

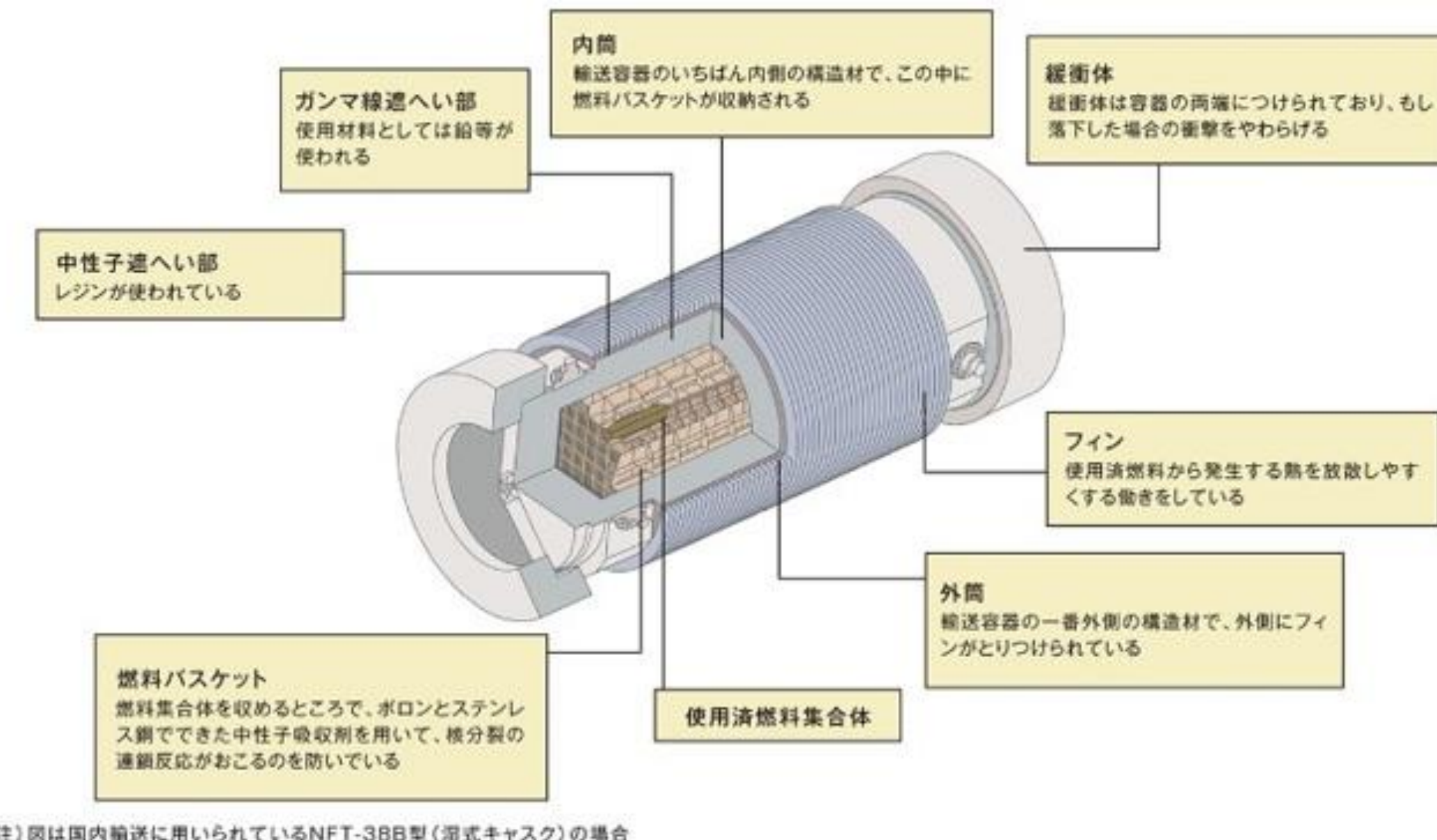
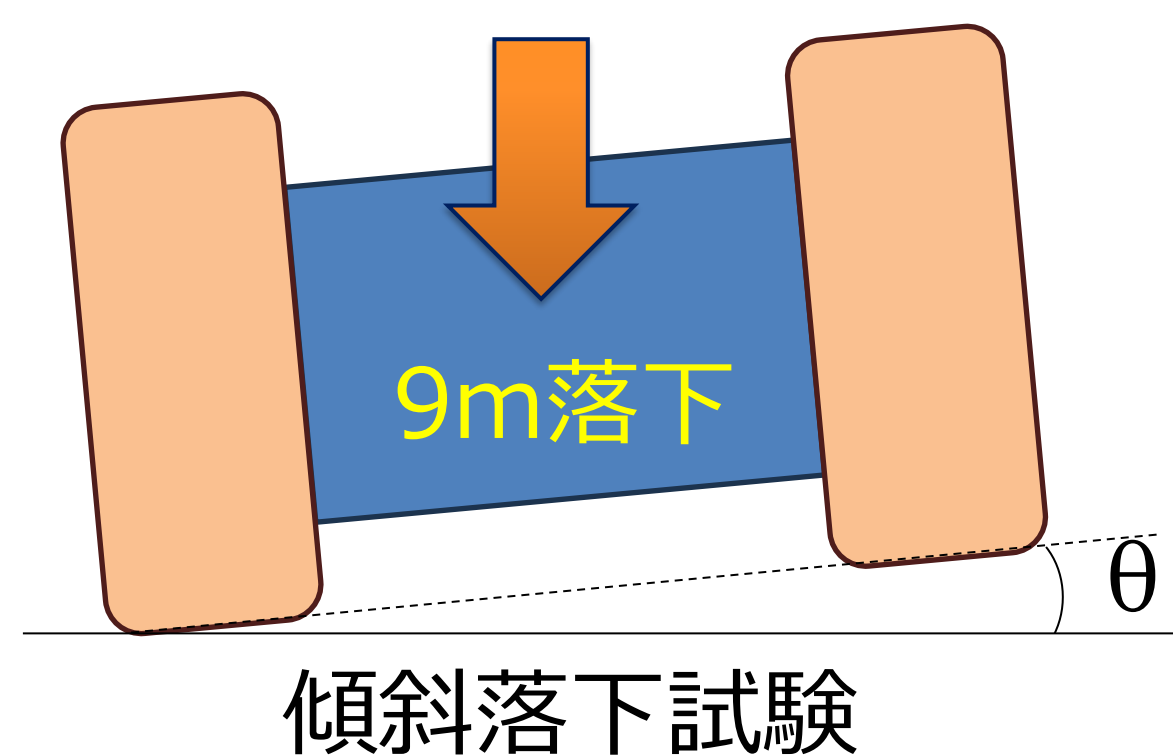
使用済燃料用輸送容器の落下メカニズムに関する研究

海洋リスク評価系 箱崎健一 平尾好弘

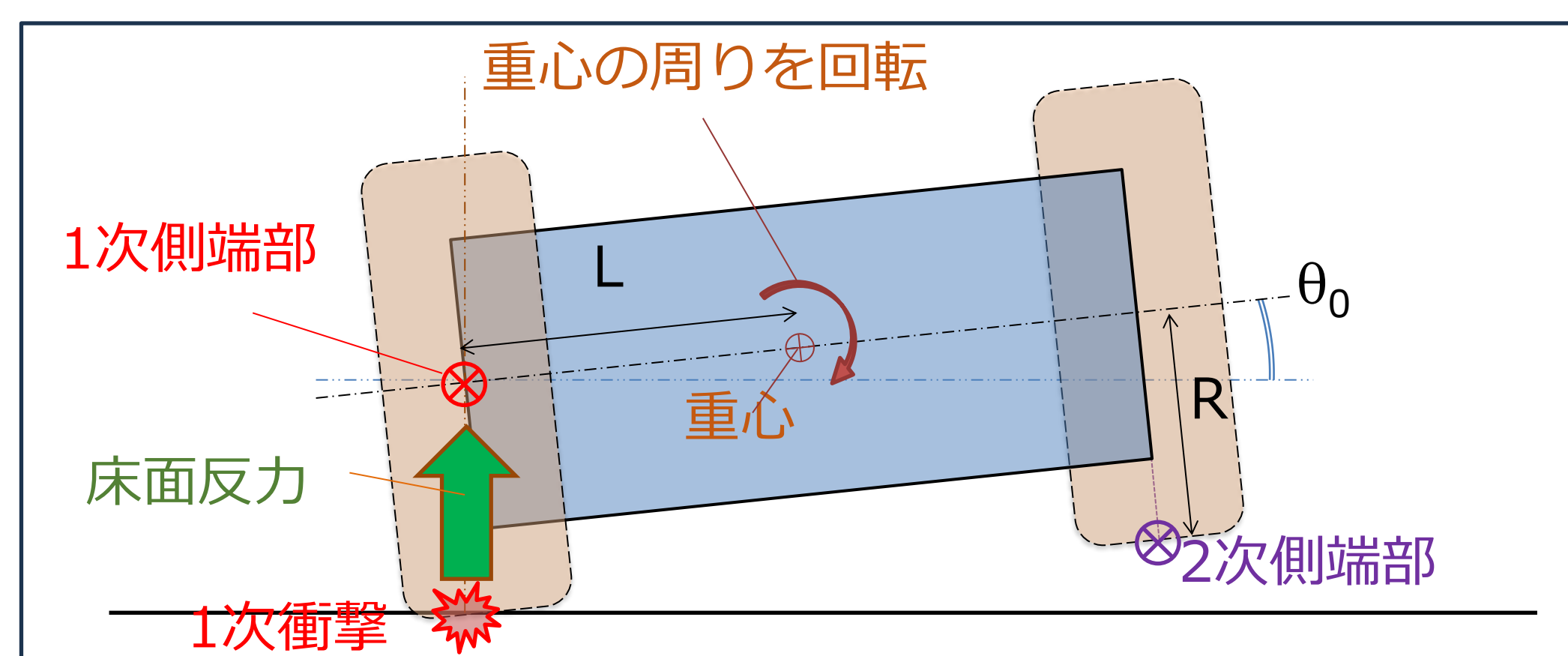
1. 研究の背景

使用済燃料用輸送容器（SFキャスク）は、法定の落下試験Ⅰ（9m落下）において「最大の損傷を被るように」落下させることが求められている。**傾斜落下試験**は供試体を僅かに傾斜させて落下させる条件であり、供試体の回転により2次側の端部に最大の損傷が現れる。

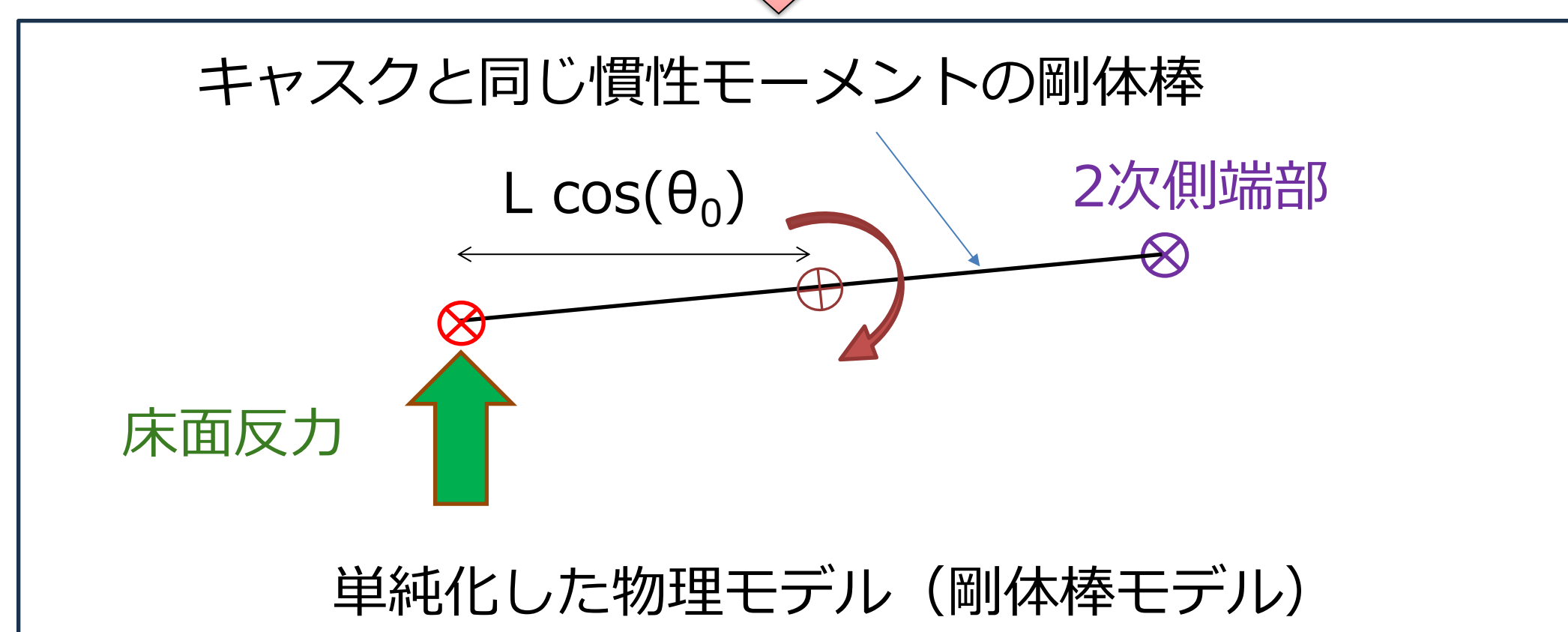
しかし、従来傾斜落下試験の最大損傷を与える傾斜角度(θ)を定量的に決定するための有効な手法が定まっていなかったため、安全評価に先立ち、最も厳しい衝撃負荷を与える傾斜角度を決定する必要があった。



(注) 図は国内輸送に用いられているNFT-38B型(湿式キャスク)の場合



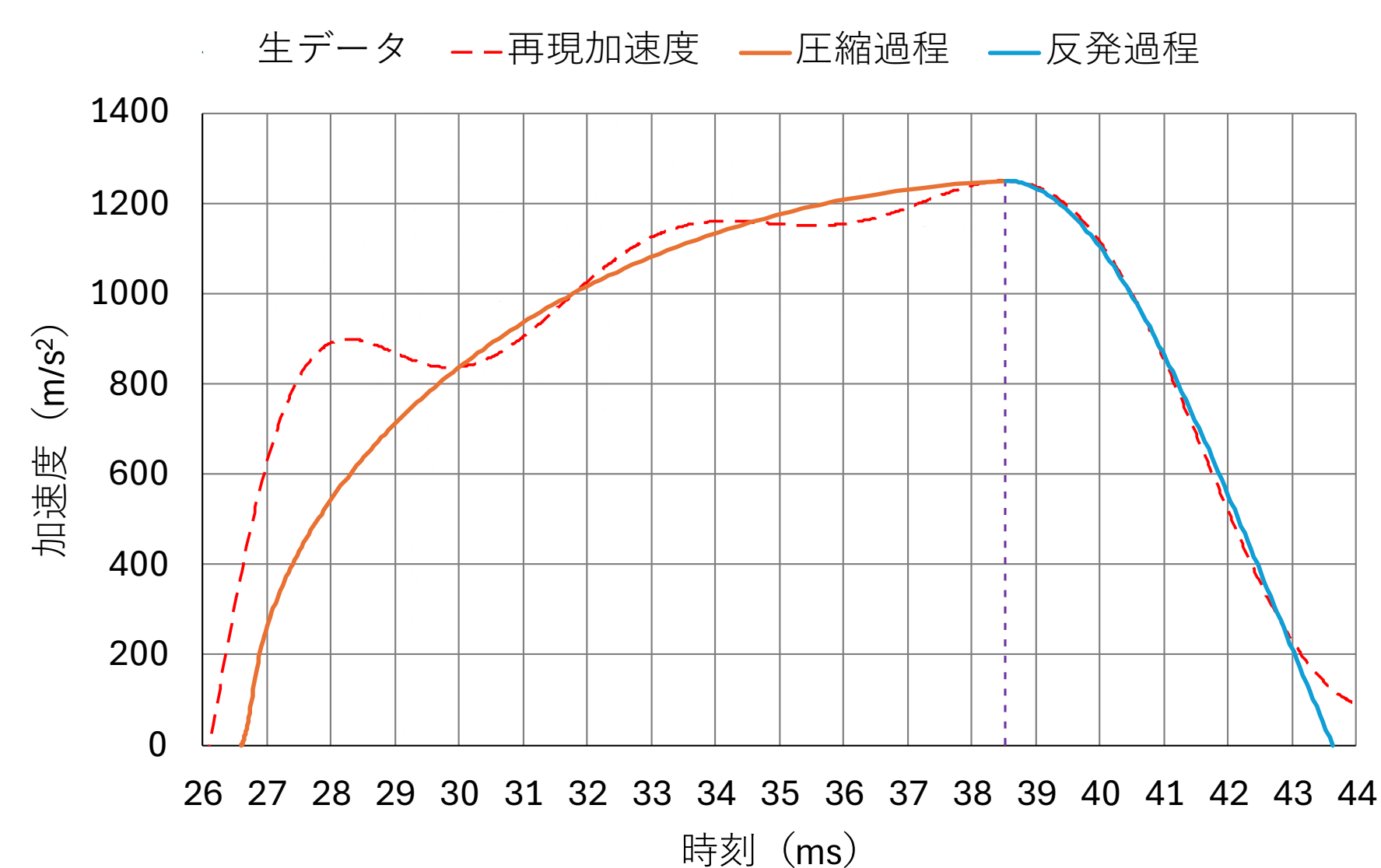
単純化



2. 新たに開発した評価手法

従来の主要なSFキャスクの本体胴は肉厚の鍛造炭素鋼製であり、本体胴の両端部に衝撃吸収体（SAC）が取り付けられた構造である。そこで、本体胴を剛体の棒と見做し、剛体の棒の一端に力が作用して回転運動を生じる場合を想定した物理モデルを用いて、2次側端部の床面に対する衝突速度を2次衝撃の指標とする評価方法を確立した。

また、回転運動を決定するためには1次側に作用する床面反力を入力する必要がある。実測された加速度データの検討に基づき、実際のSACの挙動に基づく床面反力の推定方法を確立した。左図は実測データに基づきモデル化した床面反力の加速度波形（圧縮過程及び反発過程）を示す。上記の手法を組み合わせることで、2次側の衝撃速度と傾斜角度の関係（傾斜角度依存性）を示すことが出来た。

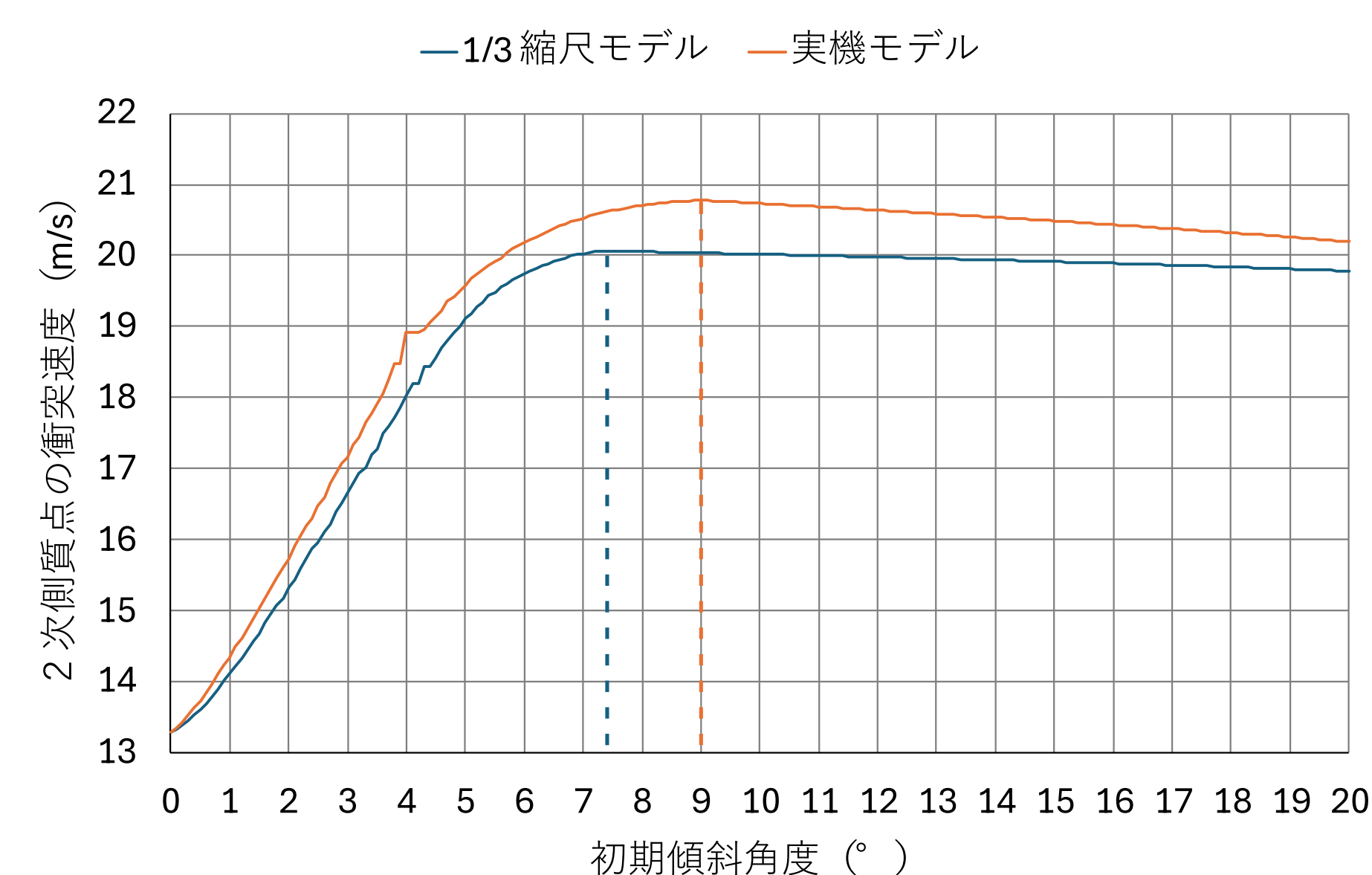


実測された加速度データに基づく床面反力

3. 結果

反力の推定に用いた加速度データで使用した供試体と同等の寸法・質量を有する供試体を想定し2次側衝突速度の傾斜角度依存性を求めた。結果を右図に示す。

推定した最も厳しい傾斜角度は、過去のFEM解析に基づく研究結果と整合している。



2次側衝突速度の傾斜角依存性の評価結果

参考文献

- [1] K. Hakozaiki. "Hand calculation method for secondary impact assessment of radioactive materials transport casks under oblique drop test." Nucl. Sci. Tech. 58, 12 (2021).
- [2] K. Hakozaiki, et al., "Acceleration calibration method for the drop test of radioactive package based on the re-bounce of specimen." Nucl. Eng. Des. 406, 112266 (2023).