

衝突蒸気雲の膨張速度

○海老名良祐¹, 柳澤正久¹

¹電気通信大学

背景・目的

宇宙空間で起こる微惑星と原始惑星の衝突により生じる蒸気雲の特性を理解することは、恐竜の絶滅の原因や惑星の大気の起源など、宇宙の多くの問題の解明に繋がると考えられている。先行研究では、蒸気雲の膨張速度は衝突時の初期状態における音速に比例するとされている。これまで行ってきた実験の際、衝突時の真空度によって蒸気雲の発光強度に違いが見られた。しかし、衝突時の真空度による膨張速度への影響は知られていない。そこで、本研究では衝突時の真空度を変化させ、蒸気雲の膨張速度の変化を調べる実験を行った。発生した蒸気雲を毎秒 100 万フレームの高速カメラで観測し、膨張速度を測定し、真空度の変化による蒸気雲の膨張速度の変化を考察する。

実験方法

実験は JAXA 相模原キャンパスの二段式軽ガス銃を用いた。飛翔体にはナイロン 66 の直径 7mm の球、ターゲットには厚さ 0.3mm のナイロン 66 のシートを使用した。約 7[km/s] で射出した飛翔体をターゲットに衝突させ、発生した蒸気雲を高速カメラで撮影する。それにより、得られた画像から蒸気雲の膨張速度を測定する。膨張速度は衝突地点から 1 μ s 毎の蒸気雲の先端(x 軸上)までの距離から求める。また、衝突地点及び 1 μ s 毎の飛翔体の位置から蒸気雲の先端までの距離を半径とした円を写真と重ねて、蒸気雲の膨張の形が半円状となっているかを調べる。さらに蒸気雲の y 軸方向の距離を測定し、蒸気雲の広がり速度を求める。

結果・考察

真空度を約 3~45[Pa]に変化させたが、すべてのショットが約 8[km/s]で一定となった。図 1 に真空度と膨張速度の関係を示す。

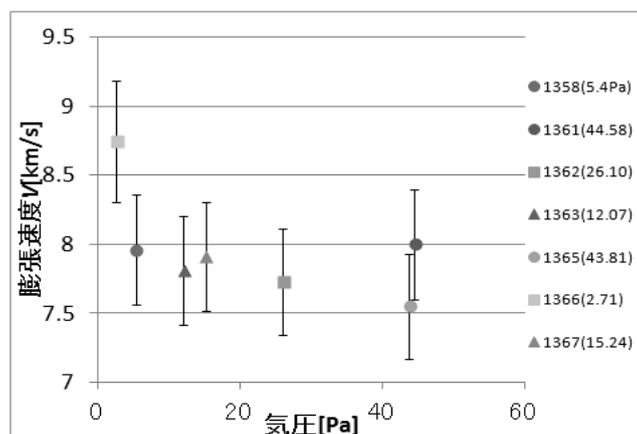


図 1: 真空度と膨張速度の関係

図1より, Shot1366を除いたすべてのショットが約8[km/s]で一定に見られる. Shot1366は他のショットに比べてひとつだけ衝突速度が大きいことが原因だと考えられる. これより膨張速度は真空度に依存しないと考えられる.

次に衝突20 μ s後の衝突地点及び飛翔体から蒸気雲の先端までの距離を半径とした円を図2のように描いた.

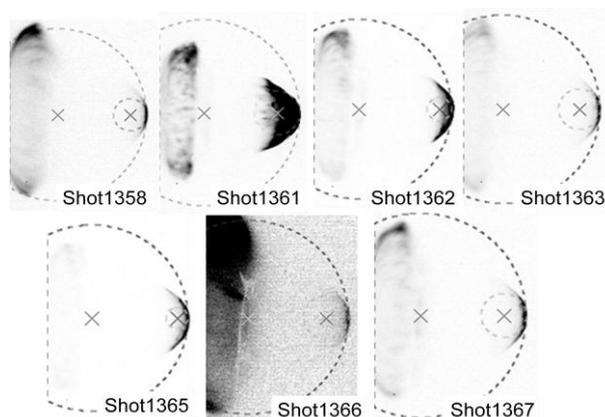


図 2: 蒸気雲の形状

図2より, ほとんどのショットで蒸気雲の形状が飛翔体から蒸気雲の先端までの距離を半径とした円に重なっているように見られる. よって, 蒸気雲は飛翔体から見て半円状に膨張していくと考えられる.

最後に, 図3に各ショットの蒸気雲のy軸方向の広がり速度を示す.

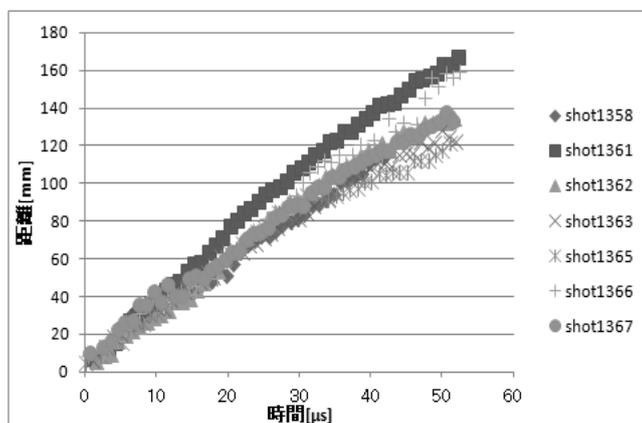


図 3: 蒸気雲の y 軸方向の速度

図3よりこちらも約2.5[km/s]で一定となった. やや大きな値となった shot1361と shot1366は真空度が大きすぎたり, 小さすぎて正確に測定できなかったことが原因のひとつと考えられる.

結論

以上の結果より, 衝突蒸気雲はx軸方向, y軸方向とも衝突時の真空度に依存せず, 一定の速度で膨張すると考えられる. また, 蒸気雲の膨張の形は飛翔体から見たときに半円状に膨張していく.