大霧発電所の開発経緯(その1)

1)所在地

鹿児島県姶良郡牧園町大字万膳及び栗野町大字木場

2)事業者

九州電力株式会社 (発電部門) 日鉄鹿児島地熱株式会社(蒸気部門)

3)出力

設備容量:30,000kw 認可出力:30,000kw

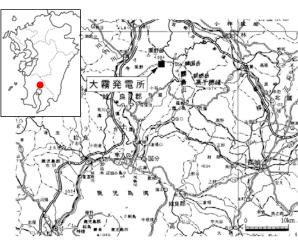
4)位置案内

• 位置

発電所は、霧島連山の西部に位置し、万膳川と錆河川に挟まれた標高700~900mの丘陵地であり、その周辺には北約2kmに標高1,094mの栗野岳、東約6kmに標高1,700mの韓国岳、東南東約5kmに大浪池、南西約2kmに佐賀利山がある。

• 自然公園との関係

発電所は、霧島屋久国立公園の普通地域内に位置する。



(国土地理院発行の50万分の1地方図「九州」を使用)

5)開発経緯

霧島地域の地熱調査・開発は、1973年に日鉄鉱業㈱により地下資源の探査開発の一環として開始され、地表地質調査、物理探査が実施された。また、国の地熱開発基礎調査(1974年)、地熱開発精密調査(1975年)が行われ、これらの結果から有望地域と認識された。

大霧発電所の開発経緯(その2)

1979年から新日本製鐵㈱と日鉄鉱業㈱の共同調査体制で本格的調査に入った。1979年以降の調査・開発は以下のステップに分けられる。

1979-1981年

銀湯、白水越地域に小口径試験井3本を掘削し、蒸気熱水の噴出を確認した。特に、KEI-2号井は浅部で銀湯断層を貫通し、極めて優勢な地熱流体を噴出した事が大霧の銀湯貯留層開発のスタートとなった。企業調査井掘削に伴い、国は環境調査井2本を掘削し、「発電用地熱開発環境調査」を実施した。

1982-1984

銀湯、白水越地区に小口径4本、大口径7本の調査井・試験井を掘削し、坑井利用電気探査も実施した。これに先立つ1980-1982年には、NEDOによる「栗野・手洗地域地熱開発促進調査」の調査井・試験井8本が掘削された。

白水地区の3坑井では、300 に近い坑底温度を記録し、同地区の有望性を確認した。銀湯地区の2坑井からも優勢な流体噴出が認められ、 銀湯断層の南東への広がり、及び銀湯断層深部の活発な地熱流体の存在が確実視された。

1985-1987年

銀湯地区の開発可能量実証のため、大口径試験井5本を掘削した。銀湯断層の深部を狙った3本全てから優勢な流体噴出が見られ、調査解析の結果、銀湯断層は走向延長1,200mの透水性の高い地熱貯留層である事が確認された。

続いて、3カ月間、生産井4本、還元井2本を使用し、一斉噴出還元試験を実施し、出力14,000kw相当の安定した蒸気量125t/h(口元5気圧 換算)を確認した。

その後、九州電力㈱の「大霧地区地熱プロジェクト評価委員会」の総合解析評価の結果、30,000kw規模の地熱資源が長期安定して確保できると評価され、九州電力㈱及び地元自治体との開発基本協定締結へと進展した。

なお、1984年、1985年にはNEDOにより「地熱貯留層評価手法開発」の観測井2本が掘削された。

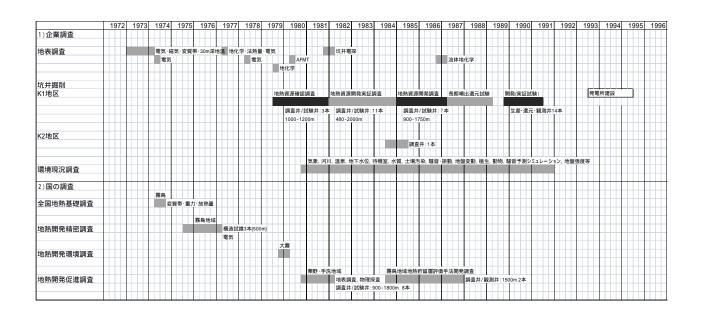
1990-1991年

1990年日鉄鹿児島地熱㈱が設立され、大霧開発地区に生産井7本、還元井7本を掘削した。その後、転用井を含めた生産井10本の全量噴出実証試験を行い、蒸気量360t/h(口元5気圧換算)と、出力30,000kwに十分な蒸気が安定して得られる事が確認された。

1992-1996年

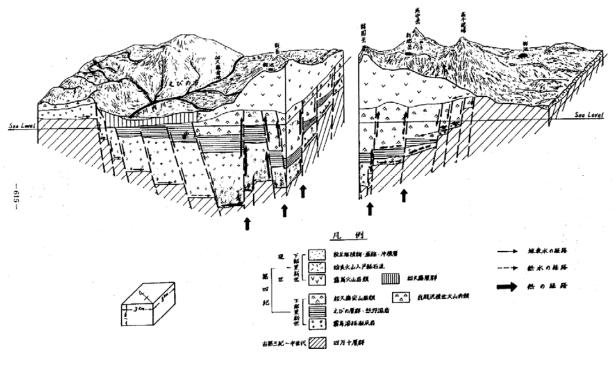
1992年から九州電力㈱とともに環境影響調査を実施し、第125回電源開発調整審議会を通過した。1994年から九州電力㈱が発電設備を、 日鉄鹿児島地熱㈱が蒸気生産設備をそれぞれ建設し、試運転、使用前検査を経て、1996年3月に営業運転を開始した。

大霧地熱発電所の開発経緯



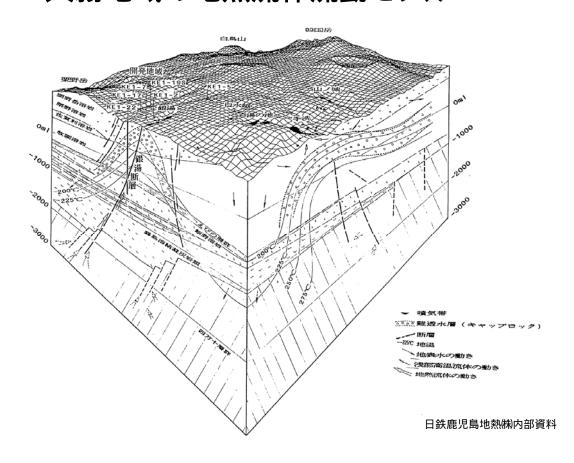
日鉄鹿児島地熱㈱内部資料

大霧地域周辺の地熱構造モデル

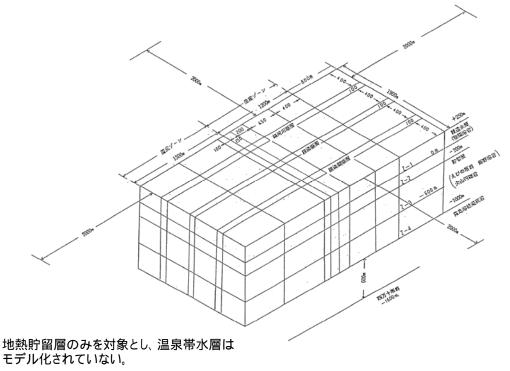


NEDO(1983):地熱開発促進調査報告書 (栗野·手洗地域)

大霧地域の地熱流体流動モデル

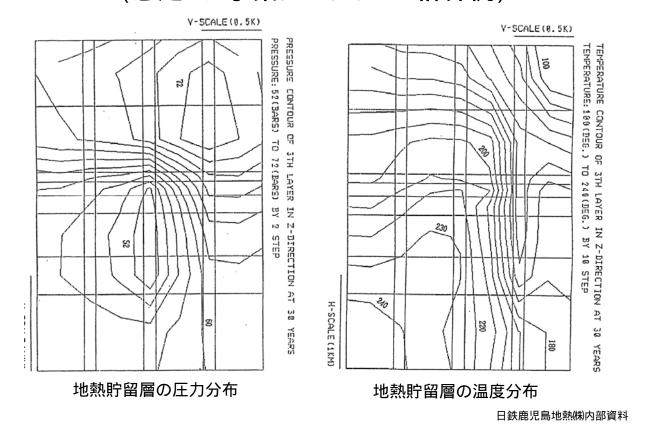


大霧地域の資源量評価のための 数値シミュレーションモデル



地熱貯留層のみを対象とし、温泉帯水層は

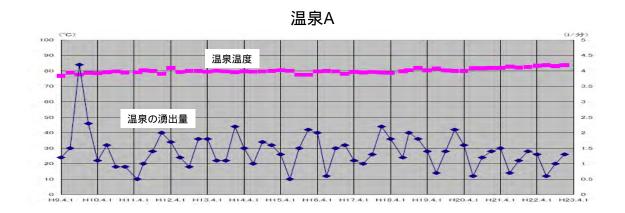
大霧地域の数値シミュレーション例 (想定した事業シナリオでの計算例)



大霧地域の温泉モニタリング

- 地熱系概念モデル等の検討から、地熱貯留層と温泉帯水層 の関係は無いと考えられ、地熱貯留層の生産・還元が温泉に 与える影響は殆ど無いと考えられた。
- 開発段階から発電所運転開始以降現在まで、大霧地域周辺 の複数の温泉において、湧出量、泉温および温泉成分の変 動を定期的にモニタリングしている。
- モニタリング結果は取得の都度地元自治体に報告されている。
- モニタリング結果に地熱発電に起因する変動は現れていない。

大霧地域周辺の温泉モニタリング例



日鉄鹿児島地熱㈱内部資料

柳津西山地域を対象とした 数値シミュレーションモデルを用いた検証

- 柳津西山地域では開発段階から温泉モニタリングが実施されている。運 転開始前の長期噴出試験時および運転開始初期において、西山温泉の 湧出量が増えた可能性が考えられる(通常の湧出量変動幅に対して有 意な差を示す)。
- 地元と事業者による温泉モニタリング情報等に基づいた検討の結果、還元井との関連性が指摘され、対策として複数の還元井への還元流量配分を調整する事で問題が解消されている。
- 数値シミュレーションでは運転開始以降の地熱流体の生産・還元を数値 モデル上に再現し、西山温泉で見られた変化が、地熱貯留層および温泉 帯水層内のどの様な応答に基づく可能性があるかを検討する。
- ここでは、主として還元が温泉ブロックに与える応答を計算し、どの様な 変化が温泉変動の原因となり得るかを検証し、温泉影響を判断するため の指標となり得るパラメーターについても考察する。

本業務における数値シミュレーションモデル構築の流れ

数値グリッドモデルの作成



自然状態シミュレーション



ヒストリーマッチングシミュレーション



温泉影響シミュレーション

地熱流体流動モデルを参考に、地熱流体流動を規制する構造(地質分布や断層)をブロックモデルで表現する。

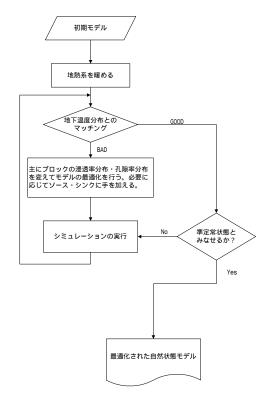
この際、個々のブロックに水理パラメーター(透水性、空隙率、熱伝導率、比熱、密度等)を入力する。

モデルに熱源を与えて、対流系を再現する。この際、 調査井などの各種坑井で観測された温度・圧力分布 が計算結果と合うように、個々の数値ブロックの水理 パラメーターを調整する。

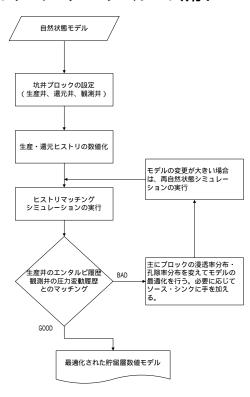
> 自然状態シミュレーションで構築したモデルを使い、 試験井や生産・還元井の地熱流体生産・還元履歴を モデル上に再現し、観測結果(生産流体のエンタル ピー変化や、圧力・温度観測井などの観測データ)と 計算結果が整合するように、特に坑井が分布してい る領域の個々の数値ブロックの水理パラメーターを調 整する。

構築したモデルを用いて、地熱流体の生産・還元が 温泉貯留層にどの様な応答を与える可能性があるか を計算する。

一般的な地熱資源量評価の為のシミュレーションの流れ

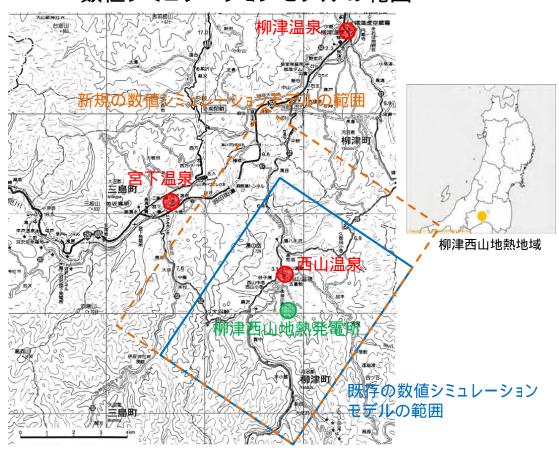


自然状態シミュレーション

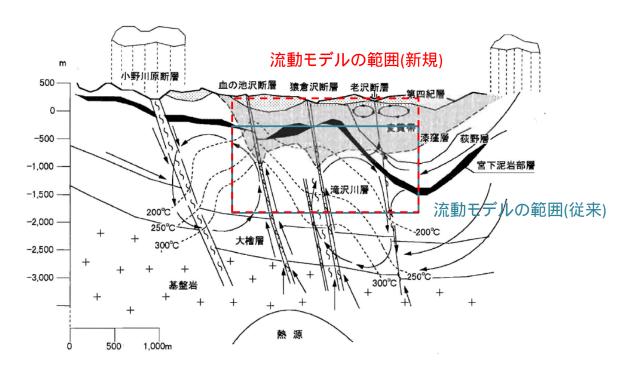


ヒストリーマッチングシミュレーション

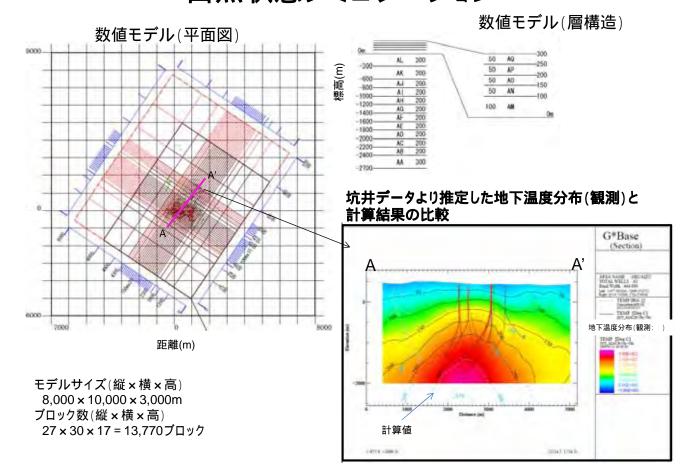
数値シミュレーションモデルの範囲



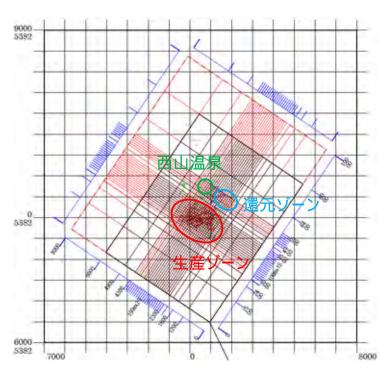
柳津西山地域の地熱流体流動モデル



自然状態シミュレーション



ヒストリーマッチングシミュレーション(1)



自然状態シミュレーションモデル に生産井と還元井を与えて、1995 年~2010年までの生産・還元履歴 を入力し、これを計算。

生産流体のエンタルピーが観測値と整合する様にモデルを修正。

モデルの修正では、主に生産 ゾーン・還元ゾーンの各ブロックの 浸透率や空隙率を変更。