

鉄道の自動運転GOA3,GOA4に使用する 車上カメラ・センサ類の安全水準に関する考察



交通システム研究部

※工藤 希

押立 貴志

(客員研究員)

1. はじめに

本研究では、鉄道の自動運転の自動化レベルGOA3及びGOA4（表1参照）において線路内への人立入りの検知に使用される車上カメラ・センサ類について、機械類に関する国際規格に準拠した考え方と、「工学システムの社会的安全目標の新体系」に関する考え方に沿って、安全水準のあり方を考察する。

「鉄道における自動運転技術検討会」のとりまとめ

(2022年9月国土交通省公表)

- ・ 鉄道専用敷地内は立ち入り禁止とする法的措置のもと、列車運転士の前方視認力のみに頼っているものではない。
- ・ 自動運転、手動運転にかかわらず、**鉄道利用者、踏切道通行者、鉄道沿線住民等の遵法行動や自制的行動**によることが一般原則である。
- ・ 鉄道事業者においては、**線路内への立入防止柵や自動車用防護柵の設置、気笛吹鳴、列車を停止させるブレーキ操作等**により事故防止や被害軽減に最善を尽くしている。
- ・ コスト負担を含めて合理的で実行可能な技術の導入を検討すべきである。

表1 自動化レベル

自動化レベル	内容
GOA2.5	最前部の運転台に緊急停止操作等を行う係員が乗務する。線路内への人立入りについては、手動運転と同様に係員による対応が可能である。
GOA3	列車の前頭には係員が乗務する必要がない。
GOA4	係員が乗務する必要がない（無人運転）。

備考：GOA(Grade of Automation)とは、鉄道における自動運転のレベルを示すものである。

2. 国際規格ISO 12100 (JIS B 9700) の「段階的安全方策の考え方」に準拠

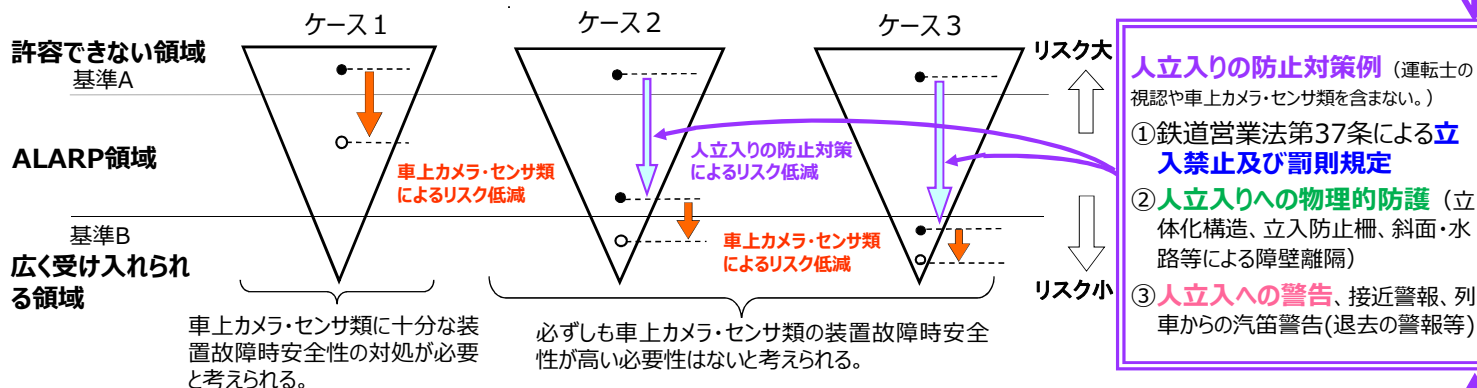
(機械類の安全性－設計のための一般原則－リスクアセスメント及びリスク低減)

- ① 「**本質安全対策**」を担う主体は、鉄道沿線住民等である。
- ② 立入防止柵は、「**安全防護対策**」である。
- ③ 鉄道沿線住民等への警告であり、**本質安全対策を補完する緊急措置としての「付加保護方策」**である。
- ④ 既に発生した**異常事態への対応**であり「**付加保護方策**」である。

信号機等の確認を目的としない、人立入りの検知に使用する**車上カメラ・センサ類**は、緊急・非常停止押しボタンと同様に、「**付加保護方策**」に分類される。

3. 工学システムの社会的安全目標の新体系 (日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会(2020年8月))

- ・ **ALARP(As Low As Reasonably Practicable)**の考え方によってリスク許容の領域等を設定。



4. 考察

「付加保護方策」のみに使用される場合の要件

- a) 検知した場合に**迅速に作動**することが必要。
- b) 他の装置の動作に**優先して作動**することが必要。
- c) 高度な故障時安全性は必要ない。但し、**高度な故障時安全性を求めないならば、本質安全対策及び安全防護対策に置き換えることはできない。**
- d) 誤検知率を低下させ、**検知の確実性の向上**が必要。

ALARPの考え方に沿った検討

- ① **基準Aをクリアするためのものかどうか** (図1ケース1)
 - ② **使用停止に伴う社会的影響の程度**
 - ③ **人立入りの防止対策等のリスク低減効果の状況** (図1ケース2及び3)
 - ④ **装置故障時の安全リスク変化の増大の程度**
- によって、安全水準が異なると考えられる。

自動運転においても**従来の安全性と同等以上の性能を確保**することとされており、カメラ・センサ類が「付加保護方策」であるならば、**人立入りの防止対策は、図1のケース2及び3のように十分な安全水準とする**必要がある。

今後は、自動運転を導入する鉄道事業者等のシステムの試験及び最適化といった新たな課題等に対しても、引き続き技術検討の支援等を行っていきたい。