

11月2日（木）

講演6

LiDARセンサを利用した列車の位置検知手法の検討



交通システム研究部

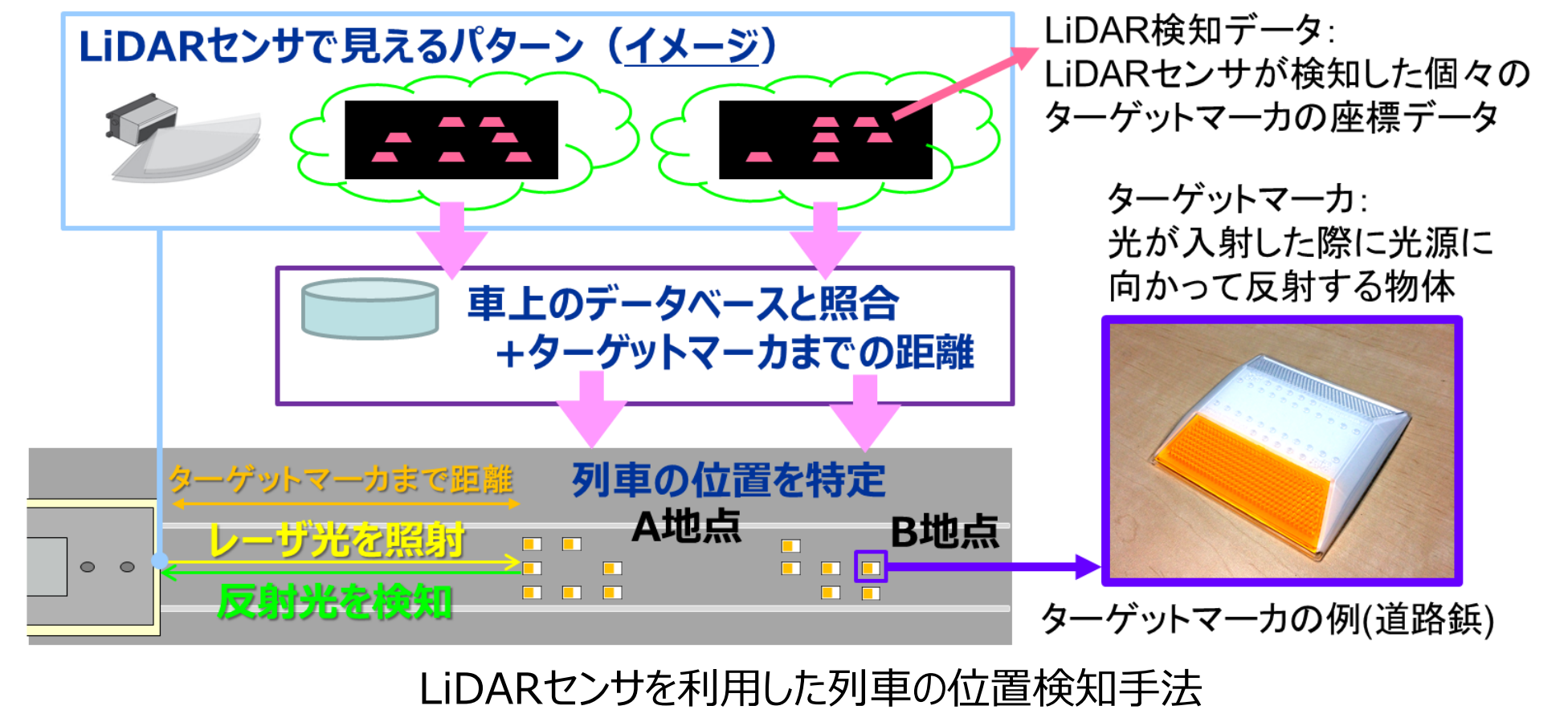
※望月 駿登

工藤 希

山口 大助

はじめに

- 列車の位置検知は地上装置(軌道回路や地上子等)を用いて行うが、その維持及び更新に係るコストが鉄道事業者の大きな負担となっているため、車上の位置検知手法として衛星測位システムを活用する手法に注目
- トンネル等で衛星からの電波の受信が困難な地点では測位精度の低下が懸念され、衛星測位システムを補完する他の位置検知手法が必要
- LiDAR(Light Detection And Ranging)センサに着目し、軌道内に設置したターゲットマーカの配置を認識する手法を提案
→ 走行中のLiDAR検知データは線路方向に広がり、その配置を正確に認識することが困難 ⇒ **LiDAR検知データを補正する手法を考案**

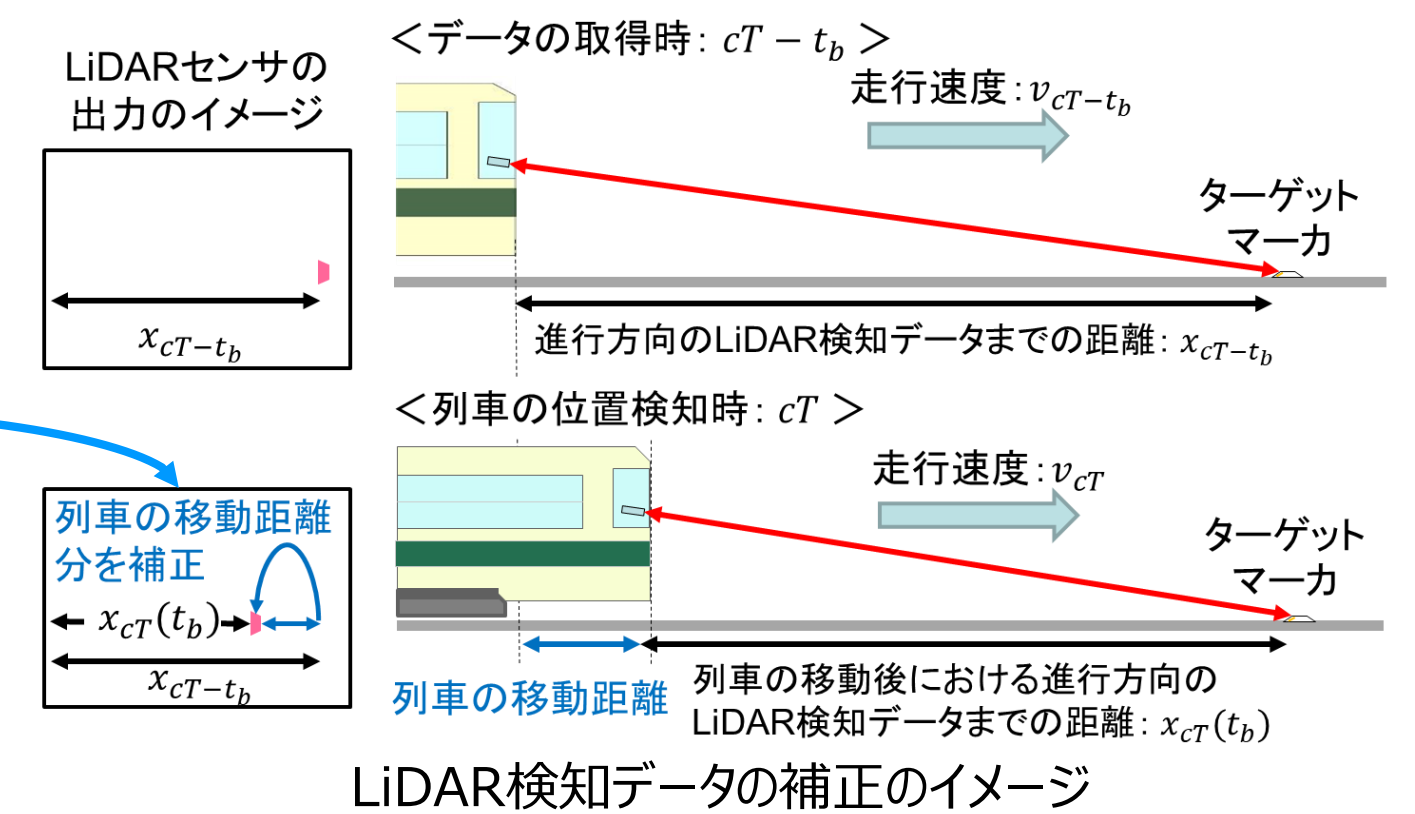


LiDAR検知データの補正手法

列車の移動により、車上に取付けたLiDARセンサの位置が変化するため、**走行中の異なる時刻で同じ物体を検知しても異なるLiDAR検知データとして取得**
→ LiDAR検知データの取得時から列車の位置検知の周期までの**列車の移動距離**を用いてそのデータを補正することが必要

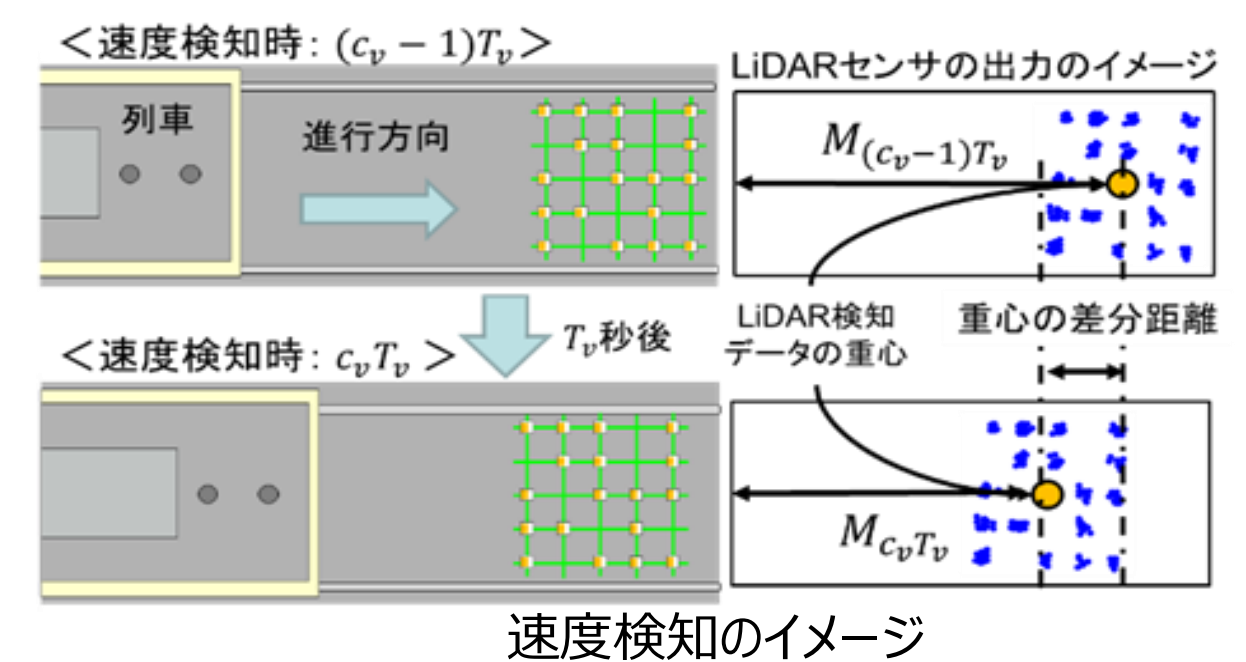
$$x_{cT}(t_b) = x_{cT-t_b} - \int_{cT-t_b}^{cT} \frac{v(t)}{3.6} dt$$

T : 位置検知の周期[s], c : サイクル数, $v(t)$: 走行速度[km/h],
 t_b : データを取得してから位置検知を行うまでの時間[s],
LiDAR検知データの進行方向の座標: x_{cT-t_b} [m],
列車の移動後のLiDAR検知データの座標: $x_{cT}(t_b)$ [m]



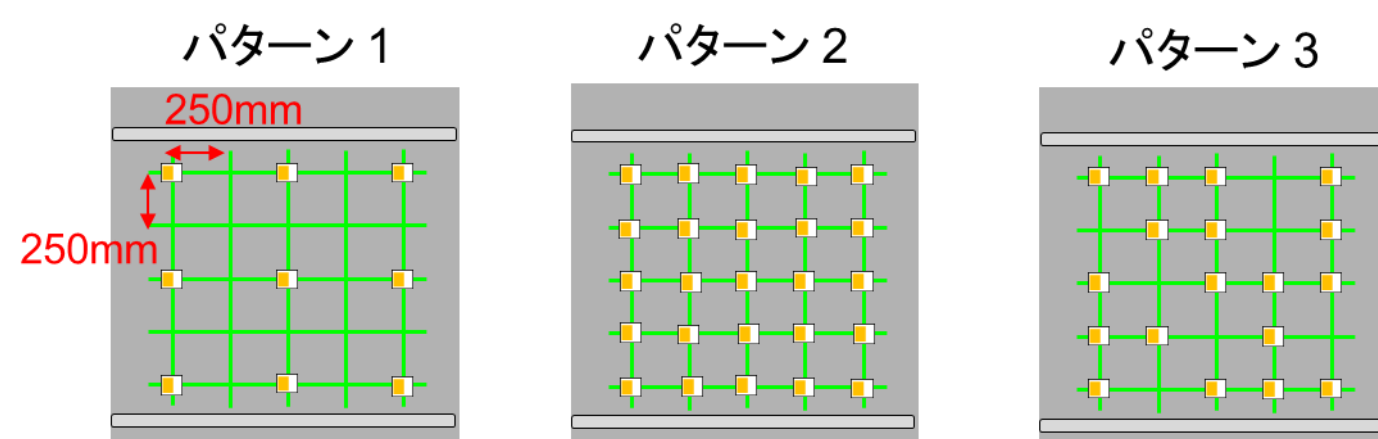
LiDAR検知データを補正する際に**走行速度**が必要なため、**速度検知時のLiDAR検知データの重心*1とその1周期前の速度検知時のLiDAR検知データの重心の差分距離と速度検知の周期から検知速度($v_{c_v T_v}$ [km/h])**を算出
算出した**検知速度**に対して移動平均フィルタを2回使用した出力が本手法の**走行速度**

*1 使用するLiDAR検知データを平均化した座標



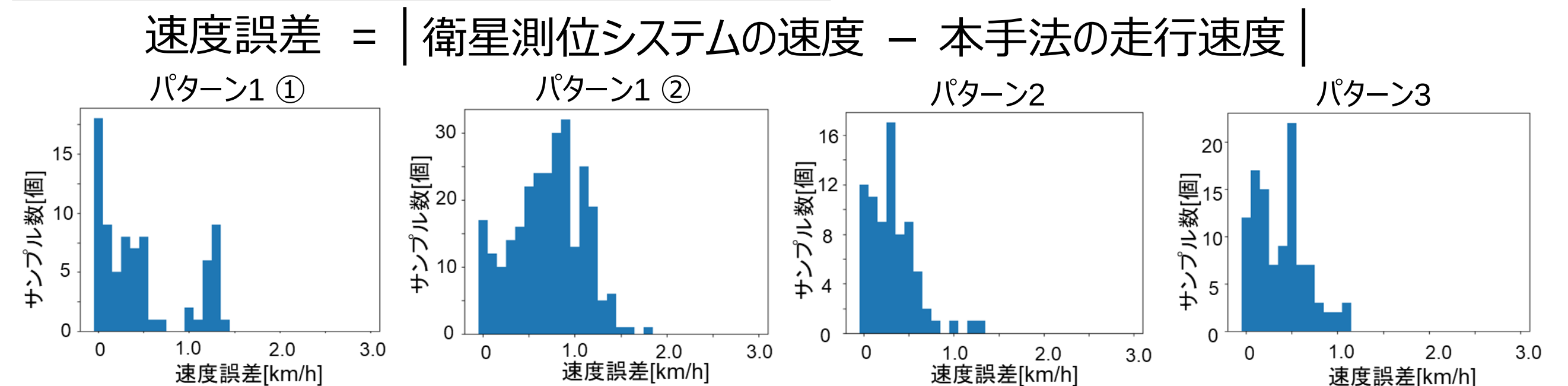
実車による実験

ターゲットマーカの配置とその配置の通過速度



	ターゲットマーカの通過時の衛星測位システムの速度データ
パターン1 ①	36.6km/h
パターン1 ②	9.6km/h
パターン2	36.1km/h
パターン3	25.3km/h

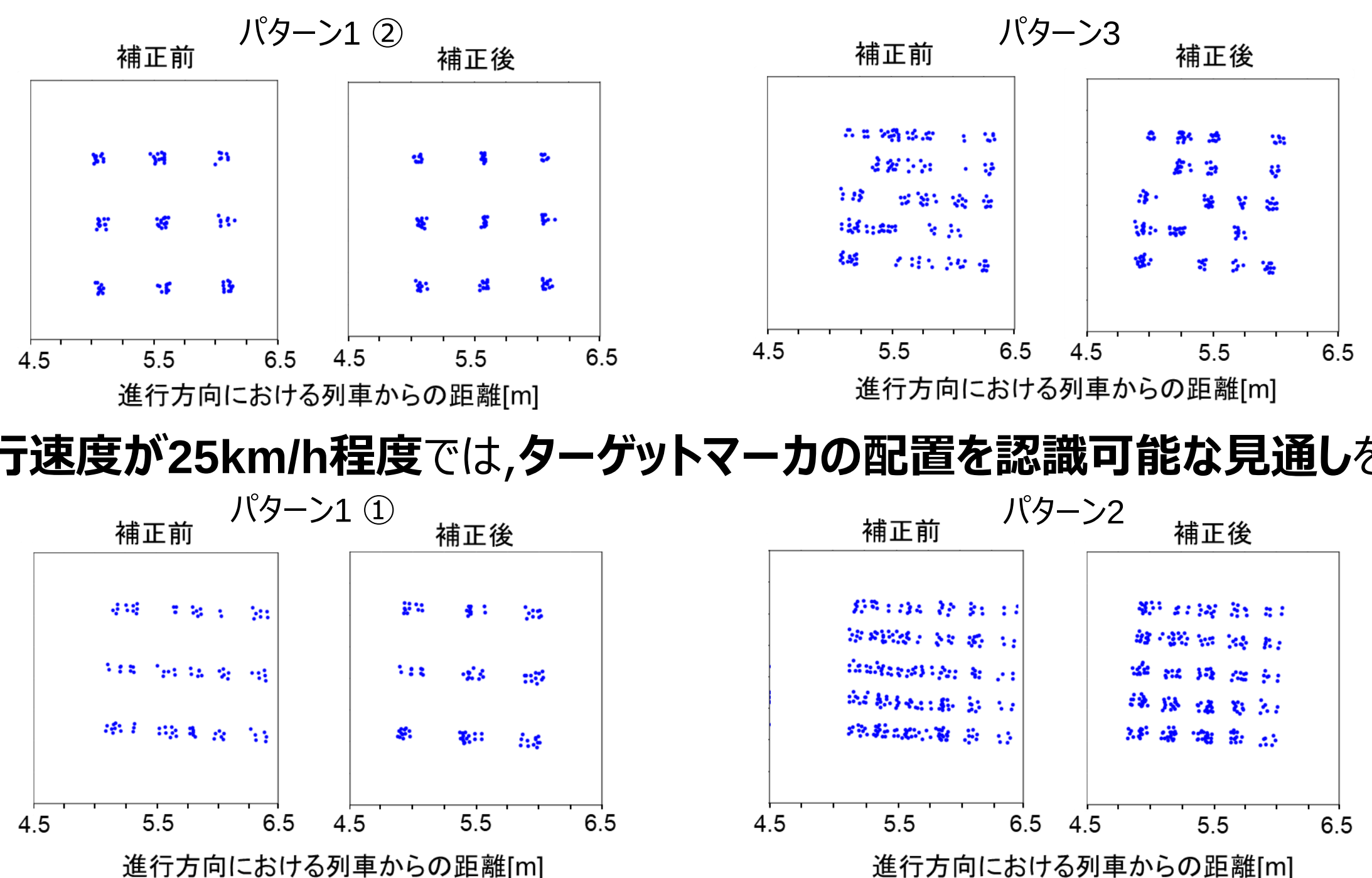
速度検知手法の走行速度の精度の評価結果



評価は本手法の走行速度が安定しない出力開始直後のデータを除く速度検知の範囲内

→ 走行速度及びターゲットマーカの配置に関係なく、**速度誤差は2km/h以下**

補正手法を用いたLiDAR検知データの補正結果



→ **走行速度が25km/h程度では、ターゲットマーカの配置を認識可能な見通しを得た**

→ **走行速度が35km/h程度では、進行方向にLiDAR検知データが広がる傾向**

列車の位置検知及び速度検知手法の設定

	位置検知	速度検知
各検知を行う場合のLiDARセンサからのLiDAR検知データの重心の範囲	5 ~ 6m	5 ~ 30m
検知周期	$T = 0.02s$	$T_v = 0.02s$
各検知時より前に取得したデータが使用可能な時間	0.1s	0.1s
使用する移動平均フィルタ数	-	2
移動平均フィルタのデータ数	-	25^{*2}

*2 使用するLiDARセンサの仕様において、検知範囲の98%の情報を得るために必要な時間は0.5sであり、速度検知の周期を0.02sと設定したため、移動平均フィルタのデータ数を25に設定

今後の予定

ターゲットマーカの配置を認識するために適切な**ターゲットマーカの間隔の検討**