

## Implementation of an online accelerator equipment layout in JCE (J-PARC Commissioning Environment)

Hiroshi Ikeda<sup>1A)</sup>, Hiroyuki Sako<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> Visible Information Center, Inc.

440 Muramatsu, Tokai, Naka, Ibaraki 319-1112, Japan

<sup>B)</sup> Japan Atomic Energy Agency

2-4 Shirakata-Shirane, Tokai, Naka, Ibaraki 319-1195, Japan

### Abstract

In the linac and RCS (Rapid Cycle Synchrotron) of J-PARC, it is important to visualize equipment information on various beam monitors etc. into a two dimensional layout on-line, to detect trajectory displacement, to locate sources of beam loss along with increase of beam power, and for integrated control of the equipments. JCE (J-PARC Commissioning Environment), the high-level application integration environment, has been developed in J-PARC, which can read configuration files of the equipment geometry and EPICS record information generated automatically from the commissioning database, and read and control the equipments of the beam monitor etc. via the EPICS channel access protocol. To facilitate making the application using the above-mentioned accelerator layout, we have implemented commands of JCE to create such layout. This report describes these functions and implementations.

## JCE (J-PARC Commissioning Environment) における オンライン加速器機器配置図の実装

### 1. JCEとは

JCEは、J-PARCリニアックのビームチューニングを行うアプリケーションを柔軟かつ短時間で開発することを目的とした、インタプリタを用いた開発環境である。JCEはEPICSによる機器制御、XALモデルによる軌道計算、グラフィックス・プロット環境等を持つ。JCEでは、Mathematicaに似た構文を持つSADスクリプト[1]でプログラムを開発する。これは、数式を宣言的に定義することができる。また、JCEインタプリタは、このような数式の定義から自動的に値を推論する強力な評価エンジンを持つ。

### 2. 加速器の機器情報

J-PARCと同規模の陽子加速器Spallation Neutron Sourceにて軌道計算・制御用ソフトウェアフレームワークXAL[2]が開発されている。JCEでは、XALの入力ファイルを読み込み、編集・計算を行うことができる。XALの入力ファイルとしては、加速器の機器情報を記述した設定ファイルと、ビーム（計算ロジック）の情報を記述した設定ファイルの2つが用いられる。

JCEの加速器機器配置図では、このXAL形式の入力ファイル形式（前者）を利用し、その入力データとする。

XALでは、複数のシーケンスの定義をつなぎ合わ

せてコンボシーケンスと呼ばれるものを定義している。配置図では、1つのシーケンスまたはコンボシーケンスを指定して描画を行う。

### 3. 配置図の機能

配置図は、一つは、2次元の水平面で表示するもの、もう一つはビームの軌道に沿って並べて表示するものである。これらは、別のUIコンポーネントとして（別のコマンドとして）定義している。ビームの軌道上における位置はs座標で表される（図1）。

コンボシーケンスでないシーケンスを表示する場合は、各ノードの位置をs座標の位置とする。コンボシーケンスの場合は上流にある全てのシーケンスの長さの和に親シーケンス内のノード位置を足したものをs座標の位置と定義する。

#### 3.1 xz平面図、s軸図

xz平面図は、2次元xz座標上に定義した曲線を含むs軸を定義し、s軸にそって原点からの距離の位置に各エレメントを配置する。yは鉛直上方向、x,z水平方向の2つの直交軸とし、x,y,zは右手系を構成する。s軸は、原点（最上流のシーケンスの位置0の点、リングの場合は、コンボシーケンスの最初のシーケンスの位置0の点）からの直線、または曲線として定義する。

<sup>1</sup> E-mail: ikeda@vic.co.jp

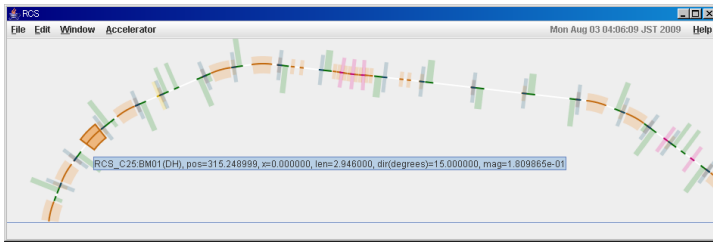


図1 配置図の例(xz平面図)

水平ベンド磁石以外のエレメントでは、s軸のx-z平面上の角度は変化せず、s軸は直線である。ビーム軌道が垂直方向への角度を持つと水平面における見かけ上の長さが変わるが、本コンポーネントはその影響が小さいものとしてこれを無視する。

水平ベンド磁石の中では、s軸のx-z平面上の角度はベンド磁石の変数である“bendAngle”だけ曲がる。粒子の電荷にかかわらず、bendAngleの正方向はz軸の正方向から、x軸の負方向へ曲がる向きとする。水平bend磁石のs軸との扇形として描かれる。

s軸図は、一直線上の軌道座標(s軸)を定義し、そこに各エレメントのs座標の位置に配置する。

### 3.3 機器の種類

大きく分けると、Quadrupole（四重極磁石）、Bend（偏向磁石）、Dipolecorr（二極補正磁石）、Sextupole（六極磁石）、Monitor（ビームモニタ）の5種類に分類され、それぞれ異なる形状を持つ。Sextupoleのみ六角形、他は長方形（または扇形）の形状となる。長さ（s軸方向の大きさ）を持たない要素に関しては各デバイスが重なる場合はs軸方向にわずかにずらして配置される。

図形の幅（s軸に垂直方向の大きさ）は、デバイスの種類によってそれぞれ定義されている。特に磁石に関しては、極性に依ってs軸の左右何れか片側の幅が磁場強度に比例した大きさで図形が描かれる。

配置図では、注目したい種類の要素だけを表示することも可能である。

### 3.4 マウスによる操作

要素にマウスを乗せるとその要素に関する情報がツールチップにより表示される。また、要素をクリックすると予め設定したコマンドがトリガーされる。

マップの拡大縮小はマウスのホイールを用いることで行うことができる。また、ドラッグによる移動、SHIFTキーとドラッグの組み合わせによる回転が可能である。また、マウスの操作の代わりに拡大縮小率や位置を自動設定させることもできる。

### 3.4 EPICSとの連携

EPICSとは、加速器等の大規模な実験用機器の制御で広く使われているソフトウェア環境である。JCEでもEPICSで使われる通信プロトコルを用いることができる。

本コンポーネントでは、これを用いて磁場強度をEPICSからリアルタイムに取得・表示するように設定することができる。今のところ、XALに記述されているチャンネル名を自動的に読み取り連携する機能は無いが、JCEのスク립トを組めば、比較的容易にファイルの読み込みからの自動設定が可能である。

### 3.5 ワーニング

本コンポーネントは、通常の表示の他にユーザに注意を促すための仕組みとして警告情報の設定・表示が可能である。

1つ以上の機器に警告情報が設定された場合、該当する機器が表示範囲に無くても何かしらの警告が発生したことが分かるように、本コンポーネントを取り囲む単色の枠線が表示され点滅する。

警告内容は、表示上の機器にマウスカーソルを合わせたときにポップアップ表示されるツールチップに表示される。また、コンテキストメニューから表示できる警告一覧の表にも表示される。

機器は警告情報が設定されると、その機器を取り囲む枠線が表示され点滅する。

## 4. 内部構造

JCEの配置図の機能は、外部ライブラリとして作成され、JCEのコマンドとして組み込まれている。以下では、その外部ライブラリの実装の技術的内容について簡単に記述する。

### 4.1 パッケージ構成

パッケージ名としてjp.go.jaea.acormapから始まるものを使っている。このパッケージ直下には、ライブラリ全体で適時参照するユーティリティのクラスを配置している。以下、この接頭語を略す。サブパッケージとその内容は以下の通り（図2）：

- element: 加速器のエレメントとそのシーケンスを表すクラスを納める。
- ui: 2種類のマップに共通して使われるUIコンポーネントに関するクラスを納める。
- ui.util: 上記のUIコンポーネントをサポートするクラスを納める。例えば、コンテキストメニューのためのアクションはここに納める。
- s.ui: s軸を水平軸としてエレメントを配置するマップ（以下Sマップ）を表示するUIコンポーネントに関するクラスを納める。
- s.ui.util: 上記のUIコンポーネントをサポートするクラスを納める。
- xz.axis: xz平面とs軸との変換を行うクラスを納める。
- xz.ui: xz平面上に設置したs軸に沿ってエレメントを配置するマップ（以下XZマップ）を表示するUIコンポーネントに関するクラスを納める。
- xz.ui.util: 上記のUIコンポーネントをサポートするクラスを納める。

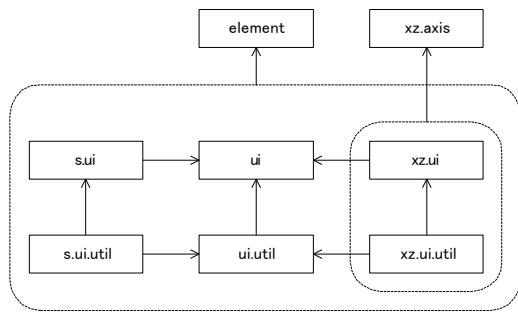


図2 パッケージの構成

#### 4.1 エレメント (加速器機器)

エレメントは、描画の形状によってクラスを分けている。実用上ではこれはノードのタイプと密接な関係があるが、このライブラリではその制約を付けない。

UIコンポーネントから独立させ、このためポリモーフィズムの代わりにVisitorパターンを用いる(図3)。Magnetの磁場は変更可能であり、変更時に通知イベントを着火する。このイベントは、エレメントのシーケンスでの通知イベントとなる。Magnetの磁場以外は不変とする。

#### 4.1 xz平面とs軸

xz平面上の位置と向き (+z →+xを正) を組み合わせてクラスXZDirで表す。向きの情報を持つため、その向きにまっすぐ進んだ場合と、その向きから特定の曲率によって進む場合の新しいXZDirのインスタンスの取得もXZDirのオペレーションとする(図4左)。

xz平面でのs軸をSAxisであらわす。これはs軸上の位置からxz平面での位置/向きへの変換や、s軸を表現する構成要素をトレースするためのオペレーションを持つ。扱いが簡単なようにSAxisの実装クラスは不変とし、そのビルダを用意する(図4右)。

#### 4.1.5. UIコンポーネントとコンテキストメニュー

s軸図はAccSMapPane、xz平面図はAccXZMapPaneで表される(図5)。

エレメントに対する属性ElementAttributeは、与えられたインタフェースElementAttributeMapによって導き出されるが、コンテキストメニューにより具体的に編集できるように、その管理クラスとして別途ElementAttributeManagerが作られる。エレメント属性の編集は、2つのマップに共通であるため、その抽象UIコンポーネントに対して定義される(ElementAttributeEditAction)。

軸に関するコンテキストメニュー用のアクションは、それぞれのマップに別に用意される(AxisAttributeEditAction)。

これらのアクションを用いてコンテキストメニューとするには、JComponentのメ

ソッド setComponentPopupMenu(JPopupMenu popup) を使うのがいいだろう。

#### 参考文献

- [1] URL: <http://acc-physics.kek.jp/SAD/sad.html>
- [2] URL: <http://www.sns.gov/APGroup/appProg/xal/xal.htm>

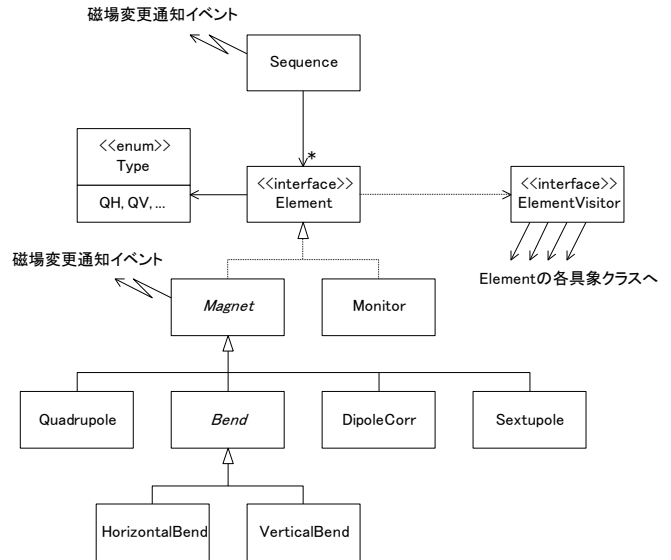


図3 エレメント

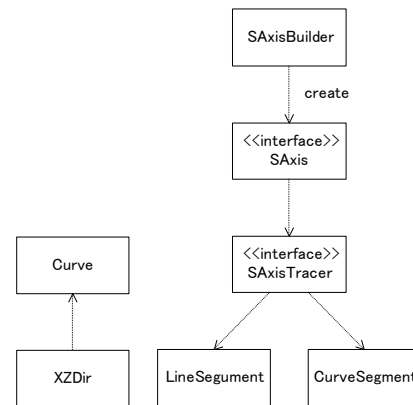


図4 xz平面とs軸

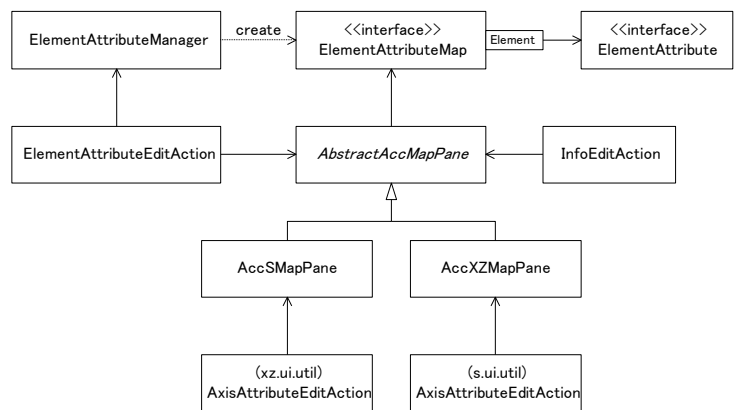


図5 UIコンポーネント