資料　１－１－２

「準揮発性有機化合物（SVOC）」

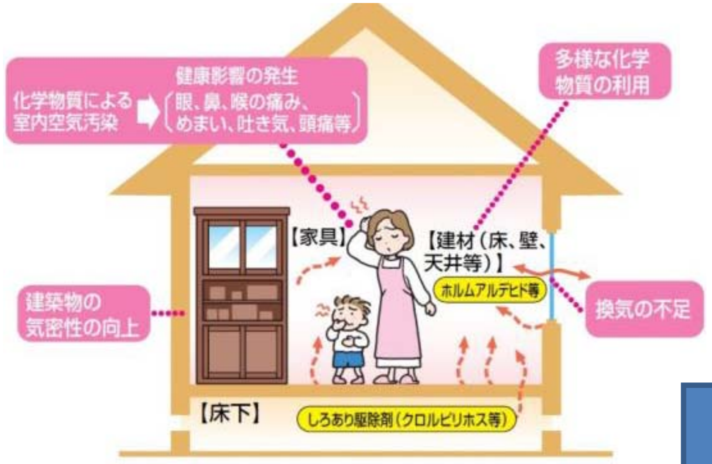
2013.3.6

早稲田大学理工学術院建築学科
田辺新一

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

室内の化学物質汚染:「シックハウス症候群」

揮発性有機化合物発生



放散源

接着剤、建材、家具など

代表例

ホルムアルデヒド、トルエンなど

特徴

空気中に放散

図：国土交通省HPから引用

対策

厚生労働省指針値

揮発性有機化合物	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	100 μg/m^3
トルエン	260 μg/m^3
キシレン	870 μg/m^3
パラジクロロベンゼン	240 μg/m^3
エチルベンゼン	3800 μg/m^3
スチレン	220 μg/m^3
クロルピリホス	1 μg/m^3
フタル酸ジ-n-ブチル	220 μg/m^3
テトラデカン	330 μg/m^3
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120 μg/m^3
ダイアジノン	0.29 μg/m^3
アセトアルデヒド	48 μg/m^3
フェノブカルブ	33 μg/m^3

- ●ホルムアルデヒド放散建材の使用面積制限
- ●クロルピリホス使用禁止
- ●機械換気システム設置義務

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

フタル酸エステル類の健康影響の指摘

- DEHP室内曝露による小児の喘息への影響が示唆された(スウェーデン, Bornehag et al., EHP, 2005)

- ダスト中DEHP濃度と就学前の子供たちの喘息の間に有意な関連が見られた(ブルガリア、Kolarik et al.,EHP, 2008)

- 児童のIQおよび尿中フタル酸濃度との間に負の関連が見られた(韓国、Cho et al. EHP, 2010)

- ダスト中のBBzP,DEHAがアトピー性皮膚炎のリスクを各々2.1倍、2.2倍、DEHPが結膜炎のリスクを3.7倍上げた。(Kishi et al., 北海道大学, 2010)

- その他リン系難燃剤、可塑剤に関する指摘もある

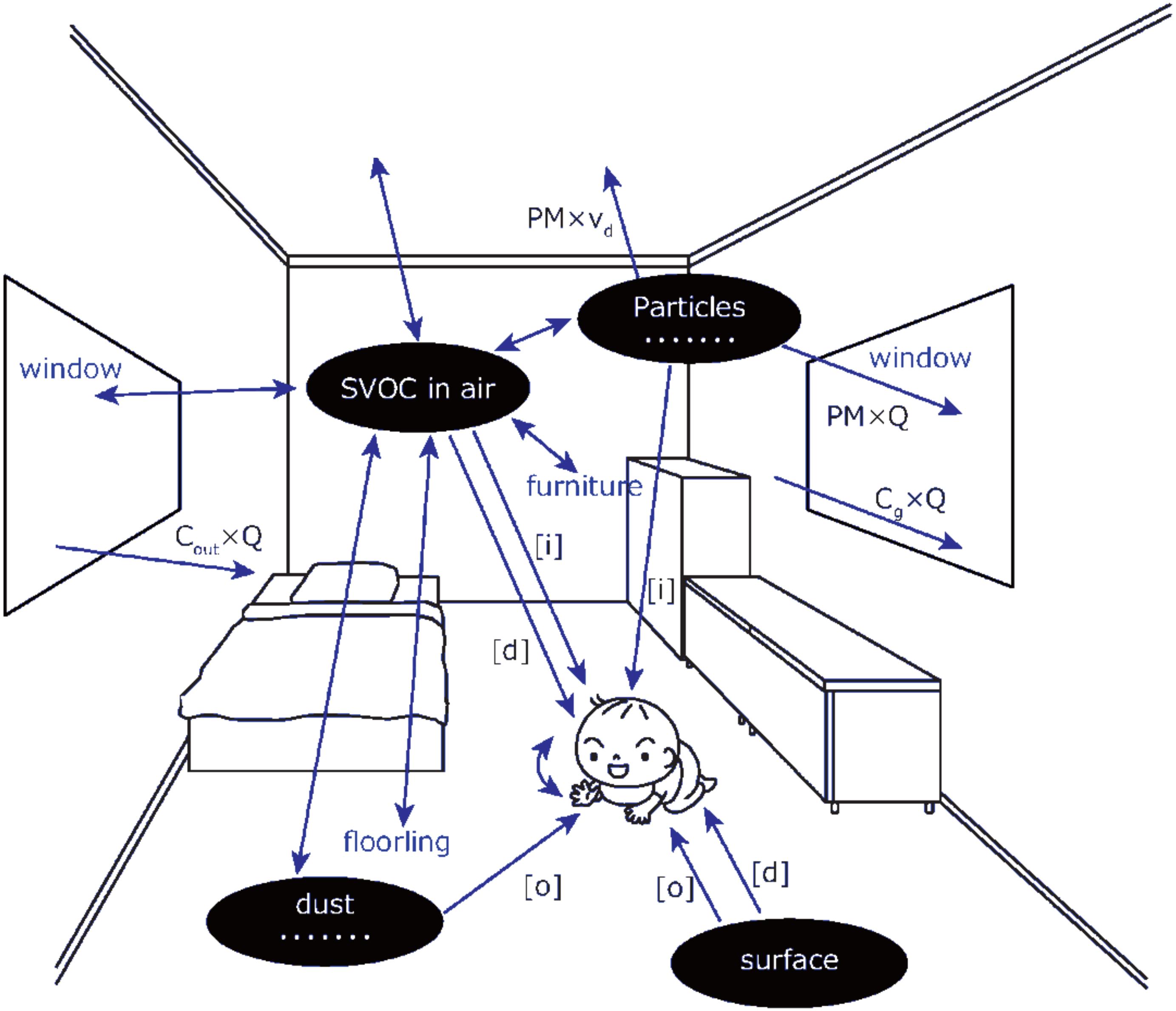
Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

デンマークのフタル酸エステル含有製品規制

- 2013年2月28日から施行
- DEHP, DBP, BBP, DIBPを含む室内使用製品の輸入、販売に関する規制
- 皮膚および気道粘膜から吸収される
- 含有率重量比0.1%を超える製品を規制
- 家庭用品、乳児用品など
- 罰則あり

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

室内におけるSVOCの挙動

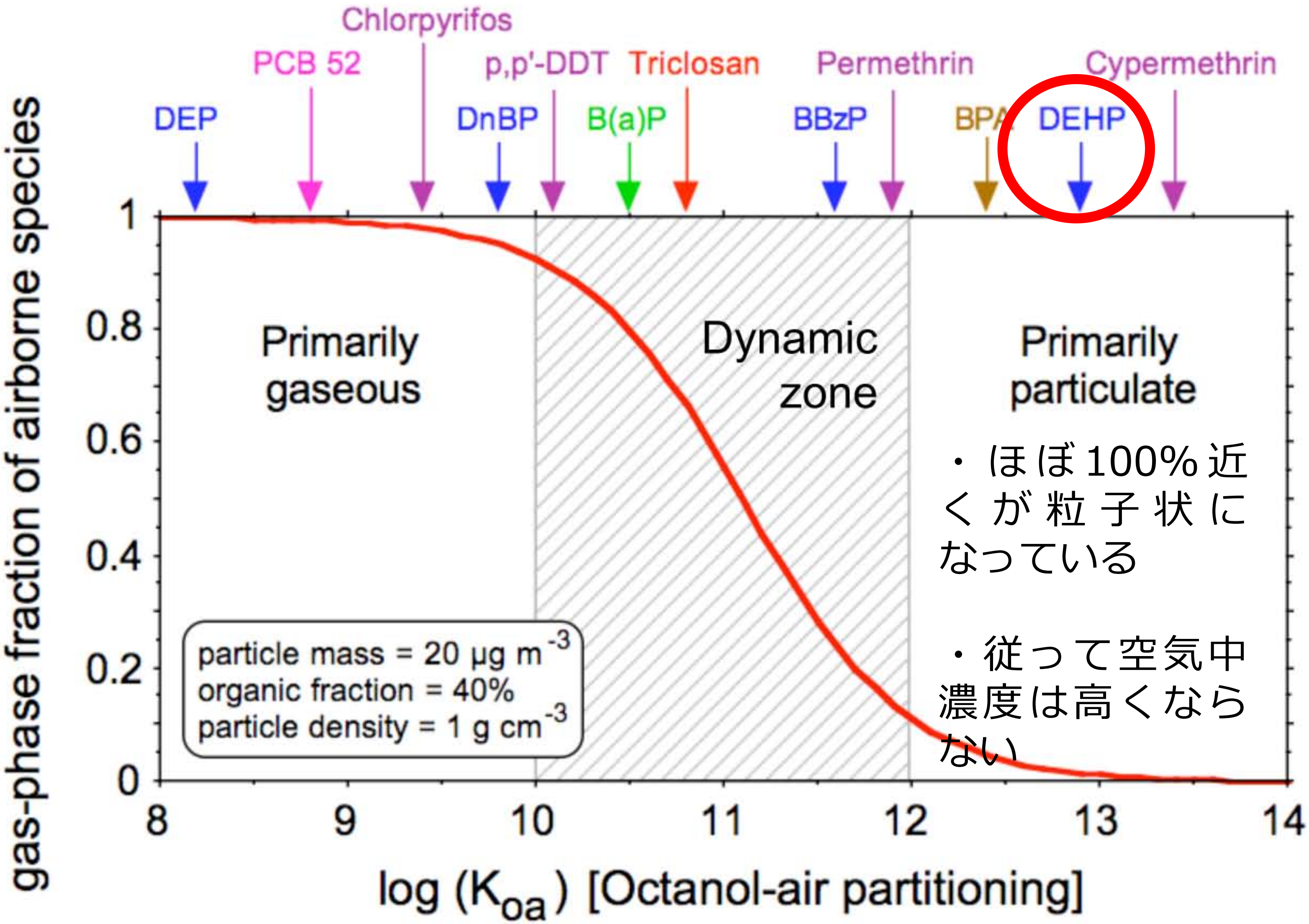


[i] ： 経気
[d] ： 皮膚
[o] ： 経口

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

分配係数（Koa）の検討が必要

William W Nazaroff, HB2012から引用



・ほぼ100%近くが粒子状になっている

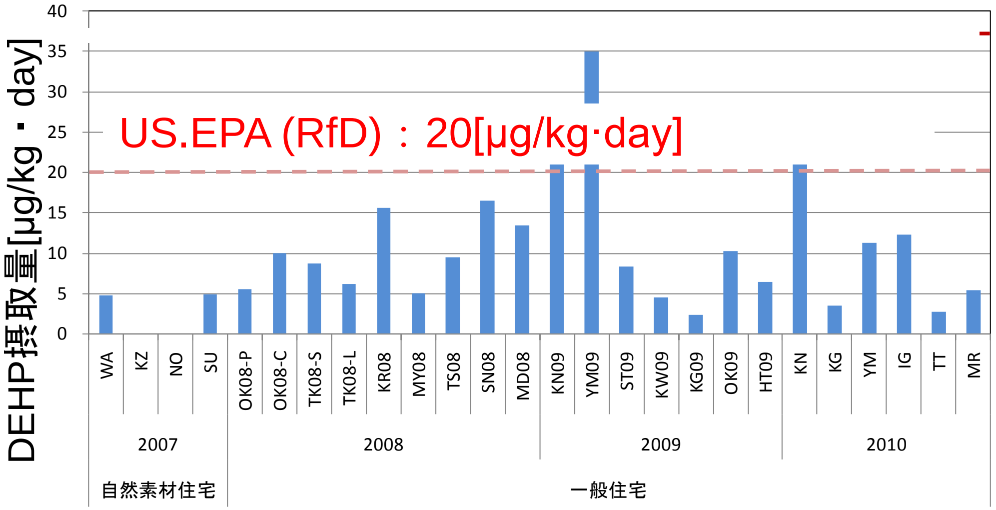
・従って空気中濃度は高くならない

ハウスダスト由来のDEHP摂取量推定

飲食由来の年齢群別DEHP摂取量推計(男性)

年齢群歳	DEHP摂取量[μg/kg・day]			
	平均	5P	50P	95P
全体	6.7	0.86	4.1	21.3
1	21.7	2.6	13	68.2
5	13.6	1.7	8.2	42.2
10	10	1.3	6.2	30.5
13～15	7.1	1	4.5	21.6
16～19	5.9	0.81	3.7	18
20～29	5.3	0.75	3.4	16.6
30～39	5.6	0.78	3.5	17.2
40～49	5.6	0.82	3.5	17.3
50～59	6.2	0.92	4	18.6
60～69	6.1	0.86	3.8	17.8

日本食品分析センター（1998）



幼児のハウスダスト摂取量：10.3 [mg/kg•day]

厚生労働省（2002, 2010）は「器具及び容器包装並びに乳幼児の口に接触させるおもちゃに対する、DEHPなどを含有する合成樹脂を使用してはならない」としている

幼児のDEHP摂取量が
低減出来るようにした

SVOC対策

室内のDEHP汚染濃度を低減するためには室内に使用している建材等の含有率対策が必要ではないか

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

SVOC分析対象物質

分析対象化学物質
2E1H
D6
BHT
DEP
C16
TBP
TCEP
DBA
DBP
C20
TPP
DOA
DEHP
C16換算総有機物量※

※2E1HからDEHP間に検出された揮発性有機化合物総量のC16換算値

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

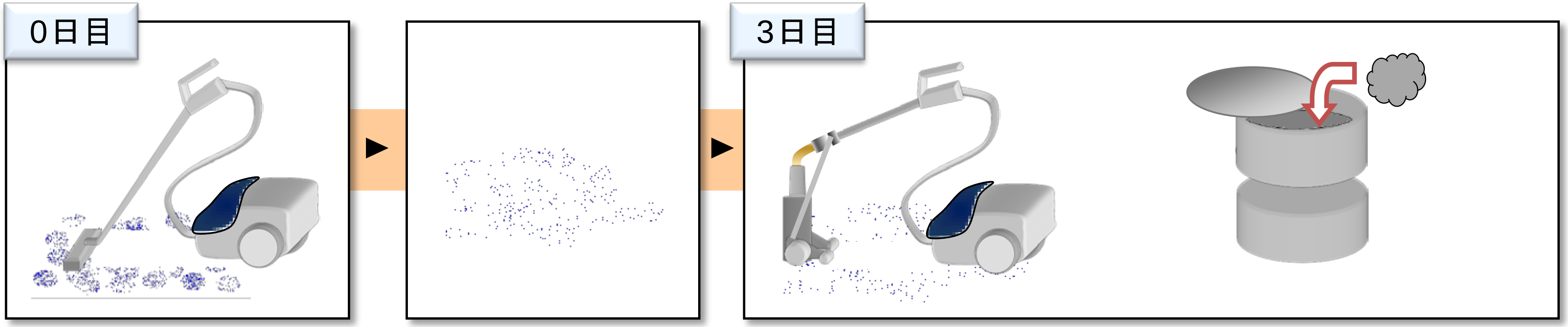
ハウスダスト中DEHP濃度実測調査

調査目的

住宅のハウスダスト中SVOC濃度の実態把握

ハウスダスト中SVOC濃度測定
気中濃度測定

調査方法



掃除機でハウスダストを吸引する

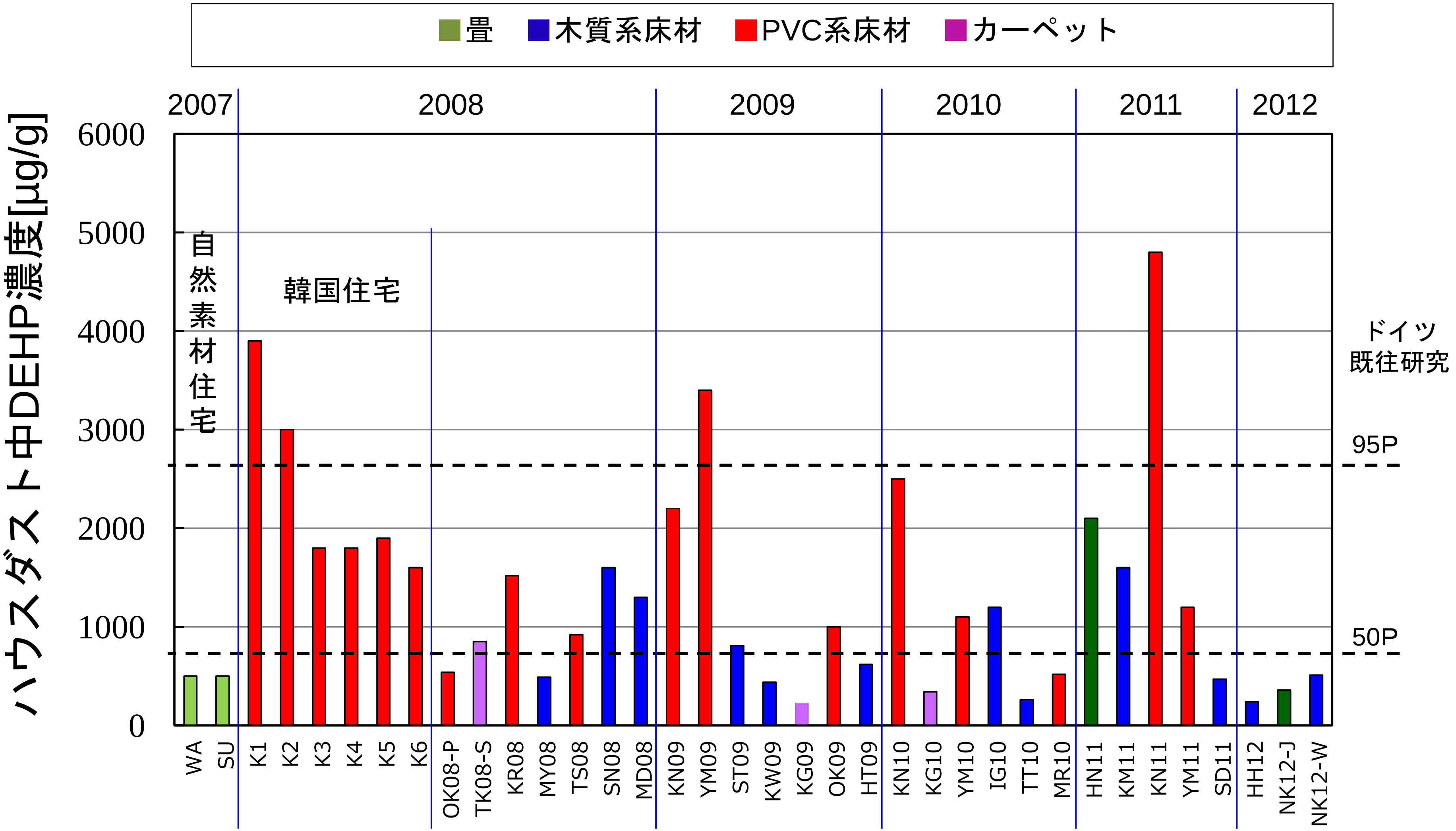
3日間掃除をせず、放置する

捕集装置を用いてハウスダストの捕集を行う

63μmでふるい分けし、溶媒抽出後、GC/MSで分析する

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

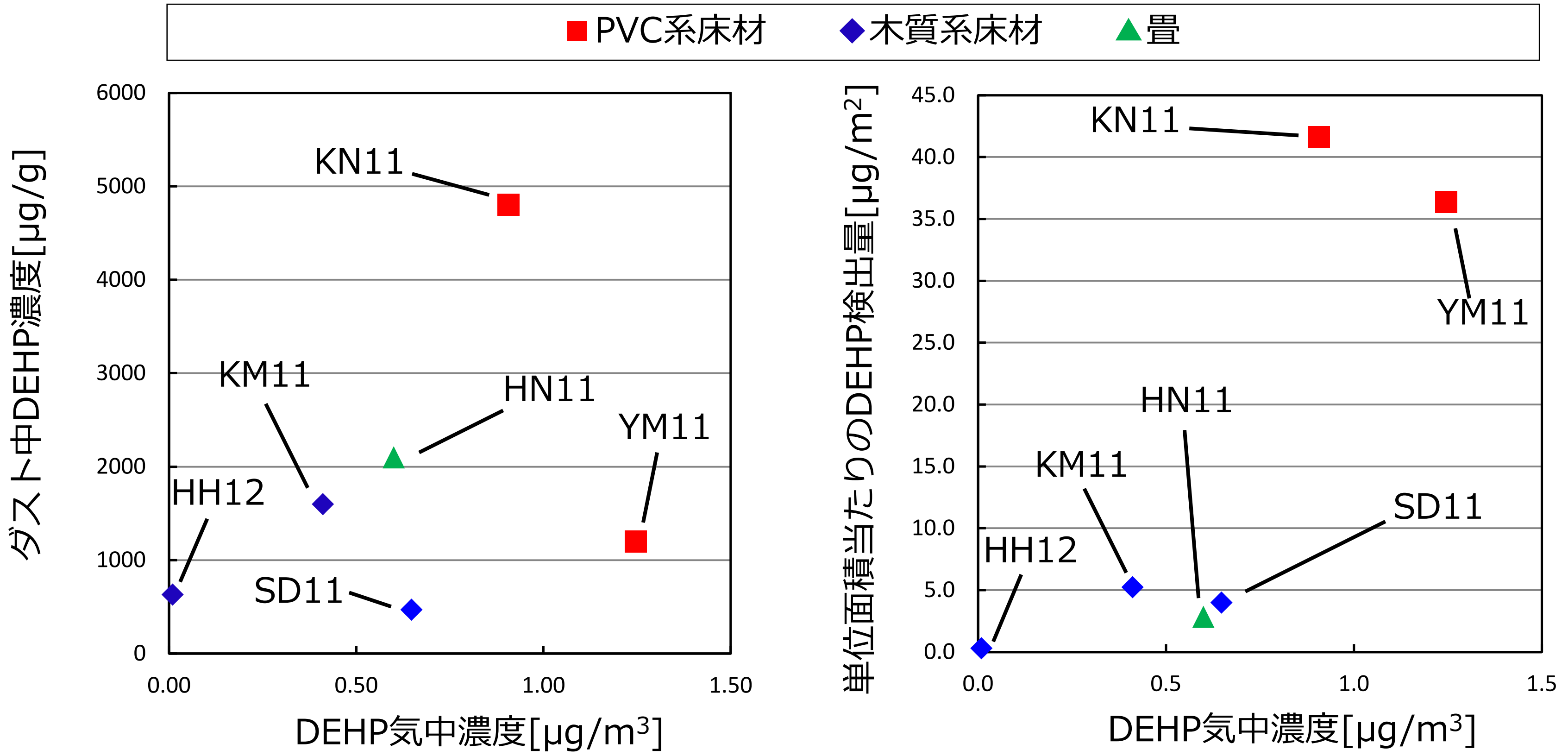
ハウスダスト中DEHP濃度



- 日本住宅はドイツ住宅と比べ、DEHP濃度が高い傾向
- 自然素材住宅は低めの濃度

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

気中DEHP濃度



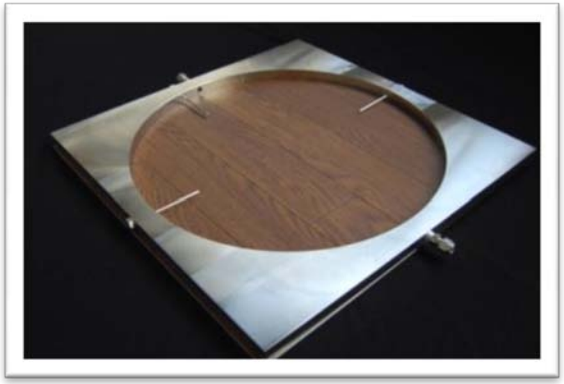
DEHP気中濃度とダスト中濃度の関係　DEHP気中濃度と単位面積当たりのDEHP検出量の関係

- 気中濃度とDEHP濃度には強い相関はない
- 気中濃度の高い住宅は単位面積当たりのDEHP検出量が高い
- 浮遊粉塵に付着したDEHPも捕集している

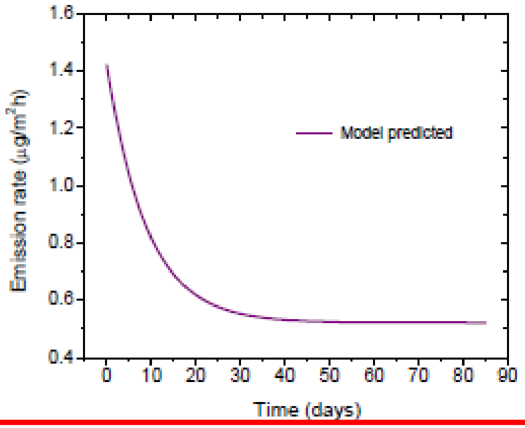
Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

建材からのSVOC測定法

Little’s chamber



気中濃度と
SS棒への吸着量から
放散速度、放散量を
算出をする。



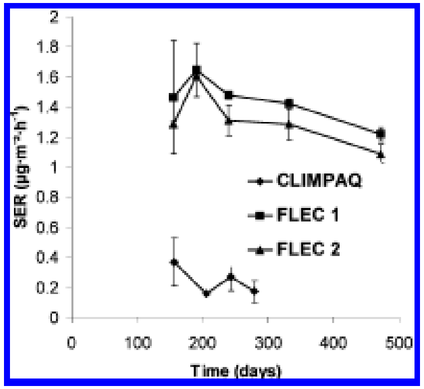
FLEC

気中濃度から
放散速度、放散量を
算出をする。
気中濃度が検出される
には約150日必要。

CLIMPAQ

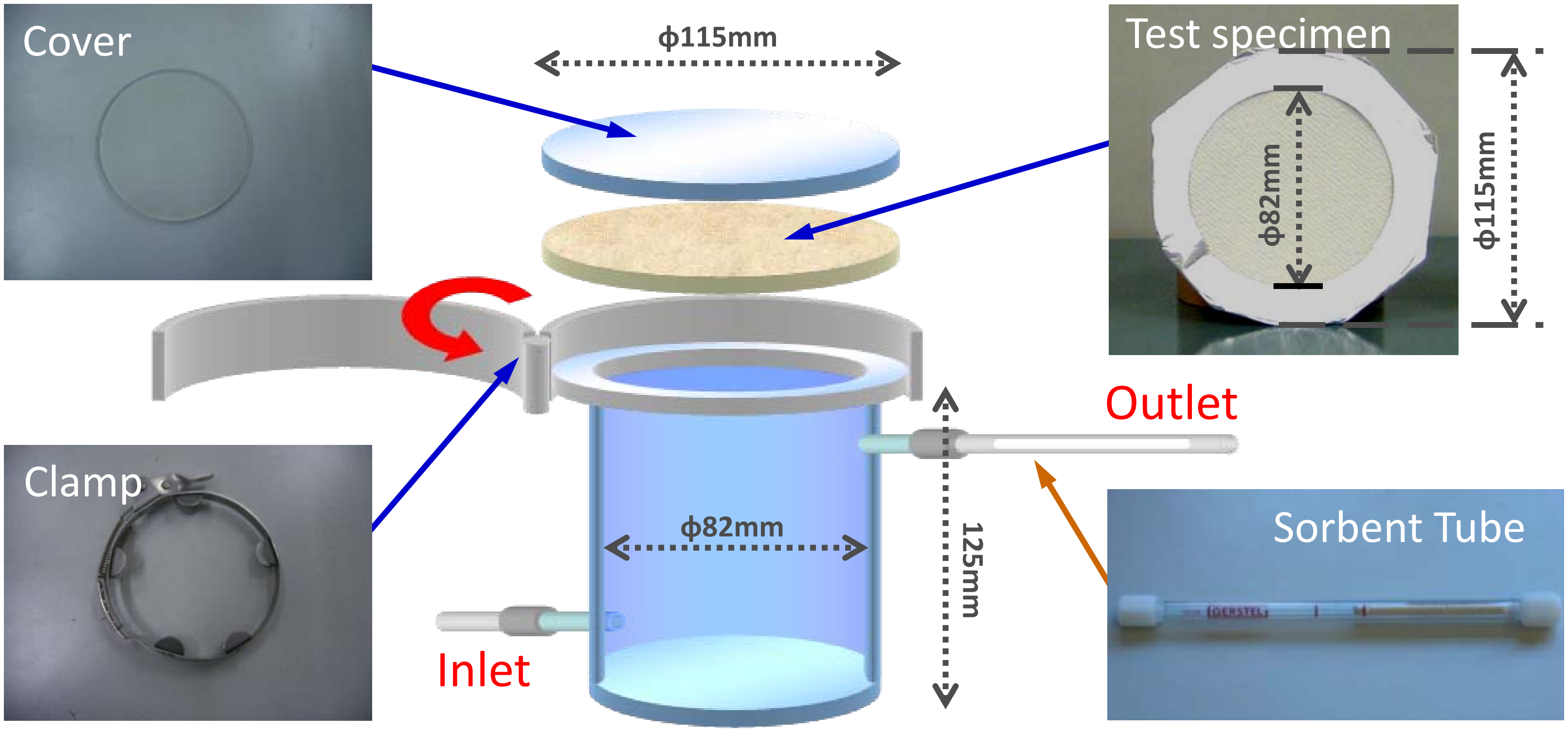
気中濃度から
放散速度、放散量を
算出をする。
同様に約100日必要。

吸着が定常になるまで、測定できない



Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

マイクロチャンバー法 （JIS A 1904）



Material	Glass
Chamber Volume	630mL
Loading Factor	$8.4m^2/m^3$
Air Exchange Rate	1.5 times/hour

■エージング

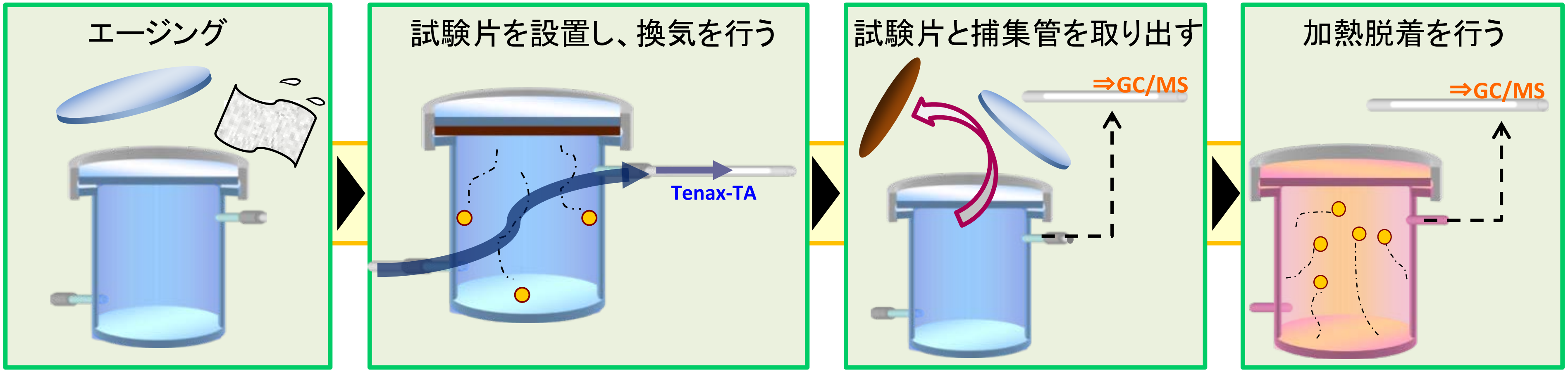
・マイクロチャンバーを流水及び、メタノールで洗浄

・残存した化学物質を揮発させるために260℃で2時間加熱処理

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

測定手順

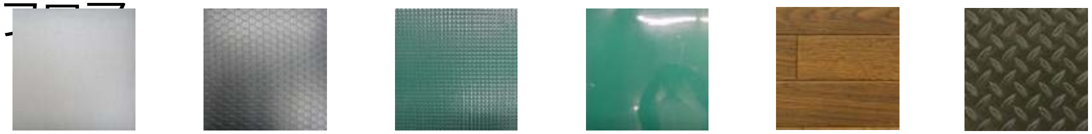
マイクロチャンバー法



Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

測定建材一覧(市場で購入)

クッションフロア



CF-WT　CF-CO　CF-DM　CF-LI　CF-01　CF-02

テーブルクロス

TB-CH　TB-FL　TB-RS　TB-OR

壁紙

WL-IB　WL-SM　WL-ST　WL-01　WL-02　WL-03

カーペットタイル

CT-SG　CT-HA　CT-01

EVA樹脂タイル

EV-01　EV-02　EV-03

滑り止めマット

SB

障子紙

PA

PVCタイル

PT-JP　PT-DK　PT-OL　PT-DR　PT-WO　PT-FL

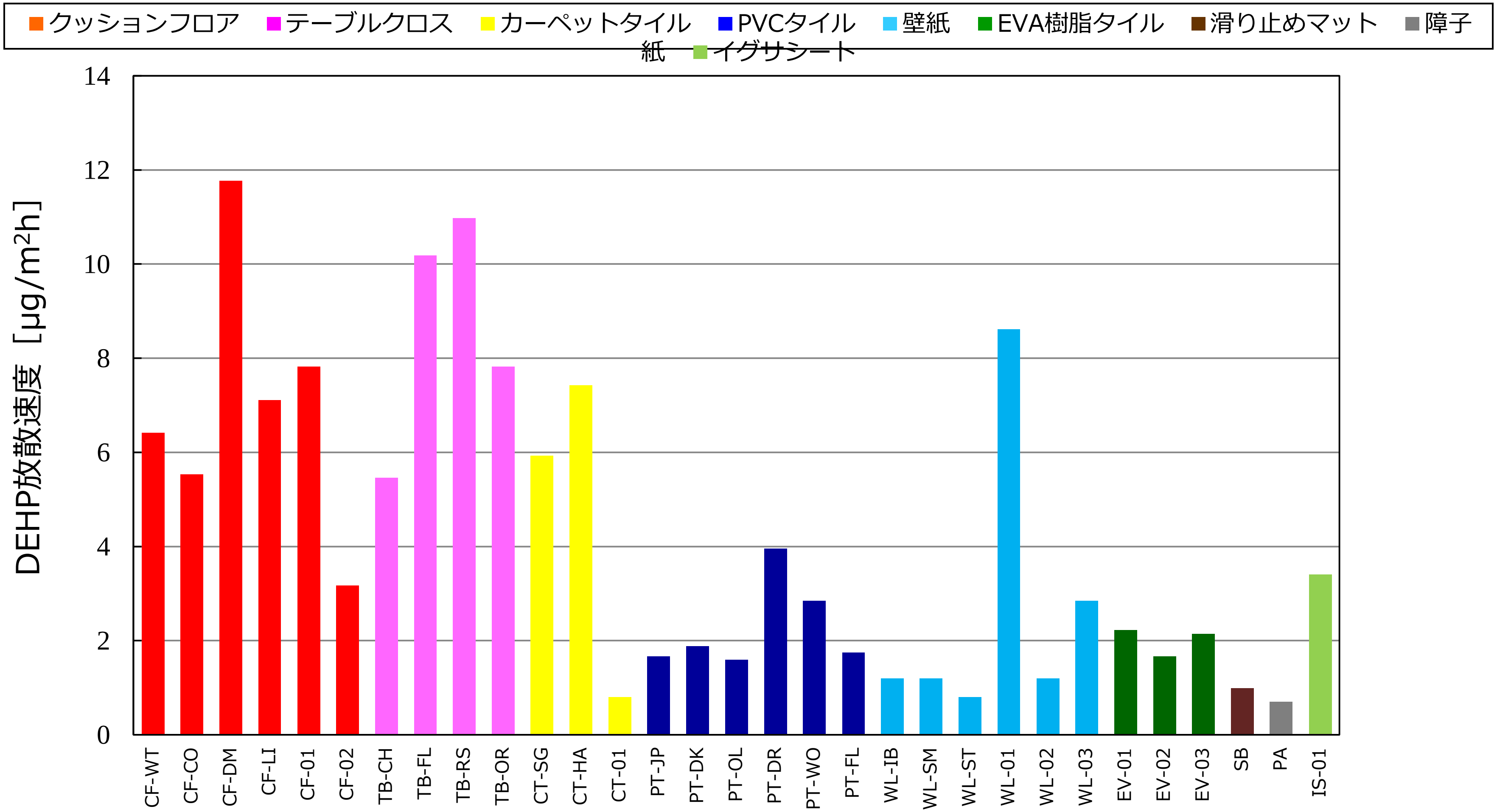
イグサシート

IS-01

計31種

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

DEHP（Diethyl phthalate）



- 自然素材である障子紙は放散速度が小さな値であった
- しかし、コンタミがある→建材表面への吸着か？
- クッションフロア、テーブルクロスは放散量が高い
- 壁紙の中にはDEHPを含有しないISM壁紙などもある

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

拭き取り法を用いた床面付着SVOC濃度測定

実験室実験

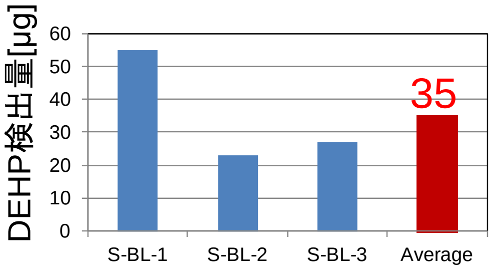
恒温高湿槽

温度：28℃相対湿度：50%
設置時間：3日間

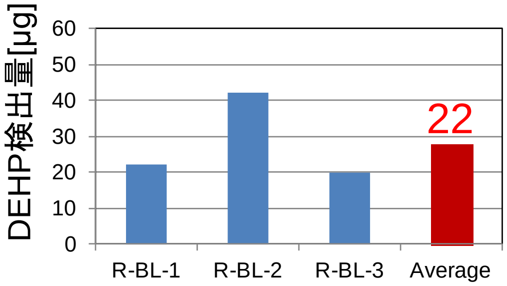
表面ブリードアウト試験

残留量試験

表面ブリードアウト試験や模擬ダストを回収した後、残留SVOC濃度を測定



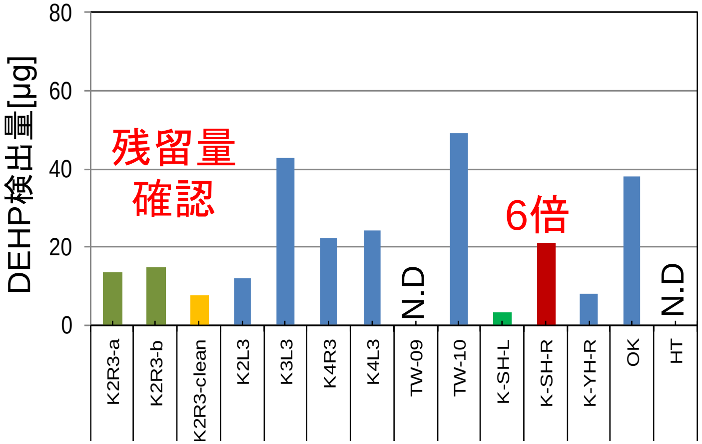
DEHP表面ブリード量



模擬ダスト除去後、DEHP残留量

実測調査

設置と拭き取り様子



床材の表面ブリードアウトを確認し、模擬ダストを除去しても表面に残留されることが確認された。また、実住宅における実験では、同じ空間であっても床材の種類によって床面のDEHP濃度が異なる

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

- 曝露リスクを低減させるに有効な方法は対象となるSVOC含有率の低い建材、製品を選定すること

- 換気だけではSVOC（DEHPを含む）汚染を防ぐことは難しい

- 空気濃度のみでの議論は不十分

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013

謝辞

- 本研究のSVOC捕集システムに関しては、平成19～21年度:国土交通省･住宅･建築関連先導技術開発助成事業「ハウスダストによる健康負荷削減住宅に関する技術開発」の助成を受けて開発された。

- 市場購入建材の測定に関しては、平成23年度:公益財団法人セコム科学技術振興財団助成研究「日常のみならず被災時の建築空気環境の安全と安心対策」の助成を受けて行われた。

Shin-ichi Tanabe, Waseda University, All Rights Reserved ©2013