

# ITSにおける道路基盤地図情報の活用

須田義大\* 池内克史\*\* 中野公彦\*\*\* 牧野浩志\*\*\*\* 田中伸治\*\*\*\*\*  
 平沢隆之\*\*\*\*\* 小野晋太郎\*\*\*\*\* 洪 性俊\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

近年、情報通信技術の発達を活用した道路交通システムの高度化を目指すITSは様々な形で展開されており、より安全で快適な人や物資の移動が実現しつつある。様々な運転支援システムや道路上における非常事態（事故等）の自動検知システム、渋滞対策でありながらドライバの利便性も向上するETCなどが代表的なITS技術であろう。

渋滞対策、交通安全対策やITSサービスの導入効果を事前に評価する技術も重要なITSの分野の一つである。その代表的な例がドライビングシミュレータ（DS）や交通シミュレータ（TS）を利用した評価システムであり、安全性や経済性等の問題で実道路では困難な対策の効果を事前に評価可能とする点で、対策決定や関係者との協議に有効に活用できる新しい道路交通対策の手法となりうるものである。

しかしながら、DS実験やTS実験を行うためには、実験環境を仮想空間上に作成せねばならず、その環境構築に多大の労力とコストが必要となり、一般的な手法として活用するにはハードルが高かった。

以上の背景のもと、東京大学生産技術研究所先進モビリティ研究センター（ITSセンター）は、DS実験やTS実験の環境構築を迅速に行うため、道路行政で用いている道路基盤地図情報を活用する方法について以下の検討を行った。

- (1) ドライビングシミュレータへの道路基盤地図情報の適用可能性の検討
- (2) 道路基盤地図情報を活用したシミュレーション手法の検討
- (3) 交通シミュレーションを活用したITSサービス等の評価

ここで、道路基盤地図情報とは、国土交通省が

整備を進めている道路行政で用いる空間データのうち、車両や歩行者への各種サービスを実現する上で必要となる共用性の高い3D地物のデータ（共通基盤）が含まれた大縮尺（1/1,000）のGISデータである<sup>1)</sup>。

## 2. ドライビングシミュレータへの道路基盤地図情報の適用可能性の検討

### 2.1 DSのシーン構築

一般に、コンピュータ上でシーンを描くためには、面の集まりで構成された三次元データとテクスチャ（色情報）から見え方を計算する。現在の商用DSはいずれもこのような原理に基づいているが、最大の問題点はモデリング作業に大きな人手・時間を要し、その割に高い現実感を確保するのが難しいことである。大きな市場を抱えるゲーム産業と違い、この点は交通の現場におけるDSの積極的な活用のハードルとなってきた。



図-1 実写映像を用いたDS

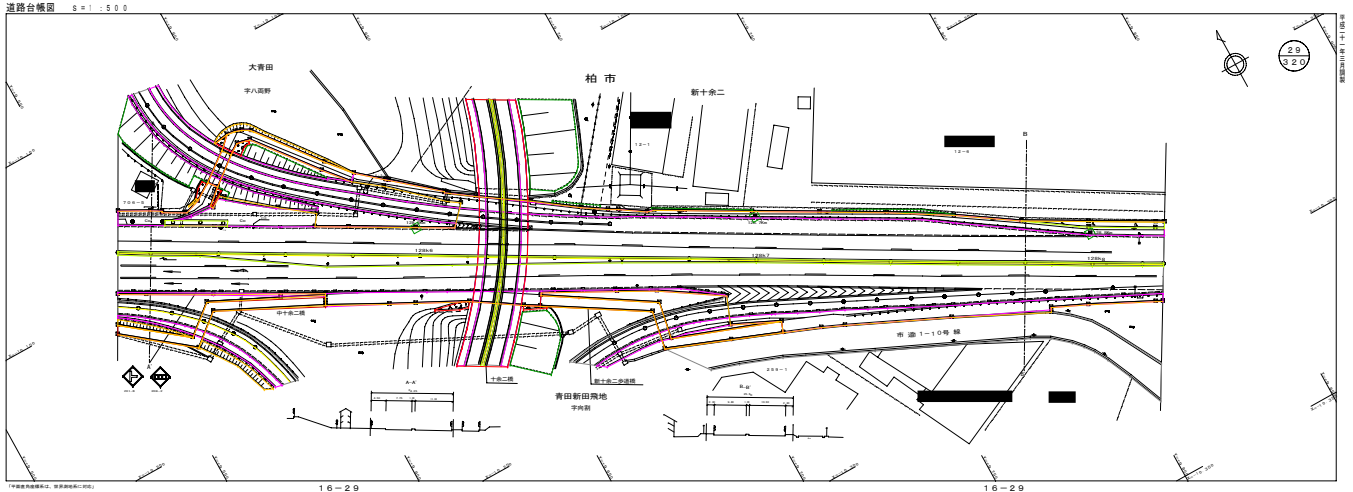


図-2 道路基盤地図情報の完成平面図の例（柏IC付近）

これに対し我々はこれまで、図-1のように空や建物などの「遠景」に実写映像を用いることで現実感の高いシーンを簡易に描く方式<sup>2)</sup>を提案してきた。ただし、この方式では車両や標識などの他物体を任意の位置に発生させることが難しい等の技術的理由から、道路構造を含む「近景」は従来通りのモデリング作業が必要であった。

そこで、道路基盤地図情報の完成平面図を活用することが考えられる。完成平面図は道路工事の施工業者が（直轄国道の場合）国土交通省へ納品する電子図面であり、DSシナリオのモデリング作業と重複を省くことで効率化が期待される。

## 2.2 道路基盤地図情報の取り込み

道路基盤地図情報の完成平面図はSXF Ver 3.0と呼ばれる形式で管理されている。この形式では路面のほか歩道や橋梁など30地物の平面形状情報が含まれ、属性別に分けられている（図-2）。今回は地物として車道部・車道交差部・島（いわゆる分離帯）・歩道部を抽出し、DS用のシナリオエディタに取り込めるようにした。

DS用のシナリオデータには統一的な標準形式が確立されておらず、独自の形式で表されることが多い。そこで、様々なDS環境へも簡易に移植できるように、平面図データを一旦、汎用的な中間形式を経由して変換する仕様とした。中間形式には各種のCGソフトウェアから読み込みに対応していることの多いOBJ形式を採用した。

図-3に常磐道柏IC付近の国道16号の道路構造をDSシナリオエディタに取り込んだ様子を示す。地図と同様の道路構造が正しく再現できているこ

とが分かる。変換にかかる時間は約11kmの区間に対し数分程度である。これと同程度のクオリティのDSシナリオを従来通りに手作業でモデリングした場合、納期に1.5～2ヵ月（参考値）、条件によりその数倍を要すると見積もられており、大きな効率改善が見られる。

## 2.3 課題

道路基盤地図情報をDSのシナリオに活用する際の課題は、DSにおいて重要であるが道路基盤地図情報に含まれない（または整備が進んでいない）情報の扱いである。例として標高、道路標識、防音壁、テクスチャ、LOD（視点からの距離による描画の簡略化設定）などが挙げられる。また区画線や停止線は道路基盤地図情報に含まれるが、実線・破線などの線種情報が含まれていない。

特に標高は前方の視認性や加減速の再現、燃費走行評価など時代のニーズに合った実験を行うた

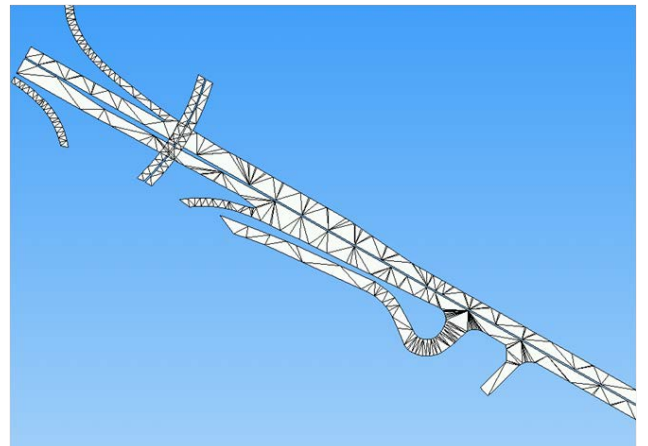


図-3 DSシナリオエディタに取り込んだ図-2の道路構造

めにも整備が望まれる。テクスチャやLODは固定的に与えることは容易だが、現況再現性や描画速度が求められる場合は手作業、あるいは自動化のための研究開発が残る余地が大きい。

### 3. 道路基盤地図情報を活用したシミュレーション手法の検討

#### 3.1 新たなITSサービスの事前評価に有効なシミュレーション手法の検討

交通安全、渋滞対策、環境対策などを目的に、人と車と道路とを情報で結ぶITS技術を活用した次世代の道路「スマートウェイ」の実現に向け、産学官が一体となって世界を牽引する研究開発・実証実験が推進されてきた。高速・大容量・双方向通信の5.8GHz帯DSRC（Dedicated Short Range Communication：スポット通信）の利用を特徴とし、カーナビ・ETCを進化させて一体化し、オールインワンで多様なサービスを実現する方向付けがなされている。このオールインワンのサービスに対応すべく、道路に設置された「ITSスポット」とクルマ側の「ITSスポット対応カーナビ」の間でスポット通信を行い、広域な道路交通情報や画像も提供されるなど、様々なサービスが実現される<sup>3)</sup>。

国土交通省によって全国の高速道路約1,600箇所を中心に、「ITSスポット」の整備が推進されており、ITS実証実験モデル都市（内閣府社会還元加速プロジェクト）に選定された千葉県柏市域にも配備が行われる。

そこで、柏におけるITS実証実験モデル都市プロジェクトの動向整理を整理した上で、想定される多様なITSサービスコンテンツのうち、プロジェクトの1メニューに掲げられている「次世代ダイナミック・パークアンドライド」のサービスコンテンツ導出作業の効率化に向けて、DS実験環境を構築した。

常磐道本線上あるいはサービスエリア内のITSスポットからダイナミック・パークアンドライド情報が提供されるサービスメニューと課題を体系的に整理した。本学ドライビングシミュレータ既設のカーナビゲーションシステムの機能を拡張し、多様なダイナミック・パークアンドライドのサービス提供シーンが模擬可能な被験者実験環境を構築した（図-4）。前章の手続きの結果として道路



図-4 DSカーナビへのダイナミック・パークアンドライド実験シナリオ実装模様

基盤地図情報を利用して最終的に構築されるDSシナリオ実験を行い、新たなITSサービスコンテンツの効率的な比較検討が実現される。

#### 3.2 高齢ドライバーの特性把握に関する研究

道路基盤地図情報と連携した走行支援サービスの提供場面について、要支援箇所が集中する場合や多様なドライバーへの対応を要する場合を考慮に入れた、コンテンツの絞り込みや提供タイミングのあり方に関する検討は、十分に行われていない。適切な情報であっても、あまりにも多く提供すると、かえって運転者を混乱させることになる。特に高齢になるに従って認知、判断などの脳機能は低下することが知られているため、高齢者を対象に評価を行う必要がある。高齢者を被験者にして、運転中に音声による計算タスク等を与えた状態で運転させる実車を用いた実験を、市街地路を模した試験路にて行い、音声運転行動にどのような影響がでるのかを調べた。

高齢化は柏市においても今後進展することが確実視されているが、既に高齢化が進行し、自動車への依存度も高い高知県では、より深刻に事態が受け止められている。朴啓彰客員教授、熊谷靖彦教授をはじめとする高知工科大学の方々および田岡浩氏、岡田訓氏をはじめとする高知県警察の方々のご協力を得て、運転試験場を利用して実車試験を行うことになった。実験協力者8名（20代2名、50～70代6名）に音声負荷（PASAT）がある時と、ない時に運転して頂き、運転特性の差を調べた。PASATとは、音声で一桁の数字が連

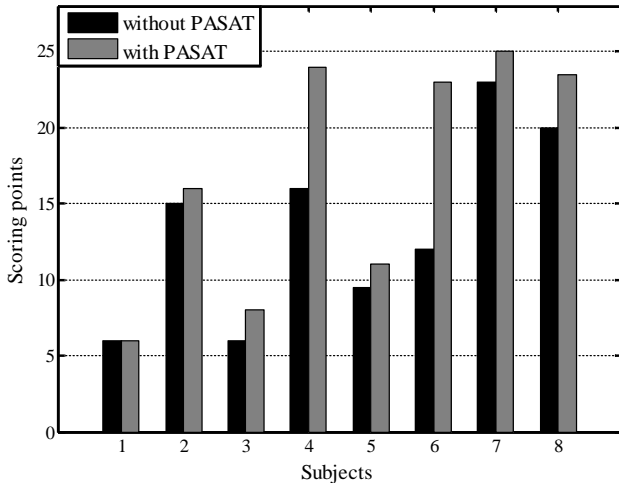


図-5 運転試験の結果

続的に提示（3秒毎）され、数字を聞いた直後に先に聞いた数字と加算して回答する試験である<sup>4)</sup>。図-5に運転試験官に運転技能を評価してもらった結果を示す。点数が高いことは運転ミスが多いことを表す。PASATにより運転技能が低下することを示唆する基礎的知見が得られた。また、実験協力者番号1、2が20代、3、4が50代、5、6が60代、7、8が70代である。被験者2,4など例外もあるが、年齢が上がるにつれて、運転ミスが多くなる傾向も見える。被験者数が少ないので有意に示されたわけではないが、音声による情報提示を増やすことは慎重に検討する必要がある。

#### 4. 交通シミュレーションを活用したITSサービス等の評価

本章では、道路基盤地図情報を活用した交通シミュレーションによるITS施策の評価の例と、ITSスポットサービスとしての観光情報提供の有用性について基礎検討を行った内容を紹介する。

##### 4.1 交通シミュレーションによるITS施策の評価

評価対象とするITS施策はダイナミック可変チャンネルリゼーション（Dynamic Channelization, DCH）である。本稿におけるDCHは、信号交差点を対象とし、各流入部の交通状況に応じて方向別の車線数を動的に変更することで渋滞の緩和を図るものである。

###### 4.1.1 DCHの分析概要

国道16号の柏市区間における代表的なボトルネックである若柴交差点と呼塚交差点を検討対象とし、柏市全体の交通状況の変化を予測すること

でその導入効果を評価した。その手法としては、それぞれの交差点で考えられるDCHシナリオおよびシナリオの自動切り替えアルゴリズムを設定し、交通シミュレーションを行った。

###### 4.1.2 交通シミュレーションの準備

利用した交通シミュレータは東京大学生産技術研究所が開発したSOUND（メソスケール）である。道路基盤地図情報には道路線形、座標、車線数、リンク長等の情報のみならず、車道部、歩道部、チャンネルリゼーション、区画線、停止線、横断歩道、建築物のような情報があるので、現場調査なしでも比較的正確にリンク・ネットワークデータを作成することが可能である。また、DCHシナリオの検討においても、道路基盤地図情報を利用すれば道路・車線幅のようなデータが正確に分かるので、測量や詳細地図の購入は必要ない大きな利点がある。

###### 4.1.3 DCHシナリオの設定

本研究で設定した各交差点のDCHシナリオを図-6に示す。

若柴交差点の場合は東側の流入出部を拡幅し、流出部車線数を2車線にする前提でシナリオ1と2を設定した。すなわち、東西方向（県道47号）の交通需要に応じて東西方向の車線運用を動的に変更し、東西方向の青時間を南北方向（国道16号）に回すことで県道47号のみならず国道16号の渋滞を緩和する対策である。

呼塚交差点の場合は、南側流出部の路面ゼブラマーキングを普通の車線として利用することを前提とし、南北方向（国道16号）の方向別車線数を動的に変更する。

###### 4.1.4 分析結果

シミュレーションの結果、DCHの導入前と導入後の柏市全体の総渋滞長の変化を図-7に示す。渋滞が急増する午前7~8時においてもDCHの導入効果が明確であり、再び渋滞が急増する10時以降にもDCH導入時は渋滞が抑えられている。本研究では現在国道16号で実施されている系統信号制御は考慮していない。しかし、DCHと系統信号制御を同時に適用すればDCHの効果は更に大きくなると考えられる。

#### 4.2 観光情報提供の有用性に関する基礎検討

道路基盤地図情報の新たな活用案として、ITSスポットサービスである観光情報提供が考えられ

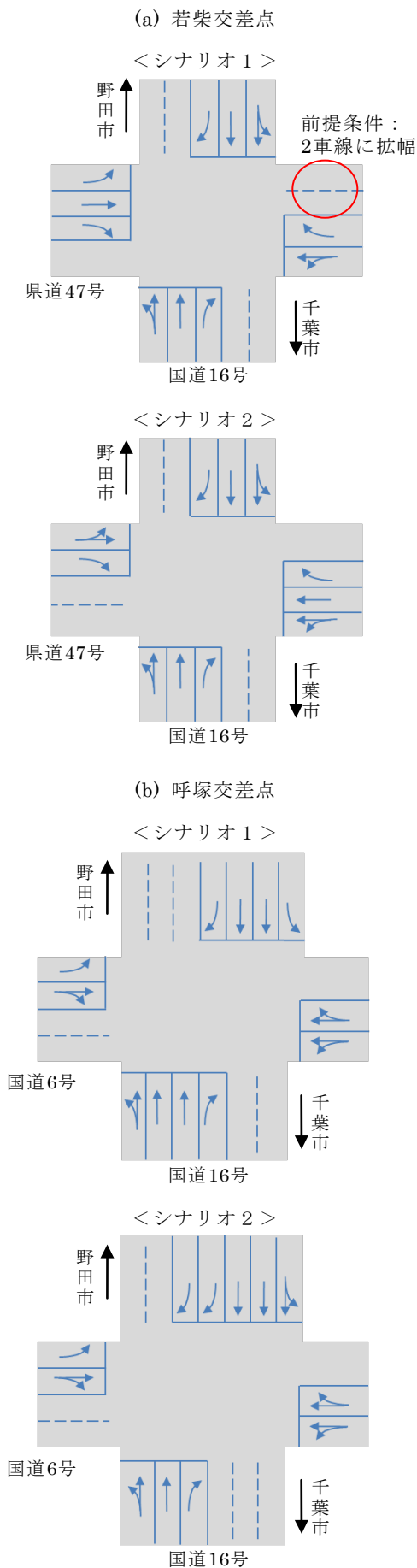


図-6 DCHシナリオ

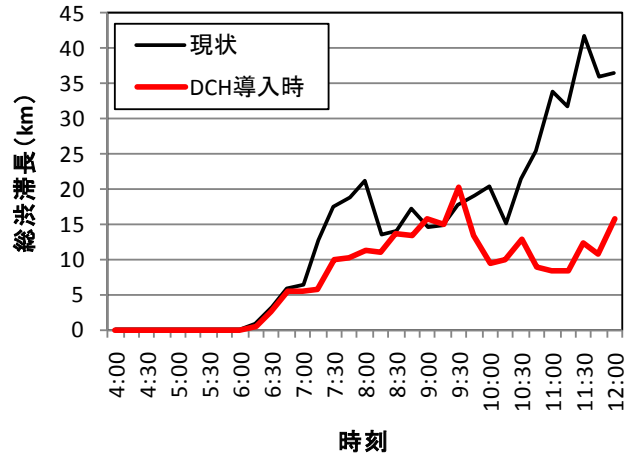


図-7 DCH導入による柏市全体の総渋滞長の変化

る。しかし、このようなサービスでは情報提供の有効性（例えば、情報提供のタイミング）が重要である。本稿では、有効な観光ITSのために理解すべき人間の観光行動について検討した。

人間の観光行動は、動機、訪問、感動、再訪という四つの過程に分けることができる。動機とは観光客が観光地に行こうという動機を持つまでの行動であり、訪問とは観光地までの交通手段の選択、実際の観光地へのアクセス、観光地での回遊行動であり、感動とは観光地で自然景観、町並み、イベント、歴史、食等を直接的に経験する行動であり、そういった行動や経験が再訪につながるという過程である。観光情報は四つの過程で構成される観光行動に合致したタイミングと内容で提供しなければ、観光客のニーズとのかい離が生じ、使われないシステムとなってしまふことになる。

以上を踏まえ、将来の観光ITSの仕組みと必要なポイントは以下になる。

- (1) 路車通信機能により、出発前、移動中、観光中のシーンに応じた情報提供を道路基盤地図情報と連動してカーナビに送る仕組み
- (2) 地域のローカル観光情報を広く集め、ドライバに提供できる仕組み
- (3) クレジットカード課金により民間のサービスが簡単に購入できる仕組み
- (4) 観光行動や観光渋滞がモニターリング（プローブ情報等）できる仕組み

## 5. まとめ

DS実験と交通シミュレーションは、動的交通運用を含む様々な交通施策・ITSサービスの導入

効果を事前に評価できる重要なITS分野である。本稿では、道路基盤地図情報を活用することでDS実験を簡単に構築するための研究と交通シミュレーションを組み合わせた評価手法について報告を行った。現在、高速道路と直轄国道のデータが整備されていると聞く、本研究の成果を活用することで、道路基盤地図情報が整備されている区間のDS実験が安価に行えるようになる点は交通対策の検討手法を革新する可能性があるのではないだろうか。また、DS実験と交通シミュレーションを組み合わせることで、動的な交通運用を含む交通安全や渋滞対策などについて様々な角度から事前に検討を行うことができるということを明らかにしてきた。道路基盤地図情報の早期の整備とDS実験と交通シミュレーションを組み合わせた仮想空間での事前評価導入により、これまで対策検討・評価が非常に困難であった交通対策の分野が新しいステージに入っていくことを期待している。

## 謝 辞

本研究は、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究（平成22年度「ドライビングシミュレータ等を活用したITSサービスの評価に関する研究」として行われたものであり、その遂行においては多大なご支援をいただいた。なお、国土交通省千葉国道事務所からは国道16号（柏市区間）の交通データ等をご提供いただいた。ここで、関係者の皆様に謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報基盤研究室ホームページ：  
[http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/road\\_gis\\_trial.htm](http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/road_gis_trial.htm)
- 2) Ono, S. et al.: Development of Photo-Realistic and Interactive Driving View Generator by Synthesizing Real Image and Artificial Geometry Model, International Journal of ITS Research, vol. 3, No. 1, pp. 19-27, 2005
- 3) 国土交通省道路局ホームページ：  
[http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j- html/spot\\_dsrc/index.html](http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j- html/spot_dsrc/index.html)
- 4) Uc, E.Y. et al.: Driving with distraction in Parkinson disease, Neurology, Vol. 67, pp. 1774-1780, 2006

須田義大\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 教授、センター長、  
工博  
Dr. Yoshihiro SUDA

池内克史\*\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 教授、工博  
Dr. Katsushi IKEUCHI

中野公彦\*\*\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 准教授、博(工)  
Dr. Kimihiko NAKANO

牧野浩志\*\*\*\*



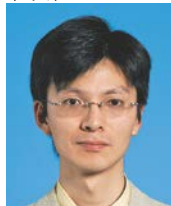
東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 准教授、修(工)  
Hiroshi MAKINO

田中伸治\*\*\*\*\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 講師、博(工)  
Dr. Shinji TANAKA

平沢隆之\*\*\*\*\*



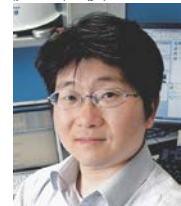
東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 助教、博(工)  
Dr. Takayuki HIRASAWA

小野晋太郎\*\*\*\*\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 特任助教、博(工)  
Dr. Shintaro ONO

洪 性俊\*\*\*\*\*



東京大学生産技術研究所  
先進モビリティ研究センター 助教、博(工)  
Dr. Sungjoon HONG