



地熱発電

地産地消とレジリエンスの高まる期待と課題

森愛実アイリーン

目次：

1. 自己紹介
2. 地熱について
3. 日本の地熱の現状
4. 地熱の問題点
5. 事例
6. まとめ

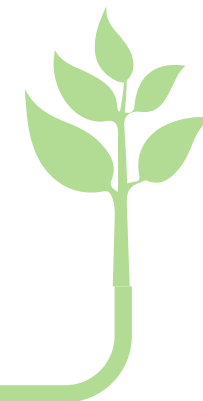


自己紹介



森愛実アイリーン(Eileen)

- ・ラスベガスで生まれ育つ
- ・15歳で帰国し、今年の6月に国際基督教大学を卒業
- ・クルーズ船にて、日英通訳師として活躍
- ・環境問題を始めとした、多様な社会課題に広く関心を持つ
- ・SDGsを英語でディスカッションするコミュニティを立ち上げる
- ・サービスラーニングを通して、市民電力連絡会と関わる
- ・IELTS8.0/TOEFL ITP667/英検1級



アイスランド：
レイキャビク
10/25/2019



船から見たオーロラ



NGOピースボート102回クルーズ

10/25/2019 アイスランド・レイキャビク

アイスランドから学ぶ自然&再生可能エネルギー活用方法

英語 x SDGsのイベントを開催

EXPRESSIONIST

英語「で」学ぶ、英語学習サービス
確かな英語の実力と、
確かな教養をもって
世界と、繋がろう



SDGs x 英会話

3時間
All English
の
留学体験！

4/18(日) 13:00~16:00
Topic:身近なものが、
環境を壊しているかも？
～パーム油と環境保全！～
参加費：1000円

Special Guest!
日本野生動物医学会
学生会代表
赤石旺之さん



必要なもの

- ・英語で話す勇気
- ・「学ぶ」を楽しむ気持ち
- ・英語力は問いません。



大人気企画

3時間の留学体験！？

SDG x 英語

以外と知らない！？
チョコレートの裏側について

2021.05.22[SAT] 13:00-16:00

@ONLINE ZOOM

駒井美咲さん
OKINAWA CACAO
沖縄の地域素材 x チョコ
で地域課題に取り組む！



必要なもの:

- ・英語で話す勇気
- ・学ぶを楽しむ気持ち
- ・英語力は問いません

田口愛さん
MPRAESO 代表
ガーナのチョコ工場長

市民電力連絡会

大学のサービ斯拉ーニングプログラムを通じて市民電力連絡会で活動する。

九州で1ヶ月間フィールドワークを実施し、別府を中心に8箇所の地熱発電所へ訪問



世界一周コンテストDREAMで地熱を発表

世界を広げる。未来が集まる。

DREAM

WEB投票ページ

投票期間:2022年1月13日(木)12:00 ~
2022年1月19日(水)23:59

森愛実アイリーン
DREAM第三次審査

自然のエネルギーと旅をする



宮城竜斗 9768
『あたりまえの幸せ』に気づく旅



岡知花 9131
心からの「ただいま」を探す旅



巻田紗依 7967
子ども達が夢を語る空間を作る



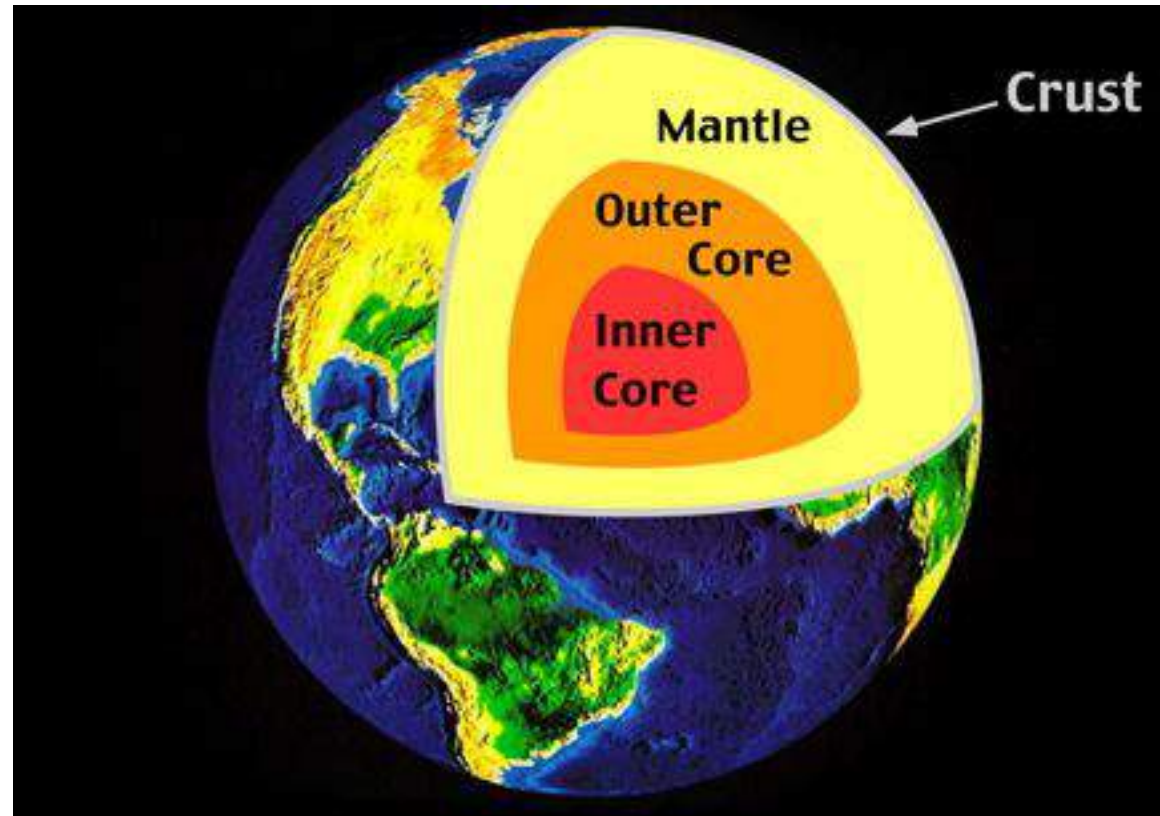
森愛実アイリーン 5434
自然のエネルギーと旅をする



地熱について知らない人にも地熱を発信する！

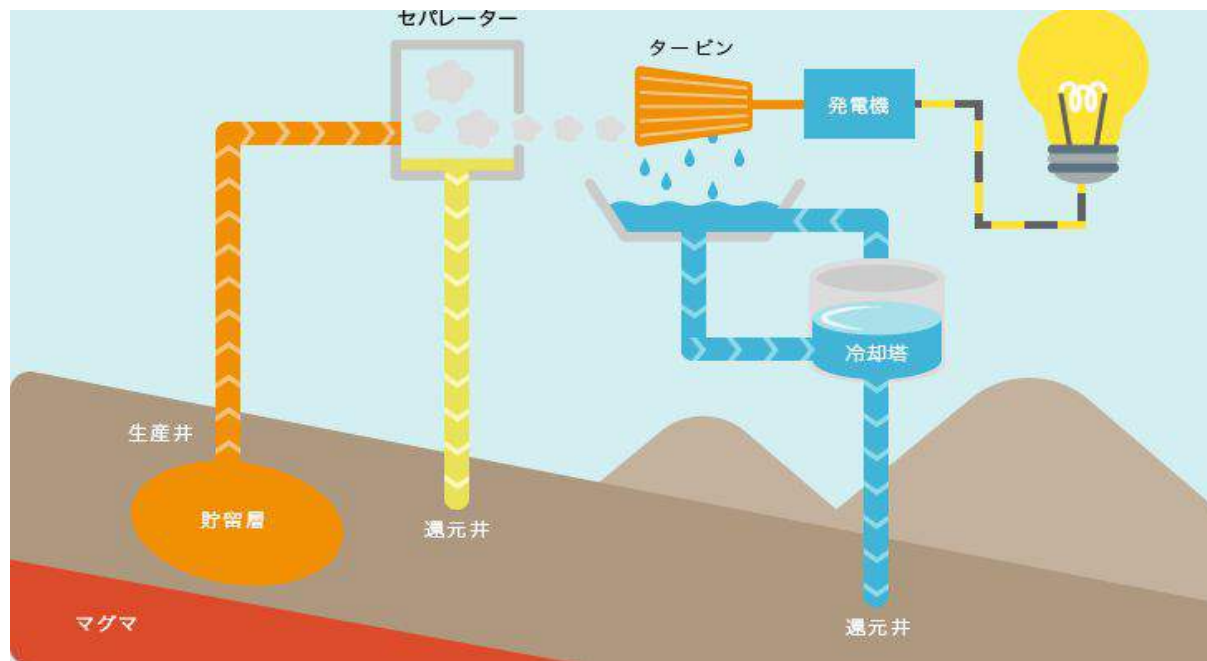
地熱エネルギーとは？

地球の地下に存在するエネルギーを利用する

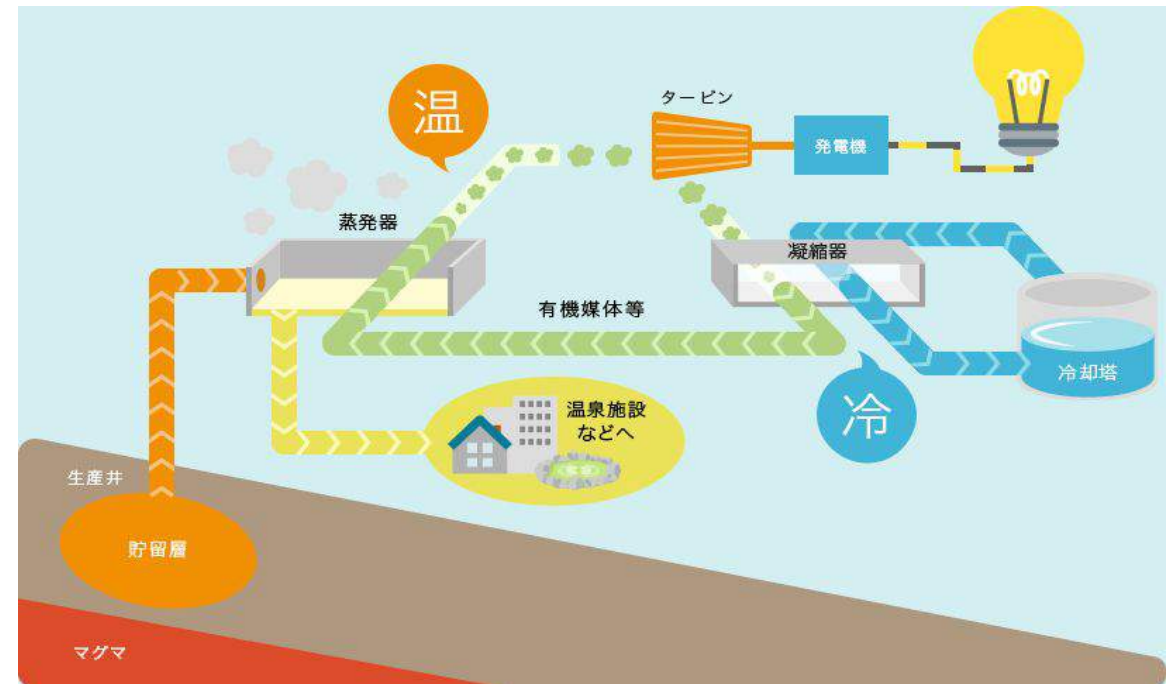


地熱エネルギーの発電方法は？

- ・フラッシュ発電 → 直接蒸気の熱を利用（大規模）
- ・バイナリー発電 → 二次媒体を利用（小規模）



フラッシュ発電



バイナリー発電

アイスランドのエネルギー事情

1950-60年代は石油を燃料としていたが、1970年のオイルショックを契機に地熱への投資を決定。

アイスランドのエネルギーは100%再生可能資源でつくられています。水力発電75%、地熱発電25%。

電気代
水道代が
安い！

90%

地中熱を利用した暖房
・給湯を利用している
家庭の割合

24時間

稼働できる！



地熱を利用した温泉



地熱で温めたライ麦パン



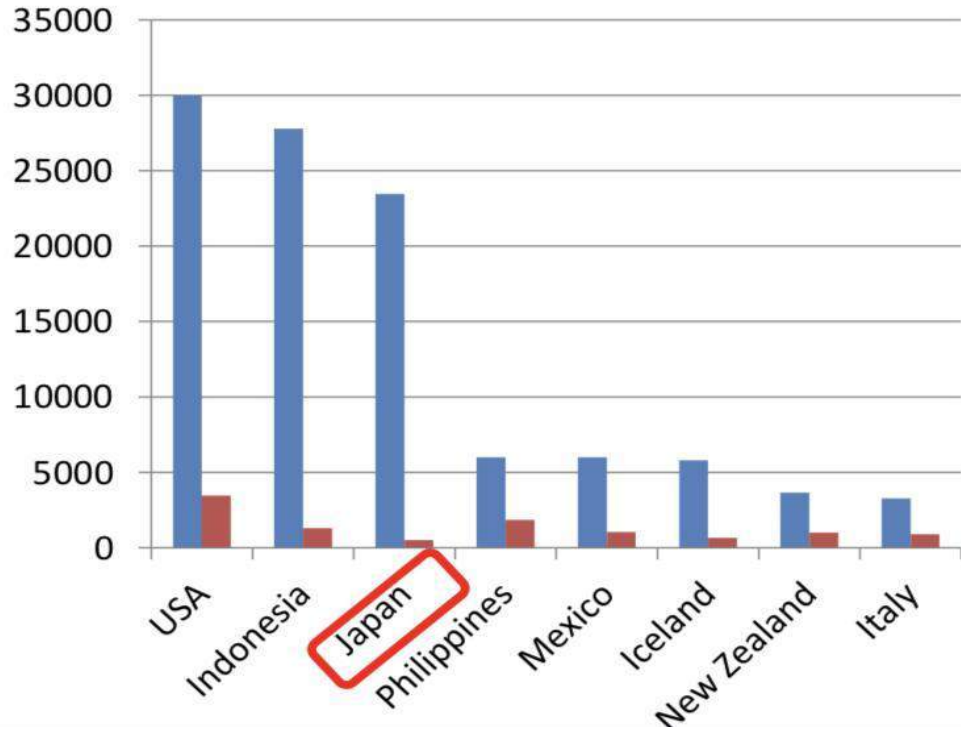
空間暖房・給湯



商業用温室



アイスランドにおける地熱エネルギー



地熱のポテンシャル。
アイスランドは6位
日本は3位!

日本の技術
三菱と東芝
アイスランドで使用

地熱エネルギーの利点:

1. 環境にやさしい
 - 燃料を使わないので、CO2を排出しない。
 - 自然エネルギーであるため、燃やさない
2. 信頼性
 - 天候に左右されないエネルギー源
 - ベースロード・エネルギーと呼ばれる
 - 24時間生産可能で枯渇しない
3. 様々な場所で「熱」として利用できる
 - パンを焼いたり、暖房に使ったり

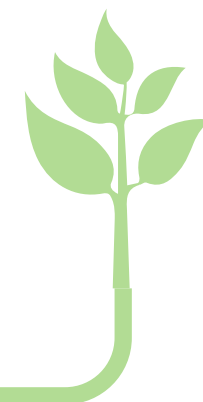
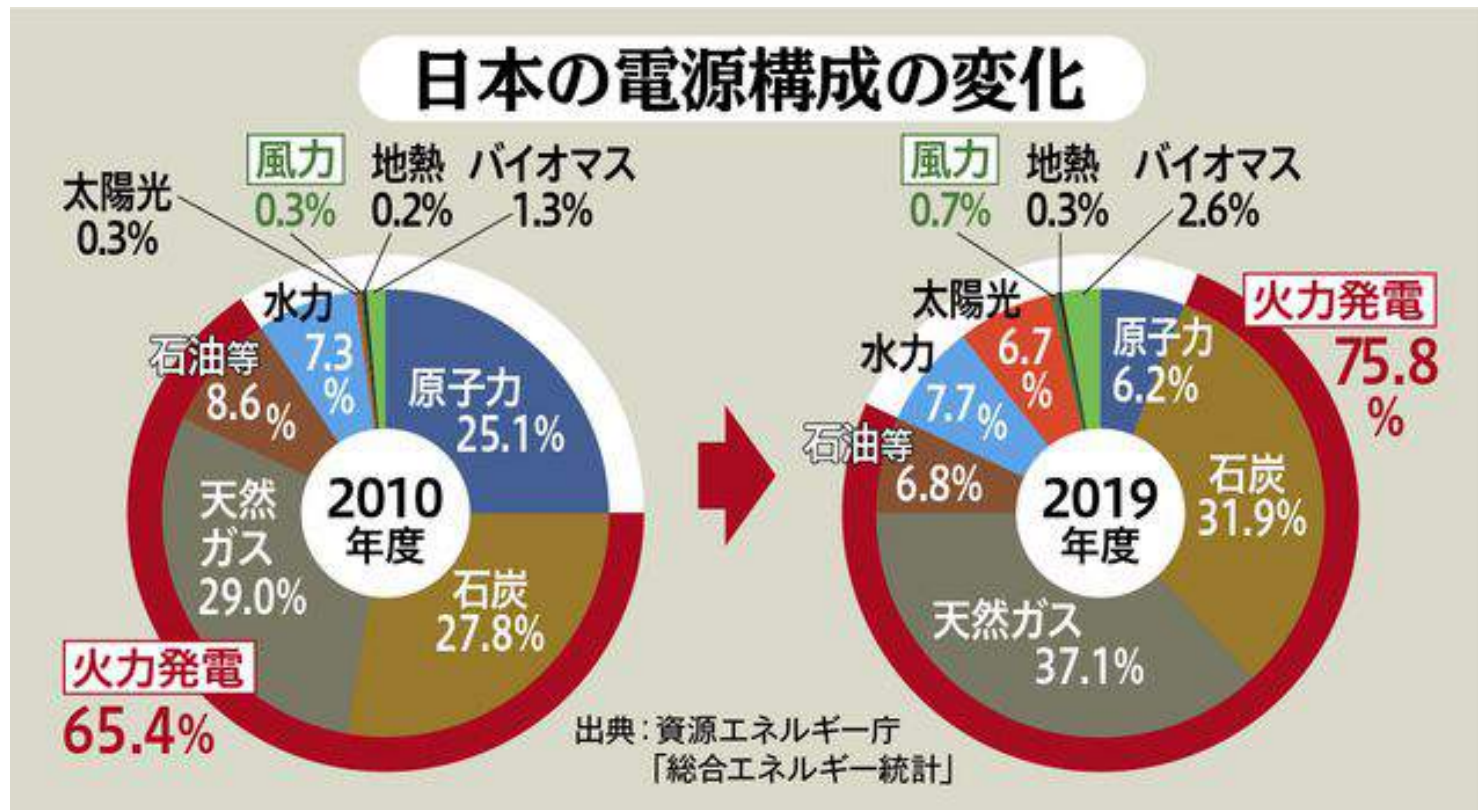


日本の地熱の現状は？

日本の電力量の

0.3%

地熱エネルギー
現在生産している



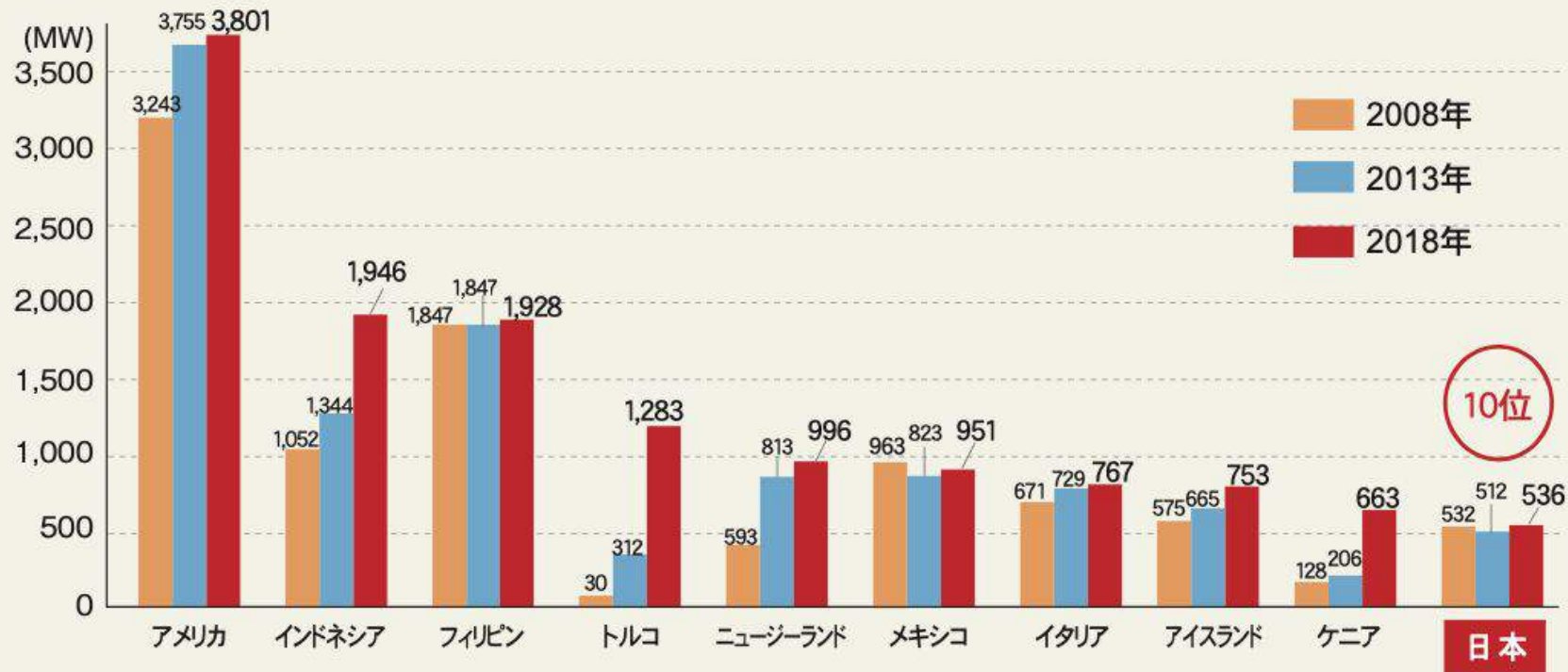
小泉元環境大臣が地熱発電を推し進める 6/1/21



「環境省は関係法令の運用見直しなどで最短8年に30年度までに稼働する地熱発電所を増やすことを目指す。温泉資源の保護に関するガイドラインも見直し、事業者との調整を円滑にする。」
日経新聞2021年6月1日

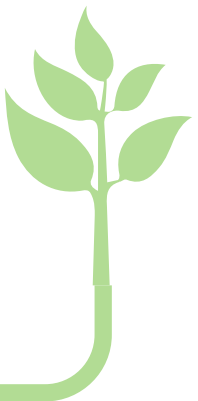
日本ではどうでしょうか。

地熱発電設備容量の変化



出典: BP Statistical Review of World Energy, June 2019

地熱エネルギー
容量はずっと変
わっていない



エネルギー制作基本法に基づき政府が策定する

「第6次エネルギー基本計画」が決定（2021年10月22日）

表1 2030年度のエネルギーミックス

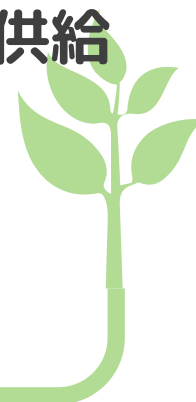
		2019年 → これまでの目標	2030年ミックス (野心的な見通し)
省エネ（石油換算）		1655万kl → 5030万kl	約6200万kl※
発電電力量		1兆650億 kWh → 9300億～9400億kWh	
電源構成	再生可能エネ	18% → 22～24%	36～38%
	水素・アンモニア	0% → 0%	1%
	原子力	6% → 20～22%	20～22%
	LNG	37% → 27%	20%
	石炭	32% → 26%	19%
	石油など	7% → 3%	2%
（+非エネルギー起源ガス・吸収源 上記と同等の引き上げ）			
温室効果ガス削減割合		14% → 26%	46% さらに50%の高みを目指す

※省エネ前の最終消費は約3億5000万kl

原子力発電所の
再稼働を
計画中

再生可能エネルギー
21～22%を目指す

地熱利用を全エネルギー供給
のわずか1%にする



日本での成功例

- 別府で最初の地熱発電所（1952年）
- 国立公園内の地熱発電所は福島県土湯温泉が初
 - 2011年の震災で観光客が減ったので、エネルギーに投資しようということになったそうです
 - 政府から1億ドル、JOGMECから6億ドルの補助等を得た。



一般的に言われる地熱の障壁



1 既存産業への影響

- 景観に影響を与える国立公園でのポテンシャルが80%。
- 温泉地への影響の可能性



2 調査・承認

- 地熱資源調査には時間がかかる
- 政府関係者、自治体、環境省の掘削承認が必要



3 高額な費用

- 地熱発電所の掘削・建設コストが高い
- 初期費用の採算が取れるのに時間がかかる



自分の目で問題を見ることにした...!

市民電力連絡会

研究デザイン

九州で1ヶ月間フィールドワークを実施。
質的調査手法として、地熱発電所への非構
造化インタビューを実施し、データを収集
した。



事例1：大分県別府市

- 別府はすでに温泉文化が発達していた
- 地熱は様々な分野で活用されている
 - 地獄蒸しプリン、地熱染め、花の温室栽培、給湯など
- 2012年のFIT以降、小規模な地熱発電事業者が多く参入してきた



しかし...

事例2：熊本県阿蘇市

- 熊本は、地元住民30人が団結して地熱発電所をつくったユニークな例です
 - かつて、地熱発電を開発しようとする企業が現れると、地元住民が団結して反対したことがある

HOWEVER...

- 送電線接続の問題が地域の発展を阻む
 - エネルギー創出の可能性のある地域であっても、送電線に接続できるかどうか完全には判断できない
- 新しい地熱発電所を開発するために、地元住民の所有する会社にお金を払わなければならない→外部からの新規参入が難しくなる

地熱の難しさを実感

技術的課題
湯の花、メンテナ
ンス

経済的な問題
再圧入井の掘削では
なく、掘削コスト

社会的課題
コモンズとしての地
熱エネルギー、地元
の承認

環境問題
水温への影響、河川における
温排水の影響

制度的課題
FIT、系統連系、国
立公園

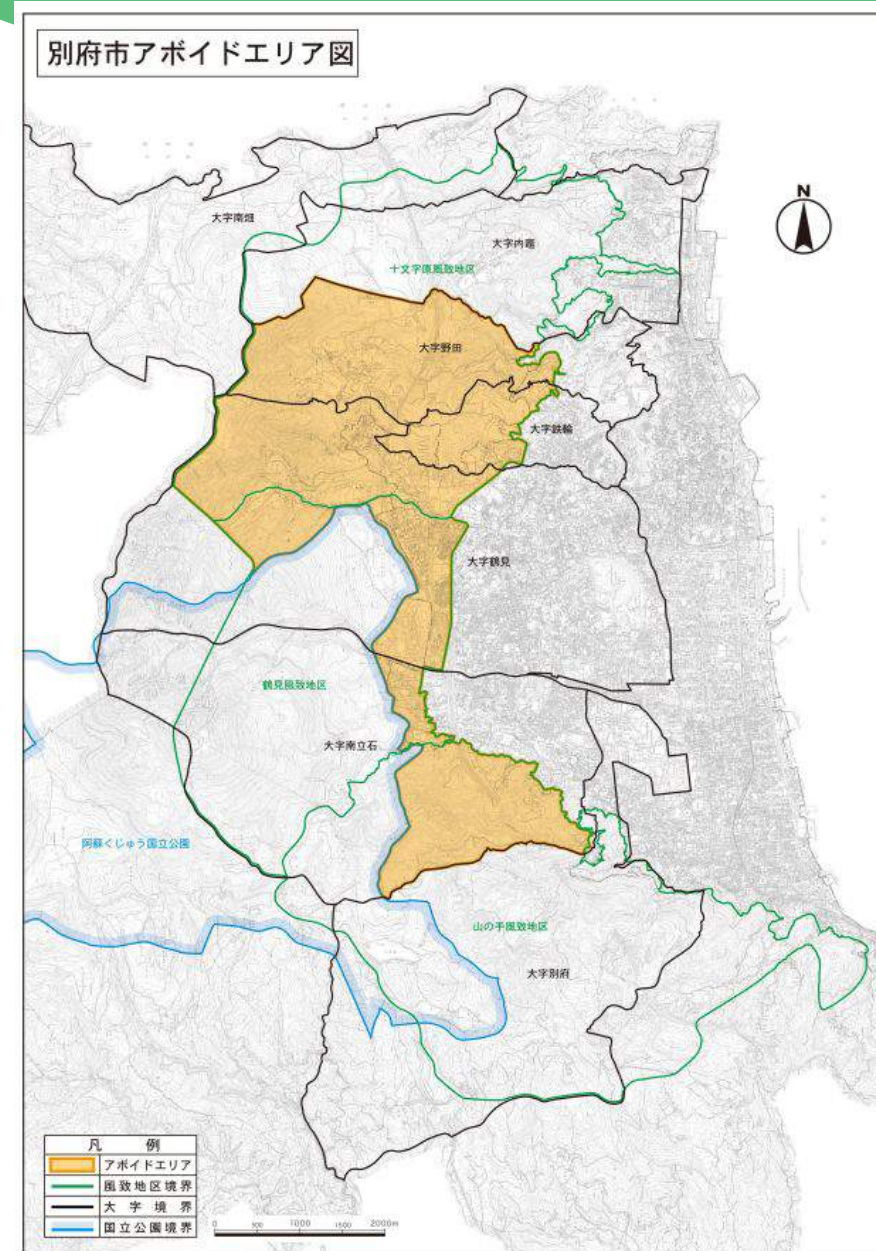
蒸気・水の確保

- ・ **蒸気と水をどこから確保するかが大事！**
- ・ 元々温泉井戸を所有していて、地熱発電を検討する人など
(給湯会社、親の遺産で温泉井戸を所有している事業者も)
- ・ 泉源主や温泉、給湯会社から**蒸気だけ**を買い取る事業者も！
→ 新しく掘削するよりもコストはおさえられる！
- ・ ある地域では**トラブル発生！**
 違う事業者が同じ泉源から蒸気と水を買っていた
→ 相手のバルブを閉めたり、水を止めたり…



アボイドエリア

- ・ 2018年3月 別府市温泉発電対策審議会が「**別府市内の温泉資源は全体的に減少傾向にある**」と発表し、別府の温泉資源に対する不安が強まった
- ・ 合計103か所の噴気沸騰泉の①源泉利用状況、②温度、③噴出流量、④熱量、⑤pH、⑥酸化物イオン濃度の六項目で調査を実施
- ・ **30年前の調査結果を比較すると、**
→1986年から代替掘削をしていない40泉源は、
約7割弱の噴出熱量が低下した
- ・ 条例で、温泉発電開発等を回避すべき地域、「**アボイドエリア**」が指定される



他事業との両立

- ・ 給湯会社をしていたため、すでに温泉井戸と水の井戸が確保出来ていた（**発電の条件が揃っていた**）
- ・ 発電に使った冷却水も、再度温めて給湯に使っていた
→ 無駄を出さない仕組み作りが出来ていた
- ・ 給湯会社が地熱発電をしていたが、泉源の熱量の低下の影響で地熱発電所を**停止**

「熱量が下がると、給湯に影響が出る」

「お客様に給湯はし続けないといけない」

「どっちかを選ぶとなったら給湯を選ばざるを得なかった」



湯の華・スケール問題

- ・スケールが溜まると、機械の発電効率が**下がる**
- ・地域によって、温泉の成分や出るスケールの量が違う
(熊本 少 ↔ 別府 多)
- ・定期的にメンテナンスをする必要がある
→ 発電所によって頻度はバラバラ
- ・機械の販売元の方が点検、あるいは自社でメンテナンスして維持する場所も！



環境への影響はいかに？

- ・ 地熱発電や温泉の排水は最後はどこへ？
- ・ 「暗黙の了解」で冷やさず川へ流す光景も
- ・ 環境の視点からだとモヤモヤする…！
- ・ 川の生態系への影響は？



技術的な問題について

国内産のバイナリー発電技術

- ・ **大規模発電**のタービンは、世界中で日本の製品が使われているが、
小規模のバイナリー技術は、国内で開発している会社が少ない
- ・ 国内でバイナリー発電機械を売っていた会社が、「地熱はトラブルが多いから」と製造を停止し、保証も効かない。（証言より）

国外から輸入したバイナリー発電技術

- ・ 破損した場合、部品の発注に時間がかかる
- ・ その間に稼働を停止しないといけない

材質の問題について

- ・ 蒸気特有の問題：酸性だったり、アルカリ性だったりする
 - ・ 温泉成分が鉄を溶かしてしまう
 - ・ 「フロンが入っていた蒸発機の鉄が溶けてしまい、圧力がかかり、小さな穴が一気に広がり、フロンが漏れ出した」（証言より）
 - ・ 今は、発注してステンレスに機械を買い換えた
-
- ・ **「必ずしもこの材質が良い！」**というものがない
- 「良いものを使えば長持ちするわけでもない。コストとの兼ね合いもある」 「以外とビニールが相性いいかも？」（証言より）

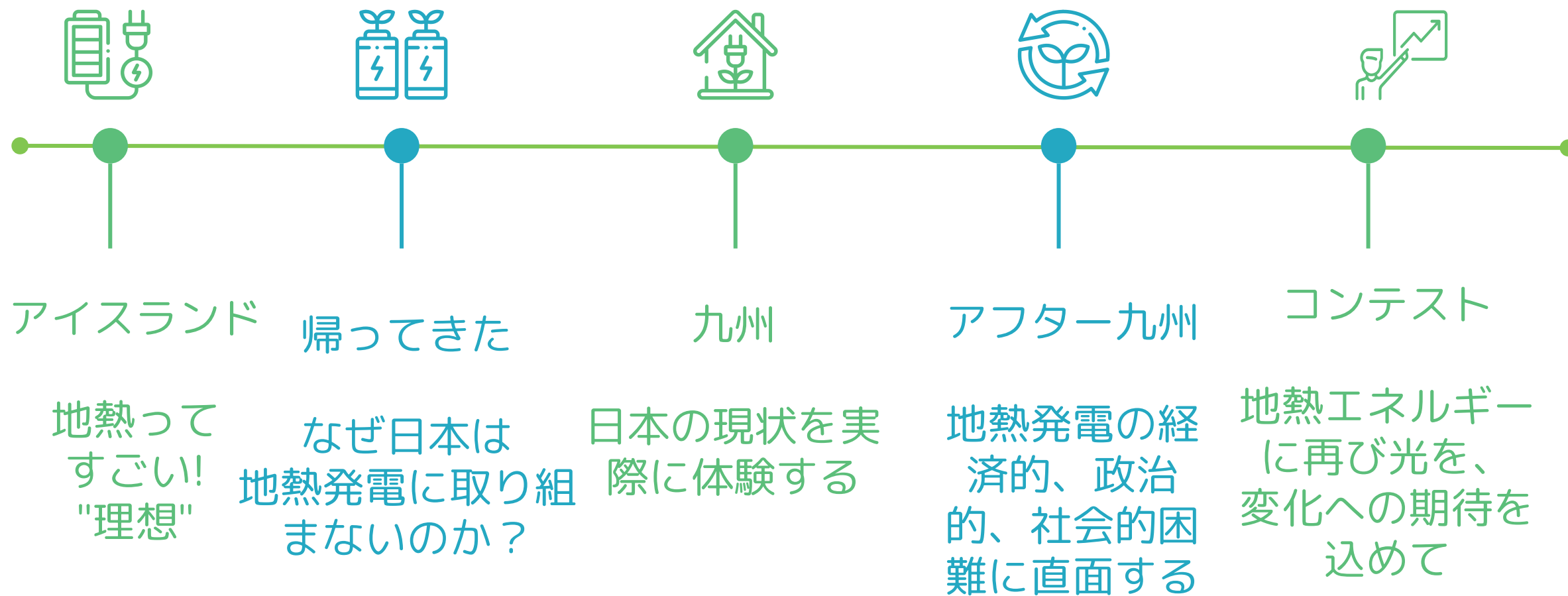


系統電力問題

- ・ 発電できるポテンシャルがあっても、電線に繋がられるか？
- ・ 海外では再エネは優先的に繋がれるが、日本では…？
- ・ 地熱の長いリードタイムと高額のコストがここでも障壁に！



地熱エネルギーに対する考え方はどのように変化したのか



結論と考察

- どのエネルギー源にも長所と短所がある。
- 既存の温泉にはすでに地熱が利用されているため、電力用の地熱エネルギーへの投資は困難である。
- 経済的な壁（高コスト）、社会的な問題（認可）、制度的な問題（系統連系）により事業立ち上げが難しく、技術的な問題（メンテナンス）により維持が難しい。
- しかし、福島のとよ湯温泉のように、「地熱の最も成功した例」と主張する地域もある
- 障壁は多いが、他の地域には希望があるのでは？
- 地熱でなければ、日本が2030年までのRE100の目標を達成するための解決策は何か？