

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04416

研究課題名（和文）デジタル化による社会的影響を考慮したサービスシステムデザイン手法の開発

研究課題名（英文）Socially-Conscious Service System Design in the Era of Digital Transformation (SoSDeX)

研究代表者

渡辺 健太郎 (Watanabe, Kentaro)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・上級主任研究員

研究者番号：10635808

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：デジタル技術の普及に伴い、その利用がもたらす社会的悪影響に対する懸念が広がる中、本研究では社会への多面的な影響を考慮した、デジタル技術を活用したサービスシステム（以降DSS）のデザイン手法・方法論の開発を行った。本研究を通じ、DSSの構成要素を表現するモデリング手法と同手法を用いた関係者参加型でデザインする方法論、並びにその影響評価の手法を開発した。また、複数のデザイン事例を通じて有効性の検証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能やソーシャルロボット等、デジタル技術に対する社会的悪影響の懸念が強まる中、技術開発・社会実装に対する規範・原則の提言にとどまらず、具体的な開発・実装の方法論の必要性が叫ばれている。本研究を通じて、多様な価値を考慮した上でデジタル技術とその使い方、価値創出の仕組み全体をデザインする方法論を提示したことは、デザイン学・サービス工学・情報学等への学術的貢献はもとより、社会的にも有益であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The social concern toward the negative impact of prevailing digital technologies is increasing. Against this backdrop, this study aimed at developing design methods and methodology of digital technology-assisted service system (DSS) considering its multifaceted impacts to the society. We developed a DSS modeling method, a DSS design methodology with stakeholder participation, and an impact assessment method. These methods and methodology were evaluated through several design cases.

研究分野：サービスデザイン

キーワード：デジタル化 サービスシステム 社会的影響 サービスイノベーション デザイン

1. 研究開始当初の背景

人工知能(AI)、Internet of Things (IoT)、ソーシャルロボット等のデジタル技術の飛躍的な発達を背景に、人の生活空間や対人業務における同技術の活用が増加しつつある状況にあった。先端技術を使った生産性向上、労働力不足の解消、新サービスの創出等、デジタル化を通じたサービスイノベーションへの期待は大きく[1]、我が国の戦略方針である Society 5.0 においても、サービス分野のデジタル化は重要なテーマとして挙げられている。一方、デジタル技術の利用がもたらす社会的悪影響に対する懸念も根強い状況にあった。例えば、個人情報の流出、過度な技術依存による信頼関係の希薄化、雇用への悪影響等が挙げられる。

デジタル技術の開発・使用に関しては、様々な指針やコンセプトが議論、提案されている。例えば、Future of Life Institute の提唱したアシロマ AI 原則や IEEE で標準化された Ethically Aligned Design, Version 2 (EADv2)等が挙げられる。また、倫理的観点をデジタル技術のデザインプロセスに織り込む Ethics by Design[2]のコンセプトも提唱されている。しかし、これらの指針やコンセプトは、デジタル技術の潜在リスクに対応するための基本原則を提示したものがほとんどで、技術やその用途のデザイン・導入に関する具体的な手法を提供していなかった。これに対し、サービスイノベーション研究は、技術を多様な関係者で構成されるサービスシステム全体の一部としてデザインすることの重要性を指摘していた[3]。例えば介護サービスにおける支援技術の開発・導入には、直接の受益者である高齢者や介護職員に限らず、経営者や自治体等の役割やニーズの把握も重要である。しかし、このサービスシステムのデザインについても、デジタル技術を活用して、長期的かつ多面的な観点からデザインを行うための具体的な手法についての議論は非常に乏しかった。サービスサイエンスにおける smart service system に関する研究[4]や、sociotechnical system の一部としての AI デザイン研究[5]等、一部の初期的な研究は存在したが、具体的なデザイン手法を提案するまでには至っていなかった。

2. 研究の目的

そこで本研究では、社会への長期的・多面的な影響を考慮した、デジタル技術を活用したサービスシステム(以降、デジタル活用型サービスシステム、または DSS と呼称する)のデザイン手法の開発を目的とした。デジタル技術に対し、単に倫理的側面からの制約を前提とした基準や規範を導入するのではなく、むしろ技術を適切に有効活用する観点から、個々の利用状況に合わせた設計・実装方法を提案することで、社会において意味のある形で技術導入とサービスイノベーションを推進することを目指した。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成する上で、下記のサブ課題に取り組んだ。

(1) デジタル活用型サービスシステムのモデリング手法の開発

本研究では、DSS を形式的に記述するための手法の開発を行った。本モデルの主な構成要素として想定したのは、利害関係者の役割・価値・行動、デジタル技術の機能、利害関係者間で共有される制度・文化・慣習等(institution と呼ぶ)であった。多様な利害関係者、デジタル技術、institution の間の影響関係を表現可能にすることで、デジタル活用型サービスシステムの多面的・長期的な変化と影響をモデル上で扱うことができると考えた。さらに、利害関係者の価値モデルの構築を行った。

本開発にあたっては、既存の設計・デザイン研究や価値研究等のモデル・手法を元に理論的にモデル・手法開発を行い、具体的なデザイン課題に適用することでその有効性を検証するプロセスを取った。

(2) デジタル活用型サービスシステムの参加型デザイン手法の開発

DSS のデザインを、(1)のモデリング手法を用い、利害関係者と協働で実施する参加型デザイン手法を開発した。本手法の開発にあたっては、デザインの専門家ではない関係者からニーズや要件を収集するための簡易な手法と(1)のモデリング手法を組み合わせることで必要な情報を効率よく整理することを目指した。手法は既存のデザイン方法論等を踏まえ理論的に構築し、(1)と同様、具体的なデザイン課題に適用することで有効性を検証した。また、合わせて、サービス分野におけるデジタル技術導入プロセスの実態調査を行い、本研究の指向する参加型デザインの必要性の確認を行った。

(3) デジタル活用型サービスシステムの導入・評価手法の開発

DSS のデザイン結果を導入するにあたり、当初のデザイン上の想定と異なる利害関係者の反応や影響に対応するため、 の手法を用いた DSS のデザイン結果の導入の影響を評価する手法の開発を行った。本研究では主にプロトタイプング結果に基づき、生じうる影響の評価を行った。

4. 研究成果

各サブ課題の成果について下記に示す。

(1) デジタル活用型サービスシステムのモデリング手法の開発

DSS のモデリング手法の開発を通じて下記の成果が得られた。

4 レイヤーモデルの開発

DSS とその変遷を表現する一般モデルとして、4 レイヤーモデルの開発を行った。このモデルは利害関係者の価値を表す価値レイヤー、利害関係者とそのやりとりを表すアクターレイヤー、デジタル技術上のデータの処理・インタラクションを表すデジタルレイヤー、利害関係者の価値や行動に影響を与える制度・文化・ルールを表すインスティテュションレイヤーで構成され、DSS の内的・外的変化に対応し、構成要素の遷移を合わせて表現することができる。

また、各レイヤーにシステム表現モデル (hierarchical value map, value network, data flow diagram 等) を当てはめることで、DSS の詳細な要件を記述可能にした。

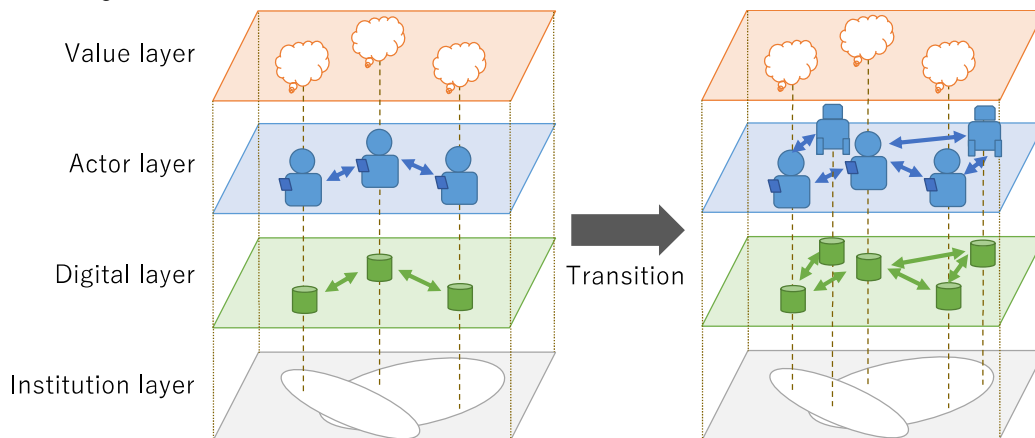


図1 DSS の4レイヤーモデル(adopted from [6])

社会・倫理的影響を考慮した価値類型の開発

デジタル技術がもたらしうる社会・倫理的影響と便益を同時に考慮した DSS の設計を行うため、サービスマーケティングにおける顧客価値分類と Value Sensitive Design 研究[7]で検討された情報システムの社会・倫理的影響の分類を元に新たな価値類型を構築した。本類型は後述の参加型デザインにおける価値抽出のツールとして利用した他、DSS の評価法の基盤モデルとしても活用した。

(2) デジタル活用型サービスシステムの参加型デザイン手法の開発

DSS の参加型デザイン手法の開発では、下記の成果が得られた。

システムデザイン・参加型デザインを統合した DSS 設計方法論の開発

(1) の DSS のモデリング手法を通じて DSS を設計するにあたり、利害関係者の充足すべき価値や設計した DSS の受容性を把握するために参加型デザインアプローチを組み合わせ、複雑な DSS を段階的に設計する方法論の開発を行った。本方法論に、(1) の価値類型に加え、DSS がもたらしうる副次的影響を探索する手法を開発し組み合わせることで、社会・倫理的影響を考慮した設計が可能となった。また、サービスデザインで用いられるペルソナ・シナリオ法やロールプレイ等の手法も組み合わせ、参加者の主観や体験に基づき設計の改善を行うプロセスを織り込んだ。本方法論は後述のデザイン事例を通じて、既存のサービスシステムのデザイン手法と比較し、技術の倫理的側面を踏まえたデザインを行えることを確かめることができた。

デジタル技術の導入における関係者の役割の分析

上記の設計方法論では関係者の設計参加を重視しているが、実際のサービスにおけるデジタル技術導入時の関係者の役割を分析する目的で、介護支援技術の導入における関係者の役割の実態に関する法人調査を実施した。その結果、組織規模や関係者別の参加度合いにばらつきがあることが判明し、本研究で提案した方法論を広く関係者を交えて実践することの重要性を確認できた。

(3) デジタル活用型サービスシステムの導入・評価手法の開発

DSS の導入・評価手法の開発に関しては、下記の成果が得られた。

DSS の影響評価手法の開発

設計した DSS の影響を評価するにあたり、技術のプロトタイプとロールプレイを組み合わせたい体験セッションを設け、その後に体験自体、並びに設計した DSS の多様な影響の可能性を検討

するアンケート・インタビュー手法を導入した。本手法は(1) の価値類型を元にしており、複数の価値の観点から現状、及び今後の影響を明らかにすることを目的としている。後述のデザイン事例を通じて、多様な観点から影響評価を行うことができることを確かめた。また、本研究で取り組んだ遠隔コミュニケーション支援の設計にあたっては、視線解析を用いた定量的な影響評価を併用して実践した。

デジタル技術の社会受容性に関する調査・考察

デジタル技術が社会に受け入れられるための要件を明らかにすることを目的とし、ソーシャルロボットの社会受容に関する調査を行った。本調査結果から、実社会の既存の概念(例えばペット、友人など)に求める役割とそれに対応する機能や属性に関する認識の有無が、技術の社会実装に影響する可能性が示唆された。また、同じく今後社会実装が進むと想定されるアバター技術のサービス分野における社会実装の方向性についても理論的考察を行った。この結果はDSSの広範な導入の可能性を検討する上で有益な知見となった。

(4)デザイン事例

上記の手法開発を行うにあたり、下記のデザイン実践を通じた検証を行った。いずれも想定利用者を交え、プロトタイピングやロールプレイを活用して、関係者の価値を考慮したデザイン実践を行うことができた。

- ・高齢者と家族の見守り、並びにコミュニケーション支援
- ・子供を持つ親同士のコミュニケーション支援
- ・現地・遠隔の参加者に非対称性のある遠隔コミュニケーション支援

<引用文献>

- [1] D'Emidio, T. et al.: Service innovation in a digital world. McKinsey Quarterly (2015).
- [2] Dignum, V. et al.: Ethics by Design: necessity or curse? In the Proceedings of AIES2018 (2018).
- [3] Edvardsson, B., Olsson, J.: Key concepts for new service development. The Service Industries Journal, 16(2), pp. 140-164 (1996).
- [4] Medina-Borja, A.: Editorial Column-Smart Things as Service Providers: A Call for Convergence of Disciplines to Build a Research Agenda for the Service Systems of the Future. Service Science, 7(1), pp. ii-v (2015).
- [5] Chopra, A. K., Singh, M. P.: Sociotechnical Systems and Ethics in the Large. In the Proceedings of AIES2018 (2018).
- [6] Watanabe, K., Kishita, Y., Tsunetomo, K.: Conceptual design framework for digital technology assisted service system. In Akama, Y. et al. (eds.), ServDes.2020: Tensions, Paradoxes, Plurality (pp. 190-202). Linköping University Electronic Press (2020).
- [7] Friedman, B. et al.: Value sensitive design and information systems. In N. Doorn et al. (eds.). Early engagement and new technologies: Opening up the laboratory. Philosophy of Engineering and Technology, 16 (pp. 55-95). Springer Dordrecht (2013).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Jokinen Kristiina, Watanabe Kentaro	4. 巻 11876
2. 論文標題 Boundary-Crossing Robots: Societal Impact of Interactions with Socially Capable Autonomous Agents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Social Robotics, 11th International Conference, ICSR 2019, Madrid, Spain, Proceedings	6. 最初と最後の頁 3~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-35888-4_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Watanabe Kentaro, Kishita Yusuke, Tsunetomo Kaito, Takenaka Takeshi	4. 巻 1189
2. 論文標題 Socially-Conscious Service System Design in the Digital Era: Research Agenda	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Serviceology for Services 7th International Conference, ICServ 2020, Osaka, Japan, Proceedings	6. 最初と最後の頁 266~274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-3118-7_17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 常友 魁人、渡辺 健太郎、木下 裕介	4. 巻 -
2. 論文標題 社会的影響を考慮したデジタル技術活用型サービスシステムのモデル化：観光サービスの事例分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 サービス学会第8回国内大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Watanabe Kentaro, Jokinen Kristiina	4. 巻 -
2. 論文標題 Interactive Robotic Systems as Boundary-Crossing Robots - the User's View	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 29th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN2020)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/RO-MAN47096.2020.9223575	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kentaro Watanabe, Yusuke Kishita, Kaito Tsunetomo	4. 巻 -
2. 論文標題 Conceptual design framework for digital technology assisted service system	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ServDes.2020: Tensions, Paradoxes, Plurality	6. 最初と最後の頁 190-202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kaito Tsunetomo, Kentaro Watanabe, Yusuke Kishita	4. 巻 -
2. 論文標題 Scenario-Based Design Process for Digital Technology Assisted Service System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 30th RESER International Congress & Co-VAL Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ijuin Koki, Ogata Kunihiro, Watanabe Kentaro, Miwa Hiroyasu, Yamamoto Yoshinobu	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposing Remote Video Conversation System "PARAPPA": Delivering the Gesture and Body Posture with Rotary Screen	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN2021)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/RO-MAN50785.2021.9515454	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 常友 魁人, 渡辺 健太郎, 木下 裕介	4. 巻 2020.3
2. 論文標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計に向けたユーザの価値抽出 (高齢者見守りサービスシステムへの適用)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第30回日本機械学会設計工学・システム部門講演会 講演論文集	6. 最初と最後の頁 2209 ~ 2209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jsmesd.2020.30.2209	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 常友 魁人, 渡辺 健太郎, 木下 裕介	4. 巻 -
2. 論文標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計に向けたユーザの価値抽出のための参加型ワークショップの実践	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 エコデザイン・プロダクツ&サービスシンポジウム2020予稿集	6. 最初と最後の頁 122-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木 咲恵, 木下 裕介, 渡辺 健太郎, 森 郁恵, 梅田 靖	4. 巻 -
2. 論文標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計方法論の適用 コミュニケーションツールを題材として	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 サービス学会第10回国内大会 講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 渡辺 健太郎	4. 巻 -
2. 論文標題 介護サービスシステムのデジタル化に向けた協働実践の実態調査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 サービス学会第10回国内大会 講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Watanabe Kentaro
2. 発表標題 Socially-Conscious Service System Design in the Era of Digital Transformation
3. 学会等名 International Conference on Engineering Design 2019 (ICED19) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jokinen Kristiina, Watanabe Kentaro
2. 発表標題 Boundary-Crossing Robots: Societal Impact of Interactions with Socially Capable Autonomous Agents
3. 学会等名 ICSR 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 常友 魁人、渡辺 健太郎、木下 裕介
2. 発表標題 社会的影響を考慮したデジタル技術活用型サービスシステムのモデル化：観光サービスの事例分析
3. 学会等名 サービス学会第8回国内大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Watanabe, Kristiina Jokinen
2. 発表標題 Interactive Robotic Systems as Boundary-Crossing Robots - the User's View
3. 学会等名 The 29th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Watanabe, Yusuke Kishita, Kaito Tsunetomo
2. 発表標題 Conceptual design framework for digital technology assisted service system
3. 学会等名 ServDes.2020: Tensions, Paradoxes, Plurality (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaito Tsunetomo, Kentaro Watanabe, Yusuke Kishita
2. 発表標題 Scenario-Based Design Process for Digital Technology Assisted Service System
3. 学会等名 The 30th RESER International Congress & Co-VAL Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Ijuin, Kunihiro Ogata, Kentaro Watanabe, Hiroyasu Miwa, Yoshinobu Yamamoto
2. 発表標題 Scenario-Based Design Process for Digital Technology Assisted Service System
3. 学会等名 The 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 常友 魁人, 渡辺 健太郎, 木下 裕介
2. 発表標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計に向けたユーザの価値抽出 (高齢者見守りサービスシステムへの適用)
3. 学会等名 第30回日本機械学会設計工学・システム部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 常友 魁人, 渡辺 健太郎, 木下 裕介
2. 発表標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計に向けたユーザの価値抽出のための参加型ワークショップの実践
3. 学会等名 エコデザイン・プロダクツ&サービスシンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Watanabe
2. 発表標題 Avatar-mediated service encounter and its impact after COVID-19
3. 学会等名 Naples Forum on Service 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takeshi Takenaka, Kentaro Watanabe, Hiroyasu Miwa, Akio Sashima
2. 発表標題 Digital transformation strategy of service systems for enhancing human experiences
3. 学会等名 The 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高木 咲恵, 木下 裕介, 渡辺 健太郎, 森 郁恵, 梅田 靖
2. 発表標題 デジタル技術活用型サービスシステム設計方法論の適用 コミュニケーションツールを題材として
3. 学会等名 サービス学会第10回国内大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺 健太郎
2. 発表標題 介護サービスシステムのデジタル化に向けた協働実践の実態調査
3. 学会等名 サービス学会第10回国内大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

SoSDeX
<https://www.sosdex-project.com/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	木下 裕介 (Kishita Yusuke) (60617158)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授 (12601)	
研究分担者	竹中 毅 (Takenaka Takeshi) (70396802)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究チーム長 (82626)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------