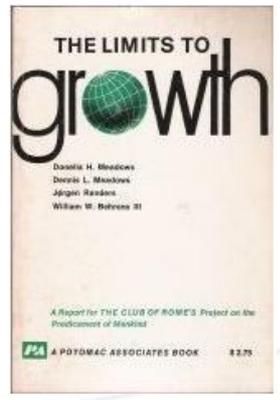
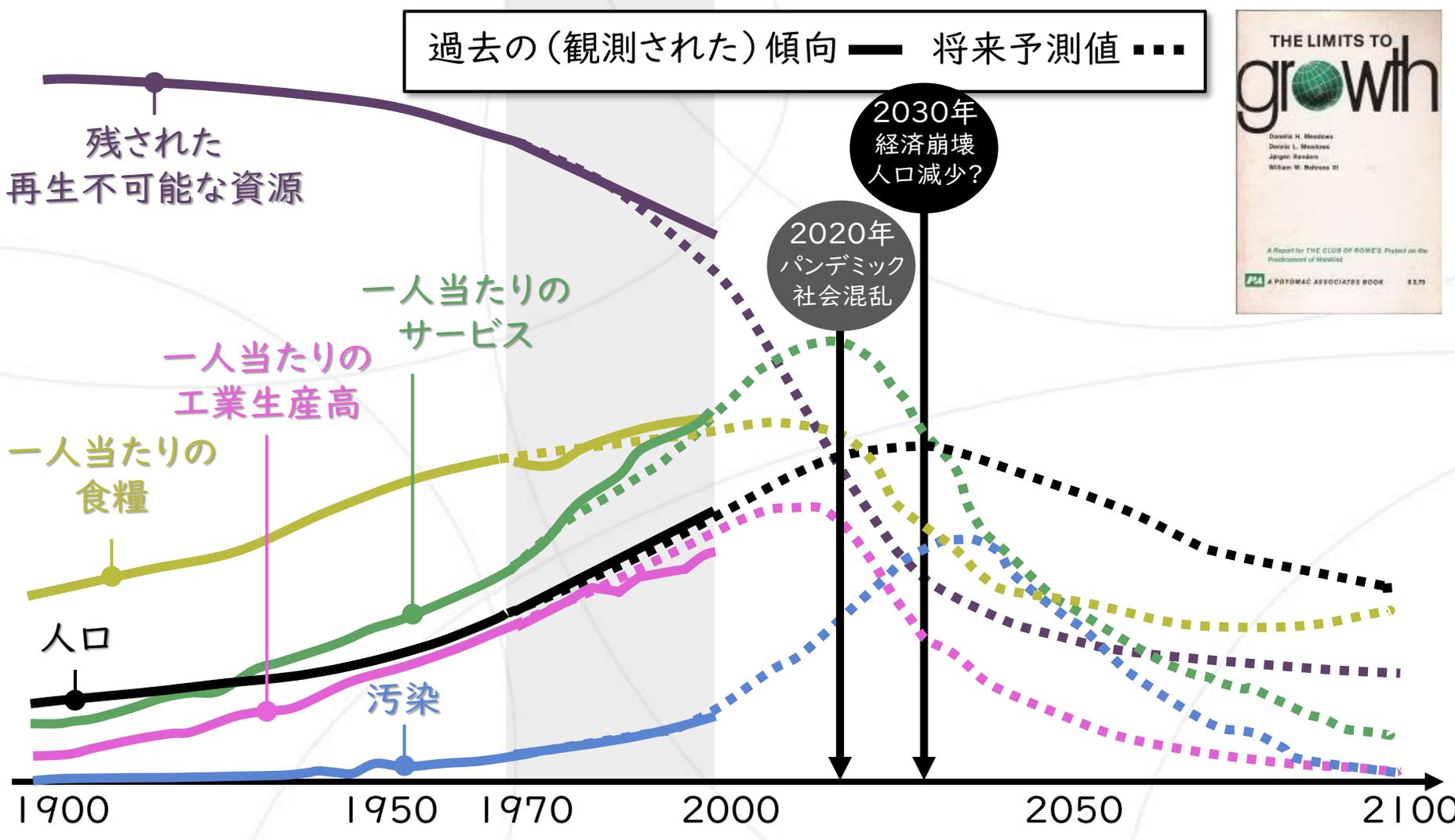


# サステナブルな住まい・住まい方が もたらす価値

川久保 俊

慶應義塾大学工学部システムデザイン工学科准教授  
大阪大学社会ソリューションイニシアティブ招へい教授  
一般社団法人サステナブルトランジション代表理事

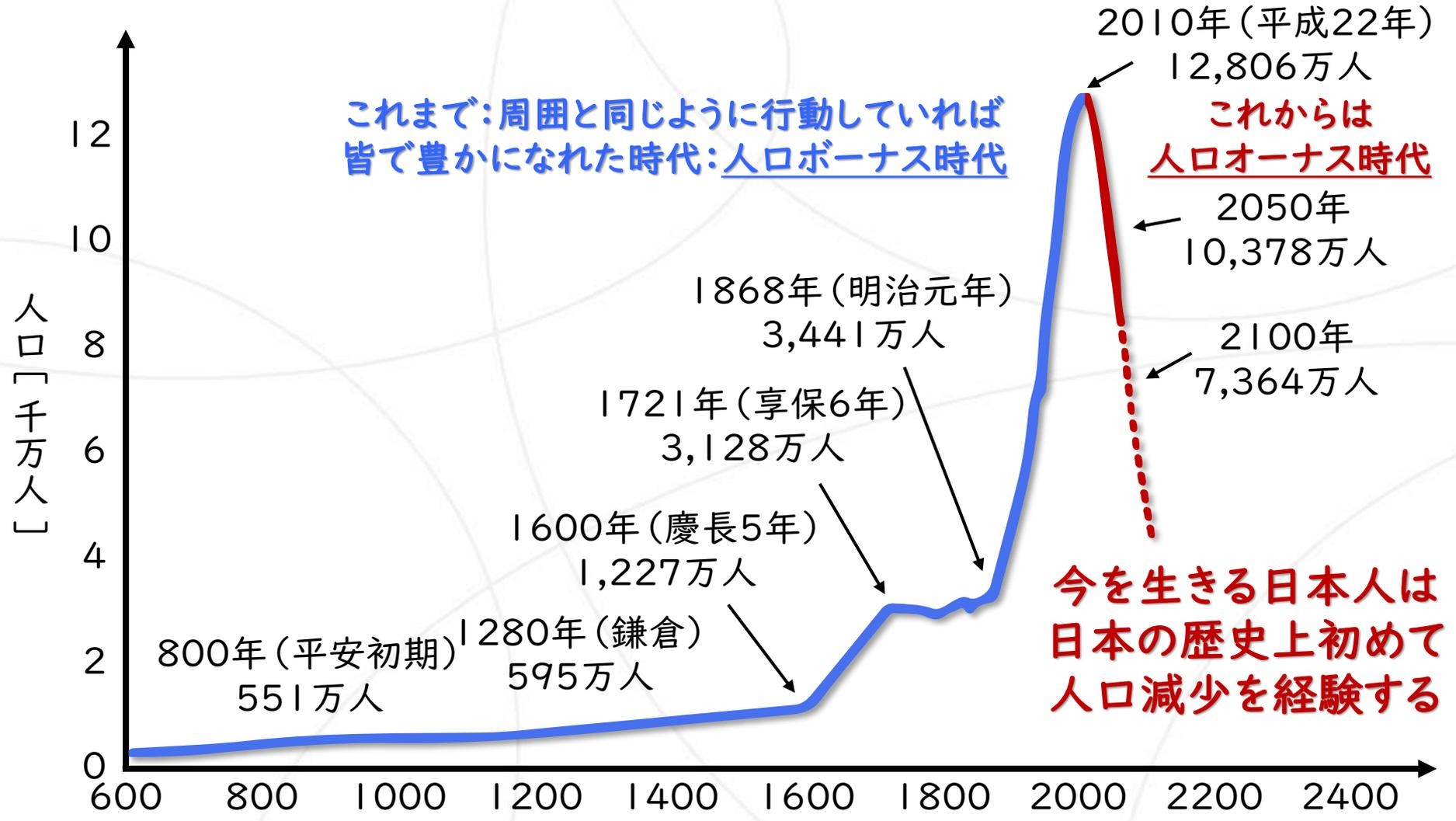
# 成長の限界：我々に向けた先人からの警鐘



いずれ成長が限界に達し、破滅すると警鐘が鳴らされてきた

出典: Donella H. Meadows et al.: 「成長の限界」、ダイヤモンド社、1972 より引用、一部修正  
 Mark Strauss: Looking Back on the Limits of Growth, SMITHSONIAN MAGAZINE, 2012.4

# 日本社会の過去と未来

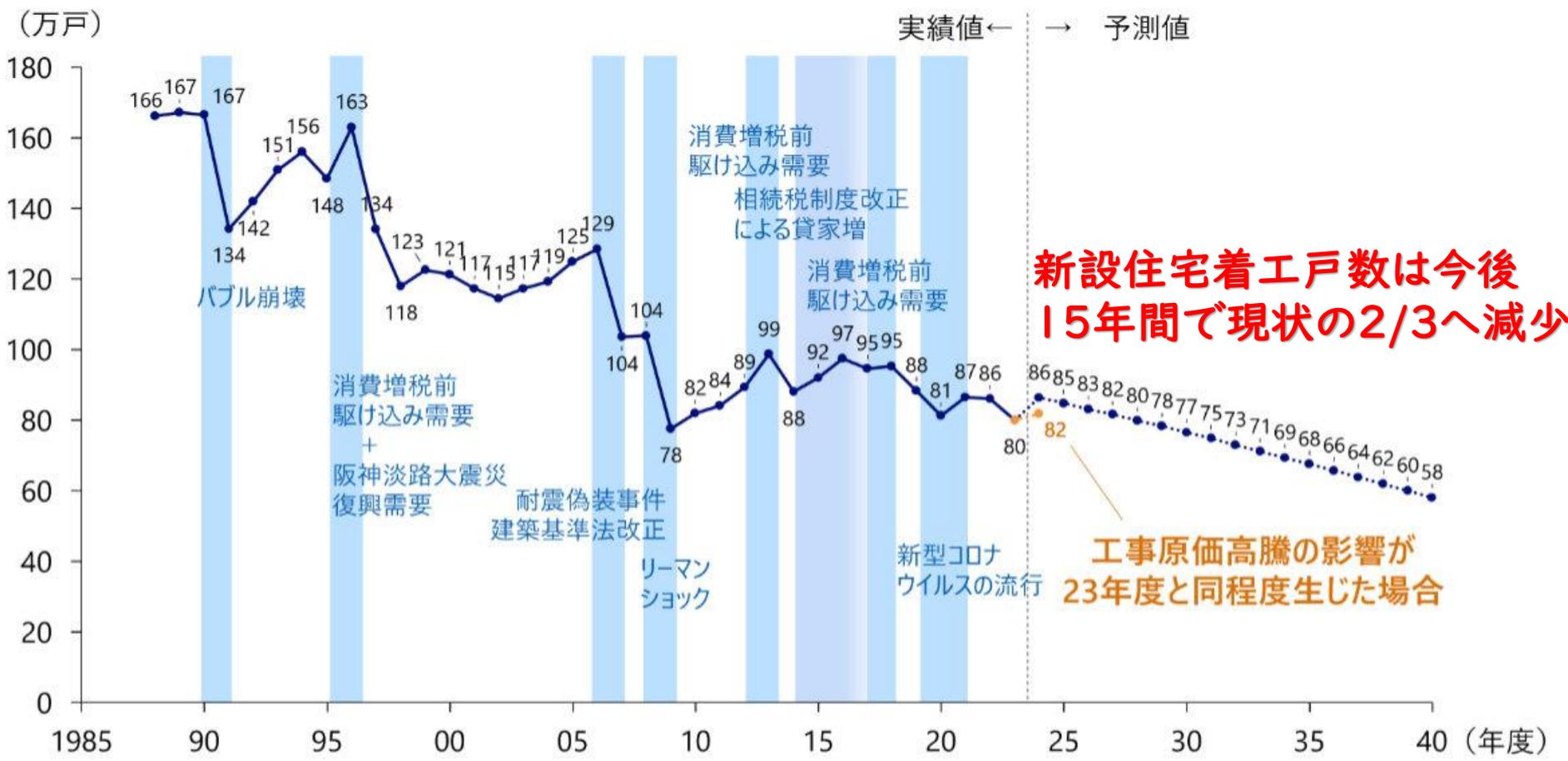


従来のシステムでは立ち行かなくなる場面が増加することは明白

出典: 国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集」2024、「日本の将来推計人口」2023

# 日本の住宅産業の過去と未来

## 新設住宅着工戸数の実績と予測結果



住宅を大量に新築する時代からストックを大事にする時代へ

出典: 野村総合研究所ニュースリリース「2040年度の新設住宅着工戸数は58万戸に減少、2043年の空き家率は約25%まで上昇する見通し」2024.6

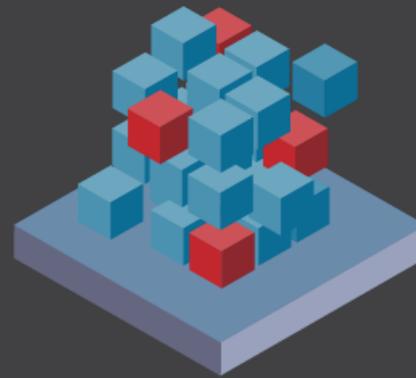
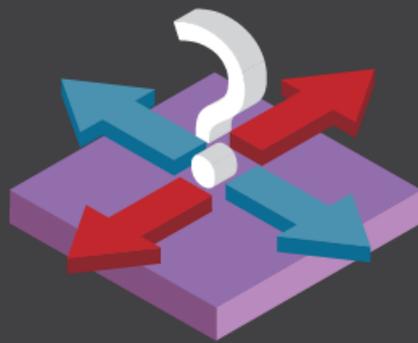
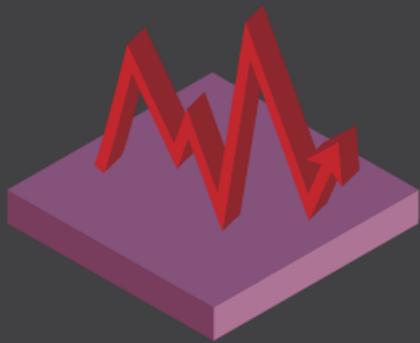
# VUCA

Volatility

Uncertainty

Complexity

Ambiguity



# 未来に向けた生き残りのキーワード：持続可能な開発とSDGs



1 貧困をなくそう	2 飢餓をゼロに	3 すべての人に健康と福祉を	4 質の高い教育をみんなに	5 ジェンダー平等を実現しよう	6 安全な水とトイレを世界中に
7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに	8 働きがいも経済成長も	9 産業と技術革新の基盤をつくろう	10 人や国の不平等をなくそう	11 住み続けられるまちづくりを	12 つくる責任 つかう責任
13 気候変動に具体的な対策を	14 海の豊かさを守ろう	15 陸の豊かさも守ろう	16 平和と公正をすべての人に	17 パートナリシップで目標を達成しよう	

人間と地球が今後も持続可能であるために  
目指すべきゴールとして設定されたSDGs

## Sustainable Development Goals

持続可能な

開発

目標

↓ 以下のように理解すると分かりやすい

## Survival Development Goals

生き残るために必要な

発展

目標

これからの世の中は“**VUCA (ブーカ) 時代**”

**V**olatility … 変化の激しい

**U**ncertainty … 不確実性の高い

**C**omplexity … 複雑性に富む

**A**mbiguity … 曖昧さを伴う 難しい(チャレンジしがいのある?)時代

SDGsの本質を理解して未来志向の取り組みを実践する意義は大きい

# 持続可能な開発を巡る近年のグローバルな動向

## 1. 我々の世界を変革する: (企業への影響:サステナビリティ経営) 持続可能な開発のための2030アジェンダ (2015.9)

- ・ 国連で採択された2030年までの世界全体の開発計画
- ・ 2030アジェンダの中核をなすのが持続可能な開発目標 (SDGs)



## 2. パリ協定 (2015.12) (企業への影響:TCFD対応)

- ・ 気候変動枠組条約締約国会議で採択された国際協定
- ・ 京都議定書以来18年ぶりの気候変動に関する国際的な枠組み



## 3. 昆明・モンリオール枠組 (2022.12) (企業への影響:TNFD対応)

- ・ 生物多様性条約締約国会議で採択された国際的な枠組
- ・ 愛知目標の後継として位置づけられる生物多様性に関する目標



⇒ 2015年以降、持続可能な世界の構築に向けた世界の動きが加速

# 持続可能な開発を巡る近年のグローバルな動向

プレスリリース

2020年7月21日

## Apple、2030年までに サプライチェーンの100% カーボンニュートラル達成を約束



温室効果ガスの排出でカーボンニュートラルを達成しているAppleが、総合的なカーボンフットプリントをIPCC目標に20年前倒しでネットゼロを達成すると計画

グローバル企業は2030アジェンダ (SDGs) とパリ協定を意識している

出典: Apple Inc. 「Apple、2030年までにサプライチェーンの100%カーボンニュートラル達成を約束」、2020年7月21日

# 持続可能な開発を巡る近年のグローバルな動向

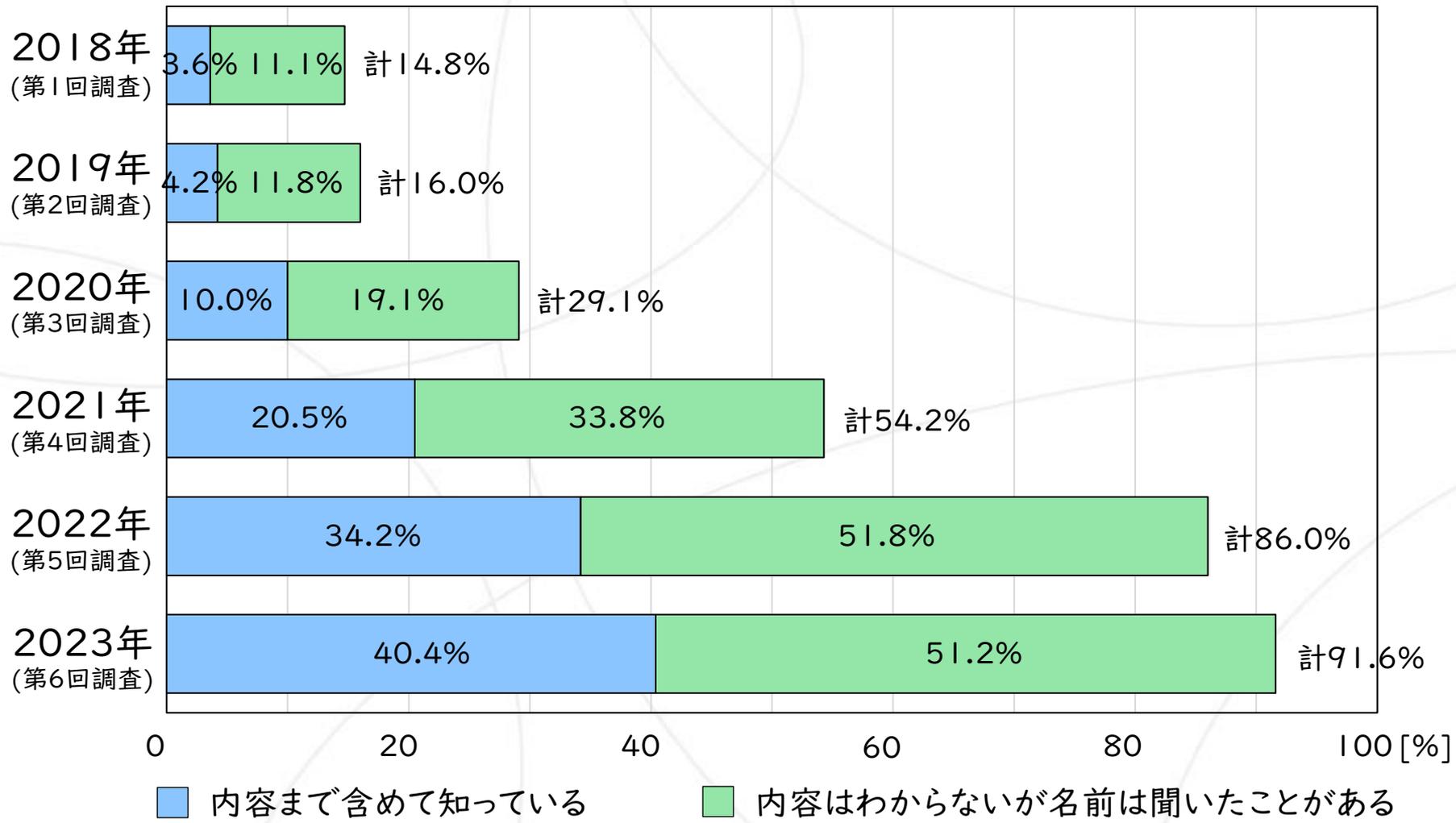


The screenshot shows the Apple Newsroom website. At the top, there is a navigation bar with links for Store, Mac, iPad, iPhone, Watch, AirPods, TV & Home, Entertainment, Accessories, and Support. Below the navigation bar, the word "Newsroom" is displayed on the left, and search and popular topics options are on the right. The main headline is in blue text: "世界の脱炭素化・持続可能な開発に関連する取り組みは加速している". Below it, the date "プレスリリース・2023年9月12日" is shown. The main title is "Apple、初のカーボンニュートラルな製品を発表". The sub-headline reads: "新しいApple Watchのラインナップにより、野心的な目標Apple 2030の実現に向けて大きく前進しました". To the right of the text is an image of an Apple Watch with a blue face and a black mesh band. At the bottom of the text area, there are social media sharing icons for Facebook, X, Email, and a link icon.



出典: Apple Inc.「Apple、初のカーボンニュートラルな製品を発表」、2023年9月12日

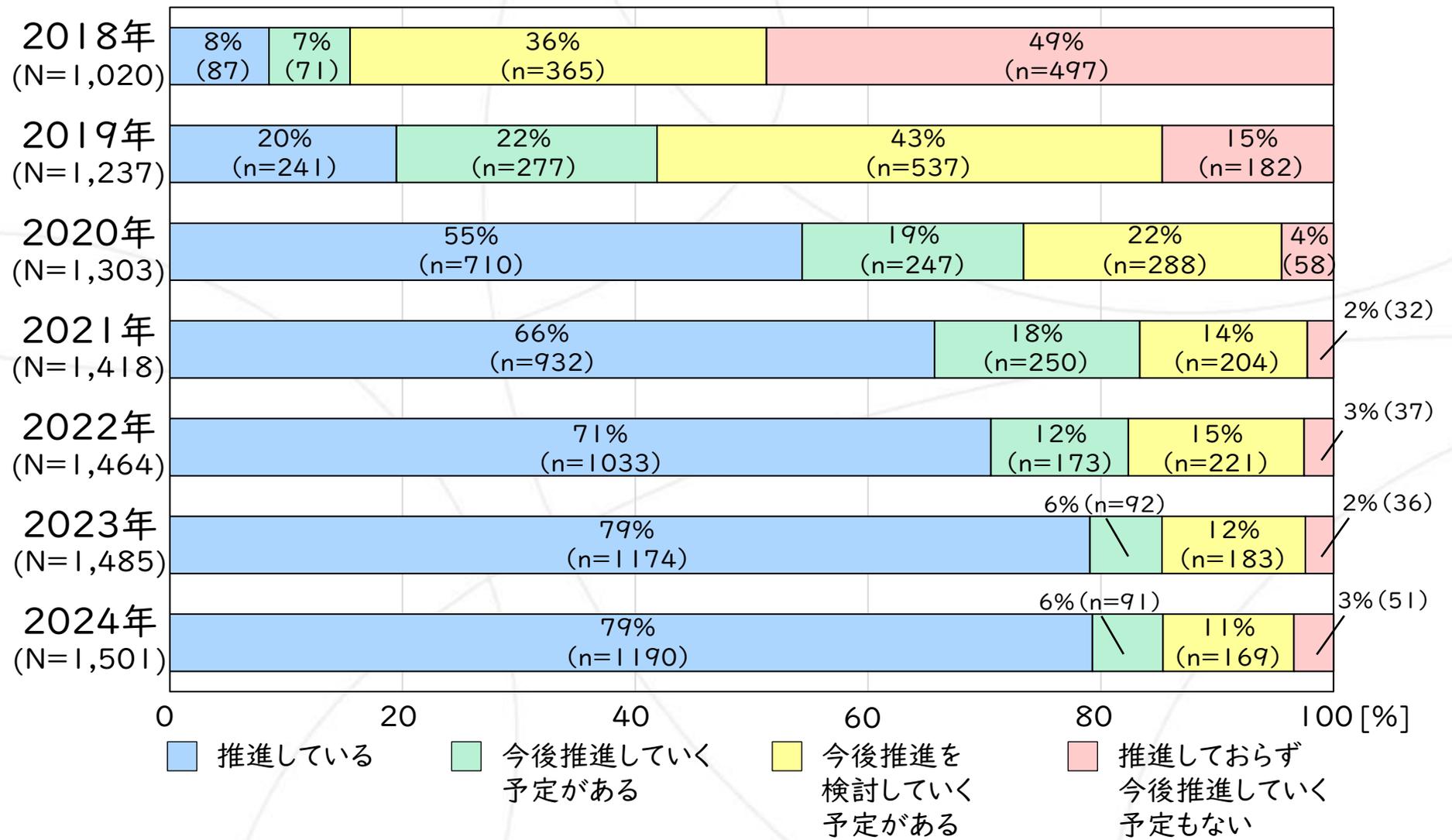
# SDGsの一般市民の認知率は高まる一方



SDGsに関する認知率は**9割**超えの状況

出典:株式会社電通 電通、第6回「SDGsに関する生活者調査」を実施 (2023年5月12日)

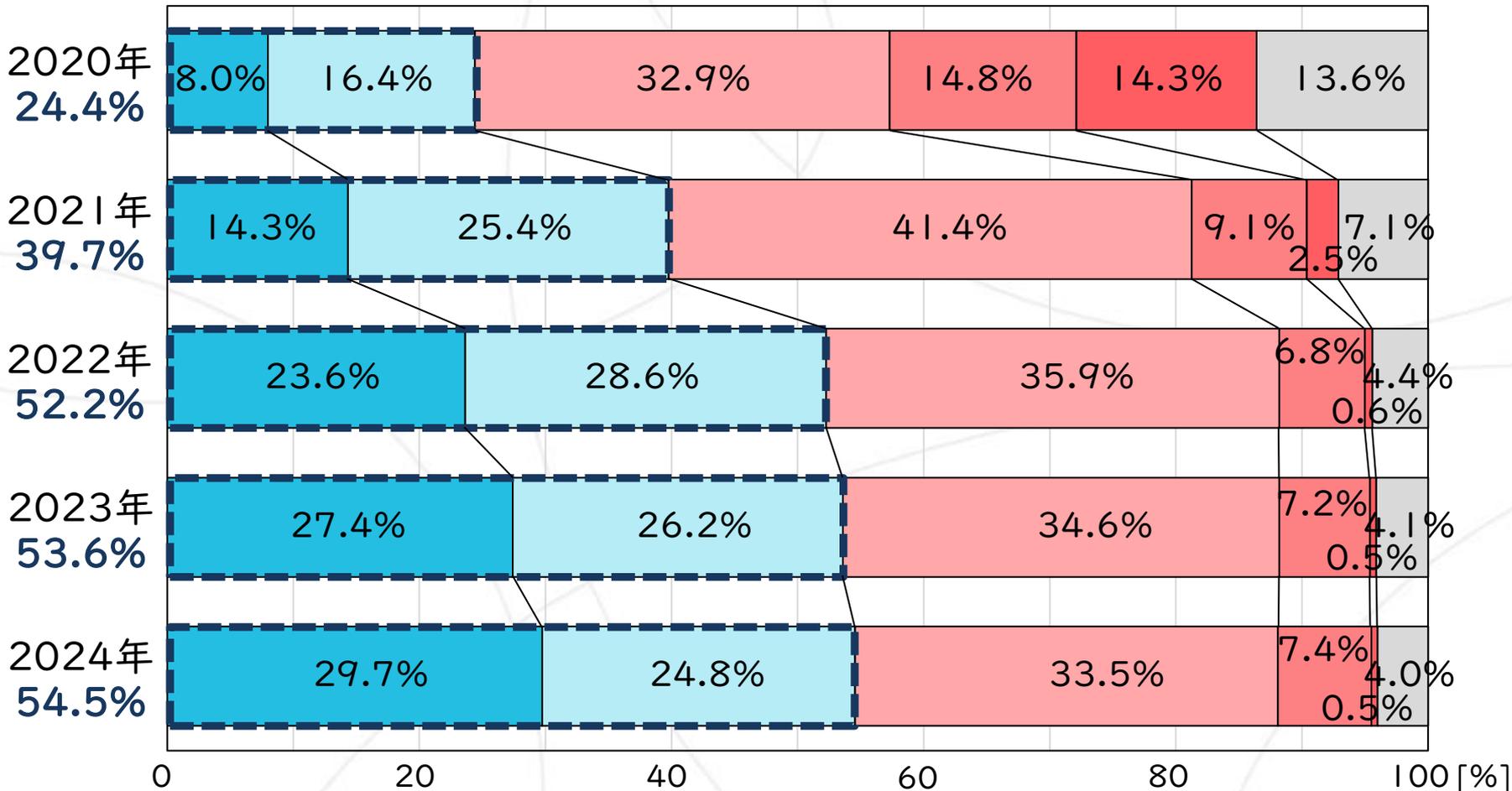
# SDGsの達成に資する取り組みを展開する自治体の増加



SDGs達成に資する取り組みを行う自治体は約**8割**に到達

出典：自治体SDGs推進評価・調査検討会 全国アンケート調査WG（事務局：内閣府地方創生推進事務）（2024年）

# SDGsの重要性を理解して取り組みを進める企業の増加



SDGsに『積極的な』業の割合は2022年度に**5割**超え

出典：株式会社帝国データバンク SDGsに関する企業の意識調査（2024年）

# 学校でも将来を担う学生達が真剣に向き合うSDGs

**問** 下の図は2015年に国際連合で決定されたSDGs (持続可能な開発目標) の一覧です。SDGsは途上国も先進国も含めた世界中の一人ひとりに関わる取り組みとされており、17個の目標に対して、責任をもって行動していくことが求められています。さいたま市は2019年に「～誰もが住んでいることを誇りに思える都市～」をスローガンにして、「SDGs未来都市」に選定されました。では、さいたま市に限らず、**あなたが住んでいる都市が「誇りに思える都市」になるために、あなたはどんなことができますか。**SDGsの17個の目標から一つ選び、1～17の番号を解答欄に記し、その目標に対して、「誇りに思える都市」になるために、**あなたができることをわかりやすく説明しなさい。**

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標

1 貧困をなくそう	2 気候変動に具体的な対策を	3 すべての人に健康と福祉を	4 質の高い教育をみんなに	5 ジェンダー平等を實現しよう	6 安全な水とトイレを世界中に
7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに	8 働きがいも経済成長も	9 産業と技術革新の基盤をつくろう	10 人や国の不平等をなくそう	11 住み続けられるまちづくりを	12 つくる責任 つかう責任
13 気候変動に具体的な対策を	14 海の豊かさを守ろう	15 陸の豊かさを守ろう	16 平和と公正をすべての人に	17 パートナーシップで目標を達成しよう	SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

この図は入試問題出題時のものです。



未来をつくる  
私学の学び

### シカクい アタマを マルくする。

開智中学校  
**中学入試問題**  
2020年〈社会〉

**「未来を変える」をはじめよう。**  
世界の未来を変えるための目標—SDGs。目標を達成するための行動に定められた正解はありません。自ら問いをたて、試行錯誤を繰り返しながら、新しい答えをつくり出す姿勢が大切なのです。いま、あなたにできることは何ですか?—入試問題を通して、私学(国立中学—貴校)は語りかけています。

問題の解答・解説や見どころ、出題意図やインタビューを公式ウェブサイトで!

私学の学びを見直す視点 詳しくはウェブで。  
私学×SDGs—  
「いまつくりだされている未来」と  
出会えます。

日能研 検索

www.nichinoken.co.jp

N-ECO  
今週の日能研-ECO  
100%環境紙 | ライフサイクル | 安全な印刷

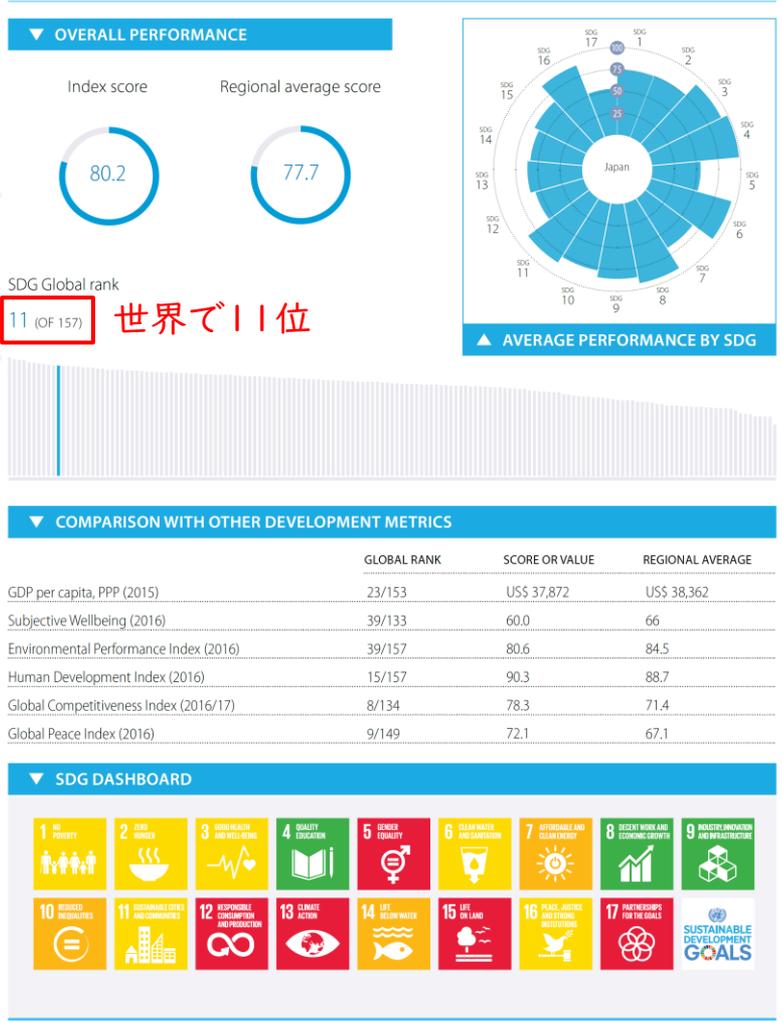


シカクいアタマをマルくする。  
日能研のエコ意識。

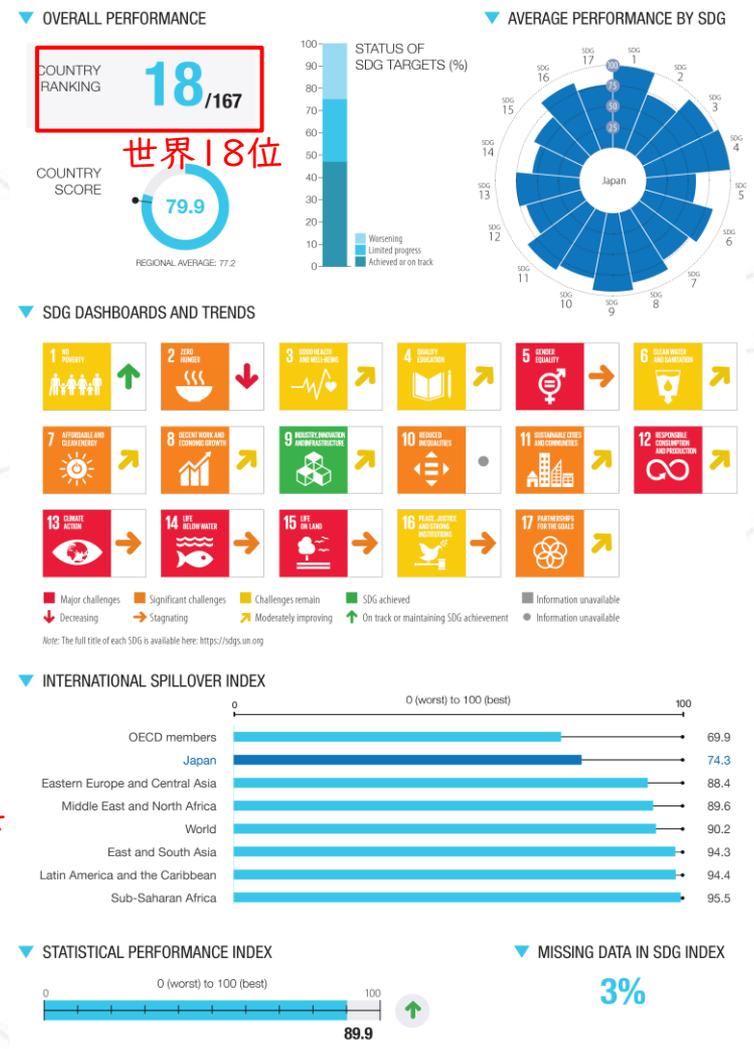
出典: 日能研HP ([https://www.nichinoken.co.jp/shikakumaru/202003\\_sh](https://www.nichinoken.co.jp/shikakumaru/202003_sh))

# しかし、SDGインデックスに基づく日本の評価は低下の一途...

## JAPAN 2017年時点の評価結果 OECD Countries



## JAPAN 2024年時点の評価結果 OECD Countries



相対的な  
地位の低下

出典: Jeffrey D. Sachs, et.al., SDG Index and Dashboards Report 2017 (<https://www.sdgindex.org/reports/sdg-index-and-dashboards-2017/>)  
 Jeffrey D. Sachs, et.al., Sustainable Development Report 2024 (<https://dashboards.sdgindex.org/>)

# Why?



何故これだけSDGsに対する関心・取り組みが広がっているのに成果につながらないのか？



真のサステナビリティとは？

# 課題:SD (持続可能な開発)の本質が理解されていない



真のサステナビリティとは？

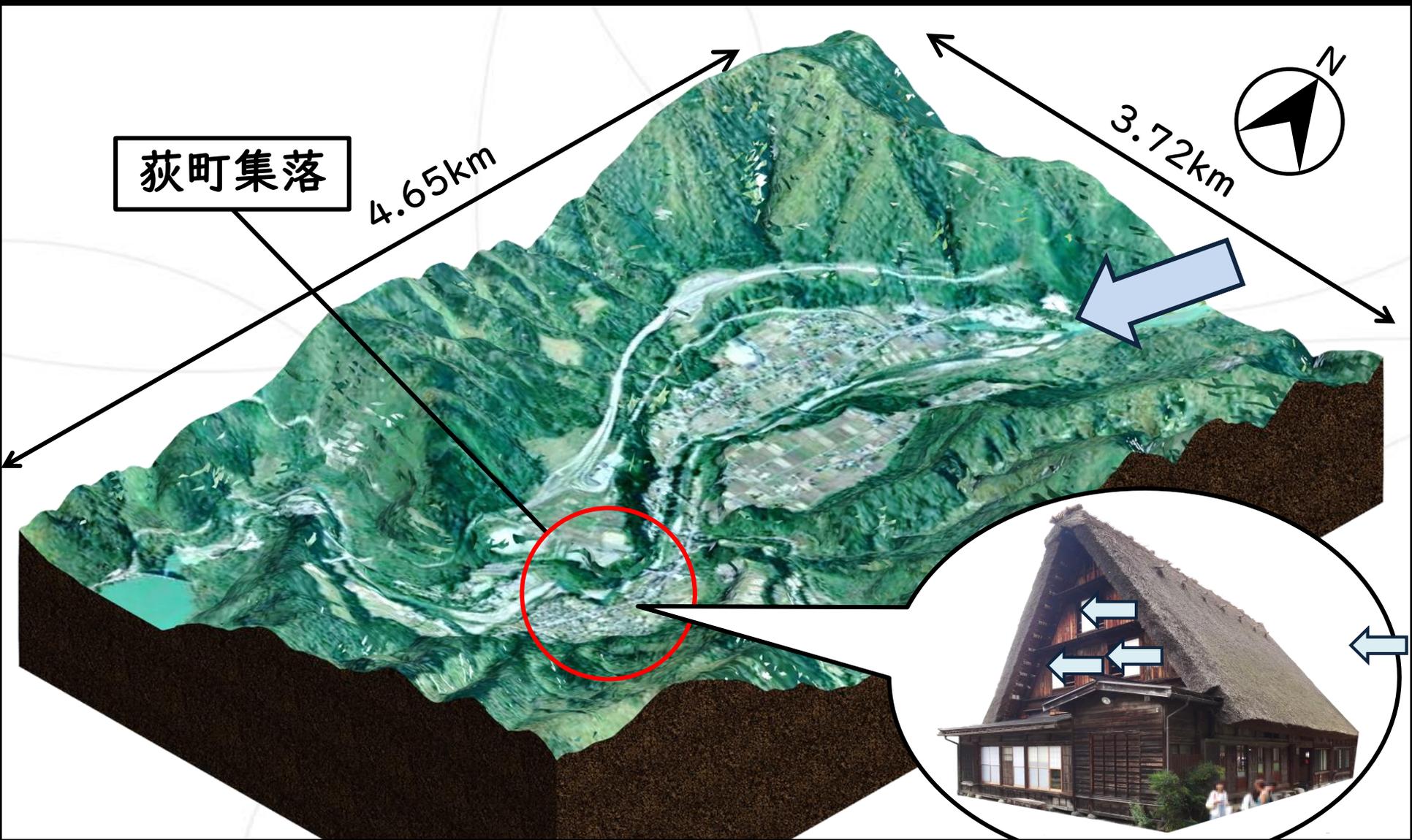
# 日本の伝統住宅に施されたサステナビリティ向上のための工夫

世界遺産にもなっている合掌造民家は風土にあわせて建設された日本のバナキュラー住宅であり、その土地で住まうための知恵や工夫が詰まっているとされている



合掌造民家を建築環境工学的観点から検証することでサステナブル社会における住宅の在り方のヒントを探る

# 日本の伝統住宅に施されたサステナビリティ向上のための工夫



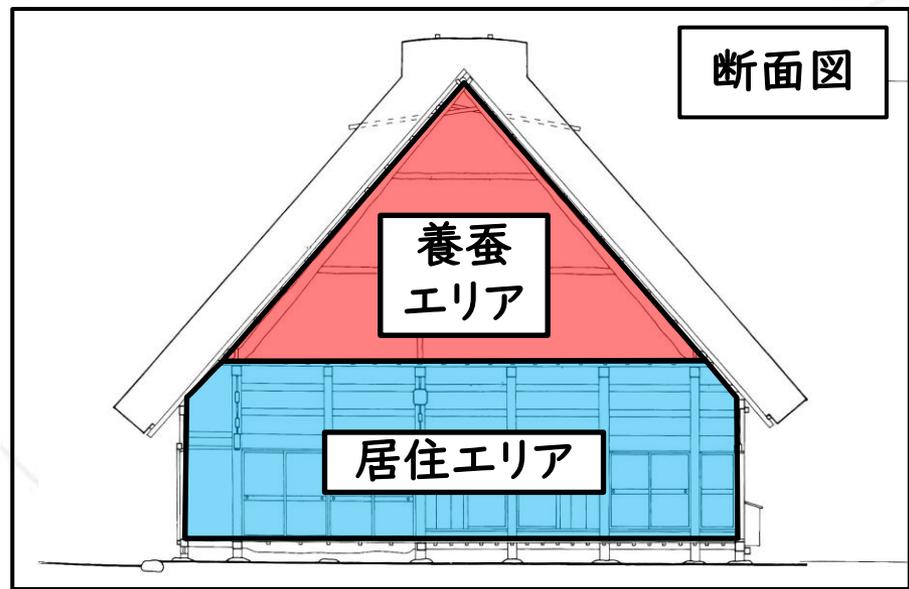
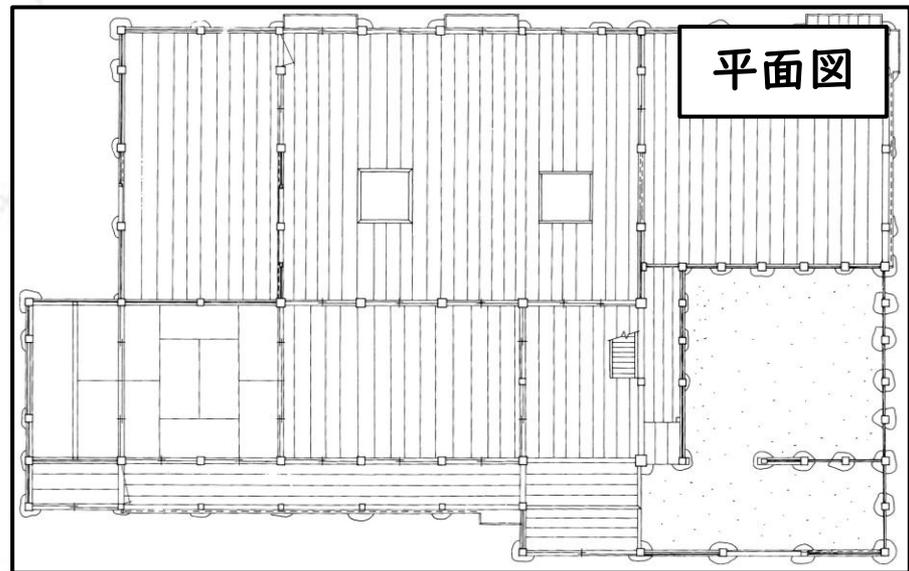
合掌造の温熱環境は白川村の地理や気候に**連動**している

# 日本の伝統住宅に施されたサステナビリティ向上のための工夫

養蚕業は合掌造民家  
成立へ大きく影響

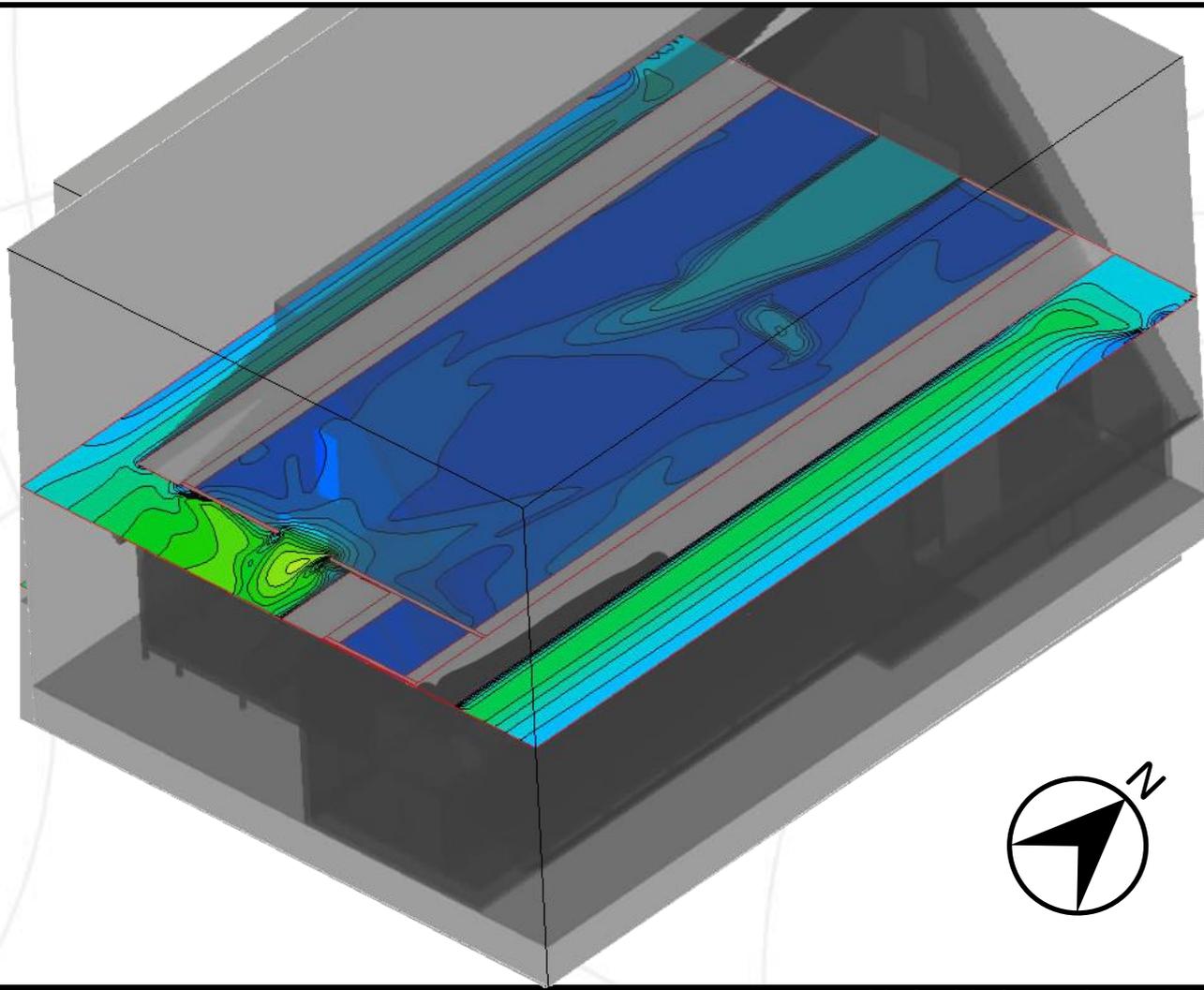
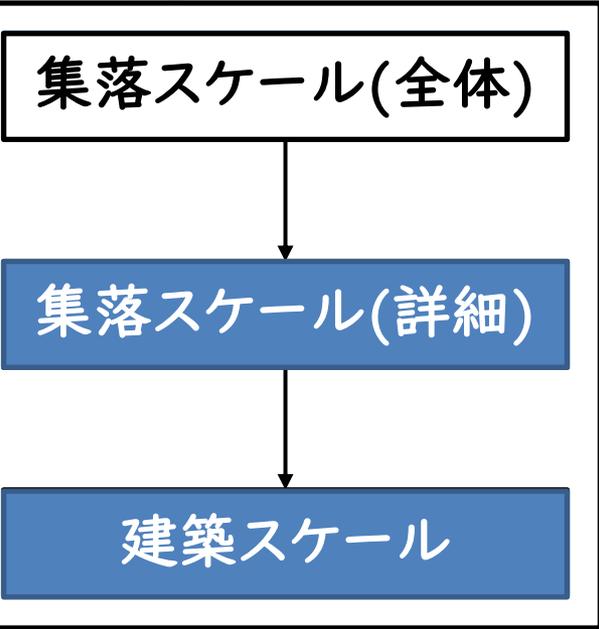


養蚕業最盛期の  
明治中期を想定



出典: 宮澤智士, 川村哲夫. 『合掌造りを復原する』. 財団法人 野外博物館合掌造り民家園. p.94~104. 1998年.

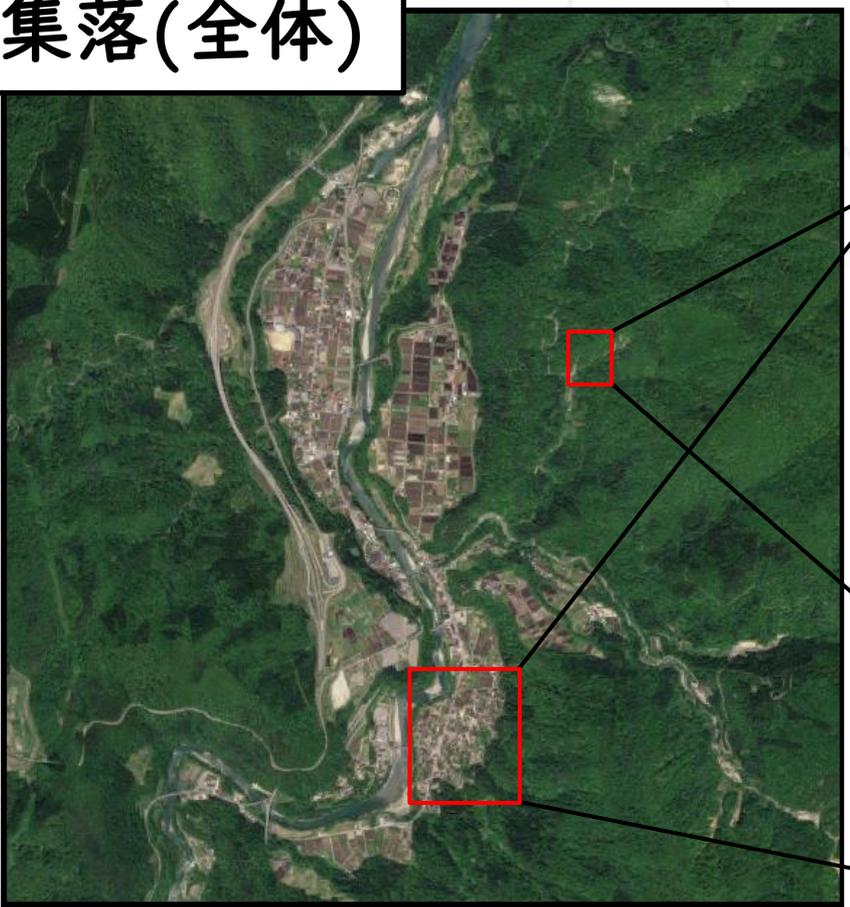
# 集落スケールから建築スケールへ ダウンスケールを経て解析領域を小さくする



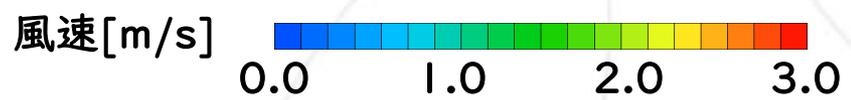
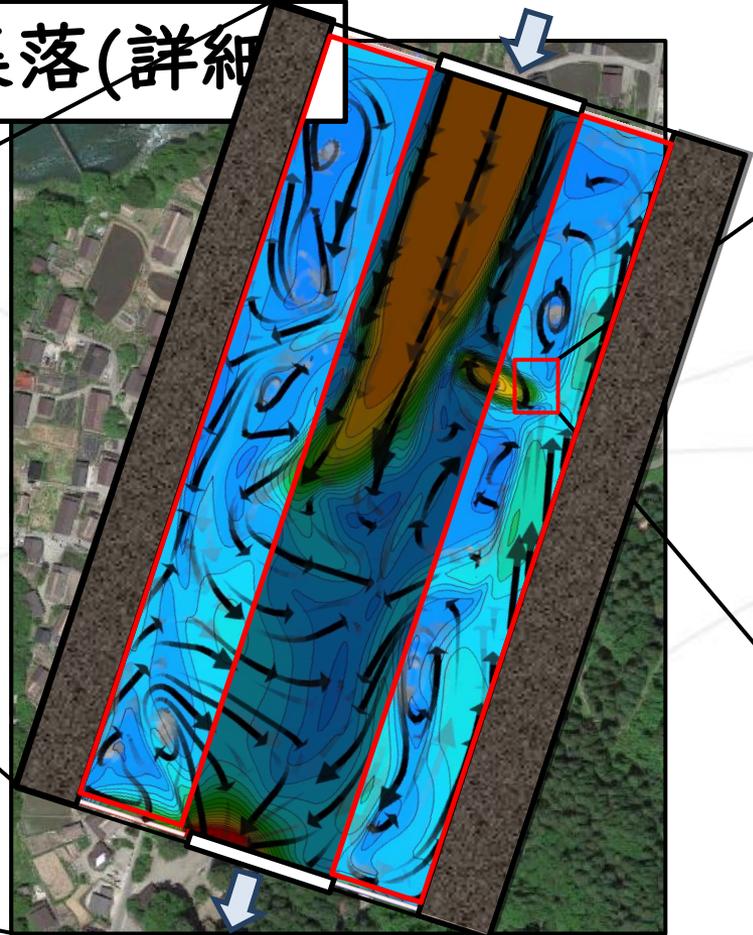
メッシュサイズ:  $\phi 51\text{mm}$   
要素数: 約3,800,000

# 日本の伝統住宅に施されたサステナビリティ向上のための工夫

集落(全体)



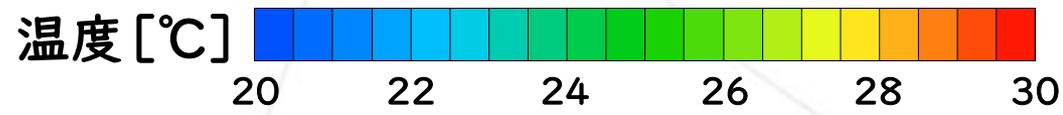
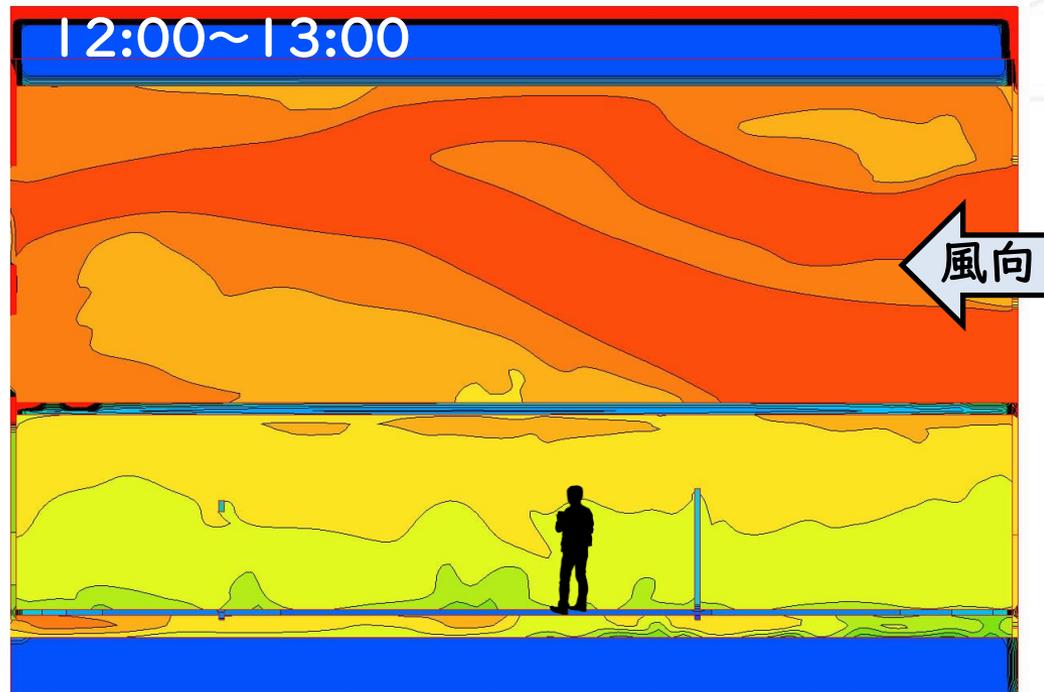
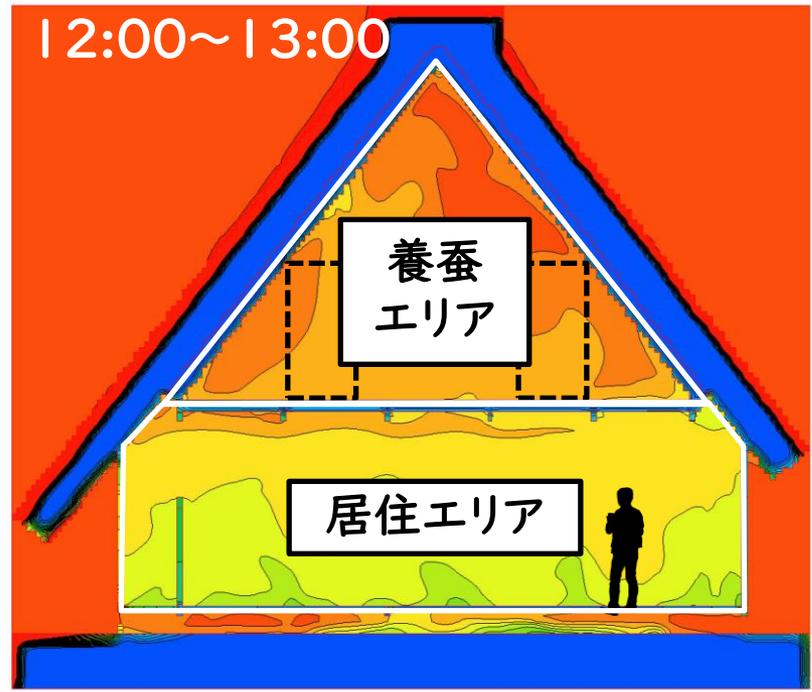
集落(詳細)



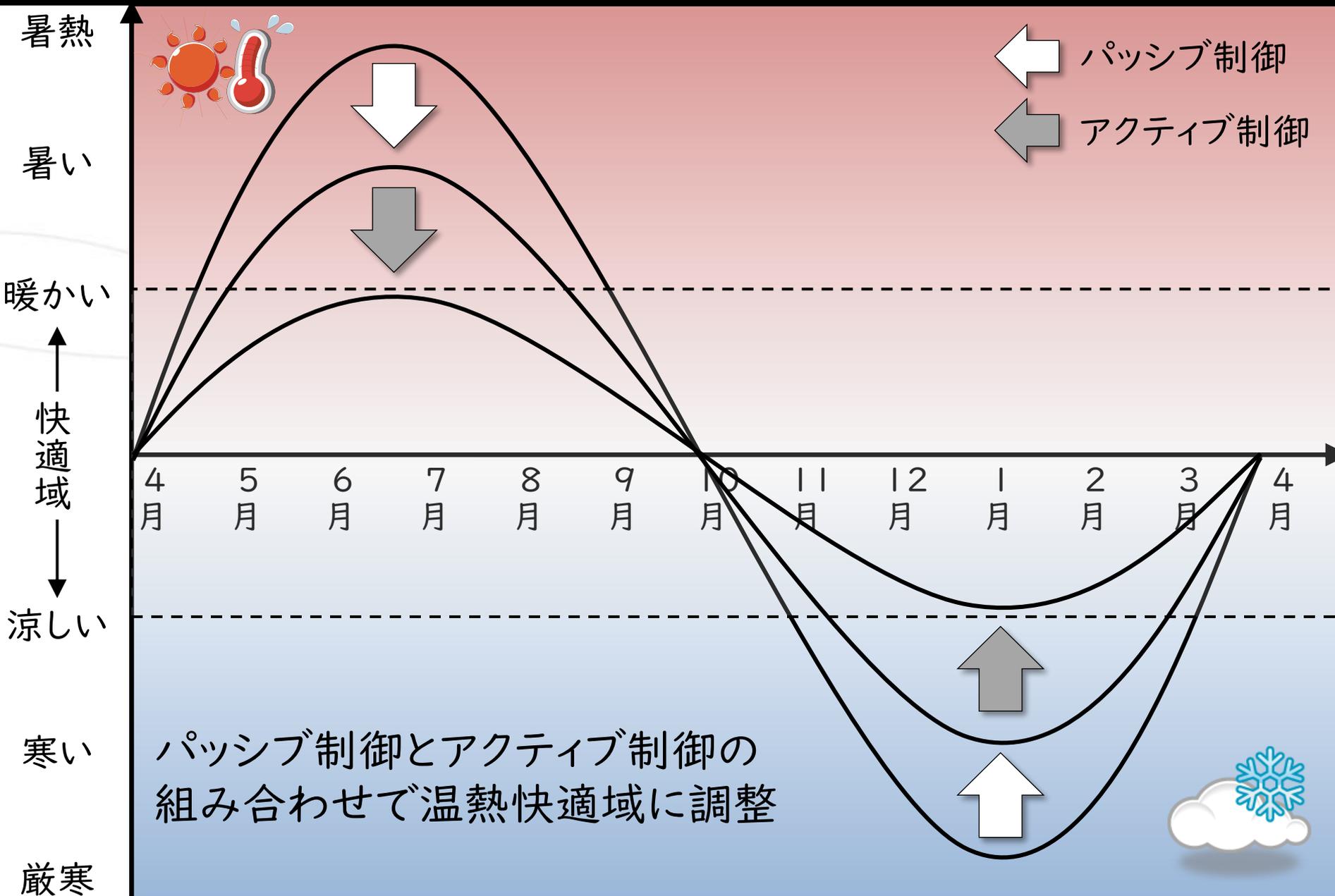
養蚕の適風は0.1~0.5[m/s]  
屋根裏空間には適切な気流が取り込まれている

# 日本の伝統住宅に施されたサステナビリティ向上のための工夫

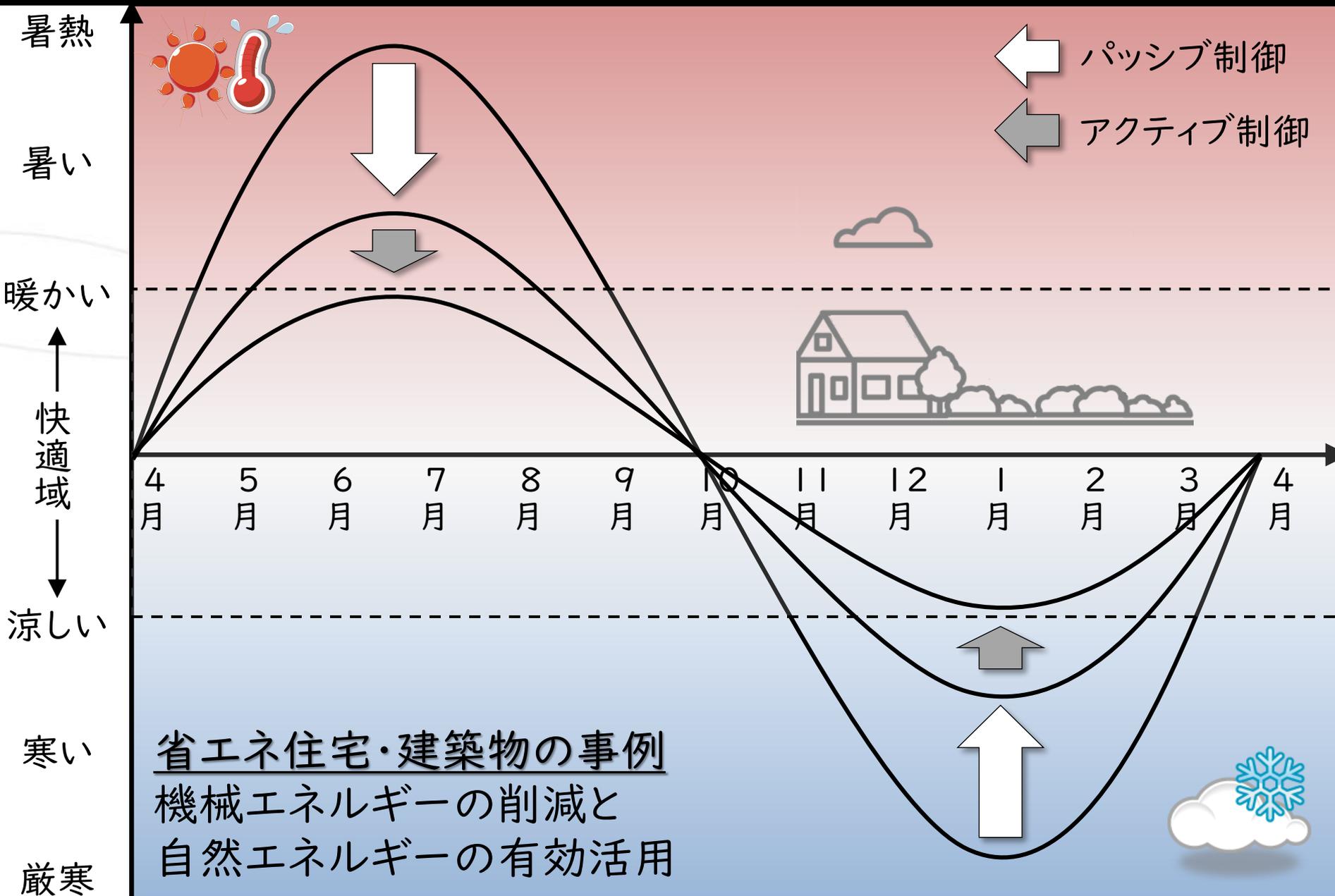
地場産の自然建材で建築された合掌造り民家では外気温が30℃を超えていても**適度な気流**による排熱や茅葺屋根の優れた**断熱性能**により快適さを保っていた



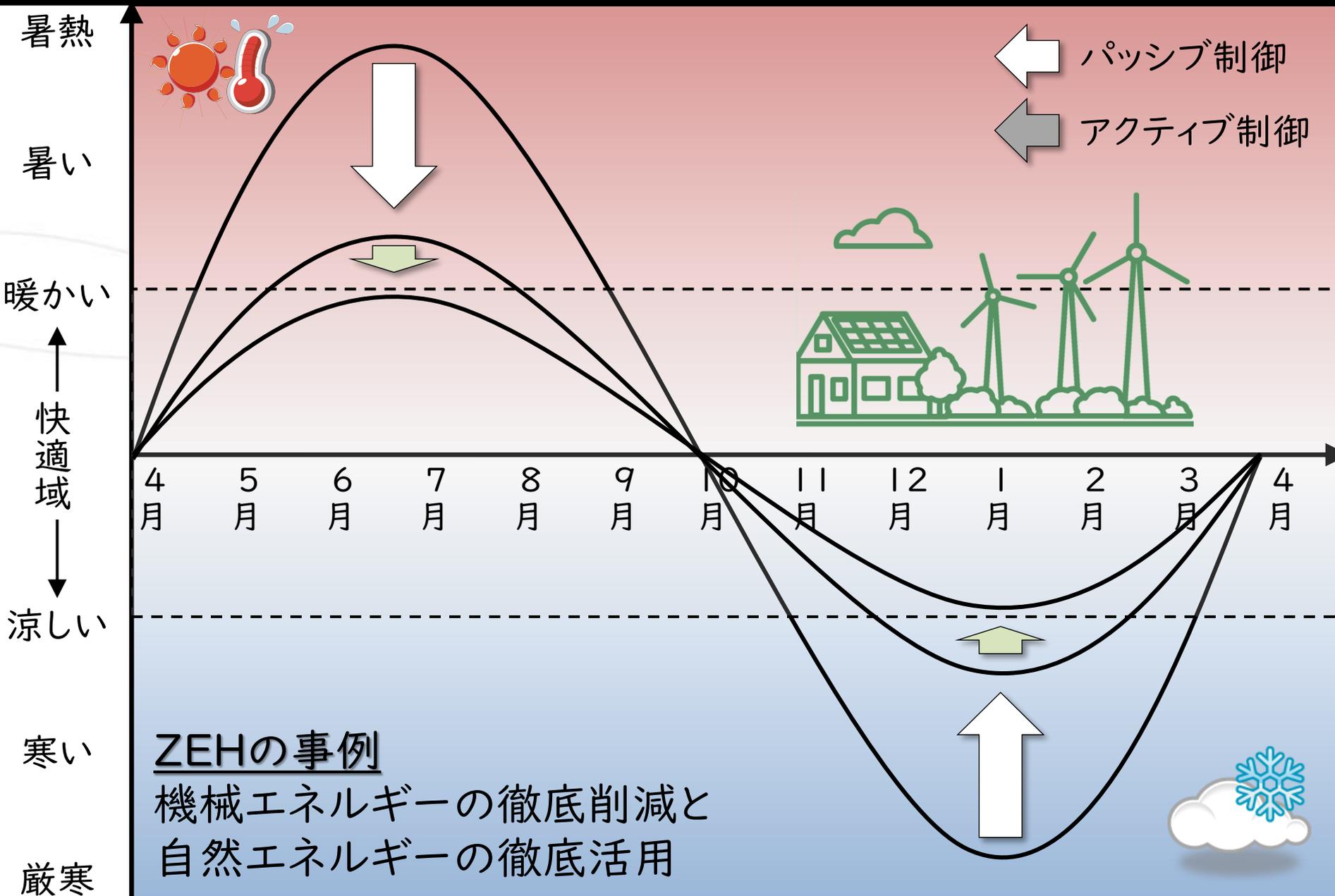
# 住宅における物理環境制御（温熱環境の制御を事例に）



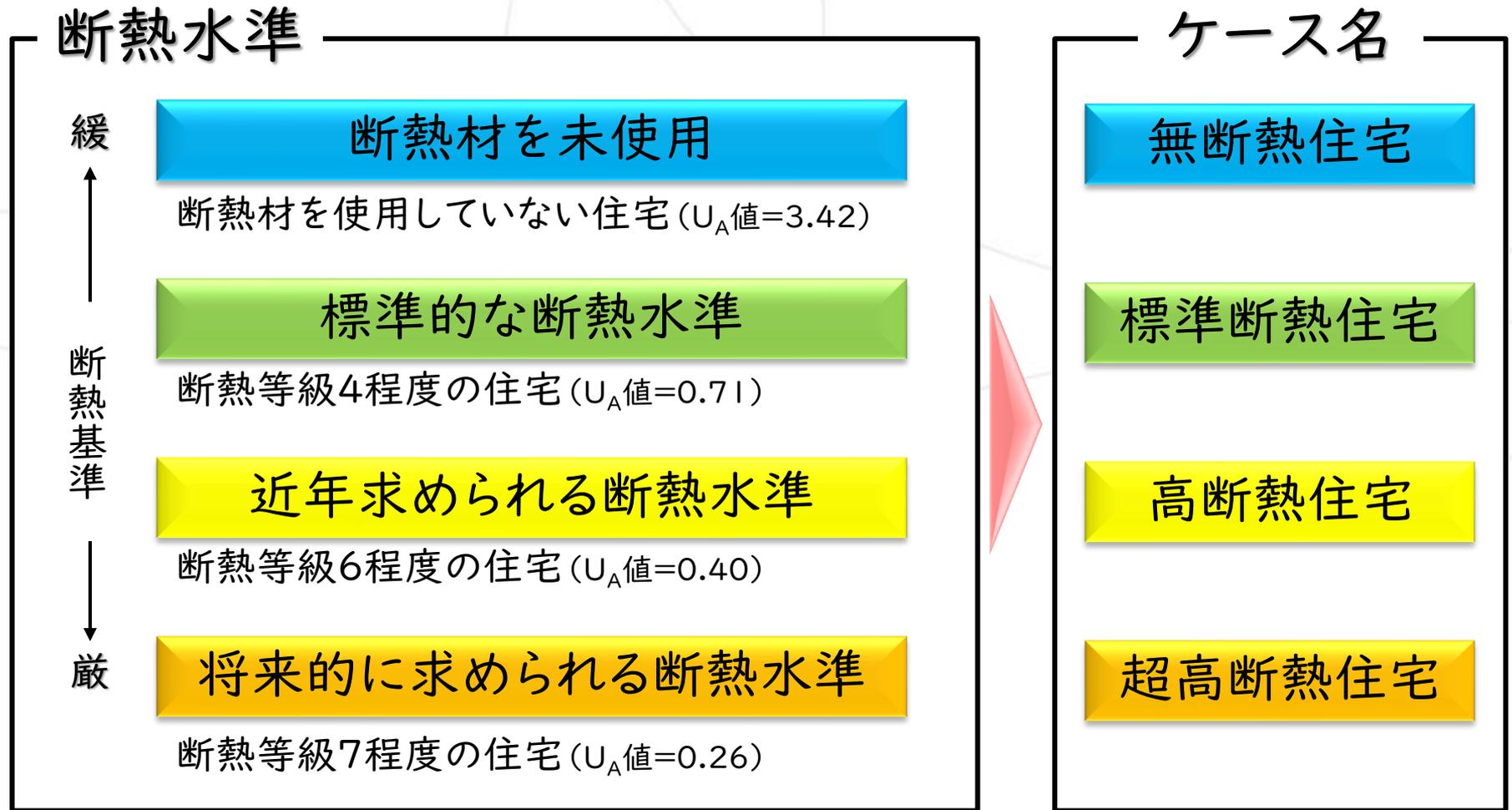
# 住宅における物理環境制御（温熱環境の制御を事例に）



# 住宅における物理環境制御（温熱環境の制御を事例に）



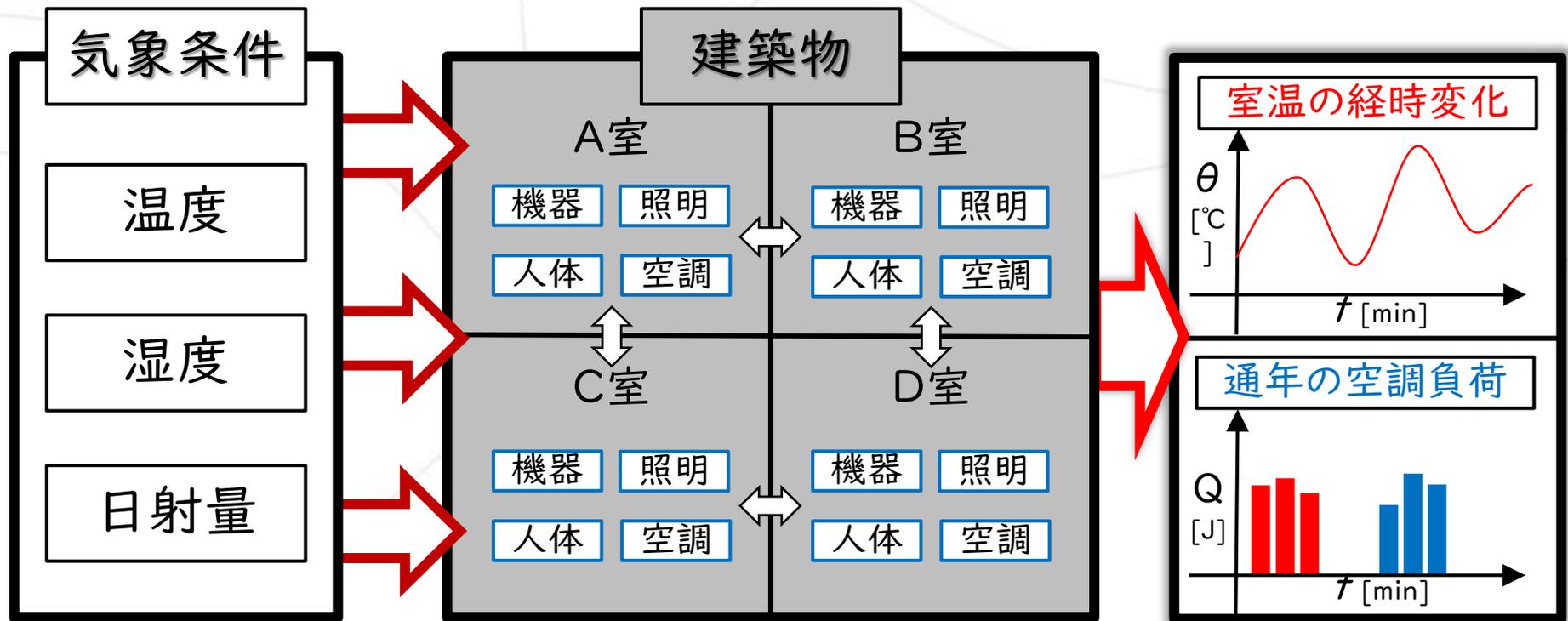
# 住宅の断熱水準によってどの程度快適・省エネ性は変わるのか？



➡ 異なる断熱水準の住宅の省エネ・快適性を数値解析で比較検証

## BEST: Building Energy Simulation Tool

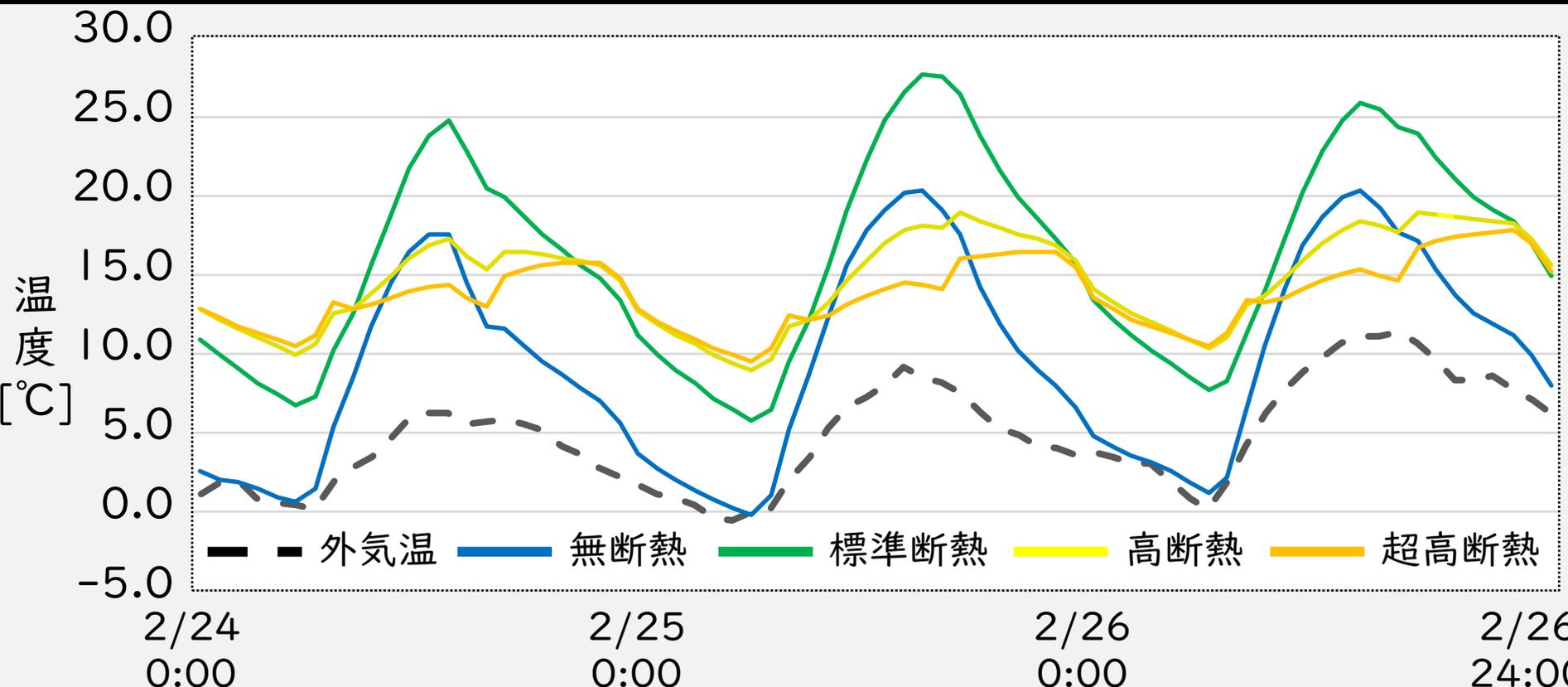
建築物の総合エネルギー消費量シミュレーションツール



多数室を連成シミュレーションすることによる各室における熱収支を予測

➡ 代表点における室温の経時変化や各室における空調負荷が算出される

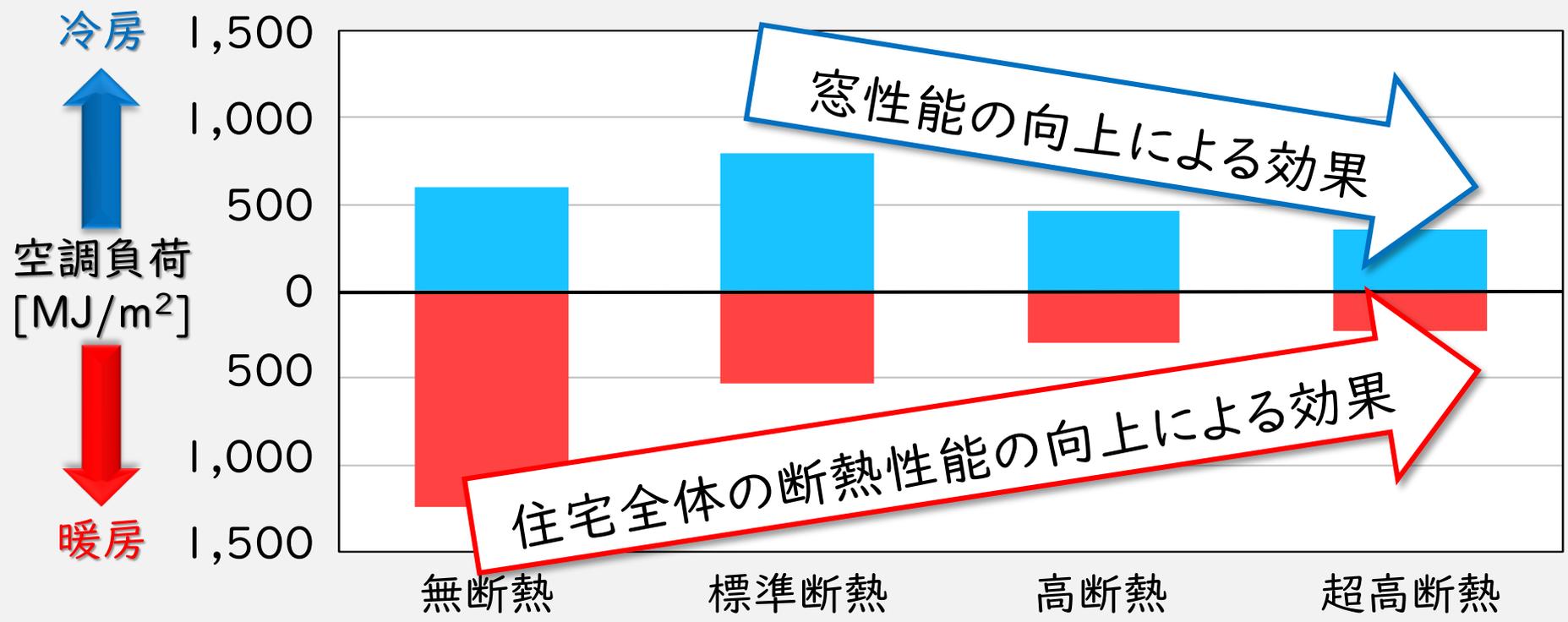
# 住宅の居間における自然室温の経時変化（冬季）



ケース名	外気温	無断熱	標準断熱	高断熱	超高断熱
平均値 [°C]	8.8	16.5	19.9	18.8	18.5
平均日較差 [°C]	7.2	16.8	17.4	7.6	6.3

断熱性能向上による **室温変動の平準化**

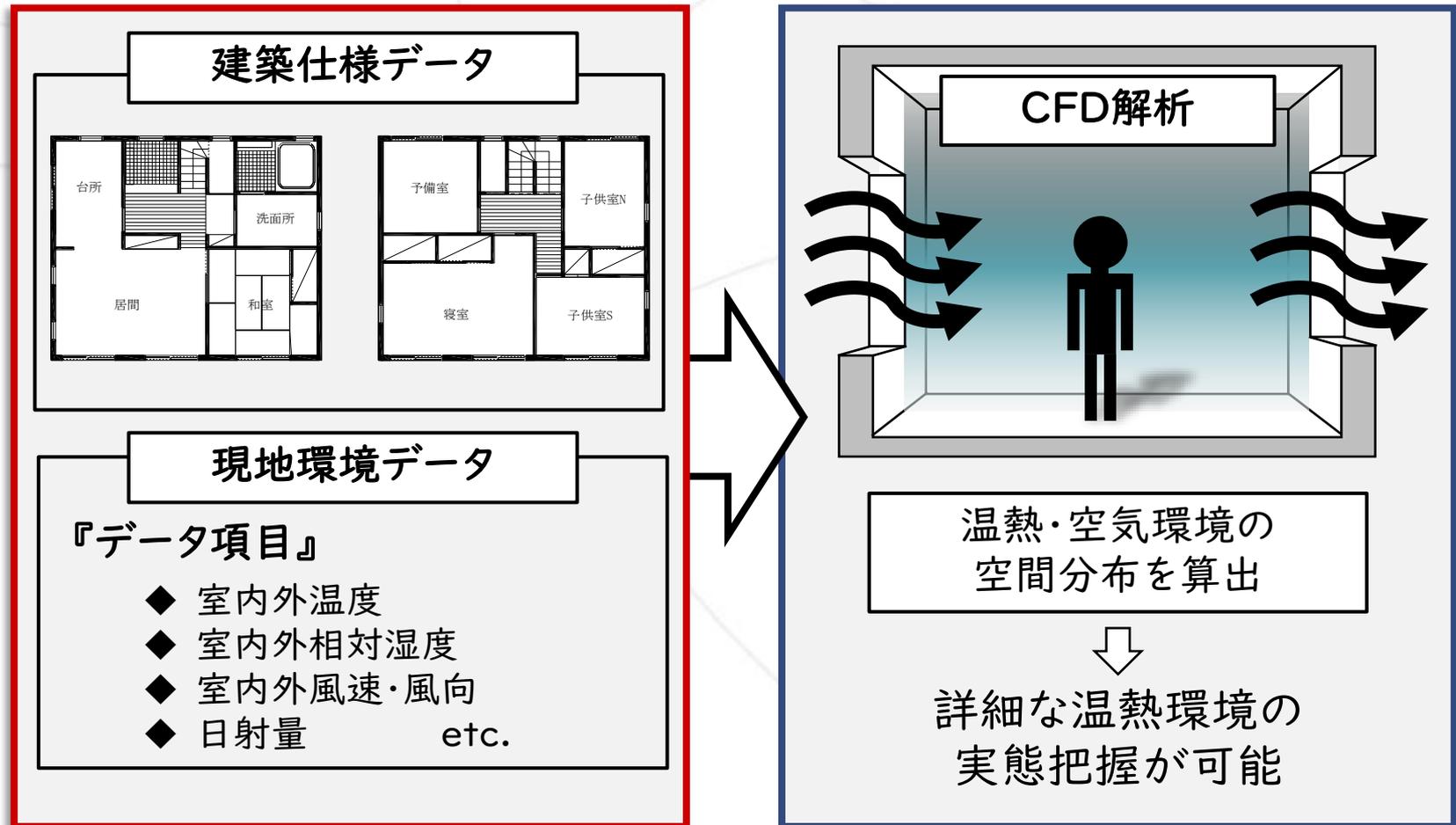
# 住宅におけるケース別の年間空調負荷



ケース名	無断熱	標準断熱	高断熱	超高断熱
冷房期の平均日射熱取得率 ( $\eta_A$ 値) [%]	7.4	7.4	2.5	2.4
外皮平均熱貫流率 ( $U_A$ 値) [W/(m²·K)]	3.42	0.71	0.40	0.26

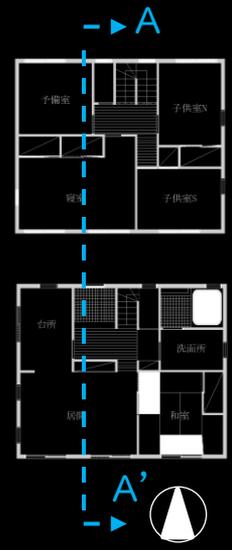
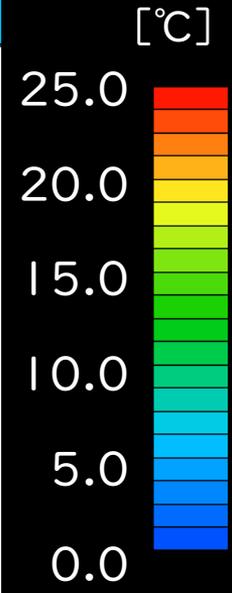
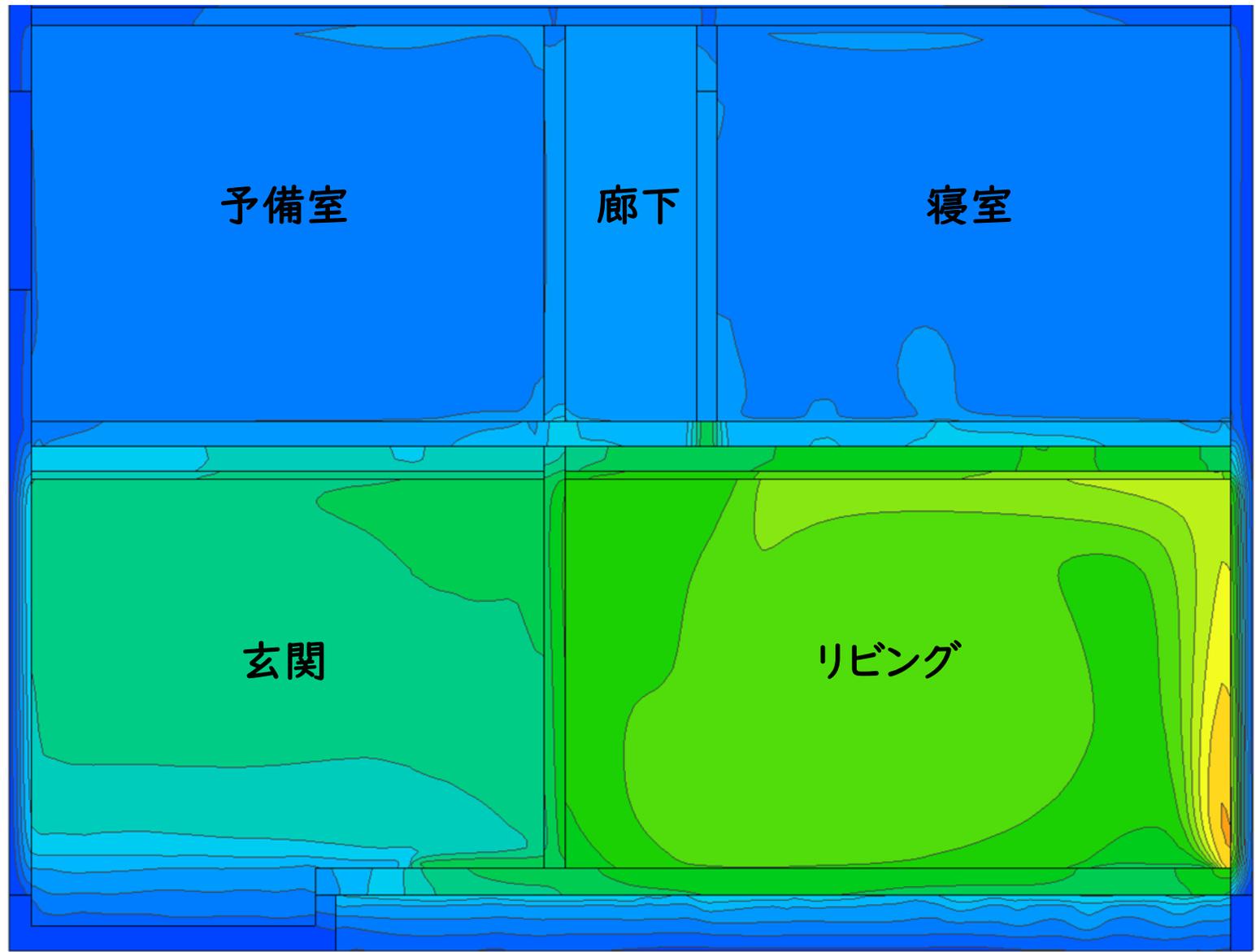
## CFD解析：Computational Fluid Dynamics Analysis

コンピュータによって流体の挙動を三次元的に解析



# 冬季における標準住宅の室温の空間分布 (外気-0.5[°C]、居間のみ暖房)

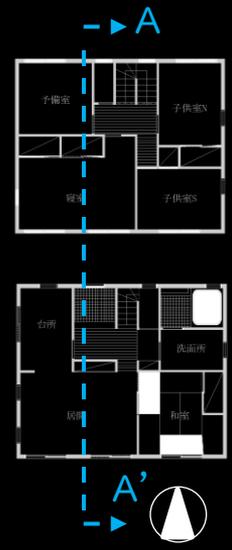
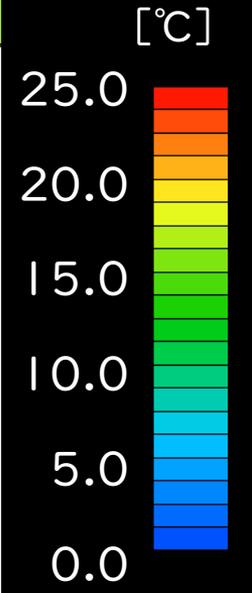
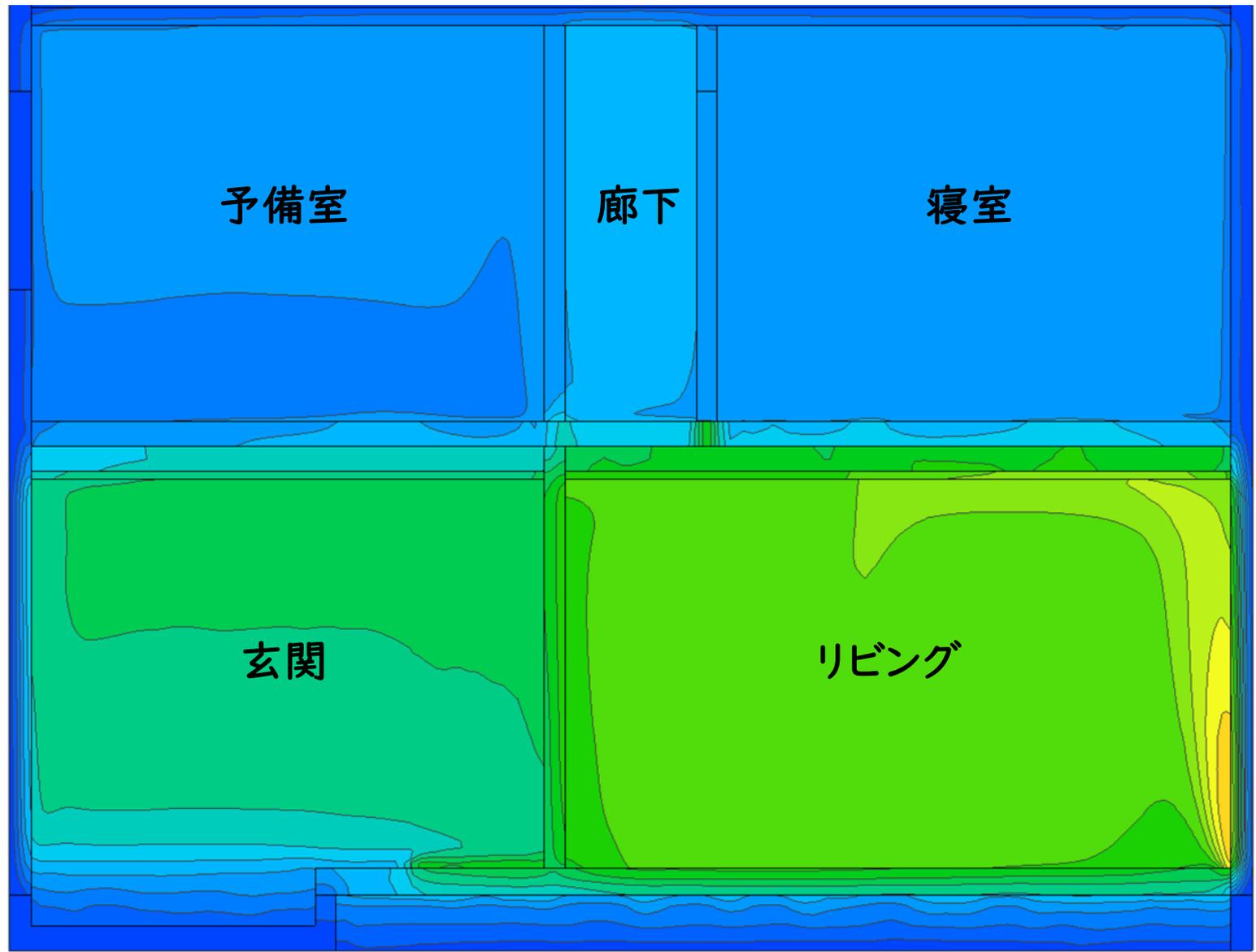
## 無断熱住宅



切断位置

# 冬季における標準住宅の室温の空間分布 (外気-0.5[°C]、居間のみ暖房)

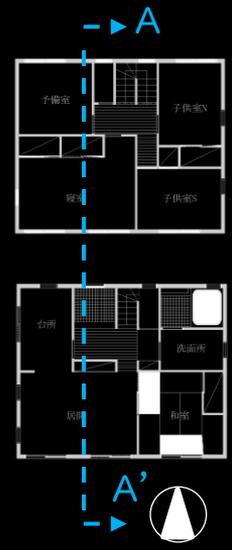
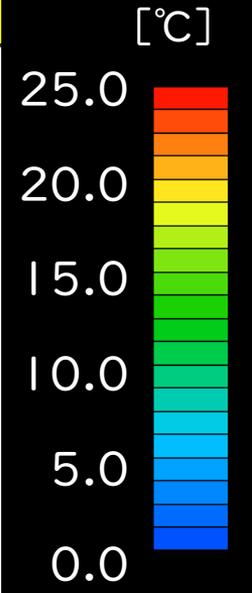
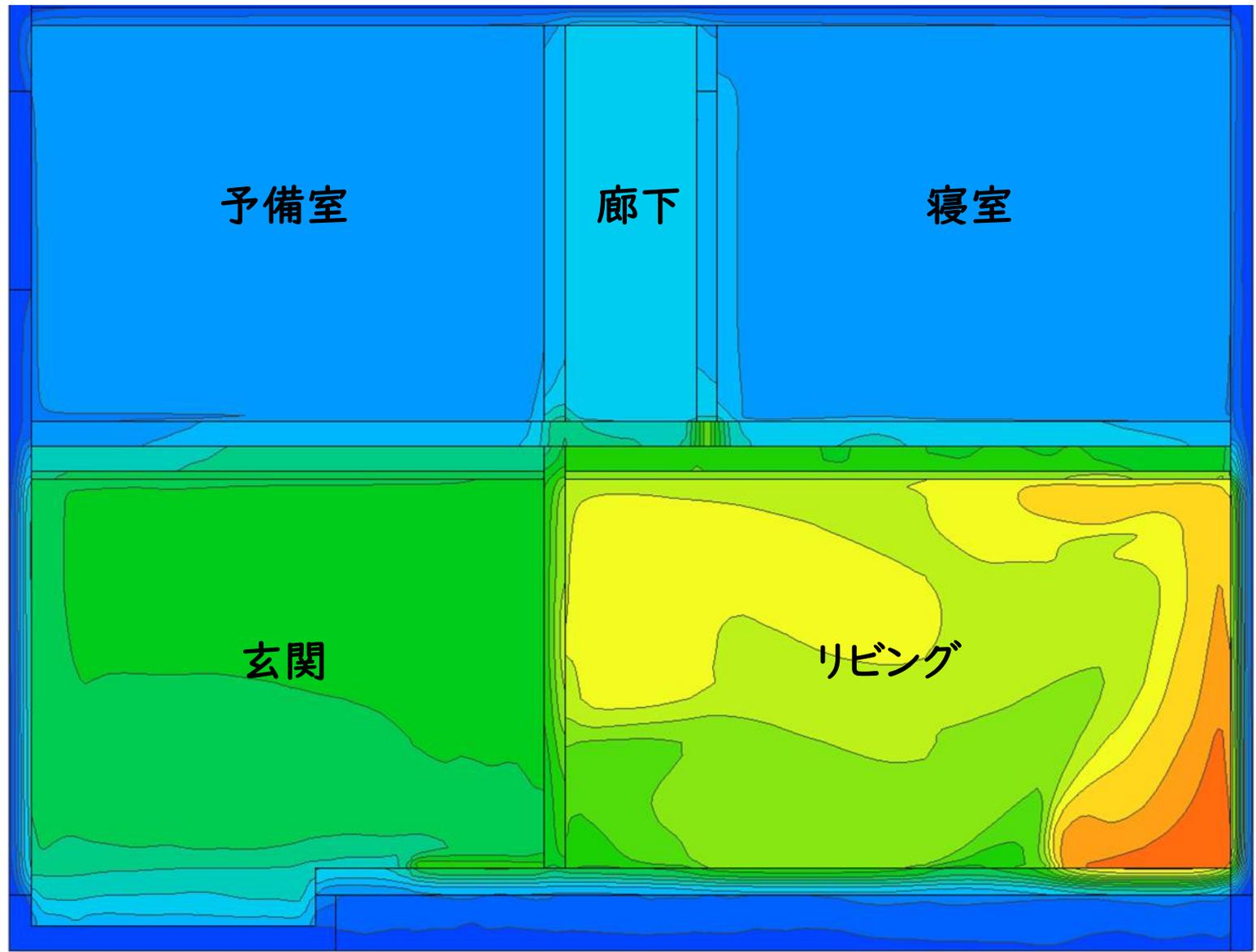
## 標準断熱住宅



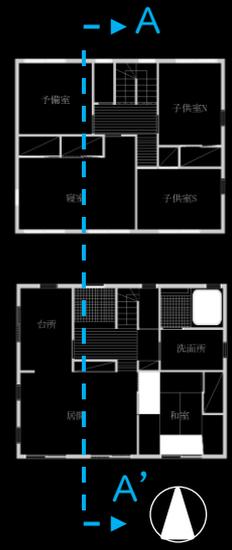
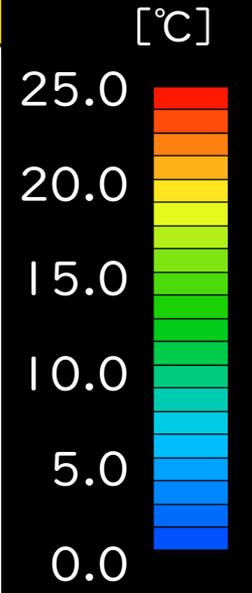
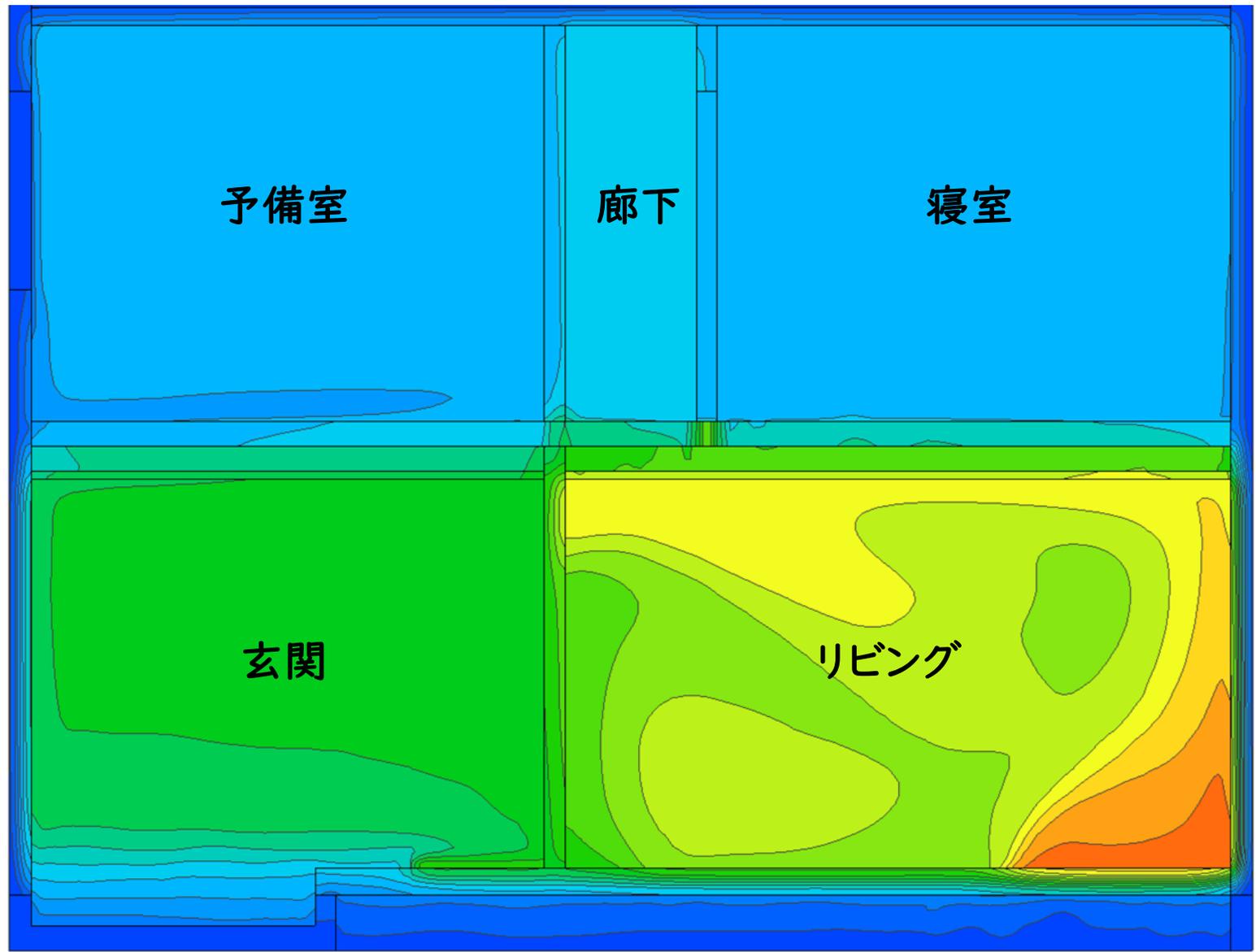
切断位置

# 冬季における標準住宅の室温の空間分布 (外気-0.5[°C]、居間のみ暖房)

## 高断熱住宅



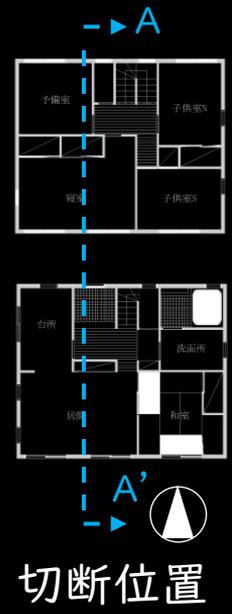
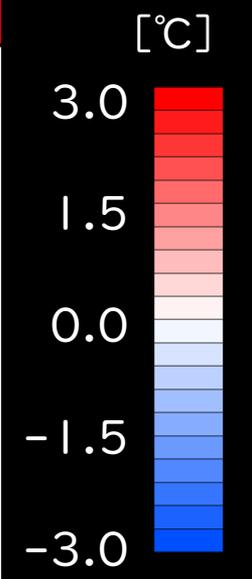
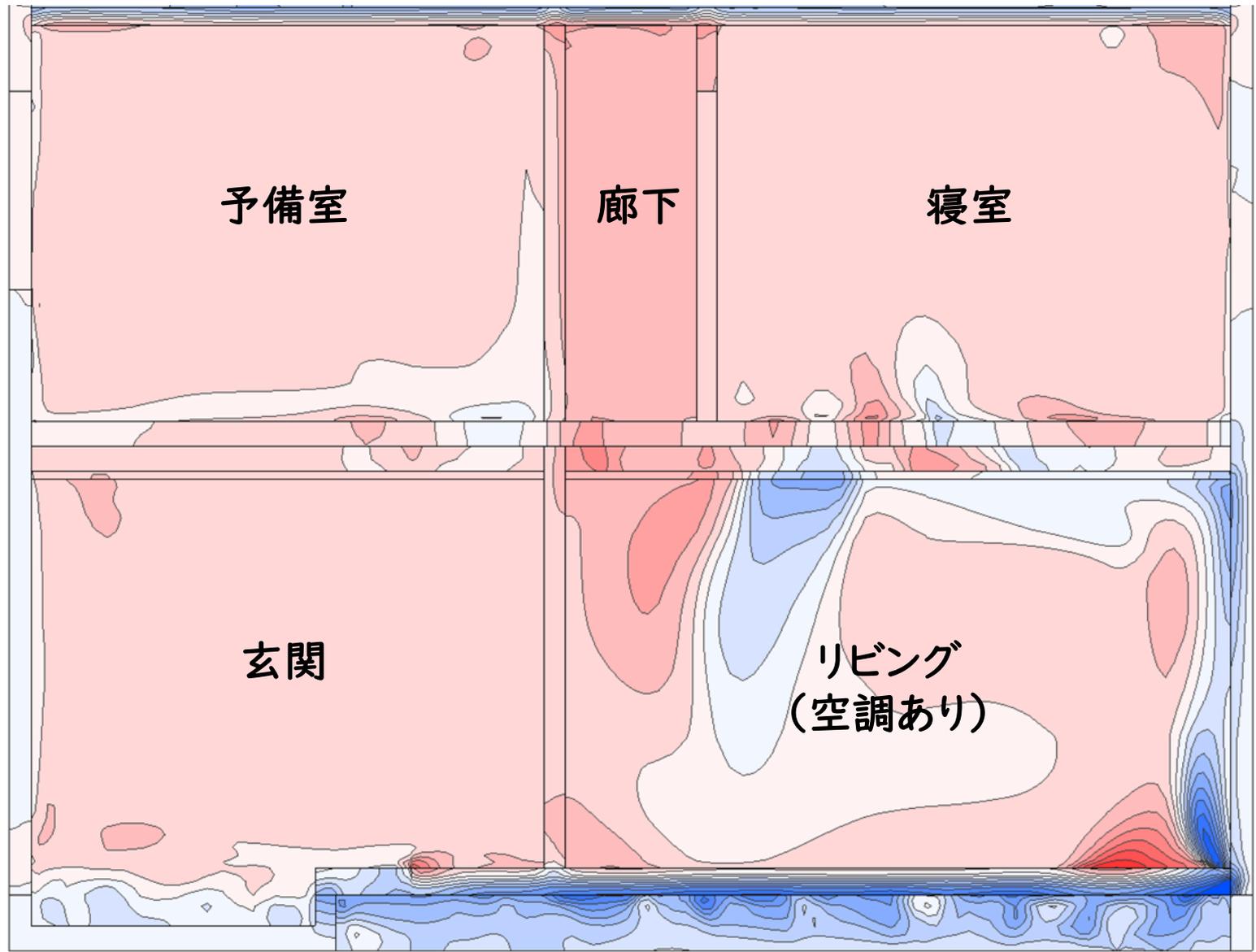
超高断熱住宅



切断位置

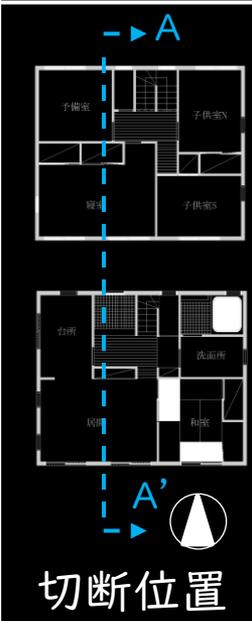
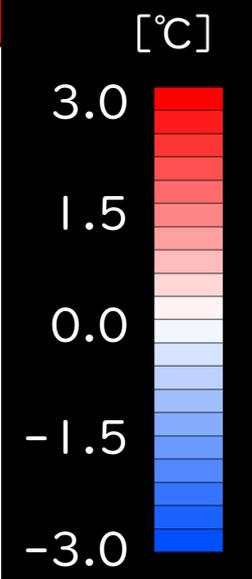
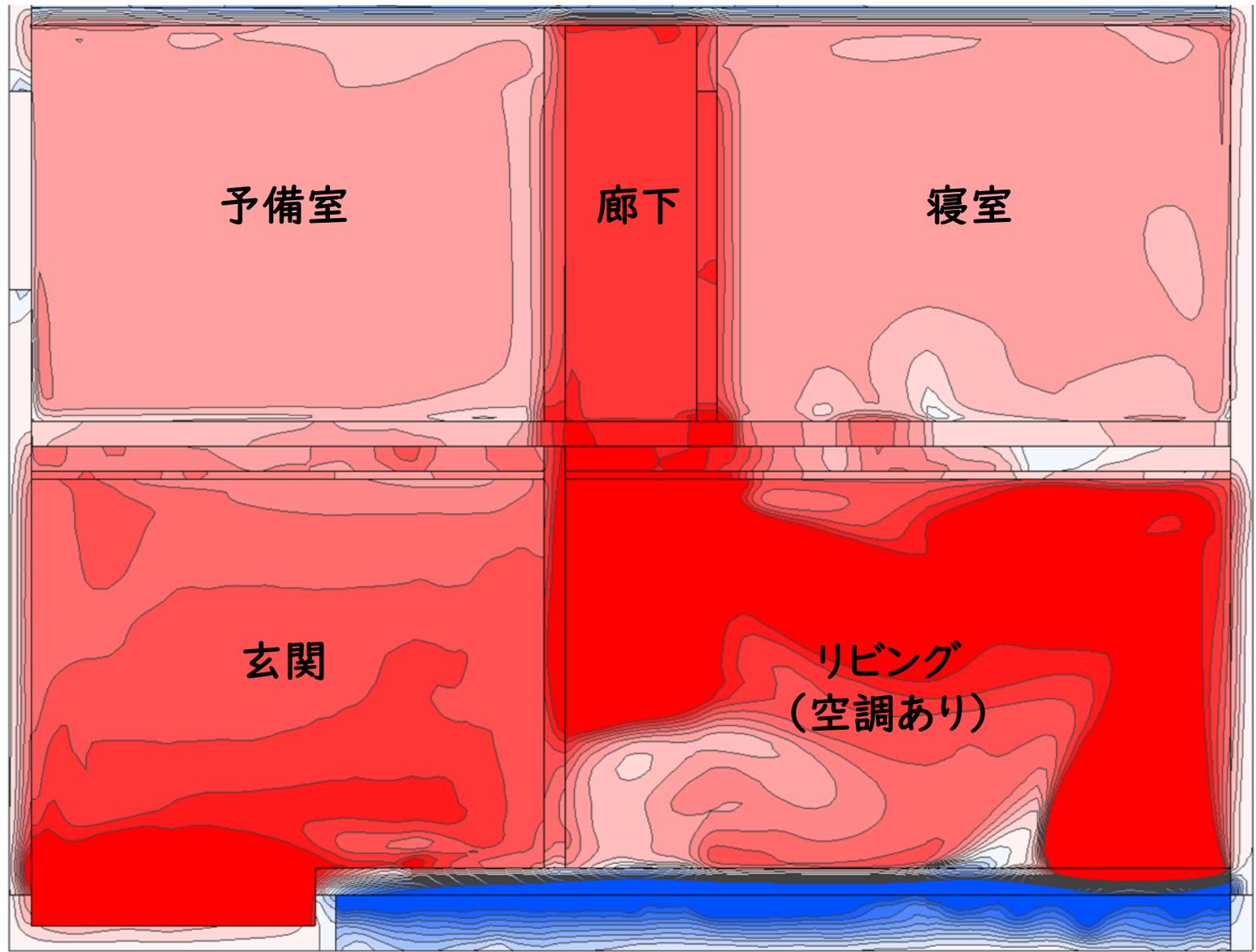
# 断熱水準ごとの室温の差分(1)

## 標準断熱住宅-無断熱住宅



# 断熱水準ごとの室温の差分 (2)

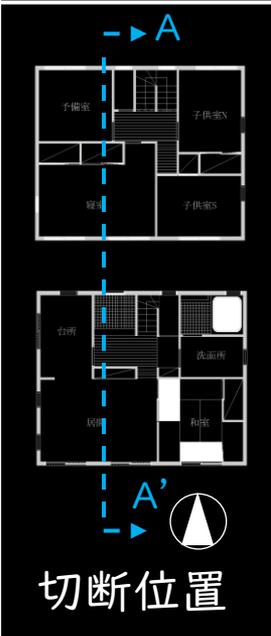
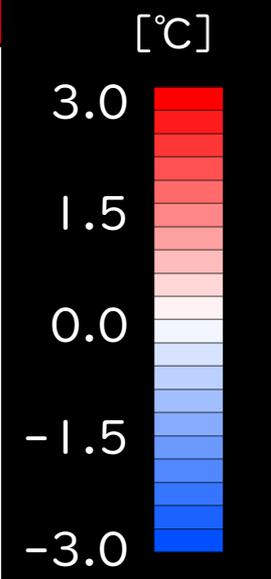
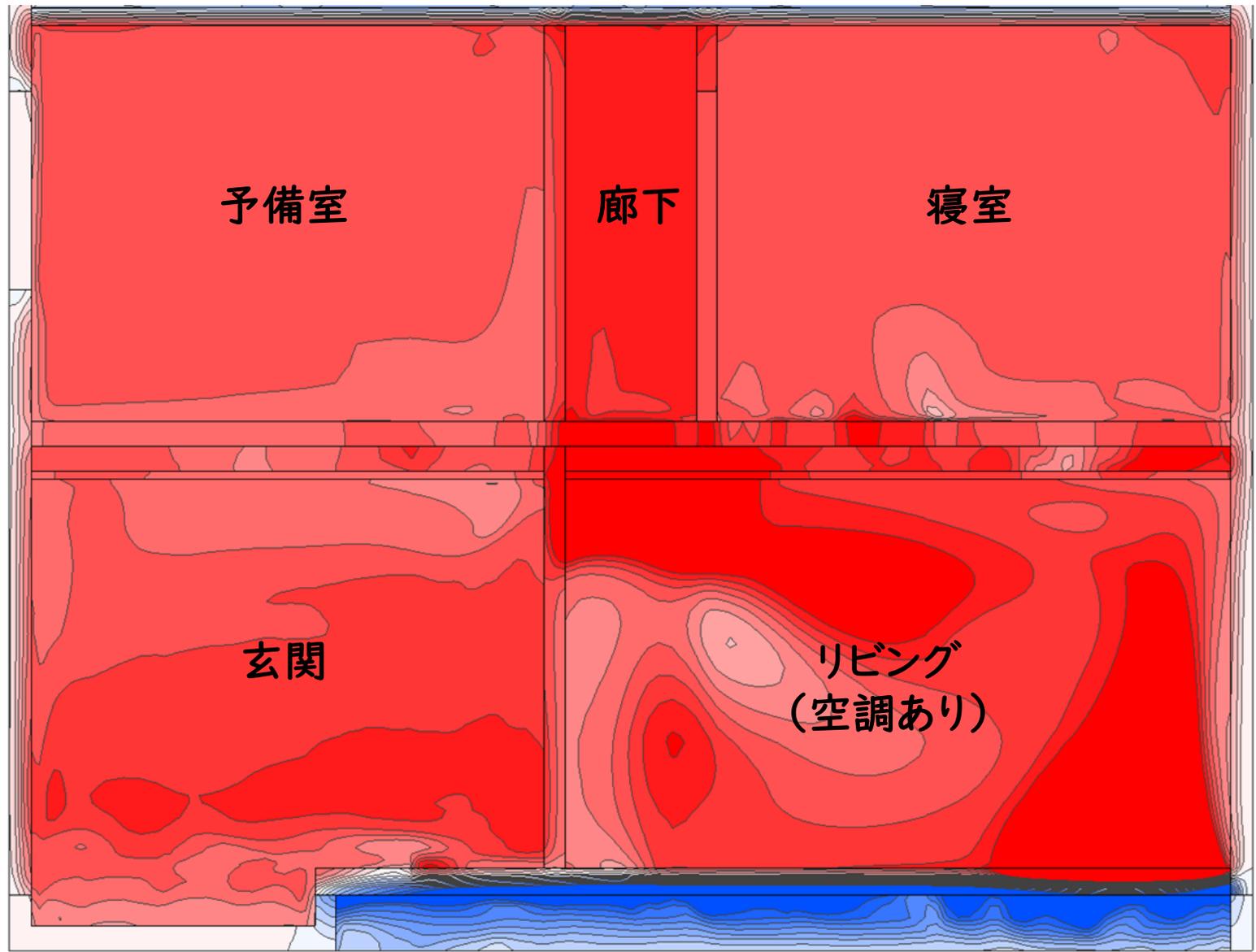
## 高断熱住宅 - 無断熱住宅



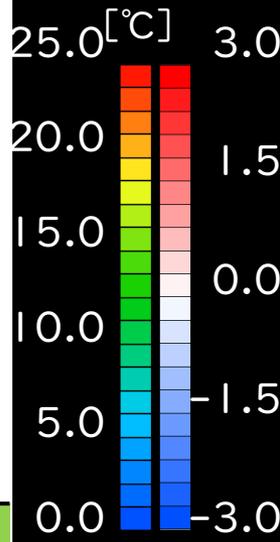
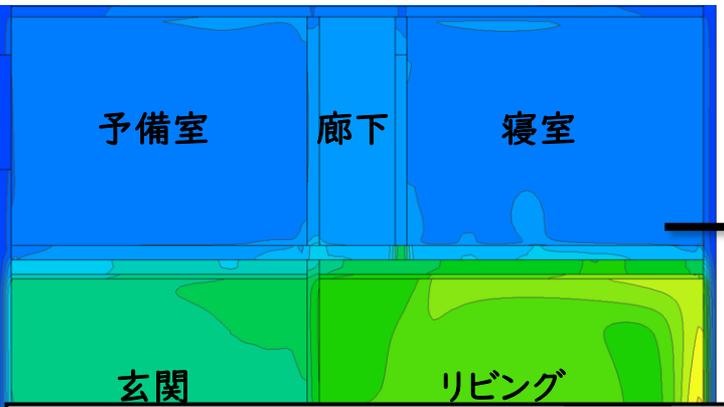
切断位置

# 断熱水準ごとの室温の差分 (3)

## 超高断熱住宅 - 無断熱住宅



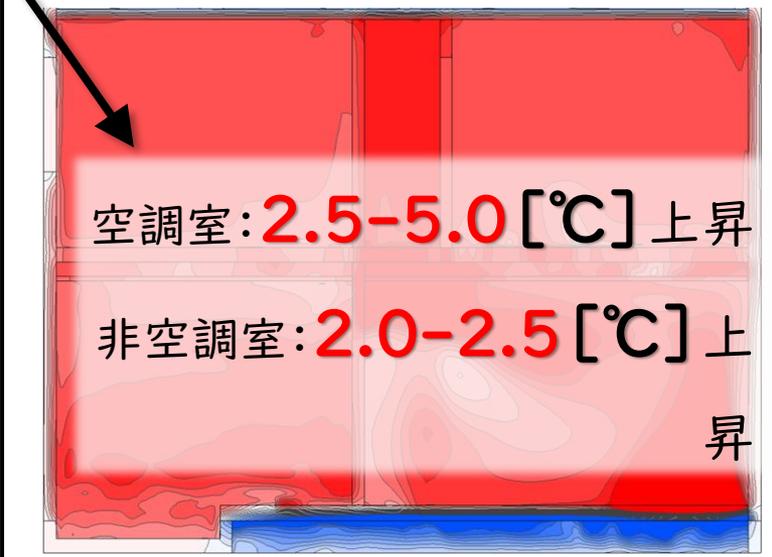
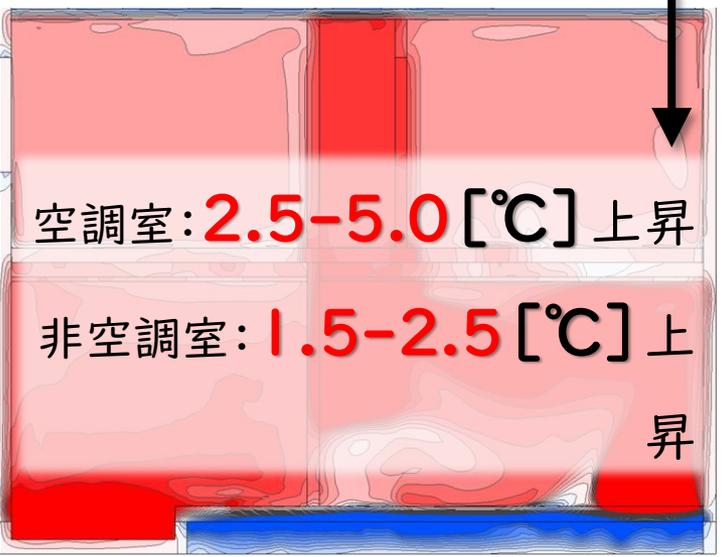
# 冬季における住宅室温の断熱水準別比較 (まとめ)



住宅の高断熱化による **室温上昇**

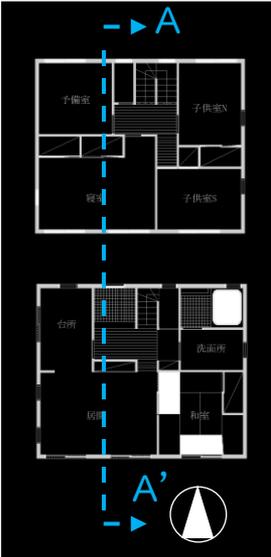
無断熱住宅 (UA値=3.42)

標準断熱住宅 (UA値=0.71)



高断熱住宅 (UA値=0.40)

超高断熱住宅 (UA値=0.26)



切断位置

## Aさんご家族

一度部屋を暖めるとずっと暖かい。部屋と部屋の温度差がないので家中のドアを開けたまま過ごすことができる。その結果、コミュニケーションも増えた。

脱衣所が寒くない。お風呂のお湯も冷めない。冬場でも家の中ではシャツ一枚で過ごせる。エアコンも使用する回数がぐっと減り光熱費も軽減した。

壁が厚く、遮音性能が上がったのか外の騒音が聞こえなくなった。

## Bさんご家族

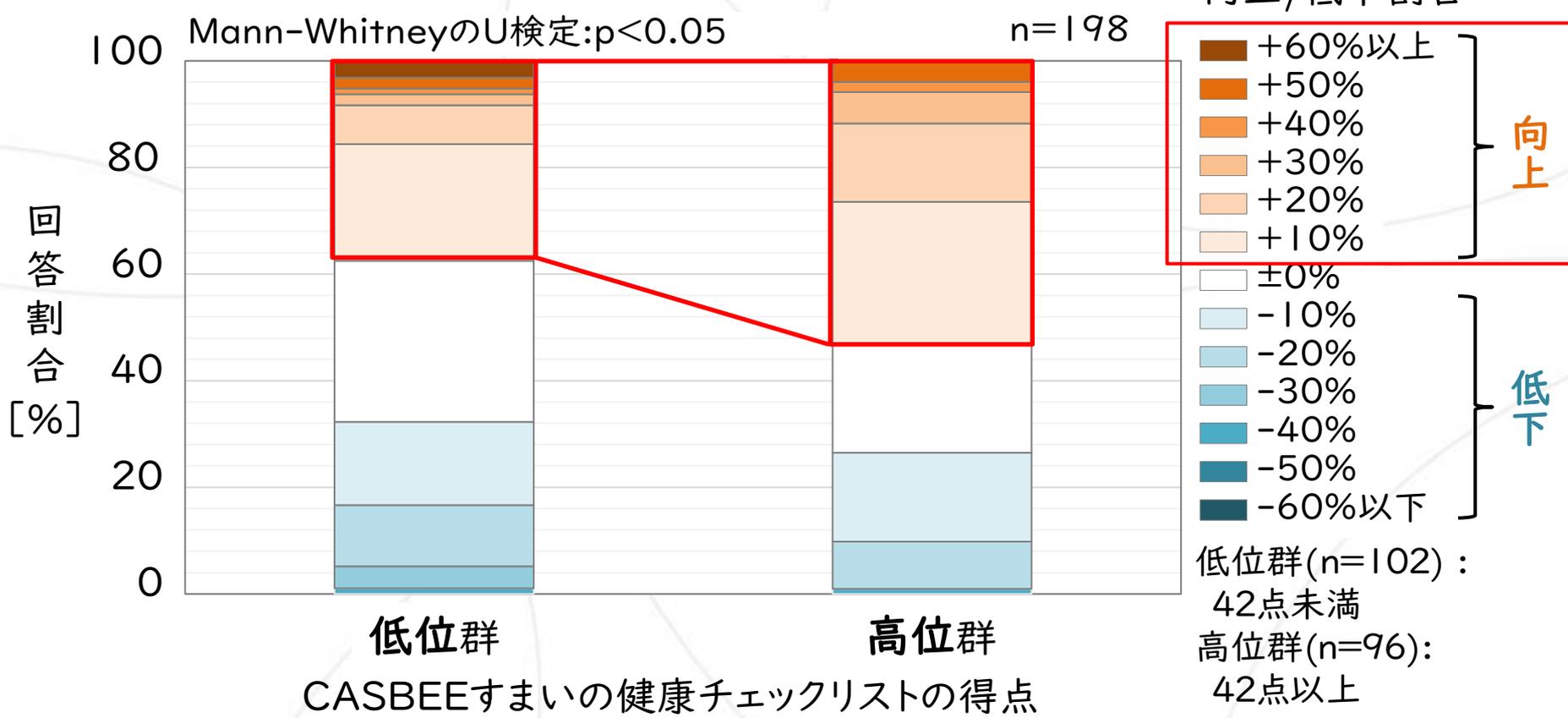
断熱気密化は絶対に行うべき。寒さが原因で布団やこたつから出たくないといったこともなくなった。寒い冬場も部屋間移動が億劫にならない。

子供が暖かい床に寝転がって気持ちよさそうにしている。家の中で自由に走り回る様子を見れるようになって嬉しく思っている。以前は周囲の家に気を遣って子供に騒がぬよう注意していたが、遮音性能が向上したこともあって注意せずに済むようになった。

子供が騒いだりすることは当たり前前で、その当たり前前の行動を大人の論理で抑制したり叱ったりせずに済むようになったことが幸せ。

# 高性能住宅に居住することによる生産性向上効果

## 在宅ワーク時の総合的な生産性



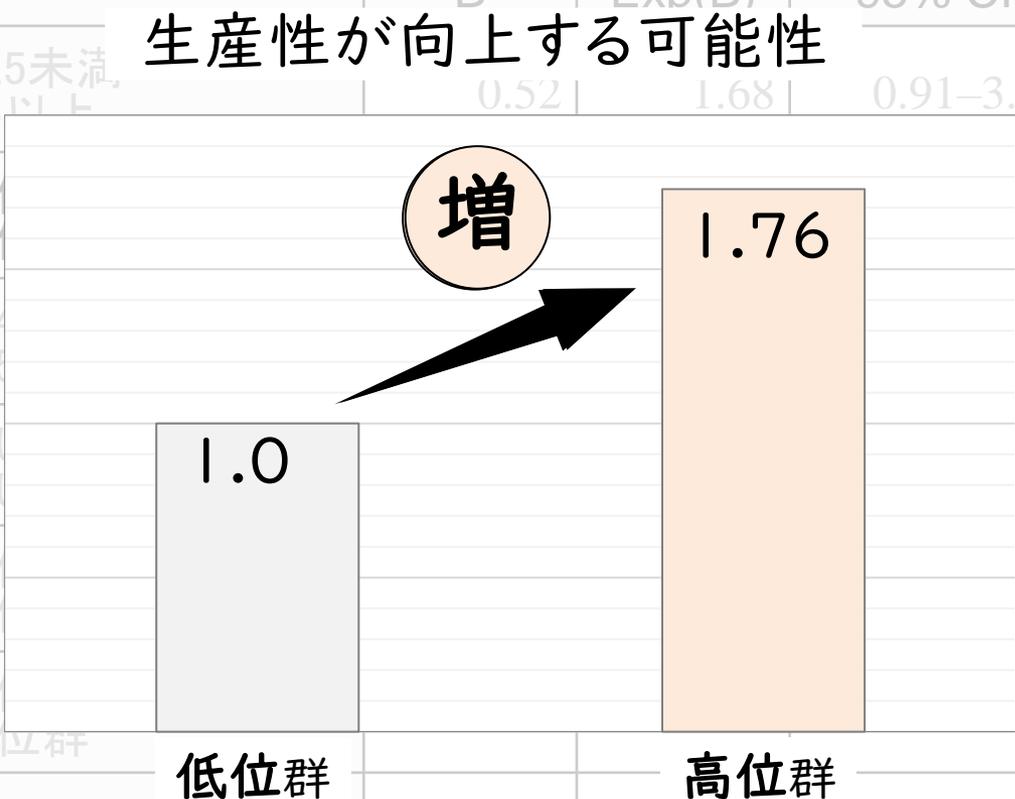
住環境に対する評価が高い社員ほど生産性が高い

⇒在宅勤務時の住環境の整備の重要性が示唆された

# 高性能住宅に居住することによる生産性向上効果

目的変数：在宅勤務時の情報処理の生産性  
 1) 向上群: 10%向上~60%以上向上  
 0) 非向上群: 変わらない、10%低下~10%以上低下

		B	Exp(B)	95% CI	p-value
PMV	0) -0.5未満 1) 2.5以上	0.52	1.68	0.91-3.11	n.s. (p = 0.10)
CASBEEすまい [住環境の評 オ ツ ズ 比 [-]	0) 低 1) 高	1.5	1.76	0.91-3.11	n.s. (p = 0.07)
在宅勤務の 週 4 週 5	0) 週 1) 週	1.0	1.76	0.91-3.11	n.s. (p = 0.33)
睡眠の質	0) 悪 1) 良	1.0	1.76	0.91-3.11	p < 0.05
勤勉性(TIPI) [責任感の強さ]	0.5低 1) 高	0.5	1.76	0.91-3.11	n.s. (p = 0.24)
Grit-S [やり抜く力]	0) 低 1) 高	0	1.76	0.91-3.11	p < 0.05
定数		-2.69	0.07	0.91-3.11	p < 0.01



Hosmer Lemeshow検定: p=0.631, 判別的中率: 74.2%

住環境が良いほど生産性(特に情報処理)の生産性が向上

# 高性能住宅に居住し続けることによる健康維持増進効果



## Building and Environment 2025年1月号掲載

Survival time analysis of the relationship between the residential environment and residents' health status  
(邦題:住環境と居住者の健康状態の関係の生存時間分析)

鎌田智光、中野淳太、藤井涼太、村上周三、伊香賀俊治、川久保俊

論文URL→



## Building and Environment 2025年1月号掲載

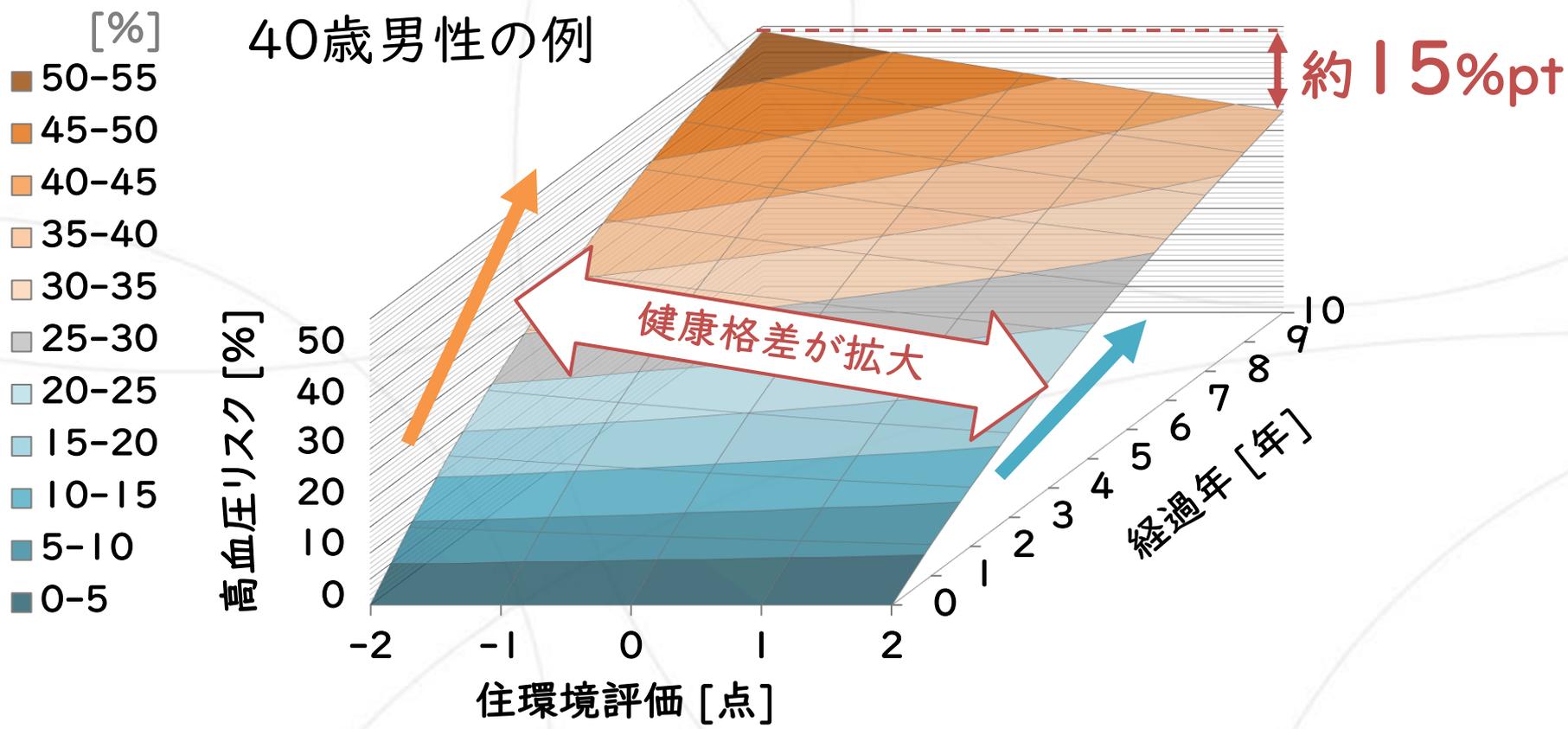
Causal effects of the residential environment on hypertension, heart disease, and asthma  
(邦題:住環境が高血圧、心疾患、喘息に与える因果的影響)

荒田史朗、中野淳太、村上周三、伊香賀俊治、川久保俊

論文URL→



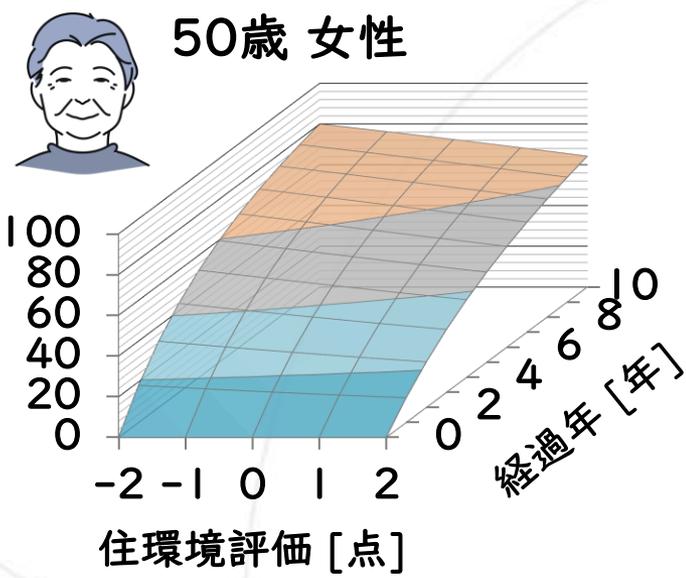
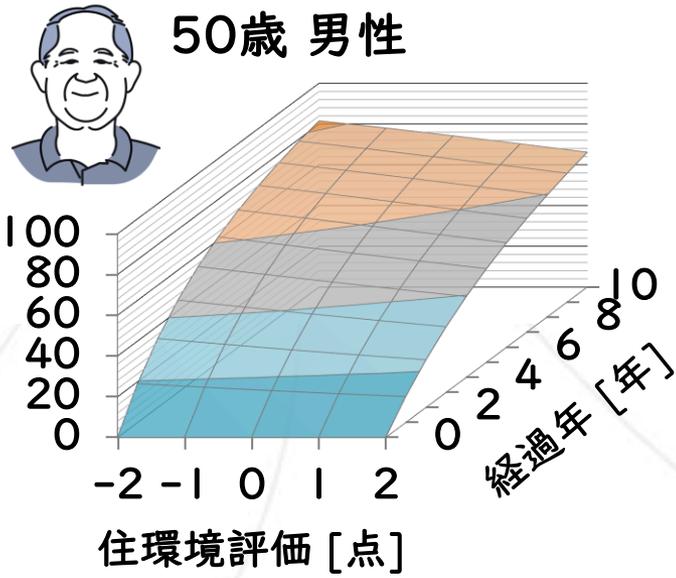
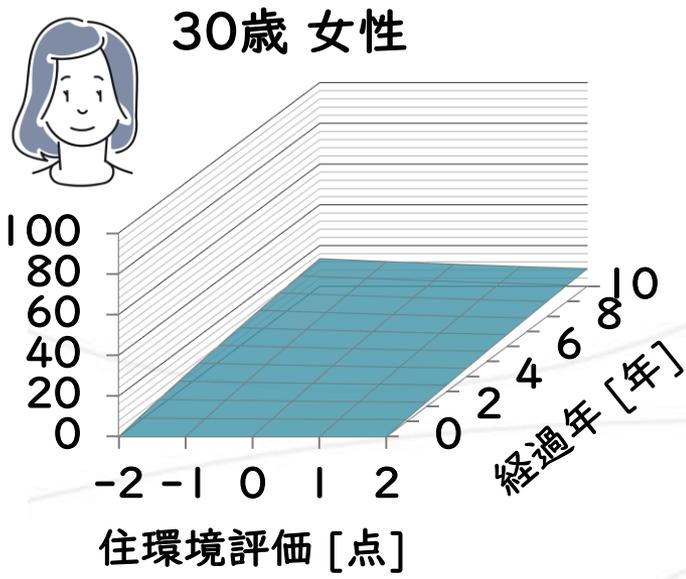
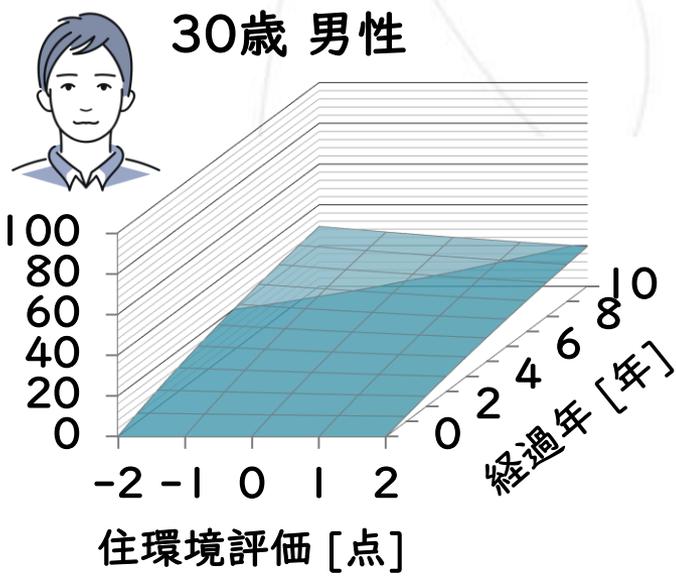
# 住環境と居住者の健康状態の関係の生存時間分析の結果



住環境評価が高いほど居住者は健康  
→時間が経過するほど**健康格差**はさらに拡大

# 住環境と居住者の健康状態の関係の生存時間分析の結果

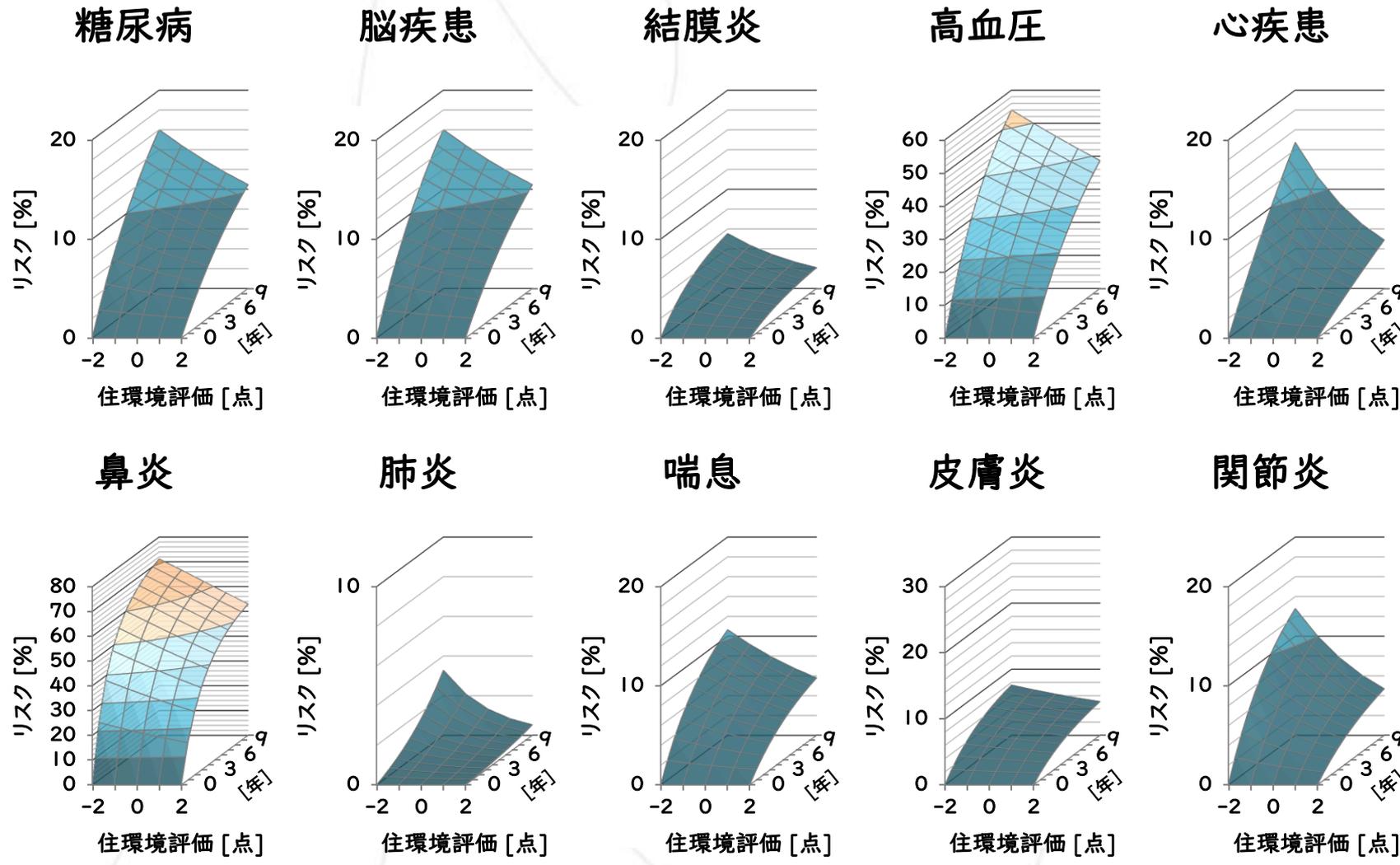
- [%]
- 80-100
  - 60-80
  - 40-60
  - 20-40
  - 0-20



# 住環境と居住者の健康状態の関係の生存時間分析の結果

40歳  
男性の例

- [%]
- 90-100
  - 80-90
  - 70-80
  - 60-70
  - 50-60
  - 40-50
  - 30-40
  - 20-30
  - 10-20
  - 0-10

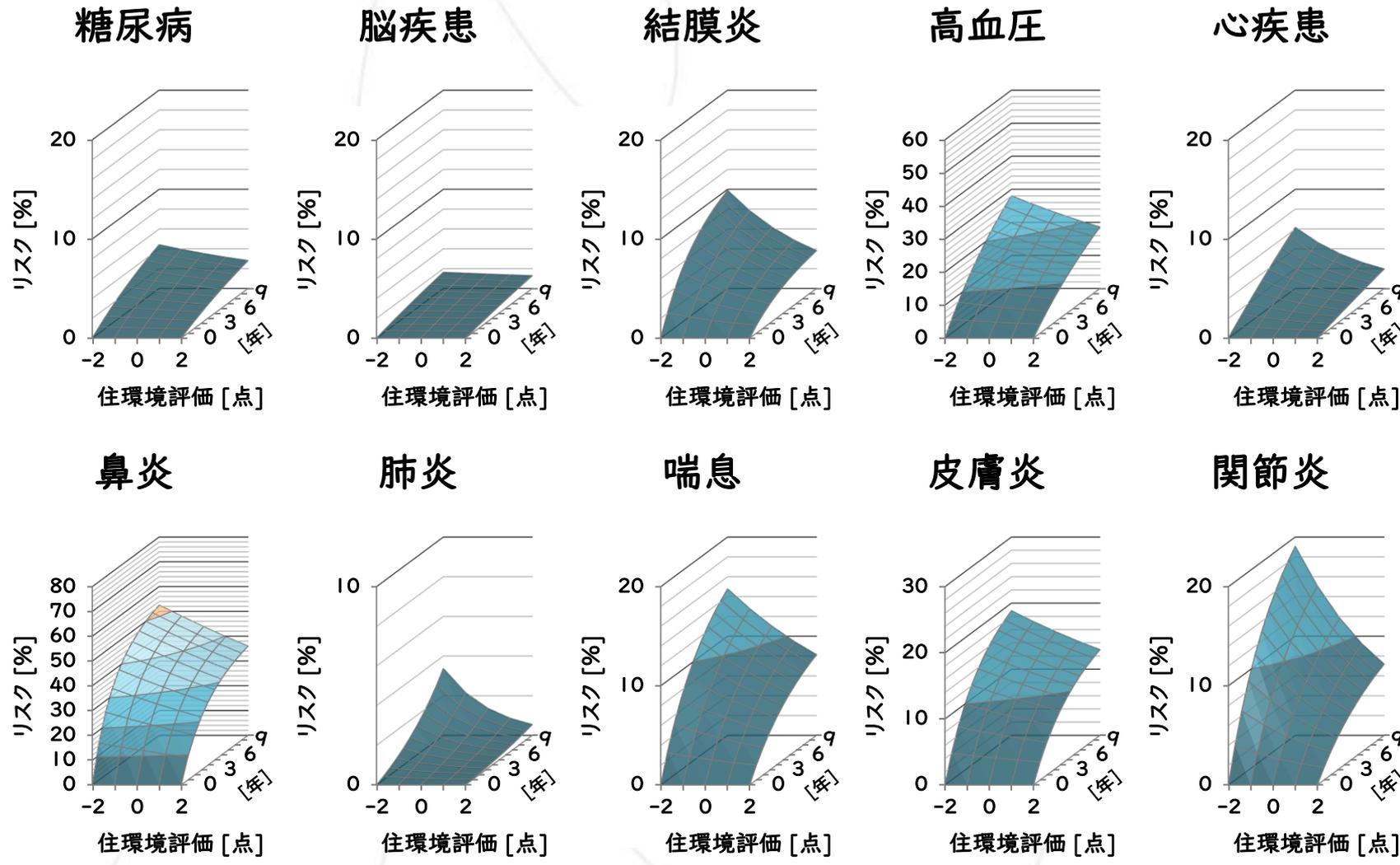


男性は良質な住環境下で高血圧、心疾患等のリスクが減少

# 住環境と居住者の健康状態の関係の生存時間分析の結果

40歳  
女性の例

- [%]
- 90-100
  - 80-90
  - 70-80
  - 60-70
  - 50-60
  - 40-50
  - 30-40
  - 20-30
  - 10-20
  - 0-10

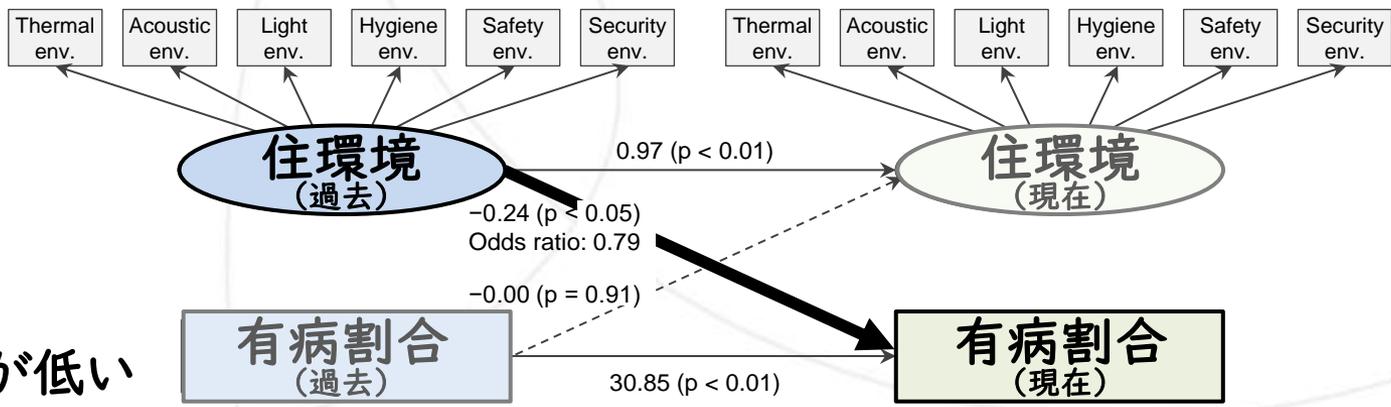


女性は良質な住環境下で喘息、関節炎等のリスク減少

# 住環境と居住者の高血圧、心疾患、喘息発症の因果関係分析

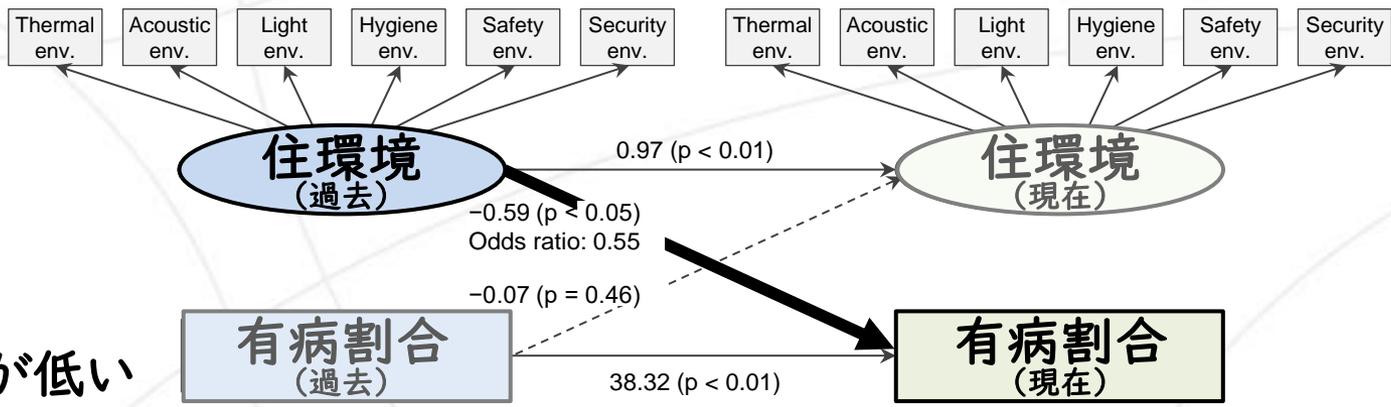
## 高血圧

良好な住環境に住んでいた人の  
高血圧発症割合が低い



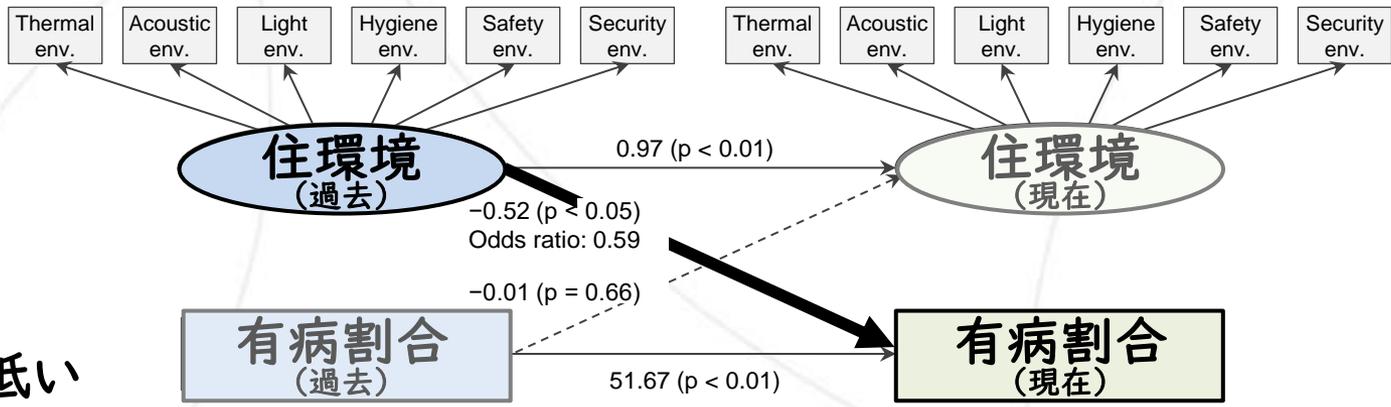
## 心疾患

良好な住環境に住んでいた人の  
心疾患発症割合が低い



## 喘息

良好な住環境に住んでいた人の  
喘息発症割合が低い



# まとめ：好ましくないすまい・すまい方は人間にも地球にも有害



快適性 **低**



知的生産性 **低**



健康性 **低**



持続可能性 **低**

# まとめ：好ましくないすまい・すまい方は人間にも地球にも有益



快適性 **高**



知的生産性 **高**



健康性 **高**



持続可能性 **高**

# ありがとうございました

連絡先:

川久保俊 Shun Kawakubo, 博士 (工学)

慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科 准教授

〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1, 14-620C

Website: <https://platform-clover.net/feature/kawakubo>



川久保研究室では世界の共通言語 SDGs を  
活かした建築・まちづくりの方法を研究しています

