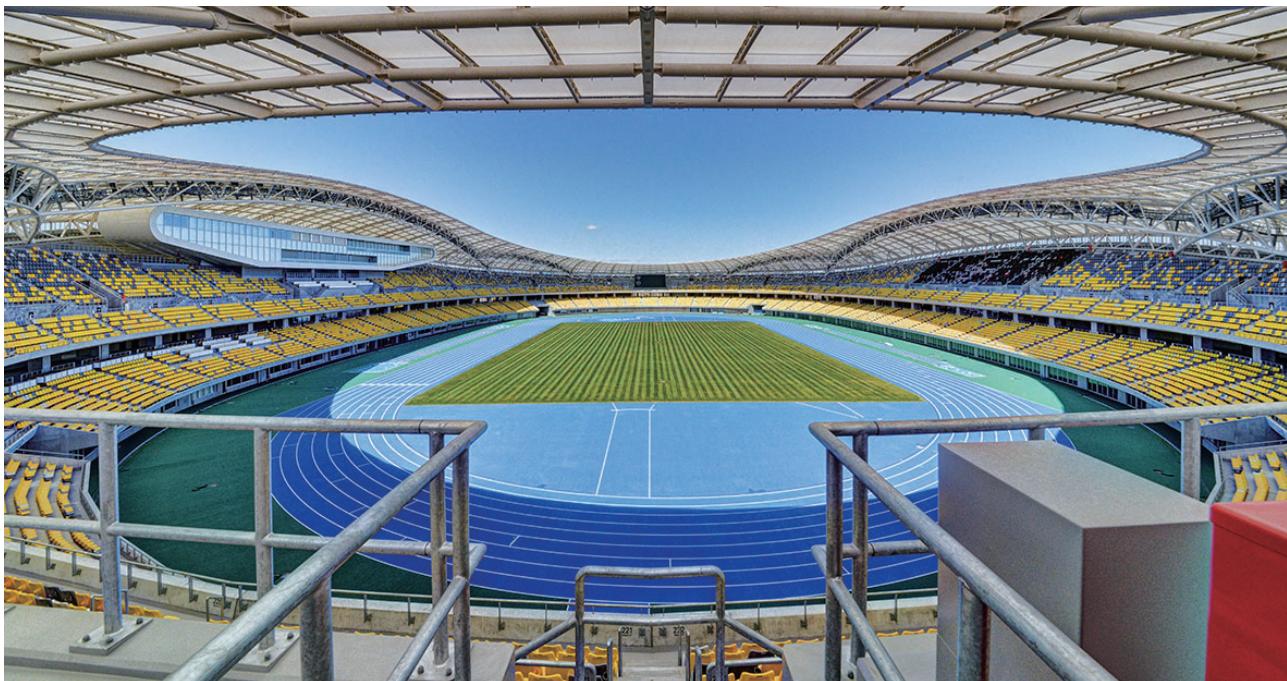


# 栃木県総合運動公園陸上競技場



## はじめに

本プロジェクトでは、類似施設へのヒアリングなどにより、日照不足による生育不良や冬季凍害、通風不足などの、芝育成に関わる課題を顕在化できた。これら運用段階で予見される不具合をパッシブ（非機械式）に解消すべく、日射量、通風力を新たな環境計画のパラメータとして捉え、建築計画、構造計画の異なる領域と連動するべく、コンピューターショナルデザインの手法を用い、芝の育成と競技の環境を豊かにする新たな価値をスタジアムに付与した。

## 実現した3つの新たな価値 環境・技術コンセプト

### ① 芝目線の建物配置計画【日射量の確保】

建物の配置は安易に元競馬場跡地の形状（土地軸）とせず、芝育成を考慮して南北軸とし最適な日射量を確保。維持管理が容易なピッチに対して対称な日射環境を確保した。

### ② 日影・日射・通風力の最適化

芝育成を考慮した日照時間、日射量、通風力を最適化すべく様々な手法を活用。通風力は国内初のウィンドウキャッチを具体化した競技環境向けと芝育成用の2モード。

### ③ 大規模建築における建物形状の最適化

従来のバトンタッチ方式の設計手法ではなく、意匠計画、構造計画、照明・音響計画、環境計画（日影、日射、通風）をデジタル技術でリアルタイムに連動させる設計手法により、大規模建築でも短期に複数の案を提供し、これを実現した。

### ① 芝目線で決める建物配置

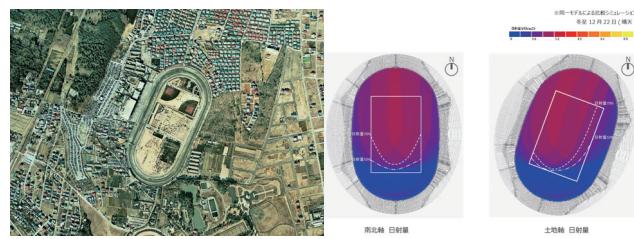
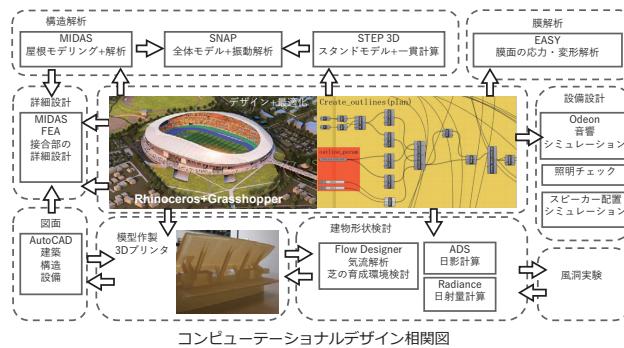
グラウンド天然芝育成に必要な日射・通風に最適な配置にするため、スタジアムの長軸を南北軸もしくは、土地軸（元競馬場敷地形状の方向）とした場合の天然芝の育成に影響を及ぼす日射量に対する検証を行った。

南北軸と土地軸の日射量を比較すると、土地軸は約10%悪化する。また、ピッチの矩形に対して最適範囲外が南北軸のように対称とならず育成の均質化に悪影響を及ぼすため、芝生の品質管理が難しいと考え、南北軸を採用した。

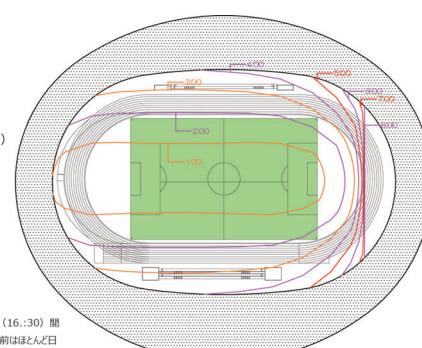
### ② 日影・日射・通風の最適化

#### ■日影シミュレーション

芝に対する日照時間は終日日影となる部分がなく暖地型芝では8時間程度、寒地型芝では6時間程度を確保することが望ましい。また、冬芝の生育停止期（12月中旬～2月下旬）、夏芝の休眠期（11月中旬～3月下旬）の日照条件は、4時間程度あれば芝育成に問題はない。このことから、4時間以上の日照を確保するためスタジアム長軸を南北軸に合わせ、南北のサイドスタンドの高さを下げた。



日影シミュレーション条件  
緯度 : 北緯 36°30' 56"  
経度 : 東経 139°51' 26"  
節気 / 日付 : 冬至 (12月 22日頃)  
受影面 : 水平面 H=GL±0m  
測定時間 : 8:00 ~ 16:00



※ 宇都宮冬至の日の出(6:50)～日の入り(16:30)間  
は9時間40分であるが、日の出後と日の入り前はほとんど日  
照がないので、概ね8時間程度の日照時間として計算している。

日影シミュレーション

## ② 日影・日射・通風の最適化

### ■日射量シミュレーション

4月から9月にかけてピッチ面の全ての領域で70%以上の日射量を確保している。10月から3月にかけて、ピッチ面の一部の領域で日射量が70%を下回っているが、大半の領域で日射量50%を上回っており、概ね良好な芝生育成環境が確保できている。

### ■通風シミュレーション

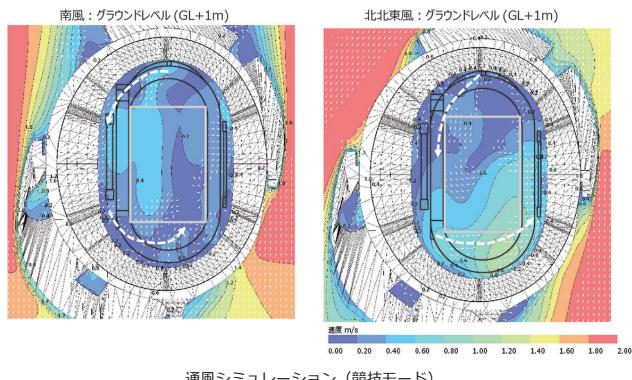
#### 1) 芝生育成モード

芝にとって適度な風は空気を搔き混ぜて光合成に必要な炭酸ガスを供給し、蒸れを防ぎ病害虫や根腐れを抑制する。適度な風の目標値は刊行物より、 $0.6 \text{ m/s}$ 程度とした。

4つの1階搬入ゲートを開け観客席裏の開口を閉じることで全般に $0.2 \sim 0.6 \text{ m/s}$ 程度の風を得る。ピッチ面は風速 $0.4 \text{ m/s}$ 以上の領域が過半を占め、良好な結果である。

#### 2) 競技モード

陸上競技はトラック全般に $2.0 \text{ m/s}$ 以下の風速が望ましくホームストレートが向かい風とならない計画がよい。4つの1階搬入ゲートを閉じ観客席裏の開口を開けることで、 $0.2 \sim 0.8 \text{ m/s}$ 程度の風が流れる。風速が小さく安定し短距離走にも望ましいフィールド環境となる。北北東風の場合、第1コーナーから第2コーナーにかけて風速が $1.0 \text{ m/s}$ 程度となるため。風が強すぎる場合には、搬入ゲートを開くことで風の逃げを作るために、遠隔でゲートを開閉できる機構を設けている。



## ③ 建物形状の最適化

### 1) ウィンドウキャッチ効果を具体化した建物形状

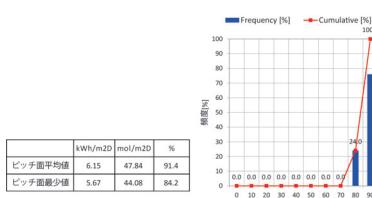
住宅地が近接するため建物全体の高さと平面サイズを抑えたい。観客席はメインとパックスタンドに多く配置したい。日射量確保の観点から、屋根は低く、狭く抑えたい。その一方で、通風力の確保からもメインスタンダードの高さは上げ、構造計画も屋根のライズを上げたい。これら一見相反する要素を判断するため多様なシミュレーションを用いた。

### 2) 芝生の生育環境（実測結果）

風向と日射量について計測していた結果、ウィンドウキャッチ効果が発現しており、計測者のレポートでもフィールド内の旋回流の体験を当スタジアムの特徴として挙げている。日射量の結果はシミュレーション通りであり良好な生育環境となった。

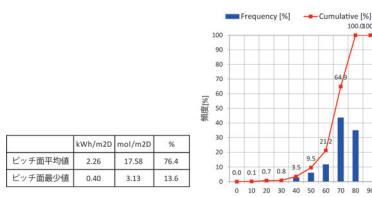
### 夏至

最適範囲（日射量70%以上）：100%  
許容範囲（日射量50%以上）：100%



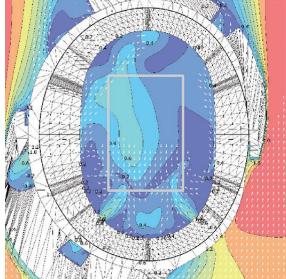
### 冬至

最適範囲（日射量70%以上）：78.8%  
許容範囲（日射量50%以上）：96.5%

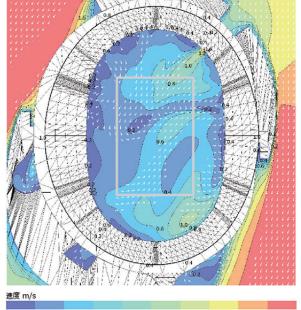


### 日射量シミュレーション

#### 南風：グラウンドレベル（GL+1m）



#### 北北東風：グラウンドレベル（GL+1m）



### 通風シミュレーション（競技モード）

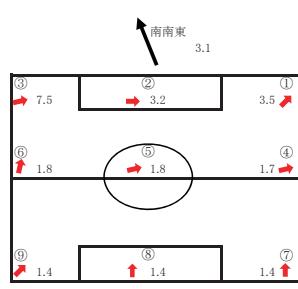
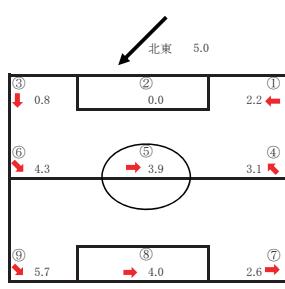
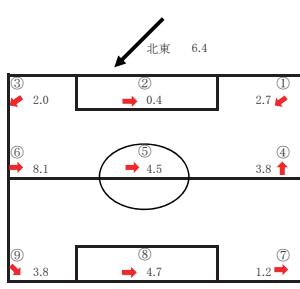
メインスタンドで風をキャッチ。風は下降流となり、フィールド全体に速度的な風を供給する旋回流となる。

サイドスタンドは風の通り道。高さを低く抑える

サイドスタンドは風の通り道。日射量確保のため最も高さを低くする。

バックスタンドはメインスタンドよりも高さを低くし、広い範囲の風をインスタントで捕まえる

### ウインドウキャッチ効果イメージ図



※矢印黒は気象庁宇都宮市データ、赤矢印は地表面フィールド内数値はその地点での2m高さでの風速 (m/s)

天然芝風向・風速実測結果