

外断熱工法の最新技術動向 リエゾンコーナー

お茶の水女子大学生生活環境研究センター

田中 辰明

平成19年(2007年)12月17日

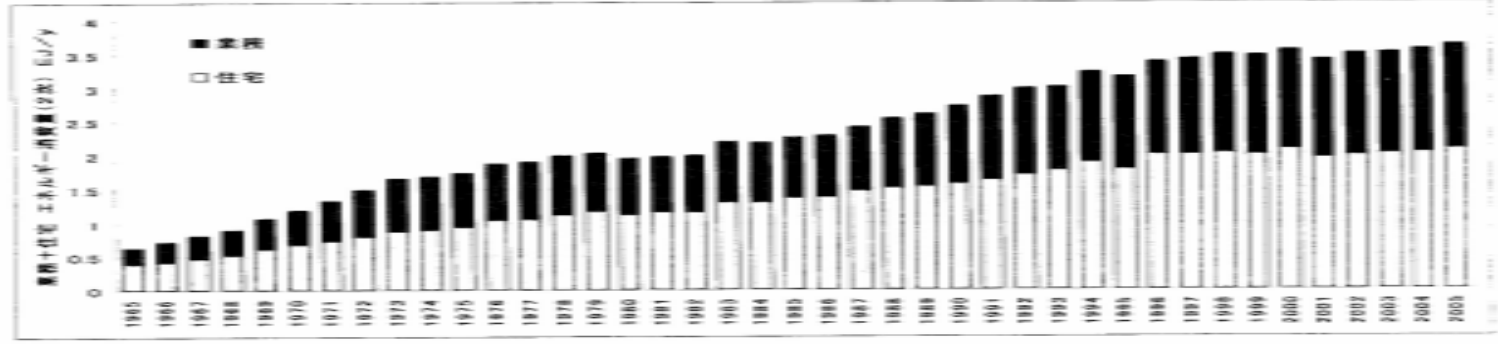


図1 住宅+集約建築 エネルギー消費量（二次）EJ/年 1965～2005年度

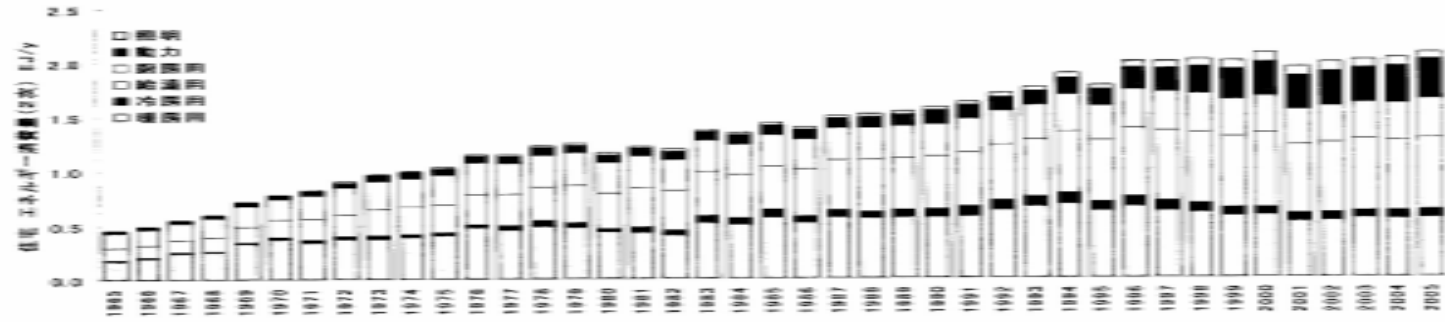


図2 住宅 エネルギー消費量（二次）EJ/年 1965～2005年度

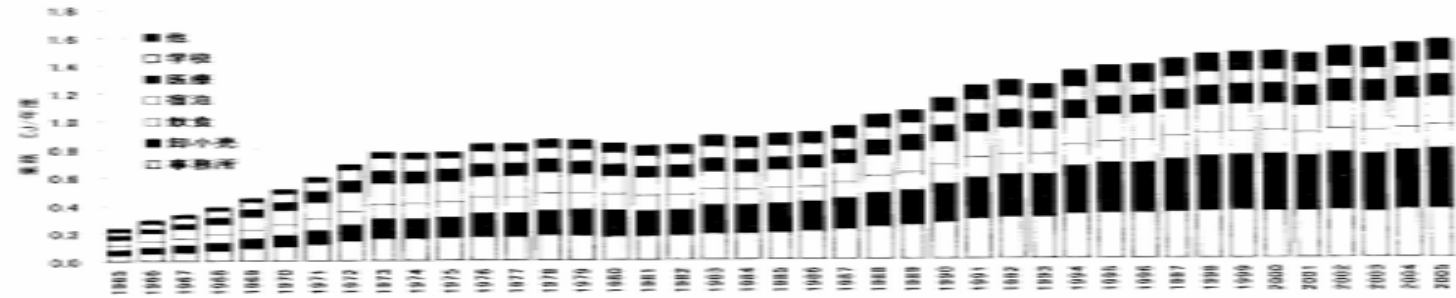


図3 集約 エネルギー消費量（二次）EJ/年 1965～2005年度

図1～3と共通 2005年度は暫定値

ドイツ外断熟協会創立50周年記念大会の会場ベルリン市役所



ドイツ外断熱協会会長





2007年12月17日

re Warmedämm-Verbundsysteme
- 2007













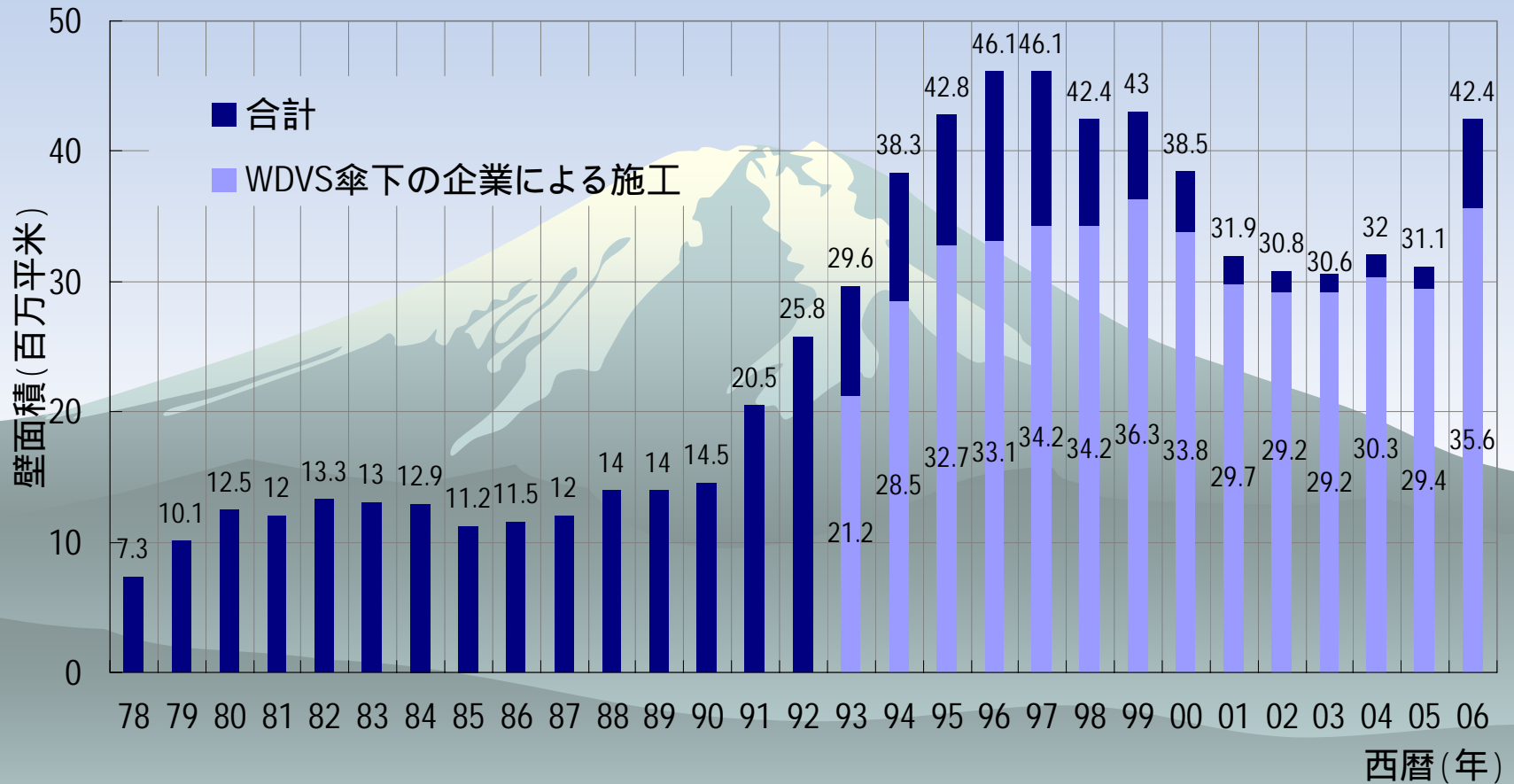
Japanische alte Häuser

- Die japanischen Sommer sind sehr warm und schwül und die Winter nicht so ganz kalt wie in Deutschland. Deswegen wurden die Gebäude ursprünglich so gebaut, dass sie leicht gelüftet und so die Sommer angenehm verbracht werden konnten. Eine Vorstellung dieser frühen Wohnungen Japans erhält man durch die Betrachtung jetzt noch vorhandene alter Schemen beziehungsweise alter Wohn-oder Baderhäuser.

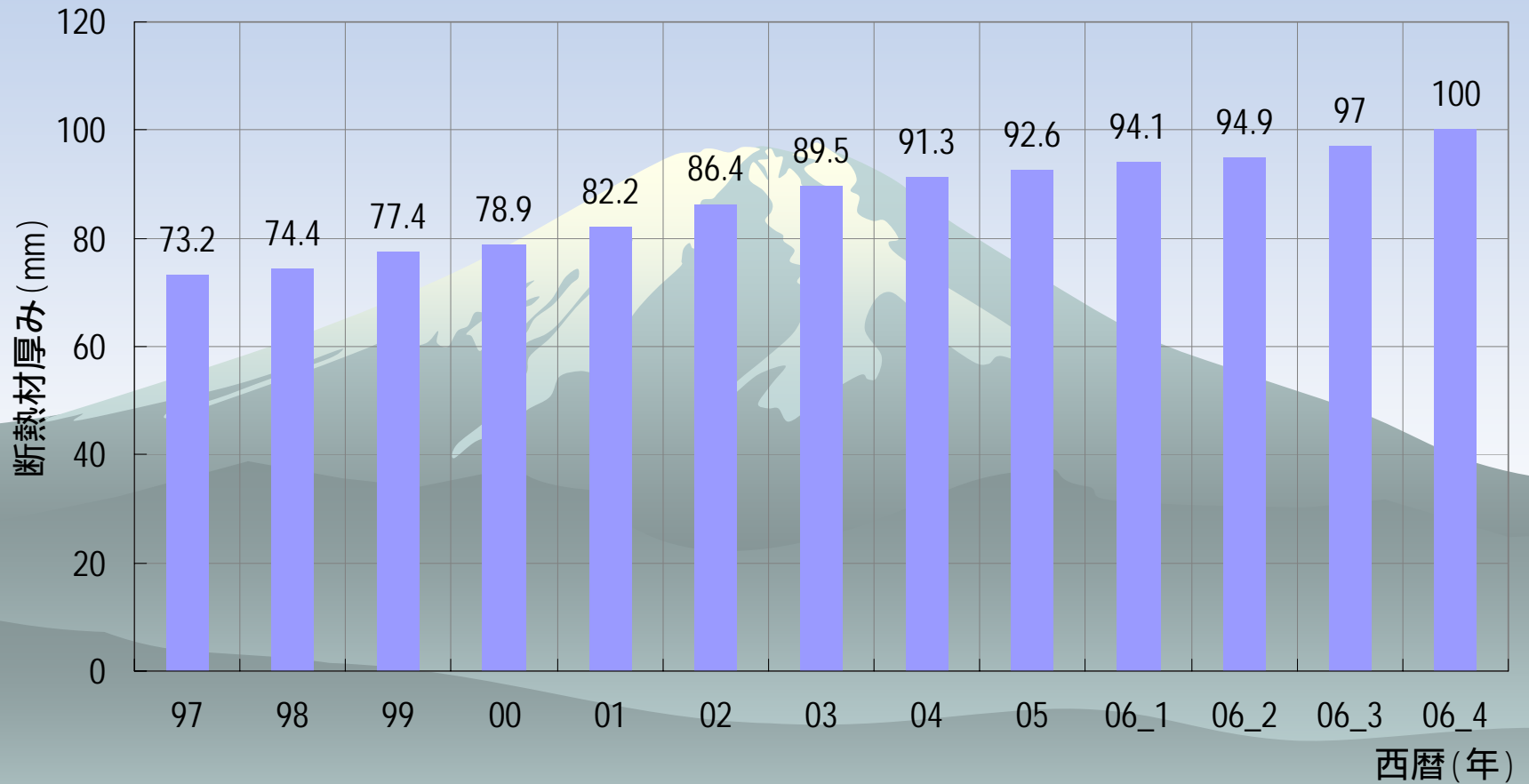

Hilton
Berlin



外壁外断熱施工面積の推移



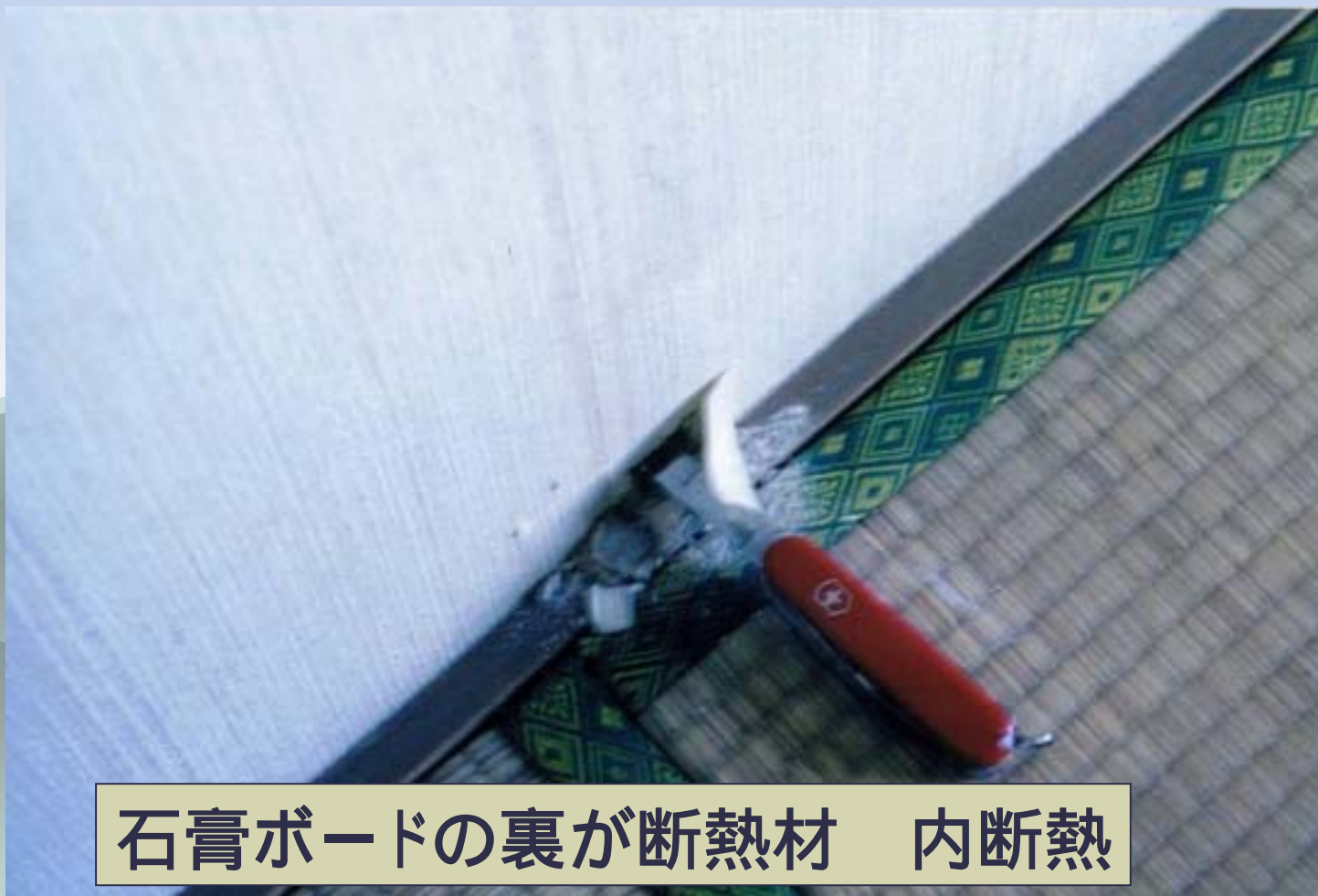
外壁外断熱厚さの推移



外断熱建物の普及

- ▶ 日本で住宅が高気密化し、室内が高湿度になった結果、カビ・ダニによる建物の被害、アレルギー疾患の問題が増大している。
- ▶ 外断熱はカビ・ダニの原因となる壁体内の高湿を防ぐ1手段といえ、「結露が少ない」といったうたい文句で普及しつつある。
- ▶ わが国では断熱は内断熱から発足したので無闇に外断熱に反対する勢力もあり、規格などについて適切に検討されないまま、様々な工法の建物が無軌道に供給されている。

内断熱の集合住宅のカビ結露被害例



石膏ボードの裏が断熱材 内断熱

室内のカビ結露被害例： 内断熱建物隅角部の結露とかび発生



2007年12月

室内のカビ結露被害例： 集合住宅の壁に発生したカビ



内断熱と外断熱の構造

外断熱



内断熱



外断熱規格の必要性

近年、外断熱を取り巻く環境変化が著しい

- ◆ 外断熱工法の認知と社会的関心の高まり
- ◆ ディベロッパーによる外断熱建物の供給増加

一方で懸念される問題点

- ◆ 粗悪な建物が「外断熱」として消費者に提供される
- ◆ 規格・法律・基準がないため、不適切な建築物の供給を止める手立てがない

適切な「外断熱建築」を消費者に供給するための対策が急務である

外断熱ISO化の意義

断熱規格 (独規格DIN、欧州規格EN)

うち、外断熱に関わる規格の詳細

- ◆ 湿式 (複合断熱システム) や乾式 の材料や施工について
- ◆ 性能、耐久性、材料の製造・保管・施工・廃棄について

ISO化により達成される目標

- ◆ 施工に関する基準の策定
- ◆ 粗製乱造や事故・クレームの排除

外断熱に関する独工業規格 (DIN)

規格番号	独語
DIN EN 13162	Warmedammstoffe für Gebäude Werkmassig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) Spezifikation (Oktober 2001)
DIN EN 13165	Warmedammstoffe für Gebäude Werkmassig hergestellte Produkte aus Polyurethan Hartschaum (PUR) Spezifikation Deutsche Fassung EN (Oktober 2001)
DIN EN 13171	Warmedammstoffe für Gebäude Werkmassig hergestellte Produkte aus Holzfasern(WF) Spezifikation Deutsche Fassung (2001)
DIN EN 13500	Warmedammstoffe für Gebäude- Aussenseitige Warmedamm-Verbundsysteme(WDVS) aus Mineralwolle- Spezifikation (April 2003)
DIN EN 13495	Warmedammstoffe für das Bauwesen Bestimmung der Aussenseitigen Warmedammverbundsystemen (WDVS) (Schaumblockverfahren) Deutsche Fassung (Februar 2003)
DIN EN 13496	Warmedammstoffe für das Bauwesen Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Glasfasergewebe Deutsche Fassung (Februar 2003)
DIN EN 13497	Warmedammstoffe für das Bauwesen Bestimmung der Schlagfestigkeit von aussenseitigen Warmedammverbundsystemen(WDVS) Deutsche Fassung (Februar 2003)
DIN EN 13494	Warmedammstoffe für das Bauwesen - Bestimmung der Haftzugfestigkeit zwischen Klebemasse/ Klebemörtel und Warmedammstoff sowie zwischen Unterputz und Warmedammstoffe (October 2002)
DIN 14165	Warmedammstoffe für Gebäude- An den Verwendungsstelle hergestellte Warmedammung aus dispensiertem Polyurethan (PUR)- schaum-Teil1;Spezifikation für das Schaumsystem vor dem Einbau; Deutsche

Fraunhofer研究所における外断熱耐候性試験

実情と長年に渡る実験実測結果から欧州規格が
作成・改定されていく



写-4 外断熱工事の耐性試験の説明をする Gertis 教授 (Holzkirchen の Fraunhofer 研究所) (平成 13 年 10 月撮影)

外断熱に関する欧州規格 (EN)

規格番号	タイトル
EN 13162	Thermal insulation products for buildings. Factory made mineral wool (MW) products. Specification
2001	建築用断熱材 - 工場生産による鉱物ウールの特性
EN 13165	Thermal insulation products for buildings. Factory made rigid polyurethane foam (PUR) products. Specification
2001	建築用断熱材 - 工場生産による硬質発泡ポリウレタンの特性
EN 13171	Thermal insulation products for buildings. Factory made wood fibre (WF) products. Specification
2001	建築用断熱材 - 工場生産による木毛繊維の特性
EN13494	Thermal insulation products for building applications. Determination of the tensile bond strength of the adhesive and of the base coat to the thermal insulation
2002	建築用断熱材 - 断熱材の接着剤及びベースコートの接着強度の決定
EN 13495	Thermal insulation products for building applications. Determination of the pull-off resistance of external thermal insulation composite systems (ETICS) (foam block
2002	建築用断熱材 - 発泡法による通気層の無い外断熱システムの特性
EN 13496	Thermal insulation products for building applications. Determination of the mechanical properties of glass fibre meshes
2002	建築用断熱材 - グラスファイバーメッシュの機械的特性の決定
EN 13497	Thermal insulation products for building applications. Determination of the resistance to impact of external thermal insulation composite systems (ETICS)
2002	建築用断熱材 - 通気層の無い外断熱システムの衝撃強度の決定
EN 13500	Thermal insulation products for buildings. External thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool. Specification
2003	建築用断熱材 - 鉱物ウールによる通気層の無い外断熱の特性

外断熱規格 - DINからENへ

- ◆ 外断熱はドイツで発達し、多くのDIN規格が存在した。
- ◆ EUの出現によりDINを叩き台にして外断熱の欧州規格ENが出現した。
- ◆ Wien協定により本来ENとISOは同時に協議されたが、外断熱はそうでなかった。
- ◆ ドイツの当事者はDINがENになればそれで良しと考えている。
- ◆ 外断熱関連のENをISO化するためには日本からの働きかけが必要。

DIN EN 13494 (2002)

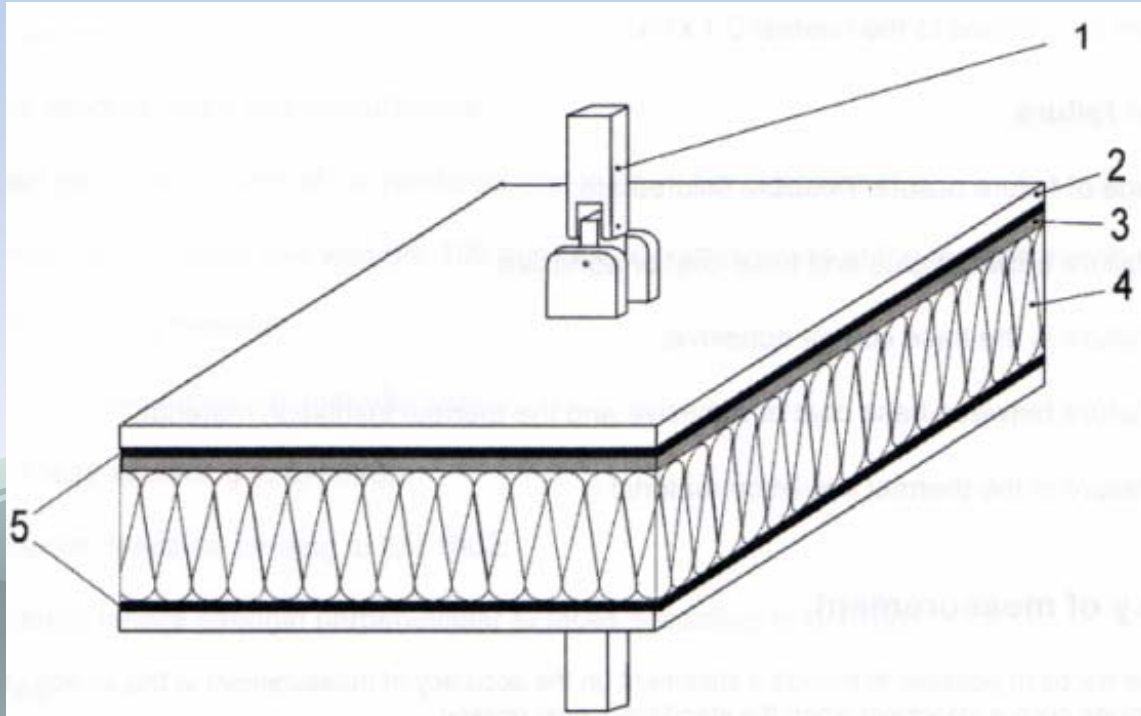
- ◆ Warmedammstoffe für das Bauwesen - Bestimmung der Haftzugfestigkeit zwischen Klebmasse/ Klebemörtel und Warmedammstoff sowie zwischen Unterputz und Warmedammstoffe
- ◆ Thermal insulation products for building applications. Determination of the tensile bond strength of the adhesive and of the base coat to the thermal insulation material
- ◆ 建築用断熱材 - 断熱材の接着剤及びベースコート^の接着強度の決定

DIN EN 13494 (2002) 目次

	Foreword
1	Scope
2	Normative references
3	Terms and definitions, symbols and units
3.1	Terms and definitions
3.2	Symbols and units
4	Principle
5	Apparatus
5.1	Glue
5.2	Rigid plates
5.3	Saw
5.4	Tensile testing machine
6	Test specimens
6.1	Preparation of the samples
6.2	Conditioning of the samples
6.3	Preparation and number of test specimens
7	Procedure
7.1	Test conditions
7.2	Attachment of the test specimens to the tensile testing machine
7.3	Test procedure
8	Calculation and expression of results
8.1	Tensile bond strength
8.2	Mode of failure
9	Accuracy of measurement
10	Test report

DIN EN 13494 (2002)

Fig.1 Attachment of the test specimen to the tensile testing machine



- 1 Device for central fitting of the rigid plates
- 2 Rigid plates
- 3 Adhesive or base coat with reinforcement
- 4 Thermal insulation material to the testing machine
- 5 Glue

DIN EN 13496 (2002)

- ◆ Warmedammstoffe für das Bauwesen
Bestimmung der mechanischen Eigenschaften
von Glasfasergewebe Deutsche Fassung
- ◆ Thermal insulation products for building
applications. Determination of the mechanical
properties of glass fibre meshes
- ◆ 建築用断熱材 - グラスファイバーメッシュの機
械的特性の決定

DIN EN 13496 (2002) 目次

Foreword.....	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions, symbols and units.....	4
3.1 Terms and definitions.....	4
3.2 Symbols and units	4
4 Principle	5
5 Apparatus	5
5.1 Tensile testing machine	5
5.2 Clamps	5
5.3 Container	5
6 Test specimens	5
6.1 Number of test specimens	5
6.2 Dimensions of the test specimens	5
6.3 Preparation of the test specimens	5
6.4 Conditioning of the test specimens	6
6.4.1 Storage under ambient conditions.....	6
6.4.2 Storage in aggressive medium.....	6
6.4.3 Wash and drying procedure	6
7 Procedure	6
7.1 Test conditions	6
7.2 Attachment of the test specimens in the tensile testing machine.....	6
7.3 Test procedure	6
8 Calculation and expression of results	7
9 Accuracy of measurement.....	7
10 Test report	7

DIN EN 13497 (2002)

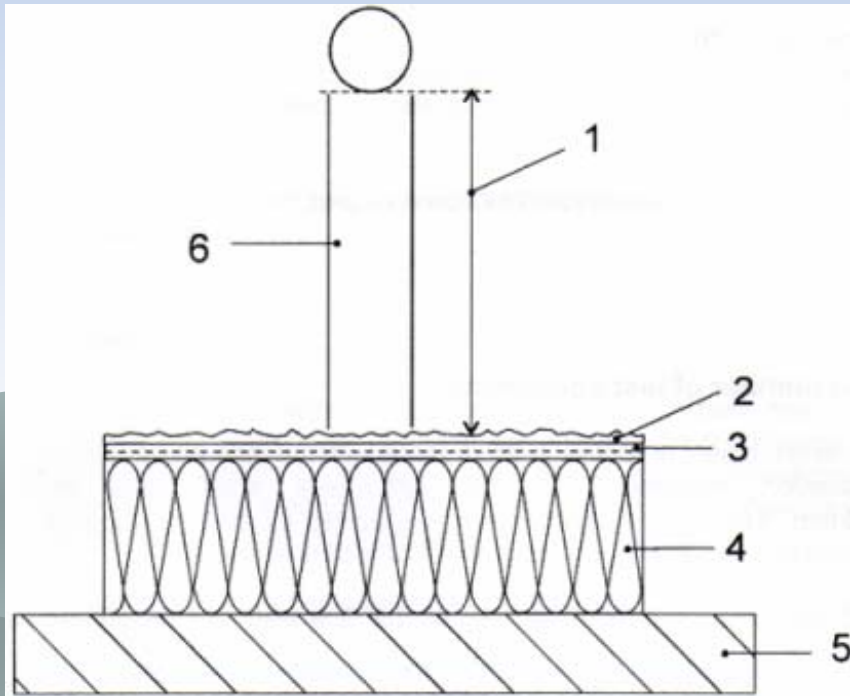
- ◆ Warmedammstoffe für das Bauwesen
Bestimmung der Schlagfestigkeit von aussenseitigen Warmedammverbundsystemen (WDVS)
Deutsche Fassung
- ◆ Thermal insulation products for building applications. Determination of the resistance to impact of external thermal insulation composite systems (ETICS)
- ◆ 建築用断熱材 - 通気層の無い外断熱システムの衝撃強度の決定

DIN EN 13497 (2002) 目次

Foreword.....	3
1 Scope	4
2 Normative references	4
3 Terms and definitions.....	4
4 Principle	4
5 Test apparatus.....	4
6 Test specimens	5
6.1 Preparation and number of test specimens	5
6.2 Conditioning of test specimens	5
7 Procedure	5
7.1 Test conditions	5
7.2 Test procedure	5
8 Expression of results	7
9 Accuracy of measurement	7
10 Test report	8

DIN EN 13497 (2002)

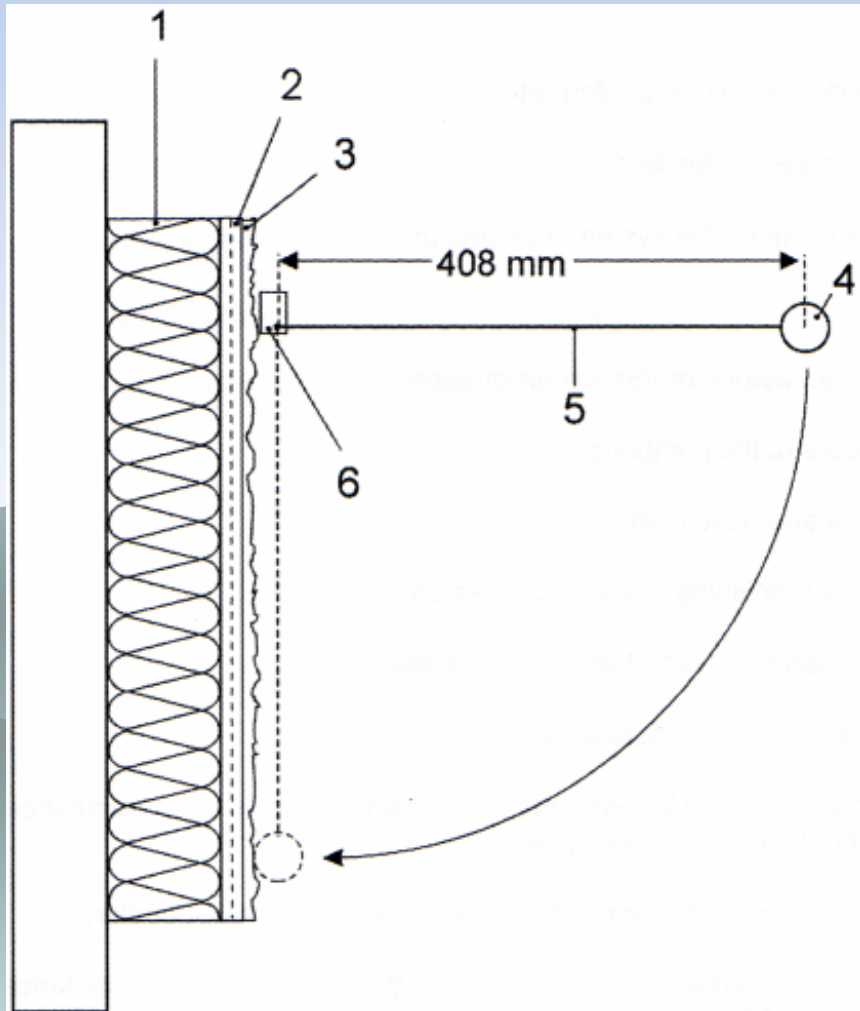
Fig.2 Example of a test apparatus for the resistance to impact according to ISO 7892



1	Height for 2 J:	408 mm
	Height for 10 J:	1 020 mm
2	Finishing material	
3	Base coat with reinforcement	
4	Thermal insulation material	
5	Flat and rigid surface	
6	Vertical pipe	

DIN EN 13497 (2002)

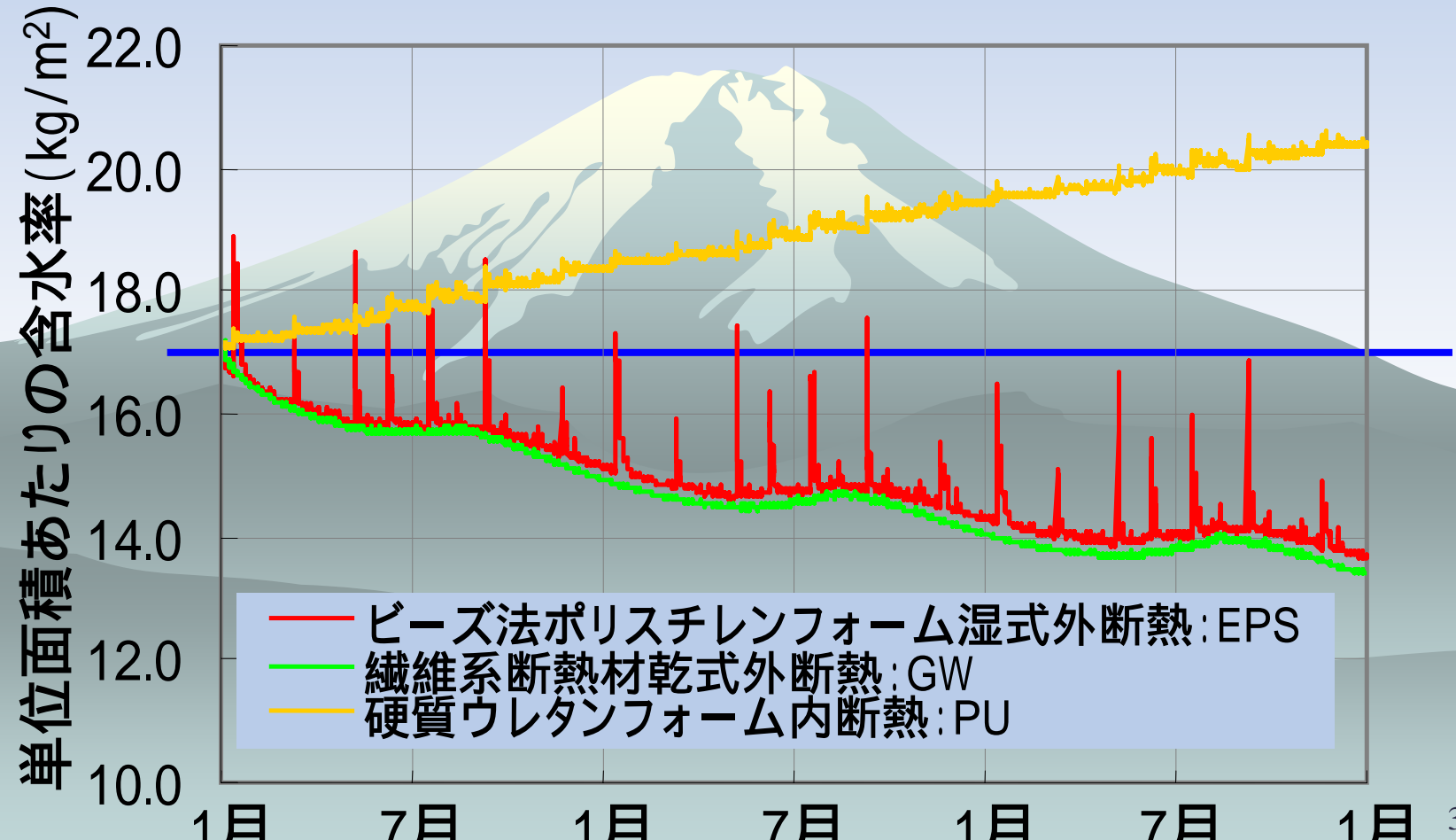
Fig.1 Example of a test apparatus and the test specimen for the resistance to impact



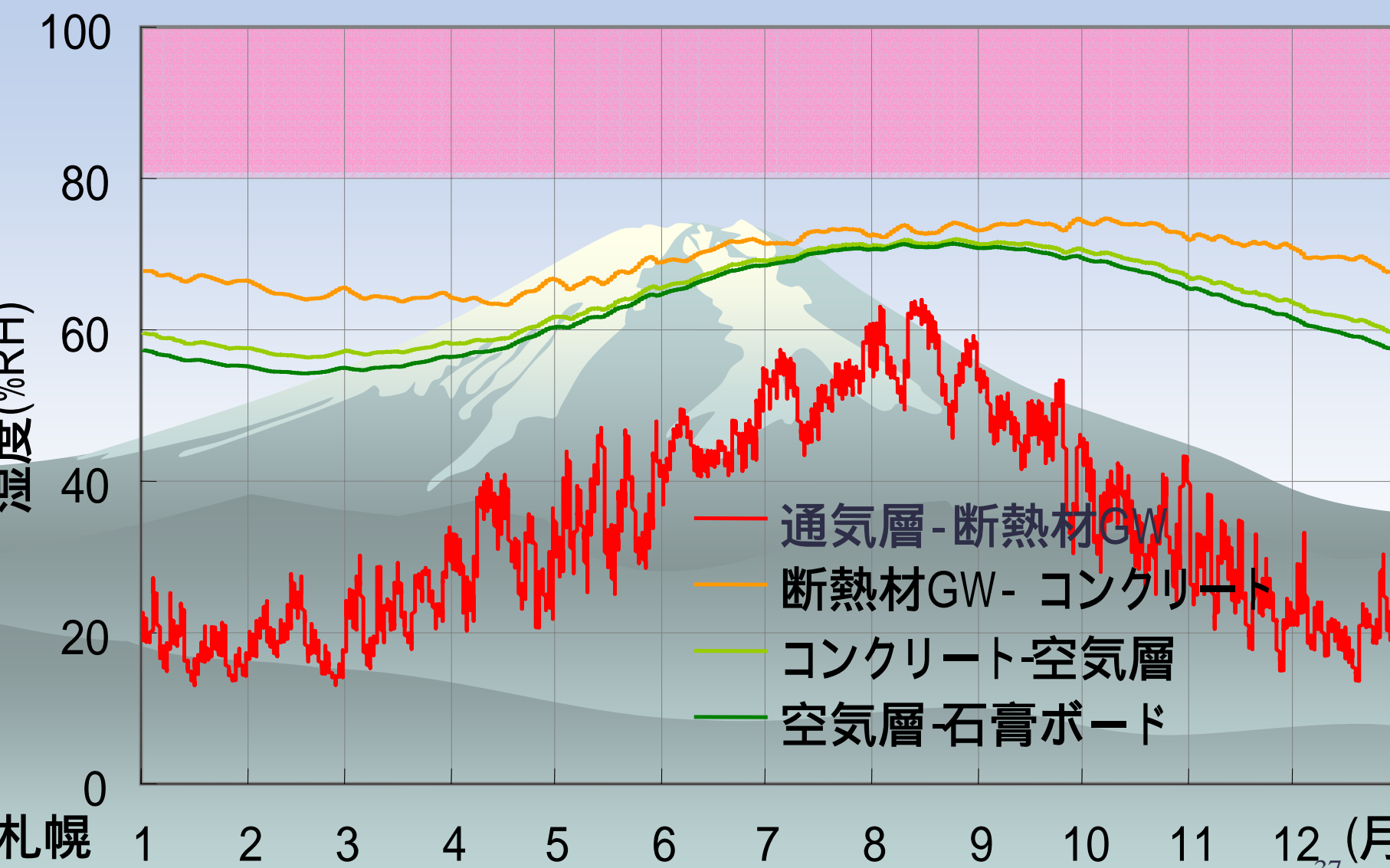
- | | |
|---|------------------------------|
| 1 | thermal insulation material |
| 2 | base coat with reinforcement |
| 3 | finishing material |
| 4 | steel ball |
| 5 | steel wire |
| 6 | device for fixing |

非定常熱湿気同時移動解析による断熱工法比較(札幌) 含水率変化

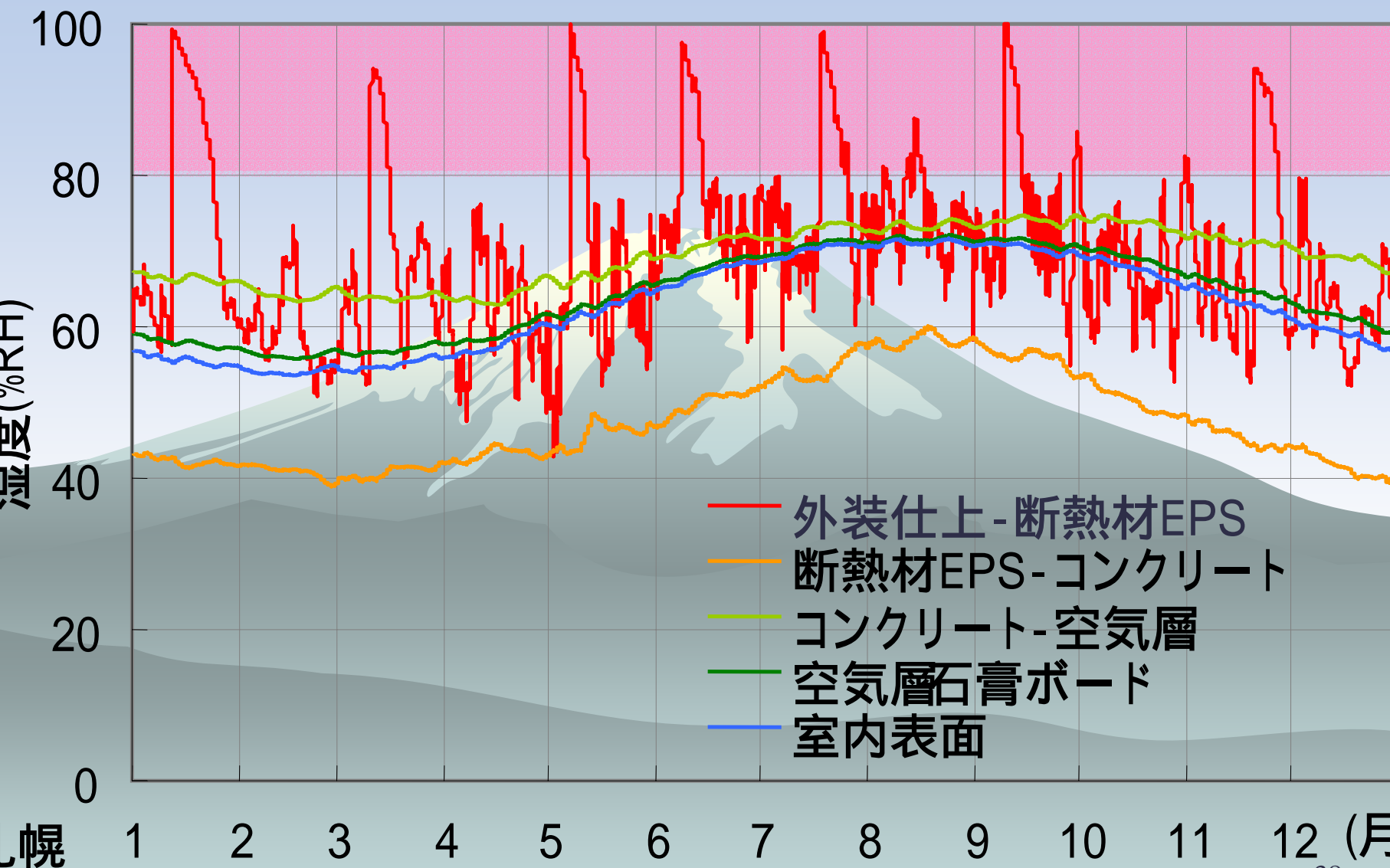
経年で内断熱は水分蓄積が認められ、札幌においては不適切である



非定常熱湿気同時移動解析による断熱工法比較(札幌) 相対湿度変化(GW外断熱の例)

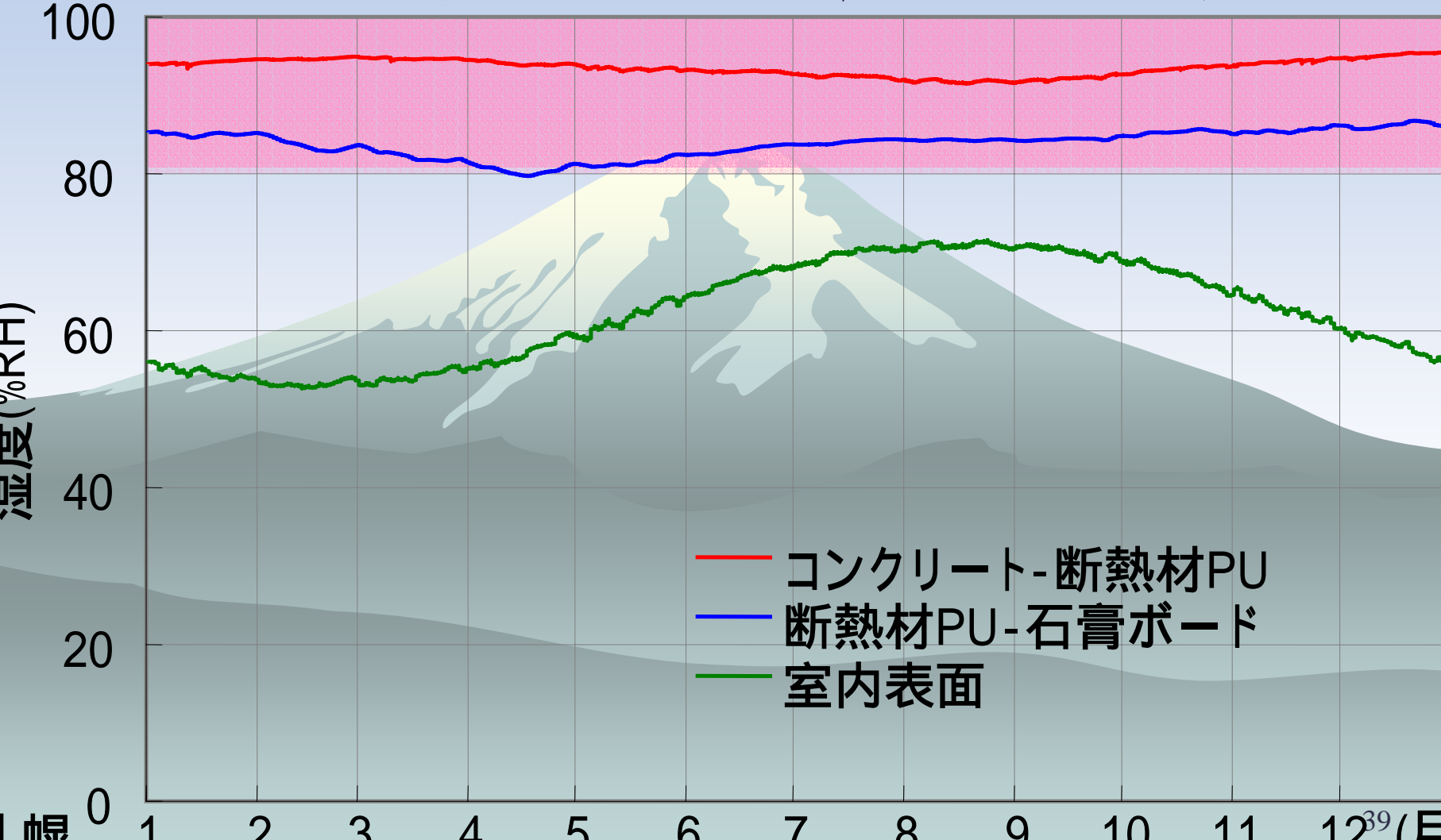


非定常熱湿気同時移動解析による断熱工法比較(札幌) 相対湿度変化(eps外断熱の例)



非定常熱湿気同時移動解析による断熱工法比較 (札幌) 相対湿度変化 (PU内断熱の例)

80%RH以上の高湿度が続き、カビ発育の危険性



湿式外断熱工法

湿気を逃がしやすい構造でなければならない
外表面仕上のひび割れ等を防ぐためグラスファイバーメッシュが使用される



日本における外断熱 サンシャイン計画の住宅に採用



外断熱を施工したソーラーハウス (東京: 築約25年)



2007年12月17日

お茶の水女子大学

Stuttgart の塗装店の外断熱改修

住宅の省エネルギーのための断熱基準の厳しいドイツでは外断熱改修が盛んに実施される



写-13 Stuttgart市Wellgrebenの塗装業者ビルの外断熱改修(平成13年10月撮影)

Stuttgartの塗装店外断熱改修竣工



写-14 Stuttgart市 Wallgraben の塗装業者ビルの外断熱改修竣工写真(平成 14年 3月撮)

Berlinの集合住宅外断熱改修



Berlin の集合住宅外断熱改修



写-16 Berlin市 Heiligendammerstr.の集合
住宅外断熱改修工事(平成13年10月撮影)

Berlin外断熱集合住宅のベランダ

ベランダの熱橋防止のため隙間を設けて熱的に縁を切っている例



写-17 Berlin市 Heiligendammerstr.
の集合住宅外断熱改修工事（ベランダは
建物躯体と熱的に縁が切れている）

Berlin外断熱改修集合住宅の竣工



写-18 Berlin市 Heiligendammerstr.の集合住宅外断熱改修工事竣工写真(平成14年3月撮影)

München事務所ビルの外断熱改修



写-19 München市 Siegesstrasse の事務所建築外断熱工事(平成 14年 3月撮影)

München外断熱改修ビルの竣工



写-20 München市 Siegesstrasseの事務所建築外断熱工事竣工写真(平成14年8月撮影)

BerlinのIBMビル外断熱改修



写-21 Berlin市 Ernst Reuterplatz の IBM ビル外断熱工事(平成 13 年 10 月撮影)

BerlinのIBMビル外断熱改修



写-22 Berlin市 Ernst Reuterplatz の IBM ビル外断熱工事(平成 13 年 10 月撮影)

BerlinのIBMビル外断熱改修竣工



写-23 Berlin市 Ernst ReuterplatzのIBMビル外断熱工事竣工写真、平成14年3月撮

旧東ベルリン集合住宅の外断熱



写-29 旧東ベルリン地区 Hellersdorf における集合住宅の外断熱改修工事(平成 14 年 3 月撮影)

旧東ベルリン外断熱改修竣工



写-30 旧東ベルリン地区 Hellersdorf における集合住宅の外断熱改修工事(平成 14 年 11 月撮影)

Stuttgart事務所建築の外断熱工事



写-36 Stuttgart市 Degerlochalbstr.の事務所建築外断熱工事(平成14年3月撮影)

Stuttgart事務所建築外断熱竣工



写-37 Stuttgart市 Degerlochalbstr.の事務所建築外断熱工事(平成14年3月撮影)

München事務所建築の外断熱工事

写-34 München市 Frankfurtering
の事務所建築外断熱工事(平成14年3
月撮影)



München外断熱事務所の竣工



写-35 München市Frankfurterringの事務所建築外断熱工事竣工写真(平成14年8月撮影)

Berlin事務所建築の天井放射冷暖房



写-38 Berlin市 Steglitzの事務所建築における天井放射冷暖房工事(接着モルタルを用いてポリプロピレン配管を天井に埋設)

Stuttgart事務所の外断熱工事

写-5 StuttgartのJurassicの事務所建築における外断熱工事 (平成13年10月)



Stuttgart事務所建築外断熱工事竣工



写-6 StuttgartのJurastr.の事務所建築における外断熱工事竣工（平成14年3月）

Stuttgartのレストラン兼事務所の改修

(円形部分のスチレンは職人の手で切り取られた)



写-10 Stuttgart市 Vaihingerstr. の事務所兼レストランの外断熱改修(外壁はイグサが飛び出している)(平成13年10月撮影)

Stuttgartのレストラン兼事務所の改修



写-9 Stuttgart 市 Vaihingerstr. の事務所兼レストランの外断熱改修（平成 13 年 10 月

Stuttgartのレストラン兼事務所



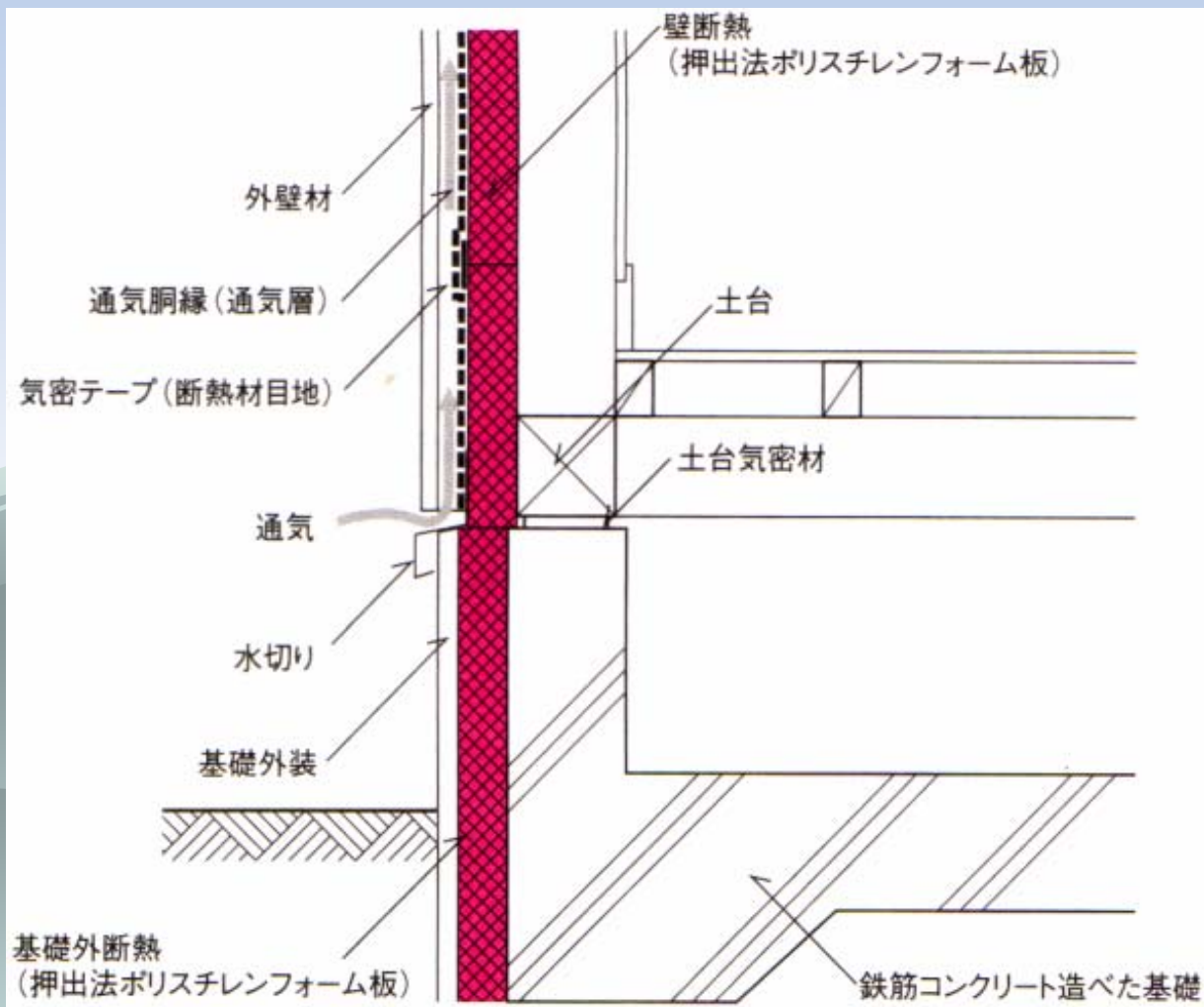
写-11 Stuttgart市 Vaihingerstr. の事務所兼レストランの外断熱改修竣工写真(平成 14 年 3 月撮影)

Stuttgart のレストラン兼事務所

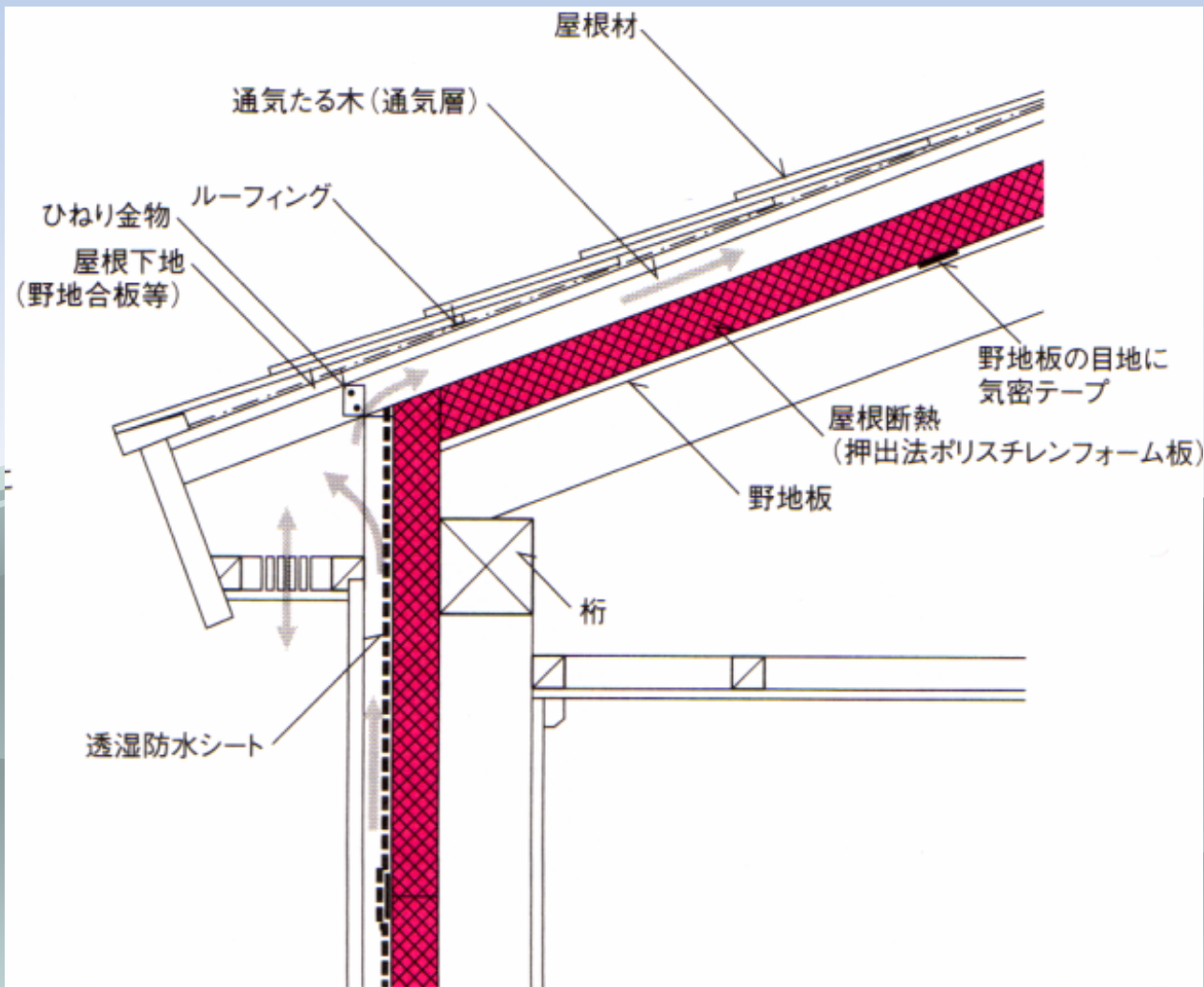


写-12 Stuttgart 市 Vaihingerstr. の事務所兼レストランの外断熱改修竣工写真(平成 14 年 3 月撮影)

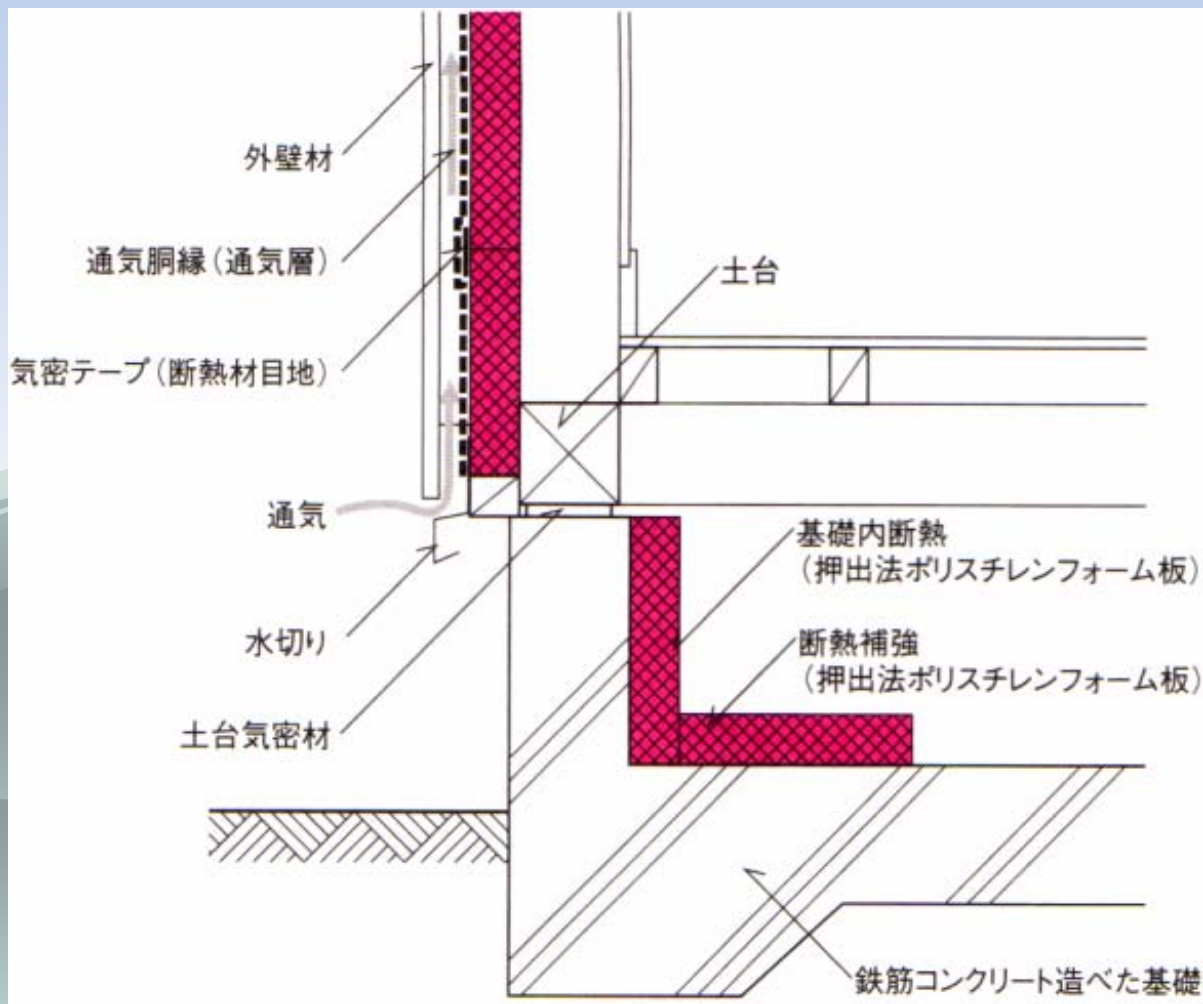
外張断熱工法：屋根断熱の例(土台)



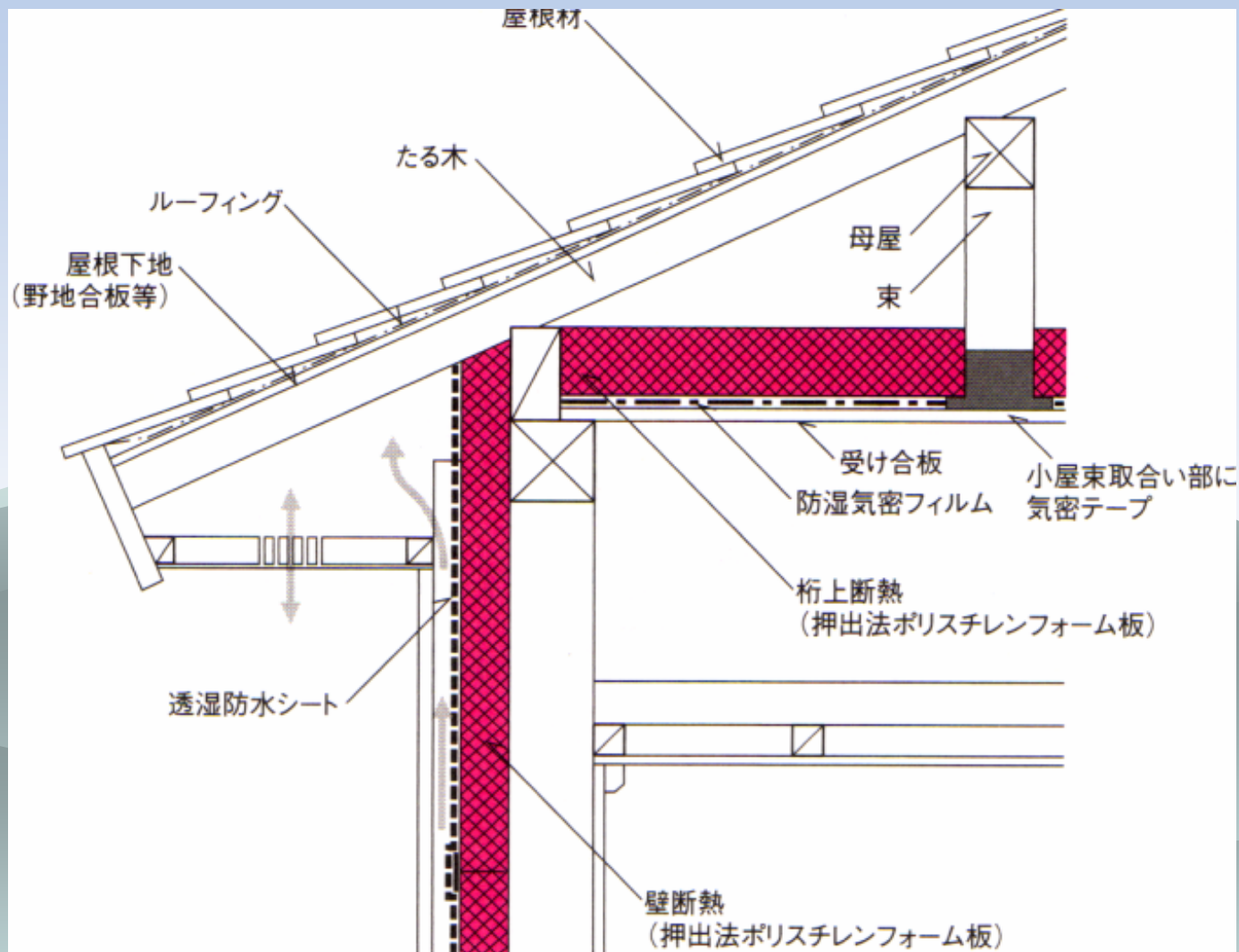
外張断熱工法：屋根断熱の例（屋根）



外張断熱工法: 桁上断熱の例 (土台)



外張断熱工法：桁上断熱の例(屋根)







2007年12月17日

お茶の水女子大学

Grosssiedlung (Hufeisensiedlung) Berlin Britz (D) 1925-1930, B. Taut



Onkel Toms hütte1924



Onkel Toms hütte 1924



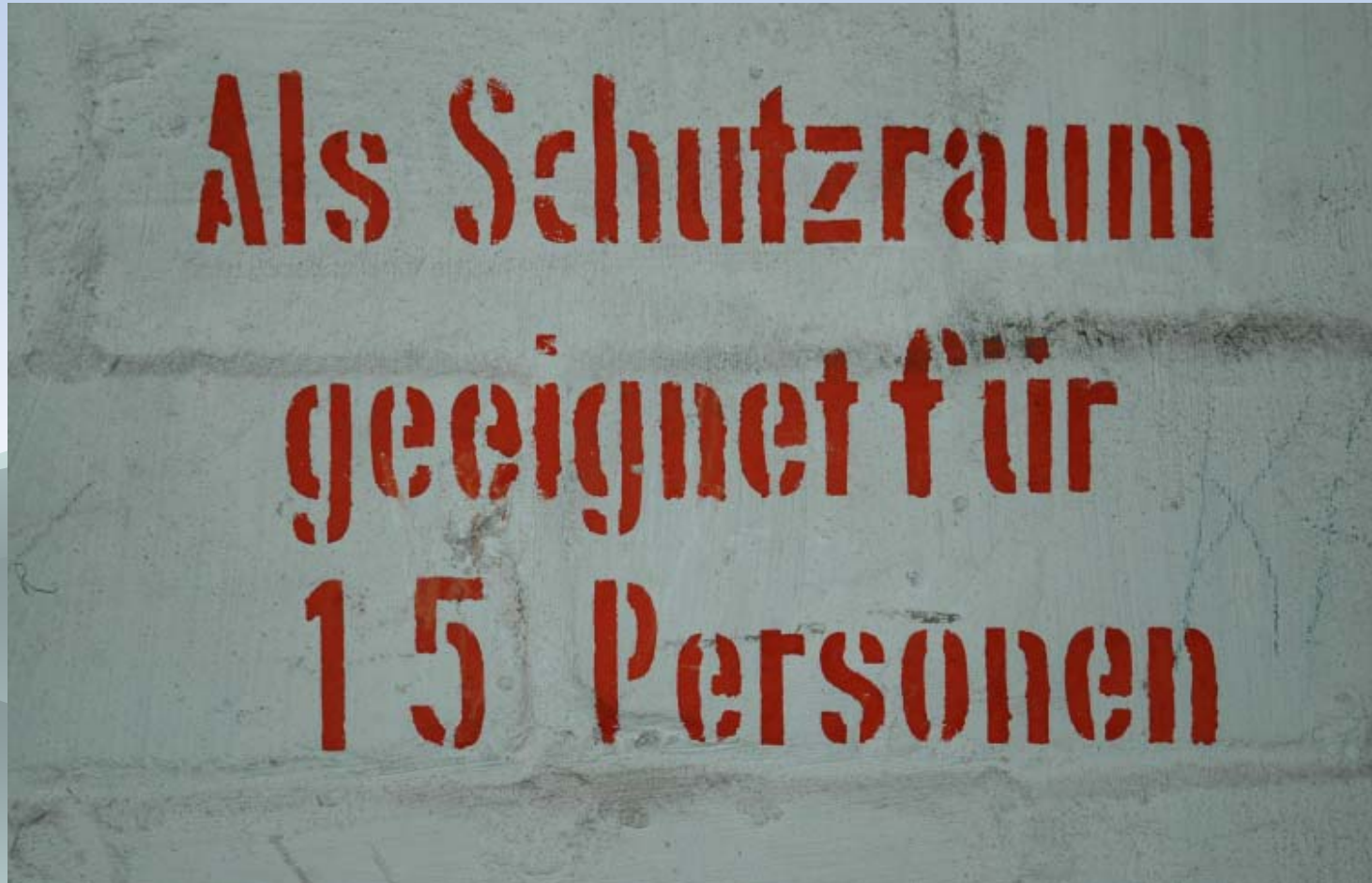
2007年3月撮影

2007年12月17日

お茶の水女子大学

75

Onkel Toms hütte 1924



Onkel Toms hütteの顕彰碑



少林山達磨寺境内の洗心亭



Tautが住んでいたDahlewitz駅



2007年12月17日

お茶の水女子大学

Dahlwitz駅付近



Dahlewitz 駅から Taut 邸へ



Tautが1933年まで住んだ住宅



2007年12月17日

お茶の水女子大学

現在の所有者と共に



2007年12月17日

お茶の水女子大学

作り付けの家具は当時のまま



2007年12月17日

お茶の水女子大学

1階の居間



ドイツ記念建築物指定



Taut自邸階段



Tautが着色した放熱器



ご清聴有難うございました。

- ◆ 日本熱物性学会の皆様のみすますのご発展を祈念いたします。断熱を通しての地球温暖化防止は大切です。
- ◆ 2007年12月17日
- ◆ お茶の水女子大学生生活環境研究センター
- ◆ 田 中 辰 明