

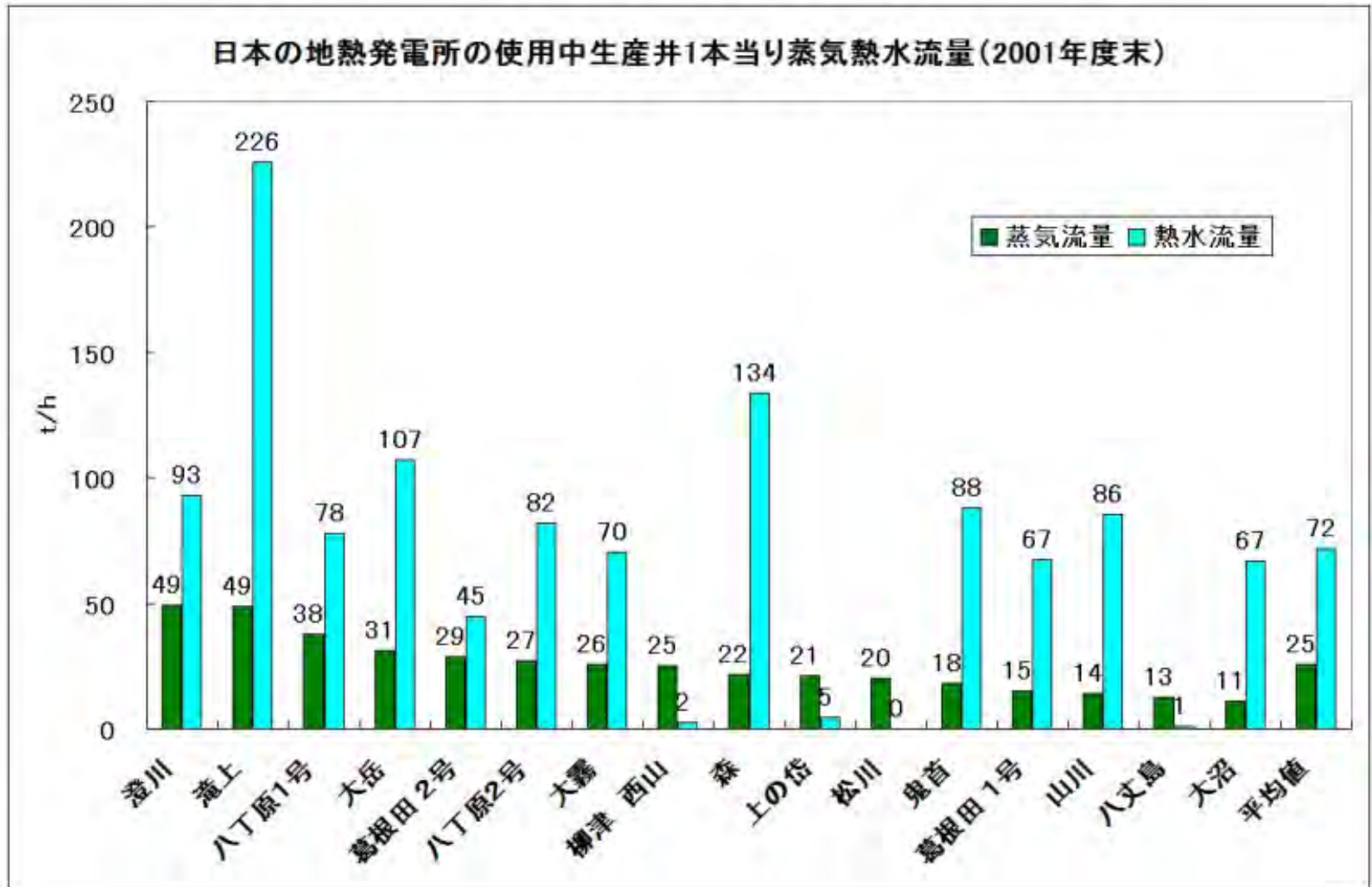
「地熱資源開発に係る温泉・地下水 への影響検討会」第2回検討会 ヒアリング回答

2011年8月4日
日本地熱開発企業協議会
会長 安達正畝

ヒアリング依頼内容

1. 地熱開発(特にボーリング)の経緯と問題点
2. 熱水採取の現状と将来
3. 地熱井(生産井, 還元井ほか)掘削にあたっての温泉や地下水への影響対策
4. 温泉への影響監視に当たって温泉側に要望したい事項
5. 今後の新規開発にあたっての課題(温泉法との関連, 現行の各種規制(掘削深度, 採取量など)はどのように影響しているか)
6. 今後の地熱発電への取り組みについて

1995年前後の運開ラッシュから6～7年を経て安定した時期として2001年度を選んで、日本の地熱発電所の生産井1本当りの平均蒸気流量を見ると25t/h、付随する熱水流量は72t/hであった。最大最小は蒸気49-11t/h、熱水226-0t/h。



1. 地熱開発（特にボーリング）の経緯と問題点

- ① 新規地熱開発の手順としては、地表調査の後、高温and/or断裂が推定できる位置で小口径ボーリングを数本掘削します。小口径ボーリングは通常の場合鉛直方向に掘削します。この工程は省略される事もあります。
- ② その結果、高温と断裂による透水性が確認できた位置で大口径ボーリングを掘削します。この時、急傾斜の断裂に遭遇する確率を高めるためと、地上位置と地下標的との位置関係上の制約からコントロール掘削を行います。
- ③ 地熱流体に当たった井戸を長期間噴気させてデータを取得するために、大口径還元井を掘削します。
- ④ 日本では生産井1本当り25t/h程度の蒸気と50t/h程度の熱水が平均的に噴出します。還元井の呑み込み能力を50t/h程度としますと生産井1本に対して還元井が同数必要になります。蒸気25t/hで2,500kWの発電が出来ますので、1万kWの発電に必要な生産井と還元井は各々4本合計8本です。実際には地点によってこの数字は大きく異なります。
- ⑤ 次に、生産を開始しますと井戸の中と井戸周りの地層中に生じる減圧、目詰まりなどの効果により、生産流量と還元能力が経年的に低下しますので、出力を維持するために補充井を掘削する必要が生じます。減衰率が年率5%ですと4本の井戸に対して年0.2本分減衰しますので、5年で1本分補充が必要になります。この減衰率の大きさは地点によって異なりますので、補充井の掘削頻度が地点毎に異なります。
- ⑥ 問題点としては、温泉法による掘削許可がスムーズに下りないと、事業の採算性が悪化する事が最大の問題点です。

現実的に日本の地熱発電所ではどれだけの頻度で地熱井を追加掘削しているのか実績を調べてみた。長年に亘って掘削していない大岳と大沼を除く13ユニットの平均値を計算すると3.1年に1本の頻度で補充井を掘削していることが分かる。尤も、その結果、所定の出力を維持できているかというところではない。殆どの地熱発電所が所定の出力を維持できていないのが実状である。従って、所定の出力を長年に亘って維持できている優等生3例について見ると、滝上発電所の例が6年に1本(年0.17本)、大霧発電所と八丁原2号が何れも2.6年に1本掘削している

日本の地熱発電所の生産井補充掘削頻度

	発電ユニット名	認可出力 MW	統計 年数	補充 掘削 本数	頻度 年/本	頻度 本/年	当初 準備 本数	出力 (MW) /本
1	柳津西山	65.0	13	7	1.9	0.54	14	4.6
2	八丁原1号	55.0	24	16	1.5	0.67	13	4.2
3	八丁原2号	55.0	18	7	2.6	0.39	9	6.1
4	森	50.0	24	6	4.0	0.25	6	8.3
5	葛根田1号	50.0	24	16	1.5	0.67	13	3.8
6	澄川	50.0	14	5	2.8	0.36	7	7.1
7	葛根田2号	30.0	13	4	3.3	0.31	7	4.3
8	大霧	30.0	13	5	2.6	0.38	10	3.0
9	山川	30.0	14	5	2.8	0.36	11	2.7
10	上の岱	28.8	15	3	5.0	0.20	9	3.2
11	滝上	27.5	12	2	6.0	0.17	6	4.6
12	松川	23.5	24	7	3.4	0.29	9	2.6
13	鬼首	12.5	24	7	3.4	0.29	12	1.0
14	大岳	12.5	24	1	24.0	0.04	5	2.5
15	大沼	9.5	24	2	12.0	0.08	5	1.9
16	八丈島							
17	八丁原バイナリー							
18	杉乃井							
19	九重							
20	霧島地熱							
	平均	35.3	19	6.9	3.1	0.37	9.1	4.0

2. 熱水採取の現状と将来

16発電所の生産流量の総量の平均値は2001年度末の833t/hに対して2007年度末は732t/hであり、6年間で12%減少した。蒸気流量も228t/hから195t/hへと14.5%減少した。こうした減少傾向に歯止めを掛ける技術開発と投資が望まれる。

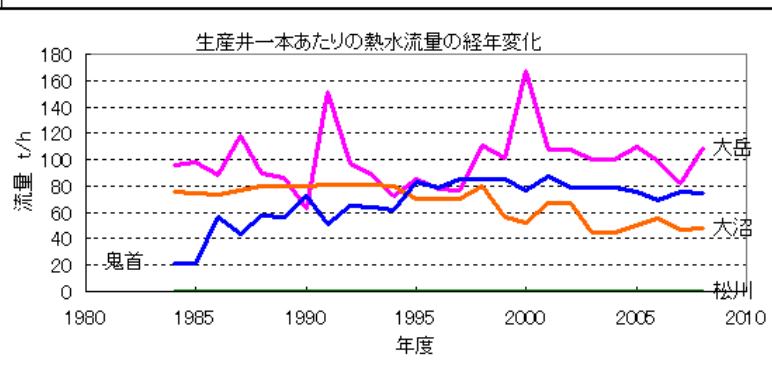
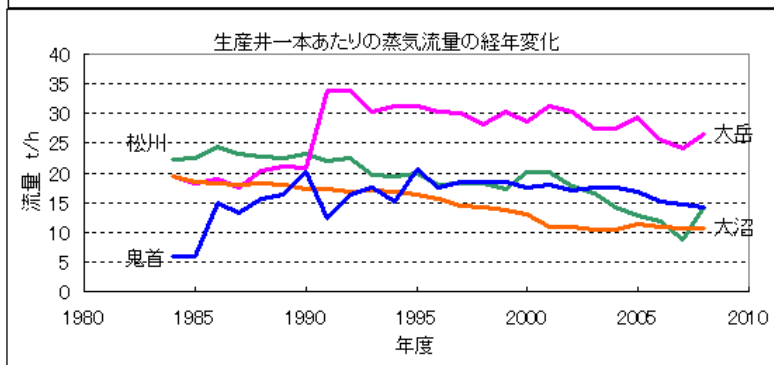
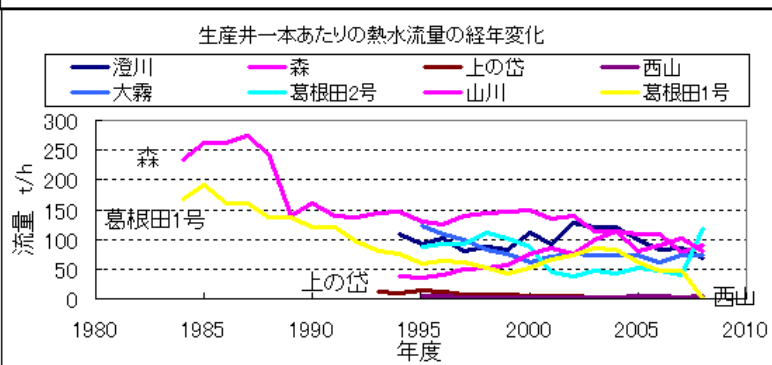
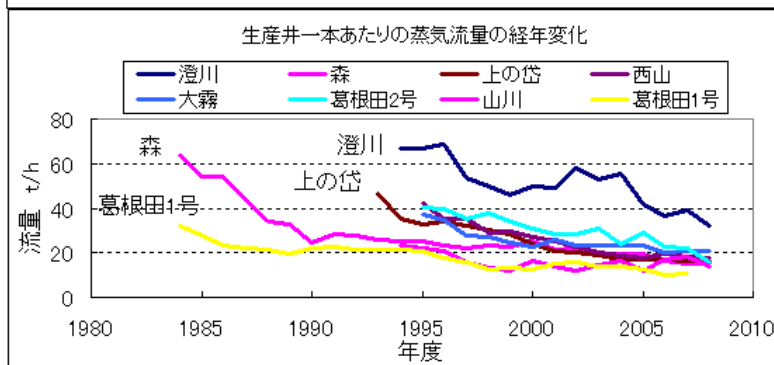
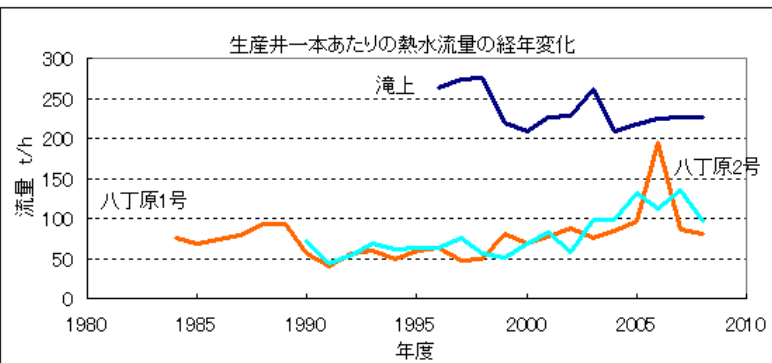
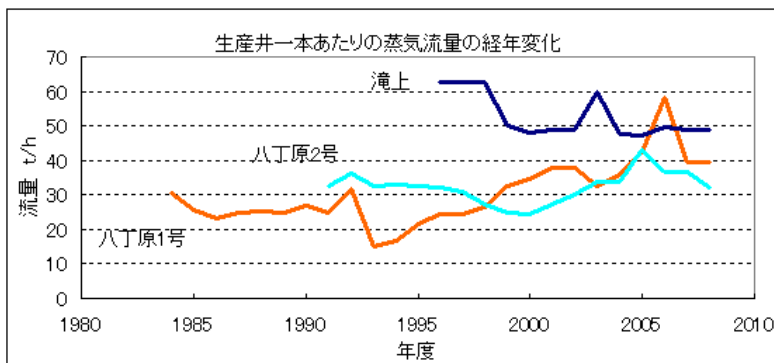
日本の地熱発電所の坑井使用状況（2001年度末）

	発電所名	認可出力 MW	生産井					
			使用中 本	蒸気量 t/h	熱水量 t/h	総流量 t/h	1本当 蒸気量 t/h	1本当 熱水量 t/h
1	柳津 西山	65.0	19	474	46	520	25	2
2	八丁原1号	55.0	9	341	702	1,043	38	78
3	八丁原2号	55.0	11	298	903	1,201	27	82
4	葛根田1号	50.0	22	330	1,480	1,810	15	67
5	澄川	50.0	7	345	650	995	49	93
6	森	50.0	10	215	1,337	1,552	22	134
7	大霧	30.0	11	281	773	1,054	26	70
8	葛根田2号	30.0	7	200	314	514	29	45
9	山川	30.0	10	141	857	998	14	86
10	上の岱	28.8	10	209	47	256	21	5
11	滝上	25.0	5	245	1,130	1,375	49	226
12	松川	23.5	11	221	0	221	20	0
13	大岳	12.5	4	125	429	554	31	107
14	鬼首	12.5	7	126	615	741	18	88
15	大沼	9.5	6	65	400	465	11	67
16	八丈島	3.3	2	25	2	27	13	1
平均値		33.1	9	228	605	833	25	72
最大値		65.0	22	474	1,480	1,810	49	226
最小値		3.3	2	25	0	27	11	0

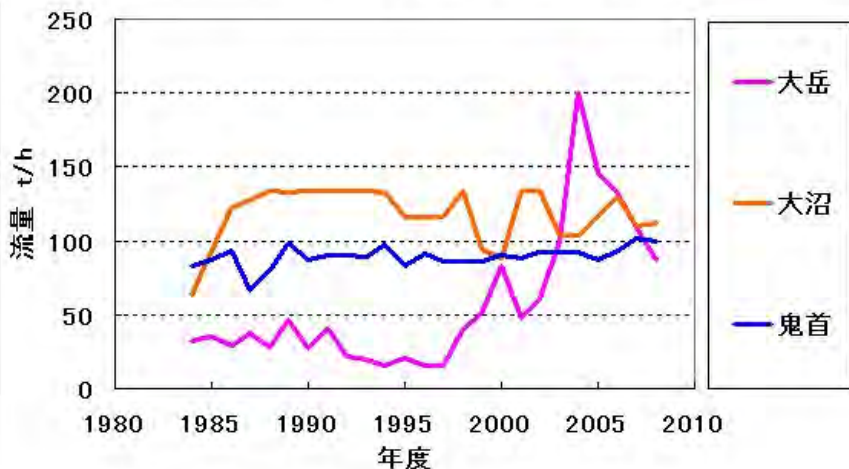
日本の地熱発電所の坑井使用状況（2007年度末）

	発電所名	認可出力 MW	生産井					
			使用中 本	蒸気量 t/h	熱水量 t/h	総流量 t/h	1本当 蒸気量 t/h	1本当 熱水量 t/h
1	柳津 西山	65.0	21	380	62	442	18	3
2	八丁原1号	55.0	9	354	770	1,124	39	86
3	八丁原2号	55.0	8	293	1,074	1,367	37	134
4	葛根田1号	50.0	22	231	1,043	1,274	11	47
5	澄川	50.0	8	312	687	999	39	86
6	森	50.0	10	150	768	918	15	77
7	大霧	30.0	12	253	867	1,120	21	72
8	葛根田2号	30.0	7	155	276	431	22	39
9	山川	30.0	6	108	604	712	18	101
10	上の岱	28.8	12	193	35	228	16	3
11	滝上	25.0	5	244	1,135	1,379	49	227
12	松川	23.5	15	130	0	130	9	0
13	大岳	12.5	4	97	328	425	24	82
14	鬼首	12.5	8	117	609	726	15	76
15	大沼	9.5	7	75	329	404	11	47
16	八丈島	3.3	1	23	7	30	23	7
平均値		33.1	10	195	537	732	23	68
最大値		65.0	22	380	1,135	1,379	49	227
最小値		3.3	1	23	0	30	9	0

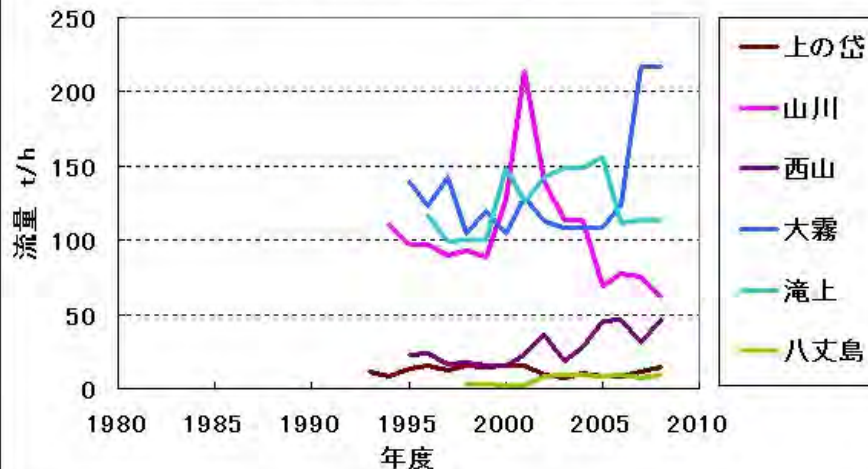
日本の地熱発電所の蒸気・熱水の産出量の経年変化がどうなっているかを次の図に示す。このグラフによると生産井1本当たりの蒸気流量が運開から経年的に著しく減少する発電所(中段)と余り変わらない発電所(上下段)があり、地点による個性があることが分かる。



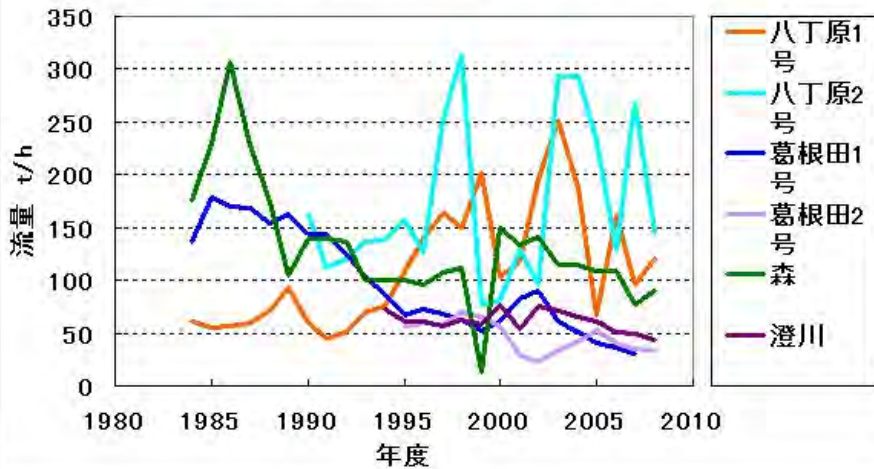
還元井一本あたりの呑み込み量の経年変化(1)



還元井一本あたりの呑み込み量の経年変化(3)



還元井一本あたりの呑み込み量の経年変化(2)



熱水還元能力の経年変化がどうなっているかを次の図に示す。

このグラフによると還元井1本当りの熱水呑み込み能力が運開から経年的に著しく減少する発電所(左下)と余り変わらない発電所(上)があり、地点による個性があることが分かる。

3. 地熱井(生産井, 還元井ほか)掘削にあたっての温泉や地下水への影響対策

- 日本の既存地熱発電所の地熱井の掘削によって温泉や地下水への影響が出た事例は全く無い。
- 地熱井は1,000m程度以深までケーシングを挿入し、岩盤との隙間をセメンティングして遮水して掘削泥水が浅部の地層中に漏れ出るのを防いでいる。
- 特に地下帯水層や温泉層が考えられる浅部掘削においては、泥水を使用しない掘削方法(エア掘削, 特殊ポリマー)も採用している。

4. 温泉への影響監視に当たって 温泉側に要望したい事項

- 大沼地熱発電所と澄川地熱発電所間の距離は僅か2km程度であるが、生産干渉は現れていない。数～十数kmも離れた温泉が地熱発電所の影響を受けると信じ込んでしまっ
て科学的な検証すら受け入れようとしない態度を改めて頂き、
影響が出る場合と出ない場合を科学的に予想・検証する事
で、共存共栄を図る相互信頼を築いて行きたい。
- データの質と量の蓄積段階に応じた影響評価手法が採用さ
れるべきであるので、初期には地質構造解析と地化学的
手法、物理探査データなどに基づく予測を行い、データの蓄積
に合わせてコンピューターシミュレーションを適用するなどし
てモニタリングを続ける事で、科学的・合理的な開発計画を
理解して頂きたい。
- 科学的なモニタリングに必要な箇所、頻度、項目の選定を実
績に照らして弾力的に運用する事を理解して頂きたい。

5. 今後の新規開発にあたっての課題 (温泉法との関連, 現行の各種規制(掘削深度, 採取量など) はどのように影響しているか)

- 地熱井の審議をする際の温泉審議会の委員には地熱井についての学識経験を持った委員を参加させて頂きたい。
- 掘削時期の制限を考慮して、申請に合わせた弾力的な審議をお願いしたい。
- 地熱井の掘削許可に当って温泉事業者の同意書は許可条件となっていないと明記した2010年6月18日閣議決定を尊重して頂きたい。
- 傾斜掘削の地上投影部地上権者の同意書は50m以深の投影部については不要として頂きたい。
- 自治体によっては1,000m以浅からの地熱流体採取を一律に制限している例があるが、科学的根拠を示して頂きたい。

6. 今後の地熱発電への取り組みについて

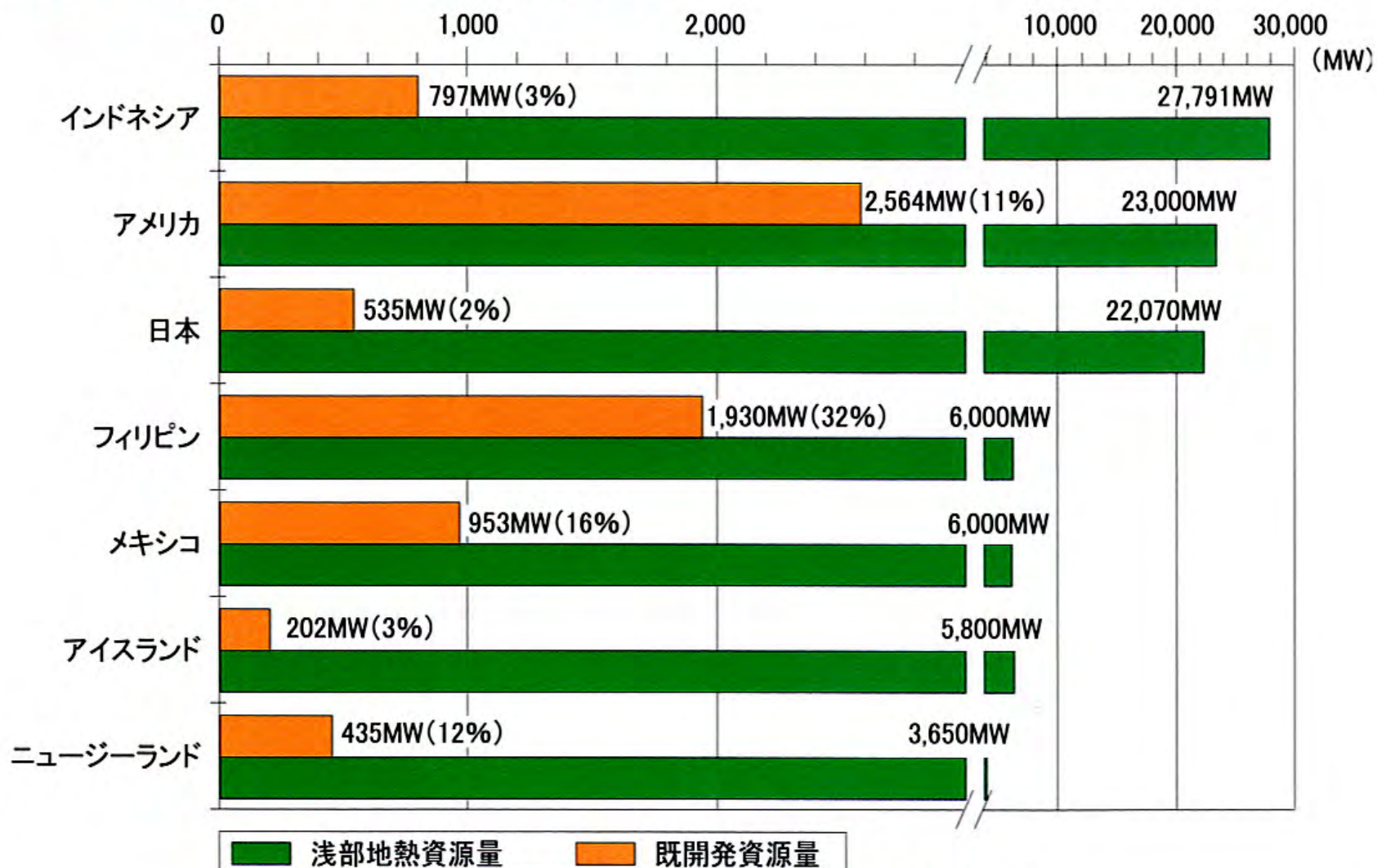
特徴

世界3大地熱資源大国
アメリカ、インドネシア、日本

自然公園内に豊富に存在する資源
ポテンシャルの82%が手付かずに眠っている

温度に応じた熱の有効利用が可能
フラッシュ発電、バイナリー発電、温泉発電、温泉熱利用

各国の浅部地熱ポテンシャルと既開発量の比較



※(パーセント)は、浅部地熱資源量に対する既開発資源量の割合を示す。

出典：WGC2005 (Valgardur Stefansson)、村岡洋文 (2007) の資料を基に作成

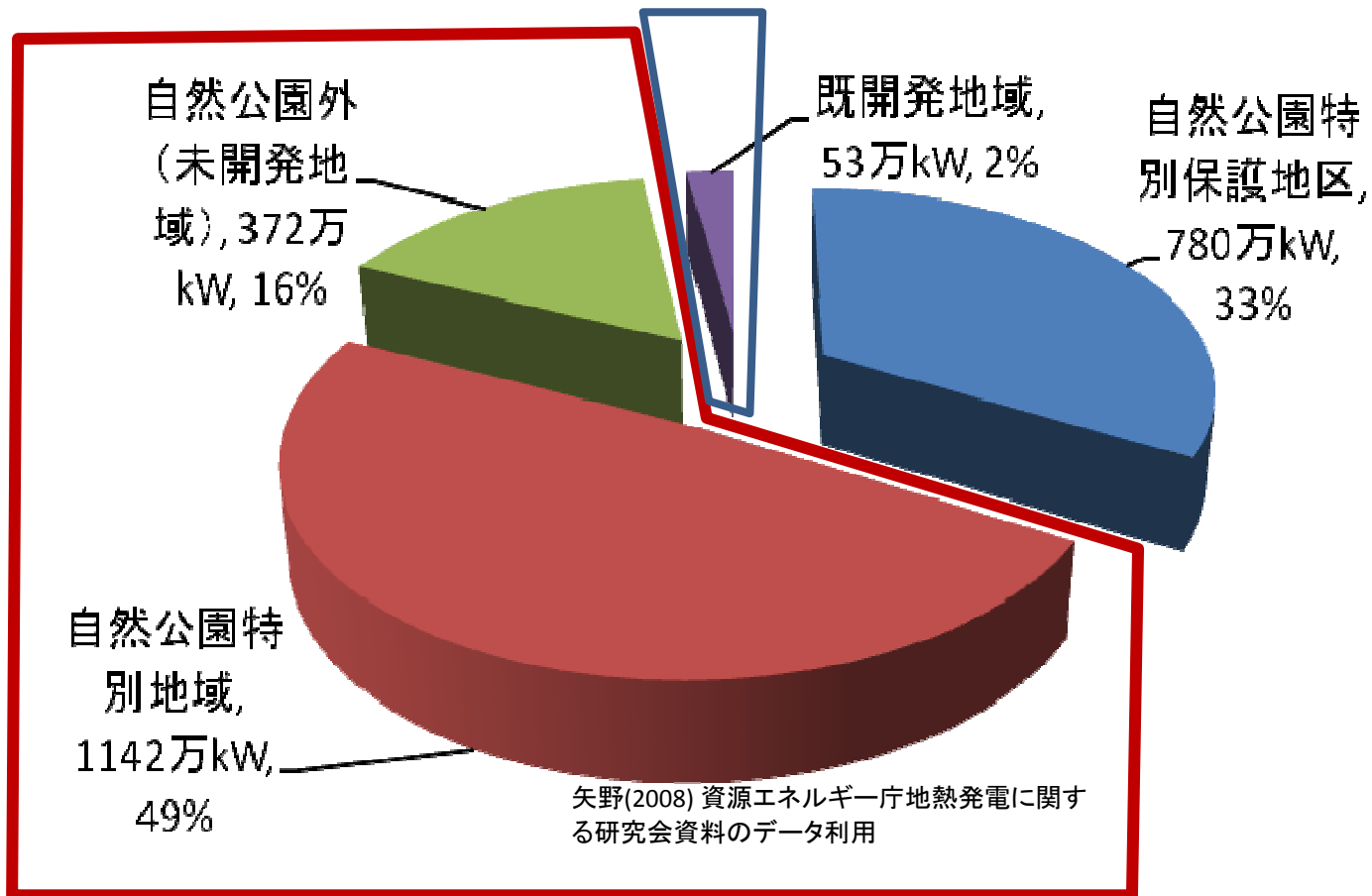
ポテンシャル2,000万kWを超す世界3大地熱資源国だが、その利用割合は僅か2%

地熱発電の国内ポテンシャル

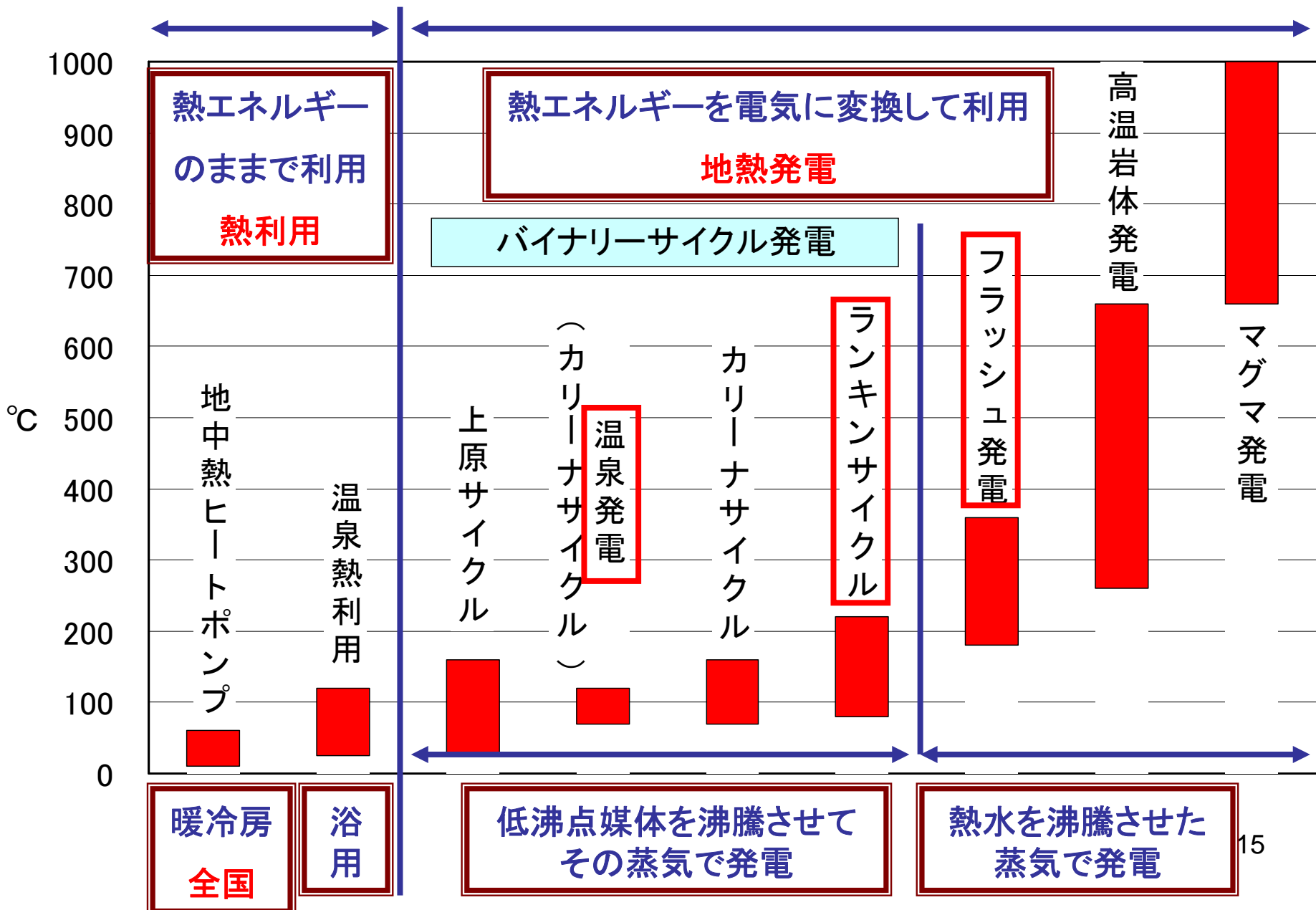
2,347万kW=世界第3位

NEDOの調査した地点以外にも、日本全体の地熱ポテンシャルの82%が自然公園内に、手付かずで眠っている。

特別保護地区を除くポテンシャル
1,514万kW



温度範囲に応じた地熱エネルギーの利用形態



優れた性能

安定電源

昼夜，季節による変動が殆ど無い

高い年間設備利用率

地熱(72%) (2004年度) ⇔ 原子力(71.9%) (2004年度)

少ないCO2の排出量

地熱(13g-CO₂/kWh)，水力(11)，原子力(20)

(出典：電中研：日本の発電技術のライフサイクルCO₂排出量評価, 2010)

高いエネルギー収支比(EPR:電力生産量/投入エネルギー)

地熱(31)，水力(50)，石油火力(21)，原子力(24)，石炭火力(17)

(出典：内山(電中研):発電システムのライフサイクル分析, 1995)

特長

世界的成長産業
各国が新規開発に注力

地熱用蒸気タービンは日本メーカーが世界トップシェア
日本の3社(68%)

地下資源調査・開発・評価技術でも日本はトップクラス
ODAによる技術援助

地域産業
過疎地の活性化に貢献

6. 今後の地熱発電への取り組みについて

1. 経済性に関する政策要望：
 - (1) 地下資源リスク軽減のための国による調査・技術開発の再開
 - (2) 調査・生産・還元井補助金、発電・送電設備補助金の再開と拡充
 - (3) 固定価格買取制度(FIT)実施
 - (4) 税制優遇と融資援助
2. 温泉との共生に関する政策要望：
国による斡旋、啓蒙、モニタリング指針作成
3. 公園内の調和的開発促進のための政策要望：
自然との共生の実例を参考にした調査・開発の推進
(実例既設6地点；松川、大沼、葛根田、鬼首、大岳、八丁原)
4. 規制緩和要望：
環境影響評価の期間短縮、国有林野の規制緩和、温泉審議会の適宜開催など
5. 法的整備要望：
「地熱法」の制定による、「温泉法」・「電事法」ほか多方面にわたる規制の統合と開発権利・義務の確立