平成28年度
SIP（自動走行システム）
走行映像データベース構築技術の開発及び実証
中間報告

日本自動車研究所（JARI）
第51研究室（クラリオン）
第52研究室（萩原電気）
第61研究室（ルネサスエレクトロニクス）
第62研究室（日本電気）
第63研究室（デンソー）
再委託：産業技術総合研究所、名古屋大学、トヨタ自動車、
マツダ、日立製作所、三菱電機、パナソニック、富士通

1. 走行映像データベースの概要（再掲載）

■画像DB構築技術を協調領域に設定し、欧州R&D戦略に対抗する要素技術を研究開発
■研究開発の最終目標（アウトプット）：単眼カメラ方式走行映像データベース構築技術の確立
✓歩行者事例延べ400万、歩行者4万シーン（動画）以上の走行映像データベースを構築

2. 研究開発内容と成果目標（4年間）

□計画具体化（H26）→映像収集（H27）→分析・評価（H28）→実証・DB構築（H29）
□今期は加工済みデータ（全体の40%）を活用して走行映像DBの有効性評価に重点
□最終的には、業界要望を反映し残り60%の映像データを含め走行映像DBを完成する

研究開発内容	2014年度(H26)	2015年度(H27)	2016年度(H28)	2017年度(H29)
位置付け	映像収集の準備	映像データ収集	DB分析・評価	実証、DB構築完了
(1) データ収集車両	6台製作			
(2) データ収集	走行計画立案 当初5000時間	国内：1347時間 米国：135時間 当初の30%取得		
(3) データ加工	加工手順、方法を具体化	シーン抽出40%（全体の40%分） タグ付け10%	②シーン抽出100%（全体残り60%分完了） タグ付け100% シーン分類40%	⇒シーン分類100%
(4) DB化基盤技術 ・タグ付け技術 ・リアルタイム可逆圧縮 ・検索エンジン	ツール開発計画立案・開発（80%）	ツール開発（残20%）、改良	③自動タグ付け機能追加（対象物までの距離情報）	・機能追加（DB評価結果を基に必要機能を追加）
(5) DB評価	（データセンター立上げ@リース）	評価用データ準備 評価計画策定（産総研）	①評価用データ提供 DBの質・量・多様性等製品・システム開発への有効性評価	関係者間でDBを本格的に活用した評価

3. H28年度研究開発目標と進捗状況

今期の実施計画に対しては計画通り進行中

H28年度研究開発目標	進捗状況
①DBの評価 ・委託先にデータ提供(7月完)・・・画像、タグ情報、センサデータ等を10時間分 委託先ではデータの目視確認＆自社システム評価用にデータ変換など準備中 ・中間報告@10月～評価成果集約@12月～報告書まとめ@1月を予定	計画通り進捗 約50%
②データ加工 ・シーン抽出： 既取得映像(残り60%)から分析対象データを切り出し ・タグ付け： シーン抽出された映像データに、必要なタグ付け作業を実施 ・シーン分類： 昨年度タグ付け加工済みの40%データに対して、 27シーン分類(道路構造x位置関係など)への振分けを実施	計画通り進捗 約15%
③DB化基盤技術 ・タグ付け技術：自動タグ付け機能追加(対象物までの距離情報付加) ・検索エンジン：検索やデータ確認作業に適した環境整備	計画通り進捗 約50%

項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
SIPシステム実用化WG 自動運転システム研究推進委員会			概要報告 6/8 ▽			中間報告 9/28 ▽	自動運転システム研究推進委員会 9/29 ▽					
JARI開発検討会				第1回 6/29 ▽		第2回 9/2 ▽		第3回 10/30 ▽	第4回 12/下 ▽	第5回 1/中 ▽		
①DBの評価 （再委託業務）			産総研 概要 報告	評価用 データ 提供済		7社 概要 報告	一部提供	中間 報告	報告 骨子 報告	成果 報告 まとめ デモ実施		
②データ加工 ・シーン分類 ・シーン抽出 ・タグ付け						シーン分類（加工済み40%分）		シーン抽出（残り60%データ化作業）	タグ付け（残り90%データ化作業）			
③DB化基礎技術 ・タグ付け技術 ・検索エンジン			自動タグ距離情報ツール開発				検索エンジンの開発					

青字：実施済み

4．走行映像ＤＢの評価（再委託業務）

■OEM(トヨタ、マツダ)、サプライヤ(日立製作所、三菱電機、パナソニック、富士通)、研究機関(産総研、名古屋大学)の8団体に再委託してDBの実用可能性など評価
実施期間：H28年6月～H29年1月末(成果報告書を納入)

【OEM、サプライヤ、研究機関のDBに対する期待】

①ハイビジョンカメラ映像データの有効性
- 従来カメラ30万画素 ⇒ ハイビジョンカメラ230万画素　画素数比：約8倍

②画像情報(カメラ)と距離情報(レーザセンサ)の有効性
- 自車両周辺の対象物が連続的な挙動＋距離データとして収録されている

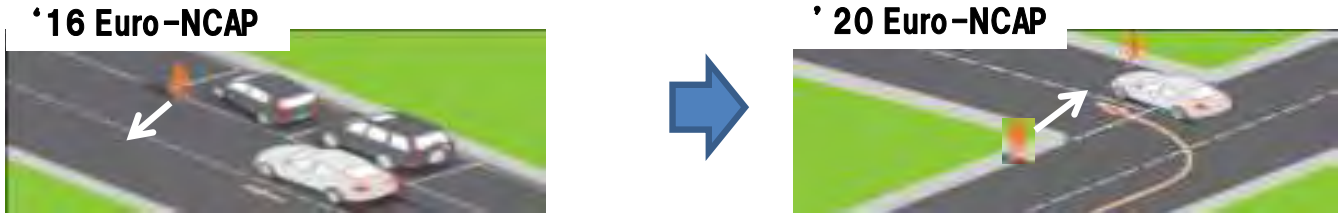
③映像データの多様性と量
- 映像シーン(地域、道路構造、追越し・横切り等)、障害物(歩行者、自転車等)及び環境条件(昼・夜・雪等) 等の映像バリエーションやﾃﾞｰﾀ量が豊富

概ね、各社での開発に有効活用できる・・・と期待されている

5. 走行映像DB成果の活用イメージ(Tier1)

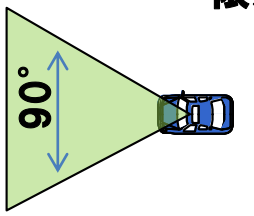
◆ADASの動向(EuroNCAP)

‘16単路飛び出しから’20交差点事故の対応(広域の検知)が必要



◆既存データベースとの有効性比較とその意義

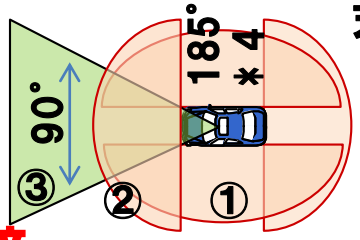
KITTI *1 Karlsruhe市とその周辺限定で収集した画像



カメラ仕様
画素数 1392＊512, 分解能12bit
画角 90°、周期 10fps

情報量 約100倍

SIP走行映像DB 日本各地、米国から地域性や天候等を考慮した、幅広い画像



カメラ仕様
画素数 1920＊1200，分解能12bit
画角 90°＆185°＊4、周期 60fps

前方

①側方

②前広角

③前遠方

*1 (Karlsruhe Institute of Technology)

次世代カメラ性能を先取りしたデータで、将来技術を開発加速
本活用事例では前遠方に加え、前広角・側方のデータで、’20 EuroNCAPに対応

5. 走行映像DB成果の活用イメージ（サプライヤ:LSI開発）

■画像認識技術の動向：
障害物等特定対象物の認識から刻々と変化する対象の挙動認識やシーン認識に移行する

2016　2018　2020　2022　202X（年）

ドライバアシスト　半自動運転　自動運転

想定アプリケーション

対歩行者

飛び出し

夜間

交差点

高速道路
半自動運転
Stop&Go

モバイルアイ社開発ロードマップ
シーン認識に対応したデバイスを計画中

	EyeQ '07	EyeQ2 '10	EyeQ3 '15	EyeQ4 '18	EyeQ5 '20
想定アプリケーション	単眼カメラによる物体認識	単眼カメラによる歩行者認識	・EyeQ3x3搭載のTrifocalシステム・アラウンドビュー対応	・シーン/ランドマーク情報抽出 ・Fusion対応 ・半自動運転対応	・シーン/ランドマーク情報抽出 ・Fusion対応 ・自動運転対応
対応カメラ能力			40度 マルチカメラ化可能	50度 1080p-4k, 30fps	100度 1080p-4K, 60fps

認識技術

移動体識別→
特定対象物の認識

人，車両，標識

シーン認識→
全被写体のカテゴライズ

人，車両，道路，
構造物，街路樹

リスク回避→
対象物の挙動認識

人，車両の移動方向+量
道路，構造物，街路樹

5. 走行映像DB成果の活用イメージ（サプライヤ:LSI開発）

■市街地半自動運転対応（2022年度以降）に向けた全周囲監視画像認識用LSI開発に走行映像DB成果を活用

■LSI開発プロセス

・アーキテクチャ仕様Fix：量産時期の7から8年前に確定が必要

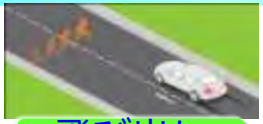
・開発期間：設計・試作からデバイス量産に最低5年間以上必要

2016 2018 2020 2022 202X (年)

ドライバアシスト 半自動運転 自動運転

想定アプリケーション

対歩行者


飛び出し

夜間

交差点

高速道路
半自動運転
Stop&Go

交差点対応

画像認識用LSI開発（設計・試作） ×

'16からのLSI開発では、'20年の交差点対応用のLSI量産は間に合わない

市街地半自動運転対応

アーキテクチャ仕様FIX

シーン認識用LSI開発（設計・試作）

シーン認識LSI量産

アーキテクチャ選択肢の評価

性能チューニング

画像処理IP系?

メニーコア系?

GPGPU系?

性能評価データとして走行映像DB成果（全周囲データ）を活用

以下　ご参考資料

参考1. 走行映像DBの評価　実施分担（OEM、サプライヤ、研究機関）

■DB質とDB多様性など評価項目を提示し、各社の要望で実施内容を決定。

SIP走行映像DB　OEM／研究機関／サプライヤ　評価項目実施分担表

評価項目		トヨタ	マツダ	名古屋大	日立	パナソニック	三菱	富士通
システム評価								
①	**映像データの27シーン分類の指針検討および有効性の評価** ⇒網羅性の確保に向けて、どのようなシーンを収集する必要があるかなど映像に対するコメント添削	○			○			○
②	**誤認識対象のバリエーション評価** ⇒どのような誤認識シーンが必要か映像に対するコメント添削	○						
③	**レーザーレンジセンサによる基準距離情報付加の有効性評価** ⇒カメラとレーザーを用いたセンサ・フュージョンによるベンチマーク評価などを含む			○			○	
④	**歩行者の属性情報等を用いたタグ情報の有効性評価** ⇒属性情報を活用した歩行者の挙動解析などのタグ情報の有効性評価				○			
⑤	**真値タグ付き画像の活用方法検討および追加タグ情報の提案** ⇒事業成果の新たな活用展開に係る検討や提案を希望	○	○			○	○	
性能評価								
⑥	ハイビジョンカメラ画質（1920x1200画素）を画素抜きやノイズ等の画質を劣化させた環境劣化状況と既存カメラシステムとの認識率等の比較評価 （**高分解能カメラの有効性を評価**）						○	
⑦	画像明暗（昼、夜、影等）による認識率変化評価 （**画像データの平均輝度のバリエーション評価**）			○				

参考1．1　走行映像DBの評価（トヨタ自動車）

■映像データの27シーン分類の指針検討および有効性

・走行映像データベースの各シーンに対し、事故分析等の一般的な手法を活用して、追加すべきシーンや不要なシーンを考察

■真値タグ付き画像の活用方法検討および追加タグ情報の提案

・画像データやタグ情報に対し、画像ビューアを活用するなどして、画像データの有効活用方法や追加すべきタグ情報を検討

■誤認識対象のバリエーション評価

・走行映像データベースの各シーンに対し、事故分析等の一般的な手法を活用して、追加すべきシーンや不要なシーンを考察し報告

例.「歩行者」を評価する場合

		画像タグ情報	
		タグ有	タグ無
検出結果	有	○　(TP)	誤検出　(FP)
	無	未検出　(FN)	○　(TN)

評価指標	式
Precision 適合率(正解率)	TP／(TP+FP)
Recall 再現率	TP／(TP+FN)
F-measure Precision&Recallの調和平均	2TP／(2TP+FP+FN)
未検出率	FN／(TP+FN)
誤検出率	FP／(TP+FP)

参考１．２　走行映像DBの評価（マツダ）

■真値タグ付き画像の活用方法検討および追加タグ情報の提案

・タグ情報（歩行者及び車両）を活用した交通シミュレータの育成

走行映像
DB

【活用①】
真値タグ付き画像を教師データとして利用し、歩行者及び車両のタグ付け情報及び画像から特徴量を抽出し、歩行者および車両の動きをモデル化。

XML

車両シミュレータ
の動画を表示

車両シミュレータ育成

撮像

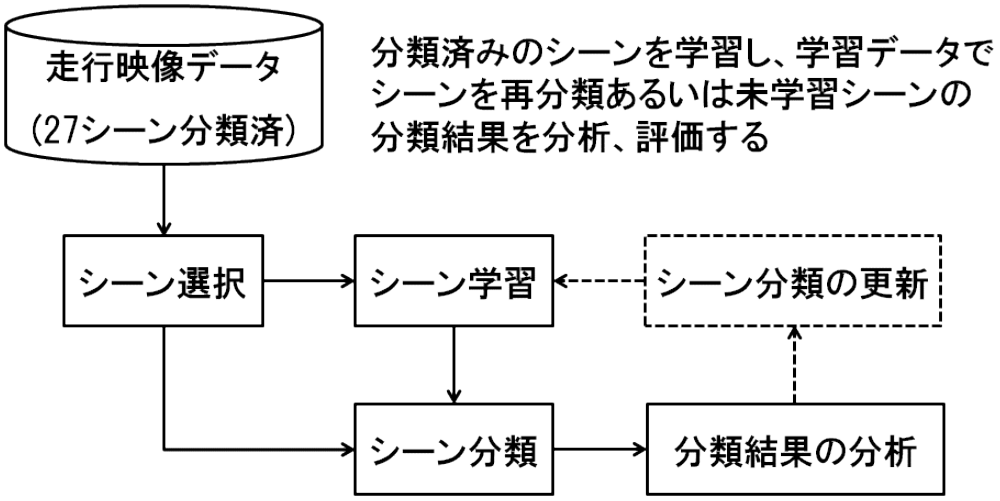
車載カメラ

HILS
制御モデル

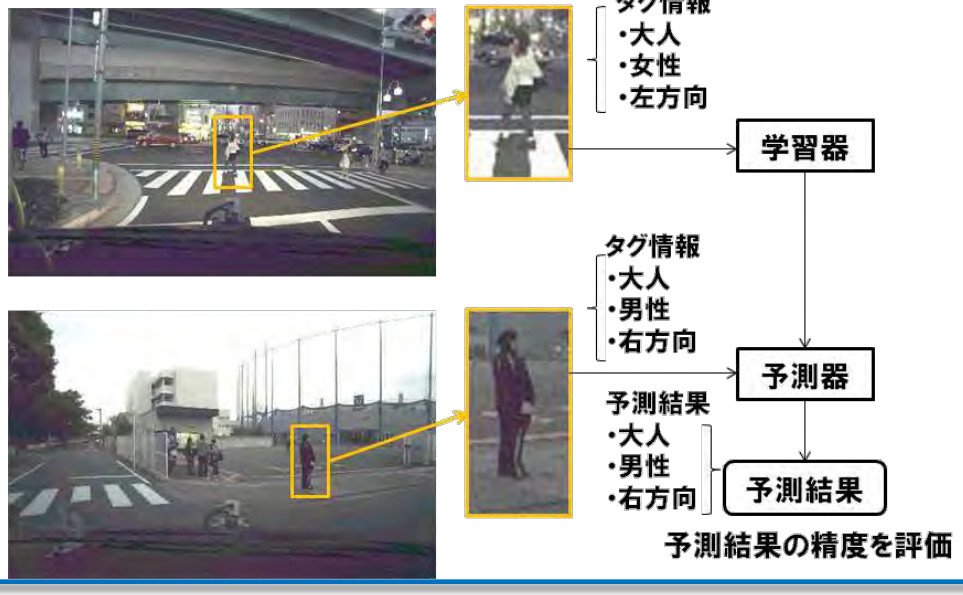
【活用②】
タグ情報を時系列に組み合わせ車両シミュレータ用評価シナリオ（危険なシーンの組み合わせ）が生成の検討。

参考１．３　走行映像DBの評価（日立製作所）

■映像データ27シーン分類の妥当性および有効性の評価

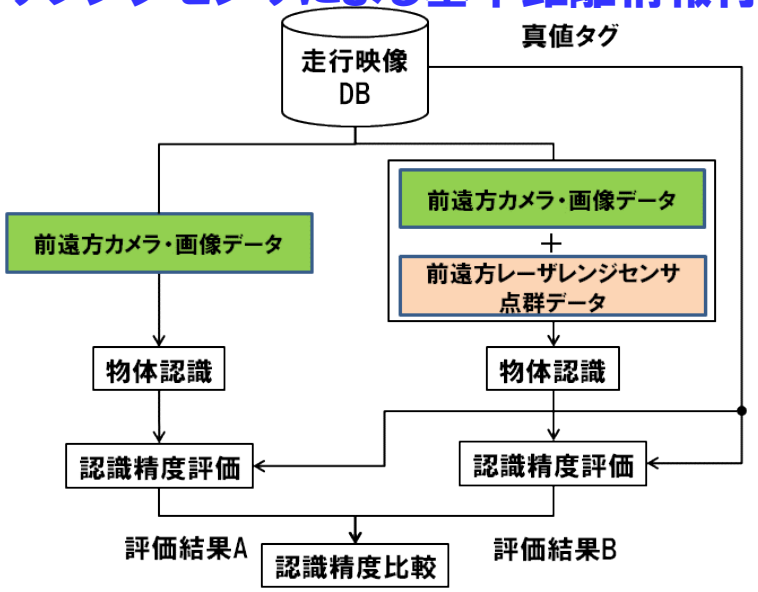


■歩行者の属性情報等を用いた認識アリゴリズムの性能比較評価

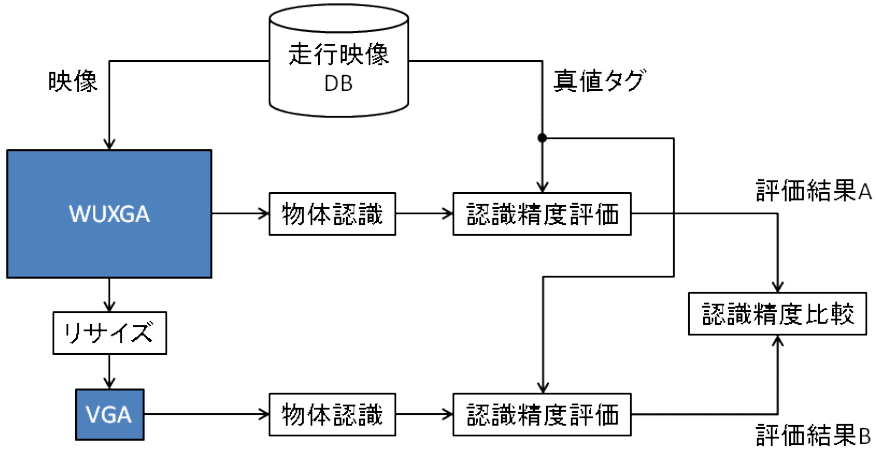


参考1．4　走行映像DBの評価（三菱電機）

■レーザレンジセンサによる基準距離情報付加の有効性評価



■高分解能カメラの有効性評価



■真値タグ付き画像の活用方法検討および追加タグ情報の提案

・社会インフラ点検システムや都市計画支援システムといった全く別の分野での活用

参考1．5　走行映像DBの評価（パナソニック）

■真値タグ付き画像の活用方法検討および追加タグ情報の提案

・真値タグ情報を正解値とし、歩行者（人）検知を中心とした保有する2種類の画像認識アリゴリズムを用いた認識率の性能比較の評価。
・天候条件や時間帯（昼・夜）、色調や対象物までの距離、複雑な形状や物体の重なりなど条件における性能比較の評価。

	真値タグに対する歩行者検知数			分析傾向									
	正解	未検知	誤検知	27シーン別	分類1	分類2	方向	付属物	隠れ	天気	色	時間	…	
アルゴ①														
アルゴ②														

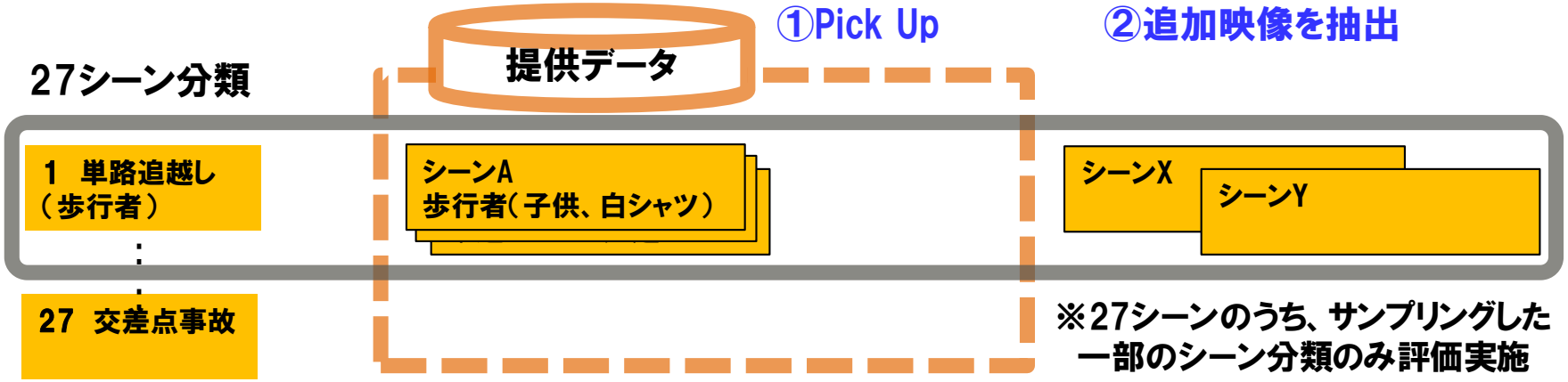
参考1．6　走行映像DBの評価（富士通）

■映像データ27シーン分類の妥当性および有効性の評価

・シーン網羅性に対する考察

指針：性能差を把握できるようなシーンを網羅的に絞込む

- システム作動する環境でのロバスト性、網羅性を評価するシーン（渋滞、市街地）
- 画像の誤認識しやすいシーン（照度条件［逆光、夜間］　複雑な背景）
- 他センサが苦手とするシーン（複雑形状［乱反射、強反射］、物体が重なっている）



※27シーンのうち、サンプリングした一部のシーン分類のみ評価実施

■映像データ27シーン分類の妥当性および有効性の評価

・DB（タグ情報）内容の過不足、改善点の抽出

・各システム（AEB、LKA、追突防止、巻込み防止etc）が要求する画像センサ障害物検知、標識検知、信号機検知、白線検知など様々である。

・画像データに添付されているタグ情報を確認し、付随するタグ情報に対して、抜け漏れがないかどうかの確認。

障害物検知の要求仕様（例）

項目	仕様
最大検知障害物数	12出力
認識対象物	人（歩行者、子供） 二輪車（自転車・バイク） 静止障害物（ポール・壁） それ以外の特殊物（カート・セグウェイ） 自動車（大型、普通、軽）
距離範囲・距離精度	1～20m、精度　5%
角度精度	±30deg、精度 0.1deg

参考1．7　走行映像DBの評価（名古屋大学）

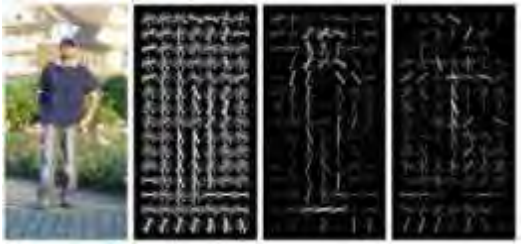
■レーザーレンジセンサによる基準距離情報付加の有効性評価

・カメラ映像のみを用いた歩行者検出手法とレーザーレンジセンサより得られる距離情報を併用したセンサフュージョンに基づく歩行者検出手法それぞれの性能を評価し、カメラとレーザーレンジセンサを組み合わせるセンサフュージョンによる性能改善の度合いを定量化。

画像のみから歩行者検出する方法
- ベースラインによる手法
- 色特徴・形状特徴などを組合わせる最先端手法
- 深層学習（Deep Learing）に基づく手法

＋

レーザレンジセンサによる距離情報



距離情報付加により検出精度向上が期待

■画像明暗（昼、夜、影等）による認識率変化評価（画像データの平均輝度のバリエーション評価）

・撮影条件の違いによって発生するカメラ映像中の明暗変化により、どの程度歩行者検出性能が変化するかを定量的に評価。

時間帯や照明などの条件に応じて画像を分類
各条件での認識精度を比較

様々な条件で、照明等による歩行者検出の性能低下を定量化

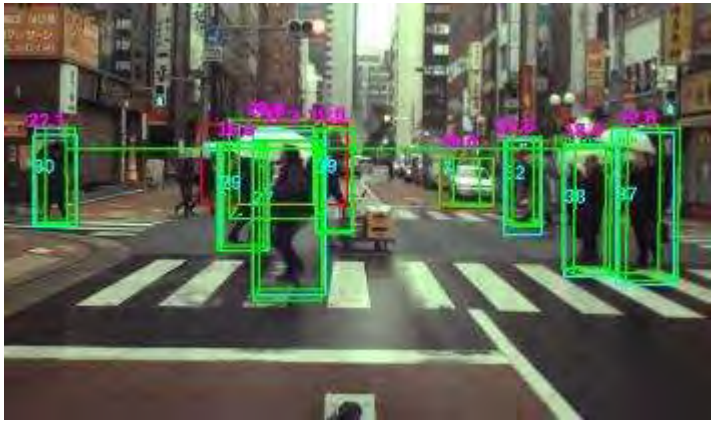
参考2. タグ付け技術開発（H28年度：自動タグ付け機能の概要：再掲載）

①単眼カメラ画像から障害物との距離を推定しタグ付け

画像中の障害物の種類を判別しタグ付けする仕組みに加え、
H28年度は障害物との3次元的な位置関係を把握する
「3D単眼画像認識技術」を用いてタグ付けを行う仕組みを研究

～H27年度:画像中の物体の種類を判別、タグ付け

H28年度:物体との3次元位置関係を把握、タグ付け



②自動タグ付け処理速度の向上

- 対応:自動タグ付け処理の並列処理化を進め、単位時間あたりの処理量を増やすことにより処理速度の向上を図る
- 目標:H27年度の2倍以上（単位時間あたりの処理量）

参考2．1　タグ付け技術開発（距離情報付加仕様）

■入力仕様

●単眼ハイビジョンカメラによる走行映像

●カメラに必要な初期設定情報

・カメラ、レンズの歪補正用パラメータ
・カメラ地上高
・カメラ取付けピッチ
・カメラ取付け位置（車両中心とのオフセット距離）

■出力仕様

●障害物の種類

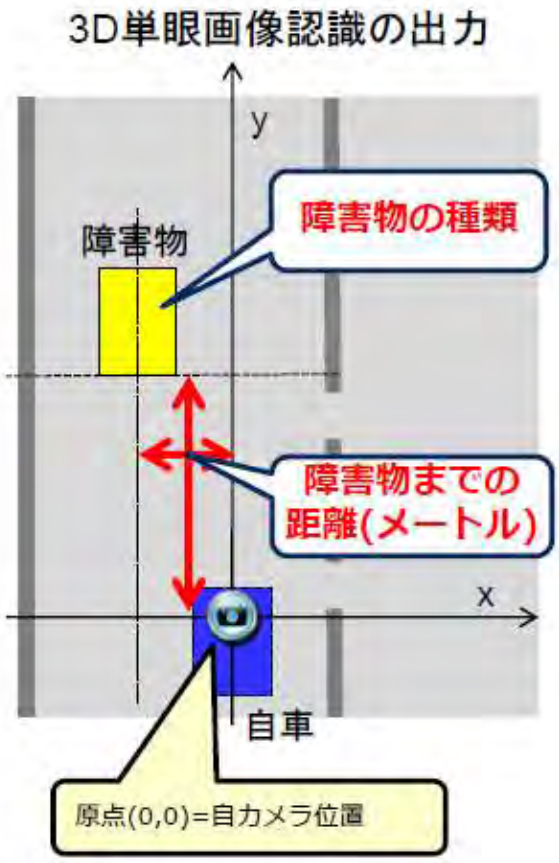
・歩行者、自動車（普通車、大型車）、自転車、二輪車⇒自動化対象物

●障害物までの距離

・カメラを原点とした障害物までの前方、左右方向の距離を
　メートル出力（m）で、分解能0.1m
・カメラ取付け位置と車両位置とのオフセット距離がわかれば、
　車両中心座標への変換可能

●目標性能：±5%以内

●出力周期：60fps：6フレーム毎、25fps：2フレーム毎



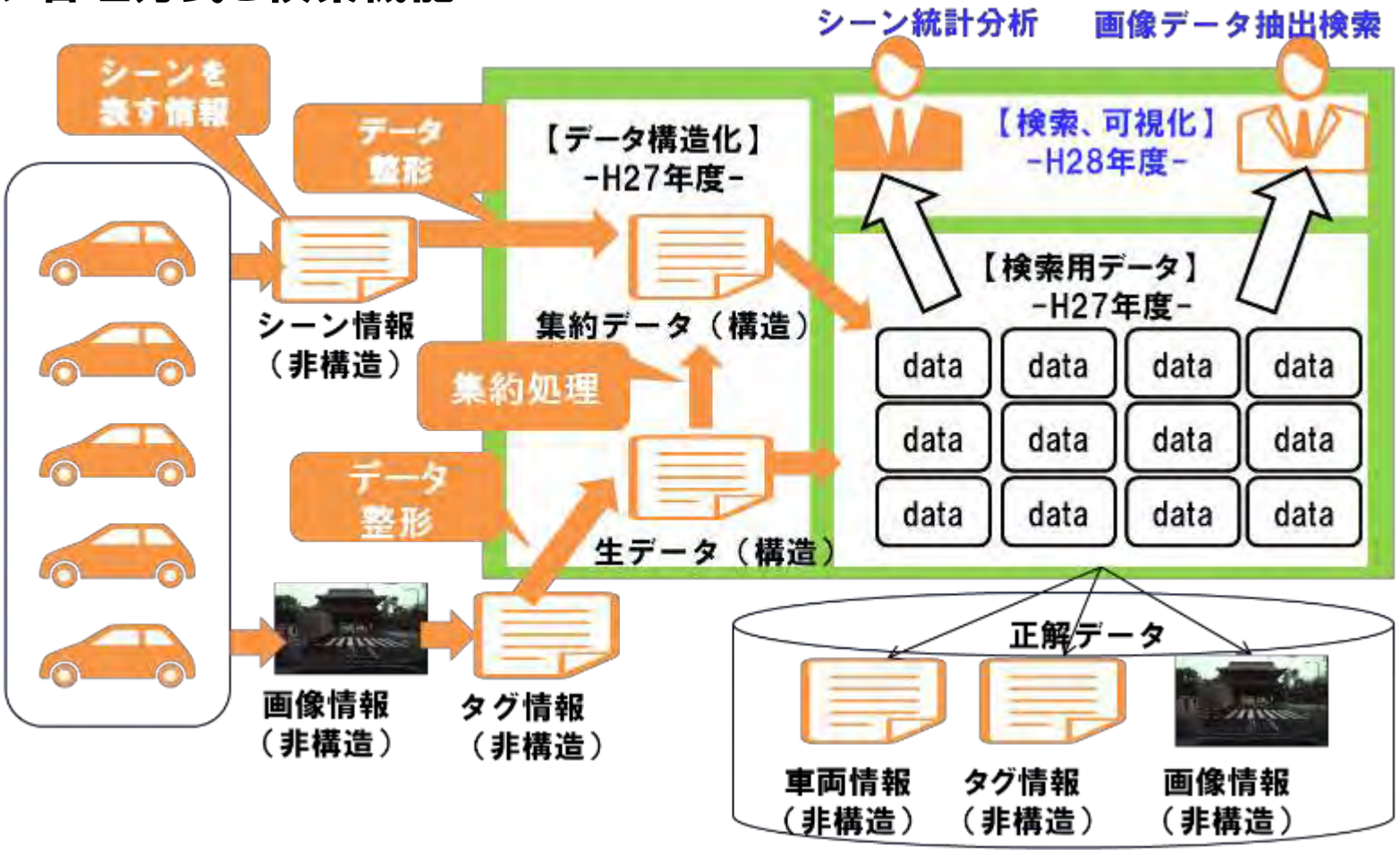
■注意事項

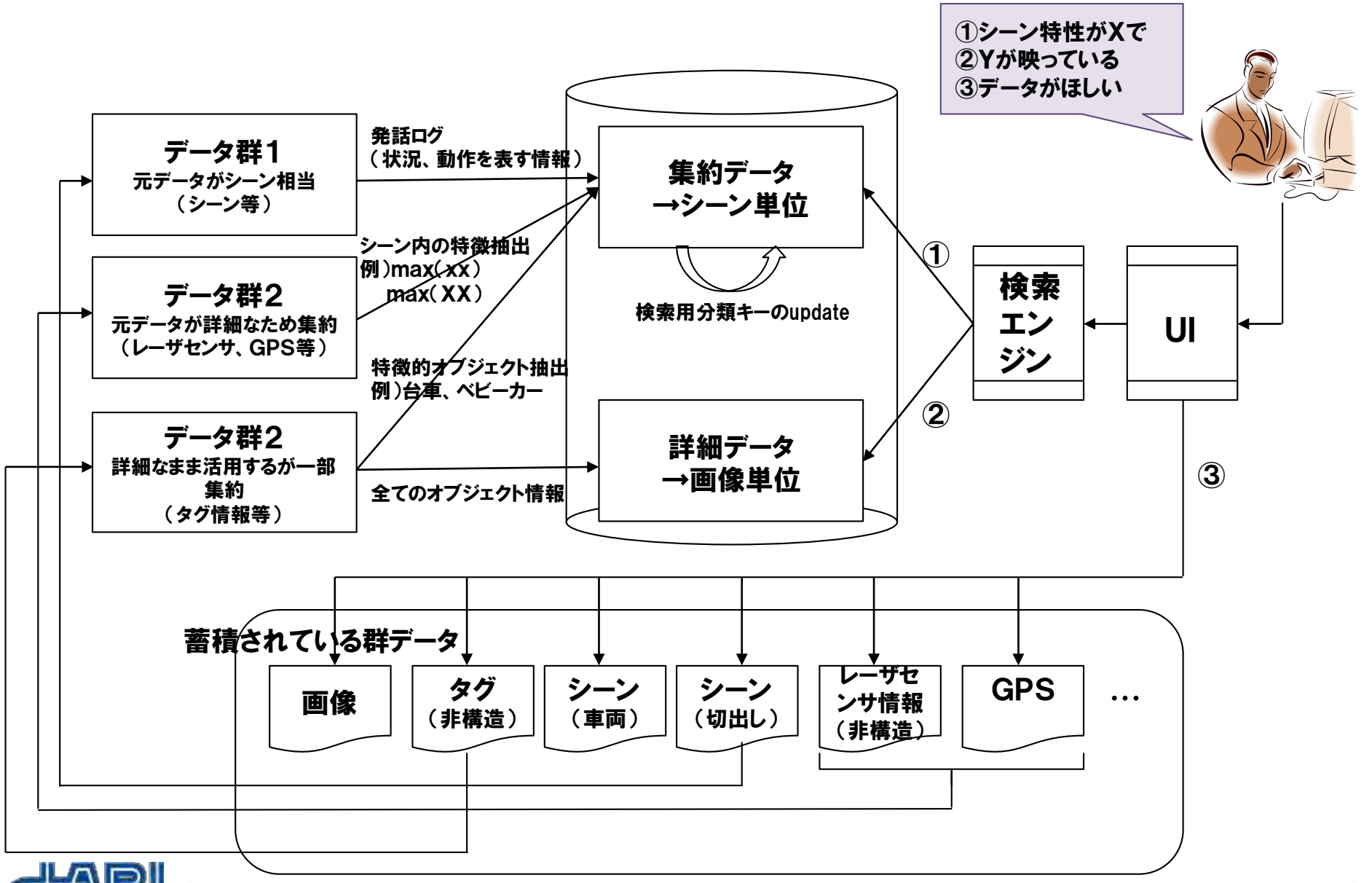
●自車両のピッチ方向の姿勢変化、道路形状（登り、下り坂）が、測定結果へ影響を及ぼす場合があり、CAN情報による補正は実施しません。

●映像中の障害物に隠れ、見切れなどが発生している場合で、画像認識が出来ない場合は、距離情報は生成されません。

参考3.　検索エンジンの開発（再掲載）

■狙い：膨大に蓄積されたデータに対し、効率的なデータ抽出を実現するためのメタデータ管理方式と検索機能



検索エンジンにおける基本アーキテクチャ

参考3．1　検索エンジンの開発（H28年度：検索エンジンの概要）