现状与展望

# 从 IoT 开始创造价值的全新解决方案的现状与展望

New Value-Creating Solutions Starting From IoT: Current Status and Future Outlook

保川 幸雄 YASUKAWA, Yukio　安川 和行 YASUKAWA, Kazuyuki　福住 光记 FUKUZUMI, Mitsunori



## 1 引言

IoT(*1)(Internet of Things) 通常是指将所有物体联网，数据共享，并实现可视化。其本质是根据收集到的数据创造新顾客价值，并以此为社会做出贡献。现在，IoT 不仅用于改善品质，提高效率，各种解决方案不断问世，作为用于解决工作方式改革等社会课题的关键技术，今后其运用范围将有望得到进一步扩大。

富士电机在能源与环境技术领域持续创新，40 多年来运用强大的组件和高级控制技术不断提供解决方案，为电力稳定化优化、提高工厂生产效率及节能、供应绿色能源、食品安全安心等做出了贡献。如今正通过 IoT 的实用化加速创造更高端的顾客价值(*2)。

本文将对富士电机运用 IoT 为创造价值的全新解决方案所采取措施的现状与展望进行介绍。

## 2 运用 IoT 的创造顾客价值技术的全球动向

全世界都在积极开展 IoT 及运用其来创造价值的相关研究。

本章将对德国、美国和日本的动向进行介绍。

### 2.1 德国

自 2013 年起推动 Industrie4.0 以来，德国从摸索理念运用对象到利用该理念创造价值，进而通过与其他领域联合协作来提高价值，在创造价值这一方面不断发展壮大，理念不断成熟，并得到稳步普及。

在联合协作方面，除了德国国内外，还积极与美国、中国等国家开展合作。2015 年 3 月与日本就合作方面达成协议，为后来联合公报的发布等具体活动打下了基础。

另外，德国还大力开展标准化技术的相关研究。以信息模型、OPC-UA、AutomationML 等为代表的现有特定标准化技术的运用建议正稳步开展，这方面也值得关注。

### 2.2 美国

美国于 2014 年由民间组织成立了 IIC (Industrial Internet Consortium)，其会员数稳步增加，包括富士电机等日资企业在内，加盟企业共有 260 多家。

IIC 两大主要活动及其开展情况如下。

(1) 研究技术及安全的架构

持续开展向非会员公开的参考架构的相关讨论。随着架构本身不断趋于成熟，开始对周边的详细技术进行整理。其中涉及安全的讨论开展得如火如荼，其他团体也对研究情况非常关注。

(2) 现场验证 (试验台)

以 IIC 成员为核心形成生态圈(*3)，并对架构及理念进行实证和验证。有 80 多家公司加盟，针对试验台提出积极的建议，截至到 2018 年 5 月共提出 29 项建议，并得到批准。其中，例如“Intelligent Urban Water Supply”试验台，其目的是改进自来水管，提高运用效率，这类措施已经超出了单纯的实证验证范畴，实证对象得以产品化，很多企事业单位已实际引进并开展验证。另外，与 2018 年 5 月前加盟 Industrie4.0 的 38 个团体签订了合作协议，不断加强与其他团体之间的联系与沟通。

### 2.3 日本

2017 年 3 月日本经济产业省作为力争实现的产业理想状态提出了 Connected Industries 的理念。各团体为了将本理念具体化而不断开展活动，机器人革命倡议协议会、一般社团法人工业价值链倡议等团体还公布出活动成果。

为了充分发挥日本在现场实绩及经验方面的优势，还大力推动“边缘计算”的研究，这种“边缘计算”无需经由互联网或 LAN 就可以在装置和机械附近快速创造价值。2017 年以后“FIELD system”“Edgecross 联盟”等生态圈逐渐形成。

**(*1) IoT**

Internet of Things 的缩写。狭义上是指将所有物体联网并相互进行信息交换的机制，现在的含义还包括利用该机制实现的产生新价值的整个服务。这是信息通信技术革新使得能以低廉价格实现联网、数据流通及管理后所产生的理念。

**(*2) 顾客价值**

这是顾客认为合适的产品、服务、人力资源及形象价值。

**(*3) 生态圈**

原本是表示生物学中“生态系统”的术语。引申为在经营及 IT 领域中，多家企业在商品开发及经济活动等业务中结成合作伙伴关系，充分利用相互的技术及资本，并联合开发商、代理商、销售商、宣传媒体乃至消费者和社会，跨越行业和国家，在广阔范围中共同繁荣发展的一种机制。

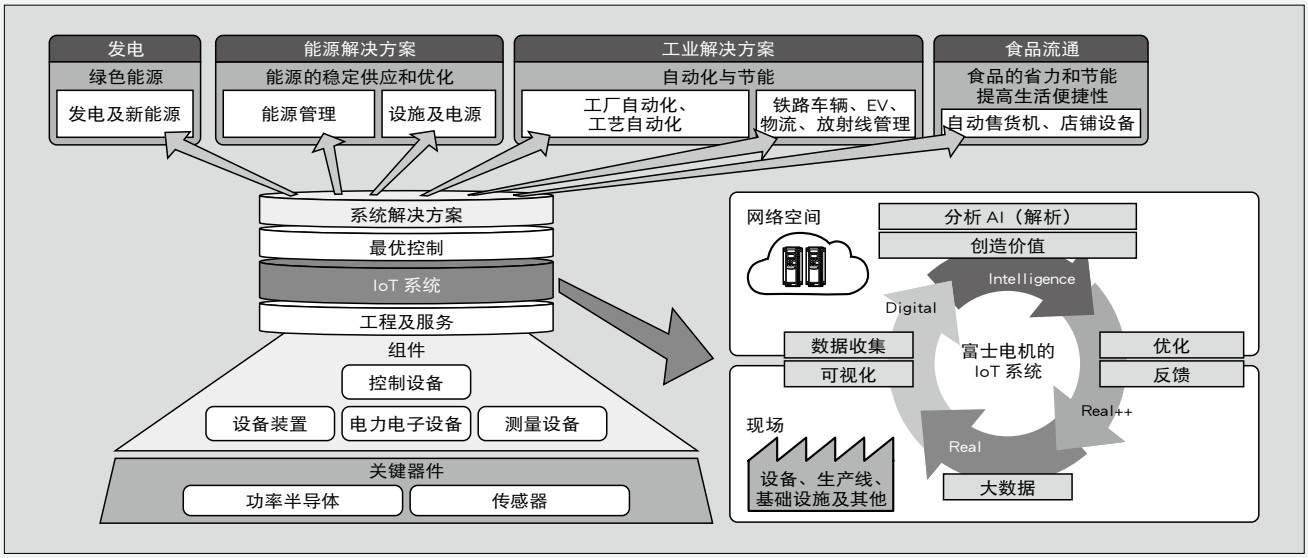


**图 1　富士电机的系统解决方案与 IoT 定位**

## 3　富士电机在 IoT 和创造顾客价值上采取的措施

### 3.1　IoT 在富士电机的定位

富士电机将功率半导体、传感器定位成关键器件，产品阵容中包括了运用这些关键器件的高性能高功能组件，此外，还利用这些组件群、工程技术、服务技术、高级最优控制技术和各种解决方案技术，并通过发电、能源解决方案、工业解决方案、食品流通等领域，为实现安全、安心、可持续发展的社会做贡献。IoT 系统是将顾客现场全部信息数字化，并在网络空间创造新顾客价值的框架。如**图 1** 所示，富士电机将其定位成系统解决方案的核心。

### 3.2　顾客价值与创造技术

富士电机将各制造业的顾客价值大致分为四类，分别为：优化利用能源、优化运用设备、优化操作和优化运用人力资源（**图 2**）。

创造这些价值的技术称为分析 AI，由识别技术、诊断技术、预测技术、优化技术的四大技术组成。富士电机从收集现场数据到利用分析 AI 创造顾客价值提供一站式服务，又称为垂直整合型服务。

另外，将各行各业的优势相互结合而成的生态圈也会产生新价值。

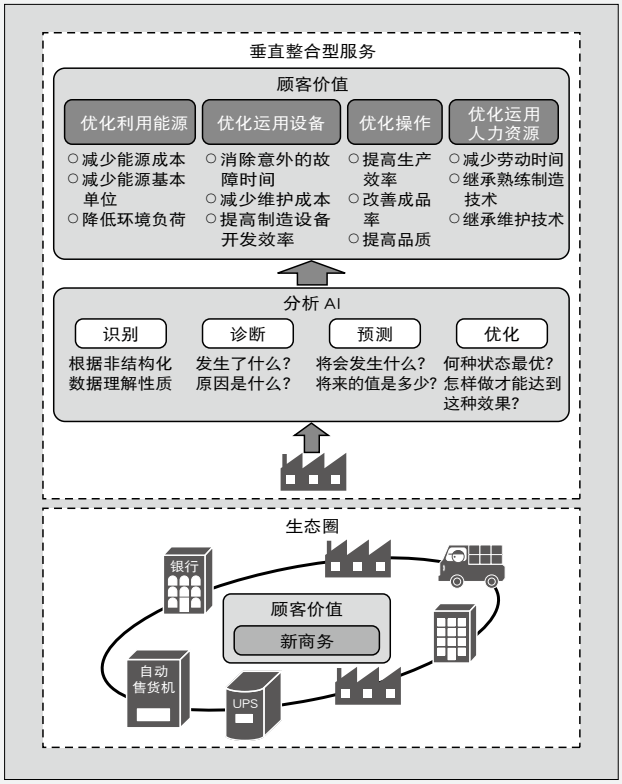


**图 2　顾客价值与创造技术**

### 3.3　创造顾客价值的解决方案

本节将对 **3. 2 节**中提到的创造顾客价值的解决方案的开发事例进行介绍。

⑴　优化能源的解决方案

为了削减 $CO_2$ 排放量以防止地球温室效应，全世界都在不断强化能源的规定及标准。其中，企业的能源运用效率目标值变得愈发严格。若要实现较高目标，就需要企业团结一致运用统一的管理方法采取措施。能源管理国际标准 ISO 50006 中规定要根据作为能源管理对象的各种建筑物和各种装置指定能源管理单元（EMU），再根据各 EMU 制定能源消耗基本单位 (*4) 及运用效率等能源绩

**(*4) 能源消耗基本单位**
生产单位量产品所需电力、煤气、油等能源消耗量的总量。可表示能源效率，所以被用作查看节能进展情况的指标。

效指标（EnPI(*5)），然后以统一的方法进行各种能源效率化管理（削减能源消耗基本单位、改善能源转换效率等）。富士电机依据本标准开发出能源管理系统。除了可以监视能源消耗基本单位的恶化时间、与目标的偏离度等参数外，过去需要依靠熟练技术人员开展的能源损耗因素分析也可通过实绩数据和分析 AI 进行自动诊断（参考 157 页“依据国际标准改善能源运用效率——运用分析 AI 的 EMS 附加功能——”）。

炼铁厂使用的能源可分为外购能源和生产过程中产生的副产能源。根据生产情况调节这些能源的供需平衡来减少能源浪费是炼铁厂能源管理中最重要的课题。为了解决该课题，富士电机针对国外炼铁厂开发出能够低成本引进并运用的发电设备能源优化软件包“EMS-Package LITE”。需求预测模型、成套设备模型过去需要由专家历经数月反复试验不断摸索，而使用本系统则可以自动生成。顾客的能源管理操作人员在规定格式的 Excel 工作簿中输入炼铁厂的发电设备信息（锅炉及汽轮机数量、设备特性信息等）及过去的运用实绩数据。将该 Excel 工作簿上传到系统后，分析 AI 将根据各项改善目的自动生成六个模型（购电成本、受电成本、放散量、锅炉的燃料分配、汽轮机的蒸汽分配、汽轮机的抽气分配），在监视器上直观地显示出改善空间，并自动生成改善所需的发电设备最优运用计划。发电设备的操作人员根据该计划开展最优运用，可达成能源运用效率的目标值（参考 162 页“发电设备的能源优化软件包‘EMS-Package LITE’”）。

⑵ 减少劳动时间的解决方案

日本国内便利店人手不足及人工费高涨的问题受少子老龄化影响而不断加剧。便利店在日本带有浓重的社会基础设施属性，肩负着提供各类服务的重任，所以不能像国外那样短期内实现无人化，但是却要求其对目前的作业进行改善来节省劳动力。富士电机对未来的无人店进行设想，并正在开发可节省柜台劳动力的智能展示柜的核心技术。便利店通常纵向摆放饭团、三明治、便当等商品。店员的工作繁重，他们需要随时监视所摆放商品的状态，当前排商品卖完时便要将后排的移动到前排或者进行补充，还要检查商品的新鲜度等。智能展示柜减少了・这些工作劳力，能自动检测陈列商品的名称、数量和状态。这种智能展示柜采用了两种技术：一种是商品识别技术，运用摄像头的图像识别技术；另一种是商品位置识别技术，使用由投影型静电容式触摸屏构成的面板式传感器，而这种面板式传感器则以矩阵方式安装在柜面上。特别之处是可根据面板式传感器检测到的商品底面形状来识别数量和位置。饭团、三明治等底面形状存在个体差异的商品可利用分析 AI 将干扰成分去除以提高识别精度（参考 178 页“为减少店铺工作量做贡献的智能展示柜”）。

⑶ 生态圈的解决方案

富士电机推出了在大型显示器上显示商品图像等信息的数字标牌自动售货机。该数字标牌自动售货机可通过互联网下载所售商品及背景等图像信息，将其当作设置在建筑物内或街头的图像显示终端，便可应用于各种商务活动中。因此，富士电机开发出广告发布功能，对利用其开展广告发布业务的可行性进行了实证。该项目是由提供数字标牌自动售货机和广告发布系统的富士电机、广告代理商、广告出资人、自动售货机操作人员、场地拥有者（铁路公司、超市、医院等）和消费者组成的生态圈。在数字标牌自动售货机上安装摄像头，除发布广告外，还拥有收集消费者人数、年龄、性别、视线和时间等市场信息的功能。根据实证试验结果可知，这些市场信息可用来推测广告发布对象的反应，因而对广告代理商招募广告出资人极其有用。而且，自动售货机操作人员可根据数据预测销售情况制定符合各场地需求的商品配置计划。通过以自动售货机为核心的生态圈创造新价值（参考 174 页“运用自动售货机的信息服务的新解决方案”）。

⑷ 产品制造的解决方案

富士电机在自己公司的产品制造过程中，通过运用数字化及 IoT 系统努力提高品质并降低成本（参考 170 页“充分运用 IoT 的产品制造改革”）。

⒜ 生产准备的数字化

将产品设计信息数字化后，能够进行 3D-CAD 等仿真。如此一来，工程设计中的制造性验证、生产线的最优布局设计和自动化设备的软件验证等需要以实机验证为前提的工作就可以在电脑上进行仿真，生产线投产时间得到大幅缩短。

⒝ 利用分析 AI 提高品质并节省人力

在半导体传感器的制造工序中，使用分析 AI 的诊断功能对过去的制造实绩数据进行分析，可以找出成品率不良的原因。在冲压工序中，同样利用诊断功能对冲压机的各项数据随时进行监视，检测出发生不良（残渣浮起）的征兆，从而逐渐改善品质，并减少监视人员。

⒞ 继承熟练技术

多数情况下焊接作业需要依靠熟练技术人员的高水平技能完成。因此我们利用各种传感技术将焊接作业的完成情况数字化，为技能培训提供帮助。另外，利用带有图像识别的传感技术开发出可执行高难度焊接作业的机器人，努力提高品质。

⑸ IoT 平台

要将 IoT 系统运用到各种解决方案中，就必须具备技术基础，包括：从现场收集数据的技术、数据分析及解析技术、安全使用数据的高级安全技术等。富士电机开发出 IoT 平台作为这种技术基础。**图 3** 虚线表示其范围和

**(*5) 能源绩效指标（EnPI）**

将能源使用量、能源开销（用途）、与能源效率相关的可测定结果统称为能源绩效（能源性能）。具体包括：能源使用量、峰值电力、各用途能源消耗量、各种能源效率等。将组织为这些制定的定量值（或者标准）称为能源绩效指标（EnPI：Energy Performance Indicator）。相当于测量能源性能的标准，由组织进行判断，各目的可使用多个。

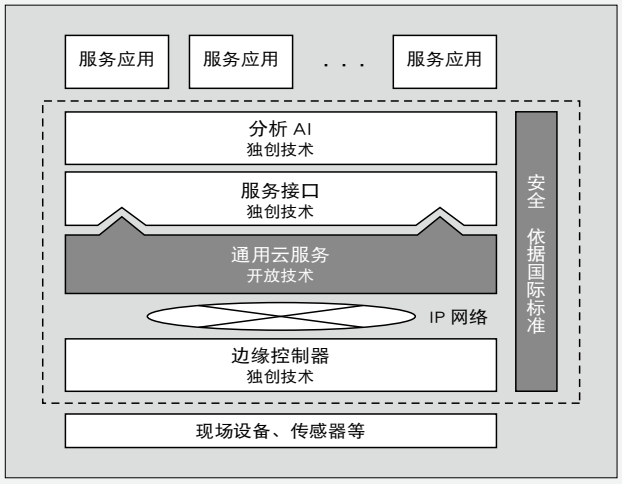


图 3　IoT 平台的结构

结构。将开源服务等开放技术与富士电机的独创技术相互结合，缩短了开发时间，实现了应用程序的可移植性和差别化（参考 182 页“富士电机 IoT 平台的全貌”）。

## 4　今后的展望

### 4.1　扩充分析 AI 的技术

解析及推论技术以机械学习为基础，其可将数据的质和量以及分析结果的根据作为核心，按照**图 4** 进行分类。特别是在产业用途中，从安全性及可靠性方面来看，对数据的质量以及明确指出推论依据尤其重视。富士电机以前就在这个领域投入了大量精力，今后将继续开发具有特点的技术，并不断推出专业数据科学家以外人员也能实际使

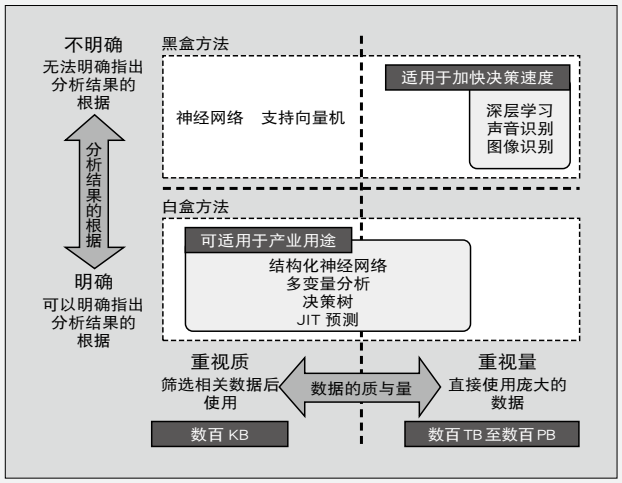


图 4　机械学习的分类

用的软件。

### 4.2　在现场创造价值

边缘控制器通常的目的在于将现场设备等安全可靠地连接到网络空间。另外，为了减少 IP 网络的通信量，还要求提高被称为上下文数据化的现场数据价值，例如对所收集的数据进行一次加工或者与图像数据进行同步等。富士电机开发出“OnePackEdge 系统”，满足了要求（参考 166 页“利用‘OnePackEdge 系统’创造数据价值”）。在产业及发电领域，很多情况下要求诊断及分析等方面的创造价值具有毫秒级的响应性能。而经由 IP 网络或网络空间则无法满足这些要求。因此逐步满足在现场创造价值的要求，例如在 OnePackEdge 系统中搭载分析 AI 等。

### 4.3　IoT 的未来

将物体连接到网络空间的 IoT 技术今后将逐渐发展成物体之间自主互联的形式。物体的定义包括人力资源、业务等活动，并延伸到服务 (*6)。为了将服务彼此相连，需要统一作为路径的网络、与网络的接口（OPC-UA 等）、作为服务彼此间通用语言的信息模型、以及其记述方法（AutomationML 等）。IEC 与 ISO 已经开始合作推动与 Smart Manufacturing 相关的标准化作业。服务间的接口实现标准化后，制造单位根据订单随时选择其他公司的最优制造设备并委托制造可变为现实。同时企业间将实现分享各种服务。这意味着从外部购买目前所需的创新技术就可轻易地装载到本公司系统中。

IoT 的未来是开放式创新。

## 5　后记

IoT 在全球不断被具体化，本文纵观利用 IoT 开展的价值创造，对富士电机创造价值的全新解决方案及其技术层面的现状与展望进行了介绍。

今后我们将继续关注世界的标准化动向，并大力开发富士电机的独创技术，不断努力创造顾客价值。

**参考文献**

(1)　近藤史郎，福住光记．IoT 新时代的测量和控制解决方案的现状和展望．富士电机技术期刊．2016, vol.C8, no.4, p.182-188.
(2)　“Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems”. National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce. https://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8107, (accessed 2018-07-20).
(3)　小田信二．Smart Manufacturing の国際標準化活動に見

**(*6) 服务**

将各种业务应用程序或者其部分功能组件化，根据需要对其进行选择和结合，然后设计新应用程序系统，这种方法称为面向服务的架构（SOA：Service Oriented Architecture）。这种组件化的单位称为服务。包括面向对象中的对象概念，但与对象相比具有耦合更加松散的特点，例如可以在网络上将服务联合等。

る技術動向. 計測と制御. 2018, 第 57 巻, 第 1 号, p.19-23.
⑷ “PLATFORM INDUSTRIE4.0 working paper Aspects of Research Roadmap in Application Scenarios”. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/aspects-of-the-research-roadmap.pdf?__blob=publicationFile&v=10, (accessed 2018-07-20).
⑸ “平成 28 年度製造基盤技術実態等調査 (第 4 次産業革命における「知」のシステム化対応の実態調査) 報告書”. 特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合. http://www.trafst.jp/archive/IRsys_Report_20170331.pdf, (参照 2018-07-20).

**保川　幸雄**

从事 IoT 系统、推动研究开发的数字化及富士电机的整个创新创造活动。现为富士电机株式会社技术开发本部创新创造中心长。

**安川　和行**

从事 IoT 平台的建立、IoT 运用事业的开拓及推动。现为富士电机株式会社技术开发本部创新创造中心 IoT 项目室长。

**福住　光记**

从事控制系统的开发及企划。现为富士电机株式会社技术开发本部创新创造中心 IoT 项目室主干。

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。