

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：50102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560104

研究課題名（和文）国際化教育アプローチによる高専の学科横断型総合技術工学構築への挑戦

研究課題名（英文）A Pilot Study on Interdisciplinary Engineering Education at College of Technology Responding to Academic Globalization

研究代表者

三河 佳紀（MIKAWA, Yoshinori）

苫小牧工業高等専門学校・その他部局等・准教授

研究者番号：20259782

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：工業高等専門学校の学生を対象に鉄道技術教育を用いた専攻の枠を超えた分野横断型の総合技術教育を試行的に行った。北海道の鉄道網において発生した災害、事故等の調査と発生場所等のデータベース化と可視化を行った。小型の簡易振動計を用い、北海道内の鉄道幹線、地方交通線での車両振動データの調査収集と使用車両の関係等の分析を行った。国際化教育アプローチの観点から営業面での海外における鉄道状況をカナダ、中国、タイ等で調査した。

研究成果の概要（英文）：We have been continuing an integrated technical education as a trial study related to railway engineering. The educational practice crosses each engineering field beyond the discipline which students in technical college major in. In the first year of this study, they engaged in the investigation of railway disasters and accidents occurred in Hokkaido. Based on the derived data, they built a railway accident record database and succeeded in visualizing each of them. In the second year, they collected vehicle vibration data on both main and branch railroads in Hokkaido by using commercially available, compact and simple vibration meter kit. And then, they analyzed the derived vibration data from the various viewpoints; main/branch railroad differences and local/express train types. During the period of three years, they also concurrently conducted the investigation of overseas railway operations as business management; Canada, China and Thailand.

研究分野：情報工学，教育工学

キーワード：工学教育 鉄道技術教育 データベース 鉄道工学 教育工学 安全教育 学際教育 国際化教育

1. 研究開始当初の背景

昨今、高等教育機関において鉄道工学に関する教育を実施している機関は本校も含め少なくなっている。国鉄民営化からの各鉄道会社においては黒字経営と赤字経営の格差が顕著に表れている。赤字経営についてその要因は様々であるが、公表されている部分では設備面での老朽化に伴う事故や社員のモラルに関する事など多数あげられていた。大学や高専等の高等教育機関においては、学生に鉄道技術に係わる直接的な講義を開設していない傾向にあることも、私達は一連の問題の根幹でもあると考えた。これらの経緯を踏まえ、本校が所在する北海道を中心に鉄道運営に関する学生向け教育プログラムを提案することを目指した。

2. 研究の目的

本研究は、北海道の高等教育機関において鉄道技術教育を構成する高専版の授業プログラムの提案を行うものである。鉄道は地域交通の核となるべき公共輸送機関であるにも関わらず、現在北海道では、鉄道技術に関する講義を行う大学・高専は皆無に等しい。ローカル線を多く抱える北海道の鉄道会社がどのように改革推進を行うかを、学生自身に考えさせる講義プログラムを考案させることも目的の一つとした。本研究では、地域の実情把握と、長い鉄道史を有する欧米や日本の技術輸出により成功したアジア圏の運営方法を比較し、北海道の地域事情に適した鉄道のあり方について国際的視点から再考を試みることも目的の一つとした。また、海外事例の検討を通し、高専教育の国際化推進も副次的な目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、科学技術立国である日本が戦前戦後、鉄道技術輸出を行ってきたが、それらの海外事例調査を踏まえ、ローカル線主体である北海道の地域事情に根ざした鉄道技術教育を構築するために進めてきた。初年度は、このプログラムの原案を作成するために、最新の鉄道工学に関する情報収集及び共有を行い、次年度以降に具体的な授業プログラムの原案を作成するべく、高規格鉄道の先進事例、廃線危機から観光資源化に至ったローカル路線経営事例、気動車主軸の鉄道経営事例、について海外現地調査を含め行った。最終年度には、調査結果から考察を経て得られた授業プログラムの実用性を検証するため、比較的少人数の学生に対してプログラムを適用し、グローバル視点の鉄道技術教育の試行を行った。

4. 研究成果

(1) 鉄道運営例に関する実態踏査

鉄道運営で最重要課題である安全運行における実態調査を道央圏に限定せずに北海道内全域について実施した。具体的には車両

事故および車両トラブル等、人的要因事故およびトラブル、軌道トラブル等の発生状況を北海道内で営業している鉄軌道事業者のうち2社(JR北海道、JR貨物北海道管轄地域)について新聞報道等で公開されている情報を基に表1に示す調査項目で調査を実施した。

表1 調査項目

該当車両情報	車両番号, 列車番号, 列車名, 系列名, 進行方向, 号車番号
発生日時・場所	1.日時, 2.路線, 3.事故駅等, 4.住所
列車種別	1.普通, 2.快速, 3.急行, 4.特急, 5.貨物, 6.作業車
被害状況	1.運休, 2.被害者総数, 3.遅延時間, 4.怪我人数, 5.死亡者数(詳細情報)
事故詳細情報	詳細な事故内容
原因	原因が明白な場合の詳細情報
事故原因分類	1.ヒューマンエラー, 2.車両故障等, 3.鉄軌道整備, 4.踏切事故, 5.自然災害・自然現象, 6.人身事故, 7.外的妨害(故意), 8.その他要因
情報源	報道日, 新聞社名, 報道機関名, サイト名等

これら収集データを基に各種事故等の傾向分析を行うべくデータベース化し、図1に示すように事故原因別に発生場所の可視化を行った。これらは安全を考慮した技術教育に活用する目的で行った。その結果、車両事故・車両トラブルについては、利用客の多いダイヤも比較的過密な道央圏に多いことが判明した。ここでの気動車は、電気機関車とディーゼル機関車が混在しており、ディーゼル機関車のみが投入されている他の本線に比べ架線事故も含め、車両の故障率が上がっている要因の一つと推測できた。人的要因に関する事故(オーバーラン、速度超過、進行方向の誤り、ドア閉め忘れ等)については、都市部を中心とした比較的近距离の路線に多い傾向が見られた。軌道トラブルに起因する事故(線路のバラストが陥没、レール継ぎ目の亀裂、置石、気象条件)については、函館本線に多い傾向が調査結果として見られた。

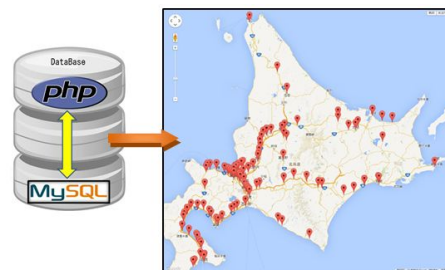


図1 車両事故・トラブル等の分布

(2) 鉄道運営等の有効利用調査

鉄道設備の資源化に取り組み経営状態を向上させている事例を国内、国外について地域の鉄道事情調査を実施した。これらは安定経営の成功例として技術教育に活用する目的で行った。国外では日本の高速鉄道技術が活かされている中国をはじめ、カナダ、タイを訪問調査した。中国では JR 東日本の電車をベースとした CRH2 型の中国高速鉄道への車両輸出・技術供与等であり、実際に中国でその成果も確認出来た。タイでは第二次世界大戦中に旧日本軍によりタイからビルマ(現ミャンマー)への物資輸送を目的に敷設された泰緬鉄道(図2)を中心に調査した。現存路線は自然環境が素晴らしく戦争博物館等が整備され、集客増のため観光資源として鉄道設備を有効利用している代表的な例であった。国内では北海道豊浦町の秘境駅として注目される小幌駅を有する幌延町の6駅、台風被災から長い年月を経て復旧した三重県の JR 名松線およびそのシンボルである伊勢奥津駅等を調査した。北海道では過疎化問題も絡み鉄道の廃線が相次いでいる中、幌延町では町内にある6駅を「秘境駅」として鉄道資産を活性化に繋げる活動をしている。北海道では2016年の二つの大きな台風被害により、鉄路、陸路が寸断され復旧が遅れている地域もある。三重県の JR 名松線(図3)も台風の甚大な被害から、地域住民と自治体の努力により新生名松線として復活し鉄道設備も有効利用している成功例を調査した。これら調査から、国内、国外の事例において現存の鉄道資源を有効利用している状況と国外への日本の最先端鉄道技術の供用により安定した鉄道運営が行われている状況が確認できた。また、鉄道設備の有効利用に力を入れ経営面が安定し集客につながる魅力ある運営を行っている鉄軌道会社の貴重な事案として技術者の必要不可欠な経営工学の観点から技術教育に活かすことができた。



図2 国外鉄道調査



図3 国内鉄道調査

(3) 簡易的鉄軌条調査法の実験的検討

高専教育における鉄道技術教育の実践可能なプログラムを検討した結果、事故防止研究に焦点をあて、コスト削減に寄与できる鉄軌条状態(振動データ)の調査方法を検討した。図4に調査の概要図を示す。既存市販計測機器やソフトウェアの利用による低コストで実現可能性を見込める鉄軌条状況調査方法を試行した。

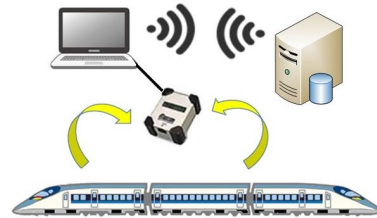


図4 鉄軌条状況調査の概要図

調査は図5に示す北海道の主要都市部およびその近郊で行った。ここでは、一般通勤路線、都市間主要幹線、都市間地方交通線、一般地方交通線に区分けして実施した。使用した簡易器材は、廉価な超小型3軸加速度センサ(SRIC Corporation社製G-MEN DR20)であり、車両の上下各方向の振動をX、Y、Z軸で測定・表示が可能なものである。これを調査路線における電車・気動車等の旅客車内窓枠部に設置し、往復経路の測定を行った。鉄軌条の振動計測例として図6に札幌-幌延間で取得したデータを示す。図6では上段が往路で、スーパー宗谷(261系、平成12年導入車両)、下段が復路で、サロベツ(キハ183系 旧国鉄時代からの車両)である。同じ鉄軌条を走行しているにも関わらず、札幌-旭川間では顕著な振動の違いが読み取れる。横、上下動ともに復路が振幅は大きかった。

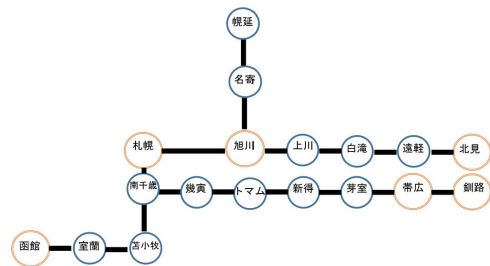


図5 北海道内調査区間一覧

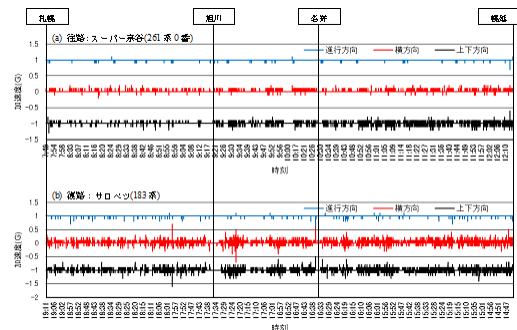


図6 振動グラフの例(札幌-幌延間)

これらの振動データから、振動状況について次のことが明らかになり、鉄道技術教育に活用することができた。

① 鉄軌条状態の他、個々の車両特性に影響する。

電車とディーゼル気動車により差異が生じる。

軌道が高架化されたスラブ軌道、バラスト軌道により差異が生ずる

振り子式気動車では、姿勢制御の影響が振動データ取得に影響する。

バラスト軌道でも振動が小さい線区がある。(要因として地盤と保線作業の状態が良いなどあげられる。)

地区ごとの地盤の強度、降水量、降雪量等の自然界の影響がある。

#### (4) 鉄道技術教育の試行

本研究の取組みは、鉄道技術に関連付けた専門分野横断型の教育プログラムを構築すべく試行してきた。その結果を正課に活用可能となるよう専攻の異なる少人数の学生に対して実験的に取り組んだプログラムである。本研究では、鉄道研究同好会に所属する学生が中心となって参画してもらい、課外活動としてのクラブ活動を通じた実習として当該教員・学生双方が試行的に取り組んだ。その概要は次のとおりである。

鉄道運営例に関する実態踏査では、事故記録 DB の構築を行い、技術者倫理教育に活かすと共に、DB のスキーマ設計からシステム構築、データ収集までの過程を教育の一環として行った。その結果、DB 構築技術の習得、情報処理能力の向上、収集データの解析結果の発表に伴うプレゼンテーション能力の向上等の成果が得られた。技術者倫理の側面では様々なトラブルについてそれらの発生原因、その軽減策について学生へテーマを与え、複数回ブレンスストーミングの機会を設け、将来の技術者としての立場で考察、討論を行わせる教育を実施した。

災害に関する調査と教育も実施した。災害調査に関しては低学年生に対して、主に北海道の台風被害による鉄道の被害を受けた地域を中心にその要因となる当時の気象データも含めたデータ収集およびデータ解析を行わせた。その結果、気象庁のデータを基に当時の災害状況を把握することができた。具体的な調査対象は、長期間運休路線、長期間バス代行が行われた地域である。また、台風被害による路盤流出、鉄軌条流出、土砂流入、橋梁流出等については、都市・環境系の分担者より助言指導を与えることにより低学年生への専門分野を超えた教育を実施することができた。

車両振動データを活用した教育では、振動データを鉄道技術に関連付けた実験の一端としてデータ収集を行った。振動回避に関しては自動車関連、航空関連、船舶関連をはじめ様々な業種にも関わる部分である。鉄道車

両振動については古くから、コンピュータ制御する振り子式構造の車両等様々な対策が講じられている。ここでは簡易的に取得した車両振動データを解析することで、脱線防止策の基本的考えとしてカントやスラック、緩和曲線についての学習会を実施した。

鉄道設備の調査結果を用いた教育では、経営状態を向上させている事例を国内、国外についてその地域の鉄道事情を調査してきた。その結果、経営が成功している地域の共通点として鉄道資源を観光資源として有効利用し、集客につながる魅力ある経営を行っていたことを事例として学生に教授した。国外調査は外国語教育が専門の分担者が担当し、学生への概要報告は英語学習の一環として国際的視野に立ち事例紹介を行った。これらは学生の英語力向上にも繋がった。また、国内での赤字路線復活の対策を学生達に検討させることで、経営工学の重要性をあらためて認識させることができた。

学生中心に解析した結果等は全国高専にその先進事例として紹介すべく国立高専機構が主催するシンポジウムにて学生を帯同させて報告した。学生はこれらの経験を重ねることでプレゼンテーション能力も飛躍的に向上した。

研究期間において、学科を横断した技術教育を目指し取り組んできた。高等教育機関において、鉄道技術に関する科目の開講が少なくなってきたことから、鉄道技術教育を題材に試行を継続した。その結果、専門系の異なる教員がそれぞれの専門分野を活かし実習、実験レベルでの教育プログラムのモデルを作成することができた。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

① 三河佳紀, 小野真嗣, 渡辺暁央, 小藪栄太郎, 鉄道技術に関する高専教育の再考 - クラブ活動における課外実習による取組 -, 苫小牧工業高等専門学校紀要(苫小牧高専), 第52号, 2017.3, pp9-15,

<http://www.tomakomai-ct.ac.jp/facility/licenter/library/kiyou>

三河佳紀, 小野真嗣, 渡辺暁央, 小藪栄太郎, 工業高専における分野横断型の総合技術教育の試行 - 鉄道運行にかかる多面的調査に基づく工学教育実践 -, 第64回工学教育研究講演会論文集(日本工学教育協会), 2016.9, pp.538-539,

[http://doi.org/10.20549/jseeja\\_2016.0538](http://doi.org/10.20549/jseeja_2016.0538)

三河佳紀, 小野真嗣, 渡辺暁央, 小藪栄太郎, 三上拓哉, 安全運営のための鉄軌道事故記録 DB の構築と技術教育への応用, Computer & Education (コンピュータ利用教育学会), 査読有, Vol38, 2015.6, pp.98-103, <http://doi.org/10.14949/konpyutariyoukyouiku.38.98>

〔学会発表〕(計6件)

① 古木達也, 藤谷渚生, 三河佳紀, 渡辺暁央, 小薮栄太郎, 小野真嗣, 工業高専における鉄道技術教育を考慮した車両振動から計測する鉄軌条の多面的状態分析の試行, 第22回高専シンポジウム in Mie(国立高専機構), 2017.1.28, 鳥羽商船高等専門学校(三重県, 鳥羽市)

藤谷渚生, 古木達也, 三河佳紀, 渡辺暁央, 小薮栄太郎, 小野真嗣, 自然災害における降水量等に基づく列車運行状況の分析, 第22回高専シンポジウム in Mie(国立高専機構), 2017.1.28, 鳥羽商船高等専門学校(三重県, 鳥羽市)

渡辺暁央, 三河佳紀, 土門寛幸, 小薮栄太郎, 小野真嗣, 分野横断型教育としての鉄軌条振動調査の試み, 土木学会第71回年次学術講演会, 2016.9.7~9, 東北大学川内北キャンパス(宮城県, 仙台市)

古木達也, 藤田浩気, 小野真嗣, 三河佳紀, 渡辺暁央, 小薮栄太郎, 鉄道技術教育を考慮した車両振動から計測する鉄軌条の状態分析の試み, 第21回高専シンポジウム in 香川(国立高専機構), 2016.1.23, 丸亀市民会館(香川県, 丸亀市)

小野真嗣, 高専における国際技術者教育の実践 - グローバル人材育成と工学教育 -, グローバル人材育成教育学会第3回北海道支部研究大会(グローバル人材育成教育学会), 2015.7.17, 北海学園大学豊平キャンパス(北海道, 札幌市)

三上拓哉, 萬谷隆史, 三河佳紀, 小薮栄太郎, 渡辺暁央, 小野真嗣, 鉄道技術教育を考慮した鉄軌道データ分析用データベースの構築, 第20回高専シンポジウム in 函館(国立高専機構), 2015.1.10, 函館工業高等専門学校(北海道, 函館市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

三河 佳紀 (MIKAWA, Yoshinori)

国立高専機構苫小牧高専・創造工学科(情報科学・工学系)・准教授

研究者番号: 20259782

### (2) 研究分担者

小野 真嗣 (ONO, Masatsugu)

室蘭工業大学・大学院工学研究科(ひと文化系領域)・准教授

研究者番号: 10369902

渡辺 暁央 (WATANABE, Akio)

国立高専機構苫小牧高専・創造工学科(都市・環境系)・准教授

研究者番号: 00422650

小薮 栄太郎 (KOYABU, Eitaro)

国立高専機構苫小牧高専・創造工学科(機械系)・准教授

研究者番号: 60365690