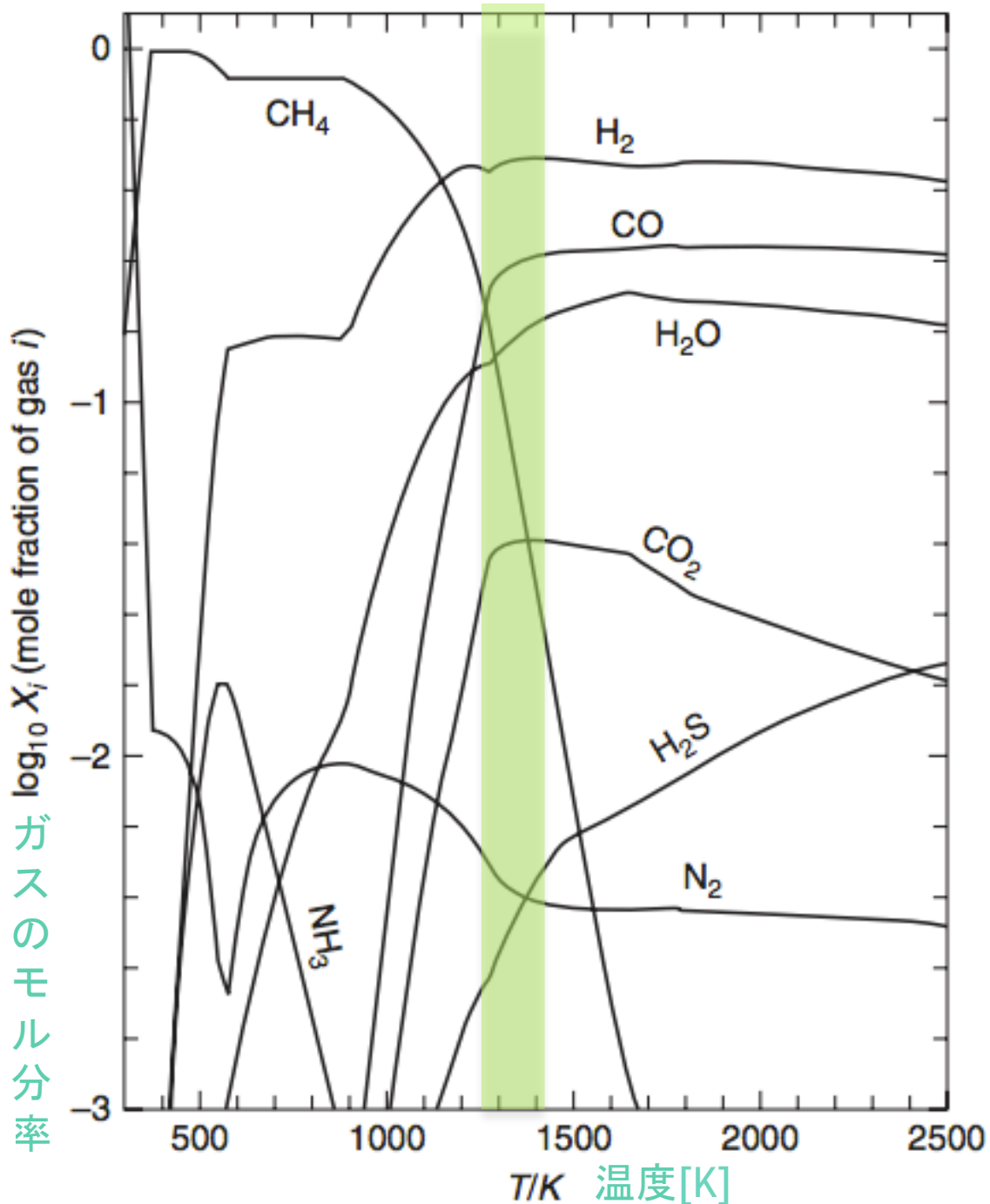
- ◆ 衝突脱ガス…微惑星が衝突すると、衝突地点が高温高圧になるので、
微惑星の揮発性成分が吐き出される
 - 水蒸気とCO₂が主成分→温室効果で地球の温度上昇
 - マグマオーシャンに覆われる
 - これと水蒸気が反応して、約1200℃、100気圧に保たれていた
- ◆ 地球形成過程で集積されたのは主にコンドライト隕石
 - 普通コンドライトが97%、残りは炭素質とエンスタタイト
 - 普通コンドライトにはCとHが現在の地球の10倍も含有されていた
 - CIコンドライトは揮発性物質に富み、質量に対して3.5%のCと10%のH₂Oを含有
 - コンドライトの混合物からの脱ガスであれば、月形成衝突前後どちらでも適応できる（大気の形成時期についてはわかっていない）

◆ Schaefer&Fegleyによる衝突脱ガス大気の化学組成モデル

◆ 100barのH型普通コンドライトで測定された、平衡状態のガス組成

- 地球のバルク特性の指標
- エンスタタイトコンドライトも同様
- 金属鉄や硫化鉄が多く含まれている
- 還元的なガス組成
- CH₄、H₂やCOが主

Schaefer and Fegley 2010



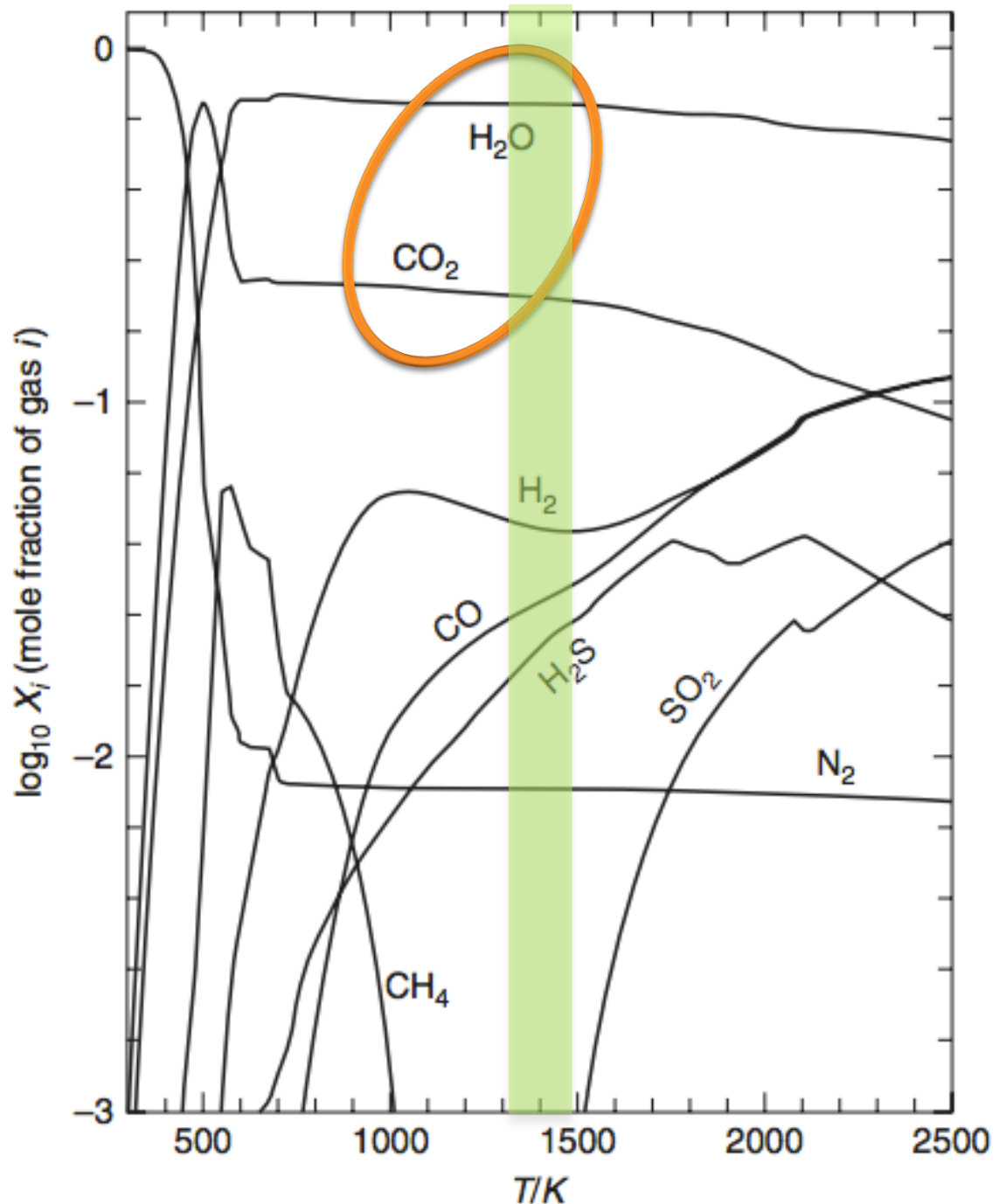
◆ 100barのCIコンドライトで測定された、平衡状態のガス組成

◆ CIコンドライトは金属鉄はないが、多くの還元剤をもっていた

- 酸化的なガス組成
- H₂OとCO₂が多い

◆ ユーリー・ミラーの実験結果と似ている
(CH₄, H₂, H₂O, N₂, NH₃を含有)

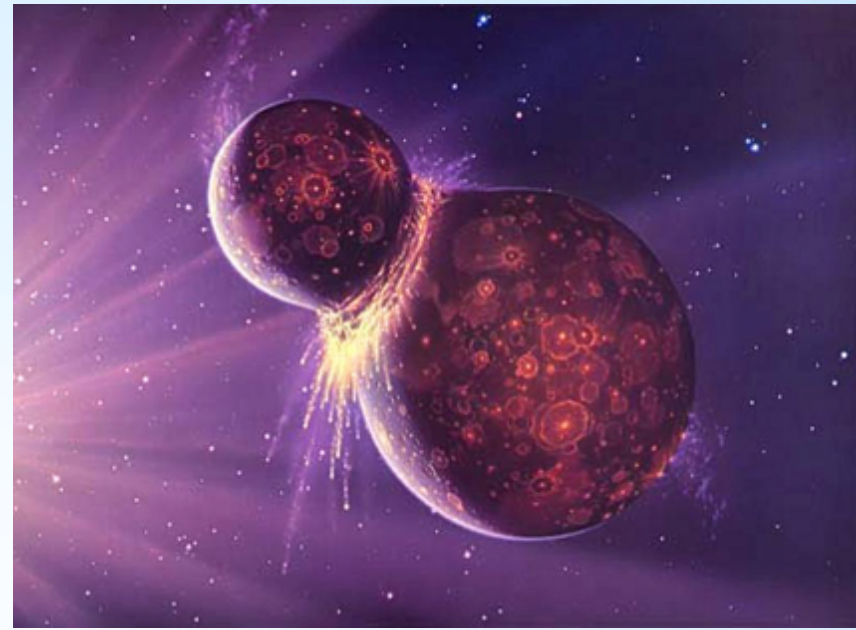
- 有機物を生成しやすい環境



* 月形成衝突

◆ 44億年前に火星サイズの天体が
原始地球に衝突

➤ 大きな衝突は地球環境をリセット
→ 冥王代の痕跡が残らない原因

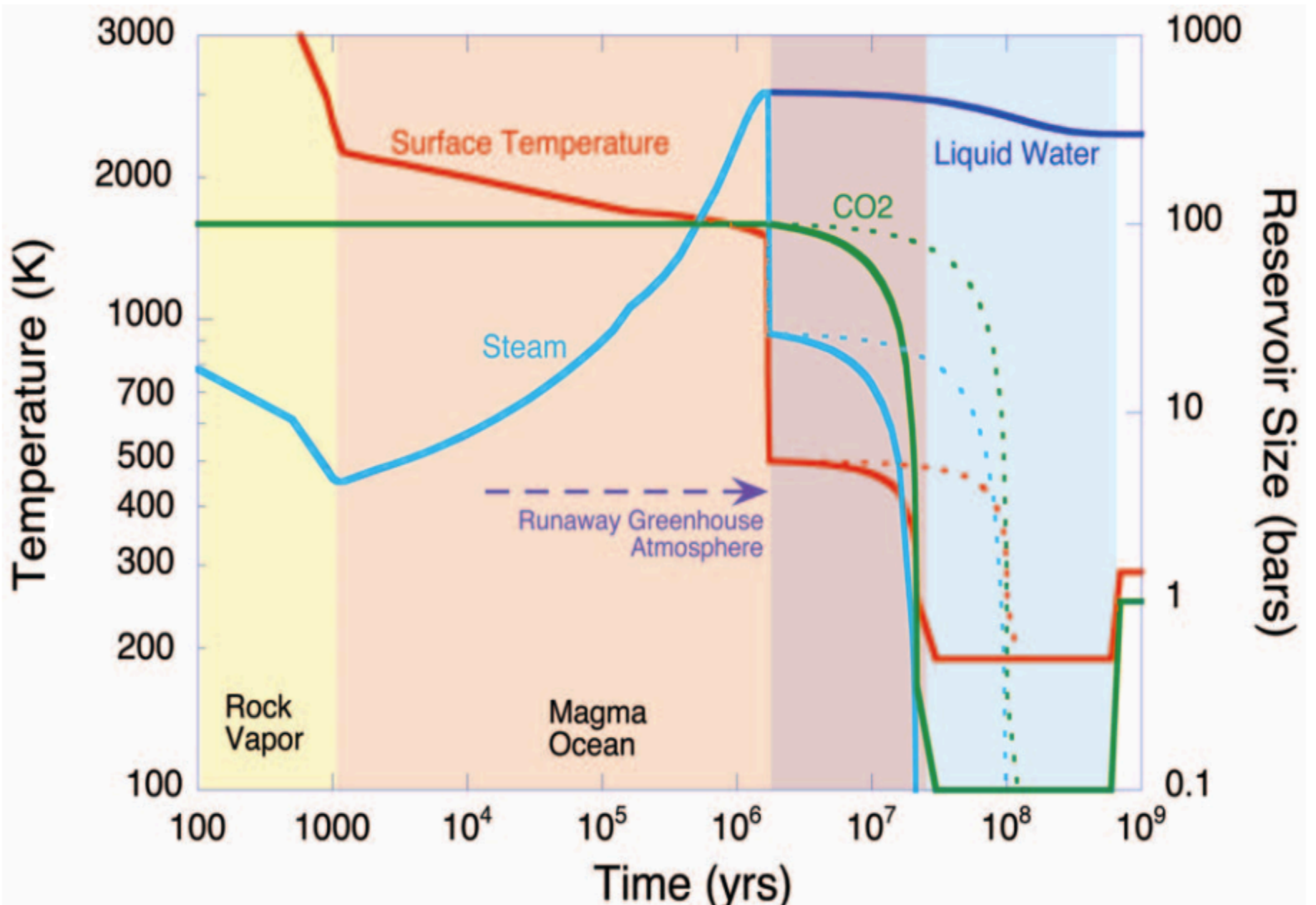


◆ 衝突頻度が下がり、だんだん地球が冷えてくる

➤ 水蒸気として存在していたH₂Oは雨（液体の水）となる
→ 火山ガス（HClやSO₃）と混ざり合い強酸の海ができる
長い時間をかけて岩石を溶かし、現在の海を形成

➤ CO₂は海にとけ込み、またCaと反応して炭酸塩として海底へ
→ 温室効果が次第に失われていく

➤ N₂はそのまま保持、酸素は誕生した生物によって作られた
→ 窒素の多い現在の大气ができる



* 答え

◆ 問 1、地球大気と衝突の関係は？

➤ 衝突は、

- * 揮発性物質を地球外から地球へ持ち込み、
脱ガスを引き起こすことで大気形成を手伝う
- * 生命誕生のステージをつくる役割を持つ

