

空気線図プログラム 操作説明書

日本冷凍空調学会

目次

1 . はじめに	P2
2 . プログラムの実行	P2
3 . プログラムの使い方	P3
3.1) 「湿り空気表」シート	P3
3.2) 「計算表」シート	P5
3.3) 「プロット」シート	P8
3.4) 「冷房」シート	P10
3.5) 「暖房」シート	P13
3.6) 「空気線図」シート	P15
4 . 計算できるデータの範囲	P16
5 . 空気線図計算プログラム折込関数	P17
6 . 使用上の注意	P18

付 録

A1 . 湿り空気の基礎式	P19
A2 . 折込関数の確認 (適用範囲と精度)	P23
A3 . 斜交線図	P25

1. はじめに

このプログラムソフトは、Microsoft 社の Excel 上で作動するように作られています。従って、計算環境として Excel がインストールされたパソコンが必要です。Excel のバージョンは Excel97 以上を推奨します。

本プログラムの基礎データは、当学会の冷凍空調技術空調編¹に収録されている式群より導いています。

プログラムは冷凍・空調・乾燥領域の空気に関して次の計算、作図を行います。

空気線図プログラムの内容

- (1) 湿り空気の状態量計算 (含: 単一ダクト計算)
- (2) 計算結果の空気線図への書込み
- (3) 大気圧入力可能な空気線図 (低温・中温・高温の3種類)

湿り空気の計算範囲

乾球温度: -40 ~ 60、相対湿度: 0 ~ 100 %、大気圧: 70 ~ 120 kPa

2. プログラムの実行

ファイルをダブルクリックすると Excel が起動し、下記ダイアログが表示されます。ここでは「マクロを有効にする」をクリックして下さい。本プログラムを提供する CD 上のファイルはウイルスに汚染されていないことを確認済みです。クリックして Excel が立上るまでに少し時間がかかります (約 20 秒ほど)。

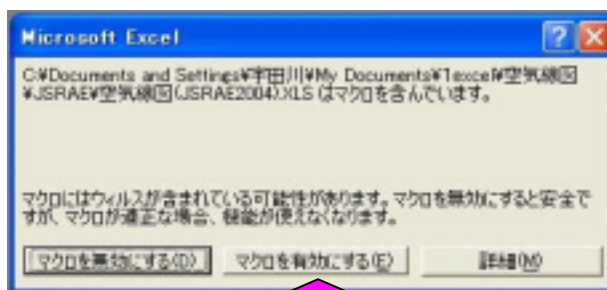


図1. マクロ確認ダイアログ

「マクロを無効にする」をクリックすると、以前の計算結果が表示されるのみで、計算はしません。なお、上記のダイアログが出ずに直ちに Excel が起動する場合があります。使っている Excel のセキュリティ レベルが高(H)に設定されている場合です(本ソフトはレベル高(H)に対応していません)。その時は [ツール] [マクロ] [セキュリティ]の順にクリックして レベル中(M)を選択してください。レベル低(L)はお勧めしません。

3. プログラムの使い方

Excel が起動すると「湿り空気表」、「計算表」、「プロット」、「冷房」、「暖房」、「線図(LC)」、「線図(MC)」、「線図(HC)」の8つのシートが表示されます。ワークシートの下にあるタブをクリックすることで各画面を切り換えることができます。以下にそれぞれのシートの使い方を説明します。

3.1)「湿り空気表」シート

このシートは1 きざみで状態量を計算したものです。6行目に折込関数を記入してあります。7行目以下のセルに関数があるまま残してあるので、適宜応用することができます。折込関数の詳細に関しては本説明書の第5章を参照してください。

[大気圧入力]ボタンにて、各シートの大気圧を設定し、空気線図をその大気圧の線図に書換えます。ただし、「湿り空気表」、「計算表」シートでは、個々に大気圧を入力できます。

Microsoft Excel - 空気線図(INDSRAE2006).XLS							
MS Excel 2003							
A	B	C	D	E	F	G	
1	大気圧入力	湿り空気表		(大気圧 = 101.325 kPa)			
2							
3	温度	飽和空気			乾き空気		飽和水蒸気圧
4	t	Xg	Psat	Pv	Psat	Pv	Psat
5	°C	kg/kg(DA)	kPa	Pa	kPa	Pa	kPa
6	Function	HP.tdtd	HP.tdtd	VP.tdtd	HP.tdtd	VP.tdtd	Psat.tdtd
7	-40	0.0007927	-40.94	0.6597	-40.23	0.6597	0.01295
8	-39	0.0008872	-39.91	0.6626	-39.22	0.6626	0.01438
9	-38	0.0009920	-38.88	0.6654	-38.22	0.6653	0.01608
10	-37	0.001108	-37.84	0.6683	-37.21	0.6682	0.01796
11	-36	0.001237	-36.81	0.6712	-36.21	0.6710	0.02004
12	-35	0.001379	-35.76	0.6740	-35.20	0.6739	0.02235
13	-34	0.001536	-34.82	0.6769	-34.19	0.6767	0.02490
14	-33	0.001710	-33.77	0.6798	-33.19	0.6796	0.02771
15	-32	0.001902	-32.72	0.6826	-32.18	0.6824	0.03082
16	-31	0.002113	-31.66	0.6855	-31.18	0.6853	0.03424
17	-30	0.002345	-30.60	0.6884	-30.17	0.6881	0.03802
18	-29	0.002602	-29.53	0.6912	-29.17	0.6909	0.04217
19	-28	0.002887	-28.45	0.6941	-28.16	0.6938	0.04672
20	-27	0.003193	-27.45	0.6970	-27.15	0.6966	0.05174
21	-26	0.003532	-26.38	0.6999	-26.15	0.6995	0.05725
22	-25	0.003905	-25.18	0.7028	-25.14	0.7022	0.06329
23	-24	0.004314	-23.88	0.7057	-24.14	0.7052	0.06991
24	-23	0.004761	-22.36	0.7086	-23.13	0.7080	0.07716
25	-22	0.005251	-20.83	0.7115	-22.13	0.7109	0.08510
26	-21	0.005787	-19.19	0.7144	-21.12	0.7137	0.09378
27	-20	0.006373	-17.54	0.7173	-20.11	0.7165	0.1032
28	-19	0.007013	-15.78	0.7202	-19.11	0.7194	0.1136
29	-18	0.007711	-13.91	0.7231	-18.10	0.7222	0.1249
30	-17	0.008472	-11.91	0.7261	-17.10	0.7251	0.1372

図2.「湿り空気表」シート

- a) [大気圧入力] ボタンをクリックすると、次のダイアログが表示されます。設定しようとする数値を枠内に書込み、[OK] ボタンをクリックして下さい。数値の範囲は注意書きのとおりです。0 またはブランクの場合は、標準大気圧になります。範囲外の数値はその値に近い最大または最小値に修正されます。
- [OK] ボタンをクリックすると、それまでに線図に書込んだ点や線は消去されます(クリック後、10~20 秒ほど書換え等のための処理時間が必要です)。データは残してあるので、必要あれば再度書込みをしてください。

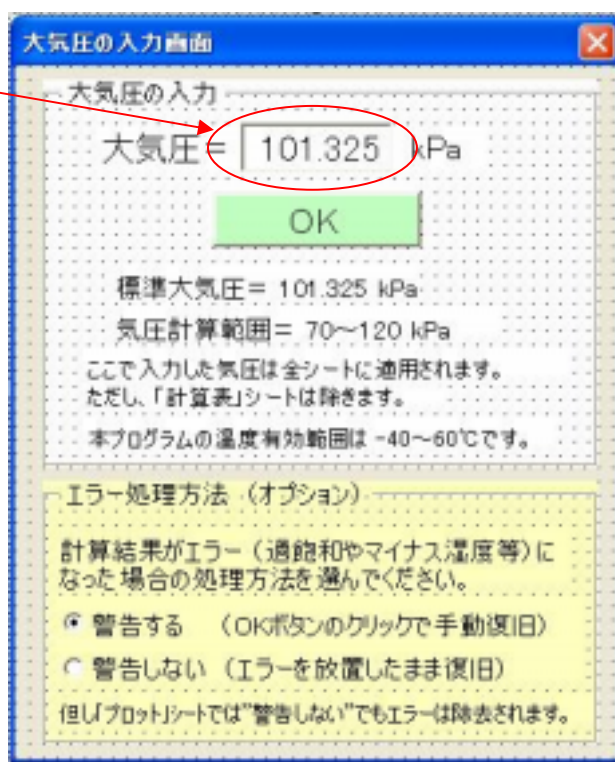


図3 . 大気圧入力ダイアログ

- b) エラー処理の方法もこのダイアログで設定します。
- 入力したデータを計算すると過飽和の空気やマイナス湿度になり、エラーとなることがあります。エラーが出た場合に警告メッセージを表示するかどうかをこのダイアログで設定してください。警告メッセージの詳細については3.3)項を参照してください。エラーについては各章に説明があります。
- 計算に慣れない場合は「警告する」を選ぶようにしてください。「警告しない」を選んだ場合、操作はスムーズになりますが、計算結果にエラーがあるかどうかを自分で判断する必要がある为上級者向けです。

3.2)「計算表」シート

このシートを使って、湿り空気の状態を計算することができます。表の黄色ハッチング部分に入力すると自動的に計算が行われます。ただし、空気線図とは連動していないので、データを空気線図に書込むことはできません。

シートには(1)湿球温度入力、(2)相対湿度入力、(3)絶対湿度入力の3つの表があり、各表毎に6つの状態を計算することができます。

図4に示したワークシートの湿球温度入力の表は、40~60 の範囲で比体積を0.950 m³/kg一定にするように湿球温度を計算した例です。(ゴールシークを使用。ゴールシークについては後述のa)項参照)

より多くのデータを計算する場合には、適宜に計算表内の行や列をコピーアンドペーストで増して計算してください。

なお本シートでは、物理的なエラーのある計算(例えば $t_d < t_w$)を行ってもプログラム迷走の危険がない場合は警告を出さず計算を続けます。本ソフトウェア使用者において適切な計算結果が得られているかどうか判断してください。

空気線図の状態点計算表							
(1) 湿球温度入力							
P	大気圧	kPa	101.325	101.325	101.325	101.325	101.325
tw	乾球	℃	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0
tw	湿球	℃	38.42	35.46	32.16	28.42	24.04
φ 又は φw	相対湿度	%	90.5%	53.8%	29.6%	40.0%	3.3%
x	絶対湿度	kg/kg	0.04414	0.03955	0.02337	0.01359	0.00410
h	エンタルピー	kJ/kg	153.86	132.32	111.31	90.89	71.16
v	比容積	m ³ /kg	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500
Av	水蒸気分圧	kPa	6.668	5.160	3.651	2.155	0.659
Dp	露点温度	℃	38.1	33.4	27.4	18.7	1.0
(2) 相対湿度入力							
P	大気圧	kPa	101.325	101.325	101.325	101.325	101.325
tw	乾球	℃	30.0	40.0	50.0	60.0	45.6
φ 又は φw	相対湿度	%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
tw	湿球	℃	22.0	30.3	38.7	47.3	35.0
x	絶対湿度	kg/kg	0.01337	0.02364	0.04059	0.06834	0.08209
h	エンタルピー	kJ/kg	64.52	101.36	156.05	239.68	129.22
v	比容積	m ³ /kg	0.8771	0.821	0.775	1.048	0.850
Av	水蒸気分圧	kPa	2.123	3.692	6.175	9.972	4.947
Dp	露点温度	℃	18.4	27.6	36.7	45.8	32.7
(3) 絶対湿度入力							
P	大気圧	kPa	80.000	90.000	101.325	110.000	120.000
tw	乾球	℃	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
x	絶対湿度	kg/kg	0.01427	0.01228	0.01054	0.00841	0.00634
tw	湿球	℃	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
φ 又は φw	相対湿度	%	50.1%	48.7%	47.1%	45.7%	44.3%

図4.「計算表」シート

a) ゴールシークについて (参考)

Excel にはゴールシークというツールが用意されています。本「計算表」と併用すると便利なので、使い方を説明します。

ゴールシークは陰関数を逆算して解くツールです。例えば、図 5 に示すワークシートの D 列で、比エンタルピーを 100 kJ/kg にするには湿球温度を何度にするれば良いかを求めるとします。計算例：

- 1) 「ツール」 「ゴールシーク」の順にクリックします。するとゴールシークのダイアログが表示されます。数式入力セル(E)のボックスは反転しています。
- 2) 次に D9 セルをクリックします。するとボックスに \$D\$9 と入力されます。
(D9 セルには比エンタルピーを計算する関数が入力されています。)
- 3) 目標値(V)のボックス内をクリックし、そこに 100 と入力します。
- 4) 変化させるセル(C)のボックス内をクリックしてから、D6 セルをクリックすると、ボックスに \$D\$6 と入力されます。
- 5) をクリックすると計算が行われ、結果が表示されます。
D9 セルは 100.0 に、D6 セルは計算結果の 30.0 に変化します。これを確認して、 をクリックすれば完了です。

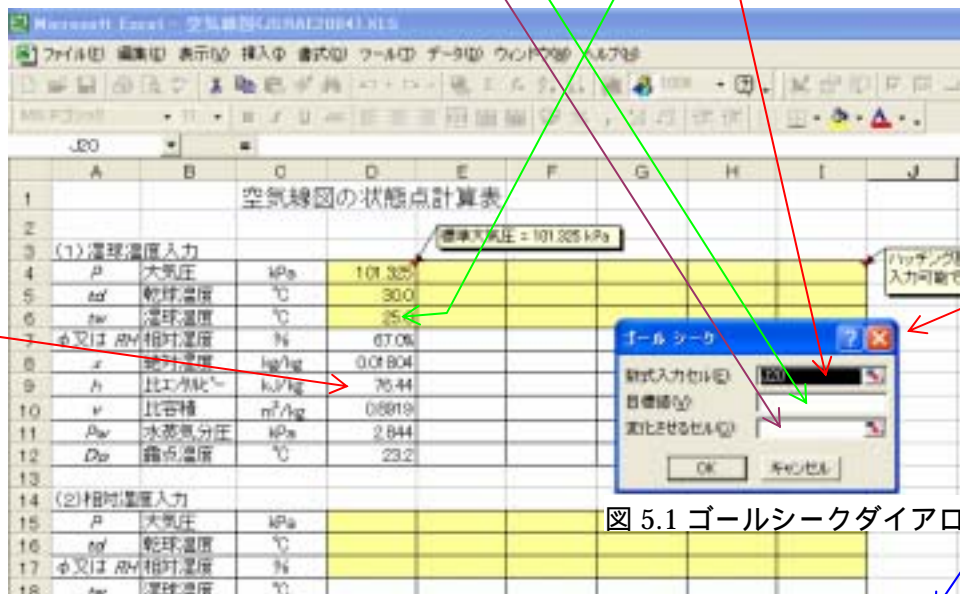


図 5.1 ゴールシークダイアログ

図 5 . ゴールシーク操作方法の説明

注)「解答が見つかりません」と表示されることもあります。何かエラーがあるので、それを除いてやり直します。



図 5.2 ゴールシーク結果表示

b) シート保護について

誤操作を防ぐために「計算表」シートには保護をかけてあります。従って黄色ハッチング部分以外には書込みあるいはコピーすることができません。保護を外すには、「ツール」 「保護」 「シート保護の解除」の順にクリックします。元に戻らなくなる恐れがありますので、初心者は保護を外さないことを推奨します。

計算できるデータの範囲については後述します。(第4章)

c) コメントの非表示または削除

「計算表」シートには「標準大気圧 = 101.325 kPa」および「ハッチング部のみ入力可能です」の表示があります。これはプログラム使用者のための注意書きで、コメントと言います。この計算表シートを印刷する場合にコメントは印刷されません。しかし煩雑で邪魔と思う方は、当該セルにてマウスを右クリックすればコメントの表示について選択することができ、非表示または削除することができます。なお、本操作はシートの保護を外してから行ってください。他のシートでも同様です。

3.3)「プロット」シート

このシートは任意点について測定または計算したデータを空気線図上に点としてプロットするために使います。例えば、複数の温湿度測定点を表示する場合や、時間と共に温湿度変化する場合のデータ挙動を空気線図上で見る際に便利です。

データは3色（青、黄、赤）の点に分けし、合計60点を入力することができます。なお、大気圧は「湿り空気表」シートで入力してください。本シートの大気圧は表示のみだけで、入力することはできません。

空気線図に点をプロットするプログラム									
大気圧 = 101.325 kPa									
青のプラット			黄のプラット			赤のプラット			
No	乾球温度 td ℃	相対湿度 φ %	No	乾球温度 td ℃	相対湿度 φ %	No	乾球温度 td ℃	相対湿度 φ %	
青 1	50.0	48.7%	黄 1	-2.0	100.0%	赤 1	10.0		
青 2	-18.0		黄 2	0.0	94.4%	赤 2	12.0		
青 3	-16.0		黄 3	2.0	88.6%	赤 3	14.0		
青 4	-14.0		黄 4	4.0	83.1%	赤 4	16.0		
青 5	-12.0	79.4%	黄 5	6.0	77.6%	赤 5	18.0		
青 6	-10.0	17.2%	黄 6	8.0	72.1%	赤 6	20.0		
青 7	-8.0	100.0%	黄 7	10.0	66.7%	赤 7	22.0	13.4%	
青 8	20.0	100.0%	黄 8	12.0	61.4%	赤 8	25.0		
青 9	-4.0		黄 9	14.0	56.1%	赤 9	28.0		
青 10	-2.0		黄 10	16.0	50.8%	赤 10	31.0		
青 11	0.0	81.5%	黄 11	18.0	45.7%	赤 11			
青 12	2.0		黄 12	20.0	40.5%	赤 12			
青 13	4.0		黄 13	22.0	35.4%	赤 13			
青 14	6.0		黄 14	24.0	30.2%	赤 14	43.0		
青 15	8.0		黄 15	26.0	25.1%	赤 15	46.0		
青 16	10.0		黄 16	28.0	20.0%	赤 16	49.0		
青 17	12.0		黄 17	30.0	14.9%	赤 17	52.0	79.6%	
青 18	14.0		黄 18	32.0	9.8%	赤 18	55.0		
青 19	16.0		黄 19	34.0	4.7%	赤 19	58.0		
青 20	18.0		黄 20	36.0		赤 20	60.0		

図6. 「プロット」シート

シート使用方法の詳細を以下に説明します。

a) データ入力

上図の黄色ハッチング部分にデータを入力します。他の Excel 等で整理された数値データがあれば、それをコピーしても入力することができます。乾球温度と湿度との両方記入されたデータのみ計算可能で、データが不足している行は計算

されません。従って、データは黄ハッチング部のどの位置に書いてもかまいません。

b) 湿度の入力の切替

湿度は湿球温度、相対湿度、絶対湿度のいずれかの値を入力します。その切替はオプションボタン(緑でハッチングした部分)のクリックで行います。記入済みのデータは切替えた時に自動的に再計算されます。

c) 前述の 3.1) 項 b) で「警告する」を選んだ場合、計算可能な範囲外あるいは実際には存在しないデータが記入されていると、切替えと共に図 7 の警告メッセージが出ます。「警告しない」の場合は出ません。

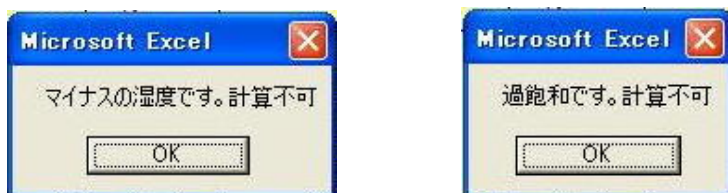


図 7 . 警告メッセージ (マイナス湿度エラー、過飽和エラー)

マイナスの湿度とは、絶対湿度がマイナスであり実在しない状態です。例えば低すぎる湿球温度を入力した場合です。相対湿度や絶対湿度の値に適切な数値を再入力してください。

過飽和とは霧状・氷粒の水分が空気中に浮いている状態であり、このプログラムでは計算できません。飽和空気より高い絶対湿度を入力、または乾球温度より高い湿球温度を入力するとこの警告メッセージが出ます。

d) 警告時の動作と警告の解除

3.1) 項 b) で「警告する」「警告しない」のどちらを選択した場合も、上記 c) の警告メッセージが出るべき状態(以下、エラーと言う)であれば、その原因となった湿度入力データは消去されます。

「警告する」の場合には、エラー入力は 1 つずつ消去されますので、エラーを個々に確認できます。エラー入力が多い場合は何回か警告メッセージが出ますので、その都度 **OK** をクリックしてください。

「警告しない」の場合には、エラー入力は一括消去されます。

e) 空気線図へのプロット

プロット書込 ボタンをクリックすれば、空気線図上に点がプロットされます。クリックした後にデータを書換えた場合は、空気線図上の計算点は書換え前のままです。ボタンを再度クリックしてください。「冷房」「暖房」シートも同様です。随時ボタンをクリックするよう注意してください。

プロット消去 をクリックすると空気線図上の計算点は消えます。

図8はプロットされた結果の例です。
 (赤：湿球温度一定、黄：不特定、青：相対湿度一定)

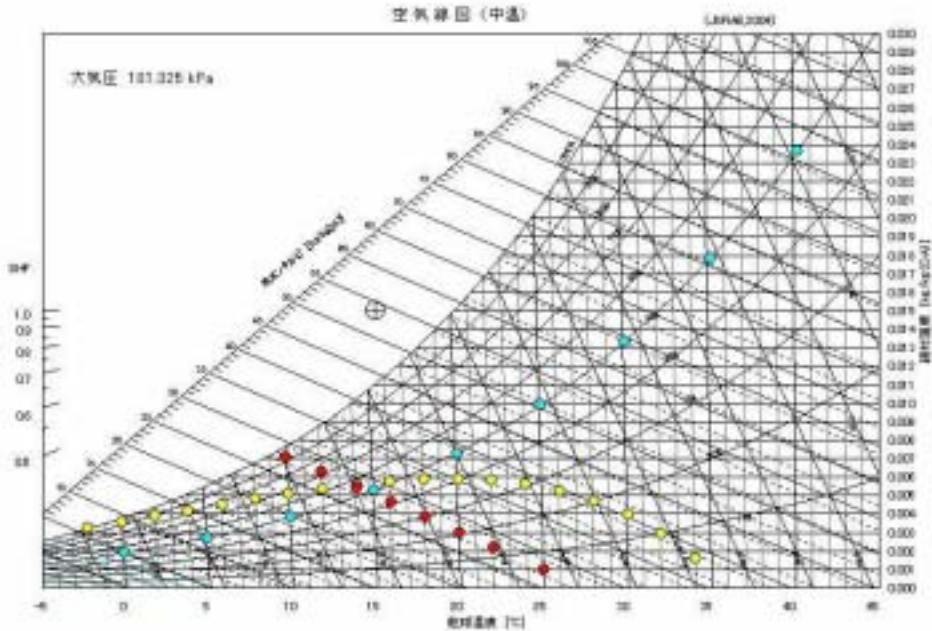


図8 . 空気線図へのプロット例

3.4)「冷房」シート (および冷凍冷蔵)

このシートでは、図9に示す一般的な空調システムで使われる、単一ダクト冷房の状態変化を空気線図にプロットします。ただし、線図上に ~ の丸数字は付きません。冷凍冷蔵システムの場合は、外気量を換気量と読みかえ、貯蔵物の生命反応熱や放出水分などを織込んで計算してください。

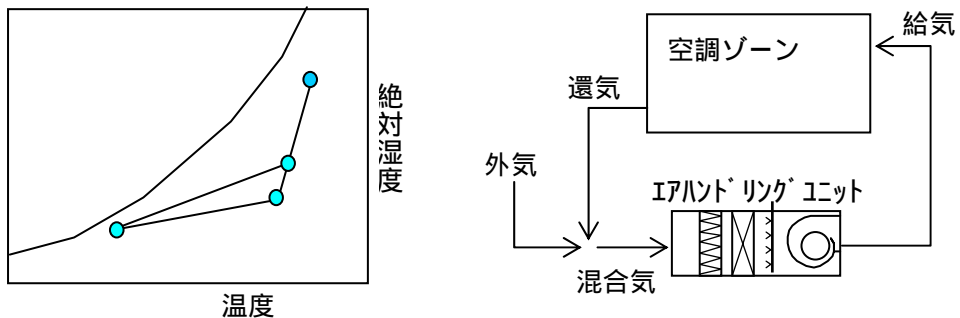


図9 . 単一ダクト冷房計算の説明図 (空気線図およびダクト図)

このシートは図10の様式を持っており、データは黄色ハッチング部分に入力します。なお、シートには保護をかけてあり、ハッチング部分以外には書込みできません。保護の外し方は3.2)項を参照。

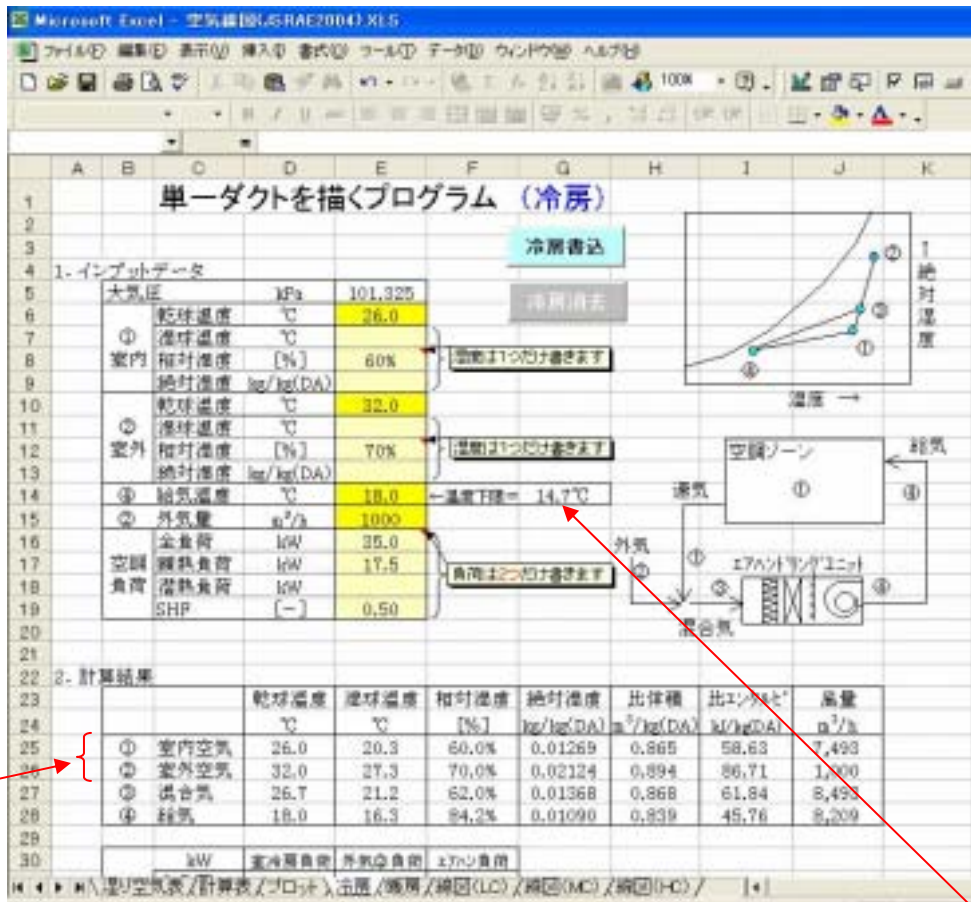


図 10 .「冷房」シート (単一ダクト冷房計算)

a) 湿度のインプット

室内、室外ともに、湿球温度、相対湿度、あるいは絶対湿度のいずれかを入力します。どれか1つだけ書き込んでください。2つ以上書くと表中で最も上側にあるデータを採用し他の入力データは無視されます。矛盾したデータが並ぶことになるので、1つだけ入力し、余分なデータを削除すること(セルを空白にする)を推奨します。計算された他の湿度は本ワークシート中に示される「2. 計算結果」の、行に並びます。

b) 給気温度のインプット

計算しようとする空調システムのデータを入力します。ただし、給気の状態が過飽和になる場合があります。過飽和を判断する目安の温度下限値を「G14」セルに表示してあります。この温度以下に給気温度を設定すると計算エラーになり、図 11 の警告メッセージが出ます。これは、霧または雪を含んだ空気が吹出す状態ですが、本プログラムでは過飽和を計算できません。この場合には、3.1)項 b) で「警告しない」を選んでいても図 11 の警告メッセージが出ます。



図 11 . ダクト吹出し口過飽和のメッセージ

警告メッセージと同時にスプレッドシート上の「2.計算結果」の 行に「エラー」、「#VALUE」などが表示され、正常に計算できない状態であることを知らせます。

c) 空調負荷のインプット

ここで入力するのは空調ゾーンの冷房負荷です。取入れる外気の負荷は含みません。ここでは、全負荷、顕熱負荷、潜熱負荷、SHF のいずれか 2 つを入力します。3 つ以上入力すると表中の上側のデータ 2 つを採用します。入力しようとする 2 つ以外のセルは空白にすることを推奨します。

d) 冷房のプロット

冷房書込 ボタンをクリックすれば、空気線図に点と線が書込まれます。データを書換えた時は、ボタンの再クリックが必要です。

冷房消去 をクリックすると点と線は消えます。

図 12 は冷房の単一ダクトの書込み例です。3 つの線図のいずれも同じデータが書かれます。使用に適した線図を参照してください。

なお、大気圧は「湿り蒸気表」シートで入力し、LC,MC,HC のタグをクリックして切換えてください。本シートでは、大気圧の表示のみだけで、大気圧値を入力することはできません。

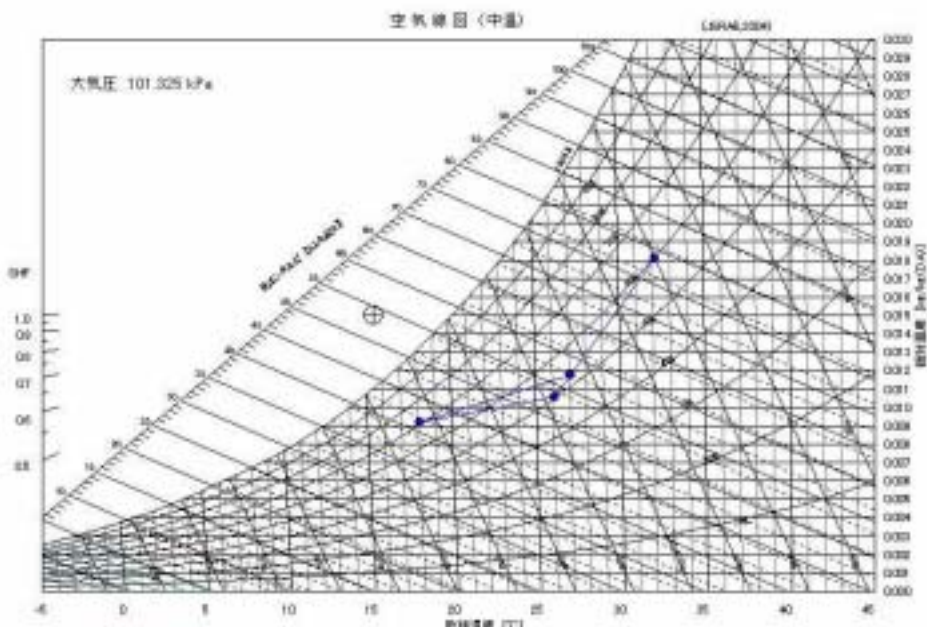


図 1 2 . 空気線図への書込み例 (単一ダクト冷房)

3.5)「暖房」シート

このシートでは、図 13 に示す単一ダクトによる暖房の状態変化を空気線図にプロットします。ただし、線図上に ~ の丸数字は付きません。

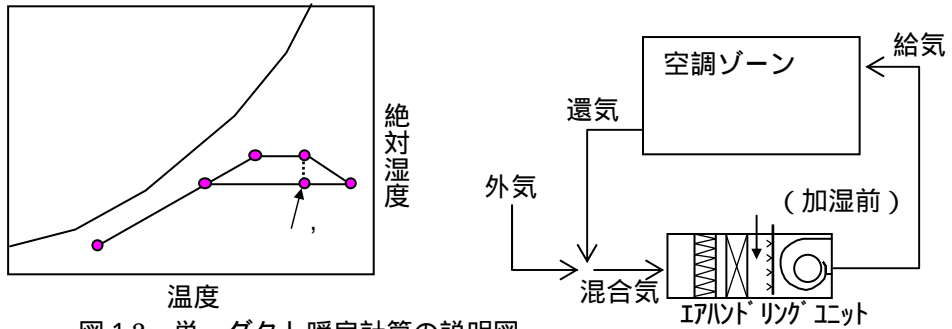


図 13 . 単一ダクト暖房計算の説明図

このシートは図 14 の様式をしています。次図の黄色ハッチング部分にデータを入力します。なお、シートには保護をかけてあり、ハッチング部分以外には書込みできません。保護の外し方は 3.2)項を参照ください。

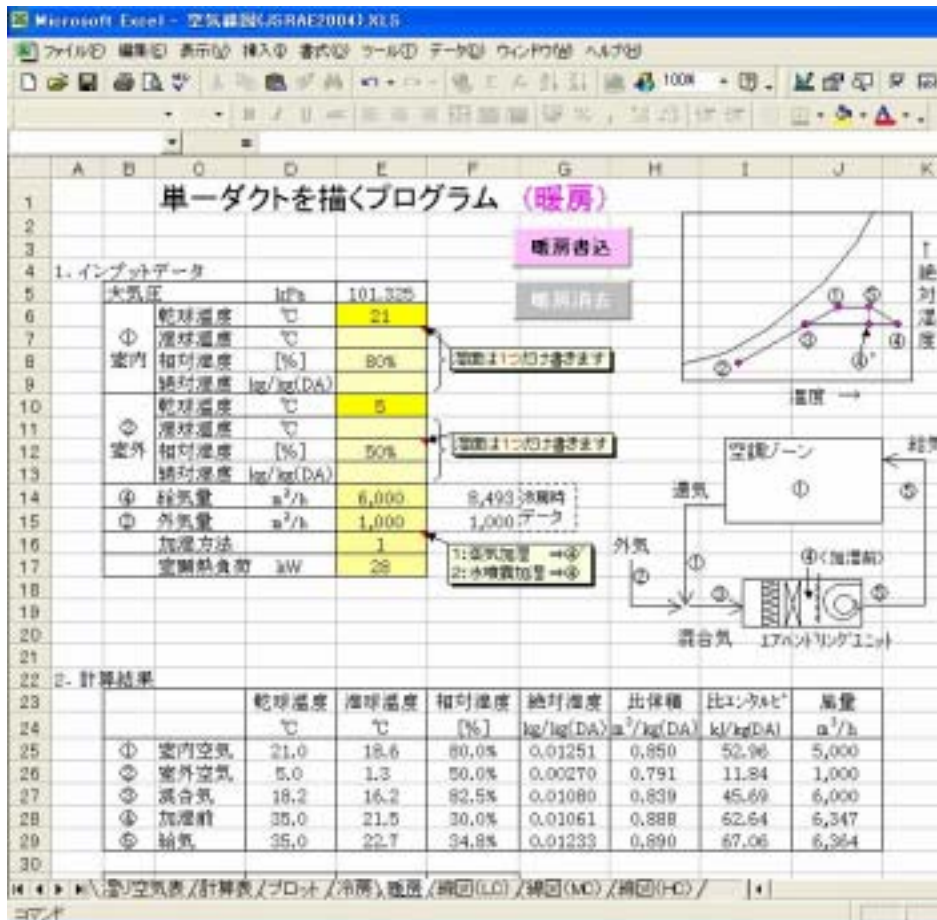


図 14 . 単一ダクト暖房計算

a) 加湿方法

加湿方法は2つ用意してあります。「E16」セルに1と入力すると蒸気加湿方法(点')を、2と入力すると水噴霧加湿方法(点)で計算します。蒸気加湿はほぼ乾球温度一定、水噴霧は湿球温度一定の線になります。

b) 湿度の入力

室内、室外ともに、湿球温度、相対湿度、あるいは絶対湿度のいずれかを入力します。どれか1つだけ書き込んでください(3.4項a)を参照)。計算された他の湿度は「2.計算結果」の、に並びます。

c) 給気量、外気量

一般に給気量、および外気量は冷房側で決められるので、本ワークシート中の冷房時データを参考のため表示しています。暖房だけ計算する場合は別途風量の計算を行う必要があります。計算式を「2.計算結果」の該当セルに織り込めば自動計算することができます。

d) 暖房の書込み

暖房書込 ボタンをクリックすれば、空気線図に点と線が書込まれます。データを書き換えたときは、ボタンの再クリックが必要です。**暖房消去** をクリックすると点と線は消えます。

図15は単一ダクトの暖房を書き込んだ例です。冷房と同様、大気圧は「湿り空気表」で設定します。

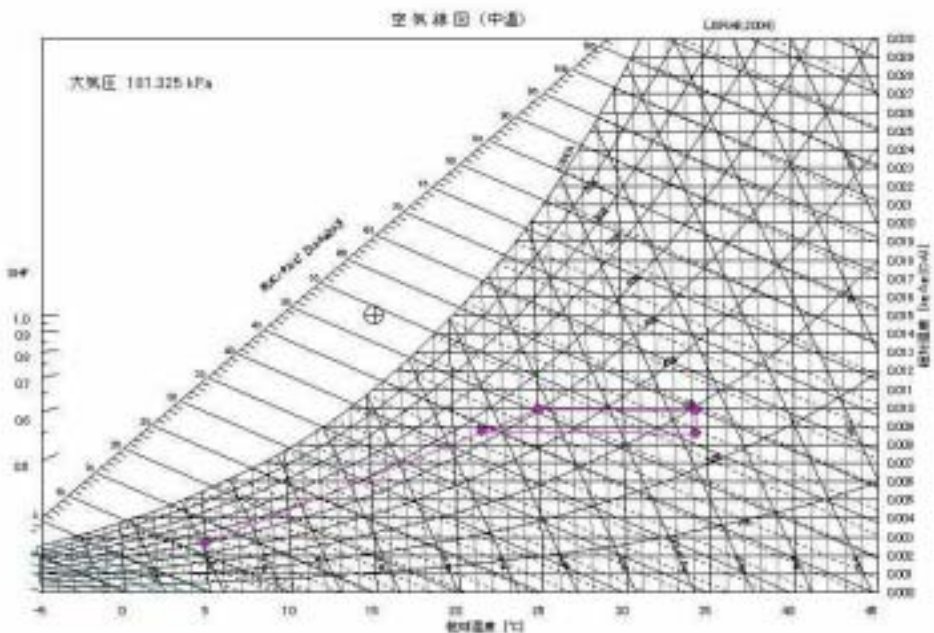


図15. 空気線図への書込み例 (単一ダクト暖房)

3.6) 「空気線図」シート

「線図(LC)」、「線図(MC)」、「線図(HC)」の各シートにそれぞれ低温域、中温域、高温域の空気線図を書き込んであります。計算に用いた大気圧は図の左上部に記されます。「湿り空気表」「プロット」「冷房」「暖房」の各シートと空気線図の大気圧とは連動しており、「湿り空気表」シートで設定した大気圧が共通して適用されます。

ワークシートの空気線図について具体的に説明します。線図上の各線はそれぞれ状態量を示します。以下に図16の線図(MC)を例として説明します。なお、本空気線図は $h-x$ 線図です。

比エンタルピー, h は斜線上に投影して記されています。絶対湿度, x は右端の垂直線に目盛りされています。相対湿度, $\phi = 100\%$ の飽和空気線、その下の不飽和湿り空気の領域には、乾球温度一定の t 線、湿球温度一定の t' 線(破線)、比体積一定の v 線、相対湿度一定の ϕ 線がそれぞれ書かれています。

t' 線は等比エンタルピーの h 線とほぼ平行な線で、飽和空気線上で同じ温度の t 線と交わります。 t' 線の 0 以下は氷の湿球温度であり、本図では灰緑色の実線です。飽和空気線より上側は霧または雪の混じった過飽和空気の領域で、 t 線および t' 線はそのまま延長した線になりますが、本図では省略しています。顕熱比 SHF の目盛りは図の左端に、その原点は \square 印で示されます。

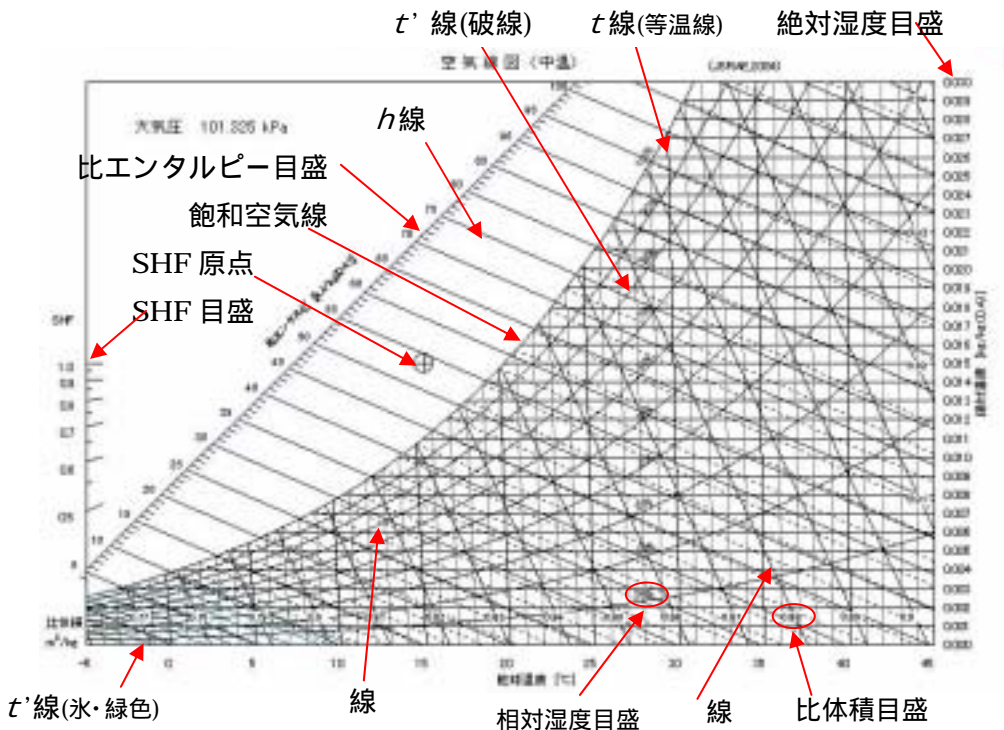


図16 . 本プログラムの空気線図説明図

各線図には「Ctrl」と「g」を同時に押せば、線図をコピーできます...とのコメントが記入されています。この操作で作った線図には計算プログラムが付属しないので軽いファイルになりまた、書き換え等の変更ができなくなるので報告書などに適した線図とすることができます。

各シートは誤操作防止のため保護をかけてあります。線図を改造し、コメントなどを追加する場合には、保護を外す必要があります。(3.2項参照)

4. 計算できるデータの範囲

計算できる範囲は下記の通りです。下記の範囲外でも計算はできますが、本プログラムの計算値信頼性は低下しますので、取扱いに十分注意してください。詳細は付録 A2 章を参照してください。

- 1) 乾球温度 -40 ~ 60
- 2) 相対湿度 0 ~ 100 %
- 3) 大気圧 70 ~ 120 kPa

4.1 プログラム迷走防止のための注意

空気の状態量を計算するために、このプログラムでは逐次近似法を多く用いています。逐次近似が収束しない場合には計算できなくなります。

逐次近似が発散する場合には Excel が迷走しますので、この迷走を防ぐために計算は中断されます。そのとき下記警告が出ますが、 をクリックすれば元に戻ります。



図 17 . Excel 迷走防止メッセージ

この迷走防止メッセージは、3.1)項 b)で「警告しない」を選んだ場合でも、プログラムの迷走をふせぐために出ることがあります。実機で通常使う範囲内であれば、この警告は出ません。

第3章で説明した過飽和やマイナス湿度などの、物理的なエラーによる警告メッセージが出ることがあり、これらは第3章の各項目を参照ください。

5 . 空気線図計算プログラムの折込関数

プログラムでは冷凍空調技術空調編¹に収録されている式を折込関数としています。以下に関数のリスト表を記します。表の中で関係式の欄は付録 A1 章に記した式の番号です。なお、折込関数は本プログラム内(本 Excel のブック内)でしか使えません。

ここで各関数名は一般に使われている科学技術の書式で書かれていません。これはプログラムに用いた Visual Basic では斜体や上付き、下付きなどが使えないためです。また、Visual Basic では大文字と小文字も区別されませんが、分かり易くするためにあえて区別しています。したがって、折込関数を使用する場合は下表の書式で入力してください。

表 5.1 基本関数

	関数名	項 目		関係式 Cf.A1 章
1	Pws(td)	飽和蒸気圧	kPa	水&氷 (2.7)
2	Pis(td)	氷の飽和蒸気圧	kPa	氷専用 (2.8)
3	Pw(p,td,tw)	水蒸気分圧	kPa	水&氷 (2.7~8)(2.26)
4	Xs(p,td)	飽和絶対湿度	kg/kgDA	水&氷 (2.10)(2.26)
5	X(p,td,tw)	絶対湿度	kg/kgDA	水&氷 (2.10)(2.26)
6	V(p,td,tw)	比体積	m ³ /kgDA	水&氷 (2.12)(2.27)
6-1	Va(p,td)	乾き空気の比体積	m ³ /kg	乾き空気 (2.24a)
7	H(p,td,tw)	比エンタルピー	kJ/(kg・K)	水&氷 (2.14)(2.28)
8	(p,td,tw)	飽和度	[-]	水&氷 (2.16)
9	(p,td,tw)	相対湿度	[-]	水&氷 (2.15)
10	Dp(p,td,tw)	露点温度		水&氷 (2.23)

パラメータ： p = 大気圧[kPa], td = 乾球温度[], tw = 湿球温度[]

表 5.2 派生関数 (Derivatives)

	関数名	項 目	個別パラメータ (p,td,tw 以外)
11	tw (p,td,)	湿球温度	: 相対湿度 [-]
12	twX(p,td,X)	湿球温度	X : 絶対湿度 kg/kgDA
13	tsX(p,X)	飽和温度	X : 絶対湿度 kg/kgDA (X>0.000 000 3)
14	tdXtw(p,X,tw)	乾球温度	X : 絶対湿度 kg/kgDA
15	twH(p,td,H)	湿球温度	H : 比エンタルピー - kJ/(kg・K)
16	tsH(p,H)	飽和温度	H : 比エンタルピー - kJ/(kg・K)
17	twV(P,td,V)	湿球温度	V : 比体積 m ³ /kg
17-1	tsV(p,V)	飽和温度	V : 比体積 m ³ /kg
18	taV(p,V)	乾き空気の温度	V : 比体積 m ³ /kg

注 1) 13 の tsX(P,X) 関数の、このプログラムでの限界は X>0.000 000 3 kg/m³(DA) です。

6 . 使用上の注意

このプログラムソフトを使用することによって、ユーザーが受ける可能性がある全ての損害等について、配布元、開発者は賠償請求の責を免れるものとします。このプログラムは不許複製です。

このプログラムは日本冷凍空調学会 冷媒物性分科会が、監修、検査、承認したものです。

平成17年3月1日 配布元 社団法人日本冷凍空調学会、

開発者 宇田川義紘

文献

- 1 上級標準テキスト冷凍空調技術空調編、15-20、日本冷凍空調学会（1999）
- 2 上級標準テキスト冷凍空調技術空調編、付録9-11、日本冷凍空調学会(1999)
- 3 谷下：工業熱力学応用編、55（1964）
- 4 手塚,藤田：湿り空気線図とその応用(2),空気調和衛生工学,58-1,PP.87-96(1984)