原子力発電と地熱発電の関係って?

- 原子力工学の展開 -

原子核工学専攻・横峯健彦

原子力発電所は最も巨大な工業製品(諸説あり)





柏崎刈羽原子力発電所(1-7号機) (全高48m、直径29m) http://www.tepco.co.jp/nu/kk-np/

スーパータンカーKnock Nevis (全長458.45m・幅68.8m) (引用Wikipedia)

原子力工学

- ▶ 原子力発電所(原子力システム)を支える原子力工学は多くの学問分野からなる総合工学
 - ▶ 核物理学、放射線化学、機械、電気、材料、応用化学、土木、建築

核エネルギーシステム (核分裂炉)



沸騰水型炉 (BWR) 加圧水型炉 (PWR)

沸騰水型 (Boiling Water Reactor)

加圧水型 (Pressurized Water Reactor)

原子力工学

- ▶ 原子力発電所(原子カシステム)を支える原子カ工学は多くの学問分野からなる総合工学
 - ▶ 核物理学、放射線化学、機械、電気、材料、応用化学、土木、建築
- ▶ 定量予測が必要(工学の宿命)

定量予測可能性から見た原子力工学

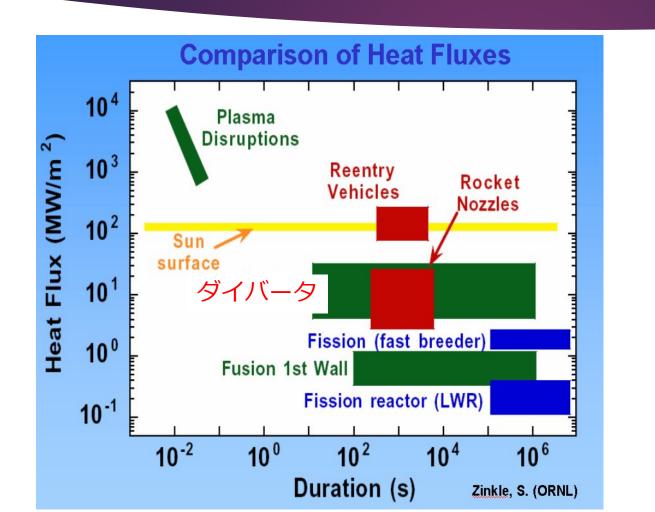
- ▶ 原子炉物理学:予測可能性最も大
 - ▶ 但し核反応断面積は理論のみからの定量予測はまだ不可能
- ▶ 熱流動工学:形状が決まれば熱流動挙動は実験相関式から予測可能
 - ▶ 形状を変える対象(溶融、凝固、沸騰)や短い過渡現象に困難さ
- ▶ 構造力学: 材料の応力歪関係式が与えられれば強度特性は予測可能
 - ▶ 材料成分や熱処理等が変わると再実験が必要になる
 - ▶ 熱時効や照射脆化も経験的にのみ予測可能
 - ▶ 流体・構造連成問題も経験的
- 材料学:予測可能性最も小
 - ▶ 成分元素の組成から特性の定量予測はまだ不可能
 - ▶ 腐食のように環境条件や表面現象の関係する場合はさらに複雑

原子力工学

- ▶ 原子力発電所(原子力システム)を支える原子力工学は多くの学問分野からなる総合工学
 - ▶ 核物理学、放射線化学、機械、電気、材料、応用化学、土木、建築
- 定量予測が必要(工学の宿命)
- ▶ 極限環境下
 - ▶ 高温、高圧、放射線、高密度プラズマ、高エネルギーイオンに曝される環境場

熱負荷=熱流束

(単位時間・単位面積を通過するエネルギー、W/m²)





原子力研究の手法

- ▶ 原子力研究は工学と理学の境界領域
 - ▶ 理学:演繹的、ミクロ、定性的、真理探究
 - ▶ 工学:経験的、マクロ、定量的、応用重視
 - ▶ 経験的な工学からより演繹的な工学へスパイラル的発展
 - ▶医学、生物学と同様
 - ▶ 計算科学(シミュレーション)

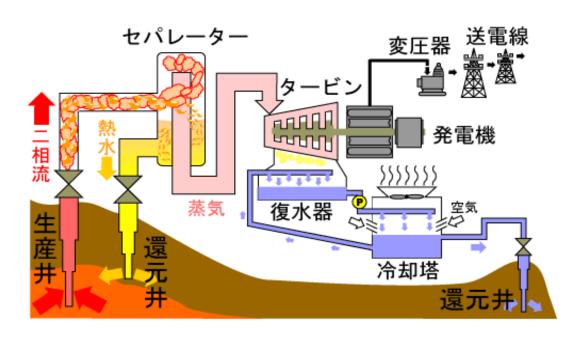
原子力工学のスピンオフ

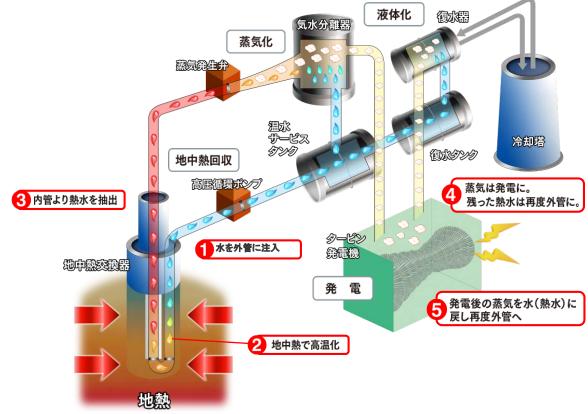
- ▶ 総合工学、極限環境 → 大は小を兼ねる的な → 多くの分野への導入、展開
 - ▶ 医療、生体
 - ▶ 数値シミュレーション → ガスタービン、半導体プロセス、自動車エンジン・・・
 - ▶ 免震、耐震
 - ▶ ロボット技術
 - ▶ 計測・診断儀技術(非破壊検査、放射線計測)
 - ▶ 耐放射線半導体素子(人工衛星)
 - ▶ 耐腐食技術
 - ▶ 逆浸透膜法(淡水化)
 - 廃液処理 etc.

加圧水型地熱発電GEEP

Geothermal Energy Extracted system by Pressurized-water

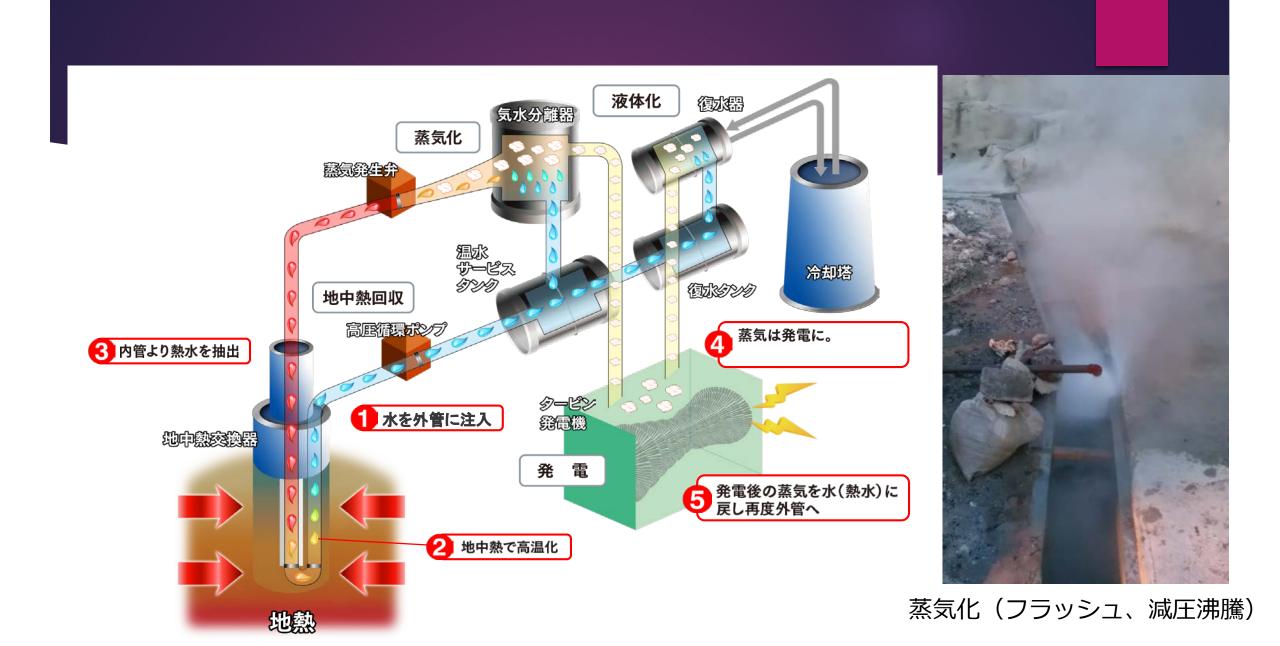
▶ 加圧水型原子炉→炉心の代わりに地熱

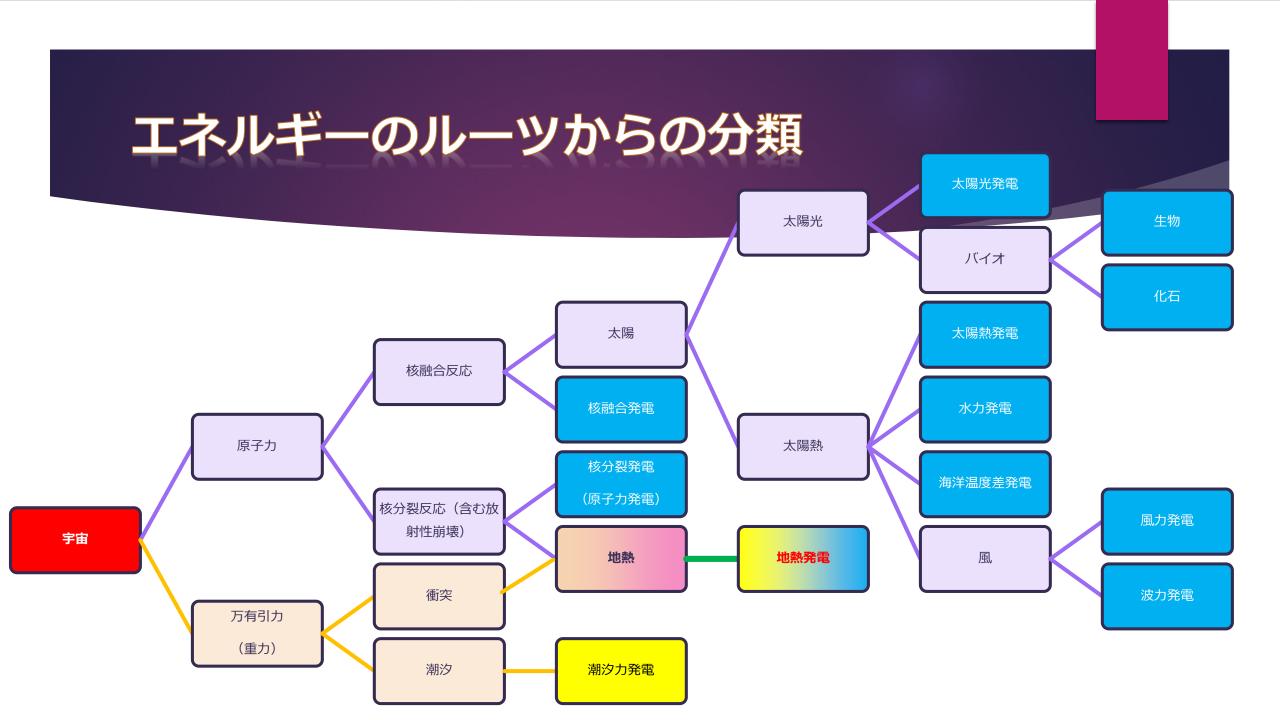




従来型地熱発電

加圧水型地熱発電







水分地熱発電所



二重管型 地中熱交換器 (全長1500m) 地熱で温め発電

J-NEC Method New Geothermal Power System, which is the first technology of its kind in the world.

京都大学概况

教育·学生的支援

10 Nov 2016

研究・行政・民间合作

本科·研究生院

Home > News > 研究·行政·民间合作 > Successful demonstration of the world's first New Geothermal Power System carried out in Kokonoe, Oita Prefecture (21 October 2016)

out in Kokonoe, Oita Prefecture (21 October 2016)

News - 研究 · 行政 · 民间合作

発電システム

地中熱だけで ベンチャーと京大が成功

毎日新聞 2016年10月12日 20時14分 (最終更新 10月12日 20時14分)

大分課 東京部 試験 遠報 すべて表示する

教育·学生的支援

研究・行政・民间合作

10月12日 23時52分

阿蘇山 噴火 ノーベル賞 ノーベル医学賞・反応 東京五輪 豊洲市場問題 米大統領選

新しい地熱発電システムを開発 地上から水



東京のベンチャー企業と京都大学は、新 しい地熱発電システムの開発に成功した と発表しました。地下にある高温の熱水 などをくみ上げる従来の方法とは異な り、地上から地下深くに水を送り込み、 地中の熱で温めて電力をつくる方式で、 環境への負担が小さいとしています。

スペシャルコンテンツ

ビジネス

これは、東京のベンチャー企業「ジャパン・ニュー・エナジー」と京都大学が、共同 研究の結果として、12日東京都内で記者会見して発表したものです。通常の地熱発 電は、地下深くにある蒸気などを直接くみ上げてタービンを回し、電力を作ります。 熱水も同時にくみ上げるため温泉の枯渇につながるのではないかとの懸念も出ていま

新たに開発されたシステムでは、地上から川の水をパイプを通して地下深くに送り込 み、地中の熱で温めてそれを冷まさずに地上まで戻して蒸気を取り出し、電力をつく るとしています。会社では、環境への負担が小さく、温泉法による掘削などの制約も 受けないと説明しており、大分県九重町に建設した発電設備で、今月15日から試験 運転を始め、2年後の実用化を目指したいとしています。ジャパン・ニュー・エナ ジーの坂本秀男社長は、「火山国の日本には、各地に地熱があり、それらを活用して 日本のエネルギーに貢献するとともに、技術を確立して国外にも展開していきたい」 と話しています。

新エネルギーベンチャーの「ジャパン・

国際 サイエンス スポーツ オビニオン カルチャー ライフ 教育

ニュー・エナジー」 (東京都千代田区) は12日、京都大学との共同研究で、 世界初の方式による地熱発電システムの開発に成功したと発表した。通常の地 熱発電のように温泉水や蒸気をくみ上げる方式ではなく、地中熱だけで発電す る。温泉源が必要ないため温泉を掘削する際の観光業者らとの調整が不要で、 地熱があればどこでも発電システム建設が可能。発電時に二酸化炭素を排出せ ず、計画から着工までにかかる時間も大幅に短縮できるという。

新方式は二重になった外管(直径約30センチ)と内管(同約10センチ) を地下1450メートルに埋設し、地上から圧力ポンプを使って外管に純水を 注入。地熱で熱せられて内管から上がってくる熱水から蒸気を発生させて発電 する。ターピンを通過した蒸気を冷却水で冷やして外管に戻し、純水を循環さ

大分県九重町に10平方メートルの事業用地を取得し、約12億円かけて実 証設備を建設。15日から発電開始する予定。実証設備は最高出力24キロ ワットで、約50世帯分の電気を安定的にまかなえるという。今後、事業化を 進め、3万キロワットの発電を目指す。

同社は「新方式が広がれば地熱発電が普及する可能性がある」と説明。「原 **ネカ発電の時間(オキま)をろかス白然エネルギーとして地熱発電を普及さ**

日本經濟新聞

2016年11月22日 (火)

ビジネスリーダー マーケット テクノロジー アジア スポーツ N マネー N ライフ

全て 経済 企業 国際 政治 株・金融 スポーツ 社会 地域ニュース▼

速報>地域ニュース>九州・沖縄>記事

新型地熱発電所の試験運転開始 ジャパン・ニュー・エナジー 2016/10/17 21:31

地熱発電システムを開発するベンチャー企業のジャパン・ニュー・エナジー(東京・千代田)は15 日、大分県九重町に設置した新方式の地熱発電所の試験運転を始めた。今後、発電効率などを向 上させて出力を現在の24キロワットから増やし、2年後をメドに商業運転への移行を目指す。

同社と京都大学が共同開発した新発電システムは、地下深くに注入した水を地中の熱で加熱し発 電タービンを回す。温泉水をくみ上げる従来の地熱発電は観光業界からの反対などが課題だった が、新方式は環境負荷が小さく導入しやすい。世界初の技術といい、国内外の発電事業者などへ の販売を計画している。

News

京都大学概况

A team of researchers, including Associate Professor Takehiko Yokomine from the Kyoto University Graduate School of Engineering and the Japan New Energy Corporation (J-NEC), were recently successful in carrying out a demonstration of the

Successful demonstration of the world's first New Geothermal Power System carried

The J-NEC Method New Geothermal Power System was conceived as a method for fundamentally resolving the various obstacles that have plagued geothermal power generation in the past. It represents a new technology born from the concept of "generating electricity by absorbing geothermal heat without using hot spring water".

The closed cycle system, which injects and circulates water from above ground rather than using hot spring water, solves the problems of scale buildup (*1) and the installation of a reinjection well (*2), which have plagued previous methods of generating geothermal energy. Playing a central role in the closed cycle system is a dual-pipe heat exchanger, which is buried 1.450 meters in the ground, into which water from above ground is pressure injected and heated by geothermal heat and then extracted in its liquid form when it has reached a high temperature. Once the liquid is above ground again, it is decompressed and instantly transformed into steam, turning the turbines and generating electricity.

In addition to the existing advantages of geothermal power generation in terms of not emitting CO₂ during power generation and the ability to consistently generate power 24 hours a day, this new system adds elements that are effective for business development. It dramatically shortens development lead time, cuts running costs, and is not subject to the Hot Springs Act. Therefore, it can make a major contribution to the rapid advance of the geothermal power business.

Despite being among the world leaders in terms of geothermal resources, Japan has a limited track record in the geothermal power generation business. Therefore, this project will seek to use the J-NEC Method New Geothermal Power System to revolutionize Japan's geothermal power industry, playing a part in the country's renewable energy sector and serving Japan as a base-load power source.



Japan New Energy water power plant (Kokonoe Town, Kusu | Associate Professor Yokomine explaining the test District, Oita Prefecture)



とにかく

▶原子核工学コースでは皆さんを待ってます