

建築物壁材の遮熱・断熱シミュレーションソフトウェア

ShadeWall ver.1.00

ユーザーマニュアル

2008年9月

株式会社気象データシステム

Microsoft, Windows は、米国マイクロソフト社の登録商標です。

マニュアルの内容は、予告なく変更される場合があります。

マニュアルの一部または全部を、株式会社気象データシステムの書面による許可なく複写・複製することは、その形態を問わず禁じます。

目次

1 . ShadeWall 販売概要	・ ・ ・ 1
2 . ShadeWall のインストール	・ ・ ・ 2
3 . ShadeWall(試用版)の利用手順	・ ・ ・ 9
4 . 機能制限の解除手順	・ ・ ・ 13
5 . ShadeWall の画面構成	・ ・ ・ 17
6 . ShadeWall(フル機能版)の使用手順	・ ・ ・ 22
7 . ShadeWall の計算理論	・ ・ ・ 29

1 . ShadeWall の販売概要

1.1 はじめに

- 1) この商品は、(株)気象データシステムホームページからのダウンロード販売のみです。
パッケージ販売はいたしておりません。
パッケージ販売をご希望の方は、以下にお問い合わせ下さい。
問い合わせ先：sw@metds.co.jp
- 2) ダウンロードされた状態では、本ソフトウェアは「試用版」です。所定の料金をお支払いいただくことにより、「フル機能版」として機能するライセンスキーを発行いたします。

1.2 ご購入の手順

- 1) 「試用版」を(株)気象データシステムホームページからダウンロード下さい。
- 2) 「試用版」をご使用いただき、「フル機能版」の購入をご希望の場合は、メール添付にて購入申込書をお送り下さい。購入申込書様式は、ホームページからダウンロード下さい。
送信先は、申込書に記載されています。
- 3) (株)気象データシステムの指定する銀行口座を連絡いたしますので、その口座にお振込み下さい。振り込み手数料はお客様負担です。
- 4) お振込みを確認し次第、ライセンスキーをメールにて発送いたします。
- 5) 「試用版」の所定の画面でライセンスキーを入力されると、「フル機能版」として使えるようになります。使用期限は1年間です。

1.3 期限更新の手順

- 1) 「フル機能版」の使用期限更新をご希望の場合は、メール添付にて更新申込書をお送り下さい。更新申込書様式は、(株)気象データシステムホームページよりダウンロードできます。
送信先は、更新申込書に記載されています。
- 2) (株)気象データシステムの指定する銀行口座を連絡いたしますので、その口座にお振込み下さい。振り込み手数料はお客様負担です。
- 3) お振込みを確認し次第、ライセンスキーをメールにて発送いたします。
- 4) 所定の画面でライセンスキーを入力されると、「フル機能版」として継続使用できます。
使用期限は1年間です。

ダウンロード販売に関する詳細は、

(株)気象データシステムホームページ：<http://www.metds.co.jp/> をご覧ください。

2. ShadeWall のインストール

2.1 プログラムをインストールする場合の注意事項

(株)気象データシステムホームページから ShadeWall をダウンロードして、コンピュータにインストールする場合、以下の注意事項を守ってください。

必要な OS 環境

本ソフトウェアは、Windows[®] XP/Home Edition と Professional Edition(Service Pack 2 以降)の日本語版で動作するよう開発されています。これらと異なる OS 環境でのコンピュータの動作は確認していません。あらかじめご了承ください。

必要なハードディスクドライブ環境

本ソフトウェアをダウンロードし、コンピュータへインストールする際、インストール先のハードディスクドライブに、約 40MB の空き容量が必要です。

インストールされるプログラム・ファイルを以下に示します。

ShadeWall ver.1.00	インストール直後は、計算条件が固定された試用版となっています。
購入申し込みキー作成プログラム	の機能制限を解除する申し込みキーを作成します。
機能制限解除プログラム	ライセンスキーを入力し、の機能制限を解除します。
ShadeWall ユーザーマニュアル	PDF ファイル形式
サンプル入力データフォルダ	p.22 以降の手順で使われる入力データ ・基準型モデル：Basic.swl ・対策型モデル：Shade.swl ・入力気象ファイル：sample-weather.csv

なお、～ のプログラム・ファイルは、(株)気象データシステムのホームページからダウンロードした圧縮ファイル“ShadeWall_setup.zip”に収録されています。また～は、圧縮ファイル中の“ShadeWall_setup.exe”でインストールした後、使用可能となります。

2.2 インストール手順

(1) 圧縮ファイルのダウンロード

(株)気象データシステムホームページの「ShadeWall 試用版のダウンロード」にアクセスし、製品使用許諾契約に同意された上で、圧縮ファイル“ShadeWall_setup.zip”をダウンロードします。

(2) インストールプログラムアイコンの選択

ダウンロードした圧縮ファイルを解凍します。解凍する際、フリーソフトの解凍プログラムを使っても問題ありません。図 2-1 のような表示されたフォルダ画面から

“ShadeWall_setup.exe”アイコンをダブルクリックして起動させます。フォルダが表示されない場合は、デスクトップ上にある解凍されたフォルダ “ShadeWall_setup” をダブルクリックしてフォルダを開いてください。

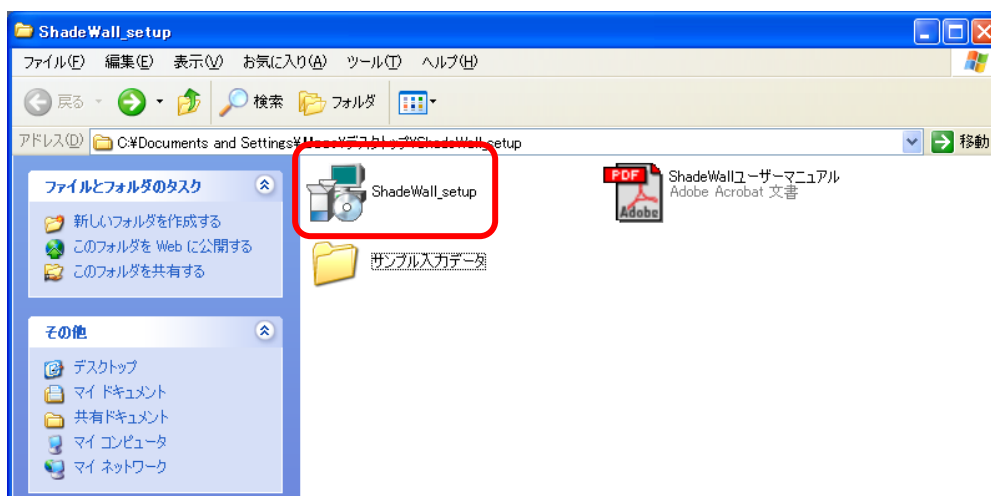


図 2-1 インストールプログラムアイコンの画面

(3) インストールプログラムの起動

図 2-2 のように“ようこそ”の画面が表示され、インストールプログラムが起動します。“次へ”を左クリックします。

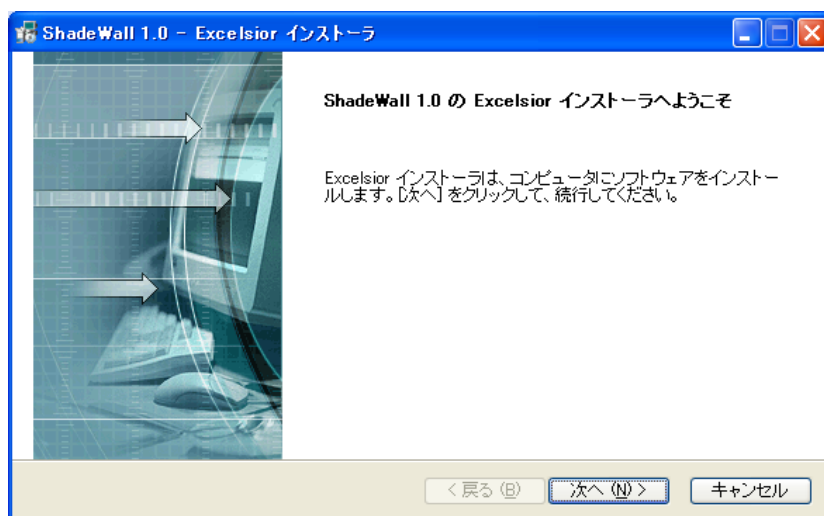


図 2-2 インストールプログラムの起動画面

(4) インストールタイプの選択

図 2-3 のように“インストールタイプの選択”のウィンドウが表示されます。

「一般」と「個人」の 2 種類から選択できます。「一般」を選択するとコンピュータを利用するすべてのユーザーアカウントにインストールされます。「個人」を選択すると、現在使用しているコンピュータのユーザーアカウントだけの使用が可能です。どちらかを選択したのち、“次へ”を左クリックします。

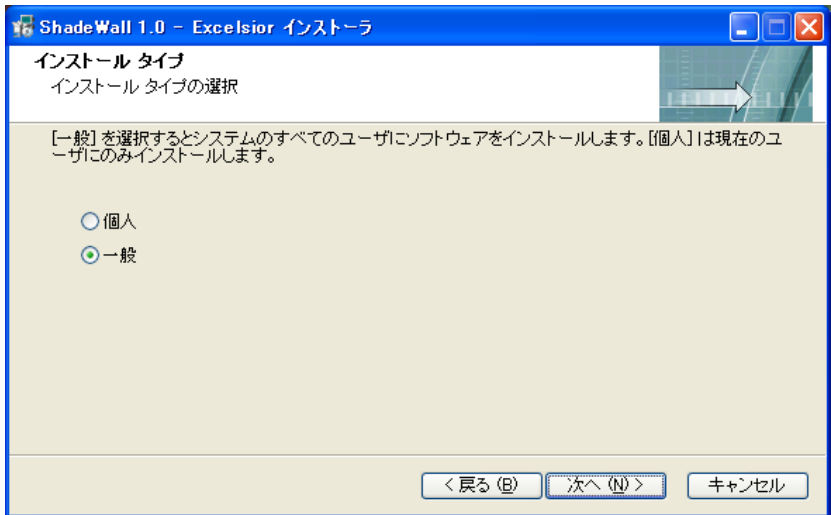


図 2-3 インストールタイプの選択画面

(5) インストール先を選択

図 2-4 のようにプログラム類をインストールするハードディスクドライブとディレクトリ(フォルダ)を指定します。デフォルトでは“C:¥ShadeWall”と表示されます。インストール先を任意に指定する場合は、“参照”を左クリックし、ハードディスクドライブやディレクトリを指定します。インストール先を変更する際、OS が WindowsVista の場合では以下の注意が必要です。

管理者権限で ShadeWall を起動しない場合には、権限が必要な場所には入力データを保存できません。

管理者権限が必要な場所(たとえば「C:¥Program Files」など)にインストールした場合、試用版解除の際は管理者権限での ShadeWall の起動が必要です。

インストール先を決定した後、“次へ”を左クリックします。

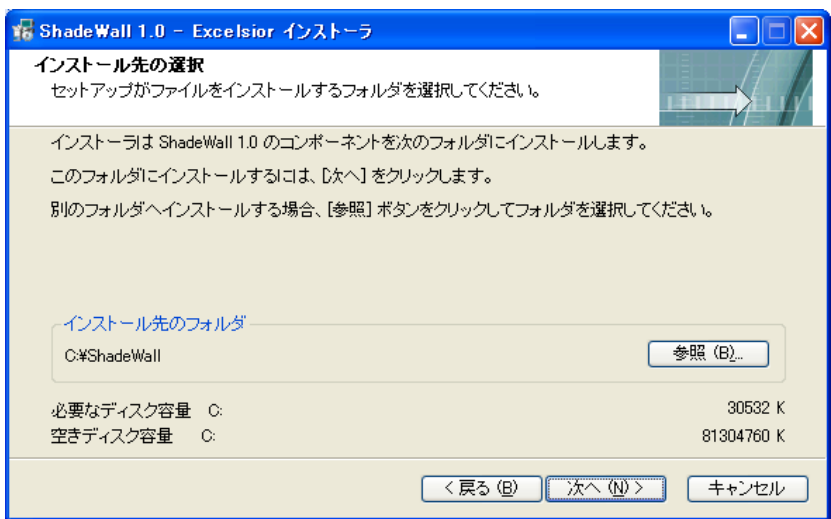


図 2-4 インストール先の選択画面

(6) プログラムフォルダの選択

図 2-5 のように“プログラムフォルダの選択”というウィンドウが表示されます。プログラムフォルダとは、Windows[®] タスクバーのスタートメニューの“プログラム(P)”サブメニューとしてリスト表示されるフォルダのことです。デフォルトでは“ShadeWall”となっていますが、任意のフォルダ名に変更することができます。フォルダ名の設定が終了してから、“次へ”を左クリックします。

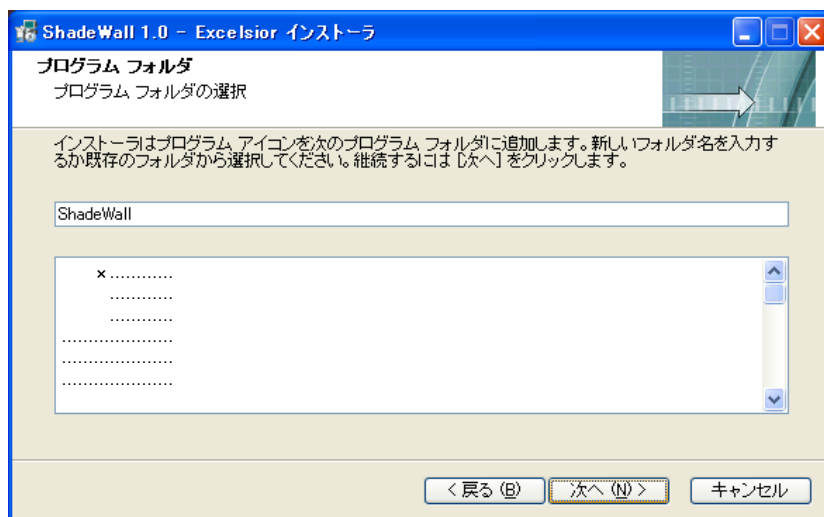


図 2-5 プログラムフォルダの選択画面

(7) デスクトップ上のショートカットアイコンの作成

図 2-6 に示すように、デスクトップ上にショートカットアイコンを作成するか否かを選択します。デフォルトでは作成する設定となっています。

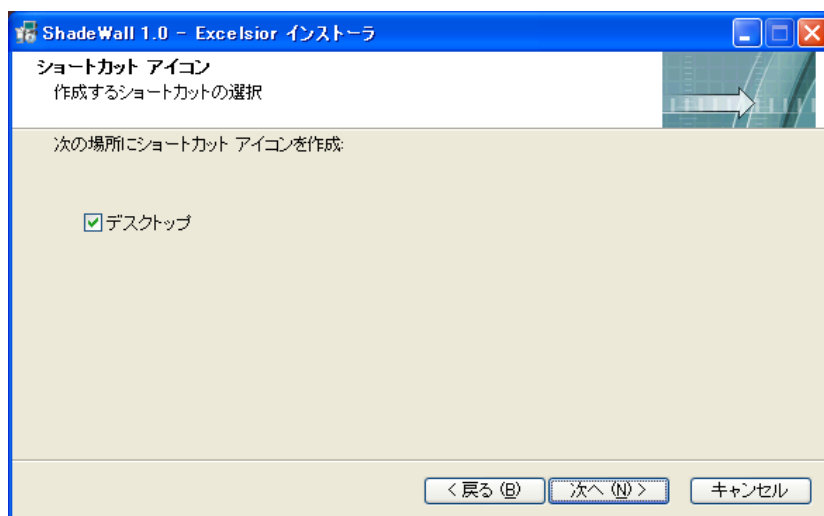


図 2-6 ショートカット作成画面

(8) インストール設定情報の確認とファイルコピーの開始

図 2-7 のように、これまでの入力情報(インストール先フォルダ、プログラムフォルダ、ショートカットアイコンの作成の有無)が表示されます。問題がなければ、“次へ”を左クリックし、ファイルコピーを開始させます。修正する場合は、“戻る”を左クリックしてください。

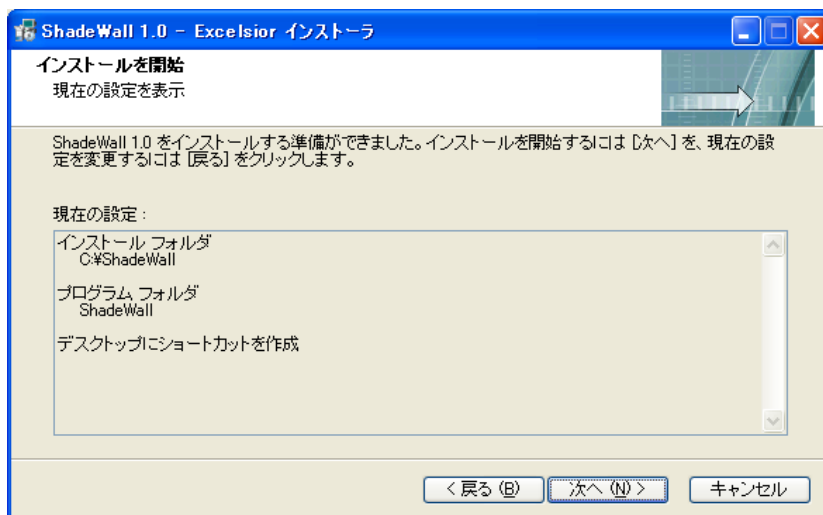


図 2-7 インストール設定情報の確認画面

(9) インストールの終了

ファイルコピーが終了すると、“インストールが完了しました。”という図 2-8 のような画面が表示されます。ここで“完了”ボタンを左クリックすれば、インストールプログラムが終了し、インストール作業が終了します。

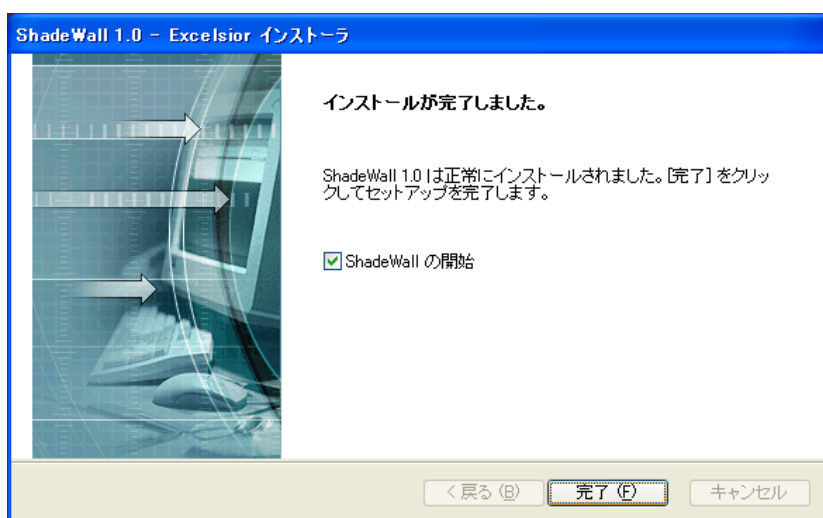


図 2-8 インストール完了通知画面

(10) ソフトウェア起動の確認

図 2-9 のように,スタートメニュー画面で“ShadeWall”を左クリックか,デスクトップ上のショートカットアイコンをダブルクリックし,正常に起動するか確認します。正常に起動しなかった場合,2.3の手順でアンインストールを行い,再度インストール作業を行ってください。



図 2-9 ソフトウェアの起動方法

2.3 アンインストールの手順

本ソフトウェアをアンインストールする場合の手順は,以下の2つの方法があります。

アンインストールプログラムの利用

(1) 図 2-10 のようにスタートメニューから“ShadeWall”の“Uninstall”を左クリックします。

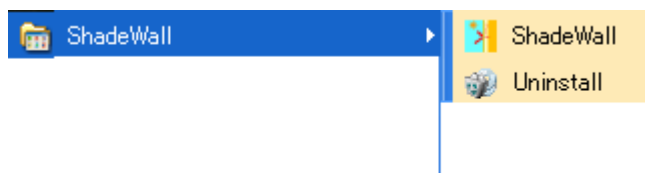


図 2-10 アンインストールプログラムの選択

(2) 図 2-11 の画面が表示されます。“はい”を左クリックしてください。



図 2-11 アンインストールの確認画面

(3) 図 2-12 の画面が表示され,“OK”を左クリックし,アンインストール作業を終了してください。

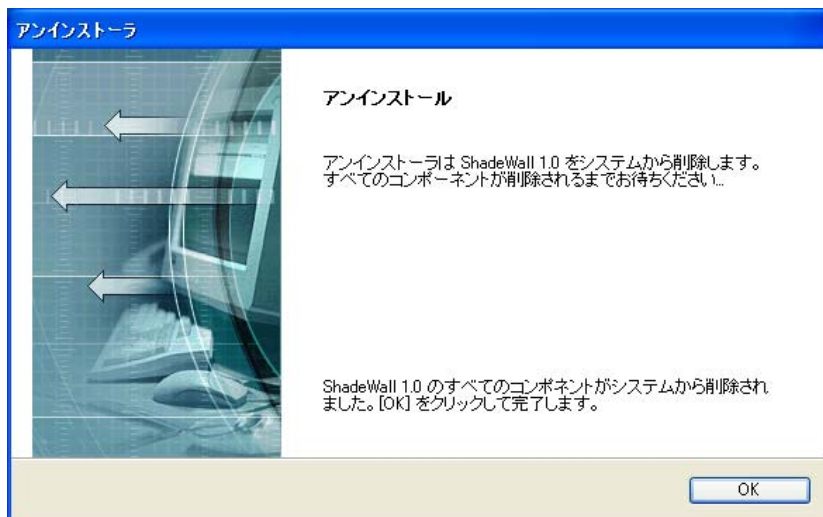


図 2-12 アンインストール終了画面

コントロールパネルの利用

- (1) Windows タスクバーのスタートメニューから“コントロールパネル”を開きます。
- (2) “プログラムの追加と削除”のアイコンをダブルクリックします。
- (3) インストールされているプログラムの一覧が表示されるので、本ソフトウェアを選択し、“削除”ボタンを左クリックしてください。
- (4) “.....削除しますか”のウィンドウが表示されるので、“はい”を左クリックします。削除しない場合は、“いいえ”を左クリックします。
- (5) プログラム一覧表から、本ソフトウェアが消去されたのを確認し、アンインストール作業を終了してください。

3. ShadeWall(試用版)の利用手順

(1) コンピュータにインストールした ShadeWall を起動させると図 3-1 の画面が表示されます。ここで“このまま試用する”を左クリックしてください。

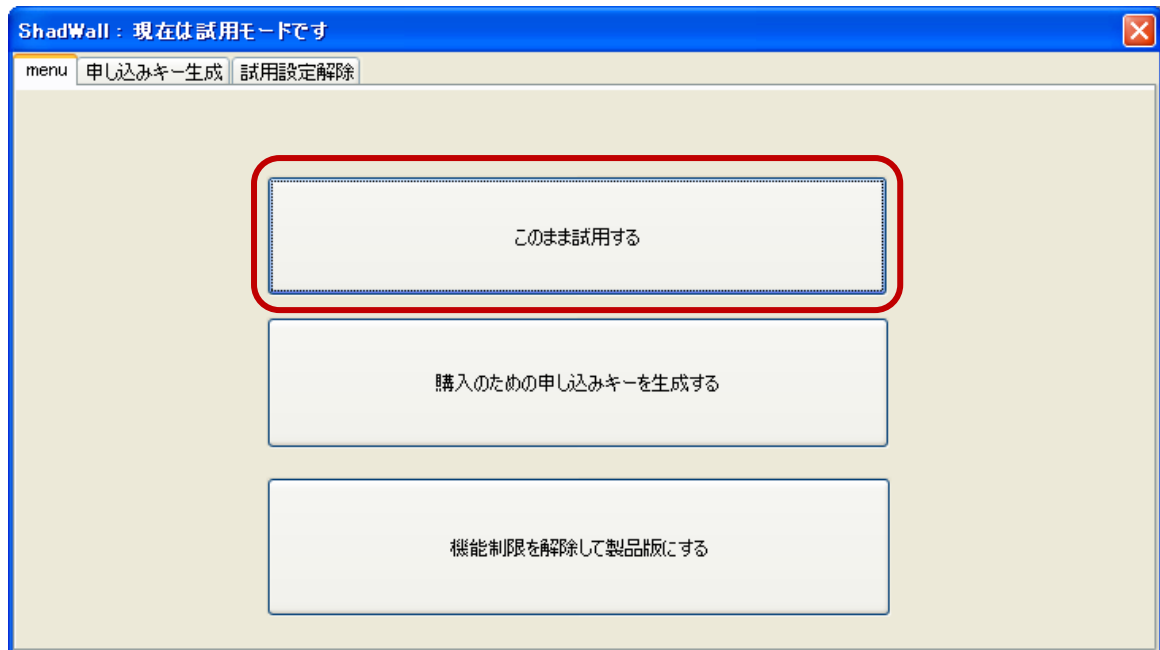


図 3-1 起動画面からの ShadeWall(試用版)の選択

(2) 「試用版」が起動し、図 3-2 のような初動画面(“計算”のタブ画面)が表示されます。

壁体の入力値や環境条件を確認するため、“壁体の入力”や“環境条件の入力”といった各タブを左クリックしてください。



図 3-2 ShadeWall(試用版)の初動画面

(3)壁体情報入力タブ画面(“壁体の入力”と表示)を図3-3に示します。

壁体構成部材は「試用版」の場合、既に設定されており、**変更はできません**。

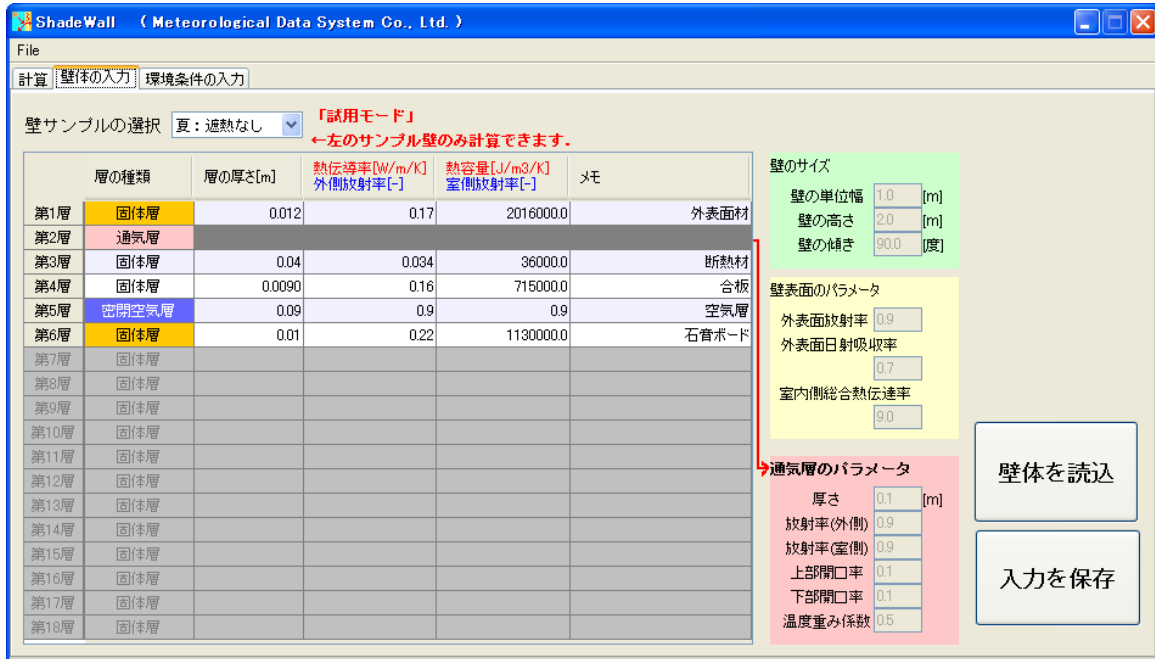


図3-3 「試用版」の壁体情報入力タブ画面

「試用版」で利用できる壁サンプルは、夏2パターン、冬2パターンの4つです。各サンプルの指定は、図3-4に示すように選択できます。

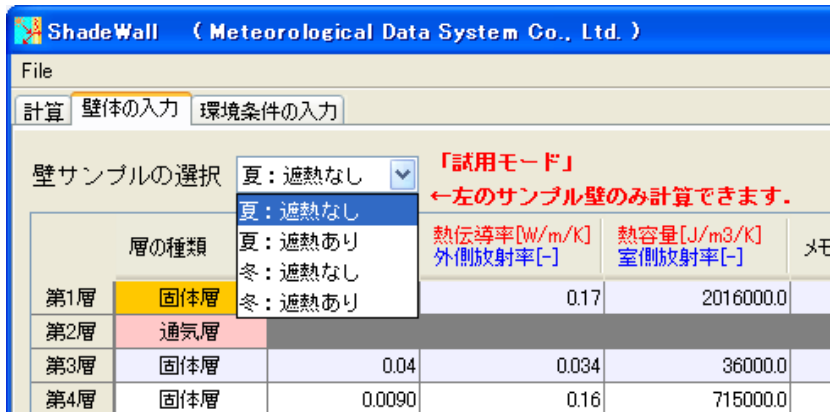


図3-4 「試用版」での壁体サンプルの選択画面

(4)環境情報入力タブ画面(“環境条件の入力”と表示)を図 3-5 に示します。

「試用版」では、壁体情報と同じく条件があらかじめ設定されており、変更はできません。

(3)の壁サンプルで、夏季が冬季を選択することで、自動的に環境条件が選択されます。

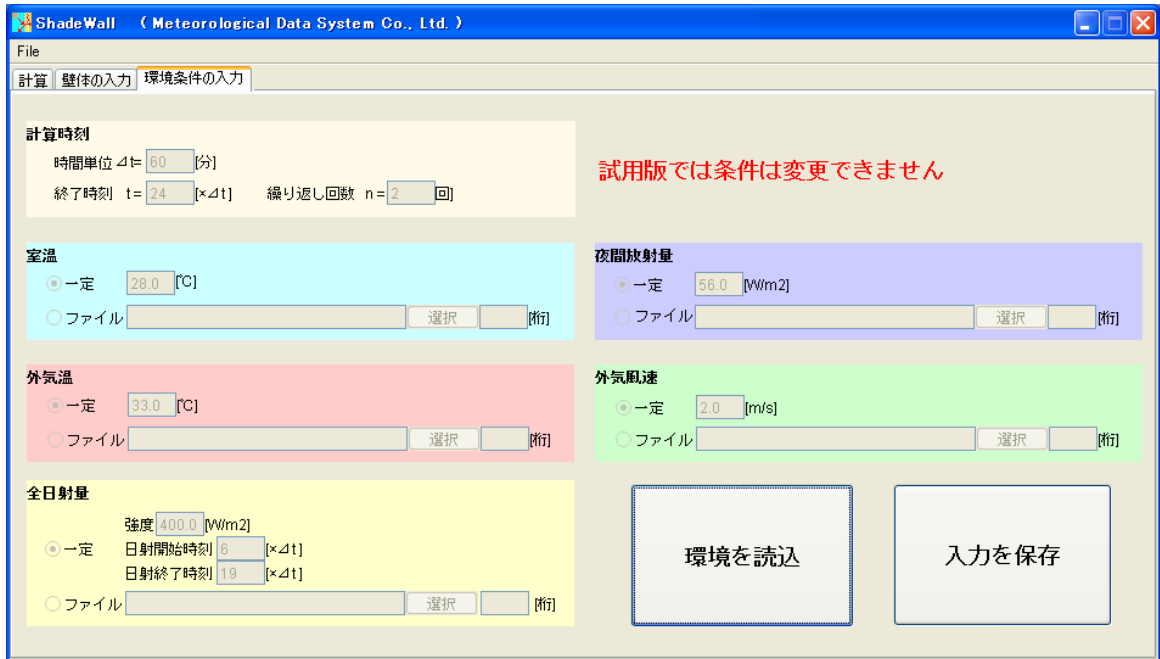


図 3-5 「試用版」の環境情報入力タブ画面

(5)図 3-6 のように出力先を入力し、“計算開始”を左クリックして、計算を実行してください。

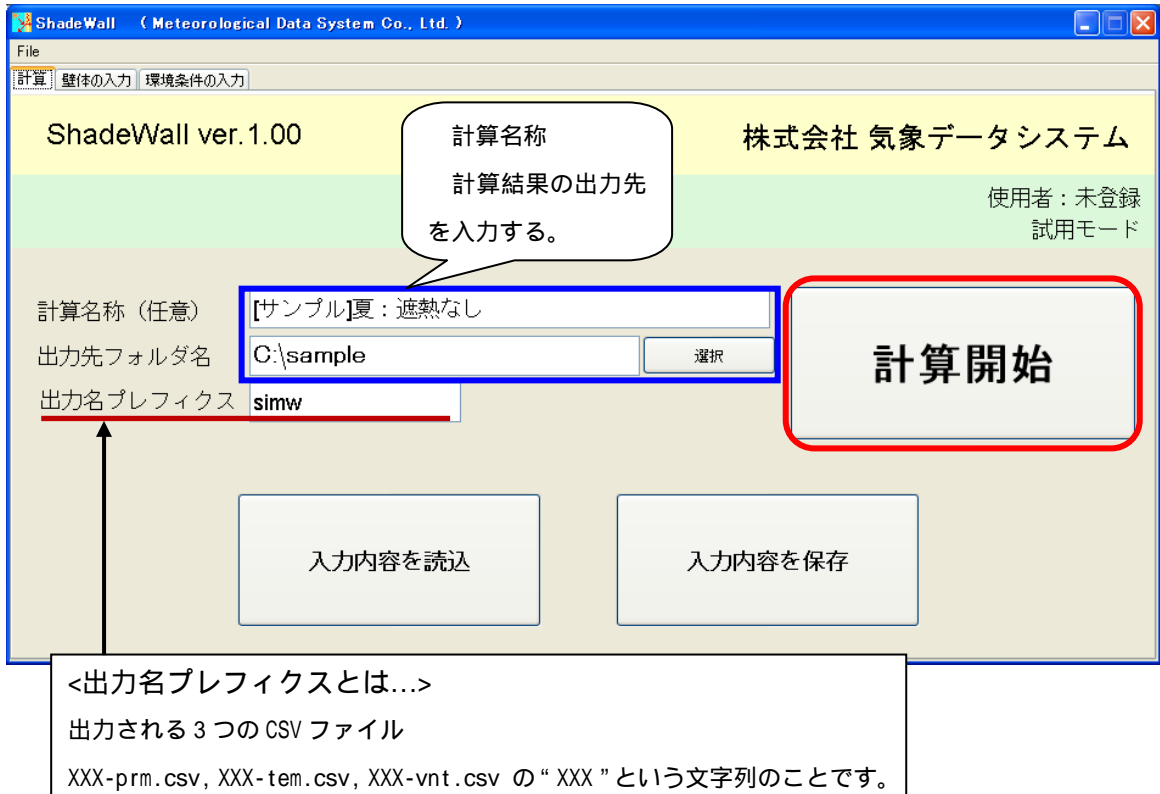


図 3-6 「試用版」の計算実行タブ画面

(6) 計算結果は、出力先のフォルダ内に図 3-7 に示す CSV 形式ファイルで保存されます。

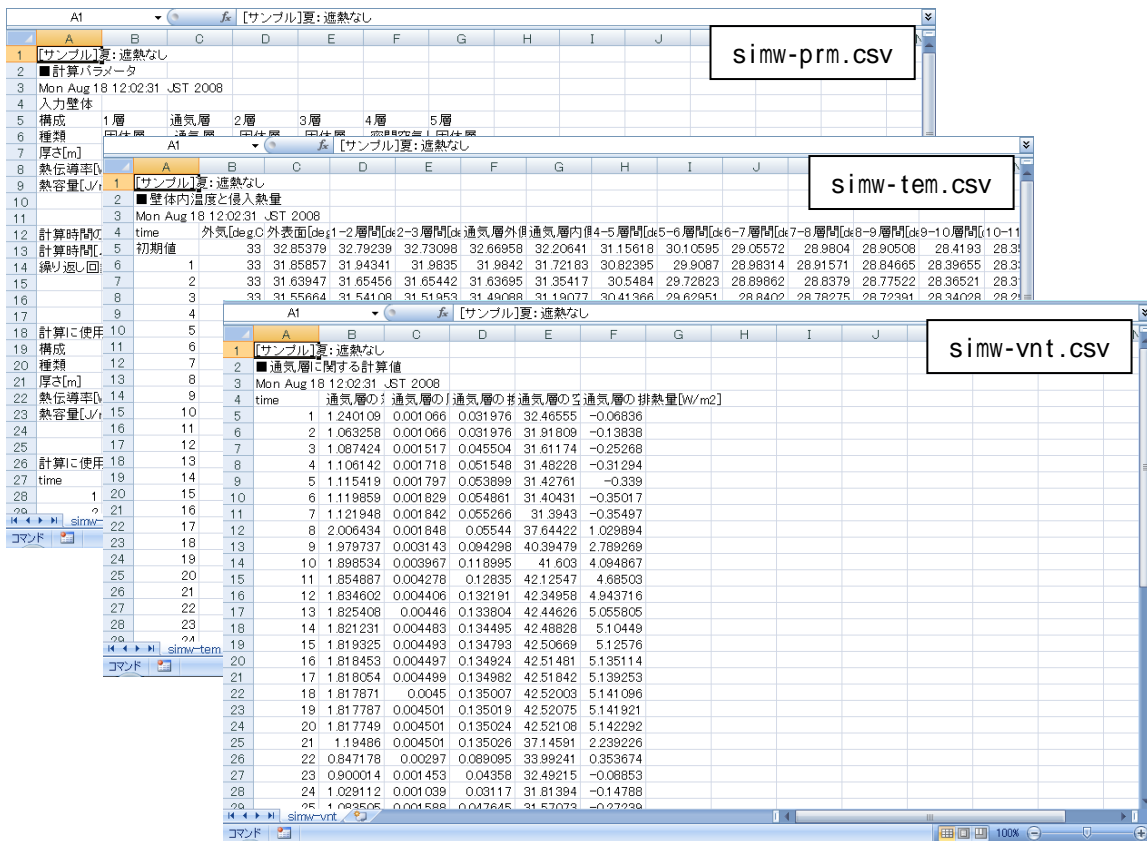


図 3-7 出力ファイル(simw-prm.csv, simw-tem.csv, simw-vnt.csv)

出力ファイルの詳細を表 3-1 に示します。

表 3-1 出力ファイルの一覧

XXX-prm.csv	壁体構成材の物性値入力データ,環境条件入力データ
XXX-tem.csv	各層の表面温度データ,室内侵入熱量
XXX-vnt.csv	通気層内の対熱伝達率・風速・温度,通気層からの排熱量

これらの出力ファイルを利用して,壁体内の温度分布や室内への侵入熱量の推移といったグラフを作成することで,データの解析を行うことができます。

4. 機能制限の解除手順

3.の「試用版」では、壁体モデルの作成や環境条件の設定が固定され、機能が制限されています。この制限を解除し「フル機能版」として利用するには、ライセンスキーの発行申請(購入申し込みキーの生成と送付)・ライセンス料の振り込みを行い、(株)気象データシステムから送付されてくるライセンスキーを本ソフトウェア中の指定した画面上に入力する必要があります。ここでは機能制限の解除手順として、ライセンス発行申請までの第1段階と送付されたライセンスキーを入力し、機能制限が解除されるまでの第2段階に分けて説明します。

なお、試用版の画面から購入申し込みキー生成画面には直接移動できません。一度試用版のプログラムを終了し、再度起動させてください。

4.1 第1段階(購入申し込みキーの生成からライセンス申請まで)

注意

ライセンスキーは1台のコンピュータに対して発行されます。したがって複数のコンピュータで使用する場合、ライセンスもコンピュータの台数分申請する必要があります。

必ず使用予定のコンピュータを使って以下の購入申し込みキーを生成してください。

(1)起動時の画面で、図4-1に示している“購入のための申し込みキーを生成する”を左クリックします。

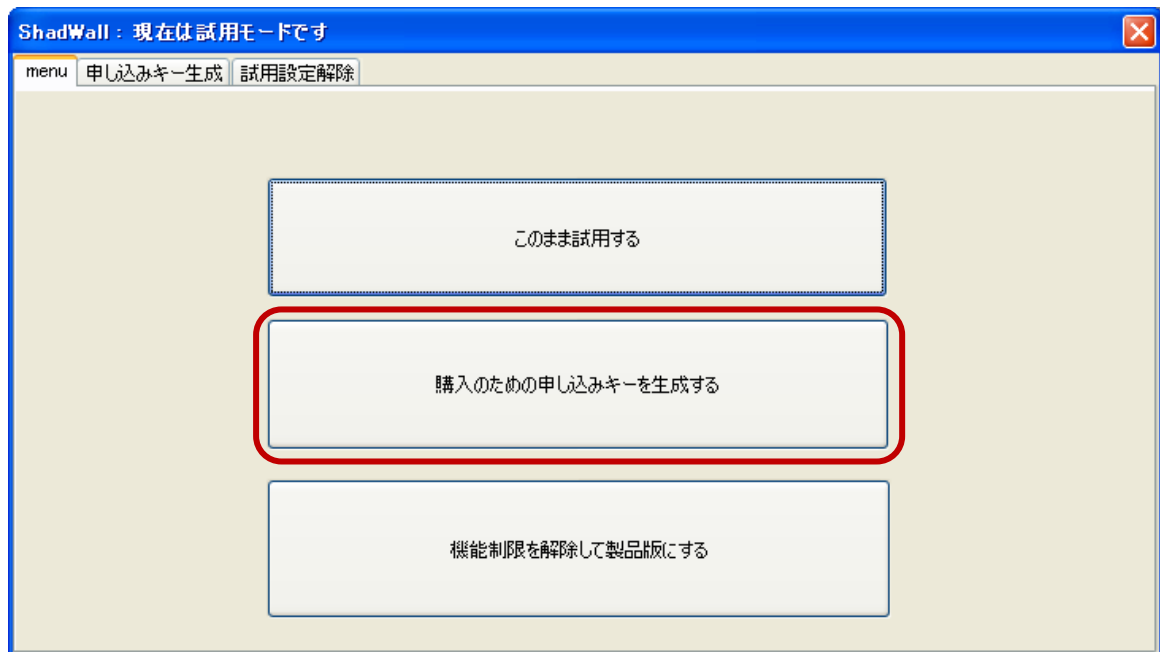


図 4-1 購入申し込みキー生成画面の選択

(2)図4-2の画面に切り替わります。ここで、“申し込みキーの生成”を左クリックします。

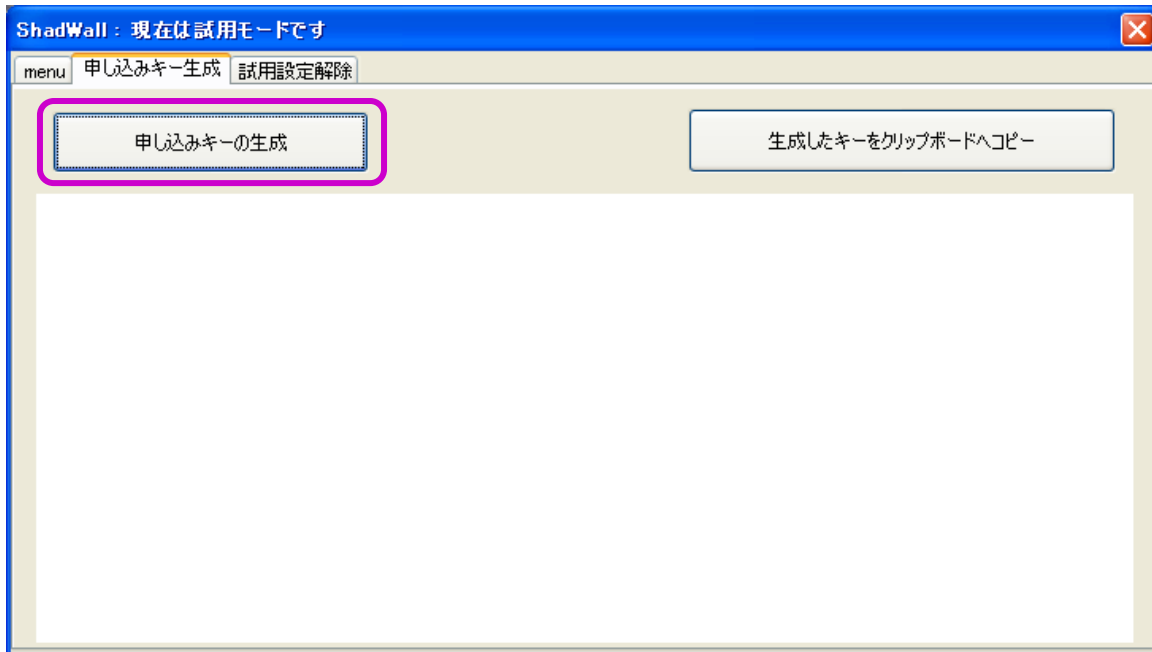


図 4-2 購入申し込みキー生成画面(ボタンをクリックする前)

(3)購入申し込みキーが,図 4-3 のように表示されます。

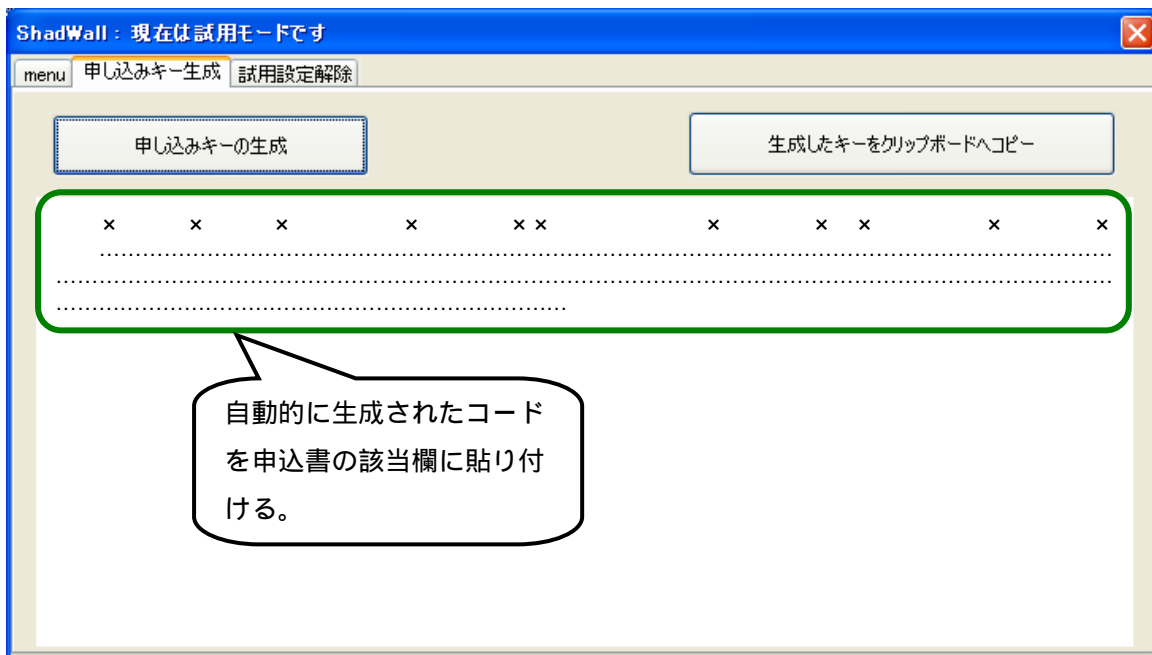


図 4-3 購入申し込みキー生成画面(ボタンをクリックした後)

(4)この購入申し込みキーを「ShadeWall 購入申込書」の“申し込みキー入力欄”に貼り付けます。申込書の他の必要事項も記入してください。

(5)申込書の電子ファイルをメールに添付して送信し,ライセンスキーの発行申請を行います。

(6)ライセンス料を振り込みます。振込先の口座番号は,㈱気象データシステムより連絡いたします。

4.2 第2段階(ライセンスキーの送付から機能制限の解除まで)

(7)ライセンス料の入金を確認後、(株)気象データシステムよりライセンスキーをメールで送付いたします。添付されたライセンスキーの情報を必ず保存・管理してください。

(8)ShadeWall を起動させ、図 4-4 に示す“機能制限を解除して製品版にする”のボタンを左クリックします。

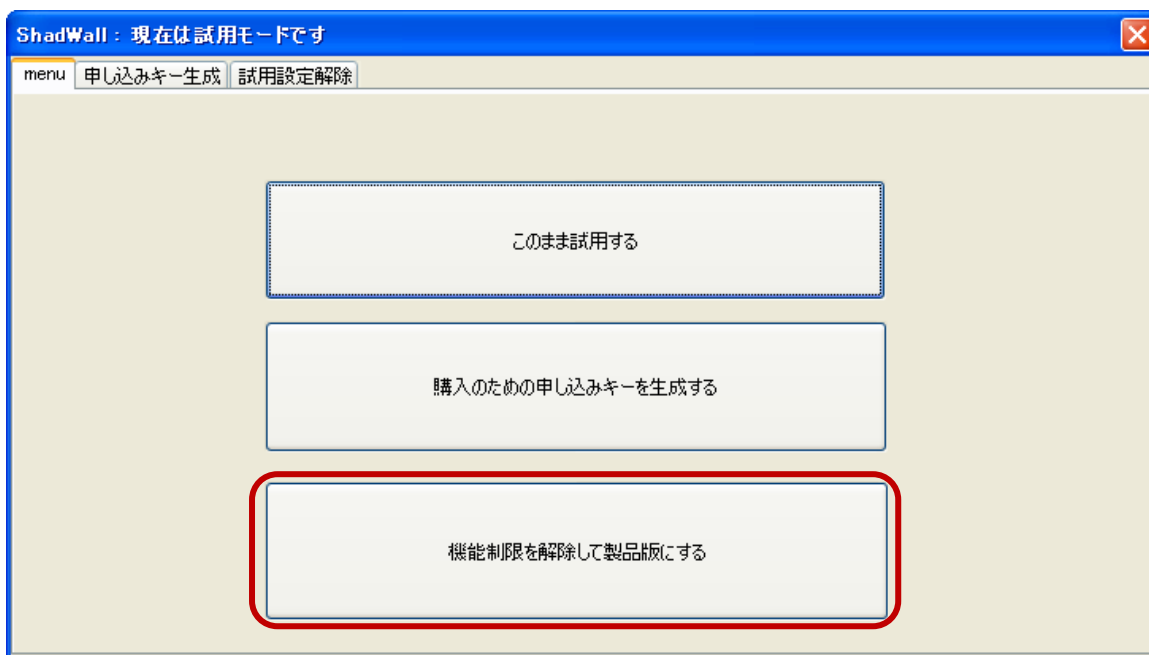


図 4-4 機能制限解除画面の選択

(9)送付されたライセンスキーを図 4-5 に示す画面に貼り付け、“機能制限の解除”を左クリックしてください。

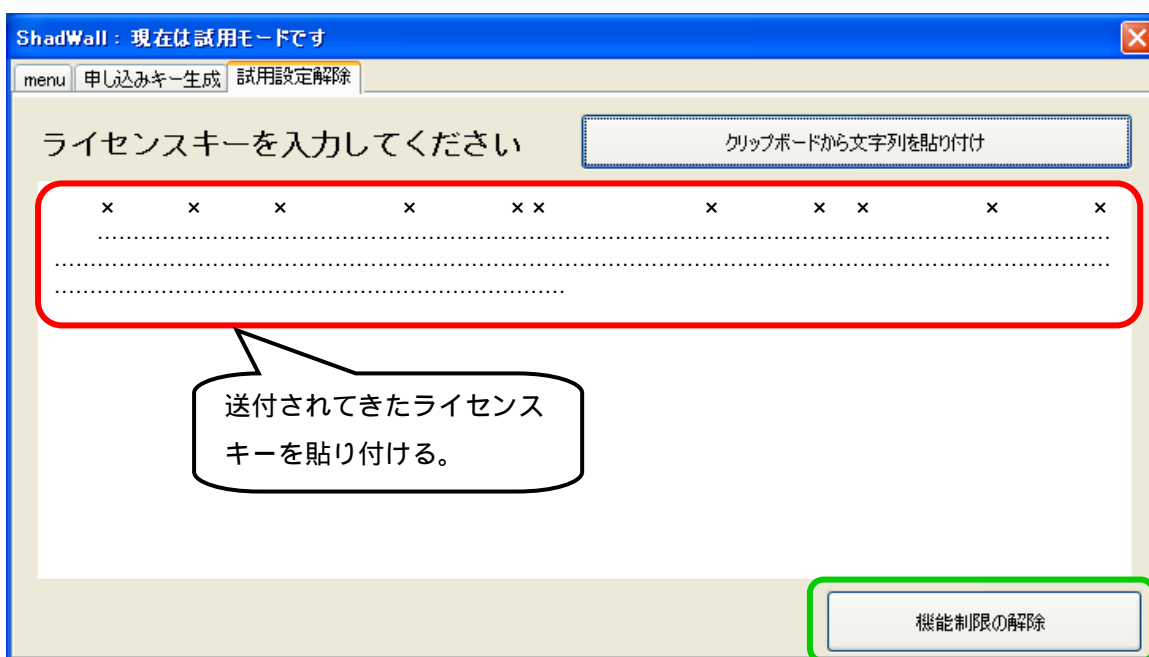


図 4-5 ライセンスキーの貼り付け

(10)図 4-6 の画面が表示され,フル機能版として利用可能となります。

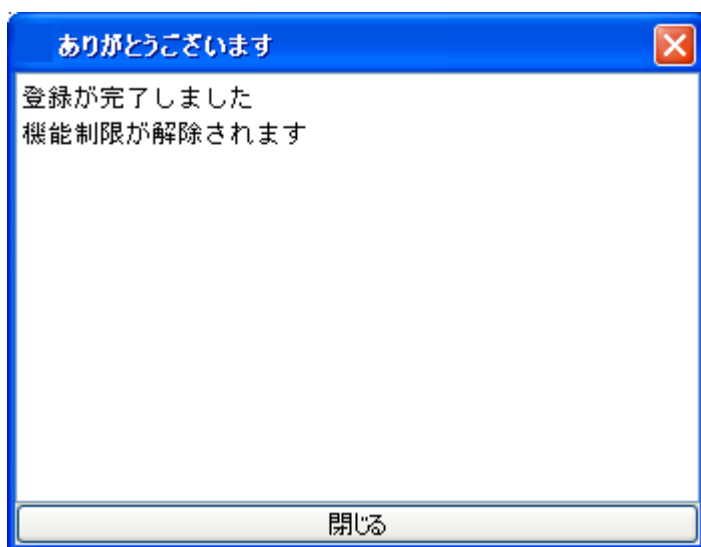


図 4-6 登録完了画面(機能制限の解除)

これらの作業が正常に終了した後,図 4-7 の画面が表示され,機能制限なく使用していただけることになります。



図 4-7 制限解除後における本ソフトウェアの画面

5. ShadeWall の画面構成

ShadeWall(フル機能版)の初動画面は、図 5-1 のような画面構成で表示されます。

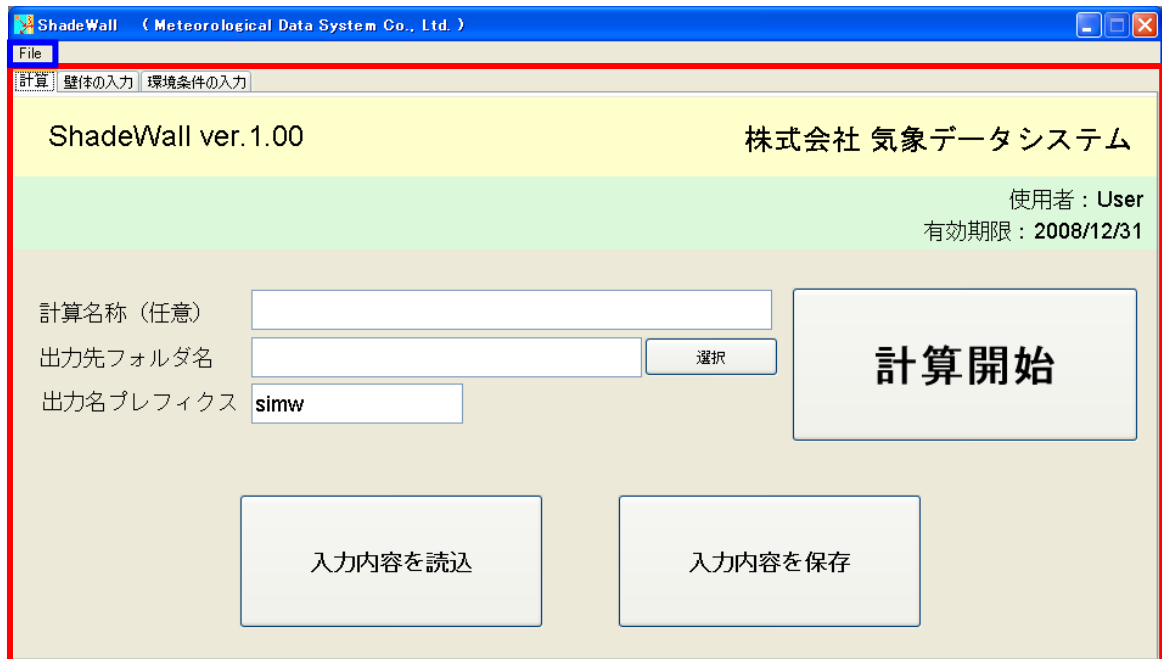


図 5-1 ShadeWall(フル機能版)の初動画面構成

メニューバー

メニューバーは、“File” の 1 つだけで構成されています。(図 5-2 参照) “File”は、データの保存(Save Ctrl+S)とプログラムの終了(Exit)を選択できます。

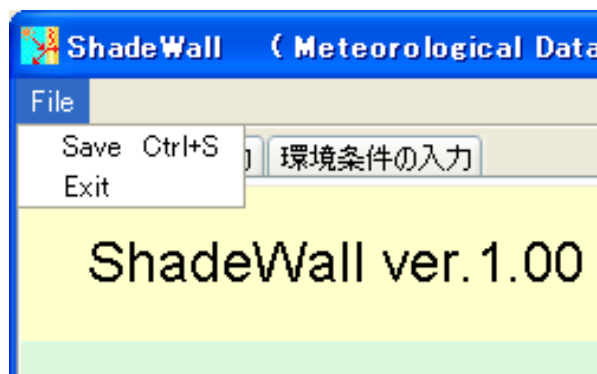


図 5-2 File バーの選択画面

各タブ画面

各タブ画面に、計算実行に必要な情報を入力していきます。ここでは、各タブの画面構成を説明します。

[1] 壁体情報入力タブ画面の詳細



図 5 - 3 壁体情報入力タブ画面

① 壁体層構成数の選択

層数”1～18”を選択することができます。決定された層数に応じて、図 5-4 に示すように各層の物性値入力項目範囲が変動します。



図 5-4 層数 6 の時における物性値入力項目の範囲

② 各層の物性値入力項目

室外側・室内側に接する層は、固体層としなければいけません(黄色で表示され部分)。それ以外の層では図 5-5 のように固体層・密閉空気層・通気層を各自選択することができます。入力内容として層の厚さ[m],熱伝導率,熱容量があります。ただし密閉空気層を選択した場合,熱伝導率の入力欄は室内側放射率,熱容量の入力欄は室外側放射率となります。また通気層を選択した場合,この項目における入力はありません。

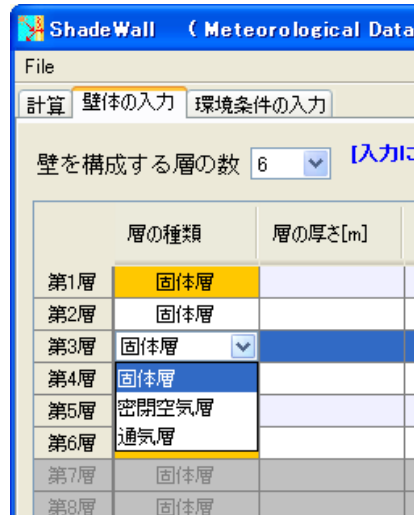


図 5-5 層の種類を選択

③ 各パラメータ設定

壁体モデルの規模,壁体表面の情報,通気層の情報をこの部分で入力します。

- ・壁体モデルの規模 単位幅[m],高さ[m],傾き[°](たとえば垂直 90°)
(単位幅とは,垂木で仕切られた単位で測った幅です。)
- ・壁体表面の情報 外表面の放射率,日射吸収率,室内側での総合熱伝達率
- ・通気層の情報 通気層厚さ[m],室外側表面放射率,室内側表面放射率,上部および下部の開口率,温度重み係数(不明瞭な場合は 0.5 程度。)

通気層は1壁体モデルにつき,1つだけ設定できます。

④ 壁体モデルの読み込み

以前作成したモデルを読み込み,画面に表示させます。

⑤ 壁体モデルの保存

作成したモデル情報を保存します。

[2] 環境情報入力タブ画面の詳細

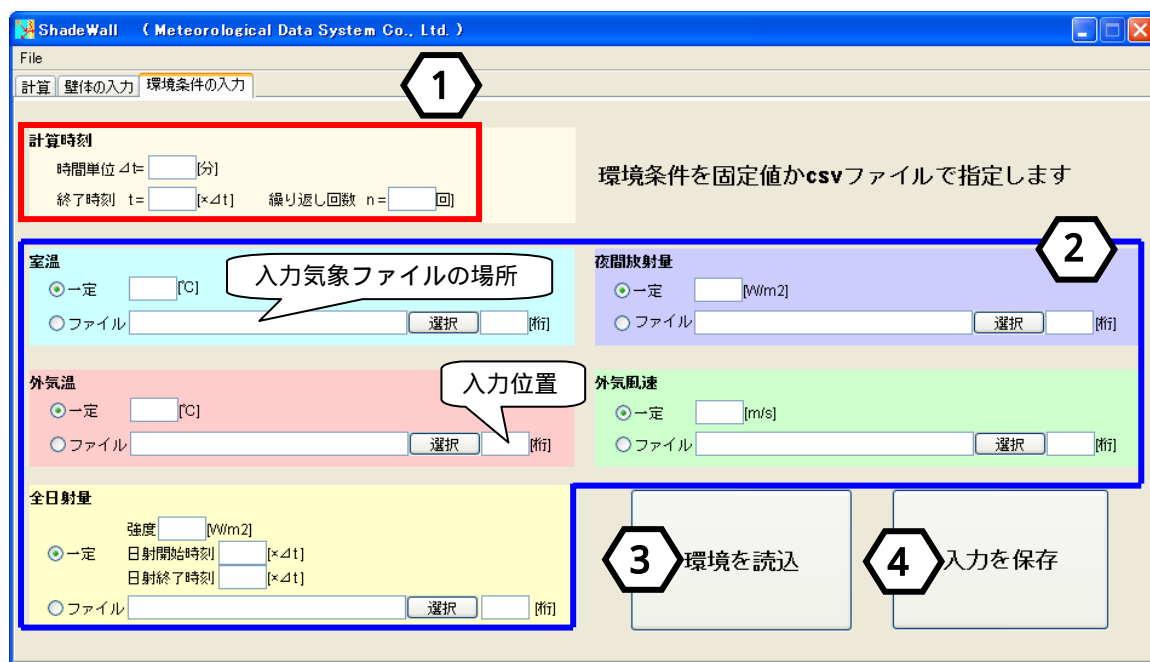


図 5-6 環境情報入力タブ画面

① 計算時間の設定

時間単位(計算ステップ) Δt [分], 終了時刻(1 計算サイクルの計算ステップ数) t , 繰り返し回数(1 計算サイクルの反復数) n [回]を入力します。各要素の位置づけは図 5-7 のようになります。

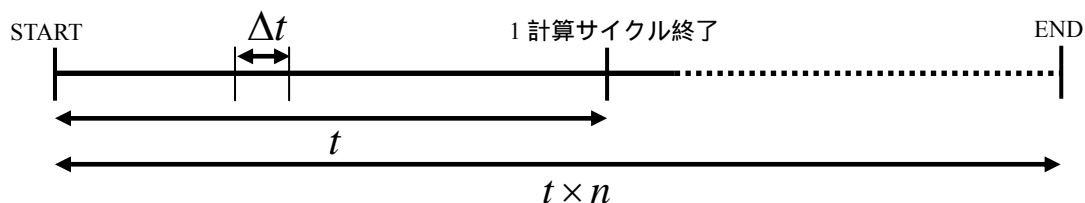


図 5-7 計算時間の各項目の位置づけ

② 各気象要素の設定

室温[]・外気温[]・日射量 $[W/m^2]$ ・夜間放射量 $[W/m^2]$ ・外気風速 $[m/s]$ を入力します。各要素において, 値を一定とする場合には“一定”を選択して値を入力します。また計算時間ステップごとに値を変化させる場合には, 入力ファイルを作成し, “ファイル”を選択して, その要素の入気象ファイルの場所とファイル内での入力位置を指定します(図 5-6 参照)。入力ファイルは CSV 形式とし, 入力データの前の行に「DATA」という文字列を必ず入力してください。これによって, その次の行以降を入力値として判断します(「DATA」より前はコメントとして無視しています)。また, 1 つのファイルには要素をいくつ載せても問題ありません。つまりが 1 つの要素(たとえば外気温...)のデータ列が複数あっても, 入力位置の指定ができていれば正しく読み込むことができます。なお具体的な入力位置の指定方法については, 図 6-5 を参照ください。

③ 環境情報の読み込み
以前作成した環境情報を読み込み,画面に表示させます。

④ 環境情報の保存
作成した室内外環境の情報を保存します。

[3] 計算実行タブ画面の詳細



図 5-8 計算実行タブ画面

- ① 計算データのファイル指定
壁体モデル,環境情報で構成される入力データの計算名称や計算結果の出力ファイル名とファイルの出力場所を指定します。なお計算名称の入力は任意ですが,どの入力内容を表示させているか混乱しない目印として入力されることを推奨します。
- ② 入力データ全体の読込・保存
以前に作成した入力データの呼び出しや作成したデータ全体を一つのファイルとして保存することができます。
- ③ 計算の実行
計算が完了した後,計算結果を指定した出力先に CSV 形式ファイルで保存させます。出力ファイルは,表 3-1 に示した 3 種類の CSV ファイルが作成されます。

6. ShadeWall(フル機能版)の使用手順

図 6-1 に示す計算壁体モデルを一例として,ShadeWall(フル機能版)の使用手順を説明していきます。壁体部材の物性値を表 6-1 に,環境条件を表 6-2 に,壁表面のパラメータを表 6-3 に,通気層のパラメータを表 6-4 に示します。このモデルでは,通気層厚さの違い・低放射層の有無による違いを比較します。通気層厚さ 45mm,低放射シート無しモデルを**基準型**,通気層厚さ 89mm,通気層表面に低放射シートを設置したモデルを**対策型**と表記します。ここでは**基準型**の計算手順を示します。

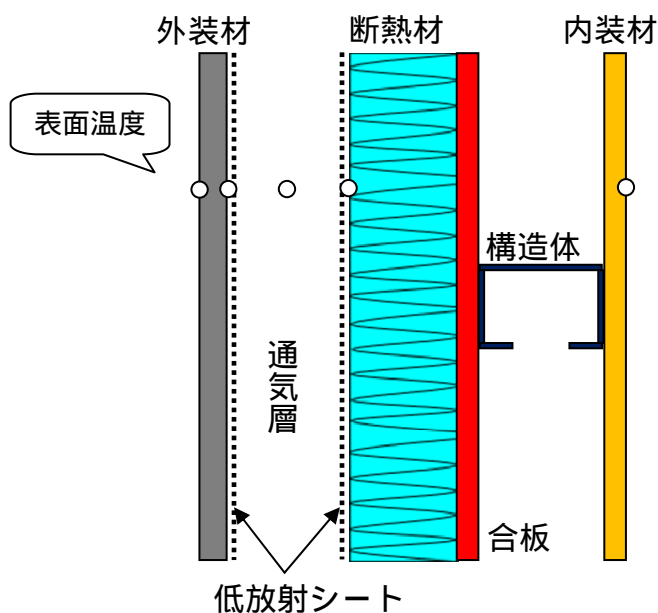


図 6-1 計算壁体モデル

表 6-1 計算壁体モデルの各物性値

部材名	厚さ[m]	熱伝導率 [W/mK]	容積比熱 [J/m ³ K]
外装材	0.005	0.17	2016000
通気層			
断熱材	0.040	0.024	25000
合板	0.004	0.16	715000
密閉中空層 (構造体有)	0.089	室内・室外側の放射率 0.9	
内装材	0.0095	0.22	1130000

表 6-3 壁表面のパラメータ

	基準型	対策型
放射率	0.9	
日射吸収率	0.88	0.59
室内側熱伝達率	9[W/m ² K]	

表 6-2 環境条件

外気温	図 6-2 参照
室温	26
日射量	図 6-2 参照
風速	3.5m/s
夜間放射量	56W/m ²

表 6-4 通気層のパラメータ

	基準型	対策型
厚さ[m]	0.045	0.089
開口率	上部,下部とも 0.3	
通気層に接する面の放射率	0.9	0.08
温度重み係数	0.5	

「壁のサイズ」という入力項目では、壁体モデルの傾きを 22.6°として、屋根の計算を行います。また通気層のサイズは長さ 2.041[m],幅 1[m]として設定します。なお外気温・全天日射量・風速・夜間放射量は、入力ファイルを作成してください。(ただし、風速と夜間放射量は一定値のデータ列とします)。一方、室温は一定値“ 26 ”を入力します。図 6-2 に外気温と全天日射量の時系列推移、図 6-3 に今回作成した入力気象ファイル“ sample-weather.csv ”を示します (“ ShadeWall_setup ”フォルダ内の“ サンプル入力データ ”フォルダ内に収録しています)。

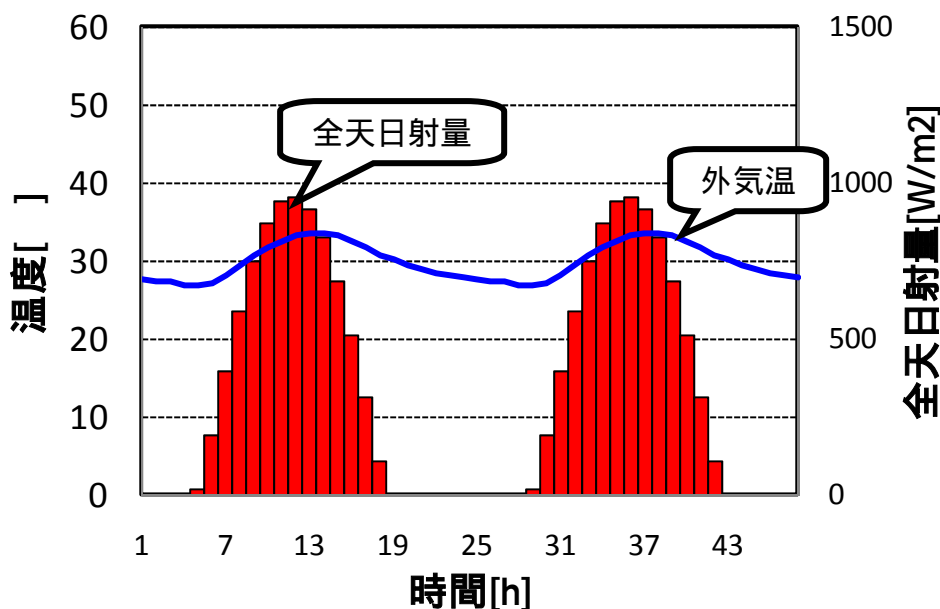


図 6-2 計算時の外界条件(外気温と全天日射量)

	A	B	C	D
1				
2				
3	#外気温, 夜間放射量, 全日射, 風速			
4	DATA			
5	27.5	56	0	3.5
6	27.4	56	0	3.5
7	27.2	56	0	3.5
8	26.9	56	0	3.5
9	26.8	56	21	3.5
10	27	56	194	3.5
11	28.1	56	399	3.5
12	29.4	56	630	3.5
13	30.7	56	752	3.5
14	31.7	56	872	3.5
15	32.5	56	942	3.5
16	33.1	56	957	3.5
17	33.4	56	919	3.5
18	33.4	56	826	3.5
19	33.1	56	687	3.5
20	32.4	56	511	3.5
21	31.6	56	311	3.5
22	30.7	56	110	3.5
23	30	56	0	3.5
24	29.3	56	0	3.5
25	28.8	56	0	3.5
26	28.4	56	0	3.5
27	28.1	56	0	3.5
28	27.9	56	0	3.5
29	27.6	56	0	3.5

図 6-3 入力気象ファイル(sample-weather.csv)

[手順] 壁体構成部材の物性値・計算条件データを入力します。なお4,5列目のパラメータは通常、熱伝導率と熱容量ですが、密閉中空層に指定すると外側放射率・室側放射率のパラメータとなります。各画面の入力が終了したら“ 入力 を保存 ”を左クリックしてパラメータを保存してください。

表 6-1, 表 6-3, 表 6-4 に基づき, 壁体の各パラメータを入力した画面を図 6-4 に示します。

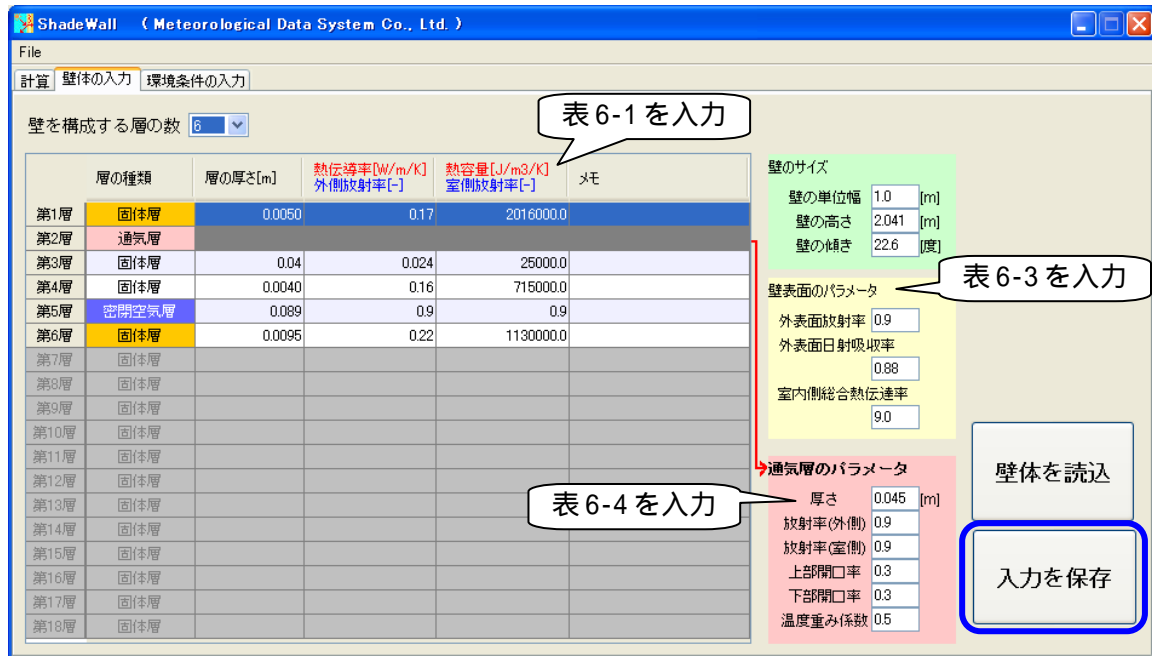


図 6-4 壁体情報入力タブ画面

表 6-2 に基づき, 環境条件を入力した画面を図 6-5 に示します。

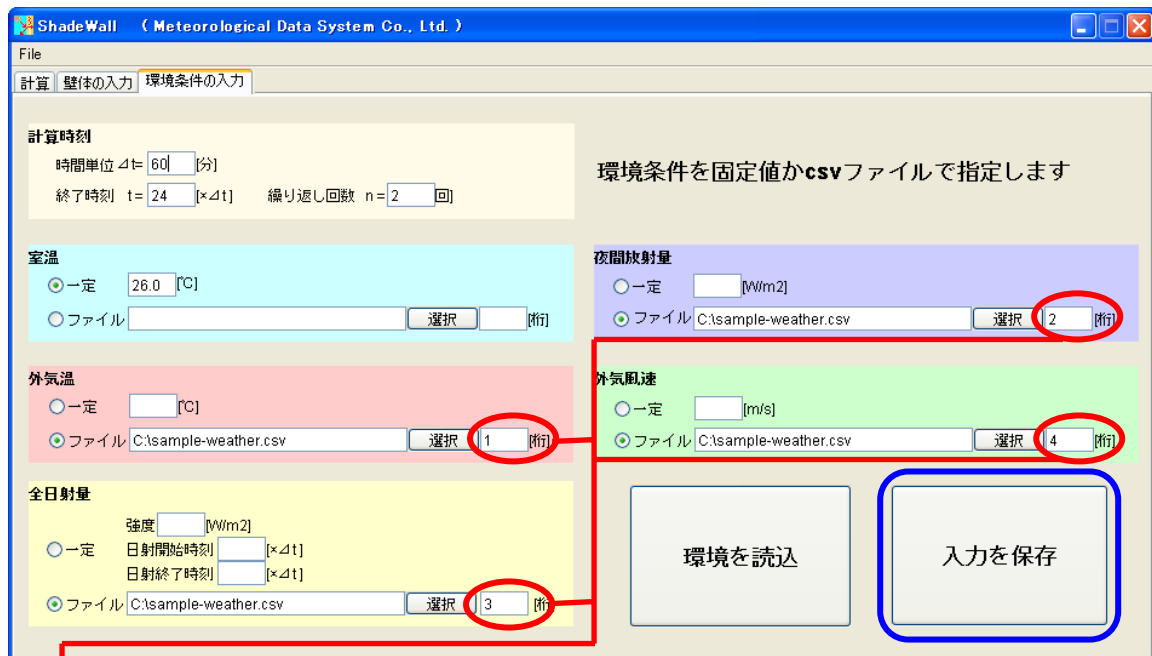


図 6-5 環境情報入力タブ画面

図 6-3 に対応して桁番号は, 外気温が “ 1 ”, 夜間放射量は “ 2 ”, 日射量は “ 3 ”, 風速は “ 4 ” と入力します。

[手順] 入力内容を保存した上で、計算実行タブ画面を選択し実行ボタンをクリックします。
計算が開始し、3つのCSVファイルデータが出力されます。各出力データは、図 6-6
で指定した場所に保存されます。



図 6-6 計算実行タブ画面

計算が終了すると、図 6-7 に示す終了画面が表示されます。

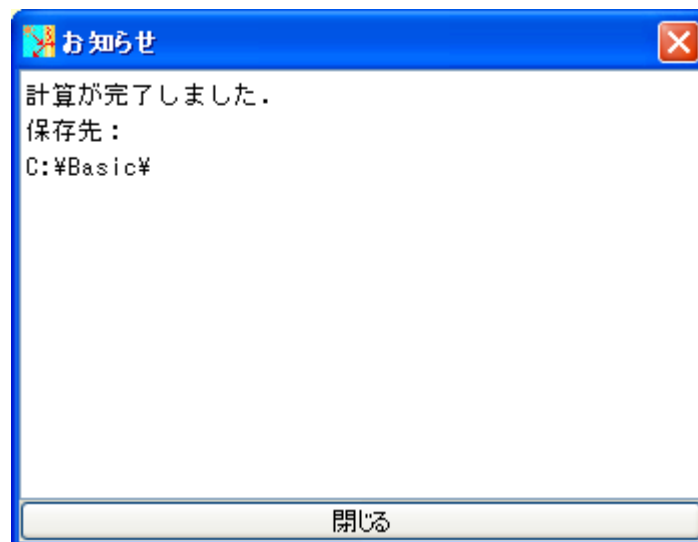


図 6-7 計算終了画面

以上が**基準型**の計算です。今回用いたパラメータのうち通気層厚さと通気層に接する面の放射率、壁表面の日射吸収率を、表 6-3、表 6-4 を参考に変更すれば、**対策型**の計算も可能です。各入力タブ画面で保存したデータを読み込んで用いれば、短時間で終了できます。なお、ここで作成した基準型モデルの入力データは“ShadeWall_setup”フォルダ内の“サンプル入力データ”フォルダに収録してあります(基準型→Basic.swl、対策型→Shade.swl となっています)。確認のため、これらを読み込んで比較するなら、手順の復習に役立つでしょう。

[手順] 出力データの各出力要素を利用して、表やグラフを作成します。

計算結果として出力された CSV 形式のファイルを図 6-8 に示します。

The image displays three overlapping spreadsheet windows from a software application. The top window, titled 'Basic-prm.csv', shows input parameters for a building simulation, including construction details like wall thickness (0.005m to 0.0095m) and thermal properties (conductivity 0.17, capacity 2016000). The middle window, 'Basic-tem.csv', shows a time-series table of indoor temperatures and heat gains for various zones (1-16) over 30 time steps. The bottom window, 'Basic-vnt.csv', shows ventilation flow rates and heat gains for the same zones and time steps. The interface includes standard spreadsheet navigation tools and a menu bar.

図 6-8 計算出力ファイル(Basic-prm.csv, Basic-tem.csv, Basic-vnt.csv の画面)

これらの出力ファイルを利用して、グラフを作成します。グラフの作成例を図 6-9～図 6-11 に示します。

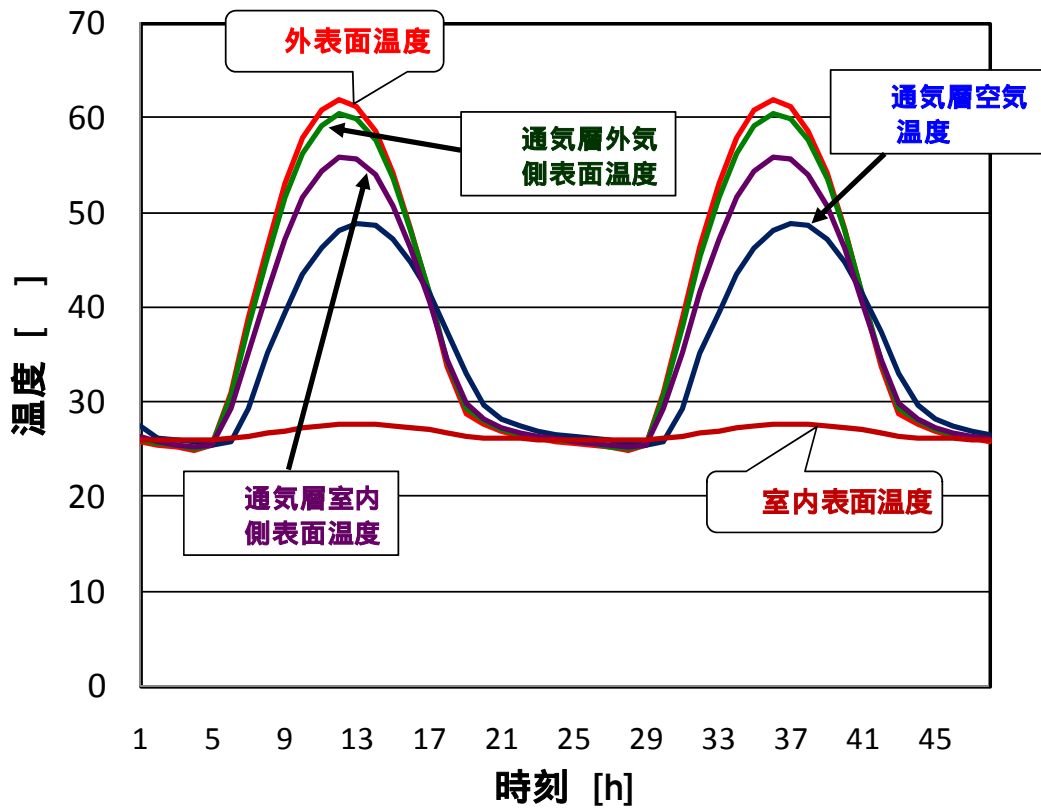


図 6-9 基準型モデルにおける屋根各層の温度推移

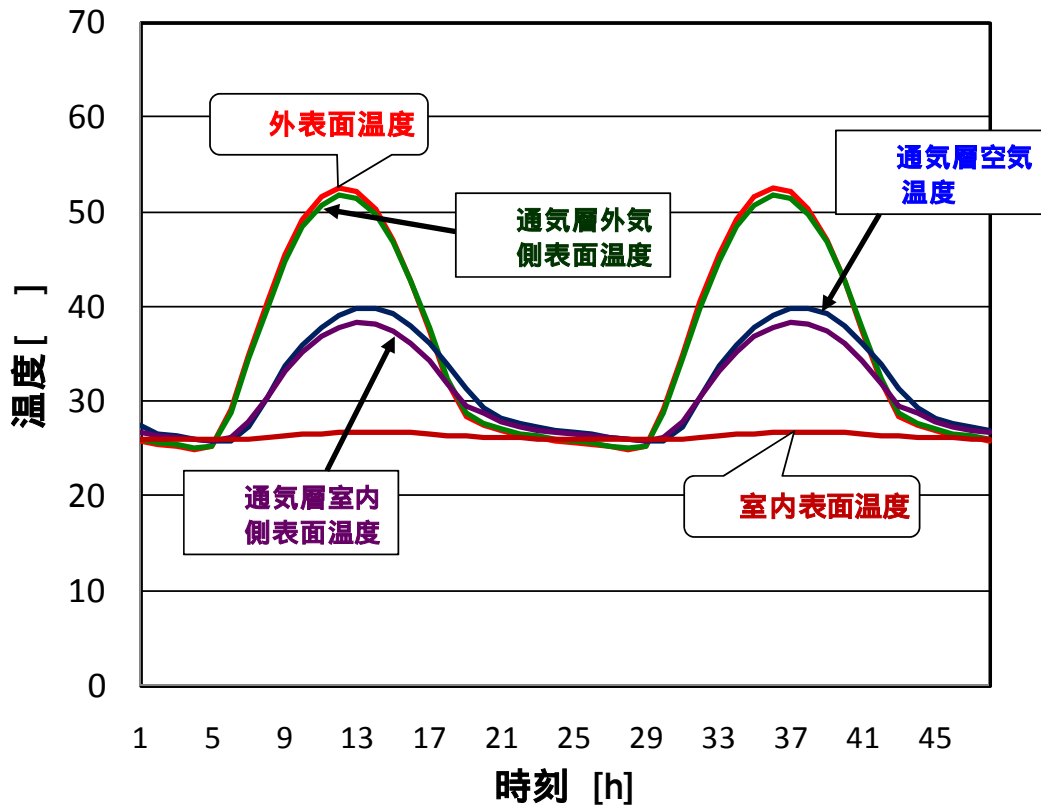


図 6-10 対策型モデルにおける屋根各層の温度推移

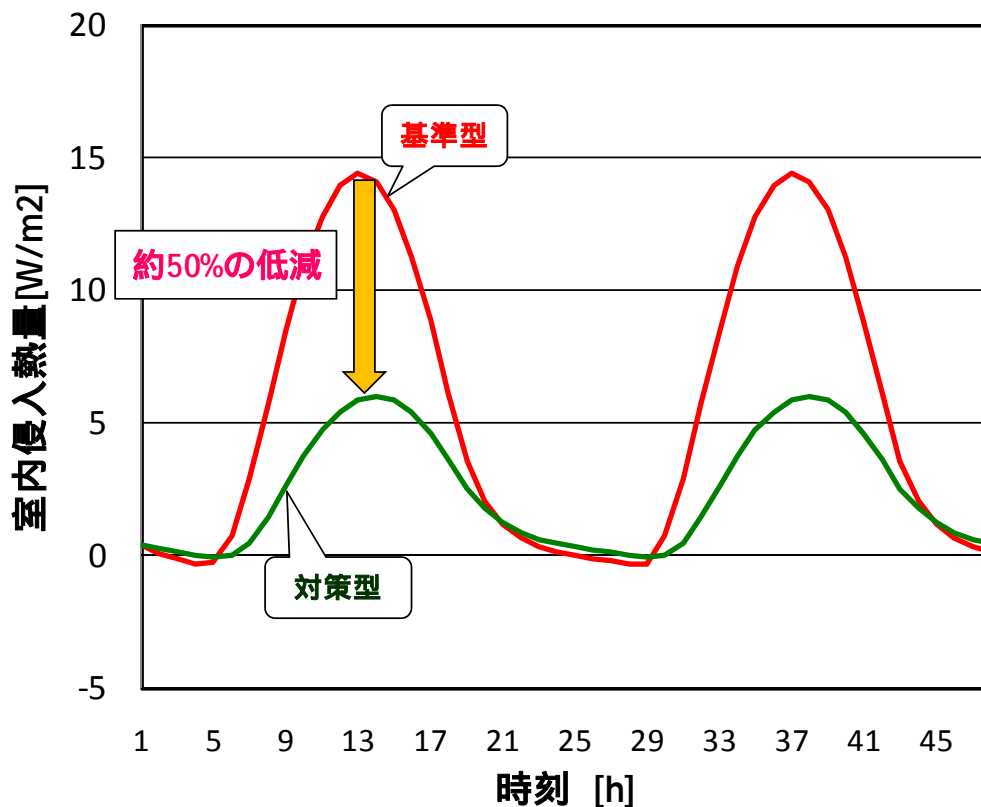


図 6-11 基準型と対策型における室内侵入熱量の比較

このように、計算結果が出力された CSV ファイルを利用してグラフを用いた壁体の遮熱・断熱性能を可視化して評価することができます。

使用手順で示した実施例の場合、図 6-11 より通気層両面の放射率を基準モデルの 1/10 以下に抑え、通気層の厚さを 2 倍にすることで、屋根を貫流し室内に侵入してくる熱を約 50%抑制できることが分かります。このように本ソフトウェアを利用することによって、実証実験をする前に試験用壁体の性能をあらかじめ把握し、予想される効果や影響を明らかにできます。

7 . ShadeWall の計算理論

7.1 遮熱とは...

物体は、他の物体や空間と日常的に熱の授受が発生しています。このような熱の移動(以後、熱授受と述べる)は、図 7-1 に示すように、大きく分けて 3 つに分類されます。

- [1] 伝導 固体同士が密着しているときの熱授受。
- [2] 対流 固体と流体(空気など)が接触しているときの熱授受。
- [3] 放射 離れた固体同士の電磁波での熱授受。

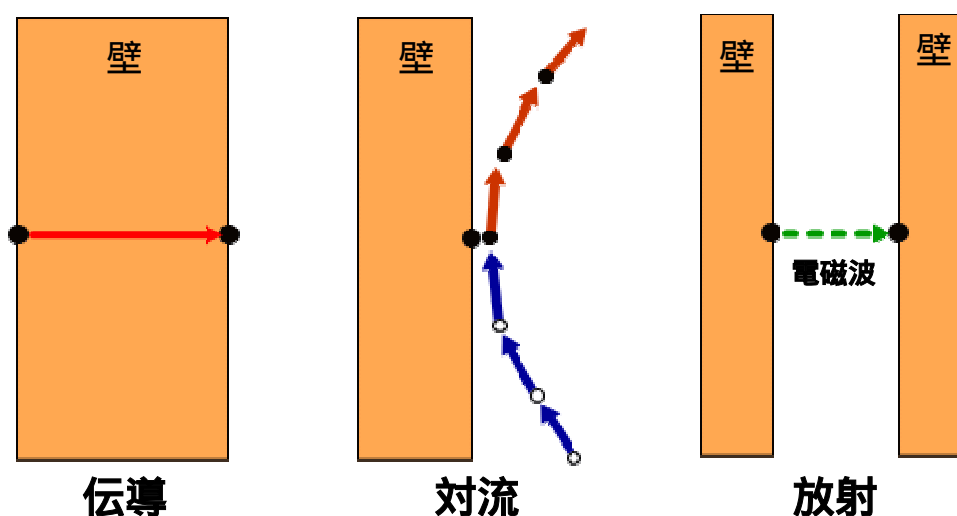


図 7-1 壁体における熱移動の 3 現象

こうした現象に対して、表 7-1 に示すような対策技術が導入されています。

表 7-1 熱移動における対策

熱移動の現象	対策技術
伝 導	断熱層の設置
対 流	通気層の設置
放 射	低放射層の設置

表 7-1 から遮熱とは、この 3 つの現象のうち放射熱を遮断することを目指し、熱授受が発生する複数の物体表面の放射熱伝達率を低くする技術のことです。

オフィスビルや一般住宅などの建築物において、熱の授受が起こりやすいのは外壁・屋根・開口部(扉・窓など)といった外気環境と接する部位です。さらに外気環境の中で、熱授受が発生しやすい要素として日射熱の侵入があります。特に透明壁体である開口部は、日射透過性が高く日射熱によって大きな影響を受けます。したがって遮熱への取り組みはこれまで、開口部を中心に進められてきました。その結果、近年日射遮蔽性能を高めたガラスやブラインド、カーテンが商品開発・市場導入され、一般に認知されてきています。

一方、不透明壁体部位に当たる外壁・屋根の部分における取り組みとしては、これまで

1992年、1999年の2度にわたる住宅の省エネルギー基準の改正と強化によって、室内に侵入してくる伝導熱を抑制する断熱性能や冬季の熱損失を抑える気密性能の向上と普及が進められてきました。しかし建物外皮において多くの面積を占める外壁・屋根の部分においても遮熱の考えを取り入れた施工を行うなら、従来の取り組まれてきた断熱・気密性能とバランスよく組み合わせることで、年間を通して快適な温熱環境と省エネルギーを推進していくことができます。したがって、遮熱技術の導入効果を温度や熱流量といった定量値で評価することは重要です。この評価を行うツールとして本ソフトウェアは開発されました。

7.2 ShadeWall における多層壁体の計算法

本ソフトウェアでは、図7-2に示す通気層を有した多層壁体をモデルとします。各層はそれぞれ熱コンダクタンス C 、熱容量 $C\gamma$ を有し、それに応じて各層の温度 θ も決まることとなります。本ソフトウェアの計算理論は、ある時刻 p [時]における熱平衡(熱収支が釣り合うこと)を考慮することで作成できる後退差分型の方程式を利用しています。なお図中や後に示す算出式の記号は、後述の記号一覧を参照してください。

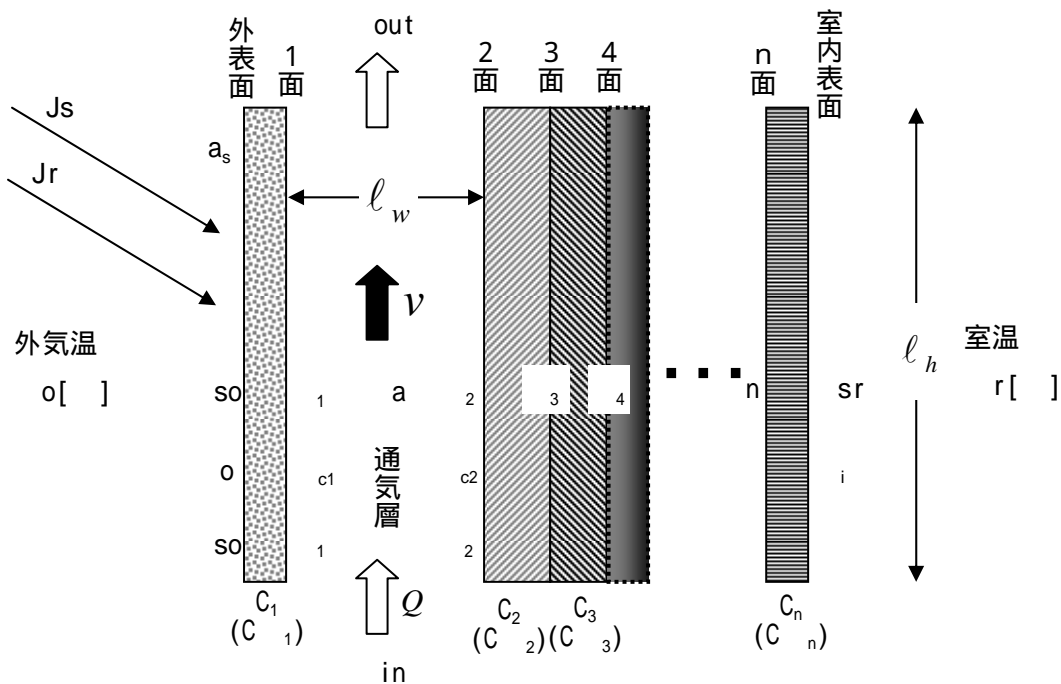


図7-2 通気層を有する壁体構成モデル

ある時刻 p 時における後退差分型による各層の熱平衡式を以下の式(1)~(6)に示します。

① 外表面の熱平衡式

$$\alpha_o(\theta_o^p - \theta_{so}^p) + a_s J_s - \varphi \varepsilon_{so} J_N^p = C_1(\theta_{so}^p - \theta_1^p) + \frac{(c\gamma)_1}{2\Delta t}(\theta_{so}^p - \theta_{so}^{p-1}) \quad \dots(1)$$

② 1面の熱平衡式

$$C_1(\theta_{so}^p - \theta_1^p) = \alpha_{cv}(\theta_1^p - \theta_a^p) + \alpha_{rv}(\theta_1^p - \theta_2^p) + \frac{(c\gamma)_1}{2\Delta t}(\theta_1^p - \theta_1^{p-1}) \quad \dots(2)$$

3 2面の熱平衡式

$$\alpha_{rv}(\theta_1^p - \theta_2^p) = \alpha_{cv}(\theta_2^p - \theta_a^p) + C_2(\theta_2^p - \theta_3^p) + \frac{(c\gamma)_2}{2\Delta t}(\theta_2^p - \theta_2^{p-1}) \cdots (3)$$

4 3面の熱平衡式

$$C_2(\theta_2^p - \theta_3^p) = C_3(\theta_3^p - \theta_4^p) + \left\{ \frac{(c\gamma)_2}{2\Delta t} + \frac{(c\gamma)_3}{2\Delta t} \right\} (\theta_3^p - \theta_3^{p-1}) \cdots (4)$$

5 n面の熱平衡式

$$C_{n-1}(\theta_{n-1}^p - \theta_n^p) = C_n(\theta_n^p - \theta_{sr}^p) + \left\{ \frac{(c\gamma)_{n-1}}{2\Delta t} + \frac{(c\gamma)_n}{2\Delta t} \right\} (\theta_n^p - \theta_n^{p-1}) \cdots (5)$$

6 室内側表面の熱平衡式

$$C_n(\theta_n^p - \theta_{sr}^p) = \alpha_i(\theta_{sr}^p - \theta_r^p) + \frac{(c\gamma)_n}{2\Delta t}(\theta_{sr}^p - \theta_{sr}^{p-1}) \cdots (6)$$

これらの熱平衡式に基づいて、室外からの壁体に流入してくる熱量、通気層の空気温度や風速・通気量、通気層からの排熱量、通気層内の放射熱伝達率の算出が可能となります。以下に各算出式を示します。

7 外表面から壁体内への流入熱 q_o [W/m²]

$$q_o = \alpha_o(\theta_o - \theta_{so}) + a_s J_s - \varphi \varepsilon_{so} J_N \cdots (7)$$

8 通気層の空気温度 θ_a

空気温度の算出としては、2通りがあります。

通気層入口の空気温度と出口の空気温度の重み付き平均温度で表します。

$$\theta_a = w_{in} \cdot \theta_{in} + w_{out} \cdot \theta_{out} \quad , \quad w_{in} + w_{out} = 1 \quad \cdots (8)$$

熱平衡式から求めます。

$$\begin{aligned} & [\ell_h \{ \alpha_{cv}(\theta_1 - \theta_a) + \alpha_{cv}(\theta_2 - \theta_a) \} - 2c_p \cdot \rho \cdot Q(\theta_a - \theta_o)] \Delta t \\ & = \ell_h \cdot \ell_w \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Delta \theta_a \end{aligned} \quad \cdots (9)$$

この式(9)を解くと次式が得られます。

$$\theta_a = \frac{A_2}{A_1} + \left(\theta_{ao} - \frac{A_2}{A_1} \right) e^{-\frac{A_1}{A_3} t} \quad \cdots (10)$$

ここで式(10)の各項の詳細は、以下のとおりです。

$$A_1 = 2\ell_h \cdot \alpha_{cv} + c_p \cdot \rho \cdot Q / w_{out} \quad \cdots (11)$$

$$A_2 = \ell_h \cdot \alpha_{cv}(\theta_1 + \theta_2) + c_p \cdot \rho \cdot Q \cdot \theta_o / w_{out} \quad \cdots (12)$$

$$A_3 = \ell_h \cdot \ell_w \cdot c_p \cdot \rho \quad \cdots (13)$$

9 通気層内の風速 v [m/s], 通気量 Q [m³/s]

$$v = -\frac{B_2}{2B_1} + \sqrt{\frac{\Delta P_T}{B_1} + \frac{B_2^2}{4B_1^2}} \quad \dots(14)$$

なお,各項の詳細は以下のとおりです。

$$\Delta P_T = \rho \times T \times g \times \ell_h \times |\cos(90 - \gamma)| \times \frac{|T_a - T_o|}{T_a \times T_o} \quad \dots(15)$$

$$\approx 3.467 \times 10^3 \times |\cos(90 - \gamma)| \times \frac{|T_a - T_o|}{T_a \times T_o}$$

$$B_1 = \frac{\rho}{2} (1 + Z_{in} + Z_{out}) \quad \dots(16)$$

$$B_2 = 12\mu \frac{\ell_h}{\ell_w^2} \quad \dots(17)$$

式(14)が求められると,単位横幅 1m 当たりの通気層内の通気量を算出できます。

$$Q = v \cdot \ell_w \quad \dots(18)$$

10 通気層からの通風による排熱量 q_v [W/m²]

通気層からの排熱量を求める場合,通気層出入口の温度差を用いるのが通常です。しかしこの方法は,データの取得などが煩雑になるため,通気層内の空気温度と外気温度の差に置換して求めるのが簡便です。通気層内空気温度と通気層出入口温度との関係は式(8)であらわされます。

この関係式から,通気層入口温度が外気温と等しいとみなす($\theta_{in} = \theta_o$)と通気層からの排熱量は以下の式で表わされます。

$$q_v = c_p \cdot \rho \cdot Q (\theta_{out} - \theta_{in})$$

$$= \frac{c_p \cdot \rho \cdot Q}{w_{out}} (\theta_a - \theta_o) \quad \dots(19)$$

11 通気層の放射熱伝達率 α_{rv}

図7-2に示す通気層に面する1面,2面の放射熱伝達率は,以下の式であらわすことができます。

$$\alpha_{rv} = 4\sigma E T_m^3 \quad \dots(20)$$

$$T_m \approx (T_1 + T_2) / 2 \quad \dots(21)$$

このとき,式(20)の E は,通気層が無限の平行面であると仮定するとき E_1 ,通気同縁や屋根垂木等の影響を考慮した2次元空間であるとすれば E_2 となります。

この時の各 E は以下のように決定されます。

$$E_1 = \frac{1}{\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} - 1} \quad \dots(22)$$

$$E_2 = \frac{1}{\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} - 2 + \frac{1}{\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\ell_w^2}{\ell_d^2} - \frac{\ell_w}{\ell_d}} \right)}} \quad \dots(23)$$

1 2 通気層の対流熱伝達率 α_{cv}

通気層における対流熱伝達率を算出する場合、密閉空気層の対流熱伝達率に通気層の形状・傾斜角に基づいて開発された計算法により算出されます。算出法の詳しい内容に関しては文献 1) を参照してください。

$$\alpha_{cv} = 2\alpha_{base} + c_v v \quad \dots(24)$$

7.3 ShadeWall の計算例

7.2 の計算法を用いて通気層のある外壁と屋根の貫流熱量を求めた一例を示します。計算対象とした壁体構成を図 7-3 に、各物性値を表 7-2 に、夏日におけるケース別の計算条件・結果を表 7-3 に示します。なお本計算例における室温は夏季 27、冬季 18 です。

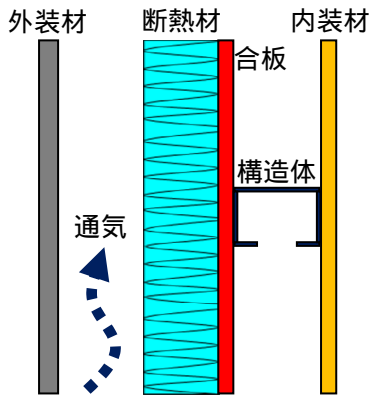


図 7-3 計算対象壁体構成

表 7-2 計算対象外壁・屋根の物性値

	厚 (m)	熱伝導率 (W/mK)	容積比熱 ($\times 10^6 \text{J/m}^3\text{K}$)
外気側熱伝達率	逐次計算		
外装材	0.018	0.17	2.016
通気層 ^{*1}	—		
発泡ポリスチレン	0.04 ~ 0.06	0.034	0.072
合板	0.009	0.16	0.715
空気層(構造体空間)	0.09	0.18(m ² K/W)	
石膏ボード	0.01	0.22	1.13
室内側熱伝達率	9(W/m ² K)		

*1 $\ell_h = 2\text{m}$, $\ell_w = 0.02\text{m}$ (外壁), 0.05m (屋根、南向勾配30°), $\ell_d = 0.5\text{m}$

表 7-3 基準ケース、対策ケースの計算条件と計算結果(夏)

	基準 ケース	対策ケース										
(a) as	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
(b) so	0.9	0.2										
(c) 1	0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		
(d) 2	0.9					0.2	0.2			0.2		
(e) $\bar{t}_{in} = \bar{t}_{out}$	0.2		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
(f) 屋根	502	34	-37	17	16	44	41	23	36	48	53	57
(g) 南	281	25	-33	11	7	33	28	15	19	36	35	38
(h) 東	366	28	-31	12	11	36	32	15	24	38	40	43
(i) 西	362	28	-31	12	12	36	33	16	25	39	42	44
(j) 北	185	19	-38	11	1	28	18	14	11	30	25	28

*1 (a) ~ (e) 欄は基準、対策ケースで用いた値一覧。対策ケース空欄は基準ケースと同じ値。

*2 (f) ~ (j) は基準ケースの日積算熱取得(kJ/m²)と基準ケースに対する低減率(%)。

こうした設定条件のもと図 7-4,図 7-5 に示す外界条件で計算を実施した結果を図 7-6～図 7-9 に示します。外界条件は,拡張アメダス気象データ²⁾の東京の標準年気象データから気温が高く日射量も多い8月9日を夏日として利用し,気温が低く日射量が多い1月30日を冬日として利用します。なお,式(8)に示した重み係数 w_{in}, w_{out} は,ともに0.5として設定します。

計算した結果として考察できる点を以下に示します。

(1)屋根からの貫流熱取得(流入熱)の時間変化

図 7-6 の夏日では,「基準ケース」に遮熱対策を施した場合のピーク時の流入熱は,日射吸収率を0.8から0.5(日射反射率を0.2から0.5)にすると68%,通気層表面のどちらかの放射率を0.9から0.2にするか,通気開口を0.2から0.5にして換気を促進させると80%にまで減少する結果となります。また日射反射率を0.5,通気層表面放射率を0.2(片面),通気開口率を0.5にすると,流入熱は45%にまで減少しています。一方図 7-7 の冬日では,「基準ケース」に比べ,遮熱対策を取り入れると昼間の日射の多い時間帯の流出熱は増加する。すなわちパッシブヒーティングの効果がみられなくなります。しかし通気層の表面放射率を小さくすれば,全ケースで夜間の流出熱が減少する結果となります。

(2)屋根面及び南・東・西・北垂直面の貫流熱取得(流入熱)日積算値の「基準ケース」に対する低減率

図 7-8 の夏日では,断熱材を厚くした効果は同じでも各種遮熱対策の効果は異なっており,入射日射量が大きい屋根面の効果が最大である。北面を除き,日射反射率を0.2から0.5にしたことによる遮熱効果は断熱材厚を40mmから60mmにした効果より大きくなります。表 7-3 のように,日射反射率に加え放射率を小さくし(0.9→0.2,両面)開口率を大きくすれば(0.2→0.5)遮熱効果は更に高まり,低減率は,屋根面・南・東・西・北面それぞれ,57・38・43・44・28%となります。一方図 7-9 の冬日では,日射反射率の増加は冬季の流出熱の増加を招く結果となります。しかし,日射反射率の増加と通気層の表面放射率の低下を併用することにより,屋根面・南面の流出熱を減少させて基準ケースに近づくことが可能であり,東面・西面・北面では基準ケースの流出熱より減らすことができます。

参考文献

- 1)赤坂裕,武田和大:通気層を有する外壁,屋根の遮熱・断熱効果の計算法
日本建築学会環境系論文集, No.595, pp.33-40, 2005年9月
- 2)日本建築学会:拡張アメダス気象データ 1981-2000, 2005年

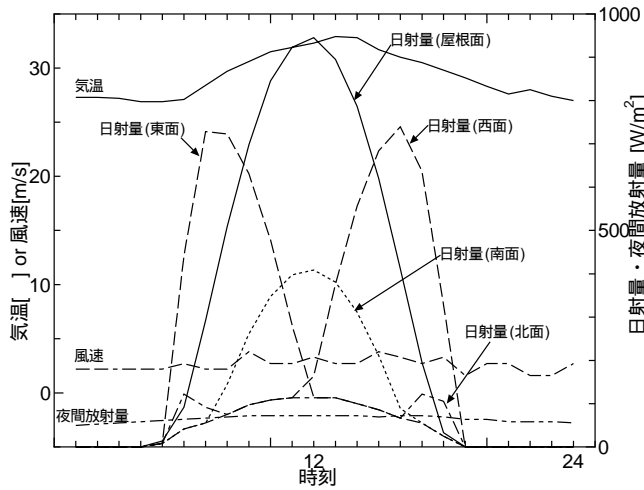


図 7-4 夏の外界条件

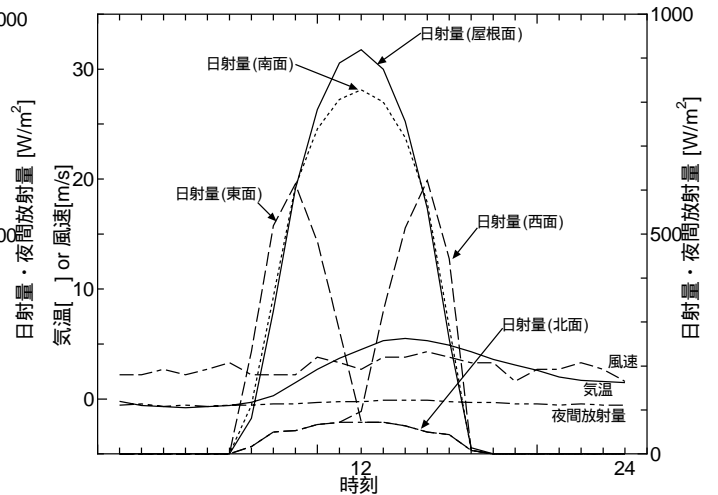


図 7-5 冬の外界条件

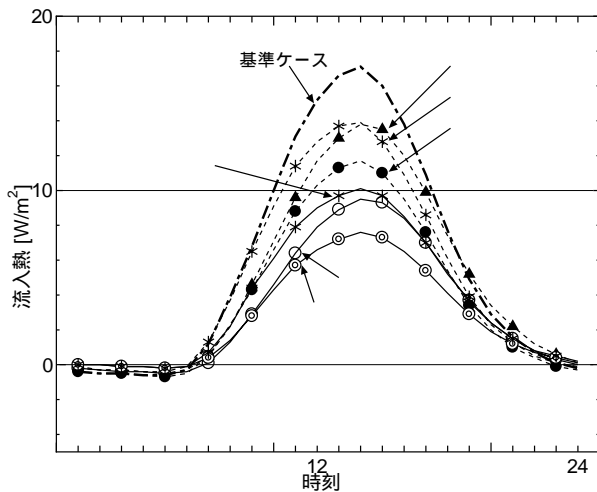


図 7-6 屋根からの流入熱 (夏日)

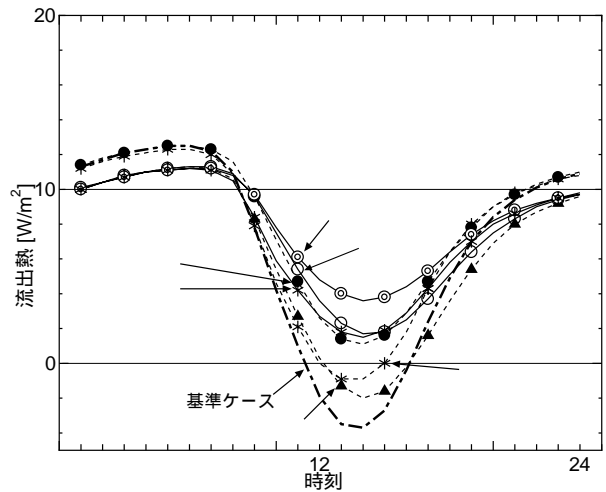


図 7-7 屋根からの流出熱 (冬日)

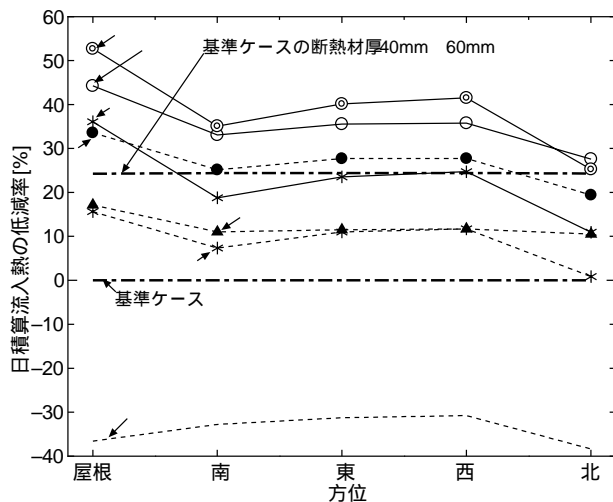


図 7-8 方位別日積算流入熱低減率 (夏日)

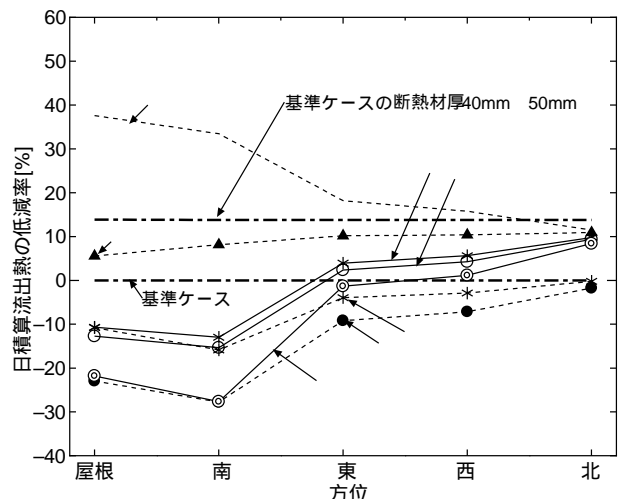


図 7-9 方位別日積算流出熱低減率 (冬日)

[図及び式中で使用された記号の一覧]

a_s : 外表面日射吸収率 [—]	c : 空気の定圧比熱[J/(kg·K)] ($\approx 10^3$)
c_v : 風速係数[W·s/(m ³ ·K)] (≈ 4)	C : 熱コンダクタンス [W/(m ² ·K)]
$c\gamma$: 壁材の熱容量 [J/m ³ K]	g : 重力加速度 [m/s ²](≈ 9.8)
J_s : 外表面に入射する日射量 [W/m ²]	J_N : 夜間放射量 [W/m ²]
J_r : 大気放射量 [W/m ²]	ℓ_h : 通気層の長さ[m]
ℓ_w : 通気層の厚さ[m]	ℓ_d : 通気胴縁または垂木の間隔[m]
N : 通気層の換気回数 [回/h]	q_o : 外表面から壁内への流入熱 [W/m ²]
q_v : 通気による排熱量 [W/m ²]	Q : 通気層の換気量 [m ³ /s]
t : t=0 からの経過時間 [s]	v : 通気層の平均風速[m/s]
v_o : 外気風速[m/s]	w_{in}, w_{out} : 通気層入口温度,出口温度の重み係数
θ_o, T_o : 外気温 [,K]	θ_{so}, T_{so} : 外気側表面温度 [,K]
θ_1, T_1 : 面 1 の表面温度[,K]	θ_2, T_2 : 面 2 の表面温度 [,K]
θ_a, T_a : 通気層の代表空気温度[,K]	θ_{a0} : t=0 における通気層の代表空気温度 []
θ_{out} : 通気層出口の空気温度[]	θ_{in} : 通気層入口の空気温度[]
θ_{sr} : 室内側表面温度 []	θ_r : 室内空気温度[]
α_o : 外気側総合熱伝達率 [W/(m ² ·K)]	α_{co} : 外気側対流熱伝達率 [W/(m ² ·K)]
α_{ro} : 外気側放射熱伝達率 [W/(m ² ·K)]	α_{cv} : 通気層の対流熱伝達率 [W/(m ² ·K)]
α_{rv} : 通気層の放射熱伝達率[W/(m ² ·K)]	α_i : 室内側放射熱伝達率 [W/(m ² ·K)]
α_{base} : 密閉空気層の対流熱伝達率[W/(m ² ·K)]	
β : 空気の体膨張率 ($\approx 3.7 \times 10^{-3}$)	γ : 通気層の傾斜角 (水平 0°,垂直 90°)
ε_o : 地物の放射率 [—]	ε_{so} : 外表面放射率 [—]
ε_1 : 面 1 の放射率 [—]	ε_2 : 面 2 の放射率 [—]
σ : ステファンボルツマン定数[W/m ² ·K ⁴]	
φ : 壁面から大気を見る形態係数 [—]	ρ : 空気の密度[kg/m ³] (≈ 1.2)
λ : 空気の熱伝導率[W/(m·K)] (≈ 0.026)	μ : 空気の粘性率[Pa·s] ($\approx 1.9 \times 10^{-5}$)
Z_{in} : 通気層入口の圧力損失係数	Z_{out} : 通気層出口の圧力損失係数

建築物壁材の遮熱・断熱シミュレーションソフトウェア
ShadeWall ver.1.00 ユーザーマニュアル

発行 株式会社気象データシステム
〒890-0007 鹿児島県鹿児島市伊敷台 1-2-1
URL : <http://www.metds.co.jp/>

2008年9月1日 第1版

© 2008 株式会社気象データシステム
