

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04974

研究課題名（和文）AI(学習)エージェントとシミュレータによるプロジェクト局所最適化抑止法の研究

研究課題名（英文）Study on Project Local Optimization Prevention Method Using AI (Learning) Agents and Simulator

研究代表者

岡田 公治 (Okada, Koji)

東京都市大学・環境学部・教授

研究者番号：40757126

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000 円

研究成果の概要（和文）：プロジェクトマネジャー(PM)行動がプロジェクト(PJ)に与える影響を導出可能なPJ挙動シミュレータと準最適なPM行動を学習する機械学習(AI)エージェントを用いてPJ局所最適化抑止法の確立を試みた。全体アーキテクチャの検討から、個別事例のビジネス環境シミュレータとそれを容易に構築できる仕組みの必要性が認識され、その構築方法を整理体系化した。PJのSQCD目標だけでなく、ビジネス環境のシミュレータを通じプロジェクト完了後のアウトカム/インパクトを推定し評価指標に加えることで局所最適化が防止できることを、AIエージェントを用いた仮想シミュレーションにより準数理的に導出できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高度な情報通信技術(ICT)を活用した社会イノベーション(Society 5.0, DX)が期待されている。イノベーションを成功に導くにはプロジェクトマネジメント(以降PMと記)が重要であるが、プロジェクトの成功率は50%にも満たない。本研究では、ビジネス環境シミュレータを通じプロジェクト完了後のアウトカム/インパクトを推定し評価指標に加えることで局所最適化が防止できることが明らかとなり、また、それに必要なビジネス環境シミュレータの構築方法を整理体系化した。これらの成果が産業界に普及することで、社会イノベーションプロジェクトの成功率を高めることができると考えられる。

研究成果の概要（英文）：An attempt was made to establish a method for preventing local project optimization, using a PJ simulator that can derive the impact of the project manager's (PM) actions on the project (PJ) and an artificial intelligence (AI) agent that learns sub-optimal PM decisions. From the study of the overall architecture, the need for a business context simulator for individual business cases and a method to easily build it was recognized, and the building method was developed. Not only the SQCD goals of the PJ, but also the outcomes/impacts after project completion were estimated and evaluated by the business context simulator. The fact that local optimization can be prevented by adding the post-project outcome/impact to the indicators was derived quasi-mathematically using a virtual simulation with an AI agent.

研究分野：社会システム工学

キーワード：構成的アプローチ 社会イノベーションプロジェクト プロジェクトマネジメント プログラムマネジメント ビジネスシミュレーション 強化学習 機械学習 局所最適化防止

1. 研究開始当初の背景

Society 5.0 の実現に向け IoT, Big Data, AI といった高度な情報通信 (ICT) 技術を活用した社会イノベーション (DX: Digital Transformation) が求められている。一方で ICT 構築プロジェクト (PJ) の成功率は、例えば、日経 BP 社が実施した実態調査では 26.7% (2003 年), 31.1% (2008 年), 47.2% (2018 年) に過ぎない。PJ 成功率の向上にはプロジェクトマネジメント (PM) 力の強化が不可欠とされ数多くの PM 研究が推進されてきたが PJ 成功率は依然として低く、PM 研究のブレークスルーが求められている。

これまでの PM 研究は、実証的アプローチや分析的アプローチによるものが大勢を占める。PM 研究は、研究対象である PJ の (1) 独自性, (2) 長期性 (結果評価までの期間が長い), (3) 少数性 (同一母集団に属するサンプルが少ない), (4) 試行困難性 (失敗が許されず極端な条件での試行が困難) 等の性質により、定常業務 (生産管理等) に関する研究と比較して独特の困難さを伴う。まさに構成的アプローチが求められる研究分野であるが構成的研究は未だ少ない。構成的アプローチにより、PJ とそれを取巻く環境に内在する問題構造の理解が進むことで、これまで見落とされていた視点からの新たな進展が期待できる。

2. 研究の目的

構成的アプローチに基づき、AI (機械学習) エージェントと PJ 挙動シミュレータを用いて、PJ とそれを取巻く環境に内在する局所最適化構造を純数理的に明らかにし、PJ 局所最適化抑制法を確立することを研究目的とする。

3. 研究の方法

全体アーキテクチャの検討^[1] から、PM 機械学習エージェント、プロジェクト挙動シミュレータだけでなく、ビジネス環境シミュレータを加えた、全体アーキテクチャにより、仮想実験環境を構成することとした (図 1)。ビジネス環境シミュレータは、仮想実験の対象であるビジネス事例毎に異なるため、一般化・汎用化することが難しく、個々の事例に合わせビジネス環境シミュレータを容易に構築できる仕組みの必要性が認識された。

そこで、(1) ビジネス環境シミュレータ構築法を確立し、次に (2) 仮想のビジネスモデル変革シナリオを想定し、構築されたビジネス環境シミュレータと、PM 機械学習エージェント、プロジェクト挙動シミュレータを統合した仮想実験環境を用いて、シミュレーション実験を行う。これにより、PJ とそれを取巻く環境に内在する局所最適化構造を純数理的に明らかにし、PJ 局所最適化抑制法を確立する。

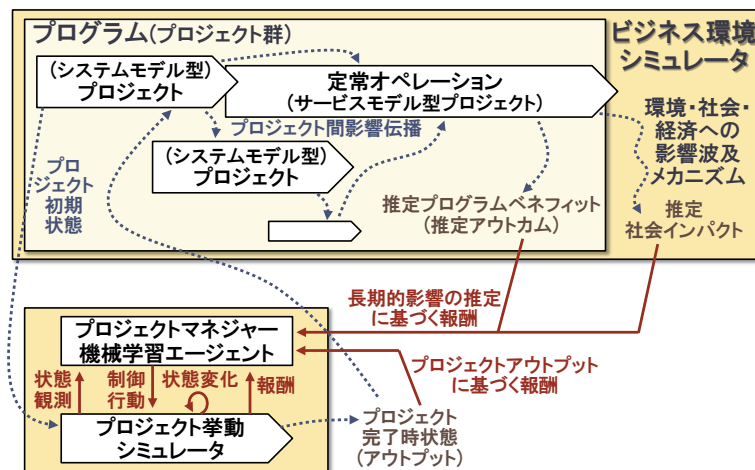


図 1 仮想実験環境の全体アーキテクチャ^{[1][2]}

4. 研究成果

(1) ビジネス環境シミュレータ構築法

ビジネス環境シミュレータ構築法の検討を行った。仮想実験環境では、ビジネスモデル変革に基づく社会イノベーション PJ における PM の意思決定や行動がビジネスの成否や社会に及ぼす影響をシミュレーション実験したい。そのためには、変革前 (As-Is) のシミュレーションモデルで変革前の状況を再現し、そこに変革後のあるべき (To-Be) のメカニズムを加えシミュレーション実験を行う必要がある (図 2)。変革前 (As-Is) と変革後 (To-Be) の構築を容易にするために、シミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワークが必要となる。

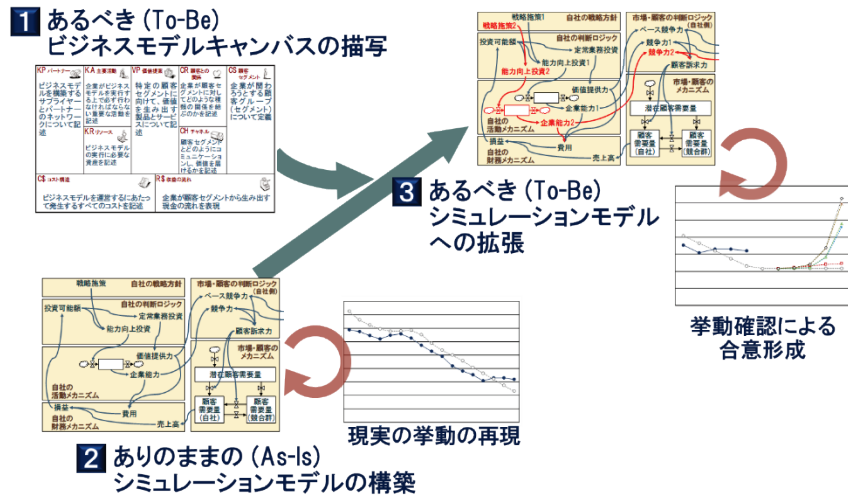


図2 ビジネスモデル変革におけるビジネス環境シミュレータの位置付け^[3]

そこで、これまで実施してきた、様々な業界において企業の経営戦略や経営施策の違いが業績に与える影響を、シミュレーション構築を通じて明らかにする研究群で得られた知見、及び、SDGs ビジネス事例集の分析に基づき、ビジネス環境シミュレータを構築するためのシミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワーク (図3) を確立した^[2]。

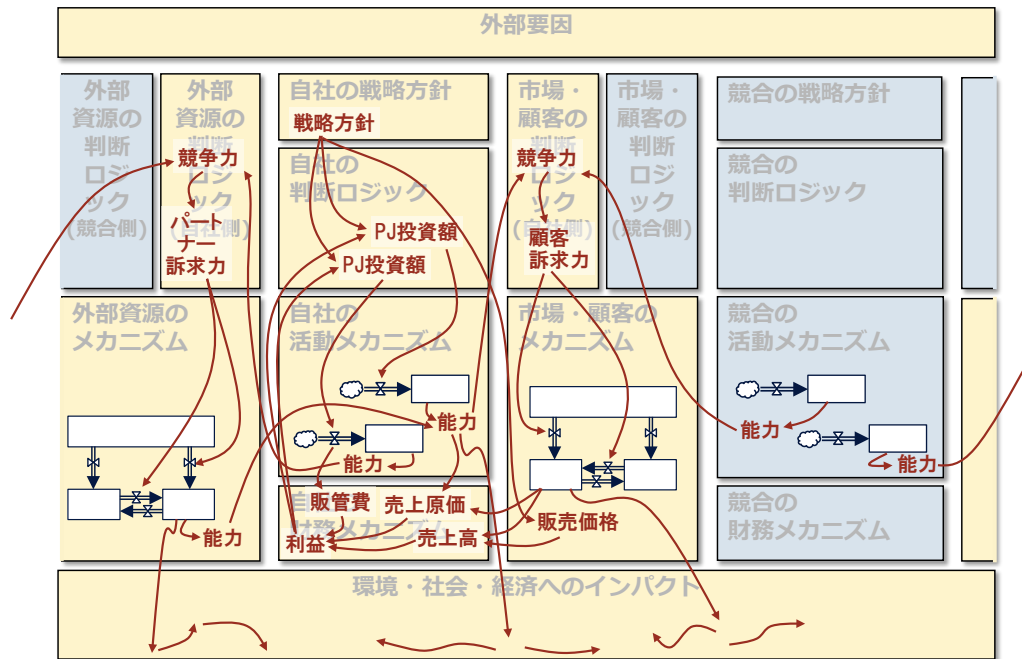


図3 シミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワーク

シミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワークは、大きく、①自社に関するメカニズム、②市場・顧客に関するメカニズム、③外部資源 (主にパートナー) に関するメカニズム、④競争に関するメカニズム、⑤外部要因、⑥環境・社会・経済へのインパクトの記述要素から構成される。このフレームワークに従い、図2に示すように、ありのままの (As-Is) シミュレーションモデルを構築し、それを拡張する形であるべき (To-Be) シミュレーションモデルを構築する。この際、現状のビジネスモデルの状況を再現できる As-Is シミュレーションモデルを構築するための手法として、企業の開示する財務情報を活用する手法を提案した^[3]。また、社会システムに特有な様々な利害関係者の判断ロジックをシミュレーションモデルに組込むための手法も提案した^[4]。

(2) 仮想実験環境を用いた仮想実験に基づくプロジェクト局所最適化抑止法の提案

仮想実験として、引越業を生業とする企業が、廃棄物削減への貢献を目指し ICT 技術を活用して収益向上を図るといった仮想シナリオを想定し、構築したビジネス環境シミュレータ構築法に基づき、ビジネス環境シミュレータを構築した^[5]。その概略を図4に示す。

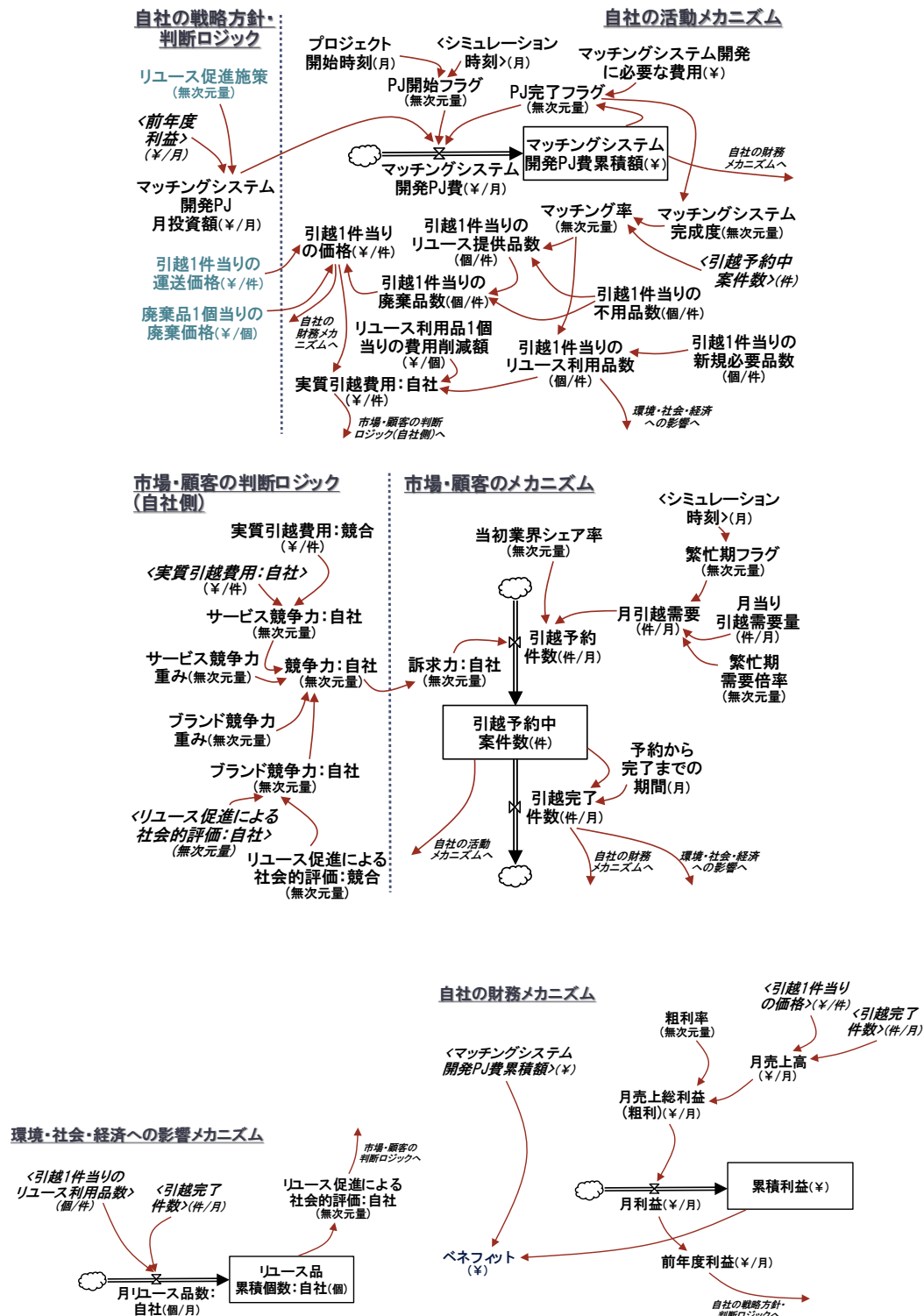


図4 仮想シナリオのビジネス環境シミュレータ [5]

構築されたビジネス環境シミュレータに、PM 機械学習エージェントと PJ 挙動シミュレータを統合し、仮想実験環境を構築した。この仮想実験環境を用いて仮想シミュレーション実験を行った結果を図5に示す。シミュレーション条件、すなわち PJ 評価基準として、スケジュール重視型 (S)、コスト重視型 (C)、バランス型 (B) の3種類と、スコープ調整許容型 (1)、スコープ調整抑制型 (0) の2種類の組合せ (S1, C1, B1, S0, C0, B0)、更には、新ビジネスモデルの収益 (プログラムベネフィット) を PJ 評価基準としたプログラム型 (PG) を加えた7種類を与えたシミュレーション実験を行った。シミュレーション実験においては、PJ 挙動シミュレータ上での PJ 制御行動を、PM 機械学習エージェントが反復実施することで、PJ 評価基準に適合した準最適な PM 行動を学習させている。

PJ の SQCD 目標の達成を図る指標 (S1, C1, B1, S0, C0, B0) を PJ 評価基準とした場合、PJ 完了後のアウトカム/インパクトの最大化を図る指標 (PG) と比較して、PJ のコスト超過やスケジュール遅延は抑えられており、PJ としては成功している (図5左)。一方で、プログラムベ

ネフィットでは、PG 型が最大となっており、PJ の SQCD 目標の達成を図る指標 (S1, C1, B1, S0, C0, B0) を PJ 評価基準とした場合には、PJ としては成功と認められるが、ビジネスの収益では劣る結果となり局所最適化を招いていることといえる。

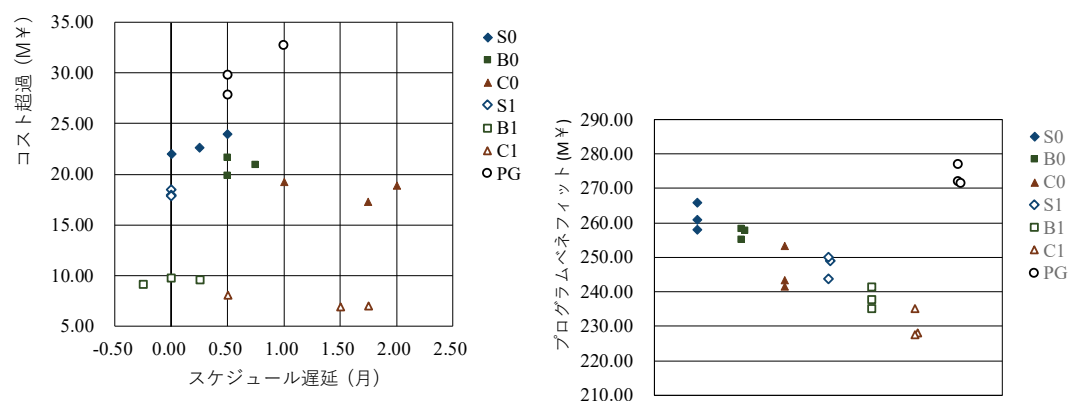


図5 仮想実験環境を用いたシミュレーション結果

最後に、結論を纏める。全体アーキテクチャの検討から、個別事例のビジネス環境シミュレータとそれを容易に構築できる仕組みの必要性が認識され、その構築方法を整理体系化した。PJ の SQCD 目標だけでなく、ビジネス環境のシミュレータを通じプロジェクト完了後のアウトカム/インパクトを推定し評価指標に加えることで局所最適化が防止できることを、AI エージェントを用いた仮想シミュレーションにより準数理的に導出できた。

<引用文献>

- [1] 岡田公治：「機械学習エージェントを用いた構成的プロジェクトマネジメント研究における仮想実験環境のアーキテクチャの検討」，経営情報学会 2021 年度年次大会予稿集，pp.22-23，(2021/6)。
- [2] 清水一晟，関口幸治，岡田公治：「SDGs ビジネス事例の調査分析に基づくシミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワークの拡張」，国際 P2M 学会論文誌，Vol.16，No.2，pp.70-90，(2022/3)。
- [3] 高野祐希，山田遥，岡田公治：「ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータ 構築法の検討 ―変革起点としてのシミュレーション可能な As-Is ビジネスモデル構築法―」，国際 P2M 学会論文誌，Vol.17，No.1，pp.84-107，(2022/10)。
- [4] 鈴木里奈，高野祐希，岡田公治：「ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータ構築法の検討(第 2 報) ―ステークホルダー別判断ロジックの組込みとシミュレーション実験への適用―」，国際 P2M 学会論文誌，Vol.18，No.1，pp.70-91，(2023/10)。
- [5] 岡田公治：「ビジネス環境シミュレータと機械学習エージェントを用いたプロジェクト&プログラムマネジメントに関する仮想実験環境」，国際 P2M 学会論文誌，Vol.17，No.2，pp.40-60，(2023/3)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 岡田 公治	4. 巻 17
2. 論文標題 ビジネス環境シミュレータと機械学習エージェントを用いた プロジェクト&プログラムマネジメントに関する仮想実験環境	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 国際P2M学会誌	6. 最初と最後の頁 40～60
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20702/iappmjour.17.2_40	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 高野 祐希、山田 遥、岡田 公治	4. 巻 17
2. 論文標題 ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータ 構築法の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 国際P2M学会誌	6. 最初と最後の頁 84～107
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20702/iappmjour.17.1_84	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 清水一晟，関口幸治，岡田公治	4. 巻 16
2. 論文標題 SDGsビジネス事例の調査分析に基づくシミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワークの拡張	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 国際P2M学会論文誌	6. 最初と最後の頁 70-90
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20702/iappmjour.16.2_70	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 鈴木 里奈、高野 祐希、岡田 公治	4. 巻 18
2. 論文標題 ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータ 構築法の検討（第2報）	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 国際P2M学会誌	6. 最初と最後の頁 70～91
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20702/iappmjour.18.1_70	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 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1．発表者名 岡田公治
2．発表標題 ビジネス環境シミュレータと機械学習エージェントを用いたプロジェクト&プログラムマネジメントに関する仮想実験環境
3．学会等名 第34回国際P2M学会研究発表大会予稿集
4．発表年 2022年

1．発表者名 岡田公治，関口幸治，高野祐希，鈴木里奈，柳橋航太
2．発表標題 ビジネスモデル変革過程のシステムダイナミクスモデリング
3．学会等名 JSDカンファレンス2022発表予稿集
4．発表年 2022年

1．発表者名 高野祐希，山田遥，岡田公治
2．発表標題 ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータの構築法の検討—変革起点としてのシミュレーション可能なAs-Isビジネスモデル構築法—
3．学会等名 第33回国際P2M学会研究発表大会予稿集
4．発表年 2022年

1．発表者名 岡田公治
2．発表標題 機械学習エージェントを用いた構成的プロジェクトマネジメント研究における仮想実験環境のアーキテクチャの検討
3．学会等名 経営情報学会2021年度年次大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 清水一晟，関口幸治，岡田公治
2．発表標題 SDGsビジネス事例の調査分析に基づくシミュレーション可能なビジネスモデル記述フレームワークの拡張
3．学会等名 第32回国際P2M学会研究発表大会
4．発表年 2021年

1．発表者名 岡田公治
2．発表標題 機械学習エージェントとプロジェクト挙動シミュレータを用いたプロジェクトマネジメント研究の意義
3．学会等名 プロジェクトマネジメント学会2020年度秋季研究発表大会
4．発表年 2020年

1．発表者名 岡田公治，内藤天貴
2．発表標題 構成的アプローチに基づくプロジェクトマネジメント研究のためのプロジェクト挙動シミュレータコアモジュールの開発
3．学会等名 経営情報学会2020年秋季全国研究発表大会
4．発表年 2020年

1．発表者名 鈴木里奈，高野祐希，岡田公治
2．発表標題 ビジネスモデル変革プログラムにおけるビジネス環境シミュレータ 構築法の検討（第2報）—ステークホルダー別判断ロジックの組み込みとシミュレーション実験への適用—
3．学会等名 第35回国際P2M学会研究発表大会予稿集
4．発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------