

总 178 期
4/2016.8

能 量 转 换

利 用 研 究 动 态

中国科学院广州能源研究所情报室 编
广东省新能源生产力促进中心

登记证编号：粤内登字 0 第 10029 号

目 录

一、总论	(1)
1、以可再生能源作为日本基干电源第一步的第一年	(1)
2、面向 GHP 的新能服务	(1)
3、三菱日立动力系统公司简介	(2)
4、田町駅东口北地区 II 街区的智能网构筑	(3)
二、热能学·动力工程	(4)
1、磁场干预对管道中三维圆柱形阻力体强迫对流的影响。	(4)
2、CO ₂ 分离膜的实证试验成功。	(5)
3、共同开发高性能燃烧气体简易贯流热煤锅炉 SN-20GH	(5)
4、电和气的混合式过热水蒸气发生器“混合 SHS”的开发	(6)
5、蒸气发生热泵的开发和现场试验事例	(6)
6、贯流锅炉“ENER-S 型”带有蒸气发电机的木质生物质锅炉	(8)
7、有效利用可再生能源的热电联产联合系统的开发	(10)
三、地热能	(11)
1、设立地热发电事业总公司	(11)
2、近年三菱日立动力系统公司承包的地热发电设备	(11)
3、三菱日立动力公司的地热发电技术	(14)
四、生物质能·环保工程	(15)
1、宫城县南三町生物质气体设备运行	(15)
2、秋田沼气发酵气化生物质发电事业	(16)
3、三井造船环境工程技术公司完成生物质气体设备	(16)
4、300KW 级生物质气体发电设备	(16)
5、关于生物质发电站建设的课题和解决方法	(17)
6、倉敷市児岛下水处理场引入生物质气体发电设备	(19)
7、下关市山阴最终处理场消化气体发电事业签订基本协议	(19)

8、在关东以沼气化为核心构成地区紧密结合事业	(20)
9、生活垃圾处理机的生成物再循环圈目标	(20)
10、推进垃圾减量和清扫事业效率化	(21)
11、城市垃圾焚烧用废热锅炉蒸气的高温高压化	(21)
12、流动层式松江生物质发电所	(23)
13、自动加煤机式生物质发电	(23)
14、利用沼气发酵有效利用生物质资源	(24)
五、太阳能	(25)
1、关于钙钛矿作为新一代太阳能光电池材料的学术讨论	(25)
2、全球太阳能设备安装量今年将达到 66.7GW	(27)
3、法国计划敷设 1000 公里太阳能光电板路面	(28)
4、太阳能专业会议信息	(28)
5、向太阳光发电事业提供保险计划	(29)
6、追加提供 CIS 薄膜太阳电池模件	(29)
7、太阳光发电系统和风力发电系统等可再生能源最适用的特别高压 (24KV) 环型配电网转辙装置—环型主机组 “RM6 系列”	(29)
8、实用大小的太阳电池转换效率达到 25.1%	(30)
9、住宅用高效率小型模件	(30)
10. 鸟取·米子建设兆瓦太阳发电站	(30)
六、风能	(31)
1、风力发电事业化	(31)
2、和歌山县日高羣邱南町建设风力发电所	(31)
七、新题录	(31)

出版日期：2016 年 8 月 第 4 期（总第 178 期）
主管单位：中国科学院广州分院
主办单位：中国科学院广州能源研究所
印刷单位：广州穗旺印刷有限公司
登记证编号：粤内登字 O 第 10029 号

一、总论

1、以可再生能源作为日本基干电源第一步的第一年

东日本大震灾，福岛第一原子力发电所事故至今已 5 年。在第二年启动的可再生能源全量收买制度已用超过我们预想的势头促进可再生能源的引入。成为中心的是太阳光发电，如果可确保用地，在短时间进行设计和施工是可能的。去年 5 月已有 82GW 设备被认定。与风力 2.3GW、生物质 2.5GW 相比，偏重于太阳光发电。实际运行设备的 1/4（约 20MW）是建在土地容易得到的人口和建筑物少的地方。除中央 3 公司外，其它电力公司也跟随而至。在政府指导下，认为无限制的发电控制能够重新开放与系统连接。在国家长期需给预测中，原子力发电事故后国民的脱原子力发电意见已后退。在 2030 年的能源最佳组合中，将原子力作为基础电源，剩下的为可再生能源引入量，不低于 22~24%。在最好的比例中，太阳光为 65GW，比认定时的设备容量 82GW 少。为减少将来国民负担，去年 7 月将 FIT 的太阳光发电收买价格下降为 27 元/KWh。今后将大力引入风力、生物质、小水力、地中热。在抑制 FIT 过度引入欲的同时，将可再生能源作为日本基干电源的方针不变。从目前引入一边倒到健全稳定引入，以后要完成健全、稳定引入的方向。能源厅打出 PV100 年构想，将太阳光发电系统从目前的运行 20 年延长到 30 年、40 年、50 年。对已经陈旧的设备一边替换一边进行 100 年后也可继续发电的设备技术改进，此外，还要增加引入量。为此，进行太阳能电池模件等的发电部件长寿命化和系统监视以及点检技术的开发，以求替换早期不完满产品。日本国内可再生能源引入有关制度改革小委员会为可再生能源事业的确实性、合理性等适切性进行担保。在确认新的可再生能源事业的内容合适前提下，创设 FIT 对象的认定制度。设定在事业开始后，事业者必须遵守的事项，研讨其遵守处置方式，具体是进行 20 年的事业适用期间的保守管理等发电事业和地区共生，进行为遵守适当的废弃再循环工作法令的事业，以求适合的情报，明确指示等社会责任成果。在认定后如不实施适当的事业，经产大臣可要求改进。研讨不服从改进命令时取消认定。在这些工作中，可再生能源被健全化，提高再次引入可再生能源的积极性。与接受 CO 21 巴黎协定意见一致，日本谋求更进一步抑制地球暖化气体排出，以求取得世界领导地位。大力开展节能和太阳光能利用技术，将太阳能的所有研究开发作为国内的日本太阳能学会的重点工作。

日本太阳能学会对发电系统的监视·点检技术关注度高，对不配合事例的解析，系统的监视技术，发现不适合事例的点检等技术研究成果，已在宫崎市召开的研究发表会有过多次报告，对可再生能源发电事业的健全发展，在技术方面，该学会有积极贡献，作为 40 周年事业，太阳能利用手册已实施 3 年，现正进行加入新技术的修改工作。去年 10 月末已刊登出来。其修改的新版利用手册将会对太阳能利用事业和节能等工作做出新的贡献。

张焕芬摘自《太阳エネルギー》2016 年 1 期

2、面向 GHP 的新能服务

据《クリーンエネルギー》2015 年 12 期报导，大阪气体公司以气体供冷供暖系统—燃气发动机热泵为对象，开始了成为新能服务项目单的“依依！G 组件”。该组件包含 GHP 点检、维护和远距离监视，节能自动控制服务，每月仅用定额资金便可引入服务。采用经营租约方式，由于不需初投资，不用列入资产，可减轻使用者财务方面的负担。在气体供冷供暖系统中，将其作为标准提案项目单，在日本国内是最早的工作。

气体供冷供暖系统，用户可作为实施电力降峰对策，是可对大量节电作贡献的设备，今后将会更进一步扩大普及。特别是近年中小规模大楼和面向商业设施的 GHP 已引入。该公

司 2014 年度出厂实绩除达到过去最高的 37.2 万 KW 外，2015 年度上半年的订货已超过前年度 10%，达到 18 万 KW。

近年，在 GHP 引入时，由于用户对减轻维护手册等事务负荷和财务方面负担的要求高，所以新设了“依依！G 组件”。

依依！G 组件的特长

	特 长	优 点
①	带有服务期间的机器维护	不用负担突发事故费用
②	对应改进氟里昂法的定期点检也包含在服务项目中	不要准备另一种用途点检
③	标准装备远距离监视·控制系统“能源挠曲溢价”	顾客麻烦的事，用挂图推进节能
④	以“能源挠性溢价”收集数据为基础，每年 2 次发行节能运行报告书	将顾客的能源浪费可视化，对提高节能意识寄与希望
⑤	GHP 的租约服务	不需初投资费用负担
⑥	可能会有会计方面的不平衡	不必列入平衡表
⑦	如果经过一段时间，没有细算金等的负担，中途可解约	降价途中转让和店铺撤退时的风险

张焕芬

3、三菱日立动力系统公司简介

(1) 公司简介

三菱日立动力公司（MHPS）是 2014 年 2 月 1 日，三菱重工业公司和日立制造厂股份公司两公司的火力发电系统事业合并诞生的公司。近年随着新兴国家经济成长，电力需要日益旺盛，能源市场正在全球扩大之中，成为世界有力企业重组、竞争日益激烈化。另外，人们对地球环境意识也变得非常之高，目前强烈要求同时解决能源和环境 2 个课题。

在这样的事业环境下，该公司在“用优秀的技术、产品对社会做贡献”的企业理念下，利用可最大限度发挥三菱、日立相互最强的“备有生产出高质量和可靠性高产品的技术力量”、“在世界所有地区综合计划的工程技术综合力”、“极细致的营业和服务能力”，迅速而且确实应对电力稳定供给和解决环境问题的社会需求。该公司通过战胜世界竞争，目标达到火力发电系统和环境技术领域的世界一流公司，其中地热发电事业，与现有的闪蒸发电方式，小规模双流发电系统形成系列，以应对市场和广大用户的需要。

三菱日立动力公司位于神奈川县横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号，董事长西泽隆人，资金 1,000 亿元，从业人员：（单独）约 11,000 名，（连结）约 23,000 名。

(2) 公司目前的地热发电设备实绩

九州电力公司继续努力利用大分县九重山中的地热资源发电。但由于是热水量比蒸气多的热水卓越型资源，开发较迟。1958 年新西兰在瓦依拉成功建成世界最早热水卓越型地热发电所运行，从此获得勇气进行开发。从 1964 年和九州电力公司共同研究，1967 年大岳发电所（出力 1 万 2500KW）开始运行，大岳发电所是对抑制石油发电成本，彻底完成降价成本努力的结果。

1977 年开始运行的九州电力公司八丁原发电所（出力 5 万 5,000KW）是世界第一座用一条输水管将蒸气和热水一齐从热水井口输送到发电所的二相流输送方式的双闪蒸地热发电

站，其后这种方式被称为八丁原方式，在世界各地被广泛利用。

1975年地热透平最早输出机，萨尔瓦多奥阿查潘发电所1号透平开始运行。以此为起点，冰岛克拉佛赖、菲律宾通戈楠、马科汉陆续输入该公司的透平。1982年该公司在有限范围进行世界地热透平商谈，接受全部订货。

美国也是地热透平的主要市场，从1980年代开始向美国输出18台地热透平，出力51万1,500KW。其中达到当时最高效率的SMUP（Sacramento Municipal Utility District）透平（出力7万650KW，1983年开始运行），还包含尚未建设的世界最大容量地热透平凯萨斯21号机（出力15万850KW）。

地热发电的另一个成果是轻便式透平，在地热发电所建设中，必须挖掘多个地热井，需多年时间。在此期间，如果可使用最早完成的地热井蒸汽发电，将其作为工程用电源是方便的。为此目的，在没有电源没有冷却水的情况下，开发了能够起动的背压式轻便透平。其后又开发了凝气式轻便透平。凝气器和冷却水设备也是轻便式。轻便式透平出力最初是3000KW级，但在1980年开始运行的面向美国佛洛里的是1万KW，其后2万5,000KW级轻便透平也被开发出来，在双流发电中开发了达到5万KW级。

在阳光计划中，着手利用地热资源建设国内地热发电所工作已活跃化。该公司（含前身的三菱重工业公司）也承包了东北电力公司澄川地热发电所（出力5万KW）、九州电力公司山川发电所（出力3万KW）、同潼上发电所（出力2万5,000KW）等多个地热发电所建设。从1995年起陆续开始运行。其后以国外工程为中心，提供包含蒸气透平发电机单机，并继续承包电站建设。在20年间承包含冰岛黑里斯海代发电所（出力4万5,000KW×2台），约5台，达到承包地热透平100台。

地热发电的承包工程，到2015年5月已达到104名，出力约301万KW，其中约215万KW（约70%）是包含现场工程的承包工程。

张焕芬摘自日刊《地热技术》2015年3~4期

4、田町駅东口北地区Ⅱ街区的智能网构筑

据《クリーンエネルギー》2015年11期报导，东京煤气公司和东京煤气公司的100%子公司—东京燃气工程技术咨询公司，在田町駅东口北地区（东京都港区）Ⅱ街区（西侧区）的“TGMM芝浦计划（暂称）”中，为构建环境性优，防灾性强城镇做贡献，构筑可有效提供热和电的智能能源网。

东京煤气和东京煤气ES，以设置于Ⅱ街区“第二智能中心”为中心，将本计划的办公处、商业设施、酒店等设施，用热、电情报网络连接，构筑智能能源网。以设施竣工一齐，从2018年起，供给热和电。同时和Ⅰ街区（东侧地区）的已有智能能源网联合，进行热的相互融通，在整个二街区实现能源供需最佳化，两个智能能源网联合成为日本最早的能源网。

两街区的智能能源网联合，有效利用SENEMS将引入各街区的可再生能源、燃气热电联产、业务用燃料电池和空调热源等进行最佳控制，在两街区实现能源供需最佳化。据此，将两街区的CO₂排出总量与1990年基准排出量相比，达到可减排约45%的目标。而且构筑在停电等非常时，对地区防灾据点设施的Ⅰ街区，提供必要的热和电。也可从Ⅱ街区的智能能源网向Ⅰ街区提供热和电的支持体制。不仅是Ⅱ街区，而且可实现提高两街区总体的能源安全性为建设防灾性能强的城镇做贡献。

张焕芬

二、热能学·动力工程

1、磁场干预对管道中三维圆柱形阻流体强迫对流的影响

阻流体的流动特性和热传递特性在工程设计中是非常重要的理论基础，常应用在重要的工程实践中。比如核聚变反应堆的流体、金属冷却系统、热交换系统和冷却塔等等。阻流体常常呈现圆柱形。所以，对圆柱形物体相关流体的流动结构、旋涡脱落、拖曳力的预测和研究不但在学术上是一个令人瞩目的课题，而且还有非常广泛的实用价值。

流体流经阻流体所产生的传热传质问题是热力学和流体力学的一个经典课题。所以，不少学者已经对环绕圆柱形阻流体的流动进行了深入的研究。在自由流动范围，流动特性取决于雷诺数，并以雷诺数作为流动的唯一控制参数。但是，如果雷诺数继续增加，流动就会变得不稳定，这是因为圆柱体背后的静态旋涡对随着流体流速的增加逐渐从圆柱体分离并离开圆柱体。这个分离过程产生拖曳力、压力变化和振动，随着雷诺数的增加，流体流速的增加，这个过程产生的拖曳力、压力变化和振动越来越严重，因而导致了许许多多的工程问题。这是对工程实践的一个巨大挑战。为此，许多学者们在不断地探索控制这个分离过程的方法和使用的措施。例如，被动的的方法有：采用隔板分割旋涡、流体通过不均一的入口进入、在分离形成区域的剪力层放置控制棒、在流体流动的上游安排圆形阻流柱或平板以控制流体的流入等等。主动的控制方法有：强力吸入、强力鼓风、强迫旋转或振动等等。

中国南京航空大学的学者们在这个领域的研究已经取得了一些有价值的成果。磁场干预对强迫对流的影响就是其中之一。电磁力（也称洛伦兹力）的导入可以控制流体流经固态阻流体产生的分离过程。这个控制方法的优点是适用的流体种类非常广泛。根据磁场的分布形式和外部电场的种类，这个用洛伦兹力控制流体分离过程的方法可以分为两大范畴。其一是采用唯一的、均匀的磁场控制流体的分离。其二是采用条形的电极和条形的磁体。这种方法适合于传导性较小的流体，比如海水。通常，这种磁流体动力学（MHD - Magneto-hydrodynamic）的特殊应用称为电磁流动控制（EMFC - Electro - Magnetic Flow Control）。

最近，有一些学者的研究显示，不可压缩的导电粘性流体在流经非均匀磁场时会产生稳定和不稳定旋涡。这个现象称为磁干预（Magnetic obstacle）。进一步的研究显示，磁干预表现出与普通流体流经阻流体时相似的所观察到的特性。根据这些研究结果，学者们设想，能否用在上游设置的磁干预来控制位于下游的圆柱形阻流体背后产生的流体分离现象呢？

中国南京航空大学的学者们按照这个思路进行了实验和理论的研究。他们在圆柱形管道的上游设置了一个磁场，对流经圆柱形阻流体的流体进行干预，观察其中强迫对流的变化，已达到控制流体的目的。他们还改变磁场设置的位置和磁场强度，圆柱形阻流体的大小，进一步观察和研究磁场对流体中的强迫对流的影响。

理论推导从略。

结论：

为了评估磁干预对流经放置了圆柱形阻流体管道的流体的影响，南京航空大学的研究人员根据理论推导建立了有关的数学模型，以进行数值研究。当前的研究结果显示，磁干预的两个无量纲参数是影响实验结果的关键参数。其一是代表磁干预磁体大小与圆柱形阻流体大小关系的 d/D ，另一个是代表磁干预磁体与圆柱形阻流体相对位置的 L/D 。式中 d 是磁干预磁体的宽度， D 是圆柱形阻流体的直径， L 是圆柱形阻流体与磁干预磁体之间的距离。研究结果表明：

1，磁干预能够有效地减少旋涡引起的分离过程产生的拖曳力，其减少的作用与无量纲

位置参数 (L/D) 有密切关系;

2, 磁干预能够有效地减少滞留点附近的流体压力;

3, 产生上述两点的最佳效果条件是 $L/D = 2$ 和 $d/L = 0.0333 - 0.333$;

4, 这个方法作为电磁力在流体环绕固态物体控制方面的应用, 特别适合于那些具有导电性的腐蚀性流体, 因为磁体与流体不需要有任何的接触;

5, 就磁干预控制流经圆柱形阻流体管道的流体的热传递而言, 减少旋涡引起的分离过程产生的拖曳力是首要的。实际上, 用磁干预控制流经圆柱形阻流体管道的流体的方法增加了管道两侧管壁的热损失, 这是因为磁干预磁体和圆柱形阻流体背后的不稳定流体并没有被完全抑制。

黄汉豪摘自《Journal of Heat Transfer》January 2016, Vol. 138

2、CO₂ 分离膜的实证试验成功。

据《JETI》2015 年第 12 期报导, 住友化学的子公司 CO₂M - Tech 在开发的 CO₂ 分离膜实证试验中获得良好结果。目标 2017 年初在国内化学生产厂的工场内引入 CO₂ 分离膜商业设备的研讨, 并和住友化学公司取得一致意见。

住友化学利用开发中的膜分离法的 CO₂ 分离技术, 比现有化学吸收法可减少简单工序过程消耗的能量, 而且还有将设备减少 1/2 的小型化特点。

该公司 2013 年设立合营公司 CO₂M - Tech, 积极从事事业化。2014 年 5 月在该公司爱媛工场 (爱媛县新居滨市), 从 2015 年 9 月起在国内化学生产厂工场内引入小规模试验设备。进行实际设备运行环境下的实证试验。确认了分离膜的 CO₂ 透过性能和耐久性。

CO₂ 分离技术主要用于氢的生产和天然气精制, 目标从气体中除去 CO₂。今后随着氢能的扩大利用, 可以预见其需要的扩大。而且有望在削减温室效应气体技术中, 抑制 CO₂ 的分离·回收成本, 该公司的分离膜法是完全可实用化的技术。

张焕芬

3、共同开发高性能燃烧气体简易贯流热媒锅炉 SN - 20GH

据《クリーンエネルギー》2015 年 11 期报导, 萨姆松公司、东京煤气公司、大阪煤气公司、东邦煤气公司共同开发了利用空气预热器等可大幅提高运行效率的高性能燃气简易贯流热媒锅炉 (热出力 233KW) SN - 20GH。

特点: ①额定效率达到 90%, 热媒锅炉用油做热媒体, 由于可获得高温热 (200 ~ 300°C), 可广泛用于化学、油脂、塑料、橡胶、石油、纤维、涂装等各产业。目前的热媒锅炉与发生 170°C 蒸气的一般蒸气锅炉相比, 热损失大, 额定效率 (出力 100°C 时的运行效率) 80% 左右, 但该产品利用高温排热, 采用加热燃烧用空气的空气预热器, 效率比现有有机 (SN - 20GN) 高 10%, 达到额定效率 90%;

②采用燃烧比例控制系统, 将运行效率提高 20%。

该产品在出力 25% ~ 100% 之间, 根据顾客使用负荷, 采用自动控制燃烧量的燃烧比例控制系统。据此, 可大幅降低 ON/OFF 频度, 加上利用空气预热器效果使运行效率提高 22%。此外, 由于自动控制燃烧量, 可调整送风量, 降低送风机电力消费。

③可用最多 16 台的多台设置系统, 维护总体的高效率运行。本产品可多台设置, 构筑最大 16 台 (233KW × 16 台 = 3,728KW) 的最大容量热媒加热设备, 利用负荷的最佳控制, 与设置一台同规模大容量锅炉相比, 作为总体系统, 可维护高的运行效率。

各公司目前已进行向保有使用电加热器等高温利用设备的用户提出气体化提案和向长年

使用已有设置锅炉的用户提出更新设备的提案。

张焕芬

4、电和气的混合式过热水蒸气发生器“混合 SHS”的开发

据《クリーンエネルギー》2015 年 11 期报导，中部电力公司、东京煤气公司和直本工业公司共同开发了工厂系列中用于加热和干燥等，有效利用电和气体双方特长的“混合式过热水蒸气发生器”，商品名为混合 SHS。该产品以食品厂和汽车生产厂为对象，装入窑炉等工业用加热装置，由直本工业公司出售。

所谓过热水蒸气就是 100°C 以上的高温水蒸气，在加热烹调时，在无氧状态下，将食品的美味关闭在里面，有提高风味的效果或有将金属或树脂、陶瓷等非金属在短时间加热的特长。可在工厂或家庭烤炉等使用。在工业方面使用的过热水蒸气发生器主要有电式和气体燃烧式，电式可进行精确的温度控制，但有电力消费过大的问题，而气体燃烧式运行成本小，但温度控制性较差，是个较难解决的课题。

“混合 SHS”有效利用电式的优良温度控制性能和气体燃烧式的高效率加热特长。实现了目前困难的电力消费控制和精确的温度控制。

特长：①减少电力消费，由于气体燃烧式和电加热器并用，能够很好地控制电力消费；②有优良的温度控制性能，利用电和气体负荷分担比例最佳化，在控制电力消费的同时可对设定温度（最高温度 400°C）±5°C 进行充分的精确温度控制；③提高节能性。一次能源消费量与电式过热水蒸气发生器相比，可降低约 35%；④小型化。由于是小型化设计，可装入窑炉或干燥装置使用。

产业的利用途径：

- ①用于食品加工：密封食品美味，使风味格外提高。
- ②用于金属加热：与现有加热方式相比，可大幅缩短加热时间。

张焕芬

5、蒸气发生热泵的开发和现场试验事例

2011 年东日本大震灾后，在求进一步节能化和分散化中，经济产业省实施关于下一代型热利用设备引入紧急对策事业和能源合理使用事业者支援事业等的热节能为对象的补助金事业等，关于热的节能广泛引人注目。

富士电机公司在“电·热能技术革新”的主题下，致力于面向能源最佳利用的产品开发。本文介绍其成果之一，利用工厂排出的未利用 100°C 以下排温水为热源生产蒸气的蒸气发生热泵。

(1) 蒸气发生高温热泵产品概要

该产品是从 100°C 以下（特别是 60 ~ 80°C）的温排水回收排热，出力 120°C 饱和蒸气的蒸气发生热泵。该公司在自动出售机、冷冻循环窗领域，制造、出售“混合式热泵自动销售机”、“高变速型自动销售机”和 IDC（Internet Data Center）的间接大气空调机组“F-COOL NEO”等利用热泵技术的产品，本产品也适用于这些产品技术，其产品规格如表 1。

表 1 排热回收型高温热泵大概规格

最大加热能力	30KW	法定冷吨	0.6 吨
最高 COP	3.5	运行可能范围	
冷媒	HFC245fa	排温水温度	60 ~ 80°C

外形尺寸	W1,000 × D1,000 × H1,800mm	排温水量	500 ~ 2,000Kgh
大概重量	850Kg (干燥重量)	最大设置台数	10 台

注：产品化时，有规格变更情况。

该公司的蒸气发生热泵，每台的加热能力比较小，是 30KW，外形尺寸也与自动销售机一样，也有可在工厂间隙场地或屋内没有设置场地也可设置在屋外的规格特征。

作为蒸气发生热泵的最大课题，可列举在热出力容量变大时，成为必要排热量也按比例变大之点。为此，在利用排热回收型蒸气发生热泵替代利用锅炉的蒸气生成系统时，由于必须有大量的排热，可适用的情况受限。而且在工厂内的蒸气配管排满工厂用地的各角落，总距离超过 1Km。压力损失和由于放热的蒸气损失成为不可忽略的水平。

该公司有在蒸气利用设备附近配置小容量热泵，用小排热量高效生成蒸气，同时用最小限度的配管距离，控制蒸气损失的产品。

(2) 自动销售机的冷冻循环技术

该公司的自动销售机有最高的市场占有率，为了适应少量多品种生产，长年培育面向自动销售机的冷冻循环设计技术。该公司的自动销售机用的冷冻循环，在 120°C 蒸气出力的产品和自动销售机、冷冻商品陈列柜，不仅是温度带或容量而且冷媒·换热方面也不同，但对这些物性、物理特性、机器特性等进行实验评价，以这些评价结果为基础，实施详细研讨，使其成为适用于蒸气发生热源的技术。

(3) 机器构成和 2 相热交换器技术

该产品由蒸气生成器和热泵部、排热回收部构成。热泵部分由压缩机、热交换器（蒸发器、冷凝器、过冷却器）、膨胀阀构成。在热泵部分用蒸发器将排温水的温和冷媒进行热交换，使液体冷媒气化。被气化的冷媒用冷媒压缩机在高温高压下被压缩，在冷凝器中和被加热流体的水进行热交换，进行凝结。被凝结的液体冷媒用膨胀阀进行强迫膨胀被减压，再在蒸发器被气化。

将小容量的排热回收型蒸气发生热泵分散配置于蒸气利用设备近傍，但装置总体要缩小。占装置内构成机器容量大部分的冷凝器的小型化成为必须解决的课题，因此，成为高温媒体压缩机排出温度上限受到控制，在冷凝器内部被加热流体（水）和冷媒的温度差采用大数据是有界限的。

在采用现有饱和蒸气出力的蒸气发生热泵中，冷凝器让加压水和冷媒进行热交换，在闪蒸罐中将加压水减压，使其在闪蒸蒸发时提取出饱和蒸气。但是这种方式（以下加压水加热方式）对进行冷凝的气化冷媒，由于用单相对加压水进行热交换，必须在大型热交换器内用大的流速使加压水循环，必须使用加压循环泵。

对此，该公司着眼于利用可获得高传热率的潜热域（蒸发冷凝）的热交换方式（以下二相加热方式），使用⇌湿饱和蒸气（蒸发）和 气化冷媒⇌液体冷媒（冷凝）的二相流体相间进行热交换以达到冷凝器小型化目标。

在该产品采用二相加热方式，通过蒸发，冷凝潜热的热交换，由于用高传热率进行热交换，可减少水的循环量。因此，利用热虹吸现象的自然循环的水循环成为可能。在现有的加压水加热方式中，可以减少必要的加压循环用泵。

(3) 在富士电机公司三重工场（自动销售机生产厂）的现场试验。

由于实际工场中的蒸气排水等温排水有大的温度流量变动，蒸气发生热泵受到大的影

响，对这些变动也须进行继续运行。

在确认实际环境运行状态的同时，以节能效果为目的的评价中，该公司三重工场的自动销售机生产系列中，设置本产品试制机，实施现场试验。

该试制机设置于自动销售机筐体涂装前的清洗工程近傍，以屋内的排出蒸气作为热源，生成饱和蒸气，用于清洗工程的清洗水预热。

据现场试验结果所获得的节能效果，用工场锅炉生产的蒸气和用蒸气发生热泵生成相同热量和饱和蒸气时的能量成本和 CO₂ 排出量相比，能量成本减少约 52%，CO₂ 排出量约减少 33%，这仅仅是利用单纯排热的节能结果。在短蒸气配管时，由于放热、压力损失的蒸气损失部分减少效果也有酌量的数值。

(4) 富士电机公司饭山工场（动力—半导体生产厂）的现场试验

饭山工场是生产车用动力半导体的工场。为了实施 24 小时，365 日连续工作，引入热电联产系统。作为在制造过程中的静电对策，掌握洁净场地内的湿度是重要的。根据日本海侧的选址条件，到 10~6 月时，要进行加湿控制。原来是用燃油锅炉作为热源，但在进行现场试验引入新的热电联产系统排热的蒸气发生热泵。

根据现场试验结果所获得的节能效果，用工场锅炉生产的蒸气和用蒸气发生热泵生成相同热量的饱和蒸气时的能源成本和 CO₂ 排出量相比较时，能源成本减少约 55%，CO₂ 排出量约减少 40%。增加现场试验的验证，该公司在全公司进行的工场智能化对未利用能源的有效利用实证效果也在实验中获得。

该公司面向自动销售机、冷冻商品陈列柜、数据中心，用空调机和目前培育的技术进行蒸气发生热泵的开发。预定本年度 12 月产品化，更进一步以热电联产为核心的热电联产联合系统和方型能源管理联合的热电联合人力是以含电热的能源总联合为目标的方针。

蒸气发生热泵更以提高出力蒸气温度为目标，继续进行开发，对能源的有效利用做贡献。

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015 年 11 期

6、贯流锅炉“ENER-S 型”带有蒸气发电机的木质生物质锅炉

从目前日本的能源状况看，可再生能源的注目度已达到高状态。由于重度的震灾和灾害的经验，对确保受灾地区不依赖化石燃料能源（热和电）的重要性增加。根据这些情况开发了以木质生物质燃料生产热和电的木质生物质锅炉设备。

(1) 木质生物质发电

研讨了利用巴商会公司的木质生物质燃料的燃烧技术和木质生物质锅炉技术，与其它公司生产厂的发电设备组合的发电设备。

① 双流发电装置

由木质生物质锅炉提供发电必要的温水热量，但双流发电装置后的排热仍然是高温水，能源效率不好。

② 蒸气发电装置（透平旋转）

用木质生物质锅炉难生产高干度蒸气。

③ 斯特林发动机

用燃烧炉的燃烧气体加热热媒油，用斯特林发动机发电的方法正在实验试验中。用其它方法进行研讨。

④ 蒸气发电装置（使用蒸气膨胀）

利用蒸气压力差的体积差，将压力高的蒸气膨胀至大气压，用膨胀所获得的体积差使电机旋转发电。发电装置的排热成为大气压的蒸气。但在和温水进行换热时，作为温水提供热。

以上是利用蒸气发电装置（使用蒸气膨胀）进行蒸气发电设备的研讨。

(2) 木质生物质蒸气锅炉的开发

该公司在长年从事木质生物质锅炉市场中，对蒸气锅炉产品化有很多期望。已完成有效利用木质燃料温水机制造和使用经验的木质生物质蒸气锅炉的开发。考虑蒸气锅炉使用的简易性，作为贯流锅炉式，开发了小型贯流锅炉和简易贯流锅炉 2 机种。

燃烧方式采用在木质温水锅炉有实绩的下饲式回转炉栅燃烧（已登陆特许）。

木质生物质燃料的燃烧气体成为含有较多燃料灰分的肮脏的气体，因此，必须增大水管间的距离。此外，木质生物质燃料由于燃料运输地点不一定，燃料组成不均匀，燃料含水率不稳定等使燃烧不稳定。为了容许其在急激的水管内流动，水管口径必须变大。从这两点看，传热面积要变大。由于燃烧气体的传热率变低，与化石燃料的蒸气锅炉相比，单位传热面积的蒸气发生量只有 1/3 左右。

由于这种木质生物质蒸气锅炉出口温度可高达 300°C，设置带旋风除尘器功能的节煤器（已登录特许），使进行供水预热的蒸气锅炉效率达到 85% 以上，由于燃烧量和燃烧温度的不稳定性，将旋风除尘器作为另一种用途设置于节煤器出口，降低含于燃烧排气的煤尘浓度。

(3) 蒸气发电装置（使用蒸气膨胀）

关于前述木质生物质蒸气锅炉发电设备，可以理解为使用蒸气量平衡的发电机，进行了和阿内斯托岩田公司的蒸气发电装置的系统开发。

(4) 利用木质生物质燃料的发电系统

用温水作为发电必要的热源时，将发电后的热舍弃的情况很多，从而降低了能源系统效率。用蒸气作为发电中必要的热源时，发电后的热量成为大气压的蒸气，作为蒸气利用的魅力减少，但是将这种蒸气进行换热，生产热水，发电后的热量不会浪费而且可进行有效利用。从构筑有效利用木质生物质燃料发电系统的研讨结果，很清楚是将以下要点作为目标。

- ①发电热源使用蒸气；
- ②不废弃发电后的蒸气，而作为能源回收；
- ③作为能源回收，作为温水利用；
- ④发电电力提供给木质生物质蒸气锅炉和作能源早期输送用电，可独立运行。

该系统用于发电的蒸气成为大气压蒸气被排出。大气压的蒸气被减压至大气压，但热能依然被保留。

利用这种大气压蒸气的换热器回收热能，被回收热能的大气压的蒸气进行液化（80°C 以上）提供给冷却塔，集中于冷却塔的液化水作为锅炉供水进行再循环利用。

发电效率是 50% 左右，但由于温水回收，设备总效率能维持在 75% 以上。设备总体使用的电力，一般运行是 1.2KWe 左右，发电量 10KWe 的剩余电力 8.8KWe 可提供给其它设备使用，例如作为温水输送泵用电或少量照明使用。

木质生物质蒸气锅炉从停止状态起动时，必须有起动时的起始电力，由于使用这种蓄积的起始电力，可以独立运行。万一在灾害发生时，化石燃料和电力供给终断时，也可生成温水和少量电力。在避难所利用或可起到替代避难所的作用。

由于使用木质生物质燃料的本发电系统，可同时提供电和热，可对地球环境保全和地区能源系统的促进寄予希望。

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015年12期

7、有效利用可再生能源的热电联产联合系统的开发

东日本大震灾发生原子力发电事故以来，电力供给紧迫已成为社会问题。国民对节电和能源安全意识大大提高，认识到承担停电或瞬间降低对策作用的电源安全的重要性。从BCP（事业继续计划）的观点，在采用自用发电设备时，选择能源效率高的热电联产系统（以下（热电联产））的情况增加。使电和热组合，所发生的热电联产是将热和电综合利用，提高能源效率，可望作为停电对策，能源有效利用对策。

可再生能源中引人注目的太阳能发电已在日本全国各地进一步普及，作为分散型电源相当活跃，太阳能发电由于不消费燃料，作为非常时电源，可增加设备的预定设置，但是，太阳能发电由于受天候影响，作为非常用电源有不稳定的一面，因此开发了在停电时也可稳定运行的热电联产组合，在非常时也可有效利用太阳能发电电力的系统。以下介绍系统及设置事例。

(1) 系统概要

该系统由9.9~35KW级微型燃气发动机热电联产和10KW级太阳能发电系统构成。平时由热电联产和太阳能发电双方的发电系统对建筑物供电，可减少商业供电量和降低峰值。引入设备的电力供给基本上按照①太阳能发电②热电联产③商用电力顺序供给，成为可再生能源优先供电的系统，停电时也可从热电联产和太阳能发电双方发电系统对建筑物供电，可有效利用太阳能发电电力。在日射充分的场合，由太阳能发电优先供电，在阴天等，增加热电联产供电量，用热电联产调整太阳能发电的电量变化。作为热电联产的热利用和非常时电源的有效设施，有医院、福利院、工厂、商业设施、饭店、公寓等。

(2) 系统特征

该系统特征如下：其一是用热电联产和太阳能发电进行能源的地产地消点。利用太阳能和气体能源现场发电，可减少从商业电力的输电量，提高能源自给率。也可寄希望于降低峰值电力。在太阳能日射充分的场合，热电联产和太阳能发电双方提供电力，可降低峰值电力。第二，停电时也可用热电联产和太阳能发电的电力提供，对依靠日射状况的太阳能发电的不稳定性，可用热电联产实时处理，进行稳定供电。

在东洋计器公司松本本公司设置9.9KW的热电联产和约4KW太阳能发电系统，实施该系统的实证试验。从热电联产和太阳能发电图表很清楚，随着太阳能发电的变动，热电联产发电增减。在停电时太阳能发电优先提供重要电力负荷，热电联产系统跟随运行，在日射充分时太阳能发电出力上升时，可抑制热电联产的发电电量，减少燃料消费。

(3) 系统流程

系统流程分为平时和停电时二种。在平时，由太阳能发电和热电联产提供一般负荷，及重要负荷电力。所谓一般负荷表示在停电时不使用的负荷，所谓重要负荷表示在停电时确保停电时的负荷，也可用设置蓄电池的系统构成。蓄电池在降低峰值电力时放电或者在准备有停电时成为用满充电运行。

停电时的流程有2个样本，停电时流程I表示从热电联产和太阳能发电提供重要负荷电力。由于优先将太阳能发电电力提供重要负荷，可抑制热电联产的发电出力，对节约消费燃料做贡献。由于可节省消费燃料，成为可延长停电时热电联产发电时间。在设置蓄电池的场

合，备有在热电联产停止运行时不进行放电功能。

停电时流程 2，热电联产提供重要负荷电力，可构成太阳光发电提供给专用负荷电力系统。热电联产停电时也可设想在热电联产停止后也可由日射继续提供太阳光发电电力。在设置蓄电池的场合，从蓄电池和太阳光发电提供电力。

(4) 引入事例

该系统以强化 BCP 为目的，在筑波学园气体公司大楼引入。该公司在 2010 年建设新大楼时，设置微型热电联产系统 25KW×2 台。利用所设置的热电联产系统，新设置的 9KW 太阳光发电系统以及 16.9KW 锂离子蓄电池，实现了该系统功能。在停电时，将热电联产和太阳光发电电力供给大楼非常时的活动地点场内。在停电时，即使热电联产系统停止运行，也可从太阳光发电和蓄电池提供电力，可确保场地供电。

受天候影响的太阳光发电在停电时和稳定运行的热电联产组合，成功开发了在非常时也可有效利用太阳光发电电力的新系统。目标今后对用户灵活多种电源需要。热电联产和太阳光发电组合蓄电池系统将会进一步普及。

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015 年 11 期

三、地热能

1、设立地热发电事业新公司

据《JETI》2015 年 12 期报导，三菱材料公司和三菱气体化学公司着手有关岩手县八幡平市安比地区的地热发电计划，于 10 月 9 日共同设立正规的以推进事业化为目的的“安比地热”公司，现已进行环境影响评价。安比地热公司进行兼顾环境的地热发电站建设，为减排、抑制 CO₂ 排出量和进行稳定电力供给做贡献。

三菱材料公司和三菱气体化学公司经过长时间的喷气试验和利用地质模型的资源量评价，经判断该地存在可增加相当于出力 15MW 级发电规模的地热资源。由于对温泉资源的影响和对环境影响风险低，安比地区可大力发展地热发电事业。安比地热公司资金 1 亿元，出资比率三菱材料公司 60%，三菱气体化学公司 40%。

张焕芬

2、近年三菱日立动力系统公司承包的地热发电设备

一、洛斯·阿苏夫雷斯Ⅲ费伊兹 I 地热发电所

(1) 项目概要

该发电所位于墨西哥首都墨西哥城西边 250Km 的米却肯州 (Michoacan) 洛斯·阿苏夫雷斯。该项目是该公司的前身三菱重工业公司从墨西哥联邦电力厅 (Comision Federal de Electricidad: CFE、本厅：墨西哥城) 作为地热发电设备向洛斯·阿苏夫雷斯 (Los Azufres) Ⅲ费伊兹 I 发电所承包。该公司承担蒸气透平等主要设备及辅机的设计、制造、供应、安装、土建工程、试运行等。发电机由三菱电机公司供给。

对持有世界第 5 位地热资源的墨西哥，该公司到目前为止，除向洛斯·阿苏夫雷斯发电所提供 5 台地热发电设备外，还向洛斯·普里耶多 (Cerro Prieto) 发电所提供 6 台。新设备和它们的已有设备一齐，支持该国着实的经济增长所设想的电力需要。

(2) 主要设备特征

该地热发电所出力 5 万 3,000KW，由于采用单机室轴流排气透平，可同时达到提高性能、缩短安装时间，降低透平层高度，与使用化石燃料等的火力发电机比，由于地热发电主蒸气压力及温度非常低，在透平内可转换的热能 (绝热热落差) 非常小，由于排气降低的

性能改善率与火力发电相比格外显著。

轴流透平不改变透平排气方向，由于能够配置并可期待压力回复的扩散器，与向上排气及向下排气透平相比，可减少排气损失。在向下排气场合，用首先安装冷凝器后设置透平车室的顺序安装。但由于采用轴流透平，透平及冷凝器的安装工程并列进行成为可能。因此，向下排气透平也可缩短安装工程时间。而且作为轴流透平的特长还可举出可大幅降低透平房屋高度和降低建设费用。

(3) 规格

开始运行时间：2015 年

电力公司：墨西哥联邦电力厅（CFE）

额定出力：50,000KW（输出端出力）

主蒸气压力：约 8.0 bar abs

主蒸气温度：约 170°C

透平型式：单室单轴流排气

转数：3600rpm

二、营原双流发电所

(1) 项目概要

营原双流发电设备，作为蒸气·热水的二相流，用汽水分离器将喷出的二相流体分离后，引入蒸发器、预热器，在这些换热器被加热，用蒸发的二次媒体驱动透平，从透平排出的二次媒体，用供液加热器进行热回收后，用空冷式冷凝器冷凝后，用供液泵供液。对二次媒体的选定，必须从热源特性（压力或蒸气·热水比率）或环境特性进行总体判断。在该发电设备，采用普通的正戊烷。在地热发电中，双流发电方式与闪蒸发电方式不同，不用担心透平中来自地热流体的水垢或腐蚀，但必须有对付换热器中的水垢和腐蚀对策。特别是通过地热水的预热器，有硅垢析出的可能性，会导至换热量降低，从而降低发电出力。为了防止此情况的发生，在该发电设备调整热水 pH 的同时，调整换热器的换热量，目的防止水垢析出。对于换热器构成材料，以实际地热流体化学成分为基础，选定合适的材料，作为该发电设备，在电力系统发生事故的保护作用，有移向所内单独运行的功能、进行热水还原泵继续运行等，可继续安全运行，提高发电设备的可靠性。

(2) 主要设备特征

最大的设备是空冷式冷凝器，其次是配置蒸发器、预热器、透平、发电机等。透平是轴流式透平，通过减速机驱动发电机发电。

该发电设备由三菱重工业集团公司的 MHPS 和 Turbodem 公司分工合作进行设计和制造，Turbodem 公司是 1980 年在意大利创业的 ORC 生产厂，目前除地热双流系统外，还有生物质发电系统，排热回收系统等很多 ORC 系统的交货实绩。

(3) 规格

开始运行时间：2015 年

发电事业公司：九电未来能源公司

额定出力：5,000KW

蒸气/热水压力：约 3.9 bar abs

蒸气/热水温度：约 142°C

凝气方式：空冷式冷凝器

三、多莫杰圣佩德罗地热发电所

(1) 项目概要

建设现场是墨西哥中西部的纳亚里特州 (Nayarit) 多莫杰圣佩德罗 (Domo de Sam Pedro)，该项目是全包干工程合同，从墨西哥发电公司—GEODESA 公司 (Geotermica Parael Desarrollo S · A · P · I. de C · V) 于 2014 年承包的出力 2 万 5500KW 的地热发电设备。成为面向墨西哥的第 13 座承包地热发电设备。该公司承担蒸汽透平等主要设备及辅机的设计、制造、供应、安装、土建工程、试运行等。该电站是墨西哥最早利用民资的地热发电所。地热发电设备运行后向其它企业供电，支持旺盛的企业活动。该公司已从墨西哥联邦电力厅承包包括前述洛斯·阿苏夫雷斯的 2 个地热发电所各 6 台 (共计 12 台) 地热发电设备。该地热发电所是继这些发电所之后的发电所，占墨西哥发电设备容量的 MHPS 的比例，火力和地热约达到 40%，成为该公司重要的市场。

(2) 主要设备特征

透平排气方向是目前日本国内实绩最多的向上排，基于该公司地热发电所的运行实绩，该项目在确保可靠性的同时，实施可配置等的合理化。

(3) 规格

开始运行时间：2016 年 (预定)

电力公司：GEODESA 公司

额定出力：25,500KW

主蒸气压力：8.0 bar abs

主蒸气温度：约 170°C

透平型式：单机室单流上向流排气

转数：3,600 rpm

四、栋戈南地热发电所 1~3 号机组

(1) 项目概要

该公司不仅承包新规项目而且也经办改造项目。栋戈南地热发电所位于菲律宾中部莱特岛的港湾城市奥尔莫克 (Ormoc) 近郊。开始运行以来，34 年间支持了地区的电力需要。这次是由菲律宾的能源发展公司 (Energy Development Corporation: EDC) 旗下的事业公司 GCGI 公司 (Green Core Geothermal Inc) 承包栋戈南 (Tongonan) 地热发电所 1~3 号机组 (出力各 3 万 7,500KW) 的改造工程。EDC 公司是世界有数的地热发电国—菲律宾中世界最大地热发电设备容量 115 万 9,000KW 的自豪的可再生能源企业。预定于 2017 年 2 月完成所有工程。

改造工程将该公司 1981 年安装的 3 台蒸气透平更新为最先进的设备。安装工程由 MHPS 菲律宾 MHPS (philippines) 经办。

莱德岛在 2013 年 11 月受到数十年来一次超大型台风约兰直接袭击，发生很多灾害。菲律宾通过这次改造工程，尽力对地区提供稳定电力，对修复自然灾害作贡献。

(2) 设备规格 (已设定值)

开始运行时间：2017 年 (预定)

电力公司：GEGI 公司

额定出力：37,500KW × 3 台

主蒸气压力：约 5.5 bar abs

主蒸气温度：约 155°C

透平型式：单机室复流下向流排气

转数：3,600 rpm

由于地热发电已经扩大普及，最重要是提高经济性，所提出的课题不仅在国内而且利用 IPP 的地热发电开发成为主流的海外各国也在早期投资回收这一点觉得相当重要。在降低发电初投资中，主要是地热资源的勘查、蒸气发生设备和发电设备、然后是运行、修补的全领域的技术改进和降低成本是重要的。

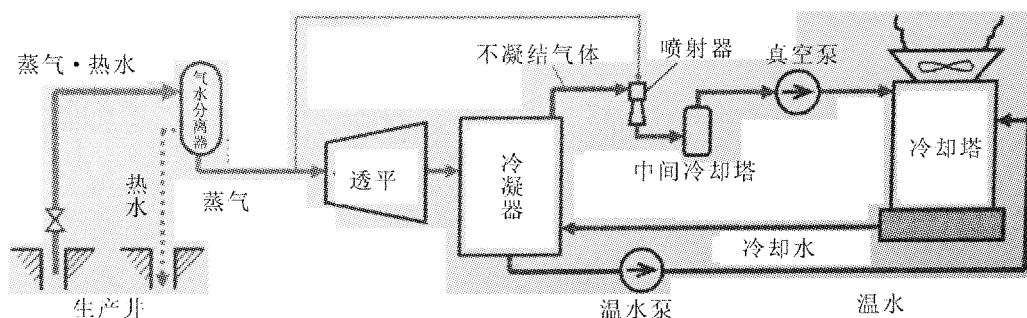
在日本国内，根据国内政策的制度缓和及支持开发顺利进行，与可再生能源的活性化联系在一起。其中，对与其它可再生能源相比，可成为稳定的基础电源的地热发电期望相当高。该公司可提供地热发电系统的综合解决办法，已对世界 13 个国家的客户提供超过 100 台的地热发电设备，其设备容量达到约 301 万 KW，相当于世界地热发电设备容量的 20%，在各种市场需要中，承担地热资源开发的各方密切联接合作，提出每个发电所最佳的设计条件和系统。而且大力开发提高各种机器设备可靠性和经济性的技术，对地热发电更进一步开发和普及寄与极大希望。

张焕芬摘自日刊《地热技术》2015 年 3~4 期

3、三菱日立动力公司的地热发电技术

(1) 单闪蒸循环

一般的单闪蒸循环系统如图 1。该循环在显示卓越型生产井的场合，用离心式分离器从二相流分离蒸汽，将分离的蒸汽引入透平（如果是过热蒸汽型，不需要分离器）。在透平进行工作时的蒸汽被引入冷却器。通常是使用直接接触式冷凝器，在冷却塔发生的冷却水和这个透平的排气直接接触，排气进行冷凝。这种冷凝水和其冷却水直接混合，其混合流通过热水泵返回冷却塔，其中一部分和冷却塔的鼓风机通风管的热一齐放出大气中。含于主蒸气中的不凝结气体用气体抽出机，从冷凝器抽出，利用本装置将不凝结气体升压至比大气压稍少的压力，引入冷却塔的鼓风机上部，排出于大气中。



(2) 双闪蒸循环

在双闪蒸循环中，分离器和容器内压力顺其自然，例如 150°C 左右的热热水经还原井返回地下。有效利用这种 150°C 的均衡的比较高的热能，提高透平出力是双闪蒸循环。

将这种 150°C 左右的热热水引入 1.2 bara 左右的低压闪蒸器，使部分热水进行闪蒸成低压蒸气，将其蒸气引入透平的中间段，增加出力。进行双闪蒸时，生产低压蒸气，将其引入透平的系统成为追加的必要设备，大概需增加 5% 的建设费。此外，还要看生产井特性，由于预计可增加 15~20% 左右的出力，每 KWh 的建设费可由双闪蒸进行低控制。但是闪蒸器内压力成为 1.2 bara 这样的低压力时，高压分离器出口的热热水温度是 150°C，但是，闪蒸器出

口的水温降到 105⁰C 以下时，所排出的热水二氧化硅的饱和溶解度下降，还原线路的配管、还原井中容易结垢，所以压力的设定必须充分考虑热水中二氧化硅浓度，在不能将压力温度设定高的场合，要在线路实施注药降低 pH 值，提高二氧化硅的溶解度，使垢不被析出的情况也有。

冷却水设备、气体抽出设备等和单闪蒸循环相同。作为其它的特长，饱和蒸气从低压蒸气管路进入透平中间段，比单闪蒸透平排气干得多，不易引起最终段动叶片的酸蚀，这是双闪蒸循环的优点之一。

(3) 双流系统

该公司目前以闪蒸地热发电设备为主，不仅在日本国内而且向世界主要地热区提供透平及发电设备。地热发电作为不受天候影响的自然能引人注目。但地热发电系统所要求条件，各地热点不尽相同。该公司为了切实满足地热发电用户要求，加进主力的闪蒸地热发电系统，确立了双流地热发电系统。

双流系统与用地热蒸气直接驱动透平的闪蒸系统不同，是通过换热器将二次媒体蒸发，驱动透平的间接系统。二次媒体多使用有机化合物，也被称为 ORC (Organic Rankin Cycle)，双流系统与闪蒸系统相比较特性如表 1。地热流体（蒸气、热水），由于用换热器换热后还原于地下，地热资源向大气排放只限于凝结气体，含全部冷凝水的地热热水还原于地下。在日本国内，2012 年在环境省的“关于国立公园的地热开发”中，“地热开发行为在小规模对景观影响少的或用现有温泉水的双流发电”中，有某些附加条件，是国立公园内（第二种、第三种、普通地区）的开发已被确认。今后双流发电系统在日本国内引入机会将进一步提高。

表 1 地热发电循环的比较

项 目	闪蒸循环	双流循环
工质流体	<ul style="list-style-type: none"> · 地热蒸气 · 没有可燃性气体 	<ul style="list-style-type: none"> · 氟里昂，碳化氢等 · 必须注意温暖化系数或臭氧破坏系数，可燃性
透平腐蚀	<ul style="list-style-type: none"> · 要求防腐对策 	<ul style="list-style-type: none"> · 不要防腐对策 · 低品位材料也适用
水垢对策	<ul style="list-style-type: none"> · 透平喷咀（透平清洗装置） · 还原线路（pH 调整等） 	<ul style="list-style-type: none"> · 预热器传热面 · 还原线路（pH 调整等）

张焕芬摘自日刊《地热技术》2015 年 3~4 期

四、生物质能·环保工程

1、宫城县南三町生物质气体设备运行

据《JETI》2015 年 12 期报导，阿米塔控股事业公司、阿米塔公司 10 月 19 日在宫城县南三陆町建设的生物质气体设施“南三陆 B-D”运行。处理町内的生垃圾、屎尿处理污泥、生产生物质气体和液肥，液肥用于农地，以生物质气体为核心，配备地区内的资源·能源循环据点。

南三陆 BIO 作为揭示生物质产业都市构想的南三陆町的生物质气化事业中核设施，是用官民合作（PPP）计划进行构想和事业化的项目。在 2012 年开始面向生物质气化设备运用的实证试验。2014 年 7 月和南三陆町签订生物质气化事业的实施协定。

成为事业主体的该公司从今年开始 15 年内，进行自治体业务的外部新电源，承担设施运营。这次事业投资 4 亿元，采用农林水产省的农山渔村 6 次产业化对策准备事业，投资 1

亿 4,900 万元支付金。

设施处理能力每日 10.5t，可接纳由町所有家庭排出的生垃圾，计划年间生产液肥 4,000~4,500t，利用生物质气体发电 21 万 9,000KW，除场内利用，剩余电力出售给电力公司。

张焕芬摘自日刊《地热技术》2015 年 3~4 期

2、秋田沼气发酵气化生物质发电事业

据日刊《月刊废弃物》2015 年 12 期报导，日立造船公司出资并共同参与规划的“秋田沼气发酵气化生物质发电事业”的发电所建设工程从 12 月开始启动。据日本自然能源公司揭示是可对秋田市地区做贡献并进行事业化的设备，预定 2017 年 3 月完成。

该设施建设地在秋田市向滨工业住宅区内，将秋田市内的饭店、饭食店、食品加工厂、学校、医院等发生的食品废弃物进行沼气发酵，将产生的生物质气体进行发电。接收废弃物的能力每日 50t，发电出力 740KW。

利用可再生能源固定价格收买制度（FIT），成为收买对象的年间发电量约 523 万 KWh（相当于 1130 个标准家庭年电力消费量），出售给东北电力公司，2017 年 7 月开始运行。

利用该发电事业，可减少目前焚烧处理的食品废弃物处理量，可延长现已老化的垃圾焚烧处理设备寿命。而且可以成为不受天候和时间带影响的稳定地区电源。目标成为该地区不可缺少的设施。

决定参与规划日立造船公司承包生物质发电所的建设工程和运行管理。该公司在垃圾高效焚烧发电和生物质气化发电等领域有多种尖端技术和技能。去年度，该公司的 100% 子公司 Hitachi Zompogas AC（瑞士）进行 Axpo Kompogas Engineering AC（瑞士）和 MT. Bio Methan GmbH（德国）的资产收买。取得了合成气体设备建设的各种技术技能及生物质气体生成技术。

张焕芬

3、三井造船环境工程技术公司完成生物质气体设备

据《JETI》2015 年 2 期报导，三井环境工程技术公司完成了去年从阿米塔承包的生物质设备。10 月 16 日举行竣工仪式及内部展览，该设施是将宫城县南三陆町的生物质事业都市构想具体体现化事业。是东日本大震灾受灾的南三陆町创造复兴事业中心设施。是以家庭产出的垃圾和屎尿设备发生的剩余污泥为原料，进行液肥生产和发电的设施。计划处理生垃圾量 5t/d。

张焕芬

4、300KW 级生物质气体发电设备。

据《クリーンエネルギー》2015 年 11 期报导，扬马能源系统公司开发并出售 300KW 级生物质气体发电装置“BP275G、BP325G”。该发电装置有扬马公司开发的低热能燃料 6 汽缸燃气发动机。在开发中，扬马集团进行设计和制造，在山形县的最上川流域下水道（山形处理区）山形净化中心实施实证试验，确认各种性能，完成了开发工作。

利用 2012 年 7 月开始实施的可再生能源固定价格收买制度（FIT）和 2014 年 4 月资源能源厅制定的 2030 年电源构成比率中可再生能源比例 22~24% 的目标值，更进一步扩大生物质气体发电市场。

特长：①实现发电容量 50Hz：275KW，60Hz：325KW，发电效率 37%，综合效率 75%（温水规格、沼气 CH₄ 浓度 55%）的高效率化；②在扬马能源系统总公司的遥控支持中心

进行 24 小时远距离监控，在生产厂提供稳定维护；③从开发、出售、生产到维护，全部由扬马集团公司实施，FIT 期间 20 年。

张焕芬

5、关于生物质发电建设的课题和解决方法

(1) 木质生物质发电大致可分为利用蒸气透平的 5MW 以上大型发电类和利用木质生物质气化生成的干馏气体投入燃气发动机发电的不足 2MW 小规模发电两种类型，各有优缺点。

用蒸气透平的大型发电，确保燃料的木材是最大课题。在事业有利性方面，建设最小规模 5MW 发电所，利用的间伐材至少必须收集半径 50 ~ 100Km 范围内的材料。如果在邻近有其它发电所建设计划，会发生材料争夺，招致运输成本上升和材料价格高升，使事业有利性恶化。如果在大型木材加工厂附近建设发电所，可用木材加工截出的板皮、端杆等做材料，如果在平原地区，可将拆除房子材料等再循环利用。此外，用海外输入材料，利用 PKS 等的大规模发电所的建设也在进行中。但海外输入材料，在今后数年内，各国都会内部建发电厂利用，预计不可能向日本出口。因此，建发电所使用的木材仍然要日本国内提供。

其次，成为大规模发电问题的是输电网必须向特别高压线（铁塔）连接，在预定建设地接近铁塔时会受到限制。此外，发电需大量用水，必须选定可大量取水地点建设，使选地变得非常困难。

建设不足 2MW 小规模发电所，由于输电网可往高压线（电柱）连接，选地受限变小。材料也可在 10 ~ 20Km 范围收集提供。在自治体中可构筑产地消模式，建设地也可选择在材料发生地的山间。在材料远距离运输所花费的运输费也可算入木材供应价格。此外，在气化燃气发动机发电，如果循环利用水，也几乎不会消耗水。

因此，在大规模发电和小规模发电中，根据材料的种类和地区，进行住地隔离是理想的考虑方式。

(2) 山的现状及其问题点

日本国内有很多山，但要将各种间伐材从山中运到山麓下装卸要花相当多成本。在自治体认定的森林经营计划的间伐材，由国家补助金支付。但至今受补助的也只有采伐的材料，大体上是将间伐材放置于山中。在间伐材补助方面，由于从没有林道准备的深山将木材运下去的成本并不一致，还有由于台风等使林地残材流出，形成自然坝，使道路和线路封闭，引起灾害。

日本的山存在大量的木材，仅其成长量每年 9,000 万 m³。该数目相当于 ZE 能源公司发电量置换成每小时 1MW 规模发电装置的年间木材消费量时，为 7,200 台（木材的比重用生木的 0.8 计算）。实际上是一台每小时发电量 100 万 KW 原子力发电机组共 7.2 台的总原子力发电量。也就是仅将木材成长部分间伐利用进行发电，便可提供原子力发电基本部分的能量。

但是，仅利用这样丰富的木材资源还需解决几个课题。在材料方面，用间伐材或未利用材料，利用固定价格收买制度，发电能力不足 2MW 时，收买价格有 40 元/KW 优惠。但是利用间伐材或未利用材料，要自治体承认森林经营计划。据此，必须间伐，但其计划申请时必须经山的所有者同意。山的所有权大多是集体所有，但也有属个人或企业所有。各地不能正确区分，不明情况较多，所以很多自治体、森林组合、林业者配备的相应法规不够完善，自治体要制定条例，即使山的所有者不同意也可间伐的对策。

木材从深山运出来，必须有将木材截断或分类作业场所，例如在山间设置中间土场，在那里进行某种程度的加工，配备林道，必须有将木材从山上有效运出来的体制和机械材料。为了减少运输成本，在每个地区设置工场，可进行某种程度的间伐保管，也可进行水分调整，和木材供给调整。此外，将木做成木片运输，由于锥型比重增加，成本增加。如果燃料木片生产厂和发电厂并设，可横向看管，有运输成本减少的效果。此外，后继者不足，从事林业者老龄化也是个深刻的问题。

再一个是林业者和发电事业运营侧之间发生误解，对含水率（水分率）的考虑方法不同，在一般业界，含水率就是指对其物重量中水分的比例，但林业者认为含水率（水分率）是指水分的量用绝对干燥状态木材的重量占的比例值。亦即是如果一般的含水率为 50%，是指水分 50% 和绝干木材 50%。但换成林业者说的含水率（水分率）时，成为 100%。在日本全国进行的各种大小发电所计划中，这种认识和理解都不同。作为忽视的前提条件，仅价格是独步的，价值真正是高的，发生如此误解热于耳。由于生物质发电发电量和售电价格固定，成为燃料的木材价格的高低（优劣）经营受到很大影响。由于这样的误解，很多计划不能成立，被终断的情况也多，必须加强生物质能发电的气氛制造。

（3）资源和能源的地产地消模式

在日本所制定的大规模生物质发电计划，大体上是在设备和有利性被立案的事业计划。据此，实施从大范围收集材料的强行性计划，在森林组合和林业者之间，其认识会发生很大的不同，不仅是能源问题，而且在 CO₂ 减排和环境负荷问题也进行考虑的话，用卡车从远方运送化石燃料，无论如何其运输成本是要计算的。如果综合考虑，其发电计划仅用地区内的资源进行发电是较好的。木材首先是原材料利用，然后是推进从那生产出的废材原地利用或无利用价值的未利用材料的利用，最后是受惠于太阳山的贵重资源木材的最大限度利用。

（4）技术课题和解决方法

实施 FIT 制度后，迅速对生物质资源的有效利用进行了重新评价，对间伐材的利用，地产地消最合适和有关林业行政各方面政策等也有进一步认识。过去日本对小型生物质发电装置需求不多，开发力度不大，生产厂自行开发的情况也有。但气化、炭化和焚烧不同，由于对其进行不明确的开发，几乎都是因焦油问题导致失败，该公司在过去的近 30 年进行了炭化装置和气化装置的特别开发，结果解决了其他公司失败的焦油问题，而且实现了设备的低成本化。用制度化的 FIT 收买价格，达到了充分合算的水平，控制了初投资成本和运行成本。

现有的气化装置基本都采用上吸方式、下吸方式。但该公司在下吸式加进蓄热分解方式，研制出在气化后焦油也一齐被低分子化的方法。据此，从木材提取出氧和一氧化碳及沼气，在燃气发动机内燃烧，成功使发电机顺利发电。而且也反映出在炭化装置的设计思路，是一种非常简单的设计构造，因此初投资也便宜，成为一种不易坏的装置，而且作为发电所在运营中稳定的工作和完全自动控制也是非常必要的，在此也想了不少的办法完成。

在下吸式气化装置，从上部投入木片，一边堆层一边气化，但其层分为干燥层和炭化层。在炭化层，炭堆积时，在下吸式由于从上向下提取，容易发生炭层缩小，如何消解这种情况，进行连续运行可完全解决此问题。

在所发生的气体中，部分含有焦油，原样投入燃气发动机时，焦油会牢牢粘住发动机，成为产生故障的原因。因此，在投入发动机前，必须将焦油分解去除。在后工序除去焦油时，部分木材具有的能量会被舍弃，使发电所需木材量变多，发电效率下降。因此，该公司

在蓄热装置加入干馏气体，使焦油更进一步分解的方式。因此，使现有的蒸气透平方式的发电效率从 16~18% 左右提高到 25~28% 左右。

这次的 FIT 制度另一个重要性是扣除发电所内消费电力，然后决定售电量。在现有的发电所，所内消费电量大概是发电量的 20% 左右。而该公司尽力减少驱动的地方，使所内消费电力控制在发电量的 12% 左右，多出售 8% 的电力，提高售电收入。

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015 年 11 期

6、倉敷市児島下水処理場引入生物质气体发电设备

児島下水処理場占地面积 78,500m²，处理能力 29,900m³/d，处理面积 1,528ha，1970 年 7 月开始运行，2004 年 6 月开始高度处理。

(1) 发电设备概要

① 生物质气体发电设备规格

- 25KW 燃气发动机发电机 3 台
- 控制盘、升压变压器盘、高压输电盘、导入盘、系统连接保护继电器盘各一个
- 监视操作盘一套

② 生物质气体发电设备特征

在下水処理場每日约发生 700m³ 消化气体（沼气）。目前将一部分用于场内设备加热，多余的进行焚烧处理。这次引入的生物质气体发电设备，以消化气体做燃料，用燃气发动机发电，是将废热作温水回收的热电联产系统。由于可自动调整电压而且是自动同步装置，能够和效率好的系统连接，电力在场内消费，温水用于辅助消化槽的加温。

本发电设备年发电量约 47 万 KWh（相当于 130 个一般家庭年用电量）。CO₂ 减排年约 350t。

目前生物质气体发电机 3 台，可同步进行，也可根据气体量控制运行台数。利用台数控制机能，选择运行时间短的发电机运行。倉敷市児島下水処理場 2016 年 3 月增设 2 台发电机，用 5 台发电机年发电量约 90 万 KWh，CO₂ 减排量约 650t，增设的发电机也由八洲电机公司承包。

该公司目前以生物质气体发电为主，以后会根据用户需要增加兆瓦太阳光发电、风力发电、水力发电等各种可再生能源设备。

可再生能源是资源不枯竭，可反复使用的能源，是发电时几乎不含排出成为地球暖化原因的 CO₂ 的优质能源。

该公司的经营理念是“通过高品质服务，和用户共同创造价值最好的设计，对创造环境友好型社会做贡献，并努力对用户提供最佳的可再生能源系统和产品。”

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015 年 11 期

7、下关市山阴最终处理场消化气体发电事业签订基本协议

据《クリーンエネルギー》2015 年 12 期报导，山口合同气体公司和神钢环境咨询公司、扬马能源系统公司共同签订“下关市上下水道局山阴最终处理场消化气体发电事业”的基本协定。

以该公司为代表的企业集团，在山阴最终处理场内建设发电设备，出售处理场内产生的消化气体，进行可享受“可再生能源固定价格收买制度”的消化气体发电事业，促进下水污泥处理过程产生的消化气体的有效利用，对防止地球暖化作贡献。此外，以当地企业为代表，对事业收益的当地循环做贡献，进行可再生能源的产地消工作。

该事业是利用民间资金和技术技能的民设民营方式。该公司目前正在积极开展此项工作。利用燃气发动机热电联产及燃气发动机热泵的技术技能，同时利用城市煤气事业，利用已培育的组织体制，和神钢环境咨询公司、扬马能源系统公司合作，进行安心、安全、稳定的事业运营。今后，在取得 FIT 制度的设备认定和进行与电力事业者连接合约后，预定于 2016 年 3 月末和下关市签订事业合同。

发电事业内容

- (1) 事业名：下关市上下水道局山阴最终处理场消化气体发电事业
- (2) 事业方式：民设民营方式
- (3) 事业场所：下关市大字垢田字洞上（山阴最终处理场内）
- (4) 设施概要：发电设备一式
发电容量 325KW（消化气体燃气发动机 25KW × 13 台）
- (5) 年间发电量：最大 2,700,000KWh/年
（相当于 800 个一般家庭用电量）
- (6) 发电事业期间：2018 年 4 月 1 日 ~ 2038 年 3 月 31 日（20 年）

张焕芬

8、在关东以沼气化为核心构成地区紧密结合事业

据日刊《月刊废弃物》2015 年 11 期报导，着手食品再循环和可再生能源引入组合事业的阿哈依亚能源公司（东京都港区），以东京为中心，着手以沼气化为核心的食品再循环事业。植田徹也董事长有 5 年内关东 5 处设施运行的抱负。

该公司从今年度为事业起动，在设立时考虑将所有的生产和消费活动置换成热基础，用“热·再循环社会的新计划”创出扎根于地区可再生能源的有效利用，打出事业化方针。面向事业化，经过与有关法令的应对和选址研讨，决定设备概要，设计、事业计划立案以及计划财政的利用手续等课题。用自行开发的技术技能进行解明，开始与地区处理事业者等的合作事业。

公司设立以来，预定第三者重复增资，目前的资金已达 8,800 万元，经手食品再循环事业的凯内斯公司（静冈县吉田町）成为 100% 的子公司。

张焕芬

9、生活垃圾处理机的生成物再循环圈目标

据日刊《月刊废弃物》2015 年 11 期报导，构筑以业务用生活垃圾处理机为轴的食品再循环系统的客坎公司（埼玉县伊奈町）。将处理机的生成物作为牛粪发酵促进材料，利用独自开发的系统，构筑加入畜产农户的新食品再循环圈。

该公司的工作以汉堡饭店“惊人的辅机”的店铺为中心进行扩大。用设置于各店铺的生活垃圾处理机在现场将食品残余物发酵、干燥。该公司和地区指定业者每 1.5 ~ 3 个月进行处理机的维护、探访，提取出处理生成物并将其作为牛粪发酵促进材料出售给与该公司合作的牧场和全国 20 多处制酪农业学园。发酵促进材料有以乳酸菌为主体的特殊发酵菌在生活垃圾处理过程中繁殖的优点，可将堆肥化时间缩短为一个月。

作为处理机，该公司设备的“零奇迹”，也与其它公司设置的处理机为对象，着手构筑再循环系统的维护业务。以“惊人辅机”为主，无人管理店、炸猪排店、社员食堂等全国 150 多个事业所采用该公司的系统，也有运营时间长达 16 年的处理机。

张焕芬

10、推进垃圾减量和清扫事业效率化

奈良县橿原市揭示 2023 年度垃圾每人每日总排出量为 896g，与 2008 年相比，减少率为 13.6%，强化 3R 工作，以扩大深入收集，充实对居民服务的垃圾收集事业为目标。

(1) 废食用油等的资源化

橿原市有 9 个物品种类汇集处，除从各户前收集外，还实施废食用油和小型家电等定点回收，促进资源化。资源垃圾 PET 瓶、塑料瓶由专用网回收，锅炉、瓶等用专用套回收，防止瓶破损。不燃物、粗大垃圾以及有害物每月定期回收。自行车和电器化产品、家具等也可回收。

废食用油的回收从 1994 年度开始。当初只用于肥皂等加工业，但 2009 年用市的垃圾收集车将部分废食用油转向生物柴油燃料生产（BDF），对地区公民馆等定点回收是众所周知的。2014 年度的回收量达到 8,250t。

自今年 2 月开始小型家电的定点回收中，在 5 个公共设施设置回收箱，并回收不燃物，粗大垃圾的回收品种，也实施品种的挑选。从回收开始的 7 个月，已回收 3,320Kg，引渡给认定事业者实施资源化。

为了推进这种资源化实施体制，该市在完成了清扫工场第一期工程的 2003 年，开始指定垃圾袋的付款制度，与家庭垃圾的减量联系在一起。此外，作为再利用工作，在再循环馆进行再生家具等的展示出售。也实施带入的书籍或食具、育儿用品的免费还原等。在家庭用生活垃圾处理器的构入补助方面，实施节能商店的认定制度等，推进再循环工作。

(2) 开展高效垃圾发电运营效率化，充实服务

该市在调整垃圾减量体制的同时努力进行清扫事业效率化，扩充收集服务等，清扫事业的特征是着手早期的垃圾发电事业及售电工作，该市的清扫工场“清洁中心”在 2003 年完成第一期工程，今年迎来运行第 12 年，特征是高效垃圾发电设备，是世界最早引入在现场使脱硝反应塔的触媒再生系统，一齐实施提高发电量和减排 CO₂。发电量在设备中利用，多余部分出售给电力公司，售电部分占总发电量的 50% 以上。2014 年度出售电量 1,105 万 7,180KWh，售电收入 2 亿 1,433 万元以上。废热除在清扫工场使用外，也作为温水提供给福利设施。清扫工场由市直接经营，已开始运行。现正从成本效率化的观点慢慢扩大到民间委托范围，目前正累积各种技术技能，可预测正当的运营费用。在 2013 年度将含再循环馆的一般废弃物处理设施的长期运营委托事业引入工作正规化。2013 年的运营费用比 2008 年减少 30% 以上。关于业务效率化，目前随着资源物的集团回收事业进展，今后将进一步推进废旧纸回收研讨和利用自治会等的废旧纸类回收，目标构筑较有效的废旧纸资源化体制。

该市也在研讨充实行政收集服务。从 2013 年实施深入收集，其利用者有增加倾向。关于扩充对象要件和充实收集体制等已在审议会重新讨论。今后，在有效运营中减少费用的同时，充实行政服务，深入收集各种废弃物。随着高龄化社会的到来，工作要更进一步深入，必须增加工作人员积极进行面向体制构筑工作。

张焕芬摘自日刊《月刊废弃物》2015 年 11 期

11、城市垃圾焚烧用废热锅炉蒸气的高温高压化

世界性的 CO₂ 减排活动，在东日本大震灾后，更进一步要求大力利用可再生能源。实施固定价格收买制度（FIT），使阳光和风力发电惊人普及，加上城市垃圾焚烧处理的废热锅炉蒸气的废弃物发电不受季节、时间、气象条件影响，可作为稳定供给的地产地消基础电源，引人注目。

作为使废弃物发电为主的能源回收高效率化，设施的大型化或锅炉系统的最佳化对策是蒸气的高温高压化是主要考虑。由于担心含于垃圾的盐类等对锅炉材料的高温腐蚀，目前状况是高温高压锅炉过热蒸气温度标准是 400°C 。该公司已建设多个主蒸气温度 400°C 的城市垃圾焚烧设备，经过4年以上使用，有过热器管壁厚减少量抑制在1mm以下的实绩，以超过 400°C 的蒸气高温高压化为目标，用实机废热锅炉进行面向实现 450°C 的实证试验，结果如下。

(1) 为评价腐蚀的实机暴露试验

在用实机评价检验材料的暴露试验中，利用流动床式气化熔化炉的废热锅炉实施面向城市的垃圾处理。用设施规模及不同对象物的城市垃圾混烧的2种设备实施，在现有的工作口，选定用于一般 400°C 级锅炉过热器的SUS310S作为评价材料，在评价材料设置管表面温度测定用热电对，将排气温度测定用热电对及排气测定用喷嘴安装于工作口，将其试验装置设置于锅炉内排气温度不同的2个地方的工作口，确认其排气温度影响。

在工作口内，流动热空气流，用设想可维持蒸汽温度 450°C 的管表面温度进行调整。试验在1.5年时间内连续运行，试验期间的延伸暴露日数达到近400天，试验工作口材料表面温度及安装位置的排气温度继续进行暴露期间的连续测定。在进行维护时，将操作暂时停止，取出评价材料，用粘有灰尘的样品进行分析，同时将管材料的一部分切断进行壁厚测定，评价腐蚀壁厚的减少量和进行管表面的组织观察。

(2) 工作口试验结果和各种评价、解析结果

在2处工作口的低温域设置的评价检验材料的管壁厚减少状况，设置试验装置的2个设施在近400天时间，在暴露实排气的情况下，已确认管壁厚度几乎没有减少。据此，可以说，排气温度在 $520\sim 540^{\circ}\text{C}$ 范围，将蒸汽温度加热到 450°C ，过热器管几乎不发生高温腐蚀，确认没有问题。

其次，关于不发生管壁厚减少的理由研讨结果认为样品评价材料的飞灰等也含于断面，在管表面形成被称为腐蚀水垢的薄层。腐蚀水垢非常接近灰尘，如果融化后固定，将其称为“粘合灰”，更有在其上容易落下灰尘堆积，将此称为“堆积灰”，提取这些灰进行组织分析，结果灰种不同，其组成有很大差别。粘合灰的盐类成分(Na、K、Cl、S)含有率比堆积灰高，盐类成分被浓缩，但是，在粘合灰变化过程中，在S(硫)增加的一方，Cl(氯)可见减少。

粘合灰中的成分率和腐蚀速度的关系，显示粘合灰中的Cl含有比例变大时，腐蚀管壁厚减少速度增加，粘合灰中的Cl含有成分比例，试验装置的设置部位的排气温度不同有大的不同，而且粘合灰的熔点也不同。在熔点 610°C 的场合，Cl含有比例高，腐蚀管壁厚减少速度也快，相反，到 700°C 的范围，熔点难以估计的场合，Cl含有率低，腐蚀管壁厚减少几乎没有发现。其原因大概是在排气温度 $520\sim 540^{\circ}\text{C}$ 左右的低温排气范围，过热器管周边的灰尘生成熔解盐后，在进行粘合过程，不形成熔化盐的组合变化，亦即是在这次暴露试验流动床式气化熔化炉的废热锅炉中，当过热蒸汽温度达到 450°C 的高温化，排气温度设置在 $520\sim 540^{\circ}\text{C}$ 范围的高温腐蚀是非常轻微的。

作为用于日本国内城市垃圾焚烧炉的废热锅炉废弃物发电更高温高效率化的方法，是将设定过热蒸汽温度 450°C 的评价检验材料设置于实机废热锅炉进行暴露试验。调查管表面堆积、粘附灰尘的性状和评价材料的腐蚀壁厚减少的关系的结果。在流动床炉中，在排气温度 $520\sim 540^{\circ}\text{C}$ 的温度范围，如果设置过热器，发生高温腐蚀是极其轻微的。不使用高级材料，

达到 450°C 左右的过热情况是有可能的。

增加蒸气的高温高压化，并用提高低空气比燃烧等的能源回收效率对策，在处理规模 150t/d 的中小规模城市垃圾焚烧设备，将蒸气条件从现状的 4MPa × 400°C 提高到 6MPa × 450°C 水平的高温高压化，可提高发电效率，输电端效率可提高 20% 以上。

今后，将城市垃圾焚烧设备的发电用废热锅炉的主蒸气条件提高，不限于现状的 400°C 高温高压化，进一步提高高效发电的经济性和对减排 CO₂ 作贡献。

张焕芬摘自日刊《产业机械》2015 年 11 期

12、流动层式松江生物质发电所

松江生物质发电公司由纳卡巴亚基公司出资 55%，日本纸业商事公司、三光公司共同出资，于 2013 年 5 月设立。松江生物质发电中核企业纳卡巴亚基公司是纪念册·图书馆装订大户。昭和 46 年在岛根县内建设工厂，现在也有 5 间工厂在运行。松江生物质发电厂的市川正董事长对事业开端进行了说明，“在岛根县渡过 40 年以上，在当地没有任何事业和援助的大前提下进行生物质发电。在森林再生的同时，确保新的雇用，报恩岛根县是该公司的意向。从这一点出发，继续进行新事业的研讨中，FIT 开始实施，于是决定进行生物质发电事业。

发电所的运营由生物质发电公司进行，燃料由岛根县原料流通协同组合提供该县内未利用材料和木材加工残材，山阴丸和林业公司提供县内和邻近地区未利用残材和木材加工残材，是去年 6 月岛根县知事在场的项目，公司和岛根县原料流通协同组合签订协议书，进行生物质发电事业的体制调整。

发电所今年 6 月起动，发电出力 6,250KW，燃烧机采用流动层式。该方式用高压空气，利用流动的砂一边清理表面一边燃烧，未燃烧部分少，锅炉效率高，因此，高含水率的燃料或多种燃料也能利用，发电所由于塔克马公司运营，总事业费约 37 亿元。

计划年间收集 8 万 8 千 t 燃料，其中 90% 是岛根县内未利用材料，是木林加工残材。据 FIT 的未利用材料收买价格是 32 元，木材加工残材是 24 元。据市川董事的话：“年间预定处理量是 8 万 8 千 t，基础水分率是 50%，现在收集的燃料水分率是 42 ~ 43%。从去年起进行材料收集。用圆木状态堆积会丢失，如果补充少很难切成燃料，有水分变高的可能性。”该发电所 4 月开始试运行，到 5 月，未利用材料的发热量是大约 2,600 千卡。现在，每日收入约 20 台卡车的燃料。发电所每日运行 24 小时，预定全年运行 330 日。运行采用 3 人 × 4 体制，合计 12 人运行。

张焕芬摘自《都市と废弃物》2015 年 11 期

13、自动加煤机式生物质发电

真庭市生物质发电公司运营的真庭生物质发电所今年 4 月开始运行。该公司在真庭市设置于该基地的最大集成材料厂—铭建工业公司。是于 2013 年 2 月由真庭市、真庭木材事业协同组合等 10 个官民团体出资设立的。成为由铭建工业公司进行发电所运营，燃料收集由真庭木材事业协同组合等承担的计划。

成为中核企业的铭建工业公司，在昭和 59 年开始以集成材料生产过程产生的木片为主燃料的生物质发电。1998 年度将发电所出力提高。该公司进行了其后的发电所运营研讨。此时引入可再生能源固定价格收买制度起动机情。该公司坂本规生物质事业部长阐述了真庭生物质发电过程。设想用收买价格进行规模的模拟，在 FIT 的价格正式发表阶段，判断是有利的。如果用此收买价格，即使购入地区燃料进行发电也是可行的，地方各方面如何配合发

电所运营，当初计划是5~6,000KW级，如果是整个地区最少也可发电1万KW。

生物质发电设备建设由塔克马公司承包，发电所规模是1万KW。燃烧机使用移动式自动加煤机。它是在水平自动加煤机上投入燃料的装置，进行比较充分的燃烧，对燃料的发热量、含水率、形状的应对范围广。在2014年1月受FIT设备认定。现在使用的燃料来自间伐材等木质生物质（2,000KW以上）和一般木质生物质，收买价格1KWh是32元和24元（都是扣除消费税），以冈山县北部为中心进行燃料收集。

发电所年运行时间330天每天运行24小时。含水率50%时，年间消费14万8千t燃料，其中9万t是未利用材料，5万8千t是一般木材。现在每日用70~80台卡车运送燃料发电。该公司的坂本部长说：在进行1万KW发电时，发电所内动力使用1,000KW剩余的9,000KW出售，预计年间可售电收入21亿元。从4月20日开始正式发电，燃料收集充分，5月发电所的运行率是96%，以上开端顺利，今后要稳定收集燃料是个大课题。

坂本部长继续说：今后对地区的贡献，如果能用比一般电气事业者便宜的价格提供公共设施的电力，冈山县的木材将受到较高的评价，大概可以还原于地区公共设施的具体是能够充分提供市政厅和音乐厅等的用电。

经过2个月的运行证实成为燃料的木材发热量约为2,500千卡。坂本部长对经手发电设备的塔克马公司说：今后收集燃料的艰苦是可以想象的，纸质燃料，较难燃烧，会出现运输难的问题，必须进行技术援助。

在该事业，如果不是FIT制度，该公司要从外提供燃料是不可能的。FIT，在可再生能源引入以外，也可以说是对地区振兴作贡献的好事例。

张焕芬摘自《都市と废弃物》2015年11期

14、利用沼气发酵有效利用生物质资源

大福尼达泰公司（爱知县大府市，董事长：相木彻）在沼气发酵气体发电中成为中部地区最大级的横根生物质气体发电设备，于7月24日竣工，目标从10月开始正式发电。该发电设备以大府市为中心地区发生的垃圾和废弃食品、废饮料、有机泥状物等各种生物质资源为原料，利用微生物的作用回收发酵分解产生的生物质气体，作为锅炉或燃气发动机燃料。该设施每日发电量1万5千KWh（相当1,500个一般家庭用电量），预定利用可再生能源固定价格收买制度（FIT）售电。本发电设施是体现2013年“大府市生物质产业都市构想”的项目。由水ing公司承担设计和施工。

（1）农林水产省认定其构想

大福尼达泰公司于昭和32年创业，除进行废弃物的收集、运输、中间处理和最终处理外，也是积极进行土木、建筑、下水道事业等广大范围的综合环境处理的企业。

大府市2013年策定“大府市生物质产业都市构想”，同年6月被农林水产省作为生物质产业都市第一次认定。在该构想揭示通过生物质资源的分选等，提高市民的协作意识，利用生物质资源，通过生物质资源循环高度利用的可持续性增长，提高洁净能源供给的都市环境。作为构想的中核事业，横根生物质气体发电设施处于主要位置。通过该事业，促进该地区发生的生物质资源的有效利用，在构筑可持续的地区循环型的再循环同时，促进废弃物的削减，促进再循环，通过能源产地地消，对社会发展作贡献。

总事业费投资25亿元，已完成的横根生物质气化发电设备已于今年2月受可再生能源固定价格收买制度（FIT）的设备认定。

（2）由水ing公司设计、施工

横根生物质发电设施采用湿式中温发酵方式，处理能力 70t/d，发电量 1 万 5 千 KWh/d。由水 ing 公司承担设计、施工。该设备由授入前处理设备、生物质气化设备、能源利用设备构成。

从处理流程看，生垃圾和食品残余物，在 2 系统收入，经过破碎机、分选机后，被送到可溶化槽、沼气发酵槽，沼气发酵槽内温度保持在约 37 度，经过 20 天的发酵，所产生的沼气送至气罐，发生的蒸气用于沼气发酵槽的加温等。有机性污泥或家畜粪尿，在有机泥状物接收槽，有机污泥或家畜粪尿在有机泥状物接收槽处理后，一齐送到可溶化槽。

消化液用轴滑动式螺旋压力机直接脱水，经干燥机送往干燥堆肥贮留料斗，输送出场外，作堆肥利用。

该生物质气体发电设备从 10 月开始正式运行，大福尼达泰公司废弃物事业部的藤崎功太郎科长说：设计者不让步的设计思想和现在监督质量不因循守旧。发酵槽和可溶化槽的斜倾度等看不见，从而受到很好评价。承担设施设计、施工的水 ing 的水谷重夫董事长说：实施中部地区最大食品残余物的生物质发电是英明的，对此表示敬意。成为大府市生物质产业都市构想中核设施的横根生物质发电设备今后将会引起当地和全国的注目。

张焕芬摘自《都市と废弃物》2015 年 11 期

五、太阳能

1、关于钙钛矿作为新一代太阳能光电池材料的学术讨论

钙钛矿作为新一代太阳能光电池材料一直是学术界争议的话题。最近，科学家们在美国能源部可再生能源国家实验室（NREL - National Renewable Energy Laboratory）示范了如何通过减少转化为热能的能量损失来有效提高钙钛矿太阳能光电池转换效率的方法。《Solar Today》杂志记者采访了可再生能源国家实验室的首席科学家 Jao Van de Lagemaat 博士，深入探讨了许多太阳能学术界和工业界关心的问题。以下选择几个主要的方面论述：

首先，什么是钙钛矿？钙钛矿是类似天然钙钛氧化物矿石晶格结构的物质。这种物质具有有机物和非有机物的双重特性，最近的研究发现，这种物质非常适合用作制造太阳能薄膜电池的材料。近两年多以来，美国能源部可再生能源实验室的科学家们已经采用这种材料制作了多种太阳能光伏电池，并用 1 平方厘米大小的钙钛矿光电池取得了 20% 实验室规模的光电转换效率。据说，其他研究人员曾用更小面积的钙钛矿光电池取得 22% 的光电转换效率。Jao Van de Lagemaat 博士说，可再生能源国家实验室已经以图表的方式公布了钙钛矿光电池和其他形式的光电池的最佳光电转换效率。图表上的所有数据均已经过官方认证。一般来说，较大面积的钙钛矿光电池的光电转换效率都在 15% 以上。美国可再生能源国家实验室取得最佳光电转换效率的钙钛矿光电池是采用溶液沉积工艺制作出来的，这是用在制作太阳能光电吸收材料方面的一种独一无二的工艺。

谈到钙钛矿光电池的市场前景。Jao Van de Lagemaat 博士表示非常乐观，他说：钙钛矿光电池的前景将是一个巨大的市场。因为钙钛矿光电池的出现为低资本投入而大规模生产光电转换效率相对较高的太阳能光电池提供了可能。能否成功地使用钙钛矿的关键取决于所用的钙钛矿是否稳定和操作人员能否有效地处理制作工艺上用到必须的铅。如果这些问题都能圆满解决，钙钛矿光电池的市场潜力不会低于硅光电池和地画个光电池。Jao Van de Lagemaat 博士表示，这是他个人的看法，同时也是可再生能源国家实验室内部的分析。不过，他还是很慎重地说，目前的研究仍然处于初步的阶段，距离把这个技术真正带入市场仍然有很远的路要走。

对于钙钛矿光电池在商业和住宅应用的优点和缺点，Jao Van de Lagemaat 博士分析说，和其他应用技术一样，钙钛矿光电池也有优点和缺点。作为一种太阳能薄膜电池技术，钙钛矿光电池适合于轻重量的应用，比如用作移动设备和个人住宅等。假如用作大规模的商业场合就体现不出其优越性了。另外，钙钛矿薄膜光电池具有非常独特的柔韧性，使得它在需要重量轻、效率高有需要弯曲或改变形状的应用方面具有广阔的市场，这是硅光电池和其他光电池所不能代替的。

有些内行人士提出，一种材料如果容易接受溶液沉积就同时具有易于退化的弱点，也就是化学稳定性比较差。钙钛矿光电池采用溶液沉积工艺，其化学稳定性是否可靠？Jao Van de Lagemaat 博士说，钙钛矿本身是属于水溶性物质，如果暴露在蒸汽中其稳定性却是一个问题。目前采取的对策是将钙钛矿光电池密封起来，比如在外部加上涂层或封装在胶囊里。在制作工艺中，钙钛矿材料还需要经过低温处理以便进行低温退火和成型。这是生产工艺中需要十分重视的关键。不过，这也同时意味着，在较高的温度下钙钛矿材料容易排除其有机成分。其有机成分易于蒸发并生成铅-碘负离子，而这种铅-碘负离子是一种能导致光电转换效率低下的半导体。研究人员已经开发出若干种不同的化学方法使材料的退化过程变得缓慢一些，其中一些成果已经发表在有关的刊物上并声称已经解决了钙钛矿光电池的化学稳定性问题。不过，这需要进一步核实。Jao Van de Lagemaat 博士说，可再生能源国家实验室的研究团队和它的合作伙伴也正在努力解决这个问题。其中有不少迹象显示这不是材料本身的问题，而是电接触导致的。例如，目前已经发现原来用作电接触的一种称为“spiro-OMeTAD”的导电聚合物是引起钙钛矿光电池化学不稳定的主要原因。当采用碳纳米管等炭基材料取代“spiro-OMeTAD”之后，化学不稳定的问题就解决了。还有一个有趣的例子，来自英国牛津大学的 Henry Snaith 总喜欢拿他的以碳纳米管为电接触的钙钛矿光电池放在自来水中作为示范，证明他的钙钛矿光电池依然能够正常工作。有兴趣的读者请浏览 <http://bit.ly/1jfkSV>，从中能够获得更多的资料。有趣的是，所有这些材料都适用于溶液沉积工艺。

当记者问到钙钛矿光电池的使用寿命时，Jao Van de Lagemaat 博士说这目前还是一个未知数，因为至今还没有发现有文献报道关于这一方面试验的数据。可再生能源国家实验室的研究团队已经对加以封装的辅助模块进行了使用寿命的试验。从目前的试验结果来看，本质上没有任何因素会影响钙钛矿光电池的使用寿命。然而，Jao Van de Lagemaat 博士始终坚持说，不可言之过早。

最后，记者提出钙钛矿光电池的环境污染问题。因为目前大部分光电转换效率较高的光电池材料都含有铅，钙钛矿光电池也不例外。如何看待铅对环境污染的问题呢？Jao Van de Lagemaat 博士的回答是，钙钛矿光电池的确含有铅，但钙钛矿光电池可以做得非常薄，所以单位面积上的铅含量非常低。通过计算可以知道，单一个汽车电池的铅含量就已经高于几百平方米钙钛矿太阳能光电池的铅含量。况且，钙钛矿光电池可以采用胶囊的封装，采用与碲化镉太阳能光电池生产商类似的方法回收钙钛矿光电池，以尽量减少铅的污染。其实，铅是地球上最丰富的化学元素之一。另一方面，钙钛矿光电池的生产工艺是一个十分低能耗的过程，并且仅仅采用商品化学品。从能源策略的角度来看只需要低能耗投入的钙钛矿光电池生产，实际上是具有保护环境的优点的。目前，有许多研究团体正在寻找用另一种地球含量丰富的元素来代替钙钛矿光电池生产所需的铅同时又能保留高光电转换效率和其他特性的技术。很明显，这些技术能否进入光电池制造行业取决于对铅的处理。选择这些技术时，制造

商需要考虑清楚整个生产过程以及将来光电池废弃回收如何承担环境保护的责任。钙钛矿光电池的生产与其他太阳能光电池生产一样，同样需要认真对待环境污染问题。

黄汉豪摘自《Solar Today》 Winter 2015 / 2016

2、全球太阳能设备安装容量今年将达到 66.7GW

MERCOS 投资集团公司预测，全球太阳能设备安装容量今年将达到 66.7GW。这些装机容量主要发生在中国、美国、日本和印度四大市场。

尽管太阳能光电板存量过剩、公司获利欠佳甚至倒闭、产量负增长等等的问题一直在困扰太阳能行业，但全球太阳能设备安装的市场仍然顶着逆风，一年比一年扩大。回想 2007 年全球总装机容量仅仅 2.6GW，不到十年的时间，根据统计可以预测 2016 年的全球装机容量将会达到 22.6GW，成为全球人类发展最迅速的电力资源。

2015 年，中国的太阳能设备的装机容量为 15.1GW，依然居于全球的首位。MERCOS 投资集团公司预测，2016 年中国的太阳能设备装机容量将会达到 18.5GW。另外，还有需要赶在 2016 年上半年 FiT 期限内完成的 5.3GW 指标。这样，中国 2016 年的太阳能设备装机容量肯定会超过 2015 年。FiT (Feed - in Tariff) 是一个鼓励可再生能源发展的政策机制，电网或政府对安装了可再生能源设备（如太阳能、风能、潮汐能发电等）的用户给予补贴。目的是加速可再生能源利用的推广。中国已经实行 FiT 政策多年，取得了很大成效。因而计划在 2016 年下半年开始根据不同地区的情况逐步减低补贴的份额（部分地区可能减低 11%）。

美国鼓励可再生能源应用的政策和措施是投资税收优惠（ITC - Investment Tax Credit）。在可再生能源设备方面投入的资本，缴纳的税款可以按照相关条例进行减免或退还。本来这个政策在去年年底已经期满，但令人意想不到地得到延期，使得美国的太阳能市场再度活跃起来。MERCOS 投资集团公司根据营运商第一季度报道的营业额预测，保守地说 2016 年美国太阳能设备的装机容量可以达到 13.5GW。

日本 2016 年的太阳能设备装机容量将是 10.5GW。日本当前的目标是：到 2020 年太阳能设备的装机容量能够达到 28GW。与中国相似，日本也采取 FiT 鼓励可再生能源发展的政策机制，也同在今年开始降低了对可再生能源设备补贴的份额。日本 FiT 的最后限期是今年（2016）三月底。减少的百分比大约是 11%。与当初在 2012 年执行 FiT 政策使得慷慨大方相比，现在的补贴是少了一大截。2012 年，每千瓦小时的电力补贴 42 日元（即 0.387 美元），现在仅补贴 24 日元（即 0.22 美元）。日本仍需努力解决电网的连接、减缩问题和未开发的管线问题。目前已经安装的管线仅仅占总数的 15%。日本也正在寻找采用太阳能设备投标的方式来解决过高的补贴负担问题。

印度期望在 2016 年的太阳能设备装机容量达到 4GW，这样印度就可以稳居全球太阳能设备装机容量第四的地位。印度当前有容量超过 21GW 的管线正在施工或在投标中，其目标是到 2022 年全国太阳能设备装机容量达到 100GW。不过，在当前的投标过程中出现了一些令人关注的问题，比如有些喊价叫牌价位之低是不现实的。MERCOS 投资集团公司将会继续关注印度的情况并及时报道其最新的发展。

欧洲太阳能市场的头三位是英国、德国和法国。

以补贴的方式鼓励可再生能源应用的发展是一个很好的措施，但不是每一个国家都能实行的，这是一个不小的财政负担。在最近 12 个月，世界各地出现了以投标方式开展太阳能设备的安装工程已解决补贴问题。这是一个太阳能市场发展的新动向。德国在 2015 年完成

了三个过程项目的投标，英国和日本也在努力尝试。法国正在安排一些可再生能源项目的投标准备工作，而中国也在考虑开展这方面的尝试。印度和南非干脆把发展太阳能利用的政策立足于投标的方式。巴西和墨西哥的政策也有很大程度倾向于采用投标的方式。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE II, 2016

3、法国计划铺设 1,000 公里太阳能光电板路面

法国生态与能源部长 Segolene Royal 说，法国将在今后五年铺设 1,000 公里用太阳能光电板作路面的道路，为数百万居民和住宅提供能源。他是在一个交通部门负责人的会议上透露政府的这个决定的。会议提倡“正面的能源（Positive Energy）”，意即这些能源的获得不应引起环境污染等负面影响。目前，那些准备用作铺设路面的太阳能光电板的检验工作将在明年春季进行。

根据法国环境和能源管理署的数据，4 米长的太阳能光电板路面就以为一个住户提供日常的电力需求，1 公里长的太阳能光电板路面能够满足 5,000 个家庭住户的日常电力需要。所以，太阳能光电板路面的计划如果成功的话，法国人口的 8% 或者说 5 百万人口的生活用电问题就已经得到解决。

法国太阳能光电板路面计划包括多种技术，比如运输车辆行走的路面表面专门胶合一条 7 毫米厚的带状材料等等。Colas 公司负责这些技术的研究和开发。目前，这方面的基本技术已经全部准备就绪。Colas 是 Bouygues 公司的一个子公司。

法国太阳能光电板路面的关键部件 - 太阳能光电板经过了 5 年的研究和开发，终于在去年 10 月公之于众。法国生态与能源部长 Segolene Royal 说，这是一款薄膜多晶硅太阳能电池。但不同于普通光电池的是其表面能够承受重型货车碾压的同时还能提供足够的摩擦力防止汽车车轮的打滑。

法国打算通过提高石油的税收来帮助太阳能光电板路面计划的实施，估计增税可以获得大约 2 - 3 亿欧元（2.2 - 4.4 亿美元）的资金。继法国之后，许多国家相继开展了如何利用路面获取能源的研究。去年，荷兰的一个大财团在 Krommenie 市建成了一条 100 米的太阳能发电道路。在美国，有一个由夫妇两人组成的小组在成功地进行群众集资之后，也正在筹建一条太阳能发电道路。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE II, 2016

4、太阳能专业会议信息

欧洲光伏太阳能技术研讨会及展览于 2016 年 6 月 20 - 24 日在德国慕尼黑 ICM 国际会议中心召开。会议的口号是“为全球太阳能光伏发电提供一个创新的平台”。报名的网页如下：

www.photovoltaiic-conference.com

北美太阳能专业大型研讨会于 2016 年 7 月 12 - 14 日在美国加利福尼亚州旧金山市 Moscone 会议中心举行。与会代表多达一万八千人，有 550 个展览场地提供各种各样的太阳能产品展出，安排了 60 场学术报告和讨论。课题包括太阳能光伏发电、能量储存、智能可再生能源系统和太阳能采暖与制冷空调。这是 2016 年美国首次大型太阳能技术专题研讨会。有关详细信息、会议日程安排和报名、登录，请浏览以下网页：

www.intersolar.us

印度可再生能源博览会于 2016 年 9 月 7 ~ 9 日在印度 Greater Noida 市印度展览中心举行。这是由印度国家新能源与可再生能源部主办的一次盛大博览会。根据报名登记的资料显示，参加这次印度博览会的商家和业界人士、学者将达到两万五千人，共有 600 个团体提供

实物展览，参与人员来自全球 40 多个国家和地区，申请发表演说和学术报告的有 150 人，会议代表团人数达 1200 多人，博览会用地面积高达两万五千平方米，分为十多个展馆和场地。会议期间，博览会将为商家提供许多商业洽谈的机会，为各公司总裁（CEO）和高层提供专门的秘密会面场地。此外，还有为专业人士、技术人员提供的全方位研讨会和学术报告。若要求报名或索取会议的详细资料，请联系：

Amitava Sarkar

移动电话：+91 93792 29397

电子邮箱：amitava.sarkat@ubm.com

Julian Thomas

移动电话：+91 99404 59444

电子邮箱：julian.thomas@ubm.com

Lyer Narayanan

移动电话：+91 99673 53437

电子邮箱：iyer.narayanan@ubm.com

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE II, 2016

5、向太阳能发电事业提供保险计划

据《JETI》2015 年 12 期报导，世界最大的保险·再保险经纪人—埃翁集团的日本法人—埃翁日本和太阳能电池模件的第三者认证机构—达福莱茵兰日本共同开发面向对太阳能发电事业的计划财力进行模件产品·出力保证支援的划时代保险计划。

在发生太阳能电池模件出力下降时，由于受模件生产厂出厂保证，必须将其原因向业主证实是否由于模件缺陷引起。但是模件的审查确认是所交的货，交货时和交货后没有实施的计划很多。

在埃翁日本新开发方案中，引入所使用的太阳能电池模件长期可靠性明确化技术负载评议员。此外，根据技术负载评议员意见，利用最小化缺陷风险（模件生产厂倒闭后）的保险庇护的二段式样，支持确保太阳能发电事业的长期可靠性。

张焕芬

6、追加提供 CIS 薄膜太阳能电池模件

据《JETI》2015 年 12 期报导，太阳开拓公司决定通过子公司的太阳开拓·欧洲公司向荷兰的 Home NRG 公司追加供给 CIS 薄膜太阳能电池模件。Home NRG 公司 2013 年 10 月成为太阳开拓公司正规出售代理店。是住宅用和商业用太阳能发电咨询·供应者。太阳开拓公司已经对该公司进行的 92 个计划（每一个计划最大是 150KWp 左右），合计提供 8MW 的 CIS 薄膜太阳能电池模件。现正根据荷兰国内日益旺盛的需求，追加提供相当 2MW 模件。

张焕芬

7、太阳能发电系统和风力发电系统等可再生能源最适用的特别高压（24KV）环型配电网转辙装置—环型主机组“RM6 系列”

随着太阳能发电系统和风力发电系统等可再生能源在日本国内需要扩大，环型主机组在日本的需要也在增多。环型主机组本来是在欧洲开发的将环型配电必要的多种功能汇集的全部型号产品的总称。将开关和断路器收藏于同一个筐体内，在提高节能性的同时，在动力调节器获得电升压后，可有效将电力提供给电力公司。

为了与输配电器、控制器老字号生产厂—富士电机机器控制也高的需要对应，合作者—

世界屈指可数的控制机器、配电器生产厂—法国施耐德电器公司生产的畅销机种 24KV 环型主机组“RM6 系列”扩大出售，引人注目。

“RM6 系列”是环型配电必要的多种功能汇集的全部型号的 24KV 联动机构，采用在 GIS 技术（将开关、母线、收藏于 SF6 气罐），实现优良的耐环境性能。持有已经在世界 50 国以上地区，超 2,000,000 方面纳入实绩，是可靠性优产品。

所谓 RM6 就是用于特别高压（24KV）的环型配电网，连接于超 2000KV 变压器，可保护的全部型号联动机构。在环型配电网回路含有负荷开关，在变压器回路含有断路器。有代表性的应用例是用于风力发电系统例。

安全设计方面，要求主回路接地状态可目视，不依赖作业者操作速度的速动型操作环境、3 位置开关的机械联锁等，从而取得质量高的安全设计。此外，还装有不锈钢制高密封压力罐，罐的保护等级 Ip67 等，作为 GIS 技术的设计，遵照 IEC 规格，在风力发电场合，也实现在施工场地受限的风车塔内可以设置产品的精小型。在太阳光发电设备用产品，DC 开关或直流计测 PV 线控制机组等也已成系列。该公司的太阳光发电新产品，包含持有国内屈指可数占有率的电磁开关、太阳光发电设备用 DC 开关、兆瓦太阳用的最佳 DC 开关等已成系列，与 DC1,000V 对应的机种也已研制成功。

操作极其简单，计测太阳光发电系统中的发电电压、电流，在 RS—485 通信中收集数据的太阳光发电监视系统“直流计划 PV 线监视机组”也已成为注力商品。

张焕芬摘自《产业与环境》2015 年 11 期

8、实用大小的太阳电池转换效率达到 25.1%

据《JETI》2015 年 12 期报导，以新能·产业技术综合开发机构（NEDO）计划成果为基础，卡内卡公司作为双面电极型异体接合结晶硅太阳电池，用实用的 5 英寸大小的电池（152cm²）达到世界最高电池转换效率 25.1%。大面积和高效率兼容，对实现降低发电成本的高效率结晶硅太阳电池的实用化寄与极大希望。

这次开发成果，是利用卡内卡公司开发的高质量非晶硅的结晶硅基板表面缺陷降低技术和铜电镀法的电极形成技术等达成的。与卡内卡公司计划中所获得成果一齐利用，在构筑小型示范生产设备的同时，计划在今年度出售铜电极异接合结晶硅太阳电池。电池成本目标，到 2020 年为 14 元/KWh。

张焕芬

9、住宅用高效率小型模件

据《JETI》2015 年 12 期报导，特里纳·太阳公司在日本住宅市场出售一种高效率公称最大出力 230W 模件转换效率 17.4% 的单晶小型模件“SPACEMAX”新产品。

SPACEMAX 是特里纳·太阳公司最早的 48 种电池的小型模件。是专门为受限制的日本屋顶而开发的产品。重量 11.8Kg，大小 1,332 × 992 × 35mm，是小型轻量可减轻对屋顶负荷重负担的产品。而且还可减少安装时间和成本。除轻量、小型的特征外的一大特征是在太阳光弱的状况也能充分发挥其优良性能。这是采用有较多出力和可实现较高发电效率的 PERC（Passivatecl Emitter and Pear Cell：里面不动态型电池）工艺技术。

张焕芬

10. 鸟取·米子建设兆瓦太阳发电站

据《JETI》2015 年 12 期报导，京陶瓷和 TCL 太阳合同公司共同建设鸟取县米子市的“鸟取·米子兆瓦太阳发电所”。该发电所出力 29.2MW，年间发电量预计约 3,608 万 KWh

(相当于约 11,000 个一般家庭年用电量), 预定 2018 年 3 月完成。建设地在被封闭的高尔夫球场旧址的休闲地, 希望进行土地的有效利用。该公司自 2012 年设立以来, 目前已在全国 27 处, 建设运营合计约 49.1MW 太阳光发电所, 今后将大力发展太阳光发电事业, 在促进可再生能源普及的同时, 对地球环境保全以及形成循环型社会做贡献。

张焕芬

六、风能

1、风力发电事业化

据《クリーンエネルギー》2015 年 11 期报导, 西部煤气集团公司, 在该公司北九州工场旧址(北九州若松区响町)的未利用地建设“能源·种子北九州风力发电所(4MW)”, 将风力发电事业化。

该公司在 2012 年 4 月承担设立可再生能源事业的“能源·种子公司”(西部煤气公司出资 100%), 已经开始太阳光发电事业。这次的风力发电事业化也是该集团公司的可再生能源利用领域多样化为目标的事业。加上随着 2014 年 11 月的“音响 LNG 基地(北九州市若松区向洋町)的运行和随后的废除, 也已经能够达到该公司在北九州工场旧址的有效利用目标。

该风力发电事业是由该集团公司的能源·种子公司和日立集团公司的日立风动力公司共同出资(能源·种子公司 66%, 日立风动力公司 34%)负责设立的事业公司“能源·种子·风力公司”。在建设“能源·种子北九州风力发电所”的同时, 进行运营。该公司作为日立集团持有的高技术力量, 丰富实绩、优良的维护体制以及作为风力发电事业的各种技术技能和可以利用的该集团公司的九州操作台, 都是可以考虑风力发电事业稳定化发展联系在一起的事业。

此外, 该风力发电所设置 2 台(合计 4MW)日立制造厂生产的 2MW 风车, 计划 2016 年 7 月动工, 2017 年 3 月开始运行。

张焕芬

2、和歌山县日高群邱南町建设风力发电所

据《クリーンエネルギー》2015 年 11 期报导, 大阪煤气公司的 100% 子公司—煤气与动力公司取得三井造船公司的 100% 子公司—邱南风力发电公司新发行的股权, 成为持有 95% 股权的子公司。

邱南风力发电所是在和歌山县日高群邱南町建设的发电容量 26,000KW (13 台 2,000KW 风力发电设备)的风力发电所, 由 2015 年 12 月开始建设, 预定 2018 年 6 月开始运行。

该集团公司目标在 2020 年代, 在国内外确保 600 万 KW 电源, 同时利用可再生能源事业, 积极进行降低环境负荷工作。目前, 煤气与动力公司已在日本国内 5 个地点(高知县高冈津野町、和歌山县有田群广川町、和歌山县日高群田良町、山口县熊毛群平生町、佐贺县唐津市)建设和运营风力发电所。

张焕芬

七、新题录

1. 瞬时湍流火焰形状的 3D 打印, 实验拍摄的三维计算机断层扫描和多方向的纹影摄影, Yojiro Ishino 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016

2. 亲水性和疏水性铜表面的结霜特性, Chan Ho Jeong 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
3. 可控聚合对纳米流体热导率的影响, Reza Azizian 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
4. Hele – Shaw 流动条件下的沸腾: 粘性指进现象的发生, Felix Reinker 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
5. 微通道内饱和流动沸腾的计算研究, Mirco Magnini 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
6. 过冷池膜式沸腾在超疏水球形表面传热的实验研究, Li – Wu Fan 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
7. 强化微通道内流动沸腾换热机理的研究, Satish G.Kandlikar, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
8. 沿着倾斜的非均匀加热板的幂律流体的对流热传递, Jize Sui 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
9. 空气冷却的翅片阵列合成射流的热传递冲击, Ri Li 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
10. 用大型涡流模拟研究迎面对撞的分离气泡互动现象, S.Sarkar 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
11. 单边加热的高纵横比微细通道中的对流换热, Eric C.Forrest 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
12. 微通道碳化硅和氧化铝水溶液纳米流的热力 – 水力性能研究, Ji Zhang 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
13. 轴对称滞流与撞击在轴向移动圆柱体上的可压缩流体的热传递, Asghar B. Rahimi 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
14. Lord Kelvin 和 Weaire – Phelan 关于热传递和压力降的泡沫模型, Salvatore Cunsolo 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
15. 微翅片管内单相流, 冷凝, 和蒸发的摩擦压降关联式, Zan Wu 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
16. 内置扭带的外凸波纹管流动和热传递特性的数值研究, Longbin Yang 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
17. 相变材料性能的制冷量图表, Patrick J.Shamberger, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
18. 在高温和多组分气体条件下的高强度热负荷膜式冷却系统的共轭热传递特性, Mingfei Li 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
19. 一个矩形翅片周期阵列的临界 Biot 数, Marios M.Fyrillas 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
20. 聚苯乙烯嵌段聚(甲基丙烯酸甲酯)的自组装对称嵌段共聚物薄膜的导热系数, Matthew C.George 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2, February, 2016
21. 可再生能源发展的特殊问题, Jang – Ho Lee, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016

22. 关于韩国可再生能源配额制的评论, Tae Yong Jung 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
23. 一个潮汐能透平机的新概念, Benjamin T. Tarver 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
24. 超临界二氧化碳动力循环涡轮机的研究与开发, Junhyun Cho 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
25. 水平轴潮汐透平机流体动力性能实验与海水淡化, Guang Zhao 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
26. 用响应面分析法优化反向旋转水平轴潮汐透平机螺旋桨叶片安装角及其实验验证, Bin Huang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
27. 非扭矩载荷对风力透平三点悬浮齿轮箱的影响, Ju Seok Nam 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
28. 关于相邻两个垂直设置的 Savonius 风力机桨叶距离和旋转方向相互影响的实验研究, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
29. 基础结构不同的 NREL 5 - MW 海上风力透平极限荷载特性的研究, Bae - sung Kim 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
30. 考虑地面温度梯度的开环地热换热器的最佳操作, Hyun - Jun Choi 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
31. 以简单的胶体 - 溶液方法制备的单层吸收涂层 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ 太阳能电池研究, Na Kyoung Youn 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
32. 高能量密度的大型 Li - S 电池的最佳电池条件, Ji - Eun Kim 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
33. 采用并五苯的反向聚合物太阳能电池的性能改进, Feng Yang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
34. 采用 CFD 的储能系统多级泵的高效储能方法, Ji - Hoon Park 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
35. 热解天然棕榈油和余厨废油制取生物柴油活性周期的评估, Pisitpong Intarapong 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 5, April 2016
36. 可持续生物质和丁醇的回收作为石油燃料替代物的探索, Sampa Maiti 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
37. 对太阳能光伏发电为电动汽车充电的评议, Abdul Rauf Bhatti 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
38. 从脉冲热辐射中产生声波, Kuan Chen 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
39. 用于 IGCC 工厂各种煤级、煤输送方案和合成气冷却方法回收碳的煤/沼气联合气化过程的参数技术 - 经济性研究, Henry A. Long III 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
40. 聚合物太阳能电池中富勒烯脂类的结构与功能的关系: 非意料中的结构对太阳能电池寿命和转换效率的影响, Michael Tro 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016

41. 用 Al - Cu - Fe 化合物强化太阳光吸收率的评估, Abdul Hai Alami 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
42. 用优化 Beta 粒子自吸收率的方法强化 Beta 电池的功能性能, Taeho Kim 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
43. 燃煤发电厂烟气脱硫热传递面积的结构配置, J.Lee 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
44. 缓和低碳建筑能量消耗的新颖玻璃装配技术, Erdem Cuce 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
45. 采用纳米流和熔融盐的太阳能热发电厂的碟状和槽状抛物面太阳能收集器的性能评估, M.Abid 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 4, March 2016
46. 太阳能/燃料电池复合能源发电系统, Yuzheng Lu 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
47. 混合气体环境中阳极支持固体氧化物燃料电池的强劲反应和高超性能, Hyoungchul Kim 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
48. 双向无线能量传递压电器件的模拟, Praveen P. Nayak 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
49. 新型燃烧下混合物燃烧特性的实验研究, Shota Watanabe 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
50. 恶性条件下浓缩氢气、甲烷 - 空气燃烧过程的数值研究, Esmail M. A. Mokheimer 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
51. 电容/电池电容结构新颖非对称超级电容低温性能的改进, Linghao Su 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
52. 透过电均衡 CNT/聚合物纳米复合材料膜的快速质量和电荷传送, Anshu Sharma 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
53. 尾气回收二氧化碳 ITM 综合 MCFC 复合系统的比较研究, Liqiang Duan 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
54. 用作高效钙钛矿太阳能电池空穴阻挡层的 $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{TiO}_2$ 夹心多层薄膜, Jinxia Duan 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
55. 欧盟缓和气候改变对策先行者的优势, Panagiotis Karkatsoulis 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
56. 带二氧化碳预燃回收的褐煤燃烧鼓风整体煤气化联合循环系统, Antonio Giuffrida 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
57. 缺陷 MIL - 53 的乙炔吸收, Peifu Cheng 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
58. 多效储能装置对供冷、供热和发电 (CCHP) 综合系统的影响, Xi Zhuo Jiang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 6, May 2016
59. 关于促进可再生能源引入的制度改革研讨状况报告, 资源能源厅, 《产业と环境》, 2016, V.45, N.2
60. 关于电力自由化的最新动向, 资源能源厅, 《产业と环境》, 2016, V.45, N.3
61. 中国到 2040 年的能源预测 (二), 吉武淳二, 《クリーンエネルギー》, 2016, V.25,

N. 2

62. 发展中国家的能源存取信息现状和改善工作, 大赉久里, 《OHM》, 2016, V. 103, N. 3
63. 普及零能房的道路图, 山川文子, 《地球环境和能源》, 2016, V. 49, N. 4
64. 面向 ZEB (网络、零能大楼的实现和推进工作), 中村干, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 4
65. ZEB 的技术展望, 田边新一, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 4
66. ZEB 关键技术的技术革新, 岛昌英, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 4
67. 发展中国家的可再生能源利用, 根本泰行, 《太阳エネルギー》, 2016, V. 42, N. 2
68. 从过冷却蓄热管外侧给与间断电场的管内过冷却水的冻结开始, 翔谷吉郎等, 《太阳エネルギー》, 2016, V. 42, N. 1
69. 动力电子设备用半导体装置的基础和动向, 木村英树, 《太阳エネルギー》, 2016, V. 42, N. 1
70. 煤层气 II, 煤层气储留层的评价, 大贺光太郎, 《日本エネルギー学会誌》, 2016, V. 95, N. 1
71. 日本及世界的 CO₂ 分离回收技术开发现状, 佐藤浪宣等, 《日本エネルギー学会誌》, 2016, V. 95, N. 1
72. 若松鹰计划中的 CO₂ 分离回收技术, 笹津浩司, 《日本エネルギー学会誌》, 2016, V. 95, N. 1
73. 面向燃料电池的高出力、高耐久性、高效率的材料研究现状和今后, 饭山明裕, 《日本エネルギー学会誌》, 2016, V. 95, N. 1
74. 2,000KW 高效高速燃气发动机的开发—实现出力 2,000KW 级中世界最高级发电端效率, 折茂和久, 《JETI》, 2016, V. 64, N. 1
75. 节能和节资源兼顾的智能病院工作, 饭田如, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 2
76. 以大规模商业设施的热源改造事业为中心的节能活动, 铃木武幸等, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 2
77. 有效利用酒厂的未利用资源的节能, 编辑部, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 2
78. 办公大楼的可再生能源和热电联产的热高效利用, 佐野真浩等, 《省エネルギー》, 2016, V. 68, N. 2
79. 蓄电池系统“Cryst Ena”系列“锂离子蓄电系统”, 田见佳晴, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 2
80. 热互换系统的开发和引入事例, 立岩一真, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 2
81. 适用于电力系统改革的新的能源经营管理系统的开发, 中村慎等, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 2
82. 三菱重工的燃气发动机热电联产系统—新技术介绍和节能工作, 田中政之, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 2
83. 改进的燃气发动机热电联产—热电联产的普及状况和燃气发动机技术开发动向, 冈田和久, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 2
84. 为密闭空气层通风式空气集热器设计的表面传热率整理, 神谷是行, 《太阳エネルギー》, 2016, V. 42, N. 2
85. 地热区的地壳透水—不透水境界和伴随水状态变化的矿物析出关系性, 最首花惠等,

- 《日本地热学会誌》，2016，V. 38，N. 1
86. 有关填埋地安全和放心的考察，原雄，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 87. 安全、放心的填埋地要件，东條安康，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 88. 填埋废弃物的封入功能及其维持，远藤和人等，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 89. 最终填埋场控制技术现状和课题，田中宏和等，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 90. 根据填埋地气体调查的废弃物最终处理场的安全确认，长森正常等，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 91. 利用电探测的填埋地内部可视化技术介绍，矶部发护等，《废弃物资源循环学会誌》，2016，V. 27，N. 1
 92. 废弃物处理事业及其创能事业，月岛机械公司等，《JETI》，2016，V. 64，N. 1
 93. 实现在中小下水处理场的消化气体发电，用民间智慧和办法解决课题提案力，中村一之，《地球环境和能源》，2016，V. 49，N. 1
 94. 适合于亚洲地区的用粘土触媒的生物质流动层气化技术的开发，田中直，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 2
 95. 开展利用桁架结构的宇宙太阳光发电卫星的构造和组合，黑濑丰敏等，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 1
 96. JAXA 中的宇宙太阳光发电系统的研究开发—最近的主要成果和面向实现 SSPS 的新道路图策定，牧野克省，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 1
 97. 为宇宙太阳发电系统的实证实验研讨，田中孝治，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 1
 98. 为宇宙太阳发电的光束型微波输电研究现状，篠原真毅，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 1
 99. 太阳光发电用系统联接动力调节器概说—为进一步扩大可再生能源—，井平靖久等，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 1
 100. 埃塞俄比亚的板型太阳炊具引入的可能性，中條祐一，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 2
 101. 太阳通风管的旋转轴形状和自然换气性能研讨，一旋转轴的截面积和配置研讨，宋城基，《太阳エネルギー》，2016，V. 42，N. 2
 102. 氢能社会的意义再思考，市川贵之，《日本エネルギー学生誌》，2016，V. 95，N. 1
 103. 面向 2020 年的氢能，坂田兴，《日本エネルギー学生誌》，2016，V. 95，N. 1
 104. 面向氢能社会的神奈川县的工作，松浦治美，《日本エネルギー学生誌》，2016，V. 95，N. 1