

Plus Ultra 省エネもさらに先へ, もっと前に

数値目標に「ESUM」を活用した省エネチューニング

学校法人愛知医科大学施設建設室
矢崎 祝秀



愛知医科大学

- ①対象施設の概要
- ②省エネ基本方針：省エネ要求事項
- ③客観的ツール活用による設計・管理目標の設定
- ④機能的で実効性の高い管理・運用体制の構築
- ⑤省エネ取り組み事例
- ⑥省エネ活動の成果

①大学(病院含む)

建物延床面積：249,351m²

学生数 医学部：683名，看護学部：433名

教職員数(全学) 2,275名

②病院

建物延床面積：119,430m² (新病院：86,662m²)

病床数：900床 (新病院：800床)

外来患者数：約2,400名/日

入院患者数：約700名/日

③年間エネルギー使用量

電気：27,343,120kWh

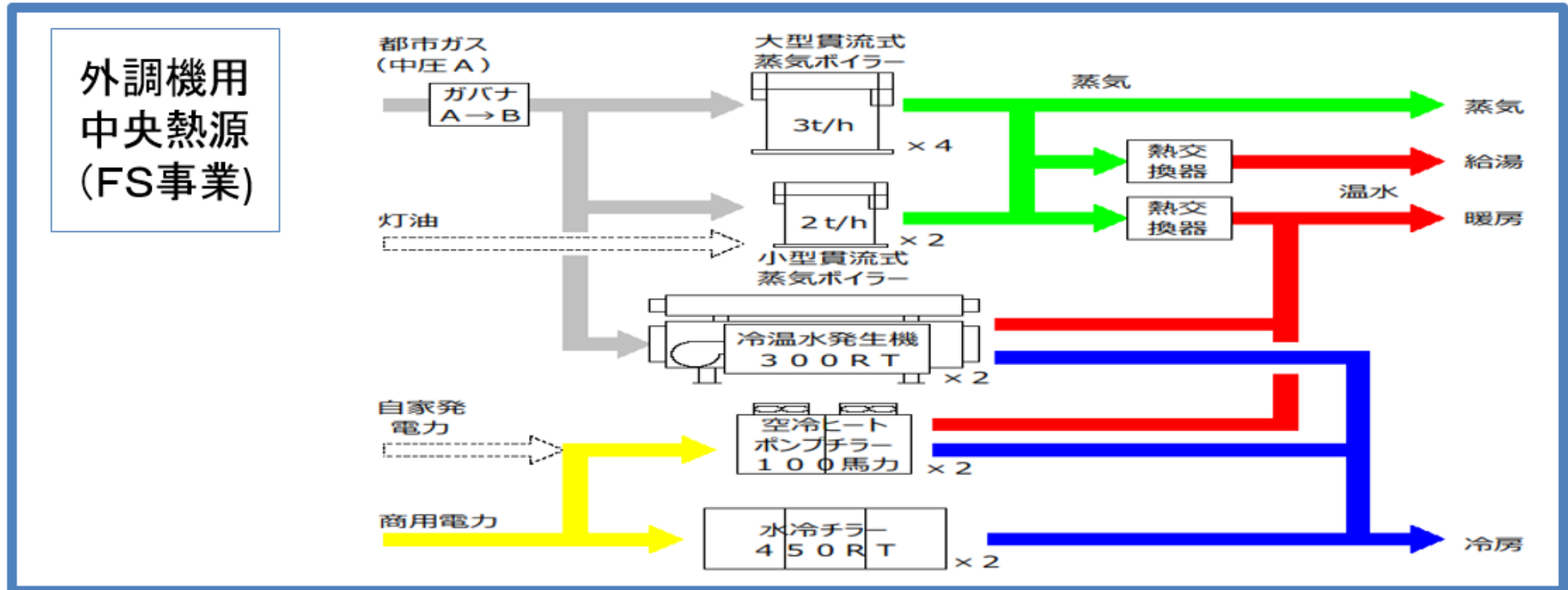
ガス：1,708,990m³

灯油：72,000L

⇒「第1種エネルギー管理指定工場」



< 対象施設の概要 >



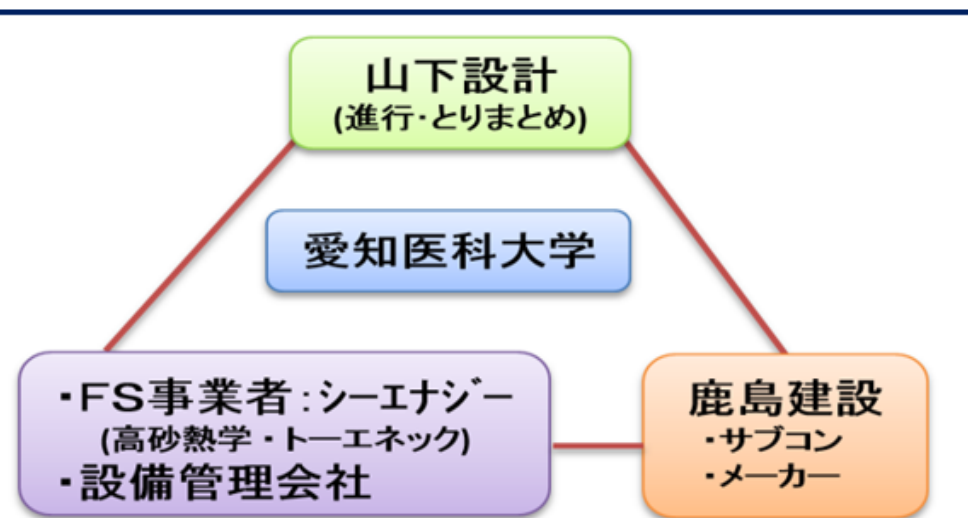
個別空調

- * 空冷ヒートポンプパッケージ(EHP) 冷房能力: 5,102kW
 室外機台数(ユニット数): **151**台 室内機台数: **1,458**台
- * 水冷ヒートポンプパッケージ(WEHP) 冷房能力: 2,300kW
 室外機台数(ユニット数): **95**台 室内機台数: **698**台
- * パッケージエアコン(PAC) 冷房能力: 897kW 台数**59**台
- その他、オペ室、ICU等用クリーンエアコン 冷房能力: 1,000kW

実施設計段階における省エネ要求事項

定例検討会：施主・設計会社・建設会社

- ①省エネ法の「事業者判断基準」と「中長期的な計画作成指針」に配慮した設備システム・機器・材料を選定すること
- ②当大学エネルギー管理方針の「高効率機器活用のシンプルでコンパクトなシステム」と「エネルギー供給のジャスト・イン・タイム」に配慮すること
- ③設備容量・性能は現状の運転管理データを十分に分析して設定し、建設費や運転費の増大の原因となる過大容量を排除すること
- ④オープン型BEMSの導入では、管理標準もふまえて、完成後のある程度の期間の中で「愛知医科大学に最適な管理・操作方法」が確立できるような「進化するBEMS」の考え方を検討すること



目的

完成後からの光熱費等経費増加の抑制は無理なので、円滑な病院運営や省エネ、BCP対策等について、合理的な管理運用とするための検討と検証を各工程で実施

検討項目例

- ・ 共用部空調基本設計のTAC値見直し
- ・ エアコン全室外機の気流シミュレーション実施
- ・ インバータ制御プラグファン型空調機の採用
- ・ LED化率95%で共用部は調光可能
- ・ エネルギー消費検証へESUMを活用
- ・ 中央熱源は基準化COPで経年管理
- ・ 照明の照度計測と判定方法の最適化

ESUM採用、活用への経緯

諸経費の従来の試算・推定手法

 「設計・建設時の設備容量の単純積算値」

 「急性期病院の従来データベース参考値」

キャンパス全体

契約電力：9,000～10,000kW (現状6,300)

光熱費：9～10億円！

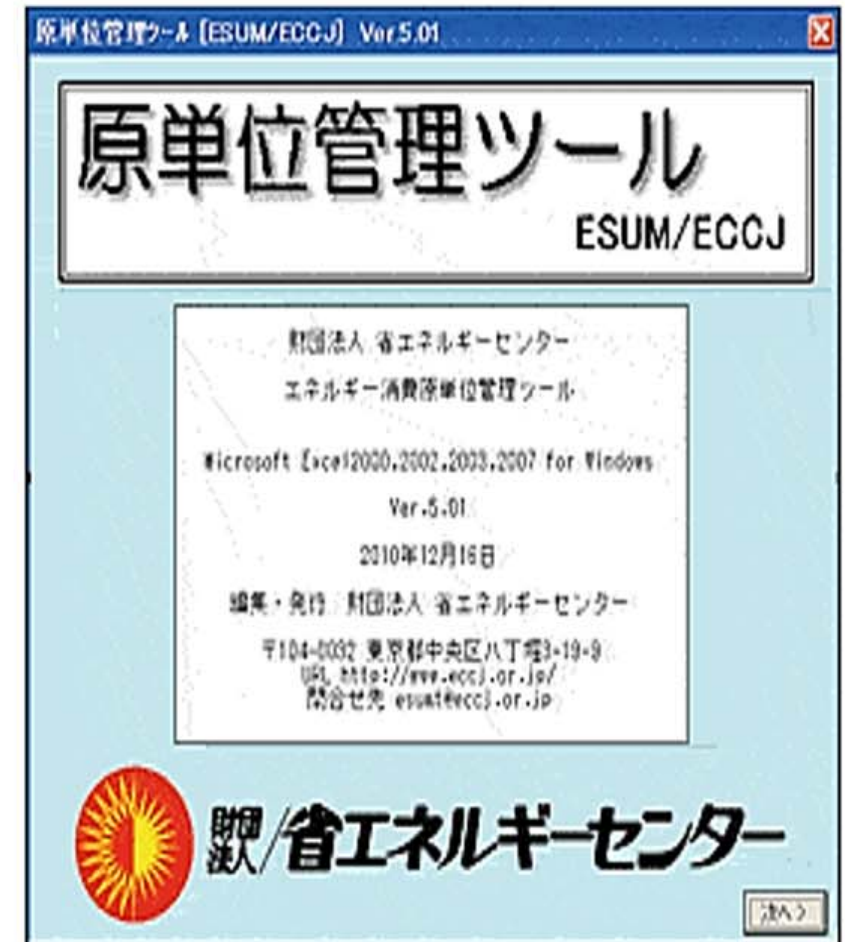


過大ではないのか？ 目標設定の根拠がほしい

省エネルギーセンターの

 「**ESUM**」(エネルギー消費原単位管理ツール)
 を活用して諸試算の検証を実施

- ①設備管理数値目標をESUM根拠で設定
 原単位：「**3,200～2,700MJ/m²**」
- ②**省エネチューニング**の効率化・実効性支援
 設備としてのBEMSやインバータ等を充実
- ③目標達成のための「組織・体制の構築」と
 「管理技術力のある委託業者の選定」



< 客観的ツールの活用による設計・管理目標の設定 >

ESUMによる予測データを検討

3-1. 建築図面 (病院 愛知医科大学5 2005年度)

図面	階	床面積	図面	階	床面積
1	B1	11,496	11	17	128
2	1	8,924	12		
3	2	9,604	13		
4	3	7,644	14		
5	4	7,716	15		
6	5	7,380	16		
7	6	4,528	17		
8	7-14	3,436	18		
9	15	1,612	19		
10	16	1,076	20		
		合計	87,596		

③ 描画を行う階の図面No.をダブルクリックする。(外形寸法入力時は外壁が描画される・部門情報を表示する)

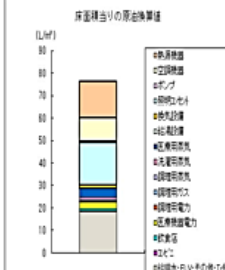
No.	部門	ゾーン名	室名	床面積	No.	部門	ゾーン名	室名	床面積
1	管理部門	14:管理付属17	B1-HEU1	616	14	共用部門	17:共用施設	PACB20	224
2	管理部門	13:管理部門	B10	248	15	共用部門	17:共用施設	PACB22	120
3	共用部門	17:共用施設	PACB15	72	16	共用部門	17:共用施設	PACB13	48
4	管理部門	13:管理部門	B1-HEU2	16	17	共用部門	17:共用施設	PACB17	520
5	外来部門	5:出入口・風除室	風除室	64	18	屋内駐車場	18:駐車場	駐車場	1,200
6	供給部門	10:薬局	B09	1,420	19	ユーザー定義	19:ユーザー定義ゾーン①	非空調機械室	1,192
7	供給部門	10:薬局	B06	896	20	中央診療部門	8:中央診療部	B02	984
8	供給部門	10:薬局	B07	480	21	供給部門	11:栄養部	B03	488
9	中央診療部門	9:診療付属17	WC階段等	764	22	供給部門	11:栄養部	B04	136
10	管理部門	14:管理付属17	PACB07	104	23	供給部門	11:栄養部	B05	76
11	共用部門	17:共用施設	EPS西中東	36	24	中央診療部門	8:中央診療部	B01	732
12	供給部門	10:薬局	B08	20	25	光庭	20:光庭		1,000
13	共用部門	17:共用施設							

X方向 2m x 2m Y方向 2m x 2m

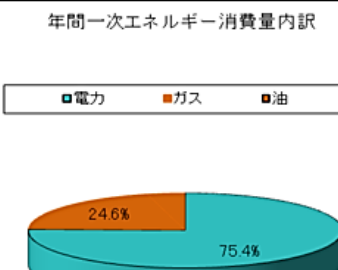
B1階

	1	5	10	15	20	25
1	25	25	25	25	25	25
5	17	17	17	17	17	17
10	19	19	19	19	19	19
15	6	6	6	6	6	6

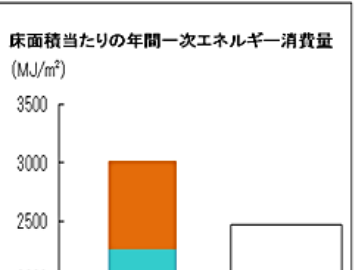
床面積当りの原油換算値



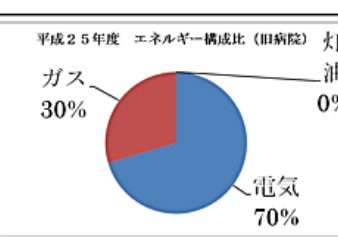
年間一次エネルギー消費量内訳



床面積当たりの年間一次エネルギー消費量



平成25年度 エネルギー構成比 (旧病院)



管理用電力	9,664,026	0	0	9,664,026
医療機器電力	2,757,595	0	0	2,757,595
飲食店	64,628,530	0	0	64,628,530
コヒニ	68,177,227	0	0	68,177,227
給排水・ELV・その他・Tr損失	208,953,777	0	0	208,953,777
合計	208,953,777	68,177,227	0	277,131,004
合計 (/m ²)	2,413.0	787.3		3,200.3

ESUM算定値: 3,200MJ/m²

エネルギー消費量		合計 (MJ)
ガス	LPG	
		34,237,819
		1,290,623
		1,299,283
		2,589,906
		19,108,885
		34,401,677
		53,510,562
		90,338,287
		62,884,366
		5,133,063
		19,860,309
		13,263,969
		2,845,703
		2,419,865
		770,880
		638,662
		9,664,026
		2,991,848
		1,691,496
		64,628,530
		277,131,004
		3,200.3

ESUMの活用で当初契約電力の適正化

- ESUM算出の月別電力使用量より、平均負荷率を「0.55」として新病院単体の最大需要電力を「4,100～4,500kW」と推定した。
- 電力会社との契約電力協議時には、この資料をもとにして、キャンパス全体の契約電力を「6,300(従前) ⇒ 7,000kW」と、わずか700kWの上乗せのみで更新することができた。

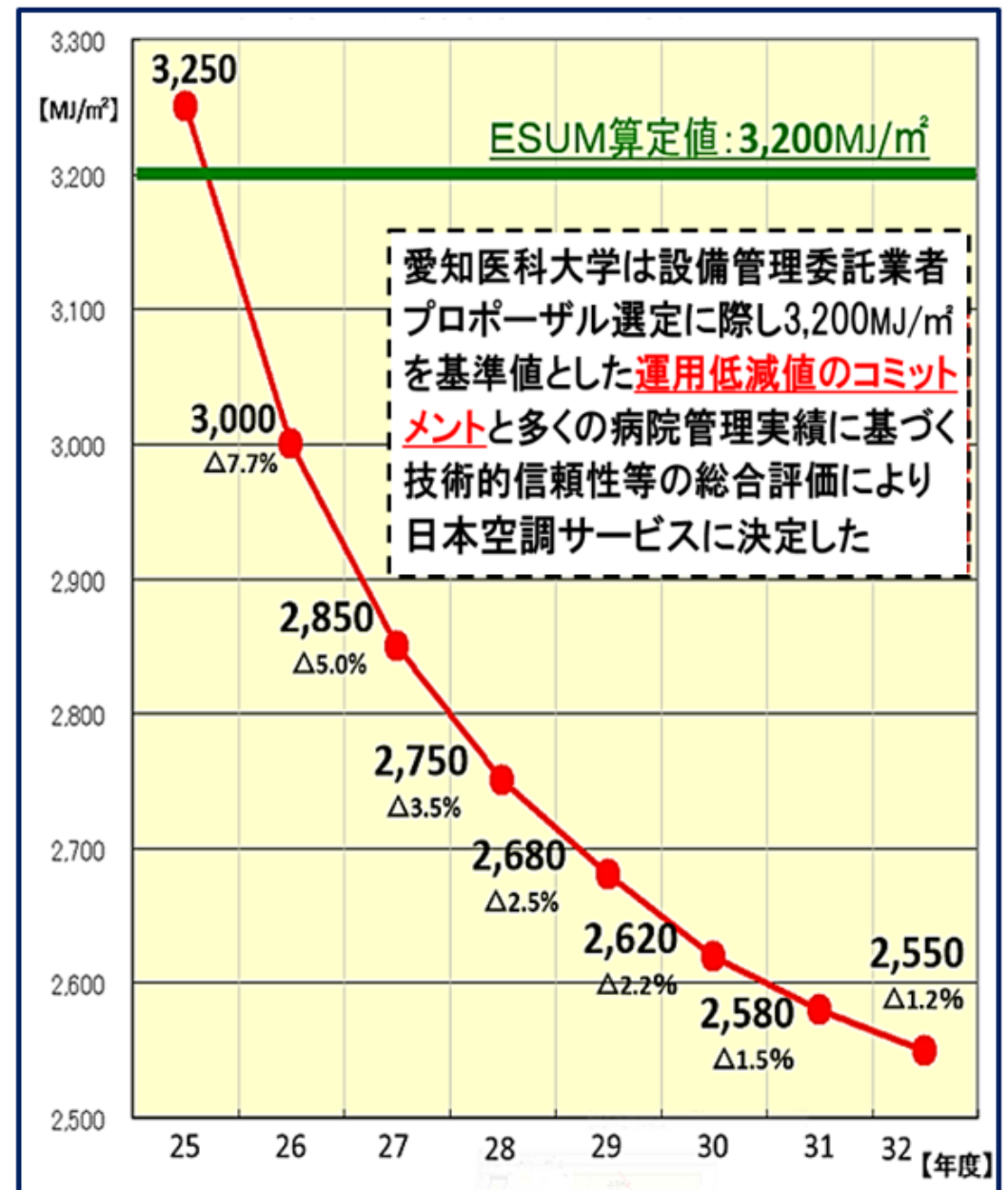
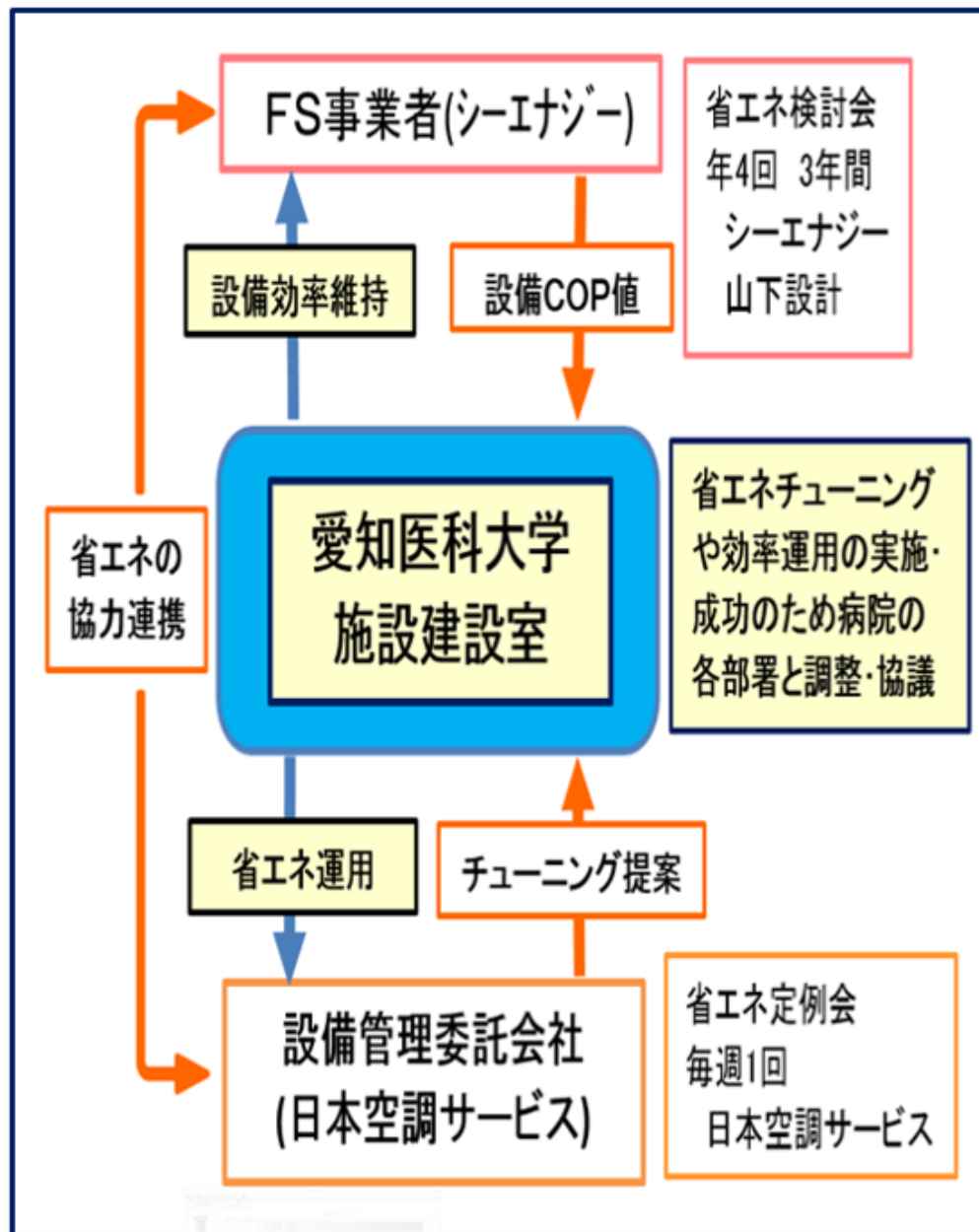
高い精度

月	ESUMによる算出値	
	電力使用量 【kWh】	最大需要電力 【kW】
4	1,597,424	4,034
5	1,621,591	3,963
6	1,692,965	4,275
7	1,766,452	4,317
8	1,835,600	4,486
9	1,685,996	4,258
10	1,655,410	4,045
11	1,581,017	3,992
12	1,641,770	4,012
1	1,617,297	3,952
2	1,488,640	4,028
3	1,648,796	4,029
年計	19,832,958	

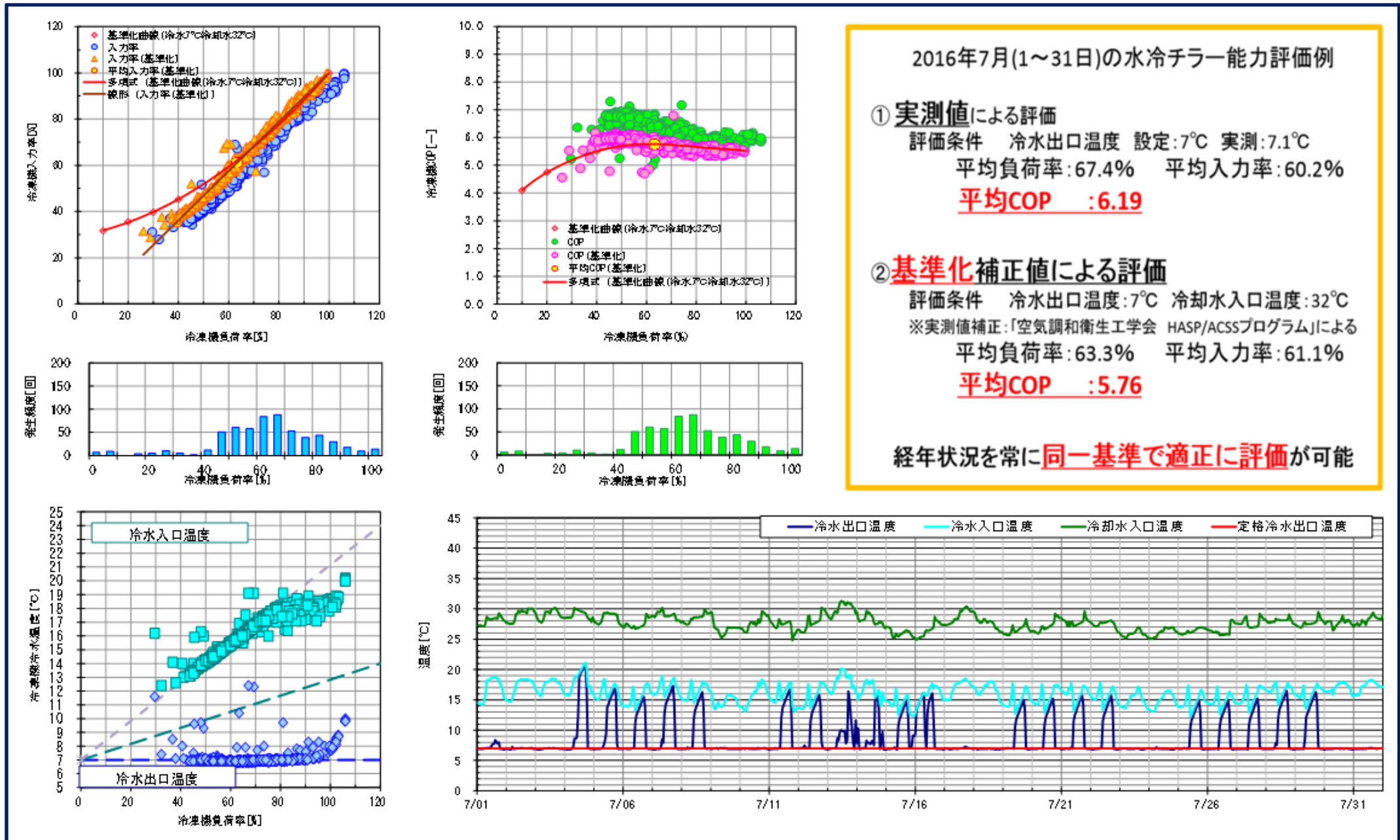
26年度	4,460kW	↓ チューニング成果の 数値評価基準と しても活用できる
27年度	3,980kW	
28年途中	3,700kW	

「実現のための体制の構築」

「数値的コミットメント重視の委託業者選定」

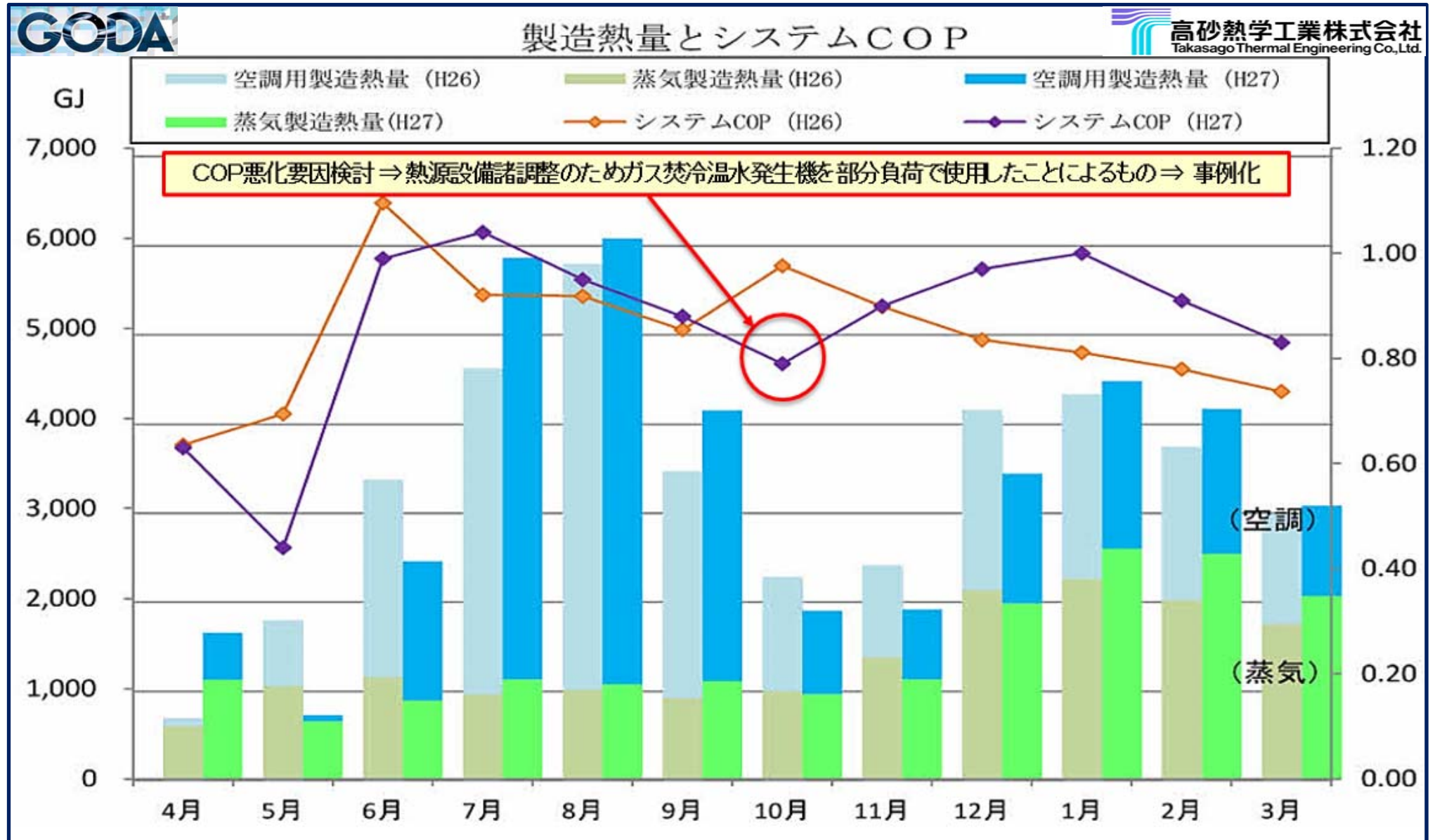


FS事業の熱源機器の性能維持評価



< 機能的で実効性の高い管理・運用体制の構築 >

FS事業者:「各機器単体」から「設備全体のシステム」のCOP(成績係数)評価へ
 固定スケジュール的運用 ⇒ 常に数値的評価に基づき「環境変動に最適なフレキシブル運用」を実践

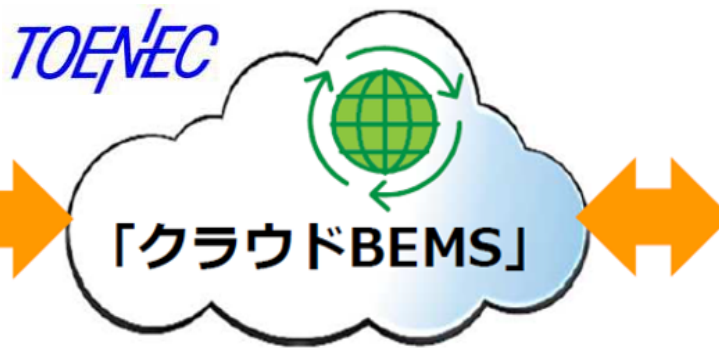


「どこでも中央監視」システムの構築によるBEMSのオープン化

空調や電気設備を「どこでも」「いつでも」「リアルタイム」に監視できます



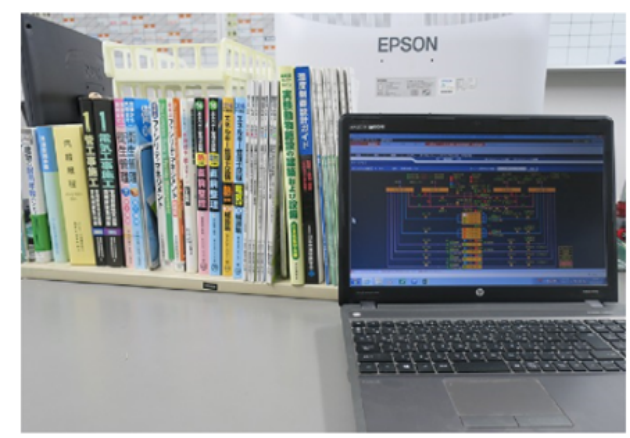
空調・電気・衛生設備等の最適維持や省エネチューニングが現場現物主導で効率的に進捗



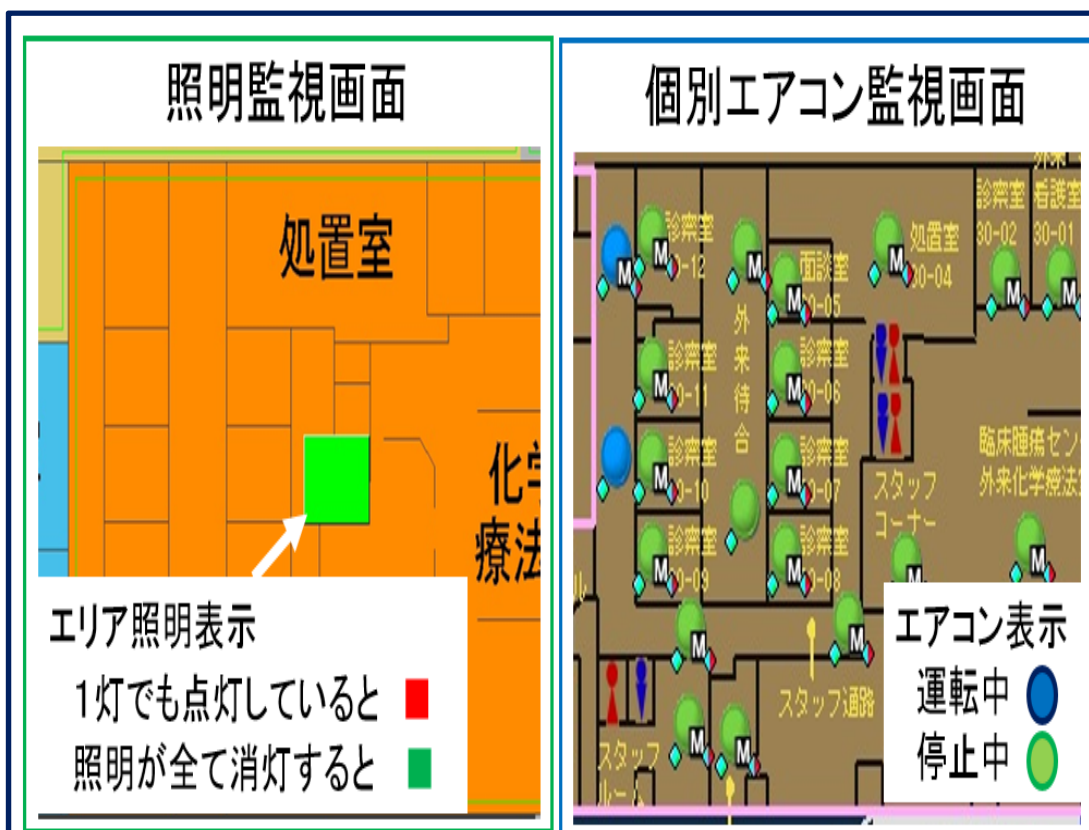
遠隔での異常・警報監視はもちろん省エネ・最適運転へのアドバイスを外部専門技術者が「JIT」で提供可



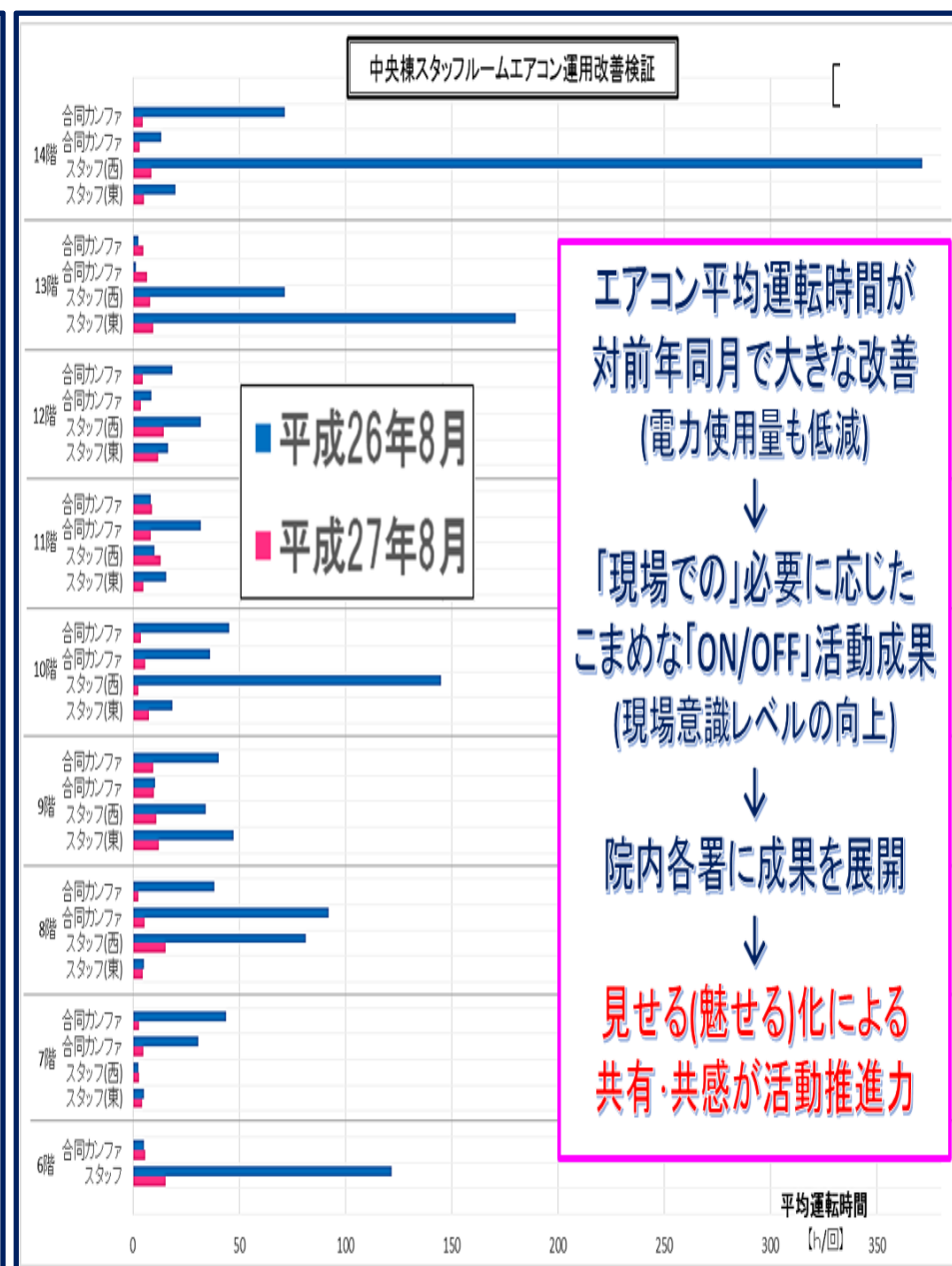
どこでも中央監視
実機本位の機能的で効率的な省エネチューニングを実現
クラウドBEMS
BEMSデータや状況の共有化



BEMSを駆使した省エネ成果：各種BEMSの統合的活用事例



通常はそれぞれの監視画面で単独監視している「照明」と「個別エアコン」の現場使用状況を、詳細な比較調査により、「照明：消灯」でも「エアコン：運転」となっている箇所が多数抽出された
⇒「見える化」での周知・啓蒙で大幅な改善効果



エアコン平均運転時間が対前年同月で大きな改善 (電力使用量も低減)
↓
「現場での」必要に応じたこまめな「ON/OFF」活動成果 (現場意識レベルの向上)
↓
院内各署に成果を展開
↓
見える(魅せる)化による共有・共感が活動推進力

< 省エネ取り組み事例 >

BEMSデータを「外に出し共有化する」ことがキーポイント

毎週の省エネ定例打合せ時の**継続的観察・協議**

省エネターゲットの絞込みと効果的な対策の検討

施設管理業務報告書

省エネ D-BIPS分析(平成26年8月) 平成27年2月11日(6ヶ月)

中央棟エアコン使用量比較表(平成26年8月) 期間:2014年8月1日~31日

機器番号	階数	部署	設定		エネルギー 使用量 kWh
			モード	温度(°C)	
EHP0B09-11	B1	栄養部 クッキングルーム			3851.5
EHP0B09-12	B1	栄養部 クッキングルーム			3816.7
EHP0B04-17	B1	栄養部 洗浄前室			2163.3
EHP0B04-01	B1	栄養部 炊飯室			1823.1

施設管理業務報告書

省エネ D-BIPS分析(平成27年1月) 平成27年2月9日(1ヶ月)

中央棟エアコン使用量比較表(平成27年1月) 期間:2015年1月1日~31日

機器番号	階数	部署	設定		エネルギー 使用量 kWh
			モード	温度(°C)	
EHP0113-19	1	プライマリーケアセンター 時間外支店	暖房	22	2994.0
EHP0607-22	6	NICU	冷房	25	2579.9
EHP0B09-12	B1	栄養部 クッキングルーム	自動	20	1984.9
EHP1205-29	12	スタッフルームB1	暖房	20	1659.2

施設管理業務報告書

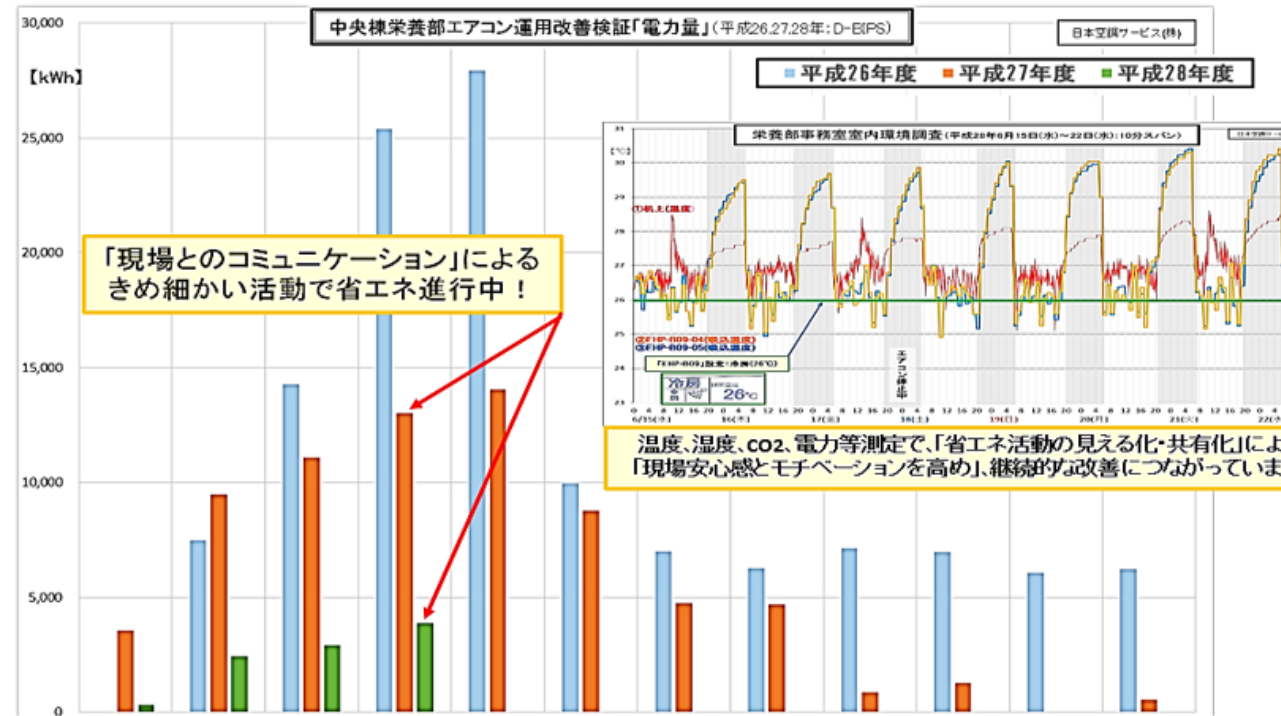
省エネ D-BIPS分析(平成27年8月) 平成27年9月9日(6ヶ月)

中央棟エアコン使用量比較表(平成27年8月) 期間:8月1日~31日

機器番号	階数	部署	設定		H27.8 エネルギー 使用量 kWh	H27.8 エネルギー 使用量 kWh
			モード	温度(°C)		
EHP0B02-13	B1	放射線治療センター(リニアック室2)	冷房	24	1861.5	1660.6
EHP0206-02	2	コンビニ	冷房	23	1643.1	1263.7
EHP0B03-18	B1	核医学センター(PET検査室)	冷房	23	1486.8	17.0
NEP0404-01	4	専用ELVホール	冷房	23	1466.3	1452.0
		放射線治療センター(リニアック室1)	冷房	25	1413.4	1345.8
		コンビニ	冷房	24	1393.0	1216.9
		栄養部(クッキングルーム)	冷房	20	1348.1	3816.7
		栄養部(食器洗浄保管室)	冷房	20	1300.0	1782.6
		廊下4	冷房	27	1283.4	392.2
		血管内治療センター(血管造影室4)	冷房	25	1226.1	1148.8
		コーヒージャップ	冷房	23	1185.0	1202.6
		栄養部(クッキングルーム)	冷房	20	1145.3	3851.5
		レストラン(厨房)	自動	20	1143.2	1137.0
		婦立室	冷房	24	1126.6	871.2
		栄養部(洗浄前室)	冷房	20	1091.2	2163.3
		栄養部(食器洗浄保管室)	冷房	20	1039.6	1690.1
		検体検査室1	冷房	25	1031.5	605.9
		検体検査室1	冷房	25	1024.4	962.9
		栄養部(下処理室)	冷房	20	958.0	1786.7
		OPB手術ホール1	冷房	24	957.5	773.9
		検体検査室1	冷房	25	949.1	659.1
		感染制御部微生物検査室	自動	24	940.8	359.2
		画像診断センター(CT室4)	冷房	26	930.2	949.8
		OPB手術ホール2	冷房	24	926.2	834.6
		OPB手術ホール3	冷房	25	925.6	954.4
		画像診断センター(MRI室6)	冷房	25	904.4	541.0
		検体検査室1	冷房	25	902.6	646.8
		栄養部(下処理ホール)	冷房	20	890.1	1421.4
		プライマリーケアセンター(患者待合2)	冷房	26	848.0	689.1
		プライマリーケアセンター(時間外支店)	冷房	27	837.8	429.3
		コーヒージャップ	冷房	23	832.4	477.6
		画像診断センター(CT室3)	自動	26	831.5	838.2
		OPB手術ホール2	冷房	24	818.9	652.0
		栄養部(炊飯室)	冷房	20	811.4	1823.1
		OPB手術ホール4	冷房	24	809.9	757.7
		成棟ラウンジ	自動	27	801.8	261.4
		高度救命救急センター(蘇生室1)	冷房	26	795.6	689.8
		(A)デイクォーター	自動	26	793.3	17.0
		画像診断センター(CT室2)	自動	25	787.9	664.4
		栄養部(食器洗浄保管室)	冷房	20	776.7	1590.5

中央棟栄養部エアコン運用改善検証「電力量」(平成26,27,28年:D-BIPS)

■平成26年度 ■平成27年度 ■平成28年度



「現場とのコミュニケーション」による
きめ細かい活動で省エネ進行中!

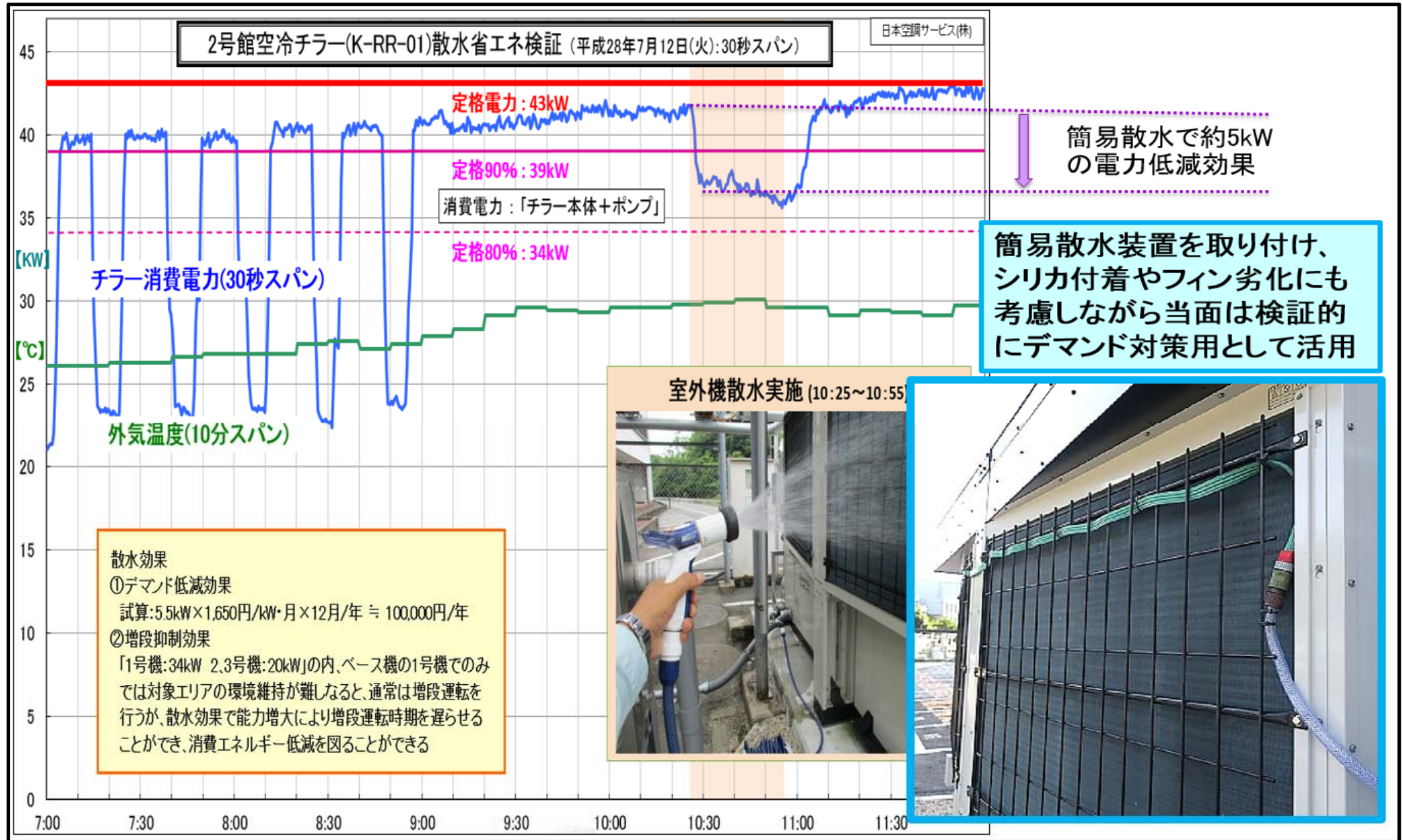
温度、湿度、CO2、電力等測定で、「省エネ活動の見える化・共有化」により
「現場安心感とモチベーションを高め、継続的改善につながっています」

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	5~1,3月
平成26年度 [kWh]		7,490.8	14,258.5	25,381.5	27,931.2	9,968.2	7,013.2	6,254.3	7,123.1	6,965.5	6,050.9	6,226.4	118,612.7
平成27年度 [kWh]	3,555.7	9,476.6	11,078.5	13,007.8	14,028.8	8,775.6	4,735.9	4,697.4	839.2	1,270.1	データ欠損	540.6	68,450.5
平成28年度 [kWh]	321.6	2,440.1	2,925.0	3,867.5									

中央棟合計 266,503.1 288,923.7
計前年使用量 22,420.6

日本空調サービス(株)

イメージではなくデータ検証による最適対応を実践



可搬データロガー・各種IT技術の活用でBEMSとの相互補完



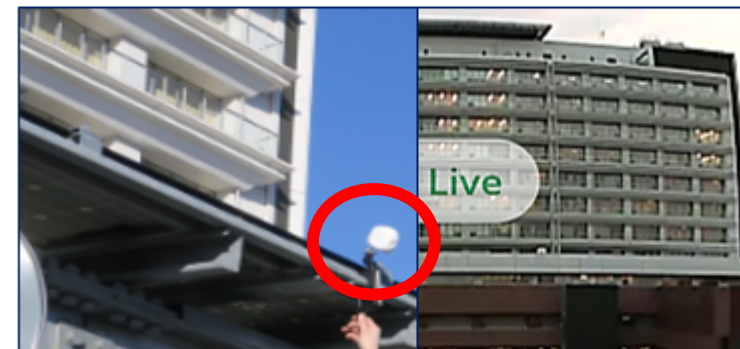
竣工時のBEMS計測管理ポイントのみでは「チューニングPDCAサイクル」の実効性や発展性に限界がある



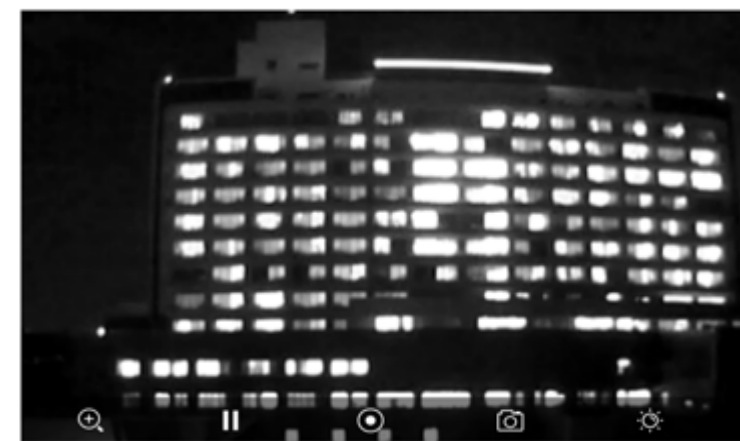
可搬データロガーや各種IT技術を活用



「BEMS」と「施設管理技術者 着眼分析提案力」との相互補完が達成へのキーワード！



観察分析の創意工夫例
小型WEBカメラの活用により「視覚・直観的かつタイムリー」に
①夏冬のカーテン活用状況、
②不要箇所照明点灯等の省エネ関連情報を収集可能



【参考：全学】旧施設こそ改善ネタの宝庫：創意工夫でデータ化・見える化

例：冷温水や給水流量計

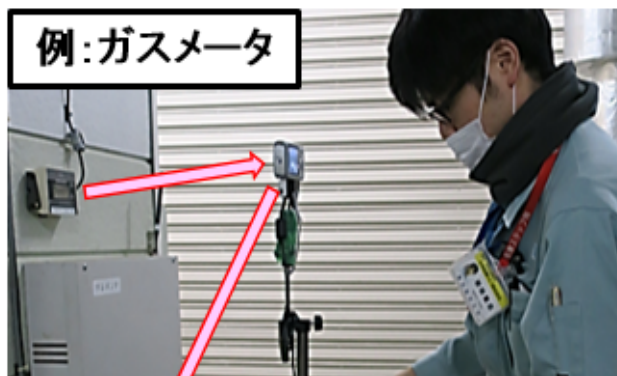


①各種アナログメータをインターバルカメラで定時撮影記録

②「エクセル化」で推移状況把握

③他データとの関連で系統全体評価
例：「流量×冷温水往還温度差=
系統熱負荷」と「ガス消費量」、
「室内温湿度」等との検証可能

例：ガスメータ



IMGP0989



IMGP0990



IMGP0991



IMGP1000



IMGP1001



IMGP1002

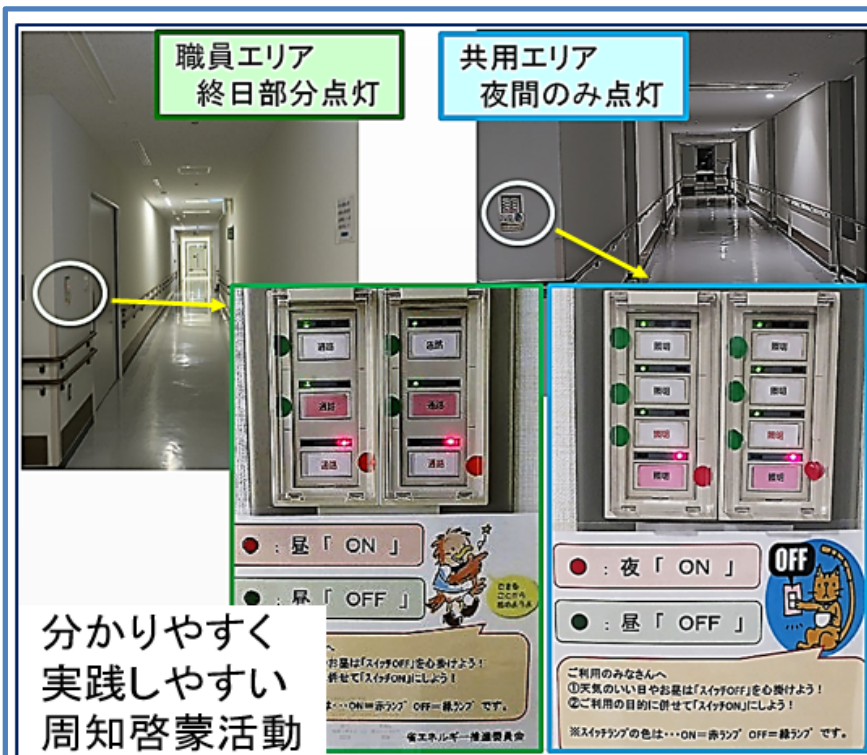
例：冷温水往還温度差



例：室内温湿度



【参考：全学】現場目線による省エネ活動・改善をこつこつ積み重ね



職員エリア 終日部分点灯

共用エリア 夜間のみ点灯

分かりやすく
実践しやすい
周知啓蒙活動

● : 昼「ON」
● : 夜「ON」
● : 昼「OFF」
● : 夜「OFF」

※スイッチの色は…ON=赤ランプ OFF=緑ランプです。

E26型変換ソケットにより照度(消費電力)や色(昼光・電球)等のニーズにも柔軟に対応可
【本年度は長時間点灯箇所では300箇所更新】
【デマンド:7.2kW 電気料金:約65万円/年 低減】

既設 電球型蛍光灯 32W → 更新後 変換ソケット+LED 8W



状況変化に柔軟な手法を選択



既設棟の空調機やポンプは容量・用途により簡易工事でインバータを積極的に付設し電力とともに空調負荷も削減

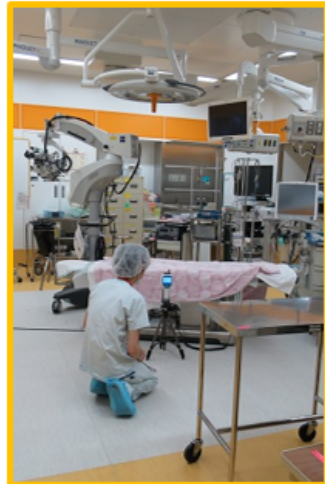


療育用でやや高温設定の温水プールは非稼働時のプールシートを励行し、長時間点灯の水銀灯は省エネ・即時再点灯型の無電極ランプに更新

定期的な省エネラウンドでの問題点抽出が実効的

 <p>各部門責任者による省エネラウンド</p>				<p>愛知医科大学 日本空調サービス</p> <p>汚物側) 平成27年8月19日(水)</p> <p>エアコン設定温度 24℃</p>		<p>愛知医科大学 日本空調サービス</p> <p>施設管理業務報告書</p> <p>省エネ リネン庫問題点③(乾燥機) 平成27年8月19日(水)</p>	
 <p>13:30 調査時作業員2名のみ</p>		 <p>照明は全点灯</p>		 <p>搬入、分別、一時保管用で定常在室者は皆無</p>		 <p>照明は全点灯</p>	
<p>省エネ・省コスト改善への最重要ツール ⇒ 現場調査(定期的な省エネラウンド) と見える化提案のための測定機器</p>				 <p>乾燥機(0.8MPa)表面エアロフィンチューブ</p>			
				 <p>乾燥機(0.8MPa)表面蒸気バルブ</p>			
				 <p>乾燥機(0.8MPa)表面スチームトラップとフランジ</p>			
<p>運用不具合 エアバルブロックに脚立を立てかけている</p> <p>特記事項・経過記録</p> <ul style="list-style-type: none"> 不要な室内発熱を低減し、エアコンの冷房時設定温度の27℃程度への緩和の検討要。 室内机上面照度はおおそ1000lx程度と業務内容に比して明るすぎるので、開灯点灯や必要エリアのみ点灯等の改善が必要。 脚立使用時に不意なことでボールバルブロックの破損のおそれがあるので、保管場所、方法等の検討要。 		<p>運用不具合 室内雑調査の間、「清潔の汚物」中扉が全開状態</p> <p>特記事項・経過記録</p> <ul style="list-style-type: none"> エアコンの冷房時設定温度を28℃程度に緩和し、洗濯機への投入や取出時に必要箇所のみ点灯をする等の改善要。 中扉は使い勝手以前に院内管理の一環として運用の再検討要。 		<p>特記事項・経過記録</p> <ul style="list-style-type: none"> 「各器材からのムダな放熱」=「ボイラ燃料ガス料金」+「エアコン冷房のための電気料金」⇒ 保温強化や断熱材敷設防止対策要。 ・高気温度が仕道とも約160℃と大きな差が出ていない ⇒ 乾燥機の給湯設定や運用の見直しで省エネの可能性大。 			

ICT(感染制御チーム)との連携による院内環境と省エネのベストバランス



ICT(院内感染管理チーム)との協力体制 ⇒ 院内環境と省エネとのベストバランス

①院内環境測定の実施

- (「エアースンプラー」「パーティクルカウンター」「スモークテスター」「風速計」「温湿度計」等)
- ・病棟インバータ搭載外調機全124台中35台の運転周波数を「57→30Hz」にチューニング
 - ・電力量削減
 - ・終日で外気導入量を約40,000m³/hも削減し、熱源機器や個別エアコン電力も大幅な削減

②手術室環境調査による空調運用検討

- ・手術室**未使用時**はクリーファンエアコンを「**温調停止・送風弱**」としていても、
- ・手術開始15分前までに「**温調運転・送風強**」とすることで、
- ・未使用時と使用時ともに十分な清浄度の確保を確認

⇒ **聖域の手術室の省エネ運用を実現**

工事発注した平成23年3月後半時点では

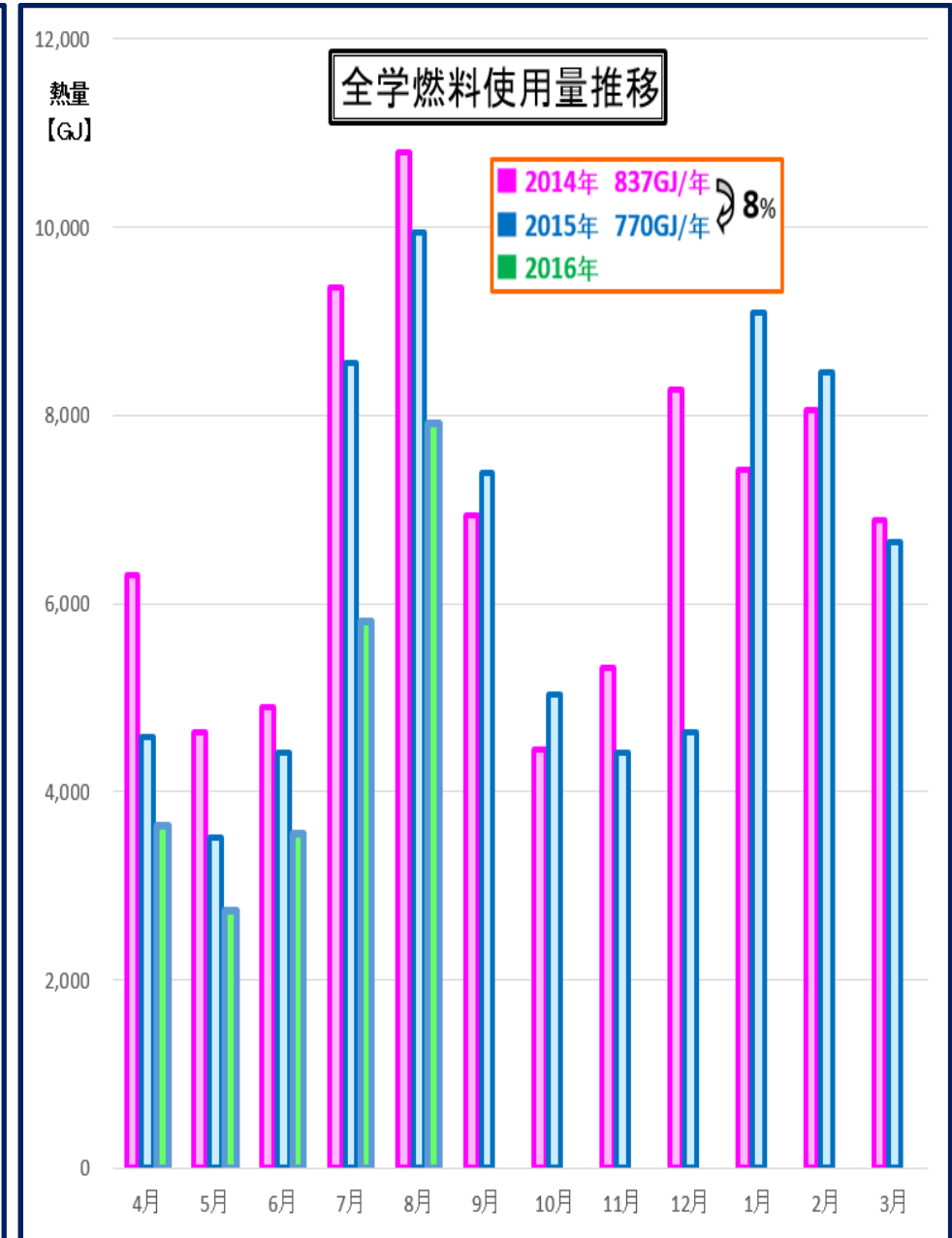
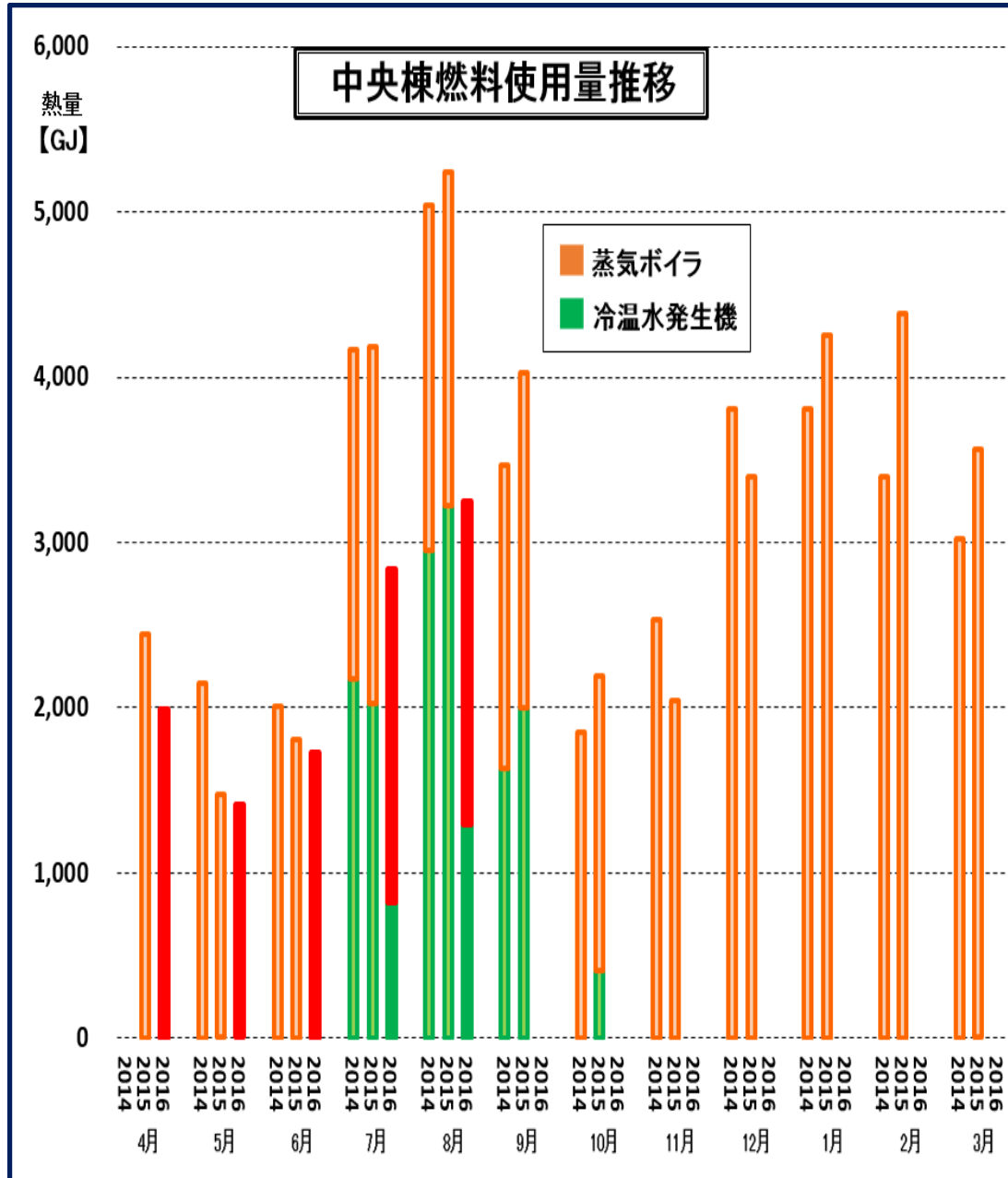
- * 従前より電気使用量の多い建物
- * 建物の面積は36,000m²も増加
- * 中央熱源⇒個別空調(ビルマル)



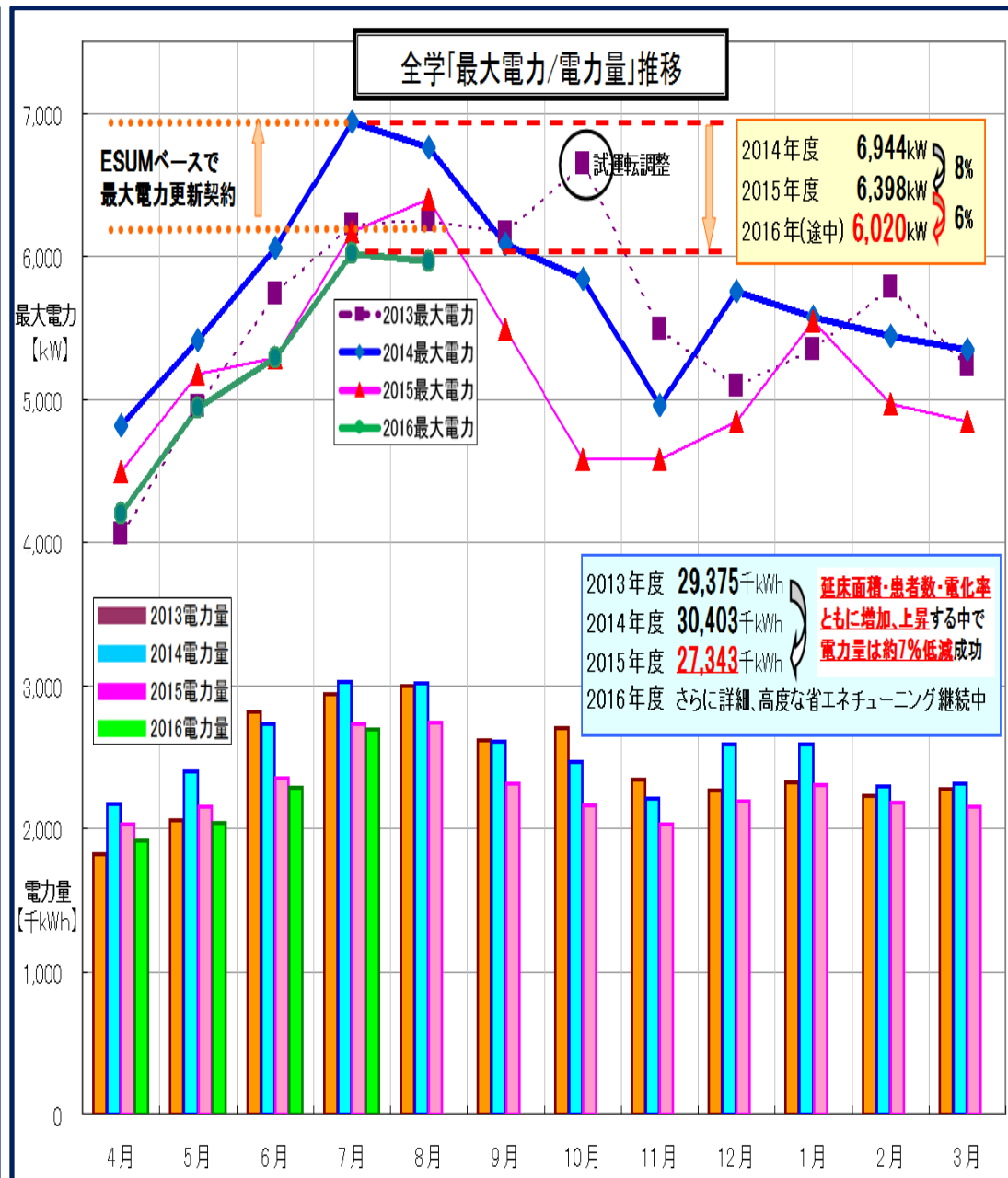
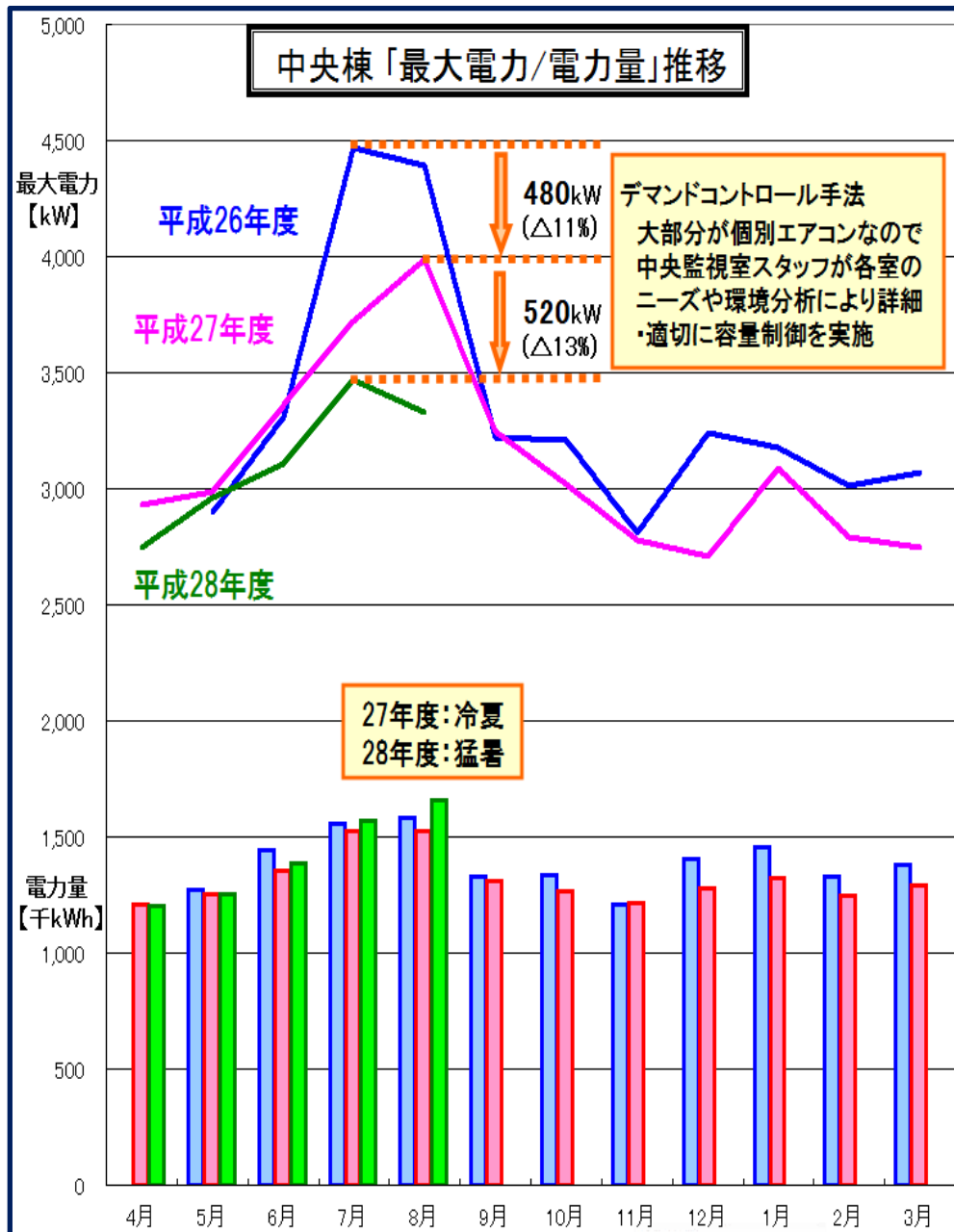
電力供給不足や節電要請等の
様々な不安要素の中での着工

そのような中での建設・運用にあって
山下設計・鹿島建設・シーエナジー
・日本空調サービスの協力を得て
省エネチューニングを推進した結果

ガス：熱源運用の積極的チューニング効果による削減

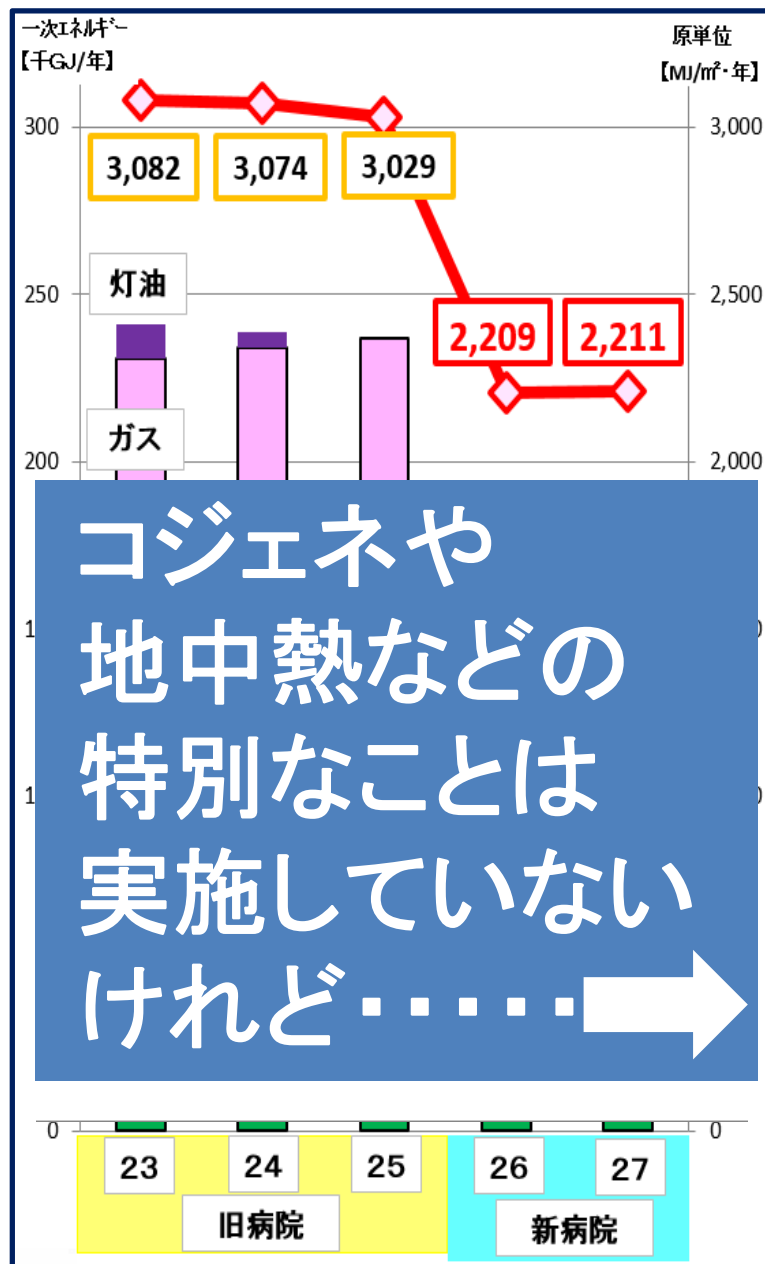


電気：院内各署の運用協力により最大電力・電力量ともに削減

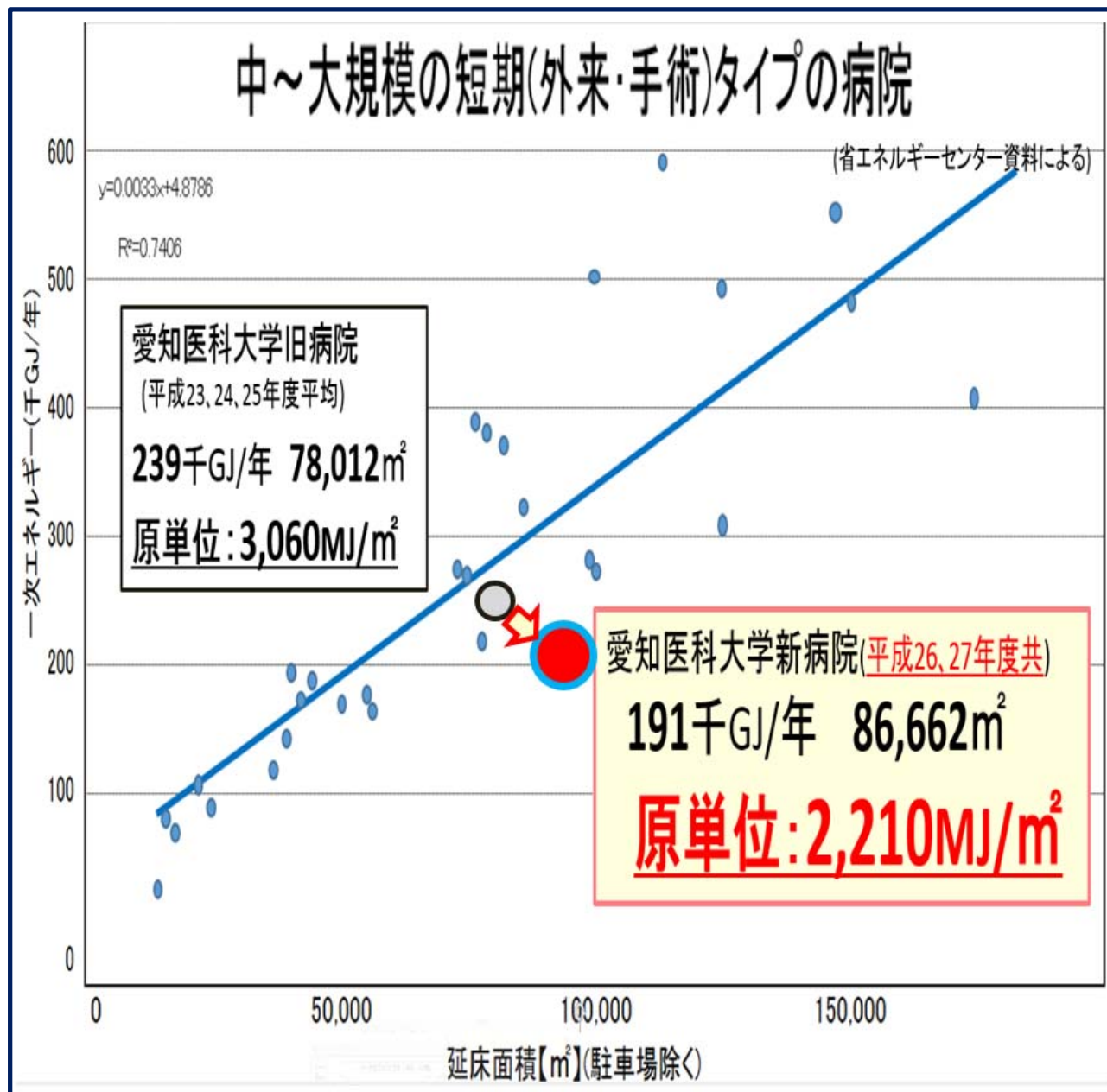


< 省エネ活動の成果 >

原単位：ESUM算定目標値3,200MJ/m²を大きく上回る2,210MJ/m²を達成



コジェネや地中熱などの特別なことは実施していないけれど.....



ご清聴ありがとうございました



愛知医科大学