

温熱環境シミュレーション

弊社の温熱環境シミュレーションでは、放射・対流連成解析によって、空間内の温熱・気流環境を精度良く把握することができます。空調や開口の設置位置の計画など、様々な検討で幅広くご利用いただけます。

解析システム

解析コード： GSMAC3D (旧 旭硝子(株)中央研究所)
乱流モデル： 標準 $k-\epsilon$ 2方程式

解析表示

結果は、風速・温度コンター図、気流ベクトル図など任意断面において2次元や3次元表示で出力可能です。解析対象物の表面（壁表面など）温度分布・日射熱量分布なども表示が可能です。さらに、気流の動きを粒子を用いた動画で確認することもできます。

結果評価

風速・温度結果などから、PMV(温熱快適性指標)分布を表示させることができます。プレゼンテーションなどに用いることで、説得力のある資料となります。

その他特徴

有限要素法なので、ドーム形状や傾斜がある壁面など、複雑な形状にも対応が可能です。複雑な内部空間でも形態係数算出が可能です、放射計算を精度よく行います。保有する日射分布計算ソフトを用い、日射による影響を考慮した計算を精度よく行います。特にガラスに関する保有技術は多数あり、窓際環境の詳細検討からガラスを多用した大空間の検討まで、豊富な解析実績があります。第三者への説明用の資料など、ご要望に沿ったアウトプットの作成も承ります。

解析に必要な資料

- ・計画建物の平面図、立面図、配置図、CADデータ (DWG形式かDXF形式 : AutoCAD形式)
- ・計画建物の設備図面 (空調を考慮した解析を行う場合)
- ※ 解析内容によって、必要となる資料が異なります。詳細はお問い合わせ下さい。

価格

- 通常受託費用：50万～250万円
- ※ 物件の形状、規模、解析内容などによって異なります。
 - ※ ご予算に応じ、簡易検討・部分検討なども行っております。

お問い合わせ先

AGCアメニテック株式会社 環境技術部

〒110-0015 東京都台東区東上野 4-24-11 NBF 上野ビル 6F

Tel. 03-5806-6250

IP 電話. 050-3377-5365

Fax. 03-5806-6272

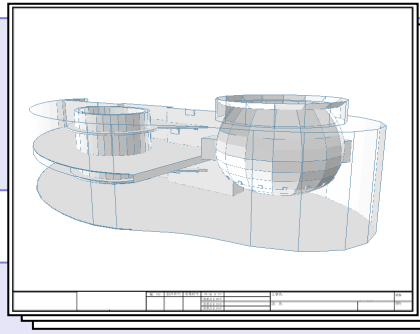
環境技術部トップページ

: <https://cae.agac.co.jp/>

温熱環境シミュレーションのページ

: https://cae.agac.co.jp/contents/simulation_02/

建築図面
CADデータ
気象データ

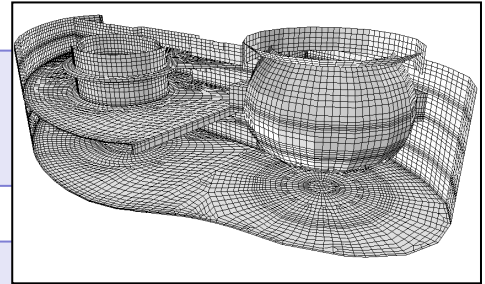


解析方法の決定

意匠図面・設備図面など

境界条件
パラメータ

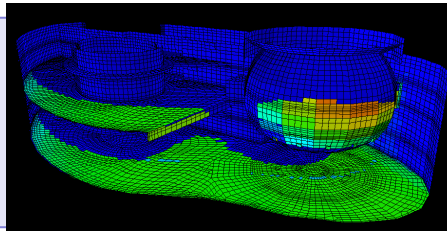
モデル化
メッシュ作成



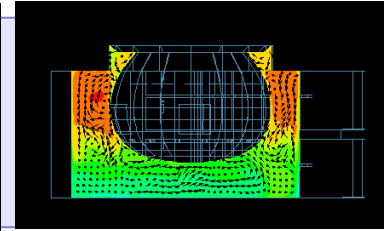
メッシュ図

日射分布計算
放射計算
解析ソルバー実行

出力処理
・コンター図・分布図
・ベクトル図
・PMV等

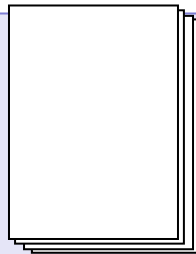


日射分布図



コンター・ベクトル図

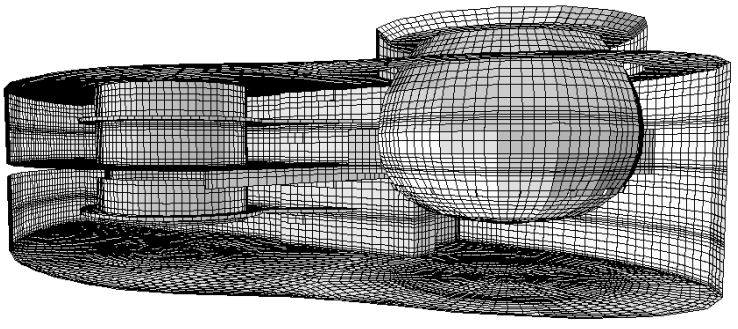
・データ整理
・計算結果解釈
・報告書作成



解析モデル（メッシュ）の作成例



解析の対象となる建物の外観写真

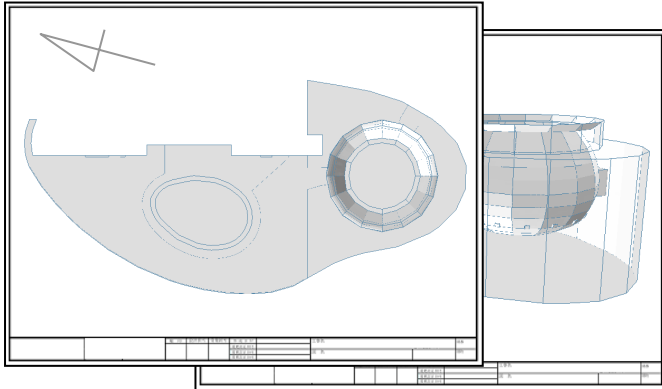


解析モデル（メッシュ）

上の写真（左側）のように複雑な形状の建物でも、形状を再現することが可能です。

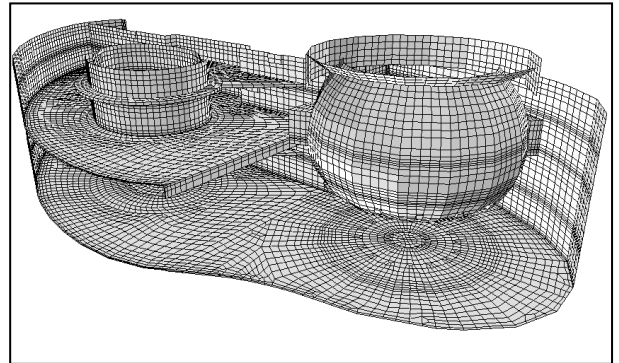
温熱環境シミュレーションの一例をご紹介します。

外装がガラス張りの建物は、日射の影響を大きく受けます。ここでは、外装がガラスで構成される建物について、日射の影響を考慮した温熱環境の冬季の検討例を取り上げます。



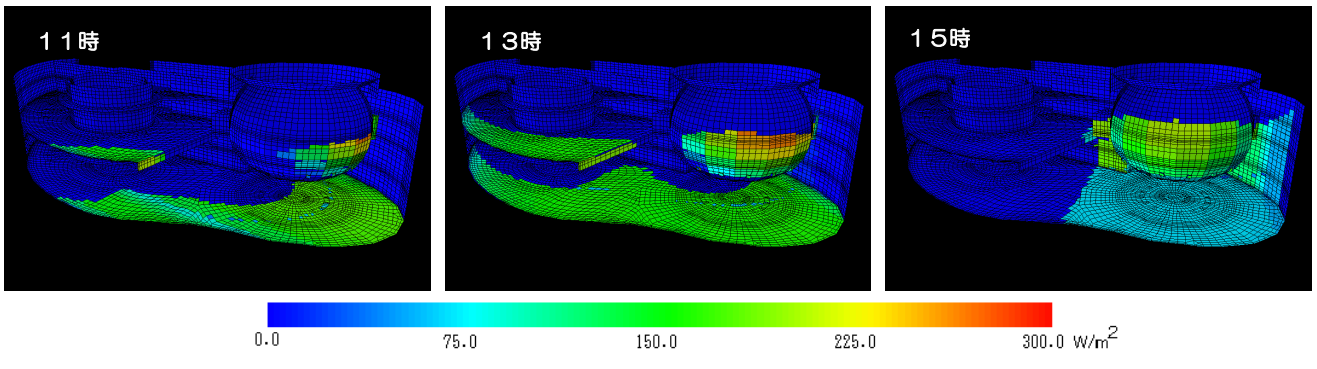
意匠図面・設備図面など

ご提供いただいた図面などから、解析の対象となる建物のモデル化を行います。空調を考慮した環境を検討する場合は、空調の吹出し位置などもモデル内に再現する場合があります。



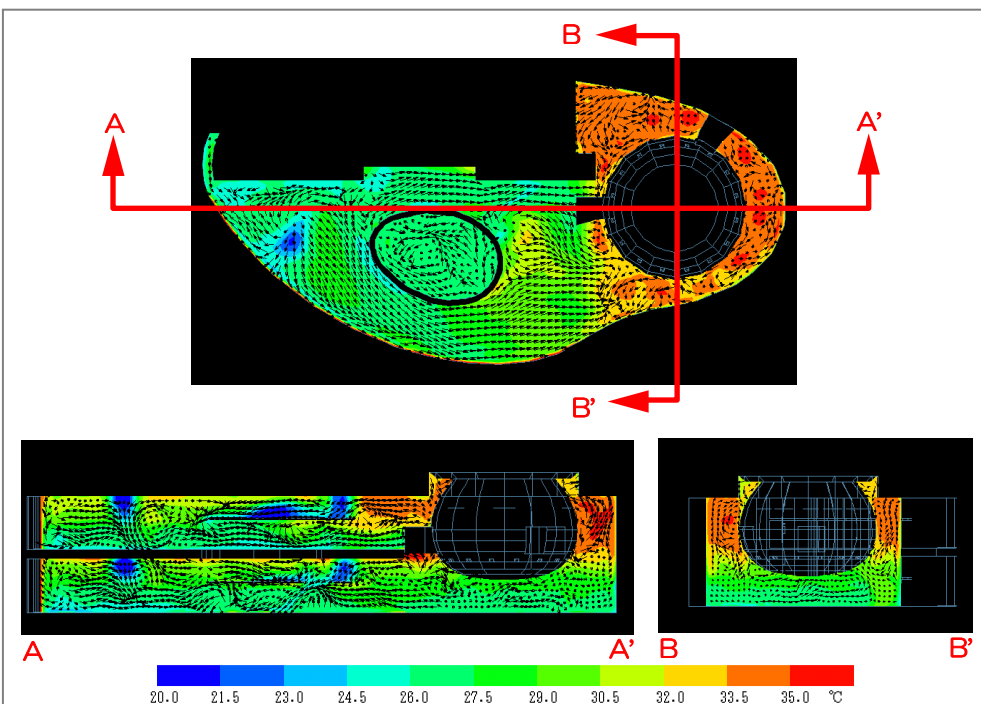
メッシュ図

弊社では、有限要素法メッシュを採用しておりますので、複雑な形状にも対応できます。



建物内の直達日射量分布図

色が赤いほど、日射がよく当たっていることを示しています。建物内の球体表面に当たる日射の様子がよくわかります。また、室内に落ちる影の位置も時間が経つごとに変化していく様子がよくわかります。



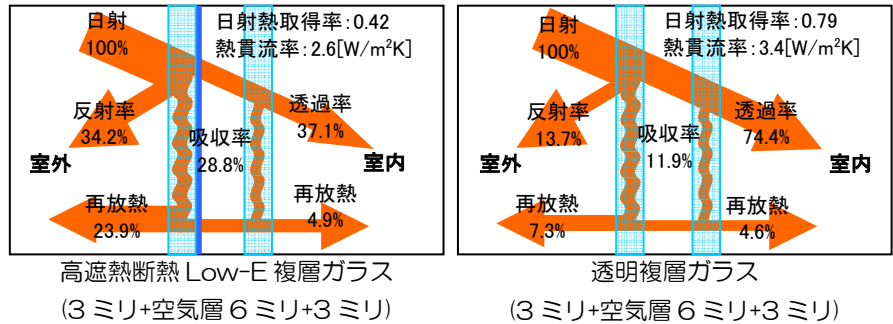
温度コンター・気流ベクトル図（上：3階平面表示、下：断面表示）

13時の温度コンター・気流ベクトル図です。色が赤いほど気温が高いことを示しています。建物内球体に当たった日射による発熱と空調の影響で、吹き抜けとなっている空間で温度成層が形成されている様子がわかります。そして、建物全体でみると、居住域では良好な温度であることが確認できます。

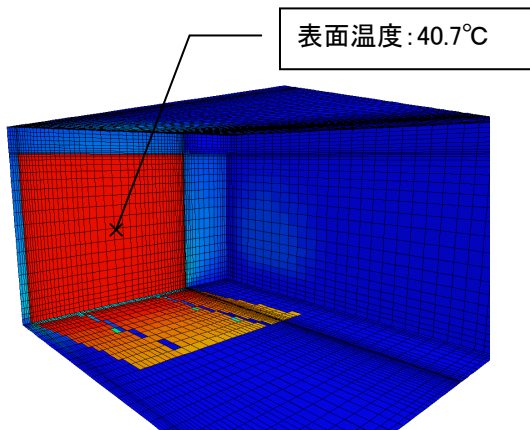
複層ガラスの熱性能条件設定について

室内の温熱環境を解析する際に、透明部材であるガラス性状のモデル化方法によっては正しい結果を得られない場合があります。ここでは、高遮熱断熱 Low-E 複層ガラスと透明複層ガラスについて、ガラスの熱性能条件設定を間違った場合と正しい場合の解析結果を紹介します。

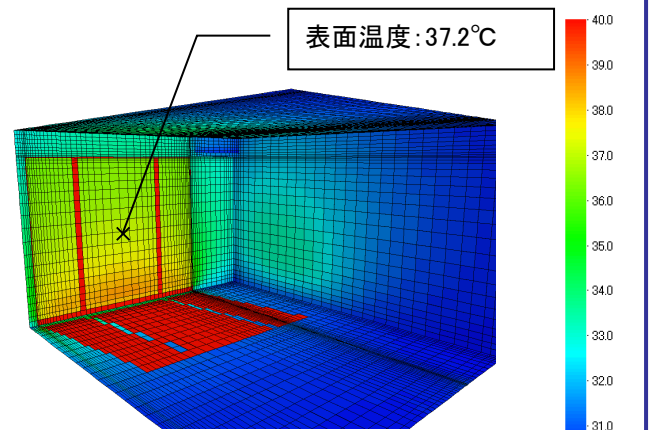
右図は、解析例として想定する複層ガラスの熱光学性能値及び日射の熱量を100%とした場合の熱収支です。高遮熱断熱 Low-E 複層ガラスの方が、日射熱取得率・熱貫流率共に良い性能値を示しています。



メーカーのカタログに記載されている日射吸収率をそのまま使用した場合の室内表面温度分布を下図に示します。高遮熱断熱 Low-E 複層ガラスの方が日射吸収率が大きいため室内側ガラス表面温度が高い結果となっていますが、実現象は透明複層ガラスの方が室内側ガラスの温度が高くなるので、この解析は間違っています。

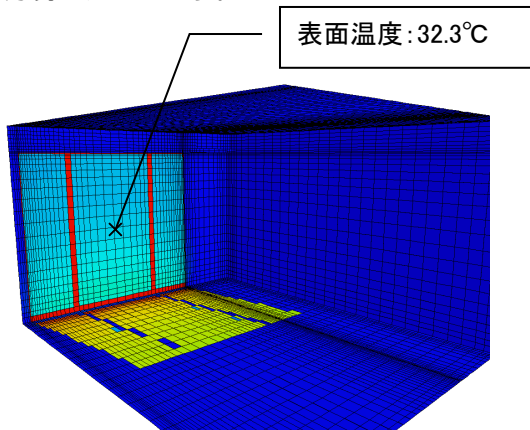


高遮熱断熱 Low-E 複層ガラス
(吸収率はカタログ値を使用)

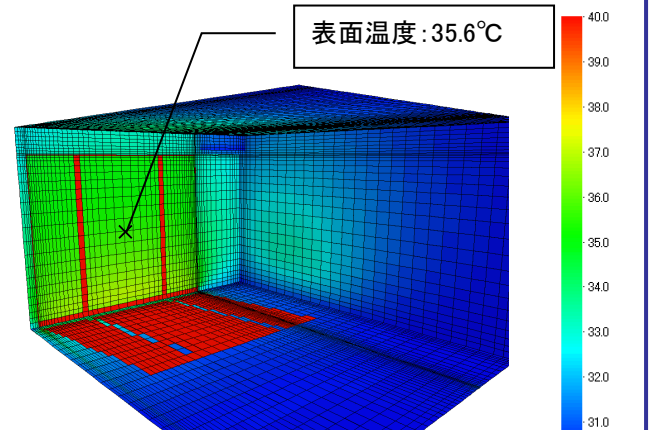


透明複層ガラス
(吸収率はカタログ値を使用)

複層ガラスの日射吸収率を工夫して与えた場合の室内表面温度分布を下図に示します。高遮熱断熱 Low-E 複層ガラスの室内側ガラス温度の方が透明複層ガラスより低い値となり、高遮熱断熱の効果がよく再現されています。



高遮熱断熱 Low-E 複層ガラス
(吸収率は修正値を使用)



透明複層ガラス
(吸収率は修正値を使用)

このように、複層ガラス熱性能条件のモデル化に工夫をすることにより、実現象に即した解析結果を得ることが出来ます。

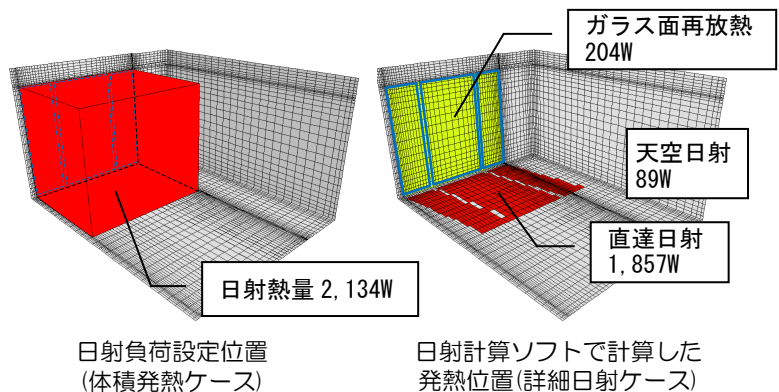
日射負荷の条件設定方法について

開口部からの日射負荷を考慮して室内の温熱環境を解析する場合、条件の設定方法によって解析結果が大きく変わってしまいます。日射負荷の熱量を空間に与える場合と、直達日射が当たる床面や壁面の位置を求め面発熱として与える場合の解析結果を紹介します。

「体積発熱ケース」は日射量と窓面の日射熱取得率から日射熱量を算出し(2,134W)、窓面付近の空間に体積発熱として与えます。

「詳細日射ケース」は弊社が使用する日射計算ソフトを用い、直達日射・天空日射及び室内壁間の相互拡散日射を加味して日射熱量(合計 2,150W)を算出しています。

なお、使用ガラスは透明複層ガラス(3ミリ+空気層6ミリ+3ミリ)です。

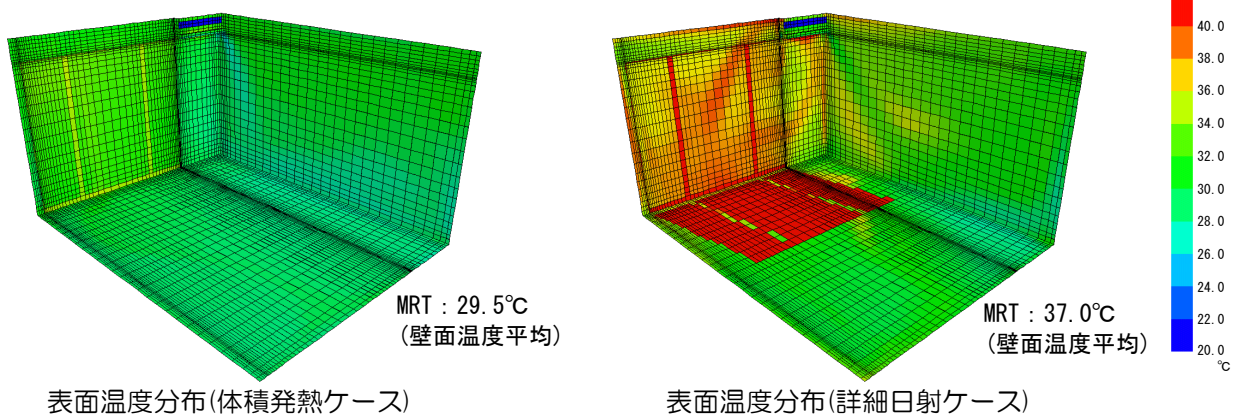


日射負荷設定位置
(体積発熱ケース)

日射計算ソフトで計算した
発熱位置(詳細日射ケース)

○壁・床の表面温度分布

壁面及び床面の表面温度を下図に示します。「体積発熱ケース」は壁面に日射負荷が反映されていないため、全体的に30℃前後の表面温度になっています。「詳細日射ケース」は、日射が到達する床面の表面温度が40℃を超えており、ガラス面は38℃程度まで上昇しています。



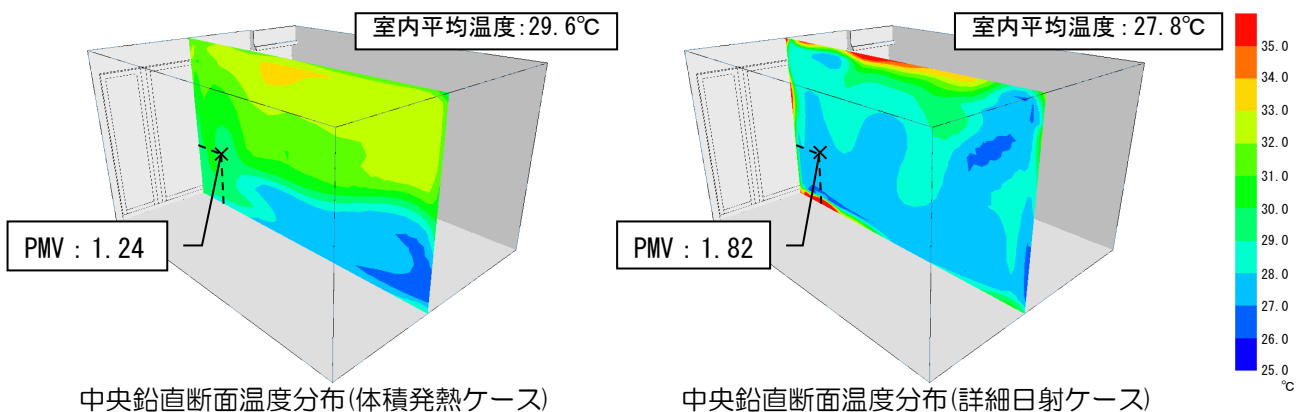
表面温度分布(体積発熱ケース)

表面温度分布(詳細日射ケース)

○室内温度分布・PMV

中央鉛直断面の温度分布と室内平均温度、窓付近(窓面から0.5m、床上1m)のPMVを下図に示します。「体積発熱ケース」は日射負荷のすべてが空気を暖めるため室内平均温度が高くなります。「詳細日射ケース」は実現象と同じように日射負荷により床・壁面の温度が上昇し、床・壁面から室外へ流出する熱量が増えるため、空気温度を上昇させる熱量は体積発熱ケースより少なくなります。このため、「体積発熱ケース」と比べて室内平均温度は低くなります。

PMVは「詳細日射ケース」と「体積発熱ケース」で大きく違ってきます。これは壁面表面温度分布・室内温度の解析精度の差が温熱環境評価指標の差として現れたものです。



中央鉛直断面温度分布(体積発熱ケース)

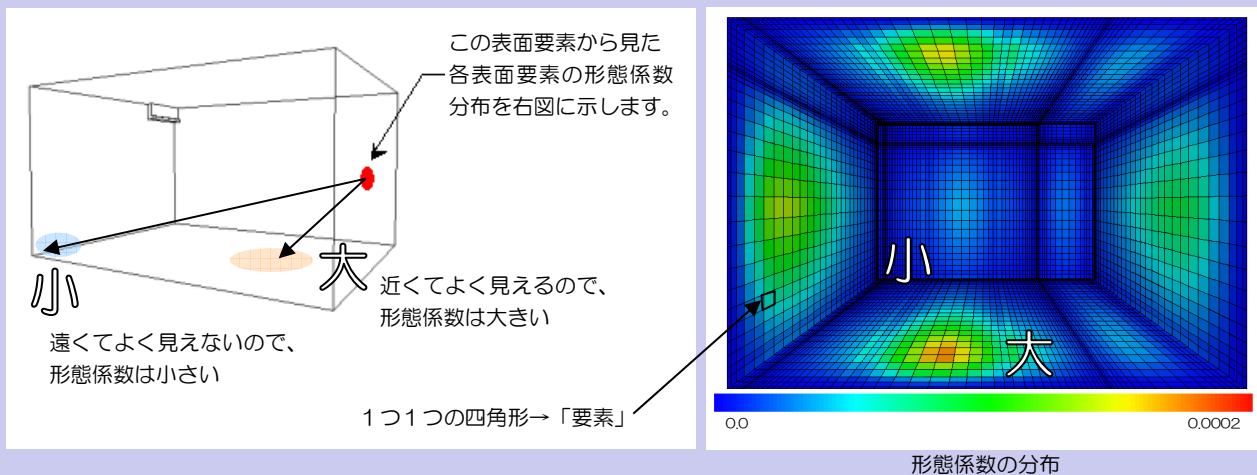
中央鉛直断面温度分布(詳細日射ケース)

室内温熱環境を精度良く評価するには、日射負荷条件を適切に設定した温熱環境解析を行うことが重要です。

形態係数について

温熱解析では、放射計算の精度が、解析結果の精度にも影響を及ぼすことがあります。

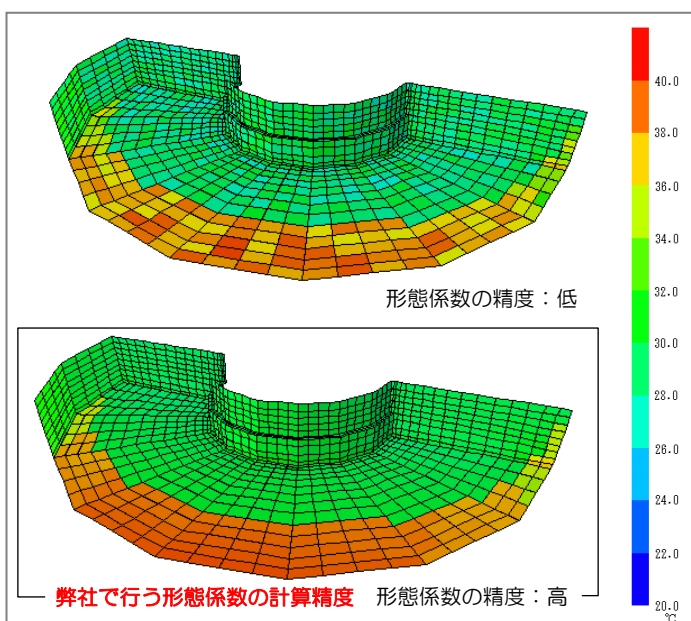
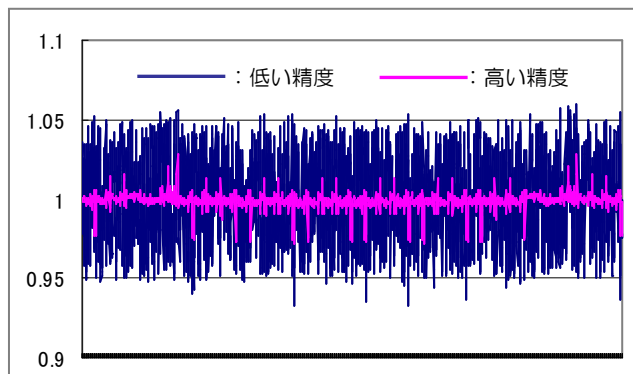
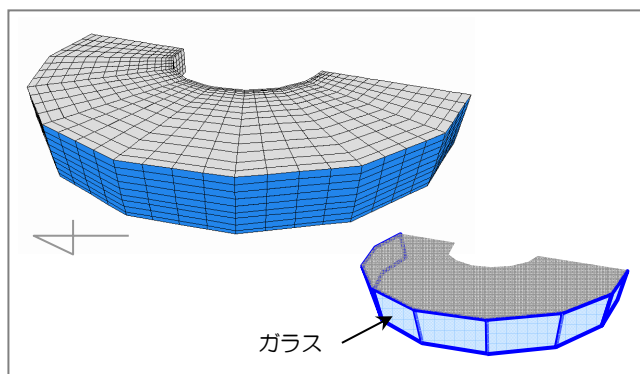
放射計算で必要不可欠なパラメータの一つが「形態係数」です。これは、ある表面要素から見た他の表面要素との位置関係を表す数値です。



放射計算と形態係数

弊社では、放射計算を行う際、全表面要素間で形態係数の計算を行っています。精度の高い形態係数を使用することにより高精度な放射計算の結果が得られます。

ここでは、形態係数の計算精度と放射計算結果について検討した例を取り上げます。



ここでは、同じ対象建物について、形態係数の精度が低いケースと、高いケース（通常、弊社ではこちらのケースと同様の高い精度で計算を行います）で、それぞれ日射が建物に当たったときの計算を行い、床表面温度分布から、精度の違いによる温度分布の違いを検討しました。

対象建物の形状は扇形をしており、モデル図で示すように、ガラスで囲われています。日射はこのガラス部分を透過して室内に入ってくるようになります。

放射計算を行う際の形態係数の精度について、上のグラフに示します。これは、横軸に各要素、縦軸にその要素から見たときの他の要素の形態係数の総和を示しており、これが1に近いほど精度が高いことを示しています。

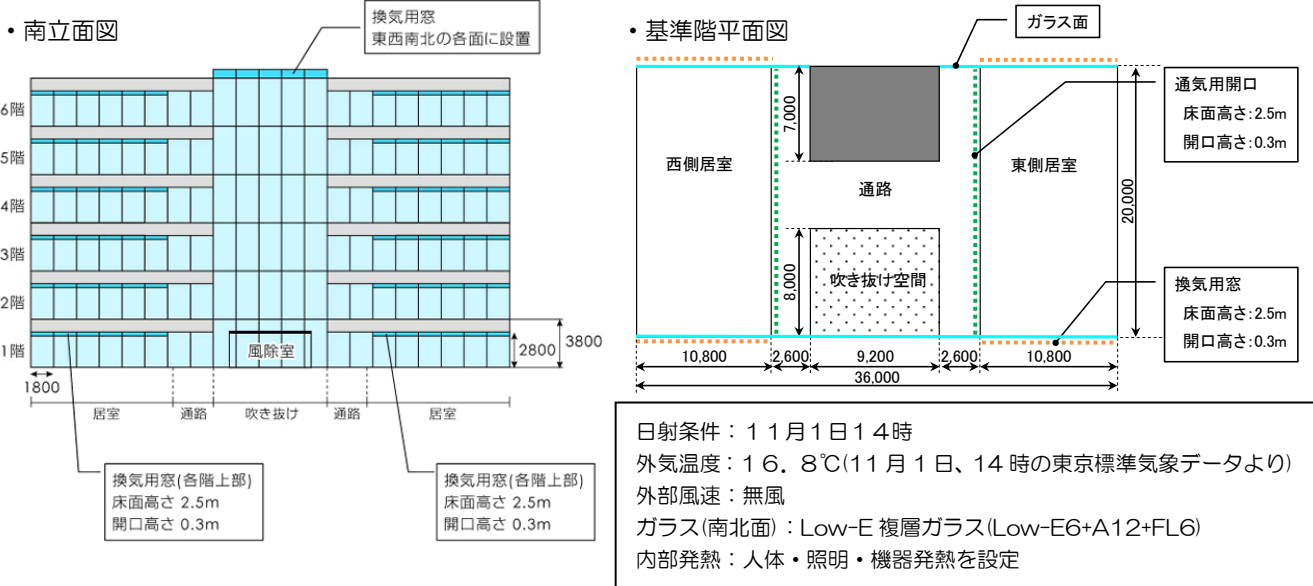
左の表面温度分布図でわかるように、形態係数の精度が低いと、温度分布にムラができるのに対し、精度が高いと、温度分布はスムーズできれいな分布となっていることがわかります。形態係数の精度の差は明確です。

事務所ビルにおける自然換気の検討—温度分布

OA 機器による発熱が多い事務所空間では、中間期や冬期においても冷房が必要となることが多く、エネルギー消費の増加につながっています。室温より低い温度の外気を室内に導入することで、冷房負荷の低減を図れ、省エネ効果を期待できます。

ここでは、吹き抜け空間がある事務所ビルの、自然換気による室内温度分布と換気量の検討例を紹介합니다。

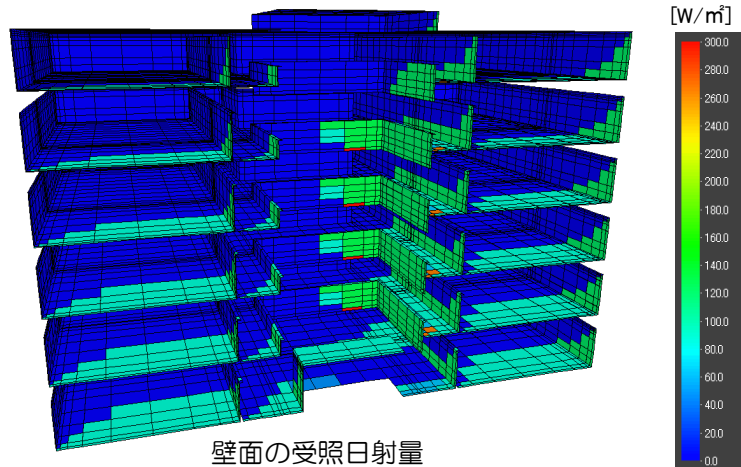
検討例の建物モデル概略は、次の通りです(下記以外の条件は、次ページを参照のこと)。



○日射計算結果

11月1日、14時の、室内壁面の日射照射状況を右図に示します。

日中においても太陽高度が低いため、南側の鉛直窓面を透過した日射が吹き抜け空間の手摺部や東西居室空間にまで到達している様子がわかります。

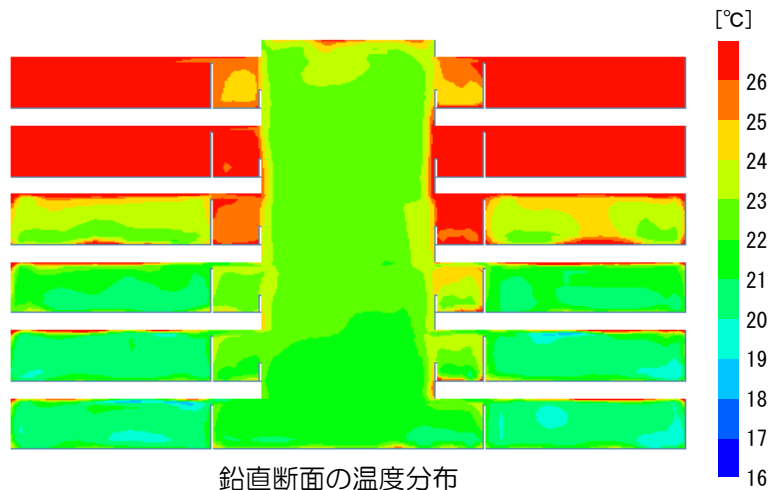


○室内温度計算結果

11月1日、14時の、建物モデルを東西縦断面で見たときの室温分布を右図に示します。

1～4階の居室は、24℃以下の温度分布が大半となります。4階の通路部分は25℃以上、5階・6階では廊下部のみでなく、東西居室部も26℃以上となっていることがわかります。

このような温度分布になった理由は、1～4階の居室で温度の低い外気が流入し、5階・6階の居室は室内空気が流出したためです(次ページの、建物全体の換気計算結果をご参照ください)。



○換気量計算条件

換気計算における、ゾーンの区分けを下図に示します。1フロアあたり、4つのゾーンに分けています。

・東側、西側居室

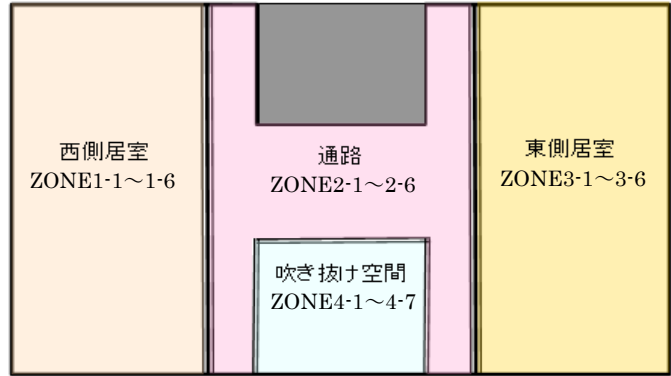
南北ガラス面上部に換気用窓があり、屋外と接続しています。通路空間とは間仕切り壁で仕切られており、間仕切り壁上部に設けられた開口を介して、通路との通気が行われます。

・通路空間

東側、西側居室、吹き抜け空間と接続されています。吹き抜け空間との間には、各階床面(1階は除く)から1mの高さまでガラス手すりがあります。ガラス手すり上面から天井面までが開放されており、通気が行われます。

・吹き抜け空間

上下階の空間接続を担っており、各階の通路空間と接続され、各階との通気が行われます。吹き抜け空間最上部は、東西南北すべての面に排気用の開口を設けています。



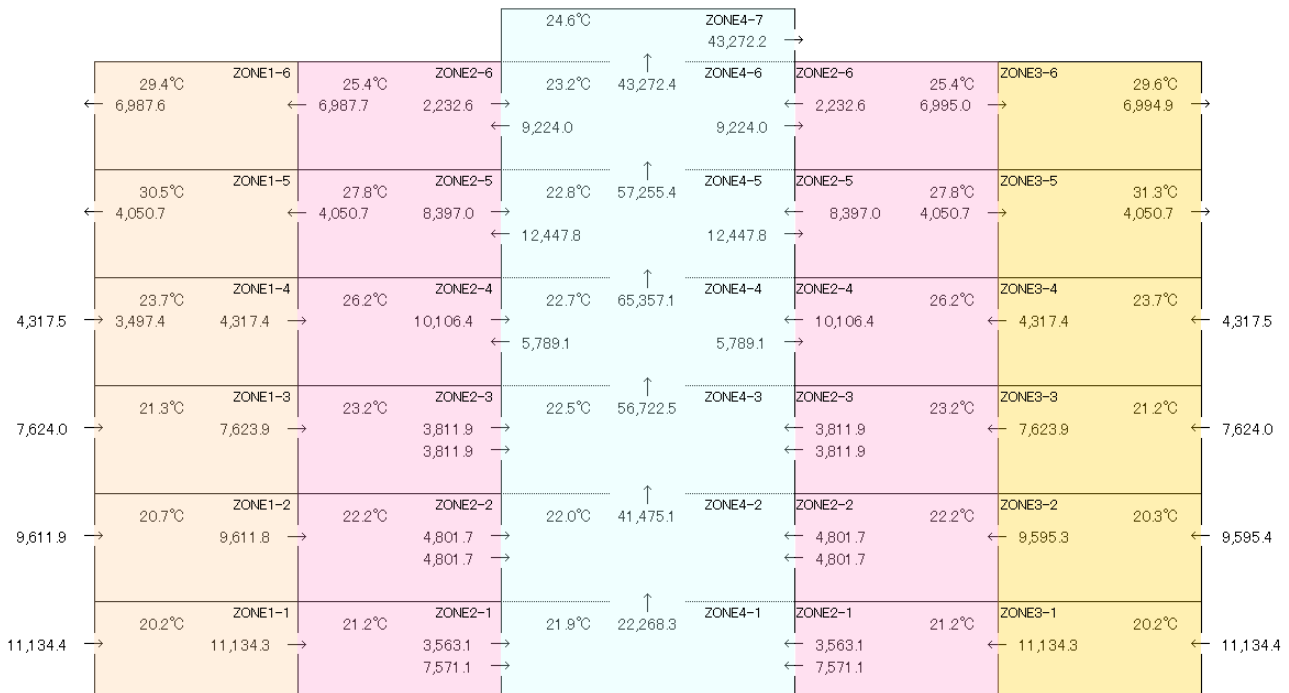
○換気量計算結果

換気計算の結果は、ゾーン毎の流出入量、空間平均温度を表示しています。

1階～4階にかけての東西の居室では外気が流入しており、5階、6階では流出になっています。通路空間では1階～3階にかけては吹き抜け空間へ流出しており、4階～6階にかけては交換換気が生じています。

吹き抜け空間は上昇気流となっており、吹き抜け空間上部で排気されています。

1階～4階居室から流入した外気が吹き抜け空間最上部の排気口から排気されている様子が分かります。



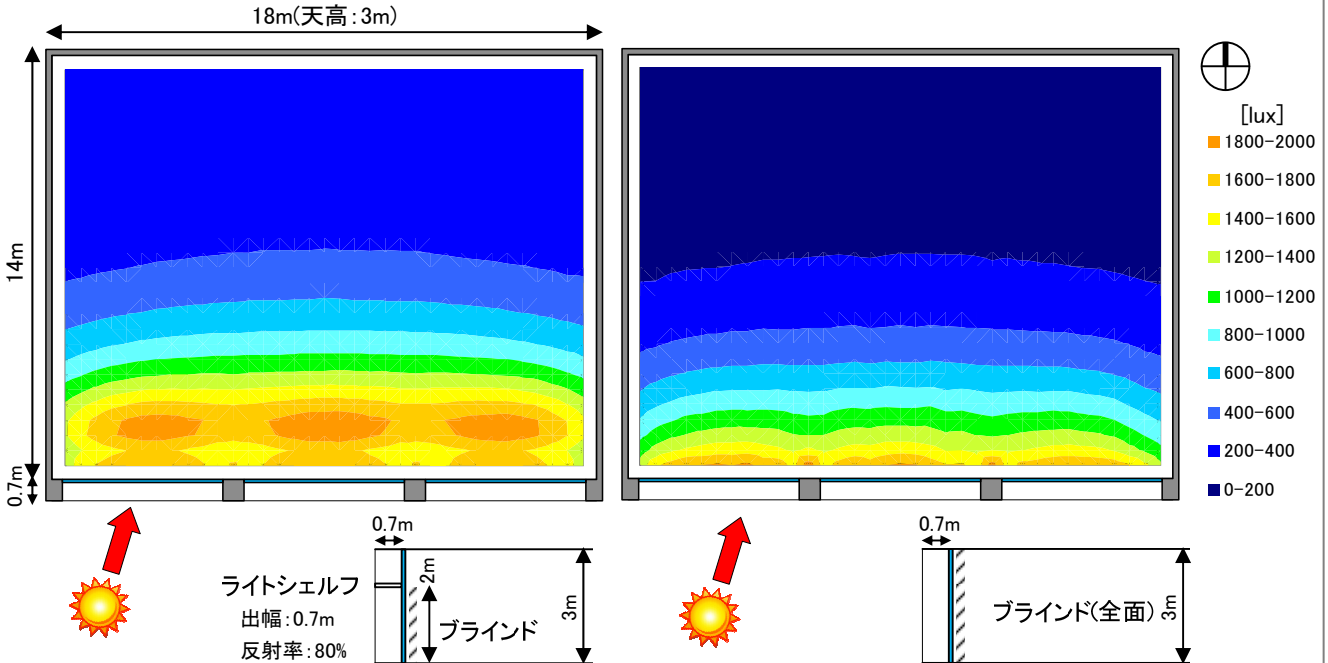
自然換気による外気導入の効果を考慮した、室内温度分布や換気量計算を行うことで、室内温熱環境や省エネルギー検討に有用な資料を提供いたします。

自然光による室内照度分布の検討

建物の省エネルギー手法の一つとして、自然光の利用が再注目されています。ここでは、自然光による室内照度分布の検討例を紹介いたします。

■ライトシェルフの有無と室内照度分布

窓面の外側にライトシェルフを設け、窓面室内側のライトシェルフ下部にブラインドを設置した場合と、ライトシェルフが無く、窓面室内側の全面にブラインドを設置した場合で、室内照度分布を比較しました。



ライトシェルフ有り・ライトシェルフ下部ブラインド

ライトシェルフ無し・全面ブラインド

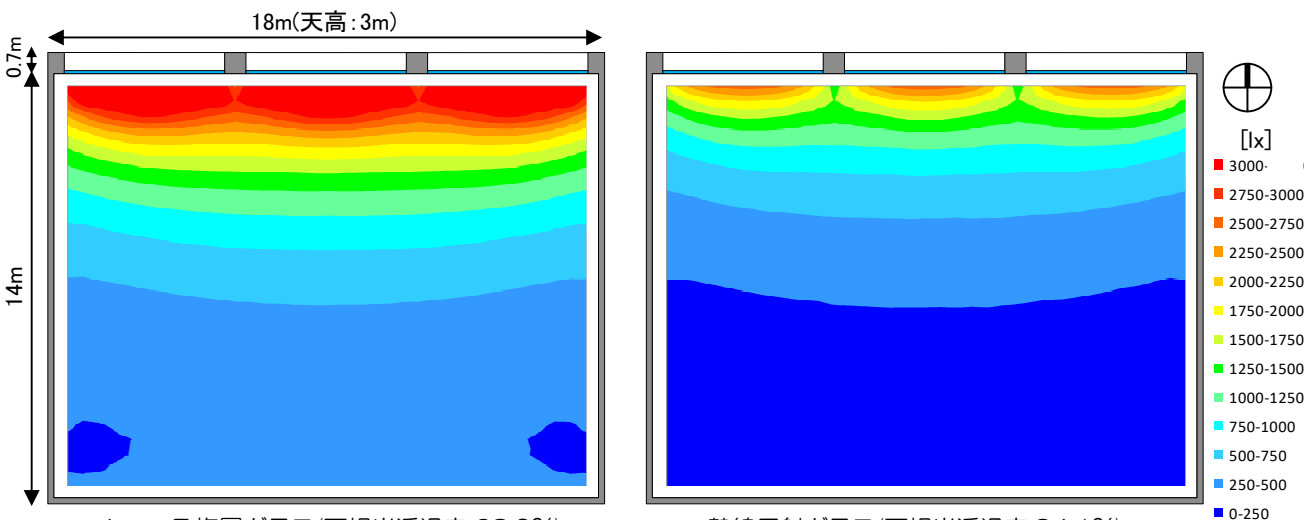
窓開口部の違いによる照度分布比較例(6月21日・12時、窓面の方位：南)

※ガラスは、ライトシェルフ有り・無しともに、Low-E 複層ガラス(可視光透過率 68.0%)

ライトシェルフが無い場合は、窓面から離れると照度が急激に低下しますが、ライトシェルフがある場合は窓面から離れても照度が緩やかに低下し、自然光が広範囲に照射されることがわかります。

■ガラスの種類と室内照度分布

北側に面した窓面において、Low-E 複層ガラスと熱線反射ガラスの室内照度分布を比較しました。



Low-E 複層ガラス(可視光透過率 68.0%)

熱線反射ガラス(可視光透過率 34.1%)

ガラスの違いによる室内照度分布の比較例(6月21日・12時、窓面の方位：北、ブラインド無し)

熱線反射ガラスは Low-E 複層ガラスと比べると可視光透過率が低いため、自然光による室内照度も低くなります。熱線反射・Low-E 複層ともに、窓面から離れると急激に照度が低下することがわかります。

窓開口部の形状や付属物、ガラスの種類を考慮した室内照度検討を行い、開口部設計・省エネルギー検討に有用な資料を提供いたします。