

位置情報パケット通信システムの伝搬域の調査 ～山地行動者の行動把握を目指して～

近藤英一
山梨大学工学部

1. はじめに

携帯電話網の整備により、登山者や林業従事者などの「山地行動者」との通信や位置情報把握は、以前に比べて格段に容易になった。しかし、携帯電話通信が可能であるのは、近くに基地局がありかつ指向性アンテナのビームがわざわざ山岳地に向けられている場合である。登山者の多い地域に限られ、名もない低山や林地ではいまだに通信状況は芳しくない。

著者らは、小型の位置情報発信機を携帯した山地行動者の通信中継システムについて検討を行ってきた。山岳地における位置情報の高精度化には、当時テスト稼働中だった準天頂衛星「みちびき」を利用し、中継局を利用して谷筋の行動者の位置情報を回収することに成功している[1]。

当然であるが、山地では電波通信がさえぎられやすい。良好な通信を確保するためには受信アンテナを多数設置する必要があるが、経済性が低い山地では現実的ではない。今回、富士山頂に位置情報の受信システムを設置し、受信エリアを調査した。

2. APRS システムについて

位置情報を含む通信は、Automatic Packet Report System (APRS)のものを利用した。これはアマチュア無線家が発信するパケット情報を中継するシステムであり、現在はほとんどが位置情報伝送目的で利用されている。位置情報は無線従事者同士のコミュニケーションのために自主的に発信されており、公開を前提としているため個人情報取り扱い上の制約もない。移動する車内や歩行中の位置情報が得られる。多くの利用者があり、移動位置も広範にわたるから、蓄積することによって海上を含む日本国内の広い位置からの位置情報電波を受信できる。

APRSは開発当初は電波による中継を前提としていた。現在では受信された位置情報は、インターネット経由で集約されている。情報は GoogleMaps 上に表示され[2]、これはだれでもどこでも閲覧可能である。受信局も自主的に運用されており、全国に多数分布している。

3. 設置システムについて

144MHz 帯トランシーバーTM-710D (Kenwood)を受信機として用いた。アンテナは無指向性フレキシブル型のものを、3号庁舎の西側窓に貼り付けた。受信音声パケット(1200

bps)はノートパソコンのターミナルソフトウェアでデコードし、前記の集約システムAPRS-ISに送信した。サーバーにデータに必ずしも当方のタグがつくわけではないので(同じデータの場合は早く着信した発信者のタグがつく)、解析はローカルPCに残るログデータを図上に表示して行った。稼働期間は2017年7月13日から同年8月23日の約40日間である。落雷対策時以外、ほとんどデータ欠落はなかった。

4. 受信エリアデータと考察

(1) 見通し域からの受信

人口の多い関東地区ではAPRSの信号は非常に多く発信されている。実際、測候所建屋外で受信すると簡単なアンテナでも絶え間なく信号が受信できた。しかし今回設置設備では、電波暗室となっている建屋内で小さな開口部から受信しており、その信号数は極めて少なくなった。

7月19日から7月28日(UTC)に受信できた無線局の位置を図1に示す。西方の窓越しにアンテナを設置しているため、東側からの信号は西側からに比べて極端に少ないことがわかる。

道沿いに分布しているのは、大半が移動する車両からの信号だからである。このように、今回の受信エリア調査はあくまで無線局が存在することが前提であり、任意の地点からの通信についてはわからない。しかし、同一局でも移動しながら頻繁に位置情報の送信を行っており、長い期間にわたって蓄積することにより傾向を把握することが可能となる。

図1の受信エリア西方は、富士山頂剣が峰から直接見通



図1 7月19日～7月28日(UTC)の間に受信できた局の位置(大縮尺)

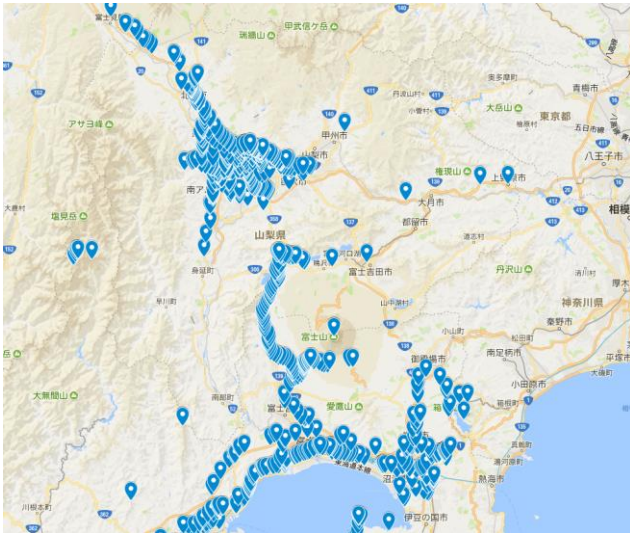


図2 7月19日～7月28日(UTC)の間に受信できた局の位置(富士山周辺)

せる範囲とおおむね一致している。これを顕著に示しているのが、図2に示す富士山周辺のデータ、特に甲府盆地内のデータである。甲府盆地内の住宅地・商業地など人口の多いところでは、期間を長くすれば全体に発信位置が分布する。たしかに、韮崎市～南アルプス市～甲府市中北部の範囲については、発信位置が面状に広く分布している。しかし、人口集中地域でも、市川三郷町～甲府市南部～笛吹市南部～甲州市南部からの信号は全く入感しない。この一帯は御坂山系の北麓であり、剣が峰からは御坂山系によって見通せなくなる。電波は回折する性質があるので、剣が峰からこのようにはっきりと見通し(LoS)確認ができることは意外でもあった。

(2) 反射・回折による受信

図1を再び見よう。無線局の多い東京、埼玉地区からは、東方であるためほとんど入感がない。興味深いのは、電波が受信できないはずの筑波エリアや群馬、栃木からの信号が拾えていることである。これは、直接波ではなく回折波、反射波によるものである。単純に鏡面反射と考えると、南アルプス山系で反射していることになる。甲府盆地のアマチュア無線家の間では、南アルプスによる反射現象は広く認識されている。都心部や山梨県東部郡内地域からの入感も同様であろう。富士山南東部、沼津市～御殿場市～箱根一帯からもたくさんの信号が入感している。これらの地域はアンテナ窓の裏手になり、窓からは見通すことはできない。剣が峰に対して対称位置となる郡内地域と同じく、回折によるものと考えている。

受信できた最遠地点は、三重県南牟婁郡御浜町のやや高台で約310 km 離れている。富士山最遠望地点は和歌山県那智勝浦町の山地(約320 km)といわれている。御浜町は、そのごく東側であり、通常の居住域としては最遠といってい

よい。なお、御浜町は剣が峰からはLoS上とはならないので、高台からの信号が海面反射した可能性もある。

(3) 山岳部からの信号

山岳部からの信号は、もともと移動無線局が少ないこともあり、受信数は多くない。図2にあるように、南アルプス(赤石山脈)荒川岳付近尾根筋からの信号が受信できている。これは登山者が携帯するハンディトランシーバのものからと思われる。今回の調査趣旨に最も見合ったデータといえる。図1、図2に示す期間以外でも登山者の位置情報信号の受信に成功している。微弱な送信電力でごく小型のアンテナを具備したハンディトランシーバからの信号を約50 km 離れた場所でも受信し位置情報デコードできることがわかる。ハンディトランシーバからの最遠信号は御前崎周辺からでその距離は約100 km になり、富士山頂に受信機を設置する効果は絶大であるといえる。

しかしながら、近距離の甲府盆地からでも、直接波以外では受信がむづかしい。さらに小送信電力で低性能アンテナのハンディトランシーバで谷筋からの送信された場合、今回の設備では受信が難しいであろうということがわかった。

5. 課題と整理(おわりに代えて)

旧測候所内西壁窓に受信アンテナを設置し、アマチュア無線の位置情報パケット信号を継続的に受信した。富士山頂という理想的な受信環境を活かし、300 km 以上離れた地点からの微弱な信号を受信することができた。ただし、測候所建屋の窓に簡単なアンテナを設置しただけであるので、受信性能が十分でないことは残念だった。

受信できた位置信号は、非可視域からのものも多く、山岳反射・回折による複雑な伝搬を確認できたと思われる。山地行動者の信号はN数が小さく限られたものであったが、非可視域からの発信を受信し活用できる可能性は十分あるものと考えている。外部アンテナを含めよりよい受信設備で実験ができることを希望する。電磁波は反射・回折により偏波の位相が変わるため、それを利用して直接波と反射・回折波の違いの検証も進めたい。

今回の受信データは、アマチュア無線家が自発的に発信する情報を活用したものである。送信電力、アンテナなどの設備環境はさまざまであり、想定する携帯送信機と同じとは限らない。さらに言えば、位置情報も必ずしも正確であるわけではないので、設備や発信位置を特定した精密な実験も今後必要であろう。

参考文献

- 1) 山梨大学アマチュア無線クラブ (2011). 準天頂衛星みちびきで APRS 実験. CQ Ham Radio, June 2001, 72-75.
- 2) Google Maps APRS, <https://aprs.fi>