

平成 29 年度  
北近畿地域連携センター研究助成（教員プロジェクト）  
採択課題 研究成果報告書

研究課題名：山間地域における自動運転システム構築のための NSS(衛星測位システム)受信可能域の研究

研究代表者（申請者）：神谷 達夫

共同研究者：（研究協力者）江上 直樹, 佐藤 充, 岡本 悦司

研究経費：100,000 円

研究成果の概要：

高齢者の運転免許返納による社会的影響を改善するために、自動車の自動運転もしくは、運転補助システムの導入を考えた場合、車両の測位(車両の位置の測定)が重要である。即位システムとしては、人工衛星からの電波を受信して位置を測定する NSS(衛星測位システム: 一般に GPS と言われているものではあるが、GPS は米国のシステムの名称であり、他のシステムも含めた一般名称が NSS である)が山間地域でどのように受信できるかを調査し、山間地域ではどのような方策により自動運転システム構築が可能か研究することを目的としている。

1. 研究開始当初の背景

高齢者の運転免許返納率は、山間部の方が都市部より低くなっている。これは、自動車に代わる交通手段が無いためであると考えられる。しかし、山間部では自動車以外の交通機関を整備することが難しく、高齢者の安全な移動手段の確保が求められている。

公共交通機関の乏しい山間部において高齢者の安全な移動手段として考えられるのが自動車による移動の安全性を高めることである[1-2]。つまり、自動車の自動運転や自動運転に準ずる誤操作防止システム等の安全技術を用いた車両を開発することが、山間部の高齢者の安全な移動手段として有力と考えられる。もし、このような車両を用意することができれば、運転免許の返納を避けることができる可能性が高い。また、運転免許を返納する場合でも「自動運転限定」の免許制度を創設すれば、公共交通機関の乏しい地域でも移動の利便性と安全性を両立することができると思われる。

自動車の自動運転やそれに準ずる誤操作防止システム等を実現するためには、車両の位置を正確に把握する必要がある。また、自動運転の実験においても、NSS が受信できない地点の把握が必要である[3]。

位置情報を取得する最も有力である手段である NSS(衛星測位システム)は、人工衛星からの電波を受信することによって測位しているため、障害物のある場所では NSS が十分に機能しない。特に、山間地域は山に囲まれているため、NSS 受信に問題の発生する可能性が考えられる。このため、山間地域の NSS 受信状況の確認が必要であり、本研究を実施することとした。

## 2. 研究の目的

本研究は、山間部の高齢者の安全な移動手段として、自動車の自動運転や自動運転に準ずる誤操作防止システム等の安全技術を用いた車両が開発された場合に対応するため、山間部でのNSS受信状況や道路状況を確認することを目的としている。

## 3. 研究の方法

本研究では、著者らがNSS衛星補足数を測定するための専用受信機(図1)を作成し、受信状況を確認しながら道路を自動車で走行する。走行時には、道路状況記録のため、ドライブレコーダーで前方を撮影する。NSS受信モジュールには、太陽誘電社製GYSFDMAXB、とMediaTek社製MT3339が使用されている秋月電子通商製のAE-GYSFDMAXBを用いた。

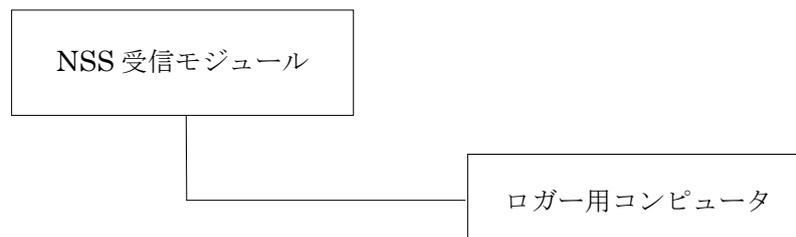


図1 NSS受信機の構成

ロガー用コンピュータに蓄えられたNSS受信記録を解析用コンピュータに移し、そのデータから衛星の受信状況を地図上に描画する。地図は、国土地理院の地理院地図を利用した。また、日本の測位用準天頂衛星である「みちびき」単独の受信状況も確認した。

今回の対象地域は、福知山市夜久野町とした。夜久野町は山間地域が多く含まれ、公共交通機関も限定された地域であるが、高齢化比率についても着目してみると、旧福知山市が26.55%、旧三和町が43.58%、旧夜久野町が48.21%、旧大江町が41.75%となっており、福知山市内においてもっとも高齢化が進んでいる地域である[4]。さらに、農林水産政策研究所の「食料品アクセスマップ」によると、夜久野町内の集落のほとんどが「生鮮品販売店舗までの距離が500m以上」として「多くの住民にとって買い物が困難である」と推計されている[5]。このように夜久野町は、山間部という地理的条件に加え、高齢化が深刻であるとともに、買い物弱者の問題にも直面しており、免許返納の影響を受けやすい地域であるといえる。また、夜久野町内での調査対象の道路については、福知山市営バスの路線とした。夜久野町内には全部で46の自治会が存在しているが、およそその自治会がこの路線周辺に位置しているとともに、夜久野町内唯一のスーパーマーケットである「ミニフレッシュ夜久野店」もバスの停留所となっている。そのため、福知山市営バスの路線における自動運転自動車の可能性を検討することが、買い物難民等の免許返納から派生する問題への対応につながると考えた。

#### 4. 研究成果と今後の課題

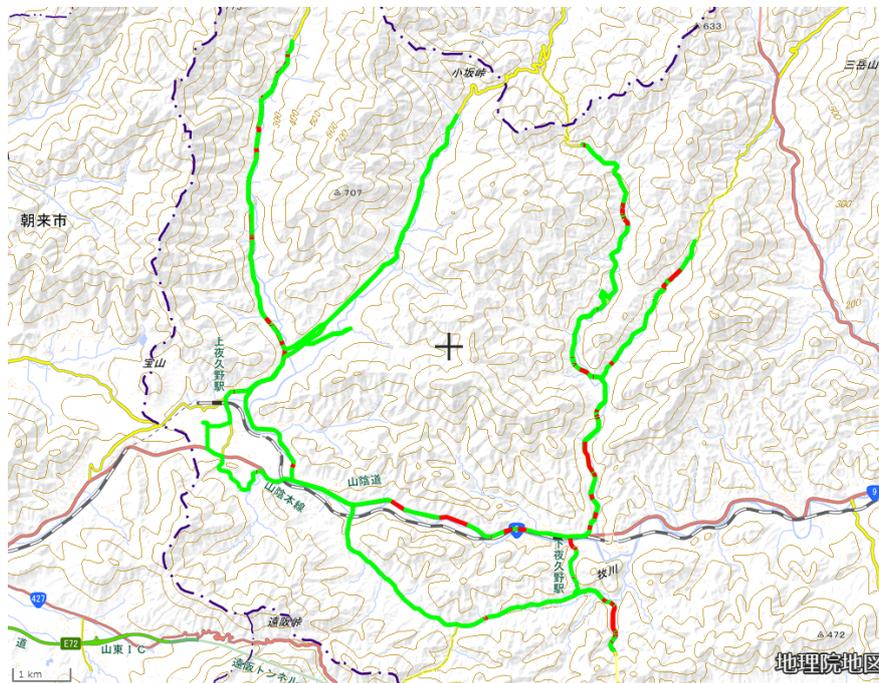
##### 4. 1 研究成果

##### 4. 1. 1 NSS 衛星の受信状況

夜久野町全体の調査結果を国土地理院の地理院地図上に示したのが図 2 である。調査日時は、2018 年 2 月 28 日 13 時 15 分から 16 時 16 分である。

図 2 の緑色で示した部分が NSS 衛星 8 機以上が受信(以後衛星補足数と呼ぶ)できた場所で、赤い部分が衛星捕捉数が 7 機以下の場所である。衛星捕捉数が 7 機以下の場合でも、6 機未満の場所は無かった。つまり、赤色で示した場所でも 6 機以上の衛星が捕捉されていることになる。

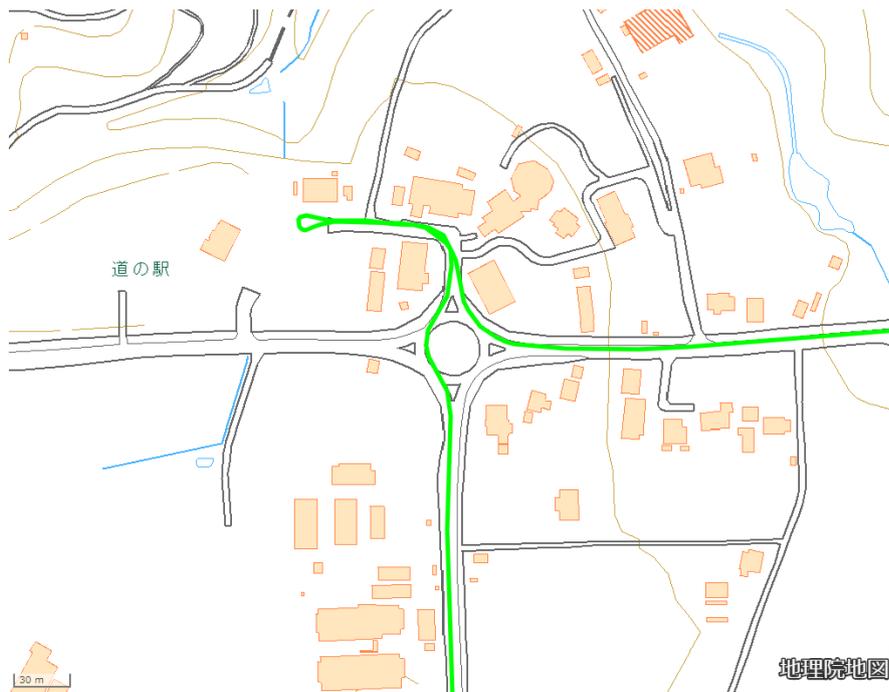
一般に、高精度に測位できるためには、衛星が 8 機必用であり、測位のためには最低 4 機以上の衛星を受信できる必要がある。したがって、今回調査した夜久野地域では、通常の衛星測位に問題のある地点は見つからなかった。実際に地図上で確認してみると、車両の走行軌跡はほぼ道路上に描かれており、数メートル程度の誤差で測位には大きな問題の無かったことが分かる。



地理院地図（国土地理院）を利用し、測定結果を追加

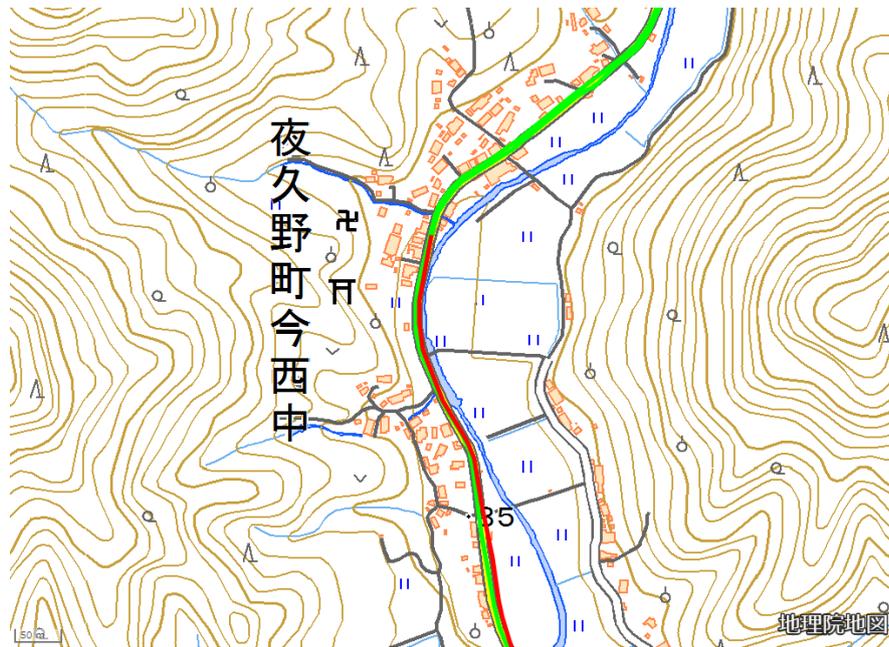
図 2 測定結果の概要

図 3 は夜久野町の農匠の郷やくのの前を通過した時の軌跡であるが、軌跡は概ね道路上を通っている。また、図 4 は、夜久野町今西中通過時の軌跡であるが、衛星補足数が 7 機以下でも測位に大きな問題は生じていない(詳しく分析すると、今西中での衛星補足数は大部分が 7 機であり、10m 程度の区間のみ衛星補足数が 6 機である)。



地理院地図(国土地理院)を利用し、測定結果を追加

図3 夜久野町 農匠の郷やくの前の通過軌跡

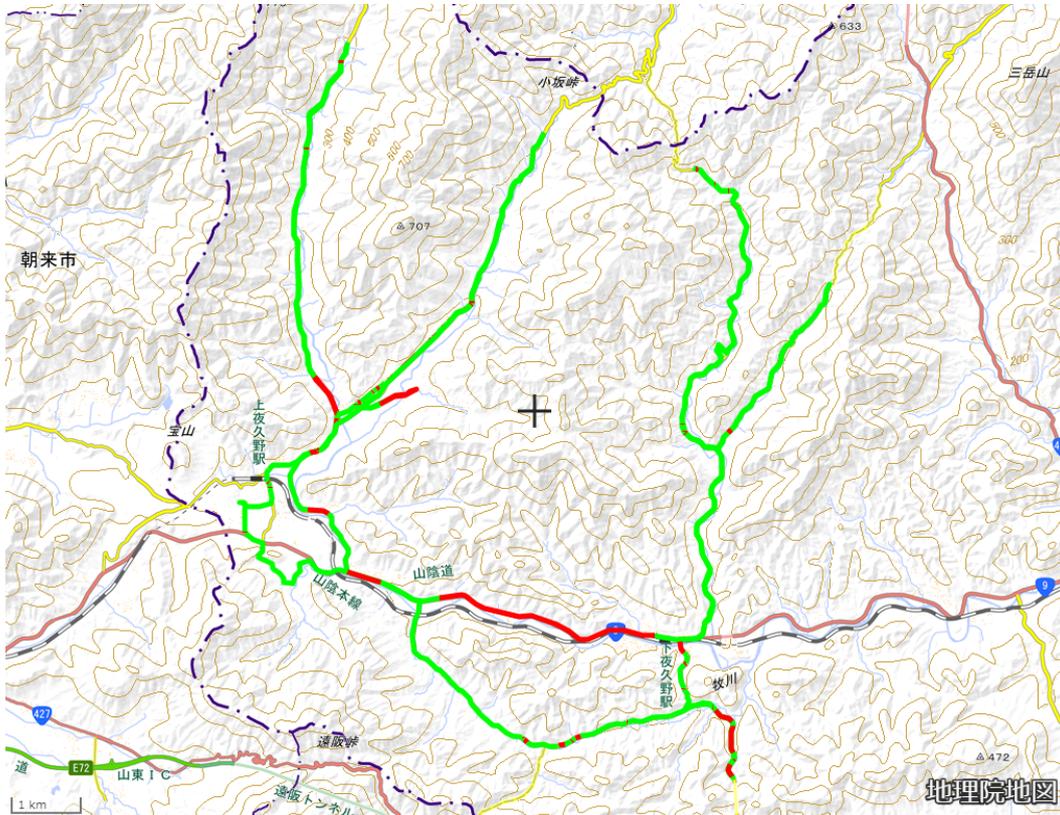


地理院地図(国土地理院)を利用し、測定結果を追加

図4 夜久野町今西中通過時の軌跡

図5は、日本の測位用準天頂衛星である「みちびき」単独の受信状況を示している。赤色で示した部分はみちびきの電波が受信できていない地点を示している。今回、「みちびき」は1号機のみ確認できた。1号機しか受信できなかった理由は、2号機以下が完全に

サービスを開始していないため(2号機は2017年9月15日より試験サービスの運用開始、3号機は2017年8月11日打ち上げ、4号機は2017年10月10日打ち上げ)、受信できなかったか、使用したNSS受信モジュールが2号機の試験サービスの信号に対応していなかった可能性が考えられる。



地理院地図(国土地理院)を利用し、測定結果を追加

図5 「みちびき」受信不能地点

今回の調査では、「みちびき」の受信状況は米国のGPSよりも状況が悪い結果となった。「みちびき」1号衛星の位置が悪かった(南側に位置しているため、南側に山のある場合受信できていない。)こともあるが、この結果から、夜久野町程度の谷の幅であった場合は、米国のGPS衛星のみでも十分測位可能であることが分かる。

#### 4. 1. 2 道路状況

今回の調査地点の道路状況であるが、夜久野町畑地区以外の道路状況は概ね良好で、よく整備されていた。仮に初期の自動運転車両を運行することになっても、通常の街中を走行できる自動運転技術さえ確立されていれば、畑地区以外は、道路状況に問題は無いと考えられる。図6は大油子バス停付近の道路であるが、今回の調査場所はこのような2車線の道がほとんどであった。



図6 大油子バス停付近

夜久野町畑地区は、道路が狭く、離合困難な場所も複数あった。また、福知山市街地には雪が見られない日ではあったが、畑地区には雪が見られた(図7)。



図7 夜久野町畑地区の道路

現在拡幅工事中の場所もあり、その1か所は工事のため通行止めであった(図8)。



図8 道路拡幅工事のための通行止め

通行止め箇所をう回するため、う回路としていされている道を通ったが、この道路は幅員が狭く、軽自動車より大きな車両の通行は困難であると思われる(図9)。



図9 幅員の狭いう回路

#### 4. 1. 2 成果のまとめと考察

今回の調査をまとめると次の点となる。

- 1 夜久野町程度の谷であれば、現状のNSSシステムで十分測位可能である。
- 2 夜久野町では日本の準天頂衛星システム「みちびき」の効果が無かった。
- 3 夜久野町の道路は概ね良好であるが、畑地区に関しては道路の改善が必要である。

近年、日本の準天頂衛星システム「みちびき」が使用できるとcm単位での測位が可能であるかのような印象を与える新聞等の報道が見られる。しかし、実際は、高精度測位に「みちびき」は必須でなく、十分な数の衛星が捕捉できていれば高精度測位は可能である。また、安全保障上の問題を考えない場合、ロシアのGLONASSを用いた方が現状は効果が高い[6]。

確かに、「みちびき」が4機体制になると、今回の調査で衛星補足数が7機以下となった地点でもより多くの衛星が捕捉できるようになると思われる。しかし、今回の調査対象である夜久野町では、「みちびき」の効果が大きいとはいえない。

高精度測位のためにより重要であるのは、そのための地上インフラである。近年の高精度測位で注目されているのは、RTK(リアルタイム・キネマティック)測位である[6,7]。RTK測位を可能にするためには、測位地点から10km以内に電子基準局を設置する必要があり、この電子基準局があれば、現状でも農業や鉱業に向けた自動運転への対応が可能である。したがって、可能であれば、行政や自治会などでRTK用の電子基準局(RTK基準局)の設置を検討しても良いのではないであろうか。RTK基準局は、近年低価格化が進み、組み立てキットでは2万7千円[7]というものも発表されているため、自治会で設置することも可能ではないかと思われる。

一方、夜久野町畑地区は、道路が狭く離合困難な場所が複数あり、冬季は1mを超える降雪が見られる。特に2017年1月、2月は雪害に見舞われた。現在、図8のように道路拡幅工事が行われているが、この地区の道路を安全に通過できるようになるためには、拡幅の全面開通が望まれる。

#### 4. 1 今後の課題

今回調査したのは、福知山市夜久野町であった。夜久野町の場合、谷の幅が広く、米国のGPS衛星の電波を十分捕捉することができた。ただ、他の地域では困難な可能性もあり、他の山間地域、中山間地域でも調査が必要である。

一方、今回の調査範囲は、バス路線を基準とした。調査中に定性的な感覚としては、大部分の地域で住宅が調査範囲の道路周辺であったが、いくつかの集落はバス路線よりも細い道路で接続されている。高齢者本人による自動運転車の運用を考えた場合、バス路線の通りまで出るための工夫が必要な可能性があり、今後はこのことに関して調査を進める必要があると思われる。

5. 主な発表論文等（雑誌論文、学会発表、図書、知的財産権、テレビ出演、新聞掲載、HP 公開など）

3月9日に北近畿地域連携会議研究会 1(高齢者の運転免許返納による社会的影響を改善するための、地域社会の新たなシステム構築と、その持続可能性にかかる社会経済モデル)にて報告した。

6. 参考文献

- [1]菅沼直樹, 自動車の自動運転技術の動向と開発実例, 電子情報通信学会誌, 98(1), 48-53, 2015-01
- [2]菅沼直樹, 米陀佳祐, 自動運転自動車の高齢過疎地域への社会導入に対する期待と課題 (特集 自動車とは?) -- (輸送手段としての未来), 自動車技術 71(1), 36-41, 2017-01
- [3]菅沼 直樹, 金沢大学 システム制御特論講義資料,  
<http://www.its-jp.org/wp-content/uploads/2016/11/kikaku-2-0.pdf>
- [4]大江まちづくり住民協議会ウェブサイト 地域別人口状況 H29.03.31 人口高齢化  
[http://ooe-machikyo.jp/?action=common\\_download\\_main&upload\\_id=611](http://ooe-machikyo.jp/?action=common_download_main&upload_id=611)
- [5]農林水産政策研究所ウェブサイト 食料品アクセスマップ  
[http://www.maff.go.jp/primaff/seika/fsc/faccess/a\\_map.html](http://www.maff.go.jp/primaff/seika/fsc/faccess/a_map.html)
- [6]国土地理院, ネットワーク型 RTK 測量について,  
<http://www.gsi.go.jp/common/000080891.pdf>
- [7]岡本修, 初めての1cm測位 RTK 超入門, トランジスタ技術, 2018年1月号