

氏 名（本 籍）	ファディラ アフマディ ロシッド（インドネシア）
専攻分野の名称	博士（工学）
学 位 記 番 号	工博甲 第233号
学位授与の日付	平成29年 3月 22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工学資源学研究科・資源学専攻
学位論文題目（英文）	インドネシアにおける石炭供給配分の最適化－石炭盆を基準とした評価－ (Optimizing Coal Supply Allocation in Indonesia: Evaluation Based on Economic Coal Basin)
論 文 審 査 委 員	（主査）教授 柴山 敦 （副査）教授 石山 大三 （副査）教授 藤井 光 （副査）教授 今井 忠男

## 論文内容の要旨

インドネシアは石炭資源に非常に恵まれた国であり、2011年には世界で最大の石炭輸出国になった。その一方で、急激な経済成長と人口増加により、国内での石炭消費も急増してきたため、インドネシア政府は国内市場供給義務（DMO）による国内への石炭供給割当てを企業に課し、国内での消費量を確保するようになった。

インドネシアの石炭は主に2つの島（スマトラ島、カリマンタン島）から生産され、2島には合計7つの石炭盆が存在し、それぞれ品質、埋蔵量や生産費用などの特徴が異なっている。また、石炭を消費する地域にも偏りがあるため、どの石炭盆からどの消費地へ供給するのが効率的であるか分かっていない。そこで本研究では、これら各石炭盆と消費地の特徴をモデル化した上で費用と二酸化炭素排出を最小化する最適化モデルを構築し、2030年までのインドネシアにおける石炭生産の最適な配分を経済と環境の両面から検討を行った。

第1章は研究の背景と目的が述べられ、インドネシア国内での石炭消費が伸びるなかで、生産の配分を地域別に最適化する必要性および本論文の構成が説明された。第2章では、インドネシアの石炭生産と消費の現状と歴史および政策の変動について説明された。石炭盆による石炭の質の違いについても言及している。第3章では、資源生産と消費の予測手法や最適化モデルについて既往研究をまとめている。第4章では、本研究で用いた手法について詳しく説明しており、生産量成長、究極埋蔵量、消費量の各推定式の設定のほか、

費用最小化の最適化モデルについても言及している。第 5 章では、これらモデルの推定に用いるインドネシアの石炭生産、消費に関するデータの収集および推定結果について述べている。第 6 章では鉱山各社の資料から石炭盆ごとの平均的な生産費用を時系列で求め、累積生産量との関係式を推定したことが説明された。第 7 章では、生産地から消費地までの石炭輸送費用の見積り及びこれまでに推定された式の中から最適化モデルに必要なパラメータを設定し、費用最小化による石炭供給配分の計算結果を算出したことを述べている。第 8 章と第 9 章では、本モデルを改良し、環境面から石炭の輸送と燃焼による二酸化炭素排出量の最小化モデルを構築した後に、炭素税として費用に算入し、経済・環境両面を考慮した最適配分を算出したことが説明された。これらの結果から、経済的な費用最小化問題では、長年にカリマンタン島のクタイ石炭盆とタラカン石炭盆からの供給が重要になり、二酸化炭素排出の最小化ではタラカン石炭盆とバリト石炭盆が供給の多くを担うことが示された。第 10 章では、研究の総括ならびに資源政策への提言が述べられ、インドネシア政府が国内市場供給義務（DMO）のもとで最適な石炭生産の割り当てを短期・長期にわたり示したほか、最適な生産を即すための課税政策についても言及した。

以上、本研究では、インドネシアにおける石炭盆ごとの究極埋蔵量と生産予測および消費地ごとの将来の消費量予測モデルを構築し、その算出結果をもとに、2030 年までの石炭盆ごとの石炭供給の配分の最適化モデルを開発した。経済面と環境面から検討を行うため、目的関数を費用最小化、二酸化炭素排出量の最小化、炭素税を生産費用に加えた費用最小化問題を解いた。計算結果から、短期と長期でそれぞれの消費地への最適な供給を石炭盆ごとに算出できた。これらの研究成果から、インドネシアの国内市場供給義務のもとでの最適な生産配分に寄与する鉱業・課税政策への重要な知見を提言しており、工学的ならびに資源経済学的意義と役割は非常に大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。

## 論文審査結果の要旨

本学位審査委員会は、平成 29 年 2 月 10 日（金）午後 5 時 00 分から午後 6 時 10 分まで、国際資源学部 1 号館 3 階 講義室にて論文公聴会を開催した。柴山 敦 審査委員会主査、石山大三 審査委員、藤井光 審査委員、今井忠男 審査委員による出席のもと、論文内容と関連事項に関する詳細な質疑応答ならびに口頭による学力確認が行われた。

特に、博士論文で述べられた石炭生産の最適化モデルの前提となる仮定を中心に、

- （１）石炭消費量の推定式の各変数の単位と意味、また同じ変数でも地域によってプラスやマイナスになっていることの解釈はどのようにになっているか。
- （２）石炭の採掘が進につれてピットが深くなりコストが増加することの効果はモデルにどのように含まれているか。
- （３）低品位炭のモデルでの扱い方と、生産が増えることによる操業費と二酸化炭素排

出量への影響はどのようなになっているか。

- (4) 環境面で石炭の自然発火が問題となっているが、どのように考えるか。
- (5) 石炭の品質の面で、原料炭と燃料炭とをどのように扱っているか。
- (6) 政策提言で DMO について触れたが、DMO と研究の位置づけを明確に述べよ。
- (7) 石炭自身の生産過程でも二酸化炭素を排出しているが、計算に含んでいるか。
- (8) インドネシア政府が導入した鉱物資源の輸出禁止政策と石炭の国内市場供給義務との違いについて、その狙いとともに述べよ。

などの質問が行われたが、申請者からは学術的考察にもとづいた明確な回答が示された。

よって公聴会の後に開催した学位審査委員会は、ファディラ・アフマディ・ロシッド氏が最終試験に合格し、博士（工学）として十分な資格があるものと判定した。