# 日本大学 理工学部機械工学科 関根研究室

**教授 関根 太郎**
・日本大学理工学部機械工学科　教授

**主な研究領域と内容**

・コネクテッド二輪車を用いたダイナミックマップ向け情報計測
・混合交通下における二輪車の走行空間
・二輪車の交通安全教育に向けた車両状態把握と教育ツールの開発

**活動プロジェクト**

本学の自動車工学分野の研究室は、景山克三、長江啓泰という車両の操縦・安定性、二輪車の運動解析の領域で活躍した先輩教授の流れを引き継いでいる。小職は、その研究分野に広く関わってきたが、近年は特に二輪車の利活用にフォーカスを当てている。

二輪車は、日本国内においての保有台数は約1,050万台（2019年3月・国土交通省、総務省調べ）で頭打ちになっているが、インドネシア、タイや台湾といったアジア諸国では移動手段の中心として広く使われている。また、日本国内においても、省エネルギー問題、新型コロナウイルス禍における新しい生活スタイルやMaaS（Mobility as a Service）におけるラストワンマイルを受け持つパーソナルモビリティの一つとして改めて脚光が当たっている。今後、CASEが広く普及する段階のスマート混合交通下においては、そこに参加している二輪車もコネクテッド機能を有し、周辺環境情報の活用をするとともに自車両の走行状態を提供することで、安全・安心を高い次元で実現していく必要性がある。そのような社会情勢を見据えて、当研究室は次のようなプロジェクトを実施している。

**(1) スマートフォンを利用した混合交通下における二輪車の走行状態の把握**

二輪車は、四輪車両に比べて車両全幅が狭いため、走行レーン内での走行位置に自由度があり、また、現実の渋滞時にはすり抜けなど車線に沿わない多様な走行軌跡をとる。当研究室では、これらの二輪車の走行特性を踏まえて、走行中の二輪車の状態をモニタリングし周辺車両へV2Xを介して情報提供することで交通事故発生件数の低減に貢献すると共に、万一事故が発生した際の車両状態を把握しておくことにより事故の現場検証や過失割合算定などをスムーズにするシステム構築を目指している。このプロジェクトの特徴的アプローチとしては、既存保有の二輪車両にV2X機能を含めたセンサーの後付けを想定した場合には、車体構造から搭載スペースが限られ、また四輪車のように横すべり低減装置の義務化に伴うセンサー類の搭載がされていないため、リーズナブルかつ小型なスマートフォン（以下、スマホ）の転用を検討している点が挙げられる。車載したスマホの加速度センサー値による急な加減速や旋回有無からヒヤリハット地点の検出をすることは閾値判定を用いて比較的簡単に実現できるが、時々刻々の車両挙動把握のために3軸方向加速度、3軸回りの角速度をモニタリング、ノイズ処理を行いながら、走行中に変動する車体ロール角逐次演算するとスマホの演算負荷によりサンプリング落ちなど記録データの欠損が発生する。これを回避する試みとして、ここではカメラ画像から得た周辺構造物のエッジ特徴から路面鉛直軸を推算し、対地ロール角を直接推定する手法を併用することで高負荷演算を避けている。図1は、車載カメラによる角度校正実験時の様子であるが、校正用に用いた慣性制御用高性能ジャイロによる角度と画像から検出した対象物を基準とした角度が良く符合していることが分かる。公道走行中においてもエッジが検出しづらいアンダーパス部や人工構造物がない場面を除いて検出がある程度可能であることを確認している。今後の実用的なステップとしては、ネットワークを介してダイナミックマップに蓄積される道路周辺構造物の特徴データと車載カメラ画像とをARマッチングすることを併用し、二輪車特有の走行時の車体ロール角推定の精度向上と推定プロセスの演算量のさらなる軽減を試みる。また、AR処理の際に周辺構造物のダイナミックデータを基準とした距離計算式を連立させ、車線内での二輪車の走行位置の高精度推定を行った結果を周辺車両へV2Vを介し情報提供し、混合交通内における二輪車の近接警報や巻き込み事故防止などに利用できるシステム構築を進める。

**(2) 配送二輪車両を用いた道路路面状態のモニタリング**

東日本大震災、熊本大地震や局地豪雨のような大規模災害時において、車両プローブデータを集約した通行実績マップの作成は、避難経路、救援隊や支援物資などの輸送経路を決定する上で非常に有用となっている。特に、二輪車はその走破性と機動性から、路面が一部損壊していても走行可能な場面が四輪車よりもあり、発生直後の初動

時の現地状況把握や緊急資材輸送において活躍している。2011年の東日本大震災を契機に、当研究室ではこの初動の道路啓開走行中の車体上下加速度に自己相関を用いて路面状況を簡素に検出し、搭載したスマホを介して通行実績マップへ路面状況と地点画像を自動更新することで、一旦下車し状況撮影する手間を省略でき道路啓開の効率化を図るシステムを試作提案して来た。一方で、持続可能なシステム構築をする上で、全国どこで発生するか予測できない大規模災害に備えて災害対応専用車両を全国隈なく常設配置することは難しい。そのため、平常時にも利活用できるシステムを構築して、いざという時に災害対応できるシステムが費用効果にも優れ普及が促進できる。すなわちMaaSの考え方を拡張して、移動に伴う新しいサービスを付加することを本プロジェクトの切り口としている。災害時の啓開作業では大きな路面破損検出をターゲットとしていたが、平常走行時は、同一道路の日々の走行データを蓄積することで舗装路面の経年劣化や摩耗状況を検出し、道路補修などのタイミングを道路管理者などに提供する情報ビジネスなどへの活用を想定した。特に、ここで取り上げているV2X搭載の配送業務用二輪車（図2）は、定期的かつ網羅的に生活道路を走行するため、自動車専用道路や国道などで用いられるIRI計測専用車などでは行き届かない生活道路路面を改めて走行することなく配送業務の傍らで計測できるメリットがある。

図3は、日本自動車研究所内のNV試験路を用いた異なる路面性状走行時の車載計測加速度の周波数分析例であるが、振動の特徴分類をすることで、路面性状を分類出来る様子が示されている。また図4は市街地走行実験による路面検出例であり、現地調査結果と多数で符合した良好な検出結果を得ることが出来ている。

今後は、データサーバ上に蓄積した走行データから同一箇所のデータ分析を進めることで経年変化を抽出し、路面補修のタイミングを通知できるかなど実用システムへの構築が想定される。加えて、先に述べた非常時と異なり通常走行では、ポットホールなどの部分的破損は手前から回避する走行軌跡をとることが一般的であり、(1) に示した車体挙動計測から回避行動の発生地点を抽出し、データをマージさせることにより、より幅広い路面状態のモニタリングを試みる。将来的には、カーボンニュートラルの実現に向けて配送二輪車両の電動化が急速に進めば、エンジンに替わるモーターにより励起される振動成分が特定・除去しやすくなり、路面から車体への入力の検出精度が改善されることで、路面表面だけでなく路面内の空洞検知などの機能拡張の可能性も視野に入れている。

最後に、ここに紹介したプロジェクト以外にもMaaSのラストワンマイルの分担や二輪車がモビリティの大きなウエイトを占める途上国において「コネクテッド二輪車」の新しい利活用について提案・検討を進めて行きたいので、是非、ITS Japanに参加している関係機関の皆様に引き続きご支援ならびにご協力を賜りたい。

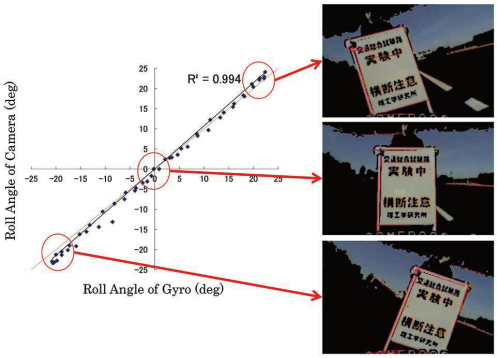


図1　車載カメラを用いた二輪車の対地ロール角の検出（校正実験時）

図2　V2X機能を搭載した郵送業務用二輪車

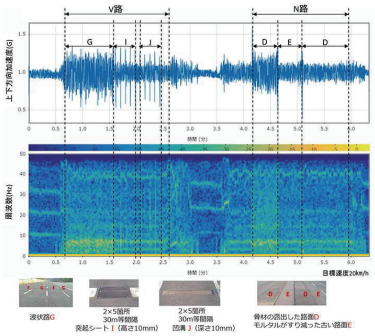


図3　日本自動車研究所NV試験路を用いた路面別の上下加速度成分の検証

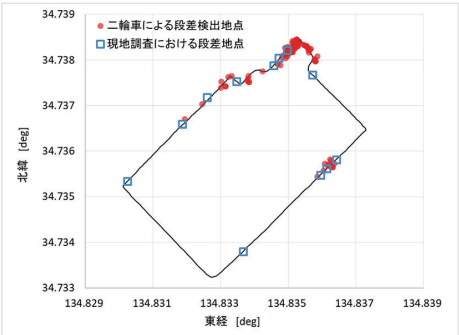


図4　配送業務二輪車を用いた生活道路における路面状況検出例

**連絡先**　〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14
日本大学理工学部機械工学科　関根研究室
e-mail:sekine@mech.cst.nihon-u.ac.jp