



# 機械学習を活用した歩行者事故における頭部挙動の予測

研究・開発機関 : 株式会社SUBARU  
 利用施設 : 自社設備  
 計算規模 : 解析時間 約300時間 (~5分/ケース)  
 利用ソフトウェア : LS-DYNA (衝突解析ソフト)、MADYMO (乗員安全解析ソフト)、Python

## Before

- 歩行者事故では、歩行者の体格や自動車の形状など様々な条件下で傷害リスクを評価することはできませんが、条件同士が複雑に影響し合うため、致命傷になりかねない危険な衝突条件をすべて把握することは困難でした。
- 危険な衝突条件をすべて抽出するには、網羅的に条件を振った数百万ケースの数値シミュレーションが必要となり、それらすべてを評価することは莫大な時間・コストがかかってしまい現実的ではありませんでした。

## After

- 計算機上で一部の衝突条件を自動生成し、数値シミュレーションを行うことによって、頭部挙動の予測に必要なデータを現実的な時間内に収集することが可能となりました。
- 機械学習で頭部挙動の予測モデルを作成することにより、短時間で網羅的に頭部挙動を評価することが可能となりました。
- 網羅的に評価することで、危険な衝突条件が明確になり、より安全な自動車づくりができるようになりました。

## 背景と目的

日本では、交通死亡事故における歩行者の割合が最も高く、歩行者交通事故の更なる対策が急務となっています。しかしながら、歩行者交通事故には様々なパラメータが存在するため、それらすべてを再現し、危険な衝突条件をすべて把握することは莫大な時間・コストがかかってしまい、現実的ではありません。そこで、一部の衝突条件に対して数値シミュレーションを行い、それらの結果をもとに機械学習で衝突条件と頭部挙動の予測モデルの作成に取り組みました。また、作成した予測モデルを用いて、想定するすべての衝突条件に対して頭部挙動を予測し、その結果を分析することで、危険な衝突条件の把握を目指しました。



図1 歩行者事故のパラメータ例

## 利用成果

様々な衝突条件を表現するために、図1に示す6つの設計パラメータを設定し、約6,000ケースの数値シミュレーションを実施しました。また、歩行者の頭部挙動として、頭部が自動車に衝突する際の位置や速度の情報を蓄積しました。この結果をもとに、衝突条件と頭部挙動の関係性を機械学習させ、予測モデルを構築しました。

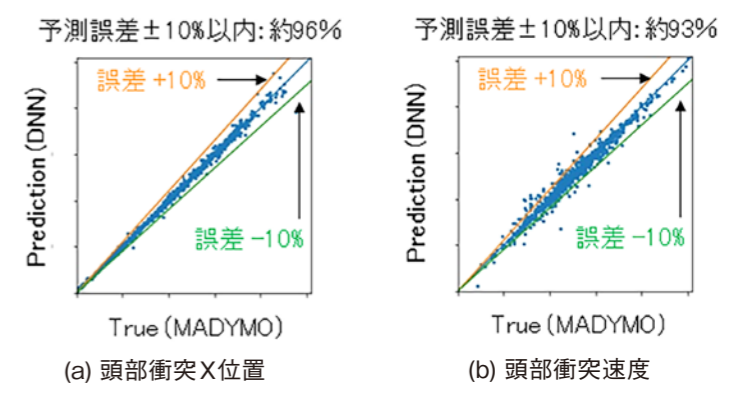


図2 歩行者挙動の予測精度

図2に予測モデルの予測結果を示します。横軸は数値シミュレーションで得られた値、縦軸は予測モデルの予測値を表示しており、良好に予測できていることがわかります。

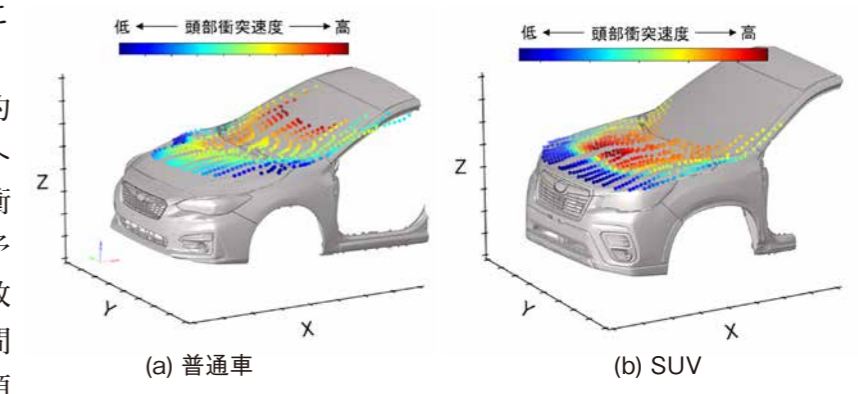


図3 自動車の形状と頭部衝突速度の分布

構築した予測モデルを用いて、約250万ケースの予測を行い、頭部への傷害リスクが高いと想定される衝突条件の把握に取り組みました。予測にかかった時間は数分程度と、数値シミュレーションよりごく短時間で評価できています。ここでは、頭部の加速度による傷害と強い正の相関がみられる頭部衝突速度に着目して分析を行いました。

図3は自動車の形状に頭部の衝突位置と衝突速度の分布を重ね合わせた結果を示しています。普通車では頭部衝突位置が自動車の前端から遠くなるほど頭部衝突速度が速くなる傾向がありますが、SUVではボンネットの中央付近で頭部衝突速度のピークが存在していることがわかります。

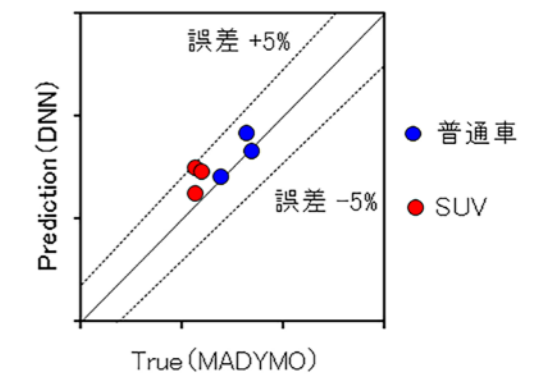


図4 頭部衝突速度の検証結果

頭部衝突速度が速くなる条件が正しく予測できているか、追加で数値シミュレーションを実施し、確認しました。図4は普通車とSUVから頭部衝突速度が速い条件を3ケースずつ選択し、追加検証した結果を示しています。機械学習による予測では6ケースとも誤差±5%以内に収まっており、頭部衝突速度の速い衝突条件を正しく予測できていることを確認できました。

今回は、歩行者事故における歩行者の頭部挙動を題材に、数値シミュレーションと機械学習を活用することで設計空間の網羅的な評価と危険な衝突条件の把握に取り組み、現実的な時間内で成果を挙げることができました。

今後は、歩行者事故だけでなく他の衝突形態にも適用範囲を広げ、より安全な自動車づくりに貢献して行きます。