

# EXPERT SYSTEM FOR THE DIAGNOSIS OF BEAM OPERATION TROUBLE

Yoshinobu SHIBASAKI, Masakatsu MUTOH, and Isamu ABE\*

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University  
2-1 1-Chome, Mikamine, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi-ken, 982, Japan

\*National Laboratory for High Energy Physics(KEK)  
1-1 Oho, Tshukuba-shi, Ibaraki-ken,305, Japan

## Abstract

A prototype of the Expert system which supports the beginner in the Linac operation has been developed using an expert shell(NEXPERT OBJECT) and Hyper Card on the Macintosh. This system is linked Database for the Linac control. The operators are supported by answering to the questions and executing instructions from the system.

## ビーム異常時に於ける診断型エキスパートシステム (2) プロトタイプ構築

### 1、はじめに

昨年のリニアック研究会で、我々は定常運転中に突然ビームがでなくなったときの診断時に於けるその知識の構造を分析した<sup>[1]</sup>。そこでは知識表現として、“初心者モデル”に限定した場合、ほとんどがプロダクションルールによって表現することが可能であり、また、効率的な推論を行わせるにはフレームによる階層構造を持った知識表現が有効であるとの結果を得ることが出来た。それにもとずき、得られた知識をさらに分析、洗練する作業と実際に運用するシステムのプロトタイプを構築した。

### 2、システムの概略

現在、核理研での機器の制御は、制御用コンピュータ ( $\mu$ VAX II) とそれぞれの制御機器をつないでいる光ファイバーによるネットワークによって結ばれており、それらの機器のデータは、制御データベースとして制御用コンピュータ内に蓄えられている<sup>[2]</sup>。また、制御用コンピュータは、Ethernetによって核理研

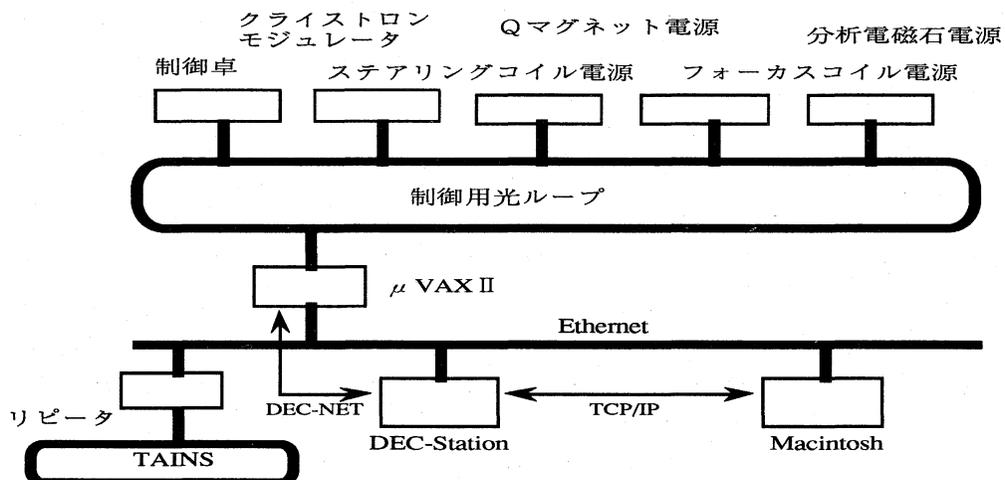


図1 制御系概略図

内、あるいは東北大学内外のネットワークに接続されている。今回のプロトタイプ制作にはNEXPERT OBJECTとMacintosh II ciを使用しEthernetによって制御用コンピュータと接続した。(図1参照)これによって制御機器のデータベースを利用することが可能になる。そのデータを診断に利用することによって、問答数を減らし、シンプルな形で解答を得ることが可能である。

### 3、知識ベースの構造

知識ベースの構造については、昨年のリニアック研究会<sup>[1]</sup>及び、技術研究会<sup>[3]</sup>において報告を行ったが、これらをまとめると次のようになる。知識ベースの構成としては、表層知識として運転に関する経験的な知識、及び推論の戦略、深層知識として加速器の運用規則、機器構成の知識等である。具体的にそれらの知識としては、

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1、パルス電源に関する知識      | 2、直流電源に関する知識   |
| 3、実験の種類に関する知識      | 4、運用規則に関する知識   |
| 5、ビームコースを特定する知識    | 6、調査範囲を限定する知識  |
| 7、仮説を導くための知識       | 8、仮説を証明するための知識 |
| 9、不足している情報を補うための知識 |                |

等に分類することが出来、これにそって知識を獲得した。プロダクションのルール数としては、100程度と比較的簡単な診断であってもこの程度のルールが必要である。

### 4、既存データベースとのリンク

システムの概略の項で述べたように、既存の制御機器データベースのデータを利用することは、知識ベースシステムと支援を受ける人との煩雑な問答を減らし、また、的中率の高い推論を行わせるためには必要不可欠なものである。このデータベースとMacintosh上のNEXPERT-OBJECTをリンクする方法としてVAXをMacintoshのサーバとして動作させるなどいくつかの方法が考えられるが、プロトタイプということと現在ある資源のみを使うということで次のようにした。UNIXのワークステーションであるDEC-StationとMacintoshはTCP/IPプロトコルによって接続される。またVAXとDEC-StationはDEC-Netによって接続される。(図1参照)

### 5、入出力インターフェース

実用的なシステムを組むに当たって一番大変なのはその中核である知識ベースを組み上げることであるがその使いやすさを決めるのは直接人と接するマンマシンインターフェースである。幸いにも現在は、簡易型の言語を用いて、あるいは言語を用いない方法によって、それらを表示する画面や、入力を促すための処置を行うことが可能である。MacintoshにはHyperCardという簡易型のアプリケーションがあり、推論のエンジンであるNEXPERT OBJECTとのリンクが簡単に行えるようになっている。

図2に、今回構築したシステムの概略図を示す。マンマシンインターフェースと制御データベースへのアクセスは、上述したようにHyperCardによって行う。また、推論エンジンであるNEXPERT OBJECTは推論上必要なデータを得るため、あるいはオペレータへ推論の結果や処置の方法を助言するための表示を出すようHyperCardへ指示する。HyperCardは、その指示を受けて該当するカードを表示したりオペレータへの入力を促す。また、データベースにある必要なデータを取り込む。図3にオペレータへの質問のカードと結果を表示した例を示す。オペレータは、マウスを

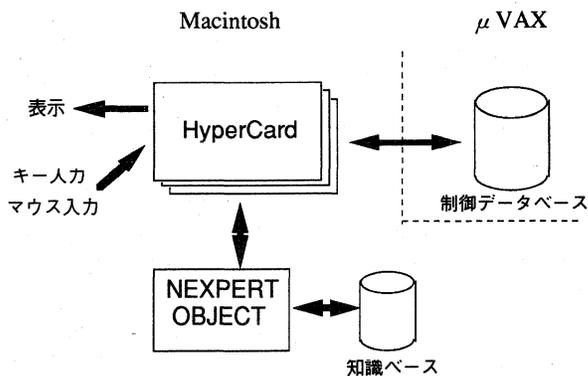


図2 システム概略図

使って該当する部分を選択するか、キーボードから答えを入力することによって最終的に結論を導きだす。

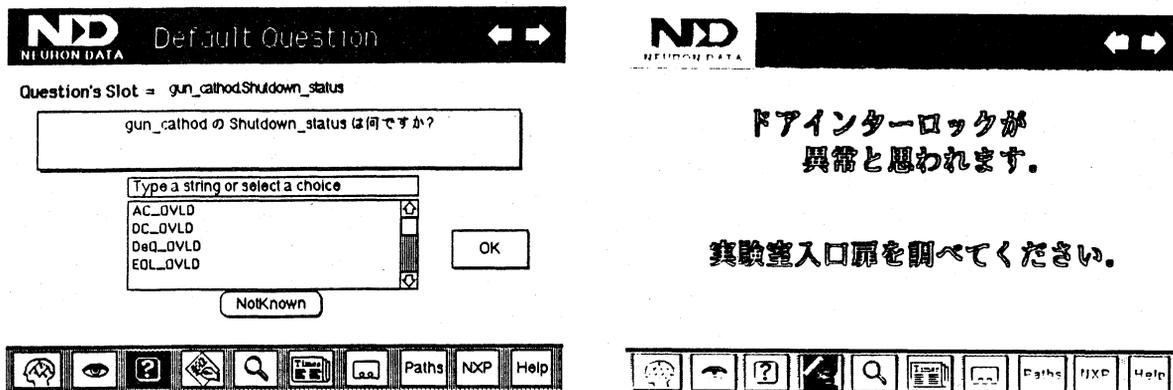


図3 カード表示例

### 6、診断の実際

実際に推論を行わせた結果を図4に示す。これは、NEXPERT-OBJECTの持っているルールネットワークの表示機能を使用して得られたものである。加速器を実際に運転をして行ったものではなく、疑似的にデータを作りそれをもとに推論を行わせた。このシステムはまずデータベースのデータを取り込み推論を行い、そこから得られた仮説にもとずいてオペレータに、あらかじめHyperCardによって作られた対応するカードを表示することによって、行動の指示と足りない情報の入力を促している。それらの支援を受けながら最終的に”ドアインターロック異常”と言う結論にオペレータを導いている。また過去の事例にもとずいた推論の有効性については認められるが、残念ながらまだ確立されていない。

### 7、まとめ

今回は、診断のための対象を非常に限られた範囲に限定して知識ベースを構築した。規模としては、プロダクションルールで100位と比較的小規模ではあるが、入出力のインターフェースあるいは、既存のデータベースのリンクなど、ある程度そのまま実システムへと移行できるプロトタイプとなっている。今後、この知識ベースの拡張を推し進めることによって実用的なシステムへと導くことが可能である。また、過去の異常と原因の関係をデータとして蓄積しておき、推論時に最新の事例をもとにする、あるいはその傾向をもとに推論を行わせる等で、効率的に推論を進める必要がある。そのために、人間が介在しないで事例を収集できるシステムが必要であり今後の課題である。

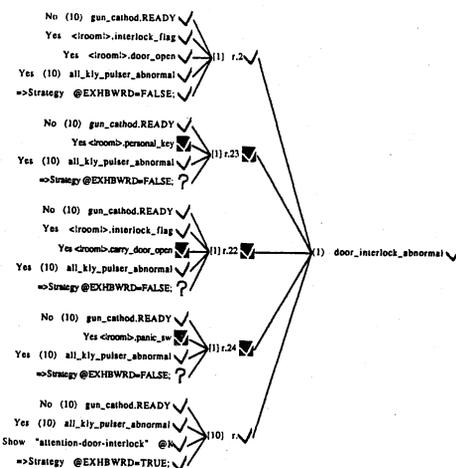


図4 診断例

### 参考文献

- [1] Y.Shibasaki, et al., Proc. 16th Linear Accelerator Meeting in Japan 1991, p.333.
- [3] Masakatsu Mutoh, et al., Proc. 7th Symposium Accelerator Science and Technology 1989, p.240.
- [3] 柴崎義信、他, Proc. Engineering and Technology in Basic Research 1992, p.141.