

燃焼器具使用時の滞在空間における 汚染物質のセンシングに関する研究

キャンプ時の火気使用を想定した
燃焼排ガスの拡散性状のCFD解析

指導教員 有波 裕貴 助教
宮澤 萌生



研究目的

研究目的

キャンプなどの野外活動では宿泊用テント近傍でBBQを行うことが予想される。

研究目的

キャンプなどの野外活動では宿泊用テント近傍でBBQを行うことが予想される。

テント近傍でBBQを行う場合、テント内へ**汚染質が侵入・滞留**することで、**テント内の人員へ悪影響**を及ぼす可能性が考えられる。

研究目的

キャンプなどの野外活動では宿泊用テント近傍でBBQを行うことが予想される。

テント近傍でBBQを行う場合、テント内へ汚染質が侵入・滞留することで、テント内の人員へ悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

発生する汚染質には、**一酸化炭素中毒**などの重篤な症状をもたらすものも含まれるため、テント内の汚染質濃度が**恕**
限度を超えた場合は速やかに検知される必要がある。

研究目的

キャンプなどの野外活動では宿泊用テント近傍でBBQを行うことが予想される。

テント近傍でBBQを行う場合、テント内へ汚染質が侵入・滞留することで、テント内の人員へ悪影響を及ぼす可能性が考えられる。

発生する汚染質には、一酸化炭素中毒などの重篤な症状をもたらすものも含まれるため、テント内の汚染質濃度が恕限度を超えた場合は速やかに検知される必要がある。

IoT (Internet of Things) の面から、センサーを居住空間に設置し、空間内の**汚染質のセンシング**を行うことにより、この問題に対応することが可能と考えられる。

研究目的

本研究では、実際のキャンプ時にBBQを行うことを想定した場合の**一酸化炭素濃度のCFD解析※¹ (RANS※²)**を行う。

※1 数値流体力学 (Computational Fluid Dynamics)

※2 レイノズル平均モデル (Reynolds-Averaged Navier-simulations) を用いて解析する手法。

研究目的

本研究では、実際のキャンプ時にBBQを行うことを想定した場合の一酸化炭素濃度のCFD解析※¹ (RANS※²) を行う。

一酸化炭素濃度分布の解析結果より、汚染質の**拡散性状**を**評価**するとともに、**センサー**※³の**設置位置**の検討を行うことを目的とする。



写真 市販されているセンサー

※¹ 数値流体力学 (Computational Fluid Dynamics)

※² レイノズル平均モデル (Reynolds-Averaged Navier-simulations) を用いて解析する手法。

※³ 参考 : <https://time-onlineshop.jp/shopdetail/000000001395/>

研究概要

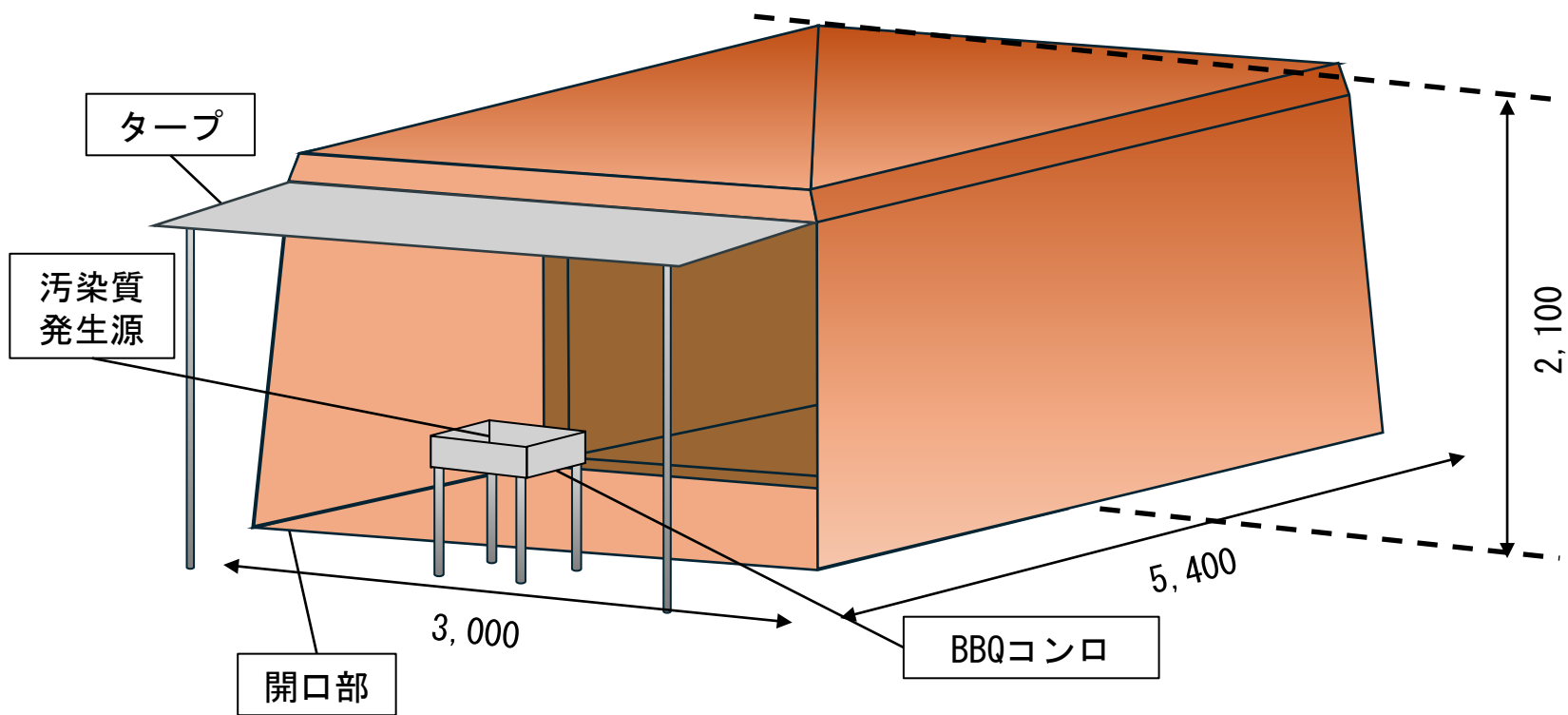


図 解析対象の模式図

研究概要

解析対象は3,000 [mm] (幅) × 5,400 [mm] (奥行) × 2,100 [mm] (高さ) のドーム型テントとする。

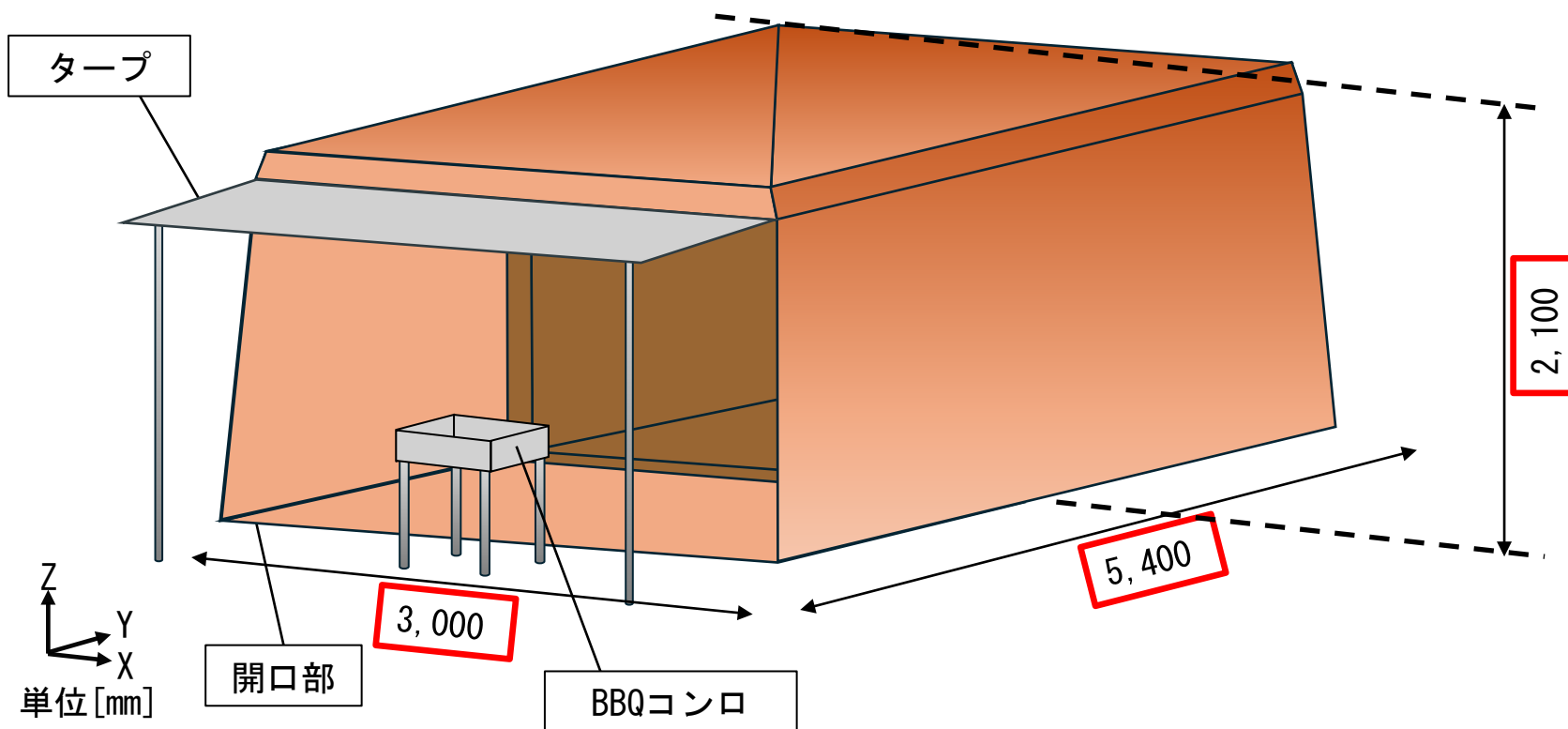


図 解析対象の模式図

研究概要

換気はテント入口の開口部のみで行い、タープはテント入口面上方に開放する。

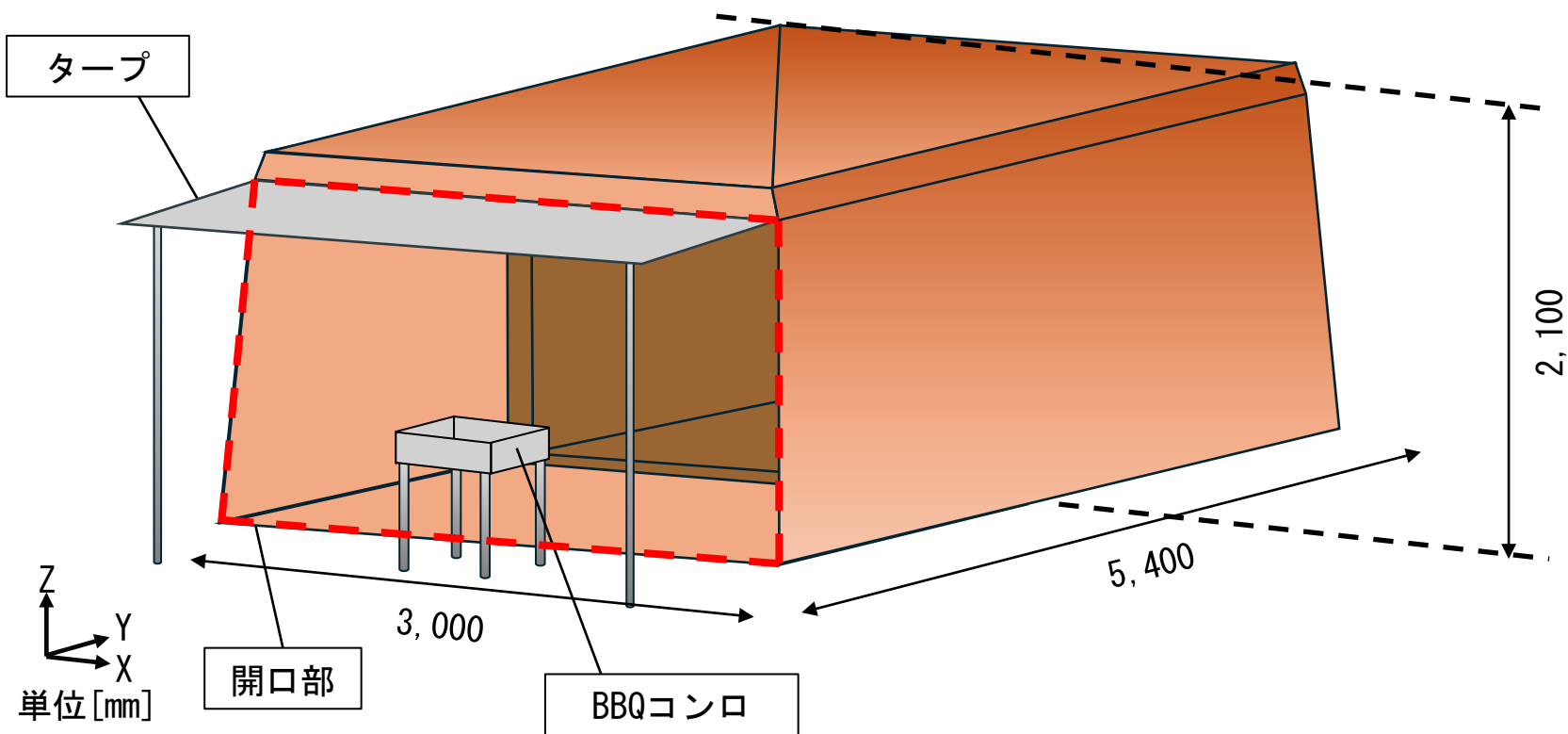


図 解析対象の模式図

研究概要

発生する汚染質は**一酸化炭素**、発生源は**BBQコンロ (600[°C])**とする。

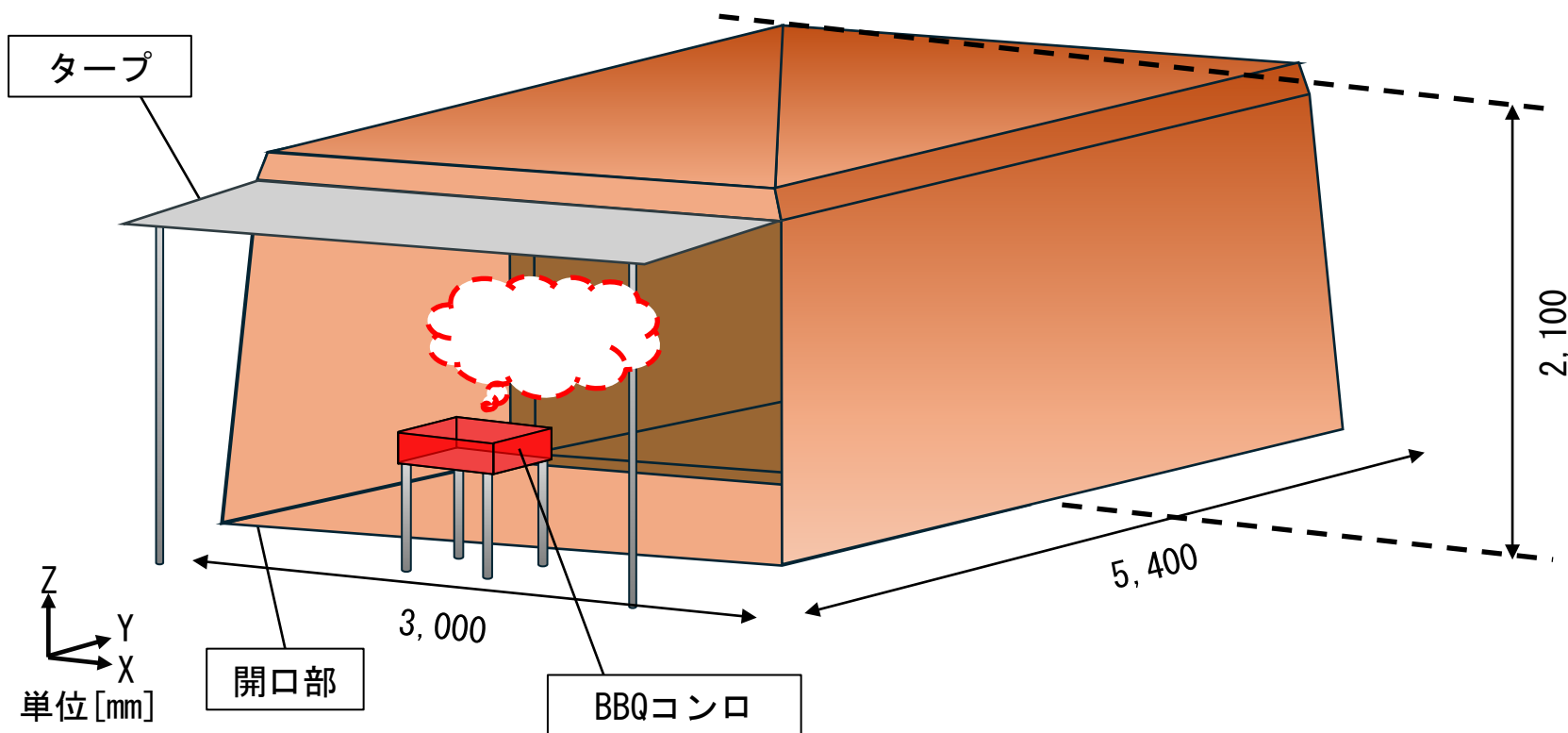


図 解析対象の模式図

解析条件

解析条件

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|------------------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (外部風速: 0.1 [m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

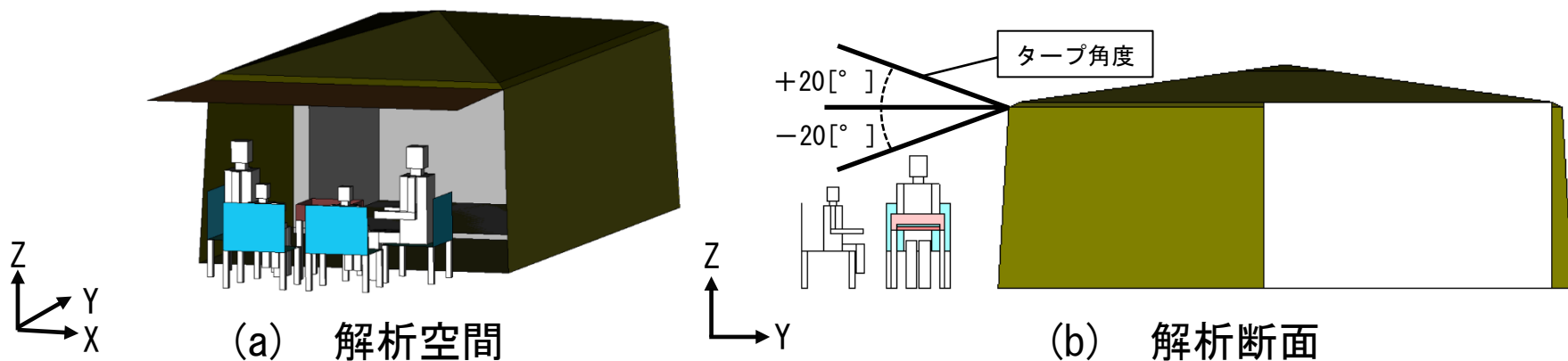


図 CFD解析モデル

解析条件

解析空間の気流条件は**無風状態**を想定し、**風速は0.1 [m/s]**と設定する。

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|------------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (風速:0.1 [m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

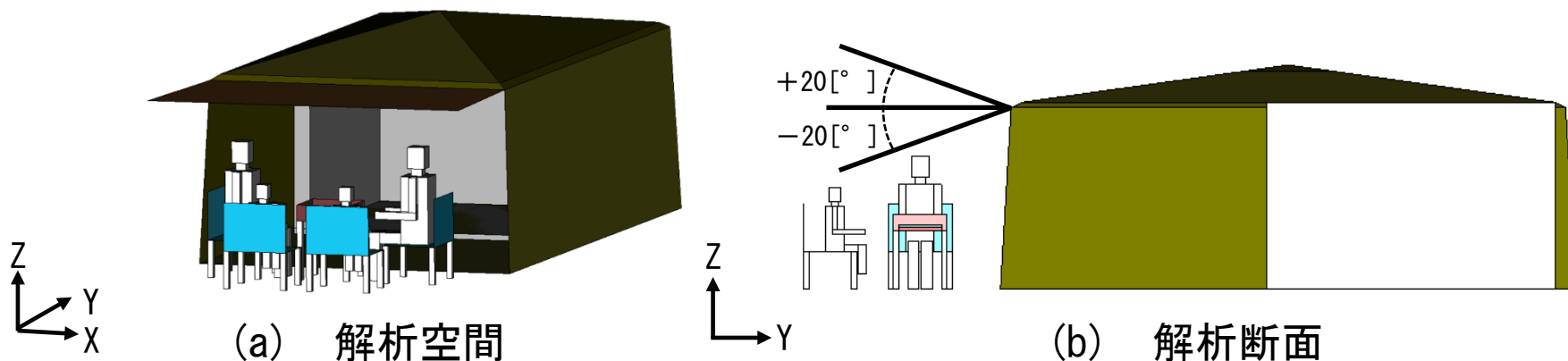


図 CFD解析モデル

解析条件

外気温の条件は15、25[°C]とする。

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|-----------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (風速:0.1[m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

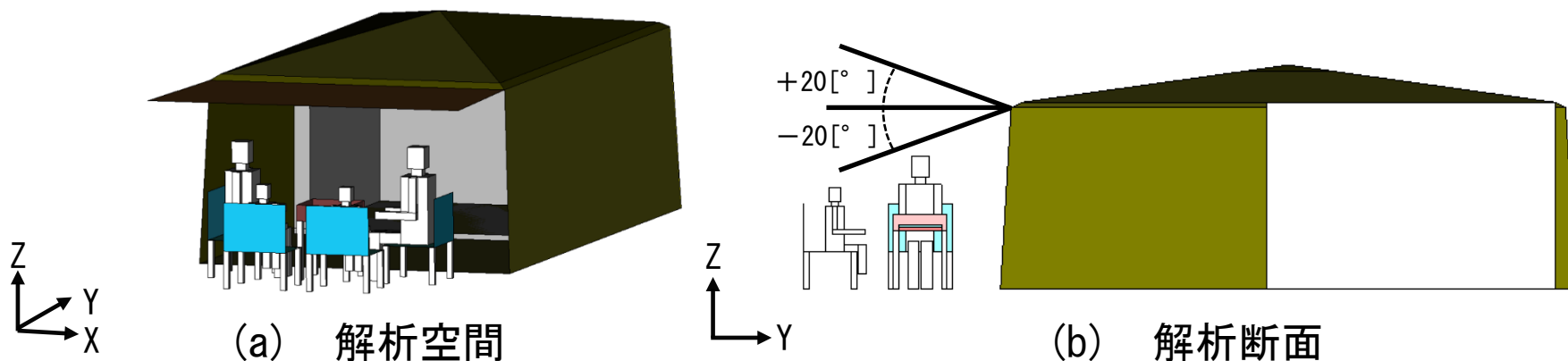


図 CFD解析モデル

解析条件

テントのタープ角度の条件は0、+20、-20[°]とする。

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|-----------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (風速:0.1[m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

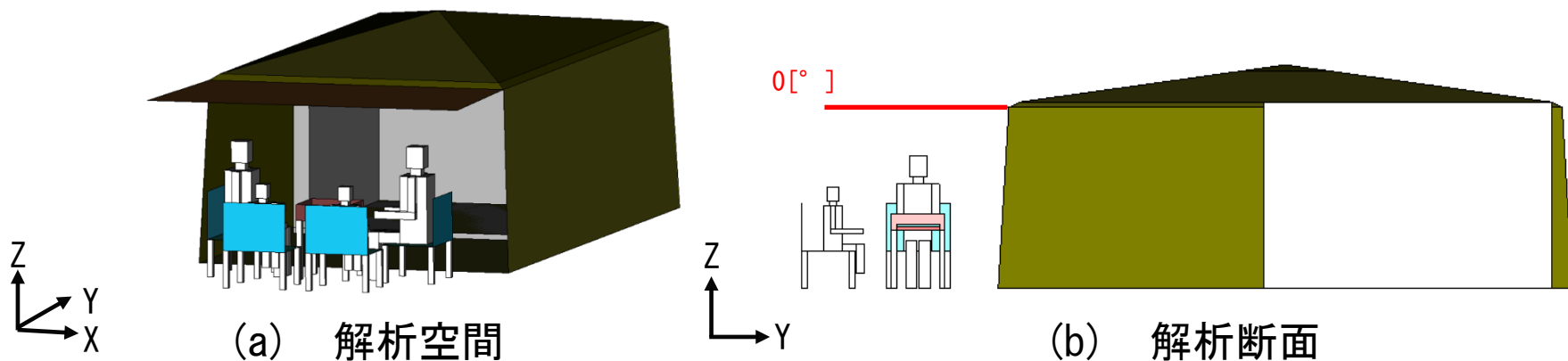


図 CFD解析モデル

解析条件

テントのタープ角度の条件は0、+20、-20[°]とする。

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|-----------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (風速:0.1[m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

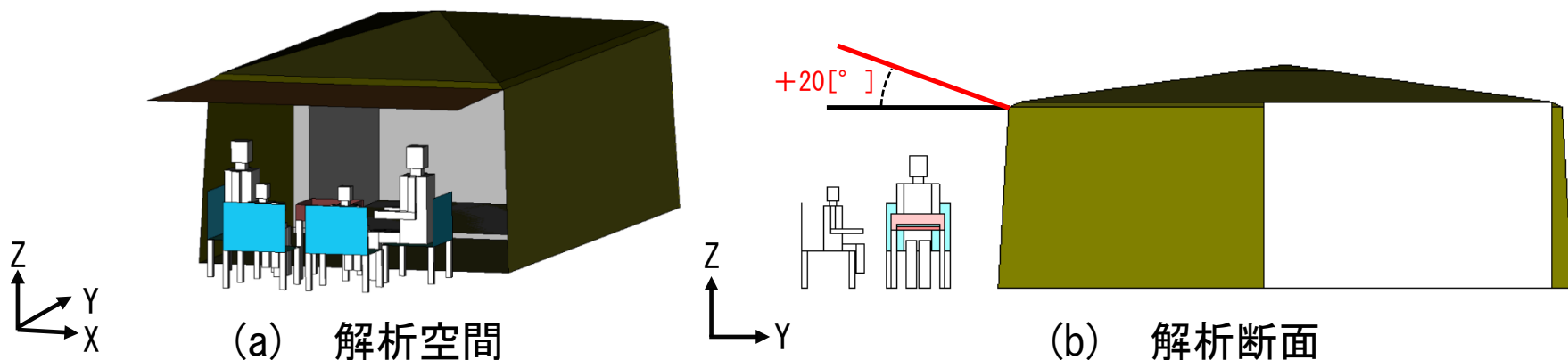


図 CFD解析モデル

解析条件

テントのタープ角度の条件は0、+20、-20[°]とする。

表 解析case

| case | 気流条件 | 外気温 [°C] | タープ角度 [°] |
|---------|-----------------------|----------|-----------|
| case1-1 | 無風状態 (風速:0.1[m/s]) | 15 | 0 |
| case1-2 | | | +20 |
| case1-3 | | | -20 |
| case2-1 | | 25 | 0 |
| case2-2 | | | +20 |
| case2-3 | | | -20 |

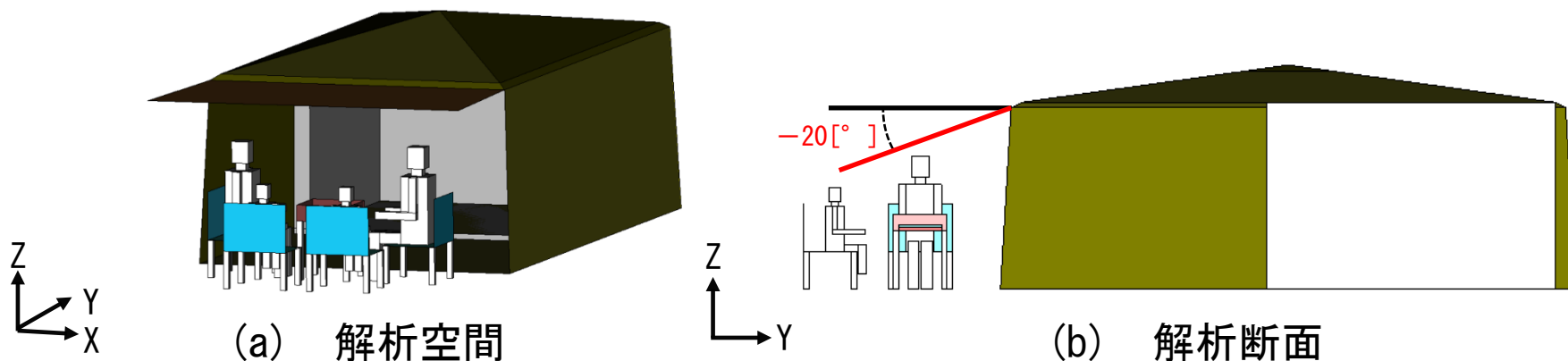



図 CFD解析モデル

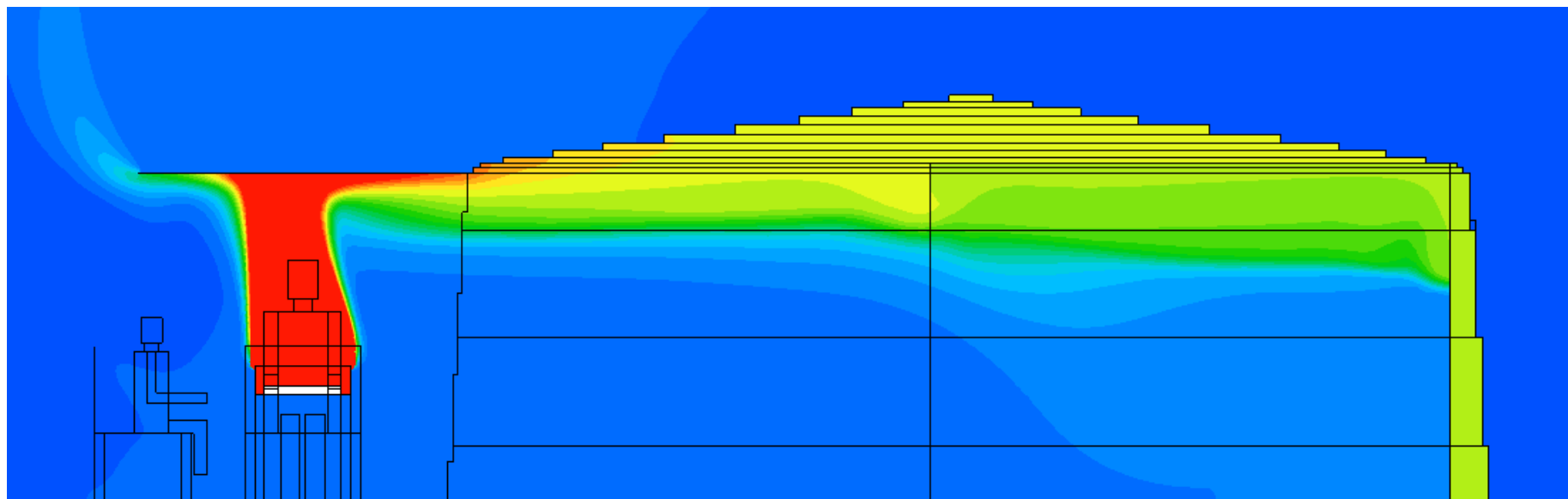
解析結果

解析結果

一酸化炭素濃度



低 高




(a) case1-1、コンロ中心断面
 (タープ角度:0[°]、外気温:15[°C]、風速:0.1[m/s])

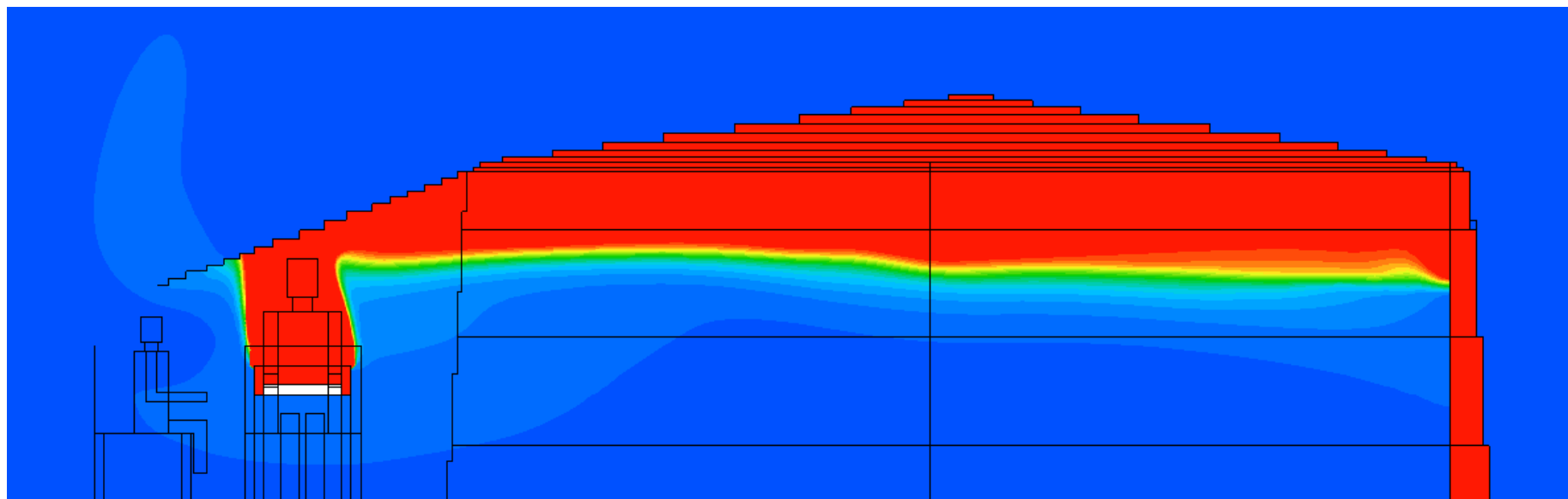
図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布

解析結果

一酸化炭素濃度



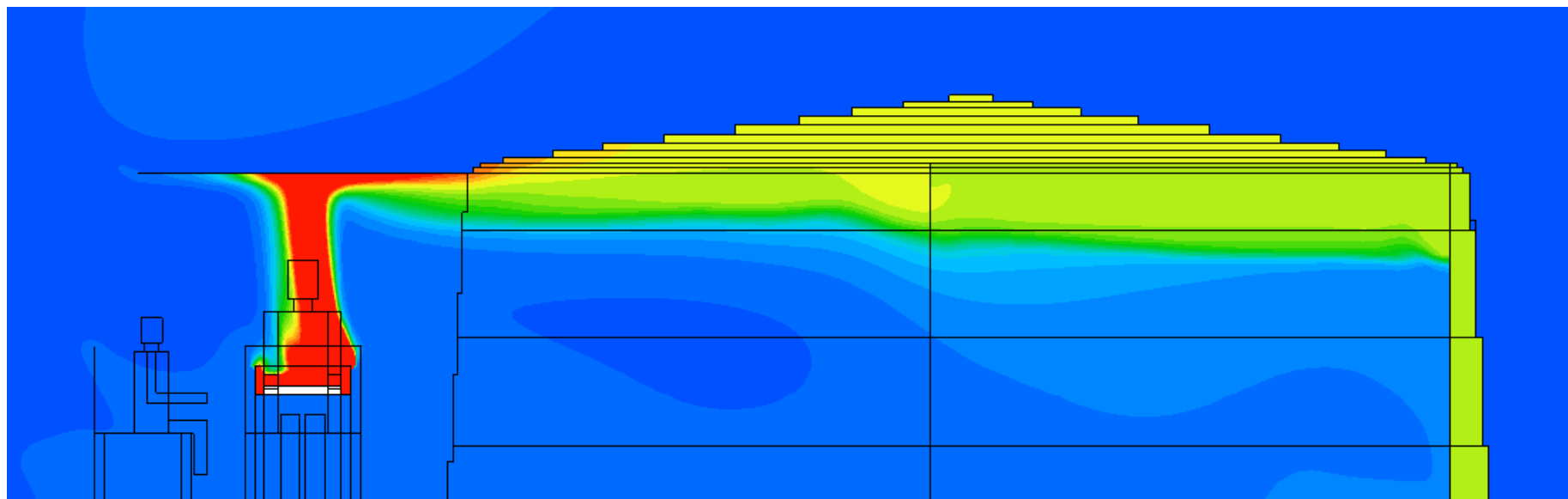
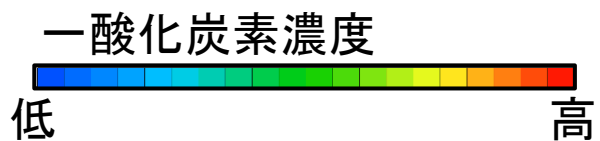
低 高



(b) case1-3、コンロ中心断面
 (タープ角度: -20°]、外気温: 15°C]、風速: 0.1 [m/s]]

図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布

解析結果



Z
↑
Y
→

(c) case2-1、コンロ中心断面
(タープ角度:0[°]、外気温:25[°C]、風速:0.1[m/s])

図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布

解析結果

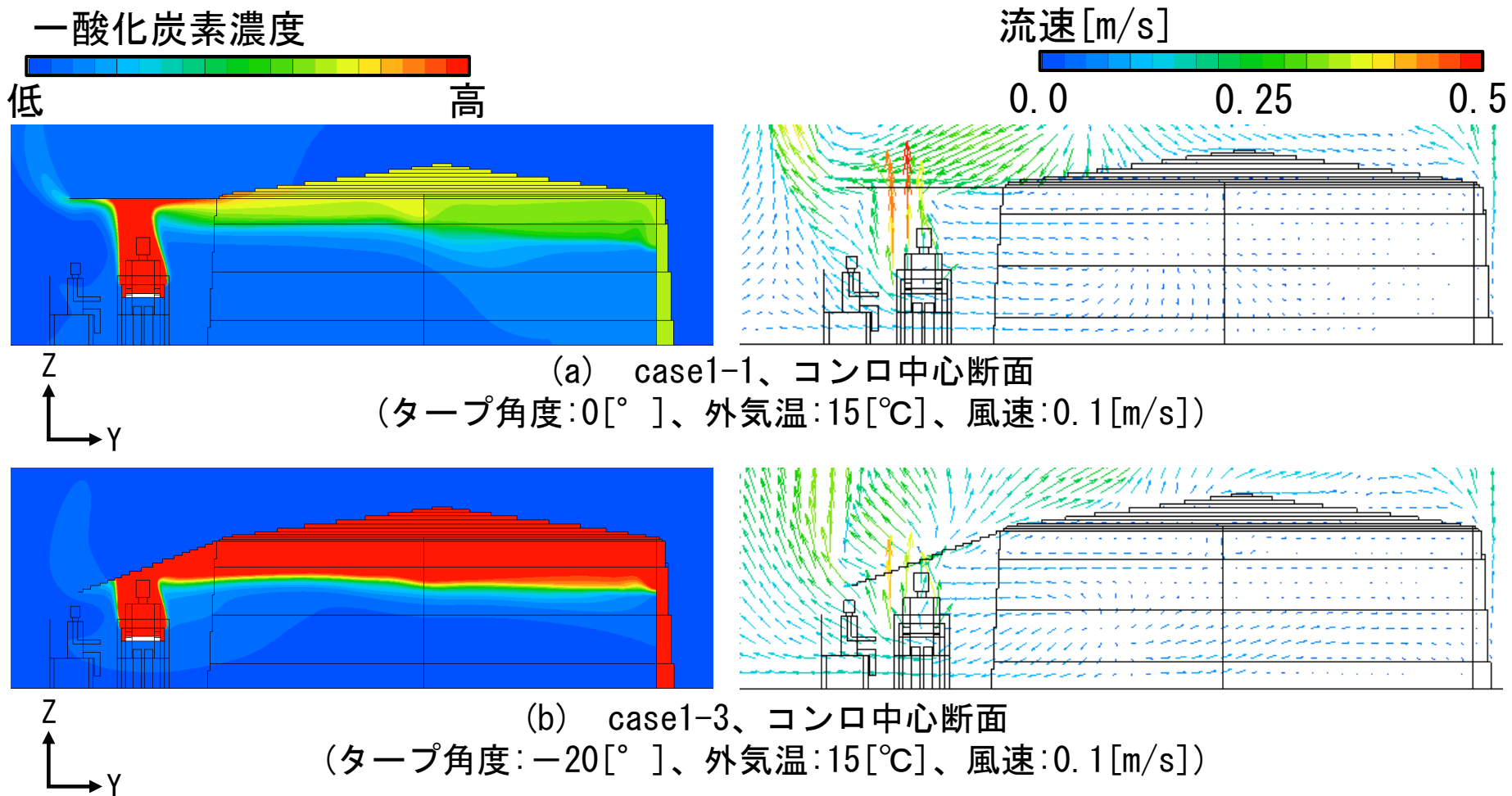


図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布及び流速分布

解析結果

タープによってコンロ直上の熱上昇気流が遮られ、汚染質がテント内へ流れる。

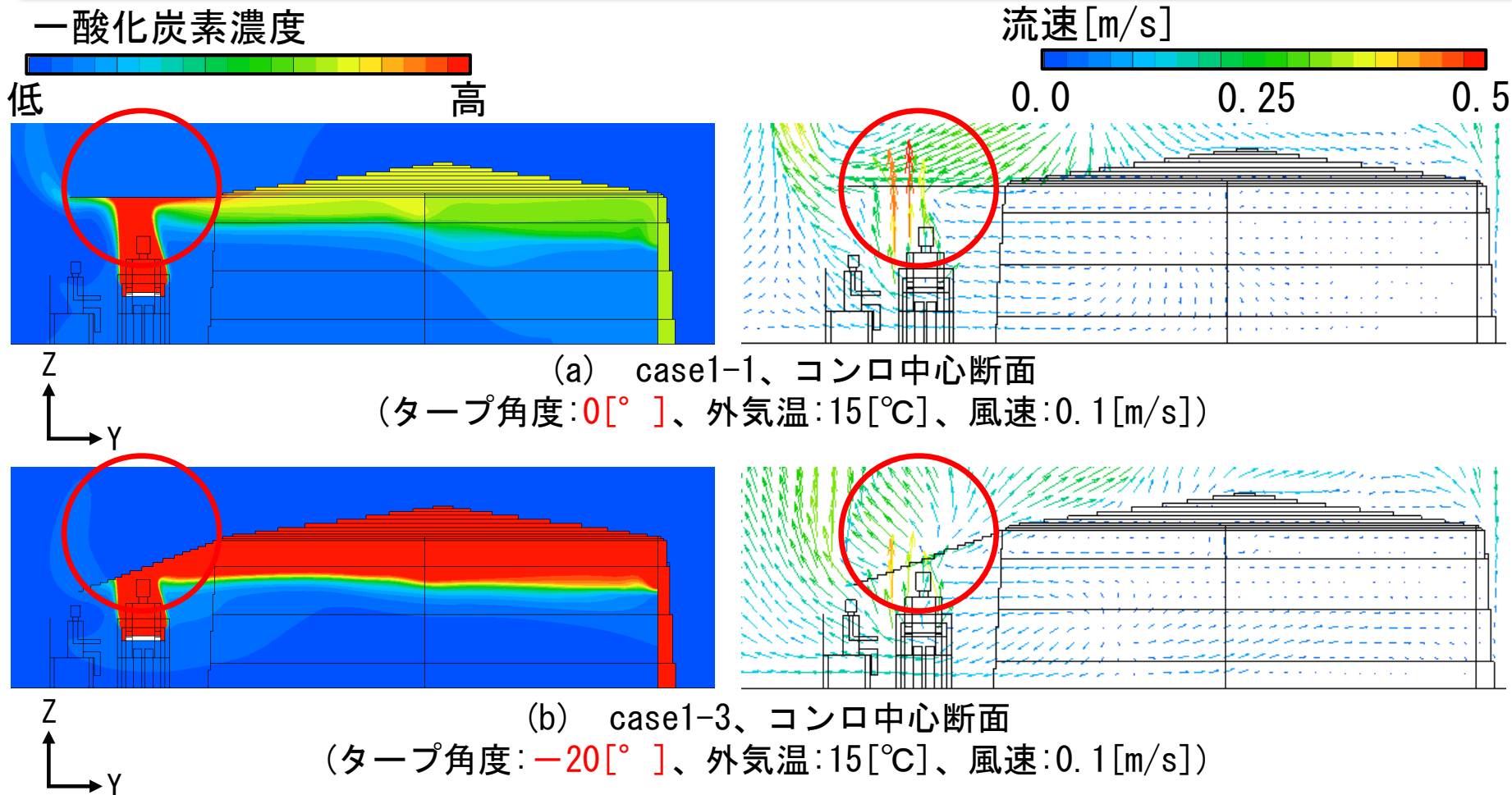


図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布及び流速分布

解析結果

今回の条件下において、テントのタープの開き方が一酸化炭素の濃度分布に影響を与えると考えられる。

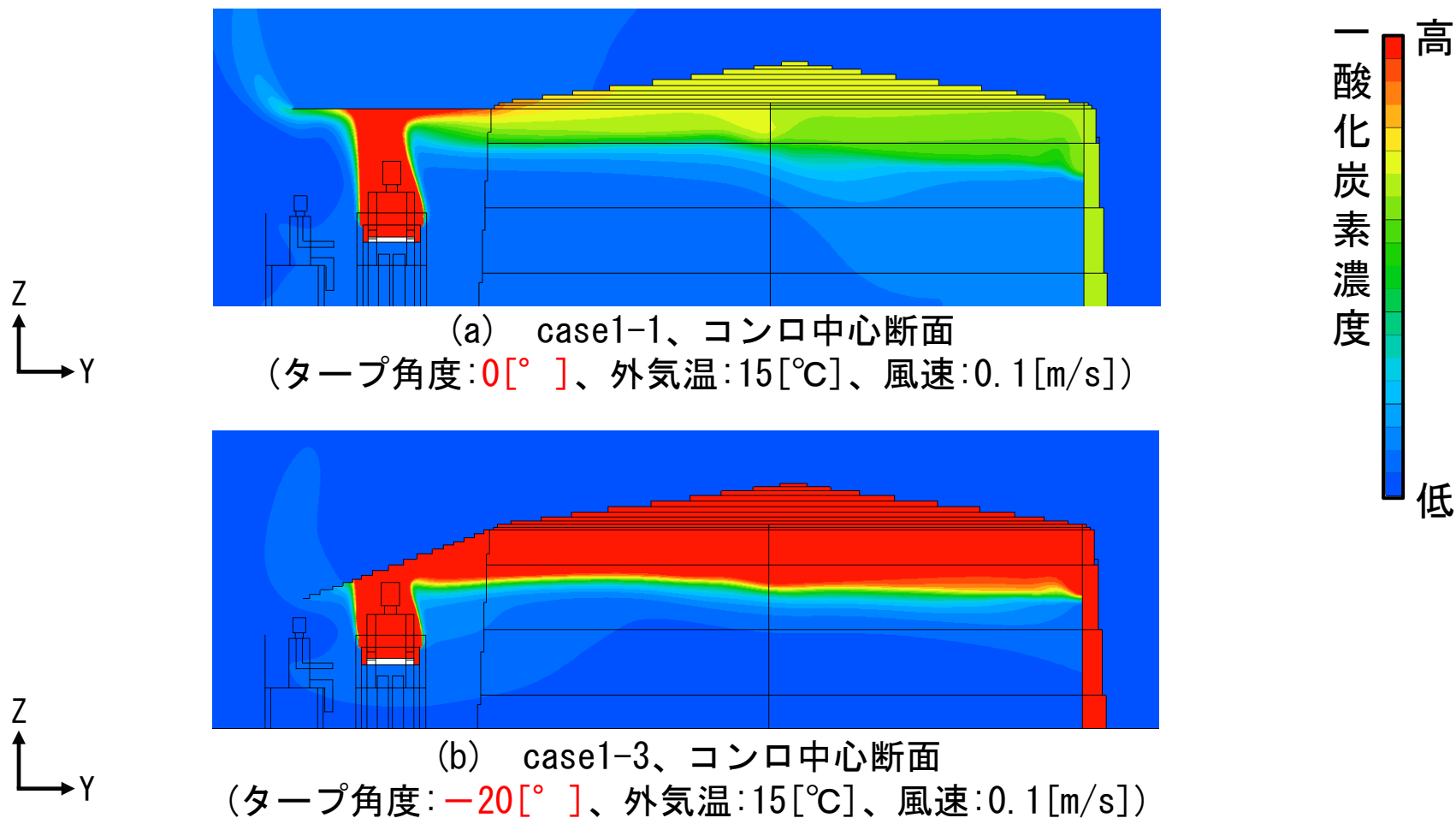


図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布

解析結果

今回の条件下において、**外気温の違い**がテント内の**一酸化炭素**の濃度分布へ与える影響は少ない。

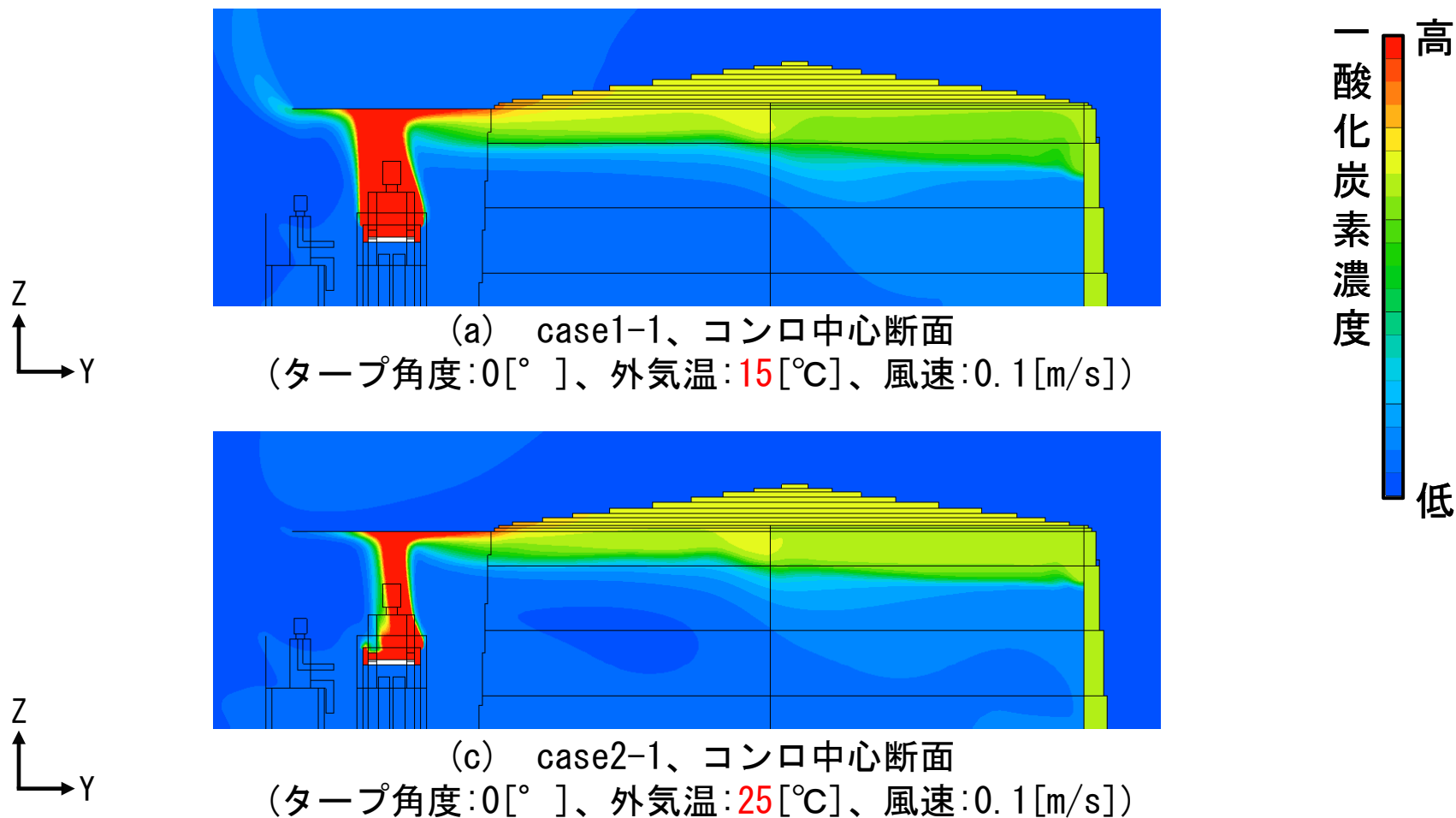


図 各caseにおけるテント内の一酸化炭素濃度分布

まとめ

- ① 外気温による変化がテント内の一酸化炭素の濃度分布へ与える影響は少ない。
 - ② テントのタープの開き方が一酸化炭素の濃度分布に影響を与えられられる。
- 今回の気流条件においてCFD解析による濃度分布から、センサーの設置位置は、一酸化炭素が滞留しやすいテント内上部が妥当であると考えられる。

現在の取り組み・今後の予定

現在の取り組み・今後の予定

本研究を通して培ったCFD解析に関する知見を踏まえて卒業設計および設計モデルの気流解析を行う。

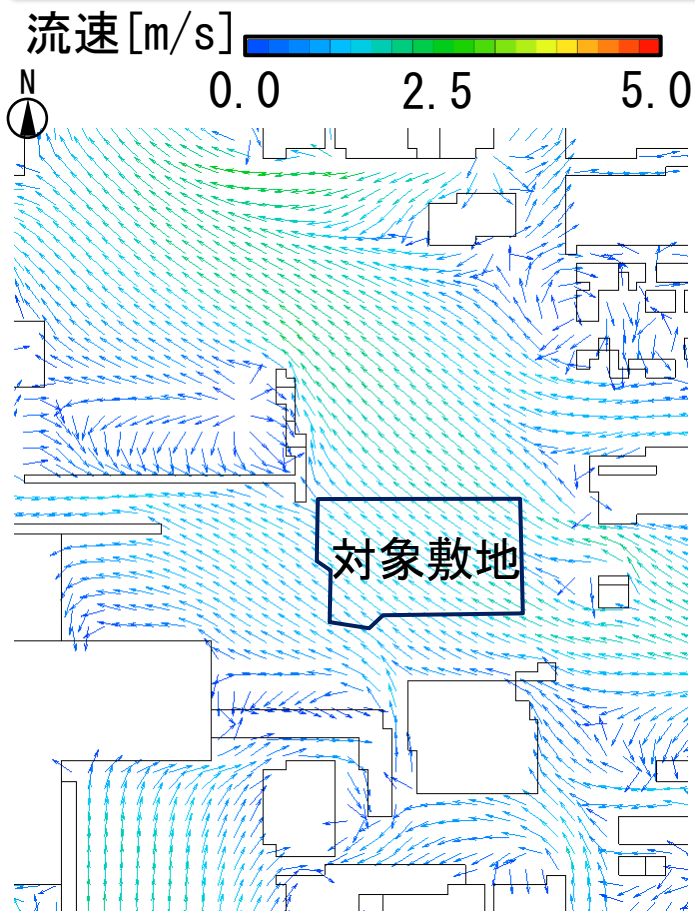


図 対象敷地周辺の解析結果
(卓越風向：南東)



図 完成イメージ