

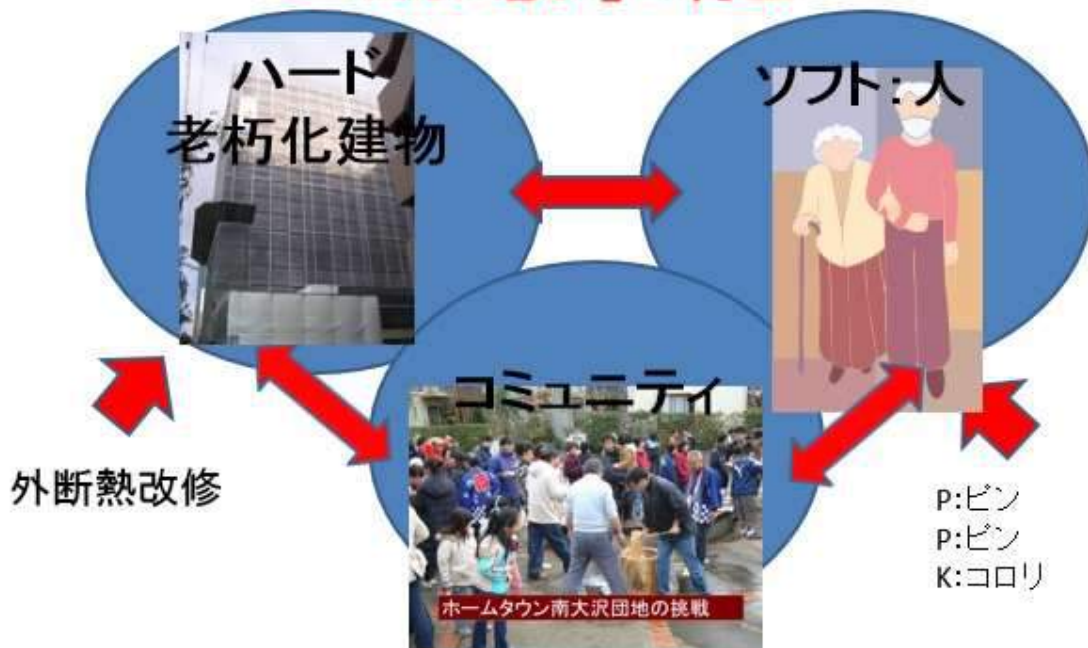
外断熱読本

人も建物も健康長寿で安心ライフ

住まいの長持ちって？

「住まいを長持ちさせるには」

二つの「老い」⇒再生



「人も建物も健康長寿で安心ライフ」

空き家率 3戸に1戸の時代が到来！？

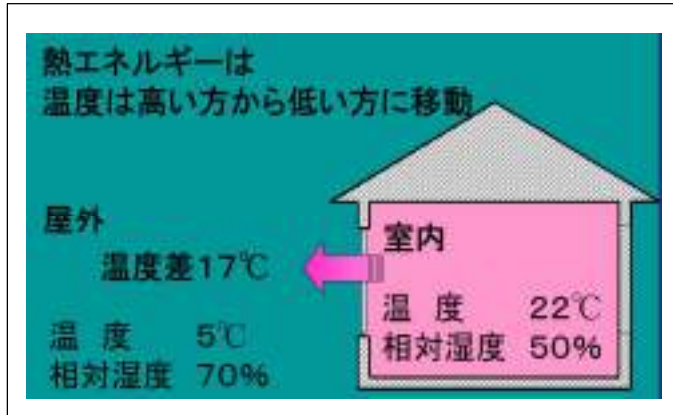
「住み手が健康快適に暮らし、いずれは価値ある流通建物に！」

住宅過剰時代 新築マンションは、市場のニーズにあわせて供給調整ができる。

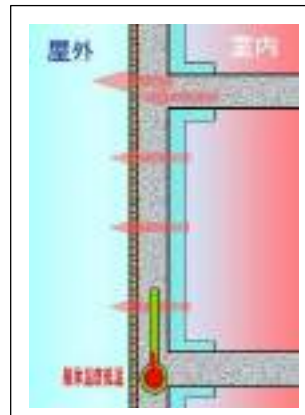
しかし既存（中古）マンションは、所有者の事情などで市場に出まわるため、立地だけでなく建物の商品力（性能、耐久性、室内環境＝外断熱）が求められます！

断熱とは

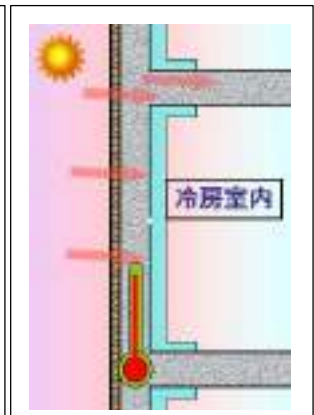
熱は温度差があると高い方から低い方へ流れていく性質があります。例えば、建物の壁、窓などでは、夏には高い外気温が室内へ流れ込み、冬には低い外気温に熱が逃げていきます。



熱は高い方から低い方へ



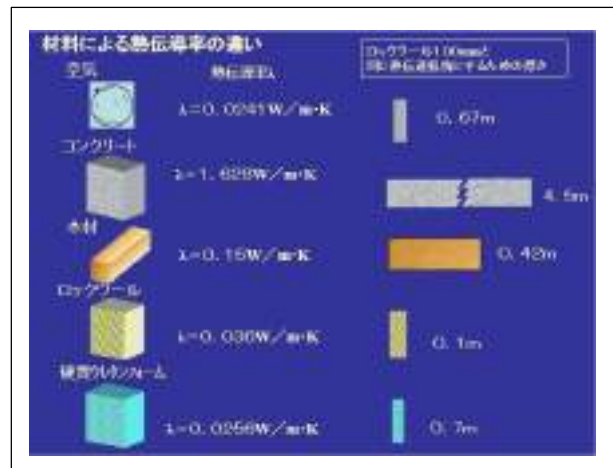
冬（暖房）の熱の動き



夏（冷房）の熱の動き

夏の暑さや、冬の寒さから住む人が健康に、快適に暮らすためにエアコンやストーブなどを使用し冷暖房をしています。しかし、建物に外から入る熱や室内から出る熱を抑えるには気密化・断熱化が必要です。建物の省エネにはこのような熱の伝わりを抑える働き（断熱）が有効です。

断熱材は、熱の伝わりにくい物質である空気を発泡系や繊維系の材料に閉じ込めます。

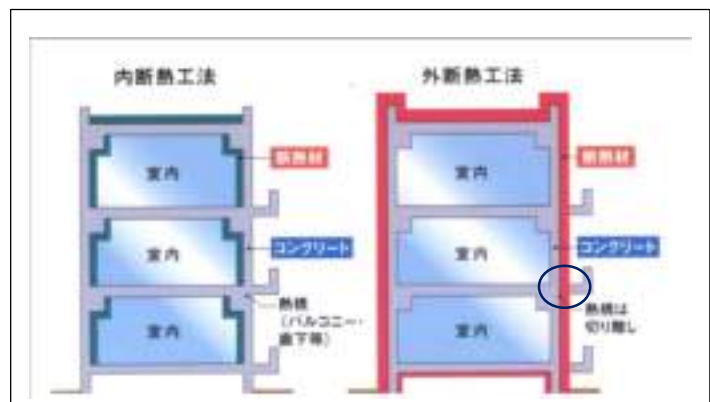


これらの断熱材を適切に採用した断熱工法により、春・夏・秋・冬、外気温が変化する中で1年を通じて室内を快適に、エネルギー消費を抑えることができます。

断熱工法には、「内断熱」と「外断熱」という2つの断熱工法があります。

日本の多くは前者の内断熱の建物です。もう一つの「外断熱（そとだんねつ）」って、聞いたことがありますか？

外断熱は、熱を蓄える能力（蓄熱性）が高いコンクリートの建物を、断熱材（発泡系や繊維系）で外側からすっぽりと包みます。その結果、外気温の影響を少なくして、夏は冷房効果を長く維持し、冬は暖房効果を長く維持し、住んでいる人が少ないエネルギー（経済性）で快適に暮らすことができる断熱方法です。



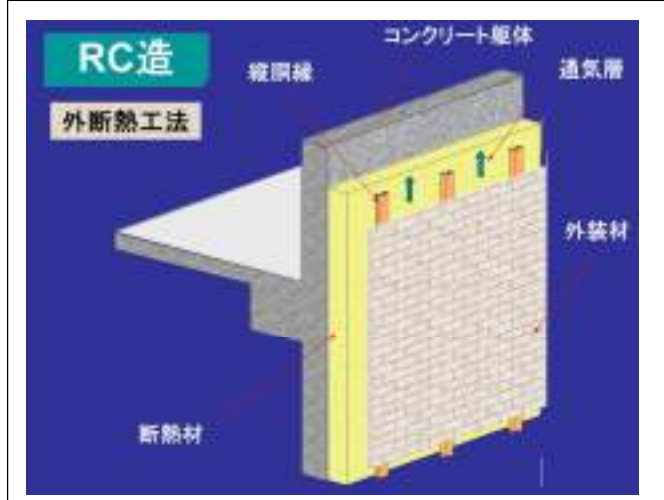
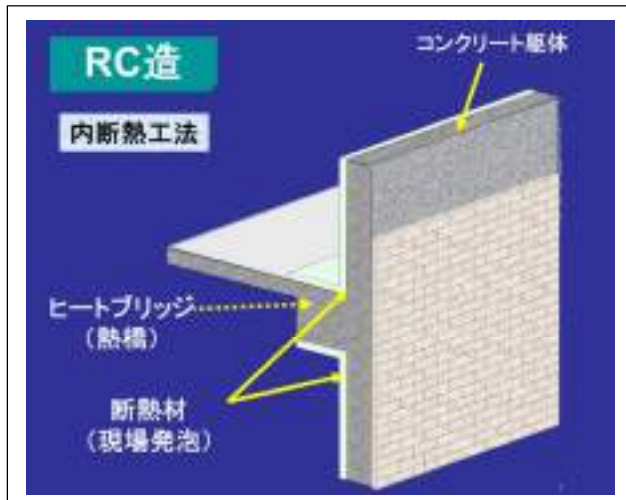
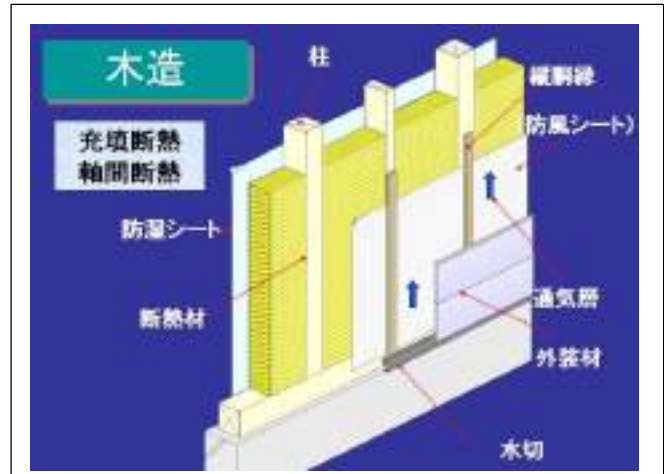
マンション（コンクリート建物）の断熱

木造住宅の断熱は、充填断熱（軸間断熱）、外張断熱（外断熱）、その両方（充填+付加断熱）があります。

充填断熱（軸間断熱）は、コンクリート建物の内断熱とは違います。

マンション（コンクリート建物）の断熱は、「内断熱」と「外断熱」という2つの断熱工法があります。

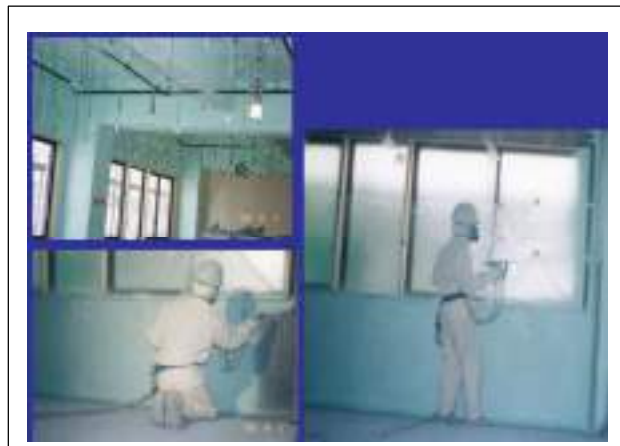
日本の多くは内断熱の建物です。



マンション（コンクリート建物）の断熱はどのようになっているのですか？

一戸建て（木造）住宅については、自宅や親戚知人等の建築現場を見ることがあります。また、近隣で建設中の現場を見る事もあります。その際、グラウールやボード状の断熱材を目にするでしょう。しかし、よほどの事が無い限りマンションの工事現場を見ることはありません。

内断熱（ウレタン吹き付け）施工風景



外断熱（ビーズ発泡ポリスチレン）改修施工風景



外断熱の4つのメリット

建物（住まい）	人（住み手）
No.1 省エネ・省資源 <ul style="list-style-type: none"> 断熱性/蓄熱性 廃棄物を出さない No.2 長寿命(高耐久) <ul style="list-style-type: none"> 躯体の保護 躯体の通年の熱変化抑制 中性化抑制による建物の劣化抑制 ⇒躯体寿命の延伸	No.3 快適 <ul style="list-style-type: none"> 壁表面温度の安定化 →室温変化が少なく 快適な体感温度 No.4 健康 <ul style="list-style-type: none"> ヒートショックリスク低減 カビなどの健康被害防止 ⇒健康寿命の延伸

No.1 省エネ・省資源

・断熱性/蓄熱性

外断熱は、内断熱では出来ない厚い断熱を連続して施工することで大きな断熱性を持ちます。また、内断熱では断熱出来ない部分（熱橋＝熱の出入り場所）の断熱もできます。

蓄熱性、熱を蓄える能力（一度温まると冷めにくい）が高いコンクリートや石造のような建物の壁の外側を断熱材ですっぽり包むことで、外気温の影響を少なくし、夏の冷房は長く維持でき、冬の暖房は熱が逃げにくくなり、住み手が健康で快適に暮らせます。

・廃棄物を出さない

マンションは建築の際に大量の資材が使用される。建築物の耐久性を向上させ、長寿命化（65年から100年以上）が達成できれば、建て替えの度に発生する廃棄物総量を少なくすることができます。結果的に資材の生産消費から輸送に伴うCO2排出量を削減することができます。



No.2 長寿命（高耐久）

・躯体の保護

マンション躯体の劣化は、夏の日射や冬の低温、雨水や雪の影響を受け、構造体のコンクリートの劣化と鉄筋の腐食が引き金となり、それらが相互に関連して起こります。

ビル建築のカバー工法や海外のレンガ二重壁はコンクリート躯体を日射や雨水から保護するものです。

外断熱工法は、夏の日射や冬の低温、雨水や雪の影響からコンクリート躯体を保護します。

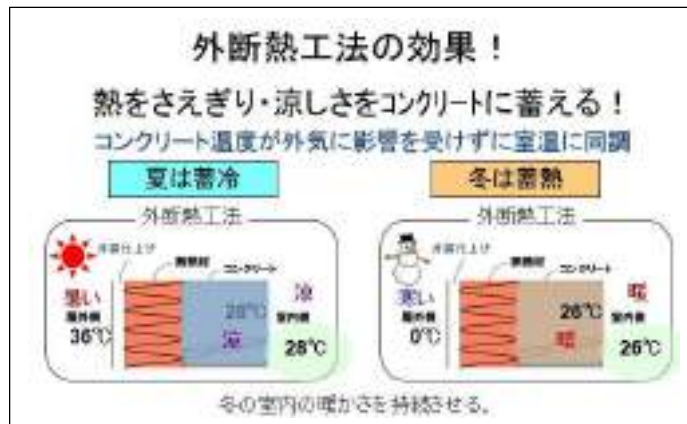


• 躯体の通年の熱変化抑制

近年、地球温暖化の影響か、夏に多くの熱中症による犠牲者が出ています。

鉄筋コンクリートのマンションでは、躯体のコンクリートは、温まると熱をため込み、じわじわと放出していく性質があり、そのため夜間に外気温が下がっても、室温は下がらず、夜間を通して暑い状態が続きます。マンション住まいの方々は、そうした環境下で就寝するため、夜間に熱中症になるリスクが高いのです。

冬の場合は、躯体のコンクリートが、温まると熱をため込む（蓄熱性）があります。



• 中性化抑制による建物の劣化抑制

[試算] 鉄筋腐食が始まる年数を求める（参考資料）

- 水セメント比 60%（圧縮強度 21N/mm² 程度）
- 仕上げ材なし
- かぶり厚さ 3cm の外壁

1) 【内断熱】の屋外側コンクリートの場合

かぶり厚さ 3cm の中性化年数 → 約 65 年
（ひび割れがある部分では、これより中性化が早い。）

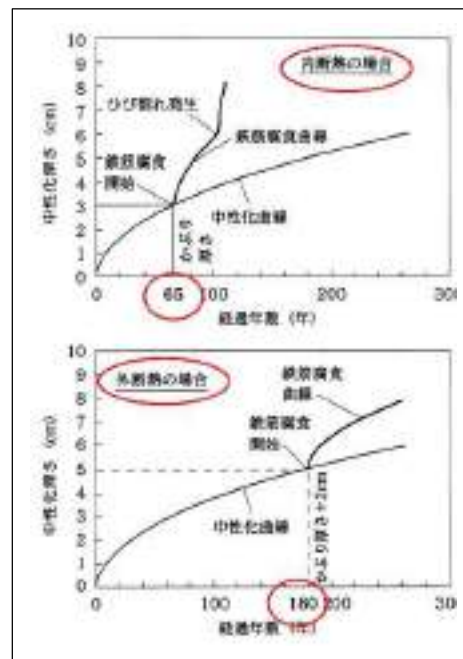
2) 【外断熱】では屋内側の乾燥コンクリート条件となる

かぶり厚さ 3+2cm の中性化年数 → 約 150 年
（乾燥しているため、中性化の進行自体は屋外よりもやや早い。）

なお、腐食始まってその進行は緩慢である。

鉄筋が腐食するには水分と酸素が必要。

（つまり、鉄筋周囲のコンクリートが乾燥していると鉄筋は腐食しにくい）

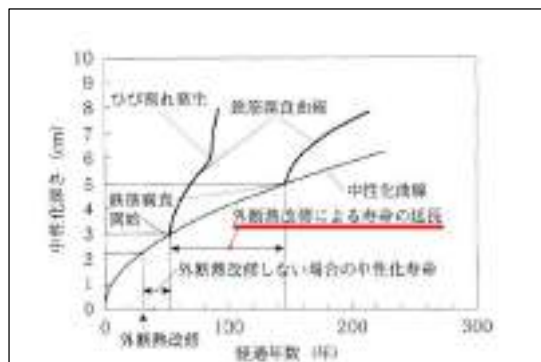


二酸化炭素によるコンクリートのアルカリ性の消失 → 「中性化」

- 屋外側からは中性化が鉄筋位置に達すると鉄筋腐食が急速に進行し、コンクリートにひび割れやはく離・はく落が生じ、さらに構造耐力の低下につながる。
- 屋内側からは中性化が鉄筋位置からさらに約 2cm 進んだ後に、鉄筋腐食が徐々に進行する。

（コンクリートの乾燥程度が関係）

外断熱施工を行うことによって、コンクリート躯体の老朽化・劣化に及ぼす要因を完全に排除したり、その影響を小さくすることができるため、躯体が相当に長寿命化することになる。



申雪寒, 長谷川寿夫: 外断熱建物躯体コンクリートの中性化に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 第 20 号, pp.59~62,

【欧米の最新研究報告】

外断熱で躯体コンクリートは半永久に

Rehabilitation of Concrete Walls Using の解説

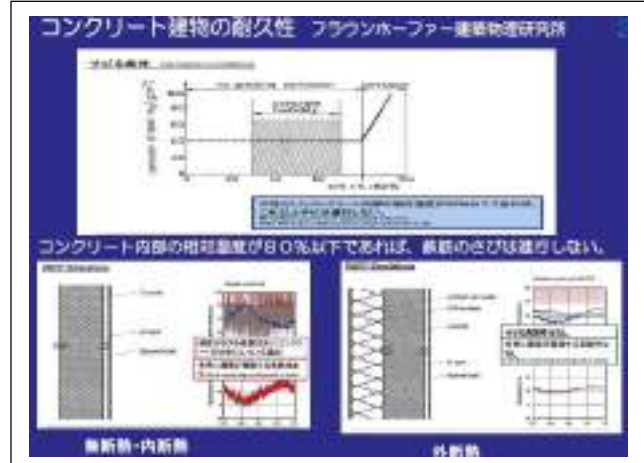
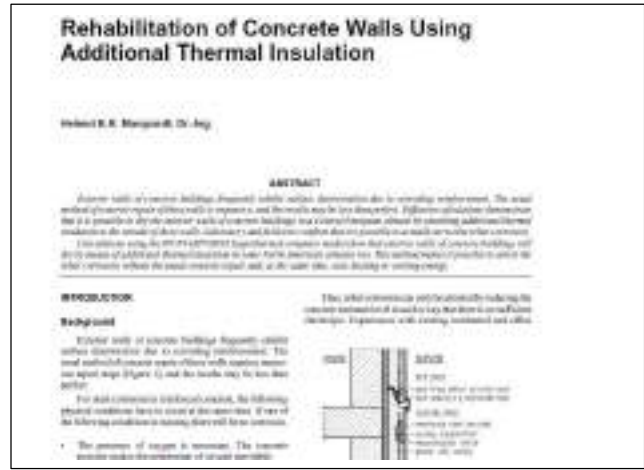
ヘルムート B.R.マルクワルト博士・教授

(ホッホシューレ応用科学大学)

鉄筋コンクリートの劣化は、鉄筋の腐食→鉄筋の膨張→コンクリートの爆裂の過程を経ておこります。

5年以上に及ぶベルリンでの暴露試験において、鉄筋コンクリート建築物に外断熱を施すことで、コンクリート打設後、数年で躯体が乾燥した後、躯体の相対湿度は、30~60%に保つことが確認されました。(中略)

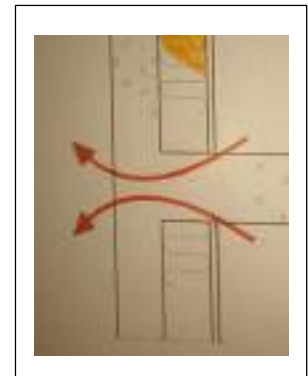
WUFI-IBP (独フラウンホーファー建築物理研究所) / ORNL (米国オークリッジ国立研究所) による温湿度シミュレーションでは、中央ヨーロッパ及び5つの異なる気候帯を持つアメリカにおいても、**適した断熱材を外断熱として使用する事で鉄筋の腐食を抑制出来ることが判明した。**



Q&A

Q：内断熱に比べて断熱性能は上がりますか？

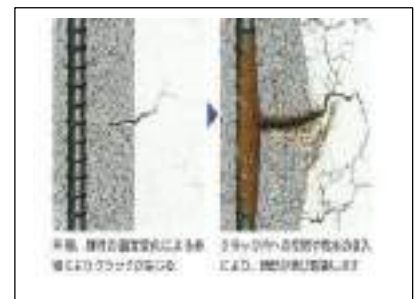
A：室内側には出来ない厚い断熱材を連続して（熱橋を最少にして）施工することができるので断熱性能を上げることができます。内断熱と同じ断熱厚さでも熱橋（ヒートブリッジ）が少ない分、断熱性能は上がります。



Q：中性化ってなんですか

A：中性化は、二酸化炭素によって生じる、鉄筋コンクリートの劣化のことで。

コンクリートは主成分がセメントであるため内部がアルカリ性ですが、外部からの炭酸ガスの侵入によって中性になると鋼材の不動態被膜が失われ、耐腐食性が低下します。不動態被膜が破壊された鉄筋には、錆びが発生し、錆びは鉄筋を膨張させ、膨張した鉄筋はコンクリートにひび割れを生じさせます。そのひび割れからコンクリート内部に水が入り込み、更に鉄筋は錆びて加速的な劣化が進行する悪循環が発生します。

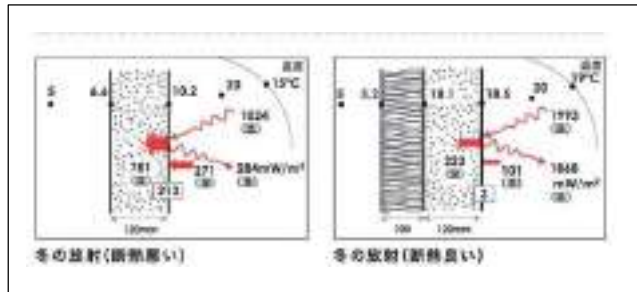
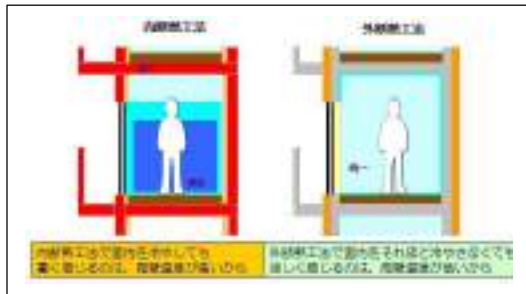


No.3 快適

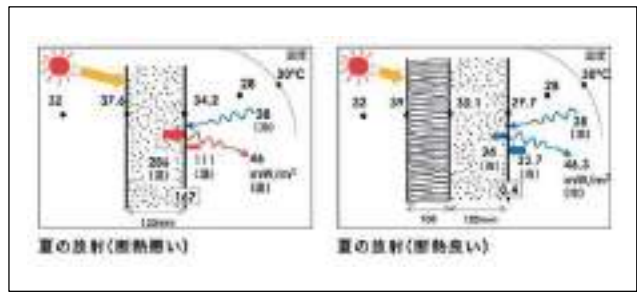
- 壁表面温度の安定性～室温変化が少なく快適な体感温度
壁面を暖めると、室内温度が低くても暖かく感じる。

冬の快適な室温 21℃の体感温度を感じるためには、壁の温度が重要になります。
21℃の温感を保つ室温と平均輻射温度（MRT）の関係を右の表で確認できます。
周壁温度が下がる（18℃）と、室温を（25℃）上げないと21℃の体感を感じない。

逆に、周壁温度が上がると室温が下がっても21℃の体感温度を感じる。
断熱をしていないコンクリートは外気の影響を受けます。



冬、コンクリートの温度が低いと暖房をしても体感温度は低くなり、より暖房エネルギーを使います。



夏、コンクリートの温度が高いと冷房をしても体感温度は高くなり、より冷房エネルギーを使います。

Q&A

Q：資産価値は上がりますか？

A：（京都市の事例）外断熱改修を行ったことにより、マンションの販売価格が上昇した。

改修後 15 戸で入居者の入れ替わりがあった。売買価格は一番低い時と比べ、約 2 倍に上がり、若い家族が増加した。

No.4 健康

マンションにおける住まいと健康について、

- ・「外断熱 建物」は、耐久性 UP、維持メンテナンス費用 DOWN になります。
- ・「外断熱 住人」は、住環境の快適さと健康で長生きできる環境をつくりだします。

外断熱工法を採用することで、人も建物も健康長寿で安心ライフが実現します。

省エネ（維持費用が少なくなる）と、耐久性が飛躍的に向上することは前記しました。

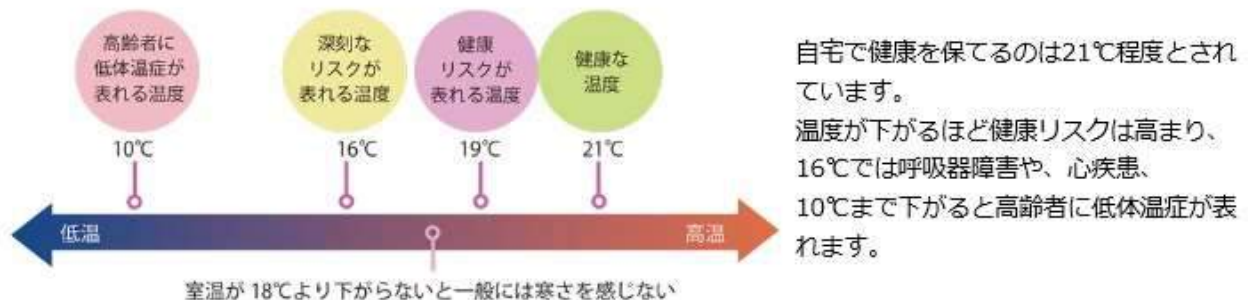
快適さについては、壁表面温度の安定性～室温変化が少なく快適な体感温度～室内温度が低くても暖かく感じることを前記しました。

健康について、

外断熱の採用で、「結露」の発生を少なくし、カビの繁殖を抑え、アレルギーとなるダニの発生を抑制します。その結果、ダニアレルギーによる喘息やアトピーの発症を抑えます。

また、室内に極端な「低温個所（部屋）」をつくらないことで高齢者の呼吸器疾患や心血管疾患などの大きな健康リスクをつくらなくなります。

住宅の健康安全性評価システム



資料提供：近畿大学建築学部・英国建築研究所

HHSRS英国建築研究所（Housing Health and Safety Rating System）

2004年イギリス住宅法の一部であり、イングランド及ウェールズにおいて2006年4月に施行された。英国コミュニティ・地方自治省（当時・英国副首相府）の下、BRE（英国建築研究所）、ウォーリック大学が中心となって開発され、法制化に至っています。

（日本外断熱協会 高本コーポレーション(株)HP より）

イギリスの住宅の健康・安全性評価システム（HHSRS：Housing Health And Safety Rating System／2006年施行のイギリス住宅法の一部で、基準ではなく危険性の大きさの程度を示すもの）によると、例えば室温が16℃以下では高齢者に関しては呼吸器疾患や心血管疾患などの大きな健康リスクがあるとしています。

Q&A

Q：換気上の注意点はありますか？

A：冬季の外気は温度が低い上に、空気に含まれる水蒸気量（絶対湿度）が少ないので、換気により水蒸気量が少ない外気が室内に入ります。その状態で室温が上がると相対湿度は下がり、過乾燥になります。そのようなときは、室内に洗濯物を干したり、お風呂の戸を開けて湿度を上げてください。それでも足りないときは加湿器を使用しましょう。

外断熱マンション「夏の暮らし」

鉄筋コンクリート造りの集合住宅（マンション）において熱中症が多発している。

一戸建て（最高 33.4 度→最低 27.4 度）に比べると、集合住宅（最高 31.9 度→最低 30.7 度）では昼間の温度上昇は少なくとも夜間に温度が低下せず、朝まで暑い状態が続くからです。

特に最上階の住戸では、鉄筋コンクリートに日中の熱がこもるだけでなく、天井面からの放射熱によって住宅内の温度が上昇するため、注意が必要だという。（慶應義塾大学・伊香賀俊治教授）

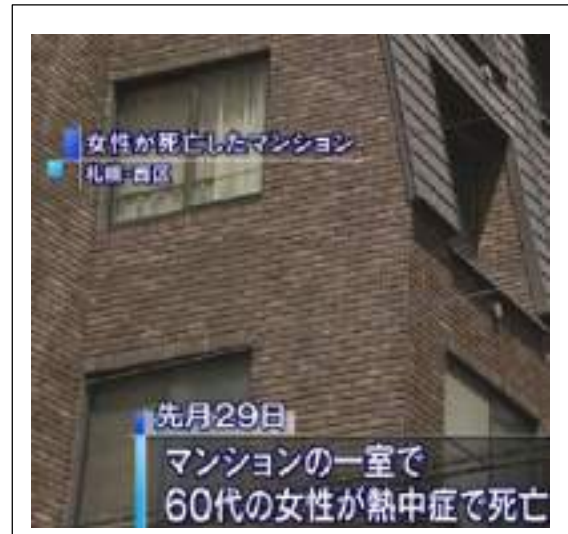
鉄筋コンクリートに蓄えられた熱エネルギーが室内温度に同調するのが外断熱の特徴です。冬の外断熱は、窓からの日射熱や生活発熱（照明や家電製品、煮炊き）が無償の暖房機器になります。夏の外断熱は、建物の外側の断熱材が太陽の強い日射をさえぎって躯体の温度上昇を防ぎ、その結果、エアコンの効き方が（以前と比べて）良くなったとの話を聞きます。

しかし、夏は窓からの日射熱や生活発熱（照明や家電製品、煮炊き）は熱エネルギーを発生します。したがって、昼間は日射により室内の温度が上がらないよう、特に外出時は窓のブラインドやカーテンをして出かけましょう。

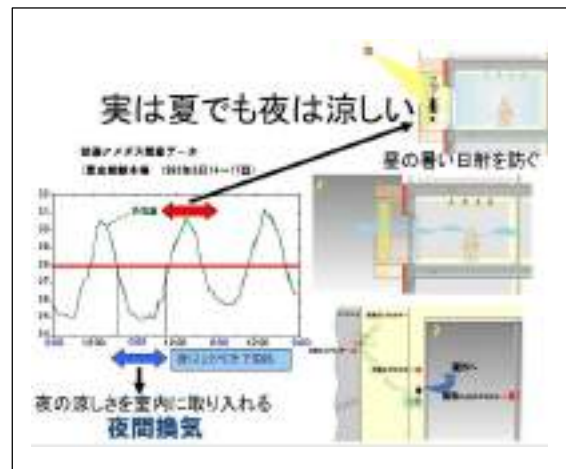
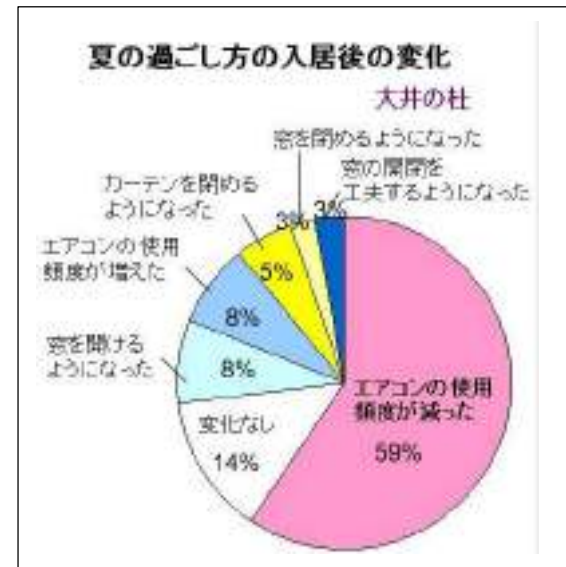
すだれや、外付けブラインドなどを使うとより良いでしょう。

古くから伝わる夏の過ごし方の手法に日射遮蔽（日除け）と夜間換気（通風）という手法があります。蓄冷効果を生かせる外断熱工法と「日除けと通風」、実はとっても相性がいいんです。

涼房 これらの手法を組合せると、涼房というクーラーでは作り出せないひんやりとした穏やかで快適な涼しさが得られます。



内断熱のマンションの事故例



外断熱マンション「冬の暮らし」

外断熱の集合住宅では、窓から入る日射熱や生活発熱（照明や家電製品、煮炊き）が無償の暖房機器になります。冬の外気は乾燥しており、換気により暖かい室内は乾燥しやすいので適度な湿度の発生（室内に洗濯物を干す、入浴後は浴室の扉を開けたままにしておくなど）が必要になります。

換気

寒い冬は、窓を開けるなどして冷たい外気を取り入れることが避けられがちになるので、室内で発生した水蒸気を多く含む湿った空気がこもりやすくなります。湿った空気をそのまま放置しておくことで結露の原因となってしまいます。湿った空気（室内）と新鮮な空気（外気）を取り入れ換えること（換気）が必要です。換気扇だけでなく、窓を開けて室内の空気を入れ換えることはとても効果的です。空気を入れ換えると当然室温は低下しますが、外断熱では建物（コンクリート）自体が蓄熱しているので、温度の低下は一時的です。

結露

外断熱により壁の温度が室内温度に同調するので、壁の結露は少なくなります。ただ、壁より断熱性能が落ちる既存の窓や玄関ドアでは結露が発生することがあります。

これまで壁に発生した結露やカビが少なくなった分、断熱性能が悪い個所で発生します。結露の発生量を少なくするには換気を十分に行うことが効果的ですが、結露を完全にゼロにすることはできません。

発生した結露水はできるだけ早く取り除きましょう。

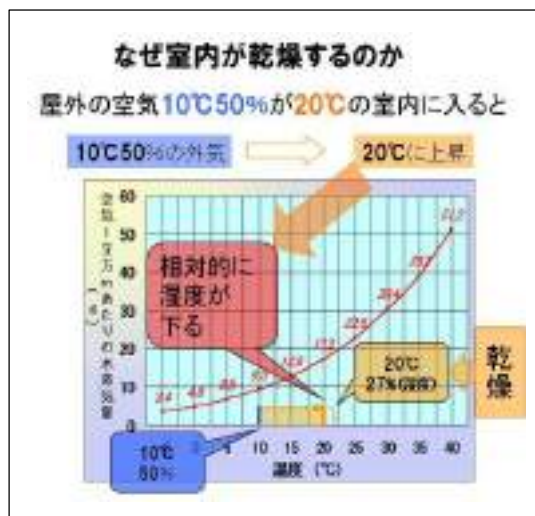
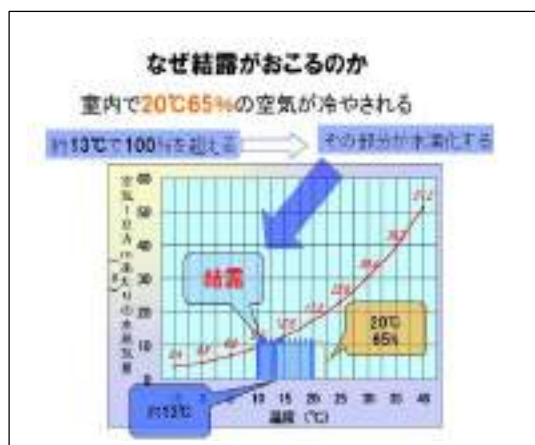
除湿

空気は温度によって含むことができる水蒸気量（飽和水蒸気量）が異なります。暖かい空気ほど多くの水蒸気を含むことができ、温度が低くなると含むことのできる水蒸気量は少なくなります。水蒸気を含んだ湿った空気が、冷たいガラスやアルミ枠などに触れると、これ以上水蒸気の状態が保たれなくなり凝縮して水滴（液体）となります。これが結露です。結露の発生を防ぐには換気を十分に行い、除湿（結露水を除去）が有効です。

加湿

冬季における結露の発生と過乾燥は矛盾しているように思えますが、結露は換気が不十分だと発生しやすく、過乾燥は換気が十分な場合に起こりやすくなります。

冬の外気は温度が低いうえに、空気に含まれる水蒸気量（絶対湿度）が少なくなっています。水蒸気量が少ない外気が室内に入り、室温が上がることによって相対湿度は下がり（乾燥）ます。その場合は、お風呂のドアを開ければなしにしたり、洗濯物を干すなどの加湿をしてください。



外断熱マンションの一日の住まい方

昼

冬の晴天時はできるだけ日射を取り入れましょう。



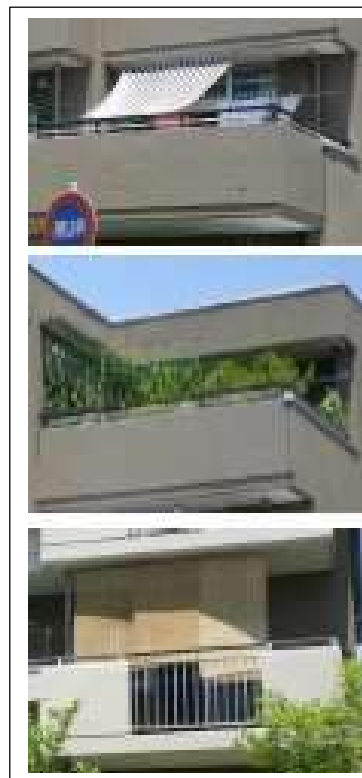
窓を開けて室内の空気をそっくり入れ換えましょう。外断熱では建物（コンクリート）自体が蓄熱しているので、温度の低下は一時的なものです。

■日射取得の効果

日中の太陽熱を室内に取り入れることで、冬は暖房器具のエネルギー使用量を少なくすることができます。

■日射遮蔽の効果

外断熱では、建物（コンクリート）自体が蓄熱するので、日中の太陽熱で部屋（床・壁）の温度を上げると、夏に室温を下げるためのエネルギーが必要になります。冷房や通風がありますが、一番効果があるのは「日中の太陽熱を必要がない時は部屋に入れない」ことです。カーテンの場合は、ガラスの室内側に熱がたまりませんが、外付けのオーニングやすだれ、緑のカーテンなどを使用するとより効果的です。



夜

夜はお休みになる直前に外気を取り入れましょう。



新鮮で爽やかな空気にすることで、心地よい睡眠をとることができます。外断熱では建物（コンクリート）自体が蓄熱しているので、温度の変化は一時的です。

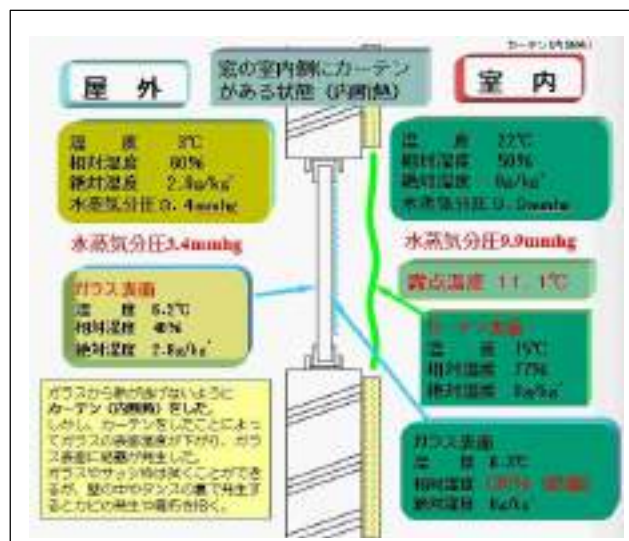
■夜間の保温対策

冬、夕方陽が翳ってきたらカーテンを閉め、日中の太陽熱で温まった室内の熱を逃がしにくくしましょう。

カーテンを引くことで、アルミ枠からの熱の損失を小さくできます。

しかし、カーテンを閉めることでカーテンが断熱材の役目を担い、部屋の熱が逃げることが防ぎますが、ガラス面に室内の熱がとどかないためガラス面の温度が低くなり結露しやすくなります。

朝、結露していたら結露水を拭き取ってください。



共著

NPO 法人 日本外断熱協会 (Japan association for external insulation) <https://sotodan-jaei.org/>

集合住宅環境配慮型リノベーション検討協議会 (エコリノ協議会) <https://www.tama-nt.jp/>