日本のエネルギー・課題と方向性

エネルギー理解資料＜概要版＞

＜目　次＞

大項目		小項目	頁
Ⅰ　エネルギーの課題		1. エネルギーと私たちの暮らし	1
		2. エネルギーの安定供給における課題	1
		3. 課題の諸外国との比較（見える化）	2
		4. 課題1（エネルギー自給率問題）の概要	2
		5. 課題2（地球温暖化問題）の概要	3
Ⅱ　課題解決に向けて、その目標		1. 課題1（エネルギー自給率問題）の目標	3
		2. 課題2（地球温暖化問題）の目標	3
Ⅲ　課題解決に向けて、その対策		1. イノベーション戦略の策定	4
		2. 省エネルギー	5
Ⅳ　まとめ		1. 日本における電源の歴史	5
		2. 最後に	5
関連データ集	データ集（社会科）	1. 一次エネルギー	6
		2. 二次エネルギー（電気）	6
		3. 地球温暖化	7
		〔半歩先の学び〕	7
		・輸入される食料品と化石燃料の比較	7
		・電気自動車の充電国による違い	7
	データ集（理科・その他）	1. エネルギーの歴史と暮らし	8
		2. 目標達成に向けた電源の選択	9
		3. 放射線のお話	10
		4. 電力バランスゲーム	11
		5. イノベーション戦略の概要	12

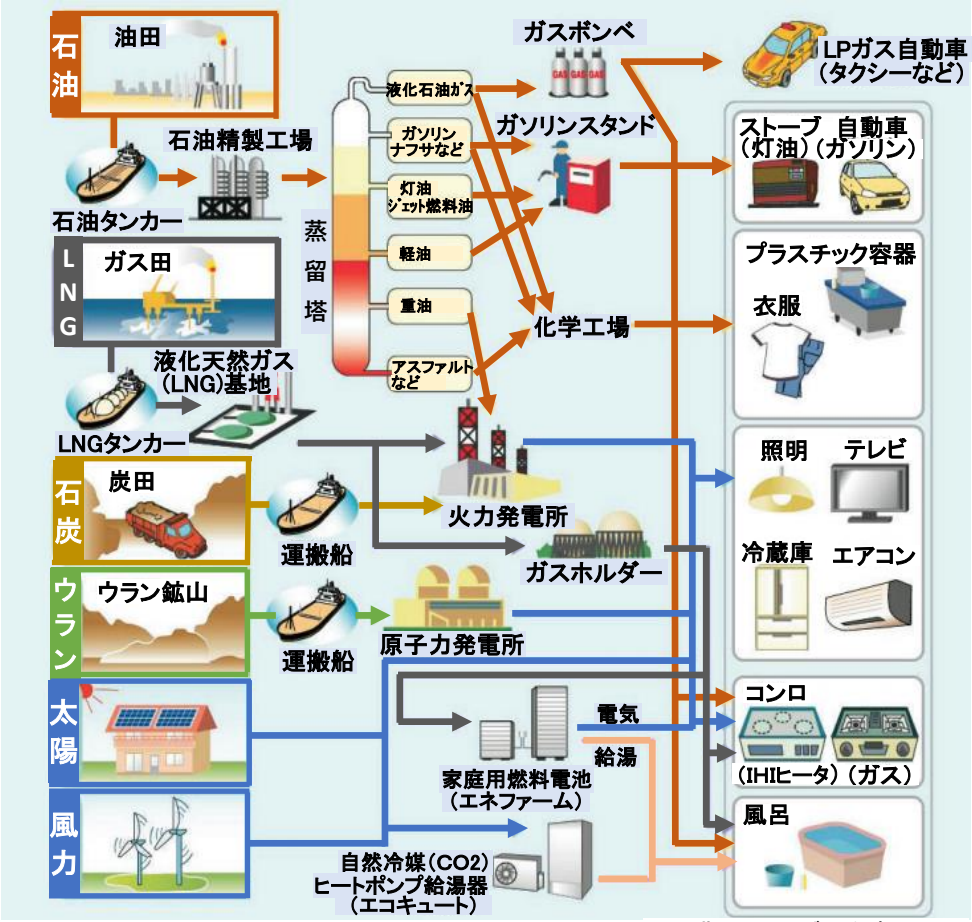
総合的な学び	1. エネルギーを考える	14
	2. エネルギートラベラー	14
	3. 東北の主な発電所等一覧	14

凡例：出典部が白抜き文字の場合：クリックするとリンク先が開き、そこから印刷や動画再生が可能ですのでご活用ください。（全体で**10**ヵ所あります）

【事例】 出典：東北エネルギー懇談会（3:00）

Ⅰ　エネルギーの課題

1　エネルギーと私たちの暮らし



出典：エネルギー白書2010

図1　エネルギーと私たちの暮らし

私たちの暮らしや社会は、エネルギーの消費で成り立っています。

左側の石油は、タンカーで日本に到着し、蒸留塔を経て各製品になります。
LNGは天然ガスに変換後発電用やガス会社に行きます。
石炭やウランは主に発電所で電気に変換されます。太陽光や風力も発電され、消費されます。

また、電気、ガス、ガソリン、灯油などの直接消費もありますが、それだけではなく、製造工程における原材料の生産や製造、加工、運輸や通信など、間接的で見え難い所でもエネルギーが消費されています。

2　エネルギーの安定供給における課題

石油やLNG、そして身近な電気やガス等のエネルギーは、私たちの暮らしの基盤であることから、日常生活には欠かすことができず、その停滞は社会不安に繋がることになってしまいます。

しかし、これらエネルギーの自給率は極端に低く（課題1）、また、化石エネルギーへの依存度は高い（課題2）ことから、その安定供給は、常に、重要な課題となっています。

【課題1】

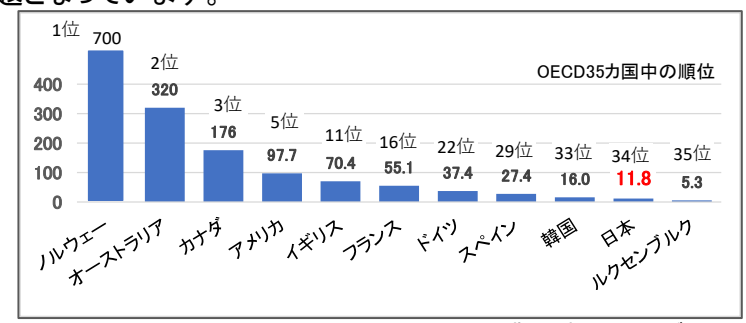
一次エネルギー自給率の低さ

（国産資源がなく安定供給懸念）

【課題2】

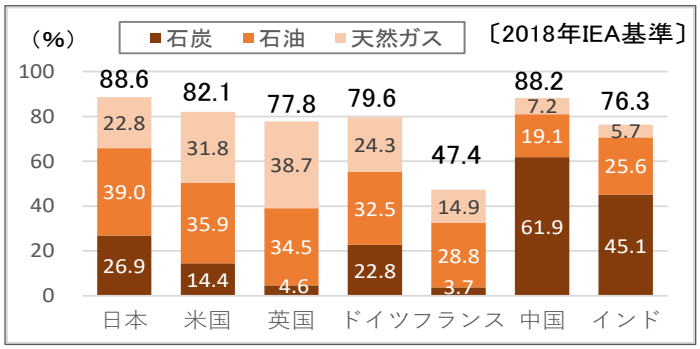
化石エネルギー依存度の高さ

（地球温暖化対策が重要）



出典：日本のエネルギー2020

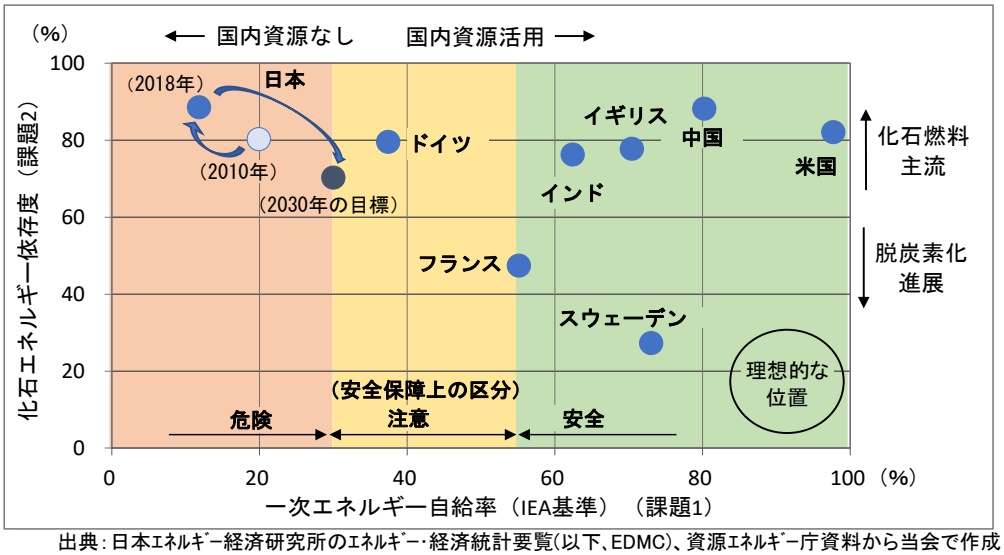
図2 一次エネルギー自給率



出典：エネルギー白書2021

図3 化石エネルギーへの依存度

3 諸外国との比較（見える化）



出典：日本ｴﾈﾙｷﾞｰ経済研究所のｴﾈﾙｷﾞｰ・経済統計要覧(以下、EDMC)、資源ｴﾈﾙｷﾞｰ庁資料から当会で作成

図4　一次エネルギー自給率と化石エネルギー依存度

この2つの課題をグラフにしてみると現状がよく見え理解できます。

「理想的な位置」から最も遠い場所にいるのが日本であり、一方、近いのはスウェーデンです（国内資源が豊富）。

この図を一人ひとりがよく理解しながらこれからの学びを進め、日本の課題解決に向けた解決の方向性を見つけましょう。

4 課題1（エネルギー自給率問題）の概要

～日本は、資源も、国際的なエネルギー連結もない～　弱み　強み

		日本	フランス	中国	インド	ドイツ	イギリス	スウェーデン	アメリカ
自給率（2018年）		11.8%	55%	80%	62%	37%	70%	73%	97%
【主な国産資源】		無し	原子力	石炭	石炭	石炭	石油・天然ガス	水力・原子力	天然ガス・石油・石炭
設備利用率	（太陽光）	15%	14%	16%	18%	11%	11%	—	19%
	（風力）	25%	29%	25%	23%	30%	31%	—	37%
国際パイプライン		×	○	○	×	○	○	○	○
国際送電線		×	○	○	○	○	○	○	○

出典：EDMC等、ｴﾈﾙｷﾞｰ情勢懇談会提言資料等から当会で作成

表1 各国のエネルギー安全保障環境

エネルギーの安定確保は、それぞれの国の基本的な問題です。

日本は国産資源が無いために、一次エネルギーの自給率が11.8%と低く、また、太陽光や風力の自然の恩恵もそれ程高くなく、かつ、国際連系線もない等、正に孤立状態なのです。

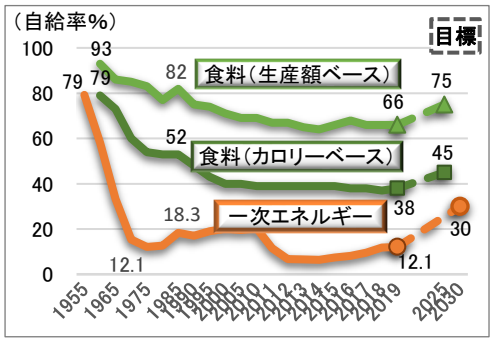


図5 食料とエネルギーの自給率推移

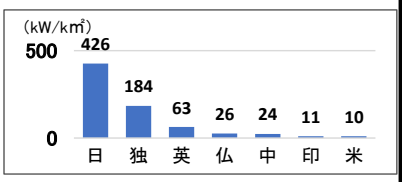
	タイトルと年月日	概要
①	第一次石油危機（1973/10）	アラブの国が一部の国へ石油輸出を禁止
②	第二次石油危機（1978/11）	イラン革命で一部の原油供給が途絶
③	湾岸戦争（1990/8）	イラクのクウェート侵攻で一部の原油供給が途絶
④	インドネシアのアルンLNG停止（2001/3）	ゲリラが操業を停止、ガス供給が途絶
⑤	イラク戦争（2003/3）	イラク原油において、一部の供給が途絶
⑥	リビア、イエメンの政変（2010/12）	両国で一部の原油供給が途絶

出典：長期エネルギー需給見通しから作成

表2 過去の供給ストップ事例

出典：長期エネルギー需給見通しから作成

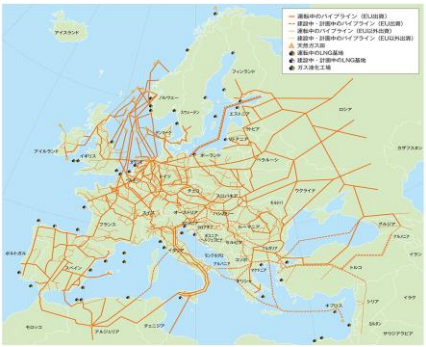
図6　各資源の在庫日数



出典：資源エネルギー庁審議会資料から作成

図7 平地面積当たりの太陽光発電設備

日本のエネルギー自給率（11.8%）は食料自給率（38%）の1/3程度と極端に低く（図5）、また、紛争が多い中東地域（表2）から9割近くの石油を輸入し、天然ガスの在庫は2週間（図6）しかないなど、安定供給への懸念があります。一方、欧州はガスパイプラインも送電線も連携され、相互の乗り入れが進んでいます。



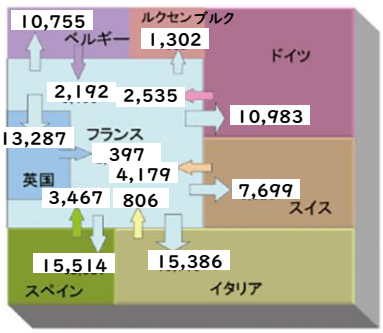
出典：原子力・エネルギー図面

図8 欧州のガスパイプ網

出典：ENTSO-E（欧州電力系統運用者ネットワーク）

図9 欧州の送電線網

（単位：100万kWh）



出典：エネルギー白書2021

図10 ﾌﾗﾝｽの電力輸出入（2018年値）

5　課題2（地球温暖化問題）の概要

産業革命以降、人間活動による温室効果ガスが、特にCO2が1950年頃から急増し、それが大きな要因となって、世界の平均気温が上昇しています。IPCC（国連気候変動に関する政府間パネル）によれば、自然要因（太陽・火山活動）（図11の青線）での変化は少なく、人為要因が加わった場合（同茶色）に気温が上昇しています。

また、図12の①は、温室効果ガスの排出が非常に少ないシナリオであり、⑤は、排出が非常に多いシナリオでの予測結果です。なお、陰影は不確実性の範囲を示しています。

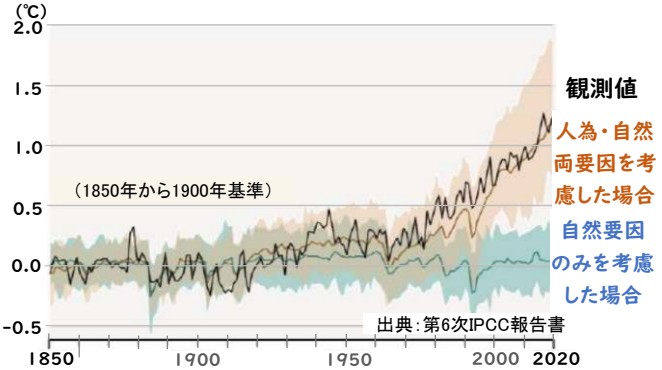


図11 過去170年間の世界平均気温の変化

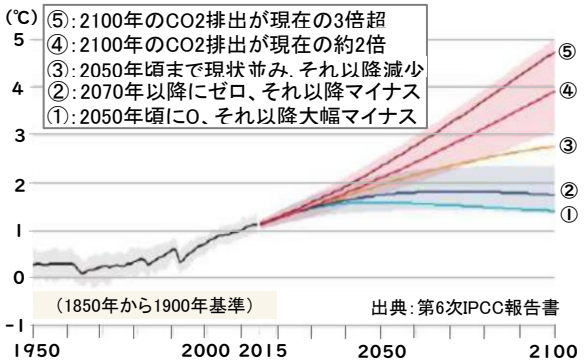
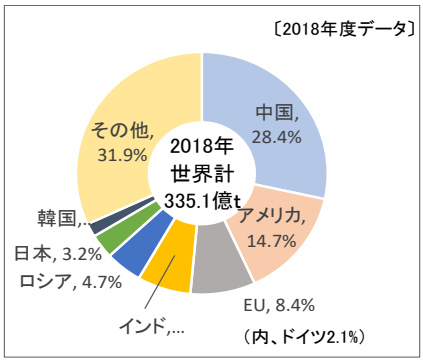


図12　2100年までの世界平均気温変化予測

温室効果ガスであるCO2は、年々増加していることから、世界の国々がその削減対策を行っています（パリ協定）。

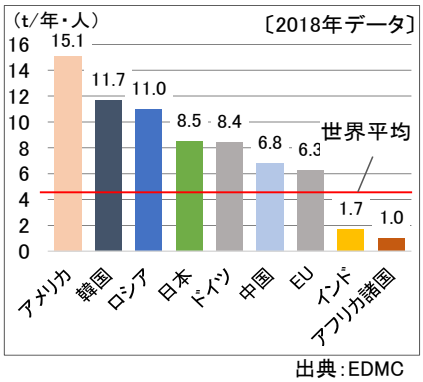
日本のCO2排出量は2018年で11.5億トンで世界5位、1人当たりのCO2排出量では4位となっています。

また、CO2の40%が発電所からの排出であることから、温暖化問題とエネルギー問題は密接な関係となっており、同時に解決していく必要があります。



出典：EDMC

図13 世界のCO2排出量（主要7ヵ国等）



出典：EDMC

図14 主要7ヵ国等の一人当たりCO2排出

Ⅱ　課題解決に向けて、その目標

1　課題1（エネルギー自給率問題）の目標

各発電方法には特徴があり（表3）、それぞれの良いとこ取りによってデメリットをカバーし、バランスよく発電するのが最適です。

日本としての最適な発電の姿を検討し、2021年10月に決定した「第6次エネルギー基本計画」において、2030年の電源は、CO2排出が多い火力は大幅に削減しつつ、再エネを最大限に導入し、原子力も一定の活用を目指すこととしています（図15）。

これが達成できれば、CO2の大幅削減と一次エネルギー自給率30%が可能（2019年度で12.1%）となってきます。

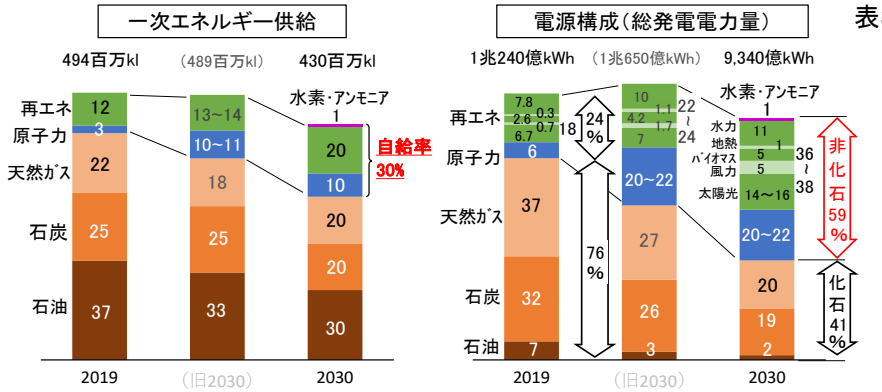
この考え方は、安全性を前提として、安定供給、経済性、環境を考慮した、3E+Sが基本となっています（図16）。

	火力	原子力	水力（大/小）	再エネ(*)
安全保障	×	○	○　○	○
コスト	×	○	○　×	×
環境性	×	○	○　○	○
安全・安心	○	懸念	○　○	○
出力調整	○	—	○　○	×
夜間需要	○	○	○　○	△
災害への強さ	○	○	○　○	△
新規立地	×	—	×　○	○
資源の枯渇	×	○	○　○	○
在庫量	○　△(*)	○	○　○	○
日本の技術	○	○	○　○	△

(*)再エネは太陽光、風力を想定（詳細はP9参照）
(*)在庫量の△は、LNG

出典：経済産業省資料から当会で作成

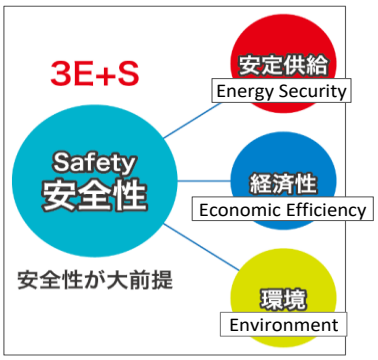
表3　発電方法別のメリットとデメリット



出典：第6次エネルギー基本計画等から、当会で作成

※：発電時にCO2を排出しないゼロエミッション電源（再エネ、原子力、水素・アンモニア）が急拡大（24%→44%→59%）

図15　2030年の一次エネルギー供給及び電源構成



出典：資源エネルギー庁

図16　エネルギーを考える基本

2　課題2（地球温暖化問題）の目標

	日本	EU	英国	米国	中国
2020				2021年1月 パリ協定復帰 を決定	
2030	2013年度比で46%減、さらに50%の高みに向けて挑戦(温対会議・気候サミットにて総理表明)	1990年比で少なくとも55%減(NDC)	1990年比で少なくとも68%減(NDC)	2005年比で50~52%減(NDC)	2030年までにCO2排出を減少に転換（国連演説）
2040					
2050	カーボンニュートラル（法定化）	カーボンニュートラル（長期戦略）	カーボンニュートラル（法定化）	カーボンニュートラル（大統領公約）	
2060					カーボンニュートラル（国連演説）

表4　温室効果ガスの削減目標

2020年10月、首相所信表明演説で、2050年のカーボンニュートラルを目指すと宣言しました。

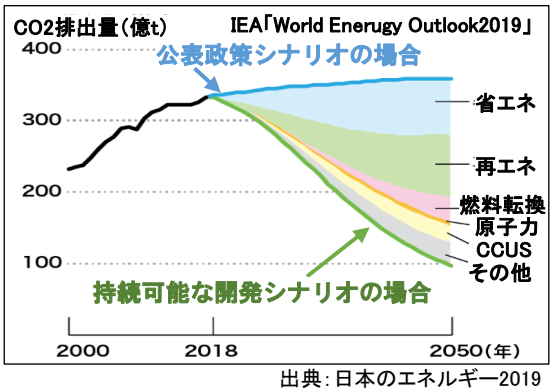
また2021年4月、日本の温室効果ガスの削減目標として、2030年には2013年比▲46%にする新たな方針を示しました。

これらの内容を受けた「第6次のエネルギー基本計画」を2021年10月に定め、そして国連にも提出しました。

この目標は、今までの延長線上での考え方や技術では対応できないため、新たなライフスタイルやイノベーションを伴った大きな社会変容の仕組みが必要と考えられています。

Ⅲ　課題解決に向けて、その対策

1　イノベーション戦略の策定



出典：日本のエネルギー2019

図17 2050年、世界のCO2排出量見通し

図17は、2050年に向けたCO2排出量のシナリオです。青線は、各国の温暖化対策を組み込んだ場合、緑線はパリ協定の1.5℃達成の場合見通しです。また、両者の間にはその対策項目を示しています。

省エネ、再エネ、燃料転換（化石燃料→アンモニアや水素）、原子力、CCUS（CO2の回収・貯留・活用）やカーボンリサイクル、蓄電池等、革新的な技術開発が期待されています。

そしてこれらの対策項目は、実は、エネルギー自給率向上の対策とも重なる内容となるのです。（表5）。

図4項目	自給率向上	CO2削減	理　由
省エネ	○	○	ｴﾈﾙｷﾞｰ効率の向上
再エネ	○	○	化石燃料の減少
燃料転換	海外リスク減	○	中東地域外の拡大
原子力	○	○	準国産・化石燃料減
CCUS	—	○	CO2排出量の減少

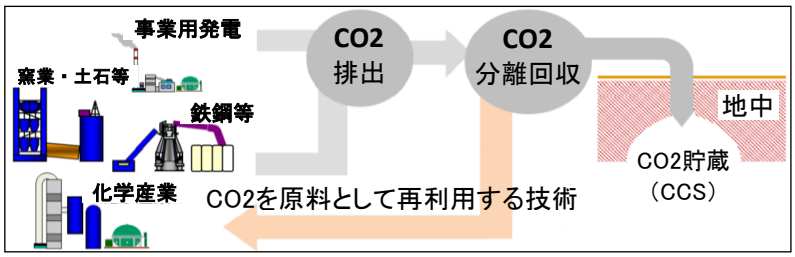
出典：各種資料から当会で作成

表5　課題1・2への効果

しかし、この理想と現実のギャップは、相当大きいため、あらゆる選択肢を総動員する必要があります。

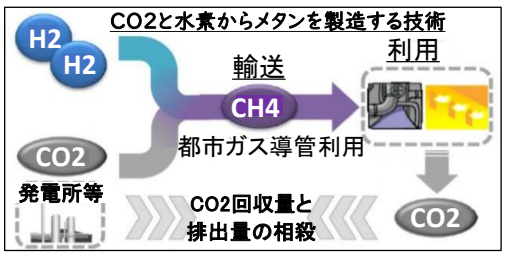
このため、日本は、「革新的環境イノベーション戦略」や「水素・燃料電池開発戦略」等を策定し、開発体制を整えました（詳しくはP12,13）。

大胆な技術革新によって、世界のカーボンニュートラルに貢献するよう全力で取り組み、2050年までに持続可能な新社会の構築を目指しています。



出典：経済産業省

図18 CCUS/カーボンリサイクル技術



出典：経済産業省

図19 CO2の原燃料化（低コストメタネーション）

出典：資源エネルギー庁

図20　福島水素エネルギー研究所

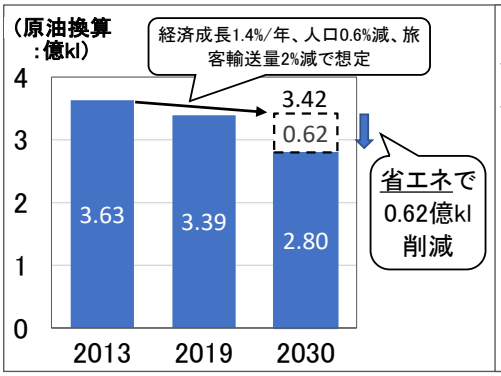
東日本大震災と原子力事故によって疲弊した福島県の復興策の一環として、「水素エネルギー」の研究所が2020年3月に開設されました。世界最大の水素イノベーション拠点としての活用を目指しています。

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）します。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。

2. 省エネルギー

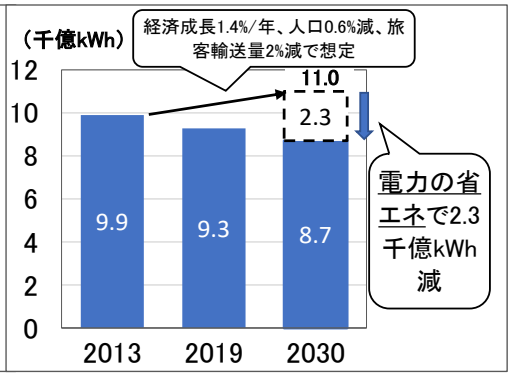
CO2の削減には、省エネも大変有効です。

「第6次エネルギー基本計画」では、図21のとおり、2030年時点でのエネルギー消費は、3.42億klに達すると想定されるものの、省エネ対策による0.62億kl削減により、2.8億klに抑制するとしています（図21）。



出典：資源エネルギー庁資料から当会で作成

図21　2030年のエネルギー消費と省エネ



出典：資源エネルギー庁資料から当会で作成

図22　2030年の電力需要と省電力

また、電力需要においても同様に（図22）、11千億kWhの想定から、省電力で8.7千億kwhまで抑制することとしています。

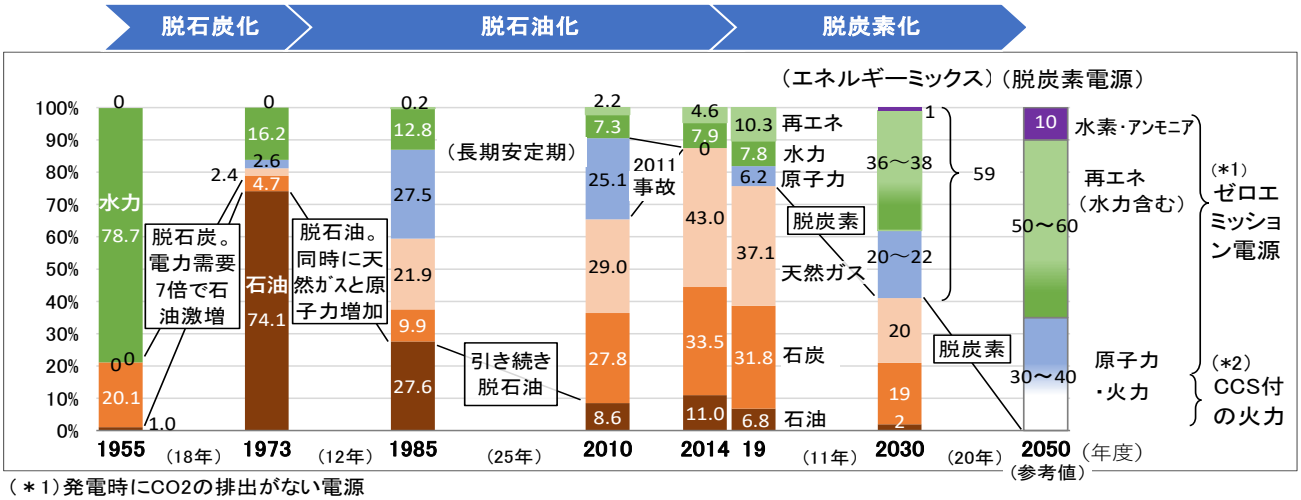
Ⅳ　まとめ

1.　日本における電源の歴史

以上のように、エネルギーの安定供給を確保しつつ、課題1・2を進めていくためには、革新的な技術開発や前例のない社会の仕組みを創るなど、新たに未来を切り開くことが求められる時代となりました。

しかし実は、これまでも日本は、その安定供給に向け、時代の要請に応じながら、脱石炭化→脱石油化→脱炭素化と、電源構成の大転換を進めると共に経済成長を達成してきた経験があるのです。

今後も、自らの努力によって課題を前に進めながら、安定供給体制を確立していく必要があります。



（＊1）発電時にCO2の排出がない電源

（＊2）発電時のCO2を回収し、地層や海中に埋める火力発電

出典：ｴﾈﾙｷﾞｰ白書2021、第6次ｴﾈﾙｷﾞｰ基本計画から当会で作成

図23 発電電力量シェアの歴史と目標

2.　最後に

2020年10月、日本は2050年のCO2排出を実質ゼロにする目標の表明を行いました。また、世界でも120以上の国がカーボンニュートラルにコミットしている状況で、正に、エネルギー大転換時代の幕開けの状況です。

2050年は遠い先の未来ではありません。革新的な技術開発と実証は2030年頃までに確立し、その後の20年間で新技術の設備建設などの全国展開が必要であることを考えると、時間的余裕は少ないのです。

今からいろいろなレベルでエネルギー安全保障やCO2排出削減について、日本の進むべき道の議論が必要であり、それらを通じて日本或いは世界の抱える課題に多くの人が触れ、関心を持ち、理解し、自分なりの見方を養うことが重要と考えます。

この時代にエネルギーを学ぶ意義は、単に知識としての理解だけではなく、エネルギーが持つ普遍的な価値を知り、安定確保のための戦略的な考え方が重要なのだと、感じ取れる資質を身に付けることであり、これが本質であると考えます。

まとめ：P2の図4と表1から日本の状況、図22から新たな挑戦の必要性を読み取り、各グループごとに、これからの日本のエネルギーについて、じっくり考えてみましょう。

（完）