

第 120 回 SNJ 定例会（ハイブリッド形式）議事録案

◎ 件 名 第 120 回 SNJ 定例会（ハイブリッド形式）議事録

◎ 日 時 令和 7 年 4 月 18 日（金）15:00-17:20

◎ 出席者 13 名

各位

日本大学	中村			G・O・P 株式会社	
	高橋				
大同信号	寺田			北陽電機	
JR 東日本	川野			東京理科大学	
有人宇宙システム				株式会社コア	
				海上・港湾・航空 技術研究所	
長岡技術科学大学	眞砂			日本ヒューマン ファクター研究所	本江
コレムラ技研				西日本電気テック	
村田機械株式会社	今枝			しくみデザイン Lab.	齊藤
ナミックス株式会社				ピルツジャパン	太田
京三製作所	高田				室岡
					杉原

I 講演「路車協調型モビリティ制御の安全性について」高田（抜粋）

- 高田氏は、無線式列車システム、自動車関係の制御システムなどの開発に携わってきた。
- 従来の鉄道システムは縦割りの独立構成だが、今後横割りの階層構成である「統合型列車制御システム」へと変化していく（IoT でもこの方向に向かっている）。
- 統合型列車制御システムは、元々鉄道のシステムとして考えたものだが、交通インフラシステムの新たな方向性として、航空機や自動車にも応用が可能である。
- 自動車・鉄道・航空機・ロボット・ドローンなどの手動・自動運転は、自律運転で実現できる。
- これに対して、鉄道の連動、駅間閉そく、踏切警報に加え、自動車の信号制御や空港の官制、ドローン運行制御など路車・車車間の協調運転が必要となる。
- 昨年発生した羽田の航空機衝突事故は、鉄道における連動の部分に相当するが、まだ自動化（機械化）されておらず、人対人の判断にゆだねられているところで発生したもので、統合型システムが適用できるのではないかと考えている。
- 軌道回路によらない高精度列車位置検知技術を搭載した無線式列車制御システムを CBTC (Communication Based Train Control) と呼ぶ。
- 連動装置は駅に入る列車、分岐器を監視して列車間の衝突、分岐部での脱線を起こさないよう制御する。
- 軌道回路方式の列車制御では、列車が前の軌道回路単位の固定ブロックにいとそこには入れない（ブロック単位の制御）
- 軌道回路単位の進行先の全固定ブロックに列車が存在せず、転轍機が行きたい方向に入っている場合のみ、次の列車が中に入れる。
- CBTC 方式（移動閉そく式）の列車制御では、列車単位の検知・制御を行うため、列車間隔を短くできるため、運行効率が上がり、地上設備などの保守作業も削減できる。
- CBTC 方式で駅構内でも列車単位にもとづく検知を行えば、軌道境界がなくなり、信号機もなくなる。
- 列車の支障点（確保した走行路）を設置し、分岐器の方向を確認すれば、列車単位の検知・制御を行うことができ、連動装置も不要になる。
- 本システムは、鉄道用に考えたものであるが、路面電車向けとしても支障点を設けてシミュレーションを行った
- また、このシステムを道路交通に適用できないか研究している。
- 道路の事故で多いのは車対車の事故であり、事故全体の 9 割程度を占める。（交通事故総合分析センター資料）
- 死亡事故も車両対車両で多く発生している。（交通事故総合分析センター資料）
- 事故は、半数以上交差点付近で発生している。（交通事故総合分析センター資料）
- 踏切は事故の発生率は少ないが、発生してしまうと影響は大きい。（交通事故総合分析センター資料）
- このことから、交差点内でも、協調制御が必要である。
- 道路の交差点制御についてシミュレーションを行った。
- 現在の信号灯器制御方式は、交通量によっては効率的ではないことがわかった。
- ラウンドアバウト方式では、アイコンタクトにどの程度の時間が必要かわからないので、遅れが発生して、それほど効率が上がらないことがわかった。
- 今後、車上に信号機を載せるシステムが開発されるだろう。
- 将来のモビリティシステムでは、自動運転車と車上運転車が混在できる。
- ATCS のような信号現示システムを車に搭載することで制御できると思う。
- 人工知能的な制御も、向殿先生の提唱するファジー制御トリプル F システムにすれば、安全システムに使えるのではないか。
- 路車協調制御と自動運転システムにこの考え方を応用できないか検討中である。
- 自動運転システムは現在冗長化が進められている。

- 鉄道と同じように制御システムを Composite fail safety（複数の手段を組み合わせで故障発生時に安全な状態を維持する設計手法）を入れるのは難しいだろう。
- 自動運転システムを監視する機能を入れる仕組み（Reactive fail safety）を作れないか検討中である。
- 自動運転システムに信号防護と出力停止機能を取り入れ、自動運転システムが誤った方向にいかないように監視するシステムを開発する予定。
- STAMP の手法を用いて、駅での衝突発生要因（UCA）の解析を行った。
- 既存の安全手法と STAMP を組み合わせで解析する新たな安全性解析手法を開発している。
- STAMP の場合、概念図を使用できる（システムの構成図がなくてよい）ことがメリットである。
- たとえば、制御対象を地上装置と運転手というところまで解析すると、それに対してどんなところを監視する必要があるのかまで解析できる。
- 新しい解析システムでは、どこに重点を置いて対策しなければならないかがわかる。
- 効果を考えると、制御対象は、制御できるものとし、さらに、制御できることで壊滅的な事故が減少し、事故の発生頻度が劇的に減少するものとしている。

II. 質疑応答（Q=質問、A=回答、C=コメント）

- Q1 安全に関する観点で、システムチェック、ランダムエラーについての対策に、私も STAMP を FTA、FMEA と同時に使ったが、STAMP で抜けるところがあった。今回ご紹介いただいた仕組みは FTA と FMEA に STAMP を入れると、想定外のミスが発生すると思う。従来のシステムなら設計時にチェック、試験することで解決したが、新しい手法では、過去に連動装置などで事故が起きている。新しいものに対して今までと同じような事故が起きて、また考えてというスイッチングコストまで考えているのか？
- A1 既存の解析も加味して行っている。既存の解析で抜けている部分を見直す必要があるため、新しいシステムを開発している。
- Q2 連動論理を理解している人がチェックしているが、新しいシステムはまだ理解していない。そこにリスクがあると思う。それでもあえて変える必要性がわからなかった。
- A2 一番のメリットは現場の負荷を少なくすること。人材不足が問題になっているので、システムをスリム化できる。同じ制御であってもモノを少なくできる。
- Q3 アクチュエータは必ず必要なので、それほどものが少なくなるイメージはないが、この点については？
- A3 鉄道のシステムは固まっているので、わざわざ変えなくてもよいと思うかもしれない。しかし、地方に行けば、できる限り少ない方がいい。中央のコンピュータは性能がよくスリム化できる。IO もコンパクト化できる。
- Q4 連動論理を変えとなった時に、経験を持っていない人によって作られたシステムのリスクが大きいと思うが、そこを超えるには？
- A4 連動論理では必要な結線を組まなくてもよくなる。
- C1 ラウンドアバウトは時間がかかると言うコメントがあったが、経験から、慣れるとすぐに入れるようになる。
- Q5 CBTC を入れた結果、劇的に良くなるメリットを教えてください
- A5 地上設備がなくなる。地上設備の制限により、本数の制限もある。メンテナンス費用も節約できる。都市部では CBTC を使用できるか、メリットが劇的にあるのかわからない。技術的にはできるかもしれないが、すぐには置き換わらないと思う。地方で先に活用されると思う。軌道を残すかどうかに対しては意見がわかれる。鉄道は専用線を走っているのですでいい。大量輸送もできる。載せる人の数によっても変わるが、維持費の節減は重要。
- Q6 自動運転を監視するシステムは自動運転の周りの環境を把握できる場合に限定される。環境自体が未知の場合やりづらいのでは？
- A6 そこをどうやって解析するかは 1 つのポイント。防護システムを入れておけば後から適用できるのではないと思う。
- C2 環境がわかる場面でシステムを入れていくのがよいのではないか。

- Q7 現場に I0 を置けばコントローラを置かなくてもよいと言われていたが、I0 カードが現場にあって通信で上位に行くというイメージなのか？
- A7 それであっている。論理部は FS だが、ネットワークについては FS ではない。
- C3 飛行機と電車、自動車のインフラシステムの概念図があったが（配布資料 6 ページ）、アメリカではこのシステムを陸海空で準備している。アメリカの展示会で多くの展示があった。

III 連絡事項

次回は 2025 年 6 月 6 日（金）定例会を開催予定。講師は広瀬貴之氏（有人宇宙システム株式会社）。詳細は後日、メールで連絡。

IV 審議事項

なし

以上