

FANUC NEWS

2022
座谈会
特辑



2022年7月拍摄

2022 年 座谈会

5 月 20 日，我们特别邀请了平日里给予发那科诸多帮助和支持的各位专家教授前来参观我们在新商品发布展览会上展出的商品，之后召开了座谈会。



● 出席人员

■ 新商品发布展览会 整体讲评

东京大学 名誉教授 樋口 俊郎 先生 P 3

■ FA

庆应义塾大学 名誉教授 青山 藤词郎 先生 P 4
 神户大学 教授 白濑 敬一 先生
 庆应义塾大学 教授 青山 英树 先生
 东京工业大学 教授 高木 茂孝 先生
 东京农工大学 教授 笹原 弘之 先生
 京都大学 教授 松原 厚 先生
 东京大学 教授 藤本 博志 先生

■ 机器人

早稻田大学 教授 菅野 重树 先生 P11
 东京大学 教授 浅间 一 先生
 东北大学 教授 冈谷 贵之 先生

■ 智能机械

名古屋大学 教授 社本 英二 先生 P15
 东京电机大学 教授 松村 隆 先生
 东京大学 教授 国枝 正典 先生
 东京大学 副教授 梶原 优介 先生

■ 总评

职业能力开发综合大学 校长 新野 秀宪 先生 P21

(按发言顺序排列)

发那科株式会社

■ 代表取缔役
 代表取缔役会长 稻叶 善治
 代表取缔役社长 山口 贤治 (座谈会主持人)

■ FA

FA 事业本部长 野田 浩
 硬件研究开发本部长 桥本 良树
 软件研究开发本部长 岩下 平辅
 伺服研究开发本部长 福田 正幹
 激光研究开发本部长 西川 祐司

■ 机器人

机器人事业本部长 稻叶 清典
 机器人机构研究开发本部长 安部 健一郎
 机器人软件研究开发本部长 加藤 盛刚

■ 智能机械

智能机械事业本部长 高次 聡
 ROBODRILL 研究开发本部长 佟 正
 ROBOSHOT 研究开发本部长 内山 辰宏
 ROBOCUT 研究开发本部长 藤元 明彦

■ 事務局

研究开发推进・支援本部长 松原 俊介
 研究开发推进・支援本部长助理 须藤 雅子

(截至 5 月 20 日的职务)

社长：今天，感谢大家百忙之中抽出时间来参加座谈会。

本次座谈会是配合例年于4月举办的本公司内部展示会（新商品发布展示会）的时间而举办的。受新冠肺炎疫情影响，2020年4月，内部展示会和座谈会被迫中止，2021年6月，公司内部展示会与座谈会均以在线的形式举行。此次实际上是我们时隔3年举办线下的内部展示会与座谈会。此次的内部展示会，我们为防止新冠肺炎疫情的传播扩散，将到场人数限定在过去的约三分之一，并且，每隔2小时更换到场观众。另外，因为有人提出4月是年度初始，事务繁忙，因此，我们将展示会和座谈会的时间推迟了1个月，改在5月举办。

很多客户无法参加，对此我们深感歉意，但是到场的客户基本都给予了我们高度评价，大家普遍认为这次比往年能更加细致地参观展示，仔细地听取介绍。这一次也是我们大约时隔3年，邀请诸位专家教授参加内部展示会并举办座谈会，心中不免惴惴不安，不知道从专家教授的角度来看，发那科是否真的取得了进步。世界经济正从新冠肺炎疫情的影响中逐步复苏，目前，本公司的研究开发部门以应对零部件短缺危机为最优先事项，和工厂部门、采购部门一起，将大量时间分配在应对零部件短缺危机上。但是，虽然存在这样的情况，本公司依然全力推进了研究开发工作，因此，希望诸位专家教授坦诚地提出意见、给予指导。非常感谢大家。



山口社长

■ 新商品发布展览会 整体讲评

社长：首先，请樋口教授对公司内部展示会进行整体讲评。

樋口教授：此次是时隔3年举办线下展示会与座谈会，可以让参观者能够亲身观察实物、把握实际的感觉。还能听取关于具体课题的介绍，直接与开发者对话，这一点非常好。阔别许久，我也乐在其中。

今年发那科值得关注的话题之一已经在报纸等媒体上发表了，那就是到今年3月，CNC的累计产量达到了500万台。去年6月发行的社史（发那科的历史）就曾详细记载，CNC的开发始于1955年，并从1958年开始正式投产。另外，ROBODRILL的累计出货量已达到30万台。从1972年FANUC·DRILL开始销售以来，已经过去了50年。这两款产品都业绩斐然。此外，今年1月，日本经济新闻上刊载了稻叶会长的文章“我的履历书”。除了社史概要以外，还记述了大量我第一次听说的内容，非常有趣。

机器人事业方面，去年发那科获得了第63届日刊工业新闻社十大新产品奖“主奖”、日经优秀产品·服务奖“日经产业新闻奖”和第9届机器人大奖“经济产业大臣奖”三个奖项，今年又荣获第10届技术经营·创新大奖“科学技术与经济协会会长奖”。在此，恭喜发那科。



樋口教授



2022年5月17日~19日 发那科新商品发布展示会

总体而言，发那科一直在脚踏实地地不懈努力。发那科洞察用户要求并努力应对，以实际的产品满足客户需求。而且，我们也知道，这背后依靠的是计算机性能的急速提升。特别是模拟技术日新月异，未来，这项技术将在发那科产品中得到怎样的应用，对此我非常期待。下面，我想撇开展示会，谈谈我对控制工学教育的感想。在计算机诞生之前，以开发实用类控制系统设计方法为目标的有识之士经过不懈努力，奠定了控制工学的基础。在控制工学的课程中，我们可以学到使用波特图来判定控制系统稳定性的方法和增益调节方法。这是非常好的考试问题，但我没有在实际业务中使用过。因为通过数值模拟就可以轻松识别稳定性。很多学生因为在拉普拉斯变换上受挫而讨厌控制工学。考虑到学生的数学，特别是数学分析能力不足的问题，我认为一开始不要使用拉普拉斯变换，而是利用数值模拟，以通俗易懂的方式传达自动控制的本质与乐趣。

在此次的展示会上我观看了很多内容，而协同作业机器人尤其吸引我。其中，白色机器人 CRX 的性能显著提升，尤为优秀。此次的演示，机器人通过自身的传感技术，模仿卡盘夹，顺利地完成了抓取动作。类似的应该实现自动化的作业还有很多，我很期待今后的发展。

接下来是全不锈钢的拳头机器人。这款产品的本体光亮而干净，圆润的设计让机体清洁变得简单。我想食品相关企业的人员应该会对此给予高度评价。

我还记得发那科在 10 多年前的座谈会上提出过“现在有食品机械展示会，我们必须去参展，不断扩大机器人的应用领域”这一理念。我认为，这款机器人将和过去新商品展示会上展出的“可清洗机器人”一起，在重视卫生管理的食品行业发挥重要作用。

社长：感谢樋口教授的发言。此次，我们的座谈会将依次对 FA、机器人、智能机械这三个部分进行研讨。

■ FA

社长：首先，以 FA 为中心进行发言讨论。青山藤词郎教授，请您发言。

青山（藤）教授：首先，感谢发那科的邀请。我非常高兴参加了久违的面对面形式的线下商品展示会和座谈会。

在进入 FA 的话题之前，我非常关注发那科在应对半导体短缺、零部件短缺以及因世界性社会动荡而导致的能源成本上涨问题上的表现。

关于能源成本，由于电费上涨，我们一直倡议推进的生产系统的节能措施，其重要性再次被强调，受到重视。能源成本的问题难以简单解决。此次的展示会展示了发那科在产品开发中的各项措施，例如，FA 事业的节能措施，通过各项要素技术和数字孪生技术等减轻环境负荷，此外，还展出了新的绿色标志，



青山藤词郎教授

从中我们可以感受到发那科的热情和积极解决问题的姿态。

我认为这些努力将愈加重要。数字孪生技术变得非常高精度化，功能也得到了提升，因此，远程办公已在相当程度上成为可能。因为不是在生产现场，而是在事务所或家中办公，因此安全性是个难题，但现在，适合远程办公的环境正不断完善。我认为这些改变对于减轻环境负荷有非常巨大的间接作用。

另外，还增加了一些对用户友好的功能，这些功能与构成 FA 的各种装置相关。提起发那科的 CNC 会联想到“对非专业人员来说很难操作”、“如果不熟悉 G 代码很难熟练掌握使用方法”、“涉及到很多现场的技术经验，总是难以熟练掌握”，可以感觉到为了方便用户使用，进行了各种改进。我抱着浓厚的兴趣参观了协作机器人的展示。我感觉协作机器人的各种动作越来越高度化、多样化。在参观展出的机器人后，我认为机器人将与机床功能相配合，以前所未有的多样化形式不断被引入生产现场。

另外，通过构建与机床协同的生产系统，发挥各种功能，例如，减轻生产线切换时的环境负荷以及节约能源等。希望发那科在这方面能进行一些介绍。

社长：感谢教授的发言。下面，请野田事业本部长发言。

野田：感谢教授的发言。此次，FA 的展示以现实、数字、自动化、节能、IoT 这 5 个方面为重点。

教授的发言提到了能源成本的话题，今后，FA 将大力推进这方面的工作，但实际上我们很早就开始实施了相关措施。直接的就是减少电机，特别是放大器的耗电。缩短周期时间和加工时间，有助于减少机械运转时间，从而减少能源消耗。通过 IoT 消除浪费，能进一步提高能源效率。其次，是关于数字技术，刚才提到了数字孪生的话题，近年来，我们可以看到，当我们在数字空间中进行各种信息的分析、解析后，现实世界也确实得到了改善。

在展示会上，我们演示了，在数字空间中设置模拟器、实际机床的动态模型，进而在数字空间中模拟加工过程。例如，为了在现实世界进行目标的加工，需要大量时间反复试验，但如果使用模拟器，就能够在非常短的时间内完成虚拟的测试加工。像这样，结合数字孪生技术，我们就能大幅减少整体的能源成本。像这样的数字化流程有助于节能和减少能源成本。

最后，关于协作机器人，我将从 FA 的角度简单做一些介绍。实际上，将机床与机器人结合的需求增长显著。过去，大家经常会从成本角度讨论人和机器人哪一种更适合作业，如今，因为招工难的问题，自动化便成为了前提。最大效率地运用自动化成为焦点，同时我们也强烈感受到状况的变化。

在这种情况下，具备强大外部环境识别能力的协作机器人的登场，对我们而言大有裨益。旧款的机床是过去设计的机械，并不具备机器人的接口。我们通过运用协作机器人和视觉技术，识别场所、记忆位置，从而靠近机床。例如，通过结合使用机器人，让机器人模拟人的动作，按下操作面板上的按钮、打开自动门等，新款机器人



野田事业本部长



CNC 展示

的实际使用场景不断扩大，协作机器人的应用也越来越广泛。

在这样的大趋势下，此次，我们以上述几个关键词为重点进行了展示。感谢教授的意见。我们将以减少能源成本为目标，开发现实与数字，当然也包括 IoT 在内的各种技术。

社长： 下面，有请白濑教授发言。

白濑教授： 首先，感谢发那科邀请我参加今天的展示会和座谈会。非常高兴时隔 3 年，今天终于可以面对面的形式和各位交谈。去年，我在线查阅了许多视频和资料，但这些资料只是对成果的展示。而今天是面对面的形式，能够让我们直接了解发那科一路走来的艰辛和面对的各种难题，大家讨论非常热烈。

下面，我将以 FA 为中心发表自己的感想。去年，曾提到 CNC 的处理能力实现了飞跃性提升，而此次展示会给我的印象是 CNC 的数字孪生技术得到了大力发展，并切实实现了升级。

其中最吸引我的是 CNC GUIDE 2。它是通过建立伺服和机床的模型，模拟机床运动来忠实模拟现实的技术。使用这项技术，就能在

加工面推测的模拟中，反映考虑了加减速的机床的动态行为。

听说去年发那科通过机床空转，使用从 CNC 中获取的伺服信息，进行了加工面推测的模拟，而现在，只需通过模拟，就能进行加工面推测了。

无需试切和空转，只需模拟，就能进行以优化加工条件为目的的试错，这一点给我带来的震撼比去年更为强烈。

我从个人的角度展望了发那科未来的发展。过去被称为模拟的技术，最近被大家叫做数字孪生，但我觉得不能只停留在一切不变而只改变叫法这一层面上。重点还是在于如何将现实的信息反馈到模拟技术上。模拟需要模型，但对于如何表现无法用模型表现出来的 X 因素问题却是关键。

换言之，对比模拟与现实的结果，两者之间难以说明的差异就是 X 因素所导致的，因此，我希望有一套机制可以对每台机床进行调整。如果能实现这一点，机床的个体差异和使用环境的不同就能表现在 X 因素上。模拟精度的提升自不用说，如果机床的个体差异和使用环境的不同能可视化，也是非常有趣。

还有一点，我认为模拟精度的提升，或许能帮助实现加工性能的劣化诊断。具体来说，就是从开始就对模拟与现实的结果连续进行对比，比如，当差异突然变大时，就能判断存在故障，或者是工件固定不良等。

当差异逐渐变大时，可能是因为刀具磨损或者是机床开始劣化，虽然对于这些差别的解释尚需研究，但这个方向的发展却非常值得期待。



白濑教授

我非常期待以 CNC GUIDE 2 为代表的机床运动模拟技术和加工面推测技术在未来能够继续发展。最近，作为以碳中和为目标的节能措施，发那科采取了缩短运转时间、节省周边设备耗电等各种尝试措施，除此之外，我认为也可以考虑在 NC 编程时采取一些节能措施。例如，改变工件安装的方向和安装位置，尤其在 5 轴加工时，机床的能源消耗将会发生显著变化。如果能通过刚才提到的 CNC GUIDE 2 技术计算能源消耗，就可以比较不同工件安装方向与安装位置下的能源消耗增减。

虽然我还没有想到具体的方法，但是今后，利用加工形状 CAD 数据、伺服与机床运动特性，对如何运行机床可以减少能源消耗进行全面探索，有望自动生成能源消耗最小的 NC 程序。这样应该就能创造出与过去的 CAM 完全不同概念的理想成果。数字孪生技术将不断发展，在参观了今天的展示后，我也萌生了很多梦想。听说今年发那科将迎来创立 50 周年纪念，希望发那科以下一个 50 年、即创立 100 周年为目标，开拓世界领先的创新型制造技术。

社长：感谢白濂教授的发言。接下来，请青山英树教授发言。

青山（英）教授：大家好，我是青山。感谢发那科邀请我参加今天的展示会和座谈会。今年，可以在现场参观实物，并和大家面对面交流，是一次非常难得又让人激动的体验。去年，是参观在线展会，虽然在线参观的体验超出了预期，但是却未能仔细观察细节，与面对面参观感受到的震撼力是截然不同的，面对面的形式还可以随时提问，理解程度也不一样。



青山英树教授

受新冠肺炎疫情影响，原以为整个行业都陷入了低谷，但是，前几天，在日工会的宴会上，稻叶会长表示销售额将有令人期待的表现，这让我很放心。

从我的立场来说，首先我最关注的就是数字孪生技术。通过发那科所擅长的伺服信息，可对现实模型创建更高精度的数字模型，这也是发那科的巨大优势，而我也看到了发那科积极推进该方面研发的展示，这让我很是期待。

SERVO Viewer 以包含各轴特性在内的伺服机械模型为基础，准确模拟加工面，我认为会尤其受到模具用户的瞩目。

除了今天展出的伺服机械模型以外，如果还能在模拟中追加装配刀具变形、刀具磨损、刀具振动等机械模型，或许就能高精度模拟真实的加工面。

我在和汽车制造商的模具部门人员共同做实验时，曾调查过汽车制造商模具部门人员对加工面的关注点。

正确生成形状这一点当然不用说，与对自由曲面的误差减少 50 微米、100 微米的要求相比，模具抛光师们更关注加工面的划痕和普通人看不出来的雾状线，他们会查找原因，并努力消除这些缺陷。针对这个需求，如果能使用 SERVO Viewer 查找原因，将为模具制造商提供很大帮助。

希望发那科进一步提升 SERVO Viewer 的现有功能，并追加机械模拟功能，特别是刚才提到的刀具变形模型，这些功能将发挥显著效

果，我期待这项技术的进一步发展。接下来是关于 CNC GUIDE 2 运转速度的高速化。

我认为这也是了不起的功能提升。如果真的能使用以 CNC GUIDE 2 和伺服机械模型为基础，融合机械模拟技术的数字孪生技术，实现加工优化和 CNC 参数的自动调整，那么即使不是熟练的加工作业人员，也能实现高水平的加工。我们已经知道，采用高性能的 CPU 后，处理速度会大大加快。与目前我在大学里使用的机床相比，程序段处理时间仅为十分之一，且能够显著缩短程序段指令长度，同时实现高速加工与高精度加工。

今过去的 CAM 加工数据的创建方法是基于尽可能增加程序段指令长度这一理念之上的，但现在我们已经知道，只要能满足程序段处理时间的要求，那么将程序段指令长度缩短至极限，就能提升加工速度，实现高精度化，因此，我感觉 CPU 的高性能化作用非常大。此外，关于模具设计面的加工方面，我对精细表面处理技术也很关注。展示会上新介绍了刀具路径优化器与加工面推测功能这两项技术。刀具路径优化器会根据 CAD 数据与 1 条加工线的加工数据修正加工点，但是我认为，好不容易读取了 CAD 数据，与其修正 1 条加工线的加工数据，不如将多条线的加工数据识别为面数据来进行修正。

此外，在应对节能方面，发那科正采取各种措施来减少电力消耗。当今时代，如果不采取节能对策，可能根本无法在欧洲开展事业。ISO 和 JIS 都明确定义了测定机床环境负荷的流程，因此，我希望能控制装置上追加一键自动测定机床环境负荷的功能，这对于机床制造商而言或许有难度，但对于机床用户来说却是非常难得，该功能将有助于用户选择机床。

另外，在制定该 ISO、JIS 标准时，我们做了实验。实验结果显示机床消耗的电力中，用于切削的大约只有 15%，大部分是冷却液泵的耗电，而令人意外的是仅仅是阻止工厂中压缩空气的泄漏，就能显著减少电力消耗。

最后，关于机器人，发那科开发出了黄色、绿色、白色等各色机器人，机器人与人类的协同作业备受关注。

如果加大对协同作业性能的关注，未来，或许会出现机器人自主前往有困难的地方、帮助开展有难度的作业等场景。

为此，需要搭配动态调度系统，如果能实现这一点，就能将机器人放置在 AGV 上，机器人就会自动前往有困难的地方，为其提供帮助。

社长：非常感谢青山教授的发言。下面，请岩下本部长发言。

岩下：大家好，我是软件研究开发本部的岩下。今天，诸位专家教授围绕数字孪生技术提出了很多宝贵的意见，非常感谢。为了刷新传统的真实世界，我们认为，以高速 CPU 为中心不断推进性能提升，非常重要。

但是，我们也认识到要充分运用现实，离不开模拟、即数字孪生技术，因此，我们从去年就开始了相关的研发工作。

在去年，由于必须在机床上实际运转、所需时间相比实际加工时间没有改善，



岩下本部长

因此受到了一些批评，为了解决这道难题，我们引入了伺服机械模型，考虑在高速模拟的基础上进行发展。

并且，因为加入了伺服模型，所以除了包含伺服机械特性的模拟以外，我们还考虑了其他的发展方向，例如，因为可以读取扭矩、误差等数据，将这些信息与实际数据比较，就能在白濂教授所提到的机械诊断中发挥作用、或延申到计算能源消耗等方面。

今年，我们收到许多课题。例如，利用 AI 的参数优化、根据刀具相关知识，推测挠曲和变形并进行校正等。不仅仅是单纯的动作模拟，我们还希望可以改善性能。这项技术还在发展中，今后，希望能得到教授们的指导。感谢大家今天提出的宝贵意见。

社长： 接下来，有请高木教授发言。

高木教授： 感谢发那科今天的邀请。

果然还是面对面的交流更能打动人心，我也非常高兴能在线下与大家相聚。

下面，我简单地谈谈两点内容。我的专业是模拟集成电路。先简单地介绍一下当前世界以及日本的情况。

全球的半导体产业在 2021 年的增长率达到了 26% 以上。虽然增长率有起伏，但是 26% 仍是一个很大的数字，总体呈现上升趋势。



高木教授

去年的市场规模接近于 6,000 亿美元。其中，模拟半导体大约占 20%，在 1,000 亿美元左右。

但是，2021 年模拟半导体的增长率最高，达到了 33.1%。但遗憾的是，日本半导体产业却处于低迷状态，另一方面，刚才青山教授也提到了，半导体短缺危机蔓延全球，日本目前正处于这种矛盾当中。为此我们能做些什么，这是我作为半导体行业中的一员所关注的问题。

在这种形势下，产业技术综合研究所提出了“迷你晶圆厂”的方案。可能有些人对此有所了解，这种迷你晶圆厂无需洁净室，1 条生产线的制造成本仅为传统的千分之一左右。

2009 年样板厂完成后，现在，单片集成电路的生产趋势正尝试从过去少品种大批量生产转变为多品种少批量生产。

这是日本独有的创意，具有周转期短、交期短的特点，听说交期不到 1 个月，只要几周而已。按照目前的实力，能生产 0.5 英寸的晶圆和略大于 1cm 的晶圆，最小线幅为 6 μm。

听到这些，我想到或许我们可以利用发那科的加工技术进行半导体加工。因此，作为半导体行业中的一员，我希望将发那科的加工技术引入迷你晶圆工厂，从而掀起一场源于日本的半导体革命，这是我的一个小小期待。

接下来要说的是我参与协助的协作机器人。今年，这款机器人的产品阵容变得更加强大，种类也增加了，绿色机器人不但减少了 62% 的机体重量，更是实现了 35KG 的可搬运能力。我虽然是这个领域的门外汉，但在门外汉看来，这是一项非常了不起的技术。



数字孪生

另外一件留给我印象的事，是在参观了白色机器人时，我发现机器人拧螺丝的动作与人类的动作接近，正逐渐变得与人类相似。我认为机器人的拧螺丝动作归功于其传感器，我听说协同作业机器人的重点在于不能碰撞到人，即使碰撞到也能立即停止，因此，振动的感应性能非常重要。我们正在为这方面的研发提供帮助，但遗憾的是，去年提议的方案在试制时出现了问题。

但这个问题点实际上并不是理论上的问题，而是在电路图上没有显示体现的地方发生了故障出了问题而是电路图上没有体现的地方发生了故障，所以我们又提出了解决方法，听说现在这个问题已经解决，研发将进入下一个阶段。关于这一点，因为模拟电路对经验知识有隐性要求，所以，这也是模拟电路的一个难点。但是我也在反省，作为大学的研究人员，我们必须确立不需要隐性知识的理论。对于这些需要经验的研发工作，今后我们可以继续提供帮助。

社长：感谢高木教授的发言。下面，请笹原教授继续发言。

笹原教授：感谢发那科的邀请。

今天，我很早就进入会场，参观了会场内所有的展示。

能久违地近距离参观实物、与大家面对面交流，我觉得非常高兴，同时收获颇丰。下面，我将以 FA 为中心，发表一些感想。首先，数字孪生技术和硬件的高度化，让我感受到了技术的显著发展。微线段程序的高速化、刀具姿态翻转、考虑了伺服特性的加工面推测、AI 伺服调整等展示，也让我很感兴趣。

关于微线段程序的高速化，展示中演示了运行 5 微米线段长度的程序，在不降低速度的情况下正确加工的场景。这是一项了不起的技术，但另一方面，从实际加工的角度来看，我认为在一般的加工中通常很难创建 5 微米线段长度的 NC 程序。在 CAM 作业中，需要设定非常小的公差，而要达到 5 微米的线段长度是否意味着需要设定亚微米级的公差。

通常来说，这是非常困难的。

因为这将增加 CAM 的演算时间，NC 数据本身的容量也会变得很大。另外，还可能导致 CNC 的模块处理时间成为瓶颈，难以提升速度。但是，在模具自由曲面的可行性等方面，我强烈赞同在模块处理时间允许的范围内创建线段长度较短的 NC 程序。

我和刚才青山英树教授一样，认为新款 CNC 的模块处理时间已大幅缩短，因此，在能满足时间要求的范围内，缩短线段长度，必将兼顾高速化与高精度化这两个方面。

我希望发那科在向用户宣传时，不要只宣传高速化或者可缩短模块处理时间这些优点，还要介绍创建什么样的 NC 程序，能让机床在实际加工中更快、更准确地运行。

这是因为还是有很多用户认为设定较大公差、来缩短程序才能实现高速运行。

我希望发那科能向用户介绍驱动高性能发那科 NC 的程序的使用要点。

使用 CNC GUIDE 2 进行的模拟兼顾了机床各轴的特性，因此，这



笹原教授

项开发可以让机床制造商，甚至是一些用户都获益良多。

对机床制造商而言，可以帮助他们进行伺服相关的参数设定和调整。而对用户而言，正如在展示会上展示的一样，进行加工面推测时能将转角周边环境等影响因素考虑在内，还能推测出更接近于现实的加工时间。另外，还有一个巨大优势，那就是能获取比普通 NC 程序的加工模拟器更进一步的信息。

还有一点，就是 NC 的 I/O 单元有了变化，这或许是一个不起眼的改变，但意义重大。发那科改变过去使用了多年的单元，未来将长期使用这种全新的 I/O 单元，我想发那科一定在这个理念下对小型化、维护性、作业性进行过深入的讨论。预计新的 I/O 单元接下来将使用数十年，所以我想发那科在开发时一定经历了很多困难，我带着这样的想法参观了展示内容，同时，我想，这一改变也将为用户或者机床制造商带来积极影响。

社长：非常感谢笹原教授的发言。下面，请桥本本部长发言。

桥本：大家好，我是硬件研究开发本部的桥本。感谢高木教授、笹原教授的发言。好几位专家教授都提到了硬件性能的提升以及高速 CPU 等对软件功能的改善问题，这让作为硬件开发负责人的我感到我们必须在硬件高性能化的道路上不断努力。

在此次内部展示会上，协同作业机器人，特别是白色机器人（CRX 系列）通过其传感功能实现的各种实际应用引发了热议。实际上，正如高木教授所说，模拟的传感技术，即感应微弱信号的技术，未来将愈加重要。

我们在高木教授的指导下，解决了不少问题，现在，已经实现了目标精度，但我们希望通过进一步高精度化以及对微弱信号的处理，实现电路的稳定化和检测的稳定化。包括这方面在内，希望今后高木教授能给予我们更多指导。

另外，笹原教授也提到了，比如在高速 CPU 的展示中，在介绍 CPU 性能显著改善时，我们被问到“这种改善在加工结果上有哪些体现？”这一问题。于是，我认识到我们必须从终端用户的角度出发，充分考虑如何在加工结果上体现性能的改善，在此基础上，再把软硬件上的改善都作为产品的功能，向用户宣传。

此外，感谢笹原教授关于 FANUC Slice I/O 小型化的发言。我们在经过各种研究思考后，终于实现了小型且维护性良好的 I/O 单元，今后我们将努力扩大它的销售。在硬件方面，我们也将努力进一步提升性能，今后也请多关照。



桥本本部长

社长：感谢发言。下面，请松原教授发言。

松原教授：谢谢。今天，讲解员介绍了很多内容。

我在参观中关注的一个重点就是数字孪生技术。过去，在模具加工快速发展的时代，我的上司垣野义昭教授，为了解决未来是否可

以将 CAM、CNC、Machine 三者相联系的问题而建立了研究会，并取三个单词的首字母，命名为 CCM 研究会。

今天，从参观内容来看，发那科已将 CAD、CAM、CNC、Machine、Machining(process)，甚至是 Measurement 都紧密联系起来了，它们合在一起就是 CCCMMM。这个名字有些拗口，所以我觉得可以简称为 (CM) 3。生产技术是一点一滴进步的，而概念性的东西却往往很难变成现实，但是此次，这种联系清晰地呈现在我们眼前，让我忍不住再次畅想起来。

我年轻时花了很多时间去设计新机床、调整伺服参数，但是当时的我无法预测所产生的路径和加工面是怎样的。现在，我们实现了对数字加工面的模拟，因此自己的设计与调整会产生怎样的结果变得一目了然。

最近（或者说是现在）困扰我的是摩擦问题。关于滑动摩擦，只需稍微改变润滑油添加剂，步进精度就会改变。虽然尝试在滑动面粘贴特氟龙等操作，但是因为不清楚会对哪些要素产生什么影响，因此模型的创建变得很困难。另一方面，如果能创建这个模型并加入到伺服模型中，我们就能把握会形成什么样的加工面。所以，我希望发那科一定要继续深入开展数字孪生技术的研究开发工作。发那科还实际展示了数字加工面，我非常想测量一下。我们学校的法国副教授在欧洲发现了一款非常有趣的传感器。那是一款位移传感器，精度很好，把它安装到机床上，就能高速、高精度地实现在机测量。

不过，即使能够测量，但如果没有哪个区哪个街道这样的 CNC 位置数据，还是无法在后续流程中使用，所以我想如果能将这些信息联系起来，就能建立流程链。

我的另一个关注点是机器人，首先，我想介绍一下最近有关机器人的体验。我们学校桂校区的图书馆中就有机器人在工作。它的任务是去门口将相关人员从其他图书馆拿来的书籍取回来。我观察过它的工作，那款机器人是没有手的，因此，当它乘坐电梯下楼时，工作人员会跟着它，帮它按按钮。也就是说机器人是由人来照顾的。

从 IoT 的角度考虑，如果电梯控制与机器人之间能够实现通信，那么机器人就无需工作人员的帮助了，而我们的社会也正朝着这个方向发展。但我在今天的展示会上看到了机器人自己用手打开 ROBODRILL 的门这种动作模拟。这让我意识到或许这种模拟的接口是很重要的。过去 CNC 伺服装置的伺服放大器在接收模拟指令后，可以做很多事情。特意将模拟接口保留在环境中，不把机器人当做单一个体，而是分散的各种装置的总称。这样，就能在环境中更灵活地考虑其他装置与机器人、以及与人类的关系。这与其说是自动化，更像是共生的概念，非常有趣。

社长：非常感谢松原教授的发言。

下面，有请藤本教授发言

藤本教授：大家好，我是东京大学的藤本。今天是我第一次参加



松原教授

发那科的座谈会。感谢发那科的邀请。

我从 2010 年度开始到 2020 年度，在东京大学以堀·藤本研究室的形式开展活动，堀洋一教授退休后，从去年开始，由我主管研究室。我还兼职电气电子工学科与在柏市的新领域创造科学研究科的工作，研究室设立在柏校区。

我的专业是控制工学与电力电子，研究内容包括电动汽车的运动控制、振动控制、行驶中的无线供电、机床、曝光装置以及机器人伺服。我还在学术层面研究协同作业机器人用的伺服技术。

在汽车方面，我在拥有 4 万 5,000 名会员的汽车技术会开展活动。其中有一个汇集了约 50 个技术部门委员会的技术会议，之后，我将担任议长职务。因为议长是负责投诉处理的，所以如果诸位专家教授中有人参加了汽车技术会，欢迎给予严格的指导与鞭策。

在伺服方面，我一直在电气学会和 IEEE 开展工作，到昨天为止，我还带着 4 月入职贵公司的来自藤本研究室的员工，一起参加了在姬路举办的电力电子国际会议。

他在大学期间研究的是如何使用千赫兹以上的高频电流波抑制转矩脉动、减少声音振动及减少高频铜损和铁损。

今天的展示会上，从讲解员得知，在面板展示中介绍了这项技术，看来刚才提到的那位新人在发那科很活跃，这也让我感到欣慰。

接下来，我将谈谈我对今天展示会的感想。多年来，我一直在从事机床伺服的研究工作。

我一直希望贵公司的伺服放大器能在学术研究中更容易使用和操作，虽然可以改变 P、PI 控制前馈的增益，但是我一直期盼改变控制器的结构、引入新的理论。

刚才樋口教授也提到过，最近的学会上，控制理论不断完善，伺服理论正朝着更多地使用线性编码器、负载侧编码器、负载侧加速度的方向发展，振动抑制理论也发生了很大变化。

相关技术也有了显著发展，但如果要引入这些理论和技术，会受到传统的 P、PI 结构和前馈的限制。

特别是在欧洲，产学合作盛行，所以我担心我们在应用最新伺服学术研究的产学合作方面落后。

在这样的情况下，今天我看到了数字伺服适配器，这表明熟悉机械特性的机床制造商已经在一定程度上涉足运动控制，对此我抱有极大的期待。

另外，我对在抑制颤振的振动控制方面展出的新内容也很感兴趣，而贵公司伺服研究所工作的一位来自藤本研的员工，在学生时代就负责过这个课题的研究。

今天，我原本以为是这项研究的成果，但后来发现是其他内容，这让我有些失望。但今天展出的内容还是有很大发展空间的，所以我对它的未来寄予厚望。

最后，我要说的是目前为止一直引发热烈讨论的 CNC GUIDE 2，这项技术将各轴的机械频率特性、伺服特性全部囊括其中，只需加工时间的十分之一就能完成计算，非常了不起。

最近出现了系统识别的新理论和新的全闭环控制理论，并得到了快速发展，鉴于此，我希望能设立一个框架，方便大学与贵公司这样的伺服制造商、机床制造商共同进行开放式创新工作。



藤本教授



伺服展示

社長： 非常感谢藤本教授的发言。下面，请福田本部长发言。

福田： 大家好，我是伺服研究开发本部的福田。感谢松原教授、藤本教授的点评。

今天，我和松原教授一起观看了展示会。所到之处都能听到“这个很不错”、“你们理解得很透彻”这样的评论，这让我感觉我们的产品确实可以应市场所需，但也认识到仍有不足之处。同时，诸如“这是从机床制造商角度出发的，还是从用户角度出发的”一类的提问也不少，因此我再次认识到这是我们在开发时必须区别对待的问题。关于数字孪生技术，正如教授所说，我们将伺服模型以及测量功能都加入到设计理念中了。今后我们将研究如何将测量值反馈到数字世界中。另外，关于摩擦，如何建立机床模型，这是一个非常深奥的课题。虽然非常耗时，但是我们亦会开始尝试相关的研讨。藤本教授，从今年开始请多多关照。贵研究室为我们输送了优秀的员工，让我非常期待。节能是伺服的重要课题，这一点毋庸置疑，但对于已经电动化、伺服化的产品，如果要进一步节能，就必须脚踏实地地进行改良。

去年，堀教授在点评中曾提到“希望学术在实际工作中发挥更大作用”。藤本教授的研究课题对我们而言有很重要的参考意义，希



福田本部长

■ 机器人

社長： 下面，我们将以机器人为中心进行讨论。首先，有请菅野教授发言。

菅野教授： 感谢发那科邀请我参加今天的展示会与座谈会。

3月的国际机器人展上有机会参观过多款机器人，今天详细地听取了机器人展上没有展示机型介绍。其他专家教授已经提到了机器人的话题，作为机器人团队已经没什么要说的了，但是我想从机器人本身的角度出发谈一谈。

我过去一直在说相对于在手腕上安装6轴力觉传感器进行控制，更应该使用各关节的力觉扭矩传感器来控制，白色机器人就是用各关节的传感器进行控制的，动作非常顺畅。手腕上的6轴力觉传感器无法感受到施加在前臂或上臂的作用力，今后的协作机器人需要做到全身都能实现感应是非常重要的的一环。在上一次的交流会上，我曾提到“现在发那科把重心放在停止上，但是我还是希望能尽可能朝着能够追随人类、模仿人类动作的



菅野教授

方向推进研究开发”。

而要实现这一点必不可少的就是使用各关节的力觉扭矩传感器进行控制，如果能实现这一点，新型的机器人就能和人类一起行动了。

也就是说，它们能在更接近人类的位置上与人类一起行动，即使有接触，也能顺利追随、回避和停止。

虽然机器人未来是要用于工业领域的，但我还是希望发那科继续研究开发能在人类身边进行协同作业的机器人。

恰在2年前，内阁府启动了Moonshot项目，在目标3的项目中，我被选为负责人，以“每人一台陪伴一生的智能机器人”为主题，开始研发能与人类共同作业的机器人。

这个项目的研发内容是使用AI准确预测人类行动，让机器人行动适应人类，目前这个项目正在以各关节为基础制造灵活的机器人。我认为这个特点正是与贵公司白色机器人之间的共通点，为了向全世界推广这种优越性，我希望贵公司大力推进白色机器人的研究开发。实际上，Moonshot项目确立了一个新的研究课题。

家庭、医疗、看护、生产现场，如果机器人在靠近人类的地方活动，那么不仅是机器人要配合人类，人类会如何看待机器人，这也是一个关键点。为此，我们必须考虑社会接受度，因此，我们和多位社会学者开始探讨机器人的ELSI（Ethics, Legal, Social Issue）问题。

在以欧美为中心，讨论如何让机器人被大众所接受时，我研发的也是白色机器人，就会被质疑“为什么要选用白色”。

在人类身边活动的机器人，不是科幻作品中的角色，而是现实的机器人，当涉及种族歧视时，颜色也会引发讨论。当然，因为各种文化差异，行动、礼仪都会不同。工业机器人最关键的就是重视效率和节能，但是也有观点认为当它在人类身边活动时，有些行动可能会让人感觉冒犯，所以并不一定要以效率为最优先。所以，尽管机器人在日本制造，但是如果不能被世界其他地方所接受也是问题，因此，社会接受度非常重要。现在，除了机器人的设计和颜色，如何配合机器人行动正在成为研究课题。

虽然现在不会马上发生，但是未来机器人会逐步进入生产现场，学习人类的技能、与人类共同作业，因此，我们必须从包括社会接受度在内的各种角度出发，考虑机器人的编程、控制、AI等问题。

贵公司也在推广白色机器人，希望以后我可以继续参与这方面的讨论。

社长：非常感谢教授的发言。下面，请平时一直受到关照指导的安部本部长发言。

安部：大家好，我是机器人机构研究开发本部长安部。菅野教授，感谢您今天的发言。

首先，谈一谈在各轴设置传感器的白色机器人。绿色机器人是在工业用黄色机器人上设置6轴传感器后打造的，虽然具有触碰即停的功能，但不具备教授多次提及的灵活性。与此相对，白色机器人在各轴上都设置了传感器，正如今天教授所点评的，它能够模仿人类行动、



安部本部长

关节活动柔和灵活。这种特性增加了机器人的适用范围，我们和客户也都感受到了它的扩展性，我们将进一步发展这方面的性能。然后是关于社会接受度的问题。现在的机器人具有明显的机器人外观，会自动行动，看起来与人类截然不同。

但的确，当机器人和人类一起工作后，人类的感受会变得更加重要。您已经为我们指明了未来的方向，我们将对包括颜色在内的各种要素进行充分考虑。同时也希望继续得到您的指导。

社长：感谢发言。下面，请浅间教授发言。

浅间教授：大家好，我是浅间。感谢发那科今天的邀请。

去年我在线参加了展示会与座谈会，也再一次认识到在线形式是有限制的。

正如多位专家教授指出的，实际在现场听取讲解，意味着可以广泛互动交流。

这一次的体验和在线参加时截然不同，可以和大家讨论各种话题，这点很好。

我也因此学到了很多知识。

前面的教授们已经发表了各种意见，我的发言里也有相当多重复的部分，我想简单地谈谈此次尤其让我印象深刻的内容。

第一点是易用性的提升。除了视觉传感器，力觉传感器也几乎成为了协同作业机器人的标配，这对于提升易用性有很大帮助。

当然，它也有助于提升可靠性。我认为还有一项功能也非常重要，那就是只需适当地构建系统，剩下的便由机器人自主而妥善地完成。

过去的发那科机器人，只有专家才能使用，但现在新增了许多中小企业的人员、普通人也能使用的功能，即使不是专家也无需担心。这种改变有望大规模扩大用户人群，实现多样化。

我认为这体现了工业机器人逐渐通用化的方向。

现在，我们去家装店，就可以看到那里出售各种工具，有些人会DIY各种物品，还有一些有技术的人会使用工程车，耕种自己的花园，期待不久的将来，普通人也能使用发那科的机器人，在自己家里制造各种物品。我希望有一天发那科的机器人能在家装店销售。

第二点是数字化转型。随着机器人的使用越来越普遍，能够获取各种数据变得尤为重要。因为这关系到数字孪生技术、网络物理系统的发展，体现了数据创造价值，开拓新事业可能性的方向，现在这一领域给人加速发展的感觉。

我一直对FIELDsystem很感兴趣，认为它将成为全新重大业务的核心。今天展示的FIELD BOX集成了IoT的各种设备，可获取大量数据，通过它可以实时进行各种控制 and 操作，我认为它将成为很关键的一点。

第三点是社会性举措。制造业亦要对SDGs、实现碳中和做出贡献，因此，企业需要对自己做出的贡献进行宣传。此次，发那科也展示了各项节能举措，令人印象深刻。

然后，我还想简单谈一谈机器人行业的动向。我认为今年是机器人的关键之年。

第一个是日本机器人工业会。今年正好是50周年。现在，协会正在制定机器人产业愿景，而我担任了委员长一职，发那科的森冈



浅间教授

先生出任委员，我们目前正在进行集中讨论，以制定 2050 年的愿景规划。

2 第二个是日本机器人学会。今年正好是 40 周年。东京大学将在 9 月上旬举办学术演讲会，我担任运营委员长一职，届时希望得到发那科的协助

第三个是日本机器人大奖。最近，这个奖项是 2 年评选 1 次，今年正好是第 10 次。过去，发那科已经获得了许多奖项，今年大会计划设置纪念特别奖。这也是今年的一项重要活动。

作为学术、技术动向，概率方法论和统计方法论席卷而来，很多论文都采用了这两种方法。另外，AI、机器学习、深度学习也得到了积极的采纳和应用，这是当前的学术情况。

包括硬件在内，柔性机器人正在成为一股热潮，无人机的使用也变得越来越广泛。但是，我对它被转用于军事感到遗憾。

此外，菅野教授刚才也提到了，内阁府确立了 Moonshot 项目。这是一个大型的学术项目，准确地说是一项基础研究。该研究的理念是通过机器人技术改变 2050 年的社会。如今，在有关机器人的目标 3 这个类别中，有 4 个项目正在推进中。

从整体来看，我认为关键词是“连接”。与刚才提到的 FIELD 也有关，从工业 4.0 开始，通过连接，使机器人之间、机器人与人类之间形成协作关系，这样便可以实现各种功能与服务，目前各种开发与社会普及工作均开展得如火如荼。

对此，有人指出分散化与通讯协议的重要性，而我觉得如今发那科正努力朝着这个方向发展。

另外，还有 3 项课题。首先是与人类的共存。目前，我还担任着

人造物工学研究中心的主任一职，在思考下一代制造时，我感觉相比自动化，我们正朝着机器人与人类共存的方向发展。

在人类与机器人系统如何共存的讨论中，人类的各种问题会逐一浮现。在面对劳动力不足、少子老龄化、多样性、工作方式改革等问题时，我们必须思考机器人需要具备的特性与功能，因此，进一步深化讨论非常必要。

接着是社会面的问题。刚才菅野教授提到了社会接受度、ELSI，另外还有 Safety 2.0。也就是功能安全，我认为这个方向非常重要，工学学院、日本学术会议对此也有相关讨论。在日本学术会议上，我正和须藤先生女士讨论，考虑从社会接受度的角度出发制定关于为实现与人类共存，机器人要如何融入人类社会的愿景。

最后是关于韧性的问题。刚才其他教授也指出了，半导体的短缺问题影响了整个制造业，全世界的供应链、工程链均连接在一起，某个地方出现问题，就会波及整体行业。

在这样的背景下，如何让制造更有韧性，以便应对社会变化呢？我认为这个问题至关重要。发那科应该也在为此苦恼，希望我们未来能一起携手攻克难题。

社长：感谢浅间教授的发言。稻叶事业本部长，下面请您发表意见。

稻叶：浅间教授，感谢您的发言。

在新冠肺炎疫情影响下，自动化的定位发生了显著变化。正如



协同作业机器人阵容

刚才野田事业本部长所讲的，以前，客户选购我们的产品和技术，主要目的是提升品质、减少成本，但现在，很多客户咨询是为了“事业持续发展不可或缺”而导入我们的产品和技术。导入的目的在改变，例如弥补熟练技术人员的短缺，防止人员密集、避免疫情扩散等。

其中，导入的产业领域、应用场景也变得越来越广泛。我们和去年一样，宣传产品与技术的可靠性与易用性，但为了满足各种应用场景的需求，我们还在努力扩充机型。

正如各位教授所点评的，CRX的可搬运重量增加了5千克、20千克、25千克三种规格，我们还展示了高扭矩螺栓紧固、涂装面抛光、纸板箱码垛等应用场景，以及使用可搬运重量为1吨的M-1000iA进行的电池搬运等应用。

另外，亦展示了被广泛用于3C相关、电脑、手机、家电领域的SCARA机器人系列，被樋口教授称赞的、用于食品领域、加工初级食品的DR-3iB STAINLESS等。

丰富的应用场景让人感觉好像进入了一个百货商店，而它的背景是客户需求的显著扩大。

在扩充机型的同时，正如教授刚才对软件、传感器、易用性的点评，我们还在努力提升易用性。

视觉传感器启动时的对话式UI、散堆取出作业时通过CAD模型进行的示教和匹配，使用AI进行的合格判断、纸板箱的识别功能等，这些我们都进行了展示。

力觉传感器的活跃场景也在扩大，在高扭矩螺栓紧固、涂装面抛光、车床定心等展出中，力觉传感器都发挥着重要作用。

数字化、数据的应用也是重要的展示主题。在数字孪生方面，使用模拟和网络空间的无示教技术已投入到了实际使用当中。

并且，充分利用传感器信息，可补偿物理空间与网络空间之间的差异，实现更加灵活的动作。展示会上，展示了无需实际工件确认，在物理空间中再现了在网络空间通过离线模拟生成的点焊动作。

我们用视觉传感器识别网络空间与物理空间之间的偏差，对生成的动作进行补偿。

另外，散堆工件的取出方法每次都不同，但是通过相同的机制，无需示教就能做出正确动作。

经由视觉传感器将物理空间中的取出位置、姿势信息等反映到网络空间中，进而生成最佳动作。这种自主的最佳动作生成是通过网络空间最佳路径生成技术、传感器数据处理技术以及支持演算处理的发那科工业电脑（PC）“iPC”等技术实现的。iPC是一款电脑商品，也会受到本公司特有的终身维护的服务。

今后，我们也将继续以可靠性为基轴，同时兼顾易用性，以此推进商品的开发。要实现浅间教授所说的“会察言观色的机器人”可能并不是一件简单的事，但我们会继续开发机器人的更多自主功能。并且，我们也时刻不会忘记，助力碳中和，为实现可持续发展社会做出我们自己的贡献。

同时也希望继续得到您的指导。谢谢。



稻叶事业本部长

冈谷教授：感谢发那科今天的邀请。

今天我主要参观了机器人相关的展示，特别是协同作业机器人让我兴趣盎然。

3年前还只有2~3台绿色机器人，而此次，展台上陈列了好几款白色机器人。我认为协同作业机器人在扩大机器人应用范围方面将发挥重要作用。

将机器人运用于过去不曾使用的领域中，结合视觉、AI技术，升级成为更加易用的类型，我认为这是一个非常正确的方向。

在展示会上也有这样的展示，虽然从技术上来说并不是最先进的，但是它们作为产品运行稳定，消除了研究室产品与实际产品之间的差距，让人称赞。我想今后发那科一定会朝着这个方向继续前进。其中的视觉、AI技术属于计算机科学，如今，我们的邻国无论在品质、数量上都处于No.1的位置。

在国际会议上，无论是参加者人数、发表者人数、还是企业赞助商数量，无一不展示出压倒性的存在感。

听说发那科是唯一推进视觉技术在本公司内部研发制造的机器人制造商，希望你们一定继续努力下去。

如果要预测视觉技术、AI技术的未来发展，自深度学习诞生以来，这10年间，AI技术出现了飞跃性发展。

虽然有人认为AI技术的寒冬还会到来，但实际并非如此。

在研究者看来，每一天的进步都令人激动，每一次的前进都预示着发展。

如果要举一个现在发展最显著的例子，那就是使用语言的AI技术。就语言世界的封闭性来看，最新AI的对话水平完全可以比肩人类，它们具备各类知识，给人一种就像是在和一个聪明人对话一样。研究者中也有人认为通用人工智能已经接近完成了。

但那只限于语言世界，涉及到现实世界却完全是另一码事。

因此，对于视觉技术而言，一般简单能做的事情已无大碍，但从学术角度来说，单纯研究图像的意义已经不大。光是研究图像就面临着很大困难。我们研究室也在研究结合语言的AI，今天我参观了展示会后，意识到实际现场想利用视觉技术的场景有很多，其中可能存在很多根本性的难题这可能存在很多根本性的难题，但我们通过努力还有很大可以实现的空间。

总之，我希望通过共同研究来助力技术进步，努力攻克那些在学术上并未发现，但在实际运用过程中出现的各种问题。



冈谷教授

社长：感谢冈谷教授的发言。下面，请加藤本部长发言。

加藤：大家好，我是机器人软件研究开发本部的加藤。

感谢教授平时给予我们的建议和指导。我们参考教授们的意见与建议，此次，展出了具有焊接示教自动化、根据CAD数据寻找物品并自动生成路径的散堆取出、使用AI的纸板箱检测、协作机器人CRX卡盘仿形动作安装工件等新功能的全新产品。

正如冈谷教授所说，AI技术的发展日新月异。

现在，已经出现了将这项技术成果普及到工业领域时所需的具备大计算能力的控制装置和可提升易用性的新型传感器。

社长：接下来，请冈谷教授发言。



可搬运质量 25kg CRX 码垛

我们采用 AI、控制、传感器的最新技术，推进扩大机器人适用范围的开发，打造任何人都能够使用的机器人，将实现了过去的机器人和视觉系统难以做到的动作事变成现实。希望您继续为我们的工作提供建议。

社长： 感谢发言。以机器人为中心的讨论到此为止。



加藤本部长

■ 智能机械

社长： 接下来，我们将以智能机械和各类加工技术为中心进行发言。首先请社本教授发言。有请。

社本教授： 大家好，我是社本。感谢发那科今天的邀请。果然还是线下展示会更有实感，更加理想。而且还能与技术人员直接进行讨论。

首先，我想谈谈我对智能机械整体的感想。发那科一直都致力于制造具备强大基本性能的机床，此次，更是逐步提升了它们的性能。

高速、高效率、高精度、高刚性、高输出，各项性能都得到了逐渐提升，而且成本问题也备受重视，产品具有超高的性价比。这是我一直以来的感受，本次更加强烈。除了基本性能，节能、网络应对、易用性、自动化等方面以外，发那科在能够想到的各个方向上均取得了切实的进步。



社本教授



DR-3iB 不锈钢

下面，我将稍微详细地谈一谈与我专业接近的 ROBODRILL。首先，这一次，我听说 ROBODRILL 累计产量达到了 30 万台，这是一个非常了不起的数值。过去，我一直认为机床是难以量产的工作母机，但 1 个机型 30 万台这个数值简直颠覆了常识，非常了不起。能达到这个数值，刚才提到的高性价比是一个重要原因。

对于 ROBODRILL 的强大基本性能，此次我也深有感触。过去多次观看的演示，这次重温，依然能感到其过人之处。从轻快的加工过程、以高扭矩轻松切削钢材的重切削演示中，可以感受到产品强大的基本性能。

这一次新开发的攻丝主轴也是一项非常显著的进步。原本我认为作为小型机械的 ROBODRILL，轻快的高加减速动作是它的一项优势，而此次，其性能得到进一步提升，在维持高加减速的同时还实现了低发热，进步斐然。

对于它轻快的运动状态，我有一个意见。一般而言，小型机械存在刚性较低、容易颤振的弱点，这也是机床的一大永恒课题。机床的颤振是我的专业领域之一，抑制颤振的方法之一是 SSV，这是一种改变主轴转速的功能。主轴转速变动是指针对加减速较高的加工中的旋转位置，在下次旋转时，相比前一次旋转，同一旋转位置的转速发生了多少倍变化的倍率，它有助于提升颤振的稳定性。因此，高加减速对 SSV 非常有利，有助于实现颤振稳定性，或许能弥补低刚性小型机械的弱点。关于 SSV，学会一直在进行各种研究，以前对于部分机制并不清楚，但最近已经有所了解。过去，我们通过大量试验不断地调整变动的振幅与周期等条件，现在，已经掌握了最佳条件。

我希望发那科能充分使用这项功能，让它在合适的条件下发挥作用。我已经在展示会上向负责人、FA 事业的人员说明了该想法。

还有一点是关于高精度化问题。

我参观了镜面加工的样本，作为这个价格段的机器居然能打磨出镜子一样的表面，让我非常佩服。我对提供卓越加工品质这个方向很感兴趣，随着各种要素技术的升级改良，我觉得任何一台机床都能打造出接近于镜面的加工面，的时代很快就会来临。ROBODRILL 也是有潜力实现这一点的机床，所以我希望发那科能继续推进这个

方向的研究开发工作。

关于各种要素技术，以发那科擅长的领域来说，精细表面处理技术能打造平滑的表面，直线导轨这些要件的振动级别已很低。

在刀具方面，发那科开发出了使用激光，一瞬间就能打磨出比肩传统磨刀石研磨效果的锐利刀刃的技术，因此，我对发那科的要素技术充满期待，当然也包括它们的周边技术。而最近备受重视的节能技术，在可视化方面取得了显著进步，我认为非常了不起，但如果能单独显示用于加工的能源就更好了。以主轴为例，可以对只旋转和在旋转同时根据 G1 指令或 G2 指令开始加工时的扭矩进行比较，根据扭矩差分离出加工所用的扭矩。像这样，如果能区分实际用于加工的能源和其他用途的能源，就可以进一步完善可视化，同时促进功能改善。希望发那科可以继续这个方向的研究开发工作。

我就说这么多了。谢谢。

社长：感谢社本教授的发言。下面，请高次事业本部长发言。

高次：感谢社本教授的宝贵意见。

我们智能机械团队的使命是使用本公司的 CNC 与伺服系统，制造实际使用的机床，为客户的加工现场提供具体的解决方案；将从客户加工现场获得的知识反馈到智能机械以及 FA 商品和机器人的开发当中。

本次的内部展示会介绍了发那科对于当今社会所需要的碳中和、节能以及 IoT 方面的举措。另外，关于 ROBODRILL、ROBOSHOT、ROBOCUT，此次第一次在线下展出了去年发布的新机型，向参观者展现了发那科为提升机床基本性能做出的不懈努力。以 ROBODRILL 为例，它被广泛用于以汽车零部件加工、智能手机为代表的 IT 相关零部件的加工中。

随着 EV 化的发展，汽车领域中可以适用的加工零部件也在发生改变。在 IT 方面，在历经智能手机的大屏化、轻薄化之后，今后可穿戴式终端的加工等也会逐渐增加，我们必须尽早应对这些变化。正如教授所说，我们必须努力脚踏实地地提升机床的基本性能。我们将重点关注对过去无法加工产品的加工工作，实现更高精度、更高品质的加工面，以及在更短的时间内完成加工。

并且，为了尽早提升基本性能，我们将以智能开发为目标不断努力，希望教授今后可以一如既往地指导我们的工作。

社长：接下来，请松村教授发言。

松村教授：非常感谢发那科今天的邀请。在面对面的展示会上，可以在实机旁了解各种信息，亦可加深理解。

关于 ROBODRILL 的开发与发展，我认为这一次的关键词是社会环境与客户应对。关于社会环境，为推进实现可持续发展社会的 SDGs，增加了能源消耗可视化的功能。这让我强烈感受到，必须通

过可视化来增强用户对于节能、减少能源消耗的意识。通过这一功能，用户方面能明确运用方针，机械设计方面也能明确设计方针，我认为是一个很优秀的应用。特别是在需要对整个工厂进行管理的情况下，将这一功能加入生产线中，可以帮助人们思考如何高效地运行生产线，有望带来显著效果。在客户应对方面，我感觉 ROBODRILL 的开发始终坚持以用户为本，做了很多努力。去年还是前年，我曾谈到过要从“易于使用”向“熟练使用”转变。

而今年介绍的专用 G 代码，我认为正是发那科对“熟练使用”的探索。特别是凭借这项功能，在进行精细钻孔加工时，可以大量稳定钻孔，且不会损坏刀具，是一项杰出的成果，我认为这种 G 代码开发工作本身就很有意义。

我期待今后发那科能对滚入式加工法等不损伤刀具的刀具路径进行编码，从而进一步提高加工水平。这是对加工技术经验的数字化或封包化，我期待这项功能在未来能推动各种工匠技艺的数字化。专用的 G 代码是对机械动作的封包化与代码化，但如果结合了动作技巧、成为差异化工具，例如要在哪里放慢速度，那么会变得更加有趣。但要实现工匠技艺的代码化，必须考虑如何确定工匠技艺。我认为可以整合贵公司过去所积累的各种周边技术，对确定的方法数字化后，加入到 ROBODRILL 的控制中。关于控制参数的自动调节，刚才白濂教授也提到了，机床的经年劣化会导致参数改变。如果是这样的话，我认为可以根据参数的变化，反过来对经年劣化进行量化。如果能根据机械动作的参数履历推测经年劣化，那么会对用户的产品维护与新设备引入计划提供有用信息。

关于机床的硬件，正如社本教授所说，攻丝主轴是划时代性的技术。展会上还强调了这款主轴“轻巧高速”，可从硬件角度促进节能的特点。这也是我一开始所说的，有助于环境应对的技术。我还想说一些稍微偏离 ROBODRILL 的内容，关于 FA 技术，我听取了关于运用 SERVO Viewer 技术的加工面推测、机床模拟、切削负载模拟等内容的介绍。我觉得如果能将这些成果运用到 ROBODRILL 中，将有更大的发展。我听说目前在处理方面仍留有诸多难题，但对于拥有如此丰富开发经验的贵公司而言，我认为这并不是遥不可及的梦想。

社长：感谢松村教授宝贵的意见。下面，请佟本部长发言。

佟：大家好，我是 ROBODRILL 研究开发本部的佟正。感谢大家今天提出的宝贵意见。在上一次的座谈会上，教授提出了要从“让用户简单地使用机床”转变为“让客户简单地熟练使用机床”这一提议。ROBODRILL 加工技术的功能化就是为了实现这一点。

小孔径钻孔加工难度较高，有时只转了几个孔刀具就会损坏。作为本次展览会上发布的一项成果，我们将过去的加



松村教授



高次事业本部长



佟本部长

工技术汇总到1个G代码中，向客户提供即使不是熟练工也能实现专业加工品质的产品。而这项开发是因为客户经常无法熟练使用ROBODRILL，导致机床性能难以充分发挥，从而影响发那科产品口碑。鉴于此，我们旨在通过改良使机床更易于使用来解决这个问题。关于最后教授提到的加工面推测等FA的最新功能问题，ROBODRILL也可以说是FA的展示平台，今后我们将积极推进这方面的研发，以应用事例的形式介绍给使用ROBODRILL的用户以及其他机床制造商。我们将为此继续努力。谢谢。

社长： 感谢发言。下面请国枝教授发言。有请。

国枝教授： 大家好，我是东京大学的国枝。今天，以电火花线切割为主，我参观了诸多技术，非常感谢。

除了线切割以外，贵公司服务方面的发展，也让人印象深刻。比如，修理服务、面向用户的预防维护、无需改变加工机的控制盘就能安装机器人等，发那科为满足用户需求所做的努力给我留下了深刻印象。

关于电火花线切割机，能够用柔弱的电极丝实现1微米的精度，非常了不起。我想这一定是不断进行技术改良的结果。今天，我向技术人员具体



国枝教授

了解了一些改善点与想法，从中获得了很大启发。

在需要设定多种参数的情况下，追求1微米的加工精度，即使没有进行加工，只是喷射加工液，也会造成电极丝数十微米的振动，在这样的情况下，1微米的精度是如何实现的。我想一定是研发人员通过实验，不断试错，使用实验中创建的数据库，才能达到这样的加工精度，但是不知道在多大程度上实现了从理论上对加工条件的探寻。在狭窄的加工间隙中发生的放电反作用力、振动的电极丝所承受的流体阻力还很难计算，你们在这方面的理论又研究到了何种程度，这些都是我感兴趣的问题。然后，关于加工速度的问题，过去曾有一段时间，各公司在加工速度上展开了激烈竞争。最近，这方面的竞争很少听说了，但是对于加工速度，仅维持现状就行了吗？每年我都在说，放电加工中，放电痕熔融的区域中只有1~2%会作为加工废料排出。因此，加工速度还有很大的提升空间，但现实情况是，在实际加工中还没有得到很好的应用。关于提升加工速度的研究，发那科做出了哪些尝试，这也是我在参观时非常感兴趣的内容。

社长： 感谢国枝教授的发言。下面请藤元本部长发言。

藤元： 大家好，我是ROBOCUT研究开发本部的藤元。国枝教授，感谢您一直以来在放电现象研究上对我们的指导。

刚才国枝教授提到了由于加工液的喷射就会发生大幅振动的电极丝，最终是如何达到1微米级加工精度的话题。目前，我们正在研



ROBODRILL 展示

究通过模拟手段推定电极丝动作，这项研究难度很大，进展不太顺利。为实现1微米级的加工精度，目前，我们针对不同的工件厚度与电极丝材质，通过对测试形状的实际加工，调整放电加工参数，实现目标精度。以此过程调试大量的加工条件。鉴于这一情况，从理论上推定电极动作，提高模拟的正确性，以达到可用于获取加工条件的水平，这一点非常重要，因此，这也是我们今后要继续研究的课题。



藤元本部长

另外，教授还就提升加工速度发表了观点。加工速度的提升也是我们多年来致力解决的课题。前段时间，国枝教授提供了一个宝贵的观察结果，在单次放电中熔融工件的大部分难以清除，会重新凝固。这个观察结果提示了我们，让我们开始思考水流的理想化与放电控制的优化。今后，我们将积极进行验证，包括按照现状，在水中放电加工是否是最佳方案。无论如何，现在大家普遍认为电火花线切割非常耗时，因此，我们将探索改善这一状况，为使用电火花线切割机的用户提供助力的方法。

今后，也请您继续指导我们的工作。谢谢。

社长： 感谢发言。下面有请梶原教授发言。

梶原教授： 大家好，我是东京大学的梶原。此次是我第一次参加昨天的座谈会，坐在贵公司领导和各位重量级专家教授之中，让我有一点紧张，还请大家多多包涵。我个人从事的研究是通过注塑成型实现金属与树脂直接黏结。简单来说就是研究在金属表面创造纹理，通过嵌件成型将树脂注入金属表面，然后通过锚定效果形成牢固的黏结。另外，我还从事显微镜等方面的研究。



梶原教授

在刚才提到的黏结研究中，我使用了贵公司的机器人，它们行动灵活，对于推动研究做出了重大贡献。非常感谢。

下面，我讲一讲与ROBOSHOT相关的内容。首先，我参观了整场展示会后，发现发那科对于用户需求非常敏锐，并针对用户需求实施了改善对策，改善了产品性能，这一点让我印象深刻。除了ROBOSHOT以外，刚才多次被提及的通过CNC GUIDE 2提升数字孪生技术的精度，以及ROBOCUT的锥形形状制作功能可在20多分钟内迅速完成切削，这些都让我感到非常震撼。在ROBOSHOT上，也能看到发那科投入的大量心血，发那科在这一两年时间内，在提升产品性能以及开拓成型应用等方面都是硕果累累，令我印象深刻。

从ROBOSHOT自身性能来说，首先值得一提的就是21.5英寸显示器，该显示器去年获得了第51届机械工业设计奖IDEA日本产业机械工业会奖。原本，发那科的显示器就又大又好用，特别是从我们



ROBOCUT 展示

实验人员的角度来说，在实验时可以一边测试各种传感器信号一边进行监测，非常方便。这一次，发那科又打造了支持网络浏览器的显示器，可以监测包括 LINK*i* 实际使用状况在内的各种项目，所以我认为它是推动 IoT 进步的一项重要技术。

另外，虽然不是显示器本身的改善，但模温机通过 EUROMAP 标准与注塑机连接，用户可从注塑机上进行操作。一般来说，模温机与注塑机是独立的，因此必须特意去模温机上进行控制，而现在可在注塑机上完成全部操作。刚才，浅间教授说可用性的提升是一项非常了不起的改善，从我们用户的角度来说，每一项改善都犹如跬步，积多可至千里，我们深表感谢。在性能方面，展会上展示了利用锁模力传感器实现锁模力自动调整。锁模力传感器是非常重要的参数，它对各个部位都保持高度敏感，发那科能关注这种传感器的信号、提升其性能，我觉得非常了不起。接下来要说的是一个看起来不太起眼的改善，发那科通过料筒外罩的巧妙设计追求节能效果，通过热量控制，可节能 9%。虽然很不起眼，但却可轻松节省电力，非常了不起，希望发那科在这些方面继续保持敏锐的嗅觉，发挥自身技术，不断改善产品。除了性能提升以外，最近发那科还在拓展成型应用，首先是再生材料。3 年前，在参加杜塞尔多夫的 K 展时，最让我感到吃惊的是，到处都是过去 K 展上几乎看不到的关于再生材料的展台，这些展台吸引了很多人的目光。

从那时起，欧美就开始关注回收利用了，而日本也逐渐出现了循环经济的趋势。根据某个碳中和的 GX（绿色转型）方案，到 2050 年将不再使用化石燃料。不使用化石燃料意味着不能再提取石脑油，因此也无法再制造塑料。在这种情况下，我们还可以有另一条路可

选，那就是使用再生材料。对于再生材料的使用，在日本国内也将成为非常重要的技术。发那科已经开始了这方面的研发，并逐渐取得了一些成果，希望你们继续保持这样的势头。

另一项让我感兴趣的技术就是双材成型。普通的双材成型很早就有了，一般是通过转动模具，注塑 2 种材料，而贵公司的技术却更加有趣，并不是采取转动模具的方式，而是驱动机器人进行取出动作，然后插入到下一个模具中。

这里我有一个问题，一般双材成型会转动模具，而发那科使用机器人进行取出和插入动作，是为了确保转动时的定位精度吗？这个过程看起来非常有趣，但是希望能说明一下具体的理由。

最后，是 IoT、AI 方面的措施。特别是在 ROBOSHOT 方面，我关心的是发那科是根据什么战略开展研发工作的。发那科有 FIELD system 和 LINK*i* 等各种系统，可用于各种生产技术，例如诊断注塑机之间的关系和运转状况等。AI 也被用于故障前诊断等各种用途，现在贵公司是按照适用于注塑成型本身的方向在推进研发的，还是在思考未来的应用前景，我希望了解这方面的信息。

以刚才提到的再生材料成型为例，今年 3 月，日立发布了一项新技术，他们将传感器插入模具内，通过机器学习巧妙把握各种信息，提升成型精度。贵公司是否也将朝着这个方向推进研发工作，对于成型现象、成型品精度的提升或成型状况的改善，包括 AI 在内，贵公司将采取什么样的战略，希望贵公司能对此进行介绍。我了解的一个例子是欧洲的一家公司，在成型机中安装了 1000 多个传感器，进行大数据收集和分析，对重要数据进行机器学习，从而优化成型过程。希望贵公司介绍一下，今后你们在这方面有怎样的计划。



ROBOSHOT 展示

社长：感谢梶原教授的发言。梶原教授提出了几个问题，对此，内山本部长，你有什么看法。

内山：大家好，我是 ROBOSHOT 研究开发本部的内山。感谢梶原教授今天一天对我们展示会与座谈会的支持。

一开始提到了可用性的话题，此次的 PANEL iH Pro 采用了大屏幕显示器，当然，画面的操作系统也有了显著改善，而且我们还希望通过利用 PANEL iH Pro 收集、分析、使用各种信息，进一步提升操作性。我们还考虑通过 AI 进行改良。注塑机的成型条件多种多样，我们认为不能因为屏幕变大而不必要地增加画面数量。从客户角度来看，如何使设定更加简单，这才是使用 AI 的价值。



内山本部长

然后关于梶原教授询问的双材成型的方法，刚才教授也提到了，有一种方法是将模具安装在转台上，通过转动模具进行双材成型。但是，模具可能非常复杂，而且还存在定位精度和模具容易受损的问题，所以，这次我们使用了机器人。关于再生材料的建议，我们也切实意识到节能与回收利用是未来塑料的重要课题。从某种意义上来说，现在，塑料是逆时代的产品，需要考虑如何让它顺应时代，在这样的状况下，就需要充分利用再生材料，此外，即使是再生材料也要维持高精度，这将是我们的主要课题。正如教授所说，再生材料事业在欧洲正如火如荼地发展着。实际上，欧洲的注塑成型机市场电动化率仅有 40%，远低于日本的 90%。为了在今后提升 ROBOSHOT 在欧洲的业绩，我们必须针对再生材料采取行动，强化环保和节能对应。

今天，教授提出了很多建议，我们将认真研究讨论。今后也请多关照。感谢各位今天聆听我的发言。

社长：以上我们分别以 FA、机器人、智能机械和各类加工技术为中心开展了热烈讨论。

■ 总评

社长：最后，请新野教授进行总结。有请。

新野教授：感谢今天发那科邀请我参加新商品发表展示会。

时隔 3 年，与发那科的技术人员们相聚，与开发负责人就各款商品交换了宝贵的意见。

近年来，随着高度信息化社会、少子老龄化社会的到来，日本制造业所处的环境也在发生着急剧的变化。在本次的新商品发布展示会上，介绍了可应对这些环境变化的各款新商品相关的具体研究开发成果。

多位教授在发言中也提到了，发那科推出了多款在学术层面上也非常值得关注的新商品，例如新配色、新设计的协同作业机器

人，运用了数字技术的环境负荷削减方法，加工工序实时模拟，融合了机器人与 AGV 的自主自走机器人，运用了数字孪生技术的加工工序优化等。

一般来讲，大家都觉得 FA 领域的研究开发课题难以升华为学术研究，但是出席今天的新商品发布展示会、与开发负责人交换意见后，我认为这样断言是草率的。比如，新产品之一的 AI 伺服调整功能，通过建立模型和工艺公式化，成功实现了对加工面的推测或者是对加工参数的推测，我确认到在这一过程中可以获取很多新的学术知识。我认为这一系列的研究开发过程与成果很容易汇总成学术论文。另一方面，在上一次的新商品发布会上还属于构想阶段的数字孪生，此次，已取得了具体且实用的研发成果。从这些成果中，我强烈感受到，实现自主化将是未来数字孪生相关新商品开发的方向。并且，我还看到了发那科将过去展示会上备受关注的 FIELD system 作为平台积极使用的姿态，但是相关内容给人的印象却不够深刻，还需要改进对客户的展示方法。

考虑到日本制造产业所处的环境，即政治、经济、社会、技术因素，我强烈感觉到日本制造产业的产业竞争力正显著下降。目前，媒体的论调还没有那么严重，但是我个人认为我们正面临着严峻的形势，所以想趁着这个难得的机会，向大家指出尽早解决课题的必要性。平时，我也经常讨论、整理在强化日本产业竞争力时应解决的具体课题。目前，这些课题大概集中在 7 个项目上，因此，我将依次对这些课题进行说明。

第一个课题是“确保人才资源(Human resources)的品质与数量”。现政府提出的“投资于人才”的一揽子政策为时已晚，而且不够充分，对产业的影响有限。现在，部分制造企业为推进数字化转型(Digital transformation, DX)，作为人才再战力化战略，尝试了发源于美国的 Reskilling (职业能力的再开发、再教育)，而且已经有了成功案例的报告。日本国内的制造产业非常盛行聘用外部人才等水平分工式的人才配置方式，但从长期角度强化该企业核心竞争力的观点来看，这种方式值得质疑。必须从长远出发制定人才战略。

第二项课题是“应对产品的商品化”。刚才浅间教授的发言也提及了商品化的问题，而我想从其他角度点评商品化。随着数字技术的发展，产品差异化变得愈发困难，产品的商品化也就成为了一项难题。为回避这个问题，在商品开发时，我们需要偷偷地在该商品中加入难以模仿，即无法被其他公司模仿的机制。这并不意味着我们可以为了避免简单被模仿而制造拼凑结构的产品。

比如，如果是模块化设计的产品，就需要考虑在产品结构中加入只有该企业才能轻易实现的模块(构成要素)的方案。这个理念在此次新商品发布展示会上发布的新商品上应该已经充分得到了应用。

第三项课题是“应对复杂化、高度化的客户需求”。即使我们开展市场调查去了解客户需求，也可能只能得到一些常见的结论。我们无法从这些客户那里了解客户不知道的或者没有注意到的新需求。有苗不愁长这种独善其身的想法未必会获得成功。但是，我相信，紧跟目前客户的需求，根据这些需求来规划客户的未来需求，再确定这些需求的种苗，尽早培育，守护其成长，这些才是未来制造业成功的必经之路。

第四项课题是“应对工艺创新与材料创新”。过去，这是日本的



新野教授

传家宝，也是日本的优势。从1980年代到1990年代初，日本在汽车产业生产技术、陶瓷与先进复合材料等新材料开发竞争领域中世界第一的地位是国内外公认的，象征经济高度增长的《Japan as Number One》的出版就是例证。但遗憾的是，从世界的潮流来看，现在的日本在经济层面、技术层面都落后了整整一圈，正步入欧美国家的后尘。希望今后，企业不惧失败，像过去日本的制造产业那样，大胆推进新技术、新材料应用的研究和开发，向国际市场输出新产品。

第五项课题是“应对制造现场的数字化”。随着现场熟练技能人员与熟练技术人员的减少，“技术随着人员流失”重新成为重要问题。当人才从自己所属的企业离职，这个人多年来积累的技能与技术就会从该企业流失，因此造成该企业无法实现重要技能与技术的世代传承。虽然已经有些晚了，但在许多制造产业领域中，我们都在推进以职业能力开发的DX为对象的工作。今后，通过数字技术使熟练技能、技术人员所积累的经验与直觉公式化、体系化，对于系统性地实现技术传承与技能传承至关重要。

第六项课题是“应对碳中和与资源限制”。在今天的新商品发布展示会上，CNC数字孪生、ROBOSHOT的展台揭示了节能化、轻量化、高速化的主题，介绍了减少环境负荷的具体措施。从碳中和的角度来看，必须从产品整个生命周期出发重新讨论构成当前产品的构造材料是否是最佳材料、或者其使用方法是否为最佳等问题。

第七项课题是“应对风险管理”。企业必须事先准备好方案，以便在不确定事件发生时，使风险尽可能减少到最小。但是实际上，很多时候，这些方案都不成功。最近，俄乌战争暴露了各个领域风险管理不足的问题，风险管理的重要性变得日趋重要。在制造业，为成功实现开放式创新，水平分工型业务模式的有用性已被广泛宣传 and 普及。但是，有不少企业为了在风险发生时确保物流以及规避国家风险而开始回归垂直综合型的业务模式。大家开始认识到在系统中合理配置人员、以平衡性为前提冷静实施管理的重要性。或许有些课题发那科已经解决了。为强化日本的产业竞争力，我认为各企业不能只埋头销售商品，而应该进一步拓展日本制造产业的优势，即“细致周到的服务”，换言之，该企业必须提供一揽子软硬件解决方案，将系统集成功能和作用作为一项事业不断发展。我希望今后发那科能三位一体推进“产品制造、价值创造、人才培养”，大力发展事业。

最后，感谢发那科邀请我参加时隔3年举办的面对面新商品发布

展示会。我代表今天出席的各位专家教授，向推进展示会和座谈会准备工作的发那科员工表示由衷的感谢。衷心祝愿今后发那科日益繁荣昌盛。谢谢大家。

社长：感谢新野教授的总结。最后，请稻叶会长致辞。

会长：今天听到了宝贵的点评与建议，非常感谢大家。我们时隔3年在线下举办公司内部展示会，很多教授都给出了高度评价，非常感谢大家。负责准备和运营的我们也怀揣同样的心情，我们一直期待通过触摸展品，直接感受展品运行时的声音、动作等，与讲解员直接对话，体验参加在线上展示会无法获得的真切感受和更加深刻的理解。今天各位教授们的宝贵指导将助力于我们今后的商品开发。



稻叶会长

对于新野教授例行的发言，我也要在表示感谢。实际上，我也深有同感，现在日本制造业落后于世界是不可否认的事实，但我们仍有取胜的机会。现在全社会都在说要从产品转向价值，这听起来很有道理，所以大家开始忽视产品制造、转向价值创造，但是没有产品，价值就无从谈起。反过来说，只要制造出优秀的产品，就能创造更好的价值，这是我的信念。所以，今后，我们要继续重视产品，在此基础上创造价值。相比忽视产品、将重点转向价值的海外，脚踏实地制造产品是日本的优势，同时也是发那科的优势。根据这个理念，我希望我们在FA、机器人、智能机械方面保证硬件品质，并将搭载于硬件上的软件、连接硬件的IoT、巧妙运用硬件的AI技术结合起来，为增强日本制造业的优势贡献力量。这些话说着轻松，但是我们现在还未实现。但是，我们将朝着这个方向不断前进。

最后，我想说今天出席本次座谈会的教授们的直接指导，对研究开发部门的成员来说是巨大的鼓励。感谢大家今天参加我们的活动。

社长：谢谢各位教授。非常抱歉，花费的时间比预期的要长，但这对我们来说是非常难得的机会。谢谢大家。



可持续性措施



服务展示



发那科株式会社

FANUC CORPORATION

邮编 401-0597 山梨県南都留郡忍野村忍草 3580
www.fanuc.co.jp