

特集／換気によるエネルギー消費をどう抑えるか〔事例〕

換気奨励化など幅広いニーズに対応 —省エネ性に優れた空気調和機—

換気奨励化にあって単純に換気量を増やすだけでは、風量の増加に対応した送風機の大型化や、冷房・暖房能力の負荷エネルギーが増大する課題がある。ここでは、静圧効率の高いダブルプラグファンを搭載し省エネ性に優れた空調機および主要構成部品について紹介する。
(編集部)

新晃工業株式会社 井川 洋

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症への対応として換気が推奨されている。しかしながら、単純に換気量を増やすだけでは、風量の増加に対応した送風機の大型化や、換気量の増加による冷房・暖房能力の負荷エネルギーが増大する等の課題がある。よってエネルギー消費を低減する技術やそれに対応したツールがより一層求められることになる。

一方、空気調和機は、設備機器の中でも大量にエネルギーを消費するものの一つであり、省エネルギー対策において重要な対象機器となっている。

本稿では、静圧効率の高いダブルプラグファンを搭載し省エネ性に優れた空調機「DP型空調機」、コンパクト型空調機用の主要構成部品として静圧効率が向上した「PS型プラグファン」および熱交換効率が向上した「WTS型コイル」について紹介する。

2. 節電型空調機 DP型空調機

◎ DP型空調機

DP型空調機は、ダブルプラグファンを搭載した空調機である。ダブルプラグファンは、両吸込みのファンランナとインレットコーンを採用し、流体力学的に抵抗が少ないスムーズな両吸込構造を可能にし、同時に低騒音の良質な環境を実現している。型式は、水平型(DPH型)と垂直型(DPV型)の2機種用意している。(図-1、図-2参照) 風量範囲は、DPH型 #5～#80 (～84000m³/h)、DPV型 #5～#40 (～40200m³/h) となっている。

◎特長

①ファンランナ

通常のファンランナは、幅方向が固定もしくは数種類の

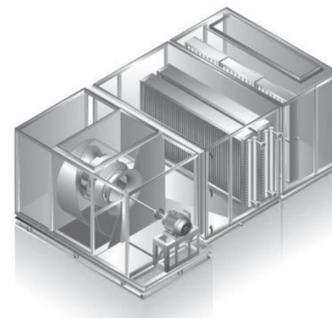


図-1 水平型(DPH型)



図-2 垂直型(DPV型)

幅しか標準的にもっていない。よって、運転条件を納入現場の風量・静圧に合わせるためにはベルトやインバータにて回転数を変化させる必要があり、どうしても可変装置におけるロスが発生する。

そこでDP型空調機で採用しているダブルプラグファンは、オーダーメイドランナ方式に対応している(図-3参照)。

これによりブレード幅を任意に設定することでモータ直動運転(モータ同期回転数固定)でも納入現場の風量・静圧に合わせた設計が可能となり、可変装置におけるロスを

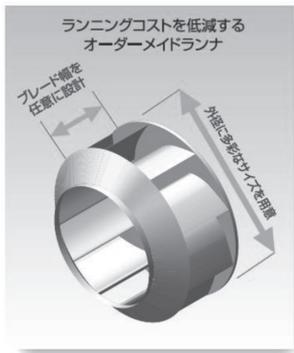


図-3 オーダーメイドランナ方式

削減できる。

②エアfoilブレード

ファンランナのブレードには主に翼形状に成型加工したエアfoilブレードと板を曲線状に折り曲げた曲げ板ブレードがある。その2種類のブレードの気流解析結果を図-4に示す。曲げ板形状に比べてエアfoilブレード形状は、先端部における圧力低下域すなわち渦が発生している領域が小さいことからブレードに沿ったスムーズな流れになることが分かる。ダブルプラグファンは、低騒音かつ高効率とするためにこのエアfoilブレードを採用している。

③ファンガイド

ファンランナの周囲には効率の高いプラグファンの性能をさらに引き出すために検証実験によって得られた最適なファンガイド板を配置している。これによりさらに効率を向上させている。

④モータ機外設置とベルトレス化

モータを標準的に機外設置することでメンテナンス性が向上し、空調機内におけるモータ発熱による機内冷却ロスが解消する。また、ファンベルトを使用せずファンシャフトとカップリングで直結することで、ベルトの伝達ロスも削減している。

◎性能

①性能比較

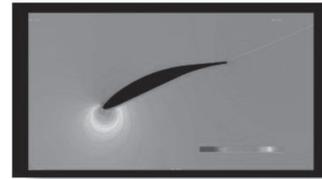
これまでに当社が納入してきたシロッコファンとダブルプラグファンの軸動力を比較したデータを図-5に示す。

棒グラフは、シロッコファンからダブルプラグファンに置き換えた場合の軸動力削減率を示しており、平均27%の削減率となっている。この条件でモータを選定した場合約9割のユニットサイズでモータ容量が下がるという結果となった。

②省エネ効果

表-1に従来のシロッコファンからダブルプラグファンに置き換えた場合の省エネルギー効果をまとめた。表に示す条件では、1日8時間運転の場合、省エネ費用効果は年間約11万円、CO₂削減量は約4トンとなり、24時間連続運転の場合には、省エネ費用効果は年間約48万円、CO₂削減量は約19トンとなる。年間運転時間が多い機器ほどCO₂削減、電気料金削減の効果が大きくなることが期待できる。

エアfoilブレードの気流解析



曲げ板の気流解析

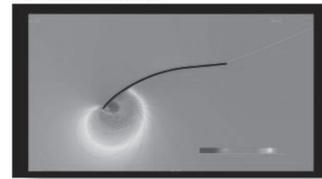


図-4 ブレード気流解析

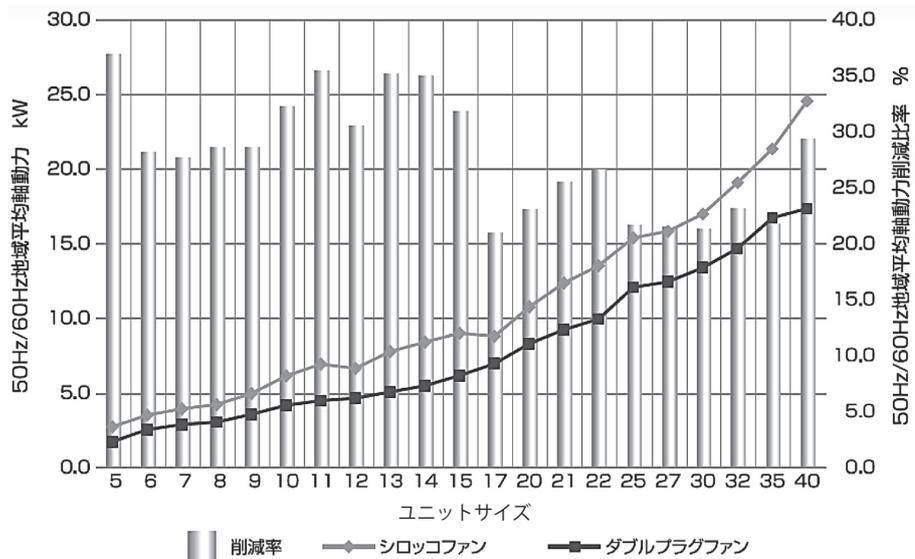


図-5 ユニットサイズごとの軸動力比較

表-1 省エネ効果

比較条件		試算結果		
風量	24,100 m ³ /h	送風機	シロッコファン	ダブルプラグファン
全静圧	1050 Pa		500DC	DPC-24D-115
電気料金 ^{※1}	14 円/kWh	運転方式	ベルト駆動	カップリング直結駆動
CO ₂ 排出係数 ^{※2}	0.555 kg-CO ₂ /kWh	消費電力 ^{※3}	13.68kW	9.75kW
条件①	8時間/1日	年間消費電力量	27,360kWh	19,500kWh
	年間稼働日250日	年間電気料金	383,000円	273,000円
	年間運転時間 2,000時間	CO ₂ 排出量	15,180kg	10,820kg
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 省エネ費用効果 -110,000円 CO₂ 削減量 -4,360kg </div>				
条件②	24時間	年間消費電力量	119,840kWh	85,410kWh
	年間稼働日365日	年間電気料金	1,678,000円	1,196,000円
	年間運転時間 8,760時間	CO ₂ 排出量	66,510kg	47,400kg
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 省エネ費用効果 -482,000円 CO₂ 削減量 -19,110kg </div>				

※1: 業務用電力契約を想定
 ※2: 温対法における温室効果ガス排出量算定省令より
 ※3: 電動機効率を90%として算出

3. コンパクト型空調機用プラグファン PS型プラグファン

◎コンパクト型空調機

コンパクト型空調機は、空調機の構成・機能はそのまま業務スペースを有効活用できる省スペース設計の空調機である。使用目的に合わせて空調機に組込む構成部品を変え、各現場・各系統ごとに設計される。シロッコファン組込タイプとプラグファン組込タイプの2種類あり、風量は、18000m³/hまで対応している。図-6に、プラグファン組込タイプのコンパクト型空調機を示す。

◎PS型プラグファン

図-7にPS型プラグファンと従来型プラグファン各部品の外観比較を示す。PS型は、周囲にガイドを取り付けずハウジングレスの状態で使用するファンである。ファンベルトを介さず、モータシャフトに直接取り付けるモータ直動型として使用する。

◎特長

①ファンブレード

ファンブレードには翼形状に成型加工した曲げ板ブレード翼を採用している。ただし、単純な翼形状ではなく、効率を向上させるた

めに3次的に捻りを加えた形状を流体解析シミュレーションを用いて開発した。流体解析シミュレーションにて計算した乱流エネルギーの分布図を図-8に示す。乱流エネルギーは、流れの強さ・大きさを表す量であり、値が小さいほど流れの乱れが少なく効率が良いことを示す。この図からブレード周辺に色が濃い部分すなわちエネルギー量が大きい箇所が少ないことが分かる。

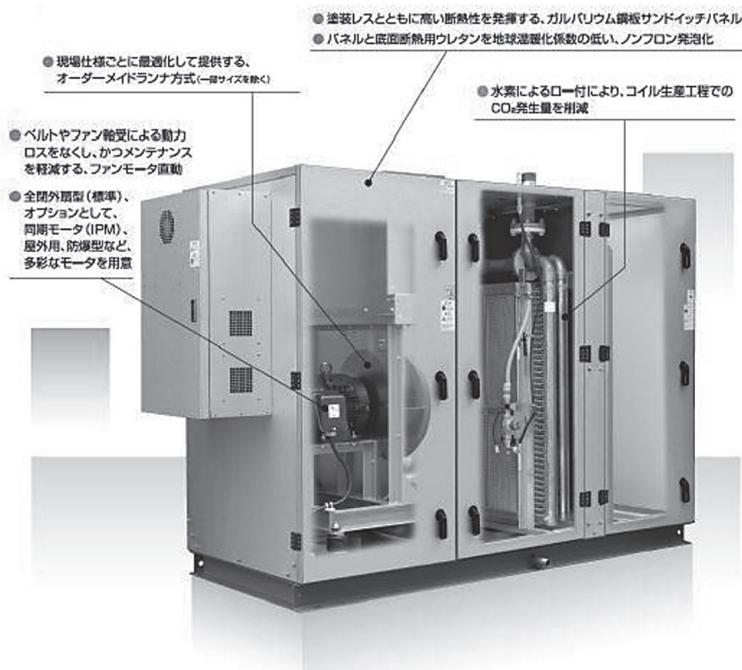


図-6 コンパクト型空調機 (AJ-DD型)

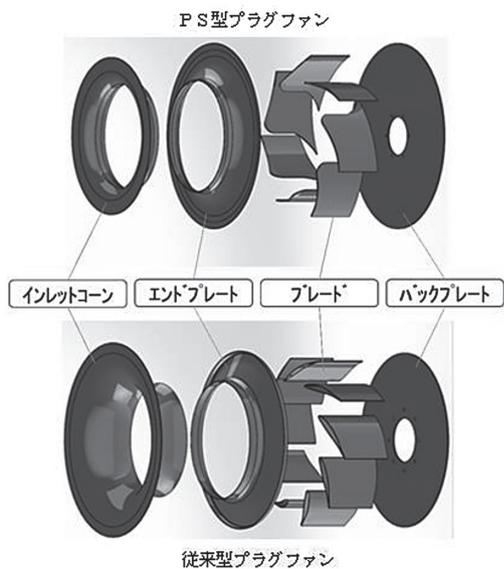


図-7 PS型・従来型プラグファン外観図

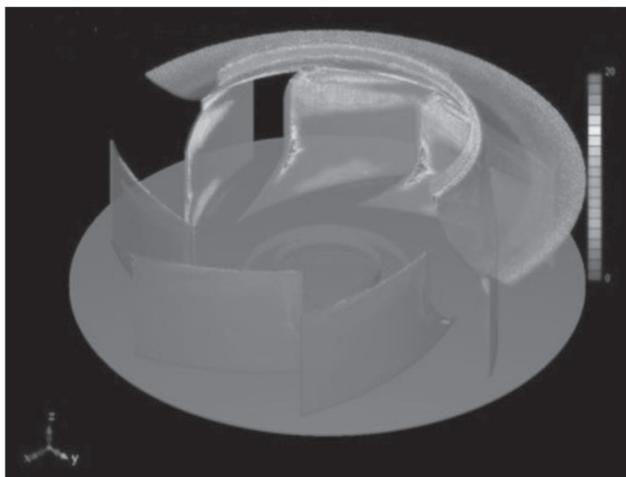


図-8 流体解析結果 (乱流エネルギー)

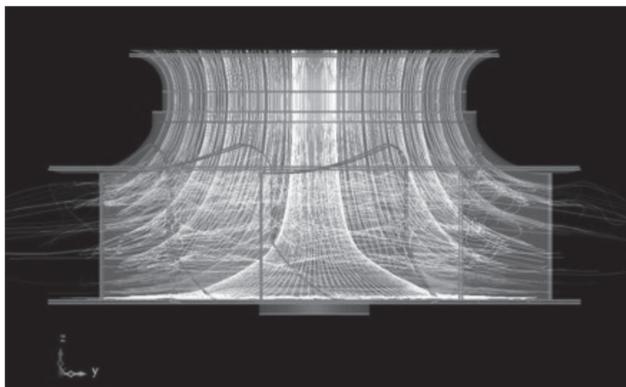


図-9 流体解析結果 (流線)

②インレットコーン

インレットコーンの大きさは、ファンランナを取り付けるファンモータユニットの寸法、空調機の外形寸法に影響する。PS型プラグファンのインレットコーンは、従来型に比べて小型化を実現している。インレットコーンは、ファンが空気を吸込む部分に該当するため、小型化した場合に空気がいかにスムーズに流れるかが重要な検討項目となる。開発にあたって、流体解析により空気の流れをシミュレートし、最適化を図ることにより入口から出口にかけてスムーズな流れとなっている。図-9に流線を表示した例を示す。

③ハウジングレス

従来型プラグファンをコンパクト型空気調和機に組込む場合は、効率を上げるためにガイド形状のハウジングを取り付けていた。PS型プラグファンは、ランナ単体での効率を向上させることでハウジングレスでハウジング付と同等以上の効率を実現した。

◎性能

①静圧効率

PS型プラグファンと従来型プラグファンの静圧効率の比較例を図-10に示す。最大静圧効率は、ハウジング付の従来型プラグファンの72%に対してPS型プラグファンは74%となり、ハウジングレスであっても2ポイント向上している。

②省スペース

インレットコーンの小型化およびハウジングレス方式の採用により、ファン室設置面積の省スペース化を実現した。図-11に設置面積を比較した例を示す。当社ユニットサイズ#60においての削減率は、約16%となっている。

③騒音

PS型プラグファンと従来型プラグファンの代表点における騒音値の比較を図-12に示す。実線はPS型、破線は従来型を示す。一般に吸音材・消音器での低周波域の減音効果が少ない低周波域で低騒音化を実現している。

4. コンパクト型空調機用コイル WTS型コイル

◎WTS型コイル

WTS型コイルは、フィン形状の最適化を行い性能が向上したコンパクト型空調機用コイルである(図-13参照)。伝熱特性を水側と空気側に分けた場合、水側がほぼ飽和していることから空気側の伝達特性の向上がポイントとなる。フィン形状、フィン面積、主管径、管ピッチを検討した結

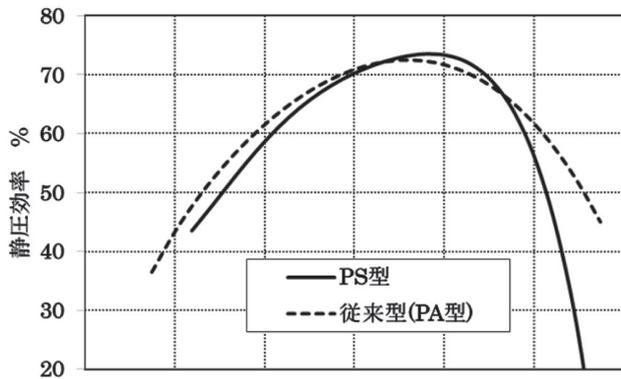


図-10 静圧効率比較

果，スリット形状の見直しが最も影響が大きいことを確認し，フィン形状の最適化を行った。

◎特長

①フィン形状

従来型ではフィンの片側だけに設けていたスリットを両面に設けて本数を増やし，直線的であったスリットの配置を主管に沿った配置に変更することにより熱交換効率を向上させた。

ユニットサイズ	ファン仕様	ファンサイズ	モータサイズ	W [mm]	L [mm]	設置面積 [m ²]	設置面積削減率
#60	従来型	PA-13D-100	2.2kW	680	678	0.046	▲15.5%
	PS型	PS320	2.2kW	590	660	0.039	

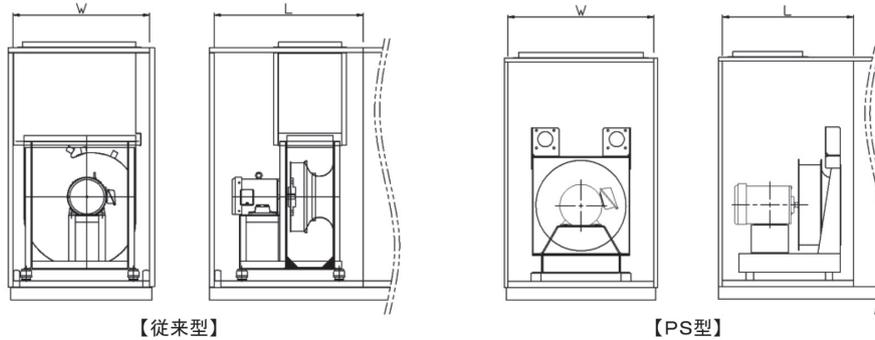
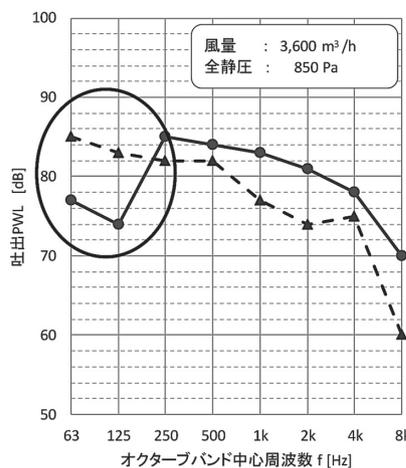
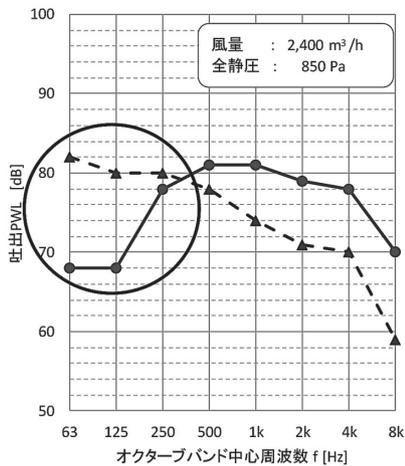


図-11 ファン室寸法・設置面積比較



凡例	ファンサイズ	回転数	静圧効率	電動機	OA
PS型	● PS280	3152 rpm	72%	1.5 kW	87 dB
従来型	▲ PA-13	2276 rpm	72%	1.5 kW	87 dB

凡例	ファンサイズ	回転数	静圧効率	電動機	OA
PS型	● PS320	3024 rpm	70%	1.5 kW	90 dB
従来型	▲ PA-14	2331 rpm	69%	1.5 kW	90 dB

図-12 騒音比較



図-13 WTSコイル外観図

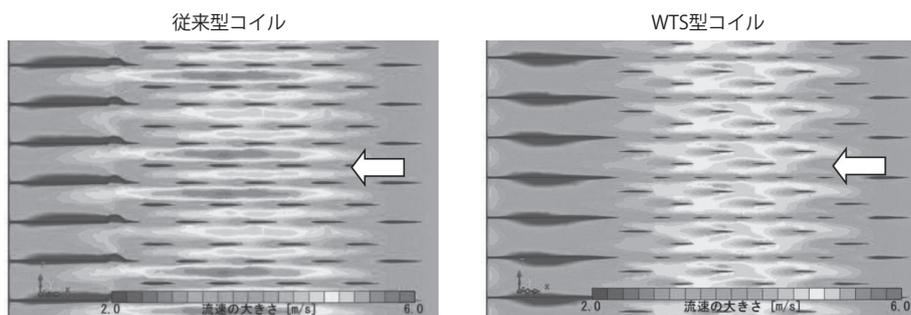


図-14 熱流体解析結果（フィン間風速分布）

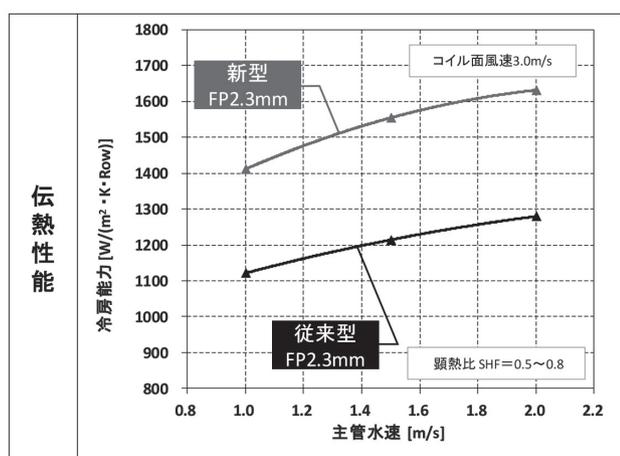


図-15 コイル能力

◎性能

①フィン間風速分布の均等化

フィン形状の最適化により、フィンに流れる風速が均等になりフィン出口の温度分布のムラを抑制することにより効率が向上した。図-14の熱流体解析結果に示すように、従来型コイルの中央部には赤く（誌面では濃く）極端に風速の速い部分がみられるが、WTS型コイルは赤い部分が無くフィン間の風速が均等になっているのが確認できる。

②コイル能力

図-15に従来型とWTS型の冷房比較結果を示す。本図から主管水速1.0m/時の冷房能力を比較すると、従来品1120w/(m²・K・Row)に対してWTS型1410w/(m²・K・Row)となり約26%向上している。このコイル能力の向上によって従来型よりコイルの列数を下げることができ、空気側圧損や軸動力の低減および主管材やフィン材の削減が期待できる。

5. おわりに

省エネルギー化に対応して送風運転効率を追求していくと、風速を抑えるためにどうしても機器の容積が大きくなる方向となる。一方で市場からは省スペースの要求が強く、また、建築設備のリニューアルでは設置スペースの制限を受ける場合が多いため、機器の容積を小さくすることが必要となるなど、更なる性能向上が求められている。今回紹介したPS型プラグファン・WTS型コイルは、「効率の向上」と「省スペース化」を両立したものである。今後も流体解析等のシミュレーションを用いるなどして、高効率性と省スペース性のバランスを考慮した製品の開発を進め、省エネルギー社会に貢献していきたいと考えている。

〈参考文献〉

- ・「高効率ダブルプラグファン空気調和機」
建築設備と配管工事 2010.5 No.642.Vol.48.No.6（日本工業出版）
- ・「コンパクト型空気調和機用新型プラグファン」
建築設備と配管工事 2020.2 No.778.Vol.58.No.2（日本工業出版）
- ・「コンパクト型空調機 DD型シリーズ」
カタログ「空気調和機シリーズ」新晃工業株式会社



井川 洋氏

1988年3月 大阪電気通信大学 工学部 電子物性工学科 卒業、1988年4月 新晃工業株式会社 入社、現在 同社 技術本部 第一テクニカルセンター 研究開発部 勤務

〒259-1302 神奈川県秦野市菩提160-1 新晃工業株式会社
技術本部 TEL：0463-75-1977 FAX：0463-75-1978