

劇場内の流れに観客が及ぼす影響

田村春佳 (指導教員：河村哲也)

1 はじめに

近年アイドルのライブでは、ステージ上で歌って踊るアイドルだけでなく、観客もアイドルと同じように歌い踊り、掛け声を叫び多くの汗を流しているため、観客のいるスタンディングエリアの温度が非常に高い。もしその観客からの熱や風がステージ上のアイドルに伝わり影響を与えているとすれば、アイドルのファンはより一層心をこめて応援できるのではないかと、アイドルはファンの応援を熱や風からも感じ、より心を込めたパフォーマンスができるのではないかと考えた。

本研究では、ステージのある劇場において、空調を考慮しながら、観客により発せられた熱量や風の移動や拡散の様子をシミュレーションし、観客がステージ上のアイドルにどのくらいの影響をあたえているのか、大きな影響を与えるにはなにか条件があるのかを検討する。

2 モデル化・格子生成・計算方法

2.1 計算領域

縦横高さそれぞれ 10m × 20m × 5m の会場を考え、観客の動きや数の違いによる温度変化の様子を調べる。

2.2 格子

格子数は 120 × 60 × 30 の直交等間隔格子を用いて計算をした。

2.3 劇場のモデル

会場の左下には縦横高さそれぞれ 10m × 6.7m × 1m のステージが存在する。初期状態では会場の温度を 22.0 度とし、エアコンで 22.0 度かつ風速 2m/s の空気を劇場内に送り込む。エアコンは劇場のステージからむかって右と左の側面に等間隔で 2 つずつつけた。

2.4 観客の動き

観客の動きはマスクで表現した。1 のような動き (動き①とする) と、Fig.2 のような左右に揺れる動き (動き②とする) の 2 パターンを用意し、それぞれ動きの有無や観客自体の有無を変化させ温度と風量を計測し比較する。動き②では、観客を Fig.3 のように 4 分割し、ステージの前から 1, 2, 3, 4 とする。

マスクは男性の平均身長 170cm に設定し、動いている観客のブロックには 30.0 度の温度を、動いていない観客のブロックには 20.0 度の温度を与えた。



Fig 1 動き①

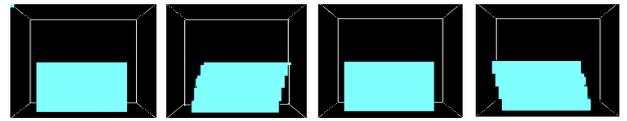


Fig 2 動き②

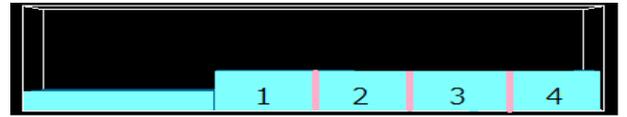


Fig 3 観客の分割

3 計算方法

3.1 基礎方程式

連続の式、Navier-Stokes 方程式、エネルギー方程式を Fractional step 法で数値的に解いた。[1]
 $\Delta t = 0.005$, $Re = 100$, $Gr = 0.005$, 計算ステップを 9000 回とした。

4 動き①の計算パターン

以下のパターンを設定した。

- Case:1 冷房なし、観客がすべて動く
- Case:2 冷房あり、観客がすべて動く
- Case:3 冷房あり、前半分の観客が動き、後ろ半分は観客なし

5 動き①の計算結果

以下は 45 秒後のときの左が温度の様子、右が速度の様子である。

5.1 Case1

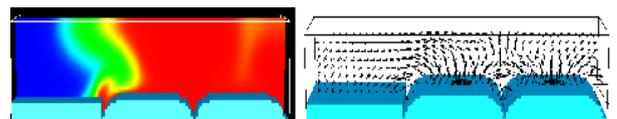


Fig 4 45 秒後の Case:1 における流れの様子

5.2 Case2

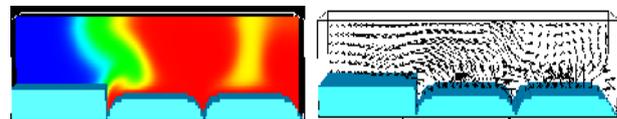


Fig 5 45 秒後の Case:2 における流れの様子

5.3 Case3

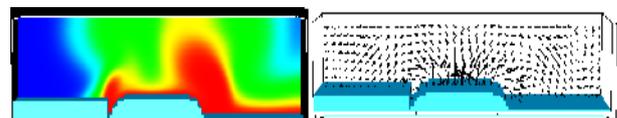


Fig 6 45 秒後の Case:3 における流れの様子

5.4 ステージの温度変化

ステージ上の中心部の温度を計測し、グラフにした。

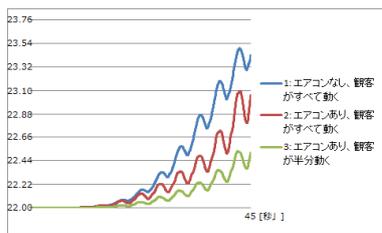


Fig 7 0秒から45秒の温度変化のグラフ

以上のことが分かった。

- Case1 と Case2 より、エアコンの効果があること
- Case2 と Case3 で2倍ほど温度が異なること

が分かった。

6 動き②の計算パターン

以下のパターンを設定した。

Case:1 冷房なし、(1) から (4) まですべて動く

Case:2 冷房あり、(1) から (4) まですべて動く

Case:3 冷房あり、(1) から (4) まですべて動かない

Case:4 冷房あり、(1) と (2) が動く

Case:5 冷房あり、(1) のみ動く

7 計算結果

7.1 Case1

以下は45秒後のときの左が温度の様子、右が速度の様子である。

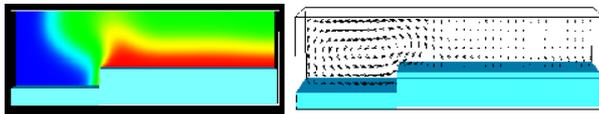


Fig 8 45秒後のCase:1における流れの様子

7.2 Case2

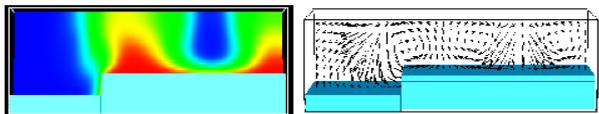


Fig 9 45秒後のCase:2における流れの様子

7.3 Case3

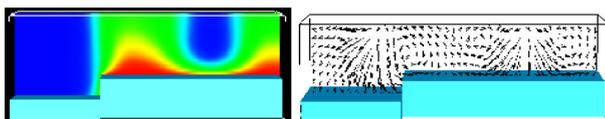


Fig 10 45秒後のCase:3における流れの様子

7.4 Case4

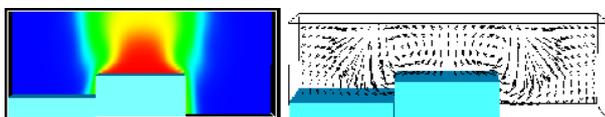


Fig 11 45秒後のCase:4における流れの様子

7.5 Case5

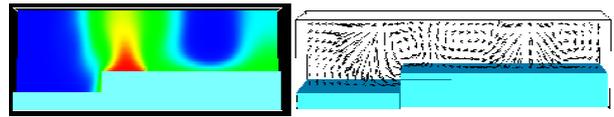


Fig 12 45秒後のCase:5における流れの様子

7.6 ステージの温度変化

ステージ上の中心部の温度を計測し、グラフにした。

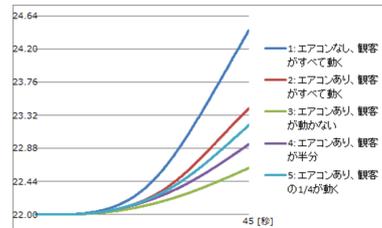


Fig 13 0秒から45秒の温度変化のグラフ

以上のことが分かった。

- Case2 と Case5 の計測値が近いこと
- Case1 と Case2 の計測値よりエアコンの効果があること
- Case3 が飛びぬけて温度が上昇していないこと

8 まとめと今後の課題

- ステージ上に観客の熱気は伝わっていること
- ステージ上の温度の上昇には、観客の動きよりも観客の数の方が大きくかかわっている。
- ステージに近い観客が動いていれば後ろの観客が動いていなくても、観客全員が動いているときとほぼ同じ熱や風を伝えることができる。

ことが分かった。今後の課題としては以下である。

- 例えばサビの部分では観客が動き、A メロでは観客が動かないようにするなど、状況によって観客の動きを変化させながら1曲の長さで検証をする。
- 武道館など大きい劇場をモデルにするとどうなるのか検証する。
- より観客に近い動きにする。

などが考えられる。また、本研究の様々な簡易モデルのシミュレーションによって得られた情報は、アイドルのファンのモチベーションの向上につながり、アイドル業界のさらなる盛り上がりにも貢献できると考えられる。

参考文献

- [1] 河村哲也. 数値シミュレーション入門. サイエンス社, 2006.