

シンポジウム
最近の山岳通信の進歩

19~~8~~⁹5年12月2日(土) 13時30分～17時30分

於 青山学院大学

総合研究所ビル11階

日本山岳会科学委員会

シンポジウム「最近の山岳通信の進歩」

はじめに

第2次世界大戦中に発達した通信機器を応用して、昭和25年頃から再開されたヒマラヤ遠征等の大規模な登山隊の隊内連絡のため、無線機の携帯が試みられた。昭和35年頃になるとトランジスタ等の半導体の信頼性が向上し、急速な機器の小型軽量化が進み、小型トランシーバによる市民バンド通信が一般市民に開放され、国内で多くの登山者がこれを携帯して運用し始めた。同時に無線機の使用が遭難対策上非常に有効なことが認知された。昭和40年、日本山岳協会では市民バンドで沈黙時間等を制定し遭難早期発見と迅速な救助活動を推進しようとしたが、市民バンドは混信が多いため、別に安定な山岳通信ができるよう専用周波数の割当てを申請し、かなり長期に渡る申請の結果昭和47年に長野、岐阜、富山、山梨県の遭対協に認可がおりた。しかし永年の夢であった一般登山者に対する無線機使用は認められないまま今日に至った。

昭和60年代に入るとIC、LSI等の発達と、一般通信周波数の高周波移行と同時に、公共移動電話網（携帯電話）が認可され、今日では人工衛星を利用する事も可能となったので、以前に山岳専用通信網の構築に苦労した当時は想像できなかった一般通信網を、山岳通信に容易に応用できるようになった。また機器の発展により、GPS衛星による自己の位置が容易に検出できたり、気象ファクシミリによる雲の写真がリアルタイムで受信出来る時代になった。そこで今回は、それらの新しいシステムの、山岳地での有効利用について、ツトリアル的に解説を行うと共に、その将来について研究する。

演題と講師

1. 従来 of 山岳通信網について（アマチュア無線の利用を含めて）

電気通信大学名誉教授、日本山岳会 芳野 越夫

2. 移動通信の活用と、通話区域の検索及び人工衛星を利用した近い将来の移動通信

NTT移動通信網株式会社電波部長 酒匂 一成

3. GPS衛星による位置の決定および今後の新技術の山岳通信への応用

日本無線株式会社 研究所 部長 北条 晴正

4. 気象衛星による雲写真のリアルタイム受画

株式会社エーオーアール取締役 根岸 秀忠

5. パネル討論

司 会 芳野 越夫

パネリスト 酒匂 一成

北条 晴正

根岸 秀忠

従来 の 山 岳 通 信 網 に つ い て

(アマチュア無線の利用を含めて)

電気通信大学名誉教授 本会会員

芳 野 赳 夫

1. 第一世代の山岳通信—ヒマラヤ開拓期

山岳地帯、特に登山者に関する通信手段の確保については、第2次世界大戦中の野戦用通信機器の発展に関連して、昭和25年頃からヒマラヤ登山等の大規模な登山隊の隊内連絡の必要性等から無線機の携帯が試みられ始めた。その最初は、昭和26年から始まる英国のエベレスト隊が、英国陸軍のバイ社製トランシーバーに若干の改造を加えた機器を持参し、BCとABC間の連絡に使用したことに始まる。昭和26年の第1次日本山岳会マナスル登山隊は沖電気製の警察用トランシーバーを持参し試験的にBCとABC間の連絡を行った。当時の機器はミニチュア真空管を多数使用しており、多量の電池を使うため非常に重く行動中に使用できず、もっぱらBCとABCに固定して使用された。また当時の電池は低温に弱く、また寒冷地での操作に対しての配慮が全く為されていなかった。昭和31年の第3次マナスル登山隊では、筆者が初めてヒマラヤ登山用通信回線システムを設計した。まずBC、ABCには前年に使用した警察用機器を固定局として配置した。また新たに行動中や前進キャンプ用に、新たに移動用のトランシーバを4台、最新式の超小型サブミニチュア真空管を用いた、当時としては最も小型の機器を自主開発した。この機器には前年の経験によって寒冷地で手袋をはめたまま操作可能で、真空管の放熱を利用した保温構造を試みた。また登頂成功の可否を知らせるため超小型の自動信号送信機を1台試作した。これは登山用通信回線を予め設計し、そのために機器を開発試作して実行した世界最初の試みであり、昭和31年5月9日にマナスル初登頂で、今西寿雄隊員が自動送信機で登頂成功を知らせる信号を送信した。ヒマラヤ登山の為に予め通信回線設計を行なって実行した日本山岳会の試みは、世界で初めての試みであるとして、その後各国の登山隊に採用されることになり、また8000メートル峰の頂上から人間によって電波を送信した最初の記録を樹立した。[1]

2. 第2世代の山岳通信

第1世代はヒマラヤ登山隊または南極観測等という、合目的の為にかなり潤沢に費用を掛けた山岳無線通信の時代であった。しかし日本の無線周波数の割当ては極めて厳しく、前述のマナスル用の内地に於ける実験と習熟の為の実験局の許可を取るため、電波管理局との間に非常に困難な交渉をせねばならなかった。また電波法によって、無線局を運用するためには無線従事者国家試験に合格した有資格者であることが要求され、誰でも自由に運用することは禁止されている。

昭和27年に初めて開発された半導体技術はその後急速に発展し、昭和35年以降はトランジスタの信頼性の向上等により、急速に機器の小型計量化が進み、最大0.5ワットで26.968~27.144MHz間の8チャンネルに、初めて無線従事者の資

格は不要で、検定に合格した機器を用いれば自由に通信が出来る簡易無線／市民バンド（トランシーバ）通信が一般に開放され、国内の多くの登山者がこの運用を開始し始めた。これと同時に無線機の使用が遭難対策上非常に有用なことが認知され、この市民バンドを用いて遭難等の早期発見を目的とする沈黙時間を中心とした運用方法が日本山岳協会によって制定され、各県岳連の加盟団体にこの市民バンド・トランシーバの携行と沈黙時間の遵守を義務付け現在に至っている。また長野、富山、岐阜、山梨の各県警察と遭難対策協議会（遭対協）では、入山届を提出する時、同時に携行するトランシーバの周波数を記入する事を義務付けた。

A. 日本山岳協会 山岳通信規定（昭和40年制定）

下記の一定時間内は一切の通信を止めて全員受信状態とし、遭難発生、緊急事態発生等の緊急通信だけをこの時間帯に送信すること。これを沈黙時間と言う。

（1）沈黙時間（全国統一）

11：00～11：15、16：00～16：15、20：00～20：15

周波数-----26.976メガヘルツ

緊急通信を送信する場合は、通信の冒頭に”緊急、緊急、緊急”と3回繰返す。

（2）運用規定

ア) 通信内容は出来るだけ簡潔に、無用の長話を絶対にしないこと。

イ) 電波を出す前に他人の通信が行われていないことを確かめ、他人に妨害を与えないこと。もし、緊急通信が行われている場合には、1件が到着するまで電波を出さないこと。

ウ) 沈黙時間を厳守し、緊急を必要とすること以外は、絶対に電波を出してはならない。またこの時間内の受信は可能な限り必ず行うこと。

エ) 緊急通信発射を傍受し、しかもその局が2度以上呼出しても、何処にも連絡の取れない時には、自ら連絡電波を出し、その内容を自分と連絡できる局に確実に伝達し、進んで中継の労をとる。

オ) すべての通信用語、方法等は電波法に基づいて運用する。

カ) 電波法に規定されている通り、他人の通信を傍受して知り得た通信内容は、緊急の場合を除き、絶対に他人に伝えてはならない。

（3）中継者の注意事項

遭難者が3回呼出しても誰も応答しない場合には、自ら中継を行う。中継者は、遭難者と同じく送信の始めに”緊急、緊急、緊急”と3回復唱した後、次の項目について、1項目ごとに互いに確認をとりながら、復唱して中継する。

ア 発信者、コールサイン、所属団体、オペレーター氏名

イ 発信日時、場所

ウ 事故発生の位置、時刻

エ 事故原因と程度

オ 遭難者氏名、連絡先、遭難者状況

カ 他のメンバーの状況

キ 現場の状況（捜索が必要か、天候状態、雪の状態）

ク 救助要請の有無、希望人員、装備

ケ 今後の行動予定

コ 今後の連絡方法

B. 使用上の注意

- (1) 市民バンドの電波の波長は約11mで、見通しの効くところでは0.1ワットの出力で数kmの遠方と通話することが出来る。しかし、通話路の途中で尾根や山が引っ掛かると、その陰になったところには電波はこれを回折してやってくる。この回折のために電波は非常に弱くなるので、通話距離が短くなり、しばしば通話不能となることもある。この様な時は、できれば双方の見通しの効くような稜線上等に中継局を出すと通話できる。
- (2) 谷底で電波を発信すると、電波は周囲の山腹に反射して上空に向かう。そのために、谷底と谷底が通話する場合は通話距離が短い。
- (3) 前述のように回折や反射のある時は、電波は直接波と反射波が干渉して、場所によって電界強度の強弱が生ずる。このため感度の悪い時には少なくとも前後左右、もし可能であれば上下にも、11m(波長)の範囲内を機器を持って移動すると感度の良い点があるので、あきらめずに探すことである。
- (4) 山岳地帯では山腹での反射、回折等の影響で、最も強い到来電波は必ずしも相手局の方向から来るとは限らない。むしろ反対側に岸壁がある場合等は、電波は相手と反対方向から強い電波の来ることがあるので、一般に電波による方向探知はできない。
- (5) 低温では電池の起電力と容量が減るので、これを温めると感度も出力も上がる。またトランジスタやIC等の半導体は、低温になると内部抵抗が高くなり、電流が減少して送信性能が低下する。したがって、使用前に出来ればセット全体を、それが不可能な時には電池だけでも十分に温めないで本来の性能を発揮させることができない。現在では半導体の耐寒性能がかなり改良されてきているので、電池のみを防寒着衣の下に入れ、体温で温めると非常に良い結果が得られるようになった。
- (6) 市民バンド・トランシーバは、必ず地方電波管理局の登録を済ませたものを使用しなければならない。
- (7) トランシーバをもてば、いつでもどこでも安心だと言うような安易感を捨て、自己の行動に留意しなければならない。

以上が昭和40年に日本山岳協会・遭難対策委員会によって制定された市民バンド・トランシーバによる山岳通信規定である。日山協では以後今日に至るまでこの普及に務めており、現在でも主な山小屋、山岳警備隊、山岳県の警察署では、沈黙時間には必ず受信を行っている。[2]

同時にこの時期には半導体技術が急速に発展を遂げており、筆者らが昭和45年の日本山岳会エベレスト登山隊で開始した市販機器の改良結果をもとに[3]、その後のヒマラヤ登山隊・極地探検隊等での使用実績を積み重ねて、それらの隊の要求による低温特性の改良、IC化による超小型高性能化、強化プラスチックによる強靱で防水性に富んだ筐体が開発され、今日生産される機器は非常に完成された形態をとるに至った。昭和50年代からは、無線従事者の資格なしで使用できる携帯無線機の範囲が拡大され、

現在154.45～154.63MHz帯9チャンネル、465.0375～468.85MHz帯に35チャンネルが割当てられているが、この様に高い周波数帯での山岳地での直接通信が地形の影響を強く受けるため、山岳通信には使用されていない。

3. 第3世代の山岳通信

第2世代の山岳通信システムは、トランジスタの実用化と無線従事者の資格の不要な簡易無線/市民バンドの制定によって可能となったもので、この爆発的発展は凄じいものが有った。当初は非常に有効に使われるかに見えた市民バンドであったが、間もなく山岳以外の使用者の電波が強力に混信し、沈黙時間の意味が無くなるような事態に陥った。また市民バンドの割当て周波数は漁業無線バンドに囲まれており、強力な漁船電波によって市民バンド局がカバーされ通信不能となることもしばしば起っている。しかし、一般登山者が免許なしに誰でも使用できる無線機は市民バンドしかないために、やむを得ず大変な不便を感じつつも現在も使われている。

第2世代に入って、国内の多くの登山者が市民バンド無線機を携帯して運用し始めると、無線機が遭難対策上非常に有用なことが認知され、市民バンドの混信を避けて安定な山岳通信が出来るよう専用周波数の割当てを申請したいとの声が高まった。

遭難等が発生すると、警察山岳パトロール隊は、強力な専用周波数帯の無線機をもって捜索、救助活動を行うが、市民バンドしか所有できない登山団体や、県岳連等で構成される山岳遭難対策協議会の救助隊、消防関係の無線周波数は、警察と異なるため、互いの意志の疎通ができず、大変不便であり、共通の周波数を割当てることを望む声が頻りであった。昭和48年ごろから筆者等を中心に日本山岳協会に山岳通信専用の無線機の周波数割当てと、使用目的を山岳に限り登山者が誰でも使える通信網の新設許可を求めて電波管理局に申請をおこなった。しかし、管理局は、使用目的を山岳に限ったとしても、不特定多数の登山者を対象とした場合の不法使用を取り締まることができないことを盾に許可の可能性はないとして拒絶し続けた。しかし、遭難発生が増加し、救助活動中の不便も目にあまるようになったことから、使用目的を遭難対策に限って、遭難時に警察、遭難救助隊等が共通で使える無線機の設定許可を申請し、昭和43年、初めて

周波数 26.708MHz

出力 5ワット

変調方式 両及び単側帯波

の無線局が認められた。

これを使用するようになって混信も無く、遭難救助・捜索活動に非常に有効に使用できるようになり、現在まで救助・捜索活動上真に有用に使用されている。日本山岳協会ではこの実績に基づき、これを一般登山者が使用できるように申請を続けているが、その後の進展が無く、今日に至っている。この無線機の許可範囲は最初富山、長野、岐阜、山梨の4県の遭対協のみであったが、現在は日本全国に使用範囲が拡大され、多くの山岳県の遭対協で重用されている。

4. アマチュア無線の利用

以上述べたように、一般登山者が無線従事者の免許を持っていなくても誰でも自由に

使用できる無線機は、電波法の規定により許可されることが無く今日に至っている。しかし、比較的簡単な国家試験に合格すれば簡単に通信できるアマチュア無線を山岳地で利用しようという事は、誰でも考えることである。したがって、市民バンドの混信に辟易したハム（アマチュア）の資格を持つ一部の登山者が、自分の無線機を登山に携行して、独自の通信網を作りその間で便利に交信している。

しかし、電波法上でアマチュア無線は、通信内容がアマチュアの興味の範囲での技術的な問題に限られ、第三者のための通信は処罰の対象となる。通信機は使用者本人の機器を用い、他人に許可された機器の操作はできない。しかし登山者全員が国家試験を受け、機器を購入することは不可能なために、ごく一部の山岳グループがメンバーに資格を取らせているに過ぎない。またアマチュアの資格の無いものが、アマチュアの個人の機器を使って電波を出すと、持ち主と共に電波法違反で処罰の対象になるので、充分注意が必要である。有資格者でも資格外の機器を操作することは認められていない。

アマチュア無線でも、緊急事態が発生した時にはその解決のために協力し、アマチュアの通信内容の範囲を超えて使用することが認められてはいるが、原則として交信範囲がアマチュア無線家内に限られた閉鎖的通信網であり、これと他の通信網との間で直接に接点が得られない。そのため日本アマチュア無線連盟では、一応アマチュア無線は山岳通信用無線ではないとの立場を取っている。また一部のボランティアが夏山シーズン中に三ッ峠のように立地条件のよい場所で、市民バンドの受信を行い、緊急通信を傍受してアマチュア通信を介して、連絡する活動を続けている。

5. 第4世代の山岳通信

昭和60年代の電子機器の進歩は極めて著しく、IC、LSI等の急速な発達と、そのため一般通信周波数帯を高周波側に移動出来るようになり、従来の30～40MHz帯は山岳等の目的に電波が割当てられる可能性が高くなった。このため郵政省では、将来の山岳通信への電波応用の可能性を探り、山岳遭難の未然防止と救助活動に電波利用を拡充するために、昭和61年9月、省内に筆者を主査とする「山岳無線利用調査研究会」を設置し、1990年代の山岳通信における可能性について研究を行った。この時に出た意見の中で、いろいろな面について建設的な意見が多数発表された。この中で郵政省は新しく移動電話を新設する可能性を示唆し、その中に今日で言う自動車電話、携帯電話、ポケットベル等のシステム等が含まれていた。これらの移動電話は、NTTその他の民間通信会社に運営を依頼し、有線電話と同様に資格も免許も無く誰でも自由に使える新システムとなる予定との事であった。〔4〕

6. 第5世代の山岳通信

1990年に入ると前節の研究会で示唆された新しい移動通信が複数の電話会社に認可され、急速に発展し始めた。同時に運用可能区域が急速に全国に展開し始め、次第に登山者も携行するようになり、見通しの良い山中から自宅に通常と同様に電話を掛ける事が出来るようになった。また既に4例の遭難事故に対して、通報・救助活動に大活躍をしている。この新しい通信方式は極めて有用で確実性が高く、今後の普及につれて山岳通信に大きく貢献することが期待される。またこの公共通信システムではいろいろな

有用なデータの送受信が可能であり、まさに第5世代の山岳通信と言える画期的な通信方式である。その他にも機器の進歩によってGPS（地上位置検出衛星）で簡単に位置が決められる等、従来考えられなかったような有用なサービスが供給されるようになってきている。今回のシンポジウムでは、これらのあたらしい通信方式と、その山岳通信への応用等についてそれぞれの専門の方々に解説を戴き、第5世代の山岳通信システムとして今後の山岳での多角的応用等について研究と啓蒙する。

文 献

- [1] 日本山岳会編：マナスル1954～56、毎日新聞社刊、(芳野、村木「通信機」)
pp209-228、1958.
- [2] 日本山岳協会刊：「山岳通信規定」、登山実技読本（基礎編）、1983 または
登山指導教程 II、1977、
- [3] 日本山岳会編：1970年エベレスト登山隊報告書（1）、(芳野、河野[通信
機・電源])、pp317-335、1972.
- [4] 山岳無線利用調査研究会報告、郵政省電気通信局、(電波部陸上課)昭和63年
3月

移動通信サービスとその動向

－山岳通信の観点から－

NTT 移動通信網株式会社 酒匂 一成

1 はじめに

1876年、アメリカのアレキサンダー・グラハム・ベルが、電話機を発明した。それから120年、有線通信を主体とした電話のネットワークは全世界に普及し、情報通信としての革命を引き起こした。現在は、「もしもし、はいはい」の音声通信のみならず、データ通信、画像通信をも含めたマルチメディア通信への道を歩み始めている。

1895年、イタリアの青年マルコーニが、無線通信を発明した。無線通信は空間を伝搬する電波の特性を生かし、ラジオやテレビの放送、衛星通信、移動通信へと用途・目的が広がり、通信ネットワークの一翼を担っている。無線通信も、現在ではマルチメディア通信への検討が開始されている。

通信は、時間・空間を克服し、人の移動を必要としないことから省資源につながり、人間の「話したい」という根源的欲求を充足するものである。したがって、究極の通信は、「いつでも」「どこでも」「誰でも」「誰とでも」「どんな情報でも」送受できるものといえよう。

通信は、通信する相手の範囲に応じて「公衆と自営」、手段としての「有線と無線」、利用形態の観点から「固定と移動」等、種々に分類できる。移動通信サービスは、無線という手段を用い、移動しながら通信サービスを楽しむものである。また、移動通信サービスは、移動する相手、通信の用途、伝送すべき内容に応じて、分類することもできる。

本日は、移動通信サービスの状況と今後の動向をご説明し、山岳地帯でのサービスについて言及して皆様方のご利用の一助としたい。

2 携帯電話サービス

移動通信サービスは、その利用のエリアで、陸・海・空に分類できる。

NTT DoCoMoでは、主に陸上利用のための携帯・自動車電話サービスとポケットベル・サービス、海上での利用を主目的とした船舶電話サービス、航空機で利用できる航空機電話サービスを提供している。

携帯電話サービスは、現在700万契約を超え、新たなお客様が前年の2倍の勢いで増加している。

NTT DoCoMo グループのサービスエリアは、既に全国の人口カバー率が 97% を超え、通常的生活圏での利用には不自由ないものと考えられる。

しかし、サービスエリアを面積の観点でとらえると 30~35% であり、市町村の人口の多いエリア、高速道路や国道等の主要な生活圏をサービスエリアとしている。山岳地帯は、必ずしもサービスエリアとなっていない。

サービスエリアを面積的に拡大することは、設備コスト（投資コストとランニングコスト）に比べてご利用いただく通信量（通信料）が少ないことから、電気通信事業者として大きな負担を負うこととなる。一部地域への事業者負担が結果として利用者全体への負担を増すことは、極力避けなければならない。

携帯電話のサービスエリアは、基地局からの見通しがある場合、通常 40 km が限度である。また、電波の特性から、谷や沢など基地局との見通しが必ずしもない場所では、通信できなくなる場合が多いことを念頭に置いていただきたい。

したがって、山岳地帯での携帯電話の利用については、『通信できたらもうけもの』的な観点でのご利用をお願いしたい。

3 衛星移動通信サービス

NTT DoCoMo では、赤道上空 36,000 km の静止衛星軌道上の N-STAR を利用した衛星移動通信サービスを、来春にも開始する予定である。

衛星移動通信サービスは、海上の船舶通信エリア拡大と陸上での移動通信エリアの補完を目的としている。陸上における移動通信サービスエリアの補完とは、携帯電話のサービスエリアが人口の集中地域に片寄っていることを念頭に、日本全国のほぼ 100% の面積をサービスエリアとすることである。

N-STAR の打上げ・静止を受け、現在、エリア状況を調査している。

静止衛星 N-STAR を用いるため、利用上の制限もある。

ご利用いただく移動機は、現在の携帯電話並ではなく、ノートブック型パソコン程度である。また、南方 45° 上空が開けた場所での利用が必要である。

衛星移動通信サービスのエリアの観点からは、ビル陰等の多い都市部の方が効率が悪く、山間部の方が利用しやすいことになる。

携帯電話サービスは都市部を主たるエリアとし、衛星移動通信サービスは山間部を中心としたエリアを構成することで、先に述べた移動通信サービスエリアの補完となるのである。

なお、陸上での利用に際して、衛星移動通信サービスの移動機は携帯電話サービスの移動機と組合せて使用することとなっている。つまり、携帯電話のエリア内では携帯電話機能が優先し、携帯電話のエリア外で衛星移動通信サービスが利用できるよう、移動機の機能として付与されることになっている。

4 おわりに

通信システムの利用にあたっては、その目的に応じたシステム使用を検討する必要がある。

公衆通信は不特定多数を相手とした通信を目的とするものであり、自営通信は特定相手との通信が目的である。目的に応じたメリット・デメリットを把握・検討し、利用システムを選定することが肝要である。

1996年春から提供を予定している静止衛星 N-STAR を利用した衛星移動通信サービスは、山岳地帯をもそのサービスエリアとしてカバーする公衆通信である。通信する相手、通信の目的を限定しない通信手段として、山岳地帯での移動通信サービスをご利用いただけるものと考えている。

移動通信システムもマルチメディア化への対応が進められており、9,600 bps のファクシミリ通信やデータ通信が、既にご利用いただいている。今後、さらなる高速化も計画している。

山岳通信としての利用のみならず、「いつでも」「どこでも」その目的に応じてご利用いただける移動通信サービスの提供のため、今後とも努力を続けていきたい。

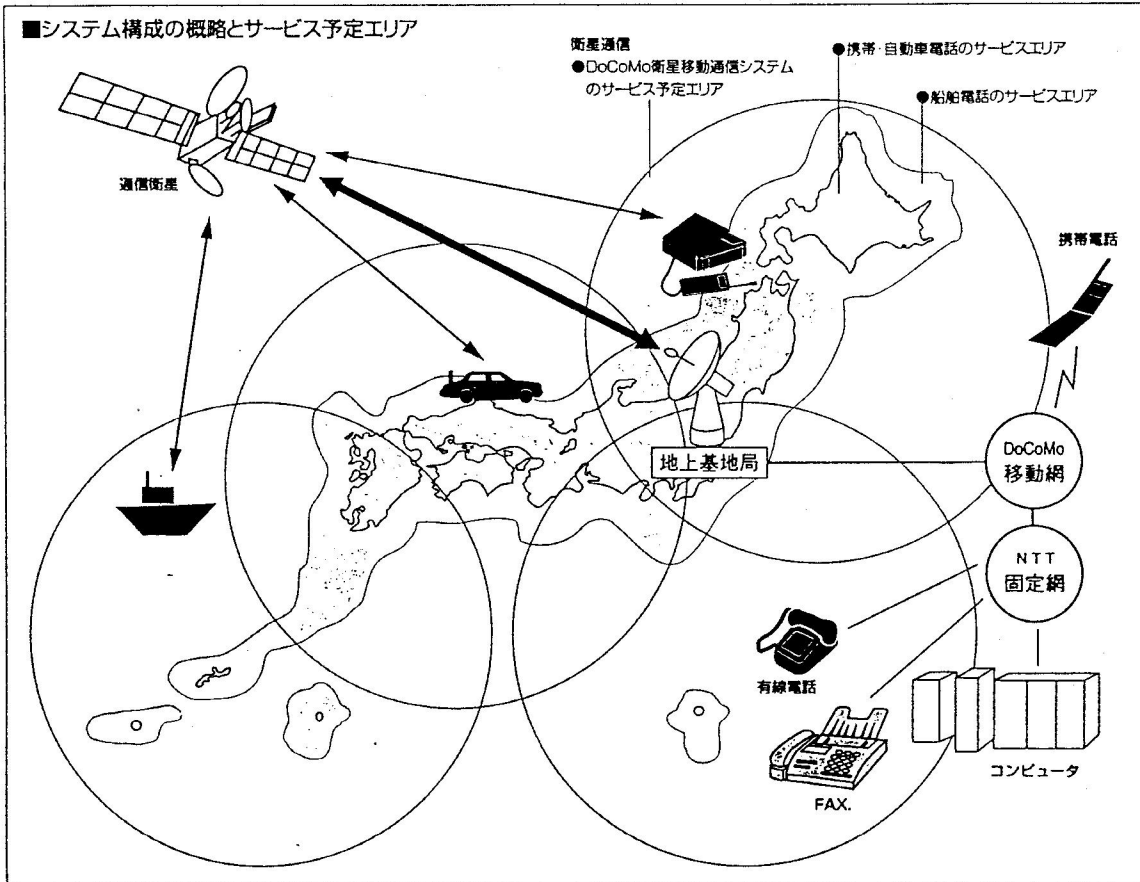


図1 移動通信サービスのエリア

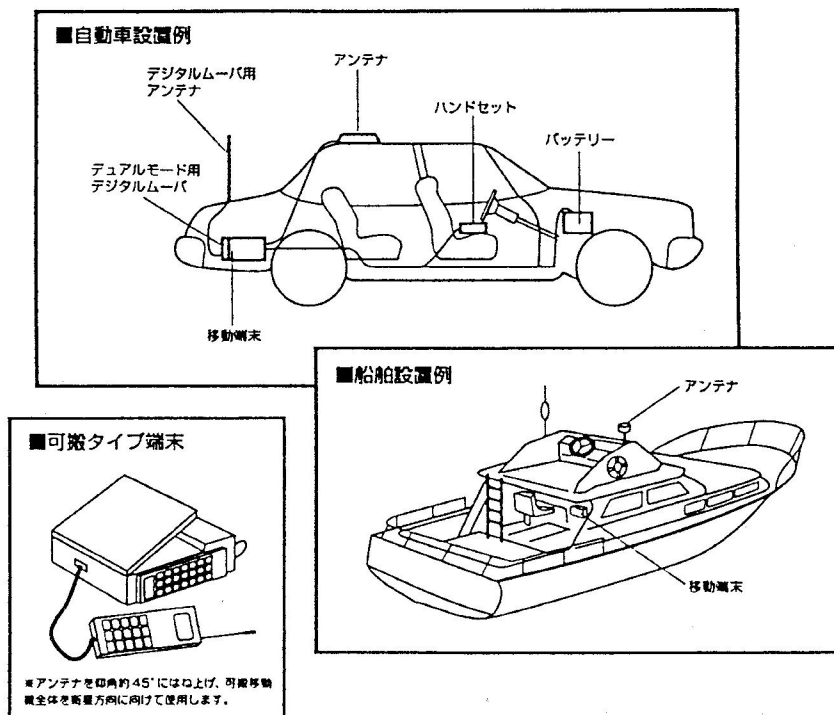


図2 衛星移動通信システムの移動機(例)

GPS衛星による位置の決定および今後の新技術の山岳通信への応用

日本無線株式会社 北條 晴正

GPSは従来の電波航法システムに較べ非常に性能、信頼性に優れているため、従来の海、空だけでなく陸上の広範な分野での利用が始まっている。日本では特にカーナビゲーションとして急速な普及を見ている。他方、昨今、携帯電話やPHSなどの移動体通信分野の発展もめざましい。これらの新技術と山岳通信応用の可能性を探るため、本稿では主にGPSとその応用を概観する。

1. GPSについて

1.1 衛星測位システムGPS

ナビゲーション用途の電波航法システムは、戦後、多くの地上送信局ベース・システムとして米国を中心に開発され実用化された。これらのシステムは電離層反射の影響や地表波の電波（力）減衰などを考慮せねばならず、その利用範囲、精度、信頼性に限界があった。1960年代の宇宙技術の急速な進歩により、以上の欠点を解消すべく、人工衛星を利用した多くの全世界的な衛星航法システムが開発計画され発表された。これらのうち全世界的な規模で、高精度のナビゲーションに利用できるシステムは米国により開発、運用されるGPSと旧ソ連によるGLONASSである。ロシアの政治的、経済的現状を鑑みて、GLONASSの完成と永続的運用に不安要素が多いが、1995年末には完成の予定である。これらの衛星航法システムは全世界で高精度、高信頼性を確保できるため、従来の船舶や航空用途から陸上の広範な用途に拡大されつつある。GPSは非常に優れたシステムであることが、長年の試験運用期間に認識され、1993年末の運用宣言以前から、既に多くのユーザーが利用している。

(1) 管理と運用

GPSは米国国防総省(DoD)により開発され管理・運用される24個の移動衛星を使用した衛星測位システムである。DoDが関与するため永続的民生利用に際しての保証が懸念されているのも事実である。民生利用に関してはDoDとDOTなどの協力の下、1993年から最低10年間は、利用者は直接課金されることなしに無料使用できると言明されているが、今後とも、DGPSなどのGPS補強技術を含めたシステムに関する利用者の維持管理費用の検討がなされると予想される。この点、1993年末の運用開始宣言以来、米国において多くの調査研究がなされている。

(2) GPSサービスについて

GPSサービスは軍用と民間用に大別される。ここでは主に民間用途の標準的精度サービス(SPS)について述べる。以下にその概要を示す。

GPSサービス内容とGPS衛星

(1994 Federal Radionavigation Planより)

S P S: Standard Positioning Service

- ・用途: 一般民間用
- ・周波数、コード: L1、C/Aコード
- ・測位精度(95%): 単独測位精度 水平 100m、高さ 156m、時刻 340ns
相対精度 水平 1.0m、高さ 1.5m
- ・有効性:99.16%, 可用性:99.90%(PDOP \leq 6), 信頼性:99.79%, 測位次元:3D+T

P P S: Precise Positioning Service

- ・用途: 軍用と一部の認められた民間機関
- ・周波数、コード: L1およびL2、C/AコードおよびPまたはYコード
- ・単独測位精度(at least,95%): 水平 22m, 高さ 27.7m, 時刻 200ns

衛星軌道

- ・軌道と衛星数: 6軌道 x 4個/1軌道 = 24個 (3個の予備を含む)
- ・衛星識別コード: 各衛星毎に割り当てられたPNコード (C/Aコード, Yコード)
- ・衛星高度/傾斜角/周期: 約20,000Km/55度/11時間58分
- ・送信周波数/電力: L1(1575.42MHz), L2(1227.60MHz) / 推定25dBW

注1) SPSではSA(Selective Availability)による故意の精度劣化機能使用時

注1) C/Aコード: Clear and Acquisition または Coarse and Access

Pコード: Precision または Protect

注2) 水平精度95%は2drms(2 x Distance Root Mean Squared)

注3) L1: 1575.42 MHz, L2: 1227.6 MHz

第1図

1.2 GPSの原理について

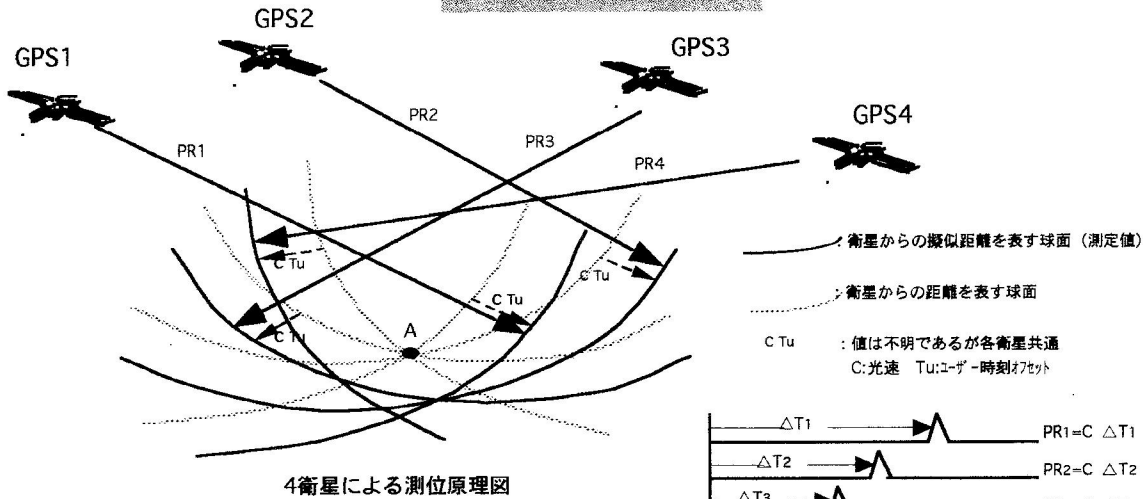
(1) 衛星送信信号

GPSでは、利用者の受信機で検出された衛星からの信号の到達時刻を計測し、伝搬時間すなわち伝搬距離を求める。この時刻の計測は、GPS衛星毎に送信される異なった擬似雑音コード(C/Aコード)と同じコードを受信機内部で発生し、このコードタイミングの一致(相関)を検出し追尾することにより行われる。衛星からはこのC/Aコードに同期、重畳し、衛星位置や送信時刻などのデータを含む航法メッセージ・データも送信されている。

(2) GPSの測位原理

利用者が衛星送信電波を受信し、3次元位置、速度、時刻を得る。既に述べられた如く衛星からのC/Aコードと受信機で発生した同じC/Aコードの比較(相関)処理により衛星送信時刻と受信時刻差を計測する。この時間差に伝搬速度を掛けたものが擬似距離といわれる。この擬似距離は受信機の時計オフセット(未知数)や電離層伝搬遅延値等が含まれる。この擬似距離データを最低4個の衛星を利用して得ることにより利用者位置の4つの未知数(X,Y,Z,Tu:受信機時計オフセット値)を求める。同様にドップラー周波数測定値を使用し3次元の速度を求める。以下にその原理図を示す。

GPS測位原理図



測定した各衛星からの擬似距離PRnと真の距離Rnは次式で表される
($n=1,2,..4$)。

$$PRn = Rn + C(Tu - Tsn) + C \Delta tn \quad \dots (1)$$

$$Rn = \sqrt{(Xn - X)^2 + (Yn - Y)^2 + (Zn - Z)^2} \quad \dots (2)$$

ここで

Tsn はn番目の衛星原子時計の補正值 (既知)

Δtn はn番目の衛星に関する電離層遅延などの補正值 (既知)

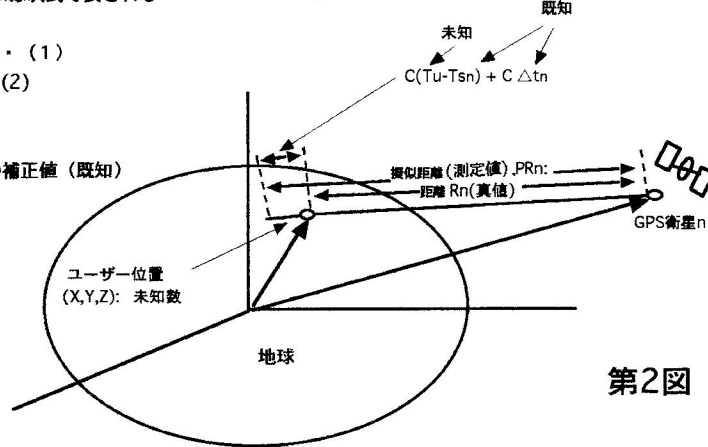
Xn, Yn, Zn はn番目の衛星位置 (既知)

従って(1),(2)式での未知数は X, Y, Z, Tu の

4つであり衛星数 n が4個であれば解を得る。

実際は n は多い程良く最小自乗法で解かれる。

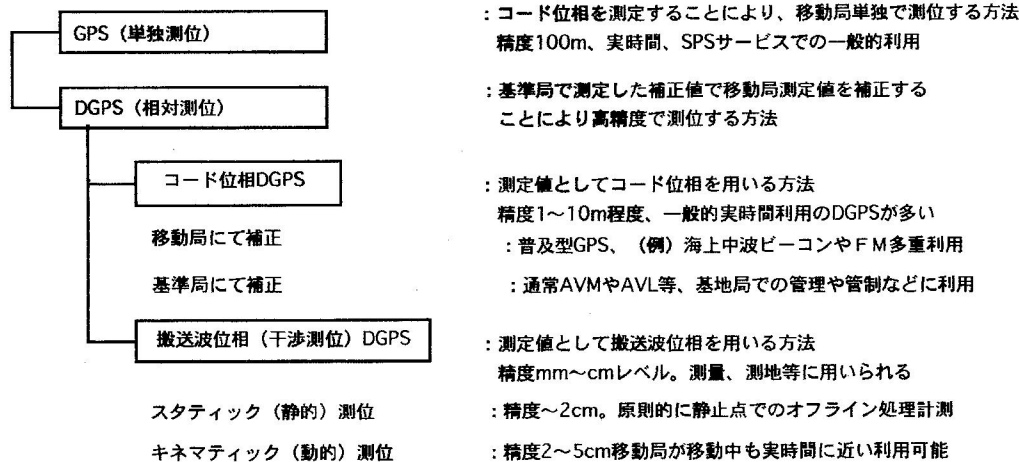
また実際は上記方程式を近似式を用いて解く場合が多い。



2. 高度化するGPS技術

民間で利用できるGPSサービスは米国の安全保障上の理由で精度100mに制限されている。これに対し、GPSをさらに有効に利用するため精度を向上する研究がなされてきた。代表的なものにディファレンシャル方式GPS(DGPS)がある。DGPSは2点間の共通の誤差成分を排除するため相対測位と呼ばれ、一般に広範囲に使われるDGPSは擬似距離補正形であるが、測量用途などでは搬送波を測定する方式が使用される。下図に利用形態を示す。

GPS測位形態



第3図

(1) コード位相DGPS

一般的なDGPS（コード位相DGPS）は、位置が正確に解っている基準点でGPS衛星信号を受信し、その衛星からの信号に含まれる衛星毎の誤差成分（擬似距離誤差）を補正值データとして移動局（利用者）に伝送する。この誤差成分は、基準局と移動局間が近距離（数百Km）で補正值算出直後（10秒程度時間遅れがあっても有効）は、第1表(e),(f)項以外は基準局と移動局で近い値を示すために、有効に移動局で誤差補正される。これは有効範囲が1つの基準局付近のためLADGPS（ローカルエリアDGPS）と呼ばれる。世界標準になっているのは1983年発足の海上無線技術委員会第104特別委員会(RTCM SC-104)の海上ビーコンによるLADGPSである。この技術標準は航空、陸上用DGPSやRTKにも関連している。1994年勧告第2.1版が発行されている。これに対し基準局を複数もち、これら複数局で観測された誤差成分から、衛星軌道情報の補正、電離層伝搬遅延の補正および衛星時計の補正分を算出し、移動局にてこれらの補正值（パラメータ）により精度向上する方式をWADGPS（ワイドエリアDGPS）と呼ばれる。このWADGPSは電離層補正などをモデル化しているために、広範囲に有効であり基準局数を減らせる利点がある。LADGPSについては、日本では本年末より剣崎と大王崎の実験局を開設し、順次全国に運用展開し、全国沿岸をカバーする予定である。また来年以降、陸上ではFM多重利用のDGPSを検討中である。

第1表

GPS/DGPS測位誤差推定（例）

誤差要因	GPS誤差見積り(高精度受信機例) m		
	単独測位	LADGPS	WADGPS
(a)衛星の時計誤差	1 ¹⁾	0	0
(b)衛星の軌道誤差	4 ¹⁾	0	0.9
(c)電離層遅延誤差	4	2ppm x 局間距離	1.8
(d)対流圏遅延誤差	0.5	(電離層+対流圏)	0.1
(e)受信機雑音	0.4	0.56 ²⁾	0.9
(f)マルチパス	0.5	0.5	-
(g)選択利用性	30	0.004m/s ²	0.1
(h)利用者等価距離誤差(UERE) $\sqrt{(a^2+b^2+c^2+d^2+e^2+g^2)}$	30.6	0.9	2.4
(i)利用者位置誤差	91.7	2.7	7.3

注) 1) SAとの分離不可

2) 基準局、移動局各々0.4mと仮定

3) (a)から(h)は擬似距離誤差、

(i)は水平位置誤差 $2drms=HDOP \times rms, HDOP=1.5$

(2) 干渉測位DGPS

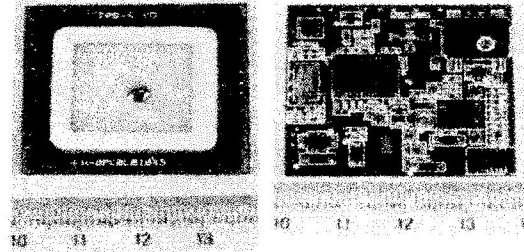
搬送波位相（波長約19cm）を扱うのが干渉測位方式である。GPSを精密な位置測量に利用することは衛星数が比較的少ない実験衛星時点から行われていた。これは長時間衛星を観測し、後刻正確な位置を算出する事後解析形スタティック測量方式である。搬送波位相利用方式では波長毎に同じ位相データが得られるために、真の位相を特定することが重要となる。従来は静止点でこのサイクル値（整数値バイアス値）を特定した後、連続的な受信により位置を計測するキネマティック測位も事後解析形であった。最近では基準局と移動局の高速なデータリンクとGPS技術の進歩によりRTK（リアルタイムキネマティック）方式が盛んである。さらに整数値バイアスを移動しながら決定できる（OTF,オンザフライ）形のRTK・OTFが実現した。ここではやや専門的になるため詳細は省略する。

(3) GPS受信機の技術動向

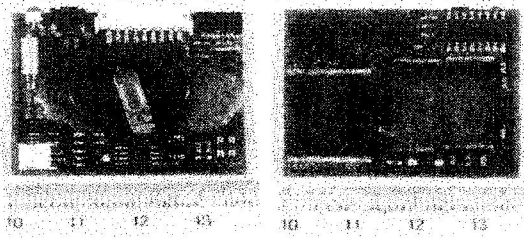
GPSは新方式を伴う高精度化以外にも、小型化、低消費電力化、低価格化などハードウェアの技術進歩も著しい。但し携帯用途として重要な低電力化は200mw~300mWであり、単三電池4本で数時間から20時間程度で今後の技術進歩が待たれている。以下に小型化されたGPS受信器の例を示す



第4-1図 Micro GPS

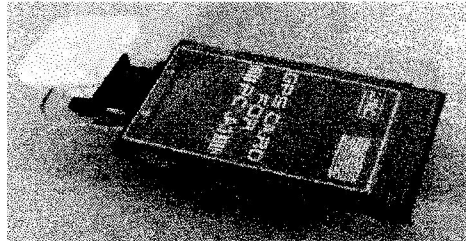


第4-2図 Analog unit (Micro GPS)



第4-3図 Digital unit(Micro GPS)

第5図 PCMCIA typell
GPS receiver

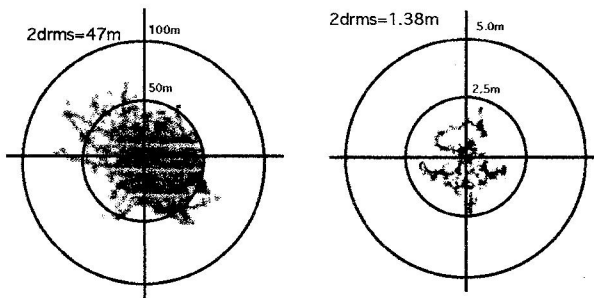


(5)普及型GPS受信機によるDGPS位置測定例

補正データ回線が確保できれば一般の普及型受信器でもDGPSが容易に実現される。屋上に基準局を設置し、その近くで測定した例を示す。

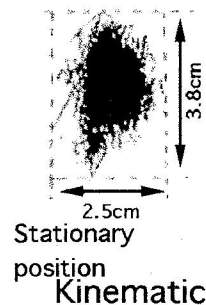
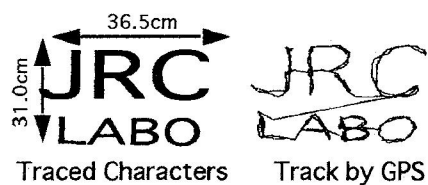
Same type(Low end) receivers are used for these 3 modes.

Ref.Sta. Receiver: JLR-3110X
Mobile Receiver: JLR-3110A



Non DGPS

DGPS

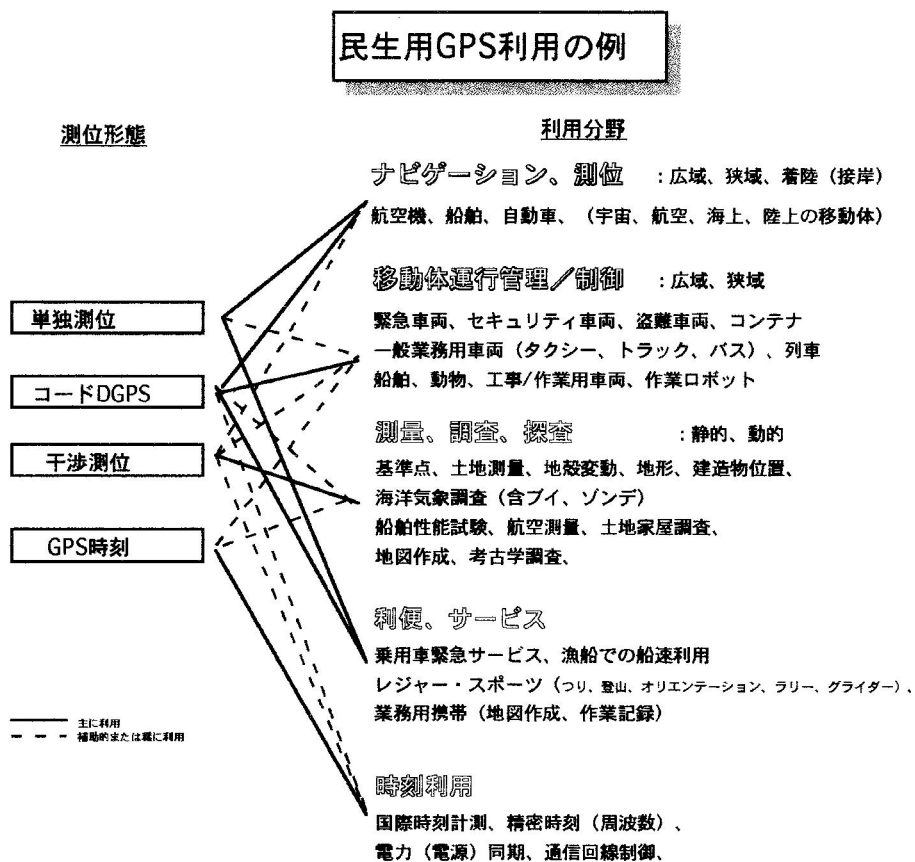


第6図 Example of position fix

3. GPSの利用分野

GPSは3次元の位置を高精度で計測するものであり、ナビゲーションの基本センサーである。また、ドプラー周波数を計測することにより3次元の速度を得ることが出来、さらに百万分の1秒(1マイクロ秒)以上の絶対精度で時刻を得ることができる。

現在国内では利便性や娯楽性まで含んだ地図表示のカーナビゲーションが普及している。欧米では移動体通信機と結合した緊急対応や業務用のナビゲーション/ロケーションシステムが中心となっている。もっとも最近では日本と同様なナビゲーションシステムも試験的に利用され始めている。またGPS計測時刻は通信や放送用途としての利用が数多く報告されている。



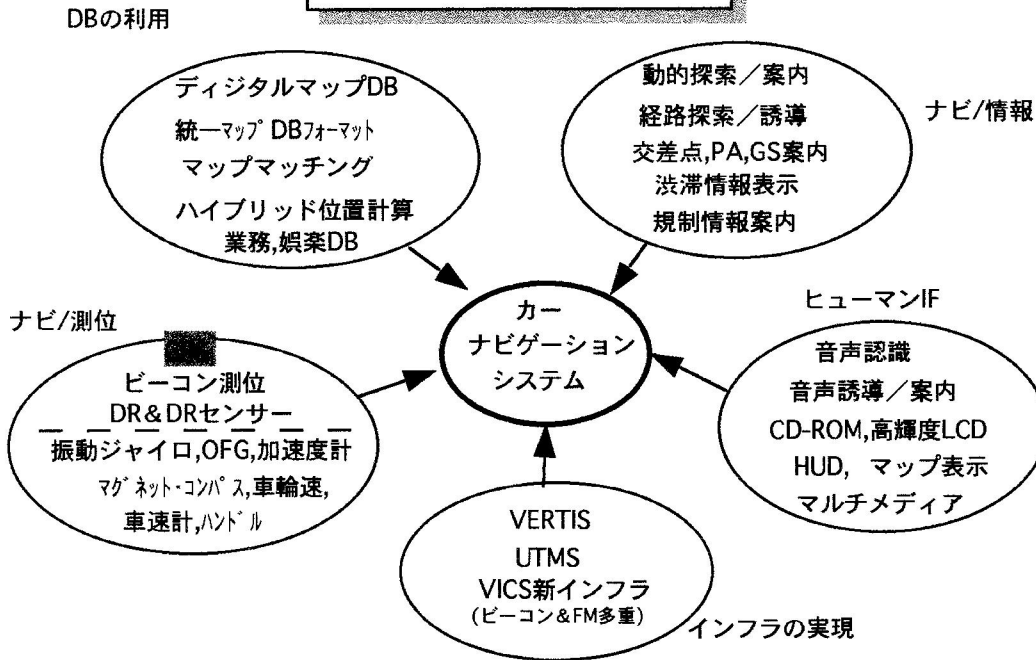
第7図

3.1 カーナビゲーションにおけるGPS

日本では世界的に先駆けて、カーナビゲーション(カーナビ)の普及が急速に進んでいる。GPSはナビゲーションの基本センサーであり、今後のカーナビゲーションシステム(装置)が大規模、多機能、大型化するに従い、GPSが益々キーデバイスとして信頼性、コスト等の要求が厳しくなることも予想される。但し、欧米諸国がGPSと移動体通信を利用し、自動車連盟などによるマイカーの緊急サービスなど実用的な利用が多いのに比べ、多分にレジャー的要素が多いのが特徴と言える。従ってマップ以外の様々な用途のデータをCD-ROMに収録し利便機能を向上させている。

第8図に一般的カーナビにおけるGPSの位置付けを示す。

カーナビゲーションとGPS



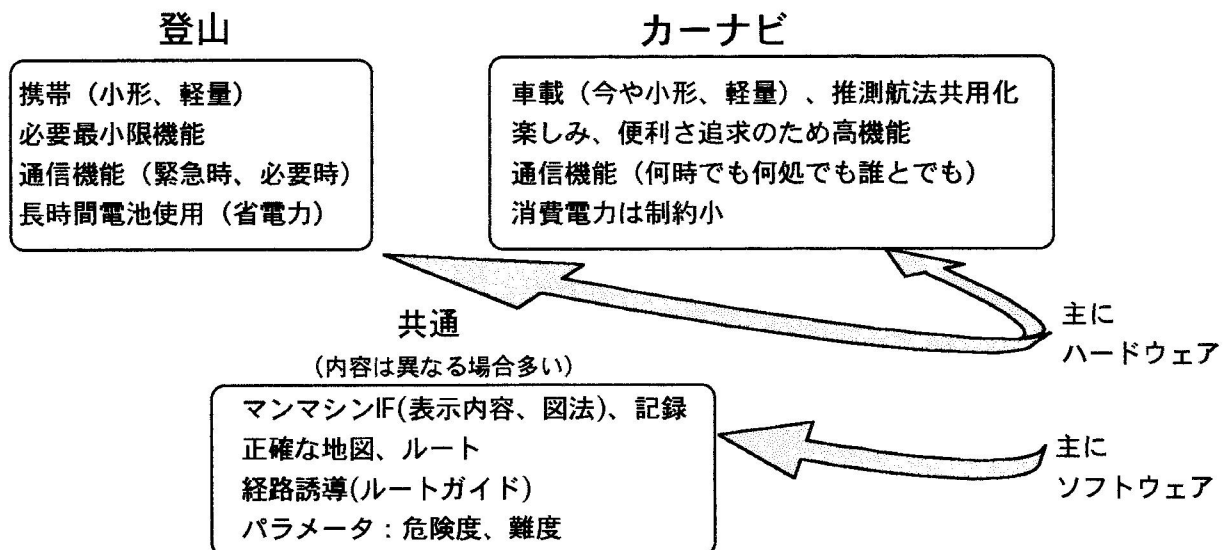
- 注) 1. DR(Dead Reckoning):推測航法,方位と速度を計って位置を計算する方法
 2. VERTIS(Vehicle, Road & Traffic Intelligence Society): 道路・交通・車両インテリジェント推進協議会。平成6年1月に関係省庁、民間、学識経験者により組織された。本組織は、世界的な次世代道路交通システム (ITS) に日本で一元に対応する組織でもある。
 3. UTMS(Universal Traffic Management Society of Japan): 新道路管理システム推進協議会。警察庁をはじめ関係者により組織される。
 4. VICS(Vehicle Information and Communication System): 道路交通情報通信システム。警察庁、郵政省、建設省の協力の下に平成8年より開始される。電波ビーコン、光ビーコン、FM多重放送を利用したシステム。

第8図

3.2 登山とカーナビゲーション

(1) 登山用ナビとカーナビ

GPSはカーナビゲーション (カーナビ) におけるキーデバイスの一つと位置づけられている。当初は位置 (測位) 機能が利用されていたが、やがて道路交通情報システムに組み込まれつつある。山岳におけるGPS利用でも同様なことが言える。GPSは位置、速度、時刻のセンサーであり、さらに有効なセンサーとするためには通信機能との共用が求められている。第9図に登山とカーナビゲーションに利用されるGPSナビゲーション機器との違いあるいは共通の項目を示す。



第9図 登山とカーナビ用機器の要件

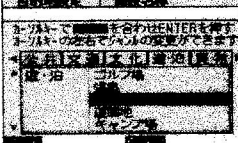
(2) 日本のカーナビの機能例

第9図に見られるようにGPSナビゲーション装置の姿は異なっても機能は共通点も多い。幸い、昨今のハードウェアの進歩は著しく、端末機そのものは早期に実現される可能性がある。カーナビゲーション機能をカタログから抜粋したものを第10図に示す。データベースと利用法を一部変更することにより一般の登山等に便利な機能もある。

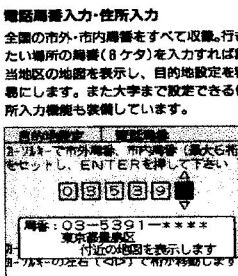
1 多彩な目的地設定機能

画面を見ながらカンタン設定

ジャンル入力
88000件におよぶ目的地データの中から行きたい場所をすばやく設定できます。ゴルフ場・美術館・公園など25のジャンルから選択して、特定の名称を指定します。



電話番号入力・住所入力
全国の市外・市内電話番号すべて収録。行きたい場所の番号(8ケタ)を入力すれば該当地区の地図を表示し、目的地を設定できます。また大学まで設定できる住所入力機能も装備しています。

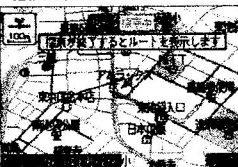


地点メモリー
ご自宅や友人・親戚の家など、ユーザー独自の目的地を100件まで登録可能。プリセットデータと同じくスピーディに呼び出せます。

2 高速自動ルート探索

おすすめのルートすばやく見つける

仕組みがなルート探索
目的地を設定するだけでおすすめルートを高速度で探索し画面に表示(経由地点の指定も可能)。探索にあたっては交通規制や道幅・右折回数まで考慮し、初めての人でも安心・快適に走れるルートを探検します。



別ルート探索
3つまでの別ルート探索が可能。納得のいくルート設定機能です。

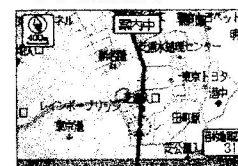
玄關先読専
CD-ROMに収録されたゴルフ場等については、玄關まで誘導します。

3 見やすい、だから走りやすい 多彩な地図表示機能

無段階ヘディングアップ
つねに進行方向を上に表示するため、道路の把握が容易です。通常の地図と同じく北を上に表示するノースアップへの切り替えもワンタッチでOK。



フロントワイド
進行方向を重点的に表示するフロントワイドと、現在位置を中心に表示する中央固定の切り替えができます。

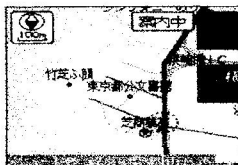


昼夜画面自動切替
車外の明るさに合わせて見やすい表示を自動選択。

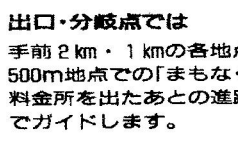


4 高速走行中だからこそ人にやさしく 有料道路ガイド

入口までは
高速・有料・首都・都市高速などを区別して案内します。もちろん一般道交差点と同様に入口手前では音声と画面でお知らせ。また入口料金所ではランプの方面標識を画面表示します。



出口・分岐点では
手前2km・1kmの各地点および500m地点での「まもなく」案内。料金所を出たあとの道路も音声でガイドします。



第10図 GPSカーナビゲーションシステム機能例
(トヨタ ソアラ搭載 「マルチAVステーション」カタログより)

以上は殆どがCD-ROM情報に基づくものであるが、平成8年より開始されるVICSによる道路交通情報システムにより、渋滞情報や道路規制情報などがリアルタイムで知ることが出来るダイナミック・カーナビゲーションが可能になる。さらに欧米に多く見られるように、緊急事態や安全に対処するためには移動体通信機能が必要になる。

4. 山岳通信への応用

(1) 移動体通信の普及とGPS

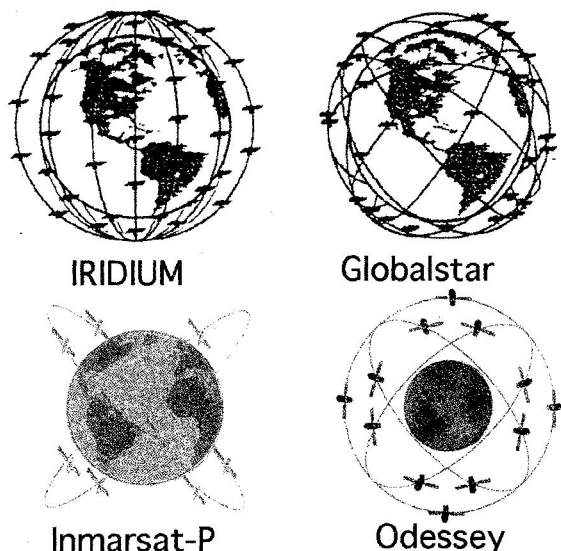
最近の情報化社会において、昨今の移動体通信技術の進歩と普及は著しい。特に半導体やデバイスの技術進歩により小型軽量化、低価格化が達成され、携帯電話の普及が著しい。これら移動体通信端末とGPS受信機は技術的に共通部分が多い。カーナビの普及につれGPS受信機の小型化低価格化も急速に進んでいるため、移動体端末とGPS受信機を合わせ持つことも容易になりつつある。現在国内で急速に普及しつつある携帯電話やPHSなどは地上の小さなサービス範囲（セル）を持つ基地局を通して利用者が通話する方式である。利用者の拡大と機能拡大要求によりアナログ方式からデジタル方式に移行しつつある。しかしこれらのシステムはセル方式のため山岳への利用を難しくしている。すなわち山岳地域に基地局を多数設置することは経済的に問題がある。

(2) 山岳通信とページャー

山岳地域でセルラー電話やPHSを利用できない場合は、現在多く使われているように、ある程度の通信距離を確保できるVHFトランシーバが有効であることは言うまでもない。もっとも用途によっては単向通信であるページャー（ポケベルなど）で登山者に麓から要件を伝えることも有効と思われる。この場合はメッセージ内容も非常に限られている。しかし現在このページャーに関しても新方式の高速ページャーが検討されており、近い将来多くのメッセージの伝送が容易になることが予想される。

(3) 将来の衛星利用移動体通信サービス

移動体電話サービスが普及するためには、そのサービス範囲と利用料金が重要な2大要素であり、現在の携帯電話やPHSなどは利用者の集中する都市部を当初の対象としておりサービス範囲に制限がある。言うまでもなく利用料金の低減は利用者数に影響を受け、山岳地域はじめ人口が少ない地域に多数の基地局を設置し運用することは経済的に得策ではない。これらの欠点を解決するものとして、宇宙技術と通信技術の進歩は衛星利用移動体通信サービスシステムを可能にしつつある。



第11図 移動体通信サービス衛星軌道



第12図 Inmarsat-P 端末外観例

5. 将来の山岳通信とGPS

人工衛星を利用した測位と通信システムは山岳地域における活動をより安全に
より快適にする可能性をもっている。災難や遭難の予防、捜査や調査にも有効であろ
う。一般に利用できる程度のハードウェアは早期に実現されると思われる。しかしそれ
らを十分活用するには、これらの測位、通信システムの技術的長所、欠点や非常時の対
応などを十分認識し、利用方法、機能など山岳用途のソフトウェアを開発することが重
要と思われる。例えばGPSは絶対時刻で1マイクロ秒以内の精度で時刻を計測できるの
で、瞬時の連絡や通信にも利用できる。一方これらの衛星測位、通信システムは1から
2GHzの電波を利用するため原則的に見通し通信であり電波遮断には十分注意が必要であ
る。いずれにしても利用者の立場で最大限に利用できる山岳通信手段が可能になりつつ
あるのも事実である。

以上

気象衛星（ひまわり）画像を直接受信するシステム

(株) エーオーアール 根岸秀忠

テレビの天気予報でおなじみの、日本の気象衛星（ひまわり）は、赤道上の東経140度、高度35,800Kmに位置し、地球の自転周期と同じ時間で地球の周りをまわってをり、地上から見ると宇宙空間の一点にあたかも留まっているように見える静止衛星です。

この衛星の電波を受信するには、距離が遠いためと、周波数(1691MHz)が高いため、指向性の鋭いパラボラアンテナを一方向に固定して受信します。私たちが受信できる雲画像は、厳密には（ひまわり）からの生の受信データではなく、生データに緯度や経度、それに海岸線を書き加えて画像処理後の雲画像を受信しています。

そのためリアルタイムではなく、若干の時間的な遅れがありますが、ただ単に黒いバックに雲だけが写っている写真では、どの地域に雲があるのかわからないため、私たちにとっては大変見易い画像となっています。

再配信される画像信号には、中規模利用局向けデジタル信号画像と、小規模利用局向けアナログ画像がありますが、ここでは、小規模利用局向けアナログ画像の受信システムについて説明します。

これらの雲画像データは、わが国の気象災害防止に重要な役割を果たしており、また、アジア、オセアニア地域の27ヵ国で気象予報、研究、教材等に活用されています。

尚、（ひまわり）は、世界気象衛星ネットワークの一役をなすもので、世界の静止気象衛星には METEOSAT (EU)・INSAT (IN)・GOES-1/2 (US) があり、地球全体の気象観測網が構築されています。

この（ひまわり）は、第1号が昭和52年7月に打ち上げられ、その後、2・3・4・5号が打ち上げられ、現在、この5号が活躍しています。

雲画像の種類

雲画像には11種類ありますが、ここでは、主な2つの画像について説明します。

可視画像:太陽光の反射の強弱を測ったもので、雲・雪・氷など反射率の大きなものが白く見え、厚い雲は薄い雲より白く見えます。
通常の写真撮影と同じですので、夜間の地球は見えません。

赤外画像:物質の温度に応じて出される赤外線放射の強弱を測ったもので、夜間でも昼間と同じように見ることができます。
温度の低い上層雲は白く、中、下層の雲はグレー、陸や海は黒く見えます。
昼間は可視画像と組み合わせて地表面の状態が判別できます。

受信装置に何が必要か・・・

気象衛星(ひまわり)の場合は、直径90cm(傘を広げた程度の大きさ)のパラボラアンテナ(設置は固定で可、方向は南、仰角約50度)・LNA(増幅機)・受信機(1691MHzが受信可能な物、当社のAR3000A)・ラジオFAXプリンター(WX2000)が必要です。

PCで受信する方法もありますが、今回は、PCを使用しないで、簡単に受信する方法について、説明します。

尚、PCを使用して受信する方法については、あとで、ご質問にお答えします。

受信の方法

1. 設置したパラボラアンテナから同軸ケーブルで受信機 (AR-3000A) に接続します。
2. 受信機 (AR-3000A) のスピーカー端子とラジオFAXプリンター (WX-2000) の入力をケーブルで接続します。
3. (ひまわり) から画像が送信されますと、その画像が自動的にFAX用紙に印画され、送信が終了すると、印画も自動的に停止します。

(ひまわり) からの画像送信は毎時、24時間送信されます。

送信スケジュール表が毎日10時 (AM) に送信されます。

どのような画像が送信されるのかは、このスケジュール表で知ることができます。

(台風情報が優先する場合があります。)

4. 実際に (ひまわり) から取った画像の一例を、お見せします。

参考画像：5枚程度

短波の気象FAXについて・・・

短波の気象FAX (JMH) から、(ひまわり) の画像が受信できます。

ただし、毎時ではなく、毎日10時、15時の2回程になります。

当社の受信システム (AR-3000A + WX-2000) は短波の気象FAXにも対応しています。 参考画像：3枚程度

簡易気象観測システムについて・・・

ウェザーモニター II

*世界最小のPCウェザーモニターシステムです。

*さまざまな気象情報が、簡単に取り出せます。

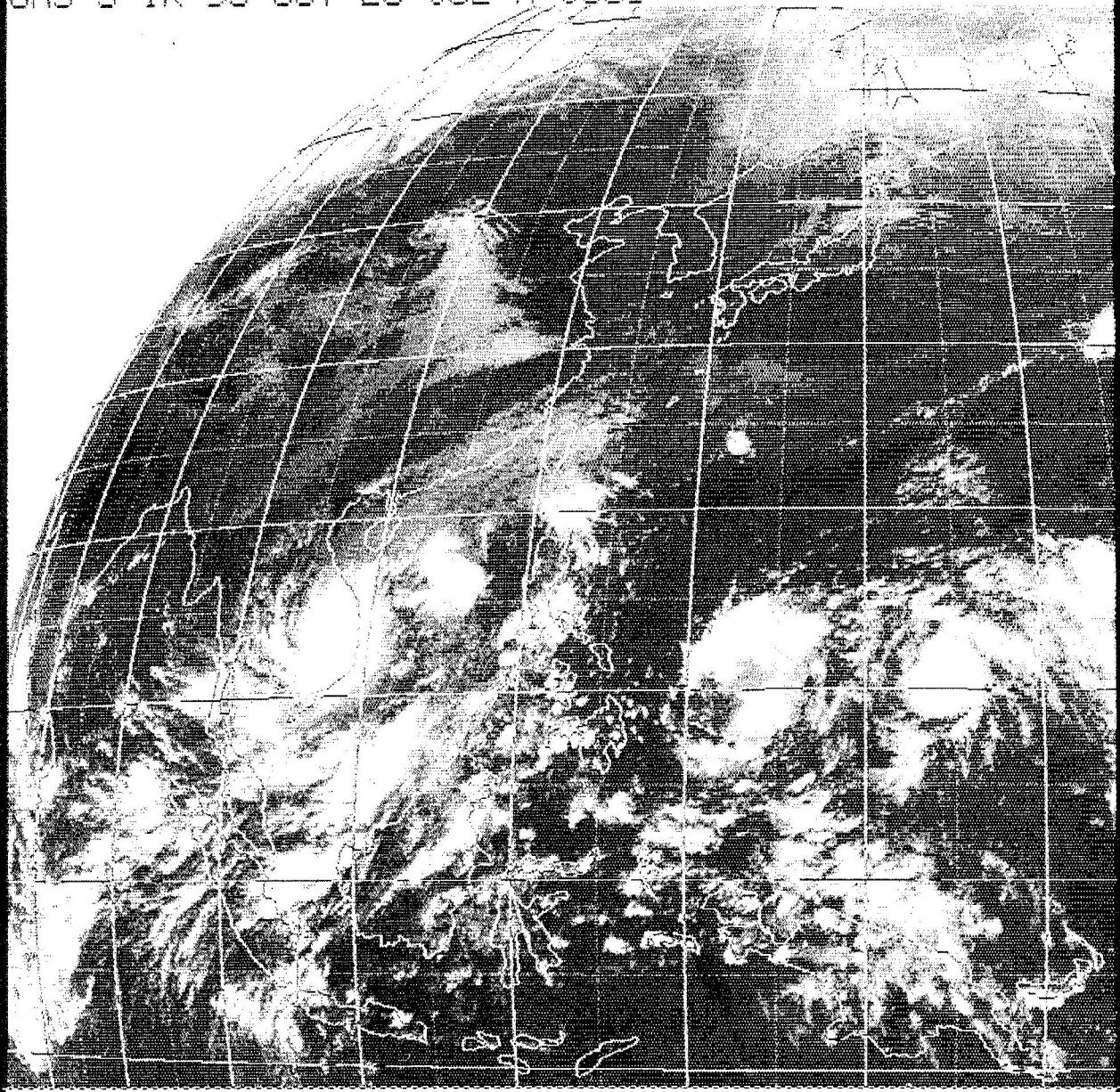
*風向・風速・温度(内外)・湿度(内外)・体感温度・露点温度・雨量が測定できます。

*PCを使用すると、各種の気象データを保存したり、そのデータを取り出して、活用できます。

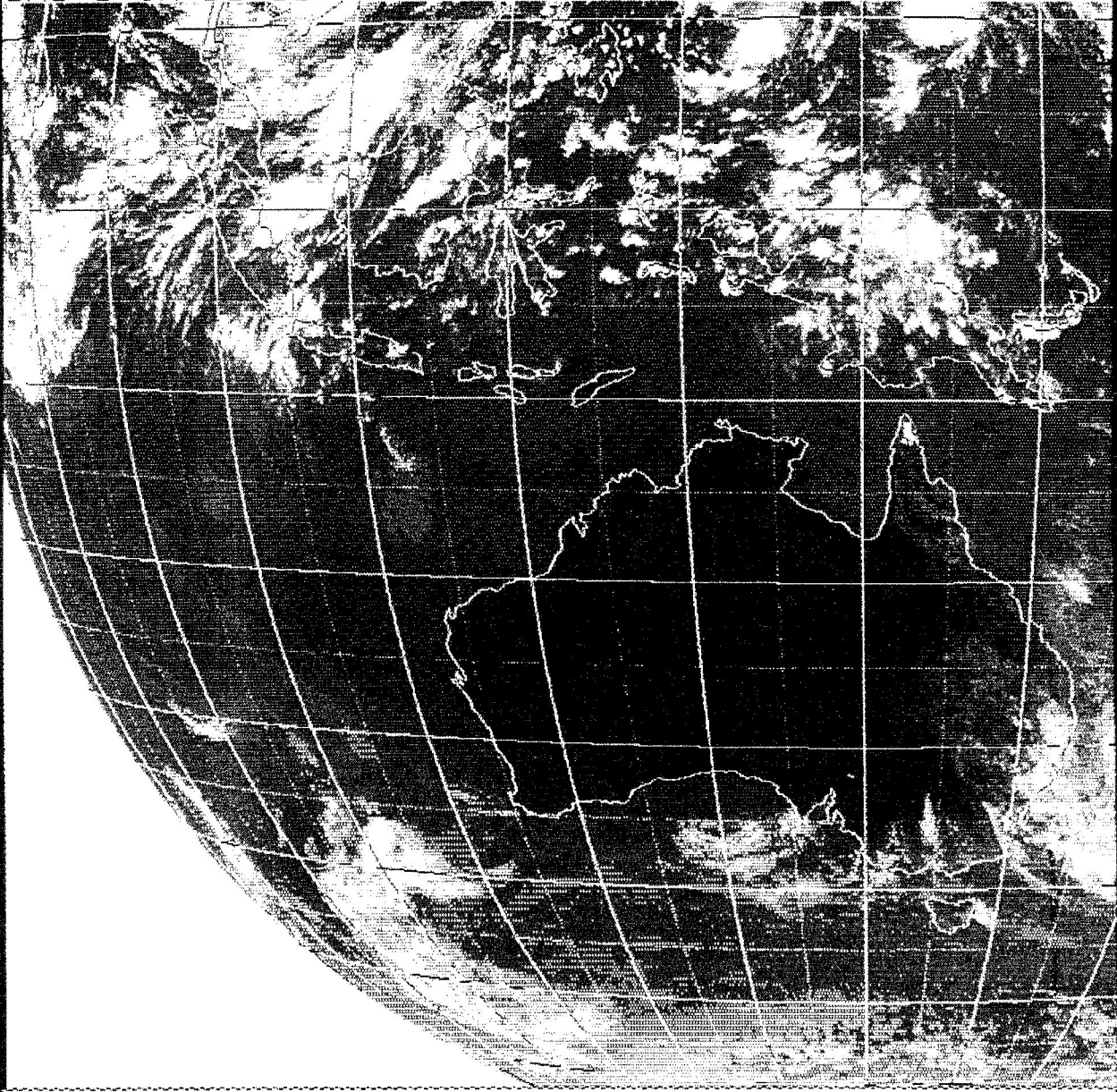
*小型軽量ですから、設置も簡単です。

*動作時の消費電力はわずか(2.4W)で、自動車用の12V DC バッテリーでも使用できます。

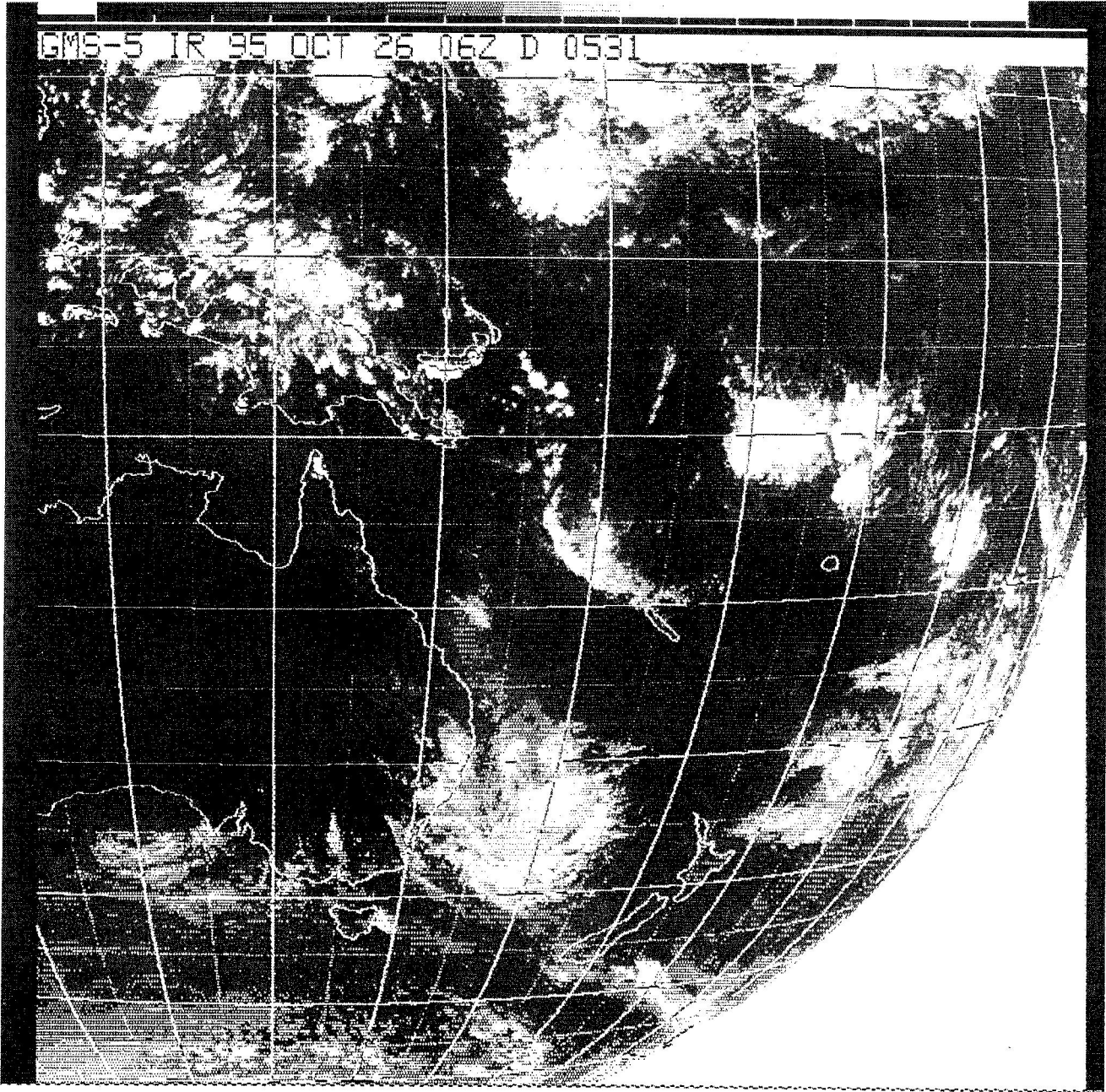
GMS-5 IR 95 OCT 26 06Z A 0531



GMS-5 IR 95 OCT 26 06Z C 0581



GMB-5 IR 95 OCT 26 06Z D 0531



GMS-5 IR 95 OCT 26 05Z B 0531

