

太陽熱エネルギーを自動制御する多機能窓ガラス

産業界との連携で画期的な省エネルギー窓ガラスの創製へ

産総研は、日本板硝子株式会社と共同で、気温によって自動的に太陽熱エネルギーの流れを制御できる省エネルギー窓ガラスを開発することとなった。この窓ガラスには、ガラスの表面に半導体・金属相転移を持つ材料、光触媒材料、及びその他の機能性材料からなる多層薄膜をコーティングすることにより、夏には過剰な太陽熱の室内への流入を遮断して冷房効果を上げ、冬には太陽熱を室内に導入すると同時に高断熱性により暖房負荷を低減し、その切り替えが環境温度により自動的に行うため余分の作動装置を必要としない。3年以内の製品化を目標としている。

The AIST and the Nippon Sheet Glass Co., Ltd. have decided to develop a novel window glass for energy saving, through a joint research. The glass uses a semiconductor-to-metal phase transition material for automatic solar heat control, together with other materials for optical tailoring and multifunctional performance. The newly developed window glass is smart as to shade the extra solar radiation in summer but to introduce solar heat in winter, changing automatically in response to the environment temperature. Multifunctional performances are achieved through precise material selection and structural optimization.

金平 Ping JIN
p-jin@aist.go.jp

サステナブルマテリアル研究部門
自然エネルギー制御・評価研究グループ
主任研究員

入所して十数年が経った。その間、太陽エネルギー利用のための薄膜材料の研究に関わってきた。本件については、当時、ニューサンシャイン計画のもとで、材料の基礎的な研究を行っていたが、実用化するには困難が多かった。その後、NEDOの委託研究など幾つかの研究助成を通じて、材料の選択、光学設計、構造の最適化など独自に工夫を重ね、この研究対象のガラスの性能をほぼ最大限にすることができた。最先端の研究成果を得たことで産業界からも目を向けられ、大手ガラスメーカーと共同で画期的な省エネルギー窓ガラスの製品化に挑むことになった。



従来の省エネルギー窓ガラス開発

住宅全体の熱の出入りのうち、冬季に窓から流出する熱の割合は48%、夏季に窓から流入する熱の割合は71%に達する。従って、窓に熱の流入・流出の制御機能をもたせれば、冷暖房の効率化により、民生部門のCO₂排出量の削減に大きく寄与することができる。現在、断熱性を持たせた省エネルギー

窓としては複層ガラスなどが市販されているが、これらは光学特性が常に一定で季節に応じて適切に変化することはない。また、これまでも電気や水素ガスを導入し、それを制御して調光性を持たせたガラスなどが研究されてきたが、普及できる程度の製品化に至った例はほとんどない。

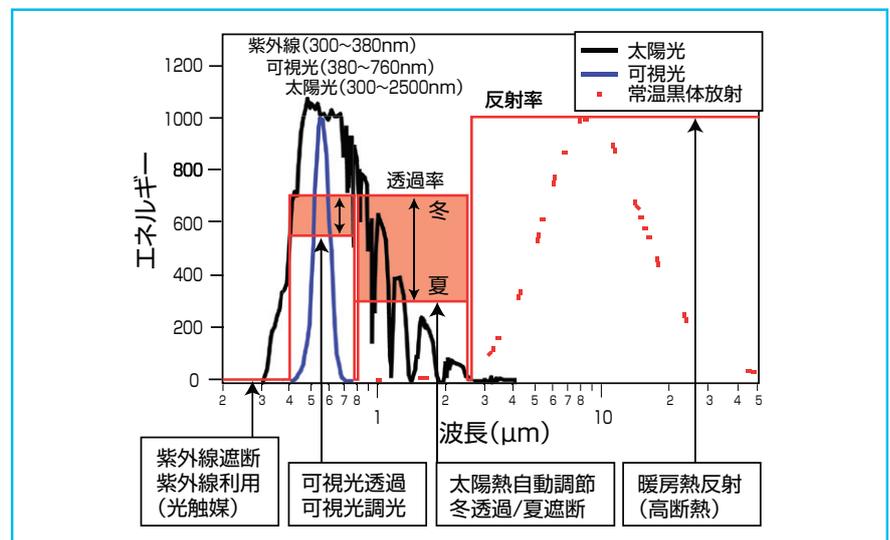


図1 産総研で考案した画期的ガラスの波長別機能

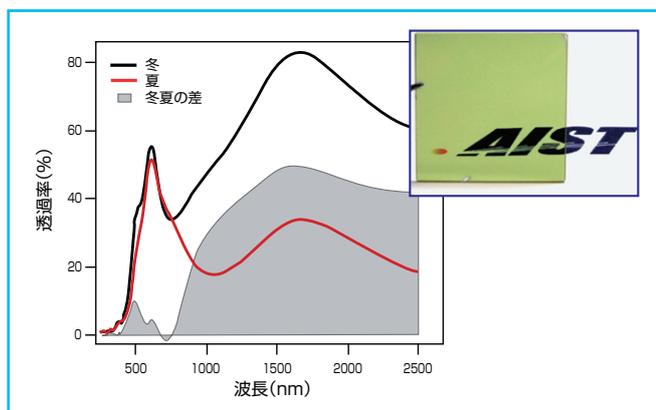


図2 実験室レベルで得られたサンプルの透過率スペクトルの一例
冬季と夏季及びその差で表す。サンプルの外観を右に示す。

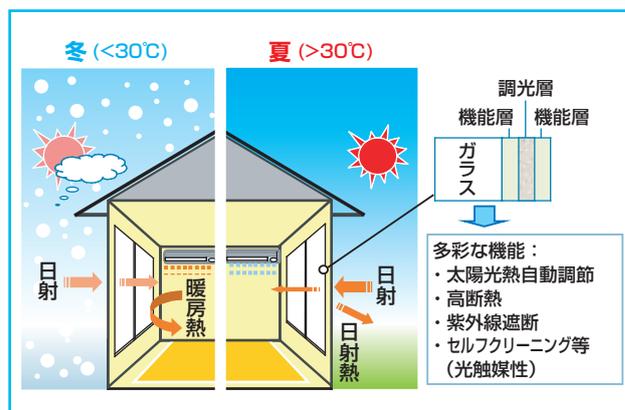


図3 ガラスの構造及び動き概略

新しい省エネルギー窓ガラス

産総研で考案した画期的省エネルギーガラスの機能を波長別に説明する(図1)。ここで黒線は太陽光の日射スペクトル、青線は人間の目に対する視感度を示す。また、赤の点線は、常温付近の黒体放射スペクトルで、冬に窓を通して室内から失われる熱に関連する。

このガラスは、健康に有害で室内にある物品の劣化を促進する紫外線(300~380nm)をほぼ全面的に遮断するとともに、太陽光がもつ紫外線のエネルギーを積極的に利用する。つまり光触媒材料を使って吸収した紫外線によりセルフクリーニング機能や環境浄化機能などを持たせることができる。

可視光(380~760nm)は常に透過させて、室内を快適な一定の透明度に保つ。光学設計を精密に行えば可視光の透過率が制御できるので、夏には眩しい太陽光の透過を抑制し、冬の暗いときには可視光の透過率を高くすることも可能である。

人間が暑さや暖かさを感じる近赤外部分(0.8~2.5 μm)の太陽光については付加設備なしでも、気温の変化に応じて自動的にその透過量の制御を行う。すなわち、夏には太陽熱が室内に入りやすく、冬には太陽熱が

室内に入りやすくする切り替えが環境温度によって自動的に行われ、快適な居住環境と省エネルギーの両立が達成できる。

さらに、このガラスは遠赤外線領域では高い反射率を示すので、冬には室内の暖房熱の流出を防ぎ、窓に優れた断熱性を持たせることができる。

以上のような、画期的な省エネルギー型の多機能窓ガラスが、相転移材料や光触媒材料などを複層コーティングすることによって達成された。今回、25mm角のガラス試料を作製し、それが可視光透過率は約60%、太陽熱透過率の変化量は約20%から60%、その切り替えを10 $^{\circ}\text{C}$ から68 $^{\circ}\text{C}$ の間に設定した温度で自在に制御できる、といった製品化に必要な基本的な機能をもっていることが確認できた。

図2には、サンプルの透過率スペクトルの一例を示した。冬には、黒で示すように特に暖かさを感じさせる太陽

光の近赤外部分を大きく透過させるが、夏には赤のスペクトルへと変化して日射熱をカットする。

産業界との連携で製品化へ

産総研と日本板硝子株式会社は、気温によって自動的に太陽熱エネルギーを制御し、夏には太陽熱が室内に入りやすく、冬には太陽熱が室内に入りやすくする省エネルギー型多機能窓ガラスを共同で開発し、3年以内を目処に製品化を目指す。製品化したガラスの構造及び機能イメージを図3で示す。産総研が持つ研究成果と高い技術力を技術移転するとともに、日本板硝子の持つ高い生産技術や機能性ガラスに対する生産能力を生かして、住宅用窓ガラスとして使用できるサイズの太陽熱エネルギー自動制御多機能窓ガラスを、従来の省エネガラスとほぼ同様のコストで製品化することを目標としている。

関連情報：

- P. Jin, G. Xu, M. Tazawa, K. Yoshimura: Jpn. J. Appl. Phys. Vol.41, L278-280 (2002)
- 特開 2003 - 94551 「高性能自動調光窓コーティング材料」(金平)
- プレス発表 2004年 10月 27日 : http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20041027/pr20041027.html
- プレス発表 2005年 5月 25日 : http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2005/pr20050525/pr20050525.html
- 共同研究者：田澤真人、徐剛