

## 挑战工厂节能领跑者 Part II

三菱电机株式会社 三田制作所

制造管理部环境设施管理科

设施管理小组

**关键字：** 加热·冷却·传热的合理化（空调设备、温水供应设备等）  
电气的动力、热能转换的合理化（电动力应用设备·电气加热设备等）  
电气的动力、热能转换的合理化（照明设备·升降机·办公用设备）

### 主题概要

本事业所主要开发·设计和制造汽车导航系统及汽车音响产品等汽车相关的设备。随着汽车行业的发展，市场对于本事业所所制造的产品需求也年年呈现增长的趋势，原有的厂房已经无法满足生产空间的需求。为了解决这一难题，我们在场内新建了一幢产品组装厂房。在新厂房的建造过程中，积极采用本事业所至今所构筑的能源管理技术系统、多年来所积累的节能技术以及市场最新节能技术，由此成功完成了以“工厂节能领跑者”为目标的新建生产厂房。

与以往的方式相比，这一成果使节能效果提高了 23.8%。

### 该事例的实施时间

2003 年 10 月~2005 年 7 月

·规划制定时间	2003 年 10 月~2004 年 1 月	总计 4 个月
·对策实施时间	2004 年 2 月~2004 年 7 月	总计 6 个月
·对策效果确认时间	2004 年 8 月~2005 年 7 月	总计 12 个月

### 事业所概要

生产项目	汽车装备品（AB）车载多媒体设备·阀门等
职工人数	2,141 名（截至 2005 年 4 月 1 日）

年度能源使用量(2004 年度实绩)

电力 18,100 MWh

## 对象设备的工序

新建生产厂房(建筑设备)(图-1)



- 1、主要用途：产品组装工厂
- 2、尺寸：60m × 40m × 16.7m
- 3、结构：钢骨构架、双层折板屋顶绝热结构、ALC 绝热墙壁、3 层标准耐火结构
- 4、建筑条件
  - 低成本
  - 采用节能建筑结构
  - 采用节能设备
  - 引进能源管理系统 (SA1)

图-1 对象设备

[\[TOP\]](#)

## 1. 主题选定理由

本事业所主要负责汽车相关设备的开发·设计和制造，随着汽车行业的发展，市场对于本事业所所制造的产品需求也年年呈现增长的趋势，原有的厂房已经无法满足生产空间的需求。为了解决这一难题，我们在场内新建了一幢产品组装厂房。本事业所一直以来

积极开展节能活动，力争成为“工厂节能的领跑者”。新建生产厂房规模大，计划建筑面积达7200m<sup>2</sup>，从着手计划开始便采用本事业所日积月累的节能技术、行业最新节能技术以及本事业所构筑的能源管理系统，积极开展包括EM(Energy-Loss Minimum)活动在内的、以“挑战工厂领跑者 PartII”为主题的节能活动，力争成为节能活动领跑者的EM工厂。

## 2. 现状的掌握与分析

### 2-1) 掌握现状

- [1] 新建7200m<sup>2</sup>生产厂房，使得现有厂房面积(47234m<sup>2</sup>)增加了15.2%。
- [2] 与2003年度相比，2004年度的产量预计可增加约7%左右。
- [3] 新建厂房的消耗电力根据以往的建筑方式、建筑物规模、用途分析，预计为2,700MWh左右。
- [4] 建筑前的2003年度所内消耗电量为18,000MWh，预计增加15%。
- [5] 因此，通过简单的计算即可发现，新建生产厂房的电量生产单位能耗为 $1.15 / 1.07 \times 100 = 107.5\%$ ，存在7.5%恶化的可能。

### 2-2) 分析现状

- [1] 电力占事业所全部能源的100%。
- [2] 新建厂房的使用电量预计达2,700MWh，可能有大幅度的增加。
- [3] 2003年起能源管理系统(SA1)正式投入使用，由此，在事业所就可以即时了解生产流水线等的能源使用量。
- [4] 以往的节能措施均为对原有设备的事后弥补措施，因此，在对原有设备的改造等方面都增加了额外的成本。
- [5] 本事业所在公司内部也被作为节能模范工厂，因此，在新建生产厂房时务必要要求实施具有工厂节能领跑者风范的对策。

## 3. 活动经过

### 3-1) 管理体制

以往，建筑物及建筑设备往往采用从选择规格到施工都全权委托建筑公司或设备专业厂商的方式。而本次，负责设施管理及能源管理的设施管理小组成员们都带着自己动手的热情，从制定计划的核心阶段到导入节能对策，都积极参与了建筑体制的建立。此外，设施管理小组也是工厂节能推进事务局。(图-2)

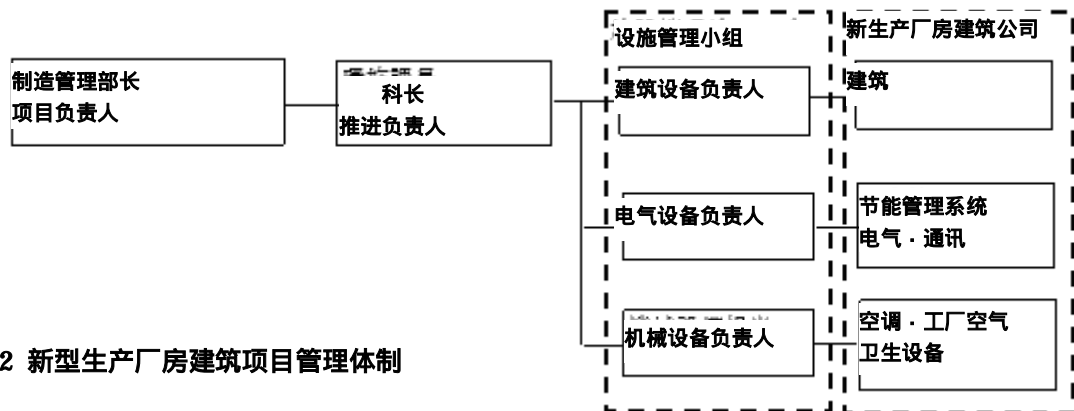


图-2 新型生产厂房建筑项目管理体制

### 3-2) 目标的设定

为了通过 EM(Energy-Loss Minimum)活动削减新型生产厂房大幅度增加的电力，设定以下数值作为努力的目标。

- [1] 新建生产厂房目标削减率：20%
- [2] 新建生产厂房目标削减电力：540MWh/年

### 3-3) 问题点及其对策的探讨研究

#### (1) 问题点

- [1] 随着生产规模的扩大，为了确保生产空间，必须新建生产厂房。
- [2] 担心新建的生产厂房增加电力消费量、并导致单位能耗的恶化。
- [3] 如果将新建生产厂房从规格探讨到施工全权委托建筑公司势必导致高成本，而且日积月累的节能技术和节能对策也无法得到充分的反映。

#### (2) 对策的探讨

- [1] 让设施管理小组成员中的建筑、电气、机械方面负责人从计划阶段就参与到新建生产厂房的项目中去。
- [2] 开展符合“工厂节能领跑者”形象的 EM(Energy-Loss Minimum)活动，最大限度地采用了本事业所所积累的节能技术和节能对策、且，以防止单位能耗的恶化。
- [3] 在新建生产厂房方面，设施管理小组成员自己动手制定说明书，并与专家（建筑、电气、机械、通讯、消防等）相互协作，进行节能厂房的建筑、节能设备的引进、以及能源管理系统的横向展开。
- [4] 为了实现上述目标，每周汇集新建生产厂房建筑项目组成员，召开节能对策进展状况汇报会。

[\[TOP\]](#)

## 4. 对策的内容

以下介绍新建生产厂房所采用的节能技术和对策。

(1)事例 1 建筑相关

[1] 厂房结构：厂房为钢结构，屋顶、墙壁、天花板高度、窗口部均采用了节能规格。（表-1）

表-1 厂房结构及涌进的热量

条件：对象厂房夏季高温时期

	本次（节能型）	涌进热量（kW）	以往方法	涌进热量（kW）
屋顶结构	双层折板绝热材料玻璃丝 10kg/m <sup>3</sup> t100+9.5PB	23.3	折板粘贴聚乙烯高发泡材料 +9.5PB	249.2
墙壁结构	ALC板 t=100 绝热结构	41.7	石板外壁	188.8
天花板高度	3.2m	70.4	3.5m	77.0
窗口部	148.58m <sup>2</sup>	23.7	349.8m <sup>2</sup>	32.2
排烟窗	采用遮光绝热材料	3.9	型板玻璃	10.2
厂房配置	东外壁	40.1	西外壁	42.7
总计		203.1		600.1

- 屋顶一改以往折板上粘贴聚乙烯高发泡材料的方式，而采用 10kg/m<sup>3</sup>t100 的无螺丝双层折板绝热材料玻璃丝充填结构来提高绝热性能，有效降低了空调负荷。
- 墙壁采用 ALCt100 的绝热结构替换以往的石板外壁，有效降低了空调负荷。楼高 6m，天花板高度为 3.2m，由此缩小室内空间而有效地降低了空调负荷。
- 窗口部极少，几乎接近无窗状态，由此减少由窗口进入的直射阳光，同时还在排烟窗部的玻璃内侧张贴遮光绝热板材以防热量的进入，从而有效地降低了空调负荷。（图-3）
- 厂房出入口设置前室，以防室内直接受到室外空气的影响。（图-4）此外，配合一楼物流区域零部件搬运出入口的电动百叶门，在其内侧设置了高速苦布百叶门，通常只需开关高速苦布百叶门即可，由此缩短开门时间，减少了热负荷的侵入。（图-5）



图-3 排烟窗的遮光隔热



图-4 出入口的前室



图-5 高速苫布百叶门

[2] 厂房配置及格局

厂房的配置受到物流的影响，而厂房的西侧是承受直射阳光的热负荷最强的部位，因此，本次在热负荷最大的西侧集中设置了楼梯、机房、卫生间、休息室等公用区域，由此减少了生产区域及事务所区域的直射阳光所带来的热负荷。

对于厂房内的耐久实验室及打印室所产生的热负荷，通过设置房间隔热板，并采用将热量分别向各室外排放的独立排热方式，由此降低了事务所区域的热负荷。

[\[TOP\]](#)

(2)事例 2 设备相关

[1]变电设备： 变电所采用高效率型的变压器，由此有效地减轻了变压器的无负荷损耗及铜损耗。（表-2）

表-2 变压器损耗对比

	本次（高效率型） 无负荷损耗/全部损耗(W)	以往（低损耗型） 无负荷损耗/全部损耗(W)
500kVA	740/5,670	1,010/6,900

[2]照明设备： 照明设备采用电力消耗很少的 HF 节能型及 LED 型设备。（表-3）

天花板照明在 HF 节能型的基础上安装“拉绳”，各照明可以分别独立进行关灯。

休息室、卫生间、门口等公用场所的照明采用人体感应型照明设备。

表-3 照明设备对比

	本次（节能型）	以往	备注
天花板照明	32W × 2 盏	110W × 2 盏	随手有拉绳
常夜灯	32W × 1 盏	40W × 2 盏	必须的最小限度光度标准
应急灯	13W	110W(天花板照明兼用)	必须的最小限度光度标准
避难方向指示灯	2.4W	20W × 1 盏	LED 型
楼梯照明	32W × 1 盏	40W × 2 盏	自然采光化
门口照明	32W × 1 盏	40W × 2 盏	光检测功能的人体感应器
自动售货机照明	持续熄灯	30W × 1 盏 × 4 棚	清凉饮料水等

[3]空调设备： 空调设备根据伴随对象厂房的部门构成、设备构成、生产形态、作业形态的不同而发生变化的热负荷状态，采用最新的变频式设备以将能源损耗降低至最小限度。同时，可以根据使用目的独立开关各空调设备。（表-4）室外机的配置以缩短冷媒管的配管距离为目的，1 楼的室外机设置于地面，2、3 楼的室外机则设置于 2 楼。（图-6）

表-4 空调设备对比

	本次（节能型）	以往设备
消耗电量(kW)	474.47	749.88
平均 COP	3.49	2.38

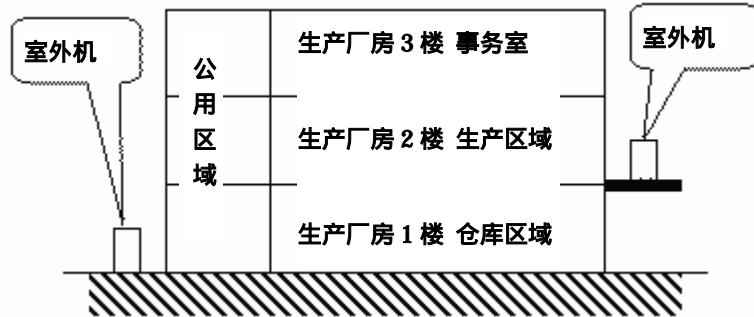


图-6 室外机配置

[4]排热设备： 焊接槽及振动试验机等生产设备、大型复印机、自动售货机等会向室内释放热负荷，通过排热设备（专用管道）将室内的热量直接排出厂外，以此作为削减上述热负荷的对策。（图-7）尤其在生产排热方面，应设置可以显示压差的自制液柱式指示器，以便大家对排气鼓风机的作业状况一目了然，实现排热的可视化。（图-8）



图-7 自动售货机的排热



图-8 排气指示器

[5] 压缩机设备:

压缩机引进 2 台最新式节能型变频压缩机(37kW)。2 台压缩机的运转控制可以通过年度运转日程定时及变频相结合、并根据负荷的压力变动状况进行控制。由此即可实现完全无人运转的可能。

在压缩机的冷却对策方面，一般会在墙壁及窗部采用固定的百叶窗板，但是，由于该板材的空气阻力较大而无法获得理想的冷却效果，因此本次采用了可动式百叶窗板以减少空气阻力并创造空气流通空间，从而达到了理想的冷却效果。此外，在压缩机的热排气方面，通过变频控制，并与压缩机房内温度联动，由此进行 3 台排气鼓风机的 ON/OFF 以及旋转次数的控制。(图-9) 压缩空气的厂房内分别在 1、2、3 楼通过 SGP-100A 配管进行循环配管，由此达到削减终端压力损耗的目的。

为了防止各流水线主要阀门忘记关闭而导致空气泄漏，因此安装了电动阀门。(图-10)

电动阀门的开闭按钮分别设置于各流水线的分电盘上，并与阀门开闭指示灯进行联动。(图-11)



图-9 排气鼓风机控制盘



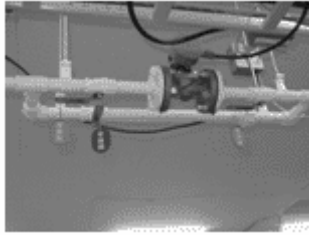


图-10 电动阀门



图-11 电动阀门开闭 SW

[\[TOP\]](#)

**(3) 事例 3: 能源管理系统(SA1)**

伴随新建生产厂房的建设，厂房内的能源管理将从 2003 年起正式投入使用的能源管理系统（SA1）作为必须设备进行横向普及，并在新建厂房使用电力计、电压计、电流计、功率计、温度计、湿度计、压力计等各种计测设备，在 188 处对 649 个项目的能源使用状况进行了测量和监控。(图-12)(图-13)

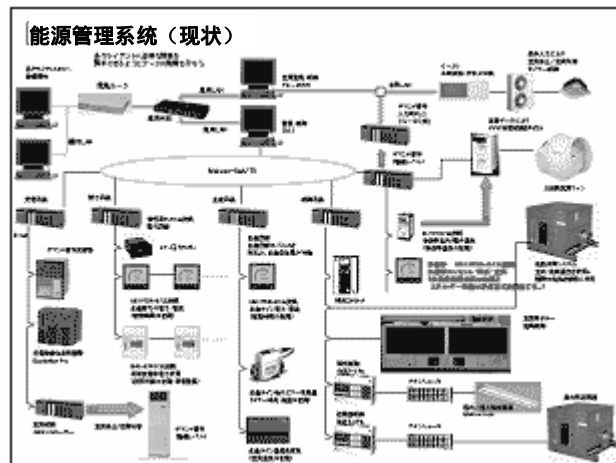


图-12 适用于新建生产厂房的 SA1 系统图

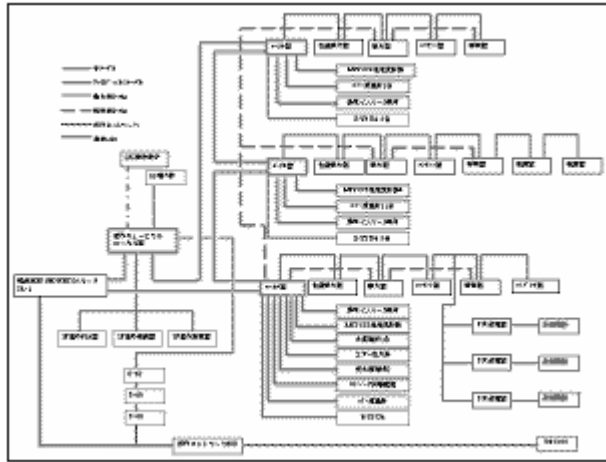


图-13 适用于新建生产厂房的监控区划图

[1]能源管理系统(SA1)的监视及控制功能

在能源管理系统(SA1)中，可以及时监视生产流水线的单位能耗、使用电量、室内温度、室内湿度、照明状态。同时还可以通过照明的 ON/OFF、阀门开度进行流量控制、通过定时进行时间控制、并通过空调机设定温度的变更进行室温控制。

[2]空调控制

通过“空调管理系统 G50”，以“TG2000”进行空调的运转管理，由此实现了精密的空调控制。此外，通常在同一间室内，根据位置的不同室温也会产生差异，因此，为了更好地对室温进行管理并使其达到均衡，在室内增加了温度感应器数量，几乎达到每 100m<sup>2</sup> 设置一套，由此实现了以区域为单位的精密的温度控制。(图-14)(图-15)

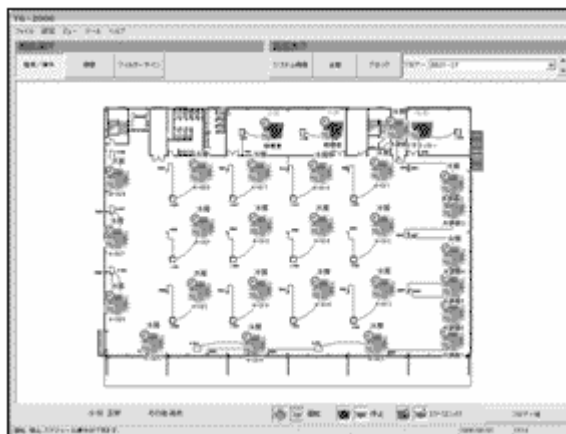


图-14 新建厂房 空调设备配置图

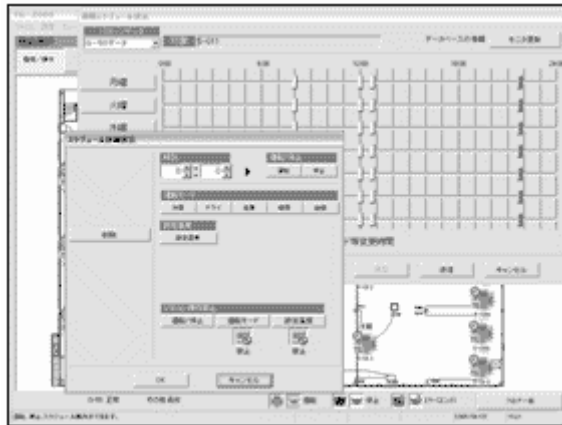


图-15 空调控制 TG-2000

[3]生产流水线的能源管理

各生产流水线均在控制盘上安装其流水线所占有的计测设备，并将生产设备的电力、电流、生产脉冲、作业时间的数据读入能源管理系统，由此实现可视化。

在空气方面，将各流水线的原有阀门更换为电动阀门，设置流量计、压力计并由此进行计测。

[4]事务所的能源管理

实现事务所照明、事务所内外温度、湿度的自动计测，同时运用照明控制器自动进行照明 ON/OFF 的控制、换气用送风机的变频控制、午休时和下班时的统一关灯操作。(图-16)(图-17)

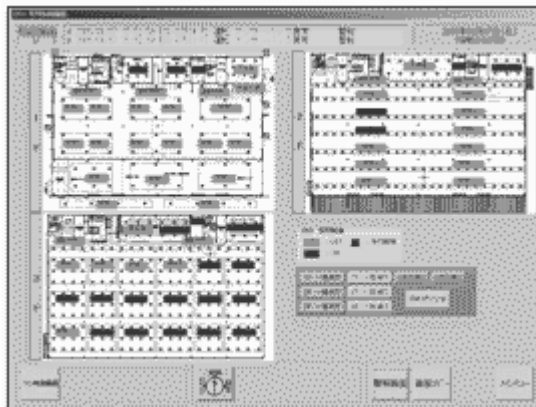


图- 16 照明控制状态图

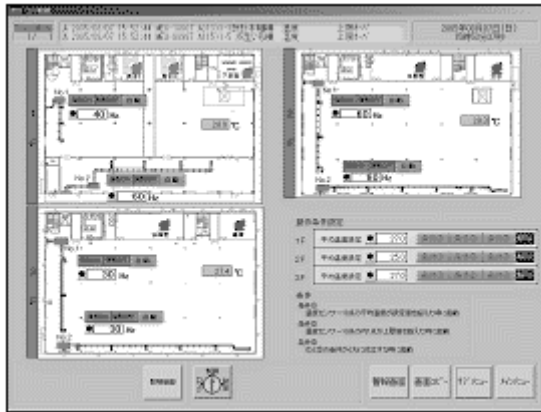


图- 17 换气用送风机变频控制

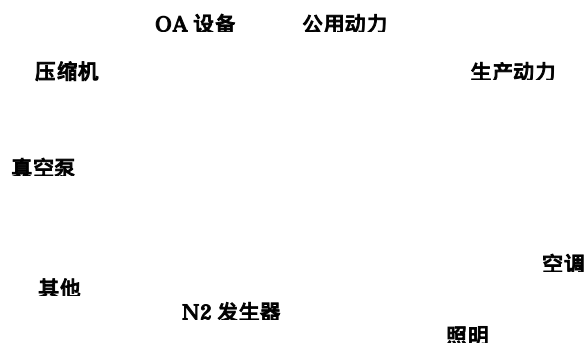
<电力使用实绩>

对于新建生产厂房预测的年度电力使用量 2700MWh，2004 年 8 月至 2005 年 7 月的 1 年中，实际使用量为 2057MWh，通过节能对策达到的电力削减量为 643MWh(削减了 23.8%)。(表-5)(图-8)

表-5 电力使用实绩

04/8~05/7 实绩	电力使用实绩 (MWh)
生产动力	644
空调	354
照明	234
N2 发生器	181
其他	180
真空泵	175
压缩机	152
OA 设备	98
公用动力	40
总计	2,057

(四舍五入算法，有时可能会和总计不符)



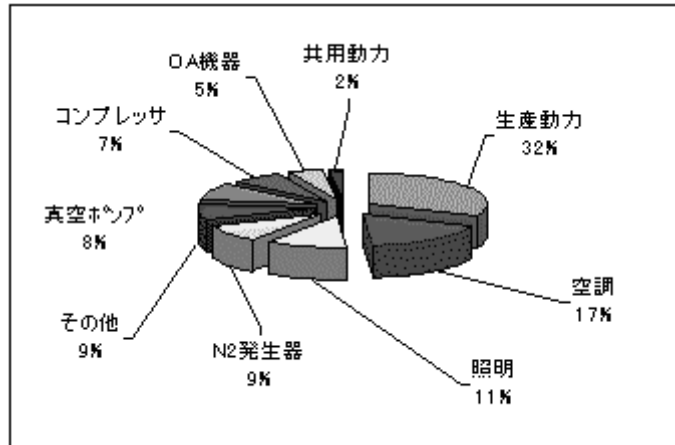


图-18 电力使用比率

[\[TOP\]](#)

## 5. 对策实施后的效果

在新建生产厂房建设之际，从建筑设计阶段就开始积极开展以工厂节能为中心的活动，最终在建设后的1年中取得了良好的电力使用实绩，获得了巨大的节能成果。(图-19)

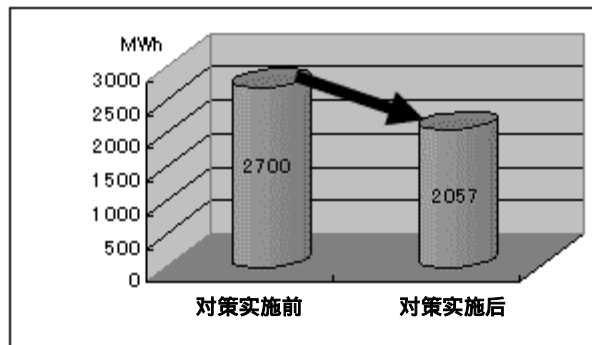


图-19 对策实施后的效果

- 节能率：23.8 %
- 节能量：643 MWh
- 节能效果：228t-CO<sup>2</sup> (0.356kg-CO<sub>2</sub> / kWh 使用 2005 年度关西电力公布数值 )
- 效果金额：9,645 千日元 / 年
- 投资回收：1.2 年 (投资费用作为能源管理系统扩展费以 12,000 千日元算出。)

## 6. 总结

以往的工厂建设一般都采用向建筑公司一次性发包、或者从选择规格到施工全权委托建筑公司及部分设备专业厂商的方式。因此，除了厂房的基本规格以外，要想增加其他节能设计等都势必会提高成本。

而本次的活动则是由负责工厂设施管理及能源管理的设施管理小组成员们自行组成项目小组，并从计划阶段起，在有限的预算中将至此积累的节能技术融入到各自负责的领域中去，最大限度地接近理想化，使得节能技术得到了浓缩，并在节能效果上获得了巨大成果。由此，终于成功构筑了与“工厂节能领跑者”形象相符的工厂结构。

此外，本新建生产厂房所消耗的能源全部通过“能源管理系统 SA1”进行可视化，能源管理部门可以根据流水线的作业状况、室内温湿度状况、工厂空气的消耗状况等，通过内联网以可视化的形式让各部门的管理者及工作人员加以确认。

通过上述对策，“能源管理系统 SA1”的各种数据不仅可以在各部门的能源管理中得以应用，而且还可以在职工节能教育及启发职工节能意识的活动中加以使用。

## 7. 今后的规划

本次的新建生产厂房建设作为挑战“工厂节能领跑者”的工厂、即能源管理中的重点工厂建设范例，希望通过公司内外的广泛宣传得到横向发展，并力争为实现行业界总体的 CO<sub>2</sub> 削减目标作出贡献。