

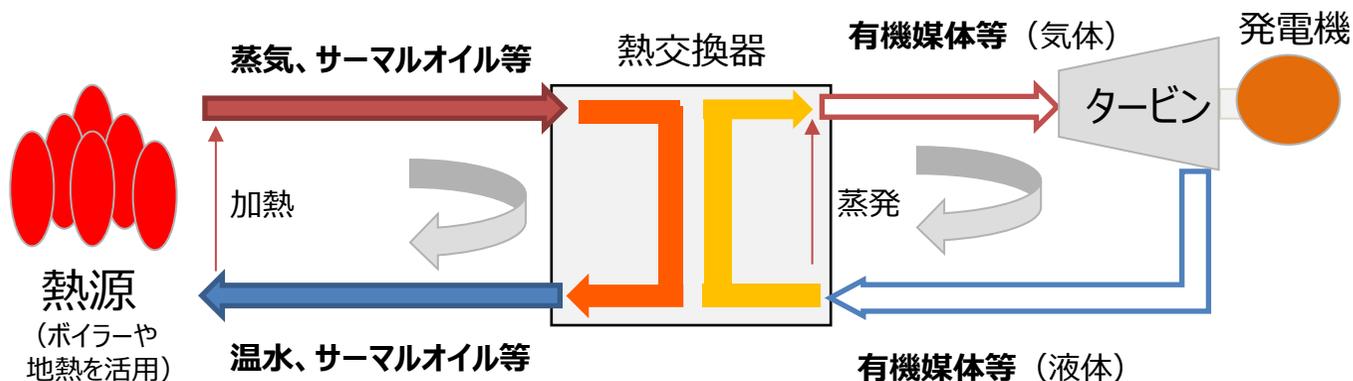
有機ランキンサイクル方式の バイナリー発電設備に係る監視方法の見直し

令和5年2月28日
産業保安グループ 電力安全課

有機ランキンサイクル方式のバイナリー発電設備の概要

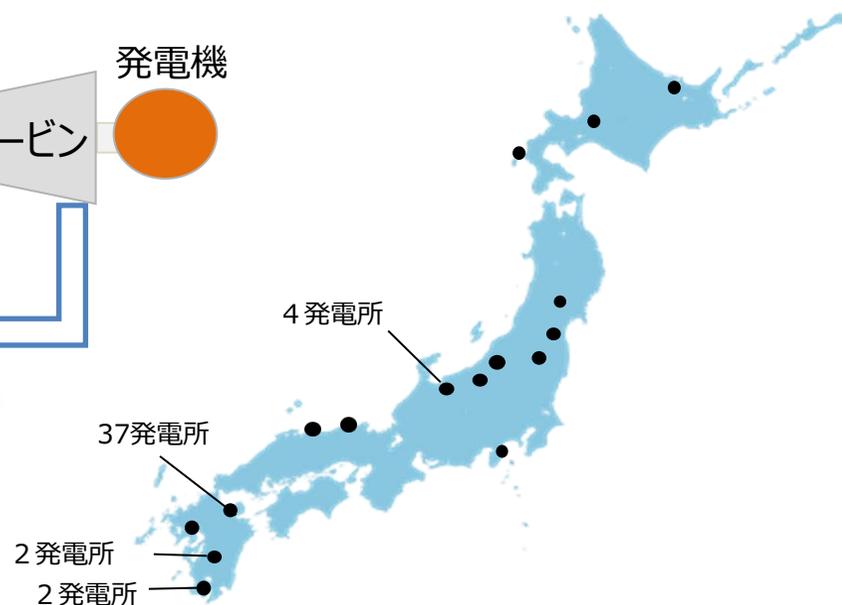
- **有機ランキンサイクル（ORC：Organic Rankine Cycle）方式のバイナリー発電設備とは、熱交換により有機媒体等の気体を作ること**でタービンを回す発電設備であり、蒸気等で熱を運ぶサイクルと、タービンを回す**2つのサイクルがあることから、バイナリー発電**と呼ばれている。
- 令和2年度末時点で、**57箇所の地熱発電所（ボイラーの設置なし）**で、**バイナリー発電を採用**。
- **火力発電所（ボイラーを設置）**においても、国内でORC方式のバイナリー発電の採用例あり。

<バイナリー発電設備（概略図）>



<利用される有機媒体の例>

有機媒体	沸点℃ (常圧)
ペンタン	36.1
代替フロン (HFE)	34
代替フロン (HFC-245fa)	15.3



<57箇所の地熱発電所（バイナリー発電）の位置>

出典：地熱発電の現状と動向 2021年（一般社団法人 火力原子力発電技術協会）

規制改革実施計画に挙げられている検討事項

- 令和4年6月7日に閣議決定された「規制改革実施計画」では、**ORC方式のバイナリー発電設備について、規制の見直しの可否を検討し、必要な措置を講じることとされた。**

<規制改革実施計画（令和4年6月7日）概要>

事項名	規制改革の内容	実施時期
有機ランキンサイクル方式のバイナリー発電設備に係るボイラー・タービン主任技術者の選任方法や監視形態に係る見直し	<p>a 経済産業省は、有機ランキンサイクル方式のバイナリー発電設備について、発電設備等の工事、維持及び運用に関する保安の監督を行うためにボイラー・タービン主任技術者の選任が必要とされているところ、そのリスクや他国における保安規制を調査するとともに、ボイラー・タービン主任技術者の選任方法等について、大臣許可選任の要件に、経済産業省が実施する講習の修了者等を選任することを可能とする方向で検討を行い、必要な措置を講ずる。</p> <p>b また、経済産業省は、同発電設備について、事故時の体制等を調査した上で、海外と同様に、随時監視制御方式や随時巡回方式が可能か否かや無人化が可能か否かについて検討を進め、必要な措置を講ずる。</p>	<p>a：令和4年度上期検討・結論・措置 →措置済み（選任許可の範囲拡大・講習の整備（※））</p> <p>b：令和4年度検討・結論・措置</p>

https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/publication/program/220607/01_program.pdf

※ 主任技術者制度の解釈及び運用（内規）（20210208保局第2号）を改正（令和4年9月）

ボイラー・タービン主任技術者に係る大臣許可選任について、講習の修了者等を条件に選任することが可能であったのは、小型の汽力発電設備のうち、温泉を利用するものに限定していたが、バイオマス等を燃料とする発電設備まで対象を拡大し、講習の内容を新たに定めた。

https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2022/09/20220920-1.html

発電所の監視方式の現状

- 発電所の監視方式は、電気設備の技術基準の解釈において、4つの方式（常時監視、遠隔常時監視制御、随時監視制御、随時巡回）が規定されている。
- ORC方式のバイナリー発電設備は、火力・地熱発電所の両方で存在。火力発電所（内燃力及びガスタービン発電所を除く。以下、本資料において同じ）の場合、常時監視及び遠隔常時監視制御が認められており、地熱発電所は、それらに加えて、随時監視制御が認められている。

<電気設備の技術基準の解釈第47条の2>

監視方式	概要
常時監視※	技術員が発電所構内に常駐し、運転状況の監視及び制御を行う。
遠隔常時監視制御 (第1項第4号)	技術員が制御所（発電所構外）に常時駐在し、発電所の運転状態の監視及び制御を遠隔で行う。
随時監視制御 (第1項第3号)	技術員が必要に応じて発電所に出向き、運転状態の監視又は制御その他必要な措置を行う。
随時巡回 (第1項第2号)	技術員が適当な間隔をおいて発電所を巡回し、運転状態の監視を行う。

※監視には制御を含む（電気設備に関する技術基準を定める省令の解説第46条参照）。

火力発電所で認められている。
※デジタル技術など監視技術の進展を踏まえ、令和3年に電気設備に関する技術基準省令第46条第1項が改正され、遠隔常時監視制御方式が認められた。

地熱発電所で認められている。

水力発電所、風力発電所、太陽電池発電所等で認められている。

電気設備に関する技術基準を定める省令（平成九年通商産業省令第五十二号）

第46条 異常が生じた場合に人体に危害を及ぼし、若しくは物件に損傷を与えるおそれがないよう、異常の状態に応じた制御が必要となる発電所、又は一般送配電事業若しくは配電事業に係る電気の供給に著しい支障を及ぼすおそれがないよう、異常を早期に発見する必要のある発電所であつて、**発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視をしないものは、施設してはならない。**ただし、発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者による当該発電所又はこれと同一の構内における**常時監視と同等な監視を確実に行う発電所であつて、異常が生じた場合に安全かつ確実に停止することができる措置を講じている場合は、この限りでない。**

電気設備の技術基準の解釈（平成25年3月14日付け20130215商局第4号）

第47条 技術員が発電所又はこれと同一の構内における常時監視と同等な常時監視を確実にできる発電所は、次の各号によること。

二 第3項及び第4項の規定における「**遠隔常時監視制御方式**」は、次に適合するものであること。

イ **技術員が、制御所に常時駐在し、発電所の運転状態の監視又は制御を遠隔で行うものであること。**

第47条の2 技術員が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視をしない発電所は、次の各号によること。

二 第3項から第6項まで、第8項、第9項及び第11項の規定における「**随時巡回方式**」は、次に適合するものであること。

イ **技術員が、適当な間隔をおいて発電所を巡回し、運転状態の監視を行うものであること。**

三 第3項から第10項までの規定における「**随時監視制御方式**」は、次に適合するものであること。

イ **技術員が、必要に応じて発電所に出向き、運転状態の監視又は制御その他必要な措置を行うものであること。**

火力発電所における事故の発生状況

- 電気関係報告規則第2条の定期報告及び第3条に基づく事故報告によれば、国内の火力発電所において、ボイラーに起因する事故は高い水準で推移。
- スイス及びオーストリアのボイラーメーカーからのヒアリングによれば、欧州では、地域熱供給事業に付随して発電事業を行う事例があり、熱需要は季節要因等で変動することから、蒸気タービンよりも低い熱量で運転可能なORC方式のバイナリー発電設備が採用されているとのこと。
- ヒアリングでは、欧州のORC方式のバイオマス発電設備においては、ボイラーで加熱されるサーマルオイルが漏えいし、火災が発生した事例等が挙げられている。

<火力発電所におけるボイラー起因の事故の割合>

①電気事業者※

	H29Fy	H30Fy	R1Fy	R2Fy	R3Fy
全数 (件)	5	10	8	7	10
ボイラー起因 (件)	3	6	3	3	4
ボイラー起因の事故割合	60%	60%	38%	43%	40%

※ 一般送配電事業者、送電事業者、配電事業者、特定送配電事業者、発電事業者（特定発電用電気工作物の小売電気事業等用接続最大電力の合計が200万kW（沖縄電力株式会社の供給区域にあっては10万kW）を超える場合）

②自家用電気工作物を設置する者

	H29Fy	H30Fy	R1Fy	R2Fy	R3Fy
全数 (件)	52	57	69	71	83
ボイラー起因 (件)	45	48	62	55	77
ボイラー起因の事故割合	87%	84%	90%	77%	93%

(出典) 電気保安統計

<欧州における事故事例>

事故概要（メーカーからのヒアリング）

- サーマルオイルが配管のフランジやポンプのシール部から漏えい
- 配管のフランジからの漏えいでは、断熱材内部にサーマルオイルが染み込み、オイルに含まれる酸素が原因で火災が発生。

(出典) 平成27年度未利用エネルギー等活用調査
(発電用火力設備に関する保安技術等動向調査) 報告書

現状を踏まえた見直しの方向性

- 電気設備に関する技術基準を定める省令第46条では、「発電所の運転に必要な知識及び技能を有する者が当該発電所又はこれと同一の構内において常時監視をしないものは、施設してはならない」とされており、発電所においては、常時監視による保安の確保が基本的な対応。
- また、火力発電所においては、一般に、ボイラーに起因する事故が高い水準で推移。
- ORC方式による火力発電所においても、他の火力発電所と同様にボイラーが設置されている一方で、ORC方式が他の火力発電所と比べて安全と考えられる理由が明らかでない。
- そのため、現時点では、ORC方式に限って、常時監視または遠隔常時監視制御を緩和することは困難ではないか。
- 経済産業大臣と電気などのインフラ関係の業界団体トップで構成される「スマート保安官民協議会」（令和2年6月設置）の議論を踏まえて策定された「スマート保安アクションプラン」（令和3年4月策定）では、火力発電所の保安の将来像（2025年）として、「センサーやドローン等について、現在の巡視点検における補完性・代替性を確認した上で、保安力の向上を図りつつ、点検の省力化等、コスト面での更なる合理化を目指す」とされている。

【参考】スマート保安アクションプラン（抜粋）

3-2. 火力発電所の保安の将来像（2025年）

保安の課題

- 保安力の維持・向上を図ることを前提としつつ、設備高経年化や保安人材不足等の直面する課題への対応も必要。
- 火力発電設備については、①設備が多岐にわたり点検箇所も広範囲なため、日々の巡視・点検に多くの時間と労力がかかるほか、②定期事業者検査では、それまでの運転状況や設備の劣化状況に関わらず一定のインターバルで設備を停止し検査を行う必要があることや、設備の開放や設備内部の点検用足場組立等、検査準備等の作業にも多くの時間と労力がかかり、煙突、他の高所・狭隘部等の点検、危険作業も存在。③通常時も発電設備の常時監視制御及びその他の法令順守のために、一定の職員が昼夜問わず常駐し、体制維持が必要。

2025年の絵姿

- 2020年度内に、一定の留意事項の下で常時監視・制御の遠隔化を可能とする関連規程類を改正。2025年においては、**センサーやドローン等について、現在の巡視点検における補完性・代替性を確認した上で、保安力の向上を図りつつ、点検の省力化等、コスト面での更なる合理化を目指す**。また、有用であるが現在確立していない技術（例：状態監視技術等を活用した点検時期の最適化）の開発を促進する。
- （略）