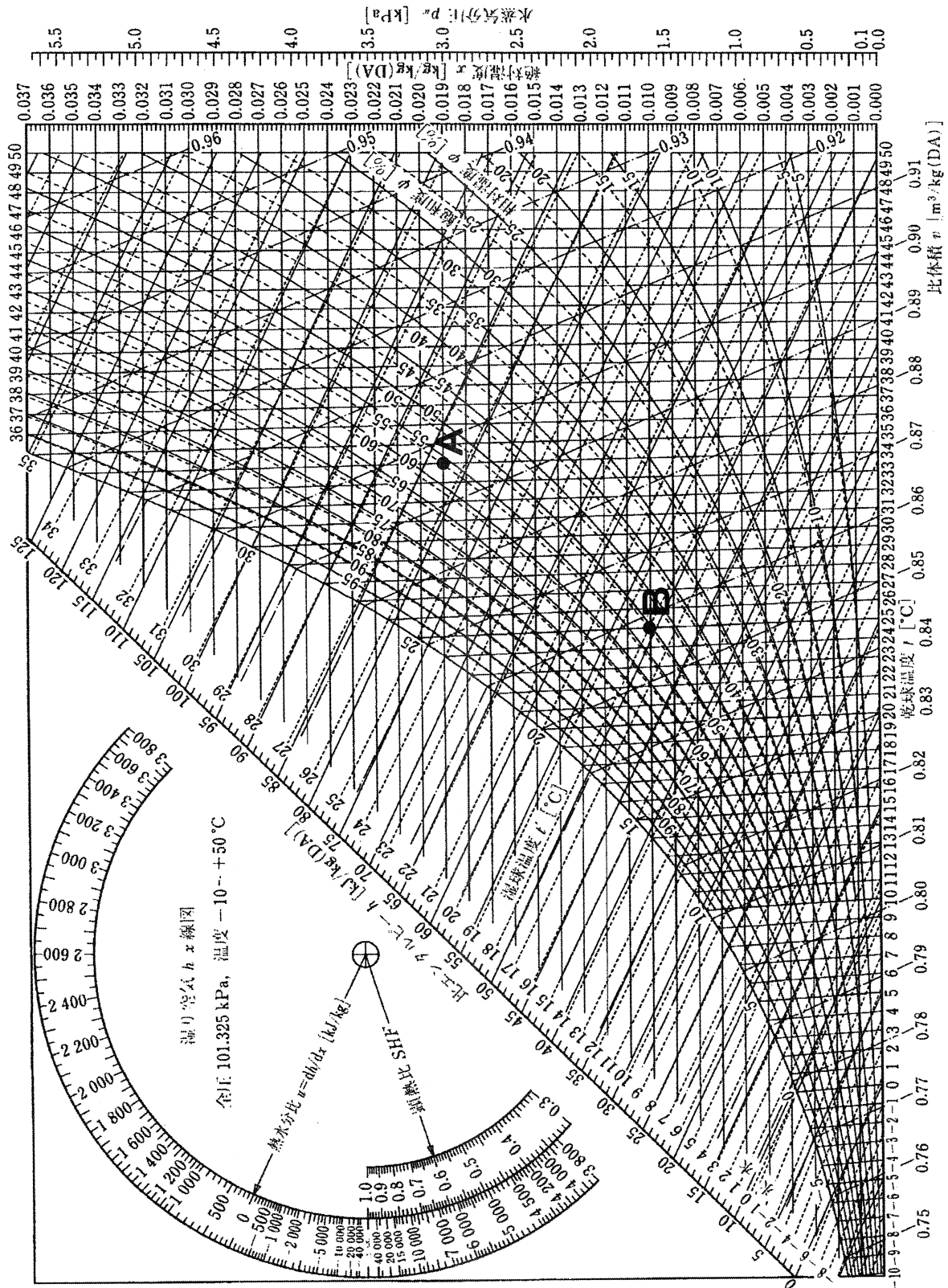


I 次の2問題（I-1, I-2）について解答せよ。

I-1 次の5設問のうち3設問を選んで解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

I-1-1 次に示す湿り空気線図上でA点からB点への変化があった。次の問いに答えよ。

- (1) A点の乾球温度, 湿球温度, 水蒸気分圧と露点温度を求めよ。
- (2) B点の相対湿度と絶対湿度を求めよ。
- (3) A点からB点への移動に関し顕熱比を求めよ。（計算式も記述せよ）
- (4) 湿り空気1 kgがA点からB点への移動に伴う除去熱量を求めよ。
- (5) A点の湿り空気1,000 gとB点の湿り空気500 gを完全に混合した。その混合された湿り空気の露点温度と比エンタルピーを求めよ。
- (6) A点の湿り空気をエアワッシャーにかけた。エアワッシャー通過後, 断熱変化した湿り空気の乾球温度が28℃であった。その点をC点とするとC点の湿球温度を求めよ。



湿り空気 h-x 線図 (標準大気圧 101.325 kPa)

I-1-2 潜熱・顕熱分離方式と呼ばれている空調システムにおいて、そのメリットと現状技術の問題点について、あわせて3つ以上挙げて説明せよ。

I-1-3 今まで無限と思われてきた自然の恵みが、有限であり、かつ深刻な状態にあることが認識されるようになった。空調設備の施工においても、地球環境や地域環境に対して環境保全に配慮した施工管理が求められている。

下記の4つの環境保全項目から3項目を選び、各項目について施工管理の実務における具体的な留意事項を2つ以上挙げて説明せよ。

- ① 温暖化ガスの排出削減への配慮
- ② 資源枯渇化への配慮
- ③ 大気汚染防止への配慮
- ④ 廃棄物削減への配慮

I-1-4 建物の環境負荷削減や省エネルギーの実現のためには、使用エネルギーに関する「診断・対策立案・検証」が有効な手法であることが知られている。この一連の検討に不可欠と考えられるエネルギー計量・計測とその活用法について、次の問いに答えよ。

- (1) 建物には、「電力・ガス・石油会社等からの請求書ベースの月別使用量データ」から「中央監視盤に蓄積された、用途別&時刻別使用量データ等」まで、様々な使用エネルギーに関する計量・計測データがある。それらのデータを4段階のグレードに分類して、「エネルギー診断、省エネルギー対策立案、対策後の検証」にどのように活用するかをそのデータの内容と共に各々説明せよ。
- (2) 「常設型のパルス発信型計量・計測器」に代わる、「温度、電力量・流量・熱量等に関する可搬型計量・計測器」の種類とその活用法について、3つ以上挙げて各々説明せよ。
- (3) エネルギー計量・計測データ利用に有効と言われる、BEMS (Building Energy Management System) の有効な活用法と現状の技術的課題について、記述せよ。

I-1-5 建物の冷房に使用する冷水の行き還り温度は、それぞれ7℃—12℃を採用している建物が多い。延べ床面積30,000m<sup>2</sup>以上の大規模事務所ビルの冷房に使用する冷水の行き還り温度について、次の問いに答えよ。

(1) 冷水の行き還り温度が、7℃—12℃のケースと比較して、9℃—17℃とした場合の長所短所とシステム上の注意点を記述せよ。

(2) 冷水の行き還り温度の値を決定するために、どのように検討を行うのか、検討事項を3つ以上挙げて説明し、検討の流れを記述せよ。

I-2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 企業間のM&Aや特定営業分野からの撤退に伴うコンバージョン例として、高冷房負荷対応のデータセンタービルを、一般仕様のテナントオフィスビルに模様替える改修計画がある。この計画の空気調和設備担当者として、技術士としての立場から、次の(1)～(6)の問いに答えよ。ただし計画条件は、下記に示す①～⑦とする。

- (1) テナントオフィスビルとしての熱源設備・空調設備を計画するに当たり、オーナー・テナント双方の立場やビル経営、ビル運用上の利便性等を含め、配慮しなければならない改修計画上の要点を3項目以上述べよ。
- (2) 改修後の熱源設備・空調設備の全体構成を示すシステムフロー図と、主要機器の概略仕様及び選定根拠となる計算過程を示せ。
- (3) 改修後に使用しないため撤去する熱源・空調主要機器3種類以上のリストを作成し、撤去機器の撤去理由を記せ。
- (4) 自動制御設備・中央監視設備に関する、今回プロジェクトの改修計画・改修工事上の留意点を3項目以上示せ。
- (5) 改修計画上有効な省エネルギー手法を3つ以上採用し、各々についてその推定効果を示せ。
- (6) 熱源設備・空調設備(配管・ダクト・換気設備は不含)の工事項目別の概略工事費、及び予想される空調設備全体に係る年間エネルギー使用量(一次エネルギー換算値)を熱源・空調機ファン・冷温水ポンプに分けて示せ。

**【計画条件】**

- ① 建設地は受験地とする。
- ② ビルオーナーの要望は、現有システムを極力利用して改修工事の低コスト化及び工期の短縮を図りたいことである。
- ③ 入居予定テナント企業は国際的な取引をメイン業務とする専門商社で、24時間の業務体制と最大コンセント実負荷 $50\text{w}/\text{m}^2$ (有効床面積当り)程度の高負荷オフィスとなる前提である。
- ④ 既存建築概要  
竣工後2年経過、地上4階・地下1階建、延床面積 $7,000\text{m}^2$ (建築面積=基準階面積 $1,400\text{m}^2 \times 4$ )
- ⑤ 既存設備概要(熱源・空調システムの概念フローを、次頁に示す。)

・セントラル熱源方式：CWV（定流量）方式，冷温水7-12℃/55-50℃(Δt = 5℃)

氷蓄熱ユニット [呼称3000型×2台]

冷房能力：日量冷却能力（ピークカット7時間）9,632MJ/日・台，正味有効蓄熱容量4,000MJ/日・台，製氷時熱源機能力418MJ/h・台，追掛時熱源機能力801MJ/h・台，IPF44.2%，消費電力（製氷時）60.7kw/台

暖房能力：正味有効蓄熱容量1,274MJ/台，熱源機能力236kw/台

消費電力90kw/台，但し現状不使用

直だき二重効用吸収冷温水機 [呼称300型×1台]

冷却能力：1,047kw/台，冷却時入力943kw/台，電源容量14.4kVA

加熱能力：1,047kw/台，加熱時入力1,138kw/台，但し現状不使用

冷温水同時供給型直だき二重効用吸収冷温水機 [呼称200型×1台]

冷却能力：738kw/台，加熱能力：618kw/台，運転時入力733kw/台，電源容量9.7kVA

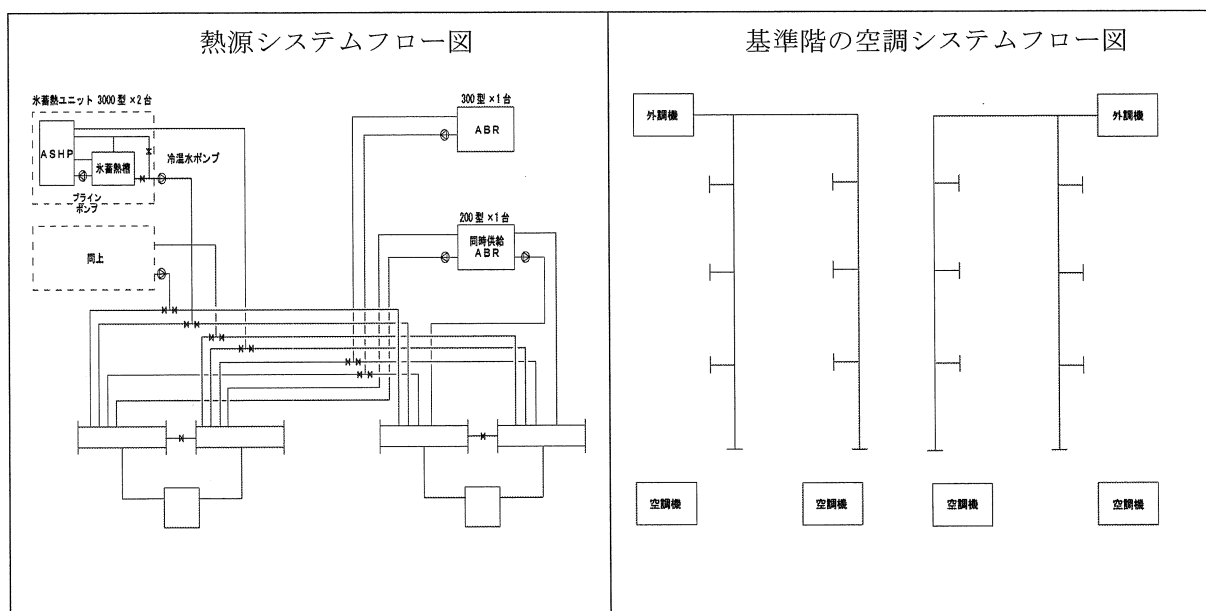
・各階空調方式：CAV（定風量）方式，冷房時送風温度16℃

外気調和機 [送風機7.5kw×204m<sup>3</sup>/m，冷房顕熱負荷37.5kw/台，暖房負荷33.7kw/台，気化式水加湿] ×2台/各階

ダウンフロー型空気調和機 [送風機11.0kw×306m<sup>3</sup>/m，室内冷房顕熱負荷56.25kw/台，気化式水加湿] ×4台/各階

⑥ 電力会社とは，夜間電力割引料金利用のため業務用蓄熱調整契約を締結。

⑦ 必要とする建築的条件・空調計算条件等は各自で自由に設定して良いが，設定条件及び設定理由を明示すること。



I-2-2 都市の市街地に室内プール施設の建設計画があり、その空気調和設備の計画・設計を担当することになった。建築主からは、「省エネルギーを図るとともにライフサイクルコストを少なくしたい。また、プール室の壁面及び天井面に結露が生じないようにしたい。」という要望がある。技術士としての立場から、次の(1)～(6)の問いに答えよ。ただし、条件は下記に示す①～⑤とする。

- (1) 結露防止のために要求される外壁の熱通過率を求めよ。
- (2) プール室内の塩素濃度を許容値以下に抑えるために必要な外気導入量を示せ。
- (3) 暖房設計外気条件時にプール室内の相対湿度を70%に保つために必要な外気導入量を示せ。
- (4) このプール室の空調計画・設計にあたって、特に留意する事項を箇条書きで記せ。
- (5) プール室及び観客席の空調システムの概要図を描き、各空調機等の概略仕様（風量、最大負荷時の熱交換器の能力と給気温度）を示せ。容量等は外壁・屋根等の熱通過率を明記したうえで決めること。
- (6) 上記で提案した空調システムについて、下記の事項を記せ。
  - ① 提案理由
  - ② 省エネルギーのために採用した事項
  - ③ 運転制御方法

[条件]

① 建 屋： 鉄骨造 平屋建て、一部3階建て（室内プール概要図を参照のこと）

② プール室

プールの開場時間：9:00～21:30

休 業 日：夏期2カ月を除く毎月第4月曜日及び年末年始

プールの仕様：プールの寸法 50m×20m

水 深 1.4m～2.2m

水 温 27.0℃

非営業時間中は水面にカバーをする。

観 客 席：900席

プール及びプールサイド設計人員：200人

プール室の許容塩素濃度：0.1 mg/m<sup>3</sup>

プール室内温湿度条件：乾球温度 29.0℃～32.0℃

相対湿度 50%～70%

観客席温湿度条件：乾球温度 24.0℃～32.0℃

相対湿度 40%～60%

一人あたり必要外気量：30 m<sup>3</sup>/h

③ プール室の設計最大負荷時の条件

外気条件：

	夏期	冬期
乾球温度	34.0 °C	-3.0 °C
相対湿度	65 %	50 %

冷房時の実効温度差（室温 32.0 °C）：

水平	N	E	S	W
28K	3 K	7 K	9 K	7 K

照明器具： 50 W/m<sup>2</sup>（観客席共）

④ プール水面とプールサイドからの水の蒸発量及び塩素蒸発量は下記の式を用いて算出する。

水の蒸発量L kg/h： $L = 15.84 \times 1.1 \times (0.03518 - x_i / (0.622 + x_i)) \cdot A_p$

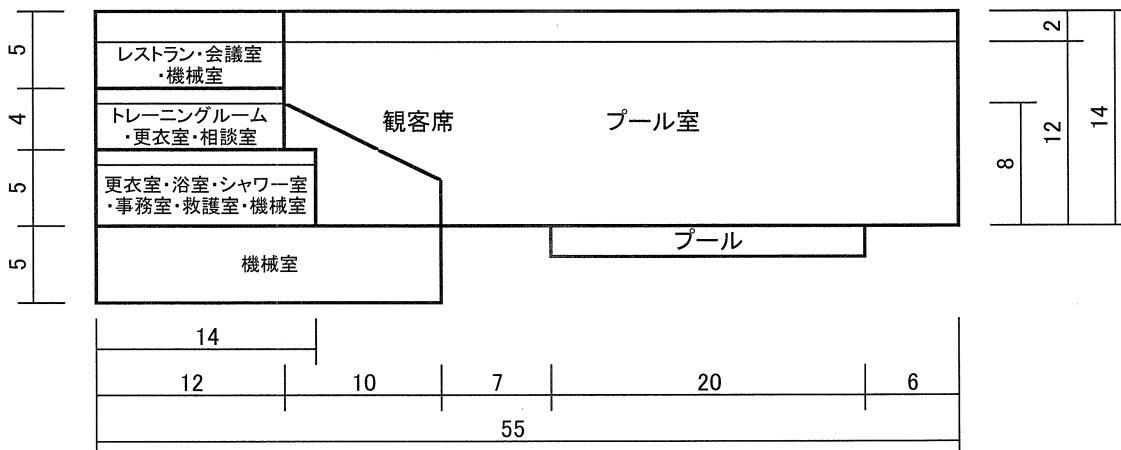
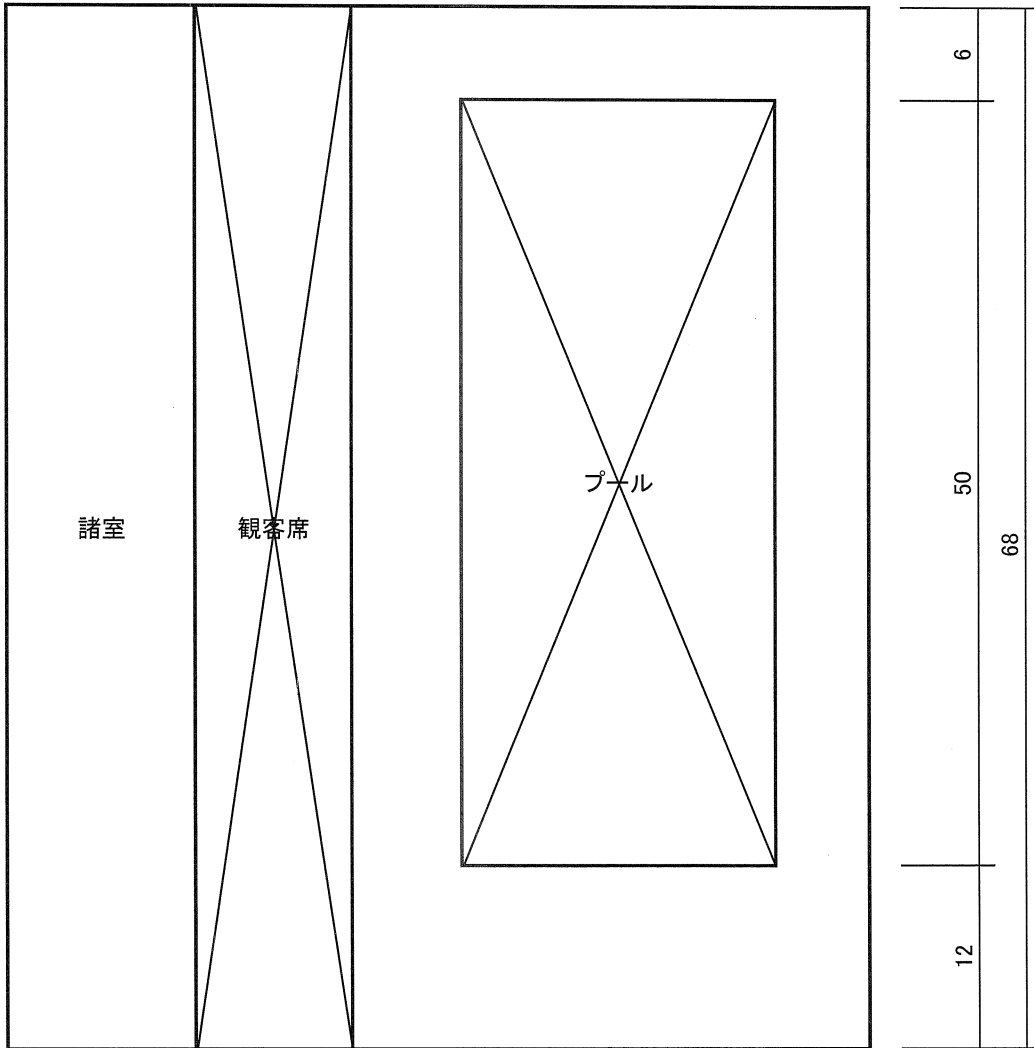
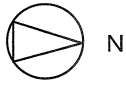
$A_p$ ：プール水面の面積 m<sup>2</sup>

$x_i$ ：室内空気の絶対湿度 kg/kg

塩素蒸発量Cl mg/h： $Cl = 0.5 \times L$

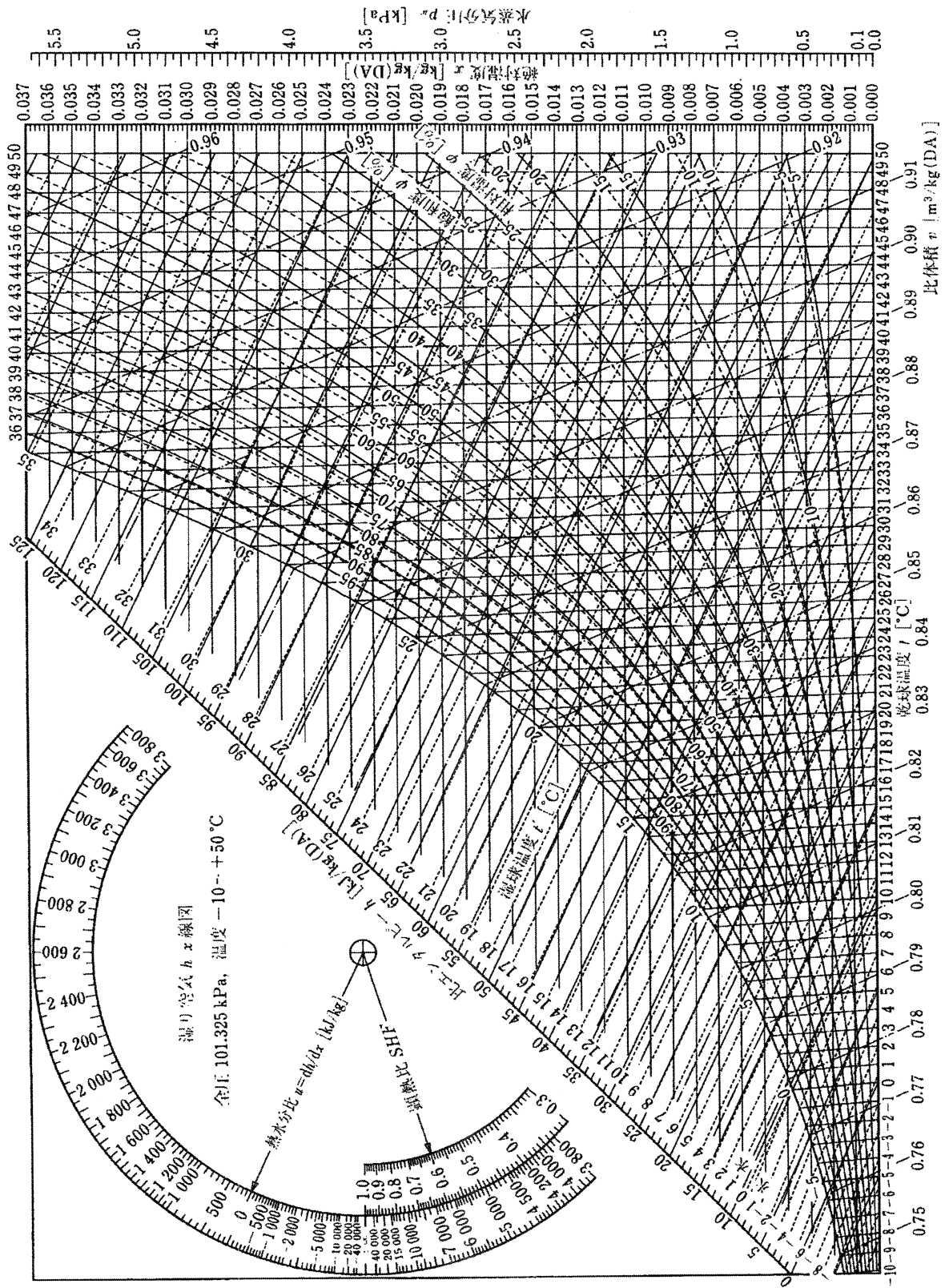
⑤ 条件に記載されていない必要事項は各自が設定し，設定した条件を明示すること。





単位: m

室内プール概要図



湿度空気  $h$ - $x$  線図 (標準大気圧 101.325 kPa)

I-2-3 半導体前処理工程を行う月産15,000枚（300mmφウエハ換算）の工場の建設計画がある。この工場は広大な敷地に、前処理工程の生産棟とそのユーティリティを供給する動力棟、事務一般を行う事務・厚生棟という3棟が建設されることになっている。

この動力棟の空気調和設備を計画する担当として、技術士の立場から、次の(1)～(6)の問いに答えよ。ただし、条件は下記の①～⑨とする。

- (1) 本棟の中央式熱源設備を計画するに当たって、BCPをふくめて配慮しなければならない計画上の要点を5つ以上述べよ。
- (2) 熱源方式の概略を系統図で示し、その特徴を述べよ。
- (3) 熱源機器の概略容量を根拠とともに示せ。
- (4) 水蓄熱システムの概略と計画上の留意点を述べよ。
- (5) 計画した熱源設備（蓄熱槽を含む）の概略工事費（工事項目別）及び年間空調エネルギー消費量（一次エネルギー換算値）について、生産棟の熱負荷密度の根拠とともに示せ。
- (6) 熱源設備に対する省エネルギーに有効と思われる手法を3つ以上挙げ、その理由も示せ。

[条件]

- ① 建設地は受験地とする。
- ② 建築概要  
生産棟クリーンルーム（CR）延面積10,000m<sup>2</sup>（半導体の生産施設でユーティリティはすべて動力棟から供給される。）  
動力棟3,000m<sup>2</sup>（熱源設備をすべて設置し、空調必要室はない。）  
事務・厚生棟は別の空調システムによる個別対応とする。
- ③ 中央熱源設備から生産機器冷却水用として冷水を供給するものとし、その能力を空調用熱源容量に18,000kw（5,120RT）加算すること。
- ④ 電力会社との負荷調整契約上の条件として、2,000m<sup>3</sup>の連結混合式型水蓄熱槽を設置する。また蓄熱用として全体システム予備機兼用で単独にターボ冷凍機を設置すること。
- ⑤ 生産棟のCR等空調諸室の温湿度条件はすべて23±2℃、50±5%とする。
- ⑥ 生産用の外気量はCR加圧分も含めて全体で500,000m<sup>3</sup>/hとする。
- ⑦ 工場の操業時間は24時間連続稼働とする。
- ⑧ 将来用の拡張に関しては各棟とも考慮する必要はない。
- ⑨ その他の計算条件は各自で設定して良いが、設定条件及び理由を明示すること。