

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

令和3年1月18日

国土技術政策総合研究所

住宅研究部長

長谷川 洋



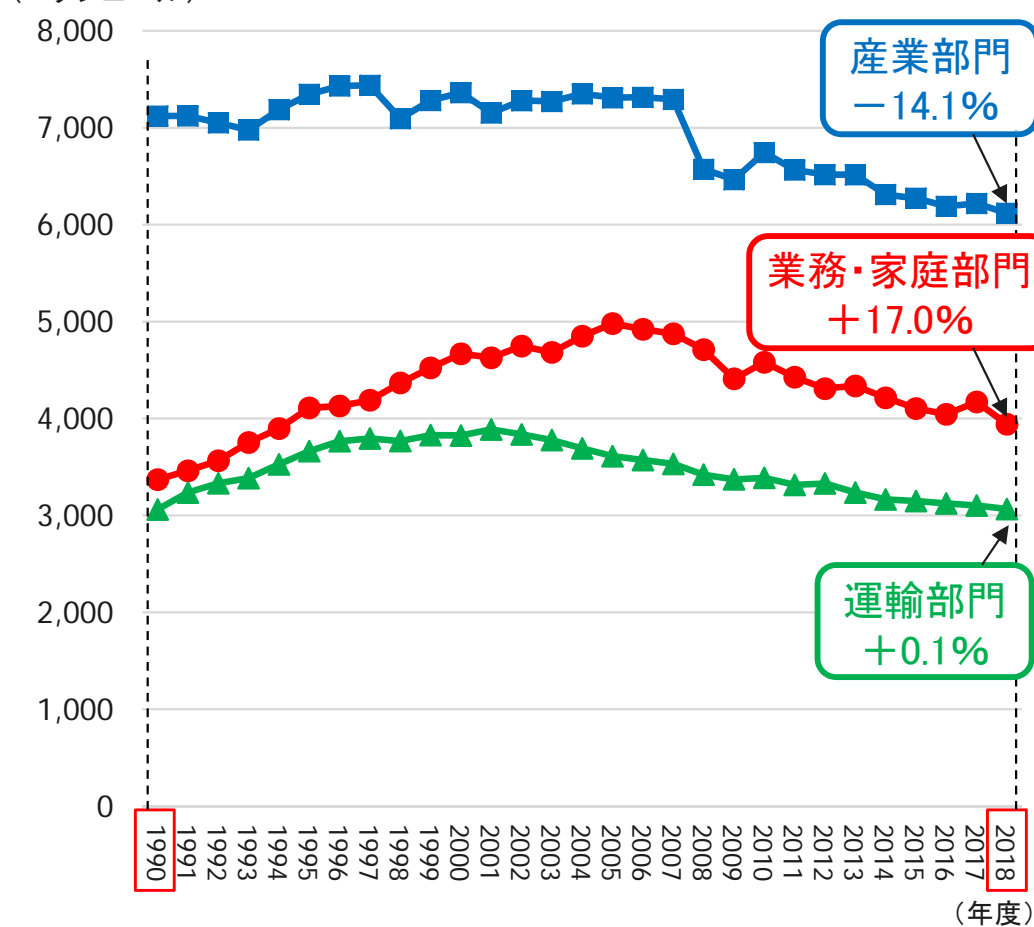
- 住宅研究部(建築環境分野)における、住宅・建築物のエネルギー消費性能の向上を目指した、これまでの研究の取り組み、最新の研究成果、今後の方針等を紹介。
 1. 住宅・建築物における省エネ施策と、これまでの研究の取り組み・施策反映の状況
 2. 最新の研究成果
「建築物のエネルギー消費性能の向上を目指したファサード設計法に関する研究」
 3. 今後の研究方針等

我が国の部門別の最終エネルギー消費量の推移



- 最終エネルギー消費量は、産業部門や運輸部門が減少・微増する中、業務・家庭部門は大きく増加(1990年比+17%)し、全エネルギー消費量の3割を占めている。
⇒ 住宅・建築物におけるエネルギー消費量の低減強化が必要

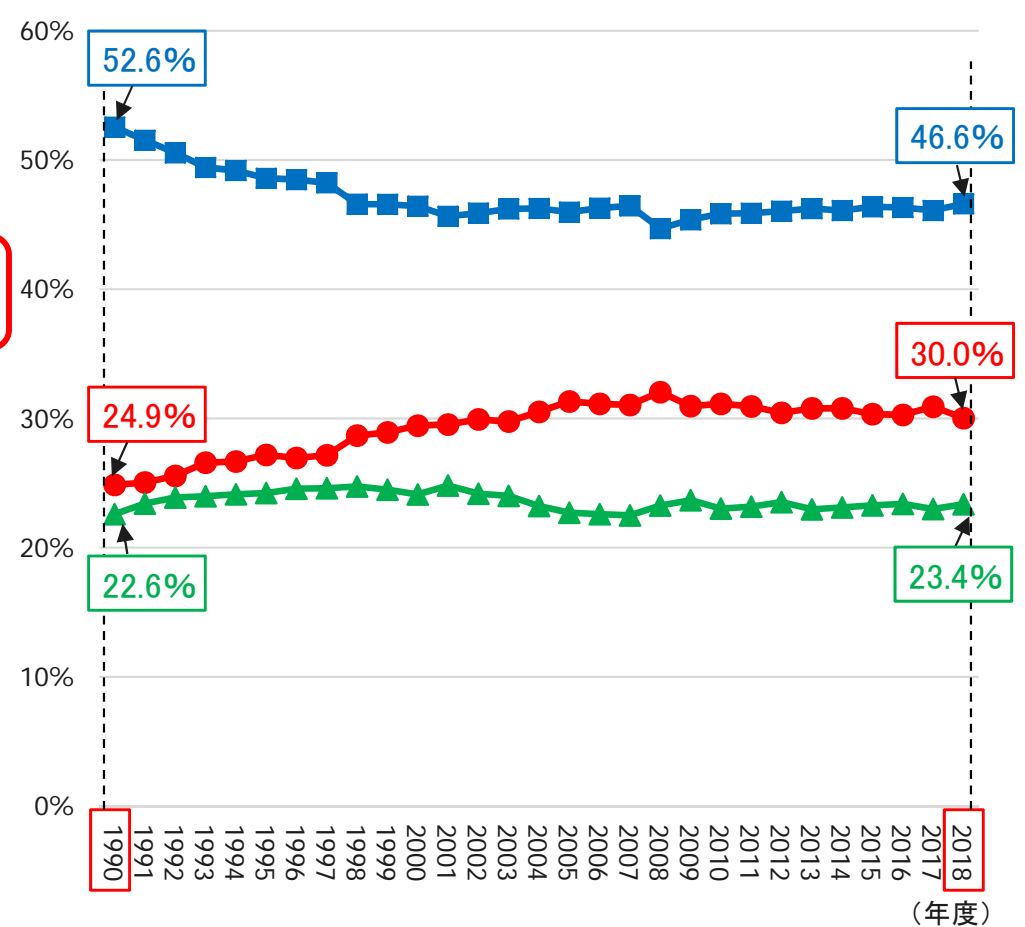
【最終エネルギー消費量の推移】



■ 産業部門 ● 業務・家庭部門 ▲ 運輸部門

出典:平成30年度エネルギー需給実績(確報)(資源エネルギー庁)をもとに作成

【最終エネルギー消費量のシェアの推移】



■ 産業部門 ● 業務・家庭部門 ▲ 運輸部門

出典:平成30年度エネルギー需給実績(確報)(資源エネルギー庁)をもとに作成

住宅・建築物における省エネ化の取組



- 「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を実施。

【建築物省エネ法の制定(省エネ法からの移行)による規制の強化】

対象建築物		省エネ法 ※1	建築物省エネ法 ※2	
			制定(H29.4.1施行)	改正(R3.4.1施行)
大規模建築物 (2,000㎡以上)	非住宅	計画の 届出義務* 【著しく不十分な場合、指示・命令等】	省エネ基準への適合義務 【建築確認手続と連動】	省エネ基準への適合義務 【建築確認手続と連動】
	住宅	* 新築等計画における省エネ措置 (省エネ基準への適合状況)に係る 所管行政庁への届出(以下同様)	計画の 届出義務 【省エネ基準に適合せず、 必要と認める場合、指示・命令等】	計画の 届出義務 【省エネ基準に適合せず、 必要と認める場合、指示・命令等】
中規模建築物 (300㎡以上 2,000㎡未満)	非住宅	計画の 届出義務 【著しく不十分な場合、 勧告 等】	計画の 届出義務 【省エネ基準に適合せず、 必要と認める場合、指示・命令等】	省エネ基準への適合義務 【建築確認手続と連動】
	住宅			計画の 届出義務 【省エネ基準に適合せず、 必要と認める場合、指示・命令等】
小規模建築物 (300㎡未満)	非住宅	省エネ基準への適合の 努力義務 【年間150戸以上の建売戸建住宅の 供給事業者に対して、必要に応じて 勧告・命令 等】	省エネ基準への適合の 努力義務 + 建築士から建築主への 説明義務 【年間150戸以上の建売戸建住宅の 供給事業者に対して、必要に応じて 勧告・命令 等】	省エネ基準への適合の 努力義務 + 建築士から建築主への 説明義務 【年間150戸以上の建売戸建住宅、注文戸 建住宅・アパートの供給事業者に対して、 必要に応じて 勧告・命令 等】
	住宅			



正式名称は、※1 「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」

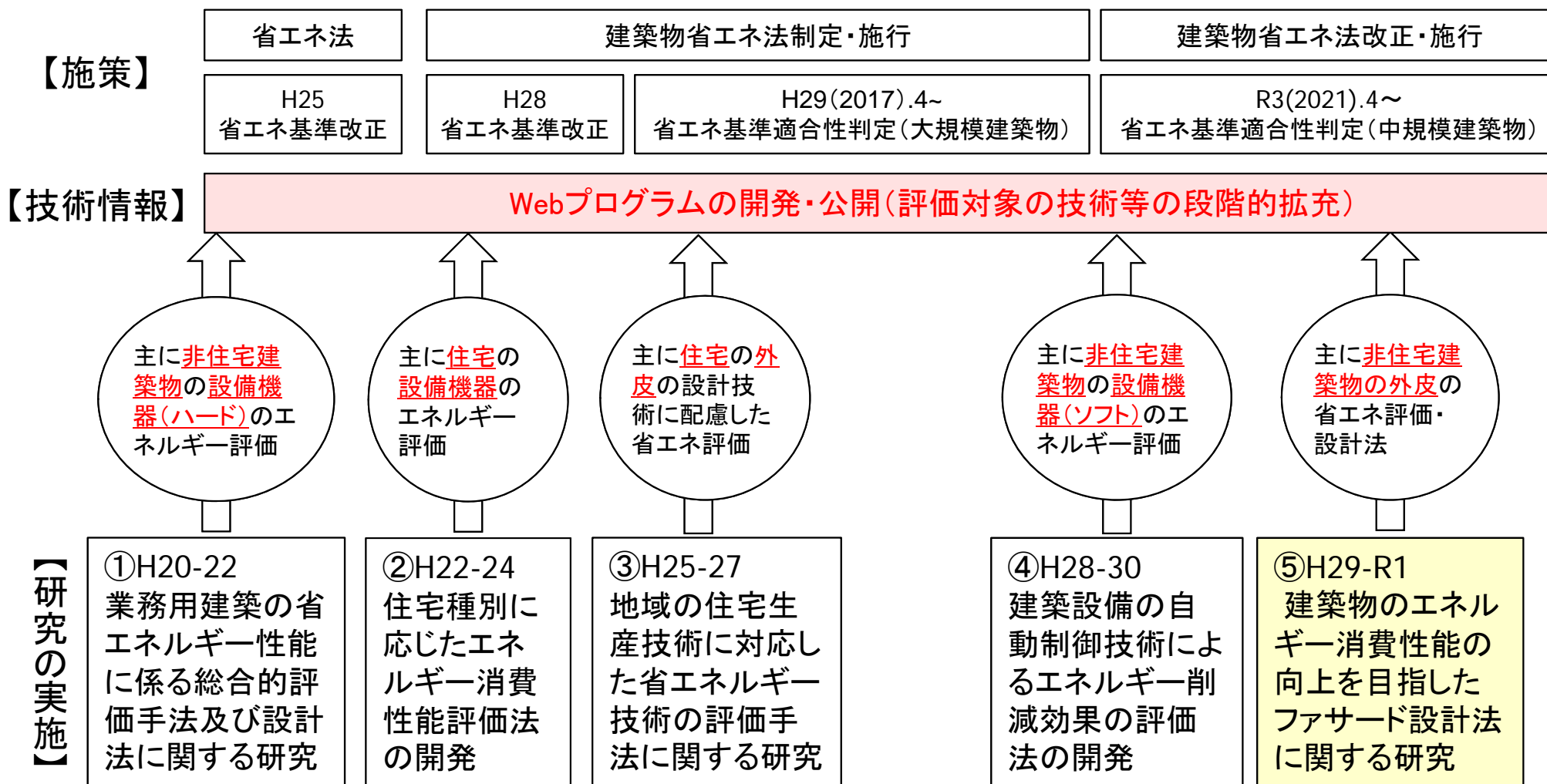
※2 「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」

出典:国土交通省住宅局資料をもとに作成

住宅・建築物の省エネ化促進に係る研究実施状況



- 「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。
- 研究成果をもとに、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、**設計者支援のためのWebプログラムを開発・公開**（国立研究開発法人建築研究所等と連携）。



最新の研究成果の紹介 – 背景・課題・目的 (1/2)

- 平成29～令和元年度に、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て、「**建築物の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に関する研究**」を実施。

背景・課題認識

- 設備機器の高効率化に伴い、建築物の省エネルギーは「設備設計」に委ねる傾向。
- しかし、設備機器の効率向上には限界※がある。

※ 例) LED照明は200ルーメンパーワット (lm/W) が上限など

⇒ エネルギー消費量のいっそうの削減に向けては、ファサード(外壁・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「**負荷削減**」を図ることが必要不可欠

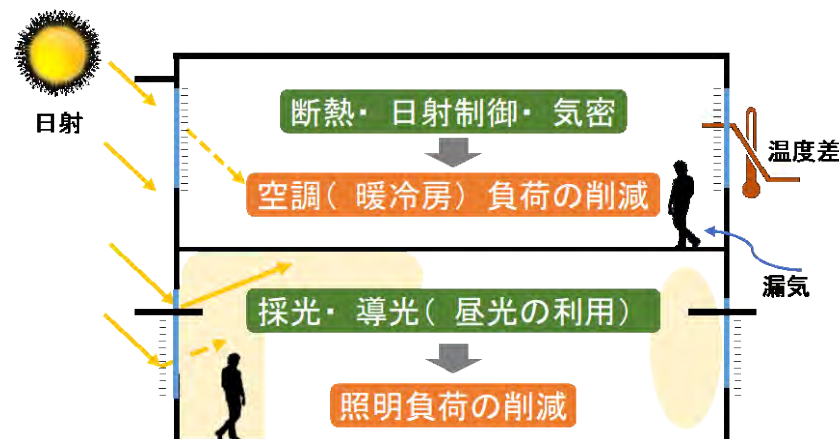
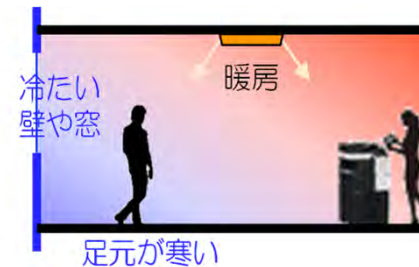


図 ファサードデザイン(外壁・窓等の断熱・日射制御や採光・導光)による設備の「負荷削減」の例

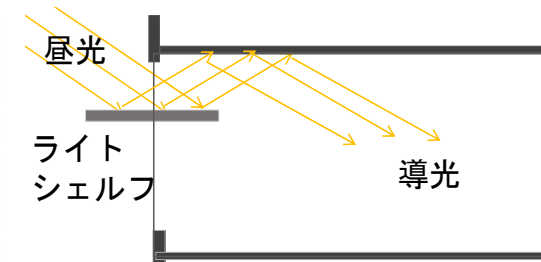
技術的課題

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



断熱性能と室内温度分布の関係の例



ライトシェルフによる導光の例

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・窓等の断熱・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

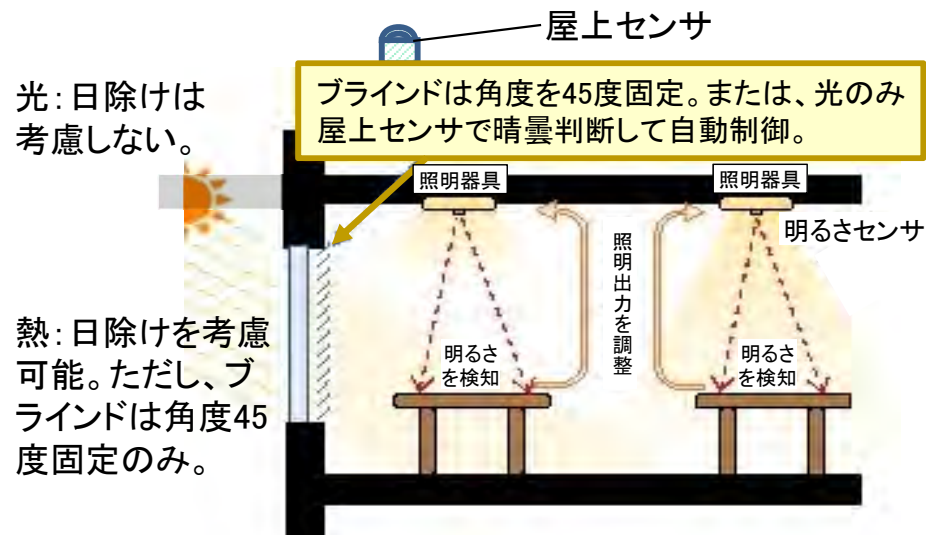
研究1. 上記①、②の課題に対応した**エネルギー消費性能の評価法の開発**

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**

- 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**。

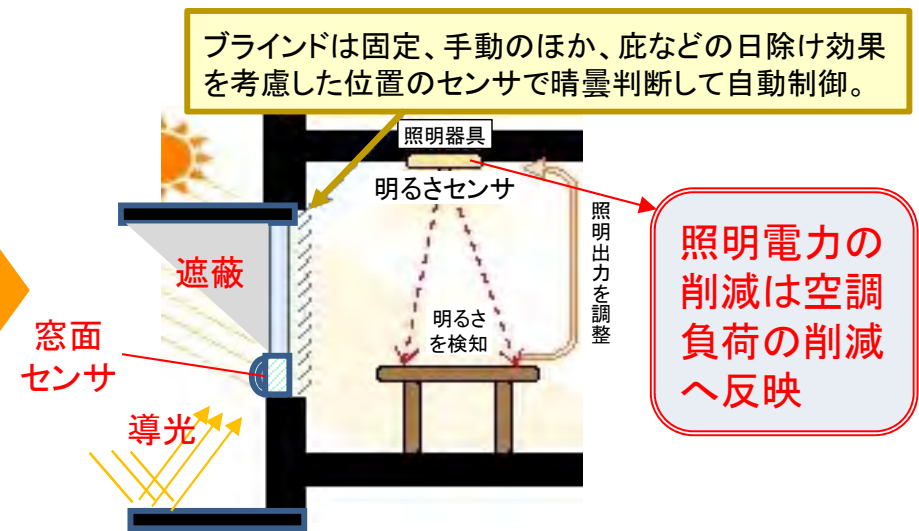
【ファサードの空調・照明設備への複合的影響を考慮したエネルギー消費性能の評価の考え方】

現行の省エネ基準における評価法



- 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」で異なり、それぞれ個別に評価。
- 「熱」は1日単位で評価し、日射遮蔽が主眼。ガラス＋ブラインド角度45度固定のみ。庇等の日除けは考慮可能（日除け効果係数）。
- 「光」は年間単位で評価し、ガラス＋ブラインド45度固定、又は、ガラス＋曇天時に開ける自動制御ブラインドで評価。庇等の日除け・導光等は考慮しない。

複合的影響を考慮したファサード評価法



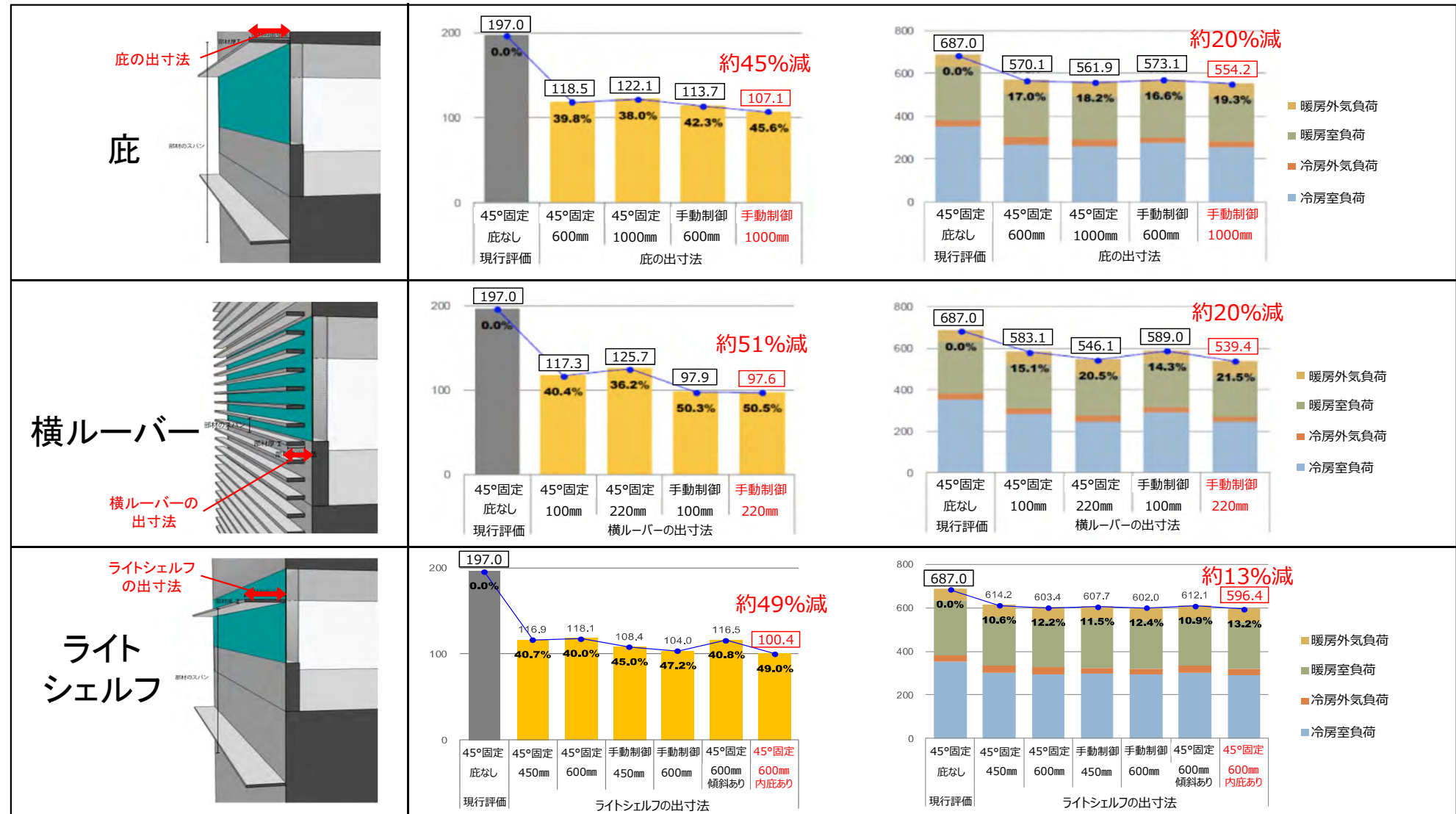
- 屋外日除け（庇等）の有無＋ガラス＋ブラインドは固定・手動・自動制御で、窓面の眩しさ（グレア）を制御する設定で、光・熱を関連づけて評価。
- ⇒ 「時々刻々」の日射遮蔽（断熱を含む）による熱負荷、採光・導光による光環境を評価。
- ⇒ 明るさセンサで調光された照明エネルギーを空調設備（室温一定設定）の熱負荷に反映。

最新の研究成果の紹介－研究成果1：評価法の開発（2/3）

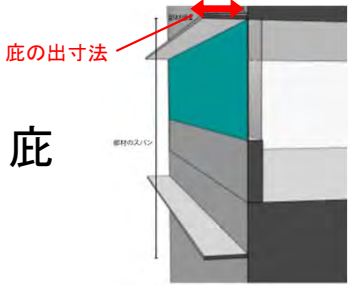
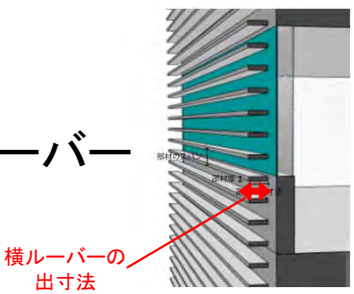
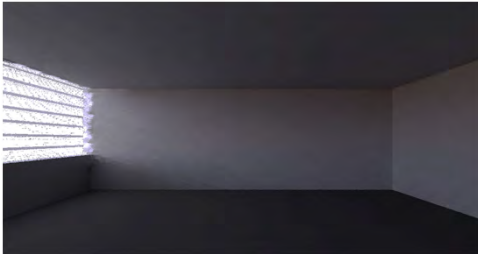
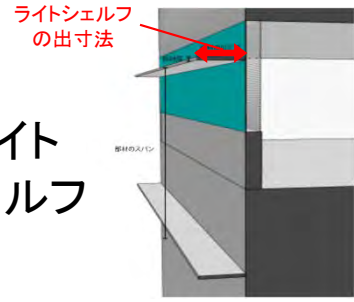



- 構築した評価の枠組みに基づき、ファサードの設計的な配慮による、照明設備のエネルギー消費量や空調負荷の削減効果の評価シミュレーションを実施。

【評価シミュレーション結果】



- 「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。**

	<ul style="list-style-type: none"> ・底の出寸法を1,000mmとした場合、ブラインドの手動制御※でも、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%の削減が可能。 ・ただし、底を張り出すことで、室奥まで光が届きにくくなる。 <p>※ 窓下端で1000ルクスを超える場合に眩しくなると想定してブラインドを手動で閉じ、日没まで全閉。その他の時間や曇天日にはブラインドを全開。以下同様。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・横ルーバーの出寸法を220mmとした場合、ブラインドの手動制御※でも、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%の削減が可能。最も省エネ効果が高い。 ・室内もグレア(眩しさ)を防いで室奥まで比較的均一で明るい光環境を確保できる。 <div data-bbox="1585 758 2060 1013" data-label="Image">  </div> <p>室奥まで比較的均一で明るい光環境を確保</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ライトシェルフの出寸法を600mmで内庇ありとした場合、ブラインド45度固定でも、年間の照明設備の一次エネルギー消費量は約49%削減が可能。ただし、空調負荷は約13%削減にとどまる。 ・また、室内側に底を張り出してもグレアが生じる場合がある。 <div data-bbox="1585 1093 2060 1348" data-label="Image">  </div> <p>室奥まで光は届くがスポット的にグレアが発生</p>

⇒ 高効率設備の導入に加え、**ファサード設計を工夫することで、室内の明るさを確保しつつ、照明・空調設備の合計一次エネルギー消費量のいっそうの削減が期待できる。**

- 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、建物運用・メンテナンス上の配慮事項**等を技術資料として整理。

(例) 【庇の設計法について】

1) 日射制御に関する主な機能

- 上方からの日射に対する遮蔽機能
- 庇の出寸法を変えることで、太陽高度に対する日射遮蔽効果を変化させることが可能。
- 下階の庇上部の反射による、室内への導光効果が期待できる。

2) 設計上の配慮事項

- 庇には冬期に積雪や氷柱などが発生する可能性がある。このため、庇の部材厚や形状を調整して、雪や雨が溜まりにくいように配慮を行う必要がある。グレーチングタイルなど目透かしになっている部材は水が溜まらないので、積雪や氷柱対策として有効である。
- 庇の反射率や日射透過率も考慮に入れて設計を行う。反射率は下階の庇上部からの反射による日射が期待できるが、グレアの発生要因となる場合があるので注意する。庇の材料として、グレーチングタイプや膜素材などを利用したものは、日射の透過率を制御することができる。
- 非常出入口付近に設ける場合には庇の出寸法や位置に注意する。出入口の下部に設ける場合には、消防隊が上部に乗ることを考慮して加重設計を行う。

3) 建物運用上、メンテナンス上の配慮事項

- 庇の出寸法や配置についてはガラス面の清掃作業を考慮する。
- ブラケット部などの外壁からの突き出し部について、水密性、気密性の確保が必要となる。また、シーリング材などの定期的な交換を行う必要がある。
- 劣化の確認や部材のゆるみ等の目視確認、部材の修繕などを容易に行えるように、取付け部の位置やメンテナンス方法を考慮する。

【横ルーバーの設計法について】

1) 日射制御に関する主な機能

- 上方からの日射に対する遮蔽機能
- ルーバーの出寸法とスパンを調整することで、太陽高度が比較的低い場合でも高い日射遮蔽効果が期待できる。
- ルーバー上部の反射率を上げることにより、室内への導光効果が期待できる。

2) 設計上の配慮事項

- 横ルーバーでは、庇と同様、冬期に積雪や氷柱などが発生する可能性がある。このため、ルーバーの部材厚や形状、取付けピッチを調整して、雪や雨が溜まりにくいように配慮を行う必要がある。ルーバー間隔が狭い場合には積雪する可能性が高いので、ピッチを荒くする必要がある。
- ルーバーの反射率も考慮に入れて設計を行う。ルーバー上面の反射率を上げることによって、室内への日射導入効果を大きくすることが期待できるが、グレアの発生要因となる場合があるので注意する。
- 外壁面に対して大きな面積を占める場合、強風時に大きな風切り音を生じる場合がある。強風の発生頻度が高い場合には騒音発生を考慮し、部材のディテールや取付けピッチ等の検討を行う。
- 非常出入口付近に設ける場合にはルーバーに一部開口を設けることや、開閉できるようにするなどの必要がある。

3) 建物運用上、メンテナンス上の配慮事項

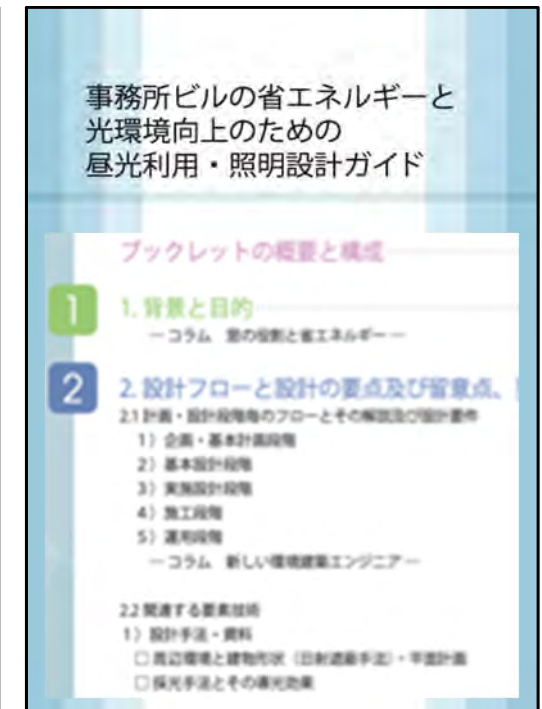
- ルーバーの出寸法や取付けピッチについてはガラス面の清掃作業を考慮する。
- ブラケット部などの外壁からの突き出し部について、水密性、気密性の確保が必要となる。また、シーリング材などの定期的な交換を行う必要がある。
- 劣化の確認や部材のゆるみ等の目視確認、部材の修繕などを容易に行えるように、取付け部の位置やメンテナンス方法を考慮する。

実施済みの内容

- ① 採光用開口の設計における昼光制御と熱環境の関係の考え方をISO(国際標準化機構)規格に反映(日本提案・2019年出版:プロジェクトリーダー:九州大学・古賀靖子、国総研・三木保弘)。
- ② 昼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(建築環境・省エネルギー機構より2018年出版)。



【① ISO規格への反映】



【② ブックレットの作成】

今後の取組内容

- 継続的なフォローアップ・作業体制を構築し、下記の点から社会実装を図る。
 1. 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
⇒ ファサードデザインによる光・熱の複合的な負荷低減効果の評価へ
 2. 設計法の成果をもとに、「省エネファサードの設計ガイドライン」の作成・公表
⇒ 実務者講習等により普及へ

- 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