

日本和日本产业基于CPS的制胜战略以及 与中国合作的前景

日本瑞穗金融集团

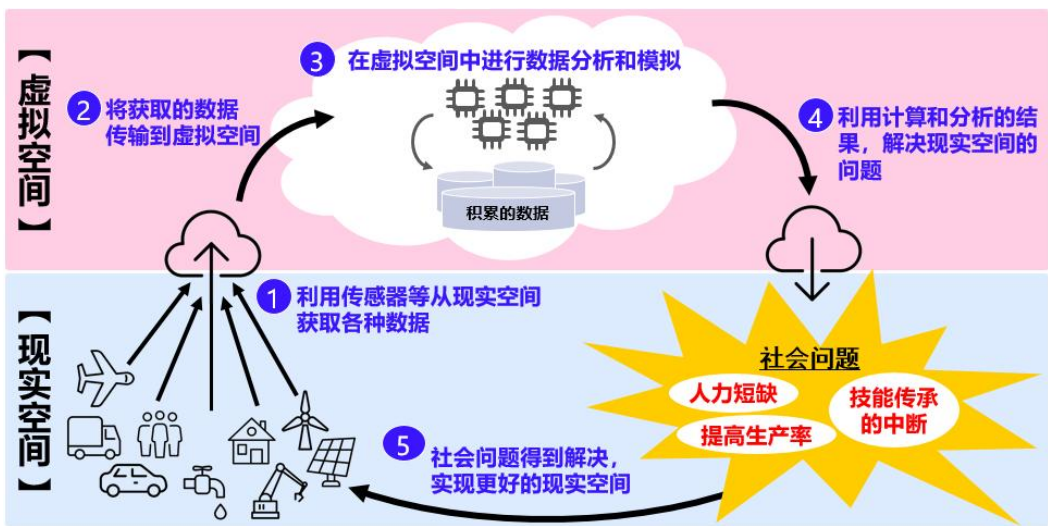
导言

CPS（Cyber Physical System，信息物理系统）是一种帮助实现省力、高效和复杂操作的系统，在制造业和非制造业都同样适用。包括日本在内的发达国家和中国等已逐渐开始普及，预计未来将全世界推广应用。

本报告将首先在第一章简述 CPS 的概念，第二章介绍日本企业利用 CPS 的手段，解决自身各种问题的具体措施案例。最后在第三章和第四章中，探讨日本和日本产业基于 CPS 的各项制胜战略，以及在相关领域与中国合作的可能性。

一、CPS 概述

CPS 为 Cyber Physical System 的首字母缩写，是融合现实空间与虚拟空间的系统总称。其具体运行方式如图表 1 所示：①利用传感器和摄像头等收集现实空间中存在的各种数据；②将这些数据传输到虚拟空间；③通过大规模数据处理和模拟等方法，深化分析这些数据；④利用这些过程中获得的有用知识，尝试解决现实空间中的各种问题或创造新的价值；⑤以此类推，系统不断通过虚拟空间的某种计算结果去改善现实世界，再反馈回到系统，这就是一般所说的 CPS。CPS 有望在很多领域发挥作用，如通过使用数字孪生（Digital Twin）提高生产效率，通过远程控制机器人增强人力，以及通过使用虚拟现实（Virtual Reality，VR）和增强现实（Augmented Reality，AR）等创造新的体验价值。



图表 1 CPS 概念图

(资料来源) 瑞穗银行产业调查部编制

目前，日本企业面临技能传承、人力短缺和劳动生产率低下等重大挑战。由于 CPS 具有的上述作用，而很可能成为解决这些问题的突破口。下一章将介绍日本企业正尝试利用 CPS 解决相关问题的实例。

二、日本企业应用 CPS 的实例

本章将按照解决技能传承、人力短缺和生产率低下等问题的顺序，介绍日本企业目前利用 CPS 的各种措施案例。

(一) 解决技能传承问题的应用实例

首先，以光学设备制造商奥林巴斯 (Olympus) 和乐雅乐连锁餐厅 (Royal Host) 为例，看一下如何利用 CPS 解决技能传承的问题。在奥林巴斯引入的系统中，通过传感器检测熟练技师的手部动作，并将这些动作转换成数据。具体做法是在手关节等部位安装测量设备，以检测熟练技师的骨骼结构，并将技师的动作（如捆扎电缆的手法）记录为三维空间上的坐标数据。技师的动作转化为数据之后，戴上 VR 眼镜就可以随时观看。奥林巴斯公司在培训

等场合应用这些数据，缩短了培训时间。另一方面，乐雅乐公司与日本国立研究开发法人产业技术综合研究所（AIST）合作，引入了一套可在虚拟空间培训待客服务技能的系统。接受培训的人员在虚拟店铺中担当服务员，处理从顾客来店到提供菜单和食物、清理餐桌等一系列业务，并需要同时应对各个餐桌的需求，从而获得接近实际工作的经验。

（二）解决人力短缺的应用实例

其次介绍一下综合化学制造商旭化成公司利用 CPS 解决人力短缺问题的实例。旭化成公司正在自身的一家制氢工厂创建“数字孪生”技术环境。通常在工厂设备发生异常时，必须由经验丰富的技术人员凭着个人经验加以应对，很难将其一系列的处理方法程式化。因此，以前如果熟练技术人员不在现场，处理异常就很耽搁时间，但利用数字孪生技术，身在异地的熟练技术人员就能像在现场一样做出响应，从而缩短警报发生到解决问题的时间。

（三）解决生产率低下的应用实例

最后，以空调制造商大金工业公司和汽车制造商丰田汽车公司为例，介绍一下如何利用 CPS 提高生产效率。大金工业公司引入了基于数字孪生技术的生产控制系统。该系统利用安装在工厂内的摄像头和传感器获取各生产流程的数据，将装配、冲压、涂装等工序再现于虚拟空间，并提前预测生产现场的设备异常及由此导致的生产线停滞状况，使时间和成本损失较前降低 30% 以上。另一方面，丰田汽车公司为尽快建成“Woven City”（公司在静冈县裾野市兴建的智能城市），利用虚拟空间再现居民、出行工具和街道等城市基本元素，模拟自动驾驶环境中的交通、人流以及发生交通事故时的风险等情况，提高项目工程建设的效率。

上述事例的内容大概如图表 2 所示。

图表 2 日本企业利用 CPS 解决不同类型问题的实例

社会问题	企业名称	利用CPS解决问题的实例
技能传承 的中断	奥林巴斯 (光学设备制造商)	➤ 将熟练技师的动作数据化，方便技能传承 ✓ 引入一个新的系统，利用传感器将熟练技师的动作数据化并加以保存 ✓ 例如，采集电缆捆扎手法等数据，用于人力的开发和培训
	Loyal Host (乐雅乐连锁餐厅)	➤ 在虚拟空间中接受老员工的指导，学习待客服务 ✓ 参加培训者在虚拟空间中担任服务员，接受老员工的指导 ✓ 指导内容涉及从顾客来店到提供菜单和食物、清理餐桌等一系列的业务
人力短缺	旭化成 (综合化学制造商)	➤ 可从远程地点即时处理异常，解决资深技术人员不足的问题 ✓ 在制氢工厂建立数字孪生环境，即使身处异地，也能像在现场一样做出响应 ✓ 仅凭少数经验丰富的技术人员，就足以应对工厂设备的异常
生产率 低下	大金工业 (空调制造商)	➤ 提前预测设备异常，防止生产线停滞 ✓ 利用数字孪生技术，在虚拟空间中再现装配、冲压、涂装等流程 ✓ 提前预测设备异常，防止生产线停滞造成生产效率的损失
	丰田汽车 (汽车制造商)	➤ 在虚拟空间中进行模拟，有效掌握交通状况 ✓ 将公司在建的智能城市(Woven City)搬上虚拟空间，再现其中的居民、交通和基础设施 ✓ 通过在该环境中进行模拟，有效把握自动驾驶实施时的各种交通状况

（资料来源）瑞穗银行产业调查部编制

三、日本和日本产业的制胜战略以及与中国合作的可能性

第二章介绍了正在实施的 CPS 应用举措案例。第三章将从中长期的角度出发,展望日本和日本产业的未来发展方向,尤其是探讨日本现有优势与 CPS 相结合的制胜战略，并考察在这些领域与中国开展合作的可能性。

（一）日本和日本产业的制胜战略

本报告认为，日本和日本产业的制胜战略可大体分为 3 项：①把握 CPS 全球普及商机的“元件（component）制胜战略”、②促进 CPS 应用的“体验价值/内容制胜战略”、③“解决社会问题制胜战略”。

首先，第 1 项的“元件制胜战略”，是指日本应抓住中国和其他发达国家将不断普及 CPS 应用的发展契机，进一步提升在元件（零部件和材料）领域的优势地位。如上所述，CPS 是将现实空间和虚拟空间高度融合的一个系统，其功能的充分发挥，要有“传感器”能够快速、准确地获取现实空间中

的物体和事件数据，有“计算机”能够迅速处理和分析虚拟空间中的大量数据，同时还要有“执行器”将虚拟空间中得到的发现和计算结果正确反馈到现实空间。因此，CPS 在全球的普及和应用，将对高质量、高性能的元件产生巨大需求，日本可以通过满足这一需求，迅速实现业务扩展。

其次，第 2 项的“体验价值/内容制胜战略”，是指在功能价值转向体验价值，即“实物消费”向“体验消费”转型的大趋势中，抓住这一机遇发挥日本内容产业的优势，再叠加 CPS 改善用户体验（User Experience, UX）或创造新的用户体验。与传统的内容相比，利用 CPS 可以为不同用户提供更加个性化的体验，还可以通过 VR 和 AR 支持的虚拟空间创造全新的用户体验。

最后，第 3 项的“解决社会问题制胜战略”，是指利用 CPS 解决日本先于其他国家面临的社会问题，提高日本产业的竞争力和可持续性，并将问题解决方案推广到其他国家。包括出生率下降和人口老龄化（少子老龄化）在内，日本先于其他国家遭遇了一系列的社会挑战，也因此先于其他国家掌握了大量相关的数据、知识、技术和产品。先行面对社会挑战，乍看似乎是坏事，但如果能够将此作为“良机”，从“社会问题的早发国家”转变为“解决社会问题的先行国”，前途反而是光明的。第二章介绍了日本已在利用 CPS 解决技能传承、人力短缺等问题的实际案例，类似举措可视为制胜战略实施的萌芽。

（二）与中国合作的可能性

上文提到的每个制胜战略方面，都存在与中国合作的可能性。下面将逐一探讨中日在这些领域的合作空间。

首先探讨一下中日在“元件制胜战略”方面的合作潜力。中国的 CPS 利用程度高于日本，机器人在医疗设备领域的应用就是一个实例。在中国城市

地区，由于政府通过医保进行扶持的力度和灵活的法律法规，手术机器人正不断引进。因此，伴随 CPS 在中国的应用发展，将以动作要求精准的医用和工业机器人需求为核心，对高质量、高性能元件（零部件和功能材料）产生越来越多的需求。而且，预计 CPS 还将在未来进一步普及，水平进一步提升，中日双方有望在各占优势的成品（如机器人）和元件领域相互切磋，共同促进市场发育。

其次探讨一下中日在“体验价值/内容制胜”方面的合作潜力。日本在主机游戏（console game）的硬件和软件领域都拥有很高的地位，在发达国家市场中独占鳌头。同时，日本还具有创造全球流行角色的能力及相关内容 IP（知识产权）的优势。在全球来自内容 IP 的累计收入排行榜中，大量的日本作品占据上风。另一方面，中国在智能手机游戏领域表现突出。2023 年，中国位居手机游戏市场规模之首。近年来，中国公司发行的手机游戏在日本也大受欢迎。

因此，中日两国在游戏产业可以考虑以下的合作方式，即发挥各自所长，在各自专精的领域发展对方具有人气的内容 IP。例如，中国公司可以从日本购买热门主机游戏或热门角色的商品化权，将其转化为手机游戏，在巨大的中国市场上销售；日本公司也可以从中国购买热门手机游戏的许可权，将其转化为主机游戏销售到发达国家。这可能成为中日双方企业扩大业务的商机。

最后来探讨中日在“解决社会问题制胜战略”方面的合作潜力。目前，中国的劳动适龄人口比例正在降低，预计未来少子老龄化的发展速度将超过日本。因此，中国的这一社会挑战及随之而来的人力短缺和老年人护理等问题，与日本是相同的，中日双方今后完全可以通过合作，共同去寻求解决方案。

事实上，迄今为止，日本贸易振兴机构（JETRO）已在中国各地举办“中日老龄产业交流会”和“中日养老服务业合作论坛”等多项交流，开展对话和业务对接等活动，合作前景可见一斑。

以上阐述了日本和日本产业基于CPS的制胜战略领域中与中国合作的三种可能途径（图表3）。中国在CPS利用方面居于领先，并拥有全球最大的手机游戏市场和优越的内容环境，同时与日本一样，也面临着少子老龄化及由此产生的人力短缺和护理问题等社会挑战，因此中日双方可以在互惠互利的基础上，成为良好的合作伙伴。

图表3 日本和日本产业的制胜战略以及各相关领域与中国合作的前景



（资料来源）瑞穗银行产业调查部编制

四、解决社会问题的制胜战略——缓解护理领域的人力短缺

第三章探讨了日本的制胜战略及相关领域与中国合作的各种可能性，本章作为最后一章，将对其中第3项的“解决社会问题制胜战略”做进一步深入探索。

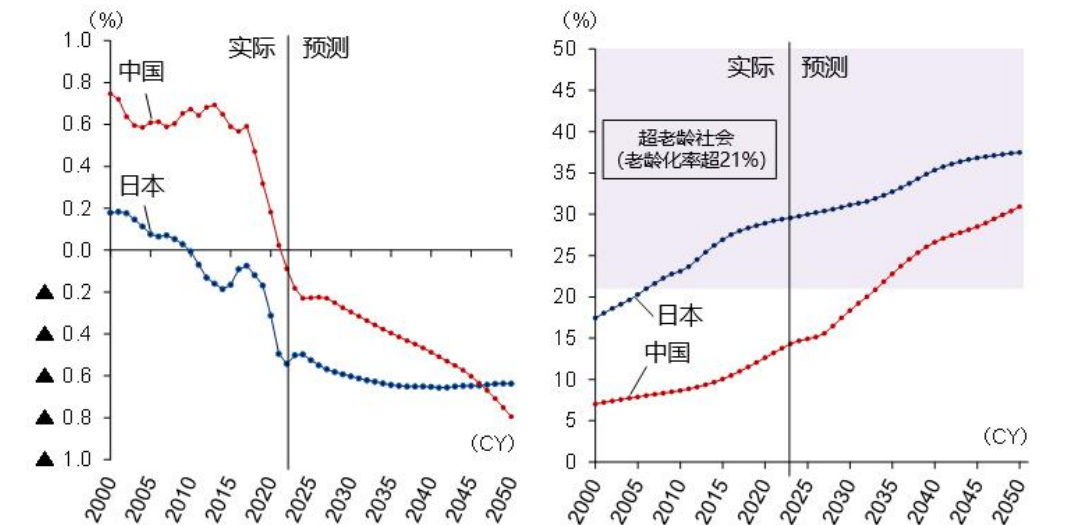
在社会问题当中，本章将重点讨论人力短缺的挑战。人力短缺是影响经济和社会活动的最重要问题之一，不仅关系到经济增长，建设和维护社会运

转所必需的基础设施也都无法离开人力。

根据联合国公布的数据，日本和中国的人口都在减少，两国的人口增长率分别自 2010 年（日本）和 2022 年（中国）转为负增长（图表 4）。因此，两国都面临少子老龄化不断发展的的问题。当老龄化率超过 21%时，这个国家就被称为超级老龄社会，而日本自 2007 年进入超级老龄社会以来，老龄化率持续上升（图表 5）。根据同样的预测，中国也将在 2034 年步入超级老龄社会，之后老龄化率保持上行趋势。

如上所述，日本和中国都在迅速走向少子老龄化，随之而来的将是人力短缺，但目前还尚未找到解决这一问题的根本办法。护理行业的人力短缺问题尤为严重，这是由于随着老年人口的增加，对护理服务的需求也在急剧上升。

要解决这一问题并非易事。我们希望通过关注包括 CPS 在内的各种技术潜力，为中日两国从技术角度解决“护理领域的人力短缺”问题勾勒出制胜战略。



图表 4 人口增长率趋势（联合国预测） 图表 5 老龄化率发展趋势（联合国预测）
（资料来源）两图均为瑞穗银行产业调查部根据 United Nations, *World Population Prospects 2024* 编制

（一）解决“护理领域的人力短缺”问题——日本和中国的各自优势

日本先于其他国家出现少子老龄化趋势，因此在“护理”领域抢占了先机。为了由全社会来支持老年人的护理需求，日本于 2000 年引入了长期护理保险制度。同时，日本在长期护理领域的各种相关业务中也积累了大量的技术经验，护理服务的质量和多样性等都具有独特优势，包括服务型老年公寓、养老院、临终关怀型护理设施、日间护理服务和上门护理等多种形式。日本在护理领域的许多方面都居于领先，因此也受到其他国家的高度关注。

最近，日本公司也开始进军中国的护理行业。例如，日本松下控股公司与中国的雅达国际控股公司（主营护理、医疗保健和旅游等业务）在江苏省宜兴市合作开发了一个名为“雅达/松下社区”的养老城。这是一个集养老服务为一体的住宅区，区内建造的公寓汇聚了日本在长期护理领域的各种专有技术。除配有可自动调节亮度的卧室照明系统、如厕时可检测尿液成分和血压以监测健康状况的高端卫生间外，空调系统和空间设计也别有匠心。

类似“雅达/松下社区”这样引入各种技术的智能护理服务，能够减轻老年人的身体负担和心理压力，同时还节省人力，实现更高级别的护理和健康状况监测。例如，可以给住在养老院的需护理老人佩上可穿戴设备，还可以在卫生间、地板和寝具等处安装传感器，实时监测老人的各种生命体征。这样，一旦出现异常情况，就可以立即触发自动警报，通知护理人员，形成一个更安全可靠护理系统。

近年来，仿人机器人和四足机器人在中国发展迅速。例如，出现了 UBTECH Robotics（优必选科技）和 Unitree Robotics（宇树科技）等机器人制造商，这些公司开发的仿人机器人实际上已开始在制造业和其他行业中取

代部分人力。各种技术也开始用于护理领域，如协助受护理人员移动的动力辅助服，以及帮助受护理人员离床的电动床等。目前，机器还只能减轻体力劳动的负担，谈不上完全消除护理设施对人力的需求。但在未来，随着上述各类机器人技术的进步，部分取代护理设施的人力或将成为现实，尽管能在多大程度上被社会接受，仍是一个问题。不过，在洗澡和如厕等方面，从维护受护理人员的尊严角度出发，也有意见认为机器人比人类更适合提供帮助。

（二）解决“护理领域的人力短缺”问题——日本与中国的合作

随着少子老龄化的发展，护理领域的人力短缺问题将日趋严重。要解决这一问题，必须做到两点：①减少对护理的需求人数；②减少护理服务需要的人力。而上文提到的智能护理和机器人技术，正可分别成为解决这两点的途径。

①首先，可以通过智能服务型老年公寓，使入住的老年人得到健康状况的日常监控，降低受伤、生病和心理压力过大的可能性，从而减少需要长期护理的风险，或者即使需要护理，也能在智能护理中尽量保证所需要的护理级别不致上升。因此，智能护理技术有望降低对护理的需求人数。

②但是，智能服务型老年公寓等手段再先进，也不可能完全杜绝护理需求的出现，并且即使采用动力辅助服及电动床等减轻护理负担，能节省的人力也比较有限。因此，必然需要护理行业，也必然需要人力，但其中部分人力不妨以机器人代替。机器人的性能和通用性正在日益提高，借助机器人减少对护理人员的需求将指日可待。

如果中日两国能够利用各自的技术优势，做到①减少对护理的需求人数；②减少护理服务需要的人力，就可能大为缓解两国在少子老龄化趋势下产生的护理人员不足的问题。而且，如果将智能护理服务（如智能服务型老年公

寓）和护理机器人等推广到即将迎来少子老龄化的其他国家，则有可能从东亚走出一条“解决社会问题”的成功之路。

世界各国都必将面临或已经面临少子老龄化带来的护理人员短缺难题，中日两国有望率先解决这一难题，并为世界提供自身的解决方案，共创美好未来。