

執筆者

ハンドブック編集委員長		森村 喬 (JA1LKJ)
副委員長		岡本 次雄 (JA1CA)
編集幹事		木賀 忠雄 (JA1AR)
1編	無線工学	関本 秀男 (東海大学教授)
		長江 彰 (JA1LQK)
		蝦名 直美 (JH1HNO)
		武田 照彦 (JH1JBT)
		神谷 芳憲 (JR1HAV)
2編	通信方式	木賀 忠雄 (JA1AR)
3編	送信機	木賀 忠雄 (JA1AR)
4編	受信機	木賀 忠雄 (JA1AR)
5編	トランシーバ	高原 剛 (JA4PC)
6編	V・UHF帯技術	木賀 忠雄 (JA1AR)
		藤室 衛 (JA1FC)
7編	電源	木賀 忠雄 (JA1AR)
8編	画像通信	河田 至弘 (JA3AIS)
		玉井 利宏 (JR3DAO)
9編	RTTY	浜田 雅生 (JH1ISF)
10編	宇宙通信	石井 郁夫 (JAφAIF)
11編	電波伝搬	菅 宮夫 (JA1CO)
12編	アンテナ	岡本 次雄 (JA1CA)
13編	運用設備	海老沢政良 (JA1DM)
		浜田 雅生 (JH1ISF)
14編	測定	岡本 次雄 (JA1CA)
15編	RFI (電波障害)	金平 隆 (JA1APT)
16編	工作	丸山 孟伸 (JAφBC)
17編	開局後の手続	滝本 和男 (JR1ACG)
18編	JARLの組織と事業	斉藤 健 (JA1AD)
19編	資料	岡本 次雄 (JA1CA)

4. 電源回路部品	288
4-1 電源トランス	(288)
4-2 整流用ダイオード	(289)
4-3 電源用チョークコイル	(291)
4-4 電源用コンデンサ	(291)
5. 直流安定化電源	291
5-1 ツェナーダイオードを用いた 電圧安定化回路	(291)
5-2 トランジスタを用いた直流安定化回路	(293)
5-3 3端子レギュレータ I C	(294)
6. DC-DC コンバータ	296
6-1 DC-DC コンバータの動作	(296)
6-2 コンバータ用トランス	(296)
6-3 DC-DC コンバータの実例	(297)
7. DC-AC インバータ	298
7-1 DC-AC インバータの実例	(298)
8. 電池	299
8-1 マンガン乾電池	(299)
8-2 蓄電池	(300)
8-3 非常用電源	(301)

8 編 画 像 通 信

1. テレビジョン伝送の基本	303
1-1 画像の電氣的処理	(303)
1-2 帯域圧縮と伝送基準	(305)
2. ATV	305
2-1 ATV 一般	(305)
2-2 ATV 局の機器	(306)
2-3 ATV の今後	(311)
3. SSTV	311
3-1 SSTV 一般	(311)
3-2 SSTV 局の構成	(312)
3-3 SSTV の動向	(317)
4. デジタル方式の応用	318
4-1 デジタル I C のアナログ回路への応用	(318)
5. FAX	321
5-1 FAX の特徴	(321)
5-2 FAX の原理	(321)
5-3 FAX の規格	(324)
5-4 受画機の製作	(325)
5-5 送画機の製作	(327)
5-6 アマチュア FAX のプロセス	(328)

9 編 RTTY

1. RTTY (ラジオテレタイプ) とは	331
1-1 電信通信の特徴とテレタイプ通信	(331)
1-2 テレタイプの歴史	(332)

5. F A X

5-1 FAX の特徴

ファックス、ファクシミリ (FAX; Facsimile) は面の広がりを持つ画像を走査により分解して伝送し、受信側ではそれを再び走査させて画像を合成する。原理的には TV と同じであるが、FAX では1枚の画を伝送するのに数分~10数分の時間をかけて精密に伝送し、受信紙に記録が残るのが特徴である。

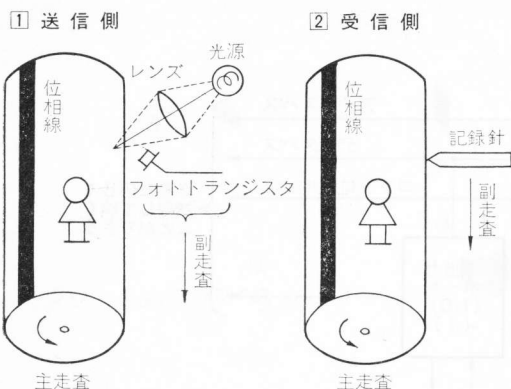
FAX には中間調を持たない主として文字、図画を送るための白黒のみの模写伝送と、中間調を有する写真伝送とがあり、使用目的により使い分けられている。

5-2 FAX の原理

FAX の送画は図8-37[1]のように、送りたい原稿を円筒に巻きつけて回転（主走査）させ、光学系を円筒に平行移動（副走査）させると、原稿をらせん状になぞって図線の黒を感知して電気信号に変換させる。受画は図2のように円筒に記録紙を巻きつけ、送画と同じ回転で同じ副走査をさせると送信側と同じ画が再現される。

このとき、送受の円筒の大きさは必ずしも同一である必要はなく、要は受信した画面の縦横比が同じになるように副走査をすれば相似の画が得られる。同じ大きさの円筒で受画したときの線密度（1mm 当たりの走査線の

図8-37 FAXの原理



数)は当然同じであるが、縮小受信したときの線密度は大きく(細かく)なる。この縦横比を決する円筒直径×線密度を協働係数と呼び、FAXの規格では重要な定数である。

送受間で協働係数が異なるとき、その受信画は縦長もしくは横長の画面が受信されるが、円筒回転数はわずかに異なっても本来の画像を再現しない。

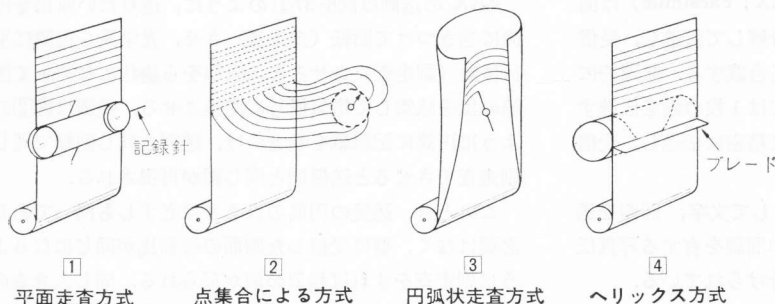
(1) 走査方式

図8-37の走査方式は円筒回転方式で、FAXの基本的方式であり、初期のころはこれが主流であった。この方式は原理的に理解しやすく、送受を同一の円筒で兼用することができる。しかも他の方式に比べて、記録針、受光部はおののおの一つずつですむため、この部分の機構は簡単になる。

一方、この方式では受信中は記録紙が回転しているため、どのような内容が送られているのか、また良好に記録されているかわからないので、調整を必要とする試作、実験がやりにくくなる。さらに送画原稿の端と円筒に巻いた記録紙のつなぎ目をそろえるために、位相を検出する装置が必要である。送信されている電波を途中から受信するときの位相合わせには熟練を必要とする。

なお、この方式では円筒の長さだけの記録紙しか使え

図8-38 走査方式



ないので、連続して送信されている気象図FAXは受信しにくく、中途半端に記録紙がなくなってしまう。また、一旦円筒を停止させると、次のスタートのときあらためて位相合わせが必要になり、記録紙取替中の受信は欠落する。

図8-38①は記録針をベルトに取り付けた平面走査方式で、受信機側にこの方式が採用されており、連続受信ができる記録紙幅の3倍の長さのベルトに記録針を等間隔に3本取り付け、ベルトを回転させることにより走査する。記録針を極めて正確に取り付けねばならないので、ベルトは高価になるが、ユーザーには取り扱いやすい方式である。

図②は事務用FAXに多く採用されている方式で、受信機では電線で、送信機では光学ファイバーで中継することにより、直線部を円に変換して走査する。送信の際の原稿の読み取り、受信の際の記録は点の集合になり、中継線の数が少ないと画質が悪くなるので、1mm当たり4本以上の中継線が使われている。送受信機はそれぞれ単能機で、受信機には静電記録紙が用いられる。

図③は円弧状走査方式で、受信機側にこの方式が採用されている。2本の記録針のときは記録紙を半円状に、3本の記録針のときは $\frac{1}{3}$ 円状にして走査する。記録針の数が多いほど記録紙の曲がりは少なくてすむが、記録針の数が多くなるほどその位置の調整が難しくなる。この方式を採用している電電公社FAXは3針式である。この方式は連続受信ができるが、記録紙の先端は次第に丸くなり途中で折れ目がつくので、受信済記録紙を長くたらしことができず、ほどほどの長さで切り取る必要がある。

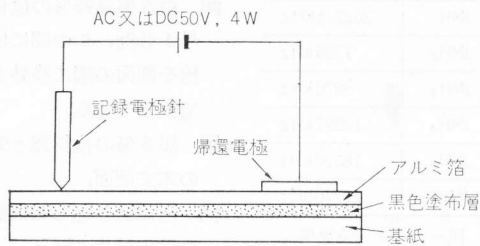
図④はヘリックス方式で、円筒に針金がヘリカルに巻き付けられており、円筒の回転に応じて針金による凸出部が移動し、ブレードと接触することにより走査をする。

(2) 記録方式

画像を記録する受信紙には放電破壊、電解、静電、普通の紙にボールペン、写真陽画、感熱、インクジェットなど多くの種類があり、走査方式や用途により使い分けられている。

図8-39は放電破壊記録紙の構造で、記録針を記録紙に接触させて移動し電流を通すと、表面に蒸着されたアルミ箔が放電により破壊されて飛び散り、黒色部が露出して記録となる。記録は瞬時に現れ、他の記録紙のように現

図8-39 放電破壊紙の構造



像，定着などの処理がいらないので，受画装置はそれだけ簡単になる。この記録紙は主に模写伝送に使われているが，記録電流の多少により記録線の幅が変わるので，ある程度の中間調は再現することができる。

(3) 同期方式

標準方式 TV では1秒間に30枚の画像を一つのブラウン管に再現させる。画像をブラウン管に縦横正しく写すためには，水平と垂直の同期を瞬時に取る必要がある。このため，送信信号にこれらの同期信号を含める伝送同期方式を採用している。この方式の場合，たとえ伝送路上に何らかの障害が発生して同期信号が欠落し画像が乱れても，障害がなくなれば瞬時に同期が回復し，元どおり画像が見られる。

FAX は1枚の画を伝送するのに数分～10数分の時間をかける。走査はモータ駆動の機械式で行うので，伝送途中で同期がずれるとずれたまま進み，同期の誤差は累積されていく。そのため，送信信号には同期信号を含めず，送受双方が前もって取り決めた正確な回転数と協働係数で走査する独立同期方式を採用している。この方式は伝送同期方式と比べて一見旧式に思えるが，無線伝送路でのフェージング，マルチパスエコー，雑音などによる同期信号の乱れや欠落がないので，同期ずれは発生しない。

このように，一部の有線 FAXを除いて，送信信号には同期信号を含ませていないが，送信原稿には画面の端を表す位相線が入っている。受信機をスタートさせたとき，位相線は必ずしも記録紙上の端に出てくるとは限らないので，位相線を記録紙上の端に移動させる操作が必要である。このため，主走査モータの電源周波数を変えて回転をずらせたり，減速ギア比を変えて回転をずらせたりして位相を合わせてロックする。これらは装置を付加することにより自動的に行える。

送受双方が正確な走査をするためには，走査モータを正確な回転数で駆動しなければならない。商用電源は一定期間の平均周波数は正確に制御されているが，短時間では一定せずにふらついている。したがって，商用電源を時計の基準源として使用しても実用上差し支えはな

いが，FAX に使用すると，位相のふらつきがそのまま受信画に表れ実用にならない。そのため，FAX では水晶発振を分周して正確な周波数を取り出し，それを電力増幅して走査モータを駆動させる独立同期電源を使用する。CCITT（国際電信電話諮問委員会）ではその誤差を $\pm 1 \times 10^{-5}$ 以内，調整可能範囲を $\pm 3 \times 10^{-5}$ と規定している。

送受双方が同一電力会社の商用電源を使用したとき，位相のずれによる回転の遅れ，進みは送受双方に等しく生じるので，結果的には同期がずれずに交信可能である。この方式を電源同期方式という。

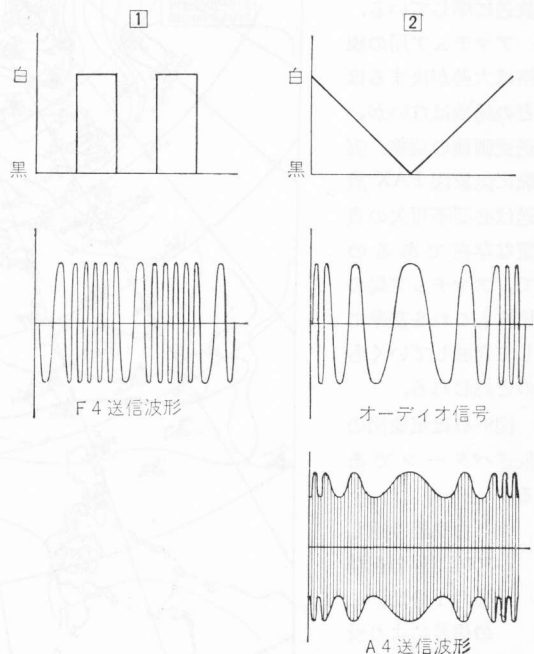
各電力会社間では余剰電力の融通を計る必要性から，60 Hz 地域の位相はすべてリンクされており，北海道を除く50 Hz 地域も同様である。したがって，特定の相手との FAX 交信は電源同期方式で行えるが，この方式で気象図を受けると位相のずれに応じて画像が波打つ結果になる。しかし，逆にこれを使えば商用電源の位相のふらつきが測定可能である。

(4) 伝送方式

FAX の伝送路には無線と有線が使われているが，雑音など障害の多い無線伝送路を使用するには，これらの障害による影響をできる限り軽減して，高品位の画像を得るために種々の工夫がなされている。

模写伝送では，図8-40①のように送画原稿の白黒に応じて，送信周波数をシフトさせる周波数偏移 (FS) 方式を取り，障害の軽減を計っている。この電波型式は F 4

図8-40 伝送方式



である。写真伝送では中間調を正しく送る必要があるので、図2のように、中間調を含む送画原稿を一旦音声周波数の FM に変換し、送信電波に AM 変調をかける副搬送波周波数変調 (SCFM) 方式が採用されている。この電波型式は A 4 波である。なお写真伝送には、送画原稿の濃淡に応じて送信周波数をシフトさせる直接 FM にすれば、模写伝送と互換性があるが、送受信機の周波数安定性がネックになっている。

5-3 FAX の規格

無線による代表的な FAX は気象図放送で、その規格は CCITT の勧告に基づいて世界的に統一されている。日本では気象庁が東京より送信しており、その規格及び周波数は表 8-4、8-5 のとおりである。放送内容は地表天気図、高層天気図、海水温、海流、海上波高、電波予報、衛星写真、富士山レーダーなど多彩で、ほぼ一日中放送されており、最近では船舶以外にも鉄道、道路管理など多方面で利用されている。通信社による船舶向け FAX 新聞も多くの局で受信しているが、その規格は受画機の互換性のため、気象図放送に準じている。

アマチュア局の規格は大勢が決まるほどの局数はないが、送受画機の調整、実験に気象図 FAX 放送は必要不可欠の貴重な存在であるので、アマチュア局の規格もこれを基準にして発展していくものと思われる。

図8-41は気象図の放送パターンである。

- (i) 白黒繰り返し 300回/秒の起動信号 1 分間、この信号により受画機を自動的に

表8-5 気象図放送周波数

JMH	3622.5kHz
JMH ₂	7305kHz
JMH ₃	9970kHz
JMH ₄	13597kHz
JMH ₅	18220kHz
JMH ₆	22770kHz

同一内容を同時送信

- (v) 黒信号 5 秒。

- (vi) 白信号または送信停止。

以上により希望の気象図をタイムスイッチとの組み合わせで自動的に受画することが可能である。本文画面はグループごとに数枚連続して送信している。

この気象図 FAX は記号や数字が大量に書かれているので、1枚18分の時間をかけて精密に走査している。アマチュア局ではこれほど細かい走査をする必要はなく、伝送時間を短くするには走査の線密度を粗くするのも一つの方法である。気象図を原寸大で受信したときの線密度は3.8l/mm (l=ライン、線数)、210mm幅で縮小受信すると9.7l/mmになる。受画機の機械的な精度及び記録針の太さにも限度があるので、あまり線密度を大きくしても意味がなくなる。なお、縮小受信をすれば線密度は大きくなるが、これは単に画面が小さくなっただけで画質が向上したことにはならない。

図8-41 気象図の放送パターン

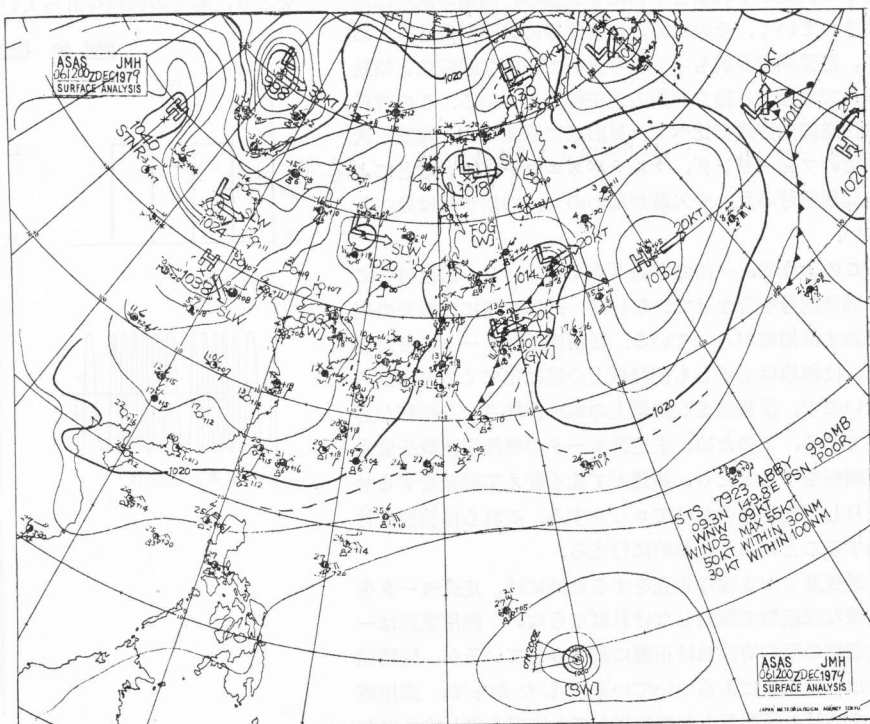
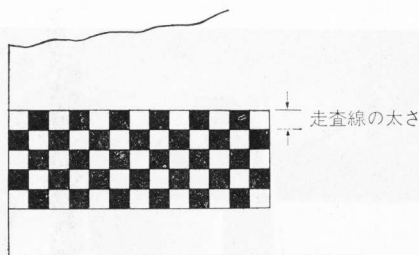


図8-42 最高画周波数



一方、円筒回転を速くしても伝送時間を短縮できるのであるが、最高画周波数が高くなり、広い伝送帯域が必要となる。最高画周波数とは最も細かい図線の白と黒の繰返し回数で、これはとりもなおさず図8-42のような走査線の幅での市松模様するときである。最高画周波数は次式によって求めることができる。

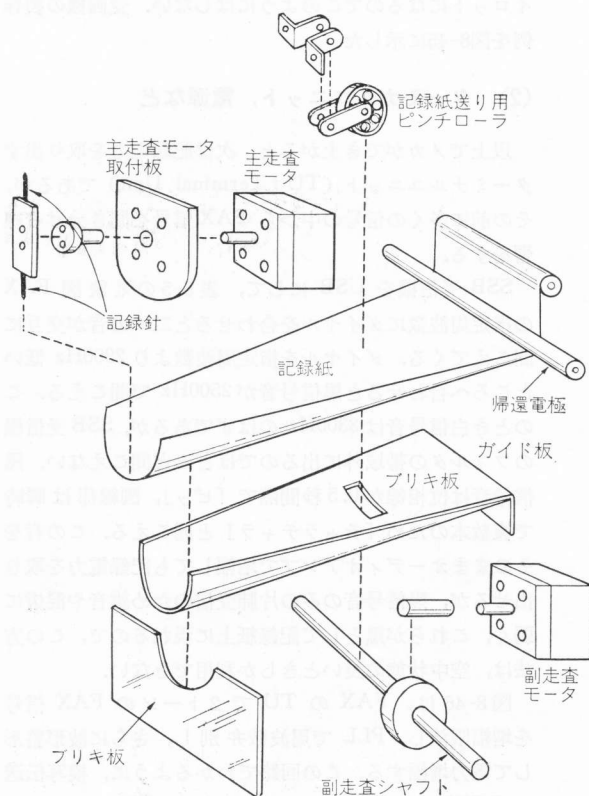
$$\text{最高画周波数} [\text{Hz}] = \frac{\pi \times \text{協動係数} \times \text{円筒回転数} [\text{rpm}]}{2 \times 60} \quad (8-1)$$

占有周波数帯域幅 = (最高画周波数 +

$$\text{シフト周波数}) \times 2 \quad (8-2)$$

本来、模写伝送は白黒のみで中間調を含まないが、あえて写真の伝送を行うと中間調のある点を境として白と

図8-43 受画機詳細図



黒に分かれる。新聞の写真のように網点にすると模写伝送で送れ、黒点の平均濃度により人間の目で見たときは中間調に見える。

5-4 受画機の製作

FAX は原理さえ理解すれば自作可能である。電気的な回路はわずかで、でき上がりの良否は日曜大工的な技術にかかっている。以下は色々な方式のうち、特別な技術や工具を必要とせず、部品も手に入りやすいものを使った模写伝送の受画装置である。規格は表8-6の(b)とし、記録紙は電電 FAX が使用している放電破壊記録紙 210 mm×80m を使用する。

表8-6 自作 FAX の規格

主走査モータ rpm	60			30		
円筒回転数	120			60		
副走査 mm/分	23	15.7	31.4	15.7	31.4	7.8
協動係数	391	576	288	288	144	576
線密度 ℓ/mm	5.2	7.6	3.8	3.8	1.9	7.6
	時事通信	気象図				共同通信
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)

(1) 機構部

図8-43, 44, 45は受画機の各部及び詳細である。主走査モータは横河電機製のギア付同期モータ、SMD 3Pで、スイッチの切り換えにより 30, 60rpm の2スピードになるので FAX には大変都合が良い。ここで普通の誘導モータを使った場合には、たとえ電源周波数が正確であってもスリップにより同期しない。またギア比は自分の地域の商用電源で 30, 60rpm になるものを選んでおくと、独立同期電源なしの実験にも便利である。副走査モータは、普通の誘導モータを商用電源で駆動しても縦横比に大きな違いはなく、実用上何ら差し支えはない。その分だけ独立同期電源は小さくてすむ。

表8-6の規格を満足させるには、主走査モータについてはスイッチの切り換えによる2スピードで充分であるが、副走査は2スピードではカバーしきれないので、横河電機で製作されているスピードコントロールモータ CMF 6 を使えば、広範囲にわたって可変できて便利である。

記録針は 0.3mm のニクロム線を同径のシャープペンで固定させ、磨耗したときは引っ張り出せる構造とする。この2個1組の記録針は正

確に 180° 対向させる必要がある。片側で主走査方向の調整を、もう一方で副走査方向の調整ができる構造にする。2本の記録針の位置が正しくないと画が二重になり、1本の方がかえって鮮明に受信されることになる。本来2本であるところを1本で受画すると、走査線を1本ずつ間引きしたことになるが、気象図は充分に受信できる。

帰還電極はガイド用パイプを兼用するが、このパイプは電気抵抗を少なくするため銅製を使用する。

図8-44は主走査部の詳細である。このブリキ板にそわせて記録紙を順次円状にするが、ブリキ板の先端は半円状でなく、あと30mm進んだ記録針の部分が正しく半円になるようにブリキ板を製作する。このブリキ板が正確でないと記録針が記録紙から離れたり、強すぎて記録紙を破ったりするので、30mm長いブリキ板で前もって半円にして、その後で30mm切り取るのも一方法である。

図8-44 走査部の詳細

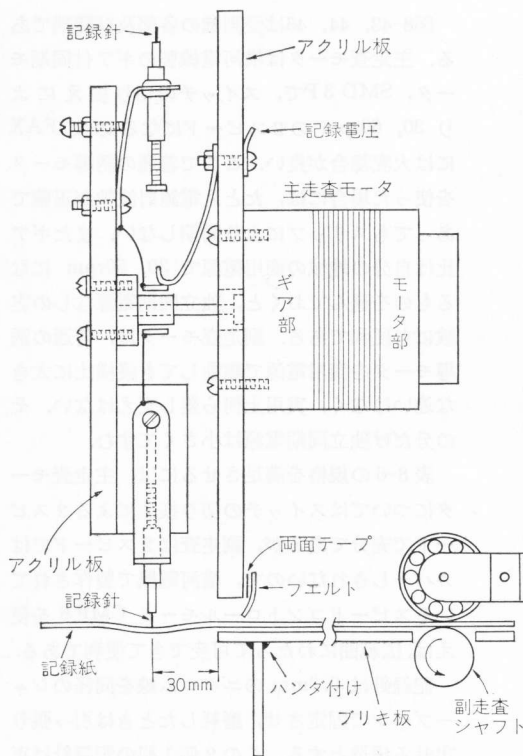
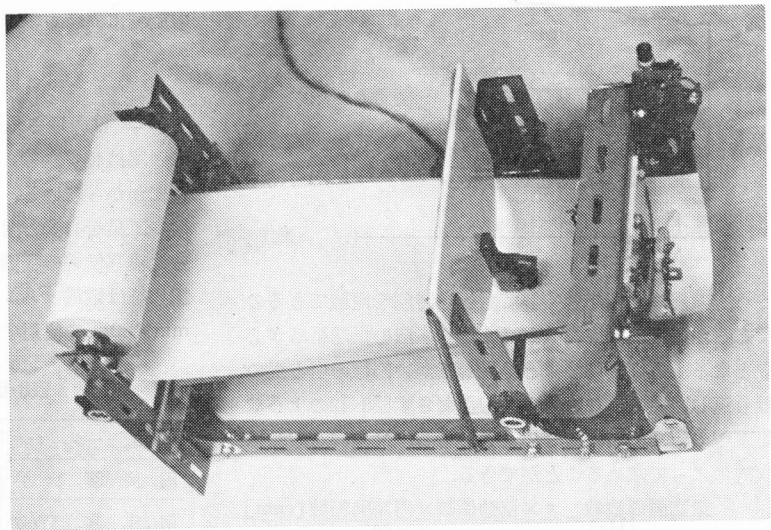


図8-45 受画機（図8-43の詳細図を参照。中央の半円板は記録紙の送り機構、また右端は走査部である。）



なお、記録針の針圧は半円状にした記録紙の弾性により加えられる。記録部は正確に $\frac{1}{2}$ 円周である必要はないが、円周はできる限り正確に作る。有線方式の事務用では、記録紙より5%長い $\frac{1}{2}$ 円周にして位相線を記録紙よりわざとはみ出させて、本文原稿のみが記録されるようになっているが、無線方式では、位相線は受信状態のパイロットになるのでこのようにはしない。受画機の製作例を図8-45に示した。

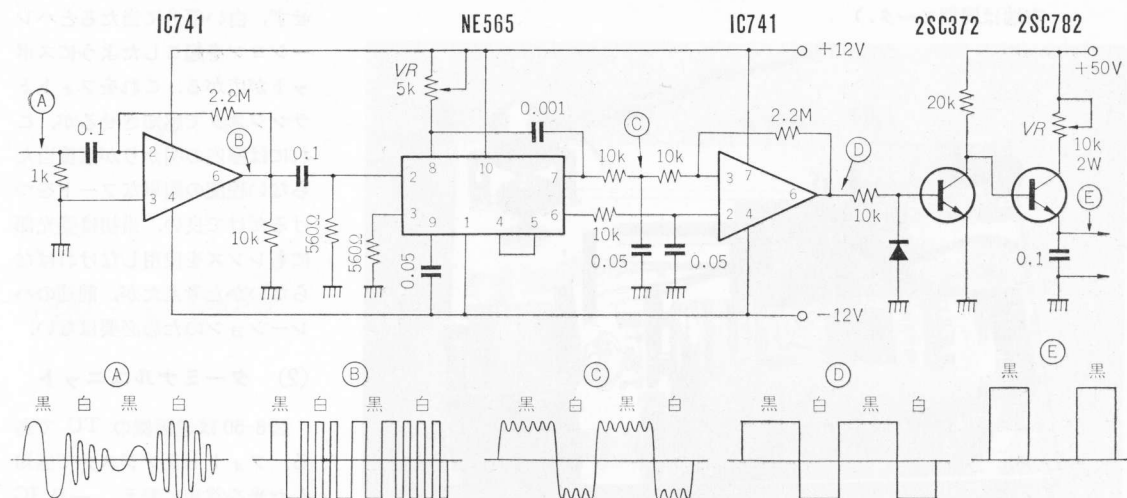
(2) ターミナルユニット、電源など

以上でメカができ上がると、次は記録電力を取り出すターミナルユニット (TU: Terminal Unit) であるが、その前に多くの信号の中から FAX 信号を聞き分ける練習をする。

SSB 受信機を USB にして、表 8-5 の気象図 FAX の指定周波数にダイヤルを合わせると二つの音が交互に聞こえてくる。ダイヤルを指定周波数より 2900Hz 低いところへ合わせると黒信号音が 2500Hz で聞こえる。このとき白信号音は 3300Hz のはずであるが、SSB 受信機のフィルタの帯域外に出るのでほとんど聞こえない。黒信号音は位相線が 0.5 秒間隔で「ピッ」、図線部は瞬時に複数本のため「チャラチャラ」と聞こえる。この音をそのままオーディオアンプで増幅しても記録電力を取り出せるが、黒信号音のみの片肺受信のため雑音や混信に弱く、これらが黒として記録紙上に現れるので、この方法は、空中状態の良いときしか利用できない。

図 8-46 は、FAX の TU で 2 トーンの FAX 信号を増幅限流し、PLL で周波数弁別し、さらに波形整形して電力増幅する。この回路でわかるように、模写伝送は RTTY と同じ FS 方式であるので TU 自体もほと

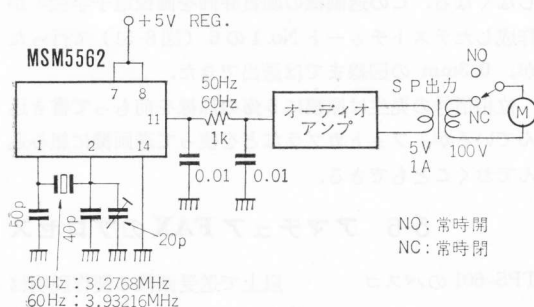
図8-46 受信 TU と各部の波形



んど同じである。周波数の調整は $5\text{ k}\Omega$ の VR で行い、白黒を反転させるときは中段の IC 741 の入力②③を逆に接続する。なお受信中は放電による雑音が発生して受信機に回り込むことがあるので、その防止対策も必要である。

図8-47は簡易な独立同期電源で、発振分周部は時計の基準発振源用に市販されているものを使っている。この発振精度は 1×10^{-5} くらいあり、CCITT の基準を満たしている。業務用では数k～数10kHzの水晶を恒温槽に

図8-47 独立同期電源



入れてさらに精度を向上したものが多い。

電力増幅部は30W以上のオーディオアンプで代用し、5V→100V、5VA くらいのトランスでマッチングを取ってモータを駆動させる。アンプの負荷は音楽を鳴らすときと違って、常時10Wくらいが必要であるので、高音域をカットしてトランジスタを飛ばさないようにして強制空冷する必要がある。どうしてもトランジスタが飛んだり、保護回路が作動したりするときは、回転の起動時だけ手で回してやるのもアマチュア的ではあるが一方法である。モータ回路に入っているスイッチは瞬時モータ電流を切り、回転を遅らせて位相合わせを行うためである。

5-5 送画機製作

(1) 機構部

送画機は受画機より構造が簡単である。送画原稿は送信側で決めるのであるから、あえて連続式にする必要はない。規格は表 8-6 の(b)としたが、副走査に前掲のスピードコントロールモータを使えば規格のすべてがカバー

図8-48 送画機の回転部

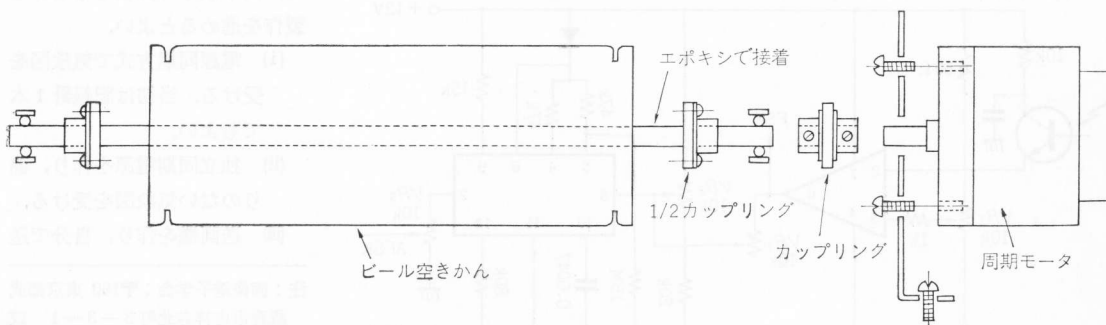
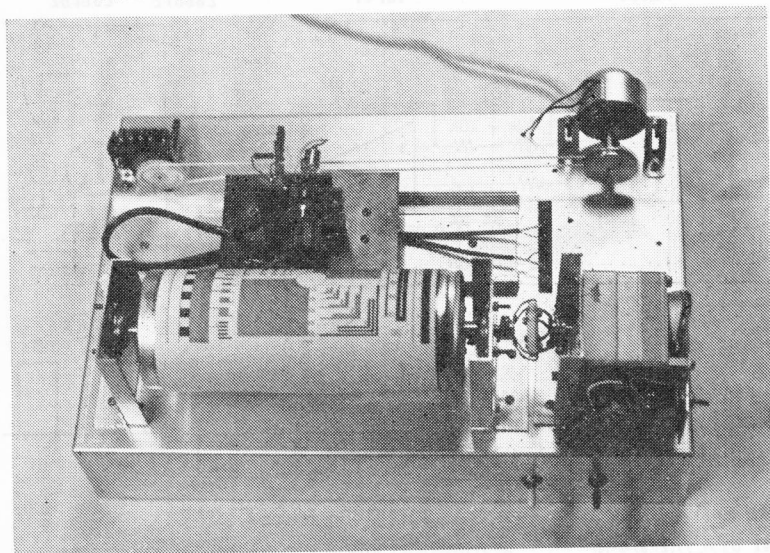


図8-49 送画機（手前のドラムに原稿が巻かれており、中央に走査機構がある。右端は同期モータ。）



できる。円筒方式では、主走査モータの出力回転数がそのまま円筒回転数となるので、円弧状走査方式の回転数と混同しないように注意を要する。

図8-48, 49は送画機の詳細である。円筒はロングサイズのビール缶を使用する。これは軽くて正確な円になっており、210mm×160mmの原稿が巻ける。前項の受画機と同じ幅であるので原寸大受信ができる。副走査はプーリーに糸を巻き、トロッコのような台車に乗せた光学系をクリップで狭んで移動させる。

豆電球から出た光源は0.5mmφのホールを通り、さらにレンズにより原稿にスポットを当てる。レンズは150倍の顕微鏡の接眼レンズを使用する。20倍くらいのルーペを使っても良好な結果が出た。送画機の性能はこのスポットに大きく左右されるので、できるだけ小さく、丸くなるように工夫を要する。スポットが原稿の黒

部分に当たると吸収されて反射せず、白い部分に当たるとハレーションを起こしたようにスポットが広がる。これをフォトトランジスタで感知させるが、これには室内の明かりが直接当たらない程度の簡単なフードをつけるだけで良い。当初は受光部にもレンズを使用しなければならなかったが、前述のハレーションのため必要はない。

(2) ターミナルユニット

図8-50は送画機のTUである。フォトトランジスタで感知した光を電流に変え、一旦IC741でスライスしてVCO（電圧制御発振器）に入力する。発振周波数の調整は VR_2 で、出力は VR_3 で、シフト幅は VR_4 で行う。スポットが白から黒へ、黒から白へわたるとき、スポット面積の何%で動作させるかは VR_1 で調整をする。黒になりやすいように、 VR_1 をセットすると、0.2mmの細い線でも感知できるが、漢字のように黒い部分が多い字は中が黒くうまってしまう。逆に黒になりにくくように、 VR_1 を調整すると、漢字の中は黒くうまらぬが、細い線は感知しなくなる。この送画機の画質評価を画像電子学会^注が作成したテストチャートNo.1の6（図8-51）で行ったが、0.3mmの図線までは送出できた。

位相信号の発生は原稿に5%の黒線を前もって書き込んであるが、フォトカプラなどを使って送画機に組み込んでおくこともできる。

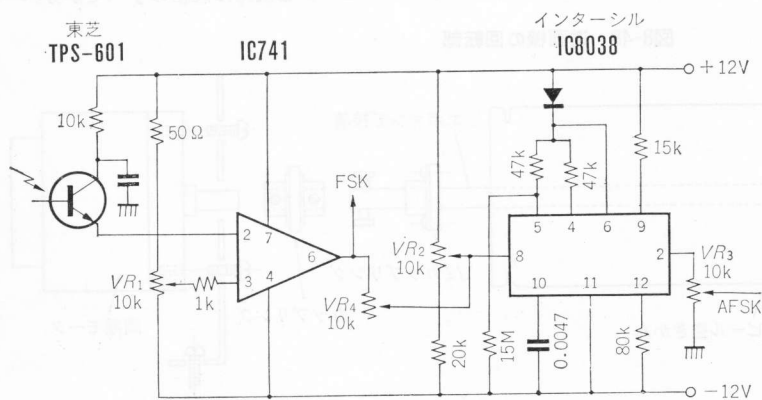
5-6 アマチュアFAXのプロセス

以上で送受画機の製作説明は終わるが、これらを一気に作ることは時間がかかりすぎるので、次の順序で実験をしながら製作を進めるとよい。

- (i) 電源同期方式で気象図を受ける。当初は記録針1本でもよい。
- (ii) 独立同期電源を作り、曲りのない気象図を受ける。
- (iii) 送画機を作り、自分で送

注：画像電子学会：〒180 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1 成蹊大学工学部電気工学科内

図8-50 送画機のターミナルユニット（ダイオードは1N60、TPS-601のパスコンは0.001）



って自分で受ける実験を重ねる。

(iv) 他局と交信する。

アマチュア FAX で受信した画像の見本を 図 8-52 に

示す。なお、FAX 技術全般について、後述の文献より多くの教示を受けた。

図8-51 テストチャート（画像電子学会作成）

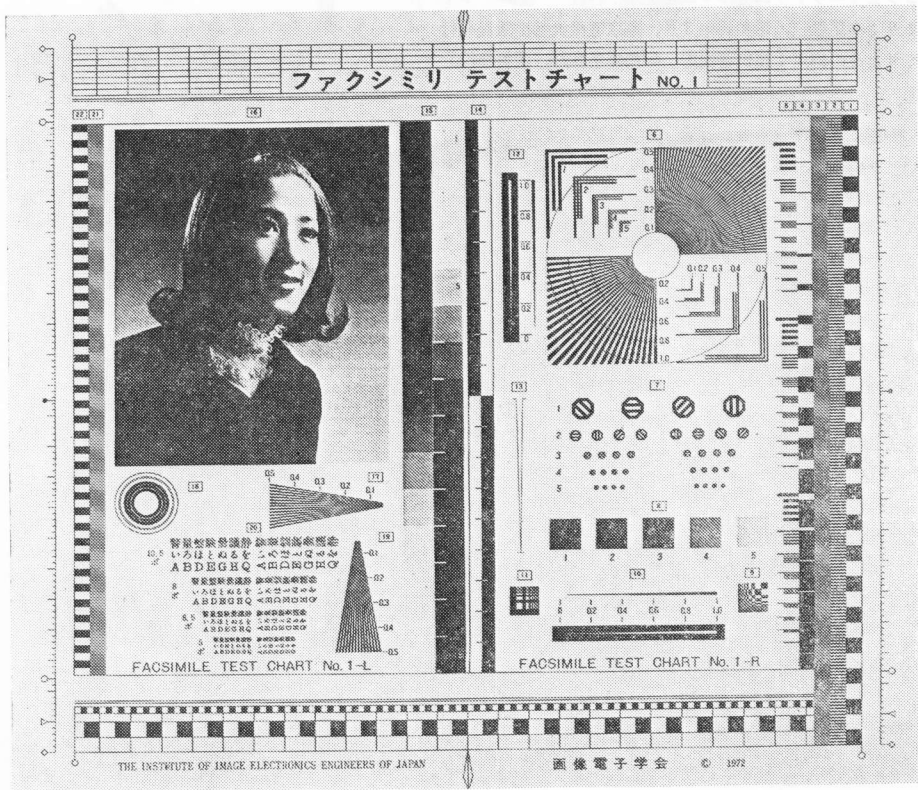
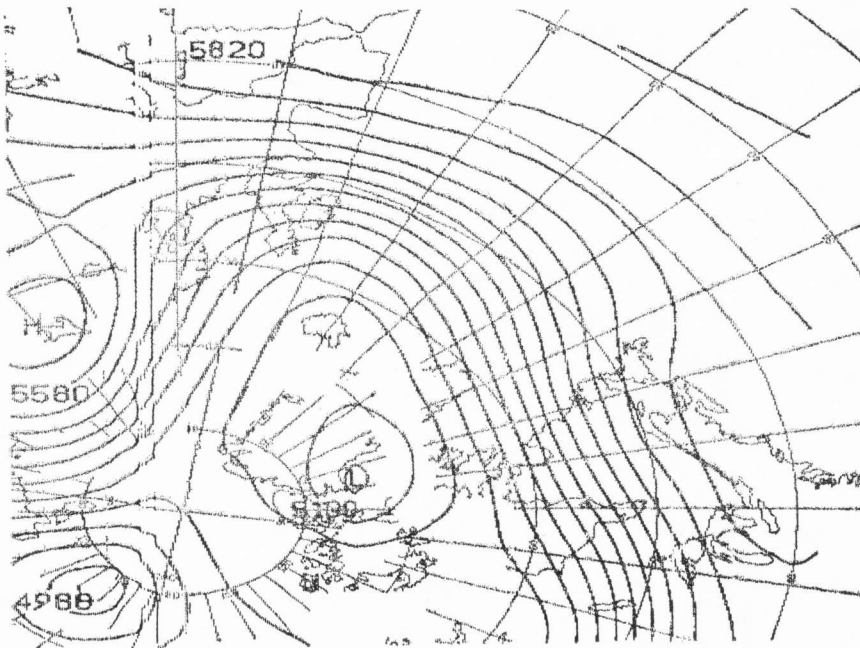


図8-52 アマチュア FAX で受信した画像



◆ 参考文献

アマチュアの SSTV 技術：河田至弘 JA3AIS, 森政雄 JA1COW, 昭和51年 5月, CQ出版社発行

テレビジョン工学ハンドブック：テレビジョン学会, 昭和44年, オーム社発行

MODEL400 スキャンコンバータ取扱説明書：ロボット社

マイクロコンピュータテクニカルマニュアル：各社

ファクシミリ：中尾弘三, 昭和40年 3月, 東京電機大学出版局発行

ファクシミリとその応用：窪田啓次郎, 昭和48年 3月, 産報発行

