

# 産総研福島再生可能エネルギー研究所一般公開 「地熱ゲーム」

村田泰章<sup>1)</sup>・浅沼 宏<sup>1)</sup>・アリフ ウィディアトモジョ<sup>1)</sup>・石川 慧<sup>1)</sup>・石原武志<sup>1)</sup>・  
易 利<sup>1)</sup>・石橋琢也<sup>1)</sup>・内田洋平<sup>1)</sup>・大月文恵<sup>1)</sup>・岡本京祐<sup>1)</sup>・片山泰樹<sup>2)</sup>・  
桑名栄司<sup>1)</sup>・最首花恵<sup>1)</sup>・柴田由美子<sup>1)</sup>・シュレスタ ガウラブ<sup>1)</sup>・土屋由美子<sup>1)</sup>・  
牧野雅彦<sup>3)</sup>・柳澤教雄<sup>1)</sup>・山谷祐介<sup>1)</sup>・渡邊教弘<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

産総研の福島再生可能エネルギー研究所 (FREA) では、2014年の開所以来、毎年、7月の終わりに一般公開を実施しています。2017年は、7月29日(土)に第4回の一般公開を実施し、過去最大の514名の方が来所されました。この一般公開では、FREAの施設の公開に加え、様々な科学実験や体験コーナーを実施し、毎年、好評を博しています。FREAの地球熱ブロック(再生可能エネルギー研究センターの地熱チームと地中熱チーム)では、2016年に引き続き、スタッフ総出で以下の展示を実施しました。

- ・FREA ラボツアー：地中熱利用システム実証試験場見学
- ・FREA 講座：東南アジアにおける地中熱研究の挑戦、地熱を使う！～熱の移動をシミュレーションする方法～
- ・展示コーナー：福島周辺の地質図～ふくしまを作っている石たち～
- ・体験コーナー：シースルー火山噴火実験
- ・ゲーム：地熱ゲーム(地熱・地中熱の仕組みや利用方法について、ゲームや工作でもっと知ろう！)

ここでは、これらの展示のうち、地熱ゲームの様子について報告したいと思います。

## 2. 2016年までの地熱ゲーム

地熱ゲームは、日本の地下には温度の高い地域(地熱地域)があり、地熱地域から取り出す熱水の温度により様々な利用方法があることを、一般の方にゲーム形式で楽しみながら理解してもらうことを目的としています。地熱ゲームは、2012年の産総研一般公開(つくば)で初めて実施され(柳澤ほか、2013)、改良を加えつつ、地方の地質情報展などでも実施されてきました(水垣ほか、2014)。

この地熱ゲームでは、参加者に地熱開発会社の社長になったつもりでゲームに参加してもらいます。最初に、温度が書かれたカードを引き当てるところからスタートし、その温度の熱水を掘り当てたので、その熱水を利用した事業を考えるというように展開します。参加者が熱水の利用方法を考えやすいように、温度毎の利用法を分かりやすく解説したシートも用意されています。さらに、参加したらペーパークラフトや地熱発電所のしおりをお土産として持ち帰ることができ、また好きなキャラクタースタンプをゲーム用紙に押すといった特典もついており、参加者が楽しめるように工夫されています。

## 3. 進化した地熱ゲーム

地熱ゲームを構成する要素のうち、2017年は、カードを引き当てるという形式ではなく、テスターピンで地熱ポイントを探し当てるという形式に変更してみました。実際の地熱探査ではまず、温泉や噴気、熱変質帯などの地表における地熱兆候があるかを調べ、さらに地化学調査や、重力探査や電磁気探査などの物理探査によって地熱貯留層の位置と地下における熱と水の流れを推定してから、実際に坑井を掘削するという順番で地熱開発を行います。今回は、参加者に地熱探査技師になってもらい、探査過程を簡略化して、地熱地域に何本も坑井を掘って温度の高い場所を探るという設定にしました。坑井1本を掘削するのに数億円のコストが掛かりますから、現実的な探査法ではありませんが、ゲームであれば問題ありません。

作成したゲーム機(地熱探査装置と地熱地域モデル)は、写真1,2,3のとおりです。地熱地域モデルは2つ用意し、それぞれのモデルの底には20点の地熱ポイントが隠されています。参加者は、掘削機に見立てたテスターピンでモ

1) 産総研 再生可能エネルギー研究センター 2) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部  
3) 産総研 地質調査総合センター

キーワード：福島、再生可能エネルギー、一般公開、地熱、地中熱、探査、ゲーム



写真1 前(参加者側)から見た地熱ゲーム機。2つの地熱地域モデルが1台の探査装置に繋がっています。1人でも2人での対戦モードでも遊ぶことができます。枕の芯に使われるポリエチレンパイプや、すだれを細かく切ったチップでモデルの底の地熱ポイントを隠しています。

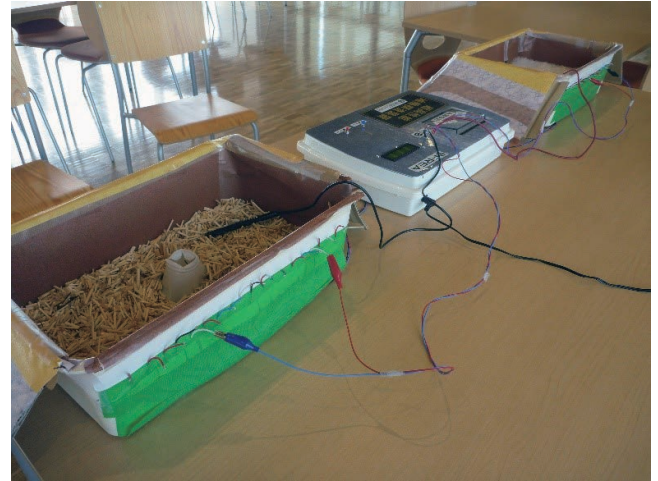


写真2 地熱ゲーム機の後ろ側(説明スタッフ側)。各地熱地域モデルから20本のリード線が出ていて、参加者が変わるとにスタッフがランダムに繋ぎ変えますので、前の人の結果は参考になりません。

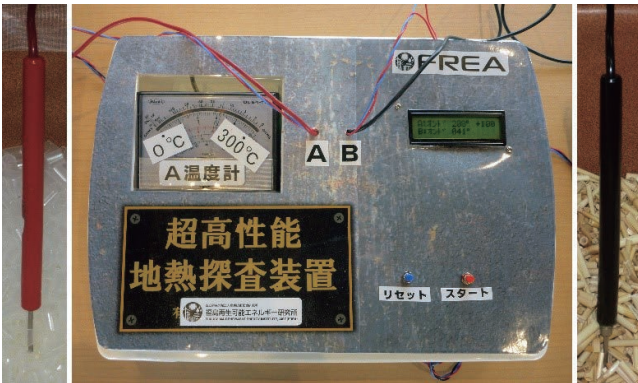


写真3 地熱探査装置。マイコンとアナログメーターなどを100円ショップのプラスチックケースに格納して、雰囲気の出る装飾を施しました。赤・黒の2本のテスターピンが掘削機という想定です。

デルの底をなぞり、地熱ポイントを探し当てます。地熱モデルと探査機のブロック図を第1図に示します。地熱ポイントは、火山(写真1の中央のLED)の周囲に、約15℃から300℃の温度勾配を持って20点が配置されています。探査のチャンスは3回として、1回目の温度と2回目の温度から、より温度の高い地点を推定するというように物理探査の要素を持っています。

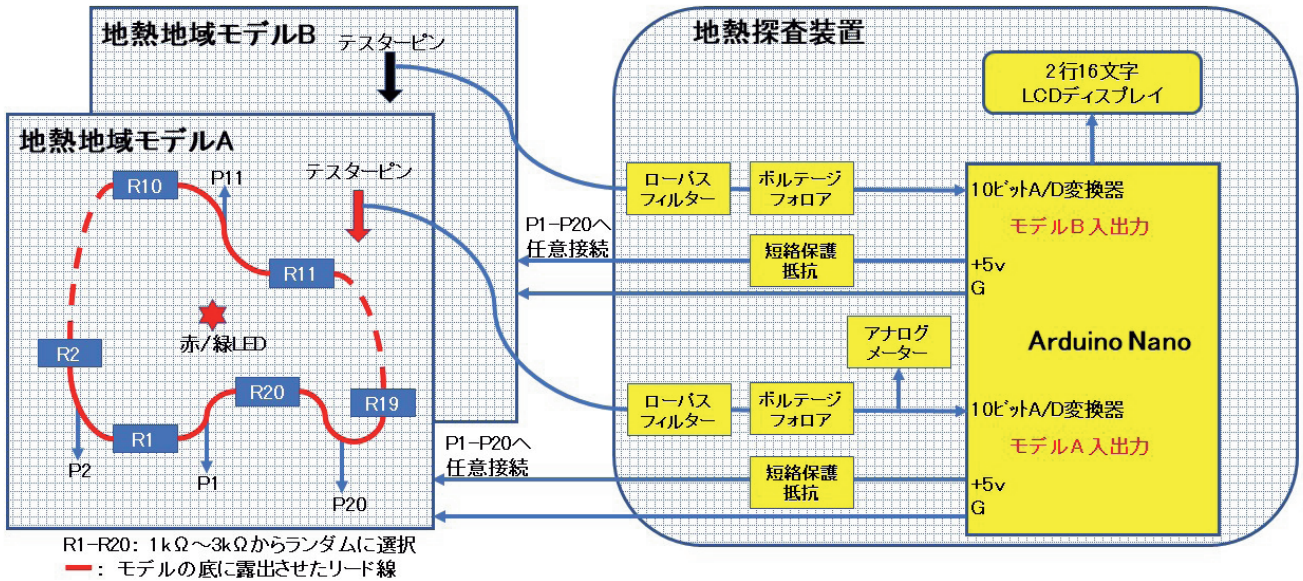
地熱地域モデルは、多くの方が参加できるようにと考えて2つ用意しましたが、2つあるなら対戦モードで競えるように、マイコンのプログラムを作成しました。対戦モードは、2人の参加者の探索を同時に開始し、一方が探索を終えても、もう一方が探索を終えるまで待機するものです。対戦モードでは、探し当てた地熱ポイントが高かった方を勝ちとして、3回勝負を行います。また、ゲームス

タート時にマイコンで抽選を行い、+200℃までのボーナス温度がもらえるようにしました。これは近年、研究プロジェクトがスタートした超臨界地熱発電のための超臨界温度(純水の場合温度374℃)を参加者にも知ってもらうことが目的でした。

#### 4. 参加者の反応

親子連れの参加者が多かったので、写真4にあるように、親子か兄弟で対戦される方がほとんどでした。対戦モードの勝敗は、技術ではなく運によるので、年の差に関係なく公平に遊ぶことができ、大いに盛り上がりました。高い温度の地点を探す方法は、参加者の年齢に応じて、「最初が120℃で次が180℃だったから、この先にもっと温度が高いところがあるよ」とか、「ここは温度が低いから、反対側を探したら」などと、スタッフがアドバイスをしました。時間があるときは、3回の制限を設けず、約300℃の最高温度を目指して何度も挑戦する高校生の姿もありました。老夫婦の対戦では、奥ゆかしい奥様が勝ち気なご主人に勝利されている微笑ましいシーンも見られました。地熱ポイントを探査し終えたら、3回のうちの最高温度を基に実社会での熱水の利用方法を考えてもらい、自分の気に入ったスタンプを押していただき、最後に世界各地の地熱発電所のしおりをお配りしてゲームを終えました。

ゲームの後で、「私たちはこのゲームのように、より高いポテンシャルを持つ地熱資源を探す研究をしているのです」とか、「坑井を何本も掘るわけにはいかないので、掘らずに地表から探査するのが大変です」という説明をし



第1図 地熱ゲーム機のブロック図。マイコンと若干のアナログ回路からなるシンプルな構成です。アナログメーターは、スペースの都合でモデルAのみに接続されています。



写真4 参加者が楽しむ様子。兄弟で対戦して掘り当てた温度を基に、熱水の利用法を考えています。

した。ゲームを通じて研究の意義を参加者の方に理解してもらうことができました。

## 5. おわりに

今回は、短い時間で限られた資料を元に、一般の方が地熱ゲームをより楽しめるように工夫しました。同時に、その製作過程でスタッフがみんなで意見を出し合っ、工作とテストを楽しむことができました。参加者に楽しんでもらうためには、スタッフも楽しむということも重要であり、

それは研究それ自体にも当てはまることだと思った1日でした。

温度の計測に不安定な場面があったところを修正し、温度を電光掲示板にしたり、地熱ポイントのネットワークを1次元から2次元に拡張するなど、より参加者に楽しんでもらえるゲームとなるように、さらなる改良を加えていこうと思いますのでご期待ください。

## 文献

- 柳澤教雄・水垣桂子・吉岡真弓・内田洋平・安川香澄・阪口圭一・古澤みどり・中山京子（2013）産総研つくば一般公開「地球の熱を上手に使おう～地熱と地中熱～」, GSJ 地質ニュース, 2, 51-52.
- 水垣桂子・吉岡真弓・佐脇貴幸・柳澤教雄（2014）地質情報展 2013 みやぎ 展示と解説のコーナー「再生可能エネルギー」ブース報告, GSJ 地質ニュース, 3, 30.

MURATA Yasuaki, ASANUMA Hiroshi, WIDIATMOJO Arif, ISHIKAWA Satoru, ISHIHARA Takeshi, YI Li, ISHIBASHI Takuya, UCHIDA Youhei, OOTSUKI Fumie, OKAMOTO Kyosuke, KATAYAMA Taiki, KUWANA Eiji, SAISHU Hanae, SHIBATA Yumiko, SHRESTHA Gaurav, TSUCHIYA Yumiko, MAKINO Masahiko, YANAGISAWA Norio, YAMAYA Yusuke and WATANABE Norihiro (2018) A game of geothermal resources exploration in FREA open house 2017.

(受付:2017年11月29日)