

总 177 期  
3/2016.6

# 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. 哈佛大学研究报告：绿色能源和绿色储能 .....	(1)
2. 官民共同构筑以全地区高度防灾化为目标的 BCP 对应能源供给系统 .....	(2)
3. 有分散型能源系统的集合住宅非常时期能源供给持续性评价 .....	(2)
二、热能学·动力工程 .....	(3)
1. 家庭用燃气发动机热电联产机组部分改进 .....	(3)
2. 面向火力发电所的烟道排气分析装置 .....	(3)
3. 利用热泵的未利用能源利用——面向推进利用新热源水基本建设项目 .....	(4)
4. 利用废温水的蒸汽发生装置 .....	(7)
5. 日本的储热系统动向 .....	(8)
6. 日本的热泵技术动向 .....	(9)
7. 以氨为燃料的燃料电池发电 .....	(10)
8. 节能对应型吸收式冷温水机 .....	(11)
9. 热投入型加热蒸汽高效双效用吸收式热泵 .....	(11)
三、地热能 .....	(11)
1. 世界地热发电和直接利用状况 .....	(11)
2. 面向地热发电所的温水泵 .....	(13)
3. 面向地热发电所液封式真空泵的改进 .....	(14)
4. 九州未来能源，大分县营原双流发电所开始运行 .....	(15)
四、生物质能·环保工程 .....	(15)
1. 二相式活性污泥系统 .....	(15)
2. 日本废弃物资源利用现状 .....	(17)
3. 日本和世界生物质开发动向 .....	(19)
4. 世界最早的竹专烧生物质发电所 .....	(19)
5. 排水处理用大型模块 .....	(20)

6、以生物质为原料的合成橡胶新技术开发 .....	(20)
7、木质生物质气化热电联产装置 .....	(21)
8、高效率废弃物发电工作 .....	(22)
9 大阪最早的生物质气化 FIT 事业 .....	(23)
<b>五、太阳能</b> .....	(24)
1、斯坦福大学研究报告：在地下储存太阳能 .....	(24)
2、从一个太阳能电池生产厂看冰岛的碳排放控制措施 .....	(24)
3、土耳其第一期 8.3MW 太阳光发电厂建成并已完成与供电网的连接 .....	(25)
4、加拿大太阳能行业蒸蒸日上，股东纷纷给予支持 .....	(25)
5、大型漂浮式太阳能光伏发电系统将出现在美国加利福尼亚州海面上 .....	(26)
6、德国太阳能光电系统承建商主动为用户提供储能设备 .....	(26)
7、中国苏州 Betely 公司引进 ASM AE 的太阳电池金属化平台 .....	(27)
8、面向住宅用太阳光发电系统动力调节器 .....	(27)
9、世界各国的太阳能开发 .....	(28)
10、日本的太阳能开发 .....	(28)
11、太阳热冷却系统 .....	(29)
12、CSD 太阳扇岛太阳光发电所 .....	(29)
13、开拓透明有机太阳电池薄膜市场 .....	(29)
14、采用 26MW 计划 .....	(30)
15、太阳电池模件设置于平屋顶的基础架台 .....	(30)
16、发售二种原型多晶太阳电池模件 .....	(30)
17、提供太阳电池模件的大阪产业大学优胜 .....	(30)
18、增设门司兆瓦太阳发电设施 .....	(31)
<b>六、风能</b> .....	(31)
1、支援空中浮体式风力发电设备的开发 .....	(31)
<b>九、新题录</b> .....	(31)

## 一、总论

### 1、哈佛大学研究报告：绿色能源和绿色储能

用常规蓄电池储能是当前最普遍使用的储能方法之一，但这种方法成本高、难维护、寿命短、单位重量能量密度低，而且不利于环保，因此有不少需要改进和提高的地方。近年来研究和开发的液体蓄电池是一种新的尝试。

液体电池同样可以用于间断能源的储能。比如用在住宅和商业方面的太阳能、风能发电储能就是一种安全和廉价的方案。液体电池与固体电极电池有许多相同的地方，只不过通常容量较大的液体电池把电能储存在设在户外罐体的液体中，这有点像燃料电池。

哈佛大学的学者多年前就开始研究液体电池。最近，他们要在 2014 年研究的液体电池模型上加以改进，旨在用没有毒性的材料代替传统的能耐受溴元素的电解液。哈佛的研究团队称他们正在找寻一种高性能、不可燃、无毒性、无腐蚀性而且廉价的化学溶液应用于液体电池。

这个包括有科学家和工程师的哈佛研究团队已经完成了一个能够储存间断能源的示范装置。这个示范装置说明，制造可用于太阳能、风能等间断能源的住宅和商业用途的廉价高效液体电池是完全可能的。这个团队目前的最新研究方向已经着眼于开发能够与供电网连接的、能够更廉价、更可靠储存电能的液体电池。

众所周知，由于太阳能和风能的不连续性使得太阳能和风能提供的能源不能符合人们日常用能的需要。这形成了人类希望更大程度地利用可再生能源的障碍。要排除这个障碍，需要有一个能有效地储存大规模能源的手段，以便在长时间没有风力和日晒时仍有足够的电能提供给用户。这个手段还必须是对人类来说花费不大和具有实用性。比如说，在液体电池中作为捕获和释放电子的化合物溶液必须来自非昂贵的、易溶于水的、在地球上很容易获得的元素，例如碳、氧、氮、氢和钾。如前所述，这些化合物应是无毒的、不可燃的和容易得到的。这样液体电池才能比目前现有的其他电池系统更安全、更廉价。“只有这样，我才放心把液体电池放在我家的地下室里。要知道这是化学品啊！”哈佛大学研究团队的 Tracy Skyes 教授很认真地说。他认为，作为大容量地储存能量，所需要的化学溶液的数量也会非常巨大。而且放置这些化学溶液的位置往往很靠近人们居住或活动的地方，无毒性和不可燃性是人们安全的保证。Tracy Skyes 是哈佛大学 Paulson 工程和应用科学（SEAS）学院的材料和能源技术教授，液体电池项目的首席研究员。

有关这项研究的论文已经刊登在美国《科学》杂志上，论文的作者有哈佛大学博士后 Micheal Marshak，研究生 Kaixiang Lin，Roy Gordon，化学博士和材料科学博士 Thomas Dudley Cabot。

目前，这项研究工作仍在进行，而且不断有新的突破。比如，哈佛大学研究团队在化学溶液中加入了一些食物添加剂和普通的有机染料，使液体电池的电压提供了差不多 50%。而这些材料都是非常廉价和容易获得的材料。

液体电池以液体储存电能，所以往往设置在户外的一个储罐中，这与燃料电池有相似的地方，但与固体蓄电池有很大不同。另外，液体电池的峰值容量与储罐的体积有关，也与泵进去的液体多少有关。所以，液体电池的储电能力可以按照需要单独设置，这也是与传统固体蓄电池有很大不同的地方。这也是液体电池能够比传统蓄电池系统更廉价的原因之一。

在大部分液体电池的设计中，都会选用一些金属离子作为溶液中的活跃电解液。比如溶解在酸液里的金属钒。这些金属往往比较昂贵、具有一定的腐蚀性、容易钝化以致失效，在

工艺上难以处理。Aziz 和其他哈佛大学研究团队的同事们一直从事这方面的研究。去年，他们成功地做了一个以碳为基体的有机物分子替代金属离子的示范表演。这种以碳为基体的有机物分子的替代物称为醌类有机物，也是一种自然界普遍存在物质，产生于自然界的生物现象中，比如光合作用和细胞呼吸过程。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

## 2、官民共同构筑以全地区高度防灾化为目的的 BCP 对应能源供给系统

阿罗马斯克艾尔街区（东京都大田区蒲田五丁目），是很早以前便有名的“蒲田进行曲”有名的松竹摄影场地。其后经历过高砂香料工业公司工场，在 1998 年成为日本生命保险相互公司、大田区、高砂香料工业公司等 3 公司再开发的街区。

东京燃气工程技术联合公司的蒲田东地区供冷供暖中心（以下地冷中心）迁入尼塞阿罗马斯克艾尔大楼（以下阿罗马斯克艾尔大楼）的地下 3 层。从此，街区内的阿罗马斯克艾尔大楼和大田区居民会堂（以下阿布里科）签订了 2 个供热合同，提供空调用的所有热能（蒸气和冷水）。但是由于街区内的 2 个设施和地冷中心受电的电力系统分离，阿罗马斯克艾尔大楼和阿布里科使用当初设置燃气透平 CGS 发电的电力。地冷中心仅使用 CGS 的排热锅炉所生产的蒸气，所发出的电不能有效提供给整个街区利用。

该公司随着地冷中心的燃气透平 CGS 以及冷冻机老化设备的更新，受东日本大震灾的教训，引入 2 台以城市煤气为燃料的停电对应型（BOS 型）燃气发动机 CGS30KW 的同时，实施集中街区内电力系统的受电化提案。在商业系统电源中断时，可提供整个街区电和热的最佳运用，实现提高防灾性能。

### （1）系统特征

在和地冷中心签订供热合同的所有用户（阿罗马斯克艾尔大楼和阿布里斯的 2 件）之间，利用集中电力系统实施受电化。在停电时，阿罗马斯克艾尔大楼的应急发电（200KWA）和地冷中心的燃气发动机 CGS（930KW×2 台）发电在街区内共同使用。阿布里科被指定为回家困难者临时停留场所，兼灾害时志愿者活动场所，也提高作为地区防灾地点的功能。

此件是受东京都“政府机关大楼等事业所的创能和能源管理促进事业补助金”交付决定事业作为其补助要件，为阿罗马斯克艾尔大楼的一层和 3 层的一部分，也作为在灾害时优先提供电力的回家困难者临时滞留场所，同时为整个街区回家困难者入住能力做贡献。

燃气发动机 CGS 作为无辅机电源可起动的封闭起动规格，其燃料城市煤气用中压提供。

由于既是已设装置也是集中供电系统，用街区内的实际负荷，在新系统竣工前进行 CGS 的 BCP 实证试验工作已可确认。还有在将来也将通过电气设备年点检的日程调整，进行用实负荷的 BCP 实证试验，也可进行机器操作人员的定期 BCP 运行培训。

用官民合作方式以地区高度防灾化为目标，构筑对应 BCP 能源供给系统，根据灾害停电状况，实施整个街区的电和热最佳利用。

今后将火筒烟管锅炉更新为小型贯流锅炉同时引入获取供给方和需要方数据的 SENEMS（智能能源网·能源管理系统）。现在正在进行利用人们的判断进行的 BCP 运用时的负荷投入阻断判断等，计划从地冷中心向苏马能源中心展开工作。

张焕芬摘自《クリーンエネルギー》2015 年 11 期

## 3、有分散型能源系统的集合住宅非常时期能源供给持续性评价

对有太阳能利用技术、热电联产系统等分散型能源系统的集合住宅进行非常时期能源

(含电、热) 供给持续性和效率评价。

太阳能利用技术是不依赖燃料的无限能源, 有出力受天候影响不稳定的缺点。评价以全年中断开始时间为评价基础, 提出表示供给维持可能性指标提案。

从效率分析结果看, 根据太阳能技术引入量的供给维持性能变化或太阳能技术小规模自用发电设备(燃气发动机)组合, 很明确可弥补太阳能技术出力不稳定性, 大幅提高供给维持可能性。

该研究是以 2011 年震灾为契机开始研究的课题。震灾发生已有 4 年之久, 与灾害发生当初的国民意识薄弱相比, 已有极大提高, 今后也会公布对非常时期应对能源系统的研究成果。希望企业就有关能源工作, 实施奖励, 有效利用大学研究成果, 指导和支援有关的研究工作。

张焕芬摘自《太阳エネルギー》2015 年 4 期

## 二、热能学·动力工程

### 1、家庭用燃气发动机热电联产机组部分改进

据《クリーンエネルギー》2015 年 12 期报导, 本田技研工业公司用燃气发动机发电, 将此时发生的发动机排热进行供热水和供暖等面向家庭的热电联产系统“燃气发动机热电联产(EOWILL)”以及带独立运行功能的“燃气发动机热电联产正机(ECOWILL PLUS)”的核心机组, 还有受到好评的家庭用燃气发动机热电联产机组进行部分改进。燃气发动机热电联产机组已经开始出售。燃气发动机热电联产正机于 2016 年 1 月开始向各燃气事业者等出售。

这种新型家庭用燃气发动机热电联产机组“MCHPLOC3”以及带独立运行功能机组“MCHPCORI”采用新的负荷跟踪发电控制机构, 与家庭消费电力一齐, 将发电电力在 0.7~1KW 之间进行可变控制, 减少剩余电力, 可增加自家发电时间, 也可减少从电力公司购入电力。将供暖供热水组件组合, 可减少家庭负担的光热费, 年间可节约 5 万 7000 元左右。

这种家庭用燃气热电联产机是日本最早取得多台连接认证, 不必进行与太阳光发电等以及其它小型分散型发电设备组合, 进行约 1 个多月连接确认试验, 可迅速设置。

该公司利用燃气发动机和发电技术“正弦波换流器”组合的小型发电系统——家庭用小型热电联产机组已于 2003 年出售。在 2011 年安装世界最早实用化双直接高膨胀比发动机“Exlink(艾克斯连接)”。利用 Exlink 和独特发电技术, 实现发电效率 26.3%, 同时达到一次能源利用效率 92.0%。

2012 年东日本大震灾后, 人们的防灾意识大大提高, 出售带有停电时也可起动的独立运行功能的发电机组, 利用这些发电机组和排热供热水供暖机组构成的系统, 用燃气发动机热电联产设备向各燃气事业者出售和设置设备累计已超过 13 万户。

张焕芬

### 2、面向火力发电所的烟道排气分析装置

据《JETI》2015 年 12 期报导, 掘扬制造厂 11 月 1 日出售业界高水平高精度分析含于火力发电所排气中氮的氧化物(NO<sub>x</sub>)和二氧化硫(SO<sub>x</sub>)等烟道排气分析装置“ENDA—9000 系列”。

今后, 为了使火力发电所高效发电, 必须引入控制锅炉内高温高压的技术。随着烟道内气体压力变化, 要求排气分析装置也可控制这种压力差化, 进行高精度的排烟气体测定。

“ENDA—9000 系列”是紧盯着高温高压化的下一代火力发电发展, 走在业界前列, 扩

大制定气体压力变动容许范围（比该公司现有产品大 2 倍），而且记录测定装置内部必要的各种温度和压力等数据，以数据为基础，提供预防、维护等有效工作。

张焕芬

### 3、利用热泵的未利用能源利用——面向推进利用新热源水基本建设项目

目前各自治体都在建设低碳城市，现在日本 CO<sub>2</sub> 排出量的一半来自城市活动，其中约 60% 为家庭和大楼排出。积极推进大楼的 ZEB 化（Zero Energy Building）或住宅的 ZEH 化（Zero Energy House）。例如办公大楼的一次能源消费量，空调（热源、热传输）约占 43%，照明插座约占 42%。因此，在进行建筑物的节能中，提高空调领域的能源效率是非常重要的。作为其提高效率技术，热泵是必不可少的热源装置。为了使高效热泵用更高效率运行，要有效利用热源。

#### (1) 热泵的效率和温度差能

热泵是将热从低温热源汲到高温热源。在家庭用空调机，夏天将热从室内（低温热源）抽汲向室外（高温热源），冬季将热从室外（低温热源）汲至室内（高温热源）。也就是夏天除去室内的热，冬天将热提供室内。因此，热泵是能抽提比本身电量大的热能量的高效热源装置。

热泵的效率受抽汲温度差也就是高温热源和低温热源温度差影响，其温度差越小效率越高。供冷时，高温热源的温度低时，抽汲温度差变小，供暖时低温热源的温度高时，抽汲温度差变小，热泵效率提高。一般供冷时的高温热源和供暖时的低温热源都使用大气。但是，在供冷时，将比大气温度低的热源先放热（高温部放热源），供暖时，将比大气温度高的热源作为采热源（低温部集热源）利用时，热泵的效率可进一步提高，将这样的大气温度差的热源称为温度差能。

#### (2) 城市未利用能源

持有这样特征的热源有河水、海水、下水（未处理水、下水处理水等）、地中热等。其中河水、海水、下水等被称为未利用能源。所谓未利用能源是前述的温度差能或工厂的排热，是至今尚未被利用的能源。未利用能源具体种类：①生活排水和中水、下水、下水处理水的热；②清扫工厂排热；③变电所、地中输电线的排热；④河水、海水、地下水的排热；⑤工厂排热；⑥地铁和地下街市排热；⑦雪、冰热。

表 1 为未利用能源种类，是从排热源和排热温度观点整理的。排热源大小以城市活动设施发生的热和存在于自然界的热分类。前者从其热源的温度分为高温排热（数 100<sup>0</sup>C 左右）和低温热源（数 10<sup>0</sup>C 左右），低温排热和自然界的热源。热泵作为采热源和高温部放热源利用，能源利用成为可能，也称其为热回收。

在温差能利用中，有在建筑物单体利用和地区供冷供暖等的地区利用。建筑物单体利用有索尼经济大楼（索尼公司大楼）事例。利用大楼内的换热器将邻接的下水处理场的处理水作热源水利用。大规模的利用事例多是地区供冷供暖。日本的地区供冷供暖到 2013 年 11 月共有 141 个。利用河水、海水、下水、中水、地下水、地中热等的温度差的地区有 18 个。最早利用河水是箱崎地区（1989 年），最早利用海水是大阪南港科斯莫斯摩埃阿地区（1994），最早利用下水处理水是幕张新都心海德特克商务区（1990 年），最早利用未处理下水的是后乐一丁目地区（1994 年），最早利用地下水是高崎市中央区（1993 年）。

表1 未利用能源种类

		排热源	特 征	问 题 点
随着城市活动产生的热	高温排热	清扫工厂 (数 100°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>可燃垃圾焚烧时发生的燃烧气体持有热</li> <li>发电、供热水等利用例，不一定使用热泵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>必须有全热排热对策</li> <li>必须在周边用户选址</li> </ul>
		产业废弃物 (数 100°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>产业废弃物燃烧后排出的燃烧气体持有热</li> <li>几乎全未被利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>设备腐蚀对策</li> <li>必须周边用户选址</li> </ul>
		下水处理场 (数 100°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水处理场发生的消化气体和污泥燃烧气体持有的热（目前资源）</li> <li>有发电等事例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>设备腐蚀对策</li> <li>必须周边用户选址</li> </ul>
		工厂 (数 10°C ~ 数 100°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>从各种生产过程产生的热</li> <li>业种、工程等排热，温度宽广</li> <li>在发电蒸气、供热水等有效利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>提前工厂内有效利用</li> <li>必须周边用户选址</li> </ul>

#### 四、未利用能源的利用效果

利用热泵的未利用能源效果有节能和减排 CO<sub>2</sub> 效果以及环保效果。如表 2。

表2 利用热泵的温度差能利用效果

节能效果 (减排 CO <sub>2</sub> 效果) 环境保全效果	<ul style="list-style-type: none"> <li>提高热泵的效率</li> <li>减少冷却塔的补给水（上水）</li> <li>利用减排 CO<sub>2</sub> 效果，对防止地球暖化寄与希望</li> <li>利用抑制供冷时向大气放热，缓和热岛现象</li> <li>通过利用河水使河水水质净化</li> </ul>
---	--

##### (1) 节能效果

如果提高供冷供暖、供热水用的热源系统的热泵效率，可减少制造同量冷水或温水必要的能源消耗量（电力消费量），减少能源消费量与减少化石燃料消费（减排 CO<sub>2</sub>）联系在一起。在供冷时，不需冷却塔补给水，有减少洁净水使用量的效果。减少洁净水使用量不仅有节水效果而且有减少洁净水生产必要的能源消费量（主要是电力消费量）的效果。例如利用河水的箱崎地区，和现有的空调热源方式相比，可减少 25% 的年间电力消费量，减少冷却塔年间补给洁净水 65,000m<sup>3</sup>。

##### (2) 环境保全效果

如上所述，提高热泵效率和冷却塔不需补给水的节能化（减排 CO<sub>2</sub>），可对防止地球暖化寄与希望。

在所谓地球暖化不同原因是城市气温上升引起的热岛现象。产生热岛现象的主要原因是：①由于地表面复盖的人工化（绿地减少和沥青或混凝土面积增大），使蒸发量减少和日射吸收量增大；②由于城市形态的高层密集化使日中的日射蓄积量增大和天空率降低使夜间辐射冷却量减少更使通风受阻；③随着建筑物空调增加，汽车行走、工厂生产活动等的人工排热增加。在城市人工排热影响大，例如东京 23 区，人工排热（显热）估计每日 27W/m<sup>2</sup>，建筑物排热约占 50%，汽车排热约 40%，工厂排热 10%，建筑物排热占大部分是在夏天供冷时，利用冷却塔和室外机排出大气中的热。因此，以河水或下水等作为冷却水利用时，可减少往大气的直接放热，也即是抑制热岛现象。但利用河水一般通过自动滤网。用此除去夹

杂物、浮游物等的河水，使用后返回河流，使河水净化。

#### 五、未利用能源的利用课题

以河水、海水和下水等作热源利用的课题，有空间制约问题。作供冷供暖等热源利用须有建筑物（热源装置），选址场所和发生热源场所接近。但是生下水（未处理下水）流动管路在市街地内要准备网，但在接近河流、沿岸和下水处理场的选址受限制。

其次，技术课题有水质对策。在供冷时，热泵的冷凝器侧，供暖时在蒸发器侧，河水、海水或下水等被利用。为此，必须有防止含于水中的夹杂物、浮游物等混入对策和换热器、配管的防腐对策以及水垢粘附对策等。这些都必须设置自动滤网、自动管道清洗装置和选定配管材料，在热泵的冷凝器和蒸发器进行直接利用时必须特别注意。

河水水量随季节变化，有水利问题和水温温度变化对生态系统的影响。河水取水、排水位置、河流取水量、河流水利用温度差等必须和河流管理者协商。而且在河口附近，在涨潮河水产生逆流时，不至于使放出的水再取水的短路现象，在取水口的上游和下游设置排水口，更替等对策是不可少的。

#### 六、推进未利用能源利用的展望

如上所述，利用热泵的河水或下水等未利用能源有节能和环境保护等大效果。因此，在将其进一步推进利用的基础上，使有关利用的各种规制缓和或事前协商或使认可手续简单化等，然后再推进其利用的基本建设项目的准备等。

##### （1）热源水网

所谓热源水网，是对地区供热（地区供冷供暖等）的设备，提供冷水和温水的“供热网”，是提供建筑物热泵利用热源水网络系统。多个建筑物进调整，不必在设备中集约热源装置，由于在各建筑物设置热源装置，与已建成的市街地段的再开发对应变得容易，而且与空间的控制无关，远离热源发生场所也可进行热利用。

将热源水网从不同热源水发生源进行分类，首先分为“河水、海水利用型”和“下水道复合配置型”。前者是利用河水或海水作为热源水的自然能型。后者是都市基本建设项目所准备的下水道获得的人工再生水作为热源水利用型。后者与从再生水供给基本建设项目的准备不同，又分为“地区循环模式”和“广域循环模式”。

##### （2）再生水利用和热源水利用的标准化

将来的计划性、扩展性也是可期待的配备方法是“广域循环模式”。该模式是将再生水供给导管（中水道）。不仅是提供再生水而且是和热源水一齐提供为目标的一体化基本建设项目。然后，热源水网与建筑物连接，作为热泵的热源水和再生水（厕所等的洗用水）利用，据此，不用集中热源装置，可减轻热源水导管的配备费用。

##### （3）基本建设项目配备事例

作为推进河水和下水等热源水利用方针政策，提出了热源水网，考虑将其作为城市基本建设项目配备的方针，其一是成为城市部的水利用，河水→上水道→建筑物→下水道→河流（海）这样的流程水系基本建设项目，将河水和下水处理水流作为城市内新水系基本建设项目配备。减少城市用水的节水，利用热泵的城市节能和热岛对策等的环境负荷，形成城市河流水质净化（恢复清水流），更进一步形成灾害时利用水等的城市形象。

今后将从实际进行配备，推进低碳城市。

张焕芬摘自《OHM》2015年10期



#### 4、利用废温水的蒸汽发生装置

三浦工业公司以小型贯流锅炉以及多种锅炉设置系统为主力产品，以排水回收或从废温水的能源回收等为目标提高工厂总效率，推进总体效益。在生产过程中发生 100°C 左右温水的工厂很多，但有效将其热回收利用的不多。热电联产系统中（以下 CGS）的发动机冷却水也是其中之一种，发动机入热 10% ~ 20% 左右的温热水不能充分回收利用的场合也不少。该公司利用废温水热生成用途多的蒸气，开发了对工厂节能作贡献的“废温水热利用蒸气发生装置 VS—400”。

##### 一、特征

“废温水热利用蒸气发生装置 VS—400”（以下本机）是和东京气体公司共同开发的回收废温水热发生蒸气的装置。本机是由多个换热器构成的装置，将供水加温用换热器进行加温供水，用被称为蒸发器的换热器发生蒸气，主要特长如：

##### （1）高热回收率

蒸发器的实例，采用喷淋喷雾的薄膜蒸发方式，热回收效率高，可实现装置小型化，低成本化。

##### （2）省场地

是内藏换热器的装置。换热器以外也装有泵和控制机器等辅机类设备，可更进一步有效配置选定各种构成设备，简单收藏在每一机组中，结果可减少设置场地，减少现场工程费用。

##### （3）缓和法规

本机，每一机组备有 4 台蒸发器，将蒸发器模块化，将每一台蒸发器的内容积变小，用“小型压力容器”便可发生第一种压力容器规模的蒸发量。结果，用“第一种压力容器”，不需要附加义务设置和落成检查等。

##### 二、本机引入流程例

本机由于用热交换发生蒸气，不能发生比废温水温度高的饱和温度蒸气。因此，用本机发生的蒸气压低，要引入升压设备使压力升至设备能够使用压力的一组设备。有用电将蒸气升压的蒸气压缩机组情况。引入本机和蒸气压缩机时，回收温水热，在本机引入前，对于燃气发动机入热，是可能会将 18% 左右的蒸气散热增加到约 28%。由于蒸气压缩机将电消费掉，CGS 净发电出力会从约 45% 下降到 42% 左右。蒸气和电合计出力可从约 63% 增加到 70% 左右。

本机在蒸气压缩机外，和蒸气喷射器组合也有可能，在蒸气喷射器场合，高压蒸气是必要的动力，但和蒸气压缩机不同，电力基本上没有消费。因此，运行变得有利，但在喷射特性上出力的蒸气变成比蒸气压缩机低。因此，在本机引入前进行调整，提出最佳组合提案。

在该公司进行的所有工厂节能提案中，从工厂排出的废温水进行有效利用，开发使其发生多用途蒸气的“废温水热利用蒸气发生装置 VS—400”，由于该机比以前较有效利用废温水发生蒸气，可望全厂大幅节能。

该公司不仅蒸气而且还有节电方面工作，将未利用能源进行有效利用系统提案已经实施，将会对工厂总体节能节电产生大影响。

张焕芬摘自日刊《产业机械》2015 年 9 期

## 5、日本的储热系统动向

### 一、所谓储热系统

所谓储热系统是将在热源机产生的热储蓄于蓄热槽，错开热的生产和消费时间，在必要时进行利用的系统。在蓄热中有供冷和冷藏用的冷热蓄热和供暖或供热水用的温热蓄热。例如，在夜间，热源机运行，制造空调必要的冷温热，贮于蓄热槽，白天提取其热用于空调运行，可降低白天峰值电力，和高效热泵组合有节能、减排 CO<sub>2</sub> 等各种优点。

### 二、蓄热系统的结构和优点

蓄热式空调系统，在电费便宜的夜间，热源机进行效率良好的额定运行。夏天将冷水（冰），冬天将温水储蓄于蓄热槽，根据白天的空调负荷，将所储蓄的冷水（冰）或温水用于供冷供暖空调，目标热源机小容量化。是可达到降低白天峰值电力提高节能性和经济性的系统。在环境方面，简易的热源可作为较好提取出能量利用。而且在非常灾害时，可将蓄热槽的水作为断水时紧急生活用水或火灾时的消防水利用。

蓄热式空调系统累计引入台数，1994 年~2013 年的 19 年间，约增加 13 倍，到 2013 年末累计约为 3 万 3,000 台。而且可对电力正常化寄与希望。夏天白天峰值电力削减效果约为 194 万 KW，对其效果获得高评价。特别是冰蓄热式空调系统，夏天作为冰储蓄冷热，以爱称“节能·冰”普及。

### 三、蓄热系统的种类

作为蓄热方法，有利用蓄热媒体的显热（不随液体或固体相变化的温度变化）蓄热和潜热（液体·固体间的融解/凝固的相变化）的蓄热。前者是“水蓄热”、“驱体蓄热”，后者是“冰蓄热”、“（冰以外的）潜热蓄热”。

“水蓄热”是在大楼的地下二层石板内蓄积水进行蓄热的方法，是一般的蓄热方法，使用实绩最多。在地区供冷供暖设施那样大的设备需设置 10,000m<sup>3</sup> 以上的水槽。

“驱体蓄热”是向建筑物容量大的躯体（混凝土）蓄热的方法，但由于“水蓄热”或“驱体蓄热”都不能确保蓄热容量，要用辅助方法帮助蓄热。

“冰蓄热”是利用 0°C 的水变成 0°C 的冰时储蓄的 334J/g 的热，是用小容积有效储蓄冷热的办法。制冰率 50% 的蓄热槽容积，对“水蓄热”成为约 10~20%，有效利用其长处，在店铺、办公室等使用的小型冰蓄热系统（节能·冰 mini）已研制成功，已在大楼空调、大型空调等使用。

“潜热蓄热”也含上述的“冰蓄热”，但在接近空调必要温度，由于使用进行凝固融解的媒体，能获得比“冰蓄热”高的热源机效率。潜热蓄热材料有无机盐水合物或石蜡系物质。

### 四、蓄热式空调系统种类

使用蓄热系统的蓄热式空调系统，可根据规模或设置场地选择最好类型。

表 1 主要的蓄热式空调系统种类

中央式	水蓄热式空调系统 节能·冰（现场建造型） 节能冰（机组型）
个别分散型	节能冰（大楼用多台型） 节能冰 mini（标准件型）

## 五、蓄热系统动向

进行热泵机的高性能化，有关蓄热系统近年在东京都中心竣工的大规模开发和大楼中高效型透平冷冻机和大规模温度成层型水槽热槽等组合，系统综合效率已超过 1.8，有超过现有地区供热平均值 2 倍以上效率的实绩。蓄热式空调系统目前正在不断改进中。

在换流运转的模件型热泵冷风机的高性能化同时，将模件型热泵冷风机和冰蓄热机组（模件型冷风机和蓄热槽以及控制机组合）多台组合系统，与现有机相比，运行成本可降低 35% 以上，减排 CO<sub>2</sub>30% 以上，作为今后的节能·减排 CO<sub>2</sub> 设备，可望大量增加这种模件式冷风机的蓄热系统应用。

其它，作为利用蓄热系统效果之一的设备，有大温度差空调系统。它是冷风机和蓄热系统组合的设备。从热源到空调机的冷水和复原的温度差，通常的系统是 5<sup>0</sup>C 之差，还有 7<sup>0</sup>C 之差，由于有 10 ~ 15<sup>0</sup>C 之差，一次运行的热量大，是减少运送动力的设备，由于可减少运送动力，运送费和配管大小都可减少，运行成本和初投资也可减少。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

## 6、日本的热泵技术动向

日本的热泵技术，在世界上也是最先进技术，可期待作为防止地球暖化对策王牌。

### 一、近年技术动向

明显高效率化进展的热泵技术，在有关空调、供热水等领域是重要的节能技术。以下介绍近年技术变化特别大的产品和领域。

#### (1) 涡轮冷冻机高效率化

涡轮冷冻机是大楼空调等大型供冷或工厂的空调，设备的过程冷却等广泛使用的冷热源机。其特征是高速旋转的叶轮用强的离心力将冷媒有效压缩的结构。额定运行的 cop 达到 7 的装置已有出售。最新的涡轮冷冻机利用换流技术，将冷媒压缩的压缩机转数控制到最佳，在部分负荷时可获得更高效率的设备也已研制出来。

#### (2) 热泵冷风装置

作为在一般空调设备或工厂生产设备用的热源机，使用热泵冷风装置，有提取出冷热的供冷专用型和冷热及温热同时提取型等，各种装置都已有出售。将小模件化的热源机组多台连接，将各模件内的压缩机进行多台控制或用换流器驱动控制，从小规模到大规模容量对应的产品也已研制出来。至今，在设置和搬入受限制的设施也容易安装，正在进行普及中。

#### (3) 面向寒冷地区的热泵

采用高效率换流技术、喷射冷媒循环、二段压缩方式、利用装有低室外气温性能优的压缩机或缩短除霜运行时间等，提高在室外气温低时的供暖能力和提高短时间上升性能，同时在 -25<sup>0</sup>C 也可供暖，与近年寒冷地区建筑物的绝热性、气密性提高相结合，热泵也可充分与供暖相对应。结果，原来以燃烧系设备供暖为主流的寒冷地区也可广泛使用热泵空调机。

#### (4) 高性能热泵供热水机

至今，依赖燃烧化石燃料的供热水机也已进入热泵化，其性能年年提高，目前 cop5 以上的高性能设备已有出售。家庭用的热泵热水机主要是称为“CO<sub>2</sub> 冷媒热泵热水机”。2013 年在全国家庭引入台数超过 400 万台，2014 年末已达到 463 万台。从业务用的小规模饮食店使用的较小容量热水机到娱乐场设备等使用的大中容量热水机已成系列。

近年，能源消费量在业务领域和家庭领域都有增加倾向，其中供热水和业务领域约占 13%，家庭用约占 28%，这种供热水机作为替代化石燃料采用热泵热水机，可望大幅减排

CO<sub>2</sub>。

#### (5) 产业领域使用的热泵

在工厂生产过程，主要存在很多可给热泵利用的不足 100<sup>0</sup>C 的温热。为了掌握必要的温度水平，引入热泵，与蒸汽利用系统相比，可期望有减少配管损失的节能效果。

此外，在冷热和温热利用过程的某些场合，利用热泵可同时提取出冷热和温热，用热泵可同时提供冷热和温热。能获得更大的节能效果。

最近的热泵热源机，能力大容量化和出力温度达到 165<sup>0</sup>C 的高温化也已有进展，可广泛用于杀菌清洗和干燥工程等。

### 二、热泵和可再生能源

所谓可再生能源是太阳光或风力、水力等，不会像化石燃料那样枯竭，是不会增加 CO<sub>2</sub> 排出的能源。热泵利用的空气热是被太阳温热的能，是存在于自然界的可持续使用的能。在“能源供给结构高度化法”中，太阳光或风力以及热泵利用的空气热、地中热、水热（海水热或河水热）也被定义为可再生能源。

热泵不仅可从空气而且地中或水（河流、湖沼、海等）的热也可利用。地中温度通年几乎是一定，也可说和年间平均大气温度几乎相同，与大气相比，由于夏天冷，冬天变暖，是夏天提供必要的冷热，冬天提供必要的温热进行空调的热源。此外，河水、海水、地下水、下水等也是全年保持稳定温度，由于流量也比较大，可作为热源利用。

热泵可以说是可将它们作为热源利用的“可再生能源利用技术”。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

### 7、以氨为燃料的燃料电池发电

据《OHM》2015 年 9 期报导，京东大学 7 月 22 日发表了由诺里塔凯有限公司、三井化学公司、托克阿马公司共同研究，以氨为直接燃料的固体氧化物燃料电池（SOFC），成功进行达到世界水平（200KW 级）的发电。

#### (1) 开发的社会背景

近年，作为可再生能源大量引入，利用时的能源贮藏·输送用的媒体，对能源载体寄予极高的期待。能源载体在常温常压中将气体的氢转换成含多个氢的化学物质，是能够进行简便贮藏·运输的介质。氨不含碳，作为氢比例多的氢载体而引人注目，作为发电用燃料利用的期望很高。以氨为燃料进行发电，由于主要不会排出水和氮，与通常的利用化石燃料—一氧化碳燃料电池相比，可望有更大的减排 CO<sub>2</sub> 效果。

#### (2) 研究内容

这次研究的氨燃料电池，是在电介质—氧化锆的一面安装的燃料极，直接供给发电燃料的氨气，在反面侧的空气极供给空气，在两极之间发生电力的原理为基础。这次研究的技术是向这种层积燃料电池单体电池的 200W 级 SOFC 堆栈直接供给氨进行发电的装置。由于选定适用于氨燃料的各种部材，开发了氨燃料专用的新规 SOFC 堆栈。氨燃料从部材连接部洩漏时，配管部腐蚀成为课题。这次开发了可将氨材料进行洩漏密封的特殊玻璃（由诺里塔凯有限公司承担），直接供给氨燃料，也实现了有高发电能力的堆栈。该堆栈直接提供氨燃料进行发电时，和纯氢发电相比，已确认有同等水平的良好发电。而且燃料电池的直接发电，在 255W 中，达到了 53%（LHV）。

#### (3) 今后展望

预定用氨燃料电池，在家庭进行出力 1KW 级实证试验。开展氨为燃料的分散型电源，

并开展业务用发电。

张焕芬

### 8、节能对应型吸收式冷温水机

吸收式冷温水机和电动涡轮冷冻机相比，有本体电力消费量极少的特长。为了更进一步节电，致力于冷却水系统的运送动力，将额定的冷却水流量减少到现有设备的 70% 以下，同时，与负荷加在一起，使流量发生变化，从而开发了可大幅减少冷却水泵消费电力的“节能对应型吸收式冷温水机”。采用该系统，与用涡轮冷冻机的空调系统相比，可将夏季高峰时的电力消费量减少 80%。该产品 2013 年已商品化。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

### 9、热投入型加热蒸气高效双效用吸收式热泵

在供冷供暖中有效利用下水处理水，河水、海水、地下水等低温未利用能源作为驱动热源，添加现有利用蒸气、热电联产系统的废热和太阳热全部利用，与利用吸收式冷冻机和锅炉的现有空调系统相比，实现 COP 2.59 的废热投入型蒸气加热高效双重效用吸收式热泵于 2010 年 6 月出售。该产品，以蒸气为驱动热源。由于从低温未利用能源吸热，实现供暖 COP 2.20（相当于电动压缩机的 COP 5.19）。使锅炉的蒸气消费量比现有系统减少 55%。由于蒸气的一部分由热电联产废热提供，可使供暖 COP 更高。此外，也可用太阳热替代热电联产系统废热。添加供冷，也进行供暖运行的废热投入型双重效用吸收式热泵的商品化是日本最早产品。该产品对地区供冷供暖和工场等蒸气需要多，空调运转时间长的地方特别有效。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

## 三、地热能

### 1、世界地热发电和直接利用状况

世界地热发电所的设备容量（MW）和发电量（GWh），到 2015 年设备容量是 12,635MW，比 2010 年的 10,897MWe 增加 1,738MWe。1980 年以后每 5 年增加 1,000MWe，但 2005 年以后的 5 年，增加 1,800MWe 稍有加速。年间发电量从 1995 年开始统计，2015 年时约为 73,549GWh，比 2010 年增加约 6,303GWh。

有地热发电所的 25 国设备容量和年间发电量如表 1。从 2010 年起 5 年间，设备容量增加 50MW 以上，按增加多少排列，其序为肯尼亚、新西兰、美国、土耳其、印度尼西亚、冰岛、意大利、尼加拉瓜、墨西哥。在这 5 年间肯尼亚增长明显，日本的地热发电设备容量却从第 8 位退到 9 位。

在这 5 年间的年发电量增加 300GWh 以上的国家排列顺序是新西兰、土耳其、肯尼亚、冰岛、哥斯达尼加。发电设备容量和发电量一齐增长的国家顺序为新西兰、土耳其、肯尼亚设备容量增加最多，但发电容量增加只有新西兰的一半左右，哥斯达尼加只限于设备增长，其发电量只增加 380GWh。此外，发电量减少的国家也多，例如美国，设备容量是增加 357MW，但发电量却减少，墨西哥设备容量增加，但发电量最大减少 976MWh，菲律宾和日本的发电量也减少。

其发电量减少的原因，考虑为贮留层的衰减、配管和发电设备的腐蚀和水垢等问题。作为贮留层衰减的应对策略之一，考虑利用注水的贮留层保给（回注），美国经常实施此法。

从 2005 年起的 5 年间，世界地热发电设备容量增加 1,783MW，发电量增加 11,538GWh。这 5 年间，设备容量几乎同样增长，但发电量的增长却停留于 55% 左右。日本和美国在 2005 年以后，发电量减少很多。考虑维持发电量和增加发电量的措施政策和技术开发成为

今后发展地热的大课题。

对于这 5 年期间的地热直接利用进展，从 82 个国家的报告看，进行地热利用的国家 2005 年是 72 国，2010 年增至 78 国，设备容量从 2010 年的 50,583MWt 到 2015 年达到 70,329MWt，增加约 45%。年间能源利用量从 2010 年约 423,830TJ/yr 到 2015 年增至 587,786TJ/yr，增加约 38%。不同领域的年间能源利用率变化，在直接利用方面，有中低温地热水利用和浅部地中热利用（GHP）。

GHP（地中热泵）的设置，在这 20 年间急速增加，2005 年的能源利用量是 325,028TJ/yr，到 2012 年增加约 1.6 倍，是 1995 年的 22 倍。GHP 占总直接利用量的比例，1995 年是约 13%，2015 年达到约 55%。对 GHP 的引入，欧美各国和中国急速增加，在热水的直接利用中，利用最多的是室内供暖、温室、洗浴、温水池等，其利用量着实年年增加。

直接利用量 2,000GWh/yr 以上的 15 国如表 2，GHP 设备容量前 9 位国家和日本利用状况见表 3。在直接利用上位中，最多的是中国、美国、瑞典、土耳其、日本，中国主要是地区供暖和 GHP 利用。美国、瑞典等几乎都是 GHP，德国、法国、荷兰、加拿大、瑞士也同样是以 GHP 为主，土耳其、冰岛、意大利等以地区供暖为主，日本大部分是温泉利用，GHP 利用很少。直接利用量，中国 2010 年明显增长 2 倍以上，主要是 GHP 急速增长。世界上美国和中国 GHP 设置容量占 55%。法国和德国也急增，由于 GHP 应用急速增长，为抑制地球暖化的 CO<sub>2</sub> 减排量增多。2011 年日本的原子力发电所事故，欧洲各国以停止原子力发电为目标，地热利用急速发展。

表 1 各国地热发电设备容量和发电量（2015 年）

	设备容量 (MW)			发电量 (GWh)		
	2010 年	2015 年	增加	2010 年	2015 年	增加
澳大利亚	1.1	1.1	0	0.5	0.5	0
奥地利	1.4	1.2	-0.2	3.8	2.2	-1.6
中国	24	27	3	150	150	0
哥斯达黎加	166	207	41	1,131	1,511	380
萨尔瓦多	204	204	0	1,422	1,442	20
埃塞俄比亚	7.3	7.3	0	10.0	10.0	0
法国	16.0	16.0	0	95	115	20
德国	6.6	27.0	20.4	50.0	35.0	-15.0
危地马拉	52	52	0	289	237	-52.1
冰岛	575	665	90	4,597	5,245	648
印度尼西亚	1,197	1,340	143	9,600	9,600	0
意大利	843	916	73	5,520	5,660	140
日本	536	519	-17	3,064	2,687	-377
肯尼亚	202	594	382	1,430	2,848	1,418
墨西哥	958	1,017	59	7,047	6,071	-976
新西兰	628	1,006	377	4,055	7,000	2,945
尼加拉瓜	88	159	11	310	492	182
巴布亚新几内亚	56	50	-6	450	432	-18

菲律宾	1,904	1,870	-34	10,311	9,646	-665
葡萄牙	29	29	0	175	196	21
俄罗斯	82	82	0	441	441	0
台湾		0.1	0.1			0
泰国	0.3	0.3	0	2.0	1.2	-0.8
土耳其	82	397	315	480	3,127	2637
美国	3,093	3,450	357	16,603	16,600	-3
总计	10,897	12,635	1,738	67,246	73,549	6,303

表2 直接利用前15国

	利用量 GWh/yr	设备容量 MWT	用途	2010年 利用量 GWh/yr
中国	48,435	17,870	地区供暖/GHP	20,932
美国	21,074	17,415	GHP (地中热)	15,710
瑞典	14,423	5,600	GHP	12,585
土耳其	12,536	2,886	地区供暖	10,247
冰岛	7,422	2,040	地区供暖	6,768
日本	7,258	2,186	温泉	7,139
德国	5,425	2,848	地区供暖/GHP	3,546
芬兰	5,000	1,560	地区供暖/GHP	2,325
法国	4,407	2,346	地区供暖	3,592
瑞士	3,288	1,733	GHP	2,143
加拿大	3,226	1,466	GHP	2,465
匈牙利	3,852	905	SPa/温室	2,713
意大利	2,411	1,014	SPa/温室	2,762
新西兰	2,304	487	工业利用	2,654
挪威	2,294	1,300	GHP	7,001

表3 GHP (地中热利用) 最多国家 (2015年)

国家	设备容量 (MWt)	2010年设备 容量 (MWt)	国家	设备容量 (MWt)	2010年设备 容量 (MWt)
美国	16,800	12,000	瑞士	1,702	1,830
中国	11,781	5,210	芬兰	1,560	857
瑞典	5,600	4,460	加拿大	1,458	1,111
德国	2,580	2,230	挪威	1,300	3,300
法国	2,010	1,000	日本	83	13

张焕芬摘自《地热技术》2015年3~4期

## 2、面向地热发电所的温水泵

近年，对地球暖化和海平面水位上升的地球规模环境变化，环境负荷低的可再生能源开

发在世界各国积极进行。特别是利用地热能的发电，由于与其它使用化石燃料发电相比，CO<sub>2</sub> 排出量低，与太阳光或风力发电相比，可获得稳定发电，所以在火山国的北南美和东南亚各国多发展地热发电所，以下介绍电业公司机械制造厂的面向地热发电所的温水泵。

### 一、泵的用途和特长

#### (1) 面向地热发电所泵的用途

地热发电所，要将地中喷出搀杂热水的蒸气中，分离出蒸气，用其蒸气使透平旋转发电。使用过后的蒸气用凝气器变成温水，用温水泵送到冷却塔，在冷却塔被冷却的水，用冷却水泵送到凝气器，作为蒸气的冷却水使用。和蒸气分离的水，用热水还原泵返回地中，这样，在地热发电所有多种泵运行。

#### (2) 热水泵的特长

热水泵在地热发电所是主要设备之一。电业公司机械制造厂生产的热水泵有以下特长：

①热水泵的环境、规格，可根据顾客的要求，选定制造高性能的立轴斜流泵或立轴双吸入式离心泵；②由于地热水含有硫化氢和二氧化硅，要选耐腐蚀性高的材质或进行泵的结构设计，提供高质量高可靠性的泵。

### 二、世界最活跃的泵

该公司 1997 年提供国内最大级地热发电所温水泵后，向世界各地地热发电所提供很多的地热发电用泵，最多是日本国内，还有印度尼西亚、新西兰、非洲等的很多泵已日益活跃。近年提供的温水泵介绍如下：

#### (1) 肯尼亚/奥尔卡尼亚地热发电所

肯尼亚近年经济发展迅速，由于季节雨量变化大发生干旱，占电力供给大部分的水力发电所运行效率下降，全国电力不足已相当严重。为了解决电力问题，在非洲建设最早的奥尔卡尼亚地热发电所，该公司面向该发电所提供 10 台温水泵，泵的型式是筒型立轴斜流泵，汲入孔径 60 吋×涌出孔径 40 吋，涌出水量 9,100m<sup>3</sup>/h~8,600m<sup>3</sup>/d，总扬程 24m。

#### (2) 土耳其/阿拉舍希尔地热电站

土耳其随着今后人口增加和内需扩大，可以预见发电量需要大增，能源确保是个大课题。其中以地热资源丰富的西部为中心推进地热开发。向索尔尔能源公司建设中的阿拉舍希尔地热发电所提供全部 4 台地热用泵。泵是筒型立轴双吸入式离心泵（4 台中的 2 台），汲入孔径 44 吋×涌出孔径 28 吋，涌出水量 4,290m<sup>3</sup>/h，总扬程 32.0m。

在各国环境意识提高的今天，洁净可再生能源发电所建设，预计今后将会不断增加，该公司将会努力设计、制造大量可靠性高的产品，使发电所能安心运用，提供稳定的电力。

张焕芬摘自日刊《产业机械》2015 年 8 期

### 3、面向地热发电所液封式真空泵的改进

在可再生能源开发中可望普及的能源之一是地热发电。它用从地中深处喷出的蒸气使透平发电，是不使用化石燃料，排出 CO<sub>2</sub> 极少的洁净能源。用于地热发电所的液封式真空泵，很早已成为提取出地热蒸气的装置。近年以东南亚为中心，日本国内较大规模发电所的需要增加，无论是装置的大型化，为提高发电效率的对策，对设备效率改善要求很强。为实现市场需要，以现有产品技术为基础，加进新的设计技术，使改进后的产品达到高性能化。

#### (1) 产品概要

气体抽出装置由凝气器抽出发电所用地热蒸气中的非冷凝气体，目的维持凝气器的真



空。由于抽出装置运行压力低（高真空）容量大，用在前段组装蒸气喷射器，在后段装液封式真空泵的组合方式。

气体抽出装置用蒸气喷射器和液封式真空泵进行最佳平衡设计，可望提高发电效率。

①蒸气喷射器。利用扩大喷咀使驱动气体喷射。这种驱动蒸气从凝气器随抽出气体流入，在喷射器内上升到所定压力，在后段排出。

由于选择大的喷射器吸入和喷出压缩比，使必要的驱动蒸气量增加。相反，如果压缩比小，必要的驱动蒸气量也减少。驱动蒸气在发电中也使用地热蒸气，控制消费量，如将剩余部分也用于发电，可提高发电效率。

②液封式真空泵。是在壳体内用叶轮使其回转的环状液封活塞工作，连续进行吸气、排气的回转容积式真空泵，鹤见制作所的大容量液封式真空泵是在原低真空域使用为目的而开发的装置，已牺牲在高真空域的效率。为了与前述的蒸气喷射泵低压缩对应，进行扩充真空域和性能，改善效率。由于进行改进提高了设备效率，用最小的蒸气量，也可提高发电效率。

可以预见在今后世界地热开发计划急增的情况下，该公司与其高需要相应，今后将会积极进行经济性好，可实现节能的产品设计和开发，对社会作贡献。

张焕芬摘自日刊《产业机械》2015年8期

#### 4、九州未来能源，大分县营原双流发电所开始运行

据日刊《日本地热学会誌》2015年3期报导，在大分县九重町建设的营原双流发电所于2015年6月29日开始营业运行。该发电所发电端出力5,000KW，是日本国内最大规模地热双流发电所。作为3,000KW以上规模的正式地热发电所，自八丈岛发电所（东京电力公司，认可出力3,300KW），1999年3月开始发电以来，相隔16年之后国内新规发电所。该发电所去年4月动工，今年4月开始运行，已被认可可稳定运行，已开始营业运行。

该发电所是自治体和民资企业合作的国内最早的地热发电事业，从而引人注目。亦即是该发电所由自治体的九重町提供发电的蒸气和热水。成为九电将来能源进行发电的体制，由九电将来能源向九重町支付热利用款。

蒸气·热水的生产、还原使用2个生产井，一个还原井。这些地热井是利用新能产业技术开发机构（NEDO）的“热水利用发电设备等开发计划”，从昭和60年、62年挖掘的生产井的一部分，是NEDO从九重町取得的。

在发电所建设计划和设计时，也实施坑井的喷出试验和周边温泉监控等，这些工作都由九州电力公司和西日本环境能源公司或西日本技术开发公司等其它九州电力集团公司实施。

发电设备由三菱日立动力系统公司订制，使用该公司旗下的伺服登公司生产的双流设备。双流设备以戊烷为媒体，是利用有机朗肯循环（ORC）机组，媒体使用空冷式冷却。

该发电所建于耶马日田英彦山国立公园的普通地区内。和自治体合作也意味着时代的进步。福岛原子力发电事故及在其后实施的FIT等，推进可再生能源开发制度在新环境中的开发，该地热发电所的开发可看作是今后地热发电开发的一弹。

张焕芬

#### 四、生物质能·环保工程

##### 1、二相式活性污泥系统

目前世界各国排水处理设施半数以上采用称为“活性污泥法”的生物处理设备（以下活性污泥设备）。三菱重工梅卡罗特公司对运行中的活性污泥设备进行简单改造，使处理能

力增强 2 倍，同时开发了将剩余污泥最大可减量 80% 的“二相式活性污泥系统”。

着实增加对大型食品厂、化学工厂等的提供实绩。提供顾客高评价的“可大幅降低运行成本”、“在 CSR 起作用”、“即使在非稳定负荷增大时也能保持处理性能”等的产品。这次决定在大型化学工厂引入最大处理水量 9,000m<sup>3</sup>/d 系统，系统性能如下。

#### 一、活性污泥法（现有技术）概要

利用排水中的溶解性有机物称为“活性污泥”的“细菌、微生物（原生动物·后生动物）的混合物”，进行生分解处理的技术，其处理过程如下：①往贮留活性污泥的生物反应槽——“曝气槽”流入排水；②排水中的溶解性有机物被细菌分解、资化（细菌菌体化）；③细菌被微生物捕食、分解、资化；④活性污泥和处理水成混合状态被送到沉淀槽，比水重的活性污泥被沉降成为上部澄清的处理水；⑤在沉淀槽和处理水沉降分离的活性污泥返回曝气槽再进行生物处理。但是由于将原水中的溶解性有机物分解、再资源化，增殖部分作为“剩余污泥”排出系统外。

#### （2）现有活性污泥法的课题

①必须有大的设置场地，细菌将排水中的有机物分解，加倍增殖的时间短至数十分钟到数小时。但是，细菌非常小，和水的比重差很小，和处理水的固液分离难，用凝聚化或让微生物捕食，在沉淀槽进行水处理和固液分离。微生物捕食、分解、增殖的时间和活性污泥设备中的 SRT（污泥滞留时间、Sludge Retention Time）的关系，必须要从数小时到数日的长时间，SRT 在下水处理中，一般是 5 天左右。在活性污泥设备设计条件，由于含 SRT，设置场地变大，也就是活性污泥设备没有配合分解有机物细菌规模的设备，所以要有大的配合捕食细菌的微生物设备。而且活性污泥中的细菌，在利用微生物捕食的状况下，由于抑制有机物分解处理能力，可以说其能力不能充分发挥。

②排出多少剩余污泥。活性污泥分解排水中的溶解性有机物，用分解的有机物量的 30~50wt% 的比例增殖。增殖部分作为“剩余污泥”排出系统外，然后用脱水减容，作产业废弃物处理。

#### 二、产品特征及优点

（1）将活性污泥中的微生物二相分离。在二相活性污泥系统，将活性污泥中的细菌和微生物分开，进行有机物处理，可有效利用各自的微生物特性。混存在活性污泥的细菌和微生物用以下方法分开。

①分割生物反应槽（曝气槽）。在前段槽滞留时间比微生物 SRT 短，而且细菌倍增时间也较长，成为仅供细菌增殖环境。

②将特殊滤材（载体）投入前段槽。在前段槽持有 20μm 左右的细孔结构，仅可投入用高密度保持特殊载体的细菌，将前段槽（以下载体槽）内的细菌数保持高密度。

③改造返送污泥线路。在沉淀槽，将固液分离的活性污泥改造成返送回后段活性污泥槽的线路，不会往载体槽流入微生物。

#### （2）产品优点

本产品显示出能力增强（省场地）/剩余污泥减量/污泥沉降性的 SVI 值改善等优点。

#### ①能力增强（省场地）

排水中溶解性有机物用下述过程进行处理，与活性污泥法相比，处理能力增强最大达到 2 倍。

(i)载体槽中细菌在不被食的状况下，成为分散状态（以下分散菌），用活性污泥的 10~

20 倍速度将有机物进行分解·资化（细菌菌体化）。分散菌由于流入负荷变动（基质变化，负荷量变动）对应速度快，负荷变动也随之变强。

(ii)在后段活性污泥槽，载体槽处理水中的分散菌被微生物捕食、分解、资化。此时，分散菌处于不凝集分散状态。为了使微生物捕食容易，出现多种多量微生物并占优势，负荷变动变强。

②污泥沉降性变良好，改善维持管理性能。后段活性污泥槽的生物相，微小生物种多量多，特别是出现较多大型种。因此，污泥的 SVI（污泥容量指数、Sludge Volume Index、污泥单位重量的容积）值下降，沉淀槽固液分离性能被改善，使维持管理变得容易。

### ③剩余污泥减量

与活性污泥法相比，利用下述机械装置使剩余污泥发生量成为 20 ~ 40%（剩余污泥发生量减少 60 ~ 80%）。

(i)有机物浓度指标 BOD 在载体槽出口被降低到原水的约 30 ~ 40（例如原水 BOD 浓度 1,000mg/L→载体处理槽水 BOD 浓度 300 ~ 400mg/L）。

(ii)在后段活性污泥槽，根据流入有机物量，发生剩余污泥，但载体槽处理水中的有机物量减少到原水的 30 ~ 40%。由于后段活性污泥槽的微生物大型种多，分解有机物，在获得能量的资化增殖外，被消化的比例变高，资化增殖量（剩余污泥发生量）被降低。

### (3) 已有活性污泥槽的简易改造工程

将已有活性污泥槽改造成该设备时，实施下述程序，短期内可完成施工工作。

①设置曝气槽分割壁（分割式曝气槽不用，不需排水口的施工方法正在申请专利）。

②设置载体分离过滤网。

③向前段槽（载体槽）投入载体。

④改造反送污泥管道（将返送槽从载体槽变为向后段活性污泥槽）。

经以上改造工程后，一边使设备运行一边增加载体细菌的粘附量，驯化前段后段各槽的生物相。

该系统的改造费用，由于改造后的运行成本下降，预计 3 ~ 5 年便可回收投资费用。

加上产业废弃物的削减，能源费用降低，各种自身的 CSR 也是可作贡献的。在国内外提供该系统的实绩逐年增加。今后将更进一步进行节能，降低环境负荷的产品开发，对防止地球暖化作贡献。

张焕芬摘自日刊《产业机械》2015 年 8 期

## 2、日本废弃物资源利用现状

### 一、废弃物资源现状

#### (1) 政策动向

重量占产业废弃物总量约 20% 的下水污泥，其固体物 80% 是生物质，对其有效利用，消化气体占 12.0%，固体燃料占 1.3%，绿地农地 10.6%，作为生物质未利用 76.1%，停留在低水平（2012 年），作为促进下水污泥能源利用措施政策之一环，2014 年 9 月制定以下水污泥固体化燃料的质量稳定化为目的的下水污泥固体化燃料 JIS 规格（JIS7312），此外，2015 年 3 月从国土交通省发行了“下水污泥能源化技术指导方针修改版”。

#### (2) 废弃物排出处理状况

##### 1. 2013 年一般废弃物排出·处理状况

据环境省公布，日本一般废弃物（垃圾）2012 年总排出量 4,523 万 t，2013 年度 4,487

万 t，一般废弃物（垃圾）直接焚烧高达 79.6%。从能源利用观点看，燃烧产生的能源回收是难题，在废弃物处理设备配备计划中定出了目标值，一般废弃物（垃圾）的排出、处理多年来有减少的倾向。

## 2. 2012 年产业废弃物排出·处理状况

据环境省公布日本 2012 年产业废弃物总排出量为 379,137 千 t，减量化率 42%，最终处理率 3%，再生利用率为 55%，比一般废弃物的 21% 高，其中的 21%（相当于再生利用量 207,569 千 t 的 39% 是动物屎尿再生利用（主要作堆肥、还原农地）。废弃废弃物的排出、处理状况，2008 年以后排出量有减少倾向，再生利用变化不明显，而最终处理量多年来一贯在减少，最近大体不明显。

### ①废弃物发电的能源回收（废弃物发电引入状况）

据环境省公布 2013 年度末，现在的市町村（含部分事务组合的垃圾焚烧设备数是 1,172 套，其中有发电设施的 328 套是总体的 28.0%，发电能力合计 1,770MW。发电设备数和总发电能力都是微增，每年有所增加，发电效率 10% 以上的设备 214 套（前年度为 209 套），发电效率 20% 以上的设备 16 套（前年度为 15 套），平均发电效率慢慢提高，不超过 12.03%。

### ②废塑料作为能源资源利用

据塑料循环利用协会公布，2013 年日本成为废弃物的塑料 940 万 t。再生利用（材料再循环）是 22%，高炉炼焦炉原料/气化/油化（3%），固体燃料/水泥原燃料（13%），废弃物发电（带发电燃烧炉的燃烧等）（32%），以及热利用燃烧（用持有热利用的燃烧炉的燃烧）（10%），各种形式的有效利用合计总共约 82%，与前年度相比，有效利用比例提高 2%。

### ③容器包装废弃物的能源有效利用

据日本容器包装再循环协会（指定法人）以容器包装再循环法为基础实施的 2014 年度容器包装废弃物（家庭系）的再商品化中，废塑料发生量 2013 年度 434,035t，2014 年度 438,499t，其中作为炼焦炉原料（2013 年度 40.3%，2014 年度 44.1%），高炉还原剂（2013 年度 6.6%，2014 年度 5.8%），合成气体（2013 年度 13.5%，2014 年度 11.6%），塑料制品（2013 年度 39.6%，2014 年度 38.6%）。PET 瓶发生量 2013 年度合计 168,805t，2014 年度 150,056t，基本作纤维、板、瓶、成形品等利用。纸发生量 2013 年度 24,715t，2014 年度 22,830t，作固体燃料、造纸原料以及其它材料利用。

### ④废轮胎作能源资源利用

据日本轮胎协会报告，2014 年度日本国内废轮胎发生量 99 百万件（换轮胎 84 百万件，废车 15 万万件），重量 1,052 千 t（换胎 924 千 t，废车 127 千 t），其中 58% 作为造纸厂和水泥厂烧制用热，16% 原形加工利用，13% 输出（主要作替代燃料），合计 88% 被有效利用。

### ⑤下水污泥的能源回收

重量占产业废弃物 43% 的污泥（2012 年度 164,638 千 t）排出源看，其中 46%（2012 年度 76,046 千 t），从下水道排出（固体成分约 3%），下水污泥在全国下水处理设备发生，其固体成分 80% 是生物质。

据国土交通省公布，2012 年度下水污泥中的总生物质量是 182 万 t，其中作为生物质有效利用不超过 23.9%，作为能源利用的消化气体占 12.0%，固体生物质占 1.3%，集中到

消化气体为焦点时，2012年度有2.5亿m<sup>3</sup>被有效利用。此外，消化气体发生量和有效利用量，从公示的设施数推测，总消化气体发生量中有效利用率约80%左右。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015年9期

### 3、日本和世界生物质开启动向

#### (1) 日本动向

2012年7月实施“可再生能源固定价格收买制度(FIT)”，着实进行了生物质发电设备的引入。在2014年4月，引入容量83MW，认定容量944MW。在2015年1月各自为1.52MW，1,492MW是增的数目如表1。这些数字与2014年度相比，成为考虑生物质比率的装置，必须引起注意。特别是未利用木质和一般废弃物，木质以外，去年度引入容量值也只有1/10左右，非常低，除有关建筑废材木质以外，没有新认定的容量。从2015年度起，不足2,000KW的未利用木质生物质的收买价格决定增至40元/KWh。期待促进小规模未利用木质生物质发电。

#### (2) 世界动向

IEA Bioenergy 召开以“Benewable Energy Medium Term Market Report 2013”为基础的生物质发电为主题的研讨会。世界利用生物质发电已普及，发电量年平均增长率推定为9.6%（表2），中国可望有22%的增长。估计在亚洲和南美发电量增加显著，欧洲和美国发电量增长率低，这是由于利用木材作为大规模发电原料时，除造纸产业和木材加工公司外，有物流问题，原料供给困难。而中国、东南亚、南美有农产品废弃物和棕榈油产业，甘蔗产业等发生大量废弃物可利用，预计可引入生物质气体和热电联产发电。

表1 FIT的生物质发电设备认定·引入容量变化

		沼气发酵	未利用木质农作物残余物	一般木质	建设废材木质以外	一般废弃物	合计
到2014年4月	认定容量(KW)	14,257	245,071	534,699	11,377	138,653	944,057
	引入容量(KW)	3,378	12,900	14,915	317	51,144	82,654
到2015年1月	认定容量(KW)	22,482	327,597	866,240	11,377	264,593	1,492,289
	引入容量(KW)	8,242	36,511	30,075	3,867	72,866	151,563

表2 生物质发电量比较

	2011年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	年平均增长率
中国	34	36	59	73	87	101	114	22.2%
美国	61	67	69	72	75	78	80	4.9%
德国	37	35	37	38	39	41	42	2.1%
巴西	22	28	24	26		30	32	8.9%
日本	18	22	24	26	28	30	32	9.6%
世界	308	352	387	421	457	494	532	9.6%

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015年9期

### 4、世界最早的竹专烧生物质发电所

据《OHM》2015年9期报导，藤崎电机公司和德国兰皮翁能源咨询公司（以下兰皮翁公司）共同开发了世界最早的以竹作燃料的生物质发电所。作为新事业，第1个发电所建

于山口县山阳小野田市的小野田·楠企业住宅区，并在7月23日发表将在国内外开展该事业。

#### 该发电所概要

名称：山阳小野田竹生物质发电所（暂称）

所在地：山阳小野田市大字高畑字北畑77~106，77~107（小野田·楠企业住宅区内）

出力规模：约2MW

预计年间发电量：约15,800MWh（相当于约4,860个一般家庭年消费量）

投资额：约23亿7,000万元

计划：2016年1月动工，2017年1月开始营业运行。

#### 事业概要

山口县山阳小野田是藤崎电机创业者原籍，在每次事业扩展中，配备了小野田·楠企业住宅区条件。山口县接受森林和原野厅委托，在日本实施唯一的竹采伐、木片化、燃烧的实证事业（2013~2015年度），确立竹供应体制，准备了简单的建设条件，成为1个发电所建设的理由。

该事业作为碳中性能源，建设引人注目的生物质发电所，可对地球环境作贡献，成为可消解日本各地繁茂\*<sup>1</sup>的竹林问题的方法。由于新事业创出的新规顾用，可望对地区发展寄予希望。

第一个发电所总投资额约23亿7,000万元，计划2016年1月动工，2017年1月开始发电，年发电量约15,800MWh（相当于约4,860个一般家庭年消费量），预计年间可减排约9,600tCO<sub>2</sub>。

其后计划在该公司所在地的德岛县阿南市建设第2号机组，将在此获得的各种技术技能用于国内而且计划在国外开展这种事业。

\*1：日本的竹林面积161千英亩，山口县12千英亩，德岛县3千英亩。

张焕芬

#### 5、排水处理用大型模块

据《JETI》2015年10期报导，住友工业公司开发了利用中空丝膜的膜分离活性污泥处理用大型模块。在使用膜的有代表性水处理方法——膜分离活性污泥处理中，将膜沉入微生物（活性污泥）槽中进行吸引、过滤，为防止微生物本身膜的污染进行曝气使膜振动，并要经常清洗，这种曝气需消费很多电。该公司开发的PTFE中空丝膜，利用其高柔软性，膜的摇动容易，从材料特性看，膜不易污染。作为用单一材料的中空丝膜，强度比其它材料高8~10倍。其柔软性和强度，通常由于将膜长2m增到3m，振幅大增，膜的清洗净力也大幅提高。由于高密度配置膜，每一膜模块过滤面积最大大约能够大到约60m<sup>2</sup>。结果可使单位体积处理水的曝气风量下降，耗电量比现有设备减少2/3以下。同时，同一单位处理量的设置面积也只有现有设备的2/3，水槽的建设费和配管材料等的基本建设费也可大大降低。

张焕芬

#### 6、以生物质为原料的合成橡胶新技术开发

据《JETI》2015年10期报导，日本吉纶、横浜橡胶、理化学研究所共同研究成功生物质资源合成橡胶。异戊二烯被用作汽车轮胎等原料使用的合成橡胶（聚异戊间二烯橡胶）原料。现在，异戊二烯作为石油热分解副产品用于工业生产，但根据新技术开发，今后可降低对石油的依赖程度和期望对减排CO<sub>2</sub>作贡献。

日本吉纶、横浜橡胶、理化学研究所从 2013 年开始进行从生物质制造合成橡胶的共同研究。研究中有效利用理化学研究所的环境资源科学研究中心（CSRS）持有的细胞设计技术、植物科学技术。结果用“in silico 代谢设计技术”（用计算机将微生物代谢过程用染色组规模进行设计的技术），设计人工代谢过程。发现了二戊二烯新规合成法。今后将以 2020 年代前半期为目标实现计划。新技术的开发也可望作为减少化石燃料使用和作为天然橡胶的填补材料使用。

张焕芬

## 7、木质生物质气化热电联产装置

### 一、木质生物质发电种类

木质生物质发电主要有利用蒸气透平的 5MW 以上大规模发电所类型和利用木质生物质气化生成的干馏气体投入燃气发动机进行发电的不足 2MW 的小规模发电所类型。

蒸气透平大规模发电最大课题是确保成为燃料的木材。在事业核算方面，建设最小规模 5MW 发电所，所需间伐材，至少必须收集半径 50 ~ 100Km 范围内的材料。收集邻近其它地区材料会招致运输成本上升和材料价格高腾，事业合算性恶化，还有输电和水消费问题，使建设地点的选择受到一定限制。

建设不足 2MW 小规模发电所，由于输电网可向高压线连接，建设地点受限制小，材料也可在 10 ~ 20Km 范围内筹备。一个自治体便可完成产地地消模式。建设地点也可选择在有材料的山间地。材料远距离运输所花的运输费也可在木材的供应价格追加，而且在气化燃气发动机发电的场合，如果进行循环利用，水大体上不用消费。如果综合考虑，仅利用计划地区内的资源进行发电更好。木材首先是原材料利用，必然会推进在那里发生的废材利用和没有利用价值的未利用材料的利用，首先受惠于太阳的山上重要资源材料可进行最大限度利用。在发电和热利用都可能的生物质气化热电联产时代，需要更高。

### 二、技术课题和解决方法

FIT 制度出台后，迅速重新评价了生物质资源的有效利用。关于间伐材等未利用木材的利用，林业有关行政方面已认识到产地地消是最好方式。过去，日本小型生物质发电装置是开发不快的事业，有厂家独自开发的情况。但气化、碳化和焚烧不同，如果依旧进行含糊开发，大部分因焦油问题而失败。在 ZE 能源公司过去 30 年历史中，进行了碳化装置和气化装置的特别开发，解决了其他公司未解决的焦油问题，还实现了设备低成本化。在这次制度化的 FIT 收买价格中，达到了充分合算水平，控制了初投资成本和运行成本。

现有的气化装置大都用上吸方式、下吸方式，但 ZE 能源公司在下吸式中增加蓄热分解方式，气化后焦油也一齐被低分子化方式产出。据此，从木材提取出氢、一氧化碳和甲烷，在燃气发动机内燃烧，成功返回发电机发电。而且现有碳化装置的设计思想也被反映出来，进行极其简单的设计。从而完成了初投资也便宜，不易损坏的装置。作为发电所稳定的运营和完全自动控制也是必要的，对此已想出各种办法。

下吸式气化装置，从上部投入木片后成层气化，但其层分为干燥层和碳化层。在碳化层，碳堆积时，下吸式由于气体从上向下抽出，碳化层容易堵塞，如何消解，成为稳定连续运行所必须解决的重要问题。

发生的气体中含有部分焦油，投入燃气发动机，焦油粘住成为发动机故障原因。因此，在投入发动机前，必须分解除去这些焦油。在后工程除去焦油时，由于要舍弃木材的能源部分，使发电中需要的木材量增加，发电效率下降。因此，该公司采用在蓄热装置加入干馏气

体，使其进一步分解的方式，使现有蒸汽透平发电效率从 16 ~ 18% 提高到 25 ~ 28%。

这次的 FIT 制度再一个重要决定点是售电量扣除发电所内消费电量。在现有发电所内消费电量占发电量的 20% 左右。该公司尽力减少驱动点，使内部消费电量控制在 12% 左右，可以多出售 8% 左右的电量。

### 三、事例介绍

该公司在长野县饭田市的塔马帕克（卡普奇廉村）建设的“卡普奇廉村电力森发电所”是该公司国内最早应对 FIT 型发电所”。它是用 2 系列每小时 180KW 出力的发电装置合计 360KW 的发电设备。接收邻近的南信木片中心在饭田地区的间伐材，进行木片化处理。再运到森发电所（地产地消）。在有限的 2,000m<sup>2</sup> 用地内（也含道路部分不足 3,000m<sup>2</sup>），设有木片厂和重量测定机，生产的木片每日分批在工厂内保管，该厂设计成合计 4 日贮藏量。实际上该厂是利用通道从下部吹入温风的结构，从燃气发动机的散热器引入的暖风（排热利用 I）。还从木材厂经过木材干燥装置输送到干燥加料斗，作为干燥装置和干燥加料斗的热源，将燃气发动机的排热进行利用（排热利用 II）。已干燥的木片从上部送往气化装置，用气化装置→气体改性装置→气体冷却装置→气体输送装置→气体混合气→燃气发动机这样的流程，输送生物质气体进行稳定发电。

用水冷却气体时，由于水循环利用，冷却塔的蒸发部分可用雨水补充。噪音问题，在该发电所设机器房，用隔音墙将音关闭，在用地内几乎听不到发动机声音，达到防音标准。

气体冷却装置发生的冷却温水，用于用地内新设的草莓房。气体冷却装置排出的温水约 50<sup>o</sup>C 左右，适合于草莓栽培。用配管线路附设于大规模栽培房，可最大限度利用所排出的热。将来，从燃气发动机排出的 CO<sub>2</sub> 也可用于栽培房，此项目已在研讨。在气化后生成优质炭，这种炭可作为卡普奇廉农园土壤改善材料利用。

### 四、今后生物质发电应有规模

今后生物质发电应有规模，必须考虑分为两大类。其一，附设于大木材加工厂，利用加工端杆或家屋拆除材料的大型发电所。另一个是建于山中利用间伐材等未利用材料的不足 2,000KW 小规模发电所，作为可再生能源的稳定电源非常有效。小规模发电排热也可有效利用，可同时对公共设施和企业借热，除大雪地区外，将植物工厂附设于发电所附近，将排热有效利用。这样的工作在山中兴起新产业，产生顾用，不同种企业合作，加速山间的企业发展。

保护山林也保护地区河流，不仅可防止土壤流失和天然堤坝等的自然灾害，还可保护下游的海和渔业。而且用自然能小规模分散型发电网的普及作为防灾对策是有效的。考虑企业本身利益优先的轻率发电所建设计划应中止，国家和地方自治体的行政和民资企业成为一体，充分掌握地区内的资源，作为最大限度有效利用的可持续计划推进，使资源和经济可持续发展，考虑实施对将来可有效发展的发电所计划。

张焕芬摘自《JETI》2015 年 10 期

### 8、高效率废弃物发电工作

三菱重工业公司的都市垃圾处理技术工作，在中小型锅炉据点的旧横浜造船所开始。以附设发电设备为中心，在国内外已有很多实绩。该公司经过 2008 年三菱重工业公司废弃物处理设施事业交接，现在作为经营三菱重工业集团中心城市垃圾设施事业公司，实施利用该集团持有的先进技术力、计划管理能力的各种提案。在垃圾焚烧领域，用焚烧效率高、焚烧稳定性好的反进给式加煤机技术和独特的流动床气化融化炉技术的发电设备实绩，不仅在日



本国内而且在国外也获得高评价。该公司目前已进行了新加坡的托武阿苏焚烧场（552t/d × 5 炉，1986 年）、塞诺科焚烧场（552t/d × 6 炉，1992）、图斯南焚烧场（720t/d × 5 炉，2000 年）的世界最大型发电设备建设。但这些设备作为焚烧炉废热回收锅炉的蒸汽条件，采用目前日本国内成为主流的 4MPa、400°C 型先驱设备。其后也积极开发可提高发电效率、蒸汽条件高温高压化的技术等。1998 年在神奈川县津久井群（现在的相模原市）建设采用向新能·产业技术开发机构（NEDO）的 9.81MPa、500°C 蒸气条件的实证设施。除获得很多知识和见解外，2005 年在中国李坑纳入的 6.5MPa、450°C 的高温高压蒸气条件的设备已开始运行。

在最新的加煤机燃烧技术，使用三菱重工集团持有的燃烧分析技术和以该公司多种知识技能为基础的最佳 EGR（排气再循环）、燃烧技术、空气比降低到 1.2 左右。低 NO<sub>x</sub> 燃烧技术和高效干式排气处理技术等组合，提高设备总发电效率，成为可大幅降低 LCC 的有希望设备。这些最新燃烧技术，不仅在新设备中使用，而且也可在现有设备中使用。对基于设备的改进事业也可依次推进使用，可对已有设施的低 LCC 化作贡献。

关于废弃物的处理·处置，利用 3R 仅可降低燃烧处理量，但提高被燃烧处理的废弃物持有的热能回收率，进行最大限度利用，在环境影响和经济性方面都是很重要的。作为城市能源中心的城市垃圾焚烧设施所要求的，除作为贵重的生物质电源和热源利用外，在灾害时的能源供给据点、防灾避难所等，有更多的需要。要满足这些要求，需将所有复杂多种多样的废弃物在稳定友好的环境中，要依靠可高效处理和有效利用的多种技术设备才能完成。

该公司作为在能源、环境领域有尖端技术力的三菱重工业集团公司的一员，努力使这些技术进一步发展，今后将努力提高废弃物的稳定燃烧和高效率化，努力实施环境对策技术，对社会发展作贡献。

张焕芬摘自日刊《月刊废弃物》2015 年 10 期

### 9 大阪最早的生物质气化 FIT 事业

据日刊《月刊废弃物》2015 年 10 期报导，开展废油和油泥等燃料化事业的利马特克公司（大阪府岸和田市）在该市配备的生物质气化发电设备已于 8 月竣工，这是大阪府最早的生物质气体发电，适用于 FIT 的设施，总工程费约 7 亿元。每日以 17.3t 食品废弃物为原料生产生物质气体，使 250KW 发电机运行发电。发出的电利用 FIT（可再生能源固定价格收买制度）出售给关西电力公司。经试算每年可有约 7,500 万元收入。

由集团内承担沼气发酵的利纳斯珍部门（东京都千代田区）负责设施的设计和施工。与生物质气体发电领域有实绩的德国恩维特克生物质气体公司交换特许合同，采用有各种技术技能的湿式中温沼气发酵系统，是利纳斯珍部门在国内纳入的第一号设施。占地面积约 1,000m<sup>2</sup>，是小规设备。原料使用从邻近食品再循环工厂收集接收的泥浆状有机性废弃物。通过管道接收，贮存于罐中，送往自动控制混合罐。在混合罐，从沼气发酵槽的返送液（消化液）在原料加水搅拌，进行水分调整和除去异物，将其送到沼气发酵槽，回收所生成的沼气。沼气主要成分为 60% 的生物质气体。

利马特克公司今后将增加食品废弃物的收集，除进行稳定的运行外，达到有效利用该机的技术技能，扩大事业的目标。

张焕芬

## 五、太阳能

### 1、斯坦福大学研究报告：在地下储存太阳能

斯坦福大学的学者提议，把太阳能储存在地下，以备云天使用。

最新的研究指出，如果发电厂配置了廉价的储能设备的话，在理论上所有风能、水力和太阳能产生的电能都可以并入电网，成为可靠的、价格合理的有用电能。

几年前，斯坦福大学社会和环境工程教授 Mark Jacobson 和他的合作伙伴加利福尼亚大学教授 Mark Delucchi 就用计算机模型模拟得到的大量数据和结果提出了一系列美国如何从石油燃料过渡到完全使用可再生能源的方案和计划。一篇刚出版在美国国家科学院议程刊物的研究报告详细阐述了一个设想。学者们根据美国每一个州需要多少个风力、水力和太阳能发电系统的数据计算出：如果供给电网电力的发电厂都配置了廉价的储能系统和能及时反映电网电力需求的装置的话，理论上所有风力、水力和太阳能系统产生的电力都可以并入电网，成为国家电网中可靠的、稳定的电力的一部分。当然，与这个设想配合的，应该还有政府推出的奖励居民控制用电时间和避免高峰用电的政策和措施。

由此可见，能量储存是计划成功与否的关键。以上设想的成败有赖于储能系统随时按照需求储存和提取热量、冷量和电力的能力和性能。夏天集中在屋顶集热器的太阳热能需要储存在地下的泥土或岩石中以备冬天使用。多余的廉价电力用作制造冰块，以备电力价格较高而又需要冷量时使用。多余的电力还可以用作辅助能源系统的运作，比如将水泵到高位水库为水力发电厂储备水源，驱动聚焦式太阳能发电系统以产生更多的电力。

根据 Mark Jacobson 教授的计划，氢也可以选择作为储能的媒介。在电力需求低峰的时候，多余的电力可以用作制取氢，氢可以作为燃料储存起来，也可以用于驱动车辆。

Mark Jacobson 教授认为，用地下储能的方法应该比用电池储能省钱。目前，有些风力透平发电装置在没有电力需求时就停机。这是因为储存电能的费用很高。使用多余的电力产生热能同时使用太阳能集热器采集太阳热能并储存到地下是一个很好的解决方法。地下储能的推广应用能使储能的价格远远低于电池储能。当前，在美国用电池储存 1 千瓦小时电能的成本是 350 美元。但如果用泥土储存同样 1 千瓦小时的能量，其费用要比蓄电池低两个数量级。用辅助能源系统的方法储能，比如用需要储存的电力驱动水泵把水输送到高位水库积储起来，这样的费用也仅仅是蓄电池储存费用的十分之一。

地下储能还有利于保护环境、避免空气污染和全球气候变暖、稳定燃油价格，此外，还能增加人们的就业机会，减少对国际燃油贸易的依赖性，因此也就降低了遭受恐怖袭击的风险。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

### 2、从一个太阳能电池生产厂看冰岛的碳排放控制措施

最近，冰岛 SILICOR 材料公司宣布了一项有关环境保护的提案。根据这项提案，SILICOR 公司将首先采取措施，在冰岛重要港口城市格兰达坦基（Grundartangi）的工业生产、商业运作和环境保护、限制碳排放之间取得平衡，也就是说，要维持环境的碳中性状态。

在与冰岛森林协会和冰岛环境保护协会（KOLVIDUR）的合作中，SILICOR 公司将为其中的一个种树 26,000 株树木的植树计划提供资金。这个植树计划每年能够使冰岛全国减少 1,800 吨二氧化碳的排放，并足以补偿 SILICOR 材料公司生产过程及其相关的物流运输后组织工作引起的环境污染。SILICOR 材料公司的业务是生产一种能取代多晶硅的廉价太阳能硅光电池。多晶硅是一直以来使用最多的太阳能光伏（PV）技术。

SILICOR 材料公司当前的生产线从设计开始就注重环境保护，它消耗的能量仅仅是传统生产工艺的三分之二，并且不采用有毒的化学物品。SILICOR 材料公司的生产过程每年只排放 48 吨的二氧化碳。该公司甚至考虑到，为了减少运输对环境造成的污染，将主要的生产厂房安排在冰岛，以减少到欧洲和北美洲客户的距离。冰岛是一个地下热能和水力发电资源丰富的国家，SILICOR 公司打算充分利用当地可再生能源资源，为他们的生产厂提供能源，以进一步减少生产对环境的破坏。总的来说，这是一条非常环保的生产线。SILICOR 公司期望 2016 年完成库存现金的准备工作，预计厂房建造需要两年的时间。这样冰岛太阳能光电池的生产线将会在 2019 年正式投产。这将是一条不需要往垃圾堆放场输送废料的太阳能光电池生产线。因为所有废物都需要经过处理，最后转化为两个安全的副产品：铝合金和聚合氯化铝。这两个副产品可以销售到多个工业行业，例如汽车行业、航空行业和水处理部门等等。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

### 3、土耳其第一期 8.3MW 太阳能光发电厂建成并已完成与供电网的连接

土耳其 HANWHA Q CELLS 公司宣布，已经完成了位于 Burdur 市的太阳能光发电系统的建造，并且完成了该系统与供电网络的连接。这个系统的发电容量为 8.3MW，是总发电容量为 18.3MW 的太阳能光发电计划的第一期工程。土耳其 HANWHA Q CELLS 公司是国际 HANWHA Q CELLS 公司在土耳其的分公司。

第二期的工程计划在 2016 年动工，第二期的太阳能光发电系统预期发电容量为 10MW。为了筹备这个总容量为 18.8MW 的太阳能光发电计划的资金，HANWHA Q CELLS 公司与 Yapi Kredi 银行合作，获得了 2,015 万美元的投资。作为土耳其目前规模最大的太阳能光发电计划的建造者，HANWHA Q CELLS 公司负责全部的光发电模块的供给、工程设计、材料的采购和施工（EPC - Engineering, Procurement and Construction）以及运作和维护（O & M - Operation and Maintenance）。另外，HANWHA Q CELLS 公司拥有这个太阳能光发电系统全部股份的 50%，作为合作伙伴的 Zen Enerji A. S. 公司拥有其余 50% 的股份。这就是 HANWHA Q CELLS 公司在这个项目上的权利和义务。

HANWHA Q CELLS 公司土耳其分公司是 2015 年 8 月开始在土耳其的西南部 BurDur 市建造这个发电厂的，仅仅花了两个半月的时间，即在 2015 年的 11 月，就完成了工程并完成了与供电网的连接。这项工程装有 31,878 件型号为 HSL60S 的多晶硅太阳能光发电模块，覆盖的面积达到 128,600 平方米。这个发电厂以光发电容量为 8.3MW 的规模而居于土耳其全国之首。预计这个发电厂每年将为土耳其提供 13,467MW - hr 的清洁能源，这样巨大的能量足以满足 2,700 户土耳其家庭一年的需要。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

### 4、加拿大太阳能行业蒸蒸日上，股东纷纷给予支持

加拿大太阳能股份有限公司（CANADA SILAR INC.）最近宣布从国际货币基金组织贷款中获得新的款项，即从先前瑞士信贷公司新加坡分公司提供的 8,000 万美元的两年期贷款增加到总量为 18,000 万美元。该公司在有关定期贷款的事项中宣布，目前，太阳能定期贷款普通股份已经达到 940,171 股，贷方放款的保证金每股的行使价格已经达到 28.08 美元。保证金将在两年之后，即 2017 年 12 月 10 日，到期归还。

加拿大太阳能股份有限公司（CANADA SILAR INC.）主席，执行董事 Shawn 博士说，“我们很高兴这次交易的成功，很感谢股东们对太阳能行业的信心和支持。”

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

## 5、大型漂浮式太阳能光伏发电系统将出现在美国加利福尼亚州海面上

世界上最大的漂浮式太阳能光伏发电系统的实验正在澳大利亚南部大陆上进行。这个大型的漂浮式光伏发电系统将安装在美国加利福尼亚州 Holtville 市的海面上。目前，澳大利亚 Infratech 太阳能公司已经与 Holtville 市签订了协议，负责这项工程的设计和施工。这个漂浮式太阳能光伏发电系统发电容量为 1MW，其中装有 3,576 块太阳能光电板、276 个浮动排筏和 12 台水泵。这个系统漂浮在 Holtville 市的海面上，利用太阳能产生电力，驱动一个新颖的水处理厂，为 Holtville 市提供新鲜饮用水和农业灌溉用水。这个系统还能有效地减少水分的蒸发和减少对化学药品的依赖，比如在水处理时就可以不用或者少用化学品氯。

这个项目的建成还会减少蓝 - 绿海藻的产生，因为太阳能光电板的安装将会大面积遮挡海面上的阳光，在减少海藻光合作用机会的同时还能使海水保持较低的温度，从而让海水保持较好的水质。另外，在波浪起伏的海面上有目的地安装大面积的漂浮式太阳能发电系统还能起到缓和浪涌、抵挡波浪的作用。

Holtville 市的负责人说，“我们决定引进澳大利亚 Infratech 公司的漂浮式太阳能光伏发电系统目的在于，我们不想为了利用太阳能而失去大面积的宝贵耕地。漂浮式太阳能光伏发电系统的形式不但可以用在海洋上，也可以用在我们现有的三个湖的水面上。这样同样可以把我们宝贵的土地节省下来，以增加我们的谷物产量。”

Holtville 市的漂浮式太阳能光伏发电系统预期在 2016 年中完成施工并投入运作。

Infratech 公司的有关试验是在南澳大利亚的中北部内陆 Jamestown 进行的。这个 300kg 的小型漂浮式太阳能光伏发电试验装置成功地产生了电能并连接到供电网络。系统利用这些清洁能源成功地驱动了一个当地的水处理厂。以这样的方式驱动水处理装置在澳大利亚还是首次。

Infratech 公司称，漂浮在水面的太阳能光伏发电系统比安装在屋顶的太阳能系统多产生 50% 的电能，能够为居民节省至少 15% 的电力费用。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

## 6、德国太阳能光电系统承建商主动为用户提供储能设备

德国太阳能光电系统承建商今年比以往更主动为用户提供储能设备，这项举措使用户可以更有效地利用太阳能，推动了可再生能源在德国的发展。但这项成绩的获得，应归功于 EuDP Research 公司的市场研究成果。

EuDP Research 是欧洲一家著名的、长期从事市场研究的公司，其中一项坚持了八年的是关于欧洲地区太阳能光伏发电的应用和设备安装的市场调查。公司将调查研究的结果整理并每年编辑成一个出版物“欧洲太阳能光伏发电安装者观察 (European PV Installer Monitor)”，从研究者的角度，对重要的太阳能光伏发电市场进行深入的观察和分析，最后作出综合的评价。德国太阳能光电系统承建商今年比以往更主动为用户提供储能设备就是该公司研究成果推动的一个成绩。

2015/2016 年度的“欧洲太阳能光伏发电安装者观察 (European PV Installer Monitor)”显示，在德国该年度建成的太阳能光伏发电系统配置了储能设备的数量明显多于以往。这些系统往往在考虑投资组合的时候就包括了对储能设备的投入。接受调查的太阳能光伏发电系统承建商中的四分之三表示已经为用户提供并安装了储能设备。根据统计，这个数字相当于比上一个年度增加了 6 个百分点。83% 的用户在新系统安装时就同时加入了储能设备，其余是在现有的系统上在添加储能设备的。

EuDP Research 公司从事的市场调查研究还包括用户和承建商选择的太阳能光伏模块和设备的品牌组合,对市场上现有的光伏模块、电流转换器和储能设备的满意度和受欢迎程度。另外还有,受访的承建商对目前市场的采购、供销管理是否满意、有何意见和建议等等,这些都是 EuDP Research 公司进行市场调查研究的重要课题。甚至,有一部分的研究分析还会特别注意承建商购买设备的渠道,他们是直接从上生产厂家购买还是更愿意间接地通过批发商购买。

目前, EuDP Research 公司进行市场调查研究的范围已经不局限于作为欧洲核心市场的德国、英国、意大利、法国、荷兰、奥地利和瑞士,而且还发展到澳大利亚。因为该公司认为澳大利亚有丰富的太阳能资源,有很大的太阳能利用潜力和前景。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

#### 7、中国苏州 Betely 公司引进 ASM AE 的太阳能电池金属化平台

最近, ASM AE 公司宣布,位于中国苏州的 Betely 公司选择了 ASM AE 的 HOUYI 太阳能电池金属化平台。

ASM AE 是世界著名的从事可再生能源研究和开发的跨国公司,总部设在荷兰。该公司技术先进,能生产多种可再生能源设备,其中包括先进的太阳能设备和工艺。“ASM AE 中国”是 ASM AE 设在中国的分公司。苏州 Betely 公司主要从事高分子材料的研究、开发和生产,为电子行业提供多种材料,比如导电和非导电的粘合剂、特种油墨和涂料、RFID 镶嵌体、生物电极和半导体电极等。这次引进的 HOUYI 太阳能电池金属化平台主要用于特种银浆的开发,以提高太阳能电池的光伏转换效率。HOUYI 太阳能电池金属化平台具有结构紧凑,占地面积小而工作效率高的优点。每小时可处理 1,450 片硅片并可扩展为多用途的研究平台,是进一步开发高效太阳能电池的理想工具。HOUYI 太阳能电池金属化平台另一个特点是设计合理,操作具有很强的直观性,加上性能稳定,所以能稳当地操作薄至 120 微米的硅片。这大大有利于研究和开发高性能的太阳能光伏电池。HOUYI 太阳能电池金属化平台破片率不高于 0.3%,在  $\pm 12.5$  微米的对位精度为 2Cpk,这样的指标在目前的 1,450wph 的平台中无疑是处于领先地位的。

Betely 公司引进 ASM AE 的太阳能电池金属化平台是 Betely 公司经过慎重考虑后做出的选择。他们参观了 ASM AE 中国分公司的研究开发中心。那里有世界一流的技术人才和先进设备,有完善的管理和积极的团队合作精神。这一切都使 Betery 公司决定选择 ASM AE 作为他们的合作伙伴。

ASM AE 公司称,他们是太阳能行业内少有的具有如此完善设备和技术、对太阳能电池制造工艺有如此深入了解的公司。与 Betely 公司的合作符合他们公司务实的精神。ASM AE 公司坚信,在今后的合作中,无论在技术方面还是在设备的提供方面他们将会给予更多的支持。

黄汉豪摘自《Solar Power Management》ISSUE VI 2015

#### 8、面向住宅用太阳光发电系统动力调节器

据《OHM》2015 年 10 期报导,日立机械公司出售一种用于屋外设置,面向可实现高电力转换效率的住宅用太阳光发电系统动力调节器(HSS-PS49DHT)。

该产品额定出力 4.9KW,采用提取出太阳电池模件发电的直流电控制线路,低损失的 SiC 二极管,还利用电气部件和线路模型低损失化等该公司独创的换流器,电力转换效率达到 96.5%。

本体按照屋外设置环境，采用从一般地区到盐害地区都可放心使用的耐盐害规格标准基础上，进行相当于防水等级 IP56 的防水构造（除连接部件外），运行音设计成 22dB 的静音。而且样品根据日光照射的变化，观察电力峰值点变动，提取出电力的“HI - MPPT 控制，最大入力流量与 40A 对应。

张焕芬

## 9、世界各国的太阳能开发

从世界太阳能电池普及状况看，普及先行的德国等国家，在晴天正午电力交易价格越显著下降，太阳光发电设备越容易普及。而且在成本方面也几乎和火力发电相同。为此从 FIT、市场价格附加佣金的 FIP 或者用投标方式决定一定时期收买价格的投标型 FIT 等过渡的国家或将 FIT 作为大致完成事业工作进行自由交易过渡的国家也增加，将 FIT 作为大致完成事业工作进行自由交易过渡的国家也增加。澳大利亚等条件良好的国家，添加蓄电池也不足 10 年，作为基础工作的国家也开始出现。太阳热能利用预计会成为中长期最稳固电源之一。中国和日本、还有中东、非洲、南美、东南亚等地区的需要不断增加。从市场方面，德国一边倒的状态，含新兴国家、发展中国家的各种国家分散化，其数量也在继续扩大。世界各国引入量从前年的 37GW 左右进一步增加达到 40GW 左右，其中，中国为世界第 1 位，占 10 ~ 20% 左右。日本第二位，美国第三。在研究开发中，不仅转换效率提高而且可靠性及耐久性技术也提高，评价标准化工作也活跃，PVQAT (International PV Quality Assurance Taskforce) 等与各国的产学官合作，实施 IEC 规格准备等计划。关于太阳光和风力那样的变动性电源利用方法，IEA 已发表研究报告 (Power of Transformation)。也积速进行有关系系统稳定性的知识见解的累积。

在直达日射量多的国家和地区也进行集光型太阳热发电 (CSP) 的引入，在美国西南部和中东、欧洲南部、南美等有大型实施计划。CSP 需要有高的晴天率和大的场地，但有利用熔融盐等蓄热设备，即使夜间也可连续发电的特征。如果条件良好，发电成本预计会比火力发电便宜。世界 CSP 累计引入量，在 2014 年开始时不足 4GW (REN21 调查)，在世界各国目前也在考虑太阳光发电和 CSP 发电的引入。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

## 10、日本的太阳能开发

以太阳光为热源的太阳光发电、太阳热发电、太阳热利用等是实现低碳社会不可少的可再生能源。近年以来成本急速下降和进行普及的太阳光发电为中心积极引入和普及已取得很大进展。

日本利用“全量收买制度”（固定价格收买制度 FIT），设定较高的收买价格，太阳光发电引入量不断增加。太阳能电池国内出厂量从 2014 年前的约 7.5GW 增加到约 9.3GW (JPEA 调查)，关税，2014 年度由于全量收买下降至 32 元（免税 20 年）。但相关产业规模在 2014 年度起超过 3 兆元 (OITDA 调查)，太阳光发电设计累计引入量到 2014 年末超过 21GW。可提供日本年间电力需要的 2% 以上。在引入量急速增加的部分地区，输电线空容量用尽。据此，系统连接章程也进行重新评价，关税也进行重新评定，预计可继续降低。

在生产成本结构中，太阳能电池等的核心价格下降，太阳能电池的出厂价格是 8 万元/KW 左右（发电成本 3 ~ 5 元/KWh）。为此，核心以外的软成本下降被看作是重要的。在日本国内的太阳能电池生产的异质接合结晶硅太阳能电池和计划性用价格招引顾客的 CIGS 薄膜太阳能电池等有增加产量的动向。

关于研究开发有文部科学省、产总研、JST 合作的“革新的能源研究开发据点形成事业”等。关于可再生能源的研究开发据点从前年相继进行。EDO 和 JST 已进行革新的太阳能利用技术开发计划等。中长期计划继续实施更高性能化工作。太阳电池不仅实施使总设备可靠性·安全性提高的技术，而且进行向电力系统大量连接时必须的出力预测技术开发，防止连锁解列的 FRT 功能，利用远距离控制的出力控制和电压、频率调整等的功能开发和安装也同时进行。

太阳热利用正在普及中，从太阳热利用设备的引入看，根据振兴协会统计，太阳热水器和太阳系统合计，2014 年国内设置实绩 2 万 8 千台左右，有继续减少倾向。已研制出高效率面积较小有大的节燃料效果特征的产品。国家或自治体、有关业界或 NPO 等。普及促进工作继续努力进行，获得继续增加的效果。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

### 11、太阳热冷却系统

自 2010 年 8 月发售了使用太阳热吸收冷温水机的太阳热冷却系统（太阳热利用供冷供暖系统）。在现有的太阳有关系统中，作为冷水转换设备，有利用热电联产系统（CGS），废热驱动的废热投入型气体吸收式冷温水机“杰内连接机构”和温水加热吸收式冷冻机。但是，“杰内连接机构”CGS 稳定的高温废热温水设计的设备，在集热温度并不十分高的场合或由于天气使集热温度有较大变化的场合，有太阳热优先利用的课题，在燃烧温水加热吸收式冷冻机的场合，没有太阳热时，必须用其它的吸收式冷温水机也是个课题。因此，为了提高太阳能冷却系统的节能性，希望设计出能在较低温度或者日射量有变动也能最大限度有效利用太阳热的并用型太阳热源机。太阳能对应型吸收式冷温水机，优先利用太阳热，根据阴雨天的时间，在热量不足时，也可用气体进行效率较好的支援。在维持快适性、便利性的同时还可追求其环境性。收集太阳热的集热器及其热源机组合的太阳热冷却系统，在总面积 4000m<sup>2</sup>（3~4 层建筑物）楼房的实证试验结果，与未装入太阳热的现有气体空调系统相比，在供冷供暖中使用，年间一次能源消费量约减少 24%，减排二氧化碳约 21%。此外，集热部安装标准反射板的真空管式集热器并倾斜设置，但为降低施工费用，可水平设置没有反射板的装置。新的太阳热冷却系统，到 2014 年 3 月末，已引入到 20 多座建筑物。为引入可再生能源，今后将增加智能网的接入。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2015 年 9 期

### 12、CSD 太阳扇岛太阳光发电所

据《JETI》2015 年 10 期报导，科莫斯石油、昭和壳牌石油、日本政策投资银行 3 公司设立 CSD 太阳合同公司，在日本全国各据点建设太阳光发电所，进行了部分营业运行。最近，第七座发电所“CSD 太阳扇岛太阳光发电所”已进行了竣工仪式。该发电所作为神奈川县横浜市的太阳光发电所是最大出力的太阳光发电所，设置于大消费地的首都圈，有输电损耗少的特征。CSD 太阳合同公司在全国 8 个据点建设容量合计相当 24MW 的太阳光发电所，继续进行洁净、安全能源的持续供给。

张焕芬

### 13、开拓透明有机太阳电池薄膜市场

据《JETI》2015 年 10 期报导，三菱化学公司进行有机薄膜太阳电池的透明发电薄膜开发和实用化并开始市场开拓。该公司的有机薄膜太阳电池被新能·产业技术综合开发机构（NEDO）的助成事业“有机系太阳电池实用化先导技术开发”所采纳。以前该产品供窗户

和建筑物外部装饰等使用，已在仙台国际中心走廊等设置并进行实证试验。

关于太阳能发电，在集热板设置场所受限制的城市内，为确保较多的发电量，加盖在建筑物的屋顶或房顶，还有效利用窗户或墙面。这次开发的透明发电薄膜，有透明、轻量、挠性好等特征，解决了现有无机系太阳能电池的课题。可设置在窗户。关于窗用薄膜领域，和在此领域开发中具有约 50 年开发实绩的日本 3M 共同进行产品开发和市场开拓。

张焕芬

#### 14、采用 26MW 计划

据《JETI》2015 年 10 期报导，太阳开托公司向预定在美国北卡罗来纳州近邻建设的 26MW 太阳能发电所，提供 CIS 薄膜太阳能电池模件。该计划是以加利福尼亚州为据点的企业所有设备，由 Vaughn Industries 公司承包建设。该公司提供包括输配电、变电所计划，可再生能源计划等的电气工程所包含的服务项目。

该公司由于有引领世界的卓越的生产技术，可实现自动而且先进的国富工场中最高水平的产品质量。

张焕芬

#### 15、太阳能电池模件设置于平屋顶的基础架台

据《JETI》2015 年 9 期报导，埃克索尔公司 7 月 27 日开始出售最适合于办公大楼和公共设施平屋顶住宅，设置太阳能电池模件的平屋顶设置用基础架台“X-5 (X 型 5)”。

“X-5”是低短型，总高 19cm 以下，由于太阳能电池的设置角度也为 5 度是极低角度，耐风性优。由于横栏（架台）具有防风板机能，可实现较稳定设置。而且用追加混凝土块（8×8×16 吋）设置，也可在较高地方设置。由于更重视施工性，可像在短时间简单设置工程那样设计。部件点数也少，可实现简单施工。由于用一块单位能够调整太阳能电池模件设置数，所以在场地受限制的地方也能进行较好的板面设计。作为顺序是设置基础（混凝土块）和支持金属零件最后仅安装模件。

张焕芬

#### 16、发售二种原型多晶太阳能电池模件

据《JETI》2015 年 9 期报导，埃克索尔公司 8 月 3 日起出售原型多晶太阳能电池模件“XLKT-260PK”和“XLKT-250PK”，这是一种适用于从住宅屋顶到广大土地各种环境和设备条件的多晶模件。

新产品模件在太阳能电池配有 4 条流过产生电流的电极“母线”。据此，电池内的电阻变小，电池效率高。而且母线数量增加电池耐久性提高。模件转换效率，“XLKT-260PK”是 16%， “XLKT-250PK”是 15.6%。公称出力前者是 260W，后者是 250W。

张焕芬

#### 17、提供太阳能电池模件的大阪产业大学优胜

据《JETI》2015 年 9 期报导，特里纳太阳公司提供 565 块太阳能电池模件的大阪产业大学的太阳车队，在 8 月 1 日进行的“FIAALTER NATIVE ENERGIES CUP 太阳车铃鹿 2015”竞赛中获综合优胜奖，达到大会 4 连霸。

该公司提供新开发的 IBC（后接点型）电池，达到研究室水平最大转换效率 24.4%，最产水平 22~23%（最大 23.1%）。这种 IBC 电池的设计是将电池所有发电配线集中配置在太阳能电池里面，不会发生影的影响，是一种非常高效的设计。

张焕芬



## 18、增设门司兆瓦太阳发电设施

据《JETI》2015年9期报导，出光兴产公司结束了福冈县北九州市门司发电所（兆瓦太阳发电所）增设工程，由2015年8月开始运行。该公司利用可再生能源固定价格收买制度，2013年11月在北九州市开始门司发电所（兆瓦太阳发电，发电出力2,900KW）的运行。最近新增设的990KW发电设备工程已于7月31日完工，成为出力3,890KW。该公司为了达到构筑日本能源最好组合和确保国产资源做贡献的目标，除积极开发太阳光能外，还积极扩大地热、风力、木质生物质等可再生能源利用事业。

张焕芬

## 六、风能

### 1、支援空中浮体式风力发电设备的开发

据《JETI》2015年9期报导，为了支援三菱重工业公司和阿曼的斯海伊尔·巴旺集团（SBG）以及美国阿尔塔埃罗斯能源公司（阿尔塔埃罗斯）进行的空中浮体式风力发电设备（BAT）的开发和商业化。三菱重工业公司和SBG同意在阿尔塔埃罗斯出资。BAT是浮于空中状态，除进行可再生能源风力的高效发电外，还能提供电气通讯和各种监视、监测，还是安全、服务等远距离输电电网未配备地区的多目的技术平台。

张焕芬

## 七、新题录

1. 清洁能源研究的最新进展，Can Ozgur Colpan 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
2. 作为能源选择主流的清洁能源系统，Peter D.Lund，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
3. 用于清洁煤技术管线的碳燃料电池的发展，Turgut M.Gür，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
4. 氢和燃料电池在都市交通运输中的应用，Kevin Kendall，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
5. 分析和性能评估零能耗房屋的新系统，Anwar Hassoun 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
6. 用于有机朗肯循环的多相超低品位热能储存，Michael Soda 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
7. 太阳能热能储存相变材料的特性和实时试验，Alain Joseph 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
8. 从生物催化膜反应器生物质制取绿色合成溶剂，Filiz Ugur Nigiz 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
9. 关于可持续木质生物质供应链试验应用的提议，Chrysovalantis Ketikidis 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
10. 以具有吸收性的材料用作汽车的氢和甲烷储存，Matthew Beckner 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016
11. 以柴油、生物柴油和沼气混合物驱动压缩点火式内燃机的数学模型及其计算机模拟，Vilmar Graciano 等，《International Journal of Energy Research》，Volume 40, Issue 1 January 2016

12. 氧化铜薄膜在水溶液中光电化学稳定性的改进, Ying Yang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 1 January 2016
13. 商用适温性生物制氢, Niharika Gupta 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
14. 超级电池在氢燃料电池复合动力汽车的应用, Pei - Hsing Huang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
15. 高压水反应器锆合金反射器的性能评价, Jiwon Choe 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
16. 煤气化能量转换效率的评估方法及其应用, Tianhong Duan 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
17. 以碳纳米管作为阴极微多孔层材料的蛋白质交换膜燃料电池性能改进, Che - Chia Fan 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
18. 带两根 U 型环管结构的垂直式地面热交换器的分析和热响应试验, Keun Sun Chang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
19. 在固态氧化物电解器中的水、二氧化碳联合电解, G. Cinti 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
20. 从单程 PWR (加压水反应器), Do - Yeon Kim 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
21. 配以碱土金属的纳米碳材料用作氢吸收和储存, I - Hsiang Lin 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
22. 以硫化钠电池储能系统解决用电高峰问题的技术 - 经济型分析, Qiangqiang Liao 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
23. 确定柳枝草和甘蔗生物质制取酒精潜力的原料分析敏感性, Kun - Jun Han 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
24. 从酸性工业废料中制取生物氢的连续两级复合消化过程, J. Gomez - Romero 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
25. 球磨金属粉末覆盖的聚合物沉积过程, M. Yu. Zadorozhnyy 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
26. 用作先进高温热化学储能的掺钙亚锰酸盐, Sean M. Babiniec 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 2 February 2016
27. 用于自供电持续电源的等离子体解吸质谱法摩擦电纳米发电机制作, So - Yoon Shin 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
28. 一个基于智能供电网络缺点的新颖量化方法, Jongbin Ko 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
29. 智能微电网点对点能量交换的高效的隐私保护计划, Yuan Hong 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
30. 高渗透度的光伏发电配送系统的分层次反应电力管理策略, Hong - Tzer Yang 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
31. 通过并行粒子团优化算法对光伏发电数学模型进行参数估算, piJieming Ma 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016

32. 太阳能光伏发电大型互连网络频率管理和振动阻尼的主动式控制, Yong Liu 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
33. 大面积智能电网同步措施分析和基于云计算平台的控制, Jianyang Zhao 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
34. 电动车锂离子电池在不同使用环境下的性能和性能下降, Ehsan Samadani 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
35. 锌热化学储能的电极选用, Nicolas E.Holubowitch 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
36. 三维等离子能量行为及特性理论模式的开发, Shahab Ud – Din Khan 等, 《International Journal of Energy Research》, Volume 40, Issue 3 10 March 2016
37. 微处理器超大功率发散的两相对流冷却, Peter A.Kottke 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
38. 微管对流热传递工作共享原则, K.Ramadan, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
39. 半环形微细管电滞流和热传递的精确解, Ali Jabari Moghadam, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
40. 磁干扰对带圆柱体的三维管道强迫对流的影响, Xidong Zhang 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
41. 曲管流动的湍流热传递的大型漩涡模拟, Changwoo Kang 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
42. 旋转桨叶叶稍间隙热传递驱动参数的分析, Sergio Lavagnoli 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
43. 采用金属氧化物纳米流和扭动带状翅片的双管热交换器的有效能预测模型, Mohammad Mmohammadiun 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
44. 内置扭动带状翅片的强化热传递, B.V.N.Ramakumar 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
45. 平滑水平管湍流混合对流的数值研究, Ahmed Faheem 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
46. 同心管道和反常环形管道中的强迫热对流的实验研究, N.Kline 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
47. 混合对流的数值研究与方形空间纳米流熵的产生, R.K.Nayak 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
48. 多孔介质有效滞留热传导的建模, Yasuyuki Takatsu 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
49. 透过单层方孔平面布帘的直接热辐射的实验测量, Javad Hashempour 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
50. 带凹槽和突出物的通道的流动和热传递特性, Lu Zheng 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016
51. 通过高温气体的带碳粒子的水滴研究, Roman S.Volkov 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 1 January, 2016

52. 热传递概述, Chang K.Choi 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
53. 多孔 Poiseuille – Benard 通道流动的热力学第二定律, Amel Tayari 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
54. 采用折纸表面表现的空穴效应红外线形象化, Mitchell J.Blanc 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
55. 高频水滴串冲击对水滴向泼洒转化和薄膜水力动力学与热传递的影响, Taolue Zhang 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
56. 高频水滴串的冲击对形成皇冠状水花的动力学和热传递的影响, J.P.Muthusamy 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
57. 液态氢在不锈钢和金属铝容器中的接触角的测量, Kishan Bellur 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
58. 过冷水面下蒸汽喷射的流动形象化, Fang Yuan 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
59. 与厚度有关的 GaN 导热性能研究, Elbara Ziade 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
60. 用于热管的创新纳米结构芯料, Bohan Tian 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
61. W 型管线中随地形变化的缓涌的形象化, Jungho Lee 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
62. 热钢板上两个相邻的喷射引起的沸腾形象化, Jungho Lee 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
63. 微柱矩阵蒸发液面与蒸汽界面的可视化, Dion S.Antao 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
64. 微电子的热波成像, Miguel Goni 等, 《Journal of Heat Transfer》, Volume 138, Issue 2 February, 2016
65. 2014 年度能源供需实绩, 资源能源厅, 《产业と环境》, 2015, V.44, N.12
66. 从能源白皮书看化石燃料资源动向, 奥田诚, 《クリーンエネルギー》, 2015, V.25, N.1
67. 新能, 山口馨, 《JETI》, 2016, V.64, N.1
68. 从大规模集约型向独立分散型能源时代, 和田笃也, 《月刊废弃物》, 2016, N.1
69. 关于提高建筑物能源消费性能的基本方针案概要, 国土交通省, 《产业と环境》, 2015, V.44, N.12
70. 开展彻底的节能对策, 经济产业省资源能源厅, 《产业と环境》, 2015, V.44, N.12
71. 地中热泵系统中的可行性道路图的高度化, 内田洋平等, 《日本地热学会誌》, 2015, V.37, N.4
72. 燃烧高性能气体简易热媒锅炉 (SN – 20GM), 富畠重俊, 《クリーンエネルギー》, 2016, V.25, N.1
73. 东京煤气公司立川大楼的节能工作, 栗原孝好, 《クリーンエネルギー》, 2016, V.25, N.1

74. 节能——节电支援系统“乐省! BEMS”的运行实绩, 和田祐介等, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 1
75. 光触媒的技术和特征, 黒田靖, 《JETI》, 2016, V. 64, N. 2
76. 锂离子电池(LIB)用安全材料“STOBA™”的开发, 林贵臣, 《JETI》, 2016, V. 64, N. 2
77. 世界地热发电和直接利用状况, 海江田秀志, 《地热技术》, 2015, V. 40, N. 3~4
78. 肯尼亚地热开发的能力提高计划, 福风晃一郎, 《地热技术》, 2015, V. 40, N. 3~4
79. 山葵沢地热发电所的环境影响评价, 中西繁隆, 《地热技术》, 2015, V. 40, N. 3~4
80. 汤沢市的地热开发, 齊藤光喜, 《地热技术》, 2015, V. 40, N. 3~4
81. JOGMEC 实施的地热资源可能性调查, 石丸卓哉, 《地热技术》, 2015, V. 40, N. 3~4
82. 面向持续开发的地热开发 JOGMEC 工作, 西川信康, 《日本地热学会誌》, 2015, V. 37, N. 4
83. 小浜温泉的双流发电事业, 井乎大冈, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 1
84. 低浓度 PCB 废弃物处理现状和今后课题, 长田容, 《产业と环境》, 2015, V. 44, N. 12
85. 低浓度 PCB 废弃物等的 PCB 分析最新动向, 高营卓二, 《产业と环境》, 2015, V. 44, N. 12
86. 含有微量 PCB 电气设备带电自然循环清洗实施手册, 经产省产业技术环境局, 《产业と环境》, 2015, V. 44, N. 12
87. DOWA 生态系统集团的低浓度 PCB 废弃物处理工作, 池田武史, 《产业と环境》, 2015, V. 44, N. 12
88. 从漂浮垃圾推定日本流出的海洋漂浮垃圾, 风野多门等, 《废弃物资源循环学会论文誌》, 2015, N. 26
89. 废弃物焚烧设施中的磷酸废液的内喷射袋滤器降低差压的研究, 高桥滋敏等, 《废弃物资源循环学会论文誌》, 2015, N. 26
90. 从废弃物熔渣的铝熔出动态及熔渣组成影响, 釜田阳介等, 《废弃物资源循环学会论文誌》, 2015, N. 26
91. 污泥焚烧炉中的  $N_2O$  生成分解动态说明和用基本反应机构的数值模拟, 中村章等, 《废弃物资源循环学会论文誌》, 2015, N. 26
92. 沼气发酵残渣在液肥利用中的供需比改善的相邻市镇村合作研讨, 佐野彰等, 《废弃物资源循环学会论文誌》, 2015, N. 26
93. 低温气化生物质燃气发动机发电, 木材翔平等, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 1
94. 适当进行生物质利用和再循环, 松藤敏彦, 《クリーンエネルギー》, 2016, V. 25, N. 1
95. 生物质有效利用的最新动向和课题, 泊みゆき, 《产业と环境》, 2016, V. 45, N. 1
96. 围绕生物质利用的状况, 生物质利用推进会议事務局, 《产业と环境》, 2016, V. 45, N. 1
97. 关于小规模木质生物质发电的推进, 农林水产省, 《产业と环境》, 2016, V. 45, N. 1
98. 生物质产业都市构想和地区振兴工作, 梶原义范, 《月刊废弃物》, 2016, N. 1
99. 利用下水最终处理场将生垃圾资源化, 北海道惠庭市, 《月刊废弃物》, 2016, N. 1
100. 新废弃物的简易化学——重金属的资源化技术, 村田德治, 《月刊废弃物》, 2016, N. 1

101. 用 PTFE 中空丝膜的膜分离活性污泥处理的排水处理, 森田徹, 《OHM》, 2016, V. 103, N. 1
102. 利用气象和环境评价的视点现状和展望, 林宏典等, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
103. 住宅用太阳能利用设备的节能效果研究, 田中昭雄等, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
104. 中等规模太阳光发电所中鸟粪害调查, 北野雅人等, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
105. 利用赤道附近海面温度数据的发电, 用坝上流域不同季节河流总流量预测, 水野勝教等, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
106. 风能的国内外动向, 荒川中一, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
107. 日本的风力发电现状和展望, 中村成人, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
108. 面向风力发电普及的最佳设计, 松信隆, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6
109. 实现风力发电大量引入的电力系统, 安田阳, 《太阳エネルギー》, 2015, V. 41, N. 6

---

出版日期: 2016 年 6 月 第 3 期 (总第 177 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