

【学園祭DX】Next.js×Elasticsearch×Cloudflareを用いた大規模学園祭システムの設計と運用

○脇坂一輝, 荒木悠翔 (広尾学園生徒会広報部門技術班) 指導教員: 柴伸一朗



背景

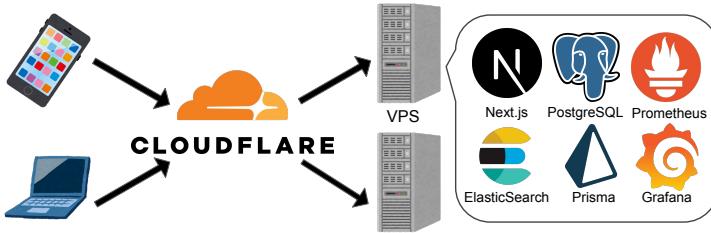
広尾学園においては、学園祭では生徒によるプレゼンテーションやPTAからの食品販売が行われ、短期間に多数の来場者が集中し、また入場できる人物は制限されている。従来は紙チケットやPTAが渡す紙の金券、掲示物中心の案内であり、混雑時の処理遅延、会計負荷、情報到達性の低さが顕在化していた。

目的

- ・入場チケットの不正防止・本人確認と発行回収の省力化
- ・PTA支給600円金券の配布、残高管理、二重決済防止を含む整合性確保、決済の円滑化
- ・プレゼンテーション概要の事前登録、外部検索公開までの即時性と日本語検索精度の確保
- ・短時間のアクセス急増に耐える可用性と予算と性能のバランスを両立



技術構成



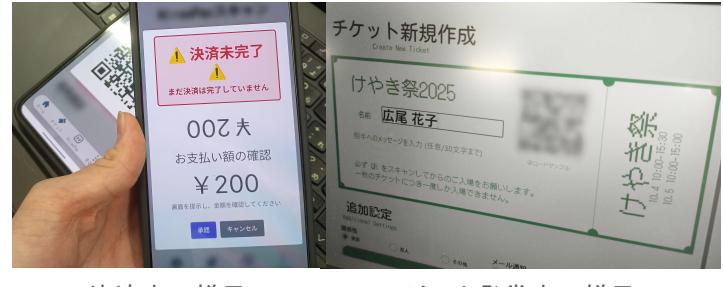
- ・フロントエンドおよびバックエンドに **Next.js** を採用し、入場管理・キャッシュレス決済・発表検索を一つのウェブアプリケーションとして提供した。ページは **Static Site Generation (SSG)** と **Server Side Rendering (SSR)** により、更新の即時性と描画の速さを両立した。
 - ・配信は Cloudflare を前段に置いてエッジキャッシングを活用し、短時間のアクセス集中にも耐える設計にした。
 - ・プレゼンテーション検索は **Elasticsearch** にデータを逐次投入し、日本語形態素解析によって曖昧検索や部分一致にも対応した。
 - ・決済・残高更新・入退場記録などの書き込みはAPIでアトミックに処理し、二重処理や不整合を防止した。
 - ・ユーザーがアクセスできるページをグループ(ACL)で制御した。またすべての操作に対してログを取得するようにした。これらによりセキュリティを向上させた。
 - ・万が一サイトが高負荷でダウンした時のためのフォールバックサーバーを用意し、負荷分散を行った。
 - ・**Prometheus** と **Grafana** を用いて、CPU やメモリ使用率の監視を随時行った。
- これらにより、安全性・即時性・整合性・可用性を学園祭スケールで実現した。

アクセス管理

生徒が行える操作を制限するため、**グループと呼ばれるアクセス制御リスト(ACL)** に権限を割り当て、ユーザーに複数のグループを割り当てることで**厳密な権限管理を実現**した。

食品部門幹部	・チームを作成し、あらゆるチームを変更・メンション (manageTeam)
生徒	・チケットを購入 (createTicket) ・HirooPayを利用 (useHirooPay) ・HirooPayを利用 (useHirooPay) ・プレゼンテーションを登録 (createPresent)
生徒会	・全利用者の利用グループを変更 (modifyUserGroup) ・全グループの権限を変更 (modifyGroupPermissions) ・利用者登録情報を変更 (updateUser) ・チケットの購コードをスキップし、入場済みに ・チームを作成し、あらゆるチームを変更・メンション (manageTeam) ・ログを監視・viewLogs ・あらゆる利用者の情報を閲覧 (viewUserInfo)

成果・運用結果



決済中の様子

チケット発券中の様子

10月04日～05日の2日間運用で、

- ・入場 4960件・決済 2902件(約65万円)・発表検索 12278件の処理を安定的に行うことができた。
- ・Cloudflare で行ったキャッシュ戦略により、合計リクエスト数は 200万回で本番でのキャッシュ率は 94.14% に達した。リクエストの大半をエッジで処理し、オリジンサーバーへのリクエストを節約し、160GBものデータをエッジから提供することができた。
- ・CPU 使用率のスパイクは起こらず、また2日通して Next.js のメモリ使用量は 1GB に満たなかった。
- ・ピーク時 QPS ≈ 12.26 で p95 レイテンシ 300ms を維持
 - Wi-Fi の遅延以外で決済や入場処理に大きな遅延は見られなかった。
- ・重複入場や二重決済は0件で、監査ログにより全件トレース可能であった。生徒へのアンケートではサイト満足度 星4以上が94.4% (n=163) を記録した。

課題

- 本システムは、ピーク時でも安定動作し、入場・決済・検索が一体の体験として機能した。一方で、
- ・会場の Wi-Fi 品質により待ち時間のばらつきが残った。
 - ・日本語検索では短いクエリや表記ゆれの一部で意図しない一致が発生した。同義語辞書や形態素解析器の調整余地がある。
 - ・本番に緊急の更新を行わなければならない事態があり、瞬断が発生した。

展望

今回の運用で得られたデータや利用者からのアンケート結果をもとに継続的な機能追加や修正・UI/UXの改善・新技術の採用を進め、より便利なサービスの実現を目指していく。また、開発・運用を担う人材育成や引き継ぎを確実に行い、長期的かつ持続可能なサービス運用体制の構築を図っていく。

参考文献

斎藤智朗 広尾学園学園祭における決済サービス「HirooPay」の開発について
https://www.ipsl.or.jp/event/taikai/86/86PosterSession/ipsj_poster/pdf/8116.pdf

*この研究は上記先行研究を元にすべてを新規に開発し他システムと統合した形になる。

