

出発温度を変えた衝撃回収実験

名古屋大学・環境学研究科

三村 耕一

1-1. はじめに

- 衝撃

自然界(地球, 宇宙)でありふれた現象
物質の反応を進めるエネルギー源

- 回収実験

衝撃を与えた試料の直接かつ詳細な分析を可能にする

- 衝撃実験に使用してきた出発物質

有機試薬(炭化水素, アミノ酸, カルボン酸) → 脱水素重合

地球の岩石試料(蛇紋石) → 脱水

隕石試料(Murchison隕石, Allende隕石) → 脱水素, 同位体分別

隕石の有機物(不溶性有機物:IOM) → 脱水素, 同位体分別

1-2. 研究の最終目標

様々な物質に対して、様々な初期温度で、衝撃回収実験を試みる

→ 天然と類似した環境での衝突現象を調べる

1-3. 現状と必要な作業

1. 液体に衝撃を作用させるための反応容器がない

→ 液体用の反応容器の開発

2. 出発物質を高温状態にすることが不可能

→ ヒーターを用いて、出発物質の温度を上げ、そのまま衝撃を与えるシステムを構築

2-1. 実験装置

衝突銃の全体像



種類:一段式火薬銃
火薬量:5 gから40 g
銃口径:15 mm

チェンバー内



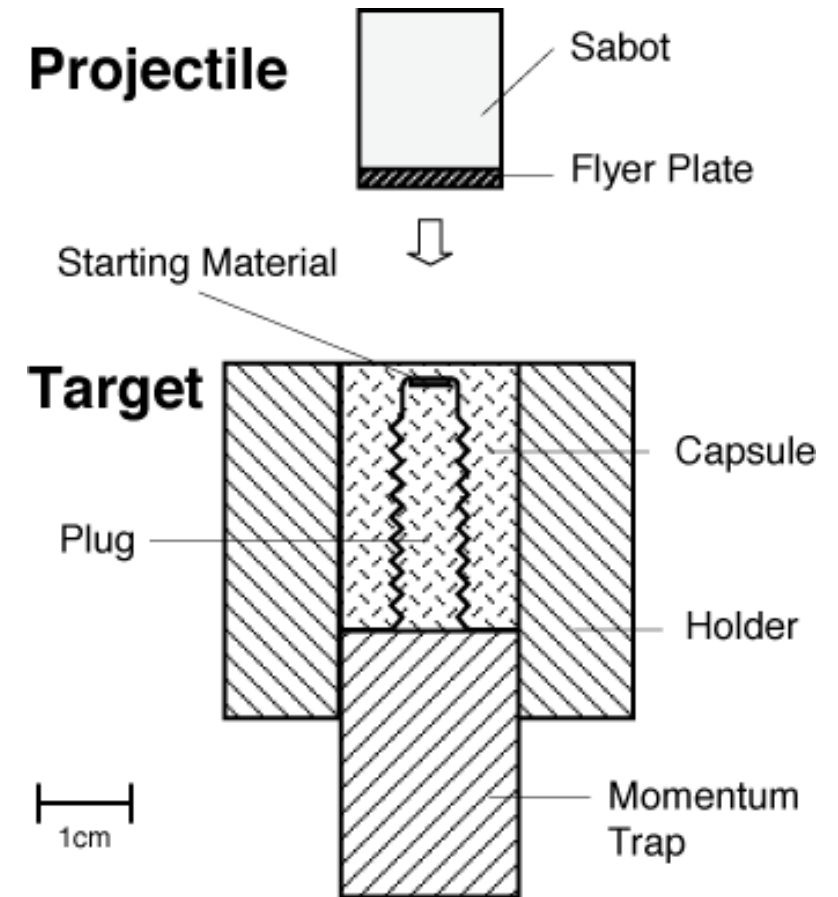
チェンバー内には, 反応容器一式のための
固定台を設置

速度測定方法:レーザーカット
速度範囲:300 m/s から 1800m/s
弾丸種類:サボに貼り付けられれば種類を問わず

2-2. 反応容器

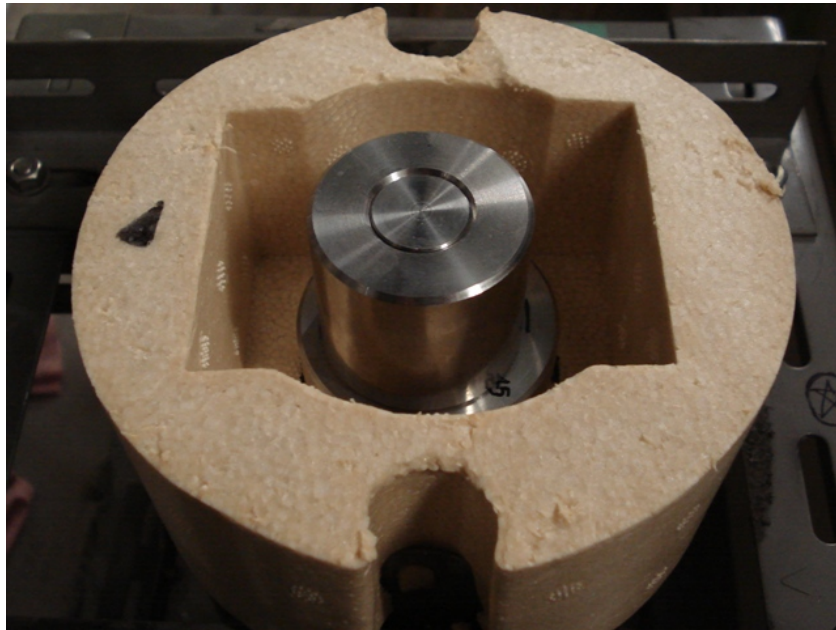


2-3. 衝撃実験概念図



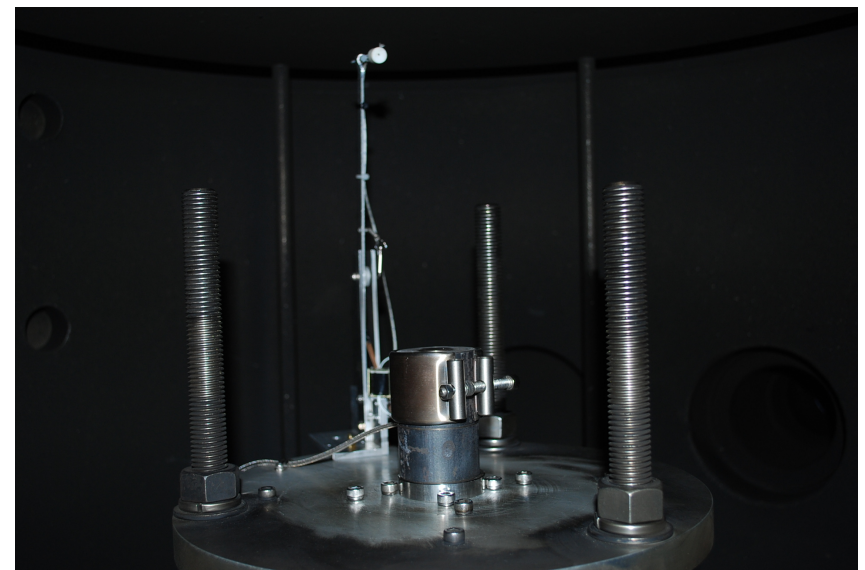
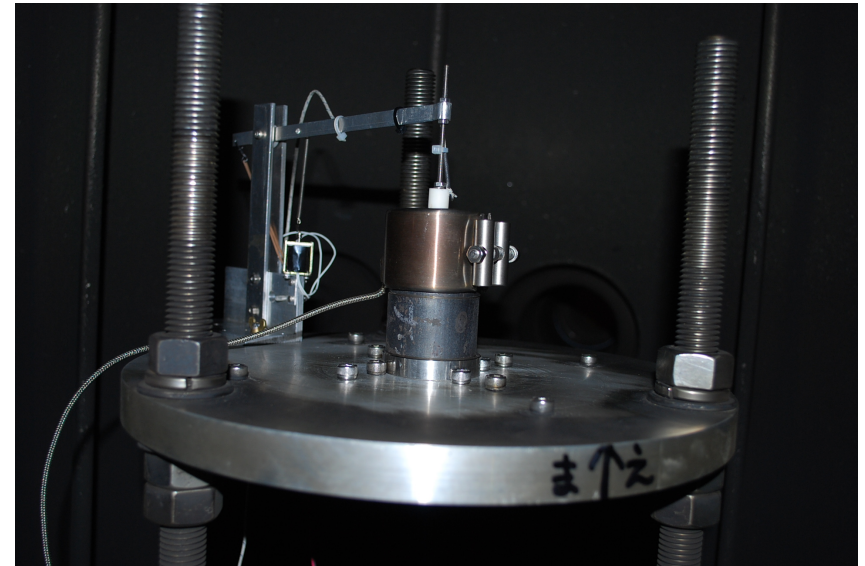
2-4. 温度コントロール

低温用(-196°C程度まで実験可能)



ホルダーを液体窒素に浸したまま、
弾丸を衝突

高温用(200°Cまで実験可能)

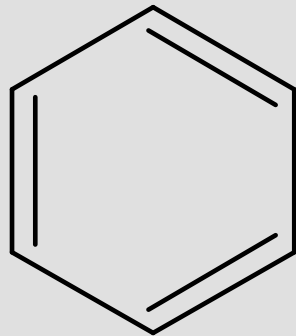


ホルダーをヒーターで覆い、衝突直前まで
温度をモニター

3. 実験紹介 (285 Kと77 Kにおけるベンゼンの衝撃化学)

(三村耕一, 中村明博)

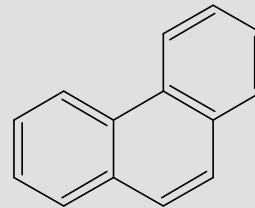
3-1. ベンゼン



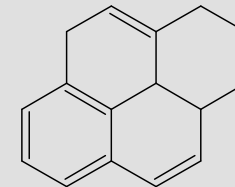
ベンゼン

多環式芳香族炭化水素 (PAHs) の構成単位

PAHsの例



フェナントレン



ピレン

PAHsは宇宙で最も豊富な有機分子のひとつであるとみなされている

(Ehrenfreund and Charnley, 2000)

・ 隕石、彗星、惑星間塵中で発見されている

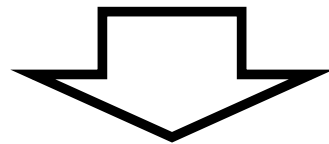
(e.g. Pering and Ponnampereuma, 1971; Yabuta, 2008)



PAHsの構成単位のベンゼンは宇宙空間に多く存在している

3-2. 本実験の目的

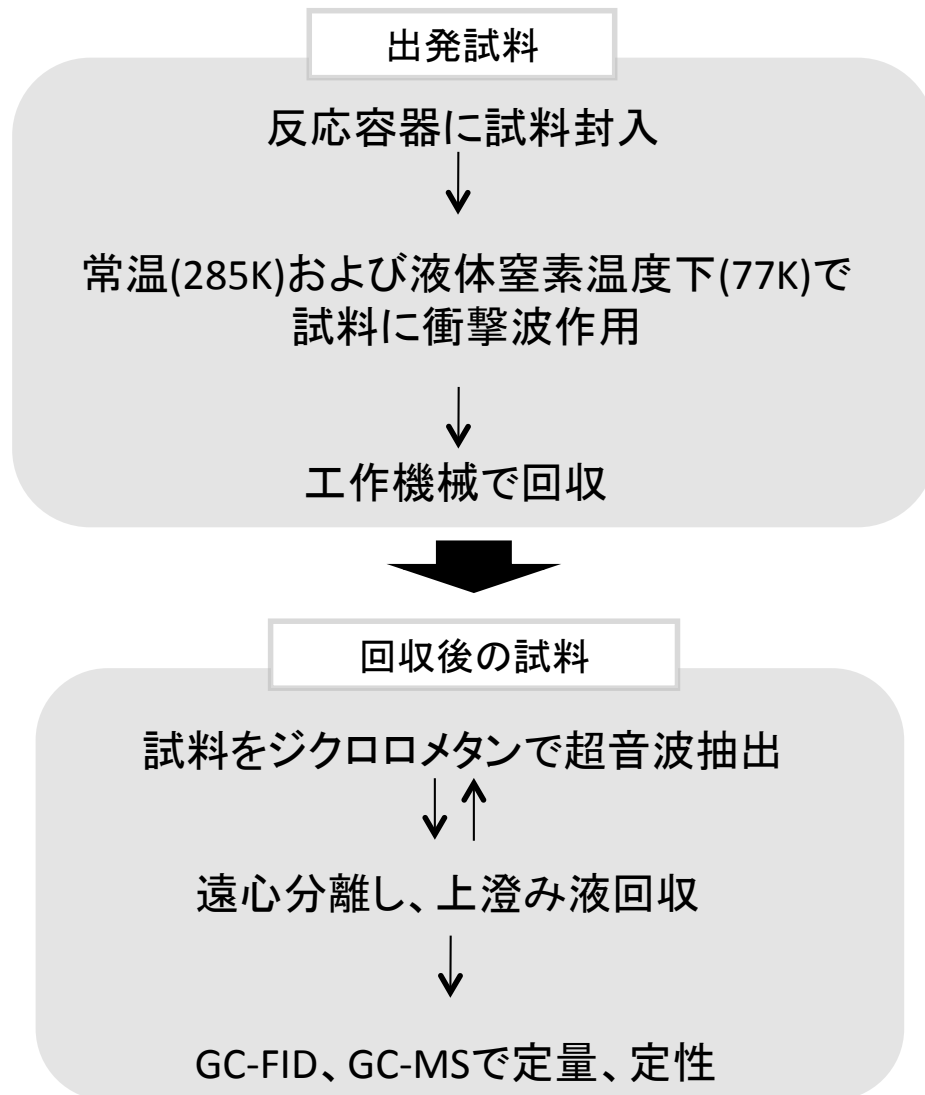
1. ベンゼンに衝撃波を加えると、どのような物質が生成されるのか？
2. 生成物と衝撃圧力の関係はどのようになるのか？
3. 周辺温度（初期温度: 285Kと77K）が変わると、生成物にどのような違いが表れるのか？



宇宙空間における有機物進化の理解の助け

3-3. 衝撃試料の回収と分析

出発試料 ベンゼン + 酸化アルミニウム粉末



試料の回収



抽出物

3-7. 衝撃温度の推定

<衝撃温度 (常温)>

先行研究の常温におけるベンゼンの衝撃 (multiple shock) 温度データを使用

Root and Gupta (2009)



<衝撃温度の差>

$$\Delta T_2 = \Delta T_1 \exp \left[\gamma_0 \left(1 - \frac{V}{V_0} \right) \right]$$

Meyers (1994)

ΔT_1 : 初期温度の差

ΔT_2 : 衝撃温度の差

V/V_0 : relative volume

γ_0 : Grüneisen's ratio

Dick (1970) のベンゼン(液体)の
ユゴニオデータを使用

※ベンゼンの物性は初期温度に関わらず不変と仮定



液体窒素温度におけるベンゼンの衝撃温度を推定

生成率と衝撃温度の関係