

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H01547

研究課題名（和文）企業情報システム開発プロジェクトにおけるリスク管理に関する実証研究

研究課題名（英文）Empirical Study on Risk Management in Enterprise Information Systems Development Project

研究代表者

横田 明紀（Yokota, Akinoei）

立命館大学・経営学部・教授

研究者番号：30442015

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,930,000円

研究成果の概要（和文）：多数の企業情報システム開発プロジェクトでの失敗が報じられ、とりわけ開発規模が大規模化するにともない高い比率で計画通りに開発作業が進んでいない実態が指摘されている。本研究ではある大手システムインテグレーション企業でのシステム開発プロジェクトを対象に、計画段階で予見されたリスク評価と、事前に見積もられた計画工数・計画工期に対する実績工数・実績工期との差異に関する因果関係について分析を行った。分析の結果はプロジェクト全体が異なるリスク要因を有する複数のグループ（潜在クラス）から構成されており、かつ、各潜在クラスで事前の調整やコントロールが困難なリスク要因の特徴を明らかにしている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

企業情報システム開発プロジェクトにおけるリスク管理には多くの既存研究が存在する。しかしながら、その多くはユーザ側の視点が中心であり、かつ、プロジェクトの結果が明らかになった後に遡及的にリスク要因を特定するアプローチであった。本研究はSI企業を対象に、遡及的なアプローチとは異なり計画段階でのリスク要因に関する事前評価がプロジェクト完了時の実績に与える影響を計量的に解明することを試みたものであり、その点が本研究での学術的意義でもある。そのことによる研究成果の社会的意義は、SI企業が特に注意を払うべき開発プロジェクトを計画段階におけるリスク要因の事前評価により予め把握できることに寄与する点にある。

研究成果の概要（英文）：Numerous failures in information system development projects have been widely reported in various industries, highlighting a concerning trend. Particularly, it has been noted that as the scale of development projects increases, the proportion of projects that fail to progress as planned also rises significantly.

This study focuses on multiple information system development projects at a major system integration company in Japan and identified the causal relationship between the risk assessments in the planning phase and the difference in the effort and period between the estimated and actual work hours and schedules. The analysis reveals that system development projects can be classified into multiple groups (latent classes) with different risk factors. Furthermore, the study identifies the characteristics of risk factors within each latent class that are difficult to pre-adjust at the planning phase or control during the development phase.

研究分野：経営情報論

キーワード：企業情報システム 潜在クラスモデル システム開発プロジェクト リスク分析 ロジスティックス回帰分析 因子分析

1. 研究開始当初の背景

企業情報システム開発プロジェクト(以下、開発プロジェクト)を対象とした研究には古くより工学系分野において開発手法やスケジューリング技法などが提唱され、また、その戦略や組織などの管理(マネジメント)に関する研究が経営学分野で行われてきた。しかしながら、ある大手システム開発企業における約 600 件の開発プロジェクトにおいて、プロジェクト開始前に見積もられた計画工数とプロジェクト完了時に実際に費やされた実績工数との工数比(実績工数/計画工数)を検証したところ、工数比が 1.0 を超過していた開発プロジェクト、つまり厳密に見た場合、実績工数が計画工数を超過していた開発プロジェクトは全体の 6 割近く存在し、大幅な工数超過となっている開発プロジェクトも散見された。

事前にリスク要因の検証とともに、必要に応じて計画工数を確保するなどの対策が講じられているにも関わらず、計画工数と実績工数が一致しない状況が生じる原因を探るには、開発プロジェクト完了時から遡及的に個別のリスク要因の抽出と抽出されたリスクの事後評価(evaluation)を行うだけでは不十分であり、プロジェクト開始前の計画段階で十分に調整や対応がなされなかった潜在的なリスク要因を探し出すことが必要である。また、既存の開発プロジェクトに関するリスク要因の研究では、特にプロジェクトの初期段階において予見されたリスク要因およびその事前評価(assessment)が、最終的にプロジェクト完了時の実績に与える影響や貢献については十分に検証や考察がなされていない。本研究では既存研究に残されたこうした点について、計画段階でのリスク要因の事前評価がプロジェクト完了時の実績にどのような関係性を有するのかを明らかにする。

2. 研究の目的

本研究の目的は開発プロジェクトの初期段階で予見されたリスク要因とその事前評価が、最終的にプロジェクト完了時の実績に与える影響や貢献について計量的に解明することである。そのために、以下の 2 点を主要な研究課題としている。

- (1) プロジェクト開始前に予見された各リスク要因に関する事前評価とプロジェクト完了時の実績として工数比(実績工数/計画工数)や工期比(実績工期/計画工期)に着目し、工数や工期が計画と実績に差異が生じる(=計画と実績が一致しない)原因として、計画段階では十分に調整や対応がなされなかった潜在的なリスク要因を特定する。
- (2) 上記(2)を踏まえ、潜在的なリスク要因とプロジェクトの実績との関係を捉えることで、開発プロジェクトにおけるリスク管理の課題を明らかにする。

以上を踏まえ、本研究は開発プロジェクトのリスク管理に新たな視点を提供する。

3. 研究の方法

本研究では、ある SI 企業(以下、A 社)から 2006 年 1 月以降に開始され 2019 年 3 月までに完了した、比較的大規模かつ難易度の高い開発プロジェクト案件に関するデータの提供を受けた。受け取ったデータは、開発が始まる前に見積もられたリスク評価やプロジェクト全体および各工程での計画工数(人月)や計画工期などが記された 194 項目からなる方針データ、およびプロジェクト完了後に実際に費やされた実績工数や実績工期、開発内容などが記された 298 項目からなる実績データである。ただし、方針データと実績データの双方が揃っていた開発プロジェクトは 711 件(711 プロジェクト)であり、以下ではこれらを分析の対象とした。また、方針データでのリスク評価には 11 のリスク区分からなる 78 個のリスク評価項目が含まれており、各リスク評価項目はリスクの予測が「微」「小」「中」「大」の 4 段階で評価されていた。しかしながら、途中で新規に追加されるなどにより、多くのプロジェクトで欠損値となっている項目が存在したことから、8 割以上の開発プロジェクトで欠損値となっているリスク評価項目は除外することとした。

これらの開発プロジェクトに関するデータに基づき、本研究では主に 2 つの統計分析を試みた。

(1) ロジスティック回帰分析

データ分析を行うために探索的アプローチを用いた。探索的アプローチは検証的アプローチとは対照的に、パターンの性質について事前に仮説を立てることなく有用なパターンを特定するのに適している(Hagiwara, 1992)。したがって、どの予測因子(リスク評価項目)が重要であるかを特定するために、本研究では主に二項ロジスティック回帰分析を適用した。この際、従属変数となる開発プロジェクトの成功基準として、いくつかの SI 企業への聞き取りから開発プロジェクトとして許容される工数比(EFFORT VARIANCE)1.2 未満、工期比(TIME VARIANCE)1.0 未満と仮定し、欠損値の少ない 59 のリスク評価項目を独立変数と設定した。

(2) 潜在クラス回帰分析

上記のロジスティック回帰分析での結果を踏まえ、次に潜在クラス回帰分析(Faria&Soromenho, 2010)の適用を試みた。潜在クラス回帰分析において正規分布の混合分布を

採用すると、以下のようなモデルとして表される。

$$h(y | x, \theta) = \sum_{k=1}^K \pi_k \phi(y | \beta_k x, \sigma_k^2)$$

ここで y は従属変数で工数比の対数を用いた。 x はリスク指標に関する独立変数であり、 K は潜在クラス数、 π_k は潜在クラス k に所属する確率で、 $\sum_{k=1}^K \pi_k = 1$ を満たす。潜在クラス回帰モデルでは、プロジェクトが属するクラスは確率的に示される。その所属確率(プロジェクト情報が特定されない場合の確率)は π_k であるが、プロジェクト情報が与えられた事後確率も評価することができ、あるクラス(たとえば k)に属する事後確率が十分に高ければ、そのプロジェクトはクラス k に属すると解釈される。また、 $\theta = (\beta_1, \dots, \beta_K, \sigma_1, \dots, \sigma_K)$ であり、 $\phi(y | \mu, \sigma^2)$ は平均 μ 、分散 σ^2 の正規分布密度関数を表している。

4. 研究成果

(1) ロジスティック回帰分析に基づく分析と考察

工数比(EFFORT VARIANCE)に対して有意なリスク評価項目のとして「プロジェクト完了基準の具態度(Clarification of project completion)」「(過去に)類似プロジェクトの有無(Similar project presence)」「システム移行に対する複雑さ(Data migration responsibility)」「要件定義の具態度(Requirements definition ability)」「開発要員の充足度(Management man-hour sufficiency)」の5つが抽出された。これらのリスク評価項目に対して計画段階でリスクが高く予見されていた場合、「システム移行に対する複雑さ」は仮定した開発プロジェクトの成功基準を満たし成功となる可能性が高まる、つまり実績工数が計画工数を超過することを抑制することに寄与する要因となっている一方で、他の「プロジェクト完了基準の具態度」「類似プロジェクトの有無」「要件定義の具態度」「開発要員の充足度」は開発プロジェクトが失敗となる可能性が高まる、つまり実績工数が計画工数を超過する傾向を高める要因となっていることが確認された(図1)。

また、工期比(TIME VARIANCE)に対して有意なリスク評価項目のとして「工期遅延による顧客への影響度(Delay impact on customer)」「開発規模に対するプロジェクトマネージャの経験度(Project management experience (scale))」の2つが抽出された。同様にこれらのリスク評価項目に対して計画段階でリスクが高く予見されていた場合、「工期遅延による顧客への影響度」は実績工期が計画工期を超過することを抑制することに寄与する要因となっている一方で、「開発規模に対するプロジェクトマネージャの経験度」は実績工期が計画工期を超過する傾向を高める要因となっていることが確認された(図2)。

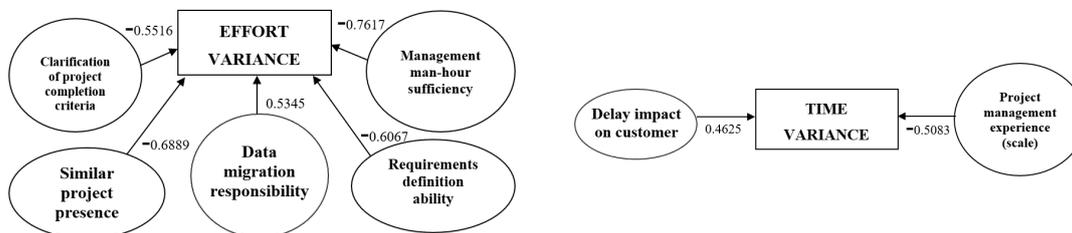


図1: 工数に影響を及ぼすリスク要因の分析結果 図2: 工期に影響を及ぼすリスク要因の分析結果

この分析では計画段階で行われるリスクの事前評価を踏まえ、工数や工期に影響を及ぼす重要度の高いリスク評価項目の特定とともに、事前の調整もしくは開発段階で対応が容易なリスクと困難なリスクを示している。「システム移行に対する複雑さ」および「工期遅延による顧客への影響度」は、工数または工期の超過を抑制するように影響しており、これらのリスクに対する事前の調整や開発段階での対応は比較的容易であることが推測できる。他方で、「プロジェクト完了基準の具態度」「類似プロジェクトの有無」「開発要員の充足度」「要件定義の具態度」「開発規模に対するプロジェクトマネージャの経験度」については、工数または工期を超過する傾向を高める影響が示されており、これらについては計画段階でリスクが高く予見されても事前の調整や開発段階での対応が困難な要因であることが推測される。

ただし、本研究で試みたロジスティック回帰分析は、すべての開発プロジェクトにおいてリスク要因が同様に作用することを想定した分析である。しかしながら、分析対象とした開発プロジェクト全体での工数比の分布状況(図3: 色分けの区分をしない分布状況)は、工数比が高まるに従い漸減しているわけではなく、統計処理で用いられる代表的な分布の形状にはうまく適合しない。こうしたことから、開発プロジェクト全体は異なるリスク構造を有する複数のグループ(潜在クラス)から構成されていると仮定した潜在クラス回帰分析を試みた。

(2) 潜在クラス回帰分析に基づく分析と考察

混合回帰モデルの推定には潜在クラスの数 K を事前に設定する必要がある。また、リスク指標 x には、リスク評価項目が78項目と多数であることから、欠損値が多い項目を削除し、かつ、欠損値の割合を全データの3%以内に減少させた上で、因子分析にかけて次元の縮約を図ることと

した。ただし、因子分析では因子数の決定が課題となる。本研究では複数の指標を総合的に勘案し、かつ、安定した結果を得るためにモンテカルロ CV(Monte Carlo Cross-Validation)に基づいた推定と検証を繰り返し行い、最終的にクラス数 K を3、リスク指標 x となる因子数を7とすることとした。表1は抽出された7つのリスク因子について、各リスク因子を特徴付ける因子負荷量が0.1以上のリスク評価項目とそれらに基づいたリスク因子の内容の説明(解釈)を、図3は各潜在クラスに属する開発プロジェクトの工数比の分布を、表2は各潜在クラスの回帰係数と p 値を含む混合回帰モデルの推定結果を示している。図3よりクラス1(ピンク色のグラフ)は実績工数が計画工数を下回る開発プロジェクトが多く属するクラスであり、対照的にクラス3(水色のグラフ)は計画工数を大幅に上回る傾向が強い開発プロジェクトが属するクラスである。クラス2(緑色のグラフ)は、クラス1のような実績工数が計画工数を下回る開発プロジェクトやクラス3のような大幅な工数超過の開発プロジェクトは少なく、先述のロジスティック回帰分析において開発プロジェクトの成功基準として仮定した工数比が1.2周辺に分布が集中して見られる、いわゆる「一般的な開発プロジェクト」が多く属するクラスである。また、図3からは各潜在クラスの分布が重なっている部分がある。こうした分布の重複は、工数比の実現値のみからリスク要因の影響を測ることが適切でないことを示唆している。

表1: 抽出されたリスク因子

リスク因子	リスク評価項目	因子負荷量	因子寄与	説明率	工数比に対する相関	リスク因子の内容
因子1	遅延リスク1	0.118	2.95	0.21	0.101	開発システムに関わる技術的要求の厳しさ・複雑さ
	技術リスク5	0.112				
	技術リスク6	0.137				
	技術リスク7	0.203				
	技術リスク8	0.194				
	技術リスク9	0.146				
	技術リスク10	0.152				
因子2	技術リスク13	0.954	2.25	0.16	0.083	品質に関する仕様の明確度
因子3	技術リスク1	0.587	1.89	0.14	0.092	自社メンバーの業務知見・要件定義力
	技術リスク2	0.307				
因子4	提案リスク7	0.530	1.78	0.13	0.057	納品物の定義状況
	提案リスク8	0.356				
因子5	初物リスク2	0.649	1.77	0.13	0.086	顧客との開発実績
	初物リスク3	0.222				
因子6	技術リスク3	0.500	1.70	0.12	0.093	プロジェクトマネージャの経験・スキル
	技術リスク4	0.441				
因子7	顧客リスク2	0.146	1.60	0.11	0.155	開発プロジェクトに対する顧客の経験・スキル(顧客の要件定義能力および開発プロジェクトに対する経験度)
	顧客リスク3	0.124				
	顧客リスク4	0.403				
	顧客リスク5	0.148				
	顧客リスク8	0.278				

注) 個々のリスク評価項目の名称および詳細は秘密保持契約に基づき公表しない。

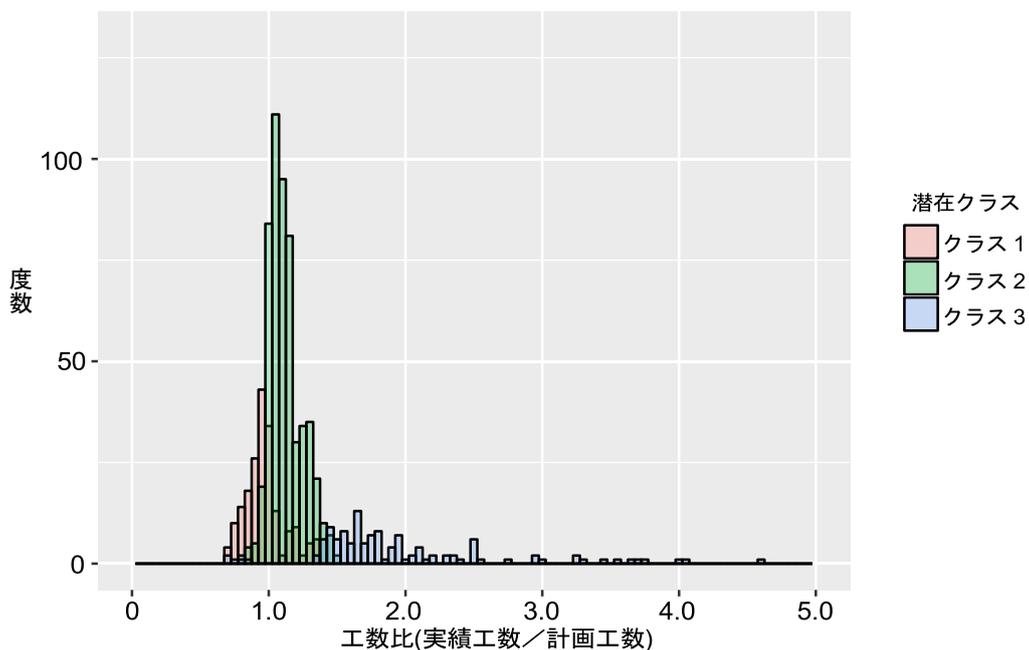


図3: 工数比の分布

表 2: 推定結果

	クラス1				クラス2				クラス3			
	係数	p<0.01	p<0.05	p<0.10	係数	p<0.01	p<0.05	p<0.10	係数	p<0.01	p<0.05	p<0.10
切片	0.005	1	2	3	0.111	48	48	48	0.415	48	48	48
因子1	-0.012	0	1	1	0.026	20	39	43	0.069	3	19	34
因子2	-0.056	47	47	47	0.030	47	47	47	0.076	0	15	30
因子3	0.005	1	1	1	-0.012	0	1	6	0.058	0	8	14
因子4	0.003	0	1	5	-0.009	0	1	2	0.020	0	0	0
因子5	-0.028	7	28	41	0.034	46	47	47	0.021	0	0	0
因子6	-0.015	1	2	9	0.030	29	40	45	0.010	0	0	0
因子7	0.020	1	5	8	-0.014	1	4	16	0.152	44	47	47

表 2 は 50 回の CV から p 値が 1% ($p<0.01$)、5% ($p<0.05$)、10% ($p<0.10$) で有意となった各変数の出現回数を表しており、低い有意水準で有意になる回数が多いほど、その変数がモデルにおいてより有意であることを意味している。この結果より各潜在クラスで特に有意性が高いリスク因子として確認されたのは次のとおりである。

- ・クラス 1: リスク因子 2「品質に関する仕様の明確度」
- ・クラス 2: リスク因子 2「品質に関する仕様の明確度」、リスク因子 5「顧客との開発実績」
- ・クラス 3: リスク因子 7「開発プロジェクトに対する顧客の経験・スキル」

このなかでリスク因子 2「品質に関する仕様の明確度」はクラス 1 とクラス 2 の両クラスで有意となっているが係数は正負逆を示している。クラス 1 でのリスク因子 2 の係数は負であり、これは計画段階でリスク因子 2 に関するリスク評価項目のリスクを高く見込むほど工数比が低くなる、つまり、実績工数が計画工数を超過することを抑制することを意味している。リスクを高く見込むほど工数比が低下するということは、一見すると矛盾しているように捉えられる。しかしながら、計画工数はリスクを考慮した上でプロジェクト開始前に見積もられるため、計画段階でリスク評価項目に高いリスクが予見されれば、それを軽減もしくは回避するために計画工数を調整することにもなる。図 3 よりクラス 1 は実績工数が計画工数を下回る開発プロジェクトが多く属するクラスであり、推定されたリスク因子 2 での負の係数は「品質に関する仕様の明確度」に関するリスク評価への対応として、計画工数を過剰に調整した結果とも解釈できる。

クラス 2 は工数比の分布が 1.2 周辺に集中して見られる一般的な開発プロジェクトのクラスである(図 3)。クラス 2 ではリスク因子 2「品質に関する仕様の明確度」とリスク因子 5「顧客との開発実績」に加え、リスク因子 1「開発システムに関わる技術的要求の厳しさ・複雑さ」とリスク因子 6「プロジェクトマネージャの経験・スキル」も有意性が確認できる。また、いずれの係数も正であるため、計画段階でこれらのリスク要因に関するリスク評価項目に高いリスクが予見された場合、開発プロジェクトの実績としては工数超過を起こす傾向が強まる。ただし、過度な超過を引き起こす可能性は低く、開発過程である程度のコントロールとリスクの吸収が可能な要因であると推測できる。

他方、大幅な工数超過となる傾向が強い開発プロジェクトが属するクラス 3 では、リスク要因 7 で強い有意性が示されている。リスク要因 7 は開発プロジェクトに対する顧客の経験・スキルに関する要因で、特に顧客の要件定義能力および開発プロジェクトに対する経験度といった内容が強く関連しており、A 社にとってはコントロールが難しい外的なリスク要因であると考えられる。つまり、事前にこうしたリスク要因に関連するリスクが高いと予見されたとしても、計画段階においても開発過程においても、それに応じた適切な調整や対策を講じることは容易ではないことが予想される。

本研究では日本の SI 企業での開発プロジェクトにおいて、リスク評価項目に対する事前評価(assessment)に基づき、計画段階で予見されたリスク要因とプロジェクト完了時の実績(工数比や工期比)との関係性について分析と考察を行った。通常、SI 企業は計画段階においてそれぞれのリスク要因の事前評価に基づき、計画工数や計画工期の調整および開発段階での対策が講じられる。今回の分析においてリスク要因 3「自社メンバーの業務知見・要件定義力」およびリスク要因 4「納品物の定義状況」は、いずれの潜在クラスでも有意とはならなかった。つまり、これらのリスク要因に関しては事前評価に応じた適切な事前の調整や開発段階での対応がなされていると推測できる。

他方で、リスク内容を正しく評価し、調整や対策を講じたとしても、開発プロジェクトにはコントロールもしくは対応が困難なリスク要因が混在している。リスク要因 1「開発システムに関わる技術的要求の厳しさ・複雑さ」、リスク要因 2「品質に関する仕様の明確度」、リスク要因 5「顧客との開発実績」、リスク要因 6「プロジェクトマネージャの経験・スキル」、および取り分けリスク要因 7「開発プロジェクトに対する顧客の経験・スキル」については、これらのリスク要因に関連したリスク評価項目に対し高いリスクが予見されたとしても、必ずしも十分な事前の調整や開発段階での対応が難しく、結果として工数超過を引き起こす傾向が強まることが明らかとなった。こうした本研究で得られた成果は、計画段階におけるリスク要因の事前評価を踏まえ、SI 企業が特に注意を払うべき開発プロジェクトを予め推測することに寄与するものだと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 横田明紀, 鈴木賢一
2. 発表標題 企業情報システム開発プロジェクトにおけるリスク要因の考察
3. 学会等名 経営情報学会2020年全国研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Suzuki, K., and Yokota, A.
2. 発表標題 Latent class analysis on risk factors in enterprise information system development projects
3. 学会等名 The 15th International Conference on Project Management (ProMAC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>現在、以下の論文が投稿・査読中(Under Review)となっているが、2024年3月28日よりElsevier社のThe Social Science Research Network (SSRN) Preprint Servicesにてオープンアクセス可能な状態で公開されている。 Huang, T., Yokota, A., and Suzuki, K. (2024) "A Risk Management Model for Information Systems Development Projects from the Vendor's Perspective: Empirical Japanese Evidence", DOI: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4776802</p>
--

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	鈴木 賢一 (Suzuki Ken-ichi) (30262306)	東北大学・経済学研究科・教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	黄 テイテイ (Huang Tingting) (40815552)	武庫川女子大学・経営学部・講師 (34517)	
研究分担者	市東 亘 (Shito Wataru) (20320252)	西南学院大学・経済学部・准教授 (37105)	

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