

# 加速器運転状況報告用ウェブサイトにおける報告ページの自動生成システムの開発 DEVELOPMENT OF AUTO-GENERATION SYSTEM OF SHIFT REPORT WEB PAGE FOR ACCELERATOR OPERATION STATUS

杉村仁志 <sup>\*,A)</sup>, 大西幸喜 <sup>A)</sup>, 古川和朗 <sup>A)</sup>, 由元崇 <sup>A)</sup>, 廣瀬雅哉 <sup>B)</sup>

Hitoshi Sugimura <sup>\*,A)</sup>, Yuki Yoshi Ohnishi <sup>A)</sup>, Kazuro Furukawa <sup>A)</sup>, Takashi Yoshimoto <sup>A)</sup>, Masaya Hirose <sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> High Energy Accelerator Research Organization

<sup>B)</sup> Kanto Information Service

## Abstract

At SuperKEKB, daily morning meetings are held to share the status of accelerator operations. During these meetings, the status is reported using presentation slides, which are stored in shared storage for convenience. While this approach facilitated understanding during the meetings, it was challenging to find and review past files due to their simple chronological arrangement. To address this issue, a web-based report system was developed to make it easier to access and review past information. Additionally, the reports are automatically generated based on the contents of the operation log and various trend graphs. This development significantly reduced the burden on the shift operators.

## 1. はじめに

SuperKEKB 加速器では毎朝一日の運転状況を報告するための打ち合わせを行っている。これまで打ち合わせではシフト担当者が報告資料をプレゼンテーションスライド (PowerPoint) の形式で作成し、資料を共有ストレージで管理していた。報告資料にはさまざまなビーム調整等の加速器スタディやトラブルの状況とその対処などが含まれており、今後の運転のフィードバックをする上で貴重な資料、情報が含まれている。そのため、過去の資料を読み返したくなる時が多々あるが、毎日3シフト分の資料が増えていくとファイルの数が膨大となり、調べたい調整がいつ行われたのかを探し出すことは非常に困難な状況であった。

また、報告資料には様々な加速器パラメータのトレンドグラフが掲載されており、グラフの作成と貼り付けという作業がシフト担当者の負担であった。そのため、2021年に報告資料の自動作成ツールが開発され、シフト担当者の負担が軽減された。

しかしながら、報告資料の形式は依然として PowerPoint のままであり、過去の資料を読み返すのが困難な状況は変わっていなかった。そこで資料を全て web で閲覧できるようにし、検索できるようにして解決する手段を検討した。もともとトレンドグラフは自動生成して web で閲覧できる状況にあり、運転ログも同様に web で閲覧できる状況にあったため、これらを集約して全てを web で完結させるほうがシンプルである。また、web で閲覧できるようになればスマートフォンやタブレットでも容易に閲覧可能であり、ユーザビリティの向上が期待できる。そこで SuperKEKB 加速器の長期シャットダウン期間の 2023 年から運転状況報告システムの開発を行い、2024 年の加速器運転から報告書の作成と閲覧システムについて運用を開始した。また並行して検索システムについても整備を進めてきた。

## 2. 運転状況報告システムの概要

運転状況報告システムの全体構成を Fig. 1 に示す。システムは大きく分けて報告書生成プログラムとウェブサーバーに分かれている。2つのシステムはそれぞれ

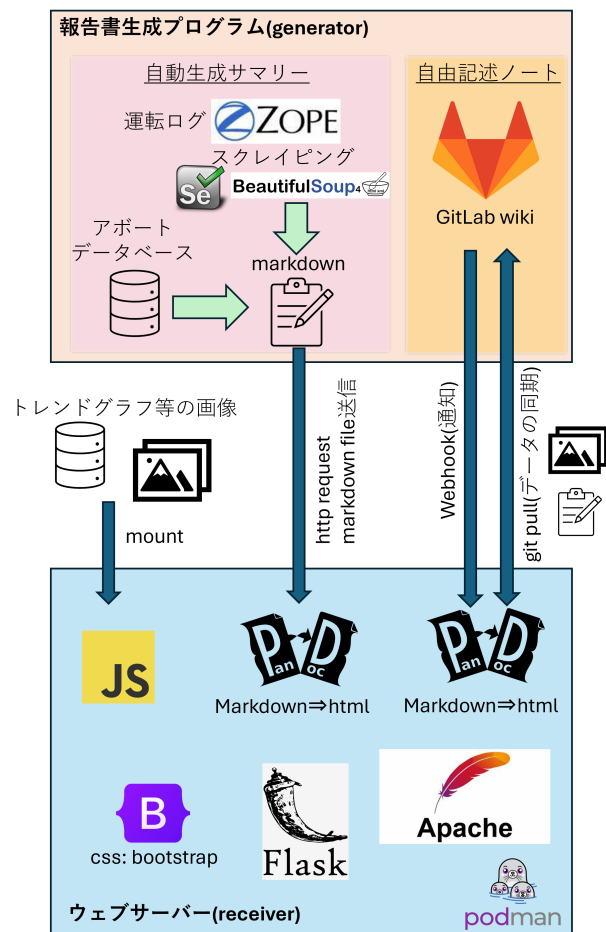


Figure 1: Overview of the accelerator status report system.

\* hitoshi.sugimura@kek.jp

別の計算機上で動いており、生成された報告書は http を介したソケット通信でウェブサーバーに送られる。そのため、それぞれ generator と receiver と表現する。

generator の中でさらに2つのシステムが動いており、「自動生成サマリー」と「自由記述ノート」がある。

## 2.1 自動生成サマリー

自動生成サマリーは加速器の各種パラメータのトレンドグラフやアポート情報などを自動的に生成するものである。これは 2021 年に開発された報告資料の自動作成ツールの大枠を継承しており、出力先を PowerPoint 形式からマークダウン形式に変更した。完成したマークダウン形式のファイルは HTTP リクエストで receiver へ送信する。以下で内部の処理について解説する。

### 2.1.1 トレンドグラフのリンク取得

トレンドグラフは sad や python プログラムを利用してアーカイブされたデータから読み出し定期的に生成している。生成されたグラフは画像ファイルとして共有ストレージ上に保存されている。ウェブサーバー上でこの画像ファイルをマウントし、表示できるようにしている。マークダウン形式のファイルを作成する際に画像ファイル自体を載せることは不可能なため、リンク先の URL を書き込むようにした。

### 2.1.2 運転ログからのスクレイピング

運転ログは前身の KEKB 加速器で利用してきた Zlog [1] を引き続き利用している。Zlog は Zope を利用した web ベースの運転ログであり、加速器の調整やアポート、アラーム、入退域ログなど必要な情報は Zlog に取り込むようになっている。情報は膨大なため、ここからシフト報告資料として必要なアポート情報や運転パラメータの調整だけを抜き出す処理をウェブスクレイピング技術を用いて行った。この処理は python の beautifulsoup [2] モジュールを用い、該当シフトのページに遷移するために selenium [3] モジュールを利用した。

### 2.1.3 アポート情報の収集

アポート情報は 2.1.2 の情報だけではなく、さまざまな情報源がある。発生日時と発生場所、その時のビームの状態、検出器からの信号強度などはアポートの解析として必要な情報であるため、アポートが発生するたびにデータベースに登録され、参照できるようになっている。自動生成サマリーではこのデータベースからシフト期間に発生したアポート情報を取得し、さらに任意の閾値電流を超えた時に生じたアポートのみを出力するようにした。

## 2.2 自由記述ノート

自由記述ノートは、シフト担当者が加速器の調整結果やトラブルなどを自由に記述できる wiki である。自動生成サマリーでは含まれていない詳細な情報をシフト担当者の裁量で記載する。世界中で様々な wiki システムが存在するが、SuperKEKB では運転プログラムのバージョン管理のために GitLab [4] を運用しており、GitLab にも wiki があったため、GitLab を採用した。GitLab で作成・閲覧が可能だが、閲覧に関しては自動生成サマリーのために構築したウェブサーバーでも閲覧できたほ

うが、複数のウェブサイトを跨いで閲覧するよりは便利だと判断し、作成したノートをウェブサーバー側で取得できるようにした。取得は Fig. 1 で示しているとおり、wiki の更新のたびに発行される Webhook 通知を受信したタイミングで wiki リポジトリを取得する方式を採用した。これにより、ノートのテキストだけでなく、ノートに貼り付けた画像ファイルも取得することができる。

## 3. 運転報告ページ用ウェブサーバーの構築

ウェブサーバーは Fig. 1 で示しているとおり、Podman コンテナを用いた。コンテナを用いることで、様々なアプリケーションのバージョンアップに迅速に対応が可能であり、別のサーバーに移動する必要が生じた場合にも再構築する手間を省くことができる。コンテナ内の構成はウェブサービスである apache と python のウェブアプリケーションフレームワークである Flask を利用してサーバーを構築している。また、receiver の部分は python アプリケーション内で http リクエスト受信のための request モジュールを利用し、マークダウンから html への変換には pandoc モジュールを利用して静的サイトを生成している。

運転状況報告システムのウェブサイトは閲覧だけでなく、そのページ自体を打ち合わせで表示することで報告を行っている。そのためウェブサイトはシンプルかつスムーズな操作でページ遷移できることを心掛けた。

Figure 2 がウェブサイトである。基本的なスタイルは Bootstrap [5] を採用し、見栄えを良くした。全体の配色数は少なめにし、可読性を重視した。サイドバーを左側に設け、サイドバー内にカレンダーと各種リンクを表示させ、シフト報告日に容易に遷移できるようにした。サイドバーは折りたたみができるようにして、打ち合わせの際に大きく表示できるような工夫をした。スマート

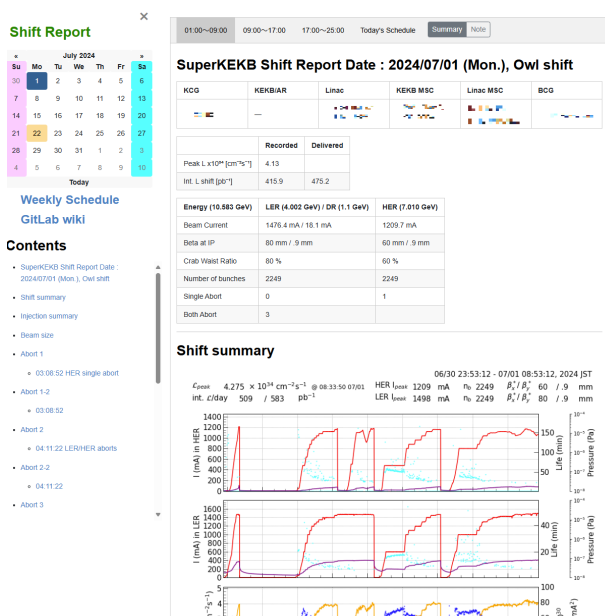


Figure 2: The web site of accelerator operation report for SuperKEKB.

フォンで閲覧する機会も想定し、レスポンス対応のデザインとした。サイドバーは、横幅に応じてページロード時に自動で折りたたまれるかどうかを判定している。

右側がメインフレームとなるが、日ごとの3シフトの遷移を容易にするため、フレーム上部にタブを作った。また、自由記述ノートと自動生成サマリーの切り替えもメインフレーム上部にグループボタンを設けメインフレーム内でページ遷移できるようにした。画像の表示では画像のサイズによっては画面から見切れる場合もあるため、画像をクリックすることで画面全体にサイズを拡大もしくは縮小表示できるようにした。サマリーページのコンテンツが多く、スクロールに時間がかかることがあるため、サイドバーに内部リンクを設定し、ショートカットできるようにした。

自由記述ノートの表示を Fig. 3 に示す。編集する際に wiki のページに簡単に移動できるように上部に GitLab へのリンクを載せている。リンク先のページはシフト毎に異なるため、Javascript でリンク先を動的に変更させている。



Figure 3: View mode of free-form notes. The mode can be changed by clicking "Summary/Note" group button.

また、加速器運転パラメータはギリシャ文字を利用することが多く、数式も含めて  $\text{L}^{\text{T}}\text{E}^{\text{X}}$  の記法で記述をする場合がある。このような場合に備えて  $\text{L}^{\text{T}}\text{E}^{\text{X}}$  用の Javascript ライブラリである KaTeX [6] を利用し、マークダウンから html へ変換する際のオプションとして加えた。これによりブラウザ上で  $\text{L}^{\text{T}}\text{E}^{\text{X}}$  記法で作成された数式、文字を綺麗にレンダリングさせることができた。

## 4. 今後に向けて

### 4.1 検索機能の実現

各種ビーム調整等の加速器スタディーやさまざまなトラブルと対処の情報を過去の報告資料から参照したい時

<sup>1</sup> GitLab の有償版ではバックエンドに ElasticSearch が搭載されており、高度な検索が可能である。今回利用しているのは無償版のため、高度な検索ができない。

がある。その際、検索機能があると利便性が大きく向上する。現状、GitLab の検索機能を用いて検索はできるが、日本語の検索に弱く、論理演算子 (AND、OR) を用いた検索ができない<sup>1</sup>。自由記述ノートはシフト担当者によって記述言語が異なるため、高度な検索機能が必要である。このため、ノートの記載情報を ElasticSearch [7] に取り込み、全文検索できるような機能を開発中である。ElasticSearch では論理演算子を用いた検索だけでなく、日本語の検索用プラグインもあり、オープンソースとして利用可能である。この機能は 2024 年秋以降から運用開始を目指して準備を進めている。

### 4.2 所外からのアクセス管理

加速器運転が始まると、勤務時間外でも運転の状況やシフト担当者の報告資料を確認したくなる場合があるため、所外からアクセスできることが望ましい。現状では VPN 接続を利用して確認が可能だが、より迅速に確認できるように所外からアクセス可能な計算機への移行を計画している。ただし、シフト員の名前や具体的な調整パラメータなど、関係者以外に公開すべきでない情報も存在するため、ログインパスワードを必須とする方式を検討している。パスワードは暗号化されるように https 接続を使用する予定だが、セッションの維持や認証方式などのセキュリティリスクを考慮しながら慎重に検討を進めている。

## 参考文献

- [1] K. Yoshii *et al.*, "Zope Based Electronic Operation Log System - Zlog", Proceedings of the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan, Funabashi, Aug. 2004, pp. 525-527. [https://www.pasj.jp/web\\_publish/pasj1\\_1am29/WebPublish/5P28.pdf](https://www.pasj.jp/web_publish/pasj1_1am29/WebPublish/5P28.pdf)
- [2] Beautiful Soup, <https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/>
- [3] Selenium, <https://www.selenium.dev/>
- [4] GitLab, <https://about.gitlab.com/>
- [5] Bootstrap, <https://getbootstrap.com/>
- [6] KaTeX, <https://katex.org/>
- [7] Elasticsearch, <https://www.elastic.co/jp/elasticsearch>