2022年5月23日

早稲田大学・日本建築学会会長　田辺新一

**カーボンニュートラルにおける建築分野の役割**

1. カーボンニュートラルにおける建築分野の役割という題目で講演を致します。
2. 4月20日に衆議院経済産業委員会において参考人として出席し意見陳述をして来ました。4名の参考人が一人15分ずつ意見を述べ、6会派の先生方から90分の質疑応答を受けました。事前に質問が分かりませんので、大変緊張致しました。省エネ法に関する審議でした。5月13日に参議院本会議で可決成立致しました。経済産業省において省エネ関係の審議会の座長をしておりました。
3. このような状況でした。動画がここのURLで公表されています。
4. 文字が多くて恐縮です。省エネ法は二度のオイルショックを契機として1979年に制定されました。化石燃料を合理的に使用することを定めた法律であるため、正式名称は「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」といいます。そのため、燃料、燃料起源の熱、電気の３つをエネルギーとして、その合理的な使用を求めています。これらに該当しない水素、アンモニア、バイオマス燃料、地熱発電、太陽熱、風力発電、太陽光発電、廃棄物発電などの非化石エネルギーは対象となってません。カーボンニュートラルを実現するためには、非化石エネルギーの割合を増して行く必要があります。非化石エネルギーだからといって無駄に使用して良いわけではないのです。徹底的な省エネが重要です。省エネ、再エネ部分は次のPPTで説明致しますが、洋上風力発電の調査などがJOGMECで広域に出来るようにする、水素・アンモニアの利用促進、今後さらに必要になるレアアース・レアメタルに関しても我が国の権益が確保出来るようにする。また、安定的なエネルギー供給の確保に関しては火力発電所の休廃止に関して事後届出制から事前届け出する。変動型再エネが増えてくると火力発電は調整を担うことになりますが、採算性が難しいなる場合も考えられます。これに対する対策です。また、大型蓄電池を電気事業法上の発電事業に位置づけされます。系統への接続環境を整備することになります。
5. 省エネに関しては、再生可能エネルギーを含む全てのエネルギーの合理化に大きく改革されます。また、非化石エネルギーへの転換を促すために非化石割合を報告することになります。民間事業者のRE100などの取組が急速に進みつつありますが、産業界全体では、再生可能ネルギーへの転換はまだ道半ばです。中小企業はこの変革に迷ったり、苦悩があったりしますが、大局を伝える必要があります。また、変動型再生可能エネルギーが増加すると時間による対応が必要になります。そのために上げDR,下げDRが位置づけられています。
6. カーボンニュートラルを目指す中でロシアのウクライナ侵攻がおこりました。日本は一次エネルギー自給率が2020年に11％しかありません。ロシアからは石油4％、天然ガス9％、石炭11％を輸入しています。石炭は禁輸することを表明しています。11％ですが、石炭に関してはセメントを製造するときに実は多くを頼っています。他国から調達するとしても価格が高騰しています。コンクリート価格などへ影響が生じる可能性が高いと思われます。ドイツは、石油34％、天然ガス43％、石炭48％を依存しています。日本よりも大変な状況であることがわかります。ドイツがどのような政策をとっていくのかは注目しておく必要があると思います。
7. 少し、古いデータですがIEA（国際エネルギ－機関）から公表されている、2035年の一次エネルギー需要量の推計です。中国は日本の9倍、インドは4倍、東南アジアは2倍程度のエネルギー需要になると予測されています。右の図でこれらの非－OECDアジアが2035年までの経済成長の65％を担うと予測されています。エネルギーは日本のことだけを考えても駄目です。中国・インド・東南アジアのエネルギー需要は増大します。これらの地域が直ぐに再生可能エネルギーに転換するのは難しいため、石炭の使用は控えるかも知れませんが、石油、天然ガスを必要とします。ロシアとの関係もこのような視点から見ておく必要があります。
8. 製造業があり国土面積も似ているドイツと比較してみましょう。

国土面積　 日本：38万km2　 ドイツ：36万km2

平地面積　 日本：13万km2　 ドイツ　25万km2

人口 日本：12580万人　 ドイツ　8324万人

一人当たりCO2 日本：8.5tCO2／人　 ドイツ　8.4tCO2／人　エネルギー起源、2018

太陽光発電設備容量 日本：56GW　 ドイツ：45GW

太陽光の発電量 日本：690億kWh ドイツ：462億kWh

風力発電 日本：77億kWh ドイツ：1260億kWh

エネルギー自給率 日本：11％ ドイツ：35%

我が国の太陽光発電設備容量はドイツよりも多いのです。風力発電が決定的に異なります。風車設置にはリーディングタイムが必要です。系統の強化も必須です。ドイツも我が国と同様にエネルギー自給率を向上させるのは悲願です。コスト的にいままで普及がしていなかった省エネ技術も普及するのではないかと思います。下に書きましたが、他のG7の国のエネルギー自給率は、カナダ174.5%、米国106%、英国75%、フランス55%、イタリア25％と比較しても我が国は非常に低いのです。ロシア対応としてG7で同じ行動をするとしても我が国への影響は非常に大きいのです。

1. 第6次エネルギー基本計画を審議する有識者会議のメンバーになっていました。第6次エネルギー基本計画における電源構成を見てみましょう。電気に占める我が国の非化石エネルギーの割合は2019年に約24％です。OECD諸国の平均値は50%程度であり、日本の電気の非化石化も道半ばです。石炭火力発電を止めることは望ましいですが、そうするためには何をすべきかを考える必要があります。
2. 我が国では、G7各国よりもさらに徹底した省エネルギーと再生可能エネルギーの導入拡大が必要だということがわかります。
3. 我が国は、2020年10月26日に菅前首が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、ここに宣言いたします。という宣言をしました。これで我が国は大きく変わりました。
4. 2015年のCOP21で発出されたパリ協定です。産業革命前からの世界の平均気温上昇を2℃未満に抑える。加えて、平均気温上昇1.5℃未満を目指す。とされています。ここの産業革命という言葉に注目して頂きたいと思います。
5. 産業革命は1750年頃からはじまります。青線の大気中の二酸化炭素濃度は灰色線の人為的な排出量とともに増加します。280ppmから現在は400ppmを超えています。排出量は1950年までは年間約50億トンとゆっくりと増加してきましたが、1950年頃から急増しています。年間350億トン以上になっています。昔からの問題というよりも戦後70年の問題だと考えて頂くと良いと思います。
6. それでは、産業革命とは何だったのでしょう。1750年頃から起こった一連の産業の変革と石炭利用によるエネルギー革命、それにともなう社会構造の変革です。石炭利用によるエネルギー革命です。工場制機械工業が成立、蒸気船・鉄道による交通革命、近代住宅・建築・都市が出現します。高層建築もエレベータがなければ成立しません。札幌のような都市が出現します。一人あたりGDPの増加、世界人口の増加があります。産業革命前に戻る生活をすべきという意見もありますが、私は人類が享受した健康性や快適性、利便性を失わないでどのように対応するかを考える必要があると思っています。
7. 温暖化により災害が激甚化しています。2018年の台風21号と西日本豪雨だけでおよそ2兆5000億円、損害保険支払額は1兆3203億円になります。比較は不謹慎かもしれませんが、東日本大震災時の損害保険支払額は、約1兆3,061億円でこれを超えてしまいました。2019年の台風19号と台風15号は経済損失額で世界1位、3位。2兆7000億円超の損失がありました。すでに大きな問題となっているのです。
8. カーボンニュートラルは単なる環境対策と考えない方が良いです。企業の環境部門が費用を抑えて環境対策を行うというレベルの話ではないのです。産業・社会構造の変革が生じます。しっかりとこのことを認識しておく必要があります。
9. 我が国の温室効果ガスの排出割合を示します、エネルギー起源の二酸化炭素が85％です。非エネルギーの二酸化炭素が6％あります。この中の主要なものにセメントがあります。メタン、一酸化二窒素がありますが、加えて代替フロン等が5％あります。代替フロンは空調や冷凍に使用されているのです。建築物に大きな関係があります。この部分はキガリ改正で大きな削減が求められています。
10. さらに二酸化炭素排出量をタイルとして示しました。学生にカーボンニュートラル実現のためには何をすれば良いかと聞くと、ほとんどが自動車対策ですねと答えます。自動車業界では100年に一度の変革が起ころうとしています。電気自動車にしてその電気を再生可能エネルギーで賄うことで対策することが求められているのです。運輸部門は18.6%となりますが、その内自動車だけで16％程度です。一方、業務その他部門が17.4％、家庭部門が14.4%あります。業務部門の全てが建築ではありませんが、産業部門の工場建屋などをいれると日本全体の1/3程度の排出量となる。建設やそれに伴って必要となる材料の生産なども含めると約4割にもなります。住宅・建築分野はカーボンニュートラルには非常に重要な分野で、社会貢献できる分野であることを認識する必要があります。
11. 我が国は2030年までに2013年度比で46％の温室効果ガスを削減することを国際的に約束しました。建築に係わる業務その他は51％、家庭部門は66％の削減が求められています。かなり頑張らないと達成が出来ない目標です。
12. それでは、どのようにしてカーボンニュートラルを実現するのでしょうか。二酸化炭素排出量を減らすには、エネルギー消費を減らすことと、そのエネルギーあたりの二酸化炭素排出原単位を小さくすることです。図に示すように国内では電気だけではなく、石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料が直接燃焼使用されています。青い部分が電気、赤い部分が電力でない部分です。省エネすると青と赤の長方形の底辺を小さくできます。ただし、ここには工場を国外に移転させるなどの需要の削減も含まれます。そして、青い部分の底辺を赤い方に延ばす、これが、自動車、建築物などの電化の促進です。赤い底辺も省エネする。そして、長方形の高さ部分を低くする。電気の場合には再生可能エネルギーを利用することになります。赤い部分は熱利用のため水素、アンモニア、バイオマス燃料などが考えられます。それでも長方形部分の面積をゼロにするのは難しいため、CCUS、DACCSなどのネガチィブエミッション技術が必要とされています。これで相殺しようというのが基本的な考え方です。需要の削減に関しては注意が必要です。我が国がどのような産業で食べていくのかが問われているからです。産業構造の変革をもう少し我が国では議論することが大切です。今までのままで良いということを続けているだけでは解決ができません。
13. やはり、徹底的な省エネルギー－と再生可能エネルギーの利用が必要になるのです。
14. 第6次エネルギー基本計画で省エネの深掘りが行われました。原油換算で6240万kLです。どの程度か分かりにくいですね。2013年度から2030年度のこの省エネ量は、現在我が国の家庭で使用されているエネルギーを全て0にしても不足するのです。家庭のエネルギー消費の1.3倍に相当します。赤い部分が後ほど述べるあり方検討会で議論された部分ですが、それ以外でも住宅では既存住宅の高効率給湯器、高効率照明、HEMSA等、トップランナー機器も重要です。
15. 建築学会では3月18日に大きなシンポジウムを開催しました。学会HPから詳細は今後公開する予定です。
16. カーボンニュートラルに対して、住宅分野が無策であるという厳しい意見があり、国交省、経産省、環境省が事務局となって、この検討会が始まりました。私が座長を務めさせて頂きました。多少の混乱があっても一気に進めるべきであるという強い意見もありました。8月23日にとりまとめが公表されましたが、戸建住宅を含む全ての建築物の省エネ適合義務化・基準引き上げ、2030年までに戸建住宅の6割に太陽光発電設置目指す、住宅・建築物の木造化・木質化の取組を進めることとロードマップが示されています。非常に大変なとりまとめでしたが、前に進むと思います。このとりまとめでも生ぬるいと一部の方々が意見を述べていますが、住宅の取得価格も上がる可能性があるため、国民には丁寧に説明しておく必要があります。
17. あり方検討会、国交省の審議会を経て、「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律案」が2022年4月22日に閣議決定されました。省エネ性能の底上げ・より高い省エネ性能への誘導、ストックの省エネ改修や再エネ設備の導入促進、木材利用の促進などが法案になっています。2025年から戸建住宅の省エネ基準適合義務化が行われます。それより前の2024年には2000m2以上の大規模非住宅建築物はBEI=0.8に基準が引き上げられます。5月20日に衆議院で議論が行われていますが、採決は5月23日現在行われていない状況です。
18. そこまで、建物の省エネ化にお金をかけずに、再エネを調達すれば大丈夫ではないかという意見もあるかも知れません。先ほど述べたように我が国の面積あたりの各国太陽光設備容量は主要国の中で最大、平地面積当たりでみるとドイツの2倍あります。土石流が発生するような山を削っての設置は問題があります。そのため、建築物の屋根への設置を100％にすべきだという大臣発言も登場する訳です。次世代型の太陽電池の開発などで価格を下げることや設置場所の制約が少なくなることが期待されます。
19. ZEHの定量的定義を2015年に公表しました。省エネ適合に使用されるプログラムを利用して誰でも計算できるようにしました。まずは、断熱をして頂く、そして基準値よりも20％省エネする、そして太陽光パネルを設置することでネットゼロを実現するものです。
20. 政府の補助金などもあり、ZEHは増加ししてきました。2020年度にはハウスメーカーは56.3％が新築時にZEHになっています。一般工務店が9％ですが、日本全体では24％となり、注文戸建住宅261,140戸のうち62,587戸がZEHになっています。新築ではZEHが普通になって欲しいと思っています。寒冷地では暖房の割合が高いこと、雪による太陽光発電設置が難しい場合もあり難易度が高いといわれていますが、札幌でもZEHを建設する工務店も増えてきました。マンションにはZEH-Mというカテゴリーもあります。
21. これは、皆様よくご存じのZEB（ネット・ゼロ・エネルギービル）の定義です。学会でガイドラインを作成し、それを元にして経済産業省の委員会で提案しました。B to Bの場合が多いためか、まだ新築の件数に占める割合は0.5%以下であり、加速させる必要があります。国土交通省では、官庁施設の計画・設計に適用する「官庁施設の環境保全性基準」を改定し、新築する場合は原則ZEB Oriented相当以上とすることを規定しました。2022年４月１日から適用されています。公共建築も変わって欲しいと願っています。
22. これまでは、住宅や建築物が電気・ガスを必要とすれば、電気の場合には発電所がそれに合わせて供給してくれました。エネルギー供給事業者も独占的に仕事を行っていました。今後は再生可能エネルギーがさらに導入されます。太陽光発電、風力発電は時間や季節などによって変動します。これを「あやつる」必要があります。火力発電所の調整、スマートグリッドや蓄電池などを利用して安定して供給する必要があるのです。一方で、住宅、建物側でも蓄電、蓄熱、電気自動車、エネマネなどで柔軟性を持ってエネルギーを使用することが必要になります。欧米ではディマンドサイド・フレキシビリティーと呼ばれています。再エネが豊富な北海道などと消費地を結ぶ系統の整備も大切です。
23. 米国では、電力網と相互応答する省エネビルが注目されています。GEBといいますが、利用者数や利用者位置、買電価格、天気予報、オンサイト発電状況等のデータを収集・分析し、建物内のエネルギー需要に合わせ、効率的なエネルギーマネジメントを実現する建物です。DXが必要になりますが、我が国の建築物のデジタルデータの取得・利用・プラットフォームについては、我が国は圧倒的に遅れ状態です。しっかり、対応していく必要があります。
24. これまでは、住宅・建築物の運用中のエネルギー消費や二酸化炭素排出に関して述べてきました。しかしながら、カーボンニュートラルを実現するにはサプライチェーン全体を考える必要があるのです。サプライチェーン排出量とは事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指します。つまり、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のことです。Scope1は事業所で燃料の燃焼により発生するCO2、Scope2は系統電気の利用による排出です。Scope3は上流と下流に分けられます。1，2，3を合計したものがゼロになる必要があります。
25. 建築にかかわるEmbodied Carbonに関して考えてみましょう。赤い四角部分です。例えば、鉄鉱石が採掘され、輸送され、製鉄所で精錬されます。鉄を作る時には多くの二酸化炭素が発生します。セメント、アルミなどもそうです。これをEmbodied Carbonといいます。
26. このEmbodied Carbonを建物の床面積当たりで評価して削減していこうという動きがあります。WBCSDでは住宅・オフィスでは500CO2kg/m2　をベースラインにしようと提案しています。しかしながら、我が国の鉄筋コンクリートのマンションでは1000CO2kg/m2　もあるのです。地震国である我が国では構造体が太くなります。レジリエンス対策に構造的な強さは必要ですが、CO2を減らす必要もあります。材料そのもののCO2を減らすことに加えて、設計上の工夫でEmbodied Carbonは減らすことができます。良い設計を行うことが必要となります。大手不動産会社では建設時にEmbodied Carbonの計算を求めだしています。
27. その動向を加速するのが、TCFDです。TCFDとは、気候関連財務情報開示タスクフォースのことです。例えば、日本では2022年から東証プライム市場の上場企業に対して気候変動情報の開示が求められています。世界的な潮流です。
28. M不動産のTCFDへの対応として開示されている事例を紹介します。不動産会社はScope 1, 2に対してScope 3が大きいのが特徴です。特に3-1は建設時のCO2です。Embodied Carbonに注目が集まるのがわかります。3-11が建物の運用時のCO2です。建物は長く使われるのでやはり大きくなります。建築物に関する3-11の計算法に関してはさらなる検討が必要であるといわれています。
29. 東京都の2030年カーボンハーフ実現を目指して条例改正が検討されています。条例改正の検討会の座長をしています。東京では、業務部門が43.3％、家庭部門が29.3％あります。産業部門の建屋などを含めると建物関連が約7割もあります。都市においては住宅・建築物の対策がさらに重要であることが分かります。東京都では戸建住宅を含む小規模建築物への規制的措置を検討しています。
30. 現在、東京都では条例改正が検討されています。住宅部門にも規制的な措置が行われる予定です。
31. 欧州では既存建築物の省エネ段階を評価するラベルがつくられています。米国でも同じようなシステムがあります。残念ながら日本ではこのようなシステムは未発達です。英国では、すでに下位ランクのFとGは賃貸が出来なくなっています。2030年から環境規制強化により、EPCがBランク以上のみのビル以外は賃貸できなくなる方針を出しています。しかし、現在のオフィスストックのうち、EPCがB以上は20%程度しかないのです。8年後には賃貸できなくなるので改修工事が進むと思います。我が国でも既存ストックの改修をどのように進めるかが過大になっています。
32. 米国建築家協会は、2021年 Gold Medalをエドワード・マツリア氏が受けています。私が学生の頃に出版された本です。このような先生が表彰されることは大変素晴らしいと思います。
33. Architecture2030では、米国の建築物を2040までにゼロ・エミッションにしようと提案しています。米国の建築物は2005年からすでに2020年に30％削減されています。2030年に72％削減、2050年にゼロです。日本の目標よりも高いことが分かります。日本の建築関係者も頑張る必要があります。
34. カリフォルニアではゼロ・コードという基準を出しています。カリフォルニア州の省エネ基準に加えてこのコードを合わせると実現が出来るというものです。建築家が社会貢献出来るということ、使命感を持って仕事に当たることだと考えています。
35. 新建築5月号に　日建設計の堀川氏と対談しています。6ページの記事ですが、もしもう少し詳しく知りたい方はお読み頂けると良いと思います。
36. 最後のPPTです。これからの社会をどのようにしていくのか。SDGsの実現が鍵になります。今後、エネルギー・資源価格がさらに高騰する可能性があります。社会的な弱者が困らないようにすることも必要です。カーボンニュートラルを実現して皆が幸せになる必要があると思います。ご静聴有り難うございました。