

第1部 建築環境

1 室内気候

1.1 温熱要素

■ 温熱要素と温熱指標

- **温熱要素**：人体が温冷感を決定づけるために用いる6つの要素、温熱要素とは気温・湿度・気流・放射（周壁面温度）・代謝量（作業量）・着衣量の6つ
- **作用温度**とは：温度・気流・放射を対象とした温熱指標で主に暖房室の評価に用いられる、気温と平均放射温度との重み付け平均で求められる
- 有効温度（ET）とは：ヤグローの有効温度、温度・湿度・気流の3要素が対象、湿度100%・気流0の場合を基準にそれに相当する気温（ET温度）を求める、ET17~20℃の範囲が快適（さらに湿度40~60%を最適）
- 修正有効温度（CET）とは：有効温度は放射（周壁面温度）の影響を考慮していなかったため同温度を考慮するためにグローブ温度計を用いて温度（気温）を計測
- 新有効温度（ET*）とは：温熱4要素+着衣量・作業量、有効温度は湿度100%を基準としているがET*は湿度50%の環境を基準としている、以下のPMVよりも幅広い温熱条件での適用が可能
- **標準新有効温度（SET*）**とは：ET*では同一の作業量・着衣量においてのみ快適度の算定が可能であったが、SET*では異なる作業量・着衣量でもそれぞれの快適度を比較することが可能、22.2~25.6℃程度を「快適、許容可能」と定義
- **PMV**とは：6つの温熱要素を考慮し算定式からPMV値を求める、PMV値は-0.5~0.5の範囲を快適としている（@ISO）、ただし同範囲には10%の人が不満足であるので留意、熱的中立に近い状態での評価に適するので不均一な放射環境や温度分布が偏る場合等には適さない
- 標準系温熱指標改訂の遍歴：最初に示されたのが【有効温度】温度・湿度・気流の3要素のみが対象で実験環境も湿度100%なんて環境だった⇒【修正有効温度】おいおい…放射の影響もちゃんと考えようよ…ってことで要素が1つ追加された⇒【新有効温度】温熱要素がようやく6つそろってなおかつ実験環境の湿度50%の一般的な環境に近づいた⇒【標準新有効温度】異なる作業量（代謝量）・着衣量での快適性の評価が可能になった

■ 熱的快適性と局所的不快感

- **周辺からの放射**：放射の不均一性とは、対象壁・天井面の放射温度の差で示され、暖かい天井に対しては5℃、冷たい窓面に対しては10℃が限界である
- **気流の乱れ**：冬期は0.15m/s、夏季は0.25m/s以下とする、冬期の冷風による気流の乱れをコールドドラフトと呼ぶ
- **室内の上下の温度**：頭部とくるぶしの温度差は3℃以内とすることが望ましい
- **床面温度**：床暖房では低温やけどの危険性があるので、表面温度限界は29℃（30℃程度）
- 温度変動：室内温度の変動の巾は1.1℃以内、また1時間あたりの変動率は2.2℃を超えないこと

■ 人体からの発熱

- **顕熱**：物質の変化を伴わない熱の移動が顕熱（水を温めてお湯になる）、人体における顕熱は体温上昇等の発熱で、人体からの発熱量、行動の重度とともに上昇する
- **潜熱**：物質の変化のために消費される熱が顕熱（水を蒸発させるために必要な熱）、人体の場合は発汗蒸発、通常時で23~46W/人程度、重作業で210W/人程度、重作業になると潜熱>顕熱



- **代謝量**とは：作業や運動で人体が生産するエネルギー、椅子に座って安静にしている場合で、約 58W/m² (=1met) 程度（一人あたりでは概ね 100W）、軽作業で 2met、重労働で 6met
- **着衣量**とは：着ている服の種類による断熱性能を示す、着衣無しで 0clo、通常の事務服で 1clo、新有効温度では 0.6clo の場合を想定する

■ 温熱要素の測定

- アスマン通風乾湿度計：感熱部に気流を与えて温度を計測
- カタ計：温度の低下の度合いから微風速を求める風速計、現在はほとんど用いられていない
- **グローブ温度計**：中空のつや消し黒色球の中に温度計を入れて内部の気温を測り、気温と放射熱の影響を計測

1.2 湿り空気と湿り空気線図

1.2.1 湿り空気の性質

■ 湿り空気と結露の発生

- **飽和絶対湿度**：空気中に含まれる水蒸気の絶対量（的なもの…）、ある温度の空気を含むことのできる限界の水蒸気量を単位乾燥空気当たりの水蒸気量で示したもの
- **相対湿度**とは：一般的に言われる湿度のこと、空気中に含まれる水蒸気量を飽和水蒸気量で除し百分率で示したもの
- **飽和水蒸気量**：空気は貯めこむことの出来る水蒸気量が決まっている、温度の高い空気はたくさん、温度の低い空気は少ししか水蒸気を貯めこむことができない
- **露点温度**とは：気温低下により湿度が 100%を超えると結露が生じる、その結露が生じ始める気温のこと

1.2.2 湿り空気線図

■ なし

1.2.3 湿り空気と結露

■ 詳しくは「3 伝熱と結露」にて

1.3 空気汚染・室内環境に関連した物質

■ 空気汚染

- 人体から発生する汚染物質：呼吸による二酸化炭素、発汗による水蒸気、臭気など
- 各種汚染物質の許容値を以下に示す

表 1-2 汚染物質の許容値（環境基準）

汚染物質	許容値	備考
二酸化炭素 (CO ₂)	1000ppm (0.1%) 以下	室内の汚染度の代表的目安
一酸化炭素 (CO)	10ppm (0.001%) 以下	不完全燃焼で発生、毒性が非常に高い
浮遊粉塵	0.15mg/m ³ 以下	粒子径 10μm 以下の粉塵が対象
ホルムアルデヒド	0.1mg/m ³ 、0.08ppm 以下	シックハウス症候群の代表的物質



2 換気・通風

2.1 自然換気と機械換気

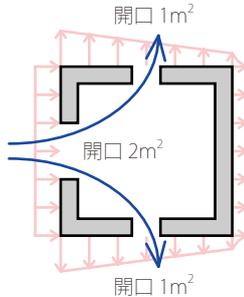
- なし

2.2 自然換気

■ 開口面積算定

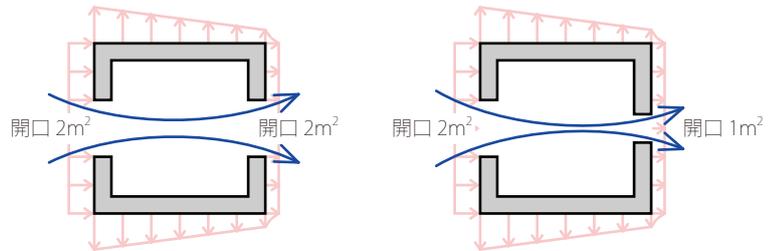
- **並列開口の面積算定**：給気口・排気口の個別の合算、

単純に両者の和、 $A = A_1 + A_2$



- **直列開口の面積算定**：給排気口の合算、逆数の 2 乗

の和より算定、 $\frac{1}{A^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2}$



■ 温度差による換気

- **温度差換気とは**：気温が高い空気は密度が小さい（膨張している）、逆に気温が低い空気は重くなり両者の間に圧力差が生じる、開口部の高低差があるほど気温差が大きくなり換気量も増える

- **温度差換気による換気量**：開口面積に比例、内外の温度差・中性帯と開口部の高低差の平方根に比例

$$Q_t = \alpha A \sqrt{2gh \frac{t_i - t_o}{T_i}}$$

- **煙突効果**：室温が外気温よりも高い場合には、室の上方が排気（流出）/下方は給気（流入）、室温の方が低い場合は逆転するので注意
- **中性帯**：室内外圧力差が 0 となる場所、給気と排気が入れ替わる箇所とも、上下に換気量の異なる開口がある場合（例えば面積が異なる）、換気量の大きい方（例えば面積が大きい方）に中性帯は近づく

■ 圧力差による換気

- **圧力差による換気量算定**：換気量は、開口面積に比例、圧力差の平方根に比例

$$Q_p = \alpha A \sqrt{\frac{2}{\gamma} \times \Delta P}$$

■ 風圧力による換気

- **風力による換気量**：風圧力による換気は開口面積・風速に比例（風圧力は風速の 2 乗に比例するので）、風圧係数の差の平方根に比例

$$Q_w = \alpha A v \sqrt{C_f - C_b}$$

- **風圧係数**とは：建築物の平面・断面形状や部位（軒先等は高くなる）によって変化する風から受ける圧力
- **風力換気による換気量算定**：まずは開口面積を合成（給気・排気個別合成⇒給排気合算）、気圧差の 1/2 乗をかける



2.3 換気量と換気回数の計算

■ 換気量

- **必要換気量**とは：室内の汚染物質を許容値以下に保つために必要な新鮮空気量、1時間あたりの容量 m^3 で示す、室内で発生する汚染物質の量が増える・屋外の新鮮空気が汚れているほど必要換気量は増す
- **二酸化炭素の必要換気量**：二酸化炭素の排出量（例えば人数×一人あたりの排出量「軽作業時で $0.02m^3/h$ 」など）を許容値と屋外濃度の差（汚染された空気がどの程度の割合で新鮮空気に入れ替わっていくのか？）で除して求める

$$Q = \frac{k}{P_i - P_o}$$

- **必要換気回数**：必要換気量を室の容積で除したもの、1時間あたりに室内空気を何回全取り替えを判る必要があるのか？
って意味

$$N = \frac{Q}{V}$$

■ 燃焼器具

- **開放型燃焼器具**：ガスコンロ・反射型石油ストーブなど、給排気を設けて換気することが不可欠、理論排ガス量の40倍以上の給気が必要
- **半密閉型燃焼器具**：排気筒付きの給湯機、ボイラなど給気口が付随している、理論排ガス量の2倍以上の給気が必要
- **密閉型燃焼器具**：BF（バランス型）給湯機、FF（強制給気）型ストーブ給排気ともに専用の筒で行う

2.4 機械換気

■ 機械換気の種類

- **第1種換気法**：給気・排気ともに機械換気、室内の圧力を任意に調整可能、換気量は非常に大きい設備費がかかる
- **第2種換気法**：給気のみ機械、室内の気圧を正圧に保つことができるのですきま風の流入を防げる、クリーンルーム等で用いられる、また新鮮空気の流入量も大きいので燃焼室でも採用される
- **第3種換気法**：排気のみ機械、室内の気圧が負圧となるので室内の汚染空気の隙間からの流出を防ぐことができる、キッチン・浴室・トイレなどの汚染物質を発生する室で採用される
- **全般換気**：室内全体の空気を入れ替えて、汚染空気の希釈を狙う
- **局所換気**：汚染物質の発生箇所を集中的に換気し、汚染物質の排出を主眼とする
- **置換換気**とは：室内設定温度よりも低温（ $-2^{\circ}C$ から $-3^{\circ}C$ 程度）の空気を室下部より流入させ、室内の発熱（人体や設備機器からの）による上昇気流を利用して空気を循環させる換気法

■ 換気対策

- **高气密化・好断熱化の弊害**：すきま風等による換気量が低下により、建築材料からの揮発性の高い化学物質の室内滞留量が増加する傾向にある
- **換気設備の設置義務**：住宅の居室では0.5回/h以上、居室以外では0.3回/h以上の換気回数が義務付けられている
- **エアフィルタ**：粉塵除去用のエアフィルタの粒子捕集率の測定法には、計数法・比色法・質量法の表示方法がある
- **空気齢**：給気口から室内の任意の点までに到達するのに要する時間、値が小さいほどその空間の空気の新鮮度は高い

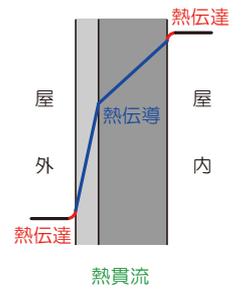


3 伝熱と結露

3.1 伝熱と結露

■ 熱の伝わり方

- **壁体間の熱の移動（熱貫流）**：壁体の両側に温度差がある場合には熱の移動が生じる、壁体を固体と仮定すると気温の高い側の空気と壁体表面の熱の移動⇒壁体内の熱の移動⇒壁体から低温側の空気への熱の移動、その全過程を熱貫流



■ 熱伝達

- 熱伝達とは：壁体表面空気と壁体間の熱の移動（表面空気⇄壁体）
- **熱伝達率と熱伝達抵抗**：熱の伝わりやすさを熱伝達率で示し、風速が速い・壁体表面が粗い場合に熱の移動が激しくなる（風の強い屋外では23~35、屋内側では7~9を設計用に用いる）、熱伝達抵抗は熱伝達率の逆数
- **伝達熱量**：熱伝達率・壁体表面積・空気と壁体表面の温度差・時間に比例

$$Q = \alpha(\theta_1 - t_1)A \times T$$

■ 熱伝導と熱伝導率

- 熱伝導とは：均質な部材内の熱の移動
- **熱伝導率と熱伝導比抵抗**：物体内の熱の移動のしやすさを熱伝導率で示し、熱伝導比抵抗は熱伝導率の逆数
- **伝導熱量**：熱伝導率・表面積・温度差・時間に比例し、材料の厚さに反比例

$$Q = \frac{\lambda}{d}(\theta_1 - \theta_2)A \times T$$

- **各種材料の熱伝導率**：基本的には重い材料ほど熱を伝えやすい、グラスウールなどの空隙の多い物質は熱伝導率が低い
- **発泡剤の熱伝導率**：空隙率（材料内に含まれる空気の色）が同じならば、気泡寸法が大きいほど熱伝導率が高くなる（空気は細かく分けて保管した方が、断熱性能は高いですよー）
- **断熱材内部の含水率の影響**：水分を含むと熱を通しやすくなるので注意（水は空気よりも熱を伝えやすいから…）
- **中空層の伝熱**：中空層の空気層の厚さは3~5cmが最も高く、それ以上厚くなると対流が発生して熱抵抗はかえって低下する

■ 熱貫流

- 熱貫流とは：壁体を介した総合的な熱の伝わりやすさ
- **熱貫流抵抗**：屋内外の熱の移動を例に取ると、熱貫流抵抗は、屋外側の熱伝達抵抗+壁体の熱伝導比抵抗の和+壁体内部中空層の熱抵抗+屋内側の熱伝達抵抗

$$R_t = \frac{1}{\alpha_o} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_a + \frac{1}{\alpha_i}$$

- **熱貫流量**：熱貫流率・壁体面積・内外温度差に比例

$$Q = K \times A(t_i - t_o)$$



■ 熱容量

- **長波長放射率**とは：比熱に物体の容量をかけたもので、値が大きいほど暖まりにくく冷めにくい物質
- **熱容量**とは：比熱に物体の容量をかけたもので、値が大きいほど暖まりにくく冷めにくい物質
- **熱容量と温度変化**：熱容量が高い建築物ほど（RC造など）室内温度の変化が緩やかになる、また断熱性能が高いほど外気温の影響を受けにくい、屋内側に熱容量の大きい壁体があると室内側に冷暖房の効果が表れるまでに時間を要する

■ 断熱

- **基礎断熱工法**とは：基礎部分に断熱を施すことにより建物内部の気温変動を抑える工法、断熱区画に床下換気口は接地しない、床下の結露・シロアリ対策には留意
- **熱損失係数**とは：室温より外気温が 1℃低いと仮定した際の『建物内部から逃げる熱総量』を「延べ床面積」で除した値、断熱性や気密性を向上させると高くなる

3.2 結露対策

■ 結露とその一般的な対策

- **結露**とは：空気は温度が下がるほどに貯めこむことのできる水蒸気量が低下する、空気中に溜め込んだ水蒸気が気温低下により許容量を超えてしまい排出される現象、空気中に含まれる水蒸気が多いほど・気温低下が激しいほど結露が生じやすくなる
- **表面結露の防止方法**：気温低下を防ぐ、水蒸気を増やさない（壁体内部への水蒸気の流入を防ぐ）の 2 つが重要、カーテンなどは窓とガラス面表面の間の空気の移動を妨げるのでその部分のみ極端な気温低下を引き起こし結露が発生する
- **内部結露とその防止方法**：壁体内部に発生する結露を内部結露と呼ぶ、壁体内の温度低下を防ぎ（温度の低い側に断熱材）、壁体内の水蒸気の量を少なく（高温側に防湿材）することで防止する
- **熱橋**とは：壁体の一部に熱伝導率が高い物質が付随すると、その箇所のみ極端に熱の移動が激しくなるので留意
- **出隅・入隅部分の留意点**：隅部は外気と触れる部分が多く、特に気温が低下しやすいので留意

4 日照・日射

4.1 太陽の位置

■ 南中時の太陽高度

- **太陽南中高度の季節変化**：東京では夏至で 78°、冬至で 31° 程度、札幌では夏至 70°、冬至 23° 程度

4.2 日射

■ 直達日射と天空放射

- **直達日射**：大気を透過して直接地表に到達
- **天空放射**：雲やちりなどで反射をしながら地表に達する
- **全天日射量**：直達日射と天空放射の合計、日射熱はさらに地表からの反射・高温物体からの再放射を合算したもの
- **大気透過率**：空気の清浄度を表す、空気中の水蒸気やちりの影響を受ける、通常は 0.6~0.8 程度
- **夜間放射**：温められた地表が天空に向かって放射する地表面放射と、大気から地表面に向かう大気放射との差、夜間は地表面放射が大きくなるので夜間放射が増え気温低下、曇天時等は夜間放射は減少する



■ 壁の方位と日射量

- 壁の方位と日射量：日射量は、壁面（もしくは水平面）に入射する太陽光の角度により、季節・時刻ごとに化する（入射角が90°の際に日射量が最大となる）、夏至の南面は太陽高度が高いので日射量はさほど大きくない

■ 全日直達日射量

- 全日直達日射量とは：各日における直達日射を合計したもの、日射量は日射の差し込む時間および入射角も重要となる、季節ごと・壁面方位ごとの特徴を把握すること
- **冬至の全日直達日射量**：南面>水平面>東・西面、北面は0、日射量が多いほうが良いので南面最強
- **夏至の全日直達日射量**：水平面>東・西面>南面>北面、日射量が少ないほうが涼しいので北面・南面が良い

■ 日射調整（ブリーズ・ソレイユ）

- 日射調整のために：日射を遮蔽する、吸収させずに反射させる、再放射させない等が重要
- **ルーバー**：建物へ入射する日射の角度とルーバーの向きに留意、南面は水平ルーバー（太陽高度が高いので）、東・西面では縦型ルーバー（太陽高度が低いので）が適する
- **ブラインド**：室内側ブラインドは暗色よりも明色の方が日射遮蔽能力が高い、屋内に設置したブラインドは熱の再放射があるので留意、また屋外に設けた方が日射遮蔽能力は高い
- **Low-E ガラス（低放射ガラス）**：金属膜をコーティングして長波長域である赤外線（反射率が高いのでガラス内部に熱を貯めこまない⇒貯めこむ熱が少ないから放射される熱も少ない⇒ゆえに「低放射」）、複層ガラスの屋外側に貼りつけたものを遮熱高断熱型（夏季の西日対策等）、屋内側に貼りつけたものを高断熱型（冬期の暖房負荷の低減）
- **日射遮蔽係数**：厚さ3mmの普通ガラスの日射熱取得量を基準とし、実際に使用するガラス窓の日射熱取得量の比、値が高いほど日射熱取得量が大きい

■ 日照（明るさ）調整

- **ライトシェルフ**：採光窓付近に取り付けられた反射材、室の奥まで屋光を導くことが可能で室内照度の均斉度を高める
- **光ダクト**：ダクト内部に反射率の高い素材を用いて、採光部から目的空間まで自然光を運ぶ装置

4.3 日照

■ 可照時間と日照時間と日照率

- **可照時間**と日照時間：可照時間とは日の出から日の入りまでの時間、日照時間は実際に日が照っていた時間
- 日照率：日照時間を可照時間で除して百分率で表したもの、晴天率が高い地域ほど値が高くなる
- 壁面の可照時間：東京地方の南向きの壁の例では、冬至で9時間半程度、夏至で7時間程度、北向の壁でも春分から秋分までの期間には朝夕に日照はある



■ 日影曲線

- **日影曲線図**とは：日時ごとの日影の方向・長さ倍率を示したもので、各地ごと（緯度ごと）に図は異なるので留意、冬至（下に凸）・春秋分（ほぼ水平）・夏至（上に凸）の日の曲線をチェック！指定の日時の日影長さ倍率の求め方もチェック！（事項「日影曲線図と時刻別日影図」にて）
- **水平面日差し曲線**：開口部等から差し込む日照の検討に用いる（周囲の建物による日照障害の検証）、日影曲線と点対称（逆日影曲線ともいわれる）

■ 日影曲線図と時刻別日影図

- **日影図**とは：日影曲線より、任意の日時時刻の日影の方位・倍率を求め、実際の建築物の日影の様子を示したもので、時刻別日影図と等時間日影図がある
- 時刻別日影図とは：建築物によって生じる日影の様子を1時間ごとに連続で図示をしたもの

■ 等時間日影

- **等時間日影図**とは：1日のうちで何時間日影が生じるのかを時間ごとに示したもので、時刻別日影図の時刻ごとの影が重なる時間を1時間・2時間・3時間…と等しい時間で等高線として示したもの
- **等時間日影図と建物形状**：高さよりも東西長さの方が日影時間への影響が大きい、例えば4時間日影図の面積を比較すると東西に長い建築物の方が面積が大きい
- **複合日影**：複数の建築物の影響を加味した場合、東西に2つの建物が並ぶと建築物から離れた位置に島日影（スポット的に日影時間が長くなるエリア）ができることもある

■ 終日日影と永久日影

- **終日日影**とは：建築物により一日中日影となっている箇所、季節により位置・面積は変化する
- **永久日影**とは：一年中日影となっている箇所、夏至の終日日影は永久日影となる（夏至は一年で最も太陽の条件が良いので、その日でさえも日が当たらないならば他の日に日照があることはない）

■ 南北隣棟間隔

- **隣棟間隔**とは：規定の日照（例えば冬至で4時間以上）を確保するために必要な、建築物の南北間隔を示したもので、緯度が高い地域ほど多くの隣棟間隔が必要（札幌＞東京＞那覇）



5 採光・照明

5.1 光と視覚

■ 光と視覚

- **比視感度**とは：人体の視覚は波長によってその感度が異なる、最も感度の良い波長（555nm 黄緑）を 1.0 とした場合に対する他の波長の視感度の割合のこと
- **プルキンエ現象**とは：明るい所では 555nm 近傍の感度が最も高く（赤では 0.2 倍）、暗所では 500nm（青緑）近傍で感度が最も高くなる
- **明順応と暗順応**：暗所から明るい所へ出た場合に明るさになれる事を暗順応、暗いところへ入った際に要するなれを暗順応と呼び、明順応の方が暗順応よりも順応に要する時間が短い

5.2 光の単位

■ 光の単位

- **光束**とは：光のエネルギー（光の矢のイメージ）が円錐底部の面を通過する量（光の矢の本数）を**比視感度で補正**した値、あらゆる光の単位の中で基本となるもの、単位は lm（ルーメン）
- **光度**とは：点光源から特定の方向に放射された単位立体角あたりの光の明るさ（光束量）を示す、**単位立体角あたり** 1lm の光束を放射する光源の強さを 1cd とする、光束量を元としているので人体の視覚の補正（視感度補正）がかかっている、単位は cd（カンデラ）
- **照度**とは：**受照面**の単位面積あたりに入射する光束量、受照面 1m²に 1lmの光束が入射する場合を 1lx とする、唯一受照面側の単位、単位は lx（ルクス）、照度は光源の距離の二乗に反比例して低くなる（逆二乗則）、入射角が 90° の際に最大となり角度が緩やかになるにつれて（余弦 cos に比例し）低くなる（余弦則、詳しくは拘束法にて）
- **光束発散度**とは：**光源・反射面・透過面**から出射する単位面積当たりの光束量、単位は rlx（ラドルクス）、照度 E の光を受ける水平面からの光束発散度 M は反射率を ρ とすると、 $M = \rho E$ となる
- **輝度**とは：光源・反射面・透過面から**特定の方向に出射**する単位面積当たり・単位立体角当たりの光束、「特定の方向」とあるので目に入射する光束の評価（光源の眩しさ）に用いられる、スチルブ、単位は cd/cm²、同一の明るさを有する電球と蛍光灯を比較すると、光っている部分の小さな電球の方が輝度が高い（明るく・眩しく感じる）

5.3 採光

■ 直射光と天空光・全天空照度

- 直射光とは：太陽から直接降り注ぐ光、一日の変動が非常に激しいので採光設計の際には除外するのが一般的
- **天空光**とは：ちりなどで空気中にて拡散しながら到達する光、直射光に比べて照度は低いが終日一定、採光設計は天空光を対象として行う
- **全天空照度**：直射光を「除いた（全天日射量は、直達日射量と天空日射量を足したものだけだね）」屋外での空全体の明るさ、青空の際よりも薄曇りの際に最も値が高い（反射・拡散するための雲が多い、快晴時の約 5 倍程度の明るさ）



■ 室内のある点の照度と昼光率

- **昼光率**とは：屋外の明るさ（全天空照度）のうち、何%を明るさとして取り入れる必要があるのか？あくまで屋外からの光の取り入れ「率」であるので、屋外照度に変化しても値（%・率）は変化しない、室内の位置によって異なる、直接昼光率+間接昼光率、基本式は（対象とする点の照度/屋外の全天空照度）×100 [%]
- **直接昼光率の算定**： $D_d = Z \times M \times R \times U$ 、窓ガラスの透過率、保守率（汚れなどの劣化）、窓面積有効率（窓枠を除いた有効割合）、立体角投射率の積、立体角投射率は計算図表から求めるよ
- 間接昼光率：室内の仕上げ面の反射率によって決定、室の奥では直接昼光率よりも値が大きい
- 昼光率の基準：各室用途に必要とする昼光率が設定されている、製図室など5%、教室など1.5%、居室1%など

■ 均斉度

- **均斉度**とは：室内において最も照度が高い点の照度と最も低い位置での照度の比、均斉度が高い場合には室内における照度分布が均一であることを指す、自然採光では1/10以下、人工照明では1/3以上であることが望ましい
- **均斉度を向上させるためには**：拡散性の高いガラスを用いると向上する、室内仕上げを明るい色のものにする、ルーバーやブラインドなどで調光する

■ 窓の高さと形状と明るさの関係

- 窓の位置・形状と室内の照度分布：室上方に開口部を設ける・横長よりも縦長窓・小さな窓を等間隔に設ける等の条件で均斉度は向上
- **頂側窓**：高所に鉛直方向に設置される窓（ノコギリ屋根を想像すると…）、北側採光に安定した光環境が得られる

5.4 天空率

- 天空率とは：ある地点から天空を見上げた際の、全天空に対する建物等の投影を除いた天空の比率、天空率が高い場合には、付近に大きい・高い建物等がなく、天空を遮るものが少ないってこと
- 天空比とは：建築物等の圧迫感の要素を加味した指標、天空率に対して直上よりも水平面に近い位置にある建物等の影響を少しだけプラスしている

5.5 明視

■ 明視条件

- 明視の4条件とは：視対象物の見やすさを確保するために必要な条件、明るさ・対比・大きさ・時間、いずれか1つでも欠けるとものは見えない
- 明順応と暗順応：暗所から明るい所へ出た場合に明るさになれる事を暗順応、暗いところへ入った際に要するなれを暗順応と呼び、明順応の方が暗順応よりも順応に要する時間が短い
- **グレア**とは：視野内に高輝度のものがあり対象物が見えにくくなる「現象」



■ 立体物の見え方

- **モデリング**：視対象物に光を当てた場合の陰影による立体感や質感を表現する際の光源の能力、光源種により立体感・質感は異なる、指向性の強い照明を用いると陰影が際立ち立体感が強くなる
- シルエット現象：逆光で視対象物が影となり見えなくなること、明順応や過度な輝度対比によって生じるとも言える

■ 色温度・演色性

- **色温度**とは：黒体を熱していくと発光する色が変化する、その際の温度と色の関係を示し単位は K（ケルビン、温度）、温度が低い場合は暖色系、温度が増すと寒色系へ変化する、朝日・夕日の色温度は2,000K程度、青空光の正午で6,500K程度
- **演色性**とは：光をあてた対象の色の見え方に及ぼす光源の影響、光源から発せられる光の特性により視対象物の見え方（色等）が変化する
- **演色評価数**：JIS に定められた基準光源（太陽光に近い）に対して各光源がどれだけ色のズレが生じてしまうのか評価、平均演色評価数（Ra、基準となる8色を対象に評価、値が高いほど演色性が高い）などで照明機器のスペックに示されている

5.6 照明

5.6.1 人工光源

表 5-1 各照明器具の特徴

	白熱灯	蛍光灯	LED	水銀灯
光束 (W数)	1,500lm (100W)	3,000lm (40W)	500-1,000lm	20,000lm (400W)
効率	15-20lm/W	60-90lm/W	60-100lm/W 白色では20程度	40-60lm/W
寿命	1,000-1,500h	7,500-10,000h	40,000h	12,000h
色温度	2,850K	白 色：4,500K 昼光色：6,500K	任意	4,100K
平均演色評価数	100	60-85	75-90	23-50

- 平均演色評価数（Ra）：標準光を基準にした人工照明の色の再現度、値が高いほど幅広い波長の光を含んでおり再現度が高い

	寿命	ランプ効率	温度変化による		平均演色評価数	発光面の輝度	ストロボ効果
			光束の変動	ランプ効率変動			
白熱電球	短	低	小	影響少	高	高	生じにくい
蛍光ランプ	長	高	大	影響大	低	低	生じやすい

5.6.2 照明方式

- **全般照明と局部照明**：全般照明の照度は、局部照明の1/10以上とする（全般照明による均斉度は1/3以上でしたね、また昼光のみによる均斉度は1/10以上でした）



5.6.3 照度基準

なし

5.6.4 照明設計

■ ポイント（逐点）法

➤ ポイント法とは：逆二乗則と余弦則を併せて任意の点の照度を算定する手法、光源の明るさは「光度」ね

光源からの光度を1とすると、右の例では

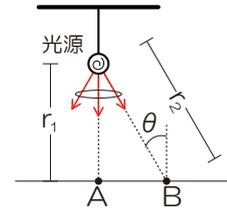
A 点の照度

$$E_A = \frac{I}{r_1^2} \times \cos 0^\circ$$

$$E_A = \frac{I}{r_1^2} \times 1 = \frac{I}{r_1^2}$$

B 点の照度

$$E_B = \frac{I}{r_2^2} \times \cos \theta$$



【例題】A・B 点の照度を求めてみましょう（光度は 100cd とする）

A 点の照度

$$E_A = \frac{100}{2^2} \times \cos 0^\circ$$

$$E_A = \frac{100}{2^2} \times 1$$

$$E_A = 25[\text{lx}]$$

距離 r_B を求める

$$2 : \sqrt{3} = r_B : 2$$

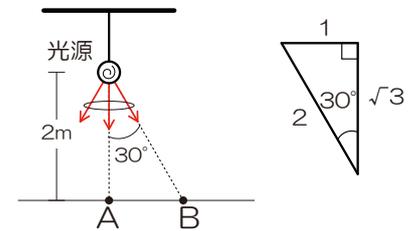
$$r_B = \frac{4}{\sqrt{3}}$$

B 点の照度

$$E_B = \frac{100}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}}\right)^2} \times \cos 30^\circ$$

$$E_B = \frac{100 \times 3}{16} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$E_B = \frac{75\sqrt{3}}{8}$$



5.6.5 照明設備における省エネルギー

■ 光束法を用いた省エネルギーの概要

➤ 省エネルギー化：光束法より省エネを検討する、必要照度を抑制（作業に応じた照度）、照明面積を小さく（必要な箇所のみ点灯）、機器の光束を向上（エネルギー効率の良い機器の採用）、照明率の改善（周壁面を明るい色等にして反射を稼ぐ）、保守率を向上（寿命の長い機器の採用やこまめな清掃）



6 色彩

6.1 混色

- **加法混色**：光の混色、混ぜるほど明度が上がり（ので加法）最後は白色透明、三原色は赤・緑・青、RGB
- **減法混色**：塗料などの混色、混ぜるほど明度が下がり最後は黒、三原色は青緑（シアン）・赤紫（マゼンタ）・黄（イエロー）⇒プリンターの三色インク、CMY・CMYK

6.2 色彩

■ マンセル表色系・マンセル記号

- マンセル表色系とは：アメリカ人の画家であったマンセルが考案した表色系、アメリカ光学学会によって改良されて現在日本のJISで採用されている
- **マンセル表色系における色の三要素**：色相（赤・黄・緑・青・紫など）、明度（色の明るさ、反射率の逆数で決定、0～10の11段階で示す、0が黒）、彩度（色の鮮やかさ、値が大きいほど鮮やか、値の範囲は色により異なる、ただし純色の彩度は全色で等しい）
- **マンセル表色系における色の表記**：「色相(H) 明度(V)/彩度(C)」の順で示される最もメジャー、無彩色（白から黒）はN○で示される
- 補色：マンセル表色系においては、色相環の反対位置になる2色の関係、混ぜると無彩色になる

■ XYZ表色系

- XYZ表色系とは：CIE（国際照明委員会）が規定する表色系、加法混色の原理に基づき物理的的刺激と人間の感覚量を考慮している、3つの刺激の内XZは色味を表しYは測光的な明るさを示す、反射による物体の色彩のみならず光源の光色も表すことが可能
- **xy色度図**：物理量刺激を感覚量に変換した後に、各色を一つの図上に示したものの、xyの2軸から構成され原点付近が青、xの値が大きいほど赤み、yが大きいほど緑味を帯びた色となる、中心付近の白から放射状に彩度が上がる（ただし点の間隔が等しかったとしても人間の感覚上の色差は等しくはならない）
- XYZ表色系における混色：図上の2つの色を結んだ直線上に混色を行った結果の色彩が示される

6.3 色彩効果

- **暖色と寒色**：赤系（RP・R・YR・Y）が暖色、青系（G・BG/BPB）が寒色、暖色は興奮性、寒色は鎮静性
- **膨張と収縮**：明るい色は膨張、暗い色は収縮して見える
- **重量感**：上記膨張色は軽く、収縮色は重く感じる
- **進出と後退**：暖色系や高明度の色は進出、寒色系は後退して見える
- **面積効果**：塗られた面積が小さいほど（色見本など）低明度・低彩度（明るく鮮やか）に見える、面積が大きい（天井・カーテンなど）ほど派手（高明度・高彩度）に見えるので注意
- **誘目性**：色の誘目性とは目を引きやすいか否かの指標、色相では赤>黄>青>緑、白>黒、彩度では高彩度ほど誘目性が高くなる、また色の組合せによっても誘目性は変化する
- **恒常性**：照明の照度や演色性が少々変化しても、その光が一様に物体に当たっていれば物体の色を同じ色に認識できる（物理的には変化しているんだけど、人間の感覚は自動補正機能があるので…）



6.4 色の対比

- 色相対比：同じ色でも背景色によって変化して見える（背景色の補色に近づいて見える）
- 明度対比：明度の異なる 2 色を並べると両者の明度差がより際立って見える、黒に囲まれた灰色よりも白に囲まれた灰色の方が暗く見える
- 彩度対比：同系色で彩度が異なる 2 色を並べると両者の彩度差がより際立って見える
- 補色対比：補色関係にある 2 色を並べると両者の彩度を高め合う（よりドギツイ配色になる…）
- 継続対比：しばらく同じ色を眺めた後に白色を見るとその眺めていた色の補色が浮かび上がる現象、赤を長時間眺めた後に白い壁を見えると緑色が浮かび上がってくる（だから病院手術室は緑色を多用するんですねー）

6.5 色彩調整

■ 安全色および安全標識

- 安全色とは：安全に関する意味が明確化されている高彩度の色彩
- **各色の意味**：赤（禁止・停止・高度の危険・防火など）、赤黄（危険・航海の保安施設）、黄（注意）、緑（安全・避難・衛生・救護・進行）、青（指示・用心）、赤紫（放射能）

■ 高齢者の色覚

- **高齢者の色覚**：加齢とともに低照度下において色彩の分別能力が低下し微細な色の違いが見分けにくくなる

7 音響・振動

7.1 音の属性

■ 強さ

- 音の強さ：強さとは純粋な音の物理量（エネルギー）、距離の 2 乗に反比例して弱くなる
- 音の大きさ：大きさとは人体の聴感上のボリューム、聴覚は非常に広い範囲の音の強さを感知することが可能（ 10^{-12} ~ $1\text{W}/\text{m}^2$ ）そのままの数値で表記するとわかりづらいので、対数尺度（log 尺度）を用いて dB（デシベル）で表記
- dB（デシベル）：「レベル」って付いたらデシベル化していますって意味、10dB 変化すると音の強さは 10 倍、20dB 変化すると 100 倍になるので留意
- **ウェーバー・フェヒナーの法則**：さらに人体の感覚は刺激のべき乗に比例するってことも対数尺で表す際に好都合、あれっ？2 倍になった…？って思ったときはエネルギー的には 10 倍、3 倍になった！って思ったときは 100 倍になっているので注意

■ 高さ

- **音の高低と周波数**：音の周波数によって高低が決まる、周波数が大きいほど高い音、人体の聴感には周波数ごとに感度が異なっており 4,000Hz 程度が最も感度が高い（同じエネルギーでも最も「大きく」聞こえる、等ラウドネス曲線）
- 低周波音：概ね 100Hz 以下の重低音（20Hz 以下を超低周波音）、圧迫感等の不調をきたすことがあるので留意

■ 音色

- 音色：一般的な音は様々な周波数の音が混合している、純粋な 1 つの波形のみで構成される音を純音と呼ぶ



■ 音の物理量

- 音響パワーレベル：PWL、音響パワーを基準音のエネルギー（可聴域の下限値）に対してレベル化

$$PWL = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0}$$

- **音の強さのレベル**：その場の音の強さ（音のエネルギー、音響エネルギー、 W/m^2 ）を基準音の強さで除して、常用対数をとったもの、音の強さをデシベル化したもの

$$IL = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

- **音圧**：音波は疎密波であり、媒質（一般的には空気）の圧力変動によって伝搬する
- 音圧レベル：受音点の音圧の2乗を、基準音圧の2乗でレベル化 ⇒ コイツだけ2乗がつくので留意

$$SPL = 10 \log_{10} \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

- **レベルの合成**：対数の足し算は面倒…、80dBの機器が2つあると合計で83dBとなる（同一出力が2つで+3dB）、3つある場合は+5dB、4つで+6dB、5つで約+7dB

■ マスキング効果など

- **マスキング効果とは**：大きな音に小さな音がかき消されてしまう現象、周波数が近い音ほど生じやすい
- カクテルパーティー効果：まわりが喧騒でも、目的の音のみは聞き分けることができる能力

7.2 騒音

■ 騒音レベルによる許容値

- **騒音レベル**：騒音計のA特性にて騒音を計測した値、A特性では人体の聴感補正が加えられている
- **騒音の規制値**：地域別・時間別（例：昼間55dB、夜間45dB以下など）で許容値が設定されている

■ 騒音の測定方法

- **等価騒音レベル**：騒音計のA特性にて実測した値の、観測時間内におけるエネルギーの平均値をレベル化（dB表記）したもの、変動する騒音の評価の際に用いられる

■ 室内騒音

- **NC値**：騒音を周波数ごとに実測（オクターブバンド解析）し、その結果を周波数ごとにNC曲線上にプロット、最も大きな値がNC値
- **NC値による基準**：スタジオ<劇場<教室・音楽室<ホテル<住宅（寝室）

7.3 防音と遮音

■ 距離による騒音防止

- **距離減衰**：点音源からの音のエネルギーは、距離の二乗に反比例して減衰する、距離が2倍になると6dB低下する、線音源の場合は、距離が2倍になるとエネルギーが半分になり3dB低下する



■ 遮音による騒音防止

- **壁体への音の入射**：壁体を介する音の透過においては、入射音の一部は「反射」、残りが壁体に侵入、侵入した音の一部は壁体内で「吸収」され消滅、残りが反対側へ「透過」
- **透過損失とは**：入射音と透過音のエネルギーの比を dB 化したもの＝入射音のレベル (dB) - 透過音のレベル (dB)、遮音の性能を表す、以下の質量則が成り立つ ⇒ 周波数特性は次ページ
- **質量則の原則**：重い（＝面密度が高い）物質ほど遮音性能（＝透過損失量）が高い、面密度と入射音の積で求めることが可能
- **壁体の遮音性能**：質量則より面密度が高い物質、さらに壁が厚いものほど遮音性能が高い、高音域の方が遮音しやすい
- **コインシデンス効果とは**：一部の周波数において透過損失量が低下してしまう現象、壁体の共振によって生じる、主に高い周波数に生じる
- **複層ガラスの遮音性能**：同じ面密度をもつ単層のガラスよりも、遮音性能は低下する（共振現象により）、その低下の割合は中低音域で特に大きい、断熱性能は高いけどね…

■ 遮音等級

- **壁の遮音等級**：周波数ごとの「透過損失量」より求める、D 値、値が大きいほど遮音性能が高い（透過損失量が大きいためから）
- **床の遮音等級**：周波数ごとの「透過音レベル」より求める、L 値、値が大きいほど遮音性能が低い（たくさん透過してしまうから）、靴音や食器などが落下した歳を想定した軽量床衝撃音と子供などの飛び跳ねを対象とした重量床衝撃音の評価がある

7.4 吸音

■ 吸音と吸音原理

- 吸音とは：「材料が音を吸収すること・音のエネルギーを他のエネルギーに置換することによって低減する」って教科書ではなっているのですが…本来は「音を反射させないこと」って定義のほうが正しいと思われます
- **吸音機構**：多孔質型（ロックウールなど、繊維の振動）、板振動型（板の共振）、共鳴型（孔と背後の空気層の共振）
- **吸音率とは**：壁に入射する音のエネルギーに対する、透過音のエネルギーと壁に吸収された音のエネルギーの比（入射音と反射されなかった音のエネルギー比）、完全開放の窓は吸音率 1.0
- **吸音力の算定**：吸音率×面積、単位は m^2

■ 残響時間

- **残響時間とは**：音源が停止後に 60dB 低下するまでに要する時間
- **セーピンの残響式**：室の容積に比例、吸音力に反比例
- 最適残響時間：各室の用途により異なる、音楽を聞く用途では残響時間は長め、講話等の人の話がメインの空間では短めに設定する
- 音の特異現象：エコー：やまびこのこと、鳴龍（フラッターエコー）、ささやきの回廊など



第2部 建築設備

9 暖房設備・空調設備

9.1 空気調和と空調負荷の概要

- **空気調和とは**：室内の温湿度、気流、じんあい、臭気、各種有害物質などを排除し、室内環境を快適に保つための空気条件を維持すること（冷暖房もちろん含まれる）

9.2 空調負荷の種類と計算方法

■ 空調負荷の計算

- **最大負荷**：冷房・暖房ともに気象データより類推した設計用外気温湿度（TAC 温度）をもとに算定
- **TAC 温湿度**：実際の気象データを統計処理して得られた値で設備設計時の参考に用いられる、気象データの内上位 2.5% 程度を排除した設計温度、稀に見られる猛暑等は除外されている
- **相当外気温度 (SAT)**：日射熱の影響を加味した際に用いられる設計用外気温度、外壁等が日射を受けた場合に生じる温度上昇を想定、日射熱の吸収量のみならず風速の影響も加味されている

9.3 冷房負荷

■ 日射熱

- **窓ガラスに当たる日射**：一部は反射⇒ガラスに吸収され放熱（窓ガラスと室内気温の差により決定）⇒残りが室内へ透過、したがってガラスからの熱負荷は放射と透過、さらに進入する「熱」としてはそのほかに外気温の影響
- **日射射影係数**：日射を遮る度合い、ブラインドの色等によっても変化（明るいブラインドのほうが係数が高い）

(A) 侵入外気の熱負荷

- **侵入外気量**：隙間の大小・ドアや窓の開閉頻度・屋外の風の影響・室内の温度分布等によって変動、推定が難しいので換気回数を用いて経験則で予測

(B) そのほかの熱負荷

- **照明器具の熱負荷**：ワットあたりの発熱量は、蛍光灯>白熱灯
- **人体からの発熱**：作業状況によって変化する他、年齢・体重等によっても異なる
- **機器からの発熱**：サーバー室・データセンター等は発熱量が多いので留意

9.4 暖房負荷

- **暖房負荷の算定**：最も寒い日を対象とするので、日射の負荷は除外（部屋を温めてくれるので…）、照明機器等からの発熱は僅かながら加味しても良い



9.5 暖房設備

■ 床暖房

- 電気式：床の直下に発熱体を組み込み、通電して加温、各方式ともに床表面の温度は 30℃程度が望ましい
- 温水式：外部に熱源を持ちそこから温水を室床下に導いて暖房、熱源はガス・灯油等を用いる他に電気式のヒートポンプを用いる場合もある
- 温風式：高温の温風を床下に循環させる、韓国のオンドル

■ 放射暖・冷房（パネルヒーティング）、放射床暖房

- **放射熱冷暖房とは**：天井・床・壁面に管を埋設し温水や冷水を流し、放射熱によって室内の温熱環境を調整、天井の高い病院の待合室や議会ホール等に有効、室内の温度分布が均一化しやすいが予熱に時間がかかる、パネルヒーティングとも呼ばれる

9.6 空気調和設備

9.6.1 空調方式

■ 空調方式の分類と種類

- **定風量単一ダクト方式とは**：1 台の空調機から建物全室に対して 1 本のダクトで温冷風を送風、各室で風量調整が不可（個別の気温調整ができない）・各室間の温湿度のアンバランスが生じる等の短所がある、とにかく大空間に適する
- **変風量単一ダクト方式とは**：CAV 方式から各室で風量調整ができるように改良が加えられたもの、風量の調整により各室で個別の気温調整が可能、ただし換気のための最低限の風量は確保する必要がある、ホテルの客室・病院の病室等の各室が比較的細かく区切られた用途で有効
- マルチゾーンユニット方式とは：送風機の吐出し口に冷却・加熱コイルが設置されており、ゾーンごとに温冷の調整が可能
- **ファンコイルユニット方式とは**：中央熱源室から冷水・温水を各ユニット（ファンとコイルを有する）まで供給し、各ユニットにて気温の調整を行う、温冷水を共通の配管で供給する 2 管式（行きと戻りね）、温冷水を別々に供給する 4 管式がある、個別制御が容易であるので室を細かく区切っている病院やホテルの客室等の用途に適する

■ その他の空調方式

- デシカント空調方式：シリカゲルなどの化学的吸湿剤を用いて除湿を行う、エコ
- 大温度差空調方式：吸気温度を下げることにより吹き出し温度差を大きく確保、風量を低減可能
- タスクアンビエント空調方式：全体空調（アンビエント）と個人別・個別の空調（タスク）を併用した空調
- **エアフローウィンドウ**：窓まわりにおける外部からの熱を処理するために窓と設備を一体化した空調システム
- **外気冷房**：外気温が室内気温よりも低い際（中間期・冬期）の冷房に外気を用いる空調、事務所建築等では 10~20% 程度の省エネが期待される



9.6.2 空気調和設備に使用する機器等

■ 冷凍機

- 圧縮式冷凍機の原理：常温で気化する媒質（以前はフロンガス、今は対替フロン）を用いる、媒質の気化熱で周囲の水を冷却、媒質を加圧して再度液体へ変化、圧力を開放して気化を繰り返す
- **圧縮式冷凍機の種類**：往復型（レシプロ、往復運動をするピストンで加圧）、遠心型（ターボ、回転する羽根車で加圧）
- 吸収式冷凍機の原理：水が媒質、水を低圧にすることで常温で気化させる、気化した水蒸気を吸収器（臭化リチウム）で回収、再生機内で吸収液を高温にし水分のみ抽出、また水の圧力を…以降繰り返し
- **吸収式冷凍機の特徴**：圧縮機が無いので静か、冷却水や冷却塔（臭化リチウムを冷却する）が大規模になる（圧縮式の1.5～2倍程度）

■ 冷却塔

- **冷却塔とは**：冷却水を屋上などに設置した冷却塔に導き水を噴霧して通風によって冷却水を冷却、吸収式冷凍機を用いる場合のほうが、圧縮式冷凍機の場合よりも大型化
- **冷却塔の設置位置**：冷却塔付近には建物開口部を設けない（シックビル症候群の防止）

■ 主要な空気調和機

- **エアフィルター**：粉塵除去用のエアフィルターの粒子捕集率の測定法には、計数法・比色法・質量法などがある
- **送風機**：軸流送風機は静圧が低く風量が大きい、遠心送風機は静圧が高く風量が小さい傾向にある、風量は羽の回転数に比例・風圧は回転数の2乗に比例・軸動力は回転数の3乗に比例、2台並列に設置しても送風量は2倍にはならない
- **全熱交換器**：空調の外気取り入れに全熱交換器を使用することにより、冷凍機・ボイラー等の熱源装置容量を小さくすることが可能

■ ヒートポンプ

- **ヒートポンプとは**：媒質の状態を上手に操る（圧力を高めると温度が上昇する）ことにより低温側から高温側に無理やり熱を移動させる技術、消費電力の数倍の熱量を移動させることが可能、冷媒回路を切り替えることにより暖房に用いることも可能、外気温7℃でギリバランスが取れる（井戸水は15℃程度だから熱源としては最適だけど、あまり使い過ぎると役所に怒られる…規制されているところもあり）

■ ダクト

- ダクトの分類：低速ダクト（8～15m/s程度）、高速ダクト（20～30m/s程度）
- **アスペクト比**：矩形の縦横の比、ダクトにおいては4：1以下とすることが望ましい（正方形に近いほうが送風の効率が高い）
- **圧力損失**：圧力損失は、送風動圧（ $=1/2 \times \text{空気密度} \times \text{風速}^2$ ）に比例して大きくなる



■ 吹出し口・吸込み口

- **がらり**：視線を遮りながら通風換気を行うために通風口に設けられる平行な薄板のこと、砂埃等を吸い込まないように地上 4m 以上の位置に設置、通過する風速は風切り音防止のために 3m/s 以下
- **がらりの風量**：風量＝有効開口率×がらり面積×面風速、面風速は 3m/s 程度とする、外壁ガラリの通過風量の基準は、給気で 3m/s 以下、排気で 4m/s 以下

■ 耐震設計

- 地震への対策：各種機器の設置時に地震対策を講じる必要がある

9.7 ガス設備

■ ガスの種類

- 都市ガス：都市ガスの種類は、比重・熱量・燃焼速度の違いにより区分される（13A などの数値は熱量と比重の関係、アルファベットは燃焼速度）、空気よりも軽い
- LP ガス：ボンベで供給、低濃度でも爆発の危険性有り、空気よりも重い

9.8 空調他

なし

10 給・排水、衛生設備

10.1 水と健康、水質基準

なし

10.2 給水設備

■ 使用水量

- **使用水量の算定**：使用者一人あたり（以下の表参照）、使用器具 1 つあたりで算定、ただし器具で決定する場合には同時に使用に留意

表 10-1 各種建物別使用水量

建築物種別	使用水量 (l/人・日)	建築物種別	使用水量 (l/人・日)
戸建住宅	150~300	事務所	60~100
集合住宅	200~400	小中学校	40~60
ホテル	350~500	デパート	3
病院	1500~3500	劇場	30



■ 給水方式

表 各給水方式の特徴

	水道管直結方式	高置タンク方式	圧力タンク方式	タンクレスブースター方式
水質汚染	リスク無し	最も危険	リスクあり	リスク小さい
停電時	利用可能	水槽貯留分のみ	停電時使用不可*	停電時使用不可*
断水時	使用不可	水槽分のみ可	水槽分のみ可	水槽分のみ可
圧力変動	低層まで給水可	ほぼ一定	変動大きい	自動制御

*：ただし、発電機を設置した場合は使用可能

■ 給水設備の留意点

- **配管材料**：鋼管の場合には赤水（錆び）が生じる可能性があるため、管内部に塩化ビニル等をライニングした樹脂ライニング鋼管を用いる（接続部はライニングが剥げるおそれがあるので留意）
- **キャピテーション**：水の状態変化の際に生じる、振動・騒音、ポンプの効率低下が生じるので留意
- **ウォーターハンマー**：水栓等を急に閉じた際に配管内の圧力が急変動し、音・振動が生じる現象、バルブの急閉を避ける・管内水流を2m/s以下とする・エアチャンバー（水撃防止器）を設けるなどで対応
- **節水コマ**：コマの底部を普通コマよりも大きくした節水コマによって、ハンドルの開度が小さい時の吐水量を少なくし節水を図る
- **必要水圧**：建築物最上部の水栓で所定の必要水圧を確保する、一般水栓：30kPa、洗浄弁・シャワー：70kPa

■ 上水の汚染防止

- **クロスコネクション**：上水とそれ以外の配管が直接接続される事象、上水汚染の原因となるのでたとえ排水が下流にあるとも厳禁
- 吐水口空間：給水栓と器具のあふれ縁との間隔、洗面台の水栓（蛇口）と洗面台のオーバーフロー管の間隔
- **バキュームブレイカー**：給水管内への排水の逆流（逆サイホン）を防ぐために、給水装置に設ける装置、洗浄弁に設置される
- **受水タンク**：周囲・上下の六面の点検が可能な形で設置する、容量は1日の全予想給水量の40～60%程度必要

10.3 給湯設備

■ 給湯温度

- **給湯温度**：レジオネラ属菌の繁殖を防止するために貯湯タンク内の湯温は60℃以上とし、末端の給湯管内の温度も55℃以上とする、温度調整は湯水混合栓で行う

■ 配管材料

- **耐食性**：空調用の配管よりも腐食しやすいので留意（空調用は閉じた循環で常に同じお湯が回っている、給湯配管は新鮮なお湯が循環するので含まれる酸素量が多い…、铸铁管なんて錆びちゃうから使用厳禁



■ 熱源機器

- 太陽熱温水器：汲み置き式と循環式がある、90℃以上の熱湯を得ることができるものもある、水が長時間装置内に滞留する可能性があるため飲用には用いることはできない、寒冷地では凍結にも留意
- 瞬間ガス湯沸かし器：ガス瞬間湯沸器の能力表示は、1号あたり1リットル/分の水の温度を25℃上昇させることができる能力を1号として表記
- 貯湯式電気温水器：料金の安い深夜電力を用いて夜間のうちにお湯を作り貯湯ユニットにお湯を貯めておく
- エコキュート：深夜電力を用いてヒートポンプユニットによってお湯を作っておき、日中にそのお湯を使って給湯や冷暖房に用いる、深夜帯に機器の運転があるので騒音問題には留意

10.4 排水設備

■ 排水設備の種類

- 排水種別：汚水（トイレからの排水を含む）、雑排水（洗面・手洗い・厨房・洗濯からの排水）、雨水、特殊排水（工場などからの薬品等を含む排水）
- 屋内（建物内）排水：分流式とは、汚水と雑排水を別系統に排水すること
- 屋外（公共下水道）排水：分流式とは、汚水・雑排水と雨水を別系統に排水すること
- 屋内排水管の構成：排水管（同一フロア内の水平方向の配管）、立管（上下階のフロアをつなぐ鉛直方向の配管）

■ トラップと阻集器

- トラップの役割：下水管の臭気・有毒ガス・害虫の侵入を防ぐ
- トラップの種類：Sトラップ・Pトラップ・Uトラップなど
- トラップの封水：トラップ内の水の溜りの深さ（封水深さ）は管径に関係なく50～100mm
- 封水破壊の原因：自己サイホン効果（配管内が負圧になり封水の水が吸い取られてしまう現象）、逆圧作用（配管内の水流が部分的に遅くなり管内の圧力が高まることにより発生、はね出し作用とも）、毛細管作用（糸類・毛髪等が管内に残り水が流出する現象）、蒸発作用など
- トラップ設置時の留意点：二重トラップはいかなる場合においても禁止
- 阻集器とは：油・グリース・砂などの有害物質の流出を阻止回収するためのもの、封水深さはトラップの限りではない
- 排水槽：底部には汚泥の排出を促すピットが必要、底部の勾配もピットに向かって1/15～1/10必要

■ 通気管

- 通気管の役割：管内の空気の入りを自由にし、管内の圧力を一定に保つ
- 通気管設置時の留意点：屋上に解放する場合は屋上から3m立ち上げる、窓や換気口から上方へ60cm以上立ち上げる（立ち上げ不可の場合は水平に3mずらす）、通気横枝管はその階における最高位の器具のあられ縁から15cm以上上方で横に走らせる、排気ダクトや雨水管に接続してはならない



10.5 衛生設備

■ 大便器の分類

- **サイホン式**：配管内が負圧になることによる吸引効果も用いて汚物を排出
- **サイホンジェット式**：サイホン効果に噴出口からのジェット水流効果がプラス、サイホン式よりも溜水面が広い
- **サイホンボルテックス式**：サイホン効果＋渦巻き（ボルテックス）作用により汚物を排出、洗浄音比較的静か、溜水面も広い
- **ブローアウト式**：ジェット水流効果のみ、サイホン効果無し、洗浄音が大きい

■ 衛生器具設備の留意事項

- **洗浄方式**：洗浄弁は同時多人数使用に適するが給水負荷が高くなる、洗浄タンク方式は連続使用には適さないが負荷は少ない

10.6 し尿浄化槽

なし

10.7 排水の高度処理

■ 再利用水

- **再利用水の原水**：洗面手洗い・湯沸室・風呂・厨房・冷却施設・トイレ等からの排水
- **用途**：便所洗浄・散水・修景・空調用水・洗車・洗浄に用いることが可能であるが、散水・修景は衛生管理に配慮が必要

10.8 用語

- **BOD**：生物化学的酸素供給量、水中の微生物に有機汚濁物質を分解させるのに必要な酸素量（微生物が全て分解するまでの活動に要する酸素量）、汚濁が進んでいるほど微生物の活動がより必要となり要求される酸素量も増える

10.9 汚水処理設備の留意点

なし

10.10 さや管ヘッダー工法とSI住宅

- **さや管ヘッダー工法**：各種器具への配管を途中で分岐させることなくヘッダーから直接配管、集合住宅等における給水管および給湯管の施工の効率化や配管の更新の容易さ等を図ったもの
- **SI住宅**：スケルトンインフィル、躯体（スケルトン）と間仕切り・内装（インフィル）を独立させ、居住者のライフスタイルの変化に応じて居住空間の変更を容易に行えるように考慮した住宅（集合住宅で多い）



11 電気設備・自動制御

11.1 屋内配線設備

■ 電気方式/電圧の種類

- **屋内配線方式**：100V 単相 2 線式（白熱灯・蛍光灯・家庭用電気器具・一般コンセント）、100/200V 単相 3 線式（負荷の大きな住宅・商店・ビルなど、100V/200V を同じ電源から取ることが可能）、200V 三相 3 線式（主に動力用）
- **電圧の種類**：低圧・高圧・特別高圧

表 11-1 電圧の種類と配電方式

	低圧	高圧	特別高圧
直流	750V 以下	750 を超え 7,000V 以下	7,000V を超えるもの
交流	600V 以下	600 を超え 7,000V 以下	7,000V を超えるもの

- **配電方式**：低圧は電柱の変圧器で低圧に変換されており各戸へ 100V/200V で提供、高圧・特別高圧は各建築物敷地内に受変電設備を設けて低圧化、中小規模の事務所ビルにおける照明・コンセント系統では、単相 3 線式 100/200V が採用

■ 需要率・負荷率・不等率

- **契約電力**：以下の各項目を検討し、電力会社と契約を行う
- **需要率**：最大需要電力（需要電力＝実際に使用された電力）を負荷設備容量で除したものの、需要率が高いほど設備が同時に多数稼働していることを表す
- **負荷率**：平均需要電力を最大需要電力で除したものの、負荷率が大きいということは両者の差が小さいことであり、常時運転状態が保たれていることを示す
- **不等率**：最大電力の総和を最大需要電力で除したものの、値が大きいということは負荷の時間的な分散がなされており効率的であることを示す

■ 分電盤

- **分電盤とは**：漏電遮断機（漏電ブレーカー）や配線遮断機（安全ブレーカー）を一つにまとめたもの、保守管理をしやすい階段や廊下等に設ける

■ 接地工事/避雷設備

- **接地工事の目的**：人体の感電防止・電子機器の機能障害防止、アース（接地）付きコンセントで防止
- **接地工事**：種類チェック、金属の下げ導線で直接設置するものや、鉄骨・鉄筋などの躯体を用いて設置するものがある
- **避雷設備とは**：高さ 20m 以上の建物で必須、保護角は 20m 以下で 55° 以下、30m 以下で 45° 以下、45m 以下で 35° 以下



■ 配線工手法

- **金属ダクト**：金属配管を天井下部や壁に露出設置して、その中に絶縁皮膜を施した電線を配置、湿気のある場所厳禁
- **フロアダクト**：扁平な角パイプをコンクリート床スラブ内に配置、電線の引出口を随所に設けることが可能
- **バスダクト**：金属製のダクト内に裸電線を配電し間を絶縁体で埋める、大容量が可能
- **セルラダクト**：コンクリートスラブの型枠として用いられる波型デッキプレートを下の溝を用いて配線
- **フリーアクセスフロア**：床を二重にしてその空間（8～15cm 程度）に配線、自由度が非常に高く配線収容量も多い

■ 電動機

- **始動電流**：モーター始動時の電流は非常に大きくなる、37kW を超える場合には始動電流を抑えるために、スターデルタ始動・コンドルファ始動を採用

■ 配電・配線設備の留意点

- **電線太さ**：同一電力を供給する場合には電圧が高いほど電線を細くすることが可能
- **3路スイッチ**：往路/復路いずれのスイッチでも点滅可能

11.2 受変電設備

■ 受電方式の分類

- 二回線方式（本線予備方式）：常時は一回線方式と同じであるが予備の二回線目も有する
- ループ方式：環状に送電、一箇所でも事故が起きて送電可能
- **スポットネットワーク方式**：発電所から2・3箇所の回線で送電、事故対策・保守管理に有効

■ 変電設備の設置形式

- 開放型：鉄骨フレームに受変電機器を現場で組み立てる方式、スペースが必要であるが増設・保守管理が容易
- **閉鎖型**：キュービクル、鋼製のキャビネットに書く危機を収めた工場組み合っ型ユニット、周面に点検スペース（前面 1m以上、横・後 0.6m 以上）必要

11.3 予備電源設備

■ 蓄電池設備

- **蓄電池の役割**：瞬時停電を防止する（以降の電力の供給は以下の発電機で行う）、病院の手術室灯・階段廊下等の非常灯などに用いる

■ 発電機設備

- ガソリン機関発電機：小容量の発電に適する、発電までに 40 秒程度必要、軽油が燃料
- **ディーゼル機関発電機**：ガソリン機関に比べ大容量・長時間の稼動に適する、始動時間は 40 秒程度
- **ガスタービン機関発電機**：ガスや重油/軽油などの燃料を燃焼させてタービン（羽根）を回転させ発電、振動小さく設置面積少ないが必要とする空気量は多い
- **マイクロガスタービン機関発電機**：ガスタービンを小型化したもの、発電効率は若干低い



■ 無停電設備

- **無停電設備とは**：UPS、停電や瞬時電圧低下が発生した場合に一時的に電力供給を行う装置

11.4 電話設備

- **PBX**：構内電話交換機、電話回線の多いオフィスなどで採用、効率的かつ経済的に運用可能、FAX も使えます
- **LAN**：限定された（例えば社内）範囲におけるコンピューター等で構築されたネットワーク

11.5 テレビ共同受信設備、地上デジタル放送

なし

11.6 自動制御

- **PID**：室温等の検知・空調の自動制御を繰り返すフィードバック制御の一種

11.7 中央監視制御システム

■ BEMS

- **BEMS**：ビルにおける空調・衛生・電気・照明・防災・防犯などの設備の運転管理・自動制御を行うシステム

11.8 輸送設備

■ エレベーター

- **エレベーターの制御**：速度調整のためにVVVF（可変電圧可変周波数、インバータ）制御方式が採用される
- **防災**：地震時は最も近い階に停止、火災時は避難階まで誘導
- **荷物用エレベーター**：荷扱者または運転者以外の人の利用は禁止
- **小荷物専用昇降機**：かごの水平投影面積は 1m² 以下、かごの天井高さは 1.2m 以下、一切の乗用禁止
- **非常用エレベーター**：火災時には消防活動のため専用、一般人が避難用に用いることは原則禁止

■ エスカレーター

- **輸送力**：エレベーターよりも大きい（十数倍）

注：照明設備は環境分野「照明」に統合しました



12.1 消火設備

■ 消防用設備

- 消防用設備とは：消火設備・警報設備・避難設備・消防用水・消火活動上必要な設備に分類、配線設備は消火活動上必要な設備

■ 消火設備の種類と防火対策

- **屋内消火栓**：在居者による初期消火のための設備、4 階建て以上の建物・規定規模以上の建物などで必要、放水量の大きい 1 号消火栓と 1 人でも操作可能な 2 号消火栓がある

表 12-1 屋内消火栓の基準

項目	1 号消火栓	2 号消火栓
警戒区域半径	25m	15m
ノズル先端放水圧力	0.17~0.7MPa	0.25~0.7MPa
放水量	130 リットル/m 以上	60 リットル/m 以上
ノズル口径	13mm	8mm

- **連結送水管**：消防隊による高層建築物火災の消火のための設備、建物内部に送水管を張り巡らし地階の送水口から消防車により送水、放水口の間隔は半径 50m 以下・非常用エレベーター付近に設置、消防隊がホースを建物内に持ち込んで各処で消火
- **連結散水設備**：地階・地下階の天井部分に設けられた散水ヘッドに、屋外送水口より消防車によって送水
- 屋外消火栓設備：建物の 1・2 階部分を屋外から消火、もしくはまわりへの延焼を防ぐための設備、水平距離 40m 以内ごとに設置

■ スプリンクラー設備

- 閉鎖型：湿式⇒一般的なスプリンクラーで配管内は充水、ヘッドが火災を感知、乾式⇒屋外軒下や寒冷地要で配管内は空気が充填、ヘッドが火災を感知、予作動式：火災感知器と連動、配管内は空気が充填されておりヘッドの破損等の水損の心配が無用、通信機室や電算室で有効
- 開放型：火災感知器の作動により特定の放水区域で一気に自動・手動で散水、劇場や化学工場などの急激に火災が拡大する用途で採用
- 放水型：散水タイプの一一般的なスプリンクラーとは異なり集中的に放水、天井高の高い用途に採用される、スプリンクラーの間隔は舞台や準危険物取扱所では 1.7m 以下、準耐火建築物では 2.1m 以下、耐火建物では 2.3m 以下



■ 特殊消火設備

- **水噴霧消火設備**：水を霧状に噴霧して消火、油火災ではエマルジョン効果：乳濁液化、指定可燃物の貯蔵取扱所・駐車場などの一般のスプリンクラーが使用できない箇所でも採用可能、天井が高い空間では不利
- **泡消火設備**：多量の泡を放出して火災源を多い窒息（酸欠）・冷却効果で消火、飛行機の格納庫・自動車整備工場・駐車場に適する、ただし泡は電気を通すので電気室・気化器室・ボイラー室には適さない
- **二酸化炭素消火設備**：酸欠による窒息効果で消火、破損や感電の恐れがないので電気火災・油火災に対応可能、コンピュータ室・書庫・美術館等で有効、居住者が居る際に使用すると大惨事…、避難経路・消火後の排気にも留意、イナートガスはちょっと安全・地球環境にも優しい
- **ハロゲン化物消火設備**：負触媒作用、他方の化学反応を抑える作用、により消火、フロンはオゾン層破壊の原因とされ現在は使用禁止、イナートガス等で代用)
- **粉末消火設備**：窒息効果による消火、引火性液体の火災を防護するのに適する、水を用いないので寒冷地の使用にも適する

12.2 防災設備

■ 自動火災報知設備

- **自動火災報知設備**とは：感知器で熱や煙を感知し、守衛所などに設置した受信機に火災発生と場所を報知する、5 階以上の建物では非常警報の役割も兼ねる、延べ面積 300~500 平米以上の建物で必要
- **熱感知の方式**：天井中央付近に設置、定温式（一定温度以上になると作動、給湯室などの通常から火を扱う室）、作動式（気温の急激な上昇で作動、工場・倉庫などの天井が高く容積の大きい空間に適する）、補償式（定温式と差動式を併設）
- **煙感知の方式**：光電式（煙によって光が遮断されることにより作動）、イオン式（空気中のイオン変化で作動）、煙感知はエレベーターシャフトなど熱を感知しにくい箇所や早期発見が重要な避難通路・11 階以上の階・地下階などで採用
- **誘導灯との連動**：夜間無人となる防火対象物において、自動火災報知設備と連動し点灯する誘導灯を設置した場合は無人となる時間帯においては誘導灯を消灯することが可能

■ 非常用設備

- **非常用コンセント**：11 階以上の階・1000 平米以上の地下街で必須、階段室・非常用エレベーターロビー等に設置、消防隊の投光器・破壊器具の電源等で用いる
- **非常用の照明設備**：床面の水平面照度で 1 ルクス（蛍光灯の場合は 2 ルクス）以上の明るさを確保する、停電時でも 30 分間継続して点灯できる予備電源を有すること、ただし無人となる時間帯では非常灯を消灯することは可能
- **誘導灯**：非常口の方向を示す、避難口誘導灯（非常口の上部、または避難上有効な位置に設置）、通路誘導灯（避難方向が分かるように矢印表示を行い、廊下などの床上 1m 以内に設置、煙の充満による視界不良を想定して）

12.3 防災避難計画

■ 避難経路計画

- **避難経路計画の原則**：単純・明快、日常利用の動線、動線端部に行き止まりを作らない、2 方向避難、外気に面した場所は安全域、機械動力を用いるものは避難経路に使えない
- **避難階段出入口幅**：避難時に人が殺到すると避難に支障が出る、避難階段の出入口幅は階段の有効幅よりも狭くする



■ 火災時の防煙

- **二層流**：熱せられた煙は空気よりも軽いので天井部分に滞留、床付近は冷たい新鮮空気が流入
- **煙の流れ**：排気用の竪穴区画に侵入した煙は最上階天井から充満していく、各室においては天井から徐々に煙面が低下してくる
- **排煙区画**：火災時の煙の拡散を防止するためにある一定の区画を 50cm 以上の垂壁で区切ったもの、安定的な排煙が必要となり、異なる排煙設備を近接させてはならない
- **避難速度と煙の速度**：竪穴区画やエレベーターシャフトなどにおける鉛直方向の上昇速度は 3~5m/s 程度、水平方向の流動速度は 0.5~1.0m/s 程度、避難時歩行速度想定値は百貨店・集合住宅で 1.0m/s、学校・オフィスで 1.3m/s

12.4 地震対策

■ 設備機器の耐震対策避難経路計画

- **設計用地震力**：地震荷重は水平のみならず鉛直の荷重も含まれる、設備機器等の転倒による固定部分のボルト等の引き抜き防止の観点からは、水平荷重のみならず鉛直荷重（引張）も考慮して安全性を検証する

12.5 防犯設備

なし

13 省エネルギー・省資源・長寿命化の技術評価システム

13.1 省エネルギー

■ 省エネルギー概論

- **冷房用エネルギー消費量**：主な熱負荷は、外気・照明・人体からの発熱のそれぞれが全体の 1/3 程度ずつを占める、構造体からの熱負荷一割にも満たない
- **外気利用**：外気温の低い中間期や冬季に、空調機に外気を導入し、冷凍機の運転を補助する手法、内部発熱が大きい建物の中間期や冬季におけるエネルギー消費量の軽減に有効、空調運転開始後の予熱・予冷時間において、外気取り入れを停止することは省エネ上有効
- **太陽熱利用システム**：アクティブソーラーシステム（冷暖房の一部を太陽熱の利用によって行う、集熱・蓄熱のために若干の機械設備を使用する）、パッシブソーラーシステム（建築の形態や材料に工夫を凝らして太陽熱を有効使用）省エネルギー基準
- **年間熱負荷係数 PAL**：建築物の外壁・窓等を介しての熱損失防止に関する指標、PAL = (ペリメーターゾーンの年間熱負荷 / ペリメーターゾーンの床面積)、ペリメーターゾーンは外壁周面付近の部分（熱負荷が大きい）、PAL は値が小さいほど断熱性能が高く省エネルギー性が高い
- **エネルギー消費係数 CEC**：各設備機器のエネルギーの消費度合いを示したもので、消費エネルギーを仮想消費エネルギーで除したもので、値が小さいほど省エネ、対象は空気調和 (/AC)・換気 (/V)・照明 (/L)・給湯 (/HW)・エレベーター (/EV) がある
- **一次エネルギー消費量**：空調用が 5 割、照明・コンセント用が 3 割、その他が 2 割程度
- **成績係数とは**：冷房能力 / 消費エネルギー、エネルギー消費効率を表す指標で値が高いほど省エネで優秀、冷暖房で個別に COP を求める場合もある、



■ 省エネルギー手法

- **コジェネレーション**：発電時の原動機から排出される熱を冷暖房・給湯に再利用すること、熱電比（供給可能熱出力／発電力、ディーゼルエンジン<ガスエンジン<ガスタービン）
- **蓄熱槽方式**：水・氷・砕石などに熱を蓄え、必要なときにその熱を取り出して使用する、ピークカット（平滑化/平準化）が可能で省エネ、媒質には氷・水などがある、氷蓄熱システムは水蓄熱槽システムに比べて、蓄熱容積を縮小し、蓄熱槽からの熱損失を低減するが、冷凍機の運転効率・冷凍能力は低下
- **熱交換器**：室内排気の持つ熱量を再利用し、取り入れ外気に熱を移動する器機（排気の 65～75%程度の熱の回収が可能）、夏季および冬季の冷暖房負荷の軽減に有効で熱源の容量を小さくすることが可能
- **ヒートポンプ**：物質の状態を上手に操る（圧力を変化させることによる温度変化を利用します）ことにより消費電力の数倍の熱量を移動させることが可能、冷媒回路を切り替えることにより暖房に用いることも可能
- **地域冷暖房**：冷暖房用熱源設備を地域的に集約設置し、各建築物に冷水・温水・蒸気などの熱媒を供給する方式

13.2 省資源

■ 地球環境とフロン規制

- **二酸化炭素排出量**：日本全体の二酸化炭素排出量のうち建築関係の排出量の割合は約 1/3、そのうち建設時が 20%、運用時が 50～60%の割合を占める
- **特定フロン（CFC 類）**：オゾン層保護のために 1992 年モントリオール議定書により全廃が決定

13.3 長寿命化の技術評価システム

■ LC

- **LCC**：ライフサイクルコスト、ライフサイクルにおいてかかる全コスト
- **LCM**：ライフ・サイクル・マネジメント、地球環境への影響（二酸化炭素排出など、LCCO₂）・エネルギー消費量（LCE）・資源使用量（LCR）・生涯労働力（LCL）などを含んだ管理
- **LCCO₂**：LC において排出される二酸化炭素、フロンやメタンなどの温暖化ガスを二酸化炭素に換算し合算したもの、1 年辺り何立米の二酸化炭素を排出するのか？等で評価
- **LCA とは**：ライフ・サイクル・アセスメント、LC を通じての省資源・人体への影響等の環境影響を評価

■ 建築物の維持管理

- **BEMS**：エネルギー管理・施設運用・設備管理・防災防犯管理等を含む、ビル管理システム

■ 建築物の評価システム～CASBEE を中心として～

- **CASBEE** とは：建築環境総合評価システム、エネルギー消費・資源循環・地域環境・室内環境の 4 分野を主に評価、英国の BREEAM、米国の LEED に相当する

■ ネット・ゼロ・エネルギー・ビル

- **ネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）**：省エネ・エネルギーの有効利用・再生エネルギーの活用等により、1 次エネルギーの年間消費量が概ねゼロとなる建築物

以上！

