

# ガラスのリサイクル

—EUの事例から日本の今後を考える—

東京大学大学院  
新領域創成科学研究科  
社会文化環境学専攻  
清家剛

## 本日の構成

1. リサイクルで考えること
2. 欧州ガラスびんリサイクルに学ぶ
3. EUの板ガラスリサイクル
4. ドイツの樹脂サッシリサイクル
5. EUのPVC建材リサイクル
6. まとめ

## 資源／廃棄物の評価

LCR ライフサイクル資源投入量

→リサイクルされた材料を使うことによる

資源の節約

LCW ライフサイクル廃棄物量

→リサイクルできる材料を使うことによる

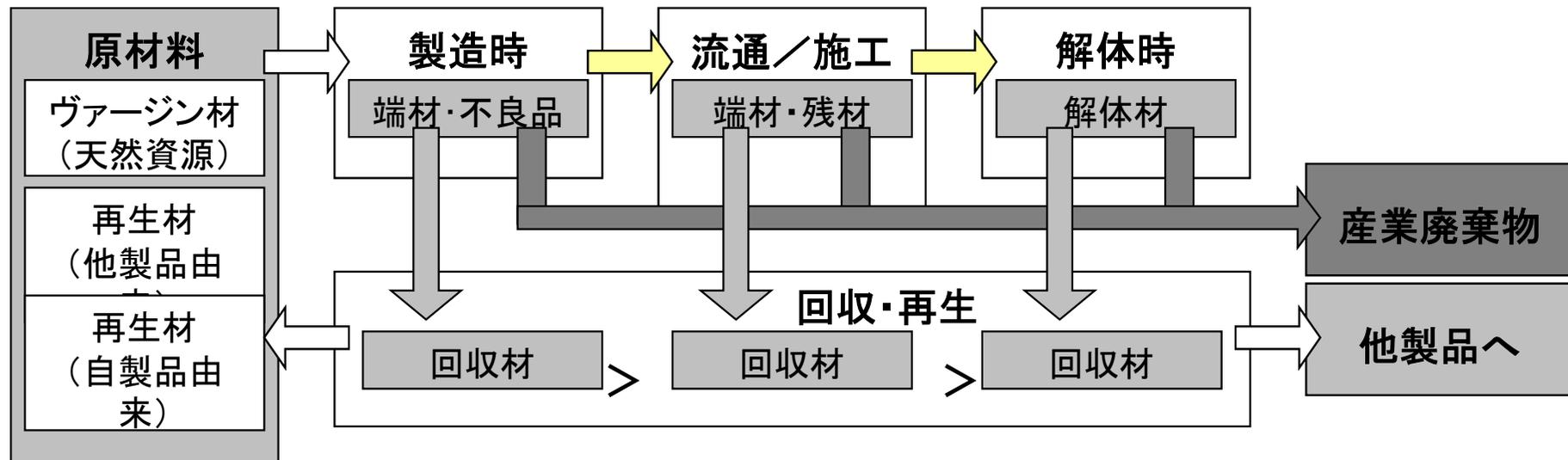
廃棄物量の削減

# 1. リサイクルで考えること

## 建材でのクローズドなリサイクルの評価

- 「解体材の受け入れ余力」の考案 (2001年清家研)

$$\begin{aligned} (\text{解体材の受け入れ余力}) &= (\text{再生材の投入率}) \\ &\quad - (\text{製造時の端材発生率}) \times (\text{回収・再利用率}) \\ &\quad - (\text{流通／施工時の端材発生率}) \times (\text{回収・再利用率}) \end{aligned}$$



### 板硝子のリサイクルについて

- ・製造時の技術的な受け入れ上限がある
- ・工場端材でかなりの量のリサイクルが行われており、他から受け入れる余地は少ない
- ・ガラスを受け入れた方が製造時のCO<sub>2</sub>排出量は小さくなる

# 1. リサイクルで考えること

## 板ガラスのリサイクル

### ■ 板ガラスリサイクルのメリット

- ・ 製造エネルギーの削減
- ・ ガラス製造時に発生する端材等に起因する廃棄物の削減

### ■ 板ガラスリサイクルの課題と現状

- ・ 成分の違いによって、板ガラスに悪影響が出てしまう可能性があり、他社製品のカレット利用は、品質管理が困難。
- ・ 解体廃材から製造されたカレットに関しては、建設当時の成分と現在製造されている成分に差があるため自社製品であっても品質管理が困難。

### 欧州ガラスびんリサイクル調査(2006年)

- ・2006年5月に、ドイツを中心としたEUにおけるガラスのリサイクルの現状を調査(ガラス産業連合会の調査団)
- ・訪問先:びんガラスのリサイクルに関わる場所  
SAR社、GGA、レーヌス社、オランダマルタ社
- ・日本から見て環境先進国であるEUのガラスのリサイクルの現状を詳細に調べることで、日本でどのような適用の可能性があるかの基礎的な知見を得ることを目的としている。
- ・GGA 「まず最初に述べたいのは、ガラスはリサイクルできる材料であるということです。」

## 2. 欧州ガラスびんリサイクルに学ぶ

訪問した地域ではリサイクルが進んでいた

- 特にドイツにおいては、非常に高いリサイクル率となっていた。  
→サンゴバン・オーバーランド社のカレット使用率  
平均75%以上（緑：94%、透明：65%、茶：80%）
- びんの回収システムの確立
  - びん製造工場からの破損品など
  - 一般の社会に流通しているガラスびん  
色別（透明、茶、緑）に回収のボックスを設置

# EUガラス調査 日本 と EU



# EUガラス調査 日本 と EU



### GGAの役割

- ・ガラスリサイクルを推進させるための保証や監査を行う民間の会社
- ・リサイクルが適正に行われていることを担保し、各リサイクル工場を管理しながら、一方で回収したガラスカレットの品質についての交渉も行っている組織
- ・ドイツ全体でびんの製造工場に隣接して、適切にリサイクル工場が立地している  
→リサイクルは移動が問題

# EUガラス調査



# EUガラス調査



# EUガラス調査 ドイツデータ

Jahr 年	Inlandsverkauf 国内生産量 in 10 <sup>6</sup> t	Recyclingglas 国内回収量 in 10 <sup>6</sup> t	Recyclingrate リサイクル率 %
1974	2.31	0.15	6
1980	2.46	0.57	23
1990	3.32	1.80	54
1995	3.70	2.78	75
2000	3.22	2.68	83
2001	2.99	2.67	89
2002	2.98	2.68	90
2003	3.07	2.69	88
2004	2.83	2.58	91
2005	2.76	2.36	85

リサイクル率が時間をかけて上昇→教育が大事

# EUガラス調査 ドイツデータ

Jahr 年	Beschäftigte 従業員数	Flachglas Gesamtproduktion 板ガラス生産量 In 10 <sup>3</sup> Tonnen	Hohlglas Gesamtproduktion 容器ガラス生産量 in 10 <sup>3</sup> Tonnen	Gesamt- produktionswert 総生産高(10億ユーロ) in 10 <sup>9</sup> EUR
1950	44 000	298	430	0.25
1960	89 000	536	1209	1.1
1970	95 000	843	2443	2.2
1980	77 000	1216	3261	4.5
1990	70 000	1380	3700	6.8
1992	81 000	1560	4390	7.3
2000	65 500	1870	4260	8.8
2002	64 000	1950	4160	8.9
2003	57 600	1500	4208	7.2
2004	55 000	1508	4105	7.3
2005	52 000			7.0

板硝子よりびんガラスの生産量が多い

## 2. 欧州ガラスびんリサイクルに学ぶ

- (1) カレットをつくるリサイクル技術そのものに日本とEUで大きな差はない
- (2) リサイクルを進めるための流通システムを確立することに力が注がれている
  - 一般からの回収のシステム、リサイクル工場からびん製造工場への流通システムが確立
- (3) ガラスカレットの品質にはネゴシエーションが必要
- (4) リサイクルは教育が重要
- (5) ドイツはびんの製造量が多い



#### VRN (Vlakglas Recycling Nederland)

Gouda, Netherlands

2007年9月20日

施設概要: 板ガラスリサイクル管理機関

- 板ガラスリサイクルの管理運営機関
- 設立の経緯  
政府主導のリサイクルシステムの導入が試みられていたが民間企業が危機感を募り、民会企業によってVRNが組織され板ガラスリサイクルが実現される。
- 約7万5000tの廃ガラスを回収しており、オランダ国内における板ガラスの約7割を回収している。

#### 団体の概要

VRN (Vlakglas Recycling Nederland) は、オランダにおける板ガラスリサイクルを目指す、板ガラス業界団体からの出資によって成立した非営利団体である。

#### リサイクルの動機

VRNの活動は政府とかかわりのない自発的(ボランティア)なものであるが、活動の動機はリサイクルの使用による板ガラス製造コストの削減である。

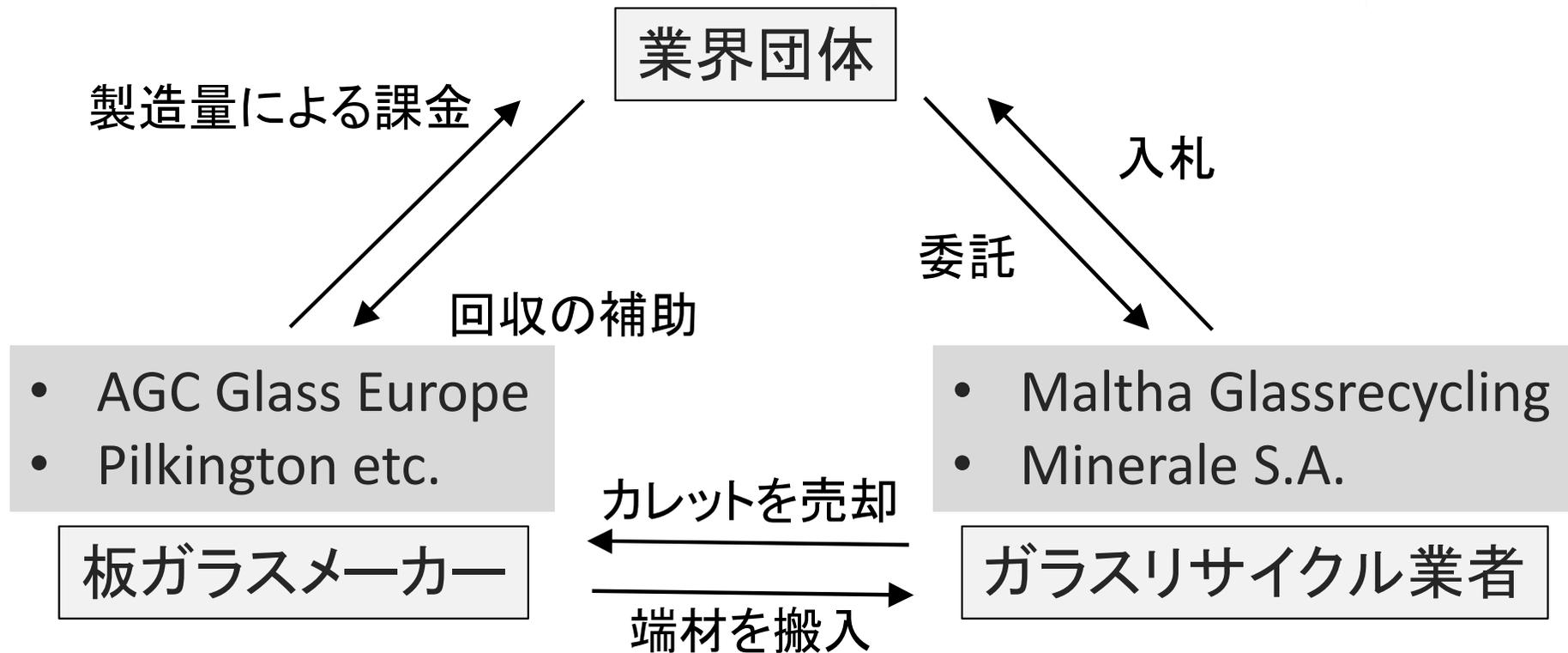
#### 経済的な仕組み

オランダの板ガラス製造業者と輸入業者277社から徴収している。

断熱ガラスだと**0.4€/m<sup>2</sup>**(2015年までは0.5€/m<sup>2</sup>)の負担が課される。



## Vlaskglas Recycling Nederland



### 3. EUの板ガラスリサイクル VRN



写真. 18m<sup>3</sup>の回収コンテナ



写真. 2m<sup>3</sup>の回収コンテナ

表. VRNが保有する回収コンテナ

Uitstaande containers	inhoud	aantal
kooiaap	0,5 m <sup>3</sup>	63
	1 m <sup>3</sup>	103
	2 m <sup>3</sup>	500
open/gesloten	18 m <sup>3</sup>	513
<b>totaal</b>		<b>1179</b>

#### ■ 回収と運送

コンテナが満杯になると回収拠点から連絡が入り、コンテナを交換する。コンテナの分別状況を目視でチェックして分別状態が悪い場合、回収しない。輸送コスト削減のため、舟での大規模輸送が検討されている。早ければ来年の夏頃にも実現する。

### 3. EUの板ガラスリサイクル VRN



写真. collection point の位置

表. collection point の種類と数

Aard van de locatie	Aantal locaties/contracten				
	2007	2006	2005	2004	2003
Inzamelpunt	245	232	191	187	182
Regionaal Overslag Station (ROS)		32	26	30	29
Op- en Overslag station (OPO)	32	28	20	20	17
Huurlocatie	274	235	162	90	68
Renovatie/sloop locatie (Ad-hoc)	225	180	152	195	129

■ collection point  
VRNの廃ガラスの回収拠点  
オランダ全土に約800ヶ所存在し  
コンテナを置いて廃ガラスを回収している。

### 3. EUの板ガラスリサイクル VRN



写真. VRNの回収コンテナ(OPO内)



写真. VRNが回収したガラス1



写真. コンテナの運搬(OPO内)



写真. VRNが回収したガラス2

### 3. EUの板ガラスリサイクル VRN

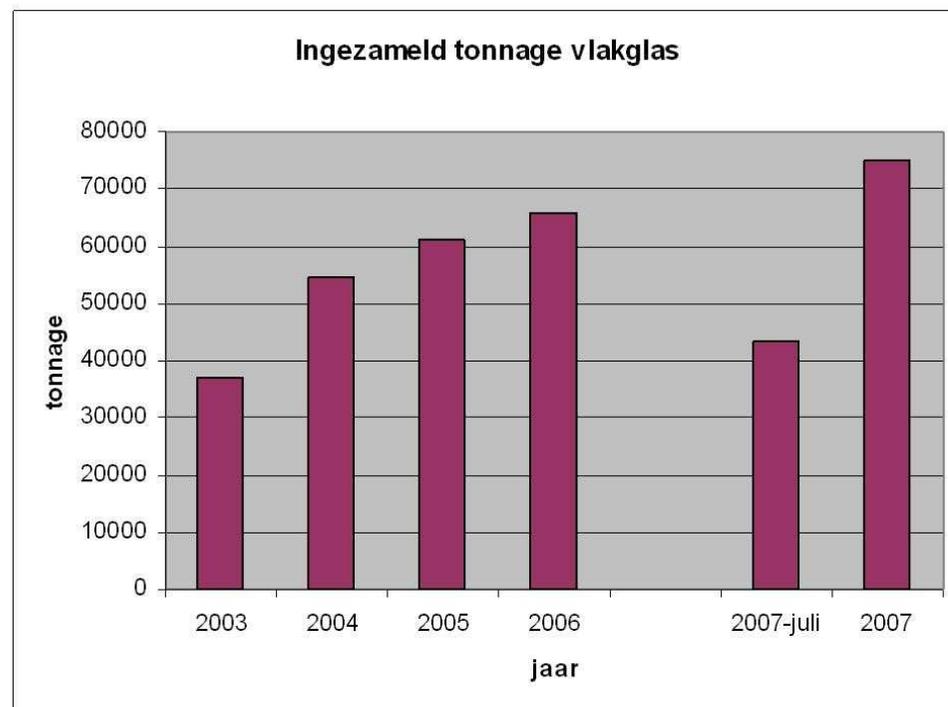


図. VRNの板ガラス回収量変化

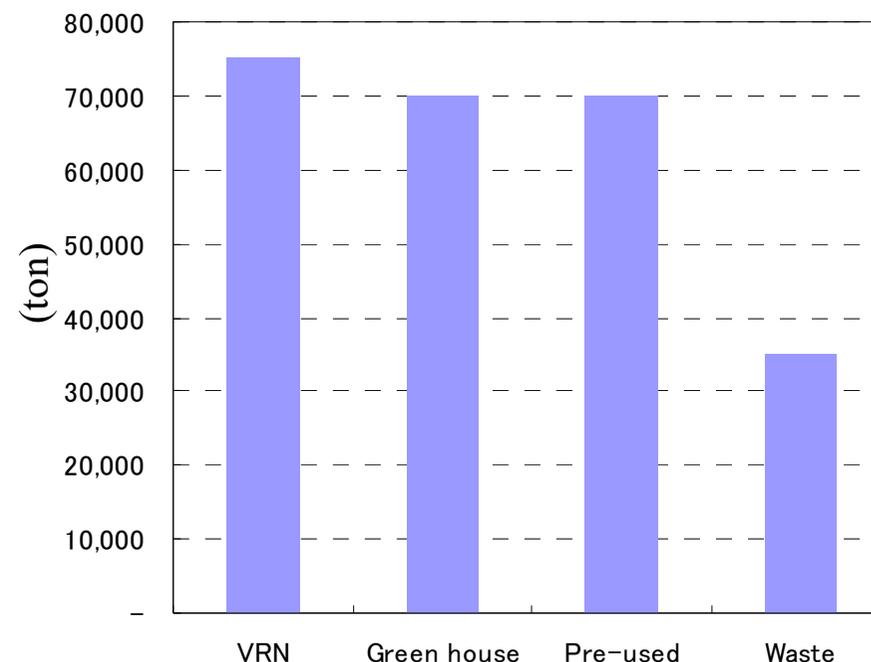


図. オランダ全体での板ガラス回収量

- Green houses: 温室から出るガラス。フロートガラスであるため質が良い。
- Pre-used : 新品ガラスの端材。品質が高いためリサイクルに向いている。
- Waste : 廃棄された板ガラスのことである。約60%が建築解体現場。
- VRN : 回収する板ガラスにもGreenhousesやPre-usedが含まれる。

#### 回収拠点

異物が多かった場合は管理者が罰金を払う

#### ○回収拠点(無料)

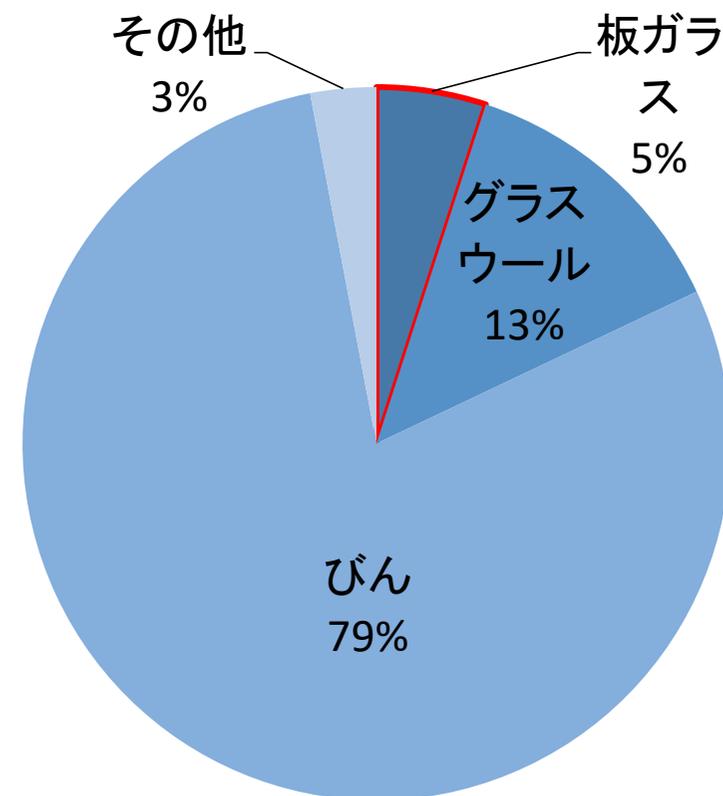
403拠点.....メーカーや処理業者用

192拠点.....一般の人々向け

#### ○一時的なコンテナの貸し出し(有料)

326拠点.....小規模なメーカー用

531か所.....工事現場への貸し出し



#### ガラスカレットの概要

現在は右図のような内訳となっている。

板ガラスへのリサイクルは技術的には可能となっているため、現在の5%から将来的には20%まで引き上げようとしている。

### 3. EUの板ガラスリサイクル Maltha

#### Maltha Glassrecycling

#### 会社の概要

VRNからの入札を受け、オランダから排出される多くの廃板ガラスを原料として、ガラスカレットの製造を行っている。EUに8か所の工場を構えている。

#### 工場の概要

- 1日に事務員含め16名が勤務している工場である。
- 15万トン/年のガラスカレットを製造している。
- 処理ラインは合わせガラス用と単板ガラス用の2つがある。
- 最終的にガラスカレットに含まれる異物は1%以下となる。

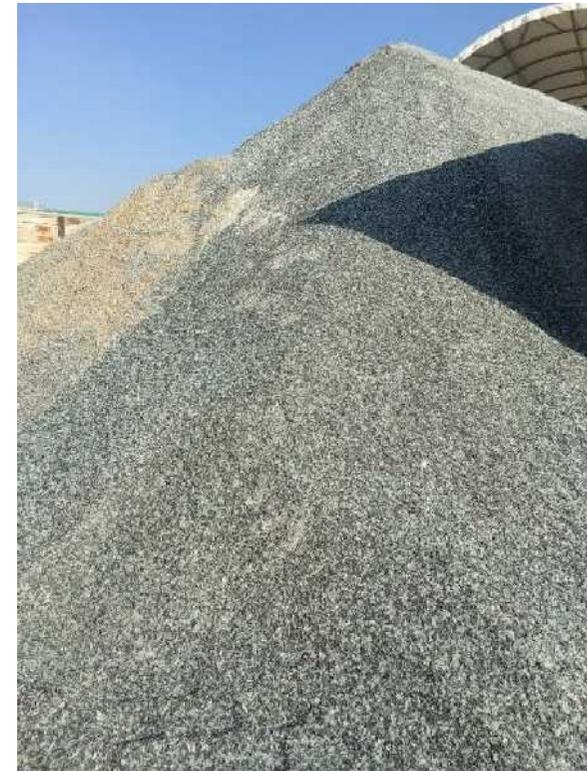


#### ガラスリサイクルの課題

- 窓枠だけでなく、その周囲の石やガラスが異物として混入してしまうと、ガラスと近い物性であるために選別が難しい
- ガラスカレットの用途は色によって決定されるため、回収や搬入時に色ごとに分けることが重要である



処理前の廃板ガラス



処理後のガラスカレット

### 3. EUの板ガラスリサイクル Maltha



写真. スtockヤード



写真. ガラスカレット



写真. 電球の不良品



写真. 車のフロントガラス



写真. 異物



写真. 剥離されたPVB被膜

### 3. EUの板ガラスリサイクル Maltha

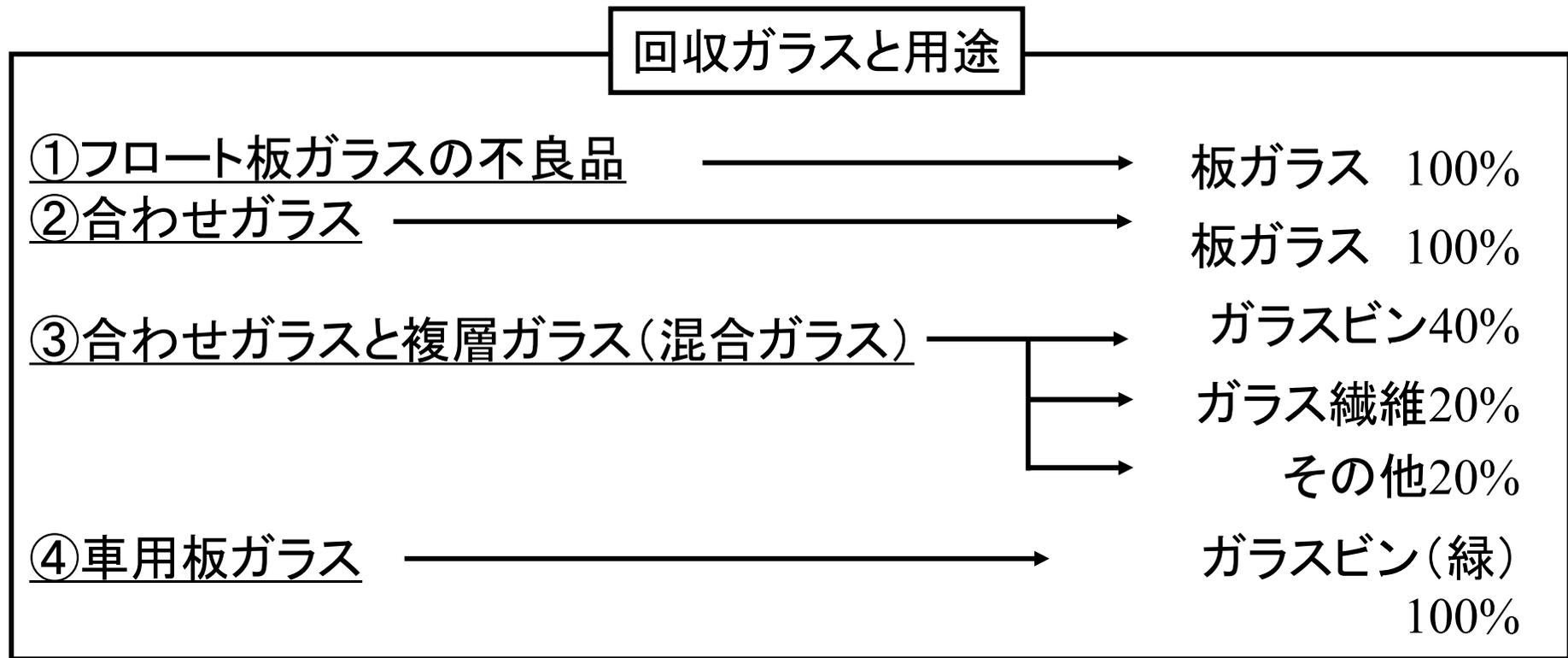
回収ガラス 150000ton/年

①加工端材としてのフロート板ガラス	10%
②色付きガラス	23%
③温室用板ガラス	5%
④鏡	0%
⑤解体現場からの建築用板ガラス、混合ガラス	10%
⑦車用板ガラス	50%
⑧その他	2%

#### ■ リサイクル工程

回収段階としては、上記の8分類に分けられ回収されてストックヤードで、保管後、処理ラインへ投入される。投入は、①と⑤の合わせガラスはPVB被膜除去のため、その他ガラスの処理方法は多少異なる。

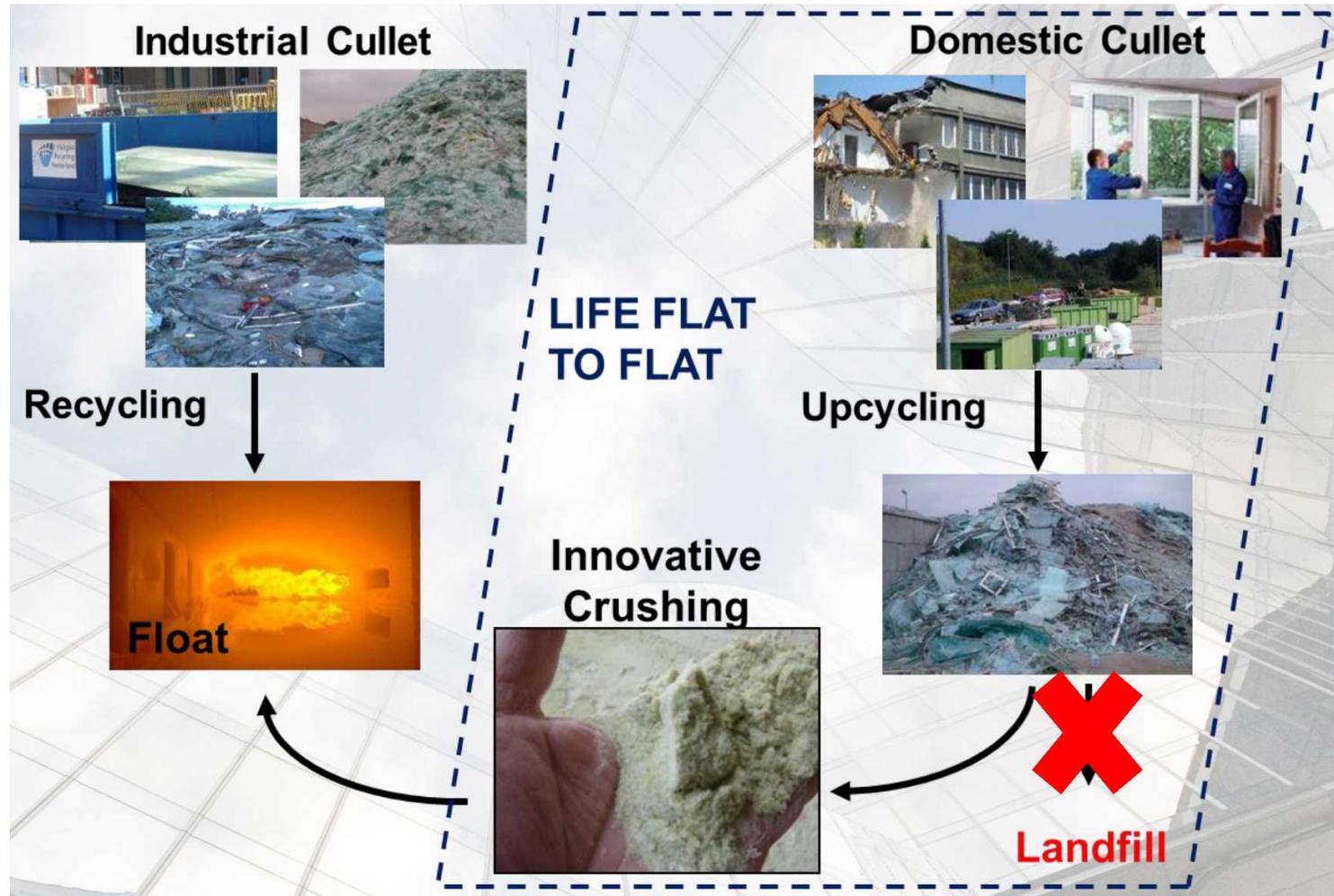
### 3. EUの板ガラスリサイクル Reiling



#### ■ 回収時点でのガラスと再資源化後の用途

板ガラスの原料に再資源化することは、回収段階で品質が高い物でないといけない。そのため、再資源化向上のため、多用途での利用が多く存在しているため、効率的な再資源化が行なわれていた。

## LIFE FLAT TO FLAT



- VRNとMaltha Recycling、AGC Glass Europeによって、板ガラスを水平リサイクルしようという試みが行われていることが分かった

## AGC Glass Europe（板ガラス製造業者）

### リサイクルのメリット

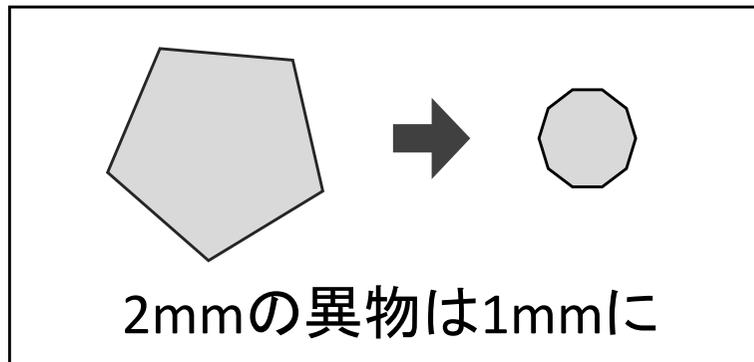
建設廃材として排出される板ガラスの90%をリサイクルしたとして試算



- ①3000TJのエネルギー節約
- ②600000トンのCO2排出抑制
- ③240万トンのバージン原料の節約

### パウダー化によるリサイクル

溶融時に異物が1mm程度小さくなることが分かったため、カレットをパウダー化することで、ガラスの溶融を経ると影響が出なくなる



Reiling Glas

Gladbeck, German

2008年10月28日（木）

施設概要：板ガラスリサイクル業者

#### ■ 板ガラスリサイクル業者

#### ■ 業務内容

板ガラスを中心に回収している。隣接する板ガラス製造メーカーへガラスカレットを販売している。ほかには、車などの板ガラスも回収しており、ガラス繊維の原料や、ビンガラスの原料として利用してる。



写真. 合わせガラスと複層ガラス



写真. 合わせガラス

#### 回収対象のガラス

- ① フロート板ガラスの不良品
- ② 合わせガラス
- ③ 合わせガラスと複層ガラス  
(混合ガラス)
- ④ 車用板ガラス

#### ■ 廃ガラス

以上の4種類のガラスがストックヤードに保管されており、分別されて保管されていた。

隣接する板ガラス製造メーカーと関係が友好的であるため、合わせガラスの廃材、ほとんどが加工端材である。

### 3. EUの板ガラスリサイクル Reiling

#### Reiling社との関係

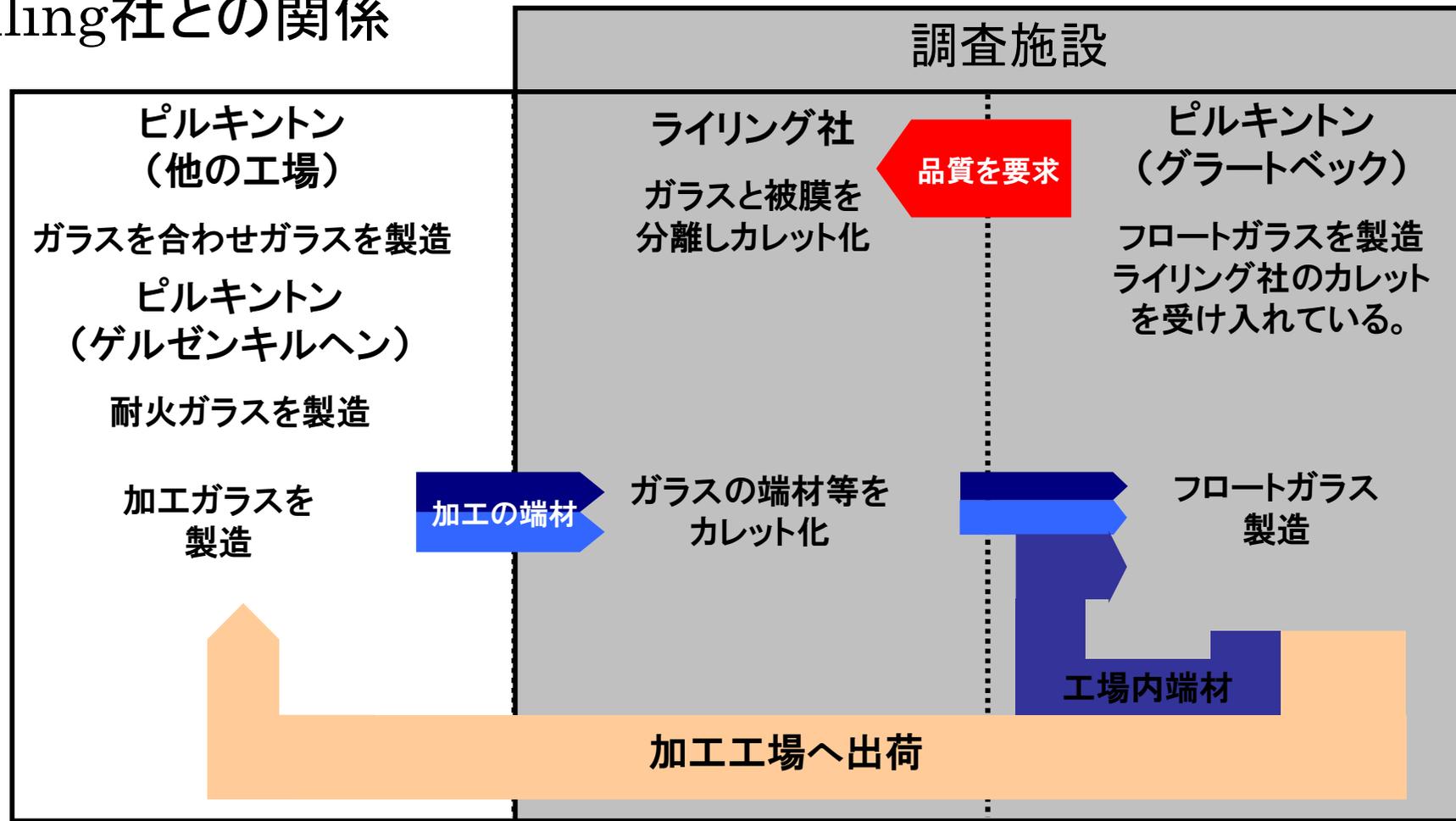


図. Reiling社とPilkingtonの関係

他工場で発生する加工端材をReiling社に処理を委託しReiling社のガラスカレットを購入している。

### 3. EUの板ガラスリサイクル

#### ■リサイクル業者

板ガラスメーカーへ販売されるカレットは、品質要求が高いため、品質の安定した一部のガラスしか再資源化できていない。

現在、分別技術が向上しているため、多くのガラスカレットを板ガラス原料として投入できるのではないかと考えている。

#### ■板ガラス業者

自社の他工場内でのリサイクルは可能であり、廃棄コストを考慮した場合、再利用した方が有利である。

解体系の板ガラスカレット投入に関しては、品質管理に手間やコスト、投入に関してのリスクを伴うため、前向きではない。

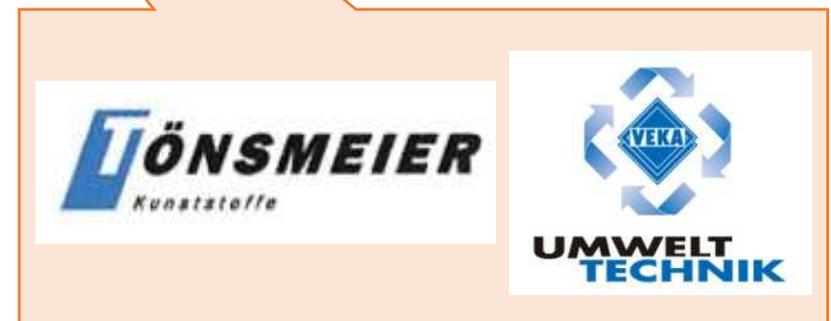
#### ■管理機関

廃棄物削減、温室効果ガスの削減といった点から、板ガラスの再資源化される事は、望ましいと考えているがリスクなど考慮した上で、有効なリサイクルシステム構築を望んでいる。

## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

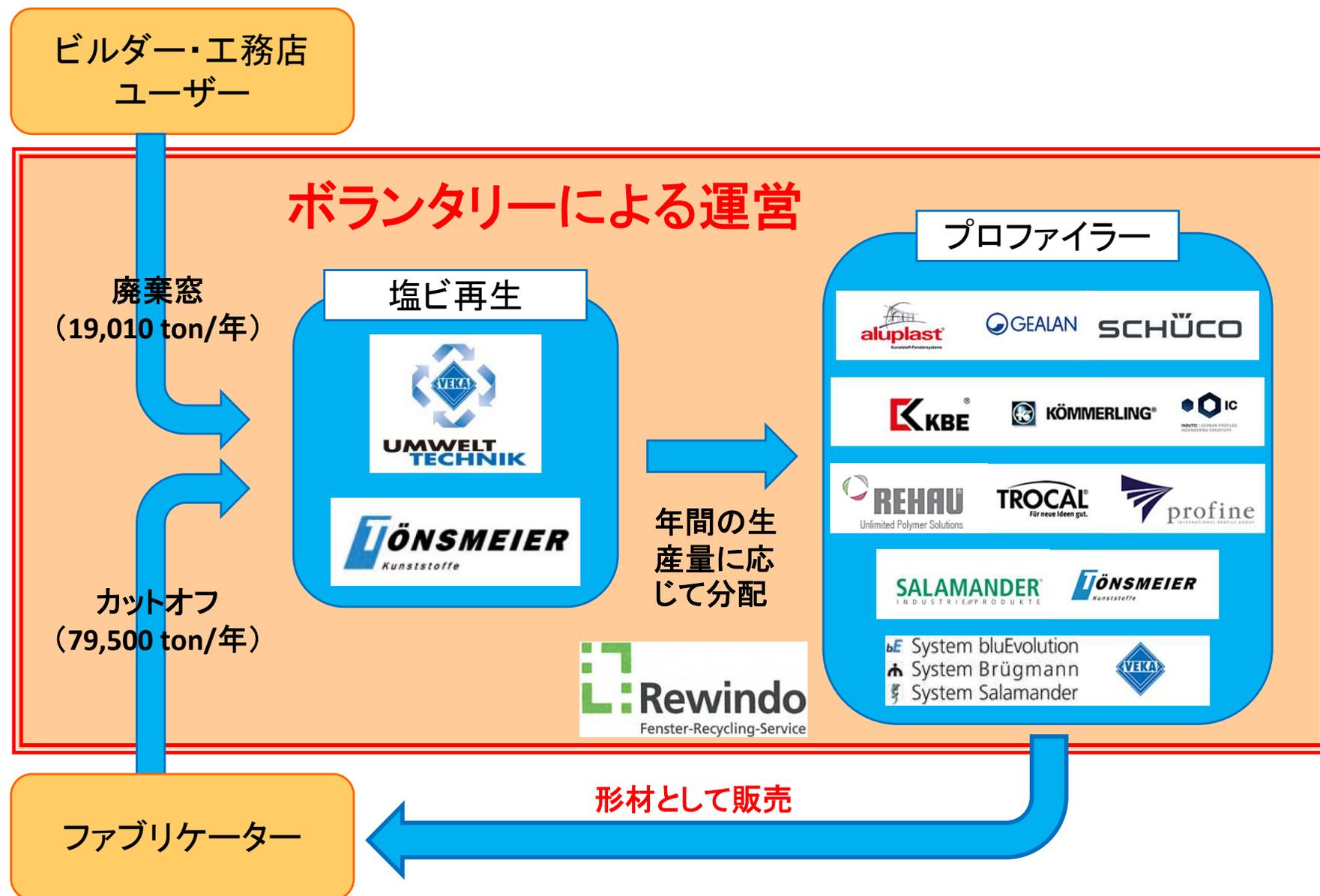
### Rewindo

- ・樹脂サッシのリサイクル工業会
- ・2002年6月28日設立(今年度で10周年)
- ・大手樹脂型材メーカーの集まり  
うち2社がリサイクル機能を持つ
- ・活動内容:
  - 樹脂サッシのリサイクル支援
  - リサイクル製品の品質保証
- ・搬入量10万t(ドイツ国外、不純物含む)  
のうち7.5万tはカットオフ由来



# 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

## Rewindo (塩ビサッシリサイクル)の枠組み



## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

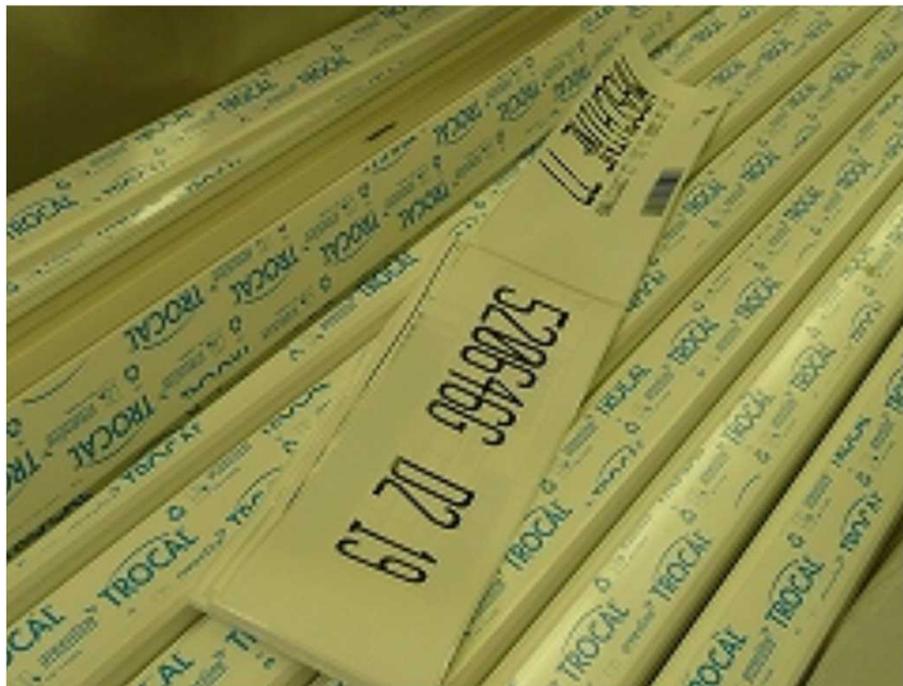
**Profine GmbH**

Troisdorf, German

2008年10月27日

施設概要:

PVC形材押出メーカー



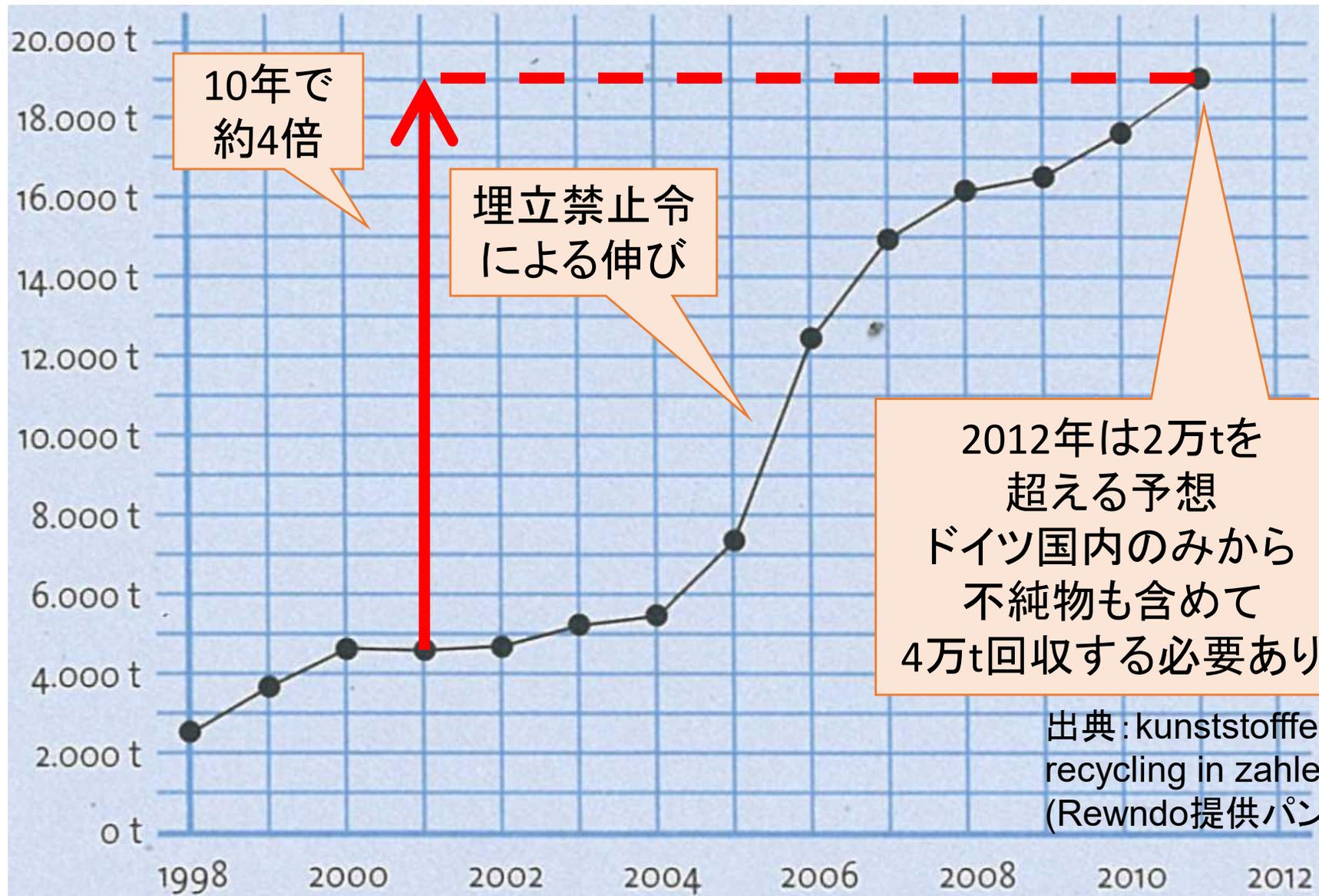
▲リサイクル原料利用のマーク



▲リサイクル原料の使用事例

## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

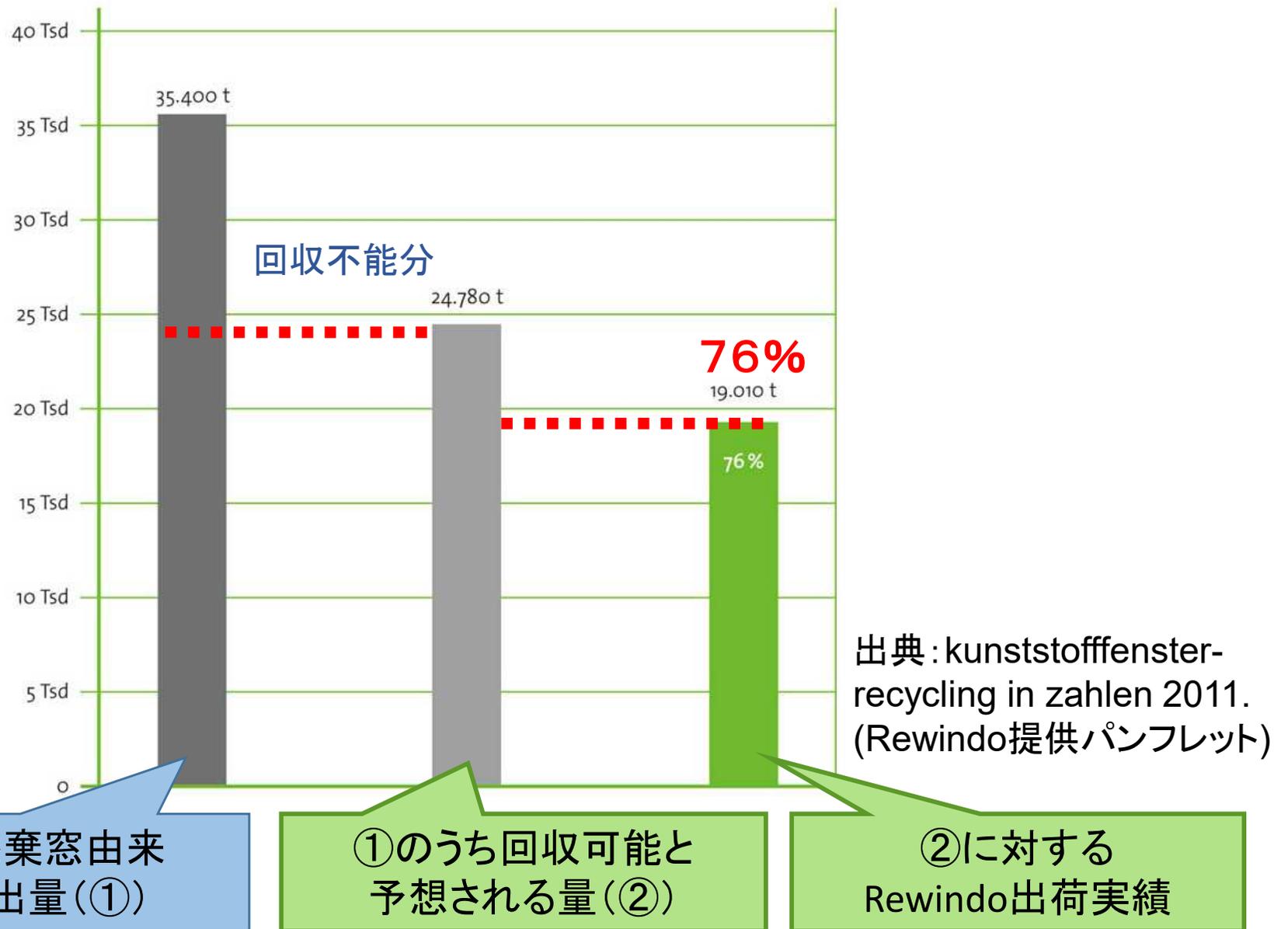
表：Rewindoによる廃棄窓由来の塩ビリサイクル量の変化



出典：kunststoffenster-recycling in zahlen 2011.  
(Rewindo提供パンフレット)

## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

表:2011年ドイツ国内廃棄窓総量に対するRewindoのリサイクル割合

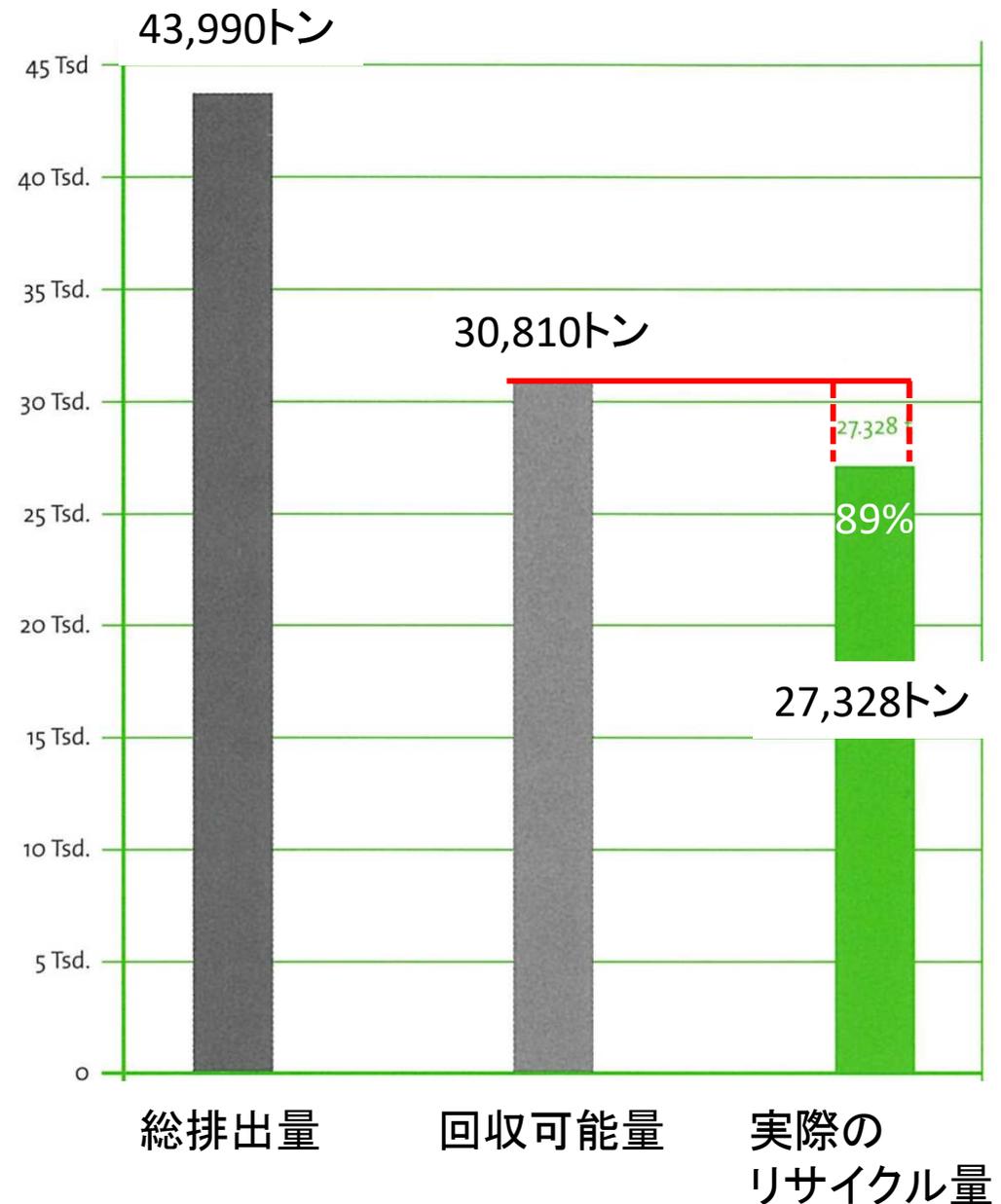


## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

### PVCサッシのリサイクル

- リサイクルは義務ではなく自発的な活動であるため、リサイクルの目標量を回収可能な量から設定している
- リサイクルが可能な限界量の89%が現在リサイクルできているという試算を行っている

※Rewindo資料より



## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル VEKA UT

### VEKA-UTについて

- 1993年にVEKA社が単独で設立した、樹脂サッシリサイクル工場である
- 端材や建設廃材を収集し、年間5万トンのペレットを製造している
- ドイツより小さいが、フランス・イギリスにも工場を設置している



### 工場の詳細

- 人件費削減のため、可能な限りラインを自動化している
- 工場で使われている技術に独自開発したものではなく、既往の技術をうまく組み合わせて使っている

## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル



▲工場全景  
(VEKAUT紹介DVDより)

▲工場周辺は国立公園  
(元は軍の演習場)。  
草原が広がっている。



## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル



▲廃材から回収された塩ビの山。

▲イギリス、フランスなどからも大型トラックで廃材が搬入される。



## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル



▲ 破碎後の大きさによる  
選別  
(VEKAUT紹介DVDより)

▲ 6~8mmに砕かれた  
リサイクル材  
(VEKAUT紹介DVDより)



## 4. ドイツの樹脂サッシリサイクル

### まとめ (AGPU、Rewindo、VEKA UT)

- ・塩ビに対する圧力(環境・リサイクル)が原動力  
(2003年視察時と同じ)
- ・対応するリサイクルの枠組みが広がる。  
1993~2002 : VEKA UT 1社の力  
2002~ : Rewindo設立、10年間で安定供給へ
- ・ボランティアな活動なので、「できるだけ集める」というスタンス  
(義務化すると100%回収することになり、コストがかかる)
- ・ドイツにおけるリサイクル成功理由
  - ・回収量の多さ  
(廃樹脂サッシ 3,800 → 19,100 ton、カットオフ 25,000 → 79,500 ton)
  - ・サッシメーカーの業態の違い(型材製造、窓製造が分離)
  - ・白を基調とした製品流通(色選別は白とそれ以外で済む)

### ■ ドイツのPVCサッシリサイクル

自らリサイクルに取り組むことで

- ・社会的な圧力から逃れる
- ・リサイクル率を自ら目標設定できる

結果として他国からのリサイクルも一部請け負っている

## 5. EUのPVC建材リサイクル



A concept to Stimulate the Collection and the Recycling of Post consumer

Eric Criel  
General Manager

[www.recovinyl.com](http://www.recovinyl.com)

Recovinyl

Bruxelles , Belgium

2008年10月27日

施設概要：PVCリサイクル管理機関

### ■ PVCリサイクル管理機関

### ■ 業務内容

一般廃棄物PVCのリサイクルを促進することである。2010年までに20万tまで拡大することを目標に掲げている。金銭的な動機付けを基本とした回収分別リサイクルのシステムを確立する。産業廃棄物は対象としていないが、工場からの不良品や加工端材は対象としている。

# 5. EUのPVC建材リサイクル

MIX PVC recycler Germany



Rigid Applications



Flexible Applications



## ■ 補助の対象物

サッシ、パイプ、フローリング、屋根材、ローリングシャッター、点滴用パック、ICチップ、ケーブル、家具、スイミングプールの防水層などのPVC製品全般を回収した業者、リサイクルした業者に補助金を支払う。

## 5. EUのPVC建材リサイクル

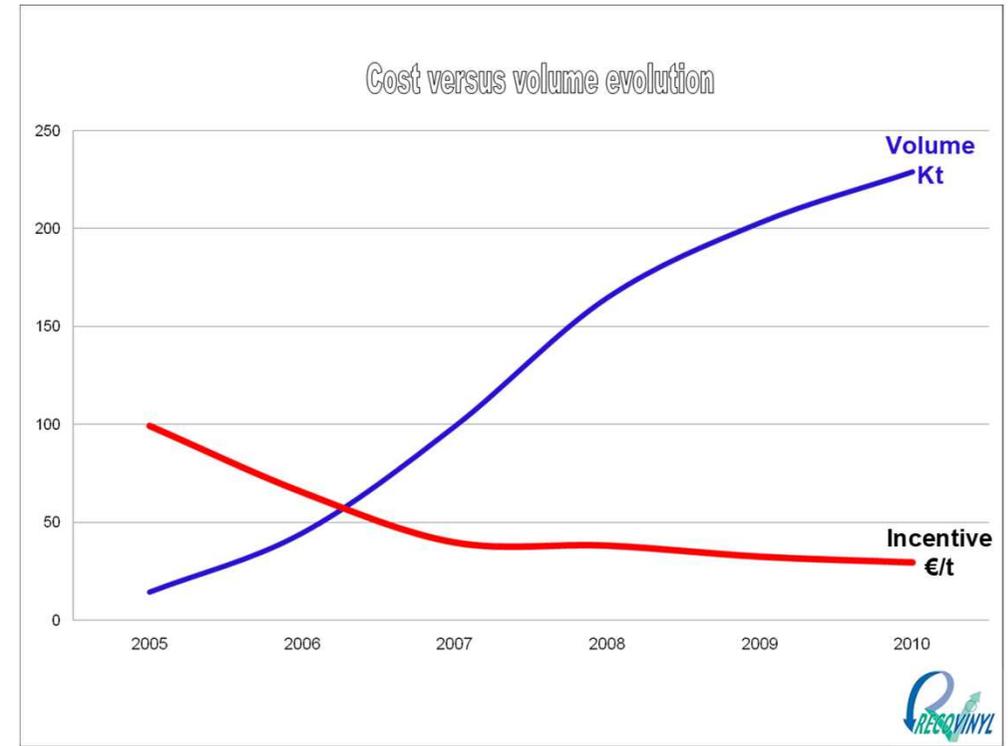
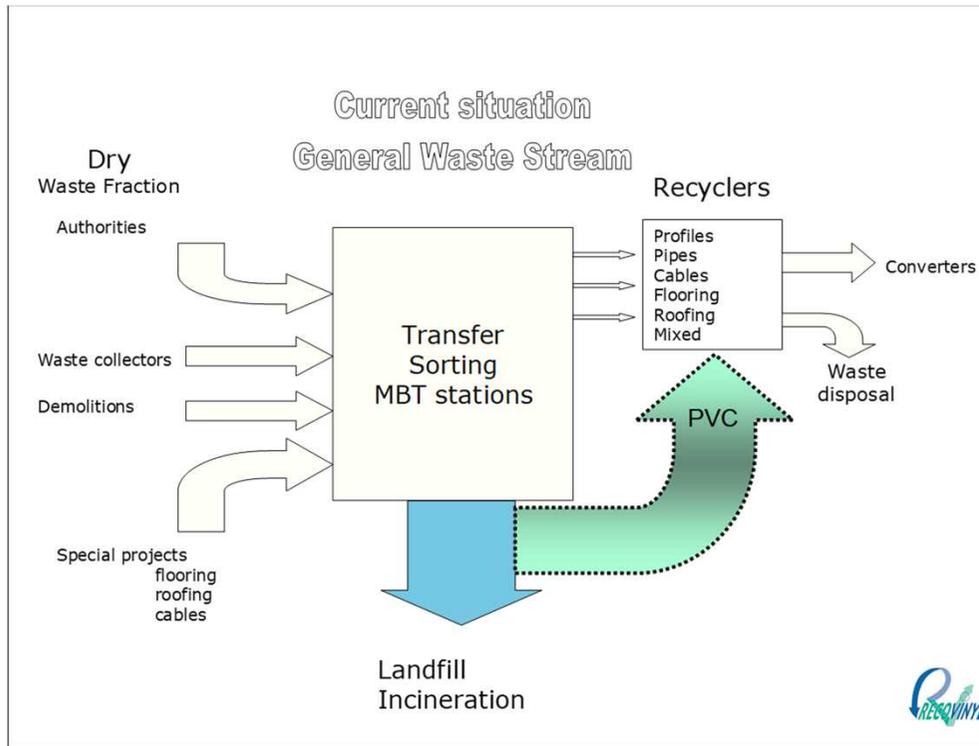


図. PVCのマテリアルフロー

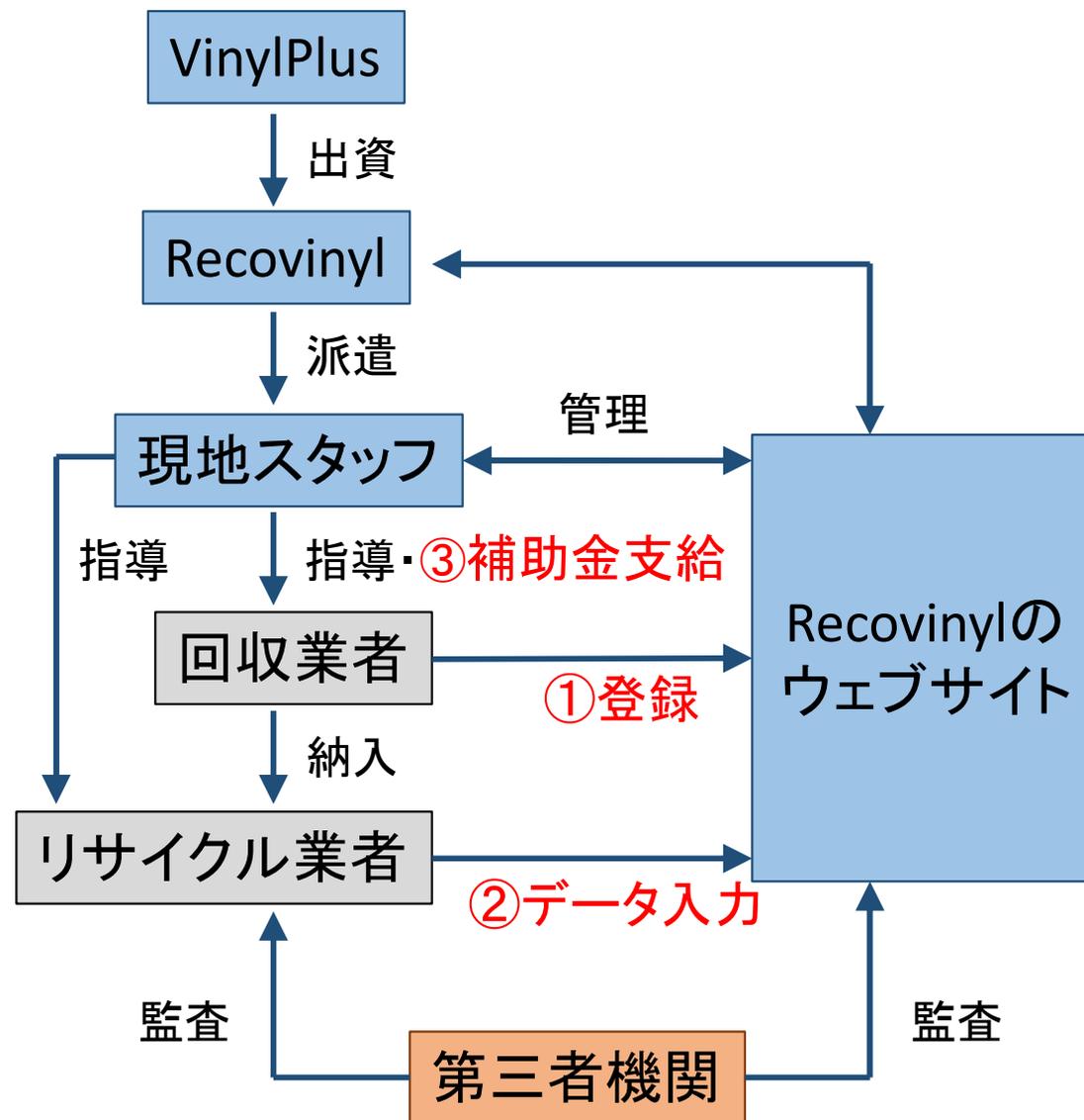
図. 回収量と補助金の関係

金銭的な補助を適切に施すことで、これまで埋立て処分や焼却処分に回っていたPVCをリサイクル業者に回すシステムに切り替えることが基本アイデアである。  
システムが切り替わった後は市場がリサイクル材を受け入れるようになるのを待って次第に補助金を減らしていくのが目的である。

## 5. EUのPVC建材リサイクル

### Recovinylのシステム

- Recovinylのウェブサイトに関業者とリサイクル業者が登録し、一元管理を行っている。
- リサイクル業者がリサイクル量を入力すると、回収業者に補助金が入る仕組みになっている。
- EU内で回収・リサイクルされたものだけが、リサイクル量として計上される



### ■ Recovinyllの今後の課題

イタリアやスペインなどでは大量のPVCが廃棄されるが、リサイクルされる量は少なく不法投棄がはびこっている。これらの国ではリサイクル業者が零細なためinvoiceを用いた管理が難しく、今後どのようにRecovinyllに組み込んでゆくかが今後の課題である。

ケーブルのごみは大部分が銅の導線部分でPVCの絶縁体部分は少ないため分離しにくい細いケーブルは中国やフィリピンなどへ輸出される。その70%以上がPVCごみだと証明されれば補助金が支払われるが、そのリサイクルの実態は確認できていないので、2010年以降を目処に極東のリサイクル状況をチェックするシステム作りに取り掛かろうと考えていかななくてはならない。

# EUの資源循環でみえてくること

1. 社会的なプレッシャーとの関係
  - 環境税などとのバランス
2. 自主的な資源循環を実現することの有利さ
  - 義務ではないので自主目標
  - 回収可能な範囲でのリサイクル
  - リサイクルのアピール
3. 資源循環を許容する社会？

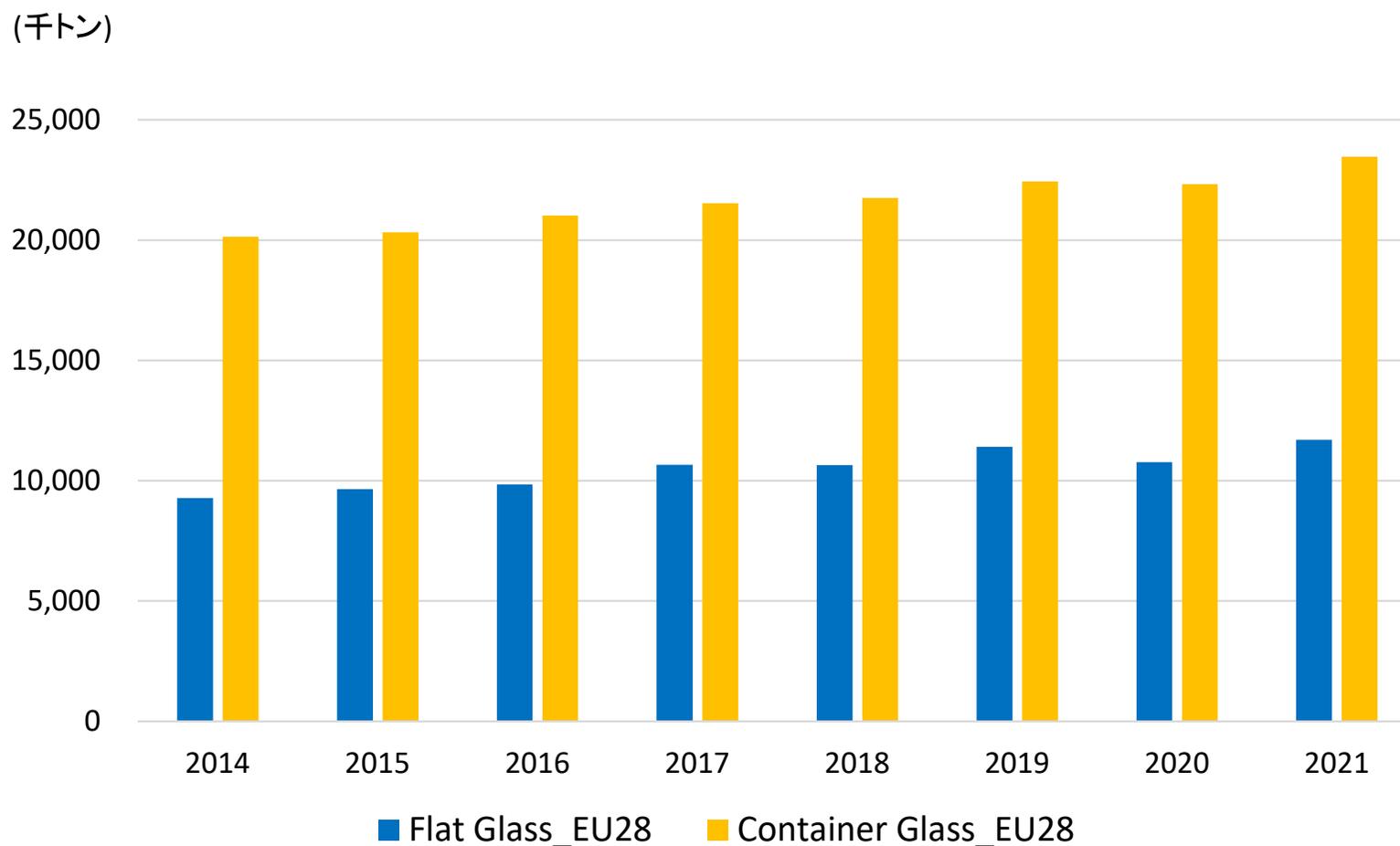
# 資源循環の観点で考えるべきこと

1. 高性能化した住宅＝複合化した建材の集合  
→資源循環とは違う方向を向いていないのか  
サッシは？ガラスは？太陽光発電は？
2. 資源循環を意識した設計？
3. 資源循環可能な社会？

### 気になる課題

- ・大量に普及した太陽光発電は建物より寿命が短い
  - 複合化した建材の代表例
    - －感電しないように外す
    - －リユースが望ましいがおそらく廃棄
    - －リサイクルする場合には大量のガラスが発生
- ・EUではガラスリサイクル業者による太陽光発電の処分の実験
  - 日本ではだれがやる？

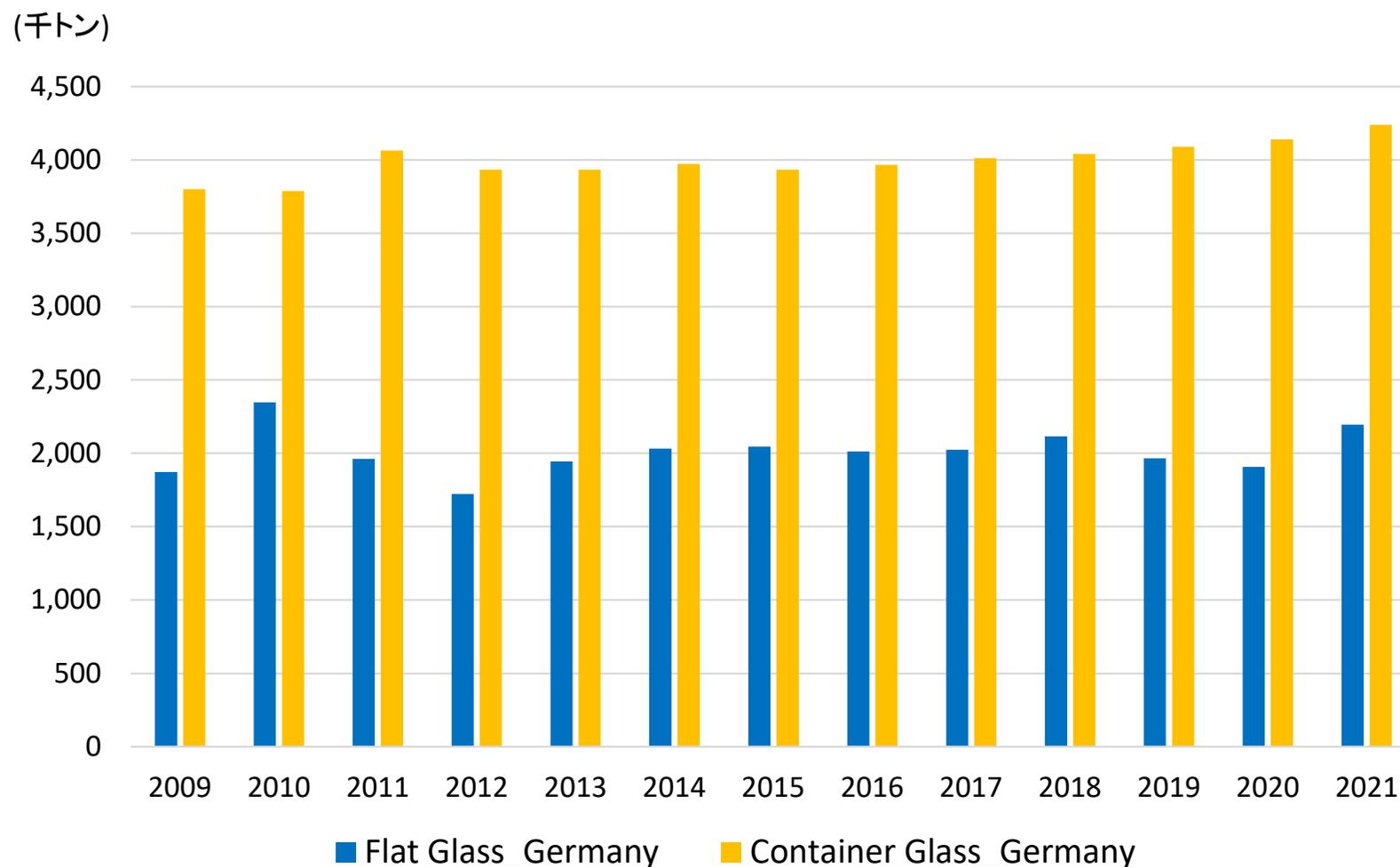
# EUにおけるびん類・板ガラスの生産



グラフ EUにおける板ガラス・びん類の生産量の推移(2014～)

EUでは、びん類生産量は板ガラス生産量の倍ある

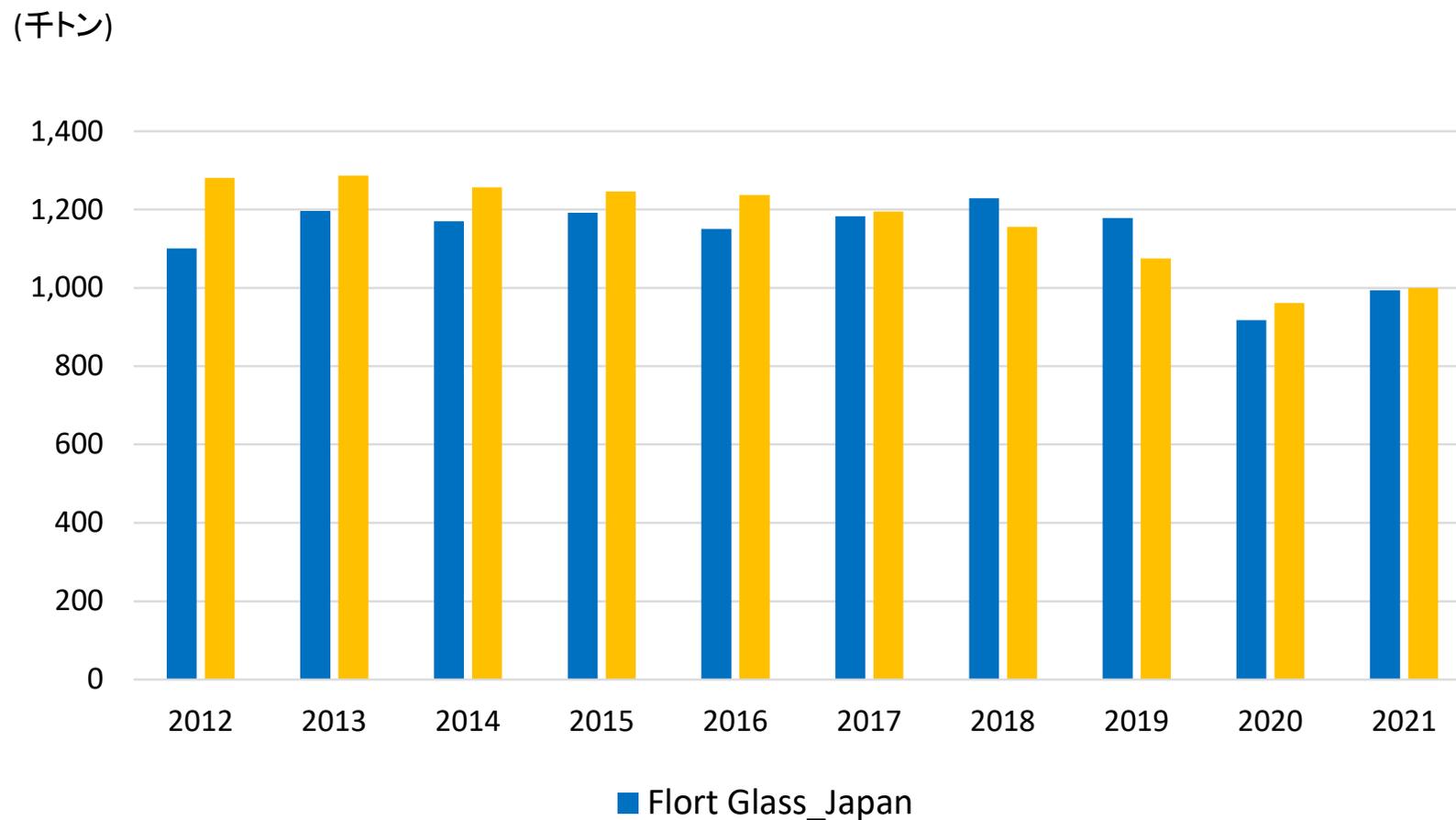
# ドイツにおけるびん類・板ガラスの生産



グラフ ドイツにおける板ガラス・びん類の生産量の推移(2009～)

ドイツでも、びん類生産量は板ガラス生産量の倍ある

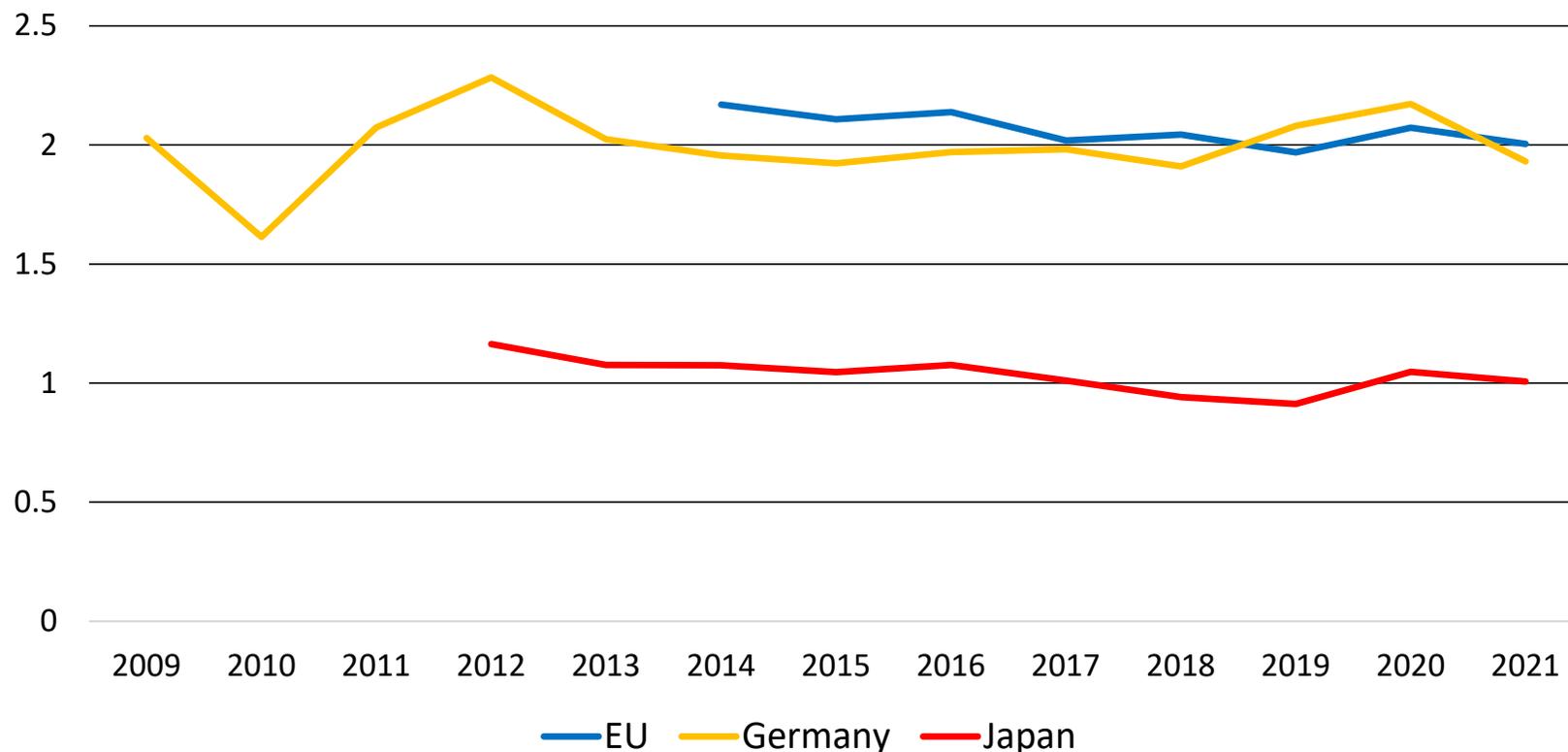
# 日本におけるびん類・板ガラスの生産



グラフ 日本における板ガラス・びん類の生産量の推移(2012～)

日本では、びん類生産量と板ガラス生産量は同程度

# 板ガラスとびん類の生産量の比



グラフ びん類生産量を板ガラス生産量で割った値の推移

欧州とは違い、日本でびん類を板ガラスリサイクルの受け皿にすることは難しい

- ・どのようなリサイクルシステムを構築するのか
- ・分別、再資源化のための新しい技術開発
- ・新しい職種、役割の創出

→評価システムの確立

→社会への実装に向けての検討

- ・自主的な取り組み
- ・国際的なつながり

→日本としてどうすべきか？

2022年11月28日「国際ガラス年2022建築ガラス記念講演会」

---

# ガラスの強風被害とその対策

丸山 敬

京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門  
耐風構造研究分野 教授

# 本日の講演内容

## ◆ ガラスの強風被害

- ① 強風の発生原因：台風の性質と今後
- ② 強風によるガラスの被害
- ③ 被害のメカニズム

敵を知り

## ◆ 被害対策

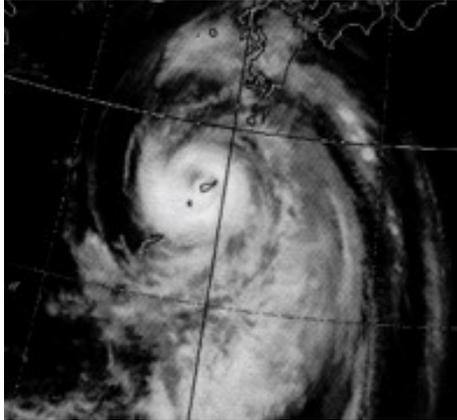
- ④ ガラス被害を減らすには
- ⑤ ガラスの性能評価

敵に備える

# ガラスの強風被害

- ① 台風強風の発生原因  
: 台風の性質と今後
- ② 強風によるガラスの被害
- ③ 被害のメカニズム

# 台風とは



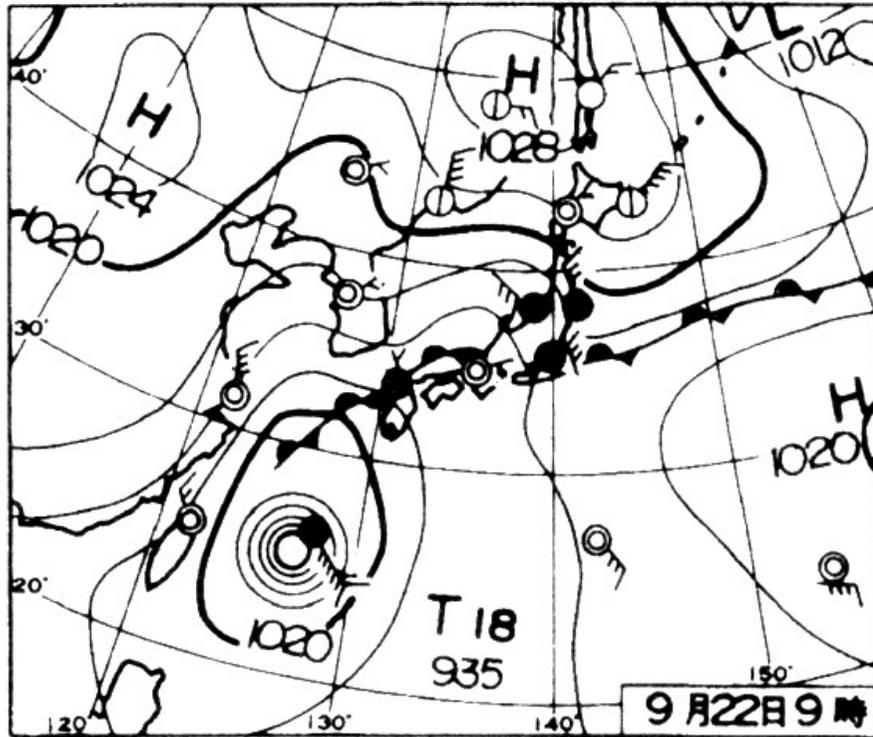
北半球の東経100~180°，北緯0~60°  
の北太平洋西部や南シナ海に現れる熱帯  
低気圧のうち，最大風速が17m/s以上のもの  
をいう (気象庁HPより)

## 熱帯低気圧の分類

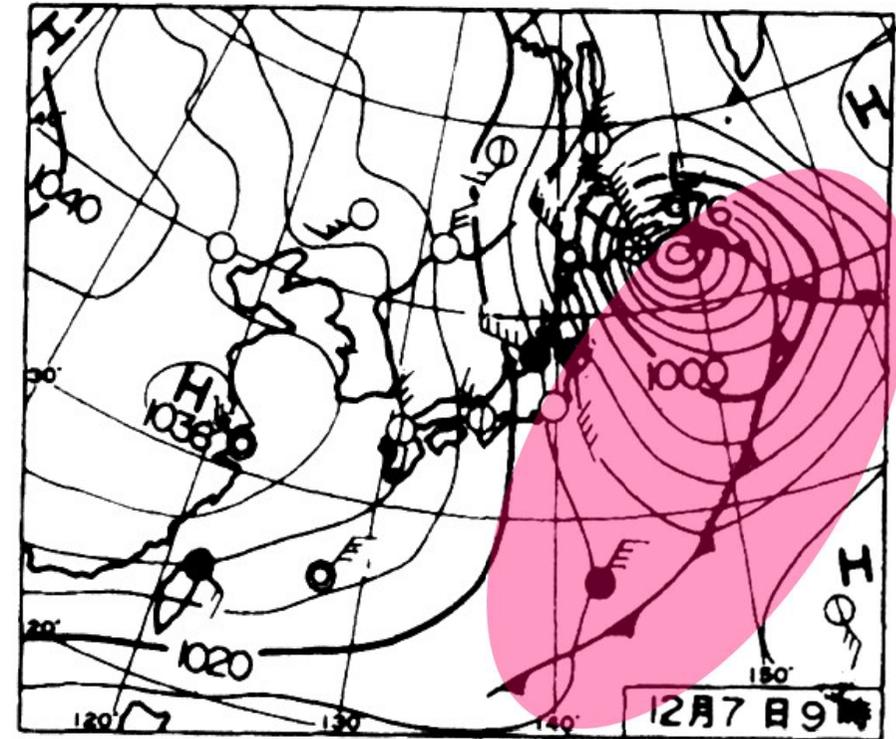
最大風速	17m/s未満	17m/s以上
分類	熱帯低気圧	台風

\* 平成12年5月以前は17.2m/s

# 熱帯低気圧と温帯低気圧



熱帯低気圧



温帯低気圧

(気象庁：天気図)

# 台風**の強さ**

## 台風**の強さの分類**

最大風速 (m/s)	呼び方	呼び方 (旧)
17以上25未満	表現なし	弱い
25以上33未満	表現なし	なみの強さ
33以上44未満	強い	強い
44以上54未満	非常に強い	非常に強い
54以上	猛烈な	猛烈な

(旧) と示した欄は、平成12年5月以前

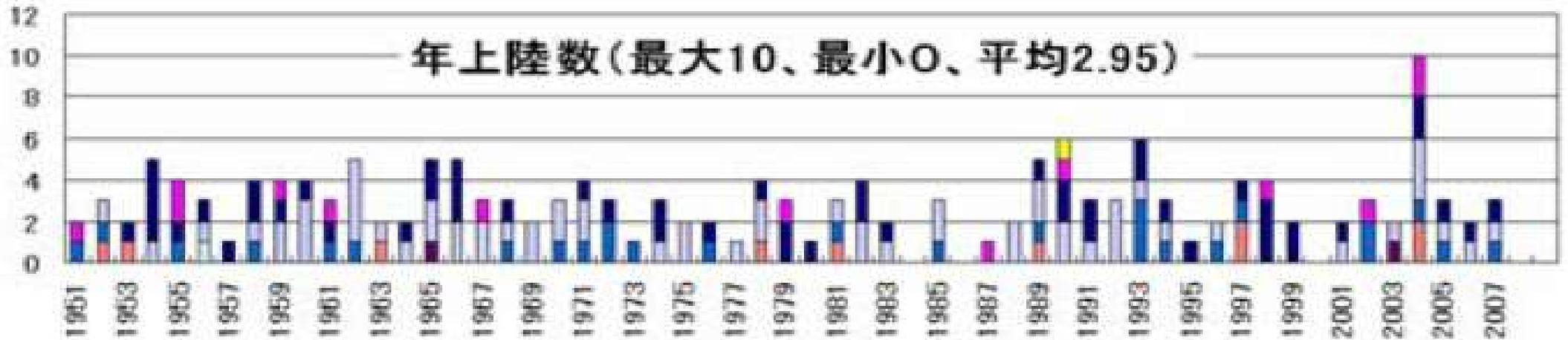
# 台風の大きさ

## 台風の大きさの分類

平均15m/s以上の 強風域の半径 (km)	呼び方	呼び方 (旧)
200未満	表現なし	ごく小さい
200以上300未満	表現なし	小型
300以上500未満	表現なし	中型
500以上800未満	大型 大きい	大型
800以上	超大型 非常に大きい	超大型

(旧) と示した欄は、平成12年5月以前

# 台風の上陸件数



↑洞爺丸台風 1954

↑伊勢湾台風 (1959)

↑第2室戸台風 1961

↑第2宮古島台風 1966

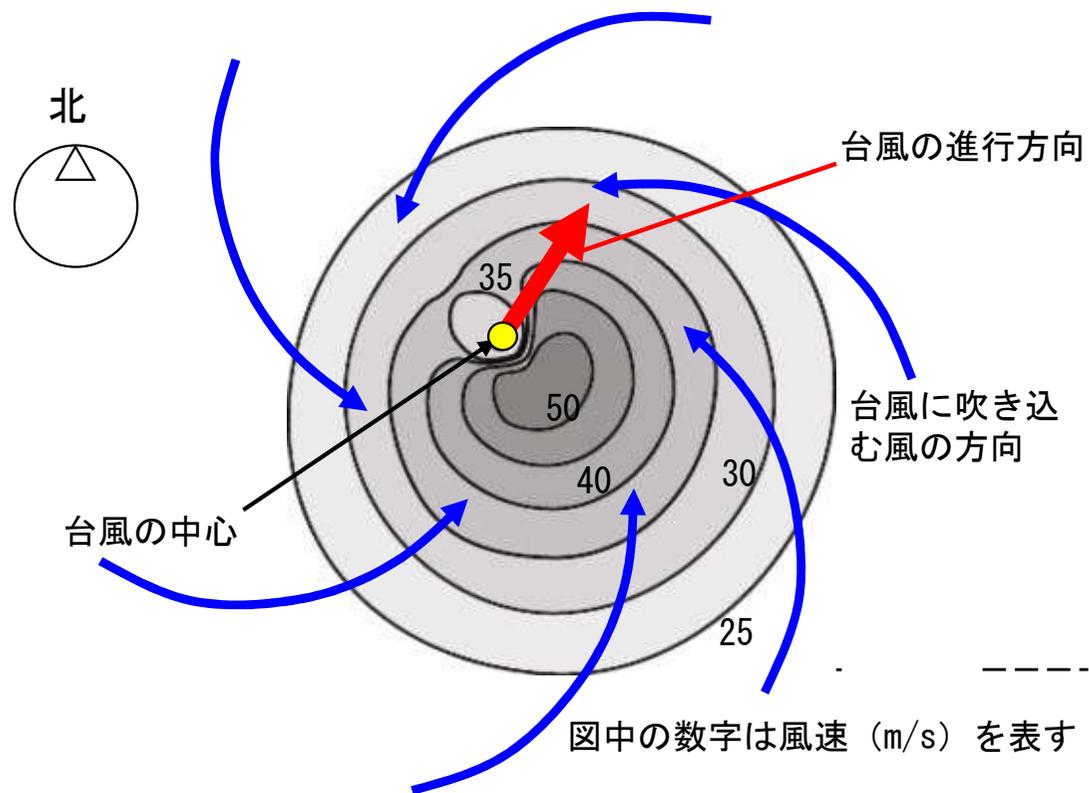
↑台風9119号 1991

↑台風9807号 1998

↑台風9918号 1999

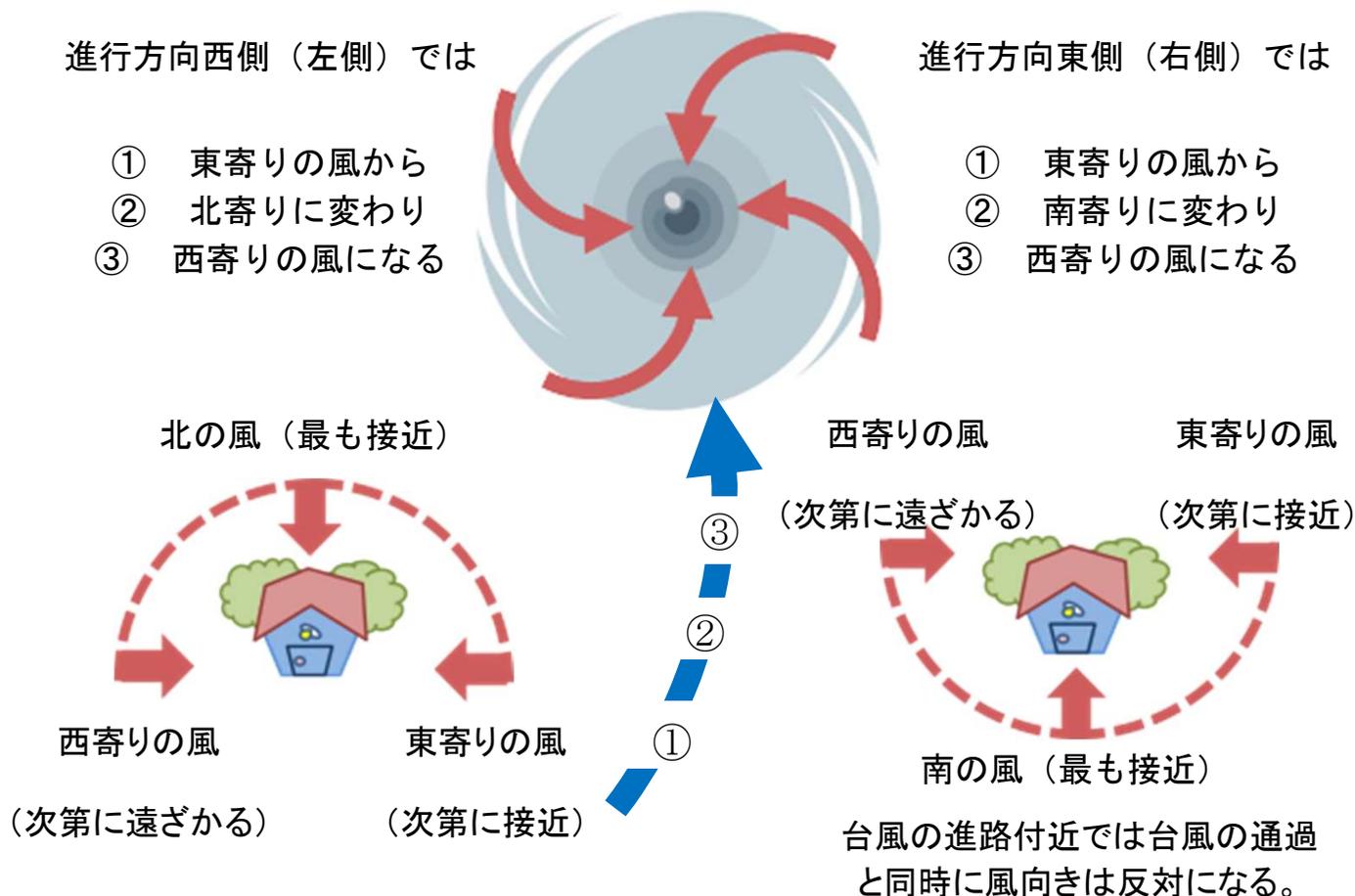
↑台風0418号 2004

# 台風による強風の吹き方



暴風域の中の風速分布

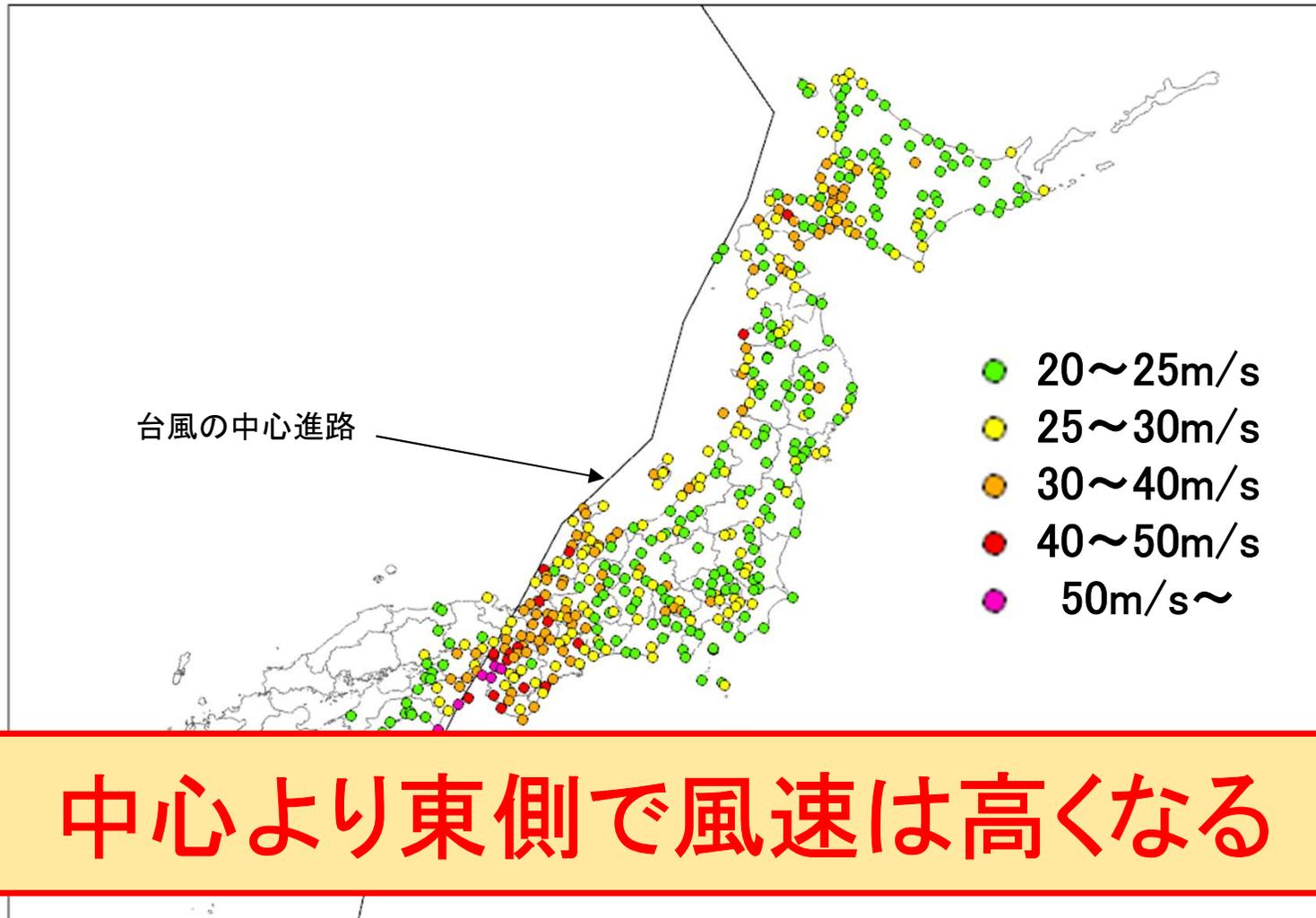
# 台風接近時の風の吹き方



台風の東側（右側）と西側（左側）における風の吹き方の違い

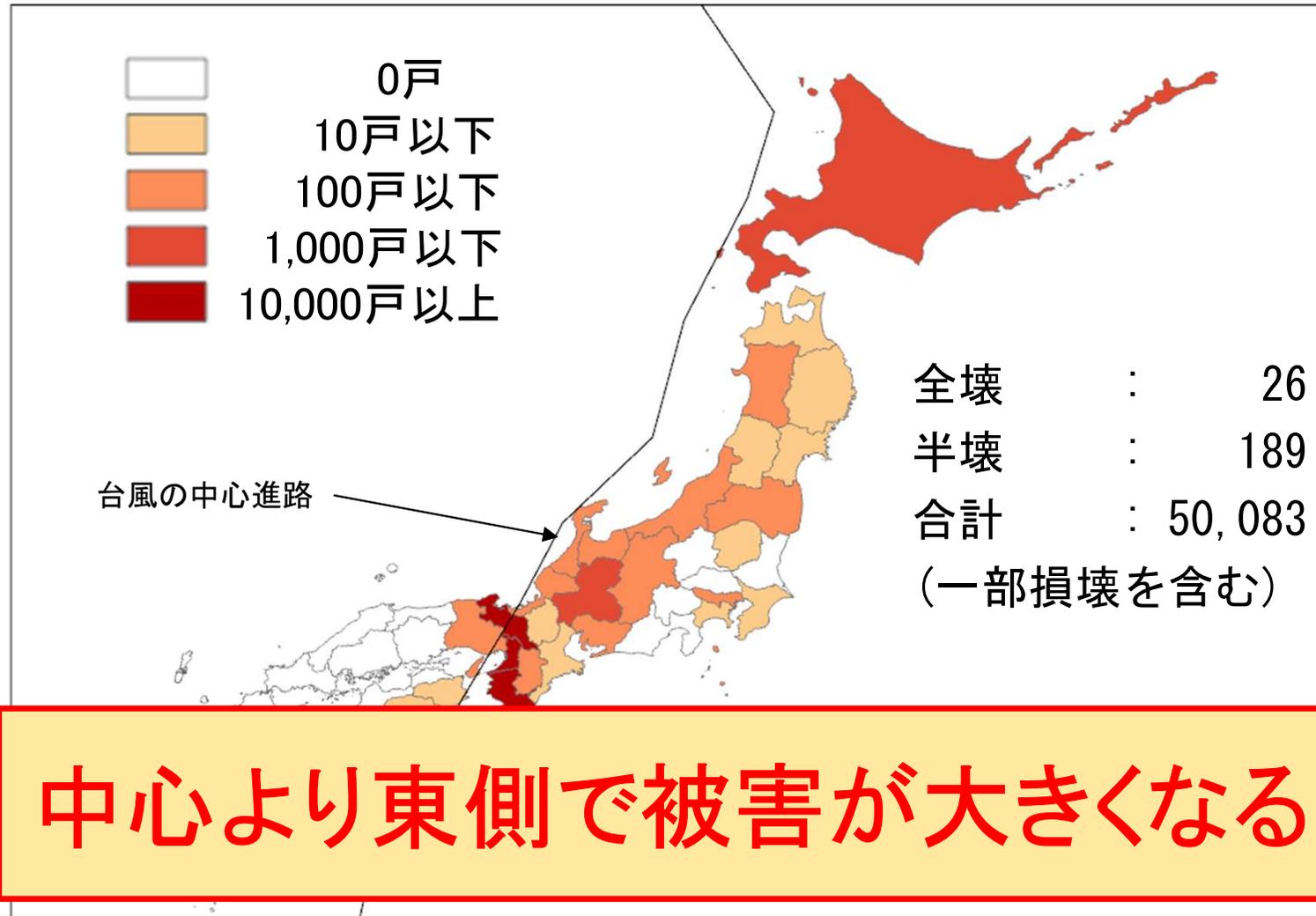
台風による風は進行方向**東(右)**側の地域のほうが**西(左)**側よりも**強くなる！**

# 最大瞬間風速の分布



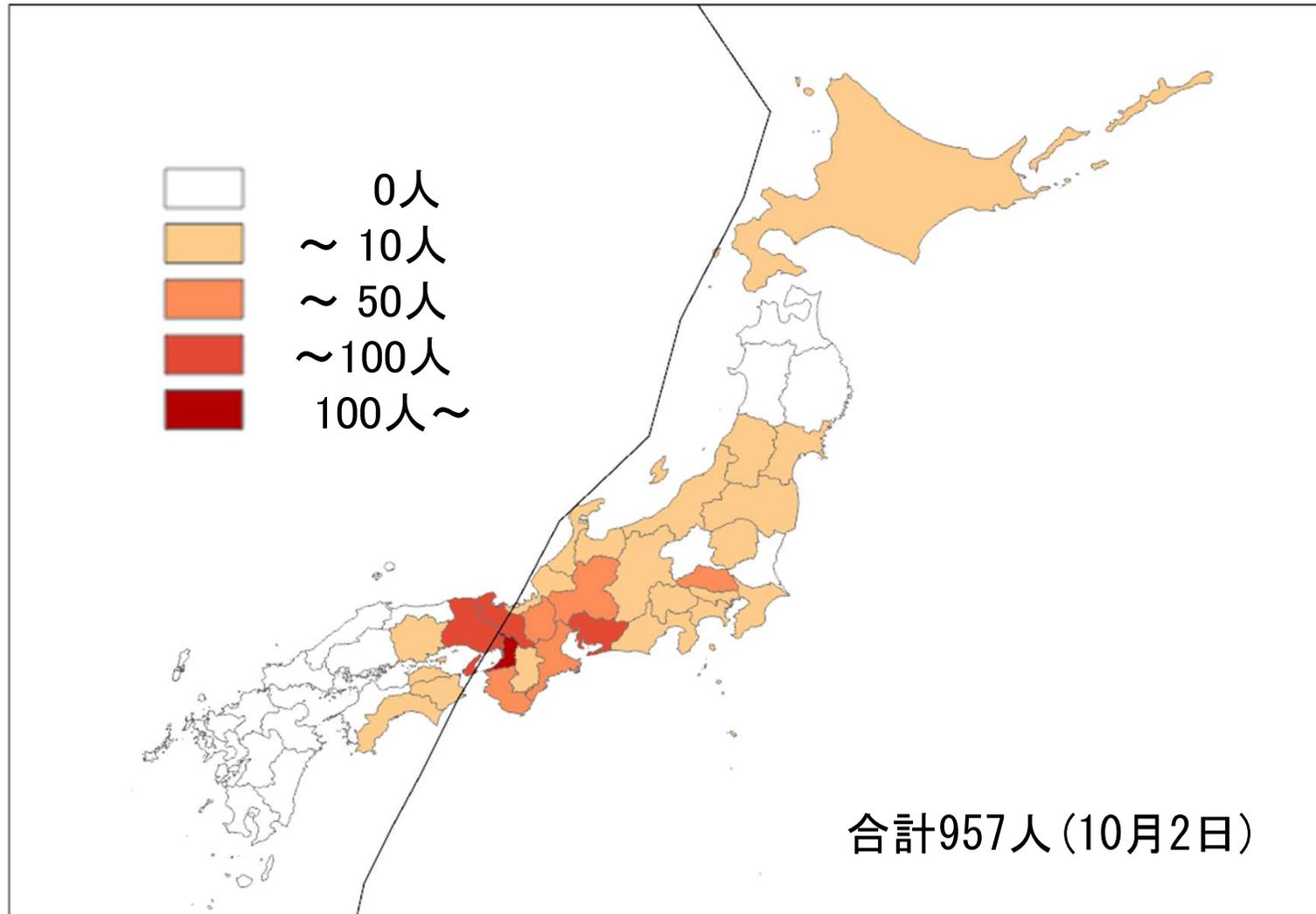
平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

# 建物被害の分布



平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

# 負傷者の分布

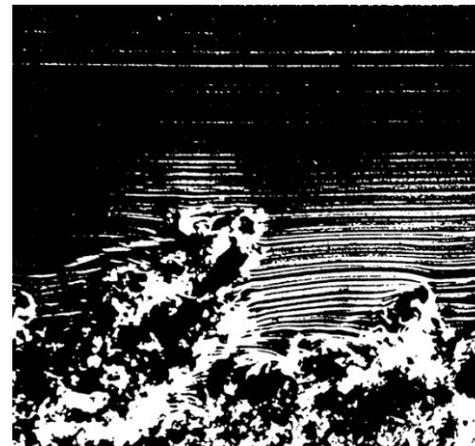


平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

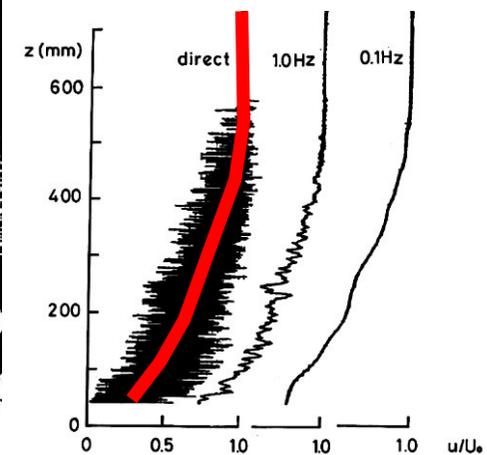
# 地上付近の風



市街地の地表面粗度



風速変動の可視化

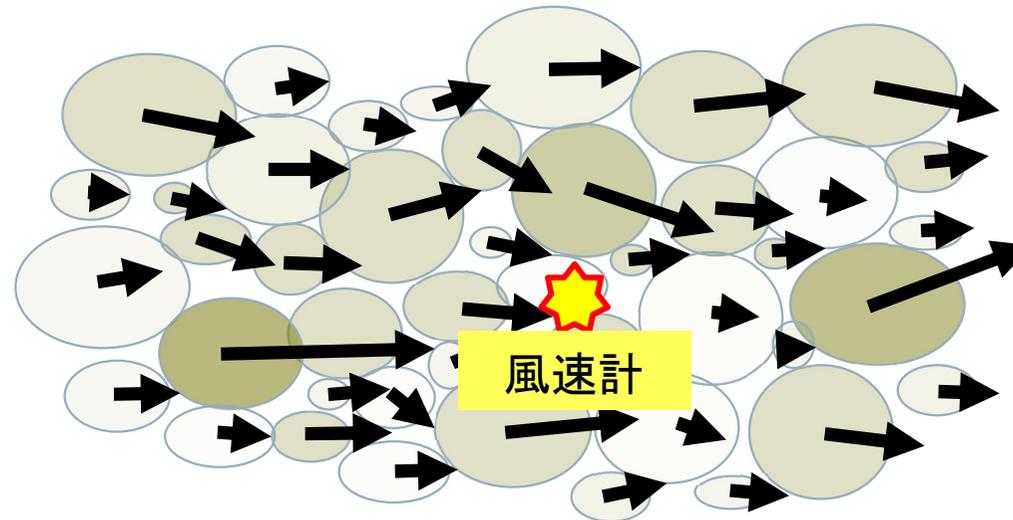


風速の測定結果

地面付近では建物などの複雑な形状をもった凹凸により気流性状は複雑に変化し、また、乱れたものとなっている。

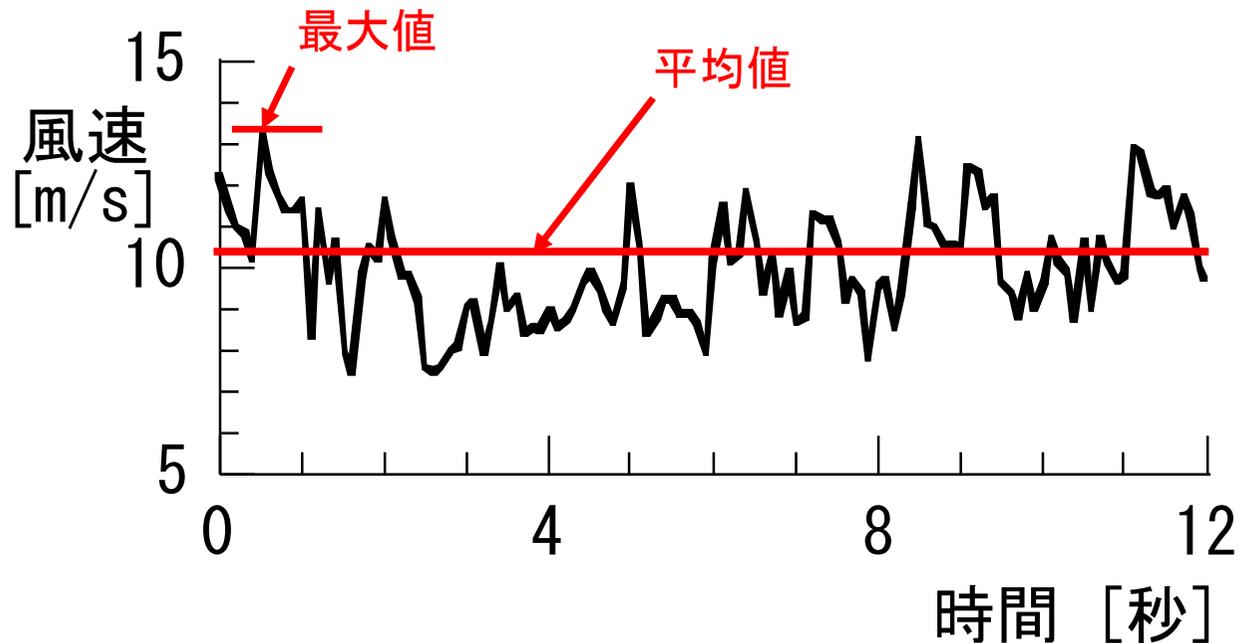
# 風速の時間・空間分布

風速: 1秒間に空気の動く距離 (m/秒)



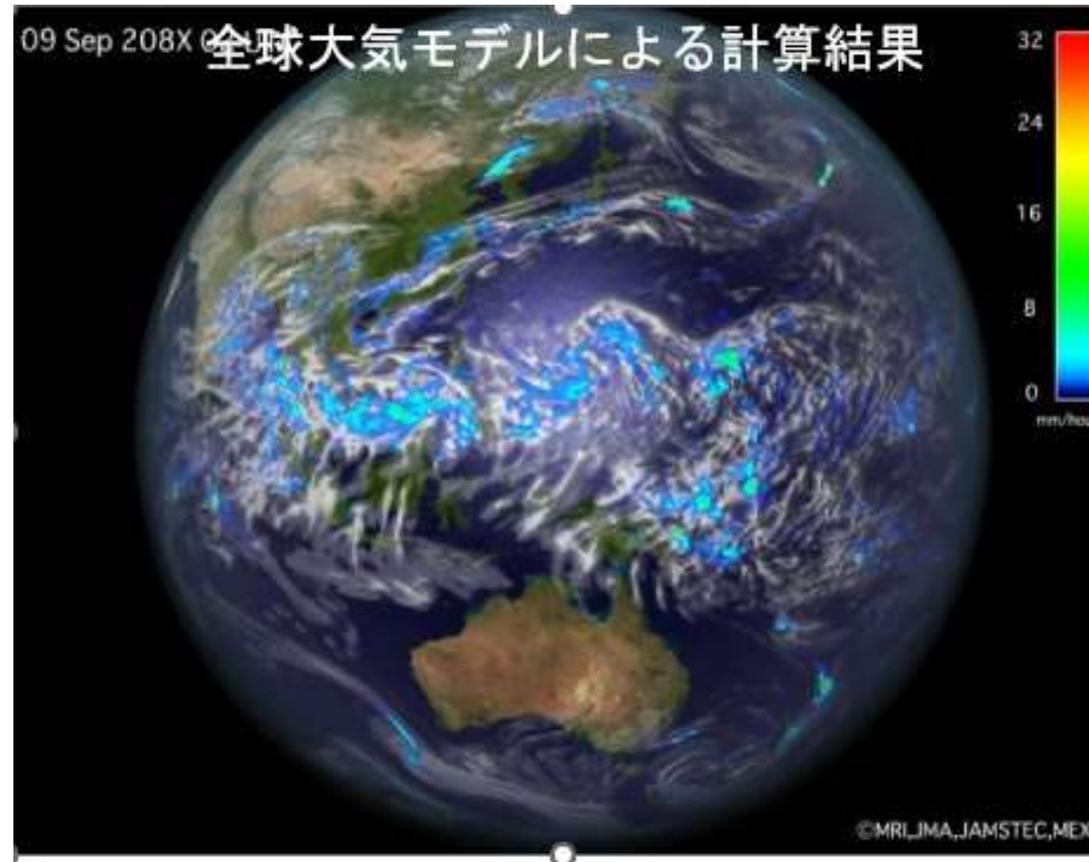
いろいろな大きさの空気の塊が  
いろいろな速度でやってくる

# 風速の表記法



瞬間風速 : 3秒間の平均値  
風速 : 10分間の平均値  
最大瞬間風速 : 平均値の1.5~2倍

# これからの台風はようになる？



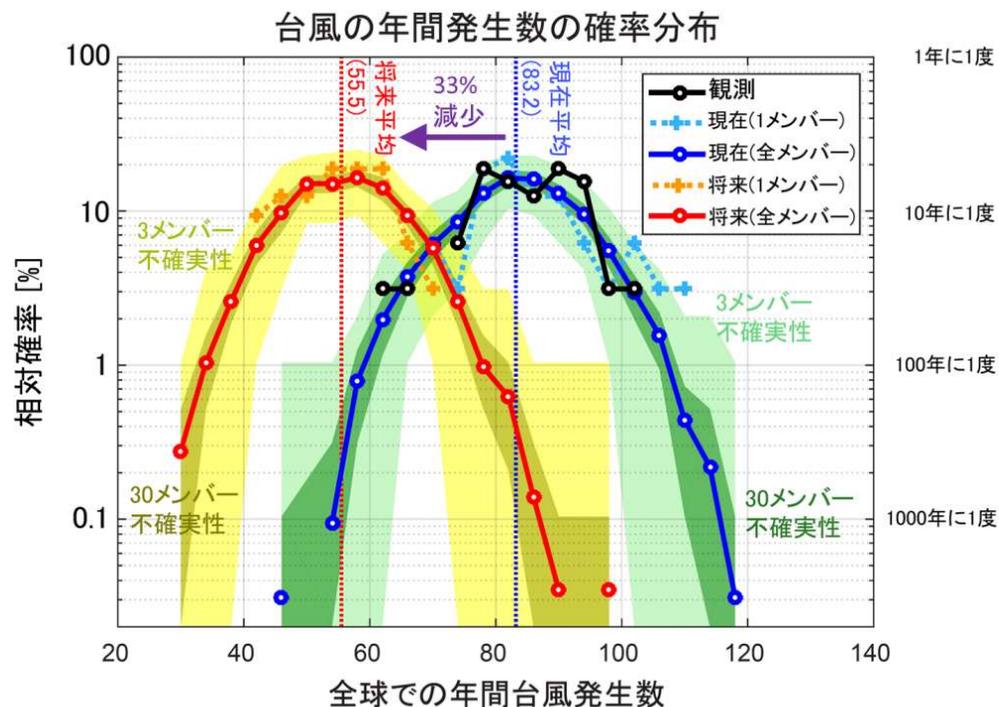
20km 全球大気モデルによる台風のシミュレーション

21 世紀末に日本に接近・上陸する台風の計算例。地球全体を20km 格子間隔で覆う大気モデルで計算した。白色の濃淡は雲量、色スケールは1 時間降水量(mm)を表す。台風は、奄美大島の東約300km の海上で最低気圧878hPa、最大風速77m/s まで発達し、その後日本に上陸した。

文部科学省 21 世紀気候変動予測革新プログラムHPより（誰でもダウンロードして使えます）

2022年11月28日「国際ガラス年2022建築ガラス記念講演会」@ベルサール三田

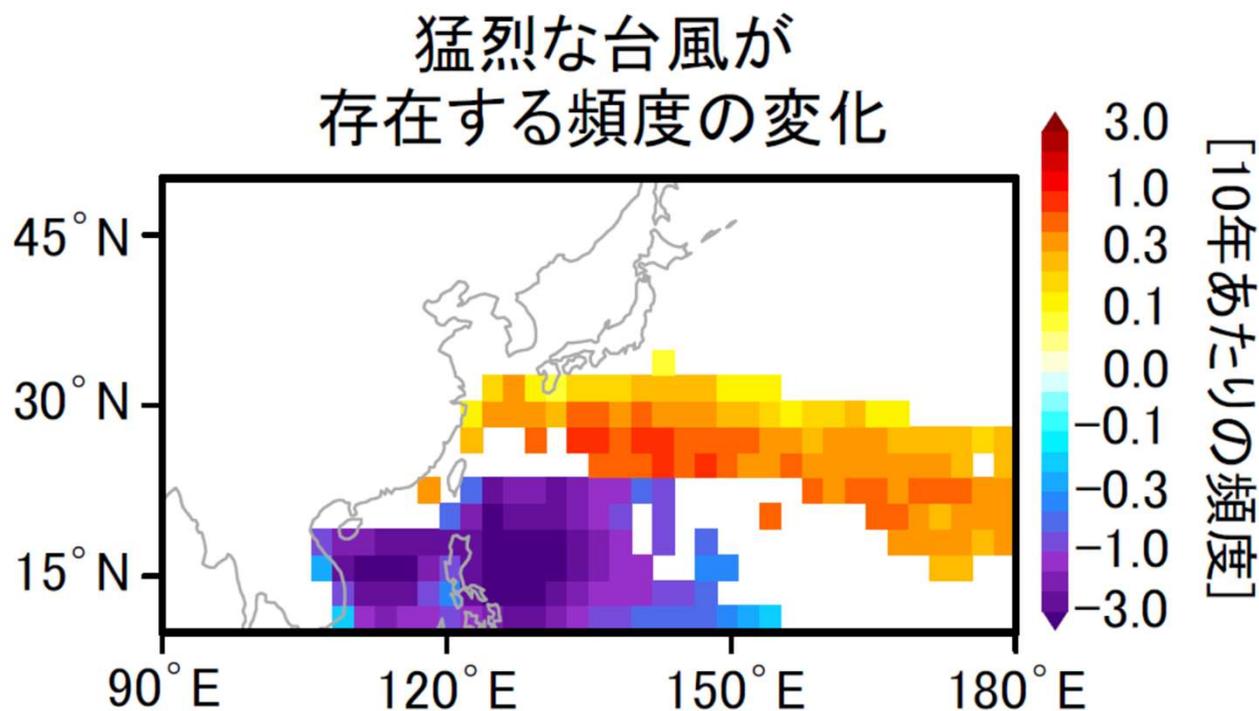
# 温暖化時の台風の発生数の変化



台風の発生数は減少する

別添資料5 ページの図1  
(気象庁気象研究所：H29年10月26日報道発表資料)

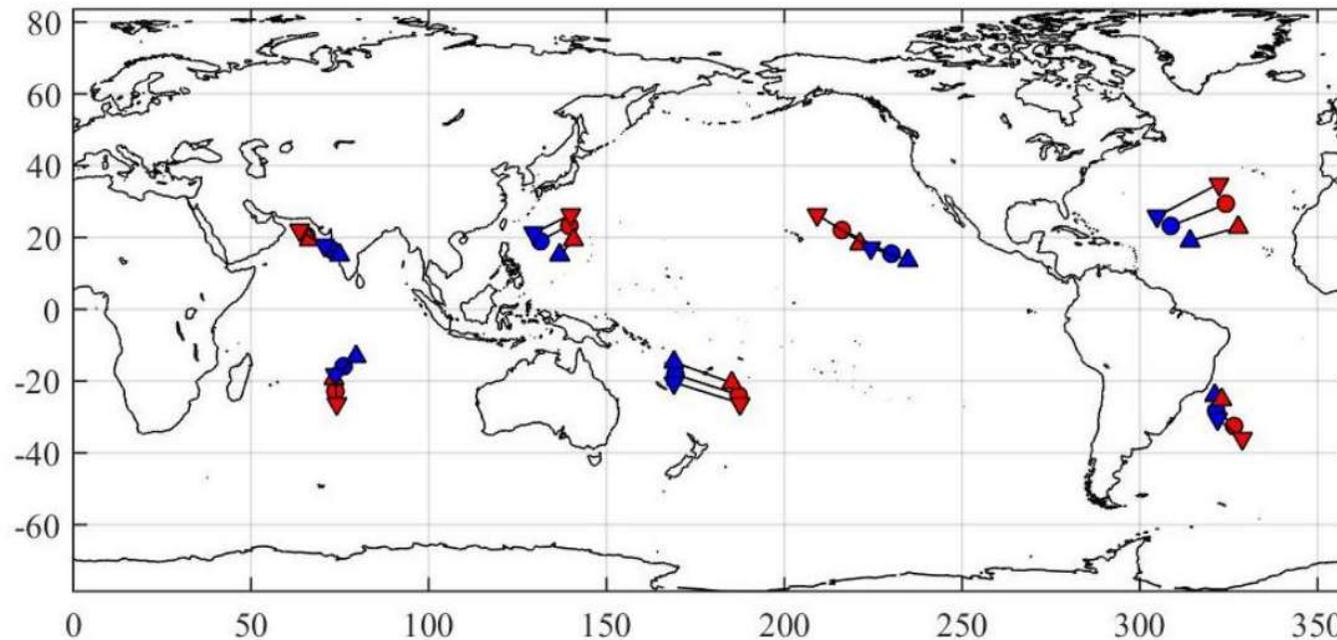
# 温暖化時の猛烈な台風の頻度



猛烈な台風の頻度は日本付近で増加する

(気象庁気象研究所：H29年10月26日報道発表資料 1 1ページ図 1)

# 温暖化時の台風中心位置の変化



**台風の位置は日本付近では東へシフト**

Nobuhito Mori, Tomoya Shimura, Kohei Yoshida, Ryo Mizuta, Yasuko Okada, Mikiko Fujita, Temur Khujanazarov and Eiichi Nakakita, Future Changes in Extreme Storm Surges based on Mega-Ensemble Projection using 60-km Resolution Atmospheric Global Circulation Model, Coastal Engineering Journal, Vol.61,2019 – Issue 3.

# ガラスの強風被害

- ① 台風強風の発生原因  
：台風の性質と今後
- ② 強風によるガラスの被害
- ③被害のメカニズム

# 開口部・内部の被害（住宅）



# 開口部の被害

---



## 窓枠の脱落

# 開口部・内部（ビル）

---



# 屋根の被害



## 台風1821号による屋根被害

平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

# 屋根（薄板鋼板）の被害

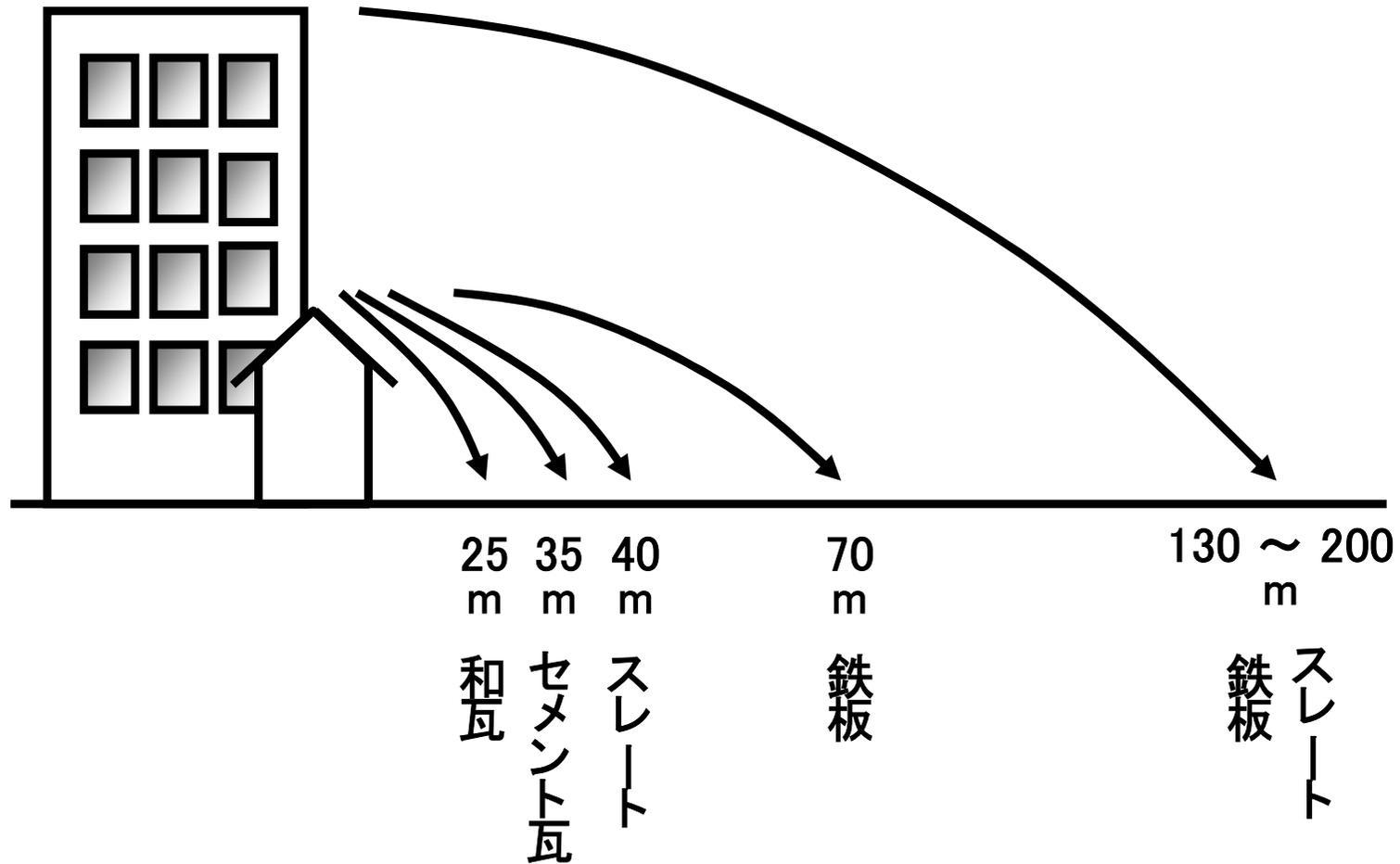
---



## 台風1821号による屋根被害

平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

# 各種屋根葺材の飛散距離



(1950年9月のジェーン台風の影響調査による)

# 飛散物による被害

---



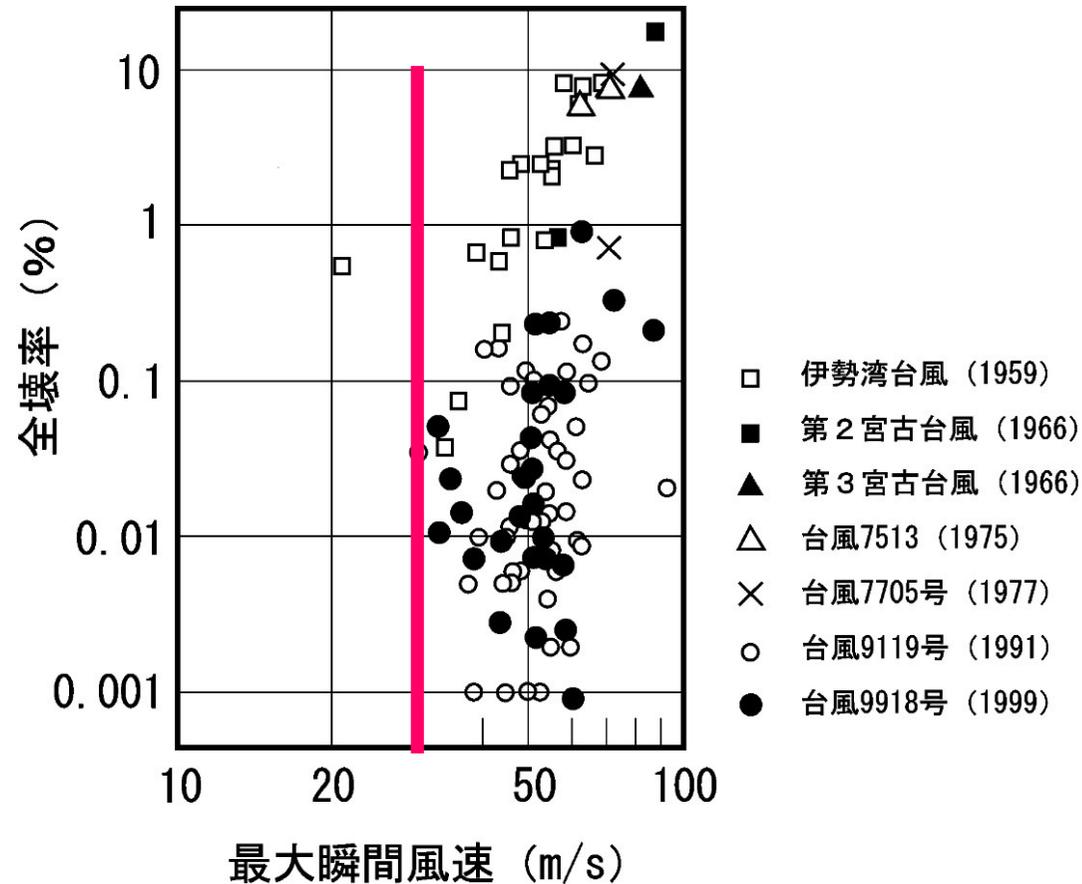
飛散物が突き刺さる



電線に絡まる

平成30年度科学研究費助成事業 - 科研費 - 特別研究促進費研究  
「平成30年台風21号による強風・高潮災害の総合研究」成果報告より

# 風速と建物の強度



**\* 最大瞬間風速30m/s以上で  
重大な被害が出はじめる**

# ガラスの強風被害

- ① 台風強風の発生原因  
：台風の性質と今後
- ② 強風によるガラスの被害
- ③ 被害のメカニズム

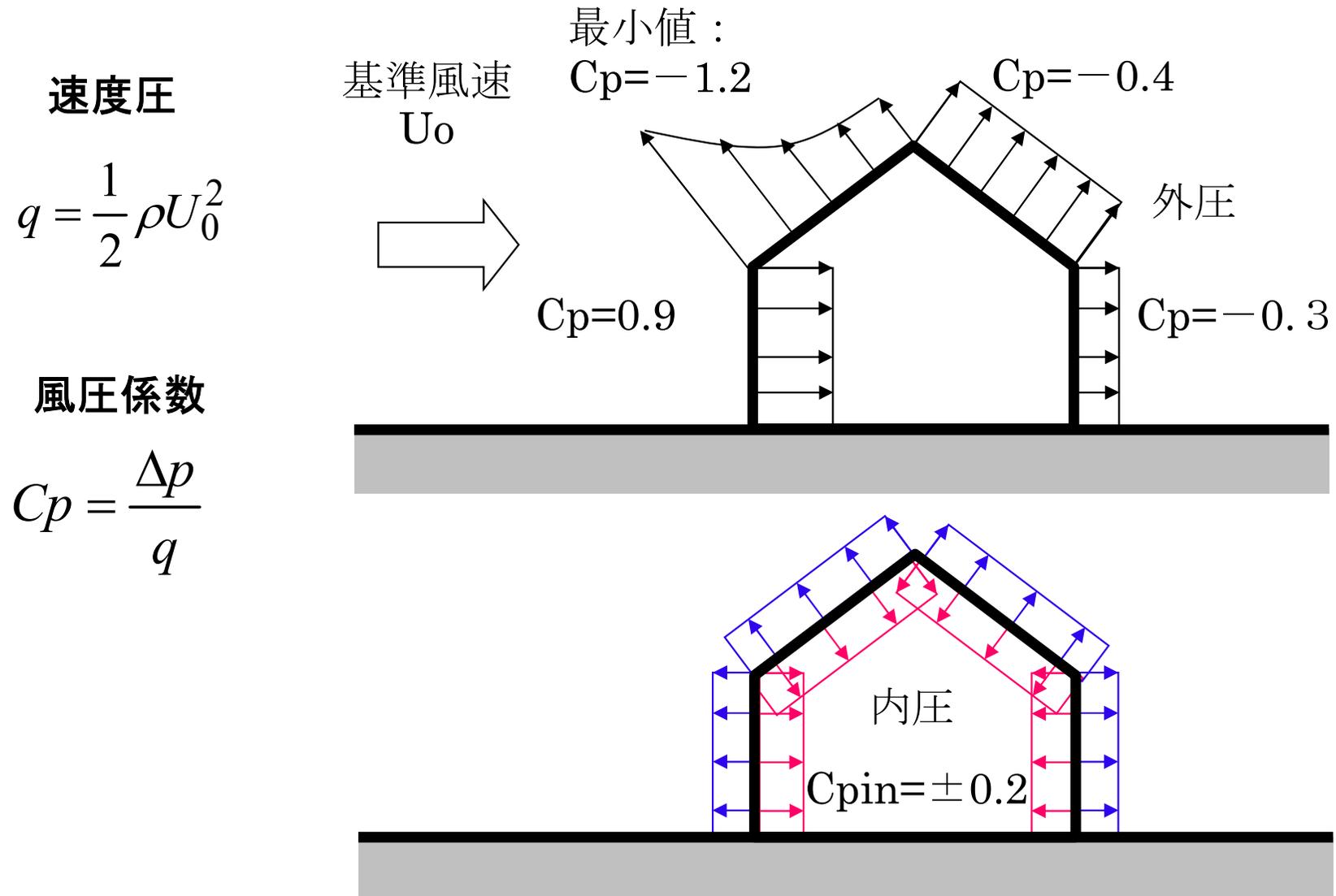
# 被害のメカニズム

---

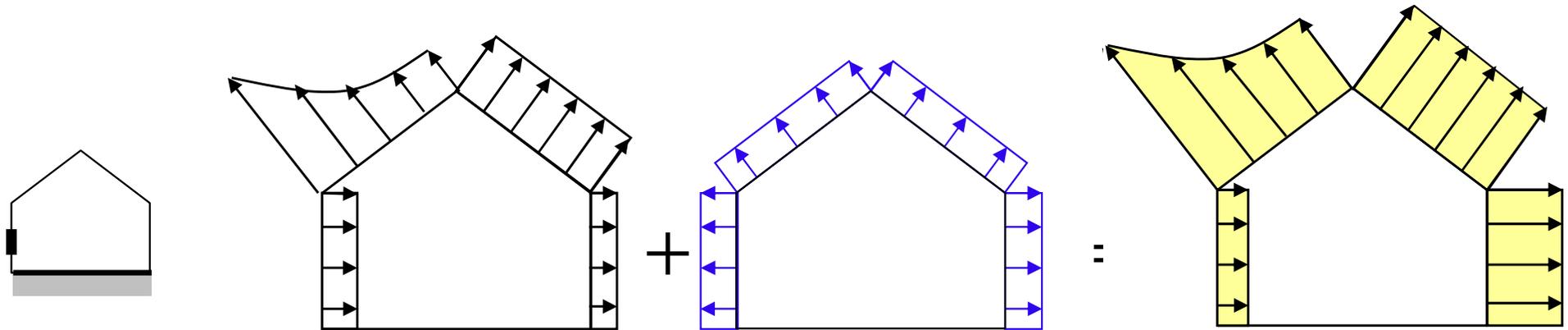


台風9119号による屋根被害@柳川

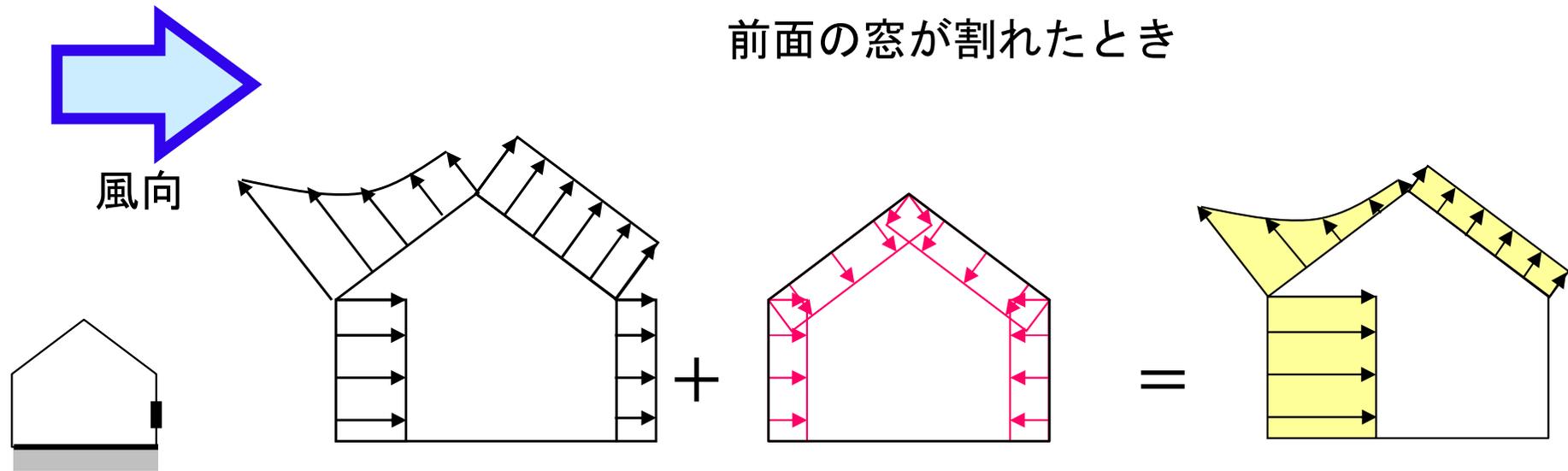
# 風圧分布 (風圧係数で表示)



# 開口による風圧分布の変化



前面の窓が割れたとき



背後のドアを開けたとき

# 被害対策

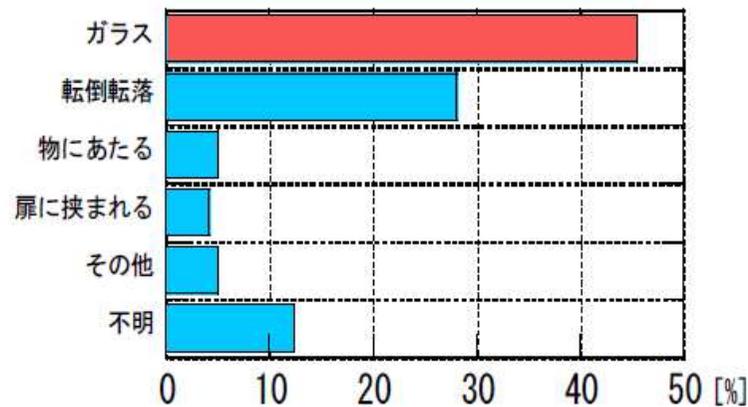
- ① ガラス被害を減らすには
- ② ガラスの性能評価

# ガラスに注意



こんな危険が！

強風時のケガの原因は  
ガラスがもっとも多い！



▲台風によるケガの原因別割合  
ガラスによるケガが圧倒的に多い。



こうすれば防げる！

窓から離れる

割れたガラスの破片に注意！

落ち着いて行動しよう

… ガラスの破片から離れましょう。

手元に靴を用意する

… ガラスが割れた場合は、屋内でも  
靴を履きましょう。

普段からの備え

ガラスが割れたときの破片を少なくするには、  
合わせガラス や 網入りガラス が有効です。

# 窓を守る



こんな危険が！

窓が壊れると、雨や物が吹き込みます  
ガラスの破片はケガの元になります



それだけでなく、風圧で屋根が  
飛んでしまうことも！



こうすれば防げる！

雨戸・シャッターを閉め、固定する  
外から板を打ち付けてふさぐ  
… 飛来物から窓ガラスを守ります。

カーテンを閉める  
窓ガラスにテープを貼る  
… 破片が飛び散るのを抑えます。

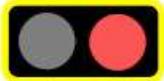
## 普段からの備え

雨戸や格子を付けたり、合わせガラスに変えよう  
… ガラスが割れたときの破片を少なくし、  
防犯の面でも有効です。

## 万が一窓が割れてしまった場合は…？

反対側の窓やドアを少し開ける  
… 屋根が吹き上がるのを防ぎます。

# 物を飛ばさない



こんな危険が！

自分の家から飛んだ物で、  
加害者になることもありうる！



こうすれば防げる！

家の周りの飛びそうな物は  
屋内に入れるか、固定する

物干し竿や  
物干し台は  
寝かせておく

アンテナがしっかり  
固定されているか  
確認する

植木鉢やゴミ箱など  
は屋内に入れる

自転車や店の看板など屋内に  
入れられない物は、ロープで  
柱などに結び付ける

庭木には  
支柱を立てる

外に洗濯機を置いている  
場合は、水を十分に張り  
フタをテープで留める

…大人が運べる重さの物は飛ぶ可能性あり！

普段からの備え

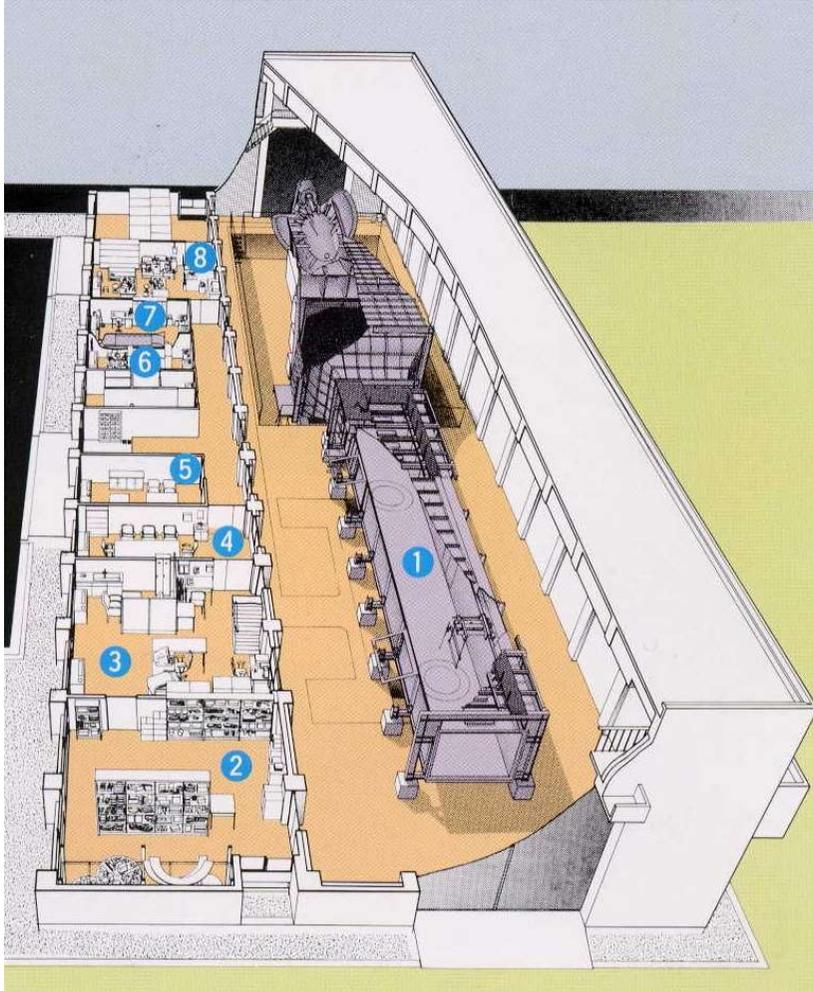
屋根などのメンテナンスは日ごろから！

# ガラス被害を減らすには

---

- 強風のシミュレーション  
→ 風洞実験・数値解析
- 対応 & 対策

# 風洞概観 (京都大学防災研究所)



全体



吸い込み口



吹き出し口

# 実験の様子



都市模型



人工芝



粗度ブロック

模型あるいは粗度ブロックを用いて所定の流入気流性状を作り出す

# 風圧測定



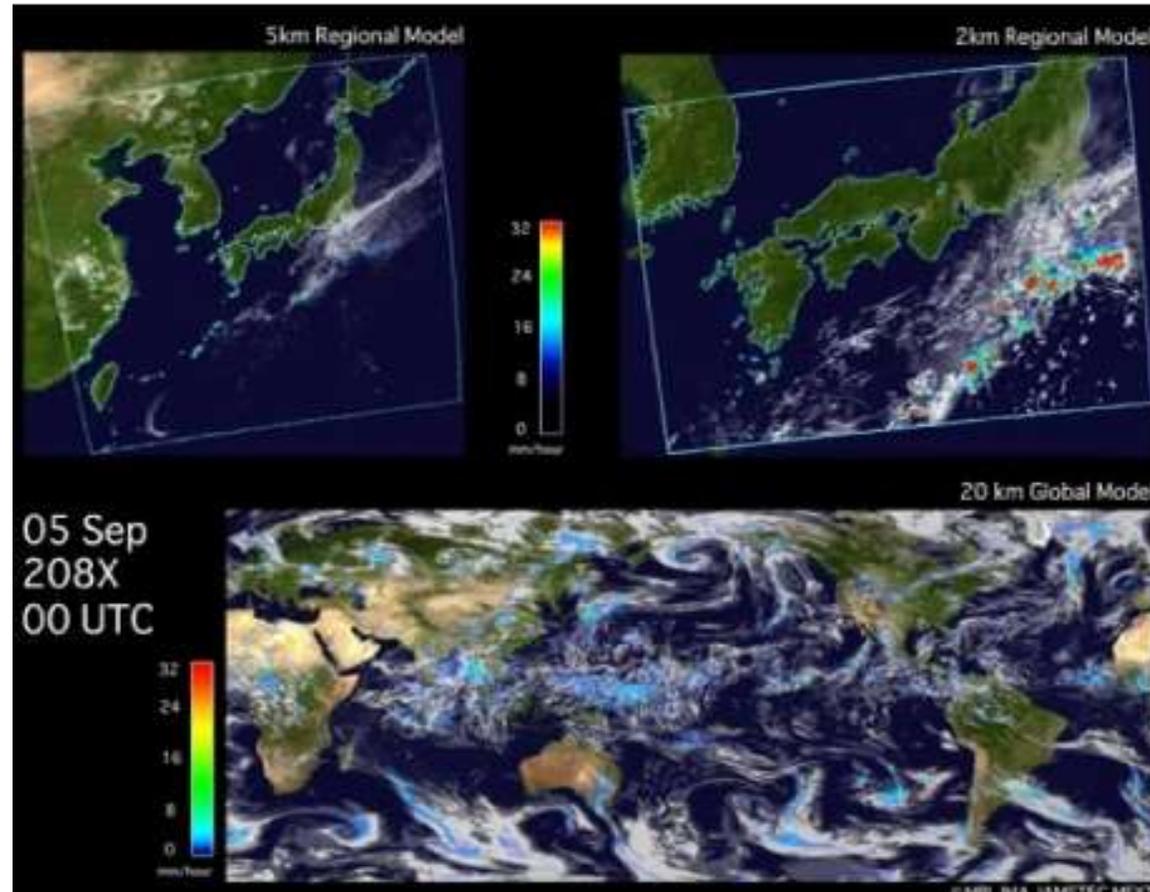
測定孔を設けた模型などにより建物表面の風圧分布を測定

# 煙による可視化

---



# 気象モデルによる計算

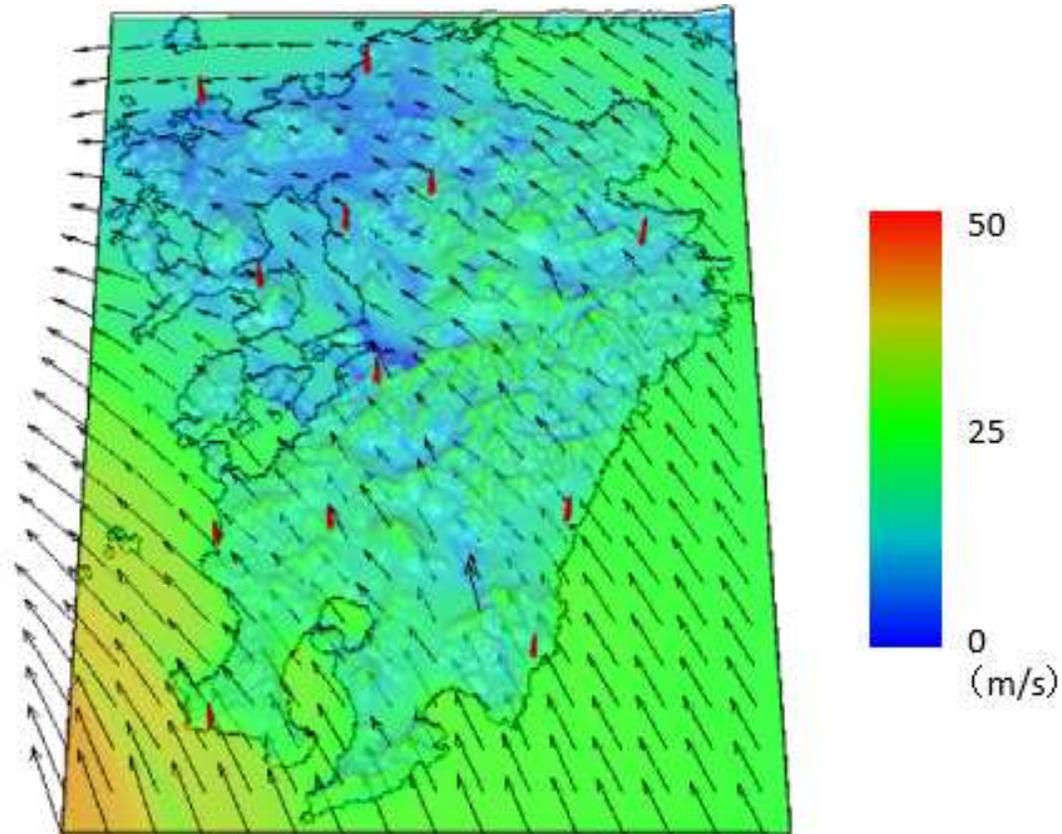


5km 領域モデル、2km 領域モデル、20km 全球大気モデルによる台風動画

20km 全球大気モデルによる台風の計算結果を境界条件として、5km 領域モデル、2km 領域モデルで計算した。3つのモデルの動画の動きは同時刻で同期している。

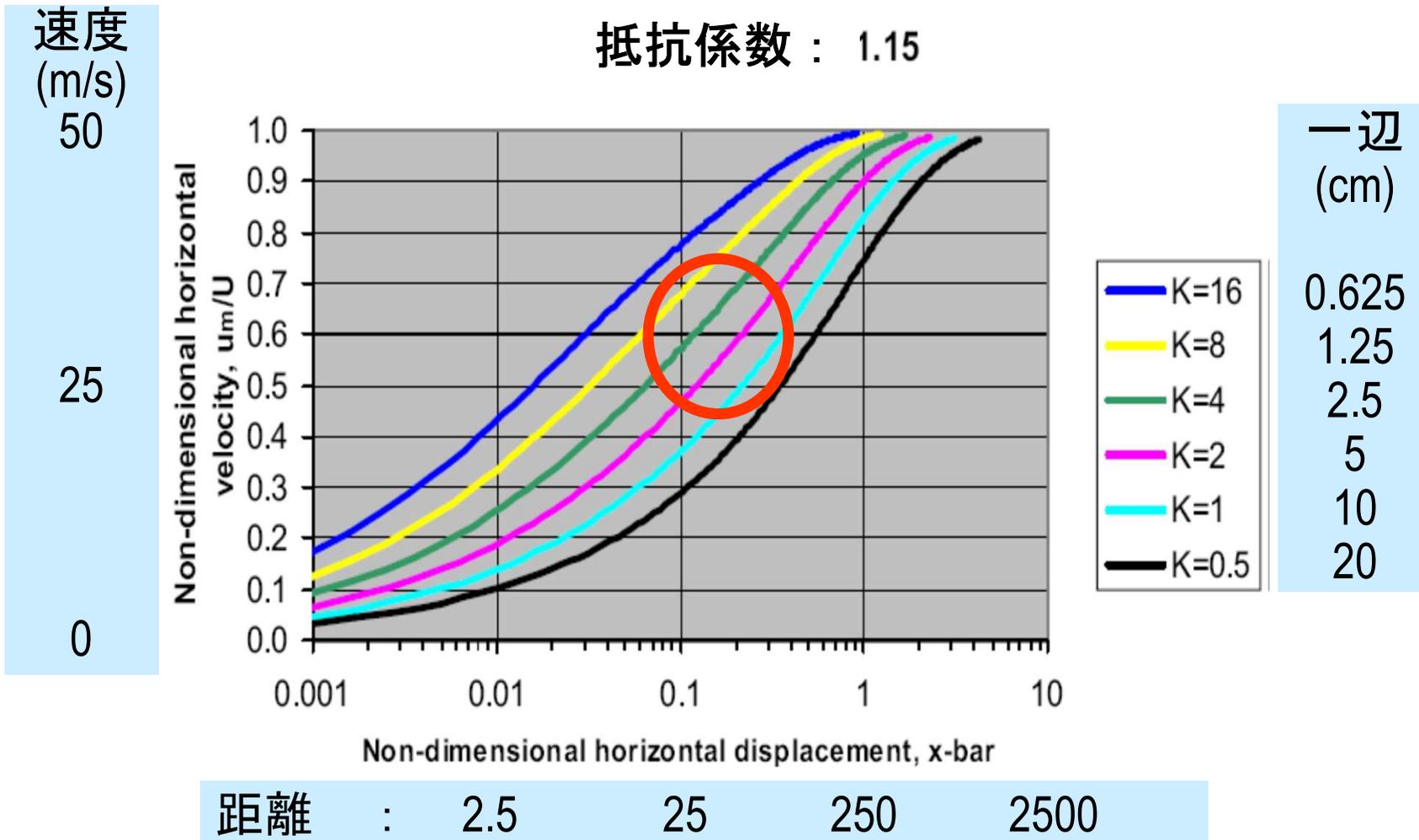
文部科学省 21世紀気候変動予測革新プログラムHPより（誰でもダウンロードして使えます）

# 台風の再現計算



メソスケール気象モデルを用いた  
台風0418号の九州通過時の数値シミュレーション

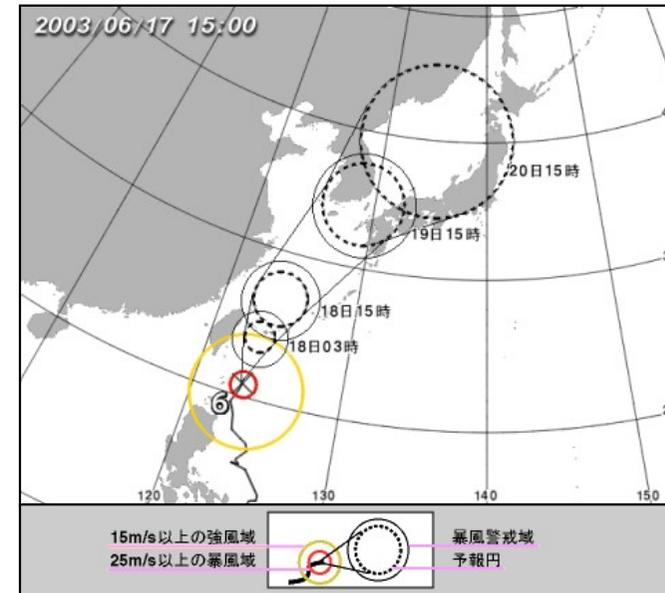
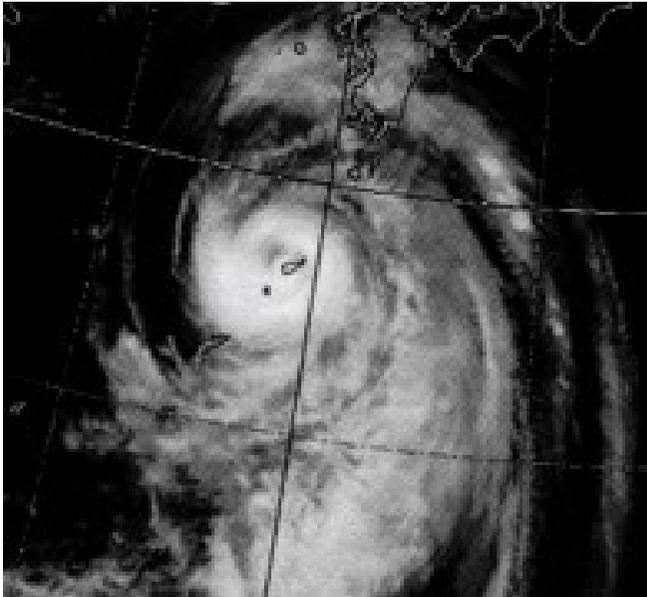
# 飛散物の速度と飛散距離



立方体, 比重 3 (石), 風速  $U$  を  $50\text{m/s}$ , と仮定した時の値を表示

(English and Holmes 2005)

# 台風の接近は予測可能



台風の進路予想図  
(気象庁ホームページより)

台風の接近は2, 3日前から予想されている

具体的な被害を想定し、準備する時間がある.

# 対応 & 対策

---

## 事前の準備

長期的：日常的・一般的・広域的な準備

短期的：台風の接近が判明後・個別的  
地域・地区に応じた準備

## 最中の対応

## 事後の対応

# 事前（日常）の準備

---

## 1 : 原因を減らす（飛散物を減らす）

屋根材の固定：全ての瓦を釘や針金で留め付ける。

屋根材のメンテナンス：屋根葺き材の劣化防止，補修を行う。

開口部のメンテナンス：窓枠，サッシ，ルーバー，シャッター

屋外設置物：広告塔、貯水タンク、熱交換ユニット、それらを覆うパネルなど

## 2 : 防護対策（飛散物からの防備）

雨戸，シャッター，ルーバーなどを取り付ける。

網入りガラス、合わせガラスを入れる。

## 3 : 避難計画（深刻な被害にあいそうな場合に）

避難先・避難方法・連絡方法を決めておく。

避難する際に持ち出す緊急用品をそろえておく。

# 事前（台風接近中）の準備

---

## 1：原因を減らす（飛散物を減らす）

屋外の家具や園芸道具など、飛びやすいものは室内に入れる。  
室内に持ち込めないものは、飛ばないように固定する。

## 2：防護対策（飛散物からの防備）

ひさし、シャッター、雨戸の腐食など、弱い部分を補強する。  
ガラスにテープを貼る。

窓に雨戸などがついていない場合には、板を打ち付ける。

## 3：その他

避難先・避難方法・連絡方法を確認する。

電池および電池式の懐中電灯やラジオ、テレビを用意する。

避難する際に持ち出す緊急用品を用意する。

貴重品や個人メモを防水ケースに入れ、高いところに置く。

風呂桶、ビン、ペットボトルなどにきれいな水を溜める。

冷蔵庫を“最も冷たい”にセットする。

# 台風通過中の対応

風が吹いている間，外出しない．

外にいるときに風が強くなったら，  
すぐに安全な建物の中に入る．

危険箇所（海，川，崖，塀など）  
に近づかない．

家の中では窓，扉から離れる．

窓や扉を急に開けない．

光源として，ろうそくや灯油  
ランプのような炎は避ける．

ガラスなどに注意し，落ち着いて行動する．



# 台風通過後の対応

テレビやラジオなどの台風情報に注意し、危険がないことを確認するまでは外に出ない。

点検、修理は風雨が弱まり、安全の確保ができてから行う。

ゆるんだり垂れ下がっている電線の近くには近づかない。

保険請求のために被害を受けた箇所の写真を撮っておく。



# 被害対策

- ① ガラス被害を減らすには
- ② **ガラスの性能評価**

# 飛来物に対する耐衝撃性能試験法の系譜

---

(アメリカ合衆国)

ASCE 7-02 : ハリケーンを対象とした飛来物  
に対する外装材の性能基準を定める

ASTM : 外装材の衝撃性能試験

ASTM E1886-04 試験方法を規定

ASTM E1996-04 試験に必要な情報を規定



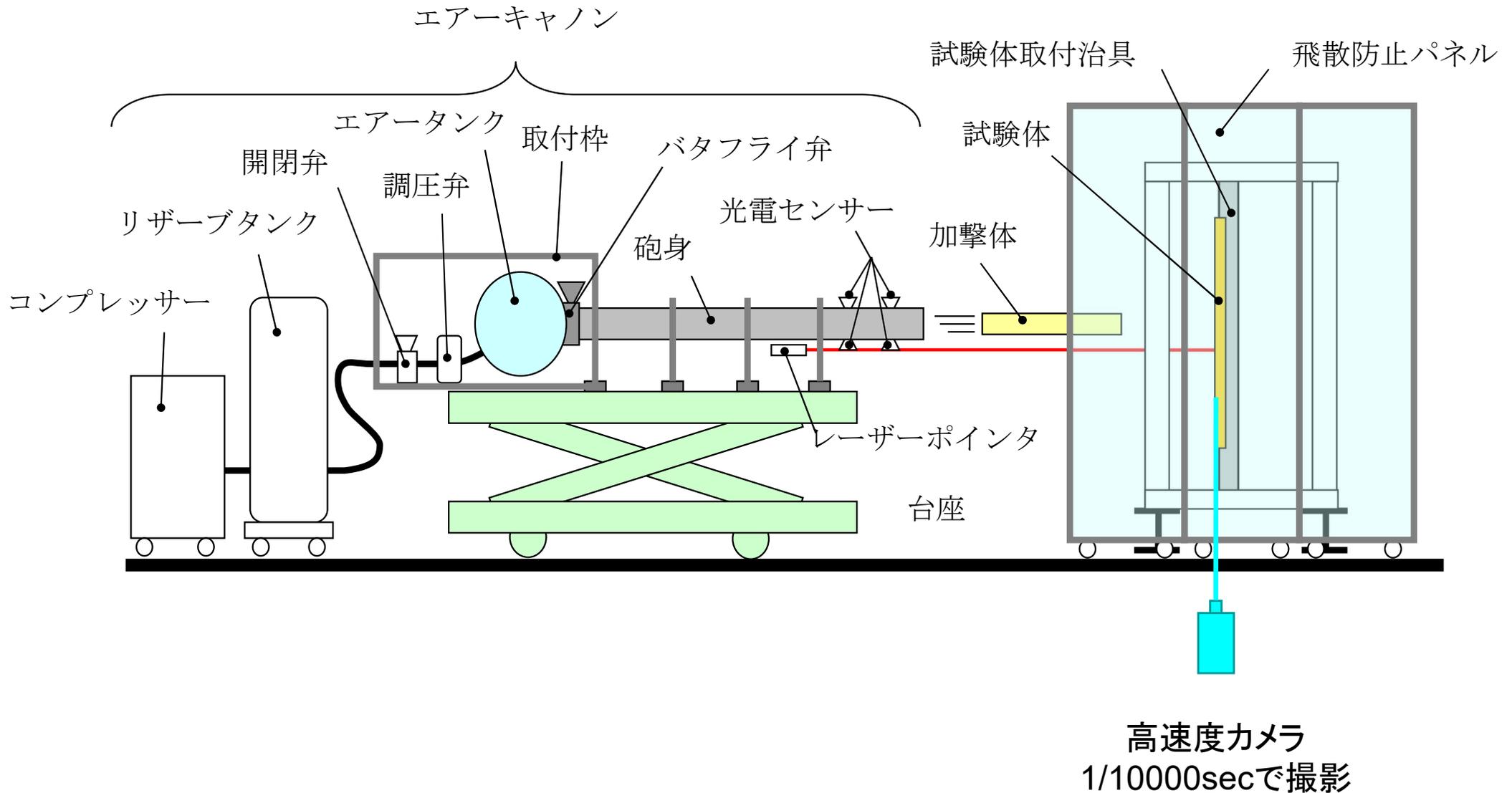
ISO16932 (国際規格) : 開口部の衝撃性能試験



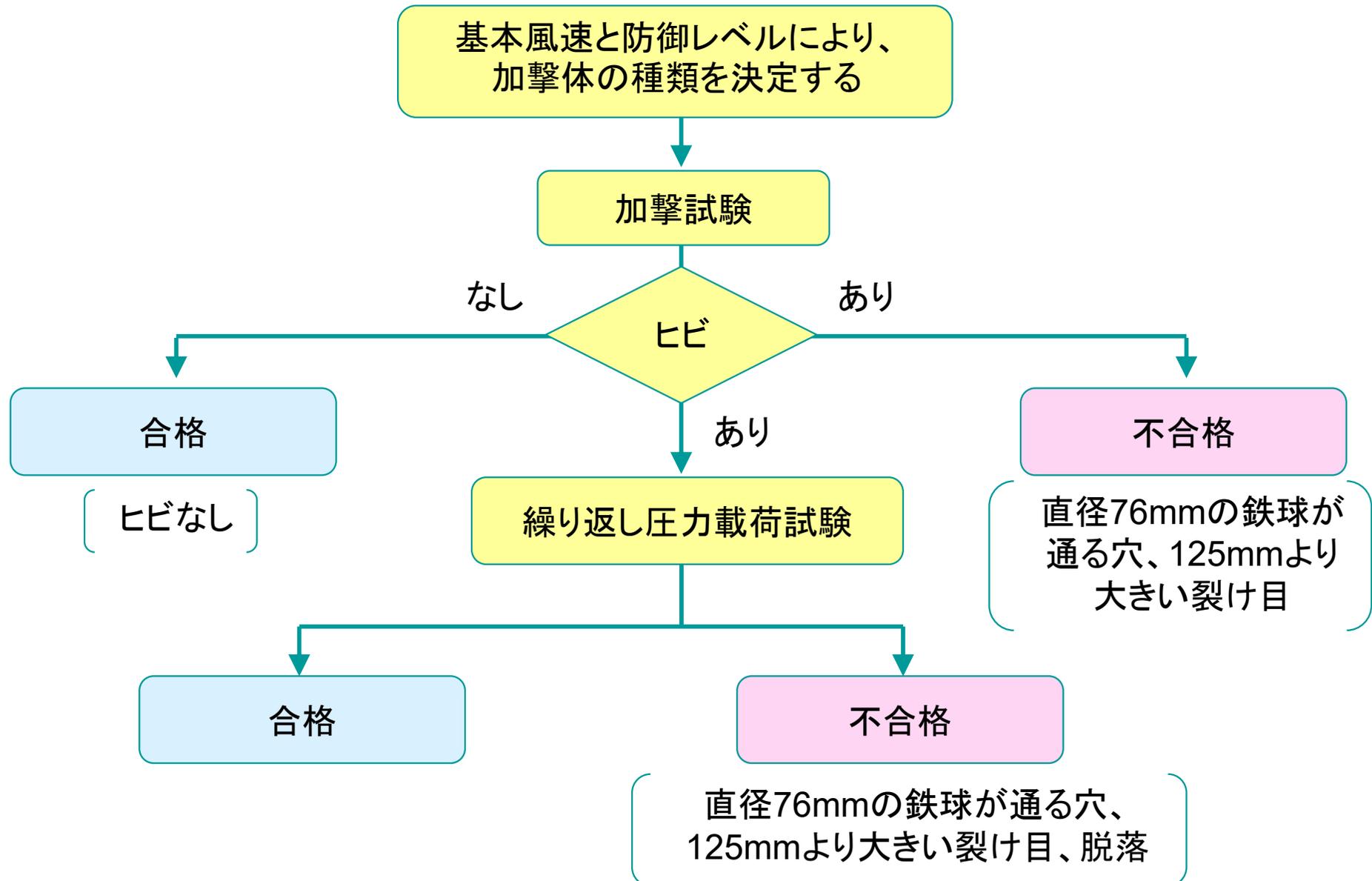
JIS R 3109 :2018 建築物ガラスの暴風時における  
飛来物衝突試験方法

BLS SG:2020 優良住宅部品認定基準  
「安全合わせガラス」

# 衝撃試験装置の概要



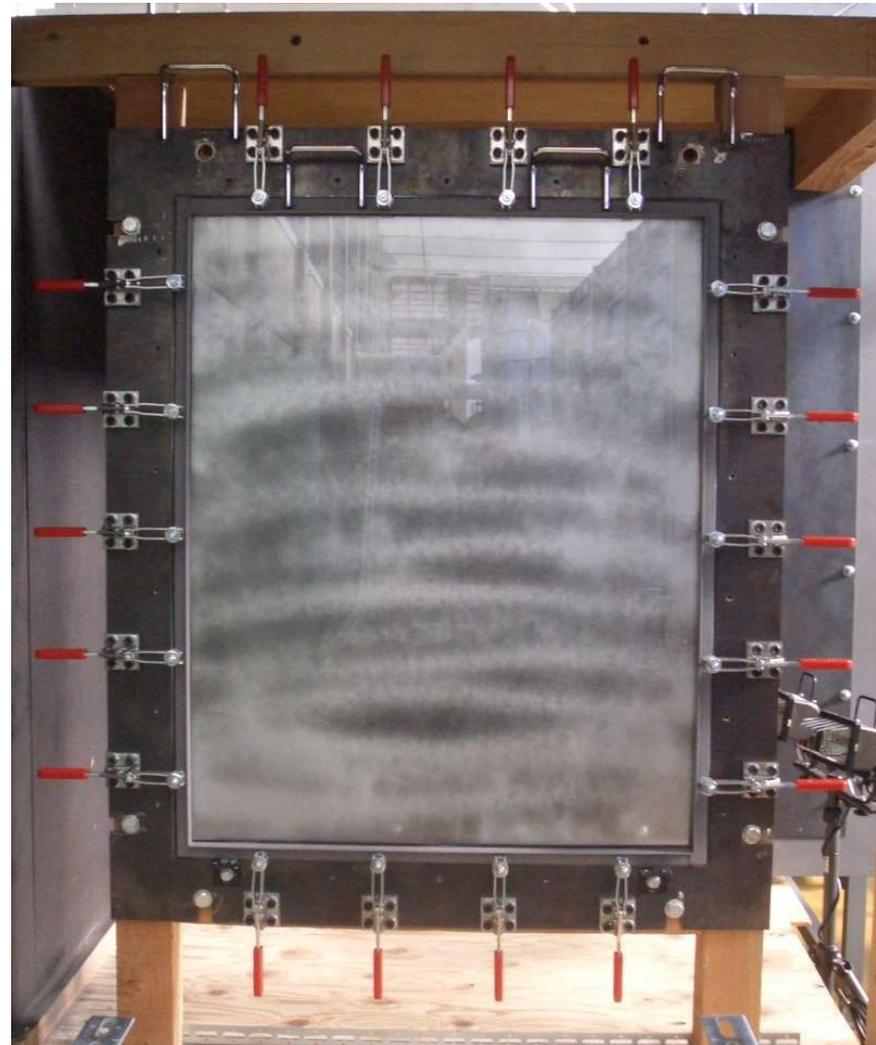
# JIS R 3109 による試験手順



# 衝撃試験の実例 (京都大学防災研究所)



衝撃試験装置を俯瞰する



試験体取付の様子

# 加 撃 体



鋼球



射出用アタッチメント



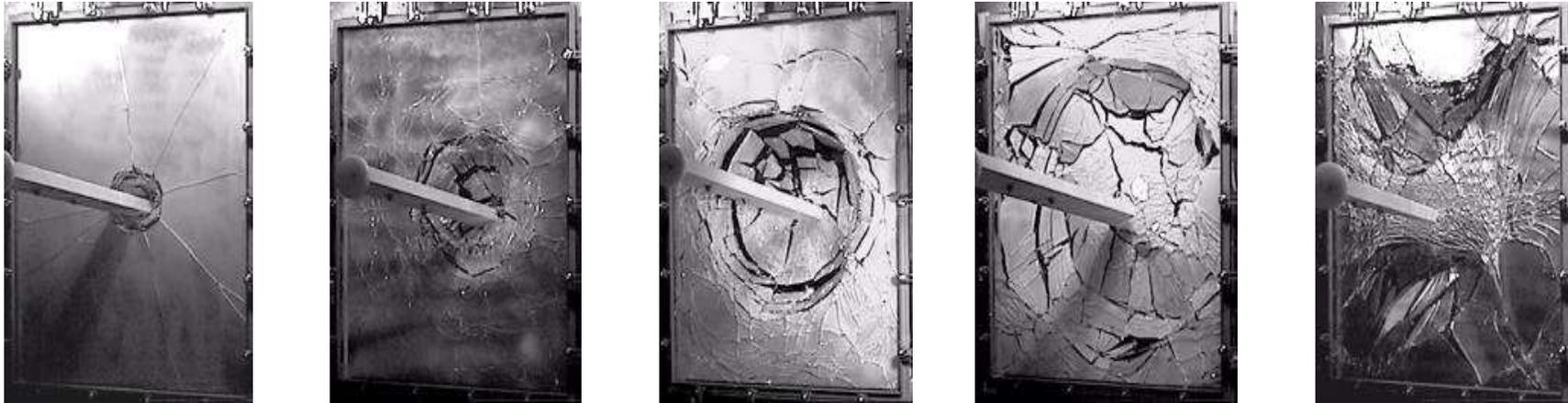
2×4木材(全体)



サボ

(端に付ける円形のプラスチック板)

# 試験結果 (普通フロートガラス+木片)



加撃体が衝突した少し後の様子



厚さ5mm      厚さ6mm      厚さ8mm      厚さ10mm      厚さ12mm  
加撃体B (  $2.05 \pm 0.1 \text{ kg} \cdot 2 \times 4 \text{ 木材}$ 、 $12.2 \text{ m/s} \pm 2\%$  ) による衝撃試験結果; 中央に加撃

# 試験結果 (強化ガラス+木片)



加撃体が衝突した少し後の様子



厚さ5mm

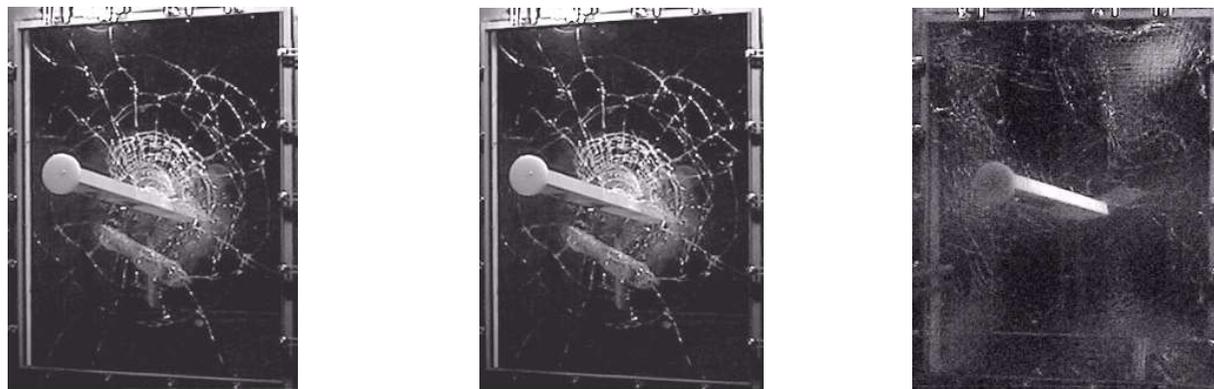
厚さ6mm

厚さ8mm

厚さ10mm

加撃体B (  $2.05 \pm 0.1 \text{ kg} \cdot 2 \times 4$  木材、 $12.2 \text{ m/s} \pm 2\%$  ) による衝撃試験結果; 中央に加撃

# 試験結果 (フィルム張りガラス+木片)



加撃体が衝突した少し後の様子



全面張り

トリミング有り

トリミング有り

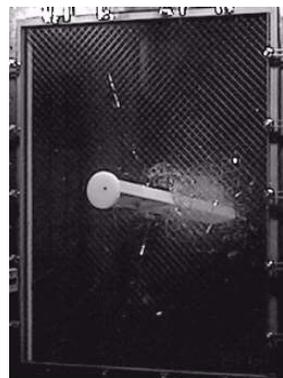
厚さ5mm普通フロートガラス+フィルム厚さ100 $\mu$ m

加撃体B (  $2.05 \pm 0.1$  kg · 2 × 4木材、12.2 m/s  $\pm 2\%$  ) による衝撃試験結果; 左上に加撃

# 試験結果 (網入りガラス+木片)



全体図



加撃体が貫通する様子  
厚さ6.8mm



全体図



加撃体が貫通する様子  
厚さ10mm

加撃体B(  $2.05 \pm 0.1$  kg・2×4木材、 $12.2 \pm 2\%$  m/s )による衝撃試験結果; 中央に加撃



全体図



加撃体が貫通する様子  
厚さ6.8mm



全体図



加撃体が貫通する様子  
厚さ10mm

加撃体B(  $2.05 \pm 0.1$  kg・2×4木材、 $12.2$  m/s  $\pm 2\%$  )による衝撃試験結果; 左上に加撃

# 試験結果 (合わせガラス+木片)



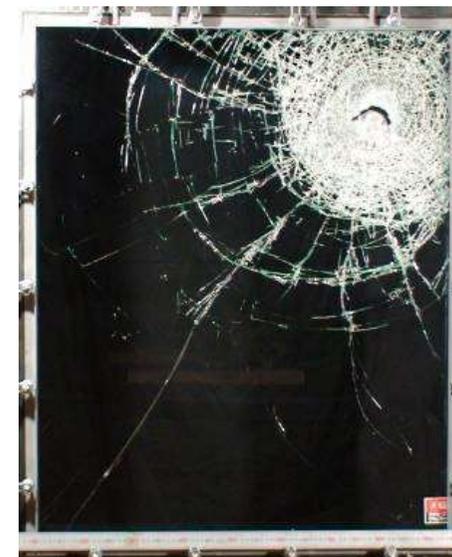
加撃体Bを中央に加撃  
3mm+60mil+3mm



加撃体Cを左上に加撃  
5mm+30mil+5mm



加撃体Bを左下に加撃  
5mm+30mil+5mm



加撃体Cを右上に加撃  
5mm+60mil+5 mm

# 耐衝撃性能評価用標準加撃体の提案

瓦の衝突と等価な衝撃を生じるISO規格の加撃体を提案

種類	質量 (誤差), 材質	衝突速度 (誤差)	参 考
I	2g ( $\pm 0.1\text{g}$ /個), 鋼球 10 個	39.7m/s ( $\pm 1\%$ )	ISO 加撃体 a, ATSM 加撃体 A に相当
II	0.9kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	15.3m/s ( $\pm 2\%$ )	ATSM 加撃体 B に相当
III	2.1 kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	12.2m/s ( $\pm 2\%$ )	ISO 加撃体 b, ATSM 加撃体 C に相当
IV	3.0 kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	15.3m/s ( $\pm 2\%$ )	衝突速度 20.5m/s の瓦に相当
V	4.1 kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	15.3m/s ( $\pm 2\%$ )	ISO 加撃体 c, ATSM 加撃体 D に相当
VI	4.1 kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	24.4m/s ( $\pm 1\%$ )	ISO 加撃体 d, ATSM 加撃体 E に相当
VII	6.8 kg ( $\pm 0.1\text{kg}$ ), 2×4 木片	22.4m/s ( $\pm 2\%$ )	ISO 加撃体 e に相当

→ JIS R 3109 に反映された

# まとめ

## ◆ 強風（台風）の今後

- ・ 進路は東寄りになる
- ・ 強い台風の頻度が増加

## ◆ ガラス被害への対策

- ・ 飛来物に対する備えが基本
- ・ 耐衝撃試験による性能評価&保証

→ 強風被害に強い社会の創生へ

# ガラス窓の発達史

九州大学大学院芸術工学研究院  
准教授 井上朝雄

# かべの語源

## 英語の「wall」の語源

城壁や壁を意味するラテン語の「vallum」に由来する

## 中国語の「壁」の字源

土 + 辟 意符の「土」と音符の「辟」とから成る  
土を塗った、風や寒さを避けるもの  
建物の周囲を囲んだ土塗りの隔て

## 日本語の「かべ」の語源

説1 か(処) + へ(隔)

場所の隔ての意

説2 かき + へ

建物のまわりや内部内部のしきりの意

# 外壁にまつわる言葉の定義①

## 外壁

建物内の壁「内壁」に対して、外部に面する壁

## 外装

建物内部の装い「内装」に対して、外側の装い  
また、外壁に使う材料を外装材という

## 外周壁

外壁全体のこと

# 外壁にまつわる言葉の定義②

## カーテンウォール

広義：建物の自重を支える機能から解放された壁

反対語：耐震壁、耐力壁

狭義：プレハブ化した外周壁(第二次世界大戦以降)

略すときは、CW と書く

## メタルカーテンウォール

全面ガラスのものも含めて、金属でフレームを組んで外装材を支えているもの

## プレキャストコンクリートカーテンウォール

工場でパネル化したコンクリート版

略すときは、PCaコンクリート と書く

# 外壁にまつわる言葉の定義③

## ファサード

外壁のうち、建物そのものを象徴する部分

## ビルディングスキン

動物の皮膚のように、選択透過性のあるもの

# まどの語源

## 英語の「window」の語源

古代北欧語の「vindauga」に由来する

vindr(wind) + agua(eye) 直訳すれば、風＋目

風を入れたり、明かりを入れたりするために壁にあけた穴に由来

## 漢字の「窓」の字源

家に穴をうがった囪(ソウ)が元字

穴＋囪＋心 意符の「穴」と意符と音符の「囪」に「心」

外と内を遮断する壁に外と内をやりとりするためにあけた穴が窓

# まどの語源

## 日本語の「まど」の語源

説1 ま(目) + と(門)                      外を見る開口の意

説2 柱と柱の「間」に「戸」をはめた「門戸」

## 窓の発達史

「穴」と「間戸」の発達史

壁にあいた穴とそれを閉じる建具の歴史

# ガラスの種類と組成

## ソーダ石灰ガラス

板ガラス、びんガラス、電球用ガラス

## 鉛ガラス(クリスタルガラス)

バカラ

## ほう珪酸ガラス(耐熱ガラス)

実験用ガラス器具、薬のアンンプル

## 石英ガラス

光学器具、光ファイバーなど

# 板ガラスの製法

**鑄造法** 古代ローマ時代(弥生時代)  
砂型に溶融ガラスを流し込み  
ガラスの厚板をつくる。

ポンペイの浴室

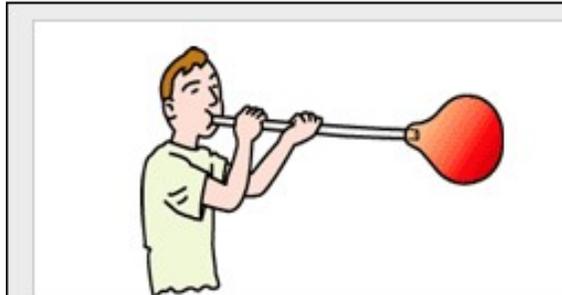


<http://4travel.jp/photo?trvlphoto=21316339>

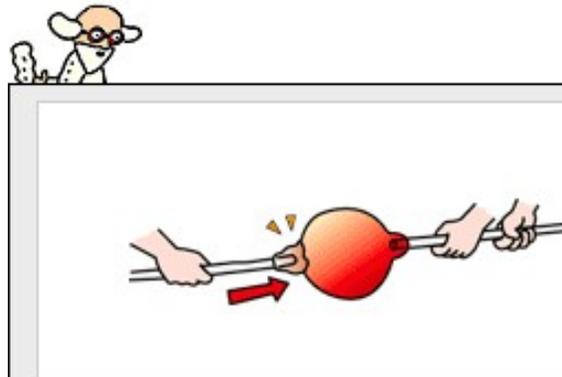


[http://www.agc.com/kingdom/manu\\_process/history/history04.html](http://www.agc.com/kingdom/manu_process/history/history04.html)

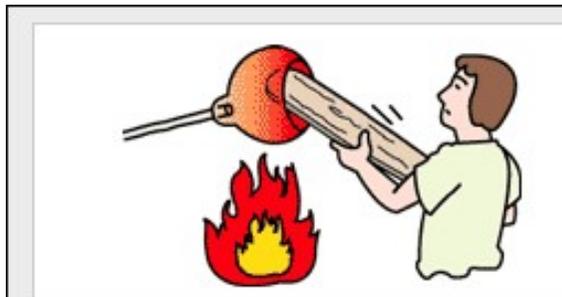
# 板ガラスの製法



吹きさおに溶けたガラスをからめ、吹いて



ポンテ【鉄のさお】をつけて、吹きさおを切



吹きさおを切りはなして、口のあい  
ところを熱しながら押し広げる



以降(古墳時代)

せたガラスを  
を切り離し、  
力を利用し  
つくる方法

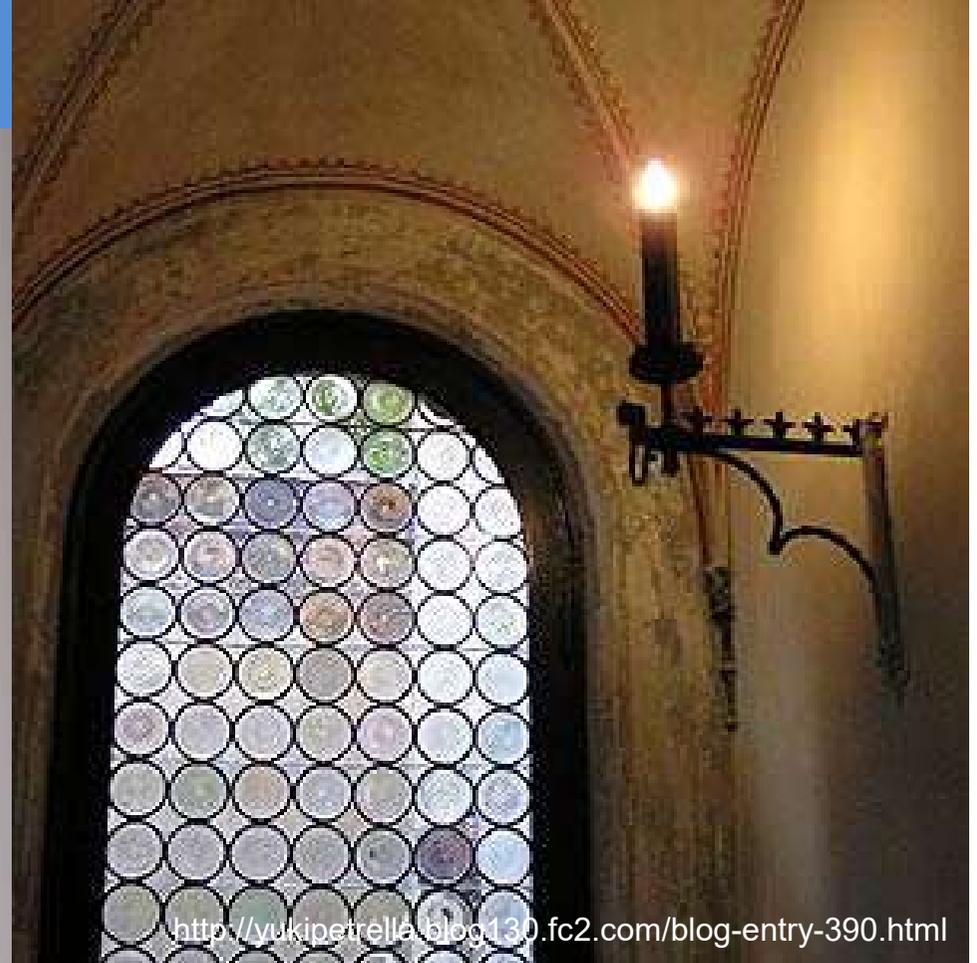


力  
力でガラスが広がり、平らな円盤になる  
【中央にはポンテの跡が残った】

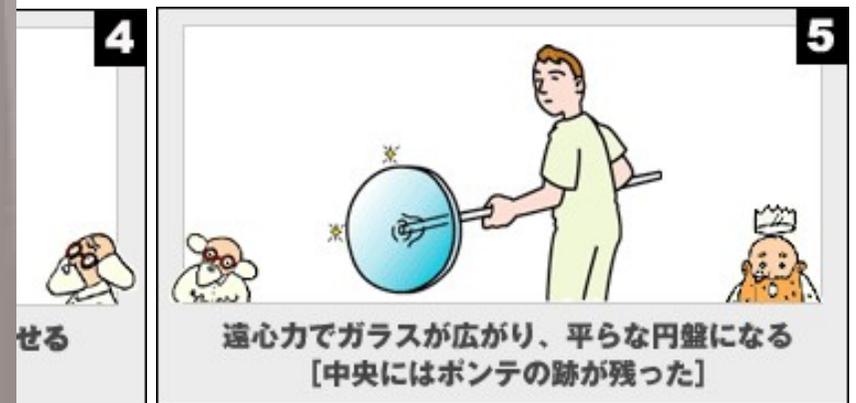
# 板ガラスの製法



[http://divia21.rssing.com/chan-11441517/all\\_p2.html](http://divia21.rssing.com/chan-11441517/all_p2.html)



<http://yukipetrella.blog130.fc2.com/blog-entry-390.html>



せる

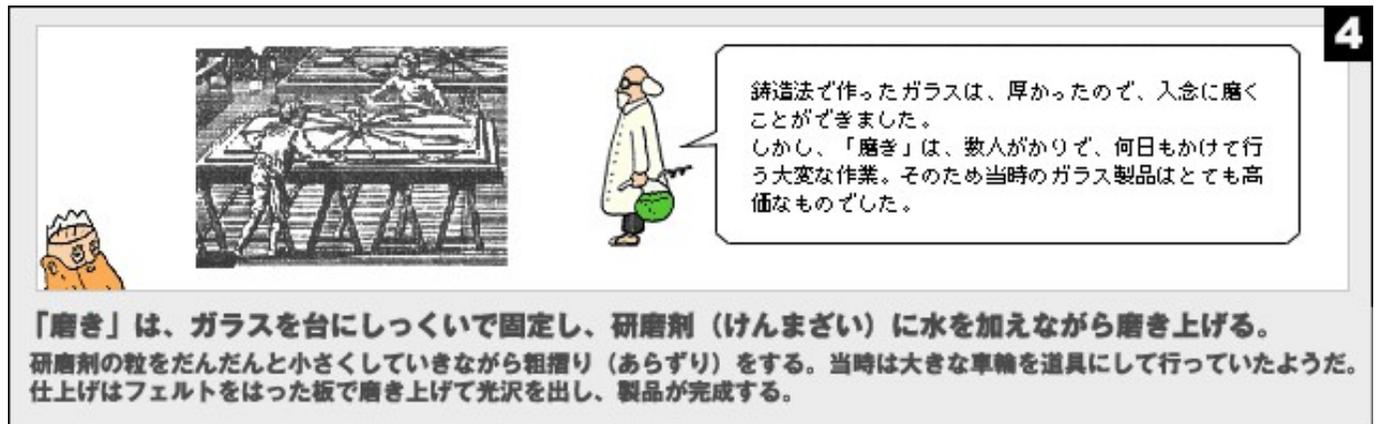
遠心力でガラスが広がり、平らな円盤になる  
[中央にはポンテの跡が残った]

[http://www.agc.com/kingdom/manu\\_process/history/history06.html](http://www.agc.com/kingdom/manu_process/history/history06.html)

# 板ガラスの製法



**ド・ヌーの鑄造法** 17世紀末～  
銅製の鑄型に溶融ガラスを流し  
ローラーで平らにする方法。  
表面を研磨することが必要。



# 板ガラスの製法

1686年(貞享3年) ヴェルサイユ宮殿鏡の間 ルイ14世



1919年(大正8年) ヴェルサイユ条約調印式  
ウィリアム・オルペン画



造法 17世紀末～  
こ溶融ガラスを流し  
さらにする方法。  
することが必要。



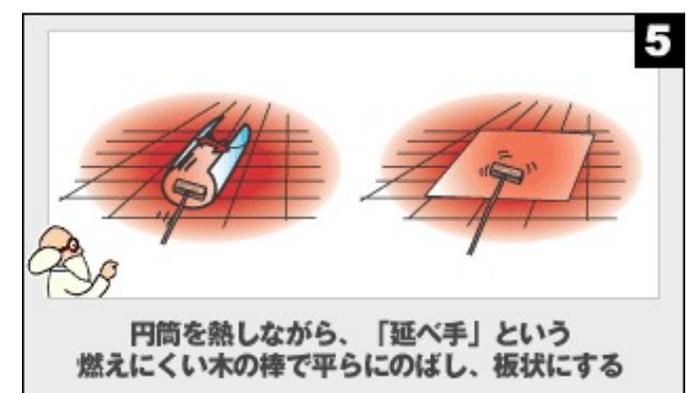
4  
鑄造法で作ったガラスは、厚かったため、入念に磨く  
ことができました。  
しかし、「磨き」は、数人がかりで、何日もかけて行  
う大変な作業。そのため当時のガラス製品はとて高  
価なものでした。

研磨剤(けんまざい)に水を加えながら磨き上げる。  
(あらずり)をする。当時は大きな車輪を道具にして行っていたようだ。  
製品が完成する。

[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%B4%E3%82%A7%E3%83%AB%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%83%A6%E5%AE%AE%E6%AE%BF#/media/File:William\\_Orpen\\_-\\_The\\_Signing\\_of\\_Peace\\_in\\_the\\_Hall\\_of\\_Mirrors,\\_Versailles.jpg](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%B4%E3%82%A7%E3%83%AB%E3%82%B5%E3%82%A4%E3%83%A6%E5%AE%AE%E6%AE%BF#/media/File:William_Orpen_-_The_Signing_of_Peace_in_the_Hall_of_Mirrors,_Versailles.jpg)

[http://www.agc.com/kingdom/manu\\_process/history/history07.html](http://www.agc.com/kingdom/manu_process/history/history07.html)

# 板ガラスの製法



**手吹き円筒法** 17～18世紀以降  
吹きざおで円筒状に吹いたガラスを縦に裂き、熱しながら平らにする方法。

# 板ガラス

クリスタルパレス 1851(嘉永4年)  
ジョゼフ・パクストン  
第1回万国博覧会(ロンドン)



吹きざおに溶けたガラスをか  
[吹きながら左右に振ること]



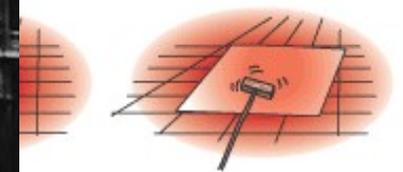
両端を切り、円筒



円筒を冷ましてから、たて

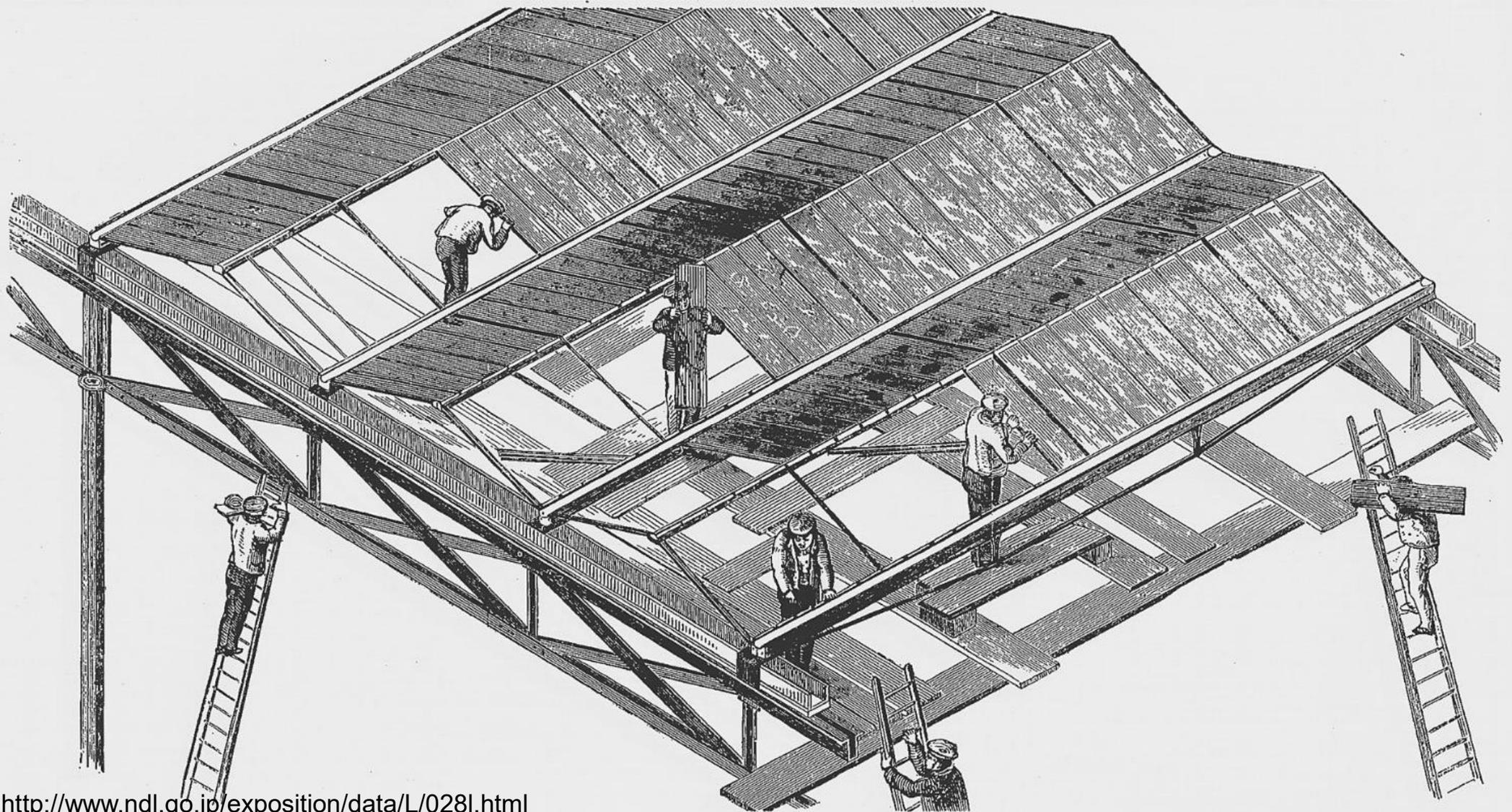


以降  
いたガラス  
平らにする



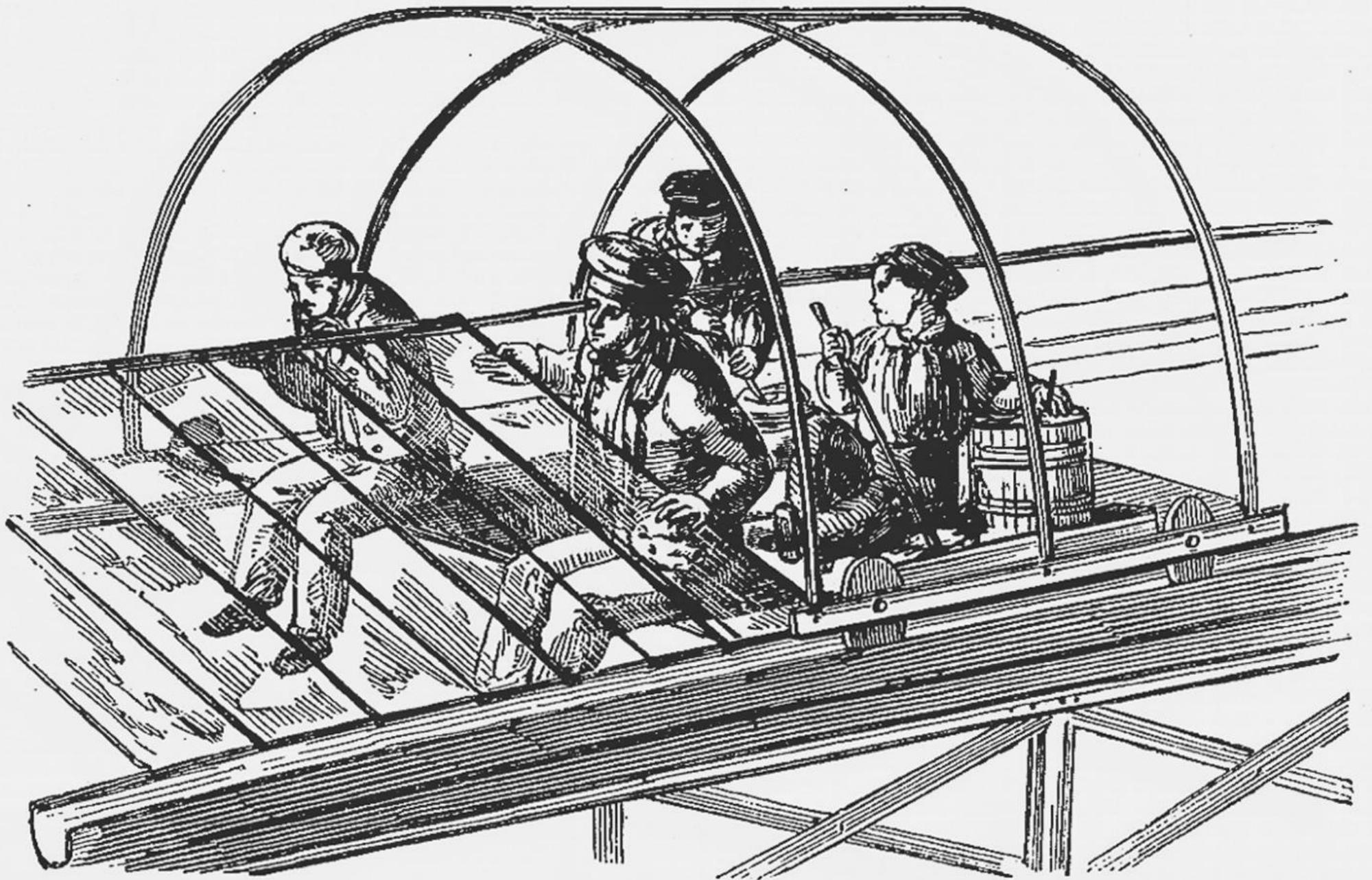
ながら、「延べ手」という  
手で平らにのぼし、板状にする

# クリスタルパレス 手吹き円筒法による板ガラスの施工風景



<http://www.ndl.go.jp/exposition/data/L/028l.html>

THE BUILDING IN HYDE PARK, FOR THE GREAT EXHIBITION OF 1851.—GLAZING THE ROOF.



GLAZING WAGGON.

# クリスタルパレス 1851(嘉永4年) ジョゼフ・パクストン 第1回万国博覧会(ロンドン)



<http://thechanelhouse.org/tag/hyde-park/#jp-carousel-9203>

[http://www.agc.com/kingdom/manu\\_process/history/history08.html](http://www.agc.com/kingdom/manu_process/history/history08.html)

クリスタルパレス 1851(嘉永4年)  
ジョゼフ・パクストン  
第1回万国博覧会(ロンドン)



<http://thecharnelhouse.org/tag/hyde-park/#jp-carousel-9202>



<http://thecharnelhouse.org/tag/hyde-park/#jp-carousel-9201>

# 板ガラスの製法

**機械吹き円筒法** 1902年(明治35年)  
手吹き円筒法の吹き込み工程を  
機械化したもの。



ポット (ガスバーナーで熱することができる)



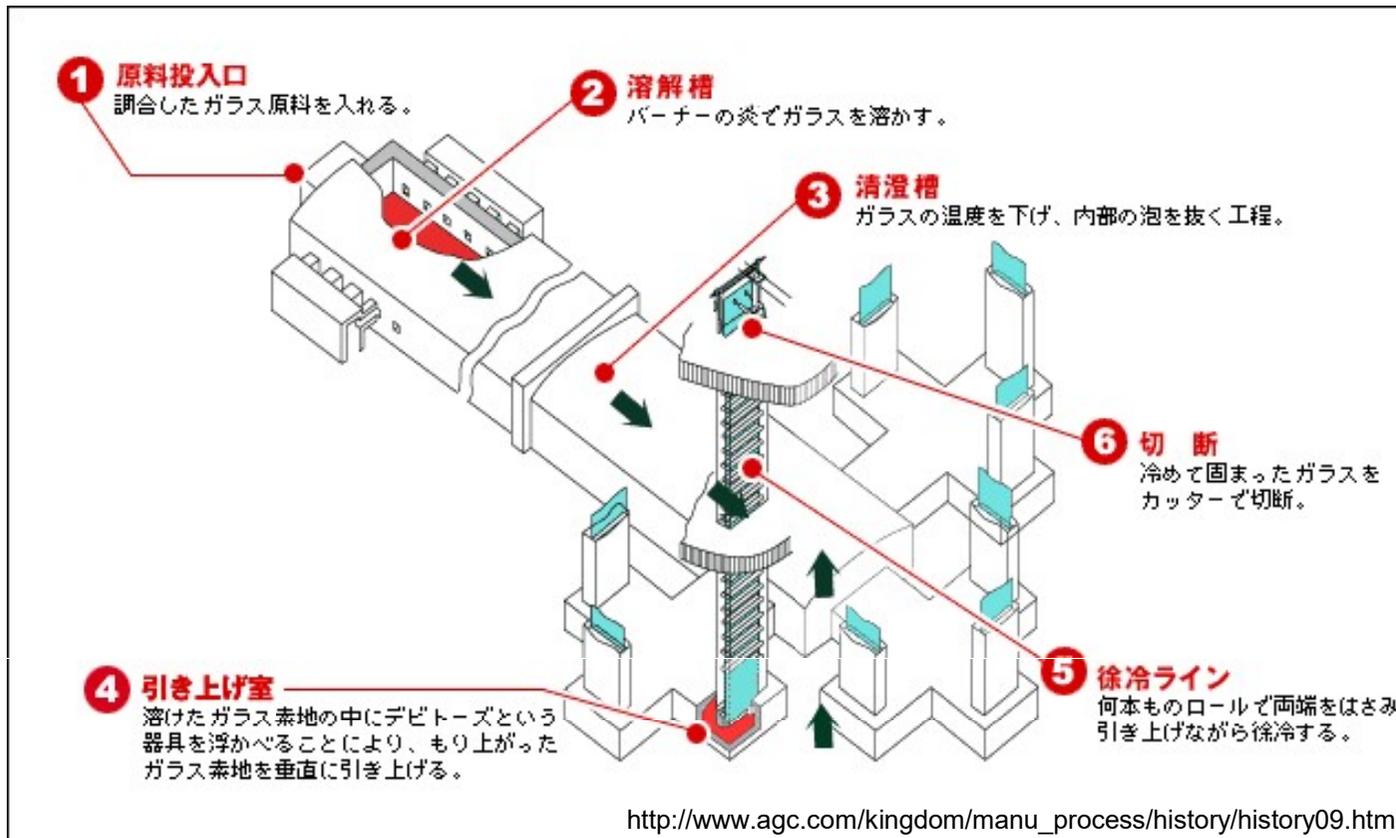
# 板ガラスの製法

## 垂直引き上げ法

フルコール法 1901年(明治34年) 薄いガラス

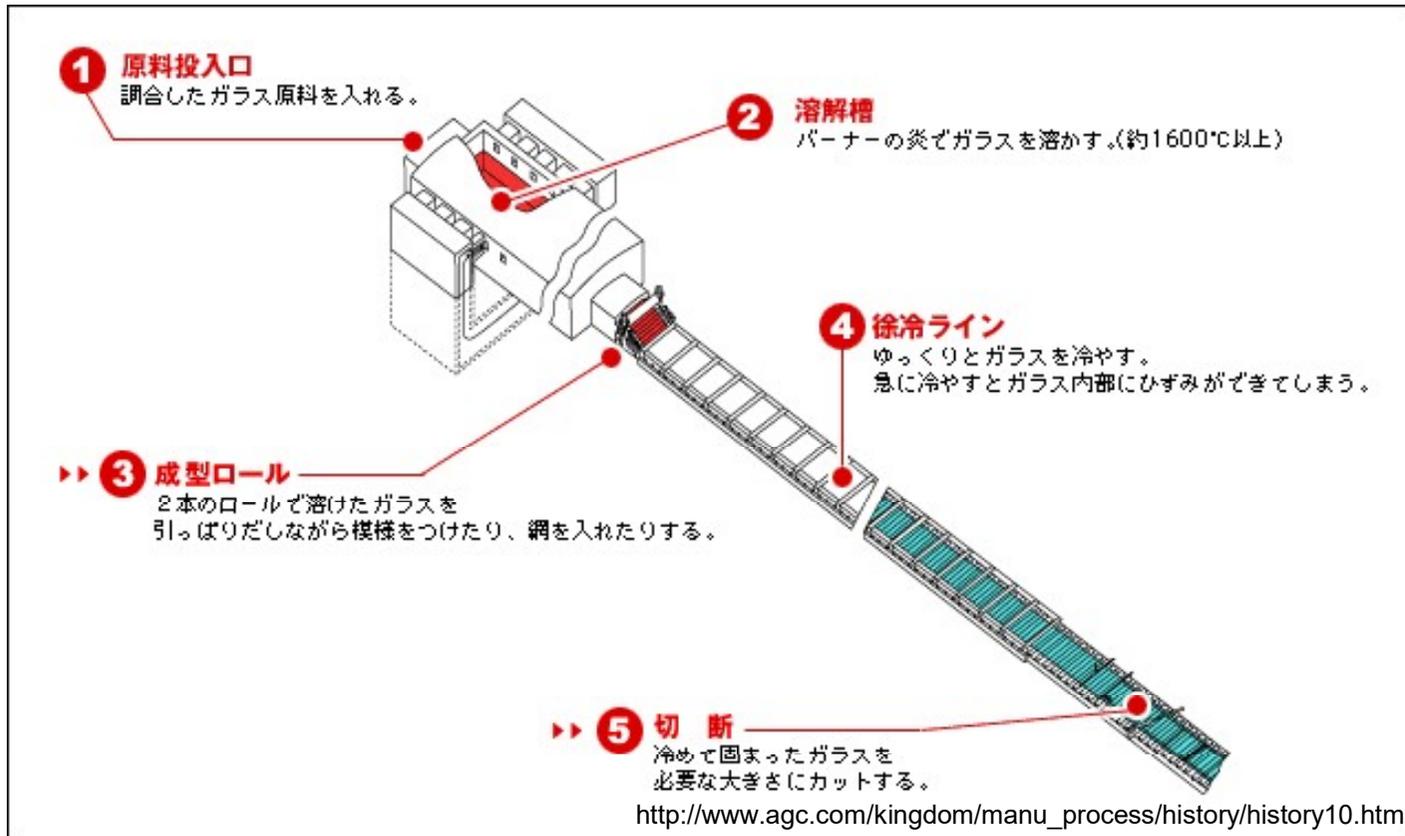
コルバーン法 1916年(大正5年) 厚い大判ガラス

溶解窯から板のままのガラスを直接引き上げる方法  
板ガラスを連続生産でき大量生産が可能となった。



# 板ガラスの製法

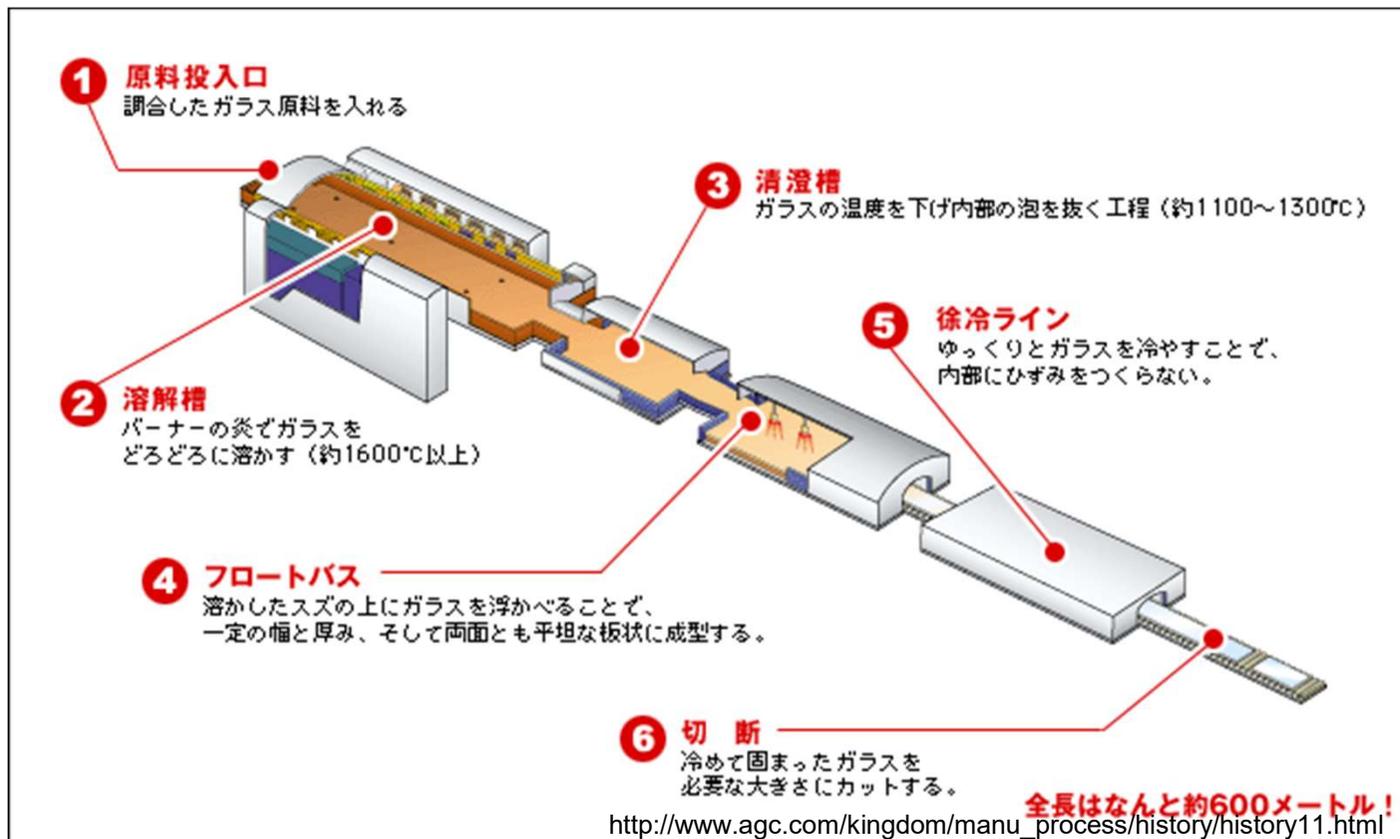
**ロールアウト法** 1922年(大正11年) フォード社によって開発  
2本のロールの間に溶けたガラスを通して板にする  
製法。像のゆがまない、透視性の高い板ガラスの大量生産という当時の自動車業界からの要望に応えた製法。



今でも  
網入りガラス  
型板ガラス  
の生産に使わ  
れている

# 板ガラスの製法

**フロート法** 1959年(昭和34年) ピルキントン社によって開発  
溶融錫の上に溶融したガラスを流し込み、比重の差を利用し、表面張力により平滑なガラスの大量生産を可能とした製法。



フロート板ガラス  
高透過ガラス  
熱線吸収ガラス  
熱線反射ガラス

# 板ガラスの二次加工

## 強化ガラス

通常のガラスより強度が4～5倍  
割れると粉々になる

## 合わせガラス

2枚以上の板ガラスを中間膜で加熱圧着  
割れても破片が飛び散らない

## 複層ガラス

2枚以上の板ガラスをスペーサを介して  
一定の間隔に保ち、封着剤で密封  
断熱性が高い

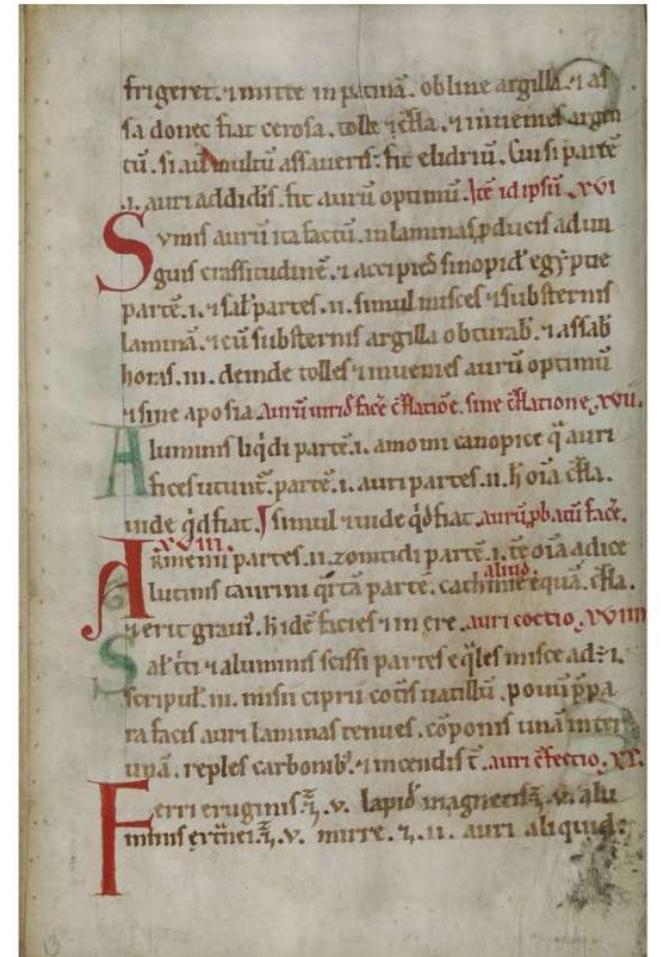
# 強化ガラス

## Mappae Clavicula

中性の錬金術師が参考にした書物  
熱いガラス急冷すると  
強化ガラスができる

## ルパート王子の涙

<https://www.youtube.com/watch?v=xef4gokRBs>



# 板ガラス以外のガラス製品

## ガラスブロック、ガラスレンガ

ブロックもしくはレンガの形状をしたもの  
ガラスの家(ダルザス邸)

## 溝型ガラス(プロファイリットガラス)

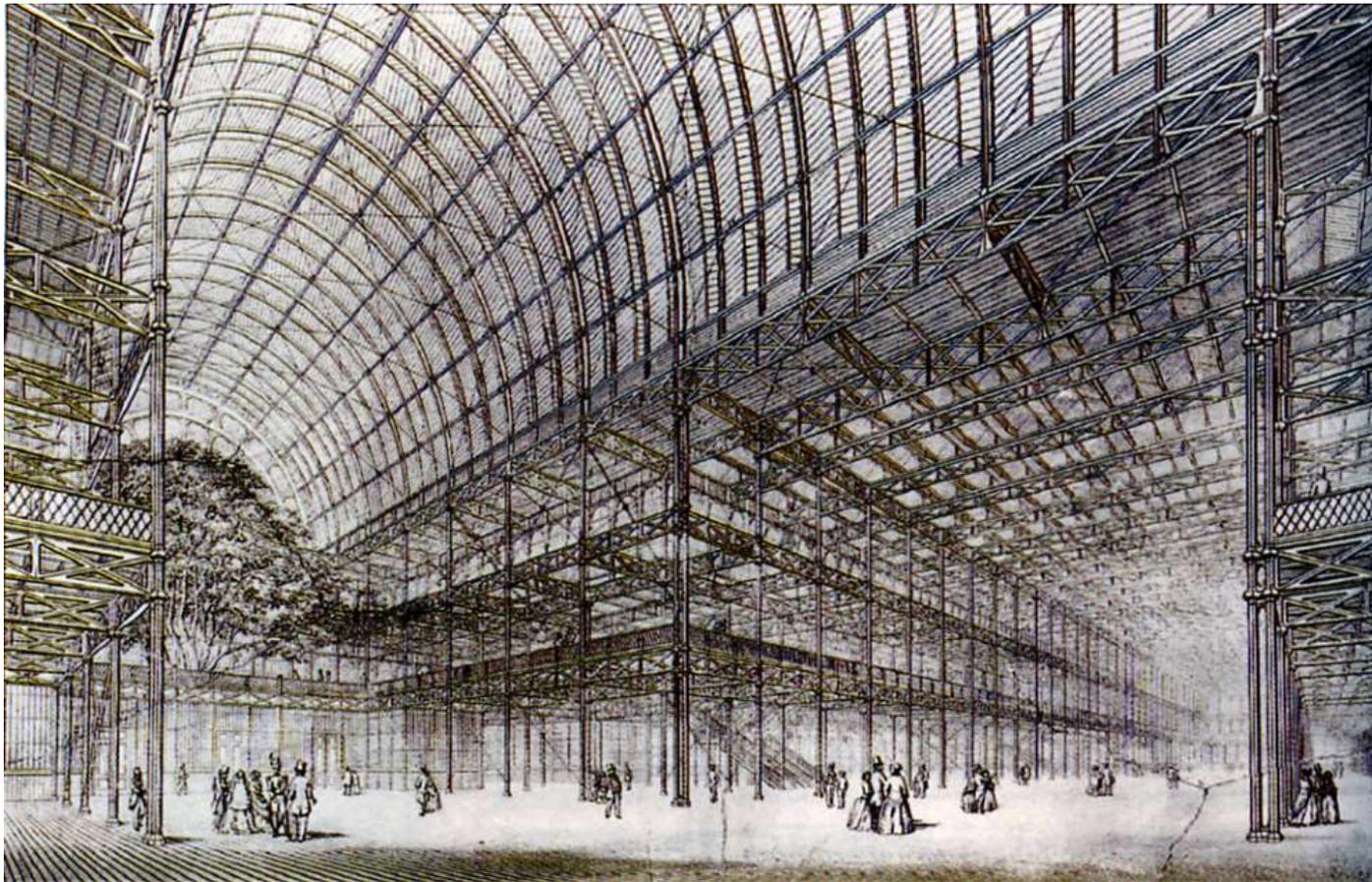
断面が「コの字・U字」形をしたもの

## ガラスチューブ

医療用器具などのガラス製品  
ジョンソン・ワックス本社

# カーテンウォールの歴史①

- ・クリスタルパレス 1851(嘉永4年) ジョゼフ・パクストン



# カーテンウォールの歴史①

・クリスタルパレス 1851 ジョゼフ・パクストン



移築後のクリスタルパレス 1854年(安政元年)  
ロンドン南郊外のシデナムに移築

火災後のクリスタルパレス、1936年11月30日(昭和11年)



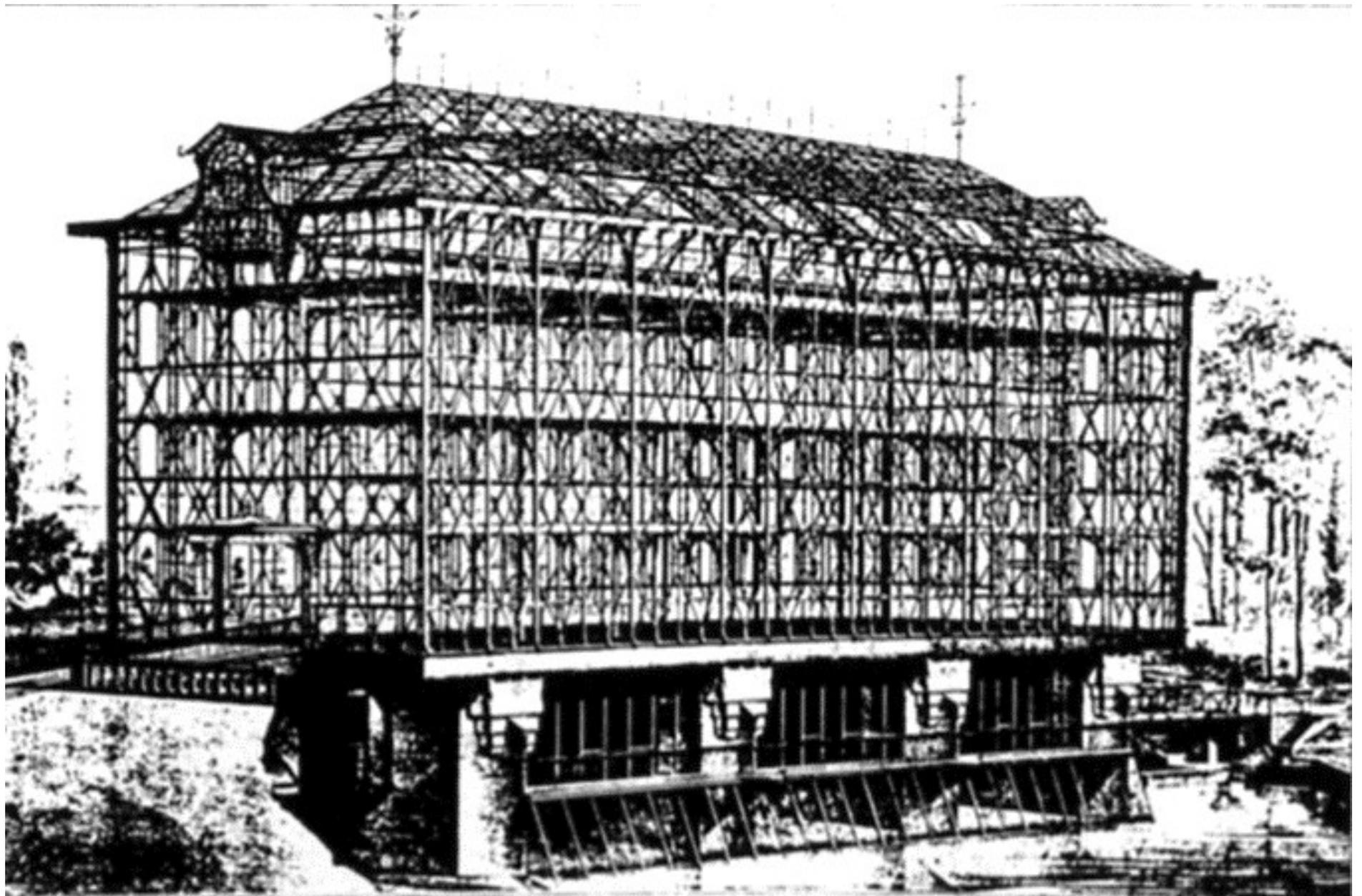
# カーテンウォールの歴史②

- ・ムニエ・チョコレート工場 1872(明治5年) J.ソルニエ



# カーテンウォールの歴史②

- ・ムニエチョコレート工場 1872 J.ソルニエ



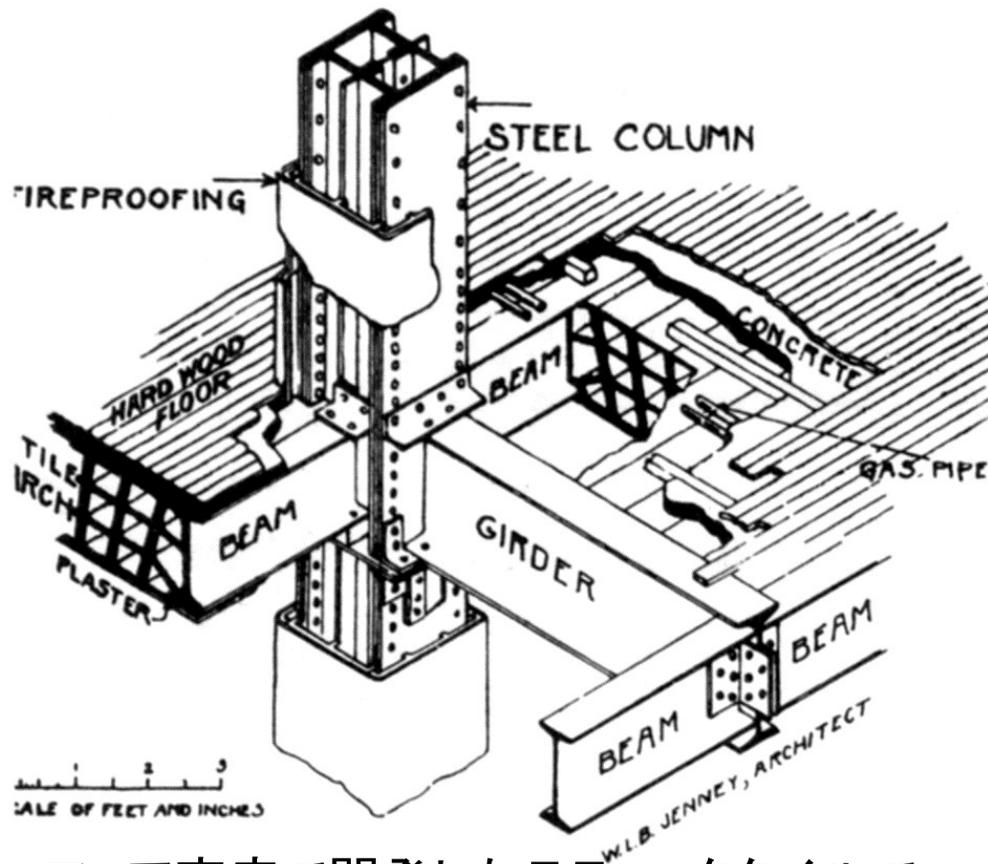
# カーテンウォールの歴史②

・ムニエチョコレート工場 1872 J.ソルニエ



# カーテンウォールの歴史③

- ・ホーム・インシュランスビル 1885(明治18年)  
W. L. B. ジェニー



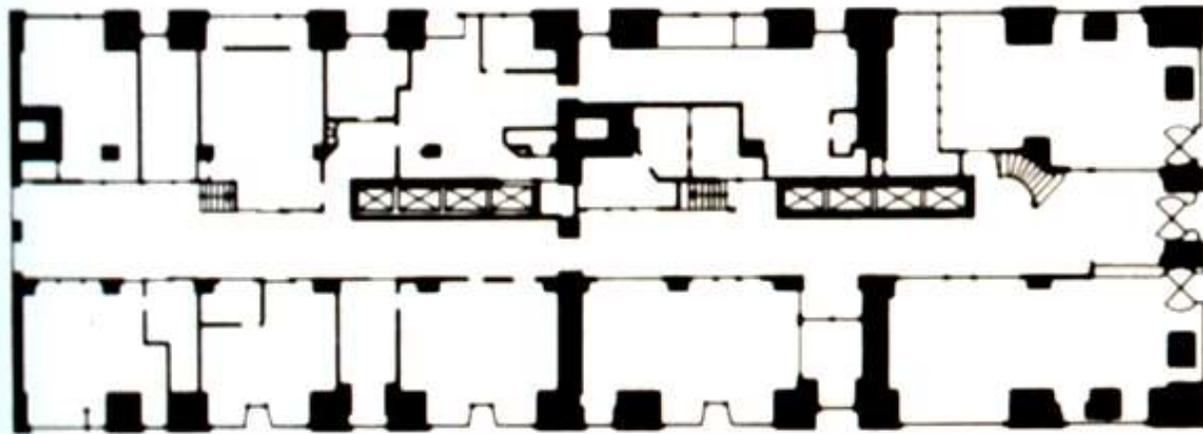
フェア商店で開発したテラコッタタイルで  
耐火被覆された鉄骨構造

# シカゴ大火(1871年 明治4年)

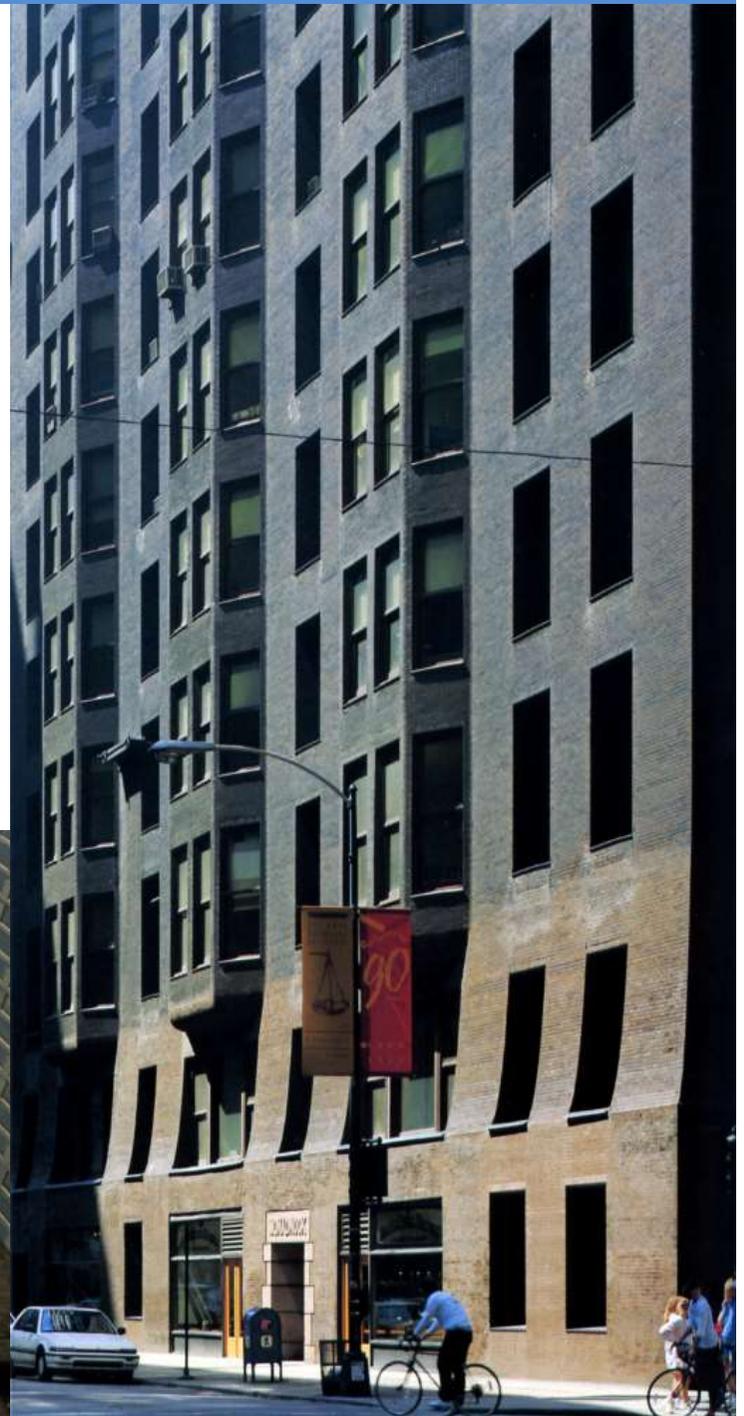


# カーテンウォールの歴史④

- ・モナドノックビル 1891(明治24年)  
D. H. バーナム+J. W. ルート



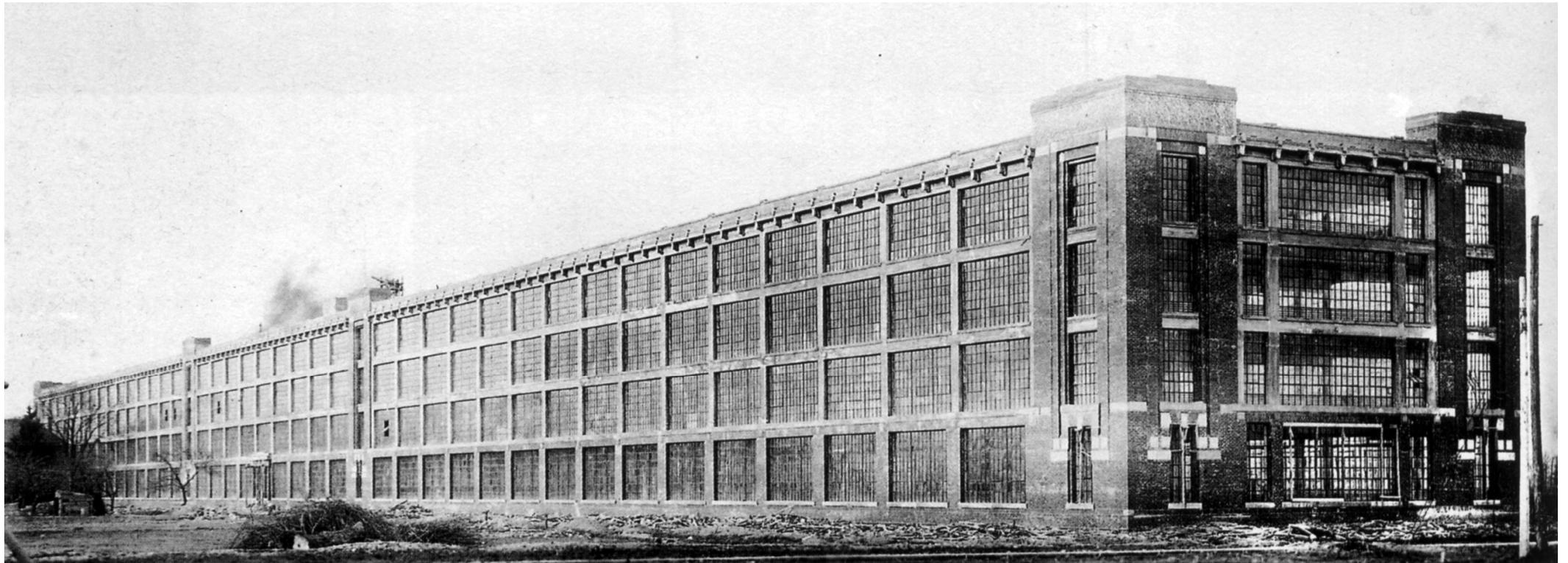
1階平面図





# カーテンウォールの歴史⑥

フォード・ハイランドパーク工場 1909(明治42年)  
アルバート・カーン

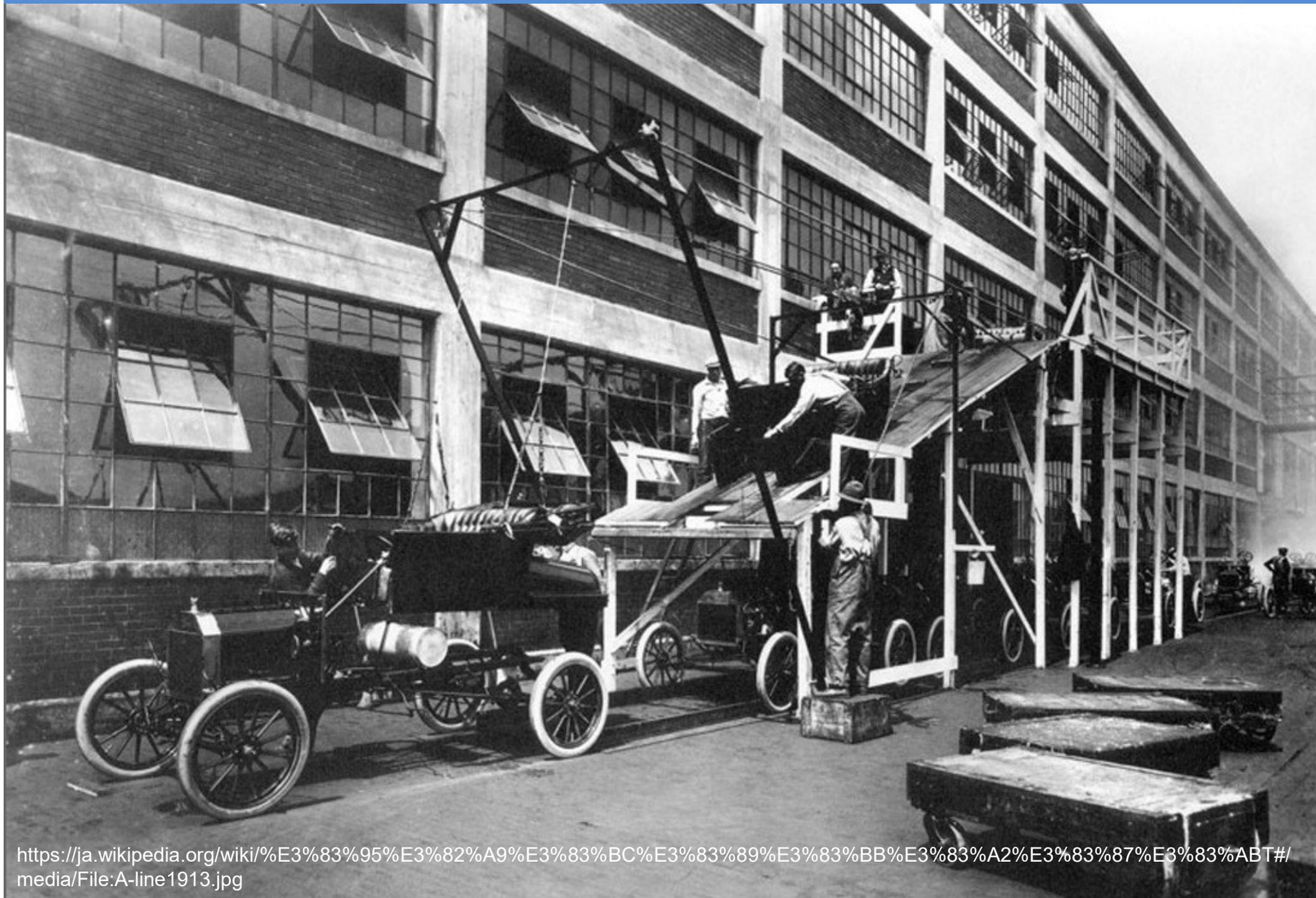


# カーテンウォールの歴史⑥

フォード・ハイランドパーク工場 1909(明治42年)  
アルバート・カーン



# カーテンウォールの歴史⑥



# カーテンウォールの歴史⑦

- ・AEGタービン工場 1910(明治43年)  
ペーター・ベーレンス



# カーテンウォールの歴史⑦

AEGタービン工場 1910 ペーター・ベーレンス



[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%83%BB%E3%83%99%E3%83%BC%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%82%B9#/media/File:AEG\\_by\\_Peter\\_Behrens.jpg](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%BC%E3%83%BB%E3%83%99%E3%83%BC%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%82%B9#/media/File:AEG_by_Peter_Behrens.jpg)

# カーテンウォールの歴史⑧

- ・ファグス靴工場 1911(明治44年)  
W. グロピウス+A. マイヤー



# カーテンウォールの歴史⑧

・ファグス靴工場 2013年 世界遺産



[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%B0%E3%82%B9%E5%B7%A5%E5%A0%B4#/media/File:Fagus\\_Gropius\\_Hauptgebaeude\\_200705\\_wiki\\_front.jpg](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%B0%E3%82%B9%E5%B7%A5%E5%A0%B4#/media/File:Fagus_Gropius_Hauptgebaeude_200705_wiki_front.jpg)

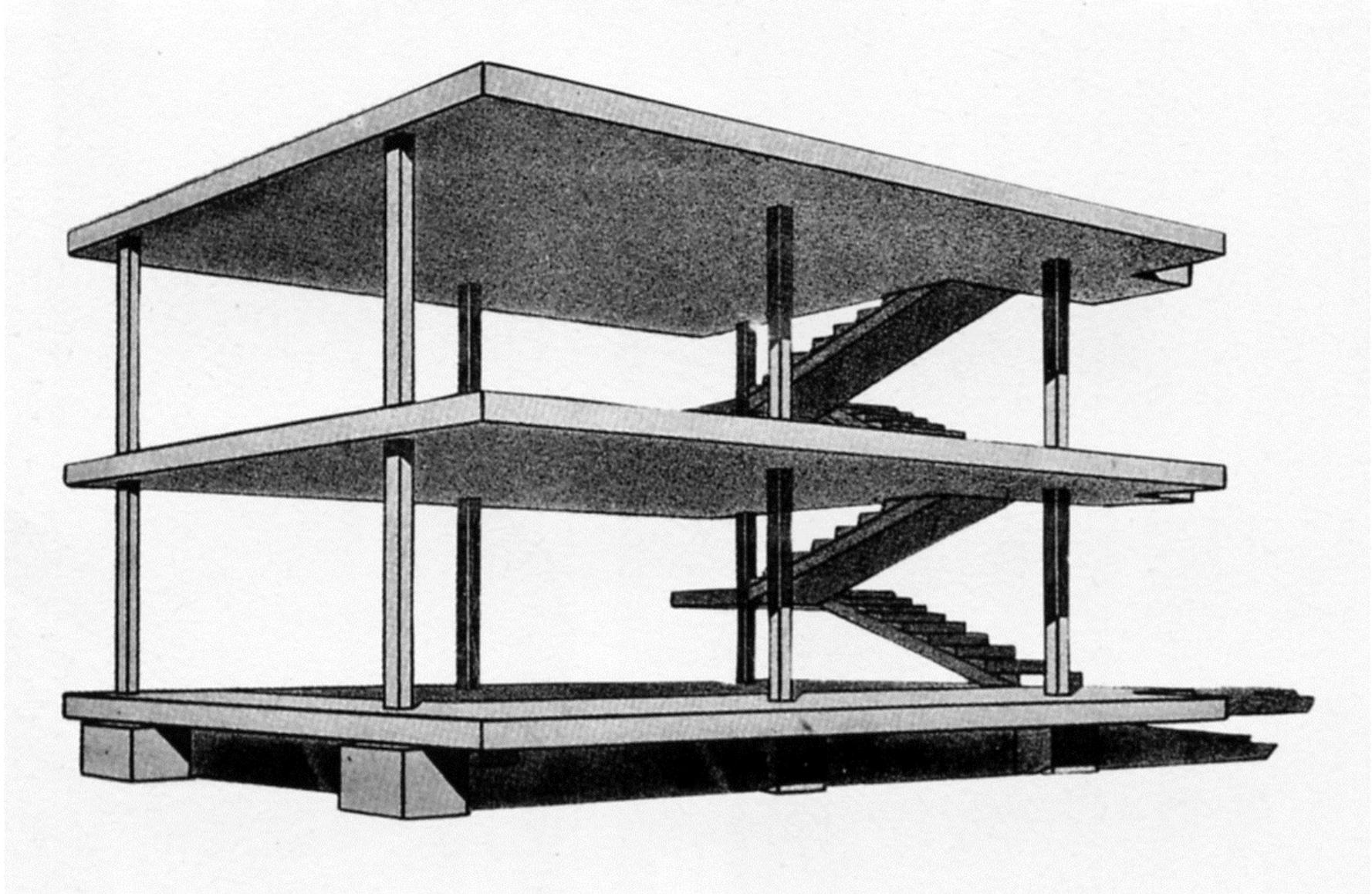
# カーテンウォールの歴史⑨

ドイツ工作連盟ケルン展  
モデル工場 1914(大正3年)  
W. グロピウス+A. マイヤー



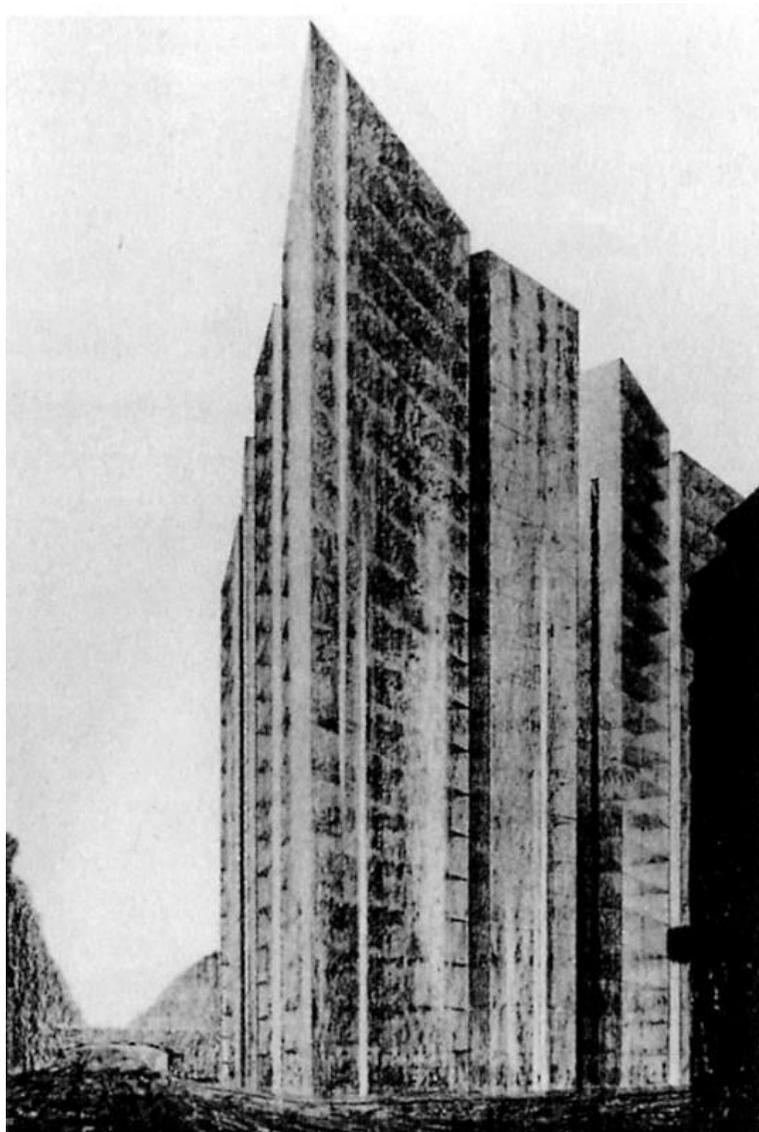
# カーテンウォールの歴史⑩

建築は採光された床 1914(大正3年)  
ル・コルビュジェ

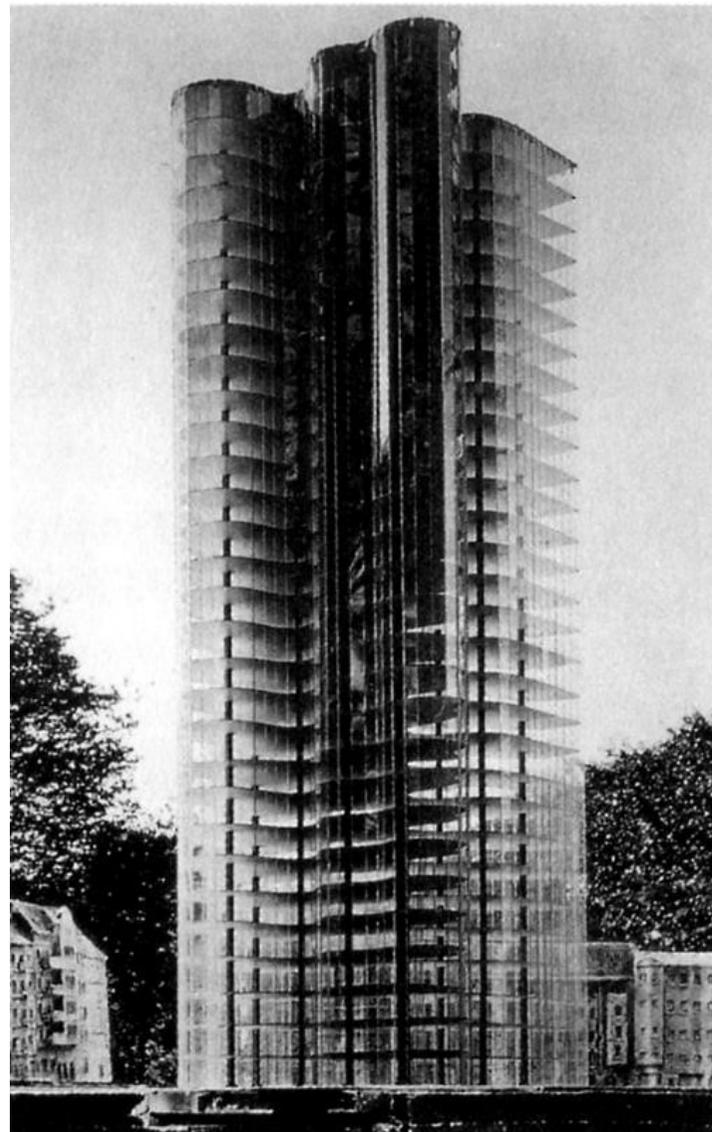


# カーテンウォールの歴史⑪

## ミース・ファン・デル・ローエのプロジェクト

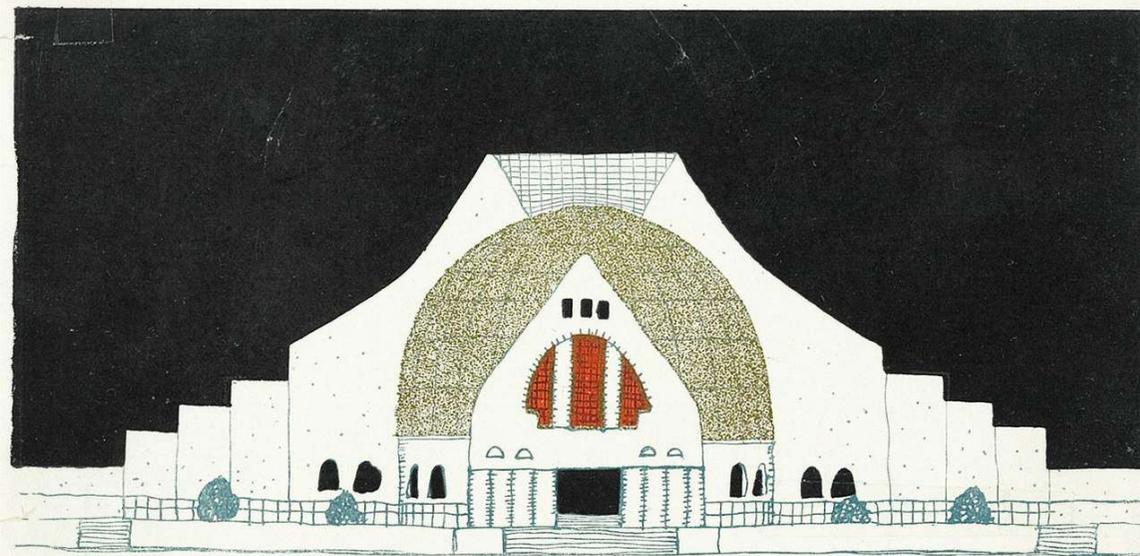


フリードリヒ街  
のオフィスビル  
1919(大正8年)



ガラスの  
摩天楼  
1922  
(大正11年)

# 分離派建築會 1920年(大正9年)



分離派建築會宣言

一九二〇年

# 日本工業倶楽部1920年(大正9年)横河民輔



# 安田講堂 1925年(大正14年)内田祥三



# カーテンウォールの歴史⑫

■ ファン・ネレ煙草工場  
1927-31(昭和2~6年)



# カーテンウォールの歴史⑫

ファン・ネレ煙草工場  
2014年 世界遺産



# カーテンウォールの歴史⑬

ブーツ製薬工場 Sir Owen Williams 設計  
1932(昭和7年)



# カーテンウォールの歴史⑭

Hallidie Building

1918年(大正7年)

Willis Polk

アメリカ初の  
ガラスカーテンウォール  
言われている



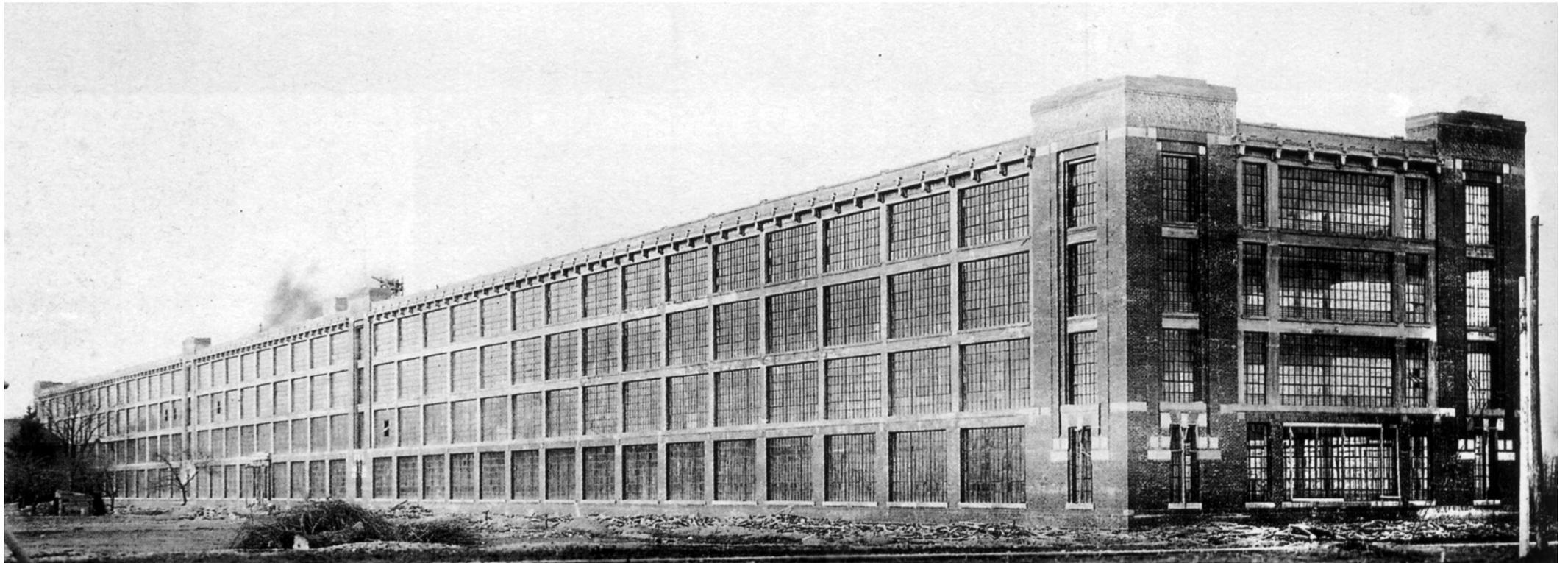
# カーテンウォールの歴史⑮

バウハウス校舎  
1926(昭和元年)  
W. グロピウス



# カーテンウォールの歴史⑥

フォード・ハイランドパーク工場 1909(明治42年)  
アルバート・カーン



# カーテンウォールの歴史①⑥

- ・ウィリス・ファイバー・デュマス社 1975(昭和50年)  
N. フォスター



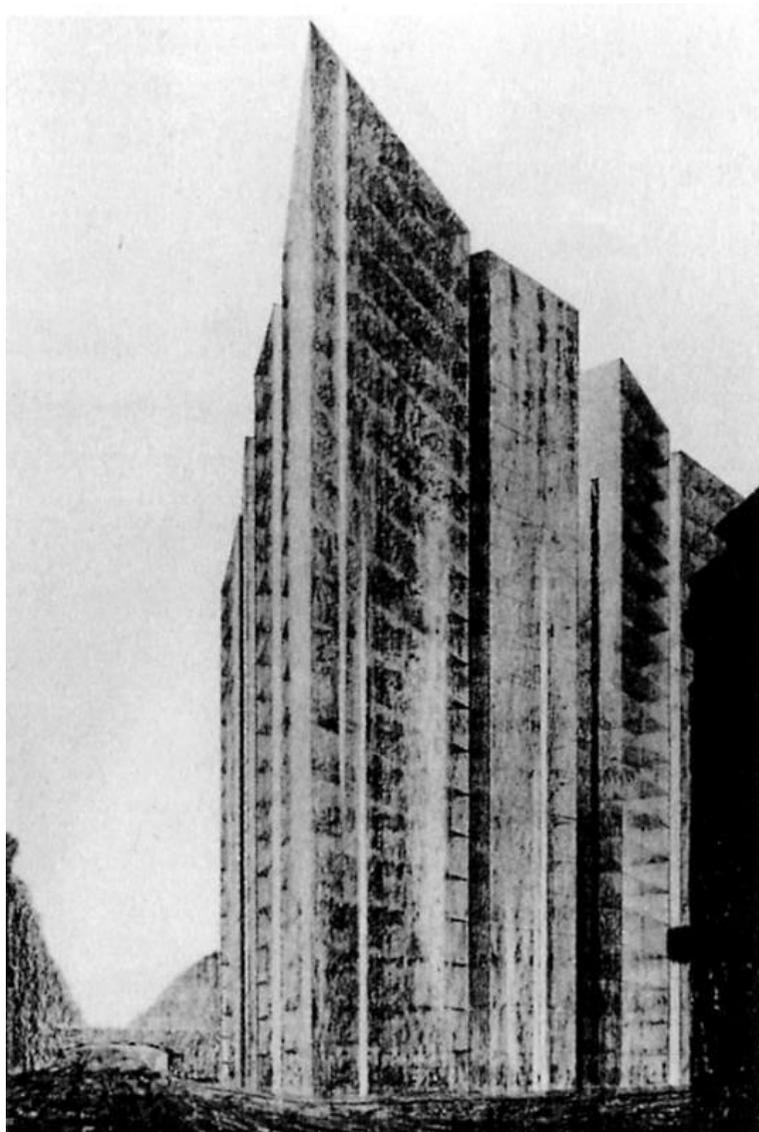
# カーテンウォールの歴史①⑥



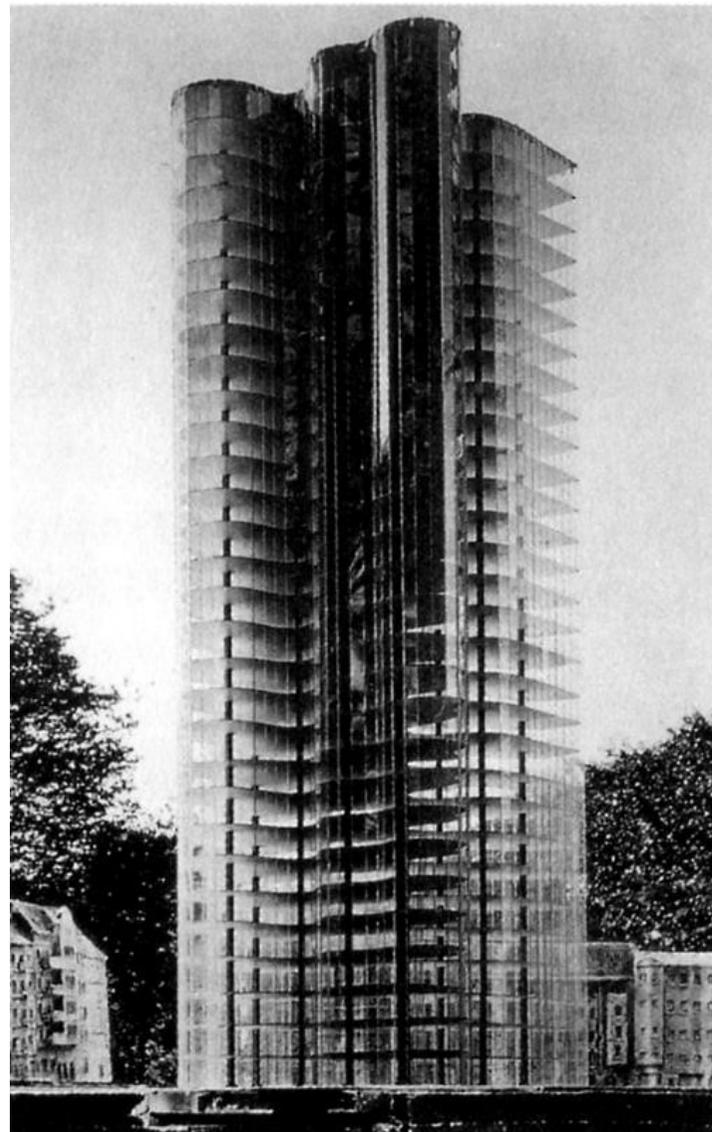
<http://www.fosterandpartners.com/projects/willis-faber-dumas-headquarters/>

# カーテンウォールの歴史⑦

## ミース・ファン・デル・ローエのプロジェクト



フリードリヒ街  
のオフィスビル  
1919(大正8年)



ガラスの  
摩天楼  
1922  
(大正11年)

# 今、井上がやっている研究

## 建築作品のデジタルアーカイブ

- 内田祥哉
- 葉祥栄
- 香山壽夫

## 鉄骨考古学によるイギリス植民地時代のバナキュラー建築の年代特定

- インド
- バングラデシュ
- ミャンマー
- マレーシア
- シンガポール

# 今、井上がやっている研究

## 建築作品のデジタルアーカイブ

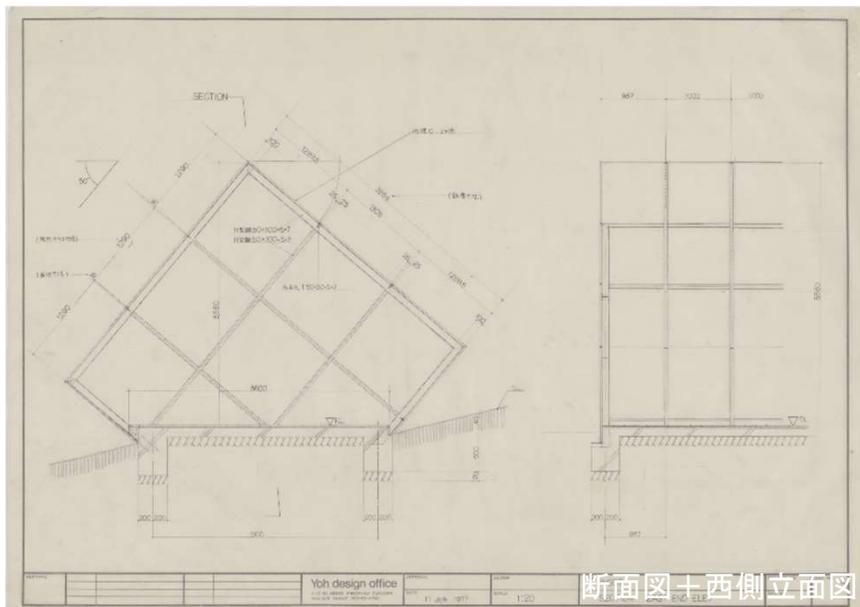
- ・内田祥哉
- ・葉祥栄 → インゴットの復元
- ・香山壽夫

## 鉄骨考古学によるイギリス植民地時代のバナキュラ ー建築の年代特定

- ・インド → これからの建設市場
- ・バングラデシュ
- ・ミャンマー
- ・マレーシア
- ・シンガポール

# 3D model of non-existing architecture

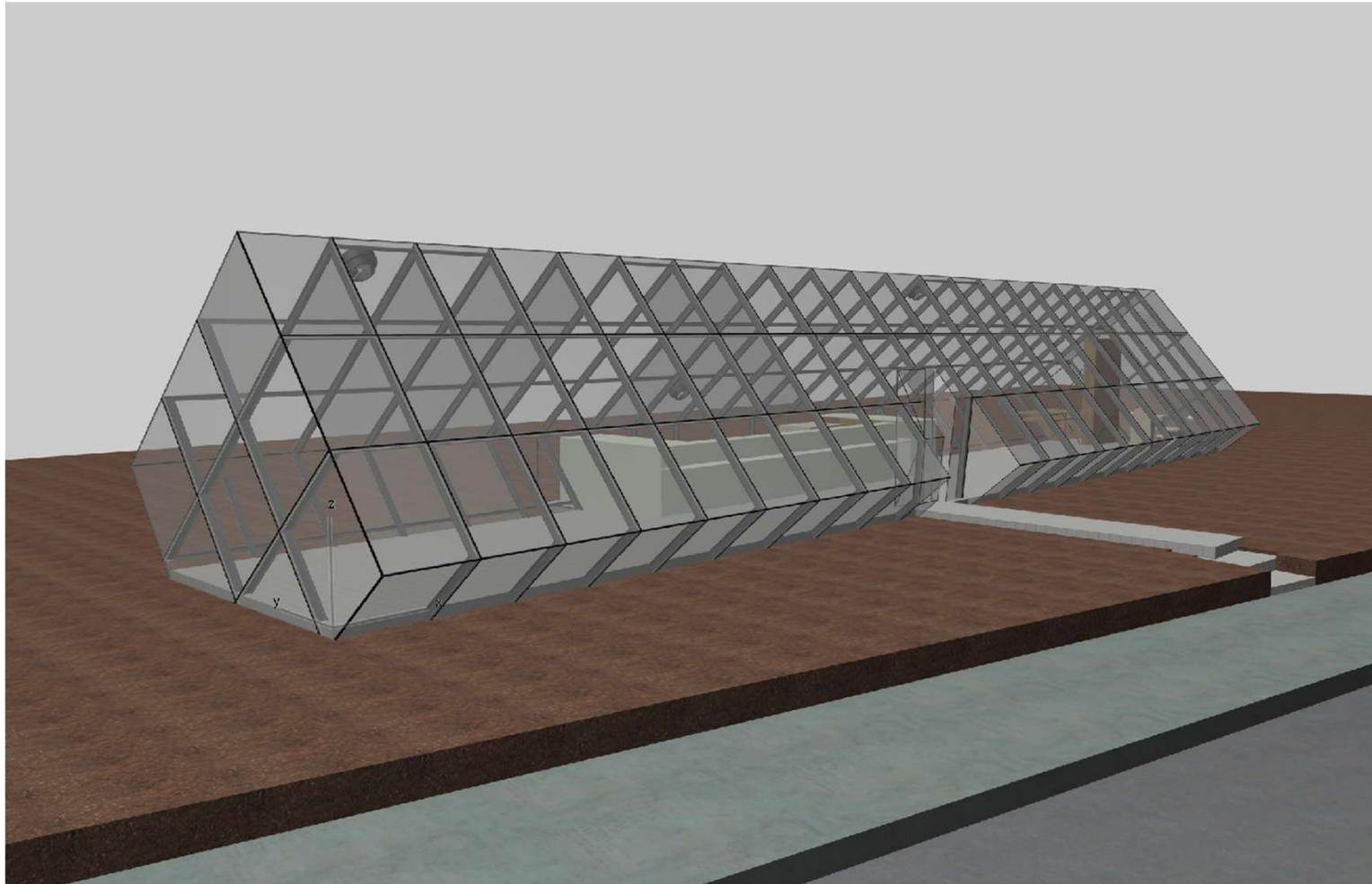
This was built in 1977, coffee shop INGOT. A steel and glass construction, it was demolished in less than 10 years for road widening, and is an early masterpiece by Shoji Yoh. Digital restoration must be done with limited materials such as drawings, photographs, and models.





Color photo of the building when it was first completed.  
Heat-absorbing, reflective double glazing is used, greatly reducing the heat load.  
In daylight, it looks like a mass of iron, that's why it was named as INGOT.

# Digital Reconstruction model from design drawings



# Daytime and nighttime digital restoration



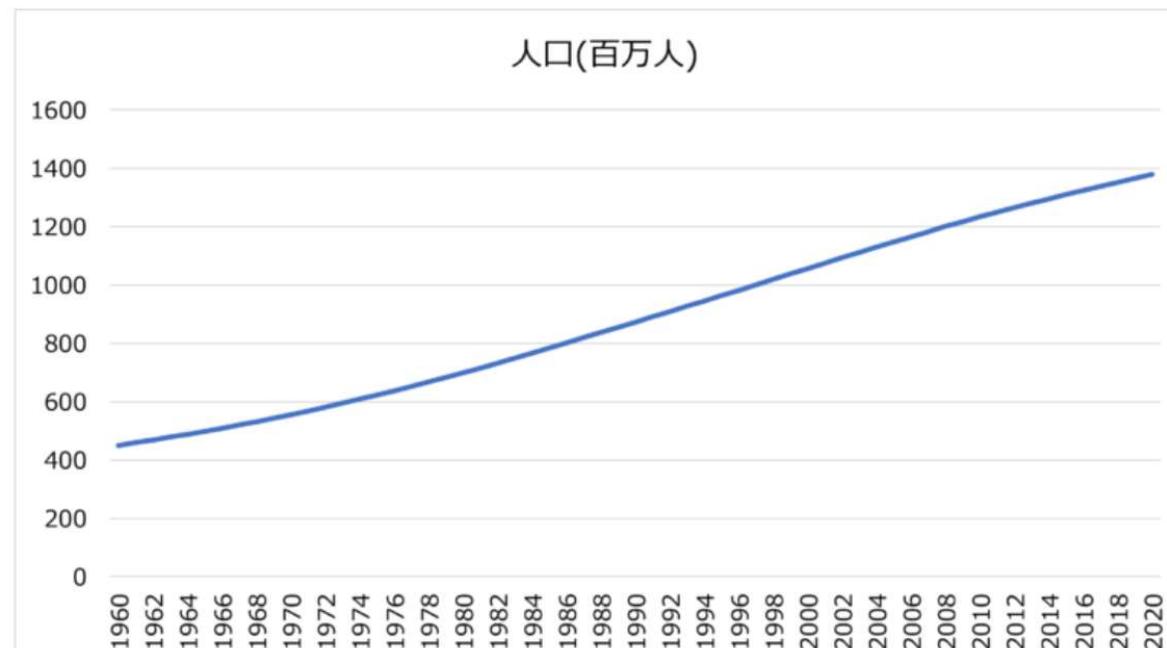
クリックしてインゴットのVRを体験してみてください  
<https://skfb.ly/oAvDJ>

# インドの建設基本情報

インドの人口、経済規模などの基礎情報、建設単価や建設市況などの建設情報をまとめました。

## 1. 基礎データ (世銀データベース)

- 1.1. 国土： 2,973,190 sq km (日本の816%)
- 1.2. 人口： 1,380,004,385 (2020 日本の1096%)
- 1.3. 経済規模 GDP: : 2,660 Billi \$ (2020 日本の52.6%)
- 1.4. 経済規模 GDP 一人当り： 1,927\$ (2020 日本の4.8%)



出展：[https://og.cm-](https://og.cm-plus.co.jp/2022/06/06/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%81%AE%E5%B)

[plus.co.jp/2022/06/06/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%81%AE%E5%B](https://og.cm-plus.co.jp/2022/06/06/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%81%AE%E5%B)

[B%BA%E8%A8%AD%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%83%85%E5%A0%B1/](https://og.cm-plus.co.jp/2022/06/06/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%89%E3%81%AE%E5%B)

# インド、これからの建設市場

## 業界シナリオ

- インドの建設業界は、2025 年までに 1.4 兆ドルに達すると予想されています
- 成長を牽引する都市 - 都市人口は GDP の 75% を占め (現在 63%)、68 都市の人口は 100 万人を超える
- インドの建設業界市場は、250 のサブセクターにわたって機能し、セクター間のつながりがあります。
- インドの不動産産業は 2030 年までに 1 兆ドルに達すると予想され、インドの GDP に 13% 貢献します。
- 住宅- 2030 年までに、人口の 40% 以上がインドの都市部に住むと予想され (現在は 33%)、2,500 万の追加のミッドエンドおよび手頃な価格のユニットの需要が生まれます。
- NIP の下で、インドはインフラに 1.4 兆ドルの投資予算を持っています - 再生可能エネルギーに 24%、道路と高速道路に 19%、都市インフラに 16%、鉄道に 13%
- 革新的なスマートシティミッション (ターゲット 100 都市) などのスキームは、近代化された技術主導の都市計画を通じて、生活の質を向上させることが期待されています。

出展 : <https://www.investindia.gov.in/ja-jp/sector/construction>







YOU ARE UNDER  
SURVEILLANCE  
MAINTAIN  
SPEED LIMIT



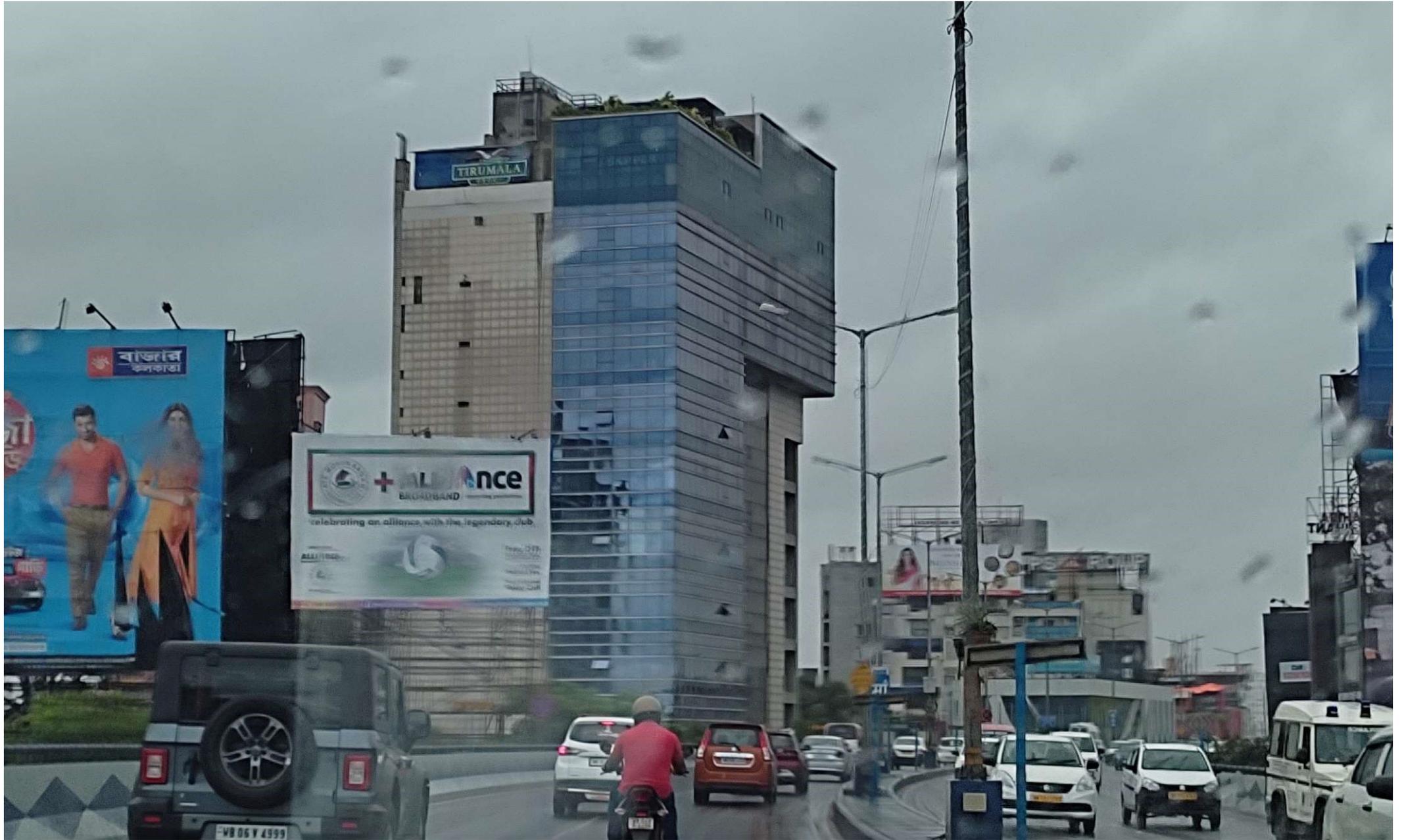


















# 来年、インドに行きませんか？！



The 4<sup>th</sup> Edition

14 – 16 September 2023

INTERNATIONAL EXHIBITION FOR  
FLAT GLASS PROCESSING,  
PRODUCTS AND ACCESSORIES

[Home](#) [About Fair](#) [Exhibitor Services](#) [Visitor Services](#) [Media](#) [Venue](#) [Contact Us](#) [glasspex INDIA](#)

glasspro INDIA 2023 / Home

## SEE YOU IN MUMBAI!

### glasspro INDIA 2023

**Date**

14 – 16 September 2023

**Bombay Exhibition Centre**

Goregaon (East), Mumbai, India



Click on Facts and Figures at a glance



東京・表参道を木造化したイメージ



木造3階建て校舎の実大火災実験（国交省 2012年）

国際ガラス年2022 建築ガラス記念講演会

# 木とガラスのコラボレーション

安井 昇

(桜設計集団一級建築士事務所代表・NPO法人team Timberize理事長)

# 安井 昇（やすいのぼる）

## ■経歴

1968 京町家生まれ

1993 東京理科大学理工学研究科修了  
積水ハウス入社

1998 積水ハウス退職

1999 桜設計集団一級建築士事務所設立

2001 早稲田大学理工学研究科博士課程入学

2004 同修了、博士（工学）取得

現在 桜設計集団一級建築士事務所代表

早稲田大学理工学研究所招聘研究員、東京大学生産技術研究所リサーチフェロー  
NPO法人team Timberize理事長、NPO法人木の建築フォーラム理事



## ■専門

木造設計 建築防火

■連絡先 yasui@teamsakura.jp



# 近年の木造ビルの一例



大林組 11階建て木造



内海彩建築設計事務所 3階建て木造

RC造＋鉄骨造＋木造



6階建て木造オフィス

高知県自治会館  
(細木建築研究所＋桜設計集団)

木造でつくるしか手段がなかった時代

外壁：延焼防止壁（厚い土）

窓：防火戸（土戸、鉄戸、厚い木戸）

姫路城大天守：築約400年の木造建築（6階建て、約2,400m<sup>2</sup>）

150年前の最先端技術・安全性を持たせて、  
その時代背景の中でつくられた建物。



京町家の町並み

長く残す設計上の工夫 「火」



※赤字 (青字) は木造法令の合理化・緩和

## 建築基準法と木造建築

- |      |  |   |
|------|--|---|
| 1950 | 建築基準法 制定                                   | 都市の不燃化 (木造からRC造へ)                                 |
| 1987 | 建築基準法 改正                                   | 燃えしる設計・準防木三戸の導入<br>(2階建てまで太い厚い木材による設計が可能に)        |
| 1992 | 建築基準法 改正                                   | 準耐火建築物の概念の導入<br>(3階建てまで45分準耐火構造による設計が可能に)         |
| 2000 | 建築基準法 改正                                   | 防火法令の性能規定化<br>(木造耐火建築物の登場→防火地域や4階建て以上も木造化可能に)     |
| 2010 | 公共建築物等木材利用促進法 制定                           |   |
| 2015 | 建築基準法 改正                                   | 法第21条・27条の性能規定化<br>(1時間準耐火構造による木造3階建て学校の登場)       |
| 2019 | 建築基準法 改正                                   | 耐火要件の性能規定化<br>(高度な準耐火構造+安全上の措置等 による4階建て以上の建築物の登場) |
| 2021 | 脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律 制定 |   |



これからの都市を木造化・木質化する

将来を見せる。夢を見せる。

2010 NPO法人team Timberize

# これからの都市を木造化・木質化する

RC造（メガストラクチャー）

木造（インフィル）

CLTの登場

2015 NPO法人team Timberize



2015 NPO法人team Timberize



高知市中心市街地の木造化・木質化イメージ

2019 高知県 + NPO法人team Timberize

福岡

長崎 大分 熊本

佐賀



各県の設計者による木造ビル試設計・建築費試算

2019 九州経済連合会 + NPO法人team Timberize

九州  
KYUSHU

佐賀 福岡 大分 長崎 熊本 福岡

Fukuoka Timber Building Lab

2019 九州経済連合会 + NPO法人team Timberize

# 九州経済連合会 建築費試算事例 2019

([https://www.kyukeiren.or.jp/committee/index.php?committee\\_id=4&category=achieve](https://www.kyukeiren.or.jp/committee/index.php?committee_id=4&category=achieve))

チーム	建物概要					工事費/m <sup>2</sup> 消費税抜き	
	階数	防耐火	工法	建築面積	延床面積	想定金額	他構造比較
福岡県	3	Ⅰ準耐火建築物1号	木造軸組	613m <sup>2</sup>	1,441m <sup>2</sup>	32.0万円 [106%]	30.2万円 (鉄骨造)
佐賀県	4	耐火建築物同等 (法21条・61条)	木造軸組	552m <sup>2</sup>	2,210m <sup>2</sup>	38.0万円 [123%]	30.9万円 (鉄骨造)
長崎県	4	耐火建築物	木造軸組	115m <sup>2</sup>	463m <sup>2</sup>	27.7万円 [95%] [90%]	29.2万円 (鉄骨造) 30.7万円 (RC造)
熊本県	3	Ⅰ準耐火建築物	木造軸組 CLT床	147m <sup>2</sup>	412m <sup>2</sup>	13.8万円※ [99%]	13.9万円※ (RC造)
大分県	4	耐火建築物同等 (法21条)	木造軸組	124m <sup>2</sup>	403m <sup>2</sup>	34.8万円 [122%]	28.4万円 (鉄骨造)
福岡県B	3	Ⅰ準耐火建築物	木造軸組	130m <sup>2</sup>	390m <sup>2</sup>	26.3万円 [99%]	26.4万円 (鉄骨造)

※熊本県の工事費は構造躯体建築工事費の金額とする



カーボンニュートラルの実現に向けて（環境省）

[https://www.env.go.jp/earth/2050carbon\\_neutral.html](https://www.env.go.jp/earth/2050carbon_neutral.html)

脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における  
木材の利用の促進に関する法律（林野庁、令和3年10月施行）

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/>

ますます「木造」が注目される世の中になりそう。  
その中で、木造に強い設計者が求められることも増えそう。

木はコンクリートや鉄、ガラスと  
何が違うのか？ 何が得意で何が不得意なのか？

---

木材の短所(?)の一例

①くさる・喰われる [腐朽菌・シロアリ]

②変色する [カビ・日光]

③割れる [水分]

④反る [水分]

→水

⑤燃える (燃え広がる) [内・外]

→火

# 木造はRC造や鉄骨造と 何が違うのか？ 何が得意で何が不得意なのか？

## 建物に必要な性能

- ①耐震性
- ②防耐火性
- ③断熱性・気密性
- ④遮音性（上下階・隣室）
- ⑤耐久性
- ⑥居住性
- ⑦メンテナンス性 など

木造がどうしても弱いのは青字



# 国土交通省 木造3階建て学校の実大火災実験

①2012年2月22日  
予備実験

②2012年11月25日  
準備実験

③2013年10月20日  
本実験



RC造や鉄骨造と同様に木造でも燃え方を制御できる  
その際、開口部からの延焼を抑制できるかがカギとなる

“木材＝ゆっくり燃える”を長所ととらえてみる

スギCLT90mm厚  
×2枚

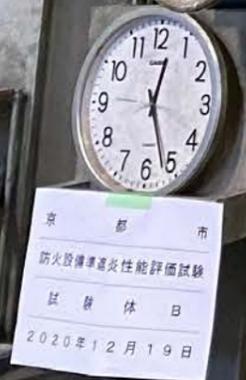
高知県による  
CLT加熱実験  
(加熱1時間後)



“木材＝ゆっくり燃える”を長所ととらえてみる

スギ30mm厚

京都市らによる  
木製防火雨戸の開発  
(加熱27分後)





火災時に割れないガラスと木材を組み合わせる

木製防火戸の加熱実験 1

ガラス割れなければ約90分間の遮炎性を確保できる



木製防火戸の加熱実験2

# 火災時にどの程度ガラスが割れなければ有効か

木製扉

ガラス扉

せっこうボード  
厚12.5両面張り

たとえば、

避難安全：3分以上

消防支援：10分以上

延焼防止：30分以上

# 火元建物の構造別損害状況

構造種別		平成29年				
		出火件数 (件)	延焼率 (%)	延焼 件数 (件)	1件当たり 焼損床 面積(m <sup>2</sup> )	
木造	木造	8,289	10,532 (55%)	33.0	2,738	73.1
	防火造	1,953		15.9	310	28.0
	準耐火木造	290		14.8	43	32.1
非木造	準耐火非木造	2,372	8,489 (45%)	10.6	251	60.4
	耐火造	6,117		3.5	217	14.7
その他・不明		2,344		32.6	765	69.7
建物全体		21,365		20.2	4,324	50.1

※平成30年度版消防白書の火元建物の構造別損害状況を元に作成

※延焼率は、火元建物以外の別棟に延焼した火災件数の割合

※延焼件数は、火元建物以外の別棟に延焼した火災件数

# 2016年 糸魚川大火



火災が起こると日常が非日常になる

出火点

Google mapより

写真：朝日新聞

木造だから燃えたのか？

出火点 ●



糸魚川大火からの復興（主に木造）

2019年5月撮影

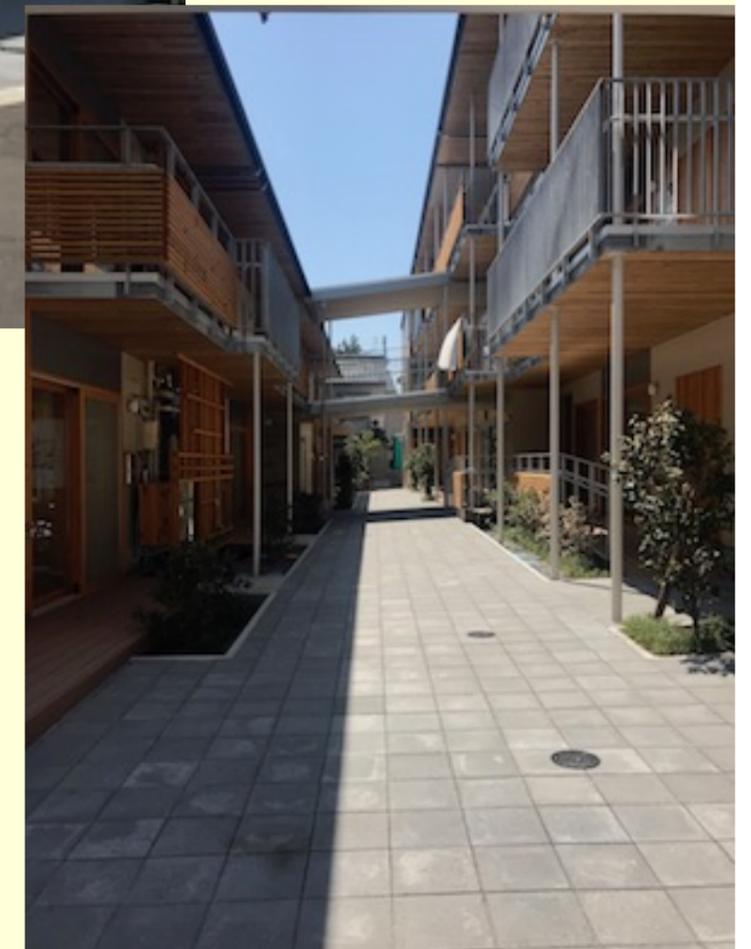


2017年7月撮影





設計：SKY



糸魚川大火からの復興  
(木造3階建て共同住宅：イ準耐火建築物 1時間)

外壁が1時間、開口部が20分間燃え抜けない建築

## 2016年12月22日（木）

10:30頃 中華料理店から出火  
(鍋の空だきとされている)

21:00頃 147棟 (約4万m<sup>2</sup>) に延焼した後、鎮圧

翌16:30頃 鎮火

- ※最大瞬間風速24m [強風]
- ※消防車当初6台→約130台 [消防力]
- ※木造密集市街地 (準防火地域) [木造密集地]

糸魚川では84年振りの大火 (1932年に発生)

[ほとんどの人が経験していない]

---

## [要点]

- 全国どこにでもある「裸木造密集市街地」での火災
- 準防火地域に指定された後もあまり更新が進んでいない町並み
- 「消防力」は特別低いわけではない地方都市
- 「強風下」での延焼（火炎伸展・飛び火）
- 開口部・小屋裏・屋根からの延焼
- 延焼遮断に貢献した準耐火建築物、耐火建築物、土蔵造
- 準防火地域に必要なのは燃え抜けにくく建物であり木造でも可能

A photograph of a residential street after a fire. In the foreground, there is a large, chaotic pile of charred debris, including twisted metal, charred wood, and other unrecognizable fragments. The debris is piled up on the right side of the street, partially obscuring the view of the buildings behind it. In the background, a multi-story building with a light-colored facade and several windows stands. The building appears to be relatively intact but shows signs of fire damage, such as dark smudges and charred areas on its exterior. To the left of the main building, there are other smaller structures, some of which appear to be completely destroyed or heavily damaged. The sky is overcast and grey, suggesting a gloomy atmosphere. The overall scene conveys the aftermath of a significant fire event.

延焼を防ぐには  
燃え抜けない建築が必要？

燃えない建築じゃないの？





燃えない建築も重要だが  
“燃え抜けない”建築が良さそう

## 木は何が得意か？

### 建築に使われている素材の物理的な性質を見直す

	スギ	土壁	鉄	アルミ	コンクリート	ガラス	水	スギの特徴
比重	0.38	1.6	7.8	2.7	2.3	2.5	1	軽い
k : 熱伝導率 (W/m/K)	0.12	0.69	53	204	1.6	1	0.582	熱が伝わりにくい
C : 比熱 (J/kg/K)	1,250	860	444	900	880	670	4,186	暖まりにくく 冷めにくい

※ mC : 熱容量 (J/K)

たとえば、

- ・ 結露しにくいサッシ
- ・ 厚い木でできた空間：毎日使うと温かい（冷輻射小、エネルギー消費小）

## 何のために、誰のために木材を使うのか

	触覚	嗅覚	視覚
期待できる効果	手触り・足触りの良さ やわらかさ 暖かさ（熱伝導率低い）	良い香り やすらぎ リラックス	見た目 色味 木目のランダム感
使用すると効果的な部位	直接接触れる部分 [床、壁、家具]	直接接触れる部分 比較的狭い空間 [壁、床、天井、家具]	目から近い部分 [壁、床、天井]
備考	密度が小さい針葉樹（スギ、ヒノキ、マツの順に小さい）ほど、やわらかく暖かいが、傷はつきやすい	樹種によって匂いが異なる。ヒノキ、ヒバ、スギ等の針葉樹が特徴的	目から遠い部分はダイノックシート貼り等と区別がつかない

環境配慮であれば見えなくてもたくさん使うことも考える

都市に、全国に

「木の建築」と「木の空間」を

# 火事にも地震にも負けない木造建築物

---

1992年以降の木造 **準耐火建築物** の建築棟数（3階建て以下、**45分準耐火構造**）

**500000** 以上 50～60棟/日

2000年以降の木造 **耐火建築物** の建築棟数（4階以上、防火地域内、**1時間耐火構造**）

**8000** 以上 1～2棟/日

2015年以降の **木造3階建て学校等**（**1時間準耐火構造**）の建築棟数

**10** 程度 1～2棟/年

京丹波町新庁舎（2021年11月開庁）

設計：香山建築研究所



イ準耐火建築物（45分）



準耐火構造（45分）の木材外壁



# 高知県森連会館（事務所） 設計・ふつう合班



みやむら動物病院 設計：Atelier OPA , Building Landscape



# 火事にも地震にも負けない木造建築物

---

1992年以降の木造 **準耐火建築物** の建築棟数（3階建て以下、**45分準耐火構造**）

**500000** 以上 50～60棟/日

2000年以降の木造 **耐火建築物** の建築棟数（4階以上、防火地域内、**1時間耐火構造**）

**8000** 以上 1～2棟/日

2015年以降の **木造3階建て学校等**（**1時間準耐火構造**）の建築棟数

**10** 程度 1～2棟/年

# 高知県自治会館 細木建築研究所



# 高知県自治会館 細木建築研究所

②仕上げ  
(①躯体)

①躯体  
(水平力のみ)

①躯体  
(水平力のみ)

③家具  
(パーティション)

③家具

②仕上げ  
(①躯体)



# 火事にも地震にも負けない木造建築物

---

1992年以降の木造 **準耐火建築物** の建築棟数（3階建て以下、**45分準耐火構造**）

**500000** 以上 50～60棟/日

2000年以降の木造 **耐火建築物** の建築棟数（4階以上、防火地域内、**1時間耐火構造**）

**8000** 以上 1～2棟/日

2015年以降の **木造3階建て学校等**（**1時間準耐火構造**）の建築棟数

**10** 程度 1～2棟/年

# 富山県・魚津市立星の杜小学校（3階建て）



写真：東畑建築事務所

# 富山県・魚津市立星の杜小学校（3階建て）

設計：東畑建築事務所・鈴木一級建築士事務所設計共同体  
木造3階建て、1時間準耐火建築物、延べ面積4,884㎡、木材使用量1,369㎥（0.28㎥/㎡）



写真：東畑建築事務所



木を学ぶ・木に学ぶ



立木



丸太



生材



製品

木を学び・木に学べば新たな使い方が提案できる

[立木] で ベランダ緑化



ミラノ・ボスコ・ヴェルティカーレ

[丸太] で 自転車スタンド



[生材] で イス・塀



[丸太] で 花壇

[製品] で 建築 (森林に近い地域)



[製品] で 土木・外構



[製品] で 家具



[製品] で 家具 (古いほど良い)





従来の常識にとらわれない木の使い方を考えて行きましょう！



秋田国際教養大学 スギ林



2010 NPO法人team Timberize

都市木造の街並み