现状与展望

# IoT 新时代的测量和控制解决方案的现状和展望

Instrumentation and Control Solutions in the New Age of the IoT: Current Status and Future Outlook

近藤 史郎 KONDO, Shiro　　福住 光记 FUKUZUMI, Mitsunori



## 1 引言

富士电机在电力、交通等社会基础设施，钢铁和化学、汽车、电气电子等产业用设备，大厦以及店铺、自动售货机、车载设备等民生领域中推行最新的测量和控制技术，率先取得了多项实现省力化、自动化、高效化、高可靠化的实绩。如今，富士电机以追求能源和环境技术革新的研究开发为核心，致力于为构建安全安心、可持续发展的社会做贡献[1]。

近年来，IoT[*1]（Internet of Things）备受瞩目，产业界的测量和控制技术也正在迎来变革期。本稿将对富士电机在 IoT 方面的措施，以及测量和控制解决方案的现状和展望进行介绍。

## 2 迎来 IoT 时代的全球动向

IoT 在全球范围内引发了热烈的讨论。纵览各类措施可以发现，虽然存在对象范围不同等差异，但在利用可低价获取的 ICT（Information and Communication Technology）创造全新价值这一点来看，本质是一样的。

另外，IoT 的技术范围涉及面广，由一家企业构建和提供所有内容是非常困难的，所以，企业合作（生态系统）[*2]形式的动向日趋活跃，全球众多企业正在寻找可相互利用对方优势的合作伙伴。

本章将以这一动向为中心，整理德国、美国和日本的动向。

### 2.1 德国的动向

自 2011 年 11 月德国政府作为战略对策公布“High-Tech Strategy 2020 Action Plan（2020 高科技战略实施细则）[2]”以来，实现第 4 次产业革命“Industrie4.0”的工作步入正轨。其内容大致可分为推进标准化和规范化、创建参考架构模型、客户价值的实证项目三个方面。

Industrie4.0 的 IEC 标准化活动于 2013 年 10 月在德国的提案下正式启动。但讨论范围涉及面非常广，据说包括完善与现有标准的关系在内 2020 年左右才能实现标准化，在市场渗透还需要 10 年左右的时间。另一方面，由德国政府机构提供补贴，It's OWL、Smart Factory KL 等多家企业的装置相互连接的实证项目已经开始，效果确认工作也在开展当中。

### 2.2 美国的动向

美国在 2014 年 3 月，由 GE 等 5 家公司成立了 IIC（Industrial Internet Consortium）[3]。包括富士电机在内，有 240 多家日本企业加入。IIC 主要开展两项活动。

(a) 讨论技术和安全的架构

(b) 现场验证

现场验证也被称为试验床，IIC 征集生态系统的提案，提供对其进行实证的场所。截至 2016 年 4 月，已收到 20 项试验床的提案，有共计 40 家公司参加。并且，还有数倍于这一数字的企业关注着这一动向。

### 2.3 日本的动向

在日本，从 2014 年开始，IoT 的使用被正式列入讨论，2015 年 6 月 30 日，在经内阁会议决定[4]的《日本复兴战略》2015 修订版 – 面向未来的投资和生产率改革 – 中，作为重要对策之一，提出了针对 IoT 的措施。作为“数据驱动型社会”，目标是实现可将真实世界和网络空间的相互联动适用于全部领域，从而创造出巨大价值的社会。以此为契机，日本的许多团体都着手开展活动，推进 IEC 标准化、架构模型化和客户价值的实证等工作（**表 1**）。

## 3 富士电机利用 IoT 针对测量和控制的措施

根据**第2章**中介绍的全球动向，本章将介绍发挥富士

**(*1) IoT**

Internet of Things 的缩写。狭义来说是指将各种事物连接到互联网上，相互交换信息的机制，现在，是按照包括以这一机制实现的、可促生全新价值的全体服务在内的含义使用的。是因伴随信息通信技术的革新，互联网连接以及数据的流通和管理可低价实现而诞生的概念。

**(*2) 企业合作（生态系统）**

企业合作是指为达成共同目的，提供不同产品、技术和服务的多家企业合作构建的所有关系，也被称为生态系统。在低成本且尽早实现像 IoT 这样基于各类技术要素的复杂系统方面，生态系统的构建有时会成为关键所在。意为自然界中的生物和其所处的环境相互作用、存续的生态圈的“生态系统”这一词汇，经济和 IT 领域中将其用于比喻。

表 1　日本国内的 IoT 活动

| 设立 | 团体名称 | 事务局 | 功能 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 标准 | 模型化 | 实证 |
| 2015 年 4 月 | 网络物理系统社会安装讨论 TF | 一般社团法人 电子信息技术产业协会 | ○ | | ○ |
| 2015 年 5 月 | IEC-APC_SG8 小组委员会 （日本国内委员会）： Smart Manufacturing<br>IEC/TC65 （日本国内委员会）： SG8 战略讨论小组 | 国际电气标准会议 活动推进会议<br>一般社团法人 日本电气测量仪器工业会 | ○ | | |
| | 机器人革命倡议协议会 | 一般社团法人 日本机械工业联合会 | ○ | | ○ |
| | 第 4 次产业革命 讨论 WG | 一般社团法人 日本电气控制设备工业会 | | ○ | |
| 2015 年 6 月 | Industrial Valuechain Initiative （IVI） | 一般社团法人 日本机械学会 | | ○ | ○ |
| 2015 年 8 月 | Smart Manufacturing 特别委员会 | 一般社团法人 日本电机工业会 | | ○ | |
| 2015 年 10 月 | IoT 推进联盟会 | 三菱综合研究所 | | ○ | ○ |

电机技术优势的措施。

### 3.1　富士电机的 IoT 解决方案

富士电机拥有从现场数据的传感到网关、互联网连接技术、数据分析和预测技术，优化技术、高度控制技术以及作为其运行基础的控制设备的一系列产品和技术，利用 IoT 准备了可帮助客户创造价值的各种解决方案（**图 1**）。

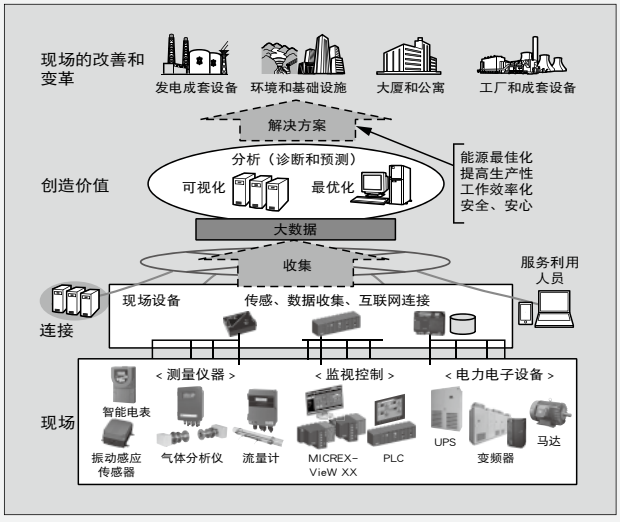


图 1　富士电机的 IoT 解决方案

### 3.2　富士电机的 IoT 概念

**图 2** 中展示了富士电机的 IoT 概念。在这里，IoT 不仅仅是指连接到 IP 网上的事物。它是将客户现场（机械、设备、生产线、基础设施等）的所有信息数字化，在网络空间中创造全新价值的系统的总称。

富士电机将这一 IoT 转化为平台，以能源运用优化解决方案为代表，准备了稳定运行、生产率提升、品质改善、熟练技术的继承、环境改善等内容的解决方案菜单。另外，还致力于将这些解决方案的适用范围扩大到素材产业、组装加工产业、物流等各种领域。

### 3.3　数据收集技术

数据收集技术由用于将现场信息数字化、连接到 IP 网的部分所涉及的传感技术和互联网连接技术这两项技术构成。

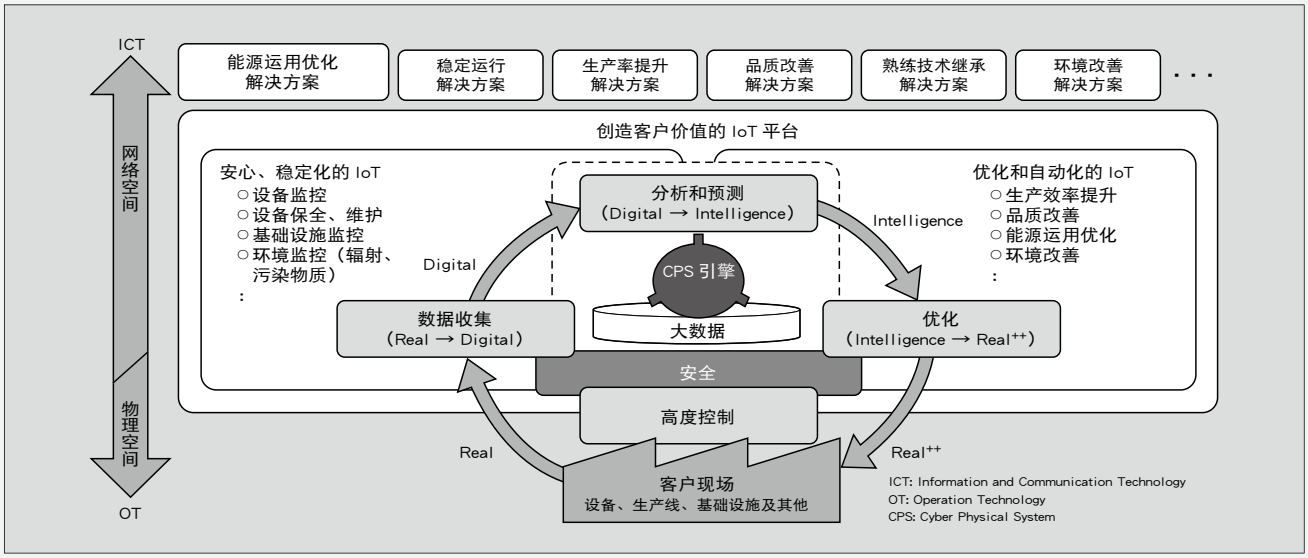


图 2　富士电机的 IoT 概念

⑴ 传感技术

富士电机工业测量仪器的产品阵容中包括压力和差压变送器、流量计、水位计、记录仪、调节器等。并且，还致力于环境测定相关技术的开发和产品化。例如，在辐射监控技术方面，40 多年来，不断提供着个人剂量测定、辐射环境测定等方面的特色产品。通过组合使用支持无线的新型电子式个人剂量计与实时远程监控系统，管理人员可实时把握作业人员的辐射暴露剂量，下达适当的指示，从而有望积极地减少暴露剂量（参照 221 页“使用新型电子式个人剂量计打造的实时远程监控系统”）。另外，在 2015 年实现了世界首台测定 PM2.5 的颗粒物(*3)分析仪的产品化，并开发出了推测 PM2.5 发生源的解决方案（参照 216 页“使用‘颗粒物复合分析仪’的 PM2.5 发生源推测解决方案”）。

⑵ 互联网连接技术

今后，随着 IoT 不断渗透，现场元件以及机械、设备等也将走向 IoT 化，并自主连接到互联网上。而现有元件、从成本面考虑难以互联网化的元件，也应该确立与网络空间进行连接的手段。富士电机对于**图 3** 所示的现场元件与 IP 网的连接，分三种类型进行产品化。

(a) Ⅰ组：直接型

自主连接到 IP 网上的类型。智能电表、监测点、IT 联动自动售货机、高功能变频器、大中容量不间断电源装置（UPS）、监控系统（参照 224 页“不断进化的监控系统‘MICREX-VieW XX’以及 230 页“可简单联动综合 EMS 的设备监控系统‘MICREX-VieW PARTNER’”）等属于这一类型。今后，富士电机的主要产品将向直接型进化。

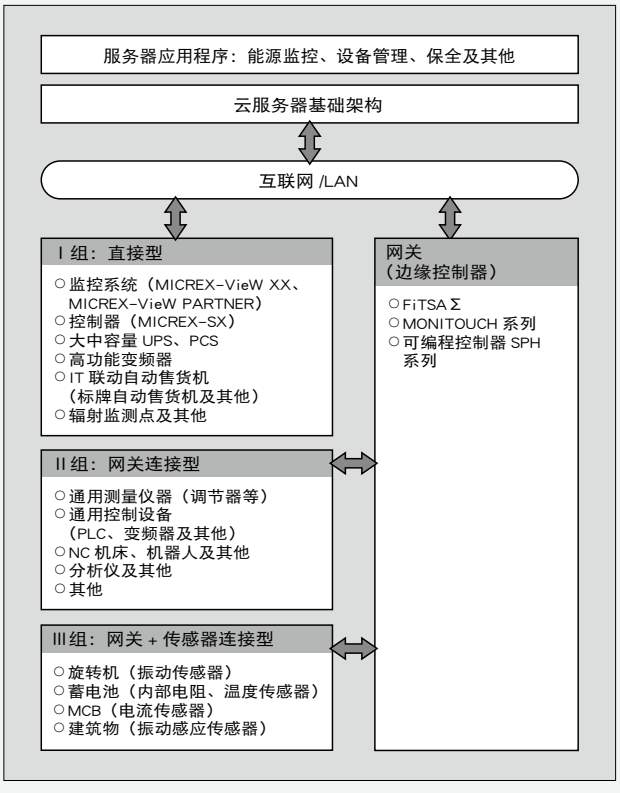


**图 3 IP 网连接的三种类型**

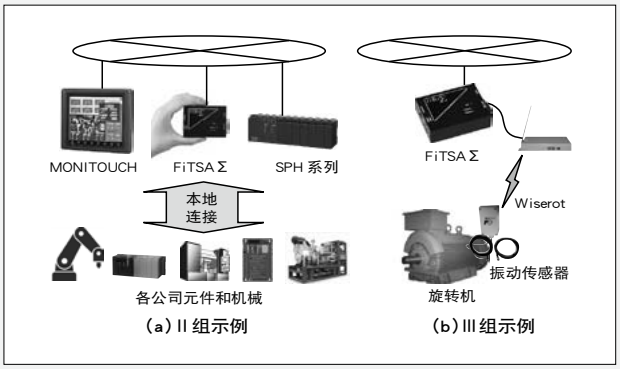


**图 4 互联网连接技术（Ⅱ组、Ⅲ组）**

(b) Ⅱ组：网关连接型

不具备 IP 网连接功能的现有元件（控制器、变频器、测量仪器等通用设备以及分析仪等），无论是本公司产还是其他公司产，都能利用各产品的本地通信功能，连接到 IP 网上的类型。富士电机网关产品的产品阵容中有“MONITOUCH”、“FiTSA Σ”以及可编程控制器“SPH 系列”。这些网关产品可与 PLC、变频器、NC 加工机、机器人、测量仪器等 500 多种其他公司的产品连接，将为现场元件的 IoT 化做出巨大贡献（**图 4**(a)）。

(c) Ⅲ组：网关＋传感器连接型

连接旋转机、断路器、建筑物等原本就不具备本地通信功能和智能功能的事物类型。将振动传感器、温度传感器、电流传感器等连接于网关上，经由传感器使对象的状态数字化。**图 4**(b)展示了无线式旋转机振动监控系统“Wiserot”的连接例。

### 3.4 CPS 引擎

作为提供能源最佳利用、设备稳定运行、生产率和品质提升等各类解决方案的技术，富士电机拥有分析技术、诊断和预测技术、优化技术、高度控制技术等多项技术。富士电机把这些称为 CPS（Cyber Physical System）引擎，并把它定位为 IoT 平台的核心技术。该 CPS 引擎由富士电机多年来在测量和控制领域积累的现场技术，以及支撑它的数学应用技术构成。这里将介绍数学应用技术。

⑴ 诊断和预测技术

进行工艺异常诊断时，首先根据目的选择传感器和测

**(*3) 颗粒物**

一般是指气体中微小的液体或固体的粒子分散的状态。颗粒物粒子的直径、形状、电气和化学特性有多种多样的。尤其是直径 2.5 μm 以下的固体粒子被称为 PM2.5。它可能会影响人体的健康，被列为社会问题之一。

量系统，收集温度、压力、振动、张力等各项数据。针对由此获得的所有数据提取相关关系，求得用于正常或异常诊断的有效数据集。根据这一数据集，创建诊断模型并进行评估。再通过重复这一工艺，使诊断模型学习和成长。

以这一系列的诊断模型创建技术为核心、富士电机独立开发的核心技术，有结构化神经网络技术、面向批处理工艺的多变量统计性工艺管理技术（MSPC）、基于集合预测的预兆检测技术等（参照 234 页“支持 IoT 解决方案的数学应用技术”）。

⑵ 优化技术

作为一个实例，我们将以能源管理系统（EMS：Energy Management System）为例进行说明。EMS 可将能源消耗可视化、发现浪费，以及最佳运用能源供应设备等。什么样的数据，以何种手段测定，按什么指标评估节能效果等，对此需要各种技术经验。另外，为最佳运用供应设备，需要将供应设备模型化，为此，必须理解设备的特性和动作。

富士电机实现了线性规划法等数学规划法，作为适合非线性优化问题的通用启发式演算法(*4)优化技术的粒子群优化法(*5)（PSO：Particle Swarm Optimization），以及最新的优化技术差分进化算法(*6)（DE：Differential Evolution）等的实用化。

⑶ 高度控制技术

对高度控制技术而言，重要的是在把握了对象的基础上将控制对象模型化，各类控制技术则是在利用这一模型的基础上成立的。例如，选定符合对象的时间常数的合理控制周期的，以及选定综合考虑了输入间有无干扰、外部干扰的特性、次数、增益等对象特性的控制手法不可或缺。并且，控制类参数的调整所需的技术经验也必不可少。

作为基础技术，富士电机拥有 PID 控制(*7)技术、多变量类的模型预测控制技术、对因控制对象的特性变化导致的控制性能劣化进行监控的控制性能监控技术，以及参数自动调整技术。作为高度控制技术的实例之一，就是富士电机开发了可贡献于锅炉燃料费削减的超稀薄空气燃烧控制等，并将其产品化（参照 **3. 6 节**⑹）。

### 3. 5 云结构和安全

⑴ 云结构

富士电机致力于将 CPS 引擎及其应用服务程序等服务群作为 IoT 平台的核心技术。

在**表 2** 所示的云服务的一般功能分层中，富士电机的服务群定位为 SaaS。目前，许多云服务供应商都致力于云服务层（PaaS 和 IaaS）的产品化，提供几乎相同的功能。但与 SaaS 间的接口，各云服务供应商是不同的。并且，在进行全球推广时，需要在考虑以下要点后再选定。

⑻ 客户附近地区有无服务器

⑼ 开发环境和支持是否完善

⑽ 成本

⑾ 与现场的连接性

⑵ 安全

2010 年 6 月，进行针对性攻击的恶意软件 Stuxnet 被发现，针对控制系统的网络攻击、针对性攻击受到关注。鉴于这一情况，产官学都推进了对控制系统安全对策的研究和标准化活动。

随着 IoT 的普及，会有更多的现场元件经 IP 网连接到控制系统中，数据收集、分析、价值化将得到推进。由于云环境的普及，预计将有新的安全风险出现，因此，在加强过去的入侵检测技术和防御技术的同时，保证控制设备间数据的真实性和完整性的技术开发也得到了推进。

作为控制系统的安全对策，过去推进了对 IEC 62443、CSMS（Cyber Security Management System）的应对工作。而在 IoT 的安全对策方面，以这些标准为中心，应对国际标准化的工作也得到推进，还制定了相应的方针。

富士电机从经济产业大臣授权法人 技术研究组合 控制系统安全中心（CSSC(5)）设立之初就加入其中，在关于网络安全的研究开发、国际标准化、普及启发、人才培养等各领域，参与构建着产官学一体的安全对策。

**表 2 云服务的功能分层**

| 功能分层 | | 说明 |
|---|---|---|
| SaaS | Software as a Service | 可经由互联网使用应用程序服务 |
| PaaS | Platform as a Service | 作为 SaaS 执行环境的中间件和 OS |
| IaaS | Infrastructure as a Service | 提供 SaaS、PaaS 的执行环境（硬件、虚拟服务器等），作为互联网上的服务 |

**(*4) 通用启发式演算法**

一般被认为有效的经验型知识（经验法则）被称为启发式演算法（heuristics）。通用启发式演算法（meta-heuristics）是指，根据导出的最佳答案，可模仿生物的动作或物理现象的这一经验型知识，不限定于特定问题、可广泛应对各种问题而设计的优化算法的总称。它根据解的初始值边修正边探索，可在适当的时间内求得更优秀的解。

**(*5) 粒子群优化法**

也可写作 PSO（Particle Swarm Optimization）。

它是使用通用启发式演算法得到的优化手法之一。在生物群体中存在这样的机制：若某一个体发现一个适宜的场所（解），它的同伴便可能会聚集而来、探索周边环境，且各体会记住过去探索过的适宜场所，所以也可能会返回到那里。将这一机制转变为算法，可增加达到最佳值的可能性。

**(*6) 差分进化算法**

也可写作 DE（Differential Evolution）。它是使用通用启发式演算法得到的优化手法之一。这一手法模仿生物（基因）进化的机制，多个候补解突然变异、交叉进行相互作用，生成新的候补解，从而探索最佳解。在突然变异中会使用解的差分，因此被称为差分进化算法。针对各类非线性优化问题，可高速求得接近最佳值的解。

**(*7) PID 控制**

以温度控制等为代表的反馈控制的一种，为了使工艺测定值（PV：Process Variable）快速接近目标值（SV：Set Variable），以 PV 和 SV 的差，即偏差为基础，调整操作量（MV：Manipulative Variable）的控制。 MV 是根据与现在的偏差成比例地改变操作量的 P（Proportional）动作，根据过去偏差的累计值改变操作量的 I（Integral）动作，根据偏差的变化率改变操作量的 D（Differential）动作的组合决定的。

### 3.6 解决方案

⑴ 云技术型综合设备管理服务

富士电机以**图 2** 的 IoT 概念为核心，开发了实施客户设备生命周期管理的云技术型综合设备管理系统，并从 2015 年开始提供服务。本服务是将 EMS 服务、运行监控服务、保全服务一体化的云服务。它对从设备导入到更新（废弃）的整个生命周期内的各类信息（设备运行、运转状态以及保全、点检记录、能源使用状态和环境状态等）进行收集，并根据这些信息，利用 CPS 引擎实施诊断和优化，综合管理设备状态（能源效率、故障和问题预兆、设备劣化等）。还能通过成品率改善、品质管理、决定制造条件等，实现生产效率的最大化（**图 5**）。

⑵ 针对物流解决方案的措施

近年来，网店的当天配送、准时化服务等物流服务高度化，对车辆运输的依赖度不断增强。物流中心有库存型（DC 型）和中转型（TC 型）等。对于 DC 型，各公司都在销售车辆运行等多种运营高效化软件包产品。但现在正在成为主流的 TC 型，运输时间有限制、需要防止周边交通堵塞等条件复杂，要利用现有的高效化软件包产品运营非常困难。因此目前，TC 型的运营管理多由有经验的专人负责。富士电机主要针对大规模 TC 型物流中心，开发了中心内可使车辆引导优化的系统，提供了能改善运营管理由有经验的专人负责这一问题的解决方案。该系统针对不同的用途和设置环境，配置最适合的传感器，收集车辆、货物、作业者相关的信息（位置、路线等），并利用 CPS 引擎进行货物数量预测。今后，富士电机将力求实现系统的云技术化，提供针对中小规模物流中心的提案（参照 199 页“物流中心高效化解决方案”）。

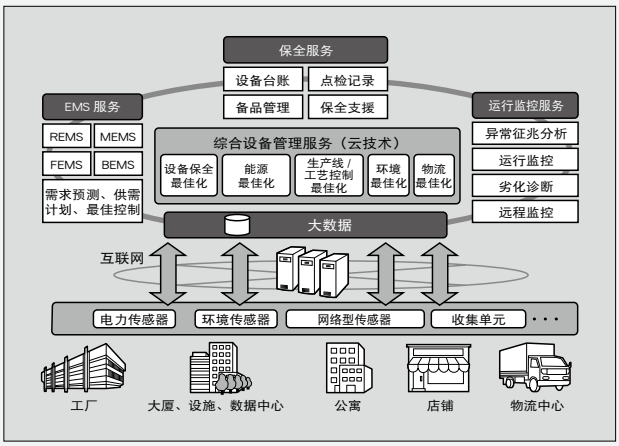


**图 5 云技术型综合设备管理服务**

⑶ 针对植物工厂解决方案的措施

由于修订版《农地法》的实施，农业的准入条件大幅度放宽，其他行业参与农业的情况日益增加。尤其是全新参与可进行全年生产的植物工厂(*8)事业的情况增加。由富士电机共同出资成立的苫东农场株式会社，被列入农林水产省的新一代设施园艺导入加速化支援事业，从 2014 年开始生产草莓。富士电机导入了根据生产流程数据，正确预测收获量和栽培灾害发生等的预测系统，致力于解决植物工厂普遍存在的课题，即收益的改善。该预测系统通过输入环境数据、农作物数据等，以机械学习为基础进行预测。由此，可免去事前实验和确立计算公式的作业，快速开始使用预测功能。收获量方面已取得了一定成果，如在需要以 1 天为单位的短周期预测收获量的草莓栽培方面，在一定条件下，每天的收获量预测误差在 ±15% 以内等，今后，富士电机将进一步提升预测精度（参照 203 页“采用测量和控制技术的植物工厂解决方案”）。

⑷ 针对钢铁成套设备运行优化解决方案的措施

富士电机针对钢铁、化学、石油和天然气管道、清扫工厂等成套设备和设备，提供了使用了测量和控制技术的解决方案。近年来，在提案可实现稳定运行、生产率和品质提升、能源成本削减的全新解决方案的同时，还致力于研发熟练技术的继承等方面的解决方案。

在钢铁成套设备方面，借助从高速驱动控制系统经由网络以毫秒精度收集和分析驱动和电动机状态的系统 DMC（Drive Master Controller）和“f(s)NISDAS”，为稳定运行和品质提升做贡献。

在化学等连续工艺成套设备方面，作为熟练技术继承解决方案，提案了成套设备模拟器(*9)，同时，开发了由 HMI 系统引导操作者进入故障原因画面的“导航功能”，以取代熟练技术者。此外，还致力于研发根据成套设备的运行信息、操作记录等大数据，自动检测工艺的异常征兆，自动生成最佳操作引导，帮助回避异常的“运行支援系统”（参照 189 页“面向钢铁成套设备的运行优化解决方案”和 195 页“实现成套设备最佳运用的测量和控制系统解决方案”）。

⑸ 针对设备保全的措施

为使高度化的生产设备和公辅介质设备长期稳定运行，保全活动的重要性日益增加。富士电机将涉及设备整个生命周期的各类服务集约为云技术型综合设备管理服务，其中，在云端开展设备保全服务。设备保全服务将支持从设备导入到更新的生命周期中的一系列保全活动（保全计划的制定、设备劣化的防止 / 诊断 / 恢复活动）的 PDCA 循环顺利运行。另外，还通过适用支持 IoT 的传感器类，

**(*8) 植物工厂**

在控制了内部环境的封闭或半封闭的空间中有计划地生产植物的系统。共有 2 种类型，即在大厦内等封闭环境中，在不使用太阳光的情况下控制环境，进行全年、有计划生产的完全人造光型，和在温室等半封闭环境下，以太阳光为基本，在阴雨天补光，在夏季抑制高温等，从而进行全年、有计划生产的太阳光利用型。

**(*9) 成套设备模拟器**

为了能个别模拟控制对象设备、机械的动作而创建模型，再按照实际成套设备组合这些模型，从而可在电脑上构建虚拟成套设备的产品。它能实现各种条件下成套设备的动作，因此可用于事务所内的试验调整和操作者的训练。

实施旋转机振动诊断、UPS 蓄电池劣化诊断、服务器 / 网络 / 控制器的运行监控等设备诊断。并且，利用面向成套设备控制系统的现场信息收集边缘终端、可穿戴终端实施作业支援、学习支援等（参照 207 页“支援设备稳定运行的服务解决方案”）。

⑹ 锅炉燃烧解决方案

锅炉燃烧解决方案是富士电机提供的高度控制解决方案之一。通过在过去的锅炉控制装置中追加软件包，改善燃烧效率，可削减约 1% 的锅炉燃料费。

锅炉设备的效率改善，目前机械式手法已接近极限。使用以全新方法开发的本软件包，可进一步推进高效化。

锅炉是利用燃料和空气燃烧产生的热能生成蒸汽和热水的设备，若注入的空气量过多，则未被用于燃烧的过量空气会被排出，此时会产生热损失。富士电机开发了可在抑制对环境造成影响的一氧化碳（CO）生成量的同时，能以减少至极限的空气量（超稀薄空气）控制燃烧的技术，成功研发出了世界首创的使锅炉燃烧的热损失最小化的技术。这一技术中适用了富士电机独立开发的最佳燃烧软件和控制逻辑，以及可进行高速测定的激光式一氧化碳分析仪（参照 211 页“可削减燃料费的锅炉燃烧解决方案”）。

## 4 今后的展望

### 4.1 向生态系统的推广

富士电机以测量和控制技术为核心，一直以来都在现场发挥着自身的优势。云技术型综合设备管理服务，是融合了富士电机的现场优势和 IoT 的、纵向型解决方案系统。另一方面，生态系统的动向在全球日趋活跃。富士电机将通过使自身优势与其他公司的优势联动，创造全新的客户价值。富士电机将密切关注这些动向，以特色传感器和最新的 IT 联动自动售货机等为开端，致力于新价值的创造（**图 6**）。

### 4.2 IoT 平台

对于各领域中可适应 IoT 时代的平台，我们介绍了数据收集技术和 CPS 引擎。无论是纵向一体化系统还是生态系统，都必须有可更简单、更快速地确立客户价值的假设，并通过验证假设，创造更具体的客户价值这样的循环。为此，富士电机将强化小规模启动、快速启动(*10)这类可螺旋式上升的 IoT 平台。具体来说，将致力于研发以下所示的技术。

⑻ 小规模的、简单的系统构建技术

⑼ 服务的模块化、资产化和菜单的扩充开发

⑽ 云端的数据和服务的联动技术

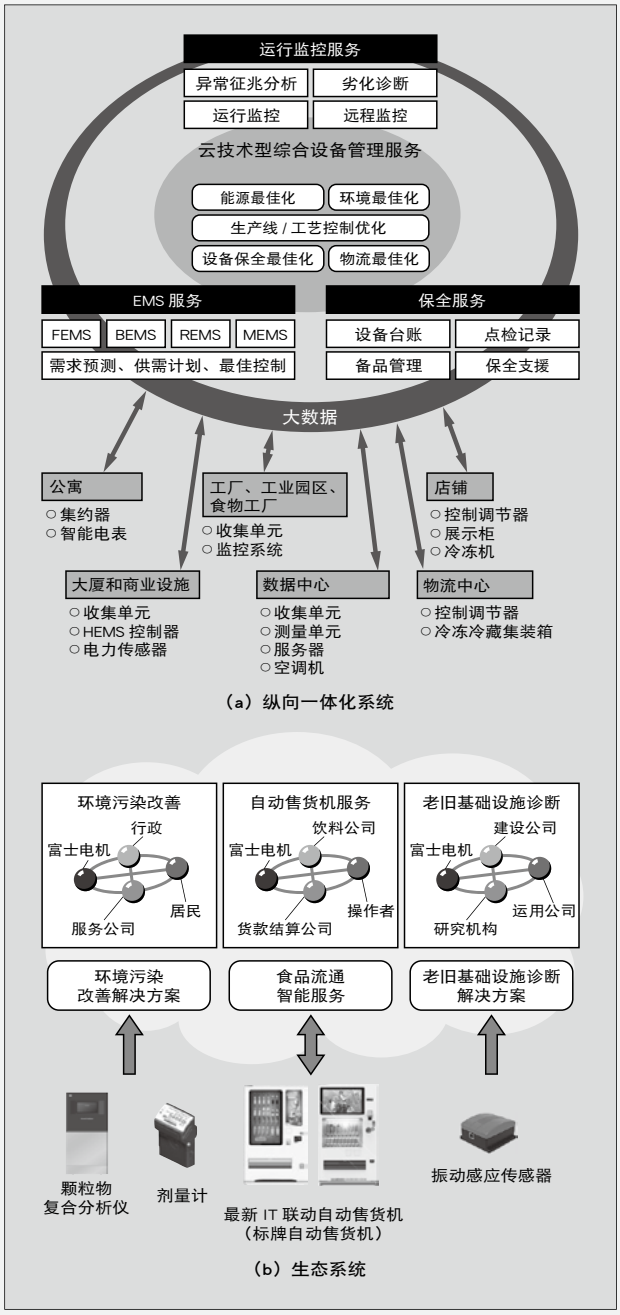


**图 6 纵向一体化系统和生态系统**

### 4.3 CPS 引擎

富士电机以特色的 CPS 引擎为核心技术推进着开发。今后，计划以创造新的客户价值为目标，实现 CPS 引擎的体系化和充实。另外，为活用 CPS 引擎来推进事业展开，将大力培训和扩充使用 CPS 引擎的技术人员。

**(*10) 小规模启动和快速启动**

它是指局部性地选择有望体现效果的部分（小规模启动），以及适用本公司丰富的 IoT 商材，在短期内实施从应用程序开发到效果验证的过程的（快速启动）技术。针对想要解决的课题，在解决手法和效果不明时较为有效。

### 4. 4　边缘控制器的强化

随着使用 IoT 的系统和服务的多样化，收集的现场数据也不断增加和多样化，这导致了通信业务量和成本的增加、实时响应性降低等。为解决这类课题，现场和网络空间之间的功能分担越来越有必要。

富士电机致力于强化产业用边缘控制器，以作为高功能网关。边缘控制器所要求的基本功能有数据处理（收集、加工、积累）和各种现场元件间的通信协议等。另外，还要求进行模型预测控制和优化等，实时运行 CPS 引擎的功能。这些被定位为可新创建和更新的应用程序，同时还需要工程管理支援功能。富士电机将以使用多核通用微电脑、实时 OS、Linux 等通用 OS，内置安全等的开放式技术和通过可编程控制器业务积累的实时控制技术、工程管理支援技术为基础，构建边缘控制器，同时，解决现场元件所要求的低成本、高耐环境性、高可靠性和高速性等课题。

## 5　后记

本稿基于 IoT 的全球动向，介绍了富士电机测量和控制解决方案的现状和展望。

今后，将努力扩大和扩充作为富士电机产业解决方案核心的测量和控制技术，同时，利用 IoT，在纵向一体化系统和生态系统两方面创造全新的客户价值。

**参考文献**

⑴　近藤史郎, 福住光记. 给与解决方案以支持的测量控制技术的现状与展望. 富士电机技报. 2014, vol.C6, no.2, p.38-41.
⑵　Germany Trade & Invest. “GTAI-Smart Solutions for a changing world”. High-Tech Strategy 2020 Action Plan. http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Smarter-business/smart-solutions-changing-world, t=hightech-strategy-2020-action-plan, did=575914.html, (参照 2016-09-14).
⑶　Industrial Internet Consortium. “Industrial Internet Consortium”. Industrial Internet Consortium official website. http://www.iiconsortium.org/, (参照 2016-09-14).
⑷　内閣官房内閣広報室. “「日本再興戦略」改訂 2015 －未来への投資・生産性改革－”. 首相官邸. p.10-11, p.29. http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf, (参照 2016-09-14).
⑸　技術研究組合 制御システムセキュリティセンター(CSSC). “設立の背景と目的”. 技術研究組合 制御システムセキュリティセンター(CSSC). http://www.css-center.or.jp/ja/aboutus/purpose.html, (参照 2016-09-14).

**近藤　史郎**
从事控制系统和通信系统的研究开发。现为富士电机株式会社技术开发本部副本部长兼 IoT 项目室长。

**福住　光记**
从事监控系统的开发和企划。现为富士电机株式会社技术开发本部 IoT 项目主管。

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。