

### 3 設備の計画

基幹設備は、キャンパスの各施設に必要なエネルギーの供給・処理を行うもので、キャンパスのライフラインである。大学の設備機器の過半は既に耐用年数を越えており能力低下や部品調達等に苦慮している。ライフラインである基幹設備の機能停止は、即、大学の活動停止に結びつくものであり、老朽化・機能劣化への対応は建物以上に重要であり切迫している。

また、大学の諸活動は高度化・多様化しており、キャンパスの設備システムも対応する必要がある。また、建設当時と比べこの分野の技術的水準は格段に向上しており、現代では多様なシステムの中から最適なものを選択することができる。大学の設備は老朽更新の時期を迎えているが、これを単に更新するだけでなく、学内のニーズを把握し最適なシステムの構築を目指した計画が必要である。また、大学の活動や施設の整備は膨大な資源・エネルギー消費の上に成り立っており、それに起因する様々な環境負荷を低減することは「環境を重視する大学」として重要なことであり、これを考慮した計画が必要である。これらの観点を踏まえ、設備システムの計画は次の基本方針により計画する。

○既設のシステム・容量を見直し、適切で有効な供給計画とする。

現在の中央機械室からの一括集中供給方式を見直し、熱源の個別化を図る。拡張性が高く更新が容易な供給計画とする。熱源(電気・ガス・重油等)の特性を吟味し、最適熱源に移行可能な計画とする。

○拡張性が高く、機器及び配管の更新が容易な供給計画とする。

各地区の主要機械室は、将来の増設又は更新のスペースを考慮した計画とする。主要なエネルギー供給ルートは、既存の共同溝等を活用し、将来の負荷変動や更新に柔軟に対応できるようにする。

○維持管理が容易で省力化の図れる計画とする。

空調熱源機器は運転、維持管理に資格が不要で自動運転が可能なシステムとする。運転監視は中央一元化し省力化を図るとともに、ハイテクノロジーを活用した制御・管理システムによる最適運用方式を構築する。

○ライフサイクルコストの低減を図る。

インシヤルコストのみでなく、運転費及び維持管理を含めて経済的なシステムを採用する。機器類の運転管理をデータベース化し、点検整備を効率的に行えるようにする。

○地球環境配慮型の計画とする。また、光熱水費の区分計量(利用者負担)を可能にする。

温暖化の抑制のため、省資源・省エネルギー化を図る。太陽光発電・雨水利用・自然採光の活用など自然エネルギーの活用を図る。大気汚染の抑制、排水の適正処理など周辺への影響を抑制する。また、ユーザーの意識向上・光熱水費の節減を図るため、光熱水使用量をエリア毎に計量し利用者負担システムが可能な計画とする。

#### 現在

##### 電気設備

###### ○電力設備

- ・特高受変電設備：東京電力から信頼性の高い特別高圧 66KVA 2回線で引込み、各建物群の変電室(高圧変電設備)に6KVAで配電供給している。建物の増設等による容量不足と機器及びハウジング等の老朽化に対応する必要がある。また、現在の開放式設備は危険性が高いため安全なシステムに更新する必要がある。
- ・高圧変電設備：学内83ヶ所の高圧変電設備の内68ヶ所が20年以上経過し、遮断器の油漏れや絶縁性能の低下、保護リレーの劣化等が著しい。
- ・高圧ケーブル：延長57Kmの幹線ケーブルの劣化診断の結果、分岐部及び地中埋設ケーブル等に不良部分がある。一部送電ルートの見直しが必要である。

###### ○非常用電源設備

- ・自家発電設備：中央機械室及び医学地区機械室に各1台あり、消火栓ポンプ等の非常用設備や医療機器のバックアップに使用している。何れも25年以上経過し老朽化が著しい。また、実験用非常電源がない。
- ・その他の非常電源：非常照明及び電力設備制御用として直流電源設備があり45ヶ所中36ヶ所の更新が必要である。無停電電源装置6台を持ち、中央監視設備、病院の医療機器、学情センターの電算機のバックアップとしている。

###### ○防災設備

法令に基づき構内に85台の火災報知受信機が設置され防災センターで一括監視しているが、殆どがP型受信機(区域表示)で発報位置が特定できない。病院及び学生宿舎についてはR型(位置表示)に更新済みである。

###### ○中央監視設備

中央機械室と医学機械室にあり学内のエネルギーの制御・監視を行っている。本体の更新は行ったが、センサー等が当時のもので、劣化等により監視できない部分が生じている。

###### ○照明・コンセント設備

コンセント不足による冗足配線が多く、ブレーカーのトリップが多い。また、照度不足の部屋がある。

###### ○エレベータ設備

103台あり8割が老朽化している。身障者対策や地震対策も順次行っているが未整備のものが多い。

##### 情報通信設備

###### ○電話設備

2000年に交換機を更新し性能を大幅にアップしたが、幹線ケーブルや端子盤の経年劣化の対応が必要。

###### ○情報通信ネットワーク

2000年に高速(ギガビット)ネットワークを整備し、1Gbpsまたは100Mbpsの利用が可能になった。

#### 計画

##### 電気設備

###### ○電力設備

- ・特高受変電設備：現在の開放型設備を安全性が高くコンパクトなガス絶縁式設備に更新し、容量不足及び老朽化を解消する。契約電力の増を抑えるため、発電機によるピークカットや病院地区のコ・ジェネレーションシステムの導入を検討する。将来的には太陽光発電・燃料電池等の採用を検討する。
- ・高圧変電設備：安全性・信頼性が高い真空遮断器、高効率型の変圧器等を採用した設備に更新する。低圧配電盤にデマンドメーターを取付け、電力需要の制御や個別計量を可能にする。
- ・高圧ケーブル：不良部分の更新に合わせ、送電ルートを見直しケーブル延長の短縮を図る。また、エコケーブル(EMケーブル)を採用する。

###### ○非常用電源設備

- ・自家発電設備：保有設備の常時利用を図る。病院地区はコ・ジェネ導入、中央機械室は実験用非常電力を見込んだ設備導入を検討し、電力のピークカットにも使用するなど、契約電力の増加を低減する。
- ・その他の非常電源：直流電源装置は設備の統合・集約化を行い、効率化・省エネ化及び信頼性向上を図る。無停電電源装置は適時更新を行う。

###### ○防災設備

建物の用途・規模等を考慮して、R型受信機への更新を検討する。

###### ○中央監視設備

中央の制御・監視点数等を見直して、センサー等の更新を行い合理的で最適運用が可能なシステムを構築する。

###### ○照明・コンセント設備

建物改修時にコンセント数や分電盤回路数を見直す。高効率照明器具や人感センサーの採用、昼光運動制御等を行い照度アップと省エネを図る。

###### ○エレベータ

老朽対策と障害者対応、停電管制、地震管制等の安全対策を推進、省エネインバーター方式への転換を図る。

##### 情報通信設備

###### ○電話設備

幹線の紙絶縁ケーブルの更新、端子盤の絶縁劣化の解消を行う。また、現在の約13000回線の低減も検討する。

###### ○情報通信ネットワーク

末端のネットワーク網の充実と講義室等の情報コンセント及び図情大キャンパスとを結ぶ光ファイバーケーブル等の整備を行う。

現在

空調設備

○熱源設備、燃料・エネルギー

熱源は中央及び医学機械室にボイラーを設置、冷熱源として各建物群にボイラー発生熱を利用する吸収式冷凍機を持つ。殆どの機器が設置後20年以上で、老朽化や能力低下が著しい。特に学群地区は間欠運転を行っているためシステム全体にストレスがかかり老朽化に拍車をかけている。また、大規模中央式で搬送距離が長く熱損失が大きい。

燃料は重油を使用している。2001年に燃料の一部を天然ガス化し、硫黄酸化物(SOx)を対前々年度比80%削減したが、依然環境負荷が高く公害賦課金を課せられている。

○空調システム

現有システムは、一般空調を大規模中央集中方式で行い、実験室等に個別空調を使用している。病院地区は通年終日運転しているが、学群地区は期間及び時間を限って運用しておりユーザーから空調期間・時間の延長が強く要望されている。空調設備の80%が老朽化し更新が必要である。また、旧式の集中方式で不要部分も空調を行なったり各室のファンコイルユニットが温度設定ができないタイプなどでエネルギーロスが大きい。

実験室の個別空調設備も多くが老朽化している。大半が水冷式・ノンインバーター式でランニング及びメンテナンスコストが大きく電力効率が悪い。また、冷媒ガスにフロン(R22等)を使用している。

衛生設備

○給水設備

市水を水源とする飲用系統と、中水及び井水による雑用水系統を持つ。市水は公共本管3ヶ所から引込み加圧ポンプで圧送している。雑用水は実験廃水を無害化処理しトイレの洗浄水等に使用しており、不足分を井水により補給している。給水設備は経年劣化による漏水・赤水・水量不足がある。ポンプ類も老朽化による能力低下が著しい。

○生活排水設備

屋内は雑用水・汚水分流式、屋外で合流し公共下水道に放流している。排水管(HP管)の継目から木の根が進入し詰まりや雨水・地下水の流入の原因となっている。不同沈下等による配管の損傷が一部に見られる。

○実験系排水設備

実験廃液は実験室で原点回収し、実験環境管理室で無害化処理及び外注処理を行っている。実験器具の洗浄水は棟毎のモニター槽で監視した後、排水処理施設で無害化処理し雑用水として再利用している。

○雨水排水設備

雨水樹・排水管を経て学内各所の池(調整池)に貯留後、河川に放流している。雨水樹・排水管の詰まり・損傷等により排水能力が不足している箇所が見られる。大雨時に道路が冠水し交通等に支障が生じている。

○衛生器具

水栓や衛生陶器が壊れている箇所がある。身障者トイレの増設やトイレのアメニティ改善が必要である。

○都市ガス設備

病院地区はボイラー燃料のガス化に合せて2001年に中圧供給化し、低料金の大口契約を行ったが、その他の地区は低圧供給・一般契約のままである。今後燃料のクリーン化に伴うガス使用量の増加に向けて準備が必要である。

計画

空調設備

○熱源設備、燃料・エネルギー

病院地区の蒸気ボイラー・冷凍機等は引き続き機器更新を行う、また、コージェネ廃熱利用を検討する。学群地区は中央の高温水ボイラー・吸収式冷凍機を廃止、熱源を分散化し、搬送距離短縮による熱ロスの低減や将来の設備更新コストの平準化を図り個別運転を可能にする。

燃料は天然ガスに移行しクリーン化する。その際ガス事業者と協議し災害に強い供給ラインを確保する。なお、学群地区中央熱源は個別熱源への移行期間中の機能確保のため、大型修繕を行いながら順次システムを縮小する。

○空調システム

病院は中央集中方式を維持し機器の更新を進める。その際、コージェネの廃熱利用や全熱交換器の採用を検討する。学群等その他の建物は用途・規模に応じて棟別集中方式または個別式設備に移行する。図書館等の大空間の建物はダクト方式、研究室・一般実験室・講義室等は個別空調(カセットトップ方式)とする。特殊実験室はメンテナンスが容易な空冷式パッケージによる。省エネ型機器の採用や全熱交換機による熱回収などによりランニングコストの低減を図る。

また、システム更新に併せて使用量の計量を可能にする。

衛生設備

○給水設備

給水管は更新時期を迎えており、配管類の材質・工法を検討の上全面改修を計画する。井水設備は揚水設備を更新するとともに、災害時用水としての利用を検討する。

○生活排水設備

配管の材質・工法を検討し、不良箇所から改善する。

○実験系洗浄排水設備

老朽機器を更新し、最適処理を継続する。

○雨水排水設備

歩道及び車道の水溜まり、冠水箇所を改善する。

○衛生器具

引続き身障者トイレを整備する。洋式便器、自動水栓、自動洗浄装置の整備を進める。

○都市ガス設備

ガス事業者と協議し、災害に強く安定供給が図れる中圧化を推進する。また、消費量増に合せ大口契約を交渉する。

空調設備の維持管理費の推移

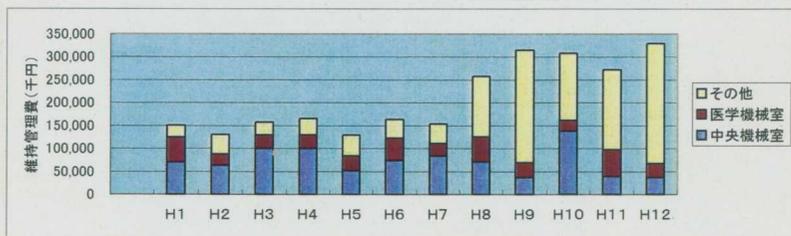


図13-1 場所別維持管理費

(その他(共同構内、サブ機械室)の維持費がH8年より大きく増加している)

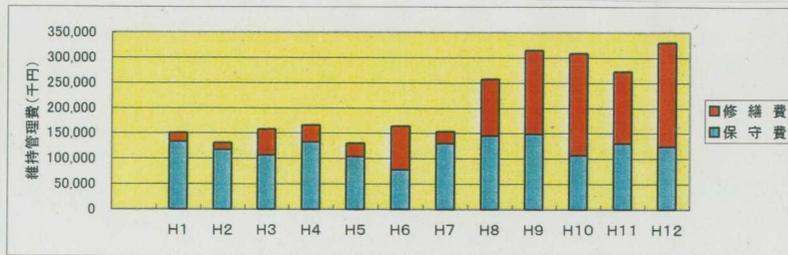


図13-2 費目別維持管理費

(保守費はあまり変動してないが、修繕費はH8年よりかなり増加している)



## コージェネレーション・システムの計画（病院地区）

病院地区のエネルギーセンターには、停電時のバックアップとして1,500 KVAのディーゼル式の自家発電設備が整備されているが、設置後27年が経過し機器の老朽化が著しく、交換部品の製造中止により故障時に短時間復旧が困難になっているなど、更新の時期を迎えている。

そこで更新時に、下記の方針により機能・性能・信頼性に優れたシステムに転換するとともに、24時間電力及び熱需要がある病院の特性に着目し、効率が高く省コストが図れるコージェネレーション・システムの採用を提案する。

- ① 停電時に病院機能のバックアップ電源と防災設備等の電源を確保し、安定供給と信頼性の向上を図る。
- ② 発生する排熱を回収し、病院の空調熱源等として有効利用するとともに、地球環境に配慮してCO2削減と省エネ化を図る。
- ③ 契約電力の抑制（ピークカット）等により経常経費の削減を図るとともに、システム導入にあたっては、費用対効果等を検討し合理的な計画とする。

### [電力系統関係]

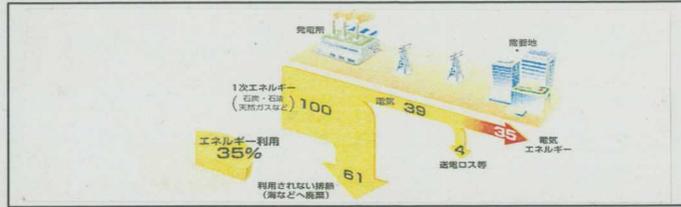
- 1 発電機は、商用電力との系統連係（電力会社の電力と並列運転）を行なう。
- 2 商用電力が停電した場合は、連絡遮断器により商用電源と解列し、発電機への過剰な負荷投入による過負荷運転を防止する。解列後は発電機容量に見合った負荷への単独投入が可能。
- 3 発電機に故障が発生した場合は、自動的に解列し不足電力は瞬時に商用電力から供給される。

### [制御関係]

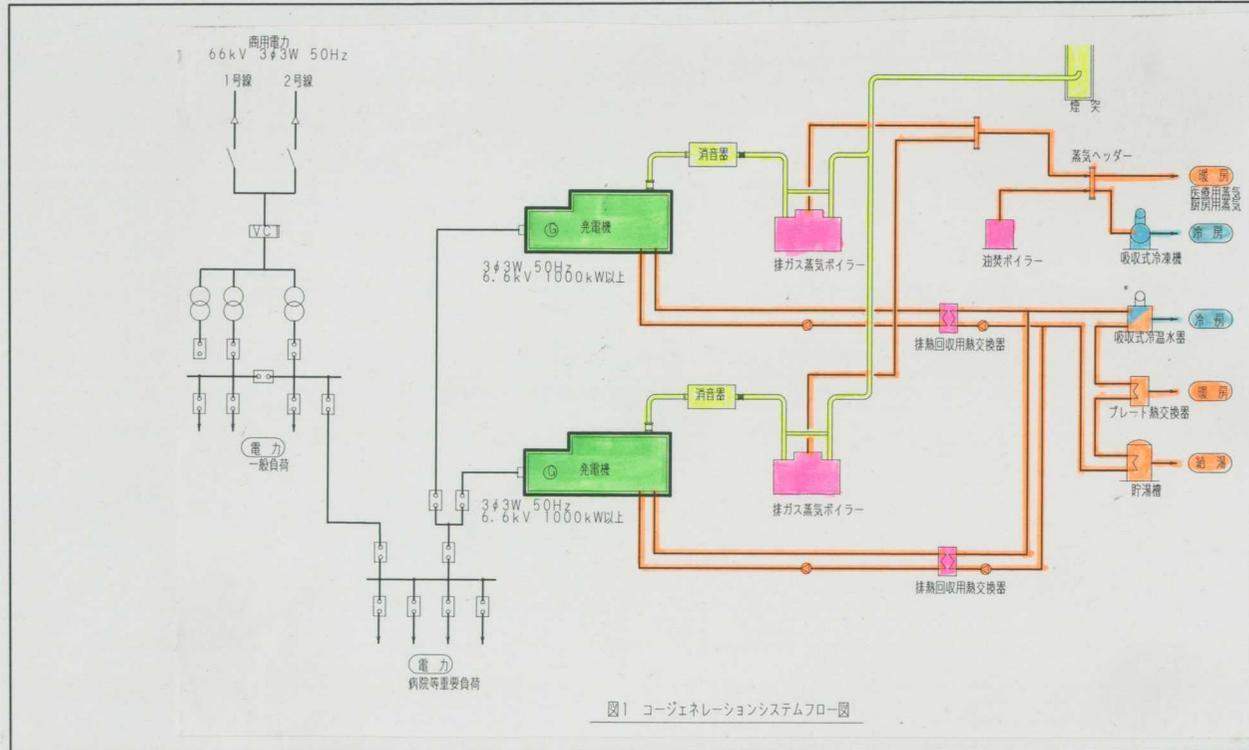
- 1 自動発停制御及び台数制御  
使用電力の上昇により自動的に発電機を起動し、使用電力の増減に応じた台数制御を行なう。使用電力が減少して設定値以下になれば、発電機は自動停止する。
- 2 自動同期投入  
発電機の起動とともに、自動的に商用電力との同期をとって並列運転を行なう。
- 3 発電電力自動制御  
電力負荷が変動しても、下記の制御による設定値に従った最適な運転を行なう。
  - ・受電電力一定制御  
負荷変動に対して商用電力を一定にし、発電電圧によって負荷追従を行なう。
  - ・発電電力一定制御  
負荷変動に対して発電機出力を一定にし、商用側で負荷追従を行なう。
- 4 自動電圧制御  
発電機側の電圧を商用電圧と同じになる制御をする。
- 5 自動周波数制御  
商用電力の周波数に見合った回転数でエンジンを制御する。

## コージェネレーションのしくみ

### ○電力会社の発電システム



### ○コージェネレーションシステム



## コージェネレーション 4E のメリット

**Economy** エネルギーコストの削減

商用電力と比較して安価な電力が得られます。

**Efficient** 省エネルギー性

原動機の廃熱を有効利用でき、省エネ法の規制対応に効果的です。

**Ecology** 地球環境保全

従来のエネルギー供給に比べて二酸化炭素 (CO2) の排出が削減できます。

**Emergency** 保安・防災用電源の確保

停電時の保安用電源、防災 (非常) 設備としても使用できます。

### コージェネレーションとは

たとえば車のエンジンは、車を走らせるだけでなく発電機をまわして電気を作ったり、車内の冷暖房をしたりします。

このように一つのエネルギーから複数のエネルギー (電気・熱などを) 同時に取り出すシステムをコージェネレーションシステムといいます。

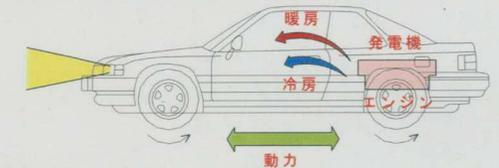


図1 コージェネレーションシステムフロー図



# 空調システムの計画

## ○現在のシステムの問題点

現状の冷暖房システムは計画当時の最先端技術を導入した24時間運転の大規模集中方式を採用したものであるが、殆どの機器が設置後20年以上を経過し更新の時期を迎えている。特に中央地区は24時間運転が前提のシステムを現在、間欠運転しているため、システム全体にストレスがかかり、老朽化に一層拍車をかけている。またエネルギーの搬送距離が長いため熱・動力損失が大きく、パイプラインの修理費も多大である。

さらに、現在の大規模集中システムではユーザーからの空調期間外・時間外運転の要望にこたえようとすると、ごく一部のエリアを空調するにも大きなボイラーや冷凍機の運転が必要で、負荷に応じた細かな運転制御が困難である。

そのほか、各建物のエアハンドリングユニットや研究室のファンコイルユニット等も老朽化し、エネルギー効率も低下しており更新が必要となっている。

実験室については、パッケージ形空調機の老朽化に加え、現在の水冷式・ノンインバーター式の機器ではランニング及びメンテナンスコストが大きいなどの問題がある。また、オゾン破壊の原因となる冷媒を使用しており、その削減も必要である。

## ○システムの見直し

(大規模集中方式から個別+棟別集中方式への転換)

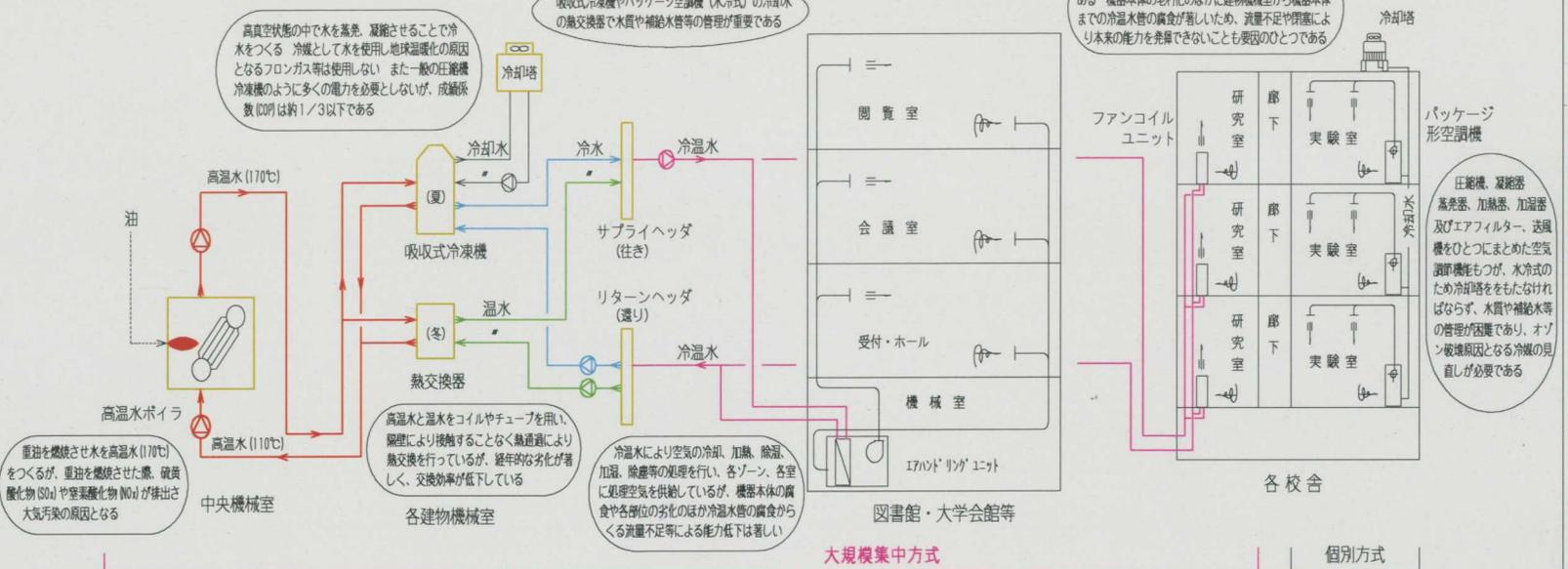
空調システムの見直しに当たっては、現代の多様なシステムの中から最適なシステムを選択し、システム性能のレベルアップと省エネ・省コスト等が図れるものを採用する。

図書館・大学会館等は棟別集中方式を採用、燃料も環境負荷の小さい都市ガスに転換する。

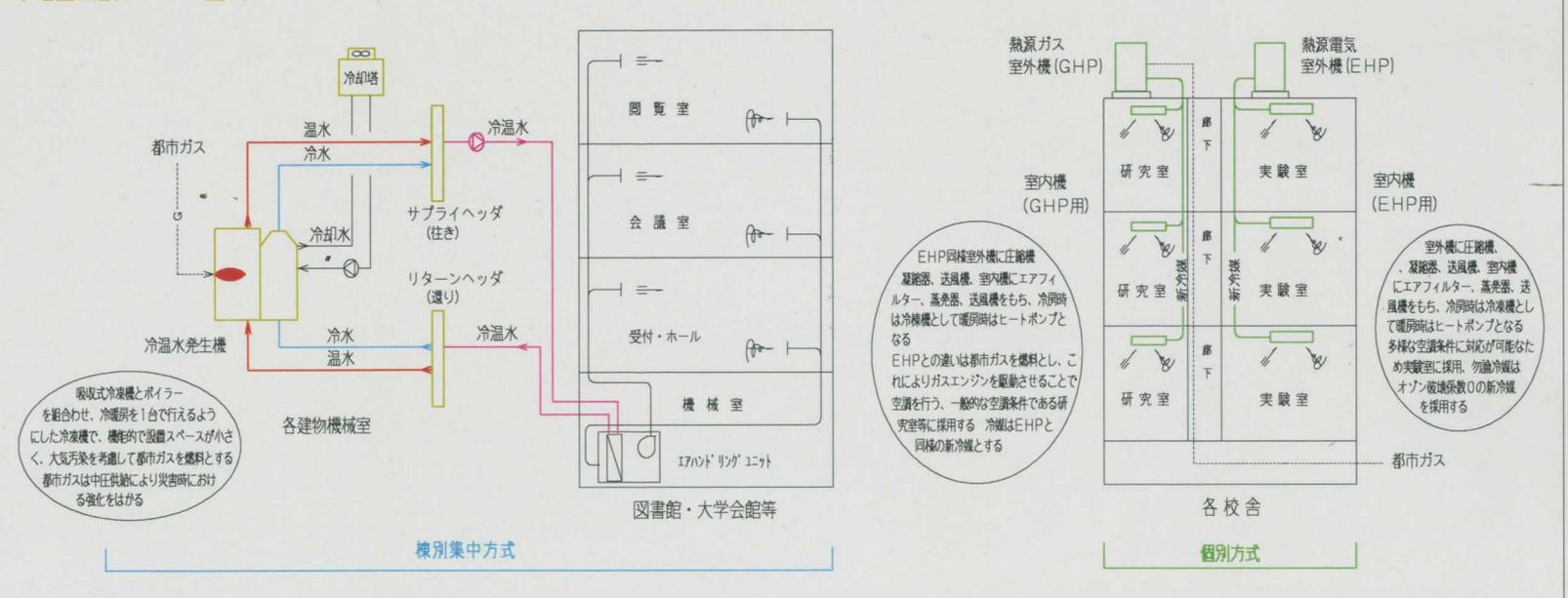
また、学群・学系等の各校舎は、一般空調条件の研究室等についてはGHP(ガスヒートポンプパッケージ形空調機)を採用、多様な空調ニーズがある実験室にはEHP(電気ヒートポンプパッケージ形空調機)を採用し、ニーズの高度化・多様化に対応するとともに、省エネ・省コスト化を実現する。

なお、空調システムの転換には相当の期間が見込まれるが、その間現有システムの維持保全を適切に行い、機能・性能の維持を図る必要がある。

## 中地区空調システム図(現状)



## 中地区空調システム図(リニューアル)



## 廃棄物処理の計画

近年、環境問題は人類共通の重要課題であり、大学としても、学内の環境保全を積極的に推進し、生活環境の安全や保全の確保を図ることは重要である。学内の研究・教育に伴って発生する多種多様な廃棄物を適切に処理・処分し、学内だけでなく周辺地域の環境保全に努めることが必要である。

現在環境基本法をはじめとして多くの法律があり、さらに各自治体の公害関連条例があり、これを遵守する必要がある。

本学においても、茨城県条例の法的規制下におかれ、少しの違反も許されない。もし、違反した場合は、直ちに本学全体の給排水がストップし、実験はもとより、全ての大学機能が停止する。従って我々自身も廃棄物の処理についての問題に真剣に取り組まなければならない。

学内には各種の廃棄物処理施設(実験廃棄物処理施設配置図参照)が設置されており、そこで最終処理が行われる。しかしながら処理施設に運ばれるまでは研究者・学生が各自で処理し、貯留し、保管等を行わなければならない。

### ○ 実験系廃棄物の適正処理

実験室等より排出される多種多様な化学物質を含む実験系廃棄物(放射性廃棄物、国際規制物質を除く)やバイオハザードをひき起こす廃棄物などは、9種類の実験系廃棄物に分別する。このうち、実験系廃液と実験系希薄洗浄排水は学内4ヶ所に設けられた処理施設で最終処理される。廃棄物の減量化、再利用、環境汚染の未然防止を確実に実施するために、実験系廃棄物は適正に取り扱わなければならない。

### ○ 実験系廃液・廃水処理システム

実験系廃液及びその処理は右の実験系廃液・廃液処理システムによる。まず、実験室で発生した実験源廃液は原液、1・2回目の洗浄液において無機系廃液と有機系廃液に分ける。その2種類の廃液はそれぞれ学内の各無機系廃液処理施設と有機系廃液保管施設において最終処理される。

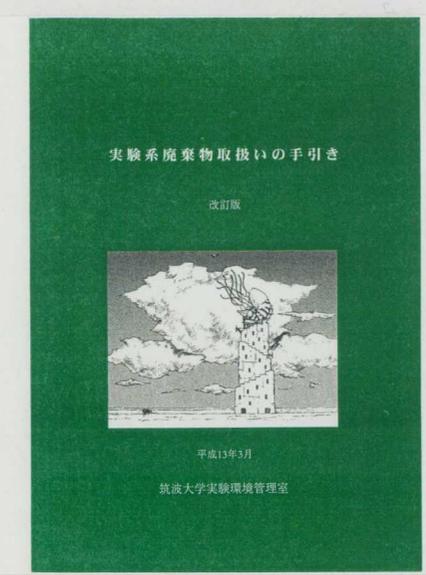
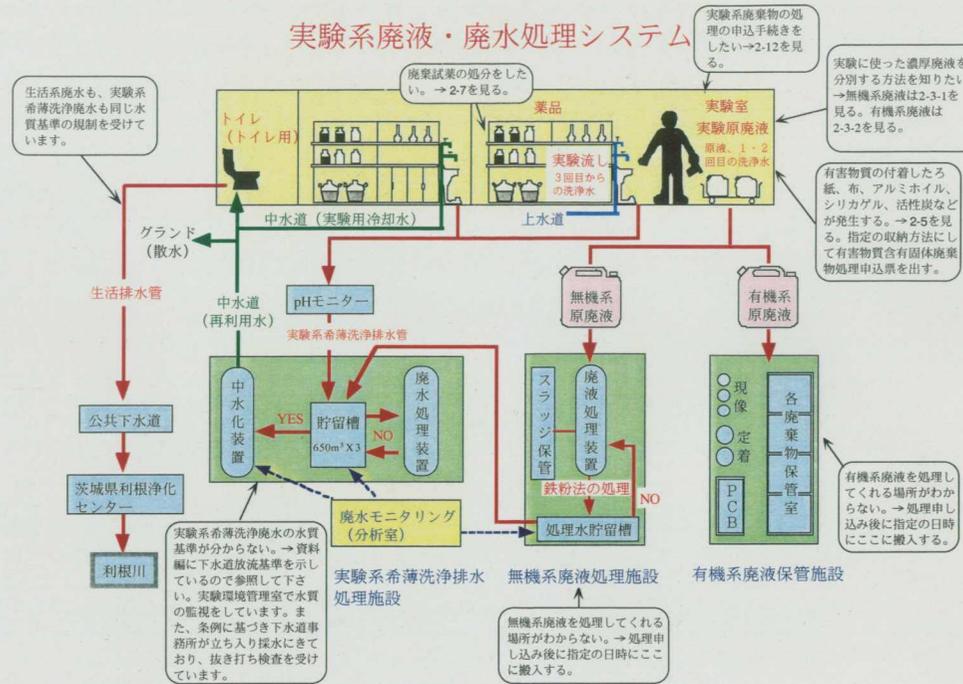
また、3回目以降の希薄洗浄排水は実験室の実験流しから配管を流れ、各建物のモニター槽を経由して、実験系希薄洗浄排水処理施設に流れ込む。希薄洗浄排水は、ここで処理され、中水として生まれ変わる。中水は、各建物内のトイレ等の洗浄水及び実験や空調用の冷却水として再利用される。

実験系廃液の取り扱いについては常に慎重に行わなければならないことはもちろん、希薄洗浄排水についても、この廃水処理・再利用システムを充分理解して、排水することが必要である。

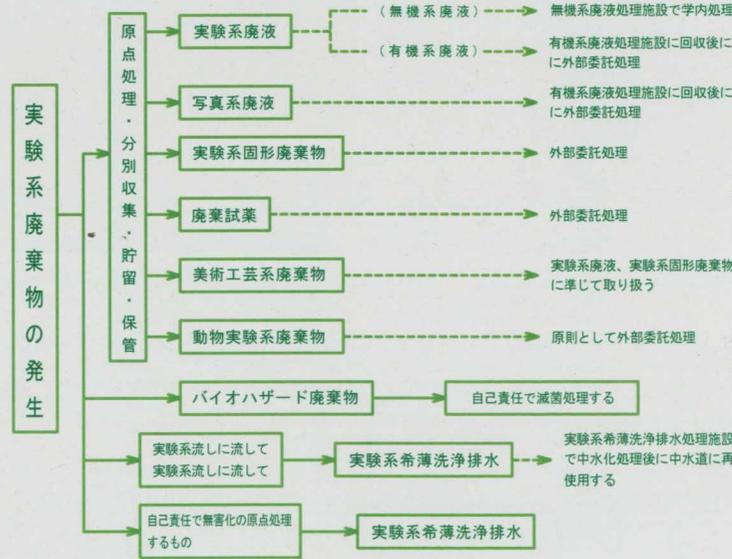
### ○ 学内の意識向上と体制の充実の必要性

廃棄物の発生量の低減や適切な処理を実行するためには、学内全員の協力が得られるようその趣旨を徹底させることが重要である。そのためには、第一に全学的な立場で処理から管理運営に至るまでの総合的な計画を立てることが必要である。第二にはその計画を実行する廃棄物の処理に関する管理運営のための組織を充実し、廃棄物処理を学内における重要業務の一環として位置づけ、これに組織的に取り組むことが重要である。

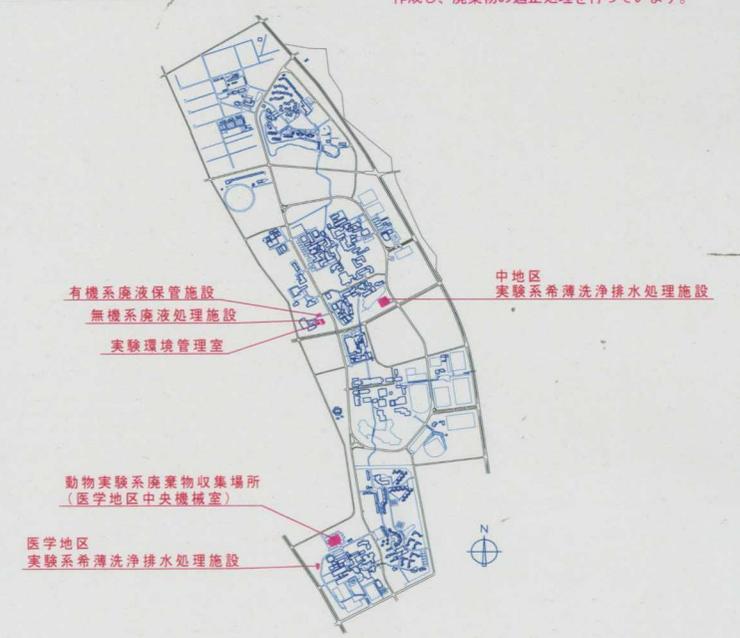
## 実験系廃液・廃水処理システム



大学ではその活動に伴い、各種の廃棄物が発生しています。本学では「実験廃棄物取扱いの手引き」を作成し、廃棄物の適正処理を行っています。



実験系廃棄物処理システムの概要



実験廃棄物処理施設配置図