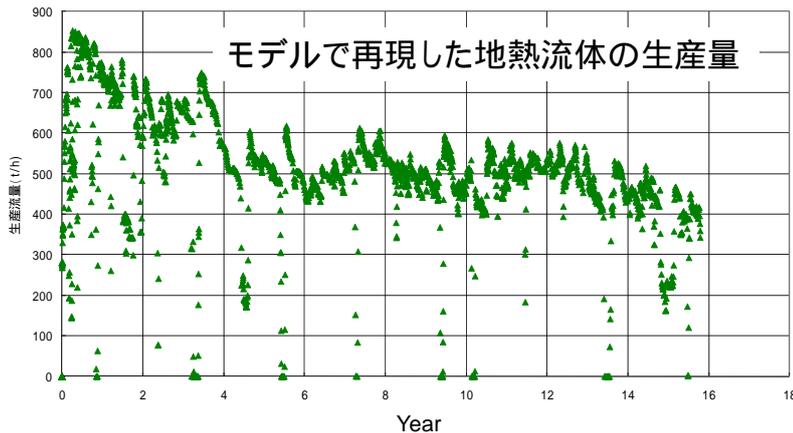


## ヒストリーマッチングシミュレーション(2)



流体エンタルピーとは

蒸気 165 @7気圧:2760kj/kg

熱水 165 @7気圧:700kj/kg

蒸気と熱水が1:1の流体のエンタルピー

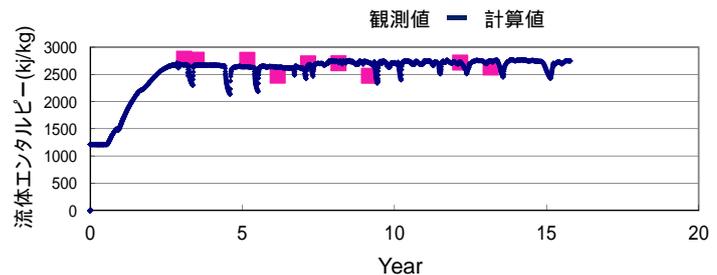
165 @7気圧:1730kj/kg

生産井(24本)

6T,10T,11T,14T,15T,16T,17T,21T  
22T,23P,24P,26P,27P,28P,30P,31P  
32P,33P,34P,35P,36P,37P,38P,39P

還元井(4本)

19R,20R,29R,30R



生産井Aのエンタルピーマッチングの様子

## 温泉影響シミュレーション

- 最適化されたヒストリーマッチングモデルを用い、西山温泉相当ブロックの圧力の履歴を計算。
- これまでの温泉モニタリングの結果、運転開始以降、1998年前期頃まで期間で西山温泉の湧出量が増加したと考えられたため、還元井の還元流量の配分が調整され、問題が解消された。その際に影響があるとされた還元井(A)に還元したケースとしないケースでシミュレーションを行い、各ケースの西山温泉相当ブロックの圧力差を計算。
- この差が湧出量増加した時期に大きく変化する様にモデルを修正(地熱貯留層と温泉帯水層の間のブロックの透水性等を修正)
- 一般に、温泉の流量は以下の様な関係があるとされる。

### 温泉の湧出量

$$= (\text{温泉帯水層の圧力} - \text{湧出時の温泉井戸の圧力}) \times \text{生産効率}$$

- 「湧出時の温泉井戸の圧力」と「生産効率」は一定と考えられるので、湧出量は温泉帯水層の圧力に依存する。
- 温泉の湧出量が増えると言う事は、温泉帯水層の圧力が上昇する事となるので、この傾向がモデルで表現出来るかを検討。

# 温泉影響シミュレーションの計算結果

還元井(A)に還元していた時期に西山温泉相当ブロックの圧力上昇が計算されている。この傾向は温泉モニタリングデータと整合的(このケースでは水位変化の指数が0.5を超える期間が、温泉湧出量増加が考えられる期間と良く一致)



西山温泉の湧出量増加に関連すると思われる還元井(A)に還元した場合としない場合の差をプロット。

## まとめ(1)

### 1) 指標について

- 地熱構造モデル、地熱流体流動モデルは開発ステージの進展によって構築され、各種調査データを基に地熱貯留層と温泉帯水層の関係を含む流動構造などを説明するモデルである。
- 今回検討の対象とした3地域でも開発の段階でこれらモデルが構築され、資源量評価他のために利用されている。
- 地熱貯留層と温泉帯水層の関係を議論する同モデルによって、地熱のための各種掘削(申請を要するもの)が温泉帯水層に影響を与える可能性を必要に応じて説明する事は、許可を判断するための指標の一つとして適切であると考えられる。

### 2) 温泉モニタリングについて

- 今回検討の対象とした地熱発電地域(3地域)では、各地域とも開発段階より温泉モニタリングが実施されている。
- 今回の事例では、これまで観測された温泉モニタリングのトレンドから、温泉の減衰等の影響は報告されておらず、これは各地域とも運転開始の段階で地熱流体流動モデル等で予測したものと整合的であると考えられる。
- 一部地域では地熱開発によって温泉湧出量が増えた可能性が指摘された例があるが、温泉モニタリングデータを基にした対策によって、現在、問題は解消されている。長期の温泉モニタリングによる対策は問題が指摘された場合にも有効である事が示されている。
- 今回の数値シミュレーションモデルを用いた検討では、温泉の湧出量変化は地熱流体の生産・還元に伴い引き起こされる温泉帯水層の圧力変化などと関係がある事が示され、同変化を適切に捉える(季節変化や、地表の人為的・自然環境的な構造の変化などと区別する)手法が温泉モニタリングとして重要であると考えられる。

## まとめ(2) 数値シミュレーションモデルについて

### 3) 数値シミュレーションモデルについて

- 現在の数値シミュレーションモデルは地熱資源量評価のために開発された手法を基にしているため、これを温泉影響予測等を使う場合は、同評価のためのデータ解釈方法や適用方法、数値モデル化手法などの構築が必要であると考えられる。
- 一般に、資源量評価のための数値シミュレーションは、相当な数の坑井情報や生産・還元履歴データに基づいて構築されるが、想定した事業に対してどの程度の資源量を期待できるかを評価するものである。そのため、計算で与える生産・還元に対し減衰し易い地熱貯留層となる様な数値モデルを構築する事が一般的である(事業性を見誤らない様に過大な評価にならない手法を用いる)。このため、資源量評価を目的とした手法で構築した数値シミュレーションモデルを温泉影響予測に使用する事は適切ではない。
- なお、今回の数値シミュレーションモデルでは解析対象とする現象を絞り込み、これに観測データを適切に反映させる事で、地熱貯留層の生産・還元が温泉帯水層に与える応答を計算出来る可能性が示されたと考えられる。よって、将来的には温泉変動を適切に捉えるモニタリング手法が提案され、同手法で観測された“有意な影響”を、温泉変動予測を目的に提案された手法で構築された数値モデルで再現する事で地熱貯留層と温泉帯水層との繋がりを評価し、これを予測(或いは対策)に活用出来る可能性が考えられる。