

# 運転訓練シミュレータのモデルの区分

長崎大学大学院生産科学研究科

松井信正

## 目 次

1. はじめに.....	1
2. 運転訓練シミュレータのモデル.....	2
3. シミュレーション手順.....	3
4. コンベンショナルプラントの物理モデルと簡易モデルの区分.....	4
5. ガスタービンコンバインドサイクルプラントの物理モデルと簡易モデルの区分.....	5

## 1. はじめに

電力プラントでは、制御装置の自動化が進み、プラント全体の運転および運用が容易になっている。しかし、プラントは、多種多様なシステムで構成されており、機器の異常時の対応は容易ではない。運転訓練シミュレータは、プラント全体を模擬し、通常の運転訓練だけでなく、異常時の対応も訓練できることが要求される。

本稿では、電力プラントの中、ボイラプラントおよびガスタービンコンバインドサイクルプラントに着目し、そのモデル化の区分についてまとめたものである。

## 2. 運転訓練シミュレータのモデル

Fig. 1 に運転訓練シミュレータにおけるプラントモデルの構成を示す。プラントモデルは、物理モデルと簡易モデルで構成する。物理モデルは、マスバランスおよびヒートバランスを厳密に実現した物理モデルで構成する。また、簡易モデルは、実プラントで得られた特性を伝達関数および線形化の手法によって、現象をモデル化する。

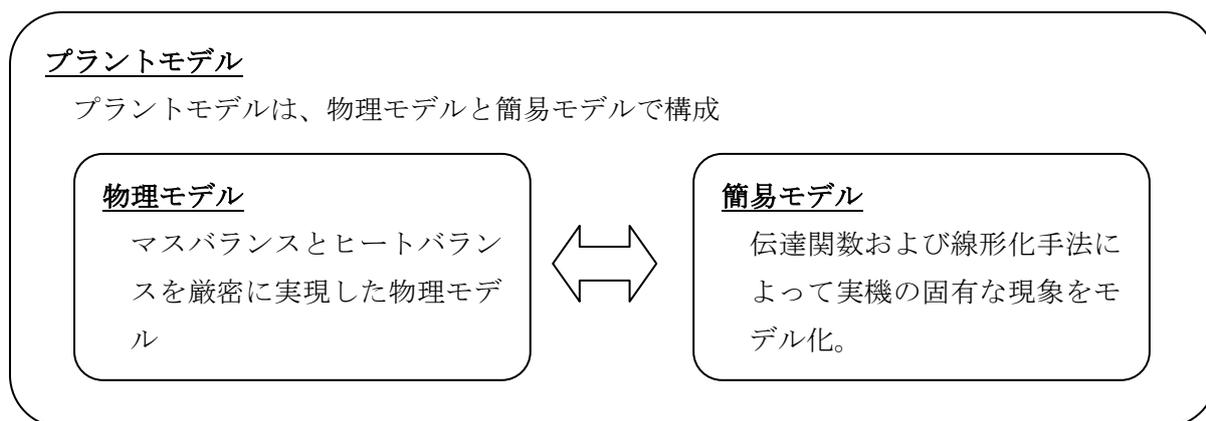


Fig. 1. プラントモデルの構成

Table. 1. に系統の区分を示す。4 章および 5 章では、この Table 内の機器の模擬方法について、コンベンショナルプラントおよびガスタービンコンバインドサイクルプラントのそれぞれを区分する。

Table. 1. 系統の区分

No	系統名	No	系統名
1	軸冷水系統	11	補助蒸気系統
2	海水冷却水系統	12	発電機系統
3	軸受油系統	13	空気系統
4	補給水系統	14	燃焼ガス系統
5	真空（空気）系統	15	燃料系統
6	復水系統	16	給水ポンプ系統
7	ヒータードレン系統	17	皮相電力方式送電系統
8	給水・予熱及び予熱・循環系統	18	有効・無効電力方式送電系統
9	過熱、再熱および再々熱蒸気系統	19	微分方程式送電系統
10	蒸気タービン系統	20	排熱ボイラ系統

### 3. シミュレーション手順

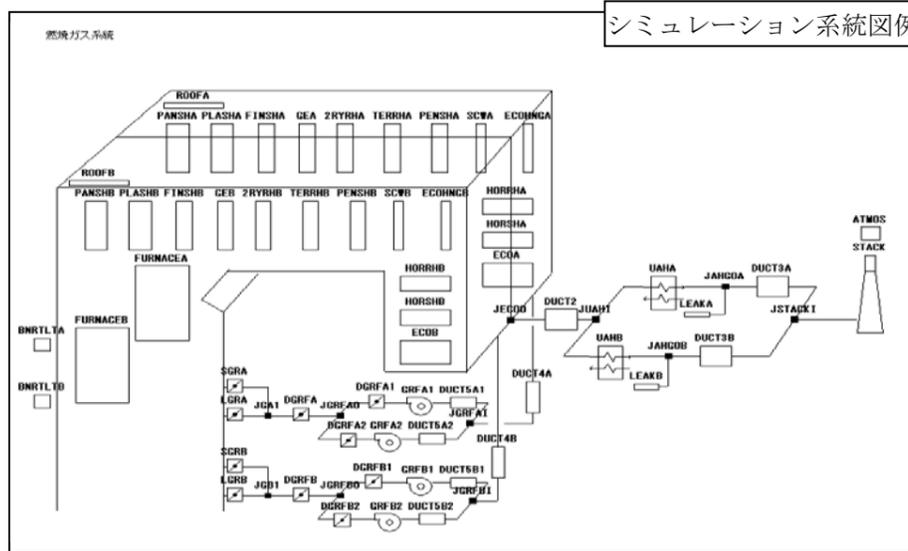
プラントモデル構築の手順を以下に示す。

- ①実機主管システムを基にプラントモデル模擬系統図を作成し、各機器の接続データベースを構築。
- ②設計/実機データを各機器の特性としてデータベースに登録。
- ③シミュレーションは、制御モデルにより操作量を与える。
- ④シミュレーション結果は、各機器の流量/圧力/温度を出力する。

#### ①モデル系統構築

##### 系統

主管系統図  
煙道系統図  
など



#### ②モデルデータ構築

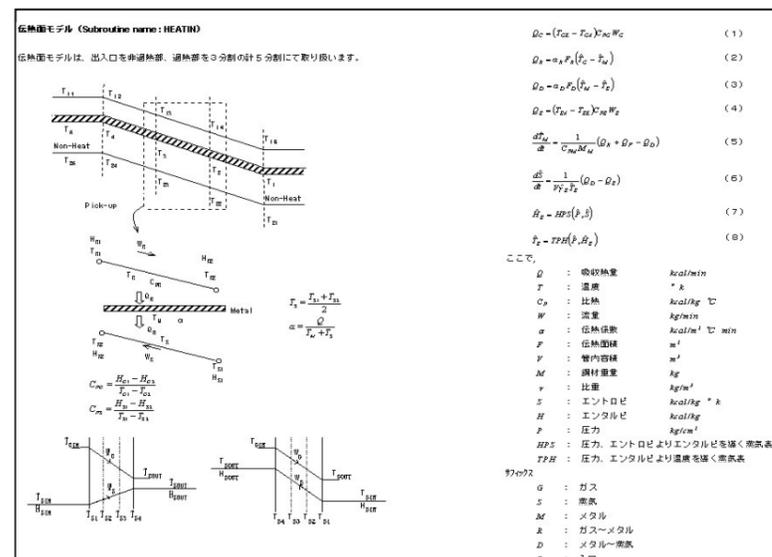
##### 設計データ

- 1.配管寸法  
長さ/径/  
厚み/数
- 2.機器特性

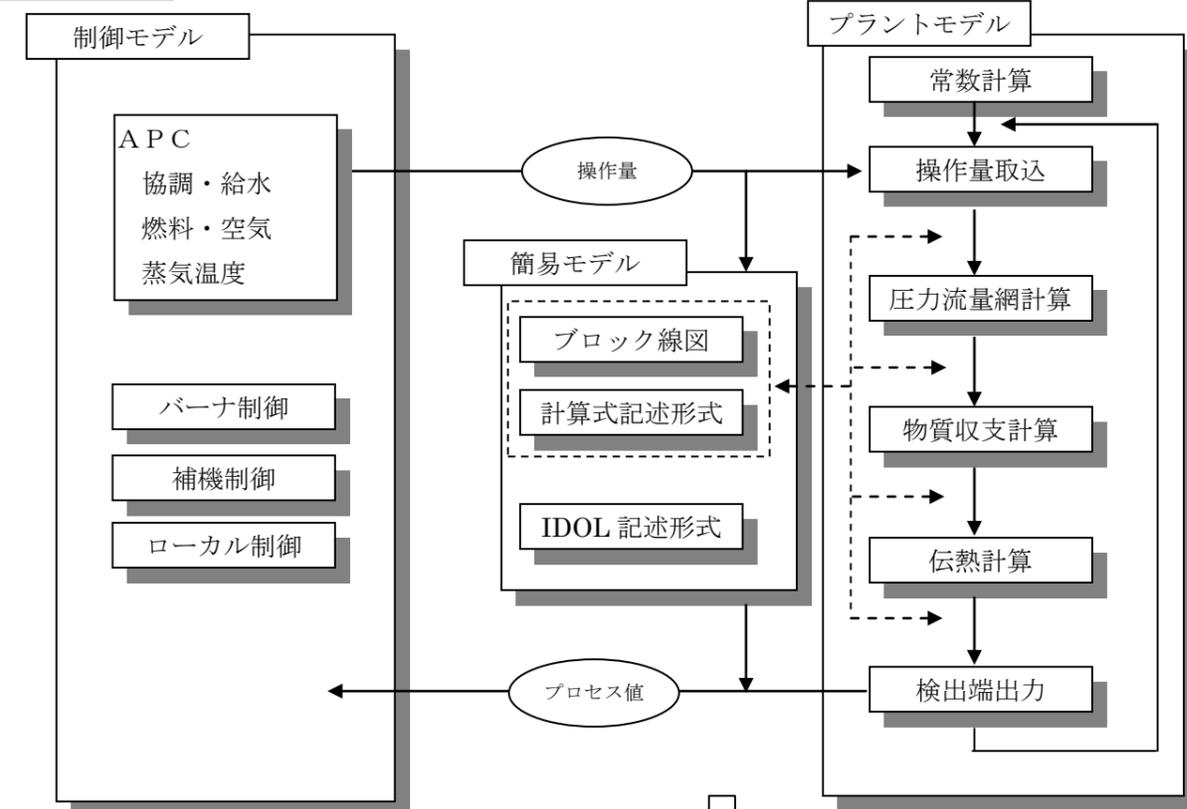
##### 実機データ

- 1.静特性  
流量  
圧力  
温度

項目	単位	値
1 入口流量	(t/h)	1000
2 入口圧力	(MPa)	10
3 入口温度	(°C)	20
4 入口成分	(%)	0.03
5 入口速度	(m/s)	10
6 入口径	(mm)	1000
7 入口厚み	(mm)	10
8 入口数	(個)	1
9 入口位置	(m)	0
10 入口向き	(°)	0
11 入口形状	(形状)	円筒
12 入口材質	(材質)	SS
13 入口状態	(状態)	液体
14 入口圧力	(MPa)	10
15 入口温度	(°C)	20
16 入口成分	(%)	0.03
17 入口速度	(m/s)	10
18 入口径	(mm)	1000
19 入口厚み	(mm)	10
20 入口数	(個)	1
21 入口位置	(m)	0
22 入口向き	(°)	0
23 入口形状	(形状)	円筒
24 入口材質	(材質)	SS
25 入口状態	(状態)	液体
26 入口圧力	(MPa)	10
27 入口温度	(°C)	20
28 入口成分	(%)	0.03
29 入口速度	(m/s)	10
30 入口径	(mm)	1000
31 入口厚み	(mm)	10
32 入口数	(個)	1
33 入口位置	(m)	0
34 入口向き	(°)	0
35 入口形状	(形状)	円筒
36 入口材質	(材質)	SS
37 入口状態	(状態)	液体
38 入口圧力	(MPa)	10
39 入口温度	(°C)	20
40 入口成分	(%)	0.03
41 入口速度	(m/s)	10
42 入口径	(mm)	1000
43 入口厚み	(mm)	10
44 入口数	(個)	1
45 入口位置	(m)	0
46 入口向き	(°)	0
47 入口形状	(形状)	円筒
48 入口材質	(材質)	SS
49 入口状態	(状態)	液体
50 入口圧力	(MPa)	10
51 入口温度	(°C)	20
52 入口成分	(%)	0.03
53 入口速度	(m/s)	10
54 入口径	(mm)	1000
55 入口厚み	(mm)	10
56 入口数	(個)	1
57 入口位置	(m)	0
58 入口向き	(°)	0
59 入口形状	(形状)	円筒
60 入口材質	(材質)	SS
61 入口状態	(状態)	液体
62 入口圧力	(MPa)	10
63 入口温度	(°C)	20
64 入口成分	(%)	0.03
65 入口速度	(m/s)	10
66 入口径	(mm)	1000
67 入口厚み	(mm)	10
68 入口数	(個)	1
69 入口位置	(m)	0
70 入口向き	(°)	0
71 入口形状	(形状)	円筒
72 入口材質	(材質)	SS
73 入口状態	(状態)	液体
74 入口圧力	(MPa)	10
75 入口温度	(°C)	20
76 入口成分	(%)	0.03
77 入口速度	(m/s)	10
78 入口径	(mm)	1000
79 入口厚み	(mm)	10
80 入口数	(個)	1
81 入口位置	(m)	0
82 入口向き	(°)	0
83 入口形状	(形状)	円筒
84 入口材質	(材質)	SS
85 入口状態	(状態)	液体
86 入口圧力	(MPa)	10
87 入口温度	(°C)	20
88 入口成分	(%)	0.03
89 入口速度	(m/s)	10
90 入口径	(mm)	1000
91 入口厚み	(mm)	10
92 入口数	(個)	1
93 入口位置	(m)	0
94 入口向き	(°)	0
95 入口形状	(形状)	円筒
96 入口材質	(材質)	SS
97 入口状態	(状態)	液体
98 入口圧力	(MPa)	10
99 入口温度	(°C)	20
100 入口成分	(%)	0.03



#### ③シミュレーション



#### ④シミュレーション結果

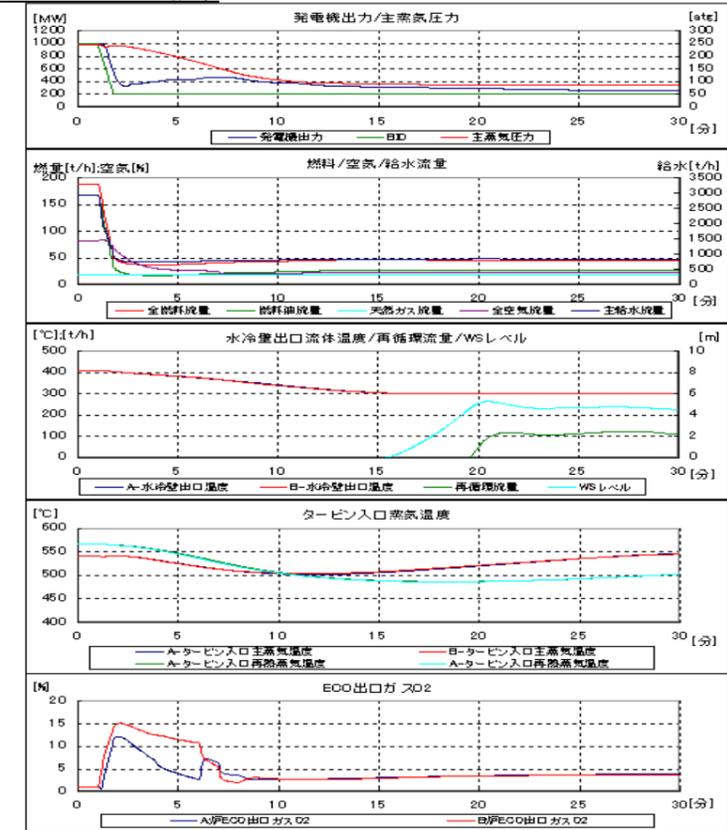


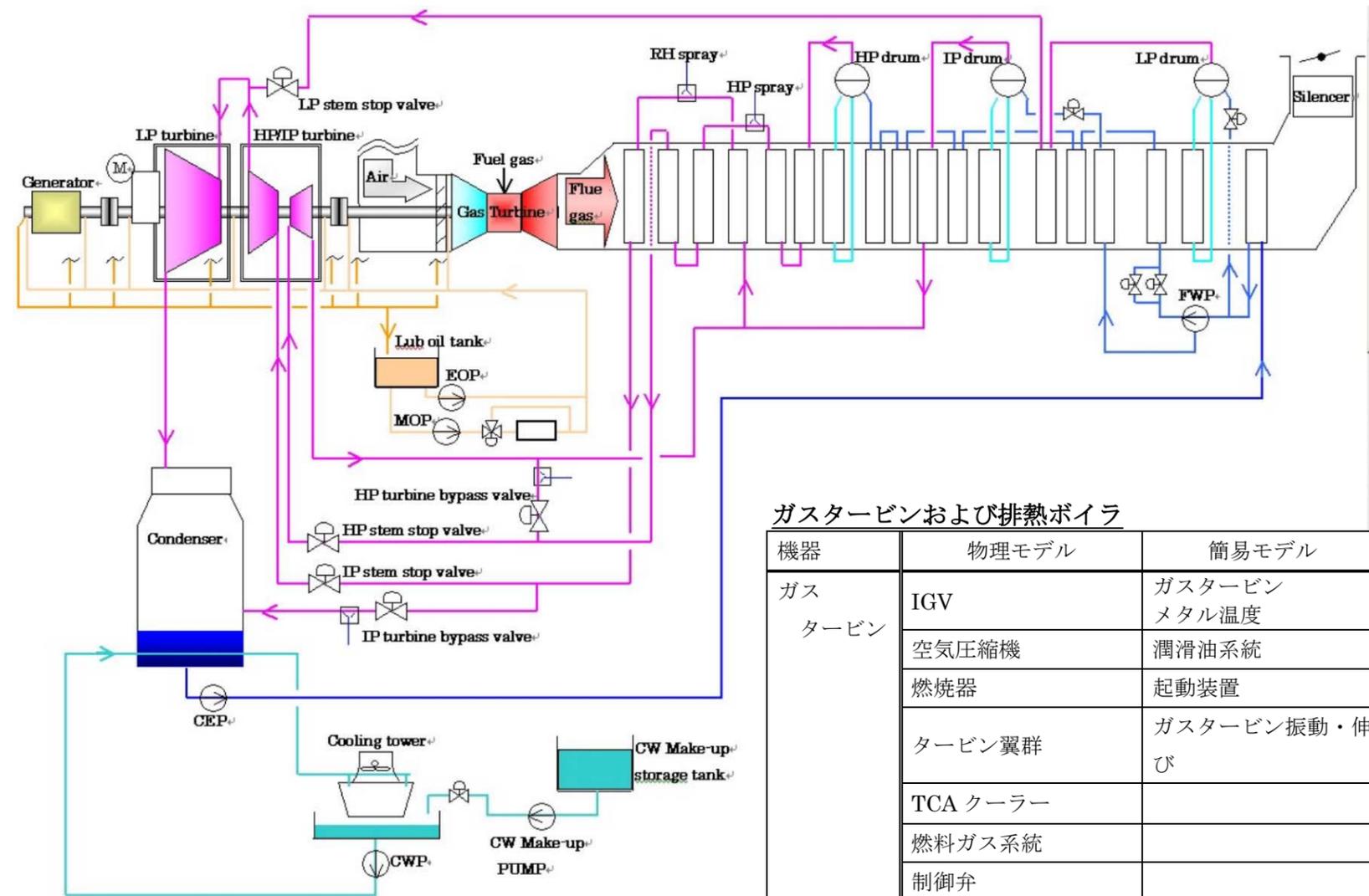
Fig. 2. シミュレーションの手順



## 5. ガスタービンコンバインドサイクルプラントの物理モデルと簡易モデルの区分

### 蒸気タービンおよび発電機

機器	物理モデル	簡易モデル
タービン	MSV/GV/RSV/ICV	タービンメタル温度
	タービン调速段	タービン振動・伸び
	タービン翼(抽気段毎)	タービン油圧
	脱気器	ターニング装置
	給水ヒータ	補機油圧・潤滑油関連
	復水器	補機冷却水関連
	復水/給水ポンプ	補機電流・振動
	給水ポンプ駆動蒸気	復水・給水薬注処理
	真空関連	所内・制御用空気
	グラント蒸気関連	
	抽気弁・ドレン弁	
	各制御弁	
発電機	タービン発電機	H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> ガス関連
	主変圧器(1相対応)	密封油関連
	励磁装置(一部簡易)	所内電力
海水冷却 冷却水	ポンプ(CWP/BCWP)	ベント関連
	冷却器	
	主要冷却器	補機関連冷却器
軸受油	ポンプ	補機関連冷却器
	各制御弁	
	主要冷却器	



### ガスタービンおよび排熱ボイラ

機器	物理モデル	簡易モデル
ガス タービン	IGV	ガスタービン メタル温度
	空気圧縮機	潤滑油系統
	燃焼器	起動装置
	タービン翼群	ガスタービン振動・伸 び
	TCAクーラー	
	燃料ガス系統	
	制御弁	
HRSG	伝熱面	環境(Nox 等)
	蒸気ドラム	補機潤滑油系統
	煙突	補機電流・振動
	ダンパー	補機関連冷却器
	ポンプ	
	制御弁	
	補助蒸気系統	

Fig. 4. ガスタービンコンバインドサイクルプラントでのモデルの区分