

ISSACにおける航空機タイヤからの水跳ね予測に向けた研究



数値解析技術研究ユニット/空力技術研究ユニット

○窪田健一、古賀星吾、飯島由美、小池俊輔、藤田直行、中北和之

研究概要

- 雨天時に水たまりが生じた滑走路での離発着の際、水が機体周りに跳ね上げられる(Water Spray)。水により生じる抵抗は離陸に必要な距離を増やし、また水跳ね分布によってはエンジンに過剰に水が流入し、エンジン停止のリスクを引き上げる。航空機開発において、型式証明の取得の際、これらの影響評価が必要だが、現状では事前予測が困難なため、事前に予測する技術が求められている。
- 見積もりのための経験式はあるが、精度は低いとされる。精度が高い評価は実機試験に依存しており、手戻りリスクが大きい。

→数値解析による予測技術の確立を目指す

大規模に変形する液体と気流が干渉する現象の予測が可能となる

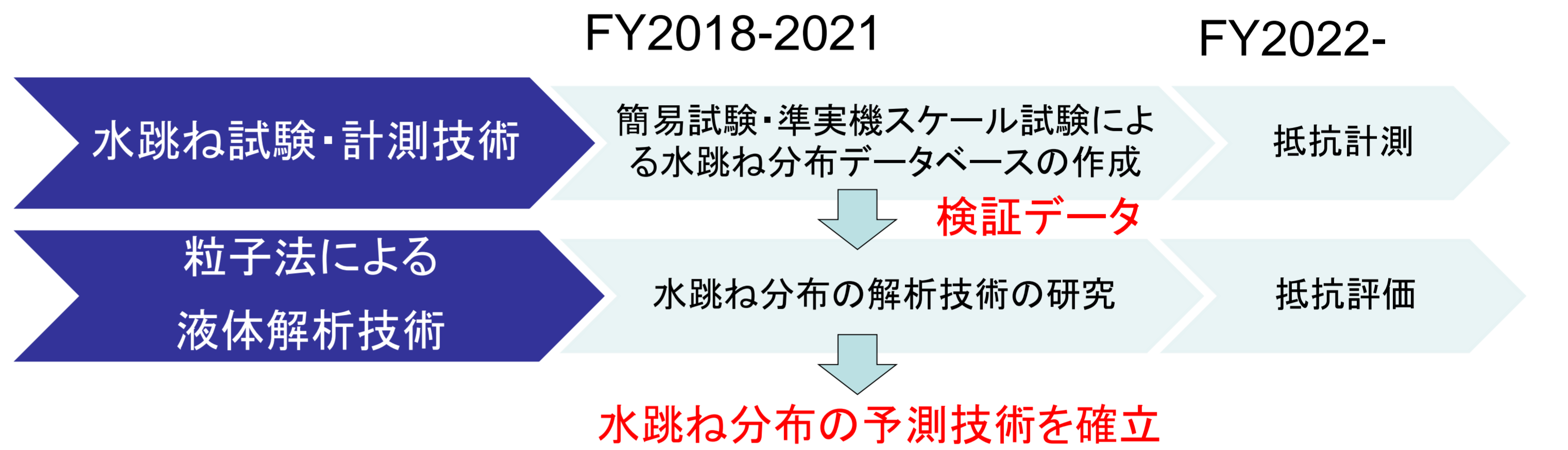


Water Spray test of A350.
(K. Zhao et al. J. Aircraft, 2017.)



Wet Runway Water Ingestion Test of HondaJet.

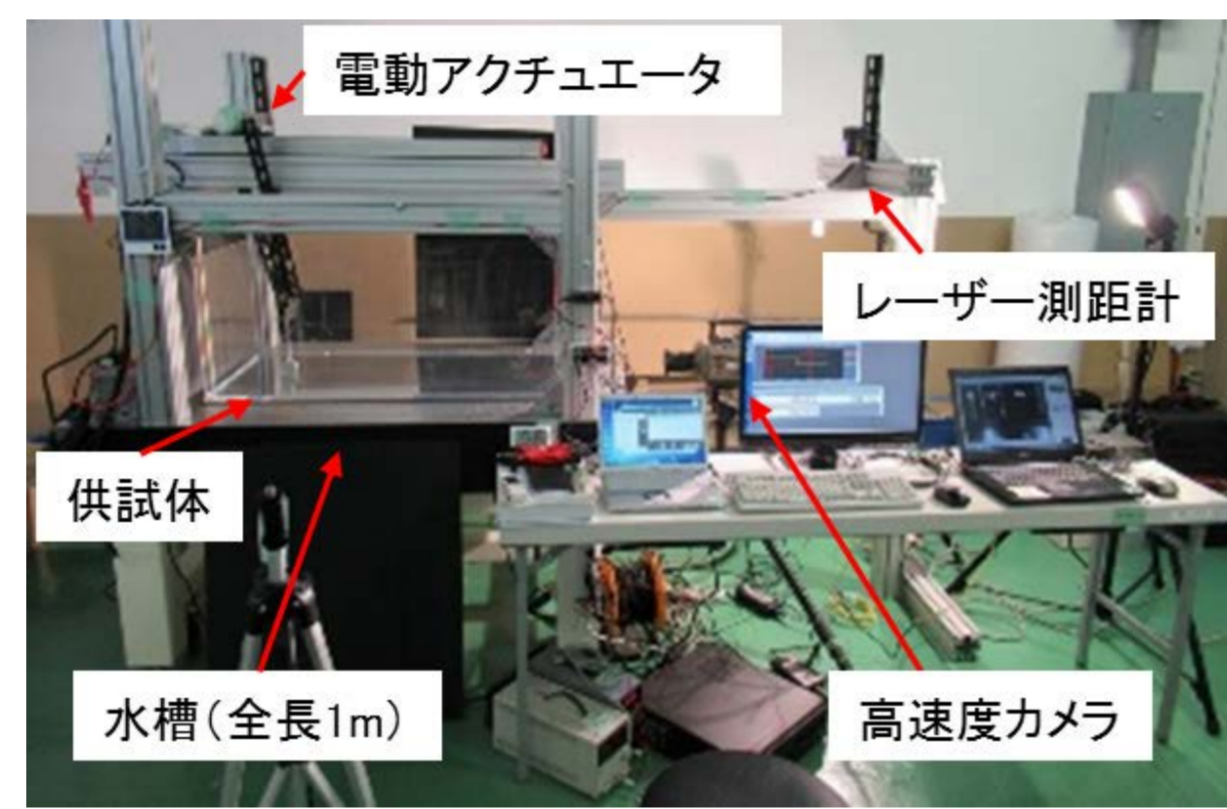
(<http://world.honda.com/worldnews/2013/c131021HondaJet-Program-Update.html>, 2013.)



水跳ね試験・計測技術

簡易スケール試験

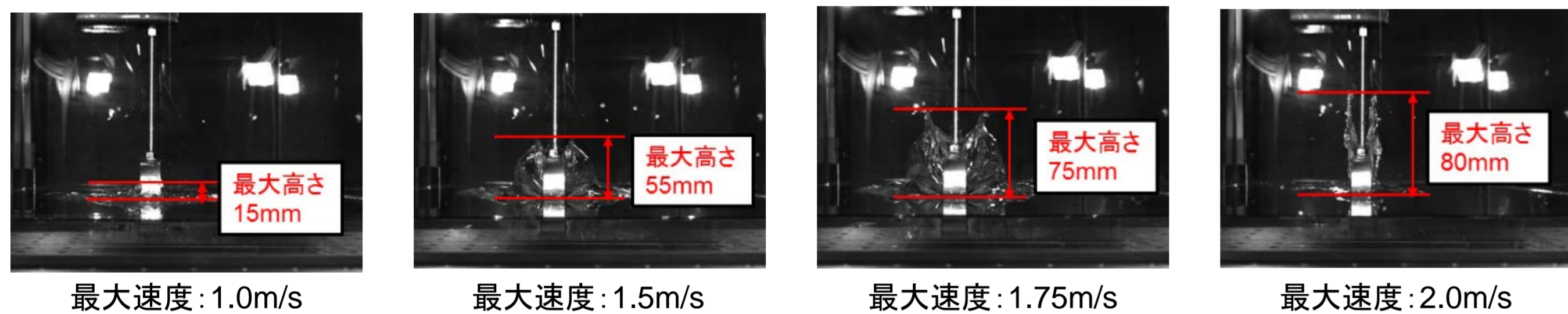
- 全長1mサイズの水槽を用いた試験装置を構築
- 様々な条件(供試体形状、移動速度、水深等)におけるデータを蓄積



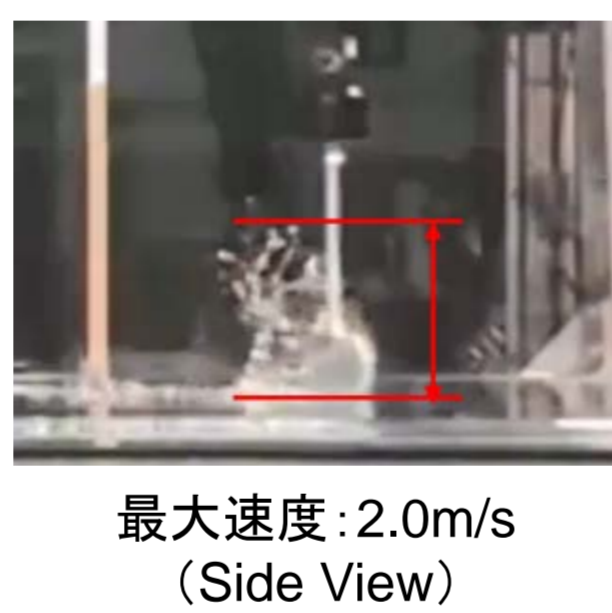
簡易スケール試験装置

簡易試験結果例

- 供試体 : $\Phi 50\text{mm} \times 20\text{mm}$ アルミ円柱(回転無し)
- 液体 : 水
- 水深 : 10mm(水槽底面と供試体間の距離: 1mm)
- 水温 : 18°C、室温: 20°C、湿度: 40%

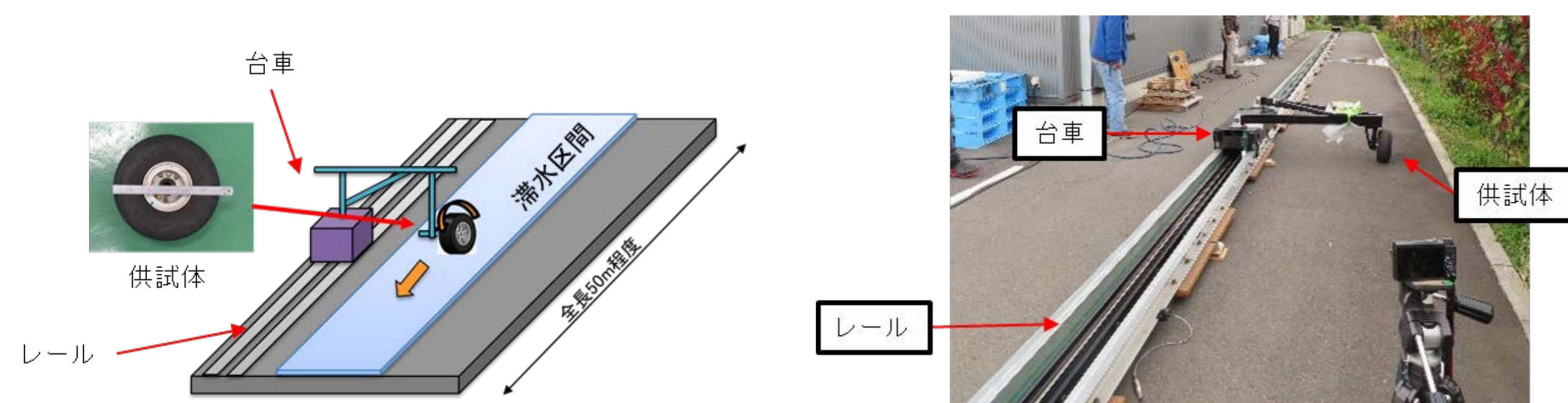


- 簡易試験装置を構築し、並進速度とともに水跳ね高さが増加することを確認。
- 表面張力、濡れ性の影響が大きい様子が認められる



準実機スケール試験

- 簡易試験より大きなスケールでの試験を計画
- 電動モータ駆動制御のレール走行台車を用いた方法を考案
- レール上を移動する台車に供試体を取り付け、滞水区間を移動させて試験する

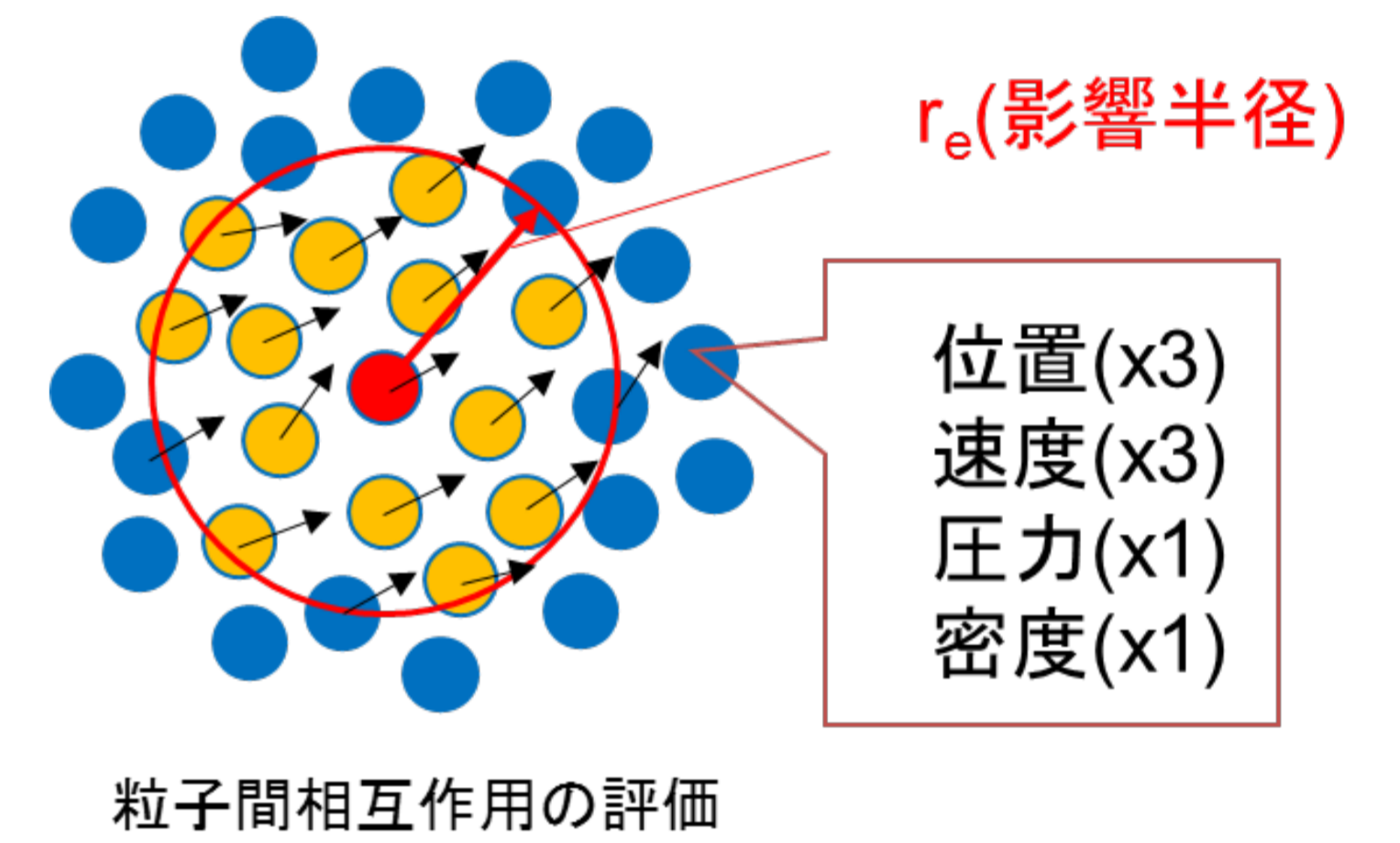


準実機スケールの試験装置の構築(左図)と走行テストの様子(右図)

粒子法による液体解析技術

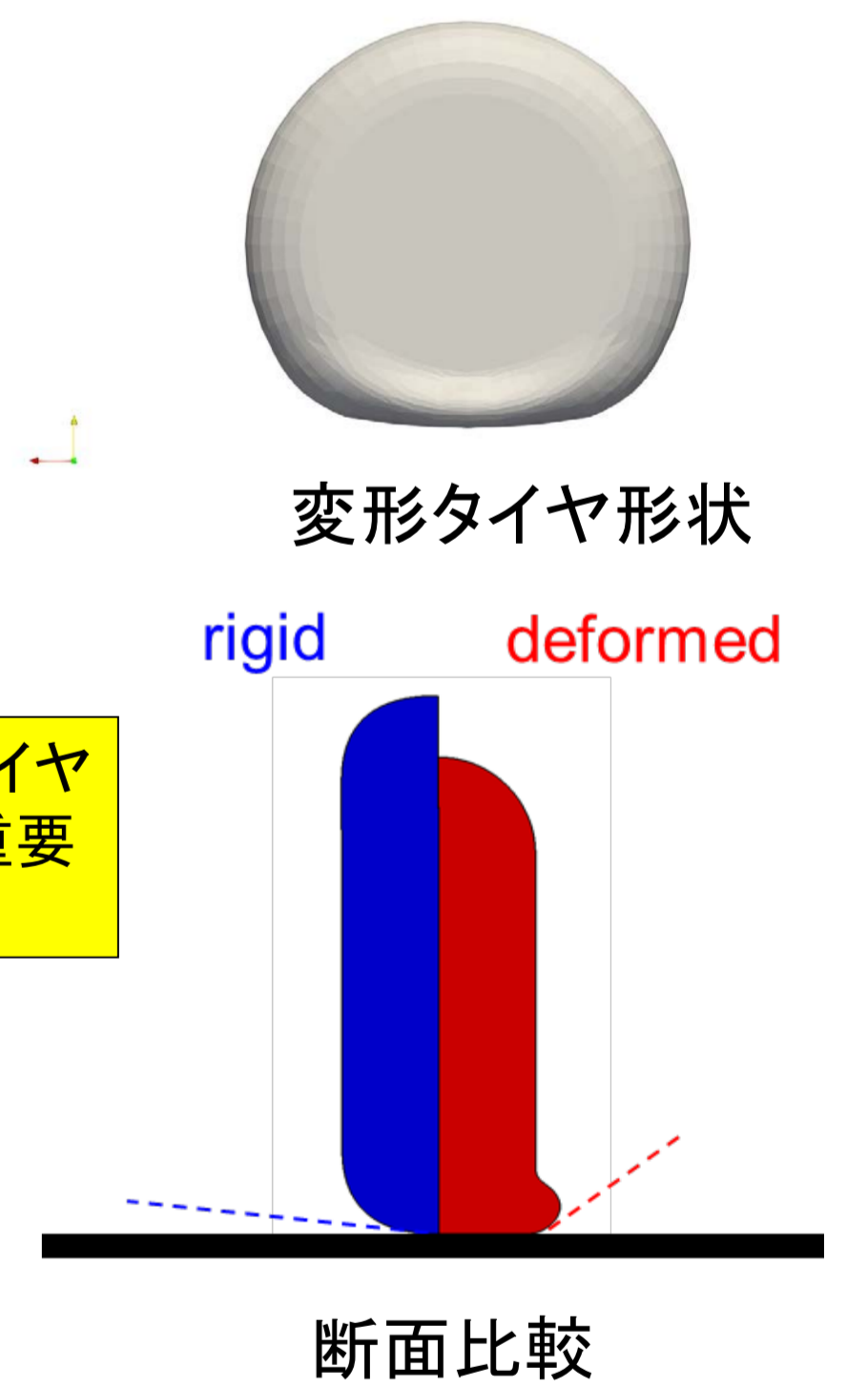
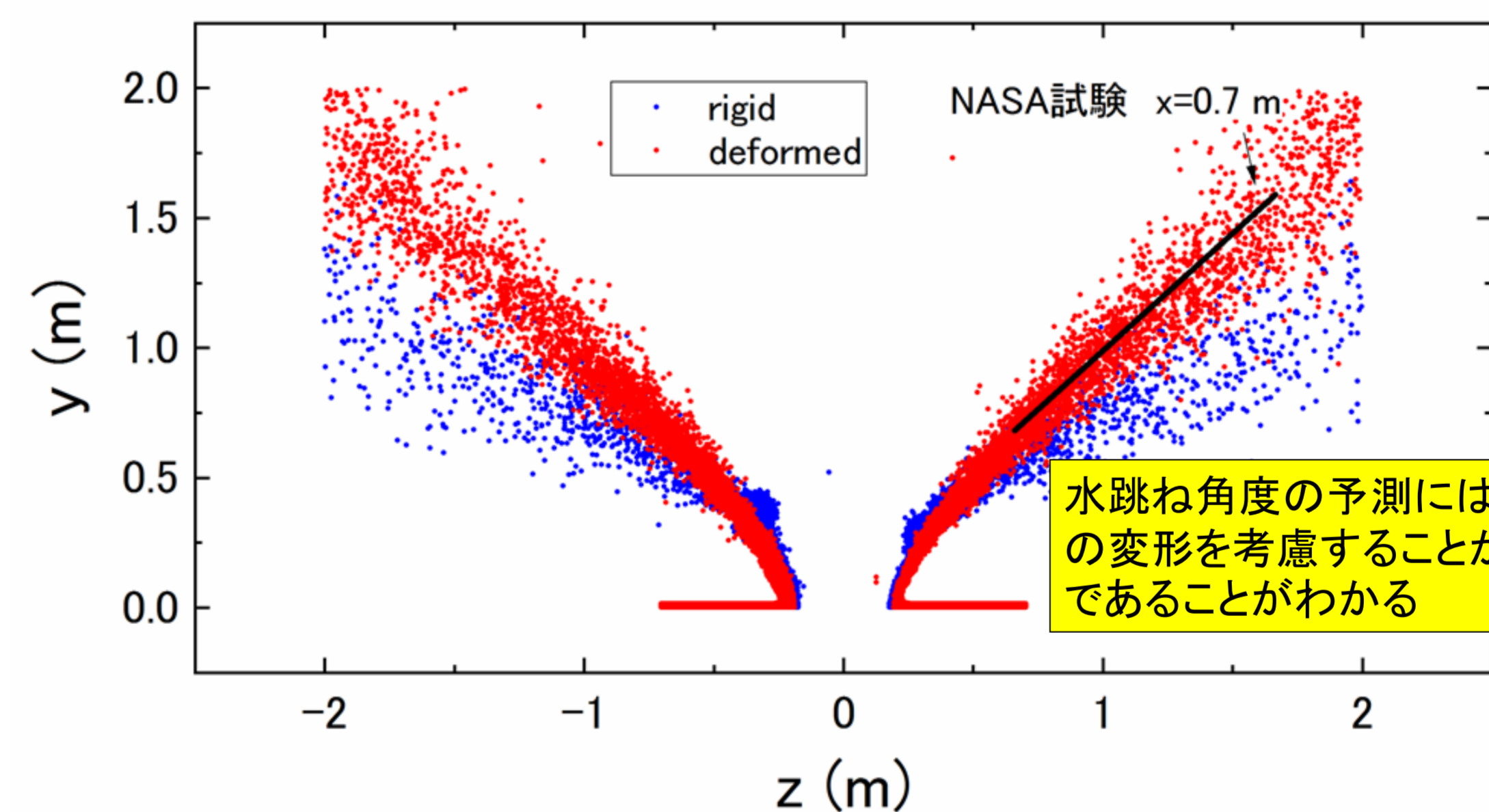
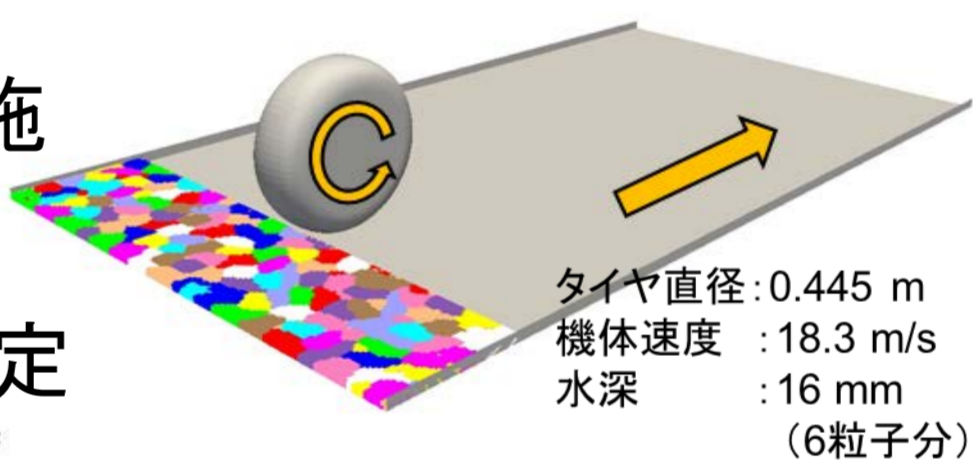
粒子法ソルバP-Flow

- 流体を粒子の集まりで近似して流れ場を解く手法(粒子法)の一つであるMPS法を採用
- 界面の大規模変形を伴う液体解析を得意とする



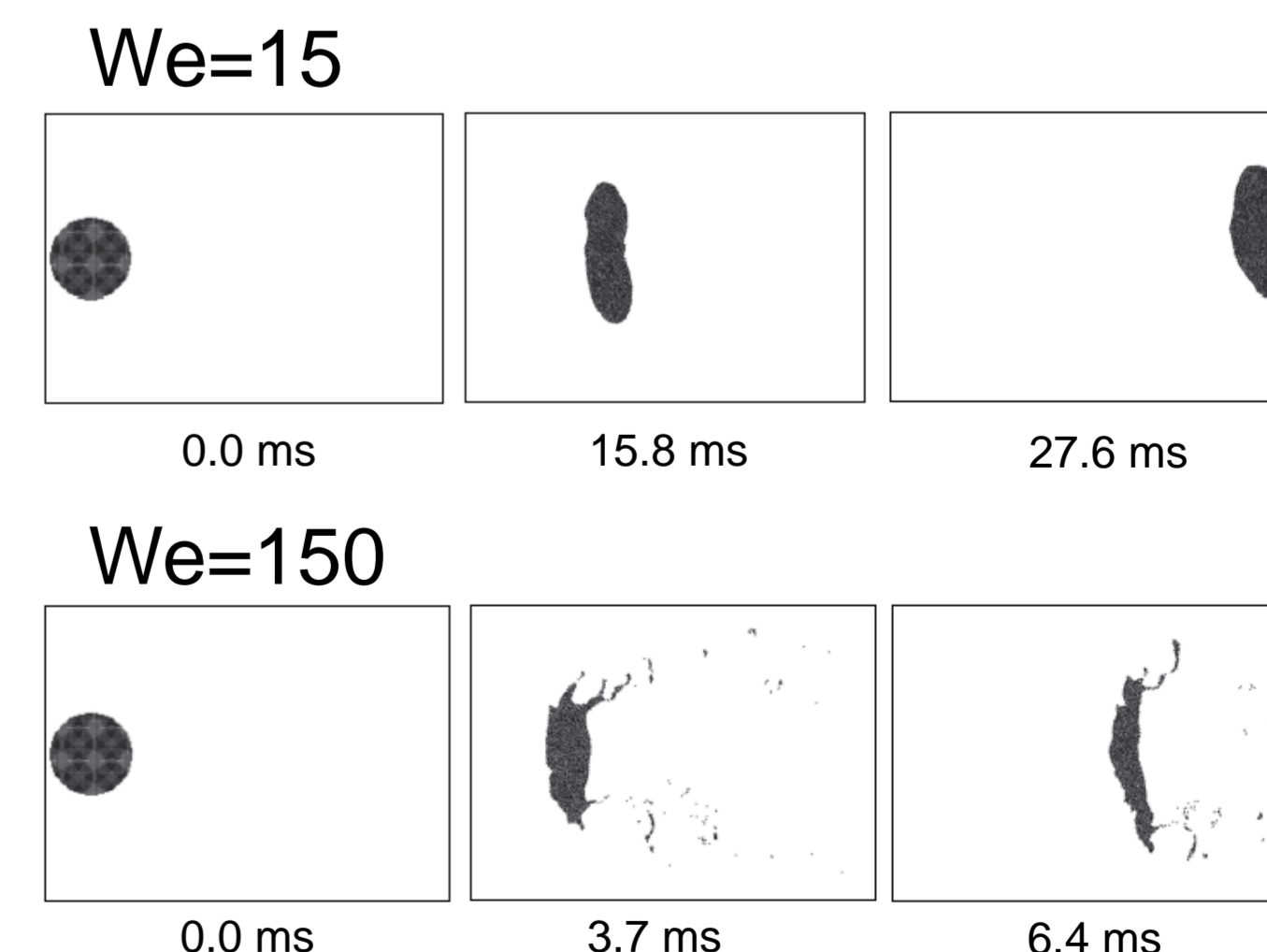
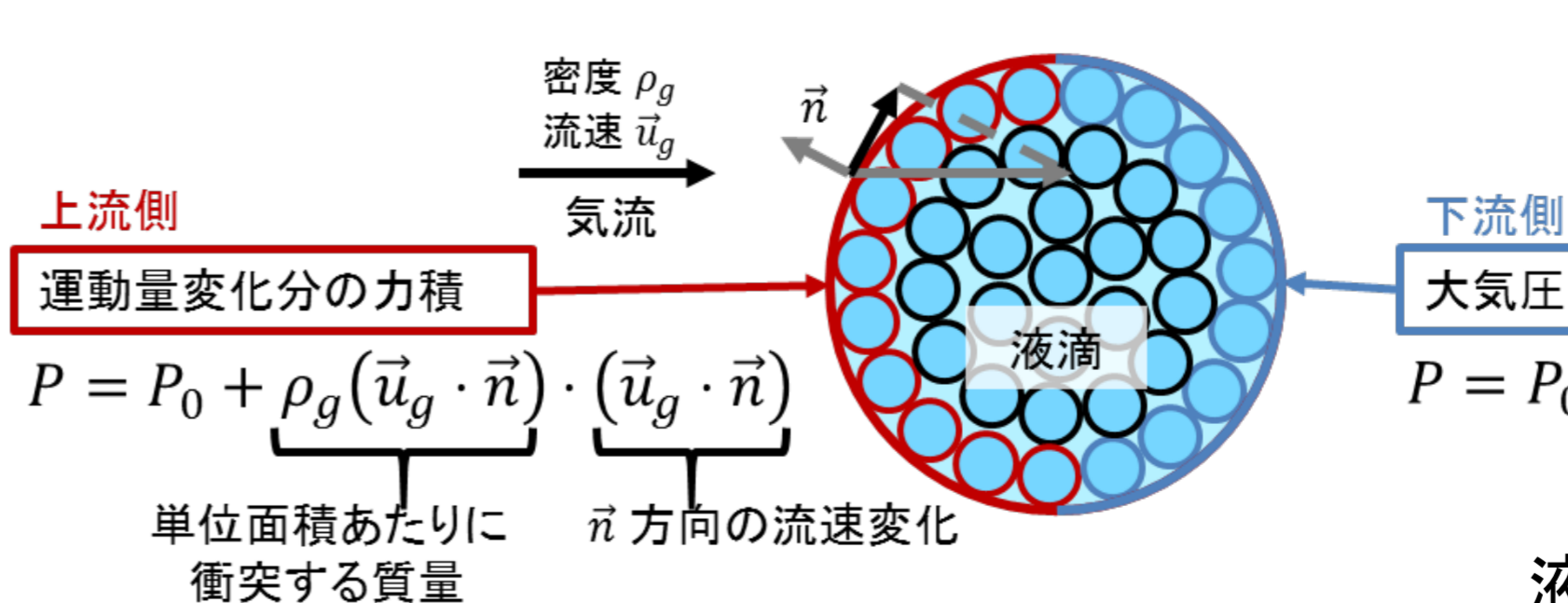
水跳ね解析例

- タイヤ単体による水跳ね解析を実施
- 表面張力、気流による抗力は無視
- 機体静止系とし速度境界条件を設定



空気力モデルの構築

- 気流との干渉解析に向け、複数の粒子で構成される液滴が気流から受ける力をモデル化



まとめと課題

- 航空機タイヤからの水跳ね予測に向け、水跳ね試験及び計測技術、粒子法による液体解析技術の確立を目指している。
- 簡易スケール試験装置を構築し、並進速度により水跳ね分布が変化することを確認した。今後はレーザーシートを用いた断面分布計測技術の確立を目指す。また、より実機条件に近い準実機スケール試験も計画中である。
- 粒子法ソルバP-Flowを開発し、水跳ね解析に適用した。荷重によるタイヤの変形を考慮することで水跳ね角度が先行研究の試験結果と一致することが確認された。今後は表面張力や気流の影響を考慮する予定である。