



医療施設における省エネルギー化の今後

株式会社H&Sエナジー・コンサルタンツ パートナー

石丸 美奈

目次

- 民生部門での省エネの現状
- 病院経営と省エネ
- 「次世代グリーンホスピタル」足利赤十字病院
- 自然・地域と共生する佐久総合病院グループ

- ◆佐久医療センター
- ◆佐久総合病院（本院）とエネルギーサービスプロバイダー（ESP）
- おわりに

従来、建築物の省エネルギー（省エネ）基準はエネルギーの使用合理化等に関する「省エネルギー法」（略称：省エネ法）で定められてきたが、2015年7月に「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」（略称：建築物省エネ法）として独立した法律が公布された。本年4月から、2,000㎡以上の新築の非住宅建築物については、床面積あたりの年間一

次エネルギー消費量（エネルギー消費性能）¹が定められた基準値に適合しないと建築確認が下りず（適合義務）、建設ができなくなった。この背景には、日本の民生部門－業務他部門及び家庭部門－における省エネ化の遅れがある。

○民生部門での省エネの現状

2015年度における日本の最終消費エネルギー量は13,538PJ²で1973年のおよそ1.2倍となったが、その間GDPは2.6倍の伸びを見ているので、確かに高効率なエネルギー利用に向けた努力はそれなりの成果を上げている。しかし、同時期の民生部門のエネルギー消費量はそれぞれ2.4倍、1.9倍に増加している。エネルギー消費のシェアでは、2015年度における産業部門（製造業、農林水産・建設業）の最終エネルギー消費に占める割合が1973年度比で20.2ポイント低下（65.5%から45.3%へ）している反面、民生部門の割合は13.9ポイント増加（18.1%から32%へ）し、エネルギー消費全体のほぼ3割を占めている³。

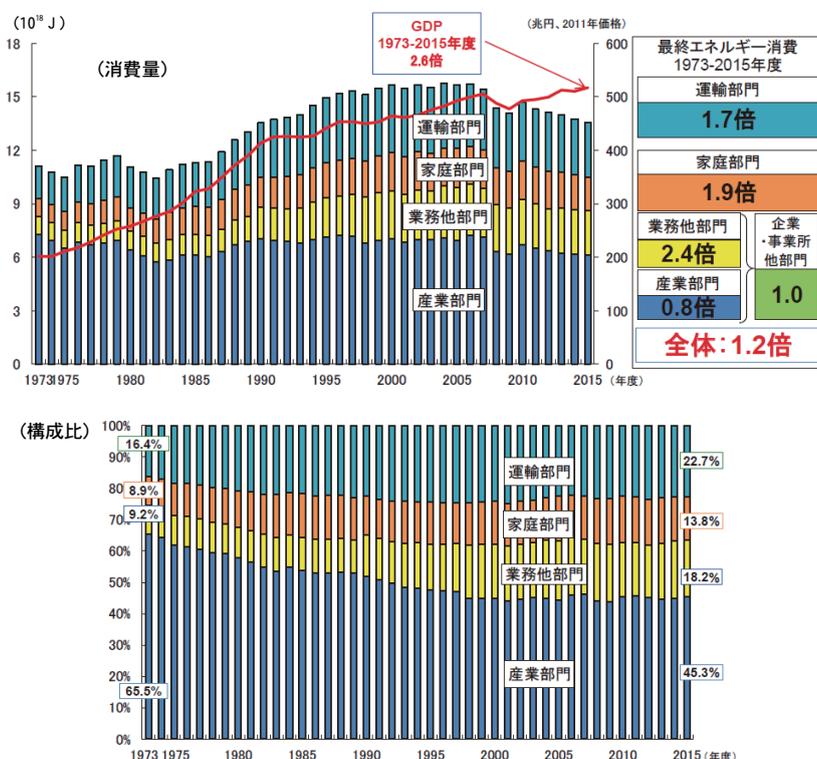
従来の省エネ法と建築物省エネ法の比較 (新築にかかる措置)

		省エネ法	建築物省エネ法
大規模建築物 2,000㎡以上	非住宅	第一種特定建築物 届出義務 【著しく不十分な場合、指示・命令等】	特定建築物 適合義務 【建築確認手続きに連動】
	住宅	届出義務 【著しく不十分な場合、指示・命令等】	届出義務 【基準に適合せず、必要と認める場合、指示・命令等】
中規模建築物 300㎡以上 2000㎡未満	非住宅	第二種特定建築物 届出義務 【著しく不十分な場合、勸告】	届出義務 【基準に適合せず、必要と認める場合、指示・命令等】
	住宅	届出義務 【著しく不十分な場合、勸告】	届出義務 【基準に適合せず、必要と認める場合、指示・命令等】
小規模建築物 300㎡未満	住宅専業建築主 (住宅トップランナー) 年間150戸以上	努力義務 【必要と認める場合、勸告・命令等】	努力義務 【必要と認める場合、勸告・命令等】

(出所) 国土交通省Webサイト

1 非住宅建築物の場合は、省エネ法で建築設備とされている空調、換気、照明、給湯、昇降機（エレベータ等）で消費するエネルギー量が対象となる。このような設備では電気、ガス、灯油など様々な二次エネルギーが使われているが、これを変換・加工される前のエネルギー資源である一次エネルギー消費量に換算する。
 2 ジュール（J）はエネルギーの大きさを表す単位。1ペタジュール（PJ）は10¹⁵J、原油換算で25,800kl。
 3 運輸部門は1973年度の16.4%から2015年度の22.7%と6.3ポイントの増加。

部門別最終エネルギー消費量および構成比の推移⁴
(1973～2015年度)



注) 産業部門は農林水産鉱建設業と製造業の合計
(出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書2017」、2016年6月を加工

2014年4月に閣議決定されている国の「エネルギー基本計画」で、新築公共建築物等では2020年までに、新築建築物の平均では2030年までにネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング (ZEB)⁵の実現を目指すという政策目標が設定されており、2015年12月の国連気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21) における「パリ協定」の採択に先立ち、国連に提出された2020年以降の温室効果ガス (GHG) 削減に向けた約束草案でも、日本は「業務その他部門」と「家庭部門」における

建築物のGHG排出量をそれぞれ2030年度に2013年度比で約40%削減するという目標を国際的に明示している。そのため、省エネルギーの高い建物の普及促進は急務となっている。

○病院経営⁶と省エネ

民生部門の中でも24時間365日エネルギーを必要とし、そのエネルギー消費原単位⁷が一般的な事務所ビルの2倍 (年間約4,000MJ/m²) とも言われている医療施設において、環境負荷低減の観点からは省エネへの努力が望まれる。通常時の省エネは、火災や自然災害などの緊急時に限られたエネルギーで医療業務を継続するための最良の備えともなる。

しかし、人命を預かる施設である病院は必要なエネルギーの十分かつ安定的な供給に常にプライオリティーを置かざるを得ない。過度の省エネは、とりわけ身体機能が低下し、

気温や湿度の変化に敏感な患者にとって症状の悪化につながりかねないし、職員の仕事の効率も低下する。また、高度な先進医療機器の導入などにより電力消費量は意図せずとも増大する傾向にある。加えて、大幅な省エネを行うには建物の改築、高効率エネルギー機器の導入、エネルギーマネジメントシステムの変更や再構築などに多額の投資が必要となる。

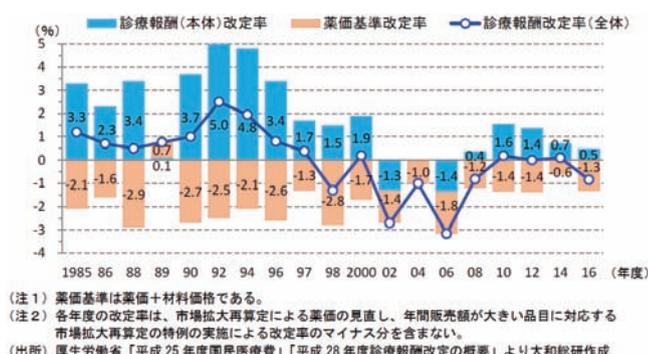
4 単位の10¹⁸Jはエクサジュール (EJ) で、1 EJは1 PJの1000倍。
5 ZEBとは建築構造や設備での省エネ、再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用、地域でのエネルギーの面的 (相互) 利用などを通じて、年間の一次エネルギー消費量がネットでゼロまたは概ねゼロとなる建築物のことをいう。
6 本稿では全病床に占める一般病床の割合が5割を超える一般的な病院について述べる。
7 エネルギー使用量を生産数量、建物床面積など、エネルギー使用量と密接な関連を持つ値で除したものを。

一方、病院の医業収入は、国により決定され、2年おきに改定される診療報酬に左右される。日本の国民医療費は年々増加しており、GDPに占める割合も増えている。今後も高齢化に伴う医療費の増大が見込まれ、国としては財政健全化のために診療報酬を抑制してゆく方針であり、前回2016年度改定では、薬価基準改定率を含む全体としての改定率が2008年度以来のマイナスとなった。また、診療報酬改定の本体のみを見ても、2010年以降、医

科の診療報酬改定率は毎回、改定率のプラス幅が縮小している。

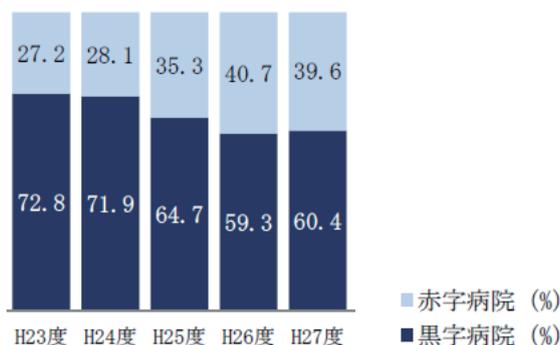
このような状況下、日本では赤字病院の割合が増加傾向にあり、一般病院のおよそ4割(39.6%)が赤字という調査結果もある⁸。加えて、支出では人件費の割合が圧倒的で5割程度⁹を占めるのに対し、光熱水費は数%に過ぎないため、病院経営の観点からすると省エネによるコスト削減効果は小さい。とりわけエネルギーシステムに再生可能エネルギー(再エネ)を導入した場合、設備費が高額となり投資回収に時間がかかるばかりでなく、エネルギーのマネジメントシステムが複雑化する。しかし、設備投資によりかならずしも患者数の増加、すなわち診療報酬の増加が見込めるわけではないので、経済的なインセンティブは乏しい。従って、病院における積極的な省エネや再エネ利用には、院長をはじめとする関係者の高い環境意識や、病院は地域社会のロールモデルたるべしとする自負が色濃く反映されることになる。

診療報酬改定率(全体、本体、薬価基準)の推移(1985~2016年)



(注1) 薬価基準は薬価十材料価格である。
 (注2) 各年度の改定率は、市場拡大再算定による薬価の見直し、年間販売額が大きい品目に対応する市場拡大再算定の特例の実施による改定率のマイナス分を含まない。
 (出所) 厚生労働省「平成25年度国民医療費」「平成28年度診療報酬改定の概要」より大和総研作成
 (出所) 亀井亜希子「2016年度診療報酬改定による医療費への影響」、大和総研ESGレポート、2016年5月25日

一般病院における黒字病院と赤字病院の割合



(出所) 関悠希「平成27年度病院の経営状況について」、福祉医療機構SC. Research Report、2016年12月21日

診療報酬改定率(本体、医科、歯科、調剤)の推移(1985~2016年)



(出所) 厚生労働省「平成25年度国民医療費」より大和総研作成
 (出所) 亀井亜希子「2016年度診療報酬改定による医療費への影響」、大和総研ESGレポート、2016年5月25日

8 関悠希「平成27年度病院の経営状況について」2016年12月21日。一般病院は全病床に占める一般病床の割合が5割を超える病院。39.6%は2015年度の割合。赤字は経常利益が0円未満のもの。

9 関(2016)によると医業収益の5~6割。

○「次世代グリーンホスピタル」足利赤十字病院

最先端をゆく省エネ病院の代表例として、栃木県足利市とその近隣の人口約80万人をカバーする中核医療機関、足利赤十字病院¹⁰（555床）が挙げられる。2011年7月に新築・移転した同院は「次世代グリーンホスピタル」をモットーに掲げており、昨年の4月には国際病院設備学会が新設した「IFHE国際医療福祉建築賞2016」¹¹で世界一に選ばれた。それ以前にも第1回カーボンニュートラル大賞（建築設備技術者協会）、第23回医療福祉建築賞（日本医療福祉建築協会）、平成26年度省エネ大賞（経済産業大臣賞）など、国内で様々な賞を受賞している。

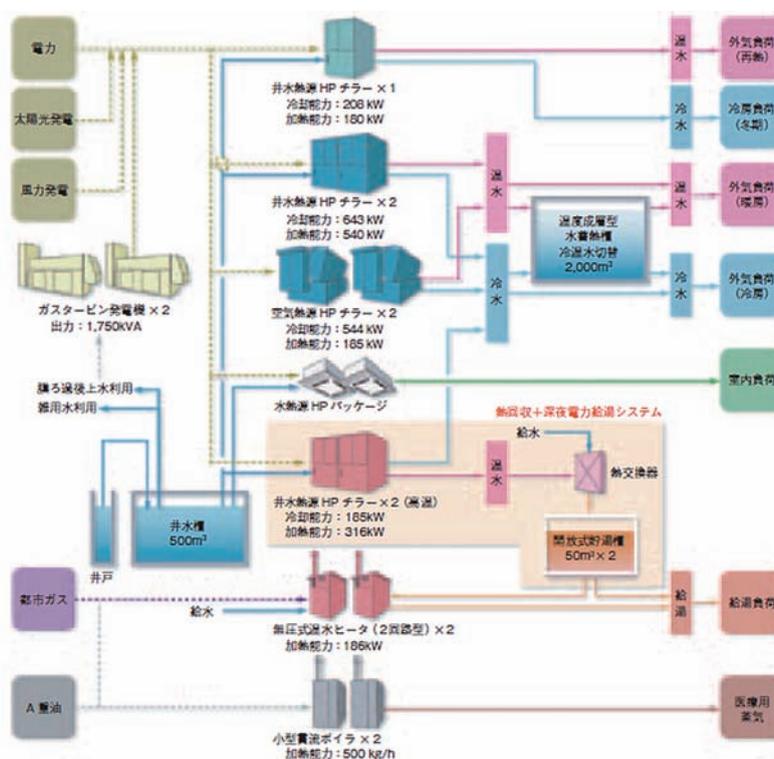
この施設の最大の特徴は敷地内の豊富な井水を十二分に活用した分散型のエネルギーシステムである。従来から医療施設では一般的であったエネルギーを大量消費し放熱ロスの大い蒸気中心の熱源システムを根本から見直し、蒸気利用は医療用に限定することとした。空調や給湯には、一年を通して温度がほぼ一定で、夏は外気より冷たく、冬は外気より暖かい井水を熱源とするヒートポンプ（HP）¹²を活用し、用途（室内

足利赤十字病院の分散型熱源¹³



（出所）塚見史郎、渡邊賢太郎「次世代グリーンホスピタル足利赤十字病院」、ヒートポンプとその応用No. 86、2013年10月

足利赤十字病院のエネルギーシステム構成



（出所）塚見史郎、渡邊賢太郎「次世代グリーンホスピタル足利赤十字病院」、ヒートポンプとその応用No. 86、2013年10月

10 創立は1949年。

11 2011年以降に建築された医療分野の優れた建築プロジェクトを表彰するもの。①治療環境、②身体的な満足感、③アクセシビリティ・利用しやすさ、④健康に良い、⑤自立、⑥日常生活のための機能性、⑦精神的な満足感、⑧社会的な満足の8つが審査基準で、各国の専門委員による投票で決定された。

12 ヒートポンプは空気、地中熱（地盤や地下水等の低温の熱エネルギー）などを熱源として、投入したエネルギー以上の熱エネルギー（冷熱・温熱）を得ることのできる仕組み。

13 チラーは空調熱源等の温度を一定に保つための装置。貫流ボイラは水を沸かす際に蒸気にならなかった分を循環・再加熱する（循環式ボイラ）ことなく、そのまま排出してしまう方式のもの。保有水量が少なくて済むのでコンパクトになる。

冷暖房、外気冷暖房、加湿、給湯、医療用蒸気) に合った機器の組み合わせでエネルギー使用を最適化している。また、夜間の安価な電力で夏は冷水、冬は温水をつくり2,000m³の水蓄槽で蓄熱し空調に活用することで、日中の電力のピークカットと熱源機器の定格運用による高効率化が図られている。給湯にあっても一日分の給湯量およそ100m³を深夜電力の利用で溜めておくことにより電力負荷の平準化に配慮している。

これに加えて再エネ利用のシンボルとして風車4基(出力各10kW)を駐車場に¹⁴、太陽光発電(出力20kW)は屋根ではなく、敢えて人目につくメインエントランス脇の地上レベルに配置している。全ての機器は商用ビルの室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのシステムであるビルディングエネルギーマネジメントシステム(BEMS)により集中管理されており、収集されたデータは環境情報として「見える化」され、風車や太陽光発電設備の存在とともに、来院者やスタッフのエコ意識を高めている¹⁵。

その他の省エネにつながる様々な設計上の工夫もあり、同病院では従来型の大規模病院における平均的な年間の一次エネルギー使用量原単位4,050MJ/m²を2,240MJ/m²へと約45%も削減することに成功した。

こうしたグリーンホスピタルの実現には、医師であり、医療管理政策学の修士号(MMA)も持つ小松本悟院長の信念とリーダーシップに拠るところが大きい。計画当時、省エネ・省CO₂のトップランナーに対す

る国からの補助金が獲得できたこと、そして、リーマンショック後の景気低迷期で、現在に比べれば総事業費がおよそ半分の水準であったことにより、自前での建設が可能になった、という事情もある。

○自然・地域と共生する佐久総合病院グループ

一方、長野県の東に位置する東信地域(人口およそ42万人)の中核となる医療施設、佐久市の佐久総合病院¹⁶グループでの取り組みは、地域社会との共生を伝統とする病院における省エネ・再エネ導入推進の代表例である。同病院グループでは、2014年の3月に高度急性期医療を担う機能が佐久総合病院(本院)から新築された佐久医療センター(医療センター)に移転した。移転後の本院では引き続き改築工事が進められており、全事業の完成は2018年度を予定している。

大がかりな同病院グループの再構築にあたり、まずは自らがエネルギー消費量・CO₂削減とエネルギーの地産地消を実践することで、県内の他の施設や近隣住民にも同様の取り組みが広がる教育的効果¹⁷を考慮している。

◆佐久医療センター

新築の医療センター(病床数450)では①緩衝空間の導入、②クールヒートトレンチ(地下溝)とエコシャフトを通じた外気の予冷・余熱、③井戸水のカスケード利用、④太陽光・熱の利用など、地域の気候特性を生かした省

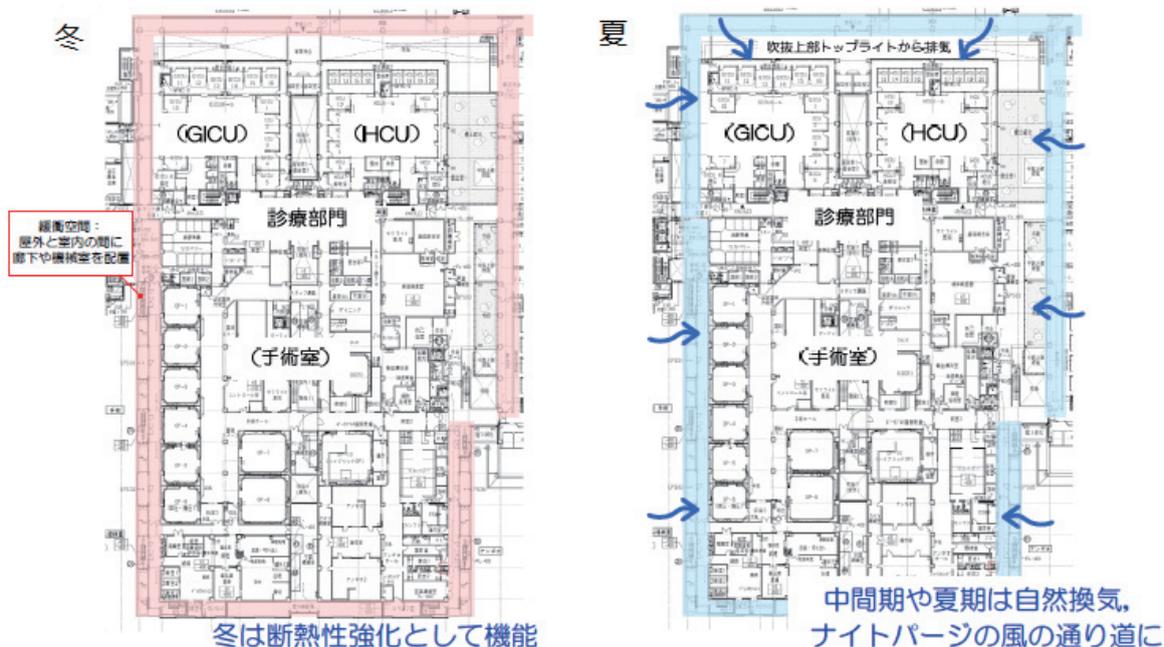
14 4基の風車はそれぞれ青、赤、黄、緑の4色に色分けされており、災害時にはトリアージ(患者の治療の優先度を重症度に基づいて選別すること)のサインとなる。

15 ただし投資回収には風力発電で約300年、太陽光発電で約50年かかる。

16 佐久総合病院は1944年の発足以来、農村地域における医療普及の取り組みを続けてきた長い伝統を誇る医療機関。

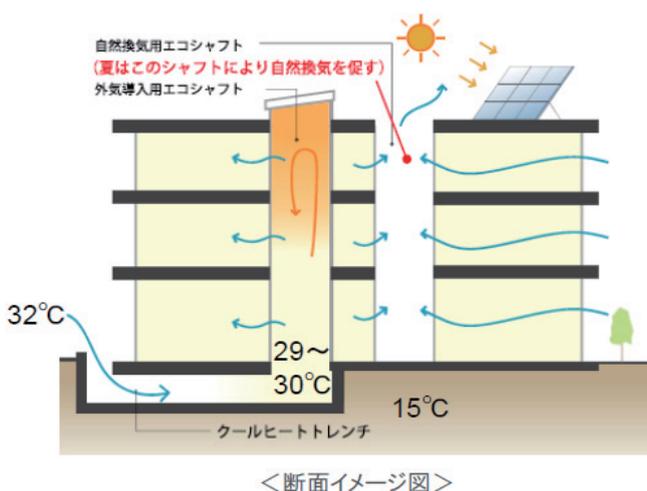
17 同病院グループでは、いのちと環境を守り、生きがいのある地域づくりに貢献する様々な活動を行っており、毎年催される病院祭には2日間で1万人以上が訪れる。

緩衝空間の平面図



(出所) 佐久医療センター資料を加工

クールヒートトレンチとエコシャフトによる外気の予冷・余熱



(出所) 佐久医療センター資料

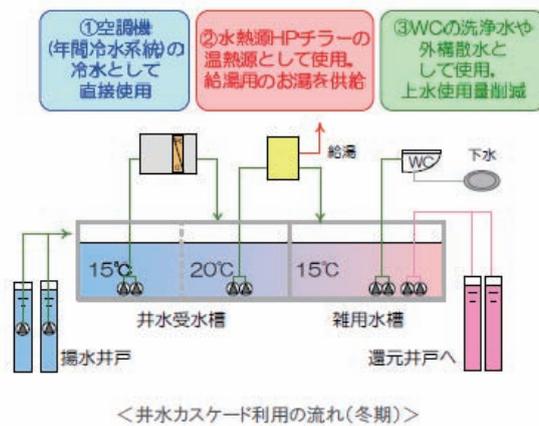
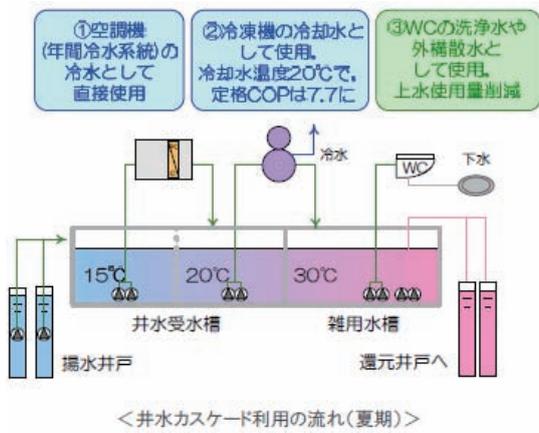
エネ・省CO₂が特徴的だ。

緩衝空間とは屋外と室内を隔てる空間のことで、同センターでは診療棟をぐるりと取り囲む廊下の幅を広くすることにより、外気温の変化が室内に与える影響を最小限に留めている。冬はこの空間が「断熱材」の役目を果たし、中間期¹⁸は自然換気の、また外気が20℃前後まで下がる夏の夜間は、空調時間外に室内に蓄積された熱を外の冷気で冷やす（ナイトパーズ）風の通り道となり、空調の消費エネルギー削減を可能にしている。

クールヒートトレンチとは地下溝のことで、病棟にはこのトレンチを介して外気が導入される。夏は外気より温度が低く、冬は高い地下空間での予冷（夏）、予熱（冬）効果で、空調に使用するエネルギーの削減に貢献する。また、建物内部に設けられたエコシャフト

18 夏の冷房期と冬の暖房期の間

井水のカスケード利用

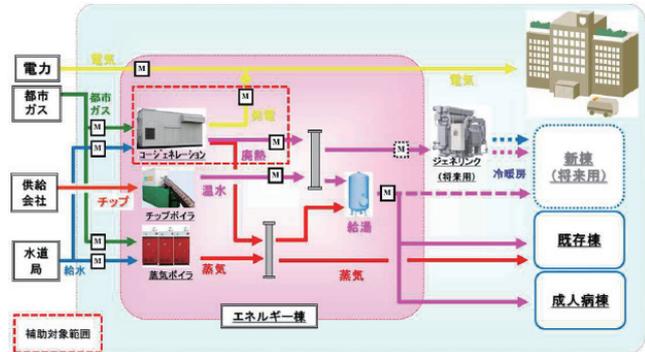


トと呼ばれるガラス製の吹き抜けは、自然換気の「煙突」となり温まった室内の空気を上部から排出する。冬季はクールヒートトレランチとつながったエコシャフトの上部に当たる太陽熱でも予熱が行われている。

さらに、年間を通じて水温15℃程度の井水は空調機の冷水や冷却水、給湯の熱源、トイレの洗浄など、多角的かつ段階的に利用されている。

加えて、日本でも有数の長い日照時間を活

佐久総合病院（本院）のエネルギーシステム構成



(出所) 佐久総合病院（本院）資料

用し、屋上での太陽光発電（出力100kW）による電力供給、太陽熱集熱器（出力80kW）による給湯を行い、BEMSを通じたエネルギーの集中管理と「見える化」で、来院者へ省エネと再エネの理解を促している。

こういった創意・工夫により、同センターは環境性能で建築物を評価するCASBEE（建築環境総合性能評価システム）¹⁹の最高ランクであるSランクを取得している。

◆佐久総合病院（本院）とエネルギーサービスプロバイダー（ESP）

医療センター開院後、第二期の増築工事が始まった佐久総合病院（本院、351床）では、2015年11月にエネルギー棟が完成した。本院で特筆すべきは東日本大震災以降、重要性が再認識された電源の多重化に際して、環境性にすぐれ、中圧管の耐震性能の高さ²⁰に評価が高まっている中圧ガス（都市ガス）による熱電併給【コージェネレーション(コジェネ)】を導入し、さらに木質バイオマスボイラを組

19 2001年に国土交通省の主導の下で財団法人建築環境・省エネルギー機構内に設置された委員会によって開発されたシステム。日本国内の建築物の品質を、省エネ、環境負荷の少ない資機材の使用から室内の快適性、景観への配慮などまで総合的に評価するもの。S（素晴らしい）、A（大変良い）、B+（良い）、B-（やや劣る）、C（劣る）の5段階のランクがある。

20 大地震にも耐える構造の中圧ガス導管による供給で、一般家庭などへの低圧による供給とは違い、基本的にガス供給は停止されないことになっている。

み込むエネルギーシステムを構築したことに
ある。災害時におけるコア業務の継続機能向
上、コジェネの排熱利用による省エネ・省CO₂
に加えて、バイオマスボイラ用燃料として佐
久地域のカラマツの間伐材チップを利用する
ことにより、エネルギーの地産地消と地元で
の雇用創出を実現した。また、本病院が他に
先駆けて地元貢献型のエネルギー・モデルを
実践することで、地域の医療機関でも同様な
モデルが普及することを狙っている。

コスト増となるバイオマスボイラの導入に
は反対意見もあったが、地域林業の活性化や
地元関連産業への波及効果の観点から敢えて
採用に踏み切った。このようなモデルの実現
を可能にしたのが補助金²¹とエネルギーサー
ビスプロバイダー (ESP) の活用である。ESP
事業では、エネルギー事業に精通した事業者
が自らの負担で顧客の敷地内にエネルギー
供給設備を設置し、10～15年の長期エネルギー
サービス (ES) 契約のもと、エネルギー調
達と供給最適化、設備の維持管理と効率的な
エネルギーマネジメント、コンサルティング、
エネルギーデータの計測や検証などの総合的
なサービスを提供し、対価として毎月ES料
金を受け取る。顧客側は初期投資なしで専門
家にエネルギー調達を含むエネルギー管理を
してもらえるメリットがある²²。本院では医
療センター新築に伴う莫大な費用負担もあ
り、本来であれば計画通りのエネルギー設備
の導入は難しかった²³が、ESPの活用によりイ
ニシャルコストを5～6億円削減できる見通
しが立ち、加えて施設管理スタッフも複雑化
するエネルギーシステム運営のノウハウをプ

ロから学べることになった。

新たなエネルギーシステムの導入により、
本院では20～30%の省エネを、また本院と医
療センターの合計で通常は年5億円程度かか
る光熱水費を今年度は10～20%削減するこ
とを目標にしている。

〇おわりに

医療機関のように省エネ改修による増収が
見込みにくく、多様なエネルギー機器の最適
運用に携わる専門家を持たない施設が、増大
する設備コスト負担と複雑かつ高度化するエ
ネルギーマネジメントに対処するには限界が
ある。しかし、高エネルギー消費施設である
と同時に地域社会のシンボルであり、教育効
果も高い病院での省エネと環境負荷の低減活
動は地元への影響力が大きい。地域の拠点と
なる医療機関への補助金制度を充実するとと
もに、ESP事業のように初期投資負担を軽減
しつつ、専門的なエネルギー管理ノウハウを
提供する仕組みが今後、ますます重要となっ
てくるのではないか。

21 コジェネに関しては補助金を利用したが、バイオマスボイラでの補助金利用はない。

22 本ESP事業の事業者は東京ガスの子会社である東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社。ガスは東京ガス系列の長野都市ガス、電力は中部電力、木質チップは地元を中心とする林業関連5社の役員が個人で出資、設立した「佐久森林エネルギー」が供給する。

23 コストの問題で当初は導入予定であった太陽光発電の設置を今回は見送っている。