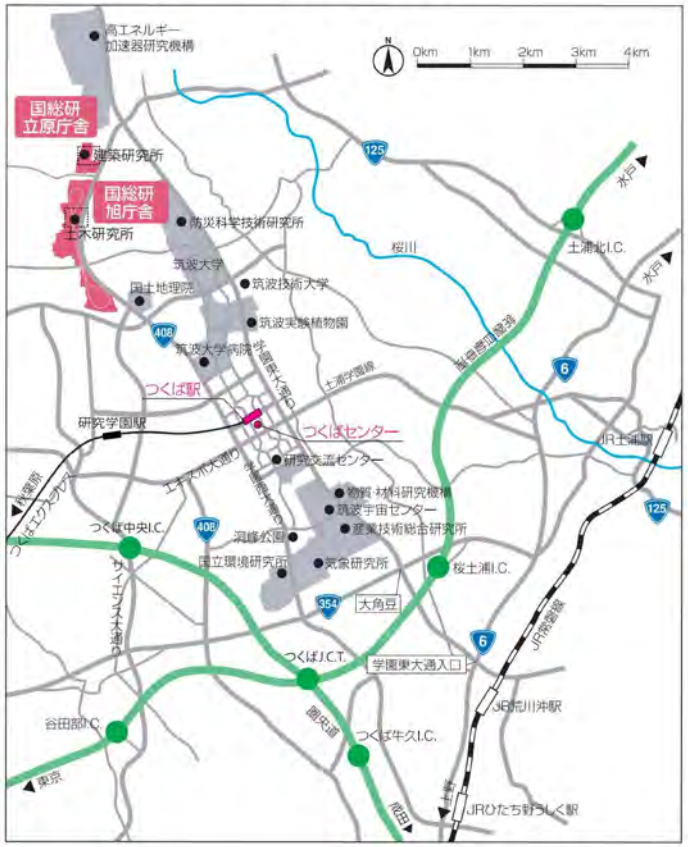
⑪ ビッグデータを活用した建築物の脱炭素化に関する施策検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所
住宅研究部 建築環境研究室
主任研究官　宮田 征門

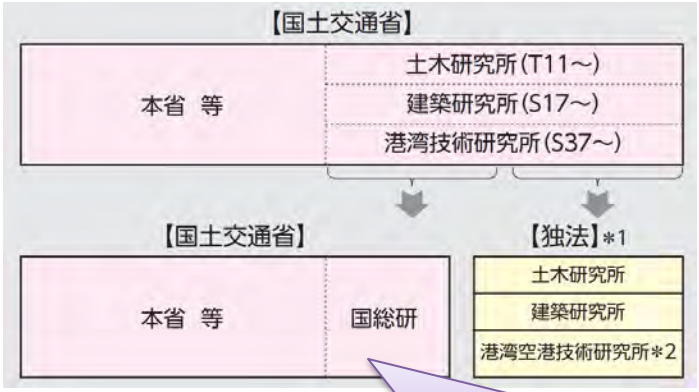
国土技術政策総合研究所 (国総研, NILIM)

住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、
技術を原動力に、現在そして将来にわたって
安全・安心で活力と魅力ある国土と社会の実現を目指します

国土技術政策総合研究所（つくば）



- 国土交通政策の企画・立案、普及を支える研究開発
- 災害・事故対応への高度な技術的支援と対策技術の高度化
- 地方整備局等の現場技術力の向上を支援
- 政策形成の技術的基盤となるデータの収集・分析・管理、社会への還元



土木・建築・湾岸関係の研究者 約250名

国総研レポート： http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/k2022j.pdf

「建築物の脱炭素化」の重要性

- エネルギー起源CO_2の36%は 建築分野（業務＋家庭）から排出
  - 年々その割合は増えている。建築分野の脱炭素化は世界的な課題
- 脱炭素化の実現に向けて地球温暖化対策計画が改定 (2021.10)
  - 建築分野の削減目標は非常に高い（野心的）

温室効果ガス排出量・吸収量（単位：億t-CO2）		2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
		14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO_2		12.35	6.77	▲45%	▲25%
部門別	産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
部門別	業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
部門別	家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
部門別	運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
部門別	エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO_2、メタン、N_2O		1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等４ガス（フロン類）		0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源		-	▲0.48	-	（▲0.37億t-CO_2）
二国間クレジット制度（JCM）		官民連携で2030年度までの累積で１億t-CO_2程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

[出典] 環境省 http://www.env.go.jp/earth/211022/mat02.pdf

建築物の省エネに関する法規制

着工　　工事完了、引渡し

設計 → 施工 → 運用

建築物省エネ法・省エネ基準

- 設計性能の評価・届出義務
- 基準適合義務 (非住宅)

国土交通省

省エネ法（工場等に係る措置）

- エネルギー使用状況の定期報告義務
- 削減目標の設定、努力義務

経済産業省 Ministry of Economy, Trade and Industry

省エネ基準

評価区分： 住宅、非住宅 (住宅以外)

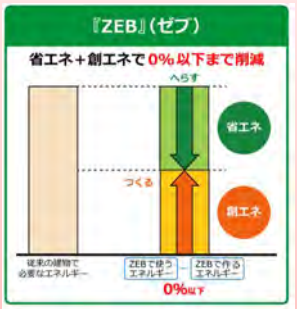
評価指標：

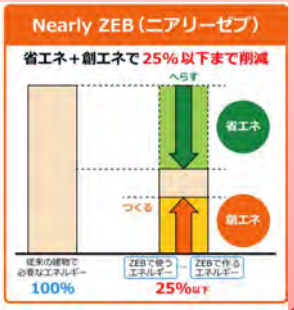
- 外皮性能（断熱性能）
- 設備機器の一次エネルギー消費量
  （電気＋ガス＋重油＋灯油等）

評価対象設備：

空調、換気、照明、給湯、昇降機
太陽光発電、コージェネレーション

BELS (Building Energy-Efficiency Labelling System)





設計時の性能評価の重要性

- 建築物は一品生産！ 試作できない！
- 外皮性能評価の必要性：
  - 躯体の寿命は長い。
  - 後で断熱を付与するのは至難の業。
  - 空調のエネルギーや快適性にも関係。

- 設備（一次エネルギー消費量）性能評価の必要性：
  - 設計条件，機器選定次第で大きくエネルギー消費量が変わる。

空調：多くのビルで能力過剰
⇒ 低負荷域での効率の悪い運転

照明：過剰な照度，
不充分なゾーニング

大は小を兼ねない

不確定要素を恐れて
余裕を持ちすぎた設備を入れる
のはエネルギー的には悪。

ただし「大」を求めるのは「建築主」
「建築主」が気にするのは「お客様」
(設計者や建築主が悪いとは言い切れない)

非住宅の省エネ性能評価法構築上の課題

① 一次エネルギー消費量の算出は簡単ではない

- 多様な用途（事務所、ホテル、病院、学校、店舗、飲食店、集会所、工場）
  - 使われ方が多様。
- 用途、規模や地域により、採用されるシステムが大きく異なる。
- 相互干渉の影響も大きく複雑。
  - 大きい窓：冷房負荷は大、照明消費電力は小

② 設計仕様の実態が分からない。

- 設計者や建築主も他の建築物の設計仕様はよく知らない。
  - 各プロジェクトが長期に亘るため、多くは関われない。
  - 学会や業界団体のデータベースはあるが優良事例が多い？
- 国土交通省は省エネ基準申請データの報告を行政庁に依頼（2008年度～）
  - 手作業による集計であるため行政庁の負担が課題であった。
  - 負担を考慮し、設計仕様に関する詳細データ収集は行えなかった。

オンラインプログラムによるソリューション

国総研、建築研究所が開発・整備

①省エネ基準の適合性判定 (2013~)

・サーバ側で高速演算
・バージョン管理も厳格に

WEB プログラム

省エネ基準適合性判定プログラム（非住宅）
https://www.kenken.go.jp/becc/index.html

プログラムインターフェイス（ブラウザでアクセス）

建物情報をアップロード

PDF ファイル（入出力情報 + XML-ID と再出力コード）

建築主

適合判定通知書

PDF ファイルを印刷した書類（入出力情報 + XML-ID と再出力コード）

所管行政庁等

報告（XML-ID と再出力コード）

個人情報を削除

暗号化されたデータベース

建物情報、計算結果を保存

XML-ID で検索
再出力コードで暗号化解除

プログラムの入出力情報を収集

国交省住宅局

XML-ID と再出力コードを提供

分析結果を報告（施策立案等に活用）

国総研

入出力情報の分析
- 評価結果の実態解明（地域別、用途別等）
- 設計仕様と評価結果の関係の分析　等

※ 使用許諾条件 第9条： 本プログラムを使用する際に入力する建築材料及び建築設備の仕様等や本プログラムにより出力される計算結果及び評価結果に関する情報は、次の①から③までに掲げる目的で、個人や個別の建築物が特定されないようにした上で収集・管理・利用されます。

②申請データの収集・分析 (2018~)

・行政庁の負担軽減
・プログラムの入出力データを全て収集

建築設計に関わるビッグデータの収集と公表

- 国総研資料　http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn_nilim.htm
  - 国総研資料 No.1107 ⇒ 2018年度申請データ (14,802件分)
  - 国総研資料 No.1143 ⇒ 2019年度申請データ (14,490件分)
  - 国総研資料 No.1184 ⇒ 2020年度申請データ (14,099件分)
  - 国総研資料 No.1229 ⇒ 2021年度申請データ (12,054件分)

2022年11月1日記者発表

Press Release

国土交通省
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

資料配布の場所
1. 国土交通記者会
2. 国土交通省建設専門紙記者会
3. 国土交通省交通運輸記者会
4. 筑波研究学園都市記者会
令和４年１１月１日同時配布

国総研

令和４年１１月１日
国土技術政策総合研究所

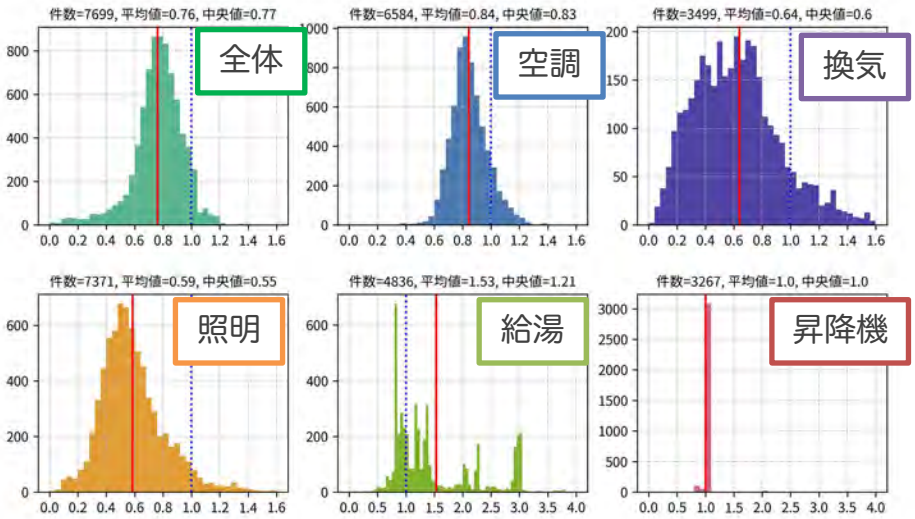
オフィスビル等の省エネ性能に関する最新調査結果を公表
～建築物の脱炭素化に関する施策検討を支援～

国総研では、2021 年度に新築または増改築されたオフィスビル等の省エネ性能（断熱性能や空調機器の効率等）に関する調査結果を公表しました。建築物省エネ法に基づく手続時の情報を分析したものであり、省エネ性能指標や外皮・設備設計仕様に関する信頼性の高いデータが掲載されています。国や自治体における省エネ施策の立案や、設計実務における仕様検討のための基礎資料として活用できます。

１．概要

・我が国の温室効果ガス排出量の約 2 割はオフィスビル等（オフィス、店舗、病院、学校等の住宅以外の建築物）によるものです。政府はオフィスビル等からの排出量を 2030 年までに 51%削減（2013 年比）するという高い目標を立てています。

http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20221101.pdf

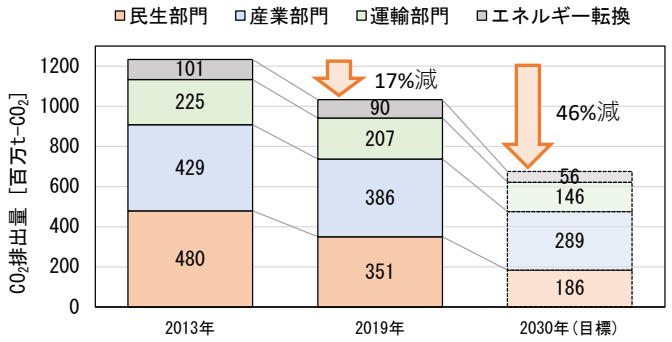


掲載データの例：BEIの分布

その他、地域別、用途別、規模別に、外皮の断熱仕様（熱貫流率）、窓面積率、空調設備の熱源機種・能力・効率、換気設備の消費電力・制御の採用率、照明設備の消費電力・制御の採用率、給湯設備の熱源効率・保温仕様、昇降機の制御仕様、太陽光発電の容量などを掲載。

ビッグデータを活用した施策検討

- 長期目標の策定（=省エネ基準の強化）
  - EBPM: Evidenced Based Policy Making
  - 政府目標からのトップダウンアプローチ
  - 現状からのボトムアップアプローチ
    - 現状の基準適合率の把握（BEIの分布）



一次エネルギー量基準の判断指標 BEI (Building Energy Index)

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量}\ ※1}{\text{基準一次エネルギー消費量}\ ※2}$$

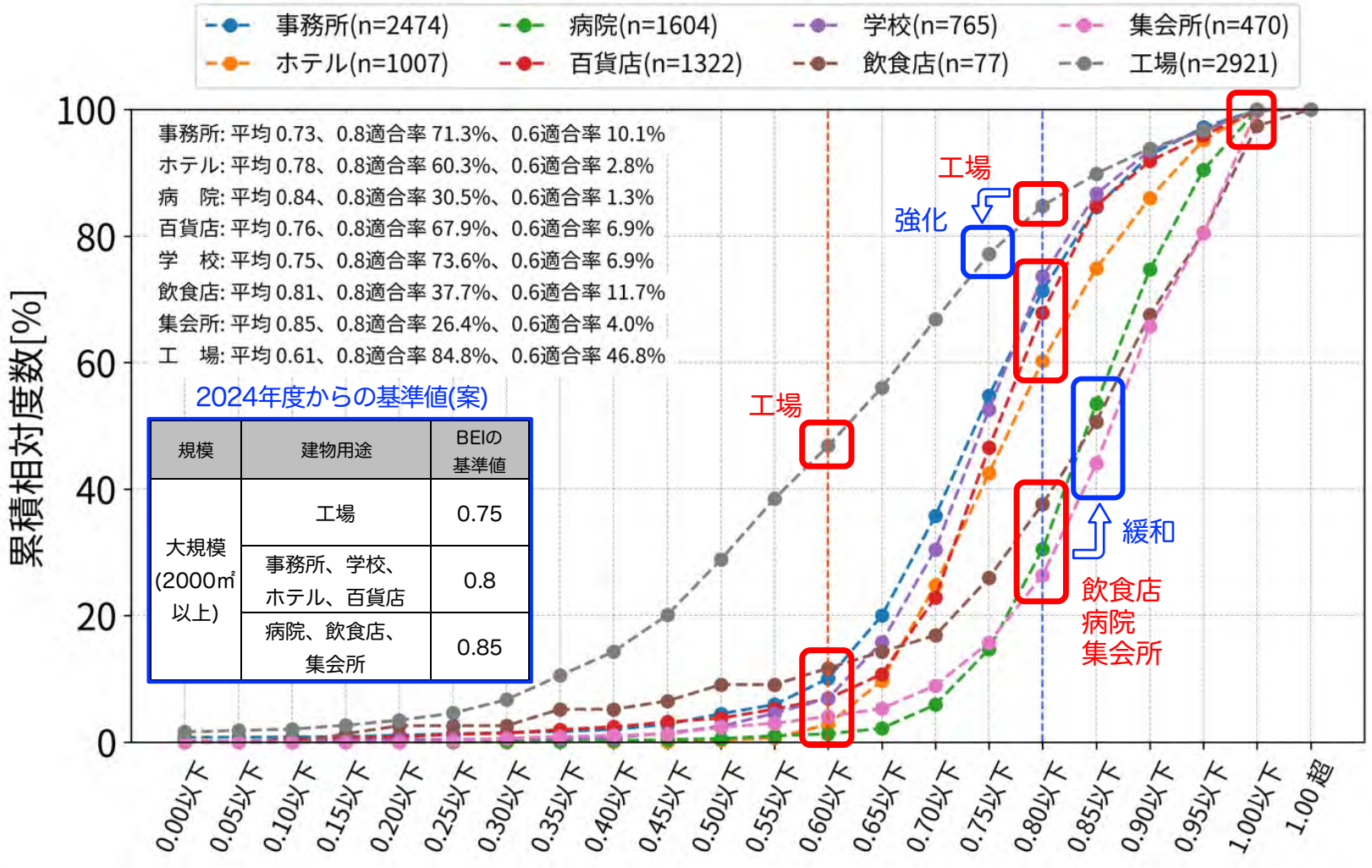
BEI≦1.00で
基準適合と判断

- 技術的・財政的な支援・補助
  - 強化基準への適合には、設計仕様をどのように変えればよいか。
    - 実現可能な設計仕様なのか？コストアップは？
    - ばらまきではなく、ポイントを明確にした支援・補助
    - 建築主・設計者に具体的な技術情報を周知（講習会等）

※1 設計一次エネルギー消費量： 設計仕様を基にWebプログラムで計算した一次エネルギー消費量。
※2 基準一次エネルギー消費量： 告示で定められている基準値原単位（用途毎、地域毎、面積あたり）を基に計算した一次エネルギー消費量。
なお、BEI算出時の設計、基準一次エネルギー消費量には、その他一次エネルギー消費量（OA機器、家電等のエネルギー消費量）は含まない。

分析①：基準適合率の分析例

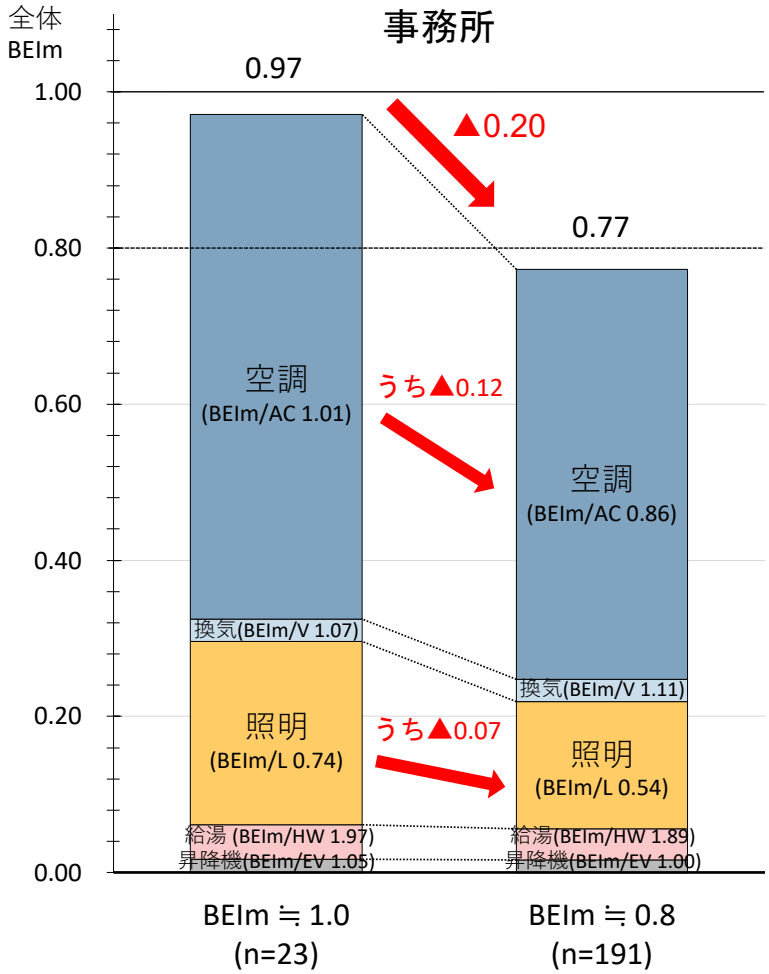
全地域, 2,000m^{2}以上 （2018から2021年度申請データ）



横軸は BEI (Building Energy Index) = 設計一次エネ/基準一次エネ

分析②：設計仕様の分析例（事務所，温暖地）

○ 事務所（温暖地）の BEI に与える影響が大きい設備は、空調設備と照明設備。
○ 空調の定格熱源能力と定格熱源効率、照明の定格消費電力に差異がある。

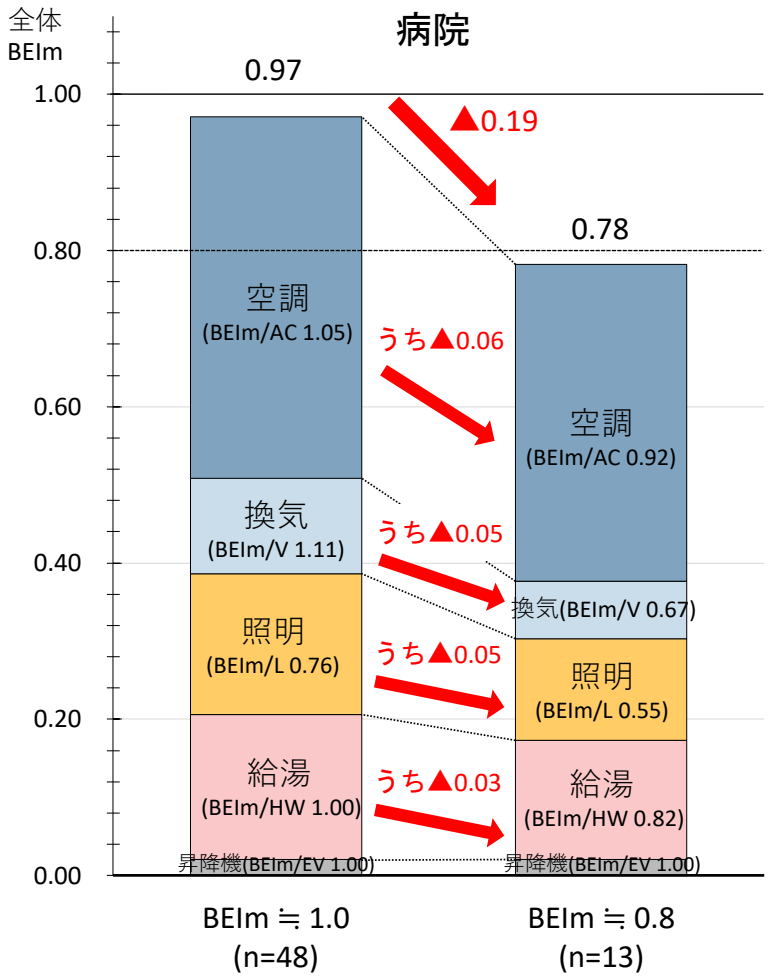


設計仕様		BEI ≒ 1.0 (n=23件)
空調	熱源機種（冷房/暖房）	パッケージエアコン（個別熱源）
	定格熱源能力（冷房）	318 W/m²
	定格熱源能力（暖房）	346 W/m²
	定格熱源効率（冷房）	1.11
	定格熱源効率（暖房）	1.25
照明	定格消費電力（事務室）	11.1 W/m²

設計仕様		BEI ≒ 0.8 (n=191件)	
空調	熱源機種（冷房/暖房）	パッケージエアコン（個別熱源）	
	定格熱源能力（冷房）	239 W/m² (25%減)	サイズ DOWN
	定格熱源能力（暖房）	265 W/m² (23%減)	
	定格熱源効率（冷房）	1.19 (7%増)	効率 UP
	定格熱源効率（暖房）	1.29 (3%増)	
照明	定格消費電力（事務室）	7.6 W/m² (31%減)	サイズ DOWN

分析②：設計仕様の分析例（病院，温暖地）

○ 病院（温暖地）のBEImに与える影響が大きい設備は、空調、換気、照明、給湯。
○ 空調の定格熱源能力、換気の電動機出力、照明の定格消費電力、給湯の熱源効率に差異がある。



設計仕様			BEI ≒ 1.0 (n=48件)
空調	熱源機種（冷房、暖房）		パッケージエアコン（個別熱源）
	定格熱源能力	（冷房）	282 W/m^2
		（暖房）	314 W/m^2
換気	電動機出力（厨房）		0.45 W/(m^3/h)
照明	定格消費電力	（病室）	6.9 W/m^2
		（待合室）	8.1 W/m^2
給湯	熱源効率（浴室、厨房）		0.89

設計仕様			BEI ≒ 0.8 (n=13件)	
空調	熱源機種（冷房、暖房）		パッケージエアコン（個別熱源）	
	定格熱源能力	（冷房）	224 W/m^2 (20%減)	サイズDOWN
		（暖房）	255 W/m^2 (19%減)	
換気	電動機出力（厨房）		0.30 W/(m^3/h) (34%減)	サイズDOWN
照明	定格消費電力	（病室）	4.8 W/m^2 (31%減)	サイズDOWN
		（待合室）	6.6W/m^2 (19%減)	
給湯	熱源効率（浴室、厨房）		1.01 (14%増)	効率UP

まとめ

- 建築物の脱炭素化の推進
  - オンラインプログラムを開発・整備し、政策検討を支援。
    - 高度な計算をクラウド上で実行
    - 入出力データを暗号化したうえで集積
  - 脱炭素・省エネは社会的変化、技術的変化が早い。
    - 新鮮なデータを効率良く的確に集めることが施策検討の肝。
      - データは強い！

- データの公開、社会への還元
  - 専門家が解釈して要点を公開。
  - オープンな議論を。
  - 他分野との融合。
    - 建築分野の他分野
    - 建築分野以外の分野

参考：データ分析に関わる主な発表論文

- 宮田征門, 平川侑: 省エネ基準適合性判定プログラムの入出力データを活用した非住宅建築物の外皮・設備設計の実態分析, (その１)新築事務所ビルを対象とした省エネ基準評価結果別の標準的な設計仕様の解明, 日本建築学会環境系論文集, 第85巻, 第777号, pp.859-869, 2020.11, https://doi.org/10.3130/aije.85.859

- 鳴川公彬, 山口容平, 下田吉之, 宮田征門: 省エネ基準適合性判定プログラムの入出力データを活用した非住宅建築物の外皮・設備設計の実態分析,（その２）ロジスティック回帰による規模・立地別の設計仕様の分析, 日本建築学会環境系論文集, 第87巻, 第797号, pp.448-459, 2022.7, https://doi.org/10.3130/aije.87.448

- 宮田征門: 省エネ基準適合性判定プログラムの入力データを活用した空調熱源・搬送システム設計仕様の実態分析, 空気調和衛生工学会論文集, Vol.46, No.291, pp.39-46, 2021.6, https://doi.org/10.18948/shase.46.291_39

- 宮田征門: 共同住宅共用部の設備設計仕様の実態分析, 日本建築学会技術報告集, 第28巻 第68号, pp.314-319, 2022.2, https://doi.org/10.3130/aijt.28.314

- 宮田征門: 非住宅建築物の外皮基準適合率と外皮設計仕様の実態分析, 日本建築学会技術報告集, 第28巻 第70号, pp.1307-1312, 2022.10, https://doi.org/10.3130/aijt.28.1307