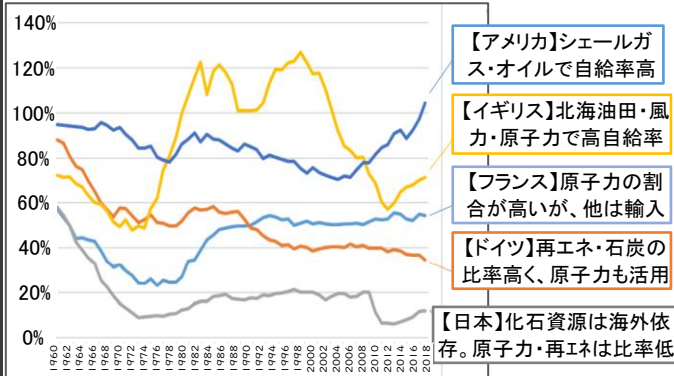


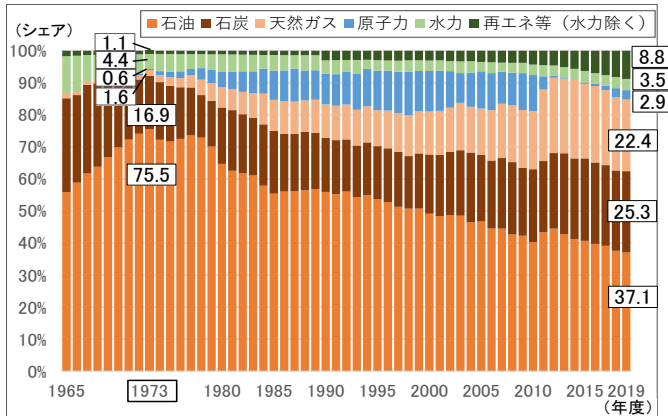
〔関連資料〕エネルギーのデータ集（社会科）

1. 一次エネルギー



出典：資源エネルギー庁審議会資料

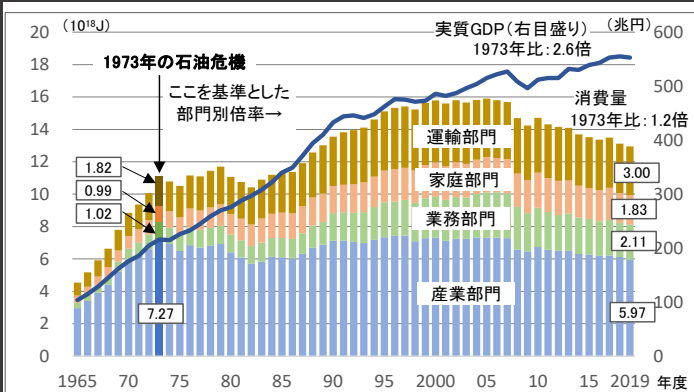
参考図1 諸外国の一次エネルギー自給率推移



出典：エネルギー白書2021

参考図2 一次エネルギー供給割合の推移

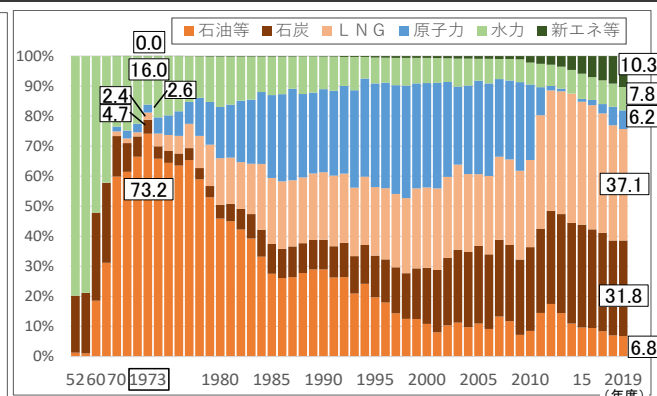
1. 一次エネルギー



出典：エネルギー白書2021

参考図3 部門別のエネルギー消費量と実質GDPの推移

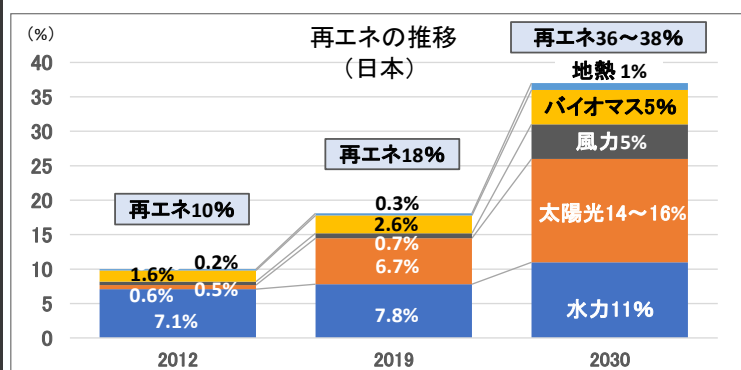
2. 二次エネルギー（電気）



出典：エネルギー白書2021

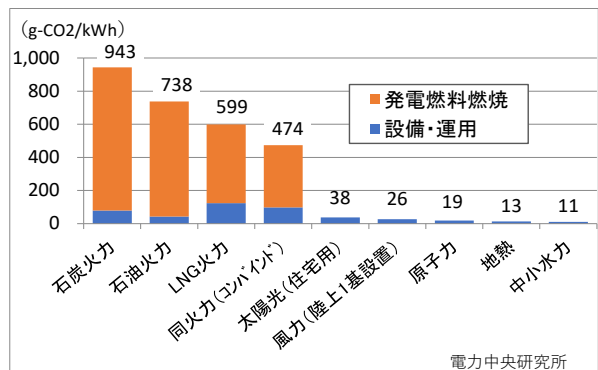
参考図4 電源別の発電電力量割合の推移

2. 二次エネルギー（電気）



出典：資源エネルギー庁資料

参考図5 再エネの発電電力量割合の推移

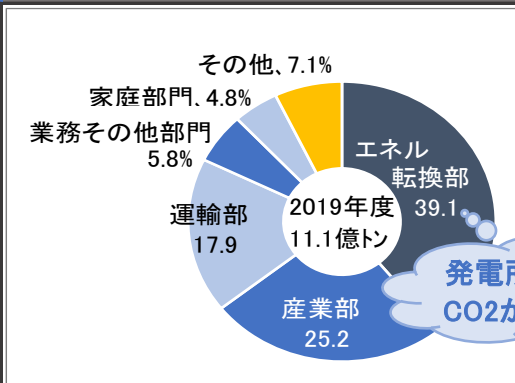


電力中央研究所

出典：電力中央研究所

参考図6 発電方法による二酸化炭素排出量の違い

3. 地球温暖化



出典：環境省資料から当会で作成

参考図7 日本のCO2発生部門別割合

2050年カーボンニュートラルにコミットした国(124カ国、1地域)



(出典) COP25におけるClimate Ambition Alliance及び国連への長期戦略提出状況等を受けて経済産業省作成 (2021年1月20日時点。米国のバイデン大統領公約含む)

出典：資源エネルギー庁審議会資料

参考図8 2050年カーボンニュートラルにコミットした国

3. 地球温暖化

小島瑠璃子キャスターが、2100年の夏と冬それぞれの天気予報を伝えています。



出典：動画「2100年の天気予報」

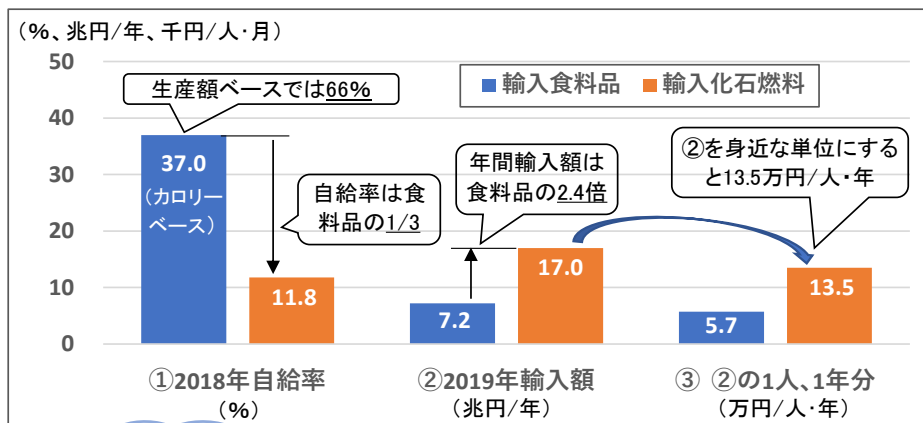
参考図9 動画：環境省作成「2100年の天気予報」

2100年の天気予報(『1.5℃目標』**未**達成**夏**)では、中心気圧が870hPa、最大瞬間風速90m/sのスーパー台風が来ると予想。最高気温は仙台で41.1℃、東京で43.3℃、名古屋で44.1℃の予想。

【半歩先の学び】

輸入される食料品と化石燃料の比較

「食料品の自給率」と「エネルギーの自給率」を比べると、意外な事実が分かります。



出典：食料需給表、貿易統計、エネルギー白書から当会で作成

参考図10 輸入食料品と化石燃料の比較

13.5万円×4人家族
=54万円/年にもなる！

- ◆4人家族なら、エネルギー輸入額は54万円/年、食料品は23万円/年の計算になります。
- ◆実は、化石燃料の費用というのは、ガソリン等の直接消費の他、あらゆる製品やサービスの間接経費に含まれるため、それらの累計となって大きな額になってしまうのです。
- ◆化石燃料は、海上輸送や中東地域への偏在など紛争リスクの要因が多いことも心配です。
- ◆なお、②の17兆円は、輸入品目別でダントツ1位で、自動車の輸出18.1兆円と並ぶ金額です。

G7の国でも、日本の食料自給率38%は低い。

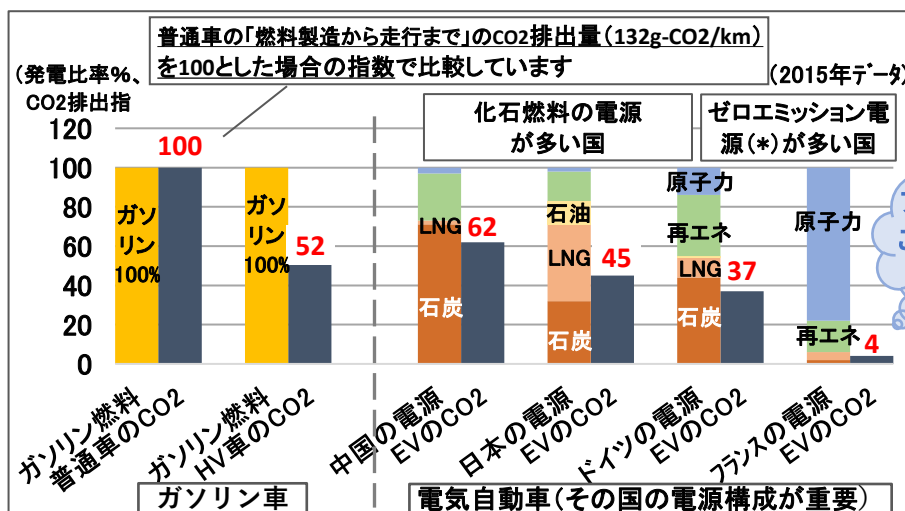
また一次エネルギー自給率は12%と更に低く、他ではイタリア22%、ドイツ37%が低い程度です。

エネルギー自給率向上と脱炭素化には、化石燃料減が必要でそうなれば、資金の国内還流等、メリットも得られます。



電気自動車の充電国による違い

電気自動車によるCO2削減には、まずは、電源のゼロエミッション化が必要です。



(*)ゼロエミッション電源とは、CO2を排出しない再エネ、原子力です。

出典：資源エネルギー庁資料から当会で作成

参考図11 国によって違う電気自動車のCO2排出量

ガソリン車はどの国でもCO2排出量は同じであり、HVなら約半分まで減少するのも同じです。

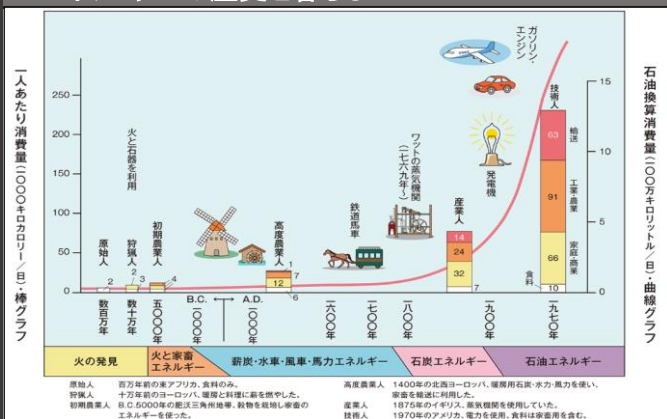
一方、電気自動車は中国がフランスの15倍(62:4)のCO2排出量なのです。

電源が石炭中心の中国と、原子力・再エネ中心のフランスの差なのです。

化石燃料が多い日本やドイツもフランスとは大きく違います。

【参考資料】エネルギーのデータ集（理科・その他）

1. エネルギーの歴史と暮らし



参考図12
エネルギーの歴史
出典：エネ百科

必要に応じて、出典を[クリック](#)
[し拡大印刷](#)してご覧下さい。

参考図13 資源の可採年数

出典：エネ百科



生活を一変させた20世紀の大技術（全米工学会アカデミーによる選出）

米国の工学会アカデミーが選定した「20世紀の大技術」は、「電力利用」がトップです。

1.電力利用	11.高速道路
2.自動車	12.宇宙衛星
3.航空機	13.インターネット
4.水の供給	14.イメージング
5.エレクトロニクス	15.家庭用具
6.ラジオとテレビ	16.医療
7.農業の機械化	17.石油・石油化学技術
8.コンピューター	18.レーザーとファイバー光学
9.電話技術	19.原子力技術
10.空調・冷凍	20.高性能材料

出典：ノーベル賞受賞者 野依良治氏
(前理化学研究所理事長)

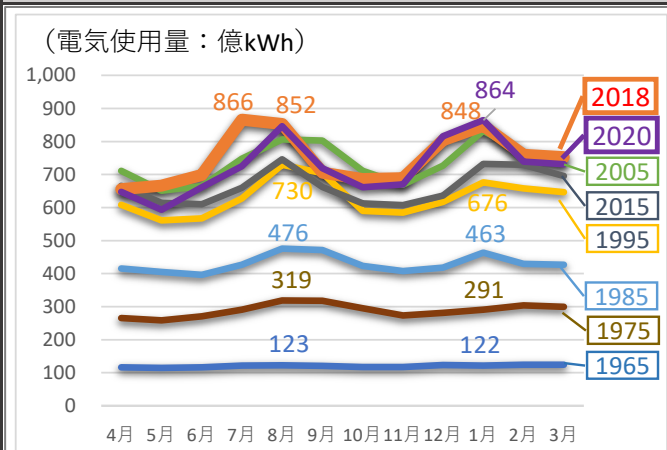
参考表1 20世紀の技術革新に貢献した20の技術



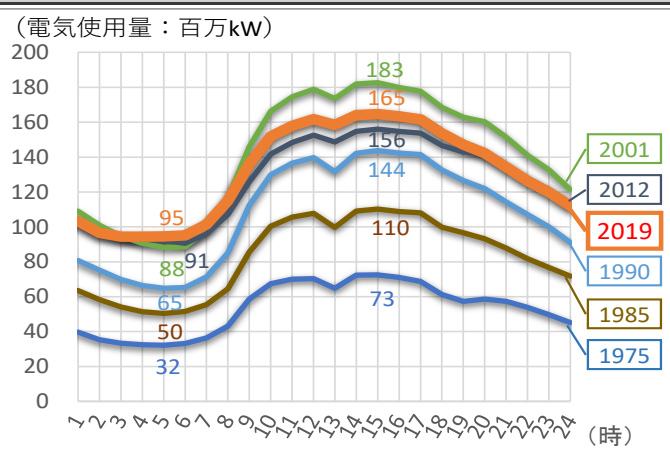
電力は、100年間で私たちの生活を一変させた技術、と高く評価されたのです。

テレビやコンピューター等、どんな技術も「電力」があって性能を発揮できるので、社会には不可欠なのですね。

1年間の電気使用量の推移および1日の電気最大使用時の時間推移

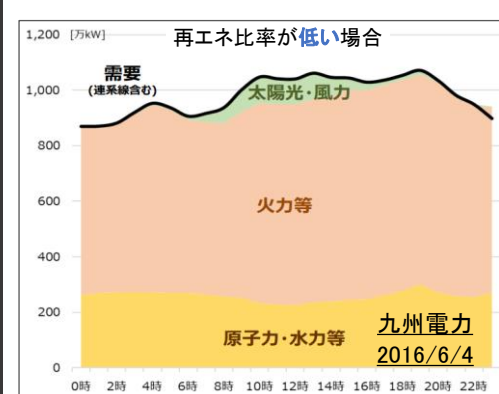


参考図14 年間の電気使用量の推移

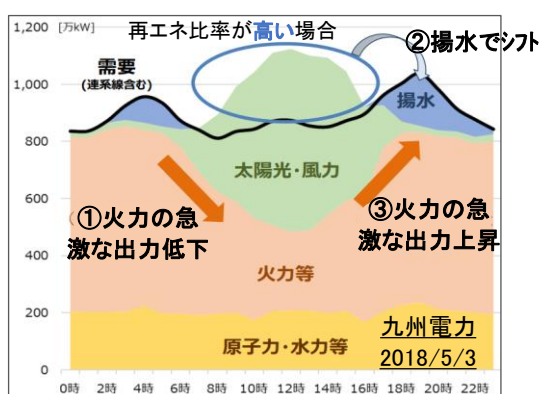


参考図15 1日の電気最大使用時の推移

再エネ比率が低い場合、高い場合の違い



参考図16 再エネ比率が低い場合の24時間



参考図17 再エネ比率が高い場合の24時間

電気は、常に発電量と使用量を同じにする必要があります。発電が過剰でも過小でも停電するからです。

そのため、再エネの出力に応じて火力発電や揚水でバランスをとるために、発電が目まぐるしく変化します。

2. 目標達成に向けた電源の選択

エネルギーを考える場合に必要とされる基本的項目としては、安全保障(安定供給)、コスト(経済性)、環境、性そして安全・安心(=3E+S)。詳しくはP3図16参照)なのですが、エネルギー資源の中で、これら全ての条件を満たす理想的なものは何処にもありません(下記参考表2)。

そのため、どの国においても、それぞれが置かれた環境を基にしながら、自国に適した電源を検討し、選択をしているのが現実なのです。

我が国では、2030年に向け、現在の化石燃料に偏った電源構成を大きく変えることが決定的に重要であるとし、火力をできるだけ減らしつつ、再エネは最大限に導入する、また、原子力は一定程度の活用を行うこととしています。その考え方は、安全性を前提として、安全保障、コスト、環境をバランスよく考慮した3E+Sが基本とした、「エネルギーミックス」です。

各種電源のメリット・デメリット

火力発電所など、それぞれの電源の仕組みについては、教科書で学んだとおりですが、その特性(メリット・デメリット)について一覧表にしたのが、参考表2です。

表の左端上部4項目(濃青)は、先述のエネルギーを考える場合の基本的な項目(3E+S)、であり、下部の7項目(薄青)は、その他要因の項目です。

火力では、環境性と資源枯渇が共通課題で、原子力は、安心面での懸念払しょくが課題です。

再エネでは、コストが高く、また、太陽光や風力は、出力調整ができず災害時の耐性等の課題もあります。

どの発電方式にもデメリットがあるため、それらをカバーする良いとこ取りの組み合わせによってリスクを分散させながら、安定的な電源を確保することが重要なのです。

	火力発電			原子力 発電	水力発電			再エネ発電	
	石炭	石油	LNG		中水力	小水力	揚水	太陽光・風 力	地熱・バイ オマス
(2019中東依 存度%)	0	90	17	—	—	—	—	—	—
安全保障	○	×	△	○	○	○	○	○	○
(円/kWh) コスト	13.9	24.9~ 27.5	11.2	14.4	10.9	25.3	—	18.9(事業用) 18.5(陸上)	17.4(地熱) *29.8(バイオ)
(g-CO2/ kWh) 環境性	943	938	474	19	—	11	—	38/26	13/—
安全・安心	○	○	○	安全性への 懸念	○	○	○	○	○
出力調整	○	○	○	ベースロー ド	○	○	○	×:天候の影響大	○
夜間需要	○	○	○	○	○	○	○	×○	○
災害耐性	○	○	○	○	○	○	○	△	○
新規 立地	×:困難	×:困難	△:懸念	—	×:適地 がない	○	△	○	△/○
(可採年数) 資源 埋蔵量	132	50	51	99	—	—	—	—	—
在庫量	×	×	×	リサイクル 可能	○	○	○	○	○
日本の 技術	○	○	○	○	○	○	○	△:パネル等 輸入大	○
その他	今後は減少。将来はアンモニ アや水素との混焼、CCUS設備 などで対応			安全対策実 施や小型炉 等	大水力の新規は困難である が、小水力は新たな展開が 考えられる			出力変動、蓄 電等が課題	*バイオ専焼 の場合。混焼 では14.1~
発電電力量 割合(%)	32	7	37	6	8			10	

数値:中東依存度:エネルギー白書2021

コスト:資源エネルギー庁資料(青字は統合費用含)

環境性(CO2排出量):電力中央研究所資料

発電電力量割合:エネルギー白書2021

資源埋蔵量:エネ百科

凡例:
× △ ○~× △~○

出典:経済産業省等資料も含め当会で作成

参考表2 各電源のメリット・デメリット一覧

3. 放射線のお話

放射線のお話し(東北放射線科学センター冊子)



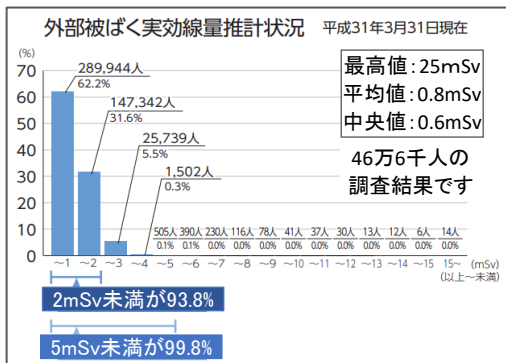
出典:東北放射線科学センター

参考図18 出典:放射線ハンドブック



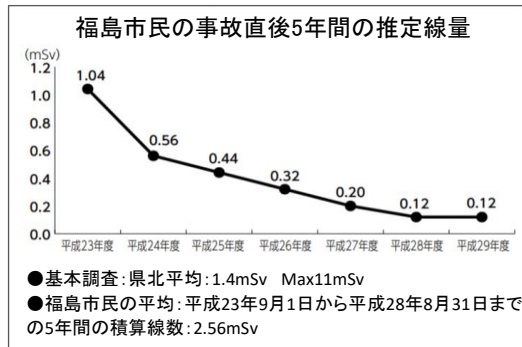
放射線に関する初心者向けのハンドブックです。
放射線の概要がよく理解できる構成となっていますので、手軽に学ぶことができます。

福島第一原子力発電所事故による健康への影響



出典:福島県「県民健康調査」

参考図19 推計線量分布(福島県調査)



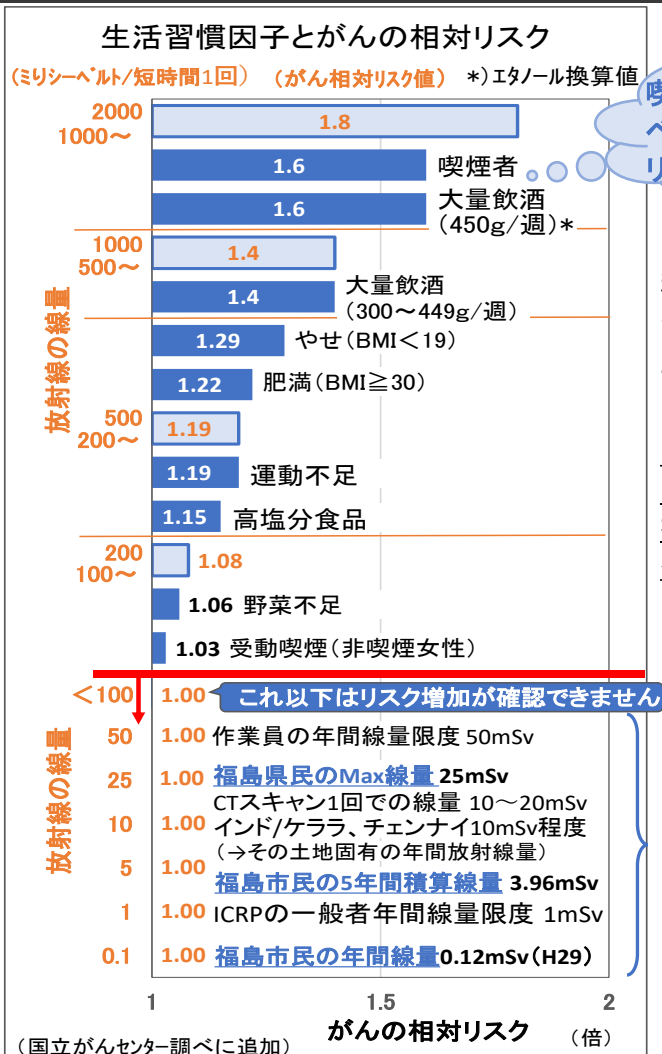
出典:当懇談会「ひろば」491号

参考図20 事故直後5年間の推定線量

福島県が、福島原子力事故に関する健康影響を調査し、5mSv未満が99.8%、最大が25mSvと推定しました。

また、福島市民の5年間積算線量は、2.56mSv、平成29年度は0.12mSv/年に下がりました。

がんの相対リスク、放射線と他の要因を比較



喫煙や大量飲酒は、1000ミリシーベルトの放射線線量と同じくらいのリスクがあるんですね！

左図は、放射線の線量別に、同程度の発がんリスクがある生活習慣因子を示したものです。(国立がん研究センター公表)

相対リスクとは、生活習慣因子がない人(被ばくしていない人)を「1」とした時に、生活習慣因子を持つ人(被ばくした人)のがんリスクが何倍になるかを表す値です。

相対リスクが「1.00」ということは、リスクの増加が確認できないほど低く、むしろ野菜不足が気になるということですね！

出典:環境省資料、福島県「県民健康調査」から当会で作成

参考図21 がんの相対リスク

人間は太古の昔から放射線の中で生活してきました。

しかし同時に、DNA修復機能や免疫を持っており、これが放射線の影響を消し去る仕組みとして機能しています。

私たちの日常に潜む様々ながんの要因を見える化し、より高いリスクから改善していきましょう。



4. 電力バランスゲーム(資源エネルギー庁)



出典:資源エネルギー庁

参考図22 電力バランスゲーム

上記のクリックですぐにゲームはできますが、まず、その概略を以下に示しておきましょう。

①お仕事

お仕事は、町の人に電気をとどけることです。時間帯別に必要な電気の量が示されるので、それに応じて発電所に指令を出します。

②前日の準備

前日に太陽光、(風力)、水力、原子力、火力を組合せて、時間帯別の発電量を調整します。

でも、電気は使う量と作る量を同じにしていね！このバランスがくずれると停電になってしまいます。

その時、各電源の特徴に合わせるのがコツです(各特徴は事前の説明があるので覚えましょう)。



③当日の操作

当日、天気の変化や事故発生等で、電気の量が変わるので、それに合わせる操作が必要です。



電力バランスゲームによろそ。

さっき学んだ電源のメリット・デメリットを実感できるよ！

キミは、発電所の出力を決める担当者になります。いろいろな発電所の組み合わせを考え、停電しないように指令を出して下さい。

最初は簡単に進めるかもしれませんが、レベルが上がると難しくなってきます。是非、チャレンジしてね！

ここからスタート！

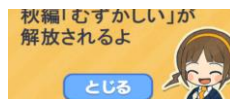
④その他

- ・当日の操作には、制限時間(約1分)があります。
- ・最後に、総合評価点が表示されます。(電気の過不足やCO2低減の工夫等に対する評価)

⑤さあ、いよいよスタートです

まず最初は、太陽光パネルの密度別によるエリア選択ですが、初心者は「エリアA」が良いと思います。

次は季節別、そして「かんたん」から始めます。ここをクリアすると「むずかしい」の鍵が開くみたいです。



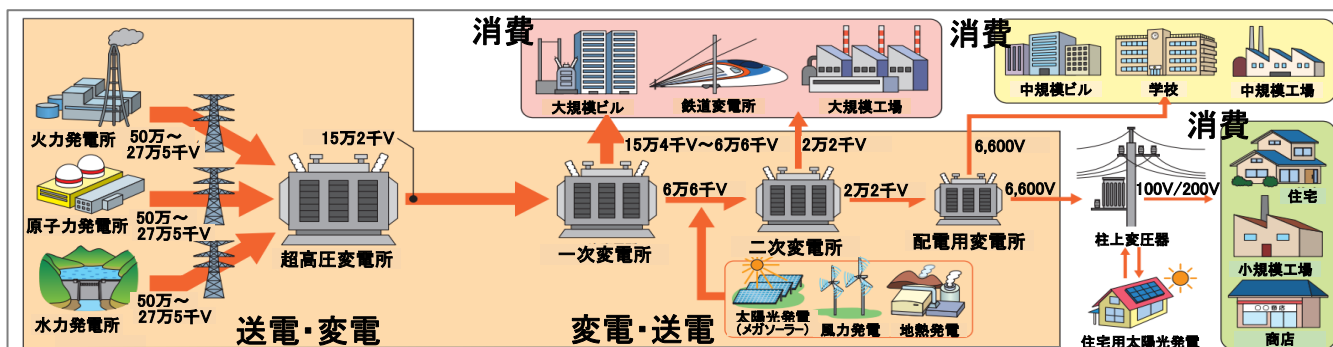
「むずかしい」では、風力発電、操作日数、ニュースの回数が増えます。



選択肢は、エリアA/B、各季節、かんたん/むずかしいで、 $2 \times 4 \times 2 =$ **合計16クリア**までできます。①→④とレベルが上がるけど、キミの挑戦を待ってるよ！

エリアA		エリアB	
①かんたん	②むずかしい	③かんたん	④むずかしい

電気を、つくり、おくる



出典:資源エネルギー庁HP

参考図23 発電から自宅までの電気の流れ

5. イノベーション戦略の概要

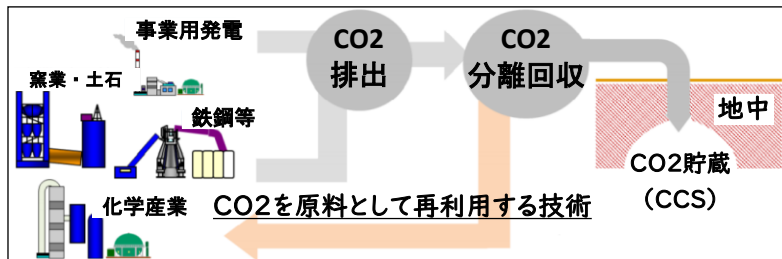
2050年に向けた「革新的環境イノベーション戦略」5分野16課題（内閣府）

5分野	16の課題		
1 エネルギー転換	再エネの主力電源化 革新的な原子力技術等	デジタルな電力ネットワーク CCUS/カーボンリサイクル	水素サプライチェーン
2 運輸	グリーンモビリティの確立		
3 産業	化石資源依存からの脱却	CO ₂ の原燃料化など	
4 業務・家庭	GHG削減技術の活用 GHG削減効果の検証知見	都市マネジメントの変革	テレワーク等行動変容の促進
5 農林水産業等	バイオ技術活用の資源利用等 再エネ活用&スマート農林水産業	農畜産業のメタン・N ₂ O排出削減 大気中のCO ₂ の回収	

参考表3 革新的環境イノベーション戦略の5分野など

出典：内閣府

発電所から出るCO₂は分離・回収し再利用



参考図24 CCUS/カーボンリサイクル技術

出典：経済産業省



参考図25 CO₂の原燃料化（低コストメタネーション）

出典：経済産業省

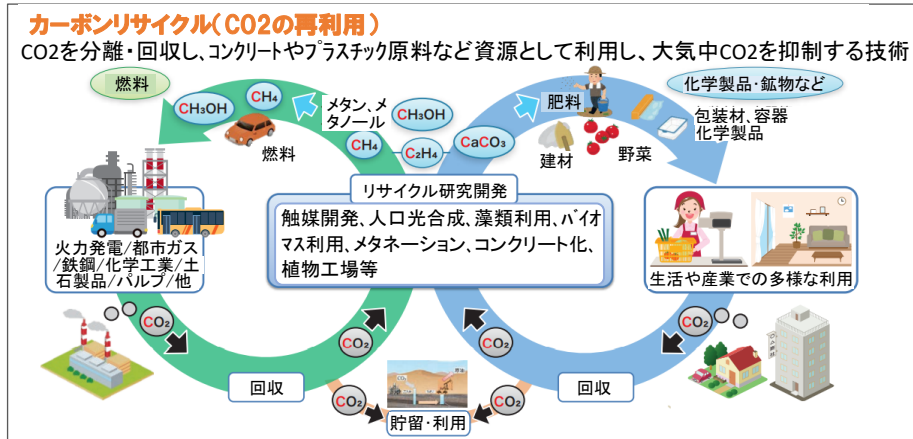
発電等によって排出されたCO₂は、分離・回収され、一部貯蔵、一部再利用できる技術です。

火力発電所の高効率化や水素との混焼など、新たな方向性もありますが、一方、それでも排出されるCO₂は残ります。

そのCO₂は、分離・回収し、また、原料化して再利用するという新発想のイノベーションを推進しています。

再エネ等で製造された水素とCO₂を合成したカーボンニュートラル・メタン（CNメタン）は、水素輸送時のリスクを無くし、また、既存の供給インフラを活用できるため、大きなポテンシャルを有しています。

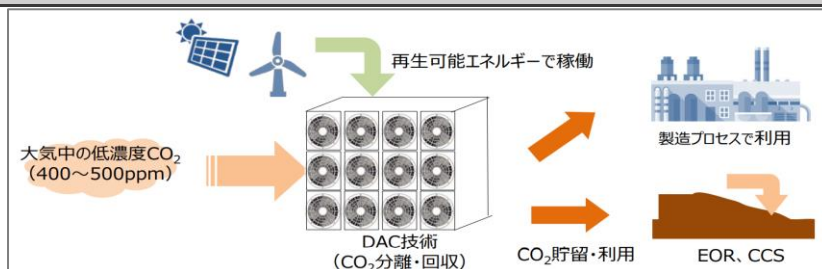
カーボンリサイクル（CO₂の再利用）



参考図26 カーボンリサイクル 出典：日本のエネルギー2019

CO₂の分離・回収も含め、CO₂のリサイクルを進めることによって、大気中へのCO₂放出を抑制する仕組みを社会の中に作っていくことが必要です。

大気中のCO₂を分離回収＝ビヨンド・ゼロ



DAC (Direct Air Capture) : 大気中のCO₂を直接に捕集(分離・回収)する技術

EOR (Enhanced Oil Recovery) : 既存の油田から、原油を効率的に回収するための手法

CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) : CO₂を分離・回収し深海・地中に貯留する技術

出典：経済産業省

参考図27 ビヨンド・ゼロ技術

大気中のCO₂は、過去の排出分に加え、今後もしばらくは増加すると想定。

そのため大気中の低濃度CO₂を分離・回収し、大気中のCO₂を減らすビヨンド・ゼロ技術も研究されています。

ビヨンド・ゼロは、「Beyond Zero＝ゼロを超える」のイメージで、産業革命以降にストックされた大気中CO₂の削減を指す言葉です。

水素社会の構築(水素・燃料電池開発戦略)

- ① **水素は**、いろいろな資源から作ることが可能 → 水、化石燃料、メタノール、廃プラスチック等
- ② そして、**多様な用途**がある → 燃料電池で発電、燃焼による熱エネルギー、水素発電等
- ③ この②の使用でもCO2が出ないため、有望キーテクノロジーとして大きな期待があります。

開発3分野	技術開発10項目		
燃料電池	車載用燃料電池	定置用燃料電池	補機・タンク等関連システム
水素サプライチェーン	大規模水素製造	輸送・貯蔵技術	水素発電
水電解・その他	水電解技術	産業利用等アプリケーション	非連続な革新技术

参考表4 水素の戦略的開発分野

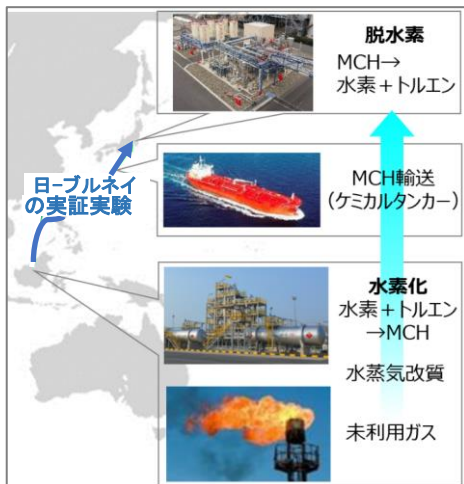
出典：資源エネルギー庁審議会資料



水素サプライチェーンの構築(実証試験)

「有機ケミカルハイドライド法(*)による未利用エネルギー由来の水素」の実証実験

(*) 水素の貯蔵や輸送を容易にするため、他物質と化学反応させ、有機化合物にすること。

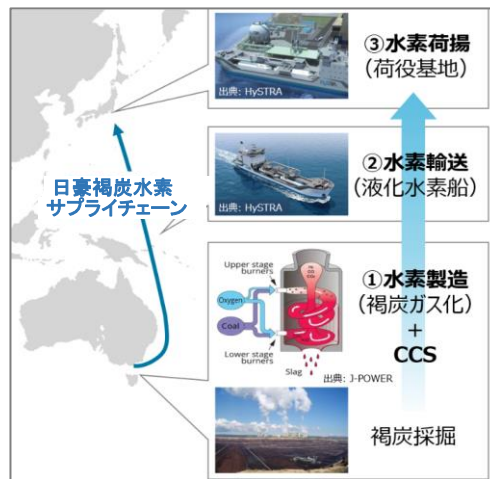


出典：資源エネルギー庁HP

参考図28 日-ブルネイ実証実験

「未利用褐炭(*)由来の水素大規模海上輸送サプライチェーン構築」の実証実験

(*) 褐炭は、低品位石炭で水分や不純物等が多いため未利用のものが大規模にあります。



出典：資源エネルギー庁HP

参考図29 日-豪実証実験

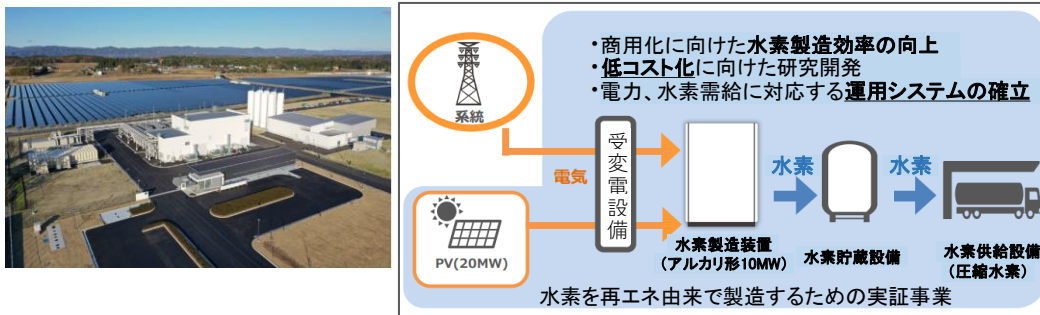
他国の潜在的ポテンシャルを上手く活用しながら、水素の製造と海上輸送の実証試験を展開しています。

水素は、再エネや化石燃料によって製造します。後者では、CO2回収とのセットで行い、水素製造によるCO2増はありません。

これらの中から実用化を図れる技術を確認し、サプライチェーンを育成していくこととしています。

水素エネルギーの研究拠点の解説

設備は2万kWの太陽光発電で水を電気分解して水素を製造(年間約200トン)する。将来は、工場のエネルギーや自動車燃料など、水素の新しい時代を築くことが目標です。



参考図30 福島水素エネルギー研究所

出典：資源エネルギー庁HP

東日本大震災と原子力事故からの福島県復興策の一環として「水素エネルギー」の研究所が開設(2020/3)されました。

世界最大の水素イノベーション拠点としての活用を目指しています。

水素社会の構築に向けた国際連携

「第1回水素閣僚会議」(2018/10開催)



参考図31 水素閣僚会議

「第2回水素閣僚会議」(2019/9開催)



出典：資源エネルギー庁HP

2018年、世界初の「水素閣僚会議」を日本で開催。

世界と連携しつつ水素社会を推進していく計画です。

第2回の参加者は、第1回から倍増しました。

V 総合的な学習

1. みんなでエネルギーを考えよう(当懇談会)



出典:東北エネルギー懇談会(3:00)

参考図32 みんなでエネルギーを考えよう



エネルギーの安定供給環境には大きな課題があります。エネルギー資源は、それぞれの弱点をカバーする「エネルギーミックス」を目指しています。

2. エネルギートラベラー(導入編・まとめ編)(電気事業連合会)



【導入編】
(16:00)

【まとめ編】
(6:00)

←電源の特徴は、
7:30~12:12
(4分40秒)です



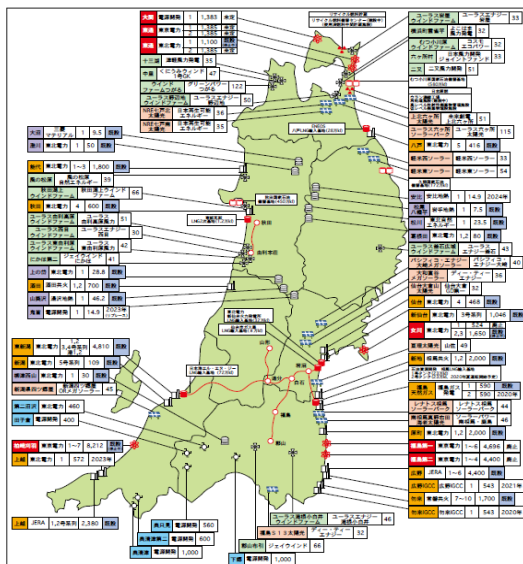
出典:電気事業連合会関連動画 12項目目 エネルギー教育

世界全体のエネルギーは今後も増加します。いろいろな発電の特徴を映像で確認しながら、日本の電源構成と一緒に考えることができます。

エネルギーの歴史として高度成長期、石油ショック、脱石油推進を振り返り、今後の脱炭素時代の中で、電源等を大胆に変えていく必要性を学ぶことができます。

参考図33 エネルギートラベラー

3. 東北の主な発電所等一覧(東北経済産業局「令和2年版 東北経済のポイント」)



出典:東北経済のポイント(P54)

参考図34 東北地域・新潟県の発電所一覧



東北地域と新潟県を合わせた地域の発電所一覧です。自分が住んでいる地域付近には、どんな発電所があるのか確認してみましょう。

クリック後、P54を各自A3で印刷した上で見て下さい。