

鳥取大学大学院工学研究科 学生会員 ○川口智

鳥取大学工学研究科 正会員 香川敬生

鳥取大学工学研究科 正会員 野口竜也

鳥取大学工学研究科 正会員 西田良平

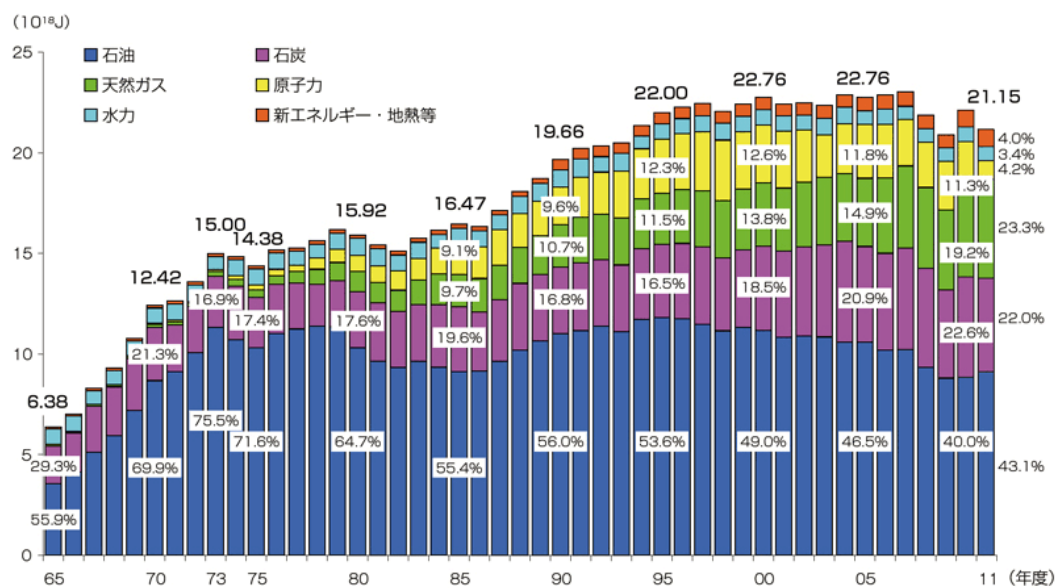
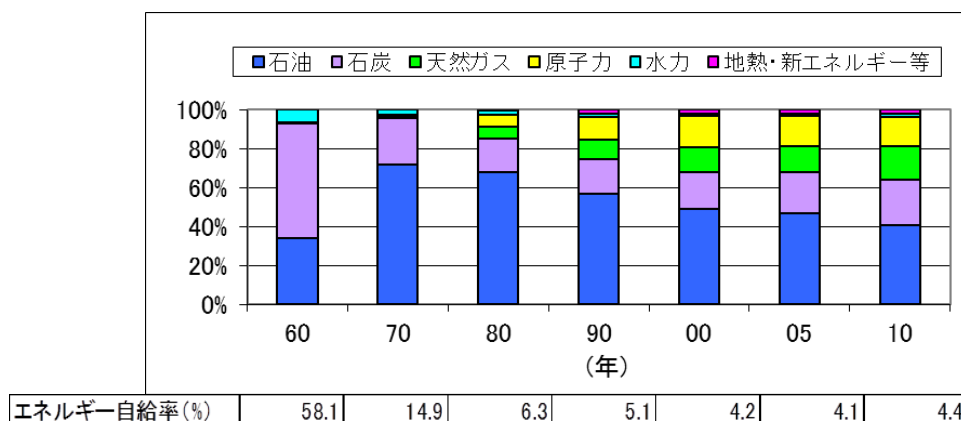
1. はじめに

近年、世界各地で干ばつ、巨大台風、豪雨などが頻繁に発生し、また、私たちの身近なところでも短時間の集中豪雨（ゲリラ豪雨）や、記録的な豪雪など、異常気象が見受けられる。この原因のひとつとして挙げられるのが地球温暖化の進行である。エネルギー問題を考える際、地球温暖化は切り離せない問題である。さらに、世界に目を向けると、BRICsをはじめとする開発途上国の経済発展は著しく、世界的なエネルギー需要の増加が避けられないことは周知の事実である。一方、日本では、2011年3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所での事故により、原子力に変わるエネルギー開発の必要性が問われている。このような背景から本研究ではまず、国内の自然エネルギーに注目し、自然エネルギーの潜在能力すなわちポテンシャルを推定した。また鳥取県における自然エネルギーに着目することで、より身近なレベルでの自然エネルギー利用の現状を調べ、比較的高温源泉を有する地熱エネルギーについて

既存資料に基づき調査し、その可能性を検討した。

2. 日本国内のエネルギー消費の動向

自然エネルギーについて考えていく上で、全体像をみるため、エネルギー消費の動向を知ることが必要である。図1に2011年度までの日本の1次エネルギー国内供給の推移¹⁾を示す。この図より日本ではエネルギーの供給源を時代とともに変化させながら発展を遂げてきたことが分かる。この背景としては、高度成長期以前は国産の石炭を多く使用してきたが、石炭が価格競争力を失うなか、高度成長期には中東地域等で大量に生産されている安価な石油を大量輸入し、また第一次オイル

図1 1次エネルギー国内供給の推移¹⁾図2 国内供給構成及び自給率の推移¹⁾

ショック，第二次オイルショック等の石油供給断絶の不安を経験した．そこで，エネルギー供給の安定化を図るため，石油依存を低減させ，石油に代わるエネルギーとして，原子力，天然ガス，石炭の導入を促進し，さらには新エネルギー（自然エネルギー含む）の開発を加速し，近年はエネルギーの多様化が図られてきている．ただし東北地方太平洋沖地震原子力発電の事故以降は，原子力の安全性，利用の有無が見直されている．

次に日本のエネルギー国内供給構成とエネルギー自給率¹⁾（図 2）を見てみると，エネルギー国内供給構成は年々多様化が図られてきていることがわかる．エネルギー自給率に関しては，全体の割合は，国産の石炭利用により，5割を超えていた 60 年代から大きく減少を続けていたが，近年わずかではあるが増加に転じている．2010 年の自給率自体は 4.4%と低い値を示しているが，その内訳¹⁾（図 3）は，水力，地熱，太陽光，廃棄物等の自然エネルギーと廃棄物エネルギーの割合が多くを占めている．そのうち，国内のどこでも得ることができ，さらにクリーンエネルギーである自然エネルギーの利用促進が自給率を向上させる上で重要である．

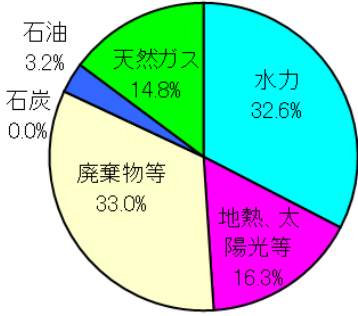


図 3 2010 年エネルギー自給率 4.4%の内訳¹⁾

3. 鳥取県における自然エネルギー利用の現状

鳥取県のエネルギー事情として，鳥取県は出力の大きい発電所がないなど，災害時の電力供給に不安があることから，エネルギーの自給率を増大する必要がある．その際，各自治体や地域の特徴を活かすことができ，さらにそれぞれの場所を得ることができる，自然エネルギーが重要となる．鳥取県では自然エネルギーと廃棄物エネルギーで構成される再生可能エネルギーに対する活動の支援や，「とっとり次世代エネルギーパーク」



図 4 「とっとり次世代エネルギーパーク」における発電施設の所在²⁾

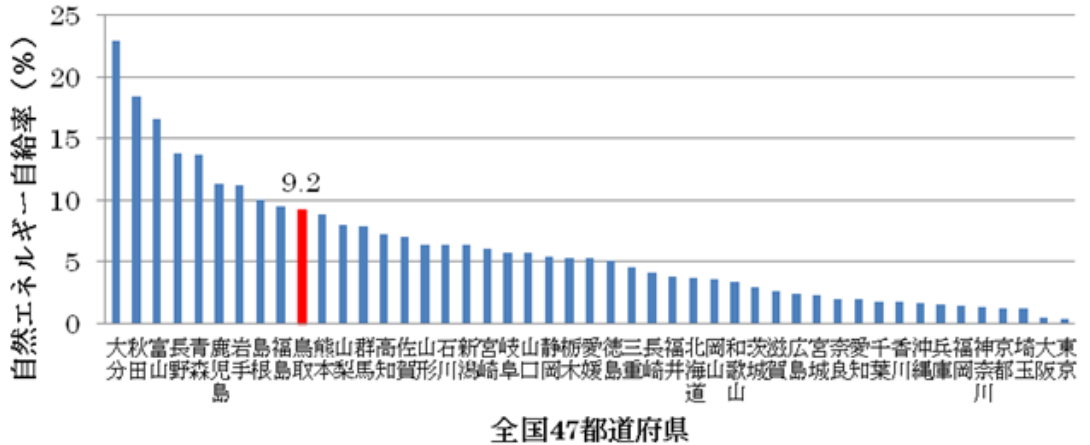


図 5 都道府県の自然エネルギー自給率³⁾

ギーパーク」という鳥取県の豊かな自然を活かした地域の活性化を図る取り組みが行われている²⁾ (図 4)。また、「永続地帯報告書」³⁾ のデータによれば、鳥取県の自然エネルギーの自給率は全国で第 10 位に位置しており比較的高い自給率を示している (図 5)。この値は民生と農林水産エネルギー需要量のうち自然エネルギーで賄えている供給量を自然エネルギー自給率として表したものである。生活と自然エネルギーの関係を捉えるため、鳥取県の自然エネルギーによる発電量で世帯数をどれだけ賄えるか試算してみた所、2013 年度の 3 月時点の全世帯数 228484 世帯の約 1 割程度の 30481 世帯を賄える結果となった。試算方法については、 $1\text{kwh}=1\text{kw}\times 3600\text{s}=3600\text{kJ}$ より、 $1\text{TJ}=\text{約 } 28 \text{ 万 kwh}$ として換算した。

また、1 世帯 1 ヶ月平均使用電力量を 300kwh とし、年間 3600kwh の電力量を割ることで算出した。

4. 鳥取県における地熱エネルギーの可能性の検討

全国地熱ポテンシャルマップ⁴⁾によれば、図 6 に示す通り鳥取県には 70℃前後と高温の源泉をもつ温泉が確認されているが、図 4 に示す通り地熱開発は行われていない。そこで鳥取県において地熱開発を行うことを前提に、鳥取県における地熱のポテンシャルとして温泉の泉温分布、活動度指数 (三次元温度構造)、地熱資源賦存量と 3 つの指標に着目し、地熱エネルギー利用の可能性を検討した。この検討については、中国地方、大分県、兵庫県の 3 地域を選定し、鳥取県の地熱ポテンシャルと比較することとした。3 地域の選定理由としては、それぞれ次の通りである。中国地方：中国地方における鳥取県の地熱ポテンシャルの程度を確認する。大分県：地熱開発発電電力全国 1 位の大分県の地熱ポテンシャルと比較を行うことで、鳥取県の地熱ポテンシャルのレベルを確認す

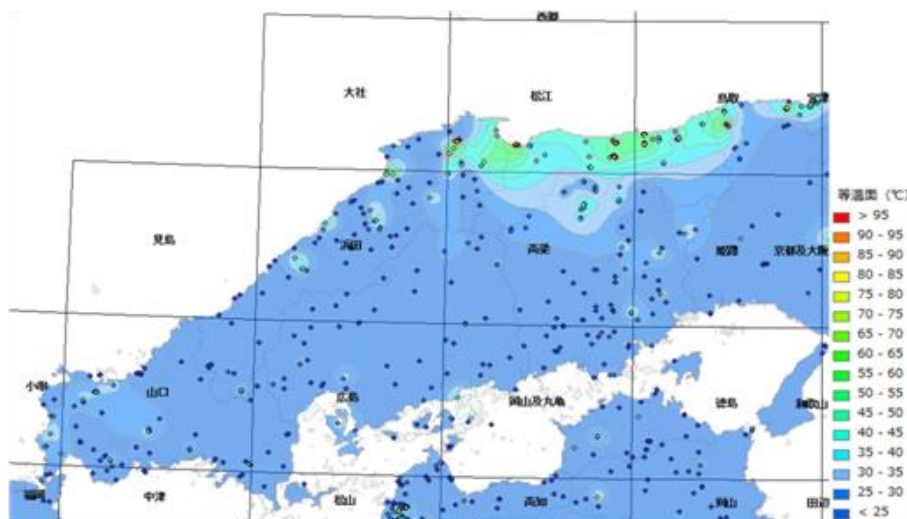


図 6 中国地方の泉温分布⁴⁾

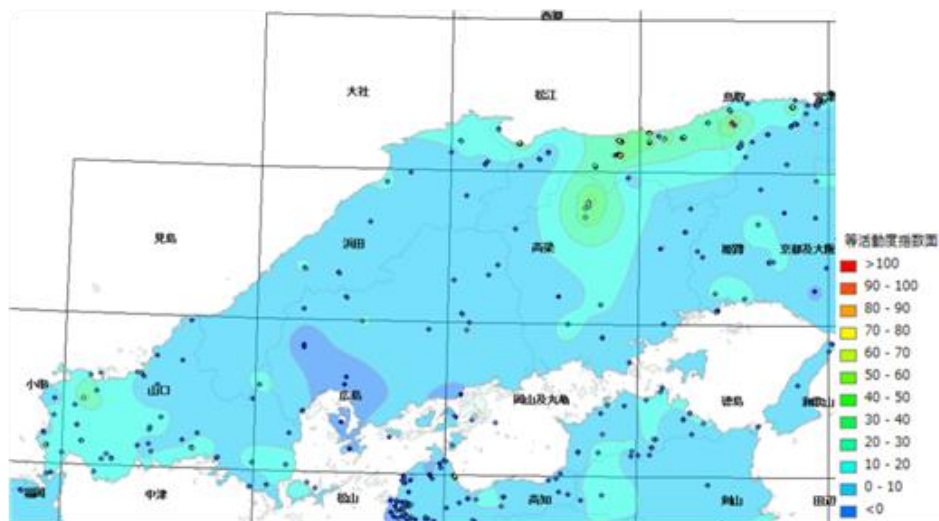


図 7 中国地方の活動度指数分布⁴⁾

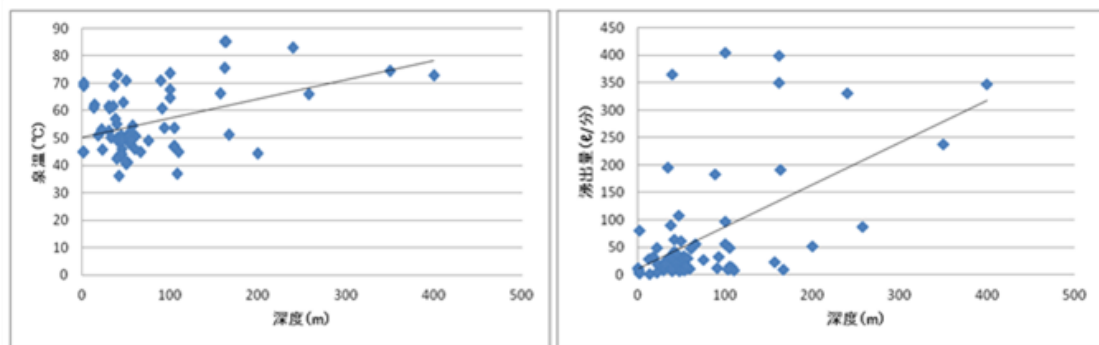


図 8 鳥取県泉温、湧出量と深度の関係⁴⁾

る。兵庫県:地熱開発において、温泉程度の低温で発電を可能とする小規模の地熱発電の技術が導入されつつあり、現在鳥取県近くの兵庫県湯村温泉（薬師湯）において導入の検討が行われていることから、鳥取県での小規模発電導入の可能性を導入予定地の地熱ポテンシャルと比較することで評価する。

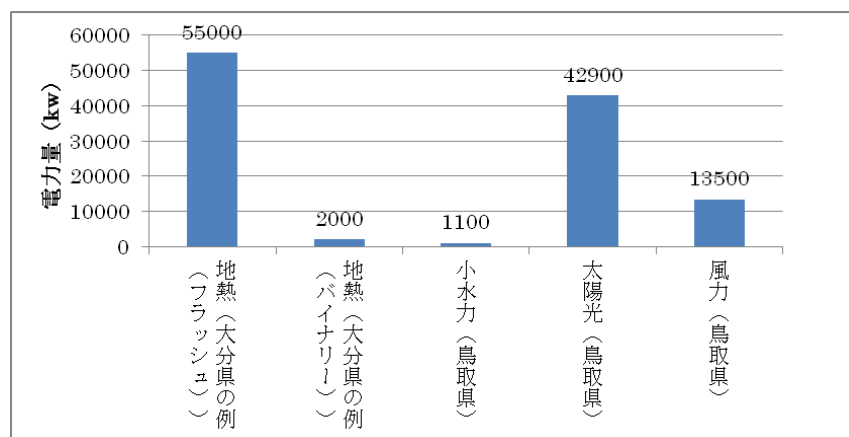


図 9 発電施設あたりの自然エネルギー源別電力量の比較^{2) 5)}

中国地方との比較では、鳥取県は泉温も高く（図 6）、地熱活動も活発で

あることがわかり（図 7）、中国地方のなかでは最も地熱資源の利用の可能性があることがわかった。大分県との比較では、地熱資源が大幅に少ないことが確認できた。ただし、鳥取県では広い範囲で 53℃～120℃の地熱資源が分布していることがわかり、フラッシュ発電よりも高い熱源を必要としないバイナリー発電を活用するなど、利用方法の検討によっては地熱エネルギー利用の可能性があるといえる。小規模地熱発電導入予定地（兵庫県湯村温泉）との比較では、県全体で見ると鳥取県の地熱ポテンシャルは高いといえる。ただし、小規模地熱発電は局所的でも湧出量の多い高温源泉が存在する必要がある。その点において、鳥取県では湯村温泉より適する源泉が確認できなかった。しかし、鳥取県の源泉では泉温、湧出量と深度には正の相関関係があり（図 8）、地温勾配は 2～4℃で分布しているため詳しく調査を行い、地熱開発の可能性を検討することが重要と考える。

また、図 9 に鳥取県の代表的な自然エネルギーによる電力量²⁾ と、大分県と同様な地熱発電を鳥取県で行うことが可能と仮定した場合の電力量⁵⁾ とを定量的に比較したものを示す。大分県と同等の地熱発電が可能となれば、鳥取県米子市に設置されたメガソーラー（太陽光発電）を超える電力量を安定的に供給することが可能となる。また、広い範囲に地熱資源が存在する鳥取県で有効に活用できるバイナリー発電は電力量としては少ないが、小水力発電一基分くらいの出力が見込める。

5. まとめ

国内のエネルギーの動向について調べた結果、エネルギーの多様化の推進は近い将来必要であり、その際、自然エネルギーの開発に取り組むことの重要性が確認できた。それを踏まえ、鳥取県の自然エネルギーの現状を調べて、鳥取県における地熱開発の可能性について検討した結果、鳥取県では地熱資源が広い範囲に賦存しており、効率的なエネルギー変換が可能となれば、地熱利用の可能性が高いといえる。

今後の検討課題としては、鳥取県内で比較的高温源泉を有する皆生温泉、三朝温泉、東郷温泉などで局所的な地温勾配を詳細に測定することで深度と泉温との関係を調べ、地熱開発の可能性を模索すること、また現実的な視点において、鳥取県の地熱資源が次世代エネルギーとしての可能性を秘めているのか鳥取県で既に行われている他の自然エネルギーの比較することなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁ホームページ「エネルギー白書 2013」
- 2) 鳥取県生活環境部環境立県推進課、鳥取県ホームページ
- 3) NPO法人環境エネルギー政策研究所、(2013)、千葉大学共同研究「永続地帯報告書」
- 4) 産業技術総合研究所、地質調査総合センター（2009）、全国地熱ポテンシャルマップ
- 5) 環境省、「地熱発電事業に係る自然環境影響検討会」（2011）