

1. はじめに

- ・2013年2月15日、ロシアチェリャビンスクで起こった隕石落下。地上の人や建物に大きな被害。
- ・大気圏突入は、地球から宇宙に向けて開かれた唯一の窓
- ・光った。分裂した。何が、どのようにして？
空気の運動を知る必要。→空気力学、特に高速空気力学
- ・キーワード: 極超音速、マッハ数、空力加熱、大気圏突入

2. 空気力学とは

- ・ものごとを相対的にみること(空気になったつもりで考える)
空気中を飛ぶ=止まっている物体に空気がぶつかる → 風洞(Wind Tunnel)実験の原理
- ・空気のエネルギー保存則: 運動エネルギーと熱量 (1kgあたり。Cは熱容量で約1000J/(kg・K))
$$\frac{1}{2}|\vec{v}|^2 + CT = const.$$
- ・速度Vの空気をせき止めた時の温度上昇:
$$\Delta T(^{\circ}C) = \frac{V(m/s)^2}{2000}$$
- ・隕石のビデオ解析からV=10km/sだとすると $\Delta T=5万^{\circ}C$
超高温→火の玉→隕石を加熱(空力加熱)→ダメージ というシナリオ
- ・空気のスピードは音速で相対的に評価: マッハ数=流速÷音速
「全体の流れを読む流れ」と「全体の流れを読まない流れ」、衝撃波(ショックウェーブ)の発生
- ・マッハ数<1 亜音速(あおんそく) 空気は流れが読める→なめらかな変化
マッハ数>1 超音速(ちょうおんそく) 波(衝撃波)が立つ→“衝撃波の世界”
マッハ数>5 極超音速(ごくちょうおんそく)→“衝撃波と熱の世界”
- ・流れは場所によって状態が全く異なることもある(空気力学はダイナミックな世界)

3. 極超音速風洞実験

- ・空気力学を研究するための道具: コンピュータ(CFD=Computational Fluid Dynamics)と風洞
- ・東京大学柏キャンパス極超音速高エンタルピー風洞: 「柏 極超」で検索
- ・極超音速風洞で再現する大気圏突入隕石まわりの現象
- ・可視化=空気力学における最も基本的な手法のひとつ。シュリーレン法による衝撃波の可視化。
- ・空力加熱とアブレーション(相変化: 気体、液体、固体、潜熱)
- ・ものは動かなくとも、周りの流れが安定な場合と不安定な場合がある(流れの安定性理論)
- ・隕石ができていく材料/材質の不均一性が鍵
- ・衝撃波が地上に達すると → ソニックブーム: 不連続な(突然の)圧力上昇、様々な被害

3. おわりに

- ・工学の道具(装置、数値解析法、知識、経験 etc.)で自然現象をみる。
- ・ありふれたものでも、設定と見方で不思議なもの、わからないものはいっぱいある。そこが研究の出発点。
- ・「どうなるのか?」の研究と、「そうならないためにはどうすればいいのか?」の研究