

11月1日（水）  
講演 8

# 鉄道と自動車技術を融合した新しいモビリティと認証



鉄道認証室

※森 崇

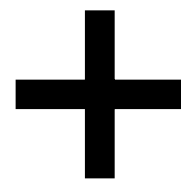
交通システム研究部

山口 大助

望月 駿登

## 着想

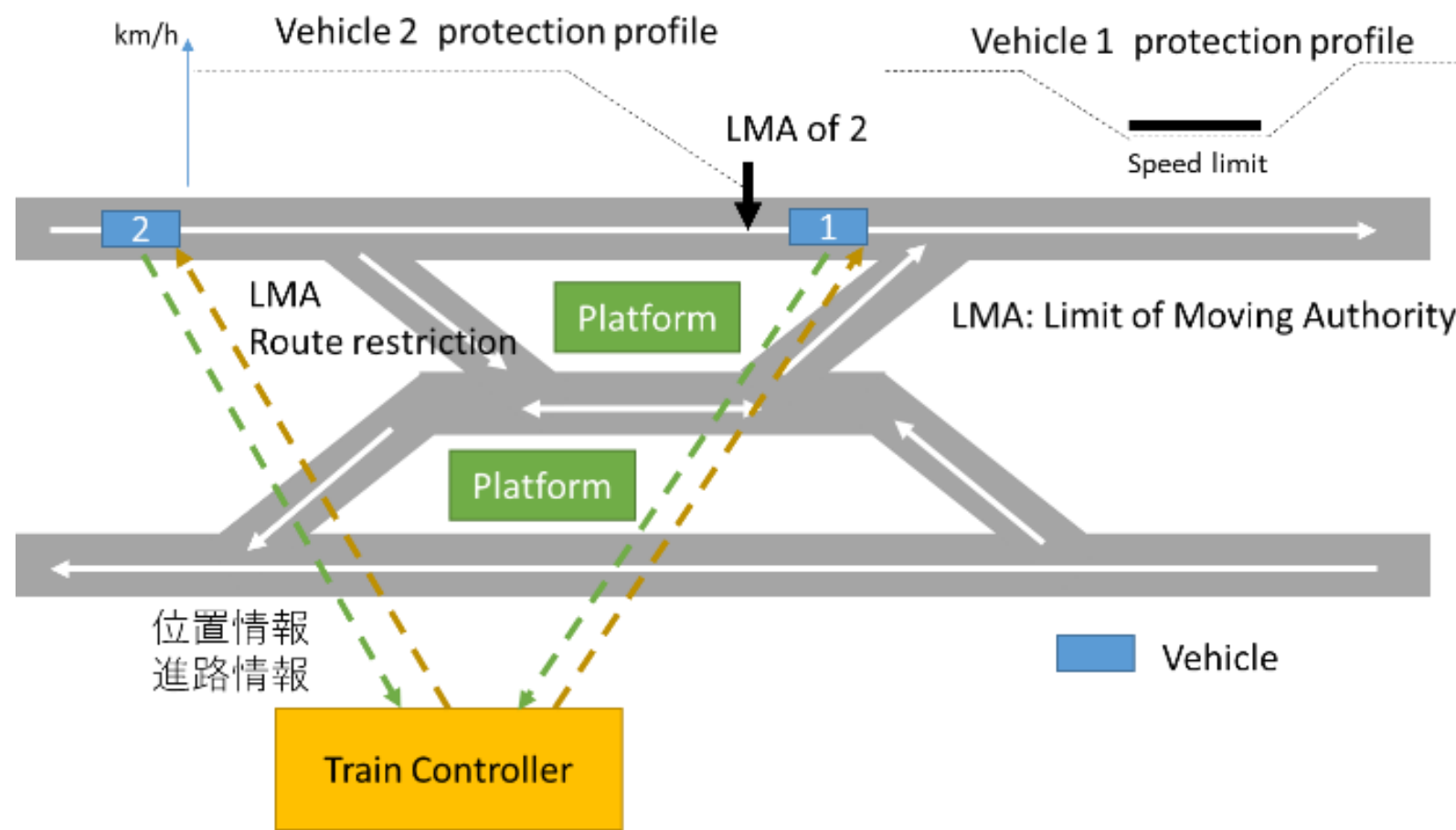
近年、自動車の自動間隔制御や電動車が普及しつつあり、自動車にも機能安全が求められ、鉄道と自動車の技術が近づきつつある現状



鉄道における保安の考え方

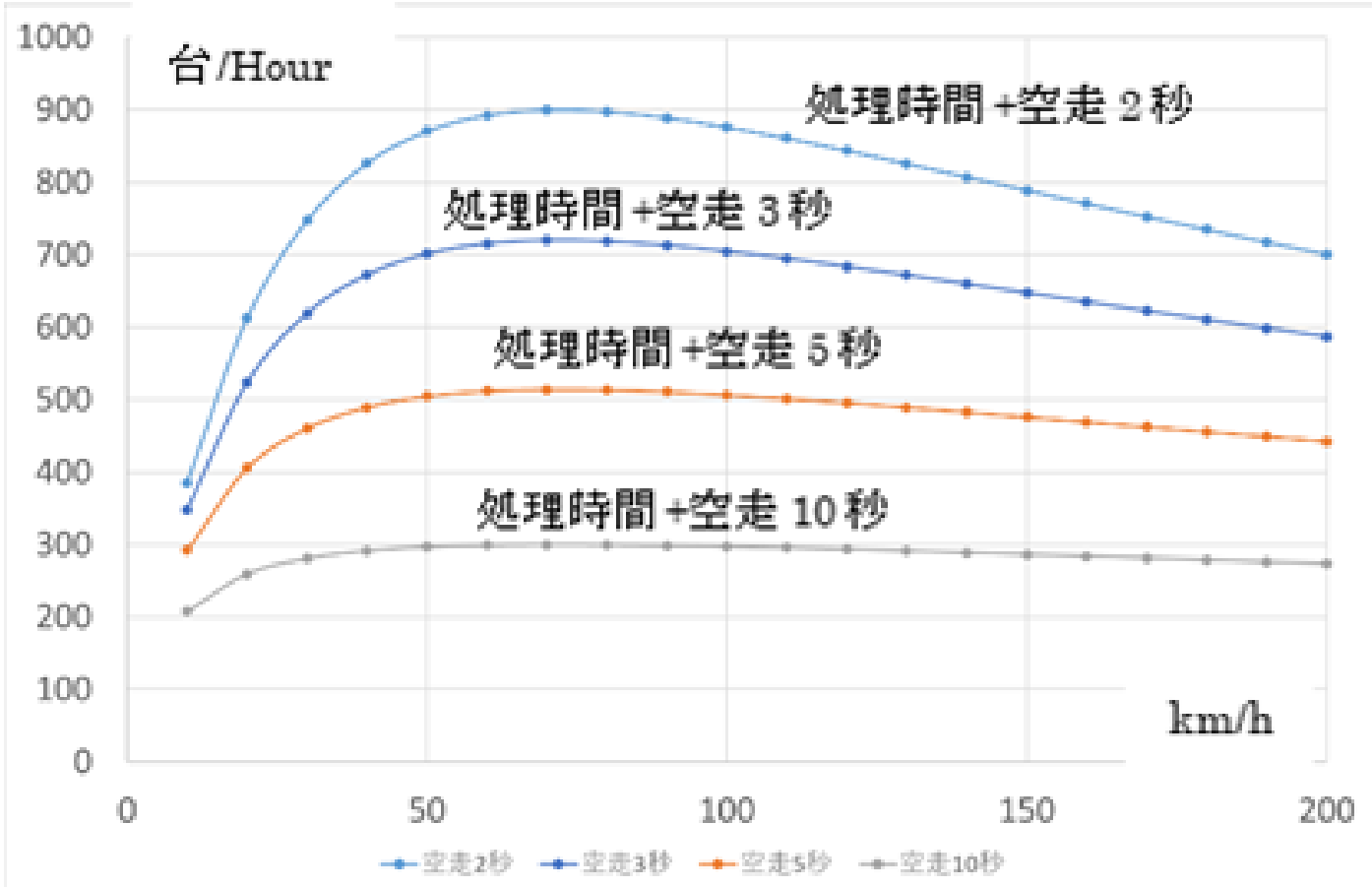
実現する要素技術として何を解決していけばよいか、保安装置を対象に技術面と規格との整合性を検討

## モデルケースと技術課題



左記のモデルで検討する。これは鉄道駅や高速道路と同一のネットワークとなる。IEC 62290-1(Urban Guided Transport Management and Control System)規格 6.2.2.1において、  
To ensure the safe movement of trains the following functions are required:  
– ensure safe route;  
– ensure safe separation of trains;  
– ensure safe speed;  
– authorise train movement.  
車両進路の制御、車両間隔の制御、安全速度の維持、車両移動の管理が定められている。これは、レールを用いない**車両位置の決定**、車両数が増えることの進路制御・間隔制御の**高速演算化**、データの改ざん対策を行った**通信**などの技術が必要である。

## 自動車に鉄道用保安装置を搭載した際の輸送力



減速度10m/s2とし、鉄道と同一の思想で保安装置を実現した場合

自動車に鉄道と同じ考え方で、間隔制御を行った場合の輸送力の計算結果を示す。  
自動車は乗客定員が少なく、ある程度の輸送力を確保するためには高頻度な続行運転が必要であり、処理する対象車両が鉄道に比べて非常に多くなる。また、車間を必要以上に空けると輸送力がそれに応じて減少していく。このため、処理時間及び空走時間の和の「無駄になる」時間を減らせば減らすほど輸送力は大きくなる。この影響はかなり大きく、**無駄になる時間を10秒から2秒に減らせば輸送力は3倍近くとなる。**  
**このため、高速処理と高速伝送を行うことが輸送力確保に大きく依存する。**

また、速度は時速70km/h程度に最大の輸送力となる。  
**これは類似のモーダルシステムである新交通システムと特性が似ていることが分かる。**

## 安全関連系高速処理システムの提案

制御する対象の増加への対処及び輸送力の確保のための計算能力向上

CPU

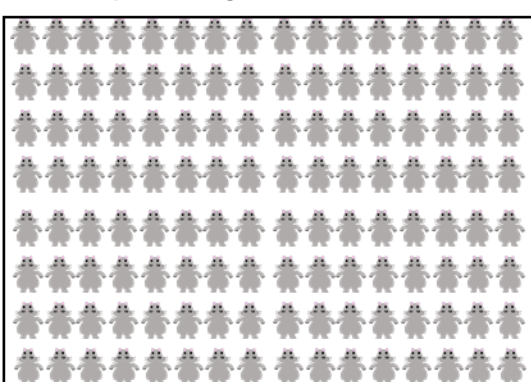


異なる処理を複数のコアで行う。コア数は現実的には8程度。

各コアごとに個別動作可能、全く異なる計算をコアごとにできる。



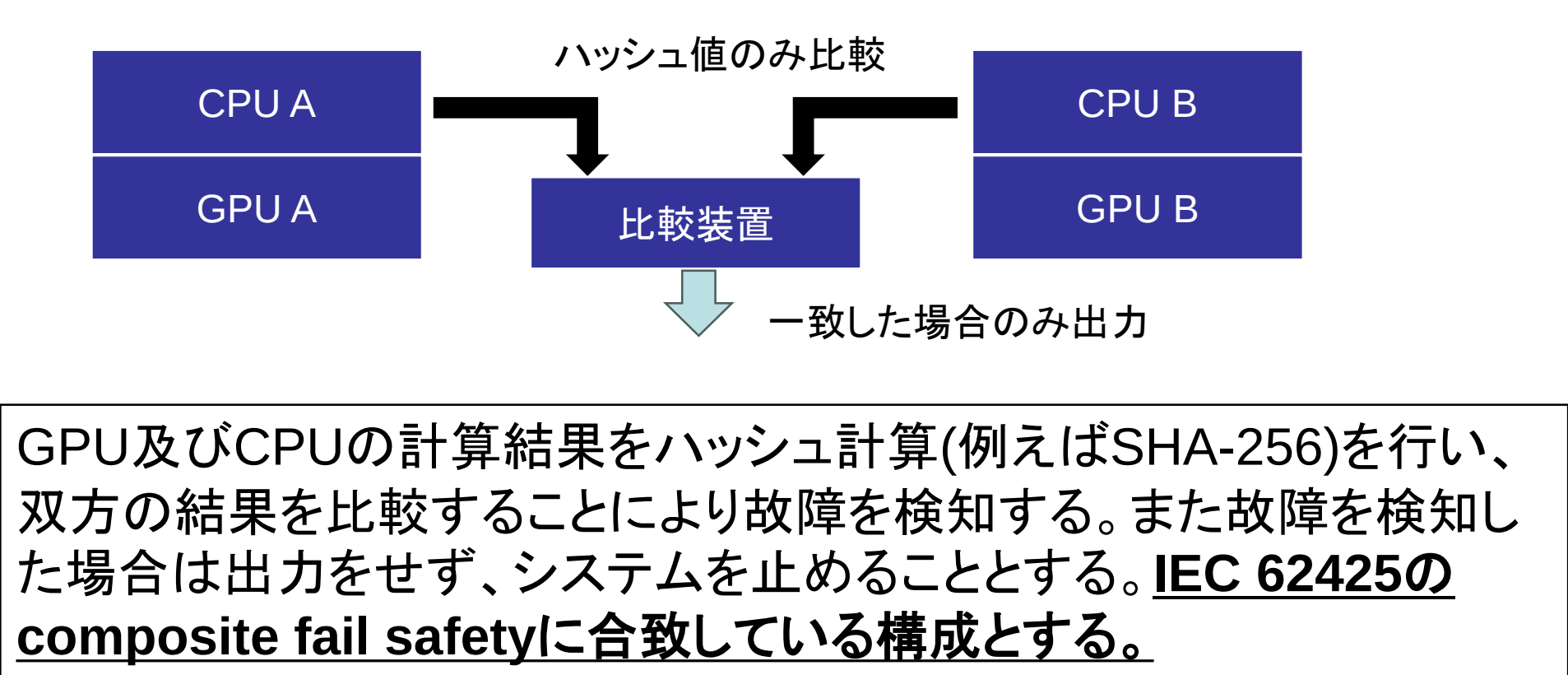
GPU(Graphics Processing Unit)



同じ計算処理を複数のコアで行う。コア数は128以上  
計算を同時に多く出来るが、同じ関数の計算でなければならないという大きな制約がある。

**今回の目的にはGPUがマッチしている可能性が高い。**

複数の車両に対して同一の計算を並列に行うため



GPU及びCPUの計算結果をハッシュ計算(例えばSHA-256)を行い、双方の結果を比較することにより故障を検知する。また故障を検知した場合は出力をせず、システムを止めることとする。**IEC 62425の composite fail safety**に合致している構成とする。

## 位置検知手法の提案

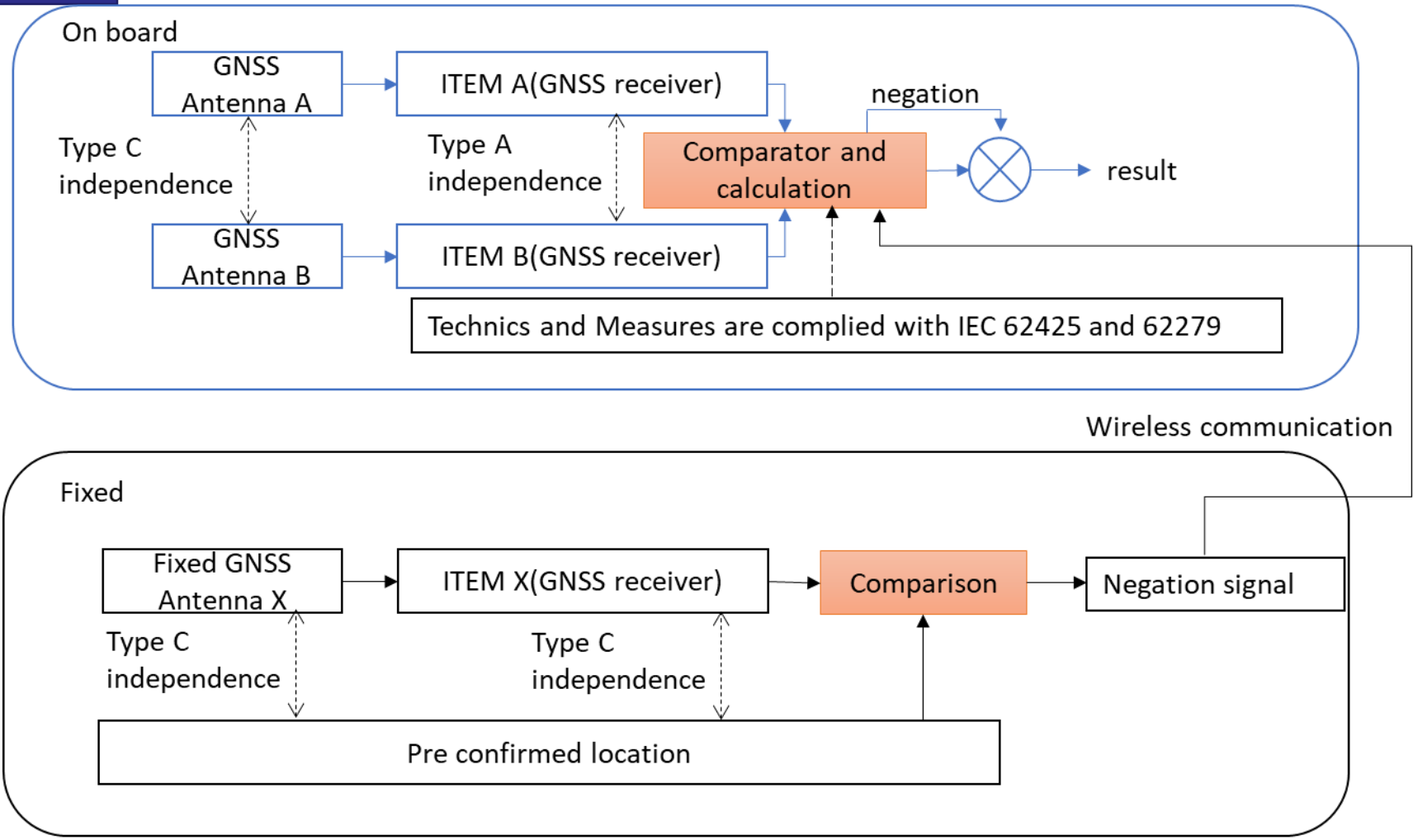
フィードバック手法、多要素における故障検知で、各部位が故障していることを検知できるようにし、detection and negationを実施する。  
**GNSSにおける位置検知手法**

**LiDARセンサによる位置検知手法**

- LiDARセンサを車上側、ターゲットマーカを軌道側に設置
- 軌道側はターゲットマーカを複数個使用し、固有地点に応じてターゲットマーカの並べ方を変えることで固有地点をコード化
- LiDARセンサがターゲットマーカに向けてレーザ光を照射し、ターゲットマーカからの反射光の輝度を測定してコードを読み取
- 固有地点とコードを紐付けたデータベースを車上側に装備し、LiDARセンサが読み取ったコードをデータベースと照合して固有地点を特定

軌道側へのターゲットマーカの設置 固有地点に応じてターゲットマーカの並べ方を変えることで固有地点をコード化





## まとめ

新しいモビリティを実現していくには保安装置単体としても、輸送計画、安全性の担保、高速処理のアーキテクチャ、位置検知技術、それに加え安全の justification など多くの技術分野の組み合わせが必要であり総合力を生かした取り組みが必要である。このため、分野を超えた取り組みを今後進めていきたい。