

公開講演会記録

世界のエネルギー情勢

講師 神田 淳



はじめに

今日は5点ほどお話しします。最初に、エネルギーと人類の歴史について。エネルギーが人間の生存の根底にあり、人間はエネルギーを獲得することによって社会、文明を発展させてきました。2番目に世界のエネルギー情勢としてまず、エネルギーの大半を占める石油、天然ガス、石炭といった化石燃料の情勢について。3番目に、現代の非常に重要なエネルギーとなっている電力についてお話しします。4番目

に、エネルギーの大量消費がもたらしている地球温暖化が今後どうなっていくのかについてお話しします。そして最後に、世界情勢が不安定化する中で非常に大きな問題となっているエネルギーセキュリティについてお話しします。

1. エネルギーと人類の歴史

人間の活動の根源にエネルギーがあります。私たちが生きていくための食料はエネルギーに他ならず、エネルギーがなければ人間は活動できません。活動はすなわち仕事で、物理学でエネ

ギーとは「仕事をする能力」と定義されます。人間の肉体的な活動はもちろんのこと、情報を整理して秩序を形成する理性による精神的な活動にも、エネルギーの投入が欠かせません。人体の中で最もエネルギーを消費する場所は脳であり、精神活動には絶え間ないエネルギーが必要となります。

人類の歴史を振り返りますと、人間は新しいエネルギーを獲得して新しい文明を生み出してきました。文明の根底には常にエネルギーがあり、人々が豊富なエネルギーを持つときに文明は栄え、エネルギーが枯渇するとき文明

は衰退します。これを文明のエネルギー史観と言います。20世紀のアメリカの文化人類学者レスリー・ホワイトは、「文化の発展は、新しいパワー源が開発されることによって、一人当たりのエネルギー利用量が繰り返し増加した結果なのである」という言葉を残しています。

火の使用が文明化の始まりでした。人間はやがて定住し、農耕を開始し文化を生んできました。「カルチャー」という言葉は文化と同時に農耕を意味します。やがて文明が生まれます。メソポタミア、エジプト、ギリシャなどの古代文明を支えた主なエネルギーは、木材などの森林資源でした。特に鉄の冶金には莫大なエネルギーを使います。鉄鉱石を木炭で還元して鉄を取り出すために膨大な森林資源が消費されました。中世を過ぎて近代、産業革命が起き、工業社会へと移行していくわけですが、産業革命の実態はエネルギー革命に他なりません。それまで木材などのバイオマスや水力、風力といった自然エネルギーしか使われていませんでしたが、

石炭、次いで石油といった化石燃料が使われ始めました。蒸気機関や内燃機関が発明され、熱エネルギーを汎用的に動力へ変換する技術的イノベーションが起きました。木炭の代わりに石炭からコークスをつくり、コークスで鉄鉱石を還元する製鉄ができるようになりました。動力機械を利用した工場生産が行われるようになり、工業文明が生まれました。また、ファラデーによる電磁誘導の発見があり、電気が大量に利用され、現代の電気文明へと発展しました。原子力が利用され、さらに電磁波が通信情報に使われ始めて、ITやAIが利用される現代社会に至っています。

歴史を顧みると、新しいエネルギー技術の獲得が新しい文明を生むということがわかります。一人当たりのエネルギー使用量も時代とともに増加し、狩猟採集時代5千^{キロワット}程度だった1日一人当たりのエネルギー使用量が、産業革命後の19世紀には7万7千^{キロワット}、現代（1970年）には23万^{キロワット}と狩猟採集時代の約50倍にも達しています。

2. 化石燃料の情勢

次に世界のエネルギー情勢として、まず化石燃料の石油、天然ガス、石炭について見ていきます。世界の一次エネルギー消費量は増え続けていますが、その中で化石燃料が占める割合は81・5%と非常に大きく、現代文明がいかに化石燃料で支えられているかがわかります。一次エネルギー消費のうち、31・7%が石油、26・5%が石炭、23・5%が天然ガスとなっています。石油の生産地域を見ますと、中東での生産が一番多く、次いで北米、ロシアと続きます。アメリカでは2010年頃からシェールオイルという新しいタイプの石油生産が急増しています。

石油が何に使われているかという用途を見ますと、全体の63%が輸送用であり、主に自動車のガソリンやトラックの軽油、飛行機のジェット燃料として使われています。8%が産業用として使われ、家庭用に5%、そして18%がプラスチックなどをつくる石油化学

の原料として使われています。

石油は液体で非常に扱いやすく優れた燃料ですが、価格が不安定なのが問題です。基本的には需給バランスで決まるのですが、先物取引の影響や、戦争などの地政学的な要因で供給が不安定になり、価格が乱高下します。2022年にはウクライナ戦争の影響で価格が高騰しました。2026年2月28日アメリカとイスラエルがイランを攻撃し、イランが応酬しています。この新たに発生した戦争が石油価格に深刻な影響を与えるでしょう。心配です。

今後の石油需要がどうなるかについて、国際エネルギー機関IEAが毎年出している「世界エネルギー展望」における公表政策シナリオをベースにお話しします。このシナリオは、各国が公表している現実的なエネルギー政策が実現された場合の見通しを示すものです。これによれば、先進国の石油需要は現在がピークで、今後は少しずつ減少し、途上国の石油需要は堅調に増加すると予測されています。今後10年間で航空・船舶部門や石油化学で使われる需要は

増加し、電気自動車の普及によって道路での需要減、また石油火力発電の減少があつて、世界全体としては2030年頃にピークに達した後に減少に転じると予測されています(図表1)。

一方、日本エネルギー経済研究所(IEEJ)が毎年出している世界エネルギー展望によれば、石油需要はもっと長い間、2040年代半ばまで増加し続けると予測されています。中国における自動車の電動化の進展が石油需要を大きく左右します。そして、インドの石油需要は2050年まで増加し続けます。

次に天然ガスについて。北米、ロシア、中東、アジア大洋州での生産が主です。アメリカではシェールガスの生産が急増しています。天然ガスは化石燃料の中で最もクリーンであり、CO₂の排出が石油や石炭よりもずっと少なく、煤塵や硫酸化物などの公害物質を出さないため、環境面から非常に好まれるエネルギーです。天然ガスは発電用、産業用、建物用が主な需要先ですが、都市ガスが建物用の需要に含

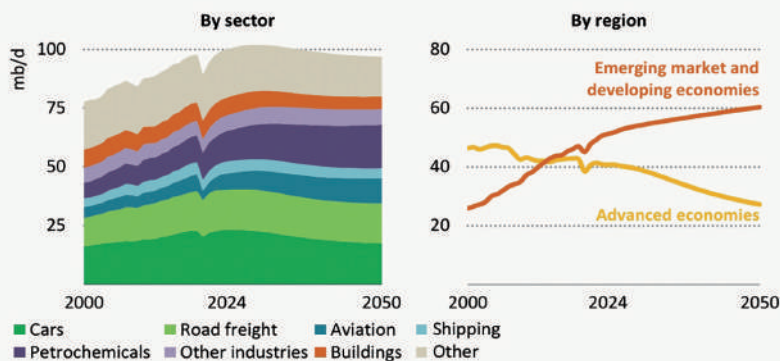
まれます。天然ガスは石油に比べると価格は安定しているのですが、それでも2022年ウクライナ戦争の影響で、ロシアから欧州へパイプラインで供給されていた天然ガスがストップしたりしたため、価格が異常に高騰しました。

天然ガスの今後の見通しですが、世界の天然ガス需要は堅調に増加します。IEAの公表政策シナリオでは2035年まで堅調に増加、2050年まで横ばい程度との予測ですが(図表2)、IEEJの見通しでは、2050年まで堅調に増加し続けると予測されています。中国、インド、東南アジアの電力用、産業用需要が牽引します。

次に石炭について。世界の石炭消費量も増え続けてきました。国別に見ると中国の消費量が圧倒的に多く、世界の56・1%が中国で消費されています。中国の巨大な経済発展が石炭によって支えられてきたのがよくわかります。石炭の生産は中国、インド、インドネシア、米国、豪州が多くなっています。石炭は価格が安く安定しています。石油、天然ガスの半分かくらいの価格で、

図表1

世界の石油需要 (IEA公表政策シナリオ~2050)



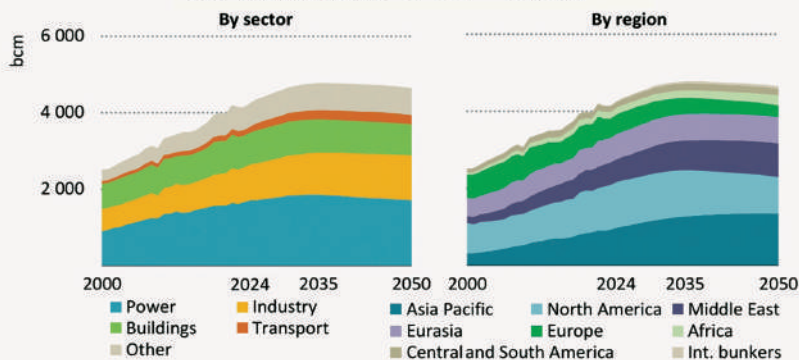
IEA World Energy Outlook 2025より

その点すぐれた燃料なのですが、クリーンでなくCO₂排出量が多いため、国際的には嫌われるエネルギーとなっています。石炭価格もウクライナ戦争の影響で高騰しました。

今後の石炭需要は、ピークを迎えて

図表2

世界の天然ガス需要 (IEA公表政策シナリオ~2050)

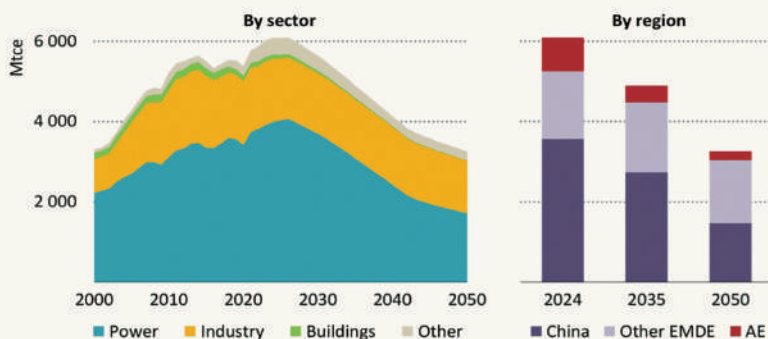


IEA World Energy Outlook 2025より IEA. CC BY 4.0.

しばらくは需要が増加するものの、やがて減っていくと見られています(図表3)。IEAの公表政策シナリオでは、環境対策の観点から先進国を中心に今後10年で世界的に需要が20%減少すると予測されています。しかし、イ

図表3

石炭需要 (IEA公表政策シナリオ~2050)



出典：IEA World Energy Outlook 2025

ンドや東南アジア諸国では、発電用や産業用として需要が増加していくと見られています。私自身は、今後世界の電力需要が大きく増加していくことから石炭火力からの脱却は難しく、IEAのシナリオほど急激には石炭利用は

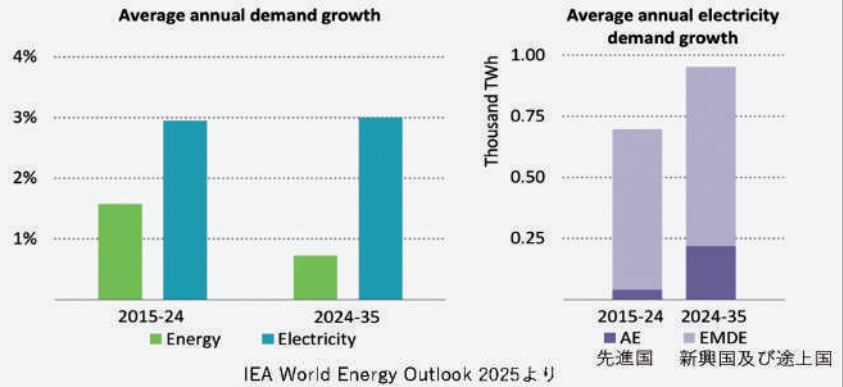
3. 電力の情勢

次に、現代社会を支える最も貴重なエネルギーとなっている電力の情勢に

減らないのではないかと考えています。

図表4

世界の毎年のエネルギー需要増加と電力需要増加 (IEA公表政策シナリオ)



についてお話しします。最終エネルギー消費に占める電力消費の割合を示す「電力化率」という概念があります。これまでお話しした一次エネルギーとしての化石燃料の一定量が発電所で電力に転換され、最終エネルギーとして電力として使われます。電力化率は社会の進歩や発展とともに上昇します。約40年前には11%だった世界の電力化率が、現在では21%に達しており、日本などの先進国は30%を超えています。世界の発電方式の内訳を見てみると、現在でも石炭火力が35・8%と最も多く、次いで天然ガス火力が22・4%、水力が14・9%、原子力が9・16%、太陽光が6・8%、風力が2・5%となっています。風力や太陽光などの新しい再生可能エネルギーが急速に増加しています。

今後の電力情勢ですが、最大のポイントとなるのは、世界の電力需要が今後も着実に、むしろ過去10年間よりもさらに高い増加率で増え続けるということです。世界全体で毎年約1兆¹キロワット時電力需要が増えると予測されています。

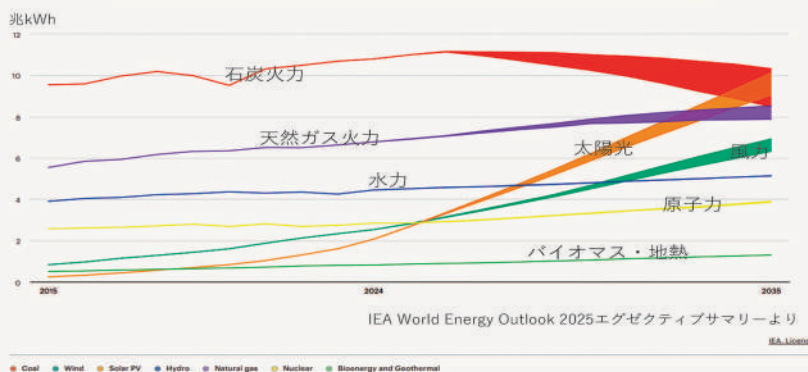
す。1兆¹キロワット時というのは、日本の1年間の全電力使用量と同程度です。毎年日本一つ分相当の電力需要が世界で新たに生まれていくという見通しになっています(図表4)。

注目すべきは、この電力需要の顕著な増加が、新興国・途上国だけでなく先進国においても起こるという点です。その根本的な要因の筆頭がAIの進展です。AIはデータセンターなどで膨大な電力を消費します。電気電子機器や電気自動車の普及、産業用電力需要の増加、建物の電化などで世界的に電力需要が増えることに加えて、データセンターとAIによる電力の爆発的増加が先進国と中国に集中すると見られています。

増加する電力需要をどのような発電方式で賄うかという点ですが、今後、石炭火力は次第に減少し、天然ガス火力や原子力が着実に増えていくと予測されています。そして何よりも大きく増加するのが太陽光や風力といった再生可能エネルギーです(図表5)。図表6はIEAの公表政策シナリオによ

図表5

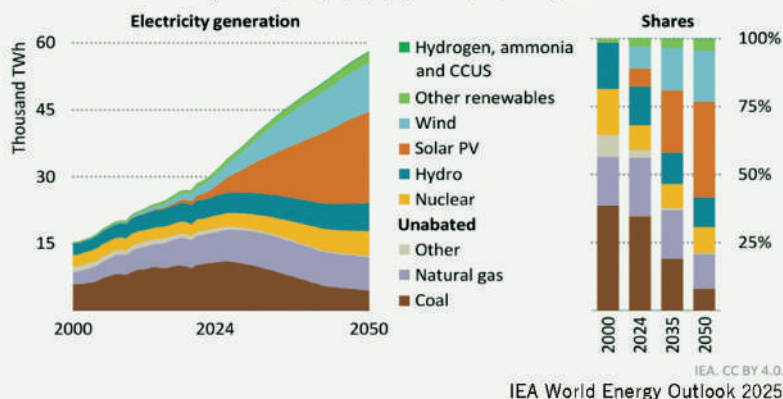
世界の電源別発電量の見通し (IEA現政策および公表政策シナリオ)



る世界の発電電力量の見通しを示しています。2050年まで太陽光発電と風力発電が膨大な量になると予測されています。しかし、私は太陽光や風力のような系統運用上問題の多い変動性再エネがこれほど導入されることはな

図表6

世界の電源別発電電力量 (IEA公表政策シナリオ)



いだろうと思っています。太陽光や風力発電は天候次第であり、需要にに応じた発電ができません。変動性再エネを系統に入れるには、出力の変動を補ってシステム全体を安定させるための調整力電源が不可欠です。変動性再エネ

を大量に導入すると、調整力電源として利用できる水力や火力、原子力に加えて、膨大な規模のバッテリーが必要となります(図表7)。そして、こうした調整力への投資が、システム全体の電力コストに跳ね返ってくるという構造的な課題を抱えています。

電力情勢に関連して、原子力の情勢について少し詳しく触れておきます。現在の世界情勢を一言で表せば、まさに原子力が戻ってきたという状況にあります。原子力はCO₂を排出しない脱炭素電源であり、安定したベースロード供給が可能で、エネルギー安全保障の観点からも優れたエネルギーです。こうした認識のもと、現在世界では原子力が積極的に増強される流れになっています。世界で7千万キロワット以上が建設中であり、これは過去30年間で最も高いレベルです。2050年までに世界の原子力設備容量は少なくとも3分の1以上増加すると予測されています。中国での原子力発電所の新規建設が多く、世界の大半が中国で行われています。

日本の状況を見ますと、2011年

の福島第一原子力発電所事故の影響で原発の稼働率が一気にゼロ近くまで落ち込み、現在に至るまで30%程度しか運転再開できていません。日本の原発の安全レベルは十分向上しており、安全に問題なく運転できる状態にあります。それが様々な理由で運転できないできました。日本の現状を残念に思っています。

4. 地球温暖化の見通し

続いて、人間のエネルギーの大量使用がもたらしている地球温暖化の見通しについてお話しします。エネルギーの大量消費が地球温暖化を引き起こしているという見解は、すでに世界的に確定的なものとして扱われています。では、今後地球温暖化はどうなっていくのでしょうか。IEAの公表政策シナリオによれば、各国が現在掲げている政策を実行したとしても、今世紀末までに気温は2・5℃上昇、現状維持の現政策シナリオでは3℃上昇すると予測しています。IEAは、20

50年までにCO₂の排出を実質ゼロにするネットゼロシナリオも提示しています。IEAはネットゼロシナリオでも、1・5℃上昇を何十年かは超えるだろう、しかし今世紀末までにエネルギー部門の速やかな大変革が展開されて、1・5℃未満にもどるだろうと言っています。図表8を見ればわかるように、現在まで増え続けてきたCO₂排出を今から2050年ゼロに向けて急激に排出を減らしていく、これは非現実的で、このシナリオは破綻していると思います。

2050年ネットゼロと簡単に言いますが、これは現実的に簡単にできることではありません。技術基盤を根本的に変革する広範囲なエネルギーのイノベーションが不可欠だからです。一例をあげると、多量のCO₂を出す製鉄業において、石炭の代わりに水素で鉄鉱石を還元する水素製鉄という技術があります。これは原理的には可能ですが、水素による還元は吸熱反応であり、高炉の高温が維持できないという根本的な難しさがあります。その他の

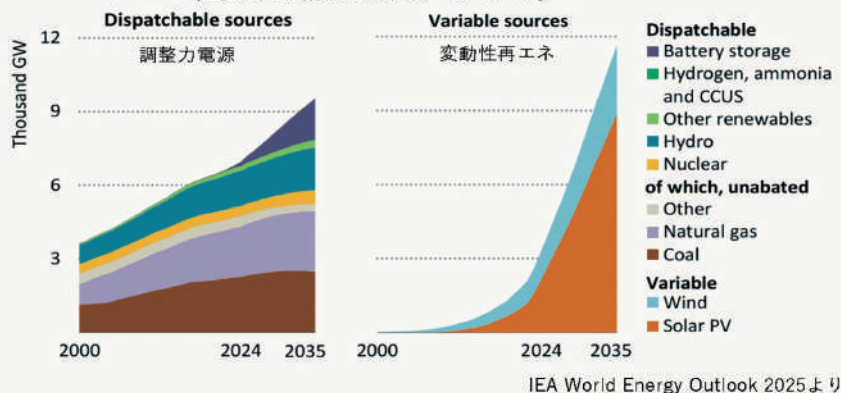
多くの脱炭素技術も、技術的に難しいものが多く、短期間でのイノベーションの達成は困難です。

結局、地球温暖化は進むということになります。地球温暖化が進むと長期的にどうなるのか。それを考えるうえで、過去の地球がどのような気候変動を繰り返してきたかを振り返ることが参考になります。地球の歴史を見ると、約10万年ごとの氷期と、その間に訪れる1〜2万年の温暖な間氷期を延々と繰り返してきました。氷期には現在よりも平均気温が5〜10℃低く、海面水位は現在より120mも低下していました。こうした氷期と間氷期の繰り返しは、CO₂の増減によるものではなく、地球の公転軌道の変動（ミランコビッチサイクル）による日射量の変化が原因であったとわかっています。

現在の地球は完新世と呼ばれる間氷期にあり、この温暖な時期はすでに1万1700年続いています。その前のイミアン間氷期は1万3000年続きました。イミアン間氷期は平均気温が現在より1〜2℃高く、海面水位

図表7

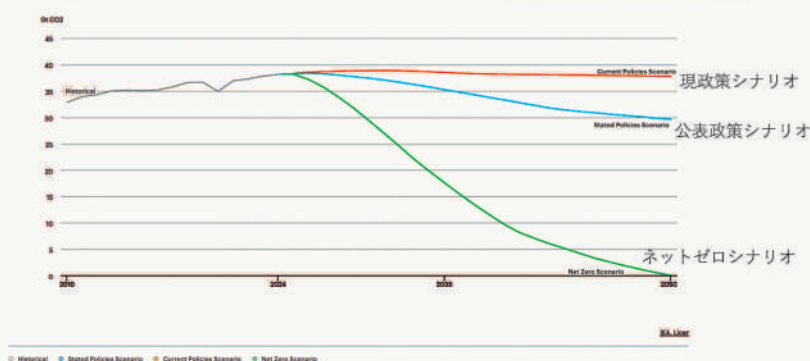
世界の電力容量の増加 (IEA公表政策シナリオ)



が6〜9℃高かったことがわかっています。現間氷期でも、現在よりも気温が高かった時期が何度もあったことがわかっています。8200〜4200年前のノースグリッピアン期とよばれる時期は気温が現在より1〜2℃高く、

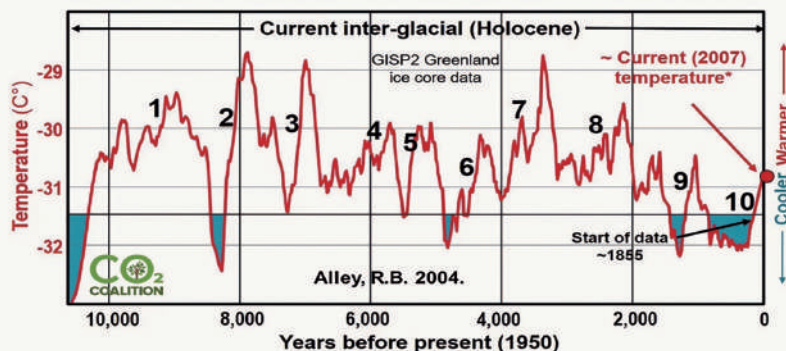
図表8

シナリオ別CO2排出量 (2010-2050)



海面水位は2〜6℃高かった。この頃日本は縄文時代で、海岸線が関東平野の奥深くまで入り込んでいました(縄文海進と言います)。現在の急速な温暖化は現間氷期の歴史で前例のないものではない(図表9)という見解は十

図表9

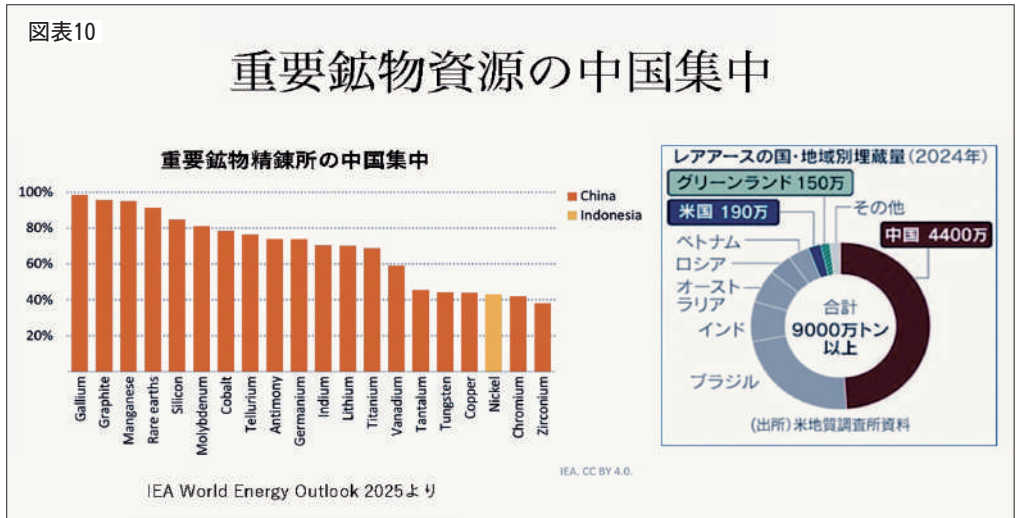


現在の温暖化傾向は現間氷期の歴史で前例のないものではない。

出典：CO2 CoalitionのHome pageより

分ありますが、現在のCO2排出増加による温暖化は、過去の自然な気候変動とは異質な温暖化であるというのが世界の主流の見解になっています。また、現間氷期は始まって約1万1700年経ちました。前のイーミアン

間氷期は1万3000年続いて最終氷期が来た歴史を見ると、現在はいっ次の氷期が来てもおかしくない時期だと



最後に、世界情勢が不安定化する中で非常に大きな問題となっている、エネルギーセキュリティについてお話しいたします。ウクライナ戦争は、史上初の真のグローバルなエネルギー危機と評される衝撃をもたらし、世界のエネルギーセキュリティ問題を顕在化させました。それまで世界のエネルギー政策は、安定供給や安全保障と温暖化対策とのバランスを取りながらも、現実には温暖化対策の方に傾斜していました。しかし、ウクライナ戦争を契機として、各国のエネルギー政策が安定供給・安全保障を重視する方向へシフトしたと言えます。

エネルギーセキュリティ問題を改め

5. エネルギーセキュリティ

この見解もあります。しかし、人為的なCO₂濃度の増加による温室効果によって、次の氷期の到来が少なくとも5年以上先送りされるだろうという研究が提出されており、これが世界的に認められているようです。

て整理しますと、まず、エネルギーの大部分を化石燃料に依存していることから来る伝統的なセキュリティ問題があります。産油国や資源国の多くは政情が不安定であり、戦争や地政学的な対立によって資源供給が脅かされる、昔からある典型的なセキュリティ問題です。次に、近年重要鉱物資源の偏在による新しいセキュリティ問題が発生しています。再生可能エネルギー利用と電気自動車に必要なバッテリーに使われるリチウム、半導体の基盤となるシリコン、高性能磁石に必要なネオジムなどのレアアースの生産と加工が、特定の国、特に中国に集中しています(図表10)。この重要鉱物資源における圧倒的な市場支配が、経済的な武器や外交的な圧力として使われており、エネルギー安全保障上のリスクが新たに生じています。

次に、電力使用の増大に伴うインフラとシステムの脆弱性リスクがセキュリティ問題となります。世界中で電力需要が急激に増加していく中で、発電所の新設や送配電網の整備がそれに追い

つかず、供給不足や価格高騰を招くリスクです。さらに、電力システムが高度にデジタル化され、サイバー攻撃のリスクが発生しています。広く通信、物流、医療などの社会・経済の機能を失うリスクとして深刻な問題となっています。

そして最後に、気候変動対策とエネルギー安定供給の矛盾から来るリスクです。まず、脱炭素という気候変動対策を性急に進め過ぎると化石燃料への投資が不足し、エネルギーの安定供給が失われるというリスク。そして何より長期的なリスクとして、脱炭素エネルギー技術の革新的イノベーションが期待通りに進むとは限らないことから発生するリスク。社会的に実装できるレベルにない脱炭素エネルギー技術を無理に導入するとエネルギー価格が高騰し、エネルギーの安定供給ができなくなり、逆に現実的なエネルギー技術にのみ依存すれば、温暖化対策が進まず、温暖化のもたらす地球環境リスクが増大します。温暖化対策を進めながらも、いかにしてエネルギーの安定供給とセキュリティを確保

していかかが、世界の最も重要な課題となっています。

(2026年3月5日・公開講演会)

筆者略歴(かんだ・すなお)

1968年東京大学工学部卒業、70年同大学院修士課程修了。1970～98年通商産業省(現・経済産業省)に勤務。大臣官房エネルギー対策推進本部事務局技術主査、資源エネルギー

ギー庁原子力発電安全管理課長、中小企業庁技術課長、埼玉大学大学院教授、ジェトロ・ウィーンセンター所長などを歴任。2001～11年京葉ガス(株)常務取締役。2011～21年高知工科大学客員教授。著作に『すばらしい昔の日本人』、『持続可能文明の創造』(2012年エネルギーフォーラム優秀賞受賞)など。

東京都 大型環境施設の見学へのお誘い

環境委員会は東京都環境公社の協力の下、同社施設の見学会を実施します。

日時：7月29日(水) 午前10時～午後3時

場所：(江東区)有明清掃工場(大規模清掃工場・説明付き見学)中央防波堤埋立処分場(実施状況・説明付き見学)

移動：無料の公社専用バスを利用

参加希望者は、環境委員会関係者または事務局にご連絡ください。歓迎します。

●公益財団法人東京都環境公社の公式xアカウント

<https://x.com/kankyokosha1962?lang=ja>

東京都環境公社は、東京のくらしと環境に関わる業務を担う政策連携団体です。「東京のくらしから、地球の明日をつくっていく」をコンセプトに、環境についてのさまざまなアクションやイベント情報、豆知識を発信していきます。



有明清掃工場(写真は公式サイトから引用)