

住宅環境における課題と将来展望

早稲田大学創造理工学部建築学科
教授 田辺 新一



1. はじめに

フランス・パリにおいて、COP21（国連気候変動枠組条約第21回締約国会議）が開催された。今回の「パリ協定」では、世界共通の長期目標として2℃目標のみならず1.5℃への言及があった[1]。

日本は、2030年までに2013年比26%の二酸化炭素排出量の削減を約束した[2]。この数字は決して甘いものではない。エネルギー起源の二酸化炭素発生量は、エネルギー消費量と単位エネルギー消費量当たりの二酸化炭素排出量の掛け算で計算される。しかしながら、東日本大震災後の電源構成を考えると2030年までに、大きな原単位改善は見込めないだろう。すなわち、徹底した省エネを進めることが第一になる。政府の長期エネルギー需給見通しでは、2030年までの省エネ量を原油換算で5035万kLとしている。その内訳は、産業部門21%、運輸部門32%、業務部門24%、家庭部門23%となっている[3]。これまでは、産業部門の省エネが中心であったが、家庭部門、業務部門で合計47%の削減となり頑張る必要がある。

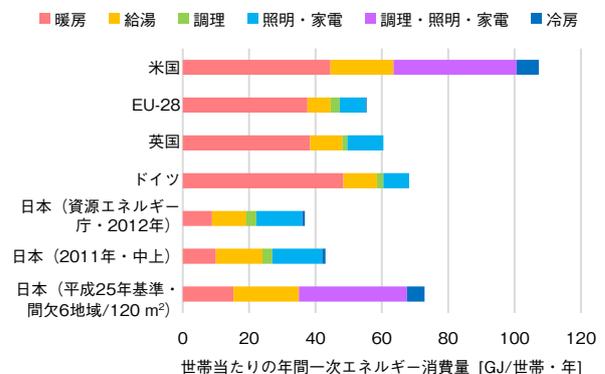
また、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次報告書によれば、建築は住宅を含む世界の全エネルギーの32%を使用している[4]。日本においても、2013年度の住宅分野で14.4%、業務分野で18.1%と同程度の割合である[5]。もともと、暖房などが充分行われていない日本の住宅においてさらに省エネを行うためには、これまでとは異なる考え方が必要となる。一方で、日本は超高齢化社会を迎える。エネルギー消費削減しながら、太陽光などの創エネルギーを行い、快適性や健康性を向上させるという大きな課題に挑戦する必要がある。

2. ZEH（ゼロ・エネルギーハウス）

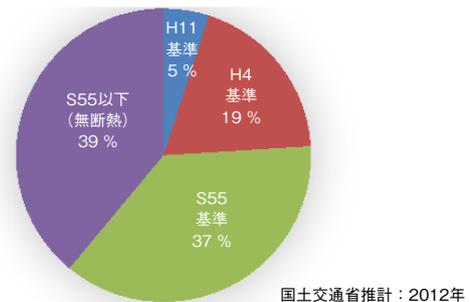
現在の日本の住宅部門では14%のエネルギーが使用されている。それでは、典型的な住宅の一次エネルギー消費量を見てみよう。最新の統計データから、米国、英国、ドイツ、EU-28、日本の比較を行った[6]-[8]（第1図）。

日本に関しては、平成25年基準に適合する6地域の120 m²の戸建て住宅で間欠空調を行う場合の基準値[9]も示した。日本は実績値においても、計画値でも暖房エネルギー消費量が少ない。気候の要素もあるが、主居室しか暖房しておらず、なお間欠で暖房を行っているためである。第2図に日本の住宅の断熱状況を示す[10]。なんと、4割近くが無断熱に近い。残念ながら、現在の日本人は冬寒い住宅で我慢して暮らしていることがわかる。給湯使用量が多いが、熱いお風呂に入らなければ、冬季に快適に過ごすことすら難しい状況である。

平成25年の省エネ法改正により、住宅に関しても暖房、冷房、給湯、換気、照明機器などを含んだ計画時一次エ



第1図 住宅の世帯当たり一次エネルギー消費量国際比較[6]-[9]



第2図 日本の住宅の断熱性能 (国土交通省) [10]

エネルギー消費量で評価が行われるようになった[11]。2020年までには義務化も予定されている。適合値よりもさらに進んだ省エネ性能も表示できるようになる。これは、計画時の一次エネルギー消費量計算方法が統一化されたことも寄与している。今後、住宅省エネラベルが浸透することを切望している。欧州ではすでに不動産取り引き時に省エネラベルを顧客に示すことが義務化されている[12]。第3図はフランスの不動産屋の店頭の様子である。欧州では冷蔵庫に貼られているマークと同じ省エネマークが住宅にも適用されている。入居希望者は省エネ性能と価格を見定めながら、決めることができる。



第3図 フランスの不動産屋の店頭の様子

さらに進んだ住宅としてZEH（ゼロ・エネルギーハウス）がある。外皮性能を向上させ、効率的な設備を導入して省エネを行い、さらに太陽電池、燃料電池などで創エネを行うものである。これまで、統一的な定義がなく、各社が個別に表示を行ってきた。車の燃費表示にルールがあるように、統一した方法が必要とされていた。資源

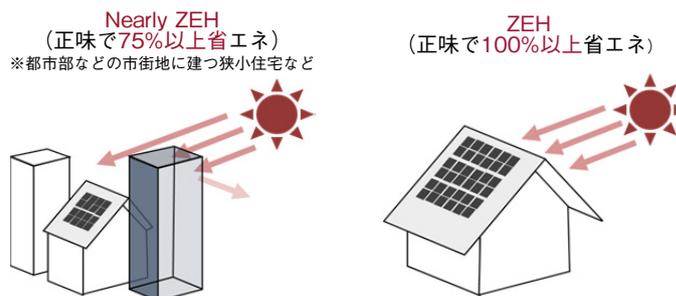
エネルギー庁が2015年12月に明確な定義とロードマップを示した[13]こともあり、爆発的な人気を博している。

第4図に定義の概略を示す。例えば、東京などの6地域では外皮性能として U_A 値 $0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ を達成したうえで、平成25年省エネ基準値から20%以上エネルギー消費量を削減することが必要である。そのうえで太陽光発電、燃料電池などによりエネルギーを創ることで、正味でゼロ・エネルギーを目指す。定義は計画時計算値で、実績値ではない。ここで、注意が必要なのは居住者が使用する家電製品などのエネルギー消費は対象に含まれていない点である。住宅メーカーのなかには家電製品を含めてゼロになる住宅を提案しているところもあるが、居住者の家電製品などの使用状況は予測が難しいため、国の定義では除くこととなっている。いずれにしても、住宅内部で使用される家電製品などに関してはトップランナー製品など優れた製品が使用されることが望ましい。ちなみに、国がSII（環境イニシアチブ）を通じて行っているZEH補助金を受けた住宅に関しては、実績値として57%がゼロ・エネルギーになっていた[14]。

また、ZEHに関する補助は、2012年度443件、2013年度1055件、2014年度938件であったが、2015年度には6146件と飛躍的に伸びた。2015年度には補助を受けていない住宅を含めると1万棟を超える新築戸建て住宅がZEHとして建設されるのではないかと予測されている。大手ハウスメーカーだけではなく中小工務店の動きも活発だ。なぜ通常の住宅よりも高くなる住宅に注目が集まるのかに関しては、さまざまな意見があるが、外皮性能の向上により住み心地が飛躍的に向上する、老後の光熱費の心配がほとんどなくなる、FIT（固定価格買取制度）を利用して売電が可能であることなどが考えられる。

それでは、ZEHはどのような方向に進むのであろうか。資源エネルギー庁が行った大学対抗のコンテストに早稲

| | U _A 値 [W/m ² K] | | | | | | | |
|-------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 地域区分 | 1地域 (旭川など) | 2地域 (札幌など) | 3地域 (盛岡など) | 4地域 (仙台など) | 5地域 (つくばなど) | 6地域 (東京など) | 7地域 (鹿児島など) | 8地域 (那覇など) |
| ZEH基準 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | — |

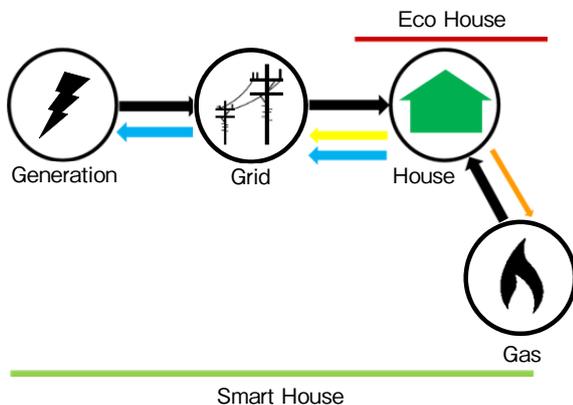


第4図 ZEH（ゼロ・エネルギーハウス）の定義

田大学は2014年、2015年と応募して実住宅を建設した[15][16] (第5図)。その経験では、FIT後を考えるとZEHでは創エネの自家消費を増やしていくことが、重要であると認識している。蓄電池価格が安くなれば、また、燃料電池の発電効率が45 %程度を越えれば既築住宅にも大きな変革が訪れるであろう。電気自動車や蓄熱との連携なども重要になる。第6図に示したように住宅は単体で外部からエネルギー供給を受けるだけでなく、外部に電気や熱を供給できるようになる。加えて、住宅単体から地域や町単位でのエネマネが重要になるであろう。早稲田大学では林泰弘教授を中心にスマート社会技術融合研究機構 (ACROSS) [17]を設立しこの分野の研究を開始している。



第5図 早稲田大学が建設したZEH (左: Nobi-Nobi HOUSE, 右: WASEDA Live HOUSE) 大学対抗エネマネハウスコンテストに参加



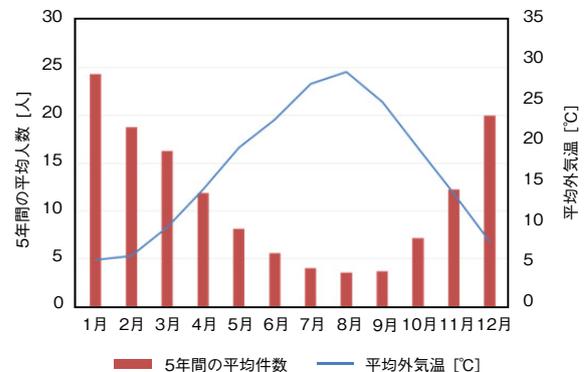
第6図 エコ住宅とスマートハウス

3. 高齢化時代に考える健康性—寒さ

機械に囲まれた印象を受けるZEHであるが、住宅の環境性能を上げることは居住者の健康性も高めることに通じる。日本の住宅では快適性能は古くから言われながら、改善が遅れていた分野であった。シックハウスや騒音問題もあるが、健康に関して特に重要なのは、冬季の浴室・脱衣室・トイレなどの非居室の室温維持と夏季の寝室の

環境ではないかと考えている。

東京都健康長寿医療センター研究所の高橋龍太郎によれば、年間17000人程度の方が住宅で死亡していることがわかっている[18]。第7図に東京都監察医務院による2010年から5年間の統計データと気象庁による東京の平均外気温を示した[19][20]。外気温が低くなる冬季に多く発生していることがわかる。消費者庁も2016年1月28日に高齢者の入浴事故に関する注意を出している[21]。外気温との関係が深い、そうであれば北海道の死亡率が高いはずであるが、そうではない。北海道では、住宅が充分断熱されていることにより、浴室・脱衣室の温度が高いためである。死亡率が高いのは富山県、福井県、福岡県である[22]。また、心疾患による死亡者も北海道や東北地方よりも北関東の栃木が高い[23]。住宅の断熱性能を向上させれば暖房状況を変えれば死亡率を低減させることは可能であろう。既築住宅に関しては、大がかりなりフォームができればベストではあるが、住宅全体を断熱しなくても建具などの工夫をすることによって、居室は暖かくすることが可能である。真空断熱材などを用いた改修などの技術開発も極めて重要である。温熱環境の改善で健康寿命は延びることが期待される。



第7図 東京23区における入浴中の事故死

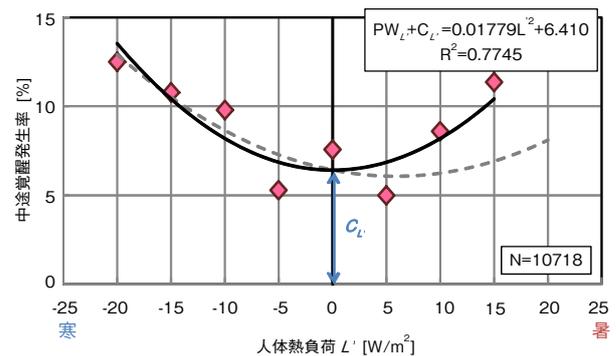
一方で、日本の住宅は寒い、我慢して暮らすことが美德で、長生きではないかと反論される方もおられるかもしれない。また、若いときからぬくぬくした一定環境で過ごすことは必ずしも良いことではないと反論されることもあった。この疑問に対してオランダ・マーストリヒト大学のvan Marken Lichtenbeltらの研究グループが褐色脂肪細胞による寒冷順化についての報告を行い、話題になっている[24][25]。褐色脂肪細胞は寒冷環境において体内の熱産生量を増加させる、非ふるえ熱産生の役割を果たすが、これまで幼少期にのみ存在すると考えられていた。しかし、被験者実験により成人であっても寒冷環

境に暴露されることで褐色脂肪細胞が発現し、その発現量には個人差があることが判明した。短期寒冷順化前後の心理量の申告について、順化前と比較し多くの被験者が寒さを感じづらくなり、寒さに対して寛容になると報告している。冬になる季節の変わり目に寒い日があると真冬よりも寒く感じるのはこのせいかもしれない。また、体脂肪率が高いと褐色脂肪細胞の代謝活性が低くなると報告している。高齢になるほど褐色脂肪細胞量が減少することが判明している[26]。一般に女性は男性と比較し体脂肪率が高く、褐色脂肪細胞の代謝活性が低いため代謝量が低い傾向にあり、冷えを感じやすくなる可能性がある。加齢や肥満に伴い、生理的な適応能力が低下する。高齢者ほど暖かい環境が必要なのである。ゼロ・エネルギーを目指す住宅は外皮性能にも優れるわけで、省エネルギーのためだけではない便益も考慮するべきである。

4. 夏の睡眠

一方で、夏の睡眠も住環境に大きな影響がある。これまで夜間の室温とひとくくりに述べられることが多かったが、睡眠段階によりその影響が異なることもわかってきた。Haskelら[27]は、さまざまな空気温度における裸体の被験者実験を行い、空気温度の違いが入眠潜時に及ぼす影響は小さいこと、中途覚醒および段階1の浅い睡眠の発生は中性温度から離れるにつれて長くなることを示している。また、低温環境下よりも高温環境下において、睡眠の質が低下すると述べている。Muzetら[28]は、環境温度が高いほどレム睡眠周期が短くなることを示している。レム睡眠周期に記憶が定着するのではないかとされており、翌朝の仕事や勉強のためにも非常に重要である。川島ら[29]は、間欠冷房をした場合と冷房をしない場合で就寝中の心理・生理反応に大きな差は見られないが、間欠冷房は安眠効果が少ないことを示している。

筆者らの研究グループでは空気温度以外の温熱要素の影響も加味するため、人体熱負荷を用いて実験結果を分析している。第8図に示すように人体熱負荷とその変化率の絶対値が大きいほど中途覚醒発生率が高くなることが実証された[30]。既往研究も人体熱負荷を用いて解析すると、統一的に整理できることがわかった。気流の乱れが強いほど中途覚醒発生率が高く、エアコンの発停や窓開け通風による気流の乱れが覚醒刺激となる。良質な睡眠を得るためには熱的中立状態に加え、気流や温湿度が安定していることが必要であり、ウェアラブルセンサなどが発展すればより良い睡眠環境を提供することも可能になるだろうと考えている。



第8図 人体の熱負荷と睡眠効率

5. 住宅のスマート化

Apple社のiPhone^(注1)が日本で最初に販売されたのが2008年である。まだ、8年しかたっていない。その後のスマートフォンの爆発的普及と生活へ与えた影響を考えるとMEMS (Mansion Energy Management System) やHEMS (Home Energy Management System) もキラーコンテンツがあれば大きく躍進する可能性はある。

2014年1月に米国でGoogle社がクラウド型住宅用サーモスタットを開発する会社 (NEST Lab社) [31]を約3500億円で買収した。この会社は規格が統一されている米国の冷暖房機器のサーモスタットを置き換えることで大きな省エネ効果が得られるとしている。米国の住宅用冷暖房装置はセントラル方式が多く、その制御に関しては温湿度の設定値を空調機に送るような仕組みになっている。DIY店などでもプログラム機能の付いたサーモスタットを購入して自分で取り付けることができる。最近はマスクミでもよく紹介されている。

実はこの製品の最初のアイデアは2009年に発表されたカリフォルニア大学バークレー校の博士論文[32]であると言われている。たまたま、指導教員が私の古巣のバークレー校の教授であったため、裏話を本人も含めて聞くことができた。この博士論文を書いた女性は建築学科の出身である。Nest Labs社の設立時に誘われたそうであるが、別の会社のサーモスタット開発に関わっていたので断ったそうだ。Nest Labs社は2011年に設立されてわずか3年でこれだけの価値をもつようになった。制御ソフトを作成できる人と省エネや在室者の快適に関して研究を行っている建築分野の電建融合は新しいイノベーションが期待される分野になっている。

データの利用という点では米国のGreen Button[33]がある。自宅のスマートメータの計測値をダウンロードす

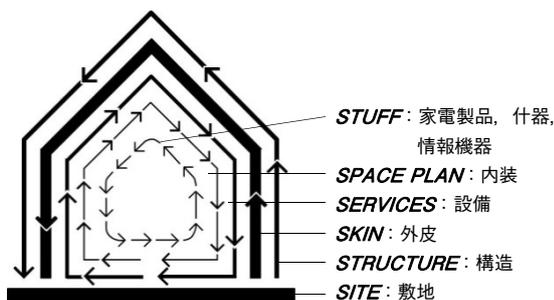
(注1) Apple Inc.の登録商標または商標。

ることができる。そのデータを解析してくれるアプリも登場しており簡便な省エネ解析も可能になっている。DOE（米国エネルギー省）が全国のフォーマットを2011年までに統一した功績が大きい。この仕組みを利用してワシントンDCでは公共施設のエネルギー消費量やレイティングをリアルタイムで公開している[34]。

将来性がある分野であるが、もちろん、心配もある。住宅のエアコン、防犯機器、鍵、照明、家電機器がIoT（Internet of Things）導入で簡便に利用できるようになれば大変便利である。しかし、個人の行動が赤裸々になる。顔認識機器Welcomeを研究室においていたが、何か覗（のぞ）き見をしているようで、これが一般的になってしまうと何か嫌な気がする。セキュリティの問題もある。しかし、技術開発でこれらの問題も解決可能だろう。睡眠や人の動きや感覚などをウェアラブルで計測できる機器も安価で提供されており、数年後にどのようなビジネスモデルが展開されるかは興味深い。

省エネルギーやわれわれの生活に革新的な変革をもたらす可能性があるICT（Information and Communication Technology）ではあるが、その進歩は日進月歩である。拙宅には2009年にHEMSを導入したが、今となっては陳腐化したものになっている。アプリケーションはアップデートされていないし、スマートフォンでの活用も想定されていない。

Whole Earth Catalog[35]を編集してきたスチュアート・プラントが、1994年にHow Buildings Learn[36]という本を出版している。副題にWhat Happens After They're Builtと付けられている。非常に興味深い本であるが、その表紙に第9図に示した絵が描かれている。6つのSと命名された図である。建築を6つの層に分割してその時間的な意味も解説している。ICT技術は最後のSTUFFに含まれるだろう。このSには1年もたずに変わっていくものもあると述べている。今後の住宅のスマート化を考えていくうえで、それぞれのSがもつ寿命に関してもよく検討していないと、流行はすぐに陳腐化する。



第9図 スチュアート・プラントの6つのS [36]

6. おわりに

IEA（国際エネルギー機関）のEnergy Outlook 2013予測によれば、2035年までの世界の経済成長の65%はアジアの非OECD諸国で起こると予測されている[37]。これらの国々は蒸し暑い地域である。また、インドでは2030年に存在するであろう70%の建築物が今現在、存在していない。日本の省エネルギーに関するイノベーションは欧米諸国だけではなくこれらの地域にも通用するはずである。資源エネルギー庁は、原油換算1 kLの省エネのために51261円の投資が必要としている。冒頭で述べた5035万kLの省エネを2030年時点で発現しているためには、約37兆円の投資が必要と試算している[38]。これを、単に日本の省エネのためだけに使用するのは極めてもったいない。イノベーションにつなげていく必要がある。早稲田大学では林泰弘教授を中心にスマート社会技術融合研究機構を設立し、電気分野、建築分野、自動車分野、機械分野、太陽光分野、生体学分野、経済分野などの異分野の研究者が融合して研究を行っている[17]。そこで、得られる刺激も多い。是非、快適で健康な低炭素社会を実現するために努力したいと思っている。

参考文献

- [1] 環境省, “国連気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21) 及び京都議定書第11回締約国会合 (COP/MOP11) の結果について,” <http://www.env.go.jp/earth/cop/cop21/index.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [2] 地球温暖化対策推進本部, “日本の約束草案,” 首相官邸, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai30/yaku_soku_souan.pdf, 参照 Apr.15, 2016.
- [3] 資源エネルギー庁, “長期エネルギー需給見通し,” 2015年7月16日, <http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [4] 環境省, 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書(AR5)について, <http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [5] 資源エネルギー庁, “平成26年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書2015),” <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015pdf/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [6] European Environmental Agency, Household energy consumption per dwelling by end-use, 25 Jan 2016, http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/energy-consumption-by-end-uses-1#tab-chart_1, 参照 Apr.15, 2016.
- [7] U.S. Energy Information Administration, Heating and cooling no longer majority of U.S. home energy use, 7 March, 2013, <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=10271>, 参照 Apr.15, 2016.
- [8] 資源エネルギー庁, 省エネルギー小委員会 - 取りまとめ, 2015年8月26日, http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/report_01.html, 参照 Apr.15, 2016.

- [9] 建築物判断基準小委員会, 建築環境部会省エネルギー判断基準等小委員会, 低炭素建築物に関する専門委員会合同会議 (第2回), 参考資料1, http://www.meti.go.jp/committee/energy/energy_conservation_kijyun/jyutaku_kenchiku2/002_haifu.html, 参照 Apr.15, 2016.
- [10] 国土交通省, 住宅局住宅生産課住宅・建築物の省エネルギー施策について, 2014年2月24日, http://www.jst.go.jp/lcs/result/ws20140224/pdf/20140224shiryo_miyamori.pdf, 参照 Apr.15, 2016.
- [11] 省エネルギー基準 (平成25年1月公布) 及び低炭素建築物の認定基準 (平成24年12月公布) の告示に沿った計算方法 (プログラム等) 国立研究開発法人建築研究所, <http://www.kenken.go.jp/becc/#AboutProgram>, 参照 Apr.15, 2016.
- [12] Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), <http://www.epbd-ca.eu/ca-outcomes/2011-2015>, 参照 Apr.15, 2016.
- [13] 資源エネルギー庁, 「ZEHロードマップ」をとりまとめました, 2015年12月17日, <http://www.meti.go.jp/press/2015/12/20151217003/20151217003.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [14] 環境イニシアティブ (SII) ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス支援事業 調査発表会2015, <https://sii.or.jp/zeh26r/conference.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [15] エネマネハウス2014, <https://sii.or.jp/house2014/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [16] エネマネハウス2015, <https://sii.or.jp/house2015/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [17] 早稲田大学, スマート社会技術融合研究機構 (ACROSS) <http://www.waseda.jp/across/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [18] 高橋, NHK生活情報ブログ, <http://www.nhk.or.jp/seikatsu-blog/400/143857.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [19] 東京都監察医務院, “入浴中の死亡者数の推移 (入浴中の死亡を防ぐための留意事項),” <http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/kansatsu/oshirase/nyuyokuchu.html>, 参照 Apr.15, 2016.
- [20] 気象庁東京の月別平均外気温, http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/monthly_s3.php?prec_no=44&block_no=47662, 参照 Apr.15, 2016.
- [21] 消費者庁, “冬場に多発する高齢者の入浴中の事故にご注意ください,” 2018年1月20日, http://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/release/pdf/160120kouhyou_2.pdf, 参照 Apr.15, 2016.
- [22] 松井利夫 他, “浴槽での不慮の溺死・溺水の記述疫学,” vol. 56, no. 2, 「厚生」2009年2月
- [23] 羽山広文 他, “健康と安全を支える住環境保健医療科学,” 2014, vol.63 no.4, pp.383 - 393.
- [24] van der Lans, A. et al., “Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis,” *Journal of Clinical Investigation*, vol. 123, no. 8, pp. 3395-3403, 2013.
- [25] van Marken Lichtenbelt, W.D., et al., “Cold-Activated Brown Adipose Tissue in Healthy Men,” *New England Journal of Medicine*, vol. 360, no. 15, pp. 1500-1508, 2009.
- [26] Takeshi Yoneshiro et al, “Age-Related Decrease in Cold-Activated Brown Adipose Tissue and Accumulation of Body Fat in Healthy Humans,” *Obesity*, vol. 19, no. 9, pp. 1755-1780, 2011.
- [27] Haskell E.H. et al., “The effects of high and low ambient temperatures on human sleep stages, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology,” vol. 51, pp. 494-501, 1981.
- [28] Muzet A et al., “REM sleep and ambient temperature in man,” *Int. J. Neuroscience*, vol. 18, pp. 117-126, 1983.
- [29] 川島庸 他, “夏期の睡眠時における最適な冷房条件に関する実験的研究,” *人間と生活環境*, vol. 11, no. 1, pp.17-23, 2004.
- [30] 海野賢 他, “人体熱負荷とその変動が睡眠に及ぼす影響,” *日本建築学会環境系論文集*, no.716, pp.917-923, 2015.10.
- [31] NEST Labs, <https://nest.com/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [32] Therese Evelyn Peffer, *California DREAMing: the Design of Residential Demand Responsive Technology with People in Mind*, UC Berkeley, 2009.
- [33] Green Button, <http://www.greenbuttondata.org/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [34] Building SMART DC, <http://www.buildsmartdc.com/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [35] Stewart Brand, *Whole Earth Catalog*, 1968.
- [36] Stewart Brand, *How Buildings Learn, What Happens After They're Built*, Penguin Books, 1994.
- [37] International energy Agency, (IEA) *Energy Outlook 2013*, <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2013/>, 参照 Apr.15, 2016.
- [38] 資源エネルギー庁, 省エネ小委員会第12回, 省エネ効果とそれに係る投資額の関係について, http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/sho_ene/pdf/012_02_00.pdf, 参照 Apr.15, 2016.

《プロフィール》

田辺 新一 (たなべ しんいち)

| | |
|-----------|---|
| 1982 | 早稲田大学理工学部建築学科卒業 |
| 1984-1986 | デンマーク工科大学暖房空調研究所 |
| 1987 | 早稲田大学大学院 博士後期課程修了 |
| 1988 | 工学博士 (早稲田大学) |
| 1988-1999 | お茶の水女子大学専任講師, 助教授 |
| 1992-1993 | カリフォルニア大学バークレー校客員研究員 |
| 1999-2002 | 早稲田大学理工学部建築学科 助教授 |
| 2002-現在 | 早稲田大学創造理工学部建築学科 教授 |
| 現在 | 日本建築学会副会長, 建築設備技術者協会会長 http://www.tanabe.arch.waseda.ac.jp |

専門技術分野：
建築環境学