

エネルギーや電力を考える 幾つかの視点



講演：東北エネルギー懇談会専務理事 渡辺 泰宏

2018年10月～2019年5月 新潟市、福島市、秋田市等で行われた講演内容を要約、加筆

東北エネルギー懇談会の専務理事を務めております渡辺泰宏です。最近のエネルギーや電力情勢について、さらにはこれらが東北地域にどのような影響を与えるのか、考えてみたいと思います。私自身、30代の頃に中東や欧洲への海外出張・勤務もございましたので、その経験も踏まえながらお話しします。どうぞよろしくお願ひします。

出国機構（OPEC）や「国際原子力機関」（IAEA）の活動に関するエネルギー情勢を観察していました。そのさなかに、戦後の冷戦構造の終焉となつた旧ソ連邦の解体やベルリンの壁崩壊に象徴される東欧諸国の自由化・市場経済化、さらにはイラクのクウェート侵攻による湾岸戦争を通して、いかにエネルギーは国の存立に関する重要な安全保障であることを痛感したからです。

エネルギーの位置付け

「国の安全保障そのもの」

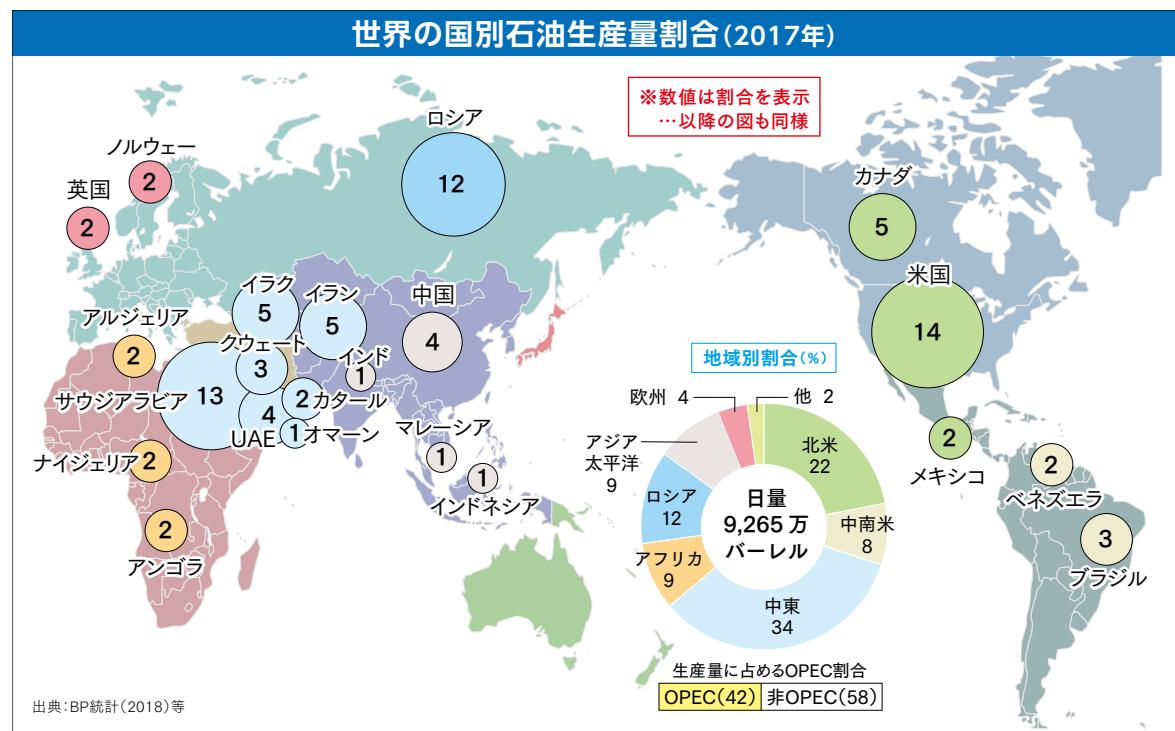
一次エネの主体である

「当面、化石燃料が主力」

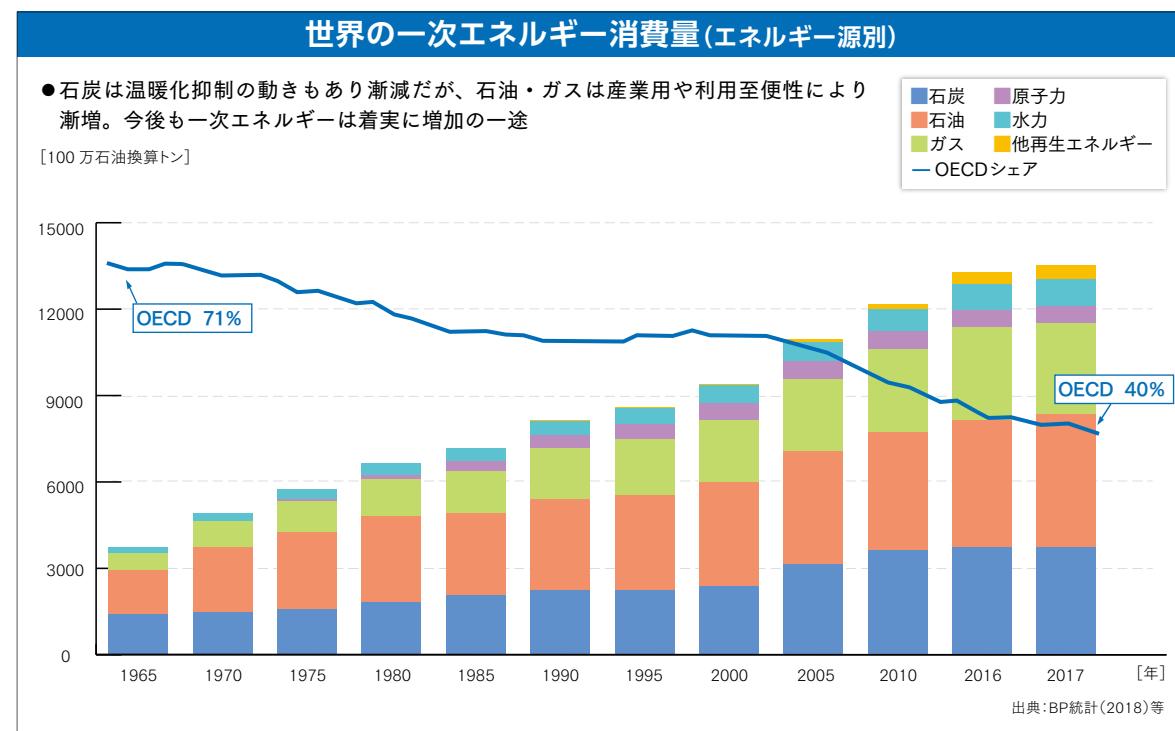
では最初に、エネルギーの位置付けについて考えてまいります。日本のエネルギー政策の基本は、「3E+S」つまり「安全性」（Safety）を大前提に、「エネルギーの安定供給（Energy Security）」「経済効率性（Economic Efficiency）」「環境適合性（Environment）」の「3E」を原則としています。無論これには異存ありませんが、私自身、エネルギー問題そのものが、国の外交・防衛・安全保障に直結し、いわば、「エネルギー・イコール・グローバルセキュリティ（Global Security）」であることを強調したいと思います。と言いますのも、私は1989年から1992年にかけて、東北電力から「日本貿易振興会（ジェトロ）ウイーンセンター」（当時）に出向しており、本部がいざれもウイーンにある「石油輸

そこで、まず世界のエネルギー情勢を一次エネルギー（エネルギー源種別）の消費からみると、【グラフ1】（5ページ）になります。これは英国のBP社が毎年公表する世界エネルギー統計から引用したものですが、1965年以降、世界の一次エネルギー消費は、右肩上がりで伸びており、2017年と比較すると実に3・6倍もの伸びを示しています。特に2000年以降は中国やインドなどの新興国の伸びが著しく、その結果、OECD諸国の割合は1965年の71%から40%に低下しています。この間のエネルギーの主力は、石油・石炭・ガスの化石燃料ですが、2010年以降は再生可能エネルギーも徐々に伸びてきています。化石燃料は利用至便

(义 1)



【グラフ1】



石油生産量第一位は米国

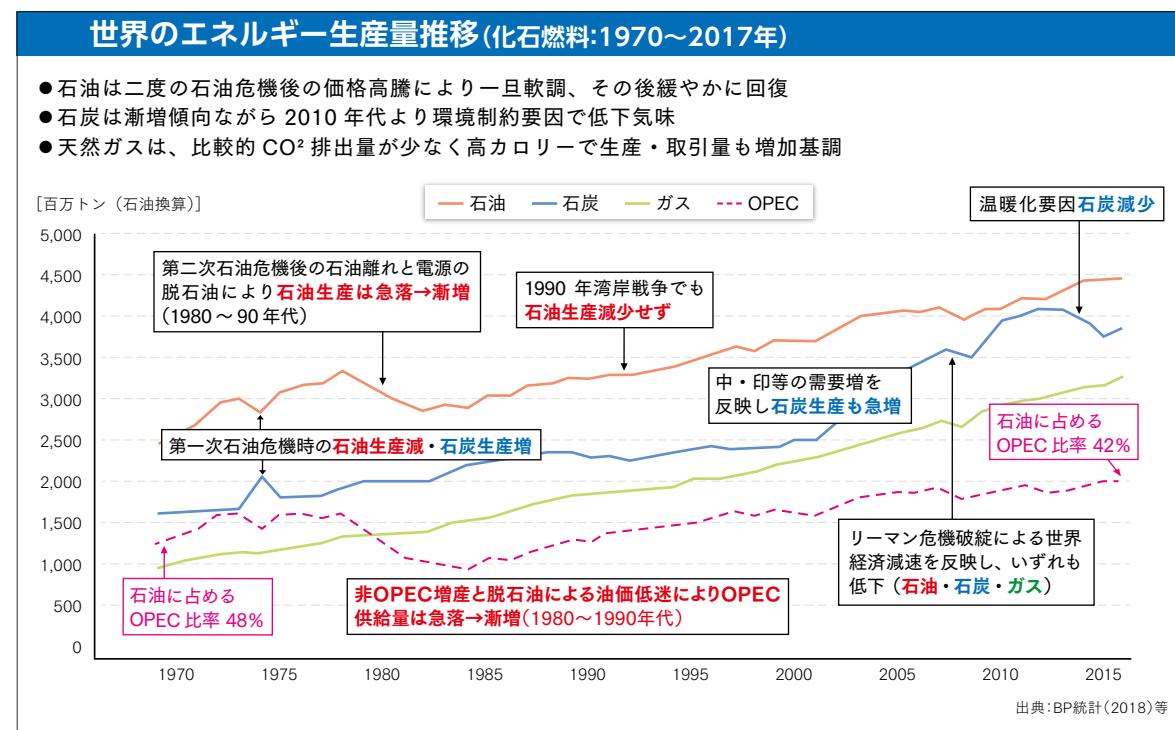
まず石油は、化石燃料の中でも最も政治リスクが高く世界の政治・経済情勢に大きな影響を与え続けており、この動向には目が離せません。石油は現在、経済ベースで採掘可能な年数、いわゆる可採年数は50年と言われています。私が入社した1978年当時は、石油はあと30年

性が高いので、今後も相応の伸びは見られますか、温暖化・環境問題もあり、比率は徐々に低くなると見込まれます。

化石燃料を生産量ごとに折れ線グラフで見たものが【グラフ2】です。まず、オレンジ線で示した石油は、二度の石油危機の落ち込みはあるものの、総じて漸増傾向にあります。青線の石炭も20000年以降中国の経済成長と共に大きく伸びていますが、2010年前半からは温暖化に深刻な影響を与えかねないとして、減少も見られ始めています。一方、黄緑線の天然ガスはほぼ右肩上がりに増加が続いています。石炭よりもCO₂排出量が少なく高カロリーであるため、好調な需要に支えられた伸びとなっています。

ここで最近の石油・石炭・天然ガスの生産動向をみると、【図1】から【図3】のようになります。

【グラフ2】



で枯渇すると言われたりしましたが、今ではさらに伸びて50年です。

この理由は、可採年数というのは、経済的に採掘できる埋蔵量を前年の生産量に応じて割り返した年数を意味し、今後も石油の掘削・開発が続く限り、毎年この可採年数は更新されます。

現在、米国のシェールオイルと言われる新規石油群の開発が続き、原油価格水準も60～70ドル／バレル水準で推移すると、今後も数十年レベルの可採年数は維持されると見られます。

は、実に世界の7割を占めます。

【表1】のように、OPECは1960年の創設で、当

初は赤字で記載した5か国によってスタート致しました。

サウジなど中東4か国と、現在政治危機で混迷著しいベ

ネズエラの計5か国ですが、当時は、メジャーズと称さ

れる欧米系の国際石油資本に対抗して組織されました。

本部はオーストリアのウィーンにあります。前の【グラフ

2(5ページ)の赤い点線で記載したように、世界の石

油生産に占めるOPEC比率は、1970年代より下がつ

たとはいえ2017年時点でも40%を超えており、この影響度は少なくありません。

OPECは従来から国際石油市場の中では生産調整役、いわゆる「スイング・プロデューサー」と言わざることが多く、現在も非OPEC代表格

のロシアなどとともに協調減産を実施して、価格の安定機能を果たそうとしていますが、やはり世界最大の産油

国である米国の影響が大きいことに変わりはありません。

では【図1】(6ページ)を一覧下さい。これは石油生産量の割合を国別に見たものですが、2017年の最大の石油生産国は米国です。石油は、従来、硬い岩盤の下に賦存する石油貯留岩層を掘削して採油してきましたが、近年の採掘技術の開発で、より深部の根源岩と呼ばれる頁岩(ショール)層から採掘が可能となり、米国の生産量が一挙に高まり、代表的な産油国の中東産油国を凌駕するようになりました。1980年は、ソ連・サウジアラビア・米国の順番でしたが、今や米国・サウジアラビア・ロシアとなっています。

石炭生産量第一位は中国

♪消費量も断然一位♪

とはいって、世界の石油生産量の42%を占めるのは「OPEC」と呼ばれる「石油輸出国機構」(Organization of Petroleum Exporting Countries)です。埋蔵量で

次は「石炭」です。石炭については世界的にも各地に広く埋蔵量があり、日本もかつては戦後の高度経済成長を支える重要なエネルギー源でした。しかしながら、日本では山や海底に坑道を切り開いて掘削する坑内掘り

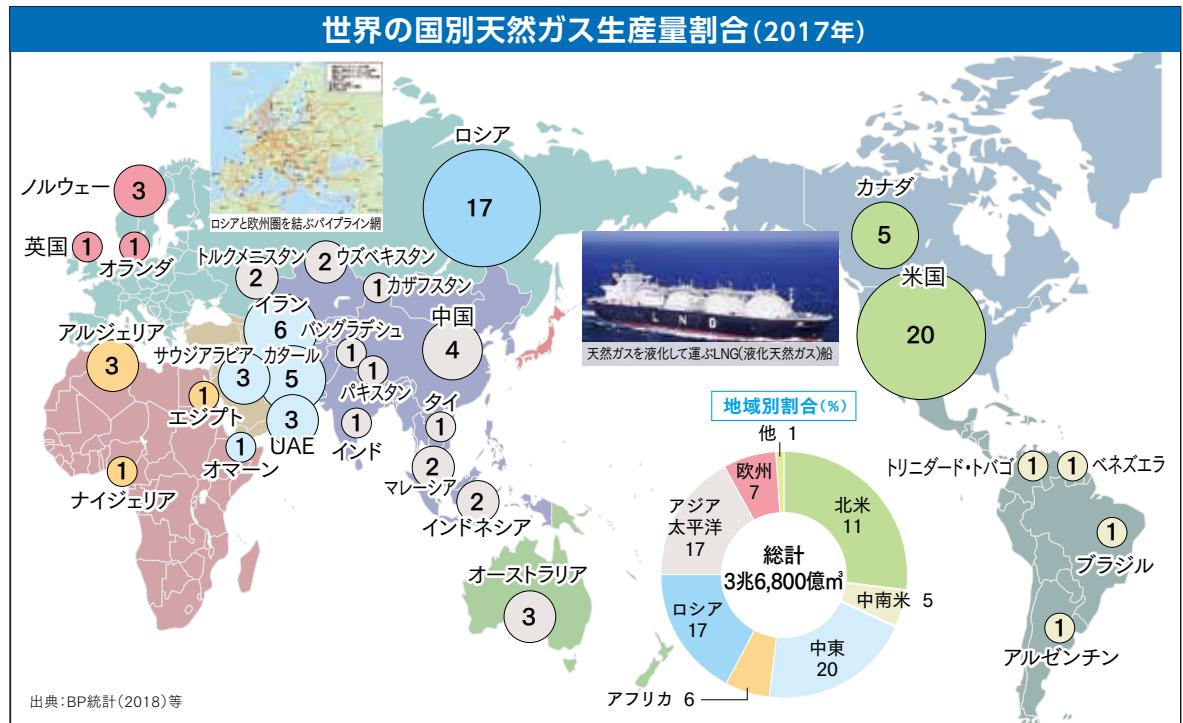
【表1】

OPEC組織について							
●有力産油国の中東5か国で構成されています。						本部事務局	
「OPEC」…「Organization of Petroleum Exporting Countries」 (石油輸出国機構) 1960年創設(赤の5か国で創設)						概要	
							
体制	面積(万km ²)	人口(万人)	一人当GDP(ドル/人)	石油生産(万b/d)	可持年数(年)		
中東	イラン イラク カタール クウェート サウジアラビア UAE	共和制 〃 首長制 〃 君主制 連邦制	165 44 1 2 215 8	8,116 3,896 269 449 3,255 999	6,550 5,820 83,990 42,150 23,550 43,090	498 452 192 303 1,195 394	87 90 36 92 61 68
アフリカ	アルジェリア アンゴラ ガボン 赤道ギニア ナイジェリア リビア	共和制 〃 〃 〃 〃 〃	238 125 27 3 92 176	4,172 2,836 193 127 1,977 65	4,870 4,180 9,200 12,820 2,820 3,030	154 1,674 20 20 199 87	22 16 27 15 52 153
南米	エクアドル ペネズエラ	〃 〃	28 92	1,678 3,144	6,030 9,850	53 211	43 394

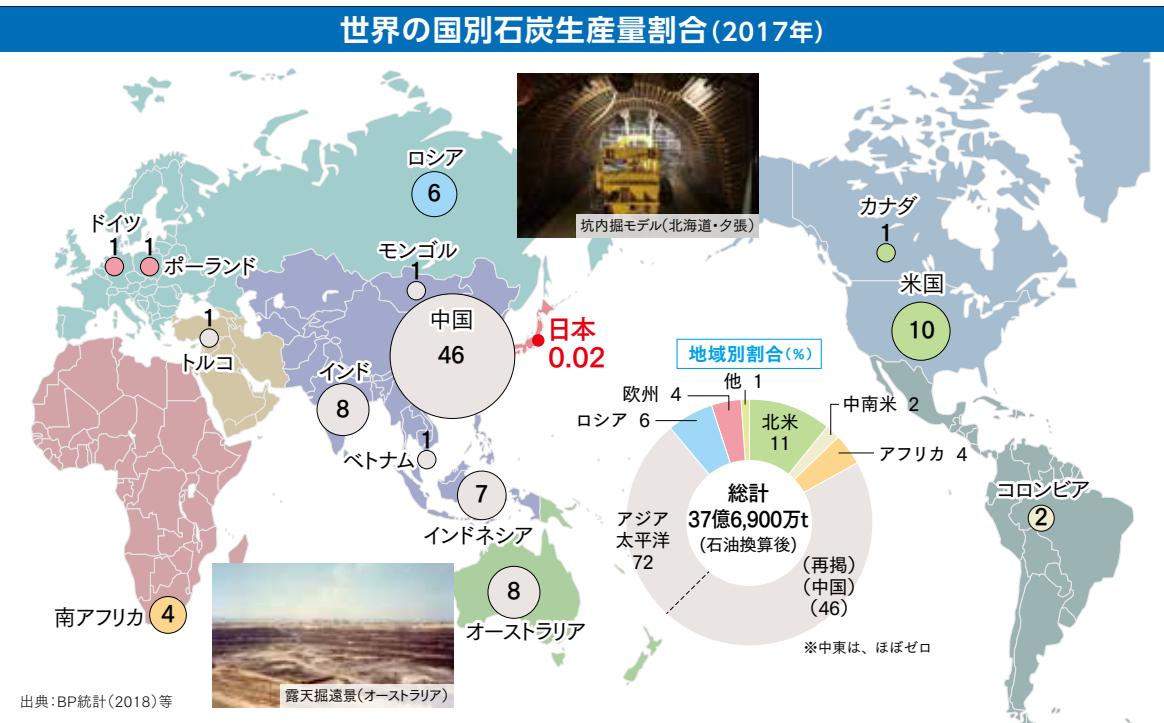
※「カタール」は2019年1月1日に脱退

出典:「石油連盟」「BP統計」等

【図3】



【图 2】



このように、一次エネルギー供給源の主体となる化石燃料の生産量を国別に見てきましたが、一つ言えることは、世界の政治・経済・外交を牽引する米国・ロシア・中国はいずれも資源国であることです。いわば資源をバックに国際舞台で大きな影響を与えていたことに我が国も安全保障の観点からしつかり意識し、政策に反映する必要があると言えます。

資源国米・中・露が世界を牽引
世界政治経済も牽引

で広く生産されています。米国が一位となつたのは、石油と同じくシェールガスの開発が進んだ結果であり、今後は液化天然ガス（LNG）として、日本を含むアジア地域への輸出計画も進めています。一方、ロシアはパイプライン（P/L）によりEU諸国へ輸出し、貴重な外貨収入源であるとともに、EU側ではエネルギーの安全保障の観点からロシア依存度をどう低減させるか、極めて大きな政治課題であります。

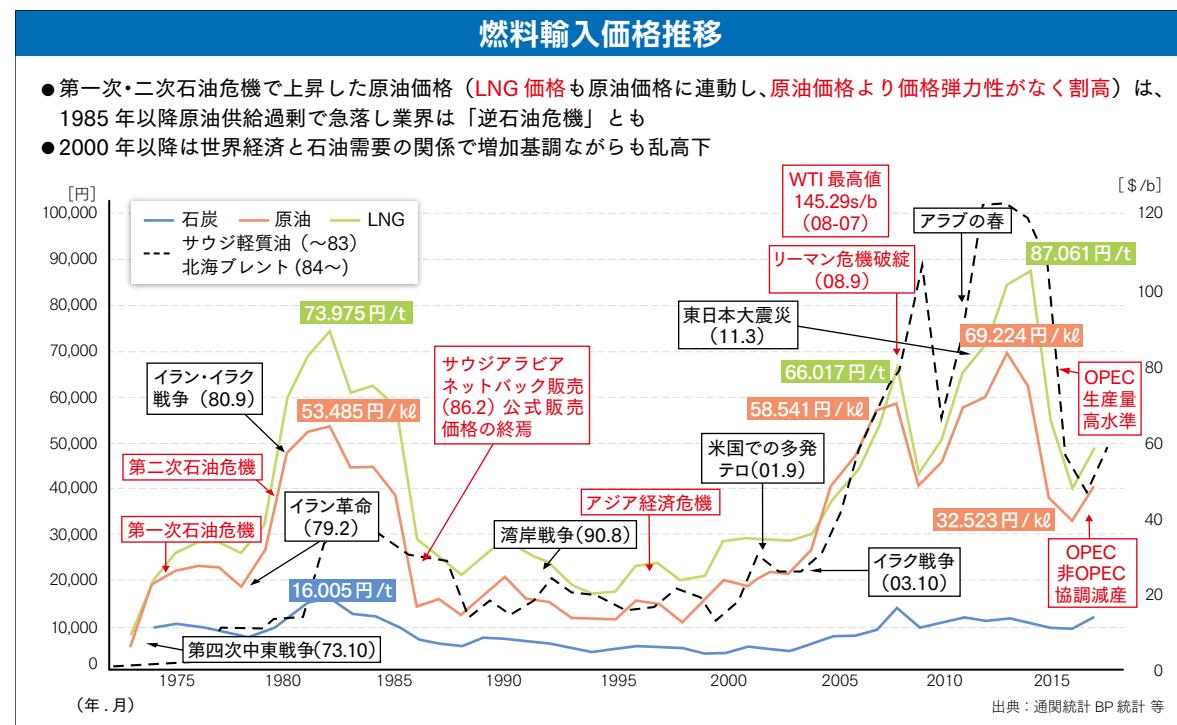
なお、天然ガスは前述のように発電用燃料としては石炭よりCO₂排出量が少なく、燃焼後の処理も容易で高カロリーであることから今後も需要増加が見込まれ、上記の産ガス国と消費国の関係は一層緊密になると考えられます。

ガス生産量第一位も米国
↗ LNG 輸出も視野↗

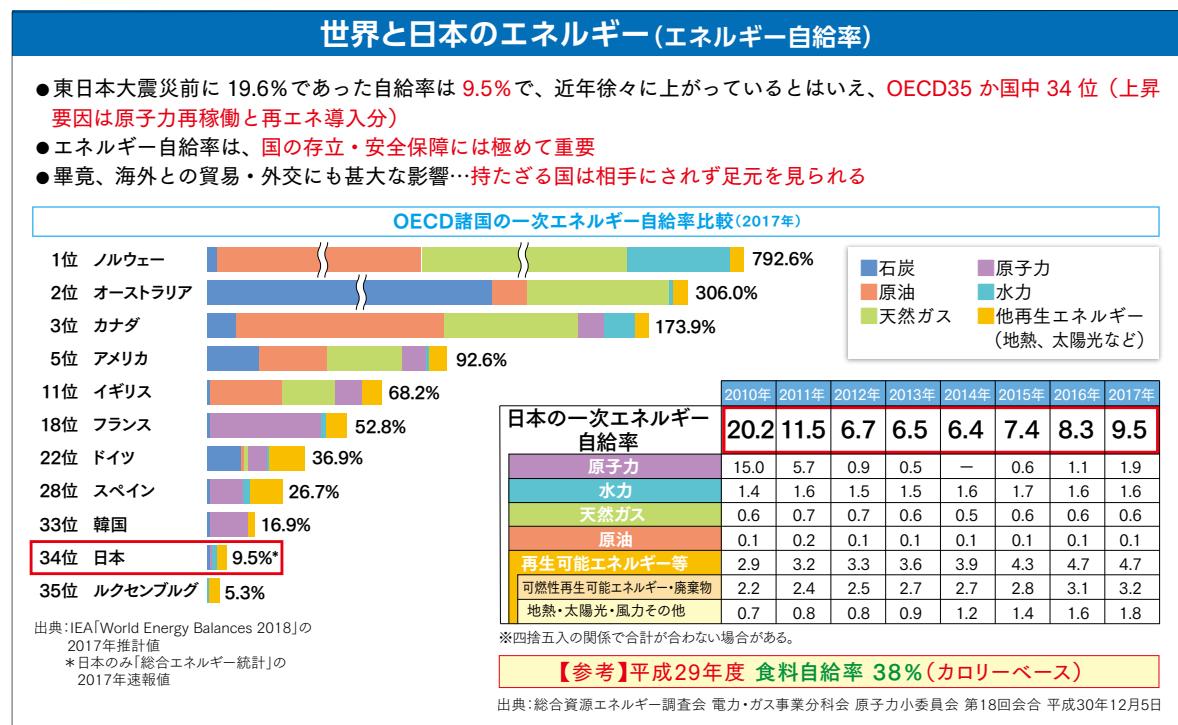
のため、生産効率が悪く労働環境も過酷でした。かつて私も、1980年代に燃料部門に在籍していた頃、長崎県の海底を2000mに及ぶ狭隘な坑道を進んで採掘する現場を視察しましたが、生産性と採掘コストがネックになると感じていました。一方、【図2】の左下の写真にある豪州など海外では山を表層から削り取って炭層を採掘する大規模な露天掘りのため（採掘後は表層を緑に戻します）、生産コストは格段に低く、コスト競争力の結果、現在、日本では北海道の一部で電力向け・政策的にしか生産されていません。

さて、現在の生産量から見た各国の割合は【図2】の通りですが、中国が断然多く、世界のほぼ半分（46%）を占めています。続いて米国や豪州・インドネシア・ロシアなど環太平洋諸国を中心広く生産されています。中国は生産も第一位ですが消費量も世界最大です。経済成長の原動力を石炭に依存していますが、近年は環境制約もあり、発電は石炭から原子力に移行してきています。

【グラフ4】



【グラフ3】



では次に、このような化石燃料の輸入に起因する日本のエネルギー経済に関する影響について考えてみます。【グラフ4】をご覧下さい。これは日本の「原油・LNG・海外石炭の輸入価格の推移」を1970年からいます。実線はLNG、オレンジが原油、そして青が石炭です。これで見ますと、原油では大きな山が

日本経済に影響を与える エネルギー資源輸入 ～やまない国富の流出～

そこで、安全保障の観点からは、自国でどれだけのエネルギーを貯うことができるのかという「エネルギー自給率」が極めに重要になります。これを見たのが【グラフ3】になります。日本は、OECD35か国中34番目の9.5%と極めて低位です。自国のエネルギー資源を貯えないのは、安全保障上極めて大きな問題であるとともに、国際貿易上でも大きな不利要因となります。なぜならば、島国で資源の乏しい日本は、資源を海外から輸入しなければなりませんが、例えば化石燃料を購入する場合、「おたくはエネルギー資源に乏しく、これがなければ成り立たないでしよう」と足元を見られてしまします。その際、「いや、うちには（原子力などの）エネルギー資源もあるから、その値段ではダメだ。それを下回る価格でないと応じられない」との応酬が効かず、いわゆる交渉力（バーベニア・パワー）を発揮できません。現に他国の例ですが、韓国では、中東の産油国のアラブ首長国連邦（UAE）にも原子力建設を進めており、これにより石油・ガスの交渉にも大きな交渉力を発揮できると考えられます。

もう一つ、エネルギー自給率が重要なのは、日本は島国

なので、貿易は無論、資源の輸入はほとんど海上ルートになります。例えば原油輸入ルートでは、85%を中東に依存しています。ご承知のように、中東地域は最近の米国・イラン情勢や中東諸国内でもサウジ・イランの対立や民族紛争の激化など不安定要因の多い地域です。この地域からホルムズ海峡、さらには東南アジアのマラッカ海峡を経由して輸入するとなると、近年影響力を強めている中国の存在も無視できません。これらの実情については、今回は触れませんが、少なくともこうした不安要因を軽減するには、エネルギー自給率を高めて輸入比率を低減することや、国家備蓄などを増やすなど、国の確固たる政策が必要になることは言うまでもありません。

エネルギー自給率の重要性 ～安全保障とバーベニア・パワーに欠かせない～

三つくらいあり、よく言われるのは「第一次石油危機」の1973年で、サウジアラビアの原油価格が2ドル台から11ドル台に上がった時です。次に1979年の「第二次石油危機」ですが、これはイラン革命などを契機に13ドル台から26ドルに上りました。因みに日本では「オイル・ショック」とも言われますが、海外では危機管理の観点から「オイル・クライシス（危機）」と言うのが普通です。第三は2010年代の中東のアラブの春に見られる中東の地政学リスクの増大と米国を中心とする石油投機筋の高まりの時期でしたが、その間、1980～90年代は先進諸国の脱石油化と非OPEC諸国の増産が進んだことで原油価格が低迷し、上昇の気運は2000年以降の中国・インド等新興国の経済成長の反映と米国での同時多発テロを起因にする国際的な投機筋の動きを待たねばなりません。最近では、アジアの取引指標となるドバイ原油でみると60～70ドル／バレル程度で推移しており、中東の混迷等で短期的な乱高下は考えられるものの、需給バランスから見れば大きな変動の可能性は低いと見られます。

さて、このグラフで特徴的なのは、日本のLNGの輸入価格がほぼ一貫して原油輸入価格より高いということです。この理由は、1980年代のLNG契約は20年間の長期契約で、大規模な液化設備回収コストも含まれることと、価格は何種類かの原油価格を指標とする連動価格制のため、割高になっていることです。近年、契約は大分変わつ

てきていますが、今後も環境負荷が石炭より少ないLNGの需要は弱まらず、価格への影響も少ないと考えられます。

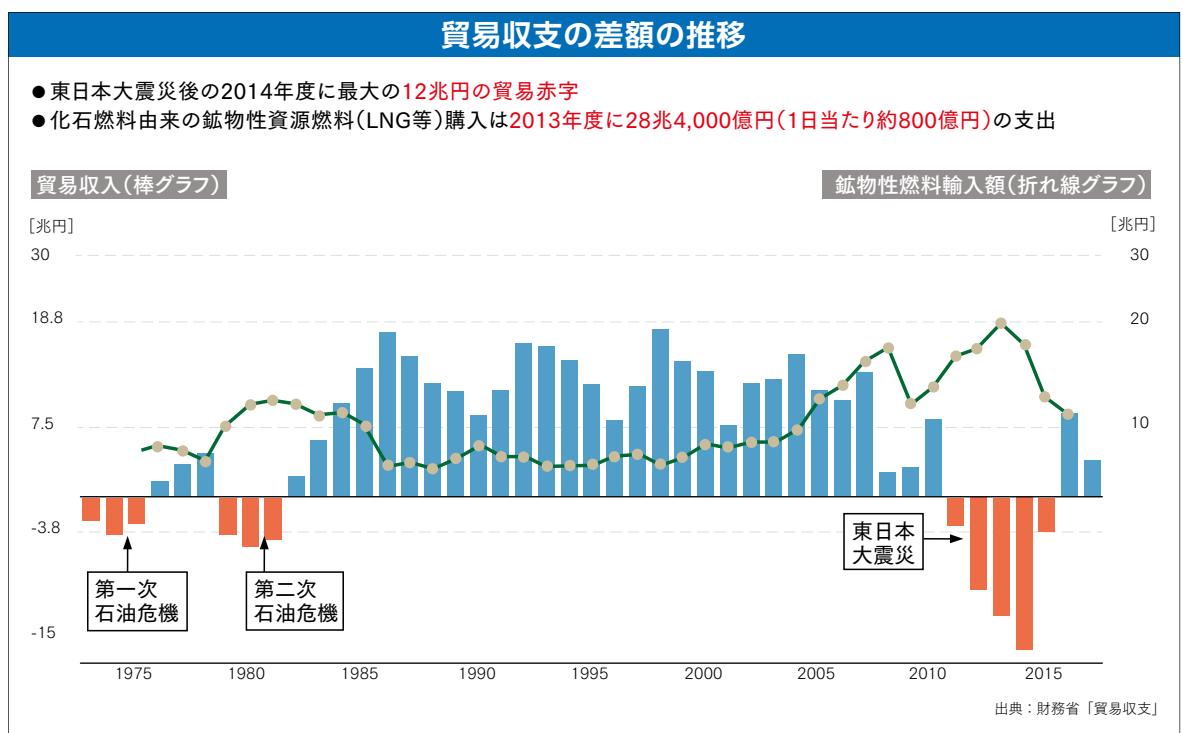
さらに、燃料輸入価格は、日本の貿易収支にも大きな影響を与えます。これを見たのが【グラフ5】で、日本は過去三度も貿易赤字を記録しましたが、何といても最大の赤字幅を記録したのが2011年の東日本大震災によるものでした。日本の電力会社は、原子力発電所がほぼ停止を余儀なくされたことにより、LNG等の化石燃料を大量に緊急購入し、2013年度では1日当たり800億円もの支出を余儀なくされました。電気料金への転嫁は電力各社の努力でリードタイムはあつたものの、我が国国民生活や産業界に大きな影響を及ぼしたことは記憶に新しいところです。我が国全体で見れば、大きな国富の流出であり、割高感の伴わない資源調達がこれから大きな課題であると思います。

世界的・人口増加・AI進展が寄与

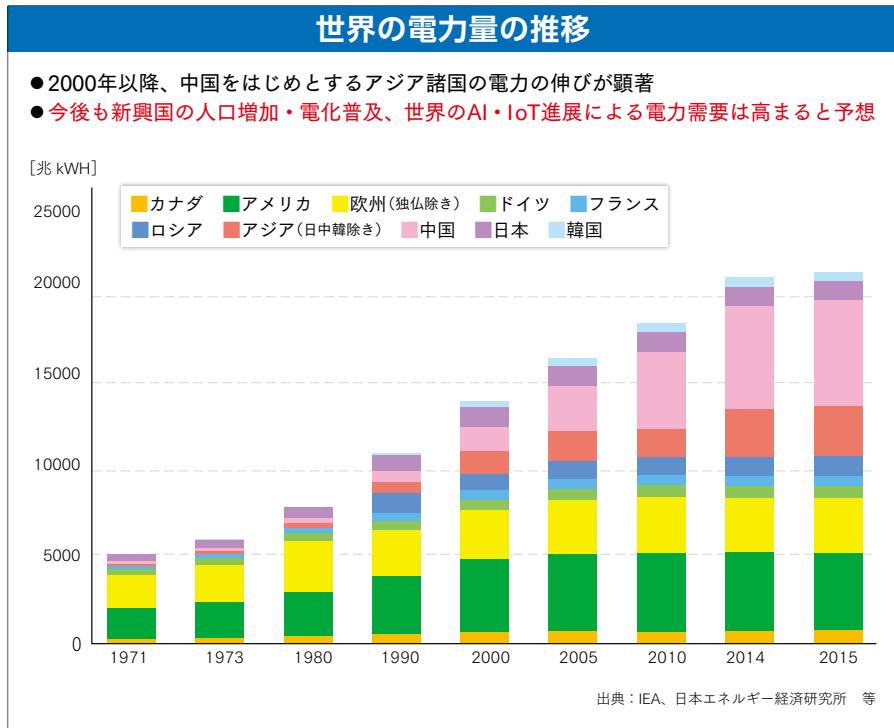
次に、エネルギー情勢に深く関わる「電力」をみると、まず【グラフ6】ですが、電力は年々増加基調にあります。とりわけピンク色の中国の部分が2000年以降の経済成長とともに著しい伸びを示しています。今後も、

新興国の人口増加や電化率の高まり、さらには世界レベルでのAI・IoTの進展などにより、電力の伸びは底堅いのではないでしょか。なお、世界の主要国の電力の構成を見たのが【グラフ7】(15ページ)になります。資源エネルギー庁のデータによれば、各国の最大の電源

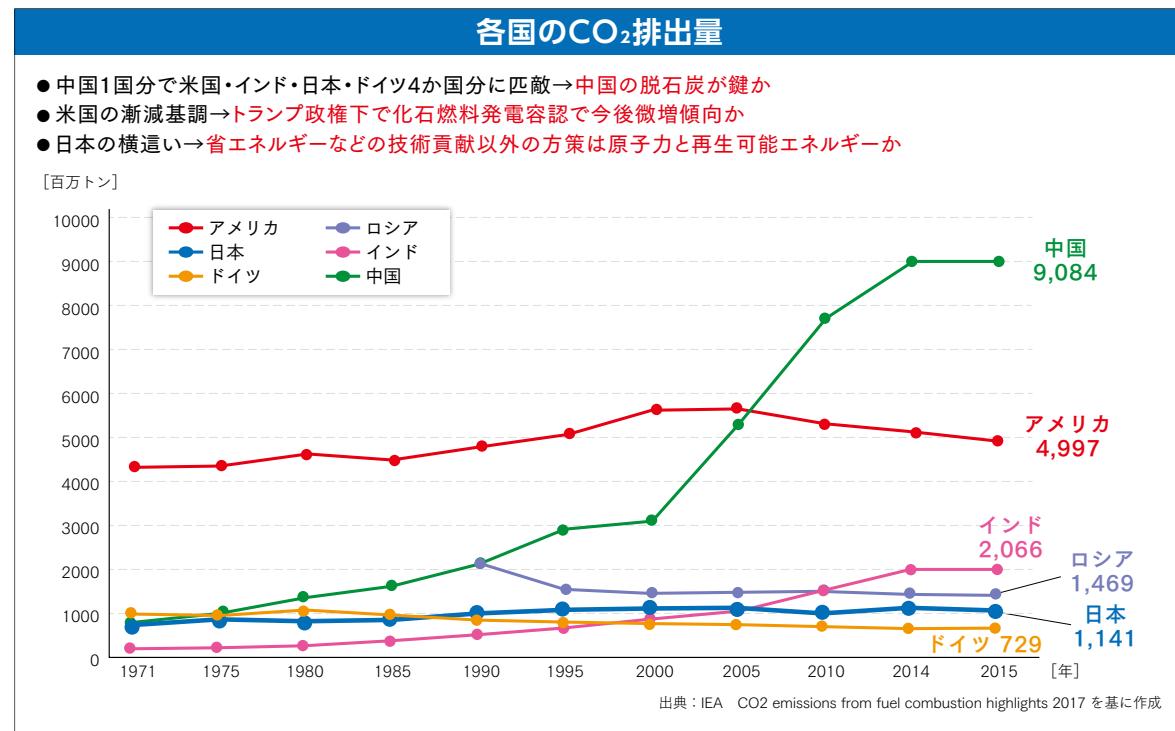
【グラフ5】



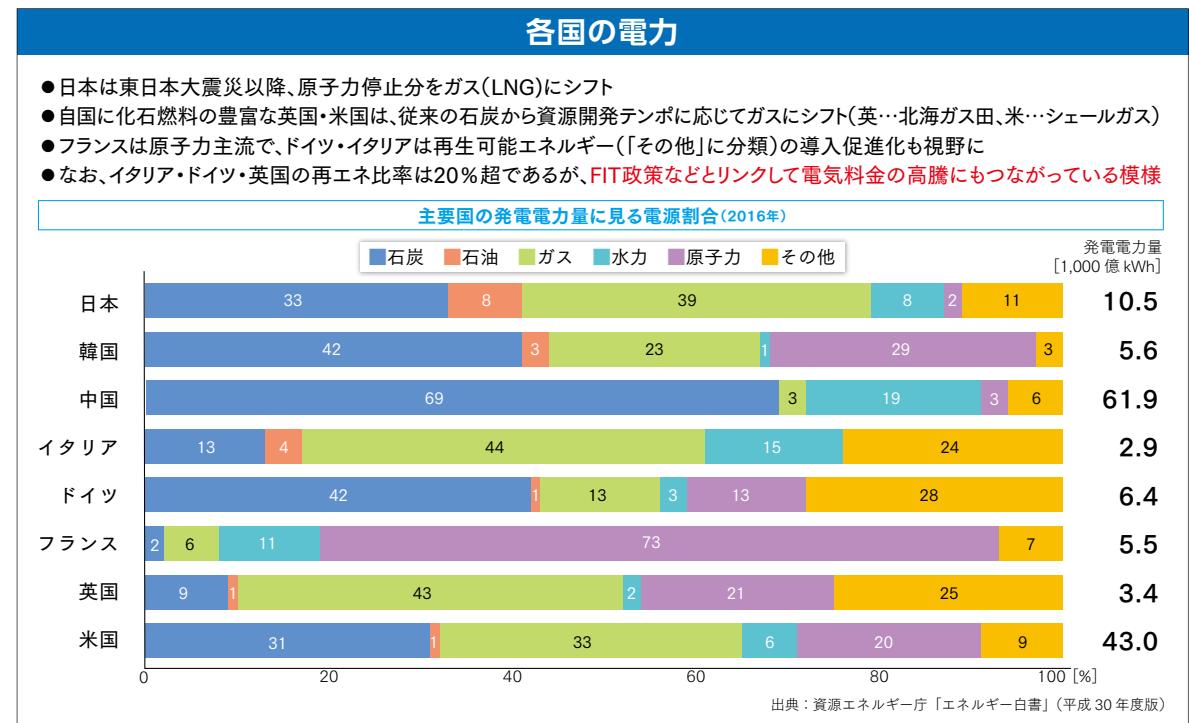
【グラフ6】



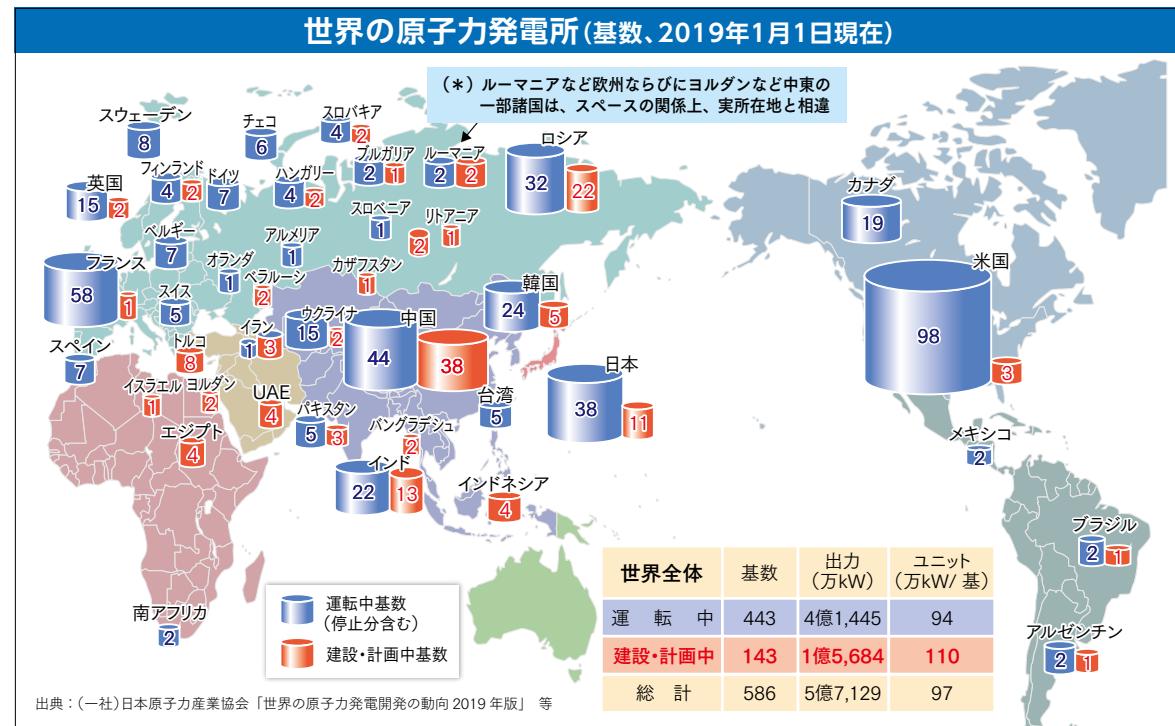
【グラフ8】



【グラフ7】



【図4】

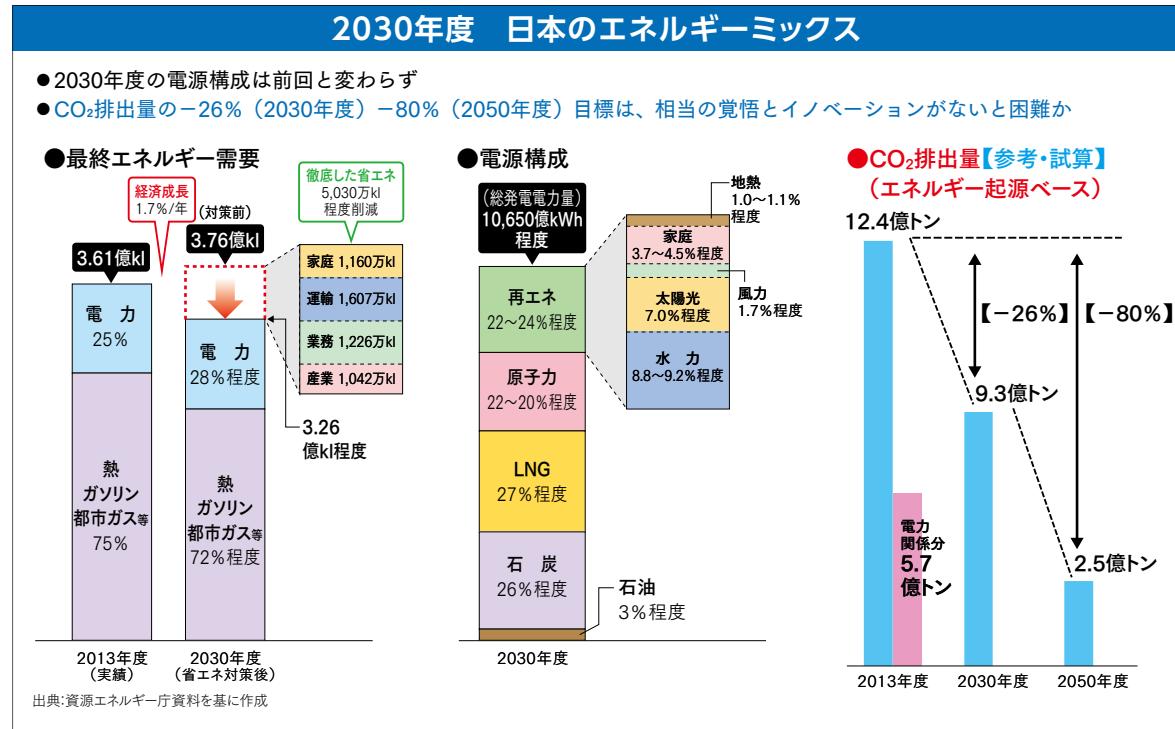


そこで原子力に目を転じると、【図4】は世界の原子力発電所の運転中ならびに建設・計画分を見たものです。2019年1月時点では、運転中では米国・フランス・中国・日本・ロシアの順となり、前年の順位から中国が日本を逆転しました。さらに中国は建設・計画分でも群を抜いており、中国は名実ともに原子力大国に変貌致しました。この原子力計画の推進は、最新の中国の5か年計画(2016～2020年)においても反映されており、GDP 6・5%を維持するための電力投資と非化石燃料割合を高めるには原子力が不可欠であるといった姿勢です。中国以外でも、ロシアやインドも10基以上の計画があ

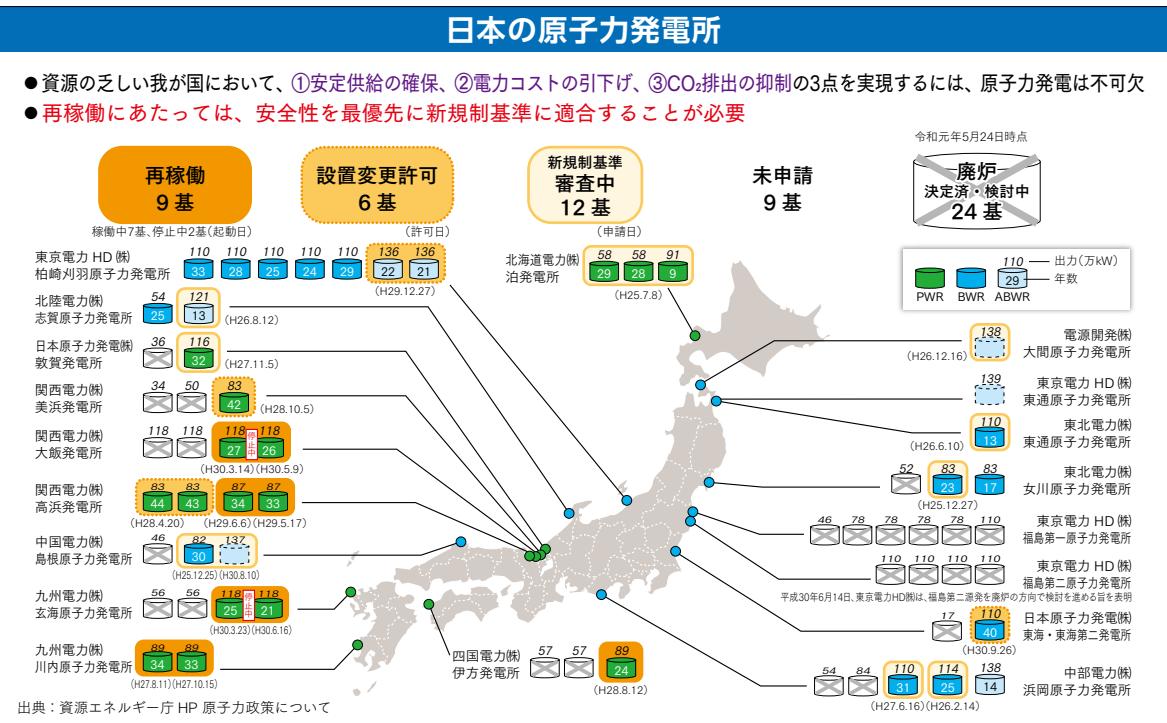
は、日本とイタリア・英国・米国はガス、韓国・中国・ドイツでは石炭、フランスが原子力となっています。特に中国では石炭の割合が7割にも及び、この結果、CO₂排出量も少なくありません。CO₂排出量は、次の【グラフ8】をご覧になると明白ですが、中国が2000年以降の経済成長とともに排出量が急増しています。もともと2014年以降の排出量が横ばいですが、この理由には原子力の存在が大きく寄与しています。

CO₂排出削減を 原子力で実現する中国

【グラフ9】



【図5】



もう一つの目標は、再生可能エネルギー（再エネ）の導入です。同じく【グラフ9】の中では2030年の再エネ比率を22~24%と謳っています。2017年時点の再エネ比率は、次の【グラフ10】(20ページ)のように2017年時点で16・1%、水力を除くと8・1%にしかすぎません。これを2030年には水力除きで13・4

ギー政策の方向性を定めたもので、昨年（2018年）7月に「第五次エネルギー基本計画」としてまとめられました。この中では、2030年度発電電力量に占める原子力の割合は20~22%を見込んでいますが、これは設備容量で見れば3000万~3500万kWに相当します。そこで、再度【図5】による日本の原子力の実情をみた場合、現在廃炉を除いた全ての既設分の発電能力を合わせると3800万kWになりますが、これから40年の運転期間を迎えると2030年には2400万kWに低下してしまいます。したがって、40年の運転期間を少なくとも全基60年までに延長することや新增設が進まないところになります。原子力で重要なのは、安全が確認された原子力の再稼働を進めることと運転期間の延長や新増設リプレースも着実に進めることで、エネルギーの安全保障を確保しながら国際的な責務も果たすことに尽きるのではないかでしょうか。

さらに、世界を見ると、将来的には出力30万kW級の小型原子炉（SMR）の開発やマイクロソフト社を創設したビル・ゲイツ氏も参画している小型次世代原子炉（TWR）等、原子力に関わる新技術の開発は確実に進んでいきます。私たちも、このような世界の潮流をしっかりと認識しなければならないと考えます。

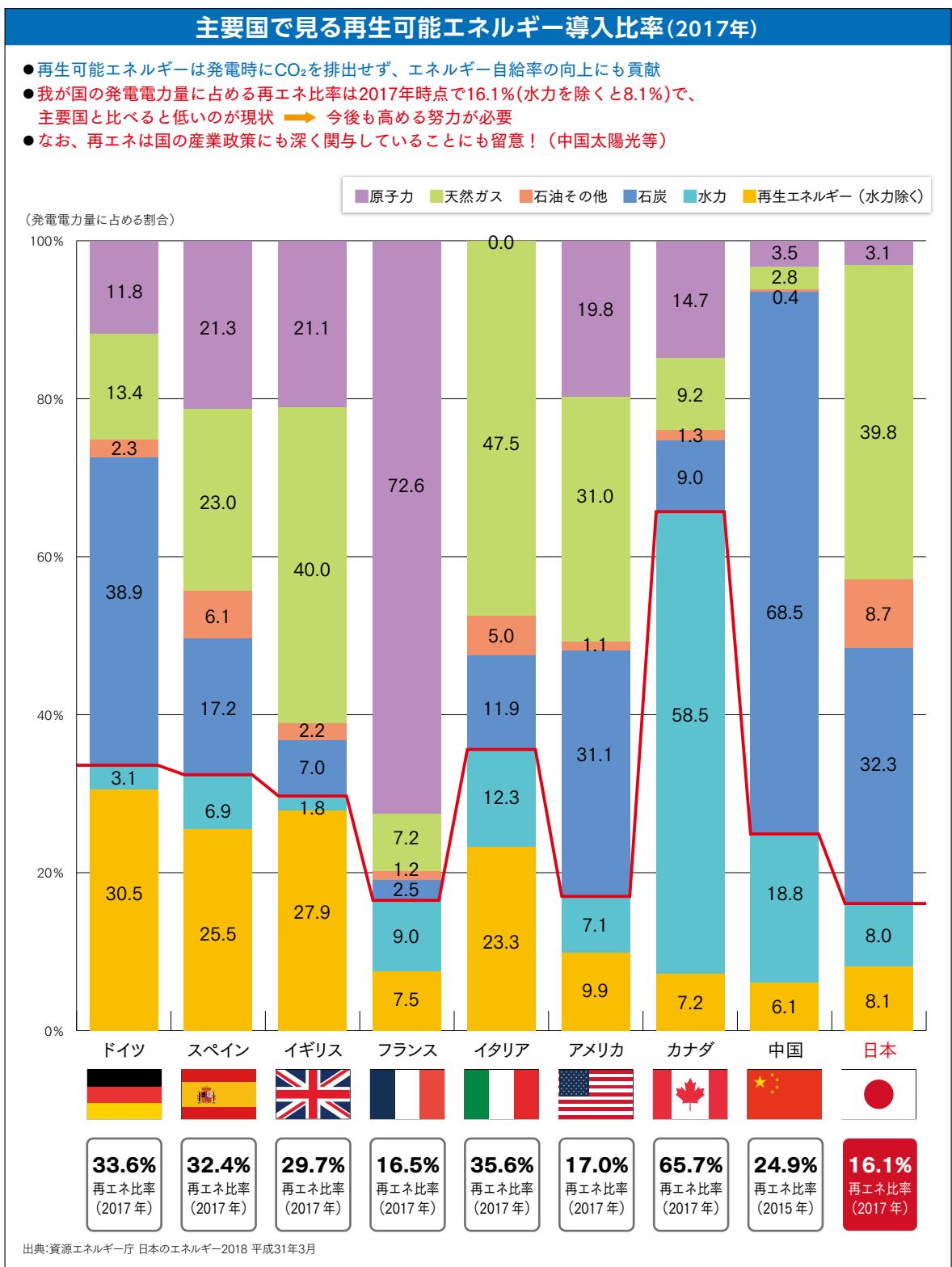
さて、このような動きの中で、日本はどうでしょうか。【図5】は日本の原子力の現状を見たのですが、再稼働はわずか9基にしかすぎません。このいずれもが加圧水型原子炉（PWR）タイプで、東北地域で東京電力（株）や東北電力（株）が有する沸騰水型（BWR）は、これからという段階です。

日本のエネルギー政策に見る 原子力と再エネ

（エネ基本計画実現の鍵）

そこで、日本のエネルギー政策の中で、原子力がどう位置付けられているかをみたのが【グラフ9】になります。これは、2030年や2050年に向けた日本のエネルギー

【グラフ10】



↓ 14・4%に引き上げるシナリオです。2012年以降、再エネの伸びは年率で26%も急伸していますが、この背景には、同じ時期に導入した固定価格買取制度(FIT)が大きな役割を果たしています。この制度における買取価格は再エネ源の種別毎で変わりますが、導入当初に最も高く設定されたのが太陽光で、事業用40円/kWと住宅用42円/kWでしたが、2019年度はそれから14円、24→26円に低下しています。

また、買取価格は電気料金に転嫁されますので、国民の負担額も大きく、今や年間1万620円と見込まれます(【グラフ11】(21ページ) 参照)。今後も同様の制度で再エネ導入を拡大すると国民負担がさらに高まることも予想され、国は廃止も選択肢の中に入れながら、今夏までに制度の在り方を検討する予定です。因みに、同様の制度をいち早く導入したドイツでは、年間約3万2000円の負担になり制度見直しが進んだ結果、現在では固定ではなく市場価格と連動した制度に移行しております。いずれにしても我が国も、政策的な観点から導入を促進した再エネの位置付けをしつかり議論して、将来の目標値を構築する時期を迎えたといえます。

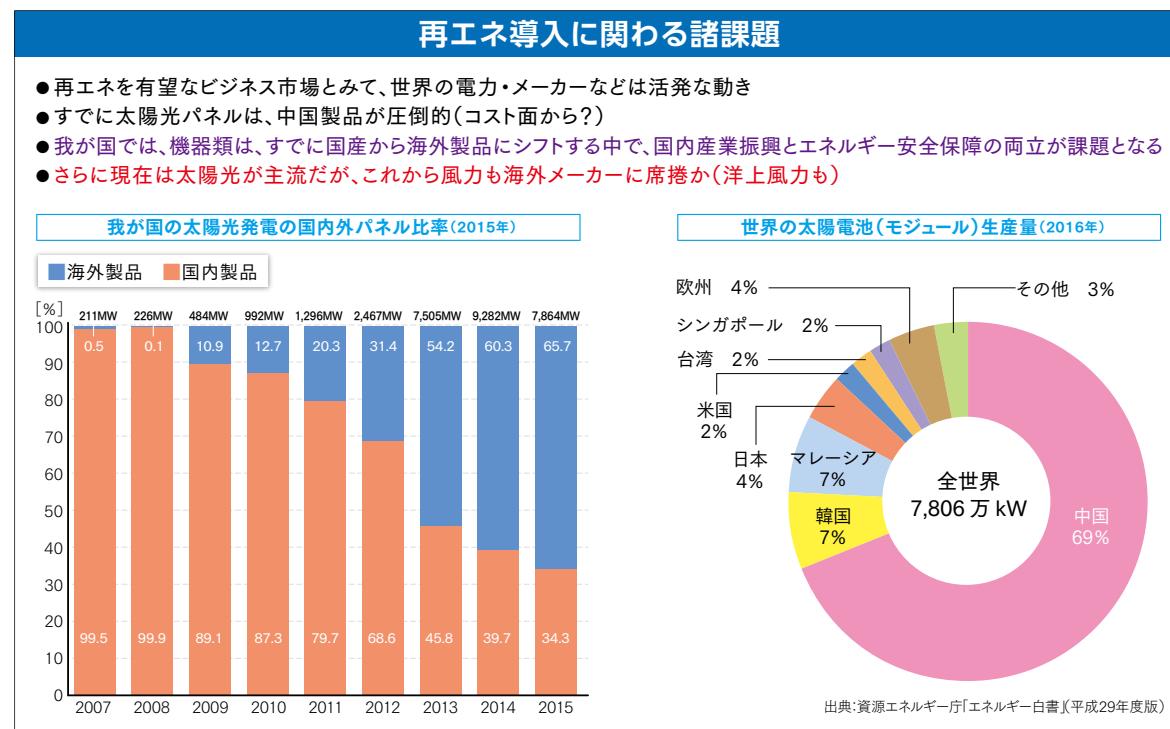
CO₂削減に向けた課題

↓国際的な責務を果たす 矜持が必要↓

なお、再エネは国の産業政策にも大きく影響します。【グラフ12】(22ページ)をご覧下さい。これは、「我が国の太陽光発電パネルの国内外比率」(左の棒グラフ)と「世界の太陽電池生産量」(右の円グラフ)を見たもの

ですが、ここで読み取れるのは、かつて世界を牽引した日本のパネルメーカーに代わり、我が国においても海外シェアが高まり、しかも世界的には中国が生産量を席捲しているということです。中国は、これまで国策として太陽電池の生産を後押ししており、日本ばかりでなく中央アジアやアフリカにも輸出先を拡大しています。かつてドイツも旧東独内の産業育成のため、「Qセルズ」という太陽光電池モジュール会社を設立し、一時世界有数のメーカーとなりましたが、中国との価格競争に敗れ、その後破綻、現在では韓国資本の注入で再生し、我が国でも実績を伸ばしてきています。さらに、今後日本の再エネについては、洋上風力も大きな目玉になると思いますが、メーカーはほとんど海外(主に欧州・中国)に頼らざるを得ません。再エネの導入により外資が日本市場を席捲することは、我が国のエネルギー産業政策においても、影響が少なくありません。つまり、国の役割と民間である産業界の役割が大きく問われることになると考えます。

【グラフ 12】

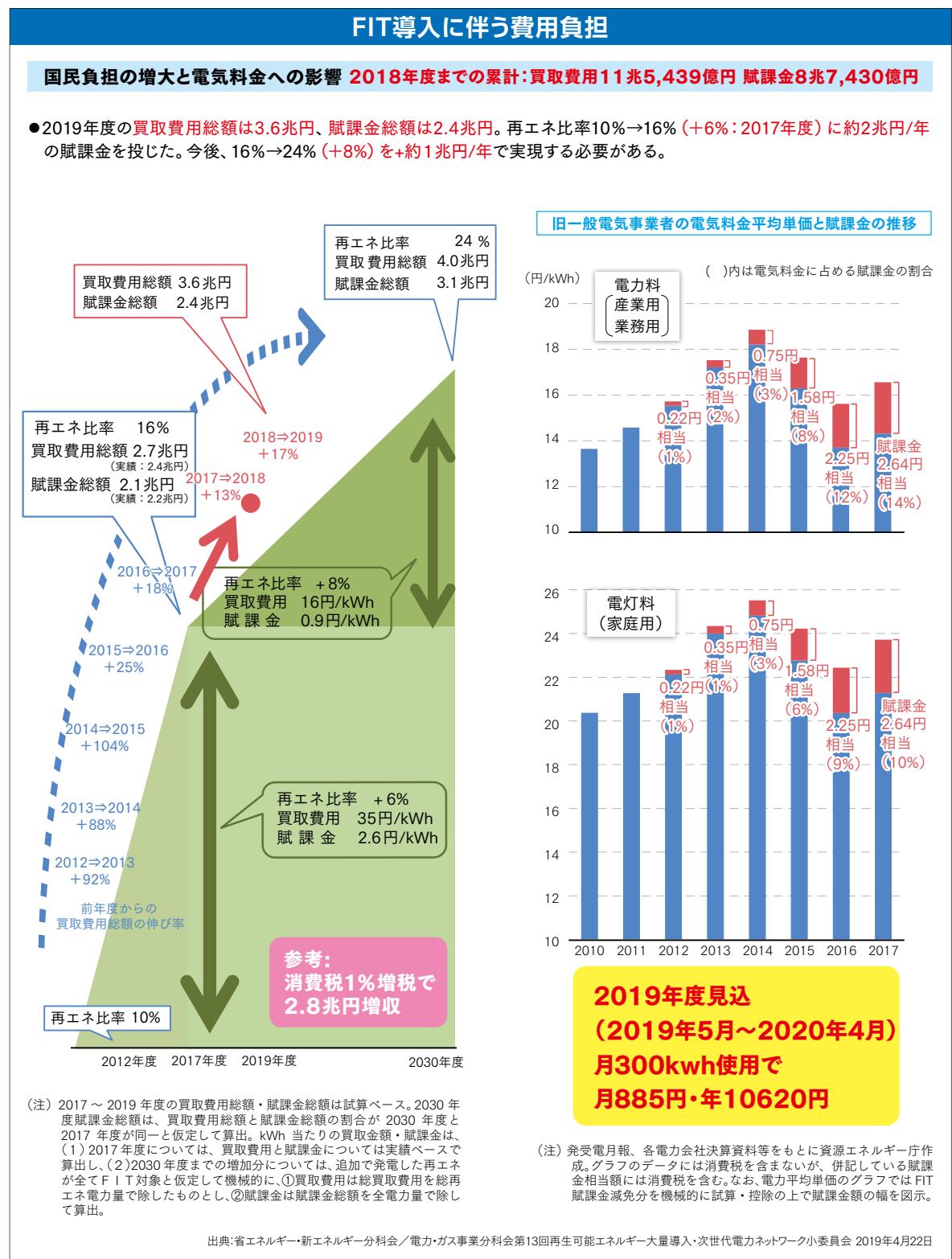


では次に大きなテーマとして、これまで触ってきた国内外のエネルギー・電力事情を踏まえ、東北地域にどのような影響を与えるかを考えていきます。

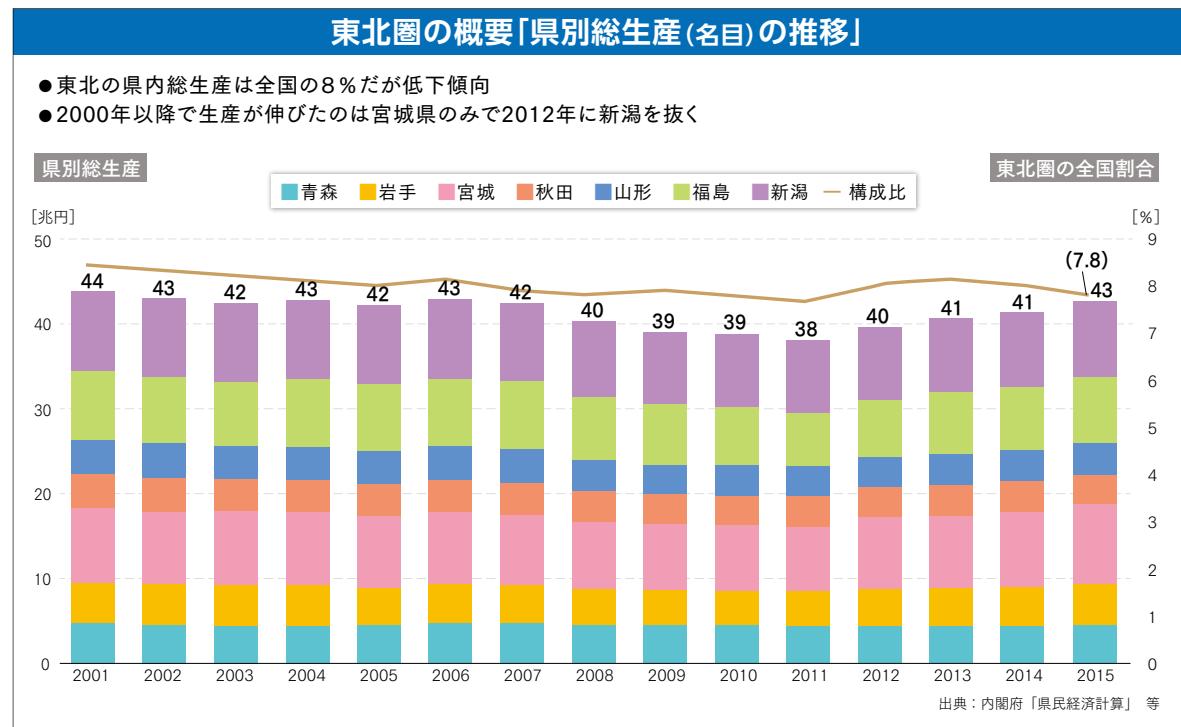
なお、CO₂排出を起因とする温暖化や地球環境問題は、国際的な協議機関である「IPCC」（国連気候変動に関する政府間パネル）や「COP」（国連気候変動枠組条約締約国会議）の議論を待たずに、各国が率先して取り組むべき課題です。我が国においても、化石燃料に過度に依存せず、原子力や再生可能エネルギーなど、バランスの取れたエネルギー構造を考える必要があります。東北エネルギー懇談会でも、本年5月に60周年を迎えたことを機会に、この問題と課題を広く問い合わせていきたいと考える次第です。

国の国際公約を果たすまでの CO₂ 排出削減量を記載しましたが、2013年度比で2030年度に26%減、2050年度は80%減の2・5億トンが目標です。しかし2013年度における電力関係分だけで5・7億トンの CO₂ 排出量がある中で、他の産業（特に鉄鋼・化学産業）も含めて2・5億トンの達成には、従来にない科学技術のイノベーションが求められます。国が提起する野心的シナリオを産学官挙げてどの程度実現できるのか、正に日本の矜持が問われます。

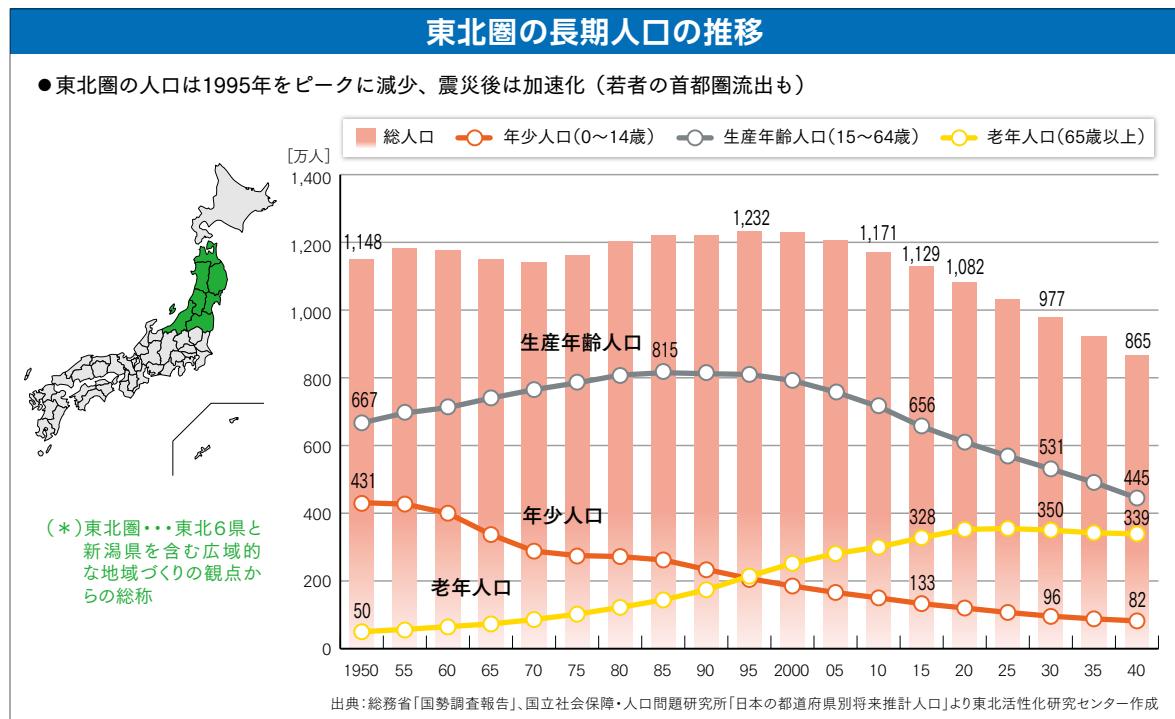
【グラフ 11】



【グラフ 14】



【グラフ 13】



東北圏の姿

↓ 厳しい人口減少と現下の経済 ↓

まず、【グラフ 13】をご覧下さい。これは東北 6 県および新潟県を総称した「東北圏」（以下「東北」）の人口推移を 2040 年まで俯瞰したものです。東北は、人口が全国の約 1 割、面積で 2 割、経済規模では欧州のオーストリアと遜色がないと言われますが、まず人口は 1995 年をピークに減少し始め、2011 年の東日本大震災を契機としてその減少度は一層加速しています。しかも若者の首都圏流出の流れに歯止めはからず、加えて、65 歳以上の老人人口に代表される高齢化の割合も進んでいます。その結果、地域のコミュニティや産業を支える人財の確保にも深刻な影響を及ぼしつつあります。また、経済面では、【グラフ 14】ように、県内総生産では全国の 7・8% を占めていますが、その割合はやや低下気味にあります。県別でみた額は、宮城県が第一位で、次いで新潟・福島県ですが、2000 年以降で伸びているのは宮城県のみとなっています。宮城県は商業・サービス業などの第三次産業の比率がやや高く、製造業関係が比較的多い新潟・福島県よりも、震災後に第三次産業が依存する物流拠点機能が高まつたことと製造部門においても自動車関連産業の集積化による寄与が大きいと考えられます。

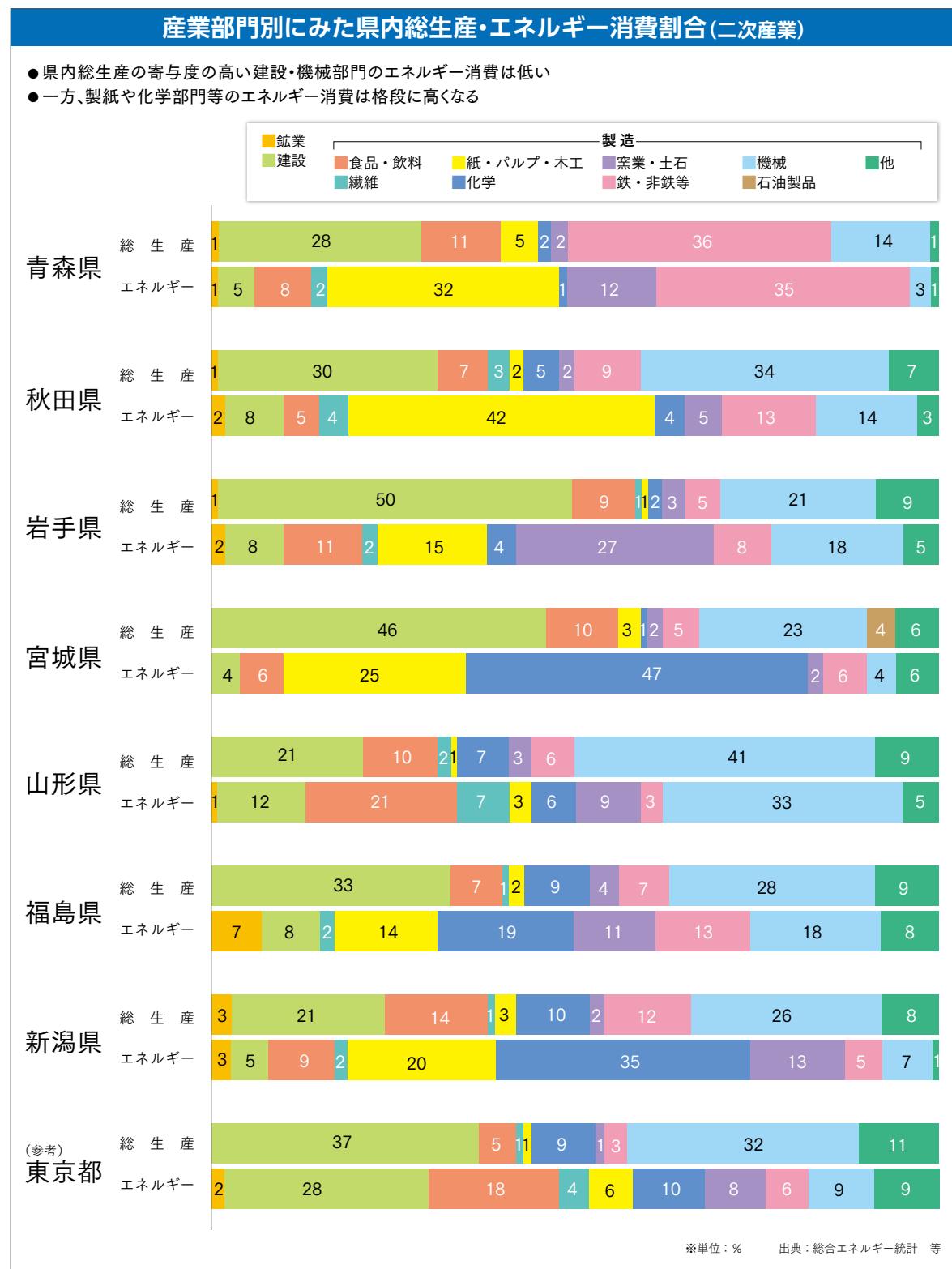
東北圏の経済活動における エネルギー消費動向

↓ 引き続き脱石油を推進 ↓

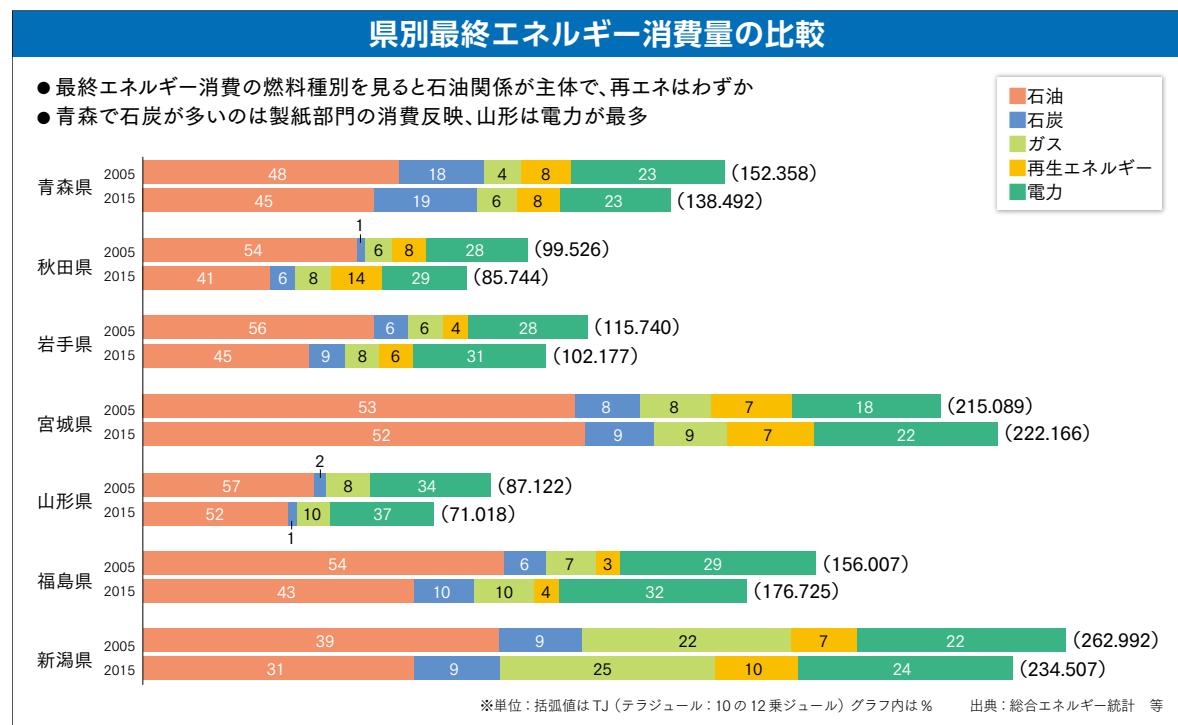
そこで、県内総生産を生み出す源のエネルギー消費量を見たのが【グラフ 15】（25 ページ）になります。これは国統計から 2005 年と 2015 年のエネルギー消費を燃料毎に抽出したものですが、いずれの県も石油消費が第一位にあります。消費量は宮城県を除き減少しているとはいえ、一層の脱石油化を進めることは各県共通の課題になると思います。県別の特徴を見てみますと、エネルギー消費が伸びているのは宮城県のみで、前述の県内総生産の伸びに比例している部分があるかもしれません。エネルギー消費割合は最も低くなっています。これは地元が、石油消費割合は最も低くなっています。これは地元産出の天然ガス（黄緑グラフ）の多いことが寄与しています。青森県では、地元の製紙工場等が使用する石炭（青グラフ）の消費量の多いのが目立ちます。電力は、2030 % 台の割合ですが、いずれの県も増加基調にあります。青森県が 37 % と最も高くなっています。産業用電気料金の低下も増加の一因と考えられます。

ここでモノづくりに関わる製造部門に占める県内総生産とエネルギー消費量を見たのが【グラフ 16】（26 ページ）です。全体としては、県内総生産への寄与度の高い

【グラフ 16】



【グラフ 15】



建設(黄緑グラフ)・機械(水色グラフ)部門におけるエネルギー消費が低いことが伺われます。機械部門では省エネルギーやエネルギー効率化が進んでいることが要因かもしれません。一方、青森県や秋田県は紙パルプ・木工類(黄グラフ)のエネルギー消費の多い割には、総生産額が低く、今後のエネルギー効率向上の余地があるといえるかもしれません。いずれにしても、製造部門におけるエネルギー効率化は、東北の産業進展のカギを握る大きな一つの課題であると言えます。

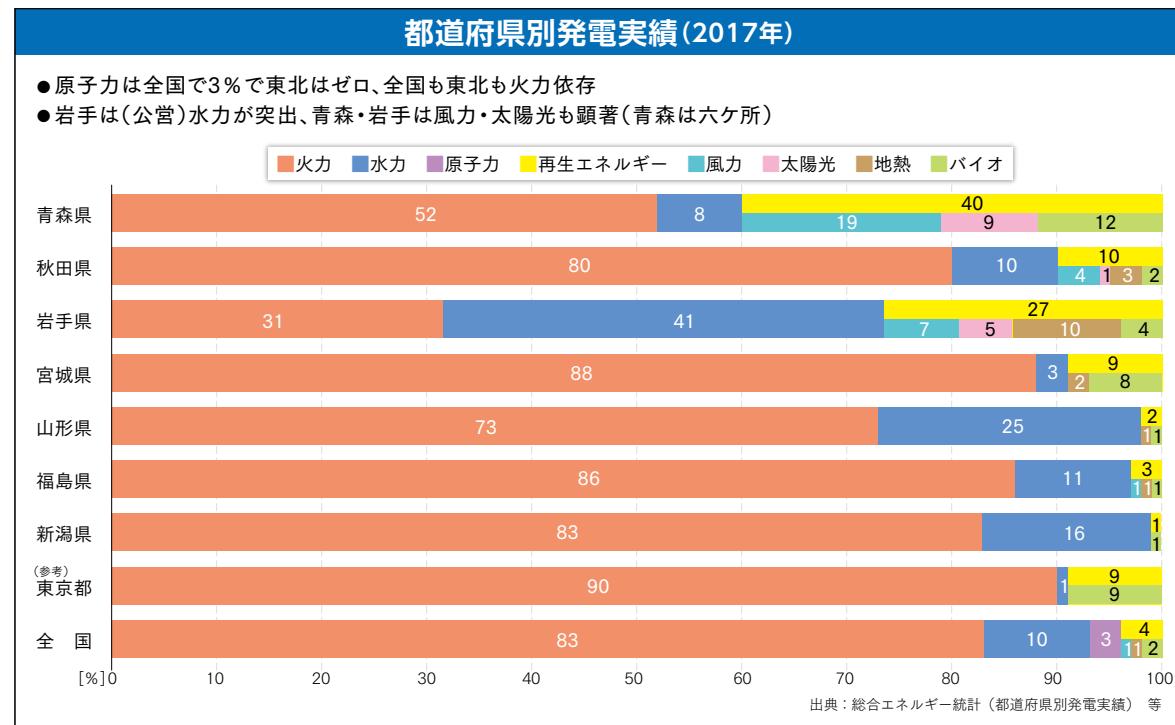
東北圏の電力情勢

（県別に特徴的な電力資源）

では次に「東北のエネルギー・電力事情」を俯瞰します。【図6】(27ページ)は、東北経済産業局の資料を基に作成したエネルギー・マップ(2018年度)ですが、東北には様々なエネルギー資源が賦存するのが分かりになります。原子力は停止中もしくは廃炉となっていますが、大規模な化石燃料電源から風力・地熱・水力等の再生可能エネルギーも広く賦存し、新規の計画も相次いでいます。ここに記載はありませんが太陽光も同様です。

そこで東北の県別の発電実績を見てみますと【グラフ17】(28ページ)のようになります。これは特定の電力

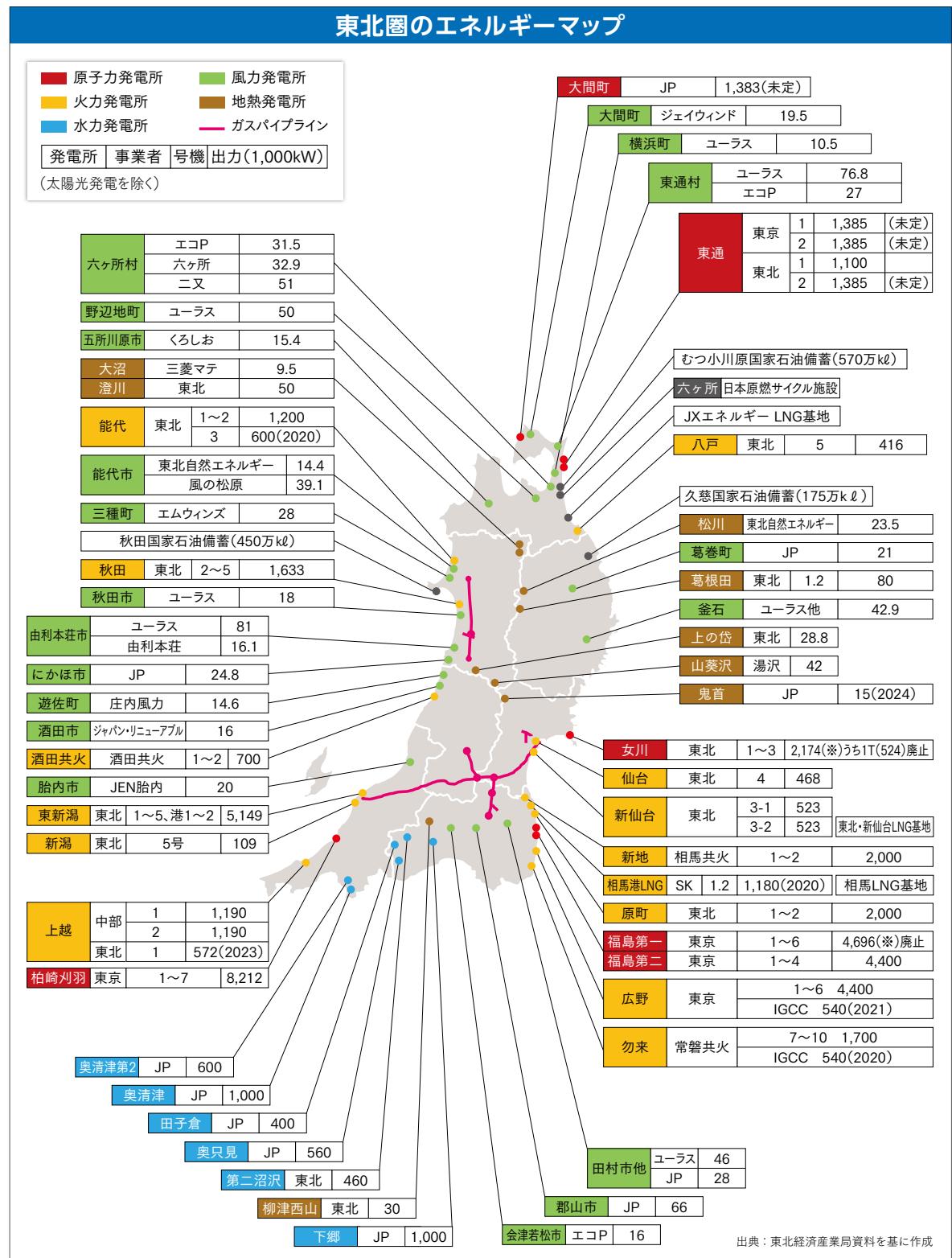
【グラフ 17】



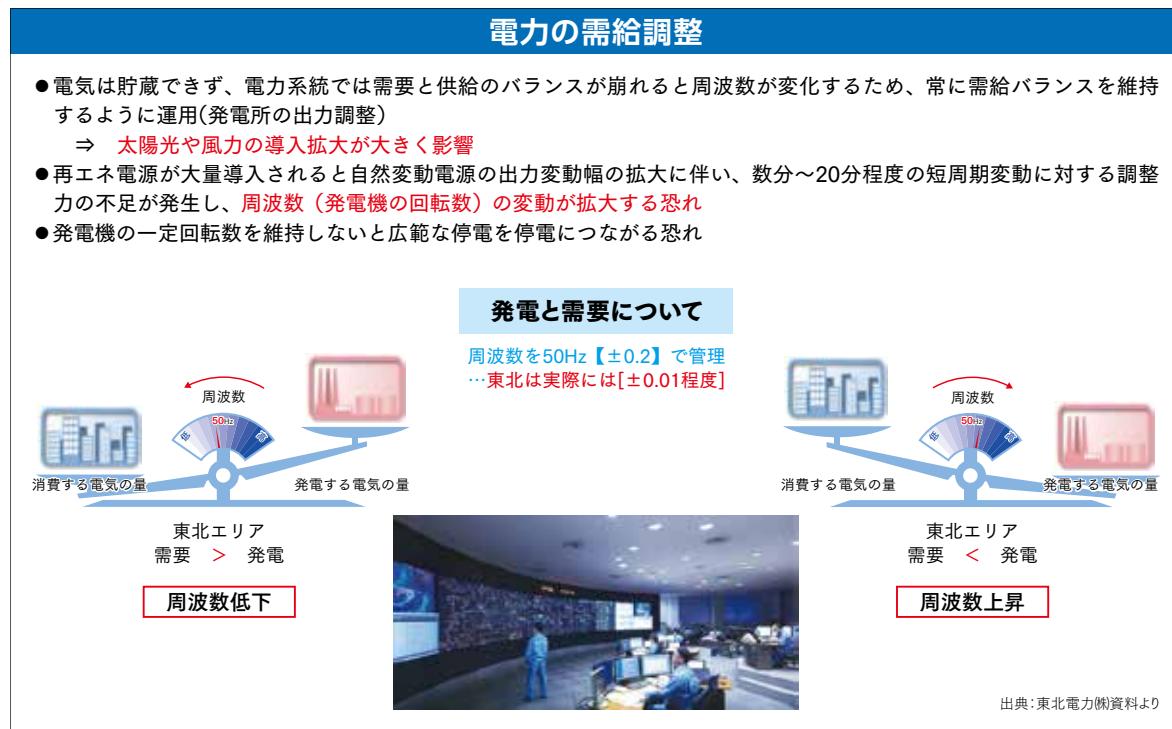
再エネをめぐる動きと注目点
～転換点を迎える太陽光と
外資比重の大きい風力～

そのような中で、今後の再エネ導入状況を見たのが【グラフ18】(29ページ)です。これは2018年12月時点です。国が集約した固定価格買取制度に基づき認定された再生可能エネルギーの計画量を表わしており、青森・秋田県では風力、岩手・宮城・福島県では太陽光が大勢を占めています。殊に福島県は合計の認定量が179万kWにも及び(右グラフ参照)、県が主導する再エネ政策と、国その後押しもあって、事業者側も相当の期待を寄せて いる

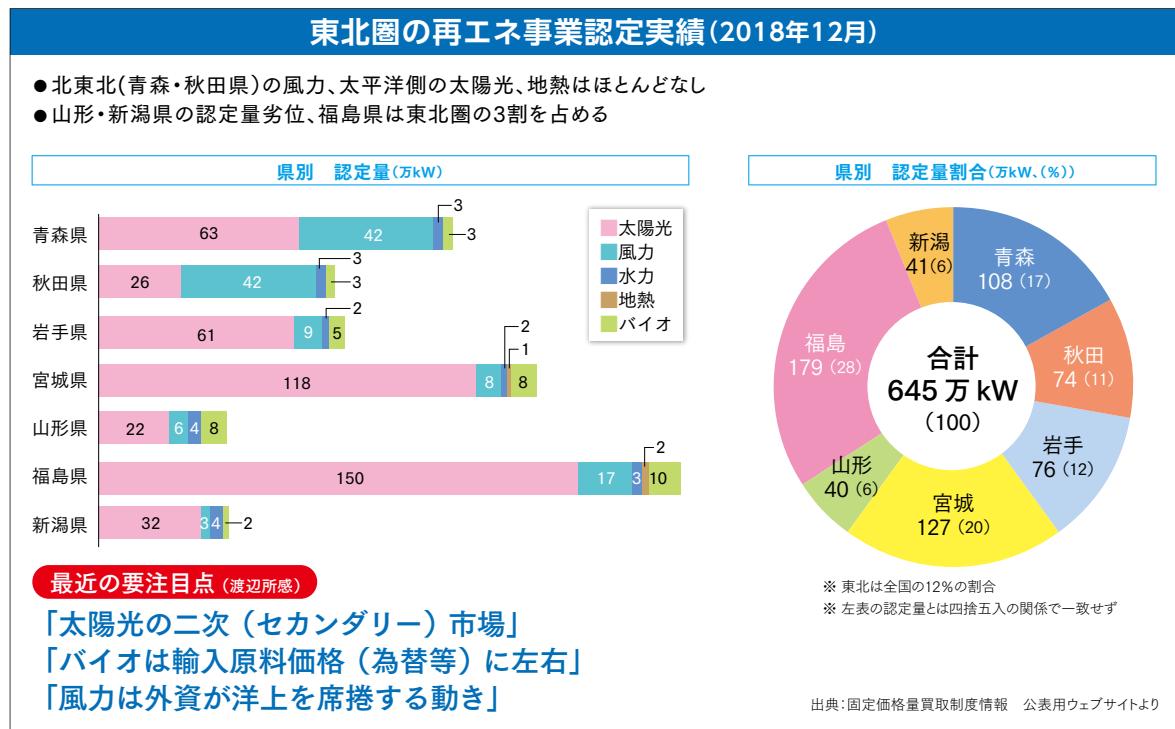
(图 6)



【図 7】



【グラフ 18】



なお、再エネに関する最近の注目点としては三点指摘できます。一つは太陽光ですが、FIT導入時期が早く、買取価格も高かつたこともあり、初期の事業者が数年で利益確定し、次なる買い手に承継し、事実上の二次市場が形成されていることです。換言すれば、20年の固定価格制度の運営の中で事業者の交代が増えると予想され、近年の自然災害に対応する維持管理手法も大きな課題になると想われます。二つ目は、認定量の多いバイオ発電の場合は、海外から原料を輸入する計画分については為替動向などの長期の見通しが立てにくくなり、導入には一定の限界も出る可能性があります。このため、海外よりも国産の木材チップや間伐材などを利用する計画分には増加する余地があるといえます。3点目は風力ですが、すでに国産メーカーの生産縮小・撤退が相次ぐ報道もあり、欧州や中国などの外資が陸上・洋上を含めて機器を席捲すると見込まれます。この動きが、地域の雇用にどれだけ寄与・反映できるか、官民挙げてしっかりと検証と見通しが必要になります。

難しく、「発電即消費」の電力は、図に書かれた天秤のように、常に周波数の変動を極力抑えながら需要と供給のバランスを一致させる運用技術が一層重要になります。現在、東北電力管内の周波数は記載通り50ヘルツ(Hz)で、運用範囲は±0.2(Hz)ですが、実際には±0.01程度の範囲で行っています。この運用の中で、時々刻々と出力が変動する太陽光や風力の導入には、相当の神経を要します。その運用を実際に見たのが【グラフ 19】(31ページ)です。こちらは2018年5月の連休中(GW期間中)の東北電力管内の電力需要の動きを示したもので、オレンジと緑を合わせた(a)に相当する太陽光・風力発電量をピンクの火力・バイオマス電源で調整し、さらに黒い実線のエリア需要(b)を超える分は赤い点線で囲んだ揚水発電所の動力や域外送電で凌いだものです。通常、この時期は工場などの休みも重なり、年間でも電力需要は最低水準に近づきますので、運用も高度な技術とシステム制御が必要になると伺っています。

そこで、2018年3月末時点における東北電力の連系状況(連系予定も含む)を見ると、【図 8】(31ページ)のように風力が約320万kWで太陽光が約920万kWに上り、合わせると2017年度最大需要(約1530万kW)の8割にも達します。今後も再エネ導入の拡大には、電力の系統運用の重要性は一段と高まることが必至です。さらには東北電力管内にとどまらず、広く本州や北海道などとの系統強化など、我が国全体での全体最適を考え

ことが伺われます。

そこで再エネ導入に関わる電力への影響と対応状況を見てみます。【図 7】をご覧下さい。現状では大規模な貯蔵が

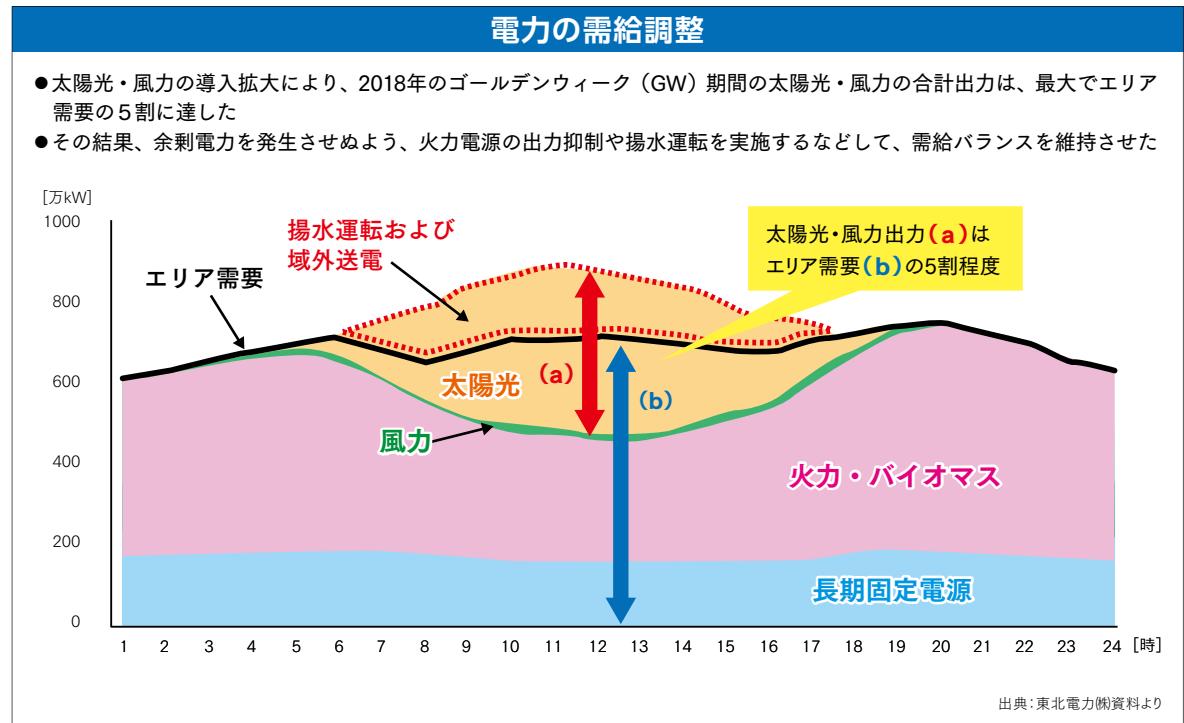
電力運用における再エネの影響
（電力特性に則した対応が肝要）

まとめに代えて
～エネルギーの話をさらに深めて～

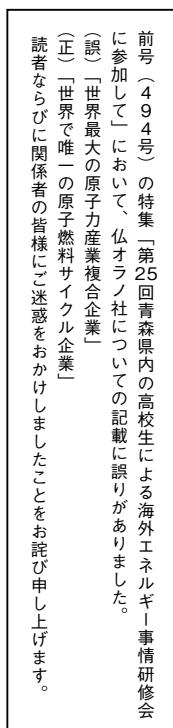
りに考えている内容を述べてきました。本稿によりすべての課題を網羅した訳ではありませんが、冒頭にも申し上げましたように、エネルギーは国の安全保障そのものであると思います。さらに、人間が生きていく上でもエネルギーは欠かすことができません。この二つをもつとしても、私たちはエネルギーについて、単に「原子力に賛成か、反対か」「再エネで100%進めるのか、進めないのか」というように、個別・逐一問題で済ませる課題ではないはずです。これまで人間は、嘗々として、自然に恐怖を感じながら、技術と創造性で、今日までの歴史を築いてきました。それぞれの環境で価値観の相違はあるのでしょうか、これからも将来世代に向けて、何を残していくかねばならないのか、様々な課題について、様々に意見交換・議論していくねばならないと思います。本稿が、その一助になれば幸いです。ご清聴、誠に有難うございました。

大きな課題となつてまいります。

【グラフ 19】



【図 8】



東北圏の再エネ導入に関する諸課題(連系強化)

●太陽光は太平洋側を中心に集中し(福島県は県内需要を超える規模)、風力は北部3県や福島県に集中している
 ●今後風力は宮城県でも計画が進み、日本海側では洋上風力も検討案件が増加する見込み

県別の再エネ連系状況(連系済+連系予定)*

項目	太陽光発電設備 [単位:万kW]	風力発電設備 [単位:万kW]	(参考)各県の最大需要 (2017年度実績) [単位:万kW]
青森・岩手・秋田で全体の約8割を占める	80	99	164
福島・宮城・岩手で全体の約8割を占める	28	116	141
合計約320万kW	265	332	155
合計約920万kW	61	41	278
合計約1530万kW	40	99	343
	15	3	293
	48		

*2018年3月末現在
 出典:東北電力(株)資料より