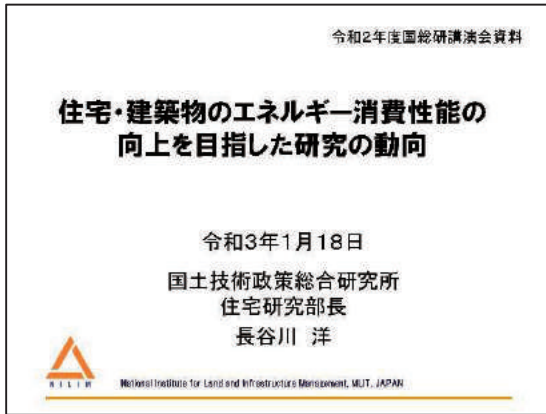


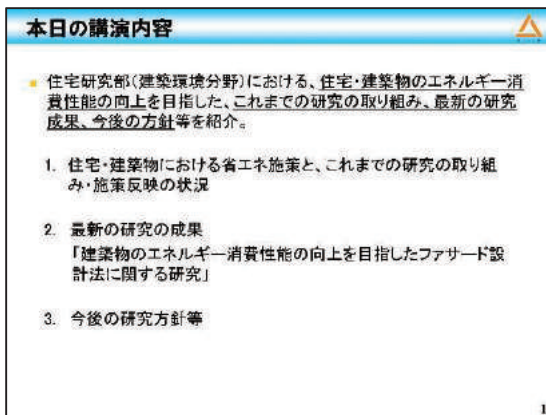
7. 住宅・建築物のエネルギー消費性能の向上を目指した研究の動向

(国土技術政策総合研究所 住宅研究部長 長谷川 洋)

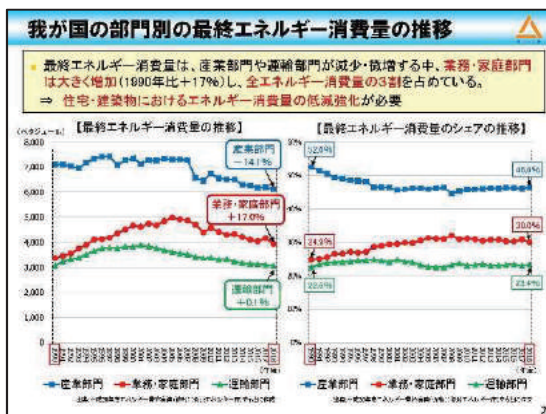


住宅研究部長の長谷川でございます。

「住宅・建築物のエネルギー消費性能の向上を目指した研究の動向」について御紹介します。



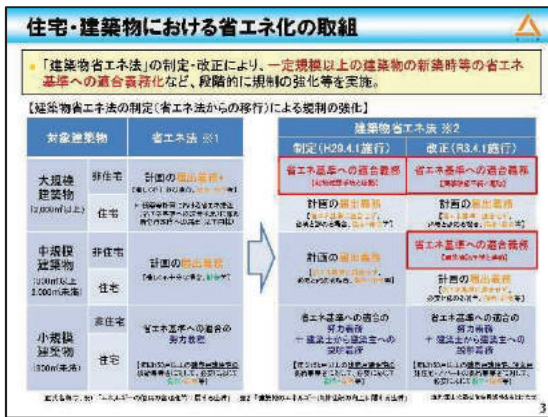
本日の講演内容ですが、住宅研究部（建築環境分野）における取組としまして、住宅・建築物のエネルギー消費性能の向上を目指したこれまでの研究の取組、施策反映の状況、最新の研究成果、今後の研究方針等について御紹介したいと思います。



まず、我が国の部門別の最終エネルギー消費量の推移について概観しておきます。

左下の図は、最終エネルギー消費量の1990年から2018年までの推移を示したものです。産業部門につきましては、1990年から2018年にかけて大きく減少しており、約14%の減少となっております。また、運輸部門につきましては、2000年頃をピークに以後減少に転じており、2018年は1990年とほぼ同水準にまで減少しております。

これに対しまして、業務・家庭部門につきましては、2005年頃をピークに減少には転じているものの、1990年比では17%の増加という水準となっております。この結果、最終エネルギー消費量のシェアの推移を見ますと、業務・家庭部門は1990年の約25%から2018年には約30%へと増加しております。このように、業務・家庭部門におけるエネルギー消費量の増加が顕著であり、住宅・建築物におけるエネルギー消費量の低減の強化が必要とされております。

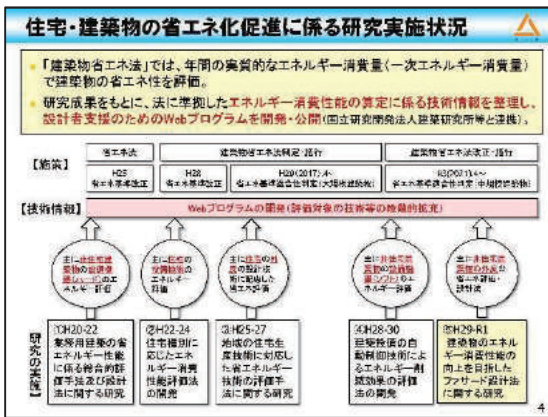


ります。建築確認申請をする際に、省エネ基準への適合が必要とされているということでございます。

また、令和3年4月1日に改正法が施行されることになっており、延床面積300㎡以上2,000㎡未満の中規模建築物のうち、非住宅について同様に省エネ基準への適合が義務化されることになっております。一方、延床面積300㎡未満の小規模建築物につきましては、省エネ基準への適合義務はなく、あくまでも努力義務となっておりますが、建築士は建築主に対して省エネ基準への適合状況について説明することが義務となっております。

次に、住宅・建築物における省エネ化の取組について概観しておきます。

建築物省エネ法の制定・改正により、一定規模以上の建築物の新築時等の省エネ基準への適合義務化など、段階的に規制の強化等が実施されております。建築物省エネ法は平成29年4月1日に施行されました。この中で、延床面積2,000㎡以上の大規模建築物のうち、オフィスビル等の非住宅について省エネ基準への適合が義務化されてお

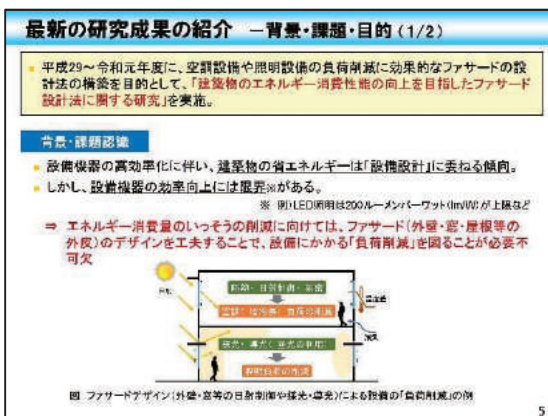


次に、住宅・建築物の省エネ化促進に係る住宅研究部の研究実施状況について概観します。

建築物省エネ法では、年間の実質的なエネルギー消費量(一次エネルギー消費量)で建築物の省エネ性を評価することになっております。

住宅研究部では、平成20年頃よりエネルギー消費性能の評価に係る研究を継続的に実施してきております。これらの研究成果を基に、国立研究法人建築研究所と連携して、建築物省エネ法に準拠

したエネルギー消費性能の算定に係る技術情報を整理し、設計者を支援するためのウェブプログラムを開発し、公開しております。これまでの研究成果を踏まえて、評価対象とする技術の段階的の拡充をしつつウェブプログラムの開発・充実化を図っているところであります。



本日、ここからはこのうち最新の研究成果について紹介したいと思います。

平成29年から令和元年度の3年にかけて、空調設備や照明設備の負荷削減に効果的なファサードの設計法の構築を目的とした研究を実施してまいりました。研究の背景・課題認識でございますが、設備機器の高効率化が進んでおり、これに伴い建築物の省エネルギー化は設備設計に委ねる傾向が強まっております。しかし、設備機器の効

率向上には一定の限界がございます。

こうした中、住宅・建築分野に求められるエネルギー消費量の一層の削減に向けては、ファサード、すなわち外壁や窓、屋根等の外皮のデザインを工夫することで設備にかかる負荷を削減することが必要不可欠となっております。例えば外壁の断熱や気密化とともに日射をコントロールすることによって空調負荷の削減を図ることや、採光・導光などの昼光利用をすることによって照明負荷の削減を図っていくといったことが考えられます。

最新の研究成果の紹介 - 背景・課題・目的 (2/2)

技術的課題

- ① エネルギー消費量に影響を及ぼすファサードの個別性能の評価法が未確立
 - 断熱性能による室内温度分布への影響の評価
 - ライトシェルフによる導光効果の評価 等
- ② ファサードデザインによる空調設備・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法が未確立
 - 外壁や窓面の日射制御や採光・導光の方法による設備の負荷低減効果の客観的評価

研究の目的

研究1. 上記①、②のエネルギー消費性能の評価法の開発
研究2. エネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法の整備

一消費性能の向上を目指したファサードの設計法の整備につなげていくことを目的としています。

最新の研究成果の紹介 - 研究成果1: 評価法の開発 (1/3)

ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法の開発に向けて、まずは、評価の枠組みを構築。

【ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価の考え方】

現在の省エネ基準における評価法	複合的影響を考慮したファサード評価法
<ul style="list-style-type: none">「熱」は1日単位で評価し、日射遮蔽が主眼。ガラス+ブラインドは角度45度固定のみ。底等の日よけは考慮しない。「光」は年間単位で評価し、底等による日よけ、導光等は考慮しない。	<ul style="list-style-type: none">「熱」は1日単位で評価し、日射遮蔽が主眼。ガラス+ブラインドは角度45度固定のみ。底等の日よけは考慮しない。「光」は年間単位で評価し、底等による日よけ、導光等は考慮しない。「複合的影響」は空調・照明設備への影響を考慮し、エネルギー消費性能を評価する。

すなわち、熱は1日単位で評価し、日射遮蔽が主眼になっております。ガラス+ブラインドにより遮蔽することになりますが、ブラインドは角度45度固定のみで評価することになっております。底等の日よけは考慮することが可能となっております。一方、光につきましては年間単位で評価し、ガラス+ブラインド45度の固定、またはガラス+曇天時に開ける自動制御ブラインドで評価することになっております。なお、光の場合は、底等による日よけ、導光等は考慮しないことになっております。

こうした現状の評価に対しまして、本研究では、ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の新たな評価の枠組みを構築しました。底などの屋外の日よけの有無、ガラスの種類、ブラインドは固定と手動、自動制御という3つのパターンで窓面のまぶしさを制御するという設定にいたしまして、光と熱を関連づけて評価するという枠組みを構築しました。例えば、時々刻々の日射遮蔽による熱負荷や採光・導光による光環境の評価を行い、日射遮蔽や採光・導光の

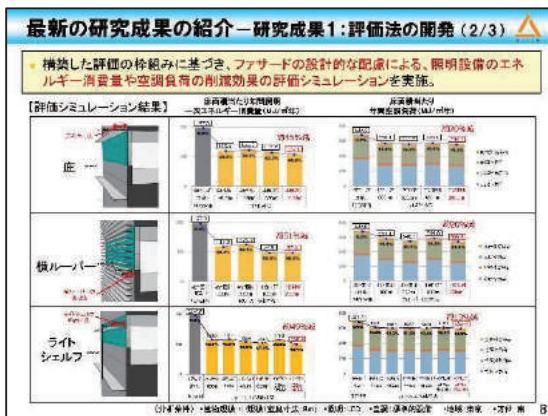
さて、こうした研究を進めていく上での技術的な課題があります。1つ目は、エネルギー消費量に影響を及ぼすファサードの個別性能の評価法が確立していないという点です。2つ目は、ファサードデザインによる空調設備や照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法が確立していないということです。この研究では、これら2つの課題を解決するためのエネルギー消費性能の評価法を開発し、それを踏まえエネルギー

研究成果の1つ目として、評価法の開発の成果について御紹介します。

ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価法の開発に向けて、まずは評価の枠組みを構築いたしました。

下の図の左側は、現行の省エネ基準における評価法を示しております。現行の省エネ基準ではファサードの評価の考え方は熱と光では異なり、それぞれ個別に評価するという枠組みになっており

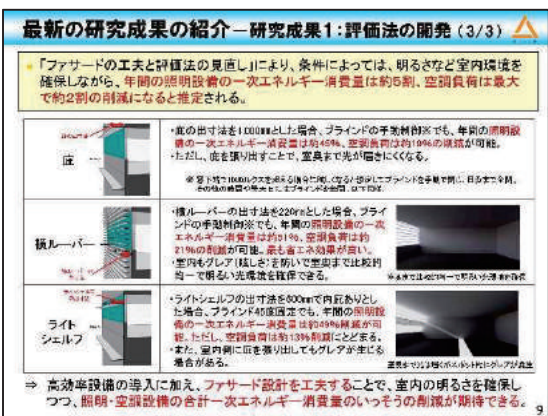
結果により、明るさセンサーで調光された照明電力の削減分については、空調の熱負荷の削減に反映させるといったような評価の枠組みであります。



構築した評価の枠組みに基づき、ファサードの設計的な配慮による照明設備のエネルギー消費量や空調負荷の削減効果の評価シミュレーションを実施しました。その結果を8ページのこちらの図に示しております。分析の条件は、下段に示しておりますように、建築規模は中規模で、部屋の奥行き寸法は8メートル、照明はLED照明、空調は標準的な空調設備、地域は東京で、方位は南という条件での分析であります。

ファサードの設計的な配慮として3つのパターンを示しております。1つ目は底です。グリーン部分が窓面を示しておりますが、窓の上部の突出部であります。2つ目は横ルーバーです。細長い羽根状の材質のものを水平方向に配置したものです。3つ目がライトシェルフでございます。中底とも呼ばれるもので、窓の中段に底のような突出物を設けるデザインでございます。

この3つのパターンにつきまして、その右側に床面積当たり年間照明一次エネルギー消費量、床面積当たりの年間空調負荷の評価シミュレーション結果を示しております。それぞれのグラフで、一番左側が現行の評価法による評価結果でございます。すなわち、底が無くしてブラインドは45度固定である場合の値を示しております。それに対して、その右側に、ブラインドが45度の固定の場合及び手動制御の場合について、底、横ルーバー、ライトシェルフの出寸法がそれぞれ変化した場合の評価結果について示しております。



この分析結果について整理したものが次の9ページでございます。まず、底の場合ですが、底の出寸法を1,000ミリとした場合、ブラインドの手動制御であっても年間の照明設備の一次エネルギー消費量は約45%、空調負荷は約19%の削減の可能性があるという結果となりました。

ここでいうブラインドの手動制御とは、窓の下端で1,000ルクスを超える場合にはまぶしくなると想定して、ブラインドを手動で閉じ、日没まで

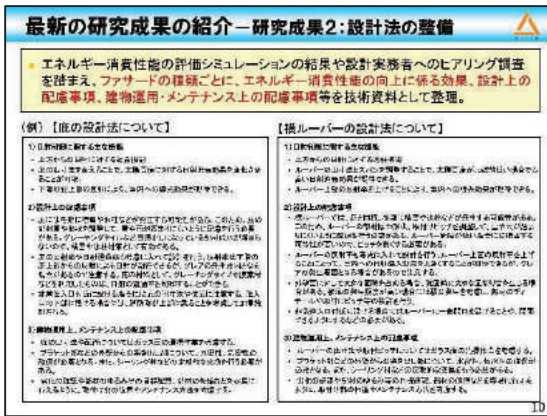
閉めた状態にしておく、その他の時間や曇天日にはブラインドを全開するという設定であります。以下も同様です。底につきましてはこのような効果が期待できるわけですが、一方で、底を1,000ミリ張り出すことで室の奥まで光が届きにくくなるという課題もございます。

横ルーバーの場合は、出寸法を220ミリした場合、ブラインドの手動制御であっても年間の照明設備の一次エネルギー消費量は約51%、空調負荷は約21%の削減の可能性があるという結果となりました。これは最も省エネ効果が高いケースであると言えます。また、横ルーバーの場合は、室奥まで

比較的均一で明るい光環境を確保できることも明らかとなりました。

ライトシェルフの場合は、出寸法を60ミリで内底をありとした場合、ブラインド45度の固定でも年間の照明設備の一次エネルギー消費量は約49%の削減の可能性があることが明らかとなりました。ただし、空調負荷は約13%の削減にとどまっています。また、ライトシェルフの場合、室内側に底を張り出してもグレアというまぶしいスポットが部分的に生じる場合があることも明らかになりました。

以上をまとめますと、ファサードの工夫と評価法の見直しにより、条件によっては明るさなどの室内環境を確保しながら、年間の照明設備の一次エネルギー消費量は約5割、空調負荷は最大で約2割の削減になると推定されることが明らかとなりました。

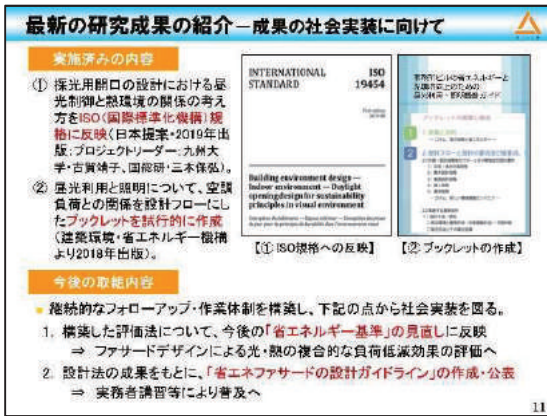


続きまして、研究成果2つ目の設計法の整備でございます。

今御紹介しましたエネルギー消費性能の評価シミュレーションの結果や設計実務者へのヒアリング調査を踏まえ、ファサードの種類ごとにエネルギー消費性能の向上に係る効果、設計上の配慮事項、建物の運用やメンテナンス上の配慮事項等を技術資料として整理いたしました。この10ページでは、例として、底の設計法と横ルーバーの設計法の概要について示しております。

次に、得られた研究成果の社会実装に向けた取組について御説明します。

まず、実施済みの内容についてですが、本研究成果を踏まえ、大学の研究者と連携し、採光用開口の設計における日光制御と熱環境の関係の考え方をISO規格に反映させております。また、関係機関と連携し、日光利用と照明について、空調負荷との関係を設計フローにしたブックレットを試行的に作成し、出版してございます。



今後のさらなる取組としましては、下記の2つの点から社会実装を図ることが必要であると考えております。1つ目は、構築した評価法について今後の省エネルギー基準の見直しに反映させるということです。すなわち、ファサードデザインの工夫による光・熱の複合的な負荷低減効果を省エネ基準の中できちんと評価できるような体系を確立していくということです。もう1つは、設計法の成果を基に省エネファサードの設計ガイドラインを作成・公表することです。ガイドラインについて実務者講習等を行うことで、省エネ設計におけるファサードデザインの工夫について実務家を取り組めるような普及化を図っていくことが必要であると考えております。

住宅・建築の環境分野での今後の研究実施方針

- 住宅・建築物のエネルギー消費性能(省エネ化)のさらなる向上に向けて、次のような研究に今後取り組むことが必要。
 - 1. エネルギー消費性能の評価体系の高度化**
 - ・効果が期待できるが、まだ評価できていない技術等の評価法の構築
⇒ エネルギー消費性能の向上を図る技術の選択肢の拡充
 - 2. 新たな生活様式が省エネ化に及ぼす影響の適切な評価**
 - ・在宅勤務や在宅時間の増加が建築物のエネルギー消費量に及ぼす影響の評価
(エネルギー消費量は業務部門が大幅減しない中、家庭部門は大幅増が予想)
 - ・パーソナル空調などのソーシャルディスタンスに応じた設備の新たな評価
 - 3. 室内環境の快適性の確保・向上**
 - ・省エネ性の確保(日射遮蔽、断熱、昼光利用等)と、ベースとなる室内環境の快適性(明るさ、空気、湿気、音等)の確保の両立
⇒ 省エネ性を含む室内環境の総合的な評価体系の構築

12

最後に、住宅・建築の環境分野での今後の研究実施方針について、取りまとめて御紹介します。

冒頭御説明しましたとおり、住宅・建築物のエネルギー消費性能のさらなる向上を図っていくということが社会的課題になっております。この課題に向けて、住宅研究部では引き続き住宅・建築物の省エネ化の推進に向けた研究を次の3点から取り組んでいくことが必要であると考えております。

1点目は、エネルギー消費性能の評価体系の高度化でございます。エネルギー消費性能の削減の効果が期待できると思われるものの、まだ評価がきちんとできていない技術がございます。そうした技術につきまして、評価法を構築することによってエネルギー消費性能の向上を図る技術の選択肢を広げていくことが必要であると考えております。

2点目は、コロナ禍において新たな生活様式が謳われておりますが、このことが省エネ化に及ぼす影響を適切に評価していくということです。例えば、在宅勤務が普及しても、執務室全体を冷暖房するという方式においては、業務部門でのエネルギー消費量は大幅に削減できないことが予想されます。これに対して、在宅勤務の増加は、住宅すなわち家庭部門におけるエネルギー消費量の大幅増をもたらすことが予想されます。このような状況の中で、今後の住宅・建築物におけるエネルギー消費量の影響を評価し、新たな対策を提案・評価していくことが必要であると考えております。

3点目は、室内環境の快適性の確保・向上ということでございます。日射遮蔽や断熱、昼光利用等といった省エネ性の確保と、そのベースとなる室内環境の快適性、例えば明るさや空気、湿気、音、そういったものの快適性の確保、この両立を図っていくということでございます。すなわち、省エネ性を含む室内環境の総合的な評価体系の構築を図っていくことが今後求められると考えております。

以上、住宅・建築物におけるエネルギー消費性能の低減を目指した研究の動向、最新の研究成果、今後の取組の方向性についてご紹介いたしました。

以上で発表を終了いたします。