

学位論文要旨 (Summary of the Doctoral Dissertation)	
学位論文題目 (Dissertation Title)	A Study on Impact Estimation of Hosting Mega-Sport Events through Machine Learning Models (機械学習モデルを用いたメガスポーツイベント開催の影響推定に関する研究)
氏 名 (Name)	Napitiporn Manoli
Mega-sport events (MSEs) hold a prominent position in the global landscape, contributing across multiple socioeconomic domains. Prestigious competitions such as the Olympic Games and the FIFA World Cup are widely leveraged by host nations to elevate their international standing while generating substantial economic benefits at both local and global levels. The economic activities associated with MSEs often align with neoliberal urban agendas, strengthening competitiveness through large-scale public and private investments and reorienting urban governance toward more entrepreneurial models. Hosting MSEs also accelerates digital advancements that enhance athletic performance, spectator experiences, operational efficiency, and stakeholder engagement. The digital evolution triggered by these events extends beyond the sports sector, improving connectivity and stimulating broader innovation-led regeneration. Collectively, these outcomes highlight the capacity of host nations to utilize MSEs as strategic levers for long-term development. Despite the extensive body of research on MSEs, significant imbalances persist across impact domains. Economic studies frequently rely on short-term models that overlook long-term risks and structural legacies, while the roles of digital evolution and innovation capability remain underexamined and often descriptive. Traditional qualitative and econometric approaches struggle to capture the multidimensional, nonlinear, and context-specific nature of MSE impacts. As a result, inaccurate estimations pose serious challenges: under- or overestimating costs can lead to resource misallocation, budget overruns, and ineffective legacy planning. For beneficiaries, these inaccuracies translate into heightened hosting costs, unmet expectations, and increasing skepticism regarding whether hosting genuinely delivers long-term benefits. These limitations frame the central research problem: how machine learning (ML) methodologies can be applied to comprehensively estimate economic, digital, and innovation impacts of MSEs, and whether ML offers deeper insights than conventional methods. ML has the capacity to integrate diverse datasets, uncover hidden interdependencies, and generate more precise estimates of how hosting MSEs influences economic performance, digital development, and innovation capability. Accordingly, this dissertation focuses on four objectives: (1) evaluating the economic impacts of MSEs using national performance indicators such as value added and GDP per capita growth; (2) examining the influence of MSEs on innovation capability, using patent applications as proxies; (3) analyzing the relationship between hosting and digital development through digital evolution scores (DES); and (4) comparing the predictive performance of ML models with econometric approaches to assess their relative accuracy in capturing multidimensional impacts. A multi-decade panel dataset encompassing several host nations and multiple MSEs was employed. The methodological framework integrates econometric techniques—including t-tests, fixed-effects regression, and negative binomial models—with a suite of ML algorithms such as decision trees, stepwise regression,	

support vector machines, boosted trees, random forests, neural boosting, k-nearest neighbors, and time-series forecasting. To enhance interpretability, explainable AI (XAI) tools including SHAP, partial dependence plots (PDPs), and individual conditional expectation (ICE) were applied to identify threshold effects and variable interactions. This integrated design yields a replicable toolkit suitable for capturing complex, nonlinear, and context-dependent impacts.

The dissertation is organized into six chapters: Chapter 1 introduces the research context and objectives; Chapter 2 reviews relevant literature and identifies methodological gaps; Chapter 3 applies ML models to evaluate economic and innovation impacts of hosting MSEs; Chapter 4 analyzes effects on digital development; Chapter 5 integrates econometric and ML approaches to assess how ESG and financial factors influence economic growth and innovation capability; and Chapter 6 summarizes the findings, contributions, limitations, and future research directions.

Empirical findings are synthesized across economic, digital, and innovation domains. Economically, MSEs exert both direct and indirect effects. Population size, GDP change, and event-day attendance emerged as the strongest predictors of value added, while environmental and social factors significantly influenced GDP per capita growth via nonlinear effects. In the digital domain, high DES values were strongly associated with hosting status, indicating that host nations tend to achieve more advanced levels of digital development. This suggests that the digital legacy of MSEs is shaped not only by infrastructure investments but also by a host nation's ability to leverage global knowledge flows and strengthen long-term competitiveness. Economic variables such as export volumes, intellectual property charges, and trade in goods and services were identified as important contributors to digital advancement, underscoring the importance of trade integration and intangible assets.

Innovation capability exhibited steady improvement, reflected in increasing patent activity, with disruptions primarily during global crises. Social indicators—particularly inclusivity—consistently emerged as drivers of innovation capability in econometric models. Environmental and governance factors played substantial roles in ML models, while population size and operational expenditure appeared as dominant predictors across all approaches. Comparative analyses showed that ML models outperformed traditional econometric techniques, especially in predictive accuracy and their capacity to model nonlinear relationships.

By integrating econometric analysis, ML techniques, and XAI, this dissertation presents a replicable framework that addresses the limitations of conventional approaches and captures long-term, multidimensional impacts of MSEs. The findings offer actionable implications for international event organizers, sponsors, and policymakers. Embedding sustainability, digital readiness, and inclusivity benchmarks into event planning can strengthen the long-term value of hosting. Aligning investment strategies with technological advancement, renewable energy, and community development can further enhance societal outcomes. Ultimately, integrating ESG principles with advanced analytics positions MSEs as catalysts for innovation, digital transformation, and sustainable development at national and global levels. (851 words)

学位論文要旨 (Summary of the Doctoral Dissertation)	
学位論文題目	機械学習モデルを用いたメガスポーツイベント開催の影響推定に関する研究
氏名	Napitiporn Manoli
メガ・スポーツイベント（Mega-sport events: MSEs）は、複数の社会経済領域に寄与することで、国際社会において重要な役割を果たしている。オリンピック競技大会やFIFA ワールドカップのような権威ある国際大会は、開催国が国際的地位を向上させるための手段としてしばしば活用されると同時に、地域および世界規模において多大な経済的便益を創出してきた。また、MSEs を取り巻く経済活動は新自由主義的な都市アジェンダと整合的であり、大規模な公的・民間投資を通じた競争力の強化を促進し、都市ガバナンスを企業家的モデルへと再編させる傾向がみられる。さらに、MSEs の開催は、競技パフォーマンス、観戦体験、運営効率、ステークホルダー・エンゲージメントを向上させるデジタル技術の発展をもたらす顕著な効果を有する。こうしたデジタル進化はスポーツ関連分野のみならず、非スポーツ分野における接続性の強化にも寄与している。これらの即時的な便益を超えて、イノベーションは都市再生を促進し、開催国が MSEs を長期的発展のために戦略的に活用し得る能力を示すものである。 MSEs に関する研究は膨大に存在するものの、影響領域間には依然として顕著な不均衡が残されている。経済的影響に関する研究は短期モデルに依存する傾向が強く、長期的リスクや構造的レガシーが十分に考慮されていない。また、デジタル進化やイノベーション能力に関する役割は十分に検討されておらず、多くは記述的分析にとどまっている。従来の質的手法および計量経済学的手法は、MSEs の影響がもつ多次的・非線形的ダイナミクスを捉えることが難しく、不正確な推計は開催組織に深刻な課題をもたらす。コストの過小評価・過大評価は、資源配分の誤り、予算超過、レガシー形成の失敗につながり得る。また、受益者にとっても開催コストの増大や期待未達が生じ、開催によって長期的便益が得られるかどうかについて懐疑が強まる結果となる。 これらの限界は、機械学習（Machine Learning: ML）手法をどのように適用すれば、MSEs がもたらす経済・デジタル・イノベーションの影響をより包括的に推定できるか、また ML が従来手法を超える洞察を提供し得るか、という研究課題を提示する。本研究は、多様なデータセットを統合し、潜在的な相互関係を抽出できる ML の可能性に着目し、MSEs の開催が経済成果、デジタル発展、イノベーション能力に与える影響をより精緻に推定することを目指す。本研究は次の4つの研究目的から構成される。（1）付加価値や一人当たり GDP 成長といった国レベルのパフォーマンス指標に基づく経済的影響の評価、（2）特許出願件数を代理指標としたイノベーション能力への影響分析、（3）デジタル進化スコア（DES）を用いたデジタル発展との関係の検証、（4）ML モデルと計量経済学的手法の予測性能比較による多次的影響評価の相対的精度の検証である。 本研究では、複数の開催国と複数の MSEs を対象とした数十年規模のパネルデータセットを用いた。方法論的枠組みは、t 検定、固定効果回帰、負の二項回帰モデルなどの計量経済学的手法に加え、決定木、段階的回帰、サポートベクターマシン、ブースト木、ランダムフォレスト、ニューラル・ブースティング、k 近傍法、時系列予測などの ML 手法を統合したものである。さらに、SHAP、部分依存プロット（PDP）、個別条件付き期待値（ICE）と	

（和文 2,000 字程度 / 英文 800 語程度）
（about 800 words）

いった説明可能 AI (XAI) 手法を適用し、閾値効果や変数間相互作用を把握するとともに、モデル解釈を強化した。この統合的設計により、多次元的・非線形的・文脈依存的影響を評価するための再現可能なツールキットが提供される。

本論文は全 6 章で構成される。第 1 章では研究背景・目的・意義を概説し、第 2 章では関連文献をレビューし、方法論的限界と研究ギャップを特定する。第 3 章では ML モデルを用いて地域における MSEs の経済的・イノベーションへの影響を推定する。第 4 章ではデジタル発展への影響を詳細に分析し、第 5 章では ESG 要因および財務要因が経済成長およびイノベーション能力に与える効果を計量手法と ML 手法を統合して検証する。第 6 章では主要知見、学術的貢献、限界、および今後の研究方向性を提示する。

実証結果は経済、デジタル、イノベーションの 3 領域で統合された。経済的側面では、人口規模、GDP 変化、イベント当日の観客動員数が付加価値の最重要予測因子として特定されたほか、環境・社会要因が非線形効果を通じて一人当たり GDP 成長に寄与した。デジタル領域では、DES が開催国と強く関連しており、インフラ投資だけでなく、グローバルな知識フローを活用し競争力を強化する能力がデジタル・レガシー形成において重要であることが示唆された。また、輸出額、知的財産使用料、財・サービス貿易といった経済要因がデジタル発展への重要な要因として抽出された。イノベーション能力は特許活動の増加に表れるように一貫して向上し、社会指標とりわけ包摂性が重要な推進要因として示された。ML モデルは非線形関係の表現力と予測精度の点で従来手法を上回った。

本研究は、計量分析、先端的 ML 手法、XAI を統合した再現可能な枠組みを導入することで、従来手法の限界を克服し、MSEs の経済・デジタル・イノベーションの長期的かつ多次元的影響を包括的に評価する方法を提示する。本枠組みは学術的・政策的意義を有し、国際的イベント主催者や開催国が持続可能性、デジタル対応、包摂性をイベント計画に組み込むための実践的指針を提供する。また、スポンサーには技術・再生可能エネルギー・地域開発と整合する投資を促し、政策立案者には R&D、デジタルインフラ、グリーンエネルギーへの資源配分の見直しを促す。ESG 原則と高度分析を統合することで、MSEs は国家および国際レベルでイノベーション、デジタルトランスフォーメーション、持続的発展を推進する戦略的触媒となり得る。

(様式 9 号)

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏 名	ナピティボーン マノリ Napitiporn Manoli
審 査 委 員	主 査：高橋 雅和
	副 査：稲葉 和也
	副 査：福代 和宏
	副 査：石野 洋子
	副 査：大島 直樹
論 文 題 目	A Study on Impact Estimation of Hosting Mega-Sport Events through Machine Learning Models (機械学習モデルを用いたメガスポーツイベント開催の影響推定に関する研究)

【論文審査の結果及び最終試験の結果】

本論文は、メガスポーツイベント (Mega-Sport Events: MSEs) が開催国に及ぼす経済成長、デジタル発展、イノベーション能力の三領域に着目し、従来の線形的・断片的分析を超えて、機械学習 (ML) と計量経済手法を統合した包括的評価枠組を提示した点に顕著な獨創性を有する。特に、主要国の長期パネルデータ、各種経済指標、ESG 指標、特許出願等の多元的データを体系的に統合し、Boosted Trees, Random Forest, SVM, XGBoost, SHAP などの多様な ML 手法を適切に用いることで、非線形性、相互作用、閾値効果を伴う複雑な因果構造を精緻に抽出した点は、高い学術的意義を有する。

第一に、経済影響分析においては、GDP 変化率、人口規模、イベント当日の観客数等が総付加価値に強く影響することを示し、特に人口動態および基礎経済力が MSE と相互作用して非線形的に作用することを実証した。Stepwise 回帰および SVM による予測精度は従来の線形モデルを大きく上回り、本研究が提示する分析枠組の妥当性と優位性を裏付けている。

第二に、デジタル発展 (DES) の分析では、ホスト国の DES が非ホスト国を一貫して上回り、とくに 2016 年以降に顕著な上昇が確認された。Neural Boosting および KNN による検証を通じ、DES が経済基盤、知識資本、貿易統合度等の影響を強く受ける構造を明示し、MSE がデジタル化を推進する加速要因として機能することを定量的に示した。この知見は、従来の研究では十分に扱われておらず、学術的にも新規性が高い。

第三に、イノベーション能力 (特許出願) の分析では、ESG 指標のうち Social 指標が最も強い正の効果を示し、Governance 指標は線形モデルでは負の効果を示す一方、ML モデルにおいては重要な非線形的寄与を持つことが明らかとなった。SHAP, PDP, ICE を用いた説明可能 AI (XAI) により、従来把握が困難であった閾値効果や反転点が可視化されており、

(様式 9 号)

政策形成に向けた示唆は大きい。また、MSE 関連支出については、一定の範囲では特許活動を促進するが、過度な支出は効果の減衰を招くことを示し、イベント関連財政運営における適正規模の重要性を指摘している。

公聴会においては、ML モデル選択の妥当性、ESG 指標の解釈、データの限界、政策応用との適合性、計量経済モデルとの差異、指標操作可能性等に関する質問が幅広く提示されたが、申請者は理論的裏付けと実証結果に基づき、いずれの質問に対しても的確かつ誠実に回答した。これらの応答から、本研究の方法論的整合性および結論の妥当性を損なう点は認められなかった。

以上より、本研究は独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（学術）の論文に十分値するものと判断した。

論文内容及び審査会、公聴会での質問に対する応答などから、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文の発表状況は下記のとおりである。（関連論文 計 6 編、参考論文 計 7 編）

(a) 査読付きジャーナル

1) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, and Yoshiyuki Matsuura: A Study on Time Series Approach Applications for Optimized Forecasting of Mega Sporting Events, Communications in Computer and Information Science, Springer, Vol. 2152, pp. 112–121, 2024.
(DOI: 10.1007/978-3-031-63269-3_9)

(b) 査読付き国際会議論文

2) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Analyzing the Impact of the Sports Event with Machine Learning, IEEE Xplore (2023 5th International Conference on Advancements in Computing (ICAC)), pp 358–363, 2024.
(DOI: 10.1109/ICAC60630.2023.10417499)

3) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: A Study on Machine Learning Algorithms Selection for Estimating the Impact of FIFA World Cups, IEEE Xplore (2024 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)), pp.1–6, 2024.
(DOI: 10.1109/SCSE61872.2024.10550898)

4) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Towards Decoding the Intricate Connection Between Hosting The MSEs and Advancing Digital Infrastructure and Capabilities with Machine Learning, Procedia Computer Science, Elsevier, Vol. 246, pp. 1670–1679, 2024.
(DOI: 10.1016/j.procs.2024.09.650)

5) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Optimizing Economic Predictors for Digital Growth in Hosting MSEs with Neural Boosted and KNN Models, IEEE Xplore (2025 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)), pp. 1–6, 2025.
(DOI: 10.1109/SCSE65633.2025.11030971)

6) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Decoding Innovation Growth: An Explainable AI Analysis of How Mega Sport Events Transform Financial Landscapes and Sustainability Metrics, Procedia Computer Science, Elsevier, Vol. 270, pp.2593–2602, 2025.
(DOI: 10.1016/j.procs.2025.09.381)

(c) その他

(様式 9 号)

7) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, and Yoshiyuki Matsuura: Estimating the Impact of Mega-Sport Events from the Bibliographic Database, 2023 Annual Conference of Electronics, Information and Systems Society, IEEE, pp. 1928–1929, 2023.

8) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Analyzing the Economic Impact of Sports Event with Machine Learning Approach, JSAI SIG on Business Informatics (23rd SIG-BI), pp 13–20, 2023.

(DOI: 10.11517/jsaisigtwo.2023.BI-023_13)

9) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Hirokazu Sadahiro, Yoshiyuki Matsuura: Exploratory Research on Machine Learning Algorithms for Estimating the Effects of Mega-Scale Sporting Events, JSAI SIG on Business Informatics (24th SIG-BI), pp 9–15, 2024.

(DOI: 10.11517/jsaisigtwo.2024.BI-024_09)

10) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Exploring the Connection Between Economic Leverage and Digital Advancement of Hosting MSEs with Machine Learning, The 4th AAGBS International Conference on Business Management (AiCoBM), e-proceedings, p.21, 2024.

11) Napitiporn Manoli, Masakazu Takahashi, Yoshiyuki Matsuura: Measuring Innovation Returns from Mega Sport Events: A Machine Learning Analysis of Financial and ESG Factors, JSAI SIG on Business Informatics (26th SIG-BI), pp. 18–25, 2025.

(DOI: 10.11517/jsaisigtwo.2025.BI-026_18)