

# 分散型エネルギーシステムが提示する課題

国内地熱開発・利用事例分類を  
例として

第4回市民電力ゼミナール  
2022年7月22日

京都女子大学  
現代社会学部  
諏訪亜紀

# 再エネにも地域共存が求められている

---



<http://coolum.sblo.jp/article/65405976.html>



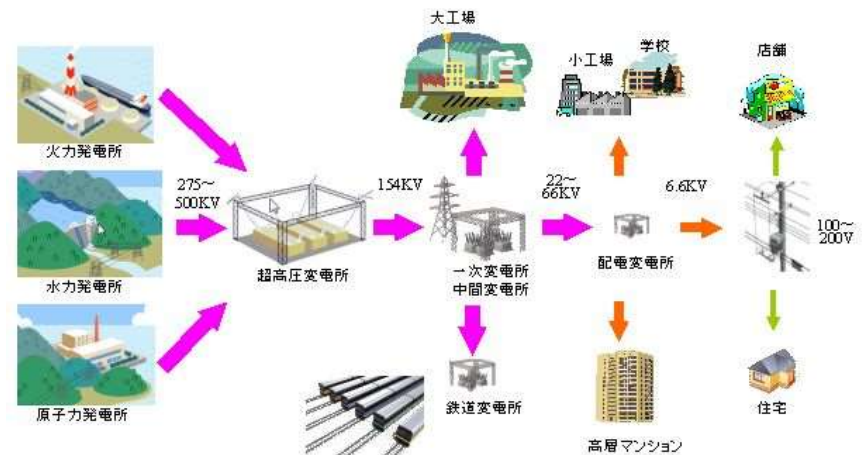
[https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1200E\\_S3A610C100000/](https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1200E_S3A610C100000/)

# 分散型エネルギーシステム＝リスクも便益も分散する

従前：  
多くの地域はエネルギー生産と  
無縁

分散型エネルギー：  
エネルギー生産と販売による便  
益を地域にもたらし  
同時に、エネルギー関連の知識  
やリスク管理のノウハウの必要  
性も「分散」する

リスクの集中  
しかし遠い



リスクの分散  
しかし近い

# 再生可能エネルギーと地域合意

---

リスク・コミュニケーションは相互方向的であるべきである

アセスメントは「ネガティブ情報」を伝えるのが本質

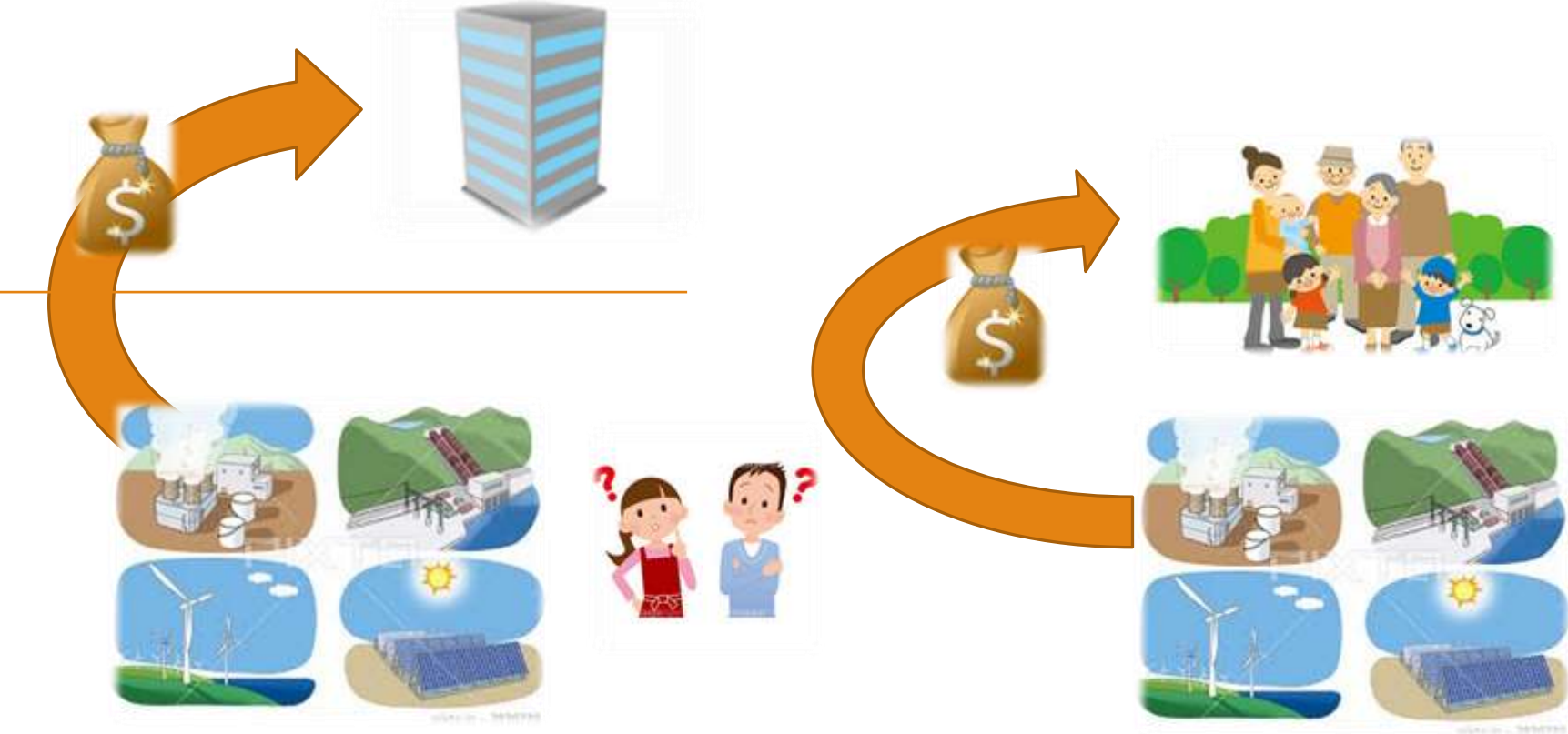
リスク・不安を正当視する → リスクを過小評価しない

地熱： 科学的合理性から社会的合理性へ

プロセス論 段階的関わり → 主体的関わりの可能性は？  
そのための条件は？（→ 地域便益分析）

課題： 分配的公正がリスクシェアリング・リスクコミュニケーションに与える影響は？  
＋各主体に求められるExpertise（専門能力）とは？

# 自治体新電力設立の大きな目的は、電力料金を中心とした資金の域内循環であった



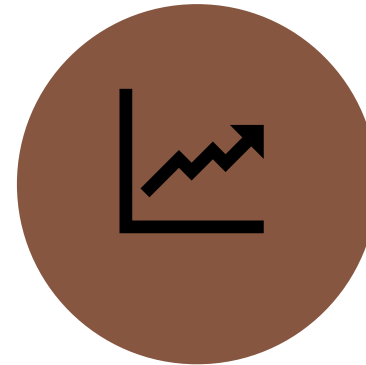
# 分配的公正と便益分析

リスクコミュニケーションに与える影響は？

---



分配的公正をす  
るためには



どれだけ(リスクと)地域便益  
があるか分析する必要がある

⑧	Citizen Control 住民によるコントロール	市民の権利 としての参加	事業や組織の運営に住民が自治権を持っている状態
⑦	Delegated Power 権限委譲		住民側により大きな決定権が与えられる状態
⑥	Partnership パートナーシップ		住民と権力者との間で決定権が共有されている状態
⑤	Placation 懐柔	形式だけの 参加	住民の参加は認めるが、決定権限は権力者が保留する状態
④	Consultation 意見聴取		意見反映の有無は不明なアンケート調査やWSの実施
③	Informing 情報提供		一方通行な情報提供(パンフレット・ポスター)や形式的な公聴会
②	Therapy 緊張の緩和	参加不在	住民の不满感情をなだめるガス抜きとしての参加
①	Manipulation 世論操作		決定事項への誘導、住民参加の箔付け、アリバイ作りの参加

# 再生可能エネルギーと地域活性化 プロジェクト参加によるコミュニケーションが主 体性＋専門能力の形成へ影響を及ぼし得る

再生可能エネルギーは、単に気候変動・環境対策のみを目的にするだけではなく、地域に資金を還流させるメカニズム足り得る。

## そのためのキーワード

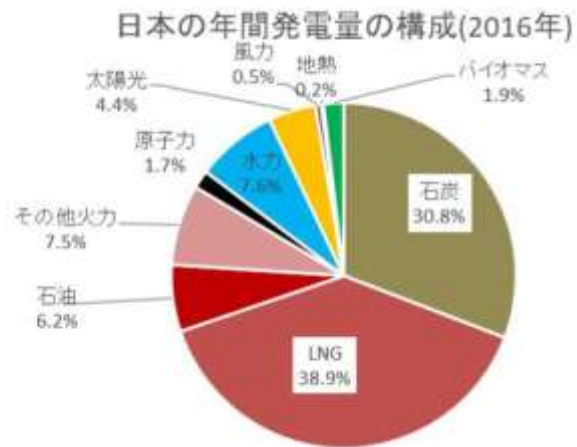
再生可能  
エネルギー

売電収入(固定  
価格買取制)

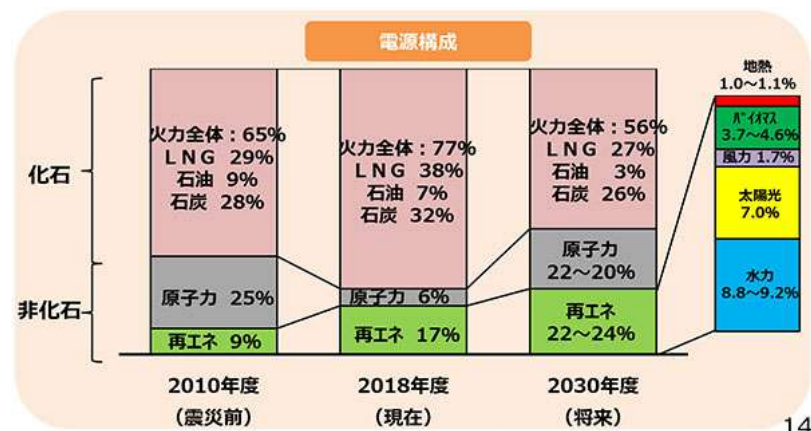
電力自由化

資金の地域内  
循環



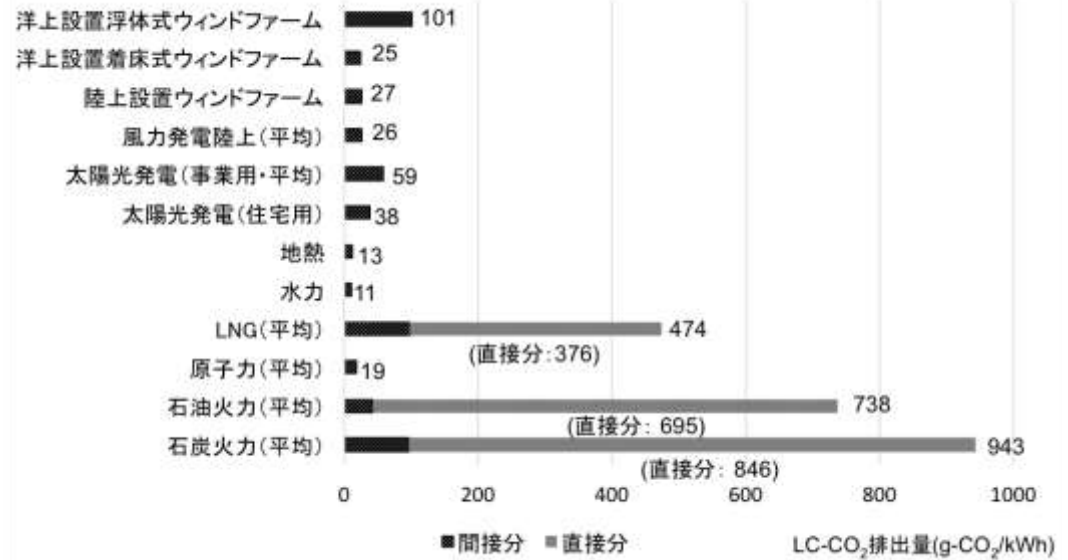


出典: 資源エネルギー庁「電力調査統計」等よりISEP作成

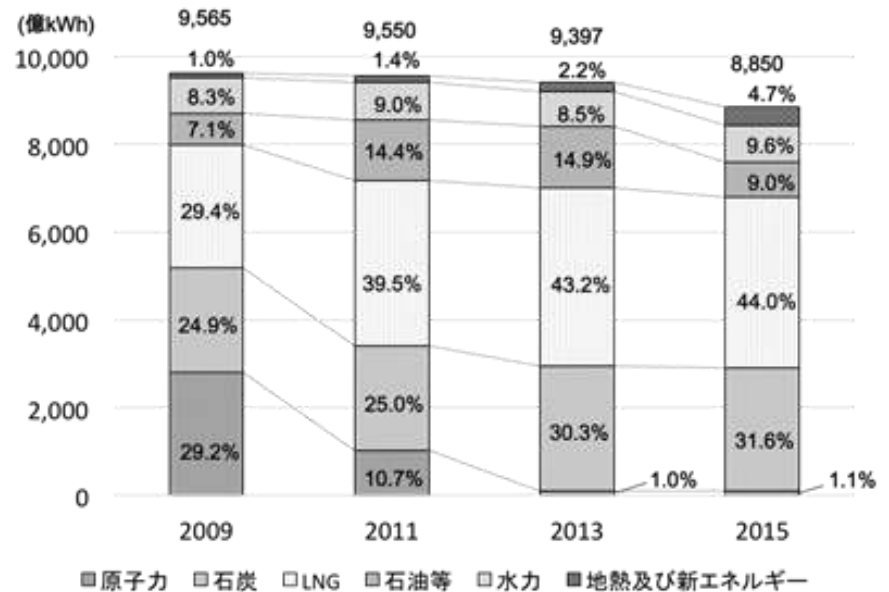


電源構成(経産省資源エネルギー庁「エネルギー基本計画の見直しに向けて」より)

# 地熱発電の LC-CO2排出量 及び 導入量



今村ら, 2016



電気事業連合会, 2016

# 地熱発電が用いるエネルギーはどこから来るか

マグマ溜まり

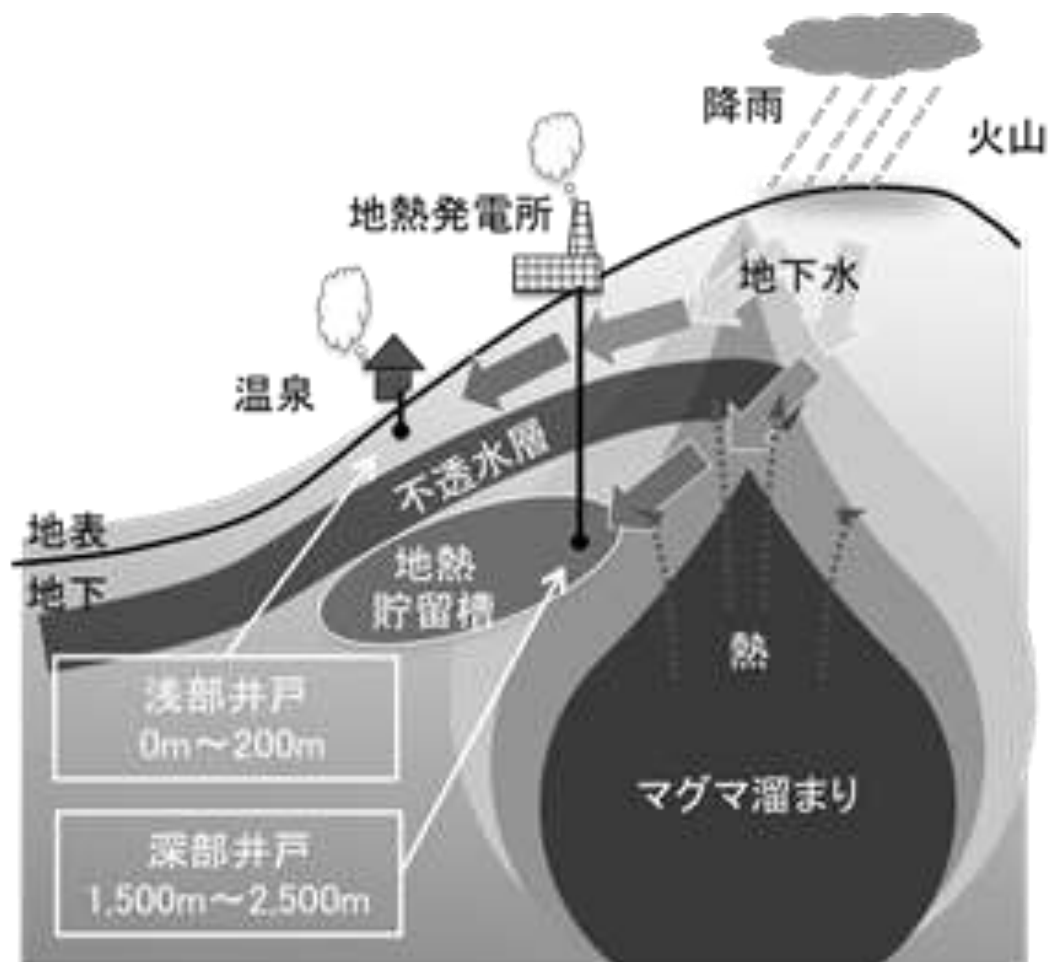
地下水

キャップロック(難透水層)

地熱貯留槽

深部井戸(1500-2500m)利用が一般的

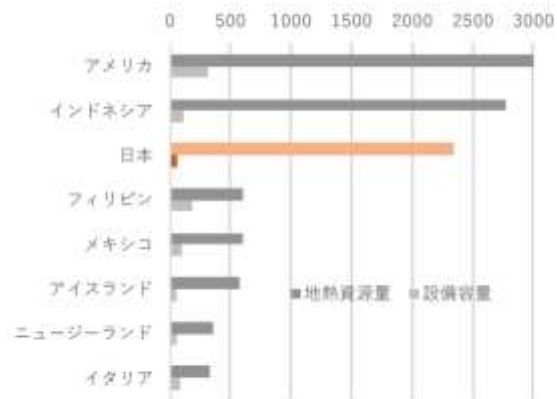
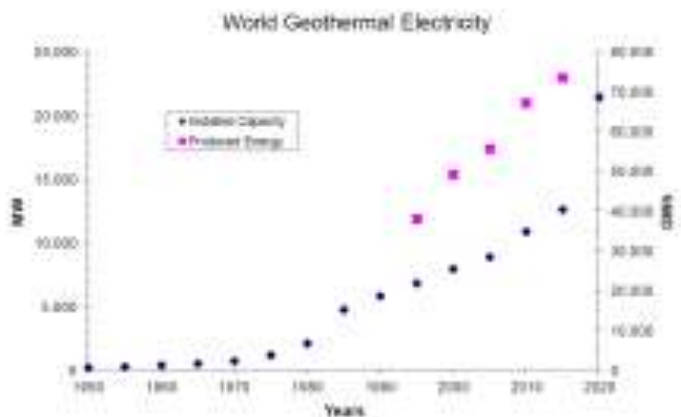
温泉は浅部井戸利用(0-200m)



# 世界的な地熱トレンド

World geothermal electricity (Source: Bertani, 2015)

各国の地熱資源量と地熱発電設備容量 (MW)



出典：資源エネルギー庁資料 (2012)



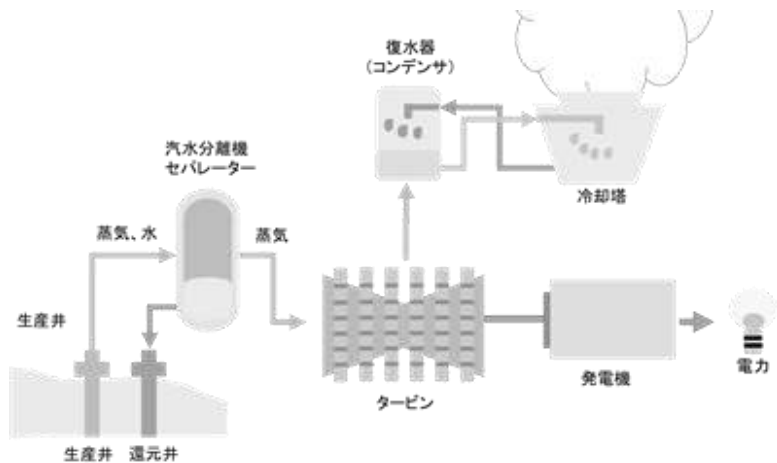
# 参考： 地熱ポテン シャルの例 として EGS

ミュンヘン近郊の EGSプラ  
ント：

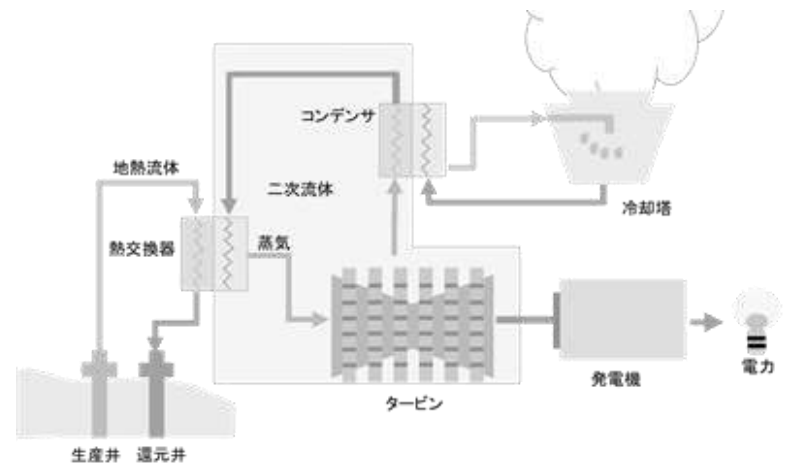
都市部周辺でも地熱開発は可能







フラッシュサイクル  
 生産井から得られる熱水含む蒸  
 気で発電 (図はシングルフラッシュ方式)

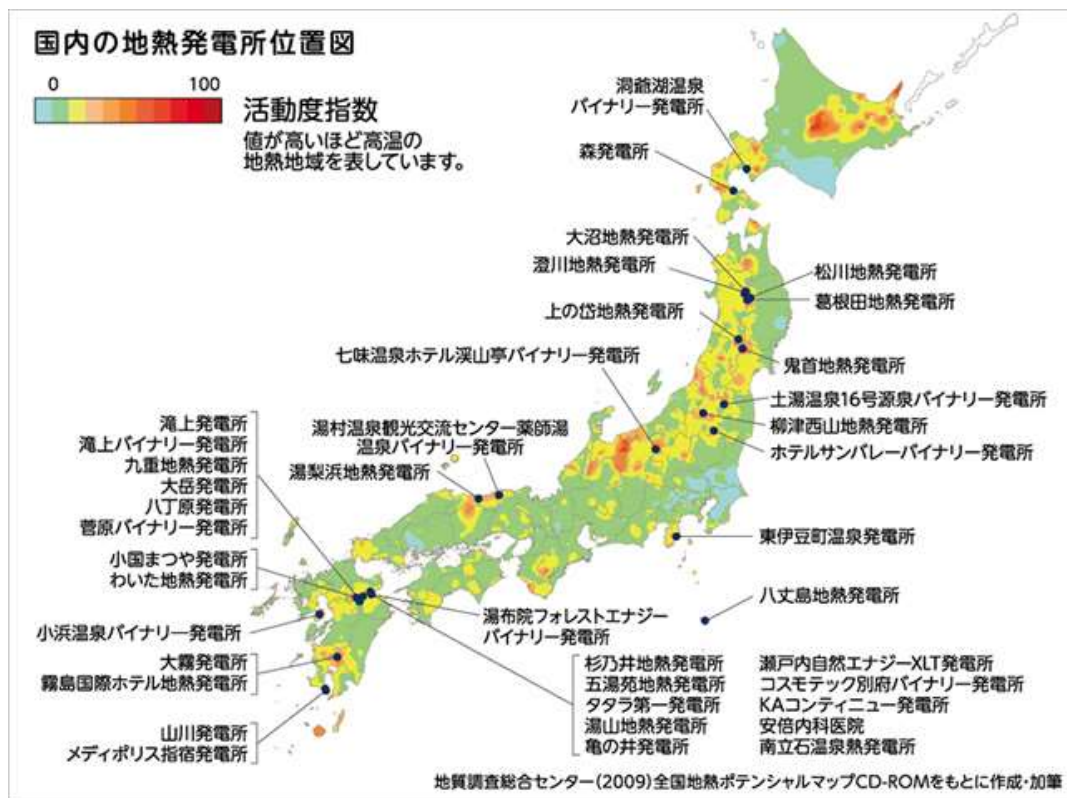


バイナリーサイクル  
 水よりも沸点の低い低沸点媒  
 体を地熱流体で加温して発電

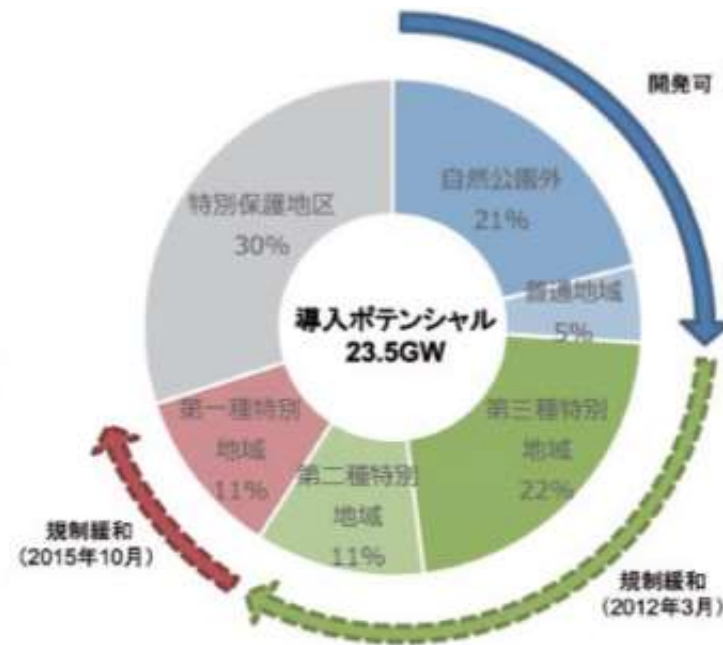
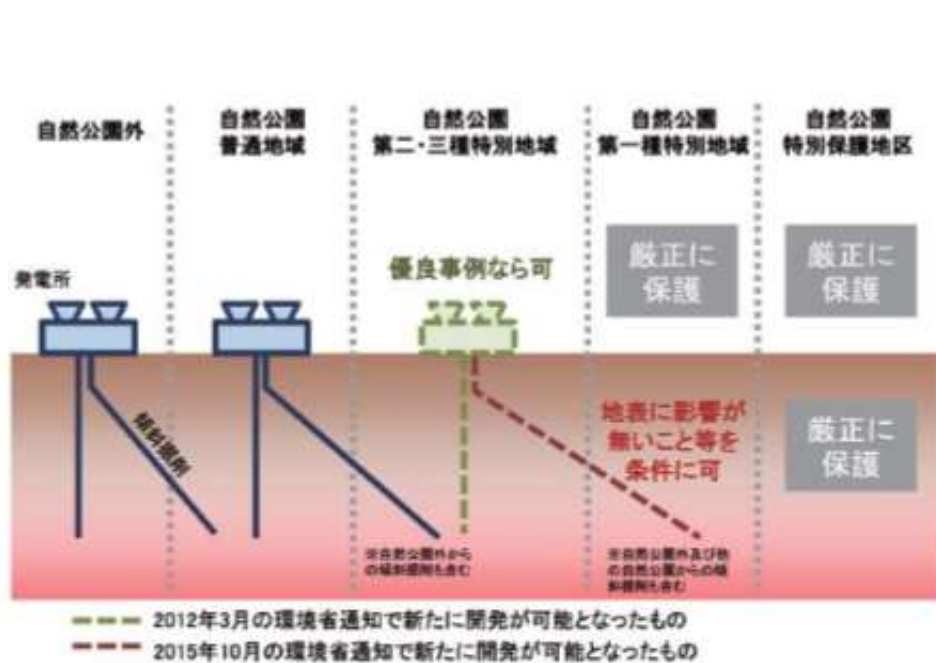
地熱発電は主に2タイプ：  
 フラッシュサイクルとバイナリーサイクル

# 日本の地熱発電所

- 自然公園
- 経済性
- 温泉事業者との合意形成
- 近年の規制緩和
- 固定価格制
- 地熱利用を進める地域が出現



(日本地熱協会HP)



出典:「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」に係る通知文書(環境省、2012、2015)及び調達価格等算定委員会(第1回)配布資料(経済産業省、2012)を参考にNEDO技術戦略研究センター作成(2016)。資源量(%)については、産業技術総合研究所(2011)

# 自然公園内の地熱開発規制



⑤地熱発電（15,000kW以上）リプレース：

	(参考) 平成28年度 新設価格	平成29～31年度 地下設備流用型	平成29～31年度 全設備更新型
調達価格	26円/kWh	12円/kWh	20円/kWh
資本費	79万円/kW	48万円/kW	79万円/kW
運転維持費	3.3万円/kW/年	3.3万円/kW/年	3.3万円/kW/年
IRR（税引前）※1	13%	6%	8%
調達期間	15年間	15年間	15年間

⑥地熱発電（15,000kW未満）リプレース：

	(参考) 平成28年度 新設価格	平成29～31年度 地下設備流用型	平成29～31年度 全設備更新型
調達価格	40円/kWh	19円/kWh	30円/kWh
資本費	123万円/kW	77万円/kW	123万円/kW
運転維持費	4.8万円/kW/年	4.8万円/kW/年	4.8万円/kW/年
IRR（税引前）※1	13%	6%	8%
調達期間	15年間	15年間	15年間

(※1) 法人税等の税引前の内部収益率。

経済産業省、2016

リプレースの場合を含む地熱FIT  
買取価格（調達価格）

# リスクとしての地元合意

新規開発案件18件中4件で利害関係者（温泉事業者を含む）から公式な反対意見表明

開発事故後、有力な再生可能エネルギーとして注目が集まっている地熱発電に、県内でも熱意の声が上がってきた。県温泉協会（経緯協会）は、会員数約1000名だが「反対」の賛同も集めてきた。県内に地熱開採の具体的な動きはまだないが、導入を目指す県の戦略に影響を与えている。

県温泉協会 「無秩序な開発反対」  
県自然保護団体協 「自然公園認めず」

地熱発電は、再生可能エネルギーとして注目を集めている。県内でも熱意の声が上がってきた。県温泉協会（経緯協会）は、会員数約1000名だが「反対」の賛同も集めてきた。県内に地熱開採の具体的な動きはまだないが、導入を目指す県の戦略に影響を与えている。

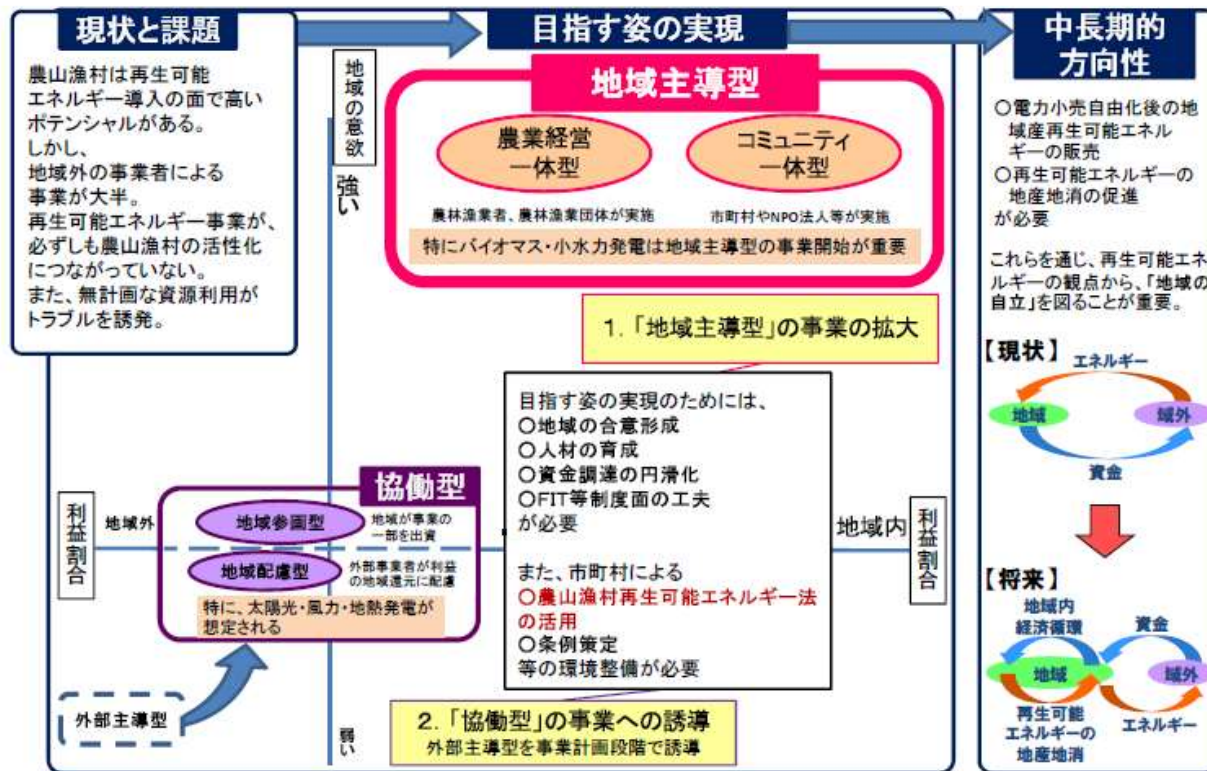
## 地熱発電懸念の声 導入目指す県の戦略に影響も

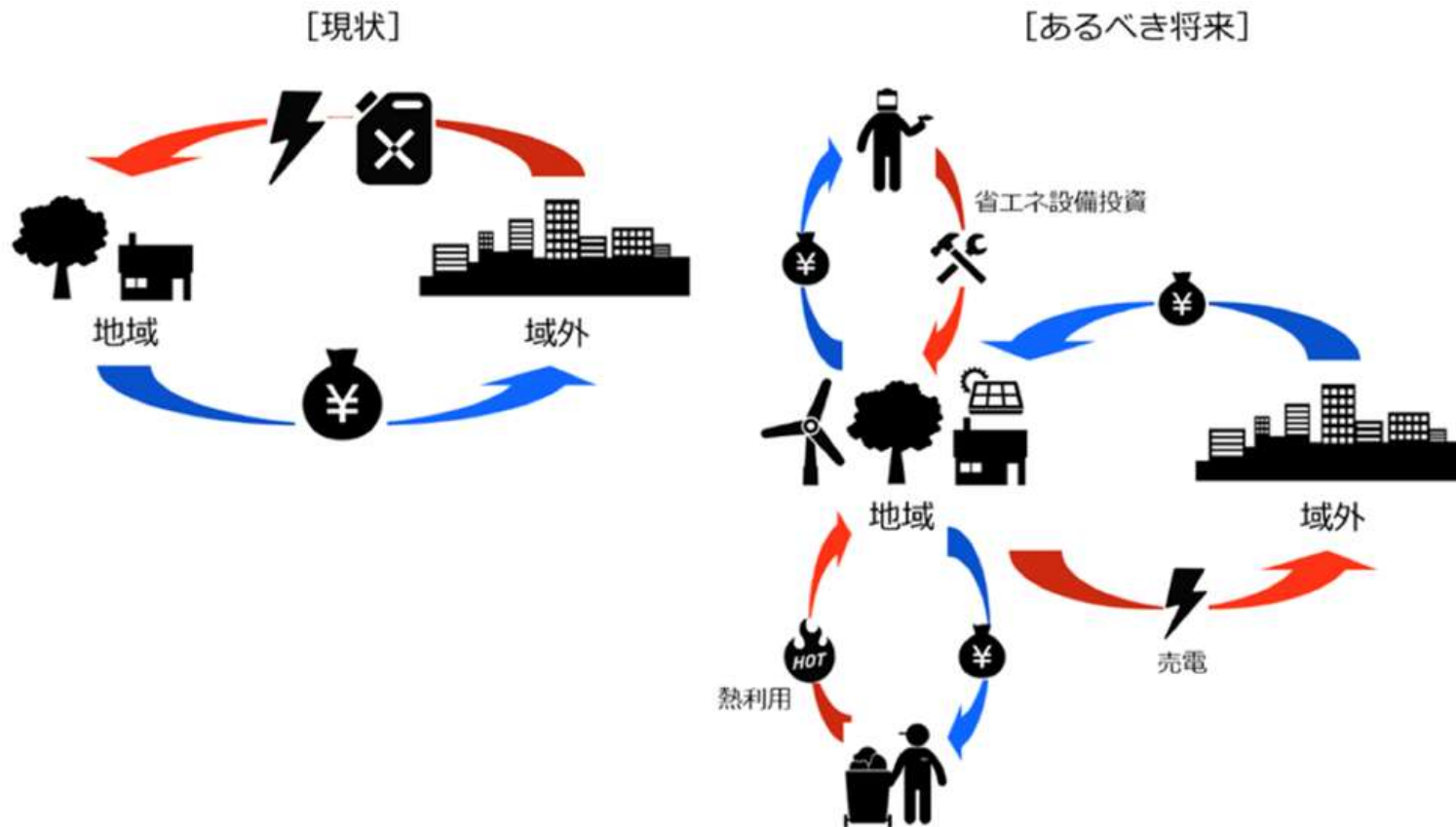
一方で、地熱に好意的か、または意見表明をする前段階として知識を求める声もある。

【2012年06月14日 朝日新聞山形地方版】

# 再生可能エネルギーの主体によって 地域活性化の度合いと意味が異なる場合がある

- 地域が主体か、外部との協働か。
- 利益配分をどうするか。





地域便益の有無によって地域創生・合意形成が促進されるか



# 山葵沢地熱 発電所

---

所在地

秋田県湯沢市高松字高  
松沢及び秋ノ宮字役内  
山国有林内

原動力の種類

汽力(地熱)

出力

46,199kW



# 大規模事例 上の岱地熱発電所

蒸気部門秋田地熱エネルギー株式会社

発電部門東北電力株式会社



昭和46年	同和鉱業(株)が小安・泥湯地域で地熱調査を開始。
昭和56年	東北電力(株)と地熱開発の共同調査を開始。
昭和61年	秋田地熱エネルギー(株)設立。
昭和63年	3か月の一斉連続噴気試験を実施、蒸気量272t/hを確認。
平成元年	上の岱に関する開発基本協定締結(東北電力・秋田地熱エネルギー)、目標規模:27,500kW。
平成3年	第117回電源開発調整審議会にて上の岱地熱発電所計画了承。
平成6年	3月4日より運転開始(認可出力27,500kW)。
平成9年	2月12日より認可出力変更(28,800kW)。

# 域内循環を目指して： 熊本県小国町 わいた地区の取り組み

## 熊本県小国町わいた温泉郷

- 人口7300人
- 高齢者比率 約4割(わいた温泉郷では約5割)
- 湯布院に比べて交通の便に不利



[www.tabirai.net/sightseeing/tatsujin/0000457.aspx](http://www.tabirai.net/sightseeing/tatsujin/0000457.aspx)

## 事業構築の流れ

- 1996年に町と電源開発による2万kW規模の計画
- 地域を二分する議論

## 1996年の教訓から規模を絞って有志による計画へ舵を切る

- 2012年「わいた会」(有志26名:任意団体)
- 2MW規模
- 資金調達・建設・運営を委託するパートナー選定



〈わいた地熱発電所概要〉

項目	内容	
所在地	熊本県阿蘇郡小国町大字西里3075	
運転開始年月日	2015年6月	
発電事業者（現在）	合同会社わいた会	
建設時の環境配慮	発電所の敷地を200㎡に限定	
運転状況	出力（発電端）	2MW
	方式	フラッシュ方式
	稼働率	約90%

# 地域参加の枠組み

## わいた会

- 2012年 任意団体（26名）
- 2016年 合同会社 わいた会（前30世帯）
- 資本金 26万円：現在は30万円）

## BOO方式

- Build, Own and Operate（建設・運営・所有）：新興国のインフラ整備で用いられる
- 中央電力ふるさと熱電へ委託
- 本社を小国へ移転（法人税）
- わいた会へ運転業務を委託して雇用を確保





# 入会管理

発電所周辺に100haの共有地・共有林

- 地域住民による入会管理
- 地熱環境影響モニタリングしやすい
- リアルタイムモニタリング9箇所

今後の課題

- 2号機の建設: 課題は電力系統接続交渉
- 固定価格買取制度終了後の2030年以降



(中央電力ふるさと熱電)

## 売電以外の収益性向上

発電所からの温水を利用した高付加価値農産品の栽培

- バジル・パクチーなど
- 温水を近隣の温泉旅館と住宅へ供給

「社員」への継続した配当を可能とするスキームの模索は課題



(中央電力ふるさと熱電)

# 富山県 公営事業として地熱探査

富山県：北海道に次いで日本第二位の資源量とされる

長年の地域エネルギー開発（小水力発電など）の経験をもとに地熱資源開発を検討

～新たな再生可能エネルギー開発に向けた取組み～

## 地熱資源開発調査事業（電気事業）

富山県は地熱資源量が全国第2位のポテンシャルを有しており、県では平成26年4月に策定した再生可能エネルギービジョンにおいて、平成33年度までに県内初の地熱発電所の建設について、調査検討を進めることとしています。

その一環として、企業局では、平成27年度に県内4地域において基礎調査を行い、最も有望と評価された、立山温泉地域を開発候補地に選定しました。平成28年度からは国の補助事業を活用して、地表調査や掘削調査等、地熱発電の導入に向けた調査に取り組んでいます。



調査の様子



(出典：富山県)

# 八丈島地熱発電所

項目	内容	
所在地	東京都八丈島八丈町中之郷2872	
運転開始年月日	1999年 3月 25日	
開発事業者	東京電力株式会社	
建設時の環境配慮	島全体を対象とした自然環境基礎調査の実施. 環境影響評価の結果、造成地の最小化、工作物の高さ規制等の環境保全策を実施.	
運転状況	認可出力	3,300kW
	最大電力	2,491kW
	方式	シングルフラッシュ方式
	稼働率	76.4%(2010年度:環境省より)



# 事業規模と住民参加・主体性の深度との関連

コミュニケーション  
と主体性の深度も  
異なる

## 大規模事例・売電

- 開発者：ディベロパー・大手電力会社

## 中規模事例・売電/公営施設での利用

- 公営企業・自治体出資

## 小規模事例・売電/利益還流

- 住民主体(一般社団法人 合同会社 等)

意見聴取～パートナーシップ  
環境アセスメント

権限移譲・間接的な  
オーナーシップ

市民によるコントロール

それぞれの規模で地域便益は発生するが、直接的に還流するとは限らない  
オーナーシップの度合いにより、主体性、理解の深度が異なる エキスパートの出現



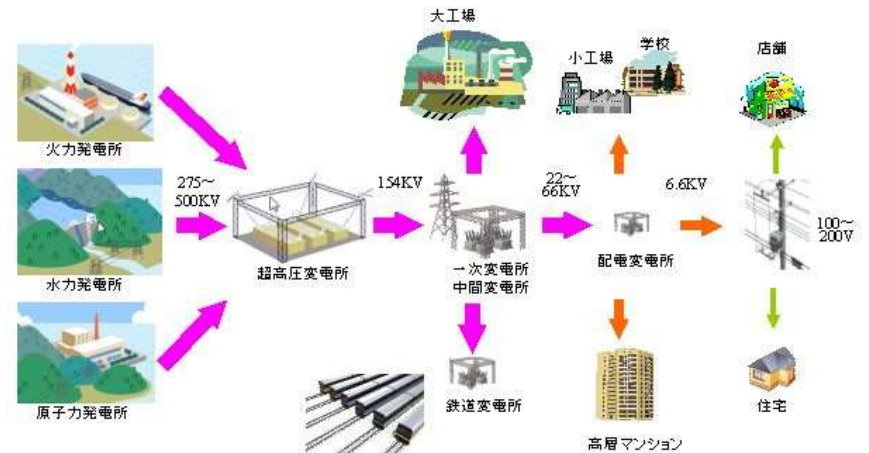
# 地熱利用と地域開発

従前：多くの地域はエネルギー生産と無縁

分散型エネルギー：  
エネルギー生産と販売による便益を地域にもたらし  
同時に、エネルギー関連の知識やリスク管理のノウハウの必要性も「分散」する

自治体・住民・教育機関を巻き込んだエネルギー利活用教育が必要(技術+経済+社会学)

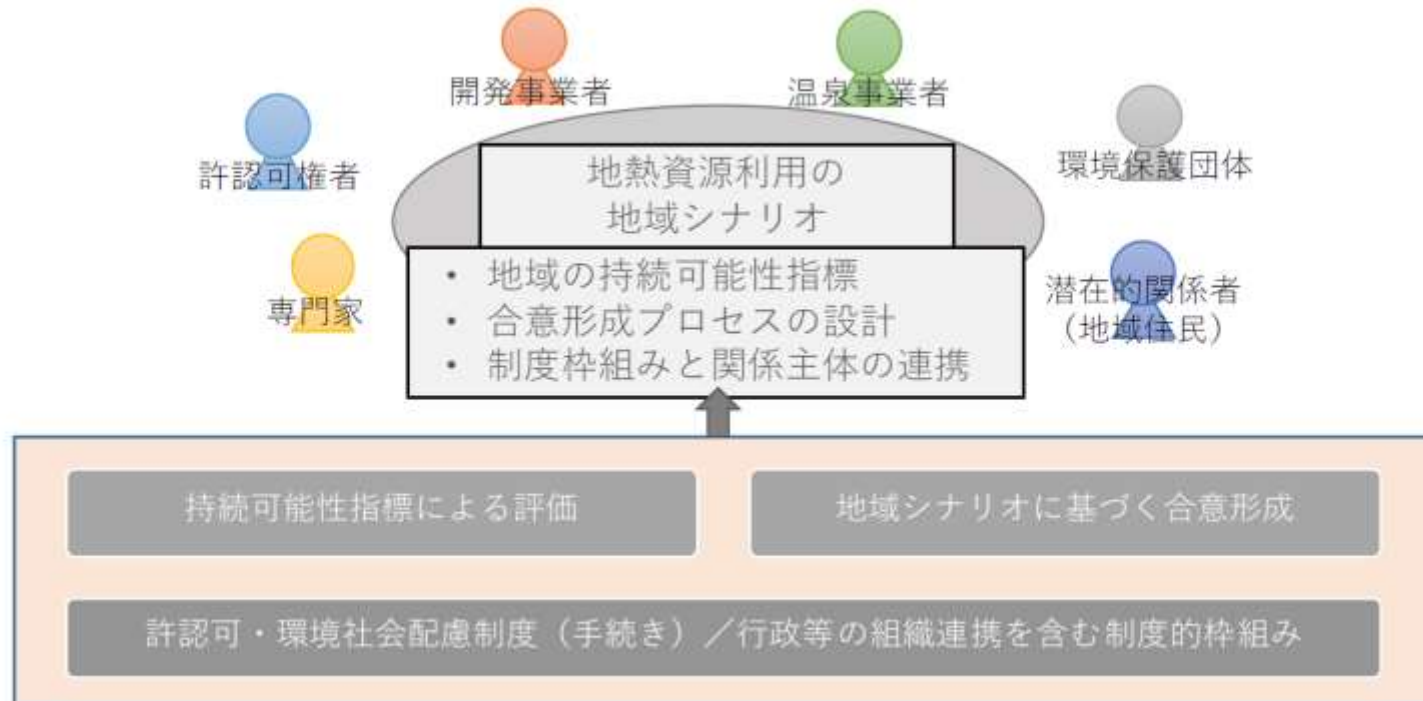
リスクの集中  
しかし遠い



深度のある理解

リスクの分散  
しかし近い

# 考察：地熱資源を生かすためには？



地熱資源を生かすためには  
人的ネットワークの形成 と同時に  
直接・間接的便益とそれを支える深度のある理解  
も求められるのではないだろうか？

# 地熱利用に関する研究と社会の理解は まだまだ足りない:一緒に学びませんか？

## 第1章 いま、なぜ地熱発電か

- 1.1 エネルギー資源としての地熱
- 1.2 地熱資源利用の基本的な仕組み
- 1.3 欠かせないコミュニティづくりと合意形成

## 第2章 地域の挑戦に見る、持続可能な開発の道筋

- 2.1 これまでの日本の地熱発電
- 2.2 制度改革と技術開発
  - 1 地熱発電を後押しする制度改革と支援策
  - 2 地熱利用を後押しする技術開発
- 2.3 事例編Ⅰ：地域主導の小型地熱開発
  - 1 小浜温泉バイナリー発電所（長崎県雲仙市）  
未利用温泉熱を活用した地域活性化
  - 2 土湯温泉バイナリー発電所（福島県福島市）  
震災復興から域内経済循環へのリーダーシップ
  - 3 わいた地熱発電所（熊本県阿蘇郡小国町）  
合併会社設立による地域自治の明確化
- 2.4 事例編Ⅱ：地域と共生する大型開発
  - 1 上の岱地熱発電所（秋田県湯沢市）  
地元企業と地域の信頼関係が可能にした新規開発
  - 2 山葵沢地熱発電所計画（秋田県湯沢市）

## 地熱開発における環境アセスメントの適用

- 2.5 事例編Ⅲ：自治体为主导する大型開発
  - 1 八丈島地熱発電所（東京都八丈町）
  - 2 自治体が地域とともに創る地熱発電（富山県立山町・大分県九重町・北海道社管町）

## 第3章 共生に向けたコミュニティづくりの手法

- 3.1 実践を後押しする制度づくり・人づくり
  - 1 社会のリスク認知とコミュニケーションの重要性
  - 2 環境省地熱ガイドラインを越えて
  - 3 計画の担い手づくり：多様な主体の関与を促す協議会
  - 4 市民参加と合意形成のプロセス
  - 5 環境アセスメントを応用したリスクコミュニケーション
- 3.2 海外のプランニングと合意形成からビジョンを描く
  - 1 アイスランド：地域社会と共生する地熱利用大国
  - 2 ニュージーランド：プランニングシステム
  - 3 アジア諸国：地熱法の制定とその後の自治体連携
- 3.3 「地熱立国」へ向けて
  - 1 人をつくる制度づくり
  - 2 多様な主体の協働による持続可能な地熱資源利用の実現

