

## 簡易シミュレータ

「簡易シミュレータ」は、多変数間の相互関係を数式化し登録することで装置全体の時間的推移をグラフィカルに表示できる簡易オペレータ支援ツールです。





## 目次

---

- ・簡易シミュレータ用途
- ・簡易シミュレータ機能
- ・簡易シミュレータ特徴
- ・水道局導入事例

複雑なシチュエーション

導入前のオペレータの運転

機能

導入後の効果及び評価

システム構成



## 簡易シミュレータ用途

---

ある設定値を変更した場合の装置への影響を時系列として推定し、グラフ表示することで、オペレータの運転計画の立案を支援します。

入出力の相関数式は単純でも装置として複雑で、机上で推測することが難しい事例に利用できます。次のような事例には効果的です。

- ①複雑な入／出の経路のあるタンク(槽)のレベル予想など
- ②炉の入熱量に対するゾーン毎の温度分布の予測制御など
- ③オフサイト生産スケジュール立案など

グラフ上での入力操作等が、全てマウスのみでの操作にて行える為、簡単に色々なシチュエーションでの運転計画の立案が可能です。

データ入力を簡単にしたい為だけの用途にも有効です。

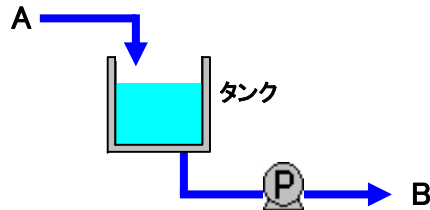


# 簡易シミュレータ機能

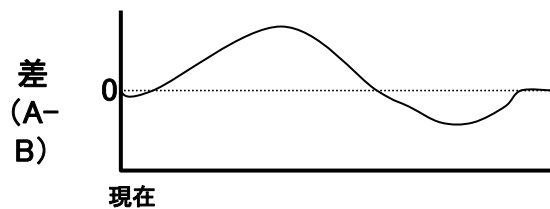
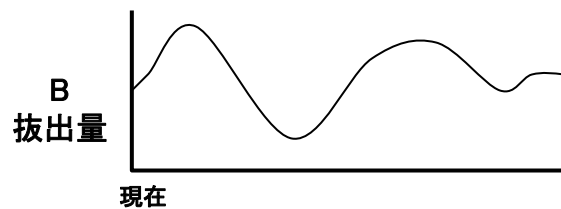
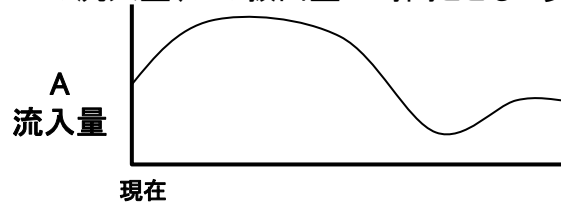
## <機能概要>

先ず、単純な以下の例を元に機能概要を紹介します。

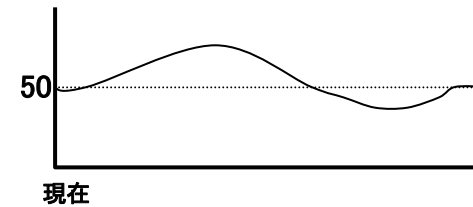
タンクの水位はAからの流入量、Bからの排出量の差で変動します。



Aの流入量、Bの排出量が時間とともに変動する場合



これにより、タンクの水位は、現在値を50%とすると



となる事が推測されます。

この場合、変動する条件を元に、ある目的の値(タンク水位)が一定範囲に収まるかどうか、逆に一定範囲に収める為には、どういう運転をすれば良いか(A流入量の運転スケジュール)を知る必要がでてきます。

本パッケージは、この様にA流入量、B排出量からタンク水位の時間経過をシミュレートし、水位を一定範囲内に収める為の運転スケジュールを簡単に設定できる、そういった機能のツールです。

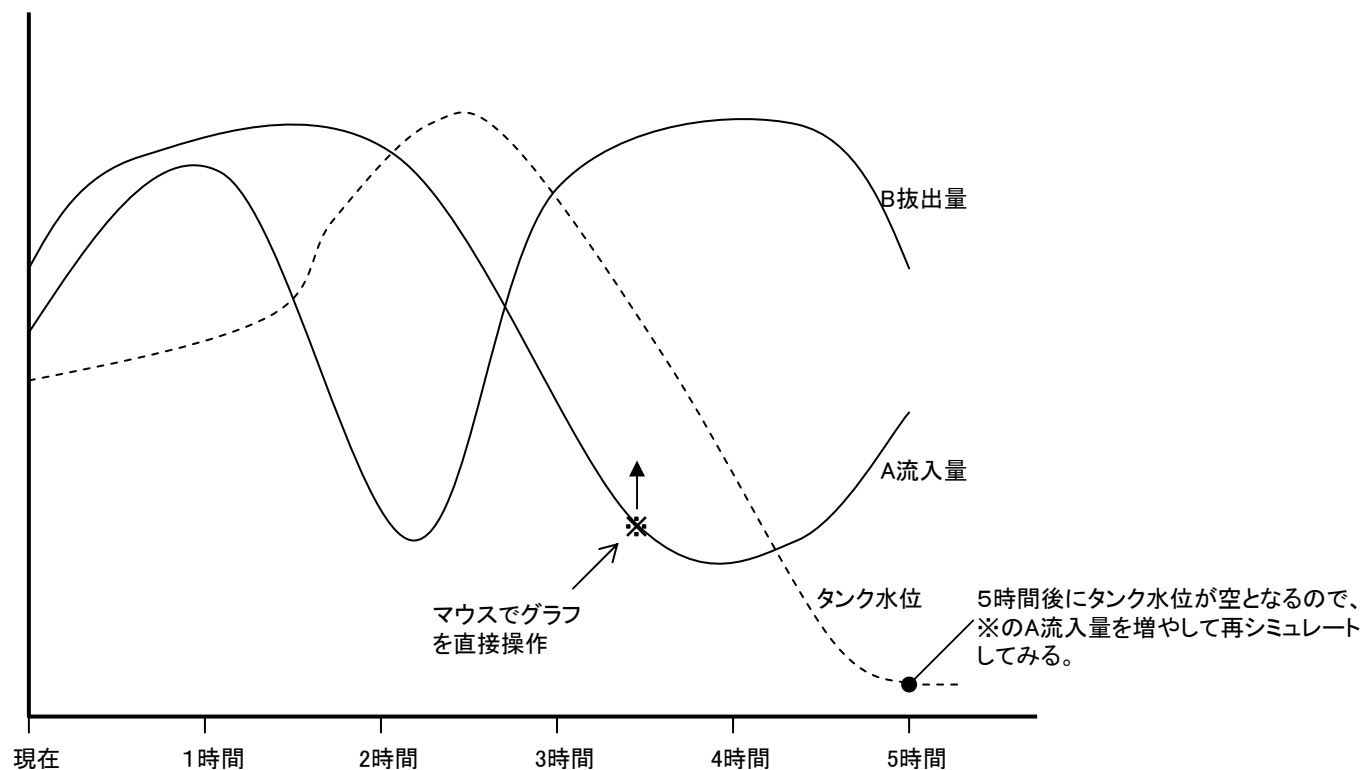


## 簡易シミュレータ機能

### <表示・操作機能>

下の例のようにシミュレーション結果として、5時間後にタンクが空になる事が推定される等の今後の運転上の問題点や、Aの流入量をどう計画変更すべきかの運転計画値が、グラフ表示による目に見える形で表示され、全体的な装置の時系列変化を把握する事ができます。

また、A流入量の様なシミュレーションの元データをグラフ上でのマウス操作で変更でき、数値を直接入力する煩わしさがありません。マウス操作でA流入量を変化させると、リアルタイムに推定結果のタンク水位が変化し、最適な運転計画を容易に、短時間で立案することができます。





## 簡易シミュレータ機能

---

### <機能のまとめ>

実際、この様な単純な例では、本パッケージを使用するまでもありませんが、この入/出量に相当する変数が多数あり、また、タンクが直列、並列に多数ある場合などでは、机上の数値計算だけではなかなか判断できません。

本パッケージは、そういった多数間でもその相関が数式化できるものであれば、ほとんどの事例に摘要できかつ、グラフ表示、マウス操作でビジュアルにシミュレーションが可能となるツールです。

〔本紙の最後に、上水場でご使用いただいている事例をご紹介いたしております。送水ポンプの運転計画の立案にご好評いただいております。〕



## 簡易シミュレータ機能

---

### <オンライン機能>

DCS等の制御装置と組合せる事で、実績値を収集し、それを次のシミュレーションの元データに採用することができる機能です。

前記例では、A流入量、B拔出量を装置から実績値として収集し表示可能です。かつ、シミュレートしたいタンク水位も収集することで、常に現在のタンク水位からの予測が可能となります。

#### ・実績値による相関係数の補正

実績データはシミュレーションデータ(グラフ)の現在から過去の部分として表示され、シミュレーション結果が正しいかどうかのチェックもリアルタイムに可能です。その結果、相関係数(関係式)の補正も直ちに検討でき、シミュレーション推定の精度をブラッシュアップすることができます。

#### ・実績値を利用した推定

推定用のデータが過去の運転実績に近い場合、一から入力するのではなくその類似した運転実績データを抜き出し、シミュレーション用の元データにすることができます。

前例では、

今日のB拔出量は、A月B日と同じ運転計画が予定されている	→ A月B日のB拔出量実績を利用
今のタンク水位が30%なので、X月Y日のA流入量でうまく運転できそうだ	→ X月Y日のA流入量実績値を利用

等の様に、過去の運転実績を使った計画立案が可能です。

本紙最後の上水場の例でも、季節、天候、曜日を条件に過去の配水量を引用し、簡単に精度良くシミュレーションに活用されています。

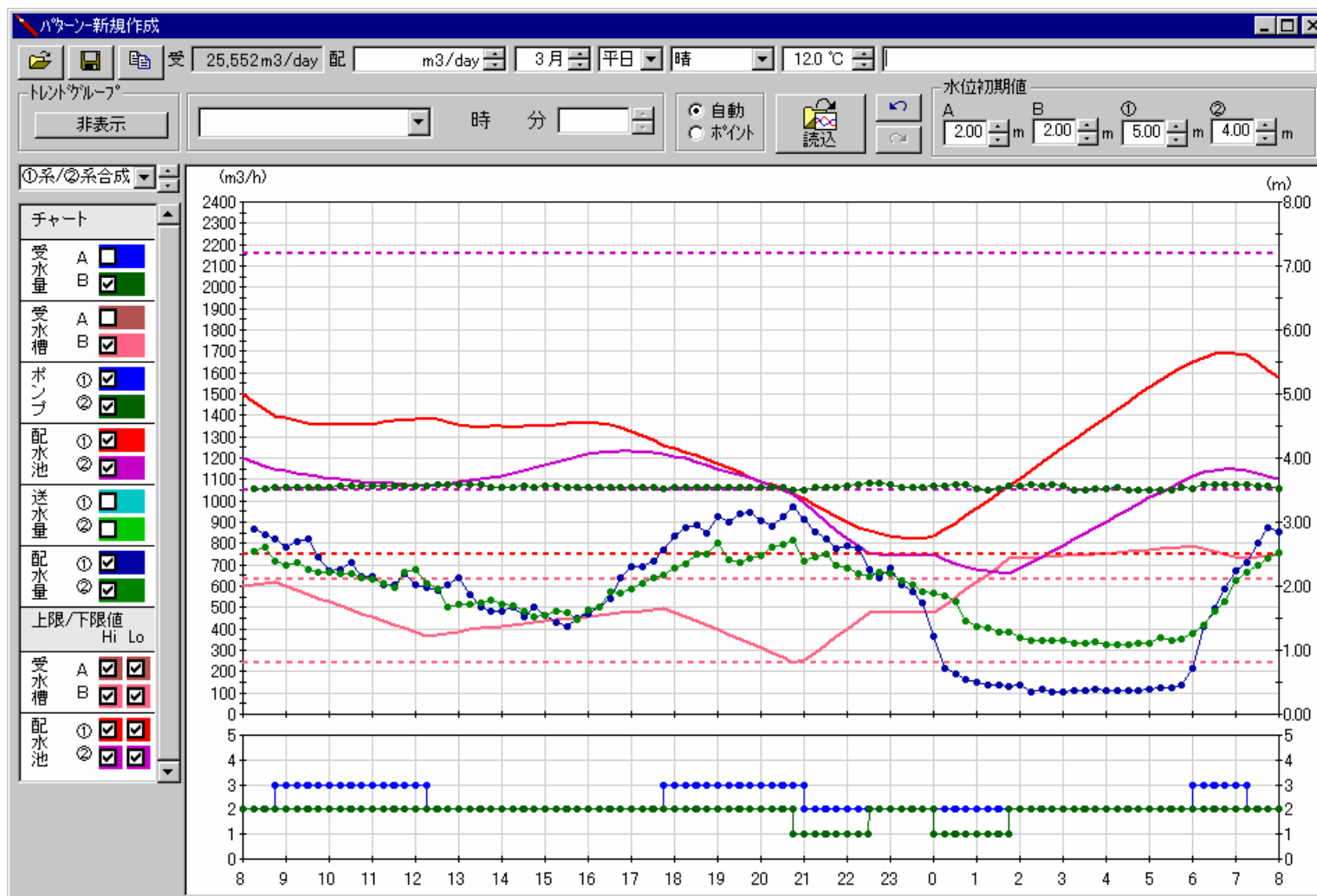


## 簡易シミュレータ機能

### <オフライン機能>

実績データを取り込み出来ない場合等、オフライン機能も可能です。

この場合でも、シミュレーションした結果を保存出来る為、過去のシミュレーションデータを読み出し、推定することができます。







# 簡易シミュレータ機能

## 充実した検索及びデータ取り込み機能

(オンライン機能において、推定元データを実績値から取り込む場合の検索条件設定機能)

多種条件での検索が可能となす、目的とするデータの絞り込みが行いやすく、また、絞り込んだデータの運転状況も確認できる為、スムーズな呼び出しが可能です。

また、日付指定での取り込みも可能となっており、「3日前と同じ運転」といった操作も簡単に実現出来ます。

運転履歴選択

加圧機 検索

総受水量  
 すべて  指定する  
 受水量 26,100 m3 ± 1,000 m3

気温  
 すべて  指定する  
 気温 30.0 °C ± 5.0 °C

天気  
 すべて  指定する  
 天気 雪

月  
 すべて  指定する  
 1月  2月  3月  4月  5月  6月  
 7月  8月  9月  10月  11月  12月

曜日/祝日  
 すべて  指定する  
 平日  土曜  日曜  祝日

コメント  
 すべて  指定する  
 検索文字列

検索開始

該当する運転履歴データ						
	日付	天気	気温	総受水量	総配水量	コメント
▶	2000年2月1日(火)	晴	4.1	26,482	49,399	
	2000年2月2日(水)	晴⇔曇	6.5	26,461	49,732	
	2000年2月3日(木)	曇⇔雨	7.5	26,442	48,666	市内調節弁調整中
	2000年2月4日(金)	晴⇔雨	6.0	26,428	48,603	
	2000年2月7日(月)	曇⇔雨	5.8	26,645	49,032	A地区調整域
	2000年2月8日(火)	雪	1.0	26,477	49,057	
	2000年2月9日(水)	晴⇔雪	3.0	26,569	49,428	
	2000年2月10日(木)	晴	6.8	26,446	48,096	
	2000年2月11日(金)	晴⇔曇	9.0	26,551	47,852	
	2000年2月16日(水)	曇	5.5	25,552	43,843	
	2000年2月17日(木)	雪	1.2	25,552	42,467	
	2000年2月18日(金)	雪	1.5	25,552	42,389	
	2000年2月21日(月)	雨	6.5	25,552	43,783	
	2000年2月22日(火)	雨⇔雪	5.5	25,552	49,753	C地区調整域
	2000年2月23日(水)	雨⇔雪	5.3	25,552	42,342	
	2000年2月24日(木)	曇	7.6	25,552	40,953	
	2000年2月25日(金)	曇	6.4	25,552	46,631	
	2000年2月28日(月)	晴⇔雪	7.8	25,552	44,567	
	2000年2月29日(火)	晴⇔雪	5.6	25,552	43,456	

運転履歴選択

加圧機 検索

2000年2月 今日

選択して閉じる

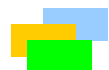
日	曜日	総受水量 (m3/Day)	天気	気温 (°C)	総配水量 (m3/Day)	コメント
1	火	26,482	晴	4.1	49,399	
2	水	26,461	晴⇔曇	6.5	49,732	
3	木	26,442	曇⇔雨	7.5	48,666	市内調節弁調整中
4	金	26,428	晴⇔雨	6.0	48,603	
5	土	26,546	晴⇔雨	5.8	48,183	
6	日	26,556	曇⇔雨	7.0	47,208	
7	月	26,645	曇⇔雨	5.8	49,032	A地区調整域
8	火	26,477	雪	1.0	49,057	
9	水	26,569	晴⇔雪	3.0	49,428	
10	木	26,446	晴	6.8	48,096	
11	金	26,551	晴⇔曇	9.0	47,852	
12	土	26,432	晴⇔曇	9.2	46,631	Aポンプ場停電
13	日	26,450	晴⇔曇	7.5	46,631	
14	月	26,392	晴	6.7	43,541	
15	火	26,493	雪	2.0	44,531	
16	水	25,552	曇	5.5	43,843	
17	木	25,552	雪	1.2	42,467	
18	金	25,552	雪	1.5	42,389	
19	土	25,552	晴⇔曇	4.0	46,631	
20	日	25,552	晴⇔曇	5.0	42,467	
21	月	25,552	雨	6.5	43,783	
22	火	25,552	雨⇔雪	5.5	49,753	C地区調整域
23	水	25,552	雨⇔雪	5.3	42,342	
24	木	25,552	曇	7.6	40,953	
25	金	25,552	曇	6.4	46,631	
26	土	25,552	晴	9.8	47,642	
27	日	25,552	晴	9.3	44,561	
28	月	25,552	晴⇔雪	7.8	44,567	
29	火	25,552	晴⇔雪	5.6	43,456	



## 簡易シミュレータ特徴

---

- ・設定値の変更をグラフ操作で設定でき、かつ、操作と同時に結果のグラフが変化し、リアルタイム、かつビジュアルに確認できます。
- ・オペレータの方の経験による「うまくいくはず」運転を、目で見える形で証明することができます。
- ・経験の無いオペレータにも、運転計画の立案が簡単に確実に可能となります。
- ・制御装置と接続することで、実績値を定周期で収集することができます。
  - その結果
    - ＞設定データが外部要因によって変化する場合、そのデータを定周期で収集することで、設定データを常に実績値で置き換えられます。その結果、常時最新のデータで推定することができます。
    - ＞推定結果と実績とをグラフ上で比較でき、設定した相関数式の補正が容易にチェックできます。
    - ＞過去の最もうまく推定(運転)できたパターンを呼び出し、今回の運転計画立案に利用することが可能です。
    - ＞推定結果をDCSへダウンロードし、DCSの機能により自動化運転を実現することも可能となります。



## 水道局導入事例

ポンプ場、配水池間におけるポンプの  
最適化運転支援システムとして導入

## 複雑なシチュエーション

この事例のお客様では、常に定量の受水、多数のポンプ、送水先が二ヶ所であつ、日によって異なる配水量等複雑なシチュエーションの元、送水ポンプをいかに最適に運転するかを苦慮されていました。

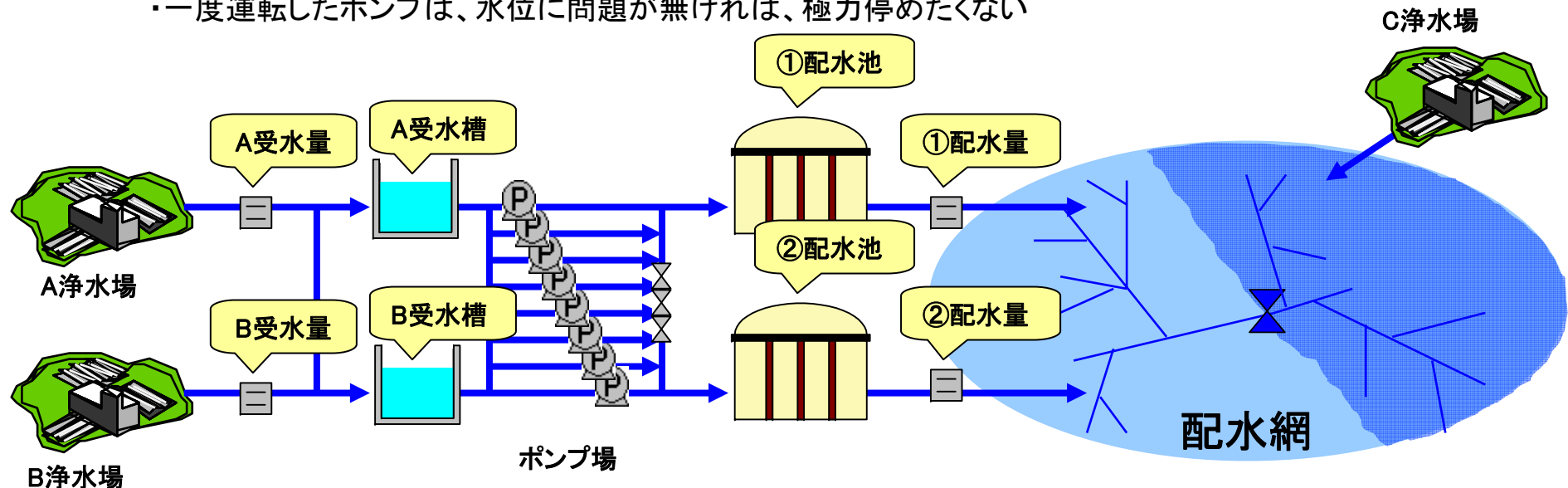
- ・A、B浄水場からの受水量は、定量契約の為、常に定量
- ・①、②配水池からの配水量は、時間帯によって変動のみならず、天気/季節/配水計画等によって日毎に異なる
- ・2つの受水槽及び配水池を満水及び空とさせない事は必須として、受水槽/配水池の水位を有効に使って配水量の変動に耐え得るポンプ運転台数を計画する必要がある

また、機器の保護及び消費電力等を考え、次のような事も配慮し運転しています。

- ・機器保護の為、ポンプの運転/停止の回数を少なくする
- ・電力料金削減の為、極力夜間運転をオペレータに推奨

運転時の難易点としては、次のような点が挙げられます。

- ・受水量は定量の為、一方的に片方の配水池に水を送ってしまうと、受水槽の水が足りなくなり、片方の配水池が断水してしまう
- ・極力夜間電力帯に運転を行いたい為、日中の運転は受水槽が最高水位または配水池が最低水位を超えなければ、運転を待ちたい
- ・一度運転したポンプは、水位に問題が無ければ、極力停めたくない





## 複雑なシチュエーション

---

### この事例での使用例

- 目的 : A、B受水槽及び①、②配水池の水位を適切に保つ為のポンプ運転方法
- オペレータ入力 : A、B受水槽への受水量  
①、②配水池からの配水量  
ポンプ運転台数
- 内部処理 : 水位によるポンプ送水量ゲイン計算  
ポンプ台数変化による流量特性変化計算  
流量の振り分け計算
- 表示 : 時系列グラフでの水位変化



## 導入前のオペレータの運転

---

この事よりオペレータの運転は……

### 経験豊富な熟練オペレータ

受水計画/受水槽水位/ポンプ能力/配水池水位/時間帯による配水量計画etc...より、今までの豊富な経験から、時間帯毎の理想的な水位を想定し、そうなるべくポンプ運転計画を立案していました。(あくまで、“経験による予想運転”)

### 経験のあまり無いオペレータ

受水計画及び配水量計画を基に、過去の運転日報(帳票)から、現在時刻より、12時間から24時間が同じと思われる運転実績を探し、同じ運転を行っていました。(変化の追従に困難な“物まね運転”)



## 機能

以上の運転を満足する為に、次の仕様にて導入しました。

<b>画面操作性</b>	水位変化等の数値データは、理解し易いようにトレンド表示されます。 ボタン等に絵を挿入し、イメージ的に理解し易くなっております。 基本的な操作は、 <b>マウスのみでオペレーション</b> が行えます。 マウス操作にてトレンドポイントを操作する事により、数値入力が可能です。(キーボード不要)
<b>機能</b>	運転シミュレーションは24時間のシミュレーションが行えます。 データ間隔は15分間隔です。 運転実績・シミュレーション実績は、2年間の長期保存が行えます。 運転実績・シミュレーション実績から、新たなシミュレーションを作成する事が可能です。(物まね運転対応) また過去の配水量実績値を3日間平均等で取り込む事が可能な為、簡易需要予測的な運用も可能です。 雛型パターンを登録する機能を設けております。 →通常の運転パターンを登録したり、特別日(正月・GW・盆・運転上の特別配水etc)のデータを雛型としておく事により、簡単にシミュレーションが可能です。 検索機能を充実し、目的のデータを選定し易くなっております。 検索条件として次のようなデータを設けております。 天気(晴・雨・曇→雨等の10種類のデータが登録可能)／月／曜日(祝日含む)／コメント(フリー)／受水量／気温 オンラインシミュレーションだけでなく、オフラインシミュレーションも行えます。 シミュレーション結果をDCSにダウンロードが行えます。 受水槽水位変化パターン 送水ポンプ運転パターン 配水池水位変化パターン 送水ポンプの送水量を受水槽や配水池の水位ヘッド圧によって自動補正する機能を付加しています。 (ヘッド圧のチューニングを行う) 送水ポンプの台数毎の流量変化が登録可能です。(1台→2台→3台・・・複数台の能力曲線を考慮) (台数毎の送水流量値の設定を行う) 上記の2つチューニングは、送水ポンプの送水量変更や取替えて、能力値が変更となった場合でも、お客様にて実施出来ます。
<b>メンテナンス</b>	導入後のチューニング等の対応の為、RAS接続(リモートアクセス)によるリモートメンテナンス対応が可能です。 導入後にオペレーション等の質問が発生した場合の操作補助を目的とした、お客様の画面内容が遠隔地にて確認出来るソフトウェアを導入出来ます。



## 導入後の効果及び評価

---

- ・変化がビジュアルで確認できる為、危険性が減った  
ポンプ台数の変更等によって、受水槽、配水池の水位変化がビジュアルに確認できる為、満水や空になる危険性が大幅に減った
- ・“だろう運転”から確実な“予測運転”へ  
熟練オペレータが頭の中で繰り広げている「現在の状況からの多種多様なケースでの水位シミュレーション」を画面上に目に見える形で表現し、経験や勘による“だろう運転”から確実な“予測運転”への移行が可能となった  
また、このシステムを利用する事で、若いオペレータでも経験豊富なオペレータと同等の運転計画が立案可能となり、経験豊富なオペレータも結果が事前に見える事で安心して運転する事が可能となった
- ・推定精度が向上した  
配水量を実績から3日間平均等で呼び出せる事により、簡易需要予測的な使用も可能となり、推定の精度が大幅に向上した
- ・実運転で自動化運転まで実現できた  
立案したポンプ運転計画をDCSにダウンロードする機能により、実運転で自動化運転まで実現できた
- ・使えば使うほど成長するシステムになっている  
長期データの保存・雛型パターン保存・検索機能(季節・天候etc)等が充実している為、使えば使うほど最適パターンが易く見つけ易くなり、運用も簡単になって行くことが好評
- ・誰もが使い易いシステムになっている  
設定値変更等、基本的な操作は、全てマウス操作のみで可能であり、パソコン未経験者にも容易に受け入れられ活用されている