

小特集の発行にあたって

編集チームリーダー 辻 宏之
Hiroyuki Tsuji

かつてアマチュア無線は「King of Hobby」といわれたほど、多くの人が憧れたものでした。これはアマチュア無線家（ハム）の人たちの中には、遠くの人と交信をしたいという思いから、無線機（リグ）の改造やアンテナを工夫するなど、アマチュア無線の特権ともいえる面白さがあったからだと思います。1980年代には米国を抜いて日本は世界最大のアマチュア無線人口になりました。

時代は変わり、今は、一人一台携帯電話を持つようになりました。アマチュア無線的な見方をすると、みんながリグを持って交信をしていることになります。また、インターネットや携帯電話の普及により世界中の人とのメールのやり取りや、ウェブの閲覧が簡単に行える時代となっています。これらが原因なのかは分かりませんが、現在日本では、アマチュア無線局の数は平成23年度では約44万局になり1980年代からおよそ3分の1となっています。周りの会員に聞いてみると、電子情報通信学会ということもありますが、昔アマチュア無線をやっていた人が非常に多いことが分かります。私もその一人です。それではアマチュア無線の魅力はなくなっただけでしょうか？実は欧米では安定した人気を保っており、アマチュア無線局の数は、横ばいか漸増傾向だそうです。

今時のアマチュア無線

こういった中、インターネットや無線通信技術などの発展とともに、アマチュア無線の技術や通信機器も確実に進歩しています。アマチュア無線が持つ、通信料が無料、災害に強い、機器の改造が自由という特徴に加え、最近ではインターネットを利用した相互接続、衛星を利用した通信など技術は進化しています。一方、多くの地上の通信インフラストラクチャシステムが被害を受けた東日本大震災を含め過去の震災では、無線という利点とアマチュア無線ならではのシステムの特徴を生かし、アマチュア無線は救援活動において多くの活躍を見せました。

この小特集号は、「昔はやっていたのだけど、今のアマチュア無線はいったいどうなっているんだろう？」という疑問から端を発しました。本小特集では、今のアマチュア無線の現状を紹介することにより、アマチュア無線をほとんど知らない方、これからアマチュア無線を始めようと考えている方若しくは再開したい方の参考になるよう、様々な分野の方に執筆をお願いしました。アマチュア無線の歴史に始まり、最近の無線機器の状況、通信技術更には免許の取り方にまで及んでいます。この小特集が読者の皆様に参考になればと思います。

最後に、大変お忙しい中、原稿執筆を御快諾頂いた執筆者の皆様、編集作業に御協力を賜った通信ソサイエティマガジン編集委員、並びに学会事務局の皆様にご感謝の意を表します。

【小特集編集チーム】 辻宏之、岩井誠人、大槻知明、菊池典恭、庄木裕樹、馬杉正男

日本のアマチュア通信の歴史と世界の現状

芳野 赳夫 Takeo Yoshino 電気通信大学

1. まえがき—アマチュア通信の台頭



1888年ドイツのヘルツが電磁波の発生と検波に成功して以来、イタリアのマルコーニ等の多くの研究者が自己の技術的興味を満たすために実験機器を作り、無線による通信の可能性を追求していた。当時全ての無線通信は今日のアマチュア通信に他ならない。1895年マルコーニが初めて屋外の1.5kmの無線通信に成功、その後、彼は通信距離を伸ばし、1901年には大西洋横断通信成功に至った。この間の成功は欧米の商船会社、特に各国の海軍の興味を引き、1912年のタイタニック号の遭難時における無線通信の効果も加わって、世界的に無線通信技術の商業利用が始まった。同時に国際的な電波監理の枠組みが構築され、1927年にCCIR (Comité Consultatif Internationale des Radiocommunications, 国際無線通信諮問委員会) が設立され、電波の国家管理が開始される時代となっても、アマチュア通信は常に保護され続け、現在も長波 (LF) 帯からマイクロ波帯 (UHF ~ サブミリ波帯) に至る幅広い周波数範囲での利用が認められている。これは、商業通信が開始されたとき、全く利用価値がないとされていた短波 (HF) 帯が、低電力で全世界と通信できることを実証し、電離層の存在の発見の端緒となった業績を始め、その後も多くの無線通信発展にアマチュア無線家が寄与した功績が認められた結果である。

2. 初期のアマチュア無線の国際的組織化



1920年代以降の世界のアマチュア無線局数は目覚ましく増加し、これらの無線家の通信の統制、世界的相互親睦、技術向上などを図る機運が高まり、自主的に組織化を図るようになってきた。1912年に米国ではそれまでばらばらにボランティア活動を行っていた通信系を一元化するために、アマチュア無線家を組織化し ARRL (American Radio Relay League, 米国無線中継連盟) を

組織した。ARRL は今年 100 周年を迎えるが、その間、1926 年創刊の雑誌 QST*を始め、年鑑のハンドブックその他の数多くの出版物の刊行、各種アワードの創設、技術指導、EMC (Electromagnetic Compatibility) 対策など、米国ばかりでなく、世界のアマチュア無線の発展のために偉大な貢献を果たしている。事務局は創設以来、米国コネチカット州ニューイントンに接地されている。

1925 年 4 月 18 日、パリ大学に各国に結成され始めたアマチュア無線組織の代表が集まって国際的な同盟である IARU (International Amateur Radio Union, 国際アマチュア無線連合) を結成した。IARU は定例会議を開催し世界的視野でアマチュア無線の運営に当たるとともに、ITU (International Telecommunication Union, 国際電気通信連合、旧 CCIR) に対し、アマチュア無線界の総意を代表する組織として運営されている。運営は選挙によって選出された代表、幹事、地域代表による会員組織で運営され、現在、国際事務局は米国の ARRL 内に置かれている。

3. JARL (日本アマチュア無線連盟) の誕生



昭和 25 (1950) 年 5 月に電波法が公布されるまで、我が国には法制上アマチュア無線局の名称がなく、全て私設無線電信、無線電話実験局として登録されていた。大正 12 (1923) 年頃には中波帯の私設実験局を立ち上げて、無線交信を試みる局が東京、関西に現れるようになり、大正 13 (1924) 年 5 月には専門雑誌「無線と実験」が創刊されるなど、アマチュア無線台頭の兆しが見え始めた。当時の中波 (MF) 帯の実験局の中にはアンカバ (正規の検査を受けず潜りで通信する) 局で、自局を示す呼出符号 (コールサイン) として「青鬼」、「赤鬼」、「桃太郎」、「天狗」などを名乗っていた。

* QST に関する情報は (<http://www.arrl.org/qst>) より得られる。

大正 14 (1925) 年 3 月 1 日に中波放送 JOAK (今日の NHK ラジオ第一放送) が実験送信を開局するのとはほとんど時を同じくして、日本最初の官制短波局が埼玉県岩槻市に開局し、主務であるオーストラリアとの交信の他、短波電波の到達範囲の調査などを始めた。同年 4 月 7 日、前述の IARU が結成されている。その頃我が国でも ARRL の機関誌の QST などからヒントを得て、短波帯の私設実験局が関東と関西で実験を開始し、双方の交信に成功し、次第に交信範囲を国外に広げることができたので、大正 14 (1925) 年は我が国における国際的なアマチュア無線の初年と称されている。

大正 15 (1926) 年 3 月、関東・関西のグループ間の交信の成功で、同年 4 月、関西側から、草間貫吉、梶井健一、笠原功一が上京し、関東側から仙波猛、磯英治、宮崎清俊等が会合し、任意団体として JARL (Japan Amateur Radio League, 日本アマチュア無線連盟) の設立を決定し、初代総裁に草間貫吉を選出した。大正 15 (1926) 年 6 月 12 日、英文の JARL 設立宣言文が短波送信機を用いて世界中のアマチュア局に向け打電され、ARRL の機関紙 QST の 1926 (昭和 2) 年 8 月号などで報告され、JARL の成立が熟知された。その JARL 設立宣言文は以下のとおりであった。

“We have the honor of informing that we amateurs in Japan have organized today the Japanese Amateur Radio League, QST to all.”

JARL 創立時のメンバーは東京側が佐藤健児氏始め 26 名、名古屋 1 名、大阪側が 9 名、上海 1 名の計 37 名で、その中にはその後 JARL と日本のアマチュア通信組織の体制と拡充に大活躍された草間貫吉、森本重武、笠原功一、梶井健一、井深大、島茂雄、仙波猛、有坂磐雄氏等^{そうそう}錚々たる方々の名前が列記されている。JARL の誕生と同時に、仙波猛、磯英治、島茂雄氏等によって最初の「日本素人無線連盟規約」が起草されているが、当時はアマチュアの名称が使われず、素人通信と称していたことは興味がある。

当時の我が国の通信省 (現、総務省) は、我が国にアマチュア無線なるものが存在し、大正 15 (1926) 年に JARL が設立されたことを ARRL の機関紙 QST の 8 月号を見て初めて知り、驚愕したといわれている。当時の通信関連法律にはアマチュア局の項目はなく、当時の官

僚は初めてアマチュア局の存在を知ったわけで、その後も昭和 25 (1950) 年に電波法が公布されるまで、日本の法律にはアマチュア局の名は無かった。通信省では、既に始まっているアマチュア局の申請に対し、現在の電波管理局に当たる電務局は地方通信局に密かに短波実験局出願に対する通達を出して、私設実験局として許可する道を開いて、初めて我が国にアマチュア局の存在が認められ、昭和 2 (1927) 年 3 月 1 日、有坂磐雄、楠本哲秀の二氏に正式な許可が与えられた。ただし、許可された波長は 38 m に限定され、コールサインはそれぞれ実験局 JLYB, JLZB で、後の国際アマチュア局のコールサインとは別であった。

私設短波実験局の許可に対する審査は極めて厳重な上、煩雑な手続きが必要で、調査上必要として個人の収入、家計上の問題、思想調査までも行われ、免許されるまで大変な時日を要した。昭和 2 (1927) 年 9 月 10 日、告示第 2002 号で草間貫吉 (JXAX) 他 7 名に個人の短波私設無線電信無線電話実験局が認可された。波長は 38 m に限られていた。とにかく短波の実用化から僅か 4 年の間に私設実験局が免許された人は特筆に値することであった。

次に問題になったのは、当時割り当てられた実験局としてのコールサインが、ワシントン条約で国際的に国別のプリフィックスの後に数字を入れることを規定した実験局の規定と異なるので、昭和 3 (1928) 年 10 月 19 日の官報で改正され、国内を 9 地域に分けて J1 から J9 とし、例えば前述した草間貫吉氏の JXAX を J3CB に変更するなど、やっと国際的コールサインを用いたアマチュア通信が可能となったのである。

4. 第 2 次大戦終了までの我が国のアマチュア無線



昭和 4 (1929) 年頃の私設アマチュア実験局の許可基準は (周波数はサイクルで表示しており kc = kHz)

- (1) 空中線電力: 10 W 以下
- (2) 使用周波数: 7, 100kc, 14, 200kc, 28, 400kc
- (3) 通信内容: 実験に関することに限る
- (4) 通信時間: 午前 2 ~ 4 時, 6 ~ 8 時, 10 ~ 12 時
午後 2 ~ 4 時, 6 ~ 8 時, 10 ~ 12 時

と厳重に規制されており、戦前はこれが最大限の許可基準であった。

これは、当時の外国のアマチュア局に比較して極めて厳しく、アメリカは入力 2 kW なので、せめて入力 200 W、バンド内の送信も許可してほしいと申請したが、前例がないとの理由で許可されず、実験時間の拡大も、健康維持のためにこま切れで良いといった具合で、誠に窮屈なものであった。そのため多くのアマチュア局ではいろいろと工夫して運用の拡張を図ったが、当局もアマチュア専用の監視体制をとっており、違反に対しては直ちに始末書を取られるので、ほとんどのアクティブな局はこのお世話になっている。

戦前のアマチュア局には更に憲兵隊という厄介な干渉があり、特にアマチュア局にはスパイの嫌疑をかけられるので、通信内容には注意を払わねばならなかった。戦前の我が国のアマチュア界の活動の特記すべき事項に、昭和 10 (1935) 年 1 月 17 日に JARL の IARU への加盟が承認され、日本のアマチュア無線がやっと国際的に一人前となり、IARU の運営に関しても参画できることになったことであろう。

日本のアマチュア局の数も次第に増え、アクティビティも次第に増して、昭和 10 (1935) 年度の年間の QSL カード (交信証明証) の取扱い数は 8,320 枚に達したとの記録が残っている。特筆すべきは昭和 10 (1935) 年 10 月 20 日、J1EG のス波邦夫氏が W3FAR, ZS1H 局に次いで、世界 3 番目の 28 MHz WAC (Worked All Continents) を完成し ARRL から承認されたことである。WAC とは世界の 6 大州と交信した証であり、この後、多くの日本人の WAC 達成局が輩出した。また WAZ (Worked All Zones, 世界を 40 のゾーンに分け、この全

ゾーンと交信に成功した証) もス波氏が獲得し、DXCC (DX Century Club, 世界の 100 か国以上と交信した証) は、戦前には堀口文雄氏 (J5CC) と大河内正陽氏 (J2JJ) が獲得した。この時代のアマチュア通信局の自作送信機には、木製の板の上にコイル、バリコン、真空管等を取り付け盤面上に配線等を巡らした、今日では絶対に許可されない構造のものが数多く存在しており、しばしば「まな板送信機」と呼ばれていた。図 1 に今日残存する極めて貴重な送信機の一例を示す。この時代から送信管に UY807 が普及し始め、技術的に著しい進歩が見られた。

昭和 15 ~ 16 年にかけて、通信省は、アマチュア通信に対して規制を強め始め、昭和 16 (1941) 年 2 月 22 日に J2UA 新井信雄氏が戦前最後の新設許可となり、以後の許可はなくなった。

昭和 16 年 12 月 8 日の太平洋戦争勃発とともに通信局名で送信停止、同 13 日には受信も封印され、一切の通信活動は終焉した。

一方、昭和 12 (1937) 年 9 月の関東防空演習に JARL から 51 名が参加し、東部防衛司令部より、私設無線電信無線電話実験局参加者による「国防無線隊」が結成された。この組織は太平洋戦争開始後も引き継がれ、一部のアマチュア局は防空監視のために機器の供出が命ぜられ、JARL 盟員の中には通信技術軍属 (臨時) として軍関係に徴用されて、通信機器の開発に助力した者も多く、多くの盟員が応召され、戦死された方もおられる。

5. 第 2 次大戦終了後のアマチュア無線の復活



昭和 20 (1945) 年 8 月 15 日、日本の敗戦によって戦争は終了し、無線通信などの運用権は全て連合軍総司令部 (GHQ) に移行した。アマチュア無線の再開は不明であり、まず JARL の再建とアマチュア通信の再開のために、戦前に活躍したアマチュアたちが積極的に GHQ への働きかけや通信院との交渉を開始した。また、日本に駐留する米兵の中にも多数のアマチュアがおり、これらの米兵と日本のアマチュアとの交流の機会が広まった。昭和 20 年 9 月決定で短波帯の受信の封印が解かれ、世界中のアマチュアの交信が傍受できるようになり、いよいよ解禁を願う勢いが増した。

昭和 20 年 (1945) 11 月 12 日、東工大の大河内研究室に JARL の主だったものが集まり 11 月 29 日、12 月 2、

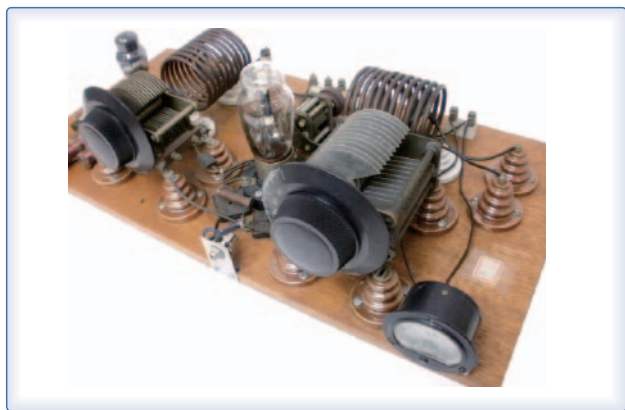


図 1 第 2 次大戦以前の典型的な板配線の自作送信機。当時は多くのアマチュア送信機が木製版上に構築されており、中には非常に複雑な回路構成のものもあった (電気通信大学通信博物館収蔵)。

9, 15, 16, 30 日に、アマチュア無線規則案、同 JARL 案を会長に八木秀次を選んで JARL 定款を審議した。かくて再結成の機運が高まり、昭和 21 (1946) 年 5 月 1 日 JARL が正式に発足し、8 月 11 日に設立総会として戦後初めての JARL 総会が、新橋の蔵前工業会館で開催された。このときの役員の構成を見ると、

会長：八木秀次，理事長：矢木太郎，理事：蓑妻二三雄，石川源光，安川七郎，佐々木正治，大河内正陽，森村喬，多田正信，三田善治，田母上栄え，渡辺泰一，顧問：高柳健次郎，千葉茂太郎，丹羽安二郎，溝上銑，網島毅，山本勇，難波捷吾

で、驚くことは当時の我が国の無線界の第一人者の名が連なっていることである。

新 JARL 規則案は当時の米国の FCC (連邦通信局) の規則に沿ってまとめられ、12 月に逓信院電波局に提出され、その指示の対案を取る形で GHQ にも提出し、百度参りのように相当な努力の末、GHQ への請願は昭和 21 (1946) 年 3 月 28 日、JARL 側は八木会長、蓑妻、大河内、石川、森村等が、GHQ 側は Holliman 中佐、民間通信局の Share 中尉が出席した。GHQ では、八木アンテナの八木秀次御本人の来訪として、最大の礼をもって迎え、好意的な回答を得た。JARL では、この結果を持って逓信院に要望書を提出したが、GHQ 側の通達により、その後も占領政策の終わるまで幾多の紆余曲折を経ることになった。

その間も再建計画が進み、昭和 21 年 9 月に JARL 機関誌として「CQ Ham Radio」が創刊された。同時に会の組織化が進み始め、各地に支部が創設され盟員も増加して昭和 23 (1948) 年には 17 のクラブができた。昭和 21 (1946) 年 12 月 21 日の南海地震を契機に、いまだ許可は下りていなかったにもかかわらず、JARL 内に将来アマチュア通信による非常通信網の可能性を考え昭和 22 (1947) 年に「災害通信網の調査」を行っている。当時は神田小川町、万世橋、秋葉原にかけて多数の露店が並び、米軍の放出したジャンク通信機や、真空管などの部品が売られ、アマチュアの需要を満たしていた。これが後に整理され今日の秋葉原の電気街の基となった。その頃、敗戦国であったドイツでは、昭和 24 (1949) 年 3 月 23 日にアマチュア局が再開されている。

日本では GHQ の意向等もあり、電波 3 法の制定を目指して研究が進められていたが、昭和 24 (1949) 年 12

月 19 日の閣議決定された電波法原案は昭和 25 (1950) 年 4 月 26 日に制定されたが、その案の中にはアマチュア局は含まれず、再開に向けて署名、意見具申など努力を続け、アマチュア局を制定し、無線従事者にもアマチュア無線技士の資格を認めることが含まれた正式の電波 3 法が、昭和 25 (1950) 年 6 月 1 日に施行された。

昭和 26 (1951) 年 6 月 26, 27 日、初めてアマチュア無線技士の国家試験が実施され、昭和 27 (1952) 年 7 月から初めて 30 局に予備免許が交付され、同時にコールサインが JA……の 2 文字となり、国内地域が 1～9 まですべて割り当てられるよう制定された。8 月 27 日に 5 局に本免許が下り、こうして我が国のアマチュア無線は再開にこぎ着けたのである。

6. アマチュア無線再開後の JARL の発展



アマチュア無線再開時に周波数 21 MHz 帯が世界に先駆けて割り当てられたのは素晴らしいことであつたが、個別周波数の割当等、まだ問題を残していた。その後の JARL の努力で昭和 29 (1954) 年 12 月 3 日アマチュア局の周波数帯が解放され、その後数回バンドの拡張もなされて今日に至っている。

アマチュア無線技士の資格は第 1 級、第 2 級、電話級、電信級があり、送信電力は第 1 級が 500 W、第 2 級は 100 W、電信・電話級が 10 W とされ、14 MHz 帯は第 1 級のみに許可されていたため、通信の大部分が 7 MHz 帯に集中し大混乱となり、JARL では CQ 誌に Above VHF 欄を設けて VHF 帯の開拓を奨励した。その結果、50 MHz での 1,000 km を超す QSO (アマ無線の交信の略号) が盛んとなった。この間、昭和 36 (1961) 年 4 月 10 日の政令で、2 級局に全バンドと、電信・電話級に 14 MHz 以外のバンドの使用が拡大承認された。更に昭和 37 (1962) 年 JARL の提出したバンドプランが無線局運用規則に基づく「アマチュア局に使用する電波の形式および周波数の使用区別」として法制化され、その後次第に高い周波数が割り当てられ、同時にアマチュア衛星、月反射等の使用波の指定などが決められて、平成 21 (2009) 年 3 月 17 日の総務省告示 126 号で「アマチュア局が動作することを許される周波数」が制定された。これにより平成 24 (2012) 年現在 135 kHz の LF 帯から 250 GHz の EHF 帯まで 23 周波帯が表 1 のように

表 1 アマチュア無線の周波数帯

周波数帯 (波長)	利用可能周波数 (指定周波数)	備 考
135 kHz 帯 (2,220 m)	135.7 ~ 137.8 kHz (136.75 kHz)	CW 狭帯域データ
1.8/1.9 MHz 帯 (160 m)	1,810 ~ 1,825 kHz 1,907.5 ~ 1,912.5 kHz (1,910 kHz)	CW CW 狭帯域データ
3.5 MHz 帯 (80 m)	3,500 ~ 3,575 kHz 3,599 ~ 3,612 kHz 3,680 ~ 3,687 kHz (3,537.5 kHz)	
3.8 MHz 帯 (75 m)	3,702 ~ 3,716 kHz 3,745 ~ 3,777 kHz 3,791 ~ 3,805 kHz (3,798 kHz)	
7 MHz 帯 (40 m)	7,000 ~ 7,200 kHz (7,100 kHz)	
10 MHz 帯 (30 m)	10,100 ~ 10,150 kHz (10,125 kHz)	WARC バンド, 1 アマ, 2 アマ局のみ CW
14 MHz 帯 (20 m)	14,000 ~ 14,350 MHz (14,175 kHz)	1 アマ, 2 アマ局のみ
18 MHz 帯 (17 m)	18,068 ~ 18,168 kHz (18,118 kHz)	WARC バンド, 1 アマ, 2 アマ, 3 アマ局のみ
21 MHz 帯 (15 m)	21,000 ~ 21,450 kHz (21,225 kHz)	
24 MHz 帯 (12 m)	24,890 ~ 24,990 kHz (24,940 kHz)	WARC バンド
28 MHz 帯 (10 m)	28 ~ 29.7 MHz (28.85 MHz)	
50 MHz 帯 (6 m)	50 ~ 54 MHz (52 MHz)	EME 許可
144 MHz 帯 (2 m)	144 ~ 146 MHz (145 MHz)	衛星通信, EME 許可
430 MHz 帯 (2 m)	430 ~ 440 MHz (145 MHz)	衛星通信, レピータ, EME 許可
1,200 MHz 帯 (25 cm)	1,260 ~ 1,300 MHz (1,280 MHz)	衛星, レピータ, EME, ATV 許可
2,400 MHz 帯	2,400 ~ 2,450 MHz (2,425 MHz)	衛星, レピータ, ATV, 実験許可
5,600 MHz 帯	5,650 ~ 5,850 MHz (5,750 MHz)	衛星, レピータ, ATV, 実験許可
10.1 GHz 帯	10 ~ 10.25 GHz (10.125 GHz)	ATV, レピータ, ATV, 実験許可
10.4 GHz 帯	10.45 ~ 10.5 GHz	全電波形式実験許可

平成 21 年 3 月 30 日総務省発令

割り当てられている。なお、参考までに周波数と波長の関係を表 2 に示す。

アマチュア無線技士の資格も、平成元（1989）年、従来の第 1 級、第 2 級、電信級、電話級のうち電信級は第 3 級、電話級は第 4 級に変更、また平成 13（2001）

表 2 周波数区分

ULF (極超長波) (Ultra Low Frequency)	30 Hz ~ 300 Hz	
ELF (極超長波) (Extremely Low Frequency)	300 Hz ~ 3 kHz	
VLF (超長波) (Very Low Frequency)	3 kHz ~ 30 kHz	ミリメートル波
LF (長波) (Low Frequency)	30 kHz ~ 300 kHz	キロメートル波
MF (中波) (Medium Frequency)	300 kHz ~ 3 MHz	ヘクトメートル波
HF (短波) (High Frequency)	3 MHz ~ 30 MHz	デカメートル波
VHF (超短波) (Very High Frequency)	30 MHz ~ 300 MHz	メートル波
UHF (極超短波) (Ultrahigh Frequency)	300 MHz ~ 3 GHz	デシメートル波
SHF (センチメートル波) (Super High Frequency) (Microwaves)	3 GHz ~ 30 GHz	センチメートル波
EHF (ミリ波) (サブミリ波) Extremely High Frequency (Microwaves)	30 GHz ~ 300 GHz 300 GHz ~ 3 THz	ミリメートル波 デシミリメートル波

年の電波法改正で各級における送信電力の改正が行われ、第 1 級は最大が明記されないものの 1 kW、第 2 級は 200 W、第 3 級は 50 W（18 MHz 以上、8 MHz 以下）、第 4 級は 10 W（21 ~ 30 MHz、8 MHz 以下）及び 20 W（30 MHz 以上でモースは使用禁止）となり、現在に至っている。その他にも運用規則が大幅に緩和され、受験資格では第 1 級に課せられていた和文の電信の廃止、欧文の電信速度が第 2 級と同じ毎分 25 字に下げられており、平成 13（2001）年には、この改正に伴って第 1 級技士の数が急増している。

次に JARL の動きを見ると、既に、多くの再開を願う者の熱意で昭和 26（1951）年 8 月再結成されていた JARL は 26 年アマチュア無線解放とともに、昭和 48（1973）年の第 3 回総会で草間貫吉氏を会長に選出し、以後アマチュア無線の発展と振興のため目覚ましい発展を開始した。その中でも特筆すべきは、災害時の非常通信網の整備であり、昭和 21（1946）年の南海地震を契機に、解禁前にもかかわらず将来の非常通信網の調査を行っていたことが実を結び、昭和 28（1953）年の北九州水害に参加したことを皮切りに、その後現在に至るまで、地震、水害、等の自然災害のみならず、山岳遭難等の際に、公共通信の足らざる分野できめの細かい情報伝達に威力を発揮した。特に平成 7（1995）年阪神淡路大

震災、昨年の東日本大震災の東北地方の大津波における補助通信網としての活躍は多くの方面から深い感謝を得ている。また、一方、アマチュア無線人口の増加と青少年の理科教育の進展に貢献するため講習会の開催も開始し、同時に、アマチュア局の電波が当時のアナログテレビや中波放送、電話回線に混信を与える、いわゆる TVI (Interference to TV Broadcasting), BCI (Interference to Broadcasting) の解消のための技術指導、更に将来のアマチュア通信技術の発展を願って、技術研究所を立ち上げている。

その間外国のアマチュア組織との関係を見ると、戦前の昭和 10 (1935) 年に IARU への加盟が認められていたが、第 2 次世界大戦によって関係が途切れていた。戦後になり、敗戦国の復帰は閉ざされていたが、昭和 30 (1955) 年 1 月 7 日付で IARU への復帰が認められ、同時に ARRL の承認もあり、正式に国際復帰を果たした。その後の JARL の活動は、海外の僻地へ遠征して通信を試みる DX ペディション、南極観測に参加して昭和基地にクラブ局 8JIRL を設置、ヒマラヤ遠征等に会員が参加し山中に開局の許可を取り付け安全登山に貢献、外国のアマチュア通信団体との交流、交歓などを積極的に行って今日に至っている。その他 JARL は講習会、講演会、研究会、各種の競技会、アマチュア無線フェスティバルの開催等の広報に努め、機関誌、関係図書の刊行発売、QSL ビューローとしてカードの転送、電波障害の除去、技術相談と測定サービス等広くアマチュア無線の健全な普及に取り組んできた。

このような JARL の努力の結果とアマチュア無線ブームの台頭によって我が国のアマチュア局数は急増し始め、昭和 34 (1959) 年の JARL 発足当時 4,500 名だった会員数が、昭和 50 (1975) 年には 30 万局に達し、当時の米国の 28 万局を超えて世界 1 位になっている。同年 12 月の JARL の会員数は 67,665 名であった。この傾向はますます顕著になり、JARL の会員数は右肩上がりに、昭和 54 (1979) 年に 10 万名を突破し、昭和 61 (1986) 年には 13 万 7,000 名、平成 6 (1994) 年には 19 万 3,000 人に達した。平成 7 (1995) 年に総務省に登録されたアマチュア局数は 136 万局となっている。しかし、この大部分はウォーキートーキー型の 144 MHz、430 MHz 帯の携帯型アマチュア局で、屋外の移動を楽しむ若年層であって、通信マナーの低下など問題が山積していた。

しかし、平成 6 (1994) 年に携帯電話が普及し始めると、この層のアマチュア局は急速に携帯電話に移行し始め、JARL の会員数も激減し、今年 (2012) 年 6 月 4 日現在の会員数は 69,000 名に低下し、現在は横ばい状態に終始している。

昭和 59 (1984) 年 6 月 26 日、郵政省 (現、総務省) より社団法人が認可され、公共団体としての地位を確立した。会長には昭和 45 (1970) 年の第 12 回総会において原昌三氏が選出された。原氏はその後 40 年にわたって会長として連盟の発展に貢献した。平成 20 (2008) 年に始まった法人組織の改正により、JARL を一般法人に格付けするか公益法人とするかの選択に迫られ、平成 22 (2010) 年 11 月 21 日の臨時総会で一般法人化が決定された。平成 23 (2011) 年 11 月 1 日 JARL は一般社団法人日本アマチュア連盟に移行となり、原会長が退き、稲毛章氏が会長に選出され、今日に至っている。

7. アマチュア衛星通信の開発



アマチュア宇宙通信に対しては世界的に早くから関心が持たれ、世界最初のアマチュア衛星 Oscar-1 が 1961 年に米国によって打ち上げられた。Oscar とはアマチュア無線搭載衛星 (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio) で、その後に打ち上げられた同盟関係国のアマチュア無線衛星には、1969 年に設立された米国の AMSAT により Oscar の通し番号を付けられ、現在までに 50 基が打ち上げられ多くのアマチュア局がこれを用いて、長距離通信に成功している。またソビエト連邦時代には RS の名称で 19 基が打ち上げられていた。

我が国では、昭和 51 (1976) 年 1 月 1 日アマチュア無線による宇宙無線通信が郵政省の省令改正により確定され、JARL の援助の基に成立した JAMSAT (日本アマチュア衛星通信協会) が製作したトランスポンダ擬似局を試作し、富士山頂に設置して東京-大阪間の擬似衛星通信実験を行った。それまでの Oscar 衛星は米国が独占していたが、ヨーロッパが超だ円軌道で地上交信時間の延長を測った Phase IIIA を、昭和 55 (1980) 年 5 月 23 日打ち上げたが、これは失敗した。これに刺激されて小淵恵三代議員等の尽力もあり、JARL は昭和 56 (1981) 年 6 月 10 日付で田中眞三郎電波監理局長宛てに、「アマチュア衛星打ち上げに関する要望書」を提出し、JARL

と JAMSAT 会員による委員会を発足して、我が国初のアマチュア無線衛星 JAS-1 の製作が開始された。JAS-1 は昭和 60 (1985) 年 8 月 13 日に種子島から H-1 型ロケットで打上げに成功し、JAS-1/ふじ 1 号と命名され、8J1RL のコールサインが与えられ AMSAT は FUJI Oscar 12 号と認証した。

アナログ系のふじ 1 号は多くのアマチュア局によって運用されたが、これをデジタル化した JAS-1b/ふじ 2 号 (Fuji Oscar-20) が平成 2 (1990) 年 2 月 7 日打ち上げられ、平成 20 (2008) 年まで運用された。その後、準極軌道を飛翔するふじ 3 号 (FUJI Oscar-29J 号) 8J1JCS は平成 8 (1996) 年 8 月 17 日に打ち上げられ、初めて南極昭和基地上空での運用が可能となり、南極との交信に成功している。これらの衛星はアップリンクに 430 MHz 帯、ダウンリンクに 144 MHz を用いている。

アマチュア独特の通信に EME (Earth-Moon-Earth, 月面反射) 通信がある。これはハイパワー (> 1 kW) の VHF 電波を月に向けて発射し、月面で反射した波を受信した局と交信する実験で、アマチュア局にのみ許された実験である。昭和 52 (1977) 年 3 月 6 日久留米市の森七郎 (JA6CZD) と米国ニュージャージー州の K2UYH 間に 430 MHz 帯で初めて成功している。この他、いろいろな先端の実験がアマチュア局によってなされている。

あった短波による電離層伝搬の変化による DX 通信や珍局との交信を楽しむことに、大きな妨害を与え始めている。これに対し IARU は米国の ARRL や欧州各国のアマチュア団体は、ITU などとこの解決を図るため実験を含めた改善策を模索し、また協力を進めている。特に米国の ARRL は米国の FCC (連邦通信機構) の間に太いパイプを持っており、強力な交渉の場を広げている現状である。

○ 文 献

- (1) アマチュア無線の歩み (JARL50 年史), CQ 出版社, Sept. 1976.
- (2) アマチュア無線の歩み (続) (JARL60 年史), CQ 出版社, May 1987.
- (3) アマチュア無線の歩み (Ⅲ) (JARL70 年史), CQ 出版社, Oct. 1997.

エピソード等については特に以下の文献を参考にした。

- GRG 創立 50 周年記念誌, 学習院ラジオグループ刊行, 非売品, June 1989.
- GRG 創立 60 周年記念誌, 学習院ラジオグループ刊行, 非売品, Nov. 1999.
- GRG 創立 70 周年記念誌, 学習院ラジオグループ刊行, 非売品, March 2010.
- その他同人誌 GRG 1 号 ~ 40 号, 学習院ラジオグループ刊行, 非売品, GRG 事務局発行.

8. むすびー世界の現状



既に 6. で述べたように最近の世界のアマチュア人口はほぼ横ばいか、やや減少の傾向にある。現在は通信の主体が短波帯から UHF 帯以上に移行しつつあり、短波帯 (HF 帯) は、PLC (Power Line Communications, 電力線搬送通信) 等の従来の無線通信と異なる目的の用途の侵食を受けて、世界のアマチュア無線の醍醐味の中心で



芳野 越夫 (正員)

1953 電通大卒, 1997 教授で定年退官。専門は極域、宇宙の電波物理学で 1958 ~ 60 3 次南極越冬隊員, 1975 ~ 77 17 次隊長として越冬観測。1998 ~ 2003, 2007 ~ 12 IEEE-BoD (理事)。2008 IEEE より "Laurence G. Cumming Awards" を授与。IEICE EMCJ 顧問, アマチュア無線 JA1XF, JARL 電磁環境委員長。現, 電通大博物館学術調査員。

非常通信とアマチュア局

大橋達夫 Tatsuo Ohashi 一般社団法人 日本アマチュア無線連盟

1. まえがき—アマチュア局とは



我が国におけるアマチュア局の歴史は、大正 15 (1926) 年に日本アマチュア無線連盟（現在の一般社団法人 日本アマチュア無線連盟の前身）が設立されているように非常に古く、既に 86 年もの歴史を有しています。当時は、戦前の電波監理の法律である「無線電信法」が適用されていて、アマチュア局とは言わず「私設無線電信電話実験局」と言っていました。残念なことに第二次世界大戦中の一時期は、アマチュア無線活動は禁止されていました。

戦後アマチュア局は、広く国民に電波の使用を解放した電波法の下に昭和 27 年に復活し、以来入門資格である電話級及び電信級アマチュア無線技士の創設、養成課程の実施、数次にわたる養成課程講習時間の短縮、無線局開設申請などの免許手続きの簡素化、数多くのメーカー製無線設備の製造・販売などによって、急激に増加して平成 7 (1995) 年には 137 万局にまで達しました。

しかし、アマチュア局を開設するためには、アマチュア無線技士等の無線従事者の資格を取得しなければならず、かつ、電波法令に基づき無線局の免許を受けなければならないという二つの大きなハードルがあります。片やお金さえ払えばすぐに使える携帯電話やインターネットの普及、趣味の多様化などの影響により徐々に減少し続け、現在では 44 万局（平成 24 年 3 月末）と減少してきてはいますが、現在も我が国は世界に冠たるアマチュア無線大国です。

(1) アマチュア局の概要 アマチュア無線というものを御存じない方のために、簡単にアマチュア無線を御紹介させていただきます。一口にアマチュア無線と言っても様々な形態があり、使用形態別によく次のように分類されます。



図 1 お母さんと一緒に通信

① **近くのアマチュア局と交信**：近隣の局と通信をするものです。

② **車やヨットの中から、あるいは登山やハイキング先で交信**：車やヨットに無線機を搭載し、あるいは手に

持って使うトランシーバで通信をします。

③ **日本中のアマチュア局と交信**：国内の各地の局と通信をするものです。

④ **外国のアマチュア局と交信**：世界各地の局と交信するものです。通常、大きなアンテナを必要とします。

(2) アマチュア局の通信形態の概要等 通信形態の区分で説明すると、次のようになります。

① **無線電信**：モールス符号等の符号を使用した通信です。簡単な無線設備でよく、弱い電波でも通信ができる大きなメリットがあり、現在でもたくさんの局が交信していますが、欧文あるいは和文のモールス符号の授受という特殊能力が必要です。モールス符号については、次の日本アマチュア無線連盟のアドレスを御覧下さい。

http://www.jarl.or.jp/Japanese/A_Shiryo/A-C_Morse/morse.htm

② **無線電話**：音声や音響を電波に重畳して伝送する通信です。HF（短波）帯では SSB（Single Side Band, 単側波帯）通信方式、V/UHF（超短波 / 極超短波）帯では周波数変調方式やデジタル通信方式を使っています。UHF 帯では、数多くの中継局を山の上等に設置しており、小形のトランシーバで遠方と通信することもできます。

デジタル通信方式ですと、インターネット回線を通じて国内あるいは外国の中継局に接続できますので、国内は言うに及ばず諸外国のアマチュア局とも通信することができます。手のひらに乗るような小形のトランシーバで、例えば、歩きながらニューヨークのアマチュア局と通信することもできます。

③ **テレビジョン**：映像を伝送する通信です。以前のアナログのテレビジョン放送のような完全動画のものもあれば、1 枚の絵を約 20 秒もかけて低速度で送るテレビジョンもあります。低速度の伝送にしますと映像信号は 3 kHz の帯域になりますので、短波帯の電波で外国にも映像を送ることができます。もちろんカラーの画像です。

④ **衛星通信等**：人工衛星を介した通信、月に電波を発射あるいは、流星に向けて電波を発射しその反射で行う通信など多様なものがあります。

このようにアマチュア局の無線通信は、当初はモールス

符号の無線電信から始まりましたが、その後の無線技術の進歩・発達に伴って様々な無線技術の機器を使っています。

2. 非常通信とは



アマチュア局という無線局の開設目的は、「アマチュア業務用」であり、通信事項は「アマチュア業務に関する事項」となっていますので、本来は、この開設目的や通信事項の範囲を逸脱して通信を実施することはできません。

しかし、この開設の目的等を超えて運用することが認められる例外が一つあります。

それは、電波法第 52 条第 4 号に規定している「非常通信」であり、「地震、台風、洪水、津波、雪害、火災、暴動その他非常の事態が発生し、又は発生するおそれがある場合において、有線通信を利用することができないか又はこれを利用することが著しく困難であるときに人命の救助、災害の救援、交通通信の確保又は秩序の維持のために行われる無線通信をいう」と規定されています。

この条文を分解してみますと、非常通信を行うためには、次の四つの要件に適合していることが求められます。

- ① 地震、台風、洪水等の非常の事態であること。
- ② 非常の事態が発生し、発生するおそれがある場合であること。
- ③ 有線通信を利用することができないか、著しく困難であること。
- ④ 人命の救助、災害の救援等のために行われるものであること。

この場合において、「地震、台風、洪水、津波、雪害、火災、暴動」は、電波法を制定した当時の考えによる非常事態の例示であり、今日的に考えると、例えば、原子力発電所での放射能漏れ、巨大タンカーの油流出事故なども該当しますし、端的に言えば交通事故、山岳遭難も非常事態と言えます。

「非常の事態が発生し、発生するおそれがある場合」を考えてみますと、その非常事態が発生したか否か、発生するおそれがあるか否かの判断は、あくまでも非常通信を実施しようとしている当事者であるアマチュア局の人の判断になります。なぜなら、その場所、その瞬間に非常事態に該当するか否かを第三者が判断できるものではありません。

「有線通信を利用することができないか、著しく困難」も「人命の救助、災害の救援等のため」の判断も、アマチュア局の免許人の判断になります。この場合の「有線通信」は、「公衆通信」と置き換えて考え、携帯電話等が

容易につながらないときも該当します。

大きな災害が発生した際に多数の非常通信が行われた例としては、昭和 28（1953）年の西日本水害、昭和 39（1964）年の新潟地震、平成 7（1995）年の阪神淡路大震災、そして平成 23（2011）年の東日本大震災などがあり、山岳遭難、交通事故発生の際の非常通信は無数にあります。

東日本大震災や平成 23（2011）年 9 月に発生した台風 12 号の洪水などの際に、アマチュア無線連盟が行った非常通信の概要は、次のアドレスで御覧下さい。ただし、ここに記載されている数値は、当連盟が知り得たものだけです。実際にはこの何倍も非常通信が行われていたのではないかと思います。

http://www.jarl.or.jp/Japanese/2_Joho/2-4_Hijou/Hijou.htm

3. 非常通信の実施



非常事態が発生して非常通信を実施しようとする場合には、無線局運用規則第 137 条で準用するところの同規則第 131 条及び第 135 条の規定により、「呼出し、応答のとき」には「OSO」または「非常（条文上では「ヒゼウ」となっています）」を 3 回前置して行わなければならないとなっています。

これは、「OSO」または「非常」との前置符号を付した電波を傍受した他の無線局に、「この通信は非常通信である」旨を直ちに知らせ、応答するとき以外は傍受してもらい、円滑な非常通信の実施を図るための措置です。いわば、「控えおろ〜っ!」という水戸の黄門様の「印籠」だと思えば分かりやすいと思います。

この場合において、「OSO」または「非常」の前置符号の使用を 3 回としているのは、より分かりやすいようにするための措置ですが、これが 2 回であろうと 4 回であろうと目くじらを立てるべきものでは決してありません。非常通信を実施する人は、極めて緊迫した状態の中で通信を実施するものでしょうから、いちいち何回言ったかを冷静にカウントできるわけがありません。

そして、非常通信を実施した無線局は、電波法第 80 条第 1 項の規定による報告を総務大臣（実際には、総合通信局）に提出しなければなりません。この報告は、電波法施行規則第 42 条の 3 の規定により「できる限り速やかに、文書によって」となっていますが、様式は定められていませんので、適宜の用紙に非常通信を行った局の免許人名、住所とともに、①日時、②電波の型式、③周波数、④非常通信の概要を記載して総合通信局に報告すれば結構です。

4. なぜ、アマチュア局は非常通信に役立つのか



これまでに発生した非常事態の際にアマチュア局が数々の非常通信を実施して人命・財貨の保全、被害の軽減に役に立ってきたかを考えてみますと、次のとおりではないかと考えます。

(1) **局数が多い** 国内に 44 万局ものアマチュア局が開設されていて通信相手が多数あります。

V/UHF 帯の電波を使用しようとするときには、通常は「呼出用（連絡設定用）の周波数」を受信していて、他の局と交信が実施できることが確認できれば直ちに両者が他の周波数に移行するとの通信方法を常日頃から行っています。そして、その交信が終わればまた元の「呼出用の周波数」を受信に戻りますので、この「連絡設定用の周波数」で非常通信を発信すれば他の局にピックアップされる確率が極めて高くなります。

(2) **地域、生活に密着している無線局** アマチュア局は、普通、各家庭の中や自動車などに開設し、あるいはカバンの中にも入る小形のトランシーバで通信をする、いわば普段の生活の場でアマチュア局が活動していますので、無線機がごく身近にあります。

このため、万一災害が発生するとすぐに災害を知ることができるものですし、日頃から通信を趣味とし実施していますので、情報伝達的能力に長けています。

(3) **通信することに習熟** 一口にアマチュア無線と言っても、1.で記載したとおり多くの分野がありますが、共通点は「電波を発射して他の局と交信する」ことなので、アマチュア無線をしている人は通信することに習熟しています。

また、日頃の通信を実施する際にも「M」と「N」、「L」と「R」などの非常に間違いやすいスペルは、「M」は「MIKE」、「N」は「NOVEMBER」と言う「欧文通話表」や、「ア」、「イ」、「ウ」と言う場合も「朝日のア」、「イロハのイ」、「葉書のハ」と言う「和文通話表」を使って言葉を正確に伝える通信を実施していますので、非常通信の際も、文字や文書を間違えることなく確実に通信を

行うことができます。

この欧文通話表と和文通話表は、次のアドレスの下の方に掲載してありますので、御覧下さい。

長くアマチュア無線を行っている人は、まず全員が覚えています。

http://www.jarl.or.jp/Japanese/A_Shiryo/A-C_Morse/morse.htm

(4) **多くの周波数を使用するとともに、非常信用の周波数を制定** アマチュア無線用の周波数には、135 kHz 帯、1.9, 3.5, 7, 10, 14, 18, 21, 24, 28, 50, 144, 430, 1,200, 2,400 MHz 帯など多数の周波数が割り当てられています。次のアドレスの PDF を御覧下さい。

http://www.jarl.or.jp/Japanese/A_Shiryo/A-3_Band_Plan/bandplan20090330.pdf

HF 帯等の電波で電離層伝搬によってアマチュア無線を行う人は、季節、日時、通信する局への距離等を考案しながら、常に通信をする最適の周波数を選定して通信を行いますので、通信を実施することができる確率が高くなります。

また、多くの周波数帯には、「非常通信周波数（例えば、7 MHz 帯ですと「7,030 kHz」）」が設定されていて、万一非常通信を実施しようとする場合は、まず非常信用周波数で「OSO」または「非常」との前置符号を付した呼出しを行い、通信回線が設定できた後は適宜他の周波数に移行して通信をして、非常信用周波数が空いた状態に戻しますので、非常通信を円滑に実施することができます。

(5) **無線設備数も多く、アンテナ等も高性能** アマチュア局は、様々な周波数を使い、多くの通信形態による通信を実施していることから、長年アマチュア局を開設している人は、多種、多様な無線設備を有していて、たくさんの周波数を駆使できる能力を有しています。空中線電力は、HF 帯の電波を使う局が 50 W ～ 1 kW もの大電力で運用している方も多く、通信する能力が極めて高いです。

また、使用するアンテナは、HF 帯の電波を使用する局は 3 エLEMENT や 5 エLEMENT などの大きな八木アンテナ等を、V/UHF の電波を使用する局は多段の高利得八木アンテナやループアンテナを 10 ～ 20 m ものタワー上に



図 2 真剣に無線通信



図 3 臨時に無線機を設置（その 1）



図 4 臨時に無線機を設置（その 2）

上げ、駆動モータでアンテナの指向方向を 360° 回転して使用しています。アンテナを回転させる機能を有する無線局は、アマチュア局以外にはほとんどないでしょう。

アマチュア無線は、どこから飛んでくるかもしれない弱い電波も受信しますので、受信感度は極めて高く設定しています。いわば「受信機の耳」の性能が優れています。

また、共通使用している周波数帯の中から通信の相手方をシャープに聞き出すために各種の高性能のフィルタを受信機に装着しています。

このようにアマチュア局は、多くの通信手段を駆使しますし、強力な電波を発射し、弱い電波も受信することができますので、非常災害時に威力を発揮することができます。

(6) 周波数を共用使用していて、同時に多くの局に聞いてもらうチャンスが高い アマチュア局は、135 kHz から始まるたくさんの周波数帯を使用することができますが、全てアマチュア局の共通使用する周波数であり、専用波のように特定のアマチュア局のみが使用するものではありません。

通信を開始する前には、その周波数帯にどのようなアマチュア局が運用しているのかを端から端までダイヤルを回して通信を聞いてから開始するのが通例ですので、非常通信を実施しようとしている局の発見が迅速にできるとともに、同じ周波数帯を多くの局がモニタしていますので、ピックアップされるチャンスが極めて高くなります。

また、V/UHF 帯の電波を使用する場合には、通常は、「呼出し・非常通信周波数」をモニタしていますので、より非常通信がピックアップされます。例えば 430 MHz 帯では 433.00 MHz です。

(7) 多くの地方自治体と応援協定を締結 地方自治体では、災害対策基本法に基づき地域防災計画を定めます。多くの地方自治体では、アマチュア局の情報収集、情報伝達などの能力を見て、当該地方自治体の地域防災計画にアマチュア局の活用を掲げているところがたくさんあります。

そして、当連盟の地方本部、支部、あるいは地域のクラブと地方自治体との間で災害が発生した際の応援協定を締結している事例がたくさんあります。

(8) 非常通信訓練を数多く実施 毎年 9 月 1 日の「防災の日」を中心に、各地の地方自治体主催で防災訓練が実施されていますが、その防災訓練の一環として当連盟の地方本部、支部、あるいは地域のクラブが参加して多くの非常通信訓練を実施しています。また、防災の日に限らず各地で都合に合わせた独自の非常通信訓練も数多く参加しています。

地域のクラブなどの中には、「非常通信協力隊」等の文字を入れたおそろいのジャンパを作ったり、ヘルメットもそろえ防災意識の高揚を図るとともに、毎週一定の時間にお互いの無線通信の感度交換を行って機能確認、通信技術の維持を図っているところもあります。

5. アマチュア局による非常通信実施上のウィークポイント



4. に記載したように、アマチュア局の通信能力は高いのですが、ウィークポイントも幾つかあります。

(1) 24 時間無線機の傍にはいない アマチュア無線を行う人は、防災対策に関してはあくまでも素人であり、趣味として無線通信を実施しているものです。1 日 24 時間、無線機の前に座っていたり、トランシーバを持って聞いている状態にして動いているものではありません。

それぞれのアマチュア局の人は、日常生活の活動として仕事をし、学校に通い、あるいは外出中や他の趣味の途中かもしれませんので、非常事態が発生した際に、必ずしも直ちに無線設備を駆使して非常通信を実施する態勢になっていない可能性が高いというウィークポイントがあります。

(2) 万一災害が起きたら家族、親戚等の安否をまず確認

災害が発生した場合には、職業として防災対策に取り組んでいる方はともかく、アマチュア局の人にとって最も大切なのは、家族であり親戚であり、御近所、友人等であると思います。家族、親戚等の安否も確認しない、確認できない前にアマチュア局の人が無線設備を駆使して第三者のために非常通信を実施することは、まずあり得ないものと考えます。

アマチュア局の人が非常通信に取り掛かれるのは、家族、親戚の安否が確認でき、気になる御近所、友人などが無事であると分かってから、初めて実施できるものです。

このため非常通信実施の確実性という点では、防災機関のプロの方々には決してかなうものではありません。

(3) 非常通信の実施は、あくまでもボランティア 防災関係機関の方々は、まさに職務として防災に取り組み災害が発生した際には何はさておき本来業務の防災対策の業務に専念されることと思います。ときには、自己の身への危険性を考えることなく他人を助けるとの行動をされるのが業務でありプロでしょう。

しかし、アマチュア局の非常通信の実施は、あくまでもボランティアであり、強制ができるものではなく、各自の「社会貢献をするのだ」との自覚の上で非常通信が

実施されるものだと考えます。この点において、ボランティア活動での限界があると思います。

(4) 誰かに非常通信の電波を受信してもらわなくては通信は始まらない 電波は、「30 万 km/ 秒」の速さで伝搬し、1 秒間に地球を 7 回り半も飛びます。いわば、電波を発射した瞬間に電波は飛び去るわけですから、非常通信の電波を発射した際には、誰かに受信してもらわなくては非常通信が開始されません。

携帯電話の場合は、呼出しの音がしてその人に用事があることが確実に分かりますし、インターネットですとサーバに一旦保存されますので、後刻でも情報を取り出すことができます。

しかし、アマチュア無線の場合は、パケット通信をしているとき以外は非常通信の電波を発射した局とその電波を受信する局が同時に存在し、しかも発射した電波を受信し、それを復調して、情報に変換していなければなりません。

言い方を変えれば、インターネットは「非同期形の通信形態」であり、アマチュア無線は、「同期形の通信形態」ですので、「非常通信は、〇〇の周波数を使い、電波の型式は□□で行う」とのあらかじめの約束事が決まっている必要があります。

このため、非常通信を実施する周波数に受信機のダイヤルを合わせていないと、隣のチャネルで重要な非常通信を実施していても全く気が付かないという事態も起こり得ます。

6. アマチュア局による非常通信実施上の問題点

(1) 伝達誤りがあった場合の責任が不明確 アマチュア局は、日頃から通信することに長けてはいますが、非常事態が発生したとの緊急状態の中で全く冷静に情報を正確無比に伝達することができるかどうかは、各アマチュア局の人の技量、能力にかかってきます。

万一、情報伝達に誤りがあった場合には、防災活動に混乱が生じるかもしれませんし、被害が拡大するかもしれません。場合によっては生死に関わる事態になるかもしれません。

仮に伝達誤りがあった場合の責任の所在がどこにあるのか、また、その責任を問うことができるかどうかなどの整理をしておく必要があるのではないのでしょうか。

(2) 万一事故が発生した際の補償が不明確 前述のように、アマチュア局と多くの地方自治体との間で災害が発生した場合の応援協定が結ばれていることを見ても、災害が発生した場合には、ボランティアとしてアマチュア

局の人は可能な限り惜しみなく非常通信の実施の協力をすることになるでしょう。

機材使用料、交通費、日当などを請求することは決まてないでしょう。あくまでもボランティアとしての活動だと自覚していると思います。

しかし、そのボランティア活動中に万一事故が生じて、負傷なり死亡した場合の補償についてまで、応援協定の中にきちんと明記されているとは限りません。

今後、何らかの機会があるときに補償についての見直しが必要だと考えます。

7. む す び

アマチュア局は、有限・貴重な「電波」を使つての趣味であり、常日頃から「アマチュア局による社会貢献をする」ということを、多くの人がそれぞれの胸に秘めています。

万一、非常事態が発生した際にアマチュア局を開設している人は、余力がある限り非常通信を実施するのが当然であるとの考えを持っていますので、今後もアマチュア局による非常通信は数多く実施されていくものと思います。

何らかの非常の事態が発生して固定電話や携帯電話が使えない場合には、お近くのアマチュア局の人に御相談下さい。アマチュア無線を行うためには、必ずアンテナを屋外に出す必要があります。ほとんどのアマチュア局では、アンテナを空高く設置しているでしょうから、アマチュア局を見つけ出すのは容易だと思います。

○ 参 考

一般社団法人 日本アマチュア無線連盟では、非常災害が発生した際には、積極的に非常通信の実施など社会貢献を果たそうとする際の指針として「アマチュア局の非常通信マニュアル」を作成し、ホームページに掲載するなどをして周知を図っています。

このマニュアルは、①発災前、②発災時、③発災沈静後の3段階に分けて記載しておりますので、是非とも御覧下さい。

http://www.jarl.or.jp/Japanese/2_Joho/2-4_Hijou/index-manual.htm



大橋達夫

高校時代に自作の無線機でアマチュア無線の交信ができた感動から、電子工学を学んだ後、当時の郵政省電波監理局に奉職。以来、電波法に基づく許認可業務等を続け、情報通信政策研究所総務部長等を勤めて平 16 退官。その後、一般社団法人 日本アマチュア無線連盟に勤務、現在事務局長。

社会に貢献するアマチュア無線

三木哲也 Tetsuya Miki 財団法人 日本無線協会

1. ま え が き



携帯電話が普及していなかった時代には、行き先の道順が分からなくて困っている人をアマチュア無線家が見掛けた場合、ハンディ機を使って付近のアマチュア局を呼び出して道順を教える、というようなささやかな社会貢献が日常茶飯事に行われていた。その時代は、アマチュア無線を行うこと自体が今日の携帯電話の効用を手に入れることに等しく、特に若い世代にとってはその魅力は大きく、アマチュア無線局数も1995年には全国で137万に達する状況であった。だが、携帯電話の急速な普及により、どこにいても自由に通信できるということに関してはアマチュア無線よりはるかに便利になったことから、通常の社会生活の中でのアマチュア無線の存在感は一頃に比べれば減った感がある。

しかしながら、東日本大震災では多くのアマチュア無線家の活躍が、マスコミを通して社会に広く知れ渡った。また、しばしば起こる登山事故では、アマチュア無線の非常通信によって山岳救助隊に通報されて救出活動に結び付く事例は数多く、このような非常災害時におけるアマチュア無線は社会貢献として顕著なものである。

これにとどまらずアマチュア無線は、若い世代に科学技術に興味を持たせるきっかけを与え、種々の科学技術分野の研究や技術開発に携わるようになる人たちが多くことから、人材育成への貢献という重要な意義を持っている。また、これまでの無線通信技術の発展過程でアマチュア無線家が貢献した歴史的な成果はいろいろあるが、最近も幾つかのユニークな貢献例がある。これからアマチュア無線に関わる多様なチャレンジが、新技術開発の端緒となったり、新たな社会的役割を見いだしていく可能性がある。

本稿では、アマチュア無線の社会貢献について代表的な事例を挙げて紹介する。

2. 東日本大震災での非常通信



2011年3月11日に発生した東日本大震災の被災地では、電話や携帯電話が途絶え交通が寸断された中で、安否確認や物資要請の連絡などにアマチュア無線による通信が大いに活躍した。例えば、岩手県山田町田の浜地区では3月11日夜、半島部の高台に避難した住民109名に山林火災が迫っていたが、それを知ったアマチュア無線家の144 MHz帯による町役場災害対策本部への通報によって、要請された自衛隊のヘリコプタで全員が無事救出されるという人命救助があった⁽¹⁾。この山林火災が鎮火したのは、発生から10日ほど経ってからだという。

また、被災地から離れた全国の多くのアマチュア無線家が短波での情報収集、連絡の支援活動を行った。震災直後の3月12日には、岩手県大槌町赤浜で被災したアマチュア無線家が、難を免れた短波の無線機をバッテリーで動作させ、大阪府池田市のアマチュア無線局と交信して「赤浜小学校に避難した小学生35人を含む145人の地域住民が、水・食料なし、無線機欲しい。道路寸断、山越えしか入れない」との救助要請を行った。この通報によって大阪府消防局のヘリコプタが現地に救助に向かうという事例もあった。

アマチュア無線家7万人ほどを会員とする日本アマチュア無線連盟（Japan Amateur Radio League、以下、JARLと記す）には、非常災害に対応する非常通信センターがある。震災翌日の3月12日から3月21日にわたって、連盟本部に設置されているJA1RL局（中央局）と関西本部のJA3RL局によって、被災地のアマチュア無線局との間で情報収集、安否確認などの非常通信が連日行われた。このような全国的な非常通信は、長距離であるため短波を用いるが、今回は7 MHz帯と3.5 MHz帯が使用された。JA1RL局のアンテナと運用中の様子を図1に示す。これらセンターの運用は全てボランティアで行われ、今回の稼働は東京の本部と関西地方本部を



図1 JARL 非常通信センターのJA1RL 局

合わせて 50 人日ほどであった。

JARL の組織としての非常通信とは別に、震災直後から全国で数多くのアマチュア無線局が被災地との非常通信に携わったことは言うまでもない。

更に今回は、被災地での非常通信用機器の需要に応えるため、JARL からの呼びかけで機器メーカー各社から 144 MHz 帯及び 430 MHz 帯トランシーバ 300 台が寄贈された。これらを直ちに現地で活用するため、電波法令の臨機の措置により総務省から 8J1QAA ~ 8J1QLN の無線局免許を受けた。それらは輸送担当のボランティアへ 3 月 21 日から順次引き渡され、仙台の JARL 東北地方本部他から被災地各地へ届けられた。

他方、一関市のひがしやま病院に勤務する岡崎宣夫医師 (JA1LRT/7) ^{*1} は、震災で連絡が取れなくなっている集落や避難所との連絡を確保するため室根山山頂 (標高 895 m) へのレピータ設置に動いた。震災後直ちに一関市に働きかけてその設置の許可を受け、3 月 29 日に首都圏の関係者に対して JARL 本部からの機材輸送とレピータ設置工事などの作業を要請した。これに応じて小川典夫氏 (JK1BKB)、小山弘樹氏 (7K1NAQ)、守田伸一氏 (JA1DDF) らが機器類を持って 4 月 1 日に現地に赴き、山頂の天文台への臨時レピータ局 JP7YEP (439.44 MHz) の開設が突貫工事で行われた。これは、かねてから岡崎医師が地域医療における通信の確保とア

^{*1} 岡崎医師は不幸にして 2011 年 7 月 9 日に無線ボランティア支援活動中に逝去されたが、東日本震災後の岩手県沿岸南部と内陸部の通信を確保し被災者への医療活動への貢献に対して 2012 年 5 月 25 日に中央非常通信協議会より表彰状が授与された。



図2 JP7YEP 局が設置されている室根山山頂



図3 JP7YEP 局のアクセスエリア

マチュア無線の活用を訴えていたことが実ったものである。図2にレピータが設置されている室根山の山頂を示す。このレピータへアクセス可能なエリアは大よそ図3に示される範囲であり、陸前高田、大船渡、気仙沼からはハンディ機でもアクセス可能とのことである。このレピータは、ひがしやま病院内に設置された「ひがしやま無線ボランティアセンター」により管理され、センターのクラブ局 JE7YYF を経由して 5.3 に述べる EchoLink や WiRES (Wide-Coverage Internet Repeater Enhancement System) によって各地のレピータ局や三陸沿岸部及び内陸部のアマチュア無線局に接続され、広域の通信環境が構成された。これを用いて医療活動の支援、避難所間の情報交換、安否確認、物資輸送の支援などが効果的に行われた⁽²⁾。

3. 地域非常通信への協力



JARL の組織は、地方本部の下に都道府県レベルの支部があるが、大半の支部において非常通信に備えるために定期的な訓練を行っている。具体的には、非常通信訓練コンテストを実施しているケースが多く、例えば日曜

日の9:00～12:00といった一定時間内に県内のできるだけ多くの局と交信をすることで、実際の非常通信時に重要な正確かつ効率の良い通信スキルを磨くものである。地域の非常通信では、近距離の通信が主体になることから、VHF（超短波）帯、UHF（極超短波）帯を用いて実施する。同様の非常通信訓練は、市や町の限られた範囲で行われている例もある。

このような訓練は、都道府県レベルのなるべく多くのアマチュア無線家を対象として、日頃からの非常通信への意識と通信機器の整備などの備えをすることに有効である。しかし、地域での大きな結束力が必要な非常事態に対しては、市や町の行政組織と密接に連携した活動が必要である。そのため、アマチュア無線家がボランティア組織を作って行政の防災・救急活動に協力する体制が、多くの自治体に存在する。名称はまちまちであるが、「〇〇市アマチュア無線非常通信連絡会／協力会／協力隊」というような名称が一般的である。その母体は、JARLの地域クラブ^[1]であって、そのメンバが主体となって活動している場合が多い。あるいは、逆にアマチュア無線非常通信協力会が、日常は同好会としての機能を果たしている場合もあるようだ。

地域の非常通信について、横浜市アマチュア無線非常通信協力会は、行政と連携して充実した活動を行っている事例であり、全国的にも指導的な立場にある。横浜市アマチュア無線非常通信協力会の歴史は古く、1971年4月に当時の飛鳥田横浜市長からJARL横浜クラブの会長宛てになされた「災害時における協力依頼」が端緒とのことである。これは、前年にロサンゼルスで発生した大地震を調査した横浜市職員からの、現地でのアマチュア無線家による非常通信が非常に有効であったとの報告によるものだったそうだ。当時の横浜市の災害時に即応する危機管理体制は十分ではなかったため、1971年6月1日に横浜市役所総務局に災害対策室が設けられた。その災害対策室とJARL横浜クラブ役員数名とが数回にわたって協力方法を協議し、同年の9月26日に第1回「非常災害時のアマチュア無線家による協力会議」が持たれた。その会議で、横浜市内14区に、区単位に支部設立の準備をすることが決まった。そこで、各区で活動する既存の地域クラブなどに支部の設立が依頼された⁽³⁾。地域クラブのない区については横浜クラブが中心となって設立を準備することとなった。その結果、同年12月

には14区にそれぞれの区を代表する地域クラブの設立が完了し、非常災害発生時のアマチュア無線の協力体制作りが始まったそうだ。

現在の横浜市の非常通信系統網は、市役所及び18の区役所全てにクラブ局を設置し、144MHz帯、430MHz帯及び1,200MHz帯により構成されている⁽⁴⁾。それぞれの区の平均人口は20.5万人で、一つの区には平均して25の地域防災拠点（小・中学校）があり、通信にはFM音声を使用することを基本としているそうだ。現在、登録されている約950名の非常通信協力会会員のほとんどはこれら周波数での運用ができるとのことである。都築区では、27の全ての拠点学校に開設したクラブ局に1,200MHz帯の無線機とアンテナを配備しており、これにより区役所と良好な通信が確保できるとのことである。図4は拠点学校に配備されている1,200MHz帯の八木・宇田アンテナとハンディトランシーバである。

この非常通信協力会の役割は、災害直後ではなく拠点学校に避難者が集まり避難所生活に入ってから



図4 拠点校に配備の1,200MHz帯アンテナ及びトランシーバ



図5 防災訓練における区役所クラブ局の運用模様

校と区役所との間の情報伝達を主眼としている。そのため、各拠点学校が行う防災訓練のほとんど全てに非常通信協力会会員が参加して活動しているそうである。このような防災訓練時の区役所クラブ局の運用の様子を図5に示す。伝えられる各種の伝達情報をボードに次々記録している。

JARL 横浜磯子クラブの中心メンバで横浜市アマチュア無線非常通信協力会の活動を牽引してきた片山晋氏(JA1XLU)によれば、非常時に必要な多様な通信を想定するとアマチュア無線家だけでは不十分であることから、無線従事者の免許なしに誰でも使える通信手段として特定小電力トランシーバやデジタル簡易無線機の活用が推奨されている⁽⁵⁾。しかし、機材だけ用意しても一般の人たちはこれらの無線機の操作やプレストーク式通信^[2]には不慣れなこと、また電波伝搬の知識に乏しいことから、いざというときにうまく使いこなせない可能性が高い。そのため、これら無線機の利用法をアマチュア無線家の指導により日常的に訓練しておくことの重要性が指摘されている。全国各地の町内や団地内で必要となるこのような訓練への協力が、それぞれの地域のアマチュア無線家に期待されている。

4. 子供たちの科学技術への導き



子供たちの理科離れは、科学技術立国日本の大きな危惧である。そのため、最近では子供たちの科学的興味を誘う実験などを極力授業に取り入れる動きにあり、学校外での科学教室の開催も広く行われるようになってきた。本会でも、1996年から「子供の科学教室」を開催しており、そのための寄付を募って毎年平均20回以上開催している。

科学技術分野に携わっている人たちには、子供の頃に鉱石ラジオを製作したり、科学の実験によって電波や物理に興味を持ちアマチュア無線を趣味とするようになり、更に科学技術分野の仕事に就くことになった人が非常に多い。そのため、理科離れという話を聞いて「自分たちにできることで何か貢献したい」と考えているアマチュア無線家は多い。そのようなアマチュア無線家が、自分たちの体験や知識を生かした社会貢献活動として、自主的な実験・工作教室の開催、あるいは小中学校に出かけて理科実験のサポートなどの地域活動を行っている。

表1 JARLに登録されている地域クラブ数
(2012年5月1日現在)

	クラブ数
関東 (JA1)	152
東海 (JA2)	54
近畿 (JA3)	42
中国 (JA4)	32
四国 (JA5)	23
九州 (JA6)	31
東北 (JA7)	74
北海道 (JA8)	51
北陸 (JA9)	24
信越 (JA0)	38
合計	521

る。このようなアマチュア無線家の活動母体は、主としてJARLの地域クラブという団体である。地域クラブは全国の主要都市を中心に活動しており、その数を地方別に表1に示す。全国では521団体がある。

筆者が所属している地域クラブ（府中アマチュア無線クラブ）では、「夏休み電子工作教室」という名称で、クラブの主要行事の一つとして毎年開催している。夏休みに入って間もない時期に午後半日、ラジオなどの組立工作を行う内容で、小・中学生約10名を市の広報紙で募集して行っている。この教室では、クラブのメンバがまず作るものの解説や工具の使い方を説明し、その後マンツーマンに近いサポートによって子供たちは初めてののはんだ付けなどを行い組み立てていく。終わりにには出来上がった作品を動作させ、喜びの声を上げて成功体験を味わう。この夏休み電子工作教室の様子を図6に示す。

このような科学の実験や工作の他に、アマチュア無線そのものを通して子供たちに科学的な好奇心を持たせるタイプの活動もある。南極昭和基地のアマチュア無線局との交信を体験してもらう企画や、国際宇宙ステーション



図6 府中アマチュア無線クラブ「夏休み電子工作教室」の様相

に滞在しているアマチュア無線家の宇宙飛行士と子供たちが直接交信を行うプロジェクトなどである。

前者は、南極越冬隊員のアマチュア無線家の協力によって、毎年5月5日のこどもの日に昭和基地の8J1RL局を運用して日本国内の小・中・高校生を優先して交信を行う企画である。一般のアマチュア無線局にとっても簡単ではない昭和基地との交信のできる機会を提供し、子供たちに無線通信の素晴らしさを体験してもらうとともに、南極の自然科学に興味を持ってもらうことを目的とした企画である。「愛・地球博」が開催された2005年には、万博会場に設置された「アマチュア無線特別記念局」8J2AIによって来場した小・中・高校生が次々と交信の体験をした。図7(a)はこのときの昭和基地での交信状況(写真は第46次日本南極地域観測隊提供)であり、図7(b)は万博会場ブースでの様子である。

JARLでは毎年ウェブを通してこの企画を広報するとともに、本部のJA1RL局をこのために運用して訪れる小・中・高校生が使えるようにしている。第4級アマチュア無線技士に許容される10Wの出力でも電離層の状況が良ければ難なく交信ができ、南極の自然などの質問に対して越冬隊員から直接教えてもらうなど子供たちにとって得難い体験となっている。

後者は、ARISS (Amateur Radio on the International Space Station) スクールコンタクトという国際的なプロジェクトであり、国際宇宙ステーションに滞在しているアマチュア無線の資格を持っている宇宙飛行士と子供たちが交信を行うプロジェクトである。このプロジェクトは、NASAの教育プログラムの一環として行われており、米、ロ、日、欧、加の5地域のIARU (International Amateur Radio Union) 加盟団体とAMSAT (Radio Amateur Satellite Corporation) 地域団体を代表するボランティアによって運営されている。日本ではARISS運用委員会委員の安田聖



(a) 宇宙飛行士との交信の様子 (b) 宇宙通信用のアンテナの設置

図8 河内長野市立東中学校におけるARISSスクールコンタクト(2012年6月6日)

氏(7M3TJZ)が中心となって活動している⁽⁶⁾。

最近では、2012年6月6日に大阪府河内長野市立東中学校において実施され、国際宇宙ステーション(ISS)に滞在中の、アンドレ・カイパース宇宙飛行士と生徒たちのARISSスクールコンタクトが行われた。これは、同校の近くに在住しているアマチュア無線家が学校長に開催を持ちかけ、関西ARISSプロジェクトチームがサポートして実現した。当日は、関西ARISSプロジェクトチームのメンバにより、会場の準備、屋上への衛星通信用アンテナの設置、リハーサル、そして式典を済ませ、交信予定時間の30秒ほど前から国際宇宙ステーションのNA1SS局へのコールが開始された。まもなく宇宙飛行士から応答があったが直後に電源が切れるというアクシデントがあり、交信可能時間10分の半分ほどを回復に要し、残りの時間で用意してあった全員の質問を何とか終えることができたようだ。このときの交信の様子と、アンテナ設置の様子を図8に示す。中学校に設置したアマチュア無線局は、ARISSスクールコンタクトのために臨時に開設する特別局で、小・中学生に限り誰でも(無線従事者の資格なしに)アマチュア無線家の立会の下で宇宙飛行士と交信することが認められている。アマチュア無線に無縁だった生徒たちも、このような劇的な経験を持つことで科学への目を開くきっかけとなる。日本でのARISSスクールコンタクトは、毎年全国で10件程度行われている。



(a) 子供たちと交信中の8J1RL局



(b) 「愛・地球博」会場の8J2AI局

図7 小・中・高校生による南極昭和基地との交信(2005年5月5日)

5. 新技術開発への寄与



無線通信の初期の発展段階においては、アマチュア無線による短波やVHF/UHFでの実験や交信実績が業務用の無線通信にも波及した事例が数多くあり、アマチュア無線の社会的寄与として評価を得てきた。無線通信技

術が成熟した現代においては、最先端の無線通信の実験をアマチュア無線家が自費で行うことができる分野は限られてきているが、アマチュア無線家のチャレンジ精神は昔も今も変化がない。

このようなアマチュア無線発の新技术が、広く他の領域や一般的用途に普及した最近の事例を紹介する。

5.1 ヘンテナ

1972年にJARL相模原クラブの染谷一裕氏(JA1DEU)が着想した実験をきっかけに、大久保忠氏(JH1FCZ)ら多くのアマチュア無線家により改良や変形が行われ、調整のしやすいアンテナとして普及した⁽⁷⁾。図9のような簡単なループ構造であるにもかかわらず、4素子の八木・宇田アンテナに匹敵する利得が得られるといわれているが、理論的な研究発表は数少ない⁽⁸⁾。想像以上の利得があることが不思議に思われ、当初は原理について諸説があったため「変なアンテナ」をもじって「ヘンテナ」と命名された。1980年代には海外にも知れ渡り、実用的なアンテナ技術として国内外で広く使われるようになった。

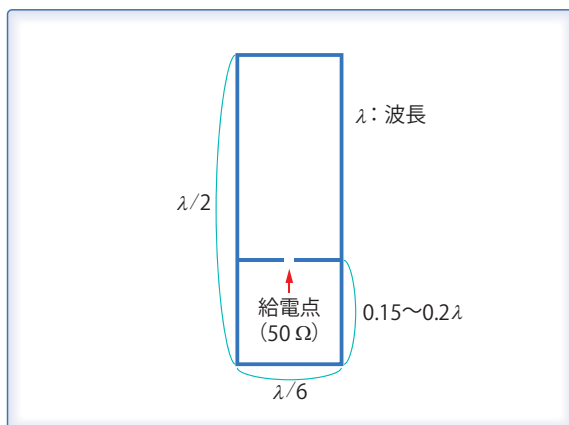


図9 ヘンテナの構造図

5.2 パケット無線通信

パソコンが出現したことから、アマチュア無線によるデータ通信の試みが1970年代後半に始まり、当初は無手順のモデムを使い300 bit/s程度の速度で行われていた。1980年にはバンクーバーのアマチュア無線家たちによってTNC(Terminal Node Controller)が開発され、かなり本格的なデータ通信が行われた。普及の契機は、アリゾナ州ツーソンのアマチュア無線家たちが米国アマチュア無線連盟と共同でパケット通信用のAX.25プロトコルを開発したことによる。このプロトコルは、

CCITT(現在のITU-T: International Telecommunication Union- Telecommunication Sector)標準のパケット通信規格X.25 LAPB(Link Access Procedure, Balanced)をベースにしたアマチュア無線用リンク層プロトコルであり、アドレスとしてコールサインを使用し、経路を指定して中継する機能などに特徴がある。1982年に、AX.25を実装したモデムがTNC-1としてTAPR(Tucson Amateur Packet Radio Corporation)から発売され、世界的に広まった。これをアマチュア無線機に接続することで、1980年代後半にはパケット無線の掲示板RBBS(Radio Bulletin Board System)が144 MHz帯や430 MHz帯を用いて大流行した。更に、RBBSをネットワーク化する機能がアメリカ、フランス、日本のアマチュア無線家によって開発された。転送形RBBSと呼ばれているものである。これにより、特定地域内のみならず全国的に、更に短波帯のパケット通信により海外ともつながったネットワーク運用へと発展した。

本格的なアマチュア無線パケットネットワークの実現は、1986年頃米国のPhil Karn氏(KA9Q)が、研究途上にあったインターネット用プロトコルTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)をアマチュア無線で実現するソフトウェアパッケージを開発したことによる。Karn氏が開発したソフトウェアはIBM PC用であったが、これを山田正寛氏(JK1NNT)が当時日本で広く普及していたNEC PC9801用に移植し、日本での普及のきっかけとなった。更に、日本のアマチュア無線家グループPRUG(Packet Radio User's Group)が、1988年からTCP/IPソフトウェアパッケージの改良や、アプリケーションソフトウェアの開発を行い普及に寄与した⁽⁹⁾。

アマチュア無線はそれぞれ個人の都合で運用されるものであることから、計画的な置局や持続的な通信を保証することはできない。このような不確定な無線局運用であっても、ネットワークを実現できることがアマチュア無線によって実証されたといえる。これは、現在ではアドホックネットワークといわれている通信形態であり、アマチュア無線での1980年代からのチャレンジによって実証され、現在の本格的な研究開発の糸口になったといえる。当通信ソサイエティでは2004年度にアドホックネットワーク時限研究専門委員会が発足して以来、研究会やワークショップが活発に開催されている。

5.3 無線機のインターネット接続

1990年代末にはインターネットが急速に普及し始めたことから、あるエリアでの無線通信を有線のインターネットを用いて遠方のエリアへ VoIP (Voice over Internet Protocol) により接続するタイプのアマチュア無線通信が出現した。2002年に Jonathan Taylor 氏 (K1RFD) が開発したシステムは、EchoLink と称される Windows OS のフリーソフトウェアとしてウェブから自由にダウンロードできたため、またたく間に世界中に普及した⁽¹⁰⁾。同様の VoIP インターネット接続システムは他にも種々開発されている。WiRES は八重洲無線 (株) によって開発されたシステムで、無線機とインターネットの接続に専用のハードウェアを用いて、3 分間の連続送信制限やインターネットリンクの連続接続防止など安全性を高める管理機能を盛り込んでいる。

これらは音声通信を前提として、端末の無線機とインターネット接続をする無線局 (ノード局またはリンク局と称する) 間の無線通信にはアナログの FM 変調を用いている。これに対して、端末の無線機を含めて全てデジタル化するチャレンジは日本で 1990 年代末から始まった。このシステムは、筆者も参加した JARL の「デジタル化技術に関する調査検討会」によって開発され、D-STAR (Digital Smart Technology for Amateur Radio) と名付けられた。音声通信 (DV: Digital Voice) モードでは 430 MHz 帯または 1,200 MHz 帯で GMSK (Gaussian filtered Minimum Shift Keying) 変調の 4.8 kbit/s 伝送^{*2}、音声以外のデータ通信 (DD: Digital Data) モードでは 1,200 MHz 帯で 128 kbit/s 伝送を行う。音声通信の場合のチャンネル間隔は 6.25 kHz としており、従来の FM 通信でのチャンネル間隔 10 ~ 25 kHz に比べて周波数利用効率も大幅に改善している。端末の無線機間で直接デジタル通信を行うことはもちろん、エリア内及びエリア間の中継にはレピータ局を用いる。長距離のエリア間ではゲートウェイを介してインターネットによって接続するが、近距離のエリア間の接続には 10 GHz 帯での 10 Mbit/s 通信も用意されている⁽¹¹⁾。D-STAR システムの構成を図 11 に示す。

この D-STAR のレピータ局の設置は 2004 年から始ま

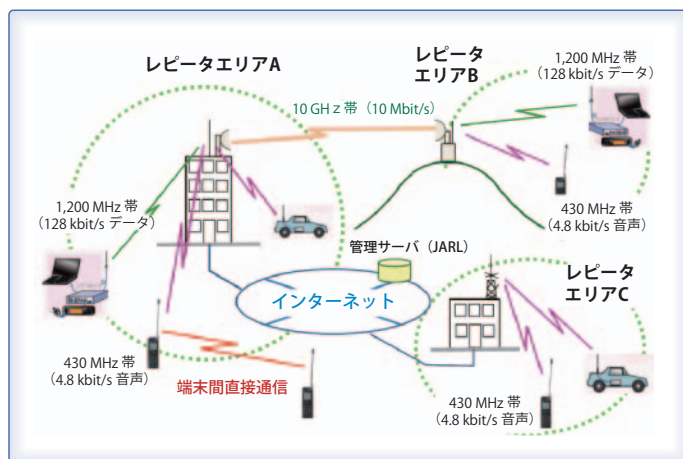


図 11 D-STAR システムの構成

り、2012 年 8 月現在では国内 134 局、海外 564 局 (ゲートウェイ数) が運用されている。

アマチュア無線が先駆けとなり、このようなエリア間をインターネットで接続するタイプの無線通信の効用が明確になった。すなわち、小電力の無線通信でカバーできる限定された小エリア間相互を有線通信で接続することで広域の安定した通信が可能となる。すなわち、セルラー方式の携帯電話と同じコンセプトであるが、通信事業者に依存することなくこのような効用が実証された意義は大きい。現在ではこのようなシステムが一般用に導入され、日本ではインターネット接続が可能な特定小電力無線機やデジタル簡易無線機が 2008 年に商品化され、種々の業務に利用され始めている。

6. 今後の可能性



アマチュア無線の技術的チャレンジは今後も多方面に展開されると思われるが、アマチュア無線の特質を生かした技術の追求や、人材育成に資する取組みが特に期待される。このような可能性の大きいテーマを幾つか紹介したい。

6.1 ソフトウェア無線

アマチュア無線は、利用する周波数帯、変調方式の種別、伝送帯域や速度、などの多様性が非常に多岐にわたる。モールス通信を始めとして各時代に出現したあらゆる方式を利用していることと、個人の興味によって種々の実験を行うことが特質である。このような特質から、ソフトウェア無線技術を適用することが極めて適してい

^{*2} 音声符号化に AMBE (Advanced Multi-Band Excitation) を採用し、符号化速度は 2.4 kbit/s。これに誤り訂正符号 1.2 kbit/s 及びデータ伝送 1.2 kbit/s を付加して、1 チャンネル 4.8 kbit/s としている。

る。従来のハードウェアによる実験では、実験対象ごとに装置を用意する必要があったが、対象とする信号の周波数帯がデジタル化してプロセッサに取り込める範囲であれば、実験は全てコンピュータソフトウェアの操作で行える。また、変復調やフィルタなども理想的な特性を容易に実現することができる。

最近では、ソフトウェア無線用の機材が安価に入手できる状況になってきたことから、アマチュア無線においてソフトウェア無線は大いに活用されていくことが期待される。既に、個人でも手の届く価格の開発キットや、組立基板付の入門書などが入手可能な状況にある⁽¹²⁾。

6.2 アマチュア衛星

最初のアマチュア無線用衛星は、アメリカのアマチュア無線家が製作して1961年12月12日に打ち上げられた。それは「HI HI」というモールス符号をビーコン信号として144 MHz帯で送信するだけの衛星ではあったが、米ソ二大国が威信をかけて宇宙開発を競う中で手作り衛星が成功したことで話題になった。この衛星は、Oscar-1 (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio-1)と命名された。それ以降、世界のアマチュア無線用衛星はOscar-xとシリーズ番号を付けて管理されている。

日本の最初のアマチュア衛星は、1986年8月13日に種子島宇宙センターから打ち上げられた「ふじ1号」Oscar-12であり、その後1990年2月7日に「ふじ2号」Oscar-20、1996年8月17日に「ふじ3号」Oscar-29と続くが、「ふじ3号」は現在も不定期ながら運用中である。これら3衛星のコールサインは順に8J1JAS (廃局)、8J1JBS、8J1JCSである。その後は、東京大学チームが製作したCubeSat XI-IV (JQ1YCW)と東京工業大学チームの製作したCute-1が2003年6月30日打ち上げに成功している。更に2005年10月に2基、2006年9月に1基の打ち上げに成功しているが、2009年1月23日にはJAXAが打ち上げたH-II A 15号機では、香川大学のSATRS、東京大学のPRISM XI-IV (JQ1YZW)、都立航空工業高等専門学校の「輝汐」KKS-1 (JQ1YYY)、東北大学のSPRITE-SATなど7基の小形衛星が打ち上げられた。2010年5月21日にはH-II A 17号機で金星探査機「あかつき」とともに5基の小形衛星が打ち上げられた。これらの小形衛星のほとんどが、144 MHz帯をアップリンク、430 MHz帯をダウンリンクとして使用している。

直近では、2012年7月21日に打ち上げられた宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号によって5基の小形衛星が国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」に運搬され、10月4日深夜から5日未明にかけて放出実験が成功した。この方式によって、小形衛星の打上げは新たなフェーズに入ったといえる。この中には福岡工業大学が製作した「にわか」FITSAT-1があり、10月20日に5.8 GHzで115.2 kbit/sというアマチュア無線としては高速の画像データ伝送に成功している。また、高出力LEDによる可視光でのモールス符号の発信も計画されている。

このように近年、小形衛星の打上げは比較的容易にできるようになり、大学生や高専生が衛星を設計し製作する機会を持てるようになってきた。アマチュア衛星の重要な目的の一つが人材育成であることから、多くの大学・高専でアマチュア衛星プロジェクトが持たれ、参加学生が増えていくことが望まれる。

本会は、宇宙関係の八つの組織、学協会の一員として「衛星設計コンテスト⁽¹³⁾」を主催し、1993年度から毎年開催しているが、毎年多くのユニークで優れたアイディアが発表されている。小形衛星の打上げは上述のような状況にあることから、このコンテストをステップとして優れたアマチュア衛星が製作され打上げに至るケースが増すことが期待される。

6.3 超低速・極小電力通信

月面反射通信では地球に到達する微弱な信号を正しく受信する技術が求められる。また、アマチュア無線では小電力通信をQRP (「送信電力を下げる」を表すモールス通信Q符号)と称して、より小さな送信電力でより遠距離との通信を行うことを競っている。このように信号強度が弱い場合には、一般的に受信機を可能な限り狭帯域にして通過する雑音を減らし、モールス符号通信を低速で行うことにより信号対雑音比を確保する。一方、近年の誤り訂正符号やデジタル信号処理などの最新の技術を適用すれば、理論限界に迫る通信を実現することが可能となる。

超低速のデータ伝送を前提として、このようなコンピュータ支援の通信技術へのチャレンジが数年前から始まっている。試みの例として、WSPR (Weak Signal Propagation Reporter)あるいはQRSS (モールス通信Q

符号の「更に低速のキーイング」を表す QRS に S を付加して強調し「超低速」の意味」といった技術がある。

WSPR は、ノーベル物理学賞の受賞者でもある Joseph Taylor 氏 (K1JT) により開発され、2008 年にリリースされた。極力低出力で送信することを目的にしており、無線機を制御し微弱電波により電波伝搬状況を自動測定して、その結果をデータベース化し全世界のアマチュア無線家が共有するものである。誤り訂正符号を適用した 1.5 ボーの 4 値 FSK (Frequency Shift Keying) によるデータ伝送を適用しており、受信機の帯域は 5.9 Hz である。SSB (Single Side Band) 通信の標準帯域である 2.5 kHz に換算して、-28 dB の信号対雑音比での通信を実現している。

QRSS は、モールス符号で 1 文字を数秒ないし数十秒掛けて伝送するものである。受信機では、例えば 2.5 kHz の帯域を 5.5 kHz でサンプリングし 16 bit/sample のデータとして 16,384 ポイントの FFT (Fast Fourier Transform) 処理をした結果を PC 画面上に表示することで、0.3 Hz の分解能で視覚的に受信する。これにより、2.5 kHz 換算で -30 dB 程度の信号対雑音比の通信が実現される。

これらの技術を用いると極小電力の通信が可能になることから、アマチュア無線のみならず即時性を要しない広域テレメータなど多様な応用が考えられる。まずは多くのアマチュア無線家による実験結果の蓄積が期待される。

6.4 センサネットワーク

2009 年 3 月から、136 kHz 帯 (135.7 ~ 137.8 kHz) がアマチュア無線に使用できるようになり、多くのアマチュア無線家が今まで未経験だった長波の送受信技術に取り組んでいる。上記の WSPR や QRSS も 136 kHz 帯通信への適用が有力な用途である。長波は、かつてはデッカ、ロラン C、船舶・航空機用ビーコン、など電波航法用として多く活用されていたが、現在は標準電波など一部の用途にしか使われなくなってきている。

他方、早川正士氏は地震の前兆として生じる電波じょう乱を捉えることで地震予知の研究をしているが、これには長波 (LF) や超長波 (VLF) が適していることを示している⁽¹⁴⁾。国内の長波の送信局は 2 局の標準電波 (福島県: 40 kHz, 福岡・佐賀県境: 60 kHz) がある程度であるが、海外の長波送信局も利用して、これらの電

波を複数の受信点で観測する地震予知センサネットワークを構成している。長波による地震予知が実用化されたときには、長波のアマチュア無線局の役割は非常に大きくなるであろう。

これは一例であるが、世界に数多く散在しているアマチュア無線局は、電波を利用するセンサネットワークの重要な担い手となる可能性がある。

7. む す び



携帯電話が日本では総人口を超える契約数にまで達し、スマートフォンの普及により無線通信はますます日常生活に浸透している。これからの無線通信は人間が主体の通信のみならず、M2M (Machine to Machine) あるいは IoT (Internet of Things) と称される機器間通信への活用も大いに進むと予想されている。それに伴い生活と産業の基盤となる電波資源の貴重性は限りなく増大しており、高度なデバイス技術とソフトウェア技術を駆使して周波数利用効率の限界に迫る極めて高度な無線通信技術が求められている。

一方、アマチュア無線は、電波法の施行規則で「金銭上の利益のためでなく、専ら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究の業務」と規定されているように、個人的な関心で行う活動を前提としている。そのため個人活動であるアマチュア無線においては、高価なデバイスや高級な測定器を必要とする技術開発には取り組みにくい、企業活動におけるような利益や時間の制約はなく、非常に大きい自由度がある。したがって大学の研究と同様に、技術的・社会的に貢献できる潜在力が非常に大きいといえる。潜在力のベースには、無線への興味で蓄積した専門知識、日頃の通信活動で高めた運用スキル、保有する高性能な通信機器などが挙げられる。また、アマチュア無線家あるいは無線局の数の多さも潜在力の一つであろう。日本のアマチュア無線局数は、ピーク時に比べると減ったとはいえ 2011 年度末 44.3 万局であり、世界的に非常に多い部類に属する。したがって、貴重な電波資源を自由に活用できる立場や環境を生かして潜在力を発揮することで、多様な社会貢献がこれからも期待される。

近年多発する傾向にある風水害に際しての地域での非常通信などへの協力は、アマチュア無線にとってますま

す重要になるであろう。協力の効果を上げるため、非常時にはアマチュア無線が地域の防災無線や、他の業務用無線との相互通信を可能とする制度的な整備も必要であろう。非常通信は典型であるがその他の活動において、高齢化し連携が希薄になってきている地域社会の中で、アマチュア無線家の貢献は今後一層望まれるであろう。

子供たちの科学技術教育において、かつては多くの小・中・高校に開設されていたクラブ局の復活が望まれる。当時は「海外と交信できる」と聞いてアマチュア無線を始め、初心者が運用できる10Wの出力ではよほど良い条件に遭遇しないと了解度の良い海外交信は難しかった。しかし、現在はD-STARなどを用いると5W程度のトランシーバによって、高品質のデジタル通信による海外交信が容易にできる状況にある。小学校から行われるようになった英語教育においても、海外交信で生きた英会話を体験できることになる。携帯電話とは異なる子供たちに興味を湧くアマチュア無線の活用法を考え、小・中・高校生のアマチュア無線人口を何とか増やしたいものである。

世界的に見て日本はアメリカに並ぶアマチュア無線大国であり、世界のアマチュア無線の発展を先導していくことも我々の責務といえる。

○ 文 献

- (1) “岩手・山田、アマ無線交信成功,” 河北新報, 2011年4月20日夕刊記事.
- (2) 野田尚紀, “そのとき被災地のハムが動いた,” CQ ham radio, 2011年9月号, pp.70-75, Sept. 2011.
- (3) “横浜市アマチュア無線非常通信協力会 設立経緯・年表,” 横浜アマチュア無線非常通信協力会 HP, <http://www12.atpages.jp/yosonet/>
- (4) “横浜市アマチュア無線非常通信協力会非常通信系統網,” 横浜アマチュア無線非常通信協力会 HP, <http://www12.atpages.jp/yosonet/>
- (5) 片山晋, “災害時の情報伝達とアマチュア無線家の役割,” CQ ham radio, 2012年5月号, pp. 34-40, May 2012.
- (6) “ARISS Japan,” <http://www.jarl.or.jp/ariss/>
- (7) 高平淳一, “ヘンテナの原理を考える 50MHz 用ヘンテナ,” CQ ham radio, 1979年5月号, pp.256-259, May 1979.
- (8) 前田忠彦, 澤谷邦男, 石曾根孝之, 虫明康人, “スイスク

ウッドアンテナとヘンテナの放射特性” 信学技報, AP81-87, pp.29-34, Oct. 1981.

- (9) 小林直行, “ネットワーク / PRUG / そしてアマチュア無線,” CQ ham radio, 1996年3月号, pp.126-131, March 1996.
- (10) S. Ford, “VoIP and Amateur Radio,” QST, vol. 87, no. 2, pp. 44-47, Feb. 2003.
- (11) “アマチュア無線のデジタル化技術の標準方式・略称 D-STAR,” 4.3C 版, JARL, March 2002, http://www.jarl.com/d-star/STD4_3C.pdf
- (12) 三浦一則, “ソフトウェア・ラジオの実験,” CQ 出版社, 東京, 2007.
- (13) “衛星設計コンテスト,” <http://www.satcon.jp/>
- (14) 早川正士, “地震は予知できる!,” KK ベストセラーズ, 東京, 2011.

【用語解説】

[1] 地域クラブ：地域のアマチュア無線家が参加する同好会的組織であって、JARL ではこのようなクラブを都道府県別の支部の構成員として組織化している。他のカテゴリーのクラブとして企業などの職場のアマチュア無線家が参加する職域クラブ、大学などの学校の学生・教職員が参加する学校クラブ、医師など専門家のアマチュア無線家が参加する専門クラブがあり、それぞれのカテゴリーで JARL に登録されている。

[2] プレストーク式通信：アマチュア無線やタクシー無線などの業務用無線通信では、一つの周波数による通信を行っているため、送話と受話を交互に切り換えて通話をする。送話中は送信機をスイッチオンし、受話中は受信機をスイッチオンする必要がある。通常このスイッチはマイクロホンと一体となっており、そのスイッチを押（プレス）しながら送話（トーク）をすることからプレストーク式通信と呼ぶ。より専門的にはシンプレックス通信（単信方式）といい、携帯電話のような送受話が同時に可能な方式をデュプレックス通信（複信方式）という。



三木哲也（正員：フェロー）

1965 電通大卒, 1970 東北大学院博士了。同年, NTT 電気通信研究所。1992 NTT 光ネットワークシステム研究所長, 1995 電通大電気通信学部教授, 2008 同大学理事, 2010 同大学学長特別補佐, 2012 から同大学特任教授。2011 から (財) 日本無線協会理事長。主に光通信・無線通信システム, ネットワークの研究に従事。1958 アマチュア無線局 JA1CIN 開局。

アマチュア無線機の動向 (その1)

—受信部の変遷—

鳥井敏雄 Toshio Torii (株) JVC ケンウッド

1. ま え が き

アマチュア無線機の開発に従事しているせい「インターネットを使えば地球の裏側といつでも動画で会話できる時代に、まだアマチュア無線機をやっているのですか?」とよく質問される。これには定番の返答が用意しており、「インターネット時代だからこそアマチュア無線が以前よりもっと楽しめるのですよ!」と答えると、大抵はげんな顔をされる。昨今のインターネットとアマチュア無線の関係は本小特集の別項に譲るとして、ここでは「地球の裏側」から連想される遠距離通信に最も適した周波数帯である「短波」(以下、HF)用アマチュア無線機の受信系を中心に、ここ半世紀のアマチュア無線機の技術動向を紹介する。

2. アマチュア無線機の歴史

最新技術の前に、以前はどのような無線機を使用していたのか簡単に振り返る。さすがに火花通信からでは戻りすぎで、戦後のいわゆるメーカー製無線機(国内)の流れを追うと、当時から現在にかけての代表的な技術が見えてくる。無線機の技術といっても受信、送信、局発、機構などいろいろな分野があるが、華がある(ユーザの関心が高い)分野は受信に関わる技術である。異論は多々あろうが、HF アマチュア無線機は受信の基本性能、付属機能、操作性などの改善とともに進歩してきたと言っても過言ではないと思う。

HF アマチュア無線機は、いまだにプリアンプやメインアンプが存在するオーディオ製品とは違って、組合せ使用を前提とした受信機や送信機の単品製品は 1970 年代で廃れてしまい、現在はほとんどトランシーバだけになってしまった。理由としては、送受共用部分が多いので一つの箱に入れてしまった方がコスト的に有利ということもあるが、トランシーバとして設計された製品の性能が単品製品と何ら変わらなくなったことや、通常は受信も送信も同じ周波数で交信するので、操作する無線機も 1 台だけの方が何かと都合が良いことも利点としてある。そのような背景も踏まえ、国産

HF トランシーバの主に受信部の変遷をその時代のキーワードとともに振り返ることで技術の流れを見ていく。

(1) コリンズタイプ

国産 SSB (Single Side Band) 無線機が出現した 1960 年代半ばから 1970 年代中頃まで、受信回路方式の主流として採用された方式である。名称の由来はアメリカのコリンズ社(現、ロックウェル社)の無線機で採用されていたことによる。

構成例を図 1 に示す。特徴は、受信周波数が 5MHz 前後で受信カバー範囲が 500 kHz 前後の受信部を親受信機とし、その入力に水晶発振回路による固定周波数局発のコンバータを設け、水晶を切り換えることにより受信周波数帯を切り換える方式であること。アマチュアバンドは 21 MHz 帯以下では 500 kHz 以下の幅しかないので受信するアマチュアバンドの数+α の水晶発振子を用意することになる。

利点：第 1 IF (Intermediate Frequency) 周波数が高いので第 1 イメージ比が高くとれる。LC 発振回路による VFO (Variable-Frequency Oscillator) の発振周波数が受信周波数によらず一定の周波数帯なので、周波数安

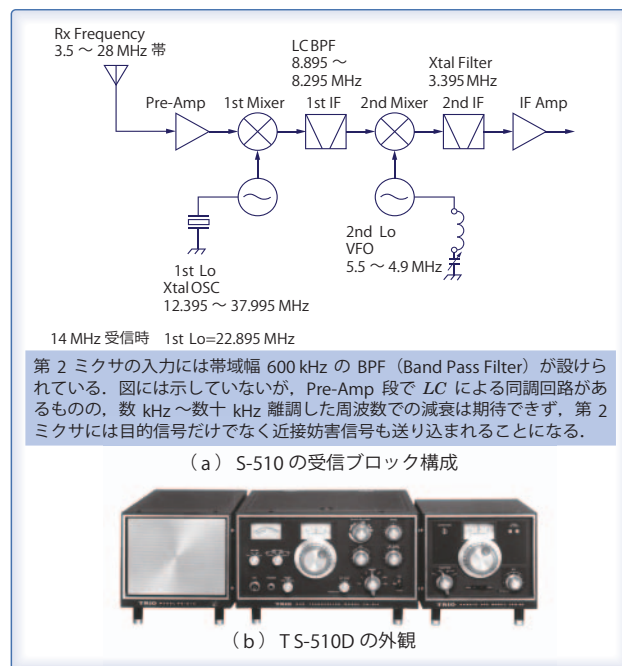


図 1 コリンズタイプの例

定度の管理がしやすい。

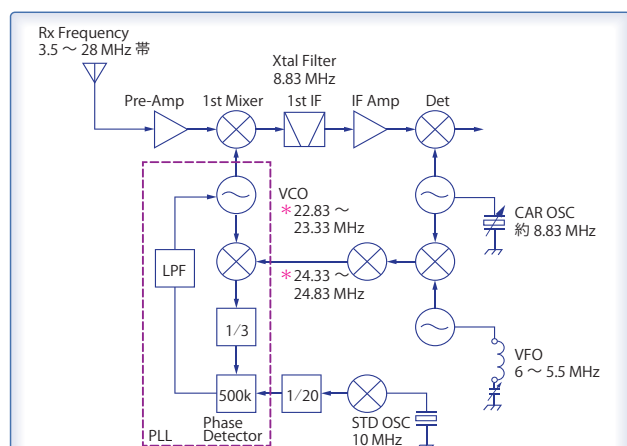
欠点：第2ミキサまで広帯域で受信信号を扱うので、近接のダイナミックレンジが高く取れない。また、当時は比較的高価な水晶発振子を多数使用しなければならなかったため製品の価格も高くなった。

しかし、特に周波数安定度はいわゆる高一中二（高周波1段増幅、中間周波2段増幅構成受信機の俗称）と呼ばれた455 kHzの第1IF周波数を用いるシングルスーパー受信機よりも、特に高い周波数帯で圧倒的に高性能であったため、周波数安定度を要求されるSSB方式の普及とともに入門機クラスでも採用される一般的な構成となった。

(2) PLL (Phase Locked Loop)

PLLは発振回路であり受信部そのものではないが、1970年中頃にPLLが登場したことで受信部の構成を大きく変えることができた。図2に当時の一例を示す。コリンズタイプと比較し受信信号系の一番の違いは、第1ミキサのすぐ後の第1IFで最終通過帯域幅を決定する狭帯域フィルタを使用できる点である。これはPLLの採用により第1局発を受信周波数によらず安定して可変できるようになったためである。第1IFに使用するフィルタは第1イメージを確保するために8 MHzや9 MHz台の周波数が用いられた。

利点：第1IFに狭帯域フィルタを使用できるので、コ



図中*は14～14.5 MHz受信時の周波数。巧みな周波数構成により、IFシフト機能を実現している。この当時はPLLを用いながらLC発振のVFOを併用しており、現在から見れば過渡期のPLLといえる。

(a) TS-120の受信と局発のブロック構成



(b) TS-120の外観

図2 PLLを使用した構成例

リンズタイプと比較し近接の受信妨害特性が向上した。

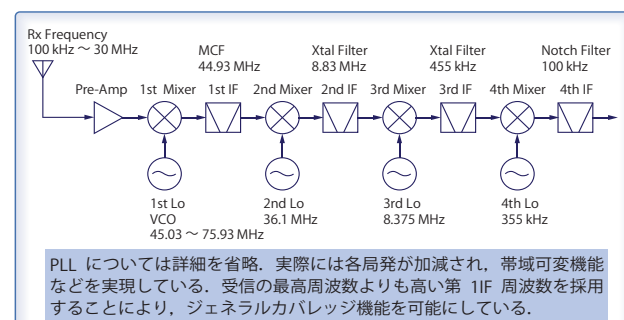
欠点：局発回路の回路規模が大きく複雑になった（初期のPLLはアナログVFOとPLL回路が組み合わされたハイブリッド的な構成であったが、キャリア発振器の周波数をPLLループ内にミックスすることによりIFシフトのような混信除去機能を簡単に実現できるようになった）。

(3) アップコンバージョン

短波で、アマチュアバンドだけでなく海外放送バンドや業務用通信なども聞きたい、時には中波でナイターも聞きたいという需要があり、長波帯から30 MHz程度までを安定にフルカバーする受信機能が求められていた。そこで1980年初頭に登場したのが「アップコンバージョン」方式を採用したジェネラルカバレッジ（受信）機能である。基本的な構成は図3のようになっており、受信信号を最高受信周波数よりも高い第1IF周波数に上げてしまうことがこの方式のポイントである。第1IF周波数は、当初は40 MHz台であったが、その後、70 MHz前後が主流となった。

利点：第1イメージが受信周波数よりも相当高い周波数になるため、フロントエンドの設計がある意味楽になる。

欠点：上げた周波数は下げなければならず、受信や局発の回路構成が複雑になり、特に高級機の受信回路では混信除去機能を充実させるためコンバージョンの数が三重、四重となった。またPLLもアナログVFOを撤廃した構成になったが、SSBの同調をスムーズに行うため10 Hz前後のステップで周波数を可変しなければならず、PLLの出力を分周して次のPLLに入



PLLについては詳細を省略。実際には各局発が加減され、帯域可変機能などを実現している。受信の最高周波数よりも高い第1IF周波数を採用することにより、ジェネラルカバレッジ機能を可能にしている。

(a) TS-930の受信ブロック構成



(b) TS-930の外観

図3 アップコンバージョンの構成例

力する多重ループ構成となるため、設計段階では内部ビートを避ける周波数構成の作成に頭を痛めることになった。反面、局発回路の周波数を CPU (Central Processing Unit) からのデータで決定できるので、受信通過帯域可変機能や周波数メモリなどの機能が容易に実装できるようになった。

(4) DSP (Digital Signal Processor)

1989 年にアマチュア無線機として初めて DSP を搭載したトランシーバが登場した。当時の DSP は変復調と AF (Audio Frequency) 信号処理のために使用されており、今日のような IF 信号処理は行っていなかった。受信信号系との関係では、図 4 のように AGC (Automatic Gain Control) は従来どおりアナログ段だけで完結しており、DSP は AGC ループ外に配置されている。したがって受信最終通過帯域幅はアナログ機同様に IF 段に並べられた多数のフィルタで決定されることになる。この使用方法での DSP では変復調が主な機能ではあるものの、アナログでは実現できない優れた逆サイドバンド特性やキャリヤサプレッションをベースバンドの全周波数帯域にわたって実現することができた。

1990 年半ばになると、IF 段から DSP で信号処理を行えるようになった。IF 段とはいえ、最終 IF (十数～数十 kHz) を A-D コンバータでデジタル信号に変換し DSP に送る構成ではあるが、前述の構成では行っていなかった AGC 処理を DSP で行うことで、受信機としての機能が飛躍的に向上した。図 5 に当時の構成を示す (この構成例ではアンテナから A-D コンバータまでに従来機並みにアナロ

グ回路が使用されているが、近年ではコンバージョンの段数も少なくなりスッキリした構成となっている)。

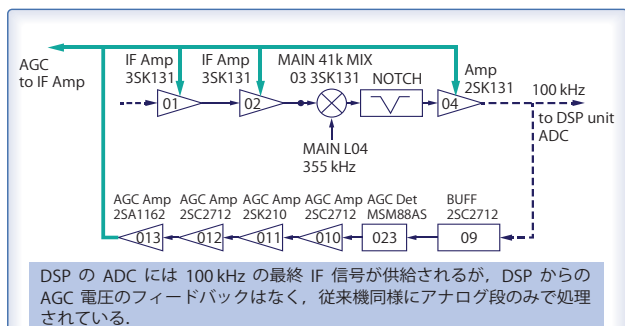
DSP を IF 段信号処理で使用する最大のメリットは、最終受信通過帯域幅を DSP で実現できることである。従来機では水晶振動子を組み合わせたクリスタルフィルタのような通過帯域幅が可変できないフィルタを使用するので、複数の帯域幅が必要な場合は、(3) で述べた方式を用いるにしても、複数のフィルタを使用する必要があったが、DSP ではそれらを演算で実現するので所望通過帯域のフィルタがほぼ自由に設定できる。他にもノイズリダクション機能など、アナログでは実現が困難であった多くの機能が DSP により容易に実現できるようになった。

利点： 多くの付属機能が DSP のプログラムで実現できる。通過帯域幅に関しては「オプションフィルタ不要」というキャッチフレーズが使われた。別の言い方をすると、DSP により機能を実現することは、そのためのアナログ回路が不要になるということであり、工業的にはコストダウンだけでなく経年変化の影響を少なくでき、結果的に信頼性が向上することは大きな利点である。

欠点： 当初は A-D コンバータや DSP 自体の価格が高く、製品の価格もそれを反映したものになったが、最近では価格もこなれてきて高級機だけでなく普及機クラスでも 32 ビット浮動小数点演算 DSP を使用することが一般的になってきた。

(5) ダウンコンバージョン

アップコンバージョン方式では第 1 IF 周波数が 60 MHz や 70 MHz と高いため、その周波数で狭い通過帯域幅の

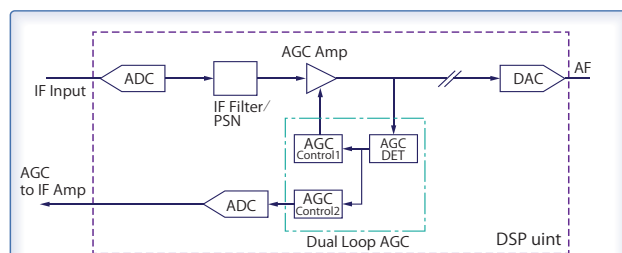


(a) DSP への信号の取出し例



(b) TS-950SDX の外観

図 4 DSP 搭載トランシーバ



(a) TS-870S の DSP ブロック抜粋



(b) TS-870S の外観

図 5 DSP による AGC の構成例

フィルタを作成することが物理的に困難である（現行の市販モデルでは 3 kHz が最小となっている）受信部の第 1 ミキサを始めとする各ブロックの性能が以前と比較して相当に向上しているため、この帯域幅でも受信周波数近傍の強入力妨害特性は実用的には十分な実力を持っている。しかし、そのフィルタの通過帯域幅を 500 Hz 等もっと狭い帯域にすると、更に近接特性を改善できることは容易に想像がつく。そのような構成を実現するため、通過帯域 500 Hz 以下のフィルタが製作可能な 10 MHz 前後の周波数を第 1 IF 周波数とする方式が最近登場してきた。とはいっても、これは新しい技術ではなく、先祖帰りであり、アップコンバージョン方式をやめることに他ならない。

利点：第 1 IF フィルタを通過して第 2 ミキサ以降の段へ送り込まれる目的信号付近の不要信号をいかに減らすかという点では、今のところこの方式に勝るものはない。誤解して頂きたいのはコンバージョン方式で優劣が決まるのではないことである（500 Hz 以下の狭帯域のフィルタが 60 MHz や 70 MHz 台の高い周波数では今のところ量産できないことが、開発側から見たジレンマになっている）。

欠点：第 1 IF 周波数が低くなるので第 1 イメージ妨害など十分に配慮したフロントエンドの設計が必要となる。

図 6 に、2010 年に筆者のチームで開発したダウンコンバージョンとアップコンバージョンを使い分けた HF トランシーバの構成例を示す。特定のアマチュアバンド、モード、通過帯域幅に条件を設け、それに一致する場合の

受信だけがダウンコンバージョンを使用し、それ以外の条件の受信と送信は従来どおりのアップコンバージョンを使用している。一見複雑であるが、このような構成をとることで、従来からあるジェネラルカバレッジ機能をなくすことなく基本性能とコストのバランスをとっている。

3. む す び



受信部の歴史を中心にその発展の概略を眺めてきたが、相当にはしよった説明となったこと、また、受信ミキサ、周波数一発管理、DDS (Digital Data Storage)、バンドスコープなど面白そうなキーワードを盛り込めなかったことは御容赦頂きたい。

今後、アマチュア無線機はどうなっていくのであろうか。世の中は様々な電気製品がデジタル化しているが、こと HF のアマチュア無線に限って言えば、通信方式自体をデジタル化することが切望されているわけではない。むしろ昔ながらの SSB や CW (Continuous Wave) での交信を楽しむための道具をより高性能高機能なものとするために無線機の回路のデジタル化が進んでいる。

では、現行の HF トランシーバの受信部はアンテナからの信号をいきなり A-D コンバータで受けてデジタル処理する方式になっているだろうか。そうなれば、アップだ、ダウンだという議論をする必要もなくなる。ところが多くのトランシーバはいまだにスーパーヘテロダイン方式を踏襲している。ここら辺りは各社開発陣の様々な思いがあつてのことであり、その理由を想像してみるのも面白いのではなかろうか。

その 2 では DSP を核とした最新の受信機の構成と、その技術を御紹介する⁽¹⁾。

○ 文 献

- (1) 西村芳一，“アマチュア無線機の動向（その 2）—ソフトウェアデファインドラジオ—”，信学通誌，no. 23，冬号，pp.200-202，Dec. 2012.

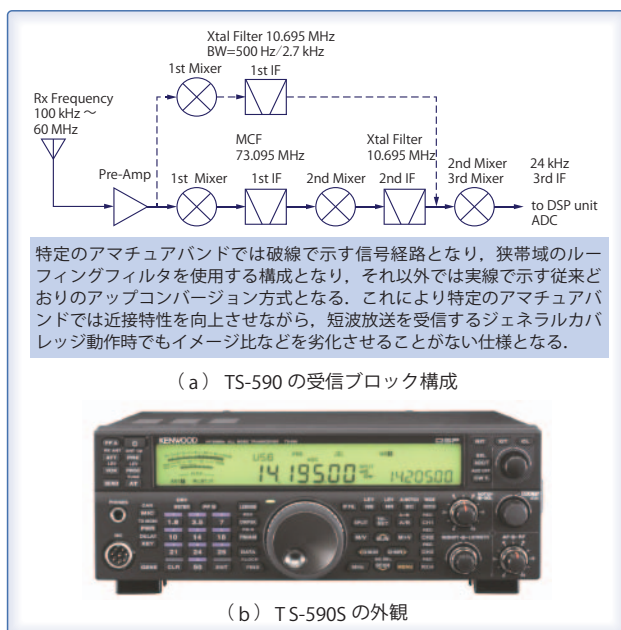


図 6 アップ / ダウンコンバージョン切換方式の構成例

鳥井敏雄



1980 トリオ株式会社（現、(株) JVC ケンウッド）入社。以来、主にアマチュア無線機器の開発に従事。TS-990、TS-590、TS-480、TS-2000 など。日本アマチュア無線機器工業会 (JAIA) 技術委員会委員長。

アマチュア無線機の動向 (その2) —ソフトウェアデファインドラジオ—

西村芳一 Yoshikazu Nishimura (株) エーオーアール

1. ダイレクトコンバージョン



近年の半導体技術の進歩は、とどまるところを知らない。無線の分野でも、例外ではなくそれらの恩恵を大いに受けている。その代表的なものに、ダイレクトコンバージョンがある(図1)。第一部で説明があった、受信機での不動の地位を築いているスーパーヘテロダインの方式をとらずに、アンテナから入ってくる信号を低利得の広帯域アンプを通すだけで、いきなりA-D変換に通し、その後は全てデジタル信号処理で受信するものである。実際に筆者が設計した、ダイレクトコンバージョンのブロック図とその回路基板の写真を図2に示す。要するに、周波数変換処理が入らない究極の受信機の形態である。

もちろんひずみに関していえば、IIP3 (Third Order

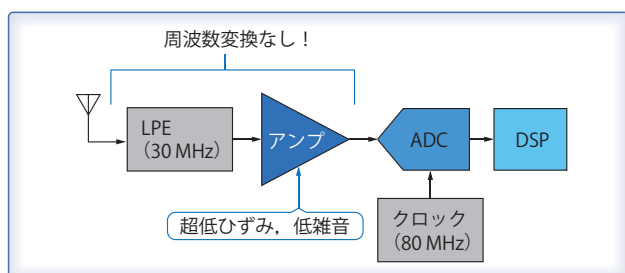


図1 ダイレクトコンバージョン

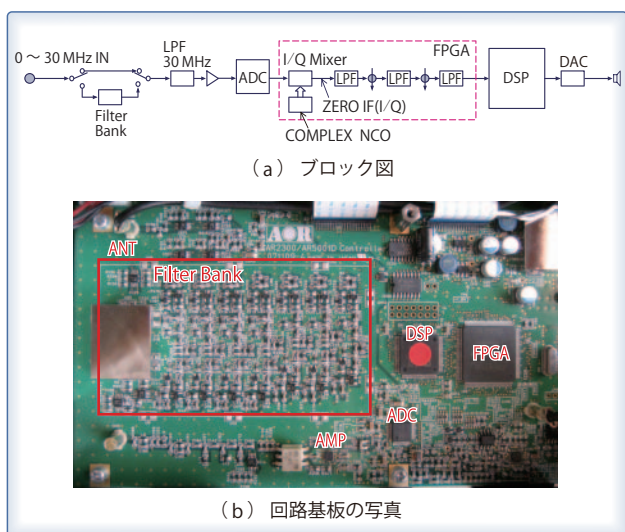


図2 ダイレクトコンバージョンのブロック図と回路基板の写真

Input Intercept Point) が+40 dBm を超えるような特性を持つ、狭いルーフィングフィルタを用いたスーパーヘテロダイン方式の受信機にはかなわない。しかし、このようなダイレクトコンバージョンでも+20 dBm を超えるような IIP3 特性が得られるようになってきている。そのためには、SFDR (Spurious-Free Dynamic Range, スプリアスフリーダイナミックレンジ) が100 dB を超えるような、超低ひずみの広帯域アンプやA-D変換ICが必要となる。最近の半導体技術は、それらが手に入る時代になってきているのである。

スーパーヘテロダインはミキサ(周波数変換)が必ず必要となる。理想的には掛け算器だが、要は非線形回路である。そのようなものに、信号を通すとスプリアスと呼ばれる不要信号がたくさん新たに作り出される。それを避けるために、慎重に中間周波数を選択したり、IFフィルタを設計したりする。一方、ダイレクトコンバージョンはこのような非線形の回路を信号が通過しないので、素直な線形特性になりスプリアスの発生はかなり抑えられる。主に、アンプとA-D変換器のひずみ特性だけになる。

残念ながら、このダイレクトコンバージョンは、現在の半導体技術ではせいぜい30 MHz未満程度のHF(短波)の周波数範囲しか使えない。それ以上の帯域の受信機で使える超低ひずみアンプは今の技術でも、まだ開発途上である。

2. IF以降のデジタル化



その1でも話題が出たが、近年の受信機はIF (Intermediate Frequency) 以降はデジタル信号処理を採用しているものが多い。先に話に出た数十kHzといった非常に低い周波数のIF周波数だけではなく、図3に示すように、もっと高い45 MHzといったIF周波数をいきなりA-D変換した後は、デジタル信号処理で受信するようなものも出てきている。

このような流れは、必ずしもデジタル信号処理が優

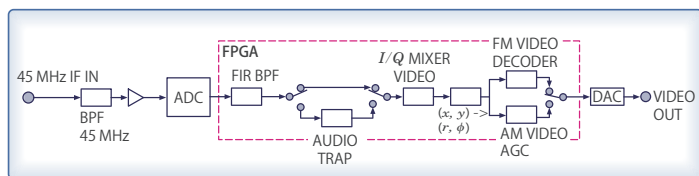


図3 A-D変換後FM変調の映像信号を復調しているブロック図

れているからというわけではなく、近年の無線応用が従来の音声というよりも、データ通信に中心が移ってきていることと無関係ではない。また積極的な理由ではないが、部品の開発が携帯電話用などにシフトし、アマチュア無線機に必要なフィルタなどのコンポーネントが入手しにくい状況にあることも理由の一つである。

IF周波数の違いは、主に信号帯域の幅になる。低いIFの場合は、信号帯域はせいぜい数十kHzであるが、高いIF周波数の場合は数十MHzの信号帯域がとれる。高いIF周波数は、ビデオ信号なども信号処理できる。図3は、実際にA-D変換後FM変調の映像信号を復調しているブロック図である。もちろん弊害もある。IFの出力まで広帯域のアナログ回路が必要なため、どうしても混変調特性的にはかなり不利である。HFのトランシーバでは、頭から狭い帯域のルーフィングフィルタが入るため、以降のIFの広帯域化は性能を落とすだけで、無意味である。

いずれにしてもアナログ処理では、アンテナからA-D変換までの利得は一定で、AGC処理は全てのA-D変換後のデジタル信号処理で行うことになる。したがってアナログ処理では直線性の優れた広いダイナミックレンジが必要となる。

3. I/Q処理



一旦A-D変換された信号は、後はFPGA (Field Programmable Gate Array) などのデジタル回路やソフトウェアで信号処理するDSPなどのプログラマブル素子で信号処理される。近年はFPGAなどの設計はHDL (Hardware Description Language) の記述で行っており、開発過程ではソフトウェアと見掛け上はあまり変わらない。このように無線信号処理において、同じハードウェアを使って、後でどのようにでも信号処理ができる形態をSDR (Software-Defined Radio, ソフトウェア定義ラジオ) と呼んでいるようである。

実際SDRという言葉が、会話の中で使われるが、

はっきりとした定義は筆者はよく知らない。過去アメリカを中心に、決められた共通ハードウェアの規格の中で、後はソフトウェアだけで処理するような動きがあった。そのようなものをSDRと呼ぶといわれたことがあったが、現状はそうでもないようだ。

さて、A-D変換された信号は、まずは図4のようなミキサ (周波数変換) を通る。ここではアナログと同じミキサといわれるかもしれないが、デジタル信号処理では理想的な掛け算を行える。したがって、ミキサ変換後の周波数 (IF) はゼロ (DC: Direct Current) を選べる。アナログでも同様の変換が可能だが、どうしてもDCオフセットが避けられない。

図5のように単純にゼロに周波数変換すると、網掛けの部分はゼロで折り返って、元の信号と重なってその後の信号処理ができない。そこで信号を偶対称成分と奇対称成分に分ける。その具体的な処理は、局部発信器に $\sin$ とその 90° 位相がずれた $\cos$ の二つの信号で独立にミキサにかける。 $\sin \cdot \cos$ は時間軸原点を中心に $\sin$ が奇対称であり、 $\cos$ は偶対称である。それらとコンボリューションをとることで、二つの成分が得られる。得られた信号を解析信号と呼ぶが、フーリエ変換のスペクトルイメージでは、負の周波数成分を表現ができて、ゼロで信号が折り返り混ざることがない (図6)。このような信

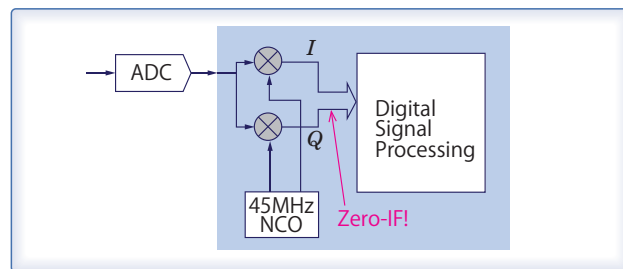


図4 ミキサ (周波数変換)

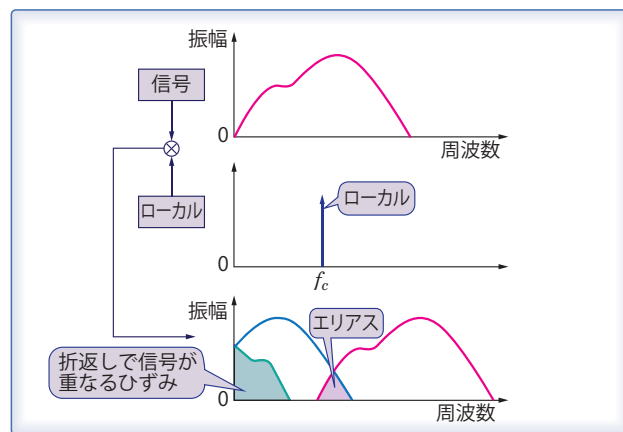


図5 ゼロに周波数変換

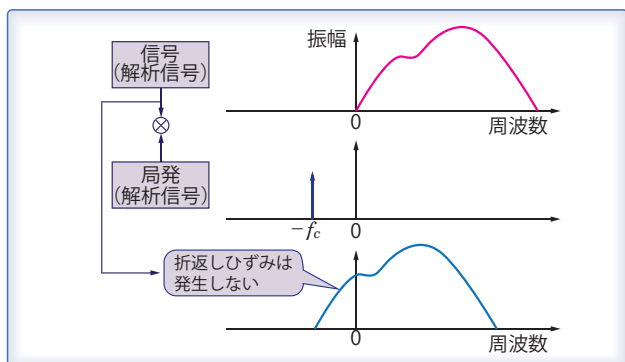


図6 解析信号

号を一般的に I/Q 信号と呼んでいる。デジタル信号ではこの I/Q 信号をその後処理することになる。

4. 信号のソフトウェア処理



USB インタフェースでの A-D 変換後の信号処理を図7に示す。まずは、ミキサを通り I/Q に落とされた後、ダウンサンプリングされる(デシメーション)。A-D 変換されたすぐ後は、不必要にサンプリング周波数が高いため、それを信号処理に必要な現実的なサンプリング周波数まで落とす処理である。

近年は、パソコンでの信号処理も簡単に行えるようになっており、図7のようにこのダウンサンプリングされた I/Q 信号を受信機から USB (Universal Serial Bus) などのインタフェースを使って、そのままパソコンで取り込めるようになってきている。パソコンでは、パソコンのアプリケーションソフトウェアだけで図8

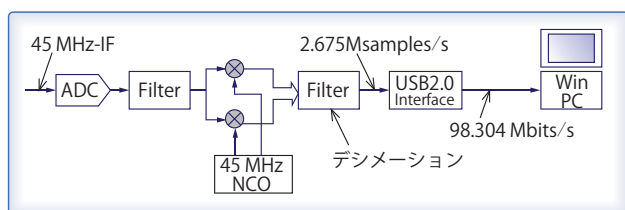


図7 パソコンでの信号処理

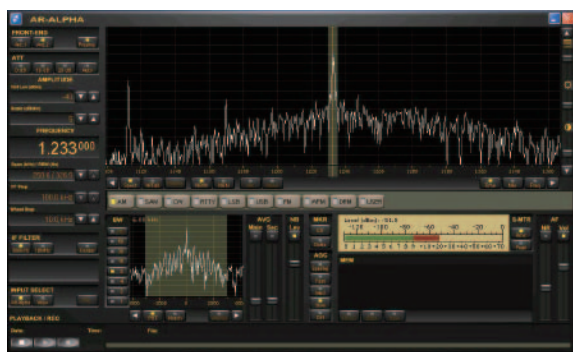


図8 パソコンのアプリケーションで作成された受信機

のような、受信機を作ることが可能となっている。

同じような信号処理が受信機内部にもあり、従来の受信機と同じような復調が可能となっている。信号処理はデジタル特有のものもあるが、基本はアナログの信号処理と同じである。アナログで問題になるようなことも、同じことがデジタルでも問題発生する。

例えば、DC オフセット。デジタルでは起こり得ないといったが、注意深く設計しないと、同じようにデジタル信号処理でも発生してしまう。したがって、デジタルだから誰が作っても同じ処理にはならず、やはりそこにはノウハウの蓄積が必要である。

5. む す び

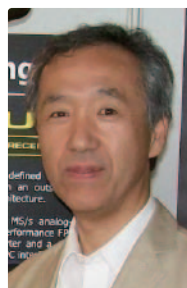


近年は、携帯電話関連での信号処理が注目され、そこでの SDR 論議が中心となっている。同じように、アマチュア無線でも確実に無線機内部はデジタル信号処理がかなりの重要な部分を占めるようになってきている。これまで、デジタル信号処理について概要説明してきたが、微弱な信号を扱う処理として考えれば、アナログであろうがデジタルであろうが基本思想に変わりがない。

ただ大きな違いは、アナログでは、回路図とプリント基板を見ればある程度、どのようなことが行われているか分かるし、測定器を使って信号の流れを把握することは比較的簡単である。一方デジタルでは、メモリに格納された FPGA のネットリストや、プログラムで信号処理がなされ、外からはどのようなことが行われているかよく分からないことである。今回の説明で、ある程度の受信機内部の信号処理の流れをイメージできれば、筆者として幸いである。

○ 文 献

- (1) 鳥井敏雄, “アマチュア無線機の動向 (その1) —受信機の変遷—,” 信学通誌, no. 23, 冬号, pp.196-199, Dec. 2012.



西村芳一

1977 ソニー株式会社入社, 厚木にて, 放送機器の開発に従事。1992 から (株) タスコ電機にて, 無線モデムの開発に従事。2000 から (株) エーオーアルにて, 広帯域受信機並びに, デジタル無線機器の開発に従事, 現在に至る。主な著書に「デジタル信号処理による通信システム」, CQ 出版社, 2006 など。

アマチュア無線を始めるには

一般財団法人 日本アマチュア無線振興協会

1. まえがき — アマチュア無線とは



皆さんはよく御存じのことと思いますが、身近な電波を利用しているものとしては、テレビやラジオ、そして携帯電話などがあり、情報を取得する手段などとして普段の生活でも深く利用が浸透しています。ただし、電波資源は有限で貴重であるため、一定のルールに沿って利用されることが求められます。

この電波を有効に利用するためのルールは、電波法令といわれ、利用の仕方によりいろいろな規則が定められています。この法令の中で、アマチュア局は、「金銭上の利益のためでなく、専ら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究の業務を行う無線局」と定義されています。

つまり、商売などの利益のためではなく、個人的な無線技術に対する興味によって研究などを行うことであり、いわゆる一種の趣味として通信を行ったりすることです。この定義のように無線局を運用することを「アマチュア業務」とされています。

このアマチュア業務ですが、いろいろな楽しみ方ができます。使用することを許される周波数帯、電波型式がたくさんありますので、それぞれの利点を生かした形で楽しむことができます。電波には国境はありません。もちろん使用する設備などの状況にもよりますが、国内だけではなく、海外のアマチュア無線家と交信する機会がたくさんあります。

世界には 200 万局を超えるアマチュア無線局が存在し、それぞれが皆さんとの交信を楽しみにしています。さて、その楽しみ方を幾つか挙げてみましょう。

(1) 海外の局との交信

海外の局との交信には、短波帯がよく利用されますが、電離層により反射した電波が思わぬ場所へ飛んでいきますので、地球の反対側の普段は交信できない珍しい地域と交信ができたりする場合がありますので、交信が成立したときにはとても感激することでしょう。

海外との交信した数が増えてくると単に交信するだけではなく、交信する地域を細かく区分して、できる限り多くの地域との交信を競い合うアワードやコンテストを楽しむこともできます。

(2) 画像通信 (SSTV^{*1}, ATV^{*2}, FAX)

アマチュア無線でも、静止画や動画により交信を楽しむことができます。最近では、ビデオカメラやデジタルカメラ、イメージスキャナの画像を元に、パソコンを利用して通信を楽しむことができます。

(3) 宇宙無線通信

様々な人工衛星が地球を周回しています。放送衛星、通信衛星などがありますが、アマチュア無線家のためのアマチュア衛星も幾つかの国から打ち上げられています。

日本からも一般社団法人日本アマチュア無線連盟 (JARL: Japan Amateur Radio League) が 1996 年 8 月にアマチュア通信衛星を打ち上げており、たくさんの方が通信を楽しんでいます。

宇宙といえば、月面反射通信 (EME) もあります。地球から月面に向けて電波を発射し、その反射を利用して交信するものです。

(4) 気軽に運用

屋外でアマチュア無線を楽しみたい場合、小さなきょう体のハンディタイプトランシーバがよく利用されます。

ハイキングに出掛けた山の頂上からの交信は、小さな出力のトランシーバでも思ったよりも遠くの局と交信が可能でとても楽しめます。また、持ち歩きに便利なハンディタイプトランシーバを街中でも楽しみたい場合、電力やアンテナの制約により思ったように交信できない場合もあると思いますが、430 MHz 帯や 1,200 MHz 帯を利用する場合には、レピータ局 (中継局) を利用することで十分楽しむことができます。

レピータ局は、JARL が各地のアマチュア無線クラブなどの団体に協力を得て、決められた周波数帯の中でたくさん設置していますので、いろいろな場所から利用す

*1 SSTV: Slow Scan TeleVision, 低速度走査テレビジョン

*2 ATV: Amateur TeleVision, アマチュアテレビ

ることができます。デジタル方式で、レピータ局からインターネットを利用して、ハンディタイプトランシーバで外国のアマチュア無線家と交信を楽しむ方もいます。

(5) コンテストに参加する

決められた時間内にたくさんの局と交信して、その局数を競い合うのがコンテストです。

国内の局との交信を対象とするもの、海外の局との交信を対象とするものなど、いろいろなコンテストが日本国内だけではなく、世界で毎週のように開催されています。

(6) 交信証 (QSL カード) で楽しむ

アマチュア局の交信が成立したときは、その証明として取り交わす交信証があります。これは、QSL カードと呼ばれるもので、交信時の周波数などのデータが記入されています。QSL カードは、官製はがきのようなカードで、海外の局と交換することもできますし、発行する方によっては、写真やイラストなどで工夫を凝らして作成していますので、交換することを楽しみにしている方も多くいます。

また、QSL カードを交換して、一定の条件に達すると、それを元にして別の楽しみ方ができるようになります。これは、アワードといわれるもので、QSL カードを集めて申請すると発行してもらえる賞のことで、JARL や外国の団体をはじめ、各地にあるクラブ、個人が発行しているものなどがあり、条件も交信した地域や周波数、電波型式などいろいろなものがあります。

2. アマチュア無線の楽しみ方



それでは、このようにアマチュア無線を楽しむためにはどうしたらよいのでしょうか。

アマチュア局というのは、電波法令で定められた無線局の種類の一つですので、アマチュア無線を楽しむためには、従事するための資格「無線従事者免許証」と無線局の免許「無線局免許状」が必要となります。

2.1 無線従事者免許証の取得

無線局（無線機）の種類によっては無線従事者資格が不要の場合もありますが、アマチュア無線局は、無線従事者の資格を持ち、無線局を開設して楽しむことになります。

アマチュア無線技士の資格は、第1級から第4級まであります。

アマチュア無線で利用できる周波数帯や出力などは

資格に応じて決められていて、第4級から第3級、第2級、第1級と運用できる周波数帯が増え、使用する無線機の出力も大きいものが利用できるようになります。

これからアマチュア無線を始めようとする皆さんには、まず、第4級アマチュア無線技士の資格を取得されることをお勧めします。

入門資格といえる第4級の資格でも多くの周波数帯が利用でき、無線機から発射できる出力については周波数帯にもよりますが、最大20Wです。

ただ、最近では、第3級以上に課せられていたモールス (CW) 通信の実技がなくなり、法規に関する筆記試験でモールス電信の知識を確認する方法になったので、実技があった頃の試験と比べると上位の資格が取りやすくなりました。

また、日本とアマチュア無線技士の資格について、相互に認証し、合意している国の資格があれば、その資格でアマチュア局を日本国内に開設することができます。日本と相互に認証している国は、アメリカ、カナダ、ドイツ、フランス、オーストラリア、韓国、フィンランド、アイルランド、ペルーの9か国です。

なお、現在はこれらの国の従事者資格を持つ人の国籍は関係なくなりましたので、例えば、この9か国以外の国籍の方でもこれらの国の資格を所持していれば日本でアマチュア局が開設運用できます。

アマチュア無線技士の資格を取得するには、財団法人日本無線協会が全国の主な都市で実施している国家試験を受験して合格するか、一般財団法人日本アマチュア無線振興協会 (JARD) などが全国各地で開催している養成課程講習会を受講して修了試験に合格するか、この二つの方法があります (図1)。

国家試験は、入門書や問題集を書店などで購入し、個人で学習して受験しなければなりません。試験日や申込期間及び実施場所などは、財団法人日本無線協会のホームページなどで確認して下さい。試験は一日で終わります。ちなみに合格率は7割ぐらいです。

もう一つの従事者免許取得方法である第4級アマ



図1 JARD講習会

チュア無線技士の養成課程講習会は、2日間（例えば連続した土曜・日曜とか、日曜・日曜）で行われます。講義は法規6時間・無線工学4時間の合計10時間です。2日目の最後に修了試験（1時間）が行われ、この試験に合格することにより資格が取得できます。授業を受けて修了試験に臨みますので、9割以上の方が合格しています。試験合格後に、無線従事者免許証の申請手続きを行って、免許証を取得します。

JARDの講習会では、無線従事者免許証の申請書類を講習期間中に取りまとめて、修了試験に合格された方の免許申請手続きをJARDから講習会の実施会場を管轄する総合通信局に対して行います。

どちらの方法で取得するかは、無線従事者免許証の取得費用（国家試験の受験料あるいは養成課程の受講料）や日程、受験（受講）場所、自己学習するのか講義を受けるのかななどを考慮し、御自身の都合に合わせていずれかを申し込んで下さい。

JARDの養成課程講習会の日程や場所は、ホームページ⁽⁴⁾で最新のものが確認できます。なお、以前に「電話級アマチュア無線技士」「電信級アマチュア無線技士」を取得しているという方は、現在の資格では「電話級」が「第4級」、「電信級」が「第3級」とみなされていますので、改めて取得する必要はなく、アマチュア無線技士の操作範囲が含まれているいわゆるプロの従事者免許（第一級、第二級、第三級総合無線通信士、第一級、第二級、第四級海上無線通信士、航空無線通信士、第一級、第二級陸上無線技術士）をお持ちの方も改めて取得する必要はありませんので、お持ちの従事者資格でアマチュア無線を楽しむことができます。

無線従事者免許証を無くしてしまった場合は、同じ資格の免許を受験したり講習会を受講したりして二重に免許を受けることはできませんので、免許を取得した地域を管轄する総合通信局へ再交付の手続きをして下さい。

2.2 開局申請手続き

無線従事者免許を取得したら、次は無線局の免許（コールサインが指定されます）の手続きです。ここでは、その開局申請の手続きについて簡単に説明します。

国家試験に合格または養成課程講習会修了試験に合格した後、無線従事者免許証の申請を行うと、総合通信局から、通常、1か月～1か月半ぐらいで免許証が

発給されます。免許証が届いたら、無線機を準備して総合通信局へアマチュア無線局の開局手続きを行います。免許証を手にしてから開局するまでの期限はありませんが、ある程度の時間が手続きにかかりますので、早めに行うことをお勧めします。

アマチュア無線局を開局するには、決められた申請書類（アマチュア局個人用開局用紙）を提出して行う方法とインターネットを使用して電子申請を行う方法があります。

電子申請の場合は、総務省の電波利用のホームページに詳しい説明などがありますので、確認の上、IDを取得して手続きを行って下さい。

書類で申請する場合には、用紙を入手して必要事項を記入して手続きを行います。申請用紙は、アマチュア無線機器を取り扱っている販売店（ハムショップ）、JARL、一般財団法人情報通信振興会（旧：電気通信振興会）で購入することができます。また、総務省のホームページからダウンロードすることも可能です。

なお、申請用紙には、開局申請以外の無線機の変更などに使用する書類もありますので御注意下さい。

2.3 無線機を購入

アマチュア無線技士の資格で利用できる周波数は、HF帯からV/UHF帯など数多くあります。

それぞれの周波数帯ごとに、近くの局との交信に向いている周波数帯や日本国内でも遠くの局との交信、海外の局との交信に向いているなどの特徴があります。

上級資格を取得すれば、使用できる周波数が増えたり、出力電力が大きな送信機を使用できたりしますので、どのような運用を行うか選択肢が増えますが、まずは様々なタイプの無線機があり、小さな電力でも全国各地のレピータ（中継局）が利用できるV/UHF帯がお勧めです。

V/UHF帯の中でもお勧めの周波数帯は、たくさん機種が発売されている144MHz帯や430MHz帯（レピータが使用できる）で、手に持って使用できるハンディタイプや車載用などいろいろなモデルがありますが、どのメーカーの無線機も基本的な性能に大差はありません。デザインや予算、お勧めの便利な機能などを考慮して気に入ったものを探して選びましょう。

2.4 無線局免許の申請

電子申請の場合は、総務省のホームページに詳しい



図2 技適の機種の場合

説明がありますので、間違えないように確認しながら手続きを行って下さい。

申請書類で手続きする場合は、書類の書き方説明を見ながら、住所・氏名をはじめとして、取得した無線従事者免許証の記号番号などを記入します。

工事設計書の無線機に関する欄も、購入した無線機の取扱説明書などにある書き方説明や記入例を確認しながら記入して下さい。使用する無線機をあらかじめ決めて購入しないと、工事設計書欄に正しく記入することはできません。

無線機をハンディタイプ、車載用などのように1台だけでなく、2台や3台購入した場合、同じ無線機を2台以上購入した場合でもそれぞれ1台ごとに記載して申請しましょう。申請したもののみしか使用できませんので、注意して下さい。一つの書類で同時に何台も申請ができるので、必ず使用する全ての無線機の内容を記入して申請しましょう。

購入した無線機が、技術基準適合証明マークの付いた無線機の場合は、その技術基準適合証明番号を記入することにより、工事設計の記載が省略できる欄があります(図2)。

記入が終わったら、決められた額の収入印紙を貼り、氏名の後に押印します。免許状返送用に確実に受け取ることで場所の住所・氏名を記入し、返信に必要な郵便切手を貼り付けた封筒(普通郵便なら80円分の切手)を同封し、技術基準適合証明マークの付いた無線機のみで申請する場合は、無線局を置く場所を管轄する各地方総合通信局に提出します(収入印紙も貼ってあり大切な書類ですので書留郵便などで送ることをお勧めします)。

なお、技適マークが付いていない無線機で申請する場合は、その無線機が電波法で規定している基準を満たしていることが保証されていなければ、実地に落成検査を受けなければなりません。

この検査を省略するためには、総務大臣に公示されたTSS株式会社に工事設計に記入した無線機の保証を受けることになります。



図3 保証の機種の場合

検査の省略をするために保証を受ける場合、技適マークがない無線機のみ、若しくは何台か申請する無線機のうち1台でも技適マークが付いていない無線機が混在している場合、技適マークがある無線機でも付属装置を付加して使用する場合には、TSS株式会社に申請書類を提出します(収入印紙も貼ってあり大切な書類なので書留郵便などで送ることをお勧めします)。

TSS株式会社では、受理した申請書類を審査して保証の手続きを行い、書類などをそれぞれの無線局を管轄する総合通信局に転送し、免許の手続きが進みます(図3)。

また、以前開局してアマチュア無線を楽しんでいた方で、開局していたときと同じ総合通信局管内で新たに免許を受ける場合、指定されていたコールサインが他の局に使用されていなければ、同じコールサインで指定を受けることができる場合があります。以前のコールサインを希望する場合は、書類の所定の場所に忘れずにコールサインを記入して手続きをして下さい。

なお、以前の無線局の有効期限が切れてから6か月を経過した場合には、以前の局免許のコピーなどを添付して、そのコールサインを使用していたことが分かるようにして手続きを行います。

開局の手続きのときに以前のコールサインが使用されていた場合でも、空けば以前と同じコールサインに変更手続きをすることもできます。

以前指定されていたコールサインが使用されているかどうかを確認するには、「電波利用ホームページ」の無線局等情報検索を利用すれば、検索対象データ日の時点で確認することができます。

2.5 免許状の到着

開局の手続きを行うと、総合通信局から、通常、約1か月後にコールサインが記載された無線局免許状が発給されます。

いよいよ電波を発射して交信する 때가近づいてきましたが、交信を始める前にもう少しやっておくことがあります。



図4 証票の貼付例

無線局免許状ですが、主たる送信装置のある場所の見やすい箇所に掲げておくことになっています。

掲げられない場合は大切に保管しましょう。

また、移動する無線局の場合、無線局免許証票という小さなステッカーが、申請した送信機の台数分だけ免許状とともに発給されますので、それぞれの無線機の見やすいところに貼って下さい。その証票が、免許状の代わりになります（図4）。

これで準備は完了です。

なお、無線局免許状の有効期限は5年間です。失効しないように注意しましょう。

2.6 外国での運用

運用に関しては、外国のアマチュア資格を持っている人は日本の無線従事者資格を持っていなくても、その人の国籍に関係なく、これらの国の資格を基に日本でアマチュア局を開設・運用することができる場合がありますが、その逆に「相互運用協定」と一般的に呼ばれているアマチュア無線資格の相互認証を合意している国との間では、一定の手続きを行えば、日本の資格や局の免許で、アマチュア無線の運用を認めてくれる場合があります。

現在、日本は9か国と合意または取決めがあり、日本のアマチュア局の免許を持っていれば、その国のアマチュア無線を管轄する主管庁などに申請（申請などの手続きが不要の場合もあります）して運用許可を得ることができます。

なお、合意や取決めのない国でも、その国の主管庁が厚意で運用させてくれる場合もありますので、詳しくは、JARLの国際課やホームページで確認して下さい。

3. いざというときに

東日本大震災や阪神淡路大震災のときもそうでしたが、孤立して取り残された人々の中にいたアマチュア無線家が無線機を使って他のアマチュア局と交信して孤立した人々の救出につながるなど、あらゆるライフラインが寸断され

ほとんどの通信手段が途絶えた中、アマチュア無線家たちの連絡網が情報伝達や人命の救助に貢献しました。

災害で携帯電話などが利用できない状態で情報伝達手段になったり、同じように情報伝達手段がない山や海での遭難時に非常時の通信手段として活躍したりすることができるのがアマチュア無線です。

災害、非常時に有線通信が使用不能に陥った場合、アマチュア無線は有効な通信網になると今新たに脚光を浴びており、ボランティア活動としての存在もあって、アマチュア無線は現在大きく注目を集めています。

4. むすび

アマチュア無線家は、名前のとおり通信の専門家ではありませんが、いざというときには法令で認められた電波を使用して社会に貢献することも可能です。

もちろん、公共の電波を使うので、日頃アマチュア無線を楽しむときも、いざというときに利用する場合でも、電波のルールを守って正しく運用するように心掛けてアマチュア無線を存分に楽しんで下さい。

なお、なかなか細かい点まで説明が行き届きませんので、不明な点については既にアマチュア無線をやっている方にお聞きになるか、インターネットのホームページも多くのアマチュア無線家の方が情報を発信していますので、御覧になってみて下さい。更に、具体的な免許申請や講習会の日程などについては、総合通信局や関係する団体へ最新情報をお尋ね下さい。

○ 文 献

- (1) 総務省, <http://www.soumu.go.jp/>
- (2) 総務省電波利用ホームページ, <http://www.tele.soumu.go.jp/index.htm>
- (3) 総務省電波利用電子申請・届出システム lite, <http://www.denpa.soumu.go.jp/public2/index.html>
- (4) 一般財団法人日本アマチュア無線振興協会（JARL）, <http://www.jarl.or.jp/>
- (5) 財団法人日本無線協会, <http://www.nichimu.or.jp/>
- (6) 一般社団法人日本アマチュア無線連盟（JARL）, <http://www.jarl.or.jp/>
- (7) TSS 株式会社, <http://www.tsscom.co.jp/>

一般財団法人 日本アマチュア無線振興協会

国内のアマチュア無線の健全な発展を図ることを目的として設立された法人で、無線設備の技術基準適合証明、アマチュア無線技士の養成課程講習会を実施し、電波利用秩序維持への協力などの活動を展開しております。