建材試験情報 1 2013

JTCCM JOURNAL

Vol.49

50th JTCCM -Since 1963-

巻頭言 ――――――長田 直俊

創立50周年を迎えるにあたって

特集

省エネルギー　建築・建材ができること

- 2030年を見据えた民生部門の省エネルギー
- エコ住宅を巡る各種施策とこれからの動向　～　複雑な基準と「？」を解きほぐす
- 住宅における環境性能・省エネルギー技術の展望
- 建築照明の省エネルギー技術
- 都市被覆の日射反射性能向上によるヒートアイランド現象緩和
- 東京電機大学東京千住キャンパスの省エネルギーへの取組み
- 建材試験センターの取組み

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials

Jtccm Journal 2013

Index

p2 **巻頭言**
創立50周年を迎えるにあたって
／㈠財㈡建材試験センター 理事長　長田 直俊

特集／省エネルギー　建築・建材ができること

p5 **2030年を見据えた民生部門の省エネルギー**
／㈱㈡建築研究所 理事長　坂本 雄三

p8 **エコ住宅を巡る各種施策とこれからの動向**
～　複雑な基準と「？」を解きほぐす
／㈱㈡住宅金融支援機構 CS推進部 住宅技術情報室長　河田　崇

p14 **住宅における環境性能・省エネルギー技術の展望**
／東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 准教授　前　真之

p20 **建築照明の省エネルギー技術**
／千葉工業大学 准教授　望月 悦子

p26 **都市被覆の日射反射性能向上によるヒートアイランド現象緩和**
／東京都市大学 教授　近藤 靖史

p33 **東京電機大学東京千住キャンパスの省エネルギーへの取組み**
／㈱日建設計 設備設計部長　林　一宏

p39 **建材試験センターの取組み**
／中央試験所 副所長　川上　　修
ISO審査本部　　林　　淳
製品認証本部　　丸山慶一郎
中央試験所　　佐川　　修
経営企画部　　宮沢　郁子

p51 **たてもの建材探偵団**
姫路城大天守の保存修理工事
／経営企画部 企画課 係長　宮沢 郁子

p52 **連載**
建物の維持管理〈第12回〉
／㈲studio harappa 代表取締役　村島 正彦

p54 **創立50周年企画**
建材試験から環境試験まで
／東京大学 生産技術研究所 教授　加藤 信介

p56 **創立50周年企画**
新建材開発につながる試験コンサルティングの必要性
／東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 准教授　野口 貴文

p57 **建材試験センターニュース**

p60 **年間総目次（2012）**

p62 **あとがき・たより**

謹賀新年

本年もよろしくお願い申し上げます。

2013年 元旦

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials

巻頭言

創立50周年を迎えるにあたって

(一財) 建材試験センター 理事長　**長田 直俊**

新年，明けまして，おめでとうございます。
今年がよい年になりますように，心よりお祈り申し上げます。

今年は私ども (一財) 建材試験センターにとりまして，創立50周年の節目の年に当たります。当センターは昭和38年 (1963年) 夏に産声を上げました。

時代はちょうど戦後復興期を経て，高度成長期に入った時代。昭和35年に制定された国民所得倍増計画のもと，現在と異なり，実質GDP成長率10％を超える (昭和38年) 高い経済成長が実現した時代でした。昭和37年には，第一次全国総合開発計画が作られ，拠点開発構想の名のもとに新産業都市 (昭和37年)・工業整備特別地域 (昭和39年) のような社会資本の整備が活発に行われました。わが国の多くの工業地帯がこの時期に整備されました。昭和39年のオリンピックを控え，世は好況に沸き，新幹線も急ピッチで建設された時期でした (開通昭和39年)。人口の移動も活発で，3大都市圏への人口流入はすさまじいものがありました。

こうした時代の流れの中で，当センターは出発したのです。世をあげての建設ブームの中で，建材に関する公正な品質・性能の試験機関が必要であることが強く認識され，官界，学会，研究機関，民間業界の強い支援を受け，当センターは船出をしました。創立当初は，わずか4人の役職員しかおりませんでした。

その後，わが国は高度成長期を謳歌し，やがて安定成長期を経て現在に至っております。住宅着工件数は，1970年代前半に年間190万戸という空前の数値を記録し，やがて減少に転じ，現在は年間80万戸程度に至っております。建設投資も1990年代前半に約84兆円を記録し，現在は40兆円台前半に低下しました。人口の移動も1960～70年代をピークにして，やがて沈静化していきます。

当センターはこのような環境の中ではありましたが，「第三者証明事業を通し住生活・社会基盤整備に貢献する」という社会的使命のもとに，着実に業容を拡大してまいりました。試験事業の中核をなす中央試験所 (埼玉草加) と西日本試験所 (山口厚狭) は，それぞれ昭和42年 (1967年) と昭和49年 (1974年)

に，現在の地で業務を開始しております。工事材料試験所は，長らく中央試験所の一部として業務を行ってきましたが，平成3年（1991年）から順次試験室を開設・整備し，平成5年（1993年）には現在の南関東地域での試験室体制を確立しております。当センターはまた試験事業以外の事業分野にも進出しております。認証事業では，昭和57年（1982年）にJIS分野の公示検査業務を開始し，平成17年（2005年）からはJIS製品認証に移行しております。平成5年（1993年）にはISOの審査登録業務も開始しました。このほか，建築基準法などに定められた性能規定への適合性評価を行う性能評価事業は，平成12年（2000年）から実施しております。現在では，年間約7000件の建材・部材等の品質性能試験と約16万2000件の工事用材料試験を実施し，ISOでは約1400件の登録事業所を有し，JISでは約2400件の認証を行っております。性能評価事業でも，年間500～600件の事業実績を有しております。当センターの職員数は，現在約250名にまでなっております。

50年にわたり，当センターは評価・試験事業の進歩に貢献し，その社会的使命を果たしてきましたが，今後も社会から求められる限り，業務の充実を図ってまいります。ここ数年は，次の50年（半世紀）のための基盤整備に重点を置いてまいりました。評価・試験の技術は日進月歩です。また，求められる評価・試験のニーズも時代と共に変化してまいります。私どもはそうした時代の変化を感じとり，それに沿うような形で業務を展開していく所存です。

昨年，当センターは従来の財団法人から法律に定められた新しい形としての一般財団法人に移行を果たしました（4月）。これに伴い，業界の方々のご意見を賜る場としての運営協議会を新設しました。また，三鷹試験室を改め，武蔵府中試験室を建設し，既に営業を開始しております。また，顧客業務体制も一新しました。東日本大震災の復興支援としては，福島県からの要請に応じ，長期に試験技術者も派遣しております。

本年は50周年の節目の年に当たりますので，いろいろな記念事業を実施する予定です。

まず，50年間の歩みを振り返り，反省と発展の糧にしたいと思います。法人としての理念も再確認する予定です。また，試験事業に関する50年間の技術的蓄積を可能な範囲で世の中に開陳し，技術発展に役立てたいと考えております。調査研究の概要も整理し，公表する予定です。ISO事業も開始20年になりますので，その蓄積をまとめる所存です。設備関係では，武蔵府中試験室の建設に引き続き，西日本試験所の拡充整備を実施したいと考えております。また，長年の懸案である中央試験所の能力の質的・量的拡充にもとりかかりたいと考えております。特にお客様より強い要望のある防火試験能力の増強には，早速着手したいと考えております。そして，長年の間当センターを支えていただいた学識経験者の方々，業界の方々をお招きし，御礼を申しあげると共に，意見交換のできる機会を設けたいと考えております。また，今後とも，JAS認定，高齢者施設，エネルギー効率評価関係などなど新しい業務分野に果敢に挑戦していきたいと思います。

この機会に，50年の間，当センターをご指導，ご支援いただきました関係機関，学識経験者，建材企業，工業会の皆様に改めて深く感謝申し上げますと共に，本年，そして，これからの半世紀につきましても，変わらぬご協力，ご支援をお願い申し上げます。私ども，役職員一丸となって，引き続き技術水準とサービスの向上に取り組んでまいります。そして，よりよい住生活・社会基盤整備の実現に微力ながら貢献してまいりたいと存じます。

特 集

省エネルギー　建築・建材ができること

温暖化が影響していると思われる自然環境の変化が世界各地で報告されているように，地球温暖化への対策は待ったなしの状況にあります。

地球温暖化対策として大きなウエイトを占める省エネルギーについては，電力需給のひっぱくをもたらす原因となった東日本大震災以降，その意識が格段と高まってきています。しかしその一方，照明の消灯や冷暖房機等設備の使用が制限されるなど，人々の生活への影響も皆無ではありません。

民生部門の最終エネルギー消費は年々増加傾向を示し，現在では全体の３割強を占めています。今後，民生部門に携わるわれわれ建設分野の関係者は，差し迫った地球温暖化対策と適切な居住環境の確保という二つの側面から省エネルギーを考えていくことが必要になると思われます。

今回の特集では，「省エネルギー　建築・建材ができること」をテーマに，省エネルギーに関する建設分野の基準，技術，取組みなどの最新動向について取り上げ紹介します。

2030年を見据えた民生部門の省エネルギー

(独) 建築研究所 理事長
坂本 雄三

1. 省エネは建前から実践へ

日本では省エネルギーが必要であることについては，昔から広く認識されている。国内で産する石油や天然ガスなどのエネルギー資源が極めて少ないからである。したがって，エネルギー資源の多くを輸入に頼ることになるが，資源の産出国もいつも安く売ってくれるわけではない。1970年代の2度のオイルショックは，資源産出国による一方的な値上げが実際に起こりうることであることを証明してくれた。そして，そのオイルショックが契機となって，日本では1979年に省エネ法が制定された。この法律は国会では全会一致で通過したと聞いている。日本人は，よほどの変わり者でないかぎり省エネには賛成である。

しかし，この「賛成」も突っ込んで吟味してみると，問題がないわけではない。「賛成」といっても多くの場合は社会の「建前」として賛意を示すのであって，自分が自腹を切って「省エネを実践する」ということまでは意味していない。**図1**に示す住宅の省エネ基準の適合率の推移が，そのことを如実に物語っている。住宅において省エネを実践しようとすると，断熱材を厚くしたり窓を断熱窓にしたり，初期コストが百数十万円程度増加する。この増額部分は，建主の自己負担が原則であるが，2010年と2011年は住宅エコポイントが実施され，この増額部分のうち数十万円までが政府の補助金で賄われることになった。その結果，省エネ基準の適合率は，この図に示すように，2008年までは10％台を低迷していたにもかかわらず，2010年以降は50％近くまで上昇したのである。多くの場合，省エネにはこうした投資的なコスト増が伴う。このコスト増は，省エネによるランニングコストの低下によって，年を重ねるごとに回収されていくのであるが，人も企業も通常はなかなかなそのコスト増を支払う勇気(？)がないのである。

ところが，福島の原発事故以降は，省エネに対する社会状況が変化してしまい，省エネは「建前」としてとどまっているわけにはいかなくなった。原発停止後，原発発電分を補うために火力発電を増やして凌いでいるが，この状況を長期化させてはいけない。エネルギー需要を減らさずして，発電を原子力から火力に切り換えれば，化石燃料の購入が増えるために電気料金が上昇し，同時にCO_2の排出量も増大する。つまり，脱原発や卒原発を主張するのであれば，単に原発を火

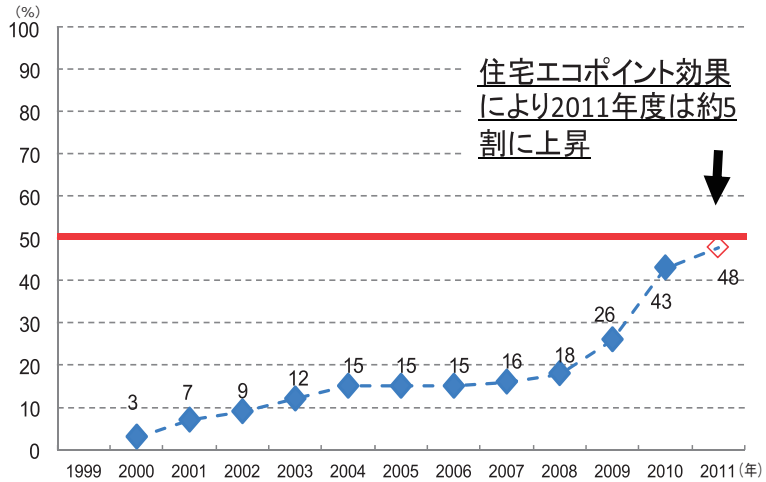


図1　新築住宅における省エネ基準の適合率の推移　(出典：国土交通省)

力に切り替えるだけではだめであり，並行して省エネも実践してエネルギー需要を減らさなければ，ひどい反作用を被るのである。原発発電を減少させる分は，省エネによって賄うという考え方でエネルギー政策を進める必要がある。まさに「省エネ」の出番が来ている。そして，その省エネは，国からの政策的支援が多少はあるにせよ，国民や企業が個々に自腹を切って建物や設備，機器，自動車などを省エネ性能の高いものに切り替えていくことによって達成されるのである。省エネは「建前」から「実践」にチェンジされねばならない。

2. 2030年までに達成すべき省エネ目標値

周知のように，政府の国家戦略室が主宰するエネルギー環境会議は，2030年時点における原子力発電の比率について，三つのシナリオを議論したが，このいずれにおいても2030年におけるエネルギー消費は，2010年の消費に対して20％減の3.1億万kl（原油換算）とされている。つまり，原子力発電を稼働するしないにかかわらず，2030年までに日本全体で20％の省エネを実践しなければならないという目標を立てているのである。エネルギー関係の日本の将来目標について言えば，今までは，例えば「鳩山イニシアチブ」のように，CO_2の削減目標しか提示されてこなかった。しかし，CO_2の削減は化石燃料消費を減らし原発を増加させることによっても達成されるので，CO_2削減＝省エネ，というような単純な式にはならず，実際にどれほど省エネをすべきか，明らかではなかった。しかし，今回の目標は省エネ量として提示されているので，その目標はエネルギーを実際に消費する生産施設や交通機関，建築物において達成するしか手段はないのである。つまり，費用が掛かろうが，建築物においても省エネを実践しなければならないことを要求しているのである。

さてそれでは，上記の20％の省エネをどのようにして達成するのであろうか？エネルギー消費は，産業，運輸，民生の3部門に分かれて計上されており，民生部門の消費の大半は建築物で消費されるエネルギーで構成されている。しかし，この20％に対する3部門の分担比率については明示されていない。エネルギー環境会議においては，省エネのための手段として，①新築の住宅・建築の全てに省エネ基準を義務づけるとか，②新車の7割を次世代自動車に，2割を電気自動車にするなどが提示されているだけである。産業部門は現時点で全消費の40％強を占めているが，省エネ実践による国内産業の弱体化を避けるためか，産業部門の省エネ化については言及されていない。また，こうした省エネ手段への投資額は80兆円に達するとも推定されており，費用が掛かろうが，省エネを実践しなければならないという覚悟が見られる。

ところで，上記の①（つまり住宅・建築の省エネ）によってどれくらいのエネルギー削減が達成できるのであろうか，簡単な推計をしてみよう。今，仮に業務用の建築を除いて住宅だけを対象としてみる。日本の新築戸数は現在70万戸／年であるので，全住宅を省エネ基準適合住宅にすると，その数は20年分（2011 ～ 2030年の間という意味）で1400万戸になる。しかし，全住宅戸数は4700万戸であるから，この新築戸数は約30％に相当することになる（この数値を省エネ基準の普及率という）。この30％の普及率を業務用建築を含む全建築物に適用し，全エネルギー消費に対する民生部門消費の比率を34％，省エネ基準適合建築の1棟あたりの省エネ率を高めに見積もって15％と仮定すると，全エネルギー消費に対する省エネ率は，15％×30％×34％＝1.53％となる。つまり，①の手段だけでは，日本が目標とする20％に遠く及ばない。目標に及ばない理由は，1棟あたりの省エネ率が15％で低いことと，対象とする建築が新築だけに限定されているので，省エネ化の普及率が低すぎることである。よって，仮に，省エネ基準を強化して1棟当たりの省エネ率を50％まで高め，かつ，既存建物までも省エネ化の対象に加え，省エネ化の普及率を90％にすれば，全消費に対する省エネ率は50％×90％×34％＝15.3％となり，20％にかなり近くなる。であるから，さらに②などの運輸部門の対策によって5％弱の省エネが達成できれば，20％の目標に到達できることになる。

結局，建築物は寿命が長いので，新築対策だけに頼っていては，10年や20年で目に見える効果をあげることは難しい。よって，既存建築物の省エネ対策も並行して強力に実施することが，この課題において確固たる効果をあげるための大きなポイントであることが分かる。

3. 建材・設備が果たすべき役割

さて，目標値は前述のように定まったとして，これをどのように実践するのであろうか。政府は，建築物の省エネ基準を1次エネルギー消費量を指標とする基準に改め，2020年ま

でには新築の全建築に対して義務化する方針である。省エネ手法においても，断熱や省エネ設備などの主力となる手法においては，実用的かつ価格もリーズナブルなものがそろうようになった。つまり，新築の省エネ対策はかなり整えられたと言える。問題は既存建物の改修であるが，これをどのように実行していくのか，政府も数値に裏付けられた計画は立ててはいない。既存住宅の断熱改修用の断熱パネルや内窓はすでに実用化されていて，それなりの需要が見込まれている。まずは，こうしたことを着実に推し進めることが重要である。設備は，寿命が10 ～ 20年なので，外皮の断熱化よりは実践がやさしいと思われるが，油断していると，更新時に省エネ的なものに切り替えられないので，油断はできない。

以上のことを考えると，建材・設備分野がこれから何をすべきか，当然分かってくる。本稿では，すべきことを個々には述べる余裕はないが，筆者が重要と考えることは次のことである。

① 住宅・建築の省エネの基本は断熱であるので，まずはこれを確実に（気密施工も行うという意味）実施する。そのための建材はすでにそろっているが，施工者は手抜きすることなく断熱施工を行うことが重要である。

② 窓は断熱と日射遮蔽が重要である。すでに高性能の窓が販売されているが，防火性能も含め，高性能で妥当な価格の窓の開発が期待される。

③ 窓について言えば，さらに光，熱，通風のコントロールまでも考えたスーパー機能を有するものの開発があり得る。

④ 暖冷房は建築と設備が一体となって実現されるものである。住宅の場合を考えると，空調設備としてはエアコンが圧倒的なシェアを持っているが，さらに発展させることが重要である。暖房時の性能アップ（デフロスト機能の改良），安価な全館空調システムの開発，湿度調整機能の充実（デシカント空調や衛生的かつ省エネ的な加湿）などの課題がある。

⑤ 省エネ改修用の商品で，安価で意匠的にも納得できるものの開発が望まれる。

などなど，建材や設備が日本の今後の省エネにおいて果たすべき役割は実に大きいものがある。しかも，その成果や影響は日本だけにとどまらず，世界に波及すると思われるので，皆で頑張って行きたいものである。

プロフィール

坂本 雄三（さかもと・ゆうぞう）

㈱建築研究所 理事長
東京大学名誉教授

【略歴】
1948 年 札幌市生まれ
1971 年 北海道大学卒業
1978 年 東京大学大学院博士課程修了 (工博)
1978 年 建設省建築研究所・研究員
1990 年 名古屋大学・助教授（工学部・建築学科）
1994 年 東京大学・助教授（工学部・建築学科）
1997 年 東京大学・教授（工学系研究科・建築学専攻）
2012 年 現職

【専門】
建築環境工学。熱と空気の数値シミュレーション，住宅・建築の省エネルギーなど

【現在の主な社会活動】
・国土交通省社会資本整備審議会・建築分科会・省エネルギー判断基準等小委員会長
・国土交通省社会資本整備審議会・建築分科会・建築基準制度部会・臨時委員
・国土交通省社会資本整備審議会・環境部会・臨時委員
・国土交通省・低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議・委員
・経済産業省・ゼロ・エミッション・ビルの実現と展開に関する研究会・委員長
・経済産業省・総合資源エネルギー調査会・省エネルギー基準部会・委員
・㈳空気調和衛生工学会会長（2010.5 ～ 2012.5）
・ハウス・オブ・ザ・イヤー・イン・エレクトリック（㈶地域開発センター主催）審査委員会副委員長

【これまで主な活動】
・国および東京都の省エネルギー施策の立案に参画（例えば，省エネ法に基づく住宅・建築物の省エネ基準告示の立案，住宅の品確法に基づく住宅性能表示制度の立案など）
・著書：『建築と気象』（朝倉書店，1986），『新・住まい学』（日経 BP,2004），『省エネ・温暖化対策の処方箋』（日経 BP 企画 ,2006），『建築熱環境』（東京大学出版会，2011）など
・受賞：坪井賞（㈳日本ツーバイフォー建築協会，2001），空気調和衛生工学会学会賞（2005，技術賞建築設備部門）

エコ住宅を巡る各種施策とこれからの動向
～　複雑な基準と「？」を解きほぐす

（独）住宅金融支援機構
CS推進部 住宅技術情報室長　河田　崇

はじめに

住宅・建築物に関する国の省エネ基準が大きく変わる。
“「仕様」から「性能」へ”
“「躯体」だけでなく「設備」も”
キャッチコピーを付けるとすれば，こんな感じか。

3・11を契機としたエネルギー政策の大議論も背景にしつつ，住宅・建築分野の省エネの動きも大きく加速している。

筆者は，住宅ローンを提供する金融機関の技術担当部署に所属しており，日頃は工務店・ビルダーや新規住宅取得予定者への情報提供とご相談・ご照会への対応を担当している。本稿では，研究者ではない立場として，この動きに実務者はどのように向き合っていけばいいか，やや消費者目線から，今の省エネの動きについて私見を述べる。

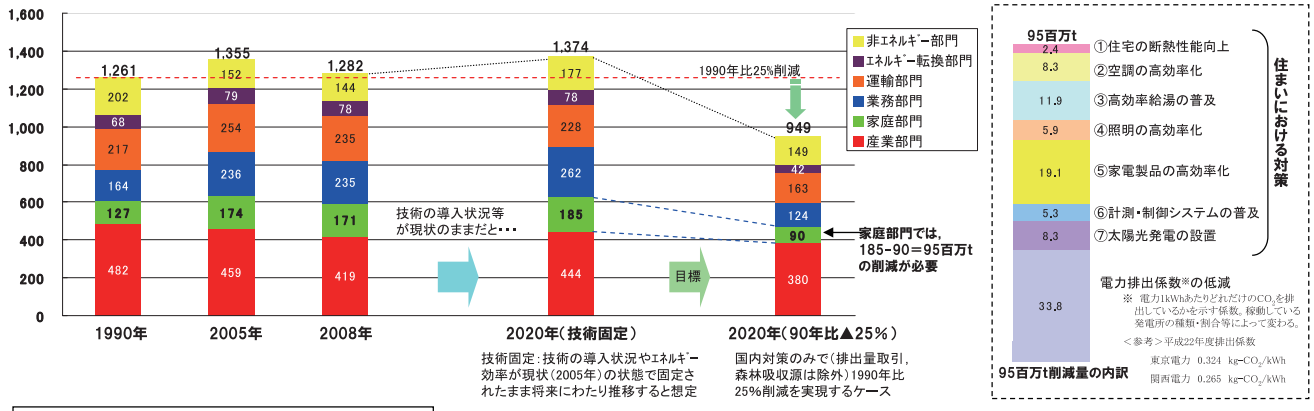
1　なぜ「一次エネルギー消費量」評価なのか？

省エネ法に基づく住宅・建築物の省エネ基準。そもそも何がどう変わるのか？乱暴ではあるが平易に言い切ってしまうと『断熱材の厚さだけではなく，設備の省エネ効率も含め，「一次エネルギー消費量」で評価する』ことになるのである。

なぜ，「一次エネルギー消費量」という評価軸に変更するのか？審議会など，いろいろな場面で国土交通省，経済産業省から説明されているが，本稿では，ある長期的な試算データを紹介することによって変更の意義を捉えてみる。

図1は環境省が平成22年に「温室効果ガス25％削減に向けたロードマップ」を検討した際の試算結果である。鳩山首相の時期に国際公約とした「2020年に温室効果ガスを25％削減する」という目標は，東日本大震災後のエネルギー政策の見直しのなかで，現在微妙な位置付けになっているが，25％

出典：環境省中央環境審議会 地球環境部会 中長期ロードマップ小委員会 第19回資料（H22.12.21　http://www.env.go.jp/council/06earth/y0611-19.html）を基に作成



25%削減に向けた住まいにおける対策

25%削減に向けた対策			2005年	2020年
①住宅の断熱性能向上	新築に占める割合	H11基準（等級4）相当	10%	70%
		H11基準超相当	0%	30%
	住宅ストック	S55基準（等級2）以前	61%	21%
		S55基準（等級2）	21%	20%
		H4基準（等級3）	14%	37%
		H11基準（等級4）相当	4%	18%
		H11基準超相当	0%	3%
②空調の高効率化	エアコン（冷房時）効率（※）		100	167
	エアコン（暖房時）効率（※）		100	156

25%削減に向けた対策		2005年	2020年
③高効率給湯の普及	電気ヒートポンプ給湯器（エコキュート）	50万台	1,400万台
	潜熱回収型給湯器	20万台	2,290万台
	燃料電池	0万台	100万台
	電気ヒートポンプ効率（2005年度を100）	100	120
	太陽熱温水器導入量（換算台数）	350万台相当	1,000万台相当
④照明の高効率化	蛍光灯等（LEDなどを含む。）のフロー効率	82（lm/W）	166（lm/W）
⑤家電製品の高効率化	冷蔵庫，テレビ等の効率（※）	100	139
⑥計測・制御システムの普及	HEMS，スマートメータ，省エネナビ等の導入率	−	80%
⑦太陽光発電の設置		33万世帯	1,000万世帯

※　2005年を100としたときのストック平均効率

図1　温室効果ガス25％削減目標達成のための家庭部門で必要な対策

削減のためには，家庭部門も含め，それぞれがどれだけの削減量を積み上げていく必要があるのか？その精緻な試算が震災前に行われていた。

各部門別の排出量を縦積みした棒グラフを見る。2020年に25％削減するためには，家庭部門（緑色）では，95百万トンの削減が必要となっている。そして，削減量95百万トンの内訳が右側にある。そのなかで最も大きな影響を与えるのは「電力排出係数の低減」（これは原発稼働率が大きくかかわるものである）であるが，貢献量が最も小さいのは，一番上（ピンク色）の「①住宅の断熱性能向上」である。その他の区分として②空調，③給湯，④照明，⑤家電・・・とあるが，「住宅の断熱性能向上」の貢献量はそれらよりも格段に低い。

新築住宅の断熱性能は一定に向上し（既存住宅の性能は低いが），さまざまな設備を使用するライフスタイルが当たり前になった今，温室効果ガスの削減，CO_2削減のためには，もはや住宅の断熱性能向上だけでは不十分であり，家庭で使われる設備機器（太陽光発電などの創エネ機器も含む）もセットにして住宅の省エネ性能を評価しなければいけなくなる。住宅供給に携わる方は，「25％目標がどうなるか」はともかく，このことはしっかり認識しておく必要がある。

２　でも躯体の断熱・日射遮蔽性能も・・・

「一次エネルギー消費量」による評価では，設備の省エネ化が大きく貢献する。省エネ型給湯器（エコキュート，エコジョーズなど），お湯の消費量を抑えるための節湯機能付き水栓，照明には白熱電球を用いない等々。さらに，太陽光発電や燃料電池（エネファーム：お湯をつくるとともに発電する）もエネルギー消費量削減に貢献する。

そうすると，設備の省エネをものすごく頑張ったら，躯体（壁，天井など）の断熱性能は劣っていても「エネルギー消費量」基準に適合する住宅も実現できてしまう。極端に言えば，太陽光発電システムを屋根全面に載せているが，外壁には断熱材は入っていない・・・という住宅である。

今般の省エネ基準改正では，「一次エネルギー消費量」基準を新たに位置付けつつ，これまで規定していた躯体の断熱性能と，夏期の冷房負荷軽減のための日射遮蔽性能確保のための基準も残している。ただし，これまで慣れ親しんできた熱損失係数（Q値（キューチ））ではなく，「外皮平均熱貫流率」という新たな指標に変わっている。夏期の負荷対策の指標は「平均日射熱取得率」である。いずれもこれまでの熱損失係数のように床面積を基に計算を行うものではなく，熱の移動が発生する外皮（外気に接する壁，屋根等）の表面積をもとに計算を行う。

これまでは，熱損失係数基準のほかに，「みなし仕様基準」で基準適合性を確認することもできた。天井，外壁にどんな断熱材を何ミリ施工するか？窓はどんな種類のものを用いるか？で基準への○×が判断できたが，改正基準では「みなし仕様基準」は用意されていない。一戸一戸，個別に計算を行うことが必要となった。まさしく“「仕様」から「性能」へ”である。

３　「次世代省エネ基準」は変わるのか？

改正される前の住宅・建築物の省エネ基準の全体体系と，それに関係する各種施策を整理したものが**図3**である。今般，改正されるのは図の上半分のピンク色で示している告示2つである。

住宅の省エネ基準が変わった・・・・となると住宅品質確保法に基づく住宅性能表示制度における「省エネルギー対策等級」も変わったの？という疑問がわく。なぜなら，**図3**に示すように，住宅性能表示は省エネ法に基づく省エネ基準（告示）を「引用」してきた。そして，「省エネルギー対策等級4」基準は長期優良住宅やフラット35Sの技術基準としても活用されている。

従って，省エネ基準が改正されたら「自動的」に性能表示制度の基準も変わり，長期優良住宅もフラット35Sも変わるのか？となるが，実際にはそうなっていない。

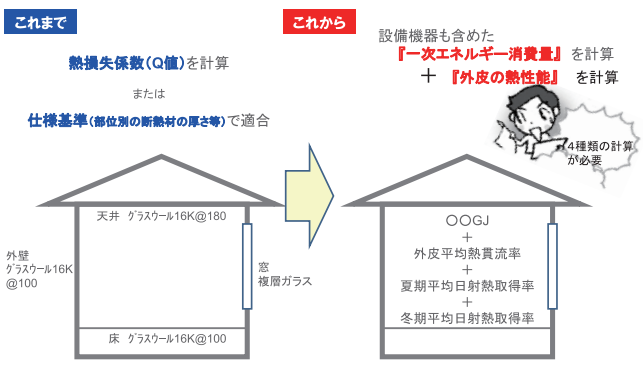


図2　仕様基準から性能基準へ・・・

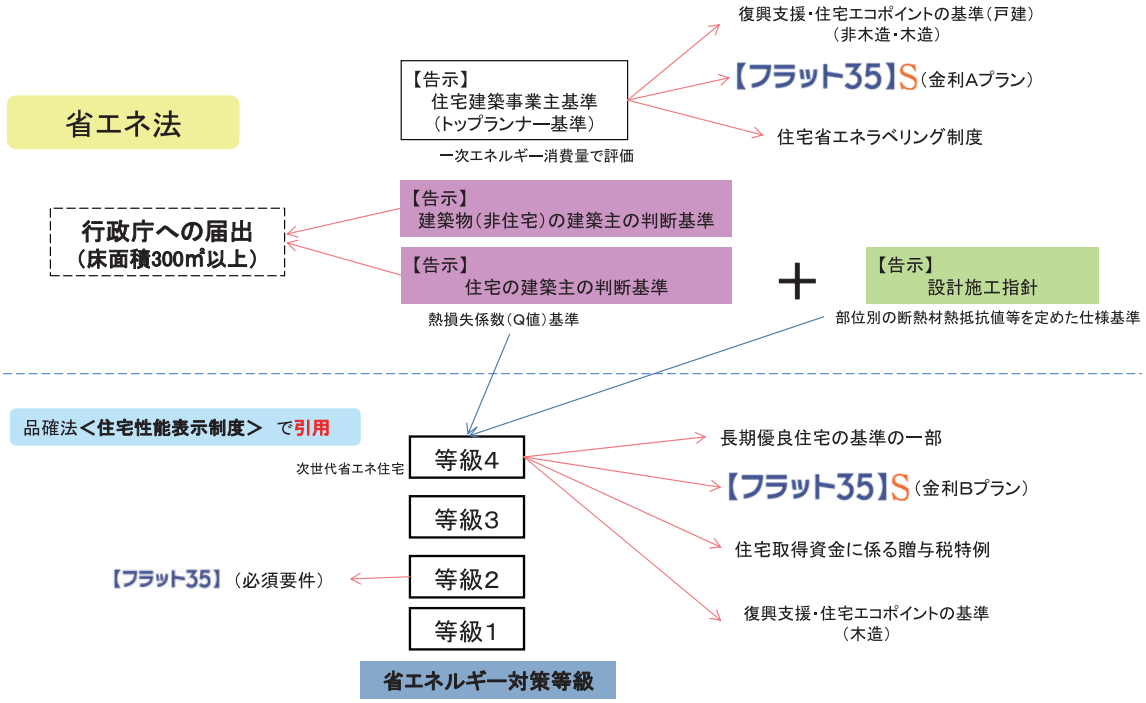


図3　これまでの住宅の省エネ基準　体系図　（省エネ基準改正前・認定低炭素建築物開始前）

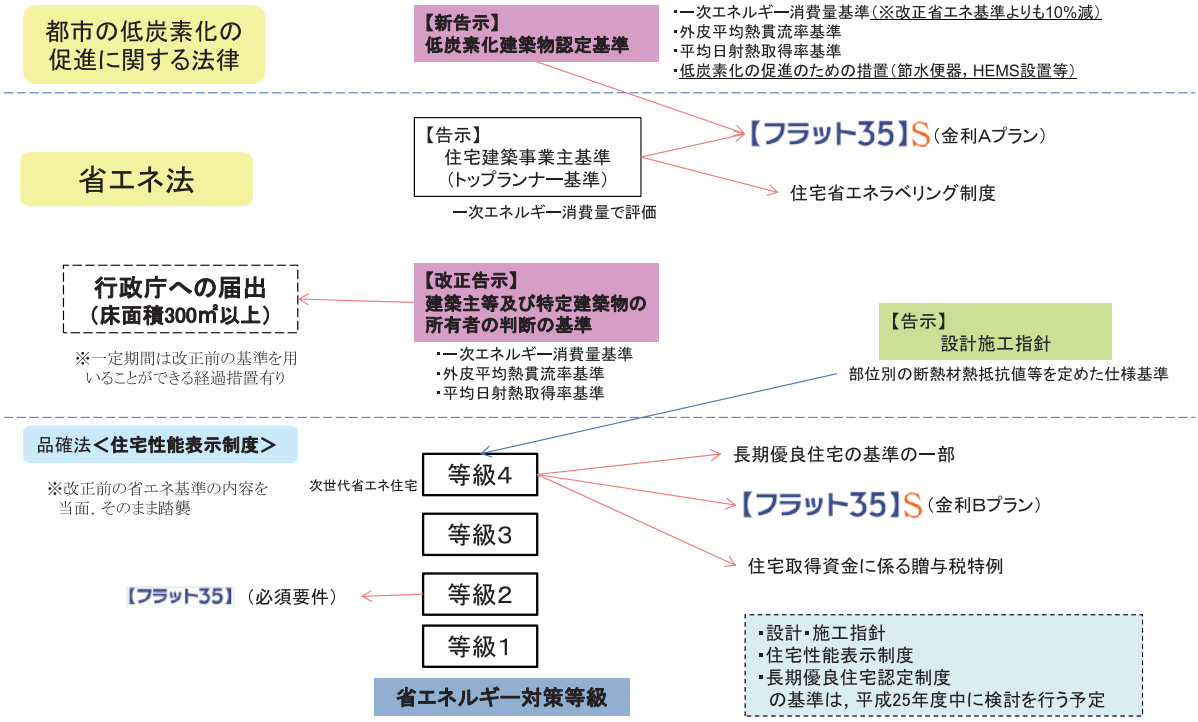


図4　変更後の住宅の省エネ基準　新体系図　（省エネ基準改正後・認定低炭素建築物開始後）

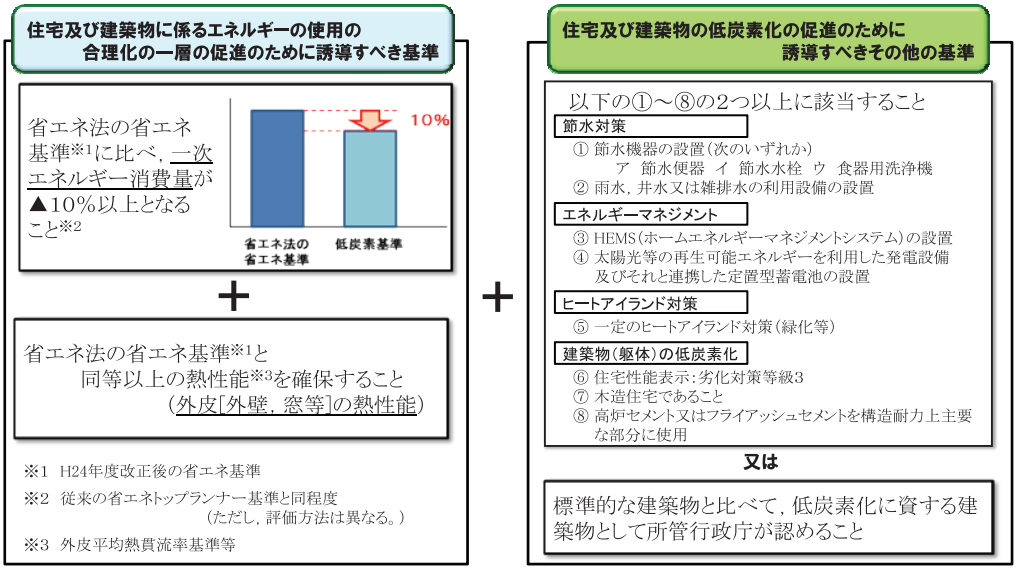


図5　認定低炭素住宅の技術基準の概要

今般の省エネ基準の改正はまさしく「大改正」である。要求レベルは変わっていないものの，その評価方法・手順は全く新しいものである。精緻な「一次エネルギー消費量」基準が定められただけでなく，熱損失係数基準がなくなり，外皮平均熱貫流率基準が新設された。当然ながら計算用ツールは用意されるが，これまで「東京の木造住宅の壁であれば，グラスウール16K品を100㎜施工すればいいんだよね」とやってきたビルダー・工務店にとってはハードル感は大きい。これらの高度な「性能基準」を設計者・事業者が的確に，間違いなく使いこなすためには相当な時間が必要であろう。

引用元の省エネ基準は改正されても（改正後の全体体系は**図4**のとおり），住宅性能表示基準，長期優良住宅，フラット35Sの基準については昨年12月の段階では「改正無し」である。今後，どうするかについて国土交通省は「設計･施工指針，住宅性能表示，長期優良住宅の基準は，平成25年度中に検討を行う予定」と説明している。

つまり，少なくとも現段階では，これまでの性能表示制度･フラット35で活用していた技術基準が直ちに「消滅する」，「変わる」わけではないことに注意していただきたい。改正される省エネ基準が直接的に活用されるのは，図に示すように省エネ法に基づく届出制度（床面積300㎡以上の建築物は新築時に所管行政庁への省エネルギー措置の届出が義務付けられている）である。なお，届出制度においても，一定期間は経過措置として旧基準も適用可能となる見込みである。

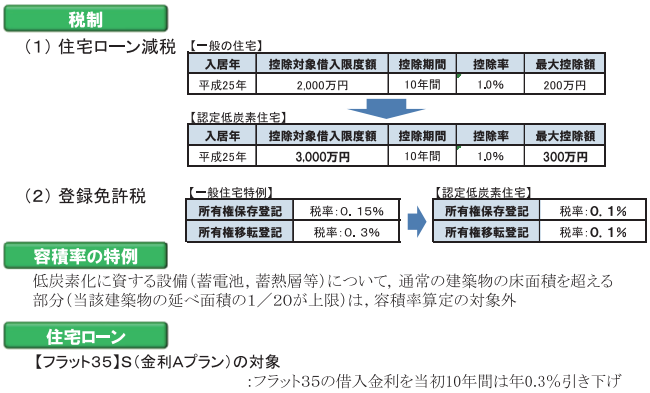


図6　認定低炭素住宅の税制優遇等

4　12月スタート！低炭素建築物・住宅認定制度

改正される省エネ基準は省エネ法に基づく届出制度で用いられるが，この新たな省エネ基準の考え方（一次エネルギー消費量で評価する）を活用した「低炭素建築物・住宅認定制度」が昨年12月から開始された。認定基準の概要（住宅）と優遇内容は，**図5・図6**のとおりである。「一次エネルギー消費量」については，改正後の「省エネ基準」レベルからさらに1割削減できる住宅であること，「低炭素に資する工夫」についても満たす必要があることが主なポイントである。

なお，住宅ローン減税の控除額拡大やフラット35での金利引下げなどのメリットは，現在，木造工務店も含めて普及が進んできた「長期優良住宅」とほぼ同じである。長期優良

住宅と低炭素住宅両方の認定を取得した住宅であってもメリットを重複して（2倍になって）受けることはできない。

住宅取得者の経済的メリットだけを考えると，長期優良住宅も低炭素住宅もほとんど変わらないので，既に長期優良住宅を「標準化」しているハウスメーカー・工務店が大急ぎで低炭素住宅の認定取得に向けて動くことはないかもしれない。しかしながら，「エコ」を他社との差別化要素としている事業者，長期優良住宅の耐震等級2取得を苦手に感じている工務店などは，さっそく，低炭素住宅の「標準化」に取り組むことも考えられる。

5　数値をいかに“伝える”か？

「仕様から性能へ・・・」，「建築物の省エネ性評価は，一次エネルギー消費量で・・・」という流れは，設計の自由度が高まるので設計者にとっては，上手に活用すれば利点は大きい。“画一的な仕様基準に縛られることはなくなるので大歓迎！”という人もいる。

ただし，数値を追い求める一方で忘れてはいけないことがある。最終的なユーザーにその性能値の意味をどう伝えるのか？

住宅の省エネの分野では，フラット35S，住宅エコポイント制度の効果によって「省エネ等級4」（次世代省エネ基準）適合住宅が一般化しつつあるが，最終的なユーザーである施主は，そもそも「等級4」の意味を正しく理解をしているのだろうか？「えっ，性能が一番良いのが等級1じゃないの？」と誤解してしまう人もいる。

“住宅は一生に一度の買い物”といわれるように，ユーザーにとっては聞くこと・見ること全て初めてのことだらけであり，住宅供給者側にとっては「当たり前」の基準・性能・数値も，丁寧に説明する必要がある。ましてや「お客様の住宅の年間一次エネルギー消費量は○○ GJ ですよ」と言われても・・・である。

「一次エネルギー消費量」の計算時に活用する「算定用WEB プログラム」では，暖房・冷房・給湯・換気・照明ごとのエネルギー消費量の計算結果が PDF ファイルとして出力されるが，その結果を何の説明もなく，そのまま施主に渡してしまっていいか？

「一次エネルギー消費量」計算は，評価対象住宅を，ある前提条件を基にした“まな板”に載せて行っている。従って，計算結果は，住宅のポテンシャルを表すものであることには違いないが，実際には何人家族なのか？共働きか？暖房・冷房を我慢してしまう人か？などでエネルギー消費量は大きく変わる。

そのため，施主に「○○ギガジュール」という結果だけを伝えると，あとから「エネルギー消費量が全く違うではないか（怒）！」となるリスクがある。計算結果とともに，計算にあたってのいろんな前提条件を併せて丁寧に伝える必要がある。「数字だけの一人歩き」をさせてはいけない。

6　現場を踏まえた数値の追求の大切さ

“「仕様」から「性能」へ”によって，「計算」の世界が広がるということは，性能・物性値で競争をしている建材メーカーにとってはありがたいことかも知れない。「一次エネルギー消費量」計算には必ず数値が必要になる。断熱材について言えば，“厚さ”だけではなく「熱伝導率」もしくは「熱抵抗値」が必要になる。

ただし，断熱材メーカーやサッシメーカーにとっては，商品の PR について工夫が必要になってくる。地域区分･部位･工法別の仕様基準がまだ残っている現段階では，断熱材などについて「断熱地域区分Ⅳ地域　等級4外壁基準対応品」とカタログに記載することができる。しかし，仕様基準がなくなってしまったら，「この商品はⅣ地域の木造で使えますよ」という訴求ができない。そのため，競争力を高めるためには，断熱材なら熱伝導率を0.001でも低く，サッシなら熱貫流率を0.001でも低く・・・・そうすれば必ず自社製品を選んでもらえるはずだ・・・・この方向性自体は決して間違っていない。

しかし，住宅･建築は「工業製品」ではなく，依然として「一品生産品」の世界である。建材は最終的には建設現場で職人の手で用いられ，また，その後，数十年の長期間にわたって使用される。「年間一次エネルギー消費量○○ GJ」という基準値はあるが，そもそも住まい方によって大きく変わる。つまり，施工品質と住まい方で，実際に実現できる数値にある程度のブレが生じる大前提のなかで，建材レベルの0.001を追求することの意義を施工者・消費者側にどのように説明できるだろうか。

住宅がそれぞれの建設現場における「一品生産品」であることを踏まえると，設計者は計算による「限界設計（リミット

デザイン)」をむやみに追求するのではなく，まずは現場の施工・生産性も考えた「仕様設計」から入るべきではないか。

木造住宅の柱には105㎜角が使われることが多い。それなら，その寸法におさまる断熱材を，コストや現場での施工性も考えて選択すればいい。基準に適合するギリギリのレベルまで，1㎜でも断熱材を少しでも薄くしておこう・・・などと考える設計者はいるだろうか。例えば，一次エネルギー消費量の基準値が60GJ，設計した住宅を計算すると58GJであった場合に，あと2GJ分の余裕があるので，「ある一部分だけでも断熱材の種類を変えよう」，「サッシ2枚だけは断熱サッシ以外でもいいかも？」といった検討を行う「限界設計」は行うべき作業だろうか（当然，余裕が過大であれば，設計仕様を見直し，コストダウンを図ることは必要であろうが）。

現場で施工する職人の立場からすれば，部分的に断熱材やサッシの種類が違うなんてことは，面倒だし，施工間違いのもとである。現場で用いる材料の種類はできるだけシンプルな方が良い。また，限界設計をしてしまうと，工事中または竣工後に設計図面との不整合が確認された時点で「即基準不適合」となってしまう。仕様からおさえて余裕を持った設計・施工を行っておけば，お勧めできる話ではないが少々の“施工精度の荒さ”も吸収できる。

また，竣工後に実際に入居した施主に対して「この部屋のサッシはシングルガラスです。でも一次エネルギー消費量という数値基準には適合していますから・・・」といった説明を理解してもらえるだろうか？

性能規定・数値基準になったので，ひたすら数値を追い求める・・・・それも大切であることに間違いはないが，設計者の手間，現場での施工性・使い勝手・効率性や全体のバランス（設計コスト・現場コスト）をも踏まえた意義のある価値向上がこれからの建材には求められる。住宅建材に必要なものは，省エネ性能だけではない。材料によっては，耐久性・耐震性・バリアフリー性，そして設計・施工の容易性や接続する他の部材との相性も重視されるべきである。

今般，住宅金融支援機構では，従来から多くの方にご活用いただいている「木造住宅工事仕様書」の記載内容を改訂し，平成24年10月から販売を開始した（販売元：井上書院　解説付き1冊1,500円）。非常に多くの方にご購入いただき，また，全国主要都市で開催した事業者向け説明会は，受講料が有料であるにもかかわらず全て定員を超える受講申し込みをいただいた。現場の実務者の立場からすれば，「現場での仕様はどうなるの？」も大切なのである。

おわりに

パナソニックやシャープのTV事業の業績が急激に下がり，赤字幅の拡大が大きな話題となった。薄型液晶テレビの技術は陳腐化，いわば“コモディティ化”したために，「わずかな付加価値向上には，＋αの代金を払ってくれない市場」になってしまった。おそらく技術者・開発者は，それまでの技術の延長線上で「もっと高性能に！」とまじめに開発を進めておられたのであろう。しかし，そのさらなる価値向上は市場に認めてもらえずに，韓国のサムスン社をはじめとする海外企業との価格競争に負けたとも評されている。

建材のなかでも性能の高い断熱材，断熱サッシは，メーカー・開発者の努力によって，その性能や品質安定性は相当な成熟期に達し，結果的に“コモディティ”の段階になったのではないか。

“コモディティ化”そのものは，広範なユーザーがハードル感なく，その技術を活用でき，消費者側にとっては喜ばしい。しかし，メーカー，開発者にとっては，「仕様から性能へ」という流れが強まった今こそ，数値アップだけの単純な競争ではなく，設計・施工者の実務・現場側から見た付加価値による差別化を狙う必要があるのではないか。

（本稿は原稿執筆時点（平成24年12月25日）での情報を基に作成したものである。）

プロフィール

河田　崇（かわだ・たかし）

（独）住宅金融支援機構

CS推進部 住宅技術情報室長

昭和62年大阪大学工学部環境工学科卒業後，住宅金融公庫入庫。その後，公庫金沢支所，大阪支店，名古屋支店，国土交通省住宅局住宅生産課，本店技術開発課等に在籍。本店技術開発課では，省エネ住宅にかかわる工事仕様書の改訂業務や消費者向けの出版物制作に従事。建築基準適合判定資格者，マンション管理士

特　集

住宅における環境性能・省エネルギー技術の展望

東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 准教授
前　真之

1. はじめに

先の震災以降にエネルギー供給側の不安定さが大きくなる中，従来のように原子力発電に代表される供給側の省エネ・省 CO_2 は困難になりつつある。本稿では建築物の中でも主に住宅について，昨今の制度面の変革について言及した上で，今後の設備や建材のあり方について記述する。筆者の浅学の範囲なので，分野に偏りがあることはあらかじめご容赦願いたい。

2. 低炭素認定と省エネ基準改正

「低炭素住宅・建築物の認定に係る基準（以下，低炭素認定）」の詳細が，2012年12月04日に公開された。それに続いて「省エネルギー基準の改正（以下，改正省エネ基準）」も，2013年4月に予定されている。今回の両者の大きな特徴は，次の2つである。

①暖房・冷房・換気・照明・給湯といった全用途の1次エネルギーの合計値により，建築物の省エネ性能を評価する。
②1次エネルギーの算出では，躯体性能の向上・設備機器の高効率化・太陽光発電などの創エネ設備の3要素を評価する。

改正省エネ基準の方は2020年度までに，規模に応じて順次「義務化」されることになっている。つまり構造と同様に，省エネ性能が担保されていない場合には確認申請を通ることができなくなる。計算された1次エネルギーが，地域ごと・規模ごとに定められた「基準値」を下回ることが求められている。この基準値は，等級4程度の断熱の住戸に標準的な設備を導入した場合とされている。

一方の低炭素認定は，省エネ基準よりも高い省エネ性能を有する住宅について，減税措置を受けることができる。つまり，改正省エネ基準は最低限レベル，低炭素認定は誘導レベルという位置づけになる。低炭素住宅として認定されるためには，省エネ基準の1次エネルギー基準値からさらに10%の削減を行うとともに，「節水措置」・「エネルギーマネージメント」・「ヒートアイランド」・「建築物（躯体）の低炭素化」の4要素の中から2つの処置を実施する必要がある。

図1　低炭素認定・改正省エネ基準の判定プログラム
本プログラムで全用途合計の1次エネを計算する

今回の低炭素認定・改正省エネ基準の考え方は，2009年度に始まった「住宅建築事業主の判断基準（以下，事業主基準）」のものを引き継いでいる。事業主基準は限られた建売事業者を対象としたものであったが，今後は同様の考え方が全ての住宅に適応されることになる。

3. 建物外皮性能の扱い

暖房時に建物から屋外に逃げる熱を減らし，夏には日射熱の侵入を防止する断熱・気密の確保は，暖冷房の熱負荷・消費エネルギー低減のみならず，室内の温熱環境向上に不可欠

な要素である。今までの住宅の省エネ基準は，この断熱・気密性能の規定をもっぱら扱ってきた経緯がある。

よく知られているように，住宅の断熱基準は1980年の旧基準(品確法における等級2)から始まり，1992年の新基準(等級3)と1999年の次世代基準(等級4)に改正を受けている。建物の熱の逃げやすさは熱損失係数Q値で表現され，地域ごとに達成すべき基準値は2度の改正で底上げされ，温暖なⅣ地域であればQ値2.7程度となっている。

今回の低炭素認定・改正省エネ基準では，前述のように全用途合計の一次エネルギー評価に変更されることとなった。そのため，高効率設備や創エネ設備などと同等の対策の一つに変更となっており，従来のような唯一の対策ではなくなっている。

極論すれば，断熱性能が非常に貧弱であっても，巨大な太陽光発電を載せれば十分にクリアすることが可能である。一方でこうした外皮性能軽視への懸念は低炭素認定や改正省エネ基準の審議においても特に議論された点であり，等級4の断熱は義務ではないが強く推奨されることとなった。

断熱に関する議論は2つの正反対の方向に分裂している。一つは断熱・気密性能を大幅に向上させて，省エネおよび温熱環境の改善を徹底させる方向である。Q値でいけば温暖地でも2を切るレベルが当然とされ，1.5や1といったより高い性能さえも上回る高断熱住宅も続々と登場してきている。Q値が1前後まで改善すると，内部発熱や取得日射だけで実質的に無暖房が達成できる。当然ながら従来の充填断熱では到底足りず外張りとの併用で対応する必要があり，建設コストは高くなる。

現状のエネルギー価格下では断熱のコストアップ分を完全に吸収することは一般に困難であるが，今後のエネルギー価格変動リスクをヘッジでき，なにより温熱環境が大幅に改善される点が評価される。こうしたグループからすると，低炭素認定や改正省エネ基準が全用途一次エネ評価となることは，高効率設備や創エネ設備にばかり注目があつまり外皮性能が軽視されかねないという懸念が強い。強く推奨されている断熱性能も等級4程度では全く不十分であり，より高い断熱性能の基準化を求める声が大きい。

その対局にあるのが伝統木造に代表される，断熱性能の確保に消極的な流れである。従来の土壁，特に室内側にも室外側にも柱・梁を露出させる「真壁造り」では壁厚が薄くなるために断熱材厚さの確保が困難であり，一般に30㎜程度が限度とされる。これでは等級3程度の確保がせいぜいであり，省エネ基準において高い断熱性能が義務化されることには絶対反対ということになる。当然ながら伝統や文化の保存は重要な課題であるが，居住環境改善や省エネとの折り合いが模索されている。

4. 高性能断熱材への期待

いずれにしろ断熱性能の向上自体は規定路線である。いずれの立場においても求める断熱性能を，よりコンパクトで低コストに達成でき高い信頼性をもつ断熱材が強く求められることは間違いない。超高断熱を訴求する人たちにとっても分厚すぎる壁はプランの制約になるし，伝統木造に関わる人達の中でも真壁の良さを守りながら新しく求められる性能に対応する努力が見られる。もちろん既築の改修も大きな課題であり，現状のスペースを圧迫せず施工性が高い工法の開発も求められるだろう。

建築の外を見ても断熱材の開発は活発であり，真空断熱材やエアロゲルといった「超」断熱技術が登場してきている。建築断熱の分野は筆者のような門外漢には簡単に議論できない難しさがあるが，こうしたニーズが高性能断熱材の開発への刺激になることを期待する。

5. 日射遮蔽

外皮の断熱性能向上は主に冬の暖房負荷低減に有効であるが，夏期の冷房負荷低減の主役は日射遮蔽の徹底にある。現在の住宅では建築面積の制約などから庇を設けない場合が多くみられるが，雨仕舞いの面からもマイナスであるし，なにより夏の日射をそのまま侵入させるのが望ましくない。

しかしだからといって，かつての日本家屋のように長大な庇を設けるというもの一概に良しとはいえない。夏には日射遮蔽ができて好都合であろうが，冬にも日射が遮られてしまいマイナスになるからである。冬は太陽高度が低いので問題ないという考えもあろうが冬至の時期ならいざ知らず，2月・3月ともなると太陽高度はそれなりに高いので過大な庇による遮蔽は無視できない。開口部では夏には日射を遮蔽・冬には日射を取得するという切り替えが本来は望ましいのであり，庇などの固定的な措置に頼りすぎず，窓面で可変な部材により制御することが期待される。

ただここで問題になるのが，そうした適当な窓の日射制御部材が少ないということである。内ブラインドは室内に熱を取り入れてしまうので遮蔽効果には限界がある。日射遮蔽には外ブラインドが最も効果的だが日射が強烈で台風対策も必要な日本ではコストが高く，結局はスダレやヨシズがベストという結論になりかねない。日射制御部材は日射熱だけでなく風通しや光環境，もちろん外観まで大きな影響を及ぼす。求められるさまざまな要素を高次元に統合した日射遮蔽部材の登場が期待される。

図2　大学屋上　回転実験棟における日射遮蔽実験の様子
さまざまな要素をクリアした日射遮蔽部材の開発は大きな課題

6. ガラス

ガラスについては一般に，冬期に室内の熱を逃さず，夏場には太陽の日射を減衰させる性能が求められる。前者については放射による熱損失を低減させたLow-e（低放射の意味）が広く知られているが，これはガラス面に金属のコーティングを施したものである。このコーティングの位置を変更することで，夏の日射を低減させることが可能である。この「遮熱型」も現在ポピュラーであり，特に夕日が厳しい西面の窓などに用いられている。

ただし筆者は太陽熱ダイレクトゲインによる無暖房住宅を研究していることもあって，必ずしも日射を遮蔽すればよいとは考えていない。前述の通り，冬であればできるだけ太陽熱を取り入れた方が得である。現在では，日射取得率を向上させたタイプのLow-eも登場してきており，特に冬に日射取得が見込める南面では積極的な採用が望まれる。ただし夏向けに，日射遮蔽の措置を忘れてはならないのは当然である。ガラスは金属コーティングの種類や位置によって性質が大幅に変わる興味深い特性を持っており，その選択は方位ごとに慎重に行うことが望ましい。

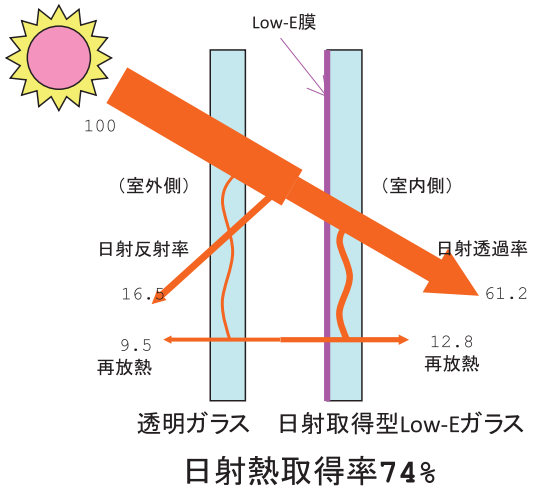


図3　日射熱取得型Low-eは太陽熱の積極的な取得に有効
（日本板硝子の製品の場合）

7. 蓄熱

日射熱利用による暖房熱負荷の低減を突き詰めていくと，蓄熱量の確保が課題となる。当然ながら太陽熱は日中にしか得られないため，家族が多く在室する夕方から夜に十分な室温を確保するためには，昼の日射熱を夕夜にシフトさせる蓄熱が不可欠になる。

ただし，蓄熱は魔法ではない。基本はあくまで「日射取得熱量」と「建物からの熱損失」のバランスであり，この「収支バランス」が成り立っていない限り蓄熱量だけを増やしても無暖房住宅は実現しないのである。「日射取得熱量」が「建物からの熱損失」に比べて十分に大きい場合に，初めて蓄熱量の増大が課題になるのである。

本来であれば，コンクリート造を外断熱すれば大きな熱容量を容易に得ることができるのであるが，建設時CO_2を考えるとコンクリートの大量消費は肯定できない。自然と木造が望ましいことになるが，木の熱容量はごく小さいので別に熱容量の確保が求められる。

従来はタイルや石を床に貼る方式が多く見られたが，足腰への衝撃の問題があるし，熱伝導率が高い素材なので接触す

ると冷たさを感じてしまう。最近では土壁を用いるケースも見られ，自然素材であることや地域職能の維持ということでも大変望ましい。ただし十分な熱容量の確保にはかなり大量の土を入れる必要があり，間仕切り壁が少ない場合には壁面積の確保が容易ではなく構造にも負担となる。

近年では，ある温度帯で融解・凝固を起こすことでより多くの蓄放熱が可能である潜熱蓄熱体も関心を集めている。蓄熱体の量を大幅に削減することが可能であり，融解・凝固の範囲での室温安定効果が期待できることから室温安定にも寄与が期待できる。ただし壁体への封入方法がまだ確立しておらず，実用化には課題が多い。今後の開発進展が期待される。

図4　潜熱蓄熱体封入壁部材の例（アメリカ デュポン社）
日本でも石膏ボードや床仕上げ材の開発が進められている

8. バイオマス暖房

太陽熱による暖房負荷低減は望ましい方法であるが，冬に日射が限られる地域では効果が望めない。そうした地域では，今後も燃焼熱による暖房は一定程度維持されていくと思われる。その場合に省エネや省 CO_2 の観点から注目されているのが，薪や木質ペレットといったバイオマス利用である。ただし素朴な技術に見える薪ストーブは，給排気や室内加熱を自然対流と放射に頼っているため，その設計や運用は従来のガスや石油ストーブよりもはるかに知識が必要である。不適切な設計による煙道火災や排気逆流の懸念もあることから，暖房性能の担保のみならず安全性の確保のためにも制度の整備が求められる。

9. 熱交換換気

寒冷地においては換気による外気取り入れに伴う熱ロスが大きな割合を占めることから，吸排気の間で熱回収を行う熱交換換気が有効となる。一方で，寒冷地においては熱交換素子の氷結などによる過去のトラブル事例のためか，必ずしもイメージが良くない。機器自体の改善は進んでいるものの，熱交換換気が本来必要な寒冷地への普及は必ずしも進んでいないのが現状である。また日本工業規格（JIS）においても顕熱・潜熱を交換する全熱交換方式だけが規定されており，輸入品に多い顕熱交換方式は扱われていない。外皮性能の向上に伴い換気による熱ロスの低減も求められることから，熱交換換気装置の評価方法の構築と効果のさらなる周知が求められる。

10. 高効率給湯機

温暖地においては，最大のエネルギー消費用途は給湯である。筆者の専門は給湯ということもあるので，若干多目に紙面を割かせていただきたい。

給湯の省エネといえば，まず高効率給湯機の導入が思いつく。2000年の潜熱回収型ガス給湯器と2001年のヒートポンプ電気給湯機の登場により，一気に活気づいた分野である。現在でも機器メーカーやエネルギー事業者がしのぎを削る分野であるが，イニシャル・ランニングコストや省エネ効果などはそれぞれ一長一短。イメージに惑わされずに，冷静な選択が求められる。

いずれにしろ，潜熱回収を行わない従来型のガス・石油給湯機や，電気をヒーターで生焚きしてしまう電気温水器などは今後採用する理由がなくなってきている。ごく近い将来に，高効率給湯機が標準になるであろう。

11. 節湯型水栓

事業主基準および低炭素認定においては，被験者実験により効果が確かめられた水栓について，「節湯A」·「節湯B」·「節湯C」の3種類を認定している。

- 節湯A：　容易な止水→給湯時間の短縮
- 節湯B：　小流量吐水→流量の削減
- 節湯C：　水優先吐水→不要な給湯消費の抑制

このうち，低炭素認定では節湯A/Cが採用されている。節湯Bについてはより厳密な物理量の計測による節湯性能確保のため，ベターリビング「住宅用給湯システムの更なるエネルギー効率向上に関する研究」委員会において追加検証が現在行われている。アメリカのWaterSense基準などを参

考にしたシャワーヘッドの物理量計測，および被験者実験による最適流量および満足度の把握に基づき，新しい評価方法が開発される予定となっている。

図5　シャワー被験者実験ブース　一度に4つのシャワーを試験でき，全12種類のシャワーを評価中である

12. ヘッダー方式の給湯配管

給湯機と水栓の間をつなぐ「給湯配管」で失われる熱ロスは給湯全体の10 ～ 20% を占めるとされており，対策が不可欠である。配管での熱ロス低減には，配管を「短く」，「細く」することが最も効果的である。給湯機直近のヘッダーで配管を水栓系統ごとに分岐させる「ヘッダー方式」を使えば，分岐後の配管を細くできるので中にたまる給湯量を削減でき熱ロスの低減につながる。水栓を開いてから給湯が届くまでの「湯待ち時間」の短縮にもつながるので，利便性も大きく向上する。

現状の事業主基準および低炭素認定においては，ヘッダー分岐後の配管経を13mm 以下とするという規定になっているが，洗面・台所は内径10mm でも十分とされている。現状では給湯用に認められていない8mm でも洗面・台所では十分であるとの意見もあることから，さらなる小口径配管システムの開発も一つの課題である。

13. 高断熱浴槽・節湯浴槽

一般的な浴槽は一杯200 リットル程度の湯を必要とし，湯はりには大量のエネルギーと水が必要となる。家族の入浴時間帯がバラバラであったり残り湯の沸かし直しをよく行う住戸では，高断熱浴槽が非常に効果的である。逆に，入浴のたびに新しく湯はりをして家族がまとまって入浴する場合には効果が小さい。

最近では，内部に段差やステップをつけて少ない湯量で入浴ができる「節湯浴槽」も登場してきている。浴槽入浴をしている限りは大きな節湯効果を発揮するので，独特の形状が許容できる場合には積極的に採用を検討することが推奨される。

14. 浴室・脱衣室の熱環境改善

先に節湯は「時間の短縮」，「流量の削減」が必要であると述べた。ただし，そのためにはただ水栓だけを交換すればよいというものではない。特に裸体で給湯を利用する「入浴」では，浴室・脱衣室の温熱環境も非常に重要となる。

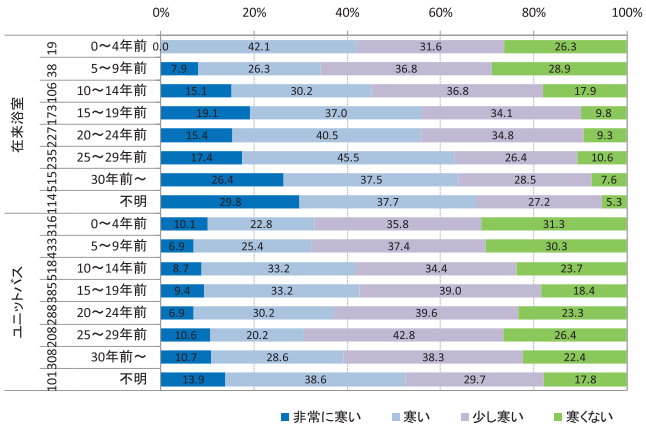


図6　浴室に寒さを感じる人の割合（BL調査）

築年数の古い従来浴室の住戸では「非常に寒い」と回答する人の割合が大きくなっている。実際に計測しても，浴室・脱衣室の温度が入浴前には5℃，入浴中も10 ～ 15℃程度と極端に低いケースが少なくない。裸体という最も熱的に弱い状態で滞在せざるを得ない浴室・脱衣室が，家の中で最も寒い空間になってしまっているのである。

浴室を寒いと答えた人は「シャワーを出しっぱなし」にしたり，「浴槽の湯温を熱め」にする傾向が見られる。これらはエネルギーや水の消費量増大につながるだけでなく，体温の極端な変動をもたらしヒートショック症状を起こすリスクを増大させる。

建物の高断熱・高気密化は，暖房だけでなく給湯の省エネにもつながる。古い戸建住宅をリフォームする際には，浴室・脱衣室の温熱環境確保を特に意識すべきである。

近年では，ユニットバスの壁体に断熱強化を行った「断熱

浴室」も登場してきている。建材産業協会の「浴室ユニット及び浴槽の省エネ性能基準に関する JIS 開発」委員会においては，浴室の断熱性能評価の基準化を進めており，建材試験センターにおいて試験を実施している。

15. 節水機器

ここまでは給湯の節約である「節湯」について記述してきた。一方で，低炭素認定においては実施すべき追加措置の中に「節水措置」を示しており，節水トイレ・節水水栓・食器洗浄機の設置，雨水や雑排水の利用を上げている。

加熱に多大なエネルギーを必要とする給湯と比較すると，給水に伴うエネルギー消費は「桁違い」に小さい。ただし渇水の多い地域や水道料金の割高な地域においては，メリットが大きいであろう。また世界では水不足に苦しむ地域は非常に多く，今後も水問題はさらなる深刻化が危惧される。日本の節水技術はトイレに代表されるように世界でもトップクラスであることから，今後は海外への積極進出により世界の水問題解決に貢献することが期待される。

16. DIY (Do It Yourself) への期待

ここまで雑多な機器の話をしてきたが，最後にまとめとして海外で盛んな DIY を取り上げたい。

アメリカやドイツの DIY ショップを訪れると，建材に関する品ぞろえの豊富さに圧倒される。断熱材や断熱サッシ・ブラインド，水栓や浴槽が所狭しと並べられており，しかもそれが驚くほど安価に値付けされている。自分の家は自分で修繕することが，非常にリーズナブルなのである。一般人が自宅用に断熱材を買い込み，店員が断熱材の保持材のアドバイスをするような情景を現地の DIY ショップでは普通に目にすることができる。当然，断熱を含めた建物性能について，一般人の理解はより深いものと推測される。

もちろん，台風や地震など自然の脅威が厳しい日本に海外の事情がそのまま適応できるわけではない。職人の労働コストが非常に高いという理由もあろう。ただ，やはり欧米において家に対する期待値が高いことは素直に受け止めるべきであろう。日々の生活の価値が，住宅を含めた建築の価値を決める。日々の生活の中で住宅の質について意識する土壌として，DIY が当たり前の社会はひとつの答えになりうるのではないだろうか。

図7　アメリカのDIYショップの様子　断熱材や断熱サッシがリーズナブルな値段で所狭しと並べられている

プロフィール

前　真之（まえ・まさゆき）

東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻　准教授

1975 年生まれ博士（工学）
'98 年東京大学工学部建築学科卒業
'03 年東京大学大学院工学系研究科建築学専攻　博士課程修了
同年日本学術振興会特別研究員，'04 年建築研究所研究員，東京大学寄付講座客員助教授を経て現職

学部生のころから住宅のエネルギー消費について一貫して研究。
自立循環住宅総プロや住宅省エネ基準では給湯・コジェネを担当し，使用実態調査や機器の試験・評価方法を構築。
エコハウスの全国調査を通して得た温熱環境やエネルギーの実体験により，設計時の「基本」が大切と痛感。無暖房・無給湯に向けたエコハウス設計法開発に取り組んでいる。

建築照明の省エネルギー技術

千葉工業大学 准教授
望月 悦子

1. はじめに

建物種別によって多少はあるが，建築の照明にかかる一次エネルギーは建物全体の10～30％を占めることが知られている[1]。人工照明を消灯・減灯することができれば，照明用エネルギーは簡単に減らすことができる。人工照明の削減は冷房負荷の削減にもつながるため，その効果は大きいと，多くの研究者が発信してきたものの[2]，照明の省エネルギーはまだ十分でない。これには，次に記すような理由が考えられる。

① 視環境の質を損ねてしまうのではないかという懸念から，設計がオーバー・スペックとなっている
② 室の使用形態と，照明方式が整合しておらず，システム本来の省エネルギー効果が発揮されていない
③ 長年習慣化してきた“照明は点いていて当たり前”という無意識の意識が，照明のこまめな制御を妨げている

奇しくも，東日本大震災に端を発する全国の電力供給力不足から，電気を使うわれわれ自身の意識に変化が起こりつつある。①と③の理由に関しては，建物設計者・利用者双方の意識の変化によって，その一部が解消されることを期待したい。

一方，②の理由に関しては，照明計画の工夫や照明器具・制御技術の革新と共に，それらに見合った適切な運用によって解決しなくてはならない。照明の省エネルギーを考える際には，時々刻々と変化する太陽に応じて，窓周りの装置，あるいは人工照明の制御を考えることになる。本稿では，オフィス執務室を対象として，自然光利用のためのブラインド制御ならびに人工照明の点灯・制御方式による照明の省エネルギー効果について考える。

2. オフィス照明環境の実態

表1は2007年に関東圏（東京都，埼玉県，千葉県）のオフィスビル441件を対象として，窓周辺の環境と天井照明の利用状況について調査した結果である[3]。回答が得られた77件のうち9割以上が天井照明を常時点灯しており，そのうち半数以上は，ブラインドなどの日よけ装置を必ず，あるいは，ほとんどの場合で使用していることがわかった。回答のあった物件のうち9件について実測調査を行った結果，ブラインドのような直射日光遮蔽装置だけでなく，書類や什器などによっても，窓面の半分以上がふさがれている場合が半数近くあり，窓からの採光の機会を逸していることもわかった。

表1　天井照明と日よけ装置の使用状況[3]

有効回答数77 (441件中17%)		天井照明の点灯頻度[%]				
		必ず	ほとんど	ときどき	全く	計
日よけ装置の使用頻度[%]	必ず	28.5	1.6	0.0	0.0	30.1
	ほとんど	31.8	3.2	0.0	0.0	35.0
	ときどき	17.4	0.0	0.0	0.0	17.4
	全く	14.3	1.6	0.0	1.6	17.5
	計	92.0	6.4	0.0	1.6	100

照明の省エネルギーのための最たる手法は，やはりなんといっても自然光利用である。2011年夏季に発令された電力使用制限令によって，各所で緊急に節電対策が実施されたことは記憶に新しいが，全国61件のオフィスビルを対象に照明の節電対策手法を調査したところ，26件（43%）が「自然光の積極的利用」と回答し，その具体的方法は全て「ブラインド・カーテン・スクリーンを積極的に開放する」というものであった[4]。「什器の位置や向きを変える」と回答した物件はなかった。

自然光の積極的利用は，新たに設備を導入せずとも取り組める照明の節電対策であるが，その実施割合は半分に満たなかった。自然光を積極的に利用しているオフィスと実施していないオフィスとで，窓面のまぶしさ評価を比較したとこ

ろ，**図1**に示すように，自然光を積極的に利用していたオフィスの執務者の方が，自然光を積極的に利用していなかったオフィスの執務者よりも，窓面にまぶしさを感じる割合が若干高かった。自然光を積極的に利用しなかった理由が，窓面のまぶしさによるのか否かは確かでないが，窓面のまぶしさ対策が不十分だと，窓は遮蔽され，自然光は有効に活用されなくなる。

3. 各種技術による照明の省エネルギー

照明消費電力量 Q [Wh] は，次の式 (1) で求められる。

$$Q = \frac{\iint_t \sum_i \{E_i(t) - E_{di}(t)\} S_i \, di \, dt}{\eta_i U_i M_i} \quad \text{式 (1)}$$

$E_i(t)$: 時刻 t におけるエリア i の設定照度 [lx]
$E_{di}(t)$: 時刻 t におけるエリア i の昼光照度 [lx]
η_i : エリア i に用いる光源の発光効率 [lm/W]
U_i : エリア i に用いる照明器具の照明率 [-]
M_i : エリア i に用いる照明器具の保守率 [-]
S_i : エリア i の面積 [㎡]

従来の照明計画は，室全体で均一，時間によらず終日一定，という考え方が主流であったが，今後は空間・時間とも不均一であることが許容されるような設計が求められる。

第2章で記したように，窓面のグレア（まぶしさ）によって，自然光利用の機会が損なわれている場合は多いが，直射日光が適切に制御されれば，窓面を全閉する必要はなく，昼光照度 $E_{di}(t)$ の確保だけでなく，ペリメータゾーンの温熱環境緩和による冷房負荷の削減も期待できる。

本章では，**図2**に示すような簡単な例（幅12m ×奥行5m ×高さ3m）を用いて，**図3**に示す制御フローに基づき，各種技術による照明の省エネルギー効果を考える。

3. 1　グレア評価に基づくブラインド制御による昼光利用の省エネルギー

室中央着席時（目線の高さ：床上1,200）の，窓面（幅1m × 高さ1m のポツ窓6面）による不快グレアの発生頻度を拡張アメダスによる東京標準年の気象データ[5]と不快グレア予測値 PGSV[6]で予測した結果を**図4**に示す。ここでは，窓面が南面と西面に設置された場合について検討し，背景輝度は

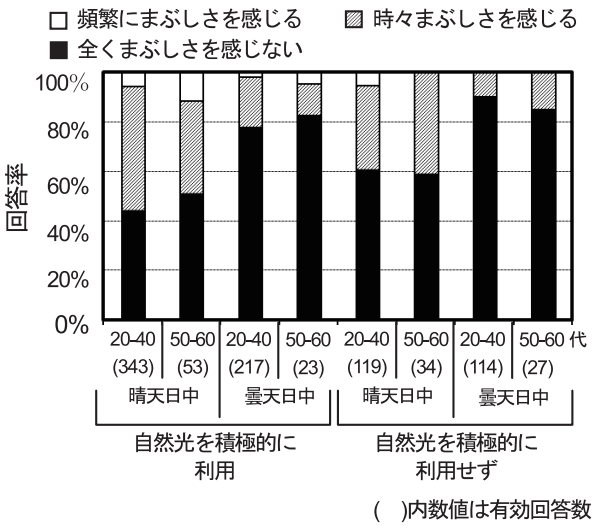


図1　自然光の積極的利用と窓面のまぶしさ評価

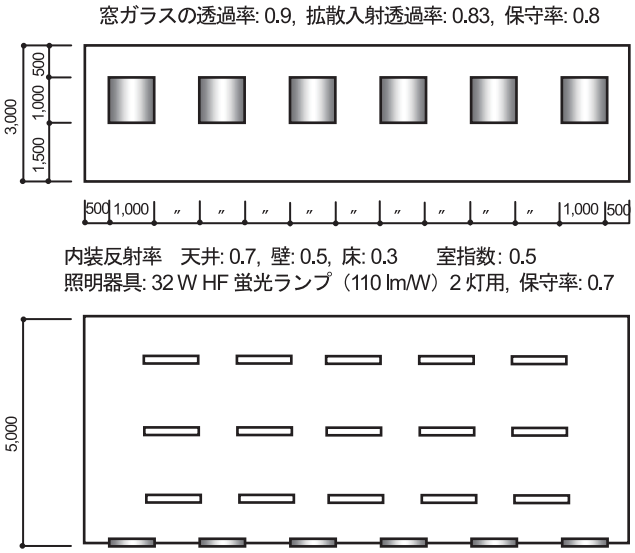


図2　検討対象建物の開口部条件と照明器具配置

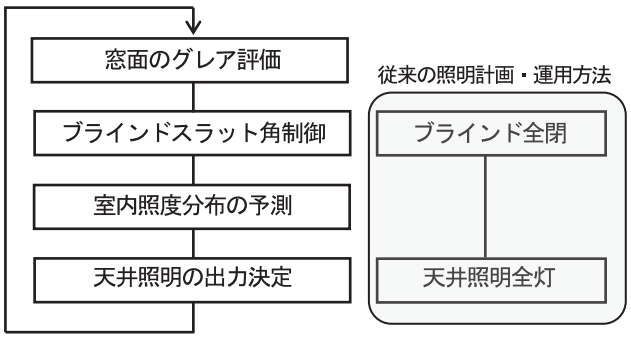


図3　省エネのためのブラインド・照明制御フロー

75cd/㎡とした。また，室中央机上面への直射日光の照射頻度についても併記した。

太陽高度が高くなる春分～秋分の間は，南側窓面から入射する直射日光が室中央の机上面に当たることはほとんどない。一方，西側窓面は，夕刻に年間を通じて机上面に直射日光が照射されることになる。机上面で作業を行う場合，書類等に直射日光が照射されると，光幕反射により視認性が損なわれかねないので，適切な対策が求められる。

では，直射日光の直接照射を回避するようにブラインド等を制御すれば十分かというと，決してそうではない。最近のオフィス作業は，パソコンモニターを用いる作業がほとんどであり，執務者の目線は鉛直面を向いていることが圧倒的に多い。この場合，窓面のグレアが問題となる。**図4**に示したとおり，机上面に直射日光が当たらなくても，窓面にグレアを感じる（PGSV ≧0.0）と推測される。実際には，窓面を常に直視する訳ではないので，執務者が不快グレアを感じる頻度はもっと低くなるが，ブラインド制御の判断基準にどのグレア感予測値を用いるかによって，執務者の快適性と省エネルギーのバランスは異なってくる。昼光照度の確保を重視するあまり，ブラインドを開放気味にすれば，グレアは解消されず，逆にグレアを懸念するあまりブラインドを遮蔽気味にすれば，窓からの景観の見えや開放感が損なわれる。

ブラインド制御の基本は，直射日光を遮蔽するようにあらかじめ計算された角度に，オフセット角（より安全側に制御するため余分に倒す角度，かぶせ角ともいわれる）を加えた角度にスラットを設定する。直射日光の遮蔽を基本とし，グレアを抑制した上で，可能な限り窓面からの景観を確保できるよう，オフセット角を小さく設定することが望ましい。ここでは，窓際1.5m より室奥の机上面に直射日光が照射されないようブラインド制御を行った場合に，窓面をブラインドで全閉した場合と比べ，照明消費電力がどの程度削減されるか試算した。ブラインドは**図5**に示すとおり，平面で一様拡散を仮定し，スラットに入射した昼光の反射は2回として検討した[7]。

図6に，室中央机上面における昼光照度の勤務時間中（8時～18時）の中央値と，設定照度500lx とした場合の必要補助人工照明照度の勤務時間中の平均値を月別に示す。オフセット角を大きくすると，昼光による省エネルギー効果がほとんどなくなるため，オフセット角は10°に留めた。

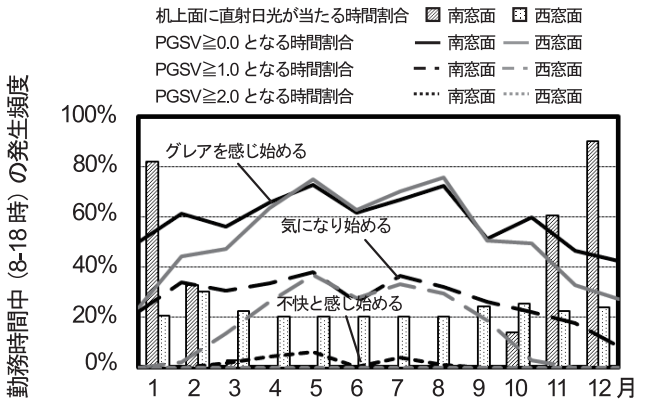


図4　検討対象建物の室中央地点における月別の不快グレア発生頻度

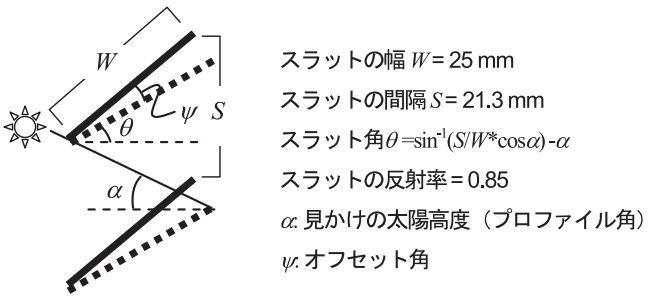


図5　検討に用いたブラインドのモデル

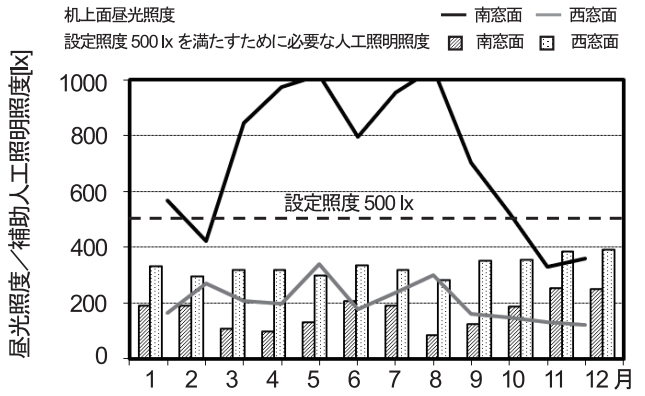


図6　室中央机上面における昼光照度と必要補助人工照明照度（設定照度500 lx, 8時～ 18時の月別中央値）

窓面を完全に遮蔽すれば，人工照明によって設定照度500lx 全てを賄う必要があるが，太陽位置に応じてブラインドのスラット角を適切に制御することで，室中央では勤務時間中の平均で，南窓面の場合100 ～ 200lx 程度，西窓面の場合300

～ 400lx 程度，人工照明を補えば十分であることがわかる。また，オフセット角が10°の場合，南窓面で不快グレア予測値 PGSV が2.0を超える時間が勤務時間中に5% 程度生じるが，西窓面では PGSV が2.0を超える時間はなくなった。

3. 2　照明の制御方式による省エネルギー

必要照度を確保するために人工照明を補助的に使用する場合，照明の点灯区分や制御方式によっても，省エネルギー効果は異なる。

図7に，天井照明全点灯時と比較した各種照明制御方式の消費電力量削減効果を示す。照明の点灯スイッチが部屋一括の場合，窓面からの距離に応じて点灯スイッチが三系統に区分されている場合，調光下限値40%，25%，5% の調光制御を合わせた5つの制御パターンについて検討した。さらに，調光下限値5% の調光制御で，光源の発光効率が150lm/W（2015年までの LED 照明器具効率の達成目標値）に向上した場合の照明消費電力削減効果も試算した。

照明の点灯スイッチが区分されていないと，昼光によって必要照度が確保されている個所にも照明が点灯されることになるが，窓面からの距離に応じて照明の点灯スイッチを区分することで，南窓面の場合は全点灯時と比較し約半分，西窓面では約7割に照明消費電力量を抑えることができる。さらに，過剰な照度設定を防ぐために，必要分だけ調光制御により照度を補えば，制御可能な下限値により効果は異なるが，年間の照明消費電力量を最大で90% 近くまで削減できることになる。

発光効率の向上が著しい LED だが，効率の面だけでなく，低出力時にも効率が落ちないこと，点灯 / 消灯の速度が極めて早いこと，点消灯の繰り返しによる劣化がほとんどないこと，光源面積が小さいため制御区分を細かく設定できることなどから，調光制御により適した光源であると言える。今回は，Hf 蛍光ランプを用いた調光制御を検討したが，光源を LED にすることで低出力時の省エネルギー効果はより顕著になる。

照明計画は照明器具の選定だけでなく，外部環境および室内の内装材，器具の保守等も合わせて考える必要がある。内装材，照明器具保守の効果については，本誌2012年5月号（Vol. 48, No. 5, pp. 2-7）をご参照いただければ幸いである。

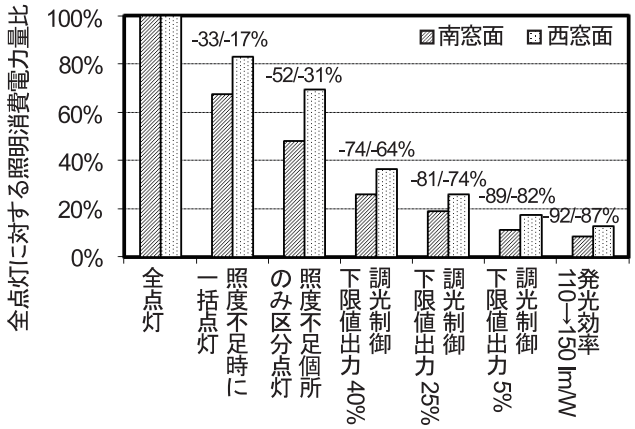


図7　各種照明制御方式による年間の照明消費電力量削減効果

3. 3　在室者のこまめな消灯による省エネルギー

3. 2で記したように，照明の点灯区分を細かく設定することは，照明不要個所での浪費エネルギーを防ぐことになる。東日本大震災震災以降，実施された照明の節電対策でも，間引き点灯や不在時・不在個所の消灯が最も多く行われていた[4]。ところが，間引き点灯による明るさのむらを不快とする意見もあった。照明の制御系統が室の使用実態に即して元々計画されていれば，状況に応じた運用計画も立てやすく，さらには在室者に不快を感じさせることなく，節電対策を実施できた場所も多かったのではないかと思う。

不在個所の照明を積極的に消灯するシステムの一つに，人感センサによる在室検知制御もあるが，制御対象個所の執務者が不在であっても，周辺で人の往来が頻繁な場合は，消灯判断に至るまでの時間が十分に確保されず，ほとんど点灯したままとなり，エネルギーの使用の合理化に関する法律（略称：省エネ法）で定められている係数0.80ほど，省エネルギー効果が得られないとの報告もある[8]。タスク照明やアンビエント照明を個人個人の判断によって手動制御することで，不在時に確実に消灯されることを期待する。

そこで，天井照明の点灯 / 消灯が1灯ずつ個別に制御できるパーソナル・スイッチを導入した S タワーのテナント・オフィスエリア（約1,000㎡）にて（**図8**），執務者の照明個別制御による省エネルギー効果を検証した[9]。天井には，下面開放埋込型照明器具（40WHf 蛍光ランプ2灯用）が均等に配置されている。調査対象を4つのエリアに分割し，エリアごと

に異なる種類のスイッチを執務者各人に配布，自席周辺の天井照明器具1～3台を各人が制御できるようにした。パーソナル・スイッチ配布前は，調査対象エリア全体で約200台の照明器具を約60系統に分割された室入口のスイッチで制御していた。

調査は，パーソナル・スイッチ設置前（2012年6月11日～6月15日），設置後（2012年7月17日～7月20日）ともに1週間ずつ行った。調査対象エリア（**図8**太線枠内）に6台のライブカメラを設置し，別室に配信されるライブカメラの映像から，9時～19時の間（昼休みの12時～13時を除く）の在席状況を目視で確認した。天井照明の消費電力は制御系統別に1分間隔で，タスク照明の消費電力は**図8**中点線の四角に示す範囲について計測した。また，**図8**中●と▲で示す場所にて，水平面照度を1分間隔の連続で測定した。各スイッチの点灯／消灯状況も1分間隔で記録した。執務者に対しては，執務空間の光環境およびパーソナル・スイッチの操作に関してアンケート調査を行った。有効回答率は，パーソナル・スイッチ設置前が約40%，設置後が約44%であった。

図9に一例として，ある照明器具の点灯／消灯の状況と，その照明器具を操作する執務者の在席状況の関係を示す。照明器具1台あたりの操作可能人数は1～4名であったが，ここでは1台の照明器具を1名ないし2名で操作する場合の結果を示した。ここで取り上げた執務者は，9時～19時の間，ほとんど座席に不在であったにもかかわらず，昼休みを除いて（昼休みは一括で消灯），照明はどちらも常時点灯されていた。他の照明器具の点灯／消灯状況，執務者の在席状況の関係についてもほとんどが同様であった。

図10に実測期間中の昼休みを除く9時～19時の平均在席率と照明消費電力量の関係を示す。プロットの種類によりエリアの違いを，黒塗りのプロットはパーソナル・スイッチ設置前，白抜きのプロットはパーソナル・スイッチ設置後を表す。プロット●，○で示されるエリアを除いて，パーソナル・スイッチ設置後は，設置前の約4割，在席率にほぼ準じて照明消費電力量が削減されたことがわかる。プロット●，○のエリアは，照明器具1台当たりの操作可能人数が多いエリアであった。一台の照明器具を操作する執務者が複数いたため，一人でも在席していれば照明は点灯されることとなり，在席率に比例して照明消費電力量が削減されなかったと考えられる。

● 照度計設置位置　×ライブカメラ設置位置（①～⑥）
▲ 照度計付きスイッチ設置位置
タスク照明消費電力計測エリア

図8　調査対象エリア平面図

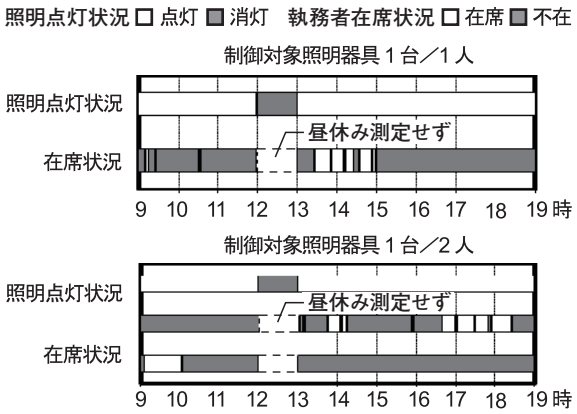


図9　在席状況とスイッチ操作状況の比較

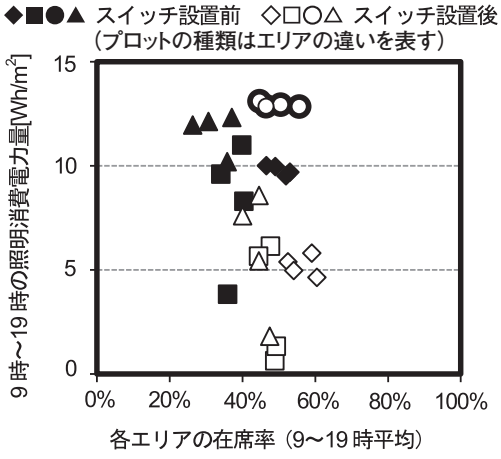


図10　在席率と照明消費電力量の関係

照明器具一台あたりの操作可能人数が少ない場合は，在席率に準じて照明消費電力は削減できるが，手元にスイッチがあることによって本来期待される効果としては，こまめな点灯／消灯による省エネルギーである。**図11**に執務者にアンケートで問うた照明の手元スイッチの操作を妨げる理由，**図12**に他人の照明操作をどう感じるかという問いに対する回答結果を示す。他者の照明環境への影響の懸念，あるいは他者と操作できる照明器具を共有しているため自分一人の判断では照明を操作しないという理由がほとんどであった。一方で，他者の照明操作については，気にならないという意見が大半であった。

その後，執務者各人が気にしているほど，他人の照明操作を周囲は気にしていないという事実をパーソナル・スイッチ導入による照明消費電力量の削減効果と合わせて執務者に開示し，より積極的な点灯／消灯を促した結果，照明消費電力は最大50%まで削減できた。パーソナル・スイッチの機能を最大限活かすには，積極的な操作を促すような仕組み，運用方法の改善が必要である。

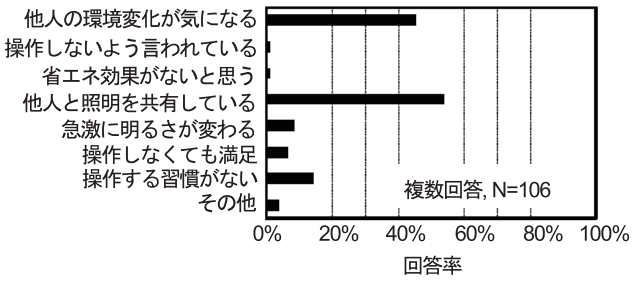


図11　照明の手元スイッチ操作を妨げる理由

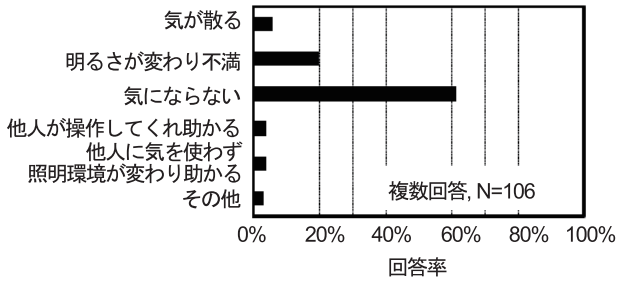


図12　他人の照明操作をどう思うか

4. おわりに

ブラインド制御によって窓面のグレアを解消し，併用照明の点灯区分，調光制御を適切に行えば，自然光利用によって照明の省エネルギーは十分に達成可能なことを示した。また，手動によるこまめな照明の点灯／消灯によっても，まだまだ照明消費電力量の削減は可能である。空間の利用形態，在室者の特性に応じて，自動制御・手動制御を適切に組み合わせ，照明計画を行うことが重要である。

【謝辞】
3.3に記した実測調査は，及川大輔君，高橋知礼君，原亮介君（2012年度千葉工業大学学部4年生）の力によるところが大きい。記して謝意を表す。

【参考文献】

1) （一財）省エネルギーセンターホームページ http://www.eccj.or.jp/sub_02.html
2) 例えば，安岡，菊池，李，高，尾島：オフィスビルのエネルギー消費変化に対応した供給システムの検討，日本建築学会関東支部研究報告集，第72巻，pp. 561-564, 2002
3) Etsuko MOCHIZUKI and Katsuya KOIKE: Field survey on actual conditions of light environment in office buildings of middle-scale in Japan, Journal of Light and Visual Environment, Vol. 34, No. 3, pp. 157-164, 2010
4) 望月，吉澤，岩田，宗方，平手，明石：東日本大震災に伴うオフィスの節電照明環境の実態 -その1 2011年の節電対策がオフィス照明環境に与えた影響，日本建築学会環境系論文集，第78巻，第683号，pp. 9-16, 2013
5) （一社）日本建築学会編：拡張アメダス気象データ1981-2000，株式会社鹿児島TLO, 2005
6) Tokura, M., Iwata, T. and Shukuya, M.: Experimental study on discomfort glare from windows, Part. 3 Development of a method for evaluating glare from a large light source, 日本建築学会計画系論文集，第489号，pp. 17-25, 1996
7) 伊藤，岩田，岩佐，佐々木，柳井：視環境評価に基づくブラインド制御に関する研究，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，pp. 1513-1516, 2006
8) 本間：オフィス執務室内の在／不在制御による省エネルギー化に関する研究，第43回照明学会全国大会講演論文集，p. 106, 2010
9) 金，望月，飯田，田代：スマートオフィスにおけるパーソナル照明制御への取り組み，空気調和・衛生工学，第87巻，第2号，2013（掲載予定）

プロフィール

望月 悦子（もちづき・えつこ）
千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科 准教授
最近の研究テーマ：オフィス照明環境の実態調査，照明の個別分散制御による省エネルギー効果の検証など

特 集

都市被覆の日射反射性能向上によるヒートアイランド現象緩和

東京都市大学 教授
近藤 靖史

1. はじめに

近年，都市の気温が都市周辺より高温となるヒートアイランド現象が顕著となっており，その原因として，人工排熱の増加，道路や建築物の増加による都市表面の状態の変化，都市形態の変化による都市内部の弱風化などが挙げられる。**図1-1**に示す環境省による推計では，東京23区の場合，都市大気の温度を上昇させる顕熱放散量のうち，約半分が人工排熱で，約半分が対流顕熱（自然状態からの増分）である。後者の対流顕熱（自然状態からの増分）の原因は，都市表面の多くを覆うコンクリートの建物とアスファルトの道路（本稿ではこれらを「都市被覆」と呼ぶ）が日射熱を吸収・蓄熱してしまうことと，これらには水の蒸散作用・保水機能がほとんど期待できないことにある。

このようなヒートアイランド現象に対し，建築分野における緩和対策として次が挙げられる。

(a) 人工排熱の増加に対する緩和対策☞ 建物運用時の省エネルギーにより人工排熱を削減する。

(b) 都市被覆の変化に対する緩和対策①☞ 緑化や保水性材料の使用により，都市被覆に入射する日射熱の多くを蒸発潜熱に変化させ，都市大気への顕熱放散量を削減する。

(c) 都市被覆の変化に対する緩和対策②☞ 都市被覆の日射反射性能を向上させ，都市被覆に入射する日射熱の多くを天空に反射させ，日射熱の建物躯体や道路への吸熱や蓄熱を抑える。

(d) 都市内部の弱風化に対する緩和対策☞ 建物配置等を工夫し，川風・海風を都市内部へ導入する。

本稿では，主に上記 (c) に着目し，ヒートアイランド現象の緩和対策として，都市被覆の日射反射性能の向上（高反射率化）について紹介する。すなわち，**図1-2**に示すように，建物の屋根・屋上面の日射反射率を高めること（クールルーフと呼ばれる）による効果と，道路・広場・駐車場などの舗装面の日射反射率を高めること（クールペイブメントと呼ばれる）による効果を紹介する。また，建物の屋根・屋上面の日射反射率を高めることは冷房用消費エネルギーの削減に寄与し，上記の (a) の省エネルギーによる対策ともなり得る。ただし，暖房用消費エネルギーは増加するため，年間を通じて考えると，地域や建物用途によっては省エネルギーとなるとは限らないことに注意が必要である。

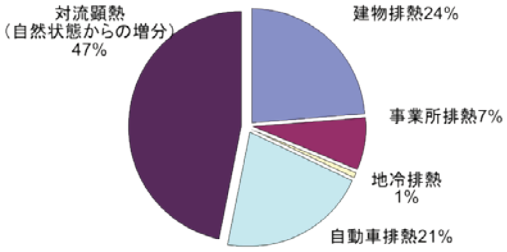


図1-1　東京23区　日平均顕熱状況（環境省）
（出典：http://www.env.go.jp/air/tech/model/w_heat02/ref_09.pdf）

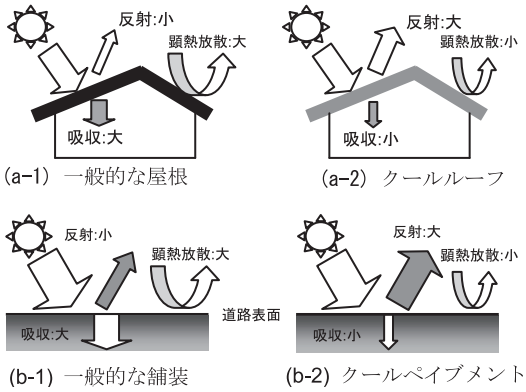


図1-2　建物屋根･屋上面および道路舗装面の日射反射性能向上の概念

2. 建物の屋根・屋上面の日射反射性能向上によるヒートアイランド現象緩和効果

建物の屋根・屋上面の日射反射性能向上によるヒートアイランド緩和効果を紹介する[1)]。

(1) 建物の屋根・屋上面の日射反射性能向上に関する実測

東京都世田谷区にある武蔵工業大学（現在，東京都市大学）の講義棟の屋上面に高反射率塗料および一般塗料を塗布し，最上階である4階教室の室内温熱環境および屋上の屋外温熱環境の実測を行った。使用した各塗料の分光反射率を**表2-1**および**図2-1**に，また，実測対象建物の4階および屋上階平面図を**図2-2**に示す。教室Aの屋上に一般塗料を，教室Bの屋上に高反射率塗料を塗布した（**写真2-1**）。

検討に用いた代表日の全天日射量および外気温の日変化を**図2-3**に，屋上表面温度を**図2-4**に示す。高反射率塗料を塗布した屋上表面温度は一般塗料を塗布した屋上面と比較して最大約10℃低く，日中の温度上昇が大きく抑制されている。また，夜間から朝方にかけての屋上表面温度は高反射率塗料を塗布した屋根面が1℃程度低くなっている。このように屋根面に高反射率塗料を塗布した場合，日中は表面温度上昇が抑制されると同時に，建築躯体への蓄熱が低減され，日没後においても表面温度を低く保つことができる。**図2-5**に屋上スラブ下端表面温度（屋上コンクリートスラブの室内側表面温度）を示す。屋上面に一般塗料を塗布した教室Aと高反射率塗料を塗布した教室Bにおける屋上スラブ下端表面温度を比較すると，教室Bの方が低く，その差の最大は蓄熱による時間遅れの影響により16時30分ころに現れ，夜間に差が顕著である。このように屋上面を高反射率化したことにより日中の日射熱吸収が抑えられ，建築躯体への蓄熱量が低減し，その効果は夜間まで継続する。

表2-1　各塗料の反射率

塗料種別	日射反射率 (300～2100nm) [%]	可視光反射率 (380～780nm) [%]	近赤外反射率 (780～2500nm) [%]	長波放射率 [%]
高反射率塗料	54.3	31.6	71.4	85.0
一般塗料	24.7	30.3	20.7	90.0

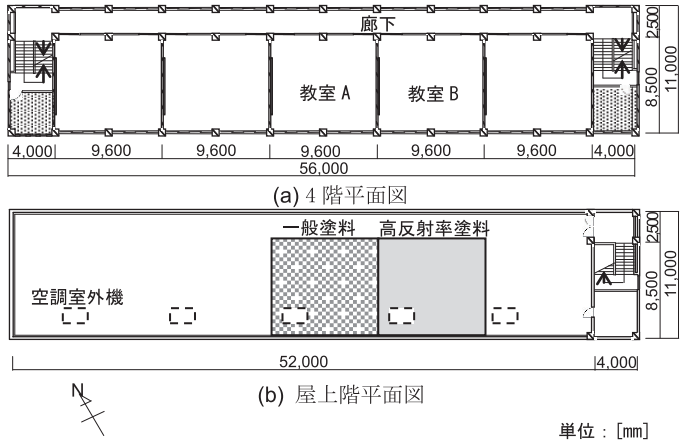


図2-2　対象建物平面図

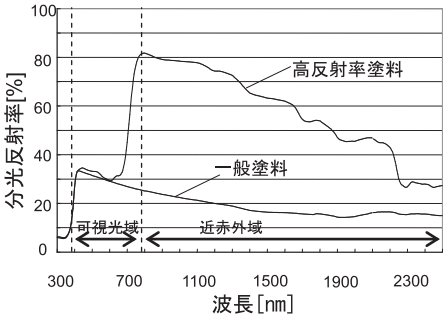


図2-1　各塗料の分光反射率
(注) 近赤外域の分光反射率を高めた塗料をここでは「**高反射率塗料**」と呼ぶ。

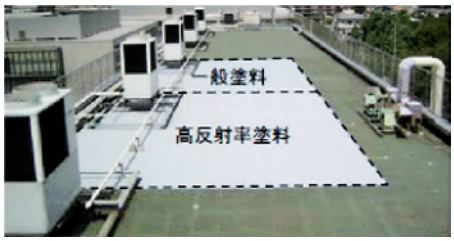


写真2-1　各塗料塗布状況

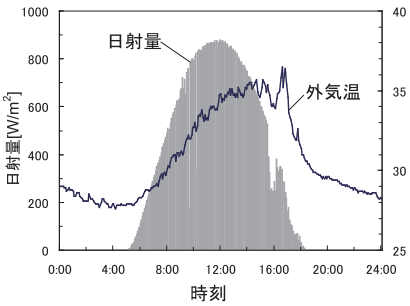


図2-3　全天日射量･外気温

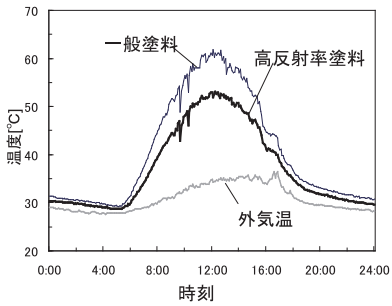


図2-4　屋上表面温度

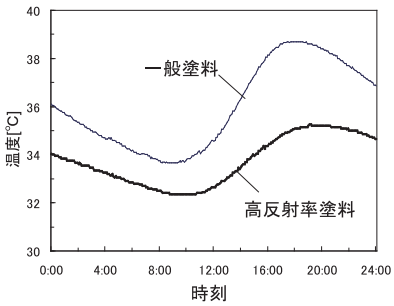
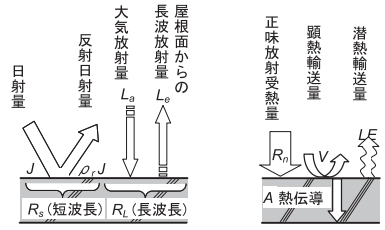


図2-5　屋上スラブ下端表面温度

(2) 屋上面における熱収支解析

屋上面での熱収支（**図2-6**参照）に基づいて，熱収支に現れる項目のうち，実測で求められたものはこれを代入し，屋上面から都市大気へ放散される顕熱量を求めた。**図2-7**に結果を示す。都市大気への顕熱放散量は高反射率化した屋上面の方が小さく，日没後においても差が見られる。また，顕熱放散量の日積算値は一般塗料が11.7 MJ/㎡であるのに対し，高反射率塗料は8.7 MJ/㎡で約26％小さい。この値を用い，東京23区の全ての屋根・屋上を高反射率化したと想定すると，晴天日に削減される顕熱放散量は23区から排出される人工排熱量（建物＋道路交通＋工場）の約37% に相当すると試算される。



(a) 放射収支　　(b) 熱収支

図2-6　熱収支の概要

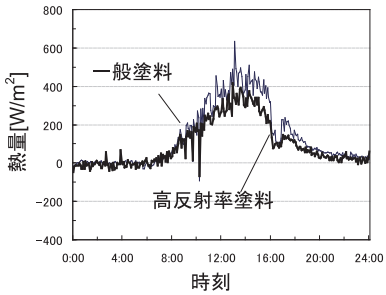


図2-7　屋根面から都市大気への顕熱放散量

(3) 屋根・屋上面の反射日射による周辺建物の熱負荷への影響

屋根・屋上面を高反射率化した場合，反射日射が周辺建物の壁面などに吸収され冷房負荷増大につながることが懸念される。これについてCFD解析を用いて検討した。ここでは，低層建物屋根面から隣接建物への反射日射の影響を考察するため，高層建物および低層建物が混在した**図2-8**に示す街区モデルを想定する。なお，CFD解析において壁面・地表面などの表面要素間における日射（短波放射）と長波放射の相互放射を組み込んでいる。低層建物屋根面（GL＋10m）から隣接する高層建物壁面への反射日射量および正味長波放射量を**図2-9**に示す。一般塗料と高反射率塗料を比較すると，低層建物屋根面から高層建物壁面への反射日射量は高反射率塗料の場合の方が高く，正味長波放射量は高反射率塗料の方が低い。また，反射日射量と正味長波放射量の和は高反射率塗料の場合の方が一般塗料より高く，その差は高さ30～40mにおいて，7.6W/㎡である。一方，本解析で想定した鉛直面での天空日射量は約72W/㎡であり，これと比較すると高反射率化した建物屋根面から周囲への建物への影響は大きくないと考えられる。

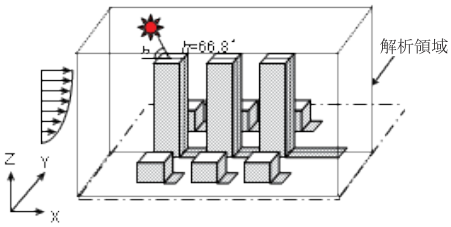
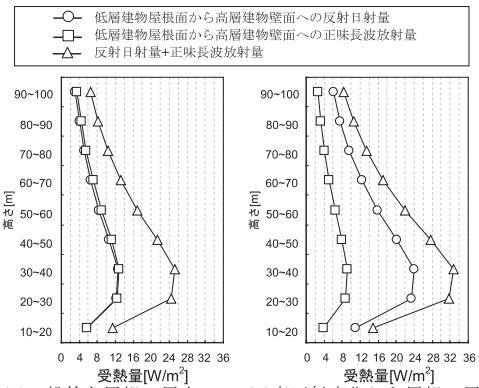


図2-8　CFD解析モデルの概要



(a)一般的な屋根・屋上　　(b)高反射率化した屋根・屋上

図2-9　低層建物屋根面から高層建物壁面への反射日射量および長波放射量

3. 道路舗装面の日射反射性能向上によるヒートアイランド現象緩和効果

道路舗装面の日射反射性能を向上させた場合のヒートアイランド緩和効果を紹介する[2)]。

(1) 道路舗装面の日射反射性能向上に関する実測

東京都某事業所内の道路舗装面の一部（約8.8m×28m）に高反射率塗料を塗布した道路と一般舗装道路の温度分布などを夏期（2006年7月7日～9月23日）に道路表面温度などを測定した（**写真3-1**参照）。一般道路の日射反射率は約7％で，高反射率化した道路の日射反射率は約34％であった。道路内部の温度分布および伝導熱量測定のため，道路を掘削

（直径300㎜，深さ約300㎜）し，掘削により現れた円筒形の穴の側面にドリル等で孔を開けて熱電対・熱流計を設置した後，埋め戻した（**写真3-2**，**写真3-3**，**図3-1**参照）。各道路の表面温度と日射量を**図3-2**に示す。晴天日の日中において，高反射率化した道路の舗装面温度は一般舗装道路と比較して最大約10℃低くなり，温度上昇が大きく抑制されている。また，明け方は約1℃，夜間は約3℃高反射率化した道路のほうが低く，一日を通して舗装面温度は低く保たれた。このように舗装面を高反射率化した場合，日中は舗装面の温度上昇を抑制でき，道路への蓄熱を低減できる。この蓄熱量の低減により，日没後においても舗装面温度を低く保つことができるため，熱帯夜の抑制に有効であると考えられる。

写真3-1　実測対象道路

写真3-2　道路掘削状況

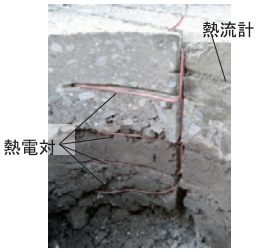


写真3-3　熱電対埋設状況

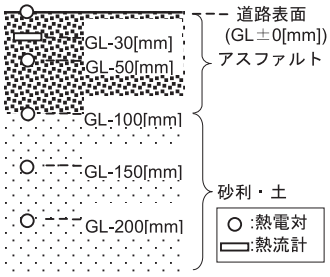
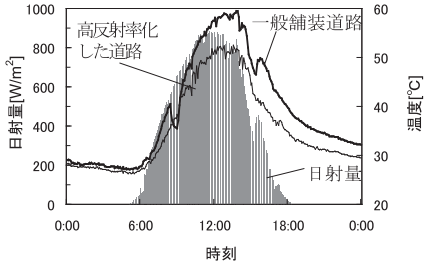
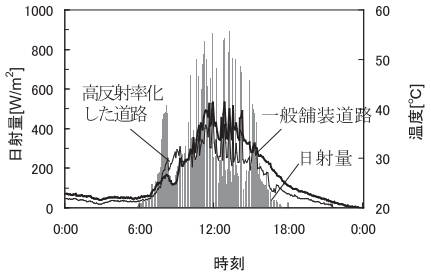


図3-1　道路内部温度等の測定点



(a)晴天日の日射量および道路表面温度

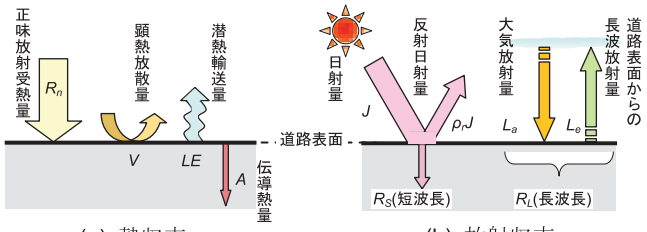


(b)曇天日の日射量および道路表面温度

図3-2　道路表面温度の実測結果

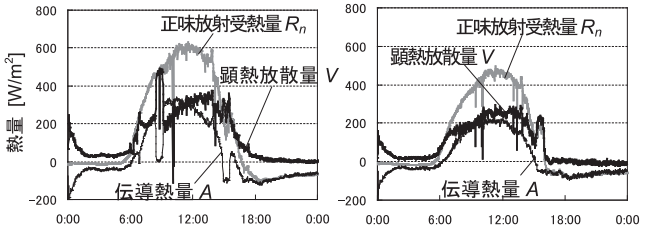
(2) 実測結果を用いた熱収支解析

道路表面における熱収支（**図3-3**参照）と実測結果を用いて都市大気への顕熱放散量を求めた。**図3-4**に結果を示す。高反射率化した道路の晴天日・13時における顕熱放散量は約278W/㎡であり，一般舗装道路と比較すると約16% 少ない。また，高反射率化による顕熱削減量の日積算値は2.7MJ/（㎡・日）（晴天日）であり，曇天日における顕熱削減量の日積算値は1.7MJ/（㎡・日）であった。



(a) 熱収支　　(b) 放射収支

図3-3　熱収支の概要



(a) 一般舗装道路　　(b) 高反射率化した道路

図3-4　道路表面における熱収支の結果

(3) 標準気象データを用いた全国各地における顕熱放散の削減量の推定

標準気象データを用いて，全国各地での道路の高反射率化による顕熱放散削減量を試算し，異なる気象特性を持つ都市におけるヒートアイランド現象緩和効果を定量的に評価することを試みた。

全国7都市について，標準気象データを用い夏期（7～8月，62日間）の顕熱放散量を算出した。このとき，周辺建物の日

表3-1　各都市における顕熱放散削減量の試算結果（7，8月のうち降雨時間帯を除いて集計した平均日積算値）

都市	日積算日射量 [MJ/(㎡・日)]	道路種別	日照部		日影部		平均日影率(0.4) を考慮	
			日積算顕熱放散量 [MJ/(㎡・日)]	顕熱放散削減量 [MJ/(㎡・日)]	日積算顕熱放散量 [MJ/(㎡・日)]	顕熱放散削減量 [MJ/(㎡・日)]	日積算顕熱放散量 [MJ/(㎡・日)]	顕熱放散削減量 [MJ/(㎡・日)]
札幌	14.8	一般舗装道路	8.3	2.0	5.6	1.2	7.2	1.7
		高反射率化した道路	6.3		4.4		5.5	
仙台	14.3	一般舗装道路	7.4	1.8	4.7	1.1	6.3	1.5
		高反射率化した道路	5.6		3.6		4.8	
東京	14.2	一般舗装道路	8.7	2.0	6.3	1.3	7.7	1.7
		高反射率化した道路	6.7		5.0		6.0	
名古屋	17.0	一般舗装道路	9.9	2.4	6.0	1.3	8.4	2.0
		高反射率化した道路	7.5		4.7		6.4	
大阪	18.3	一般舗装道路	12.0	2.9	7.3	1.5	10.1	2.3
		高反射率化した道路	9.1		5.8		7.8	
福岡	17.4	一般舗装道路	10.7	2.6	6.3	1.3	9.0	2.1
		高反射率化した道路	8.1		5.0		6.9	
鹿児島	18.4	一般舗装道路	11.4	2.7	7.1	1.5	9.7	2.2
		高反射率化した道路	8.7		5.6		7.4	

影の影響を考慮するため，①日照部（水平面直達日射量＋水平面天空日射量）と日影部（水平面天空日射量のみ）の二通りの状態を想定した。また，幅員25mの東西道路および南北道路に囲まれた350m×225mの街区に幅100mで高さ16mの建物が6棟あると想定し，この街区の道路表面での顕熱放散量を求め，道路面を高反射率化した場合の顕熱放散削減量を試算した。このとき，可照時間における日影部分の面積率（以後，平均日影率と記す）を用い，日影の影響を考慮する。平均日影率は便宜上全ての都市で0.4とした。

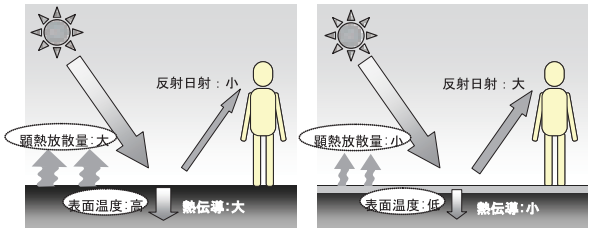
試算結果を**表3-1**に示す。東京での顕熱放散削減量は1.7MJ/（㎡・日）と試算された。東京都23区内の全道路を高反射率化した場合，道路面積率21.1%を乗じると0.36MJ/（㎡・日）となり，この値は東京の人工排熱量の推定値2.3MJ/（㎡・日）の15.6%に相当する。また，その他の都市においても顕熱放散削減量は約1.5～2.3MJ/（㎡・日）であり，全国的にヒートアイランド緩和効果が見込め，特に緯度の低い都市において，より大きな効果があるものと考えられる。

4. 高反射率化した道路や広場などでの人体温熱感

道路や広場などの舗装面の高反射率化はヒートアイランド対策として期待されるが，一方，**図4-1**に示すように反射日射量の増大による人体温熱感に対する悪影響が懸念される。反射日射が人体温熱感へ与える影響を実測およびCFD解析により検討した結果を紹介する[3)]。

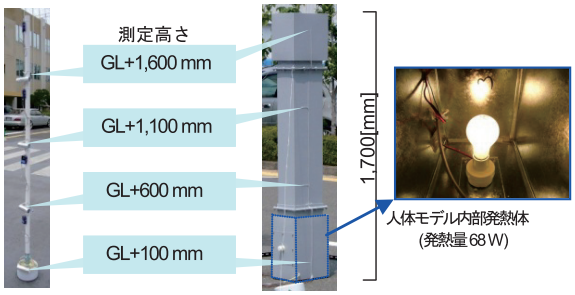
(1) 高反射率化した道路上での人体温熱感に関する実測

道路上に人体モデル（高さ1,700㎜，表面積1.86㎡，発熱量68W，**写真4-1**参照）を設置し，人体モデル表面温度および空気温度などを測定した。衣服の日射反射率の違いが人体の温熱感に与える影響を検討するため，裸体（Case S）と，白（Case W），黒（Case B）の衣服と同等の日射反射率の塗料を塗布した人体モデルを用いて，差異を測定した（**表4-1**参照）。なお，Case W，Case Bにおいて人体モデル上部250㎜は頭



(a) 一般舗装道路　(b) 高反射率化した道路

図4-1　高反射率化した道路上の人体温熱感



(a) 空気温湿度測定　(b) 人体モデル

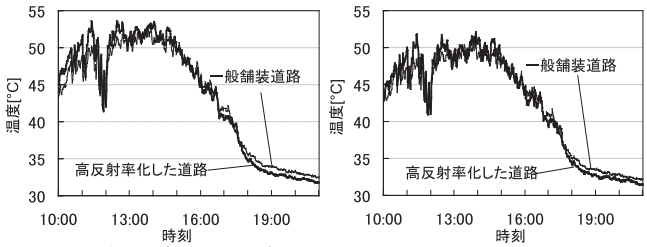
写真4-1　人体モデルおよび空気温度測定

表4-1　検討ケース

ケース名	Case S	Case W	Case B
想定衣服	裸体	白の衣服	黒の衣服
日射反射率 [%]	31	65	10

表4-2　日照側人体モデル表面温度（日中平均）

測定高さ [mm]	Case S (8/19)		Case W (9/2)		Case B (9/3)	
	一般 [℃]	高反射 [℃]	一般 [℃]	高反射 [℃]	一般 [℃]	高反射 [℃]
GL+1600	47.6	48.3	42.2	42.8	43.9	44.9
GL+1100	47.2	48.0	38.3	38.8	45.0	46.3
GL+600	47.4	48.3	38.1	39.3	44.0	46.3
GL+100	48.9	49.9	39.7	40.1	46.1	47.6



(a) 人体モデル表面温度 (Case S，日照側 GL+100mm)　(b) 人体モデル表面温度 (Case S，日照側 GL+1,100mm)

図4-2　夏期実測結果

部とし，Case S と同じ日射反射率の塗料を塗布している。

日照側人体モデル表面温度の10：00 ～ 16：00（以降，日中と記す）間の平均値を**表4-2**に示す。Case S における実測結果の時間変化を**図4-2**に示す。**表4-2**より，Case S では，GL ＋100㎜での人体モデル表面温度は高反射率化した道路上の方が一般道路上より約1.0℃高く，GL ＋1,100㎜では約0.8℃高い。一方，**図4-2**より日没後は高反射率化した道路上の人体モデル表面温度の方が一般道路上より低い。また，日中の人体モデル表面温度における高反射率化した道路上と一般道路上との差異は，衣服の日射反射率が高い Case W で小さく，衣服の日射反射率が低い Case B で大きい（**表4-2**）。

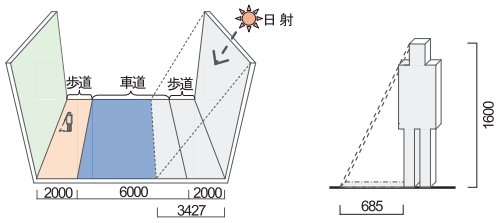
(2) 道路上の人体表面温度に関する CFD 解析

一般舗装道路および高反射率化した道路上の人体表面温度を CFD 解析により算出し，人体温熱感の差異を検討した。ここでは，人体への反射日射を抑えるために歩道を一般舗装，車道を高反射率化した場合についても検討する（**表4-3**参照）。解析モデルを**図4-3**に示す。両側に高さ8m の建物が並ぶ街路の歩道上に人が立っている状態を想定する。

道路・壁面表面温度の解析結果を**図4-4**に示す。道路表面温度は高反射率化した場合の方が一般舗装より約10℃低い結果となり，また，建物壁面の表面温度は高反射率化した道路の方が0.6℃高くなった。

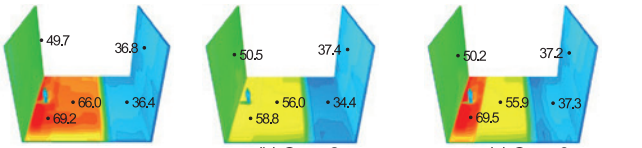
表4-3　解析ケース

Case	人体モデルの衣服の色	舗装面の状態
Case 1w	白（日射反射率：65.0%）	一般舗装道路（日射反射率：7.4%）
Case 2w		高反射率化した道路（日射反射率：34.1%）
Case 3w		歩道：一般舗装道路 車道：高反射率化した道路
Case 1b	黒（日射反射率：10.0%）	一般舗装道路
Case 2b		高反射率化した道路
Case 3b		歩道：一般舗装道路 車道：高反射率化した道路



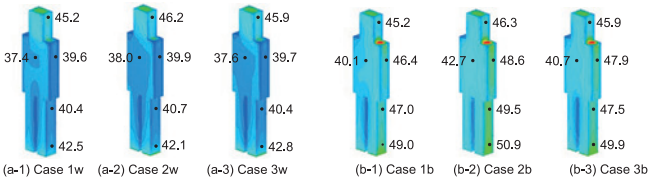
(a) 解析モデル全体　(b) 人体モデル

図4-3　解析モデル 単位：[㎜]



(a) Case 1（一般舗装道路）　(b) Case 2（高反射率化した道路）　(c) Case 3（歩道：一般舗装，車道：高反射率化）

図4-4　道路・壁面表面温度のCFD解析結果　単位：[℃]



(a) 衣服が白色の場合　(b) 衣服が黒色の場合

図4-5　日照側人体表面温度のCFD解析結果
単位：[℃]　頭部の日射反射率は全てのケースで31%

人体表面温度の解析結果を**図4-5**に示す。人体表面温度は，衣服が白色の場合（**図4-5 (a)**）では反射日射の影響は比較的小さく，Case 1w，2w，3w の表面温度の差は小さい。衣服が黒色の場合（**図4-5 (b)**）では反射日射の影響が大きくなり，道路を高反射率化した Case 2b は Case 1b より1 ～ 2.5℃高い結果となった。また，歩道と車道で舗装方法を分けた Case 3b では Case 1b と Case 2b の中間的な値をとる。

5. 屋根・屋上面の日射反射性能向上に関する簡易評価システム

建物の屋根・屋上面の日射反射性能向上による効果には，建物居住者あるいは所有者にとっては冷房用の電気代が少なくなる「プライベートベネフィット（個人の便益）」という面と，都市のヒートアイランド現象緩和という「パブリックベネフィット（公共の便益）」の2面がある。ただし，夏期にはプライベートベネフィットが期待できるものの，冬期には逆効果となる。また，日本の場合，住宅については暖房で使うエネルギー量が多く，冷房用は相対的に少なく，この傾向は北海道など，北に行くほど強くなる。また，断熱材が十分施工されている建物では屋根・屋上の高反射率化は熱負荷に大きくは影響しない。従って，地域の気候や建物特性・用途等に応じた適正な普及が重要であり，このためには冷暖房エネルギー消費量を把握する必要がある。冷暖房エネルギー消費量は，熱負荷計算ソフトにより算出することが一般的であるが，条件を適切に入力し，計算することは一般の人には困難である。一方，簡易に熱負荷を求める方法として，建設地域の暖房・冷房デグリーデー，建物の熱損失係数等をパラメータとした重回帰式を用いる方法がある。これによると，特別な知識のない人による熱負荷の算出が可能になると期待できる。そこで，屋根の日射反射率の影響を組み込んだ熱負荷の重回帰式を導出し，屋根・屋上面の高反射率化の有効性を確かめることができる簡易評価システムを作成し，公開した（http://news-sv.aij.or.jp/kankyo/s22/）[4]。なお，パブリックベネフィットの簡易評価システム[5]についても公開している。

6. 環境省・環境技術実証事業における建物外皮の高反射率化技術

環境省が実施している環境技術実証事業（以降，ETV事業，**図6-1**参照）のうち，ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）において，2008年度から建物外皮の高反射率化技術が対象となり，実証機関として建材試験センターが進めている。当分野において，2011年度までに157件の高反射率化技術が実証された。これはETV事業の全分野において実証された技術（442件）の約36%であり，非常に重要な技術分野であると認識されている。また，高反射率化技術の適正な普及のためには，日射反射性能は劣化することと，その劣化の程度を使用者が理解することが重要であり，ETV事業では屋外暴露後の性能を公表することとした。

図6-1 環境技術実証事業のロゴマーク

実証済みの技術の性能はhttp://www.env.go.jp/policy/etv/s05_c1.html で見ることができる。ただし，この事業は『実証』であり，『認証』でないことに注意が必要である。日射反射性能が高くない技術にも，**図6-1**に示すロゴマークが発行されている。ロゴマークはいわゆる『お墨付き』ではない。従って，使用者はロゴマークだけでその技術を信じて採用することは危険であり，実証された性能を確認することが重要である。また，前述のように，暖房用エネルギーは増えることが多いので，いわゆる『適材適所』にも留意が必要である。このように留意すべき点が多いことも建物外皮の高反射率化技術に特徴的なところであり，これらを踏まえて適正な普及を今後も進めていきたいと考えている。

【参考文献】
1) 近藤靖史・小笠原岳・大木泰祐・有働邦広：建物屋根面の日射反射性能向上によるヒートアイランド緩和効果，日本建築学会計画系論文集，第73巻，第629号，pp.623-629，2008年7月
2) 近藤靖史・小笠原岳・金森博：道路舗装面の高反射率化によるヒートアイランド緩和（その1），実測と熱収支解析による道路舗装面からの顕熱放散量の検討，日本建築学会計画系論文集，第73巻，第628号，pp.791-797，2008年6月
3) 近藤靖史・小笠原岳・有働邦広：道路舗装面の高反射率化によるヒートアイランド緩和（その2），高反射率化した道路舗装面上における人体温熱感の検討，日本建築学会計画系論文集，第74巻，第637号，pp.323-330，2009年3月
4) 有働邦広・近藤靖史・武田仁：クールルーフの適正な普及のための簡易評価システムの検討，日本建築学会技術報告集，第15巻，第31号，pp.849-854，2009年10月
5) 竹林英樹・近藤靖史・クールルーフ適正利用WG：クールルーフの適正な普及のための簡易評価システムの検討（その2）パブリックベネフィット評価ツールの開発，日本建築学会技術報告集，第16巻，第33号，pp.589-594，2010年6月

プロフィール
近藤 靖史（こんどう・やすし）
東京都市大学 建築学科 教授
専門分野：建築・都市環境工学
最近の研究テーマ：空調・換気システム，分煙，地下鉄駅構内空気環境，高反射率塗料，断熱材，CFD解析，等

東京電機大学東京千住キャンパスの省エネルギーへの取組み

㈱日建設計 設備設計部長
林　一宏

1. はじめに

学校法人東京電機大学は，2007年に創立100周年を迎えた。これを機に，創立の地である東京都千代田区神田から，足立区千住への移転を決め，本キャンパスの設計は開始された。東京千住キャンパスの創設は，老朽化した校舎問題の解決を図り，次の100年を見据え，教育・研究のさらなる充実，強化を図ることが目的である。

建設地は，JR・私鉄など4社5路線が乗り入れる北千住駅東口より徒歩1分の好立地である。街区全体でさまざまな環境配慮を行っているほか，地震などの大規模災害時には蓄熱用水の便所洗浄水への転用や大型発電機による給電など防災拠点としても機能するように計画している。本報では，計画全体の概要や省エネルギーに向けた取組み，災害対策などについて紹介する。

2. 計画概要

キャンパスは，1号館～4号館までの4棟で構成されており，敷地を分断する形で中央に公道が通る。公道の西側に1号館，東側に2号館，3号館，4号館が配置され（**図1**，**図2**），公道の北端には，北千住駅東口ロータリーが新設された。キャンパスの中心に広場を据え，その両脇に2本のブリッジを通すことで，全体の一体感や利便性を向上させている。ブリッジは，浸水時の避難階となる2階レベルで全棟が繋がっており立体的な回遊性をもたらす。本キャンパスは東口駅前の景観を大きく変えるランドマークとなっている。

建屋構造は，高さ約60mの1号館は，地盤の卓越周期と建屋の固有周期が一致し共振する恐れがあることから，免震構造を採用し，共振の恐れが少ない高さ45mの2号館，4号館は耐震構造に加え制振ダンパーで揺れや損傷を軽減する制振構造とした。3号館は5階建てと低層のため，建物の強さや硬さで抵抗する耐震構造とした。

また，千住地区は荒川のはんらん時に5mの冠水が予測さ

図1　キャンパス全景

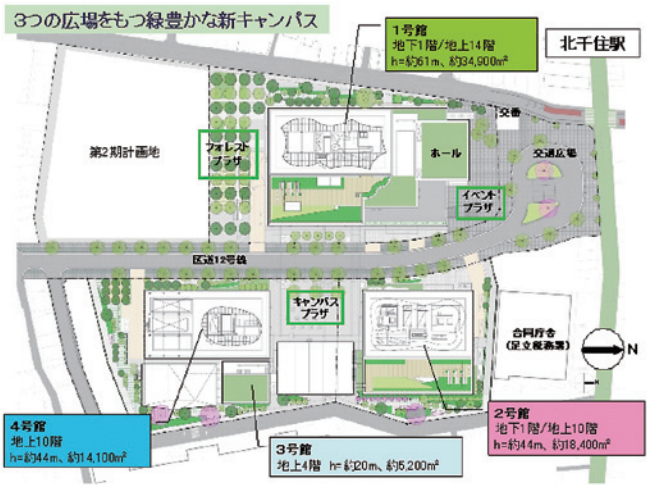


図2　配置図

表1　各棟の用途

1号館	地域連携施設，実験室，研究室，教員室， 法人本部，大学本部，500人収容の大ホール 2カ所などキャンパスのメイン棟
2号館	図書館，LAN教室，一般教室が入る教育棟
3号館	食堂，部室，体育館など学生厚生施設
4号館	特殊な排水処理や排気処理が必要な実験室， 研究室および教員室が入る専門研究棟

れていることから，1階の階高を6m とし，電気室や非常用発電機は2階以上に設けている。

3. 省CO_2技術

新キャンパスでは，建築計画から設備計画に至るまで，さまざまな省CO_2技術の採用を行った。採用した技術は，広く認知されたものから，新規のものまで多岐に渡る。主な項目について**図3**に示す。

3. 1　建築計画による空調負荷低減

1号館の東西南面，2号館の東西面，4号館の東西面に，エアフローウィンドウ（AFW）（**写真1**）を採用した。AFW は，室内の換気を行う際に排気する空気を二重ガラス内に通すことで，外部から侵入あるいは逃げていく熱の移動を小さくするシステムである。これにより空調エネルギーを大幅に削減することが可能となる。

AFW の断面図を**図4**に示す。空気が通過する二重ガラス内の幅は200㎜あり，この200㎜の空間に“太陽光追尾型自動制御ブラインド”を納めた。排気は，部屋の使用状況に応じてコントロールすることが可能となっており，外調機からの導入外気も室使用状況に連動して動作するため外気負荷の大幅な低減が可能となる。物性値は，熱貫流率1.7W/(㎡･K)，

表2　建築概要

所在地	東京都足立区千住旭町5番他
統括・意匠設計	(株)槇総合計画事務所
設備・構造設計	(株)日建設計
施工	住友商事(株)
施工協力	(株)大林組，鹿島建設(株)
敷地面積	約26,200㎡
延床面積	約72,600㎡（全棟合計）
収容学生数	約5,000名（教職員含め5,500名）
開設日	2012年4月1日

写真1　AFWおよび自然換気スリット
インナーガラスを手前に引きスライドさせた状態。閉じれば面一となる。

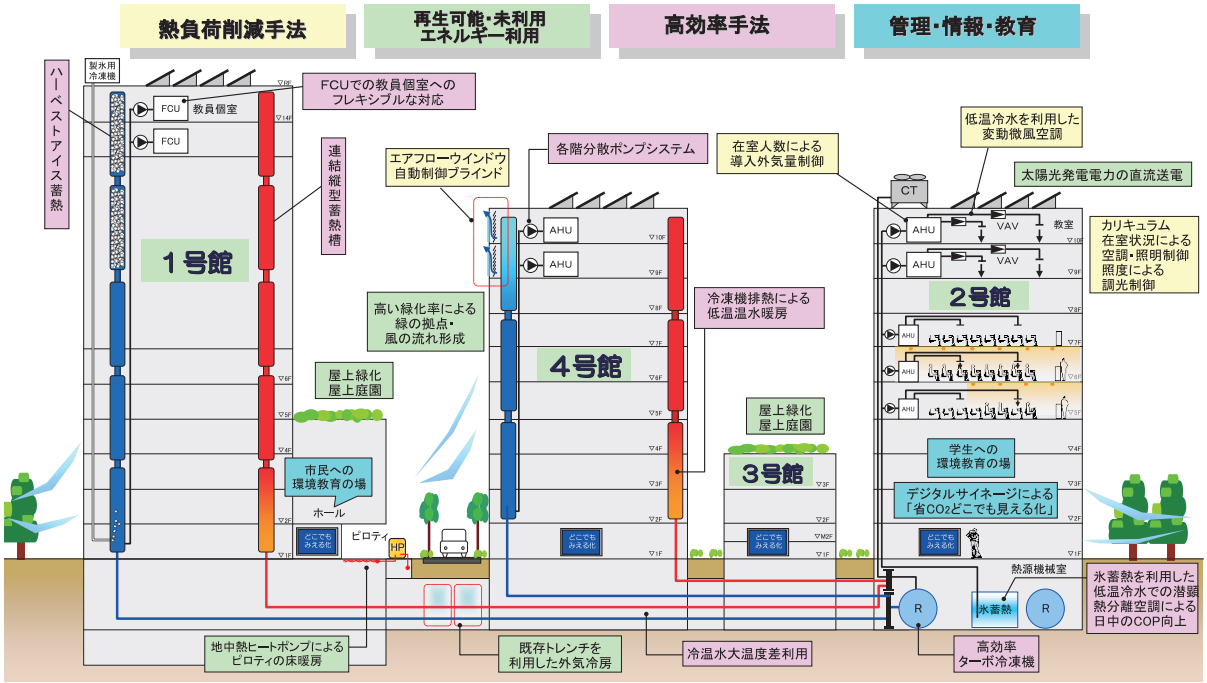


図3　省CO_2への取組み

日射熱取得率0.21であった。AFWのサイドには，自然換気用の縦長のスリットを設けており，時間外は外調機を停止させるため，休日・夜間はもちろん，中間期等にも自然換気を可能としている。

3. 2　自然および未利用エネルギーの活用

みどり率40％に達する緑化により通風・冷却効果を促し，敷地内および周辺環境の環境向上を図る計画とした。また，地下水位が高い地域特性を利用した浅い深度域での地中熱利用ヒートポンプによる床冷暖房を一部に採用した（**写真2**）。各棟屋上には合計25kWの太陽光発電パネルを設置し直流送電による送電・変換損失の低減，LED照明への利用を行っている。

※みどり率：ある地域における公園，街路樹，樹林地，草地，農地，宅地内の緑（屋上緑化を含む），河川，水路，湖沼などの面積が，その地域全体の面積に占める割合を示す。本敷地を含む駅前一帯は，大学，区道，駅前ロータリーなどをまとめて再開発したため，良好な市街地環境の確保を目的に，東京都よりみどり率40％以上が目標値として設定された。

3. 3　空調設備計画による省CO_2

大学は事務所ビルとは異なり，建物の使用時間や使用日をコントロールしにくい。研究者や学生は，自由気ままに活動するため，個別空調（ビル用マルチエアコン）の便利さが重宝される。エネルギー使用量を制御しやすい中央熱源とユーザーの要望に応え易い個別空調の便利さを融合させたシステムとして，中央熱源＋縦型蓄熱槽（**写真3**）＋分散ポンプという方式を採用した。

※蓄熱とは，昼間に使用する空調用の冷水や温水を前日の夜間にあらかじめ作り，蓄えておくシステムである。昼間のピーク電力負荷を抑制することが可能となり，電力平準化に大きく寄与する。

①熱源（一次側）設備計画

図5に熱源システム全体の系統図を示す。学生は授業，研究，食事，部活動など時間帯毎に居場所を変えるため，空調負荷も移動する。熱源は2号館に集約設置し，負荷の偏在に追従しながら各棟へ冷温水を供給する方式とした。この際，縦型蓄熱槽はバッファタンクとして作用し冷凍機が最も高効率となるポイントで運転できるようにしている。縦型蓄熱槽は技術的にはどんなサイズでも製作できるが，汎用化・応用化を容易にするため1ユニットを車両運搬可能サイズとし

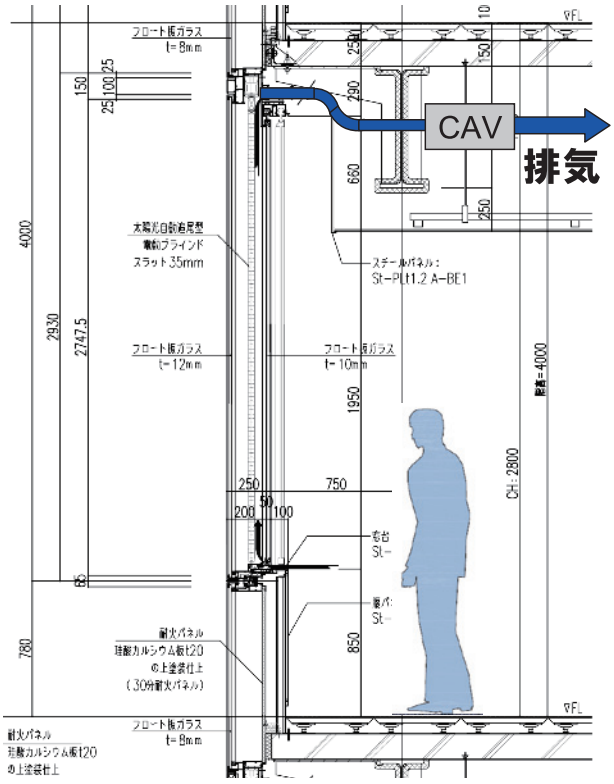


図4　エアフローウィンドウ断面図

写真2　水平埋設による地中熱利用（採熱側施工中）

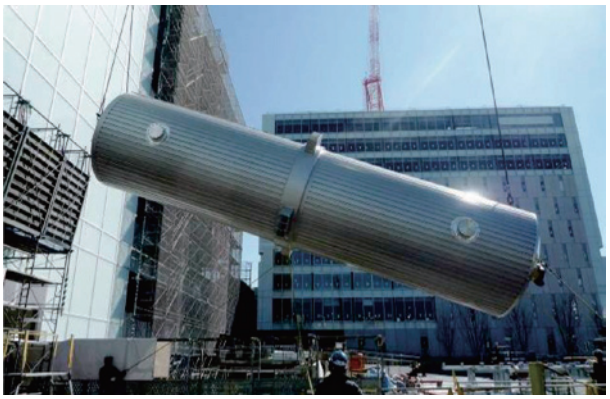


写真3　現場へ搬入据付中の縦型蓄熱槽

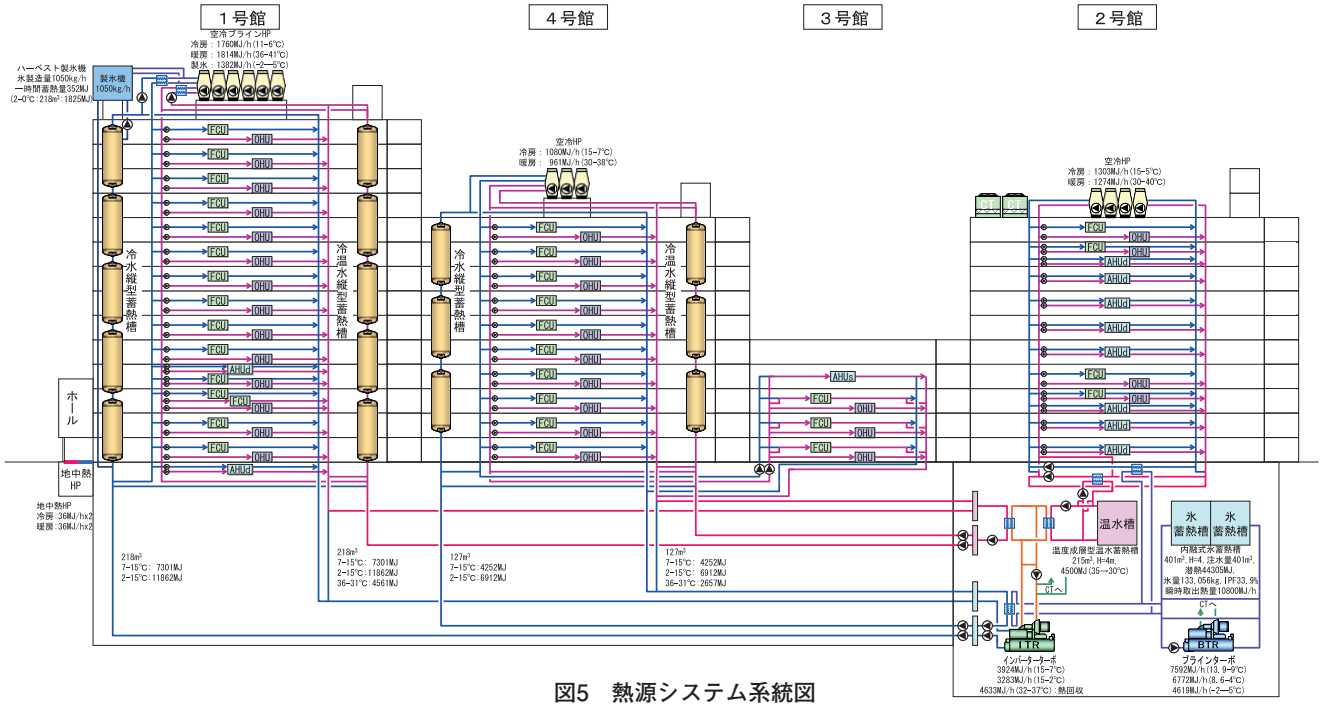


図5　熱源システム系統図

ている。

暖房時の主たる熱源としては，冷凍機運転時の排熱を利用した低温温水暖房を採用している。

②空調（二次側）設備計画

二次側の主たるシステムは外気処理空調機＋ファンコイルユニット（FCU）である。縦型蓄熱槽から先にINV制御の小型冷温水ポンプを分散配置し，各空調機器の個別発停を容易にしている。各冷温水ポンプの担当エリアは細分化されているため，大型ポンプをINV制御した場合と比べて，部分負荷時の搬送動力を効率よく低減できる。また，氷蓄熱による低温冷水を活用し水および空気の搬送動力低減，潜熱処理による低湿度化を行っている。

2号館の教室では，在室者に対する吹出し気流の暴露および低湿度により冷涼感を与え，設定温度の緩和を図る“変動微風空調システム”を採用した。

③変動微風空調システム

本空調システムは，人体に気流を暴露すると放熱が促進され涼しく感じるという，発熱体である人体の特徴を生かしたものであり，空調機からの吹出し気流を専用吹出口を用いて暴露している。

設定温度を緩和した場合（26℃→28℃）でも，不快感を生じにくいシステムであり，暴露される気流は着席時の肩の高

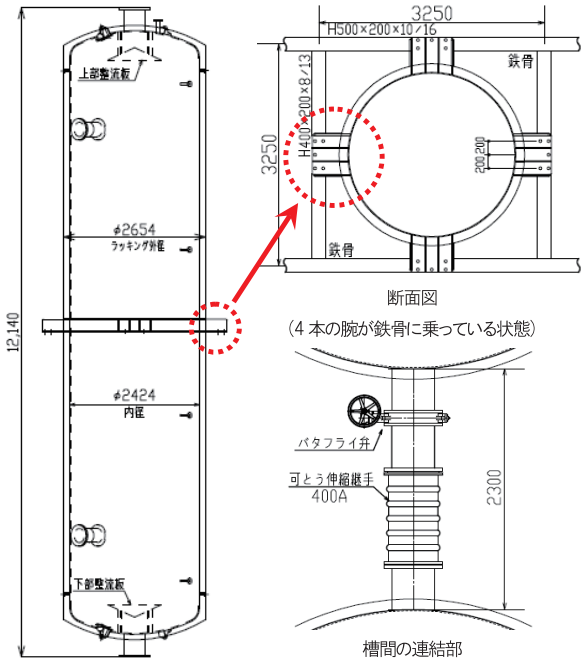


図6　連結縦型蓄熱槽　詳細図

さで風速0.6m/s程度となる。極めて微風であるが，人体からの放熱量は風速の√（ルート）に概ね比例することから，この程度の微風であっても冷涼感を与えるには十分である。変動周期（ゆらぎの間隔）は20～30秒であり，本システム用に

開発した高速作動の変風量装置により作り出す。変動させずに微風に暴露され続けると寒く感じ，逆に風が弱すぎたり周期が長すぎたりすると暑く感じるため，風速と周期のコントロールは極めて重要である。

3. 4　情報システムとの連携

授業カリキュラムおよび在室人数カウントによる空調スケジュール発停，外気導入量制御，調光制御など情報システムとの連携による省エネ制御を導入した。大学の授業は履修人数にばらつきが生じるため，一律の空調・照明環境では無駄が発生する。そのため，教室定員に対して出席者数が設定した割合より少ない場合は，後方の照明および空調を抑制する制御を取り入れた（図7）。変動微風空調と組合せることでより大きな省エネ効果を期待できる。

また，一般のBA（ビルディングオートメーション）システムでは，空調や照明の各サブシステムが別々に設置するセンサーやスケジュールによって制御を行うが，本計画では，大学の情報システム（出席管理システムや施設予約管理システム等）とBAシステムが定期的に情報の授受を行い，スケジュールや人数情報を一元的に管理できるシステムとしている（図8）。

3. 5　電気設備計画

①照明設備計画による省CO_2技術

教室，研究室，教員室等あらゆるエリアに明るさセンサーや人感センサーを導入すると共に，エントランスホールや廊下，トイレ等の共用部にはLED照明を採用し，徹底した照明電力の削減に取り組んでいる。

②太陽光発電の直流送電

25kWの太陽光発電パネルを設置しているが，その内2号館の5kWについて発電した直流電力をそのままLED照明へ送電する（直流送電）システムを導入している（図9）。これにより，パワーコンディショナ部（直流→交流）の変換ロス，LED照明（交流→直流）での変換ロスを低減することができる。

4. 情報インフラ設備

4. 1　情報インフラ設備の構成要素

基本構成は，全システムを支える『システム共通基盤』の上に，各種システムが乗った階層構造としており，ネットワ

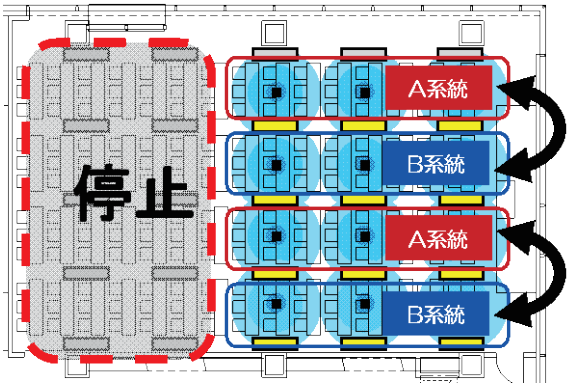


図7　情報システムとの連携による空調制御

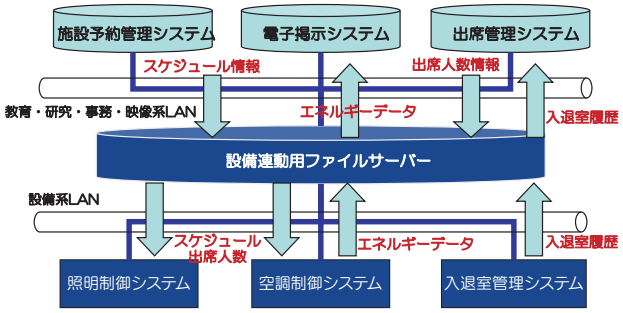


図8　BAシステムと情報インフラとの連携

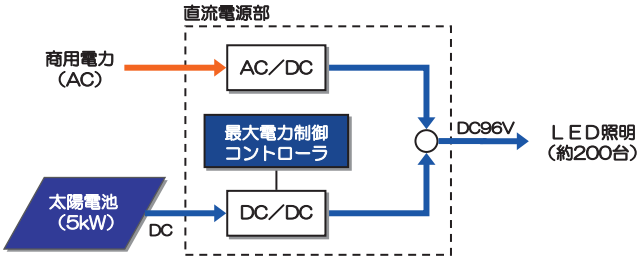


図9　太陽電池の直流送電システム

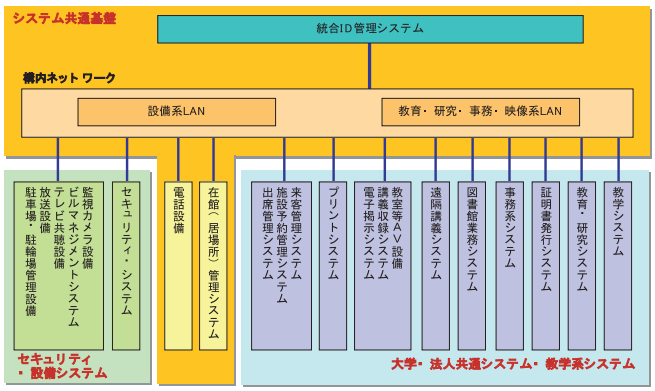


図10　情報インフラ設備の構成要素

ークや個人 ID の一元管理と，アプリケーションの拡張性を確保している（図10）。

①統合 ID 管理システム

従前，複数のシステムで個別に管理していた大学関係者の ID を，『統合 ID 管理システム』で一元管理する仕組みを構築した。

②在館（居場所）管理システム

統合 ID は，セキュリティ（入退館・入退室認証）に利用すると共に，各システムのログイン認証にも利用される。これら認証情報を用いてキャンパス内の在館状況や各室の在室人数を把握することが可能となり，セキュリティ管理のほか，空調・照明設備の省エネ制御にも利用する計画となっている。

4. 2　セキュリティシステム

約880台の非接触式カードリーダを主体に構成されており，入退館管理としてはセキュリティゲート約40台を用いているが，閉鎖性を排除するためフラップの無いオープンタイプを採用した。また，各教室に設置したカードリーダは出席管理にも利用する。カードは FCF フォーマットの Felica で，学生証・教職員証共通仕様とした。

5. 省 CO_2 技術の防災転用

千住地区は荒川のはんらん時に5m 冠水すると想定されている。1階の階高を6m とし，電気室および発電機は2階以上に設置することで洪水時にも給電可能なシステムとした。また，震災時の対応として2号館の教室を一時避難場所に使用できるよう計画している。防災用の非常用発電機とは別に，2号館専用の発電機を設置し，照明，コンセントの一部，教室・便所の換気，給排水設備等に対し72時間電源供給できる計画としている。

縦型蓄熱槽の冷温水配管は便所の雑用水配管に接続されており，バルブを切替えることで便所洗浄水として活用できる。槽内の水は位置エネルギーを持っているため，動力を必要とせず水頭圧のみで給水可能である。汚水管はバルブ切替えで雨水管に接続でき，地下ピットの雨水槽を汚水槽として活用できる。

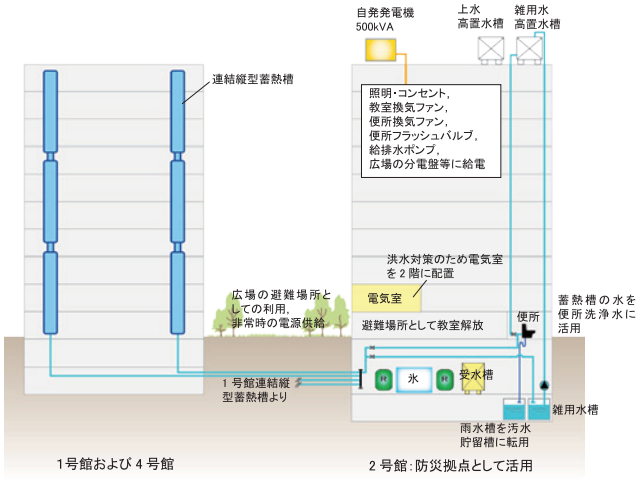


図11　防災対応

6. まとめ

さまざまな省エネルギーシステムを導入しても，それが設計意図通りに使われない場合，想定した効果が得られないことはよくある。また，システムが複雑であるがゆえに，運用段階でのチューニング作業（専門用語でコミッショニング（性能検証）という）を実施するか否かで，その後数十年間のエネルギー使用量に大きな差が生じる。しかしながら，コミッショニングは極めて重要な作業ではあるものの，時間，労力，コストの関係から実施されないことが多いのも事実である。

本プロジェクトでは，大学，設計事務所，施工者，外部の有識者などが参加した「性能検証委員会」を立ち上げており，運用段階でのチューニング作業を今後数年間実施していく予定である。これにより，理工系大学としてトップクラスの省エネルギーキャンパスとなることを目指す。

プロフィール

林　一宏（はやし・かずひろ）
㈱日建設計 設備設計部長
資格：設備設計一級建築士，技術士（衛生工学部門），建築設備士
専門分野：建築設備（空調・衛生）

建材試験センターの取組み

中央試験所 副所長　川上　修
ISO 審査本部　林　淳
製品認証本部　丸山慶一郎
中央試験所　佐川　修
経営企画部　宮沢　郁子

試験事業について

性能評価試験にかかわる取組み

現在，省エネルギー基準の見直しが行われており，また断熱義務化に向けたさまざまな取組みがなされている。さらに2012年12月には「都市の低炭素化の促進に関する法律」が施行され，省エネルギーに向けて社会は加速度的に動き始めたといえる。

建築における省エネルギーは大きく2つに分けることができる。一つは建物自体の省エネルギー性能（断熱性能や日射遮蔽性能等）であり，一つは空調機や給湯器等の建物に用いられる設備の省エネルギー性能である。現行の省エネルギー基準では建物の断熱性能が主要な基準であったが，現在改正が検討されている基準では一次エネルギー消費量の基準へと転換され，建物の断熱性能だけではなく設備機器の性能も重要なポイントとなっている。

これら建物の断熱性能や設備機器の性能に関して試験事業としてどのように取り組んでいるかを紹介する。

1. 建物の断熱性能にかかわる試験・評価

省エネルギー対策の最も一般的な建築的手法は，建物の高断熱化である。これには，断熱材，断熱サッシ，断熱ドアなどさまざまな省エネルギー型建材が使用される。通常，これらの建材の断熱性能が高いほど建物全体の熱損失は小さくなり冷暖房負荷が削減されることになる。このため，より断熱性能の高い建材が求められており，断熱性能に関する試験・評価のニーズは高い。

一方，建材の多くは，日射熱，風雨などに長期間さらされることで経年と共に性能が変化する。近年，資源を有効利用するといった観点から，建物を長期間使用する動きも活性化しており，これに伴い建材の耐久性能や長期性能が求められる傾向にある。特に，断熱材の場合は，長期的に断熱性能を保持することが重要であるが，近年の研究では，その性能が変化することが指摘されている。性能が変化する要因は，紫外線，熱，水分，湿気などさまざまであり，通常，これらの因子が複合して性能変化が起こる。このため，実験室レベルで長期性能を評価することは簡単ではないが，近年，さまざまな建材で長期性能が求められる傾向にあり，これらの試験・評価のニーズも高まりつつある。

断熱性能が求められる建材の多くは，JISなどで断熱性能の規格値あるいは基準値が定められており，中央試験所では以前からさまざまな建材の断熱性能を測定している。断熱性能の試験方法にはさまざまな種類があり，測定対象の種類，形状，サイズなどにより最適な試験方法を選ぶことが必要である。また，断熱性能の表現方法も材料によって異なる場合があり，通常，均質と見なせる材料は熱伝導率，複合材料は熱抵抗あるいは熱貫流抵抗（熱貫流率）で示すことが多い。当試験所で測定している代表的な建材の種類とその試験方法を次に紹介する。

(1) 一般部（断熱材）

断熱材の断熱性能の測定は，JIS A 1412（熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法）で行うことが一般的であり，通常熱伝導率での評価が行われている。JIS A 1412は，第1部（保護熱板法（GHP法）），第2部（熱流計法（HFM法）），第3部（円筒法）の3部構成である。第1部，第2部は平板状の断熱材を対象とし，第3部は円筒状の断熱材（保温筒）を対象としている。

また，断熱材の長期断熱性能を測定する試験規格としては，発泡プラスチック系断熱材を対象とした試験方法ISO 11561（Aging of thermal insulating materials - Determination of the long-term change in thermal resistance of closed-cell plastics (accelerated laboratory test methods)）がある。発泡プラスチック系断熱材は，断熱材内部の発泡ガスと空気とが

置換することで熱伝導率が経年変化することが知られており，本規格は発泡ガスと空気との置換を促進することで，短期間で長期的な性能変化を予測するための試験方法である。このISOを下敷きとしたJIS原案はすでに作成が終了しており，現在JIS化に向けた作業が進行中である。

(2) 一般部（壁・屋根・床など）

断熱材に限らず平板状かつ均質な材料であれば，JIS A 1412で熱伝導率あるいは熱抵抗の測定が可能である。しかし，建材の多くは複合材であり形状も複雑であるため，この規格では測定できない建材も多い。このため，壁や屋根などの複合部材の断熱性能試験は，JIS A 1420（建築用構成材の断熱性測定方法－校正熱箱法及び保護熱箱法）に従って行っている。

(3) 開口部（サッシ・ドアなど）

サッシおよびドアの断熱性能試験方法には，JIS A 4710（建具の断熱性試験方法）がある。測定装置および原理は基本的にJIS A 1420と同様であるが，開口部は壁，屋根などに比べ断熱性能が低いため，試験体表面の熱伝達抵抗の大小が測定結果に及ぼす影響が大きい。このため，表面熱伝達抵抗の校正方法などが細かく規定されたものとなっている。

(4) 開口部（板ガラス類，窓ガラス用フィルムなど）

サッシやドアの断熱性能試験は，製品寸法での測定が必要となるが，板ガラス類や窓ガラス用フィルムの場合，より小さな試験片で測定することができる。試験片の寸法は50×50mm程度であり，これらの建材は試験片表面の放射率を赤外分光光度計で測定し，この結果を基に計算により熱貫流率を求める。

2. 設備機器の性能にかかわる試験・評価

当試験所では，設備機器の効率に関する試験・評価は断熱材等の評価に比べるとその実施例は少ないが次のような試験・評価を行っている。

①太陽熱温水器の性能試験
②太陽光発電器の技術評価
③高断熱浴槽の性能試験
④熱交換型換気扇の性能試験

3. その他の試験・評価

その他の試験・評価としては主に次のようなものがある。

表1　建材の種類と断熱性試験規格および製品規格

種類	試験規格	製品規格
断熱材	JIS A 1412-1[熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第1部：保護熱板法(GHP法)]	JIS A 9504(人造鉱物繊維保温材)
	JIS A 1412-2[熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第2部：熱流計法(HFM法)]	JIS A 9510(無機多孔質保温材)
	JIS A 1412-3(熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第3部：円筒法)	JIS A 9511(発泡プラスチック保温材)
		JIS A 9521(住宅用人造鉱物繊維断熱材)
		JIS A 9523(吹込み用繊維質断熱材)
		JIS A 9526(建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム)
壁・屋根・床など	JIS A 1420(建築用構成材の断熱性測定方法－校正熱箱法及び保護熱箱法)	－
サッシ・ドアなど	JIS A 4710(建具の断熱性試験方法)	JIS A 4702(ドアセット)
		JIS A 4706(サッシ)
板ガラス類・窓ガラス用フィルムなど	JIS R 3106(板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法)	JIS R 3209(複層ガラス)
	JIS R 3107(板ガラス類の熱抵抗及び建築における熱貫流率の算定方法)	JIS A 5759(建築窓ガラス用フィルム)

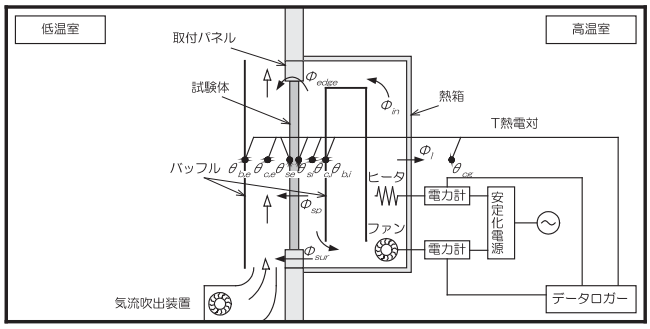


図1　建具の断熱性試験装置概要図

(1) 日射遮蔽性能の測定

日射遮蔽性能はそのまま夏場の冷房負荷に影響するため，特に関東以西では重要な性能である。日射遮蔽係数の測定には大きく分けて2つの方法がある。一つは実際の太陽光を使った測定で**写真1**に示すものである。これに対して，人工太陽を用いた方法も当試験所では実施しており，その概要は**図2**に示すようなものである。実際の太陽光を用いる測定は天候に左右されるため，現在では人工太陽を用いた測定が主流となっている。

写真1　太陽光を用いた日射遮蔽係数測定状況

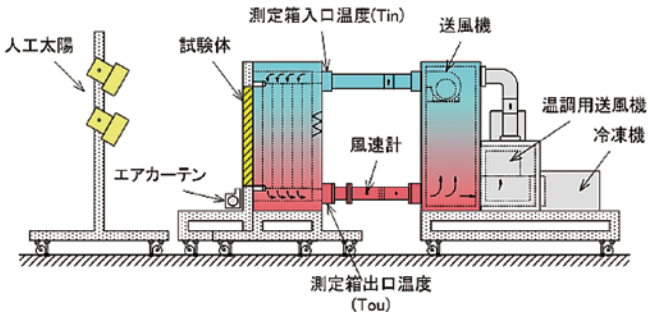


図2　人工太陽を用いた日射遮蔽係数試験装置

(2) 高日射反射率塗料の評価

高日射反射率塗料はヒートアイランド対策として最近とみに注目されている材料である。この塗料の製品規格としてJIS K 5675（屋根用高日射反射率塗料）が制定されたのが2011年であり，基本性能である日射反射率の測定は分光光度計を用いて行っている。

(3) 保水性建材の評価

保水性建材もヒートアイランド対策に有効といわれており，その開発も盛んであるがその性能を評価する規格はまだ不十分である。当センターでは環境技術実証事業（環境省）の中で保水性建材の評価試験方法を定め，保水性建材の基本的な3つの性能，「保水性」，「吸水性」，「蒸発性」の試験評価を行っている。

(4) 壁面緑化壁の性能評価

屋上緑化，壁面緑化もヒートアイランド対策に有効であるといわれているが壁面緑化に関する技術評価も行っている。詳細は本誌2012年10月号を参照されたい。

(5) 熱負荷計算

AE-Sim/Heat や New-HASP などの熱負荷計算プログラムを用いた熱負荷計算も行っている。また，これに関連して特に木造住宅で問題となる結露に関して非定常でのシミュレーション計算や人工気候室を用いた実験等の評価も行っている。

認証事業について

ISO審査本部の取組み

ISO審査本部では，1996年に事業を開始したISO14001（環境マネジメントシステム）の認証事業を通じて，20年近くにわたり，建設産業における省エネルギーおよび地球温暖化対策の取組みに携わってきた。

その後，2009年度には，温室効果ガス排出量取引およびそれに伴う排出量の第三者検証の高まりを受け，温室効果ガス排出量の検証事業に特化したGHG検証業務室を設け，温室効果ガス排出量の検証に係る事業を開始した。また，2011年6月には，ISO（国際標準化機構）が発行したエネルギーマネジメントシステム（ISO50001）の認証事業について取組みを始め，2012年9月，JAB（日本適合性認定協会）より認定を受け，信頼性の高い認証業務が実施できる体制を整えた。

ここでは，ISO審査本部が省エネルギーおよび地球温暖化対策の推進支援として取り組んできた温室効果ガス排出量の検証業務を中心に，その概要を紹介する。

1. 温室効果ガス排出量取引方式の概要

はじめに，温室効果ガス排出量取引の基本として，排出枠（クレジット）の創出方式について理解しておく必要がある。排出量取引における排出枠（クレジット）の創出方法には，2つの方式がある。一つは，“キャップ＆トレード方式”，もう一つは，“ベースライン＆クレジット方式”と呼ばれている。各方式の概要は，次のとおりである。

(1) キャップ＆トレード方式

この方式には，規制する者と規制される者という2つの主体が存在する。規制する者が規制される者に対して排出枠（キャップといわれる）を設定し，設定された排出量と実績排出量の差について取引を認める方式である。

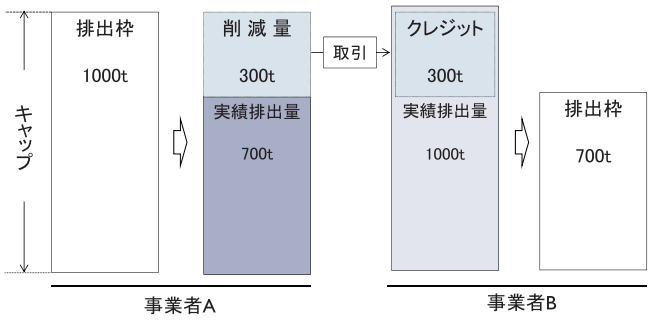


図3　キャップ＆トレード方式

(2) ベース＆クレジット方式

この方式は，排出削減のプロジェクト（設備の更新等）を行った場合と，行わなかった場合とを比較し，その差をクレジットとして他者への売却を認める方式である。ここで，ベースラインとは，排出削減のプロジェクトを実施しなかった場合（設備の更新前）の排出量を指す。

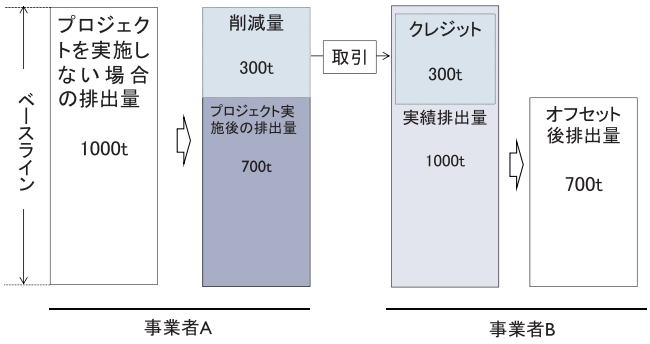


図4　ベース＆クレジット方式

GHG検証業務室では，**(1)キャップ＆トレード方式**として，東京都・埼玉県制度での検証業務を行っている。また，**(2)ベースライン＆クレジット方式**として，国内クレジット制度での検証業務に取り組んでいる。両方式の温室効果ガス排出量取引制度の検証業務の実施により，排出量取引に求められる検証業務に対応できる体制・知見を整備している。

2. 東京都・埼玉県制度

(1) 制度の概要

東京都は，2008年7月，東京都内のエネルギー起源CO_2（以下，特定ガスという）排出総量を削減するために，東京都環境確保条例を改正し，大規模事業所に対する「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度」（以下，都制度という）を導入した。

都制度では，全ての大規模事業所は，毎年度，特定ガスの排出量（都知事の登録を受けた検証機関の「検証」が必要）を都知事に報告する義務がある。また，大規模事業所のうち特定地球温暖化対策事業所は，基準排出量に対して，制度が規定する削減義務率を，指定期間内に履行しなければならない。削減義務の履行は，自らの削減努力を基本とするが，排出量取引による義務履行も認めている。

(2) 排出量算定の概要

排出量算定は，次の5つのステップに分けて実施する。

表2　都制度の概要のまとめ

対象事業所	前年度の燃料・熱・電気の使用量が原油換算で1，500キロリットル以上の事業所
削減対象ガス	エネルギー起源CO2（燃料・熱・電気の使用で排出されるCO2）
報告対象ガス	6ガス（CO2・CH4・N2O・PFC・HFC・SF6）すべて
削減計画期間	第一計画期間（2010～2014年度），第二計画期間（2015～2019年度） 以後，5年ごとの期間（毎年度，前年度の温室効果ガスの排出量を都へ報告）
削減義務量の算定	［削減義務量］＝［基準排出量］×［削減義務率］
・基準排出量・・・連続する3ヵ年度の平均 ・削減義務率（第一計画期間） Ⅰ－1　8%（オフィスビルなど及び地域冷暖房施設） Ⅰ－2　6%（地冷から総エネルギー使用量の20%以上の供給を受けているオフィスビルなどが該当） Ⅱ　6%（Ⅰ－1，Ⅰ－2以外の事業所で工場等が該当）	
削減手段	1　自らで削減・・・高効率設備・機器への更新，運用対策の推進など 2　排出量取引 ①超過削減量：対象事業所が義務量を超えて削減した量 ②中小クレジット：都内中小規模事業所の削減量 ③都外クレジット：都外の事業所の削減量 ④再エネクレジット：再生可能エネルギーの環境価値
削減義務未達成の場合	「措置命令」 → 削減義務量×最大1．3倍の削減
措置命令違反の場合	罰金（上限50万円），違反事実の公表，知事が命令不足量を調達（費用は違反者に請求）

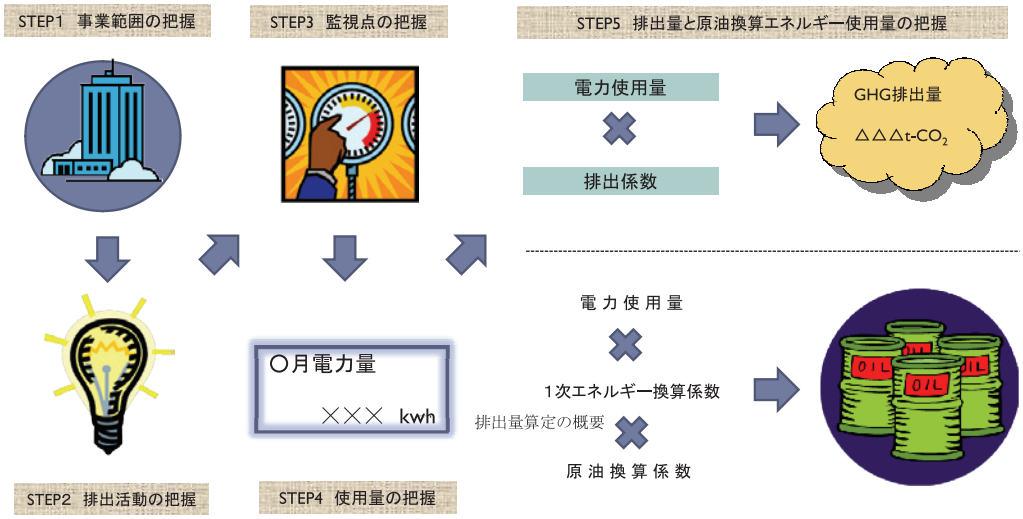


図5　排出量算定の概要

・STEP1　事業所範囲の特定

排出量を算定する事業所の範囲（バウンダリー）を特定する。排出主体を決定する作業ともいえる。

・STEP2　排出量活動の抽出

事業所内で行われている全ての排出活動について把握する。排出活動には，直接排出（ガス・灯油・ガソリンなど）と間接排出（電気・地冷など）があり，この二つに分類して特定することになる。

・STEP3　監視点の特定

STEP2で特定した各排出活動のエネルギーの使用量を把握する場所を決定する。これは，燃料等の使用量を計測するメーターまたは燃料タンク等を特定することである。

・STEP4　エネルギー使用量の把握

監視点にて計測されたエネルギー使用量を把握する。計測結果は，原則として，購買伝票・納品書等の取引による伝票で特定することになる。

・STEP5　排出量の算定

最後に，エネルギーの種類ごとに排出量を計算し，それらを合算して，事業所範囲内での全排出量を求める。

(3) 検証業務について

検証という業務について簡単に説明する。検証とは，端的にいえば，規制するものが定めた排出量の算定のルール（都制度では，算定ガイドラインという）通りに，規制される側（一般的には事業者）が排出量を正しく算定しているかを確認する作業である。

ここでは，都制度を例にとり，事業所範囲の把握について，その検証方法を紹介する。まず，事業者は，事業所範囲を把握するとき，根拠資料をもとに特定する必要がある。根拠資料は，算定ガイドラインに定められており，これに従う。都制度では，建築基準法の確認申請の書類を算定ガイドラインで定めている。検証機関は，算定ガイドライン通りに事業範囲が特定され，その内容で適合と判断できるか確認する。検証の現場では，事前に検証ガイドラインに従い手順・判断の基準をチェックリストとしてまとめ，これに従い検証を進める。

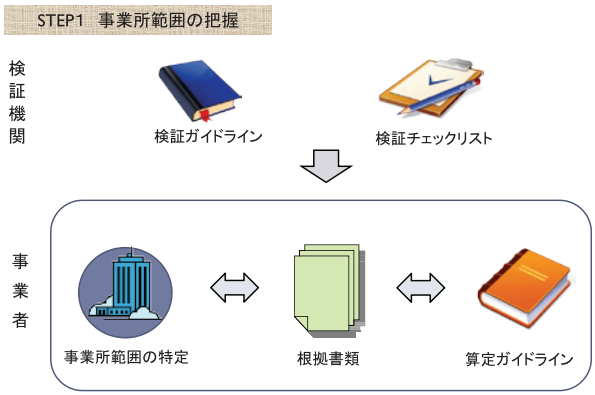


図6　検証の概要

(4) 取組み状況について

東京都・埼玉県制度では，検証内容の違いにより，区分が6つ設けられている。GHG検証業務室では，現在，4つの区分について登録し検証を行うことができる。今後，さらに1

表3　東京都・埼玉県制度における登録状況

区分番号	区分名称	検証内容	登録	必要とされる知識・経験
1	特定ガス・基準量	・毎年度の特定温室効果ガス排出量の検証 ・基準排出量の検証 ・新規事業所の対策推進基準への適合検証	○	・設備の運用管理 ・計測に係る知識
2	都内外削減量	・都内中小クレジットの検証 ・都外クレジットの検証	○	・設備性能の評価 ・設備の運用管理 ・計測に係る知識
3	その他ガス削減量	・その他ガス削減量を削減義務の履行に充てる場合の検証	○	・排出ガス把握方法の妥当性 ・計測に係る知識
4	電気等環境価値保有量	・再エネクレジットの検証	ー	・発電量把握の知識
5	優良事業所基準への適合（第一区分事業所）	・第一区分のトップレベル事業所 ・準トップレベル事業所の認定適合基準の検証	予定	・一般管理 ・設備性能の評価 ・設備の運用管理 ・計測に係る知識
6	優良事業所基準への適合（第二区分事業所）	・第二区分のトップレベル事業所 ・準トップレベル事業所の認定基準適合の検証	○	・一般管理 ・設備性能の評価 ・設備の運用管理 ・計測に係る知識

つの区分について申請を行う予定である。

検証実績（予定を含む）として，区分1は約300件，区分2は17件，区分3は6件，区分6は1件となっている。なお，東京都が試行的に行っている検証機関のランク付けにおいて，当センターは“A”ランクに位置付けられている。

3. 国内クレジット制度

(1) 制度の概要

国内クレジット制度は，排出削減を実施する者とそれを支援する者との共同事業として実施される。共同事業とは，設備の新設・更新などにより，温室効果ガスの排出量を削減する事業を指す。

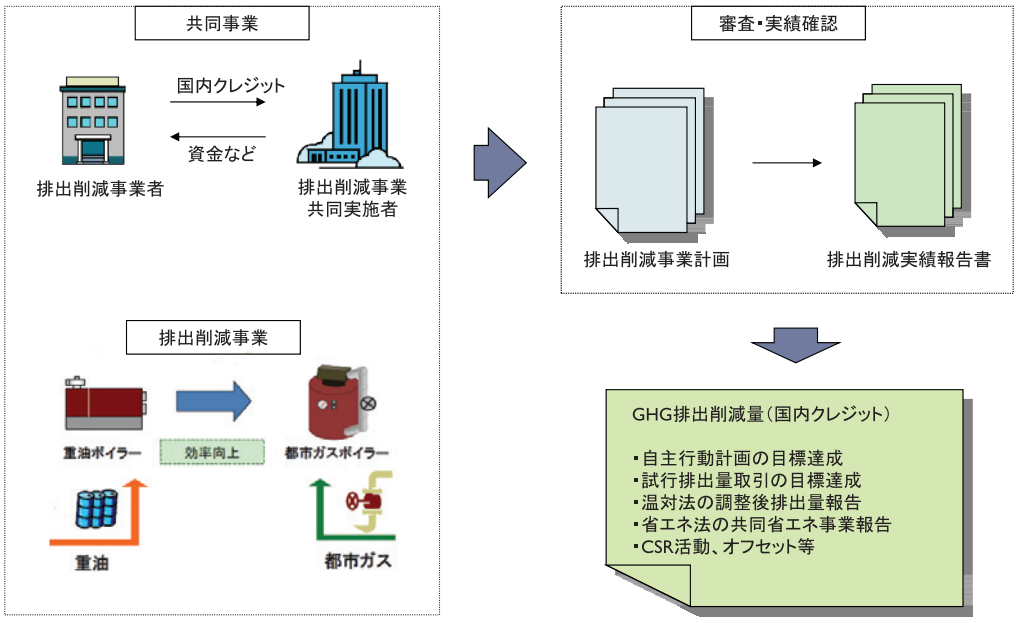


図7　制度の概要

この事業によって，削減排出量がクレジットとなるには2つの段階を経なければならない。まず排出量削減のための計画を作り，検証機関の審査を受け，国の承認を得なければならない。この計画が承認されると，次にその計画に従い運用し，排出量を把握して，削減排出量の実績を報告書にまとめる。その報告書について，検証機関の確認を受け，国の承認を得ることで，削減した排出量がクレジット化される。

(2) 排出削減事業計画作成の概要

排出削減事業計画は，承認削減方法論に従い，作成する。承認削減方法論では，設備の新設・更新・追加等により排出量を減らす方法を定めている。2012年3月末現在で，67件の方法論を国が承認している。

計画書では，事業者が次の4点について取りまとめ，これについて検証機関が審査を実施する。

- ・削減事業の内容
- ・その計画をおこなわなかった場合の排出量（ベースライン排出量）の算定
- ・計画をおこなった場合の排出量（プロジェクト実施後排出量）の算定
- ・その差分（削減量）の算定

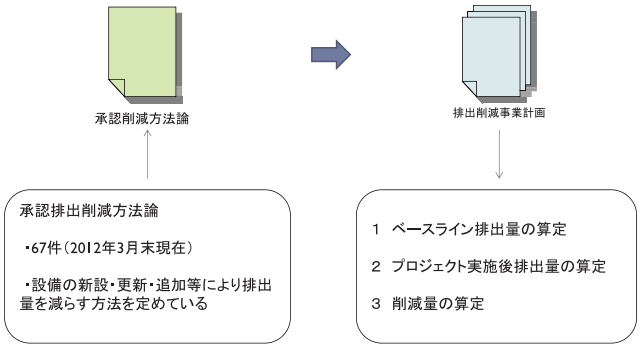


図8　排出削減事業計画作成の概要

(3) 排出削減事業計画審査の概要

計画の審査は，①計画が承認削減方法論に適合しているか，②排出量が正しく計算されているか，の二つの観点からから実施する。

国内クレジット制度は，審査員が適合・不適合の判断を行うため，東京都制度と比較して，より高度な専門性が必要となる検証である。その理由として，方法論に満たすべき事項は定めてあるが，どのような条件であれば，その条件を満たすことになるか，明確に定めていないためである。

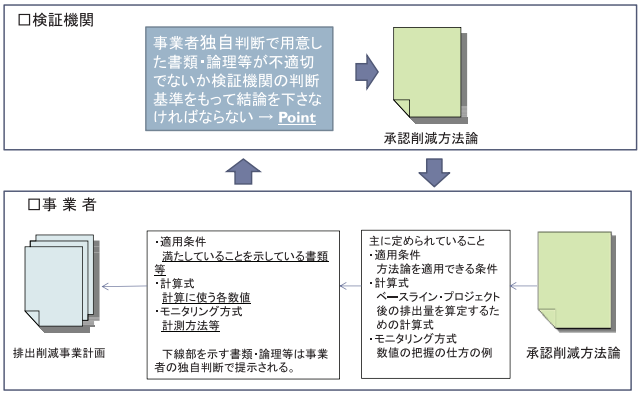


図9　排出削減事業計画審査の概要

(4) 排出削減実績報告書作成の概要

承認された削減計画に従い，実績値を把握して報告書に取りまとめる段階である。

留意点は，削減計画との変更点の把握であり，具体例として，排出係数等の変更が把握できていない事例が散見されている。

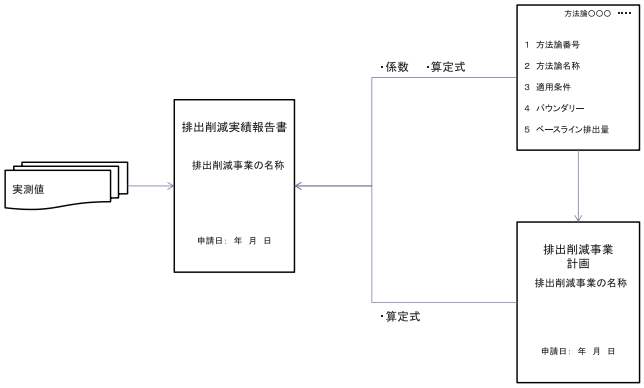


図10　排出削減実績報告書作成の概要

(5) 排出削減実績報告書確認の概要

実施報告書の確認は，設備の導入，データの収集，算定式および計算が承認削減計画に従い実施されていることを確認する。削減計画の審査に比較して，適否の判断に迷うことは少ない業務である。

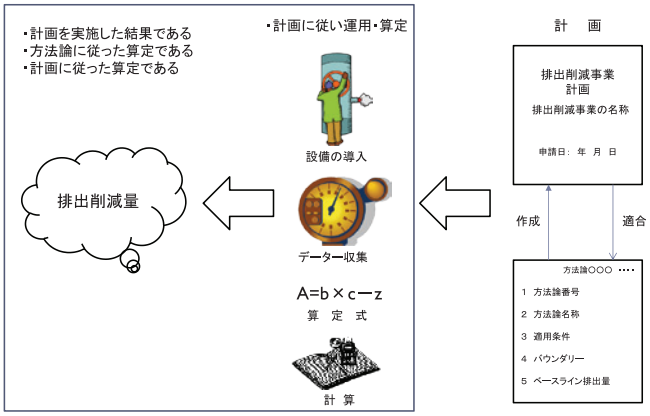


図11 排出削減実績報告書確認の概要

4. エネルギー管理の問題点

排出量取引に係る温室効果ガスの排出量の検証業務を通じて，現在のエネルギー管理の取組みについて，次に示す問題点があると思われる。

- 事業所全体のエネルギー使用実態がつかみきれてない。
- 算定体制・データの集計ルールは存在するが概念的なレベルであり，有効に機能しているとは言い難い。
- 多くの類似したデータが存在しており，どこで，どのようなデータが必要で，どのように活用されているか把握できていない状況が散見される。
- 上記に加え，集計のムダや類似したデータが多数存在することにより混乱が生じるケースも見受けられる。
- 測定機器，計装システムのスペックやメンテナンス状況が把握できず，データの精度を把握することができない。

排出量取引において削減量はクレジット（金融商品）になるため，その算定の基礎となるエネルギー使用量等の把握は，金融の取引を担保するレベルで保持する必要がある。このように，排出量取引に係る検証では，金融商品としての品質が求められるため，これまでのエネルギー管理への取組みを見直す必要があると思われる。

5. 次世代のエネルギー管理体制の構築に向けて

前述のとおり，排出量取引における温室効果ガス排出量の検証に適合するためには，現在のエネルギー管理の取組みのいくつかの問題を解決する必要がある。これらの問題は，ISO50001を活用することで，総合的に克服できると期待されている。

ISO50001は，省エネルギー等を行うのに必要な，方針・目標を設定し，計画を立て，手順を決めて管理する活動を体系的に実施できる仕組みである。この仕組みの導入により，全社的な取組みが実現し，事業所全体のエネルギー使用実態を把握することができる。また，方針・目標の設定により目指すべき方向が定まるため必要となるデータが明確になり，併せて方針等を達成するための体制およびルールが構築でき，統制された運営が可能となる。このように，先の問題点の全てを解決するエッセンスを含んだ規格となっている。ISO50001のフレームは，ISO14001と類似しており，ISO14001導入済みの組織にとっては取り組み易い規格であり，導入のハードルも低いと思われる。

6. 今後の取組みについて

ISO審査本部では，省エネルギーおよび地球温暖化対策の推進に向け，今後は，組織や設備の検証のみならず，カーボン・フット・プリント（CFP）やマテリアル・フロー・コスト会計（MFCA）等の製品の排出量等の算定・検証等に係る分野にも進出する予定である。また，現在，実施している検証方式について，国や地方自治体の制度ではなく，自主的な取組みを支援するために，ISO14061，ISO14062等の検証業務への取組み，そしてISO14065に適合した検証機関としての認証を検討している。

ISO審査本部では，**図12**に示す概念により，多くの組織の省エネルギー・地球温暖化対策の推進の取組みを積極的に支援していきたいと考えている。

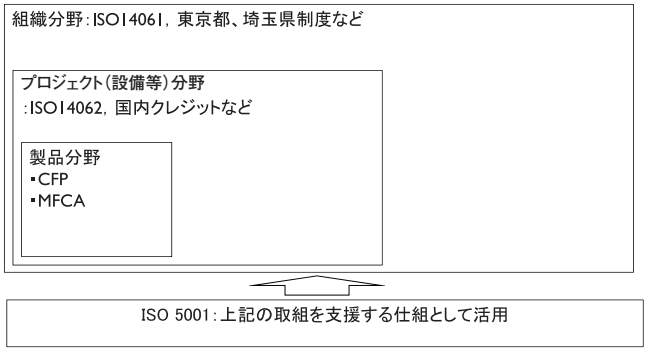


図12 ISO審査本部における省エネルギー等の支援体制のイメージ

JIS製品と省エネルギー

東日本大震災から2回目の新春を迎え，被災地ではようやく復興の緒についたと感じられる。昨年と比べると，世情はいくらか明るさを取り戻したように感じられる。当センターがかかわっている主に建設資材のJIS分野は，大震災に起因する建設資材の需給ひっぱくや復興需要の増加，これからピークを迎えるであろうと予測されている消費税の増税による駆込み需要への対応が当面の課題となっている。

また，原発事故による電力不足の問題，CO_2の削減等，ここにきてエネルギー事情は切迫しており，一層の省エネルギー推進に向かうものと考えられる。JIS製品の生産活動にも当然ながらエネルギーは消費され，CO_2も排出されるが，ここでは建設資材分野における省エネルギーに寄与するであろうJISマーク製品を紹介するとともに，特に東日本大震災以降，省エネルギー効果が期待される建設資材（JIS製品）に関する注目度が高まっている現状に触れ，JIS製品が果たす将来の省エネルギー展望についても考えてみたい。

1. 省エネルギーに関係するJIS製品（センターの認証実績）

最近のトピックスとしては，国策として実施した住宅エコポイント制度に対応した省エネルギー製品，特に断熱関連製品への問い合わせや認証取得を検討する工場が国内外で増えている。当センターで認証範囲としている主な省エネルギー関連規格と認証工場数を**表4**に示す。寡占化が進んだ業界もあるため，工場数がそのまま実態を反映するとは限らないが，10工場以上の認証工場数が存在する分野は注目度が高いとみてよい。

この表から読み取れるキーワードは「節水」と「断熱」である。「節水」は使用量と処理量の減少が省エネルギーに寄与する。また，「断熱」は住宅や浴槽の断熱性を高め冷暖房費をはじめとする直接的なエネルギーの使用量を抑制するものといえる。

表4　主な省エネルギー関連JISと認証工場数

規格番号	規格名称	概　要	工場数	特　性
JIS A 5207	衛生器具-便器・洗面器類	節水形大便器	1	使用水量の削減
JIS A 5532	浴槽	高断熱浴槽	0	断熱
JIS A 9504	人造鉱物繊維保温材	ロックウール	14	断熱
		グラスウール		
JIS A 9510	無機多孔質保温材	けい酸カルシウム保温材	3	断熱
		はっ水性パーライト保温材		
JIS A 9511	発泡プラスチック保温材	A種	20	断熱
		B種		
JIS A 9521	住宅用人造鉱物繊維断熱材	ロックウール	12	断熱
		グラスウール		
JIS A 9523	吹込み用繊維質断熱材	無機繊維質	10	断熱
		有機繊維質		
JIS A 9526	建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム	A種	6	断熱
		B種		
JIS R 3209	複層ガラス	—	45	断熱

2. 今後の期待分野

表4には掲載されていないものの，JIS A 5914建材畳床（認証取得工場＝25工場）においては現在JISの改正作業が進んでおり，改正されれば性能項目に「熱抵抗」を加えたもの，つまり，断熱性能が付与された「断熱畳」が誕生する方向になっている。ちなみに建材畳床の兄弟規格としてはJIS A 5901稲わら畳床及び稲わらサンドイッチ畳床（認証取得工場：19工場）があり断熱性能の付与による性能差別化の影響を受けることになる。このように，今後の建材業界は主要部材（製品）に「省エネルギー」関連の付加価値を加味する方向に進むことは容易に予測される。

一部の製品では研究開発の途中であったり，すでにJIS外品として実用化されている可能性があるが，「断熱がわら」，「断熱タイル」，「断熱サイディング」，「断熱パネル」，「断熱ボード」，「断熱壁紙」，「断熱カーペット」などなど，断熱性能（省エネルギー性能）を付加された製品も想像することができる。

このような既存のJIS製品の改良版だけでなく，JIS A 5759建築窓ガラス用フィルムのように既存の窓ガラスに貼ることで性能を付加する製品もあり，省エネルギーという切口から思いもよらない組合せが生まれる可能性もあり，今後の技術開発が大いに期待される。

考えてみれば，JIS 製品は原材料から生産の各工程，品質管理に至るまで標準化された工場で生産されており，製品のもつ特性による「省エネルギー性」うんぬん以前に，JIS マーク製品としての大前提が「省エネルギー製品」だといえるのではないかと，ここにきて気が付いた次第である。新年早々「JIS 製品と省エネルギー」というテーマで JIS 製品の将来像も含めて考えてみた。

一般的に，JIS 製品には進取の取組みが反映されにくい。付加価値が付与しにくい。差別化にならない。などというマイナスの意見も多く聞こえてくるが，JIS 原案の作成現場では，当該製品の持つ旧来の品質・性能の価値と新たな価値の付与が今後も議論されるものと思われる。急激な変化は期待できないまでも，変化の兆しが見えているように感じられる。新 JIS 制度がスタートして8年目になるが，未だに実現していない「特定側面の JIS」などを活用することで，製品の枠を超えた省エネルギー性能の JIS 化も可能ではないかと考える。個々の製品特性を考えた場合，種々の製品を横断的な一つの指標で評価することは困難な側面もあるが，時代は変わりつつある。

JIS マーク製品がもっと世の中に貢献できるように，製品認証本部は JIS マーク制度を通じたモノづくりを支援していきたいと考えている。

標準化事業について

▌建物の省エネルギーに対応した国際標準の高度化

2011年3月に発生した東日本大震災を主要因とした福島第一原発の事故によって，我が国においては以前にも増して産業分野での省エネルギーが推進されている。特に，国内のエネルギー消費量の約3割を占める民生部門における省エネルギーには，より高いレベルでの取組みが求められている。

ここ最近の住宅等の建築物の省エネルギーについては，“高断熱化”，“高気密化” がキーワードとして取り上げられる。すなわち，より少ないエネルギーで快適な空間を作り出し，環境への負荷をより小さくさせる，という考え方である。このような建物の省エネルギーを確実に実行させるためには，“省エネルギー” を定量的もしくは定性的に目に見える形で示すことが必要となる。一方，エンドユーザーにとっては，省エネルギーに対応した建築物等の性能を客観的に判断する基準や標準といった技術的・科学的な根拠に基づくツールが必要となる。このツールの一つに国際的な指標としての IS（国際標準規格）がある。

1. ISO の位置づけ

ISO（国際標準化機構）は，さまざまな分野における国際標準の策定を行っている国際的な民間機関である。ISO が作成，発行する規格はあくまで任意規格であるが，各国の法令等に引用される場合が多く，事実上，強制力を持った標準と位置づけることができる。経済がグローバル化した時代においては，国際標準の獲得が，各国の経済活動に影響を少なからず与えるため，各国とも国際標準開発の主導権をいかにしてつかむかが課題となっている。

2. 欧州における建物の省エネルギーに対応した標準化の動き

2. 1　欧州における建物の省エネルギーの動き

2002年12月，欧州連合は地球温暖化への対策の一環として，域内の住宅や公共の建築物のエネルギー性能を向上させることを目的に「建築物のエネルギー性能に関する指令」（以下，EPBD-2002と称す）を制定した。EPBD-2002では，上述の目的を達成するため，①エネルギー性能計算方法，②エネルギー性能要求事項，③エネルギー性能評価証書，④ボイラー・空調システムの検査，⑤専門家制度，の5つの要件が取りまとめられた。

一方，EU 各国の EPBD-2002への対応は，例えば，北欧諸国と地中海沿岸部諸国とではそもそも気候が異なることもあり，法体系の整備を含め各国の足並みがそろわず，EPBD-2002の改正案が2008年に欧州委員会より提出された。この改正案では，EPBD-2002をより確実に実行させることを目的として，

・大規模改修を行う建物に対するエネルギー性能最小要件の適用を拡大すること。
・「エネルギー性能証明書」，「暖房及び空調システムの検査」「エネルギー性能最小要件」，「情報」，「独立した専門家」に関する規定を強化すること。
・二酸化炭素の排出および一次エネルギー消費が低いまたはゼロに等しい建物の市場における普及を各加盟国に促

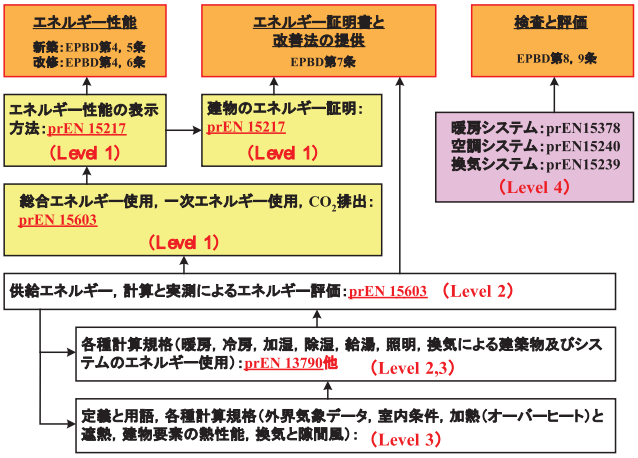


図13　EPBDと欧州規格類（EN）との関係
（CEN/TR15615（Umbrella document）を参考に作成）

すこと（≒ゼロ・エネルギー建物）。

・公共部門の建物が先進的で主導的な役割を果たすよう奨励すること。

などが盛り込まれ，2010年5月に新しい指令として改正された。

2. 2　EPBDをサポートするための技術的事項の標準化[1)]

欧州地域に対応した規格，基準等を作成する機関としてCEN（欧州標準化委員会）があり，CENが策定，発行する規格としてENがある。前節で示したEPBDをより具体的に実行させるため，さまざまな技術的事項や評価要件等がEN規格として制定された（中心的な規格：EN ISO 13790:2008（energy use for heating and cooling），**図13**参照）。

また，これらの動きを国際的な観点で進めるため，CENで作成されたEPBDをサポートする多くのEN規格がISO化されることとなった。具体的には，建築物の熱的性能に関する国際標準を策定する技術専門委員会であるISO/TC163（Thermal performance and energy use in the build environment：建築環境における熱的性能とエネルギー使用）において，EN規格のISO化を進めるための決議が2007年のISO/TC163ヘルシンキ会議で採択され，現在，その作業が進められているところである。次項では，ISO/TC163で進められているEN規格のISO化に関連して，特に，当センターが深く関与しているISO/TC163/SC1（試験及び測定方法）での対応について述べる。

3. 国際標準の高度化へのJTCCMの取組み

当センターは，2003年よりISO/TC163/SC1で審議されるISO規格の国内審議団体として，技術職員を委員として派遣することに加えて，国内審議の事務局としての活動を開始した。SC1の下では現在6つのWGが活動中であり，このうち3つのWG（WG8，WG10，WG16）で日本がコンビナ（主査）を担当している。これらのWGでは，国内の技術・知見を基にした新規ISOの提案や，改正作業を通じて国内技術をISOに盛り込むための活動を積極的に行うなどの対応を進めている。

日本担当WGの中で省エネルギーに係る2つのWGについて，検討内容を記載する。検討した規格を**表5**に示す。

(1) WG10（建物の気密性）

WG10では，主に壁，天井などの建築部材から構成される空間の空気移動に伴う気密性能を測定するための評価方法を検討・開発している。日本がコンビナを担当してから，換気に関する方法としてISO/NP 16956を提案し，また，既存規格の見直しに伴う国内技術の反映を2件（ISO 9972およびISO 12569）進めている。

ISO 9972の改正では，ベルギーなどの欧州各国が積極的に審議に加わっている。建築物の高気密化は省エネルギーに対して効果も高く，また，EPBDの施行によって住宅のエネルギー性能の明示が義務付けられている現状を踏まえると，住宅の気密性能を評価するための測定ツールの高度化が図られることは望ましい対応といえる。

ISO 12569の改正は，既存の規格に対して，測定方法等を現状の技術水準に即した形で細かく規定し，さまざまな建築物の空間状況に対応できるよう測定方法の高度化を図っている。そのほかに，カナダが中心となって部材，材料レベルでの気密性に関する測定および評価方法に関する国際標準の開発を進めており（ISO/DIS 14857他），日本はサポートする形で規格開発に関与している。

(2) WG16（現場における建物部位の断熱性測定方法）

WG16は，建築部位の断熱性能を定量的に評価するための測定方法について検討を行っており，日本が主体となって2007年に立ち上げたWGである。ISO 9869は1994年に初版が発行されて以降，一度も規格内容の見直し等が行われておらず，2005年のTC163/SC1東京会議において特設グループ（主査：日本）を設置することが決議され，改廃の是非を

検討するための調査が開始された。同時期に日本において，既存住宅の高断熱化を行うための判断ツールとして，現場における建築部位の断熱性測定方法の開発が経済産業省[2]およびNEDO[3]を中心に進められていた。これらの成果を適切に反映させるため，2008年のTC163/SC1南京会議でISO 9869の改正が必要なことならびに特設グループをWGに昇格させ，日本から3件のISOを提案予定であることを報告した。ISO 9869の改正に関しては，既存ISOをPart1と位置づけ，測定の不確かさの推定を附属書（参考）として盛り込み高度化を図ることとした。また，前述の調査研究等を通じて開発された断熱性能の定量的評価方法としての熱画像法[4][5]等を個別の規格群として制定することを目的として，現在，現場測定等を行いながら，測定方法の高度化ならびにISO案の検討を行っている。

4. 今後の展望

地球温暖化対策としての建物の省エネルギーは，欧米や日本などの工業先進国だけの問題ではなく，経済発展の著しい中国やインドなどの新興国においても無視できない課題である。また，国内においても省エネルギー法の改正に対応するよう，さらなる環境負荷低減技術の開発が急務となっている。その際，建物の省エネルギーを評価するツールとしてISO規格の果たす役割は大きく，日本としても優れた省エネルギー対策技術や評価方法をISOへ適切に反映させていくことがますます重要となってくる。

当センターにおいても国内事務局としての立場を有効に生かしつつ，国内の優れた省エネルギー技術や研究成果をISO規格へ反映させるための活動を今後も継続して行っていく予定である。

【参考資料】

1) Energy Performance of Buildings Directive Community
http://www.buildup.eu/communities/epbdcommunity

2) 地球温暖化防止に資する住宅・建築物の断熱性確保に関する調査，2004，委託先：㈱建材試験センター

3) 断熱材の長期断熱性能評価に関する標準化調査，2005～2007，委託先：㈱建材試験センター

4) S. Kato, K. Kuroki, S. Hagihara : Method of In-Situ Measurement of Thermal Insulation Performance of Building Elements Using Infrared Camera, The Sixth International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings (IAQVEC2007) , Ⅲ , pp.511-518, 2007.10

5) 萩原伸治，黒木勝一，加藤信介，田坂太一：現場における建物部位の断熱性測定法の検討，日本建築学会大会学術講演集，D-2，pp.137-138，2012］

表5　ISO/TC163/SC1/WG10, WG16で検討中の規格

WG 10	ISO 9972	Thermal performance of buildings - Determination of airpermeability of buildings - Fan pressurization method (断熱－建築物の気密性能試験－送風機加圧法)
	ISO 12569	Thermal performance of buildings - Determination of airchange in buildings - Tracer gas dilution method (建築物の熱性能－建築物の換気性能測定－トレーサーガス稀釈法)
	ISO/DIS 14857	Thermal performance in the built environment -Determination of air permeance of building materials (建築材料の透気度測定法)
	ISO/NP 16956	Thermal performance of building and materials -Determination of airflow rate of building equipments (換気・空調設備の現場風量測定法 (学会規格をベース))
	提案予定	Air permeability of air component (空調部品の通気性)
		Air leakage of air barrier assembly (気密部材の漏気)
		Wall energy rating including of typical air leakage and thermalconductivity (典型的漏気と熱伝導率を含む壁のエネルギー評価)
WG 16	ISO 9869	Thermal insulation - Building elements - In-situ measurement of thermal resistance and thermal transmittance (断熱－建築部位－熱抵抗及び熱貫流率の現場測定)
	提案予定	Thermal insulation - Building elements - In-situ measurement of thermal resistance - Part 2: Infrared method (断熱－建築部位－熱抵抗及び熱貫流率の現場測定－第2部：赤外線法)

たてもの建材探偵団

姫路城大天守の保存修理工事

写真1　素屋根外観

写真2　江戸時代のしゃちほこ

国宝であり世界文化遺産でもある姫路城の保存修理工事が行われる，さらには，工事中の天守閣を外側から見ることができる，という記事を見かけてから大変気になっていたところ，2012年6月に訪れることができました。

JR 姫路駅を出ると，大天守にかかる素屋根が遠くに見えてきます（**写真1**）。高さ約53m のこの素屋根（約800枚ものメッシュシートが取り付けられている）の内部に見学施設が設けられています。

まず城内に入ると，渡櫓（わたりやぐら）に展示されている，これまで実際に使われていたしゃちほこ（**写真2**），歴代城主の家紋が入った軒丸瓦，庇（ひさし）や粗朶（そだ）木舞を一部切り出したもの，左官鏝（こて），その他に甲冑（かっちゅう）などを見ることができ，築城400年という姫路城の歴史に触れることができます。

続いて素屋根内に入ると，2011年にオープンした8階建ての見学施設があり，シースルーのエレベーターで大屋根と同じレベルまで昇ることができます。ガラスを挟んで，瓦が葺き替えられたばかりの大屋根の上で作業をする職人や片側だけにしゃちほこが載った姿を見て（**写真3**），なかなか出会えない光景に見学者からは感嘆の声が上がっていました。45年ぶりに行われた今回の工事は屋根瓦の葺き直しや漆喰壁の塗り直しが中心であり，見学スペース内には，使われている材料や保存修理の作業プロセスなどを紹介するパネルや展示物が多数あります。瓦は，事前調査によると基本的に再利用し，新しいものに交換するのは1％程度と想定されたそうです。また，外壁は，上層部（4・5層）では小舞下地からはぎ取って土壁から塗り直していました（**写真4**）。外壁の漆喰は，築城当時3㎜ほどの厚さだったものを昭和の大修理以降30㎜と厚く塗り替えられ，耐久性をもたせているそうです。

写真3と**写真4**は，10月に見学された㈱工文社のＴさんから写真を借用して並べてみたものです（下段）。屋根目地漆喰が施されることでだいぶ趣が異なります。この漆喰は風雨や揺れに対する補強のためだけでなく，独特な幾何学的模様を見せる美観上の効果も考えられているとの説明に納得です。

2014年1月まで“絶賛公開中”です。

（経営企画部 企画課 係長　宮沢郁子）

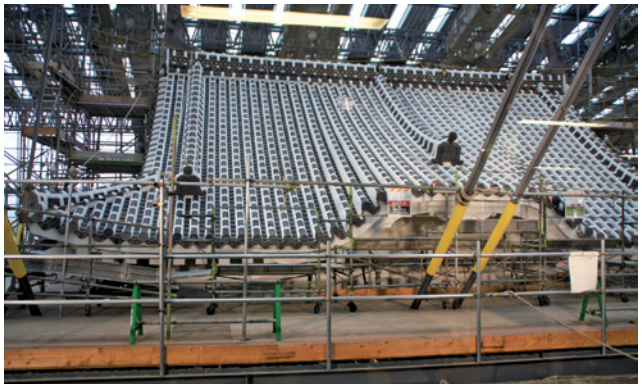


写真3　大天守の大屋根（上：6月 下：10月）

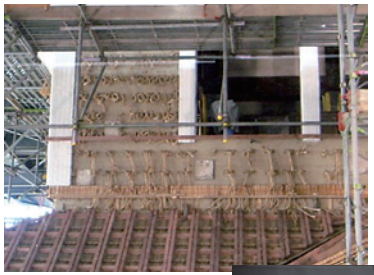


写真4　大天守上層部の外壁
（上：6月 下：10月）

建物の維持管理

<第12回>

㈲ studio harappa　代表取締役
村島 正彦

ハムステッド・ガーデン・サバーブ内の大規模な修繕を行っている2戸で1棟のセミ・デタッチド・ハウス。2世帯で同じ建物を共有するため「建替え」という選択肢はほとんど考えられない。

第11回に続けて，長寿命な建物のあり方について考える。

基準・制度が設けられ，2009年から認定・供給が進められている長期優良住宅であるが，ハード面の性能については「長期」…例えば100年の利用については，老朽化，腐朽などが心配される木造でも，専門家の間ではとくべつ問題は無いといわれている。

ただし，年月を経るなかでの修繕，適切な更新が行われてこそ，この長寿命は実現可能になる。古びたから，使いづらくなったからという理由で，今までは，個人の裁量で，取り壊し，建替えという選択が容易に行われてきたのが，わが国の住宅である。これからは，修繕を行って長く使うという動機付けや社会的な制度・枠組みが，長寿命化の実現には重要と考えられる。

1. 英国の100年を超えて価値を高める住宅地

英国，ロンドン北西部，バーネット・ロンドン特別区にハムステッド・ガーデン・サバーブという住宅地がある。ロンドン中心地のシティから8km程度，最寄りの地下鉄駅まで20～30分程度の近郊の住宅地だ。創設者のH・バーネットらは，1906年にハムステッド・ガーデン・サバーブ・トラストを設立し，およそ97ヘクタールを購入し，計画が進められた。B・パーカーとR・アンウィンによるマスタープランに基づくこの住宅地は，20世紀初頭の住宅建築と都市計画の好事例として知られている。

アンウィンらによる計画は，クルドサック（袋小路）を初めて採用するなど，近代都市計画のボキャブラリーを用いている。ただし街並みや住宅については，イギリス中世の村を思わせるピクチャレスクな美意識・意匠をまとっている。

開発当初は「あらゆる階層・所得層の住民の住宅地」が目標として掲げられたが，実際には当初の居住者は中流以上の住民であったようだ。また，良好な住環境の維持もあいまって，今では価格が高騰し，高級住宅地となっている。

現在このハムステッド・ガーデン・サバーブを訪れると，ほとんど建替えが行われた形跡は見られず，100年前の住宅および街並みが今に保全されている。大規模な改修中の建物もいくつか見られたが，いずれも外観は元の状態への復元を前提としたものと見受けられた。

こうした古い建物を保全・継承していく英国（あるいはヨーロッパ）の国民的了解事項という面も少なからずあるかもしれない。ただし，土地の権利形態や住環境維持への法的・制度的な取組みがこうしたコンセンサスを後押しする要件として大きく働いているように考えられる。

英国での土地の権利形態は2つある。フリーホールド（Freehold）とリースホールド（Leasehold）である。前者は訳すると自由保有権，つまり永久的な土地の権利である。後者は，99年，125年，999年など長期の借地権である。

ハムステッド・ガーデン・サバーブにおいては，当初，契約期間999年間のリースホールドであった。リースホールドの契約では，土地利用を制限するカベナントという約定が定められる。地代の支払い方法のほか，建物の構造や意匠変更の禁止，建物や土地の良好な保全義務などについてである。

ただし，1967年，リースホールド改革法によって居住者はフリーホールドへの変更が可能になった。これを受け，1968年に新ハムステッド・ガーデン・サバーブ・トラストが設立され，あらためて新トラストにより，地域の特質や快適性を維持することを目的として維持・管理計画が策定された。これにより，引き続き居住者が外部空間を改変しようという場合には，トラストの許可が必要とされた。建物の解体・建替え，ガレージへの転用，レンガの仕上げ，屋根のタイプについてのガイドラインが示されているという。さらに，約500軒の建物については，文化財（English

Heritage）に指定されており，外装のみならず，内部の改装にも許可が必要である。

2. 縮減社会では，「所有」以外の不動産の利用形態も

これからのわが国の住宅ストックの展望を考えると，経済成長期，人口増加期には有効で，国民の経済性のうえでも一定のメリットがあった所有一辺倒の土地・住宅のあり方についても転換期にあると考えられる。

というのも，これからの急速な人口減少を考えると不動産の「所有」は，社会にとってリスクとなる可能性も否定できないからだ。空き家問題は，農山村や地方都市のみならず東京23区でも課題としてクローズアップされている。所有者不明や管理放棄された空き家は，地域社会や行政にとっては困った存在だ。そして今後，空き家はますます増えるのだ。

日本人の持ち家志向とも，突き詰めれば「戦後」に形成されたものといわれる。人口縮減期に入るこれからは，賃貸や借地権などを含めて，不動産について，もう少し多様な利用形態を模索してよいだろう。

3. 長期の借地権＋居住者組合で持続可能な住宅地を

2012年4月，福岡県糸島市に新しい試みの住宅地開発がお目見えした。荻浦ガーデンサバーブだ。開発を手掛けたのは，地元福岡市の㈱大建だ。

福岡市中心部，天神から電車で30分程の通勤圏で，分譲価格は2000万円前後。周辺の分譲住宅の相場より2～3割安い。その理由は，定期借地権にある。日本で一般的な約50年の定借ではなく，英国のリースホールドに倣い99年の定借を採用している。これによって，購入者に初期の土地購入費がかからず，取得しやすく，長期にわたって安心して住むことが可能となる。地代は約1万円／月だ。

敷地は約2700㎡で，戸建てではなく，長屋建て（タウンハウス）が採用された。地下構造体と屋根は一体であるが，各戸の壁は21㎜の隙間を取って木質パネル工法で建設されている。

一般的な住宅開発の手法を採用すれば，12戸の戸建て住宅の計画が可能だった。一方，長屋建てにすると，18戸が供給可能なうえに，約400㎡の共用中庭の計画が可能となる。ここを水と緑の公園にし，傍らには木造2階建ての60㎡の託児所やゲストルームとして利用できるコモンハウスを設置している。

共用の中庭・コモンハウスなどの維持保全，活用のために居住者には，ホームオーナーズアソシエイション（HOA）

荻浦ガーデンサバーブ。周辺の伝統的家屋の意匠，黒瓦に白い外壁を模しつつも欧風なタウンハウスの雰囲気も。中庭には，九州大学と産学協同による雨水貯水槽を設け，太陽光パネルを設置するなど環境にも配慮した住宅地としている。

と呼ばれる居住者組織を作る。居住者を主体に「住環境管理ルール」にのっとった運営を行うほか，借地契約が継続する長期にわたる「建築ガイドライン」を定める。

そのため分譲マンションと同様に，管理共益費・修繕積立金を居住者組織のHOAが徴収し，維持管理の原資として活用する。分譲した大建は，分譲後にHOAから管理の委託を受け，共用中庭等の管理を継続的に行っていく。

大建・代表の松尾憲親氏が，開発の範としたのが，先に紹介したハムステッド・ガーデン・サバーブだ。英国に視察に訪れた松尾氏が「価値の落ちない住宅地」として，同地にその理想を見いだしたのだという。

建物の長期利用という側面からのポイントは2つだ。ひとつ目は，定借とタウンハウスの組み合わせで長期にわたって共有財産である土地建物の保全に住民がかかわることを担保した。2つ目は，居住者が運営に参画する枠組みとしてHOAという組織と住環境，建物に関するルールを設けたことだ。つまり，建物の修繕を行って長く使い続ける動機付けと住環境保全の高い理想を掲げたことが，持続可能性という観点からの住宅地開発の新しい提案となっている。

【参考】
「日経ホームビルダー」2012年4月号

プロフィール

村島正彦（むらしま・まさひこ）
住宅・まちづくりコンサルタント
㈲studio harappa 代表取締役
NPO くらしと住まいネット副理事長

著書：「自分スタイルの住まいづくり　コーポラティブハウス体験記」廣済堂出版，「ヨーロッパにおける高層集合住宅の持続可能な再生と団地地域の再開発」共訳・経済調査会等

建材試験から環境試験まで

東京大学 生産技術研究所 教授　加藤 信介

1．はじめに

まずは，創立 50 周年を迎えられた建材試験センターの関係者の方々にお祝い申し上げます。次の 50 周年のさらなるご発展をお祈りします。私は建築環境工学を専門にする大学教員でありますが，自身の研究とのかかわりや大学教員としての社会的責務の一環から建材試験センターの活動の一部に参画してまいりました。建材試験センターの業務範囲のごく一部しか知りませんので大仰なことを言う資格はありませんが，日ごろ感じていることを述べさせていただきます。

2．品質評価の社会的責任

建材にかかわらず，物品の販売購入には取引される物品の品質が取引にあたる両者の間で明らかになっていることが，円滑な社会活動を営む上で重要になります。一時的な「買い得」や「売り得」は，両者の疑心暗鬼を生み，継続的な取引にはなじみません。取引される物品の品質が両者の間で共通に認識されることは，合理的な価格決定の基本条件ですし，取引される物品により生み出される物品やサービスの品質保証の基本になります。さまざまな取引業者によって取引される物品の品質の評価は，さまざまな人がかかわるが故に，その時々に応じた一過性の評価法ではなく，さまざまな人に共通する標準的な評価法により行われる必要があります。また品質の評価は，物品が複雑であったり大量であったりすると，見た目だけの検査では不十分で専門的な知識や専門的な装置が必要になるでしょう。重さや長さ，時間などの最も基本的な度量は，国の管理もやむを得ないと思われますが，世の中に出回る大半の物品に関しては標準的な検査法が確立され，これが共通に用いられれば，その品質評価は国の機関によらずとも信頼のおける民間の検査機関がこれを行うことを妨げる必要はないと思われます。世の中が複雑でかつ規模が拡大すると，さまざまな国の業務もそれに呼応して増大し，税金によって賄われる国の業務コストも増大します。国の業務コストを一定以下に保ち国民の支払う税金を一定限度以下に保つためには，多くのそうした公共的な業務も民間が担わなくてはならないという必然がここに生まれます。

建材試験センターは，公益事業を担うとして認可された財団法人から平成 24 年度に公益事業のみに専念することを要さない一般財団法人に衣替えしたとお聞きしています。元々，建材試験センターが行っていたさまざまな試験業務は，国の費用の助成を受けていなかったとお聞きしていますが，建材の試験評価という社会の大事な役割を担うことを主たる業務とする建材試験センターが一般財団法人として，試験業務を収益事業として自力で業務継続し，ますます発展していくことは大変喜ばしいことと思われます。試験業務は収益を伴うかもしれませんが，基本は社会の健全な活動に欠かせない公益的性質を色濃く残します。さまざまな取引にかかわるが故に，その信頼性の維持，確保が建材試験センターの最も重要な課題になると思われます。

余計なことになりますが，現在，製品試験にかかわる費用は製品の製造者，売り手が主に負担して売買価格に転嫁して買い手もこれを負担する制度になっていると思います。試験費用が取引にかかわる信頼性担保として機能しているのであれば，その費用は売り手のみならず買い手にも明らかになっている必要があります。建材試験にかかわる費用は，製品試験を依頼する製造販売者のみならず，これを使用，消費する買い手，最終的に最終消費者もこれを意識し，負担していることを把握する必要があるでしょう。

3．信頼性を確保する研究開発

現代社会は，経済成長を前提としています。常に価値創造を増大させることにより，弱者を含めた国民全体に，成長のもたらす果実を分配し明日への努力が報われることを実現してきています。現在の日本が必ずしも，理想的な経済成長下にあるとは言えないようですが，価値創造を増大させるための努力が日夜なされ，技術の開拓が行われています。試験業務はこのような技術的成長下で行われるので，標準的な試験法自身も絶え間ない技術革新が必要です。新たな製品に対応するだけでなく，試験業務の生産性を高める努力も必要です。こうしたことは，試験業務機関自身が，技術の革新を追求する研究開発機能を持ってこそ円滑に進めらます。世の技術革新を知るには自身が技術革新の前線にいる必要があります。建材試験センターも研究開発機能をお持ちとお聞きしています。さらに充実させ，新しい製品に対応し試験業務の生産性を上げる技術開発に取り組まれることを望みます。そうした姿勢が社会的な建材試験センターの信頼性を高めるものと思います。

4．一般市民を対象とする試験業務

建材は，建物に組み込まれ，最終消費者による建物の使用者によって使用，利用されます。建物の使用者は建材自身に愛着を持つこともあるかもしれませんが，建物によって提供される，安全，健康，安心，生産の場を利用しています。例を挙げれば，高額な仕上げ材である大理石に価値を置くのではなく，大理石により実現された豪華な空間に価値を見出すのだと思います。建材は空間を構成する要素でしかありませんが，建物の利用者は建材で構成される空間が提供するサービス，価値を利用します。建材自身がその重要な要素であるが故に建材の性能試験も重要性は変わりませんが，世の中がものの価値よりサービスの価値に移行してきている以上，建物の空間が提供する価値を評価することが求められます。

具体的な例として建物内の建材等から放散された揮発性の化学物質による空気汚染の問題があります。建材から放散される分に関しては，建材に対する放散試験がありますが，さまざまな建材が使用され換気により常に外気と室内空気の入れ替が行われる室内空気の化学物質濃度は，建材試験からだけでは十分評価できません。直接，室内空気の化学物質濃度を試験する必要があります。試験業務が業者間の取引だけでなく最終ユーザーである建物の使用者に向けられるものであれば，建材の試験業務だけでなく建材で実現されるサービス空間の環境試験も行われる必要があります。建材試験センターは，建材のみならずこのような建物内の環境試験を行う能力と実力を備えていると思います。今後，こうした最終ユーザーが直接かかわる環境試験業務にも大きくかかわっていくことが社会的に求められていると思います。

5．結語　建材試験と環境試験

社会が分業化すると，それぞれの役割分担がきちんとなされていること，その品質を評価することが求められます。これには取引関係者とは独立した第三者機関が何らかの確認をすることが必要です。建材試験センターはこの品質を評価する重要な試験業務を担っています。技術革新が進む社会で，これを責任を持って担っていくには，試験機関自身が研究開発にもかかわる必要があります。また，社会の高度化に伴い，物に対する価値から，サービスに対する価値が重要視される時代背景から，建材など部材の試験性能より最終ユーザーである一般市民の利用する建物空間で提供されるサービス性能，その一環としての建物内の環境性能の試験が重要視されるようになってきています。建材試験センターがこうした社会の要請に応え，次の 50 年のさらなる発展を遂げられることを祈念いたします。

新建材開発につながる試験コンサルティングの必要性

東京大学 大学院工学系研究科建築学専攻 准教授　野口 貴文

日本がバブル経済に浮き足立ち，鉄筋コンクリート造建築物の超高層化を目指した国家的な総合プロジェクト「NewRC」が実施されていた頃，私は建材試験センター・中央試験所に足繁く通い，万能試験機を拝借して高強度コンクリートの圧縮試験を行わせていただいたことを記憶している。その際，中央試験所内をご案内いただき，設置されている数多くの各種設備機器の説明をしていただいたが，当時は建築材料研究に対する視野も狭く，それらを一堂に所有していることの重要性を認識することができなかった。あれから四半世紀が経ち，建材試験センターの主催であったり，建材試験センターが事務局を務めたりするさまざまな委員会や，日本建築学会・日本コンクリート工学会・日本建築センターなどに組織された委員会において，建材試験センターの所有する各種設備機器を用いて得られたデータを拝見しているが，その度に，それらがいかに信頼の置けるデータであり，貴重なものであるかを実感している。

ホームページを拝見すると，現在，建材試験センターには，当時よりもさらに多くの種類・数の設備機器が設置されており，建築材料単体の試験に留まらず，構造系・防耐火系・環境系などの品質性能試験も実施されている。特に，昨今の建築物の省エネ化・低炭素化に関わる法制度の整備の影響を受けて，建築材料の温熱環境を調べることのできる設備機器などは人気が高く，半年先まで予約で一杯であり，研究目的で利用させていただくのを断念せざるを得ないこともある。他の設備機器についても，利用頻度は決して少なくないと思われる。これらのことはとりもなおさず，従事されている試験員の方々は設備機器に精通され，その取扱いにも熟達し，管理も行き届いていることを意味しており，その道のエキスパートであるといってよい。主な利用者である学生が頻繁に入れ替わることに苦しんでいる大学とは雲泥の差であり，試験機関として環境の整った建材試験センターは，うらやましい限りである。

世の中の新しい発見のほとんどは偶然であることが多い。建築材料の多くも偶然の賜である可能性が高いと思われる。人類は，いつ，どのようにして，セメントや鉄を作り出したのであろうか。セメントについては，太古の時代，人類が火を手に入れた頃，石灰岩の上または近傍で火を使って調理をしたり暖をとったりした後，脱炭酸が生じて細かく砕けた石灰岩の上に雨がかかり，熱くなって湯気を出しながら溶け，残っていた灰と混ざりあって再び固まっていく様子を見て，水と反応して固まる機構を有するセメントという存在を人類は認識したと考えられている。一方，鉄についても，鉄鉱石の産出場所で火事があったり焚き火をしていたりしていた際に，偶然，うまい具合に風が吹き込み火に勢いがついて温度が上昇し，鉄鉱石が鉄に変化することに人類が気づいたといわれている。このような偶然の発見に遭遇できる環境が建材試験センターには転がっており，それを発見できる能力の備わった試験員も多数在籍している。これを活用しない手はない。建築材料の強度試験と物理化学的分析とを実施していれば，さらに高い強度を発現できる化学組成を有する建築材料や高い強度を付与する手段を見いだせる可能性もあるであろう。建築材料の熱伝導特性と物理科学的分析とを実施していれば，さらに省エネ・低炭素化に資する建築材料の開発の糸口を見いだすこともできるであろう。単なる試験業務に留まらず，新しい建築材料の開発を目指したコンサルティング業務に，ぜひとも建材試験センターの将来の活路を見いだしていただきたいと思う。願わくは，このような建材試験センターにおける新建築材料の開発に，微力ながらも貢献させていただく機会を与えていただければ幸いである。

ニュース・お知らせ

JIS マーク表示制度に関する認証対象規格が拡大

製品認証本部

当センターでは，JIS マーク表示制度に関して，平成 24 年 11 月 15 日付けで経済産業大臣の登録を受け，新たに次に示す区分の日本工業規格が認証対象となりました。

1. 登録区分 A(土木及び建築) の拡大日本工業規格：1 規格
   JIS A 5556(工業用ステープル)
2. 登録区分 G(鉄鋼) の拡大日本工業規格：2 規格
   JIS G 3137(細径異形 PC 鋼棒)
   JIS G 3507-2(冷間圧造用炭素鋼ー第 2 部：線)

これらの規格を含め，製品認証に関するお問い合わせは下記までお願いします。

【お問い合わせ】
製品認証本部 認証課
TEL：03-3808-1124　　FAX：03-3808-1128
E-mail:jis_ninsyoka@jtccm.or.jp

シンポジウム「室内空気関係の国際動向および JIS 改正検討について」を開催

調査研究課

去る平成 24 年 11 月 22 日 (木)，すまい・るホール (東京) において当センターと早稲田大学理工学研究所の共同主催により，室内空気質に係る国内外の標準化の動向について，シンポジウムを開催しました。

午前の部では，「韓国における室内空気質の最新情報ー清浄健康住宅建設基準の制定など」と題して，李允揆博士 (KICT：韓国建設技術研究院建築研究部) にご講演いただきました。

早稲田大学　田辺教授

東京大学　加藤教授

また，午後の部では，室内空気質に関係する国内外の標準化動向について，田辺新一・早稲田大学教授 (ISO/TC146/SC6 国内対策委員会委員長／室内空気 JIS 改正委員会 (建材) 委員長)，加藤信介・東京大学教授 (ISO/TC146/SC6 国内対策委員会委員／室内空気 JIS 改正委員会 (室内) 委員長) ほか 4 名の講師にご講演いただきました。日本の行政における国際対応，ISO/TC146/SC6(室内空気) と対応する JIS との全体概要，ISO での標準化動向，ならびに関連 JIS の改正作業の進捗など，充実した講演が行われました。

会場の様子

当日は 160 余名のご来場があり，活発な質疑

応答がなされるなど，大変盛況なシンポジウムとなりました。

当センターでは，今後も皆様に価値ある情報をお伝えするため，実施している事業に関連したシンポジウムやセミナーを開催してまいります。本誌，ホームページ，メールニュース等でご案内いたしますので，ぜひご参加ください。

なお，午後の部の講演資料を販売しています（1部3,000円，消費税込／送料別）。お申し込みは下記までご連絡ください。

調査研究課　TEL：048-920-3814

平成24年度建材試験センター業務発表会を開催

企画課

去る11月27日（火），アコスホール（イトーヨーカドー草加店7階）にて，当センターの役員や技術顧問である先生方をお招きして平成24年度業務発表会を開催しました。この発表会は，当センター職員の能力向上および相互のコミュニケーション醸成などを目的として，年1回開催しています。

今年度は，各事業所より試験・認証・評価に関する業務および研究活動を通じて得られた成果や改善提案など，表に示す12のテーマが発表されました。発表後には先生方を交え，試験方法を検討する上でのポイント，試験・評価結果の提供方法や論文・プレゼンテーションのコツなどについて活発な討論が行われました。

部門	テーマ	発表者	所属
業務提案	国内クレジット制度における審査業務の展開について	山口奈穂子	ISO審査本部 開発部
	CPDS認証セミナーの開発業務について	下田ひかり	ISO審査本部 福岡支所
	防火設備遮炎認定に係る性能評価の現状と課題	常世田昌寿	性能評価本部 性能評定課
	電子化文書の作成・保管および活用における「QRコード」の有効性	木南佳恵	西日本試験所 管理課
技術	我が国での「鉄製部材」「板ガラス」「セメント」製造の事始め	木村麗	中央試験所 防耐火グループ
	土の一軸圧縮試験における不確かさの評価	佐川修	中央試験所 防耐火グループ
	コンクリート品質管理試験におけるICタグの活用方法について	萱田健太郎	工事材料試験所 浦和試験室
	木材・プラスチック再生複合材（デッキ材）の滑り性能に関する検討（表面状態及び試験方法の違いによる滑り性の変化について）	吉田仁美	中央試験所 材料グループ
	環境技術実証事業への取組と今後の課題	村上哲也	経営企画部 調査研究課
	RC造の共同住宅におけるサッシの現場気密測定方法の検証	森濱直之	中央試験所 環境グループ
	壁面緑化の日射遮蔽性能に関する評価方法の検討	安岡恒	中央試験所 環境グループ
	建設省告示1460号に定められた筋かい接合部の試験	上山耕平	中央試験所 構造グループ

JIS マーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では，下記企業（10件）について平成24年10月1日および9日付で JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0612002	2012/10/1	竹原小野田レミコン㈱	A5308	レディーミクストコンクリート
TCRO12001	2012/10/1	KRONOSPAN SEBES SA	A5908	パーティクルボード
TC0112004	2012/10/9	トーホー工業㈱　北海道工場 及び 事業開発部	A9511	発泡プラスチック保温材
TC0212006	2012/10/9	㈱ダイイチ　善徳工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0312005	2012/10/9	㈱アサヒコンクリート	A5371	プレキャスト無筋コンクリート製品
TC0312006	2012/10/9	トーホー工業㈱　千葉工場 及び 事業開発部	A9511	発泡プラスチック保温材
TC0512002	2012/10/9	倉敷紡績㈱　寝屋川工場	A9511	発泡プラスチック保温材
TC0512003	2012/10/9	竹森鐵工㈱　和田山工場	G3551	溶接金網及び鉄筋格子
TC0512004	2012/10/9	トーホー工業㈱　大阪工場 及び 事業開発部	A9511	発泡プラスチック保温材
TCTW12010	2012/10/9	Liang Chyuan Ind Co Ltd	A5508	くぎ

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（2件）の品質マネジメントシステムを ISO9001（JIS Q 9001）に基づく審査の結果，適合と認め平成24年11月9日付で登録しました。これで，累計登録件数は2193件になりました。

登録事業者（平成24年11月9日）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住　所	登録範囲
RQ1600	2012/11/9	ISO 9001：2008 (JIS Q 9001：2008)	2015/11/8	フジモールド工業㈱	福島県相馬市塚部字新城下44番6	プラスチック製品の成形と金型の設計・開発及び製造
RQ2193	2012/11/9	ISO 9001：2008 (JIS Q 9001：2008)	2015/11/8	秩父コンクリート工業㈱	埼玉県熊谷市月見町2-1-1 ＜関連事業所＞ 生産・技術本部，営業本部	建築・土木用セメント系各種プレミックス製品の設計及び製造 プレキャストコンクリートの製造 （“7.3　設計・開発”を除く）

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（2件）の環境マネジメントシステムを ISO14001（JIS Q 14001）に基づく審査の結果，適合と認め平成24年11月23日付で登録しました。これで，累計登録件数は672件になりました。

登録事業者（平成24年11月23日付）

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住　所	登録範囲
RE0671	2012/11/23	ISO 14001：2004 (JIS Q 14001：2004)	2015/11/22	㈱藤原建工	広島県福山市引野町五丁目46番13号 ＜関連事業所＞ JFE 事務所	㈱藤原建工及びその管理下にある作業所群における「舗装及び土木構造物の施工」に係るすべての活動
RE0672※	2011/12/16	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001：2004)	2013/3/8	中野区役所　本庁舎	東京都中野区中野4-8-1	中野区役所　本庁舎における「事務・事業」に係る全ての活動

※他機関からの登録移転のため，登録日・有効期限が他と異なっています。

「建材試験情報」年間総目次

	巻頭言	寄稿	技術レポート	試験報告	規格基準紹介
1	自然・環境との共生：長田直俊	**特集「よりよい建材・部材をめざして」ー材料をめぐる最近の取組みと未曾有の災害に備えてー** 21世紀の建築生産のありかたを探る：菊池雅史/ねばり強いコンクリート材料の開発とその適用の提非構造部材の接合部についてー耐震設計にむけての情報整備ー：清家剛/建物の温熱環境と省エネルギーの森幹芳			
2	サステナブルな社会を実現するために：小山明男	東部地域振興ふれあい拠点施設ー耐火木造の設計ー：丸谷周平	各種ポルトランドセメントを用いたコンクリートの促進中性化に及ぼす養生条件の影響ー20℃水中養生と20℃封かん養生の比較検討ー：中村則清	ロックウール化粧吸音板の防火性能試験	JIS K 5675屋根用高日射反射率塗料
3	環境配慮住宅の普及に向けて：和田勇		住宅基礎コンクリート圧縮強度への小径コアリング適用性の検討ーコアサイズの観点からー：高橋大祐, 佐藤直樹	フリーアクセスフロアの耐震性能試験	JIS Q 17043（適合性評価ー技能試験に対する一般要求事項）
4	「一般財団法人 建材試験センター」となりました：長田直俊	歴史的建築物に用いられている材料・構法とその評価：後藤治	保水性建材の性能試験に関する検討：萩原伸治	空調用床吹出し口のローリングロード試験	JIS R 1250（普通れんが及び化粧れんが）の改正について
5	命を救ったコンクリート：十河茂幸	照明の省エネルギー～明るさ神話からの脱却～：望月悦子	木材・プラスチック再生複合材の長期耐久性に関する研究（耐候性能およびその評価方法に関する検討）：大島明	サッシの断熱性能試験	JIS Z 8802「pH測定方法」の改正について
6	長期優良住宅と環境負荷軽減について：中神章喜	BIMの現状と建築研究所のBIM関連研究の取組み：武藤正樹	高日射反射率防水材料の屋外暴露評価試験：清水市郎	住宅用基礎コンクリート連結金具の性能試験	JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）の改正について
7	試験の適正な実施に向けて：阿部道彦	木質ハイブリッド構造によるオフィスビルについてー埼玉県越谷市ウッドスクェアー：永木浩司	差鴨居構法の強度性能に関する研究ー各種小壁の面内せん断実験ー：早崎洋一	木製軸組ー床取合部の耐火性能試験ー	JIS A 5721（プラスチックデッキ材）の改正原案作成についてー改正原案作成委員会の審議・検討概要報告ー
8	非破壊・微破壊試験の創作・開発：湯浅昇		外壁の汚れ予測シミュレーションソフトの開発ー窓下壁面の筋状汚れの予測描画方法の検討ー：馬渕賢作	鼻栓接合部の曲げ試験	JIS A 1435（建築用外壁材料の耐凍害性試験方法（凍結融解法））の改正原案作成についてー改正原案作成委員会の審議・検討概要報告ー
9	人にも環境にも優しい木造建築物のさらなる普及に向けて：矢野龍	ヒートアイランド対策ー広域CFD解析の研究ー：足永靖信	火災時における鋼製シャッターの放射熱に関する考察：山下平祐	天然石複合パネルの性能試験	JIS A 1415（高分子系建築材料の実験室光源による暴露試験方法）の改正原案作成についてー改正原案作成委員会の審議・検討概要報告ー
10	三橋敏宏	長期優良住宅に関する最近の取組み：石山央樹	壁面緑化工法の評価技術に関する研究ー日射遮へい性能に関する評価方法の検討についてー：安岡恒	木造軸組壁の面内せん断試験	JIS A 5556（工業用ステープル）の改正について
11	第三者による評価等の必要性：松野仁	水分履歴に起因する木造外皮の劣化リスクの定量化の試み：齋藤宏昭	金物を用いた筋かい壁の性能の妥当性に関する検討：上山耕平	展示ケースの空気交換率測定	JIS A 5741（木材・プラスチック再生複合材）の改正について
12	セメントの環境貢献と環境品質：西田礼二郎	コンクリートの環境性能評価方法の一提案：李柱国	現場における建築部位の断熱性測定法の検討：萩原伸治	ダクタイル鋳鉄管継ぎ手の引張試験	JIS Z 8804（液体の密度及び比重の測定方法）の改正について

基礎講座	試験設備紹介 ・業務案内	連載	たてもの建材 探偵団	その他	
案：菊田貴恒, 三橋博三／東日本大震災における外装仕上げ材の被害について：本橋健司／課題：黒木勝一／(財)建材試験センターの取組み：川上修, 常世田昌寿, 小林義憲, 丸山慶一郎,				技術レポート／外付け片面補強された鉄筋コンクリート造十字形部分架構の構造性能ー骨格曲線を用いた際の検討結果と地震応答解析ー：伊藤嘉則, 創立50周年企画／草加でのツーバイフォーの実大実験：坂本功	1
	2槽独立型スーパーキセノンウェザーメーター	かんきょう随想第32回(最終回) 地球温暖化と無原発：木村建一, 明治期の国産化建材探訪記(3)鉄製部材や機械の製造-工部省赤羽工作分局②：木村麗	山口県旧県庁舎および県会議事堂	国際会議報告／第34回ISO/TAG8国際会議報告:菅原進一, 宝星啓和, 創立50周年企画／建材試験センターと私：松井勇	2
木造部材等の試験・評価⑥実大木造住宅の振動台による試験：高橋仁		建物の維持管理⑩：村島正彦	越後浦佐毘沙門堂	創立50周年企画／建材試験センターと私：長澤榮一,『技術者倫理ノート』のことなど：松藤泰典	3
	「力／一軸試験機」の校正サービスを開始			内部執筆／ISO50001(エネルギーマネジメントシステム) 認証業務の開始：森幹芳, 香葉村勉, 創立50周年企画／思い出：木原滋之	4
	平成23年度環境技術実証事業「地球温暖化対策技術分野(照明用エネルギー低減技術(反射板･拡散板等)」	スタンダードを思い巡らして(3) 超超高齢社会の生活環境と国連とISO：岩井一幸, 明治期の国産化建材探訪記(4) セメントや耐火れんがの製造-工部省深川工作分局①：木村麗	「都営白髪東アパート」ー東京都の防災拠点ー	創立50周年企画／国際対応の製品認証システムとともに：辻幸和, センター創設時の思い出：大髙英男, 平成24年度事業計画	5
安全衛生マネジメントのススメ(12) 除染作業の本格化に伴う法改正の動き：香葉村勉	「コンクリート用化学混和剤」の試験	国産木材・林業との歩み 第一回「国産スギ集成材」：佐々木幸久	越後一の寺「金城山 雲洞庵」	創立50周年企画／建材試験センターの役割：岩田誠二	6
雨・風と建築／建材①風と雨による災害について：松本知大	技術評価業務開始のお知らせ	研究室の標語(1)「生活心得」編：真鍋恒博	繊維産業の果たした建築への貢献ー長野県岡谷市の重要建築物などー	内部執筆／2011年度調査研究事業報告, 平成23年度事業報告, 創立50周年企画／建材試験センターの思い出：田中正躬	7
	太径鉄筋の引張試験時に発生する有感振動とその防振対策	建物の維持管理⑪：村島正彦, 明治期の国産化建材探訪記(5) セメントや耐火れんがの製造-工部省深川工作分局②：木村麗	旧小野田セメント製造株式会社竪窯「小野田セメント徳利窯」	試験室紹介／武蔵府中試験室での業務について：西脇清晴, 内部執筆／中国科学技術大学訪問記録:竹内杏子, 創立50周年企画／祝･建材試験センター･創立50周年：坂本雄三, 建材試験センターのあゆみと共に：勝野奉幸	8
雨・風と建築／建材②外壁材に求められる耐風圧性能：松本知大	人工太陽を用いた日射遮蔽性能試験装置	スタンダードを思い巡らして(4)明治初期の机腰掛基準と生活様式：岩井一幸	草加シリーズ(12)「葛西用水と観正院」	創立50周年企画／私の歩んだセンターの草創期から拡充期の思い出：久志和巳	9
安全衛生マネジメントのススメ(13) 道路交通安全マネジメント：香葉村勉	500kN全自動耐圧試験機	国産木材・林業との歩み 第二回「国産材・林業の自立を促す」：佐々木幸久	東京の町並みを一望, 世界一の自立式鉄塔 東京スカイツリー	創立50周年企画／建材試験センターの思い出：田中享二,「壮大な実験」：樫野紀元	10
	斜め滑り試験機と高分子系張り床材の滑り性能試験	研究室の標語 (2)「仕事の心得」編：真鍋恒博, 明治期の国産化建材探訪記(6) ガラス器具の製造と板ガラス製造の試み-工部省品川工作分局①／木村麗	下関南部町郵便局庁舎(旧赤間関郵便電信局)	国際会議報告／ ISO/TC163/SC1ラロシェル会議：宮沢郁子, 創立50周年企画／私と建材試験センター：井上勝夫	11
雨・風と建築／建材③建材に求められる水密性能その1．圧力箱法：森濱直之	検定業務室の業務について, ギヤー式老化試験機	スタンダードを思い巡らして(5) モデュール規格の現在：岩井一幸	国営沖縄記念公園 首里城公園	創立50周年企画／建材試験センターの人々：桝田佳寛, 今後の50年に向けて：阿部道彦, 建材試験情報読者アンケート結果	12

あとがき

先日，少し確認したいことがあり建材試験センターのホームページを開けました。必要なところを見たので閉じようと思いましたが，たまたま画面の左の列に建材試験情報のボタンがあったので，編集のお手伝いをしていることもあり，気になってそこも開きました。しっかりと今月号の記事が掲載されており，関係者としてはひと安心でした。さらにまたその下側に，今までの建材試験情報の目次が掲載されているとの説明がありました。そこも開きました。今のところ1999年からしか掲載されていませんが，目次が載っていました。1999年1月号の寄稿は解体廃棄物の再生利用でした。そういえば建設ストックの本格的な更新が始まった時代だったな，ということを思い出しました。

単なる目次ですが，ずっと通して読むと当時はどういう時代であったのかということが，まざまざとよみがえってきます。建材試験情報はいわゆるマスコミ誌ではありませんが，それでも時代と密着して記事は作られます。今春号から49年目に突入します。時間の長さからいえば，戦後史を超えたスケールになります。ですからこの情報誌は建設材料という視点から見たときの歴史書でもあります。制作は大変な作業ですが，その気概を持って，読者の皆様と一緒に，これを作りあげなければならないと思います。新春号ですのでついつい頑張りすぎましたが，本当にそう思っています。（田中）

編集たより

皆様，あけましておめでとうございます。昨年一年間本誌をご愛読いただきありがとうございました。本年も変わらず建材試験情報をご愛読いただきますようお願い申し上げます。

さて，2013年1月号は新春の特集として「省エネルギー　建築・建材にできること」をテーマに，現在の建築における環境問題の第一人者である6名の専門家の方々にご寄稿をいただきました。また，あわせて当財団における取組みについても紹介をさせていただきました。省エネルギーは今年も重要な課題であり続けるであろうことは想像に難くありません。省エネルギーのための断熱義務化も近々行われることになっています。このような社会情勢を背景に，今月号の特集記事は必ず皆様のお役に立つと自負しております。

昨年末には笹子トンネルの天井崩落事故という建設関係の大事故がありました。また，民主党から自民党への政権交代という大きな転換もあり，目まぐるしい一年であったといえます。景気もまだ先行きは不透明です。こういった状況の中，当財団は今年創立50周年を迎えます。このため，2013年は新たな気持ちで出発する年でもあり編集委員一同心を新たに，よりよい誌面作りに励んでまいります。また末尾ながら今年が皆様にとりまして良い年となることを祈念いたしております。（藤本）

建材試験情報

1
2013 VOL.49

建材試験情報　1月号
平成25年1月1日発行

発行所　一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
http://www.jtccm.or.jp
発行者　村山浩和
編　集　建材試験情報編集委員会
事務局　電話 048-920-3813
FAX 048-920-3821
本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長
田中享二（東京工業大学・名誉教授）

副委員長
尾沢潤一（建材試験センター・理事）

委　員
鈴木利夫（同・総務課長）
鈴木澄江（同・調査研究課長）
志村重顕（同・材料グループ主任）
上山耕平（同・構造グループ主任）
佐川　修（同・防耐火グループ主任）
大角　昇（同・工事材料試験所所付主幹）
今川久司（同・ISO審査部副部長）
常世田昌寿（同・性能評価本部主任）
新井政満（同・製品認証本部上席主幹）
山邊信彦（同・西日本試験所試験課長）

事務局
藤本哲夫（同・経営企画部長）
室星啓和（同・企画課課長代理）
宮沢郁子（同・企画課係長）
木本美穂（同・企画課）

制作協力　株式会社工文社

SERVICE NETWORK　事業所案内

●草加駅前オフィス
〒340-0015　埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

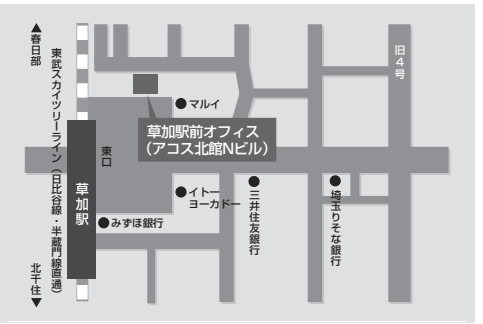
●総務部　(3階)
TEL.048-920-3811(代)　FAX.048-920-3820

●検定業務室　(3階)
TEL.048-920-3819　FAX.048-920-3825

●性能評価本部　(6階)
TEL.048-920-3816　FAX.048-920-3823

●経営企画部(企画課)　(6階)
TEL.048-920-3813　FAX.048-920-3821

（草加駅前オフィス）



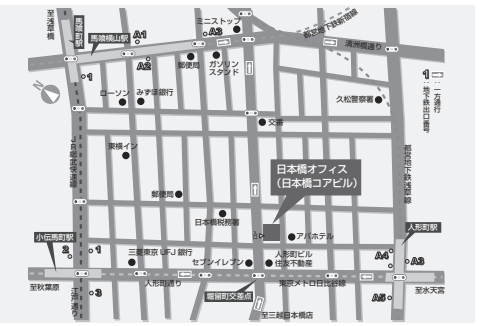
最寄り駅
- 東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

●日本橋オフィス
〒103-0012　東京都中央区日本橋堀留町2-8-4 日本橋コアビル

●ISO審査本部　(5階)
審査部
TEL.03-3249-3151　FAX.03-3249-3156
開発部、GHG検証業務室
TEL.03-3664-9238　FAX.03-5623-7504

●製品認証本部　(4階)
TEL.03-3808-1124　FAX.03-3808-1128

（日本橋オフィス）



最寄り駅
- 東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線 人形町駅A4出口徒歩3分
- 都営地下鉄新宿線 馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- JR総武線快速 馬喰町駅1番出口徒歩7分

●中央試験所
〒340-0003　埼玉県草加市稲荷5-21-20
TEL.048-935-1991(代)　FAX.048-931-8323
管理課
TEL.048-935-2093　FAX.048-935-2006
材料グループ
TEL.048-935-1992　FAX.048-931-9137
構造グループ
TEL.048-935-9000　FAX.048-931-8684
防耐火グループ
TEL.048-935-1995　FAX.048-931-8684
環境グループ
TEL.048-935-1994　FAX.048-931-9137
校正室
TEL.048-935-7208　FAX.048-935-1720

（中央試験所）

最寄り駅
- 東武スカイツリーライン草加駅または松原団地からタクシーで約10分
- 松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分（南青柳下車徒歩10分）
- 草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分（稲荷五丁目下車徒歩3分）

高速道路
- 常磐自動車道・首都高三郷IC西出口から10分
- 外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て15分

●工事材料試験所
管理課
〒338-0822　埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8
TEL.048-858-2791　FAX.048-858-2836
浦和試験室
TEL.048-858-2790　FAX.048-858-2838
武蔵府中試験室
〒183-0035　東京都府中市四谷6-31-10
TEL.042-351-7117　FAX.042-351-7118
横浜試験室
〒223-0058　神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8
TEL.045-547-2516　FAX.045-547-2293
船橋試験室
〒273-0047　千葉県船橋市藤原3-18-26
TEL.047-439-6236　FAX.047-439-9266

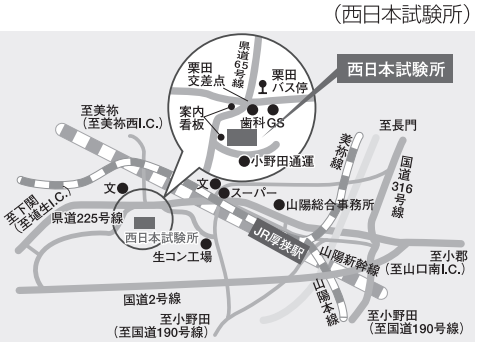
（工事材料試験所・浦和試験室，管理課）

最寄り駅
- 埼京線南与野駅徒歩15分

高速道路
- 首都高大宮線浦和北出口から5分
- 外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

●西日本試験所
〒757-0004　山口県山陽小野田市大字山川
TEL.0836-72-1223㈹　FAX.0836-72-1960
福岡試験室
〒811-2205　福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6
TEL.092-622-6365　FAX.092-611-7408

（西日本試験所）



最寄り駅
- 山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路

【広島・島根方面から】
- 山陽自動車道 山口南ICから国道2号線を経由して県道225号に入る
- 中国自動車道 美祢西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かい車で15分

【九州方面から】
- 山陽自動車道 埴生ICから国道2号線を経由して県道225号線に入る

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials