



通过办公大厦调整实现节能

松下电工株式会社
工程营业企划部
节能认定企划组

关键词: 其他(“大厦的节能调整”)
其他(“节能调整支援工具”)

主题概要

我们以节能 15%为目标, 基于整个大厦和各个系统的能源计量结果持续改善控制和运用, 寻求合理使用照明和空调设备, 并努力维持环境。我们以大厦管理人以及公司外专家的身份在设计者、施工者参与策划的推进节能活动中, 通过通用的可视化分析工具实施高效的节能调整, 并获得了高投资效益的节能成果。

对该事例的实施期限	2003 年 02 月~2006 年 03 月	
· 规划制定期	2003 年 02 月~2004 年 03 月	共计 14 个月
· 对策实施期	2004 年 04 月~2006 年 03 月	共计 24 个月
· 对策效果确认期	2004 年 04 月~2006 年 03 月	共计 24 个月

事业所概要

生产项目 办公大厦、商品陈列室
员工人数 2,200 人
年度能源使用量(2005 年度实绩)
电力 7,400MWh 燃气 18,200m³
冷水 14,900GJ 蒸汽 6,740GJ

对象设备概要

名称: 松下电工东京总部大厦 占地面积: 1,970m²
建筑面积: 47,274m² 楼层数: 地上 24 层、地下 4 层



图-1 对象设施概观

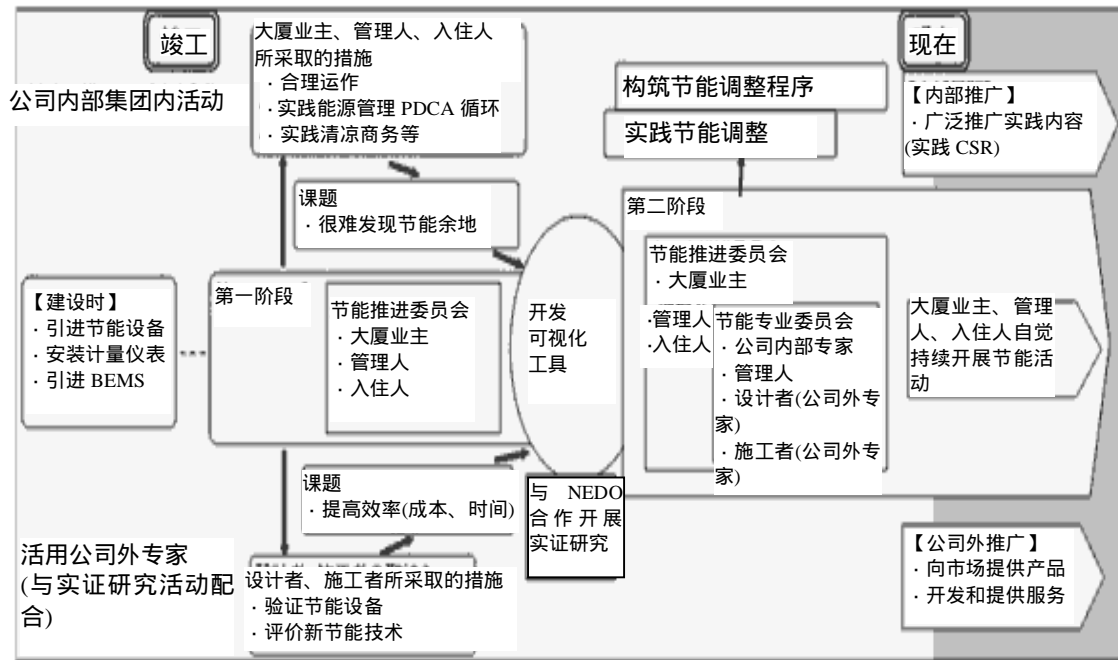


图-2 对象设施的程序

1. 主题选定理由

松下电工东京总部大厦于 2003 年 2 月竣工，4 月隆重启用，是 1 幢兼具商品陈列室和办公职能的大厦。我们以百年建筑为理念，积极采用了节能新技术。我们从建设初期就考虑如何管理能源设施的能源，例如设置 BEMS 掌握能源使用状况，引进计量手段计量耗能终端的电和热消耗。我们使用这些 BEMS 以及详细的能源计量数据持续实践节能活动，其中面临的课题有：

[1] 如何从庞大的能源数据中找到**节能空间**？

[2] 如何利用有限的成本和时间构建入住人、管理人可自觉、**高效、持续推行节能活动**的机制？

因此，我们选定可望获得以下成果的“节能调整”作为这次活动的主题。

1) 开发“可视化”设备运行状况以及能源使用状况的工具，在**高效且持续找出节能空间**的同时，基于已获得的专有技术**持续提高管理人的技能**。

2) 为了持续寻找和改善更加细微的节能方法，借助公司外专家的力量**确立高效的节能调整程序**。

3) 将节能调整的经验总结为事例和程序，在公司内和集团内广泛推广，努力推进节能。同时通过反映到本公司的节能产品以及服务中，为推进节能工作做贡献。

2. 现状的掌握与分析

(1) 掌握现状

我们确认到，在本大厦所采用的各种节能控制中，在使用阶段需要确认性能的多数最新节能系统(VVW 控制、VAV 控制、外气制冷、自然换气、通风窗、跟踪式调光系统+盲区控制、通过人感传感器控制照明和空调等)能够利用 BEMS 以及全馆计测计量(用电量、热量)数据基本发挥设计时所设想的设备性能。另一方面，由于是内部包含商品陈列室，在西面有两层穿堂空间的大型大厦，因此如果不寻求合理运营，能源使用量有可能增加。

(2) 现状分析

如上所述，节能设备发挥了所设想的性能，并获得了入住人的协助推进节能，但为了每年提升节能效果，需要在发挥设备技术人员的智慧和所做努力的基础上，在不对办公环境造成影响的范围內，进行极细微环节的节能。特别是本大厦具有特征明确的空调系统，例如采用了含试验性要素的新节能设备、力求用多个空调设备构建一个空间环境等，因此我们认为还有节能的余地。通过实际分析运行情况，我们发现存在4管式空调系统特有的混合损耗等，还有节能调整的余地。

3.活动的经过

(1)实施体制

我们构建了制定高度“节能调整”方案的支援体系，该体系除了通常的大厦节能运营组织——节能推进委员会外还包括节能专业委员会，并基于这些委员会的评价和验证制定方案。同时，作为NEDO实证研究¹的主题，还与其他实施设施共享着信息。

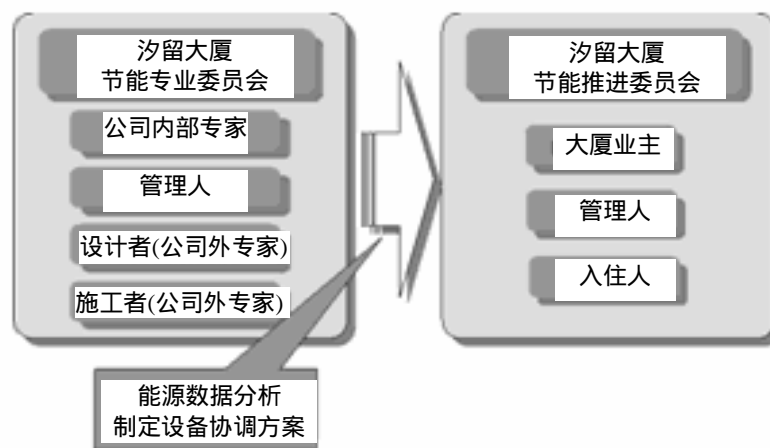


图-3 组织体制

(2)设定目标

我们决定将第一年度的实际能源消耗量作为“节能调整”的基准，3年内削减15%的一次能源消耗量(96,137GJ/年 2,033MJ/m²年)。而大厦建设时的目标设为包含其他节能功能在内在设计时所设想的基准线之上削减20%(100,072GJ/年 2,117MJ/m²年)。

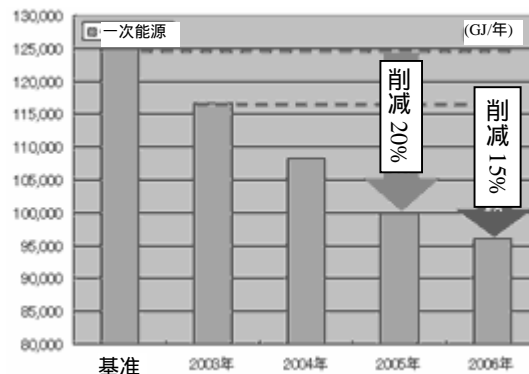


图-4 削减目标步骤

(3)问题点及其探讨

能否推进有实际效果的节能取决于如何快速找出以往未能发现的节能潜力并采取适当的措施。因此我们设立了节能专业委员会，并有效利用了参与本大厦设计与施工的外部专家。

但是一旦开始着手这项工作，我们就发现在大厦运营的“可视化作业”（数据的结合、整理、图表化等）上耗费了相当的时间，成本效益较差。因此，我们决定开发能够便于大厦运营可视化的分析工具，并通过有效利用该工具构建可持续节能调整的程序。

1: 2003~2005 年度能源使用优化技术战略性开发“网络代理型大厦综合调整控制的实证研究”

4. 对策的内容

(1) 开发分析工具并构建有效利用的程序

在分析工具的开发上，我们考虑不仅是要在实际的调整工作中有效利用，还要能够在节能推进委员会等所有节能活动中作为实现运营可视化的工具有效利用。分析工具的构思需要满足无论是谁、在任何时候、任何地方都能够“一下子”可视化能源的消耗状态，所以命名为“Sat(‘一下子’的日语发音) Tool”。SatTool 的主要功能如表-1 所示。SatTool 能够与 BA 系统连接，收集运行数据，并将数据作为邮件的附件发送，因此只要公司外的专家具备现有的电子邮件收发环境，即使不在大厦内，在任何地方都能够获取运行数据，并在自己方便时进行分析。通过 SatTool，能够有效发挥公司外专家的作用，发现以往遗漏的节能潜力。

表-1 SatTool 的主要功能

功能	内容
收集数据	通过 CSV 格式文件及中央监控，能够收集设备和机器的运行数据，进行一元管理。
分析数据	能够自由组合点及图表样式，进行可视化。
管理能源	能够将能源消耗状态与目标值和上一年度的数据进行对比。
发送数据	能够通过邮件的附件发送运行数据(电脑功能)。

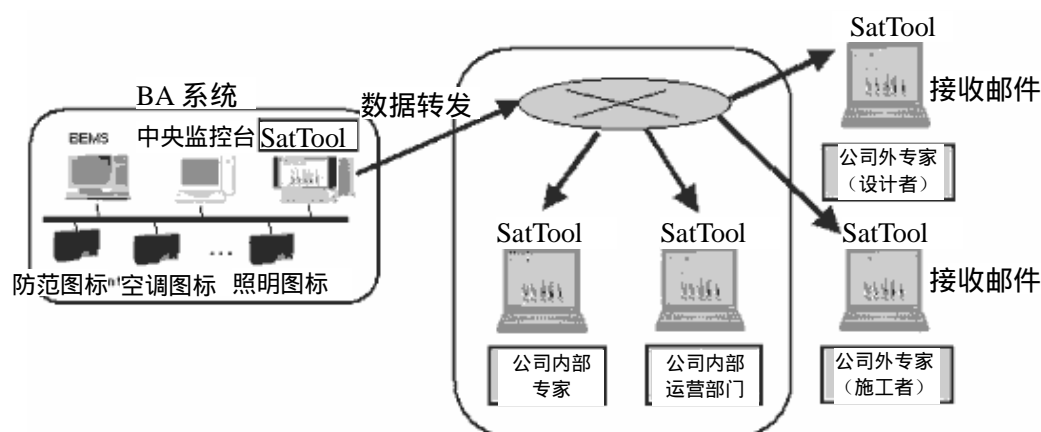


图-5 SatTool 系统构成图

以 SatTool 为核心，构建最大限度发挥设备性能的节能调整程序。

[1] 日常能源管理

大厦管理人利用 SatTool 掌握运营状况，推动日常性的改善循环。但对于难度较高、需要紧急解决问题，将 SatTool 作为与外部专家协同作业的共同工具使用，并为防止能源浪费合理采取应急对策。通过及早发现和及早处置，可成功地将能源损失控制在最小限度内。

[2] 活用发挥节能专业委员会

作为节能推进委员会的专业部会，我们设立了由本公司集团内的相关设施管理人和公司

外专家构成的节能专业委员会。节能专业委员会在发掘新的节能余地、探讨最大限度发挥设备性能的节能调整技术的同时,制定了对应上述应急对策的永久对策等支援节能推进委员会的活动。活用节能专业委员会也有助于减轻节能推进委员会的负担。

[3]搞活节能推进委员会

很少涉及运营的人员也能参与的节能推进委员会,通过使用 SatTool 的可视化,提高了参加人员的理解度,并易于形成一致意见。其结果是获得了入住人的协助,也有助于节能活动的持续开展。

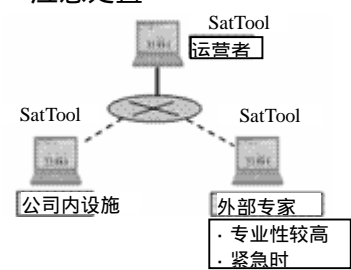
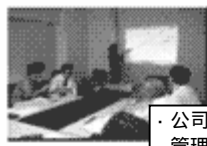
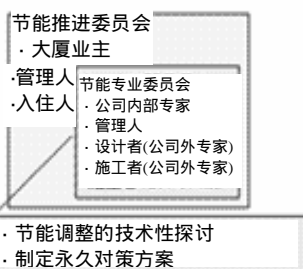
日常能源管理	节能专业委员会	节能推进委员会
<ul style="list-style-type: none"> · 日常能源管理 · 应急处置 	<ul style="list-style-type: none"> · 发掘新的节能余地 · 制定永久对策方案  <ul style="list-style-type: none"> · 公司内部专家 · 管理人 · 设计者(公司外专家) · 施工者(公司外专家) <p>使用 SatTool 进行的专业分析、探讨</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 节能计划的制定和实践  <ul style="list-style-type: none"> · 节能调整的技术性探讨 · 制定永久对策方案 <p>使用 SatTool 的可视化</p>
及早发现及早处理能源消耗中的浪费现象	有效发挥外部专家作用的节能活动	全员参加的节能活动

图-6 有效利用工具的机制

(2)实施内容

节能调整的实施步骤如图-7 所示。主要是跟踪第 2 年以后使用状态变化的运营以及参数的调整等。由于节能专业委员会能够有效利用详细的能源计测数据并使用分析工具进行高效作业,因此能够在短时间内实施表-2 所示的众多节能调整。在本大厦中实施的 30 个主要项目的节能调整事例如表-2 中所示。

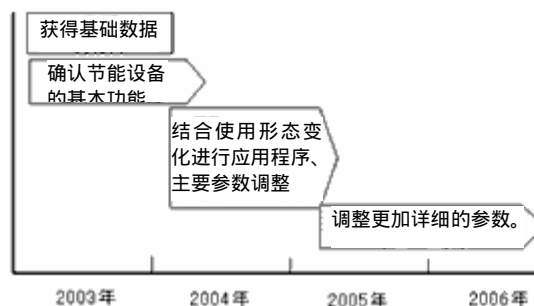


图-7 节能调整的步骤

表-2 节能调整实施事项一览

大项目	中项目	已实践的节能调整项目	视点	削减效果的种类	
降低负荷	温度	1.缓和入口大厅的空调温度设定	【3】	电力、冷热	
		2.缓和各层电梯间的空调温度设定		电力、冷热	
		3.缓和基准层会议室的空调温度设定		电力、冷热	
		4.缓和食堂的空调温度设定		电力、冷热、温热	
	外气量	5.调整基准层空调机的厕所系统风量	【2】	电力、冷热、温热	
		6.调整基准层空调机的空气平衡,适度调整外气导入量		室内环境	
		7.在运营中使用公共大厅的外气制冷。		【1】	电力、冷热
	混合损耗	8.追加空调机温水利用强制停止模式	【3】	温热	
		9.通过掌握每台空调的热量,变更温水供给时间的设定		温热	
		10.夏季停用温水泵		温热	
机器的高效运行	控制优化	11.查清受日照影响的传感器,变更控制逻辑	【2】	电力、冷热、温热	
		12.调整基准层西面室内温度传感器的设置位置		电力、冷热、温热	
		13.调整热交换器控制传感器的位置		电力	
		14.将设定温度自动换挡控制应用到公共区域(食堂等)	【3】	电力、冷热、温热	
		15.追加基准层会议室系统 VAV(风量可变控制装置)全关控制		电力、冷热、温热	
		16.追加基准层 EV 间系统 VAV 全关控制		电力、冷热、温热	
		17.调整各种空调机的参数		【4】	电力、冷热、温热
		18.确保室内温度传感器与复印机的间隔		【2】	电力、冷热、温热
		19.在会议室的温度设定中追加上下限设定		【3】	电力、冷热、温热
削减搬运动力	泵类(水系统)	20.调整热源冷热水二次泵推定终端压力控制	【4】	电力	
	空调机等(空气系统)	21.将基准层西面空调运行模式由空调机变更为 FOUL	【3】	电力、冷热、温热	
运营应对	运行管理	22.将基准层空调机的进气温度运算初始值改为可在中央监控设定	【1】	冷热、温热	
		23.在进气温度运算中不考虑各层电梯间		冷热、温热	
		24.优化空调起动时间		电力、冷热、温热	
		25.夜间停用通信机械室系统的室外空调机,夜间停用冷水泵		电力、冷热	
		26.在运营中控制通信机械室中央空调机的台数		电力	
		27.调整空调运行开始时间(7:00 7:30)		电力、冷热、温热	
	维护管理	28.利用节能评价工具增设管理点数。	【1】	电力、冷热、温热	
	换气设备	29.改善厨房外气处理单元风量控制的运营状况	【1】	电力、冷热、温热	
	相关建筑	30.通过东面的卷帘遮蔽入口大厅	【1】	电力、冷热、温热	

依据“财团法人节能中心”发行的《节能调整指南》的项目进行分类。

我们在整理实施内容中发现开展节能调整的视点有以下 4 个。下面介绍这 4 个视点及其事例，并将表-2 按各视点进行分类。

【调整的 4 个视点】

【视点 1】：基于设计意图开展实现优化运营的调整

越是大型复杂的设备，运营中未理解设计意图的案例也越多。首先要活用所意图的节能功能，然后结合运行状态实施优化调整。

【事例】 厨房外气处理空调机的优化运营

厨房外气处理空调机可以根据烹饪状况手动阶段性控制风量，但因为是让食堂经营人负责运营，我们发现并未有效利用其功能。通过我们指导如何活用外气处理空调机的节能功能，电力消耗量、冷温热消耗量都降低了。

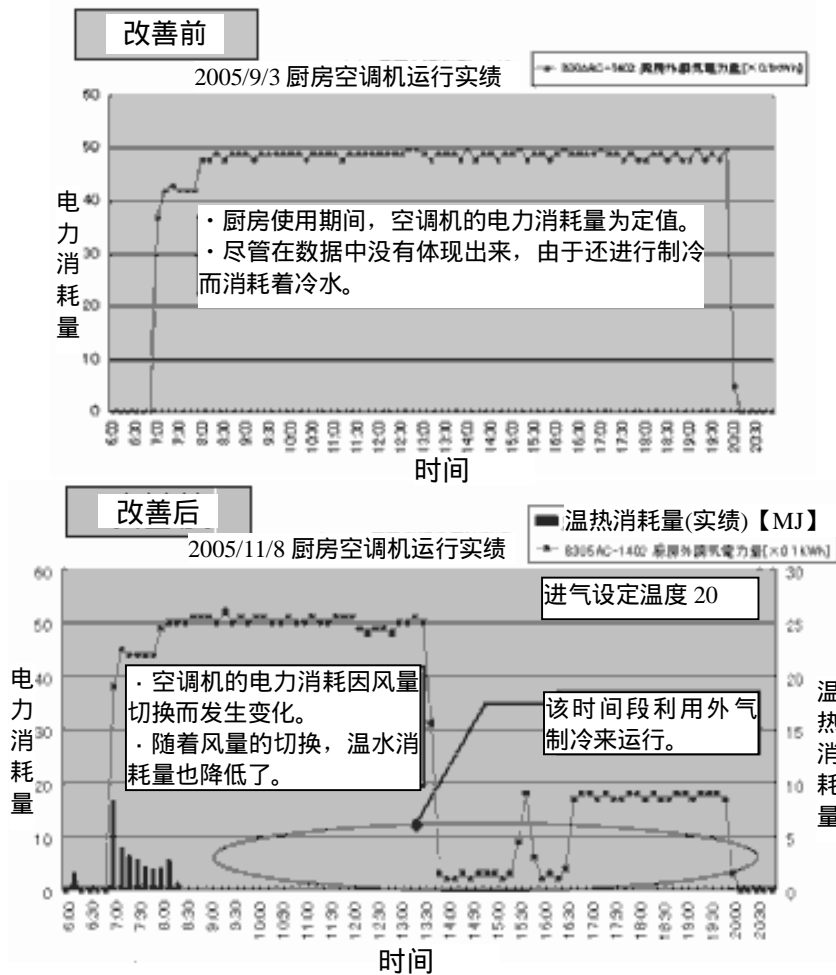


图-8 厨房外气处理空调机运行方法的改善

【视点 2】 以改善初期问题为目的的调整

新建建筑在初期存在问题在一定程度上是无法避免的，但消除该问题也是节能调整的一环。如果长时间意识不到问题的存在，将会导致相当数量的能源损失。

【事例】 改善热源热交换器的控制传感器位置

本设施是利用大温度差供水从而达到节能效果的设备，但我们发现在低负荷的限制条件下，表现为控制不稳定，并且产生不了温度差从而搬运动力增大的独特特性。我们详细分析以上 2 种情况，发现传感器的位置不合适。于是对传感器位置进行了改善，结果同时解决了以上 2 个问题。

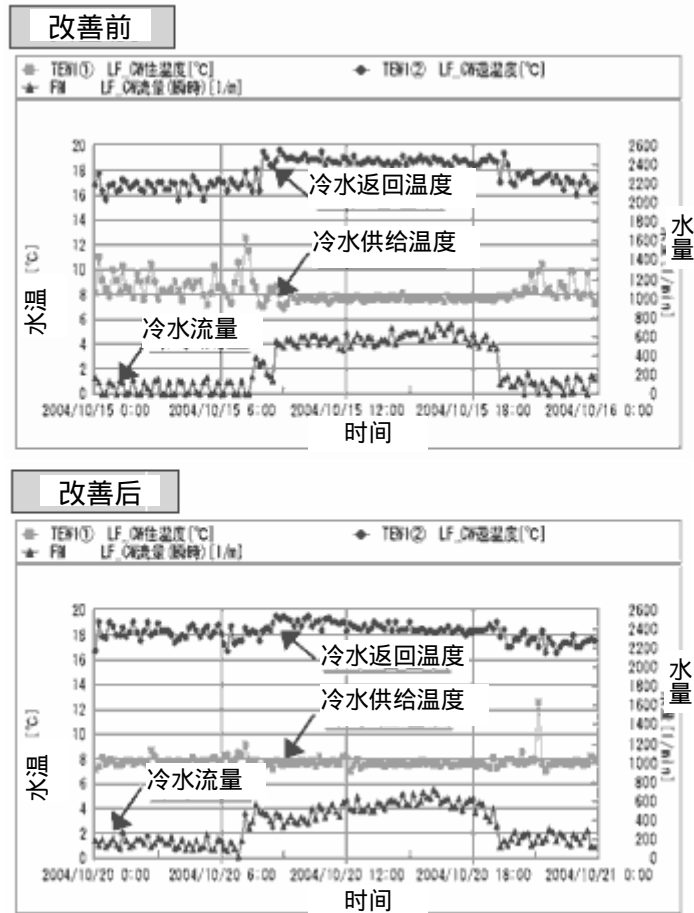


图-9 冷水往返温度的稳定化

【视点3】 结合运营形态的调整

当运营形态发生变化时，需要相应地实施调整。此外，关注运营变化，为管理人提供建议、引导其优化运营也是节能调整的工作。

【事例】 结合工作形态设定设定值自动切换功能

在食堂以及休息室等公共区域，空调的运营要符合工作形态的变化，我们合理设定了空调设定值的切换模式，减少了空调的能源浪费。

【视点4】 设备的高度调整

自动控制的PID值等管理人无法观察到的地方，也存在调整的余地。虽然要找出最佳设定值会花费时间和成本，但我们利用分析工具对比各种数据，找到参数的最优值等，并在调整和保养时进行实施，从而实现了高效的调整。

【事例】 空调机控制参数的优化

虽然初始调整将控制参数设定为较快且稳定的模式，但在现状负荷下，控制响应过快而造成混合损失。我们通过修正控制参数，避免了损失。

5. 对策实施后的效果

(1) 一次能源削减状况

一次能源、单位能耗的推移如表-3所示。每年我们都切实推进节能工作，在开展工作的第2年度即上年度，二者数据分别为97,665GJ/年 2,066MJ/m²，以第一年度(2003年)为基准的节能调整效果也顺利接近了15%的目标。

表-3 能源使用实绩与单位能耗的推移

年度	一次能源 (GJ/年)	与基准相比 削减率(%)	与2003年度相比 削减率(%)	单位能耗 (MJ/m ² ·年)
基准	125,093	—	—	2.646
2003	113,103	9.6%	—	2.392
2004	105,989	15.3%	6.3%	2.242
2005	97,665	21.9%	13.6%	2.066

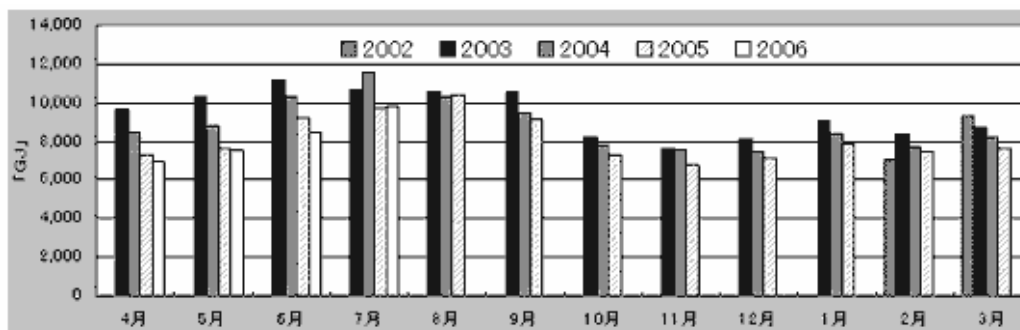


图-10 能源使用量的推移

不仅在冷暖气设备的运行高峰，而且在中段时间也能大幅削减能耗，这除了单纯缓和设定温度、缩短运行时间等获得的效果外，还可以说是削减局部负荷时的风扇动力、消除混合损失等节能调整所取得的成果。

(2)成本效益

推进本主题需要的费用如下所示，分为4部分共计3,670万日元。

- [1]专家评估相关的人工费：849万日元
- [2]分析工具费：340万日元
- [3]追加调整用计测：1,216万日元
- [4]调整实施费：1,265万日元

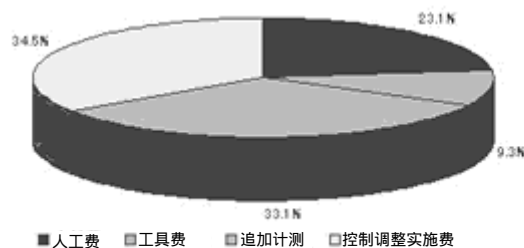


图-11 调整费用的详细内容

对此，如果将纯削减的总能源费作为回收金额，与2003年度的能源使用费(2003/04~2004/03)相比，2004、2005年度的能源使用费(2004/04~2006/03)削减金额为4,438万日元。

因此，根据调整效果算得的单纯投资回收年数为：

$$3,670 \text{ 万日元} / 4,438 \text{ 万日元} = 0.827 \text{ 年}$$

两年的年均投资不到一年就回收回来，获得了良好的结果。

但是，在此次的投资中，包含以下要素：

- [1]虽然削减成本的效果是持续的，但是以两年的成本削减金额进行平均计算；

[2]当初 12 人的节能专业委员会在提高效率的过程中精简，目前仅由 6 人运营；

[3]为了今后的持续验证作业，还追加了实验性计测点。

因此，可以说与原来设想效果相比，获得了投资更少、回报更大的更好投资回报效果。并且从建设投资(设备部分)来看，金额最多也不到建设投资的 1%，可以说本事例是一个通过新建时的周密策划而使设施具备了节能要素的典型案列。

6. 总结

“节能调整”的思路在于**基于设计意图寻求优化运营、改善初期问题、结合运营形态开展设备的高度调整**，拓展视野并获得以下所示的多项成果，从而实证了“节能调整”的**重要性及其效果**是推进其他设施节能的典型案列，可以说成果巨大。

[1]基于“节能调整”的视点，获得了能够持续推进节能的程序和技能；

[2]实证了高效实施专家参与型“节能调整”机制及其有效性；

[3]开发(产品化)了高效实施调整的工具“SatTool”，并实证了其效果；

[4]持续实现年率 6%的节能，在第 2 年达到了 13.6%(97,665GJ/年)的削减率；

[5]实证了成本效益高的“节能调整”(0.827 年)；

[6]在设施利用者协助(承受)以外的部分，找到了众多的节能改善主题；

[7]通过设施运营相关人员的参与，实现了节能先进知识的共享。

作为初期投资，我们构建了适合节能调整的基础设施环境，而且即使在运营阶段，除入住人、管理人以外，还要在考虑到专家参与策划(考虑以低成本、高效的投资)的基础上，以“节能调整”的视点推进节能的活动获得了巨大的节能效果(换句话说就是发现并减少潜在的能源损失)。通过清凉商务等入住人的协助获得了一定的节能成果，我们确信“节能调整”是“持续地”、“发展地”实现下一阶段节能的一种有益手法。

7. 今后的计划

汐留大厦的“节能调整”目前仍在持续实施，“持续维持现在的节能状态”、“持续发现新的节能要素”的努力是很重要的，今后我们仍将继续推行“节能调整”的 PDCA 管理循环。为了进一步深化、扩大活动，我们已着手了以下工作：

- 将本次活动中所采取的措施横向推广到本公司的主要设施上
(正在主要的 7 个设施(大厦)中推广)
- 构建与大厦管理者等共享分析专有技术的手法
(构建专有技术数据库并进行共享和活用等)
- 培养公司内部专家
(在本公司内部提高技能并加速横向推广)
- 将本次活动中所采取的措施作为“SatTool”等节能相关商品的有效利用事例加以活用
- 努力完成作为本大厦的“节能调整”成果的 15%以上节能目标并持续提升

今后，我们将不仅针对本公司设施通过“节能调整”推进节能工作，而且还要将在本公司设施上获得的经验活用到今后的商品以及服务中，通过“节能调整”为深化节能做出贡献。

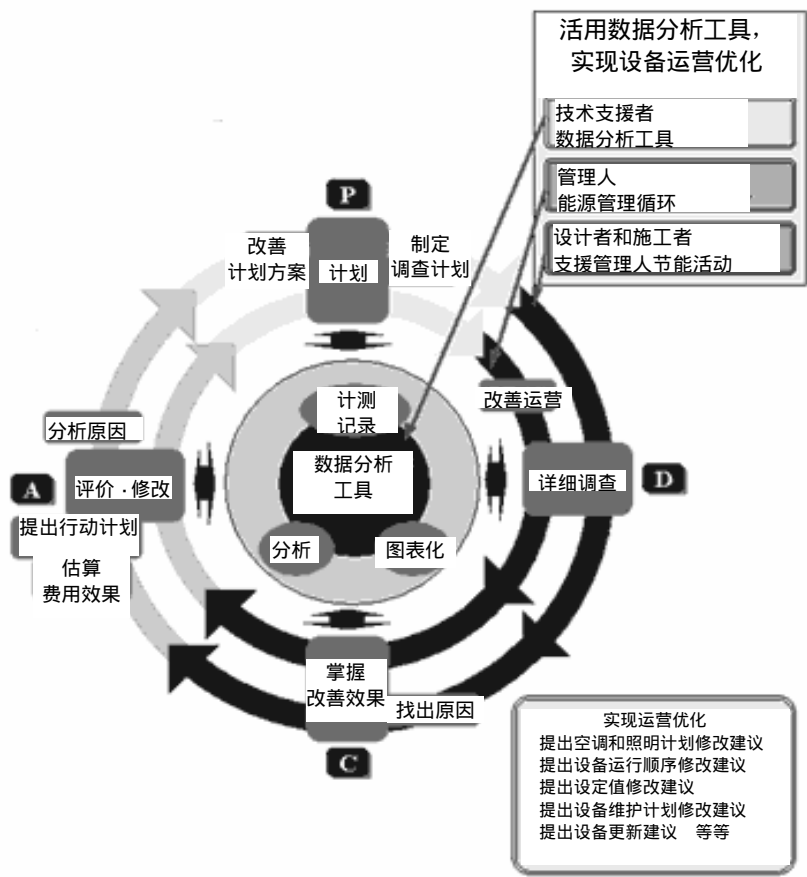


图-12 节能调整的管理循环

