

カーボンニュートラルに向けた これからの住宅・建築の役割

下田 吉之（大阪大学 大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻 教授）

※本稿は令和 3 年度第 1 回交流セミナー（2021 年 11 月 8 日開催）の講演内容を元に構成されています。

1. 脱炭素社会の定義・電力システムの課題

脱炭素社会がどのようなものなのかを説明する考え方として茅恒等式というものがあります。これは、長らく世界中で、IPCC 等で使われてきた考え方で、CO2 排出量というものは、いくつかの分数＝項に分解できるものとし、人口増や一人当たりの経済活動の活発化、経済活動あたりのエネルギー消費量増によって CO2 排出量が増え、エネルギー消費あたりの CO2 発生量によって CO2 排出量が変わることを示しています。

脱炭素社会(カーボンニュートラル)とは？

茅恒等式：CO2排出削減を検討する基礎として、IPCCなどで広く使用されてきた。

CO2発生量

エネルギー消費

総生産

人口

×

×

×

×

CO2排出量

カーボンフリーエネルギー 省エネ 経済活動

脱炭素社会は100%のカーボンフリーエネルギーのみによってもたらせる？
安価な再生可能エネルギーが普及すれば、省エネより右は不要？
しかし、そのような大量生産・大量消費社会は持続可能か？

これまでの低炭素を目指す社会では、左側の 2 つの項（CO2 発生量／エネルギー消費、エネルギー消費／総生産）、つまり経済活動あたりのエネルギー消費量を技術的な省エネルギーや CO2 を排出しないような経済構造構造への転換などによって如何に下げていくかということと、例えば再生可能エネルギーや原子力発電等 CO2 の出ない電源を使っていくことによってエネルギー消費あたりの CO2 発生量を減らしていくことで、例えば省エネで 30%減らし、エネルギー消費あたりの CO2 排出量を 30%減らすと、7 割× 7 割で約半分になる。

こういったことを論じるために使われてきた式です。

ところが 2050 年までにカーボンフリー、脱炭素という方向性が打ち出され、この全体をゼロにすることになった途端、『CO2 発生量／エネルギー消費』だけが注目され、この部分をゼロにしなければ脱炭素にはならないということで、再生可能エネルギー等 100%カーボンフリーのエネルギーだけが着目されてしまうきらいがあります。

安価な再生可能エネルギーが普及すれば、省エネやそれより右側の項の部分は何も考えなくていい、ということになりがちですが、これまでの歴史が示してきたことは、大量生産・大量消費社会は持続

可能ではない、ということです。やはり省エネの部分もしっかりとみていかなければならない、と考えています。

そこで私は、先ほどの式を、このようにカーボンフリーエネルギーとエネルギー需要が釣り合った社会をつくるべきだ、というふうに解釈し直しました。

この式には 2 つの意味があると思っています。

この式が、一年間合計のエネルギーに対して成立する場合、それは脱炭素の条件が達成されたということになります。

脱炭素社会とは

茅恒等式

CO2発生量
エネルギー消費
総生産
人口

×

×

×

×

CO2排出量

RE100なら脱炭素？

カーボンフリーエネルギー ≥ エネルギー需要
サービス
サービス
充足度
人口

■上の式は脱炭素社会への2つの観点からの制約を示す。

■年間ベースで 脱炭素条件の達成

■瞬時ベースで 電力における需給バランス

■脱炭素社会では住宅・建築の需要端で使うエネルギーはほとんど電力になる。（例外：水素、バイオマス）

Shimoda et al., Energy demand science for a decarbonized society in the context of the residential sector, Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2020), 132, 110051

それから、電力システムの中に太陽光発電や風力発電のような変動性の再生可能エネルギーが増えてきた場合には、その瞬時瞬時でエネルギー供給とエネルギー需要が釣り合っているという必要があります。そのためには、エネルギー需要の方も時々刻々、必要なサービスを満たしながら変化させていく必要があります。

電力システムに変動再生可能エネルギーが増えることの課題

■これまでの数多くの需要家を束ねた電力需要に対して、(旧)一般電力事業者が地域独占・総括原価の下で安定した需給制御をおこなってきた。需要家がどのような変化を示そうとも、電力供給側がそれに合わせてきた。

■分散型電源の増加、特に太陽光発電や風力発電等変動性の電源増加による供給側の不安定化

■電力自由化による経営効率化のための余剰電源の減少

■系統全体における周波数維持の問題(後述)

■配電系統における電圧コントロールの問題(後述)

■脱炭素化のため、電化はある程度進む(後述)。需給安定のため、電池だけで無く電力需要側の協力が必要に。

電力については、これまでは需要家を束ねた電力需要に対して（旧）一般電力事業者が安定した需給制御を行ってきたので、需要家としての住宅や建築では何も考慮しなくても必要な需要を電力供給側が保証されていました。ところが分散型電源、とくに太陽光発電や風力発電が増えてくることによって供給側が不安定化してきます。また電力が自由化されたため、一年にわずかししか使わない火力発電が経営上無駄になり、余剰電源が減って調整力がなくなってきたという問題があります。

それによって、周波数の問題と配電系統における電圧コントロールの問題が出てきています。

周波数維持の問題というのは、電力システムは常に需要と供給のバランスがとれている必要があります。同時同量といいます。

周波数維持の問題

電力システムは、常に需要と供給がバランスしている必要がある（同時同量）。バランスが崩れると周波数が増減し、閾値を超えると停電する。このため、主として火力と水力が、中央給電指令所の指令により発電量を増減させたり、特定の発電所が周波数を自己感知して出力を増減させたりして需給を保つ。

需給バランス確保に基づく周波数調整

軽負荷時(需要・少、再生可能電源出力・大)時間帯における課題

需要および再生可能電源出力の短周期(数分～20分程度)変動に関する課題

環境省資料

平常状態では、電源（原子力、再エネ、火力）がバランスしている状態になるように需要が増減すれば、供給側は主に火力を増減させることによって調整が図られてきました。ところが再エネがふえてくると、例えば晴れた日の昼間で、かつ休日で需要が少ない場合には、供給側が過剰になってしまい、火力発電を下げようにもこれ以上は下げられない、という状況が起こってきます。原子力発電は調整できない電源なので、こうした状況に至ってしまうと調整できず、多くの場合再エネの余剰電力を捨てるということをしなければならないわけです。

需要側も時間的に変動し、再エネも変動します。この変動が大きくなると火力で調整することが難しくなってきます。供給側だけで変動を調整することができず、需要側に協力してもらわないといけないうことが起こってきます。

さらに配電線の問題があります。配電用変電所が、各住宅に送る電圧を 95 ～ 107V におさまるように調整しています。以前は送り出しを調整すれば、あとは使うだけなので電圧がどんどん下がるだけで調整しやすかったわけですが、最近は太陽光発電が増え、余った電力を系統に売電されるため、その地点の電圧が高くないと電気が送り出せなくなります。勝手に末端の電圧が変動して 107V を維持できなくなると、ある部分の太陽光発電は、発電しているのに出力抑制しなければならなくなるなど、いろいろな問題が配電線の中で起きてくることになります。

RE100 という言葉をよくお聞きになったことがあると思います。

RE100 は、事業で使用する電力の再生可能エネルギー 100%を約束するもので、2030 年が目標です。世界で 260 社以上、日本では 43 社（令和 3 年 1 月時点）が参加しています。

EP100 は、事業のエネルギー効率を倍増させるということで、同じ事業活動規模だと省エネを 50% 行うということになります。世界では 100 社以上、日本は 3 社が参加しています。

RE100, EP100, EV100とは

■RE100, EP100, EV100とは国際企業イニシアティブ。非営利団体The Climate Group等が運営。日本では日本気候リーダーズパートナーシップ(JCLP)が窓口を務める。

■影響力の大きい企業がシグナルを市場に届けることが目的。3点は脱炭素経営の3本柱

■RE100 事業で使用する電力の再生可能エネルギー100%にコミットする。CDPと共同で運営。世界で260社以上、日本は43社が参加

■EP100 事業のエネルギー効率を倍増（50%省エネ）させる。Alliance to Save Energyと共同で運営。世界で100社以上、日本は3社が参加

■EV100 輸送部門の電化。The Climate Groupが運営。世界で100社以上、日本は5社が参加

参加企業は2021年1月末現在。The climate groupおよびJCLPのホームページ及びJCLP資料を参考に作成。

EV100 は、企業の活動部門の中の輸送部分の電化を行うというもので、世界で 100 社以上、日本では 5 社が参加しています。

このように RE100 に注目が集まっており、省エネや電化には注目が集まっていないということがこれまでの現状です。現在では、EV にかなり注目が集まってきましたが、省エネについてはなかなか注目されないのではないかと思います。

今日お話しすることの主題は、この 3 つのイニシアティブで、再生可能エネルギーを増やすということ、省エネルギーを進展させるということ、モビリティを電化するという、の 3 つが脱炭素社会を達成するための 3 本柱でもあります。

この 3 つの内容について、住宅・建築に与える影響とその対処の方法について、これからお話ししたいと思います。

本講演の主題

■RE100, EP100, EV100は企業イニシアティブであるが、

■再生可能エネルギーの拡大

■省エネルギーの進展

■モビリティの電化

■の3点は、脱炭素社会を達成するための3本柱でもある。以下、この3つの動向が住宅・建築に与える影響と、その対処の方法を議論する。

2. 再生可能エネルギーの大規模普及が住宅・建築に与える影響

再生可能エネルギーと住宅・建築というと、太陽光発電が頭に浮かぶと思います。

価格的にもかなり手頃になってきました。とくに住宅に着目すると、住宅用の電力小売価格との競争になるので、太陽光発電を入れると補助がなくても何年か後には収益がプラスになるというところまでになってきています。

ただ、バイオマスの熱利用（ペレットストーブのようなもの）、最近では見かけなくなってきた太陽熱利用などがもう少し大事になってくるだろう。というのは、電力以外で熱を再生可能エネルギーで利用するということは、電化が進行してきたときに、特に冬の電力ピークを押し下げる効果がある。これから冬の電力需給が厳しくなってくるときに、電力に抛らない暖房は大事だと考えています。

再生可能エネルギーの普及と住宅・建築

■住宅・建築で使用することのできる再生可能エネルギー

- 太陽光発電
- バイオマス熱利用(ペレットストーブ)
- 太陽熱利用(アクティブ・パッシブ)
- 電力以外の熱利用は電化の進行に伴う電力ピーク上昇を押し下げ、後述の電力システムへの影響を緩和する効果がある。

■太陽光発電のメリット・デメリット

- 住宅・建築に統合された太陽光発電(Building-Integrated PV)は、エネルギー的には送配電ロスが無く利用できること、経済的には住宅・建築の電力小売価格(10円〜25円/kWh?)との競争となり、メガソーラーが発電所としての製造原価での比較となるのに比べて優位。
- 住宅で昼間に余剰となる電力の融通が課題(HP給湯器やEVでの利用)→テレワークが浸透すると状況は改善?

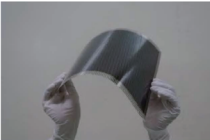
ペロブスカイト太陽電池

■ペロブスカイトと呼ばれる結晶構造の材料を用いた新しいタイプの太陽電池(日本発)グリーン成長戦略14項目の一つ。

■シリコン系太陽電池や化合物系太陽電池にも匹敵する高い変換効率を達成している。

■ペロブスカイト膜は、塗布(スピコート)技術で低温で容易に作製できるため、既存の太陽電池よりも低価格になる。

■さらに、フレキシブルで軽量の太陽電池が実現でき、曲面などシリコン系太陽電池では困難なところにも設置することが可能になる。



出典：NEDO、資源エネルギー庁基本政策分科会

最近注目されているのは、ペロブスカイト太陽電池です。これは日本で発明された電池で、変換効率が高くかつ低温で容易に作成でき、軽量でフレキシブルなので、曲面などシリコン系太陽電池では困難なところにも設置することが可能だといわれています。ただ日本の住宅の街並みを見ると、この風景のどこに太陽電池を置けるのかというと、高い建物と低い建物が混在して影がたくさんできそうだ、とか、そもそも十分な屋根の面積がないといった様々な問題があります。都心部でみると、これは大阪の中心部を撮影した写真ですが、ほとんど屋根がありません。太陽電池を置くところがないので、私は、本来は脱炭素社会を迎えるためには、こういう街並み自体を考えていく必要があると考えています。



3. 住宅における大規模な省エネルギー

次に省エネルギーの話をししたいと思います。

ゼロエミッションを語るときに、ともすれば省エネルギーはどうでもよく、太陽光発電や原子力をどれくらいの比率で入れるのかという議論になりがちで、この1年ぐらいカーボンニュートラルを巡って行われてきた議論も、ほとんど電源構成の話でした。しかし実際には、再生可能エネルギーの割合を上げていくためにも需要側の省エネルギーが大事だと考えています。

今の日本の再生可能エネルギーの普及率は20%弱です。ただ、エネルギー効率が倍、すなわち日本全体のエネルギー消費を半分にすることができれば、それだけで再生可能エネルギーを変えなくても40%になります。そのうえで、再生可能エネルギーを倍にすることができれば80%になり、2050年に目指すところに着地するのではないかと考えています。

既に太陽光発電については、国土面積当たりの太陽光発電の普及率では日本が世界一になっているので、それだけ太陽光発電を設置する場所がなくなってきているわけです。ですから、やはり需要を下げ、それに合わせていくということが大事です。

省エネルギーと住宅・建築

■ゼロエミッションを語るとき、エネルギー供給の脱炭素化が注目を浴び、ともすれば省エネルギー、エネルギー需要の削減が重要視されないきらいがある。

■RE100のためには需要側の省エネルギーも重要。

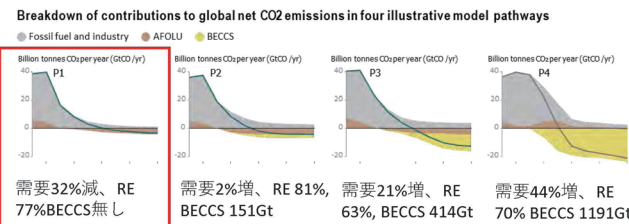
- 現在のRE20%弱
- エネルギー効率が倍(エネルギー消費が半分)になれば40%になる。
- その上で再生可能エネルギーなどを倍にするとRE80%。ゼロエミッションが見えてくる。

もう一つの話しとして、IPCC1.5℃報告書というものが2018年に出されています。その前の2014年ごろに出された5次報告書までは、1.5℃シナリオは実現不可能だとされてきていました。それがパリ協定で“できれば1.5℃を目指したい”ということでIPCCが1.5℃のシナリオを出しました。4つのシナリオのうち3つのシナリオには、BECCSといわれるバイオエネルギーを使ったCCSが示されています。広大な土地にエネルギーとして使う作物を栽培し、その時点で大気からCO2が固定

省エネルギーと住宅・建築

■IPCC 1.5℃報告書における1.5℃を達成する4つのシナリオ

■IPCCは5次報告書まで1.5℃シナリオは実現不可能としてきた。



LEDシナリオ (Low Energy Demand)

残りのシナリオではネガティブエミッション技術が必要!

出典：IPCC 1.5℃特別報告書政策決定者向け要約

され、それを燃やしてエネルギーとして使う。そのときに出てきたCO2をCCSで地中に埋めてしまうことができれば、大気中からCO2を吸い込んでエネルギーを取り出した上に、そのCO2は全部地中に埋めるということが可能になるわけです。

これは現状の技術レベルから考えると非常に難しい技術であり、これからのイノベーションが必要であり、またそれだけの大量の作物の栽培による食料生産の可能性や大量のCO2を地中に埋めるための合意など、様々な課題があります。

残りの一つのシナリオは、BECCSを必要とせず、省エネだけで1.5℃を達成するシナリオです。

そのシナリオには、Quality of Lifeの充実、都市化、革新的なエネルギーサービス、最終需要家の役割の変容、情報革新の5つのドライバーで省エネルギーが達成されるということが示されています。とくにエネルギーサービス、エネルギーを使って何をしようとしているのかということにしっかりと着目して、できるだけ低炭素かつ簡易な技術でエネルギーサービスを達成することを目指しています。その省エネルギーがデジタル化やシェアリングエコノミー、電化によってもたらされるということが示されています。

省エネルギーと住宅・建築

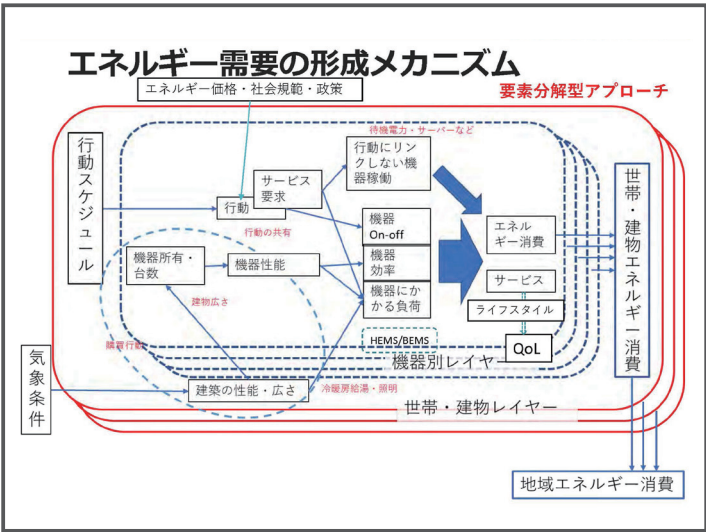
■IIASAのLEDシナリオ(Grubler et al. 2018)

■長期的な変化がQuality of Lifeの充実、都市化、革新的エネルギーサービス、最終需要家の役割の変容、情報革新の5つのドライバーからもたらされる。

■最終需要とエネルギーサービス(エネルギーを使って何を求めているのか?)に着目

■徹底的な省エネルギーが情報化(デジタル化、テレワークなど)、シェアリングエコノミー、電化によりもたらされる。

我々の研究の内容を紹介します。まず、エネルギー需要というものがどのようなメカニズムでできているかということを詳細に見ていきます。家庭のエネルギー需要がどのように求められるかという、様々な機器がOn-Offにあるかどうか、その時の効率、電力消費がどれくらいか、冷暖房についてはどれくらいの負荷がかかっているか、これらの要因が問題になります。機器のOn-Offは、人間の行動スケジュールとその行動のときにど



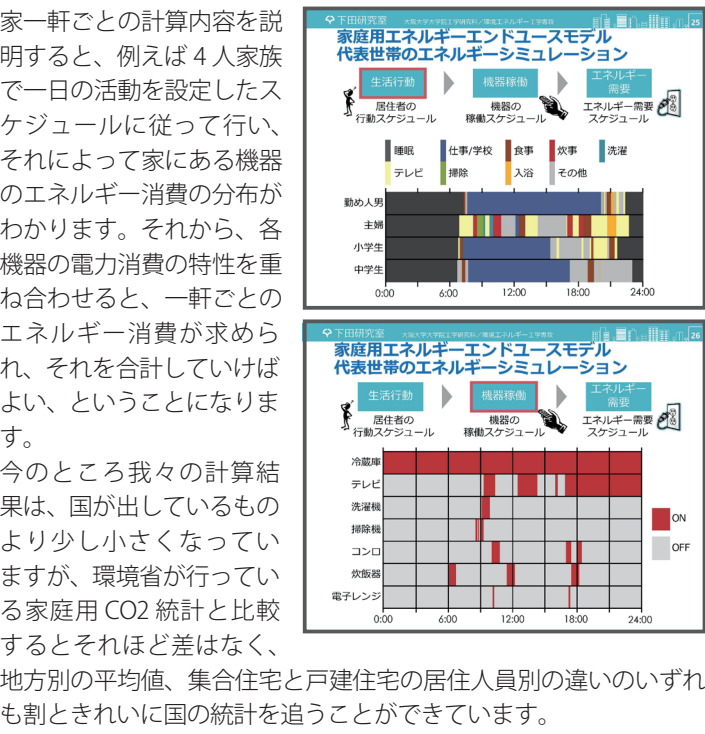
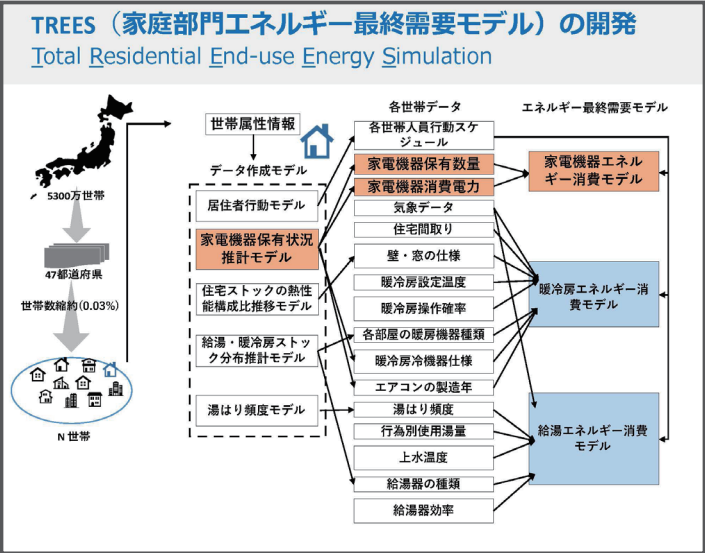
んなサービスを要求するかによって決まります。機器の効率は、どんな機器を何台持っているか、その性能がどうかということについて問うことで決まります。冷暖房負荷は、気象条件と建物の性能や広さに関係してきます。

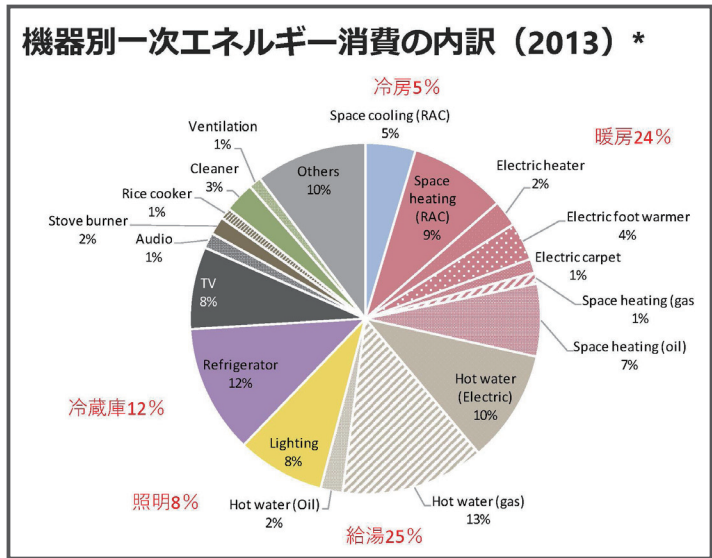
これらによってエネルギー消費が決まり、家の中にあるすべての機器を足し合わせると建物のエネルギー消費になり、それを地域の建物全部について足し合わせると地域のエネルギー消費になる、というメカニズムです。

この一つひとつを丁寧にモデル化してシミュレーションしようということを研究しています。

家庭用のエネルギーエンドユースモデルとして「TREES」というモデルを使っています。

このモデルでは、日本にある5,300万世帯を都道府県別に分けた後に、その0.03%を抽出し、その一軒一軒について世帯の属性(何人住んでいる、どんな家に住んでいるか)を決めます。そして、先ほど説明したメカニズムでシミュレーションすることによってエネルギー消費を求め、それを合計すると国全体のエネルギー消費がわかります。





1200 件ほどのスマートメーターの計測データと比較すると、中間期ではかなりいい感じで電力消費が追えていますし、夏季の気温の上昇による冷房の電力需要の上昇も、良く追えているので、そこそこの精度があると考えています。

このデータを使って、例えば日本全体でどの機器がどれだけエネルギーを使っているかを見るとグラフのような割合になっていて、冷房 5%、暖房 24%、給湯 25%、照明 8%、冷蔵庫 12%ということで、冷蔵庫が結構多いと思っています。

この冷蔵庫の中には、一家に 2 台持っている人の 2 台目の冷蔵庫が 2%ぐらいあるので、そういう機器の削減ということもこれから一つのテーマになってくるのではないかと考えています。

2050 年に住宅部門でゼロエミッションを達成するために、鍵となるのは暖房と給湯であると考えています。暖房はこれまで言われてきたとおり建物を高断熱とすることである程度進展し、断熱対策の徹底は既存技術で効果があるのに対し、給湯は効率を向上させる必要があり、ここはもう少しいろいろな工夫が必要ではないかと考えています。

ゼロエミッションシナリオの計算結果を使って、先ほどの LED シナリオに書かれている一軒あたりのエネルギー消費量と比べると、整合性のある結果が出ています。ですから世界で求められている 1.5℃ 達成のためには、この程度の省エネをすることが必須だと思っています。

業務部門についても我々の研究室で別のモデルを使って評価していますが、50%程度の省エネは 2050 年までには可能だと考えています。

省エネルギーの普及と住宅

- 2050年ゼロエミッションのために、鍵は暖房と給湯。暖房はこれまでの対策である程度進展するが、断熱対策の徹底は既存技術で最も高い効果がある。給湯は効率向上が大きな効果。
- ゼロエミッションシナリオでは床面積当たり熱負荷、家電機器の電力消費量が前述のLEDシナリオの値とほぼ同じになる。1.5℃達成のためにはこの程度の省エネは必須。
- ゼロエミッション達成後はエネルギー消費用途で支配的なものがなくなる。機能統合のようなこれまでと異なる省エネルギーが必要に。
- ここでPVは全国で94GW～115GW設置。戸建て住宅の全ての屋根は無理としても集合住宅の屋根などを使って実現可能か？
- 業務部門についても同様に50%程度の省エネは可能。ZEB推進と既築建築の性能検証で達成を。

ですからいろいろな政策をうつことで、住宅と業務部門のエネルギー消費を半分にすることは、建築分野としては目標にすべきラインだと考えています。

4. 電力システムと住宅・建築の協調

住宅と建築が使っているエネルギーは電気と燃料です。燃料の都市ガス、LPG、灯油は現状ではすべて化石由来ですから、脱炭素ということであろうと今のままのこの燃料は使えないということになります。

一つは電化があり、電力の方で再エネや原子力などによって脱炭素化が進んでいけば全体として脱炭素化になるわけです。ただ、電化が需要側で進み、供給側の変動性の再エネが増えていくと、需給のギャップが出てきます。そうするとそれを貯める手段として、グリーン水素が出てきます。あるいは化石由来の燃料から CCS で CO2 を除いたブルー／グリーン水素が出てきます。今は Power-to-gas という形で出てきた水素を都市ガスの配管の中に混ぜたりすることなどが考えられています。

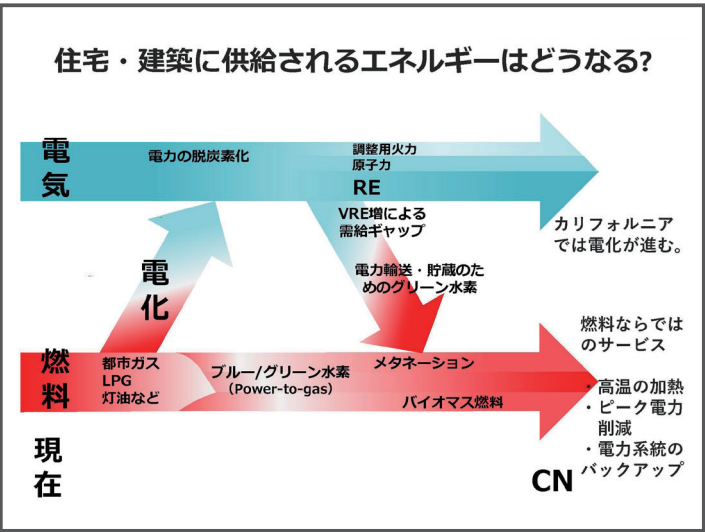
今後は、メタネーション（水素に CO2 を付加してメタンとして都市ガスと同じように使う）やバイオマスからメタン系の燃料を作ったりバイオチップを使うということが考えられます。

燃料側についてはいろいろイノベーションが必要なところもありますが、燃料ならではのサービスとして調理のような高温の加熱、冬季のピーク電力の削減ということがあります。

また電力システムのバックアップも大事な課題としてあり、今後温暖化が進んでいくと、台風、大雨、洪水、風などの災害も増えてきます。その中で、停電した場合の対処についても考えなければなりません。地震災害の場合は、いつ起こるかかわからないので、これまでは働いている人が会社にいる場合も想定して電源の準備や食料の備蓄などを行ってきましたが、風水害の場合は、多くの場合事前に予知することができます。最近では鉄道を止めてしまったりしていますから、災害が起こったときには家にいるケースが多いと考えられます。

災害時に本社が機能不全になってもクラウドコンピューティングのネットワークシステムさえ生きていれば仕事ができるので、その場合の BCP は、住宅側で災害対策をしておくということが、生活を守るだけではなく、ビジネスを継続させていく意味でも、今後は大事になっていくのではないかと考えています。

これからの建築や住宅は、エネルギー、電気の受け手、顧客というだけではなく、電力システムに積極的に協力していく主体になると考えられます。スマートグリッドによってデマンドレスポンスで電力システムの需要と供給に対して需要を変動させるといったことが全体としてまると、パーチャルパワープラントといわれる再



電力システムの一部としての建築

- 近年、建築と電力システムの関係が注目されている。
- スマートグリッド→VPP(再生可能エネルギーと建築群を統合して、全体で一つの発電所のように電力需給を調整するプラント)

- IEA-EBC Annex 67 Energy Flexible Buildings
 - 2014-2020年
- US-DOE: A National Roadmap for Grid-Interactive Efficient Building
 - 2021年5月刊行
 - Lawrence Berkeley National Lab.等が参加。
- 後者について以下で紹介。

生可能エネルギーと建築群を統合した、一つの発電所のように、何十万キロワットという電力需給を調整できるシステムを組むといったことも考えられ、現実的に出てきています。

そうした研究が世界中で行われていますが、ここではアメリカのエネルギー省で出されたレポートの話を少し紹介したいと思います。

それは Grid-Interactive Efficient Buildings という内容で、電力グリッドへのサービスと居住者のニーズや好み、コストを最適化するエネルギー効率の高いビルを GEBs と呼んでいます。

このシステムは、実際の建物内の家電や設備などの機器、センシングシステムなどを基にして建物ごとの最適化を行ったり、あるいは地域全体で最適化を行い、それによって建物全体に対して電力グリッドに対するサービスを提供していきます。

そのときに、調整のための PV、EV、コジェネレーション、蓄電システム、蓄熱システム等を使った分散型電源と合わせて、電力システムへの貢献と居住者に対するサービスを両立させる、といったことを行っています。

そのためにこうした様々な研究課題がある、ということが紹介されています。

5. その他脱炭素社会における住宅・建築の課題

最後に、これからの鍵は都市や街区ではないかということをお話します。

カーボンニュートラルを考える時に大事なのは、日本がどの分野で貢献していくか、ということです。20 年前であれば、日本は太陽光発電の分野で世界最大のシェアを持っていて、風力発電でも世界をリードする技術を持っていました。ところが、現在では、これらの分野は世界に追いつかれた状態です。グリーンリカバリーという言葉があり、コロナ禍で傷ついている経済を復活させるためには、脱炭素に向けた技術、設備を基軸に経済を盛り上げていかなければならない、ということが世界中の合言葉になっています。そのときに、今、日本が貢献できる分野は何か？

私は建築や住宅、家電、設備、自動車ではないか、と考えています。これらの集まった形が街、街区だと考えているので、VPP も含め街区で脱炭素の姿を作り上げ、さらにそれを広げていく、普及させていくということが大事です。

住宅を普及させていくときには、皆さんよくご存じのようにエネルギー性能を語るだけでは売れません。例えば断熱住宅であれば、健康性やそれに伴う医療費の面を消費者に理解してもらわなければ普及しません。エネルギー消費の効率だけが書いてあるカタログは、レストランのメニューのカロリー表のようなものになる可能性があります。広義のデザインで家計に対して訴えていく必要があります。

そのときに何が重要かというと、私はデザインではないかと考えます。

オランダの事例ですが、20 年以上前にできたとは思えないくらい、太陽電池をいろいろと使っているのですが、太陽電池を使ったデザインを一生懸命考えていることが我々が学ぶべきところではないかと思っています。

完成後十数年ぐらいに訪れたときには工事を行っていました。最近の太陽電池の方が効率が高いので、取り換えた方がコスト的に有利だということで、同じ色の太陽電池に取り換える工事を行っていました。使い続けるということです。



住宅で大事なものは木材を使うということです。国連に届けている日本の森林吸収量は 2013 年に 5166 万 t だったものが 2030 年の予測が 2780 万 t に減ります。これはやはり木材利用が進んでいないために森林が成熟してしまって CO2 を吸収しなくなっている。できるだけ木材利用を促進し、吸収能力の高いエリートツリーに入れ替えていくことが大事だと思っています。

以上で私の話を終わらせていただきます。ありがとうございました。(終)

下田 吉之（しもだ よしゆき）

大阪大学大学院 工学研究科 環境エネルギー工学専攻 教授。工博。

1962 年生まれ。1990 年大阪大学大学院博士課程修了。大阪大学工学部 助手、大阪大学先端科学技術共同研究センター助教授などを経て、現在大阪大学大学院工学研究科環境エネルギー工学専攻教授。大阪大学総長補佐（サステイナブルキャンパスオフィス環境エネルギー管理部門長）を兼務。中央環境審議会臨時委員（地球環境部会）、日本学術会議連携会員、エネルギー・資源学会副会長を務める。

主な著書：『都市エネルギーシステム入門』学芸出版社（2014 年 09 月）