

実践し考える 再生エコハウス ③

濱 惠介

WRITTEN by KEISUKE HAMA

住宅が「エロジカル」である最も重要な条件として省エネルギー性が挙げられる。一方、少ないエネルギーで快適な暮らしを営むには、室内の温熱環境に着目する必要がある。「再生エコハウス」で暮らし始めて一年間余り、その住み心地と消費したエネルギーなどが明らかになった。今回はエネルギーの消費・調達の実態及び温熱環境の評価などについて報告する。なお、この住宅の概要はCEL五四号を参照して頂きたい。

省エネルギーの意味と実際

エネルギーを自由に使えれば、機器を使って比較的簡単に快適な室内環境を得ることができる。寒い時には暖房を、暑すぎれば冷房を、暗ければ照明をつける、それもスイッチ二つの簡単な操作で。しかし、そのような方法だけではエネルギー消費が増え続け、環境破壊につながる。二酸化炭素排出による地球温暖化や、原子力発電所からの核廃棄物の蓄積などが見逃しできないほど深刻になっているのだ。

住宅が居住のために消費するエネルギーは、建物寿命を三〇年とした場合、建設に要するエネルギーの約三倍にもなる。また、断熱材を製造するエネルギーは、断熱によって節約される量に比べれば取るに足りないものである。建物を長持ちさせればさせるほど、この傾向は顕著となる。日本建築学会「建物のLCA指針案一九九八」。

少ないエネルギー消費でも快適な、健康で満足できる住まいを実現するにはどうすれば良いのか。有効な対策には次のようなものがある。これらのアプローチは、機械力への依存を減らし、自然の力を上手に利用しようとする「パッシブデザイン」の精神に通じる。1天井・床・壁や窓の断熱性を高め、熱のロスや侵入

を少なくする。

2 外の環境に応じて閉鎖・開放の両方に対応できる設計とする。

3 太陽などの自然エネルギーを直接又は間接的に利用する。

4 エネルギー効率の高い設備機器を選んで使う。

5 住み手の心掛けや生活の工夫でエネルギー消費を減らす。

これらの対策には大きなお金がかかるものもある。しかし、断熱工事は住宅を新築や改修（リフォーム）するのに合わせて実施すれば、工事費の増加分は単独に施工した場合に比べ格段に安い。設備機器は寿命が来た時に取り替えるのでよい。省エネ対策による光熱費の減少で投資額が回収できれば理想的である。しかし、それにこだわり過ぎることはない。断熱による居住性や健康性の向上、自然エネルギー利用による環境保護など、経済合理性だけでは評価できない多くの利点があるのだ。

断熱性・気密性の向上

省エネルギー対策の第1は「断熱」にある。冬には熱を逃がさず、夏には侵入を防ぐためだ。同時に透き間から空気の漏れを防ぐ「高气密」も重要だ。建物が高气密化されると換気への配慮も必要となる。実施した対策と効果を紹介する。

1 外壁

外壁の断熱には躯体の内側に断熱材を配置する「内断熱」と外側から覆う「外断熱」がある。外断熱には様々な利点がある。鉄筋コンクリート造の場合には蓄熱作用を利用でき、躯体の保護にもなる。構造を

問わず壁内結露の心配がなくなる。既築住宅の改修では施工のし易さも大きな利点である。

ここでは二種類の方法を採用した。一つは発泡ポリスチレンボード三〇mmと下見板との組み合わせ、もう一つは木繊維セメント板(空気層を持った繊維板)四〇mmにモルタル仕上げである。後者は断熱性能で劣るが、外装仕上げとなる左官工事の下地に適している。

2 天井裏

二階屋根裏に天然麻繊維の断熱材五〇mmを敷き詰めた。冬の暖房には有効であるが、夏の暑さ対策に顕著な有効性は確かめられなかった。

3 床下

既存建築の構造上、一階床の断熱対策はできなかった。温水床暖房は床スラブのみならず地面も暖めたことだろう。しかし地盤に接したコンクリートスラブが土間のようにひんやりした感じを残し、夏の涼しさには貢献していると思われる。

4 開口部

窓やドアなど開口部は最も熱が逃げやすい部分である。以下に述べる二種類の改善工法を採用した。

- 1) 高气密・高断熱の木製サッシ(複層ガラス)の新設、
- 2) 通常のアルミサッシ(単層ガラス)を外側に追加、3) 既存のアルミサッシはそのままガラスを複層に取替え。断熱性能は(1)、(2)、(3)の順に優れているが、コストの比較では順に二五二五万円/箇所という違いがある。改修工事では安い普通のサッシを外付けすることが現実的である。二枚の障子を閉閉するのは手間がかかるが、高气密サッシと対照的に軽く、開け閉めが楽である。いずれのケースも結露は発生していない。

5 換気

本格的な換気システムではないが、住宅中央の吹き抜け最上部に換気塔を設け、各室からの空気を自然換気で排出するようにした。春から秋にかけては全開、冬は隙間程度に開ける。台所と水まわりには補助的な小換気扇を四箇所設け、必要に応じて作動させる。自動ではないから住み手の判断と工夫が必要である。

自然エネルギーの利用

自然エネルギーは再生可能エネルギーとも言われる。化石燃料が燃やせば元に戻らないの比べ、無尽蔵だったり、自然の営みで元に戻り得るからである。その代表が太陽や風力で、またバイオマスと総称される植物性のエネルギー源も含まれる。

再生エネルギーでは以下の自然エネルギーを利用し、クリーンな省エネを試みている。

1 太陽光発電

太陽光パネルモジュールを置く場所に制約があり、設置容量理論的に可能な瞬間最大発電能力は二・六七kWに止まった。天候や設置条件に影響されるが、容量一kW当たりの年間の発電量は概ね一〇〇〇kWhで、一般家庭で三kWが標準とされる根拠ともなっている。二〇〇〇年1月から12月までの発電実績は二九四kWhとなった。

当然ながら電力会社の系統と連繫されており、昼間の余剰で電力会社に売ったのが二〇九九kWh、夜間など不足時の購入は二七二二kWhであった。これらの差し引きから自宅での使用電力量は年間二五六三kWhとな

り、結果的には発電量が使用量を約二五%上回った。季節や時間による出入りはあるが年間合計では電気を自給したことになる。漫然と達成されたのではなく、家族が節電に協力した成果である。これらの推移を図1に示す。

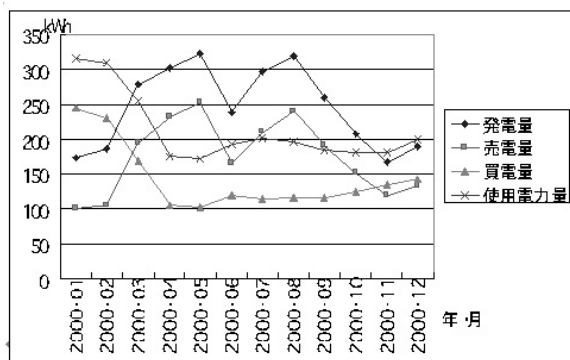


図-1 太陽光発電量、売・買電量、使用電力量の推移

2 太陽熱給湯

太陽エネルギーを熱として活用する方法である。真空管式のコレクターが貯湯槽(二六〇L)を兼ねている。四月下旬から二〇月上旬まで約半年間、給湯は殆ど太陽熱でまかなった。夏の晴れた日はコレクター出口の湯温が八〇℃を超える。ミキシング装置で六〇℃以下にして給湯される。

他の季節はガス給湯機で加熱し、太陽熱で予熱された分だけ省エネになる。残念ながら太陽エネルギーが寄与した熱量の計測データはまだない。

3 壁からの太陽熱取得

太陽エネルギーの最も基礎的な利用は、窓から直射日照を取り入れ、明るさと熱を得ることである。それは当たり前なことなので、今回の新たな試み、「ソーラーウォール（集熱壁）」を紹介する。

これは建築構造や間取りの理由で窓にならない南側の壁から太陽熱を取り入れる装置である。大きさは縦横1×m程度、ガラスで覆われた奥行き3cm程度の空気層を設け、背面は熱吸収をよくするため黒色にしてある。上下に室内への貫通孔があり、上には小型ファンを取り付けた。太陽熱で暖められた空気は上昇し室内に吹き出され、同時に下の穴から低温の室内空気が補給される。快晴時にはピーク値で5以上の温度上昇があり、日中の熱取得に役立つ。

4 薪を燃やす

薪ストーブは楽しみを兼ねた自然エネルギー暖房である。1kgの薪が持つ熱量は三五〇〇〜四〇〇〇kcal、一時間の燃焼で二〜五kgを消費するとして、出力は煙突からの熱口入込みで四〜七kWに相当する。室内空気を消費しただけ新鮮空気が補給されるので、煙突付きストーブは換気装置の役割を併せ持つ。

薪を燃せば当然二酸化炭素が出るが温暖化ガスの対象とは見做されない。バイオマスが化石燃料と決定的に違うのは、それが現世代において蓄積された太陽エネルギーだからである。しかも産業廃棄物扱いの建築残材や、伐採された枝葉を燃しているのだから、資源の有効利用にもなる。スウェーデンなど北欧で普及しつつあるバイオマス発電は炭素税の対象外である。

ただし、木質燃料が環境と真に調和するための条件として、森林が永続的に保全されること、大気汚染

の防止、そして灰を森に返すことなどが必要であろう。

温熱環境の改善

断熱性向上は居住性向上のためでもある。つまり、温度変化が少なく温度分布にはばらつきが少ない室内温熱環境は快適性につながる。改修後の温熱環境について代表的な状況と場所を観察した。

なお、この住宅には以下の暖房器具があり、部屋と状況に応じて使い分けている。温水床暖房(2)、温水ラジエーター(2)、ガスエアコン、ガスファンヒーター、薪ストーブ、石油ストーブ。

1 台所・食事室(DK)の温度変化

西側と北側に外断熱を施し日当たりの影響のないDKで断熱効果がどの程度のものかを知るため四季を通じて温熱環境を観察した。図2は温度測定し

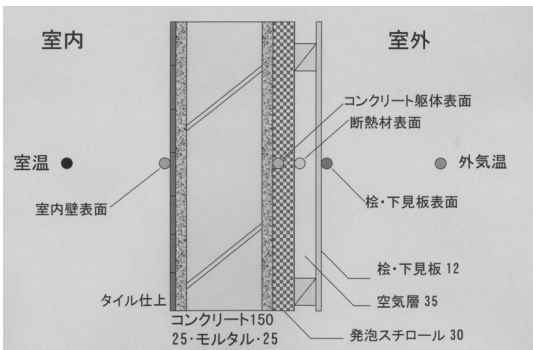


図 - 2外断熱・外壁断面

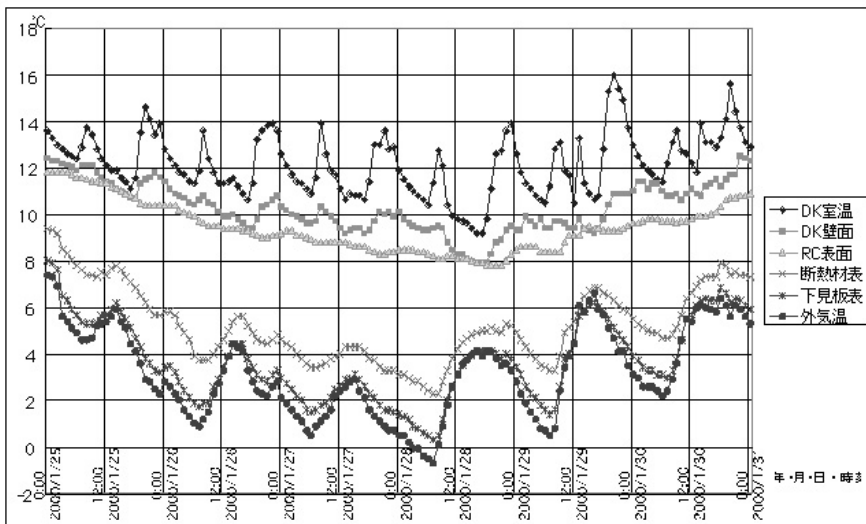


図 - 3 DK冬における外壁内外の温度変化(2000年1月)

た外壁の断面と温度センサーの位置を示す。紙面の制約から冬と春の様子を図3、図4に示す。これらのグラフから、躯体の温度が安定し室温に同調する傾向にあること、及び外気温に対しては緩慢に追従することが読み取れる。暖房しない場合は日の室温変化が極めて小さく、暖房する場合でも早朝の室温低下は小さい。

冬期の室温は、快適温度とされる18よりかなり低めである。それでもあまり寒く感じないのは、床暖

外断熱と躯体蓄熱の効果により、一定の条件下な
ら夏の暑さに対しても室内を涼しく保つことができ
る。図 5 は、七月上旬と八月下旬の居間室温変化
である。

2 居間の室温変化(夏・冬)
房の輻射熱と壁が適度に暖まり冷輻射が少ない状
況のためと思われる。

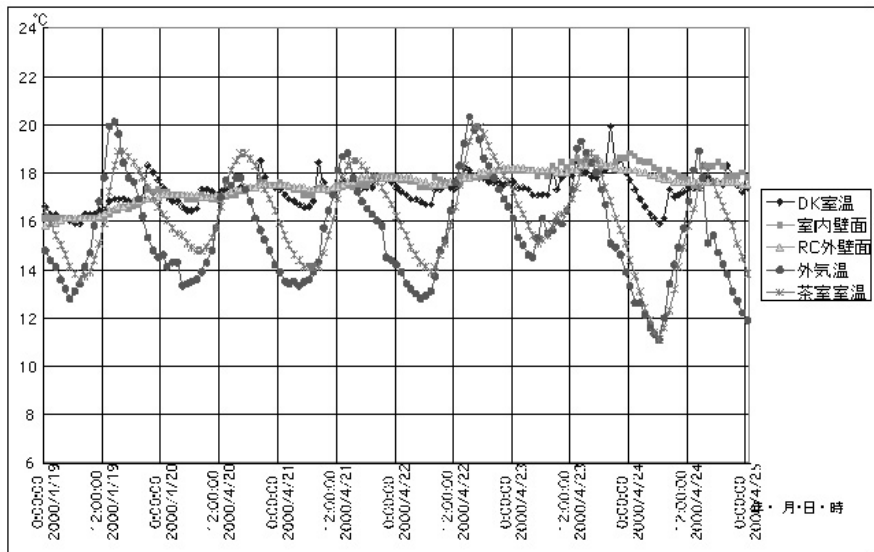


図 - 4 DK春における外壁内外の温度変化(2000年4月)

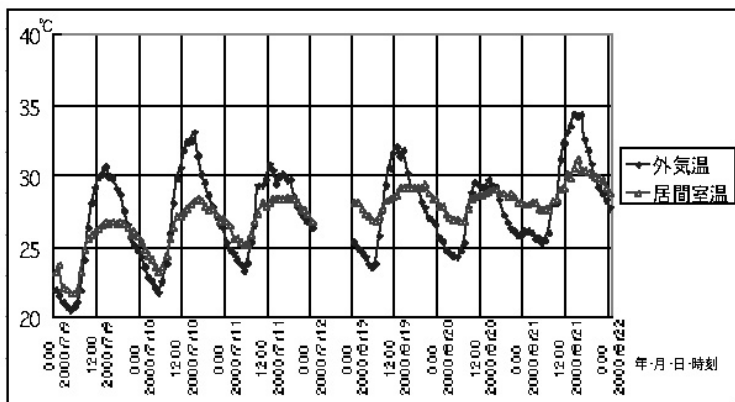


図 - 5 夏の居間の温度変化(2000年7月・左 及び8月・右)

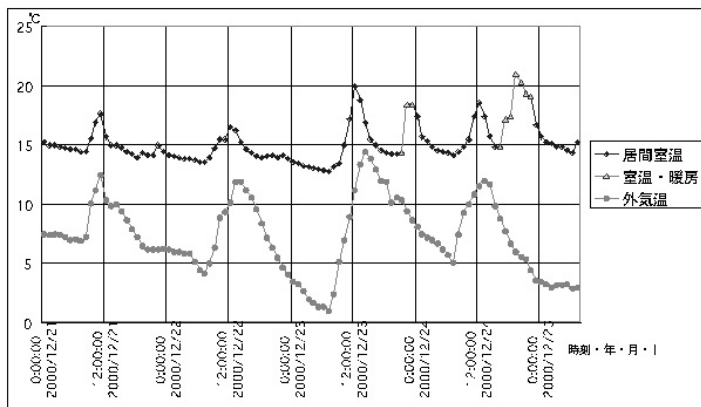


図 - 6 初冬の居間の温度変化(2000年12月、24・25日は暖房した)

この場合、夜の涼しい空気を積極的に取り入れ、日中は必要な換気程度にしか窓を開けない。「夏は風通しを良く」と言われるが断熱された蓄熱体を持つ家では逆である。七月には外の気温が三〇 を超えているのに、室内の最高気温は二六〜二八 である。窓を大きく開けるのは外気温が室温より低くなつてからでこの程度なら冷房は使つて必要がない。しかし、八月の下旬になると躯体が暖まつてしまい、躯体の蓄冷効果は薄れる。また、夏の暑い日中に窓を開け放たない、というのもこれまでの習慣と異なり、違和感があつたのも事実である。

一方、冬の様子はDKと似ている。但し、午前中は日当たりがあるので晴の日には室温が上昇し、その蓄熱効果が室温低下を防いでいる。

3 二階の居室、温室の夏

グラフは省略するが、太陽の熱を最も強く受ける二階の暑さは厳しいものであった。屋根と東西の壁からの日射は断熱措置にもかかわらず躯体を暖め、夜間換気では十分冷えない状態となつたようだ。最高気温三六 の日に室温は三一 に達した。コンクリートが太陽で熱せられないよう、外側からの断熱や壁面



温熱環境の測定状況

と屋上の緑化などの必要性を実感した。
 温室は屋根がガラスであるため、暑さには最も弱い部分である。日中はヨシズをかぶせ日差しと熱の侵入を防いだ。最高温度は外気温を超える状態となった。自然換気だけでは排熱が不十分で、強制換気が必要と思われた。

暮らし方の工夫

省エネの方法は建築・設備の改善ばかりではない。生活スタイルの見直しのできる省エネの効果は大きい。特に自然エネルギーとの関わりを持つことで、エネルギーの無駄使いに敏感になったことを実感する。そのポイントをいくつか紹介する。

1 待機電力のカット

電気器具で使われていない時でも、すぐに作動するようにまたは付加的機能のため常時流れているのが待機電力だ。一般家庭で全消費量の10〜20%を占めると言われる。器具ひとつひとつを測定し合計してみると、当初七六kWh/月もあつた。月使用量の四分の一にも当たると驚いた。全部をなくすことは難しいが、スイッチ付きコンセントを使って待機電力を次々にカットした。また省エネ型の器具に取替えたり、生活スタイルでも無駄を見直した。その成果と思われるが、前の冬(一九九九年二月〜二〇〇〇年二月)に比べ今回同期の三ヶ月では電気使用量が九三〇kWhから六二〇kWhに激減した。

2 季節と部屋の使い分け

住宅の部屋を季節に応じて使い分けることで省エネになる。端的な例として、冬には日当たりの良い暖かい部屋を、夏には一番涼しい部屋を主な居室とする。また、常時多くの部屋を暖房するのではなく限られた時間、限られた空間を暖房し、その間家族が同じ部屋で過ごすことでエネルギー消費が減らせる。

3 給湯管の中の湯

給湯機から蛇口までの距離は無視できない。洗面所などで湯を使い始める時、熱くなるまでに数リットルの水が無駄になる。そして使い終わったあと給湯管に残った湯は冷たくなる。洗面器一杯の湯なら、ヤカンで持つて行くこともできるし、台所でも作業の最後は早めに給湯機のスイッチを切るなどが有効だ。

4 体力を活かす

体を慣らせば少々暑くても冷房なしで平気だ。暖

房温度が五度でも、暖かい服装をしていれば問題ない。特に部屋の壁や床などが暖まり冷放射の少ない状態なら快適である。暖房を極端に効かせずシャツで過ごせると言つのは、もはや豊かさの表現でなく恥ずべきことである。

健康なら体を鍛えて暑さ寒さへの抵抗力を養つことや、安逸への欲求を膨らませないことも省エネの基礎である。

エネルギー消費実態

全体として実際どれくらいエネルギーを使ったのだろうか。一年間余りの記録を分析してみる。図7は一九九九年二月から二〇〇一年二月までのエネルギー

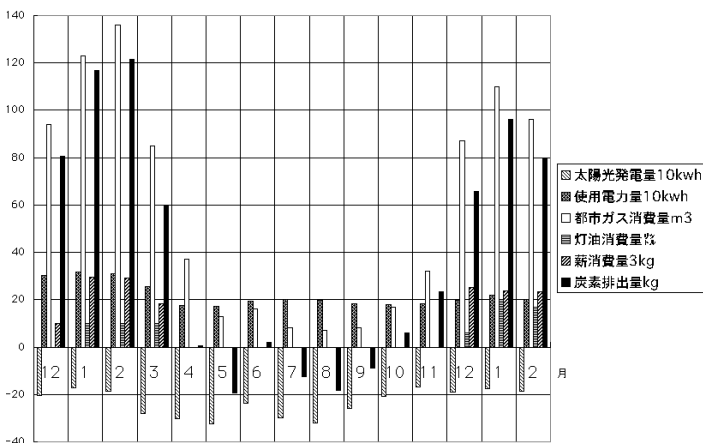


図 - 7 再生エコハウス 毎月のエネルギー収支

消費及び調達の記録である。太陽光発電の量は、消費の反対であるのでマイナス値(下向き)に表現されている。グラフの目盛りは熱量が近似するよう単位を調整してある。居住人数は三人である。

各種のエネルギー源による環境負荷を総合的に表現するため、炭素(二酸化炭素)排出による評価を加えた。太陽光発電は日中に限られるので、電力の換算には火力発電の係数を使っている。

この住宅では冷房をしないため、夏にエネルギー消費が大きく増えることはない。目立つのは冬の熱需要である。四月から一〇月にかけて太陽熱給湯設備が活躍し、都市ガスの使用量が激減した。ほぼ同じ期間、太陽光発電は使用量を上まわり、トータル炭素排出量は概ねゼロまたはマイナスを記録している。これは、「系統に逆潮流した電気が、火力発電をその分抑制した」と解釈し、マイナスの排出として計上しているからである。なお、薪に関する炭素排出は、仮に自動車で二〇〇km運搬した場合の燃料のみを算入している。二〇〇〇年の二年間で総炭素排出量は約三四〇kgとなった。

このようなエネルギー消費パターンと総量が、他の一般的な住宅と比べてどの程度なのか興味あるところである。身近な知人の住宅五戸(参考住宅と呼ぶ)のデータ及び最近の調査研究[※]で使われたモデル値との比較を試みた。^{*}自立循環型ミニコミュニティシステム調査研究の設定値 大阪、専用床面積七二㎡の集合住宅、中間階妻側、四人ノ住宅・建築省エネルギー機構(二〇〇〇年)。

参考住宅(二戸建三戸、二丁四人)との比較ではエネルギー消費量が約半分、炭素排出量が五分の一、また参考住宅(集合二戸、二丁三人)との比較では、エネルギー消費量が約三五%の減少、炭素排出量が約四分の一であった。また、モデル値に対しては、エネルギー

消費量で一九%の減少、炭素排出量が約三分の一となった。住宅の規模や形式、居住人数などに違いはあるが、省エネルギーの成果は確実に認められる。消費量減と炭素排出量減に差が大きいのは、主として太陽光発電の効果である。

参考までに、再生エネルギーの光熱費二年分を集計すると、電気料金は支払いが約三・六万円、売電による電力会社からの受け取り額が約五・三万円、ガス料金は約八・三万円、合計約六・六万円に止まった。

楽しく省エネ

このように、比較的少ないエネルギー消費で気持ち良く住むためのポイントは、第一に建築の設計と性能改善、第二に設備の充実、第三に住み手の納得にあると思われる。単純化すれば、性能とは断熱、気密、蓄熱であり、設備で望まれるのは自然エネルギー活用、そして納得は積極的参加によつて得られる。

積極的参加とは、自分で決めることや目標にチャレンジすることだ。他者の目から見ても不便に映ることであつても、押し付けられるのではなく本人と家族が楽しんでやれば、納得のほかに充足感も得られる。少なくとも不満にはならない。意識改革や環境学習の重要性がここにある。

今後の住まいづくりには、再生可能なエネルギー源を上手に利用しながら節度ある快適性を確保することが求められる。住まいへの前向きな関わりが意識を高め、住宅の質向上と賢い暮らしが相俟つて省エネルギーの成果が上がって行く。

さらに、このシリーズで取り上げた住宅の長寿命化、資源有効利用、廃棄物削減、健康性と建材選び、身近な緑などを含め、エロジカルな住まいが楽しまれた

普及することを期待する。
(大阪ガスエネルギー・文化研究所研究主幹)

CEL



軒下に積まれた薪、次の冬に備えて