HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ホールにおける椅子吹出し空調の温熱環境評価事例
Author(s)	大島, 昇; 寺田, 敦; 杉浦, 匠 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム（平成10年11月5日（木）-6日（金） 北海道大学学術交流会館） . 7 調査事例 . P7-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 258-263
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7360
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-7-5_p258-263.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

7－5　ホールにおける椅子吹出し空調の温熱環境評価事例

大島　昇，　寺田　敦，　杉浦　匠，　今西 英統（日立プラント建設）

1．はじめに

ホール等の大空間における空調方式として、床吹出しや椅子吹出しの居住域空調が行われている。又地球温暖化防止対策としての省エネの点からも椅子吹出し空調は効果があると期待されている。しかし従来ホールにおいて暖房時の椅子(床)吹出し空調の採用例はあるが、冷房時の採用例はほとんどない。これは足元のコールドドラフト等の問題が懸念されている為である。

そこで、本報では当社が受注･施工した冷暖房共椅子吹出し空調(壁吹出し併用)を採用した某音楽ホールの冷・暖房時の温熱環境を実測し、温度分布と快適性について評価検討した結果について報告する。

2．椅子吹出し空調の概要

2－1．建物概要

所 在 地：　埼玉県
用　　途：　大ホール(1000 席)，会議室，レストラン
延床面積：　約 9,000 m²(ﾎｰﾙ面積 610 m²)
竣　　工：　平成 9 年 12 月

2－2．設備概要

主要機器：　ガス直焚吸収式冷温水発生機 320RT×1 台
空 調 機
客席椅子系統(19,000CMH)客席壁系統(21,000CMH)
設計条件：　表 1 参照
ダクト系統図：　図 1 参照

表 1．設計温湿度条件

	外　気	
	温　度	湿　度
夏	35℃	53.4%
冬	-0.5℃	36%

	客　席	
	温　度	湿　度
夏	26℃	50%
冬	22℃	40%

(1)椅子吹出し機構

客席椅子廻り詳細図を図 2 に示す。床下より給気ダクトを立上げ、座席下のチャンバーで受け、チャンバー底面のパンチングメタルより下向きに吹出す機構となっている。

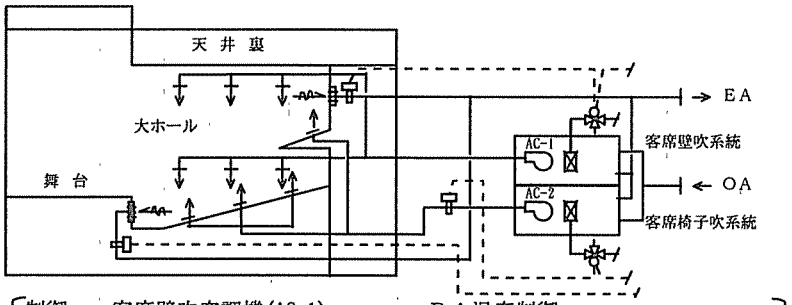


図１　ダクト系統図

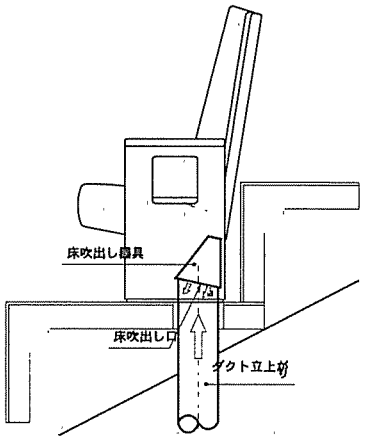


図２　床吹出し椅子廻り詳細図

(2)制御方法

客席上部系統空調機は 3 方弁による還気温度制御、椅子吹出し系統空調機は 3 方弁による給気温度制御を行っている。椅子吹出し空調機は通常時、快適性を考慮し、給気温度を冷房時下げすぎず、暖房時上げすぎないようにしているが、立上り時等はその給気温度をリセットできる。これは冷房時、立上り時や過大負荷時、椅子吹出し系統空調機の設定給気温度を解除し、あらかじめ設定された給気下限値温度まで給気温度を下げていくものである。暖房時は、逆に給気上限値温度まで給気温度を上げていく制御となる。

3．温熱環境測定概要

3－1．測定概要

吹出条件は床･壁併用とし､3 回に分けて実施した(表 2 参照)。1 回目は冷房時における温度・気流測定。2 回目は冷房時における吹出し温度別快適性評価。3 回目は暖房時の温度気流測定及び吹出し温度別快適性評価を行った。
(暖房時床･壁別々運転データも取得したが､今回省略する。)

表 2　測定概要

	第 1 回	第 2 回	第 3 回
日程	9/9～10	10/20～21	12/18～19
冷暖	冷房	冷房	暖房
AHU 状態	客席 冷房 舞台 送風	同左	客席 暖房 舞台 暖房
測定内容	温度, 気流	同左＋ 湿度 放射温度	同左
	－	快適性	快適性
測定箇所	○ﾎｰﾙ平断面 ○椅子廻り	○ﾎｰﾙ平面	○ﾎｰﾙ平断面 ○椅子廻り

3－2．測定項目

①温度 ････ホール平･断面図，椅子廻り，
　　空調機の給気・還気・外気
②気流 ････床吹出口，吸込口，椅子廻り
③湿度・放射温度・ＰＭＶ ････ホール中央

3－3．測定条件

設計条件と今回測定条件の比較を表 3 に示す。

表 3　設計条件と今回測定条件の比較

項目		設計条件	今回測定条件 第 1 回	今回測定条件 第 2 回	備考
冷房実験	測定日時	夏季	平成 9 年 9 月 9･10 日	平成 9 年 10 月 20･21 日	
	ホール温度	26℃	22℃設定	23℃設定	空調機 RA 設定温度
	熱負荷	人員 1,000 人 外気 35℃	人員 8 人 外気 25℃～31℃	人員 22 人 外気 24.3℃～26.6℃	
	椅子吹き系統 空調機吹出し温度	19.7℃	19.7℃設定	21･20･19･18℃の (全体 20℃)	
暖房実験	測定日時	冬季		第 3 回 平成 9 年 12 月 18･19 日	
	ホール温度	22℃		22℃設定	空調機 RA 設定温度
	熱負荷	人員 1,000 人 外気 -0.5℃		人員 21 人 外気 12.7℃～14.9℃	
	椅子吹き系統 空調機吹出し温度	25.3℃		25･33･36･42℃の (全体 33℃)	

3－4．測定方法及び測定箇所

(1)平・断面図
①温度 ････熱電対（但し断面はヘリウム入り気流(直径 1 m)使用：写真 2)
②気流 ････熱線風速計
③測定箇所 ････温度：図３－１，３－２気流：図３－1
(2)椅子廻り（写真 1)
①温度 ････熱電対
②気流 ････3 次元風速計
③測定箇所 ････温度･気流：図３－３

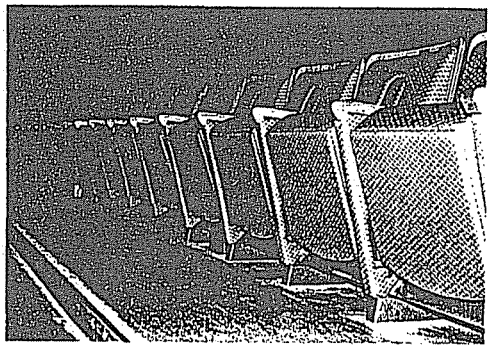


写真 1　椅子吹出口

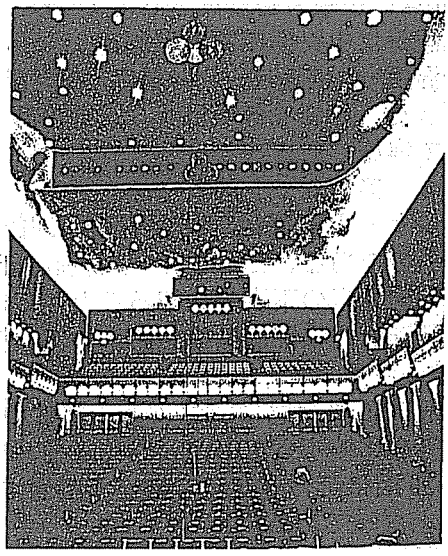


写真 2　断面温度測定 1

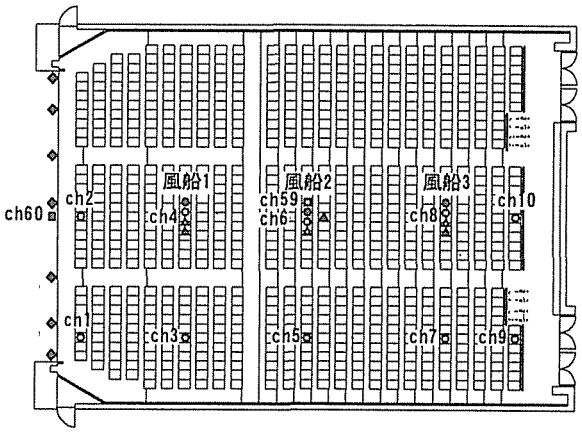
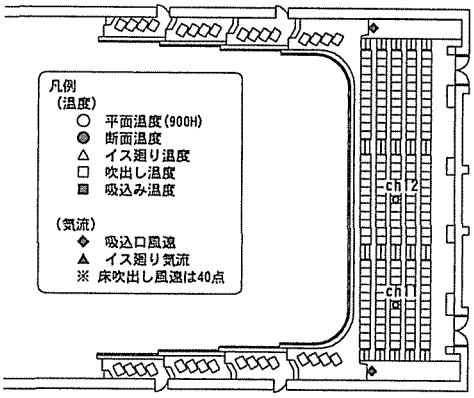


図３－１　平面温度・気流測定位置図(1F)



同左（2F）

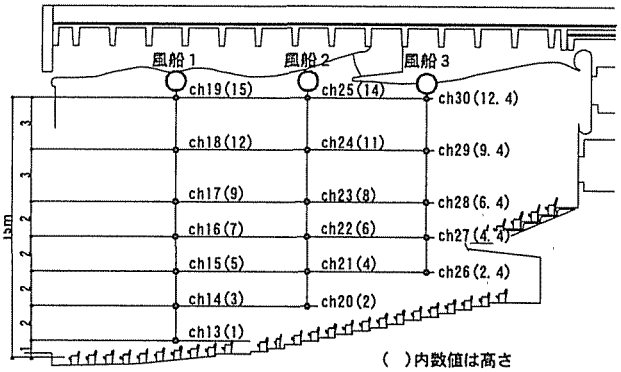


図３－２　断面温度測定位置

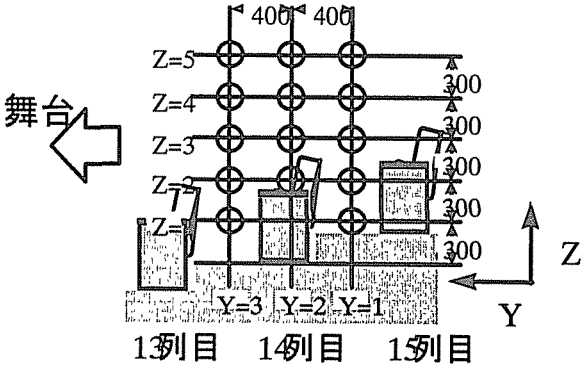


図３－３　椅子廻りの温度・気流測定位置(椅子中央)

４．快適性評価方法

今回の温熱環境評価は、建設省建築研究所による『オフィスの室内環境評価法「ＰＯＥＭ―Ｏ」精密版』のうち熱環境評価の一部を参考にして行った。

４－１．物理量測定位置及び内容

被験者の配置及び物理測定位置を図４に示す。1000 人収容のホールに対して、今回の実験では被験者 20 名のみであったため、1 階客席の中央部を代表点とした。図 5 に示すとおり、横 5 席×4 列の計 20 席に被験者を着席させてアンケート調査を行い、同時に中央部にて物理測定(上下温度差・椅子吹出温度・気流速度・放射温度・相対湿度・ＰＭＶ)を行った。評価は各項目共 5 段階の評価基準値を決めて実施した。

４－２．アンケート調査方法

アンケート調査は、居住者の心理評価を行うためのものである。これにより、物理評価では表れてこない居住者の不満等を知ることができる。評価は物理評価と同様評価基準値を決めて実施した。

(1) 被験者

一般的に温冷感に敏感である女性の回答と男性の回答を比較するために、女性 8 名，男性 12 名の合計 20 名にて行った。なお、年齢層は 20 代から 40 代となっている。

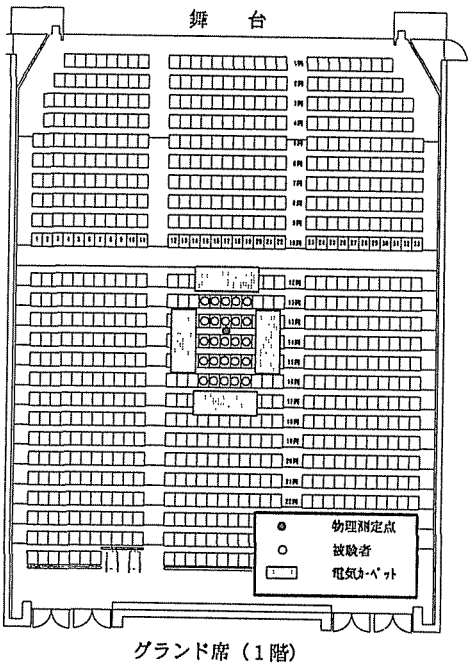


図４　被験者配置状況

(2) アンケート調査手順

被験者をホールに入室着席させる。アンケート調査の説明後、約 30 分間環境順応させ、椅子吹出し温度が安定してきた後測定を開始し、5 分後に 1 回目、さらに 10 分後に 2 回目の温熱環境に関するアンケートを行った。1 セット 20 分の測定を、椅子吹出し設定温度を変更して 4 セット行った。なお、今回のアンケート用紙は、「ＰＯＥＭ－Ｏ」で準備しているものを修正・追加して使用した。

５．温熱環境測定結果

［椅子・壁両空調機運転時の結果（冷房 9/10，暖房 12/19）］

(1) 温　度

①平面温度分布（ホール 900H）

平面温度分布 ····· 冷房：図５－１　　暖房：図５－２

②断面温度分布

断面温度分布 ····· 冷房：図６－１　　暖房：図６－２

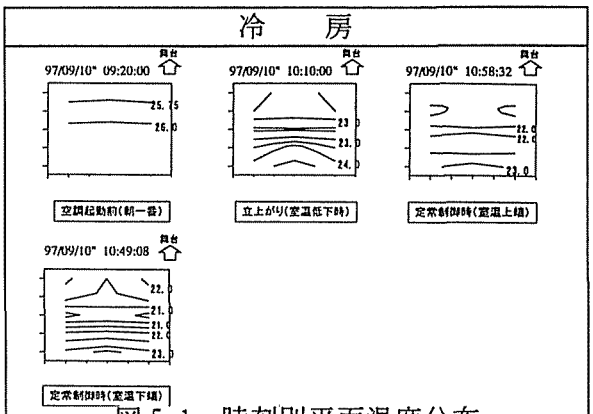


図 5-1　時刻別平面温度分布

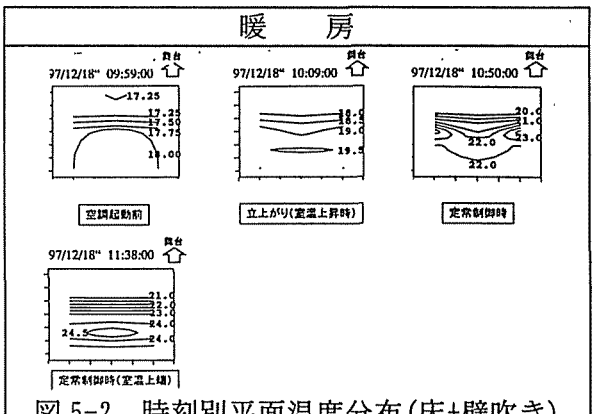


図 5-2　時刻別平面温度分布(床+壁吹き)

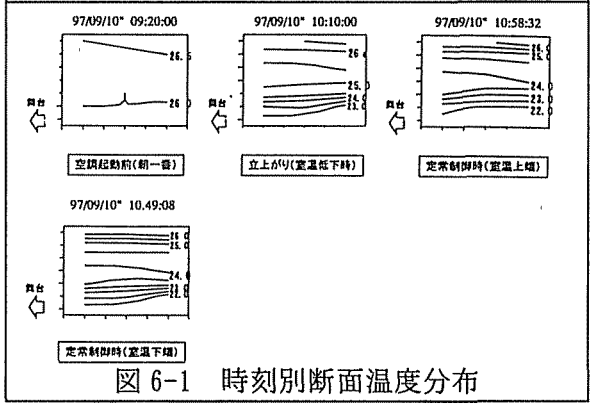


図 6-1　時刻別断面温度分布

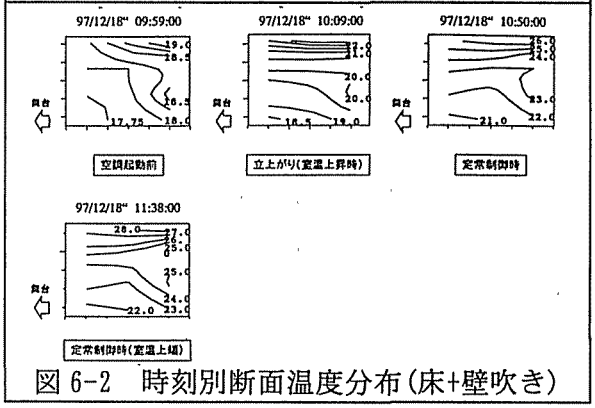


図 6-2　時刻別断面温度分布(床+壁吹き)

③イス廻り断面温度分布（代表：中央）

イス廻り温度分布図 ····· 冷房：図７－１　　暖房：図７－２

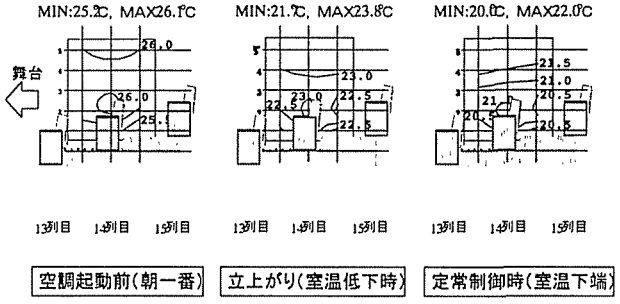


図 7-1　椅子廻りの温度分布

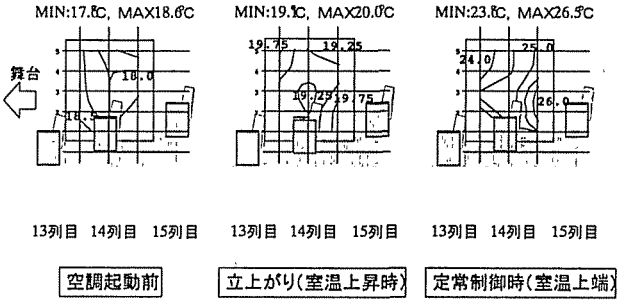


図 7-2　椅子廻りの温度分布(床+壁)

(2)気　流

①イス廻り気流分布（代表：中央）

イス廻り気流分布(代表 Y-Z 平面)・・・・冷房：図８－１　　暖房：図８－２

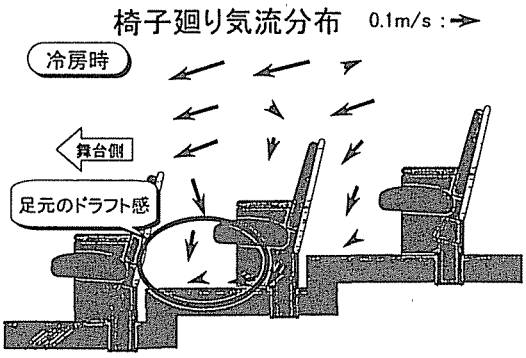


図８－１　椅子廻り気流分布(冷房時)

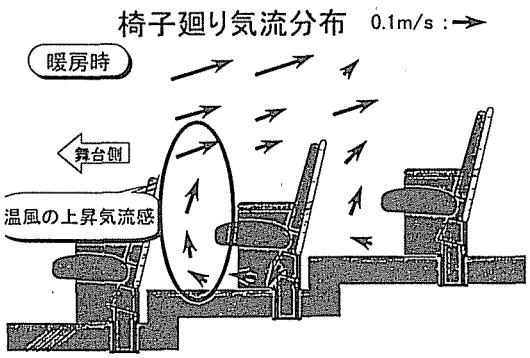


図８－２　椅子廻り気流分布(暖房時)

６．快適性評価結果

(1)冷房時の椅子吹出温度別心理・物理評価・・・・・　図９（5 角形内数値は 5 段階評価数値）

(2)暖房時の椅子吹出温度別心理・物理評価・・・・・　図 10（5 角形内数値は 5 段階評価数値）

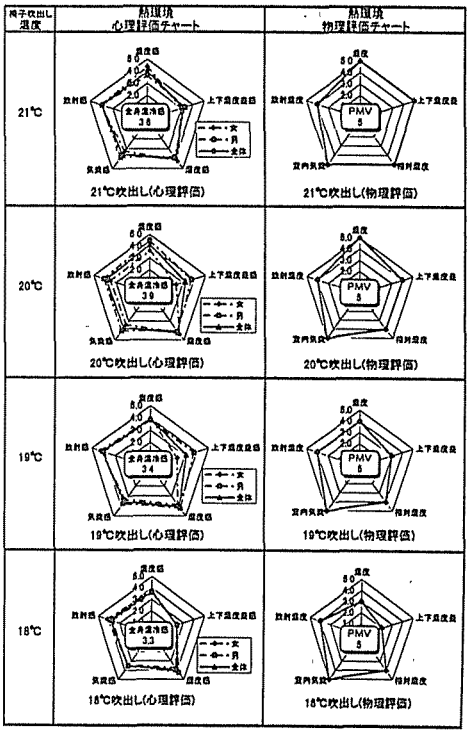


図９　椅子吹出し温度別心理評価及び物理評価(冷房時)

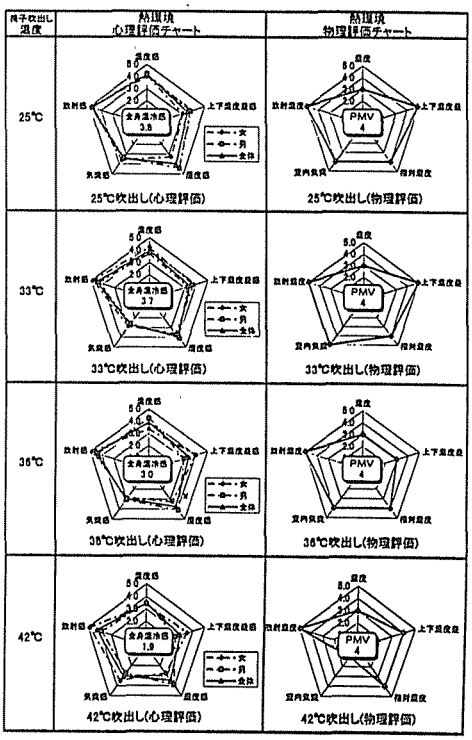


図１０　椅子吹出し温度別心理評価及び物理評価(暖房時)

＊　評価基準　（５～３：快適，３～１：不快）

７．結果の考察

７－１．温熱環境測定評価

(1)温度分布について

ａ．冷房時

①平面温度分布について(床上 900H)

全体の温度バラツキ約 2℃(21℃～23℃)は、天井吹出と比較しても、良好と考える。又、立上り時間は約 40 分であった。

②断面温度分布について(床上 1mH～15mH)

椅子吹出＋壁吹出の併用により、22℃～26℃の温度成層が形成され、居住域の立上り時間が約40分と天井吹出方式より短くなっていると考える。

③イス廻り温度分布について(床上0.3mH～1.5mH)

今回、椅子吹出温度を20℃とした結果、約1時間で定常となり、約20.5℃～22℃の温度分布となった。今回設定温度23℃だったが、実際の26℃設定時は多少温度分布が大きくなる事が予想される。

b．暖房時

①平面温度分布について(床上900H)

全体の温度のバラツキは約3.5℃(21℃～24.5℃)となった。しかし壁吹出し温度,ＲＡ設定温度,椅子吹出し温度を調整する等の運用上の対策で,バラツキを削減できるであろう。尚、立上り時間を早くする為、当初吹出温度を33℃とした結果、ＲＡ温度が22℃になる立上り時間は約30分であった。

②断面温度分布について(床上1mH～15mH)

運転開始後50分で約5℃(21～26℃),100分で約6℃(22～28℃)の温度成層となった。しかし、データは記載していないが椅子吹出しのみの場合は約3℃(20～23℃)であり、壁吹出併用の影響で温度差が大きくなっていると思われる。但し文献からも天井吹出よりは温度成層が少なくなっていると思われる。

③イス廻り断面温度分布について(床上0.3mH～1.5mH)

運転開始後 約1時間で約3℃(23.6～26.5℃)の温度バラツキとなった(吹出温度33℃)。温度差を少なくする為には吹出温度を極力下げたほうが良い(設計:約25℃)　と思われる。

C.　その他　今回は冷暖房とも前日から運転していた為,躯体蓄熱有りでの測定結果となっている。その為,間欠運転条件での立ち上がり時間は,今回より長くなると思われる。

(2)気流分布について

a．冷房時：イス廻りの気流は0.1～0.2m/sとなった。1mH付近では舞台方向への0.2m/s弱の気流となったがドラフト感はなかった。

b．暖房時：イス廻りの気流は0.1～0.2m/s強であった。1mH付近では後・上方への0.2m/s強の気流があり、多少のドラフト感があった。(冷房と向きが逆)
暖房時の吸込口の位置は十分な検討が必要である。

７－２．椅子吹出し空調の快適性評価

冷房時は、設定室温(23℃)と椅子吹出し温度との差△tが2～3℃であれば、ホール内の温熱環境は良好であるといえる。△tが3～4℃では、全体平均値でみれば良好といえるものの、△tが5℃以上になると、ほとんどの人が不快感を表わすといえる。これより、最大負荷時に設計条件通りの冷房運転を行い、△tを6℃とすると、足元の冷えなどの不快感を訴える観客が出てくる可能性がある。更に,今回ドラフト感を削減する為、椅子吹出風速を0.28m/sと低風速にしているため、冷気が床面に滞留する傾向にある。そこでコールドドラフト感を削減する為には定常時吹出温度を21℃程度とし、立上り時以外それ以下に下げないほうが望ましい。

暖房時は、冷房時ほど室温と吹出温度の差 △tに左右されない。△tが10℃以下であれば、気流感を除く他の項目は、良好であるといえる。具体的には吹出温度33℃以下、25℃以上で運用すると良いと思われる。ただし、後方上昇気流を削減する為の調整や検討が今後必要である。

＊参考文献

(1) 田中宏明 他　(1995)：ホールにおける椅子吹出し空調に関する研究その１
(日本建築学会学術講演梗概集 北海道　P.867, 868)

(2) 戸嶋也寸志 他　(1995)：ホールにおける椅子吹出し空調に関する研究その２
(日本建築学会学術講演梗概集 北海道　P.869, 870)

(3) 白土弘貴 他　(1995)：座席吹出空調に関する試作機実験(その３)
(空衛学会学術講演会講演論文集　P.1089～1092)

(4) 川岡眞之　(1995)：座席吹出空調に関する試作機実験(その他)
(空衛学会学術講演会講演論文集　P.1093～1096)

(5) 土岐達美　(1998)：滋賀県立芸術劇場琵琶湖ホール
(建築設備士1998, 7月号　P.2～8)