

リビング・インダストリー⑤ スマート化に向かう住宅建築産業

1. はじめに

平成23年の東日本大震災以後から、先だっ
ての総選挙を通して、エネルギー問題が喫緊の課題
として浮上している。

世界的な流れとして地球温暖化防止、二酸化炭
素(CO₂)削減が叫ばれ続けてきたが、これまでの
日本のエネルギー政策の基盤である「エネルギー
基本計画」は、原子力を基幹エネルギーと位置付
けてきていた。

しかし、大震災と原発事故により、平成24年
中にも予定されていた同計画の改定は根本から見
直されることとなり、現在、原子力エネルギーの
許容水準の模索と再生可能エネルギーの比率拡大
を中心として作業が進められている。

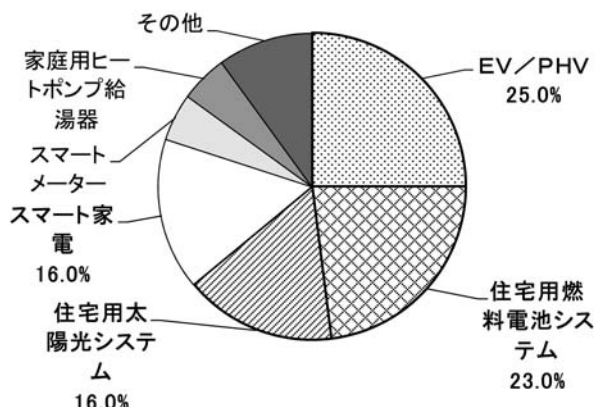
エネルギー政策の流れは原子力エネルギー依存
から方向を変え、さらに、経済成長、エネルギー
の安定調達、つまり創エネ・省エネ技術開発とエ
ネルギー安全保障という要素を加える必要性も高
まってきたといえる。

一方、建築物の省エネルギー性能については、
平成24年12月、建築物の省エネルギー基準、ま
た、低炭素建築物の認定基準が公布され、住宅を
始めとした建築物を規定する基準があきらかとな
った。特に、新しい「省エネルギー基準」は2020
年(平成32年)には義務化されることから、建
築、あるいは電気機械、エネルギー関連等の産業
は大きな変化に直面している。

現在、再生可能エネルギーの技術開発と、エネ
ルギー消費の効率化技術は、新蓄電池、次世代自
動車、太陽光発電等の開発、さらに、スマートグ
リッド、スマートハウスの開発と次世代家電の開
発などの新しい成長産業分野として、各国が政府・
産業界・研究機関を挙げてナンバーワンを目指し
た開発競争を展開している。

2020年スマートハウス関連国内市場内訳予測

(国内市場規模: 3兆4,755億円)



資料: 経済産業省商務情報政策局・資源エネルギー庁
(原データ: 株式会社富士経済)

今回、本稿では、全国各地において地域産業と
して根付いている住宅建築産業が直面する新しい
省エネ基準の内容、及び、省エネ・創エネ各種設
備機器の潮流、住宅建築技術の流れであるスマ
ートハウスに焦点を当てたい。

2. 建築物の省エネルギー基準改正

(1) 新しい省エネ基準の改正内容

平成24年の省エネルギー基準の改正におい
ては、これまでの熱損失係数(Q値、総熱損失量
÷床面積)による外皮性能を中心とした省エネ
ルギー基準から、

- ①断熱・遮熱性能等を規定する外皮性能基準につ
いて、「外皮平均熱貫流率(平均U値)」や
「平均日射熱取得率(平均η値)」を新指標とする。
- ②各種設備機器の効率や再生可能エネルギーの導
入も勘案する総合的な省エネ性能を規定する
「一次エネルギー消費量」の基準値を設ける。
の2点から構成される基準に見直されることとな
った。

(a) 新たな外皮性能基準

従来の熱損失係数(Q値)は、床面積を基準

とするため同じ仕様であっても小規模住宅や複雑な形状の住宅では値が大きくなってしまったといった課題があった。

そのため、改正省エネ基準では、総熱損失量を外皮表面積の合計で除した「外皮平均熱貫流率（平均U値）」を新たな指標とすることで、規模の大小や形状にかかわらず評価できるようにしている。また、記号についても、従来の「K」から、国際標準である「U」に変更された。

熱貫流率（K値→U値）とは熱の伝えやすさを表した値である。材料の断熱性能を評価した数値である熱伝導率を元に、その材料の厚さも評価して算出し、壁や屋根、床などの室内外の空気温度に1度の差があるとき、1時間に壁1㎡をいくらの熱量が通過するかを表すもので、数値が小さいほど性能が良い。また、材料が層になっている場合は、各材料のそれぞれの熱抵抗値を材料の数だけ増やして計算する。

また、日射遮蔽性能については、夏期日射取得係数（ μ 値、総日射取得量÷床面積）に代わって「平均日射熱取得率（平均 η 値）」が新指標となり、各部位における日射熱取得率と外皮表面積と方位係数の積の合計を、外皮表面積の合計で除して算出する。

このほか、地域区分も全国をその気候風土を元に1～8区分とし、これに応じた外皮性能の基準値により地域特性が考慮される。

（b）一次エネルギー消費量も基準に

今回の改正省エネ基準では、外皮性能に加え、設備性能を含めて省エネ性能を総合的に評価できるよう、一次エネルギー（石油、ガス、石炭、原子力等）消費量に換算した係数を指標とすることに大きく変わった。

計算対象となるエネルギー消費量は、暖房、冷

房、給湯、換気、照明の5用途の消費で、これに、床面積に応じて算出される家電等のエネルギー消費量が加わる。

そして、改正の大きなポイントとなるのが、エネルギー利用効率化機器、すなわち、太陽光発電、燃料電池コジェネ、ガスエンジンコジェネなど、再生可能エネルギーによる創エネルギー量を差し引く点で、再生可能エネルギーの政策的な普及促進を同時に目指している。

（c）中小事業者への普及

新省エネ基準の諸数値の計算についてはやや複雑であり、また、これまで、地域の木造住宅生産を担う大工工務店にはなじみが薄かった。

そのため、国交省では、2020年度の省エネ基準義務化に向けての中小事業者支援施策の一環として、計算方法について情報提供や計算ソフトの提供、及び住宅省エネルギー施工技術講習会を各都道府県単位で行っていく方針であり、このため、住宅関係団体等で構成する全国木造住宅生産体制強化推進協議会（全国協議会）と各都道府県に木造住宅生産体制強化推進協議会（地域協議会）が形成されている。

（2）低炭素建築物新築等計画の認定制度

国内の二酸化炭素排出総量では、都市における社会経済活動に起因すると考えられる3部門（家庭部門、オフィスや商業等の業務部門及び自動車・鉄道等の運輸部門）の排出量が全体の約5割を占めている状況にある。

そのため、省エネ基準の見直しと同時に、これと連動する形で新たに「都市の低炭素化の促進に関する法律（エコまち法）」が平成24年9月5日に公布、同12月4日に施行された。

これは、都市のコンパクト化、省エネ化等によ

る二酸化炭素の削減を目指したものだが、同法に基づき、「低炭素建築物新築等計画の認定制度」が創設され、国が策定する基本方針を基に、省エネ性能が高い住宅などを地方自治体が「認定低炭素住宅」として認定することになった。

その中で、建築物については低炭素化等の施策を講じることとしており、複層ガラス、断熱材の厚み、軒ひさしの設置や、太陽光発電パネルの設置など、省エネ法の省エネ規準に対して一次エネルギー消費量がマイナス10%以上となることや、低炭素化のための措置がとられていることなどが認定要件となっている。

補助金の制度は無いものの、ローン控除の最大減税額の引き上げや登録免許税率の引き下げなどの税制優遇。さらに、蓄電池など低炭素型設備機器については、容積率に参入されない特例などがあり、認定のメリットとなっている。

また、これに先立ち、平成21年施行の改正省エネ法において「住宅事業建築主の判断の基準」が新たに定められた。これは、戸建住宅の仕様・性能を決定し、設計・新築し販売することを業とする住宅事業建築主に対し、自らが新築・販売する建売戸建住宅について、目指すべき省エネルギー性能を新たに規定したもので、建売事業者等の住宅事業建築主が遵守すべき省エネの基準が定められた。

その基準は「トップランナー基準」が用いられ、省エネ基準（いわゆる「平成11年基準」）を満たす外壁、窓等を有する住宅に、平成20年時点での一般的な設備を備えた場合の一次エネルギー消費量と比べ、「概ね10%の削減」を求めており、例えば、

①省エネ基準を満たす外壁、窓等と高効率給湯設備（併せて節湯器具を設置）。

②省エネ基準を満たす外壁、窓等と熱交換型換気設備や高効率空気調和設備。

③省エネ基準を満たす外壁、窓等と太陽光発電設備。

④省エネ基準を超える高い断熱性能を有する外壁、窓等を備えた住宅。

などが挙げられ、要するにその時代における最高の省エネ性能を上回ることが求められているが、大手建売住宅事業者においては、「認定低炭素住宅」レベルの性能が基準となりつつある。

3. これからの住宅政策の方向性

(1) 住宅のネット・ゼロ・エネルギー化とスマート技術

次世代住宅に向けたエネルギー政策の方向性は、2010年改定のエネルギー基本計画（2010年6月の閣議決定）においてすでに打ち出されている。

この中では、①2020年までにZEH（ゼロ・エネルギー・ハウス）を標準的な新築住宅とする、②既築住宅の省エネリフォームを現在の2倍程度まで増加させることを目指す、という方針が示されている。

ZEHとは、住宅の年間一次エネルギー消費量（暖房・冷房設備、換気設備、給湯設備、照明に

ゼロエネ住宅の構成要素

部位		具体的な性能や機器
建物性能		次世代省エネルギー基準以上の断熱性能
住宅設備	照明設備	LED、蛍光灯など
	給湯設備	エコキュート、エネファーム、エコウィルなど
	暖冷房設備	エアコン、ヒートポンプを利用した空調機器など
創エネ設備		太陽光発電システム、太陽熱温水器、風力発電など

係わる一次エネルギー消費量) に対し、住宅の断熱性能や、設備機器を高性能にし、加えて、再生可能エネルギーやコジェネレーションシステムなどの創エネルギーを併用する事によって、消費エネルギーを削減し、一次エネルギー消費量がネットでゼロになる住宅のことである。

国は、ZEH について、2020 年までは努力義務としており、さらに、2030 年には義務化、つまり最低条件にする方針で、ZEH が当たり前になる。

さらに現在日本が目指すべき最終的な住宅の理想像として位置づけられているのが、LCCM 住宅 (Life Cycle Carbon Minus : ライフサイクルカーボンマイナス住宅) である。これは、住宅の長い寿命化を図る中で、建設時、運用時から廃棄 (取り壊し) 時に至る過程においてできるだけ二酸化炭素削減に取り組み、かつ、太陽光発電などを利用した再生可能エネルギーの創出により、住宅建設時の二酸化炭素排出量も含め住宅の生涯での二酸化炭素収支をマイナスにまで低下させる住宅として提案された。

(2) 省庁を超えた推進政策

～低炭素・循環型まちづくり～

2012 年度に打ち出された住宅関連政策の基本姿勢は、「低炭素・循環型まちづくり」の推進と言え、省エネ、木造化推進が柱となっている。

木造化推進については、「木のいえ整備促進事業」として、長期優良住宅の建築に対しての補助金施策が以前から存在したが、2012 年度には「地域型住宅ブランド化事業」が新設され、地域工務店等とこれらを取り巻く関連事業者が、地域材を活用して地域の気候・風土にあった良質で特徴的な「地域型住宅」の供給を促進している。

また、同じく 12 年度に、低炭素・循環型のまちづくりを目指し、国土交通省と経済産業省の共同事業として「住宅のゼロ・エネルギー化推進事業」が打ち出され、住宅・住設備に関しての産業面の方向性が示されたといえる。

国土交通省の取り組みは、「中小工務店」を対象に、住宅の省エネ構造と設備による創エネの一体化により、住宅全体で年間の一次エネルギー消費量がおおむねゼロとなる場合に補助金を支給するものである。

一方、経済産業省では、高断熱性能・高性能設備機器と制御機構等との組み合わせによるゼロエネシステムの導入により、年間の一次エネルギー消費量がネットで概ねゼロとなる住宅で、その建築主・所有者を対象に補助金を支給している。

これらの補助金制度は、一応は 12 年度内のみであるが、ゼロ・エネルギー化、二酸化炭素削減にインセンティブを持たせ、その方向性を確立させようとする姿勢がうかがえる。

また、国土交通省と経済産業省の省庁を超えた取り組みが行われ、さらに環境省を加えて政府一体となつての新しい住宅政策の方向性が示された点がポイントであり、省エネルギー・創エネルギーに関する諸産業を次世代産業の中心の一つとしていく強い姿勢を示すものである。

4. 家庭用創エネ機器で自産自消

(家庭における分散型エネルギーシステム)

住宅におけるエネルギー政策が、省エネ、さらには創エネに向かう背景には、家庭の電力消費量が国内全電力消費の約 30% を占めるに至り、加えてビル、オフィス、店舗での電力消費量も年々増大している状況がある。

そのため、家庭内の電力利用機器の省エネ化技

術の開発、家庭用等の分散型創エネ技術の開発が急務となり、様々な分野で技術開発が加速されており、成長産業分野として期待されている。

(1) 太陽光発電

太陽光発電システムは家庭用として最も普及している発電システムであるが、10kW未満で余剰電力買取、10kW以上で全量買取制度が実施され、初期投資に対する補助金制度や減税もあって急速に普及が進んでいる。

10kWの太陽光発電システムを設置した場合、地域により発電量は異なるが全国平均で年間約10,000kWhの発電量が期待でき、これは、原油消費削減量としては年間約2,270リットル、二酸化炭素排出削減量としては年間3.14tが期待される。

技術的には、シリコンを使用した結晶系が現在中心的なタイプの太陽電池であるが、非結晶質系のアモルファスシリコン太陽電池の開発も進んでおり、将来の低価格化が期待されている。

太陽光発電システムは、現状では、初期投資に多くの負担がかかるが、今後普及が進むとともに量産効果も高まり、低価格化が進むとみられる。

(2) コージェネレーション

(燃料電池システム：エネファーム)

コージェネレーションとは、石油やガスなどの一次エネルギーから、動力と熱、あるいは電力と熱のように2種類以上の二次エネルギーを取り出すシステムであり、熱併給発電、熱電併給ともいう。

エネファーム(ENE・FARM)が、家庭用の燃料電池システムとして有名である。これは、電気と同時に湯を作り出す、コージェネレーション(熱電併給)システムの愛称で、燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)が家庭用燃料電池の認知向

上を推進する取り組みとして「エネファーム」という統一名称の使用を決定したものである。

燃料電池とは、外部から燃料の水素と酸素を供給し電力を供給する実質的な発電機で、エネファームでは都市ガスやLPガスを使用現場で改質して使っている。つまり、都市ガスやLPガスなどの既存の燃料供給インフラをそのまま活用し、家庭などの使用現場で水素を製造する燃料処理器により改質が行われるので、危険で扱いにくい水素の供給インフラを構築する必要が無く、また、貯蔵、運搬する必要も無い。

また、燃料処理器により改質の過程で発生する熱を給湯設備などで利用するので、コージェネレーション、熱併給発電と呼ばれ、既存の電力網に頼らず、消費現場で発電できることから自産自消型の発電装置として期待され、大手住宅メーカーを中心にエネファームを標準装備した住宅の販売もみられている。

メーカーの試算ではあるが、戸建て4人世帯を想定した年間のエネルギー消費モデルをみると、

① ガス給湯器使用の場合

家庭で必要とされる給湯(4,275kWh)を得るため、ガス給湯器に対し、5,625kWhのガスが燃料として必要となる。

家庭で必要とされる電力(5,733kWh)を得るには、発電所では、送電途中のロスを勘案して15,536kWhのエネルギー投入が必要となる。

② 燃料電池使用の場合

家庭で必要とされる給湯(4,275kWh)を得るため、燃料電池に、10,624kWhのガスが燃料として必要となる。この際、燃料電池では、3,505kWhの電気を発電するので、家庭で不足する電力は2,228kWhとなり、この不足電力を得るには、発電所は、6,038kWhのエネルギーを投入し

なければならない。

つまり、ガス、電力を既存のインフラから単独で使用すると、21,161kWh のエネルギー投入が必要だが、燃料電池使用の場合では 16,662kWh の投入にとどまり、4,499kWh、約 2 割の削減が可能となるという計算である。

ただ、現状の難点としては、貯湯タンク設置スペースが必要なことや、設備費・工事費などの初期投資が大きくなることなどがある。そのため、これより、発電能力は小さくなるが、ガスエンジンで発電を行い、その際に発生する排熱を給湯などに利用するエコウィルなども開発されている。

その他、熱効率を高めて省エネ効果を持たせる機器としては、燃焼ガスを熱交換器に通し、高温のガスから熱を回収することで水を加熱するエコジョーズなども商品化されているが、それぞれの機器には補助金制度が整備され、ガス事業者や給湯機器メーカーの参入が相次いでいる。

5. 蓄電池の社会インフラ化

(1) 蓄電池で変化する住宅エネルギー

太陽光発電を始めとした再生可能エネルギーの弱点として自然環境から来る発電量の不安定性がある。そのため、充電が可能な二次電池として家庭用蓄電池は不可欠なものと言え、また、割安な深夜電力など、オフピーク時の電力の蓄電機器としても注目されている。

家庭用蓄電池には現状、鉛タイプ、リチウムイオンタイプ、ニッケル水素タイプの大きく 3 つの種類がある。また、各種の携帯機器用電源、家庭での蓄電、ハイブリッドカー・電気自動車など、その用途の広さから、蓄電池業界のみならず、電機メーカー、ハウスメーカー、自動車メーカーなどがこぞって、安全性や蓄電量の拡大について開

二次電池の性能比較

	鉛蓄電池	リチウムイオン蓄電池
大きさ (蓄電池のみ)	13~17リットル/kWh	3~4リットル/kWh
重さ (蓄電池のみ)	25~30kg/kWh	4~10kg/kWh
設置環境	屋内 規模により要換気	屋内
設置性	据置型用	据置型、可搬型用
寿命	短寿命 継足し充電繰返しによる 放電電圧の低下がある	長寿命 継足し充電繰返しによる 劣化が少ない
メンテナンス	フリー	フリー
騒音	なし	なし
価格	安価	高価

発競争が進んでいる。

高効率の蓄電池としては、かつてはニッケル水素タイプが主力であったが、より大きな電気容量のリチウムイオン二次電池の登場により急速に置換えが進んでおり、停電時には、電気自動車やハイブリッド車から電力供給できるようにする開発も進んでいる。

太陽光発電は昼間しか活用できないが、蓄電池により夜間も活用できることになり、社会インフラの一端を担う設備機器として、エネルギー需給や省エネのあり方を大きく変えつつある。

6. スマートの社会インフラ化

近年注目される「スマート」であるが、「スマート」には「賢い」や「電子制御された」といった意味がある。

また、例えば「グリッド」は「送配電網」や「電力ネットワーク」を表しており、スマートグリッドとは、ICT（情報通信技術）などの先端技術を使って制御される次世代電力網を指し、スマートハウス、スマートシティは、ICTで制御された家や都市を意味する。

二酸化炭素の削減、資源の枯渇、原子力発電所

の削減や廃止が問題となる中、電力供給という社会インフラにおいて、これまでの大型発電所からの集中送電一辺倒から、太陽光発電や風力発電などの地域における再生可能エネルギーの拡大が目指され、送電の分散化が進み始めている。

売電の定額買取制度のスタートにより、この分散化は急速に進むと考えられるが、売電により、電力会社からの送電とは反対方向に電力が流れる「逆潮流」が引き起こされることから、電力網の負荷が大きくなり不安定化するほか、天候により発電量が左右されることも不安定化の要因となる。

そのため、電力の使用状況を把握して需給バランスを取るために ICT（情報通信技術）を活用した双方向通信による制御が必要になってきている。

国境を越えた送電線が張り巡らされるヨーロッパでは、再生可能エネルギーの電源利用が早くから進んでいるが、気象状況等により不安定な発電量により計画外潮流が送電網に送り込まれる「ループフロー」などが問題として深刻化していた。そこで、再生可能エネルギー電源と送電網の監視・制御、出力調整のために、スマートグリッドの整備が喫緊の課題となっている。

これを受けて、電力会社では、電力使用量に加えて逆潮流値も把握でき、双方向性の通信能力を備えた次世代電力量計、スマートメーターの設置を積極化しており、2012年度中までに100万世帯、20年度までに全国5,000万世帯にスマートメーターの設置を計画している。

さらに、電力の需給ギャップから発生している余剰電力を蓄電し、ICT（情報通信技術）により電力供給の安定化を図るため、都市や街区、また住宅における蓄電池の開発も活発化しており、電力インフラのいたる個所で「スマート」化が急速に進んでいる。

7. 住宅のスマート化 HEMS

（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）

現在、国の政策の方向性としては、工法的な省エネを確立し、さらにエネルギー使用量の削減、二酸化炭素排出量の削減を目指して、創エネ・蓄エネ・省エネのための設備機器の導入が図られているといえる。

それらの設備機器の働きを総合的に制御するための、ICT（情報通信技術）によるシステムが HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）である。下記の要素により構成され、そのそれぞれの分野で、国際的な開発競争の中にあり、今後ますます普及が進むものと考えられる。

■ HEMS を構成する要素

〈a〉 省エネ家電

技術開発とともに省エネ性能が向上した LED 照明、液晶テレビ、インバーターエアコンなどの家電製品が、電力の供給状況などに合わせて自動で稼働状況を調節する。

〈b〉 家庭用蓄電池

発電状況が不安定な再生可能エネルギーによる電力や、供給力に余裕のある夜間電力を蓄え、安定的に電力を取り出すための切り札が大容量の家庭用蓄電池である。

〈c〉 スマートメーター（次世代型電気メーター）

家庭における電力の使用状況などを「見える化」するメーター。インターネットを通じて、家庭内における電気の使用状況を確認することができる。

〈d〉 外部からの遠隔コントロール

携帯電話等から消費電力や運転状況などをチェックことができ、外出先からの遠隔操作によって、家庭内の家電や住宅設備のコントロールをすることも可能になる。

〈e〉 プラグインEV（電気自動車）との連携

化石燃料（石油）を使わず CO₂も排出しない、しかも家庭のコンセントから充電できるプラグインEVの普及が図られているが、非常時には、蓄電池としても利用できるようになる。

8. まとめ（省エネ・スマートと地域工務店）

経済月報 12月号「リビング・インダストリー④」では省エネ住宅を取り上げ、戸建て住宅建築実績のうち、在来工法によるものは73.6%を占め、さらに、在来工法のうち59.1%（戸建て全体の43.5%）は年間建築戸数が50戸未満の中小工務店が供給する住宅であることをみてきた。

すなわち、住宅の省エネ化を加速するためには、中小工務店の積極的な取り組みが必要であるが、省エネ化技術については、大手ハウスメーカー、また、地域の住宅街開発と建築を手がけるパワビルダーが先行している感は否めず、各地の住宅展示場でも「省エネ住宅」「スマートハウス」「スマートシティ（タウン）」が前面に打ち出され、シェア競争が繰り広げられている。

ただ、南北に長い日本の国土では、立地地域の気候風土、周辺の地形、住宅の向きなどの細やかな特性により、省エネ対応は住宅一軒一軒につき異なったものとなり、さらに、忘れてはならないのが、そのような性能スペックでは表せない快適性や個性といった、満足感・幸福感を持って住めることである。

そのような、細やかなニーズに対応するためには、省エネ、スマート技術を持つことは当然のこととして、さらにコンサルティング能力を持つことが求められ、まさに、地域に密着した地域建築業・地域木材業に望まれる将来像と言えよう。

（山城 満）

【参考文献】

- 「節電・創エネ住宅がわかる」日経アーキテクチャ編
日経 BP 社
- 「住宅産業大予測 2012」
新建新聞社
- 「建設経済レポート No.59 2012年10月」建設経済研究所
- 「最高の断熱・エコ住宅をつくる方法」西方里見著
エクスナレッジ
- 「省エネ・エコ住宅設計究極マニュアル」野池政宏編著
エクスナレッジ
- 「スマート&スリム未来都市構想」村上周三著
（株）エネルギーフォーラム
- 「地産地消のエネルギー革命」黒岩祐治著
PHP 研究所
- 「世界で勝つ！ビジネス戦略 スマートシティで復活する日本企業」佐々木経世著
PHP 研究所
- 「自然エネルギー白書 2012」環境エネルギー政策研究所編
七つ森書館
- 「スマートハウス&スマートグリッド用語辞典」インプレス
R&D インターネットメディア総合研究所編
インプレスジャパン
- 「スマートシティ」岡村久和著 アスキー・メディアワークス
- 「図解 新エネルギー」大和総研環境調査部著
アスキー・メディアワークス
- 「スマート革命」柏木孝夫著
日経 BP 社