

鉄道模型の架線集電化

1年 超特急大泉学園

1. はじめに

学院祭での鉄研の目玉といえば、大きな鉄道模型のジオラマといっても過言ではありません。車両はただ走るだけでなく、ライトも点灯するなどのギミックも多彩な精密機械です。

皆さんは、レイアウト上を走る車両がどのような仕組みで走っているかご存知ですか？また、実際に走る鉄道とは何が違うのでしょうか。今回は、鉄道模型の仕組みとともに、SSH（スーパーサイエンスハイスクール）事業、高等学院同窓会学術研究奨励金の支援を受けて研究を行っている「Nゲージ鉄道模型の架線集電化」について紹介します。

2. 鉄道模型とは

鉄道模型は文字通り鉄道の模型ですが、その大きさは指でつまめるくらいから実際に乗車できるくらいまでの大きさ、例えば遊園地のSLなどまで多種多様です。ちなみに、歴史的にみると日本では本物の鉄道よりも鉄道模型のほうが早く伝わったのです。知っていましたか？ 実際の鉄道は電気、ディーゼル、蒸気のいずれかで動いています。一般的な屋内で楽しむ鉄道模型はほとんどが電気で動きます。（大型のものは蒸気やガソリンで動きます。）電気といっても交流（2相、3相）、直流など様々です。つまり、蒸気機関車でも蒸気は出さず、電気で動きます。

学院で走っている模型は縮尺が1/150のNゲージと呼ばれるものです。Nというのは線路幅9mmの9（nine）の頭文字から来ています。直流2線方式で走行します、といっても難しいですよ。端的に言えば2本のレールにそれぞれ直流の電気が流れているということです。進行方向右側のレールに+、左側に-の直流電気（最大1A、12V）が流れ、車輪を通じて集電、床下に搭載された（機関車の場合は車内）モーターが回ります。

鉄道模型の規格にはNゲージのほかにZゲージ（1/220）、HOゲージ（1/87）などがありますが、日本では大きさや価格の面からNゲージが1番一般的です。

3. 研究にあたって

学院祭にお越しの方の中には西武新宿線を利用してきた方が多いと思いますが、模型を見て実際と明らかに違うところはどこでしょうか。

いろいろあるとは思いますが、1番は電線だと思います。普段はあまり気にしないと思いますが、実際の鉄道では線路の約5m上空に「架線」という電線があります。帰るときにチェックしてみてください。架線は鉄道にとってとても大切です。なぜなら、電車はその架線から集電しているからです。2015年8月4日夜、JR京浜東北線横浜・桜木町間でエアセクション上停車による架線切断により150本が運休、159本が最大6時間遅延し、約35万人に影響が出た事故は記憶に新しいと思います。2007年、東北本線さいたま新都心・大宮間でも同様の事故が発生しています。架線には、1500Vもの高圧な電気が流れており、とても危険ですが、かつデリケートでもあるのです。過去には、地下鉄のホームで子どもが誤ってアルミ風船を手放してしまい、架線に触れ、過電流が流れてしまって運転できなくなるといった事故もありました。

そんな架線ですが、模型のレイアウト上には存在しません。その理由の1つは前述したとおり、模型が走行に必要な電線は線路なので、わざわざ架線を張る必要がないのです。さらに、架線があると、万が一車両が脱線した場合の復旧作業に支障をきたしてしまうことも理由の1つです。他にも、学院鉄研のレイアウトが分割式であること、設置が難しいこと、コストがかかることなどから、設置していません。さらに架線から集電しようとするパンタグラフ（電車の集電装置）の加工、架線の高さ調節などさらに困難を極めます。欧米では、Nゲージよりも大型なHOゲージが盛んで、架線集電も行われています。しかし、日本では加工にコストや手間がかかるため、あまり普及していません。この研究では、Nゲージにおける架線集電を実現するべく、できるだけリアルにしてかつ簡単に、安価にできる加工の方法を考察・実験するものです。

4. 研究概要

[SSH]

本研究は、2014年度より行われています。メンバーは2015年現在中学3年生から高校3年生まで、所属部活動は中学鉄研、中学理科部（現在は卒業により退部）、高校鉄研などです。

主な研究内容は次の通りです。

- ・パンタグラフ等屋上機器、モーターの加工
- ・架線の吊架方法
- ・曲線部における架線の設置方法
- ・架線の張力、高さ調整
- ・集電するパンタグラフの個数と走行の関係
- ・導電性インクを用いたパンタグラフの加工

[同窓会学術奨励研究]

この研究は SSH の研究と平行して 2015 年度に行います (1 年間限定)。参加メンバーは現在高校 1 年生の 3 人です。全員鉄道研究部に所属しています。

研究課題は次の通りです。

- ・架線集電に対応させた鉄道模型において、屋上機器をどこまで忠実に再現できるかを研究する。

一見趣味のような課題ですが、きちんとした研究動機や目的があります。SSH の研究では鉄道模型の架線集電の実用化を目的とした研究を行っていますが、たとえ実験が成功して架線集電ができたとしても、実車と比べて精巧に再現されていなければ意味がありません。鉄道模型は何が何でもリアルである必要があるのです。そのためにこの研究を行います。最近、乾くと電気が流れるようになるという素晴らしく革命的なインク (導電性インク) の存在を知り、これをパンタグラフに塗布することを思いつきました。プラスチックの印刷で省略されている屋上配管も真鍮線で再現できます。パンタグラフを上昇させるために必要なばねもなるべく小型化し、みても違和感のないような架線集電対応の車両の製作を目指します。

5. 研究成果

[SSH]

パンタグラフの加工は導線を用いています。まず、単純にモーターに接続された導線を直接擦り板部分に両面テープで接着しました。しかし、余った部分のテープの糊が架線と接触し、走行を妨げていたことや、外見の問題もあり、採用できません。次に、導線を擦り板に巻きつけ、途中の線もパンタグラフのアームに沿わせるようにしました。しかし、こちらはパンタグラフを常に上昇させておく加工ができなかったため、不採用です。現在、前者の方を一時採用しています。実験は支障となる部分を最大限削って行っています。また、同時に乾くと電気が流れるようになる「導電性インク」を使用した加工を行っています。架線との摩擦や抵抗値などを考慮して今後を判断する予定です。

架線吊架に関してはスタンドを用いています。支持部分は架線をスタンドのバーに巻きつけました。長所は、曲線部でも使用することができることだが、短所にバーの高さ調節が難しいこと、スタンド間の架線がたるんでしまうこと (たるむと離線してしまう) が挙げられます。よって不採用です。また、N ゲージや HO ゲージの線路を逆さにして剛体架線ふうに試してみました。剛体架線とは、よく地下鉄でみられる太い架線のことです。常にまっすぐであることが長所ですが、こちらも高さ調節が困難なこと、見た目が悪いことなどの欠点があり、不採用になりました。次に、実際の鉄道にも用いられている架線を両側あるいは片

側から引っ張る方法を実験しました。こちらは、曲線区間の架線張りが大変ですが、とても有効でした。さらに、追加実験として、架線の張力と車両の走行の関係性の調査を行いました。架線の片側を固定し、反対側の端にばねばかりを取り付け、ある一定の高さに調節。そして、ばねばかりの目盛りが 100g、300g、500g になるようにしてそれぞれ車両をすべて同じ電圧、同じ距離走行させ、その時間を比較しました。その結果、架線の張力と車両の走行に関係性はないことが判明しました。よって、今後は架線がたるまない程度に張る予定です。曲線部については 1 本の独立した架線を複数用いていましたが、今後は、滑車等を用いて架線の簡略化を図りたいと思っています。

学術奨励研究は、物品を発注中のため、届き次第実験を開始します。

6. 研究実績

この研究は以下の研究発表会にてポスター発表を行いました。

今後も複数の研究発表会での発表が予定されています。(詳細は未定です)

- ・東京都 SSH 指定校合同発表会 (2014.12. 23 玉川学園)
- ・第 10 回関東近県 SSH 校合同発表会 (2015.3.22 早稲田大学理工学術院)

7. 最後に

まず、写真がなくてすみません。こちらの都合で入れることができませんでした。

次に、難しくすみません。趣味の王道ともいわれている鉄道(模型)ですが、一応研究としてやっているのでも、とても複雑、かつ論理的になってしまいます。なるべくわかりやすく書いたつもりですが、ご了承ください。(学校に問い合わせたらどうなるだろう・・・? たぶん大丈夫だと思うので、お気軽にお問合せください。また、その際ははがき等文章をお願いします。学院生などの関係者は遠慮してください。)

そして、この研究のメンバーを募集しています。中学部生でも歓迎です。鉄道を学問的に極めたい方、模型に興味がある方は、どうぞ学院・中学部にいらしてください。
お待ちしております。