

【研究費区分】：国際共同研究支援枠

【研究代表者所属】：システムデザイン学部 知能機械システムコース

【研究代表者氏名】：下村芳樹

【研究代表者氏名フリガナ】：シモムラヨシキ

【研究代表者職】：教授

【国内研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・木見田 康治（システムデザイン学部／研究科 知能機械システムコース／学域 助教）

【国外研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・Sergio Cavalieri ベルガモ大学（イタリア）・教授
- ・Paolo Gaiardelli ベルガモ大学（イタリア）・助教
- ・Giuditta Pezzotta ベルガモ大学（イタリア）・主任研究員

【研究課題名】：

中小製造業の自動化を加速させるための製造ロボットとサービスの統合システムの設計・開発及び実証研究

【研究実績の概要（600～800字程度で記入。図、グラフ等の使用も可。）】

・本研究は、中小製造業の製造プロセス自動化を加速する「ロボットとサービスを統合したシステムを設計・開発する」ことを目的とするものである。日本やイタリアの中小製造業の自動化は依然遅れており、工作機械への部品供給作業などは殆どが手作業で行われている。この理由は、自動化に必要なロボットの現状の提供方式が画一的であり、中小製造業のニーズに十分に呼応していないことにある。本研究では、ロボットとサービスを効果的に組合せた **Product-Service Systems (PSS)** を開発し、顧客ニーズへの柔軟な呼応を可能とする製造自動化手段を構築することを目指す。本年度は、まず中小製造業の顧客像およびニーズを探るために、ベルガモ県近郊の中小製造業を対象にアンケートを実施した。調査項目としては、分野・規模・売上などの属性情報や、自動化済の工程やその度合い、自動化をしていない理由など自動化状況を尋ねる項目を用意した。本アンケートの回答数は計 303 件であった。図1に自動化の度合い、図2に自動化していない理由に対する回答結果をまとめる。本アンケートから自動化に向けて、特に製品のバラエティへの対応が課題となっていることが判明した。さらに、ベルガモ大学からの客員研究者とともに、中京地区の **FA (Factory Automation)** 事業者を訪問し、ヒアリングを行った。本ヒアリングでは、主として、ロボットシステムの提供者が **PSS** 型のビジネスを実施する際の障壁について調査を行った。結果として、現状の文化では保守サービスに対して安定的に利益が確保できる保証が得られていないこと、納入先の環境の違いによって故障原因や対処法が異なり標準的な対応がしづらなことなどが挙げられた。一方で、製造ラインのコンサルティングなど知識を活用できるサービスに関しては比較的实现しやすいという意見が得られた。次年度は、本年度並行して開発した **PSS** 設計ガイドラインを活用して、各調査により得られた提供者側・顧客側の問題解決を実現するロボットとサービスの統合システムの設計・開発を行う。

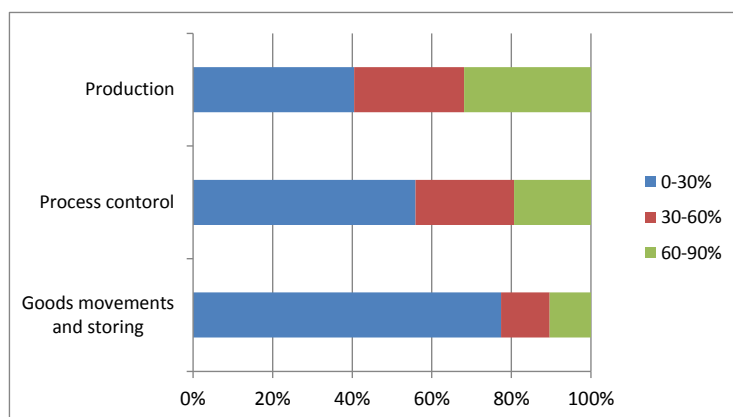


図1 部門ごとの自動化割合

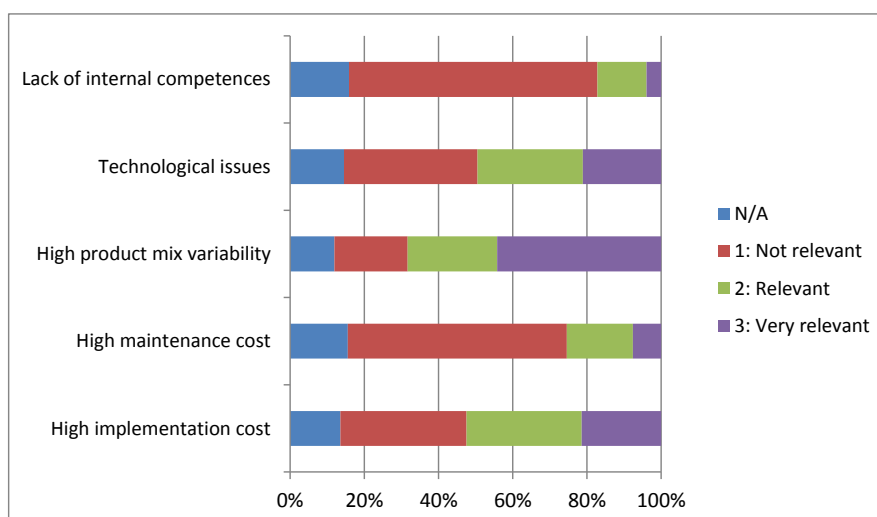


図2 自動化が進んでいない理由

【学会発表（発表題目，発表大会名，年月を記入）】

【国内学会・計26編】

- ・根本裕太郎，植井健太郎，溝口哲史，木見田康治，下村芳樹: Product-Service System の理念教育ツールの開発と評価, 2014 年度サービス学会第 2 回国内大会講演論文集, CD-ROM, pp. 171-174, 2014.
- ・木見田康治，植井健太郎，下村芳樹: 要求分析手法を用いた学習者視点に基づく授業分析, 2014 年度サービス学会第 2 回国内大会講演論文集, CD-ROM, pp. 331-334, 2014.
- ・細野繁，下村芳樹: アセットの構築と活用によるサービスの協調生産. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27, CD-ROM, 2014.
- ・根本裕太郎，植井健太郎，木見田康治，佐藤啓太，下村芳樹: 製品サービスシステムの成長シナリオモデルの提案. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27, CD-ROM, 2014.
- ・川瀬健，根本裕太郎，石井隆稔，下村芳樹: 多様な顧客が享受する価値を最大化するサービスの改善設計支援手法. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27, CD-ROM, 2014.
- ・斉藤純平，木見田康治，渡辺健太郎，下村芳樹: 多視点情報に基づくサービスの故障要因可視化手法. 日

本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27, CD-ROM, 2014.

・木見田康治, 下村芳樹: ライフサイクルコスト評価に基づく PSS ビジネスモデルの構成法. 日本機械学会第 24 回設計工学・システム部門講演会講演論文集, No. 14-27, CD-ROM, 2014.

・石井隆稔, 溝口哲史, 根本裕太郎, 木見田康治, 下村芳樹: トピックモデルを用いた学習者特性の分析. 第 30 回日本教育工学会全国大会講演論文集, pp. 71-72, 2014.

・根本裕太郎, 植井健太郎, 石井隆稔, 木見田康治, 下村芳樹: コンピテンシー・リテラシー概念に基づくサービスの価値共創モデル, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 639-640, 2014.

・溝口哲史, 石井隆稔, 根本裕太郎, 木見田康治, 下村芳樹: PSS 設計のためのトピックモデルを用いたペルソナ構成支援手法, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 643-644, 2014.

・石井隆稔, 溝口哲史, 根本裕太郎, 木見田康治, 下村芳樹: ペルソナ構成支援手法の高等教育サービスへの適用, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 645-646, 2014.

・武藤恵太, 木見田康治, 下村芳樹: 製品サービスシステムの設計プロセスを支援するガイドラインの提案, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 647-648, 2014.

・森下佳樹, 斉藤純平, 木見田康治, 細野繁, 沼田絵梨子, 榊啓, 下村芳樹: サービス可用性評価のための定性シミュレーション, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 653-654, 2014.

・木見田康治, 根本裕太郎, 石井隆稔, 下村芳樹: 価値共創を実現する教育サービス設計のための学習者分析手法, 2014 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, pp. 641-642, 2014.

・根本裕太郎, 植井健太郎, 下村芳樹: 製品使用コンテキストのモデル化による製品サービスシステム設計手法. Design シンポジウム 2014 講演論文集, pp. 526-530, 東京大学, 東京, 2014.

・木見田康治, 森下佳樹, 石井隆稔, 細野繁, 沼田絵梨子, 榊啓, 伊豆倉さやか, 下村芳樹: サービス可用性評価のための定性シミュレーションモデル. Design シンポジウム 2014 講演論文集, pp. 472-477, 東京大学, 東京, 2014.

・石井隆稔, 溝口哲史, 根本裕太郎, 金田麻衣子, 中村俊之, 下村芳樹: PSS 設計のためのトピックモデルによる受給者分類, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・根本裕太郎, 植井健太郎, 佐藤啓太, 下村芳樹: マルチコンテキストを考慮した顧客ゴールモデルの提案, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・植井健太郎, 根本裕太郎, 佐藤啓太, 下村芳樹: 製品サービスシステム設計のための顧客コンテキスト抽出手法, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・川瀬健, 根本裕太郎, 石井隆稔, 下村芳樹: 複数顧客の多様な要求を考慮するサービスの改善設計支援手法, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・斉藤純平, 木見田康治, 根本裕太郎, 渡辺健太郎, 三輪洋靖, 下村芳樹: サービス品質向上のための OJT 計画の立案支援手法, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・村上芙美香, 森下佳樹, 木見田康治, 細野繁, 沼田絵梨子, 伊豆倉さやか, 榊啓, 下村芳樹: 定性シミュレーションを用いたサービスの上流設計支援, 2015 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集,

CD-ROM, in-printing, 2015.

・木見田康治, 武藤恵太, 溝口哲史, 根本裕太郎, 石井隆稔, 下村芳樹: 教育サービスにおける共創価値の向上のための学習状態モデル, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM, in-printing, 2015.

・能登裕一, 田中寛起, 根本裕太郎, 下村芳樹: 製品サービスシステム設計を支援する設計過程可視化手法, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会第22回「精密工学会学生会員卒業研究発表講演会」論文集, in-printing, CD-ROM, 2015.

・高野秀一, 武藤恵太, 木見田康治, 下村芳樹: PSS設計のためのタスク管理手法, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会第22回「精密工学会学生会員卒業研究発表講演会」論文集, in-printing, CD-ROM, 2015.

・杉野涼太, 木見田康治, 武藤恵太, 溝口哲史, 石井隆稔, 下村芳樹: 教師と学習者の合意形成過程を表現する学習状態表現手法, 2015年度精密工学会春季大会学術講演会第22回「精密工学会学生会員卒業研究発表講演会」論文集, in-printing, CD-ROM, 2015.

【国際学会・計14編】

・ Y. Shimomura, Y. Nemoto and K. Kimita: State-of-Art Product-Service Systems in Japan - The Latest Japanese Product-Service Systems Developments. In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014.

・ S. Hosono and Y. Shimomura: Asset Development and Reuse Strategy in Cloud-compliant Service Development. In Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering (ICPE), pp. 311-316, the Japan Society of Precision Engineering, Ishikawa, Japan, 2014.

・ K. Kawase, J. Shido, Y. Nemoto, F. Akasaka and Y. Shimomura: A Method for Visualizing Service Values Using Monte Carlo Simulation. In Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering (ICPE), pp. 317-320, the Japan Society of Precision Engineering, Ishikawa, Japan, 2014.

・ S. Hosono and Y. Shimomura: Asset-based Service Production under Uncertainty. In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014. (was published as 2.2.58)

・ Y. Nemoto, K. Uei, S. Mizoguchi and Y. Shimomura: Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Product-Service Systems. In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014. (was published as 2.2.59)

・ J. Saito, Y. Kurita, K. Kimita and Y. Shimomura: A Method for Analyzing Service Failure Factors based on Multiple Perspectives. In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014. (was published as 2.2.60)

・ K. Kimita and Y. Shimomura: Development of the Design Guideline for Product-Service Systems. In Proceedings of CIRP, IPS2 Conference 2014, USB, CIRP, Windsor, Canada, 2014. (was published as 2.2.61)

・ K. Uei, T. Fujiwara, Y. Nemoto and Y. Shimomura: Learning Effect Evaluation of an Educational Tool for Product-Service System Design. In Proceeding of the 13th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, pp. 1431-1440, CD-ROM, 2014.

- ・ Y. Nemoto, K. Uei, H. Tanaka, F. Akasaka, K. Kimita K. Sato and Y. Shimomura: Visualizing Common and Collision Requirements of Multiple Stakeholders for Service Improvement. In Proceedings of 15th International Conference on Precision Engineering (ICPE), pp. 843-844, the Japan Society of Precision Engineering, Ishikawa, Japan, 2014.
- ・ K. Uei, T. Fujiwara, A. Kazawa, Y. Nemoto, K. Kimita and Y. Shimomura: Learning Effect Evaluation of an Educational Tool for Product-Service System Design Based on a Viewpoint of Learner. In Proceedings of HCI International 2014, pp. 643-652, Creta, Greece, 2014.
- ・ K. Kimita, Y. Nemoto and Y. Shimomura: Application of a Requirement Analysis Template to Lectures in a Higher Education Institution. In Proceedings of HCI International 2014, pp. 594-601, Creta, Greece, 2014.
- ・ Y. Nemoto, K. Uei, K. Kimita, T. Ishii and Y. Shimomura: A Conceptual Model of Co-Growth of Provider and Receiver towards Value Co-Creative Service. In Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology - ICServe2014 -, pp. 124-126, CD-ROM, The Society for Serviceology, Kanagawa, Japan, 2014.
- ・ K. Kimita, Y. Nemoto and Y. Shimomura: Value Analysis Method for Learner Centered Instructional Design. In Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology - ICServe2014 -, pp. 143-144, CD-ROM, The Society for Serviceology, Kanagawa, Japan, 2014.
- ・ K. Muto, K. Kimita and Y. Shimomura: A Guideline for the Product-Service-Systems Design Process, In Proceedings of 2014 Asian Conference on Design and Digital Engineering (ACDDE 2014), USB, Jinan, China, 2014.

【論文発表又は著書発行（発表題目，著者，発表誌又は出版社，年月を記入）】

- ・ Y. Shimomura, Y. Nemoto and K. Kimita: State-of-Art Product-Service Systems in Japan - The Latest Japanese Product-Service Systems Developments. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 15-20, 2014.
- ・ Y. Shimomura, Y. Nemoto, F. Akasaka, R. Chiba and K. Kimita: A Method for Designing Customer-Oriented Demand Response Aggregation Service. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 63/1, (ISSN 1660-2773, doi 10.1016/j.cirp.2014.03.117), pp. 413-416, 2014.
- ・ S. Hosono and Y. Shimomura: Asset-based Service Production under Uncertainty. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 247-252, 2014.
- ・ Y. Nemoto, K. Uei, S. Mizoguchi and Y. Shimomura: Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Product-Service Systems. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 92-97, 2014.
- ・ J. Saito, Y. Kurita, K. Kimita and Y. Shimomura: A Method for Analyzing Service Failure Factors based on Multiple Perspectives. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 235-240, 2014.
- ・ K. Kimita and Y. Shimomura: Development of the Design Guideline for Product-Service Systems. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 344-349, 2014.
- ・ Y. Nemoto, F. Akasaka, and Y. Shimomura: A Framework for Managing and Utilizing Product-Service System Design Knowledge, Production Planning & Control, Special issue on

Organisational Transformation in Servitization, Vol. XX, Issue XX, in-printing, (ISSN 0953-7287 (Print), 1366-5871 (Online)), Taylor & Francis, 2014.

・ G. Pezzotta, F. Pirola, R. Pinto, F. Akasaka, S. Cavalieri, Y. Shimomura and P. Gaiardelli: A Service Engineering framework to design and assess an integrated Product-Service Mechatronics, Mechatronics, Special issue on the 11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Vol. XX, Issue XX, in-printing, (ISSN 0957-4158 (Print)), Elsevier, 2014.

【論文発表又は著書発行（発表題目，著者，発表誌又は出版社，年月を記入）】

【投稿論文・計 8 編】

・ Y. Shimomura, Y. Nemoto and K. Kimita: State-of-Art Product-Service Systems in Japan - The Latest Japanese Product-Service Systems Developments. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 15-20, 2014.

・ Y. Shimomura, Y. Nemoto, F. Akasaka, R. Chiba and K. Kimita: A Method for Designing Customer-Oriented Demand Response Aggregation Service. CIRP Annals -Manufacturing Technology, Vol. 63/1, (ISSN 1660-2773, doi 10.1016/j.cirp.2014.03.117), pp. 413-416, 2014.

・ S. Hosono and Y. Shimomura: Asset-based Service Production under Uncertainty. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 247-252, 2014.

・ Y. Nemoto, K. Uei, S. Mizoguchi and Y. Shimomura: Strategic Thinking in EDIPS: Edutainment for Designing Product-Service Systems. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 92-97, 2014.

・ J. Saito, Y. Kurita, K. Kimita and Y. Shimomura: A Method for Analyzing Service Failure Factors based on Multiple Perspectives. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 235-240, 2014.

・ K. Kimita and Y. Shimomura: Development of the Design Guideline for Product-Service Systems. Procedia CIRP, Vol. 16, (ISSN: 2212-8271), pp. 344-349, 2014.

・ Y. Nemoto, F. Akasaka, and Y. Shimomura: A Framework for Managing and Utilizing Product-Service System Design Knowledge, Production Planning & Control, Special issue on Organisational Transformation in Servitization, Vol. XX, Issue XX, in-printing, (ISSN 0953-7287 (Print), 1366-5871 (Online)), Taylor & Francis, 2014.

・ G. Pezzotta, F. Pirola, R. Pinto, F. Akasaka, S. Cavalieri, Y. Shimomura and P. Gaiardelli: A Service Engineering framework to design and assess an integrated Product-Service Mechatronics, Mechatronics, Special issue on the 11th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Vol. XX, Issue XX, in-printing, (ISSN 0957-4158 (Print)), Elsevier, 2014.

【科学研究費補助金への応募状況，採択状況】

・ 科学研究費補助金(基盤研究(B)(1))、一般、平成 26 年度～28 年度、サービス品質の変動要因を考慮する高品質サービスの設計支援環境に関する研究、(研究代表者 下村芳樹)・採択

・ 科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)、一般、平成 26 年度～27 年度、製造業のサービス化を促進するビジネス理念教育ツールの開発と評価、(研究代表者)・不採択

・ 科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)、一般、平成 27 年度～28 年度、統計的自然言語処理により多様な

顧客要求を機械的に抽出する手法の開発と評価、(研究代表者)・応募中

・科学研究費補助金(基盤研究(B)(1))、一般、平成 27 年度～29 年度、タイムアクシス・デザインによる時間変化を切り口とした設計論の新しい展開、(研究分担者 下村芳樹)・応募中

【国等の提案公募型研究費，企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】

JST (科学技術振興機構)・戦略的創造研究推進事業 (社会技術研究開発)・平成 25 年度～28 年度「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」, 高等教育を対象とした提供者のコンピテンシーと受給者のリテラシーの向上による共創的価値の実現方法の開発, (研究代表者・下村芳樹), (研究経費 46,135 千円)

【受賞等】

・

【その他社会貢献】

[公的審議会・委員会等の公的貢献, 生涯学習支援・普及啓発, 国際貢献・国際交流等]

独立行政法人科学技術振興機構 国際科学技術協力推進委員

(社)日本機械学会 出版部会校閲委員会委員

(社)精密工学会 出版部会校閲委員会分野幹事

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発推進センター システム科学技術分野 分科会委員

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 科学技術予測調査分科会 委員

【研究成果による特許等の工業所有権の出願・取得状況】

(工業所有権の名称, 発明者, 権利者, 工業所有権の種類・番号, 出願年月日, 取得年月日)

なし

【研究分担額】

(研究代表者・分担者名, 所属, 金額 (円))

下村 芳樹, SD・HMS, 900 千円