



化学物質過敏症対策の経過 現状および問題点

東京大学大学院
新領域創成科学研究科
環境システム学専攻・教授
柳沢幸雄

シックハウス症候群 化学物質過敏症

- そんな病気本当にあるの

ある特定の室内で 繰り返し不快な症状が出ませんか

- 典型的症状

- 頭痛、記憶力・思考力の低下、食欲低下、慢性疲労
- アレルギー悪化、湿疹、じんましん
- むくみ、筋肉痛、肩や首がこる、関節痛、手足のふるえ、痙攣
- 鬱、躁、不眠、気分の動揺、精神的不安定感、いらだちや怒りっぽくなる、貧血、甲状腺機能障害、めまい

シックハウス症候群、化学物質過敏症 そんな病気本当にあるの

- 症状が頭痛、倦怠感、手足の痺れなどの自覚症状である
 - これらは過敏症以外でも出る症状である
- 一定の地域に多発する地域汚染ではない
 - 同一家庭内でも症状の有無がある
 - それ故、患者は激しい孤立感、疎外感に襲われている
- 患者の手記から実態を知ろう

化学物質過敏症、文春新書



化学物質過敏症患者になった僕の苦しみ

- 僕が小学校5年の3月に、問題の家に引っ越しました。兄弟3人、3階に一つずつ部屋をもらって喜んでいました、しかし、引っ越して自分の部屋で寝たら、頭痛、吐き気、めまいなどの症状が出ました。最初は引っ越しの疲れのせいだと思っていました。しかし、何日たってもその症状は収まらず、日に日にひどくなってきました。1週間ぐらいたったら鼻血が1日に何十回と出るようになってきました。耳鼻科に行ったら「鼻をいじったからだろう」と言われましたが、僕にはそんな覚えもなく、どうすることも出来ませんでした。

化学物質過敏症患者になった僕の苦しみ 15歳です

- 僕の将来の夢も奪われ、この先何を目指して生きていったらいいのか分からない。それどころか、生活する場所すらもなくなっている。今15歳ですが、体はボロボロで生きることすらつらい毎日です。

事実上の退学要請

教師も同級生も分かってくれない

大阪のいじめの対象にも 入江さん

学校入りの割合が多くなる。過半数の生徒が離れていく。本校の体育教師が、大阪府で起きたいじめを専門シックスケールの調査が示している。調査結果によると、シックスケールは、いじめ被害者の心理状態を測る指標で、10点満点のうち、5点以下は、いじめ被害者の心理状態を示している。調査結果によると、いじめ被害者の心理状態は、5点以下に陥っている者が多い。これは、いじめ被害者の心理状態が、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。

シックスケール被害

いじめ被害者の心理状態を測る指標で、10点満点のうち、5点以下は、いじめ被害者の心理状態を示している。調査結果によると、いじめ被害者の心理状態は、5点以下に陥っている者が多い。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。

いじめ被害者の心理状態を測る指標で、10点満点のうち、5点以下は、いじめ被害者の心理状態を示している。調査結果によると、いじめ被害者の心理状態は、5点以下に陥っている者が多い。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。



パソコンを使い、シックスハウス症候群の情報を集める入江敏司さん
—大阪市東淀川区の自宅で—

いじめ被害者の心理状態を測る指標で、10点満点のうち、5点以下は、いじめ被害者の心理状態を示している。調査結果によると、いじめ被害者の心理状態は、5点以下に陥っている者が多い。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。

いじめ被害者の心理状態を測る指標で、10点満点のうち、5点以下は、いじめ被害者の心理状態を示している。調査結果によると、いじめ被害者の心理状態は、5点以下に陥っている者が多い。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。これは、いじめ被害者の心理状態を示している。

行政による規制



- 室内濃度指針値の決定
 - － 厚生労働省
- 建築基準法の改正
 - － 国土交通省

室内濃度指針値設定

1997年から2002年まで

設定日	揮発性有機化合物	室内濃度指針値
1997.6.13	ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)
2000.6.26	トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)
2000.6.26	キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)
2000.6.26	パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
2000.12.15	エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)
2000.12.15	スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)
2000.12.15	クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppb)
		小児 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)
2000.12.15	フタル酸ジ-n-ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)
2001.7.5	テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)
2001.7.5	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)
2001.7.5	ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)
2002.1.22	アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)
2002.1.22	フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)
2000.12.15	総揮発性有機化合物量(TVOC)	暫定目標値400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

室内指針値

化学物質名	指針値	発生源	人体への影響
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08ppm)	木質建材の接着剤 壁紙の糊など	喉や胸の痛み、ぜん息、慢性呼吸器疾患
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07ppm)	油性ニス、接着剤、 木材保存剤など	中枢神経障害
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20ppm)	油性ニス、接着剤、 木材保存剤など	中枢神経障害
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	防虫剤、防ダニ剤、 消臭剤など	喉や皮膚への刺激、 頭痛、めまいなど
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05ppm)	発砲スチロール、 断熱材、床材など	脳・肝機能障害、 目や粘膜への刺激
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007ppb)	防蟻剤、殺虫剤など	中枢神経障害
小児を対象とした場合	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.0007ppb)		
フタル酸ジ-n- ブチル	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppm)	塗料、接着剤、 塩ビ床材など	生殖器異常
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88ppm)	塗料、接着剤などの 可塑剤	肝臓、腎臓機能障害
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03ppm)	木質建材の接着剤、 壁紙の糊など	喉や胸の痛み、ぜん息、慢性呼吸器疾患
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02ppb)	殺虫剤	中枢神経障害
フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8ppb)	しろあり駆除剤	倦怠感やめまい、 意識混濁
フタル酸ジ-2- エチルヘキシル	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6ppb)	壁紙、床材などの 可塑剤	精巣異常
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04ppm)	灯油、塗料などの 溶剤	肝臓障害
総揮発性有機化合物量	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (暫定目標値)		

建築基準法改正

<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/kensetu.files/030609gaiyouflownew.pdf>

- 2002年7月12日 改正建築基準法の公布
- 2003年7月1日 施行
- 規制対象物質
 - － クロルピリホスに関する規制
 - ・ 居室を有する建築物には、クロルピリホスを添加した建材の使用禁止
 - － ホルムアルデヒドに関する規制
 - ・ 居室の種類及び換気回数に応じて、内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを発生する建材の面積を制限
- 換気設備の義務付け
 - － 原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務付け
- 天井裏等の制限
 - － 天井裏等は、下地材をホルムアルデヒドの発散の少ない建材とするか、機械換気を行う

改正建築基準法の施行 (2003)

<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/sickhouse.html>

I 内装仕上げの制限

建築材料の区分	ホルムアルデヒドの発散	JIS、JASなどの表示記号	内装仕上げの制限
建築基準法の規制対象外	少ない 放散速度 5 μ g/mh以下	F☆☆☆☆	制限なしに使える
第3種ホルムアルデヒド発散建築材料	5 μ g/mh ~20 μ g/mh	F☆☆☆	使用面積が制限される
第2種ホルムアルデヒド発散建築材料	20 μ g/mh ~120 μ g/mh	F☆☆	
第1種ホルムアルデヒド発散建築材料	多い 120 μ g/mh超	旧E2、Fc2 又は表示なし	使用禁止

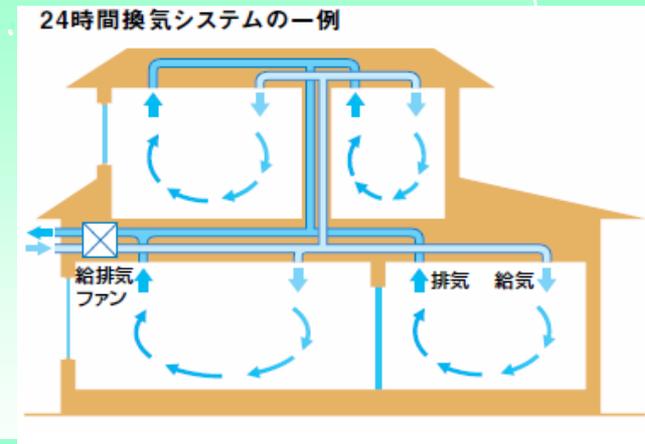
※1 μ g (マイクログラム):100万分の1gの重さ。放散速度1 μ g/mhは建材1m²につき1時間当たり1 μ gの化学物質が発散されることをいいます。
 ※2 建築物の部分に使用して5年経過したものについては、制限なし。
 ※3 JASでは、F☆☆☆☆のほかに「非ホルムアルデヒド接着剤使用」などの表示記号もあります。

II 換気設備設置の義務付け

居室の種類	換気回数
住宅等の居室	0.5回/h以上
上記以外の居室	0.3回/h以上

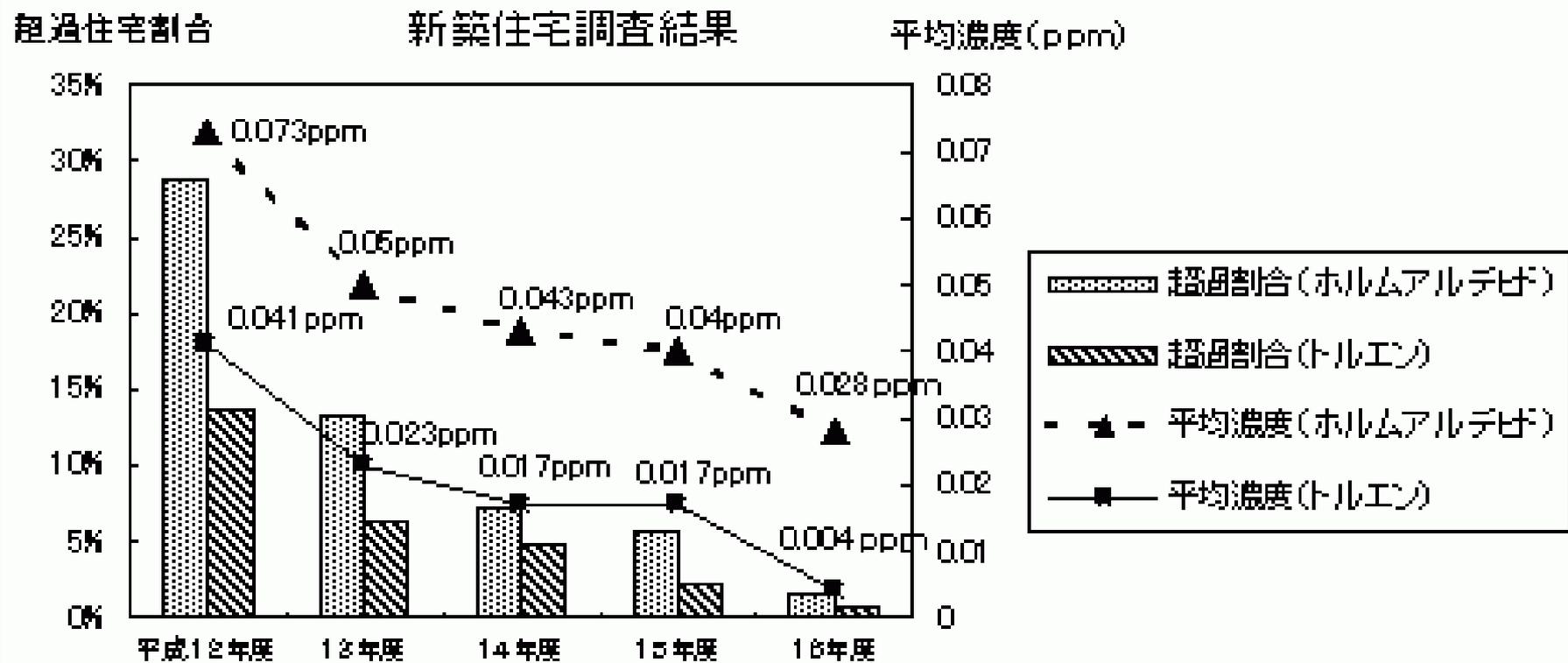
III 天井裏などの制限

①建材による措置	天井裏などに第1種、第2種のホルムアルデヒド発散建築材料を使用しない(F☆☆☆☆以上とする)
②気密層、通気止めによる措置	気密層又は通気止めを設けて天井裏などと居室とを区画する
③換気設備による措置	換気設備を居室に加えて天井裏なども換気できるものとする



新築住宅への劇的な規制の効果

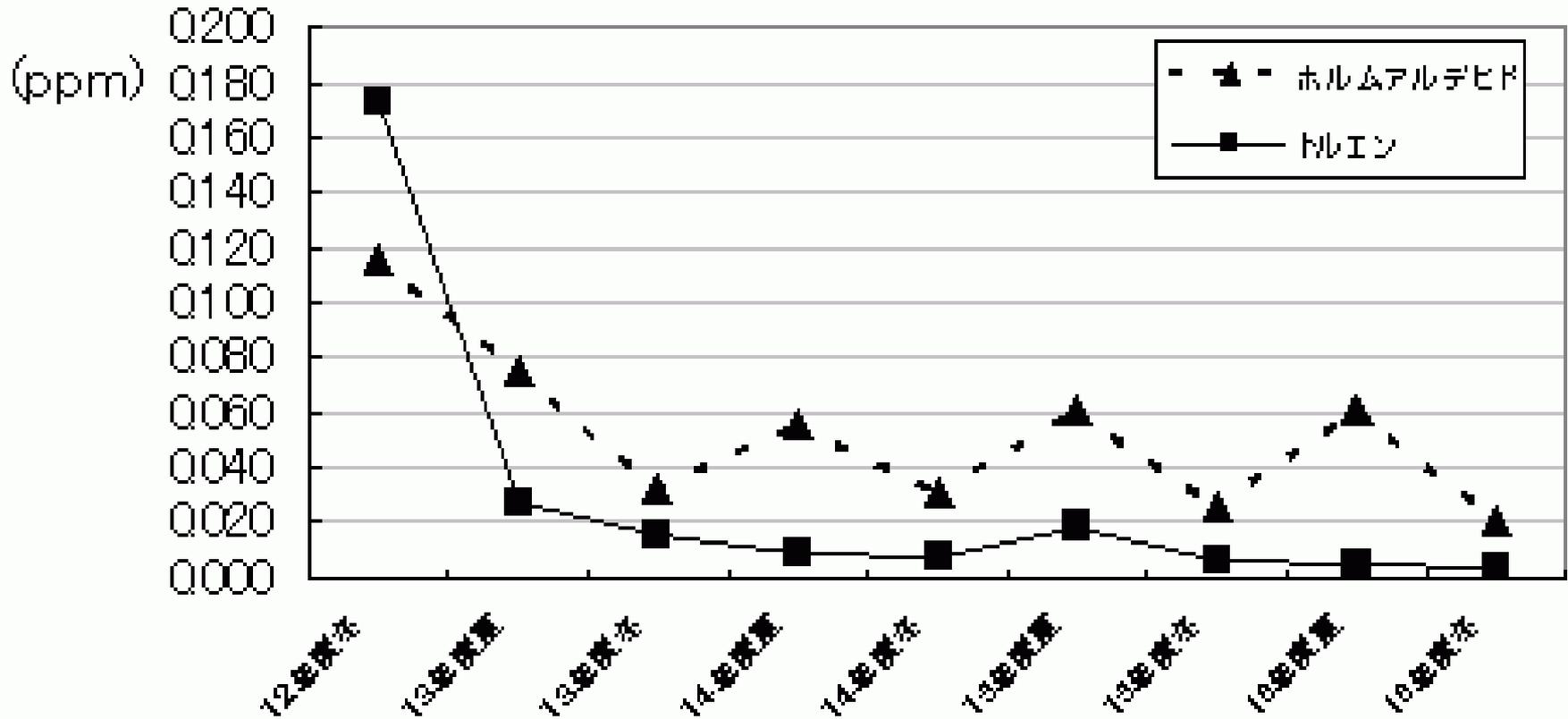
(http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/07/070510_.html)



既存住宅の汚染状況

http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/07/070510_.html

追跡調査結果(平均濃度の変化)



ホルムアルデヒドと トルエンの違い

- トルエン
 - － 一年目に急激に減少する
 - － 単調に減少する
- ホルムアルデヒド
 - － 一年目に急激に減少する
 - － 季節変動がある
 - ・ 夏は高く、冬は低い

汚染物質の放散過程

- 一年目に急激に減少する
 - 塗料や接着剤が硬化する過程で、トルエンやホルムアルデヒドが大量に放散する
- ホルムアルデヒドには季節変動がある
 - 尿素ホルムアルデヒド樹脂は加水分解する
 - 湿度の高い夏は、加水分解しやすいので、ホルムアルデヒド濃度が高くなる

加水分解

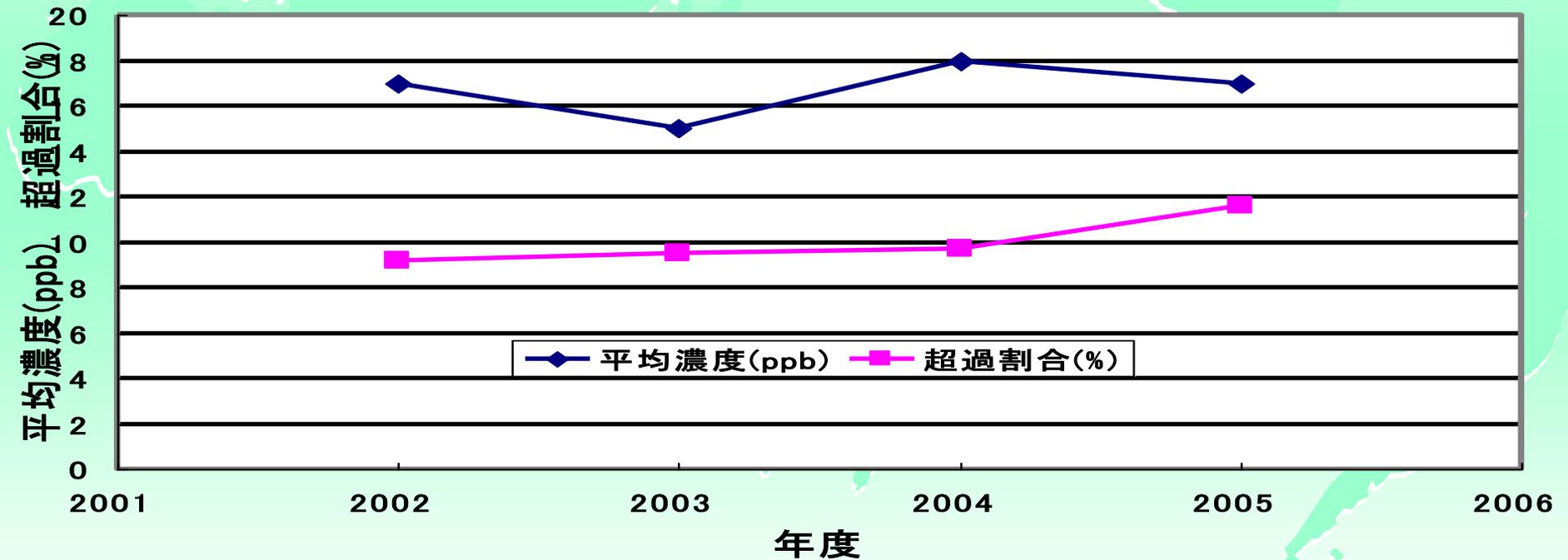
- 尿素ホルムアルデヒド樹脂は、尿素とホルムアルデヒドが結合することで、接着力を生み出す
- (尿素) — 結合 — (ホルムアルデヒド) に水蒸気が作用すると、結合が切れて、尿素とホルムアルデヒドに分離する
- 分離したホルムアルデヒドは、気体なので、室内に放散される

加水分解は何時まで起きるのか

- (尿素)と(ホルムアルデヒド)の結合がある限り、加水分解は続く
 - 加水分解が起きると、ホルムアルデヒドが放散する
- (尿素)と(ホルムアルデヒド)の結合がなくなれば、加水分解は止まる
 - 結合がなくなったときとは、接着力がなくなったときである

対策が効果を挙げない アセトアルデヒド

アセトアルデヒド濃度の推移



アセトアルデヒドの発生源

木粉にアルコールを添加して捕集されるカルボニル量 (mg, n=3)

	添加したアルコール				
	なし	メタノール	エタノール	1-プロパノール	2-プロパノール
予想される酸化生成物	-	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	アセトン
捕集物質		ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	プロピオンアルデヒド	アセトン
ホルムアルデヒド	<0.0750	0.103±0.029	0.0861±0.0054	0.200±0.097	0.274±0.152
アセトアルデヒド	0.162±0.009	0.121±0.006	89.4±18.3	0.128±0.021	0.113±0.004
プロピオンアルデヒド	<0.0750	<0.0750	<0.0750	58.8±6.3	<0.0750
アセトン	0.404±0.278	0.542±0.159	0.249±0.009	0.359±0.049	0.710±0.053
酸化生成物の捕集モル量(μmol)	-	0.00343±0.00010	2.03±0.41	1.01±0.11	0.0121±0.0009

	樹種名	エタノール添加	
		あり	なし
針葉樹	スギ	89.4±18.3	0.162±0.009
	ヒノキ	14.9±1.7	0.226±0.012
	レッドパイン	5.76±0.12	0.0811±0.0038
広葉樹	ナラ	0.297±0.025	<0.0750
	タモ	0.286±0.006	0.0763±0.0193
	キリ	0.183±0.010	<0.0750

木材中のアルコール脱水素酵素による酸化反応

H19年度室内環境学会大会長奨励賞 スギ材を介したアセトアルデヒドの生成

達成項目

- 13物質に対して室内環境指針の策定
- 建築基準法の改正
 - 機会換気による0.5回以上の換気の義務付け
 - ホルムアルデヒド含有建材使用量の制限
 - クロロピリホスの使用禁止

相談事例数 減少せず

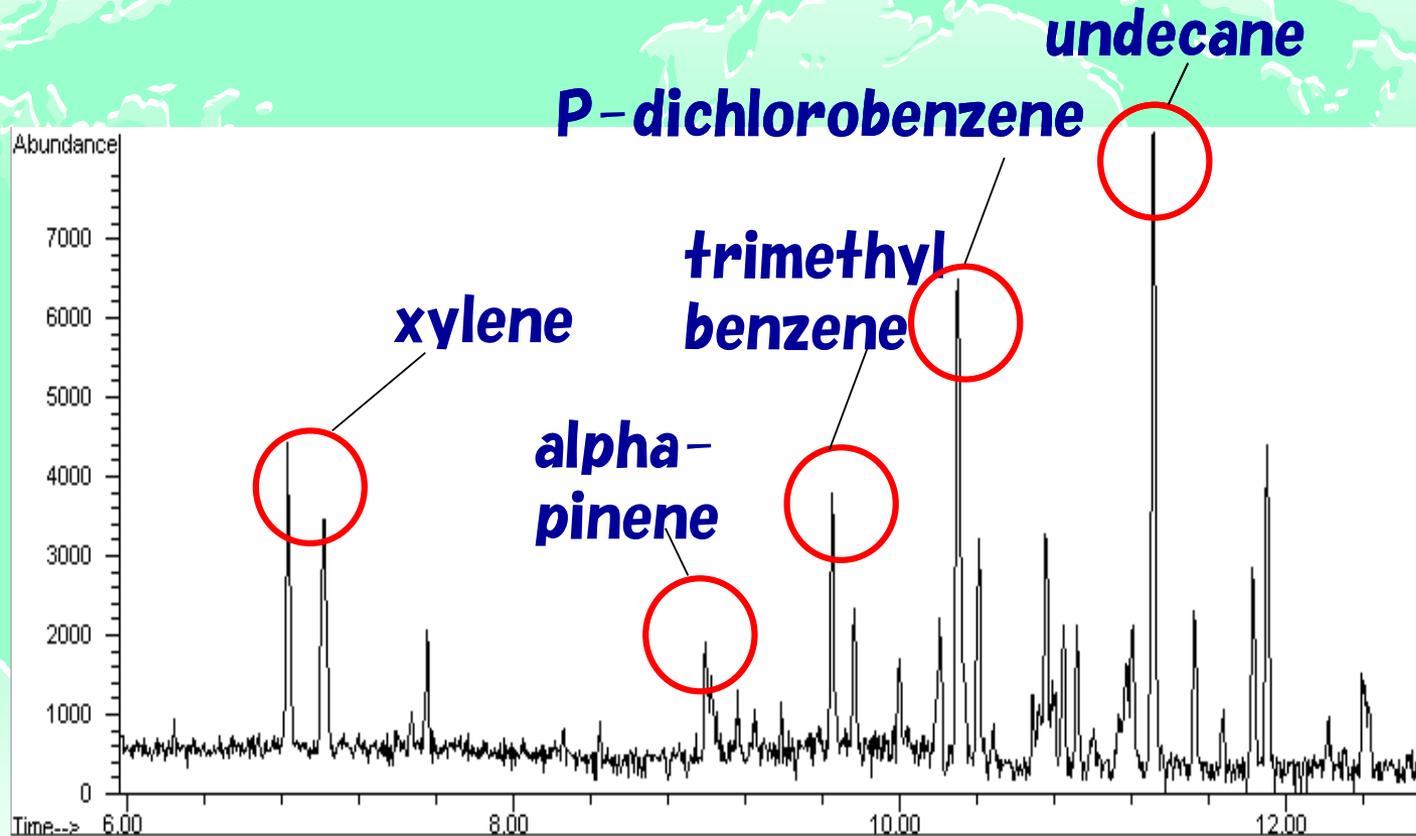


相談件数の推移

発症原因	2002年		2003年		2004年		発症原因	2005年		2006年		2007年	
	人数	比率	人数	比率	人数	比率		人数	比率	人数	比率	人数	比率
自宅の新築・改装	495	45.0%	397	37.9%	467	37.0%	自宅の新築・改装	479	39.0%	513	39.8%	383	26.4%
近隣の新築・改装	11	1.0%	21	2.0%	32	2.5%	近隣の新築・改装	12	1.0%	35	2.7%	35	2.4%
職場の新築・改装	66	6.0%	45	4.3%	42	3.3%	職場の新築・改装	76	6.2%	69	5.4%	66	4.5%
学校の新築・改装	4	0.4%	13	1.2%	16	1.3%	学校の新築・改装	15	1.2%	8	0.6%	12	0.8%
農薬	144	13.1%	98	9.4%	142	11.3%	農薬	188	15.4%	219	17.0%	237	16.3%
ごみなどの焼却	3	0.3%	7	0.7%	29	2.3%	ごみなどの焼却	65	5.3%	120	9.3%	67	4.6%
医薬品・治療	98	8.9%	101	9.6%	113	8.9%	医薬品・治療	142	11.6%	182	14.1%	126	8.7%
家具	37	3.4%	28	2.7%	35	2.8%	家具	23	1.8%	15	1.2%	15	1.0%
自宅のその他の化学物質	76	6.9%	164	15.7%	219	17.4%	自宅のその他の化学物質	158	12.9%	174	13.5%	221	15.2%
近隣のその他の化学物質	31	2.8%	85	8.1%	113	8.9%	近隣のその他の化学物質	113	9.2%	141	10.9%	94	6.5%
職場のその他の化学物質	69	6.3%	97	9.3%	83	6.6%	職場のその他の化学物質	123	10.0%	75	5.8%	135	9.3%
学校のその他の化学物質	4	0.4%	3	0.3%	3	0.2%	学校のその他の化学物質	3	0.2%	4	0.3%	22	1.5%
その他	34	3.1%	25	2.4%	42	3.3%	その他	38	3.1%	42	3.3%	60	4.1%
本人も不明	78	7.1%	32	3.1%	60	4.8%	本人も不明	64	5.2%	96	7.4%	129	8.9%
無回答	122	11.1%	207	19.8%	275	21.8%	無回答	147	12.0%	92	7.1%	82	5.6%
合計	1312	119.4%	1323	126.4%	1671	132.4%	合計	1648	134.2%	1785	138.5%	1684	115.8%
(正味相談者)	1099		1047		1262		(正味相談者)	1228		1289		1453	

自宅の新築・改装、農薬、その他の化学物質

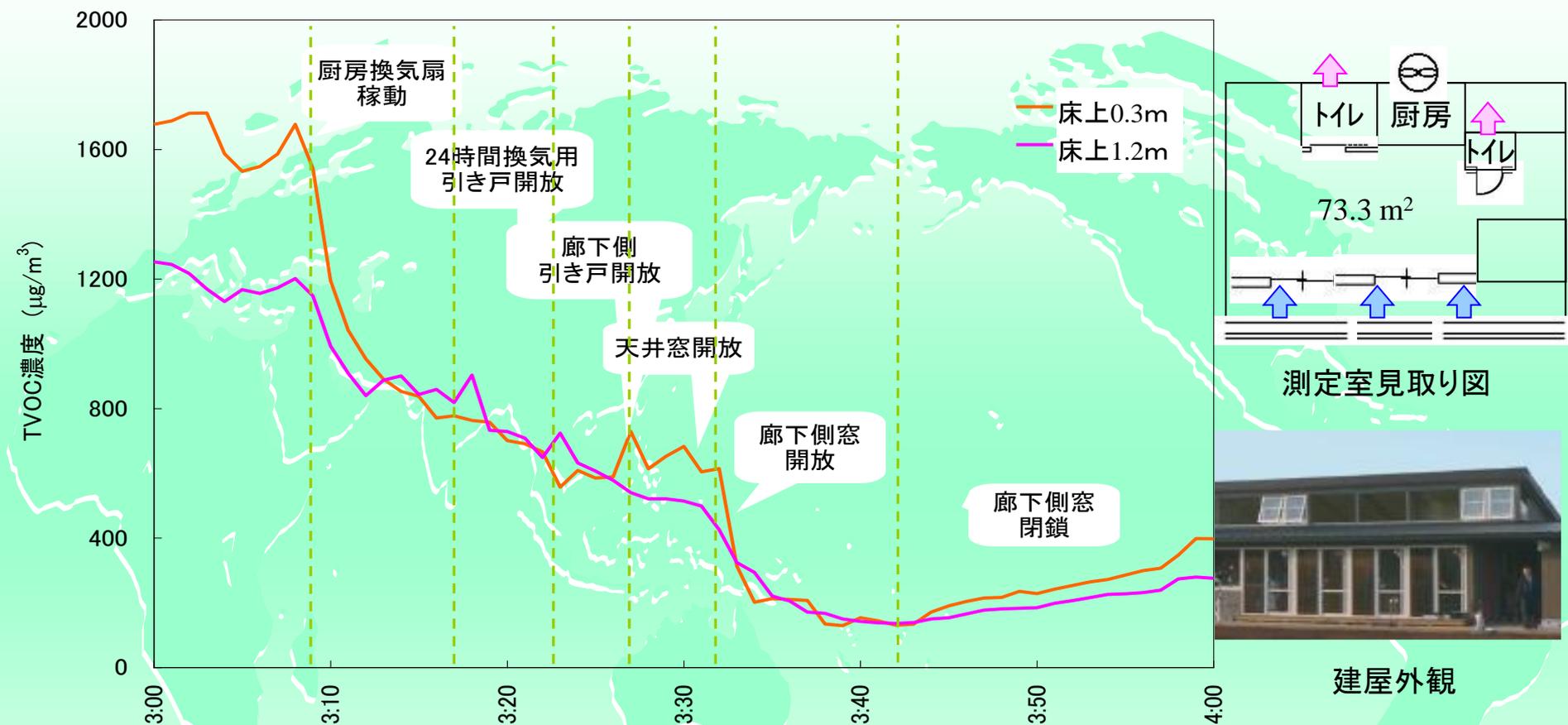
室内空気中のVOC



新たな課題 その1

- 換気回数の不足
 - 汚染物質の高濃度化
 - 建物の陰圧化
 - 3種換気、吸気面積の不足、ドア・引き戸の密閉化、内外壁間物質の吸引
 - 換気回数調査法の未確立
- 代替物質の使用
 - 毒性未知の化学物質による曝露
 - 「科学的因果関係」未確定による対策の遅延
 - 予防原則の徹底
 - 枯らし期間の長期化
 - 水性溶媒の使用、高沸点物質の使用

換気量変動によるTVOC濃度変化



- 換気の方法によっても室内濃度は変動し、換気のためのイベントをおこなってから室内濃度が低下し一定になるまでに10分程度要する
- 3種換気では、給排気口が設置されているゾーンと居室との仕切られ方によって、実質的な換気効率が異なる
- 発生源の位置によって、室内にTVOC濃度分布が生じますが、換気が行われることによって解消する

新たな課題 その2



- 生物汚染
 - アレルゲン
 - ・ カビ、ダニ
 - 生物汚染か化学物質汚染か
 - ・ リスク最小の原則による二律背反問題への対応
- 室内空気浄化
 - 空気清浄機器
 - ・ 効果評価法の未確立
 - 反応による分解
 - ・ 未反応物質、反応生成物、反応中間体

標準的測定法の確立と普及

- 室内濃度
 - － 化学物質汚染
 - ・ ガス状物質、粒子状物質
 - ・ TVOC
 - － 微生物
 - ・ 真菌、ダニ
 - － 5時間**以上**閉鎖が5時間閉鎖となっていることによる過小評価
- 換気回数
 - － 通常の居住状態での換気回数の把握
- 空気清浄機器
 - － 効果表示
 - － 副反応物質

歴史から学ぶ教訓 その1

- 公害問題は汚染物質の問題であった
 - － 水俣病、新潟水俣病
 - ・ メチル水銀
 - － 四日市喘息
 - ・ 硫黄酸化物
 - － イタイイタイ病
 - ・ カドミウム
 - － シックハウス
 - ・ 揮発性有機化合物

どんな汚染物質問題も解消できる

- エネルギーを自由に使えるならば
- 汚染物質の存在、性質がわかれば
- 公害問題は汚染物質の存在、性質がわからないとき発生する
- エネルギー消費量は価格に概ね比例する
- お金を使えば、物質による汚染問題は解消する

エネルギーと物質 二律背反関係

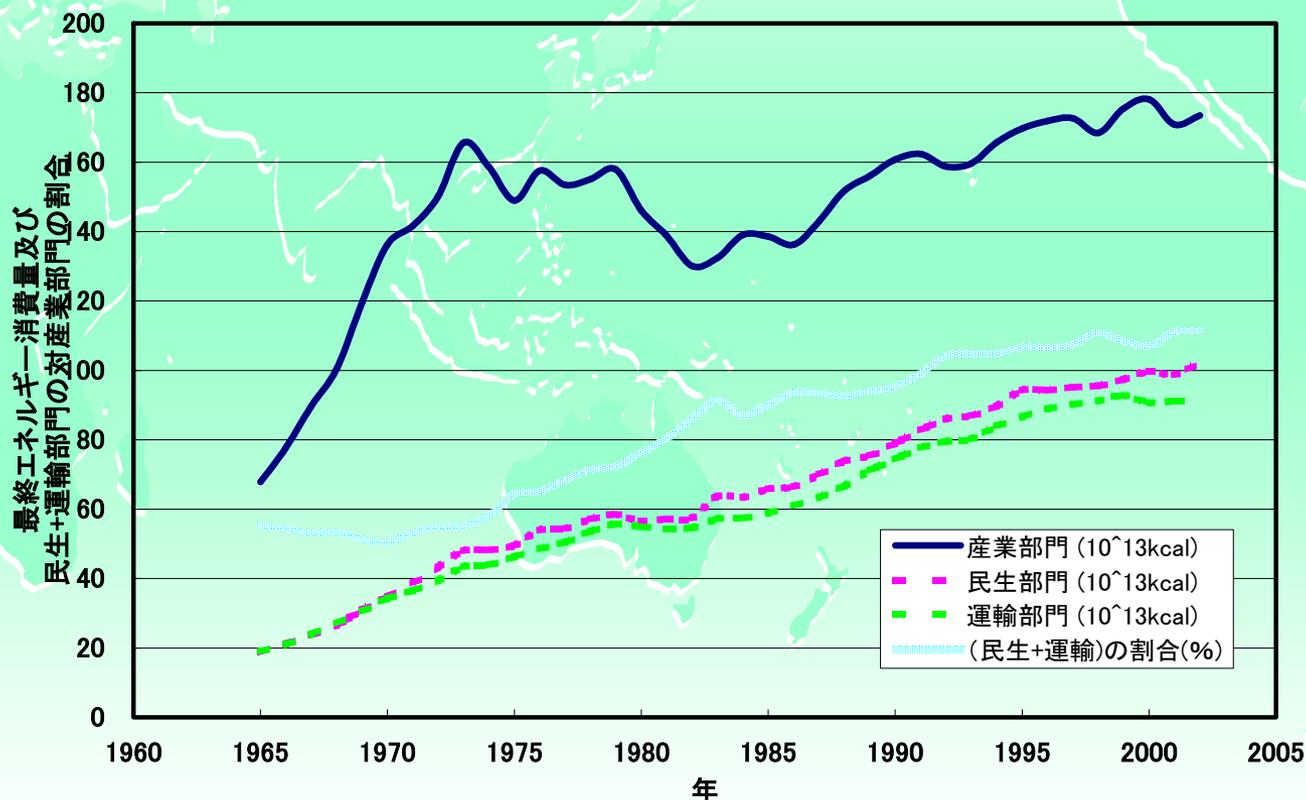
- エネルギーを沢山使えば、汚染物質を減らすことができる
 - － エネルギー ↑ だと汚染物質 ↓
 - － エネルギー ↓ だと汚染物質 ↑
- エネルギーと汚染物質は、 ↓ ↑ の関係
 - － 二律背反関係
 - － 彼方を立てれば、此方が立たず

汚染物質とエネルギー消費の 二律背反関係の例

- 省エネ
 - 地球環境問題解決
 - 高気密住宅
 - 汚染物質の蓄積、高濃度化
- シックハウス症候群、化学物質過敏症
 - 室内空気汚染の顕在化
 - 死亡率と罹患率の違い
 - mortality & morbidity

部門別最終エネルギー消費

部門別最終エネルギー消費量及び
産業部門に対する民生+運輸部門の割合



住宅の省エネが急務

- 新しい省エネルギーの基準の必要性
 - 住宅分野では、家庭で消費されているエネルギーの63%が暖冷房と給湯とされていますが、住まいの**断熱性能**を上げることで、これらのエネルギー消費を抑制するのがねらいです
 - (財)建築環境・省エネルギー機構 (IBEC)
 - <http://www.ibec.or.jp/pdf/sjuutaku3.htm>

省エネを実現するために

- 冷暖房、給湯の省エネ方法
 - 機器のエネルギー効率を高くする
 - 高断熱の家にする
 - 壁を通して熱が移動しないようにする
 - 高气密
 - 壁を通して空気が移動しないようにする
- 換気量が減ると、室内に汚染物質が蓄積する
 - シックハウス

次世代省エネ基準について

- 気密性を高める

- 住まいの気密性を高めるといって、誤解されやすいのですが、これは壁や天井、床などにおいて、部材と部材の間に生じる“すき間”をできるだけなくするということを意味します。
- 窓の大きさや形状とは全く関係のないことです。
- 室内の空気清浄性についていえば、次世代省エネ基準では、必ず給排気のための換気口が設けられ、計画的に換気が行われますので、室内の空気はむしろきれいに保つことができます。

教訓 1

環境を意識した行動が善となるための条件

- 省エネだけを意識して、高気密の住宅を建てたので、シックハウスを問題を起こしてしまった
 - 高気密化という対策の影響、副作用を考えていなかった
- 環境問題に対する対策を立案するときには、その対策の副作用、波及効果を検討しなければならない

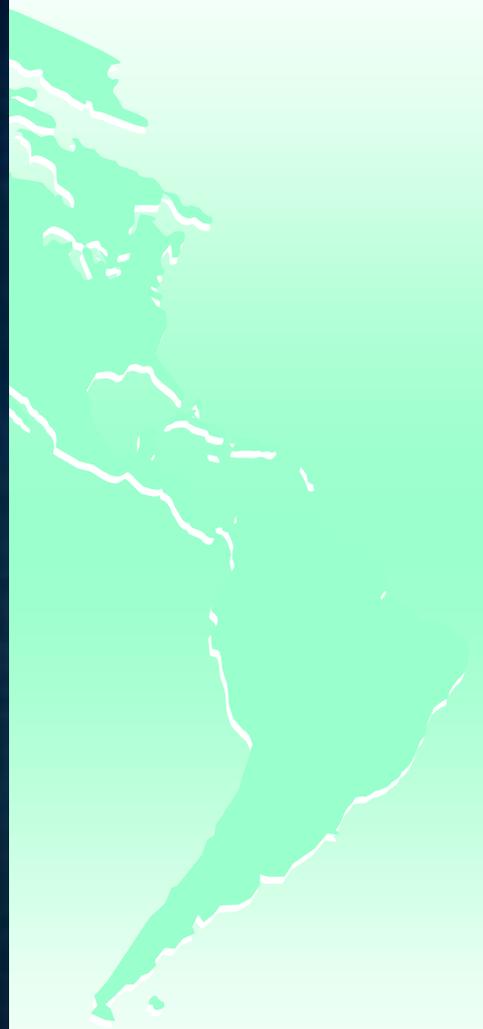
歴史から学ぶ教訓 その2

- 科学的因果関係を確立するには
 - 汚染物質の存在、性質を知るための調査、研究の時間が必要である
 - 毒性を知るには、犠牲が必要である
- 水俣病の経過
 - 1942年頃から水俣病らしき症例の存在、1953年頃から顕在化
 - 水俣病公式発見
 - 1956年5月1日、「原因不明の中樞神経疾患」として5例の患者を水俣保健所に報告した
 - 原因物質
 - 奇病・伝染病説、重金属中毒説(マンガン、セレン、タリウム)、有機水銀中毒説(チツソの反論)、爆薬説、アミン中毒説、農薬説
- 1968年原因物質としてメチル水銀の公式確認
 - 科学的因果関係の確立には時間がかかる

政府統一見解

<http://www.pref.kumamoto.jp/eco/minamata/minamata02.html>

- 昭和43年9月26日に厚生省が発表した水俣病に関する政府統一見解によると、「水俣病は、水俣湾産の魚介類を長期かつ大量に摂取したことによっておこった中毒性中枢神経系疾患である。その原因物質は、メチル水銀化合物であり、新日本窒素水俣工場のアセトアルデヒド酢酸設備内で生成されたメチル水銀化合物が工場廃水に含まれて排出され、水俣湾内の魚介類を汚染し、その体内で濃縮されたメチル水銀化合物を保有する魚介類を地域住民が摂食することによって生じたものと認められる。」とされています。
- 1942年頃から1968年の間に、多数の被害者、患者が発生した





教訓 2

環境を意識した行動が善となるための条件

- 科学的因果関係の確立と犠牲者
 - 科学的因果関係の確立には時間がかかる
 - 確立するまで未対策だと、汚染が続き、犠牲者が増える
- 予防原則
 - 科学的因果関係に不確実性がある段階で、対策を実施し、犠牲を最小限にする

二律背反問題

- 地球環境問題対策
 - － 省エネルギー
 - ・ 高気密化、換気量を減らすことが有効
- 室内環境問題対策
 - － 室内空気汚染
 - ・ 換気は万能薬
- 合理的な対策
 - － 汚染物質の放散源を除去する
 - － 放散量の変化に応じた換気量を確保する
 - ・ 新築、リフォーム、家具什器購入後

ジレンマ、トリレンマ

多元背反問題への対応

- 地球環境問題対策
 - 省エネルギー
 - 都市環境問題対策
 - 静脈施設
 - 室内環境問題対策
 - 室内空気汚染
- 各リスクの和(トータルリスク)を最小化する



END

講演は終わります

しかし

新たなVOC対策を始めなければなりません