

政策研究センター リサーチ・プロジェクト 成果報告書

提出日: _____

申請者(リーダー): 氏名 土谷 隆 職名 教授

リサーチ・プロジェクト名:

(和文) SDGs達成のための数理解モデリング手法構築と展開に向けた萌芽的研究

(英文) Toward development of mathematical modeling approach to SDGs

期間(yyyy/mm/dd): 2019/4/1 から 2020/3/31 1年間

共同研究者:	氏名	職名	所属機関・部局名	(備考)
共同研究者1	大山 達雄	教授	政策研究大学院大学	
共同研究者2	合原 一幸	教授	東京大学生産技術研究所	
共同研究者3	野城 智也	教授	東京大学生産技術研究所	
共同研究者4	荒川 俊也	教授	愛知工科大学	
共同研究者5	上野 玄太	教授	統計数理研究所	
共同研究者6	村松 正和	教授	電気通信大学	
共同研究者7	Lourenco F. Bruno	助教	東京大学	
共同研究者8	Andres Molina Lopez	助教授	パラグアイ独立研究所	

リサーチ・プロジェクトの目的

- (a) 国の政治的自由度と人間開発指数の関数の定量的解析
- (b) パラグアイの農業生産における天候リスクの低減
- (c) 日本の公共インフラの持続的管理－橋梁システムを例として－
- (d) 最適化の数理解・アルゴリズムやマルコフチェーン・モンテカルロ法などのモデリングの数理解手法
- (e) SDGsにおける方法論としての数理解モデルの役割とあり方

研究成果の概要(800字程度):

本プロジェクトでは、SDGsを推進することを目的として、いくつかの部分課題に取り組んだが、その中から、3つの成果について報告する。まず、モデリングの数理解手法について、下記のような特筆すべき成果が得られた。それは、線形計画問題(LP)の行列への拡張版で、非常に多くの応用を持つ最適化問題である、半正定値計画問題(SDP)の数理解に関するものである。SDPの重要な性質に強双対性がある。これは、主問題と双対問題の最適値が一致する、というもので、LPの文脈では経済学との関係もよく知られている。ところが、SDPでは強双対性が成立しない非正則な問題もあり、このような問題が表れることは、応用において不可避であることが知られていた。本研究により、非正則な問題においても、隠れた強双対性が実は成り立っていることを明らかにした[1]。これは、未解決であった問題に一定の解決を与えた、国際的にも最先端を行く成果であり、悪条件SDPを解くのに有用な知見を与えるものである。次に、国家の政治的自由度と社会・経済発展の関係を定量的に解析するために、1990年から2019年に渡る世界200ヶ国弱のデータを整理し、横軸にHDI (Human Development Index), \log_{10} (1人あたりGDP), (1人あたりGDP), 縦軸にFHS (Freedom House Score)をプロットした図を作成し、検討を進めた。HDI-FHSあるいは $(\log_{10} \text{ GDP})$ -FHS散布図によって世界各国を位置づけることは、本学学長田中によって既に試みられているものであるが、本研究では、各国の振る舞いについて数理解モデルを作成することを念頭に、特にHDI-FHSのチャート上での各国の振る舞いについて考察した。その結果を受けて、HDIの指標や \log_{10} (1人あたりGDP)を社会・経済発展の尺度としての特性などについてさらに検討を進めている。最後に、パラグアイの農業生産における天候リスクの軽減について研究を進め、特に、大豆の単位収量と気温の関係を精査した。その結果、米国などで生育状態の目安としてしばしば使われているGDD (Growing-degree-day)はパラグアイでは殆ど収量との関係がなく、基本的には降雨量が重要な役割を果たすことが認識された。これは、GDDが良く使われる米国とパラグアイでは気象条件がかなり異なるためと思われる。

[1]Takashi Tsuchiya, Bruno F. Lourenco, Masakazu Muramatsu and Takayuki Okuno: A Limiting Analysis on Regularization of Singular SDP and its Implication to Infeasible Interior-point Algorithms. (arXiv:1912.09696, December, 2019).

研究成果:

別紙((成果報告書(研究成果一覧))に記入

その他、研究成果として特記すべき事項:

論文

Takashi Tsuchiya, Bruno F. Lourenco, Masakazu Muramatsu and Takayuki Okuno: A Limiting Analysis on Regularization of Singular SDP and its Implication to Infeasible Interior-point Algorithms.

を執筆し、現在、Mathematical Programming に投稿中である。(原稿は arXiv:1912.09696 として web に公開している。)

成果報告書(研究成果一覧)

研究成果一覧:

(発表予定を含む。但し、投稿中、投稿準備中は除く。別紙一覧でも可。)
(必要に応じて適宜追加)

論文(学術雑誌(総合雑誌(文藝春秋、中央公論、世界)を含む。)等掲載)

※査読付きのものは、査読欄に「1」を入れてください。

※共著論文の場合には、ご自身の名前の下にアンダーラインを引いてください。

※国際共著とは、異なる国を拠点とする複数の研究者による共著論文を意味します。

著者	³ 3件 標題	雑誌名 /所収図書の名・図書 名・出版者等	巻・号 /章・節	¹ 1件 発行年	開始 ペー ジ	終了 ペー ジ	² 2 査読 (有=1)	⁰ 0 国際共 著 (yes=1)	DOI	⁰ 0 オープン アクセス (yes=1)	
1	Y.Cui, K.Morikuni, T.Tsuchiya and K. Hayami	Implementation of interior-point methods for LP based on Krylov subspace iterative solvers with inner-iteration preconditioning.	Computational Optimization and Applications	74	2019	143	176	1	1	https://doi.org/10.1007/s10589-019-99103-x	1
2	Andres Molina and Takashi Tsuchiya	Data Analysis and Mathematical Modeling for Forecast of Soybean Production in Paraguay based on Rainfall	統計数理研究所共同研究リ ポート「最適化:モデリングとア ルゴリズム32」		2020		-				
3	Bruno F. Lourenco	Amenable cones: error bounds without constraint qualifications	Mathematical Programming		2019		-	1		https://doi.org/10.1007/s10107-019-01439-3	
4	Toshiya Arakawa, .Ryosuke Hibi and Takaaki Fujishiro	Psychophysical assessment of a driver's mental state in autonomous vehicles	Transportation Research Part A: Policy and Practice	124	2019	587	-610	1			
5							-				
6							-				

図書:

※共著の場合にはご自身の名前の下にアンダーラインを引いてください。

※書籍の一部分のみを執筆した場合には論文の区分に含めてください。

著者・編者	⁰ 0件 図書名	出版社	発行年月	総ページ数
1				
2				
3				
4				
5				

口頭報告・学会発表等:

※査読付きの学会論文集は「論文の区分」で報告し、査読なしの学会論文集は「学会発表の区分」で報告してください。

※招待講演については、学会等名の後に(招待講演)と明記してください。

報告者等	⁵ 5件 論題	学会・研究会名等	報告年月日	開催場所
1	Takashi Tsuchiya A limiting analysis of regularization of SDP and its implication to infeasible interior-point algorithms	Discrete Optimization and Machine Learning	2019年7月29日	RIKEN AIP, Tokyo
2	Takashi Tsuchiya, Louenco Bruno and Masakazu Muramatsu Duality theory of SDP revisited: most primal-dual weakly feasible SDPs have finite nonzero duality gaps	ICCOPT2019	2019年8月7日	Technical University of Berlin, Berlin, Germany
3	土谷隆 非正則な半正定値計画問題に対する双対定理・摂動解析 とその応用	確率・統計・行列ワーク ショップ立川2019	2019年11月12日	統計数理研究所, 立川,東京
4	Takashi Tsuchiya A Limiting Analysis on Regularization of SDP and its Implication to Infeasible Interior-point Algorithms	Workshop "Recent Development in Optimization III"	2019年11月23日	政策研究大学院大 学
5	土谷隆 DEAによる日本の銀行とウズベキスタンの銀行の解析と比 較評価	日本OR学会「評価の OR」研究部会	2020年3月30日	筑波大学大塚キャン パス