項別公比法を用いた熱負荷計算プログラム

[1． 修正履歴 1](#_Toc17121941)

[2． 記号および単位 1](#_Toc17121942)

[2.1 記号 1](#_Toc17121943)

[2.2 添え字 4](#_Toc17121944)

[3． 計算のフロー 5](#_Toc17121945)

[4． 室温、湿度、室供給熱量の計算 5](#_Toc17121946)

[4.1 顕熱 5](#_Toc17121947)

[4.2 潜熱 7](#_Toc17121948)

[付録1． 表面温度の計算 9](#_Toc17121949)

[付録2． 応答係数の初項、指数項別応答係数、公比の計算 10](#_Toc17121950)

[付録3． 人体の熱伝達率 12](#_Toc17121951)

[付録4． 気象データの補間方法 13](#_Toc17121952)

[付録5． 太陽位置の計算 14](#_Toc17121953)

[付録6． 入射角の方向余弦 16](#_Toc17121954)

[付録7． 傾斜面日射量 17](#_Toc17121955)

[付録8． ひさしの影面積の計算 18](#_Toc17121956)

[付録9． 裏面相当温度 19](#_Toc17121957)

[付録10． 窓の入射角特性 20](#_Toc17121958)

[付録11． 窓の透過日射熱取得、吸収日射熱取得の計算 21](#_Toc17121959)

[付録12． 室内表面の吸収日射量、形態係数、放射暖房放射成分吸収比率 22](#_Toc17121960)

[付録13． 窓の開閉と空調発停の切り替え 24](#_Toc17121961)

[付録14． 家具の熱容量・熱コンダクタンスと備品等の湿気容量・湿気コンダクタンスの計算 25](#_Toc17121962)

[付録15． ルームエアコン風量の計算 26](#_Toc17121963)

[付録16． ルームエアコン吹出絶対湿度の計算 27](#_Toc17121964)

[付録17． 計算期間と助走期間 28](#_Toc17121965)

[付録18． 初期値と定数 29](#_Toc17121966)

[付録19． 外表面の定義 30](#_Toc17121967)

[付録20． 空間の定義 31](#_Toc17121968)

[付録21． 隣室間換気の定義 32](#_Toc17121969)

[付録22． 室供給熱量の最大能力 33](#_Toc17121970)

[付録23． 表面熱伝達率 34](#_Toc17121971)

[付録24． 壁体構成 35](#_Toc17121972)

[付録25． 開口部の仕様 36](#_Toc17121973)

[付録26． 外部日よけの仕様 37](#_Toc17121974)

[付録27． 部位ごとの境界条件、仕様と面積 38](#_Toc17121975)

[付録28． 暖冷房設定温度 40](#_Toc17121976)

[付録29． 局所換気のスケジュール 41](#_Toc17121977)

[付録30． 機器発熱スケジュール 42](#_Toc17121978)

[付録31． 照明発熱スケジュール 43](#_Toc17121979)

[付録32． 人体発熱スケジュール 44](#_Toc17121980)

[付録33． 計算結果出力項目 45](#_Toc17121981)

[付録34． 境界条件が同じ部位の集約 46](#_Toc17121982)

# 修正履歴

|  |  |
| --- | --- |
| 日付 | 修正内容 |
| 2017/2/2 | 初期版 |
| 2017/3/24 | 計算結果の出力項目を追加 |
| 2017/3/30 | 人体の対流・放射熱伝達率の設定値を追加。対流式空調の室供給熱量の最大能力、放射式空調の室供給熱量の最大能力の設定値を追加 |
| 2017/6/9 | 室内表面から裏面空気までの熱貫流率の計算法の参照先間違いを修正  開口部の吸熱応答係数初項の計算法の誤りを修正  窓の吸収日射熱取得の計算法を追加 |
| 2017/6/12 | 開口部の吸収日射熱取得ダブルカウントの回避 |
| 2017/6/13 | 外表面の定義に誤りがあったため修正  人体の表面熱伝達率を修正 |
| 2017/7/10 | 太陽位置計算時の設定年数が明文化されていなかったため、1989年とするように明記 |
| 2017/8/23 | 計算対象物件に単室モデルを追加  開口部の相当外気温度（吸収日射取得成分）の記述がプログラムと整合していなかったためプログラムに合わせた |
| 2017/9/8 | 応答係数法を固定公比法で計算するように修正 |
| 2017/11/7 | 太陽位置の計算に必要な均時差Etの単位が間違っていたので修正 |
| 2017/12/4 | 固定公比法の計算法を松尾の方法から最小二乗法を使用する方法に変更 |
| 2019/1/24 | 潜熱の計算法追加  家具、備品等による顕熱、潜熱の遅れを考慮するように変更  室内部位表面間の形態係数、部位と人体間の形態係数の計算法を変更  窓の開閉、空調の発停のロジックを追加  空調設定温度をPMV=0条件を模擬するように変更 |

# 記号および単位

## 記号

| 記号 | 意味 | 単位 |
| --- | --- | --- |
|  | i室のn時点における室温 | ℃ |
|  | i室のn時点における室の作用温度 | ℃ |
|  | i室のn時点における室の空調設定作用温度 | ℃ |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側表面温度 | ℃ |
|  | i室のn時点における室絶対湿度 | kg/kg(DA) |
|  | i室のn時点における室相対湿度（付録28．による） | % |
|  | i室のn時点における対流式空調の室供給熱量 | W |
|  | i室のn時点における対流式空調の室供給熱量の最大能力（付録22．による） | W |
|  | i室のn時点における放射式空調の室供給熱量 | W |
|  | i室のn時点における放射式空調の室供給熱量の最大能力（付録22．による） | W |
|  | i室のn時点における加湿熱量 | W |
|  | i室の気積（付録20．による） | m3 |
|  | i室の室空気の熱容量（付録20．による） | J/K |
|  | 計算時間間隔（付録18．による） | 秒 |
|  | i室の放射暖房における対流成分比率（暫定的にゼロとする） | － |
|  | i室の部位kの放射暖房放射成分吸収比率（付録12．による） | － |
|  | i室の部位kの人体に対する形態係数（付録12．による） | － |
|  | i室の部位から室内微小球への形態係数（付録12．による） | － |
|  | i室の人体表面の対流熱伝達率（付録3．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の人体表面の放射熱伝達率（付録3．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の人体表面の総合熱伝達率（付録3．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の人体表面における対流熱伝達率の総合熱伝達率に対する比 | － |
|  | i室の人体表面における放射熱伝達率の総合熱伝達率に対する比 | － |
|  | i室の部位kの表面積（付録27．による） | m2 |
|  | i室の部位kにおける吸熱応答係数の初項（付録2．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおける指数項別吸熱応答係数（付録2．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位の面数（付録20．による） | － |
|  | 空気の比熱（付録18．による） | J/(kg･K) |
|  | 空気の密度（付録18．による） | kg/m3 |
|  | 水の蒸発潜熱（付録18．による） | J/kg |
|  | i室のn時点における計画換気・すきま風量・局所換気風量の合計値（付録20．、付録29．による） | m3/s |
|  | 計算対象室数（付録18．による） | 室 |
|  | j室からi室へのn時点における流入空気（付録21．による） | m3/s |
|  | i室のn時点における通風量 | m3/s |
|  | n時点における外気温度 | ℃ |
|  | i室のn時点における流入空気の風量 | m3/s |
|  | i室のn時点における流入空気の温度 | ℃ |
|  | i室の線熱橋の長さ（ここでは省略） | m |
|  | i室の線熱橋の線熱貫流率（ここでは省略） | W/(m･K) |
|  | i室のn時点における線熱橋の裏面温度（ここでは省略） | ℃ |
|  | i室の家具の熱容量（付録14．による） | J/K |
|  | i室の家具と室空気間の熱コンダクタンス（付録14．による） | W/K |
|  | i室のn時点における家具の温度 | ℃ |
|  | i室のn時点における家具の日射吸収熱量 | W |
|  | i室の備品類の湿気容量（付録14．による） | kg |
|  | i室の備品類と室空気間の湿気コンダクタンス（付録14．による） | kg/(s･kg/kg(DA)) |
|  | i室のn時点における備品類の絶対湿度 | kg/kg(DA) |
|  | i室のn時点における除湿量 | kg/s |
|  | i室のn時点におけるルームエアコンの風量（付録15．による） | m3/s |
|  | ルームエアコンの最大風量（付録15．による） | m3/s |
|  | ルームエアコンの最小風量（付録15．による） | m3/s |
|  | ルームエアコンの定格冷房能力（付録15．による） | W |
|  | ルームエアコンの最大冷房能力（付録15．による） | W |
|  | ルームエアコンの最小冷房能力（付録15．による） | W |
|  | ルームエアコンのバイパスファクター（付録16．による） | － |
|  | ルームエアコンの熱交換器出口温度（付録16．による） | ℃ |
|  | 湿り空気の飽和水蒸気圧（付録16．による） | kPa |
|  | 大気圧（＝101.325） | kPa |
|  | i室のn時点におけるルームエアコン熱交換器出口の絶対湿度（付録16．による） | kg/kg(DA) |
|  | n時点における法線面直達日射量 | W/m2 |
|  | n時点における水平面天空日射量 | W/m2 |
|  | n時点における水平面全天日射量 | W/m2 |
|  | n時点における夜間放射量 | W/m2 |
|  | i室のn時点における内部発熱（機器、照明、人体発熱の合計。付録30．、付録31．、付録32．による） | W |
|  | i室のn時点における内部発湿（人体発湿のみで付録32．による） | kg/s |
|  | i室の部位kにおけるn時点の裏面相当温度（付録9．による） | ℃ |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内等価温度 | ℃ |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内表面熱流 | W/m2 |
|  | i室の部位kにおける貫流応答係数の初項（付録2．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおける指数項別貫流応答係数（付録2．による） | W/(m2･K) |
|  | 吸熱伝達関数の係数（付録2．による） | m2K/W |
|  | 貫流伝達関数の係数（付録2．による） | － |
|  | i室の部位kにおける室内表面の熱伝達抵抗を除いた熱抵抗（付録2．による） | m2K/W |
|  | i室の部位kの多層壁部位構成数 | － |
|  | 固定根（付録2．による） | － |
|  | 壁体構成層の熱抵抗（付録2．による） | m2･K/W |
|  | 壁体構成層の熱容量（付録2．による） | J/(m2･K) |
|  | 壁体構成層の厚さ（付録24．による） | m |
|  | 壁体構成層の容積比熱（付録24．による） | J/(m3･K) |
|  | 壁体構成層の熱伝導率（付録24．による） | W/(m･K) |
|  | i室のn時点における透過日射熱取得（付録11．による） | W |
|  | i室のn時点における吸収日射熱取得（付録11．による） | W |
|  | i室の部位kにおけるn時点の直達日射に対する日射透過率（付録10．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の拡散日射に対する日射透過率（付録10．による） | － |
|  | i室の部位kにおける垂直入射時の日射透過率（付録25．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の直達日射に対する吸収日射取得率（付録10．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の拡散日射に対する吸収日射取得率（付録10．による） | － |
|  | i室の部位kにおける垂直入射時の吸収日射取得率（付録25．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の吸収日射量（付録12．による） | W/m2 |
|  | i室の部位kにおける透過日射分配率（付録12．による） | － |
|  | 公比（付録2．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室外側総合熱伝達率（付録23．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側総合熱伝達率（付録23．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側対流熱伝達率（付録23．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側放射熱伝達率（付録23．による） | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおける根の数（付録2．による） | － |
|  | i室の部位kにおける熱貫流率 | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおける室内表面から裏面空気までの熱貫流率 | W/(m2･K) |
|  | i室の部位kにおける庇の出巾（付録26．による） | m |
|  | i室の部位kの開口部の窓高さ（付録26．による） | m |
|  | i室の部位kの開口部の窓巾（付録26．による） | m |
|  | i室の部位kの開口部の上端から庇までの距離（付録26．による） | m |
|  | i室の部位kの開口部左右端から庇までの距離（付録26．による） | m |
|  | i室の部位kにおける日影面積率（付録8．による） | － |
|  | i室の部位kにおける日影面積（付録8．による） | m2 |
|  | n時点の太陽方位角（付録5．による） | rad |
|  | n時点の太陽高度（付録5．による） | rad |
|  | 計算対象地点の緯度（付録18．による） | rad |
|  | 計算対象地点の経度（付録18．による） | rad |
|  | 標準子午線（我が国の場合は2.356194） | rad |
|  | 均時差 | degree |
|  | 赤緯 | rad |
|  | 時角 | rad |
|  | 標準時 | h |
|  | 現在時刻のシリアル値 |  |
|  | i室の部位kの方位角（付録19．による） | rad |
|  | i室の部位kの傾斜角（付録19．による） | rad |
|  | i室の部位kの温度差係数（付録19．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の入射角の方向余弦（付録6．による） | － |
|  | i室の部位kにおけるn時点の傾斜面全天日射量（付録7．による） | W/m2 |
|  | i室の部位kにおけるn時点の傾斜面直達日射量（付録7．による） | W/m2 |
|  | i室の部位kにおけるn時点の傾斜面拡散日射量（付録7．による） | W/m2 |
|  | i室の部位kにおける天空に対する形態係数（付録19．による） |  |
|  | i室の部位kにおける地面に対する形態係数（付録19．による） |  |
|  | 部位lの地面日射反射率 | － |
|  | i室の部位kの屋外日射吸収率（付録18．による） | － |
|  | i室の部位kの放射率（付録18．による） | － |

## 添え字

|  |  |
| --- | --- |
| 記号 | 意味 |
| 、 | 室番号 |
|  | 時点 |
| 、 | 部位番号 |
|  | 指数項番号 |
|  | 多層壁の層構成番号 |

# 計算のフロー

室温、室湿度と除去熱量の計算フローを図 1に示す。



図 1　計算のフロー

# 室温、湿度、室供給熱量の計算

## 顕熱

室の室温、室供給熱量の計算は（1）式による。（1）式は室温を計算する場合と室供給熱量を計算する場合の両方に使用する。使用方法は表 1による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （1） |

（1）式における係数、、は室空気の熱収支と壁体等の熱収支から求められる係数であり、（2）～（10）式より計算できる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （2） |
|  | （3） |
|  | （4） |
|  | （5） |
|  | （6） |
|  | （7） |
|  | （8） |
|  | （9） |
|  | （10） |
|  | （11） |

（5）～（10）式中の係数、、、は壁体の熱伝導計算の過程で求められる係数であり、計算法は付録A．で述べる。

とは人体表面における対流熱伝達率、放射熱伝達率の総合熱伝達率に対する比であり、（12）、（13）式より求められる。人体表面における熱伝達率は付録3．による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （12） |
|  | （13） |

表 1　（1）式から作用温度、室除去熱量を計算する方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 計算目的 | 計算方法 | |
| 自然室温計算  （非空調時の室温計算） | 室供給熱量  　より作用温度を計算（室温は（14）式より計算） | |
| 室供給熱量計算  （空調時の供給熱量計算） | 室温（室温は（14）式より計算） | |
| 対流式空調の場合 | より室供給熱量を計算（） |
| 放射暖房の場合 | より室供給熱量を計算（） |
| 放射暖房をベースに対流式空調で設定温度を維持する場合 | より室供給熱量を計算 |
| 過負荷状態の室温計算 | 室供給熱量、  　より作用温度を計算（室温は（14）式より計算） | |

対流式空調の室供給熱量の最大能力、放射式空調の室供給熱量の最大能力は付録22．による。

表 1から当該時刻の作用温度が求まったら（14）を用いて当該時刻の室温を求めることができる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （14） |

また、（14）から室温が計算されたのちに（15）式を用いて家具の温度を計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （15） |

## 潜熱

室の室絶対湿度の計算は（16）式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （16） |

ただし、

|  |  |
| --- | --- |
|  | （17） |
|  | （18） |

室空気の絶対湿度が計算されたのちに（19）式から備品類の絶対湿度を計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （19） |

空調の除湿量は室湿度が計算されたのちに（20）式で計算できるが、ここで想定する空調では除湿だけを考えているので、除湿量が負値になった場合にはルームエアコン風量をゼロとして再度室湿度を計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （20） |

除湿量から室加湿熱量を計算するときは、蒸発潜熱を乗じて求める。このときに、加湿熱量を正とする。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （21） |

1. 表面温度の計算

室の部位における室内表面温度は（22）式より求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （22） |

表面温度を計算するための各種係数は（23）式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （23） |

（23）式中のは（24）式に示す行列の逆行列の行列要素である。なお、式中の応答係数初項、は付録2．に示す。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （24） |

（23）式中のその他の係数、、、は（25）式より求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （25） |

（25）式中の部位の吸収日射量は付録12．より求める。（25）式中のの計算式右辺については、過去の表面熱流や温度などで構成される（26）式から計算できる。なお、式中の指数項別応答係数、や公比は付録2．に示す。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （26） |

（26）上段の式における右辺第１項の前時刻ステップの表面熱流は各部位の等価温度と表面温度から（27）式で計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （27） |
|  | （28） |

1. 応答係数の初項、指数項別応答係数、公比の計算

応答係数、指数項別応答係数は固定公比法によって求める。非定常熱伝導の計算に必要な応答係数の初項、指数項別応答係数公比は、仮定した固定根と伝達関数の係数、から（29）～（34）式より求められる。ただし、開口部の吸熱応答初項は付録25．に示す。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （29） |
|  | （30） |
|  | （31） |
|  | （32） |
|  | （33） |
|  | （34） |

固定根、ラプラス変数は一般壁体の場合と土壌を含む場合で（35）～（38）を仮定する。

（一般壁体の場合[M=8]）

|  |  |
| --- | --- |
|  | （35） |
|  | （36） |

（土壌を含む場合[M=10]）

|  |  |
| --- | --- |
|  | （37） |
|  | （38） |

伝達関数の係数、は伝達関数のパラメータから求められる係数行列の逆行列と伝達関数ベクトル、から（39）、（40）式より求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （39） |
|  | （40） |
|  | （41） |
|  | （42） |
|  | （43） |
|  | （44） |
|  | （45） |
|  | （46） |

伝達関数、は壁体構成層の室内側から順に四端子基本行列を乗じることで求められる四端子行列の要素から求めることができる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （47） |
|  | （48） |
|  | （49） |

四端子基本行列の要素は、壁体構成層の熱容量によって表 2から計算することができる。

表 2　の各要素の計算法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | の場合 | の場合 |
|  | 1 |  |
|  |  |  |
|  | 0 |  |
|  | 1 |  |

壁体構成層の熱抵抗、熱容量は壁体構成層の厚さ、壁体構成層の容積比熱、壁体構成層の熱伝導率から（50）、（51）式から求めることができる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （50） |
|  | （51） |

1. 人体の熱伝達率

表 3　人体の熱伝達率の設定値[[1]](#footnote-1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 用語 | 記号 | 設定値 |
| 室の人体表面の対流熱伝達率 |  | 4.9 W/(m2･K) |
| 室の人体表面の放射熱伝達率 |  | 4.9 W/(m2･K) |
| 室の人体表面の総合熱伝達率 |  | 9.8 W/(m2･K) |

１人当たりの発熱量は以下の式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （52） |
|  | （53） |

1. 気象データの補間方法

気象データは1時間間隔であるのに対し、計算時間間隔がこれより短くなる場合には、次の式によって気象データを線形補間する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （54） |
|  | （55） |

ここで、

：時点の気象データ



図 2　気象データの線形補間

1. 太陽位置の計算

太陽高度、太陽方位角は次の式による。なお、計算対象都市の緯度、経度は付録18．による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （56） |
|  | （57） |

ここで、

：符号を返す関数

なお、（57）式における符号は（58）式で示す時角の符号と同じとする。

時角は次の式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （58） |

ここで、

：標準時[h]

標準時は秒単位まで加味した通常時計の時刻であり、次の式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （59） |

ここで、

：小数点以下切り捨て関数

、、

：それぞれ、時、分、秒

赤緯は次の式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （60） |

ただし、

|  |  |
| --- | --- |
|  | （61） |
|  | （62） |
|  | （63） |

ここで、

：通日[日]

：平均軌道上の近日点通過日（暦表時による1968年1月1日正午基準の日差）

|  |  |
| --- | --- |
|  | （64） |
|  | （65） |

ここで、

：計算対象年の1968年からの経過年数であり、。太陽位置は1989年で計算する。

：計算対象年

、

：月、日

|  |  |
| --- | --- |
|  | （66） |
|  | （67） |
|  | （68） |

（56）、（57）式で求められた太陽高度、太陽方位角を用い、付録6．で述べる入射角の方向余弦の計算に必要な変数は（69）～（71）式で求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （69） |
|  | （70） |
|  | （71） |

1. 入射角の方向余弦

入射角の方向余弦は次の式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （72） |

（72）式中の太陽位置に関する変数、、は付録5．で求められる。、、は付録19．に計算法を示す。

73

|  |  |
| --- | --- |
|  | 73 |

1. 傾斜面日射量

傾斜面日射量の計算は、次の式による。通常、外壁など日射に対して指向特性のない部位については傾斜面全天日射量を使用するが、ガラスのように入射角特性を有する部位については傾斜面直達日射量と傾斜面拡散日射量を別々に使用する。なお、（75）式中の入射角の方向余弦は付録6．に計算方法を示した。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （74） |
|  | （75） |
|  | （76） |

ここで、

：傾斜面天空日射[W/m2]

：地物反射日射[W/m2]

|  |  |
| --- | --- |
|  | （77） |
|  | （78） |

ここで、

：水平面全天日射量[W/m2]

（77）、（78）式中の天空に対する形態係数、地面に対する形態係数の計算法は付録19．に示す。

1. ひさしの影面積の計算

ひさしによる日影面積率は、付録26．に示される各種寸法から（79）式により求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （79） |
|  | （80） |
|  | （81） |
|  | （82） |
|  | （83） |

表 4　（79）式におけるパラメータ

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 図 3　ひさしの寸法 | 図 4　ひさしによる影の日影面積 |

1. 裏面相当温度

室の部位における時点の裏面相当温度は部位の種類によって表 5より求める。なお、隣室温度差係数、天空に対する形態係数は付録19．に示す。

表 5　裏面相当温度の計算法

|  |  |
| --- | --- |
| 部位種類 | 裏面相当温度（） |
| 外壁の場合 |  |
| 内壁（間仕切り）、内壁（天井）、内壁（床）、室内戸の場合（隣接室番号） |  |
| 2階天井、1階床の場合 |  |
| 窓・ドアの場合 |  |

1. 窓の入射角特性

窓の透過率は、垂直入射時の物性を（84）～（88）式により補正する。式中の入射角の方向余弦は付録6．による。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| （単層の場合） |  | （84） |
| （複層の場合） |  | （85） |
|  | | （86） |
|  | | （87） |
| （単層の場合） |  | （88） |
| （複層の場合） |  | （88） |

1. 窓の透過日射熱取得、吸収日射熱取得の計算

室の透過日射熱取得、吸収日射熱取得は各開口部における透過率、入射日射量から求められる各開口部の透過日射、吸収日射の合計値であり、（89）、（90）式より求められる。なお、（89）式中の、は付録10．に計算法を示した。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （89） |

1. 室内表面の吸収日射量、形態係数、放射暖房放射成分吸収比率

室の透過日射熱取得から室内各部位の吸収日射量（（25）式の）は（91）式、家具の吸収日射量（（15）式の）は（92）式より求める。透過日射分配率は表 6による。（91）、（92）式中の窓の透過日射熱取得は付録11．に示す。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （91） |
|  | （92） |

部位の透過日射分配率には（57）式の関係があり、これを満たさないと熱収支が成立しないためチェックする。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （93） |

表 6　部位、家具の透過日射分配率（）の計算法

|  |  |
| --- | --- |
| 部位・家具 | 部位の透過日射分配率 |
| 床の場合 |  |
| 床以外の場合 |  |
| 家具の場合 |  |

放射伝熱計算における形態係数は、（94）式で計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （94） |
|  | （95） |

（94）式のは非線形方程式の解であり、ここではニュートン・ラプソン法で解く。（97）式を（99）式を初期条件として（100）式を満たすまで繰り返し計算する。ただし、繰り返し回数は50回を上限とする。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （96） |
|  | （97） |
|  | （98） |
|  | （99） |
|  | （100） |

室内部位と人体との間の形態係数は、表 7に示す方法で求める。

表 7　室内部位の人体に対する形態係数

|  |  |
| --- | --- |
| 部位 | 室内部位の人体に対する形態係数 |
| 床の場合 |  |
| 床以外の場合 |  |

また、放射暖房放射成分吸収比率は

表 8　放射暖房放射成分吸収比率（）の設定値

|  |  |
| --- | --- |
| 分類 | 放射暖房放射成分吸収比率 |
| 床暖房 | 床のみ1.0、それ以外は0.0 |
| その他放射暖房 |  |

1. 窓の開閉と空調発停の切り替え

当該時刻の窓の開閉と空調の発停は、前時刻の状態値（窓開閉、空調発停）と在室状況（付録32．におけるで判定）、当該時刻の作用温度から図 5に示す状態遷移を取ることとする。作用温度は、前時刻の窓の状態と非空調条件を想定し、当該時刻の気象条件、内部発熱条件等を用いて計算する。

窓開放時の通風量は換気回数20回/hを想定し（101）式で計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （101） |



図 5　窓の開閉、空調発停の状態遷移図

1. 家具の熱容量・熱コンダクタンスと備品等の湿気容量・湿気コンダクタンスの計算

室に設置される家具や備品等の熱容量、湿気容量は室気積を用いて（102）、（103）で求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （102） |
|  | （103） |

熱コンダクタンスや湿気コンダクタンスは、熱容量、湿気容量から（104）、（105）式で求める。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （104） |
|  | （105） |

1. ルームエアコン風量の計算

エアコンの最大風量は定格冷房能力から（106）式で、最小風量は最大風量から（107）式で求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （106） |
|  | （107） |

エアコンの定格冷房能力、最大冷房能力、最小冷房能力は（108）～（110）式で求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （108） |
|  | （109） |
|  | （110） |

床面積に応じて求められた最大冷房能力、最小冷房能力と最大風量、最小風量から（111）式によって当該時刻の風量を線形補間することで求められる。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （111） |

1. ルームエアコン吹出絶対湿度の計算

ルームエアコン熱交換器の出口温度は当該時刻の室供給顕熱量とルームエアコン風量から（112）式で求められる。式中のバイパスファクターは（113）式に示すように固定値とした。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （112） |
|  | （113） |

ルームエアコン熱交換器出口は飽和状態になっているので、（114）～（116）で定義されるドルトンの法則、Wexler-Hylandの式よりルームエアコン熱交換器出口絶対湿度が求められる。（114）式中の大気圧は（117）式に示すように1気圧とする。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （114） |
|  | （115） |

|  |  |
| --- | --- |
|  | （116） |
|  | （117） |

1. 計算期間と助走期間

|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | 設定値 |
| 計算期間 | 1月1日～12月31日 |
| 助走期間 | 20日間 |

1. 初期値と定数

表 9　各種変数の初期値

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記号 | 初期値 | 単位 |
|  | 15.0 | ℃ |
|  | 15.0 | ℃ |
|  | 0.0 | W/m2 |
|  | 15.0 | ℃ |
|  | 0.0 | W/m2 |
|  | 15.0 | ℃ |
|  | 0.00579618 | kg/kg(DA) |
|  | 0.00579618 | kg/kg(DA) |

表 10　各種定数値

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記号 | 定数 | 単位 |
|  | 1005 | J/(kg･K) |
|  | 1.2 | kg/m3 |
|  | 900 | 秒 |
|  | 6（標準住戸の場合）  1（単室モデルの場合） | 室 |
|  | 0.8 | － |
|  | 0.9 | － |
|  | 0.6049 | rad |
|  | 2.3373 | rad |

1. 外表面の定義

表 11　外表面の定義（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 方位角[゜]  （） | 傾斜角[゜]  （） | 地面日射反射率  （） | 温度差係数  （） |
| 北 | 180 | 90 | 0.1 |  |
| 東 | -90 | 90 | 0.1 |  |
| 南 | 0 | 90 | 0.1 |  |
| 西 | 90 | 90 | 0.1 |  |
| 水平 |  |  |  | 1.0 |
| 床 |  |  |  | 0.7 |

表 12　外表面の定義（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 方位角[゜]  （） | 傾斜角[゜]  （） | 地面日射反射率  （） | 温度差係数  （） |
| 北 | 180 | 90 | 0.1 |  |
| 東 | -90 | 90 | 0.1 |  |
| 南 | 0 | 90 | 0.1 |  |
| 西 | 90 | 90 | 0.1 |  |
| 水平 | 0 | 0 | 0.1 |  |
| 床 | 0 | 180 | 0 |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

傾斜面の天空に対する形態係数、地面に対する形態係数は、（118）、（119）式から求める。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （118） |
|  | （119） |

1. 空間の定義

表 13　空間の定義（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大分類 | 小分類 | 室気積  （） | 室空気の熱容量（） | 部位の  面数 | 計画換気[m3/h] | | | すきま風[m3/h] | | |
| [m3] | [J/K] | （） | 暖房 | 中間 | 冷房 | 暖房 | 中間 | 冷房 |
| 主たる居室 |  | 70.92 | 85,530 | 14 | 60 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| その他居室 | 寝室 | 31.8 | 38,351 | 9 | 40 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| その他居室 | 子供室1 | 25.83 | 31,151 | 8 | 20 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| その他居室 | 子供室2 | 25.84 | 31,163 | 9 | 20 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| その他居室 | 和室 | 39.75 | 37,939 | 11 | 20 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 非居室 |  | 94.88 | 114,425 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 14　空間の定義（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大分類 | 小分類 | 室気積 | 室空気の熱容量（） | 部位の  面数 | 計画換気[m3/h] | | | すきま風[m3/h] | | |
| [m3] | [J/K] | （） | 暖房 | 中間 | 冷房 | 暖房 | 中間 | 冷房 |
| 主たる居室 |  | 24.3 | 29,306 | 7 | 12.15 | 12.15 | 12.15 | 0 | 0 | 0 |

1. 隣室間換気の定義

表 15　隣室間換気（）定義（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | 風上室（室） | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 冬期 | | | | | | 中間期 | | | | | | 夏期 | | | | | |
| 主たる居室 | その他居室 | | | | 非居室 | 主たる居室 | その他居室 | | | | 非居室 | 主たる居室 | その他居室 | | | | 非居室 |
| 寝室 | 子供室１ | 子供室２ | 和室 | 寝室 | 子供室１ | 子供室２ | 和室 | 寝室 | 子供室１ | 子供室２ | 和室 |
| 風下室  （室） | 主たる居室 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| その他居室 | 寝室 |  |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  | 20 |
| 子供室１ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 子供室２ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 和室 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 非居室 | | 60 | 40 | 20 | 20 | 20 |  | 60 | 40 | 20 | 20 | 20 |  | 60 | 40 | 20 | 20 | 20 |  |

* 単位[m3/h]

表 16　隣室間換気（）定義（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | 風上室（室） | | |
| 冬期 | 中間期 | 夏期 |
| 風下室  （室） | 主たる居室 | 0 | 0 | 0 |

* 単位[m3/h]

1. 室供給熱量の最大能力

表 17　室供給熱量の最大能力（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大分類 | 小分類 | 室床面積 | 放射暖房 | 放射暖房 | 対流式空調機器容量[W] | |
| [m2] | 有無 | 機器容量[W] |  | |
|  |  |  | 暖房 | 冷房 |
| 主たる居室 |  | 29.81 | あり | 4,800 | 10,100 | -6,000 |
| その他居室 | 寝室 | 13.25 | なし | － | 5,600 | -3,400 |
| その他居室 | 子供室1 | 10.77 | なし | － | 4.900 | -3,000 |
| その他居室 | 子供室2 | 10.77 | なし | － | 4,900 | -3,000 |
| その他居室 | 和室 | 16.56 | なし | － | － | － |

表 18　室供給熱量の最大能力（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 大分類 | 小分類 | 室床面積 | 放射暖房 | 放射暖房 | 対流式空調機器容量[W] | |
| [m2] | 有無 | 機器容量[W] |  | |
|  |  |  | 暖房 | 冷房 |
| 主たる居室 |  | 9.00 | なし |  |  |  |

1. 表面熱伝達率

表 19　表面熱伝達率（標準住戸の場合）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 室内側表面熱伝達率[W/(m2･K)]（） | 室外側表面熱伝達率[W/(m2･K)]（） |
| 外壁 | 9.1 | 25.0 |
| 1階床 | 6.7 | 6.7 |
| 2階天井 | 11.1 | 11.1 |
| 内壁（間仕切り） | 9.1 | 9.1 |
| 内壁（天井） | 11.1 | 6.7 |
| 内壁（床） | 6.7 | 11.1 |
| 窓・ドア | 9.1 | 25.0 |
| 室内戸 | 9.1 | 9.1 |

表 20　表面熱伝達率（単室モデルの場合）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 室内側表面熱伝達率[W/(m2･K)]（） | 室外側表面熱伝達率[W/(m2･K)]（） |
| 外壁 | 9.1 | 25.0 |
| 1階床 | 6.7 | 25.0 |
| 2階天井 | 11.1 | 25.0 |
| 窓・ドア | 9.1 | 25.0 |

面の放射熱伝達率は平均放射温度と放射率、付録12．で求めた形態係数を用いて（120）式で求めることができる。平均放射温度は20℃を仮定する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （120） |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ここに、 | ： | 面の放射熱伝達率[W/(m2･K)] |
|  | ： | ステファン・ボルツマン定数[W/m2K4]（=5.67E-8） |
|  | ： | 面の形態係数[－]（計算法は付録12．） |

表 21　室内側表面の対流、放射熱伝達率

|  |  |
| --- | --- |
| 室内側表面放射熱伝達率[W/(m2･K)]（） | （120）式 |
| 室内側表面対流熱伝達率[W/(m2･K)]（） |  |

1. 壁体構成

表 22　壁体構成（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 部位名称 | 部材 | 熱伝導率 | 容積比熱 | 厚さ |
|  |  | [W/mK] | [kJ/m3K] | [mm] |
| 外壁 | せっこうボード | 0.22 | 830 | 9.5 |
|  | 密閉空気層 | 11.11 |  |  |
|  | 住宅用グラスウール断熱材10K相当 | 0.05 | 8 | 64 |
|  | 合板 | 0.16 | 720 | 12 |
|  | 木片セメント板 | 0.17 | 1,679 | 15 |
|  | Ro | 25.00 |  |  |
| 1階床 | 合板 | 0.16 | 720 | 12 |
|  | 住宅用グラスウール断熱材10K相当 | 0.05 | 8 | 64 |
|  | Ro | 6.67 | 830 |  |
| 2階天井 | せっこうボード | 0.22 | 830 | 9.5 |
|  | 住宅用グラスウール断熱材10K相当 | 0.05 | 8 | 171 |
|  | Ro | 11.10 | 830 |  |
| 内壁（間仕切り） | 石こうボード | 0.22 | 830 | 12.5 |
|  | 非密閉空気層 | 11.11 |  |  |
|  | 石こうボード | 0.22 | 830 | 12.5 |
|  | Ro | 9.10 | 830 |  |
| 内壁（天井） | 石こうボード | 0.22 | 830 | 12.5 |
|  | 非密閉中空層 | 14.29 |  |  |
|  | 合板 | 0.16 | 720 | 12 |
|  | Ro | 6.67 | 830 |  |
| 内壁（床） | 合板 | 0.16 | 720 | 12 |
|  | 非密閉中空層 | 14.29 |  |  |
|  | 石こうボード | 0.22 | 830 | 12.5 |
|  | Ro | 11.10 | 830 |  |

表 23　壁体構成（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 部位名称 | 部材 | 熱伝導率 | 容積比熱 | 厚さ |
|  |  | [W/mK] | [kJ/m3K] | [mm] |
| 1階床 | 合板 | 0.16 | 720 | 22 |
|  | 住宅用グラスウール断熱材16K相当 | 0.05 | 13 | 150 |
|  | Ro | 25.00 |  |  |
| 外壁 | せっこうボード | 0.22 | 830 | 12 |
|  | 住宅用グラスウール断熱材16K相当 | 0.05 | 13 | 100 |
|  | 非密閉空気層（10mm以上） | 11.11 |  |  |
|  | 合板 | 0.16 | 720 | 9 |
|  | モルタル | 1.50 | 1,600 | 30 |
|  | Ro | 25.00 |  |  |
| 2階天井 | せっこうボード | 0.22 | 830 | 12 |
|  | 住宅用グラスウール断熱材10K相当 | 0.05 | 8 | 200 |
|  | 非密閉空気層（10mm以上） | 11.11 |  |  |
|  | 合板 | 0.16 | 720 | 12 |
|  | 鋼板 | 55.00 | 3,600 | 1 |
|  | Ro | 25.00 |  |  |

1. 開口部の仕様

表 24　開口部の仕様（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 垂直入射時の  日射熱取得率 | 垂直入射時の  日射透過率  （） | 垂直入射時の  吸収日射取得率  （） | 熱貫流率  （）  ［W/m2K］ | 室内表面から裏面空気までの熱貫流率  （）  ［W/m2K］ |
| 窓 | 0.79 | 0.74 | 0.05 | 4.65 | 9.51 |
| 室内戸 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.33 | 3.13 |
| ドア | 0.16 | 0.00 | 0.16 | 4.65 | 9.51 |

表 25　開口部の仕様（単室モデルの場合）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 垂直入射時の  日射熱取得率 | 垂直入射時の  日射透過率  （） | 垂直入射時の  吸収日射取得率  （） | 熱貫流率  （）  ［W/m2K］ | 室内表面から裏面空気までの熱貫流率  （）  ［W/m2K］ |
| 窓 | 0.79 | 0.74 | 0.05 | 4.65 | 9.51 |

1. 外部日よけの仕様

表 26　外部日よけの仕様（標準住戸の場合）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 開口部幅[mm] | 開口部高さ[mm] | 出巾[mm] | 窓上端とバルコニーの距離[mm] | 向かって左側の庇のでっぱり[mm] | 向かって右側の庇のでっぱり[mm] |
| 記号 |  |  |  |  |  |  |
| バルコニー | 3300 | 2100 | 910 | 480 | 290 | 50 |
| 寝室軒 | 1650 | 1050 | 650 | 512.5 | 1445 | 7360 |
| 子供室1軒 | 1650 | 1.95 | 650 | 512.5 | 5227.5 | 3407.5 |
| 子供室2軒 | 1650 | 1.95 | 650 | 512.5 | 7047.5 | 1587.5 |

表 27　外部日よけの仕様（単室モデルの場合）

|  |
| --- |
| 外部日除けはなし |

1. 部位ごとの境界条件、仕様と面積

表 28　部位ごとの境界条件、仕様と面積（標準住戸の場合）

| 室名 | | 外皮フラグ | 方位・隣室名  （付録M．、付録N．） | 非定常フラグ | 壁体・開口部名  （付録R．） | 面積  [m２] | ひさし  （付録S．） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主たる居室 | | TRUE | 北 | TRUE | 外壁 | 4.9775 |  |
| TRUE | 北 | FALSE | ドア | 1.62 |  |
| TRUE | 東 | TRUE | 外壁 | 17.982 |  |
| TRUE | 東 | FALSE | 窓 | 3.13 |  |
| TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 10.2135 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 6.94 | バルコニー |
| TRUE | 床 | TRUE | 1階床 | 29.81 |  |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 4.14 |  |
| FALSE | 非居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 18.7725 |  |
| FALSE | 非居室 | FALSE | 室内戸 | 2.84 |  |
| FALSE | その他居室子供室1 | TRUE | 内壁（天井） | 10.77 |  |
| FALSE | その他居室子供室2 | TRUE | 内壁（天井） | 10.77 |  |
| FALSE | その他居室和室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.676 |  |
| FALSE | その他居室和室 | FALSE | 室内戸 | 3.06 |  |
| その他居室 | 寝室 | TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 8.098 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 1.73 | 寝室軒 |
| TRUE | 西 | TRUE | 外壁 | 8.838 |  |
| TRUE | 西 | FALSE | 窓 | 0.99 |  |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 13.25 |  |
| FALSE | 非居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 7.316 |  |
| FALSE | 非居室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | その他居室子供室1 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 8.736 |  |
| FALSE | その他居室和室 | TRUE | 内壁（床） | 13.25 |  |
| 子供室1 | TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 4.76525 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 3.22 | 子供室1軒 |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 10.77 |  |
| FALSE | 非居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.678 |  |
| FALSE | 非居室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | 主たる居室 | TRUE | 内壁（床） | 10.77 |  |
| FALSE | その他居室寝室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 8.736 |  |
| FALSE | その他居室子供室2 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 8.736 |  |
| 子供室2 | TRUE | 東 | TRUE | 外壁 | 9.168 |  |
| TRUE | 東 | FALSE | 窓 | 0.66 |  |
| TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 4.76525 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 3.22 | 子供室2軒 |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 10.77 |  |
| FALSE | 非居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.678 |  |
| FALSE | 非居室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | 主たる居室 | TRUE | 内壁（床） | 10.77 |  |
| FALSE | その他居室子供室1 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 8.736 |  |
| 和室 | TRUE | 北 | TRUE | 外壁 | 2.639 |  |
| TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 8.605 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 4.59 |  |
| TRUE | 西 | TRUE | 外壁 | 10.556 |  |
| TRUE | 床 | TRUE | 1階床 | 16.56 |  |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 3.31 |  |
| FALSE | 非居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 7.316 |  |
| FALSE | 非居室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | 主たる居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.676 |  |
| FALSE | 主たる居室 | FALSE | 室内戸 | 3.06 |  |
| FALSE | その他居室寝室 | TRUE | 内壁（天井） | 13.25 |  |
| 非居室 | | TRUE | 北 | TRUE | 外壁 | 43.2205 |  |
| TRUE | 北 | FALSE | 窓 | 3.69 |  |
| TRUE | 東 | TRUE | 外壁 | 4.914 |  |
| TRUE | 西 | TRUE | 外壁 | 12.5 |  |
| TRUE | 西 | FALSE | 窓 | 2.97 |  |
| TRUE | 床 | TRUE | 1階床 | 21.52 |  |
| TRUE | 天井 | TRUE | 2階天井 | 25.68 |  |
| FALSE | 主たる居室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 18.7725 |  |
| FALSE | 主たる居室 | FALSE | 室内戸 | 2.84 |  |
| FALSE | その他居室寝室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 7.316 |  |
| FALSE | その他居室寝室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | その他居室子供室1 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.678 |  |
| FALSE | その他居室子供室1 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | その他居室子供室2 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 5.678 |  |
| FALSE | その他居室子供室2 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |
| FALSE | その他居室和室 | TRUE | 内壁（間仕切り） | 7.316 |  |
| FALSE | その他居室和室 | FALSE | 室内戸 | 1.42 |  |

表 29　部位ごとの境界条件、仕様と面積（単室モデルの場合）

| 室名 | 外皮フラグ | 方位・隣室名  （付録M．、付録N．） | 非定常フラグ | 壁体・開口部名  （付録R．） | 面積  [m２] | ひさし  （付録S．） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主たる居室 | TRUE | 北 | TRUE | 外壁 | 8.1 |  |
| TRUE | 東 | TRUE | 外壁 | 8.1 |  |
| TRUE | 西 | TRUE | 外壁 | 8.1 |  |
| TRUE | 南 | TRUE | 外壁 | 4.5 |  |
| TRUE | 南 | FALSE | 窓 | 3.6 |  |
| TRUE | 床 | TRUE | 1階床 | 9.0 |  |
| TRUE | 水平 | TRUE | 2階天井 | 9.0 |  |

1. 暖冷房設定温度

空調の設定温度は対流空調、放射空調に応じて前時刻の相対湿度を用いて表 30より計算する。

表 30　設定温度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 空調方式 | 計算根拠 | 設定温度計算法 |
| 冷房時 | 着衣量0.4clo、代謝量1.0Met、風速0.2m/s |  |
| 対流暖房時 | 着衣量1.0clo、代謝量1.0Met、風速0.2m/s |  |
| 放射暖房時 | 着衣量1.0clo、代謝量1.0Met、風速0.0m/s |  |

前時刻の室相対湿度は前時刻の室絶対湿度から（121）式で求めた水蒸気分圧と、前時刻の室温から（115）式で求めた飽和水蒸気圧の比で（122）式より計算する。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （121） |
|  | （122） |

1. 局所換気のスケジュール

表 31　局所換気のスケジュール

単位：[m3/h]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 室名 | | 時刻 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| 主たる居室 | 平日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 休日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 非居室 | 平日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 52 | 25 | 102.8 |
| 休日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 1.2 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 75.8 | 25 | 2 | 0.8 | 25 | 27 | 100.8 |

1. 機器発熱スケジュール

表 32　機器発熱スケジュール

単位：Ｗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 室名 | | 曜日 | 時刻 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| 主たる居室 | | 平日 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 84.3 | 269.1 | 270.6 | 167.8 | 117.4 | 66.9 | 185.2 | 218.7 | 66.9 | 66.9 | 167.8 | 218.7 | 303.9 | 269.1 | 269.1 | 269.1 | 242.9 | 242.9 |
| 休日 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 66.9 | 286.5 | 269.1 | 445.1 | 418.9 | 286.5 | 117.4 | 66.9 | 66.9 | 167.8 | 303.9 | 269.1 | 167.8 | 269.1 | 269.1 | 242.9 | 66.9 |
| 非居室 | | 平日 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 95.1 | 57.0 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 148.8 | 41.5 | 95.1 |
| 休日 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 95.1 | 110.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 95.1 | 41.5 | 41.5 | 41.5 | 95.1 | 41.5 | 95.1 |
| その他居室 | 子供室1 | 平日 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 60.0 | 30.0 | 80.0 | 35.0 |
| 休日 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 63.8 | 80.0 | 80.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 20.0 | 20.0 | 17.5 | 15.0 | 80.0 | 31.3 | 80.0 | 15.0 |
| 子供室2 | 平日 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 38.3 | 14.8 |
| 休日 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 3.0 |
| 寝室 | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 275.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 412.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

1. 照明発熱スケジュール

表 33　照明発熱スケジュール

単位：Ｗ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 室名 | | 曜日 | 時刻 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| 非居室 | | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 84.6 | 154.8 | 101.3 | 149.8 | 76.0 | 0.0 | 0.9 | 47.5 | 0.0 | 0.0 | 64.3 | 64.3 | 70.6 | 77.0 | 114.2 | 267.4 | 273.3 | 79.8 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 186.2 | 200.5 | 228.0 | 58.9 | 65.2 | 57.0 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 116.9 | 76.2 | 41.1 | 59.8 | 57.9 | 160.0 | 190.6 | 62.7 |
| 主たる居室 | | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 47.5 | 137.4 | 63.0 | 167.4 | 21.0 | 0.0 | 121.8 | 63.0 | 0.0 | 0.0 | 82.9 | 84.0 | 124.8 | 136.8 | 184.8 | 84.0 | 84.0 | 42.1 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 184.8 | 209.1 | 84.0 | 84.0 | 163.7 | 68.4 | 0.0 | 0.0 | 84.0 | 124.8 | 136.8 | 190.8 | 84.0 | 84.0 | 84.0 | 0.0 |
| その他居室 | 子供室1 | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 63.0 | 21.0 | 84.0 | 84.0 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 63.0 | 84.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 84.0 | 84.0 | 42.0 | 0.0 | 84.0 | 21.0 | 84.0 | 0.0 |
| 子供室2 | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 42.0 | 0.0 | 63.0 | 84.0 | 21.0 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 84.0 | 84.0 | 84.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 84.0 | 84.0 | 84.0 | 0.0 |
| 寝室 | 平日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 休日 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 63.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

1. 人体発熱スケジュール

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 記号 | 意味 | 単位 |
|  | i室のn時点における人体発熱 | Ｗ |
|  | i室のn時点における人体発湿 | kg/s |
|  | i室のn時点における在室人数 | 人 |
|  | i室のn-1時点における室温 | ℃ |

表 34　在室人数スケジュール（）

単位：人

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 室名 | | 曜日 | 時刻 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 7-8 | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 | 19-20 | 20-21 | 21-22 | 22-23 | 23-24 |
| 主たる居室 | | 平日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 休日 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| その他居室 | 子供室1 | 平日 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 休日 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 子供室2 | 平日 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 休日 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 寝室 | 平日 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 休日 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

1. 計算結果出力項目

表 35　計算結果出力項目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 時間 | 出力項目 | 記号 |
| 毎時刻ステップ | i室のn時点における室温 |  |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側表面温度 |  |
|  | i室のn時点における室の作用温度 |  |
|  | i室のn時点における対流式空調の室供給熱量 |  |
|  | i室のn時点における放射式空調の室供給熱量 |  |
|  | i室のn時点における室加湿熱量 |  |
|  | i室の部位kにおけるn時点の室内側表面熱流 |  |
| 年間 | i室のn時点における対流式空調の室供給熱量 |  |
|  | i室のn時点における放射式空調の室供給熱量 |  |

1. 境界条件が同じ部位の集約

同じ境界条件の部位は集約する。境界の種類ごとに、表 36に示すすべての比較条件で真値となった部位（部位グループ）を集約対象とする。データ型が文字列（string）、真偽値（bool）については完全一致（==）で判定し、実数（float）A、Bについては（123）式による。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （123） |

表 36　境界条件が同じ部位の選定方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 境界の種類 | 比較条件 | データ型 |
| 共通 | 境界の種類（boundary\_type）が一致 | string |
| 間仕切り（internal）の場合 | 隣室タイプ（next\_room\_type）が一致 | string |
| 室内側熱伝達率が一致 | float |
| 室外側熱伝達率が一致 | float |
| 外皮\_一般部位（external\_general\_part）の場合 | 日射の有無（is\_sun\_striked\_outside）が一致 | bool |
| 温度差係数（temp\_dif\_coef）が一致 | float |
| 向き（direction）が一致 | string |
| 室内侵入日射吸収の有無（is\_solar\_absorbed\_inside）が一致 | bool |
| 室外側長波長放射率（outside\_missivity）が一致 | float |
| 室外側日射吸収率（outside\_solar\_absorption）が一致 | float |
| 室内側熱伝達率が一致 | float |
| 室外側熱伝達率が一致 | float |
| 外皮\_透明な開口部（external\_transparent\_part）の場合 | 日射の有無（is\_sun\_striked\_outside）が一致 | bool |
| 向き（direction）が一致 | string |
| 室外側長波長放射率（outside\_missivity）が一致 | float |
| 室内側熱伝達率が一致 | float |
| 室外側熱伝達率が一致 | float |
| 外皮\_不透明な開口部（external\_opaque\_part）の場合 | 日射の有無（is\_sun\_striked\_outside）が一致 | bool |
| 向き（direction）が一致 | string |
| 室外側長波長放射率（outside\_missivity）が一致 | float |
| 室外側日射吸収率（outside\_solar\_absorption）が一致 | float |
| 室内側熱伝達率が一致 | float |
| 室外側熱伝達率が一致 | float |
| 地盤（ground）の場合 | 室内側熱伝達率が一致 | float |

部位グループを集約した部位（集約部位）のパラメータは表 37に示す手法で求める。

表 37　部位の種類ごとの集約部位のパラメータ計算法

| 間仕切り | 外皮 | | | 地盤 | 変数 | 計算法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一般部位 | 透明な開口部 | 不透明な開口部 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 境界の種類 | 部位グループの境界の種類 |
| 〇 |  |  |  |  | 隣室タイプ | 部位グループの隣室タイプ |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 日射の有無 | 部位グループの日射の有無 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 温度差係数 | 部位グループの温度差係数 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 向き | 部位グループの向き |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 地面反射率 | 部位グループの地面反射率 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 方位角 | 部位グループの方位角 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 傾斜角 | 部位グループの傾斜角 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 太陽入射角の方向余弦計算パラメータ | 部位グループの太陽入射角の方向余弦計算パラメータ |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 傾斜面の天空に対する形態係数 | 部位グループの傾斜面の天空に対する形態係数 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 傾斜面の地面に対する形態係数 | 部位グループの傾斜面の地面に対する形態係数 |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 室外側日射吸収率 | 部位グループの傾斜面の日射吸収率（日射の有無=Trueで境界の種類が外皮\_一般部位、外皮\_不透明な開口部のとき） |
|  | 〇 | 〇 | 〇 |  | 室外側放射率 | 部位グループの傾斜面の室外側放射率（日射の有無=Trueの場合） |
|  | 〇 |  |  |  | 室内侵入日射吸収の有無 | 部位グループの室内侵入日射吸収の有無 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 放射暖房発熱の有無 | 部位グループの放射暖房発熱の有無 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 室内側熱伝達率 | 部位グループの室内側熱伝達率 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 室内側放射率 | 部位グループの室内側放射率 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 |  | 室外側熱伝達率 | 部位グループの室外側熱伝達率 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 面積 | 部位グループの合計面積 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 裏面境界温度 | 部位グループの裏面境界温度の初期値 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 前時刻の裏面境界温度 | 部位グループの裏面境界温度の初期値 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 前時刻の室内表面熱流 | 部位グループの室内表面熱流の初期値 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 根の数 | 部位グループの根の数 |
|  | 〇 |  |  | 〇 | 公比 | 部位グループの公比 |
|  |  | 〇 | 〇 |  | 室内表面から室外側空気までの熱貫流率 | 部位グループ内の部位の室内表面から室外側空気までの熱貫流率を面積荷重平均 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 吸熱応答係数の初項 | 部位グループ内の部位の吸熱応答係数の初項を面積荷重平均 |
| 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 〇 | 貫流応答係数の初項 | 部位グループ内の部位の貫流応答係数の初項を面積荷重平均 |
| 〇 | 〇 |  |  | 〇 | 指数項別吸熱応答係数 | 部位グループ内の部位の指数項別吸熱応答係数を面積荷重平均 |
| 〇 | 〇 |  |  | 〇 | 指数項別貫流応答係数 | 部位グループ内の部位の指数項別貫流応答係数を面積荷重平均 |

1. ASHRAE Handbook Fundamentals 2013による。放射熱伝達率は固定値4.7W/m2K、対流熱伝達率はReclining with moving airの0<V<0.15の値を用いた。（条件によって数値が異なるので、最大値を使用すると注記があることから） [↑](#footnote-ref-1)