

通信方式概要

有限会社啓
技術士(電気電子部門)
脇田 俊昭

目次

- 通信とは
- 通信の歴史
- 電気通信の始まり
- 電話
- 通信に使用される媒体
- 無線通信の技術
- 電波の発見
- 無線通信を支える技術
- マルコーニ
- 鉱石ラジオ
- 変調方式
- 復調方式
- テレビ放送電波の変調方式
- 変調方式
- 直交変調
- デジタル変調
- 検波及び検出方式
- 等化器
- クロック抽出
- 同期検出
- エラー訂正
- 圧縮技術
- 最近の技術動向

通信とは

- 意思を他人に伝えること。音信を通じること。信書をやりとりすること。
- 通信(つうしん)とは、情報の送受信である。
有史以前から徐々に発展し、近代における様々な技術的发展によって、より多様で利便性の高い、大衆的なものに発展してきた。出典: フリー百科事典『ウィキペディア』
- 電気通信上の定義
 - 「有線、無線その他の電磁的方式により、符号、音響又は映像を送り、伝え又は受けること」(電気通信事業法第2条1号)
- 語源
漢字起源の「通信」: 通い合って(通じて)信頼を深める(信(よしみ)を通わす)
- 通信の形態
 - 人間による伝言
 - 音響に頼るもの
 - のろし、光、腕木など視覚に頼るもの
 - 郵便(飛脚・伝書鳩)などの信書の輸送。
 - 電気通信(有線・無線): 電話・電信(電報)・インターネット・パソコン通信・アマチュア無線
 - 現代社会では、郵便のほか、一般に電気通信の意味で通信という場合が多い。
 - 狭義の通信は、特定の相手とのやりとりである。広義の通信には、**放送**を含む。これは、技術的には放送が通信の一形態であることによる。

通信でやり取りされる情報

□ 情報とは

- 受け手が必要としている事実や性質
 - ニュース(政治、経済、スポーツ、芸能など)
 - 試験の結果
 - 訪問先の施設や場所 約束の時間

□ データとは

- データは決められた形式で表現された事実や性質等
 - 毎日の平均株価
 - 都道府県別の人口
 - 地デジチューナの販売数

通信の歴史

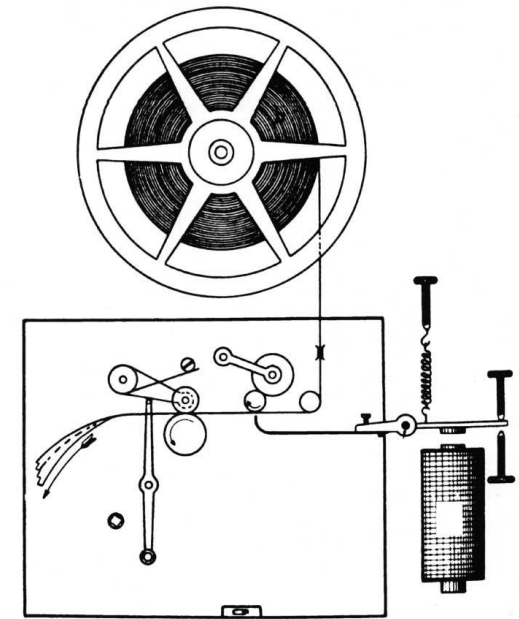
- 電気通信以外の通信
 - 紀元前19世紀頃 - 古代エジプトで現在知られる最古の暗号
 - 紀元前6-4世紀頃 - 古代ペルシアで街道と駅伝制の整備。
 - 2世紀初頭 - 中国で実用的な製紙法の発明。情報の運搬が容易に。
 - のろし を使った通信。
 - 飛脚による親書通信。
 - 郵便制度
 - 鉄道の腕木信号 手旗信号
 - 伝書鳩
- 1800年代
 - 1832年 - シリングが電信機を発明。
 - 1837年 - モールスがモールス符号を考案。
 - 1850年 - イギリス・フランス間で海底ケーブルを使った電信サービスを開始。
 - 1869年 - 日本、東京・横浜で電信(電報)サービスを開始。
 - 1876年 - アレクサンダー・グラハム・ベルが電話機を発明。
 - 1895年 - マルコーニが無線電信機を発明。

通信の歴史 (1900年代)

- 1905年 - 日本、日本海海戦で無線通信が使用される。
- 1925年 - 日本、ラジオ放送を開始。
- 1920年代 - ファクシミリの実用化。
- 1930年代 - アメリカ、ヨーロッパなどでテレビ放送が始まる。
- 1937年 - PCM通信方式(英リブス)デジタル通信の基礎
- 1940年代 - 情報理論の基礎が確立される。デジタル通信の基盤となる科学。
- 1953年 - 日本、テレビ放送の本放送を開始。
- 1956年 - 日本、太平洋横断ケーブルを使った電信サービスを開始。
- 1963年 - 日米間の衛星中継に成功。(ケネディー大統領暗殺)
- 1960年代 - 日本、カラーのテレビ放送が始まる。
- 1968年 - 日本、ポケットベルサービス開始。
- 1970年代後半 - 300bpsの音響カプラが登場。
- 1979年 - 日本、首都圏で自動車電話サービスが始まる。
- 1980年 - G3 ファクシミリの規格が定まる。
- 1980年代後半 - 1200bps~2400bps の電話モデムが登場。
- 1988年 日本、ISDNサービスを開始。デジタル通信サービス。
- 1989年 - 日本、衛星放送の本放送を開始。
- 1990年代前半 - 9600bps~14400bps の電話モデムが登場。
- 1990年代後半 - 日本、携帯電話の普及が本格化。
- 1990年代後半 - 世界的にデジタル携帯電話の普及が始まる。
- 1995年 - ヨーロッパでDAB方式によるデジタルラジオ放送を開始。

電気通信の始まり(モールス)

- アメリカ合衆国の発明家サミュエル・フィンレイ・ブリース・モールスは、1837年9月4日にニューヨーク大学で現在のものとまったく異なった符号で電信実験を行い、ジョセフ・ヘンリー(プリンストン大学教授)の指導とアルフレッド・ヴェイルの協力の下、改良した符号と電信機との特許を1840年6月20日に取得した。更に改良した符号アメリカン・モールスにより1844年5月24日に実際の送信実験に成功した。この名称は発明者にちなんだものである。



<http://www.kids.soumu.go.jp/history/4/01s.html>

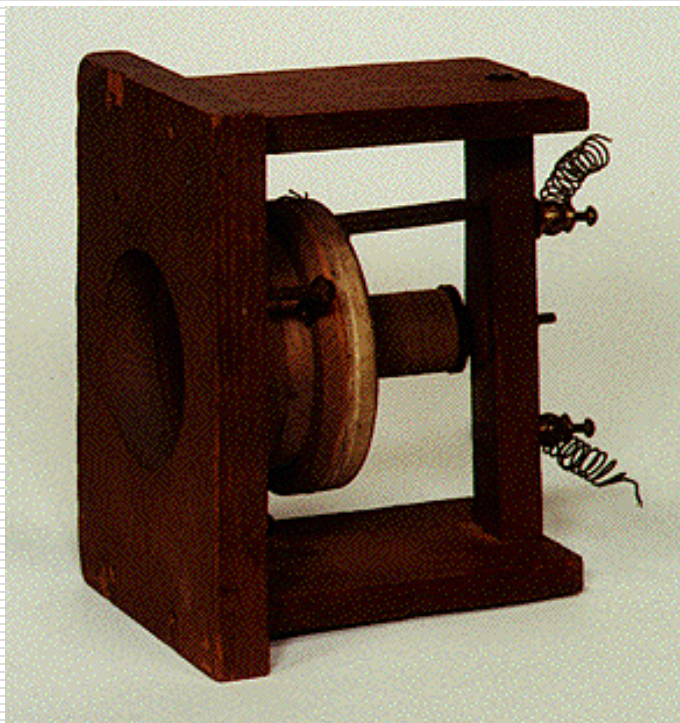
- メッセージの送り側が送信機の送信キーを押すと、電線に電流が流れる。すると、コイルの中の鉄棒が磁石になり鉄片を吸い付ける。送信キーを離すと電流は止まり、鉄片は離れる。
- 鉄片の動きは紙テープに記録される。

有線電話(Bellの試作)

1875年6月2日ベル(Alexander Graham Bell)は機械工であったトーマス・ワトソン(Thomas Watson)を助手にして電話機の実験を開始しました。

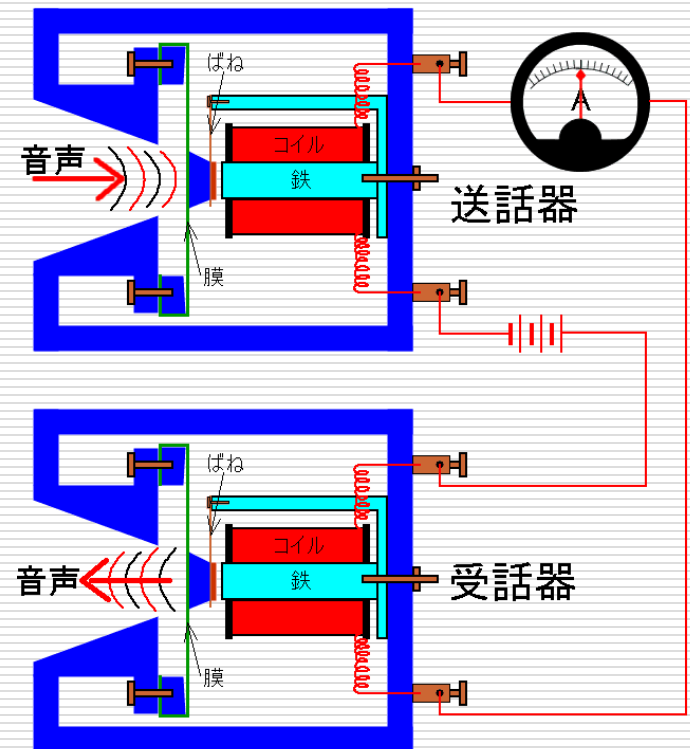
1876年2月14日電磁誘導の原理を思い付き、実用的な電話の特許を出願しました。

1876年3月10日通話実験に成功しました。



1876年2月14日に特許を申請。1876年3月10日に通話に成功。

http://park.org/Japan/NTT/DM/html_ht/HT876010_j.html



通信に使用される媒体

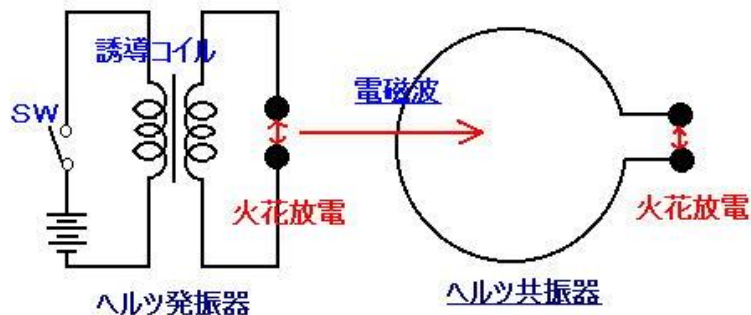
- 電線
 - ベースバンド伝送
- 電波
- 光
 - 空間
 - 光ファイバー
- 紙(手紙など)

無線通信技術の開発(マルコーニ以前)

□電磁波の存在

電磁波の存在とその性質は、英国の物理学者マックスウエルによって数学的に証明されていたが、実際に電磁波が存在すること、および電磁波の伝播特性が証明されたのは、1885-89年にかけてドイツの物理学者ヘルツが行った実験によってである。ヘルツが実験に用いた装置の概念図を第1図に示す。

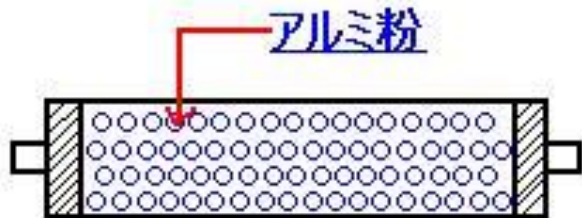
- 1次側コイルの高電源電圧をON, OFFすると、誘導コイルの2次側の両端に接続されている二つの小導体金属球の間で、2次巻線に誘起された電流によって火花が発生する(ヘルツ発信器)
- この時、図のように円形状に丸めた針金に、発信器側と同じような小導体金属球をつけたものをヘルツ発信器の近くに置くと、発振器側の火花と同じように、この小金属球間にも火花が発生する
- ヘルツは以上の実験結果を1888年、ベルリン科学アカデミーで発表した。これが今日の無線による通信の曙となったのであるが、ヘルツ自身は電磁波が無線に利用できる可能性には思い到らなかったようである。



第1図 ヘルツ実験装置の原理図

電磁波の応用－無線通信

- ヘルツの火花放電の実験結果を知った、リヴァプール大学教授のロッジ、ロシアのポポフ、イタリアのマルコーニ等がこれを通信に利用することを思いつき、それぞれ独自に装置を考案製作した。
- コヒーラ現象の発見とコヒーラ検波器の発明
 - フランスのブランリー (Edouard Branly 1844－1940) は金属粉の電導性を研究していたが、1890年、ニッケル粉はばらばらの状態では直流を通さないが、高周波が到来すると互いに密着して直流電流を通す状態になる現象を発見、これにコヒーラ (cohere: 密着する) と名づけた。
この現象を利用してリヴァプール大学教授のロッジ (1851－1940) がコヒーラ検波器を考案、1894年、英国王立協会で行われたヘルツ追悼講演会で発表した。
第2図に示すようにガラス管の中にアルミやニッケルの小片を入れておく。このガラス管の両端は通常は直流に対して高抵抗を示しているが、近くで電気火花を放電させると管の中の粉末は互いに密着して導電性となるので、これによって電波が到来したことを知ることが出来るのである。



第2図 コヒーラ検波器

無線通信機の考案、発明

- ◆オリバー・ロッジ(1851－1940)
上記のように、コヒーラ検波器を考案したが、1908年には同調回路を発明し、受信回路を組み立てた。また一旦導通状態になったコヒーラ検波器を軽くたたいて元の絶縁状態に戻す装置も考案した。
- ◆ポポフ(ロシア海軍水雷学校教官 1859－1905)
ロッジの装置にアンテナをつけたりして受信回路を改良、受信性能を高め、1895年、ペテルスブルク大学で公開実験を行った。また1897年、クロンシュタット軍港に最初の無線局を設置、1899年には実際に軍艦が座礁したことを数十キロ離れた地点に知らせることが出来た。
しかし、研究費がないことと、教官という職業から研究に割く時間が取れなかったこと等で思うように成果をあげることが出来なかった。

無線通信(マルコーニ)

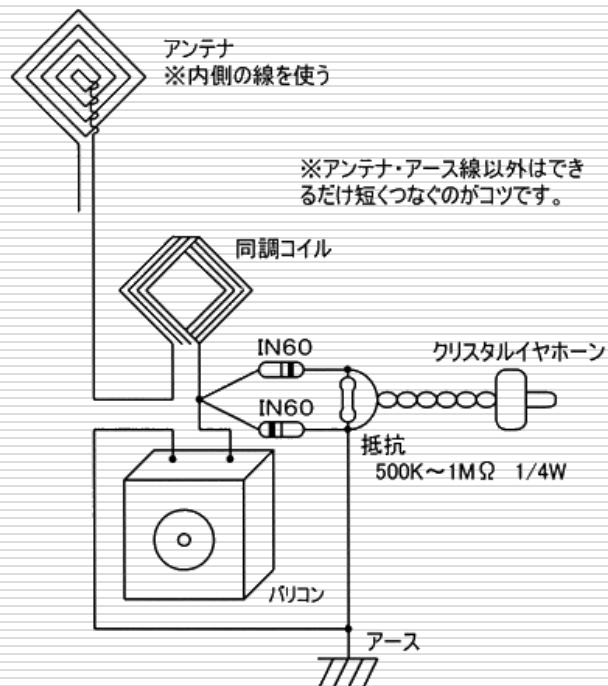
マルコーニは1894年、ヘルツの実験を科学雑誌で読んで、これを無線電信に使用することを思いついた。最初の実験は家の中で電線を使わずに離れたところに置いたベル(電鈴)を鳴らすことであった。

わずか数メートルの距離であったが、次はモールス符号を送る実験を始めた。送信機は発信機の電源をモールス符号通りに直接ON、OFFして電波を発射する。苦心したのは受信機側であった。コヒーラ検波器は到来した電磁波を検知するが、一旦密着の状態になるとそのまま導通状態を保ったままなので、直流電流が流れ放しになり、その後の電磁波の到来状態を知ることが出来ない。苦心の末、電磁石がベルをたたいて電鈴を鳴らすことにヒントを得、電鈴の代わりにコヒーラ検波器をたたかせることによってこの問題を解決することが出来た(モールス符号の短音、長音の到来間隔時間に対して極めて短い時間間隔でベル用の電磁石をON、OFFさせればモールス符号は近似的に夫々連続した直流電流の断続に置き換えることが出来る)。

コヒーラ検波器にも改良を加え、また受信機にアンテナやアースをつけて通信距離を伸ばし、1896年には3キロメートルまで距離が伸びた。

初期の受信機には、選択同調回路がなかったので通信相手を特定することが出来なかったが、1900年、ロッジの同調回路にヒントを得て、同調ダイヤル方式の特許を申請した。

鉱石ラジオと鉱石検波器



AMラジオ受信機のうち、構造が最も簡単なものは、アンテナ、アース 同調回路 検波回路 受話器から構成される。このうち検波回路に鉱石検波器を用いたものが鉱石ラジオである。

AM変調の電波を受信する場合、受信した高周波の電気信号から音声信号を取り出すために、整流作用を持つ素子に電気信号を通す。方鉛鉱、黄銅鉱などの結晶の表面の適切な位置に細い金属線を接触させると、整流作用を持つ。これにより、放送を受信検波できる。鉱石ラジオはアンテナから受けた電波を電力として利用するため音声信号の電力は小さく、検波によって得られた音声信号も非常に微弱なものである。そのためレシーバーも微弱な電流を音声に変えられるものが必要になる。当時はマグネチックレシーバーなどが主流だったが、後にロッシェル塩などの結晶を用いた圧電素子を組み込んだクリスタルイヤホンなどが登場する

初期の鉱石検波器は、方鉛鉱や黄鉄鉱などの天然鉱石に金属針を接触させ、ほぼ毎回、感度の良い部分を金属針を動かし探って用いる方式のものであり、不安定で調整の難しいものであった。電流はショットキー障壁の高さに大変敏感であり、そのわずかな変化により桁違いに変化する。

方鉛鉱や黄鉄鉱などの天然鉱石は、結晶方位不定の多結晶体であり、原子的観点から観ると、粗い表面を持つ多結晶面に、粗い表面を持つ金属面を接触させていることになるため、不安定きわまりなく、その使用のために、懸命に感度の良い部分を探すことになる。また一度、感度の良い部分を見つけても、空気中に置かれている鉱石の表面、そして金属針の表面は容易に酸化や水酸化される。従って使用のたびに、金属針により鉱石の表面を引っかき、金属と半導体の界面を再生させて使わなければならないのである。

目次

- 通信とは
- 通信の歴史
- 電気通信の始まり
- 電話
- 通信に使用される媒体
- 無線通信の技術
- 電波の発見
- 無線通信を支える技術
- マルコーニ
- 鉱石ラジオ
- 変調方式
- 復調方式
- テレビ放送電波の変調方式
- 変調方式
- 直交変調
- デジタル変調
- 検波及び検出方式
- 等化器
- クロック抽出
- 同期検出
- エラー訂正
- 圧縮技術
- 最近の技術動向

変調方式

変調方式(へんちょうほうしき)は、変調すなわち情報を記録・伝送するにあたり、情報および記録・伝送媒体の性質に応じて最適な電気信号に変換する操作の方式である。

無線通信では一定周波数の電波を発生し、それを変調することにより情報を伝送する。キャリアを用いないベースバンド伝送でも情報信号を何らかの形で変化させて送るのが一般的である。これらはチャンネルコーディングとも呼ばれる。

電波形式の表示法

一桁目			二桁目		三桁目			
主搬送波の変調形式			記号	主搬送波を変調する信号の性質	記号	伝送情報	記号	
無変調			N	変調信号なし	0	無情報	N	
振幅変調	両側波帯	全搬送波	A	副搬送波を使用しないデジタル信号の単一チャンネル	1	電信(聴覚受信)	A	
		単側波帯	低減搬送波					H
			低減搬送波					R
			抑圧搬送波					J
	独立側波帯	B	副搬送波を使用するデジタル信号の単一チャンネル	2	電信(自動受信)・印刷電信(RTTY)	B		
残留側波帯	C							
角度変調	周波数		F	アナログ信号の単一チャンネル	3	ファクシミリ	C	
	位相		G					
振幅変調および角度変調であって、同時に、または一定の順序で変調するもの			D	アナログ信号の単一チャンネル	3	データ伝送、遠隔測定、遠隔指令	D	
パルス変調	無変調		P	デジタル信号の2以上のチャンネル	7	電話(音響の放送を含む)	E	
	振幅		K					
	幅、または時間		L					
	位置、または位相		M	アナログ信号の2以上のチャンネル	8	テレビジョン(映像)	F	
	パルス期間中に角度変調		Q					
上記の組み合わせ、または他の方法			V					
上記に該当しないもので、振幅、角度またはパルスのうち2以上を組合せて、同時に、または一定の順序で変調するもの			W	1以上のアナログ信号チャンネルと、1以上のデジタル信号チャンネルの複合方式	9	組み合わせ	W	
その他			X	その他	X	その他	X	

アナログ変調

アナログ変調は、アナログ情報信号に対応して連続的に適用される。

- 振幅変調(AM; Amplitude Modulation) :搬送波の振幅の変化で変調するものである。
- 直交振幅変調(Quadrature amplitude modulation : QAM)は、互いに独立な2つ搬送波の振幅と位相を変更・調整することによってデータを伝達する変調方式である。これらの2つの波は互いに直交関係にある。
- 角度変調
 - 周波数変調(FM; Frequency Modulation) :搬送波の周波数の変化。
 - 位相変調(PM; Phase Modulation) :搬送波の位相の変化。

デジタル変調

- デジタル変調 [編集]
- 詳細はデジタル変調を参照
- デジタル信号で搬送波を変調するものである。搬送波を最終的に変化させる操作は上記の振幅や位相などを不連続的に変化させて用いる。
- 位相偏移変調 (PSK; Phase Shift Keying) :一定周波数の搬送波の位相を変化させることで変調するもの。変調1回あたりの送信ビット数を増やすごとに、BPSK、QPSKなどと呼ばれる。
- 周波数偏移変調 (FSK; Frequency Shift Keying)
- 振幅偏移変調 (ASK; Amplitude Shift Keying)
- 直交振幅変調 (QAM; quadrature amplitude modulation)

パルス変調

- パルス変調 [[編集](#)]
- 詳細は[パルス変調](#)を参照
- パルスの振幅・幅・位相・符号などで変調するものである。パルス符号変調は[デジタル情報](#)を、他は[アナログ情報](#)またはデジタル情報を伝送可能である。
- [パルス符号変調](#) (PCM; Pulse-code modulation) (アナログ-デジタル変換)
- [パルス幅変調](#) (PWM; Pulse-width modulation) (アナログ-アナログ変換)
- [パルス振幅変調](#) (PAM; Pulse-amplitude modulation) (アナログ-デジタル変換)
- [パルス位置変調](#) (PPM; Pulse-position modulation) (アナログ-アナログ変換)
- [パルス密度変調](#) (PDM; Pulse-density modulation) (アナログ-アナログ変換)

復調方式

- AM変調
 - 振幅検波
 - エンベロープ検波
 - 同期検波
- FM変調
- 位相変調

アナログ通信(アナログ電話機)

