

## 地熱発電事業に伴う自然環境への影響

地熱発電事業に伴う自然環境への影響について、前回までの検討会における提示内容とそれに対する委員からの指摘事項、さらには資料-4 で整理した「資源調査の段階」における情報整理を踏まえ、「資源調査の段階・建設工事の段階・操業の段階」の各開発段階ごとに最終的なとりまとめを行った。

表① 地熱発電事業に伴う自然環境への影響（資源調査の段階）

影響項目		自然環境へ影響を及ぼす調査・開発行為											凡例 ●：国立公園の保護や利用上、特に留意すべき影響行為 △：自然環境への一定の影響が発生する行為										
		地表調査				坑井調査																	
		地質調査	地化学調査	物理探査	工事の実施	造成工事	坑井掘削工事	注水試験	噴気試験	空中写真撮影	岩石・土壌採取	岩石・地表水等採取		測定器の設置	大型車等の通行	工事機器の稼働	道路造成	敷地造成	仮設事務所建設	槽の建設	掘削作業	坑内への注水	蒸気の大気開放
大気環境	騒音、振動					●	●	●	●	●	●	●	●	●								△	・大型車の通行、工事機器の稼働のほか、造成工事、槽の建設、掘削工事、噴出試験等が実施されるため、騒音や振動が発生する。 ・哺乳類や鳥類等の動物に対して繁殖放棄等の影響が発生する。 ・調査地点が山間部に立地することで、国立公園の利用者が騒音を認識する可能性がある。
	低周波音						△												△				・工事機器の稼働により低周波音が発生する。
	窒素酸化物					△	△	△	△	△	△	△	△	△								△	・工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。
	粉じん等					△		△	△														・大型車の通行や造成工事の際に発生する。
	硫化水素																					△	・地熱発電に利用する地熱流体には硫化水素が含まれ、噴出試験時には全量が蒸気へ排出される。 ・排出される硫化水素濃度は、それぞれの蒸気井ごとに成分が異なっていること、その時点での噴出量によっても異なるため一定ではない。
	硫黄酸化物					△	△															△	・工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。 ・特に亜硫酸ガス（二酸化硫黄）について、蒸気の成分に含まれていた場合には大気開放される。
水環境	作業排水								△	△									△				・アプローチ道路や敷地の造成、坑井の掘削作業により濁水が排水される。
	生活排水																	△					・仮設事務所から生活排水が発生する。
	冷却排水																						
	河川の取水						●												●	●			・坑井掘削作業時や注水試験に必要な淡水は、一般的に地下水や周辺の渓流水から取水される。 ・調査地点が山間部に立地することで、河川からの取水量が多い場合は、国立公園の水系に対しても影響を及ぼす可能性がある。
	地下水の取水						△												△	△			
地形等	地形及び表層の土壌 改変		△	△	△													●	●				・国立公園の風景の基盤となる地形が、アプローチ道路や敷地の造成により改変を受ける。
	地盤変動																			●	●	●	・地盤の変動の可能性がある地下への注水や噴出試験が実施される。
	特殊な自然現象																			●	●	●	・国立公園の重要な資源である自然噴気等に対して、坑井掘削工事が実施されることで、影響を及ぼす可能性がある。
	土壌汚染・破壊																					△	・蒸気が大気開放されることで、酸性雨によって、周辺の土壌が汚染・破壊される可能性が考えられる。
生物多様性	植生、植物相		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●								△	・アプローチ道路や敷地の造成により、植生域が直接改変される。 ・蒸気の大気開放によって冬季には周辺植生への着氷が発生する可能性がある。 ・伐開に伴う風の影響等によって、国立公園の自然景観に影響を及ぼす可能性のある植生変化が発生する。
	動物相		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●								●	・アプローチ道路や敷地の造成により、生息環境の消滅や分断が起こる。 ・工事に伴う騒音や振動により、哺乳類や鳥類などに繁殖放棄等の影響が発生する。 ・国立公園の動物相に影響を及ぼす可能性のある坑井掘削工事が実施される。
	重要な種及び重要な 群落、注目すべき生 息地		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●								●	・国立公園の保護上重要な高山植生や湿地環境など重要な群落の成立している範囲や、希少猛禽類の営巣地周辺などに該当する可能性があり、直接改変や工事機器の稼働による影響が発生する。
	生態系		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●								●	・国立公園の保護上重要な人為的影響の少ない生態系が成立している地域に立地する可能性があり、小面積や短期間であっても生態系への比較的大きな影響が発生する。
人と自然との豊かな 触れ合い	触れ合い活動の場		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●									●	・坑井調査に係る工事、槽の建設、蒸気噴出試験などによって、国立公園利用者に対する利用上の支障が発生する。
	景観		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●								●	・坑井調査に係る工事、槽の建設、蒸気噴出試験などによって、国立公園の自然景観に対する支障が発生する。
廃棄物等	産業廃棄物								△	△	△	△	△										・坑井調査に係る工事などによって産業廃棄物が発生する。
	残土									△	△												・造成時の切土、盛土により残土が発生する。
	冷却塔からの汚泥																						
	廃油（潤滑油）						△																・工事機器の稼働等によって発生する。
温室効果ガス等	二酸化炭素					△	△												△	△	△	・工事機器の稼働時に排出されるほか、地下から噴出させる蒸気には二酸化炭素が含まれる。	
その他	温泉・地下水																		△	△	△	・掘削時の逸泥、注水試験、蒸気の噴出などによって、地下水脈や温泉脈への影響が発生する。	
	日照障害																						

表② 地熱発電事業に伴う自然環境への影響（建設工事の段階）

影響項目	自然環境へ影響を及ぼす調査・開発行為											<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●：国立公園の保護や利用上、特に留意すべき影響行為</li> <li>△：自然環境への一定の影響が発生する行為</li> </ul> </div> <p style="text-align: center;">地熱発電事業に伴う自然環境への影響</p>	
	建設・坑井掘削工事												
	建設工事						坑井掘削工事						
	工事の実施	造成工事		施設建設工事			緑化工事	坑井掘削工事	注水試験	噴出試験			
大型車等の通行	工事機器の稼働	道路造成	敷地造成	仮設事務所の建設	各発電所設備の建設	調整池の設置	植栽	槽の建設	掘削作業	坑内への注水	蒸気の大気開放		
大気環境	騒音、振動	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型車の通行、工事機器の稼働のほか、造成工事、施設建設工事、噴出試験等が実施されるため、騒音や振動が発生する。</li> <li>・哺乳類や鳥類等の動物に対して繁殖放棄等の影響が発生する。</li> <li>・建設地点が山間部に立地することで、国立公園の利用者が騒音を認識する可能性がある。</li> </ul>
	低周波音		△							△			<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事機器の稼働により低周波音が発生する。</li> </ul>
	窒素酸化物	△	△	△	△	△	△	△	△	△		△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。</li> </ul>
	粉じん等	△		△	△								<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型車の通行や造成工事の際に発生する。</li> </ul>
	硫化水素											△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地熱発電に利用する地熱流体には硫化水素が含まれ、噴出試験時には全量が大気へ排出される。</li> <li>・排出される硫化水素濃度は、それぞれの蒸気井ごとに成分が異なっていること、その時点での噴出量によっても異なるため一定ではない。</li> </ul>
	硫酸酸化物	△	△									△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。</li> <li>・特に亜硫酸ガス（二酸化硫黄）について、蒸気の成分に含まれていた場合には大気開放される。</li> </ul>
水環境	作業排水			△	△			△			△		<ul style="list-style-type: none"> <li>・アプローチ道路や敷地の造成、坑井の掘削作業により濁水が排水される。</li> </ul>
	生活排水					△							<ul style="list-style-type: none"> <li>・仮設事務所から生活排水が発生する。</li> </ul>
	冷却排水												—
	河川の取水		●				●			●	●		<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設工事、坑井掘削作業、注水試験等に必要淡水は、一般的に地下水や周辺の渓流水から取水される。</li> <li>・調査地点が山間部に立地することで、河川からの取水量が多い場合は、国立公園の水系に対しても影響を及ぼす可能性がある。</li> </ul>
	地下水の取水		△				△			△	△		—
地形等	地形及び表層の土壌変化			●	●	●	●	●	●	●	●		<ul style="list-style-type: none"> <li>・国立公園の風景の基盤となる地形が、アプローチ道路や敷地の造成等により改変される。</li> </ul>
	地盤変動									●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地盤の変動の可能性がある地下への注水や噴出試験が実施される。</li> </ul>
	特殊な自然現象									●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国立公園の重要な資源である自然噴気等に対して、坑井掘削工事が実施されることで、影響を及ぼす可能性がある。</li> </ul>
	土壌汚染・破壊			●	●							△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・造成工事による表土改変によって土壌が破壊される。</li> <li>・蒸気が大気開放されることで、酸性雨によって、周辺の土壌が汚染・破壊される可能が考えられる。</li> </ul>
生物多様性	植生、植物相			●	●	●	●	●	●			△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アプローチ道路や敷地の造成により、植生域が直接改変される。</li> <li>・蒸気の大気開放によって冬季には周辺植生への着氷が発生する可能性がある。</li> <li>・在来種以外の植栽により、周辺在来種への影響が発生する。</li> <li>・伐開やそれに伴う風の影響により、国立公園の自然景観に影響を及ぼす可能性のある植生変化が発生する。</li> </ul>
	動物相	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アプローチ道路や敷地の造成により、生息環境の消滅や分断が起こる。</li> <li>・騒音振動や作業員の往来によって、動物の逃避、繁殖放棄、道路側溝や調整池への落下による溺死などが発生する。</li> <li>・国立公園の動物相に影響を及ぼす建設工事が実施される。</li> </ul>
	重要な種及び重要な群落、注目すべき生息地	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国立公園の保護上重要な高山植生や湿地環境など重要な群落の成立している範囲や、希少猛禽類の営巣地周辺などに該当する可能性があり、直接改変や工事機器の稼働による影響が発生する。</li> </ul>
	生態系	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国立公園の保護上重要な生態系が成立している地域やその周辺に立地する場合、直接改変や建設工事の実施、在来種以外を用いた緑化等によって、生態系の攪乱が発生する。</li> </ul>
人と自然との豊かな触れ合い	触れ合い活動の場	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設工事や直接改変などによる騒音、振動等によって、国立公園利用者に対する利用上の支障が発生する。</li> </ul>
	景観	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所建屋、冷却塔、配管など人工構造物の出現によって、国立公園の自然景観に対する支障が発生する。</li> </ul>
廃棄物等	産業廃棄物			△	△	△	△			△	△		<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設工事によって産業廃棄物が発生する。</li> </ul>
	残土			△	△		△						<ul style="list-style-type: none"> <li>・造成時の切土、盛土により残土が発生する。</li> </ul>
	冷却塔からの汚泥												—
	廃油（潤滑油）		△										<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事機器の稼働等によって発生する。</li> </ul>
温室効果ガス等	二酸化炭素	△	△							△	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事機器の稼働時に排出されるほか、地下から噴出させる蒸気には二酸化炭素が含まれる。</li> </ul>	
その他	温泉・地下水									△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源調査段階に掘削された坑井に加えて、生産井や還元井が新たに掘削されるため、地下水脈や温泉脈への影響が発生する。</li> </ul>
	日照障害												—

表③ 地熱発電事業に伴う自然環境への影響（操業の段階）

影響項目	自然環境へ影響を及ぼす調査・開発行為																		凡例 ●：国立公園の保護や利用上、特に留意すべき影響行為 △：自然環境への一定の影響が発生する行為  地熱発電事業に伴う自然環境への影響											
	発電					補充井の掘削																								
						造成地内						造成地外																		
	蒸気の生産	蒸気の冷却	発電設備の運転	定期点検	点検整備・注水作業	工事の実施	坑井掘削工事	注水試験	噴出試験	工事の実施	造成工事	坑井掘削工事	注水試験	噴出試験	蒸気の大気開放	大型車の通行	工事機器の稼働	道路造成		敷地造成	仮設事務所の建設	槽の建設	掘削作業	坑内への注水	蒸気の大気開放					
大気環境	騒音、振動		△	△		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井掘削時の工事機器の稼働などによって騒音、振動が発生する。</li> <li>哺乳類や鳥類等の動物に対して繁殖放棄等の影響が発生する。</li> <li>調査地点が山間部に立地することで、国立公園の利用者が騒音を認識する可能性がある。</li> <li>なおタービン等は建屋内に、坑口へはサイレンサーが設置される。</li> </ul>		
	低周波音			△			△																					<ul style="list-style-type: none"> <li>発電設備、工事機器の稼働により低周波音が発生する。</li> </ul>		
	窒素酸化物					△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。</li> </ul>	
	粉じん等					△																						<ul style="list-style-type: none"> <li>大型車の通行の際に発生する。</li> </ul>		
	硫化水素	△	●			△																						△	<ul style="list-style-type: none"> <li>地熱発電に利用する地熱流体には硫化水素が含まれ、発電時には、冷却塔から水蒸気とともに一部が大気へ排出される。</li> <li>また定期点検時に蒸気を大気開放する場合や、気水分離器などにおいて一部蒸気を開放する場合がある。</li> <li>排出される硫化水素濃度は、それぞれの蒸気井ごとに成分が異なっていること、その時点での蒸気生産量によっても異なるため一定ではない。</li> <li>有毒ガスであり、国立公園利用者への影響が発生する。</li> </ul>	
	硫酸酸化物	△	△			△	△	△			△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事機器の稼働など燃料が燃焼する際に排出される。</li> <li>特に亜硫酸ガス（二酸化硫黄）について、蒸気の成分に含まれていた場合には大気開放される。</li> </ul>
水環境	作業排水				△	△												△	△									<ul style="list-style-type: none"> <li>発電設備の運転や定期点検等によって排水が発生する。</li> </ul>		
	生活排水				△																△								<ul style="list-style-type: none"> <li>職員の常駐等により生活排水が発生する。</li> </ul>	
	冷却排水			△																									<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却排水は通常は全量が還元井に排水される。</li> </ul>	
	河川の取水			△	△	△				△														△	△				<ul style="list-style-type: none"> <li>河川等からの取水量は少量である。（各発電所ごとに異なる。）</li> <li>定期点検時に必要な水量は、冷却排水等を少しずつタンクに貯水して使用される。</li> </ul>	
	地下水の取水			△	△	△				△														△	△					
地形等	地形及び表層の土壌改変																	●	●	●	●	●							<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井掘削工事に伴う敷地造成により表層土壌に影響を及ぼす可能性がある。</li> </ul>	
	地盤変動	●	●																										<ul style="list-style-type: none"> <li>長期的に地盤変動の可能性が考えられる地下の地熱流体の採取や補充井の掘削工事が実施され、国立公園の風景の基盤となる地形への影響が発生する可能性がある。（生産井から得られた蒸気や熱水は、冷却塔からの大気開放や冷却排水分として一定量が地下に還元されない。）</li> <li>国立公園の重要な資源である自然噴気等に対して、蒸気生産や大気への開放、補充井の掘削工事が実施されることで、影響を及ぼす可能性がある。</li> </ul>	
	特殊な自然現象	●	●																											<ul style="list-style-type: none"> <li>造成工事による表土改変によって土壌が破壊される。</li> <li>蒸気が大気開放されることで、酸性雨によって、周辺の土壌が汚染・破壊される可能性が考えられる。</li> </ul>
	土壌汚染・破壊		△																●	●								△	<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井の噴出試験時や、発電時に冷却塔から蒸気が大気開放されることによって、硫化水素による影響や冬季には周辺植生への着氷が発生する可能性がある。</li> <li>補充井の掘削工事に伴い、一部植生の改変が行われる場合がある。</li> </ul>	
生物多様性	植生、植物相		△																									△	<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井の噴出試験時や、発電時に冷却塔から蒸気が大気開放されることによって、硫化水素による影響や冬季には周辺植生への着氷が発生する可能性がある。</li> <li>補充井の掘削工事に伴い、一部植生の改変が行われる場合がある。</li> </ul>	
	動物相		●	△	△	●	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>特に補充井掘削時の騒音振動や作業員の往来によって、動物の逃避、繁殖放棄、道路側溝や調整池への落下による溺死などが発生する可能性がある。</li> </ul>
	重要な種及び重要な群落、注目すべき生息地		●	△	△	●	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的に山間部に立地するため、高山植生や湿地環境など重要な群落の成立している範囲や、希少猛禽類の営巣地周辺などに該当する可能性があり、発電設備の運転や補充井の掘削による影響が発生する。</li> </ul>
	生態系		●	△	△	●	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電設備の運転や補充井の掘削工事、在来種以外を用いた緑化等によって、生態系の攪乱が発生する。</li> </ul>
人と自然との豊かな触れ合い	触れ合い活動の場	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井の掘削工事による騒音、振動等によって、国立公園利用者に対する利用上の支障が発生する。</li> </ul>
	景観	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電所施設や配管の存在、冷却塔からの水蒸気、掘削用の槽など、国立公園の自然景観に対する支障が発生する。</li> </ul>
廃棄物等	産業廃棄物																												<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井の掘削工事によって産業廃棄物が発生する。</li> </ul>	
	残土																												—	
	冷却塔からの汚泥			△		△																							<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却塔に汚泥が堆積し、処理が必要となる。</li> </ul>	
	廃油（潤滑油）			△			△																						<ul style="list-style-type: none"> <li>発電所設備等の稼働等によって発生する。</li> </ul>	
温室効果ガス等	二酸化炭素		△			△	△		△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>補充井掘削時の工事機器の稼働時に排出されるほか、冷却塔や気水分離器から大気開放される蒸気には二酸化炭素が含まれる。</li> </ul>	
その他	温泉・地下水	△	△																									△	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下の地熱流体を採取する蒸気の生産によって、地下水脈や温泉脈に影響を及ぼす可能性が考えられる。</li> <li>還元井へのスケール付着抑制のため、硫酸等を注入することで、地下水脈や温泉脈に影響を及ぼす可能性が考えられる。</li> </ul>	
	日照阻害																												—	