豊富発電所の概要と試験成績

富士電機製造株式会社 森 本 隆 興

要旨：一昨年末、北海道電力豊富発電所が完成し、営業運転に入つた。この発電所は出力2,000kWの小火力発電所ではあるが、密閉サイクルガスタービンを原動機としていることで特長あるものである。わが国における営業用ガスタービン発電所の第一号でもある。燃料として天然ガスのみを利用している点においても珍しい存在である。われわれは北海道電力の協力を得て各種の性能試験を発電所工事完成後に実施し、このガスタービン発電所が所期とおりのものであることを確認し、この資料に基いて更に発展を、特に大容量機の開発を進めようとしているが、この機会に、豊富発電所の概要と試験成績とを簡単に紹介したいと思う。

I 緒 言

ガスタービンは蒸気タービンと比較していくつかの興味ある優れた点を有している。再生が完全に圧力損失を考えないプロセスについて考えると、ガスタービンは熱力学的に最適な方式（カルノープロセス）に蒸気タービンよりもずっと近い。これは蒸発の潜熱を必要としないからである。また、ガスタービンの場合効率が最高となる場合の圧力比はタービン入口温度や再生率にもよるが非常に低く、 $1/2$ からせいぜい $1/10$ 位までであるに対し、蒸気タービンにおいてはきわめて高い圧力比、 $1/2,000$ （たとえば0.05ataで100ata）あるいはそれ以上に達しており、このことは高圧部における比体積の減少による漏洩損失の増加と低圧部の長大な翼による流体損失と機械的強度の問題といった難点を生ずる。一方ガスタービンでは比較的少数の段でありタービン翼は全ての段で好都合な大いさをとることができる。その他に冷却水の量も蒸気動力がコンデンサーで奪う熱量の約 $1/3$ で済むから少なくてよいなどである。

以上のごとき特長からガスタービンの実用化がわが国においてもはやくから期待されていたが、それに応じて、ウェスチングハウス製2,000HPセットが東亜燃料和歌山製油所に、石川島芝浦タービン製2,000kWセットが丸善石油下津製油所にいずれも一昨年から運転に入り、続いて富士電機製2,000kWセットが昨年より公式運転に入つた。前2者はオープンサイクルガスタービンによる自家発電用セットであり、最後の当社製のみが密閉サイクルガスタービンにより営業用発電設備として公式な認可を受けている。

この新原動機を利用した豊富発電所は多くの特徴あ

る構造を有しているので運転成績と併せて報告する。

II 設 計 仕 様

豊富発電所に納められた密閉サイクルガスタービンは当社がスイスのエッシャウイス社との技術提携のもとに、昭和30年より製作に着手し、昨年始め全工場試験を終了して現地豊富に移設されたものである。建設工事に引続いて予備試験と竣工試験および性能試験を終了し、現在営業運転として連続運転されている。

この発電所の仕様を第1表に示す。

第 1 表

発電所 名称	北海道電力、豊富発電所
出力	2,000kW
位置	北海道天塩郡豊富村
原動機 型式	密閉サイクル一軸再生式ガスタービン
タービン入口温度	660°C
圧 力	30ata（最高）
空気量	25kg/s（最大）
使用燃料	天然ガス
タービン型式	軸流反動型
段 数	5
回転数	13,000rpm
圧縮機 型式	遠心型
段 数	3
回転数	13,000rpm（タービンと一体）
減速装置型式	遊星歯車式、同一軸方向型
減速比	13,000/3,000
空気加熱型式	強制貫流輻射加熱型、屋外式
バーナー型式	乱流拡散燃焼式

容量	950m ³ /h（最大）
火炉負荷	191,000kcal/m ³ h
伝熱面積	400m ²
加熱管型式輻射部	直管式
予熱部	懸吊多曲管式
発電機 型式	3 相交流回転界磁同期発電機
容量	2,500kVA, 3,300V
起動電動機	100HP 3 相誘導電動機

発電所の建設された豊富村は北海道の北端稚内市の南方約40kmにあり、附近の地下一帯に多量の天然ガスを埋蔵していることで、すでに御存知の方も多いと思う。最初石油の採掘の目的で以て掘られた井戸から石油でなく天然ガスを得たのであつて、すでに30年の間ガスの噴出を続けて、大した衰えをみせないといわれる。現在2本の井戸がありその噴出能力は凡そ25,000m³/日におよぶ。しかし乍ら現地は国土の北端に近く、工業地帯と離れ、また冬期には平均-6°C、最低零下30°C 近くなる寒冷地であるために、従来は温泉と小規模の煉瓦工場などの加熱用燃料として利用されるに過ぎなかつた。

第2表 燃料ガス分析結果

採取日時	CO ₂	C _n H _m	O ₂	CO	H ₂	C _n H _{2n+2}	N ₂
29- 7- 1(1号井)	1.4	-	1.2	0.6	3.5	91.0	2.3
〃 (2号井)	1.7	-	0.5	0.6	2.6	94.4	0.2
31- 9-16(1号井)	1.1	0.2	0.4	-	-	97.4	-
9-17	1.6	0.3	0.7	-	-	96.6	-
12- 5	1.7	0.1	0.7	-	-	97.6	-
12- 6	1.7	1.7	0.3	-	-	97.3	-
32-11- 7	3.5	0.5	1.1	-	-	91.8	1.8
11- 8	1.1	-	1.6	0.7	1.0	94.2	0.9
11- 9	2.3	-	0.5	0.6	1.2	94.2	1.2
11-10	1.8	-	0.5	-	-	97.7	-

天然ガスの組成を第2表に示す。分析結果にみられるごとく、ガスの組成は多少の変動を有するが、その大部分はメタンガスである。ガスは約3気圧の圧力で以つて噴出している。噴出圧力は使用量により変動することがあり、時には7気圧以上に達することがある。従つてガスの輸送は単なるパイプラインと減圧弁とにより行われ、圧送機などの輸送用機器を必要としていない。

ガス井戸は一号井と二号井とがあり約1kmの距離を有している。一号井の噴出量は約17,000m³/日でありガスと共に湧出する約30°Cの地下水が分離されて温泉の湯源となつている。二号井は比較的新しく採掘

されしかも一時使用せず放置された為噴出が止つていたが昨年末の清掃と修理とによつて一日当り7,800m³のガスを供給している。噴出される天然ガスは発熱量も高く、安定な供給が行われ、優れたガス田と考えられる。

豊富発電所所の燃料消費量は凡そ22,000m³/日であつて大半を使用していることになる。これにより従来の未利用資源の活用を計ると同時に、北海道中央部から遠路の送電による損失を防いで一石二鳥の役割を果たしている。

Ⅲ 特 徴

豊富発電所は営業用となつたガスタービン発電所としてわが国最初のものであり、しかも密閉サイクルを採用した第一号機でもある。

密閉サイクルガスタービンは、スイス工科大学教授 Ackert 博士とエツシャウイス社、Keller 博士とにより発明され、エツシャウイス社によつて開発されてきたもので、発電用原動機として、また船用原動機として特に優れた特長を有している。ただ、このサイクルはエツシャウイス社の特許となつているために、開放サイクルガスタービン程に広く実用化されなかつたが、近年発展を早めている。第3表にその実施例を示す。表の中、試験用2,000kWおよび発電所用12,500kWのセットは、旧形式のものであつて、圧縮機は高压段、中圧段および低圧段に分れ、タービンもまた高、低両圧段に分けられており、これら各段の機械の結合や配管は複雑さを増し、効率は高いが製作量も高く、他形式の原動機との競争を困難にした。1953年新たにTUCO形式と呼ぶ新構造を採用するに至つた。表に記された1956年完成以後のものは全て新型式のものである。これはきわめてユニークな構造であつて、タービンと圧縮機の全部または一部とが独特なコンパクト構造を採用され、一体のケーシング中に納められている。この形式の狙いは、効率の著しい低下をきたすことなく、簡素で確実な構造とし製作据付の容易と、製作費の軽減とを計つたものであり、これによつて密閉サイクルガスタービン実用化を容易にし、最近の発展を可能にしたのである。

第1図に豊富発電所のサイクルを示す。

密閉サイクルはこの図に示すごとく、作動空気サイクルが完全に、外界から遮断されていることを特長とする。このことから当然考えられるごとく

a. サイクル内をとる作動流体は外界の空気と絶縁されるので、内部圧力を大気圧以上の高い基準に保つことができる。また必要に応じては、たとえば原子

第3表 密閉サイクルガスタービン発電所一覧

発 電 所	出力 (kW)	燃 料	効率 (%)	建設年次	製作者*	備 考
Escher Wyss, 試験用	2,000	軽油	32	1940	E.W.	
E.D.F. St. Denis. Paris	12,500	軽油	33	1951	E.W.	
Dundee, England	12,500	軽油	30.9	1951	J.B.	
Revensburg, Germany	2,300	褐炭	26	1956	G.H.H.	以後新型
豊富, 北海道	2,000	天然ガス	24	1957	富士	式(TUCO)
Coburg, Germany	6,600	褐炭	—	(設設中)	G.H.H.	を採用
Moscow, Russia	10,000	褐炭	—	〃	E.W.	
Rootes, England	2,000	褐炭	—	〃	J.H.	
Altnabreak, England	2,000	泥炭	—	〃	J.B.	
Oberhausen	13,700	褐炭	—	〃	G.H.H.	
Westinghouse 試験用	500	—	—	〃	W.H.	

* E.W.: Escher Wyss; J.B.: John Brown; G.H.H.: Gutehoffnungshütte;
W.H.: Westinghouse

第1図 豊富発電所サイクル図

1. 圧縮機 2. タービン 3. 熱交換器 4. 空気加熱器 5. 前置冷却器 6. 中間冷却器 7. 発電機 8. 減速装置 9. 起動電動機 10. 給気タンク 11. 給気圧縮機 12. バイパス弁 13. 吐出弁 14. ガス井戸

力発電の場合ごとく他のガスすなわちヘリウムや炭酸ガスなどで置き換えることができる。

b. 作動流体は蒸気原動所のボイラーの場合のごとく、管壁をとおしての伝熱により間接的に加熱され、燃料が直接作動流体内に噴射されて燃焼させられることがない。このことはサイクル内特にタービン翼や圧縮機翼その他の汚損や腐蝕、極度的な過熱、焼損を防止する。従つて、第3表の燃料欄にみられるごとく、燃料選択の制限がなく、重油やガスは勿論、灰分の多い石炭を利用して運転することができる。

c. サイクル内の圧力が高いために

機器の寸法が小さくなり、大容量機の製作可能、機器の構造が簡単となり、堅牢でかつ、製作費小熱交換器、加熱器などの熱伝導率を高め、抵抗を減少サイクル効率が高い

制御を容易且臨実にし、部分効率を高める。

以上のごとき利点を齎す。もちろん、上記の利点の反面として、短所もない訳でなく、次の点が数えられる。

d. 空気加熱器による間接加熱であるために、燃焼器に比し嵩高いものとなる。また、加熱器の効率は90%であるが、内燃式燃焼室の場合に比し、少々低い。

e. 密閉サイクルとするため、熱交換器や前置冷却器が必要不可欠となり、航空用、自動車用などのごとき移動用途として特別な軽量機とすることができない。

以上の得失から、密閉サイクルガスタービンは連続的に使用され、従つて効率がよく、劣化しないことを必要とするところ、たとえば陸上用定置式発電所や大型船舶推進用などに特に適している。

IV 制御と運転

豊富発電所用ガスタービンの制御には、基準圧力を上下させて行う主制御法と、圧縮機出口と入口とを傍道させるバイパス制御法の2つの方法を併用する。

主制御法はつぎの原理に従っている。ガスタービンは発電機と直結されて常に一定速度、この場合13,000 rpmで回転している。また、圧縮機入口はもちろんのことタービン入口その他の点の温度も常に出力に関係なく一定である。従つてサイクル内各点の流の状態が一定であり、体積流量は不変である。この場合、ガスタービン出力は質量流量に比例する、換言すれ作動流体の密度あるいは圧力に比例する。従つて、サイクル内の圧力を上下することにより、一義的に圧力に比例した出力が得られる訳であり、この場合、流の変化がないために、タービンや圧縮機の効率低下が機械損失の影響を除けばほとんどないことになる。従つて、部

分負荷時の効率が全負荷時のものから大して低下しないという利点を与える。これは後述の試験結果にみられるとおりである。第2図は主制御を行つた運転時の各負荷におけるサイクルを温度—エントロピー線図で示したものである。完全な平行移動に過ぎない。この圧力制御は第1図に記された給気タンクからの圧熱空気の注入或いは吐出弁からサイクル空気の一部を大気に放出することにより行われる。注入される圧縮空気は大気を給気圧縮機によって圧縮することにより給気タンクに蓄えられる。

第2図 2,000kWガスタービンサイクルT-S線図

AB' = タービン内膨張 B'C' = 熱交換器内冷却
C'C = 前置冷却器 CD = 圧縮機
DE' = 熱交換器内加熱 EA' = 空気加熱器

バイパス制御法は主制御法が定常状態での運転に対するものであるに反して、短時間の制御のためのものである。負荷が急に変動したとき、あるいは電気網から脱れたときなどに負荷や速度の変動に対応して動作し機械に正常な運転を続けさせるように働く。バイパス制御は次のように作動する。ガスタービンの回転数に変動が起ると直ちにガバナーが働き第1図のバイパス弁をその変動量に対応するだけ開かせる。これによって圧縮機の出口は圧縮機の入口に連結され、弁の開度に応じて圧縮機を出た高圧空気の一部を入口に戻す。若し弁が開かなければ、これらの空気もまた、他の大量の空気と共に空気加熱器において加熱され、タービンにおいて仕事をし、発電機を駆動する力となるが、バイパスされることによって、タービンに達することなく、すなわちタービンで仕事することなく再び直ちに圧縮機入口に達する。従つて、タービン流

量が減じて出力を減少させる。しかも、圧縮機出口圧力は低下し、逆に入口圧力は高まり、従つてタービンの圧力比も減少する。故に、タービン出力は益々減少する。一方圧縮機流量は逆に増加するので、その圧縮比が減少しても圧縮機の必要とする動力は殆んど変わらない。しかるに、ガスタービン軸端の出力、すなわち発電機出力はタービン出力と圧縮機消費動力との差で与えられるから、バイパス時には、バイパス量によつて著しく発電機出力が変化する。速度の変動を検出してから実際に発電機出力を変化させ終るまでの時間はきわめて短かく瞬時的である。負荷が急激に遮断された時に機械を整定させるものもこの制御法によつてこの制御法の特長は上記の瞬時性の外に、バイパス中はサイクル内に余剰エネルギーが蓄積されることである。バイパスにより一部の空気がタービンをとおらないが、サイクル内の作動流体はサイクル外へ放出されることがない。従つてバイパスを閉鎖することによつて直ちに再びバイパス弁を開く直前の出力を恢復することができる。このことは負荷遮断後再び旧負荷に戻すために使われる許りでなく、負荷の急激な上昇が予期されるとき、予めバイパス弁を僅か開いた儘でサイクル内圧力を高めて置けば、要求に応じて何時でも瞬時に出力を高めることができる。

以上に述べた二つの制御弁は安全装置とも結合されていて、over speed や軸承の焼損等の万一の事故発生と同時に機械を直ちに急停止させる役目をも果たす。

ガスタービン発電所の運転は上述の制御法に従つて出力に応じてサイクル圧力を高めてさえれば、燃料の供給はその圧力とタービン入口温度とにより自動制御されるので、他に何ら手を下す必要はない。配電盤計器を監視するだけでよい。従つて、定常状態時はもちろん、負荷変動時も完全に1人で運転が行われている。

燃焼制御は上述のごとく自動制御されるが、第3図はその系統図を示す。制御の方法は本質的にはボイラ

第3図 空気加熱器燃焼制御系統図

一の自動燃焼制御法と変わらないが、タービン入口温度すなわち空気加熱器を出る作動空気温度が一定であるからずつと簡単化される。制御は先ず空気加熱器を出る空気の圧力を検出し、その圧力に比例した燃焼を行わせる。これは前述のごとく圧力と出力とが直線関係にあることを利用したものである。一方燃焼室内の炉内圧を検出し、それが一定値を保つように誘引ファンを働かせる。天然ガスの燃焼は供給されるガスの圧力変動や、含有される水分などにより、時に不安定な燃焼を起す危険があるので検焰装置を使用して不時の吹切れなどの事故に備えている。燃料ガス、燃焼空気および燃焼ガスの流量調節はダンパーを使用し、操作用空気をを用いて動作させている。負荷変動時にもタービン入口温度変化は $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 以下に押えられている。

V 性能試験

豊富発電所は前述のごとく、昨 autumn 完成した。第3図および第4図は空気加熱器外観とタービン室内を示している。発電所の建設が完了した後、引続いて性能試験を実施し、種々の性能を確認した。

試験は同年9月中旬より11月末までの間に行われた。試験の種類は制御装置の試験と、出力試験と、電気試験およびその他の測定である。

1) 調速器試験

1.1 非常調速器試験

これは発電機を無負荷状態としてタービン速度を高め非常調速器の動作する速度を確めたものであつて、タービンが過速した場合に、破壊することなく安全に停止させるものであり、ガスタービンだけでなく、蒸

第4図 空気加熱器外観図

第5図 タービン室

気タービンに対しても、他の試験に先立つてまず実施しなければならない。

試験は昭和32年9月12日、10月18日、10月31日、11月8日と繰延して行われたが、常に丁度正規回転数の110%で正確に働き、この調速器の動作の完全であることを示した。第6図は試験結果を示すオツシログラムの一例である。

1.2 調速器試験結果

非常調速器を確認した後実施すべき試験であつて、負荷変動に対し調速器が完全に動作し、速制御が問題なく行われることを調べる。試験は手動調節範囲の試験および負荷遮断試験であつて、後者に対しては第4表に示すごとく、 $\frac{1}{4}, \frac{2}{4}, \frac{3}{4}, \frac{4}{4}$ の各負荷において実施した。試験結果を第4表に示し、試験時のガバナー各部の動作状況を示すオツシログラムの一例を第7図に示す。

第4表 調速器試験結果

調速器手動		上昇 3,150rpm (5%)			
調整範囲		下降 2,850rpm (5%)			
試験負荷(kW)		500	1,000	1,500	2,000
回 転 速 度	負 荷 時 (rpm)	2,900	2,995	3,000	2,995
	瞬間最大 (rpm)	3,215	3,170	3,250	3,275
	上 昇 率 (%)	7.5	5.8	8.3	9.3
	整 定 (rpm)	3,020	3,070	3,080	3,105
	上 昇 率 (%)	1.0	2.5	2.7	3.5
時 間	最 大 迄 (秒)	4.0	1.1	1.0	0.8
	整 定 迄 (秒)	22.5	7.5	12.1	17.8

第6図 非常調速機試験結果

第7図 調速機試験結果 1,500kW負荷遮断

このガスタービンに対する調速器は主軸の回転数を直接検出して回転数制御を行わせると同時に、全負荷遮断時のごとく速度上昇の割合が大きい時には、速度の加速度を検出して急速に制御する方法を併用している。その結果、上記の試験成績表にもみられるように500kWの負荷遮断時には加速度調速器は動作せず、そのために1,000kW負荷遮断時よりも高い最大速度を示した。瞬間最大速度上昇率が500kWにおいて特に高いのはこの理由に基くものであつて、調速器の動作は正常である。また、瞬間最大速度が高い値を示しているが、これは回転体の速度が高く、回転体の慣性が小さく、作動流体の作用が大きいためである。これは最近の超高压タービン、特にトップタービンにもみられることである。もちろん、非常調速器の作動する速度、3,300rpmには達せず、調速器としての必要条件を満足し、動作は完全である。

2) 負荷試験

負荷試験および効率試験は11月7日より11月26日までの間に実施された。発電機出力500, 1,000, 1,500, 2,000kWの各点において定常状態を続けて、各部の温度圧力および効率等の測定を行つた。試験結果を纏め発電機端の出力に対する効率およびサイクル圧力の関係について図示したものが第8図、および第9図である。第8図の熱効率とは発電機出力とその出力を発生するに要した燃料熱量との比から求めたものである。図から分るように全負荷時の効率は設計効率26%に比し約2%低かつた。種々検討した結果によれば、これは圧縮機の容量がタービン呑込量に比しわずかにずれていたために、設計と通りの効率を圧縮機が出し得

第8図 発電機出力—熱効率曲線

なかつたことが主原因であることを知つた。最初の2,000kW機であるために、些少年々製作誤差を生じたためであり、改造により比較的容易に高めるものであつて、次号機では当然設計効率を達しうると確信している。また、図にもみられるように、部分負荷時の効率の低下は少く、カーブはよくねており、 $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{1}{4}$ 各負荷時の効率はそれぞれ全負荷時の効率の約97, 89および75%であつて、他種原動機の部分負荷特性に比し優れた値を示し、密閉サイクルの特長を証明している。

第9図にサイクル圧力と発電機出力との関係を示す。出力が圧力と正しく直線関係にあることが判る。このことは先に制御の項に述べたごとく、サイクル各点の状態が圧力を除いて一定であり、圧縮機やタービンの効率が変化せず、そのために予期されたように両者の直線関係を与えたのである。そしてタービン前圧力が30気圧（絶対）において2,000kWの全出力に達している。

次に各要素の試験結果の中、空気加熱器について紹

第9図 発電機出力サイクル圧カカーブ

介する。但し、現地では測定器の不足のため燃焼ガス分析など充分に行われなかつたので、同じ空気加熱器ではあるが川崎工場における試験結果を纏めて記したものが第10図である。空気加熱器効率が負荷の外に空気過剰率により変化する状態がよく分る。天然ガスの燃焼は容易でなく、ことに最大 $950\text{m}^3/\text{h}$ までという大量の燃焼については資料が全くなかつたため、最初から特に注意し、バーナーおよび燃焼室の模型を2種類作り、寸法を $1/10$ および $1/5$ とした。これらの模型試験を実施して寸法形状を決定したものであつて、負荷時に燃焼もよく安定している。唯、運転の初期においてガス元圧の変動やドレンの混入などのために燃焼の動揺を認めたことがあつたがその後そのようなこともな

第10図 空気加熱器効率

く、吹切れ、逆火などの事故はみられない。バーナーは唯一個であり空気加熱器の円筒上燃焼室の上部に下向に配置されている。そして全負荷から無負荷までこの一個のバーナーにより賄われるが、この広範囲の燃焼に対してもよく安定している。完全とはいえないまでも優れたものと考えている。

その他自動燃焼制御装置に対する試験や或いは機器の振動の測定など広範囲な試験が実施されたが、正常な結果を得ており、詳細をここには省略する。

VI 結 言

豊富発電所は密閉サイクルガスタービン実用のわが国における最初の機会であり、原動機が新機種である許りでなく空気加熱器の方式やその使用材料、基礎その他にも先駆者らしい方式を採用している。そのため現地に完成するに先立つて、当社川崎工場において一年余に亘り慎重な試験を実施して、その信頼性を確かめ、耐久性の見通しを得たものであつて、その間、あるいは移設時に若干の改造も行つている。現地における運転状況は、北迎の地であり、ことに冬季の寒さは厳しく零下 25°C を超えている。寒冷地に対する経験の不足から、冷却水系統や屋外のサイクル系以外の細い空気管の一部などに凍結のために、閉塞や局部的な破損などの事故が生じたりして、何度か運転を停止しなければならないこともあり、冬期は交通が絶え勝ちなことから修理、または取換えに手間取つたりしたが、これらの面に対する対策樹立と、運転の習熟とによつて、事故の発生もなく、営業のための連続運転を続けている。

性能もまた設計仕様に近い値を得、総合効率の面において約2%の低下をみたことを除いて、優秀なものといえる。総合効率もまた実際に24%の値を得たのであつて、設計値よりは低いが、他の商用ガスタービンに比してはもちろん、現在稼動中の大多数の大容量火力発電所の効率と比較しても、大して遜色ない値を得たのであつて、第1号機としてはまずまずのものと考える。もちろんこの成績を以て満足しているものではなく、得られた資料に基いて、今後より一層の性能向上と、ガスタービンの発展とのために研究を続ける覚悟である。

Outline and Testing Results of Toyotomi Power Plant

by Takaoki Morimoto

(Fuji Denki Seizo Co)

SYNOPSIS:— Last year, the Toyotomi power station of Hokkaido Denryoku, Co. was installed. The station has only a rated output of 2,000kW, but is characterized by the prime mover of closed-cycle gas-turbine, and is the first power station of this kind in Japan. The plant uses natural gas as a fuel, it is also a rare case in our country. The test operation has been completed with satisfactory results under the co-operation of the Hokkaido Denryoku. Co. We believe the closed-cycle gas-turbine plant can be find its very promising fields of application in industrial fields as well as in central power station and lager plants will be constructed in the very near future.

In this paper, the important features and the test results shall be described.

ノート欄原稿募集

本誌にノート欄がありますが、今回より一層の充実を計るために広く一般会員より原稿の募集を行いますので、ふるつて御投稿いただきますようお願い致します。これについては下記に準じて下さい。

1. なるべくトピック的ニュース
2. 本会原稿用紙 (360 字) 3 枚または 6 枚
3. 締切は毎月 5 日

なお採用の分には薄謝を呈します。

編集部