

建築概論

建物と室内外の環境

新潟大学大学院自然科学研究科 教授 赤林伸一

講義の予定

1. 建築環境工学の紹介(40分)
2. 都市計画、温冷感に関するビデオ(40分)
3. レポート提出(10分)

講義の最後にレポートを回収します。
一人一枚のみ受け取ります。

研究歴

1955年11月 宮城県仙台市生まれ

1980年 4月 東北大学大学院工学研究科 建築学専攻修士課程 入学

- ☆研究テーマ
- ・東北地方と支部の木造独立住宅における冬季の熱環境に関する調査研究
 - ・熱環境から見た冬季の居住性能に関する地域特性の分析
 - ・脳卒中の発症と住環境との関係に関する調査研究

1982年 3月 東北大学大学院工学研究科 建築学専攻修士課程 修了 工学修士

☆修士論文 「東北地方の都市住宅における温熱環境の性能実態に関する研究」

1983年 4月 東京大学大学院工学系研究科 建築学専門博士課程 入学

1986年 3月 東京大学大学院工学系研究科 建築学専門博士課程 修了 工学博士

☆博士論文 「住宅の居住環境性能に関する研究」

1986年 6月 新潟大工学工学部 助教授

1996年 4月 新潟大学大学院自然科学研究科 助教授

2003年 2月 新潟大学自然科学研究科 教授

☆研究テーマ

- ・ソーラーハウスに関する研究
- ・気流の可視化システムの開発研究
- ・超高層集合住宅のバルコニーにおける風環境に関する研究
- ・病室の温熱環境に関する調査研究
- ・北陸地方の住宅の室内環境に関する研究
- ・建物の換気効率に関する研究
- ・高断熱・高気密住宅の空調方式に関する研究
- ・日本海地方におけるビル風に関する研究
- ・全電化住宅の開発研究
- ・未利用エネルギーを用いた地域熱供給に関する研究
- ・業務用厨房の高効率換気・空調システムに関する研究
- ・室内化学物質汚染に関する研究
- ・建物の通風性能評価に関する研究

建築学の各分野

■建築意匠・計画

人間の行動や心理に適した建物の計画方法、意匠・デザインなどに関する研究を行う。

■建築材料・構造

建物の形状に適合した構造設計、耐震(制震・免震)方法、建築材料などに関する研究を行う。

■建築環境工学

人間に対して安全・健康・快適な空間(環境)を創造する方法に関する研究を行う。

■都市計画

都市の成立過程や景観、町並みなどに関する研究を行う。
近年では、住民と協同のまちづくり活動なども行っている。

建築環境工学とは

1.建築環境工学の目的

建築環境工学とは、**建物**や**設備**によって実現される**室内環境**やこれらに影響を与える**屋外環境**の問題を取り扱う建築学の領域の1つである。屋外環境の問題は建築の分野だけでなく、土木工学や公衆衛生学の分野でも取り扱われておりそのテーマは大気汚染やビル風の問題である。

室内環境が形成される要因は大きく分けて以下の4つである。

- ①**建物を取りまく外界の要因**（気温，湿度，日照日射，風向・風速，騒音等）
- ②**建物のシェルター**（外壁，屋根，窓等の建物の外皮）
- ③暖冷房設備，換気設備等の**空気調和設備**
- ④居住している**人間**の状態（着衣量，代謝量等）

建築環境工学の最終的な目的は，人間に対してより**快適**で**安全**、**健康**な環境（建物）を提供することである。

2.建築環境工学の要素

建築環境工学で対象としているのは主に人間であるのでその要素は、人間の**五感**にかかわる総ての要素である。

- ①音(耳)
- ②日照, 日射(目, 皮膚)
- ③昼光, 照明(目)
- ④伝熱, 湿気(皮膚)
- ⑤換気, 通気(皮膚)
- ⑥温冷感, 心理(頭)
- ⑦色彩(目)

これ以外に建築環境工学の分野には、**建築設備**がある。
これは事務所ビルや工場を対象とした空気調和設備に関する学問である。

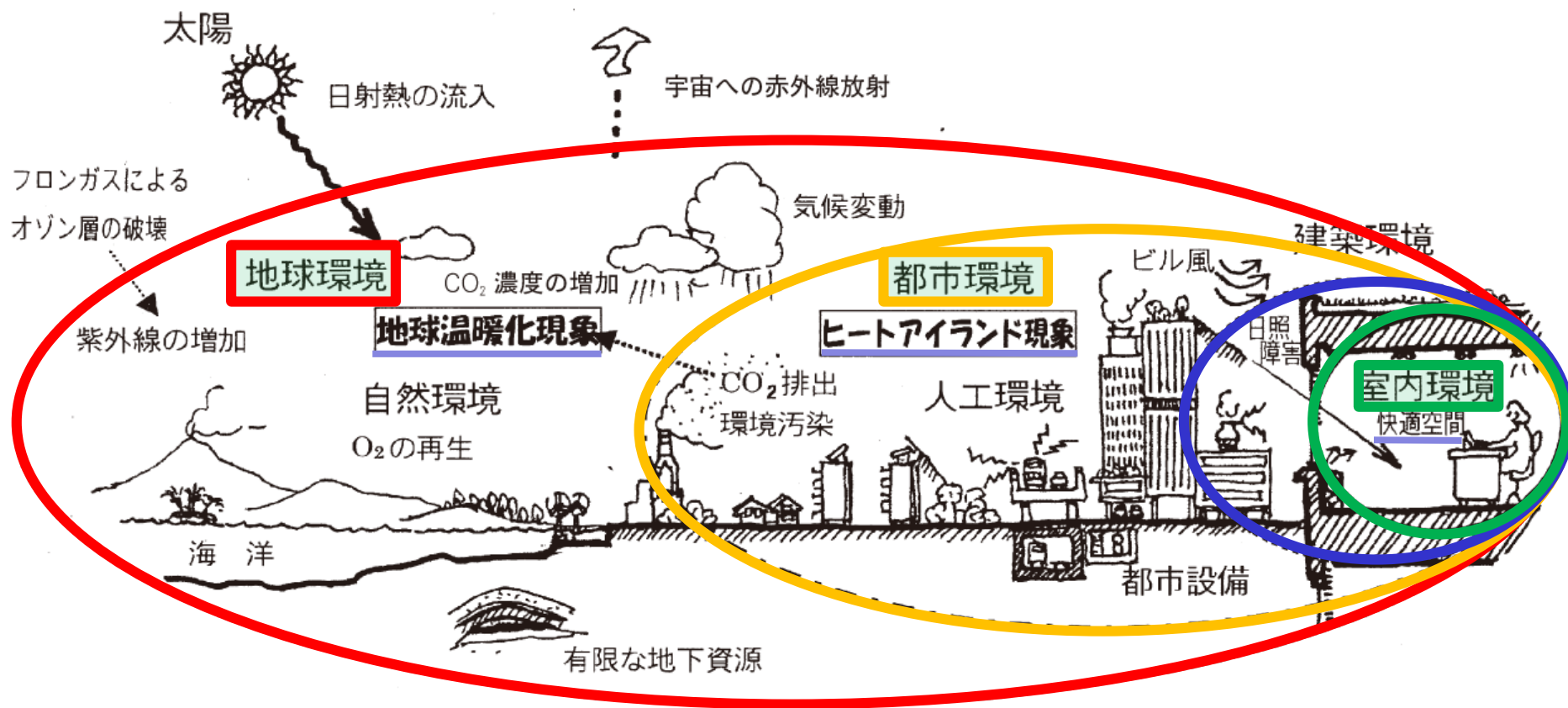


図 1-1 地球環境問題と建築環境

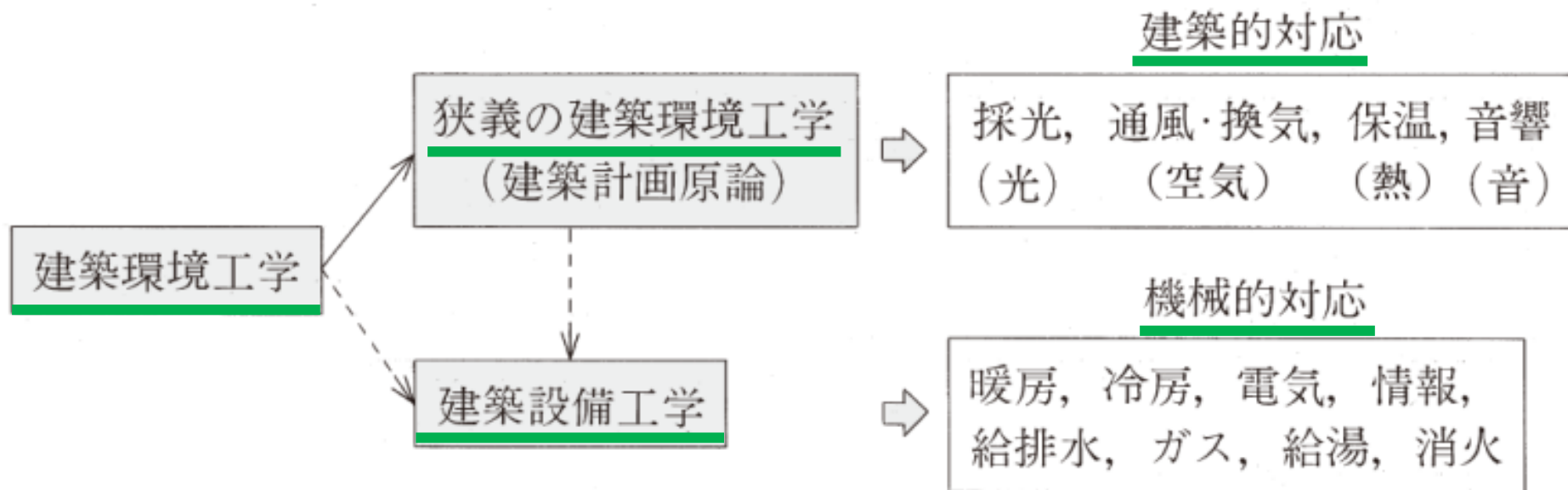


図 1-2 建築環境工学の対象範囲

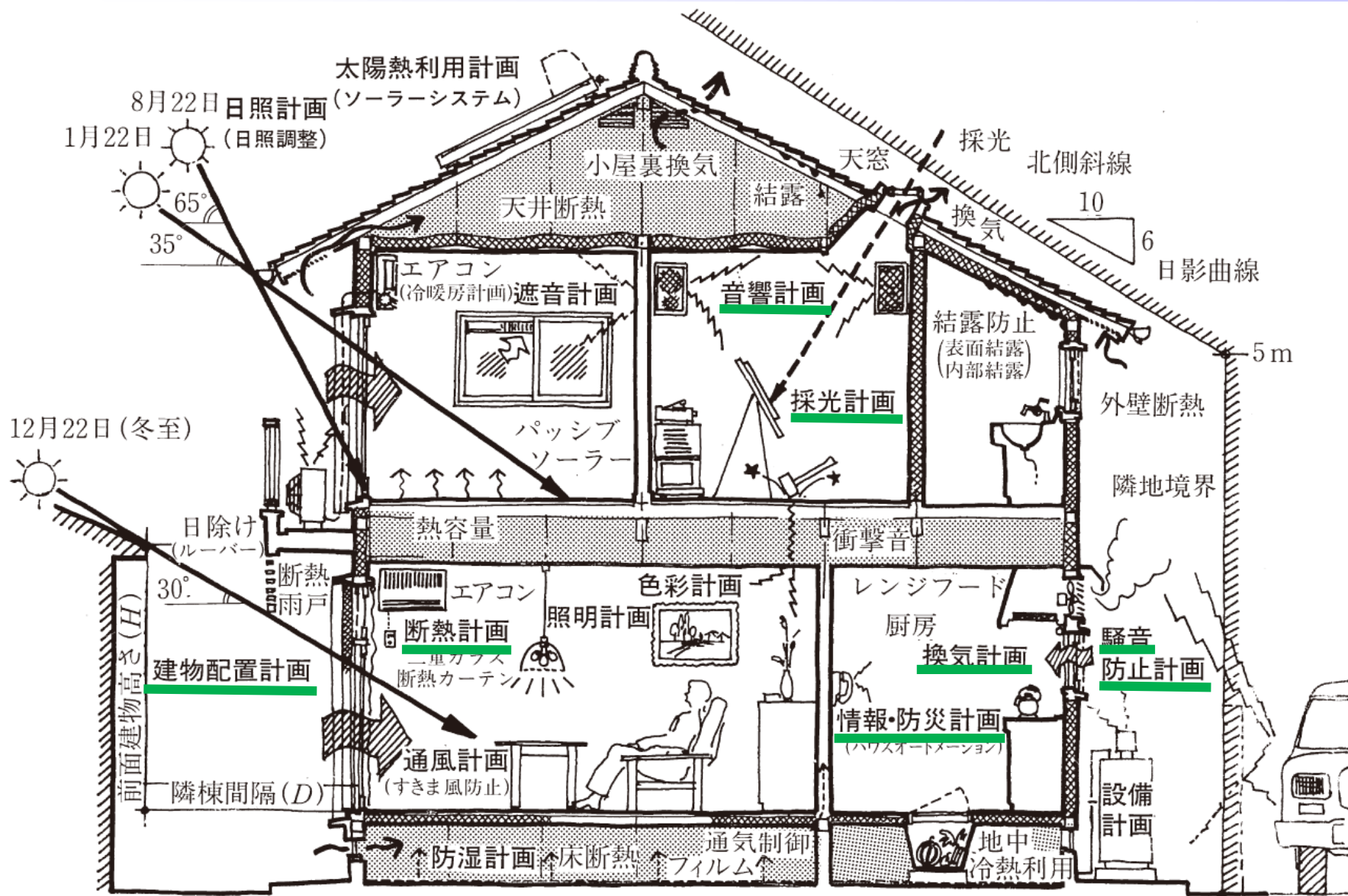


図 1-3 住宅と建築環境工学とのかかわり

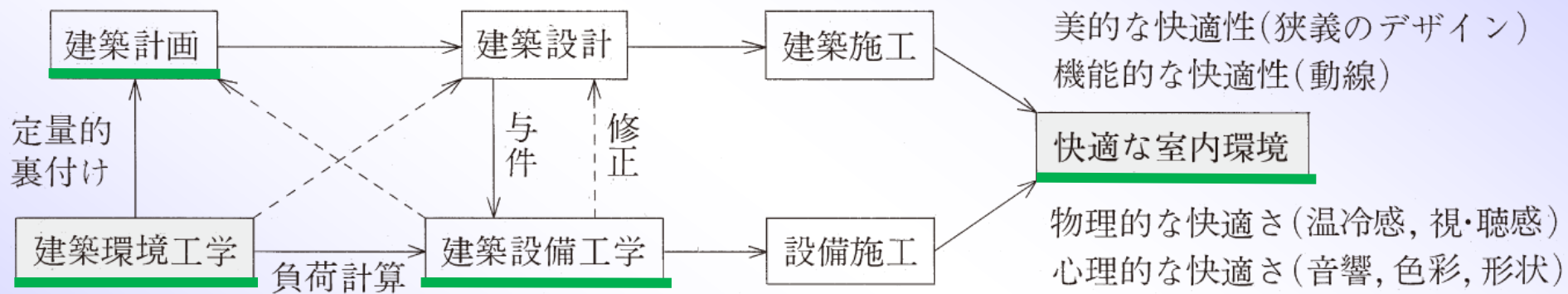
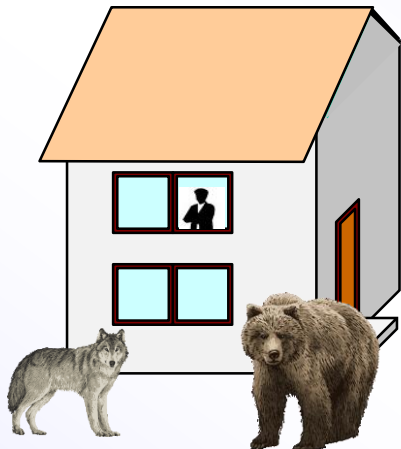


図 1-4 建築環境工学と建築計画・設計

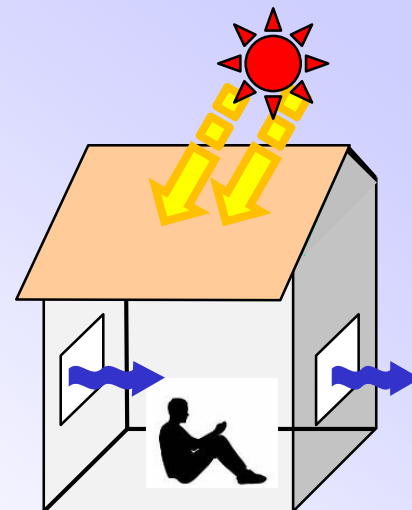
◇建物の役割とは



建物は安全を提供する



建物は健康を提供する



建物は快適を提供する

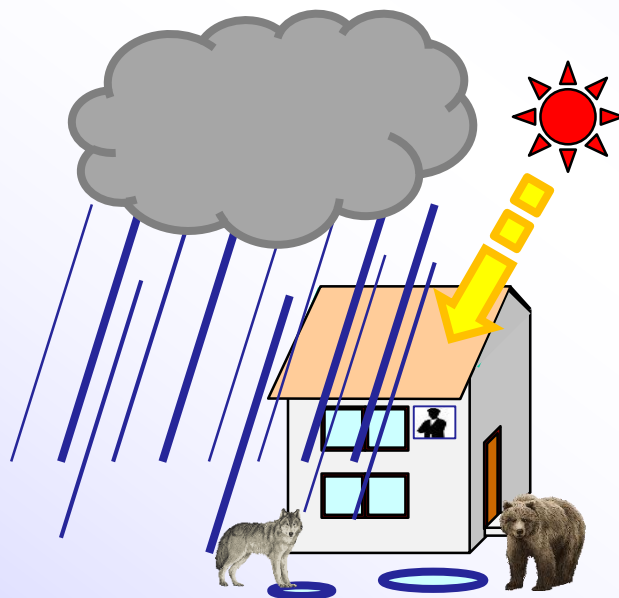


図 安全・健康・快適を脅かす要素を考える

2.居住環境を創造する要素

(1) 自然環境

(2) 社会環境

(3) 人間

(4) 建築設備

(5) エネルギー

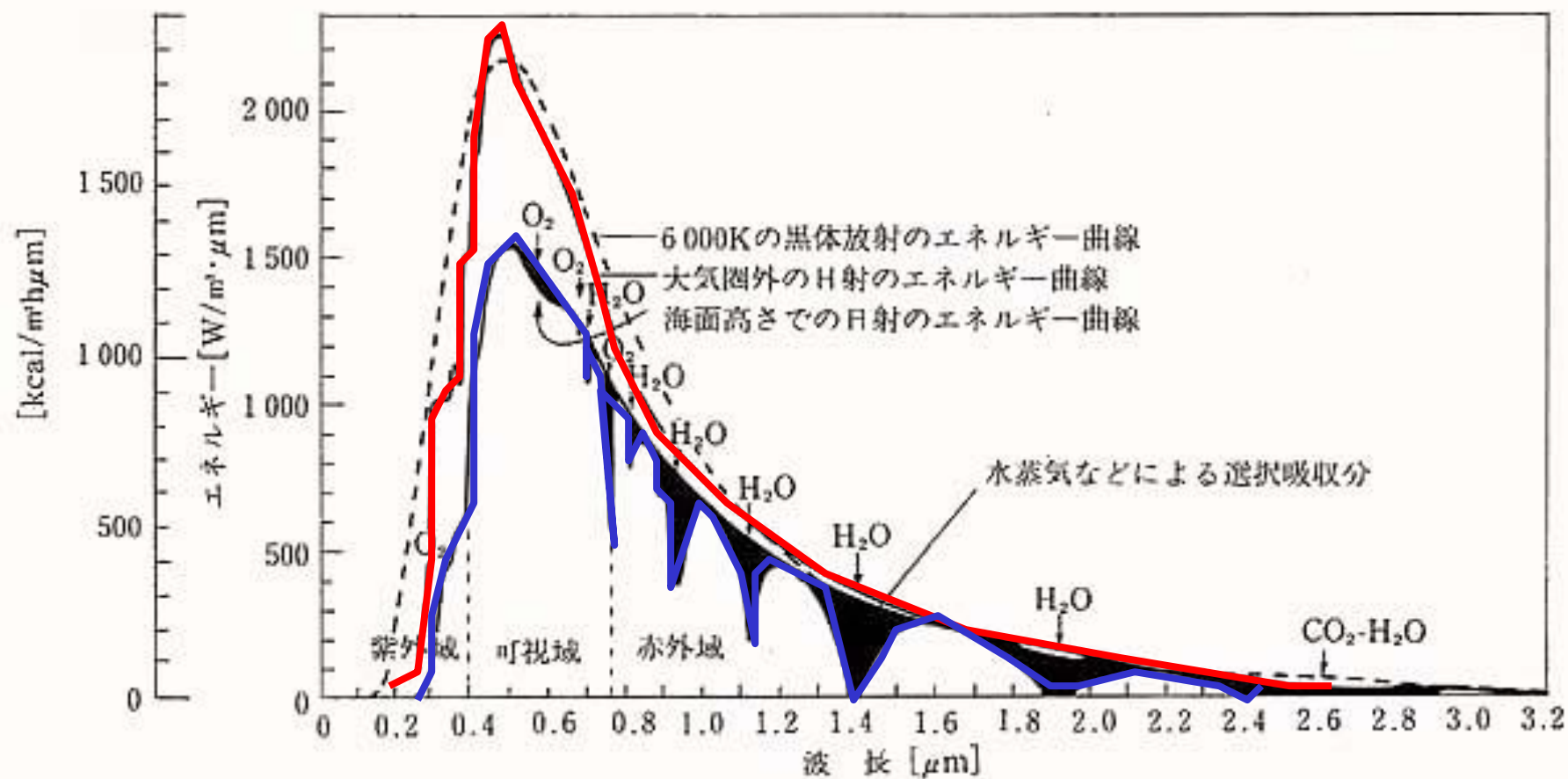
(6) シェルター

(7) 室内環境

(8) 屋外環境

2.居住環境を創造する要素

(1) 自然環境

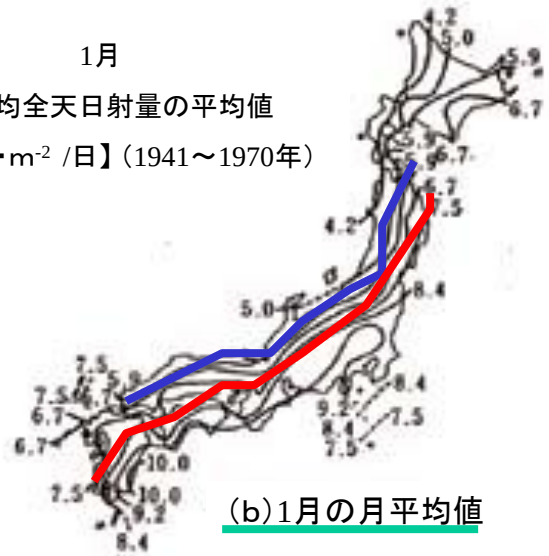


年平均全天日射量の平均値
【MJ・m⁻² / 日】(1941~1970年)



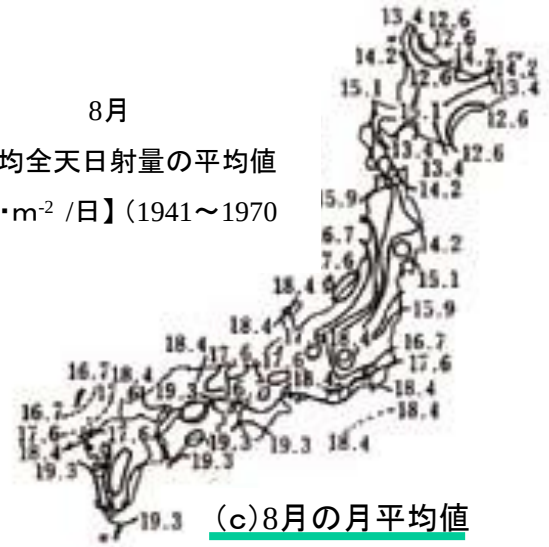
(a) 年平均値

1月
月平均全天日射量の平均値
【MJ・m⁻² / 日】(1941~1970年)



(b) 1月の月平均値

8月
年平均全天日射量の平均値
【MJ・m⁻² / 日】(1941~1970年)



(c) 8月の月平均値

図 日本の全天日射量分布

(吉田・篠木: 天気, 日本気象学会機関誌25
(5) 375 (1978) より抜粋)

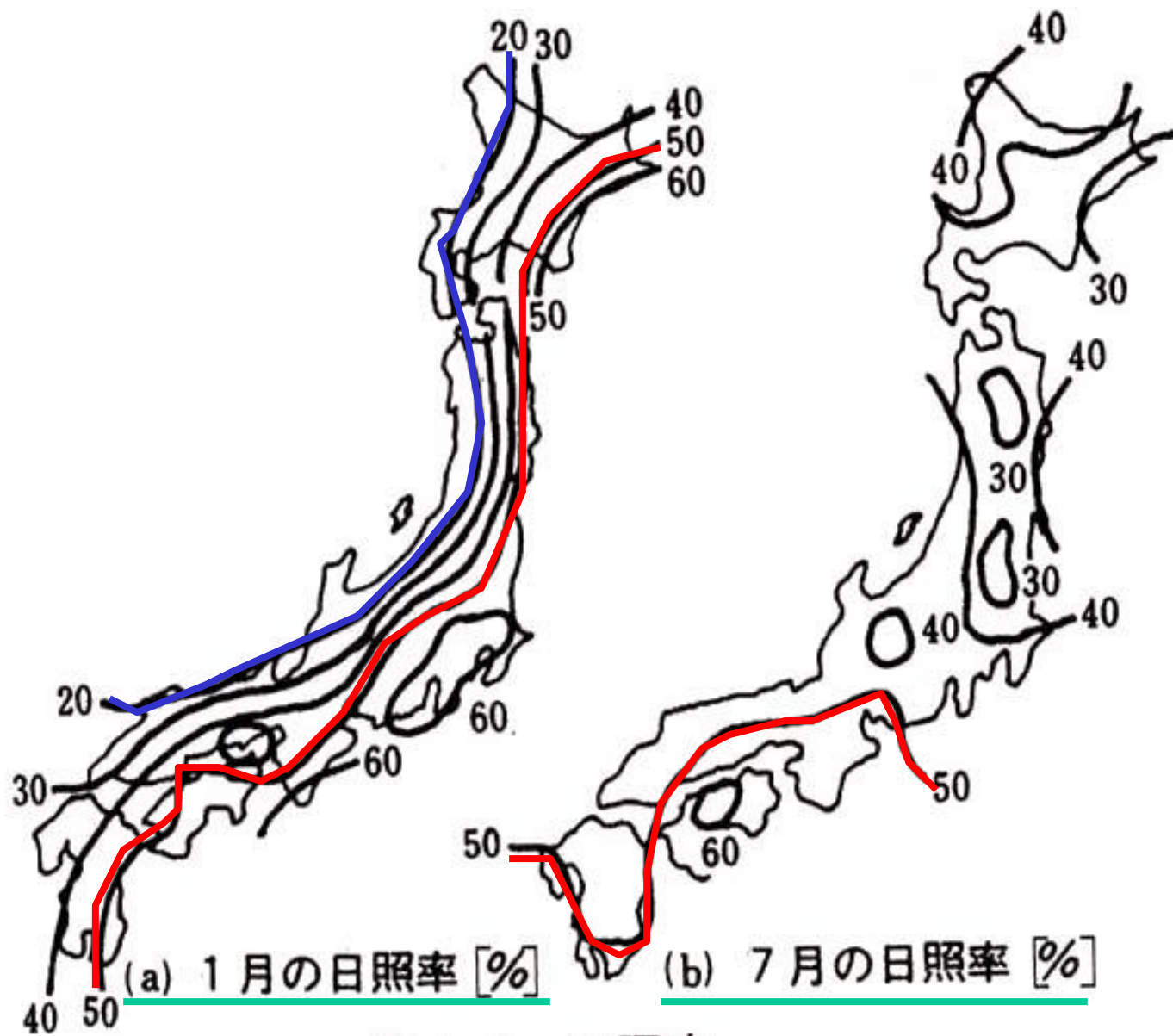


図 1-8 日照率

(木村幸一郎：建築計画原論，p. 19，第 1・13図，共立出版)

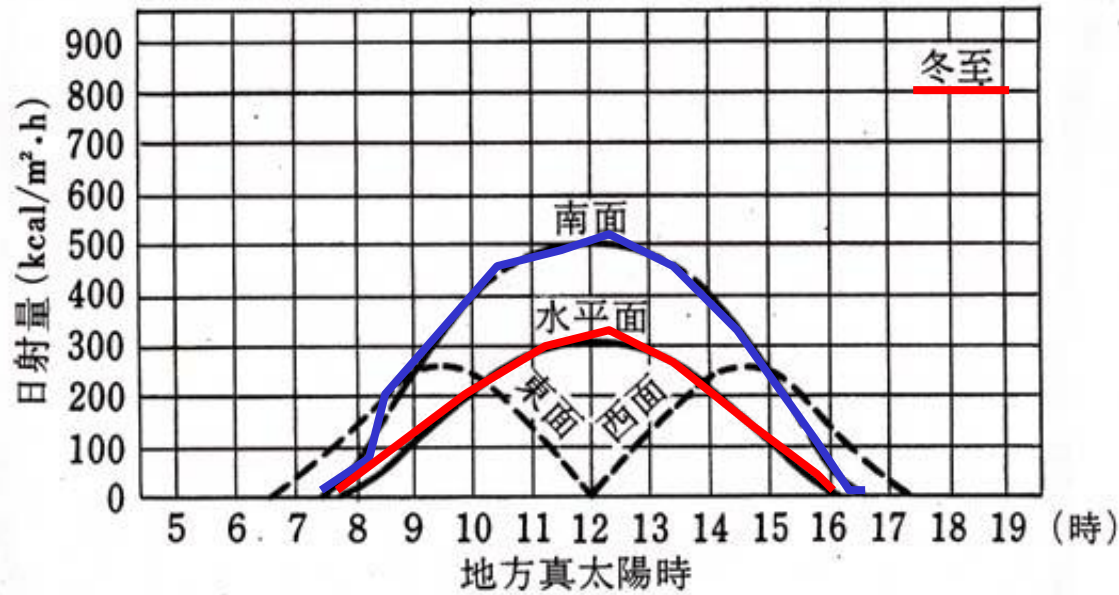
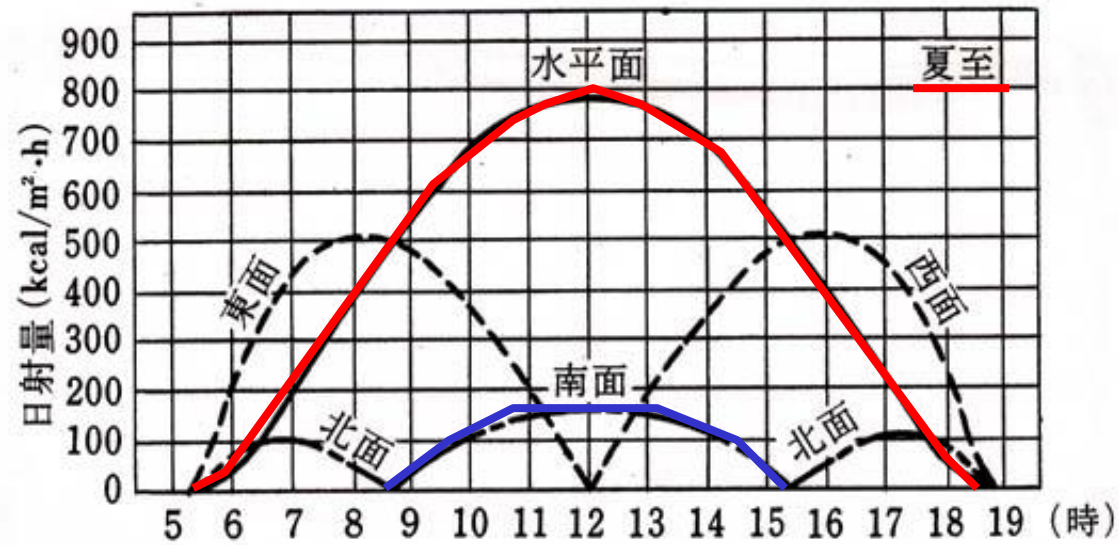


図 7-6 水平面および鉛直面が受ける
直達日射量の違い (東京)⁴⁾

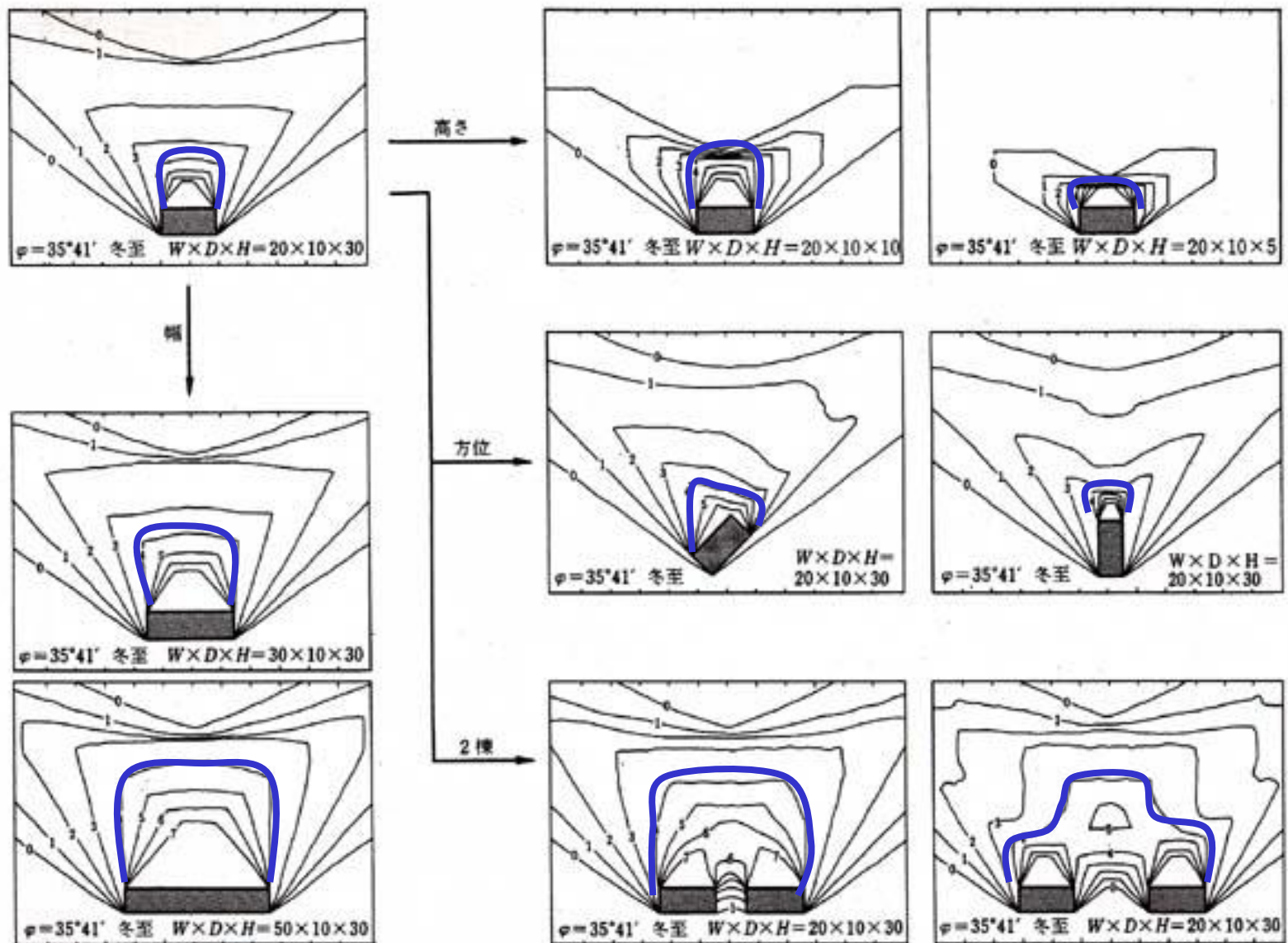


図8-6 建物形状による日影の違い⁴⁾

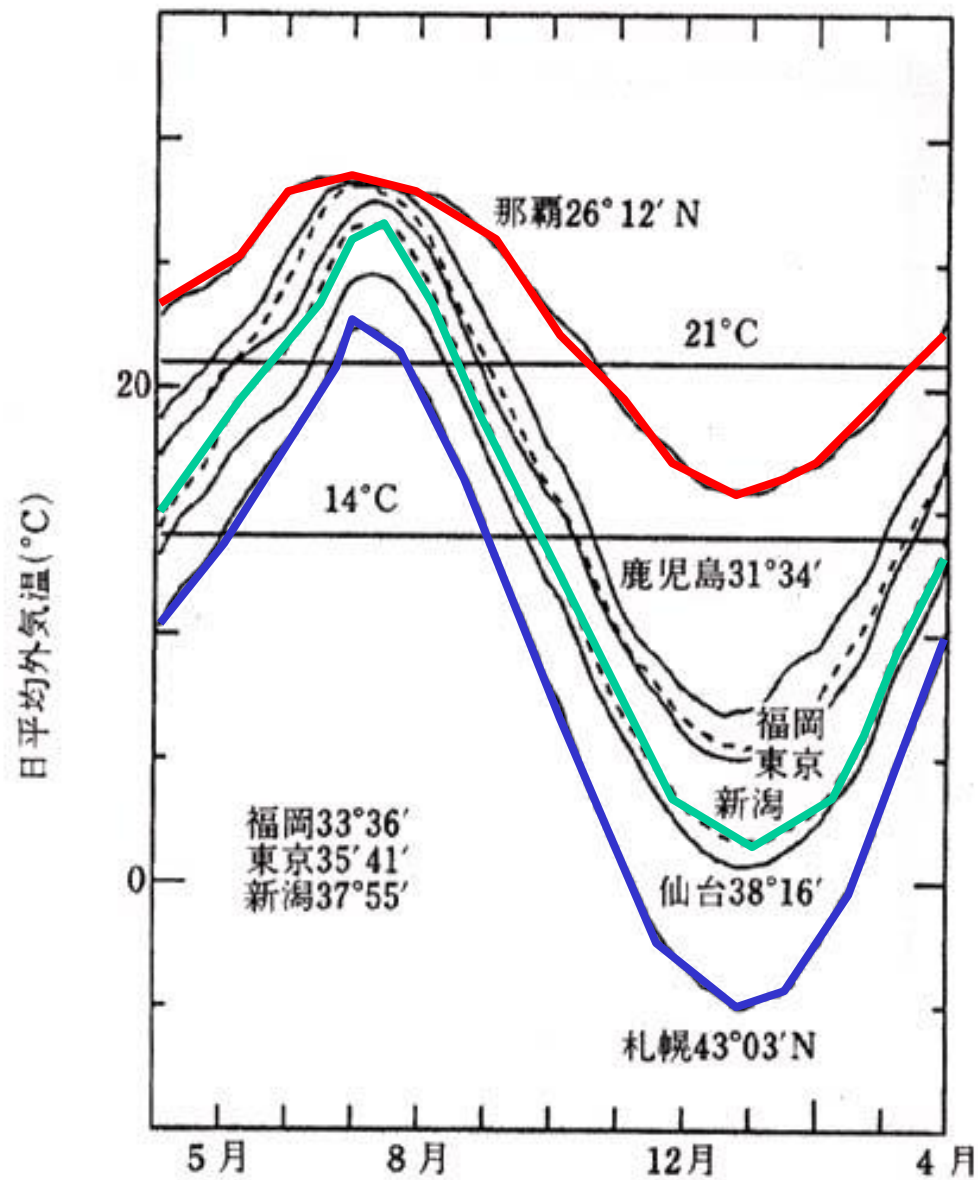
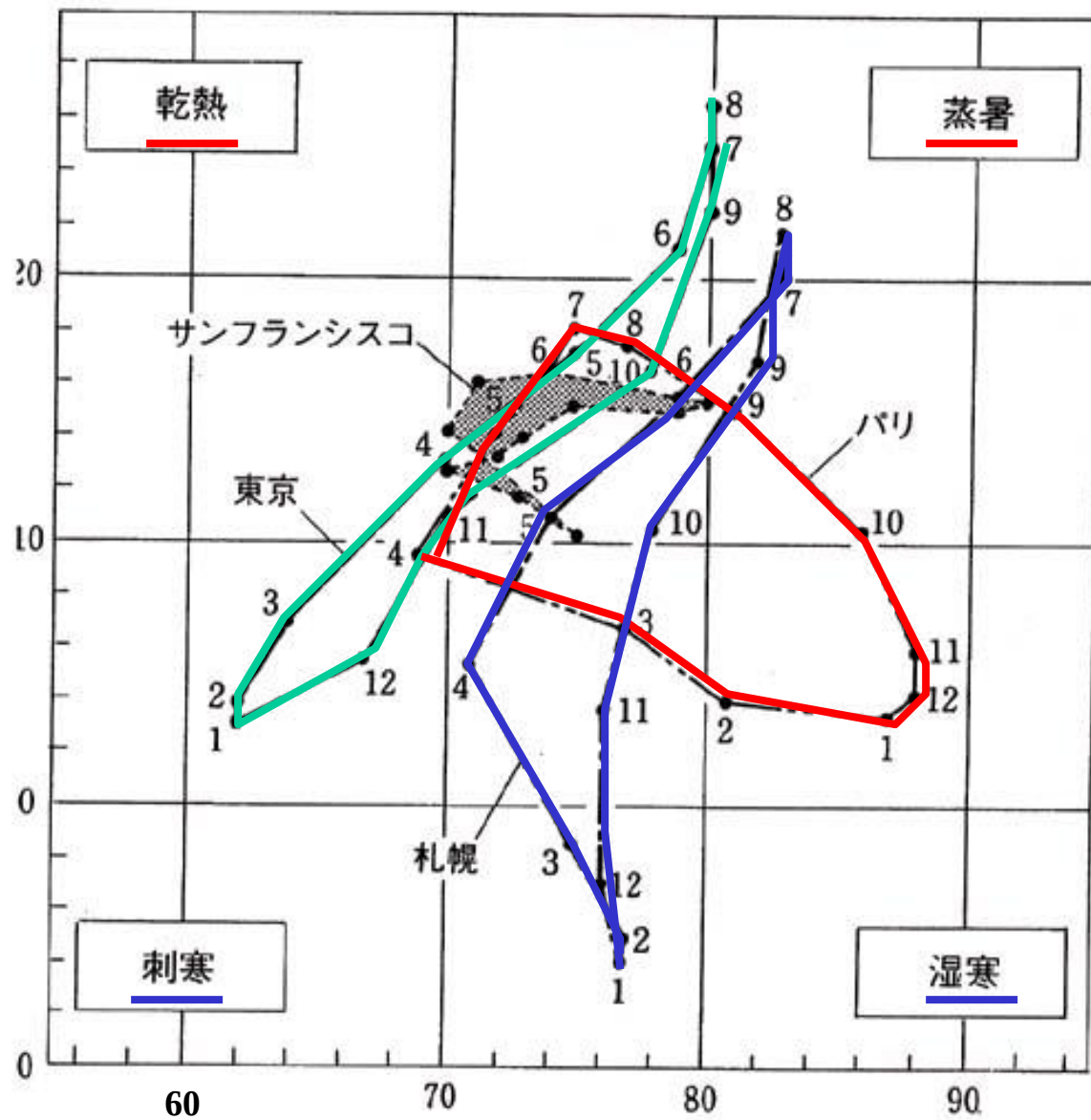


図1-6 年間の気温変化

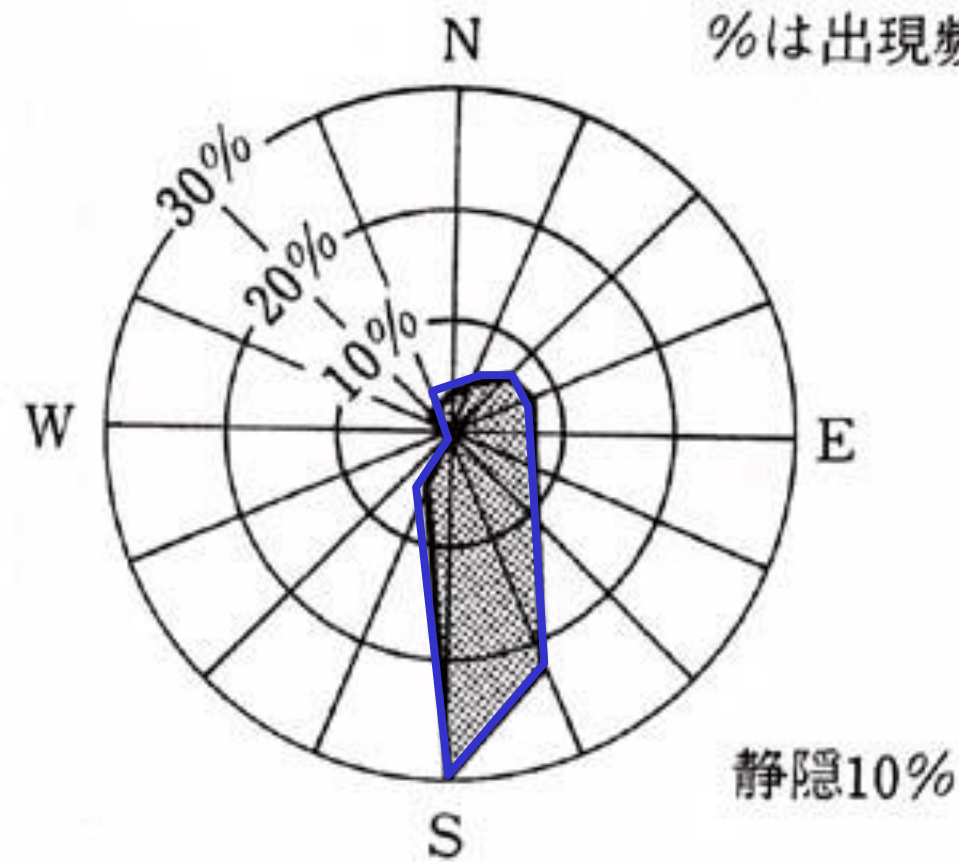
(1961～1990年までの平均値, 理科年表による)



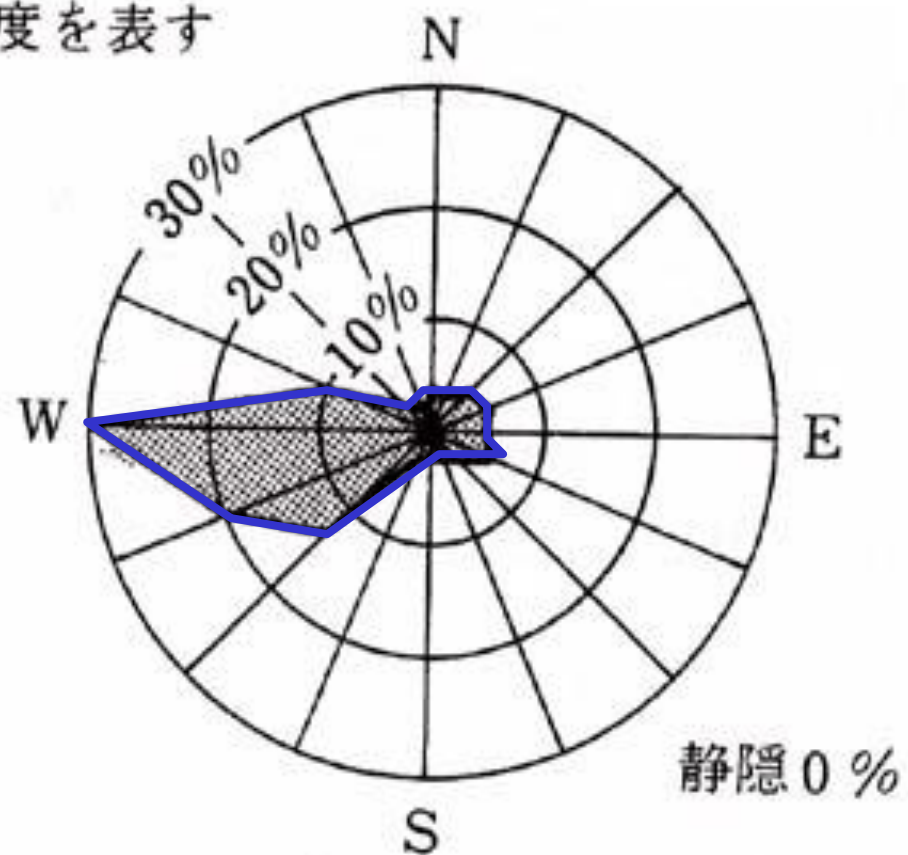
各月平均相対湿度 RH [%]

図 1-12 代表的な都市のクリモグラフ

%は出現頻度を表す



東京 8月14時



大阪 8月14時

図 1-7 風配図

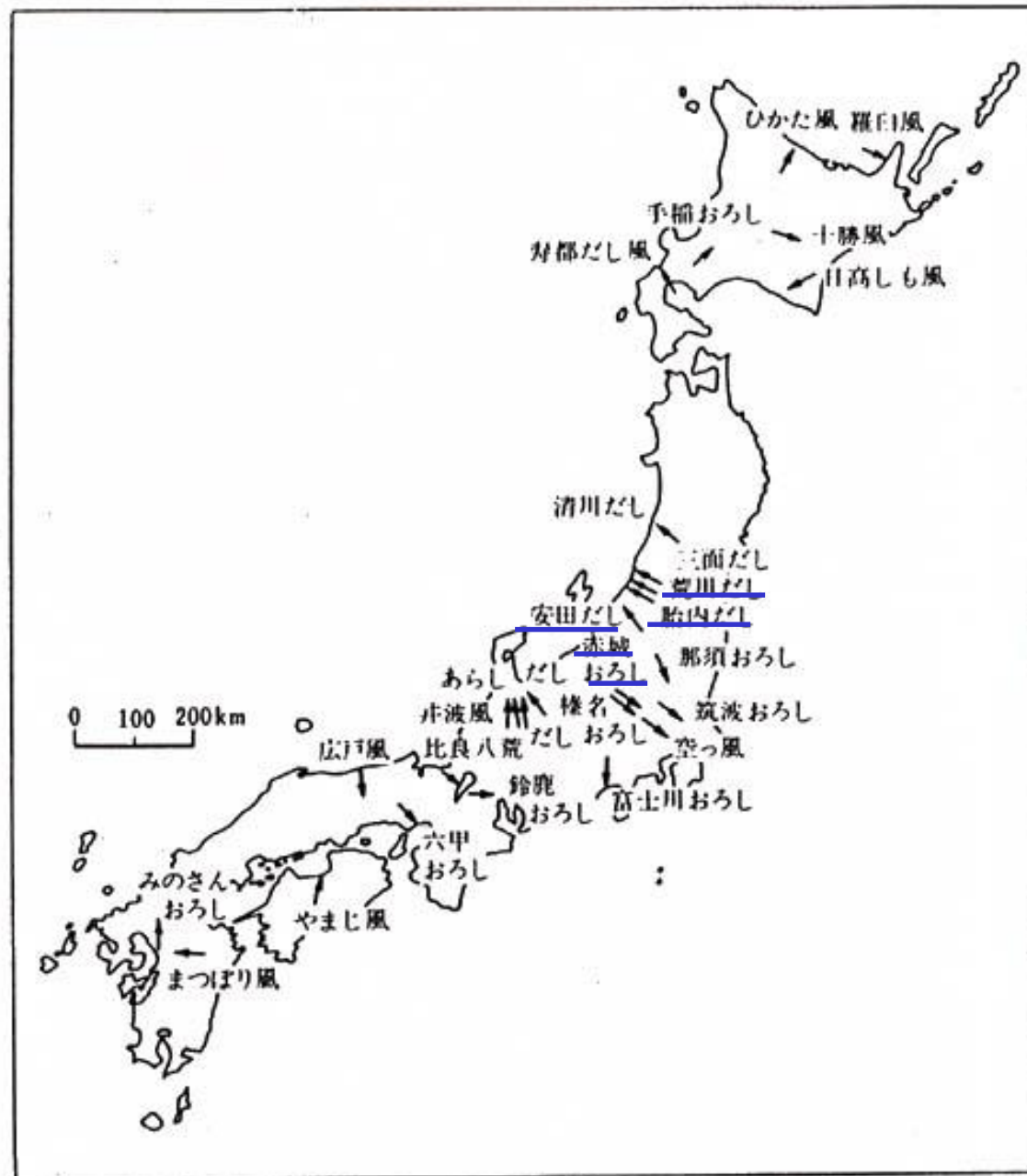


図3.32 日本における局地風の分布(Yoshino, MM.: 文献(24)より)

2.居住環境を創造する要素

(2) 社会環境

(5) エネルギー

◇一次エネルギーとは

一次エネルギー：石炭、石油、天然ガス、水力、太陽光など人間が利用するエネルギーのうち、変換加工する以前の、自然界に存在するもの。

建築物では一次エネルギーを変換・加工して得られる「二次エネルギー（電気、灯油等）」が多く使用されており、それぞれ異なる単位（電気：kWh、灯油：ℓ、都市ガス：m³等）が使用される。これらを一次エネルギーに換算することにより、消費されるエネルギーの総量を求めることができる。

■一次エネルギー換算係数の一例

・電力(発電効率：約36~38%)

昼間電力： 9.97 MJ/kWh

夜間電力： 9.28 MJ/kWh

・燃料

灯油： 36.7 MJ/ℓ

軽油： 38.2 MJ/ℓ

都市ガス(13A)： 46.1 MJ/m³

石炭： 25.7 MJ/kg

省エネ法省令別表より

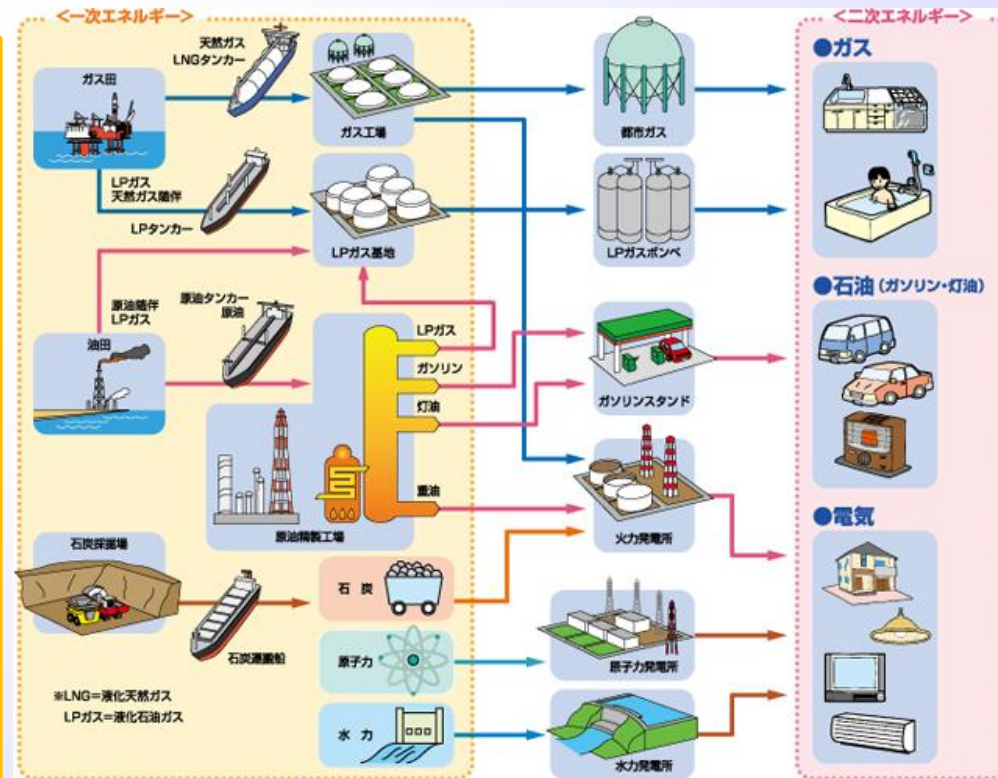
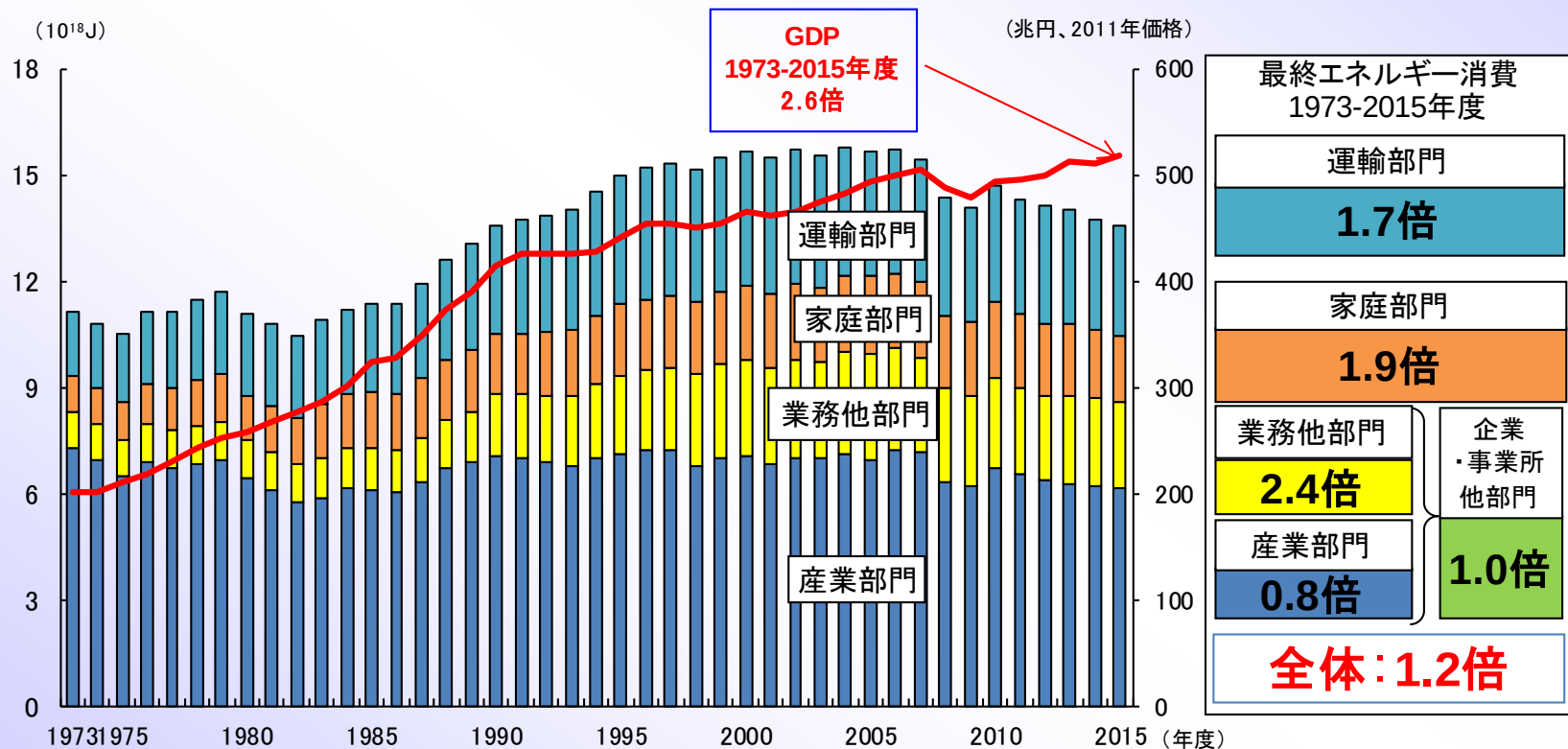


図 一次エネルギーと二次エネルギーの関係

◇我が国のエネルギー消費量の推移1

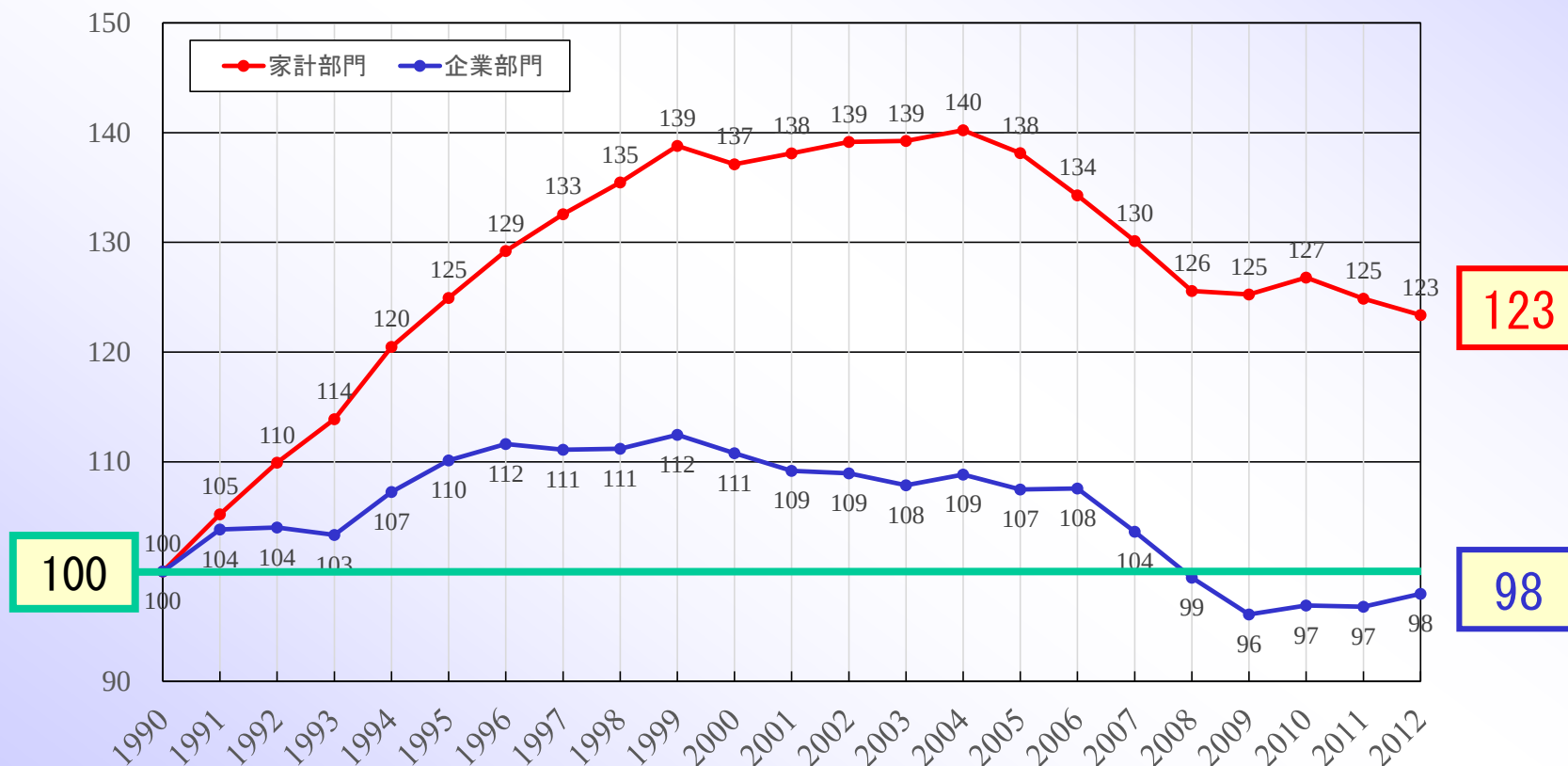


エネルギー白書2015:資源エネルギー庁

図 日本の最終エネルギー消費と実質GDPの推移

◇我が国のエネルギー消費量の推移2

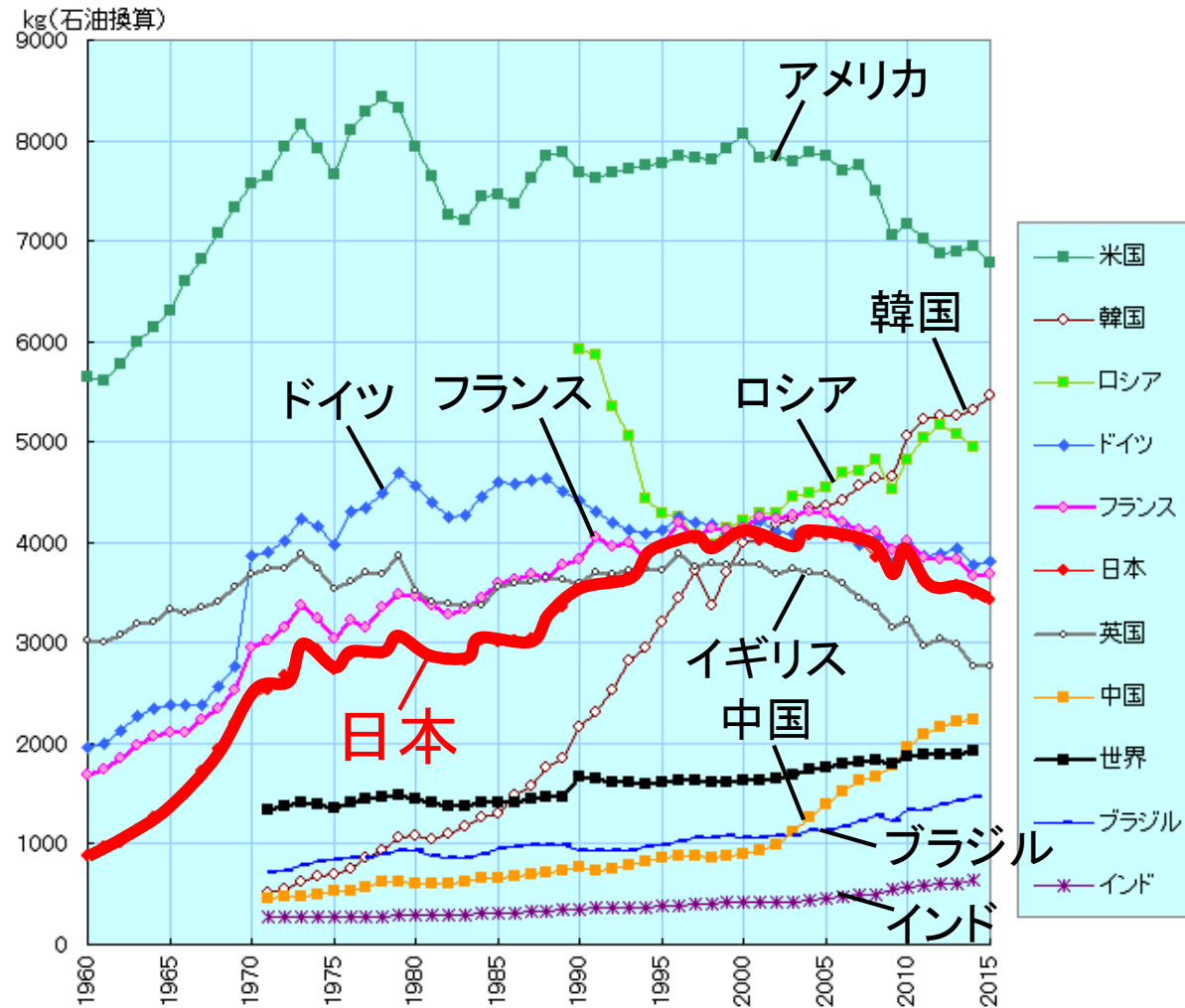
指数(1990年度=100)



エネルギー白書2014:資源エネルギー庁

図 部門別最終エネルギー消費量の推移

人口1人当たりエネルギー消費量の推移(主要国)



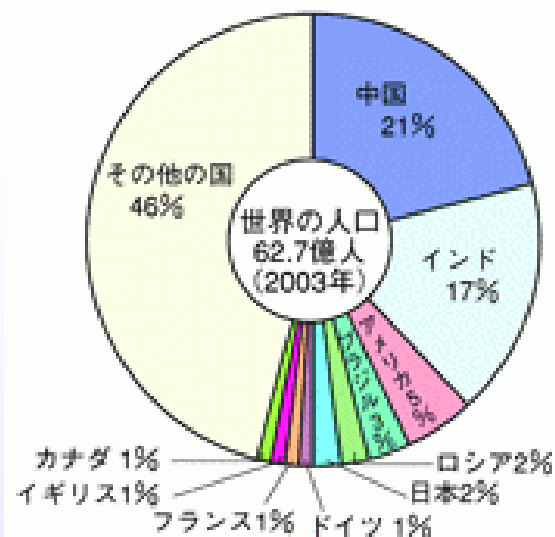
(注) 消費量は1次エネルギー供給量のこと。原資料はInternational Energy Agency(IEA)

(資料) 世銀, WDI Online 2017.5.15

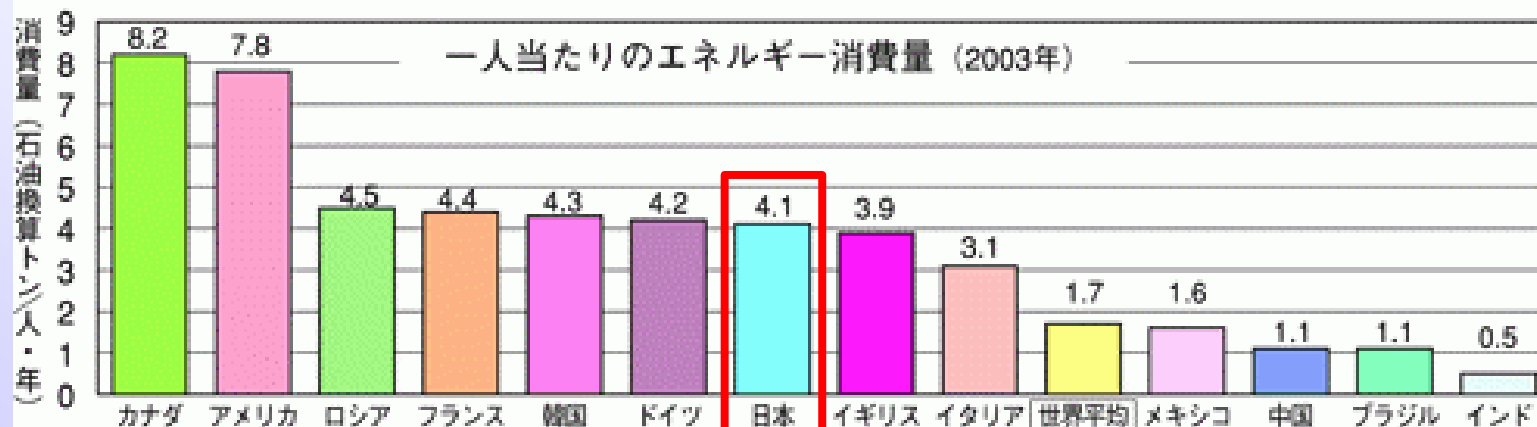
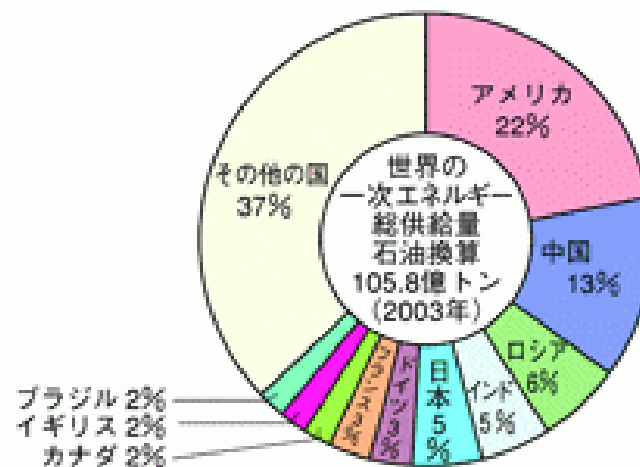
図6.14 主要各国の1人当たりの年間エネルギー消費量の経年変化

世界の人口とエネルギー消費量

世界の人口 (2003年)



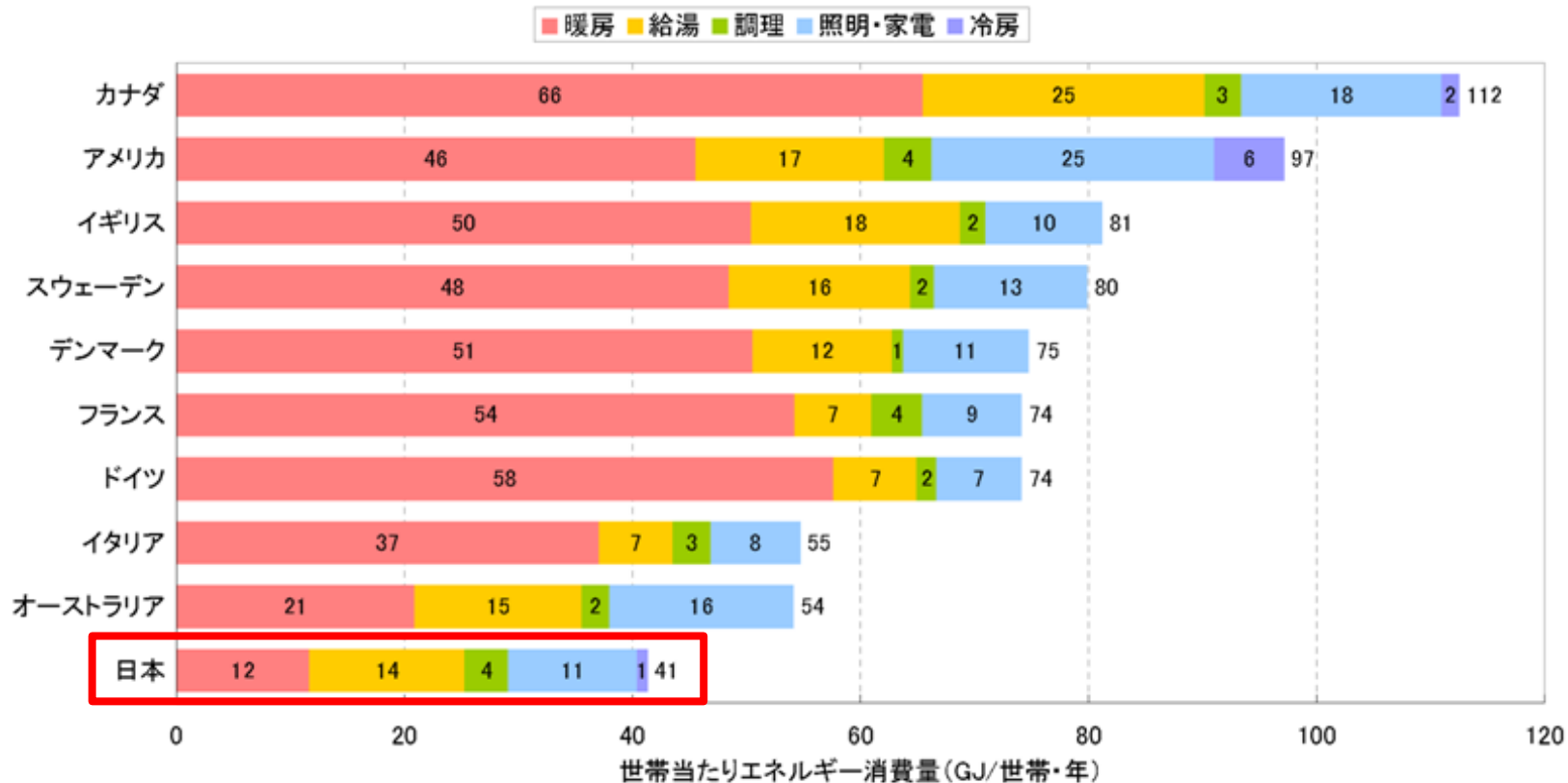
世界の一次エネルギー消費 (2003年)



(注) 四捨五入の関係で合計値が含まない場合がある

出典: ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2002-2003
ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES 2002-2003

図6.15 2003年における各国の1人当たり年間エネルギー消費量



出典: 2004年度世界の暮らしとエネルギーに関する調査報告書、(財)社会経済生産性本部「フォーラム・エネルギーを考える」
(委託先: 住環境計画研究所)、2005.3

注: オーストラリアは1999年・その他は2001年データ

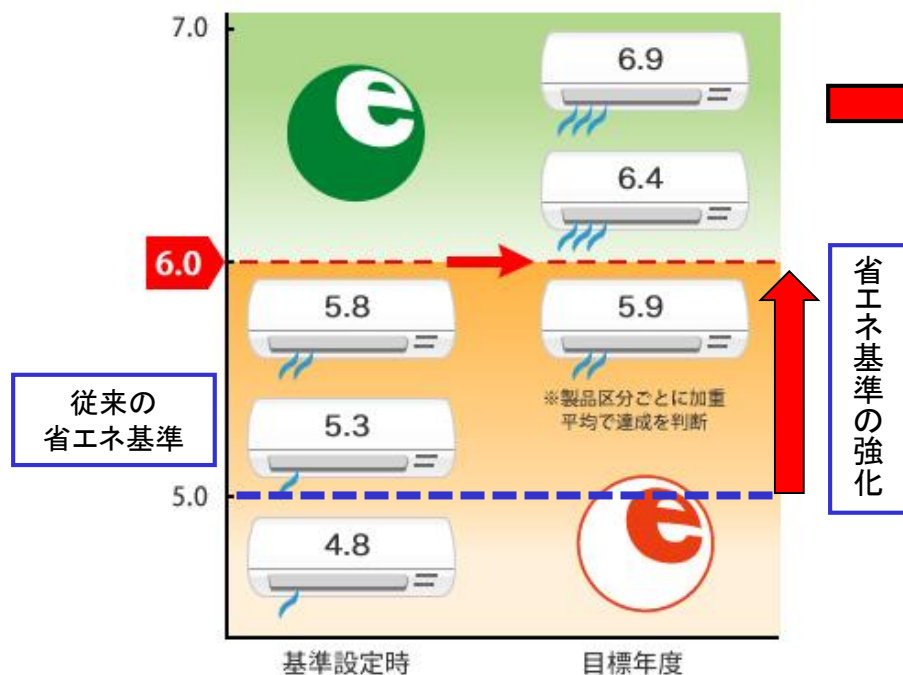
アメリカ、日本の調理は暖房給湯以外のガス・LPG分であり調理用電力は含まない。

カナダの調理用電力は1997年データ。オーストラリアの冷房は暖房に含まれる。

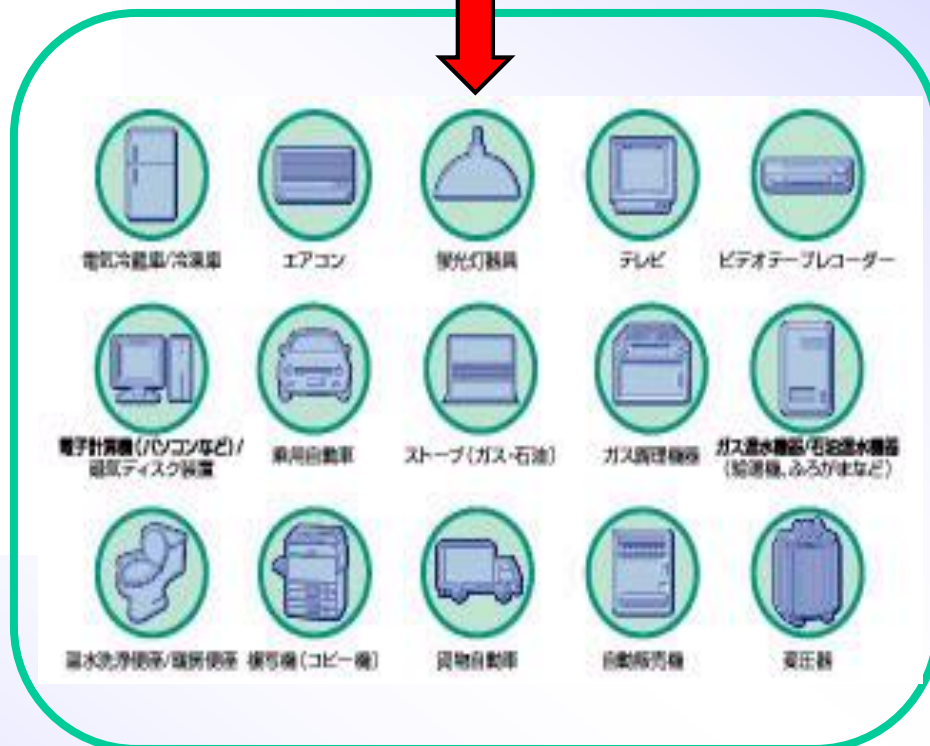
図6.16 主要各国の住宅における2001年の1世帯当たり年間エネルギー消費量

◇トップランナー方式の導入

エアコンの場合：エネルギー消費効率(APF)



トップランナー方式による
省エネ基準対象品目



ルームエアコンの省エネルギー評価指標（経済産業省）



図 COP (成績係数) とAPF (通年エネルギー消費効率) の概要
※日本冷凍空調工業会HPより

エアコンの性能は各メーカーから以下の値がカタログ等に公開されている

◆ Coefficient Of Performance (成績係数)[-] =
$$\frac{\text{定格暖冷房能力 [kW]}}{\text{定格消費電力 [kW]}}$$

◆ Annual Performance Factor (通年エネルギー消費効率)

$$= \frac{\text{暖房期間総合負荷 [kWh]} + \text{冷房期間総合負荷 [kWh]}}{\text{暖房期間消費電力 [kWh]} + \text{冷房期間消費電力 [kWh]}}$$

ヒートポンプの仕組みとCOP(成績係数)

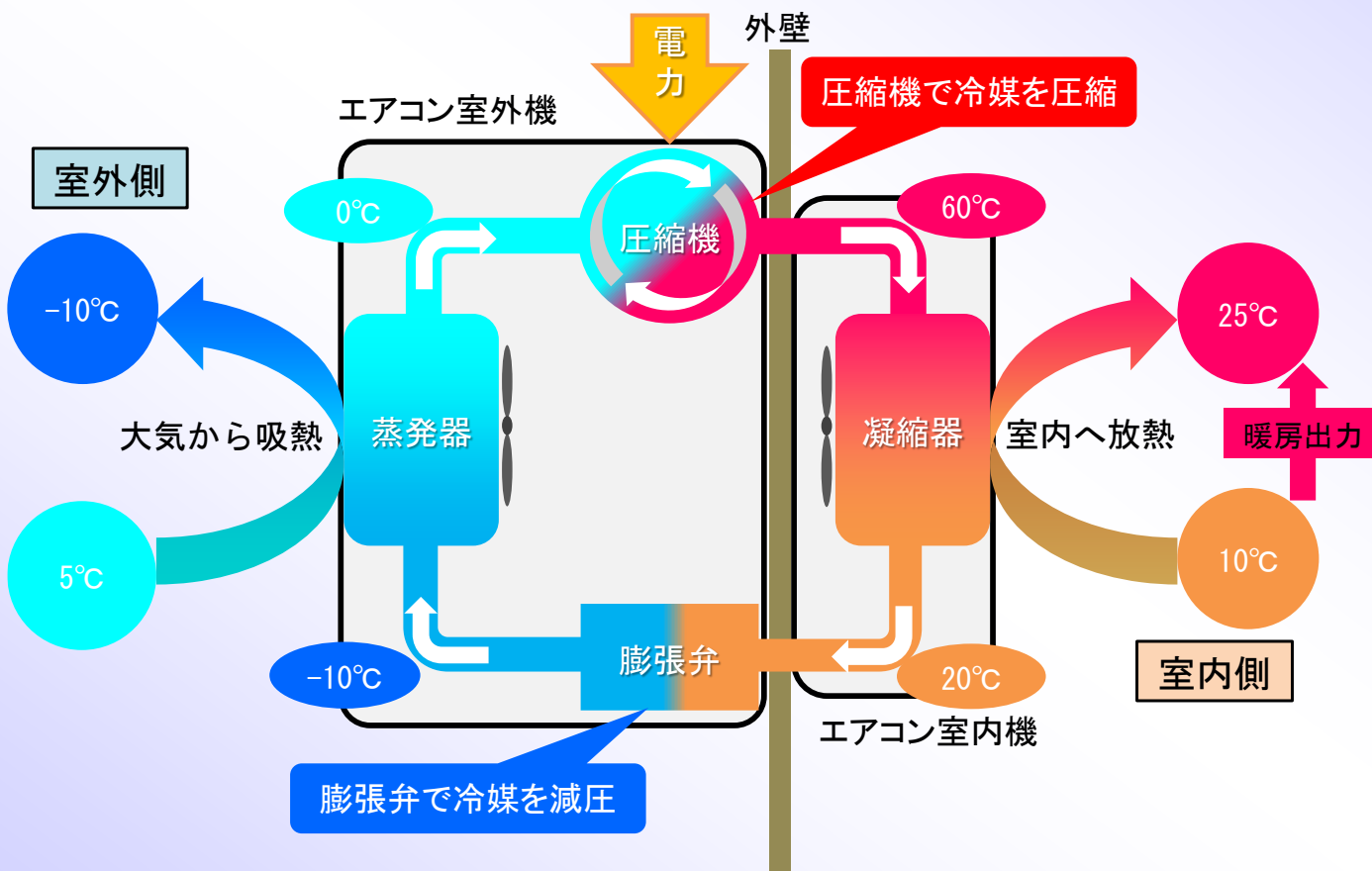


図 ヒートポンプの仕組み
(家庭用エアコン・室内暖房時)

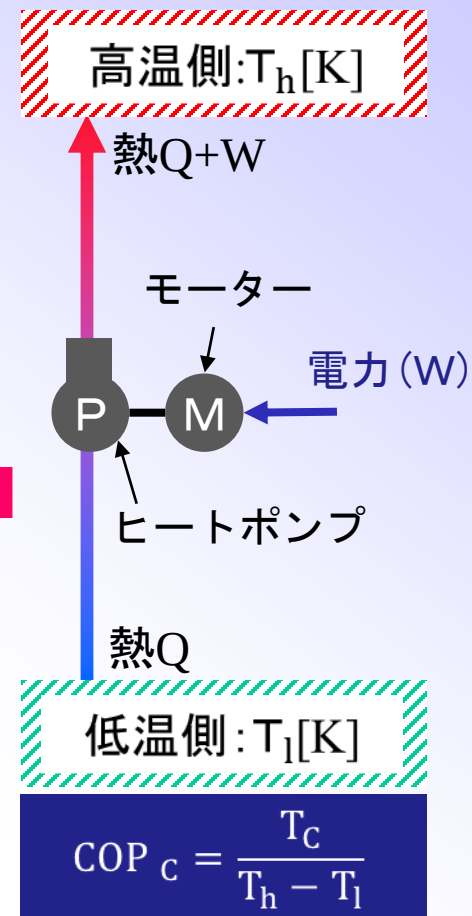


図 ヒートポンプ
のイメージ

◆ Coefficient Of Performance (成績係数)[-] = $\frac{\text{暖冷房出力}[\text{kW}]}{\text{消費電力}[\text{kW}]}$

→ 蒸発温度と凝縮温度の差が少ない = 室内外温度差が少ない方がCOPが向上する

ルームエアコンの定格COPの推移



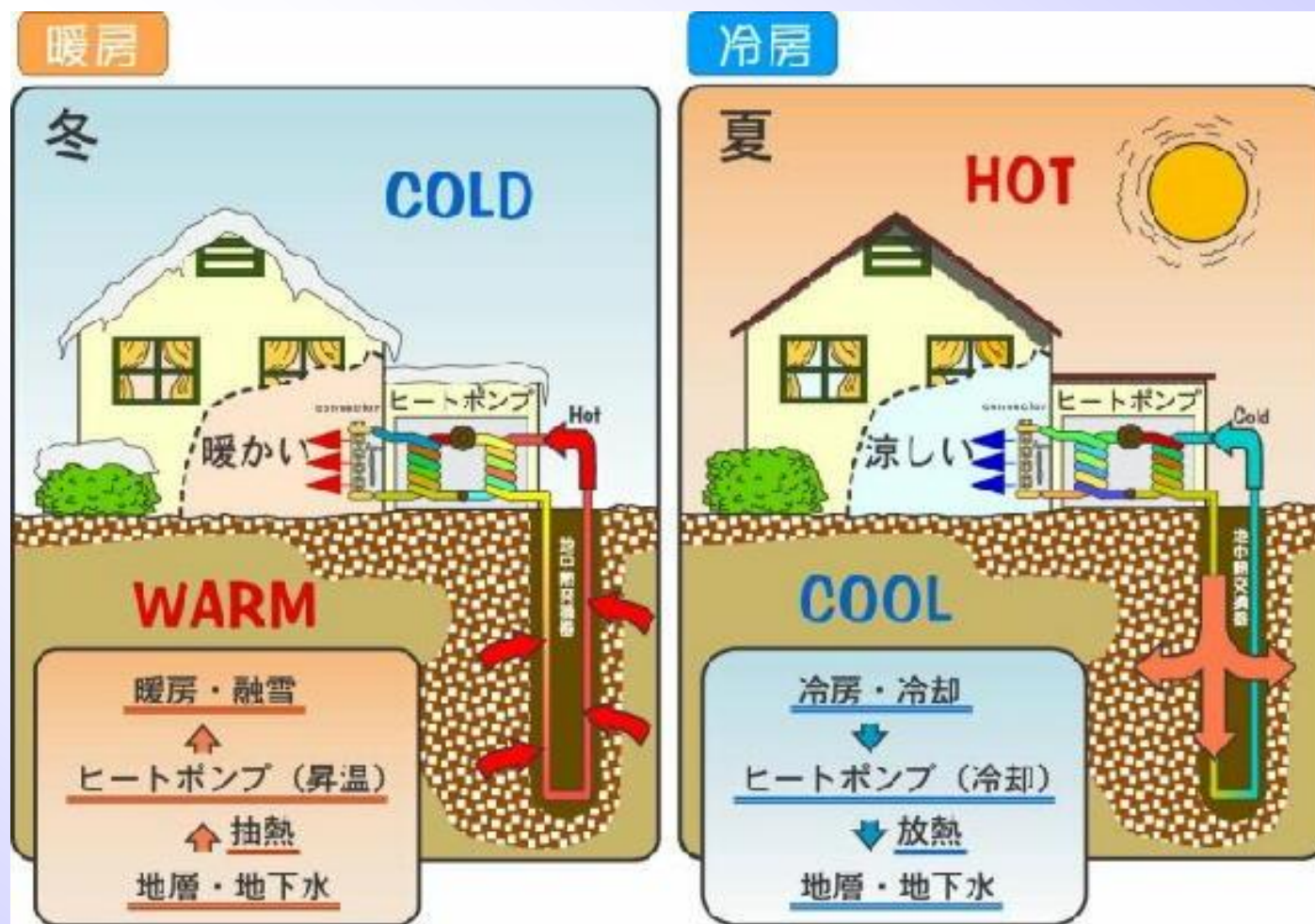
※(株)住環境計画研究所作成

◆ヒートポンプにより温冷熱を供給するエアコンは使用時の成績係数(COP)次第では、発電時に消費する一次エネルギー以上の熱を供給することが可能である。

◆住宅の省エネルギーの推進のためには、住宅の断熱・気密性能の向上とともに暖冷房設備(エアコン)の性能向上は極めて重要である。

図 ルームエアコンの暖冷房定格COPの推移

地中熱利用型ヒートポンプ



地中の温度は、地下10m以深では、年間通して約16°Cで一定。

図 地中熱利用型ヒートポンプの仕組み

2.居住環境を創造する要素

(3)人 間

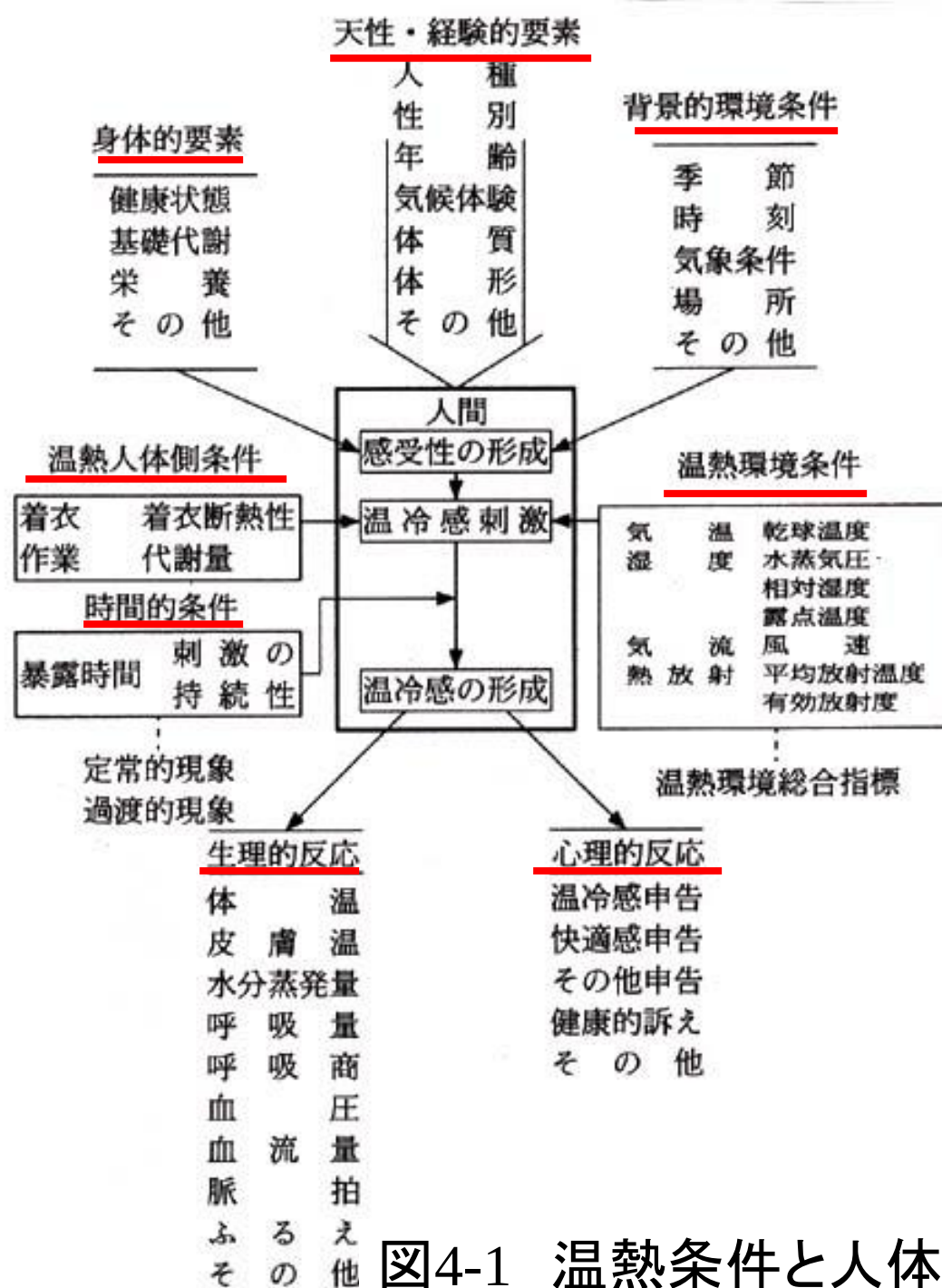


図4-1 温熱条件と人体反応との関係

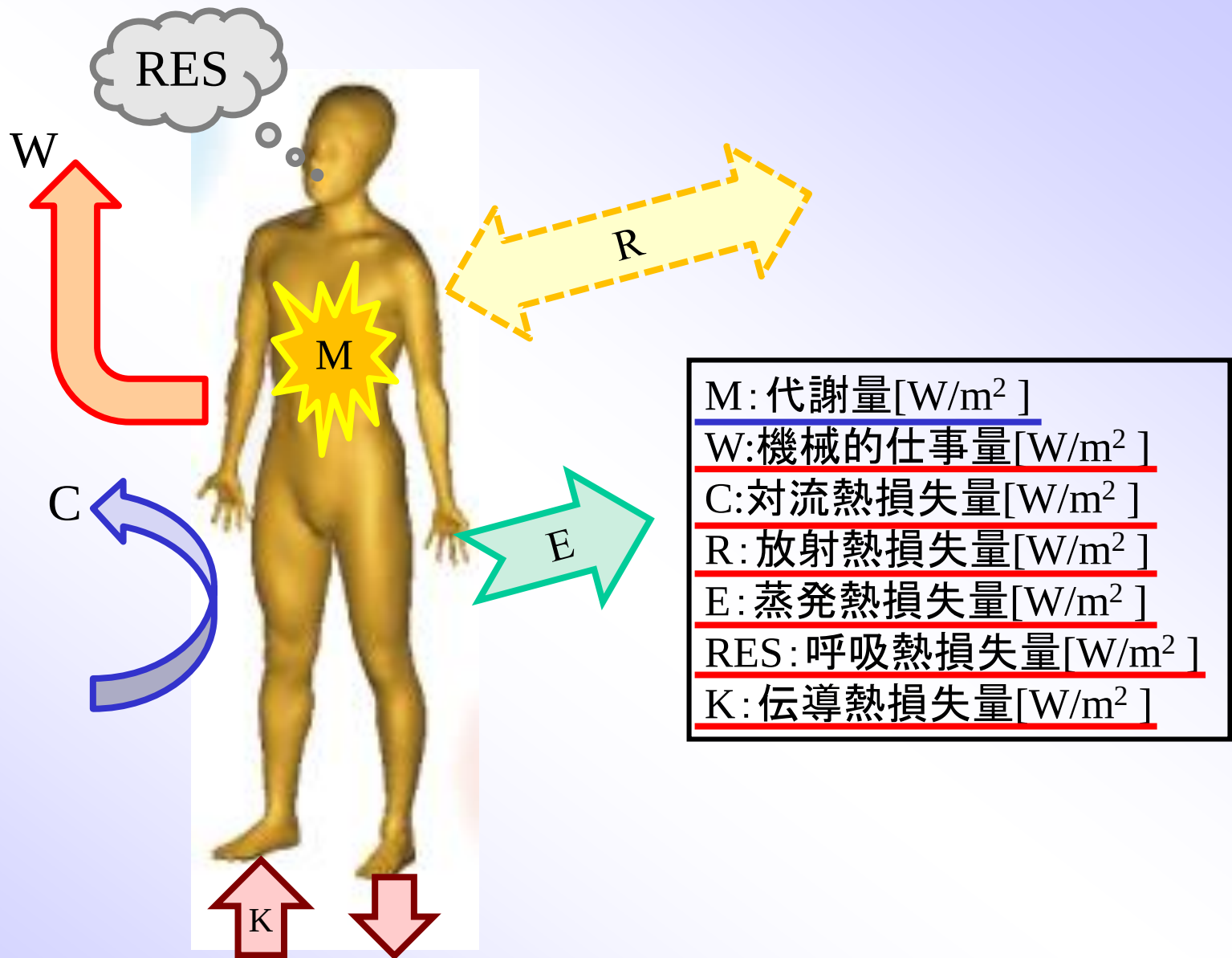


図5.1 人体の熱平衡

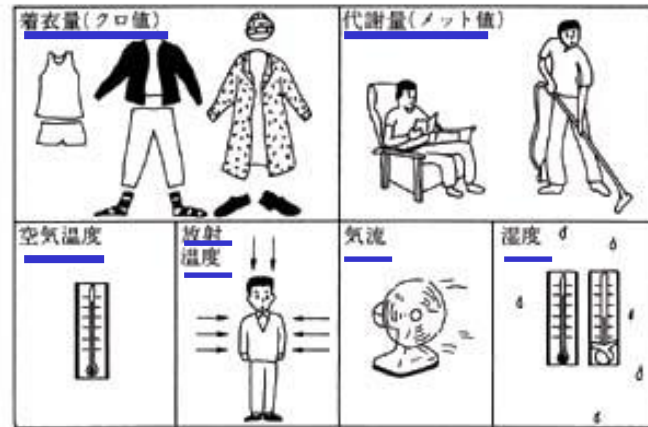


図6-1 温熱環境の6要素

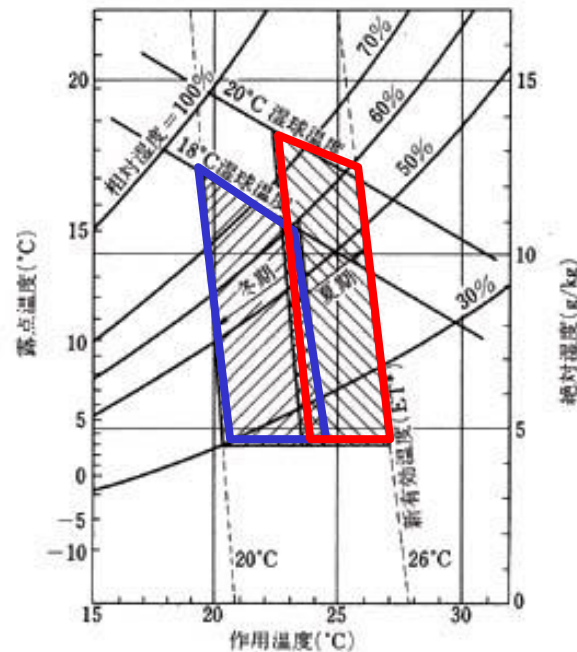
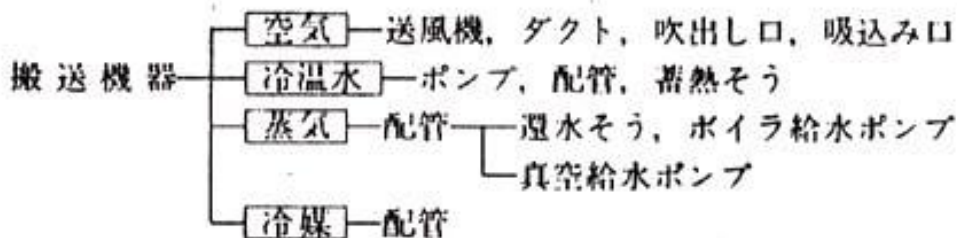
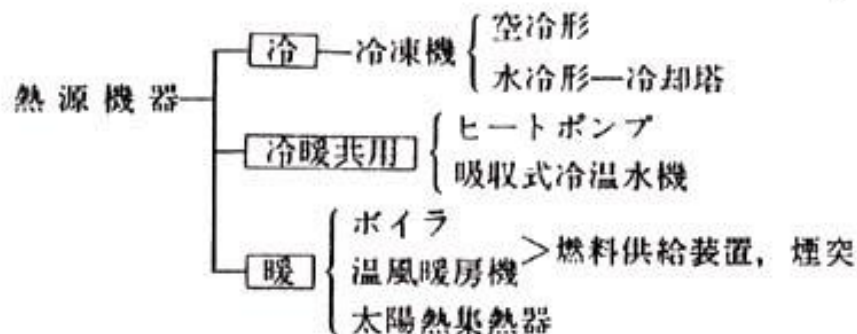
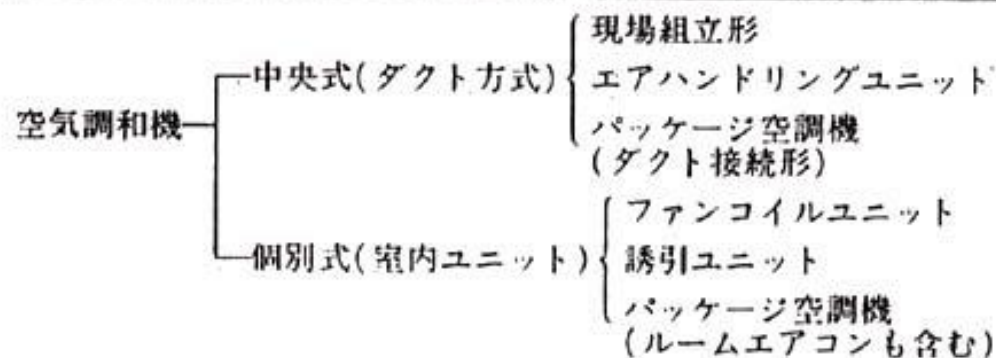


図6-4 ASHRAE55-92による快適温湿度範囲⁴⁾

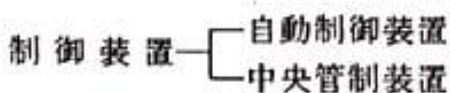
2.居住環境を創造する要素

(4) 建築設備

第1・5表 空気調和用機器

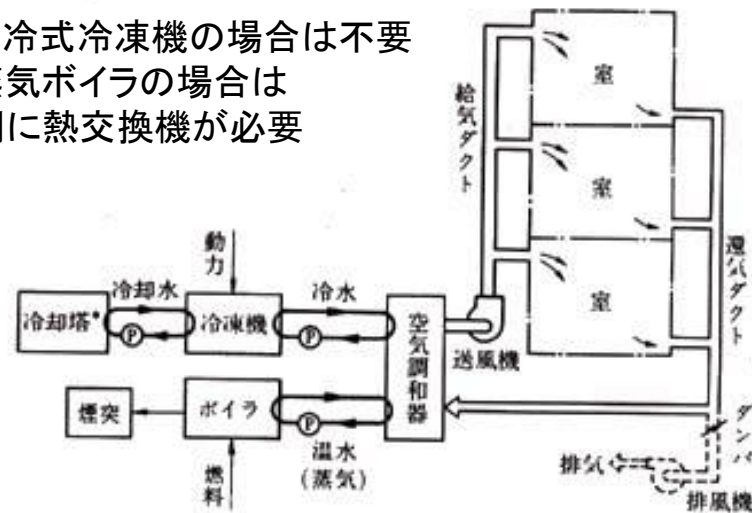


空気浄化装置……(空気調和機に内蔵されるものも多い)

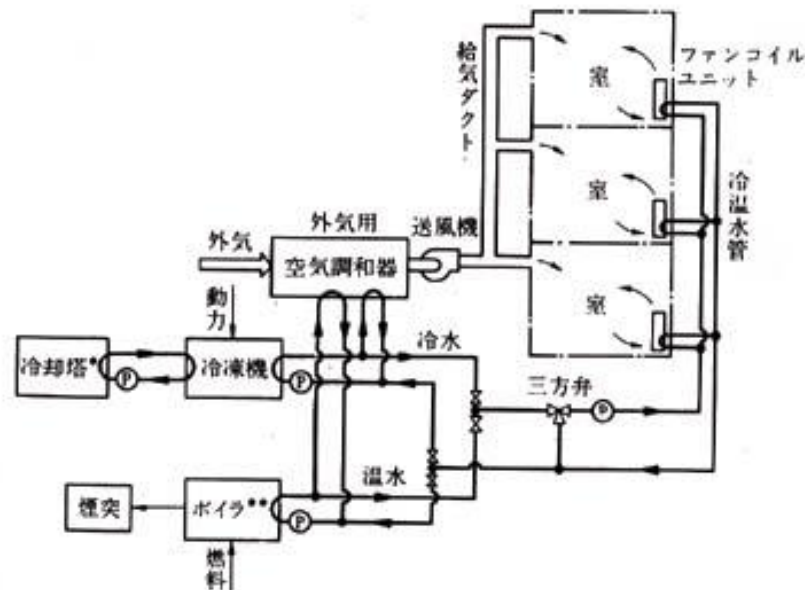


その他—熱交換器(全熱交換器, 温水加熱器, 蒸気発生器)など

【注】 *空冷式冷凍機の場合は不要
**蒸気ボイラの場合は
別に熱交換機が必要



(a) 単一ダクト方式



(b) ファンコイルユニット方式

第1・1図 中央式空気調和設備の構成例



図 Building Energy Management System(BEMS)のシステム構成の概要

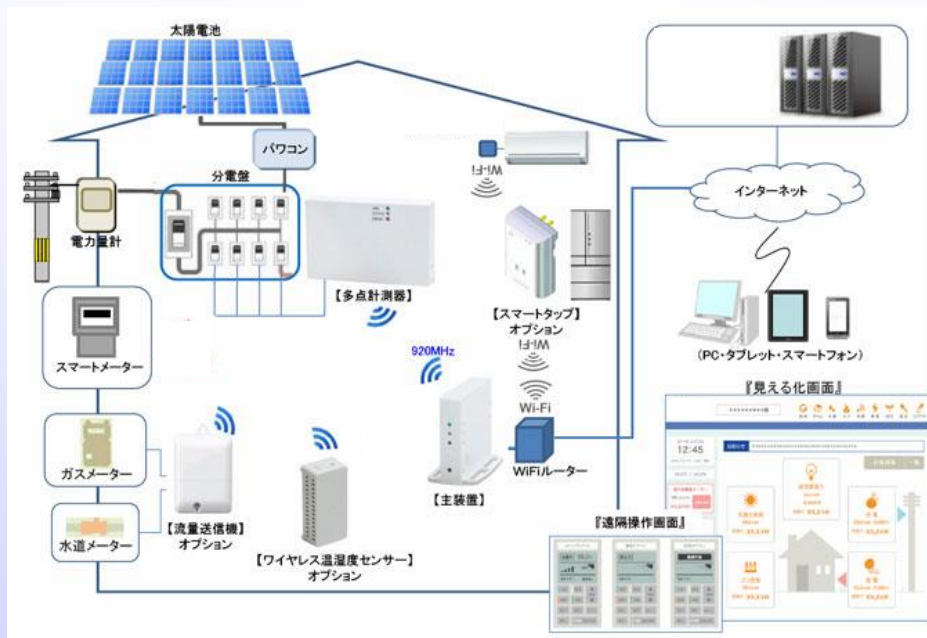
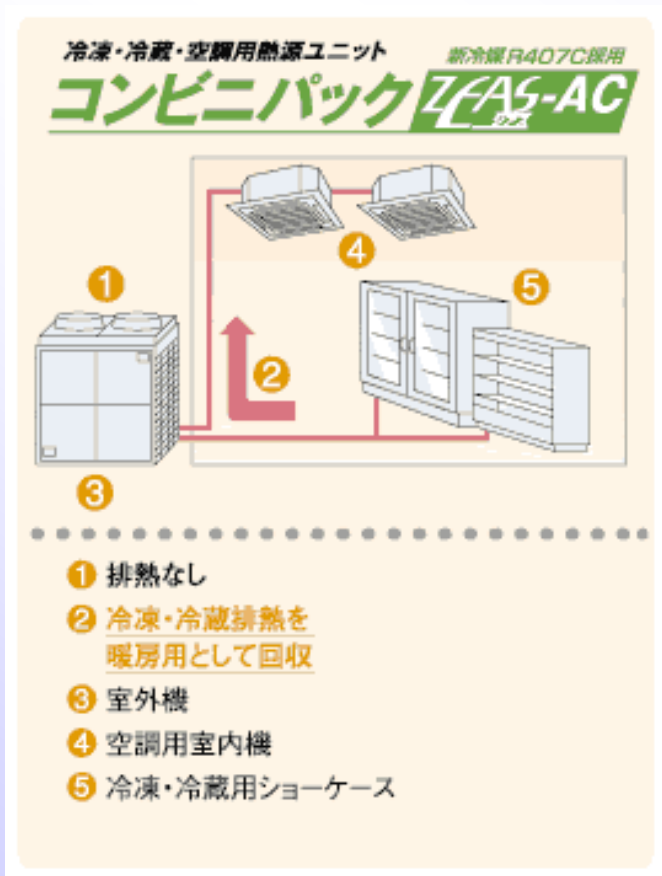


図 Home Energy Management System(HEMS)のシステム構成の概要

◇エネルギー消費機器の統合



平成15年度・省エネ大賞-経済産業大臣賞(ダイキン工業株式会社)

周波数制御器

周波数・電圧可変電力

排ガス吸収冷暖房機

排気ガス

ガスエンジン
発電機

エンジン冷却水
(温水)

排温水吸収冷暖房機

ガス

プール加熱・給湯

ポンプ動力

冷温水ポンプ

冷水
温水
冷水

送風機動力

室温感知器

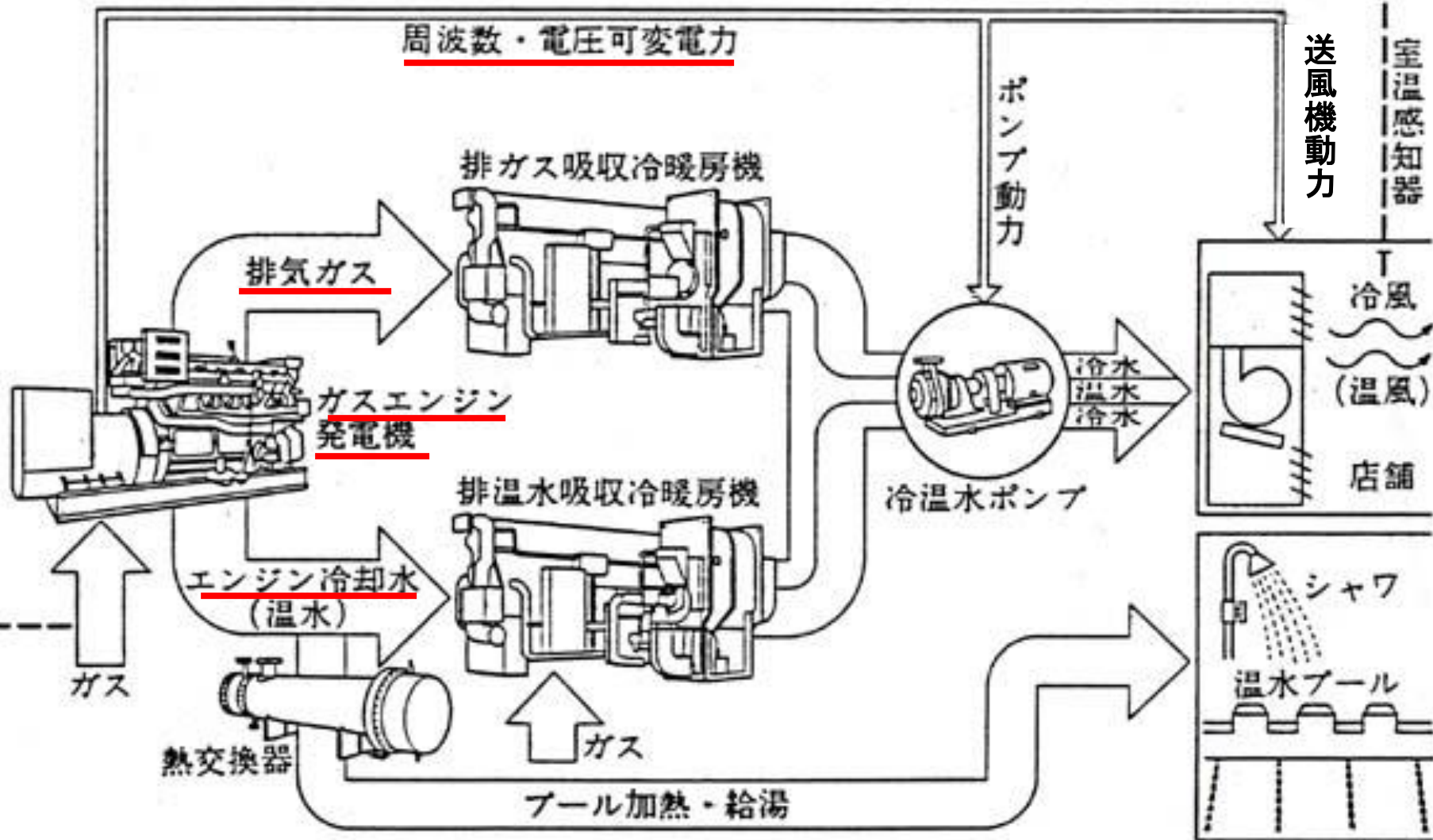
冷風

(温風)

店舗

シャワ

温水プール



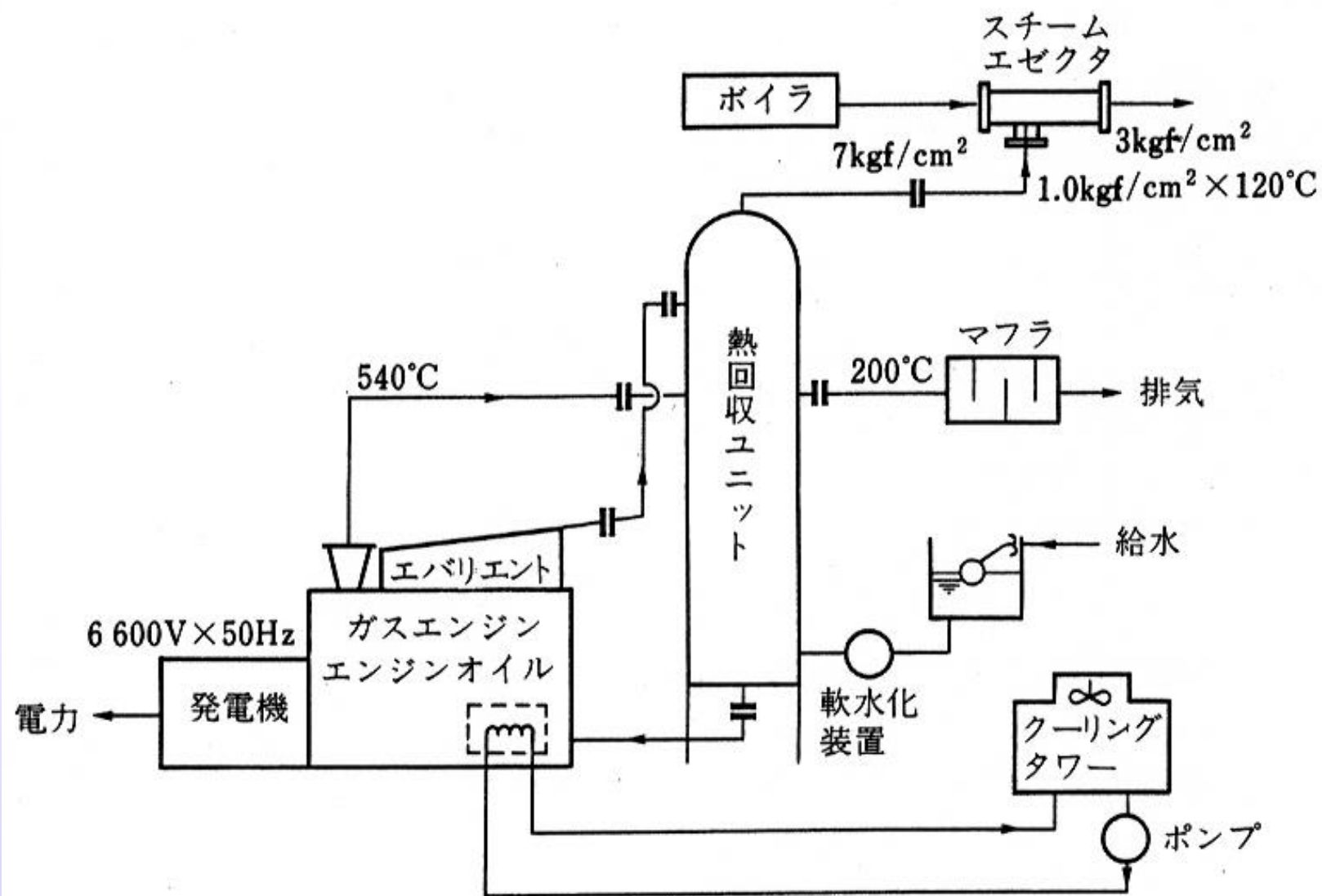


図 3・17 沸騰冷却エンジンの発電システム*1

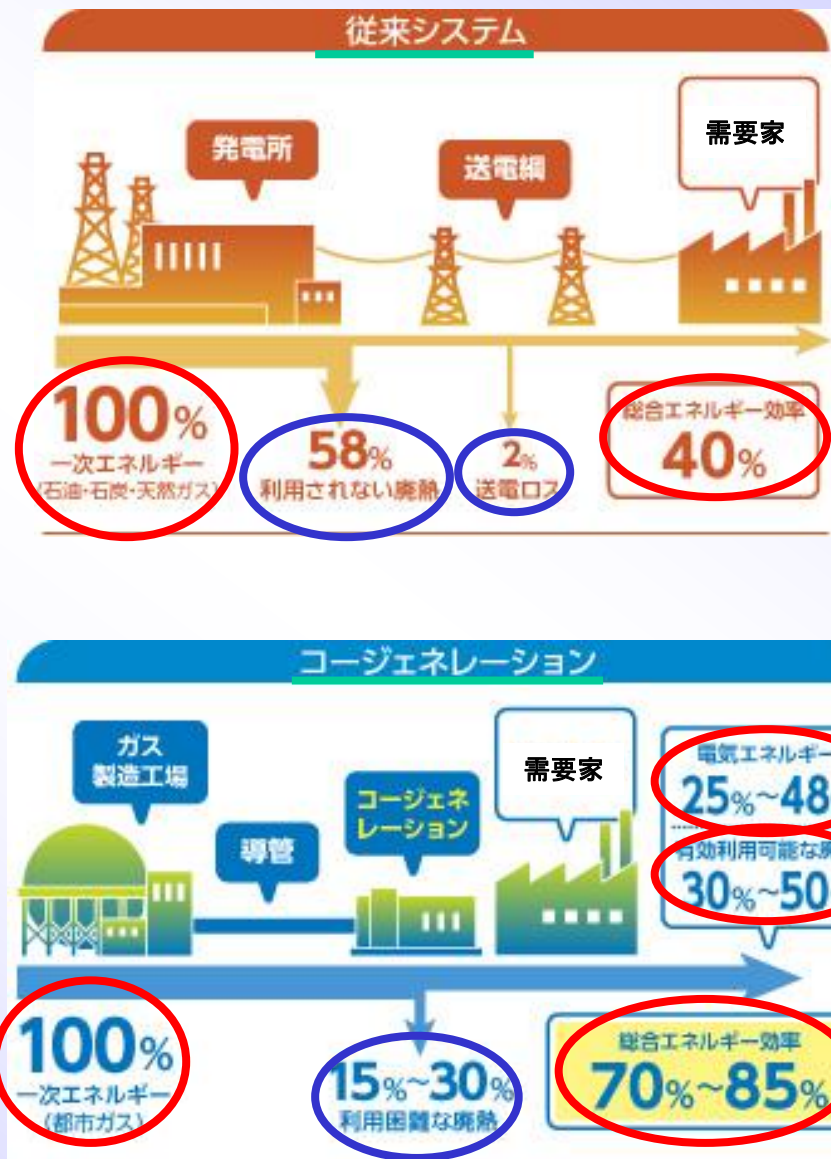


図 中央発電方式とコージェネレーションシステムの比較

燃料電池コージェネレーションシステム



図 家庭用燃料電池
コージェネレーションシステム
(エネファーム)の外観

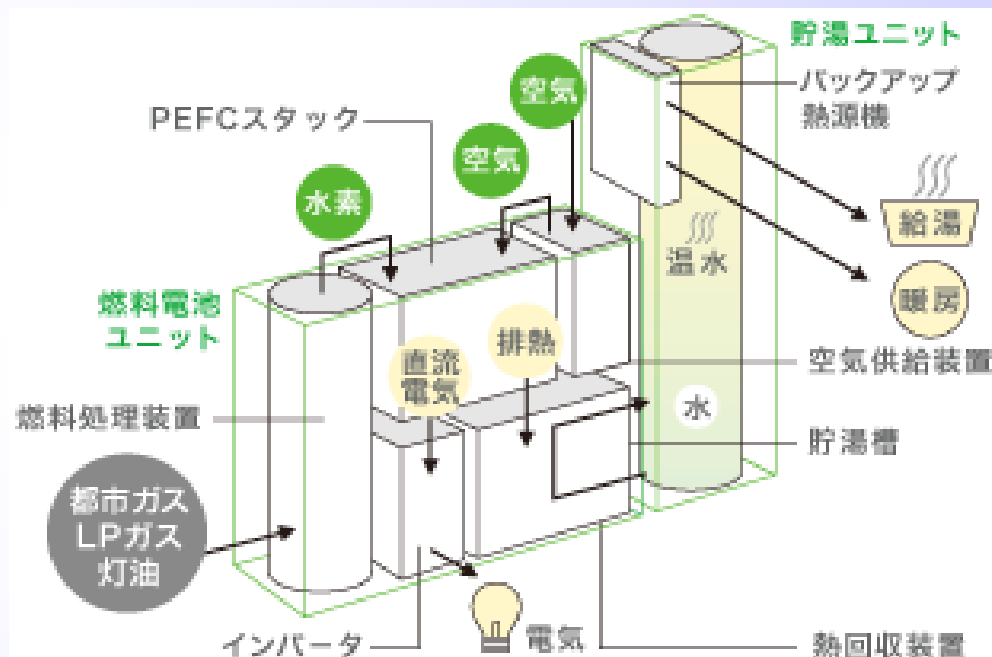
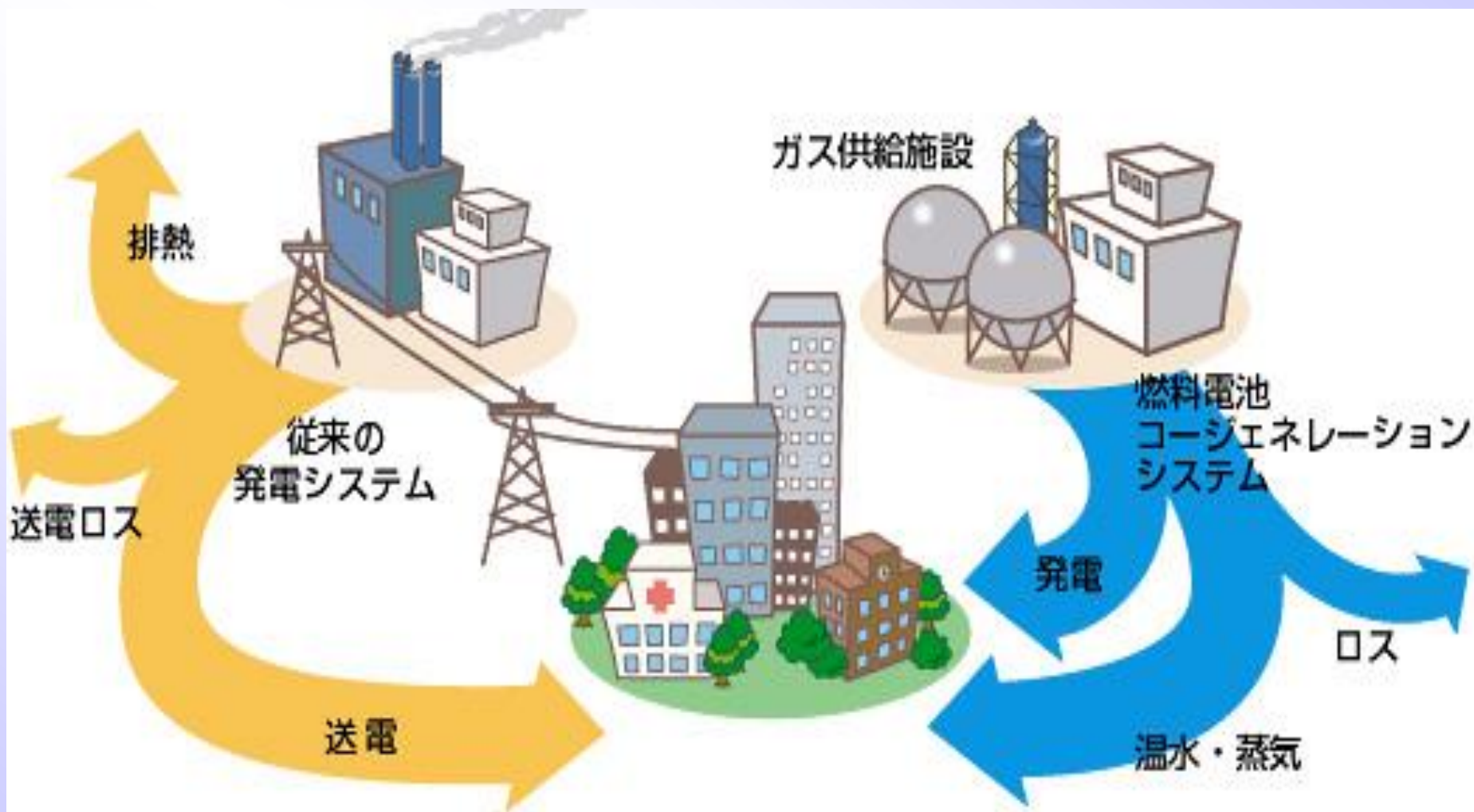


図 エネファームの
システム構成の概要

燃料電池コージェネレーションシステム

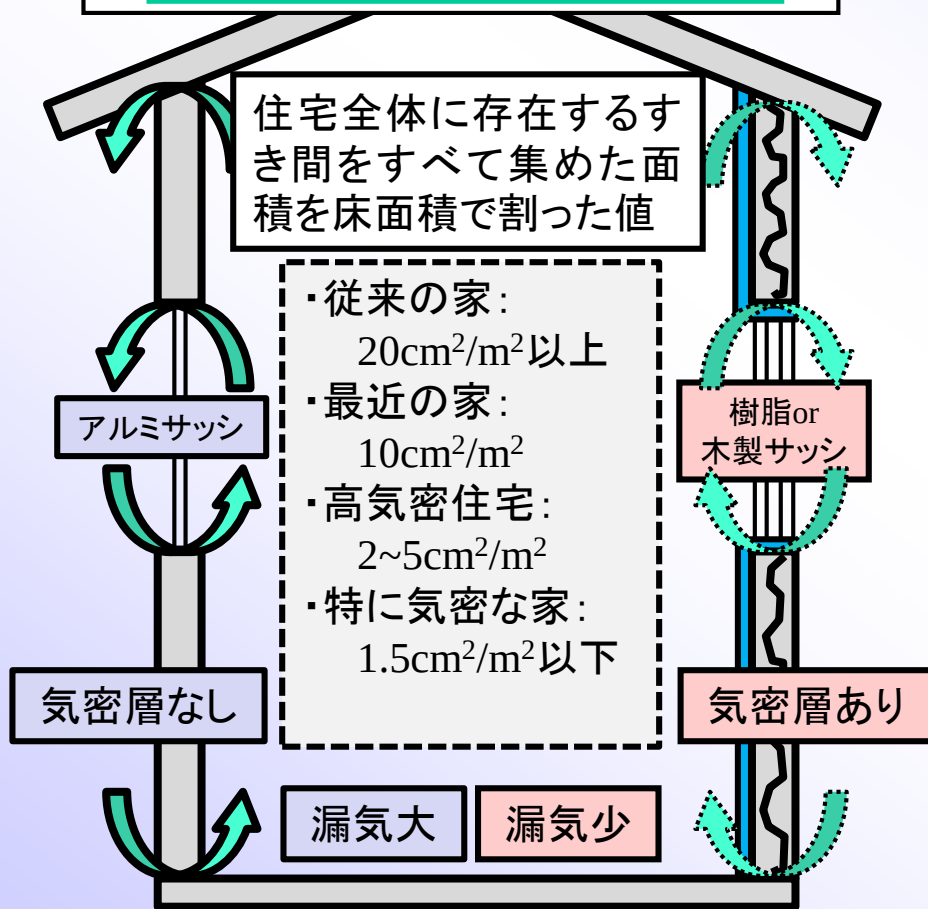


日本ガス協会ホームページより <http://www.gas.or.jp/fuelcell/index.html>

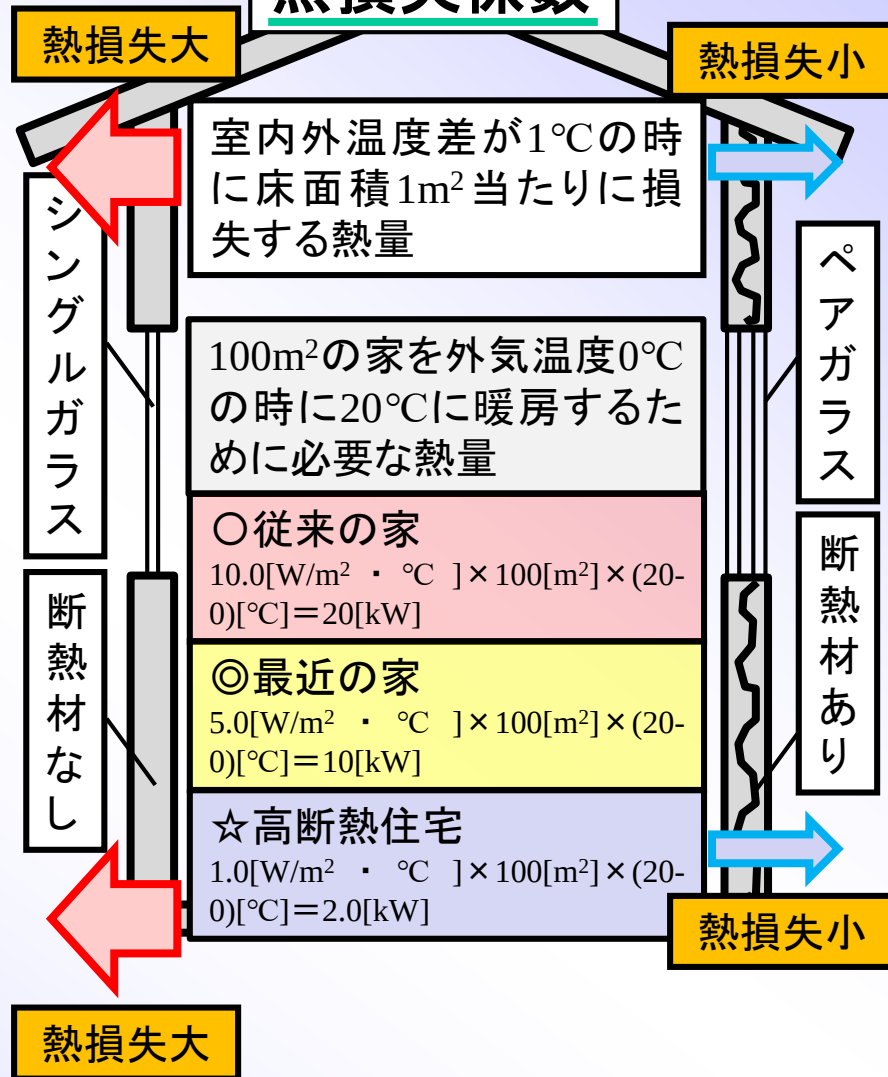
2.居住環境を創造する要素

(6)シェルター

すき間の有効開口面積



熱損失係数



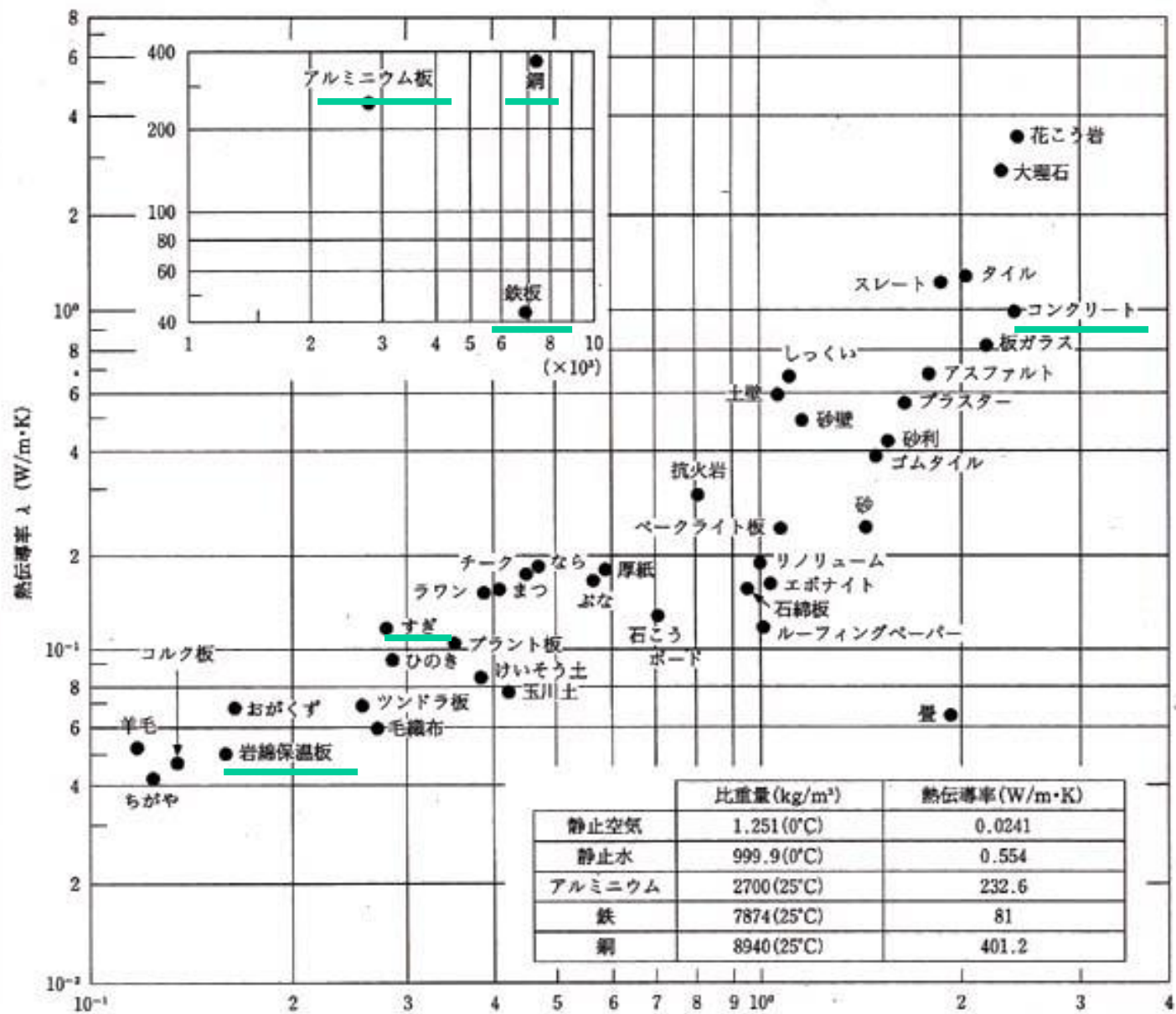


図1-3 代表的建材の熱伝導率¹⁾

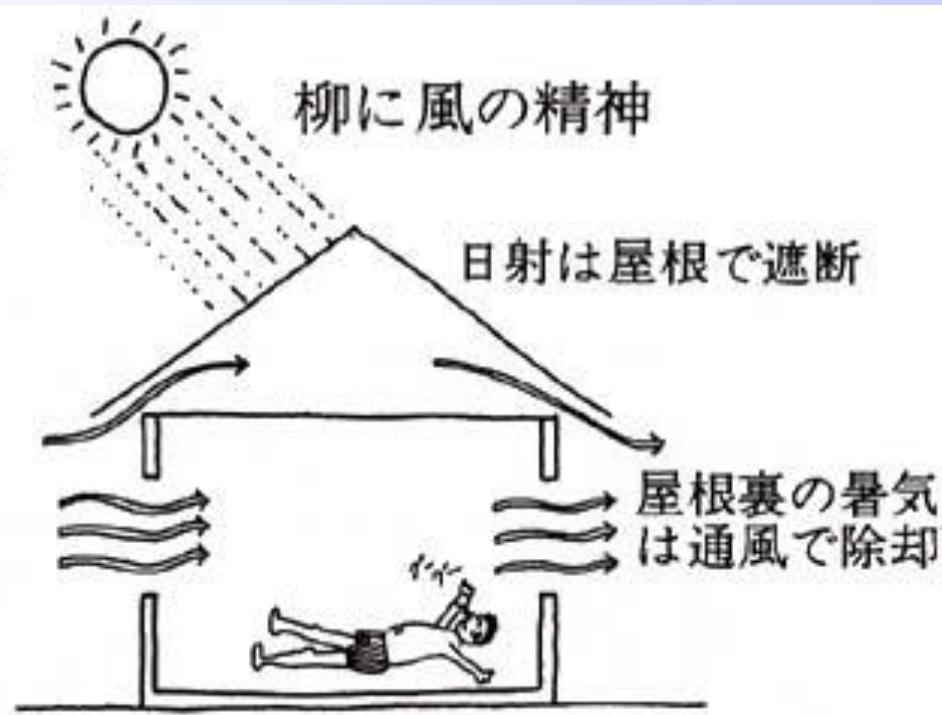


図 2-7 アクティブ制御とパッシング制御

2.居住環境を創造する要素

(7)室内環境

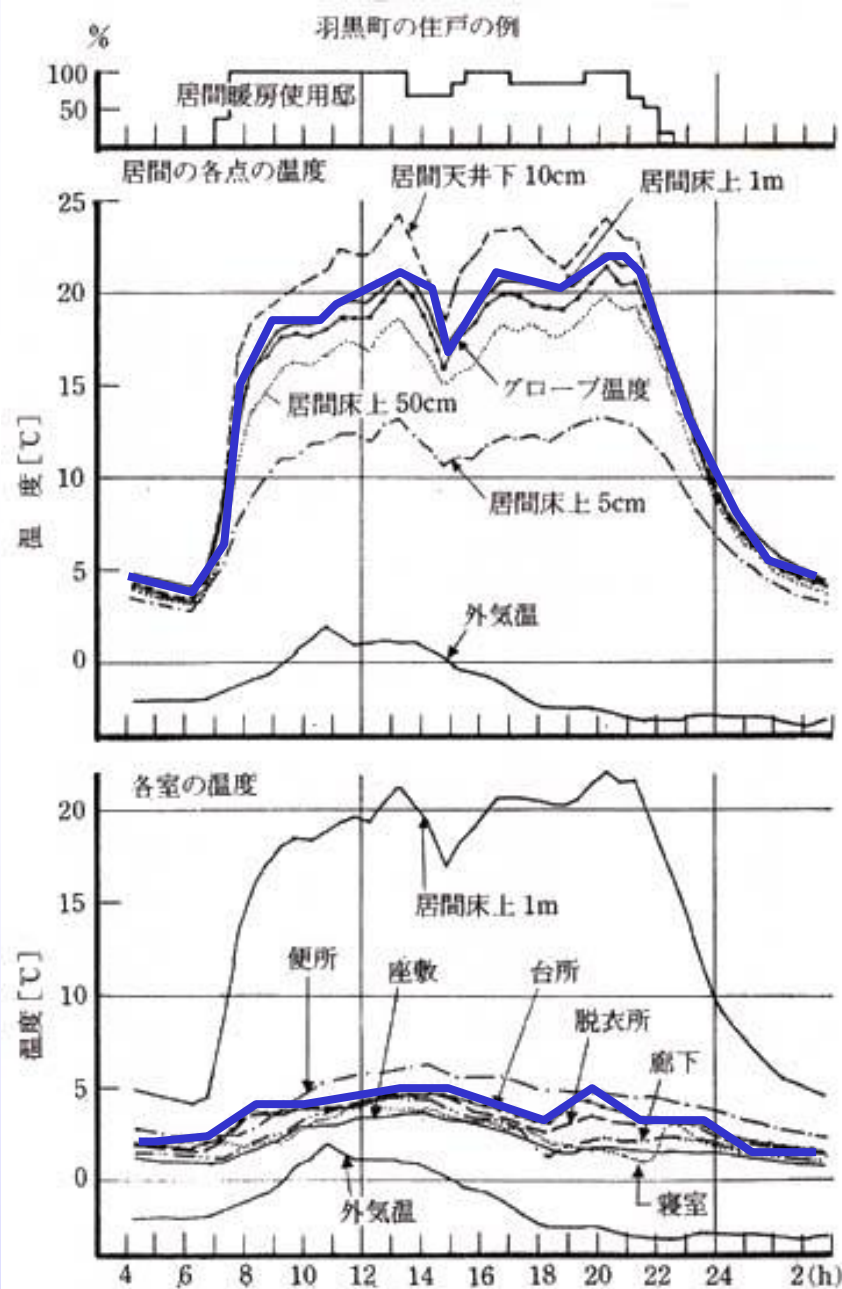


図6.10 山形県郡部の住宅における室温変化の例⁵⁹⁾

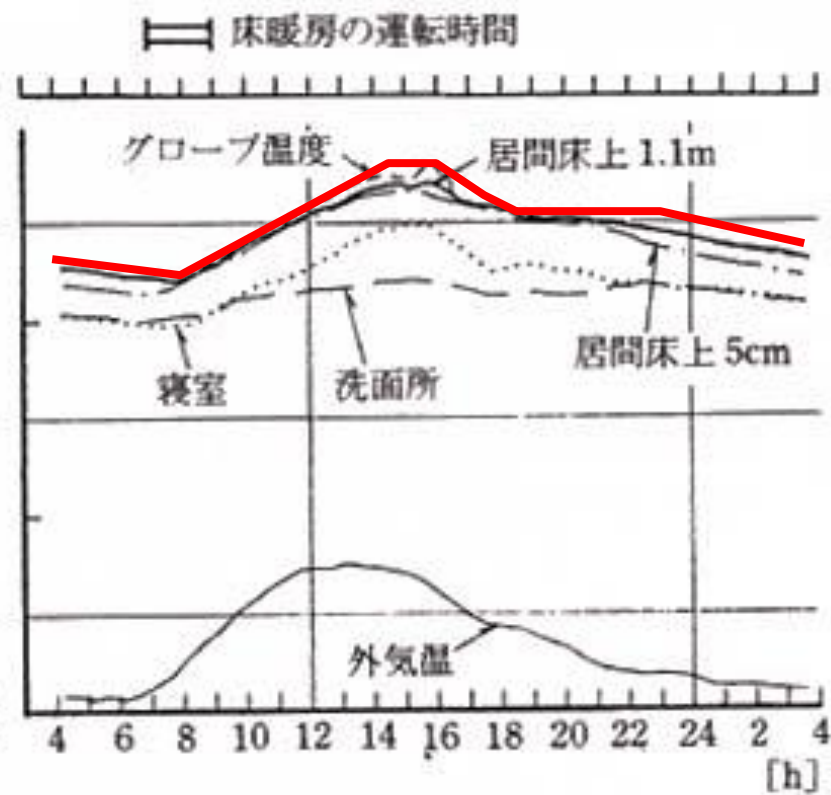
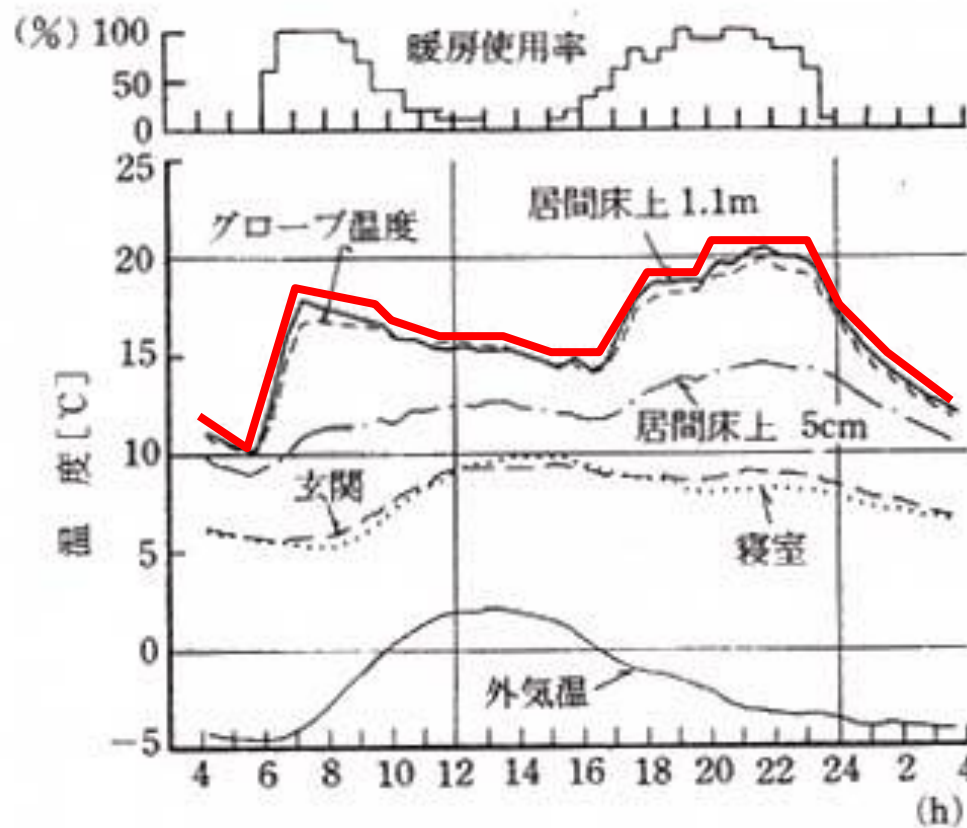
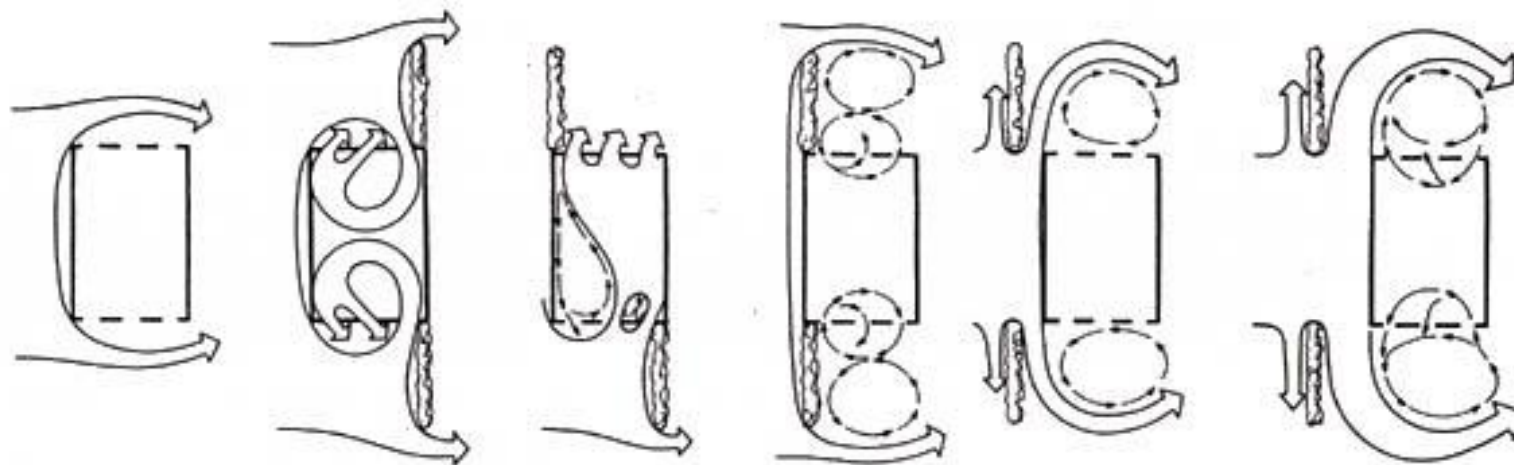
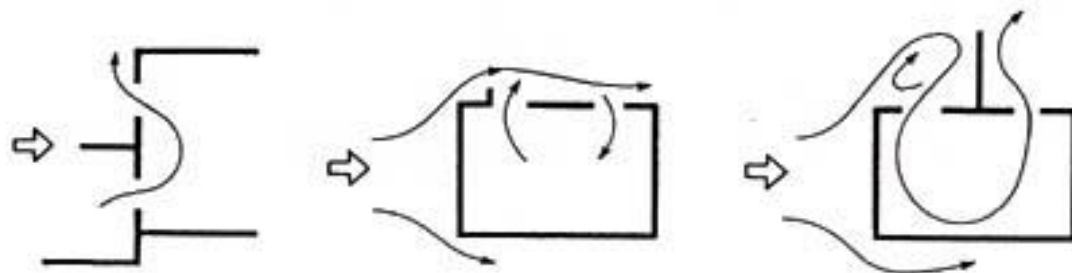


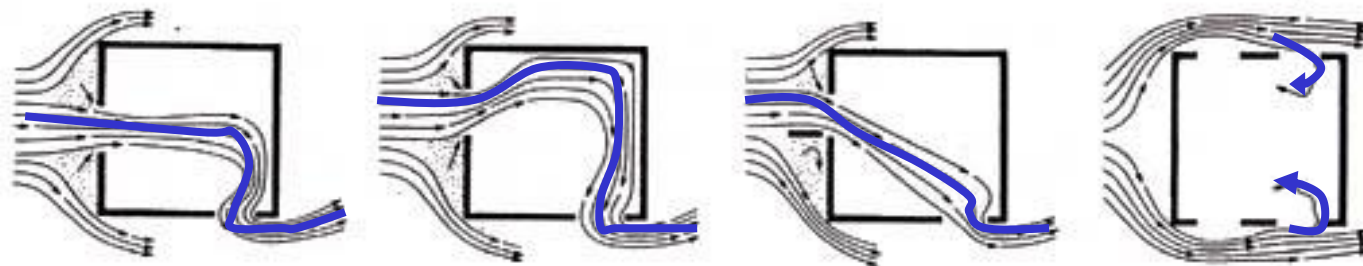
図6.12 断熱気密性能の比較的高い住宅における室内変化の例¹⁰⁾



生垣・障壁の配置と輪道*¹ [1]



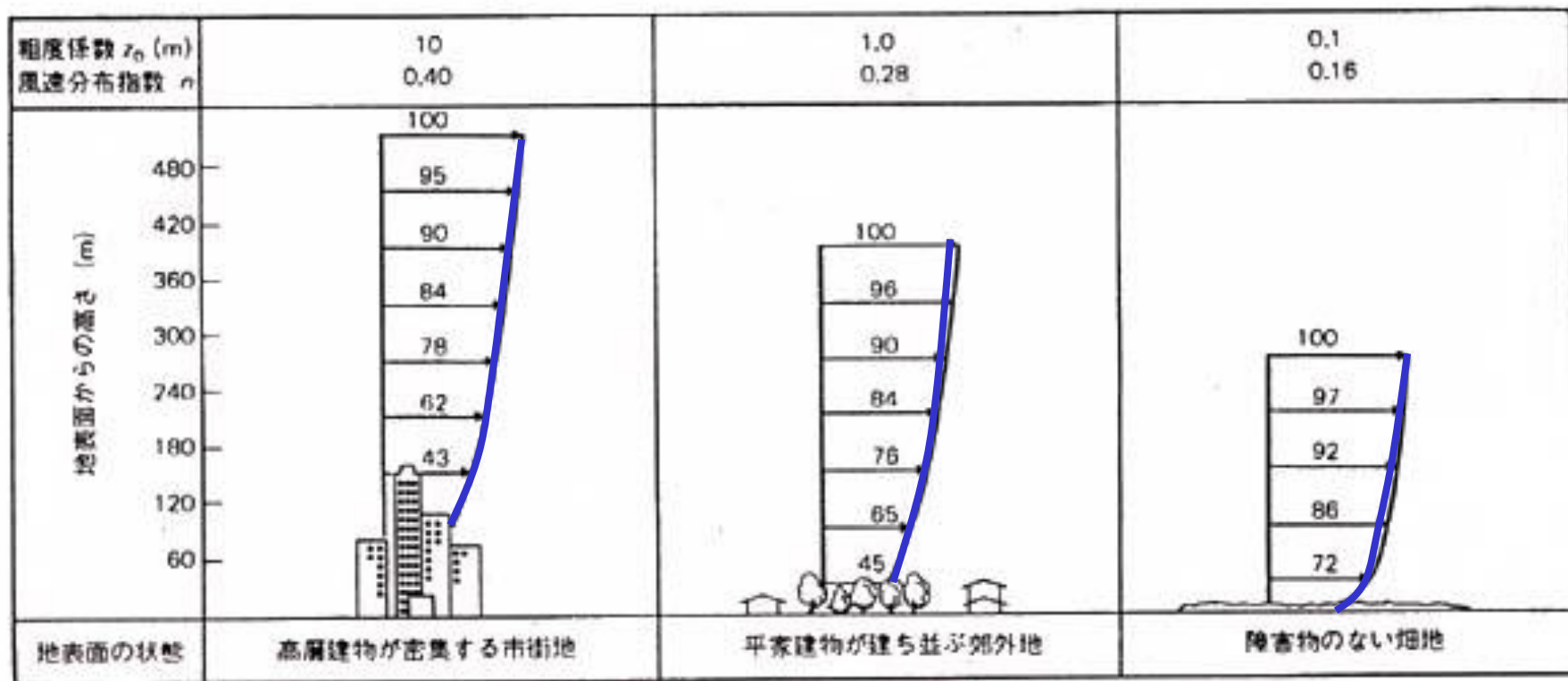
ひさし・ついたてと輪道*² [2]



開口位置と輪道 1*³ [3]

2.居住環境を創造する要素

(8)屋外環境



地表面の状態と風速分布*1



図3.2 高層建物周辺に生じる強風による歩行障害

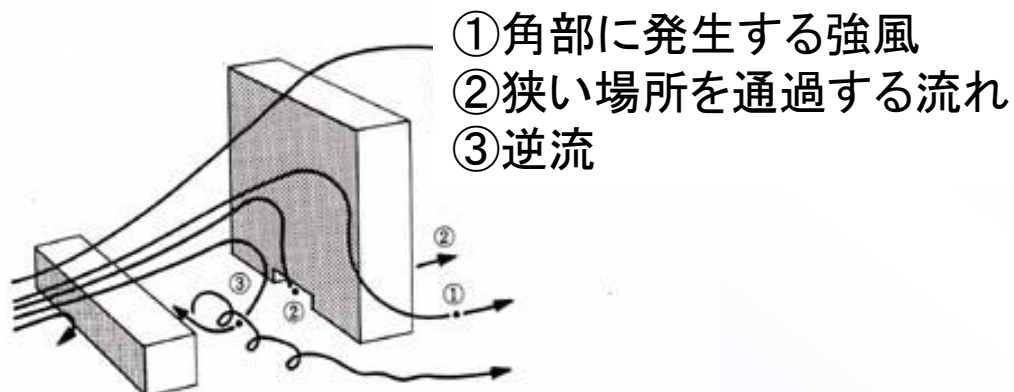


図10-2 建物周辺において発生する強風の典型的な三つのタイプ²⁾

