

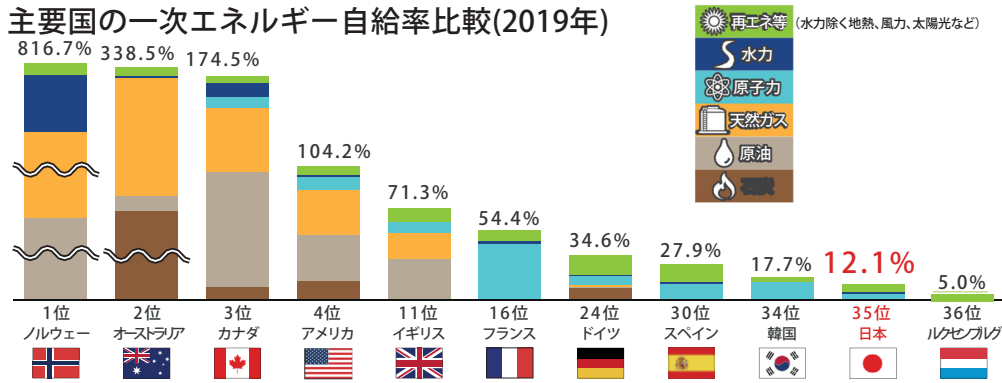
令和CAST「社会にインパクトある研究」第4回討論会
「エネルギー社会システムが迎えた変革期に
大学はどう対応できるか」

2022年6月8日 13:00-16:00 WEB

東北大学大学院工学研究科
先端学術融合工学研究機構(令和CAST)
社会インパクト推進ユニット

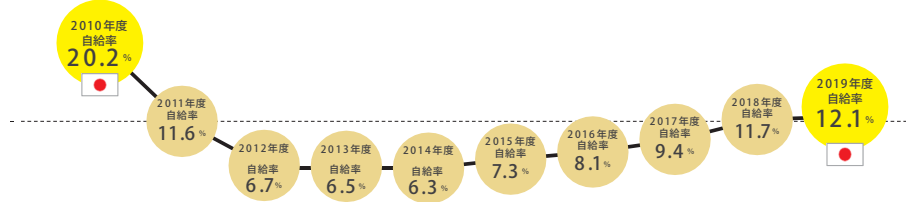
日本の1次エネルギー全体の自給率12%

主要国の一次エネルギー自給率比較(2019年)



出典：EIA「World Energy Balances 2020」の2019年推計値、日本のみ資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」の2019年度確報値。※表内の順位はOECD36カ国中の順位

我が国のエネルギー自給率



一次エネルギー：石油、天然ガス、石炭、原子力、太陽光、風力などのエネルギーのもともとの形態

エネルギー自給率：国民生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で産出・確保できる比率

https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2021.pdf

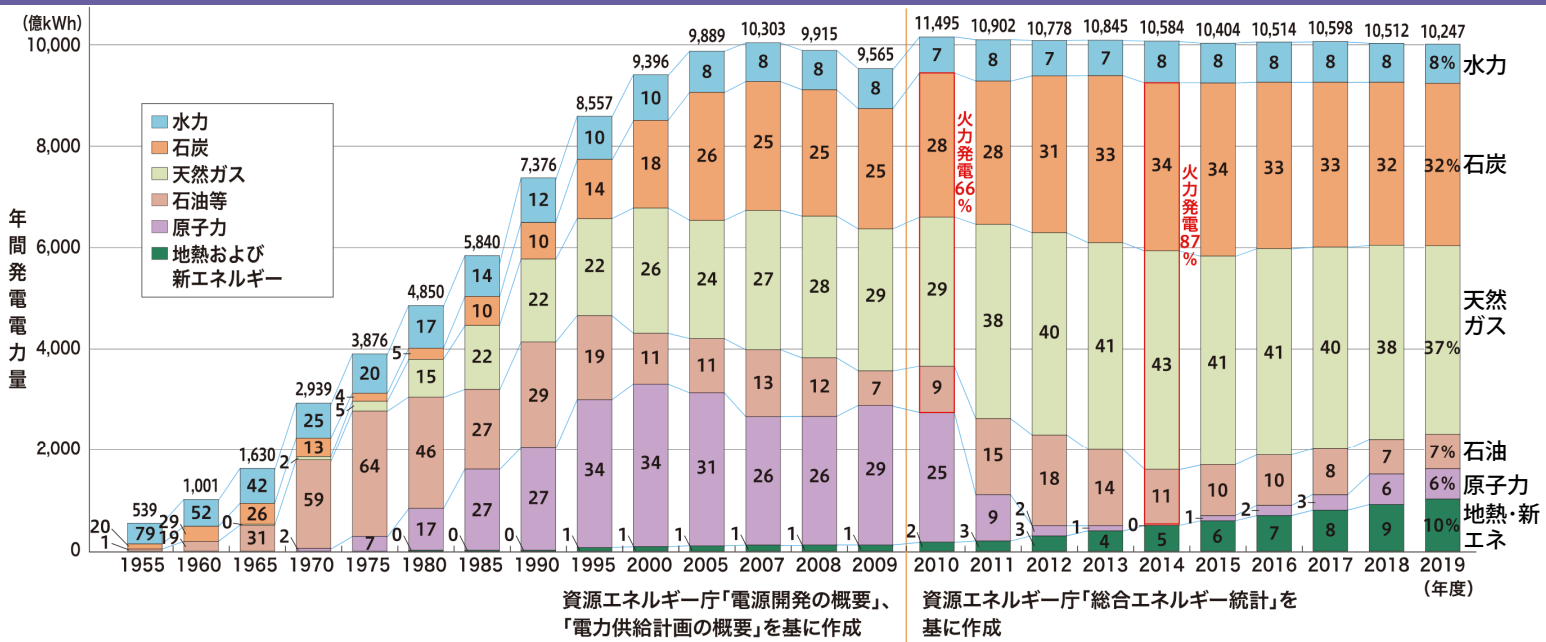
金井2

前ページの説明

日本の1次エネルギー全体の自給率の図です。日本は12%。特に震災の前は原子力があったので20%ぐらいあったのですが、原発が軒並み止まって、自給率が下がって、今12%ぐらいということです。

金井3

日本の電源構成別の発電電力量の推移



- 経済発展とともに、電力消費量が増加。
- 2005年以降の経済停滞状況では、電力消費量は増減なし
- 2008年9月のリーマンショックの影響(-5%)
- 2019年度: 12,224億 kWh※(+19%)
- 2020年度: 8,454億 kWh※(-31%) covid-19の影響は2020.4~

<https://www.jaero.or.jp/sogo/detail/cat-01-02.html> 日本原子力文化財団 ※資源エネルギー庁

前ページの説明

この図は、発電電力量の推移を示したものです。横軸は不等間隔になっています。1955年の、水力だけで日本のエネルギーの殆どが賄われていた時期から、今日までの推移になります。2011年を境に原子力が減って、代わりに天然ガスが増えてきました。

GNPとともに電力量が増えています。ですから、経済発展とともに電力消費量が増加したと言えます。ただ、実は日本のGNPは、1992年ぐらいから頭打ちになっていますが、その後も発電量は増えています。この原因は何があったかというのは少し興味があります。Windows95が発表されるなど、様々な要因で、GDPには直接貢献しない、電力消費量の増加があったのかもしれませんが。2005年以降は、電力消費量の増減もあまりありません。

| 電源 | 2019年度実績比率 | 2030年度想定比率 | 課題 | 国の施策 |
|------------|------------|------------|---------------------------------|---|
| 太陽光 | 8% | 15% | 開発用地(適地)に限られる上、設置に反発する自治体が増加 | 公共施設の屋根や荒廃農地を活用し、発電コストも低減 |
| 風力 | 0.9% | 6% | 導入までに地元との調整や規制への対応に時間がかかる | 環境影響評価期間の短縮。新設計画に国が初期段階から関与 |
| 地熱 | 0.3% | 1% | 資源の8割が自然公園で開発が進まず | 自然公園法や温泉法の運用を見直し |
| 原子力 | 6% | 20~22% | 原発に対する不安や、推進してきた政府・事業者への反発 | 新規基準に適合すると認められた場合は、再稼働を推進 |
| 天然ガス 火力 | 37% | 20% | 老朽化による稼働縮小や採算性の悪化が進み、供給力が不足する恐れ | 当面は再生エネを補う調整力として活用。CO2を回収・貯留する技術の開発を後押し |
| バイオマス | 3% | | | |
| 石炭 | 31% | | | |
| 石油等 | 6% | | | |
| 水力 | 8% | | | |

※資源エネルギー庁「令和2年度(2020年度)におけるエネルギー需給実績」(確報)p.28

金井6

前ページの説明

今日は、土屋先生と新堀先生から地熱と原子力のお話をいただきますが、この図は読売新聞に載っていた記事です。地熱の方は資源の8割が自然公園にあって、開発が進まないということが問題になっています。全体のエネルギーの中で地熱は0.3%、それを2030年には1%にするという目標になっています。原子力は0.6%ぐらい、それを20%ぐらいに復活させましょうという目標になっています。ただ、原発に対する不安や政府・事業者への反発があるということで、大学としてはやはり学問という信頼できるものを中心に、不安や反発を払拭するという事になると思います。

金井7

地熱発電の可能性

- 世界第3位の地熱資源大国日本（地熱資源量 2,347万kW）。
 - 3.11以降，状況は劇的に変わりつつある
 - 地熱発電：二酸化炭素排出量が少なく，安価で，しかも天候に左右されない，永続的運転。
 - 2030年度地熱発電の目標：現在の3倍150万kWに設定（国の発電量の1%）
太陽光発電に換算すると1,000万kW相当
 - 小規模地熱発電所（数10～数100kW級）の運転開始，中規模地熱発電所（数千kW級）も数カ所
大規模地熱発電所（万kW級）は2019年以降，順次運転開始
 - 2050～2100年目標：国の発電量の10%程度
- 発電だけでなく，熱水により農林水産物の付加価値を高めるなど，地域振興に貢献する可能性あり。

必要な技術・提言

- 未調査地域が多い国立公園内で空中物理探査
- 高精度の地熱貯留層探査技術・持続可能な地熱発電技術
- 環境適合型の発電所建設

※<https://geothermal.jogmec.go.jp/information/history/potential.html> 独立行政法人石油・天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC

金井8

前ページの説明

地熱発電の可能性を1枚にまとめてみましたが，日本は，世界3位の地熱資源大国であるそうです。地熱の資源量は，2,300万kWですから，原発23基分ぐらい，大量にあるわけです。地熱発電は，CO₂の排出量も少ないし，天候にも左右されない，安い，永続的運転もできるという利点があります。ただ，2030年ぐらいまでは現在の3倍に増やすということですが，それでも150万kW，国の発電量の1%ぐらいになるということです。それが2050年の目標では，国の10%ぐらいにしようという目標があります。ここで学術としてできることは，地熱貯留層がどこにあるかを探査する技術や，地熱発電技術などがあります。土屋先生から，もっと広い範囲のお話を聞けるとと思います。

金井9

原子力学術の貢献

2020年9月30日原子力総合シンポジウム開催(登録者350名)(50年以上の歴史あり)

日本学術会議総合工学委員会原子力安全に関する分科会の主催

テーマ「2050年の持続可能社会の実現にむけたシナリオと原子力学術の貢献」

3つの論点

①「**持続可能社会の実現にむけたシナリオ**」：地球環境産業技術研究機構 秋元圭吾氏「**原子力は脱炭素社会実現に向けて重要なオプションに間違いない**」。「しかし、分散型である再エネや、エネルギー需要側の対策が相対的に大きな役割になりつつあり、**脱炭素化という流れだけで、原子力が不可欠という単純な構造ではなくなりつつある**」。「そこで、**原子力は、設備利用率の悪化とそれに伴うコスト増、競争力の低下という悪循環からの脱却が大きな課題、社会からの信頼回復を急ぎ、好循環を再構築する必要がある**」。

②「**エネルギーと環境との調和－イノベーションへの期待**」：東京大学・山口彰氏「日本のエネルギー選択は一貫してエネルギーの自立を目指すもの。それが環境との調和を実現するという社会の求めに原子力は応えられるかと語られることが多いが、原子力はグローバルリスクへの解となりうるものである。技術のイノベーションには、**エネルギーと環境の調和をもたらす原子力の価値を明示する学会活動が重要**。」

③「**エネルギーの確保－技術的要件と社会的要件**」：技術的側面－東京大学の小宮山涼一氏「社会ニーズに適合した原子力のあり方の検討を3R+T (Renewable, Resilience, Carbon-Recycle, Trust)の視点で述べた。Renewable は再生可能エネルギーとの共存による脱炭素化の実現、Resilienceは電化・デジタル化を迎えるにあたり強靱な電力システム構築へ貢献すべし、Carbon-Recycle (カーボンリサイクル)は、原子力の安定した電力供給に加え、水素や熱利用、Trustは信頼の獲得であり、ゼロエミッション技術としての原子力の価値の正しい認識の醸成が求められるとした。社会的側面－横浜国立大学の野口和彦氏「社会的要件を満足しない技術は生き残ることはできないが、社会的要件そのものが不安定で変化する。**市民が、科学技術の内容を知識として、専門家と同等のレベルで理解をするのは難しく、したがって信頼は発言内容のみではなく、発言する組織や人に対する信頼度によって異なる。日常から信頼される行政や事業者としての誠実な行動が必要**。」

※https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/63/2/63_186/_pdf/-char/ja 日本原子力学会誌 vol.63, No.2, 2021

金井10

前ページの説明

それから原子力発電の方です。原発事故から半年後に、学術会議でこの図のシンポジウムが行われました。そこには論点が3つあったそうで、まず1つ目の論点は、原子力は脱炭素社会実現に向けて重要なオプションであること。ただ、脱炭素化という流れだけで、原子力が不可欠であるという単純な構造ではなくなりつつあります。それは、再エネの部分が相対的に大きな役割になりそうだということです。ですから、原子力のコストが大きいことが競争力低下を招くため、信頼回復を遂げ、好循環を再構築する必要があると指摘されています。2番目の論点は、エネルギーと環境の調和をもたらすような原子力の価値を明示する学術の活動が必要ということです。そして3番目は、市民が科学技術の内容を知識として専門家と同等のレベルで理解するのは非常に難しい。したがって、信頼するのは専門家の発言内容だけではなくて、発言する組織、大学も含めてだと思いますが、大学や人に対する信頼度も大事であるということが言われております。この指摘で、大学は原子力の問題だけではなく、常日頃から信頼を考えないといけないと感じた次第です。

金井11

第4回討論会

現状：日本の1次エネルギー全体の自給率11% (2022経済産業省)…持たざる国にとっては深刻。

- 地球環境問題…投資における価値判断も変化した。
- 開発途上国・新興国の経済発展，国家間の資源の争奪（中国は世界最大のLNG輸入国に）
- エネルギー価格高騰。日本の国際収支赤字への不安（地方の鉄鋼・セメント・化学など，CO₂排出量の多い製造業が海外へ移転してしまうのだろうか）

「気候変動対策とエネルギー安全保障」を両立するには……原子力発電，再生可能エネルギー，省エネ

- 原子力発電(2019年度実績比率 6%)は頼ることができるのか，何が問題か(学術的に)
- 地熱発電 (2019年度実績比率0.3%)は頼ることができるのか，何が問題か(学術的に)
- 東北地方の特殊性を活かせないか(山・里は，CO₂を吸収・貯留化する資源)

検討項目（政府・企業）

- 英仏伊独加による石炭火力依存からの脱却への対応。
- 2030年度の温室効果ガス排出量を，2013年度比で46%削減する日本の国際公約の実現。
- 2050年カーボンニュートラルに向けての経路。
- 出遅れた電気自動車(EV)への急速な移行(ガソリン車製造に国内542万人が従事)。全てEVは可能か。バッテリー製造時に必要なエネルギー資源は。

さらなる検討項目（大学）

- 【技術開発】CO₂貯留技術，エネルギー使用削減・効率化，小規模発電，資源回収・循環型社会
- 日本は，再エネ発電量密度は，すでに世界で上位。再エネ拡大は数倍が限度か？
- 「電力を増やし続けなければ，日本は豊かな先進国から脱落するのか」2022/5/23毎日新聞…人々の幸福と経済活動，資源活動量をデカップリングできないか，俯瞰的な設計，長期間の設計(一時的に代替を活用するも…)
- デジタル化等により，電力消費拡大なしに，経済発展／心の豊かさの追求は可能か
- 自律的に省エネ社会へ向かう意識改革(節制)・それを可能とする教育，資本主義(投資)は？

金井12

前ページの説明

先ほど申し上げたように，今，日本のエネルギー自給率は11%です。今回のロシア，ウクライナのことを見ても，日本は大変な状況にあると気付かされます。一方で，米国やヨーロッパ諸国は，かなり自給率が高い。一方，地球環境問題も起きてきて，投資における価値判断も変わってきました。そこで，気候変動対策とエネルギー等への安全保障を両立することが大事になってくるのですが，そのときに原子力発電や再エネの問題，そして省エネの問題がどうしても関わってきます。

今日は，地熱発電と原子力発電についてお話をいただきますが，両方とも，この数年では全体の比率は小さいです。これに対し，将来性も含めて頼ることができるか，そして学術的に何が問題になるのか，学術的に提言を出す，包括的に見ることも含めて，大学あるいは学術に何ができるかということ議論させていただけるとありがたいと思います。

大学にどういことができるかということ，様々な技術開発があると思いますが，それに加え，これは毎日新聞の2022年5月の記事ですが，「電力を増やし続けなければ，日本は豊かな先進国から脱落するのか」というショッキングなコメントがありました。

この討論会の2月の第2回の時に吉岡先生がおっしゃったことですが，「人間の幸福と経済活動，それから資源エネルギーの消費量が，デカップリングできないか」ということがあります。「GNPとエネルギー消費量」は，かなりリンクしていますが，それに加えて，「人間の幸福とエネルギー消費量」はデカップリングできないかということが課題だと思います。

さらに，最近デジタル化ということが多く叫ばれていますが，デジタル化すること自体は「目的」ではなくて，デジタル化は「手段」ですから，その先の目的を想定すると，「デジタル化手段を多く採用することによって，電力の消費拡大なしに，経済発展あるいは心の豊かさの追求ができないか」ということが1つの大きな課題ではないかと思います。「自立的に省エネ社会に向かう意識改革」であるとか，「節制するための教育」とか，そして投資家も含めた「資本主義のあり方」が本当は問われると思います。この辺は秋田先生からコメントをいただけるのではないかと思います。

大学としては「包括的に様々なエネルギー政策，人間の幸福を設計し，それを政府にも提言する」ことも大事な任務ではないかと思います。今日の討論会，どういう方向に行くか楽しみにしておりますが，どうぞよろしくお願ひいたします。以上です。

金井13