



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	経済性と信頼性に基づく鉄道通信設備の設計・評価手法に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	川村, 智輝
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13528号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74317
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tomoki_Kawamura_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 川村智輝

審査担当者 主 査 教 授 北 裕 幸
 副 査 教 授 五十嵐 一
 副 査 教 授 小笠原 悟司
 副 査 准教授 原 亮一

学位論文題名

経済性と信頼性に基づく鉄道通信設備の設計・評価手法に関する研究
(Study on Design and Evaluation methods for Railway Telecommunication Systems based on
Economic Efficiency and Reliability)

近年、情報通信技術の発達により、鉄道通信設備においても LSI 等の半導体部品を使用した通信機器の導入が進んでいる。半導体部品は、雷サージをはじめとした過電圧に対して脆弱であることから、雷サージ等の過電圧に対する通信機器の耐力は低下傾向にあり、通信機器の過電圧への対策がより重要になってきている。設備の過電圧対策を考えるうえでは、対策にかかる費用（経済性）と過電圧への耐性（信頼性）の両方のバランスを考えて設計を行う必要があるが、鉄道通信設備においては雷サージによる影響を定量的に予測するための手法や、雷サージを考慮した設備設計のための手法が確立されていない。加えて、通信機器への直流給電の導入に関して、電力損失の低減や信頼性の向上等の観点から近年注目が集まっているが、鉄道通信設備においてはその効果について定量的な整理が進んでいないという課題がある。

また、近年、鉄道においても無線通信を活用した状態監視システムが注目されており、列車や鉄道沿線の設備の監視を目的とした通信設備の導入が進められている。列車に設置される通信設備では、車両の増解結や列車の走行によって無線通信への影響を受けることになる。しかし、これらの影響を考慮した通信設備の設計・評価のための手法は確立されていない。同様に、鉄道沿線に設置される通信設備では、沿線の様々な遮蔽物や列車によって無線通信が妨げられるが、これらの影響を考慮してシステムの設計・評価を行うための手法は確立されていないのが現状である。

本論文では、機器室の通信設備、鉄道車両の状態監視用の通信設備、線路沿線の状態監視用の通信設備の 3 種類の鉄道通信設備を対象として、経済性と信頼性の両方の観点から設備の設計・評価を行うための手法を開発することを目的としており、独創的かつ有用性の高い論文と評価できる。

まず、第 2 章では、機器室内の鉄道通信設備を対象として、雷サージの影響を予測するための解析モデルが提案されている。提案した解析モデルの精度は、実際の鉄道通信設備を用いた雷サージ印加試験を通して検証され、その結果、個別の機器で見た場合の最大値の誤差は 2.4～12.6 パーセント程度、機器室内の鉄道通信設備全体を想定した構成においても、3.4～10 パーセント程度であり、提案した解析モデルを用いることで、鉄道通信設備における雷サージ解析を精度良く行えることが明らかにされている。

さらに、鉄道通信設備を対象として、雷サージ解析シミュレーションと数理最適化を組み合わせることで、雷サージ対策と経済性の両方の観点から機器室の接地方式を設計するための手法が提案さ

れている。最後に、経済性と信頼性の観点から鉄道通信設備の給電方式を評価するための手法を検討し、機器室を対象として複数の給電方式に対する経済性と信頼性の試算が行われている。その結果、機器室に直流給電を導入することで、電力購入コストや変換器故障による設備停止を低減できることが示されている。

次に、第3章では、センサノードがバッテリーで駆動する車両状態監視用の無線センサネットワーク (WSN) を対象として、車両の増解結や走行による通信環境の変化を模擬するために時系列モンテカルロ法を用いて、バッテリーに関わるコスト (経済性) と通信の信頼性の観点での評価を行うための手法が開発されている。車両状態監視用 WSN の消費電力量について、いくつかの条件で数値実験を行い、車両状態監視用 WSN において、車両の増解結によるネットワークの再構築やネットワーク形状の変化、列車の走行による通信環境の変化を考慮して消費電力量を予測することの重要性が示された。また、開発した手法を用いることで、車両状態監視用 WSN のバッテリーのコスト等の運用コストの面で効率的なルーティングの検討を行えることが示された。

第4章では、数理最適化手法と時系列モンテカルロ法を組み合わせることで、鉄道環境における遮蔽物や配置不可能な場所の存在を考慮したうえで、WSN の最適な中継ノード配置・ルーティング手法を算出する手法が提案されている。また、鉄道沿線に設置される WSN を対象として、提案手法を用いた数値実験を行い、鉄道環境における遮蔽物による無線通信への影響を考慮したうえで、WSN の経済的な中継ノード数、ノード配置、ルーティング手法の設計が行えることが示された。

これを要するに、著者は、鉄道通信設備を対象として、雷サージによって通信設備に印加される電圧と電流を予測するための解析モデルを構築し、雷害対策と経済性の両方の観点から鉄道通信設備の接地方式を設計するための手法を開発すると共に、列車や鉄道沿線の通信設備を対象として、経済性と信頼性の両方の観点を考慮した設計・評価を行うための手法を開発したものであり、電気エネルギー工学、電気鉄道の発展に寄与するところ大なるものがある。

よって、著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。