

NPO法人建築設備コミッショニング協会  
— **BSCA**10周年記念シンポジウム in 関西 —



# 「ツールを用いた熱源機器 の適正化予測手法」

平成25年 7月30日（火）

長谷川 俊次(CxPE)  
(株式会社 関電エネルギーソリューション)

1. はじめに	3
2. コミッショニングプロセスとコミッショニングの対象	4
3. コミッショニングとツール	7
4. 熱源機器(熱源機)の構成と燃焼制御	10
5. 蒸気負荷の特徴と熱源機の挙動	12
6. 運用適正化の着眼点	13
7. 実際の熱源機の運転状況	15
8. ツールを用いた熱源機器(熱源機)の運用適正化例	17
9. おわりに	20

- コミッショニングの一要素となる熱源機に着目し、その運用の適正化を行う方法を紹介する。
- 熱源機の内、蒸気を供給する設備では、一般的に負荷の需要変動が大きくかつ変化が急峻である。  
このような状況下、運用を改善する場合、その改善内容が有効であるのか実際に実負荷をかけて様々なケースを評価をするのは困難である。
- このため、改善の立案およびその効果を予測評価するためには運用内容を机上で推定検討できるツールが不可欠である。
- ここでは、機器の運用効率の向上に大きく影響する熱源台数の適正化にツールを用いた例を紹介する。

### 2.1 コミッショニングプロセスとコミッショニングの対象

コミッショニングの各プロセスと、建物やシステム及び機器等のコミッショニングの対象を図1に示す

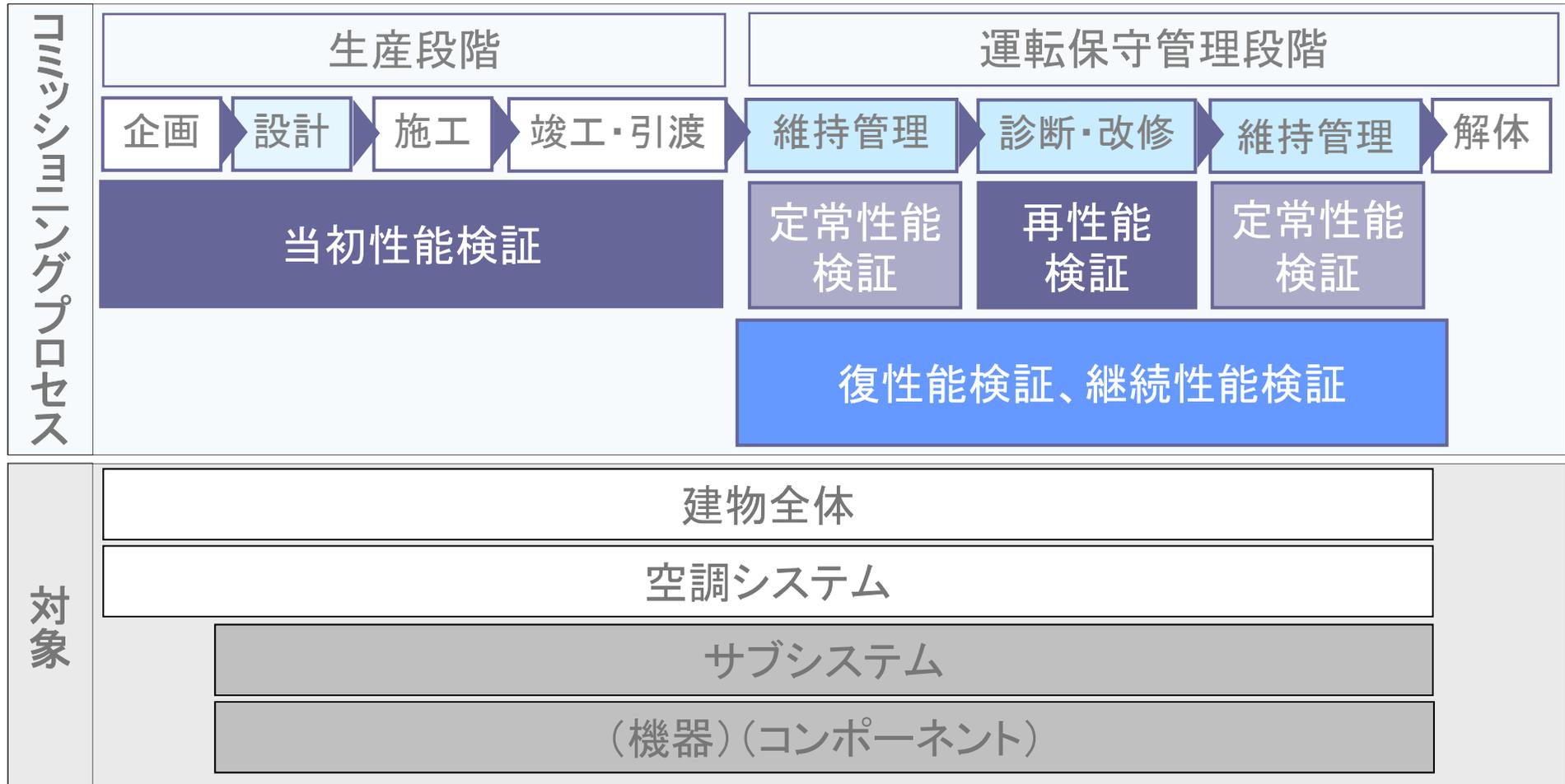


図1 コミッショニングプロセスとコミッショニングの対象

### ■ 2.2 試運転 / チューニングにおける性能検証の起点

性能検証するプロジェクトの計画・仕様の決定の対象は【建物全体】から個別の【機器】【コンポーネント】に対象が移って行く。一方、施工時における試運転や、性能検証の過程に実施されるチューニング等では、個別の【機器】【コンポーネント】レベルの検証やチューニングが起点となる

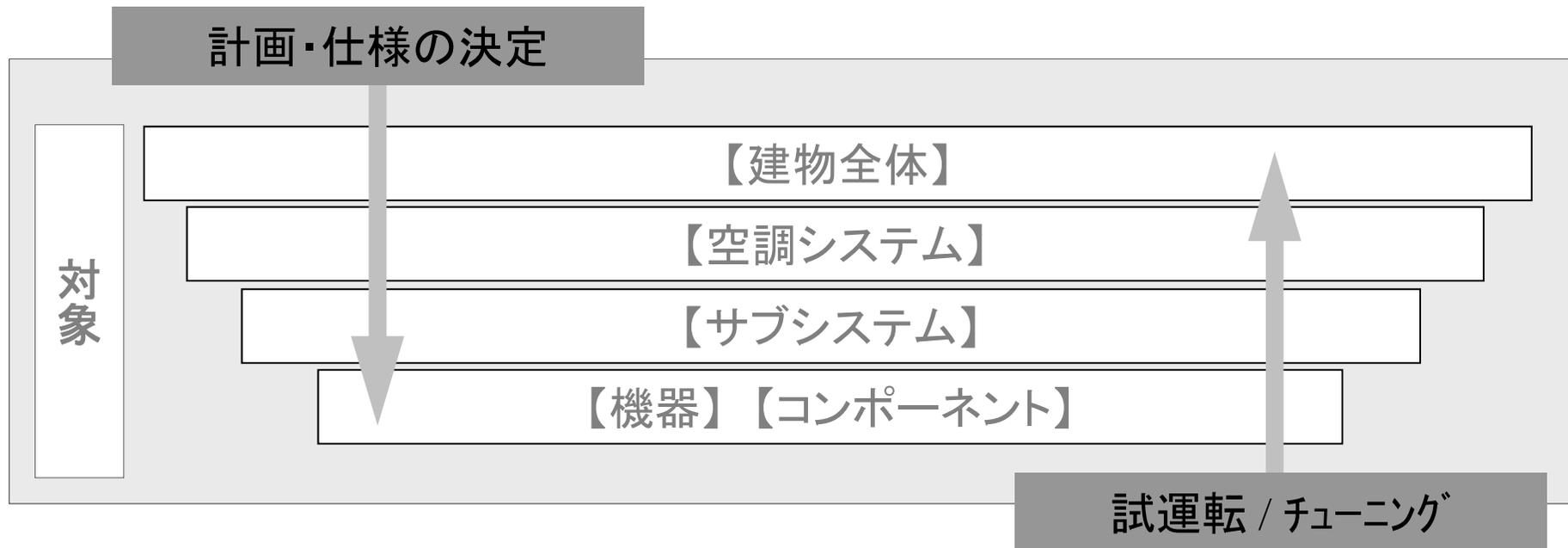


図2 コミッショニングプロセスとコミッショニングの対象

### 2.3 個別機器、コンポーネントの性能検証の手段

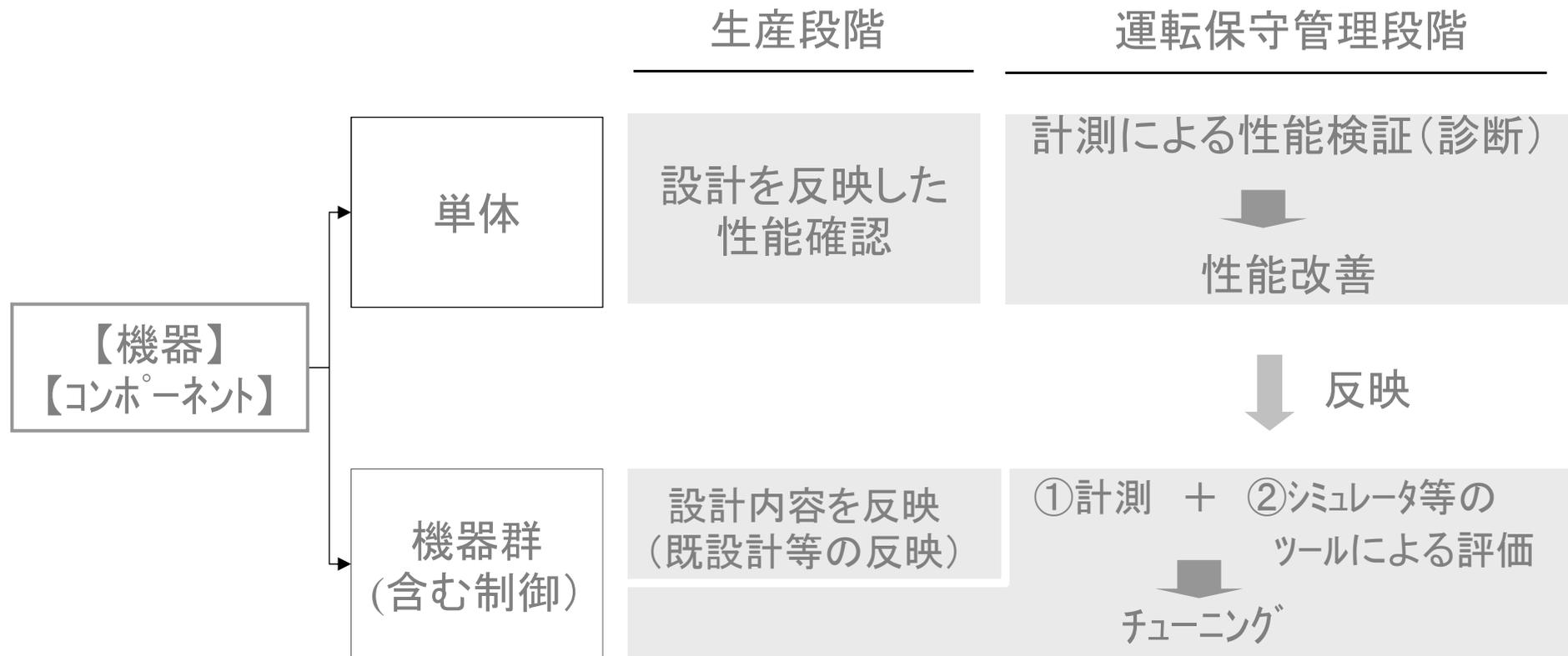


図3 コミッショニングプロセスとコミッショニングの対象

### ■ 3.1 機器群の性能検証の課題 (シミュレーションツールの必要性)

機器群の性能検証を実施する場合、以下のような課題がある

- (1) 検証のために実負荷をかけることができない場合が多い
- (2) 実負荷をかけて検証できる場合でも、チューニングのように複数のパラメータの設定を何度も変えてテストを実施することができない



シミュレーター等のツールが必要

## 3.2 コミッショニングのツール群と熱源機器評価ツールの適用段階

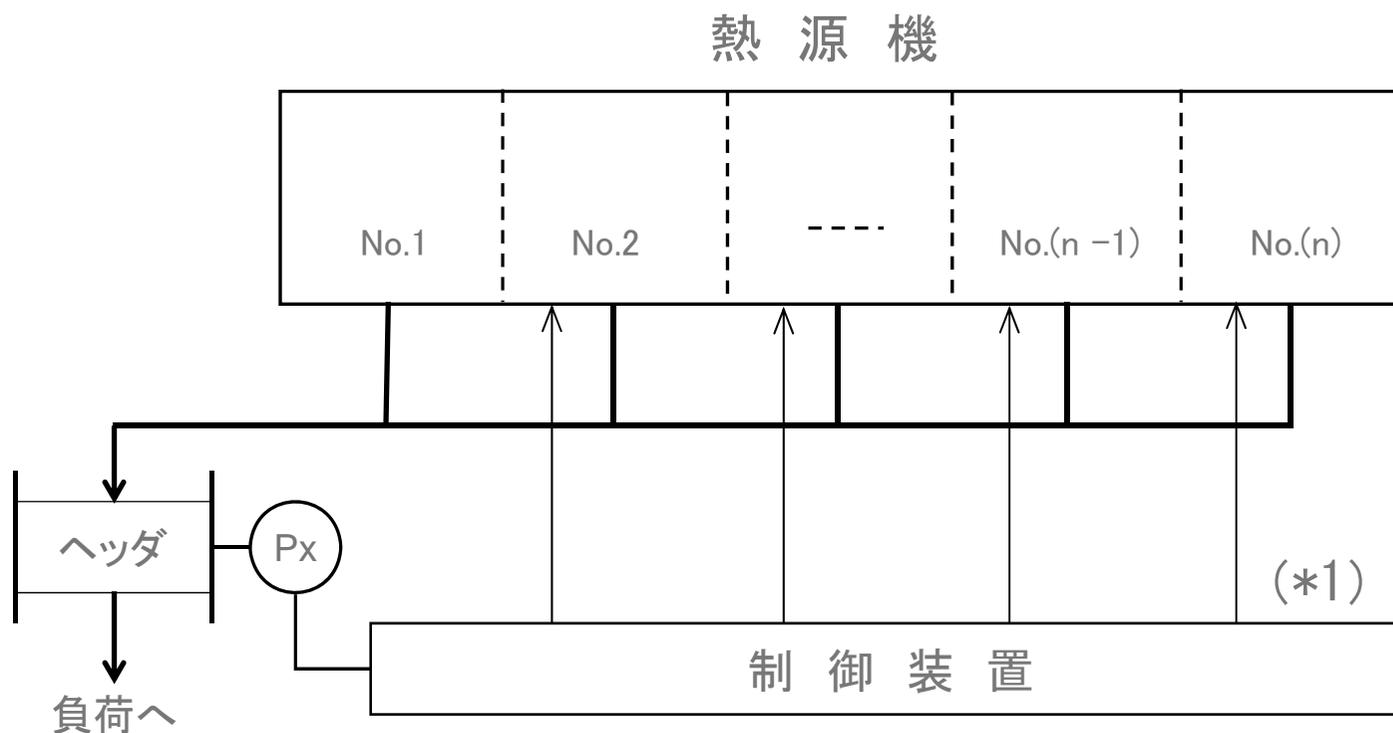
検証過程	当初性能検証				再性能・復性能検証	
段階	【企画】 【計画】	【設計】		【施工】	【竣工・引渡】	【維持管理/(診断・改修)】
		基本設計	実施設計			
建物全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 建物の環境性能評価</li> <li>■ エネルギー性能評価</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 環境性能評価</li> <li>■ エネルギー性能評価</li> </ul>	
(空調)システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 室内設計条件の検討</li> <li>■ ゾーニングの検討・最適化</li> <li>■ エネルギー消費量の予測</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>■ システム性能評価</li> </ul>	
サブシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 機器容量の最適化</li> <li>■ 季節的システム挙動確認</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>■ サブシステムの性能評価</li> </ul>	
機器コンポーネント	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 制御系・機器挙動確認</li> <li>■ 制御系チューニング</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 制御系安定性評価</li> <li>■ 制御系チューニング</li> </ul>	

## 3.3 ツールの役割

区分	設 計	施 工	運 転 管 理
目的と役割	設計性能の予測	設備性能の確認	設備性能の監視と診断
概要	<p>企画や設計がなされた段階で、設計案が設計要求を満たすかどうかを検証するツール</p> <p>例: 各種シミュレーションソフト及び関連ツール</p>	<p>施工がなされた段階で設備が、設計性能を満たしているかどうかを検証するツール</p> <p>例: 機能性能試験で用いるツール</p>	<p>設備の引渡しが完了した段階で、設備の運転状態の監視、評価、診断、改善に使用するツール</p> <p>例: 不具合検知・診断、運用最適化ツール</p>
分類 (役割)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.年間負荷・エネルギー消費量などのシステム全体の性能予測(静的)</li> <li>2.部分システム性能の予測(静的・動的)</li> <li>3.個別機器又は要素の動的性能予測(動的)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.BEMS または可搬BEMS(データ採取)</li> <li>2.PCと解析ソフト (性能データ解析)</li> <li>3.性能評価・診断</li> <li>4.改善効果予測</li> <li>5.各種チェックリスト</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.システム全体性能監視・評価(静的)</li> <li>2.部分システム性能監視・評価(静的・動的)</li> <li>3.個別機器又は要素の動的性能監視・診断 (動的)</li> <li>4.改善効果予測</li> </ol>

## 4.1 蒸気供給系の構成

蒸気供給の主流となっている小型熱源機の組合せによる機器構成を示す



(\*1) 熱源機毎に起動／停止、燃焼モードを制御

図4 蒸気供給系の構成

## 4.2 熱源機の燃焼制御

各熱源機ごとに燃焼状況が異なり、かつ複数の熱源機の組み合わせで蒸気を供給する

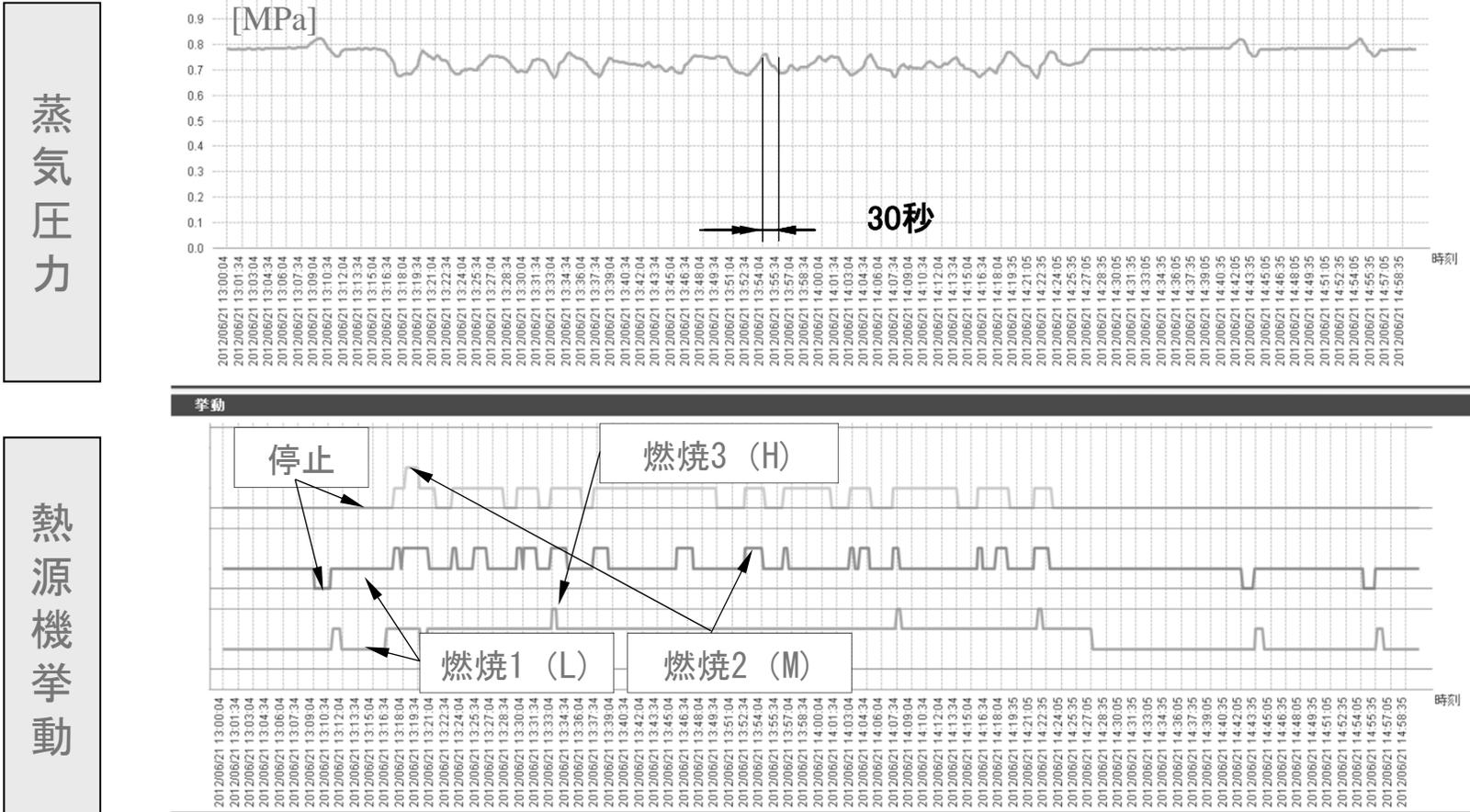


図5 蒸気負荷と熱源機燃焼状況(例:熱源機台数3台)

### ■ 5.1 蒸気負荷の特性及び熱源機の挙動の特徴

#### (1) 蒸気負荷の特徴

蒸気需要変化が速く、負荷変化のパターンが一定ではない

#### (2) 熱源機群の挙動

- 熱源機の起動停止および燃焼状態の変化が速い
- 複数の熱源機を制御する制御内容が複雑である

### ■ 6.1 ツールによる運用適正化のねらい

1. 安定運転を維持する  
速い負荷変動下で複数台の熱源機の運転の組み合わせで安定した運転を行う。
2. 効率的な運転を行う  
台数制御による蒸気供給上のロス(パージロス)を低減する運転を行う

---

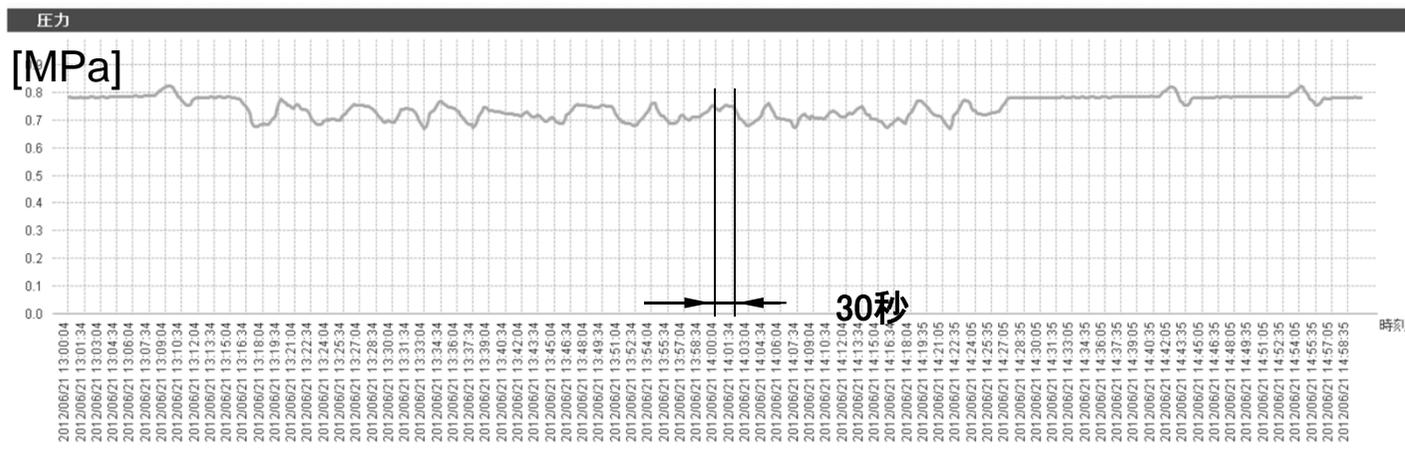
低負荷域で頻繁に起動停止する場合パージによる熱損出が発生する。  
パージ： 点火前の準備(空気入れ替え)状態でパージにより冷やされロスとなる。



起動停止回数の抑制が必要

## 6.2 運用適正化のポイント ⇒ 台数制御による蒸気供給上のロス(パーズロス)の低減

蒸気圧力



熱源機挙動

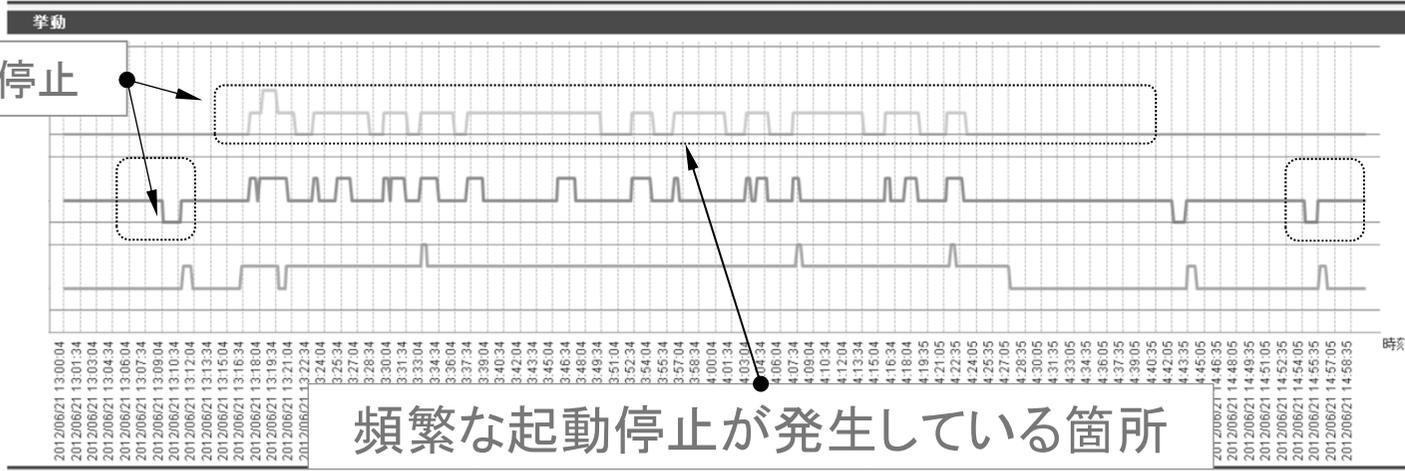


図6 損失発生箇所(「パーズロス」発生箇所)

## 7.1 熱源機の運転例

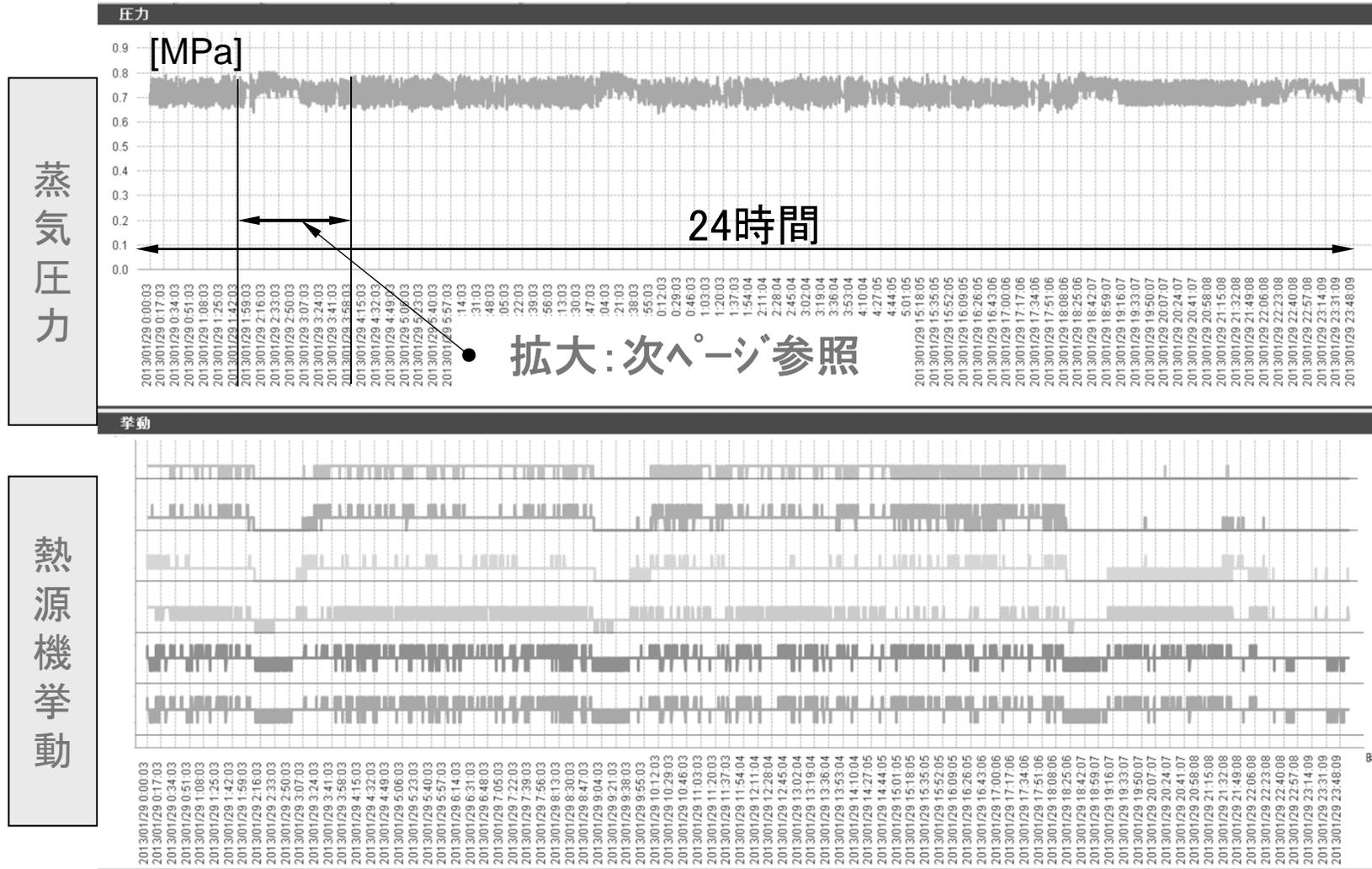


図7 実際の熱源機の運転状況

## 7.2 熱源機の運転例（拡大）

蒸気圧力

熱源機挙動

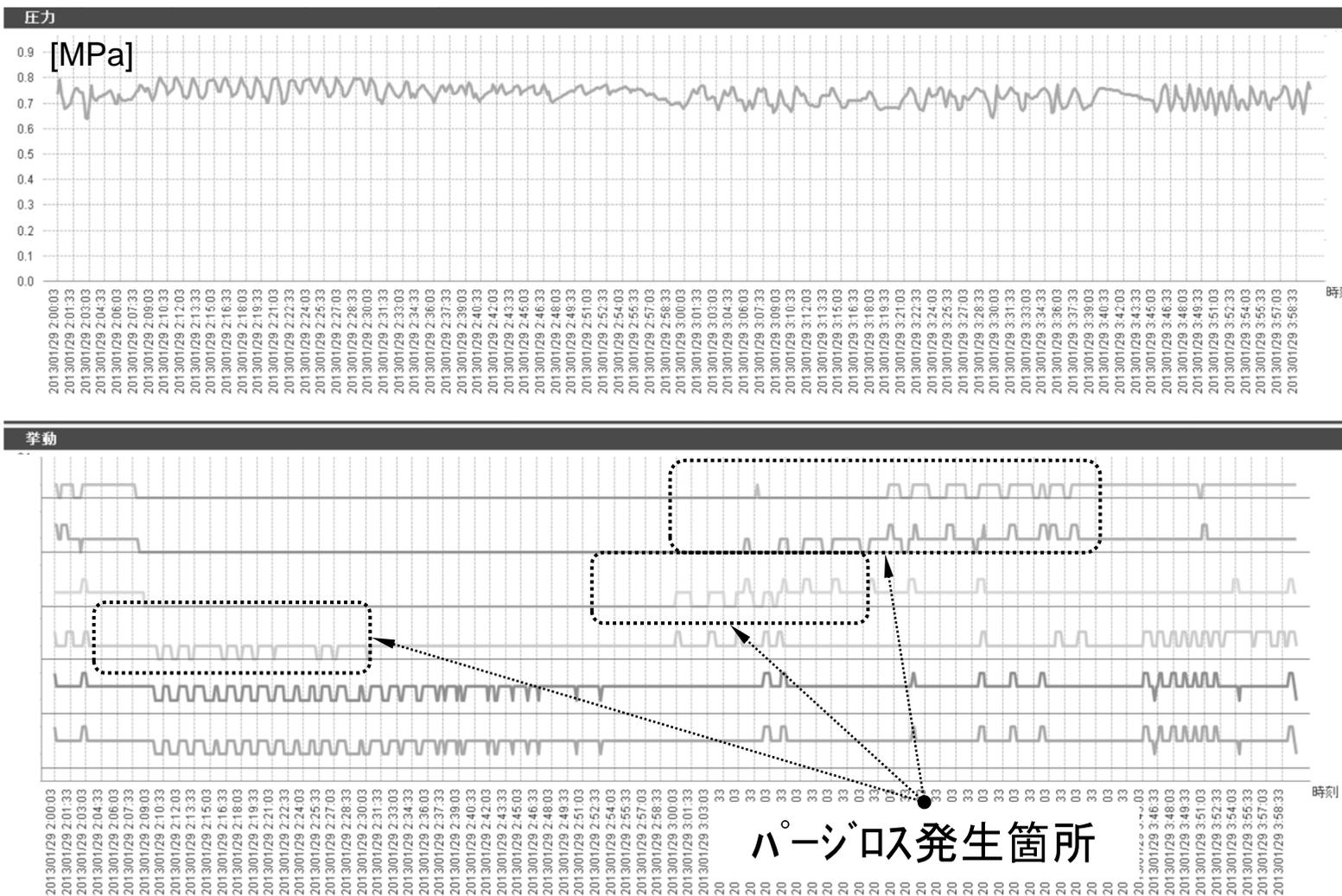


図8 実際の熱源機の運転状況（拡大図）

## 8.1 ツールを用いた適正化の手順

ツールを用いた運用のフローを図9に示す。図9は運転保守管理段階を想定したものである。生産段階では、想定負荷を使用する。

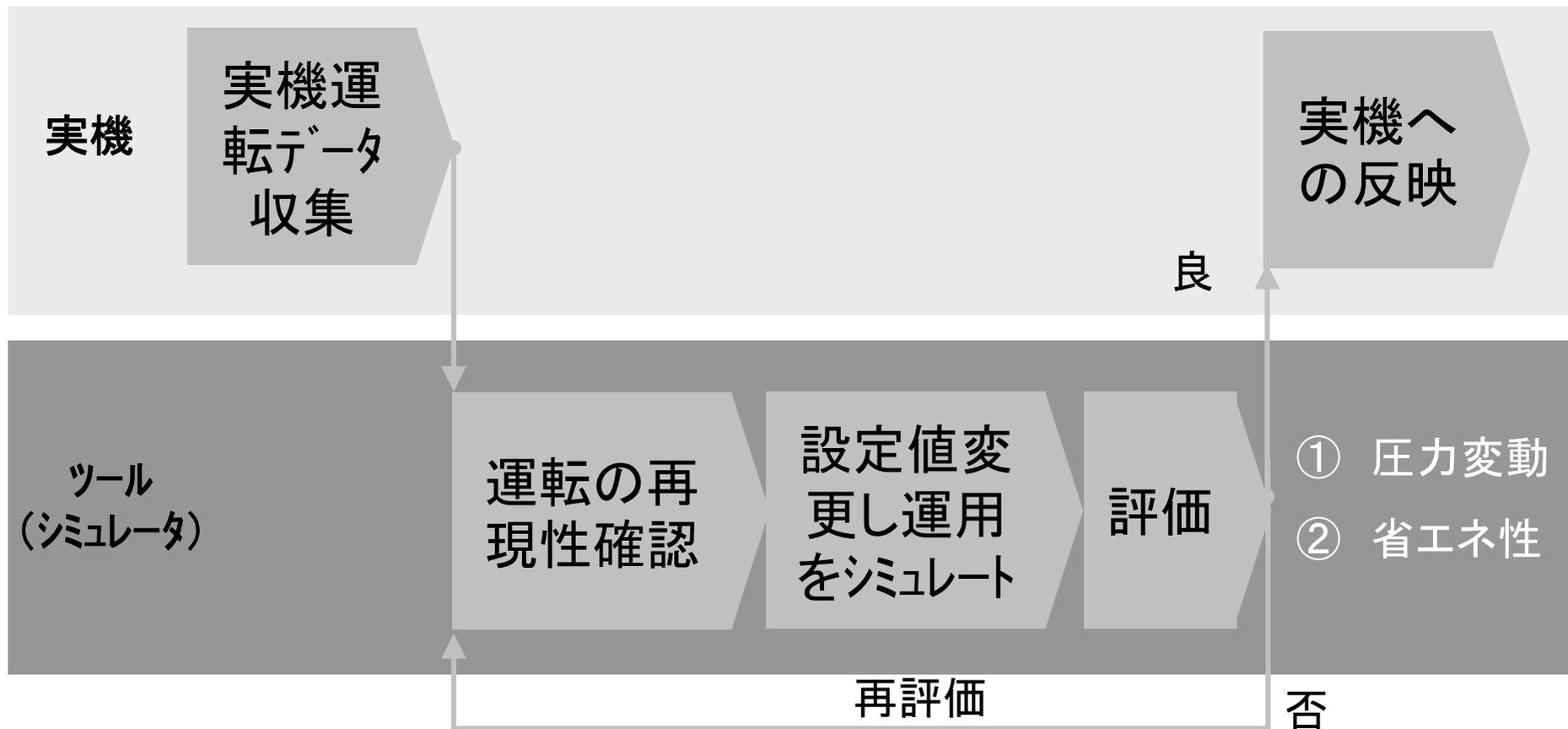
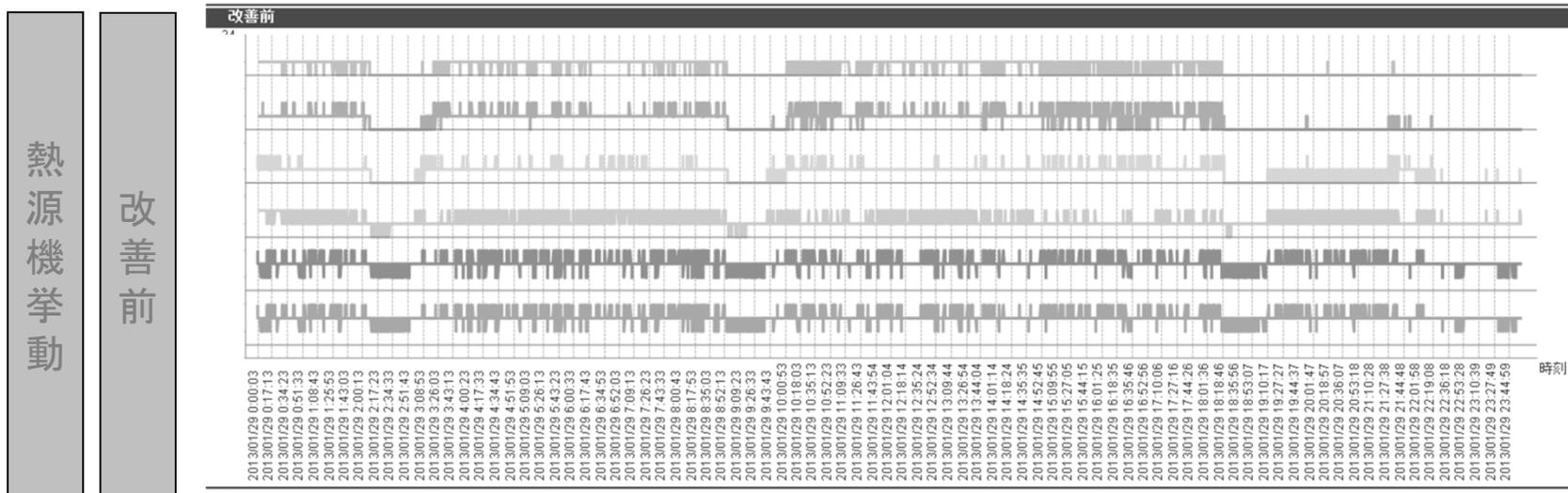


図9 ツールの構成

## 8.2 改善実施例 (熱源機起動停止回数の低減)



### 検討事項

- ① 年間負荷の推移
- ② 各熱源機の運転状況
- ③ 運転台数の妥当性

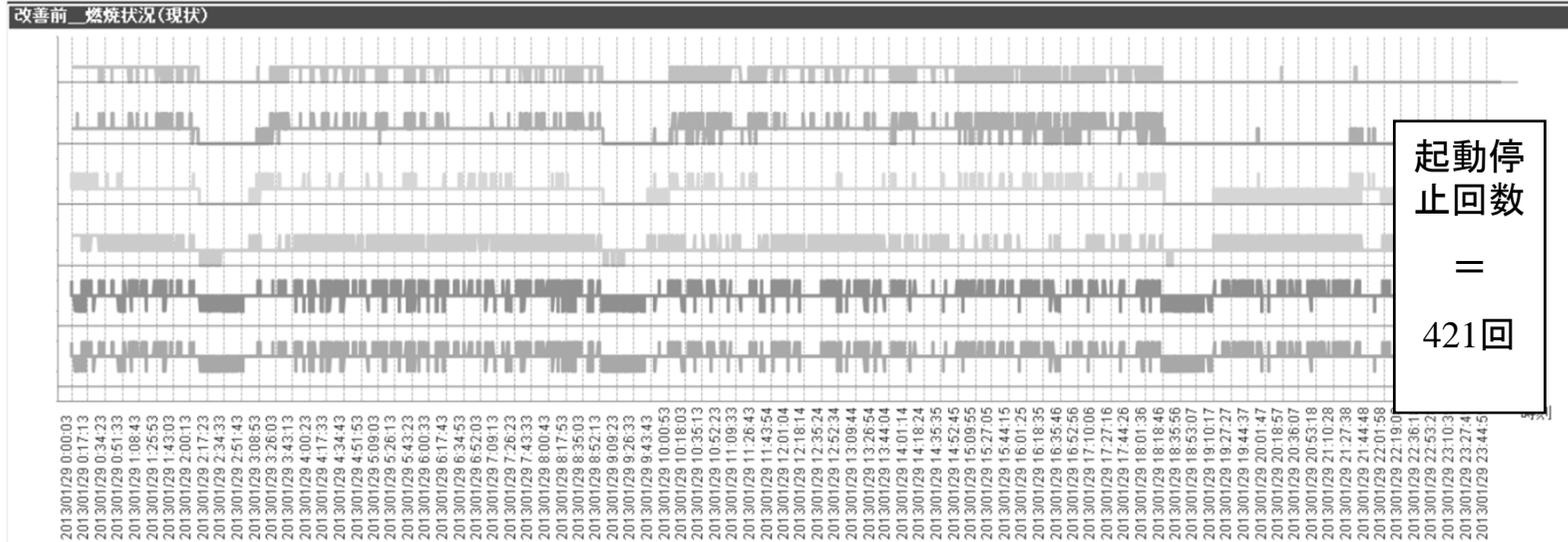
設定値変更  
内容の決定

ツールによる  
ケース評価

図10 熱源機起動停止回数の低減

## 8.3 改善実施例 (熱源機起動停止回数の低減)

改善前



熱源機挙動

設定値変更後の予想

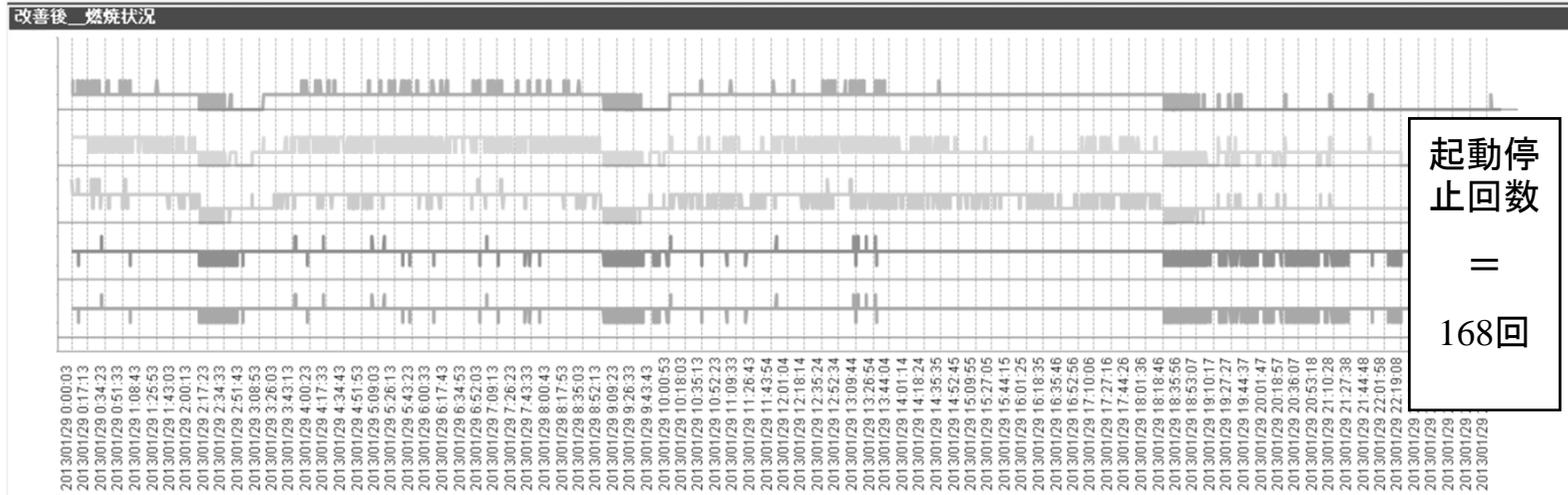


図11 熱源機起動停止回数の低減

- コミッショニングの一要素となる熱源を構成する機器の内、熱源機を取り上げ運用適正化を行う例を紹介した。
- 建物全体の性能検証および改善を行う場合も、機器や、サブシステム単位から性能評価が不可欠であり、またその評価手段が必要である。
- 熱源機の運用の内、特に複数の熱源機の組合せによる制御の評価および改善には評価手段としてツールが有用である。
- 但し、各設定値の決定には、機器及び負荷の深い知見が必要であり、ツールを用いることと知見の相互作用でより有効な改善に結びつくものである。