UDC 621.311.21.003:551.08

電力用気象計測制御システム

Meteorological Instrumentation and Control System for Economical Dispatching of Electrical Power

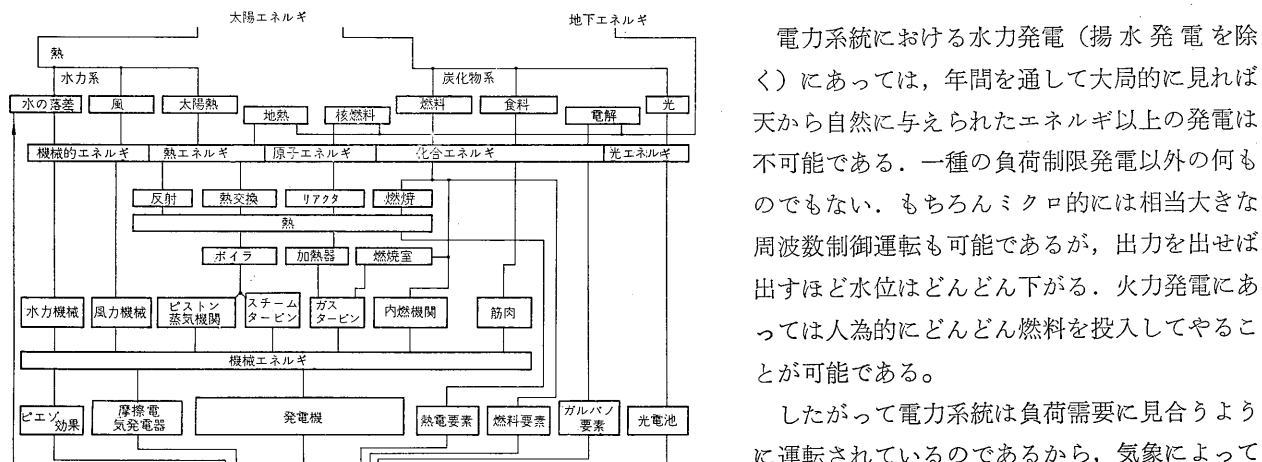
菊　池　通　夫*
Michio Kikuchi

I. まえがき

最近の電力系統は総合化の方向にある．全体をまとめて面倒をみようとする形である．この傾向は戦後 20 年の流れの中に技術的，経済的にその必然性をもっていたが 1965 年 11 月のニューヨークを中心とした広域長時間停電事故を契機として世界的にも促進されつつある。

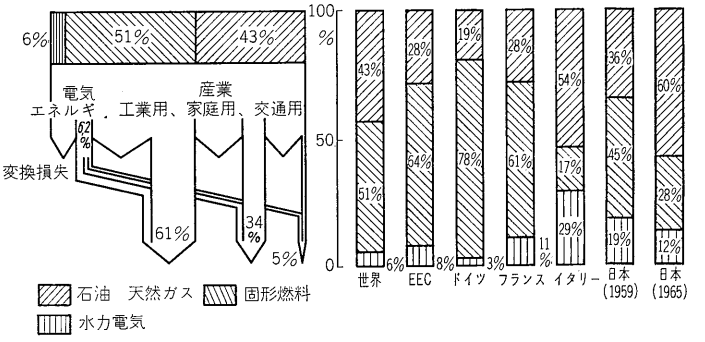
以下はいわゆる Power system の Widespread Power Failure に関する解決策ではないが，Power system 総合化の一つのエレメントになる電力用気象計測制御システムである。

電力系統は負荷需要に見合うように発電力を時々刻々変化させてゆくのが，本来の形であって，発電力に見合せて負荷を調整してゆく形は特殊な形で一般的な電力系統運用の方法ではない．現在の巨大な電力システムにあっては発生した電力は，発生した瞬間に消費されなければならない．現在電力を電力そのままの形で長時間蓄積できる装置は蓄電池以外適切なものがない．蓄電器やリアクタも一種のアキュームレータではあるが，この場合問題の解決に有用ではない．現在の大がかりな電力エネルギ保存装置としては揚水式エネルギ保存設備が実用されてはいるが，いったん水の落差の形にもどす意味において一種の特殊な形とみられる（第 1 図参照）。



第 1 図　各種エネルギの形とその変換

Fig. 1. The form of various energy and the transfer of energy



第 2 図　世界のエネルギ精算図（1959 年）

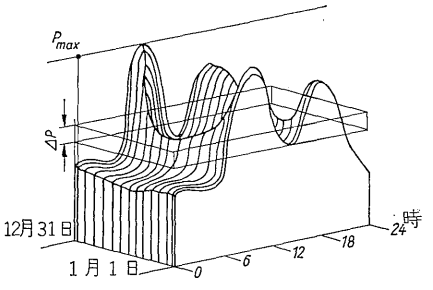
Fig. 2. The diagram of an accurate account of energy in the world (1959)

電力系統における水力発電（揚水発電を除く）にあっては，年間を通して大局的に見れば天から自然に与えられたエネルギ以上の発電は不可能である．一種の負荷制限発電以外の何ものでもない．もちろんミクロ的には相当大きな周波数制御運転も可能であるが，出力を出せば出すほど水位はどんどん下がる．火力発電にあっては人為的にどんどん燃料を投入してやることが可能である。

したがって電力系統は負荷需要に見合うように運転されているのであるから，気象によって直接発電力を制御して行なったのでは電力系統に混乱を招くばかりである。

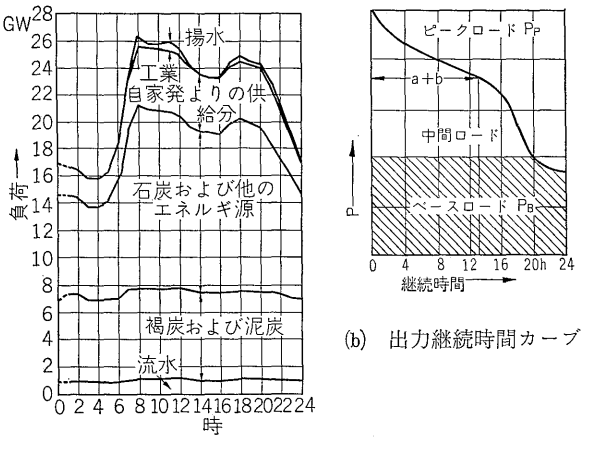
ここに電力系統における経済運用の思想なり考え方が一枚かみ合う必要が生ずる。

* 電力・技術部



第3図　年間負荷変化山脈の一例

Fig. 3. An example of yearly load transition



(a)　日間負荷曲線

(b)　出力継続時間カーブ

第4図　日間負荷曲線による出力継続時間線の一例

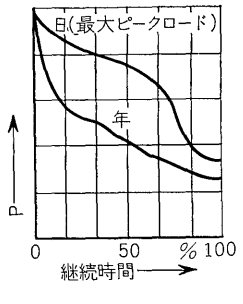
Fig. 4. A example of the power continuation curve with the daily load curve

これをいいかえれば「気象による電力系統運用装置」は電力系統経済運用装置の1構成要素であるということができる。

もちろんここでいう経済運用装置とは，保安とか，供給信頼度の確立も含めた経済性を考慮した運用装置である。

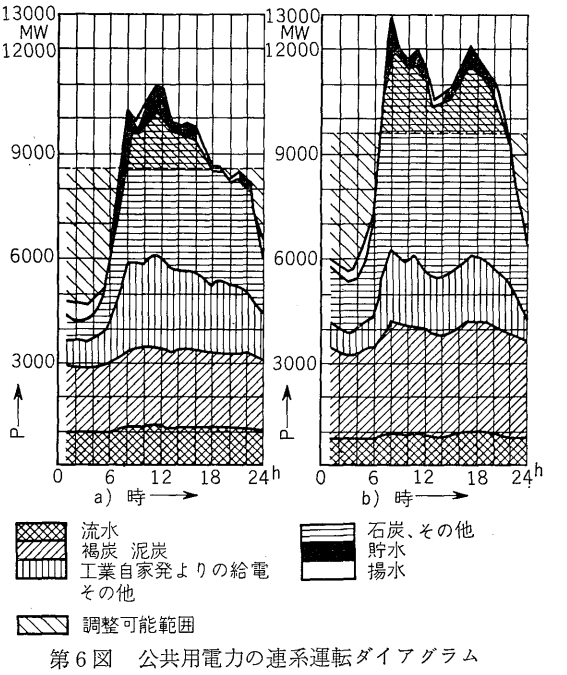
II. エネルギ経済と気象計測

従来の水力発電所の運用は統計的に整理された出水予想に従ったある種のパターンに従って運用されてきたが，最近の動きとして，積極的な降雨予想などによる予測制御の方向がある．第7図は通常の蒸気式火力発電所のエネルギ流況精算図を示す．水力系にあってもシステムに投入されるべきエネルギ量の時間要素を加味した掌握，その適切な処理が重要である。



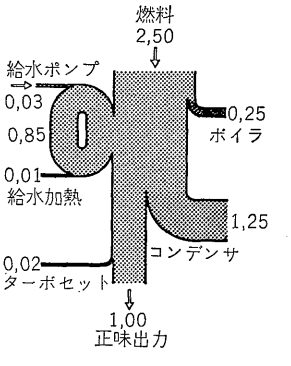
第5図　日間年間の出力継続曲線の比較

Fig. 5. Comparison with the daily and yearly power continuation curve



第6図　公共用電力の連系運転ダイアグラム
(西独 1958 年の例)

Fig. 6. The interconnected system operation diagram of power for public (An example at West Germany 1958)

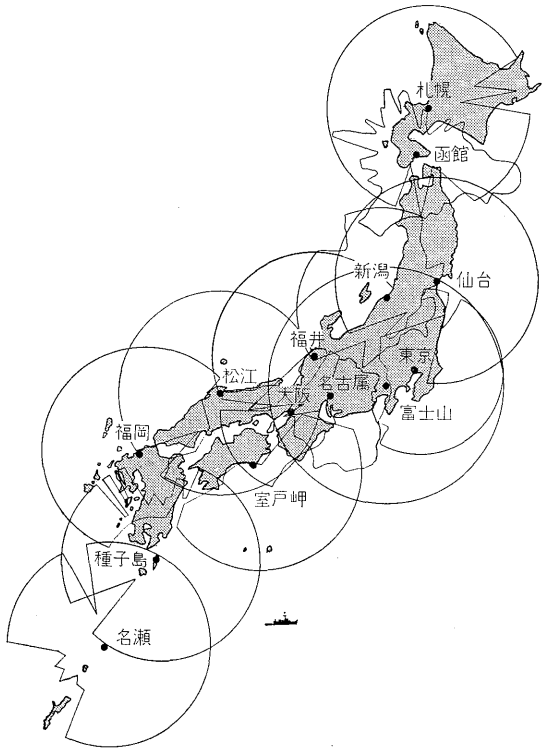


第7図　火力発電所のエンタルピ流況精算図

Fig. 7. An accurate account diagram of the state of enthalpy discharge-duration of a thermal-power station

わが国の年間全降水量は約6,000億トンとされているが，このうち水力発電所に利用されている水の量は現在約5,000億トン以上とされ，将来水力の開発が進むにつれ，6,000億トンを突破するものとされている。

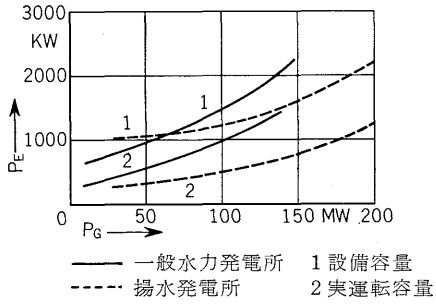
水力発電の開発可能量については通産省の第4次包蔵水力調査によれば最大出力約3,500万kW年間発生電力量1,300億kWhの包蔵水力があり，このうち現在までに開発されたものは約1,800万kW，850億kWhであるから約65%が電力量として利用されている．最近の水力発電所は日間数時間しか発電しないせん頭負荷用大



第 8 図　気象レーダ運転図 (気象庁資料による)

Fig. 8. The running diagram of the radar for weather (The Weather Office)

容量設備が多く作られていることも注目される．このように水力開発率が 60% を越え,かつ 1975 年には 80% を越えると予想している世界主要各国が多い．得られた水量の有効利用が今後の段階として注目される理由である．一般的な水力機械にあっては部分負荷での効率がかなり下がること，また設計水位に対し，水位が変化した場合の効率変化もかなり大きい．総合的な適正運転が必要とされる。

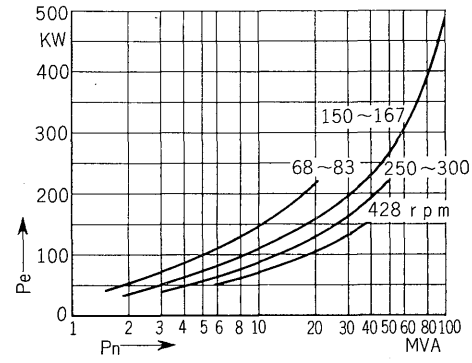


第 9 図　水力発電所発電機出力 P_G と所内電源所要容量 P_E.

Fig. 9. The power P_G of generator rated out in a water power station, and the necessary capacity P_E for the station service

電力系統全体としては運転予備力等の要素も全部考えて火力発電所所要燃料を最小にするように運転することが今日の系統運用の大勢となっている．したがって気象現象の掌握とその利用は水力発電所系にとっては火力発電所の燃料発熱量とその保有総量の掌握に匹敵するかなり重要な役割をもつことになる。

気象計測制御は上記の降雨，出水予測以外にも強風予測による送電線などの構築物などに対する事前対策，雪害予測による発生地点の掌握，大きさ移動方向の確認，雪害予報による送電線ジャンピング，切断予想，塩害予知による水洗，または送電線の負荷変更処置，光度変更掌握による暗くなるにつれての電灯負荷移動の予知等々電力システム運営に密接な関係をもっている。



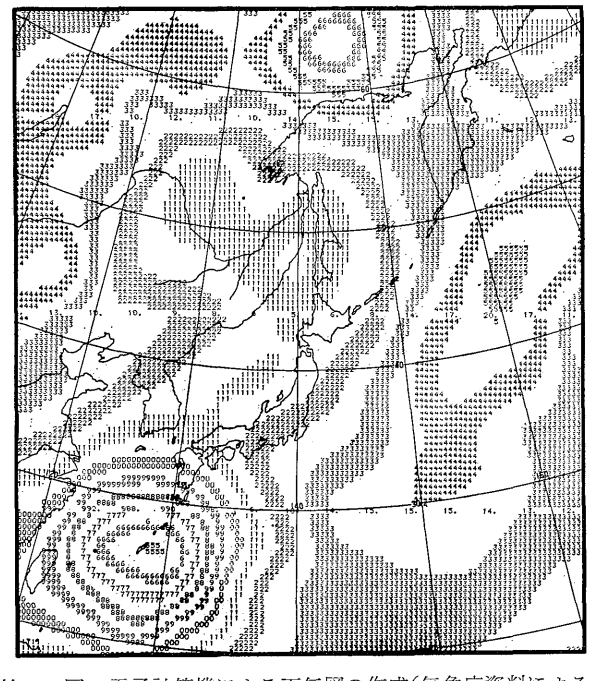
第 10 図　水車発電機の定格出力 Pn と励磁容量 Pe

Fig. 10. The rated output Pn of water turbine genrator and exciting capacity Pe

III. 気象観測予知技術の現状と問題点

わが国の気象情報収集の現状は，気象庁の情報が主体であって，その情報は地上と高空の情報に区別される。

地上の気象情報は 30～50km 間隔に設置された約 150 個所の測候所，自動観測所 300 個所から与えられる測定要素（風向，風速，気圧，温度，湿度）である．観測点は陸上は上記のとおりであり，海上はまばらであるが計算を行なう場合にはデータが等間隔に分布していることが望ましい。



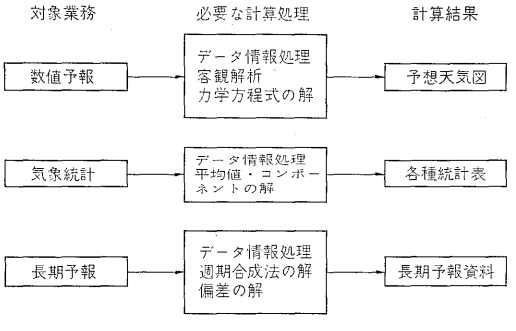
第 11 図　電子計算機による天気図の作成(気象庁資料による)

Fig. 11 Drawing of a weather map with EDPS

高空の気象情報は約 300km 間隔で設置された 13 個所のラジオゾンデ測候所がある．この高空についても海上が測定空白区域であるが海上の船舶，外国の気象情報が入る。

一方連続的，形状的な現時点での情報としては気象レーダ網がある．観測の有効半径は3～400km とされている．ただしこれは現在拡充中で徐々にある地方全土をカバーする計画といった状態である．また常時回さないのが実情のようである．レーダ網が完備すれば近い将来「今箱根付近に降っている雨は北北東へ毎時何 km で移動しつつあり，何時間後に何の川上流に雨が降り始めるだろう」といったような予報は可能になるだろう．レーダで雷もわかる．すなわちレーダのような測定機械が気象観測に新しいパターンを与えることになるであろうことは予想できる。

過去の統計資料を基礎として，いいかえれば経験的資料を基にして未来の気象を予測することが従来の気象予測の主流であったが，去る 34 年6月から気象庁は電子計算機を利用して流体力学や熱力学方程式を用いて予想値を求めるいわゆる数値予報を開始している．ただし現在の数値予報は多分に過去の観測値を基にして未来の気圧配置を予想する予想天気図作成法的要素が強いとされている。



第 12 図　気象業務への電子計算機の利用（気象庁）
Fig. 12.　Utilization of EDPS for the weather office

雲は微小水滴の集成物である．地球上の水の移動サイクルは，太陽のエネルギで海水の表面が暖められ，水は蒸発の潜熱を奪って蒸発を開始する．もちろんその蒸発地点の気圧の大小，温度の高低，蒸発したものの停滞状況，太陽のエネルギの降り注ぎ方によって，蒸発の仕方，蒸発量の大小はかなり変る。

地球上の大気には，高温の空気と低温の空気が平均に混合せずに層流の形で流れていると同時に高空にゆけばゆくほど温度はぐんぐん下がる．したがって高湿度の空気は，冷たい空気に触れて水は露点を結んで水の粒子となる．ここで水蒸気は水に還元すると同時に先程海上で吸収した蒸発の潜熱を放出して，かなりの量のエネルギが放出され，冷たい空気は暖められその部分で急激な上昇気流を作る．この上昇気流が周囲の大気を寄せ集め，かくして雲はどんどん発達し拡がってゆく。

かくして水滴は除々に落下を開始し，落ちるにしたがい気圧は増大し，相互に結合しつつ大きな水滴となる．これが雲の生成とその移動であるが，この場合雲はどちらの方向に移動するか．風の吹くままに移動するとしても 地上では 西の風であっても 高空では東の風といったこともある．ここに高空気象の掌握の必要性がある．しかも降雨の発生源が海上にある以上海上での気象掌握が降雨現象の予知にはかなり重要な必要条件になる。

これが第１の問題点である。

第２の問題点は現在の情報収集は午前９時と午後９時に世界中でいっせいにやっている．これを圧力別に整理して天気図として流している．すなわち12時間より短い周期での情報は収集されておらず，また測定点がかなり荒いことがわかる．いいかえればその間は地球上に何が起こりつつあるかわかりにくい状態である．これはその目的対象としているのが，全国民的な公共的なものを主体に考えているからとみられ，現状は気象現象を予報するにはかなり初期条件が荒く，気象庁の発表する天気予報も，明日の天気程度でしかも一般的な傾向程度になっている。

第３の問題点は大気の地球上での移動は通常でも 30 km/h 位はあり，24 時間で 720km は動く．日本本土の東京から新潟に横断する直線距離が約 200km であり，地上レーダで人間が感覚内に収め得る範囲がせいぜい平均 100km～200km であるから海上に現われた気象現象は数時間にして日本本土に現われ，たちまちにして本土を去ってゆく．われわれの地球が天然現象に洗われているといった感じであり，しかも現状では測定点，測定時間が限られており，海上は盲に近い。

風向とか，風速といったものは世界的な天気図から割合に予測しやすいが，雨量その他となるとかなり現状では予測が困難である。

降雨とか，雲とかの発生予測には前述のようにかなりの高層の気象掌握が必要である．ラジオゾンデで 30km の高度が限度であり，ロケットで 30～60km 程度が測定可能である。

要するに第３の問題点は測定インターバルの荒さにある。

IV.　電力用としての気象計測制御のシステム化

以上述べたように，気象庁の気象情報は重要にしてかつ中心となるものであるが，そのまま電力用に適用するには目的が違うし，初期条件が荒いし，ある発電水系の限られた地域内の予測をするにはそのままでは適切では

ない．また電力用気象予測としては，明日の天気というよりは，事実発生前 10 分前，30 分前，1時間前，3時間前，6時間前，12 時間前，24 時間前などのより確実なものであることが大切であり，またきわめて重要であるものが少なくない．予測時間が事実発生時に近ずけば近づくほど確実性は高くなる。

このためには自らの手で，企業目的に合わせて気象情報を掌握し，修正し補充する必要が出てくる。

一方何分にも相手は複雑な自然現象である．かつあくまで予測であり，もし予測が外れたらどうなるかといった疑問が必ず残る。

端的にいえば気象計測制御装置を設置する理由は，これにより企業上の利益を得ようとしている点が一般の天気予報と異なる．しかもこの気象装置はある限られた降水領域——たとえば某水系の関係ある分水嶺の内部の地域——のできるだけ正確な気象予報が期待される．したがって少なくとも現状の人間が統計資料を基礎に自分の手で判断している状態より，半年なり，1年間の実績を積算して良い方向へ行くものであれば相当のメリットが期待できる。

一方電力系統の信頼度向上のため保安的運用の面への応用の点からはどのような信号を経済運用装置へ与えたらよいか，この点からもかなりの正確度とじん速性が要求される．電気的なテレメータシステムと電子計算機その他の活用が必要となるわけである。

塩害，雷害を予知することにより，塩害，雷害地区の送電線の送電量をあらかじめ減少させて，他回線の送電量をあらかじめ増加させておくことにより万一塩害事故や雷害事故に至った場合でも，事故地区の送電線の送電量はあらかじめ減少されているので負荷側に与える影響はごく軽微ですむことにより，供給信頼度の向上にもなる。

1) 降　雨　予　想

どれだけの雨が，どの地域にどれだけの量，何時頃どれ位の時間降るか。

何時頃，どの程度の集中豪雨がどこに起るか。

台風の針路如何．といったことである。

ダムの運用に関しては，そのダムの放流可能時定数（ダムの容量が大きくて，放流可能量が小さければ，ダムの水位制御に要する時定数は大きいし，ダムの容量が小さくて放流可能量が大きければ時定数は小である）を考慮した年間，月間，旬間，日間の事前の予想が必要である．未来の長期間，大面積の地域の予想は気象庁のつかさどる情報なり予想が重要である。

割合に短かい将来のごく限られた地域の微細気象については，このシステムの気象予想がかなりのウエイトを

第1表　電力用気象計測制御システム基本構成分類表

Table 1. The classification diagram of standard construction of the weather measurment control system for power

	項目	(1) 降雨予想	(2) 出水予想	(3) 強風予報	(4) 雷害予報	(5) 雪害予報	(6) 塩害予知	(7) 負荷移動予知	(8)	(9)	(10)	(11)
一般	所要予想時期（事実発生の何分前）	24H 12H 6H 3H	1H	1H 30 min	1H 30 min 10 min	1H 30 min	1H	1H				
計測項目	(1)雨量計		○									
	(2)風向計(地上，空中)	○		○			○					
	(3)風速計(地上，空中)	○		○			○					
	(4)潮位計						○					
	(5)気圧計	○		○			○					
	(6)温度計	○	○			○	○					
	(7)湿度計						○					
	(8)照度計		○			○	○	○				
	(9)降雪計		○			○						
	(10)河川等水位計		○									
	(11)濃霧計											
	(12)気中塩分計											
	(13)送電線雷害予報装置				○							
	(14)雪害予報装置					○						
	(15)塩害予報装置						○					
	(16)気象レーダ	○			○							
	(17)天気図作成装置	○		○	○		○					
制御項目	検出量	降雨量（mm）	出水量（t/s） 於発電所入口 除上流発電所放水量	風速 風向								
		降雨量 ↓ 水系全体の総発電量 ↓ ○←需要予測 ↓ 火力を含む各発電所の運転計画（含ダム運用計画）	出水量 ↓ ○←負荷状況 ↓ 各発電所の運転計画を修正しつつオンラインで各発電所を制御運転									

占めることになる．また，それによると制御も，火力が数時間のオーダで追従可能であるに対し水力は瞬時的にはかなりの制御ができる．場合により気象レーダの観察により，直接制御が可能である。

2) 出 水 予 想

何時間後にどの河川にどの程度の水が流れ込んでくるか，それは何時間位続き以後どのように変化してゆくか。

3) 強 風 予 報

何時頃，どの地点に，どの方向に，どの程度の強風がどの位の時間吹くか。

目的は送電線などの構築物に対する事前対策である．できるだけ早い事前にわかればわかるに越したことはないが，そんなに早く知る必要はない。

4) 雷 害 予 報

どの程度の雷がどの地点に発生しているか．その移動方向はいかがか。

5) 雪 害 予 報

送電線のジャンピング，切断予想。

6) 塩 害 予 知

塩害を事前に予知して，所要な水洗または送電線の負荷変更を行なう。

7) 負荷移動予知

これは特殊な形で暗くなるにつれての電灯負荷移動の予知，等々であって，いかなる目的で何をやりたいかをまず，はっきりとすることにより必要なソフトウエアを組んで，必要な制御を行なうことになる。

V. 気象用計測機器について

近来気象観測の無人化が要求されテレメータによる遠隔観測が実用化されてきたが，その観測に必要とする一次計測器は従来の測器に比して著しく過酷な条件を要求される．すなわち観測地点の無人化を目的とするので，長期間風雨にさらされ温湿度など過酷な自然条件のもとで充分にその機能を発揮しなければならない．またこれらの機器は屋外で使用されるものであるから保守点検の簡便さ，小形軽量であることなども要求される。

以下気象用機器について詳述する。

このシステムについては総合的にみて水位計のように測定機構軸において大きなエネルギを取り出せるものはその測器において直接コード化する方式とし，その他のものにあっては測器外にあって A/D 変換する方式を採用している。

本一次計測器は測定量は降雨量あるいは水位変化にて直接コード化する方式としたシンプルなものである。

(1) 計測には電源を必要としないこと。

(2) 小形軽量であること。

(3) 温湿度など過酷な自然条件に充分耐え得ること。

(4) 測定値の符号化には誤りがないこと。

を基本要件としている。

1. 水 位 計

1) 機 能，構 成

水位計の構成は第 13 図に示すようにフロート系，水位計筐体に大別され，水位計筐体内には A/D 変換器（符号発生部）およびダブルブラシ切換回路（継電器群）が内蔵されている。

水位あるいは潮位変化はフロート，玉付ワイヤを介して水位計のスプロケット回転を与えスプロケット軸に歯車連動された符号発生部は水位に応じた測定量を 1cm 単位で符号化する．この場合水位の急激な変動に対処するためフロートはダンピングフロート方式を採用しており，かつ玉付ワイヤであるから，スプロケットとワイヤのスリップなどはなく忠実に水位変化に応じた回転が得られる．なお，水位変化はアナログ的であり，符号化する場合水位が符号ドラムのクリテカルな点にある場合誤符号を生ずるおそれがあるのでダブルブラシ方式を採用し，その切換を継電器群で行なっている。

2) 計 測 誤 差

水位計測の誤差の要素としては下記のものがあげられる。

(1) 水位計駆動に必要とするトルクを得るための誤差。

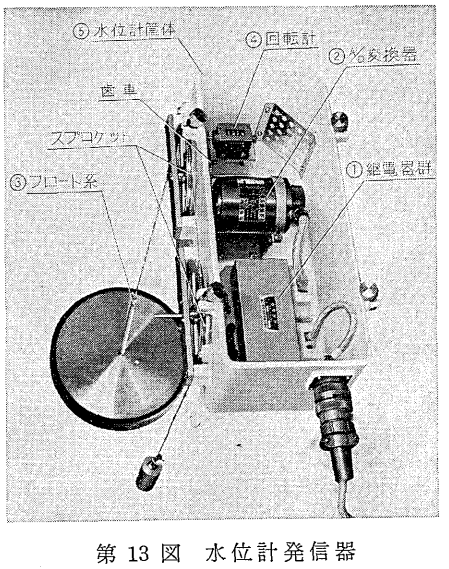
(2) 玉付ワイヤが水位変化により生ずるアンバランスによる誤差。

(3) カウンタウエイトが水位変化により生ずるアンバランスによる誤差。

(4) 機械系すなわち歯車精度などにより生ずるバックラッシュの誤差。

(5) 温度変化による項でワイヤの伸縮による誤差。

以上誤差の中 5 項はきん少である。



第 13 図 水位計発信器

Fig. 13. Water level recording oscillator

3) 特　　性

(1) 動　力　系

フロートの形式　ダイビングフロート

フロートの直径　30cm

玉付ワイヤの径　1.5 mmφ

玉ピッチ　10cm

水位変化 1mm 当たりの発生トルク　450 g-cm

(2) 符号発生部　機械式 A/D 変換器

(3) 計 測 量　0～999cm（3 桁）

0～9.999cm（4 桁）

(4) 計測単位　1cm

(5) 測定符号　8, 4, 2, 1 CB付

(6) 温度条件　−10℃～+60℃

(7) 湿度試験　96～100 %の間で 200 時間試験で異状なし

(8) 駆動に要するトルク　1,200 g-cm

(9) 水位変化に対する追従速度　24 m/10 min

(10) 計測誤差　10m 計測で量少計測単位以下

(11) 自己計連動　建設省仕様による

水研 61, 62 自記水位計と歯車連動可能

2. 自記連動水位計

自記連動水位計は建設省仕様による水研 62 自記水位計に A/D 変換器および継電器群を内蔵した水位計であってその仕様は前述水位計とまったく同様である。

3. 雨　量　計

1) 機　能, 構　成

雨量計の構成は受水口転倒桝, 符号発生器により構成され降雨は 200mm 受水口にて受け転倒桝の沪水器で砂などのじんあいは除かれ, 雨水のみ 1mm1 転倒の転倒桝に導かれる.この 1 転倒ごとの排水量は31.4 g である。

次にこの排水は符号発生部の受水カップに入りカップはその重量と勢によりレバーを傾け符号発生部を駆動する. カップに入った雨水はカップの小孔より除々に排水される. すなわちその降雨量の計測に必要なエネルギは計測する雨水を利用し, 電源をまったく必要とせず自動的に計測符号化を行なっている。

2) 計 測 誤 差

本符号発生器は符号読取時間が 1ms 以内であり, 符号のクリティカルポイントの通過時間は 2～3 ms であるから 1 回/1 時間程度の読取りに両者が同時に重なる確率はきわめて少なくさらに符号は奇数チェックを行なっているので誤計測は絶対にない。

3) 特　　性

(1) 受水口　口径 200mm 気象庁検定合格品

(2) 転倒桝　1mm1 転倒 沪水器付 気象庁検定合格品

(3) 計測量　0～999mm 積算値

(4) 計測単位　1mm

(5) 測定符号　8, 4, 2, 1CB付

(6) 温度試験　0～60℃ で 3,000mm 測定で±誤差なし

(7) 湿度試験　R.H. 96～100% の間で 3,000mm 測定で±誤差なし

(8) 有効利用雨量　約 28 g

(9) 駆動に要する雨水の重量　約 10 g

(10) 追従速度　96 mm/10 分間

(11) 自動計連動　転倒桝の水銀スイッチにて 90 日巻自記雨量計を連動可能

気象観測を目的とする測定量にはデータの事後解析上誤差が±1%まで許容されるものと ±0.1% 程度しか許容されないものがある。

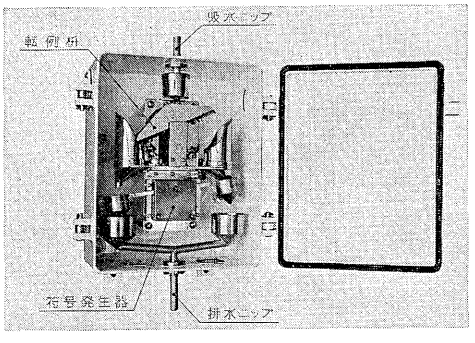
このシステムでは前記誤差が±1%まで許容される計測機器は出力はアナログ電圧とする方式に統一しており, また, 誤差が ±0.1% 程度しか許容されない計測機器および測定量自体がディジタルデータである計測機器では出力はディジタル符号である。

4. プロペラ形風向風速計

1) 機　能, 構　成

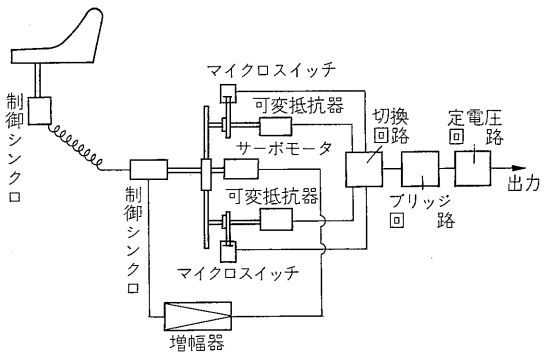
第 15 図に風向計ブロック図を示す。

風向は尾翼より方位を制御シンクロで遠隔して, その出力を増幅器で増幅しサーボモータを駆動して可変抵抗器が連結してある軸を回しながら追尾する。



第 14 図　雨　量　計

Fig. 14. A rain gauge



第 15 図　風向計ブロック図

Fig. 15 Block diagram

可変抵抗器は2個使用し，記録がネガレッチ方式になるようスイッチで切り換える．モータは減速比を大きくとり風向約2分間平均値を測定する．抵抗値を定電圧回路に入れ出力を 5～10mV DC とする。

風速はプロペラの回転を界磁形交流発電機で発電して遠隔し，その出力を整流分圧して瞬間風速とする。

平均風速を出す場合は，CRの定数を大きくとることにより 10 分間平均風速の出力 0～5mV DC とする。

2) 特　　性

風向の場合

(1) 測定単位　16 方位
(2) 精　　度　±5° 以内
(3) 出　　力　540/360° 方式　5～10mV DC

風速の場合

(1) 測定範囲　2～60 m/s
(2) 精　　度　10 m/s 以下　±0.5 m/s 以下
　　10 m/s 以上　その値の±5％以下
(3) 出　　力　0～5mV DC
(4) 起動風速　2 m/s 以下

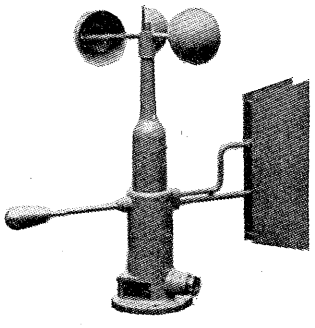
共通事項

(1) 電　　源　AC 100V　50 または 60Hz

3) 三杯形風向風速計

第 16 図に三杯形風向風速計の外観を示す。

本三杯形風向風速計は前項のプロペラ形風向風速計の発信器のみを三杯に替えたもので他の機構ならびに性格はまったく同等である。



第 16 図
三杯形風向風速計
Fig. 16.
A three-cup type anemometer with anemoscope (wind vane)

4) 矢羽根形風向計

本矢羽形風向計は，プロペラ形風向風速計の風向計の部分の発信器のみを矢羽根に替えたもので他の機構ならびに性能は風向とまったく同等である。

5) 三杯形風速計（電圧形）

本三杯形風速計はプロペラ形風向風速計の風速計の部分の発信器のみを三杯に替えたもので，他の機構ならびに性能は風速とまったく同等である。

6) 三杯形風速計（電接形）

風速計は風杯の回転 54 回（風程 100m）ごとにパルス発生器によりパルスを発生させ遠隔して計数器により計数させるものである．

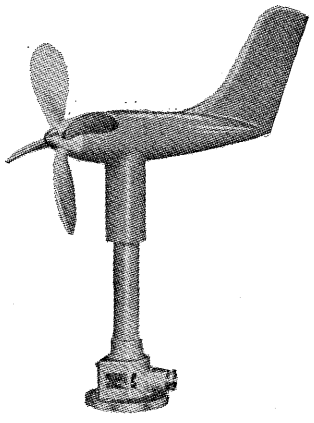
(1) 測定範囲　2～60 m/s
(2) 精　　度　10 m/s 以下 ±0　5 m/s 以下
　　10 m/s 以上その値の ±5％
(3) 出　　力　100m 風程ごとに1パルス
(4) 始動風速　2 m/s 以下

7) 微風向風速計

第 17 図に微風向風速計の外観を示す。

第 18 図に微風向計ブロック図を示す。

風向は尾翼より方位を制御シンクロで遠隔し，積分回路により積分しサーボ機構を通して 10 分間連続平均値を計算して 0～10mV DC の電圧出力を出す。

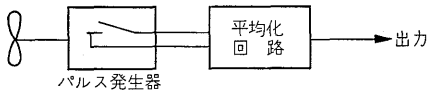


第 17 図
微風向風速計
Fig. 17.
A micro-anemometer with vane

第 18 図　微風向計ブロック図
Fig. 18.　Block diagram of micro-anemometer

第 19 図に微風速計のブロック図を示す。

風速は軽量のプロペラとホトトランジスタを使用した接触式の発信器よりパルスをFF回路により 10m 風程パルスに変換しこれを磁気エンドとスチープに記憶させ読出しとの差を計算して風速 10 分間連続平均値を 0～10 mV DC の電圧出力として出す。



第 19 図　微風速計ブロック図
Fig. 19.　The micro-anemometer block diagram

微風向の場合

(1) 測定単位　16 方位
(2) 精　　度　±5℃ 以内
(3) 出　　力　540°/360° 方式　0～10mV DC

微風速の場合

(1) 測定範囲　0～10 m/s
(2) 精　　度　2 m/s 以下　0.1 m/s 以内

2 m/s～10 m/s までその値の 5 %以内

(3) 出　力　0～10m V DC

共 通 事 項

(1) 電　源　100V 50 または 60Hz

5. 温　度　計

1) 機 能, 構 成

測温抵抗体に白金抵抗体 0℃ 100Ω を用い温度の変化による抵抗値の変化を測定し, その抵抗値をブリッジ回路を通して定電圧回路に入れ 0～10 m V DC 出力とする。

2) 特　性

(1) 測定範囲　−30～+40℃

(2) 精　度　±0.5℃ 以内

(3) 出　力　0～10m V DC

6. 温　度　計

1) 機 能, 構 成

塩化リチウム露点発信器を用いヒータ電源をＯＮ, ＯＦＦして加熱し露点温度の変化による抵抗値の変化を測定し, その抗抵値をブリッジ回路を通して定電圧回路に入れ 0～10m V DC 出力とする。

その後換算表により温度をきめる。

2) 特　性

(1) 測定範囲　−30℃～+40℃

(2) 精　度　±1℃ 以内

(3) 出　力　0～10m V DC

7. 気　圧　計

1) 機 能, 構 成

気圧の変化をアネロイド形で感知し, その働きを直流出力差動変圧器に 0～10m V DC 出力とする。

2) 特　性

(1) 測定範囲　940～1,040 mb

(2) 精　度　±0.7 mb 以内

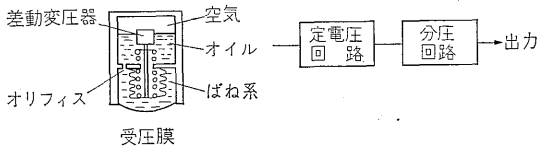
(3) 出　力　0～10m V DC

8. 波浪計 (圧力式)

1) 機 能, 構 成

第 20 図に波浪計のブロック図を示す。

2 個のベローズ, オリフィス, オイル, 空気チャンバより構成された機械的ハイパスフィルタにより低周期の



第 20 図　波浪計ブロック図

Fig. 20. The wave recorder block diagram

波浪はカットし, 高周期の水圧変化のみが直流出力差動変圧器により電気信号に変換される. この電気信号を定電圧回路を通して分圧回路に与え 0～10m V DC の出力とする. その後換算表により波高を出す。

2) 特　性

(1) 測定範囲　波高 0～10m
　　周期 3～20 秒

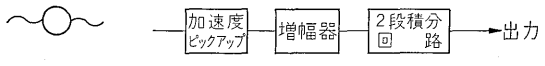
(2) 精　度　波高 ±15%
　　周期 1 秒以下

(3) 出　力　0～10m V DC

3) 波浪計 (加速度式)

第 21 図に波浪計のブロック図を示す。

波浪の加速度を加速度—電圧トランスデューサにより電圧に変換しそれを増幅器を介して二段積分回路に入れ波浪の変化に相当した電圧として取り出す。



第 21 図　波浪計ブロック図

Fig. 21. The wave recorder block diagram

(1) 測定範囲　波高 0～10m
　　周期 1～15 秒

(2) 精　度　波高 ±10%
　　周期 1 秒

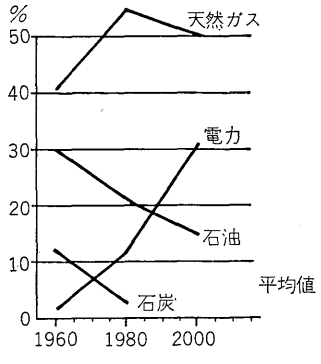
(3) 出　力　0～10m V DC

VI. む　す　び

以上当社の電力用気象計測制御装置のシステム化に際し, 考え方および使用機器の内容を紹介した. 当社のテレメータシステム, 遠方制御システムおよび電子計算機システムともどもご利用をいただきたいと考える次第である. これらのハードウエア機器はすでにかなりの使用実績を有している。

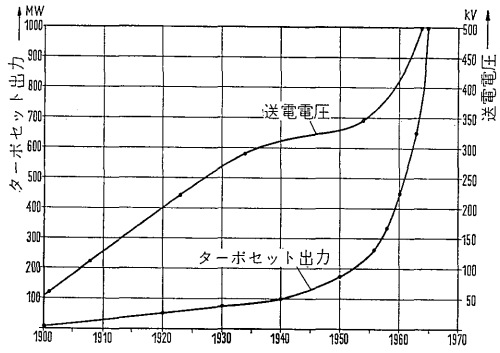
また米国のボンネビル電力庁(ＢＰＡ)はすでにこの電力用気象計測制御システムの計画運用を開始している。

今回は測定した気象情報の整理と処理の問題など, ソ



第 22 図
住居暖房用使用エネルギーの分担 (米国)

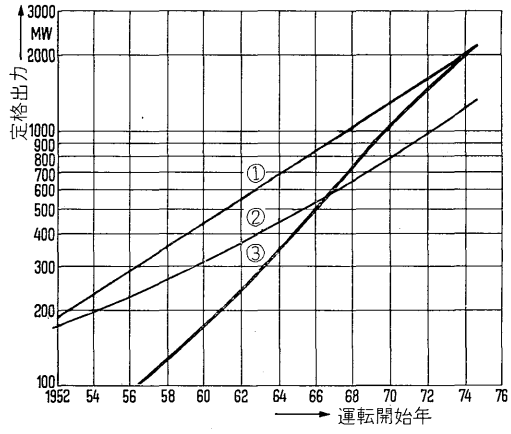
Fig. 22.
Partial charge of energy for house heating (U.S.A)



第 23 図　タービン最大容量と最高送電電圧の変遷（米国）

Fig. 23. The change of the maximum turbine capacity and the highest power transmission voltage (U.S.A)

フトウエアについては言及しなかった．すでにわが国でも大形電子計算機による気象情報処理は運転を開始しており，また河川系の計算機による集中管理も運転を始めている．電力系の集中監視制御も動き出している．これらを総合して電力系を総合管理制御する時代は目前に迫っている．今後の開発にゆだねられるべきテーマも少なくないが，機会をみて発表してゆく所存である。



① 3600/1800 rpm クロスコンパウド形
② 3600 rpm タンデム形
③ 1800 rpm タンデム形（原子力）

第 24 図　今後のターボセットのユニット出力予想

Fig. 24. Unit power of the turbo-set in future

今後とも電力の消費は増大し，火力系の比重も増大してゆくとみられるが，これによって水力系の水の有効利用がますます重要になると思われる．ぜひ当社の気象計測制御システムのご利用をお願いする次第である。

発明の紹介

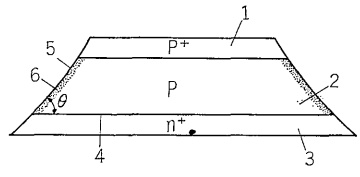
半　導　体　装　置

（特許第 521127 号）

この発明は表面破壊が起こり難く，良好なアバランシェ特性を有する半導体装置に関するもので，図に示すように，強く活性化された p^+ 領域 1，弱く活性化されたｐ領域 2，これに対し強く活性化された n^+ 領域 3 を接合せしめ，かつ pn 接合面 4 と pn 接合の露出する側面 5 との弱く活性化されたｐ領域 2 側における角度 θ を鋭角とする．このような p^+pn^+ 形半導体素子は表面破壊が起こり難く，アバランシェ特性に表面破壊がほとんど関与しないために，接合内部の特性だけで一義的にアバランシェ特性が決まるが，この発明によればさらに，弱く活性化されたｐ領域 2 の側面に，適当な活性度の p^+ 層 6 を設ける．この層は例えば厚さ 0.1 μ，平均固有抵抗値約 0.01 Ωcm を有し，素子の所定表面に約 0.01 Ωcm のｐ形シリコンを蒸着することによって得られる。

上例は p^+pn^+ 形半導体素子に適用したものであるが，p^+nn^+ 形半導体素子に適用し，ｎ領域の表面を適当に n^+ に活性化した場合も同等の効果があげられる。

p^+ または n^+ の表面層を生成する方法には，上記の他たとえばドナーあるいはアクセプタ不純物を側面に配置して拡散させたり，適当な活性化不純物を含む素子と同じ半導体化合物の蒸気を素子側面に作用させる方法などがある。



第 1 図

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。