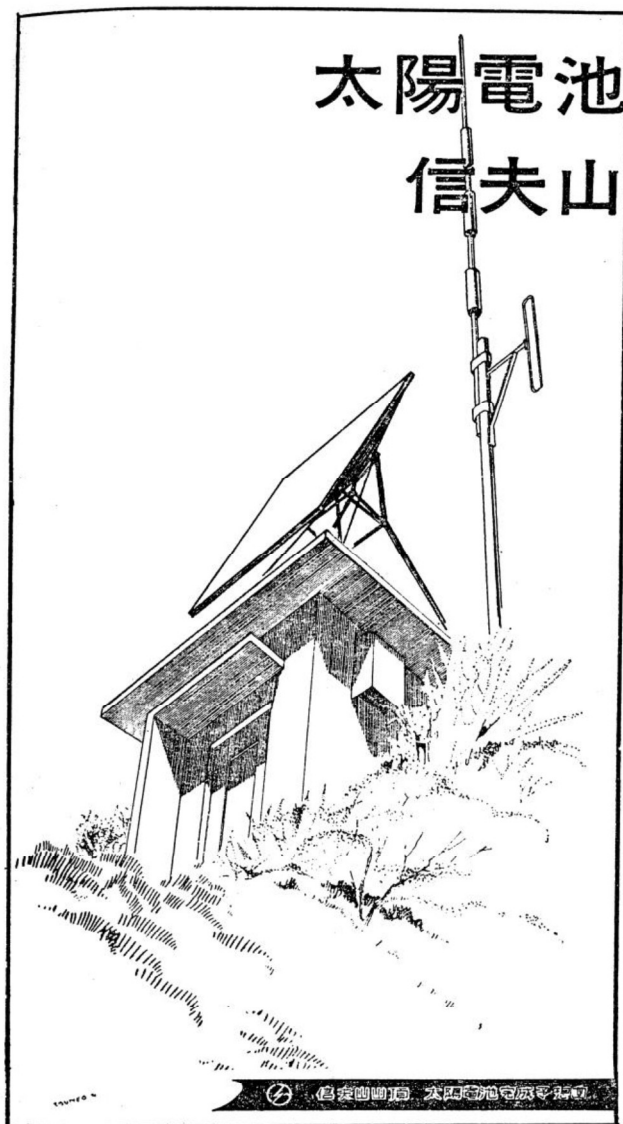




(水力建設部土木建設課設計)

太陽電池による 信夫山ロボット無線局

給電部通信課

如何なる面に利用来るか、又之を実際に使用する場合にどんな現象が起るのか、フィールドテストする必要があるので、取り敢えずロボット無線局の電源として実用化試験を実施する事になった。

2. 太陽電池

頭上に、さんさんと輝く太陽は、1平方メートル、62,000KWのエネルギーを放出しており、これが、地球上に達する迄に吸収、反射等により、その大部分を失うとはいえ、尚1平方メートル、約1KWの輻射エネルギーを供給しておる。即ち、地球が1日に受ける太陽エネルギーは、 $8,325 \times 10^{18}$ BTUで、全世界の天然ガスと、石油の総量、 8.2×10^{18} BTUに相当する。10日間では、石炭、石油等全資源に相当し、220日間では、原子力資源を含むありとあらゆる地下エネルギー資源に相当する。

このエネルギーを能率良く電気エネルギーに変換しようという試みは、昔から行われ、種々の手段が用いられて来たが、現在迄、充分効果的なものは生まれずにきた。しかしベル電話研究所で、1954年に生まれた、ベル太陽電池 (Bell Solar Battery) は、頭初、効率6%、現在では11%にも達して居り、実に、ガソリンエンジンの効率に匹敵する画期的な太陽電池が誕生した訳である。

2の1 太陽電池

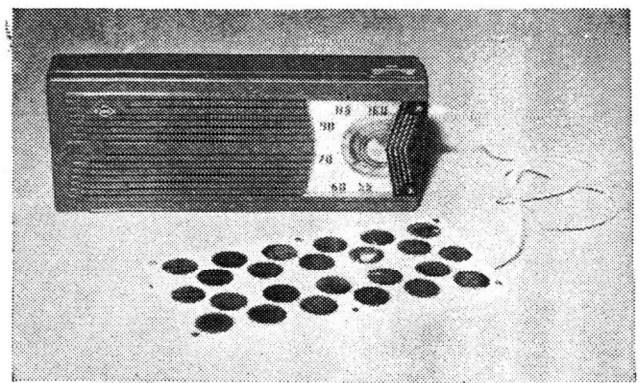
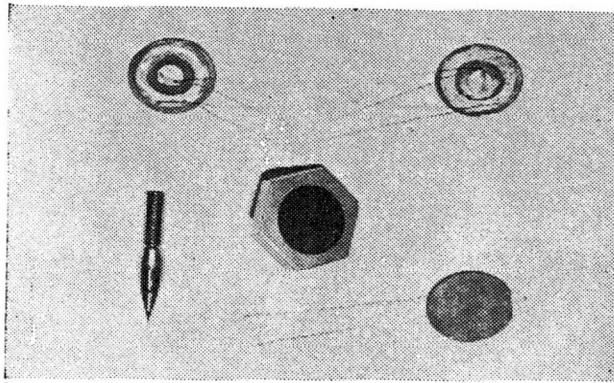
太陽電池の効率は、理論的には、21.7%にも達し得るもので、ベル電話研究所のシリコン太陽電池(効率6%)発表は、世界の注目をさらつた、太陽電池といつても、これには蓄電作用はなく、光を電気に変えるエネルギー変換器で、Solar Energy Converter と

1. は し が き

人類のエネルギー消費量は人口の増加と生活程度の向上と共に加速度的に上昇している。この供給源として原子力資源が急速に開発されて居るが、之等も含めて従来の手段によるエネルギー資源は数百年足らずして枯渇するであろうと云われて居る。従つて他に新しいエネルギー源を求めて、地熱や風力と共に太陽エネルギー利用の研究が絶えず続けられて来ておる。

太陽エネルギーの利用については、熱機関発電、熱電対発電、太陽光発電等夫々の部門毎に具体化されつつあるが、その一つとして太陽電池が国産化される段階となつた。

当社としては、比較的天候に恵まれない東北地方が



(第 1 図)

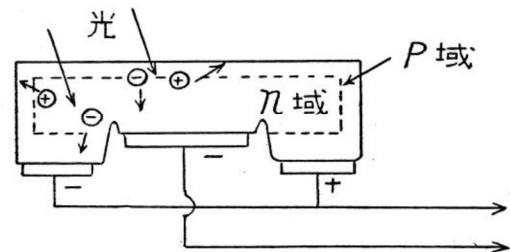
も呼ばれる所以である。太陽電池の原料は、高純度のシリコンであり、その心臓部は、トランジスター等で著名な、P-N 接合面である。シリコンは資源的には、地殻の構成物質として、第 2 番目に豊富な元素で、普通は石英 (SiO_2) の形で存在しておく。高純度シリコン単結晶のマスプロが完成された暁には、低廉となり、将来のエネルギー源となる事は、疑い得ない。

a. 原理 及び 構造

太陽電池は、輻射線を吸収して、起電力を発生する光起電力効果を応用したもので、高純度シリコン導体表面に、P型半導体と、n型半導体の接合面 (P-N

Junction) を形成させ、光は、この接合面をエキサイトして起電力を発生させる。即ち、第 2 図に示す如く

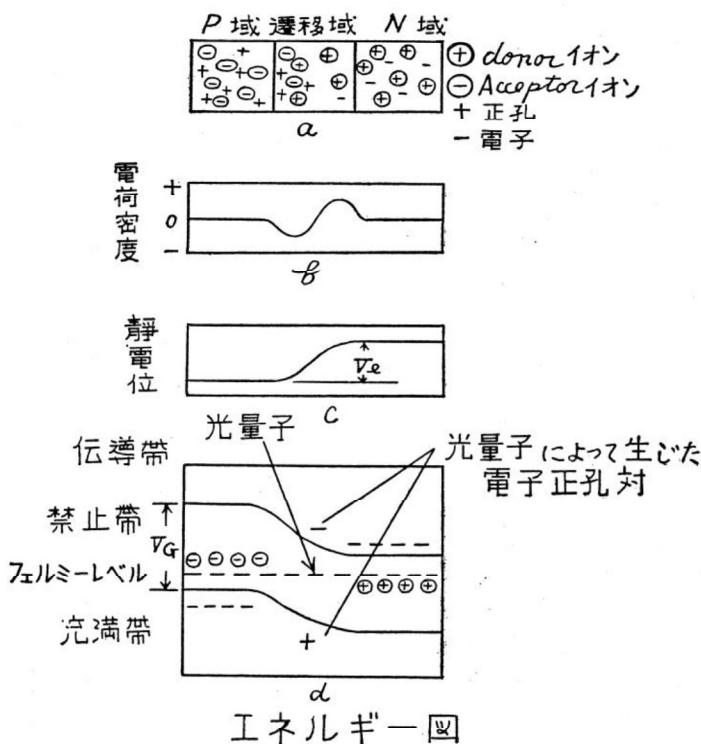
1つの結晶内に P-N 接合を作ると、この境界面は真性となり、フェルミーレベルの一致する事から、各



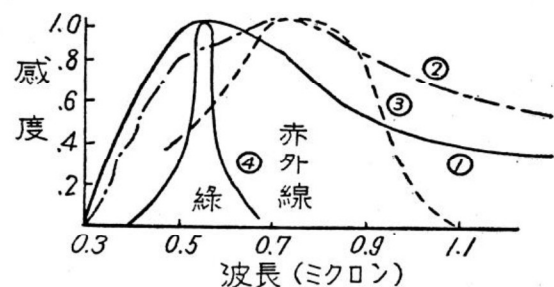
第 3 図 太陽電池の構造

々の不純物原子イオンのために、2-c 図の如き静電位の変化が起り、静電界が出来る。今ここに光が入射すると、その光子エネルギーが、ある値以上であれば正孔、電子対を創造する。この正孔及び電子は、P-N 接合面に生じている静電界 (電子を n 領域に、正孔を p 領域に保つ力) によりその電子は n 領域の方へ、正孔を p 領域の方へ移動させる。この様にして p 域には正孔、n 域には電子が集まるもので起電力となり、外部回路に電力を供給する事が出来る。

太陽電池の構造は、第 3 図に示す如く太陽光の当



第 2 図



M.E.C シリコン 太陽電池の波長特性

第 4 図

る表面はp域である。通常入射光が半導体内に透過する深さは波長の数倍程度と考えられるから、なるべく入射光がP-N接合面のごく近くに到達する様にp域は非常に薄くしてある。この両域は内部の抵抗をなるべく小にして利用する電圧を最大にする。

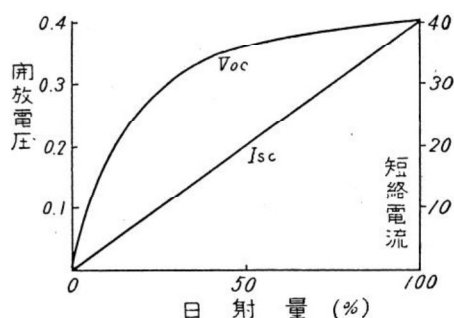
p域をn型シリコンの表面に作るには、シリコンの100万分の1位の極く僅かなアンチモンを含んだシリコン円板上に、第3族の元素であるボロン（硼素）の薄膜をつけて極く薄く（数ミクロン）拡散する方法をとっている。

b. NEC 太陽電池の性質及び性能

(1) 波長感度特性

第4図に於いて曲線①は各波長に対する太陽エネルギー分布を表し、又或る波長に対する振動数 ν なる光は $h\nu$ なる量子となつて入射する。即ち入射する光の中には、夫々異なつた $h\nu$ と云うエネルギー素量が何個かづつある筈なので、各波長に対する光量子の数を求めると曲線②になる。シリコンの分光感度は曲線③で近赤外域の1.1ミクロン迄感じ得る。即ちシリコンの禁止帯の中は1.21eVであるからこのエネルギーに相当する波長 $\lambda=1.1$ ミクロン以上の光は発電に全く貢献しない。又1.1ミクロン以下の光でもその1部は熱損失となる。しかしこの損失は一定の値の禁止帯をもつ半導体では避ける事の出来ないもので、理論的検討の結果は現在はシリコンが最上のものである事が明らかとなつている。

(2) 短絡電流，開放電圧特性



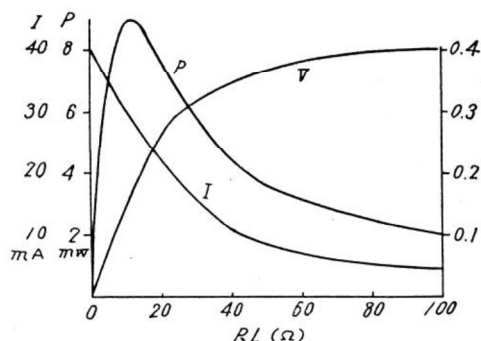
第5図 日射量変化特性

100mW/cm² の太陽輻射エネルギーの時、その照度は 12,000 lux であつたのでこれを基準とし照度を

変化した時の開放電圧，短絡電流の関係を第5図に示した。

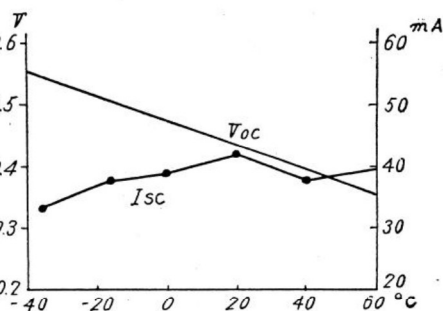
(3) 出力特性

イ 負荷特性

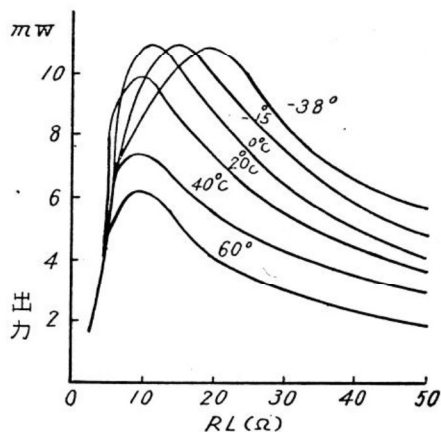


第6図 出力負荷特性

ロ 温度特性



第7図 電圧電流～温度特性

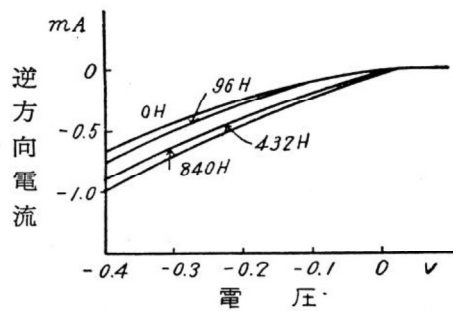


第8図 出力温度特性

太陽電池を -38°C から $+60^{\circ}\text{C}$ まで変化した時の出力変化は第7図，第8図に示す如く短絡電流は余り変化しないが開放電圧は

$$dV_o/dT = -0.00288 \quad (\text{V}/^{\circ}\text{C})$$

で表わされる。又出力も温度上昇と共に減少してくる



第9図 逆方向電流特性

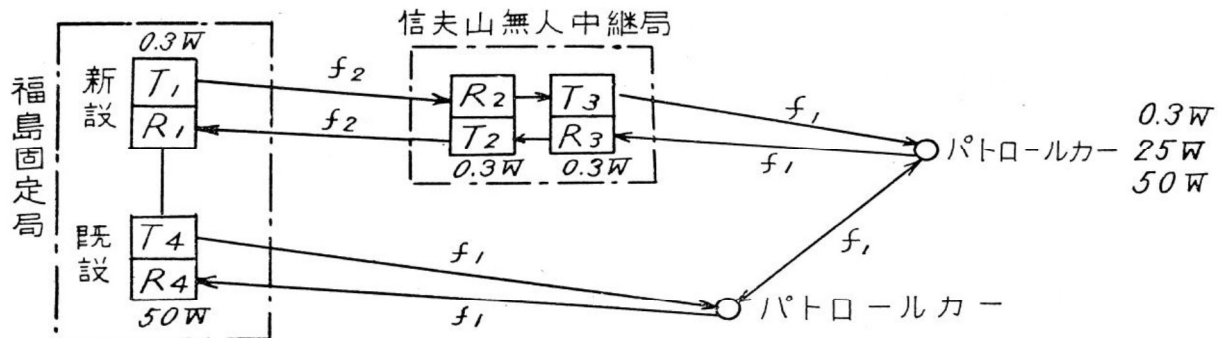
から太陽電池を動作せしめる時は、その冷却にも注意が必要である。

ハ 湿度劣化

半導体は劣化が最も注意すべき事項であるが太陽電池をケースに入れずに 100%湿度中で 30~60°の間を 1 時間の周期でサイクリング試験を行つた結果、第 9 図に示す如く静特性の逆方向電流が増加しているが、この程度の変化では出力特性に殆んど変化が認められず太陽電池は湿度劣化に対して相当強固なものと思われる。

2 の 2 当社の太陽電池実用化試験

a. 計画概要



第10図 無線通信系統

(1) 無線中継系統

福島市は市内に信夫山、羽黒山の高峰がある為営業所パトロールの VHF 利用に関し、VHF 伝播の遮蔽となり大きな障害となつている。それ故この山頂に無線中継所を設けて通信の安定化を行う訳であるが、今回はこの中継所の電源に太陽電池を使用した。この無線中継システムを下図に示す。

即ちトランジスター使用の 0.3 W, 150 MC 無線機を福島固定局に 1 台、信夫山中継局に 2 台新設する。

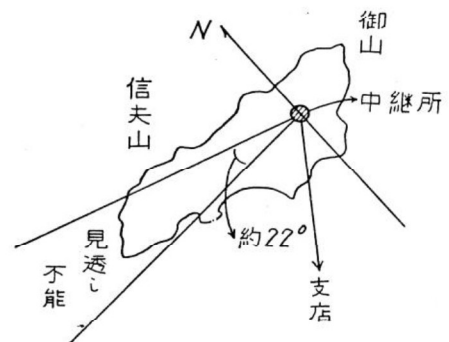
通話の方法は

福島固定局よりパトロールカーを呼ぶ場合中継所受信機は常時待機状態であるから、 R_2 は福島固定局からの信号を受けて T_3 を起動し通話を確保する。同様にパトロールカーより福島固定局を呼ぶ場合 R_3 はパトロールカーより信号を受け T_2 を起動して通話を確保する。更にこの系統は、山岳遮蔽のない場合、パトロールカー相互、パトロールカー対福島固定の通話も可能である。

(2) 中継所について

i 信 夫 山

信夫山は福島市の北東に位置し市内市外を一望に収



第11図 信夫山の地形

め得る本中継所はこの山でも一段と高い 268m の山頂に設備する予定でこの場合北西方向約 22° の視角は見透し不能となるが、この地域は福島支店より直接通話可能である事、及び家屋がなく田園地帯である事から問題とならない。

ii 局 舎

本局舎の完成予想図をカットに示した。局舎は無人中継局となる為、火災、盗難、風雨に対して安全なる様、鉄筋コンクリートとし、ドアパツキング、換気口等に留意した。

iii 無線機

本装置に使用する無線機は、現在保線用、営業用に用いられている、0.5W, 150MC, 携帯無線機と全く同じ仕様であり、唯太陽電池の高価性、利用法より考えて出来るだけ消費電力を少なくしなければならない。又無人で運転する為高度の安定性を要する事等である。

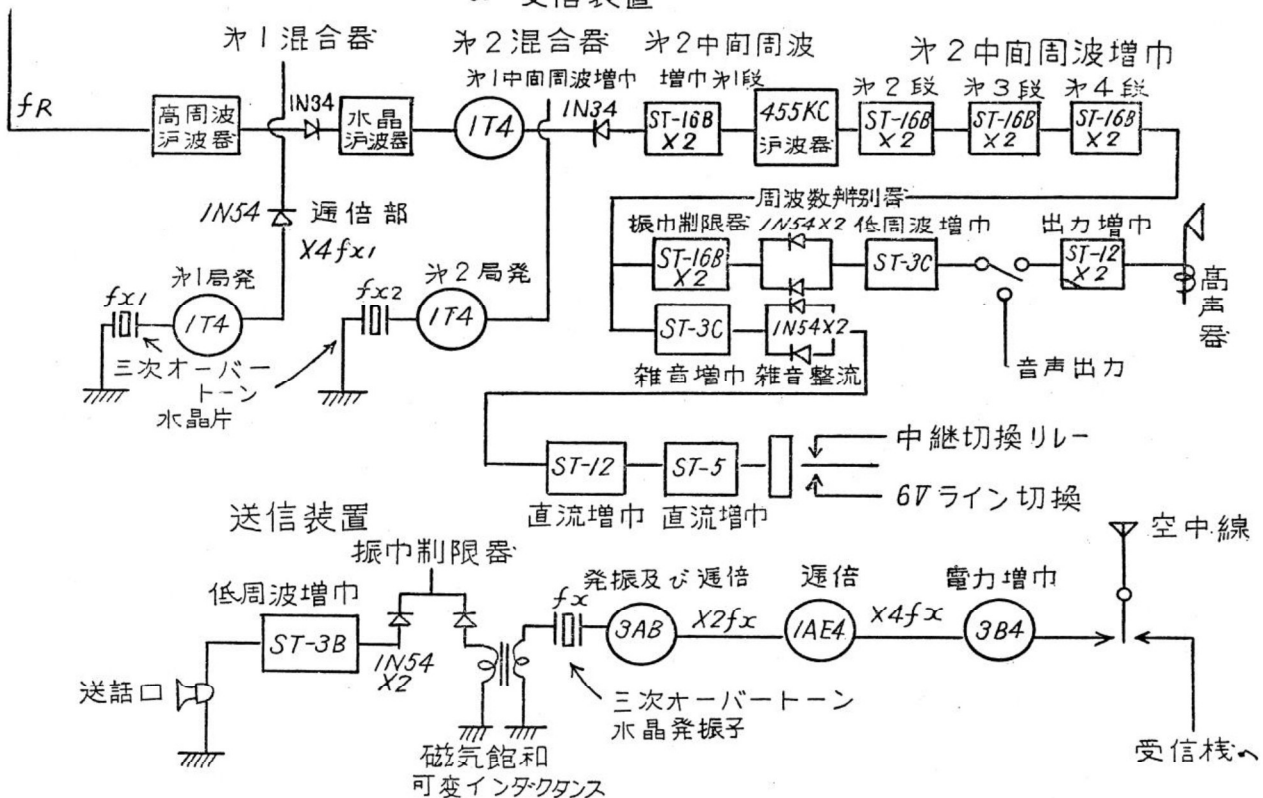
これらの事を考慮して無線機をトランジスター化し、送受信機の稼働率を1/10とした。且つ最近開発されつつあるツエナーダイオードを用いた無線機独自の電圧安定化装置を付してある。本機のプロックダイアグラ

ム、並びに消費電力を第12図、第1表に示す。

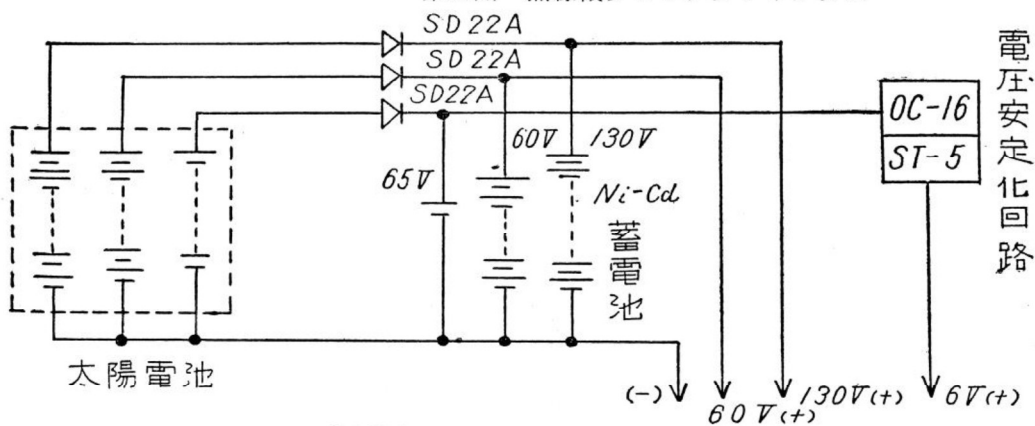
第1表

電 圧	電 流	電力	duty cycle 1/10 を考えて
送信部 6V	220mA		0.132W
130V	35mA		0.455W
受信部 6V	75mA	0.45W	
60V	15mA	0.9W	
中継リレー 6V	110mA		0.07W
電圧安定装置 6V			0.42W

a 受信装置



第12図 無線機ブロックダイヤグラム



第13図 電源系統図

即ち、中継局に於ける全消費電力は、
 $(0.59 + 1.35 + 0.07) \times 2 + 0.42$
 $= 4.42 \text{ W}$
 となる。

iv 負荷として
の蓄電池
本中継所の無線電
源系統を第13図に示

す、

この施設に用いる蓄電池は、昼間太陽電池により充電し、夜間その他の充電不能時に備えるためのものである。今回はこの蓄電池に、低温特性、低率放電、自己放電、等に特長を有する Ni-Cd 電池を使用した。この蓄電池の容量は1ヶ月を1サイクルとして放電時間、ゲルマニウムダイオードロス、自己放電損失等を考慮して第2表の様に決定した。

第2表

	使用電圧	使用電流	放電時間	必要容量
送信部	6 V	220mA	72 H	20.9098 ^{AH}
送信部	13 V	35mA	72 H	3.3264 ^{AH}
受信部	6 V	75mA	720 H	71.2800 ^{AH}
受信部	60 V	15mA	720 H	14.2560 ^{AH}
中継リレー	6 V	110mA	72 H	9.5040 ^{AH}

V 太陽電池

本太陽電池装置の容量は約50Wと決定した。即ち、太陽電池1箇の出力を10mWとして、5,000 箇の太陽電池が必要となる。本施設では太陽電池の劣化を考慮し、これを防ぐために各素電池をシリコンオイル中に浸し、2.1×2.4mの白色アクリル樹脂に取付け更に透明アクリル樹脂で覆つてある。この半板を局舎屋上に設置、真南に向け、約54°の仰角（調整範囲は±7°）をもたせてある。本装置の容量50Wは次の様にして決定した。

$$4.42W \times 8 \times 1.01 \times 1.05 \times 1.31 = 50W$$

8………太陽電池係数 4（1日の放電時間割合）
× 2（1ヶ月の放電時間割合）

1.01…ダイオードロス

1.05…自己放電係数

1.31…安全率

即ち1日の充電可能時間は、午前9時より午後3時迄の6時間、1ヶ月の充電可能日数を15日としたわけである。又本装置には、過充電逆流防止用のゲルマニウムダイオードが用いられている。

3. 現在迄の調査事項

この施設にて最も問題となる事は福島地方の塵霜等

の影響も含めた日射量即ち日射時間と、Ni-Cd 電池、太陽電池の組合せによる充電方式である。このため日本電気より太陽電池1箇及び水銀積算電量計を借用し、福島支店屋上に設置して昨年より引続き日射量を測定中である。又充電系統に就いては日本電気研究所に於いて、第1回、32年7月24日～29日に太陽電池84箇、湯浅電池提供の2.2AH、Ni-Cd 電池1箇、第2回、9月13日～28日に太陽電池42箇7.5AH、Ni-Cd 電池1箇、第3回10月1日～14日に太陽電池42箇、7.5AH電池1箇の組合せで自己放電量、充電効率等の測定を行つた。福島地方に於けるゴミの影響は、約半年の測定の結果全んど影響のない事が分つた。霜の影響は現在福島支店屋上で測定中である。

4. 今後の工程

建物関係…昨年末設計完了し、33年4月完成を目標に施行中である。

太陽電池及び無線機…33年7月末完成

オートバイ無線機…33年12月完成

即ち、本年8月には太陽電池装置無線中継系統が完成し総合調整を行う予定である。

更に受信機のトランジスター化問題、無線機安定化電源問題、霜雪等の日射量に及ぼす影響、蓄電池の安定性等に就いては、装置完成後一つ一つ研究していきたいと思つている。

5. むすび

太陽光発電は、現状に於いては非常に高価な電気である。しかし、将来高純度シリコンが量産化される時には広範なる利用面の生まれ出ずるであろうとの会社首脳部の見通しにより我々はこの実用化に対する諸現象を究明し、次の本格的問題の検討に資せんとするものである。

終りに、資料に就いて便宜を受けた電気試験所百田博士、日本電気KK、並びに湯浅電池KK、又局舎設計を願つた本店建築係、研究施行に当つて種々御骨折を戴だっている福島支店営繕係、線路課通信係に謝意を表する次第であります。

以上