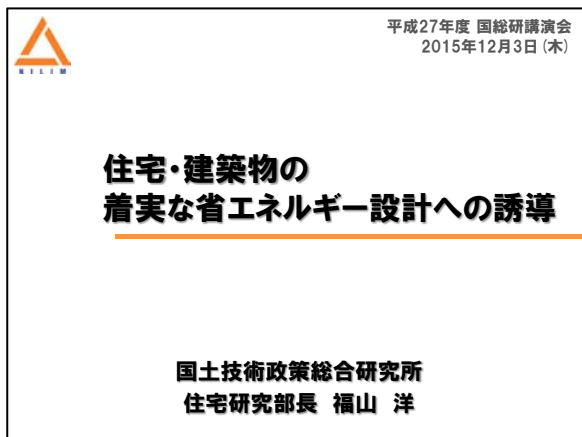


3.12 住宅・建築物の着実な省エネルギー設計への誘導 (住宅研究部長 福山 洋)

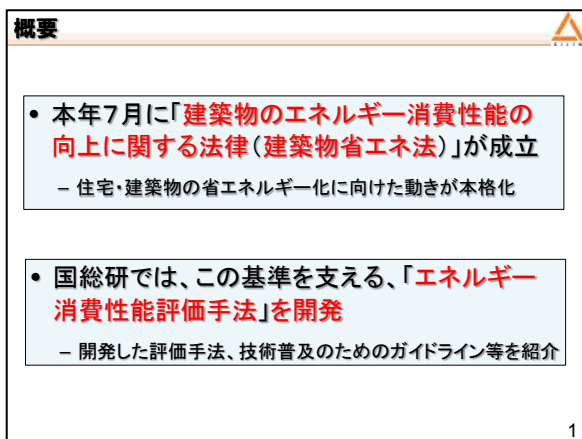


平成27年度 国総研講演会
2015年12月3日(木)

**住宅・建築物の
着実な省エネルギー設計への誘導**

国土技術政策総合研究所
住宅研究部長 福山 洋

住宅研究部の福山でございます。
最後の講演になります。ご覧のタイトルでお話をさせていただきます。あと20分ほど、どうぞお付き合いください。



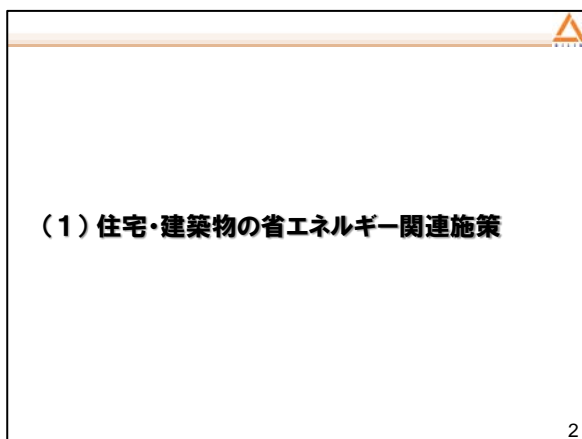
概要

- 本年7月に「**建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)**」が成立
- 住宅・建築物の省エネルギー化に向けた動きが本格化
- 国総研では、この基準を支える、「**エネルギー消費性能評価手法**」を開発
- 開発した評価手法、技術普及のためのガイドライン等を紹介

1

概要でございますが、今年の7月、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」、これを我々は略称で「建築物省エネ法」と呼んでおりますが、これが成立をいたしました。それによりまして、住宅建築物の省エネルギー化に向けた動きがさらに本格化していく状況でございます。

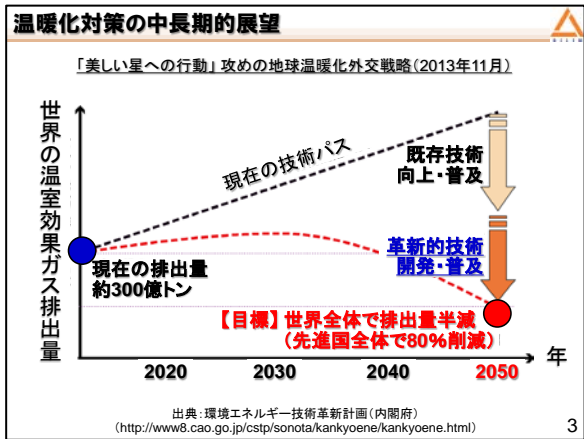
国総研におきましては、この基準を支えるための「エネルギー消費性能評価手法」を開発してまいりました。今日は、この開発をしてきた評価手法、それから普及のためのガイドラインといったものについてご紹介をさせていただきます。



(1) 住宅・建築物の省エネルギー関連施策

2

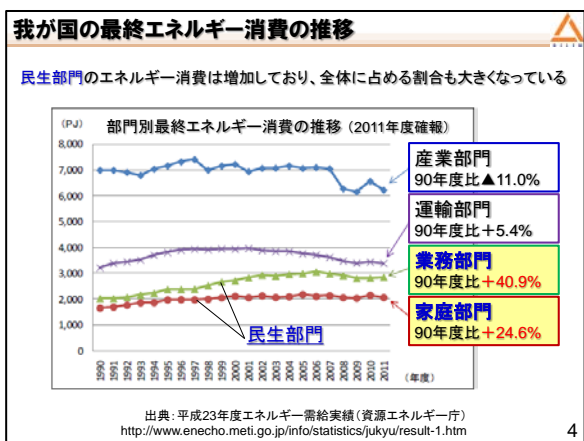
最初に、住宅・建築物に関しての省エネルギー関連の施策等について、ご紹介をいたします。



これは温暖化対策の中長期的展望をあらわすポンチ絵でございます。縦軸が世界の温室効果ガス排出量、横軸が年でございます。現在がこの青いところにありまして、今の状態のまま推移をするとこのように増えていくという予測でございますが、全体的な目標としては、世界全体で排出量を2050年に半減する。さらに、先進国全体で80%に削減させる。これは2009年のラクイラ・サミットのときの首脳宣言でございます。我が国もこの情報を共有し、支持を

している状況でございます。

今、ちょうどCOP21が開催されておりますので、このような全体の目標に対する共有ですとか、それを踏まえて個々にどのような取り組みをされるかということが議論されているところだと思われれます。このような高い目標に向けましては、既存技術の向上・普及は当然として、さらに革新的な技術の開発・普及。また、その評価方法の開発というものが必要になってまいります。



一方、これは我が国のエネルギー消費の推移をあらわす図でございます。1990年から2011年まででございます。産業部門と運輸部門を見てみますと、このあたりから減少傾向にある。大体2000年前後かと思われれますが、そのような傾向が見てとれると思います。一方、住宅が関係する家庭部門、それからオフィスなどが関係する業務部門、これについては、上昇してきて、このところ、少しとまって、やや減っているかなという感じではあります。90年比

で見ますと、それぞれ約41%増、25%増ということでございます。

住宅・建築物の省エネ化に関する国交省の施策

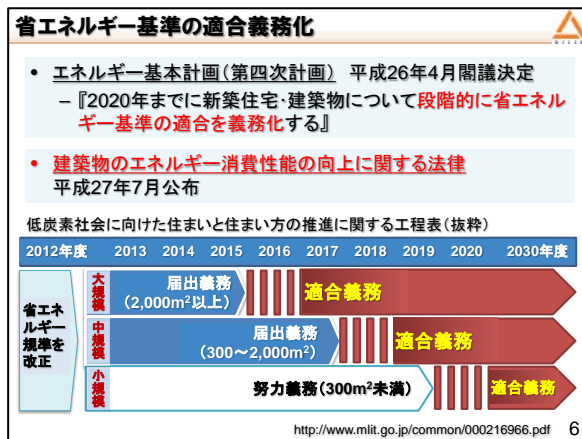
分類	1970~	1980~	1990~	2000~	2010~
① 省エネ法に基づく規制		1979年 省エネ法(努力義務)	1980年 省エネ基準	2003年 (届出義務)	2006年~ (届出義務の拡大)
			1992年 住宅(強化)	2009年~ (住宅トップランナー制度)	2010年~ (届出義務の拡大)
			1993年 非住宅(強化)	1999年 省エネ基準(強化)	2013年 省エネ基準(一次エネルギー消費量基準)
				2000年 品確法・住宅性能表示制度	2001年 建築環境総合性能評価システム(CASBEE)
② 省エネ性能の表示・情報提供				2009年 省エネ法・住宅省エネラベル	2014年 省エネ性能表示制度(BELS)
				2007年 プラット35S(住宅ローン金利優遇)	2008年 住宅・建築物省CO2先導事業
				2008年 省エネ改修推進事業	2010年 住宅エコポイント
				2012年 住宅ゼロ・エネルギー化推進事業	2014年 長期優良リフォーム推進事業
③ インセンティブの付与				2008年 省エネリフォーム促進税制	2009年 長期優良住宅認定制度(住宅ローン減税、固定資産税引下げ等)
				2012年 低炭素建築物認定制度(住宅ローン減税等)	

ここに対して、これまで国土交通省が展開してきた色々な施策を一つに描いた図でございます。大きくは規制、それから情報提供、インセンティブの付与ということでございますが、幾つかピックアップしてご紹介をしたいと思います。

オイルショックの後に、79年に省エネ法ができて努力義務となった。これに基づく告示ができて、初めて省エネの目標値ができたのが80年です。それが順次強化をされてきて、2000年になって、2003年には

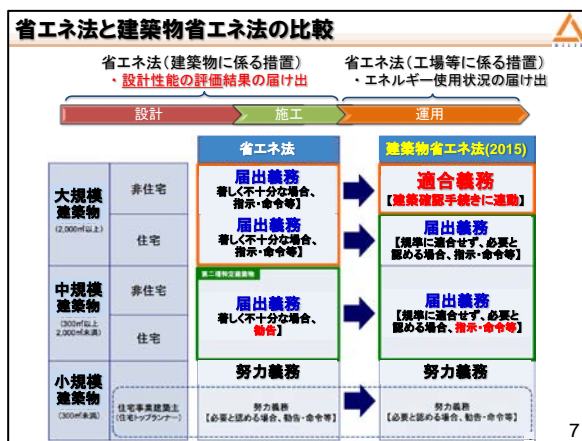
は努力義務だったものが届け出義務、必ず計算をして届けなければいけないということになりました。

た。それがさらに、2,000 平米以上だったものが、だんだん届け出義務が拡大をされて、現在は 300 平米以上ということになっています。また、2013 年には省エネ基準の改正があって、共通の評価軸として一次エネルギー消費量であらわしましょうということになりました。これは、一言でいうと、発電所が使う化石燃料によるエネルギー、そういった評価軸というふうに考えられます。



それから、情報提供のところもいろいろありますが、例えば 2014 年に省エネルギー性能表示制度ができて、省エネ性能を星の数であらわすというような制度でございます。

また、インセンティブとしては、住宅ローンの金利優遇制度ですとか、エコポイントというのも記憶にあると思いますが、それから、補助制度、住宅ローン減税といった、いろいろな施策を出しているところでございます。



それで、さらに昨年の 4 月、エネルギー基本計画が決定されたわけですが、ここで 2020 年までに新築住宅・建築物について段階的に省エネルギー基準の適合を義務化する。適合を義務化です。最初は努力義務、それから提出の義務だったものが、基準への適合義務となったということです。そして、今年の 7 月に建築物省エネ法が公布されました。これで、今後、建築物の規模によって、大規模のものはここから 2 年以内ということですから、平成 29 年の 7 月ま

で適合義務化をしていく。順次、中規模、小規模というふうに適合義務化をしていくという方針でございます。



このようなことを踏まえて、国総研がどのような研究開発をおこなったかというご説明に移りたいと思います。

国総研の研究テーマ

① 省エネルギー基準適合義務化を支援するための各種技術開発

- 建築研究所と連携し、建築物の**エネルギー消費量**及び**外皮性能**に関する**評価プログラムを開発・提供**
- **ガイドライン**(省エネ設計のための手引書)等の**提供**による中小事業者への支援(省エネ改修にも配慮)

② ピーク時の電力消費量低減手法の開発

- ピーク電力の低減に資する各種技術(未利用熱利用、蓄熱、蓄電等)について**評価手法を確立、設計ガイドラインを提供**
【ピーク電力の削減は、エネルギー供給の合理化につながる】

9

大きく 2 つのテーマについて検討しております。一つは、今、省エネルギー基準適合義務化を支援するための各種の技術開発。もう一つは、ピーク時の電力を減らすための手法の開発というものです。

1 つ目で行っているのは、建築物のエネルギーの消費量ですとか、外皮性能という建物の外側の断熱性能ですとか、熱の行き来のしやすさといいますか、そういったものを評価するプログラムをつかって提供しているということ。もう一つは、その省エネ


設計の手引書としてのガイドラインの提供です。

2 つ目に関しましては、ピークの電力低減に関してはいろんな技術、提案されているものがございます。それについての評価手法を確立し、設計ガイドラインを提供する。このような目標で活動しています。

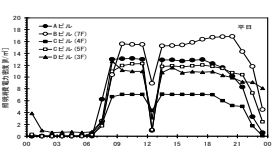
それで、省エネルギーは、四季を通していかにエネルギーを減らしていくかということなので、いわば、年単位でのエネルギー消費量をどう評価するかという物差しづくりのようなことをやっています。一方、ピークは、刻々と変わるエネルギーを評価する必要がありますので、時刻単位でエネルギー消費量を評価する物差しづくりをしている。このような言い方ができるかと思えます。

エネルギー消費量の評価方法の開発

- 様々な技術を横並びで評価をするため、**高い信頼性と公平性**が求められる
- **実証実験、実態調査**を行い、**実態値としての省エネ効果**を算出する手法を開発



住宅に設置されるエアコン等の運転効率の実態値分析のための**実証実験**



非住宅建築物の室の**使われ方**(空調時間、照明や機器の発熱量の変動等)に関する**実態調査**

10

エネルギー消費量評価手法を開発していくに当たりましては、いろんな技術を横並びで見えていく必要があります。そのためには高い信頼性と公平性が求められます。そのために、多くの実証実験や実態調査を行って、実態値としての省エネ効果を算出するという手法の開発を行ってまいりました。

例えば左側の写真ですが、これは住宅に設置されるエアコンを初めとするいろいろな機器の運転効率を調査しようということで、例えばある 4 人家族を

想定し、1 日の活動をプログラムし、そのとおりにこのような機器がオン、オフをする、そのような自動制御をし、どれぐらいエネルギーを消費しているかということを実験で調べたものでございます。そのようなリアリティのあるデータの取得に努めました。

一方、こちらは非住宅で、事務所で、これは照明ですけれども、部屋の使われ方を時間単位で、これは照明器具の発熱量の変動をあらわしていますが、そういったデータをとっています。29 の建物でセンサーを設置し、これをもとに標準的な部屋の使用方法を規定するというようなことを行っています。

エネルギー消費量算定プログラムの提供

Webプログラムとして公開 (約1500人/日利用)
判りやすいインターフェイス、判りやすい計算プロセス
→ どのように省エネを図ればよいかを“考えられる”ツール

住宅用のプログラム 非住宅建築物用のプログラム

プログラムへのアクセス <http://www.kenken.go.jp/becc/index.html> 11

その結果から、エネルギー消費量算定プログラムを提供しているところです。Webプログラムとして公開し、毎日、約1,500人の方にお使いいただいています。左側が住宅用、右側が非住宅用のプログラムのトップ画面をそれぞれ示していますが、それぞれ何かポイントを変えることで、どうそれがきいてくるかというような、どのように省エネを図ればよいかを考えられるようなツールということを意図して作成をしてきたものです。

省エネルギーの計算例

住宅の一次エネルギー消費量基準における算定のフロー (東京の120㎡の戸建住宅の場合)

① 共通条件 (東京, 120㎡)

③ 基準仕様	消費量 (GJ)	② 設計仕様	消費量 (GJ)
【断熱性能】 H11年基準相当		【断熱性能】 H11年基準相当	
【暖冷房】 標準エアコン	18.2	【暖冷房】 高効率エアコン	17.6
【換気】 標準タイプ	4.6	【換気】 標準タイプ	4.6
【照明】 白熱灯使用あり	10.8	【照明】 白熱灯使用なし	8.2
【給湯】 ガス従来型	25.2	【給湯】 高効率給湯機	20.4
【家電等】 標準値	21.1	【家電等】 標準値	21.1
		【太陽光発電】 設置なし	0
		太陽光発電による再生可能エネルギー導入量等	0
基準一次エネルギー消費量	79.9 GJ	設計一次エネルギー消費量	71.9 GJ

12

内容について触れたいと思いますが、例えば東京で120平米の戸建て住宅の場合です。場所と規模を設定しますと、基準で仕様が決まっていて、それに基づくエネルギー消費量が計算されます。これが基準値で、これを必ず下回らしようというものです。

一方、設計では、例えば高効率なエアコンを使う、白熱灯は使わないとか、給湯も高効率なものを使うとして、減らしていくわけですね。それによって、

この場合はこの基準を下回っていて、最終的にオーケーというものであります。

ここに、この場合はありませんけれども、太陽光発電というのがあります。この場合は、逆にエネルギーをつくり出すわけですから、消費量としてはマイナスで、引き算をすることになっていて、この量の関係によっては、これがゼロになって、マイナスになるということもありません。先ほどのエネルギー基本計画におきましては、実は、2030年の平均値として、新築では平均がゼロになるようにしようという非常に高い目標も掲げているところでございます。

省エネルギーの計算で考慮する項目

01 自然風の利用 (冷房エネルギー 10~30%)	02 風光利用 (照明エネルギー 2~10%)	04 日射熱の利用 (暖房エネルギー 5~40%)	06 断熱外皮計画 (暖房エネルギー 20~55% (部分断熱対策))	08 暖冷房設備計画 (冷房エネルギー 20~40% (エアコン))	10 給湯設備計画 (給湯エネルギー 10~50%)
A 自然エネルギー活用技術	03 太陽光発電 (電力(年間1次エネルギー) 29.3~39.1 GJ (100%))	05 太陽熱給湯 (給湯エネルギー 10~30%)	07 日射遮蔽手法 (冷房エネルギー 15~45%)	09 換気設備計画 (換気エネルギー 30~60%)	11 照明設備計画 (照明エネルギー 30~50%)
B 外皮の断熱化計画					
C 省エネルギー設備技術					

13

ここで考慮をしている項目として、設備として暖冷房、換気、給湯、照明とあります。それだけではなく、そこに影響するような自然のエネルギーといたしますか、例えば自然の風を利用して冷房のエネルギーを減らす。昼の光を利用して照明のエネルギーを減らす。それから、日射熱を取り入れることで暖房のエネルギーを減らすとか、太陽光の給湯を使って給湯エネルギーを減らす。それから、太陽光発電。こういったことも考慮いたします。

外皮性能

断熱 日射取得 日射遮蔽

14

さらに、真ん中は外皮性能と呼んでいますが、断熱によって暖房のエネルギーを減らしたり、一方、こちらは日射を遮蔽することで冷房のエネルギーを減らすというような、このようなことも考慮するようになっていきます。

ここをもう少しご説明いたします。断熱、建物の外側の部分からどれほど熱が逃げやすいか、逃げにくいのか。それから日射を取り入れること、もしくは遮蔽することなどを反映させるわけです。

外皮性能の「暖冷房エネルギー消費量」への反映

外気温度 0°C

日射による熱の流入 4kW
開口部3.2
屋根・天井0.3
壁0.5

暖房負荷 1.6kW
室内温度 20°C

人体・家電等からの内部発熱 1kW

換気による熱の流出 1.1kW

壁等からの熱の流出 5.4kW
壁1.5 窓3.0
床・基礎0.6 天井0.3

住宅プラン: 自立循環型住宅プラン
外気温度0°C、室内温度20°C、日射量500W/m²で試算
Q値: 2.7(次世代省エネ基準相当)

住宅の熱バランスを「外皮性能」を考慮して求め
暖冷房エネルギー消費量へ反映

15

これは一つの例ですが、外気温が0度の冬です。冬に暖房し、室内温度を20度と例えば設定したとします。そのとき、日射によりどれほど熱が流入をするか、また、建物の中で人体や家電からどれほど熱が発生をしていくか。さらに、換気によっても熱が逃げますし、壁などからも逃げていく。これらを評価し、その熱のバランスを考慮することで、どれほどの暖房の負荷が必要かということを考慮する。これもプログラムで提供されているものがございます。

エネルギー消費量算定プログラムの根拠資料

- エネルギー消費量の具体的な算定方法(数式)及びその根拠は、技術解説書として公開

16

このエネルギー消費量の具体的な算定方法や数式がありますが、この根拠については技術解説書として公開をされています。住宅版と非住宅版。これは600ページとか1,000ページという非常に大部なものですけれども、全て透明化を図ることを基本に行っています。

エネルギー消費量算定プログラムのマニュアル

http://www.niim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn_niim.htm

国総研資料701、702
低炭素建築物認定基準のプログラム解説

国総研資料761~765
省エネルギー基準のプログラム解説

17

それから、プログラムの使い方につきましては、マニュアルについて国総研、建研と一緒に資料で提供させていただいているところです。これも住宅版、非住宅版ですとか、その簡易版とか、外皮性能版、このようにいろんな種類が出されています。

省エネ設計を支援するためのガイドラインの整備

- 省エネ設計の大きな考え方や注意点等を整理
 - 省エネのために何をすればよいかを直接的に伝える

温暖地版 (2005年) 蒸暑地版 (2010年) 準寒冷地版 (2012年)

- これらの基本的な考え方は、日本の提案に基づきISO化されている
 - ISO 13153:2012 Framework of the design process for energy-saving single-family residential and small commercial buildings

18

さらに省エネ設計を支援していくために、直接、設計者の方に考え方や留意点をお伝えするために、このようなガイドラインも用意しています。温暖地版、蒸暑地版、準寒冷地版というように、地域によって省エネ性能ですとか対策は随分変わりますので、それぞれで用意をしている。このような考え方自体も日本の提案に基づいてISO化が既にされているところなんです。

既存住宅の改修を支援するためのガイドライン

- 具体的な改修手法提案時に辞書・カタログ的に使用
 - 特定のゾーン改修(例えば風呂廻りの改修など)から辿れるように整理

戸建て実験住宅にて、実際に改修工事を実施し、改修工事の具体的な方法やポイントを整理。

改修工事の様子(例)

壁上端の気流止め 天井断熱 床断熱

19

それから、これから既存住宅についても省エネのための改修が必要になってくると思われませんが、そのためのガイドラインを用意しています。これも実際に戸建て実験住宅で改修をしてみて、そこでの体験から考えるべきポイントなどを整理しているものです。例えば壁の上をとめて気流をとめたり、天井の断熱であったり、床の断熱というようなものが例示されています。

ピーク時の電力消費量低減技術の評価手法の開発

各種ピーク電力対策技術の評価手法の開発

- 省エネ基準のエネルギー消費量算定プログラム開発のための研究成果を活用
 - 時々刻々のエネルギー消費量を算出するように拡張
 - ピーク電力対策技術の定量的な評価が可能に

消費電力

ピーク電力

ピークカット

ピークシフト

太陽光発電や地中熱を利用しピークをカット

夜間、蓄電池や蓄熱槽に電気を蓄めてピークをシフト

時刻

プログラムによる算定結果イメージ

20

各種ピーク電力対策技術の設計法に関するガイドライン作成

- 各技術の特徴を整理
- 具体的な設計手順と留意点
- ピーク削減効果(ケーススタディによる分析)

それから、2つ目の課題ですが、ピーク時の電力消費量低減技術の評価手法。これは、各種のピーク電力対策技術がありますので、その評価手法なのですが、まずこの絵でご説明します。

ピーク時の電力消費量低減技術

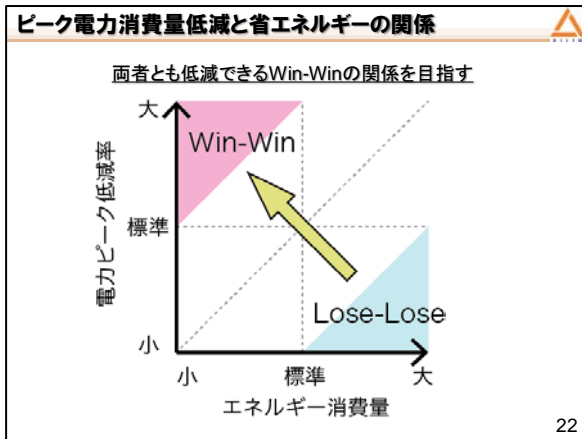
- 各種ピーク電力対策技術について、評価手法の確立や設計ガイドラインの策定等を実施

潜熱蓄熱材 ヒートポンプ 太陽光発電 蓄電池

保水性建材 地中熱利用 蓄熱槽

21

<http://www.gechpaj.org/introduction/index1.htm>
<http://www.hptcj.or.jp/corporate/tabid/177/Default.aspx>



これは横軸が時刻で、縦軸が消費電力。で、一日当たり、この黒い線のように消費電力は推移していくわけですが、例えば夜間に蓄電池、蓄熱槽に電気や熱をためておいて、それを多いときに使うというピークシフトとか、多い時間は太陽光発電や地中熱を積極的に利用して、電力利用をカットするというピークカット、これらによって削減していくことになります。ここでは、時々刻々で評価をする必要がありますので、年単位で見る省エネ性能のプログラムの考え方を拡張し、時間単位でできるようにして、それによってピーク電力の定量的な評価ができるようになったということでございます。

最終的にガイドラインの作成を目指しています。ここではそれぞれの技術の特徴と設計の手順、留意点、それから、できるだけ多くのケーススタディを行って、どれぐらい効果があるかというのを目に見える形でお示しをしたいと思います。

具体的な技術としては、いろいろなものが提案されています。例えば潜熱蓄熱材とありますが、例えば壁に入れて、これは液体と固体の相変化をするときに熱を吸収するというような、その性能を使おうというものですとか、地中熱、地下深くの安定した熱をうまく利用して暖房や冷房の負荷を減らすとか、それから太陽光発電、蓄電池というような、このようなものを扱っています。

目標は、電力のピークを減らすということですが、それとともに、全体としてもエネルギー消費量を減らすという、このあたりを目指したいと考えています。

まとめと今後の展望

- ・ **建築物省エネ法が成立し、建築物の省エネ化がますます加速（民間の技術開発も加速）**
 - 国総研は、**技術的なバックアップ**を行う
 - 世の中の動きに合わせ、**評価ツールの拡張・改良をスピード感をもって**行っていく
- ・ **普及（設計者および国民の理解）へ向けて**
 - **講習会を行い設計技術力の向上を図る**
 - 国民目線で省エネの**必要性**や**今後の方向性**を説明

↓

**「我慢の省エネ」ではなく、
「生活の質の向上と省エネの両立」を目指す**

23

まとめでございます。今後、さらに建築物の省エネ化が加速をして、民間においてもいろんな技術開発が行われると思われれます。国総研におきましては、技術的なバックアップとしまして、こういった世の中の動きに合わせて評価ツールの拡張・改良についてスピード感を持って行っていきたいと思っております。さらに、普及として、設計者の皆さんに技術力の向上を図っていただくための講習会ですとか、それから、できるだけ国民の皆さんの目線でわかり

やすく必要性ですとか今後の方向性をお伝えしていきたいと思えます。

日本の国民の皆さんは、省エネというと、東日本大震災も経験されているものですから、我慢という言葉と結びつくのですね。それは大変重要な、また立派な日本人の特質だとも思いますが、これも、最初にお話ししたような大きな目標に向かっているということもありまして、できるだけ質は落とさずに、生活の質は落とすどころか、それも新しい技術で向上させつつ、省エネも実

現する、このようなところを目指しています。私たちはこのような方向性でもって検討を進めているところでございます。引き続き、皆様方からもご協力とご支援をいただきたい。よろしくお願ひしたいと思ひます。

以上でございます。どうもご清聴ありがとうございました。