

# 電力の安定供給に貢献する非常用ガスタービン発電設備

## Standby Gas Turbine Generator Set for Stable Supply of Electric Power

井上 雄介<sup>①</sup> Yuusuke Inoue  
 内藤 朋<sup>②</sup> Tomo Naito  
 倉澤 貞之<sup>③</sup> Sadayuki Kurasawa



震災以降、非常時にも電力を安定供給できるシステムへのニーズが高まっている。当社では、24時間稼働が必要とされる病院、通信設備およびIT関連のデータセンターなどの非常用バックアップ電源として、幅広い出力範囲に対応した自社開発のガスタービンを駆動源とする発電設備を製造・販売している。

本稿では、非常用ガスタービン発電設備の特徴と東日本大震災など災害発生時の稼働状況について示す。

After the Great East Japan Earthquake, the need for systems that can stably supply power in an emergency is openly evident. We internally develop, manufactures and sells power generation facilities powered by gas turbines for a wide variety of output ranges, as standby backup power supplies to be used by hospitals, communications facilities, IT-related datacenters and other facilities that need to run 24 hours a day.

This paper presents the features of our standby gas-turbine power generation facilities as well as their operating track records in disasters such as the Great East Japan Earthquake.

### まえがき

2011年3月に日本を襲った東日本大震災では、被災地域が1都15県と広範囲にわたり、甚大な被害が生じた。停電した地域においては、当社の非常用ガスタービン発電設備が100%稼働し、復電または燃料が尽きるまで電力を供給し続け、非常用として真価を発揮した。停電時に非常用発電設備が稼働した都県を図1に示す。

非常用発電設備は、緊急時に確実に始動し電力を供給することが必須であり、駆動源として用いるガスタービンには、高い始動信頼性、始動から給電開始までの時間が短いことなどの特性が求められる。そのため、簡素な構造の単純開放サイクル軸式ガスタービン(図2)が主流であり、当社でも採用している。また、ガスタービンは自己空冷式で冷却水が不要なため、屋上や地下など限られた場所への設置が可能である。ガスタービン発電設備の屋内設置の構成例を図3に示す。常用発電装置と同様、高効率であることも重要な特性であるが、使用目的の違いから、常用ガスタービンとは違った特性が求められる。

当社の非常用ガスタービン設備「カワサキPUシリーズ」の主要諸元を表1に示す。



図1 非常用発電設備が稼働した都県  
 Fig. 1 Localities with working standby generator sets

表1 「カワサキPUシリーズ」の主要諸元  
Table 1 Main specifications of Kawasaki PU series

項目	機種	機種																				
		PU 200	PU 250	PU 250S	PU 300	PU 375	PU 500	PU 500S	PU 625	PU 750	PU 1000	PU 1250	PU 1500	PU 1750	PU 2000	PU 2500	PU 3000	PU 3500	PU 4000	PU 4500	PU 5000	PU 6000
定格出力 (kVA)	非常用 (40°C)	187.5	225	250	300	375	437.5	500	625	750	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000	6,000
発電機	電圧 (V)	200~6,600								400~6,600								3,300~6,600				
	周波数 (Hz)	50/60																				
	極数 (P)	4																				
ガスタービン		S1A-01	S1A-02	S1A-03	S1A-06	S1T-02A	S1T-02	S1T-03	S2A-01A	S2A-01	M1A-01A	M1A-01	M1A-03	M1A-06	M1A-23	M1T-01S	M1T-03	M1T-06	M1T-23	M1T-23S	M1T-33A	M1T-33

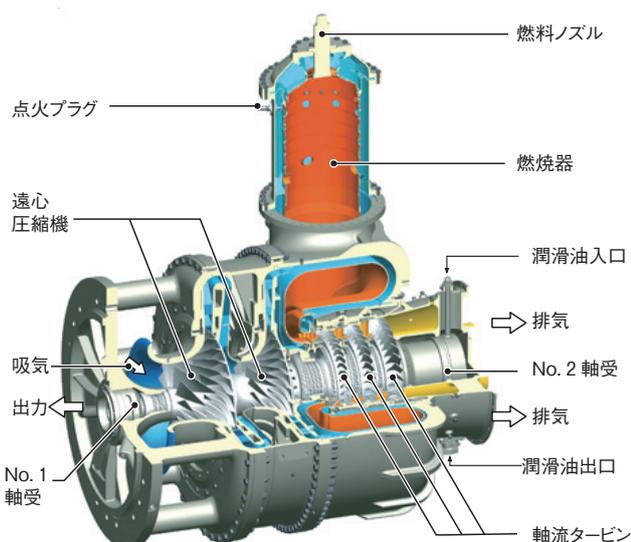


図2 単純開放サイクル軸式ガスタービン  
Fig. 2 Simple open cycle single-shaft type gas turbine

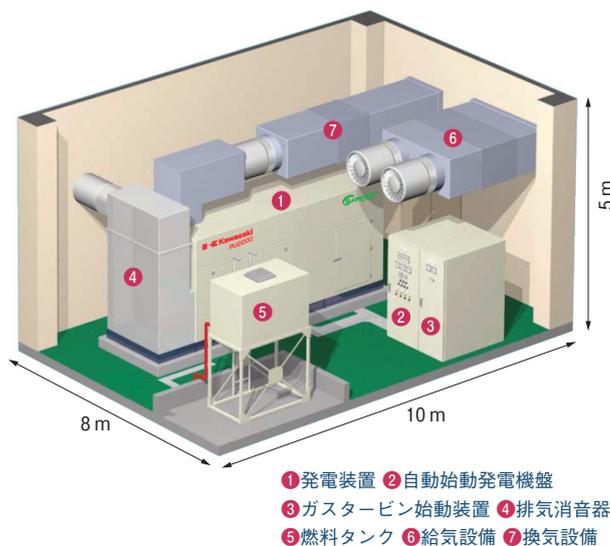


図3 ガスタービン発電設備の構成例 (2000kVA)  
Fig. 3 Example configuration of gas turbine plant (2000kVA)

## 1 当社非常用ガスタービンの特徴<sup>1)</sup>

### (1) 迅速な始動

停電発生後、自動始動してから40秒以内に給電開始することができる。

通常、出力の増大に伴ってガスタービンが大型化すると、始動時間が長くなるといった問題が生じてくるが、始動トルクシミュレーションにより始動装置の最適化を図り、6,000kVAのガスタービンにおいても、40秒始動を達成している。

### (2) 安定した周波数特性

一軸式ガスタービンは、圧縮機の駆動と回転出力の取り出しを同じタービン（主軸）で行っているため、また高速回転している主軸（毎分18,000～53,000回転）を毎分1,500/1,800回転の出力軸に減速するため、等価慣性モーメントが大きい。これにより、瞬時に負荷が変動した場合でも、速度変化が小さく良好な回転速度（周波数）特性が得られる。これは瞬時に過負荷がかかりやすい非常用発電設備には大きな長所となる。

### (3) 自己空冷式

ガスタービンは、高温部の冷却に圧縮機出口空気を使用する自己空冷式である。そのため、冷却水とこれに付随する設備が不要であり、断水や寒冷時の凍結などを考慮する必要がなく、多様な状況で運用を行う非常用発電装置にとって有効な特性である。

### (4) 小型軽量

回転機械であるガスタービンは、燃焼が連続して行われ、多量の作動流体を処理できるため、装置の小型軽量化が可能となる。

### (5) 多様な使用燃料

主に非常用発電設備では、A重油、軽油および灯油の液体燃料を使用している。各使用燃料における設置環境の許容温度範囲を以下に示す。

- ① A 重油：-10～40°C
- ② 軽油 1, 2号：-10～40°C
- ③ 軽油 3号：-15～40°C
- ④ 灯油：-25～40°C

A重油および軽油に関しては、低温時の動粘度上昇など

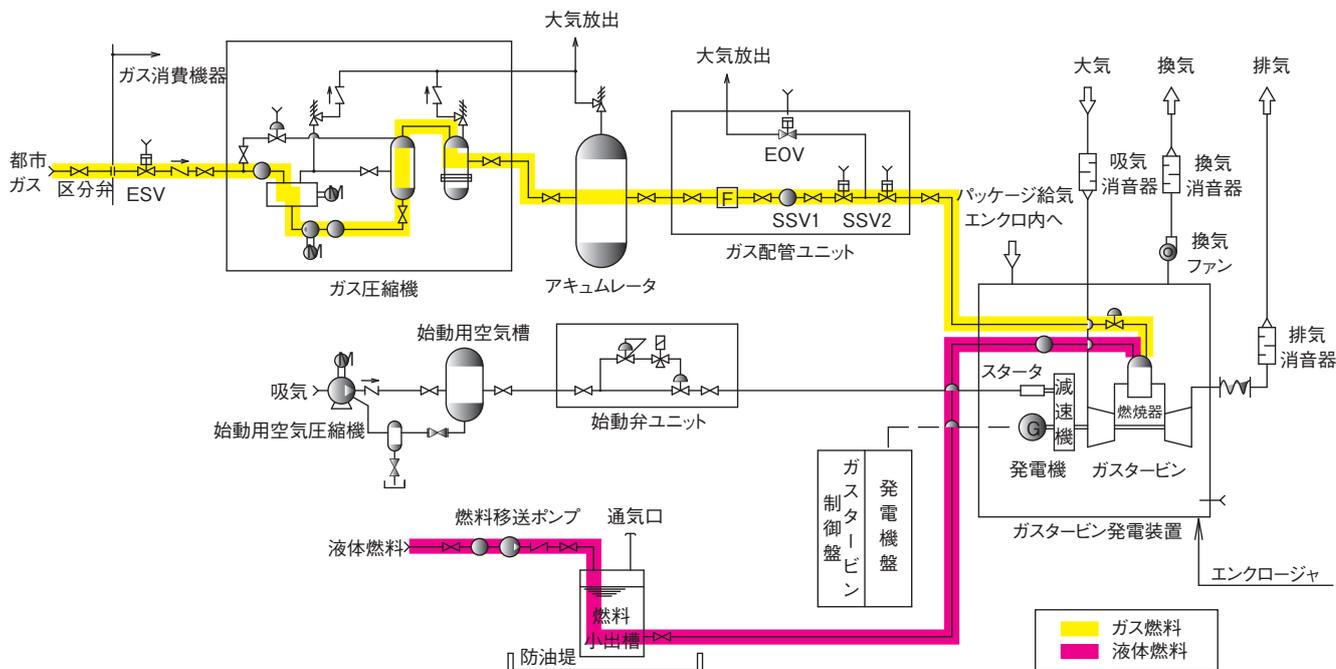


図4 デュアルフューエル方式のガスタービンのシステムフロー例  
Fig.4 Example system flow of dual fuel type gas turbine

によるフィルタ目詰まり対策として、燃料小出槽や燃料配管をヒータリングすることで、始動信頼性を高めている。

また、近年では長時間運転にも対応できるように、始動完了後、ガス燃料に切り替えるデュアルフューエルシステムの提供も開始している。

## 2 デュアルフューエルシステム<sup>2)</sup>

非常用発電設備は、比較的短時間の電力供給を目的として設置されてきた。そのため、今回の震災に伴う計画停電のように、長時間の運用を求められる場合には、燃料供給をいかに安定して行うかが運用上の問題となる。

大半の非常用発電設備は、A重油、軽油、灯油などの液体燃料を使用しており、燃料は地下貯蔵タンクなどに備蓄されるが、貯蔵量には限りがある。デュアルフューエルシステムは、緊急時に燃料供給が絶たれた場合に備え、液体燃料・ガス燃料の併用を行うものである。

ガスタービンは、液体燃料とガス燃料の切り替えが容易である。デュアルフューエル仕様では、停電時には液体燃料で起動後、自ら発電した電気でガス圧縮機を駆動させ、運転中に液体燃料からガス燃料に切り替えることで、連続運転に対応することが可能である。これらのシステムは、常用発電設備では実績があり、燃料噴射ノズルなどの燃料システムの変更により、非常用発電装置でも適用可能とした。デュアルフューエル方式のガスタービンのシステムフロー例を図4に示す。

## 3 移動電源車

災害時に「小型・軽量で冷却水不要」というガスタービンの特長は、移動電源車にとって理想的な特性となる。定置式ガスタービン発電設備の市場で、高い定評と、圧倒的とも言える納入実績を重ねた「カワサキPUシリーズ」に機動力をプラスした、ガスタービン移動電源車「カワサキMPUシリーズ」(図5)について、以下に紹介する。

### (i) 低振動・低騒音

定置式と同様、ガスタービンは往復運動部分のない回転運動機関のため、振動がほとんどない。また、騒音についても、発生音の主体が防音しやすい高周波であり、簡単な構造の防音パネルと消音器で、きわめて効果的な低騒音化を実現できる。そのため、市街地や夜間でも運用が可能である。



図5 移動電源車  
Fig.5 Mobile power unit

(ii) 冷却水が不要

ガスタービンは自己空冷式のため、冷却水が不要である。これは、多様な運用状況を求められる移動電源車にとって最適である。

(iii) 寒さに強く、高い起動信頼性

冷却水が要らず、しかも摺動部分のないガスタービンは、構造的に寒さに強く、寒冷地仕様でもディーゼル電源車のような大がかりなヒーティングシステムが不要である。燃料は、A重油、軽油および灯油が使用でき、灯油の場合は、-25℃までヒーティングなしで始動が可能である。また、暖機運転なしで全負荷投入できるのも、ガスタービンならではの魅力である。

4 非常用ガスタービン発電設備の稼働実績

(1) 東日本大震災時の稼働状況

日本を襲ったマグニチュード9.0の東日本大震災は、1990年以降の観測史上最大であり、世界の5大地震に数えられる規模であった。被災地域は、東北・関東エリア合わせて1都15県に上る。被災地域における「カワサキPUシリーズ」の稼働状況を表2に示す。

被災地域には、当社の非常用ガスタービン発電設備「カワサキPUシリーズ」が、3,092台配備されており、停電発生地域には、1,035台が配備されていた。このうち、メンテナンスされていなかった1台を除き100%が正常に稼働し、高い始動信頼性を有することを証明した。

また、震災後には、関東近県において計画停電が実施されたが、対象地域の発電設備も全て正常に稼働した。

(2) 過去の災害時の稼働状況

1995年1月に発生した阪神・淡路大震災においては、断水によりディーゼルエンジンの発電設備が稼働しなかった。一方、自己空冷式のガスタービン発電設備の多くは稼働し、カワサキ非常用ガスタービン発電設備も95.9%の稼働率を発揮した。稼働しなかった設備の多くは、設置して以来、定期整備されていなかったことが原因であったため、この震災を機に定期点検整備の重要性も認識されるようになった。この結果、2006年8月の首都圏大停電、2007年の能登半島地震、新潟県沖地震および岩手・宮城内陸地震では、100%の稼働率を実現した。

あ と が き

近年、電力会社の計画停電や電力不足などの影響により、電源セキュリティ強化の動きが出てきている。BCP（事業継続計画）の観点からも、非常時に防災負荷および保安負荷への給電が可能なデュアルフェューエル方式の非常用ガス

表2 被災地域における「カワサキPUシリーズ」の稼働状況  
Table 2 Operation of Kawasaki PU series in disaster area

	配 備 数		稼 働 状 況	
	被災地域	停電地域	稼 働	未 稼 働
青 森 県	57	50	50	
岩 手 県	50	50	50	
宮 城 県	134	119	119	
秋 田 県	32	28	28	
山 形 県	73	67	66	1 (メンテ不良)
福 島 県	64	41	41	
新 潟 県	89	0	0	
東 京 都	1,277	49	49	
神 奈 川 県	363	175	175	
埼 玉 県	216	125	125	
千 葉 県	233	91	91	
茨 城 県	125	76	76	
栃 木 県	65	43	43	
群 馬 県	106	90	90	
山 梨 県	28	13	13	
静 岡 県	180	18	18	
合 計	3,092	1,035	1,034	1

タービン発電設備の重要性が認識され始めており、今後もこれらのシステムを採用する事例が増えていくことを期待している。

また、小型ガスタービンを用いた移動電源車は、機動性に優れ、社会インフラを支えるバックアップシステムとして有用である。搭載されるガスタービンは、それぞれ違った特性から選ばれているが、原動機として高効率、高信頼性、低環境負荷を求められることには変わりはなく、今後も品質向上や普及拡大、非常時に確実に稼働させるために重要な定期整備サービスの展開を図っていく。

参 考 文 献

- 1) 辰巳, 井上, 若山, 細川, 堂浦: “小型ガスタービン発電装置の動向について”, 日本ガスタービン学会誌 (2012)
- 2) 井上俊彦: “デュアルフェューエル方式のガスタービンについて”, クリーンエネルギー (2012)



井上 雄介



内藤 朋



倉澤 貞之