

## [088\_05/06] 経済学研究表紙奥付等

<https://hdl.handle.net/2324/4774245>

---

出版情報：経済学研究. 88 (5/6), 2022-03-30. Society of Political Economy, Kyushu University  
バージョン：  
権利関係：

# 令和3年度学位論文要旨・論文審査要旨

## 杜 安琪氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第256号  
学位の種類 博士(経済学)  
授与の年月日 令和3年9月24日  
学位論文題目 Essays on Volatility and Dynamic  
Correlation with Applications to  
Financial Time Series  
(ボラティリティと動的相関に関する  
研究)

### 論文内容の要旨

Among numerous factors affecting the market, researchers pay the hugest attention to the risk. Risk in the market is affected by the volatility of assets and interdependence between assets and it is essential for risk management, hedging, and asset allocation. We aim to constantly analyze the relationship among different assets and to predict future volatility from historical data more precisely and this research studies several financial data via implementing different methodologies, checking the robustness of results carefully.

In Chapter 2, we study the influence of frequencies of intraday data and distribution assumptions on the prediction of volatility. The realized variance (RV) proposed by Bollerslev et al. (2001) and the realized kernel (RK) introduced by Barndorff Nielsen et al. (2004, 2008) are known as estimators of true potential volatility calculated by highfrequency data. Hansen (2012) proposed the Realized General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (RealGARCH) model as a combination of traditional General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) model and realized volatility estimators. On the other hand, there is little unified view of the predictive ability of the RealGARCH model. In our empirical study, we use the CNHJPY exchange rates data and focus on the forecast performance of the RealGARCH model. We consider the volatility measurements based on multiple different observation frequencies with various distribution assumptions on the volatility prediction. We

find that for CNHJPY, the RealGARCH model outperforms traditional GARCH-type models in a volatility forecasting perspective, and the 20min based RV and the normal-inverse Gaussian distribution assumption may provide the best volatility forecast.

The following research subjects consider the multivariate situation. In Chapter 3, we survey the most important developments in measuring the dependence of multivariate financial time series. As the correlation between assets should be considered to be dynamic over the sample period, Engel (2002) and Tse and Tsui (2002) both develop the Dynamic Conditional Correlation (DCC) model which is capable to provide dynamic conditional correlations among assets. Cappiello, et al. (2006) extend the DCC model into an Asymmetric DCC (ADCC) model which permitting conditional asymmetries in correlation dynamics. However, the conditional correlation coefficient derived by these models can only measure the linear relationship. In this regard, the copula function (Sklar (1959)) is an excellent tool to capture nonlinear correlations and was first introduced into the financial data analysis by Frey and McNeil (2000) and Li (2000). We also discuss several tests of asymmetric dependence as well. We find that the asymmetric dependence may not universally exist in financial data, and we focus on investigating the asymmetric dependence in the following chapters.

In Chapter 4, we study the relationship among Asian stock markets with a t copula-based ADCC model. The main research questions are: do Asian stock markets have asymmetric interdependence, how financial crises affect market correlations. Our model considers both the asymmetry of the single asset's volatility and the asymmetry of the relationships between different assets. The empirical results show that the model without a copula cannot describe the asymmetry in joint distributions. We find that the Asian stock markets are highly dependent but among the overall 15 pairs of market indices, only 5 pairs indicate asymmetry in conditional correlations, which indicates that for other pairs, diversification may not benefit from the investment perspective. In addition, we investigate the change of the

correlations in the volatile periods of Chinese markets over the last 20 years including the COVID-19 period in 2020. We find the evidence of contagion effect that the turmoil in the Chinese market will spread to other Asian markets, and not only the internal factors inside the financial market will lead to the increasing correlation but also the fluctuation caused by external factors such as the COVID-19 situation. However, compared to the COVID-19 situation in 2020, the similar disease SARS that happened in 2003 does not have led to a correlation increase.

In Chapter 5, we consider not only the t copula but also Archimedean copulas for modeling the dependence between assets as they can capture the nonlinear dependence well. We focus on studying the joint tail distributions, that is, we examine the dependence of assets when they encounter negative or positive shocks simultaneously. Empirical research is carried out on the analysis of the Asian stock markets and the cryptocurrencies data. For Asian stock markets, by considering the contagion effect as a nonlinear phenomenon, we find that when the Chinese market moves from a bullish state to a bearish state, all of the dependence and tail dependence coefficients with other markets will increase. As for the cryptocurrency, we find it does not have the autoregressive conditional heteroscedasticity effect, unlike traditional financial data. We find that though the t copula may best describe the joint distribution, a Clayton copula may better describe the joint lower tails.

In Chapter 6, we summarize our findings and discuss future work including the potential methods to handle cryptocurrencies.

#### 論文審査の要旨

論文調査委員	{	主査 瀧本 太郎
		副査 古川 哲也
		副査 大西 俊郎

本論文は、金融時系列データについて、ボラティリティ、動的相関、市場間の波及効果に焦点を当て考察した研究である。

第1章では、問題の背景説明の後、研究課題と本論文の貢献についての要約がなされる。第2章では、円元為替レートのボラティリティを Real GARCH モデルにより推定し、円ドル為替レートと比較しながら、

ニュース・インパクト・カーブや予測精度についての分析を行っている。第3章では、多変量モデルにおける依存性に関する先行研究のサーベイを行っている。第4章では、中国のSSEC、香港のHIS、日本の日経225、シンガポールのSTI、インドのNSEI、韓国のKS11のアジアの株価指標を用いて、金融危機やCOVID-19のような大きなイベントが生じた際の波及スピードやそのインパクトについて分析している。第5章では、4章の株価指標に加え4つの仮想通貨（ビットコイン、ライトコイン、モネロ、イーサリアム）について分析し、裾依存性に基づく波及効果の分析を行った。最後の第6章では、分析の結論とその含意、今後の課題がまとめられている。

本論文の主要な貢献は(1)高頻度データを用いて、円元為替レートのニュース・インパクト・カーブが円ドル為替レートよりもフラットであることを明らかにしたこと、(2)分散と相関の双方に非対称性を考慮し動的相関を通じた市場間の波及効果について分析した結果、イベントにより市場に与える影響が異なるもののアジアの6株価指標は同じ方向に動く傾向があることを明らかにしたこと、(3)ボラティリティのレジーム変更から市場間の伝播を定義し、SSECのレジーム変更が他の5つの株式市場との相関や裾依存性を高めることを明らかにしたこと、などである。

本論文は複数モデル間の比較を丁寧に行ったうえで結果の解釈を行い、頑健な結果を提示している点に特徴があり、ボラティリティと動的相関をめぐる研究に新しい知見をもたらしているものと評価できる。多数の先行研究を手際よくまとめている点、モデル選択について応用分析に有益な指針を提供していることにも一定程度成功している点も評価に値する。

動的相関や裾依存性における非対称性が観察されたケースが多くなかった点、仮想通貨についてボラティリティ・クラスタリングが観察されなかった点などについては、本論文を出発点により詳細な分析が望まれるが、これらの点は本論文の価値を損なうものではなく、今後鋭意追求すべき課題に属する。

以上の点から、本論文調査会は、杜安琪氏から提出された論文“Essays on Volatility and Dynamic Correlation with Applications to Financial Time Series”を博士(経済学)の学位を授与するに値するものと認める。

## 李文氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第257号  
 学位の種類 博士（経済学）  
 授与の年月日 令和3年9月24日  
 学位論文題目 Empirical Analysis of Social Norms  
 and Female Labor Supply  
 （社会規範と女性の労働供給に関する  
 実証分析）

### 論文内容の要旨

This dissertation consists of six chapters. Chapter 1 provides a comprehensive review of the literature related to changes in female labor force participation rates (FLFPRs) in Japan and the U.S. over recent decades with attempts to draw insights from these two labor markets displaying quite different trajectories. Existing research has emphasized policy, employment structure, and preferences. A review of the literature suggests that family-friendly policies are responsible for the widely differing FLFPRs of Japan and the United States. The lack of policy support makes it difficult for U.S. women to return to the labor force after childbirth. In contrast, FLFPR in Japan has increased steadily with the introduction of a series of family-friendly policies. Furthermore, this survey reveals that Japan does not exhibit more favorable outcomes in the female labor market than the United States. The influx of women into the Japanese labor market is rarely to fill high paying or managerial positions. Results show that a preference for traditional gender norms is at the root of this phenomenon. Our review of the existing literature in this chapter led us to perform the following analysis as discussed in Chapters 2 through 5.

Chapter 2 investigates how the gender gap is associated with social norms. Specifically, within the context of gender roles, this chapter examines the social norm that wives should not earn more than their husbands. We estimate a model that explains wives' labor force participation in terms of the probability of wives earning more than their husbands by applying an estimation procedure that accounts for potential bias arising from self-selection into employment. Since the impact of social norms can vary in different cultural contexts, we compare the estimation

results using datasets obtained from surveys conducted in Japan and the U.S.—representing Eastern and Western cultures, respectively. Our results indicate that a 10 percentage point increase in the probability of wives earning more than their husbands is associated with an 8 percentage point decrease in their labor force participation rate in Japan, whereas the probability of wives earning more is not significant when the model is estimated using U.S. data. Thus, wives' labor force participation decisions can be related to the social norm more closely in Japan than in the U.S., reflecting the different social status of women in these countries.

Chapter 3 presents empirical examination of gender role effects on female labor market performance conducted using pooled Japanese General Social Surveys (JGSS) data from 2000–2006. The findings show that a prefecture with more traditional gender role perceptions is less likely to have women in paid jobs with high earnings. Although gender norms are transmitted between generations and are stable, they can still be affected by social circumstances and individual socioeconomic experiences. Using prefectural assemblywoman's share as an instrumental variable for prefectural gender role attitudes, it is apparent that a higher share of assemblywoman is associated with more modern gender role attitudes in that prefecture, resulting in higher female labor force participation and earnings.

Chapter 4 Using microdata collected from the JHPS and the KHPS, this study examines the relation between married couples' relative incomes and their respective reports of subjective well-being. It further divides the sample into four groups according to the husband's and wife's income patterns. Estimation results revealed that, in a scenario where traditional gender norms are maintained and preferred, a wife with a higher potential income is least likely to feel satisfied and happy. However, her husband is most likely to report a high level of satisfaction and happiness, and is least likely to report low self-esteem.

Chapter 5 investigates the gender gap in the relationship between receiving college education and wages in Japan, using a dataset that contains detailed information about the universities from which the respondents graduated. In particular, we focus on the ranking of colleges. We find that obtaining a college degree is positively correlated

for both men and women in economic terms, but this relationship is stronger for men than for women. Moreover, graduating from a high-ranking college is positively and significantly associated with male workers only. Further, the relationship between attending a high ranking college and female's spousal wage is positive and significant. Thus, opportunities in obtaining higher education benefits are most likely related to the different pathways that men and women take for economic success.

Chapter 6 summarizes the preceding chapters that support the view that gender role related social norms play a role in the outcomes of female labor markets. Traditional social norms discourage women from entering the labor market and engaging in paid work, and further prevent them from fully realizing their labor market potential. Furthermore, women who are unable to realize their labor market potential due to avoiding violations of traditional social norms exhibit low subjective well-being. Moreover, the wage premium of top universities is negligible for women compared to men, providing a new perspective on the existing labor market gender gap.

#### 論文審査の要旨

論文調査委員	{	主査 浦川 邦夫
		副査 瀧本 太郎
		副査 堀 宣昭

本論文は、ジェンダー規範などの社会規範が、女性の労働供給や主観的厚生にどのような影響をもたらしているかについて、日本・米国の個票データを用いた実証研究を行っている。本論文は6つの章から構成される。第1章は、既婚女性の労働参加に影響を与える諸要因をサーベイし、両国における子育て支援策の差や、社会規範の差が既婚女性の就業選択の差に与える影響を論じている。第2章は、既婚女性の労働参加が、ジェンダー規範とどのように関連しているかを日本の「日本家計パネル調査」と米国の「人口動態調査(CPS)」の2010年代の個票データを用いて分析している。分析では、現在無業の既婚女性のサンプルを含め、妻の潜在賃金をヘックマンの二段階推定をもとに推定し、夫の賃金を上回る確率を計算したうえで、妻の労働参加への影響を検証している。推定結果を踏まえ、日本では、男性稼ぎ主型モデル(male bread-winner model)に代表されるジェンダー規範の影響が、妻の労働参加を一定程度抑制している可能性を指摘している。第3章は、「日本版総合的社会調査」の個票データ

を利用し、性別役割分業などのジェンダー規範に対する支持が高い地域とそうでない地域で、女性の就業形態の選択に差異があるか分析を行っている。操作変数法を用いた計量分析によると、ジェンダー規範に対する支持が高い地域に居住する女性は、フルタイム労働や管理職に就く確率が低く、賃金水準も低いことが示された。第4章は、「日本家計パネル調査」の個票データをもとに、妻の潜在所得と夫・妻の実際の稼得所得から夫婦を分類し、本人と比べた配偶者の相対所得が本人の主観的厚生(精神的健康など)に与える影響を検証している。推定結果より、妻の所得が夫の所得を上回り男性稼ぎ主型モデルが成立しないケースでは、夫の主観的厚生が低くなる傾向が見られる点を指摘している。第5章では、高ランク大学の卒業生の賃金プレミアムの男女間の差についてNTTコムオンラインのアンケート調査の個票データを用いた計量分析を行っている。分析結果からは、配偶者や子どもの有無、家庭環境・文化資本などの諸変数を制御すると、一般の大卒と比較した場合の高ランク大学卒の賃金プレミアムは男性のみで有意に正である点が示された。第6章では、これまでの分析結果を踏まえ、女性の労働参加を高めるうえで必要とされる政策支援について論じている。

本論文は、女性の労働供給とジェンダー規範の関係など、近年重要視されている分析課題に注目し、個票データをもとに実証分析を行ったものであり、日本の雇用政策・福祉政策への一定のインプリケーションを提示したという点で評価される。

以上の点から、本論文調査会は李文から提出された論文「Empirical Analysis of Social Norms and Female Labor Supply」を博士(経済学)の学位を授与するに値するものと認める。

## 姚 智華氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第258号  
学位の種類 博士（経済学）  
授与の年月日 令和3年9月24日  
学位論文題目 AN EMPIRICAL STUDY ON  
STANDALONE WARRANT ISSUES  
(ワラントの単独発行による資金調達  
に関する実証研究)

### 論文内容の要旨

This dissertation examines standalone warrants, a novel equity financing method that has been increasingly used by Japanese firms since 2002. A warrant is a right issued by a firm that allows its holder to purchase a certain number of new stocks of the firm during a specific period at a specific price. Standalone warrants refer to warrants that are issued independently of other securities. Traditionally, warrants are issued in conjunction with bonds or stocks, such as convertible bonds, warrant bonds and stock-warrant units. However, the 2001 amendment of the Japanese commercial code allows warrants to be issued independently of bonds or stocks, enabling warrants to be an alternative financing method for Japanese firms. Thereafter, more than 500 Japanese firms conducted over 2,000 cases of standalone warrant issues to date, and the total proceeds raised by warrant issues reached half the size of proceeds raised by common stocks. The intensive issuance of standalone warrants raises the question of what kind of firms prefer to issue warrants rather than conduct seasoned equity offerings (SEOs) when raising equity capital and why. This dissertation provides the answer.

A warrant can have a fixed exercise price or a floating exercise price. In Japan, a typical fixed-priced warrant contract has two years of maturity and a predetermined exercise price that is often out-of-the-money. Issuers receive the initial proceeds by selling warrants and sequential proceeds from warrant exercises. The success of financing depends on the future stock performance of issuers. A floating-priced warrant is essentially the same as a fixed-priced warrant, except the exercise price is not predetermined but is set equal to the closing price of the

previous day with a certain discount, usually approximately 10%. In this situation, the exercise price will always be less than the current stock price, and the warrant can always be exercised regardless of the issuing firm's future stock price level.

Chapter I of the dissertation reviews the history of warrants in Japan from legislative aspects. Chapter II compares firm characteristics, short-run and long-run stock price responses of warrant issuers as a whole to seasoned equity issuers and private placement issuers to determine which equity financing method is more comparable to warrant issuance. The comparison results suggest that we should use SEOs as the comparison group because warrant issuers and seasoned equity issuers share similar stock price trends before and during the announcement. In addition, standalone warrants can be deemed indirect SEOs since the new stocks issued on warrant exercises eventually go to massive individual investors.

Chapter III examines the wealth effects and motives of fixed-priced warrant issues. Because the warrant's nature differs depending on the exercise price, Chapter III further divides standalone warrant issues into two groups based on whether the warrant is out-of-the-money at the time of the board decision. The evidence suggests that out-of-the-money warrants are mainly issued to signal undervaluation, and in-or-at-the-money warrants are mainly used to signal the management's type, thereby reducing the expected agency cost of the issuer.

Chapter IV examines the wealth effect of floating-priced warrant issues and its determinants. The empirical results show that floating-priced warrant issues elicit negative abnormal returns. Moreover, the announcement return is negatively related to the number of shares to be issued upon full exercise of the warrants, and this relationship is strengthened when the floor exercise price (the lower limit of exercise price) is set low. The post-issue long-run stock return is negatively related to the growth rate in the number of shares outstanding and is unrelated to changes in post-issue performance, suggesting that the negative announcement return is caused by the expected wealth transfer from existing shareholders to warrant holders.

Chapter V examines the motives of floating-priced warrant issues. The results show that floating-priced warrant issuers are poor performers and have higher

levels of information asymmetry than seasoned equity issuers. Firms with poor operating performance and severe information asymmetry will face higher flotation costs when issuing common stocks directly. However, the flotation costs of selling equity by floating-priced warrants are relatively fixed and irrelevant to the issuer's firm characteristics. Although the average flotation cost of floating-priced warrants is higher than that of SEOs, floating-priced warrant issuers would face an even higher flotation cost had they conducted SEOs instead.

To the best of the author's knowledge, this is the first study that thoroughly examines standalone warrant issues. This dissertation contributes to the literature by providing evidence on warrant issue mechanisms, wealth effects, determinants of wealth effects, issuer characteristics, and issuing motives for both types of warrants.

This dissertation has three limitations. First, it assumes that managers are value maximizers. Self-interested managers may have ways to benefit from warrant issues at a cost to existing shareholders. Second, the sample of this study is confined to equity issuers. The results may suffer from sample selection bias when generalizing to all firms. Third, since this dissertation examines two types of warrants separately, it does not offer a universal motive for either type of warrant issuers.

The abovementioned limitations also point out a few avenues for future studies. First, future studies can relax the assumption that managers are value maximizers and examine whether managers have ways to benefit themselves from warrant issuance. Second, future studies can expand the sample to all firms and examine whether warrant issuers can access other financing alternatives, such as retained earnings and straight bonds. Third, future studies can examine fixed-priced warrants and floating-priced warrants as a whole and see whether there will be a simple motive that applies to both types of warrant issuers.

論文審査の要旨

論文調査委員 { 主査 大坪 稔  
副査 大石 桂一  
副査 内田 大輔

本論文は、日本企業がなぜワラントの単独発行による資金調達を選好するのか、という問題について実証的に明らかにしている。具体的には、ワラントの行使

価格が固定 (Fix 型ワラント) されているのか、株価と連動 (Float 型ワラント) しているのかに大別し、公募増資と比較しつつ、それぞれの発行動機について明らかにしている。Fix 型ワラントについては、時価より高い行使価格が設定されているのか否かにより、発行動機が異なることを明らかにしている。一方、Float 型ワラントについては、低い発行コスト (Flotation cost) が発行動機の一部となっていることを明らかにしている。

本論文の意義として、第一にワラントの単独発行による資金調達を分析した数少ない実証研究である点があげられる。日本では、2001年の商法改正によりワラントの単独発行による資金調達が認められるようになったが、これが認められている国は極めて少なく、その実証研究も世界的にみて限られている。そのため、本研究はワラントの単独発行による資金調達を分析したパイオニア的研究として評価することができる。第二に、数少ないワラントの単独発行に関する先行研究で発行動機としてあげられていた最後の資金調達手段 (Last resort) のうち、一部は発行コストで説明される、すなわち低い発行コストがワラントの発行動機となることを明らかにした点である。本論文では、ワラント発行企業が仮に公募増資を実施していたのであれば生じたであろう発行コストを複数の手法を用いて推定し、ワラント発行企業の実際の発行コストと比較することを通じて発行コストの違いがワラント発行の動機の一部となることを実証的に明らかにしている。発行コストに着目し、複数の手法を用いて精緻な発行コストの推定と比較を行った研究はこれまで行われていない点において本論文は高く評価できる。

以上の理由により、本論文調査会は、姚智華氏より提出された論文「AN EMPIRICAL STUDY ON STANDALONE WARRANT ISSUES」を博士 (経済学) の学位を授与するに値するものと認める。

## 中石知晃氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第259号  
 学位の種類 博士（経済学）  
 授与の年月日 令和4年3月23日  
 学位論文題目 Environmental Efficiency Analysis of  
 Coal-fired Power Plants in China  
 （中国の石炭火力発電所の環境効率  
 性分析）

### 論文内容の要旨

China, which has experienced remarkably fast economic growth since its reform and opening-up in 1978, has been facing serious social issues in recent years, such as global warming and increasing health risks due to growing emissions of CO<sub>2</sub> and air pollutants. According to the International Energy Agency, China was the world's largest emitter of CO<sub>2</sub> and air pollutants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>) in 2016. China's electricity and heat supply sector has been particularly carbon-intensive compared to other sectors, relying on coal for nearly 70% of its total electricity production in 2019. Therefore, improving the environmental efficiency of coal-fired power plants in China is crucial to mitigating the environmental impact of CO<sub>2</sub> and air pollutants emissions. To effectively improve the environmental efficiency of coal-fired power plants, it is first necessary to quantitatively understand the current relative efficiency level of each plant. With the background, the objective of this doctoral thesis is to quantitatively evaluate the environmental performance of coal-fired power plants in China with frontier-based approaches and plant-level input-output data, and to discuss effective policies for mitigating environmental burdens in China.

This doctoral thesis consists of six chapters. In Chapter 1, the current status of CO<sub>2</sub> and air pollutant emissions in China and the contribution of coal-fired power plants are highlighted and the main objectives of this doctoral thesis are clarified.

In Chapter 2, four types of frontier-based approaches are introduced first, and then the basic DEA model and three advanced topics of the DEA are introduced in detail. Chapter 2 also gives an overview of previous empirical

studies that applied the frontier-based approaches to coal-fired power plants in China and clarifies empirical contributions of this thesis.

Chapter 3 applies data envelopment analysis (DEA) to the input-output data of 1270 coal-fired power plants (combined heat and power (CHP) and thermal plants) in China to estimate the technical efficiency score and CO<sub>2</sub> emission reduction potential of each plant. In addition, a two stage approach with Tobit regression analysis was performed to identify the determinants of the technical efficiency. The main findings of this chapter are summarized as follows: (1) Through the technical efficiency improvement of coal-fired power plants in China, the coal consumption of CHP plants and thermal plants could be reduced by 43% and 42%, respectively, on average. (2) The reduction of coal consumption through the technical efficiency improvement could reduce CO<sub>2</sub> emissions by 178 kt for CHP plants and 1516 kt for thermal plants on average. (3) Increasing the annual capacity utilization rate and capital utilization rate of coal-fired power plants in China was important for improving the technical efficiency (especially for CHP plants). Based on these findings, this chapter concludes that reducing coal consumption through technical efficiency improvement is effective in reducing CO<sub>2</sub> emissions from coal-fired power plants in China.

In Chapter 4, a parametric linear programming approach is employed to the input-output data (including CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> emissions) of 316 coal-fired power plants in China to estimate the CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> emission efficiency scores, emission reduction potentials, and marginal abatement costs for each power plant. Moreover, an existing optimal budget allocation decision framework was applied to discuss the optimal budget allocation at the power plant level. The main findings of this chapter are as follows: (1) Through the environmental efficiency improvement of coal-fired power plants in China, CO<sub>2</sub> emissions of 1500 kt and SO<sub>2</sub> emissions of 3800 kt could be reduced per plant on average. (2) The average marginal abatement cost of coal-fired power plants in China was 600 yuan/ton for CO<sub>2</sub> and 233000 yuan/ton for SO<sub>2</sub>. (3) There were two groups of coal-fired power plants in China: one was the group of power plants that should be closed down because they had almost no removal potential, and the other was the group of coal-fired power plants that should be prioritized for technology investment because they had a large removal



potential even though their marginal abatement cost was not high. Based on these findings, this chapter concludes that CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> emission reductions are very costly and policy makers need to make optimal investment decisions based on the potential and cost for improvement of each power plant.

Chapter 5 applies the DEA-Slacks based measure (SBM) approach to the input-output data (including CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NOx and PM2.5 emissions) of 104 coal-fired power plants belonging to China's five major power groups. Two types of inefficiency scores were estimated for each power plant: total environmental inefficiency scores and specific inefficiency scores for CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NOx, and PM2.5 emissions. In addition, a meta-frontier decomposition framework was adopted to quantitatively decompose the sources of inefficiency into two factors: inter-group inefficiency (i.e., the efficiency gap across company groups) and intra-group inefficiency (i.e., the efficiency gap within company groups). The main findings of this chapter are as follows: (1) The average total environmental inefficiency scores per company were Datang (0.26), Guodian (0.31), Huadian (0.28), Huaneng (0.21), and Power Investment (0.32). (2) The average specific emission inefficiency scores of 104 power plants were CO<sub>2</sub> (0.05), SO<sub>2</sub> (0.44), NOx (0.30), and PM2.5 (0.55), respectively. (3) The source of inefficiency of many plants was due to efficiency gaps across company groups, but the inefficiency of some plants was due to efficiency gaps within company groups. Based on these findings, this chapter concludes that company managers need to precisely identify the specificity of emission control technologies and sources of inefficiency for each power plant, and implement appropriate environmental management for each individual power plant.

Finally, the summary, limitations, and conclusions of this entire doctoral thesis are provided in Chapter 6.

#### 論文審査の要旨

論文調査委員 { 主査 加河 茂美  
副査 堀井 伸浩  
副査 藤井 秀道

本研究ではまず、中国の1,270基の石炭火力発電所の投入産出データにデータ包絡分析 (DEA) が適用され、技術効率スコアと CO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルが発電所ごとに推定された。さらに、技術効率の決定要因を明

らかにするために、推計された技術効率スコアにトービット回帰分析が適用された。分析の結果、中国石炭火力発電所の技術効率性の向上を通じて、石炭消費量は平均的に CHP プラントで43%、Thermal プラントで42%削減でき、これに伴い、CO<sub>2</sub>排出量は平均的に CHP プラントで178 (kt)、Thermal プラントで1516 (kt)削減することができることが明らかになった。

また、中国石炭火力発電所316基の投入産出データに、パラメトリック線形計画法を適用することにより、CO<sub>2</sub>とSO<sub>2</sub>の排出効率スコア、排出削減ポテンシャル、限界削減費用の推計も発電所ごとに行われた。分析の結果、中国石炭火力発電所の環境効率性改善により、発電所あたり平均的に1500 (kt)のCO<sub>2</sub>と3800 (kt)のSO<sub>2</sub>が削減できること、また、それらの平均的な限界削減費用は、CO<sub>2</sub>が600元/トン、SO<sub>2</sub>が233,000元/トンであることが明らかにされた。これらの推計値に、既存研究による最適予算配分決定フレームワークを適用することで、発電所レベルでの最適な予算配分方法についての議論も行われた。

さらに、中国の5大電力グループに属する104基の石炭火力発電所に焦点を当て、プラントレベルの投入産出データにDEA-Slacks based measureアプローチを適用した結果、多くの発電所の非効率性要因は、企業グループ間の効率性格差にあるが、一部の発電所の非効率性要因は、企業グループ内の効率格差にあることも明らかにされた。

本指導委員会は、3回開催され、本研究のオリジナリティ、データの確認、結果の解釈、具体的な政策提言などの修正を求めてきた。本学位論文は、生産効率性の変化が環境負荷削減ポテンシャルに与えるインパクトを包括的に分析しており、高く評価できる。よって、本論文調査会は、中石知晃氏より提出された論文「Environmental Efficiency Analysis of Coal-fired Power Plants in China」を博士(経済学)の学位を授与するに値するものと認める。

## 呉 博宇氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第260号  
 学位の種類 博士（経済学）  
 授与の年月日 令和4年3月23日  
 学位論文題目 中国における商業銀行の国際展開

### 論文内容の要旨

本論文は、近年の国際銀行市場で急速な発展を遂げた中国の商業銀行を対象に、その国際化の歴史と現状をまとめた上で、国外進出の要因を考察している。2008年9月のいわゆるリーマン・ショックを契機にした世界金融危機により、多数の欧米金融機関が経営危機に陥った。それとは対照的に、中国の銀行は同時期から国際展開を加速し、2010年代に入ると国際銀行市場における重要性を一層高めた。しかし戦後の世界の主要銀行の多国籍化の歴史を振り返ると、中国の銀行業は1980年代までの長期にわたりモノバンクシステムという制度上の要因により国際的プレゼンスは皆無と云ってよかった。こうした背景の下、2000年代後半以降の急速な国際化に関して、既存の先行研究は、その要因について多国籍銀行論に基づき解明しようと試みたが、中国における国際銀行業の歴史的起源との連続性や、国際化が急速に進んだ背景やその理由については十分に解明されてこなかった。

こうした背景を踏まえ、本論文は、中国の多国籍銀行の起源である1910年代から、国際化・多国籍化が大きく進んだ2010年代までの期間を取り扱い、①その歴史的・文化的要素が今日の中国商業銀行の国際戦略に及ぼした影響、②国際銀行市場における中国の銀行の「不在」期の国際化の状況、③2000年代後半に入って国際化が急速に進んだ内外の背景、並びにその際の目的及び形態、④中国の商業銀行の国際化の現段階について、多国籍銀行論や銀行業多国籍化の段階論等を駆使しながら順次解明していく。

第1章では、20世紀初頭から第2次世界大戦直後までの期間を対象に、中国銀行業の誕生と変遷を中国銀行の国際展開を中心に概観している。中国銀行は、1912年に中央銀行として設立されたが、1928年の政権交代により格下げされ、横浜正金銀行をモデルとした外国為替専門銀行に再編された。1880年代後半以降、横浜正金銀行は日本の工業化と貿易拡大とともに急成長し、戦間期には世界三大為替銀行の1つとなった。それに

対して中国では、産業資本が弱小で銀行部門の国際化を支え切れなかったことを指摘した。他方で、19世紀後半から20世紀半ばにかけて、いわゆる華僑の国内への送金が中国経済に重要な役割を果たし、それが大手銀行（中国銀行と交通銀行）の国外進出を促したことを明らかにした。

第2章では、1950年代以降の中国銀行業の消滅と再開の経緯を概観した上で、現代中国の金融システムの変革が銀行業の国内外の経営活動に与えた影響について考察している。第1に、1952年以降、中国ではモノバンク制度の導入により市中銀行が相次いで廃止され、中国銀行の国外活動も衰退した。1970年代には同行は、香港、ロンドン、シンガポールに3支店を有するだけとなった。第2に、1980年代に入り、中国政府は香港とマカオ所在の中国系銀行13行を中国銀行傘下に置き、まとめて「港澳中銀集団」あるいは「中銀集団」と総称した。その結果、1980年代後半には、中銀集団はHSBCグループに次ぐ香港第2位の銀行集団となった。このように中銀集団が設立された経緯と経営活動について解明することで、香港金融市場における中国銀行の「所有優位性」を明らかにした。第3に、1978年の「改革開放」を起点に四段階の金融制度改革が進展した。①1993年の金融制度改革により、国家専門銀行が商業銀行に再編され、国際バンキングと国外進出が可能となった。②1998年以降は、不良債権処理と株式会社化を通じた再編が銀行の競争力を高めた。以上の2点は中国の商業銀行の急速な海外拡張を可能とした国内制度上の要因であったと考えられる。

第3章では、2007年以降の中国の商業銀行の多国籍化の現状と要因について、先行研究を踏まえて考察している。第1に、世界金融危機による欧米大手金融機関の弱体化が、中国の商業銀行の国際銀行市場での急速な拡張をもたらした最大の外部要因であることを指摘した。第2に、2007年以降の中国の商業銀行の多国籍化の要因を、独自に収集した現地拠点数（子会社・支店）に係る包括的データを用いて「立地優位性」の観点から検証し、中国の銀行の海外ネットワークが中国企業のFDI（対外直接投資）と強く関連しているという既存研究の結果を追認することができた。また、第1章の結論を踏まえながら、2007年以降の国外進出における華僑の影響を検証し、華僑との繋がりが依然として国外拠点設立の際の要因となっていることを明らかにした。第3に、「所有優位性」の観点から多国籍化の要因を検証した結果、国外進出に係る過去の実績に加えて、収益力が重要な要因となっていることを明

らかにした。

第4章では、中国の商業銀行の2007～2017年の国際展開について、銀行業多国籍化の段階論及び多国籍銀行論を用いて、事例紹介と実証分析の手法で検証している。第1に、中国の大型商業銀行5行の国際展開の経緯を概観した上で、各行の多国籍化の段階を明確化した。第2に、中国の商業銀行を多国籍化段階における先行グループと後発グループに分け、立地優位性の観点からそれぞれのグループの多国籍化要因をクロスセクションデータ分析で検証した。その結果、先行グループ3行は、当初は中国企業のFDIに追随する形(Bank Follow Industry, BFI)で国際展開を行っていたが、後に進出先の銀行市場における厚い利鞘などの市場機会を求める展開へと転じたこと、他方で後発グループ4行は2007年に進出先の経済自由度を重視していたものの、2012年前後から中国企業のFDIに追随するようになったことを明らかにできた。この検証結果は、2008年以前の事例研究が指摘してきた「中国商業銀行の国際化の要因の説明としてはBFI説の適応性が低い」理由を、当時、多くの銀行が、まだ多国籍化の初期段階にあったこととして説明することを可能としている。さらに、先行グループ3行については、欧米の一部多国籍銀行と同様に、近年進出先の厚い利鞘を求める「多国籍リテール銀行業」の段階に新たに突入したことを示している。

本論文の貢献は、第1に、20世紀初頭から2010年代に至る中国銀行業の国際化・多国籍化を通史的に考察することで、①20世紀前半には華僑送金を軸とした中国独自の国際展開があったこと、②それが1949年以降の社会主義国有計画経済の下で途絶した後、1979年に始まる改革開放下で香港とマカオの「中銀集団」を足掛かりに復活し、1993年の金融制度改革により多国籍化の制度的条件が本格的に整備されたことを明らかにした点にある。第2に、2000年代後半以降の中国商業銀行の多国籍化に関しては、独自に収集した現地拠点数(子会社・支店)等に係る包括的で妥当性の高いデータを用いた検証を通じて、①華僑ビジネスという独自の歴史的側面を持ちつつも、②FDI(対外直接投資)を行う自国企業に追随する「多国籍サービス銀行業」を軸に展開されてきており、③さらに2010年代後半になると、現地銀行市場における厚い利鞘や高収益を求めて参入する「多国籍リテール銀行業」というパターンが新たに出現したことを、それぞれ明らかにしたことである。こうしてもたらされた新たな知見により、いまや中国の大手商業銀行は、欧米の大手銀行が70年

代以降順次展開してきた多国籍化と同様の地平に到達したものと考えることができるのである。

#### 論文審査の要旨

論文調査委員	}	主査 岩田 健治
		副査 加河 茂美
		副査 堀井 伸浩
		副査 稲富 信博

本論文は、中国における銀行業の国際展開について歴史・理論・実証の観点からアプローチすることで、21世紀に入って急速に進む中国大手商業銀行の国際化・多国籍化の現状と意義について総合的に考察を行っている。

本論文の意義として、以下の点を挙げるができる。第1に、20世紀初頭に始まる中国銀行業の国際化には、華僑送金を軸とする独自の展開があったこと、戦後の社会主義体制下では香港の「中銀集団」が国際業務を継続したこと、こうした「中銀集団」の組織と経験は1978年の「改革開放」以降、商業銀行が早期に国際展開を再開する際の基盤となったことを、明らかにしている。第2に、主に欧米で発展してきた多国籍銀行論を、段階区分の視点を導入しながら21世紀以降の中国商業銀行に適用することで、中国商業銀行の多国籍化の現状を分析し、そこに先行組と後発組が存在することを指摘している。第3に、実証面では、中国の銀行が自国企業をフォローする形で現地に進出していることを確認した上で、華僑との繋がりが重要な要因となっていることを検証するとともに、現地銀行市場の収益性が重視されつつあることを検証することで、先行組が「多国籍リテール銀行業」の段階に突入したことを明らかにしている。

全体として本論文は、中国銀行業に係る歴史研究を踏まえつつ、多国籍銀行論を現代中国銀行業に本格適用し、独自データ等を用いて実証分析を行うことで、2010年以降の中国商業銀行の急速な国際化・多国籍化が有する普遍的性格と中国独自の特殊的性格とを示すことに成功している。中国の有力商業銀行が近年開始した「多国籍リテール銀行業」の現地展開の様態等に関しては一層の解明が期待されるが、これらの点は本論文の価値を損なうものではなく、今後追求すべき課題に属する。

以上の理由により、本論文調査会は、呉博宇氏より提出された論文「中国における商業銀行の国際展開」を博士(経済学)の学位を授与するに値するものと認める。

## Mahmud Md TAPAN 氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第261号  
 学位の種類 博士（経済学）  
 授与の年月日 令和4年3月23日  
 学位論文題目 Materiality of Integrated Reports and Motivations for Publishing: Evidence from Japan  
 （統合報告書のマテリアリティおよび公表動機：日本からの証拠）

### 論文内容の要旨

Corporate social reporting (CSR) in various forms, such as sustainability report (SR), integrated report (IR) and environmental report are considered a part and parcel of the mainstream business communication channel, these days. Investors and stakeholders complain that there is too much information in these reports yet ask for more fitting to their demand. This phenomenon gives rise to information overload and decreases overall information quality. The idea of ‘materiality’ presents a solution to these issues by offering an information filtering tool; however, materiality cannot be defined universally, and it differs based on contexts. Thus, numerous studies have been conducted to understand materiality, either from a content-element-based perception or from a principle-based perception; and, interestingly, even if Japan is one of the top practitioners of integrated reporting in the world, it is a bit ignored in the CSR-research. To fill these gaps, by integrating categorized materiality variables (CMV) and materiality disclosure quality variables (MDQV)—covering both content-element-based and principle-based grounds—and considering Japanese integrated reports this study addresses the first research question: “are the Japanese electric equipment companies disclosing material information in their IRs?” Findings reveal a specific pattern and perception towards material disclosures, and it begets another (second) question: “what is the motivation of the IR-preparers for offering this specific pattern of information?” By segregating this thesis into six different chapters, this study tries to answer these two questions.

Chapter 1 speaks about the research background, motivation, value addition, logics of conducting research

with Japanese IR, research objectives and questions. Chapter 2 provides a theoretical background (basics of legitimacy, stakeholder and institutional theories, comparison among these theories, and reasons for choosing the institutional theory to explain managerial motivation) and related knowledge bases, such as materiality conceptualization in a non-financial context and content analysis of the CSR-arena. To follow, chapter 3 offers a history of the Japanese corporate social reporting, characteristics of the Japanese CSRs’ along with its unique institutional setting.

Chapter 4 enumerates the methodology of this study. For answering the first research question, initially, categorized materiality variables (CMV) and materiality disclosure quality variables (MDQV) are accumulated from various sources. The sample contains 29 English integrated reports from the Japanese electric equipment industry, representing 2019’s CSR. Data are collected, coded and interpreted by pursuing a manual interpretive content analysis and two different disclosure indexes for the two variable sets. While answering the second question, legitimacy, stakeholder or institutional theory can be utilized; only institutional theory can cover the explanatory angles of the other two theories and stretch to additional grounds. Therefore, an institutional theory-based thematic analysis is preferred.

Chapter 5 holds findings and discussion. IR preparers from the Japanese electric equipment industry are pressing more on the CMVs and yet to understand the impact of MDQVs on CMVs. These companies are disclosing environmental and governance information appropriately; however, the social category is largely ignored, and a befitting materiality framework is disclosed by a few companies. Moreover, they vouch for the ‘financial materiality’ of sustainability by disclosing rich economic information; and their ESG-indicators related disclosures lack measurable facts, for both the CMV and MDQV sets. These findings beget another issue, i.e., what is the motivation of the IR-preparers for offering this specific pattern of information? To unearth this issue, an institutional theory-based thematic analysis is conducted by attaching three isomorphic—coercive, normative and mimetic—mechanisms to the elements of Japanese institutional setting of CSR. Japanese CSR arena is coerced by a few numbers of laws, sanctions and listing requirements;

some of these laws apply to specific entities and provide a ‘comply or explain’ based flexibility for the companies. Additionally, the Japanese companies are largely governed by guidelines and enjoy a voluntary terrain of CSR, i.e., integrated reporting (IR). Hence, by text, Japanese report preparers are coerced to disclose through IR; however, norms can explain more regarding their primary motivation for IR-publications. The explanatory power of normative mechanism is reinforced by the environmentally friendly mentality of the Japanese people who follow harmonious social norms and expect the companies to do the same; to add, the Japanese companies attach themselves with various social and environmental groups, hanker after environmental certification and self-regulate themselves towards sustainable business practice and CSR publications. Furthermore, Japan is keen to follow overseas CSR culture, e.g., practices of the USA, the UK, and currently, the IR practices of South Africa; it is marked by model companies that are popular through award and rating ethos. So, whenever a company is confused due to the flexibility of interpretations or contents and faces uncertainties while reporting they simply copy (mimetic isomorphism) the model domestic or foreign companies.

Chapter 6 includes concluding remarks, limitations and future research scope. Abiding by a single framework, starting the report with a step-by-step materiality determination process followed by a separate materiality section, acknowledging the influence of MDQV on CMV and shifting—slightly, not completely—from a ‘financial materiality’ of sustainability approach to a broad stakeholder-based one will increase the coverage, mutual-connections, and materiality of IR-disclosures of the Japanese electric equipment companies. Furthermore, adding measurable ESG-facts and targets that are connected to identified material items and putting up quantifiable environmental accounting numbers will make the IRs more beneficial to the users. Finally, the strength of coercive mechanism in explaining the managerial motivation of publishing Japanese IR is low, whereas normative and mimetic mechanisms have the strongest and moderate vocal in rationalizing the same, respectively. Generalization of the study may get hampered due to the subjectivity of interpretive and thematic analysis and typicality of the Japanese context. Researchers of the CSR-arena, report-preparers and related framework or

guideline setters may benefit from the output of this study. Currently, various bodies are thriving for a mandatory reporting framework. Hence, embedding the idea of ‘materiality’ in a mandatory reporting context and bringing debates about a ‘qualitative threshold’ on the table may provide scopes for future research; these will contribute toward a comparable framework.

論文審査の要旨

論文調査委員 { 主査 潮崎 智美  
副査 大石 桂一  
副査 小津稚加子

近年、企業は、財務情報が中心の年次報告書だけでなく、非財務情報を主に掲載する企業の社会的責任 (CSR) に関する報告書を、ステークホルダーに対して自発的に公表するようになってきている。その開示情報は、事業と社会にとっての重要性を考慮してマテリアリティ (重要事項) を決定し、特定の根拠やプロセスを含めて報告される。本論文は、日本企業の統合報告書を題材として、CSR 情報の開示実態と公表動機を明らかにするものである。

本論文では、まず、企業が自発的に CSR 情報の開示を行う動機に関する説明理論として頻繁に用いられてきた正統性理論・ステークホルダー理論・制度論を比較検討し、制度論が他の理論を包含する理論であるためにその説明理論としてより適していることを明確にしている。さらに、非財務情報におけるマテリアリティの概念および本論文の分析手法として用いる質的内容分析に関する CSR 研究、日本企業による CSR の歴史とその制度的背景に関する研究をレビューし、先行研究との関連において本論文の位置づけを明らかにしている。次いで、電気機器産業に属する日本の上場企業の英文統合報告書に記載された CSR に関する記述情報を、マテリアリティの「カテゴリー」と「開示の質」という2種類の変数を用いてスコアリングし、それぞれ質的内容分析を行ったのち、制度論で用いられる諸概念を用いて主題分析している。分析の結果、経済・環境カテゴリーに関する開示に重きが置かれている一方、ガバナンス・社会に関する開示が相対的に少なく、開示の質についてはマテリアリティ決定におけるターゲットを重視していることが明らかになった。そのうえで、その開示の実態と動機を制度論の強制的・規範的・模倣的同型化という点から説明・解釈し、統合報告書の公表動機が公的機関によるガイドラインや日本企業のもつ共有価値に基づいた規範的同型化に最も影

響を受けていると結論付けている。

本論文には、企業のCSR開示情報をマテリアリティの「カテゴリー」と「開示の質」という2つの視角から評価する指標を考案し、先行研究で十分に分析されていなかった日本企業の統合報告書を対象としてコード化・分析したうえで、制度論の諸概念を用いてその特徴と課題を明らかにした点に、とりわけ大きな学術的貢献がある。

以上の調査結果から、本論文調査会は、Mahmud Md Tapan氏より提出された論文「Materiality of Integrated Reports and Motivations for Publishing: Evidence from Japan」を博士（経済学）の学位を授与するに値するものと認める。

## 鬼頭みなみ氏学位授与報告

報告番号 経済博甲第262号  
 学位の種類 博士（経済学）  
 授与の年月日 令和4年3月23日  
 学位論文題目 CO<sub>2</sub> Mitigation Policy of Aviation Sector in Japan  
 （日本の航空部門からのCO<sub>2</sub>排出量削減策）

### 論文内容の要旨

CO<sub>2</sub> emissions from aviation industry have increased rapidly, and air transportation released approximately 2.8% of global fuel-combustion-based CO<sub>2</sub> emissions in 2019. Aircraft passenger demand has grown at a rate of 6.2% per year over the past 10 years, and Boeing and Airbus projected a rate of growth 4.6% per year and 4.3% per year over the next 20 years, respectively. On the other hand, the International Civil Aviation Organization (ICAO) has introduced a global market-based measure (GMBM) program and “carbon neutral growth from 2020” to avoid increases in CO<sub>2</sub> emissions from the international aviation sector after 2020. Airline industry needs to satisfy the aircraft passenger demand and at the same time to reduce CO<sub>2</sub> emissions from their operations. With this background, this thesis develops a new decomposition analysis framework to analyze the supply-and-demand factors for the CO<sub>2</sub> emissions associated with Japanese aviation

industry. This thesis also analyzes the lifecycle CO<sub>2</sub> emissions and cost through the estimation of aircraft lifetime and aircraft replacement cycle. By using the proposed analysis frameworks, this thesis identifies the major driving factors of increasing and reducing CO<sub>2</sub> emissions for each supply-side and demand-side, and appropriate aircraft replacement cycle for environmental and economic objectives. Based on the results, this thesis discusses effective CO<sub>2</sub> mitigation policies of aviation sector in Japan. This thesis comprises five chapters.

Chapter 1 briefly provides research background, research objectives, and contributions of this thesis. This chapter illustrates CO<sub>2</sub> emissions from aviation industry and points out an importance of mitigating CO<sub>2</sub> emissions without uncertain reduction measures. This chapter also argues how CO<sub>2</sub> emissions reduction measures estimation with feasible measures can be useful in providing effective CO<sub>2</sub> mitigation policy of aviation industry.

Chapter 2 conducts a review of relevant existing articles, identifies the contributions and problems of the existing research, and describes the significance and objectives of the present study.

Chapter 3 estimated CO<sub>2</sub> emissions from international aviation by two Japanese major airlines, Japan Airlines (JAL) and All Nippon Airways (ANA), and identified the drivers for those CO<sub>2</sub> emissions using an index decomposition analysis conducted between 2005 and 2015. This chapter developed original flight database of aircraft fuel efficiency and timetable of JAL and ANA, and based on the database, estimating the CO<sub>2</sub> emissions from international aviation for each airline. This study found the following: (1) changes in aircraft models and the total number of flights affected the CO<sub>2</sub> emissions attributable to the aviation industry most significantly, (2) introducing the more fuel-efficient Boeing 787 led to CO<sub>2</sub> emission reductions of 1.3 million tons by the two companies, and (3) these reductions were canceled out by the total number of flights and distances per passenger attributable to the airlines' operations. This chapter concluded that conclude that the environmental and business strategy of introducing greener aircraft with better fuel efficiency was insufficient for mitigating aircraft emissions' effects on climate.

Chapter 4 analyzes fleet dynamics and to assess whether aircraft introduction is a feasible way to meet

environmental and economic objectives. Previous studies showed that the introduction of new fuel-efficient aircraft contributed to reduce CO<sub>2</sub> emissions. However, the effects of costs and emissions in the aircraft manufacturing and flying phases from a long-term perspective remain unclear because they did not consider the fleet dynamics. To discuss the effects of introducing new-fuel efficient aircraft on environment and economics, it is important to identify the aircraft replacement cycle. This chapter specified the lifetime distribution function for Japanese passenger aircraft, and estimated lifecycle CO<sub>2</sub> emissions and associated costs between 1965 and 2019. This chapter found that single-aisle aircraft followed a Rayleigh distribution with a mean of 13.42, while twin-aisle aircraft followed a normal distribution with a mean of 19.82. The reduction potential of lifecycle CO<sub>2</sub> emissions is 28.2 Mt over 55 years by changing aircraft lifetime. However, the cost associated with the lifecycle CO<sub>2</sub> emission reductions is USD 94.0 billion, and airlines need to pay USD 3.4 thousand to reduce CO<sub>2</sub> emissions by one unit. This chapter concluded that the introduction of new aircraft was shown to be cost-ineffective as a CO<sub>2</sub>-reduction policy, and airlines need to switch to less costly alternatives.

Chapter 5 summarizes the analysis results obtained from Chapters 3 and 4, and presents the conclusions of this dissertation.

#### 論文審査の要旨

論文調査委員 { 主査 加河 茂美  
副査 堀井 伸浩  
副査 藤井 秀道

本研究では、詳細な時刻表データと使用機材のデータを用いて、2005、2010、2015年におけるJALとANAの国際線旅客部門からのCO<sub>2</sub>排出量の推計（機体製造時・燃料精製時・飛行時）を行った。また、要因分解分析を用いてCO<sub>2</sub>排出量を供給側要因と需要側要因に分解し、排出量の増減に影響を与える要因を特定した。結果から、供給側要因では、燃費の良い新しい機材の導入がCO<sub>2</sub>排出量の減少に大きく寄与しており、その削減量は10年間で、2社合わせて2.8Mt-CO<sub>2</sub>であった。しかしながら、その減少分は、総便数の増加による排出増加効果（10年間で2.9Mt-CO<sub>2</sub>増加）によって相殺されていた。一方、需要側要因では、1人当たり飛行距離の増加がCO<sub>2</sub>排出量の増加に寄与していることが明らかになった。これは、乗客の目的地が比較的遠い場

所に变化していることを反映している。

次に、2社の保有する機体の動態（ストックとフロー）と使用年数（寿命）の変化がライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量とコストに与える影響を分析した。結果から、小型機は寿命の延長、大型機は寿命の短縮がCO<sub>2</sub>排出量の削減に有効であったが、寿命変化によって得られる追加的な排出削減量は限定的であった。小型機の場合は寿命延長による経済面でのメリットがあるが、大型機の場合、寿命を短縮した場合の機体購入費用が非常に高く、排出量を最小にする寿命の場合の1t当たりのCO<sub>2</sub>排出削減コストは3400USDと算定された。これは、燃費の良い機材の導入によって排出削減を行うことは費用対効果が低いことを示している。機材導入以外で有力な排出削減策であるバイオ燃料は、一般的には高コストな削減策であるとされているが、この結果は実際に航空部門からの排出削減を進める上で、バイオ燃料も十分に選択肢として入り得ることを示唆しており、航空会社は機材変更以外の排出削減策の導入を検討する必要がある。

本指導委員会は、3回開催され、本研究のオリジナリティ、結果の解釈、具体的な政策提言などの修正を求めてきた。本学位論文は、航空部門からのCO<sub>2</sub>排出量を詳細に分析しているだけでなく、航空機のライフサイクル分析を通して有効な航空産業のCO<sub>2</sub>削減策を提案しており、高く評価できる。よって、本論文調査会は、鬼頭みなみ氏より提出された論文「CO<sub>2</sub> Mitigation Policy of Aviation Sector in Japan」を博士（経済学）の学位を授与するに値するものと認める。