专辑寄语

创建低碳社会，开发地热资源

Geothermal Energy Development for the Low-Carbon Society

海江田 秀志 KAIEDA, Hideshi

一般财团法人 电力中央研究所首席研究员 工学博士
日本地热学会 会长

为实现低碳社会，日本政府制定了 2030 年及 2050 年温室气体（GHG: Greenhouse Gas）排放量比 2013 年分别减少 26% 和 80% 的目标，将可再生能源定位为“主力电源”。地热是一种发电输出稳定的可再生能源资源，根据 2018 年 7 月制定的第 5 次能源基本计划，到 2030 年需要将日本国内的总发电设备容量从现在的约 55 万 kW 增加至 155 万 kW 左右。因此，国家在实施“可再生能源定价收购制度”（FIT）时，相对提高了地热发电价格，并适度放宽国立公园与国定公园等的开发限制，以支持地热开发。引进 FIT 后，共建设了 70 余座地热发电站，其中包括利用温泉的输出功率为数 kW ～数千 kW 的双循环地热发电站以及 2019 年开始运行、输出功率约 4.6 万 kW 的山葵泽地热发电站。但是，地热开发的发电成本较高，也会降低现有发电站的输出功率等。为解决这些课题，目前正在推进相关技术的开发。

迄今为止，地热开发是从地表开始掘井，直至地下天然存在的蒸汽和热水贮留处（贮留层），利用自然喷出的蒸汽和热水发电。贮留层位于地下数百米到 3000 米左右，范围广，从地表进行调查很难正确评估其位置和容量等，存在地热井未到达贮留层，蒸汽和热水产量衰减而需要追加地热井，因蒸汽和热水中的溶解成分而需要针对水垢结垢和腐蚀采取对策等问题，从而导致开发风险和发电成本上升。

作为解决这些课题的方案之一，通过人工向贮留层补水、改善贮留层内的透水性、建造贮留层的增产（人工）地热系统（EGS：Enhanced/Engineered Geothermal Systems）的技术开发正在得到推进。美国盖瑟斯地热发电站和意大利拉德瑞罗地热发电站，通过向蒸汽产量衰减的贮留层注入城市排水和发电后的冷凝水恢复了产量，日本也在柳津西山地热发电站进行了向贮留层注入河水的试验。另外，德国和法国通过水压破碎扩大贮留层内的裂缝来提高透水性，增加热水和蒸汽的产量进行发电。此外，美国通过在高温致密的岩盘（干熱岩）上人工建造贮留层，在 20 世纪 90 年代初成功地提取了约 9 千 kW 的热量。日本也成功地从干熱岩中提取了数百～数千 kW 的热量，但当时被认为发电成本高，未能实现实用化。目前，美国以犹他大学为中心，正在进行以干熱岩发电商业化为目标的实证实验。

另一方面，冰岛在 2009 年从深度 2100 m 的地热井中生产出了温度 450 ℃、压力 14 MPa 的过热蒸汽，表明 1 口地热井可获得 3 万 kW 左右的电力。作为超临界地热资源，该技术备受关注，日本内阁府的“能源、环境创新战略”也将其定位为有望削减温室气体排放的创新技术之一。目前，针对过热蒸汽中的溶解成分对地热材料的侵蚀和腐蚀采取对策，在超临界环境中对岩盘的特性进行评价，以及挖掘和热提取技术等的研究开发正在得到推进。

此外，在地面设备方面，利用生物质和太阳能等加热地热蒸汽来提高发电效率的混合发电、利用发电后的热水等进行双循环发电的复合发电等也在不断进入实用化阶段，最近，将二氧化碳代替热水在地下循环用于地热发电的技术等也正在开发当中。

地球内部温度非常高，据推测 99% 在 1000 ℃以上，储存着庞大的热能资源。但是，从开发风险和发电成本来看，目前的开发仅限于火山周围的地下浅层。尽管如此，日本有 111 座活火山，传统型地热资源的潜力居全球第三，达 2374 万 kW。如果将干熱岩资源和超临界地热资源等加在一起，预计其潜力会显著增加。富士电机向新西兰交付了世界最大规模（14 万 kW）的发电设备，此外，日本国内制造商交付了世界地热发电站汽轮机的约 7 成，并协助发展中国家开发地热，日本的技术对全球地热开发做出了贡献。

日本地热资源丰富，也正因此积累了相应的开发技术。今后，地热不仅可用于发电，发电后产生的热水还可用于冷暖气和农业、渔业等地区振兴。真切期待厂家与当地协作开发地热，为构建低碳社会贡献力量。

富士电机

Fuji Electric

＊本刊记载的公司名称及产品，有可能是各相关公司的商标或注册商标。