

总 180 期
6/2016.12

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、新能综合会展“智能 Week 2016 年”3 月 2~4 日在日本东京举办	(1)
2、国际能源组织分析，扩大可再生能源可提升世界 GDP	(1)
3、英中科学家进行中国的土地·水利用的变化波及环境影响的共同研究	(2)
4、可再生能源部门扩张产业关连表的开发和应用	(2)
5、着实引入可再生能源对世界的顾用·GDP 增大的贡献	(2)
6、联合国提出气候变动对食品安全保障的重大威胁的警告	(3)
7、IEA 公布有关世界能源的 CO ₂ 排出量达到 32.2 千兆吨	(3)
8、英国气象厅等认为气候变化在中国北部高温的天气已到来	(4)
二、热能学·动力工程	(4)
1、实现能源的“创·蓄·评价”系统	(4)
2、停电时也能独自运行的家庭用蓄电系统	(4)
3、将 43% 的水变为能源的技术	(5)
4、利用冷媒自然循环热泵和压缩机冷却的新型混合式冷却装置	(5)
5、有关用多个热源的加林那循环的高效率化研究	(5)
6、在离岛进行 EV 蓄电池再利用的实证实验，扩大可再生能源的普及	(6)
7、电力中央研究所关于热泵和农业电气化的研究开发	(6)
8、永久磁石旋转型磁冷冻系统	(7)
9、世界各国对磁热泵的开发状况	(8)
10、磁热泵技术的开发	(9)
11、非氟里昂型节能冷冻空调系统开发事业	(11)
三、地热能	(11)
1、法国为加速低碳化提出促进地热能的发展政策	(11)
四、生物质能·环保工程	(12)
1、将塑料垃圾焚烧用于发电	(12)

2、“生物质 eco 模式” 新三件工作登录	(12)
3、美环境保护厅提供美国下水处理设施的维持·大修费用 2,710 亿美元	(12)
4、利用木质生物质认证 CO ₂ 减排量	(13)
5、在下水处理场进行消化气体制氢实证实验	(13)
6、使用完的纸尿裤燃料化装置	(13)
7、小型生物质气化发电系统	(14)
8、湿润生物质的发酵干燥·能源独立炭化设备的开发——发酵干燥污泥的能源独立炭化…	(14)
9、湿润生物质的发酵干燥·能源独立炭化设备的开发——下水污泥的发酵干燥	(14)
10、在生物质混烧锅炉中的脱硝触媒劣化特性	(15)
11、地区生物质利用手册在冲绳实证实验	(15)
12、以下水污泥为原料制造生物质燃料	(15)
13、用于回收微细藻类的离心分离机开始运行	(16)
14、下水处理场生物质发电	(16)
五、太阳能	(16)
1、美国民间开发的智能太阳能路	(16)
2、美国学术界对 Solar Roadways 公司太阳能路面可行性的探讨	(17)
3、不需加能源的光控纳米机器人	(18)
4、沙漠太阳板自动清洗装置	(18)
5、和废料公司签订在公共设施屋顶发电合同	(19)
6、美国能源部支助 1,800 万美元开发太阳光能贮藏技术	(20)
7、大和住宅集团在和歌山建设的兆瓦太阳光发电所开始营业运行	(20)
8、世界最大的水上兆瓦太阳发电所动工	(20)
9、租用下水处理场屋顶的兆瓦太阳发电站开始运行	(21)
10、用太阳光发电使电车运行的智能交通系统起动	(21)
11、兆瓦太阳发电所开始运行年发电量相当于 839 个一般家庭年用电量	(21)
12、埃佛拉食品公司技术研究所的太阳光发电系统开始售电	(22)
13、突破太阳电池界限的新技术 FUTURT – PV Lnnovation	(22)
14、用 CIS 技术达到转换效率 22.3%	(24)
15、最早策定恰当引入事业用太阳光发电设备基本指导方针	(24)
16、官民合作在水处理设施上部设置太阳电池板	(24)
17、有机系太阳电池实用化开始在新沢市实施低光量发电的长期实证实验	(24)
18、钙钛矿太阳电池研究开发动向	(25)
六、风能	(27)
1、小型风车和太阳光一体化混合街路灯	(27)
2、实现高效率电力转换的小型风力发电用动力调节器	(27)
七、新题录	(27)

一、总论

1、新能综合会展“智能 Week 2016 年”3月2~4日在日本东京举办

关于可再生能源等的技术和产品日本最大级综合项目“智能能源 Week 2016 年”（主办方：日本最高级展览会）3月2~4日三天，在东京都江东区的东京重要地点举办。由于面临今年4月的电力零售自由化，围绕能源业务工作环境有很大的变化，含新规举办的“国际生物质发电展览会”等9个展览会也同时举办。

该展览会这次是第12次，9个新能源展也同时举办，由以下各展览会构成展示会。“国际氢·燃料电池~FC EXPO2016~”、“国际二次电池~日本电池~”、“节能房和节能大型建筑 EXPO”、“国际智能网 EXPO”、“国际风力发展~WIND EXPO 2016~”、“电力自由化 EXPO”、“国际生物质发电展”、“国际太阳电池展~PV EXPO2016”、“太阳电池系统施工展”。

参展者1,430家（前次是1,580家），3日合计约有8万人（前次约7万1,000人）来参观。是日本国内最大级别展览会。介绍了有关智能能源的最新设备和技术以及商业服务等工作。这次设有高级洽谈场地，有创出新的服务机会。

(1) 新设生物质发电展

这次作为新的展览会，举办“国际生物质发电展”。生物质发电是次于太阳光发电、风力发电的可再生能源，近年发展引人注目，预想今后市场将会急速扩大。生物质燃料或造粒机（生物质颗粒生产设备）、蒸气透平、生物质气体发电机、计测·分析装置、运输服务等预计有很大发展。

(2) 国际智能网 EXPO

展出成为国际智能网中核技术的能源管理系统（HEMS·BEMS·FEMS）和最新动力调节器、蓄电池、热电联产系统等也有展出。在 IOT（单一的因达网）技术革新中，智能计算机、监视控制系统传感器技术也有展示。

(3) 国际风力发电展

不仅介绍大型风车和小型风力发电装置，还有叶片、轮壳、轴承等构成部件和保养维护工作等。能源堆、西门子等国外大公司也有参展，可望成为国际色彩丰富新颖的商业会展。此外，由于今年4月开始电力零售全面自由化，“电力全面自由化 EXPO”也极大引人注目。所示会展第一天进行了有关新能、节能政策和今后展望的讲演会和专门技术研讨会。

张焕芬摘自《ENECO》2016年3期

2、国际能源组织分析，扩大可再生能源可提升世界 GDP

据《ENECO》2016年3期报导，国际可再生能源机构（IRENA）公开发表了可再生能源普及及对世界规模宏观经济影响的报告书。为此，将世界能源混合的可再生能源比率，到2030年扩大到36%。世界的GDP（国内生产总值）可提升1.1（约1兆3,000亿美元）。它比现在的智利、南美、瑞士的经济加起来还要大。即使其中的日本增加2.3%，也会受到很大影响。

向可再生能源过渡，不仅可缓和气候变动，而且在提高福利（增3.7）和扩大雇用（从920万增加到2,400万）联系在一起进行分析，而且贸易模式也会发生变化。日本、印度、欧共体（EU）等的煤、石油输入的依赖国也会受到极大的恩惠。IRENA 根据可再生能源商业增长，对气候变动缓和的投资与对达到其它社会经济目标的投资联系在一起。

张焕芬

3、英中科学家进行中国的土地·水利用的变化波及环境影响的共同研究

据《ENECO》2016年2期报导，英自然环境研究会议（NERC）和中国自然科学基金（NSFC）公布实施有关中国的农业生产增加和城市化波及土壤和水资源健全性影响的共同研究。在研究中，有大气科学、生物学、水文学、地质学等多领域的专家参加，进行以下3个课题研究。

（1）掌握并完成土壤和水的多种机能的时空变异和规模的重要性。

（2）开发和改进预测生态系工作回复力模块。

（3）掌握和改善在土壤侵蚀、污染物质、极端气象、农法和水利用变化等的环境负荷下，土壤和水资源的回复力。

研究成果在保全、提供作物授粉、洁净水、肥沃土壤等中国自然环境的生态系服务中起作用。ENRC提供300万英镑、NSFC提供6,000万人民币，5个研究计划预定从2016年1月开始，3年时间完成。

张焕芬

4、可再生能源部门扩张产业关连表的开发和应用

以可再生能源技术的引入和政策造成的环境·社会经济影响进行客观而且定量的评价为目的，开发了2013年版的可再生能源扩张产业关连表（REFIO）。以REFIO最新产业关连表为基础，分割现有部门，做成新设有关可再生能源技术部门为对象的技术，有4种太阳光发电，风力发电，地热发电2种，小水力发电，木质生物质专烧发电，沼气发酵气化发电3种共12种。关于发电设备的建设·运用的新设41个部门推算中，使用接受从政府统计或报告书等公布的数据以及事业者或协会、NPO法人等可再生能源有关机构提供的非公开发表数据。为了验证REFIO的有用性，推计新部门的经济波及效果，进行了研究。所计测的生产诱发系数，建设部门分布于从2.51~3.13，运用部门分布于1.05~2.62之间。根据发电技术差异可发现，从计测结果所获得的较为重要启发是利用发电技术，可期待创出大的间接波及效果的产业有各种不同之点。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2016年1期

5、着实引入可再生能源对世界的顾用·GDP增大的贡献

国际可再生能源机构（IRENA）本年1月16日在阿布札比（阿联酋）召开的总会上发表了2015年度有关可再生能源和顾用年度报告。并发表了IRENA利用可再生能源引入的经济效果分析结果。本文作重点介绍。

一、2014年度可再生能源动向

①2014年度可再生能源产业的顾用，在世界上达到约770万人（大规模水力发电除外）。

②顾用预计比前年度增长18%，不同地区增长情况不同，亚洲继续顺利增长，特别是制造业领域。

③可再生能源顾用效果大的前10国为中国、巴西、美国、印度、德国、印度尼西亚、日本、法国、孟加拉国、以及哥伦比亚。

④2014年太阳光发电发生顾用250万人。其中2/3在中国，太阳光发电在日本也有增长，但EU则减少。

⑤生物质燃料180万人，生物质822千人，生物质气体381千人，也是大的顾用部门。顾用集中在燃料供应领域，在生物质燃料、生物质、生物质气体领域巴西和美国占首位。但

在东南亚，反映出支持生产的手段，在生物质燃料方面有大的增长。

⑥风力顾用超过百万人，中国占其有关顾用的一半，美国和巴西、EU 也有增加。

⑦太阳光供冷供暖领域，顾用人数 764 千人，其 3/4 以上在中国，其它主要市场在印度、巴西、EU。

⑧大型水力发电，据推算产生 150 万人的直接顾用，其大部分在中国，主要在建设和设置业务中被顾用。

二、面向 2030 年增加可再生能源引入的经济效果

面向 2030 年的世界能源供应中的可再生能源引入，急速增加，使 GDP、社会福利及顾用倍增。

据 IRENA 分析，到 2030 年如果将能源组合的可再生能源比例达到 36%，世界的 GDP 则会增长 1.1%。大概为 USD1 兆 3 千亿美元。在分析中，从 2010 年的 18% 到 2030 年世界的可再生能源组合中比例将倍增达到 36% 为前提。

IRENA 事务总长阿多楠·Z·阿明说：“最近的巴黎协定，从将能源移向低碳化的谈判阶段，促进其实际行动强的信号已送达各国”。并且强调和提供要达到这种分析所要求的能源转换，不仅可缓和气候变化而且也可刺激经济发展，改善世界人类的福利和顾用的证据。如果 2030 年世界的 GDP 增加 USD1 兆 3 千亿美元，这可凌驾于智利、南美及瑞士现在的 GDP 之和的规模，但研究报告也分析了不同国家的效果。日本是享受最大的 GDP 增长效果 2.3% 的一方，奥地利、巴西、德国、墨西哥、南美和韩国也各自达到增长 1% 以上的目标。

根据分析，人类的福利改善带来社会环境的广泛利益的背后，GDP 增长回升。可再生能源对于福利的影响据预测可达到 GDP 影响的 3~4 倍。其结果，世界的福利可增加 3.7%。可再生能源领域的顾用可从现在的 920 万人增至 2030 年的 2,400 万人。

世界能源组合中的可再生能源比例的增大，带来世界贸易形式的变化，世界的煤输入减半，石油和天然气输入也在减少。像日本和德国、韩国、EU 那样的输入大国也会获得大的利益。化石燃料的输出国也会从多样化的经济获得利益。

张焕芬摘自《产业与环境》2016 年 2 期

6、联合国提出气候变动对食品安全保障的重大威胁的警告

据《ENECO》2016 年 1 期报导，有关联合国食物权利的人权特别报告者提出，由于气候变化引起极端气候现象的频度、强度增加，海面上升，洪水和干旱等成为人类食料的严重威胁，到 2080 年，将有 6 亿人口陷入新的营养不良的警告。特别报告者强调，这样的气候现象，波及作物、渔业、人类的生活等，并产生恶劣影响，但在依赖大规模农业生产模式中，还没有正确解决的策略。推奖产地地消、保护小规模农户、尊重人权和传统的饮食文化也都是保护环境的农业生态学的可持续食物系统的紧急大转换，都是必要的而且是必须强调的工作。

张焕芬

7、IEA 公布有关世界能源的 CO₂ 排出量达到 32.2 千兆吨

据《ENECO》2016 年 1 期报导，国际能源机构（IEA）在联合国气候变化巴黎会议前公布世界能源有关的 CO₂ 排出量最新数据（2013 年）。2013 年的世界能源有关的 CO₂ 排出量比前年增加 2.2%，达到 32.2 千兆吨。其增加率比 2012 年的增加率 0.6% 高。但比 2000 年以后的年平均增加率 2.5% 有所下降。

2013 年的排出量，从各国的情况看，先进国家排出量变化不明显，新兴国家主要由于

煤消费量高，增加4%。世界排出总量的2/3，仅由这10个国家占有。仅中国和美国，与能源有关的CO₂排出量也达到14.1Gt。但是每个人的排出量中，中国是美国的2/5左右。此外，2014年的世界能源有关CO₂排出量水平变化不明显，由2015年6月公布的暂定数据表示。

张焕芬

8、英国气象厅等认为气候变化在中国北部高温的天气已到来

据《ENECO》2016年1期报导，英国气象厅（Metoffice）哈得来中心和中国气象局发表了由于人为引起的气候变化，今后中国北部高温春天到来的可能性高的共同研究成果。在中国北部，2014年春天的平均气温，自1950年代后半期以来，出现第3次高温，干旱和热风，对人的健康和农业生产带来深刻的恶劣影响。根据这次共同研究，结果认为在中国北部，这样高温的春天到来的几率，与设想没有人为引起的温室效应气体排出的情况相比，约高11倍。

在东亚由于急速的经济增长和人口增加，存在有极端气象影响特别深刻的恐慌。这样的城市化在1960年代以后，涉及到像中国北部的温暖化也可识别的影响。中国主要有暴雨、洪水、热带低气压、高温和干旱等极端气候的危险。Metoffice将这样的共同研究对气候变化采取措施的紧急性和规模情报，提供给措施的决策者是相当重要的。

张焕芬

二、热能学·动力工程

1、实现能源的“创·蓄·评价”系统

据《ENECO》2016年3期报导，开发和生产各种电源设备和动力半导体的三社电机制作所，面向实现智能网社会，在“智能—Week 2016”展出了可“创·蓄·评价”能源，在关键时可应对太阳能电池或燃料电池、蓄电池的各种动力调节器和动力消耗评价系统。

在“创·蓄”系统中，使用硅碳化物（SiC）模件。开发了在业界实现最高转换效率97.5%以上的SOFC（固体氧化物燃料电池）用20KW功率消耗评价系统。在应对发电电力有效利用的蓄电池动力消耗系统中，可提供对各种蓄电池的机种。例如在小水力发电中可能开展的低压连接，可独自运行的太阳光发电系统用动力消耗评价系统，SVG/AVR（配电系统改质机）等也准备在展望会中展出。

在“评价”系统中有可进行太阳光、燃料电池、风力等系统连接的动力消耗试验评价的“动力调节器评价系统”。

张焕芬

2、停电时也能独自运行的家庭用蓄电系统

据《ENECO》2016年3期报导，从事各种电容器、电动汽车（EV）急速充电器、蓄电池系统等生产的尼奇科公司，在“智能—Week 2016”展览会展出从大容量蓄电系统、EV到家庭供电的“V2H系统”。

家庭用蓄电系统持有蓄电池容量12.0KWh大容量而且长寿命，即使在停电时也可独立运行的特征。和太阳光发电联合，可对电力需要的稳定化或确保停电时的电力、售电量最大化和节约电费做贡献。

“V2H系统”将蓄于EV的大容量蓄电池的电力，在非常时作为家庭的支援电源利用，而且可将夜间便宜电力充于EV，在电力需要高峰的白天使用，可以节电。此外，还准备在“智能—Week 2016”展出公共·产业用蓄电系统，动力电力设备的电容器等。

张焕芬

3、将 43% 的水变为能源的技术

宇宙服务公司（神奈川县川崎市，松尾正行执行董事），开发了用重油（A 重油、轻油）将煤油加压、触媒等的方法，进行加水加工，促进完全燃烧，可获得和基油相同燃烧热的新燃料制造装置。

该公司在约 10 年前着手进行新纳米箱（nNNB）燃料的开发。其后，经反复多次失败，面临资金问题。但是，经由此事却获得了要点认知，引起国外的触目。

nNNB 燃料是将重油或煤油和水混合，是可保持与基础重油或煤油同等质量的燃料。根据该公司已开发成功的对 100t 重油与 43t 水混合的新燃料。在取得相同燃烧能时，可节约 30% 的燃料，所排出的 CO₂ 或氮的氧化物（NO_x）、硫磺氧化物（SO_x）、粒子状物质（PM）都可减少。

在油加水进行乳化混合的“乳状液燃料”，经过一定时间后，会发生分离使品质不稳定成为课题。但 nNNB 燃料已被证实可长期保存。而且持有不用变更锅炉喷嘴的特征。

该公司在 2006 年试制成功的试产品，其后经过自行研究开发，已取得“微型乳状液生成装置”和“混合燃料生成装置和方法”的专利。

在菲律宾的工场，本年度 nNNB 燃料装置已顺利纳入并已开始运行，生产能力每小时 2,000t。目前仍用 1,000t 生产能力运行。所生产的 nNNB 燃料出售给日系工场或工场周围的企业。即使在日本国内也研讨在饭店设立装置。最终会考虑以亚洲圈为对象进行 nNNB 燃料化事业。

张焕芬摘自《ENECO》2016 年 2 期

4、利用冷媒自然循环热泵和压缩机冷却的新型混合式冷却装置

奥姆电机（静冈县滨松市，户塚しづ子社长）着眼于利用“潜热”原理的潜热冷却方式。开发了将现有的冷冻循环组合，实现了节能的“混合型冷却器”。

以前的利用空气进行冷却的点冷却器或盘式冷却器，利用水冷却的冷风机组（冷机），实际上是对想冷却的冷却物利用空气或水，用冷媒（替代氟里昂等）间接冷却，效果不好，也是大型装置。而且冷机的冷却水或盘式冷却器的结露使水洩漏，会发生电器设备的短路事故，招至大的损害和降低生产效率。

该公司考虑用液体冷媒装满冷却板直接充当发热体的方式。冷媒进行反复气化和液化，在此发生压力差，利用重力进行自然循环，不需要泵等动力。而且压缩式冷冻循环和自行开发的传感器元件高效率换流器组合。大容量发热体也可一边进行冷却一边保护冷媒气化温度经常和周围温度相同，不会发生无用的冷却和结霜等。

作为使用对象领域，可用于汽车或双轮机械加工部件制造的工作机械或产业机械，高频加热装置或热处理装置等，为控制马达或加热器线圈等的出力倒相器或放大器等的冷却、半导体业界的烧制成的薄片冷却等，利用发热体的高密度化或利用水的事例已成为问题的业界等。缩短铸造业或热处理后的产品冷却线路或冷冻食品加热烹调后，冷冻处理前的余热冷却中的应用都是可期望的应用领域。

张焕芬摘自《ENECO》2016 年 2 期

5、有关用多个热源的加林那循环的高效率化研究

现在作为提高能源安全和地球暖化对策，全世界都在进行可再生能源的普及扩大，日本也在各种助成措施下，加强未利用能源的利用技术开发。一方面，利用比较低温的排热进行发电的技术中，有作为替代氟里昂或氨等的低氟点物质作为工质的双流发电技术，但这些技

术主要是利用单一热源。在温度范围不同的温排水或排气同时发生的场合，对各种热源有必要进行个别应对，但在规模小和不能获得充分发电量的成本方面的价值是个问题。因此，笔者研究了以氨/水作为工作流体，使用加林那循环的基本发电系统。其一研讨循环中对温度域不同的多个热源的新循环的适应性。作为适应循环的一例，实施设想由下水污泥燃烧设备发生的二种不同温度域的热源的温排水（70°C）和排气（300°C）的适应模拟。利用循环内的分离器前后的工作流体给与直接排气的保有热与只用排气的保有热加热现在的温排水的情况相比，可回收的出力预计可增加约 50%。而且还进行以在循环内流动的工作流体流量作为参考的模拟，确认存在出力成为最大的最佳工作流体流量，此外，还显示可用熵（热力学函数）生成速度进行各循环中的出力评价。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2016 年 1 期

6、在离岛进行 EV 蓄电池再利用的实证实验，扩大可再生能源的普及

据《ENECO》2016 年 1 期报导，萨摩川内市和住友商事开始了在甑岛建设电车（EV）使用光电池再利用的大型蓄电池设备“甑岛蓄电中心”（800KW）的运用。这是以自治体为中心进行在离岛普及可再生能源的共同事业，该事业目标确立解决离岛面临的可再生能源课题。离岛由于电力系统小，在引入出力变动的可再生能源时，用蓄电池等使其稳定化是必要的。

该事业将 EV 再利用蓄电池系统阶段性地与电力公司系统连接。散布于甑岛的多个可再生能源电站，在发生剩余电力时，蓄于蓄电池，电力不足时放电，使电网稳定，对岛内可引入多少可再生能源进行验证，甑岛蓄电中心是日本国内最早的电力公司以外的事业者单独与电力系统连接事例。

该事业的实施接受九州电力公司技术协助，研究清楚连接于系统的蓄电池安全运用方法和蓄电效果，而且构筑作为自治体模式事业运用的各种专门技术。

张焕芬

7、电力中央研究所关于热泵和农业电气化的研究开发

最近，用电的顾客们自己进行太阳光发电等，使顾客们的电利用环境有了极大的变化，电气事业者也开始以提供新的服务作为目标。受此影响，电力中央研究所在 2014 年 7 月，设置了“下一代电力供需经营特别研究团体”，开始了解决顾客们最近需要的服务和配电二领域的一体化课题。有关研究工作包括热泵、农业电气化、居住环境和电动汽车等。

一、有关热泵的研究开发

热泵是电的高质量能源利用，是将热从温度低处夺取提供给温度高处利用的装置，是用很少的能量便可提供温热或冷水的装置。可用于空调、冰箱、热泵供热水机等。

热泵作为节能（减少一次能源消费量）、减排 CO₂ 的技术，在国内外引人注目，可望扩大其在更高效率化和产业领域使用。在热泵中实际上将热输出的物质称为冷媒，是对地球暖化系数（GWP）成为基准的 CO₂ 之一。有数百数千之多，低 GWP 冷媒的开发利用也是个课题。

该研究所目前注目于地球暖化系数（GWP = 1），也不会破坏臭氧层的 CO₂ 冷媒。从实验计算表明 CO₂ 是最适宜用于供热水的热泵冷媒。以这些基础研究成果为基础，东京电力公司和登苏共同努力，在 2001 年 5 月在世界首先将“家庭用 CO₂ 冷媒热泵供热水机”商品化。其后，其它生产厂加入市场，利用日本国的补助金制度开展普及，到 2015 年 3 月已出厂 460 万台。在此状况下，该研究所设置“热泵性能评价试验设备”，从 2007 年开始以 CO₂

冷媒热泵热水机等为对象，以外气温或热水负荷为参数的性能评价试验，目前仍在继续进行实验。

最近以产业过程加热领域等的热源转换的节能·减排 CO₂ 为目标，于 2013 年度设置“热泵开发试验设备”，正在实施以产业用的大型蒸气生成热泵等为对象，进行以采热源（工场排温水等）的温度或生成蒸气的温度等为参数的评价试验，今后将根据这些实验研究所获得的知识和见解，进行面向产业领域的高效热泵开发。

此外，也接受与提高热泵效率有关的各种基础研究的挑战，今后在促进与各种热泵更高效率化和普及的同时，目标对适用 CO₂ 等地球暖化系数低的冷媒的各种热泵进行技术开发和机械性能评价等。

二、有关农业电气化的研究开发

在该研究所进行有关农业电气化、植物工厂和设施园艺的热泵和有效利用 LED 照明的研究开发。

园艺设施的供暖装置—热泵，与燃烧石油供暖装置相比，对有关节能性和 CO₂ 发生量、运行成本等有高的评价，但使用热泵对作物的影响，除花卉外，还不清楚。进行有关混合式能源利用研究，但单独使用热泵的知识见解还少。因此，该研究所在两个同型温室各设置热泵和煤油供热机，根据两温室的能源消费量和所栽培的西红柿的收量、品质等进行比较。进行利用热泵栽培的特性研究。

用 2 栋（A 栋和 B 栋）同型玻璃温室（正面宽 16.3m，进深 12.6m，房高 3.7m，檐高 2.2m），A 栋设置空气热源热泵，B 栋设置煤油供暖机，实施西红柿冬季栽培试验。试验结果，一次能源消费量 B 栋比 A 栋高 3 倍以上。此外，西红柿的品质，二者没有差异。收获量 A 栋稍高。在进行这样的比较研究中，明确了利用热泵的优点和改进之处，显示出热泵的适当引入和利用方法。

LED 的照明，LED 的一般照明快速发展。在植物栽培中，能够获得有效光强度的紫、青、青绿、橙、红等发光光谱的狭窄单色 LED 光源。可望成为追求提高生产效率的植物工厂和设施园艺生产工厂的有效利用方法提案。因此，该研究所和其它机构合作，引入最新的 LED 光源，进行解明光质量和光强度涉及到叶菜类的生长和有用成分蓄积的影响工作。作为其中之一例，对莴苣的 LED 栽培结果，可食部分增大，很明显，红色 LED（450 ~ 470nm）是有效的。叶菜类的地上部分生长和有用成分累积受光质量（波长）和光强度的影响较大。实施适当的光质量控制可以提高生产性和有效累积有用成分。

今后将进一步累积与生产阶段相应的适用波长和多个波长对作物反应的有关知识和见解。对人工光合成类植物工厂的叶菜类生产性能寄予大的希望。

张焕芬摘自《ENECO》2016 年 1 期

8、永久磁石旋转型磁冷冻系统

利用超导磁石的强力磁场在室温也可利用磁冷冻冷却物体，在 2000 年已被证实。但是，由于使用超导磁石发生有限磁场，必须要动力。在磁热泵的实用化中，必须进行不需动力发生磁场的永久磁石小型系统的开发。对此继续研究开发的结果，开发了与使用超导磁石的系统相比，容积 1/30 的利用永久磁石旋转的小型磁场变化系统，图 1 为系统概略图，图 2 为系统外观。

使用永久磁石，可利用的磁场，充其量 Π （忒斯拉）成为弱的程度。由于磁热量效果依赖于磁场的大小，磁场变化幅度变小时，温度变化幅度也变小。因此，必须进行效率较好

的热交换。2004 年开发的使用永久磁石装置，在旋转的永久磁石周围配置充填 4 组磁工作物质的容器，成为在磁工作物质使磁场反复变化的结构。利用一次磁场变化的温度微小变化，将热交换通路进行 4 组并列连接，在各自容器发生磁热量效果的最佳温度不同的 3 种直径的 0.6mm 球形，将加工成钆系合金串联充填。磁工作物质在磁热泵可利用的大的磁热量效果产生的温度范围所包含的物质是固有的。利用金属组成的控制，成功进行最佳温度范围的控制，将最佳工作温度错开一点的钆系金属进行组合，即使利用永久磁石的磁场变化也可实现冷冻能力 60W，温度从室温降到零度以下。

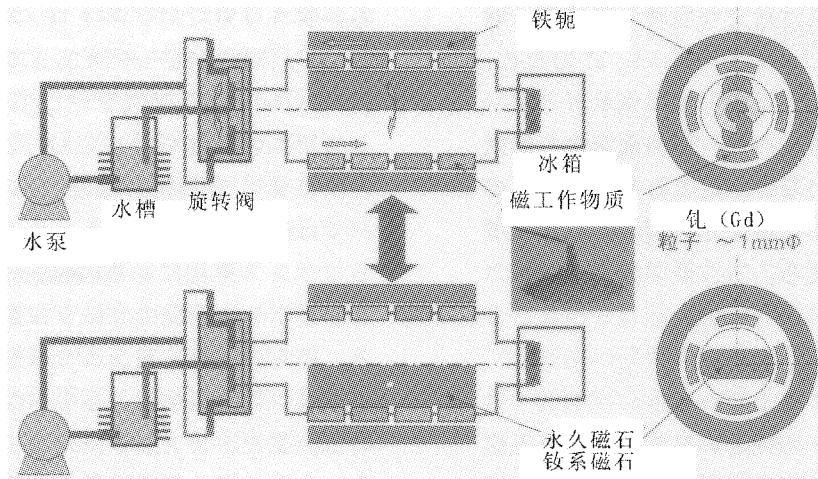


图 1 永久磁石旋转型磁冷冻系统概略图

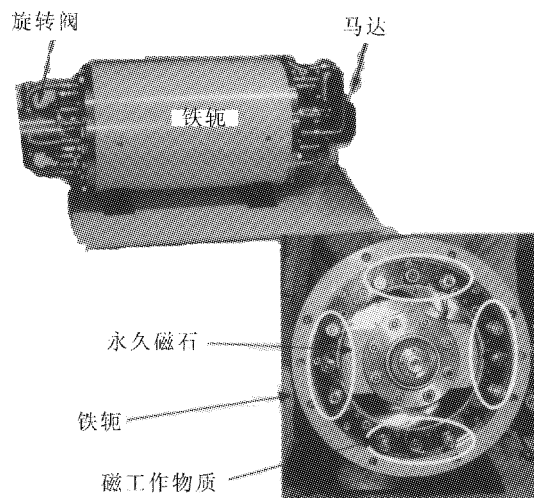


图 2 永久磁石旋转型磁冷冻系统外观

张焕芬摘自《エネルギーと动力》2016 年春秋号 (N. 286)

9、世界各国对磁热泵的开发状况

近年，人们对地球环境问题的关心度越来越高，室温磁热泵的研究开发有一定的进展。世界各国的研究开发工作相当活跃。宇宙航天公司在 1998 年用超导磁石制造室温磁冷冻机，证实了其基本工作，是目前磁热泵技术研究的先驱。在日本国内，中部电力成为研发中心，从 2000 年起，开始室温磁冷冻机的试制，实验证实用超导磁石的磁冷冻系统，可将温度降到冰点以下（2000 年度）。取得用磁石的往返驱动型磁冷冻机的试制（2002 年度）等的实

绩，从 2003 年度正式开展磁热泵技术的研究开发。

世界其它国家，在研究磁冷冻机试制、评价时，作为磁冷冻技术开发的情报交换场，国际冷冻学会（International Institute Refrigeration (IIR)）主办召开了国际会议。第一次 2005 年 9 月在瑞士的蒙特勒，第二次 2007 年在斯洛文尼亚，第三次 2009 年在美国依阿华州，第四次 2010 年在中国，第五次 2012 年在法国的格勒诺布尔，第六次 2014 年在加拿大的维多利亚召开而且在 2015 年横滨召开的国际冷冻空调会议中，磁冷冻研究会有 3 个，发表论文也多。这样，与磁冷冻有关的发表文件和参会人数年年增加，发表内容也逐渐充实。室温磁冷冻、热泵技术的研究开发，引起世界注目，获得稳健发展。

磁热泵系统的开发，除日本以外，还有欧美、中国、巴西等也在积极进行，磁工作物质的研究开发也在世界各国进行。英国航空航天公司获得 NIST（美国标准局）、DOE（能源部）和海军（NaVY）的支持，进行利用磁冷冻空调系统试制，已成功开发冷冻能力 2KW 以上系统。在欧洲，以专业进行磁冷冻系统及其材料开发的法国东部 Cooltech 公司为中心的磁热泵开发计划已起动。它们将磁冷冻系统用于环境简易车作为其中之一开发目标。此外，丹麦以丹麦工业大学为中心，实施包括从材料开发到实机构筑的产学战略计划，在国家的支持下实施研究开发，已完成了最大冷却能力 1KW，在温度差 13⁰C，400W 情况下，效率（COP）1.8 的试制机。英国也已设立将磁热泵技术面向家庭，开发适用于冰箱的商品 Cambridge 公司。中国 Academy of Science 表示对磁冷冻技术高度关心，很多机构和研究者进行了系统的开发和材料的探索。

在日本国内，国立大学法人九州大学、国立研究开发产业技术综合开发研究所中部中心、国立研究开发法人物质—材料研究机构、东芝公司等进行了材料研究开发。系统开发由中部电力公司、公益财团法人铁路综合技术研究所、国立大学法人东京工业大学、国立大学法人神户大学。登索公司等积极进行研究开发。关于磁热泵的开发，使永久磁石旋转型冷冻机的开发目前仍在积极进行。

张焕芬摘自《エネルギーと动力》2016 年春秋号（N. 286）

10、磁热泵技术的开发

与利用氟里昂或替代氟里昂气体等的压缩膨胀获得热的现有气体冷冻方法完全不同，在某种磁性体使磁场变化时，利用温度变化现象（磁热量效应）的供冷供暖技术（以下称磁热泵技术）的研究开发已在世界各国进行。在冷气机或冷藏、冷冻设备所代表的热泵技术，已在日本达到世界最高水平。但是，作为数十年前的世界大幅减排 CO₂ 的技术考虑，使用不在现有技术延线上的革新技术的极高效率，期望非氟里昂的冷冻、冷却技术的实现。磁热泵技术也是作为下一代技术，近年引人注目。将磁热量效果应用于冷气机和冰箱等的想法很早以前便有考虑，但必须有大的磁场变化，从利用 1 次磁场变化的磁性体的温度变化幅度小等考虑磁热泵技术实用化是困难的。最近利用适用于磁热泵的冷冻循环和磁性材料的新规开发，在室温附近工作的磁热泵系统的开发已在世界各国进行。在日本，作为国家计划已取得成果。以下介绍室温磁热泵系统的原理、特征。

一、磁热泵的原理和特征

(1) 原理

磁热泵系统是利用磁性体（以下将在磁冷冻中使用的磁性体作为工作物质）直至磁场和其自身发热，除去磁场时温度下降的现象（磁热量效果）。作为理解其原理的一点帮助，利用气体压力膨胀的热泵（现有的热泵）和磁热泵工作原理进行比较。

现有热泵，在氟里昂气体的压力上升时，温度上升，从此状况进行排热，气体进行液化。这种液体蒸发再返回到气体时从周围吸收热，温度下降，用此，将气体进行压缩、液化，气体分子从不规则状况变成规则，整列状况，可见到熵（热力学函数）减少。相反，让液体蒸发，从规则状态变为不规则状态，熵增加，此时考虑从周围夺取热，温度下降。

在磁热泵考虑这种方法是容易理解的。具体是利用外部磁场，从使磁工作物质中的磁化呈一致状态，将磁场变弱（成为零），将磁化方向做成不规则状态，磁熵增加。此时，由于磁工作物质本身从周围夺取热，可考虑进行冷冻、冷却。亦即是现有的热泵用氟里昂等冷媒膨胀气化，从周围夺取热，而在磁热泵与磁场削弱对应。而且气化的气体压缩、液化在磁热泵与磁工作物质加强磁场相对应。

(2) 磁热泵特性、磁热泵与现有热泵相比，有以下特性。

①能量转换效率高，可节能。现有的热泵技术，将气体压缩、膨胀时，与理想冷冻循环的距离大，效率低，而磁热泵技术是固体的磁性体给与磁场变化，由于获得同样而且瞬时温度变化，可接近理想的冷冻循环，而且磁热泵不需压缩机。动力仅需热交换媒体的循环和磁性体给与磁场变化的磁石旋转驱动力等，可望达到节能目的。

②环境优美。在氟里昂或替代氟里昂中，利用磁工作物质的磁场变化，是与目前技术完全不同的下一代冷冻、空调技术。

③运行安静。由于不需压缩机，可降低振动和噪音。

二、磁热泵技术开发变迁和开发课题

在磁热泵技术中，冷却侧的磁冷冻技术，可作为当初气体压缩膨胀式冷冻机制造中达到困难的极低温方法使用。一方面，利用磁热量效果所获得的温度变化小，而且也进行了气体压缩膨胀方式的冷冻机研究开发。在靠近室温的温度范围的磁热泵技术研究开发几乎尚未进行。1976年 Brown 博士将钆（Gd）薄片作为磁工作物质，试制磁冷冻机，达到了在室温下的磁工作物质冷却。因此，在极低温以外的磁冷冻可能性引人注目。其后比室温实现性高，向氦液化（4K）、发生超流动（2K）的磁冷冻应用被积极研究，在气体压缩膨胀式冷冻机成为达到简单4K冷却时，为了生成极低温的磁冷冻技术开发急速衰退。

其后，于1983年，Barclay将磁工作物质作为蓄冷材料使用的冷却方法（Active Magnetic Regenerator: AMR）被提出来。在20K或室温的磁冷冻机的可能性极高。1990年代后半期，MIT、宇宙航天公司（Astronautics）等进行了研究开发。

作为将磁热泵技术在室温范围的利用技术课题有以下几个。

①在室温利用磁热量效果的温度变化小

在20K以上与磁比热相比，由于栅极比热大，利用磁热量效果的热出入，在栅极系被完全吸收，所获得的温度变化幅度小至几度程度。

②磁工作物质由于是固体热交换困难

就磁热泵总体来说，由于磁工作物质的吸热量大，与可小型化的优点相反，由于传热面积不够充分，要获得高的热交换率是困难的。

而且在室温的冷冻机，其必要性研究开发历史已很久。在气体压缩膨胀式冷冻机可便宜获得的情况下，性能飞速提高，但成本不够大幅下降的新原理冷冻机没有魅力，不被市场接纳。因此与极低温的磁冷冻相比，考虑室温的磁热泵缺乏实现性。包含材料方面的研究开发也未充分进行。在室温的磁热泵并未实用化，也可说是没有商品化的理由。

张焕芬摘自《エネルギーと动力》2016年春秋号（N.286）

11、非氟里昂型节能冷冻空调系统开发事业

作为防止地球暖化新技术计划，非氟里昂型节能冷冻空调系统开发事业，作为独立行政法人新能·产业技术综合开发机构的事业，从2005年度开始，计划用5年实施。在该计划中，作为现有冷媒，所使用的替代氟里昂类物质，温室效果高，由于希望非氟里昂化，在非氟里昂冷媒或有关汽车所探索的下一代冷媒适用性的设备性能劣化或毒性、可燃性、高压性等的安全性问题，进行希望解决多个课题的设备、系统开发。为了达到冷冻空调系统的非氟里昂化，高效率化，有关现有的气体冷冻方法完全不同的磁冷冻技术的冷冻系统开发也作为其中选择的课题之一。在新技术计划中，以永久磁石旋转型磁冷冻系统开发为基础，最终目标开发冷冻能力500W以上，COP3以上的磁冷冻系统。进行材料和系统两方面的开发，特别是在系统开发中，最大限度利用磁石所持有的磁场。在其形状和配置上下功夫（将磁石配置成V字型，磁场的反抗力高），可使磁场有大的变化（1.1 忒斯拉），此外，将换热器进行最佳设计，使换热器的热交换流体的流速达到现有换热流体流速的3倍以上，成功提高冷冻能力。加上永久磁石的旋转，给与磁工作物质时，磁场的变化利用在系统外筒部分（铁轭）发生的涡电流的发热，将外筒部切成圆片，由于挟入绝缘体，可降低由于涡电流的发热，抑制热入侵量，在2003年已获得冷冻能力为60W9倍的540W性能。而且由于进行效率较好的热交换，在进行循环的热交换媒体（水）的流动方向上下功夫，降低压力损失，在抑制水泵动力的同时，目标减轻由于永久磁石旋转的磁阻力，马达的动力也减少，作为磁冷冻系统，成为当时世界最高效率达到COP1.8的系统。开发的系统各项目如下表。

2006年度开发的室温磁冷冻系统各项目

磁场发生源	钕（Nd）系忒斯拉
磁场强度	1.1 忒斯拉
磁工作物质	钆
热交换媒体	水 + 乙醇
运行周期	2.4 秒
冷冻能力	540W
成绩系数	1.8
本体尺寸	H410mm × W400mm × D390mm

此外，2007年度，注目于改善充填于发生热交换的磁工作物质导管内的流体状态，成功进行将温度从24°C降到19°C，温差为5°C的条件下，实现COP2.6的系统开发。

张焕芬摘自《エネルギーと动力》2016年春秋号（N.286）

三、地热能

1、法国为加速低碳化提出促进地热能的开发政策

据《ENECO》2016年2期报导，法国的洛瓦依亚尔环境可持续开发·能源大臣为了加速探索地热能等不受季节、气象和气候条件影响的稳定的可再生能源开发，从2015年1月开始实施以下支持。

（1）设定明确目标和适当切实的规划框架（GGA加盟国一致同意2030年目标，将利用地热能供电量提高5倍，供热量提高2倍的积极性。）

（2）资金动员（必须有对地质危险率的革新方针政策。法国在2015年率先创设DE-ODEEP保证金）。

(3) 推进技术合作（指出利用地质资源的供热网中的法国经验。在巴黎 20 万个家庭实施利用地热供暖）。

根据 IRENA 预测，GGA 在 COP 21 会期中，将会正式开始实施。

张焕芬

四、生物质能·环保工程

1、将塑料垃圾焚烧用于发电从 4 月开始作为一般垃圾收集

据《ENECO》2016 年 3 期报导，和歌山市从 4 月开始中止塑料制容器包装（塑料垃圾）的分选收集，作为一般垃圾收集，用于垃圾发电。据此，除可减少垃圾处理费约 1 亿元外，年间发电量可增加约 200 万 KWh，相当于 600 个一般家庭年间电力消费量。

该市从 2004 年起进行塑料垃圾分选收集，但分选方法是暂时分选，由于塑料轻，有从收集场所被风吹起等问题。现在一般垃圾也含有多量的塑料容器包装，没有彻底分选，将塑料垃圾作为一般垃圾收集，在排出时不会被风吹起，还有可增加发电量等优点。

市的焚烧设备“青岸能源中心”基础改造工程中，更新已老化设备，提高了发电能力。生垃圾水分多难燃烧，和塑料垃圾一齐烧可提高发电效率。该市已用“市报”和“再循环通讯”等告之市民，“再循环的综合能源情报杂志（家庭版）”在 3 月末已遍布全市家庭。

张焕芬

2、“生物质 eco 模式”新三件工作登录

据《ENECO》2016 年 3 期报导，兵库县在积极进行有效利用家畜屎尿和生垃圾、木屑、稻壳、麦秆等来自生物的可再生有机性资源（生物质）工作登录的“评语生物质 eco 模式登录制度”。已进行了大学环境（大阪府和泉市）、浜田化学（兵库县尼崎市）、长田产业（兵库县宍粟市）的 3 项登录。

该制度是以达到县生物质综合利用计划的目标而创设的制度，有效优先利用生物质工作登录，县进行积极的 PR 等支援、募集、每年度进行一次。

大荣环境构筑了和大户头、小商贩、小业主等合作的食品再循环圈。浜田化学公司积极进行生物柴油燃料（BDF）5% 混合轻油的生产和普及工作，长田产业积极进行利用有机性排水沼气发酵的能源利用。

根据登录，除将语言商标在再循环产业或企业小册子、企业内部主页或小册子等介绍外，还可在县召开的研讨会或讨论会等获得提供情报发表机会。

张焕芬

3、美环境保护厅提供美国下水处理设施的维持·大修费用 2,710 亿美元

据《ENECO》2016 年 3 期报导，美国环境保护厅（EPA）公开发表美国下水处理设施的维持·大修费用为 2,710 亿美元以上的调查结果。为了保护废水或雨水流出水域的健全性，配备下水处理设备和设施是不可少的。强化配备气候变动设施也是必要的，在调查中，EPA 和州等合作，详细调查了必要设施配备的有关水质公共卫生问题、设施解决策略、为了实施的详细费用、也估计了下水处理设施的维持·大修费用。

在总体费用中，为满足处理最低标准的下水二次处理设备费为 524 亿美元，还有可进行更高水平处理，氮、磷、氨、金属等非一般或有毒污染物的下水处理设备 496 亿美元，新设下水运送系统 445 亿美元，在雨天时防止雨水和未处理废水混合水流出的合流式下水道越流防止设备 480 亿美元，雨水管理计划 192 亿美元，再利用水配水设备 61 亿美元。

张焕芬

4、利用木质生物质认证 CO₂ 减排量

据《ENECO》2016 年 2 期报导，实施利用木质生物质的 CO₂ 减排量认证的鹿儿岛县，认证了在新南种子町河内温泉中心的木片锅炉设备的 CO₂ 减排量为 142t。

将木质生物质作为供热水和供暖等锅炉的燃料利用时，与使用化石燃料的情况相比，可减排 CO₂。县里将其作为环境贡献可视化，加深对防止地球环境暖化的认识，以图促进木质生物质燃料的利用。

该中心从 2007 年度起，为了在岛内所生产的木质生物质资源的有效利用和减少化石燃料的使用量，引入木质生物质木片锅炉，据此，达到减少使用燃油锅炉有关的煤油使用量，达到减少来自化石燃料的 CO₂ 排出量的目标。

张焕芬

5、在下水处理场进行消化气体制氢实证实验

据《ENECO》2016 年 2 期报导，埼玉县东松山市、月岛机械公司共同在东松山市高坂净化中心实施下水污泥处理过程中发生的消化气体制氢的实证实验，实证实验预定从 2016 年 11 月到 2017 年度实施。

下水污泥一般被焚烧或作为水泥原料化处理，作为能源利用尚未有。通过该实证实验，从下水污泥制氢，证实其作为能源利用的有用性。作为节减化石燃料利用或减排 CO₂ 做贡献的模式。

具体是将在下水处理场发生的消化气体精制，确认其浓缩性能。而且从精制的消化气体制氢，确认其可确保满足燃料电池车（FCV）燃料规格的氢质量（纯度和制造效率等），更进一步调查所制造的氢的利用可能性。

在使用时不排出 CO₂ 的洁净能源氢，可开展 FCV 或家庭用燃料电池等各种利用。而在用天然气或石油等化石燃料制造的氢有抑制 CO₂ 排出效果变小的课题。

张焕芬

6、使用完的纸尿裤燃料化装置

高级相位公司（鸟取县伯耆町、木材幸弘社长）是世界上开发“使用完纸尿裤燃料化装置（SFD）”的先驱者，并已进行实证实验。

纸尿裤使用后重量成为 3 倍，其发生量在日本全国年产出达 270 万 t。今后老龄化社会将会使其急速增多。难办的是由于含大量的水分，燃烧炉运行要加大负荷，目前全国燃烧炉的老化已成为深刻问题。即使在其它国家，新兴国家急速普及纸尿裤以求摆脱目前的填埋处理。

SFD 并未将纸尿裤作为垃圾进行焚烧处理，而是将其作为替代化石燃料进行再生的系统。其特征：①将纸尿裤投入聚乙烯袋后原封不动投入，将水分以外的物品全部作为干燥混合燃料提取出来，不会发生残渣等物品；②从破碎、干燥到高温灭菌处理，全部工程在单一的密闭槽内完成，排气由于经触媒除臭后排放，不会发生病原菌和臭气；③由于全部不使用水，一滴水也不会排出系统外；④由于是单纯的破碎，干燥处理，处理成本妥当。

从纸尿裤处理所获得的再生燃料，由于 60% 以上是生物质，可以说是对地球环境优的资源。①发热量 1Kg5,000 千卡以上；②投入重量的约 1/3 可转换成燃料；③成分适合于燃烧用，而且无臭；④利用高度灭菌处理，可确保完全安全性；⑤由于原料一定，所以品质稳定，是优质燃料。

为了进行 SFD 系统的普及，从分类收集到作为燃料利用，寻求构筑新的社会结构，政

府和有关业界、市民的理解和支持援助是不可少的。

张焕芬摘自《ENECO》2016年2期

7、小型生物质气化发电系统

生态工程技术公司（东京都墨田区，小屋敏行社长）以生物质利用的普及为主，开发了以不直接燃烧的生成气体为燃料的小型气化装置。该公司的气化装置有使用双塔式的特征，已取得专利。由于比现有的大型装置效率高，可望扩大用途。该公司考虑了利用这种装置的“可燃物气化发电系统”和超小型污泥发电系统”在工场或自治体利用的提案。

一般垃圾的废弃物固体燃料（RDF）设施在全国约有25个左右。其中，面向自治体将RDF炭化的提案是用可燃物气化发电系统。使用RDF炭化的燃料进行发电，不仅可提供所内利用而且可售电。出力300~1,000KW左右，700KW级设备费经试算大概3亿元左右。在燃料气化时，会发生焦油，但这种装置由于在用前处理炭化焦油，气体中不含焦油成分。

下水处理场的污泥可用作建设资材等，但由于要花处理费，特别是对中小企业、自治体也是财政困难的原因。近年，下水处理场进行3固体燃料化或生物质气体利用、气体的出售·发电、下水污泥发电等高度化工作。在中小自治体也进行了消化气体发电。

污泥由于含水率高，不能按原样燃烧，在超小型污泥发电系统，将用炭化炉处理的燃料进行部分燃烧气化发电。高含水率的污泥用自热型炭化装置和高温污泥热交换器所构成的装置，出力可达到20~50KW。由于是低压电力，也不需增加特别的设备。

张焕芬摘自《ENECO》2016年2期

8、湿润生物质的发酵干燥·能源独立炭化设备的开发——发酵干燥污泥的能源独立炭化

为了有效利用下水污泥那样的湿生物质，开发了和发酵干燥组合的炭化设备。该设备由利用好气性发酵的干燥工程和不使用化石燃料为热源（能源独立）的炭化工程构成。本文介绍其炭化工程。

炭化装置每小时可处理1t水分30wt%以下的干燥污泥。该装置进行外热式旋转炉和装置定常运行时，成为仅将污泥的热分解挥发成分燃烧的燃烧炉。炭化装置开始运行时，在燃烧炉燃烧A重油，在400°C以上加热炭化炉内，将水分约30wt%的下水干燥污泥慢慢提供给炉内。根据运行情况，用污泥处理量1.0t/d的炭化温度410~430°C，但不燃烧重油也能运行（能源独立）的条件是很清楚的。在该炭化条件下，炭化物收率约50wt%，发热量和炭含有率各自为约3,500KCal/Kg、35~38wt%。现在用该炭化装置，实施不使用化石燃料的能源独立运行，实施每一次约3周时间的连续运行。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2016年1期

9、湿润生物质的发酵干燥·能源独立炭化设备的开发——下水污泥的发酵干燥

像下水污泥那样的湿润生物质作为可再生能源或炭资源是非常大的供给源。但湿润生物质含多量水分，作为燃料等能源利用必须在使用前干燥，因此，开发了和利用发酵的干燥组合的炭化设备。该设备用从外部顺利加热发酵的好气性发酵热积极使水分蒸发的发酵干燥工程以及污泥挥发成分燃烧发生的热，构成二种炭化能独立炭化工程。以下报导发酵干燥工程。

在干燥工程，将投入的湿污泥用体积比和2倍的木片混合，做成发酵堆积山，堆积山内部的温度在数日间可急速上升到80°C，其后慢慢下降。污泥的水分，在温度下降时慢慢减少，用40~60天可从约80wt%降低到30wt%。发酵期间堆积山每7~10日重新倒堆将木片

筛分除去后，将干燥污泥提供给炭化工程。在发酵干燥过程的污泥性状变化和在发酵过程的温度、水分变化所波及的堆积山大小和对堆积山的通风量的影响也进行了论证。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2016年1期

10、在生物质混烧锅炉中的脱硝触媒劣化特性

在燃煤锅炉中对生物质混烧排气，为了解明 $V_2O_5 - WO_3/TiO_2$ 系脱硝触媒的劣化机构，用生物质燃烧灰和 KCl 、 $CaCl_2$ 进行了强制劣化试验。利用生物质燃烧灰的水泥浆的触媒湿式浸透试验结果，随着水泥浆中灰的浓度增加，脱硝性能下降变大。液体的水在共存的环境下，碱金属成分从用生物质燃烧灰向触媒移动，活性点被毒，发生化学劣化。在 KCl 空气溶胶（烟雾剂）曝露试验中， K 成分也从触媒表面内部扩散而且发生经时的化学劣化。在 SO_2 共存情况下的 $CaCl_2$ 空气溶胶曝露试验中， $CaSO_4$ 在触媒表面附近生成，阻塞触媒表面的细孔，促进阻碍反应气体扩散的物理性劣化。据以上分析，获得的碱金属和碱土类金属有各自的不同劣化机构的知识和见解。对加速脱硝性能劣化的生物质混烧排气，寄希望于耐性的某些脱硝触媒的开发。

张焕芬摘自《日本エネルギー学会誌》2016年1期

11、地区生物质利用手册在冲绳实证实验

据日刊《月刊废弃物》2016年2期报导，国际研究开发法人农业·食品产业技术综合研究机构（农研机构），在冲绳县金武町进行西南诸岛的地区生物质——家畜尿尿和农业村落排水污泥堆肥化和甘蔗等作物减化学肥料栽培的实证实验。农林水产业·食品产业科学技术研究推进事业是接受“构筑以西南诸岛的家畜尿尿为主的地区生物质有效利用模式（2012~2014年）”的研究补助费的项目。和堆肥一齐，如果使用沼气发酵消化液，可以减少约70%以上的肥料。该研究将成为“地区生物质有效利用手册”。

甘蔗是西南诸岛的基干作物，但长期连作等的影响使产量显著下降，成为该地区一大课题。一方面在畜产经营中，由于林业少等，在家畜尿尿的堆肥化中，进行必要水分调整的副资材明显不足，有家畜排泄物处理存在困难的情况。

张焕芬

12、以下水污泥为原料制造生物质燃料

据日刊《月刊废弃物》2016年2期报导，托克阿马集团公司的森建设公司（香川县さぬき市）正式开展以下水污泥为原料的生物质燃料“亨波斯托”的制造事业。是利用微生物的功能，使下水污泥发酵，干燥进行燃料化的制法，不使用化石燃料，可同时实现兼顾环境和降低生产成本。燃料可作为替代水泥工场等的热能使用。

该公司作为南部开发公司（香川县高松市）和托克亚马公司（东京都千代田区）设立合并公司后，已经取得产业废弃物处理业许可证，从2014年开始营业。2015年2月决定年间接受该县内下水污泥2万t，开始正式事业化。燃料化设施，在 $100 \times 400m$ 的工作楼内有23个发酵槽日可对应处理约80t。在生产过程中，原料中混入副资材木片，用鼓风机在背地里吹风，促进发酵，一周翻转一次，约40天完成发酵。用发酵热将原料水分蒸发，将约80%的水分率干燥至约30%以下，最后用筛子除去木片等，成产品化。

产品的燃料现在全部在托克亚马集团的水泥工场出厂。发热量每 $1Kg$ 2,300 千卡 (wet)，是煤的约30%~40%左右，投入约1t，在工厂可减少0.3t的煤使用量。

张焕芬

13、用于回收微细藻类的离心分离机开始运行

据《JEIT》2016年2期报导，三菱化工公司以筑波大学为中心，参与在产学共同活动的人类产业创成财团进行的福岛藻类计划活动事业。该事业推进藻类生物质燃料的实用化中必要的技术开发和策定其工作模式。与政府去年7月发表的“到2020年引入藻类生物质等生产喷射燃料”的指导方针相一致。

该事业的藻类生物质生产开发地点——福岛县南相马市的藻类培养基地，面向藻类生物质回收，采用该公司的分离板型离心分离机“三菱盘式分离器”，并已开始操作运行。每日从当地藻类培养液50m²，作为5~10%的浓缩液，回收藻类生物质。而且还有从培养液回收藻类生物质，成为澄清液的分离液，作为培养液再利用的计划，离心分离机可进行0.1μm~数μm微细粒子的分离，相当于数千~数万m²沉淀槽的处理，用稍小的1~3m³的设置场地便可实现此计划。

张焕芬

14、下水处理场生物质发电

据《ENECO》2016年1期报导，冲绳县在本岛的2个下水处理场引入生物质气体发电设备。利用下水处理过程发生的生物质气体（消化气体）发电，预计可减排CO₂20%。

生物质气体发电设备在本岛南部宜野湾净化中心（宜野湾市）和具志川净化中心（具志川市）建设。具志川设备预定2016年4月，宜野湾设备预定2016年10月各自开始运行。

发电事业者，宜野湾是卡列油脂公司生物质动力分公司（那霸市），具志川是NOSA生物能源公司。发电事业者在净化中心内建设发电设备，利用所发生的消化气体发电。发电电力以可再生能源固定价格收买制度为基础，出售给电力公司。具志川、在用地内设置太阳光发电设备，实施生物质和利用太阳光双重发电事业。

张焕芬

五、太阳能

1、美国民间开发的智能太阳能路

美国民间一对老夫妻 Scott Brusaw 和 Julie Brusaw 看到许多道路大面积地暴露在太阳光之下，于是产生了一个主意，在暴露在太阳光下的大面积道路路面安装太阳能光电板。这样，这些路面既能行车又能产生电能。路面产生的电能除了提供路段照明等用途外，多余的还能提供附近居民住宅使用。美国有非常大的路面面积，这样获得的能量将是非常巨大的。他们的想法得到美国政府的支持。2006年，这对老夫妻在爱达荷州 Sandpoint 市成立了只有他们两个人的公司“Solar Roadways Incorporated”，开始开发能用于太阳能路面的光电板。这是一款不同寻常的太阳能光电板，因为它需要符合多种技术要求，比如能承受重型汽车的碾压、耐磨、透明、防水、自清洁等多种功能。Scott Brusaw 兼任了这间公司的董事长和首席执行官。

2009年，他们的公司获得了美国运输部的小型商业创新研究（SBIR - small Business Innovation Research）资助10万美元作为第一期计划可行性研究的经费。2011年，他们再从运输部获取了75万美元作为第二期计划的经费。在第二期计划中，他们打算开发和建造一个停车场。同年，他们用太阳能路面的光电板建成了这个36英尺（即11公尺）长12英尺（即3.7公尺）宽的示范性停车场。太阳能光电板铺设在停车场地面的混凝土地基上，然后，再在太阳能光电板上覆盖六角形玻璃板。这些太阳能光电板成功地起到加热路面，防止积雪和冰块残留的作用。另外，还为停车场的LED（发光二极管）照明、发光的路面标线

和交通标志提供电源。根据 Scott Brusaw 的计算和估计，这些铺上六角形玻璃板的太阳能光电池能够承受 250,000 磅（即 110,000 公斤）的负荷。2014 年 4 月，Solar Roadways 公司开始在 Indiegogo 利用群众集资的方式筹备把他们的设计投入批量生产的资金。结果，这个集资活动为 Solar Roadways 公司筹备了 220 万美元的资金。Scott Brusaw 的计划吸引了许许多多的支持者，就集资者的数量而言，这是 Indiegogo 有史以来最广泛、人数最多的一次活动。著名明星 George Takei 的助兴大大推动了这次集资活动，因为 George Takei 背后有 8 百万拥趸。一时间，关于 Scott Brusaw 的视频节目在各地传播得沸沸扬扬，自 2015 年 11 月起，观看的人数已经达到两千万之多。2015 年 12 月，美国运输部宣布，他们已经与 Solar Roadways 公司签署了第二期 B 的小型商业创新研究合约以支持该公司的进一步研究工作。次年，Solar Roadways 公司再次获得美国运输部 75 万美元的资助。

Solar Roadways 公司的第一个对公众开放的太阳能路面示范装置设在美国爱达荷州 Boise 市市区的 Sandpoint 广场。这个试验性的示范装置仅是行人道而非供车辆行驶的道路，但也具有一定的历史意义。对公众开放的日期定于 2016 年 9 月 30 日。

黄汉豪摘自《WIKIPEDIA The Free Encyclopedia》

2、美国学术界对 Solar Roadways 公司太阳能路面可行性的探讨

Solar Roadways 公司太阳能路面的设想和研究开发工作得到了美国政府有关部门的鼓励和支持。美国运输部投放了资金，群众自觉集资支持了 Solar Roadways 公司的研究和开发。但是，美国学术界对这项设想和研究开发工作有不同的看法。

早在 2014 年，密歇根大学城市规划教授 Jonathan Levine 对 Solar Roadways 公司的太阳能路面设想在全国规模实施的可行性表示怀疑和忧虑。他认为，这样的构想在一个个别的城市、有限的区域也许可以实行，比如搞个停车场什么的。但很难大规模的推广。详情请参考他 2014 年 6 月 11 日在《Popular Mechanics》发表的文章，题目是《我们或许能建造太阳能发电路面，但值得吗？》（We Could Build a Solar Powered Roadway, But Will We?）

位于 Huntsville 的阿拉巴马大学首席科学家、气象学家 Roy Spencer 评议说，其实地面上可利用安置太阳能采集板的地方很多，比如房子的屋顶。现在还有许多房子的屋顶没有利用上。为什么一定要在难以保持清洁的道路路面上安置太阳能光电板呢？要知道，表面的清洁程度对太阳能光电板的光电转换效率是起着决定性作用的。详情请参考他 2014 年 5 月 27 日发表的文章，题目是《太阳能发电路面，十足的坏主意》（Solar Roadways Project: A really Bad Idea）。

《Scientific American》杂志记者 David Biello 提到：这个计划实施的困难在于材料的局限性。特别是太阳能光电板表面材料的选择。目前还没有一种玻璃能够做到钢化、自洁同时具有足够的透明度以保证玻璃底下的光电板能得到充分的太阳能辐射。详情请参考他 2014 年 7 月 10 日发表在《Scientific American》的文章，题目是《太阳能发电路面前的道路艰难》（Hard Road Ahead for Solar Freakin' Roadways）。

Sebastian Anthony 在著名的网络日志（博客 Weblog）《尖端技术（Extreme Tech）》上写道，按照太阳能发电路面设计者 Scott Brusaw 估算建造 12 英尺 × 12 英尺需要 1 万美元成本的说法，用太阳能路面光电板代替美国全部路面所需要的资金将高达 56 万亿美元，这是一个难以接受的天文数字。美国运输部在宣布他们已经与 Solar Roadways 公司签署了第二期 B 的小型商业创新研究合约以支持该公司的进一步研究工作，并给予 Solar Roadways 公司 75 万美元资助时提及，这是因为目前太阳能路面所用的光电板仍然需要手工制造，因而成本非

常昂贵。由此看来，太阳能发电路面的构想在使用中是否可行，依然是一个很大的疑问。

黄汉豪摘自《WIKIPEDIA The Free Encyclopedia》

3、不需外加能源的光控纳米机器人

香港大学化学系的一个研究团队以三年的时间，成功地研究、开发出全球第一个与人体细胞大小相仿的光控纳米机器人。这款纳米机器人的灵感来自大自然中一些绿藻，绿藻进化出最早的感光能力。这些微小的单细胞生物体可以感受到光射入的方向和强度变化，并朝着光源的方向运动，以进行更有效的光合作用。

在趋光性绿藻的启发下，香港大学的研究团队最终研究和开发出与绿藻相仿的光控纳米机器人。他们使用的纳米树结构，仅用硅和钛这两种廉价的、但具有高感光能力及带有电荷的半导体组成，这样就能使机器人接受光能驱动，并以光引导纳米机器人运动。这是首个开发以光为动力并证明其有效的成功范例。有关此项研究的文章已经在国际顶尖的科学期刊《自然 - 纳米技术 (Nature Nanotechnology)》上发表。

纳米机器人有多种用途，其中在医学上利用其体积与人体细胞相近以及以光导向控制移动方位的特点，将其注入人体，以准确地除去体内肿瘤细胞。或作为载体，携带标靶药物，在不损害良好细胞的前提下，把药物准确地输送到最需要的地方。纳米机器人还可以用来堵塞局部的血管，令癌细胞死亡。纳米机器人的出现将为治疗疾病提供许多新的机遇。

然而，面对纳米机器人真正投入实用，目前仍然存在许多难题。比如，由于这些纳米机器人的大小通常仅有几个纳米，大约使一根头发的五十分之一，如果要普通的电子传感器和电路整合到纳米机器人中，在技术上极其困难而且成本昂贵。另一个难题是，组成纳米机器人的硅和二氧化钛虽然广泛存在于大自然中，可以自然分解，对人体无害。但这两种物质赖以运作的溶液却对人体有害。因此，目前正在努力寻找这种溶液的替代品。

根据研究人员的估计，纳米机器人真正应用在医疗层面上仍需要十年左右的时间。当前，香港大学的研究团队正在寻找更多、更能有效应用的物料，尝试与医疗团队合作探讨纳米机器人在临床医学上的用途。

黄汉豪摘自《Academic Bulletin of Hong Kong University》

4、沙漠太阳能板自动清扫装置

未来机械公司是以“用最新自动工艺技术解决未来课题”，积极进行下一代自动化装置实用化的大学风险企业。目前，吸附型壁面移动自动化装置、管内自动行走型检查自动化装置等已成为在生产现场以外使用的自动化装置（下一代自动化装置），进行特别化研究开发，成为可特别在屋外也能使用的持有坚固驱体和机灵判断能力的产品。

一、太阳能板自动清扫装置的开发

目前最引人注目的产品之一是太阳能板自动清扫装置。日本 2012 年 7 月开始实施太阳光发电固定价格收买制度。目前成为第一的称为兆瓦太阳的大规模太阳光发电所已在全国各地建设。这样的工作不仅在欧美和日本，而且在世界各地广泛建设。其中在中东和北美等干燥地区，以人口增加和减排 CO₂ 为背景，含产油国都在扩大太阳光发电的引入和电站建设。这些地区年间大半是晴天，大概可获得日本日射量大约 1.5 倍的丰富日射量，是适合于太阳光发电的地区，这些多数是沙漠地区含有多量的微细沙尘，太阳能板容易被污染，而且几乎不降雨，没有利用雨清洗的效果。太阳能板 2 周便会受污染，发电电力每月下降 10% 以上，所以必须每月清洗一次。

该公司于 2008 年着手开发研究。创业以来在香川大学等合作下，产学联合开发了自动

移动清洗装置的结构和利用控制技术以及传感器技术的世界最早不使用水清洗技术，同时实现了可自动行走的太阳能板清洗自动化并已登录专利。

在沙漠高温和强日射，沙尘飞舞的过于严酷环境下自动作业的自动清扫机，不限于太阳能板的自动清扫，尚未发现其它类型清扫机，它实现了我们的挑战。在清扫过程中，在日射的影响下也会发生传感器动作错误，例如在太阳电池情况，乍一看，所规划配置的太阳电池板并未考虑在日本安装的误差比国外大是个大课题。对传感器，评价了所有的原理，在市场出售的产品由于不满足条件，多种传感器由该公司自行开发。将各自试制的传感器组装入自动清扫装置。在现场进行反复试验。也将这些循环进行重复多种试验，实现在屋外可稳定自由行走的自动清扫装置。

二、特征、原理、结构

(1) 特征：有以下 3 点。①不用水可除去沙尘；②不用将钢轨等安装于太阳电池板，可立即使用；③不用遥控操作，可在太阳电池上自动行走清扫。

特征①是与干燥地区最重要需要对应，在干燥地区，要获得水必须将海水等苦咸水淡化，要消耗大量的能源，与洁净电力思路相反，解决这个问题的技术是使用旋转电刷和鼓风机，可实现用小量能源进行高速操作的干燥清扫机。

特征②与敷设钢轨等轨道情况相比，有显著降低设备成本的优点而且能与各种现场对应。这种清扫机可用于数十 KW 到数百 MW 那么大规模的太阳光发电所的太阳光发电板的清扫。

特征③，一个操作人员可以同时使用多台自动清扫机，清扫效率飞速提高。因此，在屋外高温多湿，沙尘多而且日射强的过于严酷的环境下，自动行走是极其困难的，但用独创的传感器系统和控制算法以及机械设计技术解决了这些困难。

产品规格 1 例如下，每台自动清扫机用 10 日周期大概可清洗 2MW 规模的地方。

移动机构：车轮移动式

控制方式：自动控制/遥控操作（转换式）

基本移动速度：100mm/s

清扫机构：回转式刷扫（刷子）

清扫刷子有效幅度：1,000mm

清扫速度：200m²/h（典型陈列配置的计算例）

电源：交换式充电电池（运行时间约 2 小时）

尺寸：W1,160mm × L660mm × H250mm

重量：26Kg

自动清扫装置已在 UEA、沙特阿拉伯、卡塔尔等中东的太阳光发电所实际使用，也有在气温接近 50⁰C 的中东夏天使用实绩。不仅可将在过于严酷环境下用手操作的清扫作业解放出来，而且利用机械化使清扫结果稳定，已确认可大幅降低清扫成本。

今后将以太阳光发电正式化的中东、北美地区为中心，加速扩大这种自动清扫装置的普及。

张焕芬摘自《OHM》2016 年 4 期

5、和废料公司签订在公共设施屋顶发电合同

据《ENECO》2016 年 3 期报导，将公共设施屋顶租给民间事业者进行太阳光发电的“屋顶租借”事业的淡路市从 1 月 25 日起，和从事可再生能源的“废品能源咨询公司”（广

岛市) 在市政府签订协议书。根据协定, 在地区的 10 个市属设施屋顶设置共约 1,088 块太阳光发电板, 出力 223.04KW, 合同时间 20 年。目标从今年节假日最多的星期前后开始利用。电力由该公司出售, 市从该公司获得年间 35 万 6,000 元的屋顶租金。

该公司已在县内加东市、宍粟市等 4 个自治体进行同样租借事业。淡路市在全国有关自治体属第 87 个实施, 应募者仅是“废品”公司, 但该公司已在各地着手实施同样事业, 已有很多实绩。

该公司的思田英久社长称赞在日本日照时间有数的淡路市是完全可完成其事业的。作为可见面子的企业, 得到市政府的微力合作。门康彦市长说: “该事业是可以大力推广的可再生能源引入事业”。

张焕芬

6、美国能源部支助 1,800 万美元开发太阳光能贮藏技术

据《ENECO》2016 年 3 期报导, 美国能源部 (DOE) 为了开发和实证组人在夜间或阴天也可提供电力的电力贮藏系统的太阳光能技术, 公布支助 6 个计划共 1,800 万美元。

美国在奥巴马政府的“太阳发射倡议”前提下, 积极进行用低成本提供太阳光能。前些日子, DOE 发表了着手提高电网回复力、可信赖性、安全性的“网络·调节·倡议”。这次助成计划是以倡议作为一环进行实施, 利用因达网连接型的换流器, 积极进行智能大型建筑物、智能家电、通信以及控制系统连动的太阳光发电和电力贮藏技术的研究开发。

计划由公益电气事业者主导或合作, 实施含 1 年以上的现场实证实施。根据计划, 在全国的输电网, 可期望持续追加有数百十亿瓦的太阳光能。

张焕芬

7、大和住宅集团在和歌山建设的兆瓦太阳光发电所开始营业运行

据《ENECO》2016 年 3 期报导, 大和住宅集团的大和租约公司 (大阪市) 在和歌山建设的集团最大出力 21MW 的兆瓦太阳发电所“梦太阳和歌山市”已完工, 开始了以可再生能源固定价格收买制度为基础的售电, 全部电力出售给关西电力公司。

大和租约公司作为发电事业者, 承担 20 年的运营管理, 大和住宅工业公司负责设计、施工, 大和生活服务公司负责维持管理。从建设到运营由同一集团公司一气贯通实施。初投资额约 65 亿元, 年间发电量约 2,357 万 KWh, 相当于 4,980 个一般家庭年电力消费量。售电额预计年间约 8 亿 4,800 万元。售电收入的 3% 用于和歌山市内公园, 绿地和公共设施的配备等。

大和住宅集团还从事利用风力、太阳光、水力等的发电事业, 今年 2 月初总出力已达到 160MW, 计划到 2018 年提高到 200MW。

张焕芬

8、世界最大的水上兆瓦太阳发电所动工

据《ENECO》2016 年 3 期报导, 京陶瓷和东京世纪租约公司共同出资的京陶瓷 TCL 太阳合同公司, 开始在千叶县内建设世界最大的水上兆瓦太阳发电所。协和艾克西奥在山梨县内建设的兆瓦太阳发电所已完工, 从 2 月开始营业运行。

京陶瓷 TCL 在千叶县市原市的山仓水库开始建设的水上型世界最大级出力约 1 万 3,700KW 的“千叶·山仓水上兆瓦太阳发电所”。是在千叶县企业厅管理的工业用水专用的山仓水库约 18 万 m² 的水面, 设置京陶瓷生产的约 5 万 1,000 块太阳能电池模件的计划。目标 2017 年度运行, 预计年间发电量约 1,617 万 KWh, 相当于 4,970 个一般家庭年间电力消费

量。用洁净的太阳光发电，预计年间可减排二氧化碳（CO₂）8,170t。

进行兆瓦太阳发电所的开发，可减少地上的事业用地，该公司注目于利用水库或水塘等未利用水面的开发。2015年3月在兵库县加东市建设约1,700KW太阳发电站，同年6月在该县加西市建设约2,300KW水上兆瓦太阳发电站。目前，日本国内有很多水库或水塘、调节水池等，该公司连续积极推进水上太阳发电所的建设和引入。

协和艾克西奥公司在山梨县韭崎市建设的“祖母石太阳发电所”（最大出力约1,180KW）已完成，从2月开始售电。它是在该市内租借的用地（约1万4,000m²）设置约4,400块太阳电池模块，年间发电量预计120万KWh，相当于约350个一般家庭年消费量。

该公司目前已有11个太阳光发电设备，其中兆瓦太阳发电所7个

张焕芬

9、租用下水处理场屋顶的兆瓦太阳发电站开始运行

据《ENECO》2016年2期报导，设置于富士下水处理场“东部净化中心”屋顶的大规模太阳发电所（兆瓦太阳）已建成并开始发电。将下水处理场屋顶作为发电所可促进可再生能源有效利用。

在市公开招募的“终末处理场屋顶租用太阳光发电事业”是作为太阳动力网（SPN·东京）和JAG国际能源组织共同事业者选定的。SPN进行设计·开发，JAG承担建设任务。东京净化中心是从市里租供，设置太阳光发电设备，进行发电事业。

设置汉法销售公司生产的4,312块太阳光板，出售约1.1MW，预计年发电量1,072KMWh，其发电量相当于300个一般家庭年间电力消费量，发电电力以可再生能源固定价格收买制度为基础，全部出售给东京电力公司。

SPN和JAG的共同事业从去年3月在该市内的西部净化中心建设太阳光发电所（出力约1.2MW），已开始发电。由于东京净化中心开设太阳光发电所，两个发电所共同进行2.3MW的发电。

张焕芬

10、用太阳光发电使电车运行的智能交通系统起动

据《ENECO》2016年2期报导，羽村市开始智能交通系统“AZEMS（埃塞姆斯）”的运用。将设置于市政府房屋顶上的出力50KW太阳光发电设备发出的电贮于蓄电池，提供给市的公共汽车使用。

“AZEMS”是“All Zero Emission Mobile System”（CO₂排出量为零的交通系统）的头一个文字组成。蓄电池的电也能提供给一般电车使用，在市政厅停车场设置，专用急速充电设备到3月末免费开放。设置于市政厅西厅房和西边分开房间屋顶的120块太阳光发电板的发电量每日146KWh。年间发电量相当于15个一般家庭年消费量约5万3,280KWh。据此，年间可节省132万电费，减排29.3万t CO₂。

不向EV提供的剩余电力在市政府中利用，与电力降峰实践联系在一起，一般EV用的充电设备除用于便携式电话的充电外，在灾害时也可从蓄电池对避难所供电。

张焕芬

11、兆瓦太阳发电所开始运行年发电量相当于839个一般家庭年用电量

据《ENECO》2016年2期报导，大仙市设置的大规模太阳发电所（兆瓦太阳）“大仙市柏台太阳光发电所”已正式运行和开始售电。

第一、第二发电所建于约8英亩的市属地，作为积雪对策将1万2,716块太阳板设置于

地上 2m 高处，年间发电量约 3,021MWh，相当于 839 个家庭年用电量，售电量预计约 2,968MWh，以可再生能源固定价格收买制度为基础，全部出售给东北电力公司。

在设备内备有可持续运行的 4 台蓄电池，在灾害停电时可作为非常用电源供避难所使用。

去年 7 月和京东世纪租赁公司签订 20 年租赁合同。设施的建设、维持管理等由该公司进行。市用租借的发电设备发电、售电。市租约科在该公司支付 20 年约 20 亿 9,000 万元，预计契约期间向东北电力公司售电总额为 23 亿 1,000 万元，扣除租约科和管理费等的收益金，有效用于市环境事业。

栗林次美市长说：“太阳光发电事业，民间广泛希望获得。目标尽快建成负荷少的城镇”。

张焕芬

12、埃佛拉食品公司技术研究所的太阳光发电系统开始售电

据《ENECO》2016 年 2 期报导，埃佛拉食品公司（横浜市），在该公司技术研究所（神奈川县大井町）用地内设置太阳光发电系统，从 1 月开始用可再生能源固定价格收买制度（FIT）售电。发电量预计年间 64 万 6,000KWh。其量相当于约 180 个一般家庭年间电力消费量。投资额 1 亿 6,000 万元，售电收入年间约 2,000 万元。

该公司在津江工场（冈山县）进行太阳光发电，二处合计发电量约 122 万 1,000KW，其量相当于 339 个一般家庭年间电力消费量。

该公司在 2008 年策定“环境基本方针”，在 2015 年策定“埃佛拉食品集团行动指针”，积极进行节能、省资源、再循环等环境对策工作。

张焕芬

13、突破太阳电池界限的新技术 FUTURT - PV Lnnovation

在可再生能源中，扩大引入惊人的太阳电池中，市场占有率 90% 以上的硅太阳电池能源转换效率 10 年以上停滞不前，根本的工作是必不可少的。访问了以转换效率 30% 为目标的文部科学省“革新的能源研究开发据点形成事业”“FUTURT - PV Lnnovation”的研究开发现场。

(1) 建于福岛的革新的能源研究开发据点

2014 年世界太阳电池市场为 40GW（4,000 万 KW），到该年末的累积引入量世界已扩大到 177GW（1 亿 7,700 万 KW）。而占世界太阳电池生产量约 50% 的日本占有率却降低到 15%。在此背景下，中国生产厂利用便宜的太阳电池攻势，在世界市场，在和日本竞争中，已掌握了用不易模仿的高效率，开发可靠性高的革新的太阳电池关键。

现在，实用大小（100cm² 以上）的最高水平结晶硅太阳电池转换效率已经超过 25%，但结晶硅太阳电池转换效率理论极限是接近 29%。实用水平的结晶硅太阳电池量产电池转换效率却止于 20% 左右。要使太阳电池更进一步高性能化，打破其极限，必须引入突破的新技术。

文科省“革新的能源研究开发据点形成事业”作为福岛复兴事业的一环，2012 年 7 月起动。该事业的特征是研究开发据点设于产业技术综合研究所·福岛可再生能源研究所（FREA）内。在 FUTURE 研究据点，太阳电池领域的高级研究者参加规划。一体推进从有关超高效率太阳电池的基础到实用化的研究开发。以小长井诚·东京都市大学教授的研究总结为基础，帕纳索尼克公司、卡内卡公司、三菱电机等企业参加规划，以创出使硅太阳电池

的能量转换效率飞速提高的革新的太阳电池“纳米系太阳电池”为目标。研究期间 2012 年~2017 年 3 月。

(2) 纳米系太阳电池

在小长井先生的实验室设施内，引入最尖端的实验设备和模拟装置。也有中国、泰国、越南、乌克兰加盟共和国等国的博士研究生进行实验工作。到 2016 年末，目标实证转换效率已达到 30%。

① “纳米系太阳电池”是什么东西

一般，在太阳基板面备有平行平面状的 Pn 接合面（在半导体中，P 型领域和 n 型领域接合部分），但纳米系太阳电池备有纳米大小直径的微细突起状的半导体，是人头发毛的 1/100,000 大小，长数微米，由纳米磁性油墨编码器最尖端的纳米技术进行加工而成。Si 纳米系兼有将反射光关在里面，抑制反射的功能。调整硅的带式间隙（在结晶的能带结构中的禁制带能源宽度。其宽度影响半导体的特性）。以高性能多接合型硅太阳电池的应用为目标。

必须降低硅薄片（成为半导体元件制造材料的薄片的圆盘状板）的制造成本。作为高质量硅结晶生产法，切克劳斯基晶体生长法（CZ 法）是主流。此法从 22cm 的硅结晶断面可以制造标准尺寸（15.6cm × 15.6cm）的薄片。2015 年 11 月，开发新的生产方法，制造最大直径 45cm 以上的硅锭（加工前形成一定单纯形状的原料块），最早制成世界最早的单结晶体，可望降低生产成本。从硅结晶断面只能取一块，如果能够确立取 4 块的技术，纳米系太阳电池薄膜的生产成本大概可降低 30%。

② 纳米系太阳电池的优点

用硅提高划时代效率是可能的。硅在地球上第二多元素，存在量取之不尽，市场价格也非常低。在日本产业，接受回归生产的产品，可维持强的竞争力。

③ 在商业工作中，优点特别大

目前是不能打破中国生产厂的垄断状态。研究开发由大学进行，很多的日本企业正面对各种顾客的咨询服务。美国和欧洲也在前 10 年，以目前的技术为基础，描述其商业战略。如果在 2030 年以后，仍没有超越的技术开发，技术进展滞后。企业提出进入市场要花费 10 年时间，所以 5 年前要有研究结果。

(3) 比现有火力发电便宜的电力挑战

NEDO（新能·产业技术综合开发机构）的“革新的太阳光发电技术研究开发”，2014 年 9 月策定了太阳光发电的新技术开发指针“太阳光发电开发战略（NEDO PV Challenges）”。中国生产厂的市场占有率扩大和引入固定价格收买制度等，随着太阳光发电状况的变化，发电成本目标在 2020 年为 14 元/KWh，2030 年为 7 元/KWh。

小长井先生说：“将表示太阳光强度的‘lsun’单位用瓦数表示是 1,000W/m²，在 1sun（没有集光）的状态，如果转换效率达到 28%，利用 5 倍到 10 倍的低倍率集光，转换效率有可能达到 30%。预定进行实证试验，如果实现超高效率发电，每 1KWh 售电价 7 元是可能的。”

利用提高转换效率降低成本，不仅可增加发电电力而且初投资、土地租用费、运行维持费等也可有效降低。预计到 2030 年以后，支援将来有希望的新技术感到是相当有希望的。

张焕芬摘自《ENECO》2016 年 2 期

14、用 CIS 技术达到转换效率 22.3%

据《JEIT》2016 年 2 期报导，太阳开拓公司和国立研究开发法人新能·产业技术综合开发机构（NEDO）通过共同研究，使 CIS 系薄膜太阳能电池的电池能量转换效率达到 22.3（电池大小约 0.5cm²），达到世界最高纪录。该纪录比过去的薄膜太阳能电池世界纪录 21.7% 提高 0.6 百分点，该数值已由德国布朗霍夫研究机构验证。CIS 薄膜太阳能电池有在高温下发电效率也不会降低等优良的发电性能。与结晶硅系太阳能电池相比，在实际设置环境下，可获得高的发电量。

张焕芬

15、最早策定恰当引入事业用太阳光发电设备基本指导方针

据《ENECO》2016 年 1 期报导，山梨县策定了促进太阳光发电设备恰当引入的基本指导方针，在平坦地区少的县内，连续在山地或农地设置，明显存在对防灾、景观、环境的恶劣影响。为了避免这种苦恼，要求在设计阶段出示研讨事项。考虑促进事业者的自主工作，都道府县策定了最早的基本指导方针。

成为对象的是设置出力 10KW 以上和事业用太阳光发电设备（除对建筑物设置外）的事业者。规模大小随森林采伐计划，如果有损景观和环境，产生塌方或河流泛滥等危险，而且设置场所的土沙流入农地的情况也会发生。因此，基本指导方针要避免选址范围或安全对策等所必须遵守事项，要取得村镇居民一致同意等。

在县内运行的事业用太阳光发电设备到 2015 年末，出力基数约 25.6 万 KW。但是，受可再生能源固定价格收买制度认定的设备是约 134.6 万 KW。今后随着设备数量的不断增加，必定会发生更多另人担心的事情和问题。

张焕芬

16、官民合作在水处理设施上部设置太阳能电池板

据《ENECO》2016 年 1 期报导，在横浜市水处理设施“西部水再生中心的设施上部设置的大规模太阳光发电所（兆瓦太阳）已开始运行。设备容量 1,073.28KW，是最大规模太阳光发电事业。在该中心设施上部 1 万 137m² 设置 4,128 块太阳光发电板。预计年发电量约 115 万 KWh，其发电量相当于 320 个一般家庭年消费电量。

民间的共同事业者在市属地，设置太阳光发电设备发电。发电电力以可再生能源固定价格收买制度为基础出售给电力公司。共同事业者用自己的资金进行设备的设置和管理，横浜市没有出资。在灾害时作为西部水再生中心应急对策事务必要的非常用电源使用。

在神奈川县内，神奈川水再生中心继续进行太阳光发电事业，成为第二个共同事业方式。共同事业者是马渊建设公司和协电兴产的共同事业体“马渊·协电特定事业共同企业体”。共同事业者除借地款外，作为售电交纳金，每年向横浜市交纳约 350 万元，共交纳 20 年。

张焕芬

17、有机系太阳能电池实用化开始在新沢市实施低光量发电的长期实证实验

所沢市和有机系太阳能电池技术研究组合（RATO）签订有关有机系太阳能电池实用化为目标的实证实验合同。预定在 2017 年 2 月末在所沢市西武新宿线航空公园站前开始长期实证实验。设置利用有机系太阳能电池的自发光感应灯 49 套，探讨实用化课题。

有机系太阳能电池与硅等的一般太阳能电池不同，具有低成本，即使在任何地方或室内等低日射或低光量地方也可发电的特性。是世界上在实用化中一直在激烈争论的下一代型太阳电

池。是今后发展所期待的先进技术之一。在这次实证实验中所使用的有机系太阳电池“色素敏化太阳电池”，由 RATO 在国立研究开发法人新能·产业技术综合开发机构（NEDO）”主导下进行实用化。

实验中所设置的自发光感应灯是组装入蓄电机功能的纵横 15cm，厚 3cm 的太阳电池，在日中蓄电。连接长约 80cmLED 管从日落到日出点亮绿光灯。实证实验在该站前的圆型场地的烟田部分混凝土路缘石设置 29 套灯，在该公园站前交叉点的步行道中央种植带的路缘石设置 20 套。

该市 2015 年 7 月在东京都内进行的职员视察太阳光发电时和 RATO 结识，探讨了有机系太阳电池实证实验场所。该市策定“节能城镇所沢市构想”，全力积极引入可再生能源等。在所指定的避难场所的所沢市航空纪念公园附近的该公园站前进行实证实验。

RATO 的田中千秋理事长热情提出“有机系太阳电池，日本处于世界领先地位，RATO 是产学官合作的日本团体。打出节能城镇构想和意志高的所沢市组合，起动确实的实证设备。完成世界的巨大市场”。

该市环境政策科说：“设置场所在市民很多的通道场所，对引入·推广可再生能源的关心将会起到深刻作用”。

张焕芬摘自《ENECO》2016 年 1 期

18、钙钛矿太阳电池研究开发动向

使用有机无机材料混合的钙钛矿结晶的太阳电池，自 2009 年有报告以来，在短短 6 年间，其能源转换效率已超过 20%。转换效率有逼近目前的硅太阳电池之势。更有可以用低温、溶液工序制造元件等优势，是应该受瞩目的下一代太阳电池材料。本文以在低温溶液工序制造无滞后作用，可靠性高的钙钛矿太阳电池的方法为中心，介绍钙钛矿太阳电池的现状。

一、所谓钙钛矿太阳电池

将卤化铝系钙钛矿（以下钙钛矿）用于下一代太阳电池的试验，在 2009 年初进行，3 年前其光电转换效率已超过 10%，钙钛矿太阳电池的研究开发在世界各国急速发展。钙钛矿太阳电池可用涂布等低温工序制造，用约 500mm 左右的厚度几乎可将 100% 的光吸收。由于可获得 1V 左右和比其它太阳电池特别高的开放电压，作为便宜、高效率的下一代太阳电池的有力候补，在各国进行了活跃的研究开发，在 2015 年其转换效率已超过 20%。

由于获得高光电转换效率的物质有数据分散性大，再现性低等问题。例如，在相同制造条件中，也有转换效率分布广的报告。而且在钙钛矿太阳电池中，利用电压扫引方向等测定条件，所获得的光电转换效率不同的现象（滞后作用）也被观测到和被指出。目前报告中高的转换效率的可靠性也另人担心。在多次测定中，元件劣化和耐久性问题也多，实际上作为钙钛矿太阳电池材料本身的半导体的电气性能，要进行评价也是困难的。面向钙钛矿太阳电池的实用化，未解决的课题堆积如山。

二、钙钛矿太阳电池的基本构造

钙钛矿太阳电池是色素敏化太阳电池或有机薄膜太阳电池之一，其名来自钙钛矿结晶结构。光电转换层，以有机无机钙钛矿结晶所知的卤化铝甲基铵（ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$ ， $\text{X} = \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}$ ）为中心构筑的，主要电池构成和特征如图 1。

钙钛矿太阳电池本来是从色素敏化太阳电池研究派生的，与初期的色素敏化太阳电池有相似的纳米结构（中间多孔结构）型进行较好的研究，然后是去掉中间多孔层的最单纯薄

膜形平面结构。显示出钙钛矿太阳能电池机能没有问题。其后由于有机薄膜太阳能电池（OPV）的研究者参加，提出逆构造型。

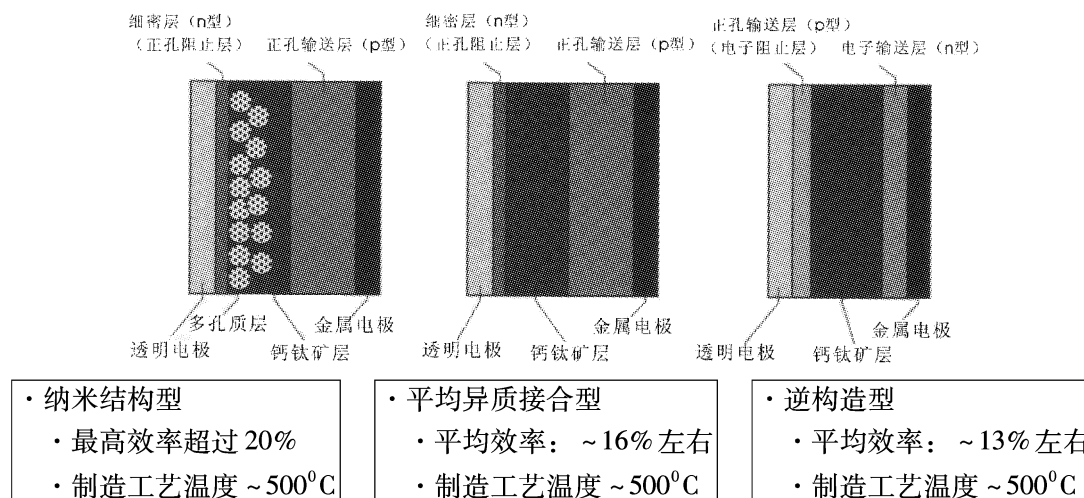


图 1：钙钛矿太阳能电池的主要结构和特征

所有这些钙钛矿太阳能电池结构共同的基本发电机构都是利用光照射在钙钛矿层，电子和正孔被激发。电子通过 n 型层，正孔通过 p 型层，在各自的电极被分离，是发挥电势。逆构造型的钙钛矿太阳能电池可以在低温溶液工艺过程制造，而且在出力特性方面，难出现滞后性的优点较多，但转换效率目前平均只有 13% 左右。比其他类型太阳能电池差些。但是钙钛矿太阳能电池正在研发中，上图所示的各种结构以后会怎样发展尚难预测。目前一些研究人员正在利用 OPV 获得的知识，利用简单的低温工艺挠性元件，注目于单纯的平面结构，目标实现无滞后作用的耐久性也优的可靠性高的设计，积极进行利用低温溶液工艺的逆结构型钙钛矿太阳能电池的制造。

三、高可靠性钙钛矿太阳能电池

利用低温溶液工艺过程的钙钛矿太阳能电池的制造方法是在模型完工 ITO（透平导电性）基板上，利用自转层法轮流堆积孔穴输送层（PEDO: PSS）、碘化铅（ PbI_2 ）、碘化钾基铵（Methyl Ammonium Iodide: MAI）、电子输送层（PCBM）、电子选择层（ESL），最后将电极材料（Ag）蒸镀（真空镀敷）完成。成为主要的钙钛矿层，用约 100°C 进行退火处理的一种固相反应，将堆积的 PbI_2 层和含数个百分比的氯的 MAI 层合成。由于工艺过程温度最高也只有 120~140°C 左右，例如在塑料基板上制造钙钛矿太阳能电池，制造挠性太阳能电池都是可能的。

钙钛矿的合成法由于是在已开发的现有相点扩散法（Interdiffusion method）添加含氯材料的新合成法（Cl-mediated Interdiffusion method），可实现耐久性良好，再现性优良的高可靠性钙钛矿太阳能电池。但现有的相互扩散法不能进行再现性良好的控制钙钛矿结晶化过程。在多数表面形成大的隆起状结构，难形成适用于薄膜太阳能电池平滑的钙钛矿层。但添加小量氯化钾基铵（MAICl），由于引入氯，可容易获得平面结构。

四、钙钛矿太阳能电池的稳定性

用短路状态和开放状态将用上述方法制造的太阳能电池，经过约 2 小时的疑似太阳光照射，进行出力交互测定，元件的出力电压（ V_{oc} ）几乎没有变化。关于短路电流（ J_{sc} ），用现有的相互扩散法制造元件时会慢慢减少，很清楚所有的劣化都有急速进行，而且添加氯

的相互扩散法制造的元件，相互扩散法制造元件没有显著劣化，已被判明有优良的稳定性。而且将添加氯的相互扩散法制造的元件，在通常的室内保管，定期测定出力特性，将时效变化进行校对，经过约半年时间，判明其可维持初期性能，也已确认没有滞后作性。依据测定条件，在所有测定条件下，经常可获得一定数量的出力。

由于有如此高再现性和稳定性的元件，在连续光照射下，也可进行各种详细的分析工作。今后，面向钙钛矿太阳电池的实用化，期待目前尚有困难的工作机构或劣化机构的分析有大的进展。

五、今后课题

由于利用添加氯的相互扩散法的钙钛矿薄膜的合成可靠性优的钙钛矿太阳电池，可用低温溶液实现，而且发电效率目前已达到 15% 左右。今后利用成膜工程最佳化，可望更进一步提高效率，将来即使用低温溶液工艺转换效率也会超过 20%。而且用低温工艺制造的钙钛矿太阳电池，用重涂于现有的其它太阳电池方法制造也是可能的。例如，将钙钛矿太阳电池做成顶层，将硅太阳电池做成基础层的串联式太阳电池，可实现转换效率超过 30% 的目标。

关于元件的耐久性，还未达到实用水平，是今后最大的一个研究课题。

张焕芬摘自《OHM》2016 年 3 期

六、风能

1、小型风车和太阳光一体化混合街路灯

据《ENECO》2016 年 3 期报导，NIN 公司在支持汽车车轮的轴瓦中，将世界最高市场占有率的发动机动力传送到轮胎的主动轴承提高 2 位数，在面向产业机械中，在用于航空机械和铁道车辆、风力发电装置等的精密，大形轴承中，也获得高的市场占有率。在近 100 年的历史中，通过培育轴承的小型、轻量化和低摩擦化，长寿命技术，对社会节能做贡献。

在丹麦“NTN Transformation for Next 100 ~ 风力革命 ~”中，展出了有效利用革新的高效率叶片，能源效率和发电效率高的与自然能有关装置。开发了在高速路收费站使用的小型风车（开发中）、小型风车和太阳光发电装置一体化的混合街路灯、微型水车（开发中）等。

该公司目前将已培育的技术和各种技术技能应用于新领域，继续为解决地球环境问题和能源问题做贡献。

张焕芬

2、实现高效率电力转换的小型风力发电用动力调节器

据《省エネルギー》2016 年 3 期报导，安川电机公司利用长年培育的能源转换技术，将可适用于小型风力发电系统的动力调节器“Znewell - WIN”系列形成新的系列。该公司通过和各种电力公司的系统连接，实施样品提供，由于目前已有丰富的实绩，已产品化。

该产品由于将风车入力特性的电力转换表设 32 个点，可仔细设定符合各种风车特性点，控制电力转换的损失，能够更有效进行电力转换，有 IP65 的耐环境保护性能，即使在重盐害地区（离海岸线 500m 以内）也可使用，此外，在风车生产厂，如果取得另一种小型风力发电系统的 NK 认证，则能够与 FIT 对应。为了适应各种用户的需求，凑合了 4.5/5.8KW 的 2 种机。

张焕芬

七、新题录

1. 用于介质热传导的特有的 Orthogonal 分解分析法，Xiaowei Gao 等，《Journal of Heat Trans-

- fer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
2. 低蒸汽压状态下的液滴分离特性和液滴冷凝热传递, Rongfu Wen 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 3. 采用微孔涂层铜管强化水的池式沸腾热传递, Seongchul Jun 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 4. 预测紧凑型热交换器热力性能的多量程计算流体动力学方法, A.Ciuffini 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 5. 相变物料流化床与固定表面之间传热系数数学模式的建立, María A. Izquierdo – Barrientos 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 6. 从污染预测的角度看精炼炉的耦合热传递, T.Pedot 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 7. 毫米级封闭圆柱体内相变物料强化添加剂熔化及其向内凝固特性的实验研究, Md Mahamudur Rahman 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 8. 多重管壁的碳纳米管 – 纳米水流体的热力、电力特性测量, Abdullah Al – Sharafi 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 9. 非灰色气体的耦合热辐射和混合对流, M.Atashafrooz 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 10. 用于热界面的泡沫状金属热力和机械模型的建立, Ninad Trifale 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 11. 用于地面的毛细管泵循环回路的瞬时模式, Nicolas Blet 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 12. 于轨迹远程数据检测比较分析的 SCD – 1 人造卫星温度的长周期演变, Andreia F.S.Genaro 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 13. 折射指数线性变化的表面平行厚板的边界强度研究, Vital Le Dez 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 14. 平板或半圆端面的垂直放置短圆柱体表面膜状沸腾传热的数值研究, Rubén Arévalo 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 15. 不同含水量和压榨程度的纸巾导热率的测量和数值模型的建立, Matthew W.Chastagner 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 16. 环状物中粘性流体热传递问题的分析解, E.K.Vachagina 等, 《Journal of Heat Transfer》, July, 2016, Volume. 138, Issue. 7
 17. 整合到热阻网络中的热电冷却器性能的无量纲优化, Matthew R.Pearson 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 18. 降膜型平板翅片冷凝器/再沸腾器热传递特性的数值分析, Yuanyuan Zhou 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 19. 外部核状沸腾中仿钻石碳涂层平滑和翅片管的强化热传递和污染倾向, M.Reza Malayeri 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 20. 二氧化钛 – 水纳米流中纳米颗粒成分和气泡大小对沸腾热传递影响的数值和实验研究, Cong Qi 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 21. 六角形排列的微通道嵌入式散热器的流动沸腾, Shubhankar Chakraborty 等, 《Journal of

- Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
22. 沿圆形管往上流动的超临界流的湍流 Prandtl 数新关系式, Mahdi Mohseni 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 23. 选择性激光烧结模拟中粉末有效导热性的计算, Daniel Moser 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 24. 单相和两相涡流的计算流体动力学模拟 - 流场和能量分离的比较, Gaurav Sharma 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 25. 内部水循环的熵壁结构设计, Michele Trancossi 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 26. 通过对流翅片树结构的生长优化功能级金属矩阵散热器性能 Jacob Kephart 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 27. 热物理学和几何学对三维集成电路热性能及其优化的影响, Fatemeh Tavakkoli 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 28. 金属纳米粒子二元流的热衍射, Heriberto Vasquez Carrasco 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 29. 接近热不平衡状态下嵌入多孔介质的圆柱体的较低滞流点的混合对流边界层流动, Haliza Rosali 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 30. 环境压力对冷表面水滴冻结过程形成的影响, Zheyang Jin 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 31. 用使非弹性流体变稀疏的切应力强化层流传热过程的研究, Ajay Chatterjee 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 32. 用中子成像技术检验液态氢的可湿性, Vinaykumar Konduru 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 33. 屏面薄层对液滴诱发膜流体动力和热传递的影响, Taolue Zhang 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 34. 冷凝和蒸发过程中液滴合并的高速等离子共振 (SPR) 反射映像, Vinaykumar Konduru 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 35. 两个相邻水喷射同时沸腾的形象化和热传递的研究, Jungho Lee 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 36. 通过改变表面结构抑制两相微通道液体干燥的方法, Yangying Zhu 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 37. 薄膜蒸发纳米多孔膜的湿度控制, Kyle L. Wilke 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 38. 加热表面的氧化铝纳米液滴的蒸发特性, Dae Yun Kim 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 39. 计数器旋转涡流的实验和数值形象化技术, Jeongmoon Park 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 40. 在可湿性极限的液滴冲击的多变性, Adam Girard 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 41. 可湿性对饱和水发生池式沸腾初期状态的影响, Jinsub Kim 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8

- fer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
42. 加入石墨作为热介质材料的液态金属合金的热力性能, Gen Li 等, 《Journal of Heat Transfer》, August, 2016, Volume. 138, Issue. 8
 43. 预测导热介质中衰减热源最佳间隔的通用化关系式, Young - Jin Baik 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 44. 表面结构强化的微通道流动沸腾, Yangying Zhu 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 45. 共沸混合物管内冷凝的计算机模式, Malcolm Macdonald 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 46. 亲水性和憎水性微间隙冷凝蒸汽流的可视性和热传递测量, Xi Chen 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 47. 取决于阵列容积比列的垂直排列碳纳米管阵列热传递特性, Yang Zhao 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 48. 带热源的矩形封闭空间的三维稳定和抖动自然对流, Amin Bouraoui 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 49. 装有水平管道上的三片翅片的纳米流冷却强化的数值模拟, Moussa Khentoul 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 50. 基于复合热力晶格波尔兹曼法的垂直通道混合对流与热辐射的计算, Soufiane Derfoufi, Fayçal Moufekkir 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 51. 自然户外条件下遮荫网热辐射特性的评估, Ahmed M. Abdel - Ghany 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 52. 大雷诺数情况下热毛细管效应在受热液膜中的强化, E.A.Chinnov 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 53. LaNi5 - H₂ 反应器解吸附过程传质、传热的数值研究, Fatma Bouzgarrou 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 54. 垂直和水平半圆管道中层状混合对流的热力和质量扩散综合浮力效应, A. Budabous 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 55. 流体流经带有不确定渗透性的无限长圆柱体时的不稳定流和热传递特性, Emad J. Elnajjar 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 56. 受热与不受热静止液滴蒸发的瞬时效应, Liu Bin 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 57. 泥土热物理性能的鉴定, Salwa Mansour 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 58. 湿润多孔介质的有效导热性, Édouard Canot 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 59. 吸力和自由流动速度对磁流体滞留点及牛顿流体热传递的影响, P.G.Siddheshwar 等, 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 60. 焦耳加热和对流边界条件对磁流体蠕动流的影响, Saima Noreen 《Journal of Heat Transfer》, September, 2016, Volume. 138, Issue. 9
 61. 真实粒子状介质辐射特性的数值解, Hanene Belhaj Ali 等, 《Journal of Heat Transfer》,

September, 2016, Volume. 138, Issue. 9

62. 智能城市的能源系统设计支援工具“节能纳维”（城市版），山口贤次郎，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 7
63. 电力自由化和可再生能源，《环境と公害》，2016，V. 45，N. 5
64. 基础自治体的可再生能源引入工程和政策课题，山下英俊，《环境と公害》，2016，V. 45，N. 5
65. 德国基础自治体的可再生能源利用和地区活性化，吉田文和，《环境と公害》，2016，V. 45，N. 5
66. 分散型可再生能源的地区附加价值创造分析—日本的电源比较分析—，诸富徹，《环境と公害》，2016，V. 45，N. 5
67. 日本的能源混合问题点，大岛坚，《环境と公害》，2016，V. 45，N. 5
68. 可再生能源的最近动向和课题，酒井孝正，《产业と环境》，2016，V. 45，N. 6
69. 关于促进可再生能源引入的制度改革，资源能源厅，《产业と环境》，2016，V. 45，N. 6
70. 占领能源市场未来的分散型能源关键是用户服务和技术革新，井熊均，《ENECO》，2016，V. 49，N. 6
71. 积极推进面向实现氢能社会的工作—以修正氢能·燃料电池战略道路图为中心，星野昌志，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 8
72. 氢能的重要性和战略创新的创造计划（SIP），盐沢文朗，《エネルギーと动力》，2016，N. 283
73. 山葵地热发电所的新设备，中西繁隆，《エネルギーと动力》，2016，N. 283
74. 川重冷热工业的气体吸收式冷温水机，佐佐木真二，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 7
75. “节能遥控”（温水清洗便座用遥控）的开发（不用电池的遥控实用化），山口章已等，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 7
76. 抑制地球暖化的冷媒新炉栅“AMOLEAYD”的开发，福岛正人，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 7
77. 利用寒冷地区自然能和已有地区供冷供暖设施和废热通融的高效供热系统，川口裕平等，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 8
78. 热泵技术的最新动向，渡边幸芳，《JETI》，2016，V. 64，N. 6
79. 有效利用产业热泵的必要性，内山洋司，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
80. 利用热泵的废热回收系统概要，井上和茂，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
81. 印刷·食品工厂的废热回收系统引入事例和废热回收工程技术，深泽笃志，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
82. 有效利用能源的热泵融雪系统，伊东一敏，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
83. 业务大楼的热泵利用事例，西川雅弥，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
84. 吸收式热泵的结构和引入事例，三善信孝，《省エネルギー》，2016，V. 68，N. 6
85. 娱乐场所、饭店的温泉气体热电联产事业，佐竹江井，《クリーンエネルギー》，2016，V. 25，N. 6
86. 城市燃气热电联产动向，日本气体协会，《JETI》，2016，V. 64，N. 4
87. 热电转换模件的高效率化和低毒性化—纳米构造形式和元素替代的实用之路—，大田道

- 广,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.4
88. 天井除湿放射供冷供暖系统的开发,青木宪明,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.4
89. 关于高效率预热混合燃烧方式,泷丰,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.4
90. 中型(300KW级)生物质气体热电联产系统的开发,客野贵广,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.7
91. 西部处理场消化气体发电设备,山本真徳,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.8
92. 不含透明氧化钛电极的钢有机薄膜太阳电池,松尾丰,《OHM》,2016,V.103,N.6
93. 生物质喷注燃料的最新动向和日本航空工作,中岛陆博,《ENECO》,2016,V.49,N.6
94. 煤火力的木质生物质高比率混烧的减排CO₂对策技术动向,福岛仁等,《エネルギーと动力》,2016年春季号,N.286
95. 木质生物质的能源利用和森林·林业·林产业,久保山裕史,《エネルギーと动力》,2016年春季号,N.286
96. 废弃物管理和最终处理技术,樋口壮太郎,《都市と废弃物》,2016,V.46,N.6
97. 日本木质生物质热利用现状和展望,泊みゆき,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.5
98. 利用TiV纳米粒子的太阳热高效利用,石井智等,《クリーンエネルギー》,2016,V.25,N.6
99. 海洋温度差发电Q&A,安永健等,《OHM》,2016,V.103,N.7
100. 海洋技术开发动向,伊藤贵和,《OHM》,2016,V.103,N.7
101. 久米岛的海洋温差发电实证试验事业,伊集直哉,《OHM》,2016,V.103,N.7
102. 海洋温差发电的国际标准化,佐佐木干一,《OHM》,2016,V.103,N.7
103. 久米岛的海洋温差发电和海洋深层水大规模利用,齋藤薫,《OHM》,2016,V.103,N.7

出版日期:2016年12月 第6期(总第180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