

(3) 外皮単位の診断

1) 窓ガラス仕様の検討

窓ガラスの仕様の違いによる効果の比較検討を行った。表－8に積貞棟をモデルとして窓ガラスの仕様を比較した。その結果、現状の普通透明ガラスと比較して、複層ガラスは年間熱負荷で14.0%、空調用電力で9.6%の削減効果があることが判明した。Low-E ガラスについては、関西圏のような比較的温暖な地域において庇効果のあるバルコニーにより日射が遮蔽された前提で、病棟のような24時間空調されている場合には、高性能ガラスゆえに夜間など外気温度が低い際に内部発熱を放散できないことの影響により、複層ガラスと比べて削減効果がやや劣る結果となった。なお、この結果は、地域・建築仕様・運用状況などの条件が重なった特殊ケースであり、全ての建物に一般論として当てはまるものではない。

窓ガラスの仕様変更については、新築建物の場合は高性能ガラスの仕様を組み込むことは容易であるが、既設建物のように使用している場合は、仮設や実際の工事方法の工夫などが必要であり、実質的に工事が困難である。そこで、既設建物では機能更新や全面更新の際に適用を検討することとする。

表－8 窓ガラス仕様の変更による効果比較

		普通透明ガラス	複層透明ガラス	Low-Eガラス
仕様		普通透明 6mm	複層透明 3+3mm	Low-E
ガラス概要		一般的な透明フロートガラス	2枚の板ガラスを一定間隔に保ち、その周囲に金属製枠をはめ、内部に乾燥空気や特殊ガスを封入した加工ガラス	板ガラス表面に金属の薄膜をコーティングして、遠赤外線反射率を高めるため、熱放射が伝わりにくいガラス 近赤外線の透過仕様により、高断熱タイプと遮熱タイプに分かれる
年間熱負荷 MWh	冷房	918	1,013	1,043
	暖房	1,195	804	780
	計	2,113	1,817	1,823
	比率	基準	-14.0%	-13.7%
空調用電力 MWh	年間	1,371	1,240	1,273
	比率	基準	-9.6%	-7.1%

注) 明色ブラインドの設置を見込む

空調電力には、熱源、ポンプ、空調機、FCU等の動力を含む

【検討条件】・積貞棟を建築条件のモデルに想定(延床面積20,379㎡、+9FL)

- ・室内条件は、照明20W/㎡、室内機器5W/㎡、人員0.10人/㎡、外気量25m³/h・人
- ・熱源機は空冷ヒートポンプチャラー、空調方式は外調機+FCU方式
- ・空調期間は、冷房6～9月、暖房11～3月。運転時間は24時間

2) 庇や断熱仕様の検討

先の窓ガラスの仕様比較結果より複層ガラスとした上で、更なる建築的な対応を検討した。表－9に積貞棟レベルの新病棟を想定して庇や断熱仕様の変更による効果の比較を行った。具体的には、バルコニーに更なる庇および袖壁の設置、断熱の強化(外壁断熱25mm→50mm、屋上緑化・断熱ブロックの設置)を設定した。その結果、更なる庇および袖壁の設置により、年間熱負荷で2.4%、空調用電力で1.6%の削減効果があることが判明した。断熱の強化については、先のLow-Eガラスと同様に、内部負荷の放散ができないこと、蓄熱負荷の影響により、削減効果がやや劣る結果となった。この結果についても窓ガラスのときと同様に、地域・建築仕様・運用状況などの条件が重なった特殊ケースであり、全ての建物に一般論として当てはまるものではない。

庇などの仕様変更についても先の窓ガラスと同じく工事上の制約が存在するため、同様の適用方法で検討を行うこととする。

表－９ 庇や断熱仕様の変更による効果比較

窓ガラス		複層ガラス	複層ガラス	複層ガラス
庇		バルコニー	バルコニー＋庇追加＋袖壁	バルコニー＋庇追加＋袖壁
断熱		外壁断熱25mm 屋上断熱50mm	外壁断熱25mm 屋上断熱50mm	外壁断熱50mm 屋上断熱50mm＋屋上断熱強化
概要				
年間熱負荷 MWh	冷房	1,013	951	1,057
	暖房	804	823	787
	計	1,817	1,774	1,844
	比率	基準	-2.4%	1.5%
空調用電力 MWh	年間	1,240	1,220	1,282
	比率	基準	-1.6%	3.4%

注) 明色ブラインドの設置を見込む

④ 設備単位の診断

(1) 基幹設備の診断

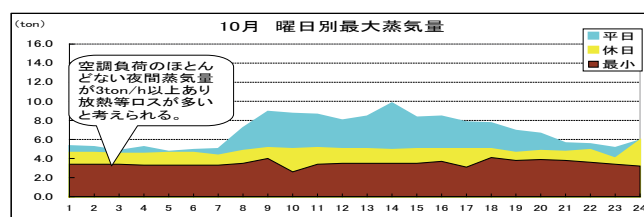
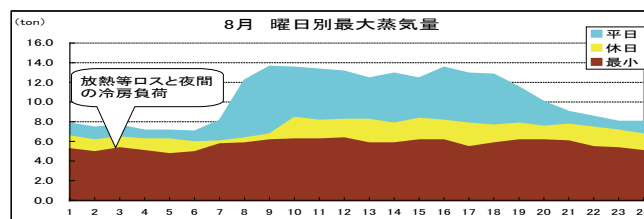
1) 現状の問題点

a. 蒸気消費費

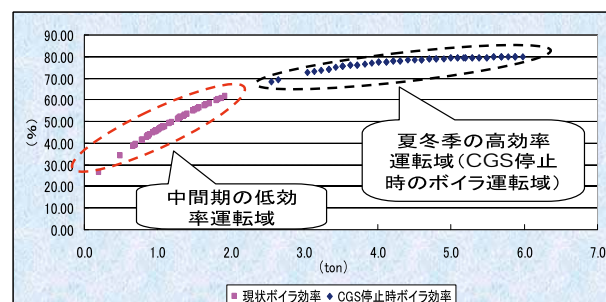
図－17に代表月の曜別最大蒸気量を示す。蒸気計測データより、ピーク使用蒸気量は、夏季で13.5t/h、冬季で13.0t/h、中間期では8～10t/hであった。特に、冷暖房需要の非常に少ない中間期の夜間蒸気量は、3～3.5t/hで放熱等ロスが大きい。また、中間期の夜間休日の蒸気量は、4.5t/h以下であり、コージェネ設備からの排熱利用しきれていない。

b. ボイラ効率

図－18に蒸気量によるボイラ効率を示す。効率測定データより、現状のボイラの総合効率は、69%程度であり、効率が非常に低下している。蒸気供給先の減少により、蒸気量は年々少なくなっており、負荷率低下の原因となっている。



図－17 代表月の曜別最大蒸気量



図－18 蒸気量によるボイラ効率

2) 問題点と対策方針の整理

本病院のように基幹設備と棟単位の設備が密接に関連している場合には、基幹設備と棟に設置された設備を分けることなく、一体として検討することが必要となる。エネルギー棟側の設備と棟側の熱源設備などを一体的に検討することで、より効果的なエネルギー低減策の抽出が可能である。

基幹設備に関する現状の問題点と対策方針を表－10のように整理した。

これらの方針をもとに、コージェネ設備とボイラをサービスサブライ棟に集中設置する案（案1）、および各施設に分散設置する案（案2）を検討することとした。

表－10 基幹設備の問題点と対策方針

設備の種類	現状の問題点	対策方針
コージェネ	ガスタービン発電機は設置後16年経過し、耐用年数を過ぎており、老朽化が激しい。最新の機器と比較して発電効率が劣る。発電に伴い蒸気を取り出しているが、負荷が少ない中間期や休日などにおいて、蒸気を使いきれない時期がある。	発電効率が高く、発停が容易なガスエンジン発電機を導入
ボイラ	設置後14・17年経過し、効率が低下している。最新の機器と比較して効率が劣る。	貫流式ボイラ（小容量を複数台設置）に更新
非常用発電機 （医療用、防災用）	設置後16・22年経過し、老朽化が激しい。	新設ガスエンジンコージェネの有効利用、または小型コージェネを分散配置して不足分を非常用発電機で賄う。
蒸気供給	蒸気の供給先および供給量とも減少している。供給配管の延長が長く、熱損失が大きい。	将来の蒸気供給量を想定して検討 蒸気供給配管を設置しない、分散設置を検討

(2) LED 照明の検討

1) 照明器具効率と光源による照明手法の比較検討（エネルギー的見解から）

照明器具は、照明器具効率と光源の発光効率によって構成されており、この要素の組み合わせで照明器具の使用用途が決定されている。

ここで、照明器具効率とは、照明器具内の光源（ランプ）の全光束が照明器具内を反射・透過して実際の光束となって照射される割合、光源の発光効率とは、1Wあたりに発光することができる光束量（lm／W）を示す。

次頁の表－11に、病院で使用されている照明器具効率と光源の発光効率を乗じた器具効率一覧表を示す。

表-11 照明器具効率一覧表

器具種類 (効率)	ランプ種類	品番	全光束 lm	消費電力 (安定器損失も含む) W	lm/W	器具効率を含む lm/w	
 65%	コンパクト蛍光灯	FDL13W	800	17 W	47 lm	31 lm	更新対象
		FDL18W	1,070	22 W	48 lm	31 lm	
		FDL27W	1,550	32 W	48 lm	31 lm	
	コンパクト蛍光灯	FHT24W	1,800	27 W	66 lm	43 lm	
		FHT32W	2,400	34 W	70 lm	46 lm	
		FHT42W	3,200	44 W	72 lm	47 lm	
 85%	ラピッド蛍光灯	FLR40W(一般)	3,000	43 W	69 lm	59 lm	更新対象
		FLR40W(3波長)	3,450	43 W	80 lm	68 lm	
	HF蛍光灯	FHF32W(定格)	3,520	32 W	110 lm	94 lm	
		FHF32W(高出力)	4,950	45 W	110 lm	94 lm	
 80%	コンパクト蛍光灯(ツイン)	FPL27W	1,800	32 W	56 lm	45 lm	次期更新対象
		FPL36W	2,900	36 W	80 lm	64 lm	
		FPL55W	4,500	55 W	81 lm	65 lm	
 60%	水銀灯	HF250	12,700	260 W	48 lm	29 lm	更新対象
		HF400	22,000	436 W	50 lm	30 lm	
		HF700	41,000	745 W	55 lm	33 lm	
	セラミックメタルハイドランプ	MCF150形	15,000	175 W	85 lm	51 lm	次期更新対象
		MCF250形	24,100	208 W	115 lm	69 lm	
 90-100%	LEDダウンライト	LEDD900	1,080	13 W	83 lm	75 lm	
	LEDベースライト	LEDT45401	4,480	56 W	80 lm	78 lm	
	直管形LED	R-FZC40BN1	1,980	22 W	90 lm	90 lm	
	JEL801対応LED	40W相当	2,400	29 W	82 lm	82 lm	
	HF相当LED		7,600	69 W	110 lm	110 lm	

器具出典：東芝ライテック(株)カタログ

表-11 から、LED 器具の方が蛍光灯・水銀灯器具より器具効率が高くなっていることがわかる。従って、器具効率が低いダウンライトと外灯は優先的に LED に更新されるべきである。

外灯については現在、高照度の LED が高価であるため、比較的照度の低い外灯は LED に更新しており、一方コスト面で導入しにくい高照度タイプの外灯は、セラミックメタルハイドランプへ更新している。今後、現状の器具の劣化状態と LED 価格のバランスを見計らって、セラミックメタルハイドランプまたは LED に更新していくものとする。

ダウンライトについては、本学ではすでに 3,000 台以上が LED ダウンライトに更新されている。このダウンライトの更新には、LED ユニットの寿命でユニット交換する場合に、工事費用の負担がないことと、LED ランプの低価格化、効率改善が進むことを見越し、主としてシリカ形の LED ランプを使用したダウンライトで更新をしており、本病院においても同様の方法で行うものとする。

次に、課題となるのが、最も設置台数の多い蛍光灯の更新である。効率の面からすると、ダウンライトと外灯の更新が最優先されるべきであるが、これらは設置台数が少ないため、全体的な省エネ量を考える場合、多数の台数が設置されているベース照明のラピッド型蛍光灯の更新が不可欠であり、2つの主な更新方法があげられる。

- ・LED照明への更新
- ・HF器具への更新

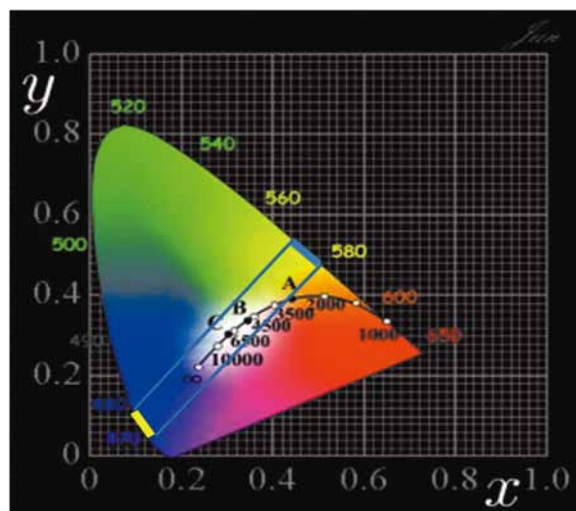
本学では、可能な限り環境負荷を低減する社会的責任のため、環境報告書に明示している使用済み蛍光ランプの排出量削減、および Hf 器具効率を上回る LED 器具も発売され始める状況において、将来的には Hf 器具も LED 器具に更新することも視野に入れ、Hf 器具ではなく LED 照明に更新する方法を選択する。この LED 器具への更新には、入院患者の負担軽減のため照明器具の入れ替えの必要のない蛍光灯型 LED の導入も含むが、蛍光灯型 LED は参入企業が多いため本学では導入の判断基準を定めている。

2) LED照明を採用時の留意点と採用判断基準

LED 光源はこれまでの光源は全く異なった発光方式をしているため、その性質を知った上で適切な LED 照明を選択する必要がある。現在何種類かの発光方式があるが、図－19 に示すように、LED は青色 LED 上にその補色となる黄色蛍光体を組み合わせることで白色光を得る方式が主流となっている。



図－19 青色LEDと黄色蛍光体の概念
出典：ローム㈱資料



図－20 CIE (国際照明委員会) x y 色度図

従って LED 光源が持つ特徴としては、下記のようなものが考えられる。

- ・青色 LED の材料のばらつきによって、色見のぶれが生じる (図－20 参照)
- ・黄色蛍光体の配合によって色温度がずれる (図－20 参照)
- ・色温度が下がるほど、蛍光体の量が増えるため、照度が下がる (効率が悪くなる)
- ・色温度が高くなるほど、照度が上がる (効率が良くなる)

多くの LED が青色 LED に黄色の蛍光灯をかぶせることによって白色光を作りだしていることから、発光効率を優先すると、黄色、赤色の色素が不足する傾向にあり、すなわち、演色性が低くなる傾向にある。つまり演色性と発光効率は相反の関係にあり、演色性を重視すると発光効率が低くなる傾向にある。以上のことから、LED 照明を省エネ工事の手法として選択する場合、省エネ率を優先するがために、発光効率ばかりに着目した LED 照明を選択すると、光源としての色調のバランスを失った光源を選択してしまう可能性がある。そのため、導入には光源の発光効率以外にも、演色性、色温度等にも十分に配慮した LED 光源を選択する必要があり、その選択は適材適所に選んでいく必要もある。しかしながら、省エネという観点から考えると、発光効率は最優先されるべき項目であり、下記のような判断基準で LED 照明を導入することとする。

a. 演色性・発光効率の基準

現在国立大学では、グリーン購入法の施行により、40 W型蛍光灯は Ra80 以上の照明を使用することになっているが、グリーン購入法施行以前は Ra60 ～ 74 クラスの一般蛍光灯を使用していたため、使用場所によって、2 種を使い分ける方法で、LED 照明を導入することとする。

演色性が重要とされる部屋 (病室・診察室)	Ra80 以上	発光効率	70lm/W
演色性が重要とされない部屋 (廊下・倉庫等)	Ra70 以上	発光効率	90lm/W

注) ここで発光効率とは、電源部分を含めた LED 照明器具全体の発光効率とする。

また、蛍光灯型 LED を使用する場合は下記の判断基準の条件として考慮する。

b. 配光角度

120 度以内で、全光束の 70%未満となるような、蛍光灯のように全面発光に近い状態のもの

c. 重量

G13 口金をそのまま使用する場合は、重量が 500g 以下のもの（JEL801 規格に相当する口金は除く）

d. 発光面

LED 素子を直視することがないよう、乳白のガラスまたはポリカーボネイトで覆われており、かつ LED の発光に際してフリッカーしていないもの

3) 将来的な LED 照明の導入検討

平成 22 年竣工の積貞棟をモデルに、既存 Hf 照明主体を全て LED 照明にした場合、どの程度の電力量削減が可能であるかを検討した。LED 照明の消費電力は国内照明器具メーカーの平均的な数値を使用していた。また合わせて、昼光センサーや人感センサー制御を付加した場合の検討も行った。

表－12 に検討結果を示す。Hf 器具等の蛍光管型照明器具を LED 照明に替えると、照明用の消費電力は 32%削減され、さらに昼光センサーや人感センサー制御を付加すると 39%の削減が可能であることが判明した。

表－12 Hf 照明主体を LED 照明器具にした場合のエネルギー削減率

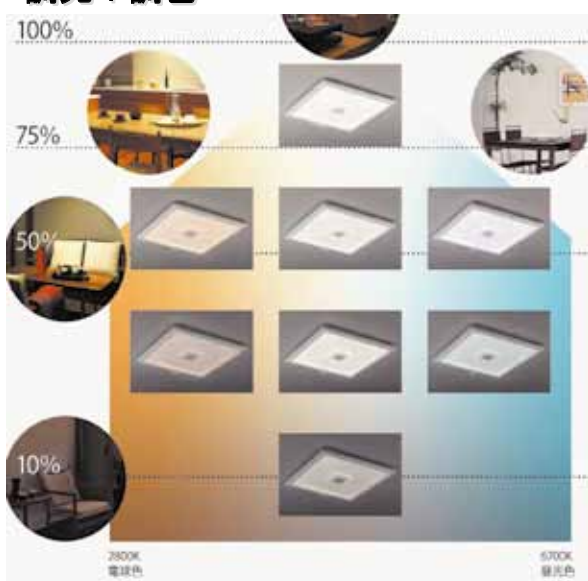
現状器具	変更後器具	設置台数 合計	既存照明器具 消費電力(W)	同等LED 消費電力(W)	既存照明器具 電力量kWh/年	同等LED 電力量kWh/年	削減電力量 kWh/年	削減一次エネルギー量 MJ/年	削減CO2 kg-CO2/年	削減率
シーリングライト(FL20X5)	LED直管システム	7	112	74	4,578	3,025	1,553	15,157	464	34%
シーリングライト(FHD40)	高照度LEDダウンライト	105	41	26	25,141	15,943	9,198	89,772	2,750	37%
シーリングライト(FHD85)	LEDスクエアベースライト	70	83	65	33,930	26,572	7,358	71,814	2,200	22%
処置灯	LEDユニバーサルダウンライト	5	90	26	2,628	759	1,869	18,241	558	71%
処置灯	高照度LEDダウンライト	161	130	25	122,231	23,788	98,443	960,803	29,434	81%
スクエア器具(FHP32X3)	COBスクエアベースライト	47	102	97	27,996	26,624	1,372	13,390	410	5%
スクエア器具(FHP32X4)	COBスクエアベースライト	2	136	97	1,588	1,132	456	4,450	136	29%
スクエア器具(FHP45X4)	COBスクエアベースライト	14	175	83	14,308	6,745	7,563	73,814	2,261	53%
ダウンライト(FHT24)	LEDダウンライト	686	28	13	112,174	52,481	59,693	582,603	17,848	53%
ダウンライト(FHT32)	LEDダウンライト	376	32	20	70,266	43,916	26,350	257,176	7,878	38%
ダウンライト(FHT32)カバー付	LEDダウンライト	8	32	26	1,495	1,214	281	2,742	84	19%
ブラケット(蛍光灯)	LED直付シーリングライト	108	10	6	6,307	4,036	2,271	22,164	679	36%
ブラケット(蛍光灯)	LEDブラケット	12	32	16	2,242	1,107	1,135	11,077	339	51%
ブラケット(白熱球)	LEDブラケット	8	36	6	1,681	280	1,401	13,673	418	83%
ベースライト(FL20W×1)	LEDベースライト	29	22	15	3,725	2,506	1,219	11,897	364	33%
ベースライト(FL20W×3)	LEDベースライト	27	67	54	10,564	8,514	2,050	20,008	612	19%
ベースライト(HF16W×1)	LEDベースライト	311	16	15	29,059	26,880	2,179	21,267	651	7%
ベースライト(HF32W×1定格)	COBベースライト	1,220	33	26	235,118	185,244	49,874	486,770	14,912	21%
ベースライト(HF32W×2高出力)	COBベースライト	234	45	34	61,495	46,463	15,032	146,712	4,494	24%
ベースライト(HF32W×2高出力)	COBベースライト	456	89	69	237,010	183,749	53,261	519,827	15,925	22%
ベースライト(HF32W×2定格)	COBベースライト	276	66	54	106,381	87,039	19,342	188,777	5,783	18%
ベースライト(HF32W×3高出力)	COBスクエアベースライト	136	135	97	107,222	77,041	30,181	294,566	9,024	28%
ベースライト(HF32W×3定格)	COBベースライト	22	99	69	12,719	8,865	3,854	37,615	1,152	30%
合計					1,229,858	833,923	395,935	3,864,315	118,376	32%
合計(センサー等を加味した場合の予想値)					1,229,858	745,031	484,827	4,731,911	144,953	39%

先の検討は照明器具の効率にのみ依存して作成しているが、LED 照明が持つ特徴（調色・調光等）を活かした視覚的・心理的效果を利用した照明を検討する。省エネとは関係ないように思えるが、色温度を調整できることは快適照度を調整できることでもあり、上手く活用することによって省エネ効果も期待することが可能である。

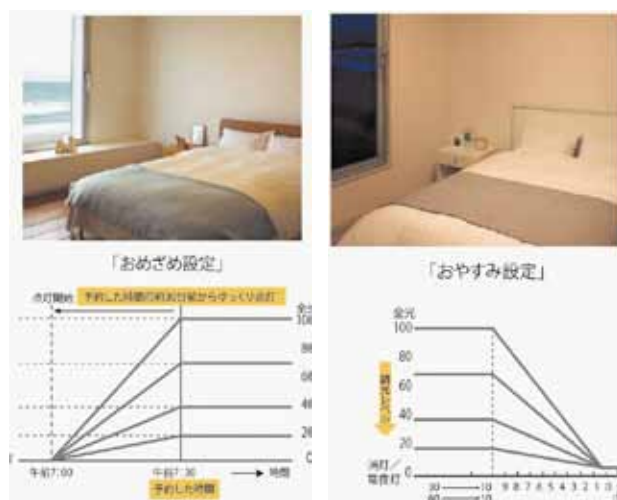
a. サーカディアン照明

サーカディアンリズム（生命体がおおよそ 24 時間周期で活動するリズム）は光の量と色温度に影響されている。高照度になるほど、色温度が高くなるほど、高い覚醒水準を誘発する。これら生体リズムと光の関係を利用したサーカディアンライティングとして、LED 照明の活用が期待できる。日中は高照度で色温度の高い光を浴びる事で活動的に行動し、日没後は照度を下げると同時に色温度も下げることでスムーズな睡眠につく。良質な睡眠・覚醒の機能を確保することで健康促進が期待できる。従来光源では調色をすることはほとんど不可能であったが、LED 照明は色温度の違う LED チップを並べることでスムーズな調色が可能になり、リモコンによる点灯・消灯・減灯・増灯機能、タイマー制御など、より現実的なサーカディアンライティングへの利用が期待できる。高機能照明としてのサーカディアンライティングであるが、色温度を変更することによる低照度時間帯をつくることや、タイマー制御の活用により、省エネ効果と病院アメニティーの向上に期待することができる。

調光＋調色



タイマー制御



【病室のシーン変化例】

起床：約30分かけて少しずつ明るくする。
 午前中：高照度の光を浴びることにより生態的覚醒度を上昇させる。
 午後：外光に近い色温度（5000K以上）の光で活動的な光環境を作る。
 日没後：夜は低い色温度（約3000K）の落ち着いた雰囲気を提供
 消灯前：低色温度（約3000k）、低照度（10～30lx）の光環境を作る。
 深夜：最低限の照度で、足下を照らすと安心感が得られる。

図－21 サーカディアン照明の概念

出典：東芝ライテック(株)資料