

道路管理に活用できる車両搭載センシング技術の検証

大竹 岳・大嶋一範・根岸辰行・吉田秀範

1. はじめに

日本において、寸法や重量等が一定の基準値を超える大型車両（特殊車両）が通行するためには、道路管理者から通行許可を得ることが必要となっている。この通行許可の審査にあたっては、道路管理者が道路管理用図面等から車両の通行可否の判断を行っている。しかし、審査に使用する道路管理用図面は、電子化されていない場合があり、審査に時間を要する場合が多い。そのため、電子化された道路管理用図面（以下「電子図面」という。）を効率的に作成し、審査に用いることで、審査の迅速化・効率化が図られるものと考えている。

本稿では、車両搭載センシング技術を用いて効率的に電子図面を作成する公募実験・評価を行ったので、その結果を報告する。

2. 特殊車両通行許可制度の現状・課題

日本において、高度経済成長期に建設された社会資本の老朽化対策は喫緊の課題であり、道路の劣化への影響が大きい大型車の通行を適切にマネジメントすることが必要となっている¹⁾。大型車の通行マネジメントに関する制度として、道路法第47条の2において定められている特殊車両通行許可制度²⁾があり、インターネット等による申請受付や違反車両に対する現地取締等の取組みが実施されている³⁾。

近年の車両の大型化により、トラック事業者からの申請件数が増加し、許可までの審査日数も増加しているという課題がある。国土交通省では、課題解決のため、手作業中心の通行審査から、道路の幾何構造や橋梁に関する電子データを活用した自動審査システムの強化を図り、審査手続きの迅速化を検討している。

そのためには、審査で使用する道路管理用図面

を安価かつ効率的に電子化することが必要となっている。その方策の一つとして、車両搭載センシング技術の活用が検討されている。

3. 車両搭載センシング技術とは

車両搭載センシング技術は、車両に固定された自車位置姿勢データ取得装置（GNSS測量機、IMU（慣性計測装置）等）、数値図化用データ取得装置（レーザ測距装置やカメラなどを単体または組合せたもの）及び解析ソフトウェアで構成したものである。この技術は、モバイルマッピングシステム（MMS）とも呼ばれている。この技術を車両に搭載し走行することで、道路やその周辺の地形や特徴を容易に計測することができ、精度についても地図情報レベル500の地図を作成することが可能とされている⁴⁾。地図情報レベル500とは、地図の表現精度を示す指標であり、地物の位置情報精度を標準偏差25cm以内と定めている。

こうしたセンシング技術は、既に商品として一般向けに販売されており、公共測量においても活用されている。しかし、取得するデータ精度によっては、1台数千万円する機材などを用いるため、非常に高価となる場合が多い。

そこで国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、必要なデータ精度を満たす適正価格の車両搭載センシング技術を道路管理へ活用することを目標とし、公募実験による車両搭載センシング技術の検証を実施した。

4. 車両搭載センシング技術の公募実験

4.1 実験概要

平成28年9月28日～10月18日の間、国土交通省HPで実験参加者の募集を行い、9社が参加することとなった⁵⁾。本実験の検証場所は、国総研試験走路（茨城県つくば市）、国道16号168.0kp～170.0kpおよび国道126号76.0kp～78.0kp（千葉県千葉市）とした。なお検証項目は、次に示すとおりである。

検証項目 (○:共通、●:実道のみ)

【基本要件】

- 市販の機器を利用し、道路管理用車両への取付け・取外しが容易であること
- 主要地物（車道交差部の形状及び区画線）の位置情報（緯度・経度及び標高）を3次元で取得及び位置情報（緯度・経度）を2次元で図化できること 等

【期待する項目】

- 自動的に計測地物の標準偏差25cmを満たす精度を確保できること
- 導入コスト（目標金額:1,000～1,500万円程度）、運用コストも含め低価格にすること
- 道路基盤地図情報（基本地物）及び内閣府SIPダイナミックマップ（検討中）の必須地物を取得できること 等
- 主要地物（バス停、距離標、標識）の位置情報（緯度・経度及び標高）を3次元で取得及び位置情報（緯度・経度）を2次元で図化できること
- トンネル等の遮蔽物の影響の有無 等

本実験では、各実験参加者がセンシング機器を車両へ搭載し、検証箇所における走行及び点群データ等の取得を行った。その後、取得したデータを用いて区画線等の地物の位置情報（緯度・経度及び標高）を含んだ図面を作成した。実験参加者及び各社が使用した主な計測機器を表-1に示す。

また、道路面上の主要地物の位置情報を走行車両から取得するイメージを図-1、実際にセンシング機器を車両に搭載した例を図-2に示す。

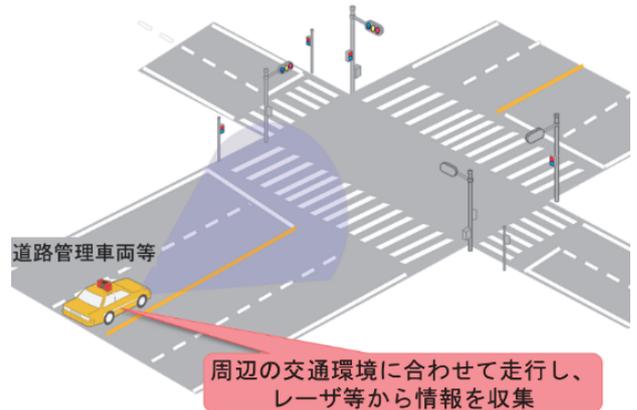


図-1 道路面上の主要地物の位置情報を走行車両から取得するイメージ

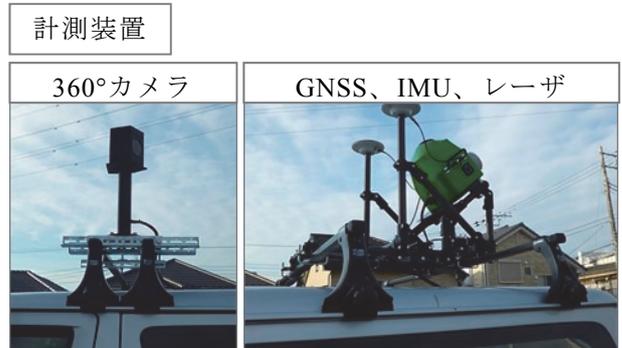


図-2 公募実験参加計測機器（例）

表-1 実験参加者と使用した機器の一覧

	参加企業	主な使用計測機器			
		レーザ	カメラ	GNSS	IMU
1	朝日航洋(株)	○	○	○	○
2	アジア航測(株)	—	○	○	○
3	(株)アスコ大東	○	—	○	○
4	(株)岩根研究所	—	○	○	—
5	国際航業(株)	○	○	○	○
6	国際航業(株)/ (株)ディーイーテック	○	○	○	○
7	(株)パスコ	○	○	○	○
8	三菱電機(株)/ アイサンテクノロジー(株)	○	○	○	○
9	(株)みるくる	○	○	○	○

4.2 計測データの精度検証方法

本実験では、4.1に記載したように期待する項目の一つとして、計測データの精度を確認することとしている。目標精度の設定にあたっては、電子化を試みようとしている道路管理用図面（地図情報レベル500の地図）を参考することとし、本実験における計測地物の精度目標を標準偏差25cm以内とした。以下に、本実験における計測データの精度検証方法を示す。

実験参加者が作成した計測データの位置精度の評価は、国総研が計測した高精度な位置情報を持

つ検証点データ（緯度・経度及び標高）を基準値として、実験参加者が作成した計測データとの比較を行い、標準偏差を算出した。標準偏差は検証箇所別に算出を行った。また、GNSSなどが不感となるような箇所も検証対象とした。

国総研試験走路で計測した検証点データは、実験参加者が計測する地物（区画線端点や標識板端点、標識柱下端、距離標上端等）を対象とし、絶対精度の誤差が±1cm以内に納まる高精度な位置情報を持つデータを用いた。

また、実験参加者に任意の地点の検証点データを調整点データとして提供し、調整点データにて補正した図化データについても取得した。調整点データを用いることでデータ補正の可否と補正前後データでの精度を検証した。

4.3 評価結果

実験の評価を計測データの精度、機器費用、地物取得の可否、装置の設置・撤去の容易性、搭載車両の車検有無等により実施した（表-2）。

計測データの精度は、実験参加者全9社中8社が、計測地物の標準偏差も25cm以内となっており、地図情報レベル500の地図が作成できることを確認した。

計測機器に「レーザ」もしくは「カメラ」のみ

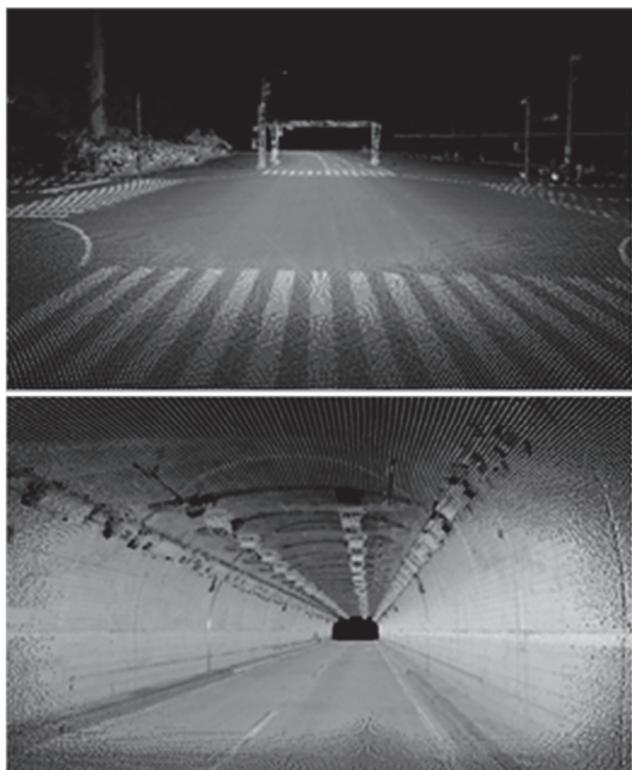


図-3 実験参加者が取得した点群データイメージ
（上：交差点部、下：トンネル内部）

を使用した場合にも、標準偏差25cm以内の精度を達成していた事を確認した。各実験参加者が取得した点群データのイメージを図-3に示す。

計測データの補正にあたっては、9社中8社がネットワーク型RTK(Real Time Kinematic)-GNSS測量の方式を用いていた。（ネットワーク型RTK-GNSS測量とは、利用者が現場で取得した衛星データと、周辺にある3点以上の電子基準点の観測データから作成された補正情報を組み合わせ、リアルタイムでcm級の測量を効率的に行う方式である。日本では、国土地理院が約1,300箇所に電子基準点を整備しており、電子基準点から1秒間隔の補正データをほぼリアルタイムで取得することが可能となっている。）

機器費用の目標額として設定した1,500万円以下、かつ、計測データの標準偏差25cm以内で計測可能な機器は、9社中4社であった。

将来的な図化作業効率化の観点から、図化作業の自動化状況を整理した。図化作業の自動化については、現在も技術開発が進められているところであり、実験時においても各実験参加者は手動で図化作業を行っていた。点群データを用いた図化結果イメージを図-4に示す。また、「レーザ」「カメラ」を併用して計測している技術の図化作業は、レーザの点群データを主に活用して作業を実施している事を確認した。カメラ画像の活用は、主に図化作業時に現地の状況を再確認するために、使用されていた。

普段は通常の業務に使用している道路管理車両等に計測機器を搭載するため、搭載車両への設置、撤去、電源確保の容易性を評価した。計測機器の設置、撤去のマニュアルが準備されている参加者は、9社中6社であった。また、車両電源で起動可能な機器は、9社中8社であった。

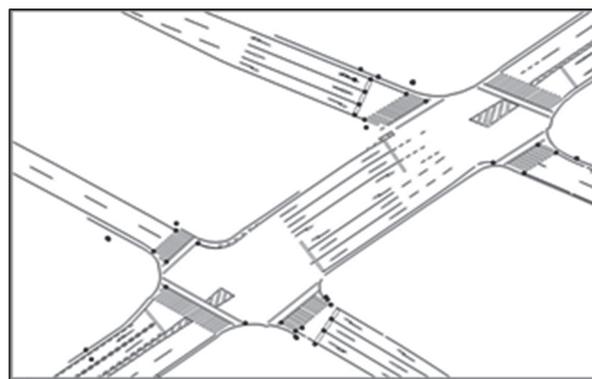


図-4 公募実験箇所の図化結果イメージ

表-2 実験の最終評価結果

評価項目	評価内容	要件を満たす企業数(社)/全公募参加企業数(社)
精度	絶対精度1/500の取得が可能な技術	8/9
機器費用	絶対精度1/500の取得でき、尚且つ機器コスト1500万円程度の技術	4/9
地物取得の有無	検証箇所の計測対象地物を取得可能な技術	9/9
図化作業の自動化の有無	計測データの図化作業を自動化可能な技術	0/9
車両への設置・撤去の容易性	機器の設置・撤去を行うためのマニュアル用意	6/9
車両搭載時の電源確保の容易性	車両電源との接続で起動可能な技術	8/9
機器搭載時の車検再取得の有無	機器搭載時に車両の車検再取得が不要な技術	7/9

5. おわりに

本稿では、特殊車両通行許可制度の審査迅速化のため、車両搭載センシング技術の公募実験について紹介した。公募実験では、機器費用が1,500万円以下、かつ、計測地物の位置情報が標準偏差25cm以内で計測可能な機器があることを確認した。この結果から、本技術を活用することで、電子図面の作成への適用が可能と考えられる。さらには、道路地物の管理や自動運転用地図の作成などの用途への適用も考えられる。

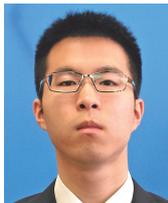
国総研では、本実験で得られた評価結果を元に、車両搭載センシング技術を道路管理へ活用するための機能要件案をとりまとめた。現在、本機能要件案を参考にして、各地方整備局が車両搭載センシング機器の調達を進めている。

今後は、道路管理実務への展開を図るべく、調達された車両搭載センシング機器を実際に使用し、電子図面の作成を行うことで、実務で使用する際の課題等（機器設置や点群データを用いた図化の容易性等）を確認していく予定である。

参考文献

- 1) 社会資本整備審議会 道路分科会：道路の老朽化対策の本格実施に関する提言、
<http://www.mlit.go.jp/common/001036085.pdf>
- 2) 道路交通管理研究会：最新車両制限令実務の手引き第4次改訂版、pp.6～86、ぎょうせい、2014
- 3) 国土交通省道路局：道路の老朽化対策に向けた大型車両の通行の適正化方針、
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000420.html
- 4) 国土交通省国土地理院：測量法第34条の規定に基づく作業規程の準則、
http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/pdf/h28/H28_junsoku_honbun.pdf
- 5) 国土交通省道路局：車両搭載センシング技術を活用した道路基盤地図データの収集実験の開始について、報道発表資料、
http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000792.html
- 6) 国土交通省国土地理院：GNSS連続観測システムについて、
http://terras.gsi.go.jp/geo_info/geonet_top.html
- 7) 三菱電機株式会社：高精度3次元地図向け「自動図化技術」と「差分抽出技術」を開発、
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2017/pdf/0316.pdf>

大竹 岳



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室 研究員
Gaku OHTAKE

大嶋一範



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室 主任研究員
Kazunori OOSHIMA

根岸辰行



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室交流研究員、現 パナソニック(株)オートモーティブ&インダストリアルシステムズ社モビリティ事業戦略室
Tatsuyuki NEGISHI

吉田秀範



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部高度道路交通システム研究室長、現 滋賀県土木交通部技監
Hidenori YOSHIDA