

設計で決まる住宅の空気環境

室内空気環境のおはなし

東北文化学園大学大学院
健康社会システム研究科
教授 野崎淳夫

設計で決まる住宅の空気環境

エコ住宅、省エネ住宅

設計で決まる住宅の空気環境

省エネ住宅に求められるもの

- ・ 環境保護
- ・ 気密性
- ・ 断熱性（工法（内断熱工法、外断熱工法）、断熱材、断熱サッシ（二重サッシ、Low-Eガラス）
- ・ 自然エネルギーの利用（太陽光・熱、風力...）
- ・ 排熱利用（熱交換型換気装置...）
- ・ 次世代省エネ住宅

設計で決まる住宅の空気環境

環境保護

（CO₂の排出削減、地球温暖化）・・・省エネ住宅

● 地球温暖化のメカニズム ●

二酸化炭素が増加しおおい場合
二酸化炭素が増加した場合
(大気の赤外線吸収能力が高まるので温暖化が進む)

設計で決まる住宅の空気環境

気密性

気密性が低い場合

漏気によってエネルギーロスが多くなる

壁の中を外気が流れて断熱性能が低下

窓内

断熱材

外気

壁の中に室内の水蒸気が進入して結露を起こす

窓内

断熱材

結露

外気

漏気が多く換気システムが効率よく働かない

気密性が高い場合

エネルギー効率がよくなり省エネルギーになる

断熱材本来の断熱性能が発揮される

窓内

断熱材

外気

壁への水蒸気の侵入を防ぎ結露を防止する

窓内

断熱材

結露防止層

外気

換気システムが性能通りに働くので空気が清浄に保てる

気密化による効果

- 漏気による熱負荷を削減
- 断熱材の断熱性能を補完
- 結露を防ぐ防湿層になる
- 計画換気が実現される

設計で決まる住宅の空気環境

断熱性

断熱が十分でない知らぬうちにエネルギーが殻から漏れている

次世代省エネ基準でしっかり断熱気密化することで省エネルギー！

設計で決まる住宅の空気環境

次世代省エネ住宅のメリット



自然な環境性能も持った住宅

設計で決まる住宅の空気環境

快適性、省エネルギー性

快適さ

しっかりと断熱気密化された住宅では、どの部屋でも同じような室温になり、床と天井付近の温度差も小さくなります。つまり、家中がいつでも、どこでも快適です。

省エネルギー

世界水準の省エネルギー率が実現できますので、今までの暖房費と同じくらいの負担で、**全宅暖冷房が可能**になります。

設計で決まる住宅の空気環境

健康性、耐久性

健康的

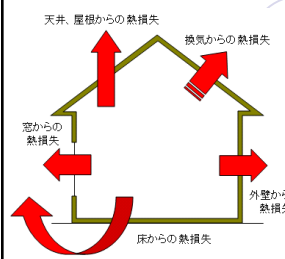
断熱気密化された住宅は、**温度ストレスのない快適な室内環境**が得られるほか、計画換気によって室内の空気を常に清浄に保つことができ、健康的な住まいに変身します。

基準に従って正しく施工された住宅では、壁体内の結露を防ぐことで構造部材の腐食を防ぎ、**住宅を資産として長持ち**させます。

耐久性

設計で決まる住宅の空気環境

熱損失係数(Q値)



天井・屋根からの熱損失
換気からの熱損失
窓からの熱損失
外壁からの熱損失
床からの熱損失

**断熱性能を数値的に表したものの値が小さい：断熱性能が高い
値が大きい：断熱性能が低い**

- 断熱性能を住宅全体で判断できる
- 熱貫流率や熱抵抗値では判断できない
- 各部位の断熱性能のバランスを把握することができる

引用文献
1)コーナー札幌株式会社「熱損失係数(Q値)」
<<http://www.konasapporo.co.jp/Heating/HeatLoss/HeatLoss.htm>>(アクセス:2009年8月7日)

設計で決まる住宅の空気環境


環境対応住宅の一覧

メーカー名	フラッグシップモデル	Q値
種水ハウス	グリーンファースト仕様	-
大和ハウス工業	xeno E	2.22
ミサワホーム	スマートスタイルゼロ (ゼロエネルギーモデル)	1.66
種水化工業	全商品	2.05 (商品タイプ別/ルーフ)
旭化成ホームズ	発電ヘーベルハウス (ヘーベルハウス専らから+) プログラム	2.64
パナホーム	NEWエリソラーナ	2.33
住友林業	My Forest-Solabo	1.92
トヨタホーム	シンセニスト	1.85 (V b)
アイフルホーム	ゼンポ・アコバーサリー	新省エネ基準相当 (2.70超4.2以下)
エス・バイ・エル	GPI (太陽光発電システム搭載タイプ)	2.7以下
三洋ホームズ	太陽の恵み: トリプルエナジー全仕様	2.7以下

引用文献
2)どう選ぶ? エコ住宅設備、日経アーキテクチャ、No.903、pp.56-57、2009年6月

設計で決まる住宅の空気環境

室内空気環境



空気汚染の健康影響

設計で決まる住宅の空気環境

短期的症状

頭痛、目のチカチカ、目の痛み、吐き気、息苦しい、鼻炎、めまい、呼吸器系の症状、蕁麻疹、慢性疲労、肩こり、腰痛、下痢、皮膚炎、子供のアトピー

自覚しやすい症状

ぜんそく、花粉症、口内炎、慢性疲労、老化現象(白髪や抜け毛)、自律神経異常、視野狭窄、鬱症

長期的症状

集中力がない、計算間違いが多くなる、物忘れが多くなる、不安が強くなる、視野が暗くなる、多汗、不眠、悪夢、疲労、情緒不安定

自覚しにくい症状

思考力の低下、判断力の低下、無気力、意思が弱くなる、関節炎、自己免疫疾患、不定愁訴、リュウマチ、奇形児ガン、流産、精子の減少、不妊

引用文献
 ③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、p.12、2008年1月

シックハウスの原因

設計で決まる住宅の空気環境

住宅内における化学物質の発生源 (M) と除去 (Q_{eq})

室内には人体に有害な化学物質の発生源と除去機構が混在する

室内で問題となる汚染物質

設計で決まる住宅の空気環境

- 化学物質
 - ・ アルデヒド類
 - ・ VOC (揮発性有機化合物)
 - ・ NOx
 - ・ オゾン
- タバコ煙
- 微生物、生物粒子
 - ・ カビ
 - ・ ダニ
 - ・ ウイルス
 - ・ 花粉

室内における化学物質とその主な発生源(建材)

設計で決まる住宅の空気環境

発生源	材料	主な発生VOC	
建材	木材	天然成分	α-ピネン、β-ピネン、リモネン
	合板、パーティクルボード、化粧板	天然成分、可塑剤、接着剤	α-ピネン、ホルムアルデヒド、n-ヒキサン、n-Dヒキサン、トルエン、アセトン、スチレン、エチルベンゼン、塩化ビニルモノマー
	畳	表、わら床、防虫シート、殺虫剤	ジメチルシランカワラ油、カプロアルデヒド、ナフタリン、フェニトロチオン、フェニチオン、クロシン、キシレン、クロロビロフィス、アレスリン、ペルメスリン
	壁紙	ビニール、溶剤、可塑剤、接着剤、防カビ剤	メチルイソチアゾロン、塩化ビニルモノマー、ウレタン、酢酸エチル、手アペンゾール、D-クロロメタキシレンール、インプロピルメチルフェニール
	床材	ビニール、接着剤、ワックス	リン酸トリブチル、エタノール、n-ヒキサン、トルエン、キシレン、塩化ビニル
	断熱材	ウレタンフォーム	フロ-11、ジクロロエタン
	プラスチック配管	可塑剤	塩化ビニルモノマー
	プラスチックタイル	可塑剤、接着剤、原料ガス	塩化ビニルモノマー
	塗料	有機溶剤	トルエン、n-ヘキサン、n-オクタシ、m-メチル、n-ヒキサン、m-ヒキサン、n-ヒキサン、m-ヒキサン、エチルベンゼン、m-ヒキサン、o-ヒキサン、酢酸エチル、n-ヒキサン、m-ヒキサン、トルエン、m-ヒキサン、エチルベンゼン、エチレンジクロール、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、アルコール類

引用文献
 ③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、p.28、2008年1月

室内における化学物質とその主な発生源 (家具・調度品・その他)

設計で決まる住宅の空気環境

発生源	材料	主な発生VOC	
家具・調度品	カーペット	表地、防ダニ剤、防菌剤、防虫剤、可塑剤	手アペンゾール、トリクロサン、ベンツイミダゾール、ヒノキチオール、フェニトロチオン、フェニチオン、アレスリン、p-ジクロロベンゼン、ナフタリン、オクタクロロビニルエーテル
	ダンス	防虫剤、接着剤	塩化ビニルモノマー、スチレン、p-ジクロロベンゼン、ナフタリン、アレスリン、オクタクロロビニルエーテル
	カーテン	難燃剤	リン酸トリブチル
	暖房厨房機器	不完全燃焼排ガス(開放型)	プロパン、ブタン、イソブタン、アルデヒド類
	コピー機、マーカ、接着剤、修正液、化粧品、清掃剤、芳香剤、清臭剤		ト-プロピルアルコール、アセトン、アセトアルデヒド、エチルエーテル、エタノール、n-ヒキサン、トルエン、キシレン、塩化ビニル、α-ピネン、リモネン、p-ジクロロベンゼン
	家庭電化製品	掃除機、エアコン(防菌剤、防ダニ剤)	手アペンゾール、トリクロサン、ベンツイミダゾール、ヒノキチオール、フェニトロチオン、フェニチオン
	その他	自動車関連製品	ガソリン
			ベンゼン

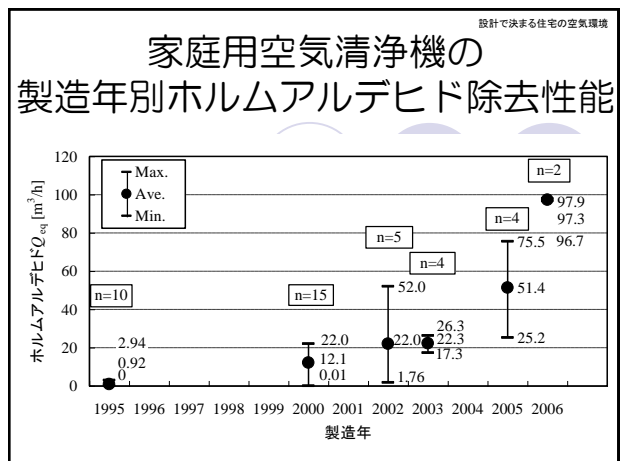
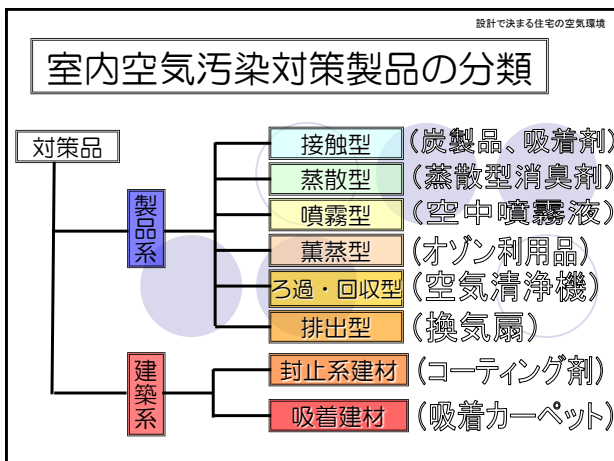
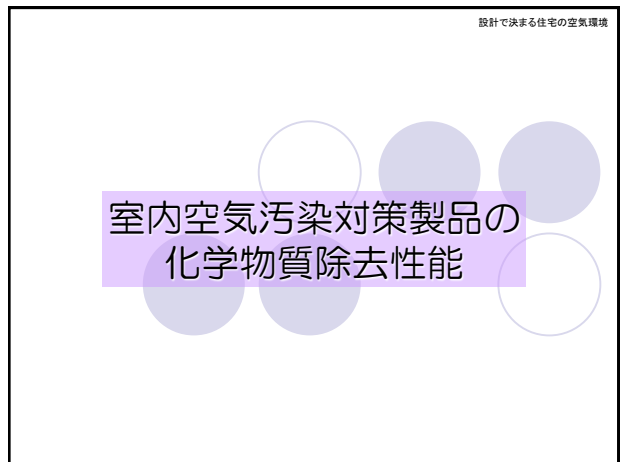
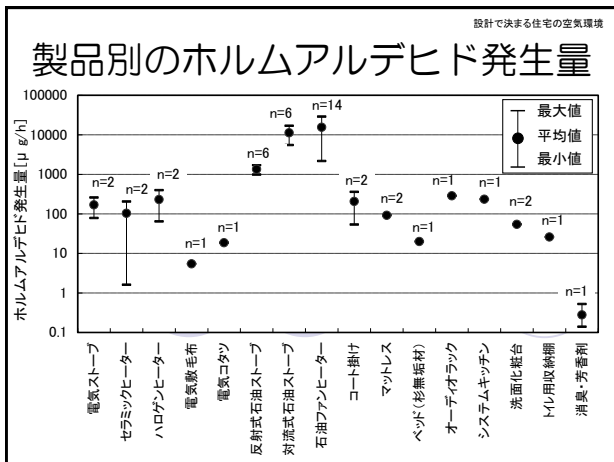
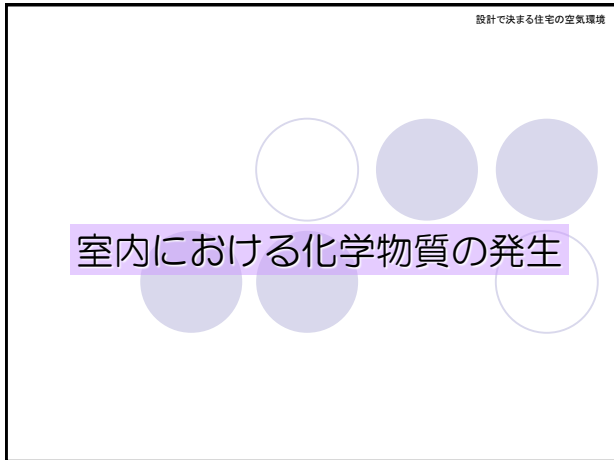
引用文献
 ③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、p.28、2008年1月

ホルムアルデヒド放散量の等級と表示方法

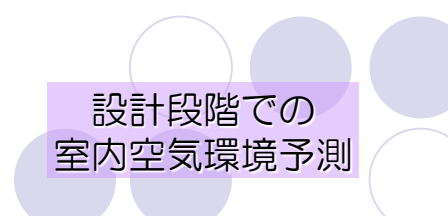
設計で決まる住宅の空気環境

表記	名称	ホルムアルデヒド発散建材(mg/m ² h)	JAS	JIS	ホルムアルデヒド放散量(mg/L)
F☆☆☆☆	-	0.005以下			0.3以下
F☆☆☆☆	第三種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.02以下	F00	E0	0.5以下
F☆☆☆	第二種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.12以下	F01	E1	1.5以下
F☆☆	第一種ホルムアルデヒド発散建築材料	0.12を超える	F02	E2	5.0以下

引用文献
 ③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、p.29、2008年1月



設計で決まる住宅の空気環境

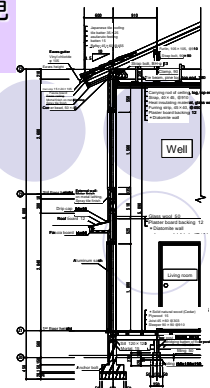


設計段階での 室内空気環境予測

設計で決まる住宅の空気環境

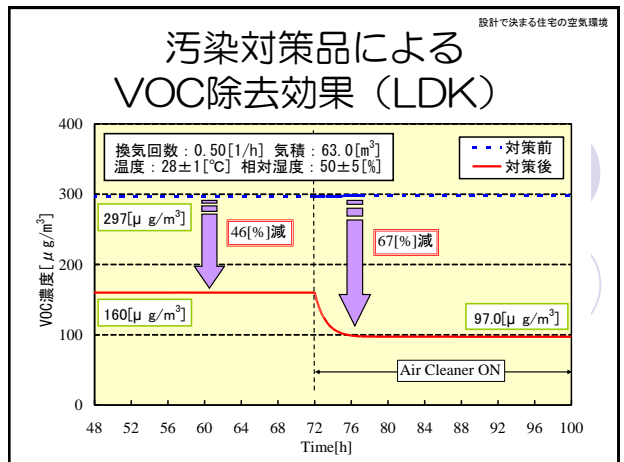
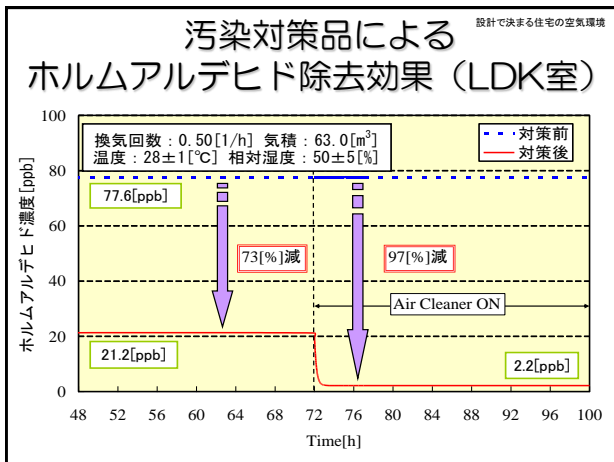
健康的な室内空気環境 を重視した住宅設計

持ち込み家具・使用建材	質量 (kg/m ²)	主要発生源
オーブン・コンクリート(ホルムアルデヒド)	1158	上段、パーテックボード(下向き)
システムキッチン(ホルムアルデヒド)	236	フロアユニット・タイル・壁紙、パーテックボード、食器、扉(樹脂系)、人毛繊維等、(床裏面)ホルムアルデヒド
システムキッチン(VOC)	2083	アクリルユニット・タイル・壁紙、パーテックボード、食器、扉(樹脂系)
系統材(ホルムアルデヒド)	158	APC塗膜(下向き)、壁紙(カルシウム系、LGS下)
壁紙(VOC)	179	ビニルクロス(下向き)、壁紙(樹脂系・高防汚)
フローリング材(ホルムアルデヒド)	617	合板(下向き)、UV塗料
フローリング材(VOC)	2392	
Totalホルムアルデヒド	4700	
Total VOC	8368	



持ち込み家具・使用建材	質量 (kg/m ²)	主要発生源
オーブン・コンクリート(ホルムアルデヒド)	1158	上段、パーテックボード(下向き)
システムキッチン(ホルムアルデヒド)	236	フロアユニット・タイル・壁紙、パーテックボード、食器、扉(樹脂系)、人毛繊維等、(床裏面)ホルムアルデヒド
システムキッチン(VOC)	2083	アクリルユニット・タイル・壁紙、パーテックボード、食器、扉(樹脂系)
系統材(ホルムアルデヒド)	158	APC塗膜(下向き)、壁紙(カルシウム系、LGS下)
壁紙(VOC)	179	ビニルクロス(下向き)、壁紙(樹脂系・高防汚)
フローリング材(ホルムアルデヒド)	145	合板(下向き)、UV塗料
フローリング材(VOC)	613	
Totalホルムアルデヒド	3264	
Total VOC	3264	


* Asterisks indicate countermeasures/products against indoor air pollution



設計で決まる住宅の空気環境

宮城県における住宅の空気環境の特性

吉野らは東北地方の14軒(宮城7軒、秋田7軒)の住宅において、化学物質濃度と浮遊真菌濃度を含めた総合的な室内環境調査を行っている。



引用文献
③ 吉田真理子、吉野 博: シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、2008年1月

設計で決まる住宅の空気環境

化学物質汚染

- 化学物質濃度の平均値は宮城県7軒と秋田7軒で大きな差はなかった。
- 一部住宅で、厚生労働省指針値を超過する高濃度の化学物質が見られた。
- 住宅の建材からの発生というよりは、居住者の持ち込み家具や普段使用している掃除剤などからの発生が疑われた。
- 宮城7軒のうち、かなり高濃度のα-ピネンが比較的地区年数の若い2軒で検出された。
- ⇒ 建築基準法改正、室内濃度指針値策定後、自然建材の使用が増加する傾向にあるというが、その影響ではないかと考えられる。
- 秋田7軒のうち、床に使用されているワックスが床暖房の使用により発生したと考えられる事例があった。

引用文献
③ 吉田真理子、吉野 博: シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、2008年1月

設計で決まる住宅の空気環境

浮遊真菌汚染

○浮遊真菌濃度は全体的に宮城7軒のほうが高かったが、秋田7軒と調査時期が異なることを考慮しなければならない。

○宮城7軒のうち、突出して浮遊真菌濃度が高い住宅は1軒あった。

○調査時期が夏季であったことの影響も考えられるが、SHS発症者が居住しているため、室内での化学物質使用を控えていること、集合住宅で機密性が高いことなどをさまざまな要因が考えられるが明確な原因は不明である。

○秋田7軒の中でも、1軒の住宅の子供の進出が突出して浮遊真菌濃度が高い値が見られた。

○子供部屋では、3人の子供が就寝しており、湿度が高くなりやすかったことと、掃除頻度が週に2～3回と低めでありことが影響していると考えられる。

引用文献
③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、2008年1月

設計で決まる住宅の空気環境

化学物質濃度と浮遊真菌濃度の関係

○調査件数が少ないため、今後もう少し傾向を見ていく必要があるが、化学物質濃度と浮遊真菌数の間に明確な関係は見られなかった。

○夏季～冬季にかけて調査を行った秋田7軒では、若干ではあるが化学物質濃度が増加すると、浮遊真菌濃度が減少する傾向が見られたので、調査時期に注意が必要である。

引用文献
③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、2008年1月

設計で決まる住宅の空気環境

まとめ

室内における化学物質の発生

○室内の化学物質発生源は多岐に亘る。

○建材・施工剤のみならず、居住者により室内に持ち込まれた物品(家具、殺虫剤など)にも注意が必要である。

室内空気汚染対策製品の化学物質除去性能

○各種室内空気汚染対策製品が開発されており、これらを利用することにより、ある一定の化学物質除去効果が期待できる。

○特に空気清浄機の化学物質除去性能は日々向上しており、シックハウス対策として有効である。

設計で決まる住宅の空気環境

まとめ

宮城県における住宅の空気環境の特性

○床に使用されているワックスが床断熱の使用により発生したと考えられる事例があった。

○室内の濃度が外気の影響を大きく受ける夏季に調査をした宮城7軒については、化学物質濃度が高濃度になるほど浮遊真菌濃度が減少する傾向が見られた。

エコ住宅、省エネ住宅

ハウスメーカーの取り組みは必ずしも一様ではなく、各社とも独自色のあるエコ住宅を企画・開発している²⁾。

引用文献
③ 吉田真理子、吉野 博：シックハウスにおける化学物質・微生物汚染と居住者の健康状態に関する長期追跡調査、平成19年度修士学位論文、2008年1月