成果与展望

创造客户价值的强有力组件及以控制和 IoT 技术连接的系统解决方案

近藤 史郎
富士电机株式会社 执行董事
技术开发本部长

1. 引言

2018 年是前期和中期三年计划的最后一个年度。期间，富士电机以创造客户价值，促进扩大销售额和利润的高效研究开发为基本方针，推进了研究开发的相关改革。2017 年度开始将产品开发集中到事业部的开发统筹部进行强化，通用基础技术和前沿技术端则由技术开发本部承担，以此机制明确了各自的职责。另外，制定了产品开发的 DR（设计评审）步骤，建立了验证客户价值的机制，并已开始正式运作。同时，还设立了技术营销部门，力图强化商品企划能力。

在技术开发方面，将全球顶级功率半导体技术与电力电子技术相结合，生产出功能强大的组件提供给客户。这些组件上融汇了测量和控制技术，不仅构建了特色系统，同时利用 IoT（Internet of Things）、逻辑分析和 AI，提供新的客户价值。

2. 富士电机的 IoT

富士电机将 IoT 技术运用在改善公司内部生产工艺和为顾客提供新价值这两个方面。以“Small，Quick start & Spiral-up”为理念，在短期内回答客户课题，同时通过横向展开 IoT 活用机制和效果来扩大价值。

为实现这一理念，我们将富士电机的 IoT 平台进行了优化[1]（**图 1**）。该平台由能够收集分散且未同步的现场数据，并在现场对这些数据进行分析和解析的边缘器件、可在独立云中安装服务的服务接口以及创造客户价值的核心——逻辑分析与 AI 等组成。

富士电机的分析与解析技术以拥有众多实绩的 MSPC（Multivariate Statistical Process Control：多变量统计过程控制）为入口。经过长年的功能强化和调整，几乎可以解决所有可用线性模型解决的问题，并可在极短时间内进行分析。另一方面，对于非线性等更为复杂的问题，虽然可使用深度学习等方法，但为了满足社会及产业方面的需求，富士电机独自研究并安装了“具备可描述事件功能的 AI”。

富士电机利用 IoT 创造出成套设备与设备的异常预测诊断、生产质量分析、能源需求预测和最佳应用等具体的客户价值。

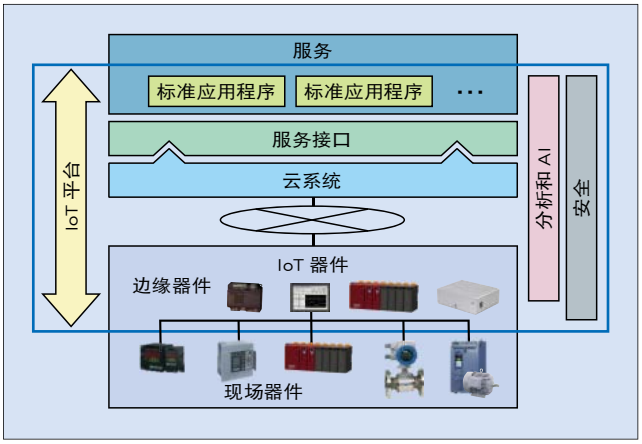

图 1　富士电机的 IoT 平台

3. 电力电子系统 能源应用

在能源领域，以大容量电力电子技术、能源监视控制技术等为基础，将开关装置、变压器、保护继电器等组件以及使用了这些组件的系统在社会基础设施、产业市场进行推广。

在变电系统方面，为满足以中东和东南亚为中心的基础设施扩大的需求，通过优化绕组与铁芯紧固结构、优化冷却器结构等开发了 115 kV、50 MVA 级的变压器（**图 2**），该

图 2　面向全球市场的变压器

图 3　阿曼布希拉（Bousher）变电站 145 kV GIS

图 4　“UPS7000HX-T4”与输入输出柜

变压器重量大幅降低，实现了世界最小级别的体积、重量和油量。另外，首次向阿曼的布希拉（Bousher）变电站交付了符合最新国际标准，且体积小巧的新型 145 kV 气体绝缘开关装置（GIS），与传统产品相比安装面积比减小 70%、重量比减小 65%（**图 3**）。今后将进一步在该国扩大销售，并进军其他地区市场，努力扩大销路。

在设施、电源系统领域，以有望增长的 IT、产业领域为中心开展业务。近年来，要求提高数据中心不间断电源装置（UPS）系统效率的呼声越来越高。因此，开发了具有正常变频器供电时可以提高轻负载效率的台数控制功能，以及非正常时无瞬断切换至正常时变频器供电的正常时商用供电功能的“UPS7000HX-T4”（**图 4**）。因此，只需本机型，即可支持三相三线式和三相四线式以及伺服系统和空调用负载，使规划设计、制作和保养变得简单。

今后，我们将针对进一步增强的电力稳定供给需求，为解决客户课题而推进开发工作，不断为市场做贡献。

4. 电力电子系统 产业应用

在自动化领域，开发促进工厂自动化的变频器与伺服、检测设备与控制设备等组件及采用了这些组件的控制系统，在提高顾客生产率的同时，还可以节能。伺服系统“ALPHA7”主要用于机床、印刷机、电子设备组装装置及半导体制造装置等。伺服放大器 VS 型（SX 总线）1.5 kW 以下产品于 2017 年开始出货，为满足地区和业界的广泛要求，于 2018 年扩充了产品线。接口为通用接口的脉冲串类型及可进行高速、高精度运动控制的 EtherCAT 通信型。额定输出功率追加了 2～5 kW 的容量，拥有可适用于各种设备的产品线（**图 5**）。

在 IoT 应用措施方面，开发并生产了可以收集生产现场 CNC（Computerized Numerical Control）、PLC（Programmable Logic Controller），以及各种传感器等设备数据的时间同步信息，并将其集中存储、提供分析服务的新边缘元件“OnePackEdge 系统”（**图 6**）。通过从累积的综合数据库中取得必要的信息并进行分析，可有助于抑制设备异常和不良的发生。本产品可直接与现有设备连接，安装简单，可降低导入成本。在控制设备领域，针对基本公用设施设备等要求高可靠性的市场，开发了支持双重化的 PLC“MICREX-SX SPH5000H”。此外，开发了电机高速控制器“XCS-3000 Type E”（**图 7**），可适用于监视控制系统“MICREX-VieW”的驱动控制系统用电机 PLC，使钢

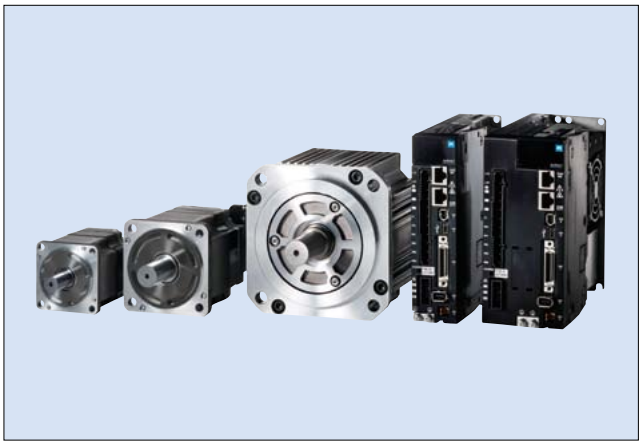

图 5　伺服系统“ALPHA7”

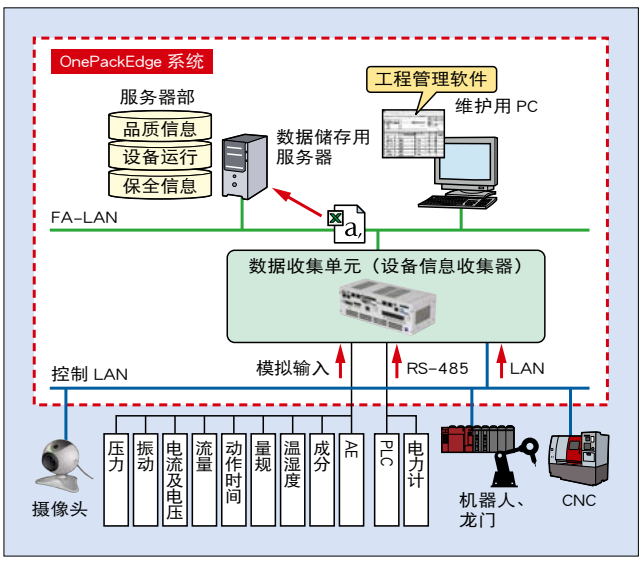

图 6　“OnePackEdge 系统”

图 7　电机高速控制器“XCS-3000 Type E”

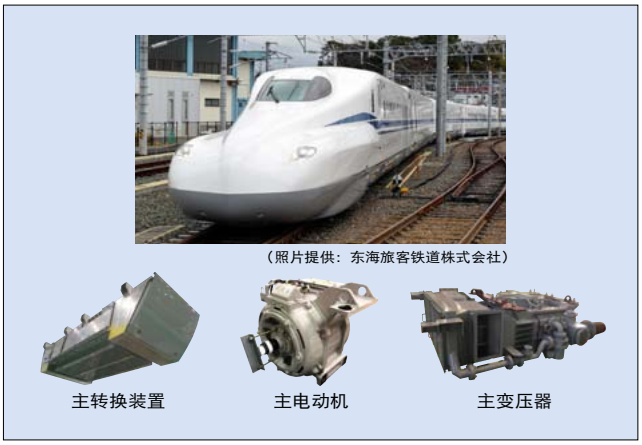

图 9　N700S 新干线确认试验车用主电路电机产品

图 8　船舶用废气净化系统（旋风式 SO_X 洗涤塔）

图 10　5000 系新型车辆

铁成套设备等高速、高可靠性驱动控制系统得以实现。

富士电机也在关注船舶领域，利用多年来积累的集尘机技术和水处理技术等开发了符合硫氧化物（SO_X）、颗粒物（PM）限制规定的船舶用废气净化系统（旋风式 SO_X 洗涤塔）（**图 8**）。本装置向废气中喷射碱水气雾，将 SO_X 溶解到液滴中以减少 SO_X。通过采用与现有的搁板式不同的旋风式，容积缩小至其他公司产品的约 50%，实现了业界最小尺寸，安装简单。

在社会解决方案方面，开发了搭载 SiC 功率半导体模块以实现小型化和轻量化的主变换装置（驱动用变频器、转换器）。其后，富士电机作为驱动系统向东海旅客铁道株式会社交付了主转换装置、主电动机及主变压器，从 2018 年 3 月至今，在下一代新干线 N700S 确认车上进行行驶试验。与传统产品相比，整个驱动系统重量减轻了 20%（**图 9**）。

此外，还向山阳电气铁道株式会社交付了针对 5000 系列新型车辆的铁道车辆驱动用 VVVF 变频器（**图 10**）。该产品采用了 SiC 功率半导体模块和行驶风冷却方式，与传统产品相比，体积为 64%，重量为 45%，实现了小型化与轻量化。

5. 电子元件

为应对全球能源需求扩大、防止全球变暖，打造安全、安心的可持续发展社会，有效利用电能，作为可为节能、创能做出贡献的电力电子技术的关键器件，功率半导体备受期待。近年来，除了产业设备和家电产品，在汽车、太阳能发电、风力发电等广泛领域中，功率半导体的需求正不断扩大。富士电机于 1988 年将具有代表性的器件之一 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）进行了产品化，其后，创造出了许多技术革新成果，最新的第 7 代 IGBT 模块“X 系列”使用了第 7 代芯片技术和封装技术，使 650～1700 V 耐压的众多产品形成系列。相较于传统产品，新产品系列确保了高可靠性，同时，还实现了进一步的低损耗化和小型化。

富士电机同时拥有功率半导体技术和电力电子技术这两种核心技术，目前正在利用其协同作用，推进技术开发，为迅猛发展的可移动性电动化做出贡献。使用富士电机独创的将 IGBT 和 FWD（Free Wheeling Diode）单芯片化的 RC-IGBT（Reverse-Conducting IGBT：逆导通 IGBT）与密闭型铝冷却器，开发了小型化与轻量化的车载用功率半导体模块（**图 11**），在提供给客户的同时，也在推进使用了功率半导体的车载用电力电子设备的开发。富士电机开

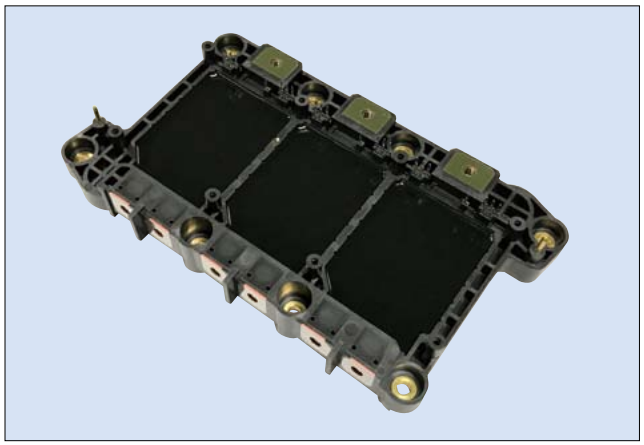

图 11　车载用大容量直接水冷模块

发了使用比传统 Si 半导体电阻低、耐压高且可在高温下运行的 SiC（碳化硅）半导体的 SBD（Schottky Barrier Diode）和沟槽型栅结构的 SiC-MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）芯片，正在开发具有世界顶级性能的 1200～3300 V 耐压模块。通过使用这些 SiC 功率半导体模块而实现了小型化与轻量化的主电路电器产品，被用于下一代高速铁路等的确认车，正在通过行驶试验来评估设备的性能。

6. 发电成套设备

在发电成套设备领域，世界范围内的无碳潮流加速，发电成套设备正在向可再生能源领域转移。以工程总承包（EPC）方式承担的四家太阳能发电站于 2018 年度竣工，其中，苫小牧百万瓦级太阳能第一发电站为蓄电池附设型，可满足北海道电力株式会社功率输出波动对策技术要求的日本最大级别设备。在生物质发电领域，富士电机经住友重机械工业株式会社向东日本最大的生物质发电站“Summit 酒田电力株式会社的酒田生物质发电站”交付了 50 MW 汽轮机、发电机设备，2018 年 8 月开始营业运行（**图 12**）。在地热发电领域，在日本国内承接到了 15 MW 级地热轮机发电设施订单，预计今后会继续增加。水力发电领域在《可再生能源的定价收购制度》(FIT) 的推动下，2018 年度日本国内订货量包括新建与拆建项目 6 件及服务业在内，达到了富士福伊特水电公司成立以来的最高值。

图 12　Summit 酒田电力株式会社 (Summit Sakata Power Corporation) 的酒田生物质发电站

7. 食品流通

食品流通领域店铺经营过程中的一大难题，就是营业员人手不足已成为一种常态。因此，正在探讨通过提供技术创造易于工作的店铺环境等，从而对工作方式进行改革。例如，致力于开发不易弄脏的咖啡研磨机、运用 IoT 技术的简化作业等。另外，富士电机正在从提高方便性、省力、节能的角度出发解决问题。例如，为了减少消费者的等待时间，重新调整了咖啡的提取工艺，在更短的时间内即可实现醇厚的味道。2018 年度，富士电机与 Seven-Eleven Japan Co., Ltd. 共同开发了新型的“Seven Cafe”用咖啡机（**图 13**）。该咖啡机可识别咖啡杯的大小，可连续提取大容量咖啡，缩短调理时间，提取部位的污垢也可利用喷头进行高效清洗。此外，还搭载了无线通信功能，通过信号传送可变更大型 LCD（Liquid Crystal Display）面板的显示内容和饮料设定。

针对今后有望增长的东南亚市场，在印度尼西亚设立自动售货机的生产基地，开发面向东南亚市场的饮料自动售货机，于 2018 年开始生产（**图 14**）。与日本相比，东南亚市场上的商品形状（尺寸）没有统一，因此配备了可处理各种商品形状的新型售货机构，倾斜搁架，并同时搭载了气流控制技术。在结算方面，不仅能支持当地货币，也标配了在日本正逐渐成为主流的 QR 二维码结算装置（公司内部产品）。

图 13　交付 Seven-Eleven Japan Co., Ltd. 的咖啡机

图 14　用于东南亚市场的饮料自动售货机“FAG36JGCD8OY”

8. 基础技术和前沿技术

以业务进化图和技术市场营销为起点，推进中长期视角下的基础技术强化和尖端技术研究。其中，正在推进研究开发的数字化。即，为了在应用了计算科学的材料设计和应用了基于模型开发的产品设计中缩短开发时间，以及在成套设备和生产线等要求可靠性的领域中使用，富士电机正在进行可描述异常诊断依据的 AI 开发（**图 15**）。此外，通过发挥功率半导体和电力电子技术的协同作用，开发了使用 3.3 kV 耐压 SiC 功率器件的 MMC（Modular Multilevel Converter）。该装置可在没有连接变压器的情况下与 6.6 kV 电力系统相连接，在达到 98.5% 的效率时，也可通过独立的单相变频器直流电压均衡控制，进行反相功率补偿（**图 16**）。如上所述，可通过将数字技术融入原有技术之中，构建更强大的技术基础。

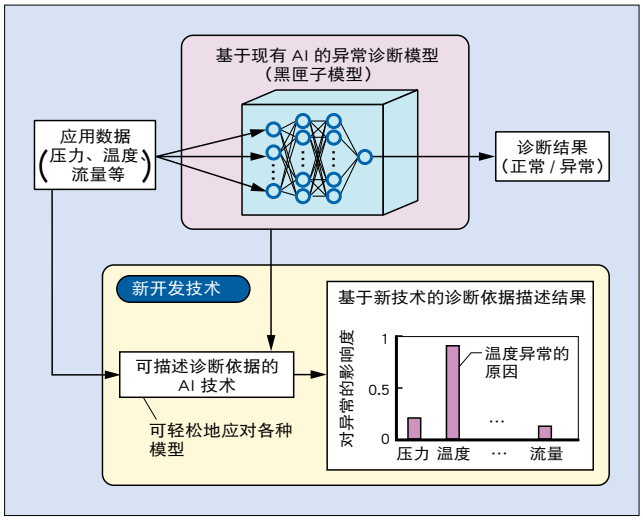

图 15　可描述诊断依据的 AI 的概况

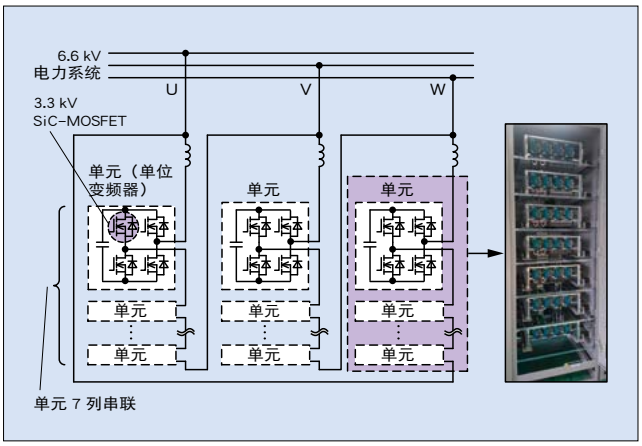

图 16　MMC 实证试验装置的整体电路构成和单相的外观

9. 后记

本文介绍了富士电机 2018 年度在能源和环境领域高效地利用电能和热能，为节能做出贡献的技术以及对这些技术进行优化控制并通过 IoT 联系起来，创造客户价值的解决方案技术的概况。

与研究开发相关的组织和机制的改革也在推进，今后将通过向客户提供高附加值、环保型产品，为实现安全、安心的可持续发展社会做贡献。

参考文献

(1)　保川幸雄等. 从 IoT 开始创造价值的全新解决方案的现状与展望. 富士电机技术期刊. 2018, vol.C10, no.4, p.152–156.

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。