

新しい住宅用暖冷房機

New Type Domestic Gas Clean Heat Air Conditioner

Hitachi has developed a new type of domestic air conditioner which consists of a gas-heated warm air heater with a warming capacity of 3,500 kcal/h and a separate type room cooler with a cooling capacity of 2,000 kcal/h. It employs a blast type burner featuring stabilized, silent burning. Various kinds of gas can be used as a fuel. Since this air conditioner is designed in the forced draught balanced flue type, in which fuel gas and circulating air are completely separated, the atmosphere of the room can be kept clean. Also, it contains a dual thermometer for both room cooling and warming which, besides keeping the room temperature at a comfortable level all the year round, enables to economize on fuel and electricity. Another feature is that its compact design allows the user to install it in the room without elaborate installation work.

伊藤幸治* Kōji Itō
江口慎志* Shinji Eguchi
五月女要* Kaname Saotome
横山 精* Akira Yokoyama

1 緒 言

最近の所得水準の向上、生活様式の変化に伴い、快適な居住環境づくりに対する要望は年々高まり、一般住宅においても安全かつ健康的な暖冷房設備が必要不可欠なものになってきている。

このような状況の中で、現在わが国の一般家庭における暖冷房は、開放形ガス・石油ストーブによる暖房および電気冷房機（ルーム エアコン）による冷房が主流をなしているが、最近、強制給排気式密閉燃焼形（以下、FF式と略す）暖房機が注目を浴びている。

そこで、日立製作所では暖房と冷房を別々の機器で行わず、一つの室内機器で全機能を果たすオール シーズン形の住宅用個別暖冷房機として暖房の立上りの速いFF式ガス温風

暖房機にセパレート形ルーム エアコンの機能を組み込んだ新形の「パルエアコン」を開発したので、以下にその仕様、構造および特性について紹介する。

2 機能と特長

「パルエアコン」は、FF式ガス温風暖房機にセパレート形ルーム エアコンの機能を組み込んだもので、室内ユニット、室外ユニットおよびこの二つのユニットを連結する冷媒配管で構成している。図1はその構成図を、図2は室内ユニットの外観を示すものである。室内ユニットには、暖房用のFF式ガス燃焼器および熱交換器と冷房用の蒸発器を内蔵しており、室外ユニットには、冷房用の圧縮機と凝縮器を内蔵して

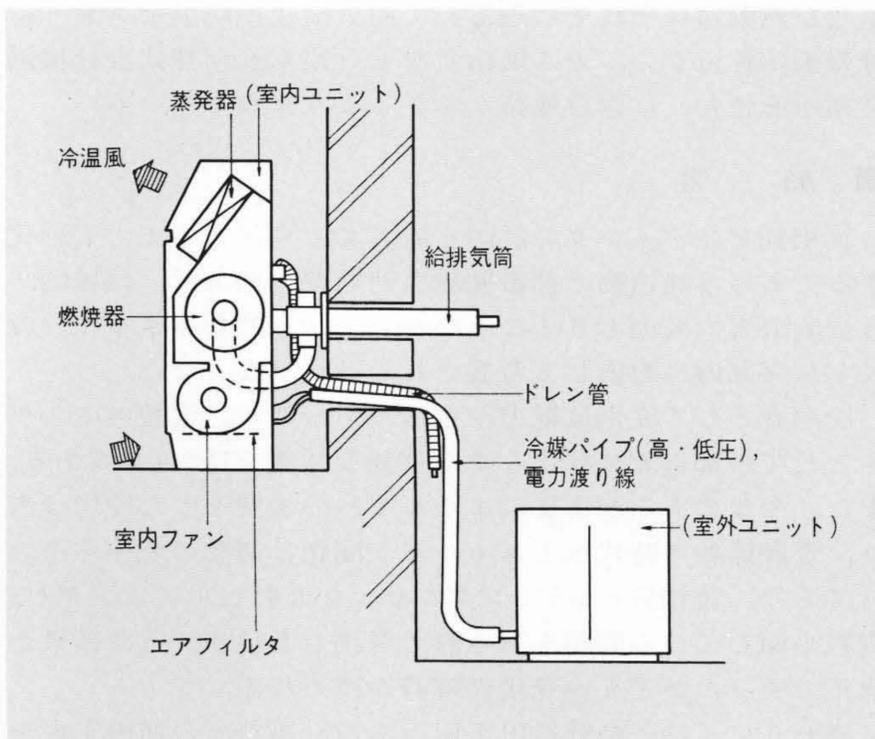


図1 「パルエアコン」構成図 「パルエアコン」は、室内ユニット、室外ユニットおよび冷媒パイプで構成している。

Fig. 1 Construction of "PAL AIR CON"

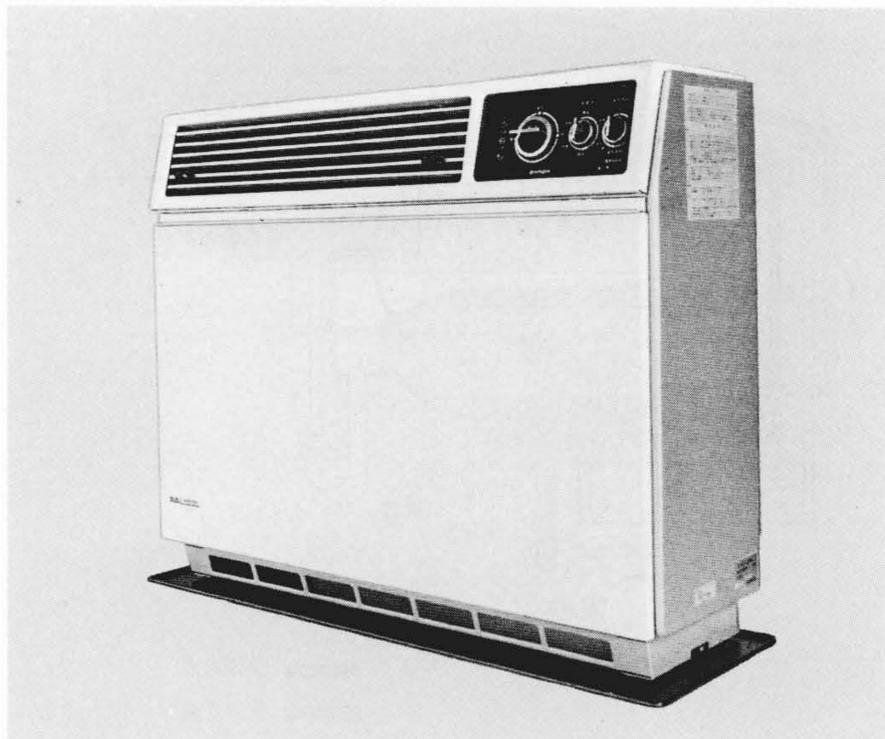


図2 「パルエアコン」外観 「パルエアコン」室内ユニットの外観を示す。

Fig. 2 Exterior View of "PAL AIR CON"

* 日立製作所柳井工場

いる。

室内の冷たい(または、暖かい)空気は、室内ファンにより燃焼器、蒸発器の回りを流れ、温風(または、冷風)となって室内へ吐き出される。

燃焼に必要な空気は、屋外より給排気筒から給気管を通して取り入れられ、燃焼によって生じたガスは排気管を通して同じく給排気筒から屋外へ排出される。

この「パルエアコン」の持つ機能と特長は次のとおりである。

(1) 1台の室内ユニットで暖房、冷房が可能である。

暖房と冷房が切換スイッチにより簡単に行なえ、年間を通じて有効に活用でき、暖房、冷房別個の機器を設置する必要がなく、室内空間の有効利用が可能である。

(2) 安定した大きな暖房能力

暖房熱源にガスを使用しているため、外気温度に左右されない強力な暖房が可能である。燃焼器は従来のブラスト式燃焼器の持つ騒音の問題に対して、火炎の旋回を均一にし、かつ火炎面の保持を確実にすることにより解決した新燃焼方式のブラスト式燃焼器で、安定した静かな燃焼が可能である。

(3) 安全かつ快適な暖冷房が可能

燃焼ガスを強制的に屋外へ排出するので、衛生的な暖冷房が可能である。また、暖冷房兼用のルームサーモを内蔵しているため室内を常に快適温度に保つことができ、かつ電気、ガスを節約できる。

(4) 設置工事が簡単

設置工事は給排気筒の取付け工事、冷媒配管およびドレンの排出工事のみであり、セントラル式暖冷房設備のように大がかりな工事を要せず、既設住宅にも簡単に設置できる。

3 仕様

「パルエアコン」の主な仕様は表1に示すとおりである。

(1) 能力

設置、使用される部屋として、8~10畳のリビングルーム、ダイニングルームを想定し、暖房能力は3,500kcal/h、冷房能力は2,000kcal/hとしている。

(2) 外形寸法

室内空間の有効利用、設置場所の自由な選定を可能にするため、できるだけコンパクトにまとめることを主眼とし、幅寸法は半間(900mm)に収まる寸法850mm、高さ寸法は一般住宅の窓下寸法を考慮し690mmとしている。

(3) 給排気筒

給排気を燃焼ガスのドラフトによっているBF式と異なり、外気に面した壁面に直接取り付けの必要がないというFF式の特長を最大限に生かすために、わが国の一般住宅の構造や寸法を考慮し、直管5m、曲がり3箇所まで延長可能としている。

(4) 安全装置

停電時のガスシャ断装置、燃焼確認のための口火安全装置、誤操作によるガス流出・爆発点火防止装置、異常過熱防止装置などを備えて、安全性に万全を期している。

(5) ガス種の転換方法

東京瓦斯株式会社をはじめ、各地で進められている石炭系都市ガスから天然ガスへの転換計画に対処するため、転換方法をコック・ガバナによるガス量調整のみとしている。

(6) 暖房専用

暖冷房設置計画、据付工事の面から、室内・室外ユニットの同時設置が必ずしも期待できぬことから、室内ユニット単体で暖房運転可能としている。

表1 「パルエアコン」仕様 「パルエアコン」のおもな仕様を示す。

Table 1 Specification of "PAL AIR CON"

項目	仕様
形式	室内：GHC-320 室外：RAC-221
外形寸法	室内 高さ 690×幅 850×奥行 350 (mm)
	室外 高さ 405×幅 695×奥行 320 (mm)
暖房	暖房能力 3,500kcal/h
	ガス種類 都市ガス：(6B, 13A)
	ガス消費量 都市ガス：4,250kcal/h
	燃焼器形式 ブラスト式燃焼器
	点火方式 高圧放電式
	給排気方式 強制給排気方式
	ゴム管接続口 9.5mmφ
安全装置	口火安全装置(サーモカップル式)温度ヒューズ、過熱防止サーモ、風圧スイッチ、停電安全装置、パイロット電磁弁、爆発点火防止装置
	加湿装置 内蔵
	消費電力 80/85W
冷房	冷房能力 2,000/2,240kcal/h
	蒸発器形式 クロスフィン式
	冷媒 R-22 0.97kg
消費電力 1,100/1,240W	
送風	ファン形式 両吸込形2連多翼送風機
	標準風量 強冷・送風 8 m ³ /min, 強暖 6 m ³ /min, 弱冷・弱暖 4 m ³ /min
温度調整	暖冷房兼用ルームサーモ
電源	単相 100V 50/60Hz
重量	室内：52kg 室外：37kg

4 構造

室外ユニットは従来のセパレート形ルーム エアコンのものと同一なので、ここでは室内ユニットについて説明する。

図3は、室内ユニットの内部構造を示すものである。同図に示すように、最下段に室内空気循環用の室内ファンを設け、その上に暖房用の燃焼器と熱交換器を、最上段に冷房用の蒸発器を設けている。また、仕切板を介して右側に制御機構、給排気ファンを配置し、右上方に操作部を配置している。各部品の配置に際しては、冷房時の露付きの問題、熱交換器の過熱の影響、安全性、操作性などを十分に考慮している。主構成部品の機能、構造の詳細は次に述べるとおりである。

4.1 燃焼器

一般家庭に供給されるガスの諸性質は、ガス会社により異なっている。また前述したように各地でガス種の転換が計画されている。ガスの組成、比重などは燃焼に影響を及ぼすので、性状の異なるガスを良好に燃焼させるには、良好燃焼域の広い燃焼器が要求される。この要求に適合する燃焼器としてはブラスト式燃焼器がある。ブラスト式燃焼器は騒音が高いという欠点を有しているが、騒音を低下できれば、家庭用としても理想的な燃焼器とすることができる。

一般に燃焼騒音を低下させる手段として、次の3項目が取り上げられ、研究されている^{(1)~(4)}。

- (1) 火炎面の保持を確実にする。
- (2) 局所的なうず流れをなくし、燃焼面に対し均一なうず流れとする。
- (3) 炎口形状に合った一次、二次空気割合を定める。

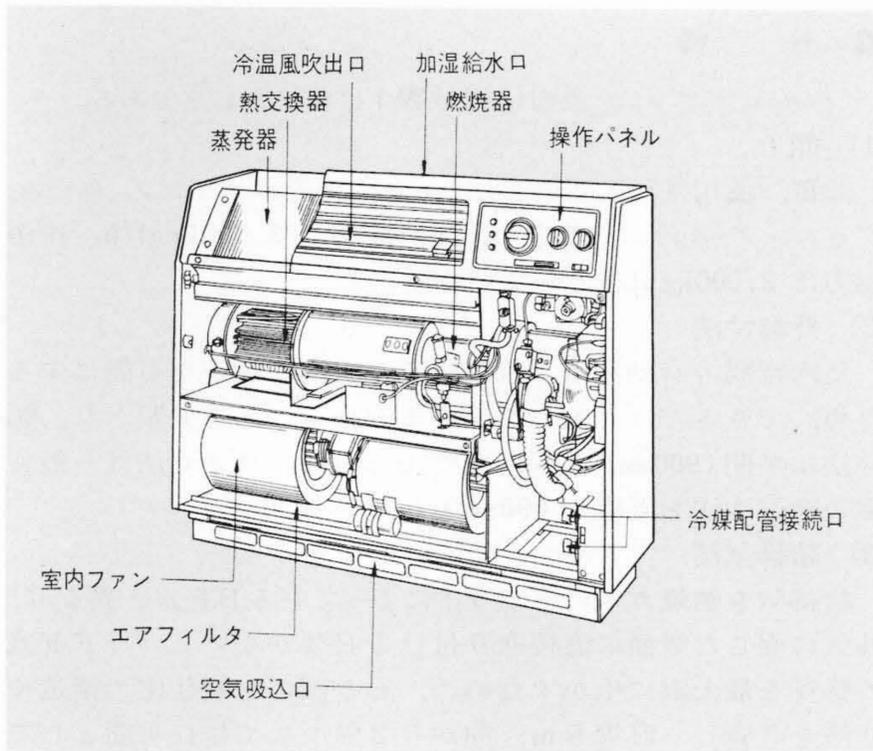


図3 室内ユニット内部構造 本体下部に室内ファンを、その上に燃焼器、熱交換器を、最上部に蒸発器をそれぞれ配置している。

Fig. 3 Interior Construction of Room Unit

そこで今回、この3項目に注目し研究を行なった結果、騒音の低い新燃焼方式のブラスト式燃焼器を開発した。

「パルエアコン」では、この新開発の燃焼器を採用している。

図4は、この燃焼器の概略構造を示すものである。

本燃焼器の持つ特長は次のとおりである。

- (1) ガス種の転換がガス量の調整のみで簡単にでき、ノズル交換などの不安定作業が不要である。
- (2) 良好燃焼を保つ空気過剰率調整幅が、従来の燃焼器に比べて大きくとることができ、ガス種の違いによる燃焼に必要な空気量の差、給排気管を延長した場合の抵抗損失変化によ

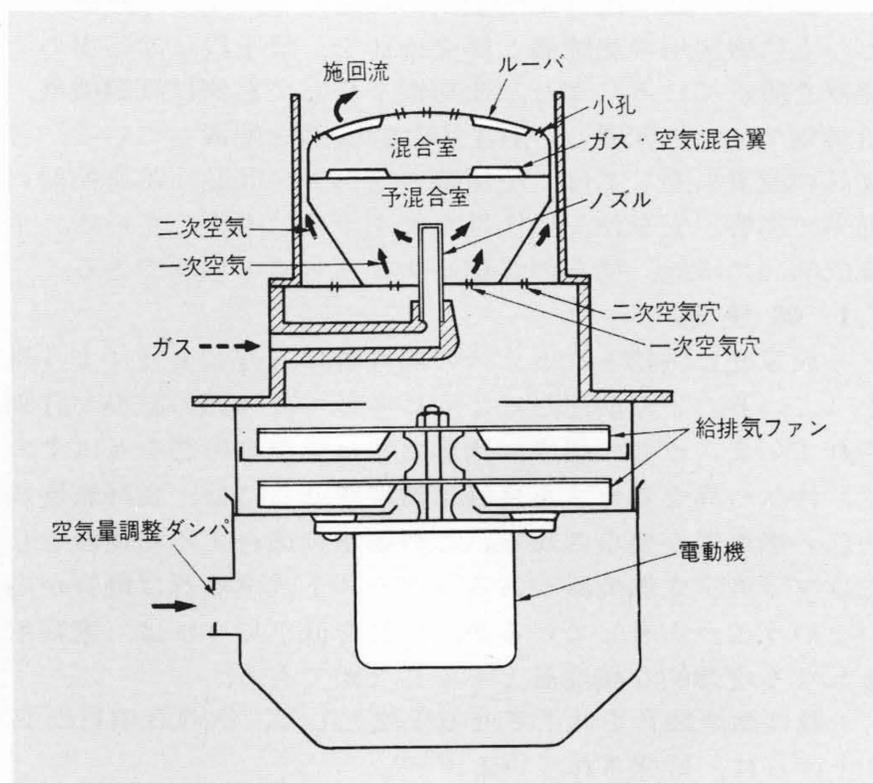


図4 燃焼器の内部構造 旋回流を与えて、高負荷燃焼を可能にしている。

Fig. 4 Construction of Burner

る空気量の変化を無視することが可能であり、空気量調整ダンパの調整が不要である。

(3) 熱触媒などを用いることなく、高負荷燃焼が可能である。

4.2 熱交換器

高負荷燃焼が可能であるというブラスト式燃焼器の特長を生かし、家庭用暖冷房機としてコンパクトにまとめ、かつ熱交換効率を上げるため、高温に耐え得るステンレス鋼製の多管式熱交換器を採用している。

4.3 蒸発器

蒸発器は従来のセパレート形ルームエアコンと同一のクロスフィン形であるが、熱交換器の過熱による冷媒の劣化、冷房運転時の露の滴下を考慮して特に設計している。

また、室内ユニット単独で暖房運転可能なように冷媒受液器を設け、まず室内ユニットを設置して暖房運転のみ行ない、冷房が必要となったときに室外ユニットを設置して冷房を行なうという、融通性のある暖冷房設置計画、据付工事を可能にしている。

4.4 送風機

送風機は、他の形式の送風機より小形で風量、風圧が大きく、低騒音の両吸込2連多翼送風機を採用している。また、風量を暖房、冷房各2段に切換えできるようにし、強力な暖房・冷房、静粛な暖房・冷房の切換を可能にしている。

4.5 操作機構および制御機構

操作機構は、操作性を考慮し室内ユニット右上部一箇所に集めている。暖房操作は、ガス操作の安全性を考慮し、ガスの元せんの開閉操作と電気操作の2操作とし、冷房操作は電気操作の1操作としている。また室内温度を常に快適に保つために、暖冷房兼用ルームサーモを内蔵している。

図5は、ガス配管系と制御機構の関係を示すものである。配管系には、主燃焼器用、パイロット燃焼器用のガバナをそれぞれ設け、供給ガス圧が変動しても燃焼熱量を一定に保ち安定燃焼を可能にするとともに、コックによるガス種の転換を容易にしている。

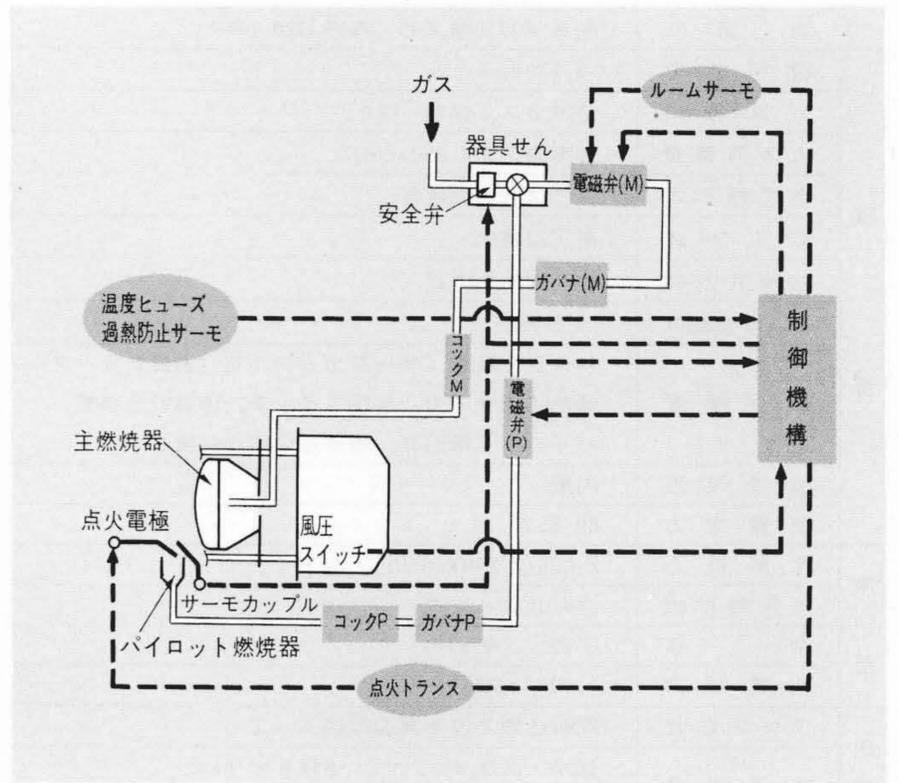


図5 ガス配管系統と制御機構 口火安全装置、温度ヒューズなどを設け、安全性に万全を期している。コックM、コックPの切換えによりガス種の転換を行なう。

Fig. 5 Gas Conduit and Control System

5 特 性

冷房特性については次の機会に譲り、おもに暖房特性について述べる。

5.1 燃焼特性

燃焼器の良否を判定するために、次に示す確認試験を行なっている。

- (1) 1ガスと称する拡散が悪く、不完全燃焼しやすいガスによる黄炎、COの発生の有無の確認試験
- (2) 2ガスと称する燃焼速度が速く、逆火を起こしやすいガスによる逆火、消火音の有無の確認試験
- (3) 3ガスと称する燃焼速度が遅く、吹き消えを起こしやすいガスによる吹き消え、炎の浮上がり（リフト）の有無の確認試験
- (4) 上記(1)～(3)の供給ガス圧変動、電源電圧変動による確認試験

石炭系都市ガス(6B)、天然ガス(13A)の各種ガスを使用して、給排気筒標準の場合および給排気管を延長した場合について確認した結果を表2および図6にそれぞれ示した。同図、表に示すように、燃焼熱量2,800～5,000kcal/h、空気過剰率1.1～給排気ファン能力限界までの広範囲にわたり良好燃焼が可能である。ことに空気過剰率1.2以上においては、CO/CO₂は0.0003以下と「ガス事業法」に定める基準0.02以下を大幅に下回る良好な値となっている。

5.2 耐風特性

「パルエアコン」は給排気筒を屋外に面する壁面に設置し、燃焼用の空気を屋外より取り入れ、燃焼ガスを屋外へ排出している。このため、燃焼状態は屋外の風の影響を受ける。この風の影響の程度を判別するため、耐風試験を実施している。耐風試験は、強風を仮想し0～20m/sの風を図7に示すように、給排気筒に対し水平方向20度上方の各方向から当て、5.1の(1)～(4)に述べた燃焼性能確認試験を行ない、風の影響の有無を判別するものである。石炭系都市ガス(6B)、天然ガス

表2 燃焼確認試験結果 都市ガス(6B)、天然ガス(13A)についての燃焼確認結果を示すもので、2,800～4,500kcal/hまで良好燃焼可能である。

Table 2 Combustion Characteristic of Burner

確認項目	燃 焼 熱 量 (kcal/h)	判 定 結 果
黄炎確認	3,900～5,000	発 生 せ ず
逆火確認	1,900～4,500	な し
消火音確認	1,900～4,500	"
リフト確認	2,800～4,500	"

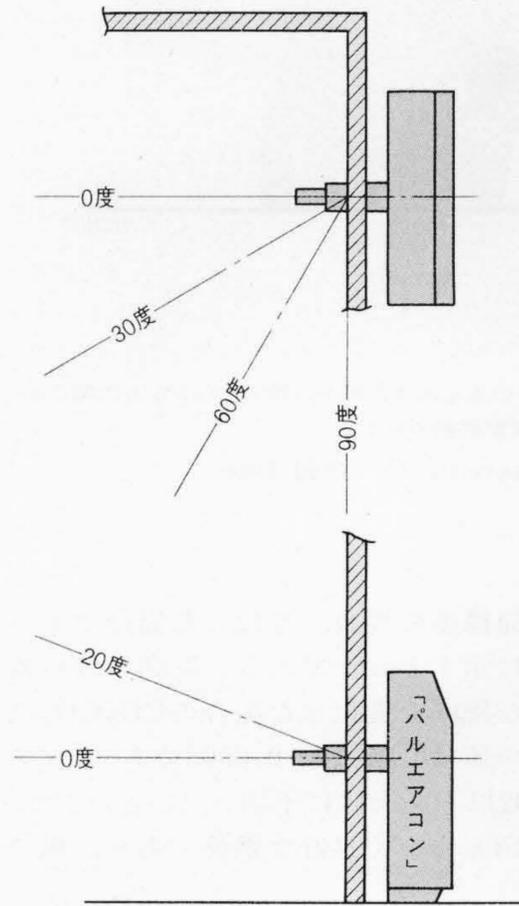


図7 耐風試験状況
図に示す各方向より、0～20m/sの風をあて燃焼状態を試験する。
Fig. 7 Testing Equipment for Wind Blow

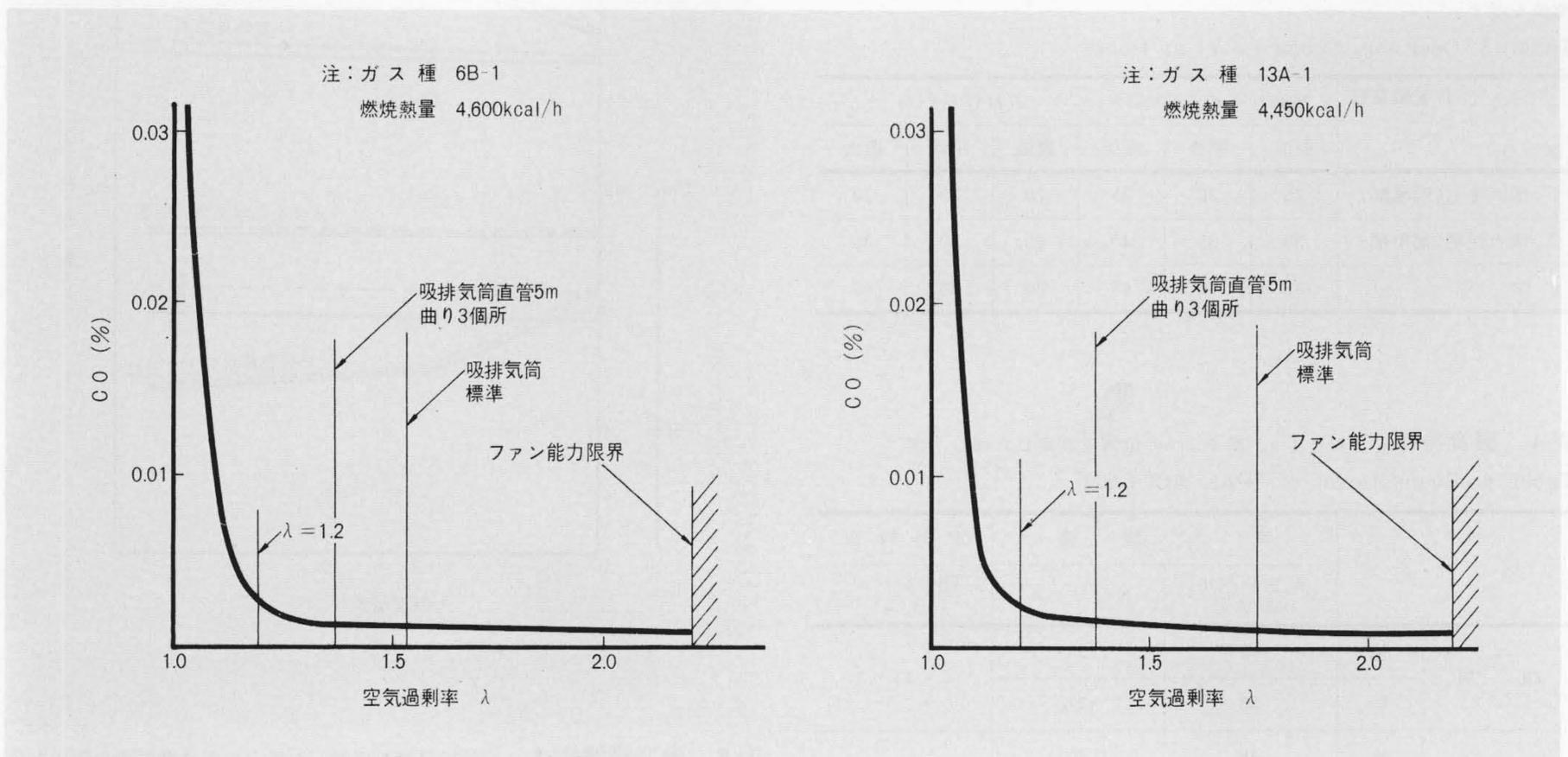


図6 燃焼特性 CO発生率と空気過剰率との関係および実使用状態の値を示す。
Fig. 6 Combustion Characteristic of Burner

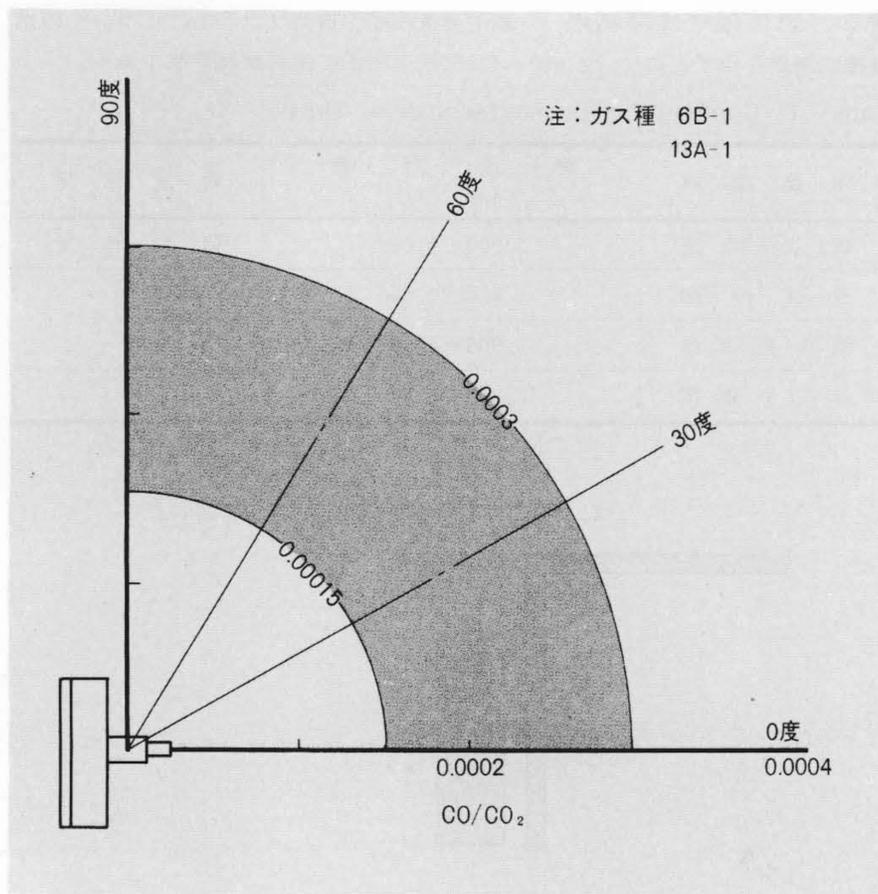


図8 耐風特性 0~20m/sの風をあてた場合の風向とCO/CO₂の関係を示す。濃い網目部がCO/CO₂の変動範囲である。

Fig. 8 Combustion Characteristic for Wind Blow

(13A)を使用し、給排気筒標準の場合、延長した場合について、試験した結果は図8に示すとおりである。同図において黒塗り部分が、風速および風向が変化した場合のCO/CO₂の変動の範囲であるが、その値は0.00015~0.0003であり「ガス事業法」に定める基準0.02以下を大幅に下回っている。また、逆火、消火音および吹き消えもなく良好な燃焼であり、風の影響は少ない

表3 室内の許容騒音値 許容騒音値について空気調和衛生工学会の推奨値を示す。

Table 3 Desirable Sound Level at Room

区分	許容騒音値			NCレベル		
	最低	平均	最大	最低	平均	最大
個人住宅(田園部)	25	30	35	20	25	30
個人住宅(都市部)	30	35	40	25	30	35
アパート	35	40	45	30	35	40

表4 騒音特性 前方1m, 高さ1mの位置で測定した値を示す。

Table 4 Sound Level of "PAL AIR CON"

区分		室内騒音		室外騒音
		騒音レベル (dB(A))	NCレベル	騒音レベル (dB(A))
暖房	強	42	34	43
	弱	38	27	
冷房	強	48	40	44
	弱	37	27	

5.3 熱交換器性能

給排気筒標準の場合、給排気管を延長した場合につき、都市ガス(6B)および天然ガス(13A)の標準ガスを使用して試験した結果は図9に示すとおりである。本体熱交換効率と正味熱交換効率は、本体出口と給排気筒出口の2箇所での排気ガス温度を測定し求めた。同図に示すように、給排気筒標準、給排気管延長の場合の本体能力の差はほとんどなく、84~85%であり良好である。また、排気管を5m延長した場合、排気管からの放熱により約2%効率が上昇している。

5.4 騒音特性

騒音を評価するには、音の大きさ(騒音レベル)で表わすのが一般的であるが、その他に通話の妨害度をおもに考慮して、可聴周波数をオクターブバンドに分け、それぞれの音圧レベルを通話の難易をもとにして定めた値(NCレベル)で表わす方法がある。室内騒音の許容値として、空気調和衛生工学会が薦めている騒音レベルの値およびNCレベルの値⁽⁵⁾は表3に示すとおりである。

実際の据付状態における騒音は環境によって異なるが、ここでは機器単体の騒音として、無響室で周波数分析計により測定した結果を表4に示した。同表は都市ガス(6B)、天然ガス(13A)を使用し、本体の前方1m, 高さ1mの点で測定した値である。表3~4から明らかのように、「弱」運転の場合、騒音レベル、NCレベルとも個人住宅(都市部)における値を満足しており、8~10畳の部屋に据え付けた場合の機器からの距離による音の減衰を考慮すれば、田園都市部の個人住宅における値も満足し得る。

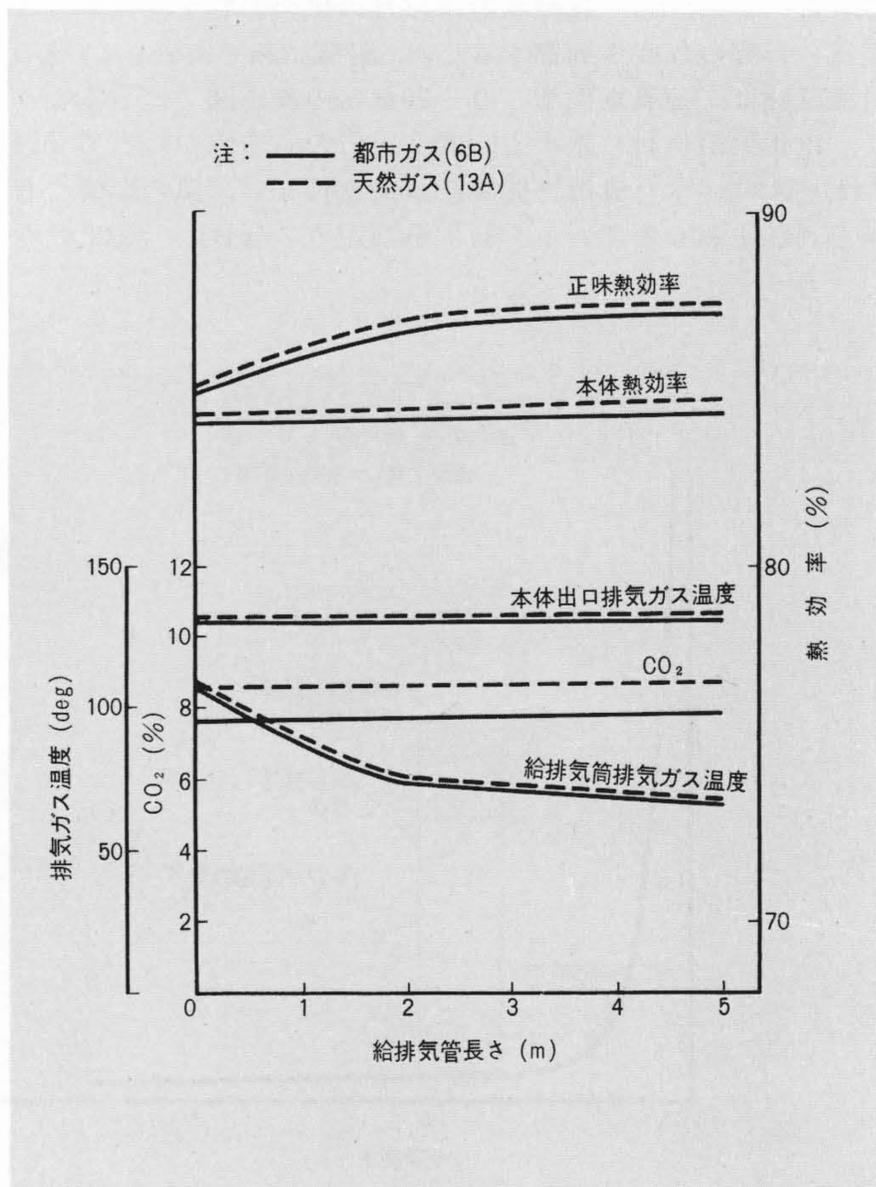


図9 熱交換器特性 給排気管を延長した場合の熱交換効率の変化を示す。正味熱効率は、排気管からの放熱も含む値である。

Fig. 9 Characteristic of Heat Exchange Efficiency

5.5 実用特性

図10に示す試験室に「パルエアコン」を設置し、都市ガス(6B)を使用して暖房運転をした場合の室温上昇の割合と温度分布およびこのときのルームサーモの作動を測定した結果を図11, 12に示した。両図より次のことが明らかである。

- (1) 室内の垂直、水平の温度分布が良好で、その温度差は垂直分布で2°C(床上0.5mと2mの位置)、水平分布で約1°C(床上1m)である。
- (2) 暖房の立上りが速く、暖房開始後約10分で快適温度(17.2~22.7°C)に達する。
- (3) ルームサーモの作動による室温の高低差は約3.5度であり、実用上問題はない。また室温20°Cに保つための燃焼器の稼働率は約50%にとどまっている。

6 結 言

以上述べたとおり、「パルエアコン」は住宅用個別暖冷房機として、ほぼ完全な機能、特長を有している。最近の一般家庭における暖冷房設備の普及は目覚ましいものがあるが、現在の暖冷房設備の状況、家屋構造、エネルギーの供給事情および省エネルギー問題から考えて、「パルエアコン」こそ顧客の要望に十分こたえ得るものと信ずる。今後さらに、わが国の事情に合致する真の住宅用暖冷房機として、この機種の実用と発展を図ってゆく所存である。終わりに臨み「パルエアコン」の開発にあたり、終始ご指導賜わった東京瓦斯株式会社需要開発室の各位に対し深く謝意を表わす次第である。

また製品化に際し、日立製作所日立研究所、機械研究所、デザイン研究所、栃木工場並びに住宅設備事業部システムラボラトリの御協力を得たことを付記する。

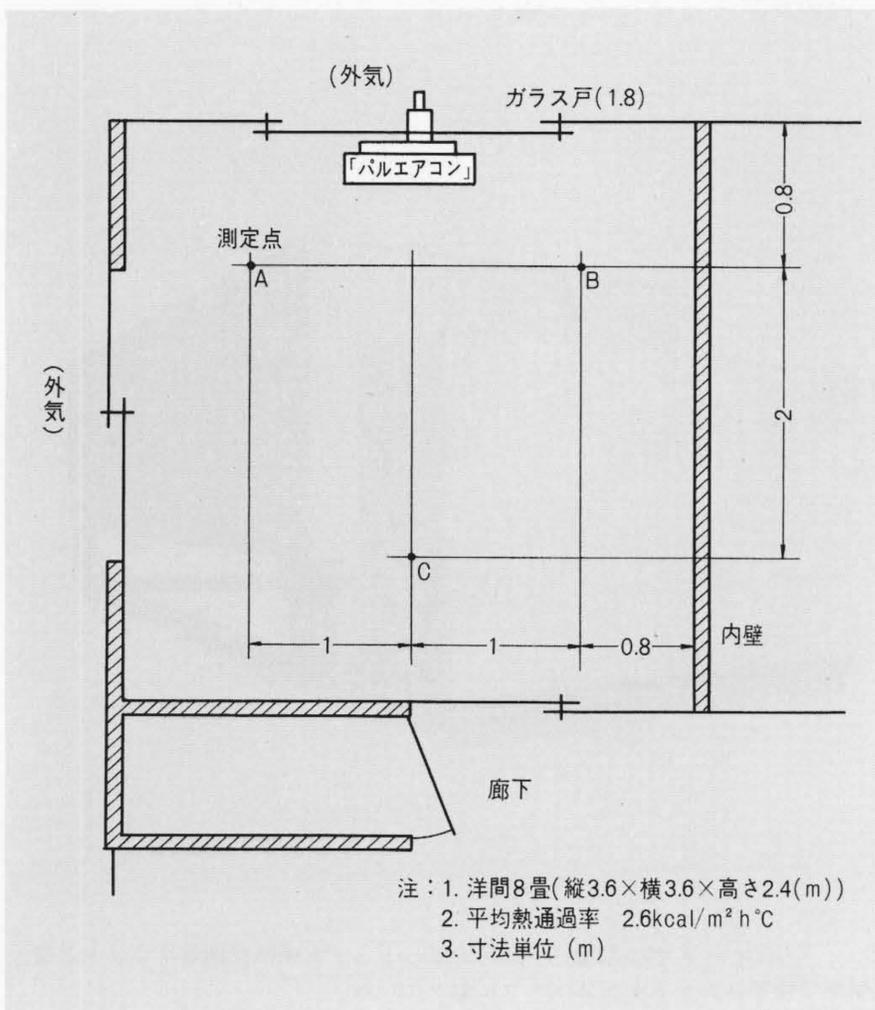


図10 実用試験室平面図 実用試験状況を示す。A, B, Cの3点で温度を測定した。室壁の平均熱通過率は2.6kcal/m²h°Cである。

Fig. 10 Test Room

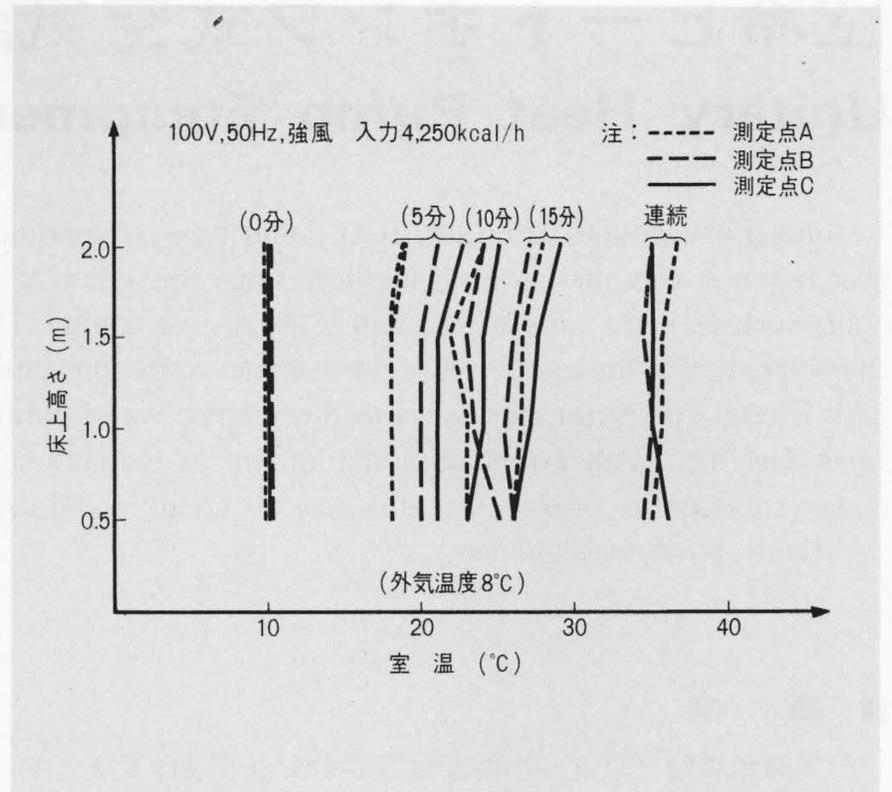


図11 暖房特性 図10に示す試験室に設置し、入力4,250kcal/h、強風で運転した場合の暖房立上り特性および温度分布を示す。

Fig. 11 Characteristic of Heating

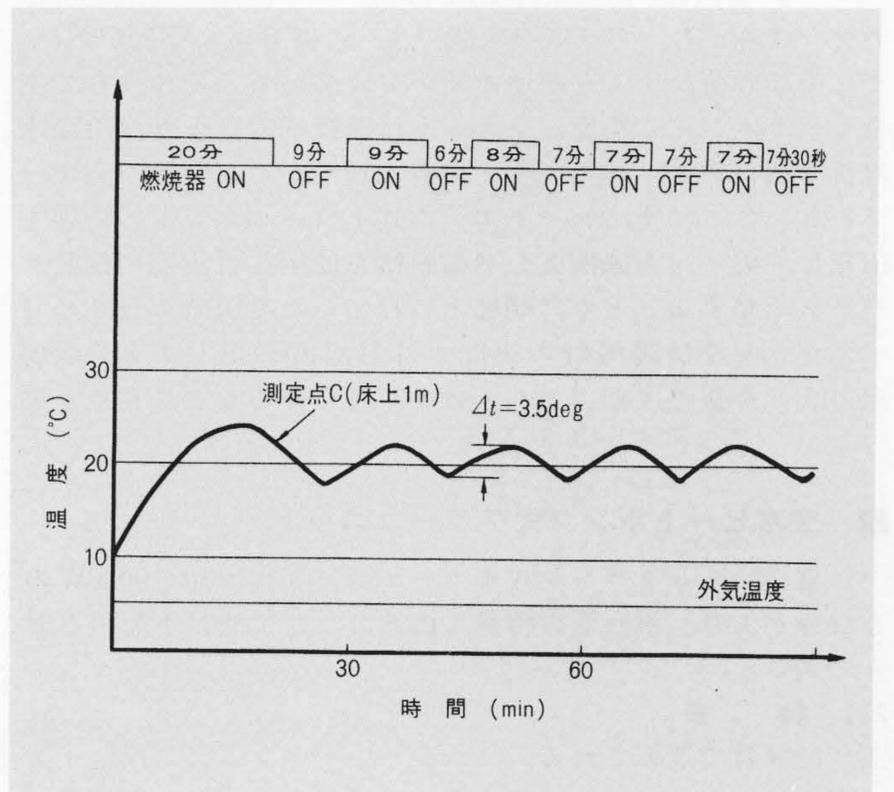


図12 ルームサーモ作動特性 入力4,250kcal/h、「強風」、ルームサーモ設定値「中」の場合のルームサーモ作動による室温変化を示す。室温の高低差は約3.5degである。

Fig. 12 Room Temperature During Heating

参考文献

- (1) Béer, "Combustion" 7-10 (1961-2)
- (2) 川口, 「予混合施回火炎に関する研究」第9回燃焼シンポジウム(昭46-12)
- (3) 大岩, 「対向噴流火炎に関する研究」第9回燃焼シンポジウム(昭46-12)
- (4) Lewis, "Combustion and Flame"(1961)
- (5) 空気衛生調和工学会: 「空気調和衛生工学便覧」上巻, 410~418 (昭-38)