

P09

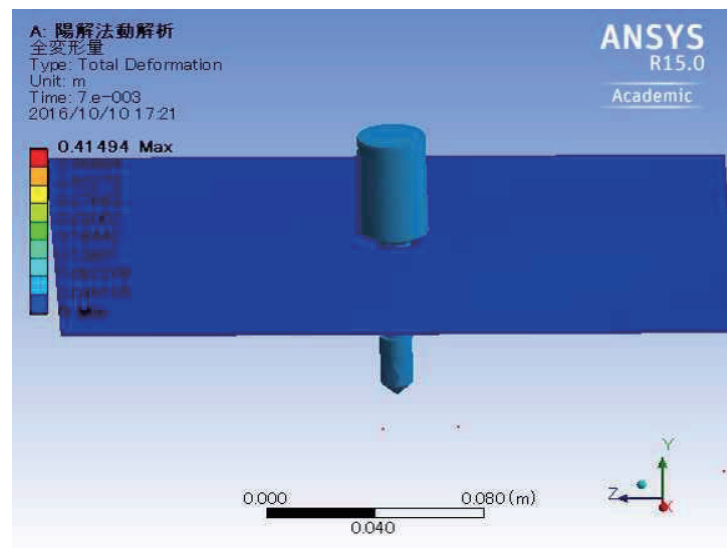
## 衛星模擬構造への金属弾撃ち込みに関する実験と数値解析

Experiment and analysis on lodging an anchor to the structure  
that simulate satellite structure

- グエン バ タイン ロン, 田中 宏明 (防衛大学校), 波多 英寛 (熊本大学)  
○Nguyen Ba Thanh Long, Hiroaki Tanaka (National Defense Academy of Japan),  
Hidehiro Hata (Kumamoto University)

サイズの大きなスペースデブリを回収するために、デブリ化した衛星構体とドッキングする必要がある。ドッキング方法の一つとして、テザー付アンカーを対象デブリに向け射出し、結合する方法が提案されている。本研究では、そのような方法のための基礎研究として、金属弾撃ち込みに関する実験と解析を行う。

アンカーとなる金属弾は貫通を避けるため後端を太く、さらに、貫入後の引き抜き強度を上げるため、先端の軸部の一部を細くした形状とする。本試験においては、3種類の金属弾を使用し、直角及び斜めの撃ち込み実験を行い、金属弾の形状を検討する。また、撃ち込みに関する解析も行い、実験結果及び解析結果を比較し、解析モデルの妥当性を評価する。

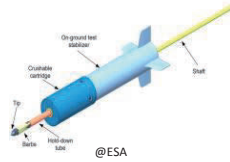


# 衛星模擬構造への金属弾撃ち込みに関する実験と数値解析

ゲン バ タイン ロン・田中 宏明( 防衛大学校 )

## 研究背景

サイズの大きなスペースデブリを回収するために、デブリ化した衛星構体にデブリ除去装置をドッキングする必要がある。ドッキング方法の一つとして、テザー付アンカーを対象デブリに向け射出し、結合する方法が提案されている。撃ち込み時、撃ち込み条件によっては、金属弾は刺さらない場合があり、また、金属弾が貫通すると、テザーが衛星内部と干渉し切断する可能性がある。



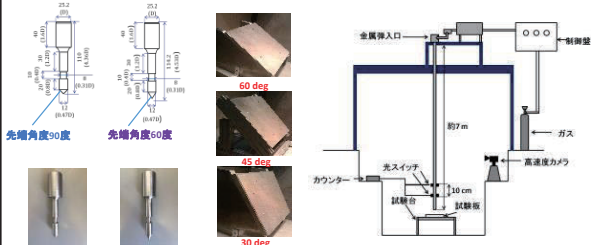
## 研究目的

本研究では、テザー付アンカーを対象デブリに向け射出し結合する方法に関する基礎研究として、金属弾撃ち込みに関する実験と対応する数値シミュレーションを行う。

## 撃ち込み実験

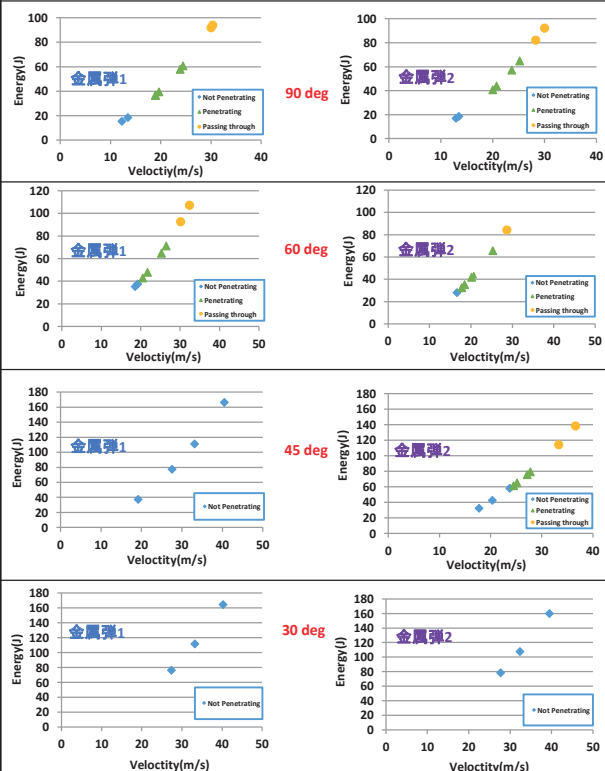
**1.実験概要:** 撃ち込み角度を換えながら、撃ち込み実験を行い、撃ち込み速度と貫入状態の関係を確認する。使用する供試体は厚さ1mmのアルミニウム合金板である。

**2.実験概要**



金属弾(左から金属弾1,2) 撃ち込み角度の設置 撃ち込み実験装置

**3.実験結果(撃ち込み角度と貫入状態)**



金属弾1(左)と金属弾2(右)の撃ち込み実験結果

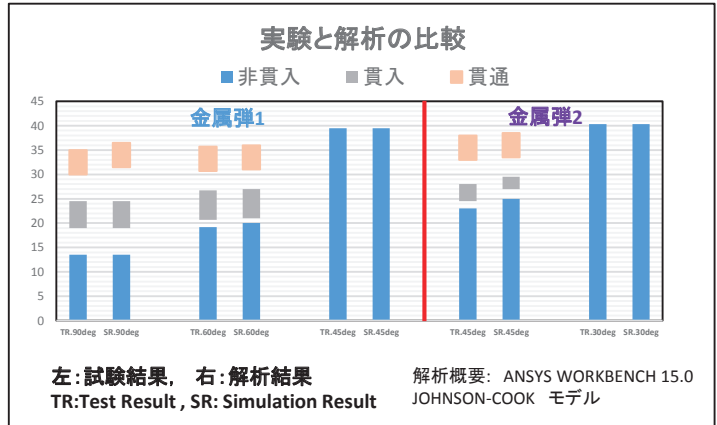


90deg\_Penetrating Metal Anchor 1, 60deg\_Penetrating Metal Anchor 1, 45deg\_Penetrating Metal Anchor 2, 30deg\_Sliding Metal Anchor 2

## 解析

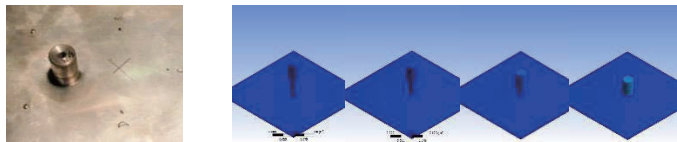
**1.実験目的:** ミッション実現のためには様々なケースを評価する必要があり、そのためには数値解析による評価が必要である。本研究では、本現象の再現に適した解析モデルを提案し、実験結果と比較した上で、その妥当性を評価する。

**2.解析結果と試験結果の比較:**

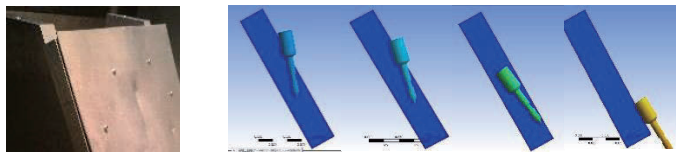


左: 試験結果, 右: 解析結果 解析概要: ANSYS WORKBENCH 15.0 JOHNSON-COOK モデル

解析と実験では、両方とも撃ち込み速度が上がると、撃ち込み状態は順番に変わる: 非貫入, 貫入, 貫通現象が見られる。この現象は実験・解析ともで確認され、その差は小さかった。このことより改善の余地はあるものの、提案した解析モデルは妥当なモデルであると言える。



90度撃ち込み後の状態 (速度20m/s, 金属弾1)



60度撃ち込み後の状態 (速度40m/s, 金属弾2)

## 結論

\*撃ち込み速度及び結合状態について評価し、適切な撃ち込み速度を明らかにした。

\*斜め撃ち込み実験では、撃ち込み角度が小さくなると、金属弾は刺さりづらくなる傾向がある。また、金属弾の先端角度が小さい方が貫入性が高くなる。

\*実験結果と解析結果を比較し、解析手法の妥当性を確認できた。