

# The PF LINAC Console System by OOP

Isamu ABE, \*Masakatsu MUTOH, \*Yoshinobu SHIBASAKI, and Kazuo NAKAHARA

Photon Factory, National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

1-1 Oho, Tsukuba-shi, Ibaraki-Ken 305, Japan

TEL: 0298-64-1171, FAX: 64-7438, E-mail: Abei@jpnkekvm

\*Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University

2-11-Chome, Mikameine, Thaihaku-ku, Sendai, Miyagi 982

## Abstract

The operators console was planned to upgrade with OOP (Object Oriented Programming). Graphical-oriented programming tools with operational protocol concepts has build which is supported by a diagnostic expert system (ES). Inference is carried out in the shell (Nexpert Object) as a background task.

The prototype system has demonstrated on the Network (NetWare) used for the operator's console system of the Photon Factory 2.5GeV LINAC.

## オブジェクト指向型PFリニアック制御用コンソール

### ( 1.プロトタイプ試作 )

#### 1. はじめに

加速器制御用マンマシンインターフェース (I/F) の改善に当たり、コンソール用ネットワークセグメント<sup>[1]</sup>環境下に於て、オブジェクト指向 (OOP) 概念を導入し、言語を使用しないグラフィックオリエンテッドなプログラミングツールのプロトタイプを構築した。また、ES (Expert System) の支援を行わせ知識処理型制御系を取り込む等の特徴を持たせ、次世代加速器制御プログラミングを模索したので報告する。

#### 2. 新システムの概要

計算機の著しい進歩につれ、加速器の制御に於ても、出来るかぎりの性能を引き出すために、OS、言語、ネットワーク、システム等<sup>[2]</sup>の議論が行なわれてきた。そして議論は、オペレーショナルプロトコル、オブジェクト指向、AI処理<sup>[3,4]</sup>、ニューロ<sup>[5]</sup>、ファジィー、分散協調とテーマが展開している。プログラミング手法としては、構造化、オブジェクト指向化、グラフィックオリエンテッド化が時代の流れで、本テーマもその線上にある。

本論文での提案は、1) 次世代のシステム構築を如何に生産的かつ信頼性を向上させるかの概念確立。2) 加速器制御の本質を踏まえ、必要な性能、機能を押さえそれらをフレーム化する事。3) 加速器運用者が簡単にシステム構築、維持、改良、保守が出来るシステムの試作、評価である。まずOS、ネットワーク等は器として捉え、時代に即したものを採用すれば良いとした。加速器に本質的な機能を汎用パッケージとして標準化し、ツールによって自由、簡単にシステムが出来上がる様デザインしたプロトタイプを試作した。ツール化した加速器ドメインソフト (Vista System) はすでに市場に出ているが、ここでは、オペレーショナルプロトコル<sup>[6]</sup>、OOP、ESの概念の統合によって、新しい形を作る事が次世代システムの主題であるとする。PFのリニアック制御用コンソールは、建設以来これまで何回かの改良を加えてきた。ここ4年間は、MSnetworks (DSLINK) のネットワークの下で、フレキシブル層である加速器のマンマシンI/F用に30台程のPC (パーソナルコンピュータ) を使い開発や運転に供してきた。これまで加速器は手続き型言語によって構築されてきたが、ここで、非言語文法型及び知識処理型制御の概念を提唱し、プロトタイプを試作した。

### 3. 機能分析

加速器の制御として必要な機能は、操作、表示系、モニター、データベース、監視アラーム系、ログ関連、シミュレーション、エキスパート運転診断支援<sup>[7]</sup>、波形<sup>[8]</sup>、画像処理等いくつかの分類がある。これらの機能を整理し、スタティックな対象記述としてフレーム構造、クラスの作成とオブジェクトの確立を進めた。Accelerator Control Program Package (ACPP)<sup>[9]</sup>とともに、ダイナミックな対象記述をCERNなどが進めてきたオペレーショナルプロトコルの概念を導入する事にした。それぞれの機能を汎用化して、標準化を目ざした。

### 4. OOP型コンソールの特徴

#### 4-1) OOP概念の導入と各種アイコンの整備

フレーム構造を基にクラスやオブジェクトの最適抽出を進めた。加速器の構成要素を（電磁石（steering Coil, Focus Coil, Bending Magnet, Q-Magnet）、クライストロン、真空装置（イオンポンプ、ゲージ、バルブ）、モニター（ポジション、プロファイル、カーレントモニター）、インターロック関係、トリガー関係等）フレーム構造に分解した。クラス、オブジェクトには遺伝情報を持たせ、親の遺伝子は子に引き継がれる。

子は親の遺伝を継承しながら個性を持つことも出来る。又、孫、曾孫と複数世代を作ることも可能である。オブジェクトは汎用性の高いものになるまで分析を進めた。これは、他の加速器にも利用できる標準化を意味する。OOPの特長である生産性、保守性の良さを追及し、更に言語文法のエラーを無くするため、一歩進めて、オブジェクトのアイコン化を行いグラフィカルな世界を展開した。操作手順をグラフィカルな支援で行う事で開発や運用の際言語文法エラーの入り込みを無くし、信頼性を高めようとするものである。図1にマルチウィンドーの一部を示す。表示されているコンポーネントはアイコンとして存在し、言語レベルでの取り扱いも出来るオブジェクトである。

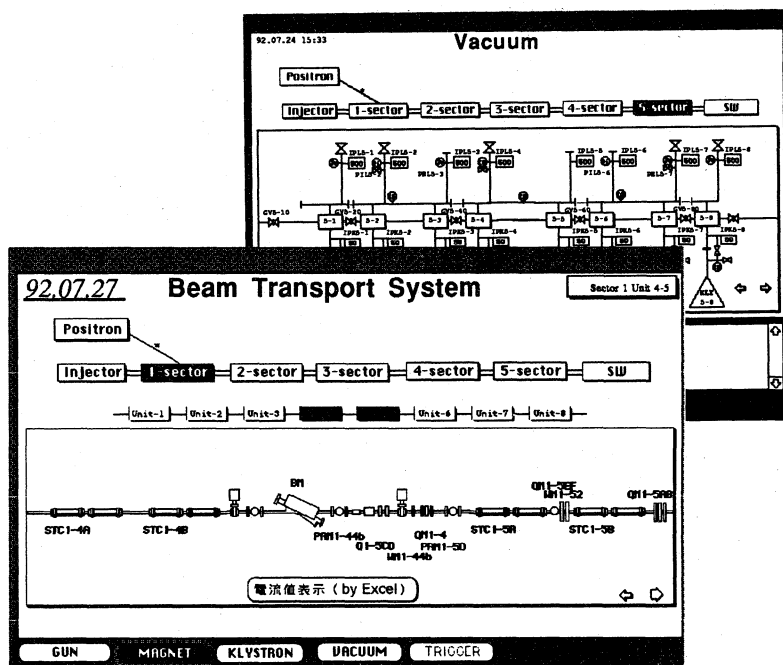


図1 Multi-Windows On Macintosh

#### 4-2) エキスパートシステムによる診断、運転支援

各種の操作すべき機器は、アイコンとして登録され、操作ボタンアイコンが存在する。この操作ボタンアイコンを操作する時（メッセージパッシング）、実は背後に運転されているエキスパートシステムが学習された知識を基に推論し、必要な操作信号を各機器に送ります様に支援している。これまでのES開発経験を生かしハイブリッドエキスパートシステムを運用している。紙面の都合上、別途報告を行なう予定である。

#### 4-3) ウィンドーの採用

現在セグメント下で利用できるウィンドーは、Macintosh, Windows, OS/2 windows, X-window である。Macintoshを除いては機種依存が少なくなってきており、異機種、異メーカー間の互換性がでてきている。今後Open Interface等を採用して行く方向が解決の道である。オブジェクトはグラフィック上で扱うのが理想的なので、ウィンドーの共用化は極めて重要な今後のテーマである。今回は、Macintoshの上でHyper talkを主に使用し、ユーザーには言語を使用せずにすむシステムを構築した。

#### 4-4) マルチベンダーネットワーク、高速ネットワークへの移行

これまで運用してきた DSLINK は、シングルベンダーネットワークで、他社の機種は接続運転出来なかった。従って、OOP化しやすい環境を持つ機種を接続出来なかった。NetWare 3.11 を運用することで、これまで使用していた富士通、アップル、テクトロニクス、IBM 社製 PC、HP のワークステーション WS 等が混在運転可能になり、ファイル、プリンターシェアを行なっている。従来より開発してきたエキスパートシステム (YHP9000 シリーズ 375) も希望の接続が可能になり、マルチベンダーネットワークによる分散処理を達成している。本ネットワークは、ローカルハードディスクをアクセスするより、ネットワークを介してサーバーのハードディスクからアクセスするほうが速く、一括メンテナンスの点で有利である。既存の DSLINK と新規 NetWare の比較に付いては、本研究会「Netware system for the PF LINAC console<sup>[10]</sup>」にその特長、性能比較の実測を示した。

#### 4-5) 市販アプリケーションソフトの運転利用

本システムでは、市販の汎用アプリケーションソフトを、混在運転することを積極的に進め、OOP 以外の処理系の能率も上げた。各種エディター、スプレッドシート、グラフィックツール等、具体的には Excel, Windz, Final, RED, MIFES, Canvas, Draw, 等がネットワーク上で運転されている。加速器の各種データをファイルサーバからもってきて、必要なアプリケーションを開いてその処理を行なうことが出来る。市場には、多くの汎用アプリケーションソフトが出回っている事、今後も出てくる上、多くの人がなれていることから、専用ソフトのみならず汎用市販ソフトも積極的にネットワーク上で運用化を計り DTP を支援している。

### 5. まとめ、今後の課題

各種操作系、表示系をオブジェクト化する事で、汎用化、標準化の見通しが出来た。スタティックなフレームとプロトコル概念を採用し、動的記述をグラフィカルな表現でアイコンに集約して表現する事で、使い易さ、保守性が大きく改善された。実際、本システムを使用して制御系を構築すると一桁以上の生産性がある事が示された。今後のテーマとしては、ドメイン分析法の確立、知識処理分析の方法論も OOA (Object Oriented Analysis) を採用する必要がある、そのオブジェクトの標準化を極力進める事が重要である。フレームの再編成になれば、フローチャートの変更同様に時間のかかるものになり注意を要す。これらの完成は、加速器のドメインパッケージソフトの確立を意味し、これまでの手続き型による「ソフトを組む」概念を大きく変える事になると確信する。

#### [参考文献]

- (1) OS/2 and DSLINK system for the PF LINAC 15 回リニアック研究会 1991 / Sept.  
A Shirakawa, I Abe, and H Akimoto
- (2) TCP/IP NETWORK IN THE CONTROL SYSTEM FOR KEK 2.5GeV LINAC I  
PROCEEDINGS OF THE 14th LINEAR ACCELERATOR MEETING IN JAPAN 1989年  
K.Furukawa, N.Kamikubota, K.Nakahara, and I.Abe
- (3) Expert System for Diagnosis of Klystron Modulator LINAC conference 1990 in Los Alamos USA  
I.Abe, M.Kitamura, H.Hanaki, S.Anami, K.Nakahara, and M.Mutoh
- (4) 大型加速器運転支援用知識ベースシステムの設計 計測自動制御学会東北支部第 122 回研究集会 1990年  
古川 宏、高橋 信、北村正晴、相山一典、阿部 勇
- (5) Elicitation of expert knowledge by structural learning of neural network with application to Accelerator Diagnosis  
M Kitamura, I Abe, etc. 2nd International conference on Fuzzy logic and neural networks
- (6) Control Protocol: The proposed New CERN Standard Access Procedure to Accelerator Equipment  
G. Baribaud (CERN) International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics control system
- (7) 電子銃運転支援/診断型知識ベースシステム 阿部 勇、北村正晴、中原和夫 核融合研究所技術研究会 1991/3
- (8) 線型加速器の診断へのニューラルネット応用 古川宏、北村正晴、阿部 勇 原子力学会 1991/10
- (9) Programing tool for accelerator control (ACPP) I Abe, N tanaka 15 回リニアック研究会 1991 / Sept.
- (10) Netware system for the PF LINAC console 16 回リニアック研究会 1992 / Sept. 仙台  
I Abe, M tanaka, A Shirakawa, and K Nakahara