



再生可能エネルギー拡大検討と H25年度地熱開発理解促進事業紹介 —臭気対策調査など—

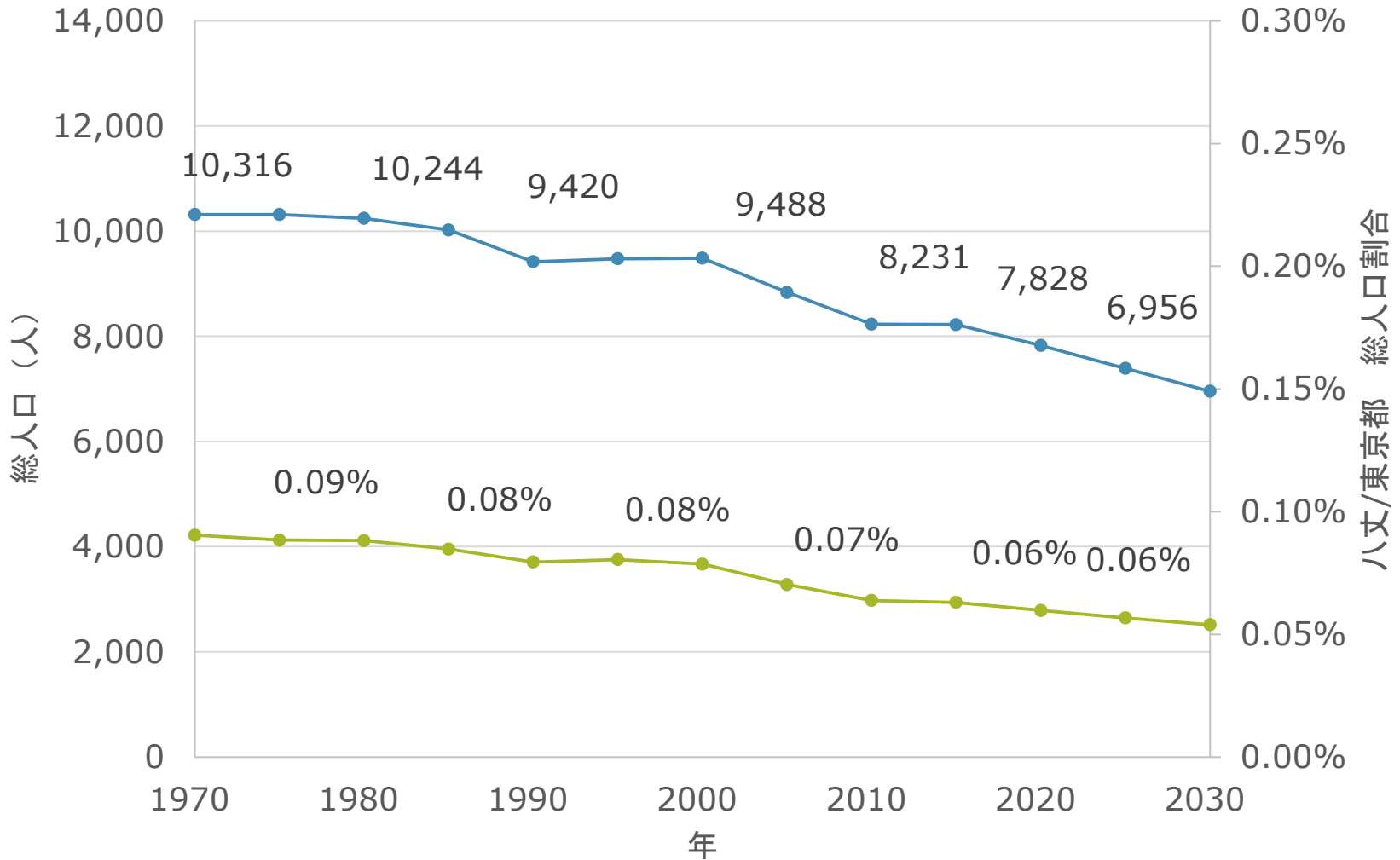
東京大学 先端科学技術研究センター
飯田 誠

(名古屋大学 丸山康司)



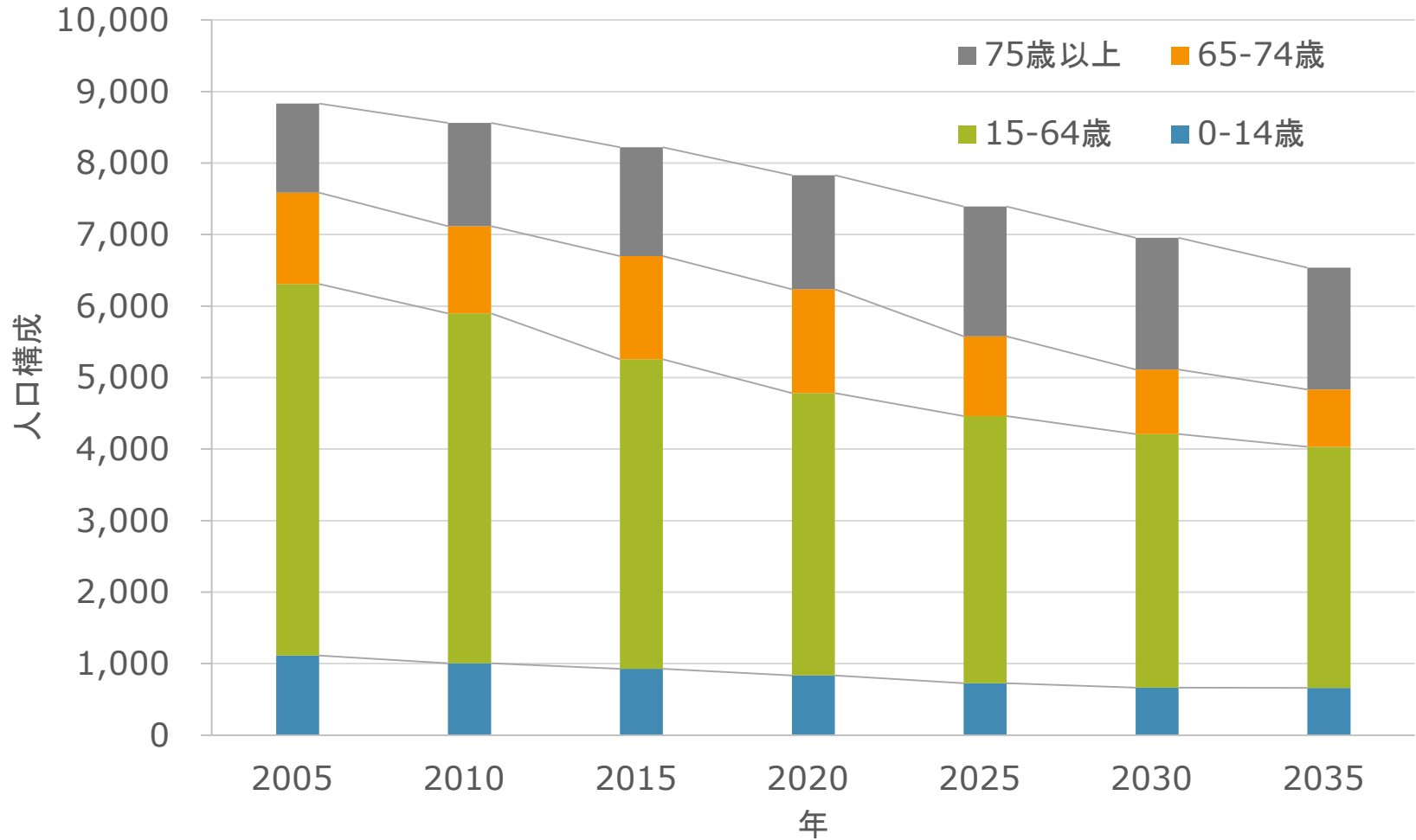


八丈島の人口





八丈島の人口展望






八丈島人口推移



	2010	2035
0-14歳	12%	10%
15-64歳	57%	52%
65-74歳	14%	12%
75歳以上	17%	26%





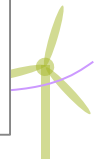
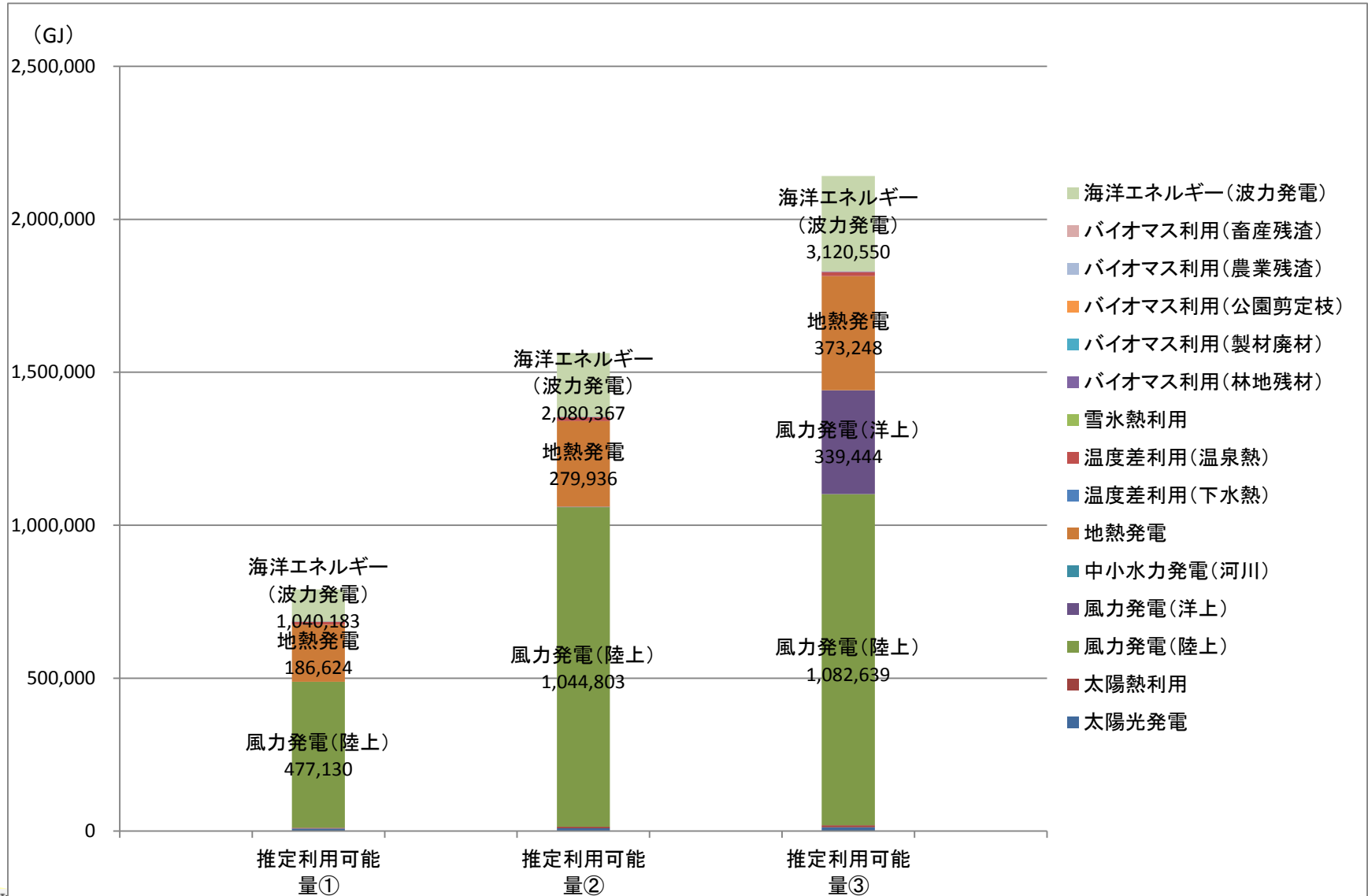
皆さんの想いを大事に

八丈島の未来をどのように考えるか？





八丈島の再エネ賦存量は大きい

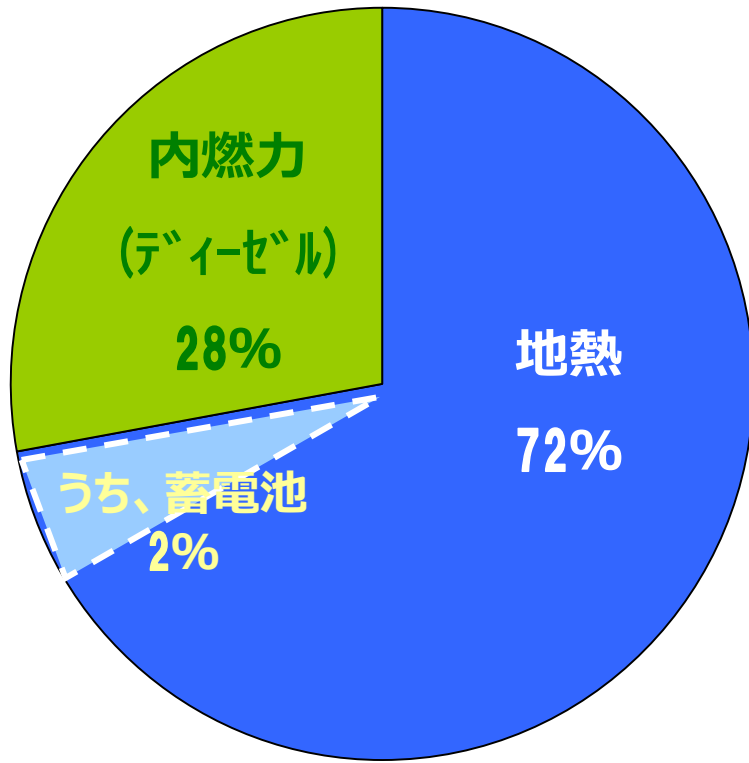




八丈島 再生可能エネルギー100%アイランドに向けて



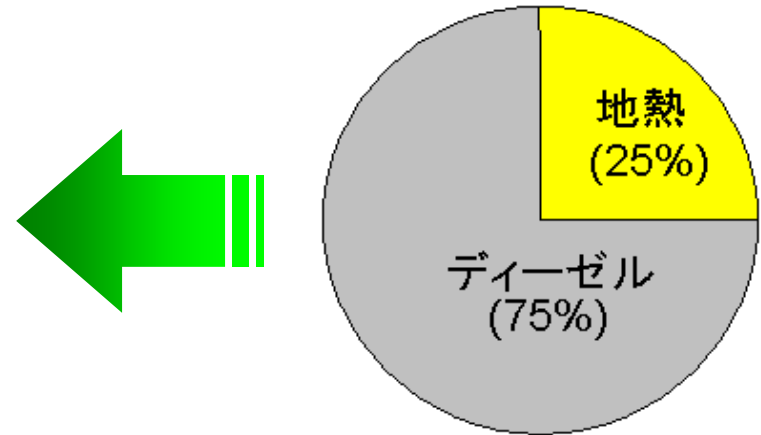
地熱発電を6,000kWに拡大した場合
の発電量ベースでの電源構成



各種課題を再生可能エネルギー拡大
検討委員会にて精査中

東京電力の積極的な協力もあり、技
術的には、地熱の規模拡大は可能

現状における地熱の利用状況



資料: 第二回再生可能エネルギー拡大検討委員会 資料(中間整理)





拡大を検討するにあたり



拙速に事業拡大を押し進めるべきではないと考えています

<重要なポイント>

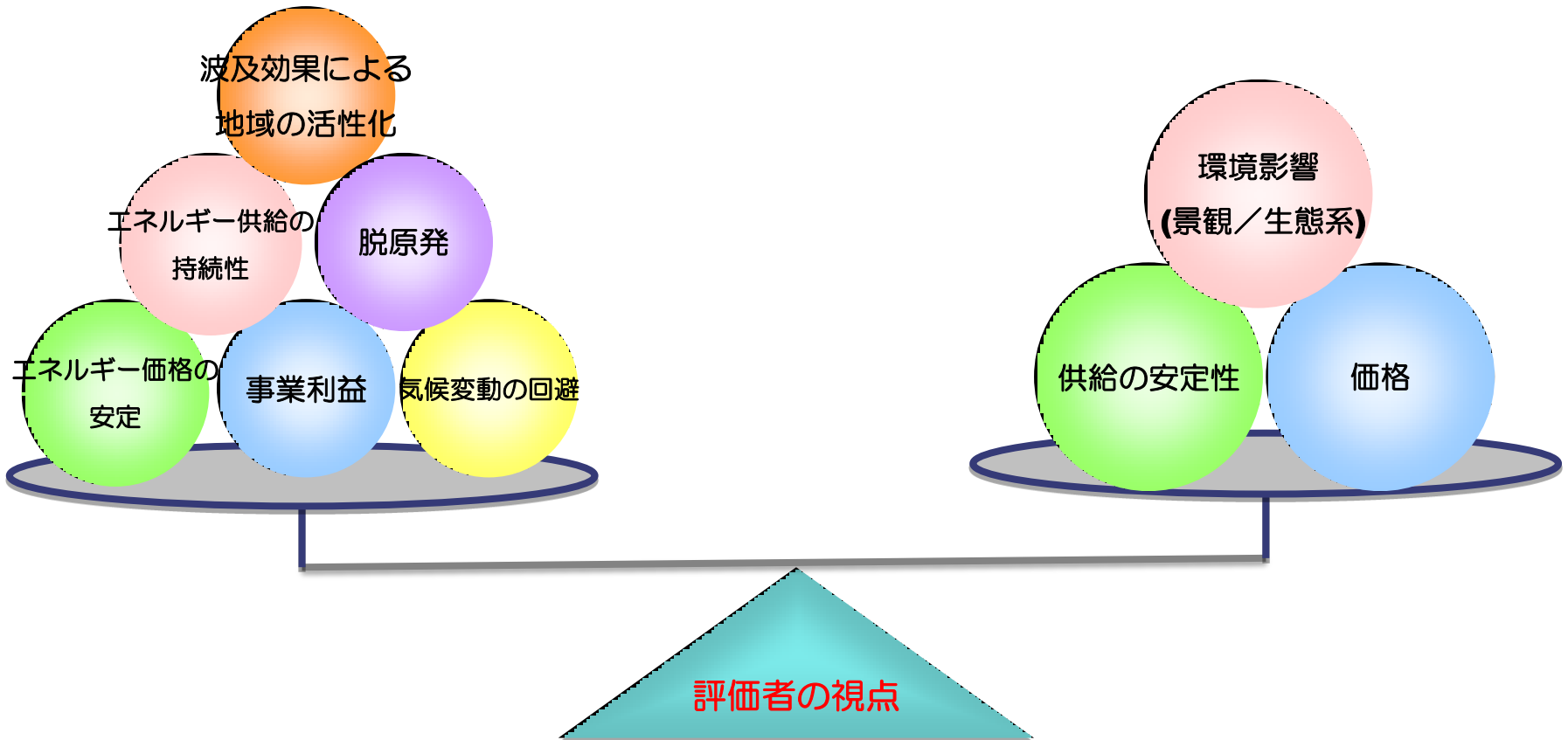
何を選んで、何を解決しておくべきか

事前の合意形成に基づいた事業の方向付けが必要





自然エネルギーと社会的合意





拡大を検討するにあたり



拙速に事業拡大を推し進めるべきではないと考えています

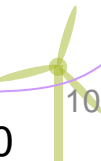
<重要なポイント>

何を選んで、何を解決しておくべきか

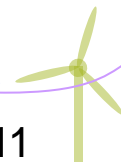
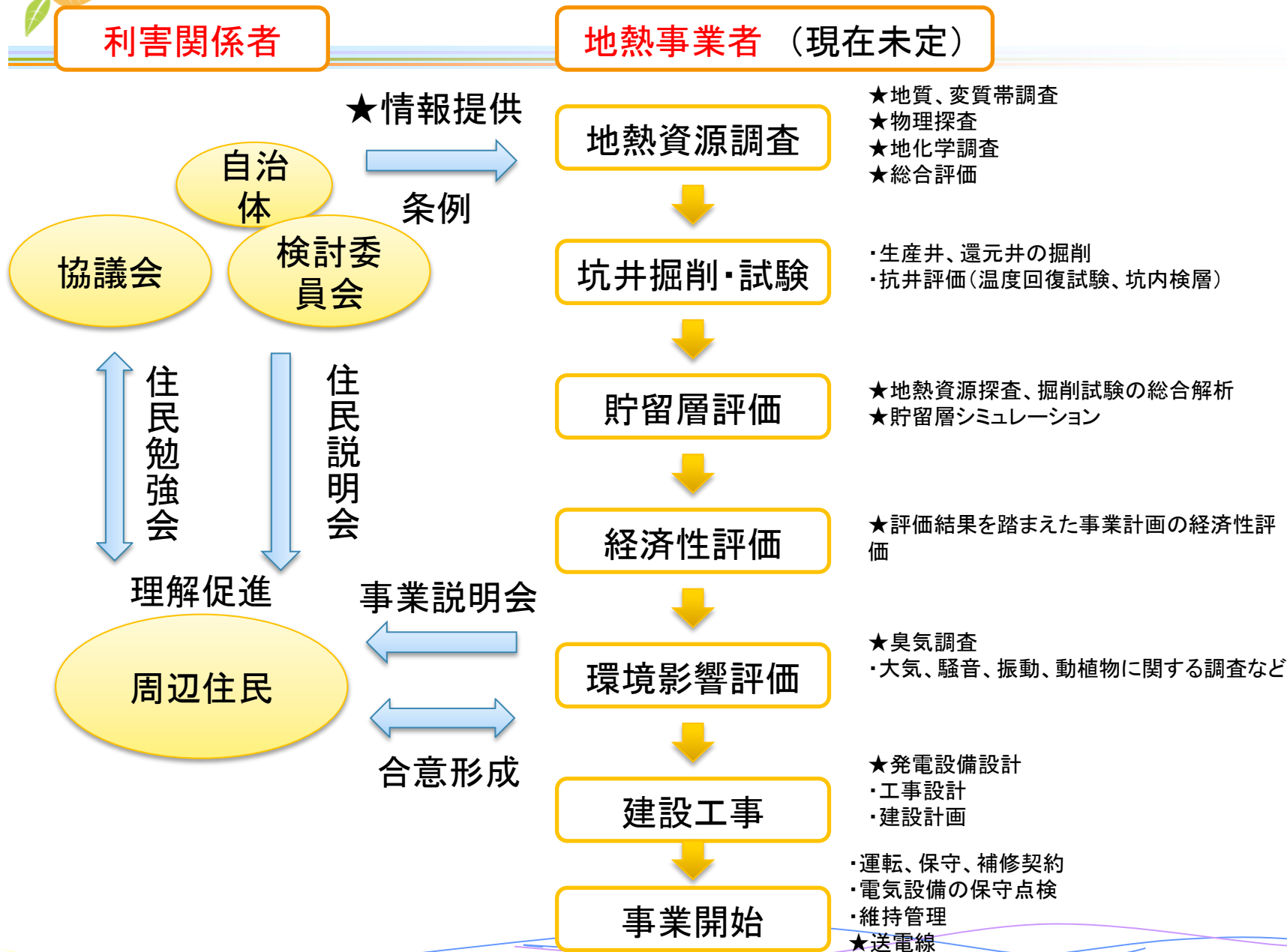
事前の合意形成に基づいた事業の方向付けが必要

様々な調査を踏まえた事業者への要求事項を作る

議会が承認した要求を、協定書に盛り込む



地熱発電導入の流れ





地熱発電事業工程の一覧表



	資源		立地		蒸気生産設備		発電設備		環境影響	
	項目	内容	項目	内容	項目	内容	項目	内容	項目	内容
机上調査・ 現地予備調査	温泉地化学	火山性の温泉の有無など	地理	位置・アクセス	/		/		希少動植物	有無
	地熱微候	噴気・湯沼の有無など	地形	標高・平坦地有無など					水源	上水道などの有無
	地質	熱源と断裂の有無など	行政	自治体の名称					地溝り地帯	有無
	地化学探査	データの有無	温泉事業	温泉の数など						
	物理探査	データの有無	自然公園	公園の内外、公園区分						
		規制	保安林など							
現地調査	温泉地化学	温泉水採取・分析・解析	住民説明	地元協議会設置	道路・敷地造成	進入道路	/		希少動植物	定期観測
	地熱微候	放熱量測定など		温泉影響第三者審査機関設置	掘削・試験敷地				水源	定期観測
	地質	地質図作成	用地取得	借地・買収	地上設備設置	気水分離器、配管など			温泉	定期観測
	地化学探査	陸水採取・分析・解析	行政手続き	許認可取得・届出					地震	常時観測
	物理探査	重力探査 比抵抗探査								
	掘削調査	構造試錐 調査井								
噴気・還元試験	単独坑井噴気試験 複数坑井一斉長期噴気・還元試験									
評価	資源量	容積法評価 三次元数値モデルシミュレーション			発電方式	簡易設計				
	経済性	損益計算 資金調達計画			送電線	系統連系調査				
環境アセス	/		住民説明	地元協議会	/		排出規制	計算・模擬実験	大気環境	定期観測
			行政手続き	許認可取得・届出			騒音	計算	水環境	定期観測
							振動	計算	温泉	定期観測
									地形・地質環境	調査
									地盤変動	定期観測
									動・植物	定期観測
									生態系	調査
									景観	調査
									触れ合いの場	調査
									廃棄物	調査
				報告書作成	環境影響回避策策定					
設計	/		住民福祉	熱水利用など	蒸気生産・還元システム	詳細設計	発電方式	詳細設計	/	
							発電所	詳細設計		
建設	/		住民説明	地元協議会	生産基地	生産井掘削・試験	送電線	詳細設計	/	
			用地取得	借地・買収	気水分離基地	気水分離器とう設置	送電線	建設		
			行政手続き	許認可取得・届出	配管	配管系設置	PR館	建設		
			住民福祉	熱水利用など	還元基地	還元井掘削・試験				
					計測・制御系	システム設置				
操業	貯留層	物理量定期観測	住民説明	地元協議会	地上設備	監視・点検・整備	発電所	監視・点検・整備	大気環境	定期観測
	地質	スラッジ鑑定・地質モデル改善	行政手続き	許認可取得・届出	蒸気・熱水・不凝縮ガス	物理量常時測定	送電線	監視・点検・整備	水環境	定期観測
	地化学	流体地化学解析			配管・容器類	腐食・摩耗・スケール対策			温泉	定期観測
	資源量	将来予測シミュレーション			坑井内	スケール対策			地震	常時観測
					補充井	掘削			地盤変動	定期観測
								動・植物	定期観測	
								生態系	定期観測	
閉所	実績・想定共になし									

実績・想定共になし



①臭気現況調査



目的： 現在の臭気分布を把握する。



地熱発電に伴う臭気は、地熱蒸気に含まれた硫化水素に由来するものである。硫化水素は無色であるため、どのように分布しているか把握しにくい。





調査① :

専門家が巡回観測することにより、臭気分布を把握した。



臭気強度		内容
0	● (Blue)	対象からの臭気は感じられない
1	● (Green)	対象からの臭気とわかる弱いにおい
2	● (Yellow)	はっきりと対象からの臭気が感知できるにおい
3	● (Red)	対象からの臭気が強いにおい
4	■ (Black)	対象からの臭気が強烈なにおい

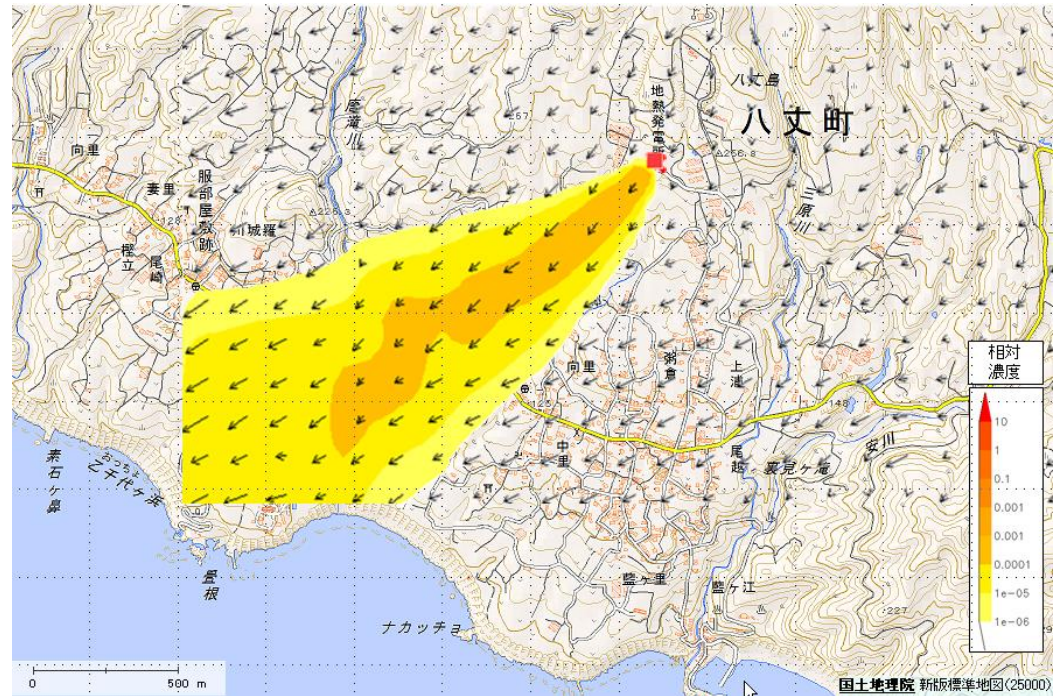


調査②：気象条件と臭気の関係を把握するため、 臭気拡散シミュレーションを行った。

気象観測



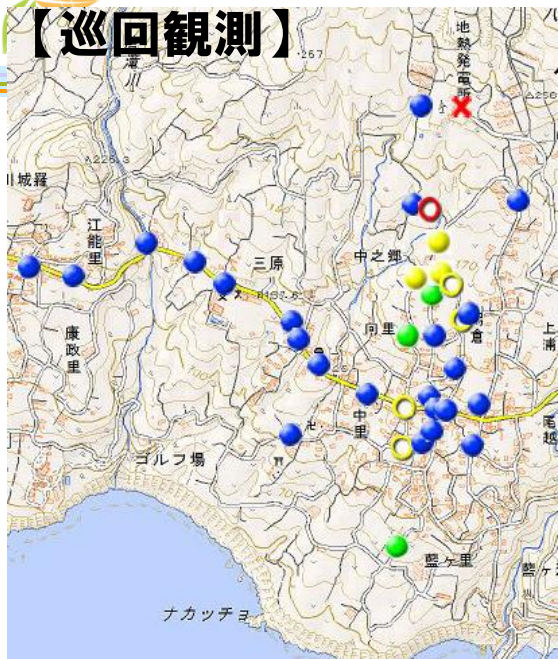
臭気拡散シミュレーション



無色の硫化水素の拡散が客観的に可視化でき、今後、拡大した際の状況を可視化可能。



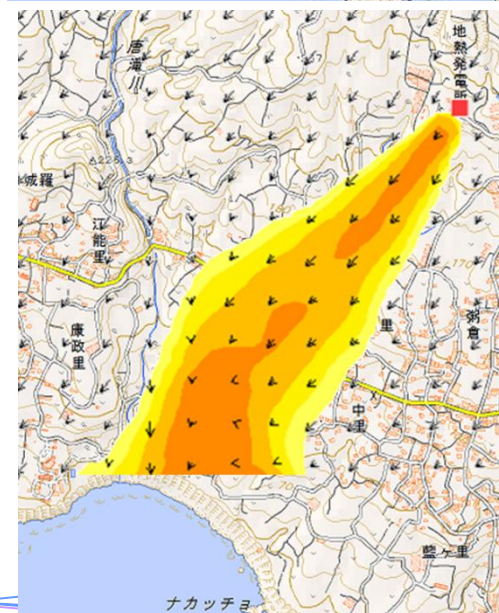
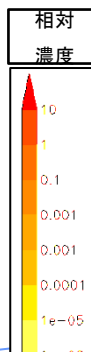
【巡回観測】



平成25年度は、冬期(12月)に現況の臭気調査を行った。

この臭気調査から、臭気拡散は、気象条件と密接に関連することが分かってきた。

【シミュレーション】



特に、風向きと大気の安定性に影響する



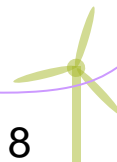
アンケート調査



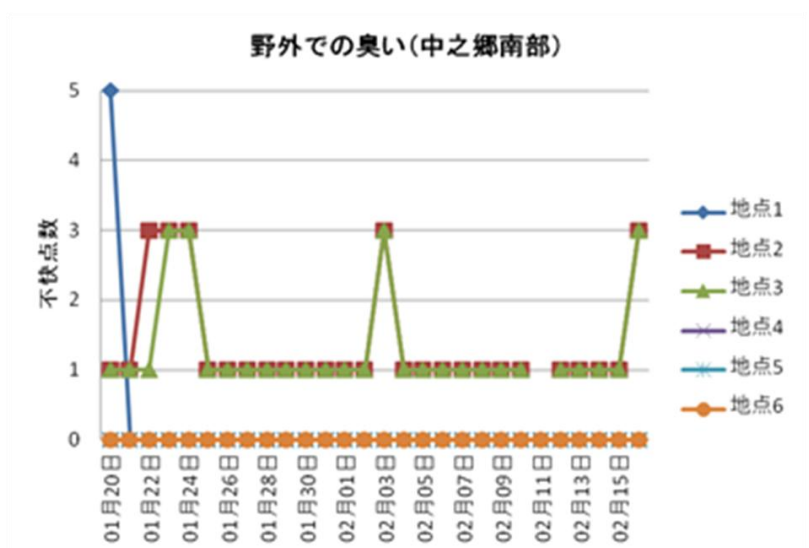
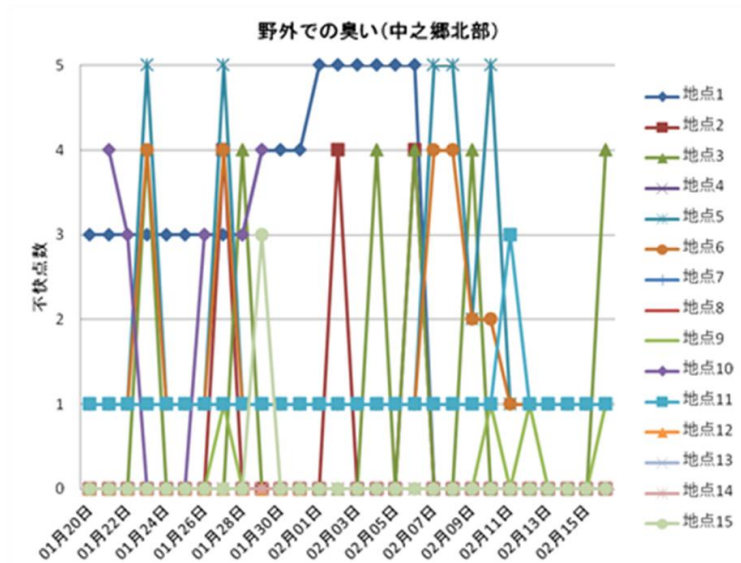
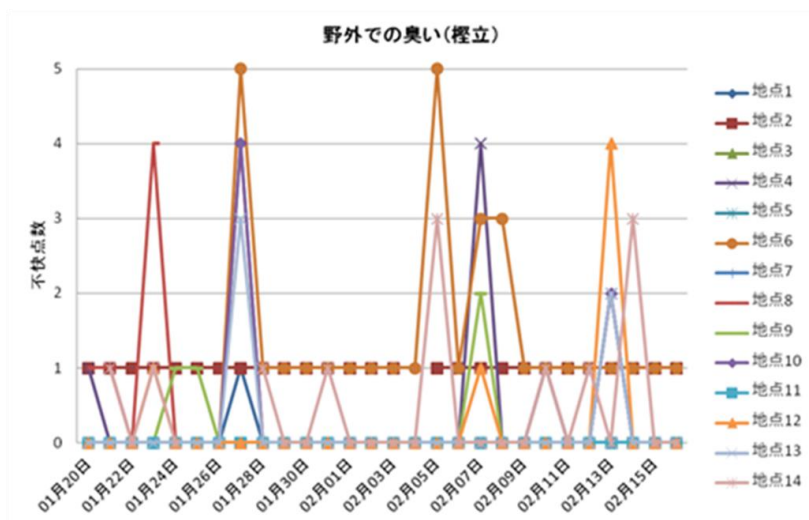
概要

- ◆2013年1月20日～2月16日実施
- ◆回答者を《檜立／中之郷北部／中之郷南部》の3グループに分け、それぞれ《屋内での臭い／野外での臭い／服などへの臭いの付着／目などに感じる刺激》について、5段階+「感じなかった」の6段階で評価してもらった。
- ◆目的 臭気の強さと人が感じる臭いの強さの関係性の調査
- ◆対象者 檜立・中之郷の住民
- ◆有効回答数 檜立14名、中之郷北部15名、中之郷南部6名





3. 二次調査 結果（野外での臭いのみ抽出）

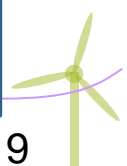


・データ数が少ないため、臭気との関連の検証は不十分

・樫立・中之郷北部において、観測者ごとにばらつきが見られた⇒臭気だけではなく、何か別の要因が影響している可能性もある。

今後の課題：

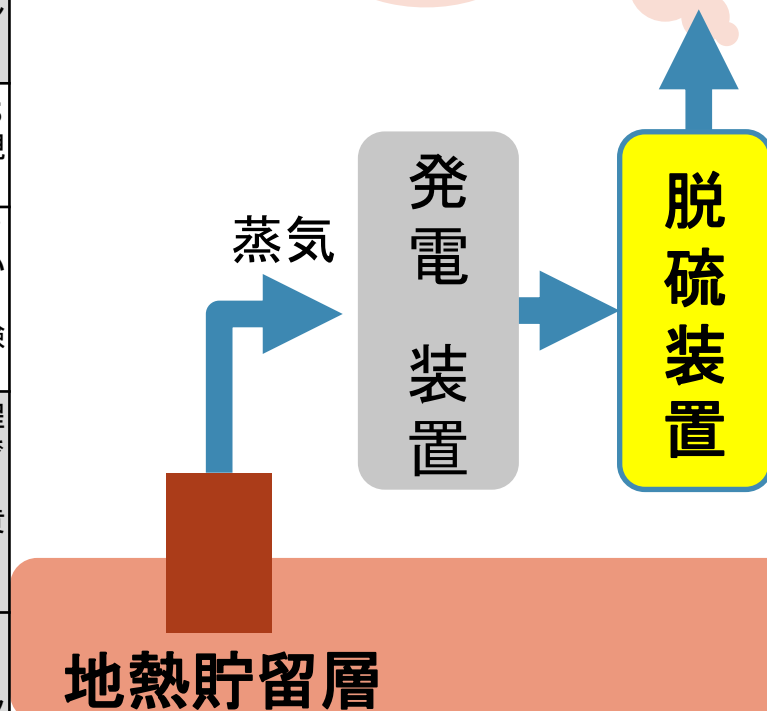
- 1 日をさかのぼって臭気を推定し、臭気指数ごとに分析する
- 2 特定の場所で不特定多数の方へのアンケートを実施する



硫化水素除去技術（地上処理方式）はいろいろある

ストレット フォード法	排出ガス中のH ₂ Sを重炭酸ナトリウム、バナジン酸ナトリウム等の吸収・触媒液に吸収させ、これを空気酸化して最終的にH ₂ Sを硫黄として回収する方法で、H ₂ Sの除去率は高く、回収硫黄は硫黄製造の原料として供給される。
燃焼法	ガイゼーズ（米）の初期プラントでは、排出ガス中に可燃性のCH ₄ やH ₂ ガスが含まれていたため、このガスを燃焼させてH ₂ SをSO ₂ にし、最終的に冷却水に吸収して回収する方法が採用された。
キレート鉄触媒法 （ローキャット法）	排出ガス中のH ₂ Sを鉄イオンの酸化反応を利用して硫黄として回収する方法で、使用済みの鉄イオンは空気酸化で再生し、再利用される。コソ（米）、マリトンボク（比）等で採用されている。
バイオリクター 利用法	硫黄酸化細菌を反応塔で増殖し、これを利用してH ₂ Sを硫酸として回収する方法で、大岳発電所坑内で小規模試験を実施している。
PSA+H ₂ S燃焼法	排出ガス中のH ₂ S濃度が低い場合、PSA装置（多孔質充填剤を利用し、圧力調整でガスを分別する）を用いて濃度を20%程度に上げて、これを自燃させて硫酸として回収する方法で、九州電力（株）が小規模試験を実施している。
乾式法 （クラウス反応）	柳津西山発電所で採用された方法で、3つの反応行程から成る。①酸化アルミニウム・二酸化珪素系触媒でH ₂ SをSO ₂ に酸化、②酸化アルミニウム系触媒によるクラウス反応で単体硫黄を生成し、冷却して熔融硫黄とする、③残留するH ₂ Sを更にSO ₂ に酸化し、最終的に熔融硫黄として回収する。
水酸化マグネシウム 吸収法	八丈島発電所で採用された方法で、H ₂ SをSO ₂ に酸化する酸化炉とSO ₂ を水酸化マグネシウム溶液に吸収させ硫酸マグネシウムにする吸収塔から構成される。吸収液は地下に還元処理される。

排出量0%にはならないが、最新技術では99%以上取り除ける



(出所：廣渡2003)



海外事例 1 (ローキヤット法)



コソ地熱発電所における硫化水素濃度

プラント名	非凝縮性ガス量 (%)	硫化水素濃度 (ppm)
NAVY- I	1.1	12,000
NAVY- II	1.8	18,000

コソ地熱発電所（カリフォルニア州）では、八丈島より2～3倍、硫化水素濃度が高い。硫化水素除去には、ローキヤット法（地上処理法）が用いられており、州の規制基準をクリアーしている。





海外事例 2 (全量還元法)



プナ地熱発電所 (ハワイ)

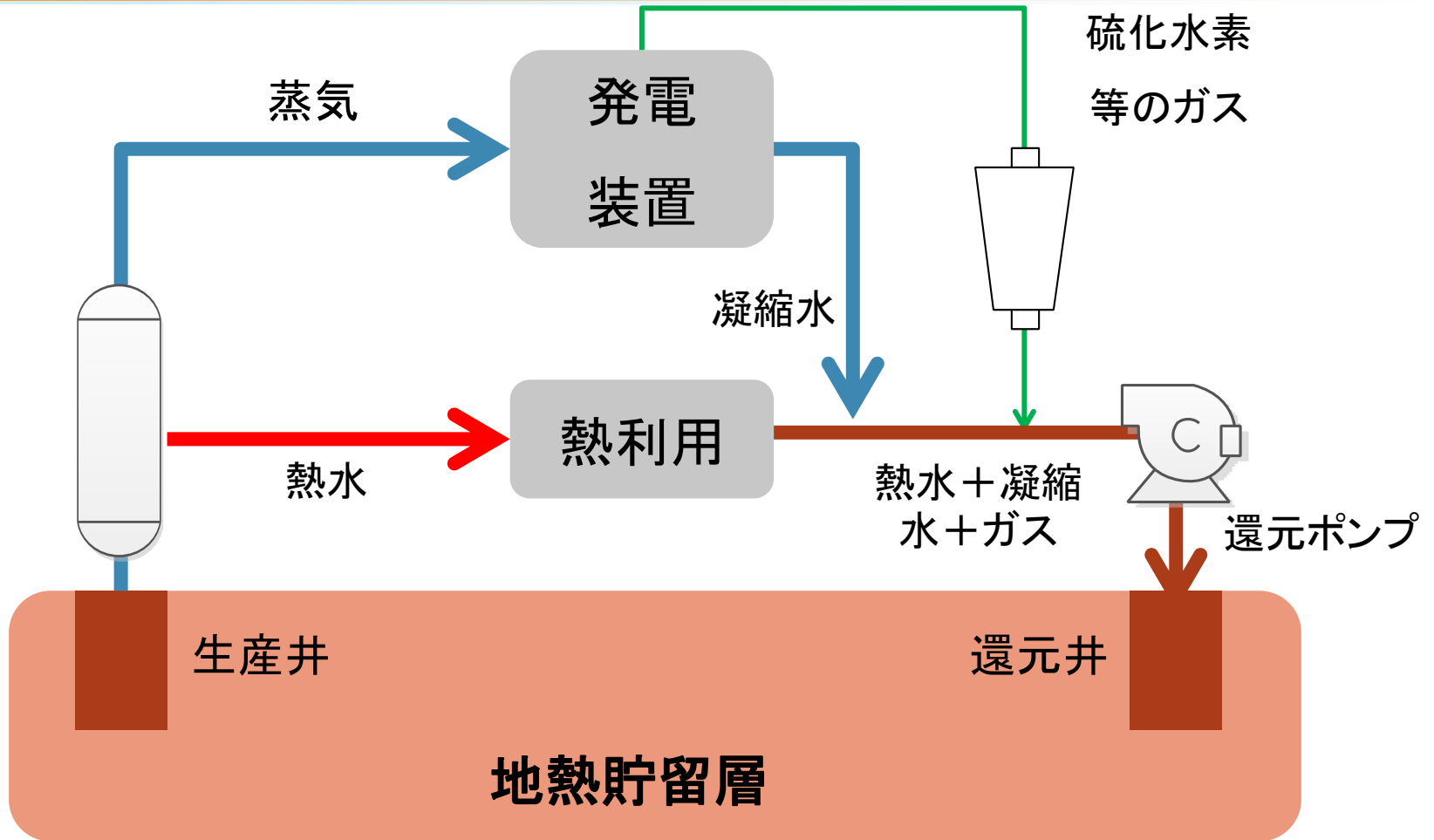


Puna地熱発電所を実際に訪れて、臭気が全くない地熱発電所を島民が直に体験することができた。そのことによって、現在の地熱発電の技術をもってすれば、臭いを最小限に留め、地域の地熱エネルギーを有効に活用することができるということを島民の方々が実感できたといえる。参加者の事後レポートには、Puna地熱発電所の臭気対策設備の素晴らしさを称賛するとともに、それをぜひ八丈島の新しい地熱発電所に導入してほしい、と希望する声が多く挙がった。





全量還元法を用いれば、排出量 0 も可能



現在、八丈島地熱発電所で使用されている生産井HT-1の化学組成に基づきシミュレーションした結果、還元井の坑口にて圧力:約3.8MPa、温度約80°Cの条件で、熱水と硫化水素を含む非凝縮性ガスを地下へ還元することができることが分かった。

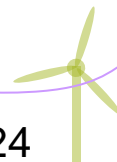




硫化水素除去方式における特長



方式	特長
全量還元法	・ 処理が簡単であり、硫化水素の放出量はほとんどない。
	・ pH低下によるガス配管、計測機器の腐食
	・ 硫黄析出によるフィルターの目詰まり
	・ ガス注入に要する消費電力が大きい
ローキャット法	・ 処理ガスは大気放出可能であり、消費電力が少なく、回収した硫黄は肥料会社で使用される。
	・ 装置の腐食も少なく運転が容易である。
	・ 硫黄の析出などのため、1回/年清掃が必要。
	・ 硫黄処理費（\$75/t、触媒費（計画値））



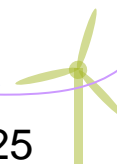


八丈島地域における 硫化水素対策技術のまとめ



	H ₂ S対策法		H ₂ Sの	イニシャル コスト (概算)	ランニング コスト (薬品代)	ランニング コスト (電気代)
	1次対策	2次対策	大気放出濃度			
1. 全量還元法	地下全量還元		0 ppm	3億円	0円	要詳細設計(出力の5%以上)
		還元ポンプ設備				
2. ローキャット +バイナリー	LO-CAT法	凝縮水+熱水は 地下還元	0.16 ppm	10億円	6,000万円	要詳細設計
		冷却塔は空冷式		硫化水素除去設備		
3. ローキャット +フラッシュ	LO-CAT法	間接式凝縮器	0.18 ppm	10億円	6,000万円	要詳細設計
		補給水は、地下水 等を利用し、凝縮 水は全量還元		硫化水素除去設備		
	LO-CAT法	間接式凝縮器	0.32 ppm	10億円	1次処理： 6,000万円	要詳細設計
		蒸気の凝縮水を冷 却水の補給水とし て利用。凝縮水は 過酸化水素処理に より、H ₂ Sを除去		硫化水素除去設備	2次処理： 920万円	
1次対策：非凝縮性ガス中の硫化水素対策						
2次対策：地表処理装置からの排出、および凝縮水からの硫化水素対策						

臭いとコストのバランスが重要





- 事業者の論理ではなく、島民の思い、意志を反映した拡大の検討を、どうすすめるかを考えています
- 八丈島の未来をどう描くか、そしてどう実現するか、島の皆さんと一緒に考え、検討していきたいと考えています。

