

(第 121 回) 神奈川研究会議事メモ

開催日	2021 年 9 月 14 日 (火)	出席者 敬称略	西村二郎・山崎博・松村眞・大谷宏・ 持田憲秋・小林浩之・猪股勲・宮本公 明・飯塚弘・神田稔久
時間	15:00~17:00		
場所	T V 会議方式		
資料	1) 日本のエネルギー状況の一つの考察 (続)		
議題	<p>1. 技術課題 日本のエネルギー状況の一つの考察 (続) (神田)</p> <p>課題の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内閣は、カーボンニュートラル宣言 (2050 年 温室効果ガスの排出を「実質ゼロ」 2030 年 2013 年度比で「46%削減」) を行った。 ・以降、エネルギー白書の発表・エネルギー基本計画の改訂案・地球温暖化対策計 画案・電源別発電コスト試算等が相次いで発表されている。 ・ここでは、上記の資料の中から、具体的な計画が盛り込まれている 2030 年「46% 削減」について、検討を行った。 ・検討の結果は、「数値ありき」の計画と言わざるを得ないものであった。即ち、エ ネルギー需要については、根拠なく 20%の削減、看板の再エネに関しても、課題と なっている立地問題の解決策はなし、原子力は、現存のすべてが 70%の稼働率を維 持するなど、明らかに無理と思われるような想定がなされている。 <p>発表者からのコメント</p> <p>頂いたコメントを敢えて集約すると以下のようなになるかと思えます。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 策定中の、エネルギー基本計画や地球温暖化対策計画は、数値ありきの中で、 無理な絵姿を描いたものになっています。 2. 電力部門については、①今後の、需要の電力シフトの問題が取り込めていませ ん、②再生可能エネルギーについては、立地制約の問題や、以前として解消さ れない欧米に比べて高いコストが課題です。再エネを系統に取り込むための系 統整備や蓄電技術、安定度問題もあります。③原子力利用については、原発が 必要なこと (現存する全ての原発を 2030 年には稼働させる必要があること) と 稼働させる上での条件に付いて国民的合意形成が必要です。 3. 省エネについても、個別の対応には限界があり大きなシステムでの省エネが求 められています。 4. 電力部門以外の CO2 削減も、数値のみが示されているだけで。各部門を計画段 階から巻き込んで、実施部門が当事者意識を持って取り組むため仕組み作りが 出来ていません。CO2 削減が電力コスト等の高コスト化を不可避とさせること等 の痛みの分担議論が全くなされていないことは大きな問題です。 <p>今回の諸計画は、このままでは何らの具体的成果を示すことなく終わってしまう可 能性があります。今回は、むしろ難しい部分を正直に課題として示し、国民に課題 の認識と協力を依頼するように働きかける、例えば官学民のプロジェクトのような ものが必要なのではないかと思います。</p>		

参加者からのコメント

- ・国の脱炭素計画の全体像、とくに 2030 年の達成目標を明快に説明して頂き非常に参考になった。シニアが腕（頭？）を振るえるのは、技術検討一般ではなく、政策絡みのことではないかと思う！
- ・日本の計画は、全体を通して脱炭素計画において日本が旗振り役を務める分野が見えてこないのは淋しい。良く言われる「省エネ」は極論すれば、「枝葉末節」テーマである（省エネは重要だが本質的解決策とはなり得ない）。自民党総裁選に立候補した高市氏は「小型化した核融合炉」を挙げていた。このテーマの妥当性は別にして、総裁候補たるもの、脱炭素策に言及すべきである。
- ・原発の稼働計画は画餅である。これが達成できないとき何で補うのだろうか？
- ・水素や NH₃ が本当に経済ベースに乗るためには、CCS の実用化が不可欠である。再エネ+電気分解、または光触媒利用の人工光合成は高い。輸送は千代田方式と最近、川重が発表した液化方式があるが、コスト高の一因である。
- ・化石燃料を原料とする水素を購入して発電し、クリーン電力と称するビジネスを流行らせてはならない。
- ・CCS の「安全性」をどのように検討すべきか。日本では、深海にハイドレート化して保存することになるだろうが・・・
- ・蓄電池のコスト目標（約 2 万円/kw）は以前から、変わっていないようである。
- ・鉄鋼の水素還元、セメント焼成炉対策、技術はあるがコストが問題。
- ・炭素税が機能するか、疑問を感じている：中国が途上国を束ねて、別の経済圏を作るのではないか？
- ・エネルギー研究会で原さんから、IPCC 報告の最新版（AR6）では諸国を特性別にグループ分けし、各グループ共、地球からのエネルギー放射量の減少を 1.9W/m²（因みに CO₂ 濃度が 2 倍になったときの放射量減は 4W/m²⇒気温にして 1℃の上昇である）に保つための要件を検討している、との紹介があった。まだ、消化不良だが、SDGs は達成できないという気がしてきた。（西村）

■脱炭素社会では、化石燃料を使用した火力発電、コージェネレーション、暖房、給湯、運輸が実質的に使用できない厳しい条件です。すなわち CO₂ を排出しないエネルギーとして電気が一次エネルギーとして供給される時代が変わるということです。そして再生可能エネルギーが大量に導入される社会になることです。CO₂ を原料にしたエネルギー、製品により CO₂ 排出量をネットでマイナスにするカーボンネガティブもありますが、どうしても CO₂ を排出せざるを得ない産業の補完として考えるべきだと思います。残されているエネルギー源は、CO₂ を排出しない再生可能エネルギーと原子力発電です。

■原子力発電は S+3E（Safety+Energy Security+ Economic Efficiency+ Environment）のまず安全確保の前提「S」を満足するか日本では議論の対象になっており、神田さんが指摘されたように現在停止中の全ての原発が稼働しても政府の言う目標値になる程度であり、今後 40 年以上稼働した原発の廃炉が増え、新規の原発は望めない世論の状況です。より安全な例えば核融合発電なども技術的には実現しても商用化には大きなハードルがあると思います。太陽光発電等の再エネ電源は、発電出力が日射や風況等の天候に依存して変動し、系統電力の大部分をインバータを介した再エネ電源出力が担う状況が現出し、電力系統の周波数や需給バランスに深刻な影響を与える電力系統の安定度問題が生じます。これは系統内の同期化力（慣性力）不足に起因する本質的な課題であり、蓄電池やデマンドレスポンスの導入では回避できません。原子力発電は蒸気タービンを使いますので慣性力を持ち、再生可能エネルギーの補完になりえます。この同期化の問題は、再エネ電源のインバータに、仮想的に慣性・同期化力を持たせる仮想同

期発電機制御などが提案されており、いずれ解決できそうです。ただ、需給バランスの保持の課題は残ります。

- 太陽光発電、風力発電、水力発電、バイオマス・地熱発電などの再生可能エネルギーは従来、環境性（Environment）に優れるが、安定供給（Energy Security）、経済性（Economic Efficiency）に難がありました。導入量の増加と発電単価に下がったことで、基幹電源として位置づけられました。ただ、停電しない安定な需給運用には大きな課題があります。再生可能エネルギーの特徴は小規模であり、電源の分散化が進むと同時に莫大な数の発電施設をネットワークで繋げ、制御する必要があります。需要側には、EV、蓄電池などの新たな電力需要が加わり、分散型の調整可能な対象になります。気象情報から地域別に日射量などの計測、発電量の予測などの供給側の時間変動量と、オフィス・住宅・工場などの負荷側の時間変動量との需給を調整するエネルギーマネジメントが、需給バランスの保持に不可欠です。需要が供給以上になれば、時には個別住宅の個別の電力供給（例えば夜間のエコキュートで電力）をストップさせたり、供給が需要以上になれば、従来の揚水発電に加え、住宅で蓄電をしたり、昼間にエコキュートを稼働し夜間の給湯用に蓄熱したり、EVの充電に電力を供給するなどの対応を自動的に行う必要があります。電力の需給のため、IT技術を駆使して個別の住宅のエネルギーマネジメント、地域毎のエネルギーマネジメント、デマンドレスポンスが必要になります。住宅の電力使用パターンから電力を何に使っているかが自動的に判別し、例えば空調などは供給をストップするなど、必要不可欠な電力だけ供給するなどの対応が必要になります。当然、同じ電力量でも時間帯あるいは需給調整のために料金をやすくするなど、フレキシブルな料金体系が不可欠です。2018年5月3日午後1時には、九州地方における再エネによる発電量は、需要すべてのうち93%（太陽光だけでも81%）に相当する量を記録し、この時間帯は、九州で使われているほとんどの電気が再エネで発電されていたこととなります。このようなことが日常的に起こります。再生可能エネルギーに地域差が生じた時には、広域に電力を移送する強靱な配電網が必要になります。
- 2030年では水素・アンモニアの利用はまだ1%程度と予想されています。現在の化石燃料の割合80%を全て再生可能エネルギーに置き換えるのは難しく、2050年には水素、アンモニアを燃料とした発電が期待されます。また、電気自動車EVも家庭で充電でき、短距離走行に向くため軽自動車も含めた小型自動車用途、大型・中型で長距離走行用途にはFCVが向きます。欧州の自動車業界も同様な考えで、FCVの水素インフラが必要になります。また、水素とCO2から製造する合成メタンが望まれます。再生可能エネルギーの季節変動等を補うため、電力を化学エネルギーとして貯蔵する技術も必要です。産業部門でのエネルギー需要には熱利用が多く、ヒートポンプで昇温できない高温の熱需要は電力の代替では難しく、化石燃料相当の水素・アンモニア等の化学エネルギーが必要です。
- 原子力発電は私には必要と思いますが、少なくとも再生可能エネルギーが主電源になり、水素社会が実現するまで、原子力発電が必要と考えます。（飯塚）

- ① カーボンニュートラル宣言のご説明ありがとうございました。
- ② 内容については計画というよりも「こうなって欲しい」という期待の水準だと思います。各国も国際的な立場と、国内向けの政治的な立場から「宣言」を発信しているものであり、行動計画が伴っている訳ではないでしょう。
- ③ したがって宣言の細部を議論するより、実行可能な方策から考えたいと思います。
- ④ 私見ですが日本は原発の再稼働や規模の拡大で、2030年は無理だとしても2040年頃には30%から40%以上にするのがよいと思っています。既に46基分のサイトがあるのですから、安全性を高めた設備への更新は可能と思います。原発の拡大について実質的な可能性を追求し、合意形成を得る努力がもっと必要に思います。
- ⑤ 再生可能エネルギーの増大は可能ですが、立地特性と経済性から主力電源として期待するのは困難と思います。

2000年の初めに日中経済協会の依頼で中国・河南省の環境調査と改善計画に参加しました。現地の大きな産業はアルミ精錬で、電力は石炭火力でした。日本は石油危機を契機にアルミ精錬を止めましたが、電源だった石油火力の燃料費が高騰したからです。したがって日本のCO₂排出量は減りましたが、中国でもっと増えたはずで、温暖化は地球環境の問題ですから、地球規模でCO₂の排出を減らす目的で工場立地の影響を研究し、国際的な場で提案する価値があると思います。(松村)

エネルギー政策と環境政策はコインの裏表であるが、技術的評価でその両面を俯瞰する報告はなかなかお目にかかれなかった。今回の神田氏の報告は、その全体像をわかりやすく解説されたので非常に有意義であった。これによって、政策のどの点が危ういのがわかったのがよかったし、どういう点に技術者が注力しないといけないかがはっきりしてくると思う。

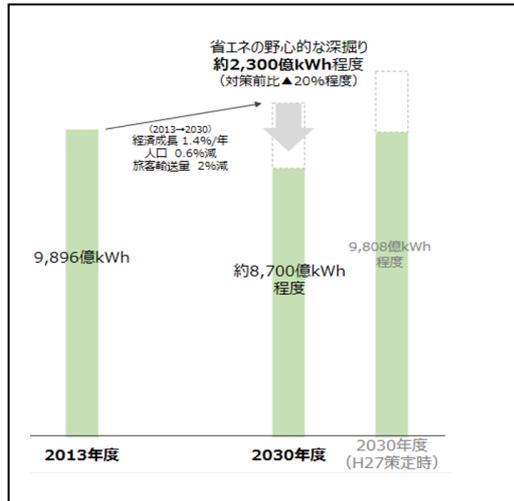
また、カーボンニュートラル宣言は政治家としては結構ではあるが、神田氏が何度も述べられたようにそれを下支えする見通しがあまりに作文的で、政府がどのようにするのか見えてこないところが問題点なのではないかと思う。

とくに、CO₂削減の主要な手段である原発稼働について極めて楽観的な稼働率を入れているとか、蓄電は再生エネルギーの比重増の切り札のはずなのに力が入っているようには見えないとかツッコミ所も一杯なところがはっきりしてきた。

いろいろ提案されている技術がどの程度インパクトをもつかが包括的に評価できると多くの人にとって有難いものになると思うので、頑張ってください。(宮本)

* 神田さんの総括コメントに賛同します。今回のエネ基本計画の作成に当たって、経産省・資源エネルギー庁はそれなりに頑張ったのかもしれませんが、結果として出来たエネ基本計画は全く不十分で、問題だらけのように見えてしまいます。そう思う理由の一端を以下に示します。

* 神田さんの発表資料にも掲載されている 2013 年及び 2030 年の電力需要図を見てください。



この図では、もし、省エネ努力をしなければ 2030 年の電力需要は $8700+2300=11000$ 億 kwh になり、2013 年から 17 年間で電力需要は 11.1% 増大すると予想しています。2013 年から 2030 年にかけて EV 化の推進とか家庭での冷暖房機の一層の普及等々の多くの事由がありますから電気エネルギーの需要量が増大するのは当然です。

しかし、私が 問題と思うのは、この資源エネ庁作成の 2030 年の電力需要量予測は、需要量の伸びを余りにも過小評価していると思います。

情報化社会の進展が電気エネルギー需要増大に如何に大きな影響を及ぼすのかを全く無視した予測値ように思えます。

* 国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センターが平成 31 年 3 月に「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える 影響」という報告書を発表しています。 [fy2018-pp-15.pdf \(jst.go.jp\)](https://www.jst.go.jp/fy2018-pp-15.pdf) この報告書によれば、IT 関係の消費電力は 2030 年、2050 年に夫々、以下の表のようになると推計されています。

IT 関連消費電力予測	2016 年	2030 年	2050 年
IP トラフィック (ZB/年)	4.7	170	20,200
消費電力 (国内 : TWh/年)	41	1,480	176,200

この予測によれば、2013 年の日本の電力需要量が 990Twh ですから、2030 年には IT 関係の電力需要量だけで 2013 年の日本全体の電力需要量の 1.5 倍の電力が必要になると言うわけです。通信規格が現在の 4G から 5G、更には 6G になり情報処理量が飛躍的に拡大する IT や DX の時代の真ただ中に我々は住んでいます。IT 関係の電力消費量が大幅に増大していくことは火を見るよりも明らかです。

国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センターの予測が正確かどうか分かりませんが、少なくとも、2030 年の年間電力需要量が 2013 年のそれより少なくなるなど絶対にあり得ないと、私は思います。(大谷)

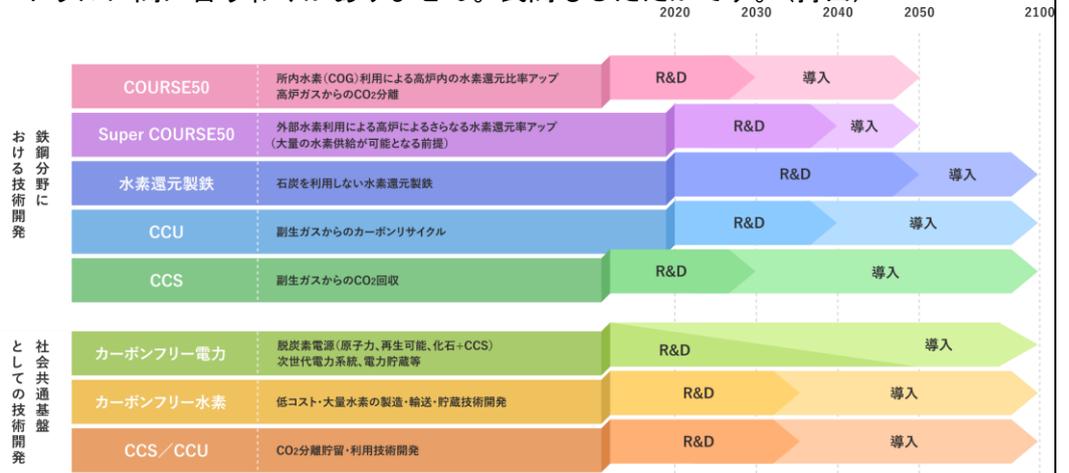
この様に整理していただくと大いに理解の助けになります。神田さんは、この分野で弓削さんの良き後継者だと思います。

ただ、相変わらずのお役人の作文には困ったものです。NEDO の開発と一緒にまずもって実現したことがほとんどないというのが、現実だと見えています。

神田さんから質問のあった“鉄鋼業界の計画”を調べたところ、分かり易い図があったのでそれを示します。

ターゲットは“ゼロ・カーボンスチールへの挑戦”となっており、日本鉄鋼連盟が発表しています。

内容は下図のようになっていますが、この図で明らかのように、テーマの中で 2030 年導入に間に合う開発はありません。
 水素還元製鉄に至っては、2050 年以降の導入ですから、当然 2050 年のカーボンニュートラルに間に合うわけがありません。民間もしたたかです。(持田)



神田さんの労作のレポートには感謝します。ただ、小生不勉強が大きいと存じますが、あまりにおきすぎた、種々含まれる問題を含めてあまりにフラットに陳述されると、理解するのも、追従していくのも力不足に感じます。主張を絞り問題点も纏めていただくと助かります。

官僚の作文という指摘がありました。言葉は魅力的でも、中身に乏しいことは違いありません。2030 年は勿論 2050 年がいつのことかという視点に欠けている。

解決すべき課題は小生の頭の中にすらくいくつかある。

- 1) 正解のない正義をもとめる課題である。
 - 2) 多分の最適化の問題である。
 - 3) トレードオフがふくまれる。関係者間にかぎらず。利益の相反、軋轢がある。
 - 4) 従来の、個人、消費者の視点の省エネに比べてエネルギー生産者、生産システムの視点からの省エネが必要な課題である。
 - 5) 当事者に利益が残らなくても取り組む課題は大きい。
 - 6) 19 日の日経によれば、ガス価格高騰—受給断絶がもう現におこっている。誰も将来の目がないところに投資はしない。エネルギー産業はリードタイムも長い。
 - 7) グローバルな協調は勿論だが、それでいて深刻な国家利益が絡む課題である。
- これだけむづかしい問題をマネジできる人材がいるのであろうか。何らかの官学民のプロジェクト組織が必要なのであろうか、その兆しは、知らない。(小林)

- ⑥ 2015年に国連のCOP21で採択された「パリ協定」の下で、日本政府は2030年には炭素排出量を2013年比で26%削減の目標を掲げ、その先の2050年には基準年は示されていないが、80%削減を閣議決定した。2020年10月の臨時国会において、さらにハードルを上げ、「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言し、これを実現するために、途中段階の2030年に温室効果ガスの排出量を46%削減する高い目標を2021年4月に政治決定した。国としての思い切った技術開発予算とインフラ投資に期待したい。
- ⑦ 2021年1月20日時点では、日本を含む世界の2/3にあたる124か国が、2050年までのカーボンニュートラル実現を表明している。中国は、2050年ではなく、2060年までのカーボンニュートラル実現を表明している。世界の124か国がどこまで真面目にカーボンニュートラル実現を考えているかは疑問である。
- ⑧ 日本についていえば、鉄鋼、金属、セメント、パルプ、化学工業などの素材産業をはじめとする産業が国際競争力を損なうことへの影響評価や、目標に高い数字が掲げられたが、目標達成のシナリオや裏付けがあるのかという点など疑問である。経産省でエネルギー行政に従事した東京大学の本部和彦客員教授は、「目標の実現可能性は非常に低い。電力業界による再エネ拡大や原発再稼働といった努力だけでは達成できない。製造業による電力需要の大幅削減、高い電力料金を受け入れることが前提となろう」と指摘する。
- ⑨ トヨタ自動車の豊田章男社長が再三にわたり指摘するように、製造業、なかでも稼ぎ頭の自動車産業は高い電力料金が打撃となる。結果、低コストの海外に生産が移り、国内生産拠点の縮小がさらに進む恐れがあると指摘している。2021年6月に経産省は、部門別の炭素排出削減目標など概略の数字を当て、2030年までに太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを大幅に取り込んでいく場合の電源別発電コストを、事業用太陽光11.2円/kWh、陸上風力14.7円/kWhと試算しているが、欧米、中国に比べてかなり割高である。このような割高の再生可能エネルギーの比率をさらに高めていった場合、予想される電力料金の上昇はどの程度になるか、などの試算は行われていない。
- ⑩ カーボンニュートラル宣言により、水素・電気エネルギー社会の到来は早まるのだろうか。太陽光発電、風力発電、などの自然条件によって変動する電力が大幅に導入される電源構成下では、日本列島の電力の系統連携が強化され、変動を吸収するバッファとなる各種蓄電器、電気自動車、余剰電力を水素に変換する水電解水素製造装置、水素貯蔵タンク、水素発電（燃料電池）、送電インフラ、水素輸送インフラ、水素ステーション、などの利用が地域分散型で考慮される。さらに、これらの系統全体の需要変動を予測し、安全かつ最適に効率良くコントロールする分散型運転管理をおこなうAI型ネットワークデジタル技術が必要になろう。
- ⑪ カーボンニュートラルをめざす上で、電力需要を満たし、全体の電力コストを下げるためにも、既存の原子力発電の安全性を確保し順次再稼働させることが必須である。さらにエネルギー資源に制約がなく安全性の高いとされる「トリウム溶融塩炉」、「核融合炉」などの新型原子炉の研究開発に重点投資し、人類のために早期に実用化を図る必要がある。
- ⑫ 「トリウム溶融塩炉」：安全で廃棄物が少ないとされる次世代原子炉である。
「核融合炉」：夢の原子炉。日本、米国、欧州、ロシア、中国、韓国、インドの国際協力で超大型な核融合実験炉ITER（イーター）の建設がフランスで進んでいる。日本国内では超伝導融合実験装置JT-60SAが量子科学技術研究開発機構・那珂核融合研究所に2020年3月に完成した。また、自然科学研究機構・核融合科学研究所（土岐市）には世界最大の超伝導核融合実験装置LHDがあり、定常高温高密度プラズマの閉じ込め研究が行われている。今後の研究開発の加速が期待される。
(山崎)

	<p>2. 幹事会報告</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パンフレット改訂版でご希望のあった松村氏の外部発信が記載される予定。 ・教育関係—公開講座オンライン35名受講（無料）、安全講習会オンデマンド+オンライン21名受講（有料）、が終了。化工入門講座オンデマンド+オンライン53名受講（有料）（9/17 終了予定）。 ・中尾代表から、月例研究会の内容を「窓」へ投稿してほしいとの要望があった。 <p>3. 今後の予定</p> <p>10月 見学会 11月 持田氏 12月 小林氏 1月 山崎氏 2月 猪股氏 3月 飯塚氏 4月 西村氏 5月 見学会 6月 宮本氏 7月 大谷氏 8月 松村氏 9月 神田氏</p>
次回日程	<p>1. 日時 令和3年10月12日（火）13時～17時 2. 場所 物流博物館ほか</p>
次々回日程	<p>1. 日時 令和3年11月9日（火）15時～17時 2. 場所 かながわ県民センター会議室 3. 技術課題 持田氏から提供</p>