

# メンテナンス要員の配置支援システム

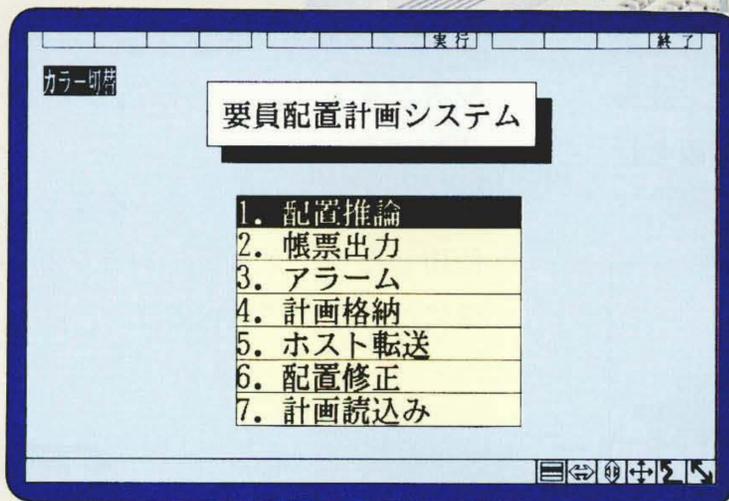
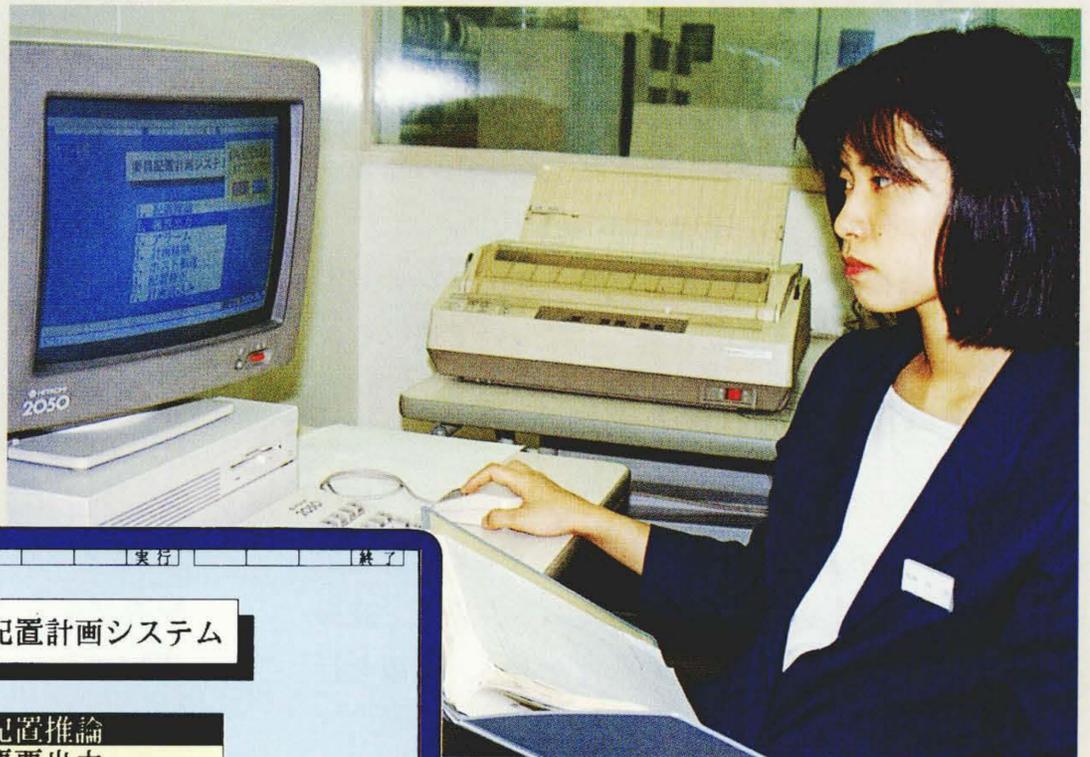
—岡野バルブ製造株式会社—

Allotment Planning Expert System for Valve Maintenance Workers

伊豆隆範\* *Takanori Izu*      榑崎智子\*\* *Tomoko Narazaki*  
中村勇治\* *Yūji Nakamura*      品川 基\*\*\* *Motoi Shi'nagawa*  
梶井金徳\*\* *Kanenori Kajii*



バルブの検査作業



配置計画を支援するワークステーション      岡野バルブ製造株式会社は、ホストデータベースと連動して、要員配置計画作成を支援するシステムを活用している。

岡野バルブ製造株式会社は、高圧・高温バルブの製造販売、および全国各地の原子力・火力発電所プラントのバルブメンテナンス業務を行っている。バルブの保全・維持は、プラント全体の安全に直結するものとして、社会的にもきわめて重要であり、要員の確保と配置については、緻(ち)密で効率的な管理が要求される。

しかし、メンテナンス要員の配置は制約条件が複雑であり、計画の作成は専任者でも容易ではない。

そこで、ホストに工事・要員データベースを構築

するとともに、ワークステーション上に要員配置計画作成を支援するシステムを開発することにした。

職種ごとの制約条件には許容範囲があり、何段階かのレベルを変更しながら、複数の条件指標を組み合わせて要求人数を満足させることが、最も難しい部分であった。

そのため、制約条件のレベルダウンを動的に実行する機構を配置アルゴリズムに取り入れ、実用的で保守性に優れたシステムを実現した。

\* 岡野バルブ製造株式会社 電算室    \*\* 日立システムエンジニアリング株式会社 九州事業所    \*\*\* 日立製作所 全国システム統括本部

## 1 はじめに

バルブメンテナンス部門は、本社と全国10か所の出張所から成り、協力会社を合わせて約300人の要員が従事している。工事が発注されると、本社で工数の積算を行って、各出張所に対して要員の確保・調整がなされる。

本社工事部の要員配置管理業務を支援するためのシステムは、プロトタイプを平成2年12月から開発し、平成3年5月にその評価を行った。その後、ホストとワークステーションの機能分割を検討した上で、実用システムの開発を進め、平成4年12月に配置状況検索用の端末を全国の出張所に配置して、運用を開始した。

ここでは、AI技術を活用して、ワークステーション上で開発した配置計画作成支援システムについて述べる。

## 2 システム導入前の状況と問題点

要員を配置する際には、職種ごとに技能レベル、各種資格の有無、保有残線量(一定期間の被ばく量が、規定限度を超えないように管理する目標値である。以下、残線量と言う。)などのさまざまな制約条件がある。配置を行

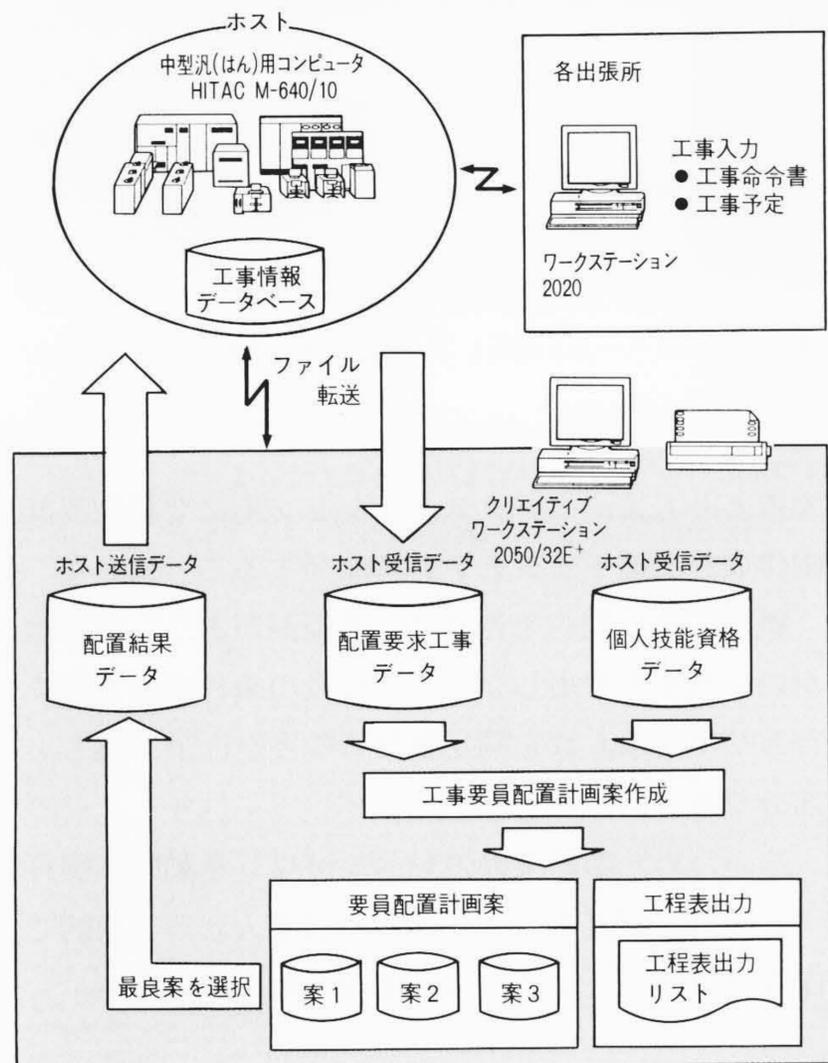


図1 要員配置システムの概要 ホスト側は工事データベースの管理を、ワークステーション2050側は配置計画、工程表の出力を行う。

う専任者は、過去の経験をもとに、工事の特徴と要員の特性を考慮して配置計画を立案するが、次に述べる問題点を抱えていたため、システム開発の必要が生じた。

- (1) 要員計画の作成は、専任者の手に委ねられているので、その負荷が多岐である。
- (2) 要員すべての特性や工事の特徴を把握することが難しく、後継者の育成が困難である。
- (3) 緊急な工事が入ったときに、要員配置の全社的な状況が掌握できないため、迅速な計画修正を行うことが難しい。
- (4) 工事受注量や要員の増加に伴い、要員管理・配置計画管理の事務量が増大し、人手での配置が困難になった。

## 3 システムの機能概要と特徴

このシステムは、中型汎(はん)用ホストコンピュータ HITAC M-640/10上に工事・要員データベースを持ち、クリエイティブワークステーション2050/32E+上では、ホストからの配置要求データで配置推論を行った後、配置結果をホストへ転送してデータベースを更新する(図1)。

エキスパートシステム構築ツールES/KERNEL/Wを使用したワークステーション2050上の機能(図2)と、特徴について次に述べる。

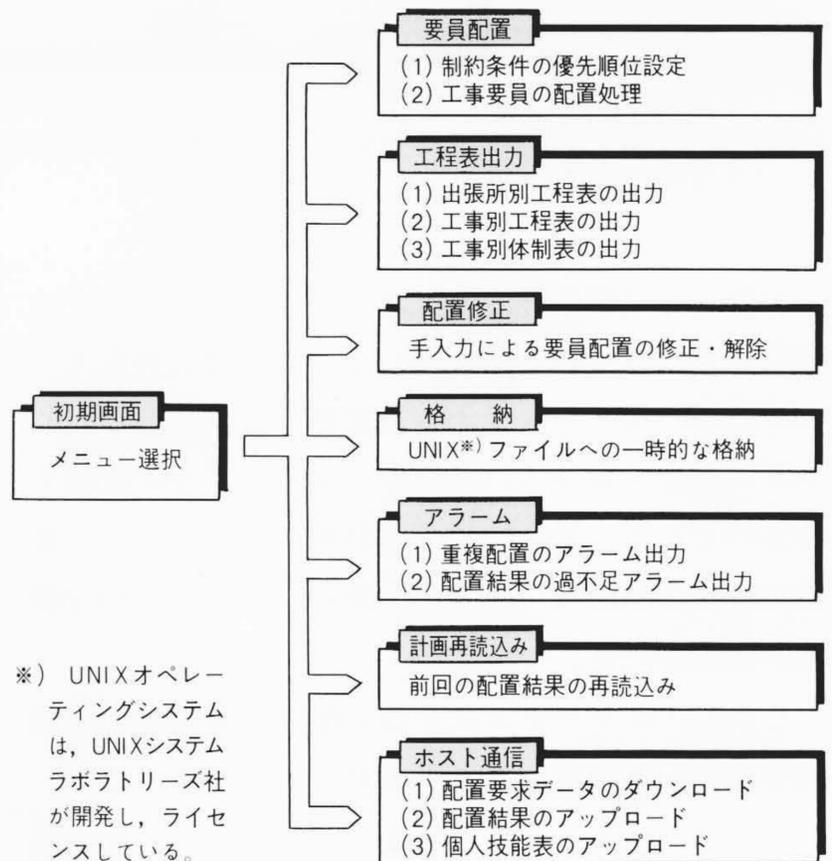


図2 システムの機能概要 ワークステーション上には要員配置、工程表の出力などの機能を持たせ、メニューから選択できるようにした。

(1) 要員配置機能

要員の割り付けを行う。推論実行に先立って制約条件の重視度を変えて複数の結果を得ることができる(図3)。

(2) 工程表出力機能

工程表(図4)の出力には、UIビルダのチャート定義機能を用いたため、レイアウト修正は定義変更だけで済み保守性が高い。

(3) 配置修正機能

推論結果を手で部分的に追加・解除できる。

(4) 格納機能

配置結果をUNIX<sup>®</sup>ファイルへ格納し、いくつかのパターンを蓄積し、推論を中断することもできる。

(5) アラーム機能

手修正によって重複配置や要員の過不足などが起きた場合、アラーム状況をチェックできる。

(6) 計画再読み込み機能

推論中断後の再開始機能として、格納された配置結果を読み込み、修正や工程表の出力ができる。

(7) ホスト通信機能

ホストとのファイル転送時は、コマンドオペレーションをプログラミングして自動化した。

4 配置推論アルゴリズム

4.1 フレーム体系

配置要求JOB(以下、JOBと言う。)に対する要員の割り付けは、要員マスタの中から諸条件を満足する要員を選び出し、日程フレームを作成することによって実現する。フレームの体系を図5に示す。

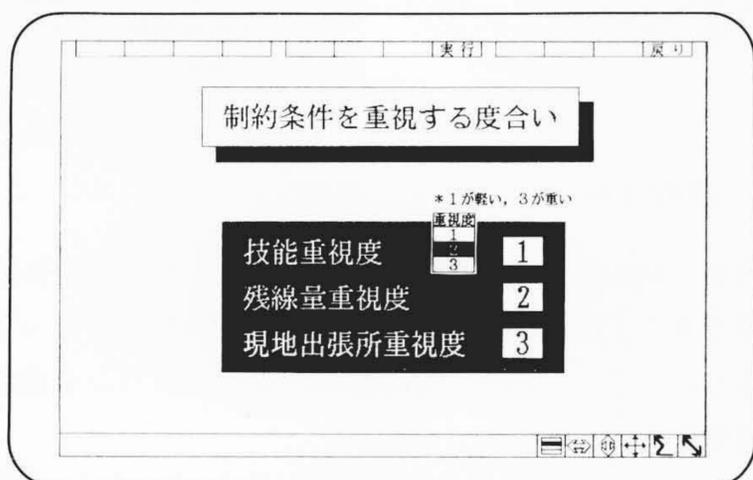


図3 制約条件の重視度変更 推論実行に先立って、制約条件の重視度を変えることにより、複数の結果を得ることができる。

※) UNIXオペレーティングシステムは、UNIXシステムラボラトリーズ社が開発し、ライセンスしている。

図4 工程表出力例 UIビルダのチャート定義機能を使用したため、レイアウトの修正は定義変更だけで済むので保守性が高い。

4.2 処理フロー

配置推論処理フローを図6に示す。

(1) JOB取り出し

工事の優先順位(表1参照)の高い順に並べられた対象JOB蓄積から、割り当てJOBへ1件取り出して、要求JOBをルールに結び付ける。

(2) 大枠選定

要求時期にスケジュールが空いている要員を、要員マスタの中から抽出して対象者の下に生成する。

(3) 要員検索・配置

対象者の中から、基準レベル配置ワークの条件を満足する要員を選び出し、各人の日程フレームを作成する。

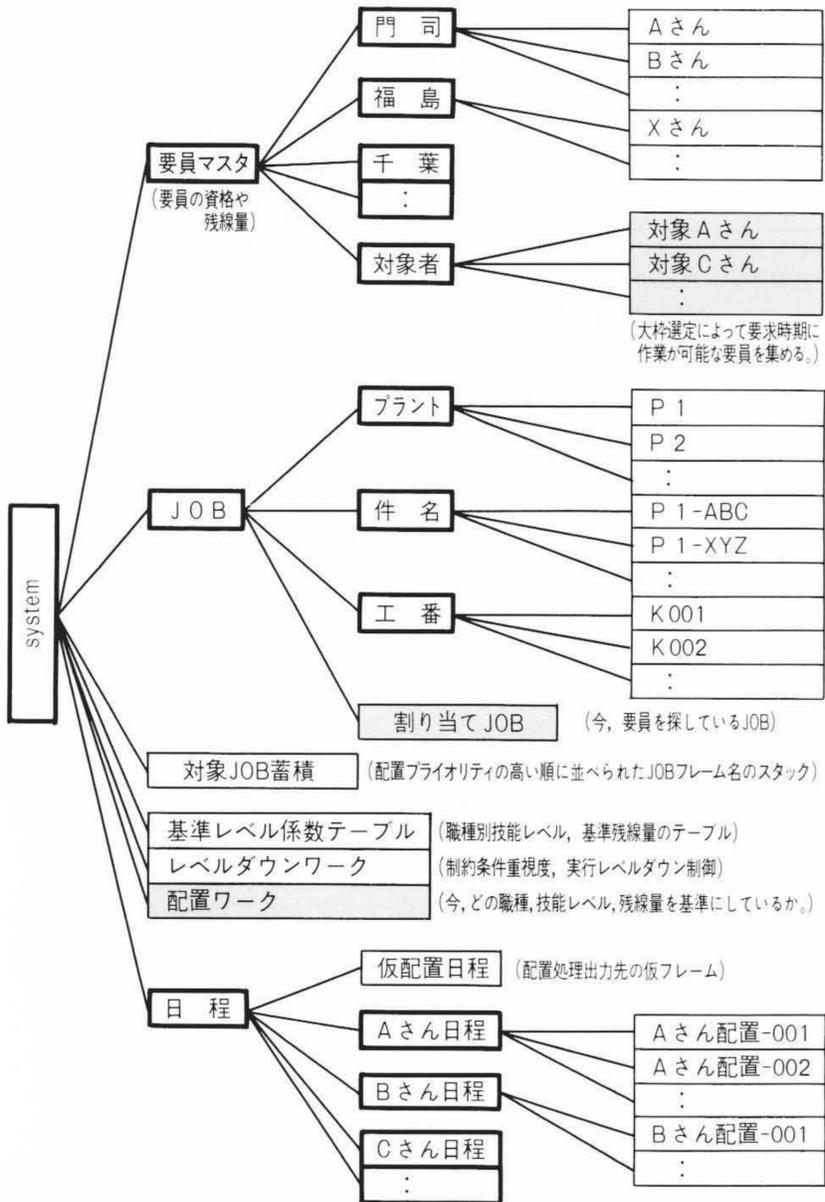
(4) レベルダウン実行

要員が見つからなかった場合、条件を緩和して再度検索をするために、基準レベル係数テーブル(以下、係数テーブルと言う。)から次の基準値を求める。

4.3 動的レベルダウン機構

複数の制約条件の関係について図7を例に述べる。技能：1，残線量：2，現地出張所：3とした場合、まず秒針の動きに合わせて、文字盤の最も外側の技能レベルを移動しながらレベルダウンが実行される。そして、秒針が一周した時点で、長針の指す残線量のレベルダウンが引き起こされる。短針の指す現地出張所についても同様であり、長針の一回転で一目盛の実行となる。なお、短針が一周した時点でレベルダウンは終了し、要員検索を断念する。この制約条件の重視度については、推論開始時に画面から任意に指定できるため、文字盤の位置は重視度の値に応じて動的に変化することになる。

さらに、係数テーブルについては、各制約条件の基準レベルが配列としてセットしてあり、ルールやメソッド



注： **クラスフレーム** (インスタンスフレームまたはクラスフレームを所有する上位フレーム)  
**インスタンスフレーム** (最下位のフレーム)

図5 フレーム体系7 要員検索ルール実行時には、淡い網伏せの部分だけを検索対象に絞り、ルールの簡素化と推論の高速化を図っている。

(プログラム)から独立しているので、スロット(内容)を変更するだけで、制約条件の追加や変更、職種別基準値の改廃が実現できる。これらの機能は、他のマッチング推論メカニズムにも移植性が高い。

表1 工事の優先順位 工事内容と要員数などの組み合わせで決定する。

項番	項目	内容
1	工事内容	1. 原子力プラントのSRV 2. SRV以外の原子力プラント 3. 火力プラント
2	要員数	配置要員の少ない順
3	工事日	工事着工の早い順

注：略語説明 SRV(Safety Relief Valve：主蒸気逃がし安全弁)

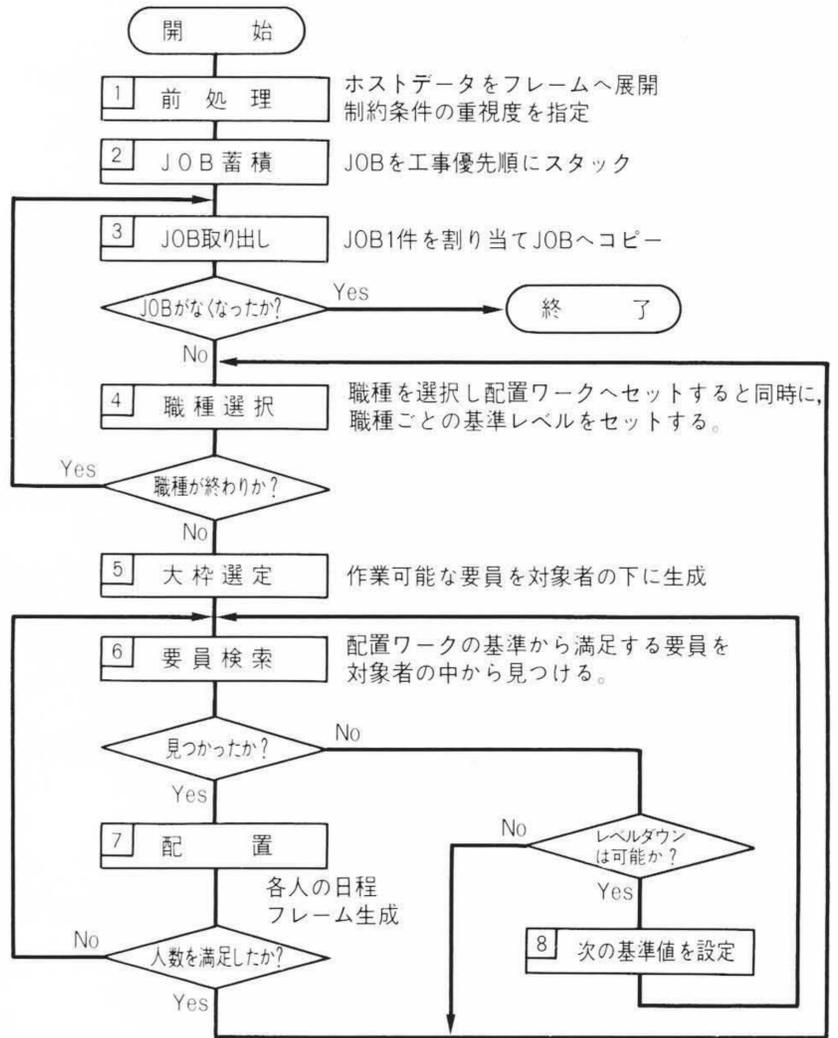
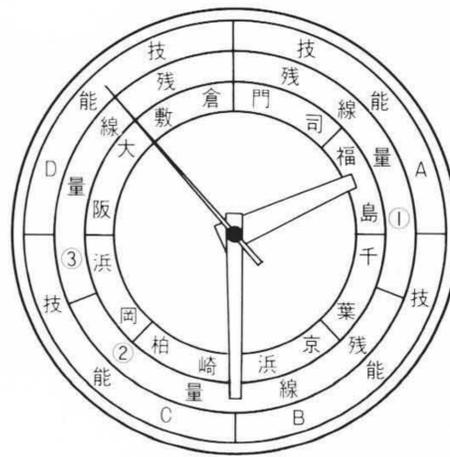


図6 配置推論処理フロー JOB取り出し、職種選択、要員検索を繰り返す。



注：レベルダウンは時計の針が動くように技能、残線量、現地出張所の順に条件を変更する。

図7 レベルダウン機構の概念 制約条件の重視度を技能：1，残線量：2，現地出張所：3とした場合の例を示す。

## 5 おわりに

当初、制約条件の優先順位については、なかなか結論がまとまらず、何種類かのプロトタイプの検証を待ってからという意見も出た。その中で、レベルダウンを動的に変更する機構が提案された。

条件を変えて推論を行い、いくつかの配置結果から最適解を求めるこの方式は、実用化へのアプローチとしては最短のものであり、システムを取り巻く環境の変化にも柔軟に対応ができる見通しを持つものと評価を得ている。

今後は、今回習得した技術を生かして、他の計画業務にも適用拡大し、システム化を推進していく考えである。