

萌芽期における無線通信事業 ーイギリスにおける無線電信を中心としてー

The Beginning of Radio Telecommunication Business: Focusing on Wireless Telegraphy in the United Kingdom

(2022年3月31日受理)

古谷 俊爾 板野 敬吾
Shunji Furuya Keigo Itano

Key words : 無線通信事業, 電信, 無線通信, 電気通信史, 海事通信, マルコーニ

抄 録

現在, 日本では情報通信分野においては多様なサービスが展開され, 生活上の利便性に大きく寄与しているだけでなく, 新規サービスが導入されたことにより生活そのものが変化している。

このように生活を一変させたともいえる情報通信の始まりは, 19世紀初頭までさかのぼる。当初は有線ケーブルによる単純な電気信号の送受にとどまっていたが, 事業化の進展は著しく, 発明の70年後には, 世界中に有線ネットワークが形成された。一方, 無線通信に関しては, 19世紀末に発明され, 20世紀初頭には実用的な手段であることが認められ普及が進んでいった。しかしながら, 当初の無線通信は, 現在のようなサービスとは比較にならない水準であった。それにもかかわらず, 先人は優れた慧眼によりひたむきな努力を重ね技術開発を行った結果, 今日に至る多様かつ高品質の情報通信サービスが実現し, 私たちの生活は豊かになった。

本稿では, 電気通信分野における無線通信に関し, 苦難を顧みず事業化を図り, 今日に至る基礎を形成した, その系譜をたどるものである。

1. はじめに

電気通信の始まりは, 19世紀の初めまでさかのぼる。最初に実用化されたのは, 有線による電信サービスであり, その伝送方式は銅線を通じて単純な電気信号を送るというものであった。また, 伝送速度は現代のものとは比べ物にならない遅いものであった。一方, 無線通信は有線による通信に遅れること約60年, 事業の端緒についたのは1897年であった。

その後, 20世紀末から伝送技術が飛躍的に発展し, デジタル化, 高速・大容量化により電気通信によるサービスが飛躍的に普及し, 現代においては, 情報通信サービスは日常生活においても必要不可欠なものとなった。また, 電気通信技術は単にデータを伝送するだけにとどま

らず, 携帯電話の普及とインターネットの発展も相まって, 社会の重要なインフラとなった。さらに, 衛星による通信技術も発達し, 無線技術は社会的, 軍事的に重要なものとなっている。^[注1]

本稿においては, スマートフォンに代表される可搬通信機器用サービスである無線通信が誕生した後, 事業としてどのように成立したのか, その経過をたどる。ここにおいて今日における無線通信が社会的インフラとなるに至った萌芽期の状況を検証していく。

2. 電気通信の始まり

有線による世界で最初の実用的な電気通信は, 1834年にアメリカ人モールスがいわゆるモールス符号を使用す

る電信装置を発明したことに始まると言われている。それ以前は、狼煙による信号の確認、郵便等による情報の伝達が主な手段であった。1834年に発明されたものは有線による通信方式であった。その4年後の1838年には、初めて鉄道業務用として実用化された。一般的な用途としては、1846年に電報サービスとして利用が始まった。その後、海底ケーブルの製造技術や敷設技術が進歩したことに伴い、海底ケーブル網を利用した電信サービスが世界に広く普及していった。

3. 無線の発明と実用化

無線通信を初めて実用化したのはイタリア人のマルコーニであった。

ただし、マルコーニ以前から、無線の実用化に至るまでに多くの技術的な発見や実験成果があった。例えば、1831年のファラデーの電磁誘導作用の発見、その後、マックスウェルによる電気及び磁気論の発表があった。マックスウェルの理論は、ドイツ人ヘルツが実験によりその正当性を証明し、無線技術の実用化に向けて大きく歩みを進めていった。

このような先達の業績をもとに、1894年、マルコーニは無線通信機の開発に着手し、翌95年、多くの苦難の末通信実験に成功した。この成果を特許として登録したのは、母の母国イギリスであり、1896年のことであった。その1年後、無線サービスを提供する無線電信信号社(Wireless Telegraph and Signal Co., Ltd.)を設立し、事業は商用化された。なお、1900年になり、同社はマルコーニ無線電信会社(Marconi's Wireless Telegraph Co., Ltd.)と改称した。

マルコーニの無線装置が世間に認められたのは、1898年のアイルランド沖のヨットレースの状況の送信であった。1899年には、英仏間のドーヴァー海峡をまたぐ85マイルの距離の通信に成功した。また、同年イギリス海軍の駆逐艦間で無線による伝送実験を行い、良好な結果を得た。これにより海軍と海運業界は無線通信の重要性を認識することとなった。

その後、たゆまぬ研究の末、伝送距離は長くなり、マルコーニの興味の対象は大西洋を横断する長距離伝送実験へと移った。1901年、この実験は、イギリス側コー

ンウォールのポルデュー(Poldhu)とカナダ側のニューファンドランド島のセント・ジョーンズ間の1800マイルの距離での信号の送受し、世界で初めて大西洋を横断する通信に成功した。しかしながら、当時の無線通信は通信状態が不安定であったため、実用化に向けさらに改善する必要があった。

商用サービスとして開始できるようになったのは、1907年のことであった。^[注2]

このような一連のマルコーニの実験の成果については当時のヨーロッパ列強が注目しており、ドイツ、ロシア、フランス等の各国は独自の無線装置を開発し、通信分野での主権を得ようとした。

この頃の無線は波長8,000メートル前後の長波によるものであった。また、当時の通信は気候条件等により不安定となることがあり、また伝送に使用できる波長の数は制約があった。^[注3]より実用的な周波数帯の短波無線が実用化されたのは、第一次世界大戦後の1926年のことであった。

4. 無線海事通信の発達

無線通信は、発展の初期の頃から船舶との通信用として海運業界から注目されていた。無線通信の歴史の中で、事業として成立した最初の形態は海事無線であった。

それまでのマルコーニの実験成果の披露の場として、1898年のヨットレースを無線電信により配信した。この実験が成功したことにより、海運業界においては海事通信用としての無線通信の必要性を認識させるものとなったのである。これ以降、大洋航行汽船に無線通信装置を備える船舶が増加した。一方、沿岸地帯では海岸に無線局が設置され、船舶相互だけでなく、船舶と海岸局との通信が行われていった。しかしながら、技術的には発展の初期の段階にある拙いものであり、当時は短距離の通信にとどまっていた。

5. マルコーニ社をめぐる動向

5-1. マルコーニ社と独占

本章における無線通信をめぐる概況の説明の前提として、まず、海底ケーブルに関する当時の世界情勢を説明

する必要がある。

電気信号を伝送する手段としては、無線方式以外に、有線すなわちケーブルによる方法がある。ケーブルによるものとしては、イギリスが世界に先駆け世界的海底ケーブル網を完成させ、その一方で排他的な施策で他国の介入を妨げた。これにより植民地の保全、戦争における有利性を確保し、大英帝国の維持を図ることができたのである。^{〔注4〕}

無線技術の実用化に際してはマルコーニの功績が大きかった。最初にその技術が開花したところは母親の生まれたイギリスであった。有線技術が発展した後に無線技術が発展したことはすでに述べたところであるが、欧州列強は海底ケーブル政策ではイギリスに大きく後れを取り、資源と技術に大きく依存せざるを得ず、イギリスから不利益を経験していたことから、無線に関してはイギリスの支配を阻止し、通信の主権の確立を図った。

このような背景から、無線通信技術の発展に努力を重ね、その結果、列強各国においてはマルコーニ式以外にもいくつかの通信技術が開発されることとなった。これに対し、先駆者であるマルコーニ無線電信社は、マルコーニ式以外の機器からの呼出しには応答しないという、排他的措置により対抗していった。

方式の異なる無線は相互接続を認めないという状況下、マルコーニ無線電信社の対応に関し、1903年、各国は国際会議の場で解決を図ることを目的にベルリンで会議を開催することとした。

会議の結果はベルリン議定書としてまとめられた。その重要なポイントは、次の2点である。

- ① 海岸局は航行中の船舶との通信は、船舶に設置してある装置の方式によらず行うこと
- ② 無線電信局は航行中の船舶から救助を求められたときはこれに応ずること

この内容は、マルコーニ式の通信方式の独占的地位を排除すること目的とした条項であった。

本議定書が採択されたことにより、マルコーニ社の独占の野望は断たれた。すなわち、イギリスは排他的海底ケーブル網のような独占的地位を築くことができないという結果となったのである。

6. 無線電信法の成立と無線電信事業

6-1. 無線電信法の成立

無線技術の実用化と歩調を合わせるように、1904年、イギリスにおいて無線電信法が議会を通過した。同法によると、イギリス国内及びイギリス船舶上の無線電信装置の設置は、郵政庁の許可によることとされた。

一方、イギリス郵政庁とマルコーニ社は協定を締結し、ベルリン議定書（1906年最終議定書）^{〔注5〕}のすべての国際条約の条項にマルコーニ社は従うこととなった。これにより、マルコーニ社は、自社の方式ではない装置を備えたイギリス国内海岸局、船舶との電報を交換する義務を負うこととなった。なお、本法成立後多くの無線免許の申請がなされたが、イギリス本土の商用免許は認められず、マルコーニ社は独占的地位を占めていた。

1905年、郵政庁は船舶無線電報の取扱いを開始した。

1906年から7年における船舶電報取扱数は、着信が1,140通で、発信は15,853通であった。

当時はすでにケーブルによる電報が発達していたが、無線との相互通信に関する協定はなく、例外的に海底ケーブル障害時に補完的に接続された。この船舶無線電報に関し、1903年から6年の期間、着信が11,094通、発信が558通の利用があった。

1907年、郵政庁はイギリス国内に無線電信局を設置し、国内無線通信業務を開始した。無線局は、スコットランド西部のトバーモリ（Tobermory）及びロクボイスデール（Lochboisdale）の2か所に、イングランド東部のハンスタントン（Hunstanton）とスケグネス（Skegness）の2か所にそれぞれ建設した。

6-2. 海外における無線電信事業

1907年、イギリス政府は国際無線電信条約を批准した。これにより、外国及び植民地とイギリス国内無線局との公衆無線が実現することとなった。サービスの利用に関しては、1907年から8年にかけて発信数1,725通、着信数20,067通の利用があった。

また、郵政庁は1908年から09年にかけて、合同無線電信会社、ミッドランド鉄道会社及びグレート・イースタン鉄道会社にそれぞれ海岸局の設置を認めた。これによりマルコーニ式以外にも複数の企業が電信業務を取り扱う

ことになった。

1909年になると、郵政庁はマルコーニ社等の所有する海岸局のうち、イギリス国内で船舶と商業通信を取り扱う海岸局を接收した。これにより国際無線電信条約のもとに設備は一般に開放されることになり、無線電信機器の種類を問わず船舶との通信が可能となった。1909年から10年における取り扱い船舶無線電報は、発信3,266通、着信27,727通となり、利用が増加していった。

1910年における陸上無線局の商用免許は5件（無線局数7件）であった。^[注6] 商用以外には灯台船を含む私用として8件（同14件）、実験用として164件（同242件）の免許が交付された。

一方、船舶に対しては、1910年までに190件の免許を交付した。このうち、多くは大西洋の定期航路の船舶であった。それ以外には鉄道会社の郵便船及び南米・極東への貿易船に対し免許交付を行った。^[注7]

7. 遭難救助と通信

無線電信の発展過程において、その実用化は海事通信として始まった。主な目的は、船舶遭難時における人命救助であった。その後、陸と船舶との間で商用電報等の取扱いが増加していくという経過をたどった。

遭難事故で特に有名なものは、1912年のタイタニック号の遭難である。参考までに、当時の無線技術では、大洋を航行中の船舶と海岸局とは相当程度離れていると通信ができなかったが、近隣を航行中の船舶であれば信号の送受が可能であった。タイタニック号の沈没地点から600海里（約1,100km）離れたカナダのニューファンドランドの海岸局でタイタニック号の通信を受信したとの記録があり、この程度の距離であれば通信が可能であったことがうかがえる。

船舶の遭難に関しては、特別な取り扱い方法が必要との考え方から、タイタニック号の遭難を契機に、『SOS』を遭難信号とすることを国際会議で決定し、広く普及した。

タイタニック号の事故当時は、事故直前に通信を行った船舶が最もタイタニック号に近かったと考えられるが、通信士が休憩で無線を傍受したが対応できなかったとの記録がある。この事故の後、1914年に船舶の安全確

保や人命救助の諸原則を定めた条約が成立した。本条約には船体の構造基準、救命ボート・消防設備の設置、無線通信士の勤務時間等を内容とするものであった。

8. 戦争と通信

無線通信は有線であるケーブルによる通信方式と異なり、空間を伝送することに大きな特徴がある。従って、無線通信に関しては、ケーブル設置場所に対して適用される領土あるいは領海という考え方をそのまま当てはめるのは難しい。すなわち、例えば、中立国に設置された敵国の無線装置に対する考え方に関していえば、中立国から発信される情報に対して何ら対策を講じることができないという考え方が主流であった。

無線通信が戦時においてその有効性を認め、また、交戦国がその有効性を消滅させるよう戦略的行動が行われたのは、第一次世界大戦になってからであった。本大戦において、イギリスは中立国に設置してあるドイツの無線局の閉鎖を強いた。さらに中立国の保有する無線局に対しても、イギリスに不利な通信を行う国に対しその無線局の停止を強制した。

一方、無線方式の特徴として、無線装置の可搬性が挙げられる。有線による方法と異なり、小型無線通信機器は容易に移動させることができる。また、通信機から発する電波は弾丸で遮られることなく、霧などの気候に左右されず、煙幕等を透過して伝播していくという特長がある。すなわち、戦時における通信手段としては極めて有効であったと考えられた。

また、無線装置の可搬性に関しては、第一次世界大戦の陸上戦において多数の小型無線機を配備し、その有効性を発揮したものと考えられている。

海戦に使用された最初の事例は1900年の南ア戦争とされる。南ア戦争の後、多くの軍船に無線装置が配備されていった。ただし、当時の技術では通信可能な距離は、イギリス本国からジブラルタルまで到達する程度の貧弱なものであった。

無線通信を利用する際の課題としては、以下のものが挙げられる。

- ・盗聴される
- ・無線局の場所を敵が知ることができる

- ・同一周波数により自国通信を妨害される
- ・空中障害を受ける

傍受されるという欠点について、第一次世界大戦においては、イギリスはその欠点を逆に利用し、敵国ドイツの動向を交信の頻度から得ることができ、また、ドイツ潜水艦の発する電波によりその位置を探ることが可能であったことにより、戦闘を有利に進めた。

なお、戦時における航空機への無線装置の設置については、第一次世界大戦ですで行われていた。ただし、搭載された装置は16マイル（約26km）程度の送信距離しかなく、偵察機が敵陣営の状況を自軍砲兵隊に連絡し、的確な砲撃を加えるといった使用方法であった。また、当時の技術では通話はできなかった。現在のように随時口頭で連絡するという利用手段が実現したのは第一次世界大戦後であった。

9. 初期の無線通信技術

9-1. 無線技術の実用化

無線通信の実用化に際しては、安定性を維持することが大きな課題であった。特に、長距離の伝送に関しては大電力を必要としたが、大電力を継続して供給する設備が完成しなかったことが安定性を欠く大きな理由であった。長距離通信の実験に成功を収めたときに使用されたのは300kwの発電機であった。

また、アンテナについても課題を抱えていた。当時は長波を使用した通信であったが、周波数は7,500mから8,000mまでの波長が長距離で強い信号を受信できるとされた。このような電波を送受するアンテナは、実験当初は8,000mという長大なものが必要であった。さらにその長い空中線を支える木柱は、遠距離での通信を行うときは高いものを必要とした。その木柱は200フィート（約61m）であった。現代のような鉄柱がなかった当時、荒天等に耐えるアンテナを設置することが困難であったことも実用化を妨げた要因であった。参考までに、技術が発展した現在の日本で利用されている長波アンテナは高さ200mであり、小型になったとはいえ、長波の伝送には大きなアンテナが必要とされるのがわかる。（巻末資料「図1. はがね山標準電波送信所アンテナ」参照）

電力の問題に関しては、第一次大戦後の1925年、真空管が発達したことにより40Kwで7,800mの波長で伝送できるようになった。^[注8]

なお、短波に関しては、1896年にイギリスにおいて実験が行われた。後に1924年になり、マルコーニにより夜間2,230マイル（約3,590km）の距離での実験に成功し、ここに短波が実用的な方式として世界で認められることとなった。^[注9]

9-2. 周波数と周波数毎の特徴

電波は周波数により分類される。

波長の長いものが長波として分類され、1 kmから10km程度とされる。波長が短くなるごとにそれぞれ短波—HF—VHF—UHFと分類される。

本稿で扱っている初期の無線通信は、長波によるものである。周波数が低いと電波は地表に沿って流れるという特徴がある。20世紀初頭の稚拙な装置により大西洋を横断する通信が可能であったのは、この特徴を利用したからであった。ただし、帯域幅は狭く、伝送できる情報量は限られている。

なお、周波数が短くなるに従い、直進性が強くなっていく。従って、山やビル等があると電波がさざぎられ通信状態が不安定になる。（巻末資料「図2. 長波と短波の特性の比較」を参照）

一方、周波数が短いと、帯域は広くなる。大量の情報を送信するテレビはVHFやUHFの周波数帯である。（巻末資料「図3. 周波数と波長」を参照）

9-3. 伝送方式

情報を電氣的信号に変換して送る場合、電圧を時間の経過とともに変化させて送ることになる。信号の送信方法はアナログ方式とデジタル方式がある。現代においては、デジタル方式が主流となっているが、無線通信が誕生し実用化された当初はアナログ方式であった。アナログ方式はデジタル式と比較し、伝送できるデータ量が少なく、また雑音が入りやすく、品質が劣るという欠点がある（巻末資料「図3. 周波数と波長」を参照）。

10. ま と め

本稿の対象とした19世紀の後半から第一次世界大戦までは、無線通信の萌芽期であった。この当時は有線による電信が優位を占めていたことから、事業としての無線電信の成立を検証した場合、現在のような民生の事業として広く普及することはなかった。ただし、幼稚な技術を駆使しながらも海事通信として事業を開始し徐々に拡大したという事実は、当時すでに無線通信の将来性・有効性が認められていたという証左と言えよう。また、戦争において無線の機動性等、その有効性が着目され、研究されてきたことも見逃せない。現代においては直接国同士が戦うことは互いに損失が大きく、情報を巧みに利用した情報戦の様相を呈している。

一方、無線通信を民生利用としてみると、日本では2020年の携帯電話等可搬式の通信機器の世帯保有率は95%を超え広く普及しており、Wi-Fiによるデータの送受も一般市民レベルで普及している。19世紀末に産声を上げた無線通信技術は、今や社会的なインフラとして、日常生活において不可欠のものとなっているのである。無線通信技術が実用化された当初、有線による通信サービスを提供する企業にとって将来的な脅威とみなされていた。

現在に目を向けると、光海底ケーブルが地球を覆い、衛星が地球の周囲を巡っている。また、携帯電話の無線局は例えば、東京～大阪といった大きなトラフィックのある区間はケーブルにより接続し、そこから個々の利用者に無線で接続することも行われている。また、国際電話サービスは海底ケーブルと衛星のそれぞれの長所を生かしていくことでサービス品質を保っている。

現代における無線と有線はそれぞれ補完しながらサービスを提供しており、私たちの生活に利便性や多様性をもたらしているのである。



図1. はがね山標準電波送信所アンテナ（出所：情報通信研究機構HP）送信周波数：60kHzアンテナ施設：地上高200m傘型

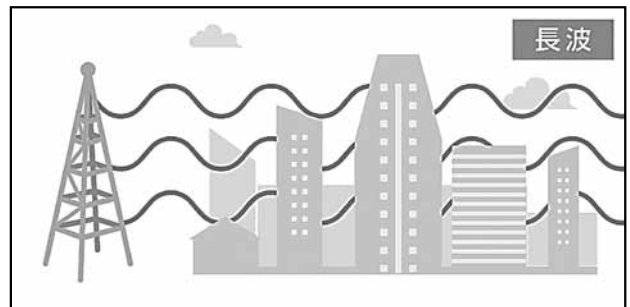
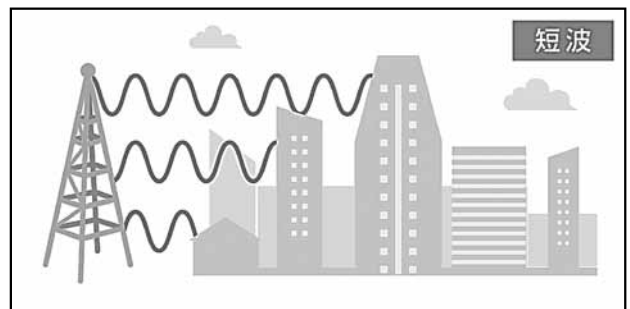
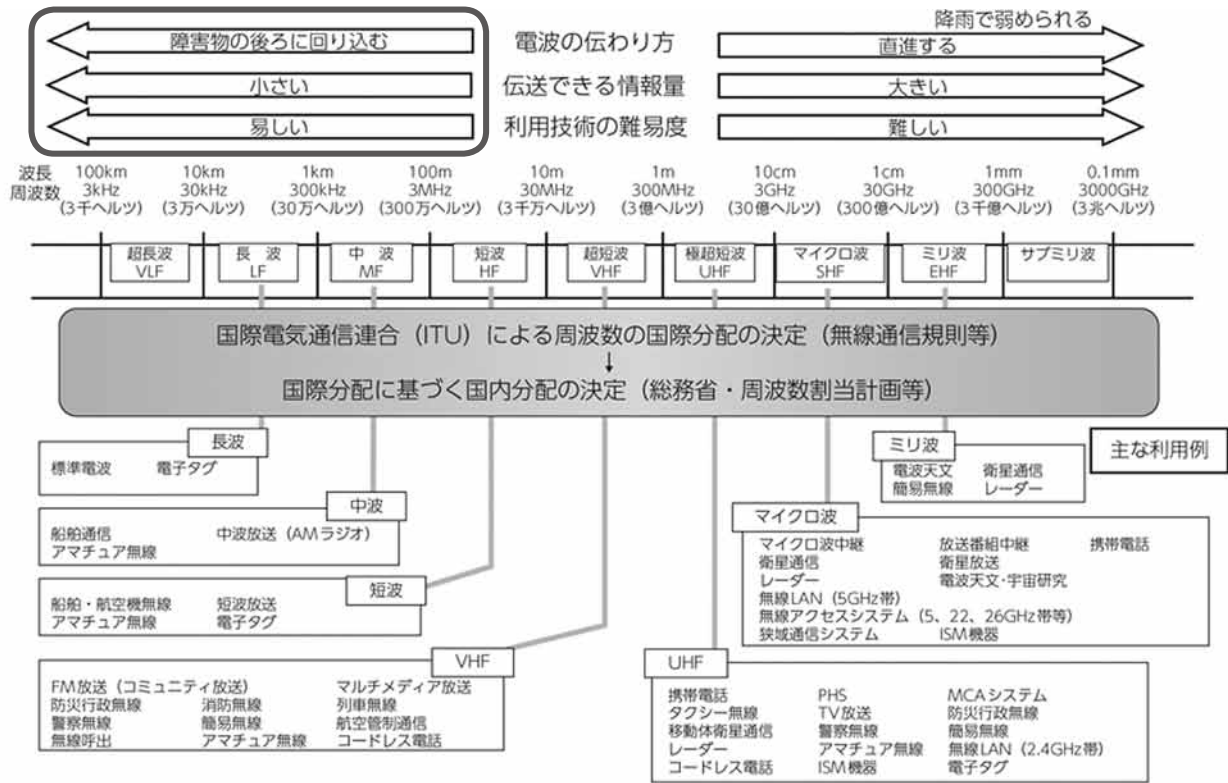


図2. 長波と短波の特性の比較（出所：楽天モバイルHPから引用）



| 周波数帯 | 波長 | 特徴 |
|-------|-----------|---|
| 超長波 | 10~100km | 地表面に沿って伝わり低い山をも越えることができる。また、水中でも伝わるため、海底探査にも応用できる。 |
| 長波 | 1~10km | 非常に速くまで伝わることができる。電波時計等に時間と周波数標準を知らせるための標準周波数局に利用されている。 |
| 中波 | 100~1000m | 約100kmの高度に形成される電離層のE層に反射して伝わることができる。主にラジオ放送用として利用されている。 |
| 短波 | 10~100m | 約200~400kmの高度に形成される電離層のF層に反射して、地表との反射を繰り返しながら地球の裏側まで伝わっていくことができる。遠洋の船舶通信、国際線航空機用の通信、国際放送及びアマチュア無線に広く利用されている。 |
| 超短波 | 1~10m | 直進性があり、電離層で反射しにくい性質もあるが、山や建物の陰にもある程度回り込んで伝わることができる。防災無線や消防無線など多種多様な移動通信に幅広く利用されている。 |
| 極短波 | 10cm~1m | 超短波に比べて直進性が更に強くなるが、多少の山や建物の陰には回り込んで伝わることもできる。携帯電話を初めとした多種多様な移動通信システムを中心に、デジタルテレビ放送、空港監視レーダーや電子レンジ等に幅広く利用されている。 |
| マイクロ波 | 1~10cm | 直進性が強い性質を持つため、特定の方向に向けて発射するのに適している。主に固定の中継回線、衛星通信、衛星放送や無線LANに利用されている。 |
| ミリ波 | 1mm~10mm | マイクロ波と同様に強い直進性があり、非常に大きな情報量を伝送することができるが、悪天候時には雨や霧による影響を強く受けてあまり速く伝わることができない。このため、比較的短距離の無線アクセス通信や画像伝送システム、簡易無線、自動車衝突防止レーダー等に利用されている他、電波望遠鏡による天文観測が行われている。 |
| サブミリ波 | 0.1mm~1mm | 光に近い性質を持った電波。通信用としてはほとんど利用されていないが、一方では、ミリ波と同様に電波望遠鏡による天文観測が行われている。 |

図3. 周波数と波長（令和元年度版情報通信白書「我が国の周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴」より）

(注 記)

[1] 情報通信白書 令和元年度版：
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/index.html> 2021年9月10日閲覧

[2] Brock, G. W. : The Telecommunication Industry, Harvard (1981) p. 162.

[3] 室井 崇：「ケーブル・アンド・ワイヤレス会社

百年史」, 国際電信電話株式会社 (1972) p. 28.

[4] 古谷俊爾・板野敬吾：中国学園紀要No20 (2021) .

[5] 岡 忠雄：「英国を中心に観たる電気通信発達史」, 通信調査会 (1941) p. 364.

[6] 岡 忠雄：前掲書 [2] p. 369.

[7] 「昭和48年版情報通信白書第1章第4節自営電気通信」によると船舶事故対応の必要性から当初要請されたものであった。

[8] 岡 忠雄：前掲書 [2] p. 350. 1936年において

は3千マイルから4千マイルの長距離での無線通信は、強い電力を要し大きな空中線が必要であり、8,000m以下の長波は不適とされた。

- [9] 室井 崇：「ケーブル・アンド・ワイヤレス会社百年史」，国際電信電話株式会社（1972）P. 28.
当時の実験は巻末図の短波から中波のものであった。さらにマルコーニは実験を継続し，ビーム式短波無線を開発した。本方式の有用性をイギリス政府が認めることとなり，1926年から27年にかけてイギリス本国と自治領・植民地を結ぶ無線局を設置することとなった。

（参 考 文 献）

- [1] 木暮 仁：「情報と社会」日科技連，（2005）
[2] 井上伸雄：「通信のしくみ」，日本実業出版社（1999）
[3] 星名貞雄：「情報と通信の文化史」，法政大学出版局（2010）
[4] 楽天モバイルHP電波とは？：
https://network.mobile.rakuten.co.jp/area/5g/signal/?sclid=o_other__MNO
2021年9月10日閲覧