

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 21 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23330126

研究課題名(和文)モンゴル鉱業プロジェクトとグローバルロジスティクス

研究課題名(英文)Mining Project in Mongolia and Global Logistics

研究代表者

高桑 宗右工門(TAKAKUWA, Soemon)

名古屋大学・経済学研究科(研究院)・教授

研究者番号：50112016

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円、(間接経費) 3,960,000円

研究成果の概要(和文)：モンゴルにおける銅鉱石、鉄鉱石、レアメタルなどの主要鉱山について、採掘・生産プラントの現地調査を行った。そして、採掘プロジェクトマネジメントにおいて、資源採取・生産システムのオペレーションの計画・分析のためのシミュレーション手法を用いた系統的な手順を提案した。さらに、モンゴルから日本への鉱物資源を輸送するためのグローバルロジスティクスのシミュレーション分析を行った。また、生産・ロジスティクスと環境問題の関係について検討した。

研究成果の概要(英文)：There are two mining methods. One method is open pit (i.e., surface) mining, and the other method is underground mining. The major ore mining and ore processing companies in Mongolia were investigated. The systematic procedures were proposed to perform operations management especially from the standpoint of mining project management, by using simulation. Then, international coal transportation from a coal mining site in the South Gobi, Mongolia to Japan was examined. Specifically, performance measures such as the total transportation time and inventory levels at transshipment between two consecutive means of transportation were examined. Furthermore, manufacturing/logistics and the related environmental issues are investigated.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学

キーワード：シミュレーション プロジェクト ロジスティクス

1. 研究開始当初の背景

研究代表者の研究室において、モンゴルからの国費留学生 (Undram Chinbat モンゴル国立大学経済学部教授) を博士課程 (後期課程) の院生として受け入れた 2006 年度から、モンゴルにおけるマイニング (鉱業) に関して研究を行ってきた。特に主力鉱石である鉄鉱石採掘プラントを対象にして、リスクマネジメントを含めたプロジェクトマネジメントについて研究を進め、国際会議や国際ジャーナルなどに研究成果を発表してきた。主要鉱石である金、銅、鉄、石炭、レアメタルなど、モンゴルは豊富な天然資源を有するものの、同国における企業では一般にマネジメントの意識が希薄であることと、特にフィービリティスタディから採掘・生産を経て、廃坑に至るプロジェクトマネジメントの体系化を樹立することが急務であることが指摘されていた。また、名古屋大学とモンゴル国立大学との学術交流協定に基づく共同研究プロジェクトの一環として、本研究に係る共同研究プロジェクトをいっそう協力して推進することで合意していた。

他方、研究代表者は「グローバルロジスティクス」という新しい研究分野を提唱し、これを経済学部・大学院経済学研究科の講義科目の一つとして位置づけて、2009 年度から開講していた。これはエネルギー・資源・食糧や部品・製品などについて、地球規模でのグローバルな観点から取り上げるものであり、港湾なども含め調達・貿易など国際的なロジスティクスを対象としている。近年の新興国の経済的な急成長など、資源を含めたグローバルな調達は、わが国にとっても喫緊の課題となっている。本研究課題で対象とするモンゴルの国土は海に面していないことから、上述の資源を輸送する場合には、陸路を経て港 (たとえば中国・天津港) を経由する必要がある。そこには環境問題やコストの問題など種々のリスクも生じることになり、リスクマネジメントや危機管理を含めた総合的な分析が必要であり、本研究課題において取り上げることが研究の背景にあった。

2. 研究の目的

本研究は、モンゴルにおける鉱山の採掘・生産プラントを調査し、関連するプロジェクトマネジメントとシミュレーション分析について体系化することを目的とする。鉱山の採掘・生産プロジェクトに関して、プロジェクトマネジメントの方法論を確立し、マネジメントを有効に実施することは、企業経営の観点から、ますます重要性が増してきている。そこで本研究は、モンゴルにおける鉱山・生産プラントに関するプロジェクトマネジメントを取り巻く諸問題を解明したうえで、シミュレーション技法を系統的に活用した手順を構築し、実際に応用することを目的としている。さらに、採掘した原材料 (鉄鉱石、銅鉱石、石炭など) をモンゴルからわが国に

輸出するための陸路ならびに海路のグローバルロジスティクスについても調査に基づいて検討することも目的である。

3. 研究の方法

(1) モンゴルにおける鉱山の採掘・生産プラントの調査 モンゴル国立大学・経済学部ならびに複数の鉱山企業の協力を得て、さらに担当官庁の支援も受けて、モンゴル国内の銅、鉄、石炭、レアメタルなどの主要鉱山を重点的に調査する。

(2) 関連するプロジェクトマネジメントとシミュレーション分析に関する体系化 採掘プロジェクトマネジメントの一環として、シミュレーション手法を用いることの利点と、それを適用することによるリスク低減策について検討し、手順を開発する。

(3) グローバルロジスティクスの観点からの輸送計画 モンゴルからわが国に至る輸送に係る時間・コスト・リスクなどを総合的に勘案して、複数の経路を確保するためのロジスティクスの代替案を検討する。

4. 研究成果

(1) モンゴルにおける鉱山の採掘・生産プラントの調査

モンゴル国立大学・経済学部ならびに複数の鉱山企業の協力を得て、さらに担当官庁の支援も受けて、モンゴル国内での最大の鉱山である Erdenet 鉱山会社および炭鉱、さらには中国やベトナムの炭鉱などについて、現地調査を行った。特に銅・モリブデン鉱山とその後工程である精錬工場については、一貫した生産システムとして捉えることを提唱した。

今後は、生産計画を含めた検討を行う予定である。さらに、本研究課題で構築した研究協力ネットワークを基に、日本とモンゴルや中国、ベトナムなどの東アジア諸国の産学官と密接に連携して共同研究の実施を目指している。

(2) 関連するプロジェクトマネジメントとシミュレーション分析に関する体系化

採掘プロジェクトマネジメントの一環として、シミュレーション手法を用いることの利点と、それを適用することによるリスク低減策について検討し、手順を開発した。鉱山には地下 (underground mine) および露天掘 (open-pit mine) がある。典型的な地下鉱山の事例として、特に中国・山東省にある炭鉱を対象として、詳細な検討を行い、2011 年 12 月に国際会議で論文講演を行った (図 1)。ここでは、地下鉱山の採掘オペレーションや人員 (エンジニア) 配置などに詳細に分析し、機械・石炭搬送設備のシステム仕様についてシミュレーション分析を行った。その結果、コンベヤ・リフト搬送速度、保管スペースの

決定などの重要事項について、意思決定の判断材料を提供できることを示した。

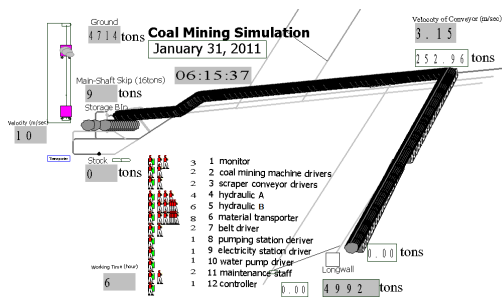


図1 地下炭鉱のシミュレーションモデル

Erdenet 銅・モリブデン鉱山および隣接する精錬工場を対象としてシミュレーション分析を行い、国際会議で論文が採択され、講演を行った(図2)。GPS機能を搭載した鉱石搬送トラックの位置情報システムによるデータを活用したシミュレーションモデルの構築手順を提案した。そして、最適なトラック台数の決定など鉱山オペレーションに関する分析手順を提案した。

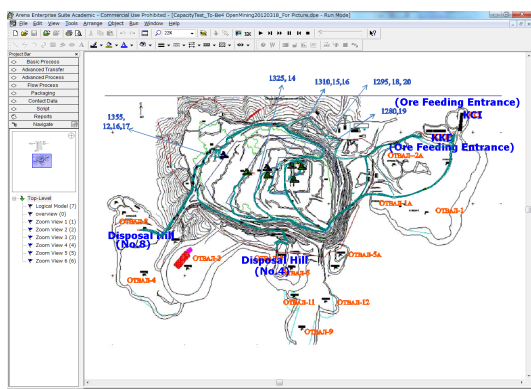


図2 露天掘鉱山のシミュレーションモデル

さらに、炭鉱におけるリスクマネジメントに関する研究成果をまとめ、その研究論文を国際会議にて報告した。

本研究課題に関して、ベトナム・中国においても調査・研究を行い、東アジア諸国に対して国際比較をすることで、鉱山プロジェクトとグローバルロジスティクスについて、問題点がより明確になることが期待される。

(3) グローバルロジスティクスの観点からの輸送計画

モンゴルからわが国に至る輸送に係る時間・コスト・リスクなどを総合的に勘案して、複数の経路を確保するためのロジスティクスの代替案について調査を行い検討した。資源等に関するグローバルな調達は、わが国にとっても喫緊の課題となっている。本研究課題で対象とするモンゴルは海に面していないことから、資源をわが国まで輸送する場合には、陸路を経て港(たとえば、ロシア・ナ

ホトカ港、中国・天津港)を経由必要がある。(図3)。モンゴル・南ゴビで採掘した石炭をトラック、モンゴルおよびロシア・シベリア鉄道を経て、ナホトカ港から石炭専用船で日本へ海路輸送するグローバルロジスティクスについて、シミュレーション分析を行った。そして、積替え地点における一時保管スペース、トラック・貨物鉄道・石炭専用船の1回当たり輸送量に関して、詳細に分析を行った。この研究成果は、国際学術雑誌に採択され掲載された。

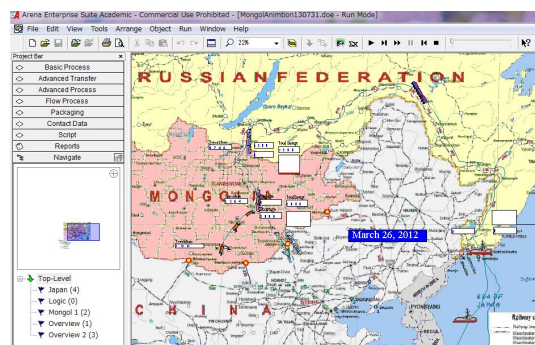


図3 モンゴルから日本への石炭輸送シミュレーションモデル

また、名古屋港および中国・天津港の港湾の機能についても現地調査を行った。そして、天津港に関する調査結果をまとめた研究論文を国際会議で報告した。さらに、コンテナヤードなど港湾に関する機能分析について、名古屋港を対象として行い、研究論文を国際会議にて報告した(図4)。これらの研究を通じて、グローバルロジスティクスにおける港湾のオペレーションを正確に把握することができた。



図4 コンテナヤードのシミュレーションモデル

さらに、モンゴル国内の輸送システム(鉄道・道路)については、今後多大な発展が期待される。同国内における効率的な物流の観点から、輸送システムの在り方について、モンゴル国立大学と共同して提言を行うことを検討している。また、モンゴルからわが国への輸送手段としては、ロシアあるいは中国を経由して陸路・海路による輸送が検討され

ており、引き続き現地調査を含めてフィージビリティを検討することになっている。さらには、空路による輸送についても、東アジア諸国とわが国との間の航空貨物輸送の実態調査など、今後発展させていくことにしている。

(4) 生産・ロジスティクスにおける環境マネジメントの取組み

資源採取、素材・部品製造、製品製造、流通、販売/購入、消費/使用、廃棄/リサイクル、という企業の連鎖の観点からみると、サプライチェーンが構成されている。アジアワイドの視点から、グローバルロジスティクスを検討する場合、生産・ロジスティクスと環境問題の関係について検討することは重要である。そこで、これらの研究成果については、『東アジアのモノづくりマネジメント』および『モノづくりと環境のマネジメント』の著書で研究成果を発表した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 11件)

Takakuwa, S., A perspective on manufacturing and environmental management, Challenges for the Future, Industrial Engineering, Zelenovic, D. and Katalinic, B. eds., 査読有, 2014, pp. 67-87.

Zhao, R. and Takakuwa, S., Simulation-based hybrid control research on WIP in a multi-tightly-coupled-cells production system, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, 査読有, 2013, pp. 2553-2564.

Ichimura, H. and Takakuwa, S., Decision-making method of production systems that contribute to environmental management thinking from the perspective of material flow cost accounting, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, 査読有, 2013, pp. 1973-1983.

Zhao, R., Ichimura, H. and Takakuwa, S., MFCA-based simulation analysis for production lot-size determination in a multi-variety and small-batch production system, Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference, 査読有, 2013, pp. 1984-1995.

Miwa, K., Tan, Y., Chinbat, U., Batderger, N. and Takakuwa, S., Simulation analysis of international coal transportation, DAAAM International Scientific Book 2013, 査読有, 2013, pp. 351-360.

Takakuwa, S., A perspective on

manufacturing and environmental management, DAAAM International Scientific Book 2013, 査読有, 2013, pp. 213-234.

Gaku, R., Simulation modeling for a container terminal with enhanced information technology, IEEE The 20th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM '2013), 査読有, 2013, pp. 664-668.

Zhao, R. and Takakuwa, S., Simulation-based distributed fuzzy control for WIP in a multi-variety and small-batch discrete production system with one tightly coupled cell, Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference, 査読有, 2012, pp. 1273-1284.

Tan, Y., Chinbat, U., Miwa, K. and Takakuwa, S., Operations modeling and analysis of open pit copper mining using GPS tracking data, Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference, 査読有, 2012, pp. 1309-1320.

Liu, Y. and Takakuwa, S., Modeling of materials handling in a container terminal by using electronic real-time tracking data, Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, 査読有, 2011, pp. 1596-1604.

Miwa, K. and Takakuwa, S., Operations modeling and analysis of an underground coal mine, Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference, 査読有, 2011, pp. 1685-1695.

[学会発表](計 4件)

Takakuwa, S., Manufacturing and Environmental Management, IE & EM (経営工学・マネジメント)国際会議(中国・包頭), 基調講演, 2013, pp. 148-152.

Inagaki, N., Takakuwa, S., et al., Transportation planning of petroleum products to area struck by Tohoku Japan Earthquake, Proceedings of NAMEJC2011, 2011, pp. 309-311.

Zhang, J., Takakuwa, S., et al., Coal mining risk management, Proceedings of NAMEJC2011, 2011, pp. 289-296.

Yang, W., Takakuwa, S., Liu, Y. et al., A review and comparison of port policy and development in China and Japan, Proceedings of NAMEJC2011, 2011, pp. 277-274.

[図書](計 4件)

高桑宗右衛門(編著), 『モノづくりと環境

のマネジメント』、2013、中央経済社、276
頁

Takakuwa, S. (ed.) 『Manufacturing and
Environmental Management』(英語)、
National Political Publishing House
(Hanoi), 2012, 370 頁

高桑宗右工門(編著)『東アジアのモノづ
くりマネジメント』、中央経済社、2012、
248 頁

高桑宗右工門(編著)『东亚地区的生产与
技术管理』(中国語) 科学出版社(北京)、
2012、412 頁

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ:

<http://www.soec.nagoya-u.ac.jp/~takakuwa/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高桑 宗右工門(TAKAKUWA, Soemon)

名古屋大学・経済学研究科・教授

研究者番号: 5 0 1 1 2 0 1 6

(2) 研究分担者

三輪 冠奈(MIWA, Kanna)

名古屋学院大学・商学部・准教授

研究者番号: 3 0 4 6 0 5 4 6

岳 理恵(GAKU, Rie)

桃山学院大学・経営学部・講師

研究者番号: 8 0 5 8 4 9 1 1

中央学院大学・商学部・講師

譚 奕飛(TAN, Yifei)

研究者番号: 9 0 5 0 8 5 4 0