研究コース５（AI Quality Analysis チーム）

付録 A　AI 部品の概要

※以下の AI 部品を「付録 B AI 部品の特性評価結果と QC マトリックス」にて使用.
本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP2 に関連.

AI 部品の概要

[物体検出アルゴリズム]

YOLO[1] などが著名である．以下に本研究で利用したアルゴリズムを示す.
名称：YOLOv5[2]
学習用データセット：COCO[2]
※本研究では上記データセットで学習済みの状態で公開されているアルゴリズムを利用.

表 A-1 学習用データセットでの性能 [2]

条件：IoU（Intersection over Union）	スコア：mAP (mean Average Precision)
0.5～0.95（0.05 刻み）	50.7
0.5	68.9

図 A-1 物体検出例 1[3]

図 A-2 物体検出例 2[3]

[セマンティック・セグメンテーションアルゴリズム]

U-NET[4] などが著名である．以下に本研究で利用したアルゴリズムを示す.
名称：Hierarchical Multi-Scale Attention for Semantic Segmentation[5,6]
学習用データセット：Cityscapes + Mapillary Vistas[5]
※本研究では上記データセットで学習済みの状態で公開されているアルゴリズムを利用.

表 A-2 学習用データセットでの性能 [5]

条件：データセット	スコア：mIoU (mean IoU)
Cityscapes	85.1
Mapillary Vistas	61.1

図 A-3 セマンティック・セグメンテーション例（入力画像）[3]

図 A-4 セマンティック・セグメンテーション例（出力画像）

[1] Joseph Redmon *et al.*, You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), IEEE, 2016.
[2] Ultralytics LLC, https://github.com/ultralytics/yolov5
[3] BDD100K 10K Images, https://doc.bdd100k.com/download.html#id1
[4] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer and Thomas Brox, U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI), 2015.
[5] Andrew Tao, Karan Sapra and Bryan Catanzaro, Hierarchical Multi-Scale Attention for Semantic Segmentation, https://arxiv.org/abs/2005.10821
[6] NVIDIA Corporation, https://github.com/NVIDIA/semantic-segmentation

付録 B　AI 部品の特性評価結果と QC マトリックス

※「付録 D STAMP/STPA による安全解析」にて使用.

本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP3 に関連.

（付録 A に掲載のアルゴリズムに対し，BDD100K 10K Images test dataset（約 2,000 枚）により評価）

					a) 計画(ルート最適化)	b) 予測(リスク軽減・回避)	c) 運転操作判断	
					例) 安全走行可能なレーンやルートの選択	例) 歩行者・周辺車両の挙動予測	※状況判断＋アクチュエータ制御 例) 障害物発見後の急ブレーキ軌道選択とステアリング	
センサ	認知	出力	出力[フュージョン]	#	ハザード因子＊			精度向上案
CTX(Car-to-X)	—	他車両・信号・天候・渋滞情報	環境地図 ・ダイナミックマップ ・リスクマップ	1	（本研究の対象外）			（本研究の対象外）
テレマティクス	—							
高精度3次元地図	自己位置推定	位置・姿勢情報						
GNSS(全球測位衛星システム)								
カメラ	物体検出	認識オブジェクト		2	Ⅰ シーンでは，交差点・中心市街地・駐車場・郊外道路において，ヒヤリハット(ASIL-A)が60%前後で起き得る．なお，中心市街地，郊外道路については，事故に繋がる可能性(ASIL-B)がそれぞれ0.8%，1.7%程度ある． Ⅱ 時間帯では，夜間についてヒヤリハット(ASIL-A)が26.3%の確率で起き得る．昼間に比べ，7.3倍高い．	Ⅰ 事故に繋がる可能性(ASIL-B)がある．ハザードとして，交差点での一次停止標識の見逃し，道路上に立つ作業員の見逃し，目前を走行するトラックの検出精度低下等がある． Ⅱ 小さい車両の像が大きい車両の像と重なると，検出漏れに繋がることがある．	Ⅰ 信号機の検出精度が低い為，交通状況を判断する上で，物体検出単体での運用は難しい． Ⅱ 車の誤検出率は3.6%(35.9%×10%)ある． ので，人の補助が必要．	・C2X，TCIからの情報を加えることで，交通状況の判断精度を改善できる．(信号機の状態把握等) ・LiDARを併用し，センサーフュージョンを実施することで，物体の検出精度を改善できる． ・想定する運用シナリオによっては，夜間等の精度低下を引き起こしやすい時間帯について，AI機能を使用しない，人が機能を代替する等)
	セグメンテーション			3	Ⅰ 夜間のシーンにおいて，車道を正常にセグメンテーションできた割合は58%である． Ⅱ 昼間・中心市街地・交差点の条件下において，交差点脇にある歩道としてセグメンテーションした割合は6%である． Ⅲ 夜間以外(昼間／夜明け／日没)・郊外・幹線道路の条件下において，車両直近の道路脇にある側壁を車道としてセグメンテーションした確率は3%である．(遠方まで含めると37.3%)	Ⅰ 交差点脇の歩道を車道としてセグメンテーションした場合，交差点を曲がろうとした際に歩道へ乗り上げるリスクがある．場合によっては歩行者と衝突する． Ⅱ 側壁を車道としてセグメンテーションした場合，前車の追い越しや事故回避などにおける車線変更の際に側壁に衝突するリスクがある．	Ⅰ 交差点脇の歩道を車道としてセグメンテーションする確率が無視できない，セグメンテーション単体で経路生成を行うことは困難である． Ⅱ 側壁を車道としてセグメンテーションする確率が無視できない，セグメンテーション単体で経路生成を行うことは困難である．	・GNSS/MCUの情報およびマップ情報を併用すれば，経路生成の精度を改善できる． ・地域制限，時刻制限，速度制限等の条件をつけてその範囲内で運用する．その範囲外では運用しない，人が運転する措置をとる．
LiDAR	レーン識別			4	（本研究の対象外）			（本研究の対象外）
	走行場識別	走行場情報		5	（本研究の対象外）			（本研究の対象外）

＊ ハザード因子の特定する為の手順として，AI コンポーネントの性質をまとめた「補助データ」を利用する．（次頁参照）

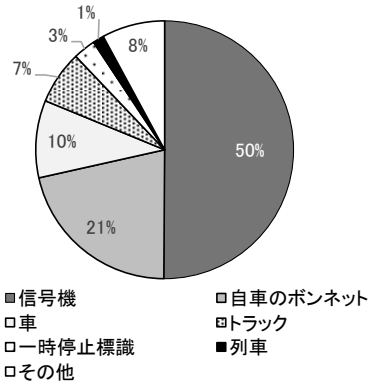
付録 B’　AISA-MVS 法における補助データの例

※「付録 D STAMP/STPA による安全解析」にて使用.

本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP3 に関連.

（付録 A に掲載のアルゴリズムに対し，BDD100K 10K Images test dataset（約 2,000 枚）により評価）

物体検出エラーにおける対象物の割合



※信号機が無い交差点に進入するシーンにおいて，
STOP サインの検出に失敗しているケース

物体検出コンポーネントのシーン別エラーの出現頻度

[シーン]	正常	QM	エラーパターンから推定される要求されるASIL			
			A	B	C	D
渋滞	0.871	0.114	0.014	0.000	0.000	0.000
閑散（走行障害極少）	0.846	0.154	0.000	0.000	0.000	0.000
住宅地	0.901	0.081	0.018	0.000	0.000	0.000
交差点	0.815	0.118	0.066	0.000	0.000	0.000
自動車道／アウトバーン	0.881	0.091	0.028	0.000	0.000	0.000
中心市街地	0.718	0.218	0.056	0.008	0.000	0.000
カーブ	0.762	0.238	0.000	0.000	0.000	0.000
施設,施設隣接路	0.710	0.258	0.032	0.000	0.000	0.000
駐車場	0.853	0.088	0.059	0.000	0.000	0.000
路肩／駐車場等からの発進	0.862	0.103	0.034	0.000	0.000	0.000
郊外道路	0.829	0.091	0.063	0.017	0.000	0.000

※表中の ASIL 値が大きいほど，セルの色を濃くしてある.

物体検出コンポーネントの時間帯別エラーの出現頻度

[時間帯]	正常	QM	エラーパターンから推定される要求されるASIL			
			A	B	C	D
夜明け,夕暮れ	0.918	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000
昼	0.844	0.116	0.036	0.004	0.000	0.000
夜	0.395	0.342	0.263	0.000	0.000	0.000
不明（トンネル，屋内施設等）	0.200	0.600	0.200	0.000	0.000	0.000

※表中の ASIL 値が大きいほど，セルの色を濃くしてある.

（補足）ASIL(Automotive Safety Integrity Level)[7]：QM 機能安全を適用しなくてよいレベル，A＜B＜C＜D [厳しい]

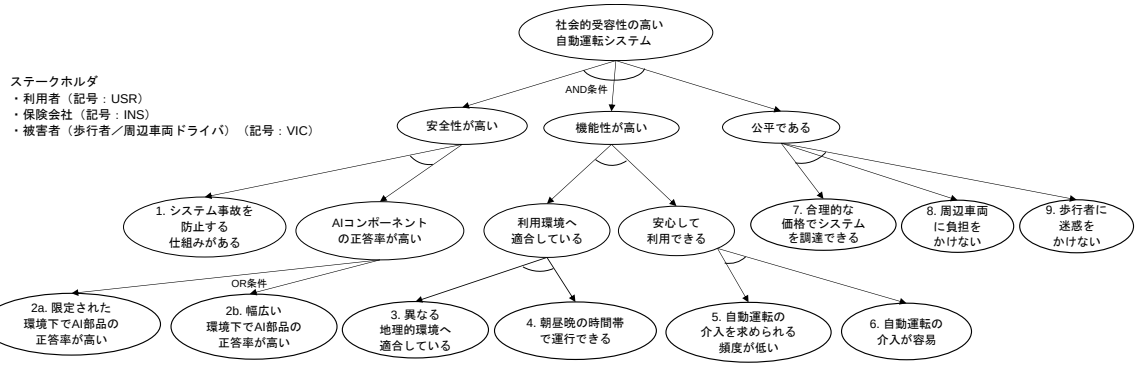
[7] 茂野一彦，自動車用機能安全規格 ISO26262 の紹介，MSS 技法・Vol.23, Pages.28-38, February 2013

付録 C　AGORA による要求分析結果

※「付録 E STAMP/STPA 対策案に対する受容性評価」にて使用.
本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP0, STEP1, STEP5 に関連.

AND-OR ツリー

ツリーグラフのルートをシステムのゴール「社会受容性の高い自動運転システム」とし，リーフをサブゴール（要件）とする.



満足度行列（シナリオ A）

重要要件（★印）：下記，条件を満たす満足度行列
条件：９つのセルの合計 SUM が 24.8（全要件の平均値）以上，かつ分散 VAR が 10.0 未満
（※セルの合計値はゴールへの適合度，分散値はステークホルダの意見のばらつきを表す）

1. システム事故を防止する仕組みがある ★

	USR	INS	VIC
USR	6	4	6
INS	4	2	4
VIC	5	3	5
SUM: 39		VAR: 1.75	

2a. 限定された環境下で AI 部品の正答率が高い

	USR	INS	VIC
USR	-5	-2	-2
INS	3	2	1
VIC	2	2	0
SUM: 1		VAR: 6.86	

2b. 幅広い環境下で AI 部品の正答率が高い ★

	USR	INS	VIC
USR	10	5	6
INS	6	2	5
VIC	6	2	4
SUM: 46		VAR: 5.86	

※山間部から商店街まで幅広い環境で運行する為，高スコア.

3. 異なる地理的環境へ適合している ★

	USR	INS	VIC
USR	10	9	5
INS	10	9	5
VIC	8	7	6
SUM: 69		VAR: 4.00	

※山間部から市街まで幅広い環境で運行する為，高スコア.

4. 朝昼晩の時間帯で運行できる

	USR	INS	VIC
USR	-10	-5	-5
INS	-5	-5	0
VIC	5	5	5
SUM: -15		VAR: 31.25	

※昼間のみ運行する為，低スコア.

5. 自動運転の介入を求められる頻度が低い

	USR	INS	VIC
USR	10	8	0
INS	7	5	0
VIC	6	4	0
SUM: 40		VAR: 14.03	

6. 自動運転の介入が容易 ★

	USR	INS	VIC
USR	8	6	4
INS	4	4	3
VIC	5	4	4
SUM: 42		VAR: 2.25	

7. 合理的な価格でシステムを調達できる ★

	USR	INS	VIC
USR	10	8	5
INS	8	7	5
VIC	5	5	5
SUM: 58		VAR: 3.53	

※調達費用と運用費用の抑制が重要である為，高スコア.

8. 周辺車両に負担をかけない

	USR	INS	VIC
USR	-5	-5	0
INS	-3	-3	0
VIC	0	0	0
SUM: -16		VAR: 4.94	

※過疎地なので周辺車両の密度は低く，低スコア.

9. 歩行者に迷惑をかけない

	USR	INS	VIC
USR	-5	-5	0
INS	-3	-3	0
VIC	0	0	0
SUM: -16		VAR: 4.94	

※過疎地なので周辺車両の密度は低く，低スコア.

満足度行列（シナリオ B）：

重要要件（★印）：下記，条件を満たす満足度行列

条件：9 つのセルの合計 SUM が 41.5（全要件の平均値）以上，かつ分散 VAR が 10.0 未満

（※セルの合計値はゴールへの適合度，分散値はステークホルダの意見のばらつきを表す）

1. システム事故を防止する仕組みがある ★

	USR	INS	VIC
USR	10	7	9
INS	8	9	8
VIC	10	7	9
SUM: 77		VAR: 1.28	

2a. 限定された環境下で AI 部品の正答率が高い

	USR	INS	VIC
USR	10	5	6
INS	6	2	5
VIC	2	2	0
SUM: 38		VAR: 9.19	

※大規模祭典会場という環境下で利用される為，高スコア.

2b. 幅広い環境下で AI 部品の正答率が高い

	USR	INS	VIC
USR	-5	-2	-2
INS	3	2	1
VIC	6	2	4
SUM: 9		VAR: 11.75	

3. 異なる地理的環境へ適合している

	USR	INS	VIC
USR	-5	-2	-2
INS	3	2	1
VIC	0	0	0
SUM: -3		VAR: 5.75	

※大規模祭典会場という環境下で利用される為，低スコア.

4. 朝昼晩の時間帯で運行できる ★

	USR	INS	VIC
USR	10	10	5
INS	8	8	4
VIC	8	8	8
SUM: 69		VAR: 4.00	

5. 自動運転の介入を求められる頻度が低い

	USR	INS	VIC
USR	5	0	0
INS	3	3	0
VIC	3	3	0
SUM: 17		VAR: 3.61	

6. 自動運転の介入が容易 ★

	USR	INS	VIC
USR	10	6	8
INS	8	8	7
VIC	9	6	10
SUM: 72		VAR: 2.25	

7. 合理的な価格でシステムを調達できる

	USR	INS	VIC
USR	0	3	-5
INS	3	0	-5
VIC	5	5	-10
SUM: -4		VAR: 27.03	

※コストよりも安全性が重要な為，低スコア.

8. 周辺車両に負担をかけない ★

	USR	INS	VIC
USR	10	8	5
INS	8	5	7
VIC	8	5	8
SUM: 64		VAR: 3.11	

※周辺車両とすれ違う頻度が高い為，高スコア.

9. 歩行者に迷惑をかけない ★

	USR	INS	VIC
USR	10	8	10
INS	8	5	7
VIC	10	8	10
SUM: 76		VAR: 3.03	

※交差点での歩行者に気を付ける必要がある為，高スコア.

付録 D　STAMP/STPA による安全解析

※「付録 E　STAMP/STPA 対策案に対する受容性評価」にて使用.
本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP4 に関連.

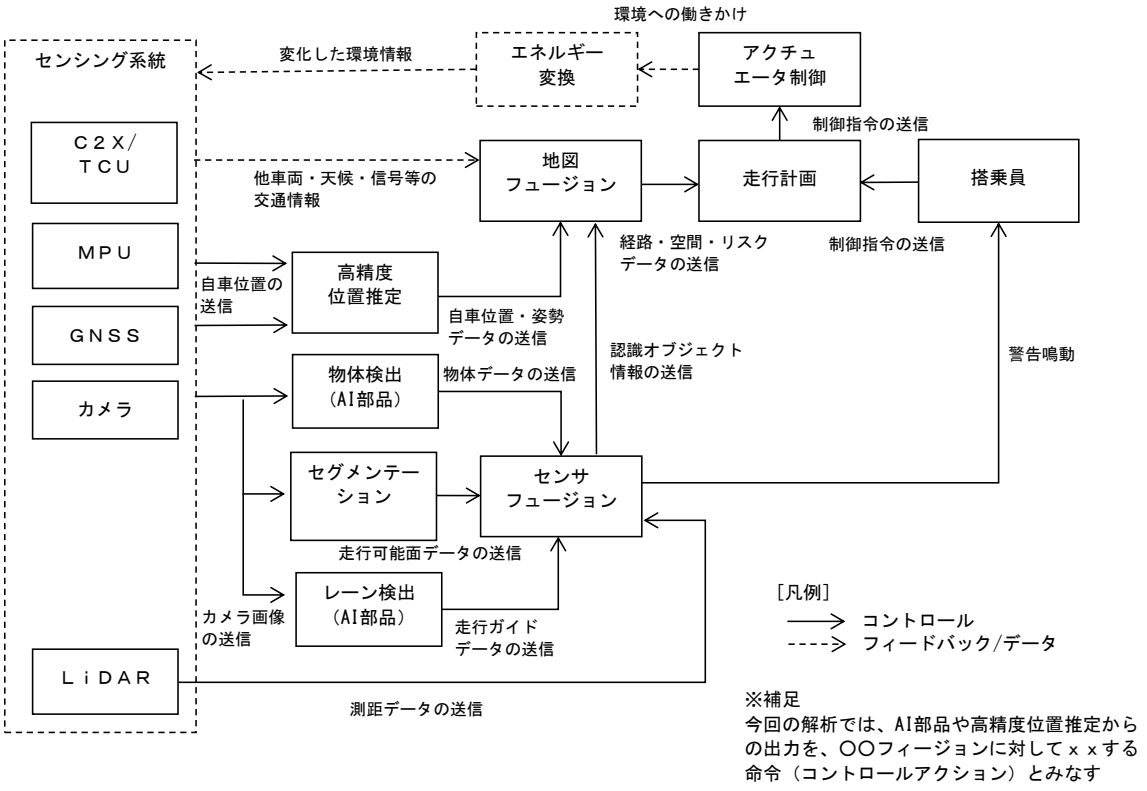
想定シーン（シナリオ A）

自動運転機能 Lv.3* を搭載した乗合バス
過疎の町における移動手段であり，主に自家用車を運転しないお年寄り等が病院通いや買い物を目的として利用する.
走行する道路の特徴：閑散，カーブ，郊外道路
運行時間帯：昼のみ
主要要件：移動手段として，地方の小規模自治体が投資可能であること

* 条件付自動運転（システムが全ての運転タスクを実施するが，システムからの介入要求に応じてドライバが適切に対応する）

CS 図（シナリオ A）

自動運転システムのコンポーネント図と想定シーンより CS 図を構築.



研究コース５（AI Quality Analysis チーム）

安全制約（シナリオ A）

想定シーンを元に，アクシデント，ハザード，安全制約を導出.

アクシデント	ハザード	安全制約
乗合バスが，道路を横断する歩行者や路肩に立っている人にぶつかる	道路を横断している作業員を見逃して，ブレーキをかけない	道路を横断している人を見逃して，ブレーキをかけ忘れてはいけない
乗合バスが，道路を横断する歩行者や路肩に立っている人にぶつかる	一時停止標識を見逃して，停止しないまま交差点に進入する	一時停止標識を見逃して，そのまま交差点に進入してはいけない
乗合バスが対向車と正面衝突する	対向車を見逃して，減速しないまま進む	対向車を見逃して，そのまま直進してはいけない
乗合バスがバス停で待っている乗客を無視して進む	バス停に立っている人を見逃して，そのまま直進する	バス停に立っている人を見逃して，そのまま直進していはいけない
乗合バスが，道路の側壁や塀に衝突する	側壁や塀を車道であると誤認識し，前車や停車車両の追い越しや，事故回避のために，側壁や塀の存在する方向に車線変更する	側壁や塀の存在する方向に車線変更してはいけない
乗合バスが，道路の側壁や塀に衝突する	側壁や塀が存在する交差点を曲がる際に，側壁や塀を車道であると誤認識し，側壁や塀に突入する	交差点を曲がる際に，側壁や塀に突入してはいけない

STAMP/STPA Unsafe Control Action（シナリオ A）

CS 図と安全制約より Unsafe Control Action(UCA)の導出を行う.

#	コントロールアクション	Not Providing	Providing causes hazard	Too early/ Too late	Stop too soon/ Applying too long
1	カメラ → 物体検出(AI部品) [カメラ画像の送信]	カメラが撮像した画像を送信しない ▲単体のハード故障	カメラで撮像した画像に映る作業員の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	N/A	N/A
2	物体検出(AI部品) → センサフュージョン [物体データの送信]	一時停止標識の検出／バス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	N/A
3	地図フュージョン → 走行計画 [経路・空間・リスクデータの送信]	N/A	対向車の検出領域を小さく判別し，道幅の狭い道路で衝突リスクを過小評価し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	N/A	N/A
4	セグメンテーション（AI部品）→ センサフュージョン [セグメンテーションデータの送信]	車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	側壁や塀を車道として誤ってセグメンテーションし，結果的に誤った走行計画が生成される（UCA7）	セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	N/A
5	センサフュージョン → 搭乗員 [警告鳴動]	障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9）	障害物が存在しないが警告鳴動を発する	障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	N/A

研究コース５（AI Quality Analysis チーム）

STAMP/STPA Hazard Causal factor（シナリオ A）

UCA より Hazard Causal factor (HCF)の導出を行う.

UCA	HCF (1)	HCF (2)	HCF (3)
カメラで撮像した画像に映る作業員の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	[ヒントワード] コントロールの入力か外部情報が欠けているか間違っている [HCF] カメラ画像の解像度が低い，外光に弱い [対策案] 性能の高いカメラを搭載する	—	—
一時停止標識の検出／バス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した標識検出の方式になっている [対策案] C2X/TCUを併用して，周囲の標識情報を取得する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する
バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する
物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 速度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	—
対向車の検出領域を小さく判別し，道幅の狭い道路で衝突リスクを過小評価し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する
車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する	—
側壁や塀を車道として誤ってセグメンテーションし，誤った走行計画が生成される（UCA7）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切ではない [対策案] 認識精度のよいセグメンテーションモデルのアルゴリズムを選定する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した方式になっている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報やTCU/C2Xから取得した周辺の情報を併用する
セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切でない [対策案] 速度重視のセグメンテーションモデルのアルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションの計算に用いるコンピュータの性能が十分でない [対策案] セグメンテーションの計算により高性能なコンピュータを用いる ※ 車体コストや自動車内で確保可能な電源の観点から制限あり	—
障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9） 障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] センサフュージョンの入力情報が完全でない [対策案] 搭乗員の教育の中に，運航中の前方注意の徹底を入れる	—	—

：シナリオAではコスト（初期調達費用＋運用費用）と安全性のバランスを重視している為，AGORAによる受容性評価で却下される可能性が高い.

研究コース５（AI Quality Analysis チーム）

想定シーン（シナリオ B）

自動運転機能 Lv.3* を搭載した乗合バス

大規模祭典における移動手段であり，障碍者を含む多様な方が乗客として想定される．

走行する道路の特徴：交差点，中心市街地，施設，施設隣接道路

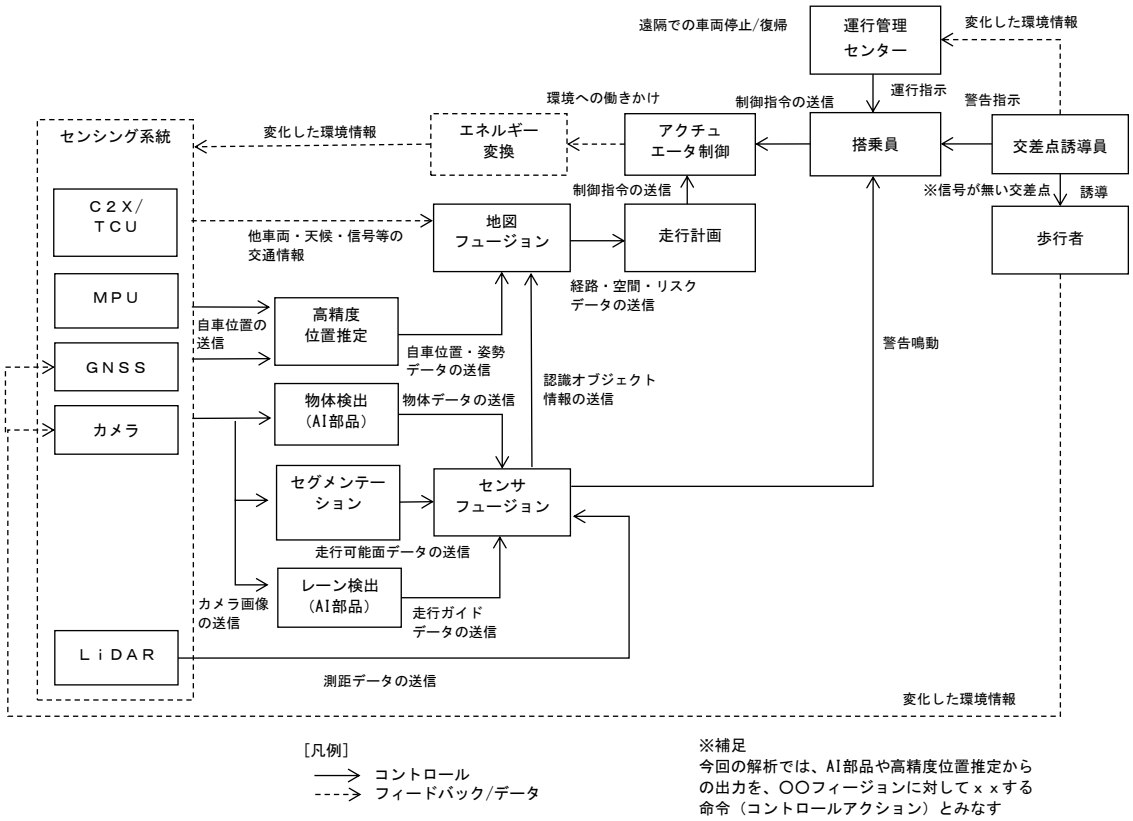
運行時間帯：運航時間帯は任意

主要要件：大手スポンサーがバスの運行を支援している為，コスト面の課題は小さいが，移動手段として高い安全性が要求される

* 条件付自動運転（システムが全ての運転タスクを実施するが，システムからの介入要求に応じてドライバが適切に対応する）

CS 図（シナリオ B）

自動運転システムのコンポーネント図と想定シーンより CS 図を構築．



安全制約（シナリオ B）

想定シーンを元に，アクシデント，ハザード，安全制約を導出.

アクシデント	ハザード	安全制約
乗合バスが，信号機の無い交差点を右折中に道路を横断中の歩行者にぶつかる	道路を横断しようとしている歩行者の発見が遅れ，ブレーキ制動による停止が間に合わない	道路を横断しようとしている歩行者の発見が行われ，余裕をもってブレーキ制動により停止しなければならない
乗合バスが，信号機の無い交差点を右折中に道路を横断中の歩行者にぶつかる	交差点誘導員から警告指示を受けるタイミングが遅れ，一旦停止しないまま交差点を右折する	交差点誘導員からの警告指示を受けないで，そのまま交差点を右折してはいけない
乗合バスが交差点右折時に対向車と衝突する	対向車が交差点に進入するタイミングの予測を誤り，一旦停止しないまま交差点を右折する	対向車が交差点に進入するタイミングを予測し，適宜一旦停止しなければならない
乗合バスがバス停で待っている乗客を無視して進む	バス停に立っている人を見逃して，そのまま直進する	バス停に立っている人を見逃して，そのまま直進していはいけない
乗合バスが，歩道に侵入し，歩行者と接触する	歩道を車道であると誤認識し，前車や停車中車両の追い越しや，事故回避のために，歩道方向に車線変更する さらに，物体検知による歩行者検出に失敗した結果，歩行者と接触する	歩道方向に車線変更してはいけない
乗合バスが，交差点を曲がる際に，歩道に侵入し，歩行者と接触する	歩道を車道であると誤認識し，交差点を曲がる際に，歩道に侵入する さらに，物体検知による歩行者検出に失敗した結果，歩行者と接触する	交差点を曲がる際に，歩道に侵入してはいけない

STAMP/STPA Unsafe Control Action（シナリオ B）

CS 図と安全制約より Unsafe Control Action(UCA)の導出を行う.

#	コントロールアクション	Not Providing	Providing causes hazard	Too early/ Too late	Stop too soon/ Applying too long
1	カメラ → 物体検出(AI部品) [カメラ画像の送信]	カメラが撮像した画像を送信しない ▲単体のハード故障	カメラで撮像した画像に映る歩行者の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	N/A	N/A
2	物体検出(AI部品) → センサフュージョン [物体データの送信]	道路横断中の歩行者の検出／バス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	道路横断中の歩行者／バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	交差点内の物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	N/A
3	地図フュージョン → 走行計画 [経路・空間・リスクデータの送信]	N/A	対向車の検出領域を小さく判別し，交差点に至るまでの距離を長く見積もった為，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	N/A	N/A
4	セグメンテーション（AI部品）→ センサフュージョン [セグメンテーションデータの送信]	車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	歩道を車道として誤ってセグメンテーションし，結果的に誤った走行計画が生成される（UCA7）	セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	N/A
5	センサフュージョン → 搭乗員 [警告鳴動]	障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9）	障害物が存在しないが警告鳴動を発する	障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	N/A

STAMP/STPA Hazard Causal factor（シナリオ B）

UCA より Hazard Causal factor (HCF)の導出を行う.

UCA	HCF (1)	HCF (2)	HCF (3)
カメラで撮像した画像に映る歩行者の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	[ヒントワード] コントロールの入力か外部情報が欠けているか間違っている [HCF] カメラ画像の解像度が低い，外光に弱い [対策案] 性能の高いカメラを搭載する	—	—
道路横断中の歩行者の検出／バス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の検出方式になっている [対策案] 交差点誘導員を増員したり，搭乗員の教育を拡充したりする ※誘導員と搭乗員の連携パスも設ける	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する
道路横断中の歩行者／バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の検出方式になっている [対策案] 交差点誘導員を増員したり，搭乗員の教育を拡充したりする ※誘導員と搭乗員の連携パスも設ける
交差点内の物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 速度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	—
対向車の検出領域を小さく判別し，交差点に至るまでの距離を長く見積もった為，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する
車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する	—
歩道を車道として誤ってセグメンテーションし，誤った走行計画が生成される（UCA7）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切ではない [対策案] 認識精度のよいセグメンテーションモデルのアルゴリズムを選定する	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する
セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切でない [対策案] 速度重視のセグメンテーションモデルのアルゴリズムに置き換える	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションの計算に用いるコンピュータの性能が十分でない [対策案] セグメンテーションの計算により高性能なコンピュータを用いる ※ 車体コストや自動車内で確保可能な電源の観点から制限あり	—
障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9） 障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] センサフュージョンの入力情報が完全でない [対策案] 搭乗員の教育の中に，運航中の前方注意の徹底を入れる	—	—

：シナリオBではコスト（初期調達費用＋運用費用）よりも安全性を重視している為，
AGORAによる受容性評価で却下される対策は無いが，例外的に却下される可能性が高い

付録 E　STAMP/STPA 対策案に対する受容性評価

本論文 4 章の表 2「AISA-MVS 法によるシステムゴールに適合した STAMP/STPA 対策案の導出」における STEP6, STEP7 に関連.

シナリオ A における突合せ表：

STAMP/STPA Hazard Causal factor（付録 D）に掲載してある各 HCF の対策案を AGORA で抽出した各要件（付録 C）に掲載してある重要要件と突合わせ，次のいずれかで判定する（1:有効，0:関連が小さい，-1:代案で置き換えが必要）．１つ以上，”-1”が付いた対策案については却下する．※重要要件以外の要件は，作業効率化の為，突合せ作業をしない.

[凡例] ★：重要要件 1：有効 0：関連が小さい -1：代案で置き換えが必要

UCA	HCF	STAMP対策の代案	1. システム事故を防止する仕組みがある ★	2a. 限定された環境下でAI部品の正答率が高い	2b. 幅広い環境下でAI部品の正答率が高い ★	3. 異なる物理的環境へ適合している ★	4. 朝昼晩の時間帯で運行できる	5. 自動運転の介入を求められる頻度が低い	6. 自動運転の介入が容易 ★	7. 合理的な価格でシステムを調達できる ★	8. 周辺車両に負担をかけない	9. 歩行者に迷惑をかけない
カメラで撮像した画像に映る作業員の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	[ヒントワード] コントロールの入力か外部情報が欠けているか間違っている [HCF] カメラ画像の解像度が低い，外光に弱い [対策案] 性能の高いカメラを搭載する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
一時停止標識の検出／バス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した標識検出の方式になっている [対策案] C2X/TCUを併用して，周囲の標識情報を取得する	（実施しない） ※旧倉なので必要性が乏しい	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する	搭乗員の自動運転車に対する教育で対応する	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する	搭乗員の自動運転車に対する教育で対応する	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 速度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	搭乗員の自動運転車に対する教育で対応する	0	N/A	-1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
対向車の検出領域を小さく判別し，道幅の狭い道路で衝突リスクを過小評価し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した方式になっている [対策案] LiDARを併用して，人を検出する	搭乗員の自動運転車に対する教育で対応する	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/IMUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する	（実施しない） ※旧倉なので必要性が乏しい	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
側壁や障を車道として誤ってセグメンテーション，誤った走行計画が生成される（UCA7）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切ではない [対策案] 認識精度のよいセグメンテーションモデルのアルゴリズムを選定する	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 予測，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した方式になっている [対策案] GNSS/IMUから取得した位置情報やTCU/C2Xから取得した周辺の情報を併用する	（実施しない） ※旧倉なので必要性が乏しい	1	N/A	0	0	N/A	N/A	0	-1	N/A	N/A
セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切でない [対策案] 速度重視のセグメンテーションモデルのアルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションの計算に用いるコンピュータの性能が十分でない [対策案] セグメンテーションの計算により高性能なコンピュータを用いる ※ 車体コストや自動車内で確保可能な電源の観点から制限あり	—	0	N/A	1	1	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A
障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9） 障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] センサフュージョンの入力情報が完全でない [対策案] 搭乗員の教育の中に，運航中の前方注意の徹底を入れる	—	1	N/A	0	0	N/A	N/A	1	0	N/A	N/A

：受容性の観点から却下されたSTAMP/STPA対策案

シナリオ B における突合せ表：

STAMP/STPA Hazard Causal factor（付録 D）に掲載してある各 HCF の対策案を AGORA で抽出した各要件（付録 C）に掲載してある重要要件と突合わせ，次のいずれかで判定する（1:有効，0:関連が小さい，-1:代案で置き換えが必要）．１つ以上，”-1”が付いた対策案については却下する．※重要要件以外の要件は，作業効率化の為，突合せ作業をしない．

[凡例] ★: 重要要件 1: 有効 0: 関連が小さい -1: 代案で置き換えが必要

UCA	HCF (1)	STAMP対策の代案	1. システム事故を防止する仕組みがある ★	2a. 限定された環境下でAI部品の正答率が高い	2b. 幅広い環境下でAI部品の正答率が高い	3. 異なる地理的環境へ適合している	4. 朝昼晩の時間帯で運行できる ★	5. 自動運転の介入を求められる頻度が低い	6. 自動運転の介入が容易 ★	7. 合理的な価格でシステムを調達できる	8. 周辺車両に負担をかけない ★	9. 歩行者に迷惑をかけない ★
カメラで撮像した画像に映る歩行者の解像度が粗い為，物体検出で人として識別されず，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA1）	[ヒントワード] コントロールの入力か外部情報が欠けている/間違っている [HCF] カメラ画像の解像度が低い，外光に弱い [対策案] 性能の高いカメラを搭載する	—	0	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	N/A	0	0
道路横断中の歩行者の検出／パス停に立っている人の検出に失敗し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA2）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の検出方式になっている [対策案] 交差点誘導員を増員したり，搭乗員の教育を拡充したりする ※誘導員と搭乗員の連携パスも設ける	—	1	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	1
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の方式になっている [対策案] LIDARを併用して，人を検出する	—	1	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	N/A	0	1
道路横断中の歩行者／バス停に立っている人の検出ラベルを人以外で間違えて出力し，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA3）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の検出方式になっている [対策案] 交差点誘導員を増員したり，搭乗員の教育を拡充したりする ※誘導員と搭乗員の連携パスも設ける	—	1	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	1
交差点内の物体検出の計算に時間がかかり過ぎ，処理タイムアウトとなり，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA4）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 速度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	LiDARを併用して，歩行者を検出する	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	-1
対向車の検出領域を小さく判別し，交差点に至るまでの距離を長く見積もった為，アクチュエータ制御（ブレーキ制御）に反映されない（UCA5）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出モデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し，再モデル化する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] 物体検出アルゴリズムの選定が適切でない [対策案] 精度重視の物体検出アルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像を使った物体検出に依存した人の方式になっている [対策案] LIDARを併用して，人を検出する	—	1	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	N/A	0	1
車道のセグメンテーションに失敗し，走行計画の生成ができない（UCA6）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する	—	1	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	N/A	1	0
歩道を車道として誤ってセグメンテーションし，誤った走行計画が生成される（UCA7）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデル生成時の学習データの被覆性や均一性に不備がある [対策案] 学習データを拡充し再度学習を行い，モデルを生成する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切ではない [対策案] 認識精度のよいセグメンテーションモデルのアルゴリズムを選定する	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 矛盾，不完全，不正確 [HCF] カメラ画像によるセグメンテーションに依存した走行計画の生成を行っている [対策案] GNSS/MPUから取得した位置情報や，C2X/TCUから取得した周囲の情報を併用する	—	1	N/A	N/A	N/A	1	N/A	0	N/A	1	0
セグメンテーションの計算に時間がかかりすぎ，走行計画の生成が間に合わない（UCA8）	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションモデルのアルゴリズム選定が適切でない [対策案] 速度重視のセグメンテーションモデルのアルゴリズムに置き換える	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
	[ヒントワード] 遅れたアクション [HCF] セグメンテーションの計算に用いるコンピュータの性能が十分でない [対策案] セグメンテーションの計算により高性能なコンピュータを用いる	—	0	N/A	N/A	N/A	0	N/A	0	N/A	0	0
障害物検知後に警告鳴動を発しない（UCA9） 障害物検知後に警告鳴動が遅れる（UCA10）	[ヒントワード] 生成の欠陥，プロセスの変更，不正確な修正や適応 [HCF] センサフュージョンの入力情報が完全でない [対策案] 搭乗員の教育の中に，運航中の前方注意の徹底を入れる	—	1	N/A	N/A	N/A	1	N/A	1	N/A	1	1

：受容性の観点から却下されたSTAMP/STPA対策案