F1-19

自動運転に向けた衛星電波遮蔽環境下における高精度マルチ GNSS による走行位置精度検証

Study of the Accuracy of the High Precision Multi GNSS Positioning for Automatic Driving

○菊田和雄 [1],佐田達典 [2],江守央 [2]

*Kazuo Kikuta[1], Tatsunori Sada[2], Hisashi Emori[2]

Abstract: In order to develop automatic driving system, it is necessary to build up a method for get highly accurate position information using GNSS. However, buildings that exist in the roadside will be obstacles to receive GNSS signals. The data of the GNSS satellites signals were acquired traveling around the Shinjuku where high-rise buildings located. In this study, for the purpose the positioning accuracy improvement effect and effective combination of the Multi-GNSS. As a result, the combination of GPS, GLONASS, QZSS and BeiDou showed best fix solution rate. In addition, QZSS and BeiDou indecated especially higher combined effect.

１．はじめに

近年，自動車の運転支援システムの開発が進められている．そのうちの一つである自動車の自動運転は，日本においては 2020 年の実用化を目指して各種実験が行われている．このような自動運転車では，自車位置を正確に推定することが必要であり，そのために GNSS（Global Navigation Satellite System）を活用する手法が提案されている[1]．しかし，GNSS による測位では実際の道路上では沿道の建造物等による遮蔽等により観測可能衛星数が不足するなどの問題により十分な精度を確保できない可能性があるため，現在日本で実験されている自動運転車は GNSS 測位を主としては利用していない．

GNSS 衛星としては，米国の GPS が以前より一般に広く使用されているが，現代ではこの他に GLONASS（ロシア），Galileo（EU），準天頂衛星（日本，以下 QZSS），BeiDou（中国）などの衛星が運用されており，観測可能衛星数が増加している．そのため遮蔽物がある環境下であっても，複数の GNSS を組み合わせることで高精度の測位が可能となると考えられる[2]．本実験では，複数の GNSS の併用が測位精度向上にどの程度の効果があるか，及び効果的な組み合わせ方について明らかにすることを目的とする．

２．実験概要

実験は，高層ビルが多く存在する新宿西口地区で日本時間 2016 年 7 月 16 日（土）の 18 時頃～20 時頃に，**Figure 1.** に示したルートを 4 周走行する形で行った．走行ルートは様々な遮蔽環境の道路を含むように選定した．**Figure 1.** 中，A の区間は幅が狭い道路，B の区間は中くらいの幅の道路，C の区間は幅が広めの道路，D の区間は上部が遮蔽された首都高速道路高架下の道路である．

高精度測位に必要な基準局は，千葉県船橋市の日本大学理工学部船橋キャンパス 7 号館屋上と，東京都台東区の（株）フィールドテック東京本社屋上の 2 箇所に設置した．受信機は，いずれの基準局・移動局とも Trimble 社製 NetR9 を使用した．

観測したデータは，基線解析ソフトウェア RTKLIB2.4.2 を使用して解析し，得られた解のうち Fix 解（高精度解）の数と割合から，測位精度の評価を行う．

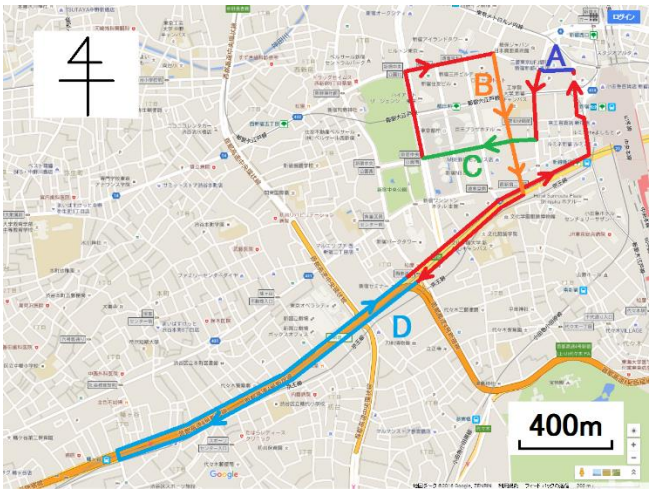

Figure 1. Travel route

出典：Google Map

Figure 2. Installation conditions of the mobile station

1 ：日大理工・学部・交通　　2 ：日大理工・教員・交通

３．実験結果

基準局にフィールドテック屋上の基準局を使用し，様々な衛星の組み合わせで解析を行った場合の Fix 率を **Table 1.** に示す．なお，**Table 1.** 中の区間 E は全区間でのデータであり，区間 A～D の場所は **Figure 1.** に示している．

Table 1. Analysis result and Fix solution rate

Fix 率（%）						
区間		A	B	C	D	E
使用した衛星	G+R+E+J+C	9.5	**35.5**	**23.2**	**6.4**	31.9
	G+R+J+C	10.4	**36.7**	**29.6**	**6.5**	**34.7**
	G	4.8	4.9	15.7	2.9	12.6
	G+J	7.0	14.0	20.2	2.5	23.5
	G+J+C	**11.6**	32.2	22.6	3.6	**33.9**
	G+C	11.4	21.7	20.3	4.0	29.6
	G+R	**12.3**	16.4	16.8	5.0	22.2
	G+E	7.5	5.0	5.7	3.2	12.1
	G+R+QZ	9.7	20.1	21.9	5.7	27.1
	G+E+J	6.9	13.0	10.8	2.9	19.2

使用衛星…G:GPS　R:GLONASS　E:Galileo
J:QZSS　C:BeiDou

Figure 1. に示したコースを 3 周目に走行した際（JST 19:00:49～19:32:28）のデータを GPS+GLONASS+QZSS+BeiDou の組み合わせで解析した結果のうち，Fix 解だけをプロットしたものを地図に重ね合わせると，**Figure 3.** のようになる．

Figure 3. Plot of the Fix solution on the map

出典：Google Map

４．考察

どの区間においても，複数衛星の併用は Fix 率向上に効果があることが分かる．最も Fix 率が高い組み合わせは GPS+GLONASS+QZSS+BeiDou である区間が多かった．5 種全ての衛星を使用した場合よりもこの組み合わせの方が Fix 率が高いことから分かるように，Galileo に関してはあまり併用効果が見られず，併用すると逆に精度が低下した区間も多かった．

なお，QZSS や BeiDou を併用した場合は，Fix 率の上がり幅が特に大きくなる区間が多く，併用効果が高いことが分かる．

首都高高架下（区間 D）の条件では，衛星をどのように組み合わせても Fix 率が 1 割にも満たず，地図との一致率も非常に悪かったため，現状では高精度測位の利用は困難と言わざるを得ない．しかしそれ以外の環境では前述のとおり Fix 率向上効果が見られ，**Figure 3.** のように地図との一致状況も悪くない．

５．おわりに

今回の解析結果から，複数衛星の併用は Fix 率向上のために大いに有効であることが明らかであると言える．区間 A や区間 D のような，遮蔽環境が特に厳しい区間を除けば，マルチ GNSS により自車走行位置を高精度に推定することも可能であると考える．

今後の課題及び予定としては，前述の通り Galileo は併用効果があまり見られなかったため，その原因に関して考察を行う予定である．観測衛星のスカイプロット等を調査し，併用効果が高かった衛星と低かった衛星で位置関係の特徴に違いがあるかどうかを考察することを考えている．

また，遮蔽物が多い場所で実験を行ったため観測した衛星電波にはマルチパスの影響を含むものがあると考えられることから，マルチパスを含む衛星を除去しての精度向上検討なども行いたいと考えている．

謝辞

今回の実験にご協力いただいた，（株）フィールドテックの村山盛行氏,福森秀晃氏に心より謝意を表す．

参考文献

[1]小島祥子，鈴木徳祥，寺本英二，村瀬洋：GPS 生データの蓄積による高精度自車位置推定手法の提案，電子情報通信学会技術研究報告.ITS 110(150), 2010 年 7 月

[2]久保信明：マルチ GNSS 時代の高精度測位，システム制御情報学会誌 59(4), 2015 年 4 月