

提言

長寿社会における
脱炭素健康住宅への道筋



令和2年（2020年）6月23日

日 本 学 術 会 議

環境学委員会・土木工学・建築学委員会合同

長寿・低炭素化分科会

この提言は、日本学術会議環境学委員会・土木工学・建築学委員会合同長寿・低炭素化分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議環境学委員会・土木工学・建築学委員会合同
長寿・低炭素化分科会

委員長	田辺 新一	(第三部会員)	早稲田大学創造理工学部建築学科教授
副委員長	伊香賀俊治	(連携会員)	慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科教授
幹事	下田 吉之	(連携会員)	大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻教授
幹事	渡邊 朗子	(連携会員)	東洋大学情報連携学部教授
委員	加藤 信介	(連携会員)	東京大学特任教授
	嘉門 雅史	(連携会員)	京都大学名誉教授
	都築 和代	(連携会員)	豊橋技術科学大学大学院工学研究科教授
	中上 英俊	(連携会員)	株式会社住環境計画研究所代表取締役会長
	羽山 広文	(連携会員)	北海道大学教授
	福井 秀夫	(連携会員)	政策研究大学院大学教授
	持田 灯	(連携会員)	東北大学大学院工学研究科教授
	吉野 博	(連携会員)	東北大学名誉教授

本提言の作成にあたり、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務	犬塚 隆志	参事官 (審議第二担当)
	五十嵐久留美	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐
	加藤 雅之	参事官 (審議第二担当) 付審議専門職付

要 旨

1 作成の背景

2015年11月から12月に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、世界共通の長期目標として産業革命以前からの温度上昇を2℃に抑え、世界全体で今世紀後半には、温室効果ガス排出量を実質的にゼロにすることを目指す「パリ協定」が採択され、2016年11月4日に発効した。また、2019年6月11日に「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が閣議決定された。我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指すとしている。それに向けて、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げている。脱炭素社会の実現は喫緊の課題である。その中でも、日常生活をおくる住宅のあり方は脱炭素社会への道筋に大きな影響を与える。

2 現状及び問題点

一方、我が国には長寿化、人口減少、世帯構成などの急激な社会環境の変化が訪れる。このような社会ではこれまでの成長を仮定した対策とは異なる脱炭素シナリオが必要になる。画一的に住宅の性能を向上させるだけではなく、住まい方や働き方の変容を考慮して家庭分野の脱炭素に向けて検討を行う必要がある。分科会では、長寿化、健康寿命、人口減少、世帯構成などに関するこれまでの研究をレビューし、住宅の今後のエネルギー消費に及ぼす影響を考究した。住まいと住まい方の両面から健康で長寿な脱炭素住宅を実現する道筋に関して検討した。また、新型コロナウイルス感染症により我々の住まいや住まい方は大きな影響を受けることが予想される。長寿・脱炭素社会における住まい方に関して(1)から(4)で提言を行い、脱炭素を実現する住まいのあり方及び国際協力に関して(5)、(6)で提言を行った。

3 提言

(1) 高齢者住宅のエネルギー消費量の把握

住宅におけるエネルギー消費に関する統計データを継続的に取得することが必要である。一人当たりの温室効果ガス排出量について家庭部門のCO₂排出実態統計調査（家庭CO₂統計）で評価すべきである。家電製品のリアルタイム情報や居住者の行動情報を得ることによって待機電力などのさらなる削減が可能である。（総務省、経済産業省、国土交通省、環境省）

(2) エネルギー需要・情報・サービスに関する動向把握

世帯人数、年齢構成などにより生活行動が異なるため、それに合わせた対策と優先順位を決めていく必要がある。エネルギー需要科学という学問、研究分野が必要とされている。高齢者世帯に関しては、エネルギー消費の特徴は在宅時間が長いこと、古い機器の使用割合が高いことなどがある。高齢化社会の生活とAI、IoTを踏まえてエネルギー需給、住まいの在り方を考える必要がある。技術のみならず、生活空間や居住者行動を

包括したアプローチも必要になる。また、新型コロナウイルス感染症による在宅勤務などの住まい方が与える影響に関しても調査すべきである。(総務省、経済産業省、国土交通省)

(3) 寒い住宅からの脱却、断熱による死亡率の低減並びに、豪雪被害への対応

世界保健機関 (WHO) が 2018 年 11 月に発行した、住宅と健康に関するガイドライン (WHO Housing and health guidelines) では寒い季節の住宅の最低室温を守るべきであるとの勧告を行っているが、それを適用すべきである。我が国においても住宅と健康に関するエビデンスが充実しつつあり、これらを政策に反映すべきである。また、寒冷地のみならず温暖な地域であっても、住宅の高断熱・高気密化による熱性能の向上を図るべきである。加えて、高齢化の進む豪雪地帯における住宅の雪対策が重要な問題であることを再認識すべきである。(厚生労働省、経済産業省、国土交通省、環境省)

(4) 夏季の猛暑に対する住宅のレジリエンス対策

我が国において熱中症で救急搬送される人数が増加している。我が国の熱中症の約 4 割が住宅内で発生しており、このうち 7 割が 65 歳以上の高齢者である。住宅における日射遮蔽や通風の確保、適切な冷房の使用に関して科学的データを示して危険性を知らせるべきである。また、高齢者には特に暑い季節に睡眠障害、睡眠不足による健康被害が生じる可能性があるため、良好な住宅環境を提供すべきである。(厚生労働省、経済産業省、国土交通省、環境省)

(5) 人口減少社会における脱炭素戦略

売電の買取価格低下により、ZEH (ネット・ゼロエネルギーハウス) の太陽光発電設備設置の経済的メリットが薄れつつあるため、自家消費率を向上させる技術開発を行うことが大切である。さらなる普及のためには、健康・快適性、レジリエンスなどのエネルギー以外の便益に関して示していく必要がある。ZEH の不動産価値に関しても中古市場で高く評価されていくような取り組みが必要である。住宅の環境性能に関する分かりやすい表示、例えば標準光熱費などの表示が住宅流通時に必要である。建物保有税は質の高い建物ほど高いことから、環境負荷を小さくするための投資を阻害しており、廃止・軽減を含め抜本的な見直しが必要である。(経済産業省、国土交通省、環境省)

(6) アジア蒸暑地域の冷房・国際協力

アジア蒸暑地域の発展途上国における冷房エネルギー消費が急増している。冷房負荷の小さい住宅や高効率エアコンの開発と普及を進めるべきである。高齢化に対応した課題は、アジア蒸暑地域においても我が国に遅れて発生する。アジア学術会議を基盤として脱炭素に取り組む必要がある。地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) や Building Energy structure and Lifestyle Database of Asia (BELDA) の活動などをさらに支援していく必要がある。(外務省、経済産業省、環境省)

なお、住宅供給のほとんどは民間事業者によって行われているため、提言に関しては関係省庁のみではなく、関連する産業界と連携して行うことが重要である。

目 次

1	提言の背景と目的	1
2	高齢者住宅のエネルギー消費量の把握	3
3	エネルギー需要・情報・サービスに関する動向調査	4
4	寒い住宅からの脱却、断熱による死亡率の低減並びに、豪雪被害への対応	5
	(1) 住宅建築物における省エネ対策と健康と安全	5
	(2) 寒い住宅と健康	6
	(3) 高齢化の進む雪国の問題	7
5	夏季の猛暑に対する住宅のレジリエンス対策	8
	(1) 夏季の猛暑化・住宅における熱中症	8
	(2) 睡眠できる環境	9
6	人口減少社会における脱炭素戦略	10
	(1) ZEHを越えたライフサイクルでの住宅の脱炭素	10
	(2) 住宅の省エネ適合義務化	11
7	アジア蒸暑地域の冷房・国際協力	12
8	提言	14
	(1) 高齢者住宅のエネルギー消費量の把握	14
	(2) エネルギー需要・情報・サービスに関する動向把握	14
	(3) 寒い住宅からの脱却、断熱と死亡率並びに、豪雪被害への対応	14
	(4) 夏季の猛暑に対する住宅のレジリエンス対策	14
	(5) 人口減少社会における脱炭素戦略	15
	(6) アジア蒸暑地域の冷房・国際協力	15
	<用語の説明>	16
	<参考文献>	17
	<参考資料>	
	長寿・低炭素化分科会審議経過	23
	<付録>	24

1 提言の背景と目的

2015年11月から12月に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、世界共通の長期目標として産業革命以前からの温度上昇を2℃に抑え、世界全体で今世紀後半には、温室効果ガス排出量を実質的にゼロにすることを目指す「パリ協定」が採択され、2016年11月4日に発効した[1]。これに呼応して我が国では、温室効果ガス排出量を2013年度比で2030年度に26.0%減、部門別では、家庭部門39.2%を削減する「地球温暖化対策計画」が、2016年5月に閣議決定された[2]。また、2019年6月11日に「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」が閣議決定された[3]。我が国は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現していくことを目指すとしている。それに向けて、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げている。また、今世紀後半のできるだけ早期に住宅やオフィス等のストック平均のエネルギー消費量を正味でおおむねゼロ以下（ゼロ・エネルギーハウス（以下、ZEH）、ゼロ・エネルギービル（以下、ZEB）相当）としていくために必要となる建材、機器等の革新的な技術開発や普及を促すとしている。脱炭素社会の実現は喫緊の課題である。その中でも、日常生活をおくる住宅のあり方は脱炭素社会への道筋に大きな影響を与える。

日本学術会議は、2019年9月19日に山極寿一会長が日本学術会議会長談話、「地球温暖化」への取組に関する緊急メッセージを発出している[4]。その中で、「私たちには、ただ「我慢や負担」をするのではなく、エネルギー、交通、都市、農業などの経済と社会のシステムを変えることで、豊かになりながらこれを実現する道が、まだ残されています。世界でそのための取組は始まっていますが、わが国を含め世界の現状はスピードが遅すぎます。」と述べている。

地球温暖化問題に関して気候非常事態宣言（Climate Emergency Declaration: CED）を行う自治体や団体が急速に拡大している[5]。王立英国建築家協会（RIBA）[6]や米国建築家協会（AIA）[7]も環境と気候の非常事態宣言を2019年6月に行った。米国建築家協会は、「建築家の日々の慣習を変えて、ゼロカーボン、公平、レジリエンスで健康な建築環境を実現する」と宣言を採択している。また、日本の壱岐市、鎌倉市、白馬村、長野県などにおいても宣言が行われている。2019年10月4日に鎌倉市議会で行われた決議では、「温室効果ガスのゼロエミッションを達成することを目標とする」と述べられている[8]。環境省によれば、東京都、京都市、横浜市を始めとする56の自治体（13都府県、21市、1特別区、16町、5村）が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明、自治体を合計すると人口は約4,968万人、GDPは約252兆円となり、日本の総人口約39%を占めている[9]。

一方、我が国には長寿化、人口減少、世帯構成などの急激な社会環境の変化が訪れる。このような社会ではこれまでの成長を仮定した対策とは異なる脱炭素シナリオが必要になる。画一的に住宅の性能を向上させるだけではなく、住まい方や働き方の変容を考慮して家庭分野の脱炭素に向けて検討を行う必要がある。分科会では、長寿化、健康寿命、人口減少、世帯構成などに関するこれまでの研究をレビューし、住宅の今後のエネルギー消費

に及ぼす影響を考究した。それらを踏まえて、住まいと住まい方の両面から健康で長寿な脱炭素住宅を実現する道筋に関して検討した。また、新型コロナウイルス感染症により我々の住まいや住まい方は大きな影響を受けることが予想される。長寿社会の生活への影響に関しては、対面機会、社会的活動、運動機会などがこれまでに増して失われていく可能性がある。一方、これまでの延長線上にはない新しい情報通信サービスなどが開始される可能性がある。また、在宅勤務がエネルギー消費構造に与える影響なども調査する必要がある。

長寿・脱炭素社会における住まい方に関して (1) から (4) で提言を行い、脱炭素を実現する住まいのあり方及び国際協力に関して(5)、(6)で提言を行った。

2018年7月3日に公表された総務省の自治体戦略2040構想研究会の第二次報告[10]において、全国の市町村は人口減少に見舞われることが具体的に述べられている。人口縮減によりGDPが縮小すること、一人暮らし高齢者が増加すること、公的サービスが低下すること、都市のスポンジ化やDID（人口集中地区）の低密度化が進行すること、都市の空き家が増加すること、首都直下地震発生時には避難所生活者が最大約460万人発生すること、バブル崩壊後の就職氷河期に就職した世代は長年にわたり給与が低いこと、地方圏のサービス産業は生産性が低くなることなどが指摘されている。

すべての人々が平和で豊かに暮らすことは誰しもの願いである。国連が提示したSDGs（持続可能な開発目標）[11]においてもこの点が示されている。脱炭素健康住宅はその方策の一つである。温暖化の影響による厳しい気象・気候に見舞われても、日々の生活を営む器となる住宅は、日常生活が健全で、かつ住まい手が健康で快適に生活できる必要がある。そのためには①適切な温熱環境、②適切な睡眠環境、③清浄な空気環境、④安全・安心な住宅、の実現が望まれる。日本人は一日のうち約60%の時間を住宅内で過ごすといわれているが、「建築物衛生法」[12]の特定建築物に含まれない住宅は法的な制約も少なく、健康的でない環境もみられる。特に、住宅で多くの時間を過ごす子どもや高齢者、要配慮者には、よりきめ細かな対応が必要である。また、健康と環境にとってより良い生活行動ができる、持続可能な新しいライフスタイルに対応した、住宅についての情報発信が必要とされる。

本提言は、行政への働きかけだけでなく、「みんなの幸せ」について一般社会に発信し、あるべき姿に先導していくことを目標としている。また、SDGsの「目標7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、「目標9：産業と技術革新の基盤をつくろう」、「目標13：気候変動」だけではなく、長寿社会の住まい方を考えた「目標3：すべての人に健康と福祉を」、「目標8：働きがいも経済成長も」、「目標11：住み続けられるまちづくりを」も含めて対象としている。また、関係省庁だけではなく関連する産業分野と連携して行くことが大切なため「目標12：つくる責任使う責任」を含めた。

前期提言「低炭素・健康なライフスタイルと都市・建築への道筋」[13]においては広範囲の内容が取り上げられており、低炭素化に関するほとんどの内容がカバーされている。しかしながら、前期提言において「高齢化」について触れられている部分はほとんどない。また、2018年7月3日に閣議決定された第5次エネルギー基本計画[14]においても「高齢

化」に関する部分はほとんどない。今後の超高齢化社会の到来により、必要とされる脱炭素健康住宅の在り方も変わるため、その点に焦点を絞って議論を進めた。我が国は長寿社会に移行しつつある。長寿社会に適用できる住宅モデルは現在のところ見当たらないため、我が国が自らモデルをつくっていく必要もある。

SDGs が国際社会全体の目標として共有されており、それを民間投資により支援しようとするのが ESG（環境・社会・ガバナンス）投資である。2019 年 7 月 3 日に国土交通省は、ESG 不動産投資のあり方検討会中間とりまとめを公表した[15]。欧米諸国をはじめとして、投資家が ESG の視点から投資先を選別し、投資先に対して ESG への配慮を求める動きが拡大している。そのような観点から、不動産投資においても、世界的には、地球温暖化・気候変動への対応が求められるほか、特に我が国では、人口減少や少子高齢化、防災・減災等への諸課題に対応することが重要であり、実際に、欧米の投資家などから、そうした ESG 投資への対応が求められている。タワーマンションなどの過剰供給や空き家率上昇、一人暮らしの増加など我が国において変化しつつある価値観、社会背景を踏まえながら議論を深める必要がある。

また、21 世紀に入ってアジア蒸暑地域の多くの国々が、我が国が経験したよりも一層速いスピードで高齢化し人口減少へと転じていく。そのような背景の中、健康で質の高い生活を目指し、脱炭素を実現する住宅のあり方への提言が求められている。既存住宅数は新築住宅の着工数と比較すると圧倒的に多く、脱炭素を実現するには既存住宅に関しても対策を行っていく必要がある。

2 高齢者住宅のエネルギー消費量の把握

我が国における住宅のエネルギー消費量は、2000 年頃をピークに減少している[16]。エネルギー種別消費原単位の推移では灯油、LPG の減少幅が大きい。住宅の一次エネルギー消費量に関しては、単独用途では給湯が最大である。一方、冷房は 2%程度である。環境省で実現した家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査（以下、家庭 CO₂ 統計）[17]の構想と実現に関しては、10 年越しの悲願であった。この統計を活用することで属性に分けたきめ細かい省エネ対策が可能になる。

我が国の住宅におけるエネルギー消費は暖房、給湯、照明・家電の割合が大きい。また、近年の高齢者世帯では若中年世帯よりエネルギー消費が大きい場合が多い。これは、在宅時間が長い、冷蔵庫の複数台使用の割合が高い、給湯ではガス・灯油の使用が多いためである[17]。今後も必要な統計データを継続的に取得することは科学的な政策立案に大きく役立つ。しかしながら、照明・家電に関しては住宅の分電盤や電気配線が分離されていることが少なく、家庭 CO₂ 統計においても照明と家電などのその他エネルギー消費量が分けられていない。照明に関しては LED 化が進みエネルギー消費量が低減しているが、この効果を把握するために、全数でなくとも照明と家電などのその他エネルギーを分離した実態を把握して行くべきである。

我が国の家計調査年報[18]では、単身世帯は光熱費支払金額しか計上されていないため、購入数量（電気なら kWh、ガスなら m³）が把握できていない。一方で家庭 CO₂ 統計では単身

世帯も2人以上世帯と同様の項目が調査されている。単身世帯については、今後も世帯数が増えることが予想されるため、世帯当たりのエネルギー消費量及び温室効果ガス排出量について家庭CO₂統計を用いた評価も実施すべきである。

アジア蒸暑地域の都市部における家庭用エネルギー消費実態をみると、暖房、給湯などの温熱需要を除くエネルギー消費は日本並になっており、また、1人当たりの調理用エネルギー消費量も日本の消費レベルとほぼ等しいことが分かっている[19]。日本での解決法はアジア蒸暑地域でも展開できるであろう。

一方で、欧米では貧困者のエネルギー消費対策が重要になっている。特に、定年退職者や高齢者はリスクが高い。光熱費支出割合が家計支出の10%を越えると問題が生じるという指摘もあり、我が国でも同様の状況が発生しつつある。ちなみに、家計支出に占める光熱費の割合は、英国は4%程度に対して我が国は6.4%であり、携帯電話の家計支出（5%程度）を超える水準になっている。一方で世帯当たりエネルギー消費の国別の経年変化及び光熱費支出の変化を比較する場合には、各国の実情に留意すべきである。

インターネットショッピングのように、現在の省エネルギー統計だけではわからない、構造的変化に注視する必要がある。具体的には、近年、5年間で1.8倍というネット通販市場の拡大により、小口の配送量が急激に増えている。また、それに伴って再配達も増加し、宅配で消費されるエネルギーの25%、原油換算で10万kLが再配達によるものとなっている[20]。宅配ボックスの設置や在不在の情報システムを個人情報に注意しながら活用できれば運輸部門のエネルギー消費を削減することも可能である。

また、ネット・ゼロエネルギーハウス（以下、ZEH）においては家電製品などのその他エネルギーが一般住宅よりも増加しているという指摘もある[21]。構造的変化を観察するにはそれに対応した統計調査が重要である。現在はその他エネルギーに分類されている可能性が高い、コタツ、ヒータなどの電熱暖房機器の使用実態が明確に分かっていない。高気密高断熱化で暖房エネルギー消費量は低減すると考えられ、家電などのその他エネルギーの省エネルギー対策が重要になる。今後は、IoT、AIを用いて設計時の想定と運用時のデータと比較することも可能になるだろう。情報機器の設置によりエネルギー消費量が増加するという指摘もあるが、家電製品のリアルタイム情報や居住者の行動情報を得ることによって待機電力などのさらなる削減が可能である。ただし、行動情報の取得は個人情報の収集に繋がるため、情報保護に関しては十分留意する必要がある。

太陽光発電の普及により再生可能エネルギーが低廉になるが、さらなる拡大のためには電力配送電網、蓄電、蓄熱などの整備などが必要であるが、緊急におこなうのは財政的に難しい面もある。まずは、生活水準を向上させながら、徹底した省エネルギーを行い、再生可能エネルギーを出来るだけ利用するという基本的な姿勢は堅持すべきである。住宅・建築物単体だけで考えるのではなく、これらを電力配送電網と結び脱炭素を行う「電力システム連携型省エネ建築物」（Grid-Interactive Efficient Buildings（GEB））という概念も米国エネルギー省から提案されている[22]。

3 エネルギー需要・情報・サービスに関する動向把握

地球温暖化対策計画におけるエネルギー起源 CO₂ の対策内容は長期エネルギー需給見通しと同様であるが、地球温暖化対策計画[2]による 2030 年における民生部門の目標達成は必ずしも容易ではない。地球温暖化対策計画における照明、給湯機器導入による効果の算定は普及率とエネルギー消費削減原単位の積になっているが、世帯人数、年齢構成等により機器使用行動が異なるため、機器の使われ方を考慮した精度の向上が必要である[23]。家庭CO₂統計などの最新統計資料の利用による実態把握と対策効果の検証が必要とされる。高齢者世帯に関しては、先に述べたように、エネルギー消費は在宅時間が長いこと、古い機器の使用割合が高いことなどが特徴である。高齢者の一人暮らしが増加しており、脱炭素かつ魅力ある住まい方が希求されている。その他、シェアリング、在宅勤務、シェアオフィスなど社会の変化とエネルギー消費への影響も研究する必要がある。また、新型コロナウイルス感染症による在宅勤務などの住まい方が与える影響についても調査すべきである。

欧州研究者による 1.5°C 目標達成のための徹底した省エネルギーシナリオ[24]では、カメラやテレビの機能をスマートフォンに集約することなど情報技術の発達や社会の大胆な転換に基づく大幅なエネルギー消費削減を提案している。これらは家電などのその他エネルギー消費量の割合が増加している我が国でも参考になる提案である。更に脱炭素社会へ向かうためにはエネルギー消費によって得られるサービスと QOL との関係を再検討する必要がある。求められるサービスを効率的に提供するエネルギー消費機器の開発、サービスと人間の行動の関係をセンシングするプラットフォーム開発を目的に、人間科学・エネルギー科学・情報科学が融合したエネルギー需要科学ともいべき新しい研究分野が必要とされている。

超高齢化社会においては高齢者の生活と AI、IoT の進展を踏まえてエネルギー、住まいの在り方を考える必要がある。IoT をエネルギーと連携していくことが求められるが、それだけではビジネス化するのは難しいであろう。高齢者を支援するサービス等も含めたパッケージとして考えていく必要がある。GAFA (米国の IT 企業、Google・Amazon・Facebook・Apple の頭文字を取ったもの) が本格的に活動を行っていないのがエネルギー分野であり、我が国としてはこの分野を開拓していく必要がある。高齢者の生活サービスのニーズとしてはコミュニケーション、セキュリティ、生活サポートの 3 つが高い傾向にあり[25]、これらを先端の AI、IoT 等の情報技術でカバーすることにより、エネルギーとともに高齢者の生活を支援できるような環境を構築することが期待される。

一方、2020 年からは次世代通信システムとして第 5 世代移動通信システム (5G) の導入が我が国でも開始される予定である。こうした高速通信網を積極的に導入することで、在宅においても遠隔医療や遠隔診断などがより実効的に可能になり、高齢者への医療福祉分野のサービスもより充実して行うことが可能になることが予想される。このような場面では、技術のみならず、生活空間や居住者行動を包括したアプローチも必要になる。それらにより、高齢者の多様化する生活ニーズにきめ細かなサービスで対応することができるだけでなく、結果的に省エネルギーな生活環境へと移行することが可能であろう。HEMS (Home Energy Management System: ホーム エネルギー マネジメント システム) データ

などはエネルギーだけでなくこれらのニーズの解決につながるビッグデータとして宝の山となる可能性がある。一方でこれらのデータには様々な個人情報が含まれており、情報保護には細心の注意が必要となる。エネルギー事業者はサービスを売る時代になるため、電気・ガスのみを売る時代は終焉する可能性が高い。

4 寒い住宅からの脱却、断熱による死亡率の低減並びに、豪雪被害への対応

(1) 住宅建築物における省エネ対策と健康と安全

季節と健康に関する研究は生気象学・公衆衛生学に関する分野であり、既に多くの研究がなされている[26]。しかし、自宅における死亡実態の把握は十分とはいえない。また、冬季に心疾患や脳血管疾患が多いことが分かっても、具体的な対策は不十分である。人口動態統計とアメダスの気象データから Coefficient of Seasonal Variation in Mortality 指標（以下、CSVM 指標）[27]を用いた死亡率の季節依存性に関する研究によれば、月平均気温が低くなると心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、入浴時の死亡率が高くなる。特に、65歳以上高齢者で顕著になる。関東、中部、関西、九州など温暖な地域は外気温の低下による死亡リスクが高くなるのに対し、寒冷な北海道では、温暖な本州の地域よりも、外気温の低下による影響が少ない。特に、不慮の溺死・溺水による死因においてその傾向が顕著である。これは、住宅の断熱性能の高さが起因していると推察されている[28]。国土交通省の資料[29]によれば、我が国の住宅の38%が無断熱に等しく、現行の断熱基準を満たした住宅はわずか6%しかない。既存住宅を含めた断熱性能を向上させる対策を行って行く必要がある。

全国の約40戸の戸建住宅および集合住宅の室温変化を調査した研究では、温暖な地域ほど冬季の室温変動の幅が大きくなることがわかっている。特に、洗面所やトイレなどの非暖房室の室温が低くなっている。冬季の室温変化を標準偏差で表すと、建物の断熱性能、気密性能が低いほど増大することから、建物の高断熱・高气密化が室温の変化の緩和に有効である[30]。

北海道、福井県、兵庫県の3地域の在宅医療を行った際の、室温と血圧（収縮期血圧）測定の結果から、室温が低下するほど収縮期血圧と平均血圧の差が大きくなり、室温が10℃低下すると約7mmHg上昇している[31]。寒冷地のみならず温暖な地域であっても、住宅の高断熱・高气密化による住宅の熱性能の向上は、心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患、入浴時の死亡リスクを抑制することが期待できる。

(2) 寒い住宅と健康

2018年11月世界保健機関（WHO）から住宅と健康ガイドライン（WHO Housing and health guidelines）が発行された[32]。住宅の室温は、「寒さによる健康への悪影響から居住者を保護するのに十分なほど高くなければならない」という強い勧告が行われている。温暖な気候や寒い気候の国では、寒い季節に一般の人々の健康を守るための安全でバランスのとれた室内温度として18℃が提案されている。寒い季節を有する気候帯では、「効率的で安全な断熱材を新しい住宅に設置し、既存の住宅に後付けする必要がある」と条件付き勧告

が行われている。

国土交通省スマートウェルネス住宅等推進調査事業では、改修前後の調査と長期コホート研究が行われている[33]。高齢者ほど起床時の居間室温が下がった時の血圧上昇が大きくなる。家全体が暖かいと高血圧[34]、肩こり、腰痛、入浴事故、過活動膀胱（夜間頻尿）に効果があることが示されている。国土交通省と厚生労働省の協力のもと日本サステイナブル建築協会が作成した広報資料には、リフォームで断熱性を改善することで、最高血圧が平均 3.5mmHg 低下することが示されている[35]。これにより、脳卒中死亡数が年間約 1 万人、冠動脈疾患死亡数が年間約 5 千人減少すると推計している[36]。このことから住宅の断熱性改善の重要性が分かる。一方で、厚生労働省は、健康日本 21（第二次）[37]において、循環器疾患の対策として、40～80 歳代の国民の収縮期血圧を平均で 4mmHg 低下させる目標を立てている。

住環境が脳・循環器・呼吸器・運動器に及ぼす影響実測と疾病・介護予防便益評価による調査[38]では、温暖な県で冬の死亡増加率が高く、断熱住宅の普及は疾病予防・介護予防に寄与する可能性があること、暖かい住まいで、脳、循環器、呼吸器、運動器の状態が良く、高血圧発病と循環器疾患死亡確率が低いことなどが示されている。循環器・呼吸器疾患患者における重症化が指摘されている新型コロナウイルス感染症の予防対策にもなり得ることが期待され、暖かい住まいで健康寿命が延び、介護費を考えれば断熱は充分費用対効果が高いであろう。

これらの研究成果を政策にどう反映させるべきかを議論すべきである。我が国では住宅が私有財産であることが国費を直接投入する上での課題となっている。ヒートショックという言葉が住生活基本計画[39]にも盛り込まれたが、住宅断熱性能に関する一般消費者の理解度は低い。住宅の暑さ寒さ、結露などについて新築時の関心は高くなっているが、既築住宅に関しては高価な住宅断熱改修をためらうこと、賃貸住宅でも賃料に反映されるため必ずしも居住者は賛同しないことも多い。特に高齢者は将来の自身の健康や社会保障への不安があり、住宅への投資を躊躇する。寿命と健康寿命の差（介護期間）を縮めることが重要である。既存住宅への対策が特に大切である。

(3) 高齢化の進む雪国の問題

これまであまり注目されてこなかった高齢化の進む雪国特有の問題を取り上げる。「豪雪地帯対策特別措置法」に基づく「豪雪地帯」あるいは「特別豪雪地帯」の指定地域は、我が国の国土の約半分である約 19 万平方キロメートルを占め、居住人口も約 2 千万人を擁しているが、いわゆる主要都市圏は含まれておらず、雪害の問題は注目を集めにくい。地震による被害に比べて雪害は小規模であるが、毎年多発しており、雪害による死者数は、2000 年代に入ってから増え、一冬の死者数が 100 名を超えた年が 5 回を数えている。雪による被害の大半（94%）が建物由来であり、その 7 割が雪下ろしなど除雪作業中の死亡事故で、高齢者の割合が大きい。このように、豪雪地帯における建物を対象とした雪対策は重要な問題であり、内閣府の防災対策等で取り上げられてはいるものの、社会的な関心としては必ずしも高くないことが大きな問題である。

気候変化の影響によって、日本の降雪は北海道山岳部を除き減少すると予想され[40]、このような平均的な降雪量の減少は、自治体や住民（特に高齢者）にとって雪害に対する備えや投資に対して消極的になる要因となっている。しかしながら、気温が0℃以下となる本州や北海道の内陸部では、大気中の水蒸気の増加等により、「10年に1度の大雪」のような災害を起こしかねない極端な降雪は増加すると予測されている。

豪雪地帯では他の地域よりも高齢化率が高く、過疎化により危険な雪下ろしの作業を高齢者が担わざるを得ない状況にある。短期的な対策としては、雪下ろし時の安全を確保するための安全ベルト（命綱）やそれを取り付けるための屋根へのアンカーの設置が挙げられるが[41]、手間の増大や経済的負担から現状では必ずしも普及していない。当面は、地域コミュニティの共助やボランティアの活用等によって、雪処理に係る事故対策を進めていかざるを得ないが、長期的には高齢者がこのような雪下ろしが必要な戸建住宅に住むことを政策的に回避する方法を考える必要がある。雪下ろしの不要な克雪住宅の普及が期待されるが、高齢者にとって住宅の新築は経済的な負担が非常に大きいため、冬期間のみの一時的移住も含め、雪下ろしが不要な地域や居住施設への転居も対策として検討する必要がある。しかしながら、既存の地域コミュニティの断絶や新たな空き家の発生などの課題も多い。また、豪雪地帯の戸建住宅は一般的に延べ床面積が大きく、高齢者が2人ないし1人で住むことは、温熱環境やエネルギー消費の面からも好ましくないため、減築による戸建住宅のコンパクト化も重要である。より長期的には、我が国の根強い戸建住宅志向を改め、住居を集合化することにより耐雪強度を増し、雪下ろしを不要としていくことも考えるべきである。

豪雪地帯では人口減少により空き家が増加しているが、このような空き家は雪による倒壊の危険性に絶えずさらされおり非常に問題である。高齢化、過疎化、空き家増加、コミュニティ力低下等により、防災力低下が加速しているところに、気候変化の影響により大雪の頻度が増し、災害のリスクを加速している。また、積雪期に大きな地震が発生した場合、屋根上の積雪荷重により、倒壊家屋が通常よりも多くなることや、避難・救助活動が雪によって阻まれることが予想される。さらに、このような場合、厳冬期の避難生活となり、被災者、特に独居の高齢者等にとって過酷なものとなるため、十分な対応が必要となる。また、気候変化により、雪への備えのない地域での降雪被害が発生するようになってきていることにも注意する必要がある。こうした地域では、もともと雪害に対する備えが不十分なため、特に高齢者にとってはリスクが大きい。

5 夏季の猛暑に対する住宅のレジリエンス対策

(1) 夏季の猛暑化・住宅における熱中症

気象庁のデータによれば、東京の年平均気温は、ヒートアイランド現象や地球温暖化の影響などにより過去100年で3.3℃上昇している。大阪、名古屋は2.9℃同じように上昇している[42]。日中の最低気温が25℃より下がらない熱帯夜も1970年代から増加している。これに伴い、熱中症で救急搬送される人数も増加している。このような猛暑化により、熱中症による救急搬送者数は、近年、急増しており、2010年以降、4万人台から5万人台

で推移してきたが、2018年には95,137人、2019年に71,317人となった[43][44]。また、2018年における熱中症による死亡者は1,581人となっている[45]。今後の気温上昇、そして海面温度の上昇に伴う湿度上昇を考えると、その頻度は、ますます増加するものと予想される。季節ごとの死亡数や、浴室での死亡事故数と熱中症者数の比較を見れば、高齢者への健康への影響としてまず考えるべきは冬ということになるが、ヒートアイランドや地球温暖化の影響などで夏の暑熱環境の健康被害も無視できなくなっている。

これに、暑さに対して脆弱な高齢者の増加という要素が加わるため、適切な予防措置を講じなければ、今後、被害が加速度的に増加することが懸念される。環境省によると、熱中症を引き起こす要因は「環境」「からだ」「行動」に分類できる[46]。環境には、気温のほか、湿度、放射、気流などが含まれる。からだは、暑さに適応できていない状態、肥満、体調不良などがある。元気な成人は、暑さにより体温が上がっても発汗や皮膚温が上昇することで体から放熱するが、高齢者は体温調節機能が劣化するため熱中症を引き起こす可能性が高くなる。

屋内の場合、冷房がないと死ぬ時代になりつつあり、この事実を発信していく必要がある。熱中症の発生場所は住居が約4割と一番高く、職場や学校等を含めた屋内での発症の割合の方が屋外よりも高い[46]。熱中症対策には部屋に熱をため込まないことが肝心である。特に暑さを感じにくくなっている高齢者は注意が必要である。「エアコンに頼らなくても自分は大丈夫」などと過信させないように、適切にエアコンのスイッチを入れるように促すことが大事である。新型コロナウイルス感染症予防対策として自宅に留まる時間が長くなる状況の中で、一人暮らしの高齢者などがいる場合には、遠隔で温湿度を確認して、熱中症になる恐れがある時にエアコンのスイッチを入れたり、警報を送ったりすることも必要である。

熱中症に関する指針類では、気温以外に湿度、放射の影響も考慮した WBGT (Wet-bulb globe temperature, 湿球黒球温度) と呼ばれる暑さの指標が使用されている。各都市の日最高 WBGT の値と日積算の熱中症による救急搬送者数の間には正の相関があること、そして、その傾きは日最高 WBGT が 28℃を超える辺りから急激に増加することが確認されている[47]。WBGT は、黒球温度、自然換気状態の湿球温度、乾球温度から算出される [48][49]。簡易型測定器では、自然換気状態ではない湿球温度を用いていることがある [49]。これでは、気流の冷却効果を適切に評価できない。学術論文においても混乱がみられるため、本来の定義を周知する必要がある。

環境省は「ヒートアイランド対策ガイドライン」[50]を2013年に改訂し、ヒートアイランド現象を生じさせないように、その原因を削減する「緩和策」に加えて、ヒートアイランドによる人間生活への影響を軽減するための「適応策」という観点を打ち出した。酷暑環境下においても人間の熱ストレスの軽減に有効に機能する技術を見極め、導入を進めていく必要がある。

(2) 睡眠できる環境

近年、ヒートアイランド現象や地球温暖化などの影響により、日中の気温が高温化する

だけでなく、夜間の気温低下が抑制されている。夜間の室内環境が高温になると、もともと睡眠に障害の無い健康な人であっても、睡眠が妨害される恐れがある。寝つきが悪くなり、体動（寝返りなどの体の動き）が増えて、中途覚醒が増加するなど睡眠の質が低下する。夜間睡眠の質が低下すると、翌日には眠気が強まり、不注意や事故が増え、仕事の生産性が低下するとともに、日常生活での疲労が増す。寝室を適正にコントロールする必要が高まっている。具体的には、扇風機による対流放熱の増加や冷房による適正な温度や湿度のコントロールが望ましい。これまでのような冷房を避ける睡眠環境は我慢の省エネルギーではあっても命の危険性すら生じるようになっている。

室温が睡眠に及ぼす影響は、裸体男性の場合、気温 29℃～34℃で最も睡眠効率が高くなると示されており [51]、温度によって睡眠脳波や体温調節が影響を受ける [52]。パジャマを着用するのであれば、男性なら 25℃～27℃、女性なら 26℃～28℃が望ましい [53]。しかし、これまで日本ではエアコンを寝入り端の数時間だけをタイマー使用する方法が一般的であった。タイマーが切れた後には、高温な外気を室内へ換気により取り入れることと蓄熱された構造体から室内側への放熱により、室温の上昇が観察される。その室温上昇が皮膚温上昇を惹起し、睡眠に影響を与えている。猛暑日には夜も我慢せずにエアコンを ON にしておくことが大切である。

発汗や血管拡張などの自律神経性体温調節は、昼間の起床時と比較すると睡眠中は、反応が遅延したり小さくなったりする。一方で、起床時は行うことができる窓開けやエアコン操作などの行動性体温調節は、睡眠中はできなくなる。従って、行動性体温調節を起こさせないような良好な睡眠環境が必要となる。我慢の省エネルギーではなく、体温調節を考えた冷房の使用法などの推奨が必要である。

近年、実験室から実際の居住環境へ研究 [54]、[55] は進展しつつあるが、本分野の研究は不足しており、IoT などを利用してビッグデータを取得し、その影響を解明して行く必要がある。それとともに、正しい睡眠に関する知識や情報を居住者に提供し、居住者行動を変えていく必要がある。

6 人口減少社会における脱炭素戦略

(1) ZEH を越えたライフサイクルでの住宅の脱炭素

2014年4月11日に閣議決定された「第4次エネルギー基本計画」 [56] においては、「2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でゼロ・エネルギーハウス（ZEH）の実現を目指す」とする目標が示されている。ZEHとは、「先進的な建築設計によるエネルギー負荷の抑制やパッシブ技術の採用による自然エネルギーの積極的な活用、高効率な設備システムの導入等により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネ化を実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、エネルギー自立度を極力高め、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した建築物」と定義されている。定量的な定義に関しては資源エネルギー庁のZEHロードマップ委員会が2015年に示している [57]。

2030年までに家庭部門に1160万kLのエネルギー削減が求められており、トップランナ

一としてのZEHの役割はさらに増している。2018年7月3日に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」[13]においては、「2020年までにハウスメーカー等が新築する注文戸建住宅の半数以上で、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指す。」とより具体的に設定された。国連の持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）」の「目標7：エネルギー」、「目標13：気候変動」にも対応している。首相官邸が公表しているSDGsアクションプラン2018[58]において、重要事項5にZEHが取り上げられている。

ZEHの普及は、資源エネルギー庁で定義が定められた2015年以降着実に増加しているが、2018年度の新築注文住宅におけるZEHシリーズの戸数は約5.6万戸となっており、ロードマップに示されたZEHの普及目標に対する実績数は2018年度時点で目標の約6割となっている[21]。一方、固定価格買取制度（FIT制度）が2019年11月以降10年の買取期間を順次終了することによる買取価格の低下によって、売電収入が減少するという状況が発生しており、ZEHの太陽光発電設備設置の経済的メリットが薄れつつある。今後は、FIT制度からFIP制度へと移行する予定である[59]。従って、住宅での自家消費率を向上させる技術開発を行うことが大切になる。すなわち、太陽光発電設備による余剰電力の電力買取価格が家庭用電力料金を下回る場合には、経済的なメリットを増やすために住宅内での自家消費を増やすことが選択肢の1つとなる。蓄電池の低価格化と普及が望まれるが、現状ではまだ価格が高い。住宅では冷暖房、給湯など熱としてエネルギーが消費されており、これらをHEMSによって最適制御することが必要である。また、余剰電力を蓄電池以外に電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、コミュニティ内融通を自家消費向上に利用できる。夜間においては、高効率の燃料電池を活用した分散型電源による最適供給を実現することも考えられる。これらはIoTやAIなどの新技術を活用することでさらなる効果を得ることができる。

2018年5月にZEHロードマップフォローアップ委員会でZEH+が定義された[60]。ZEH+とは、ZEHに加えて外皮性能の更なる強化、高度エネルギーマネジメント、電気自動車を活用した自家消費の拡大の3要素のうち2つ以上を具備した住宅と定義されている。さらなるZEHの普及のためには、健康・快適性、レジリエンスなどのエネルギー以外の便益に関して明確に示していく必要がある。レジリエンス性能を向上させたZEHをZEH+Rと呼んでいる。健康性に関しては科学的エビデンスに基づく資料が重要であり、関連学術団体と連携してエビデンスの整備に努める必要がある。例えば、国土交通省が行っている高断熱住宅への入居後の居住者の健康状態変化に関する調査研究などをさらに推進していく必要がある。2019年に発生した台風15号、19号による強風、豪雨などによる災害は人々のレジリエンスに対する関心を高めた。大規模気象災害は今後も発生すると考えられるため、これらの地域に建設されていたZEHがどのような状況であったかなどを調査する必要がある。

集合住宅は一般的に戸建住宅よりもエネルギー消費量が小さい。都市部ではコンパクト化や土地利用の観点から戸建住宅の建設は難しいため、集合住宅の脱炭素を考える必要がある。集合住宅に関してはZEH-Mが定義された[61]。集合住宅に設置できる太陽光パネルは限られるため、オンサイト（敷地内）のみではなく、オフサイト（敷地外）での利

用も検討する必要がある。米国エネルギー省（DOE）では、ZEB定義の中にオフサイトの再生可能エネルギーを含んでいる[62]。脱炭素のためには、スマートグリッドなどの配送電技術や制度的観点での促進策を積極的に行うべきである。住宅では、暖冷房と給湯の占める割合が6割にもなる。これらは最終利用温度が低い熱エネルギーの消費になる。電力、ガスのような品質の高いエネルギーだけでなく、地域によっては太陽熱、地域産材を利用するバイオマスボイラー熱、地域産業からの廃熱等、低密度・低品質エネルギーを有効に活用すべきである。また、新型コロナウイルス感染症対策のための自然換気が見直される可能性がある。

環境モデル都市、環境未来都市、SDGs未来都市の構想が政府により行われている。持続可能性や高齢化など人類共通の課題に対応し、環境、社会、経済の3つの価値を創造することで「誰もが暮らしたいまち」「誰もが活力あるまち」の実現を目指す活動である。これらの先導的プロジェクトをさらに推進して行く必要がある。

ESG投資の要素としてZEB、ZEHが取り上げられている。ZEHの不動産価値に関しても中古市場で高く評価されていくような取り組みが必要である。ZEHの定義ではその他エネルギー、すなわち家電製品などによるエネルギー消費は除かれているため、これらの生活に関わるエネルギーやライフサイクルとして住宅の環境負荷までを考えるZEHを越えたLCCM住宅（ライフサイクルカーボンマイナス住宅）[63]を目標としてさらに深掘りして行くことが必要となる。

(2) 住宅の省エネ適合義務化

2018年7月3日に閣議決定された「第5次エネルギー基本計画」では、「さらに、こうした環境整備を進めつつ、規制の必要性や程度、バランス等を十分に勘案しながら、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。」と記述されている。2019年5月17日に改正建築物省エネ法が制定された[64]。非住宅建築物に関しては、2021年4月1日より2000m²から300m²を越える非住宅建築物への省エネ適合義務範囲が拡大される。

しかしながら、住宅に関しては省エネルギー適合率がまだ6割程度であり、現状で急に義務化を行うのは市場や国民生活に混乱を招く可能性があるという理由などで2019年の建築物省エネルギー法の改正では住宅の適合義務化は見送られた。そこで、義務化を行った時と同等の温室効果ガス削減効果が得られるということで建築士から建築主への説明が義務化、住宅トップランナー制度の範囲拡大が行われることになった。

省エネルギー性能は、温室効果ガス削減対策というやや大きい枠組みの要素を除けば、主として、建築主の利益に関わる論点であるため、最低限度の安全性、衛生水準という現行の単体規定制度の中で、建築規制で義務付けることに関しては、憲法の財産権保障の観点からの一定の限界が存在するという指摘もある。その意味では、建築士に対して建築主の意向を把握した上で、建築主に省エネルギー基準への適否などの説明を義務づける制度を創設し、建築主の行動変容を促すことは適切である。

前述したように国土交通省の資料[29]によれば、我が国の住宅の38%が無断熱に等しく、

現行の断熱基準を満たした住宅はわずか6%しかない。しかしながら、現在の建築請負慣行、戸建住宅、集合住宅の流通慣行の中では、建築主や購入者が、正確で客観的な断熱・気密・省エネルギー性能に関する十分な説明を受けたうえで購入しているケースは少ない。健康被害の実態などをよく理解していたとすれば、より多くの者が、住宅取得時に自分自身や家族の健康と快適性、さらには疾病・死亡リスクなどについて、十分に配慮するはずであろう。消費者に情報が充分提供されていないことにより、健康、快適、長寿といった重大な価値が減じているとすれば、社会的に大きな損失となる。住宅性能、費用等の情報開示を奨励し、これらの一部を義務付けるなどの対応が必要であろう。また、住宅の環境性能に関する分かりやすい表示、例えば標準光熱費などの表示が住宅流通時にあることが望ましい。

住宅トップランナー制度の拡大では、これまで年間150戸以上供給する建売戸建住宅供給事業者に対して、省エネ基準に適合した上で2020年度に省エネ基準に比べて15%削減を求めてきた。これに加えて年間300戸以上供給する注文戸建住宅事業主に対して2024年度に25%削減を求めている。ただし、当面は20%削減としている。年間1,000戸以上供給する賃貸アパート事業者は2024年度に10%削減を目標としている。達成状況を見極めながら、深掘りをして行く必要がある。この際に再生可能エネルギーの利用をどのように評価するかに関しては学術的な検討が必要である。

建物保有税は質の高い建物ほど高いことから、環境負荷を小さくするための投資を阻害している。廃止・軽減を含め抜本的な見直しが必要とされている。また、土地や建物の流通が阻害されることは、環境性能に優れた土地利用への転換の障害となる。登録免許税、不動産取得税等の不動産流通に係る費用はなるべく軽減していく必要がある。

7 アジア蒸暑地域の冷房・国際協力

国際エネルギー機関(IEA)が発行しているWorld Energy Outlook 2013[65]によれば、世界のエネルギー需要は、特にアジア蒸暑地域において、2035年まで急増し続けると予測されている。また、世界の経済成長の約65%が非OECDアジア諸国で生じると予測されている。経済成長はエネルギー消費に大きな影響を与える。地球温暖化により、近年気温と湿度の両方が上昇している。北欧などですすでにおこなわれているように、住宅を充分断熱化し、日射熱、内部発熱を使用することで無暖房化も可能になっているが、冷房の場合は同様の手法では難しい

特にアジア蒸暑地域の多湿対策は大きな問題である。国際エネルギー機関(IEA)は、2018年に「冷房の未来」という報告書[66]を出版した。報告書は、世界は迫り来る「冷たい危機」に直面していると述べている。それによれば、冷房のための世界のエネルギーの使用は、急激に増加しており、1990年から2016年の間に3倍以上に増加している。2050年までに予想される冷房エネルギー消費増加量の大部分は、新興国によるもので、インド、中国、インドネシアの3カ国だけでその半分を占める。そして、再生可能エネルギーの利用を増やすことは、この冷房エネルギー需要を満たすために不可欠であるが、必要量の3分の1しか賄えないと予想されている。高効率エアコンの開発と普及は省エネルギーに大き

な利益をもたらすと期待されていることから、この分野において先進的な我が国においては、協調的な政策が緊急に必要とされる。冷房負荷を低減させる日射遮蔽や外皮性能の向上は言及するまでもない

エネルギー消費の増大、高齢化に対応した課題は、アジア蒸暑地域において共通である。そのため、我が国の研究蓄積の情報発信、共同研究、情報交換は、極めて重要であり、様々な機会を利用してさらに推進する必要がある。アジア学術会議は、それらの目的のために設置された組織であり、アジア学術会議を基盤として脱炭素に取り組むことを提言する。また、国内の大学で実施している交流協定、共同研究などの情報を収集整理することにより、これまでよりもさらに強固な連携が可能になる

日本建築学会では、ISAIA（アジア建築交流国際シンポジウム）[67]を日中韓で毎年開催しており、とくに建築計画分野の相互交流が行われている。また、研究の成果の発表の場として、インパクトファクターをすでに取得している国際学術雑誌 Journal of Asian Architecture and Building Engineering (JAABE) [68]が活用できる。日本建築学会においては「アジア・モンスーン地域の建築環境検討小委員会」が環境問題を検討している。建築空調設備冷凍分野に関しては、中国を中心としてアジア蒸暑地域の連携による連合体を構成しようという動きがある。一方で米国暖房冷凍空調学会（ASHRAE）もアジア蒸暑地域の 10 ヶ国の支部との連携を強化している。我が国は両者と良好な関係を保ちながら活動を継続するべきである

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）、独立行政法人国際協力機構（JICA）による開発途上国の研究者が共同で研究を行う研究プログラムである。一国や一地域だけで解決することが困難であり、国際社会が共同で取り組むことが求められている環境・エネルギー問題に関しては極めて有効であり、今後とも推進していく必要がある。また、適切な対応を行うためには現状を正確に把握する必要があるが、アジア蒸暑地域におけるエネルギー需給に関するデータは、供給側のマクロ的統計データは存在するものの、需要側のエネルギー消費量に関するデータは、現地研究者によっても整理されておらず、極めて乏しい。この状況を打破するためには、民生部門のエネルギー消費実態に関する共通のデータベースを構築し、民生部門からの二酸化炭素排出量を削減するためのシナリオと発展段階に応じた段階的方策の効果検証ができるプラットフォームの構築が必要とされる。Building Energy structure and Lifestyle Database of Asia (BELDA) [69]の活動などをさらに支援していく必要がある。

換気量の増大は冷房を行う国ではエネルギー消費量に影響を与えるため、新型コロナウイルス感染症における換気の役割に関しては、国際的に協調してエビデンス収集を行う必要がある[70]。

8 提言

以上の議論を提言としてまとめれば以下のようになる。また、それぞれの提言に関連する省庁を付記してあるが、省庁間の連携が極めて重要であることは論を俟たない。

(1) 高齢者住宅のエネルギー消費量の把握

住宅におけるエネルギー消費に関する統計データを継続的に取得することが必要である。一人当たりの温室効果ガス排出量について家庭部門のCO₂排出実態統計調査（家庭CO₂統計）で評価すべきである。家電製品のリアルタイム情報や居住者の行動情報を得ることによって待機電力などのさらなる削減が可能である。（総務省、経済産業省、国土交通省、環境省）

(2) エネルギー需要・情報・サービスに関する動向把握

世帯人数、年齢構成などにより生活行動が異なるため、それに合わせた対策と優先順位を決めていく必要がある。エネルギー需要科学という学問、研究分野が必要とされている。高齢者世帯に関しては、エネルギー消費の特徴は在宅時間が長いこと、古い機器の使用割合が高いことなどがある。高齢化社会の生活とAI、IoTを踏まえてエネルギー需給、住まいの在り方を考える必要がある。技術のみならず、生活空間や居住者行動を包括したアプローチも必要になる。また、新型コロナウイルス感染症による在宅勤務などの住まい方が与える影響に関しても調査すべきである。（総務省、経済産業省、国土交通省）

(3) 寒い住宅からの脱却、断熱による死亡率の低減並びに、豪雪被害への対応

世界保健機関（WHO）が2018年11月に発行した、住宅と健康に関するガイドライン（WHO Housing and health guidelines）では寒い季節の住宅の最低室温を守るべきであるとの勧告を行っているが、それを適用すべきである。我が国においても住宅と健康に関するエビデンスが充実しつつあり、これらを政策に反映すべきである。また、寒冷地のみならず温暖な地域であっても、住宅の高断熱・高气密化による熱性能の向上を図るべきである。加えて、高齢化の進む豪雪地帯における住宅の雪対策が重要な問題であることを再認識すべきである。（厚生労働省、経済産業省、国土交通省、環境省）

(4) 夏季の猛暑に対する住宅のレジリエンス対策

我が国において熱中症で救急搬送される人数が増加している。我が国の熱中症の約4割が住宅内で発生しており、このうち7割が65歳以上の高齢者である。住宅における日射遮蔽や通風の確保、適切な冷房の使用に関して科学的データを示して危険性を知らせるべきである。また、高齢者には特に暑い季節に睡眠障害、睡眠不足による健康被害が生じる可能性があるため、良好な住宅環境を提供すべきである。（厚生労働省、経済産業省、国土交通省、環境省）

(5) 人口減少社会における脱炭素戦略

売電の買取価格低下により、ZEH（ネット・ゼロエネルギーハウス）の太陽光発電設備設置の経済的メリットが薄れつつあるため、自家消費率を向上させる技術開発を行うことが大切である。さらなる普及のためには、健康・快適性、レジリエンスなどのエネルギー以外の便益に関して示していく必要がある。ZEHの不動産価値についても中古市場で高く評

価されていくような取り組みが必要である。住宅の環境性能に関する分かりやすい表示、例えば標準光熱費などの表示が住宅流通時に必要である。建物保有税は質の高い建物ほど高いことから、環境負荷を小さくするための投資を阻害しており、廃止・軽減を含め抜本的な見直しが必要である。(経済産業省、国土交通省、環境省)

(6) アジア蒸暑地域の冷房・国際協力

アジア蒸暑地域の発展途上国における冷房エネルギー消費が急増している。冷房負荷の小さい住宅や高効率エアコンの開発と普及を進めるべきである。高齢化に対応した課題は、アジア蒸暑地域においても我が国に遅れて発生する。アジア学術会議を基盤として脱炭素に取り組む必要がある。地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) や Building Energy structure and Lifestyle Database of Asia (BELDA) の活動などをさらに支援していく必要がある。(外務省、経済産業省、環境省)

なお、住宅供給のほとんどは民間事業者によって行われているため、提言に関しては関係省庁のみではなく、関連する産業界と連携して行うことが重要である。

＜用語の説明＞

＜1＞ AI (Artificial Intelligence)

人工知能、知的行為をコンピュータによる解決を行う技術。

＜2＞ FIP (Feed-in-Premium) 制度

太陽光などで発電した電気を卸市場などで販売する際に、その価格にプレミアムを上乗せする仕組み。

＜3＞ HEMS (Home Energy Management System)

データ通信ネットワークを駆使して、住宅の設備・機器等の運転管理によってエネルギー消費量の削減と安全性を確保し健康・快適性の向上を図るためのシステム

＜4＞ IoT (Internet of Things)

IoT とは、あらゆるモノがインターネットを通じて接続され、モニタリングやコントロールを可能にするといった概念・コンセプトのことである。

＜5＞ LCCM (Life Cycle Carbon Minus)

LCCM 住宅とは、住宅の建設・運用・解体・廃棄までの一生涯に排出する CO₂ を徹底的に減少させるさまざまな技術導入と、それらを使いこなす省エネ型生活行動を前提としたうえで、太陽光、太陽熱、バイオマス等の再生可能エネルギー利用によって、ライフサイクルトータルの CO₂ 収支がマイナスとなる住宅のことである。[59]

＜6＞ ZEH (Zero Energy Housing)

経済産業省・資源エネルギー庁の定義によれば、ZEH (ゼッチ) (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) とは、住宅の高断熱化と高効率設備により、快適な室内環境と大幅な省エネルギー(基準値よりも 20%削減)を同時に実現した上で、太陽光発電等によってエネルギーを創り、年間に消費する正味(ネット)のエネルギー量が概ねゼロ以下となる住宅のこと[53]。

＜7＞ 建築物省エネ法

建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(平成 27 年法律第 53 号)[60]の略称

＜8＞ 外皮性能

建築の窓、外壁、屋根などを外皮と呼び、そのエネルギー消費性能を外皮性能と呼ぶ。一般的には、室内外の温度差による熱損失量を示す。この数値が小さいほど省エネの程度は大きい。

〈9〉コホート調査 (cohort study)

特定の要因に曝露した集団と曝露していない集団を一定期間追跡し、研究対象となる疾病の発生率を比較することで、要因と疾病発生に関連を調べる観察的調査のこと。

<参考文献>

- [1] 環境省、パリ協定に関する基礎資料、
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop/shiryo.html#03> (2020年1月4日閲覧)
- [2] 環境省、電子版：「地球温暖化対策計画」の閣議決定について、
<https://www.env.go.jp/press/102512.html> (2020年1月4日閲覧)
- [3] 環境省、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の閣議決定について、
<https://www.env.go.jp/press/106869.html> (2020年1月4日閲覧)
- [4] 日本学術会議会長談話、「地球温暖化」への取組に関する緊急メッセージ、
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-d4.pdf> (2020年1月4日閲覧)
- [5] Climate emergency declaration, <https://climateemergencydeclaration.org/>
(2020年1月4日閲覧)
- [6] Royal Institute of British Architects (RIBA), RIBA commits to climate emergency declaration and action plan, <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/knowledge-landing-page/climate-emergency-declaration-and-action-plan> (2020年1月4日閲覧)
- [7] The American Institute of Architects,
<https://www.buildinggreen.com/sites/default/files/AIA%20Resolution%20on%20Climate%20Action-final.pdf> (2020年1月4日閲覧)
- [8] 鎌倉市議会、気候非常事態宣言に関する決議について、
<https://www.city.kamakura.kanagawa.jp/gikai/documents/gikaigian0905.pdf> (2020年1月4日閲覧)
- [9] 環境省、地方公共団体における2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況、
<https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html> (2020年2月15日閲覧)
- [10] 総務省、「自治体戦略2040構想研究会」において取りまとめられた第二次報告の公表 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei04_02000068.html (2020年1月4日閲覧)
- [11] The United Nations, Sustainable Development GOALS (SDGs),
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (2020年1月4日閲覧)
- [12] 厚生労働省、「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」、建築物衛生のページ、
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000132645.html> (2020年1月4日閲覧)
- [13] 日本学術会議、提言「低炭素・健康なライフスタイルと都市・建築への道筋」、
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t249-2.pdf>、2017年8月24日
(2020年1月4日閲覧)
- [14] 経済産業省、第5次エネルギー基本計画、2018年7月3日、
<https://www.meti.go.jp/press/2018/07/20180703001/20180703001.html>、(2020年1月4日閲覧)

- [15] 国土交通省、ESG 不動産投資のあり方検討会中間とりまとめ、
https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/totikensangyo_tk5_000198.html、2019年7月3日（2020年1月4日閲覧）
- [16] 国土交通省、住宅・建築物のエネルギー消費性能の実態等に関する研究会（第5回）資料、2019年2月22日、<http://www.mlit.go.jp/common/001223583.pdf>（2020年1月4日閲覧）
- [17] 環境省、家庭部門のCO₂排出実態統計調査（家庭CO₂統計）、
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html>（2020年1月4日閲覧）
- [18] 総務省統計局、家計調査年報、<https://www.stat.go.jp/data/kakei/index.html>
（2020年1月4日閲覧）
- [19] 住環境計画研究所、早稲田大学、アジアの民生用エネルギー需要構造と将来予測に関するプラットフォーム構築、環境研究総合推進費報告書、2018年5月、
https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/pdf/seika_1_h30/1-1502_2.pdf（2020年1月4日閲覧）
- [20] 資源エネルギー庁、時代にあわせて変わっていく「省エネ法」、2018年6月14日
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/ondankashoene/shoenehoukaisei.html>（2020年4月2日閲覧）
- [21] 環境共創イニシアチブ（SII）、「ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会 2019（同時開催：ZEHビルダー/プランナー連絡会 2019）」資料、
https://sii.or.jp/medi_zeh31/uploads/ZEH_conference_2019.pdf（2020年1月4日閲覧）
- [22] 米国エネルギー省（DOE）、Grid-Interactive Efficient Buildings、
<https://www.energy.gov/eere/buildings/grid-interactive-efficient-buildings>（2020年1月16日閲覧）
- [23] 松岡綾子、杉山みなみ、桃木貴志、山口容平、下田吉之、長期エネルギー需給見通しにおける家庭部門CO₂排出削減見込み量の検証、日本建築学会環境系論文集、第84巻、第757号、pp. 323-333、2019.
- [24] Arnulf Grubler, Charlie Wilson, Nuno Bento, Benigna Boza-Kiss, Volker Krey, David L. McCollum, Narasimha D. Rao, Keywan Riahi, Joeri Rogelj, Simon De Stercke, Jonathan Cullen, Stefan Frank, Oliver Fricko, Fei Guo, Matt Gidden, Petr Havlík, Daniel Huppmann, Gregor Kiesewetter, Peter Rafaj, Wolfgang Schoepf & Hugo Valin, A low energy demand scenario for meeting the 1.5 ° C target and sustainable development goals without negative emission technologies. Nature Energy 2018 3, pp. 515-527, 2018. doi:10.1038/s41560-018-0172-6.
- [25] 嶋優之介、渡邊朗子、高齢者を対象にした生活支援ロボットと共生する居住空間に関する研究、日本インテリア学会論文報告集、28号、pp. 1-8、2018年3月
- [26] 例えば、靄山政子、疾病・死亡率の季節変化に関する研究—藤原賞受賞記念講演—天気、Vol. 551、pp. 823-33、1981年12月

https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/1981/1981_12_0823.pdf

[27] J D Healy, Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors, *Journal of Epidemiology & Community Health* 2003, Vol. 57 Issue 10, pp. 784-789, 2003.

<http://dx.doi.org/10.1136/jech.57.10.784>

[28] 三上遥、羽山広文、菊田弘輝、森太郎、二村伊玖磨、人口動態統計を用いた疾病発生に関する研究 その9 CSVMを用いた疾病の季節性と地域特性に関する分析、*空気調和・衛生工学会学術講演論文集*、D20、pp.133-136, 2014

[29] 国土交通省、平成30年度 住宅経済関連データ、住宅ストックの質（バリアフリー・省エネルギー化）https://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2_tk_000002.html（2020年4月3日閲覧）

[30] 村上周三、坊垣和明、羽山広文、吉野博、赤林伸一、井上隆、飯尾昭彦、三浦尚志、尾崎明仁、小林直樹、全国の住宅内温度分布に関する調査 その1 室内温度分布の年間変化、*空気調和・衛生工学会学術講演論文集*、E6、pp.383-386、2006.

https://doi.org/10.18948/shasetaikai.2006.1.0_383

[31] 羽山広文、斉藤雅也、三上遥、健康と安全を支える住環境、*保健医療科学*、Vol. 63、No. 4、pp. 383-393、2014.

[32] World Health Organization, WHO Housing and health guidelines、<https://www.who.int/sustainable-development/publications/housing-health-guidelines/en/> 2018 ISBN 978-92-4-155037-6

[33] 国土交通省、住宅内の室温の変化が居住者の健康に与える影響とは？調査結果から得られつつある「新たな知見」について報告します、～断熱改修等による居住者の健康への影響調査 中間報告（第3回）、2019年1月24日、

http://www.mlit.go.jp/report/press/house07_hh_000198.html

（2020年4月2日閲覧）

[34] Wataru Umishio, Toshiharu Ikaga, Kazuomi Kario, Yoshihisa Fujino, Tanji Hoshi, Shintaro Ando, Masaru Suzuki, Takesumi Yoshimura, Hiroshi Yoshino, Shuzo Murakami, Cross-Sectional Analysis of the Relationship Between Home Blood Pressure and Indoor Temperature in Winter

A Nationwide Smart Wellness Housing Survey in Japan, *Hypertension*, originally published 26 Aug 2019, *Hypertension*, Vol. 74, pp. 756-766, 2019

<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12914>

[35] 日本サステイナブル建築協会、「省エネ住宅」と「健康」の関係をご存知ですか？

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/shoenehou_assets/img/library/kenkosyoene.pdf

（2020年2月15日閲覧）

[36] 村上周三、伊香賀俊治：住環境と「健康日本21（第二次）」、*医学のあゆみ* Vol. 271, No. 10, pp. 1146-1151, 2019,

<https://www.ishiyaku.co.jp/magazines/ayumi/AyumiBookDetail.aspx?BC=927110> (2020年1月4日閲覧)

[37] 厚生労働省、健康日本21(第二次)

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippo_n21.html (2020年2月15日閲覧)

[38] 住環境が脳・循環器・呼吸器・運動器に及ぼす影響実測と疾病・介護予防便益評価(17H06151), 科学研究費助成事業データベース

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-17H06151/> (2020年4月2日閲覧)

[39] 国土交通省、住生活基本計画(全国計画)、

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_tk2_000032.html (2020年2月15日閲覧)

[40] 環境省、文部科学省、農林水産省、国土交通省、気象庁「気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート2018～日本の気候変動とその影響～」2018年2月

http://www.env.go.jp/earth/tekiou/report2018_full.pdf (2020年1月4日閲覧)

[41] 内閣府 雪害による犠牲者ゼロのための地域の防災力向上を目指す検討会

「雪処理に係る事故による犠牲者ゼロのための地域の防災力向上に向けて提言」

http://www.bousai.go.jp/setsugai/pdf/08_siryu3_2.pdf (2020年1月4日閲覧)

[42] 国立環境研究所、ヒートアイランド対策技術、

<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=18> (2020年1月4日閲覧)

[43] 総務省、消防庁、平成30年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況、2018年10月25日

https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/item/heatstroke003_houdou01.pdf (2020年1月4日閲覧)

[44] 総務省、消防庁、令和元年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況、2019年11月6日、

https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/heatstroke_geppou_2019.pdf (2020年2月16日閲覧)

[45] 厚生労働省、熱中症による死亡数 人口動態統計(確定数)より

<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/necchusho18/index.html> (2020年2月16日閲覧)

[46] 環境省、熱中症予防情報サイト、https://www.wbgt.env.go.jp/doc_prevention.php

(2020年1月4日閲覧)

[47] International Standard Organization, ISO 7243:2017, Ergonomics of the thermal environment - Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index

[48] 日本産業規格、JIS Z 8504, 人間工学-WBGT(湿球黒球温度)指数に基づく作業者の熱ストレスの評価-暑熱環境

- [49] 日本産業規格、JIS B 7922、電子式湿球黒球温度 (WBGT) 指数計
- [50] 環境省、「ヒートアイランド対策ガイドライン改訂版」2013年3月
https://www.env.go.jp/air/life/heat_island/guideline/h24/hyoshi.pdf、(2020年1月4日閲覧)
- [51] Haskell, E.H., Place, J.W., Walker, J.M., Berger, R.J., Heller, H.C., The effects of high and low ambient temperatures on human sleep stages. *Electro Clin Neurophysiol*, 51: pp.494-501, 1981
- [52] Candas, V., Libert, J.P., Muzet, A., Heating and cooling stimulations during SWS and REM sleep in man. *J. therm. Biol.*, 7(3): pp.155-158, 1982.
- [53] 都築和代、温熱環境と睡眠、日生気誌、Vol.50、No.4、pp.125-134、2014.
- [54] 森戸直美、西宮肇、都築和代、冷房の気流が睡眠と皮膚温に及ぼす影響—被験者実験による冷房方法の比較—、空気調和・衛生工学会論文集、Vol.161、pp.19-27、2010.
- [55] 秋山雄一、三宅絵美香、松崎里穂、尾方壮行、都築和代、田辺新一、夏季の自宅寝室における温熱環境が睡眠段階を考慮した睡眠の質に及ぼす影響、日本建築学会環境系論文集、Vol.83、No.745、pp.277-284、2018年3月、
<https://doi.org/10.3130/aije.83.277>
- [56] 経済産業省、第4次エネルギー基本計画、2014年4月、
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf、(2020年1月4日閲覧)
- [57] 資源エネルギー庁、ZEH普及に向けて～これからの施策展開～ZEHロードマップ検討委員会におけるZEHの定義・今後の施策など
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/zeh_report/pdf/report_160212_ja.pdf、(2020年2月16日閲覧)
- [58] 首相官邸、SDGs推進本部、SDGsアクションプラン2019、～2019年に日本の「SDGsモデル」の発信を目指して、2018年12月、
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sdgs/pdf/actionplan2018.pdf> (2020年1月4日閲覧)
- [59] 経済産業省資源エネルギー庁、総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会再生可能エネルギー主力電源化制度改革小委員会 (第1回)、2019年9月19日、資料
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/saiene_shuryoku/001/ (2020年1月4日閲覧)
- [60] 経済産業省資源エネルギー庁、ZEHの定義 (改定版) <戸建住宅>、2019年2月
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/assets/pdf/general/housing/zeh_definition_kodate.pdf (2020年1月4日閲覧)
- [61] 経済産業省資源エネルギー庁、ZEHの定義 (改定版) <集合住宅>、2019年3月、
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/assets/pdf/general/housing/zeh_definition_shugou.pdf (2020年1月4日閲覧)
- [62] 米国エネルギー省 (DOE) A Common Definition for Zero Energy Buildings、

<https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/09/f26/A%20Common%20Definition%20for%20Zero%20Energy%20Buildings.pdf> (2020年2月16日閲覧)

[63] 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構、電子版：LCCM住宅認定

<http://www.ibec.or.jp/rating/lccm.html> (2019年1月4日閲覧)

[64] 国土交通省、電子版：建築物省エネ法のページ

https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html (2020年1月4日閲覧)

[65] IEA: World Energy Outlook 2013, 2013年11月

[66] IEA: The Future of Cooling, Opportunities for energy-efficient air conditioning, Technical report, 2018年3月

[67] 日本建築学会、ISAIA (アジアの建築交流国際シンポジウム)

<https://www.aij.or.jp/international-sympo.html> (2020年1月4日閲覧)

[68] 日本建築学会、Journal of Asian Architecture and Building Engineering

(JAABE)、<https://www.tandfonline.com/toc/tabe20/current> (2020年1月4日閲覧)

[69] BELDA (Building Energy structure and Lifestyle Database of Asia) BELDA、

<http://www.belda.asia/wp/what-is-belda/> (2020年1月4日閲覧)

[70] 空気調和・衛生工学会、日本建築学会、新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して緊急会長談話、2020年3月23日

http://www.shasej.org/recommendation/shase_COVID20200323.pdf (2020年5月11日閲覧)

[71] 日本建築学会、空気調和・衛生工学会、新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して「換気」に関するQ&A、2020年3月30日、

<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/200330.pdf> (2020年5月11日閲覧)

[72] 空気調和・衛生工学会、新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について、2020年4月8日、

http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf (2020年5月11日閲覧)

＜参考資料＞ 長寿・低炭素化分科会審議経過

平成 30 年

- 3月23日 長寿・低炭素化分科会 (第1回)
委員長、副委員長、幹事の選出、分科会の活動方針、今後の活動に関して
- 5月22日 長寿・低炭素化分科会 (第2回)
委員からの話題提供
- 8月7日 長寿・低炭素化分科会 (第3回)
委員からの話題提供
- 11月30日 長寿・低炭素化分科会 (第4回)
委員からの話題提供

平成 31 年

- 2月18日 長寿・低炭素化分科会 (第5回)
委員からの話題提供

令和元年

- 5月21日 長寿・低炭素化分科会 (第6回)
委員からの話題提供
- 8月9日 長寿・低炭素化分科会 (第7回)
提言の枠組みについて
- 11月22日 長寿・低炭素化分科会 (第8回)
提言の枠組みについて

令和 2 年

- 2月13日 長寿・低炭素化分科会 (第9回)
提言について
- 5月14日 日本学術会議幹事会 (第290回)
提言「長寿社会における脱炭素健康住宅への道筋」について承認

<付録>

本提言の脱炭素社会の実現を目指したテーマに関連する議論は、土木工学・建築学委員会の中に設けられた分科会において、これまで継続的に行われ取りまとめられてきた。すなわち 20 期では建設と社会分科会(村上周三委員長)が「対外報告：民生用エネルギー消費量削減に関する政策提言」を、21 期では低炭素建築・都市分科会(村上周三委員長)と社会資本分科会(浅見泰司委員長)が合同で「低炭素化に向けた経済・社会・エネルギーのあり方と実現のシナリオ」を記録として、22 期では低炭素建築・都市マネジメント分科会(吉野博委員長)が、「低炭素建築・都市マネジメント分科会」を記録として、23 期では低炭素・健康社会の実現への道筋と生活様式・消費者行動分科会(吉野博委員長)が、「低炭素・健康なライフスタイルと都市・建築への道筋」を提言としてまとめた。本提言はそれらの報告や記録を踏まえ、さらに本分科会にて審議した最新の成果を取り入れてまとめられたものである。また、新型コロナウイルス感染症の影響に関しては最終段階で追記した。本感染症の影響は住まいや住まい方に対する影響が大きいため、継続的に議論を進めるべきである。