車載型 GPS/IMU の走行軌跡比較実験

(株)フィールドテック　正会員　村山盛行
三井住友建設(株)　正会員　佐田達典

1. はじめに

GPS/IMU(Global Positioning System/Inertial Measurement Unit：慣性航法装置)は元来、航空機や船舶の高精度位置姿勢計測に用いられている技術であるが、近年地上の移動体に搭載する装置が提供されている。車載型 GPS/IMU によれば、GPS 測位ができない箇所でも高精度を保ちながらシームレスに位置計測をすることが可能になり、モバイルマッピングなど様々な用途への利用が期待される。本論文は、車載型 GPS/IMU の測位特性に関する実験報告である。

2. システムの構成と特徴

今回、GPS/IMU にカナダ Applanix 社製の POS/LV420 システムを利用した。構成は、GPS アンテナ 2 個、IMU 1 台、DMI(距離計)1 台、PCS(データ制御部)からなる。これらを車両に取り付け、走行中の車両の参照点(リファレンスポイント)における位置姿勢情報を取得する。位置情報は緯度・経度・標高、姿勢情報は Roll・Pitch・Heading の角度が得られる。

システムの特徴として、①POS/LV420 の持つ三次元直交座標系(図-1)における、2 つの GPS アンテナと IMU の位置関係を決定することにより、高精度な位置姿勢情報を取得可能②GPS 非受信時間に依存して計測精度が劣化する(表-1)③GPS 電波が非受信の場合でも位置データを取得できる④専用の後処理解析ソフトを用いることにより 200Hz のデータを得ることができる、などが挙げられる。

表-1　POS/LV420 の精度（2001 年 6 月）

POS/LV 420	GPS Outage Duration(GPS非受信時間)					
	0 Sec	1 Sec	3 Sec	5 Sec	10 Sec	20 Sec
X,Y Position(m)	0.02	0.12	0.40	0.75	1.50	2.50
Z Position(m)	0.03	0.15	0.50	0.65	1.00	2.00
Roll,Pitch(deg)	0.005	0.005	0.005	0.007	0.007	0.009
Heading(deg)	0.020	0.020	0.020	0.030	0.035	0.035

3. RTK-GPS 測位と GPS/IMU 測位の比較

RTK-GPS 測位において、4 個以上の衛星から GPS 電波を受信できなかった場合は Fix 解が求まらない。また一度電波が途切れた後は、電波受信が回復してから Fix 解に復帰するまでには時間がかかる。本システムでは、電波受信が回復してから短時間で Fix 解を求めることができる。これは、GPS 電波が途切れている間も IMU と DMI が車の移動方向と速度を計測して位置データを更新しているため、アンビギュイティの再決定を高速化できることによる。RTK-GPS 測位と GPS/IMU 測位の比較を図-2 に示す。

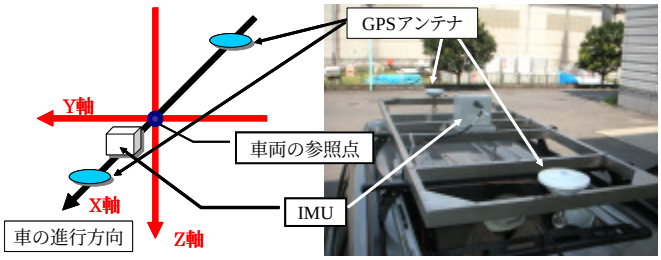

図-1　POS/LV の持つ三次元直交座標系の定義

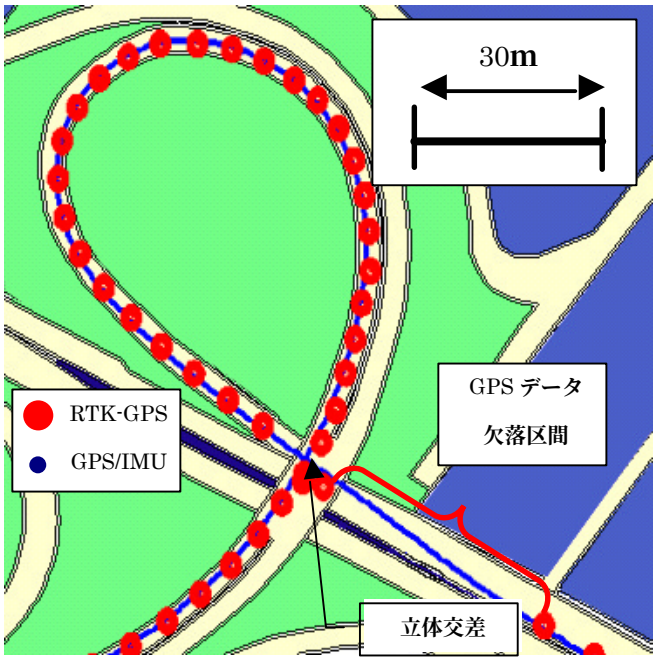

図-2　RTK-GPS 測位と GPS/IMU 測位の比較

キーワード：GPS/IMU、GPS、ジャイロ、慣性航法装置
連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1　TEL　04-7140-5203　FAX　04-7140-5217

4.　走行軌跡比較実験の方法と実施

本システムを用いて、GPS 電波が非受信の場合の影響を見るため走行実験を行った。場所は、第二阪奈道路の生駒トンネルで実施した。このトンネルは全長約５km がほぼ直線で構成されている。実験は、トンネル区間のみ GPS 電波が受信できない場合(通常の使用方法：GPS 有り)と、全走行区間において GPS 電波が受信できない場合(GPS 無し)との二通りで行った。計測手順は図-3 の流れに沿って行った。計測条件を統一するために、トンネル走行速度は約 60km(トンネルを約 5 分で走り抜ける)に固定した。また、走行車線も常に左側を走行し、全走行ともほぼ同じコースとなるよう配慮した。

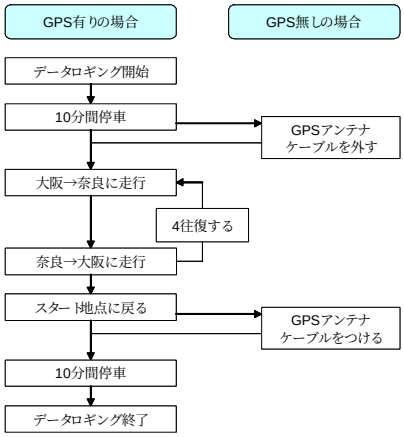

図-3　計測の流れ

5.　走行軌跡の比較と検証

走行したデータを解析し、双方の走行軌跡の平面図を示す(図-4,5)。軌跡を比較すると、GPS 有りの軌跡は 4 往復とも重なり合っていることが確認できる。GPS 無しの軌跡は、奈良側の入り口付近において軌跡が大きくずれていることが確認できる。大阪側からトンネルに侵入して最初のカーブがある位置辺りを基点に、トンネルの直線距離に比例して大きくずれている。また、1 本目の走行軌跡は GPS 有りの軌跡に近い結果を得ているが、往復回数が増えるにつれて基点を中心に時計回りに回転した軌跡を描いた。

GPS 有りの場合は、トンネル出口で GPS 電波を受信してトンネルの始点側と終点側の位置が求められているので、4 回の走行軌跡がほぼ一致している。一方 GPS 無しの場合は、スタート地点以外の場所で位置情報を得ていないため、軌跡は IMU の姿勢データに依存している。車の走行方向に変化があった時に角度誤差を生じていることが軌跡からわかる。

GPS 無しの軌跡において大阪側入り口付近で軌跡が重なった理由を考察する。IMU による誤差は、走行方向が変化するときに生じ、走行が変化した方向と同じ方向に角度誤差が発生していることによると考えられる。今回走行したコースでは左右方向に同数のカーブが存在するため、スタート地点付近に戻ってきた時には IMU の Heading 角は 360 度回転したことになる。その結果、それまでの累積した角度誤差が打ち消しあうこととなり、走行軌跡が重なったのではないかと考えられる。

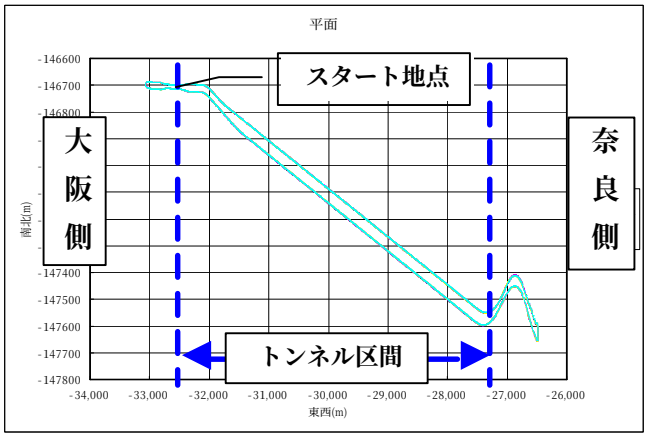

図-4　GPS 有りの走行軌跡

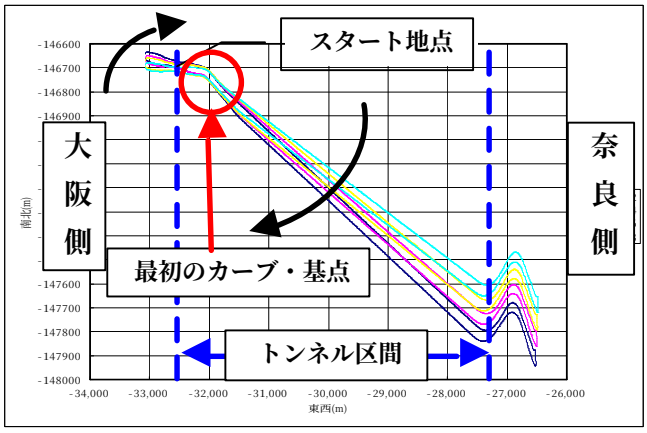

図-5　GPS 無しの走行軌跡

6.　まとめ

今回の実験では、GPS 電波が全く受信できないという極端な条件で計測を行った。今回の実験結果から①GPS 電波が受信できる状況下では軌跡の再現性は高いこと②GPS 電波が長い時間途切れていても、直線上を走行している場合は IMU の補正により位置がほとんどずれないこと、がわかった。今後も様々な状況下での実験を実施して GPS/IMU の特性を把握し、様々な計測に応用していく予定である。