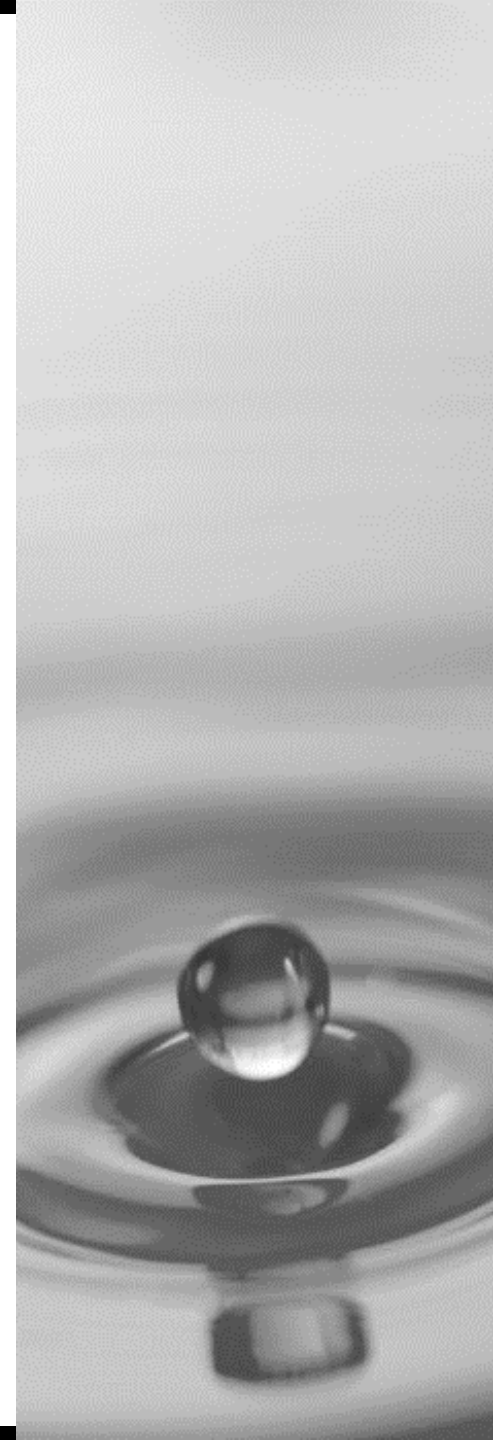


第8回 オートモーティブ・ソフトウェア・フロンティア2023

人とAIが共進化する 未来の安全担保への取り組み

※AI : Artificial Intelligence (人工知能)

株式会社イマジナリー 取締役
株式会社ヴィッツ 執行役員
HMCES Project プロジェクトリーダー
森川 聡久



自己紹介

安全性・信頼性の高い組み込みシステム開発が得意分野



略歴

- 情報家電の組み込みソフト新規開発、車載系ソフトPF開発などを主に経験
- 2006年より機能安全開発に着手。2010, 2012年に機能安全プロセス認証取得を成功に導く
- 機能安全/製品安全/AI安全を中心に事業を牽引（国内100社以上の支援実績）
- AIの機能安全規格適合方法を整理し、国際的に技術提案（テクニカルペーパー公開）
- ISO/IEC JTC1 SC42 WG3にて、AIの機能安全規格（ISO/IEC TR 5469）策定に貢献
- 2022年11月：AIシステムの安全保証対策のポイントを、ストーリー仕立てで解説した本を出版

外部団体活動：

- 2007年～2013年：組み込みシステム技術に関するサマールワークショップ(SWEST)実行委員（内2008年～2012年 運営委員長）
- 2011年～現在：システム開発文書品質研究会(ASDoQ)運営委員
- 2013年～現在：MISRA-C研究会メンバ
- 2016年～現在：IoT住宅普及に向けた住宅設備機器連携の機能安全に関する国際標準化および普及基盤構築 規格作成WG委員会 オブザーバ
- 2017年～現在：組み込みシステム開発技術研究会(CEST)幹事
- 2019年～現在：AIプロダクト品質保証コンソーシアム(QA4AI)メンバ
- 2019年～現在：AI国際標準化 ISO/IEC JTC1/SC42 WG3エキスパート



2022/11/14発売
(Amazonより)



2022/7/1発売
(PDFのみ、日本規格協会より)

株式会社イマジナリー 会社概要

私たちは、「想像」を具現化し、「創造」を実現する企業です

私たちは、高級品質な製品とサービスを提供します。

社会生活に応用価値を持つ優秀なるものの迅速な販売をします。

日本経済を支えるために安全・安心と生産性の活発な活動を継続します。

私たちが提供する製品・サービスが安全・安心に利用できる保守・運用の体制を継続します。

株式会社イマジナリー



- 設立：2021年10月
- 資本金：1,000万円
- 本社所在地：愛知県名古屋市
- ソフトウェアの開発支援、販売、運用



Blockchain



Digital Twin



3D Simulator

本日はご紹介する内容

1. 人とAIが共進化する未来社会

2. AIシステムの安全論証技術の開発
(SEAMSプロジェクト) の最新状況



3. 人間社会とAIの共進化を下支えする基盤技術の開発
(HMCESプロジェクト)



<注意事項>

今回ご紹介する弊社の活動は、まだ標準化や技術確立されていない新しい領域へのチャレンジでございます。
そのため、弊社の活動内容や考え方が正しいか否かは、現時点では未知でございますので、あくまで1つの参考としてご活用ください。

1. 人とAIが共進化する 未来社会

我々が思い描く未来社会

【日本の重要課題】

- ① 生産性低下 (少子高齢化→労働人口激減、勤務時間短縮、etc)
- ② 幸福を感じにくい社会 (世界幸福度ランキング低(54位)、国際的なプレゼンス低下、etc)

大
変
革

【未来社会の理想像】

人と機械(AI)の『**高度な共生社会**』の実現
(**個々人に最適化**されながら、人間社会の**生産性・利便性・安全性・幸福**が**改善**し続ける)

人・機械(AI)・社会の『**共進化**』が必須だろう

- ① AIシステムの継続的な高度化【機械(AI)の進化】
- ② 個々の人間の価値観・行動の変化【人間の進化】
- ③ 社会基盤・生活様式など、社会システムの継続的な変革【人間社会/環境の進化】



人・機械・人間社会の『共進化』の例：スマホの普及

Step	進化対象	進化の概要
1	機械	<ul style="list-style-type: none">iPhoneは、十数年前に登場した際には、限られた操作手段しかなかった。（進化が未知のままスタート）バージョンアップを重ねて、機能や操作方法が改善された。
2	人	<ul style="list-style-type: none">人間側が操作に慣れてきた。
3	機械	<ul style="list-style-type: none">人が無理なく使えるようになったため、機能を無理なく増やしていった。
4	人間社会	<ul style="list-style-type: none">他社製スマホも発売され、スマホを持つことが当たり前に普及した。
5	人・機械	<ul style="list-style-type: none">豊富な機能を、応用活用するようになった。簡単にアプリを作ることができるようになった。（⇒機械側の機能拡充）
6	人間社会	<ul style="list-style-type: none">働き方の改善（ツールによる効率化、場所の自由、コミュニケーション手段の改善、etc）子供でもビジネスへの参入が容易に（簡単にアプリ開発が可能、etc）

人・機械（AI）・人間社会の『共進化』の例

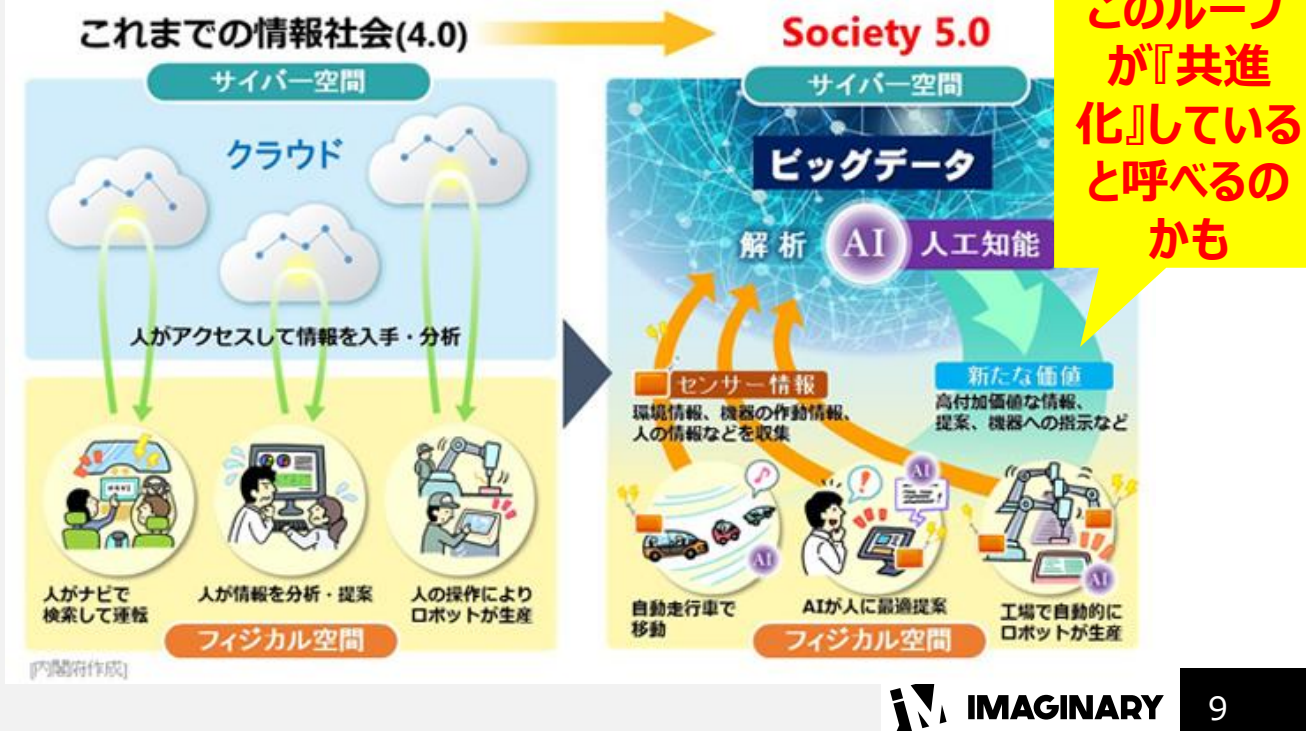
- 「人から機械への置換」に留まらず、**人間や社会の価値観・生活様式を変容**するような進化
- 対象者や状況に応じて、**役割や振る舞いが柔軟に変動**するシステムのニーズが増加するだろう

高度な共生社会の事例	嬉しさ	機械（AI）の進化	人間/人間社会/環境の進化
自動運転の普及や、車両形状の変容により、移動時の過ごし方が一変した。	<ul style="list-style-type: none"> ・交通の安全性向上 ・渋滞減少により、移動時間短縮 ・移動時間でも自宅同様に過ごせる 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転システムの高度化・高性能化 ・車両の形状の変容 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動運転が当たり前な社会 ・移動時間に対するムダという意識や過ごし方が変わる
介護者と柔軟に協働する介護支援ロボットの導入により、自宅介護の負担が大幅に減った。	<ul style="list-style-type: none"> ・被介護者のストレス減 ・介護者の自由な時間が増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・被介護者毎に最適な支援の実施 ・介護者との柔軟な役割分担が可能になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットの低コスト化により家庭への導入が一般化 ・ロボットとの共生を前提とした人間行動の変容
運転支援システムの高度化と外部連携により、運転者の急な失神を認識して、交通事故を防止した。	<ul style="list-style-type: none"> ・道路交通全体の安全性が向上し、交通事故の減少 ・運転者の安心感向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転支援システムの高性能化 ・急な車両停車に追従して、周辺車両が最適な走行 	<ul style="list-style-type: none"> ・全ての自動車に支援システムが搭載 ・交通システム全体の進化に合わせた人間行動の変容
ネット通販企業の出荷時の梱包作業にロボットを導入。梱包作業者の能力や体調に合わせて、ロボットが最適な作業を担当可能にした。	<ul style="list-style-type: none"> ・工場全体の生産性向上 ・作業者の負担削減 	<ul style="list-style-type: none"> ・人と柔軟に協働可能な梱包ロボットの登場（劇的な高性能化） 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業分担が、固定から柔軟に変動可能な働き方の実現
囲碁や将棋の棋士が、AIを使って研究した結果、人の棋力が急に高まった。	<ul style="list-style-type: none"> ・短時間で能力向上可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・人を超えたAI棋士の登場（劇的な高性能化） 	<ul style="list-style-type: none"> ・練習方法が進化 ・AI棋士のエンタリを可とするルール変更の可能性も!?

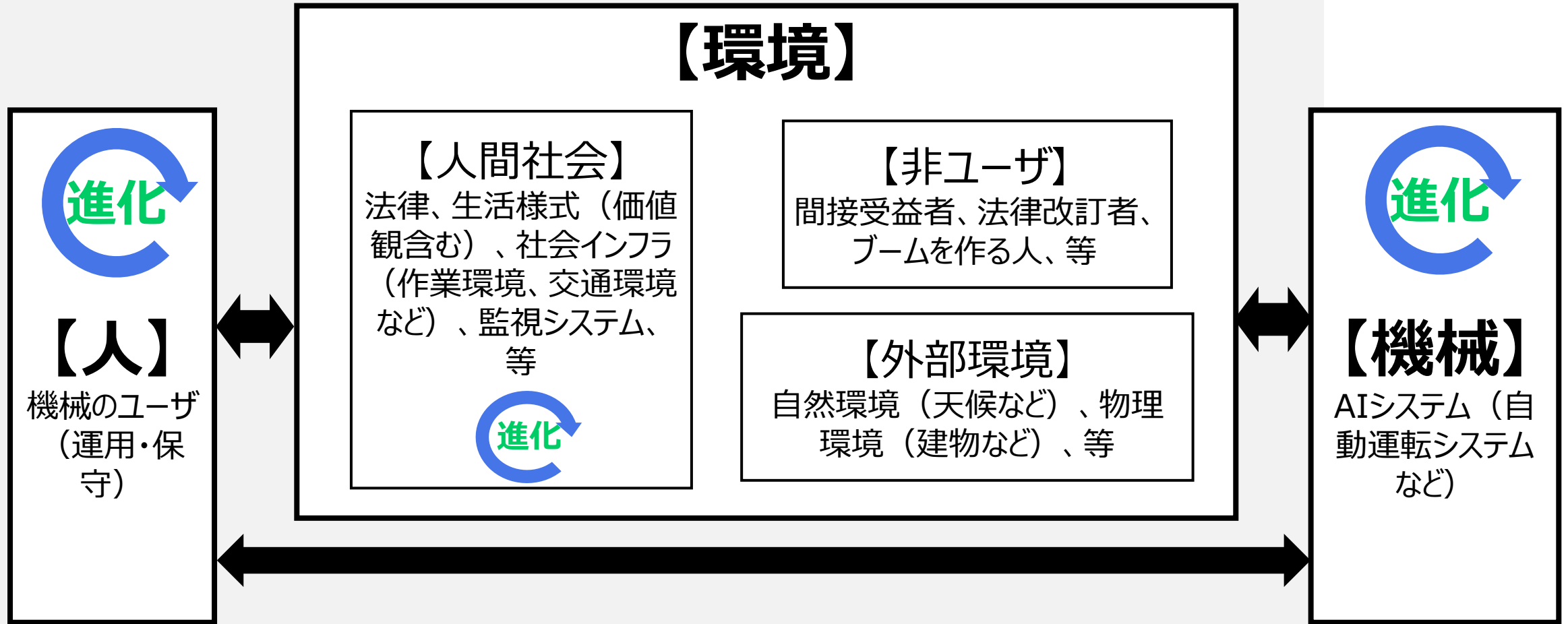
『共進化』はSOCIETY5.0を実現するための重要技術

※引用：内閣府による説明サイトより (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)

- Society 5.0とは
 - サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）
- Society 5.0による人間中心の社会
 - Society 5.0では、ビッグデータを踏まえたAIやロボットが今まで人間が行っていた作業や調整を代行・支援するため、日々の煩雑で不得手な作業などから解放され、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができるようになります。



人とAIが共進化する未来社会 全体構成イメージ



人とAIが共進化する未来社会の安全を論証するには？

G01 : 人と機械(AI)の『高度な共生社会』
の安全が維持できている

S01 : 静的条件内 (人が機械を (便利な道具として) 使う関係)
と動的条件時 (人と機械が協調する関係) の両面の安全を担保

SEAMS + 3D Simulator
自動運転レベル4の安全

G11 : 人/機械/
環境の持続的な変
化が生じても安全
を維持できている

共進化社会を
支える安全技術



G12 : 現在のAIシステム+人+環境
の安全が検証済みである

SEAMS

AIシステムの機能安全

G21 : SOTIF対応

G22 : AIシステムの機能安全対応

G31 : AIコンポーネント
の機能安全対応

G32 : AI&非AIコンポーネ
ント統合の機能安全対応

G33 : 非AIコンポーネント
の機能安全対応

従来の機能安全

2. AIシステムの安全論証技術 の開発（SEAMSプロジェクト）の最新状況



SEAMS

産学官共同研究：AI, 自動運転の安全性論証技術の研究開発



SEAMSプロジェクト <https://www.seams-p.jp/>

中部経済産業局 平成29年度 戦略的基盤技術高度化支援事業 (2017年10月~2020年3月)

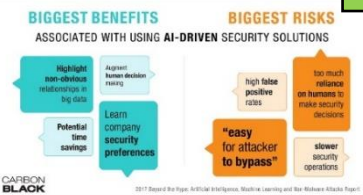
SEAMS 「自律的自動運転の実現を支える人工知能搭載システムの安全性立証技術の研究開発」

従来技術

人工知能は万能ではない
2016年3月Google社の自動運転車両が人工知能の認識不備による事故 (techradarより引用)

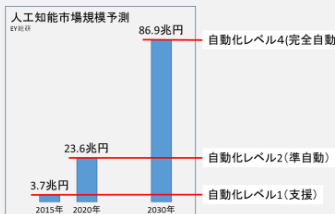


人工知能への理解不足
人工知能の活用は利益と損益を正確に理解する必要がある (Carbon Blackより引用)



完全自動化が前提の投資
完全自動化へ投資しているが、実現できなければ市場規模は維持が縮小 (EY総研調査より引用)

人工知能を安全に利用する方法の実現が急務

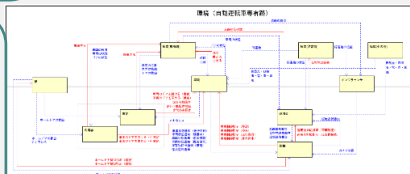


新技術

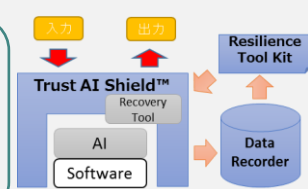
人工知能搭載システム
安全ガイドライン
「SEAMS」ガイドライン
人工知能搭載システムを安全に利用するために、人工知能の利用分類と、利用目的に沿った安全開発工程を明確にする

Conventional Policy	Human	Safety-related System	Non-safety-related System
1st Policy	Human	Safety-related System	Non-safety-related System
2nd Policy	Human	Safety-related System	AI
3rd Policy	AI	Safety-related System	Non-safety-related System

人工知能搭載システム
安全分析手法
人工知能搭載システム全体を俯瞰して分析を行うことで過誤や見過ごし、潜在リスクを見出すための安全分析手法



人工知能搭載システム
安全対策
人工知能搭載システムの不具合や異常動作を未然に検知することで、対象システムを安全な状態に移行させるためのソフトウェア部品を開発し、開発投資を抑える



特徴

- 人工知能搭載システムを安全に利用可能
- リスクを予見し事前対策を実施
- 投資額を最小限に低減させる

川下企業のメリット

- 人工知能搭載システムの安全性を客観的に立証できる
- 安全評価のコストを事前に見積もれる

課題

- 人工知能搭載システムへの極度な過信
- 潜在リスクの見過ごし
- 投資失敗時の sunk cost

川下企業の課題

- 人工知能搭載システムの安全評価ができない
- 安全評価の実施コストが計算できない



<エッセンシャル版公開中>

https://www.seams-p.jp/data/SEAMS_Guideline_essential_20200403.pdf



SEAMSプロジェクトの実施概要

シミュレータ環境及び自動運転車両（ゴルフカート）を用いた実機環境で、実証実験を実施

パイロットシステムを対象にした具体的な分析・設計・評価の実施

リゾート地における無人輸送サービス
自動運転車両による限定区内輸送システム

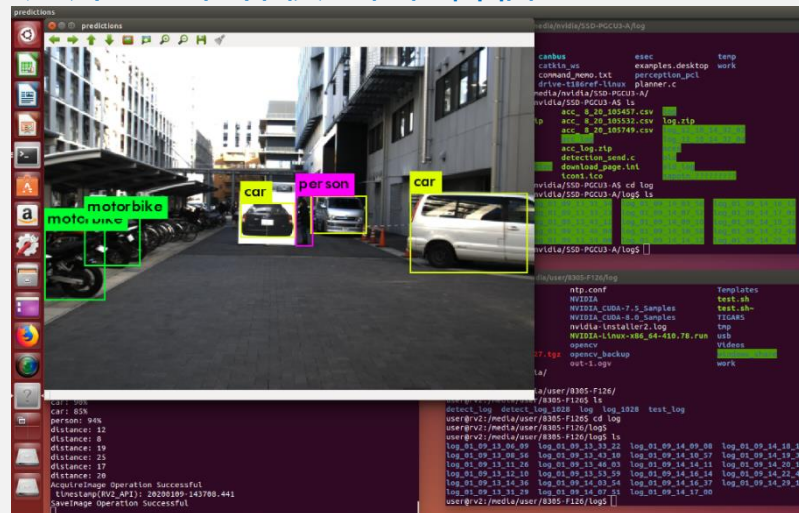
自動運転仮想検証システムViViDを用いた試験



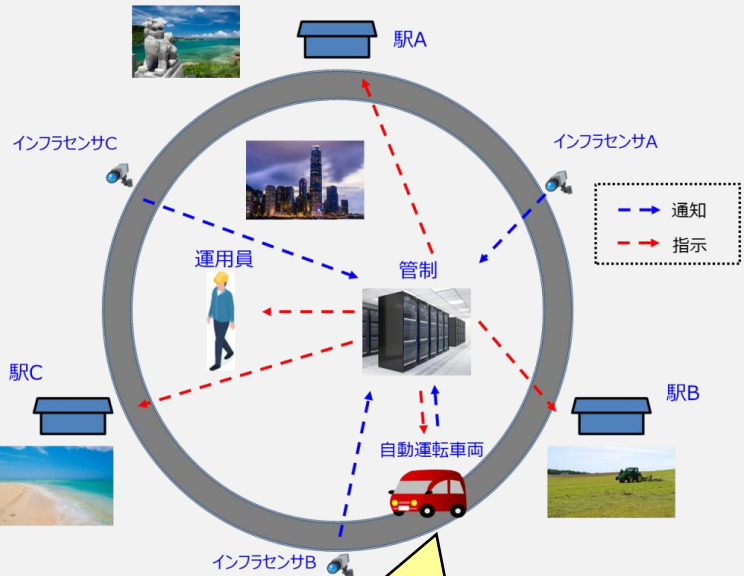
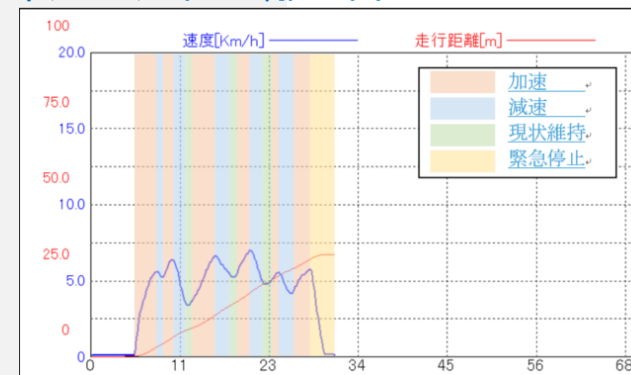
シャーシダイナモ施設における動作確認および走行試験



屋外での物体検出性能評価



車速・走行距離の計測



**ドライバ無しの自動運転車両
(自動運転レベル4)
最高速度 50km/h**

自動運転やAIシステムの安全基準適合支援ツール（総称：SEAMSガイドライン）

開発者が実活用可能な「**具体的な設計/評価手順**」「**実施事例**」「**ツール**」などを提供

ガイドライン名称（自動運転安全）	種別	活用効果
ODDのための自動運転用リスク評価カタログ	ツール	・自動運転の検証シナリオの網羅性を保証 ・爆発する検証パターンを効率化し、検証コストを削減
自動運転レベル4システムの 安全設計事例	具体事例	・国際認証機関の相場観を踏まえた自動運転システムの安全設計、安全性論証の具体策を習得
ISO21448(SOTIF) 対応のための効率的な STAMP/STPA 実施方法	手順書	・自動運転システムに対する網羅的且つ効率的なSTAMP/STPAの実施ノウハウを習得

ガイドライン名称（AI安全）	種別	活用効果
AI搭載システムの安全設計ガイドライン	技術カタログ 開発プロセス	・AI搭載システムの設計・評価方法、プロセス構築方法、各国規制対応などの安全技術を総合的に習得
自動運転AIの UL4600 への適合方法	解説書 チェックリスト	・UL4600のAI要求に適合するための具体的な対応方法を習得
GDPR に対応するためのAIのホワイトボックス化方法	解説書	・GDPR要求に適合するための、さまざまなAIのホワイトボックス化技術について習得
AI搭載システムの欧州 CEマーキング への適合方法	解説書 チェックリスト	・将来CEマーキング要件に組み込まれるであろう欧州AI規制（EU AI Act）への適合方法を習得
AI規制対象国への適合方法（対象国：シンガポール／マルタ／ドバイ／カナダ）	解説書 チェックリスト	・対象国の規制に適合したAIシステムの構築方法を習得
AIモデルを機能安全規格(ISO26262,IEC61508)に適合するための 定量評価 方法	手順書	・AIモデルの具体的な定量評価手順に従うことで、機能安全適合AIとして評価
AIモデルの開発文書 テンプレート・チェックリスト・作成例	テンプレート 具体事例	・AI開発プロセス構築時の参考・ベースとして活用 ・AI開発の説明性向上の参考として活用

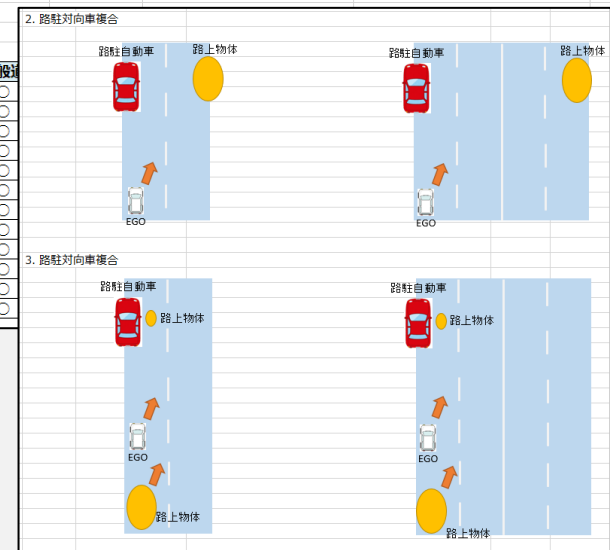
ODDのための自動運転用リスク評価カタログ

自然環境シーン				シーン変数	高速道路	一般道	交差点	引用(*1)	発生する事象(*3) (車両)
大項目	中項目	小項目(シーン要素)	#	シーン変数					
自然環境	天候による路面状況	路面状況 (低μ)	1	通常状態	○	○	○	NHTSA AppendixA	スリップ
			2	ウェット (水たまり無し)	○	○	○		
			3	ウェット (水たまりあり)	○	○	○		
			4	積雪	○	○	○		
			5	アイスバーン	○	○	○		
			6	砂	○	○	○		
			7	冠水 (1m以下)	○	○	○		
			8	ダート、砂利	○	○	○		
			9	泥	○	○	○		
			10	ぬかるみ	○	○	○		
			11	洗浄された路面	○	○	○		
			12	濡れた葉っぱ (滑りやすい路面)	○	○	○		
			13	標準的な気温	○	○	○		
			14	異常な高温	○	○	○		
気候									
道路変化シナリオ				シナリオ変数	高速道路	一般道	引用(*1)	発生する事象(*3) (車両)	
大項目	中項目	小項目(シナリオ要素)	#	シナリオ変数					
道路インフラ	道路表面/特徴	車線数変化 道路表面変化	1	車線減少	○	○	○	SOTIF/PAS Annex-F SOTIF/PAS Annex-F	振動 振動
			2	→アスファルト (舗装路)	○	○	○		
			3	→コンクリート (舗装路)	○	○	○		
			4	→石畳 (舗装路)	○	○	○		
			5	→レンガ (舗装路)	○	○	○		
			6	→珊瑚 (舗装路)	○	○	○		
			7	→砂利	○	○	○		
			8	→ダート	○	○	○		
			9	→オリング	○	○	○		
			10	→グルーピング	○	○	○		
			11	→不均一な穴	○	○	○		
			12	→ベルギーのレンガ道	○	○	○		
			13	→狭幅化	○	○	○		
			14	→次の色に変化 (→青→黄→赤→)	○	○	○		
	道路幅/レーン	車線幅変化							
	信号機	信号機色							
自然環境変化シナリオ				シナリオ変数	高速道路	一般道	引用(*1)	発生する事象(*3) (車両)	
大項目	中項目	小項目(シナリオ要素)	#	シナリオ変数					
自然環境	天候による路面状況	路面状況 (低μ) 変化	1	→通常状態	○	○	SOTIF/PAS Annex-F SOTIF/PAS Annex-F	振動 振動	
			2	→ウェット (水たまり無し)	○	○			○
			3	→ウェット (水たまりあり)	○	○			○
			4	→積雪	○	○			○
			5	→アイスバーン	○	○			○
			6	→砂	○	○			○
			7	→冠水 (1m以下)	○	○			○
			8	→ダート、砂利	○	○			○
			9	→泥	○	○			○
			10	→ぬかるみ	○	○			○
			11	→洗浄された路面	○	○			○
			12	→濡れた葉っぱ (滑りやすい路面)	○	○			○

- 500種以上の具体的なシーン（環境条件等）やシナリオの整理（各種規格、事故事例、専門家意見などの網羅）
→ リスク評価観点のState of the art
- 各条件の安全面への影響をガイド
- シナリオパターンとの組合せパターンの整理
- 路上シチュエーション基本パターンに対するベースHARA結果
- 網羅パターンの組合せ技術（複合N-wise法(弊社仮称)）
→ ツール&手順書による効率化

<構成文書>

- 自動運転システム用リスク評価カタログ
- 自動運転システム用リスク評価ケース作成手順書
- 路上シチュエーション基本パターンに対するベースHARA結果



自動運転システム検証に必須となる3Dシミュレーション環境

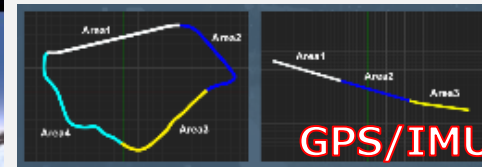
走行環境シミュレータ



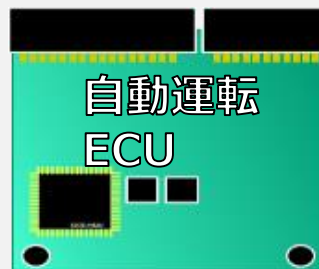
センサシミュレータ



仮想世界で生成された情報



仮想世界の自動車を制御



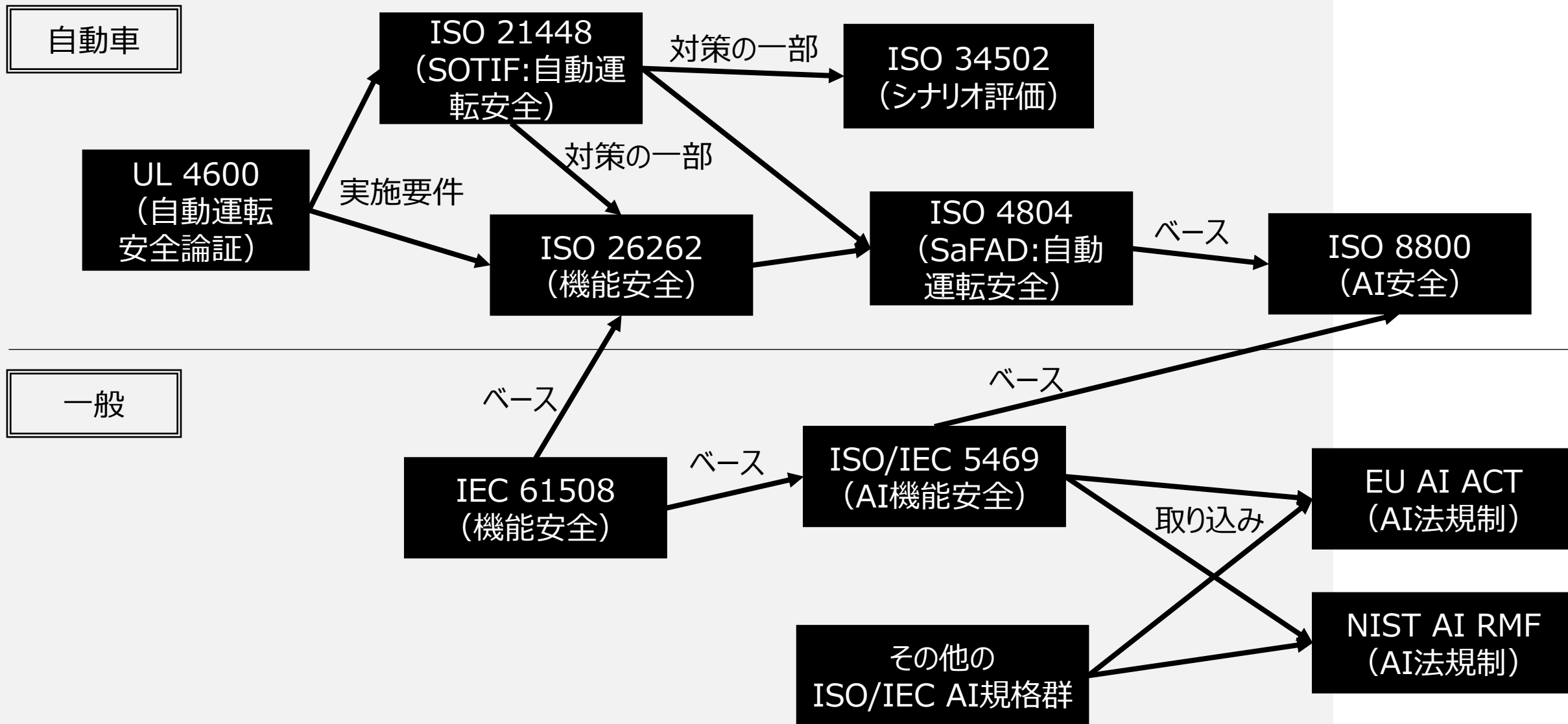
中小企業庁 平成29年度戦略的基盤技術高度化支援事業
 「積雪寒冷地域の交通弱者移動支援のための雪道走行を可能とする自動運転技術の開発」
 において、弊社の3Dシミュレーション環境が採用されました

SEAMSガイドラインの最新状況

- 技術カタログの拡充状況
 - Ver.1.0.0 : 34ページ 2019年5月 (Open QA4AI Conference 2019講演時)
 - Ver.2.0.0 : 85ページ 2020年3月 (サポイン研究事業終了時)
 - Ver.2.4.14 : 149ページ 2021年6月 (Open QA4AI Conference 2021講演時)
 - **Ver.2.5.17 : 255ページ 2023年1月 (最新版)**
- 最近の主な拡充内容
 - AI開発プロセスの構築方法
 - 最新のAI標準の反映
 - 各種産業分野におけるAI標準 (自動運転、ドローン、医療など)
 - 信頼できるAI
 - MLデザインパターン
 - 不確実性分析
 - AIセキュリティ
 - AI認証 など
- **新規作成 : AIモデルの開発文書テンプレート・チェックリスト + 開発文書作成例**
- **改善 : ODDのための自動運転用リスク評価カタログ**
 - AIの推論の特性 (得意不得意) をフィードバック

自動運転安全の主要規格の関連図

※記載の規格は、現時点で特に対処を重視されているものと弊社が判断したものです。（開発中の物も含む）



SEAMSガイドラインがカバーする主な標準群 (1/4)

国/地域	AI原則や法規制関連情報	URL
欧州	消費者を保護し、イノベーションを促進するための、新しい製造物責任指令 (COM(2022) 495) とAI責任指令	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5807
欧州	EU AI Act	https://artificialintelligenceact.eu/
米国	NIST AI RMF (AI Risk Management Framework)	https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework/ai-rmf-development
国際	OECD AI原則	https://oecd.ai/en/ai-principles
UAE	ドバイ AI原則と倫理	https://www.digitaldubai.ae/initiatives/ai-principles-ethics
マルタ	TOWARDS TRUSTWORTHY AI MALTA'S ETHICAL AI FRAMEWORK	https://malta.ai/wp-content/uploads/2019/10/Malta_Towards_Ethical_and_Trustworthy_AI_vFINAL.pdf
中国	北京AI原則	https://ai-ethics-and-governance.institute/beijing-artificial-intelligence-principles/
英国	Understanding artificial intelligence ethics and safety	https://www.gov.uk/guidance/understanding-artificial-intelligence-ethics-and-safety
米国	アメリカ大統領令 政府におけるAIの使用に関する原則	https://trumpwhitehouse.archives.gov/presidential-actions/executive-order-promoting-use-trustworthy-artificial-intelligence-federal-government/
シンガポール	MODEL ARTIFICIAL INTELLIGENCE GOVERNANCE FRAMEWORK SECOND EDITION	https://www.pdpc.gov.sg/-/media/Files/PDPC/PDF-Files/Resource-for-Organisation/AI/SGModelAIGovFramework2.pdf
カナダ	Directive on Automated Decision-Making	https://www.tbs-sct.canada.ca/pol/doc-eng.aspx?id=32592

SEAMSガイドラインがカバーする主な標準群 (2/4)

国/地域	標準化活動・ツール等	URL
国際	ISO/IEC JTC1/SC42 Artificial intelligence	https://www.iso.org/committee/6794475.html
米国	IEEE 70xxシリーズ (自律的で知的なシステムにおける倫理の実践)	https://ethicsinaction.ieee.org/p7000/
英国	BSI PAS 188xシリーズ (自動運転の安全に関する規格群)	https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework/ai-rmf-development
欧州	ETSI ISG SAI (欧州電気通信標準化機構 人工知能の保護に関する業界仕様グループ) による標準化検討	https://www.etsi.org/technologies/securing-artificial-intelligence
欧州	ALTAI (THE ASSESSMENT LIST FOR TRUSTWORTHY ARTIFICIAL INTELLIGENCE)	https://dm2ue6l6q7ly2.cloudfront.net/wp-content/uploads/2020/07/24110834/ALTAI_final_14072020_CS_accessible2_jsd5pdf.pdf
国際	GPAI (Global Partnership on AI) 「Responsible Development, Use and Governance of AI Working Group Report」	https://gpai.ai/projects/responsible-ai/gpai-responsible-ai-wg-report-november-2020.pdf
国際	OECD FRAMEWORK FOR THE CLASSIFICATION OF AI SYSTEMS	https://www.oecd.org/publications/oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-cb6d9eca-en.htm
日本	A I 利活用ガイドライン ~ A I 利活用のためのプラクティカルリファレンス~【総務省】	https://www.soumu.go.jp/main_content/000637097.pdf
日本	AI・データの利用に関する契約ガイドライン - AI編 - 【経済産業省】	https://www.meti.go.jp/press/2019/12/20191209001/20191209001-3.pdf
ドイツ	German Standardization Roadmap Artificial Intelligence	https://www.dke.de/en/areas-of-work/core-safety/standardization-roadmap-ai
シンガポール	ISAGO (Companion to the Model AI Governance Framework – Implementation and Self-Assessment Guide for Organizations)	https://www.pdpc.gov.sg/-/media/files/pdpc/pdf-files/resource-for-organisation/ai/sgisago.pdf
シンガポール	AI GOVERNANCE TESTING FRAMEWORK & TOOLKIT	https://file.go.gov.sg/aiverify-primer.pdf
フランス	Be involved in writing voluntary standards for artificial intelligence	https://www.afnor.org/en/news/shaping-european-ai-leadership/

SEAMSガイドラインがカバーする主な標準群 (3/4)

国/地域	自動運転関連法規制・標準	URL
国際	WP29 (国連の自動車基準調和世界フォーラム) による自動運転装置に関する国際基準	https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000343.html
日本	道路交通法の改正	
国際	ISO 21448:2022 Road vehicles — Safety of the intended functionality	https://www.iso.org/standard/77490.html
国際	ISO/TR 4804:2020 Road vehicles — Safety and cybersecurity for automated driving systems — Design, verification and validation	https://www.iso.org/standard/80363.html
国際	ISO 22737:2021 Intelligent transport systems — Low-speed automated driving (LSAD) systems for predefined routes — Performance requirements, system requirements and performance test procedures	https://www.iso.org/standard/73767.html
国際	ISO 34502:2022 Road vehicles — Test scenarios for automated driving systems — Scenario based safety evaluation framework	https://www.iso.org/standard/78951.html
米国	UL 4600「Evaluation of Autonomous Products」	https://www.shopulstandards.com/ProductDetail.aspx?productid=UL4600
米国	SAE「Driving Safety Performance Assessment Metrics for ADS-Equipped Vehicles」	https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2020-01-1206/
日本	日本自動車工業会「自動運転の安全性評価フレームワーク」	https://www.jama.or.jp/safe/automated_driving/pdf/framework.pdf

SEAMSガイドラインがカバーする主な標準群 (4/4)

国/地域	AIセキュリティ関連標準化活動	URL
国際	ISO/IEC 27090 — Cybersecurity — Artificial Intelligence — Guidance for addressing security threats and failures in artificial intelligence systems	https://www.iso27001security.com/html/27090.html
欧州	ETSI ISG SAI (欧州電気通信標準化機構 人工知能の保護に関する業界仕様グループ) による標準化検討	https://www.etsi.org/technologies/securing-artificial-intelligence
欧州	ENISA「Artificial Intelligence Cybersecurity Challenges」	https://www.enisa.europa.eu/publications/artificial-intelligence-cybersecurity-challenges
米国	NIST IR 8269「A Taxonomy and Terminology of Adversarial Machine Learning」	https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2019/NIST.IR.8269-draft.pdf
米国	Microsoft「Threat Modeling AI/ML Systems and Dependencies」	https://docs.microsoft.com/en-us/security/engineering/threat-modeling-aiml
日本	機械学習システムセキュリティガイドライン (機械学習工学研究会 MLSE)	https://github.com/mlse-jsst/security-guideline
日本	日本銀行金融研究所「機械学習システムのセキュリティに関する研究動向と課題 (2018.8)」	https://www.imes.boj.or.jp/research/papers/japanese/k38-1-6.pdf
日本	日本ネットワークセキュリティ協会「パネルディスカッション「AIセキュリティ」その脅威と対策を考える (JNSA NSF 2020)」	https://www.jnsa.org/seminar/nsf/2020/data/A2_IoTSecurityWG.pdf

SEAMSガイドラインがカバーする主な技術要素

- AIシステムの機能安全設計・評価技術
- AIシステムの説明性の高い開発・学習プロセス
- 信頼できる機械学習の構築方法、評価方法
- AIの説明可能なモデリング手法
- DNNのトレーサビリティ手法
- 機械学習のデザインパターン、アンチデザインパターン
- AIのサイバーセキュリティ対応
- その他
 - 自動運転システムの安全性論証技術 など

3. 人間社会とAIの共進化を 下支えする基盤技術の開発 (HMCESプロジェクト)



【再掲】人とAIが共進化する未来社会の安全を論証するには？

G01 : 人と機械(AI)の『高度な共生社会』
の安全が維持できている

S01 : 静的条件内 (人が機械を (便利な道具として) 使う関係)
と動的条件時 (人と機械が協調する関係) の両面の安全を担保

SEAMS + 3D Simulator
自動運転レベル4の安全

G11 : 人/機械/
環境の持続的な変
化が生じても安全
を維持できている

共進化社会を
支える安全技術



G12 : 現在のAIシステム+人+環境
の安全が検証済みである

SEAMS

AIシステムの機能安全

G21 : SOTIF対応

G22 : AIシステムの機能安全対応

G31 : AIコンポーネント
の機能安全対応

G32 : AI&非AIコンポーネ
ント統合の機能安全対応

G33 : 非AIコンポーネント
の機能安全対応

従来の機能安全

「機械の潜在能力を持続的に向上させる 共進化(Co-evolution)ガイドラインの研究開発」

従来技術の課題

要求の継続的な変化に追従できない
 技術の進化に伴い、人々の満足する閾値は変化しつづけている。要求の持続的な変化を充足させるためのガイドラインが整備されていない

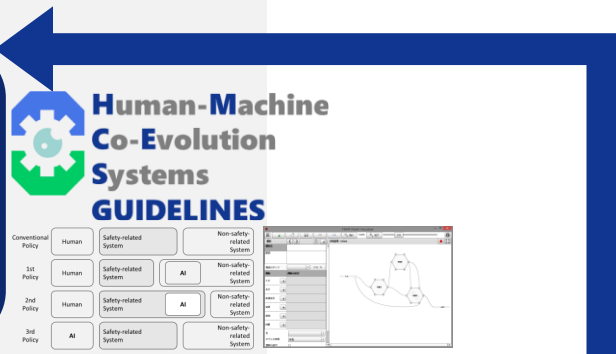
人工知能への信頼不足
 人工知能への期待感は年々向上し、革新を起こすことを期待されているが、正しく技術が評価されるためのルール・法整備が遅れている

機械と人の最適配置ができない
 機械と人は区別されており、協働するための仕組みは整備途上にある

人と機械の協働を実現することで「共進化」を推進

新技術による解決

機械の潜在能力を持続的に向上させる共進化ガイドライン
「HMCESガイドライン」
 人-機械が共に進化することで、生活環境、労働環境の改善を実現し、安全・安心を実現する工程を明確にする

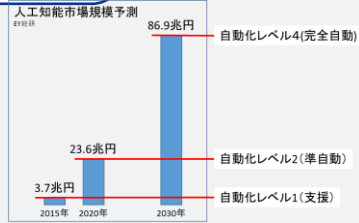
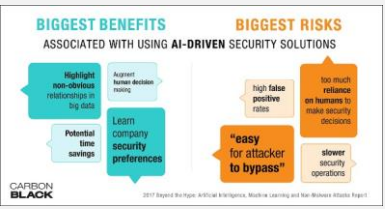


「HMCESガイドライン」を元に開発

人と共に進化する機械向け共進化プラットフォーム
「HMCESプラットフォーム」
 HMCESガイドラインに則した共進化を実現するためのプラットフォームを開発、オープンソースとして一般公開し、利用企業の参入障壁とコストを下げる。



「例示アプリ」の開発・評価



課題

- ・ 要求の変化に対して柔軟な変化ができない
- ・ 人-機械のすみ分けによる最適化の阻害
- ・ 人工知能の活用が不十分な状況

川下企業の課題

- ・ 変化しつづける製品への要求への追従ができない
- ・ イノベーションを起こすための土台構築が難しい

特徴

- ・ 人-機械が協働できる環境の実現を支援
- ・ 持続可能な改善を提供し、DXの架け橋となる技術
- ・ 投資額を抑えるためのオープンソース提供

川下企業のメリット

- ・ ソフトウェアによる製品の高付加価値化の実現
- ・ 生産性、安全性が向上することで社内変革を実現

開発体制

※アドバイザー/オブザーバーとして
ご協力いただける企業様募集中！

中小企業庁



公益財団法人
中部科学技術センター
(管理法人)

研究実施機関

株式会社イマジナリー(PL)
(機能安全)



国立大学法人名古屋大学(SL)
(安全・セキュリティ)



UNIVERSITY

株式会社ヴィッツ (システム設計)

株式会社アトリエ (安全工学)

合同会社Gomes Company (人工知能実装)



国立研究開発法人産業技術総合研究所
(協調安全)



川上・川下ネットワークを
利用したコンソーシアム活動
産官学連携による推進



スズキ株式会社
人-機械の協調制御の助言

アドバイザー



株式会社アイシン
人-機械のコミュニケーションの助言



三菱電機 情報技術総合研究所
産業機械知見による助言



一般社団法人 日本自動車研究所
安全・サイバーセキュリティに関する助言



株式会社ALBERT
人工知能の専門家視点での助言

オブザーバー



コベルコ建機株式会社
建設機械知見による助言



株式会社UL Japan
品質・安全の専門家視点での助言

「共進化社会を支える安全技術」の構築に向けて

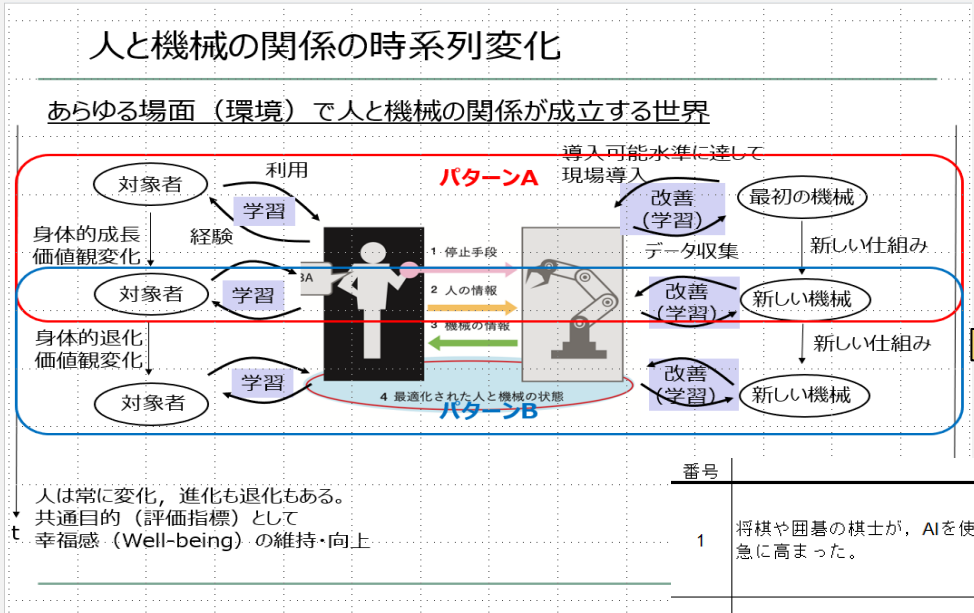
HMCES Projectでは、既存の関連技術を参考に**実用に向けた整理**を行い、**システム開発適用と、ガイドやプラットフォームの整備を進めて**おります。

技術要素	技術課題	既存の関連技術
人と機械間の信頼関係構築技術・協調技術	<ul style="list-style-type: none">・人間の状態の測定と評価方法・お互いの信頼関係の評価方法・人間と機械間の通信・情報共有方法・お互いが進化（変化）し続ける状況での適切な進化のあり方	<ul style="list-style-type: none">・Human-Machine Teaming (HMT)・人間の行動分析学・協調安全・AI倫理（各種AI標準化文書）
信頼できるAI	<ul style="list-style-type: none">・AIの信頼性保証技術（検証の十分性、学習データの妥当性、安全論証方法など）・AIの信頼性保証に要する膨大なコスト・労力	<ul style="list-style-type: none">・AIの性能高度化・AIの品質安全論証技術（SEAMSガイドライン）
自ら学習し成長するAIと更新技術	<ul style="list-style-type: none">・成長し続けるAIの信頼性の担保方法・成長し続けるAIの継続的更新方法	<ul style="list-style-type: none">・AIの性能高度化・強化学習・DevOps
未知の未来に対する安全安心を担保する技術	<ul style="list-style-type: none">・未知事象への安全保証/安全論証方法	<ul style="list-style-type: none">・レジリエンスエンジニアリング（Safety II）・協調安全

※太字はHMCES Projectにて注力している技術

【研究中】進化のパターン整理

進化/共進化の用語やパターンの定義は世の中に存在していないため、本事業にて、業界に先行して検討整理を実施中。



事例に対してパターン分類を実施

番号	事例	人(当事者)	機械	環境	共進化パターン	進化範囲のレベル	進化の自律性のレベル
1	将棋や囲碁の棋士が、AIを使って研究した結果、人の棋力が急に高まった。	棋士が進化	練習相手が進化	将棋ルール 将棋・囲碁界 別の棋士 →ルール変更	A	1（ルール改正まで含めると2）	0
2	野球にデータ科学、コンピュータ支援を導入し、フォームを修正。成績が伸びる選手が増えた。	野球選手が進化 （しない場合もある）	センサやコンピュータ技術の導入	トレーナ システム保守者 球団、業界	A	0	0
3	ネット通販企業の出荷場で、梱包作業をロボットにより無人化し、作業者は、より安全に、人にしかできない作業に集中する方法になった。その結果、工場全体として効率化、低コスト化した。	梱包作業者の安全性向上、作業効率化	梱包ロボット進化	工場 他作業者 ロボット保守者 →機械の進化に併せて変化 継続的な支援	A	0	0
4	介護支援ロボットの導入により、自宅介護の負担が大幅に減った。ロボット大量生産により低コスト化。被介護者はストレスが減り、介護者は自由な時間が増えた。	被介護者は変化、介護者の負担大幅減、作業効率化、自由時間が増	介護ロボットが進化	他介護者 住宅 ロボット保守者 →機械の導入に併せて変化 継続的な支援	B	0	0
5	量子コンピュータの導入で、創薬に必要な時間が劇的に減り、治療方法が多様化した。	創薬研究者の薬開発活動が進化	コンピュータが進化	創薬会社 コンピュータ保守者	A	1	0

※注）本スライドに記載の内容は、まだまだ研究途中のものであり、本プロジェクトにて完成したものではございません。

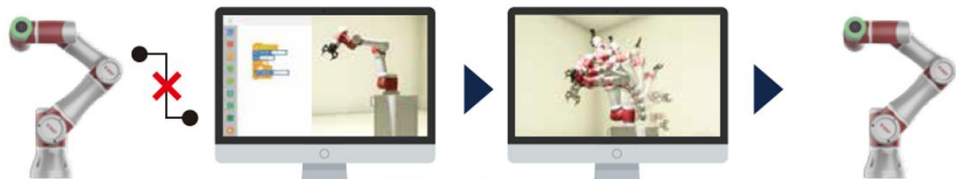
【研究中】例示アプリケーションの開発

- アプリ3種をPoC開発し、実際に使いながら、人と機械の協働や共進化に関する具体的な現場課題を抽出
- ➡ 運用ルールなど注意点を抽出 & 整理。アプリの機能改善。etc

■ 協働ロボット最適化アプリケーション

協働ロボット最適化
アプリケーション

仮想空間に再現した協働ロボットを用いて、AIと人との連携により「最適な動作」を持続的に提供するアプリケーション



※画面はイメージです。

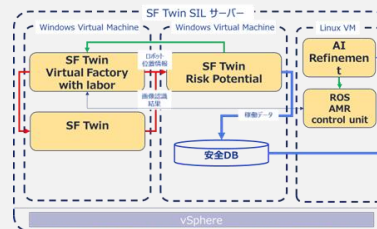
人が提供する仮想空間においてAIが最適な動作を継続的に提供する



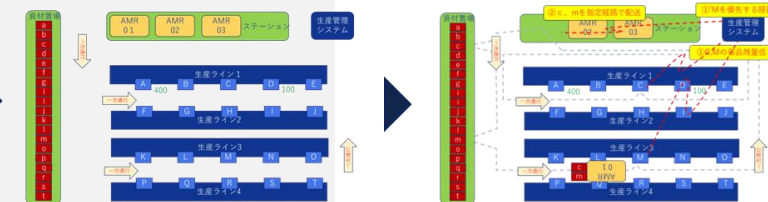
■ 自律搬送機最適化アプリケーション

自律搬送機最適化
アプリケーション

仮想空間に再現した自律搬送機を用いて、AIと人との連携により「最適な移動経路」を持続的に提供するアプリケーション



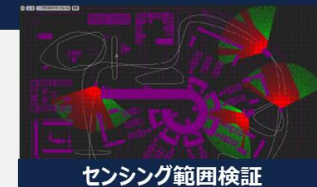
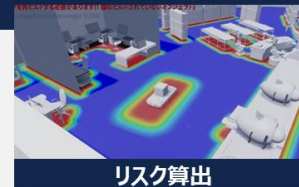
仮想空間サーバ



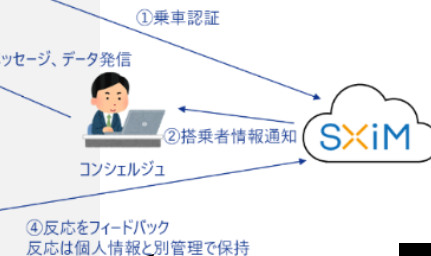
課題の定式化

課題の最適化

人が提供する仮想空間においてAIが最適な動作を継続的に提供する



■ 対話型AIコンシェルジュ



持続的幸褔と安全安心のための共進化社会を HMCESガイドライン&プラットフォームにより技術支援



まとめ

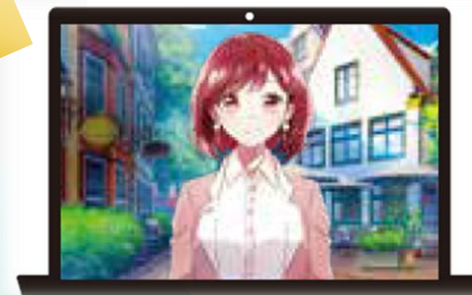
安心安全を担保する技術開発で、我々は未来社会に貢献します

IMAGINARY × 株式会社 ヴィッツ

SEAMS

Human-Machine
Co-Evolution
Systems

3Dシミュレーション



<主な技術支援>

- ・ツール/マテリアル販売
- ・コンサルティング
- ・研修講師
- ・エンジニアリング
- ・評価、監査
- ・システム構築



THANK YOU!

株式会社イマジナリー

☎ +81 50 5211 5282

執行役員

✉ morikawa@imaginary-inc.jp

森川 聡久

🌐 www.imaginary-inc.jp

付録：ヴィッツグループ事業紹介

株式会社ヴィッツ 会社概要

- **会社名**
：株式会社ヴィッツ
- **本社所在地**
：愛知県名古屋市栄三丁目3番21号
セントライズ栄6階
- **代表取締役**
：服部 博行
- **設立**
：1997年6月
- **資本金**
：611,176千円（2022年4月時点）
- **従業員**
：205名（子会社・関連会社含む）

子会社・関連会社



株式会社アトリエ

拠点：東京

労働力の不足、地域の交通課題の解決などのために、新しいロボットやモビリティが続々と生まれています。アトリエは、ロボット・サービスを安全・安心に世の中に生み出す支援をしています。社会で受容されるためのエビデンス作り、価値と魅力を測り、増やしていくための実証検証、効果評価の計画・促進・分析を行っています。

ロボティクス MaaS 運行設計領域 (ODD) サービス効果分析
導入・実証ファシリテーション



株式会社ヴィッツ沖縄

拠点：沖縄

「沖縄から未来を創る」をテーマに車載システム等の組込ソフトウェア開発、HMI開発、SIRT(セキュリティ)に取り組んでおります。沖縄発のビジネスも手掛けており沖縄の活性化にも貢献していきます。

組込ソフトウェア開発・検証 HMI開発・検証 SIRT 研究事業



株式会社イマジナリー

拠点：名古屋

ヴィッツ中核技術を積極活用した商品及びサービスの開発・販売・運用及び保守を事業とする子会社です。



株式会社スクデット・ソフトウェア

拠点：北海道

ニアショア拠点として、札幌の活性化のみならず、地場企業との協業による地方創生に取り組んでおります。車載・ECU等の組込ソフトウェア開発、Webシステム開発並びにスマートデバイスを中心に、様々な技術分野での実績を有しております。慢性化する人材不足に対しても、未経験者の採用・育成を積極的に行い、成長を続けております。

組込ソフトウェア開発・検証 スマートフォンアプリ ERPパッケージ開発



アーク・システム・ソリューションズ株式会社

拠点：北海道

機械学習による画像認識技術を中心としたAIシステムを開発しており、物体検出や画像セグメンテーションといった技術をWEBシステムや、車載システムに適用するなどの開発支援サービスをご提供しています。その他にもスマートフォンアプリや車載HMIソフトウェア開発などの開発実績があります。 (浜01-300931)

AI搭載WEBシステム スマートフォンアプリ 車載向け組込開発 農業機械ソフトウェア

Mission:社会課題をソフトウェア開発で解決

ソフトウェアにてオールラウンドに課題解決

主に自動車・工作機械・農業機械・家電・航空宇宙機器に使われるソフトウェアの開発会社です。

ヴィッツのビジネスの特長は、近い将来に必要となる技術を自らが判断し研究開発分野を選定、多数の研究を進め産官学連携を行うことで、いち早く技術の実用化をしています。

受託から、独自の先進研究開発にて解決

ヴィッツはもともと顧客の要望に対し、その都度受託開発をしていました。

ただ要望に対し開発をするだけでは、技術力の成長は限られていると考え、社会課題を解決するために、まだ着手されていない領域で先進的な研究開発に携わる、独自性のあるビジネスモデルを築きました。



“先取り研究開発”年表

創業以来、一貫して世の中のITトレンドを先取りして研究開発を実施。ノウハウを蓄積しています。

2000年代

2010年代

2020年代

<ヴィッツの開発>

	2000年	2002年	2008年	2014年頃	2016年頃	2019年頃	2020年頃
ヴィッツの開発	2000年 車載シミュレーション開発 2004年 車載向けリアルタイムOS「Owls」 開発	2002年 高性能LSI開発	2008年 機能安全 コンサルティング開始	2014年頃 セキュリティ研究	2016年頃 自動車のCASEを提唱	2019年頃 半導体開発	2020年頃 MaaS・DX開発
	約5年前には研究開始	約8年前には研究開始	約6年前には研究開始	約1年前には研究開始	約1年前には研究開始	約1年前には研究開始	約1年前には研究開始
世の中の状況	2005年頃 自動車の電子化加速	2010年頃 スマートフォン発売	2014 エアバック問題	2015年頃 ランサムウェア流行 (PCロック身代金被害)	2017年頃 自動運転、AI、安全	2020年頃 半導体不足	2021年頃 DX・オンラインが加速

株式会社ヴィッツ 事業概要



車載開発

2004年から車載向けリアルタイムOS開発を行っており、以下を強みにしています

- 機能安全 (ISO26262) 対応
- AUTOSAR対応 (CP/AP)
- モデルベース開発 (制御モデルシミュレーション)

RTOS モデルベース開発
AUTOSAR (Classic/Adaptive)



Web3.0

ブロックチェーンやNFTの技術を活用し、誰もが幸せを実感できるデジタル社会を実現するためのサービスを提供します。

ブロックチェーン技術を活用した課税システム
TISIWIT

MaaSプラットフォーム
SXiM



仮想空間シミュレーション

仮想空間シミュレーションは自動運転、デジタルツインなどの最先端開発で開発効率を劇的に向上させるDXを提供します

MaaS向け安全性評価ツール
WARXSS

製造現場向けデジタルツイン
SF Twin
Making Future More Smart Technologies



サイバーセキュリティ

ISO/SAE 21434規格準拠のプロセス構築からセキュリティV字開発全般、P-SIRT運用、教育、コンテンツ提供を行っています

サイバーセキュリティ教育 製品開発
プロセス構築 脅威分析 SIRT



安全コンサルティング

ISO26262 のプロセス認証を取得した経験を活かし幅広い業界に対して、プロセス構築、安全設計、安全性評価の支援を行っています

機能安全開発 プロセス構築支援
安全性評価 品質検証ツール
AI安全保証サービス



組込ソフトウェア開発

自動車や産業機械、デジタル家電機器、農業・建設機械などに搭載されているマイクロプロセッサで動作するソフトウェア開発を創業時から行っております
R&Dを通じて最新技術に挑戦し、コア技術開発を行っています

組込ソフトウェア開発

WP29 サイバーセキュリティ法規 (UN-R155) 、
ISO/SAE 21434、ISO 27000、ISO 15408、IEC 62443等の知見に基づき
繋がるクルマに対応した正しいセキュリティ知識の普及を支援



サイバー
セキュリティ教育



サイバーセキュリティ
プロセスの構築



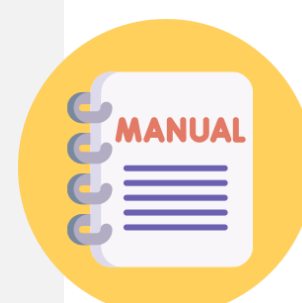
サイバーセキュリティに
関する製品開発



脅威分析/
脆弱性分析の実施



SIRTサービス



各種解説書の
提供

- ・自動車業界向けセキュリティセミナー開催
- ・解説書（文書）提供<ISO/SAE21434,UN-R155など>
- ・SIRT（Security Incident Response Team）サービス
- ・セキュリティプロセス導入支援
- ・脅威分析/脆弱性分析の実施支援

セキュリティシステムの
開発／評価技術

セキュリティ規格の
専門知識
ISO/SAE 21434、ISO 27000
ISO 15408、IEC 62443など

自動車に対する **最新の**
ハッキング情報

■アプリケーション開発

- ボディ系
- 駆動系

ドア制御、ライト制御、ミラー制御
ステアリング・センサ制御、イモビライザ制御
キーレスエントリーシステム など

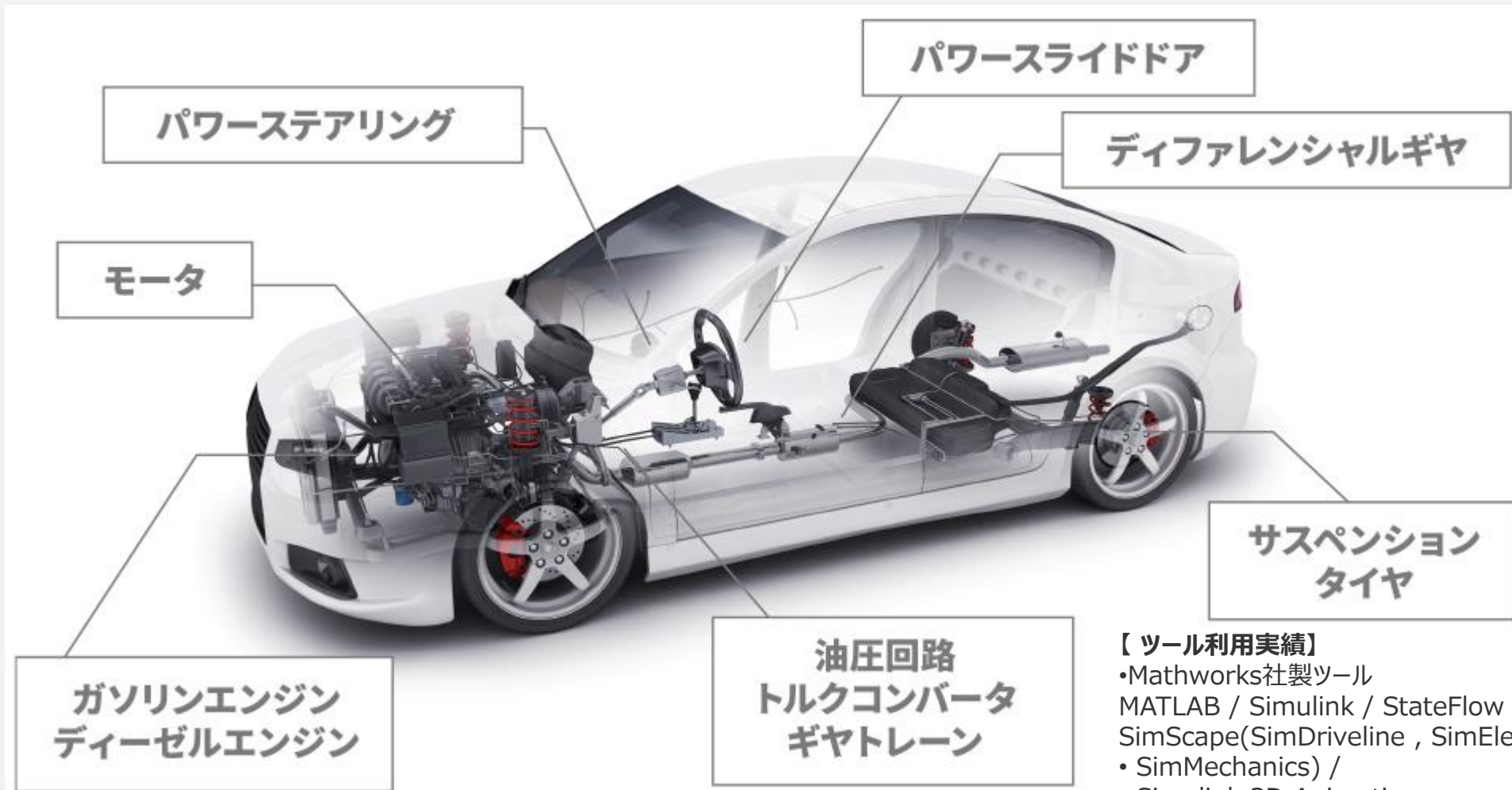
- 開発プロセス構築
- 仕様設計、開発、評価
- 研究開発

■プラットフォーム開発

- リアルタイムOS開発
 - 自社製RTOS(Owls)
- ミドルウェア(車載通信)開発
 - CAN,LIN, FlexRay
- デバイスドライバ開発
- AUTOSARインテグレーション
 - BSWモジュールの選定、各種制御シーケンス設計および検証



約20年にわたるMBD経験を生かして高品質なソフトウェアをワンストップで提供



【ツール利用実績】

- Mathworks社製ツール
MATLAB / Simulink / StateFlow
SimScape(SimDriveline , SimElectronics ,
• SimMechanics) /
• Simulink 3D Animation
•その他モデリングツール
Dymola / MapleSim / SaberRD / Amesim / CarSim

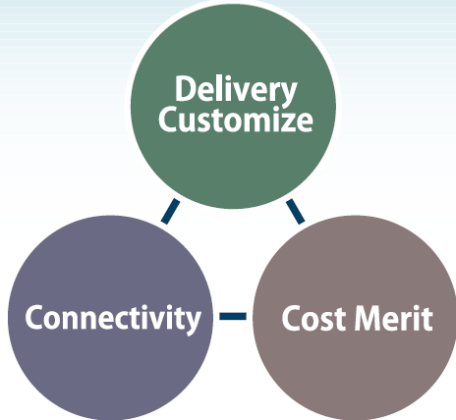
仮想空間技術

3D シミュレーション環境構築

3D モデルを利用した仮想空間で様々な環境や条件をシミュレーションすることができます。
ゲームエンジン (Unreal Engine 4 / Unity) を活用した 3D 仮想空間を用いることで
現実では再現の難しい環境やイベントをシミュレーション可能です。

特徴と保有技術

Features & Technologies



■ デリバリー性・カスタマイズ性

保有資産を活用しつつ基本はお客様の要望にあわせて唯一製品を受託開発パッケージ製品では実現できない柔軟な環境構築が強み

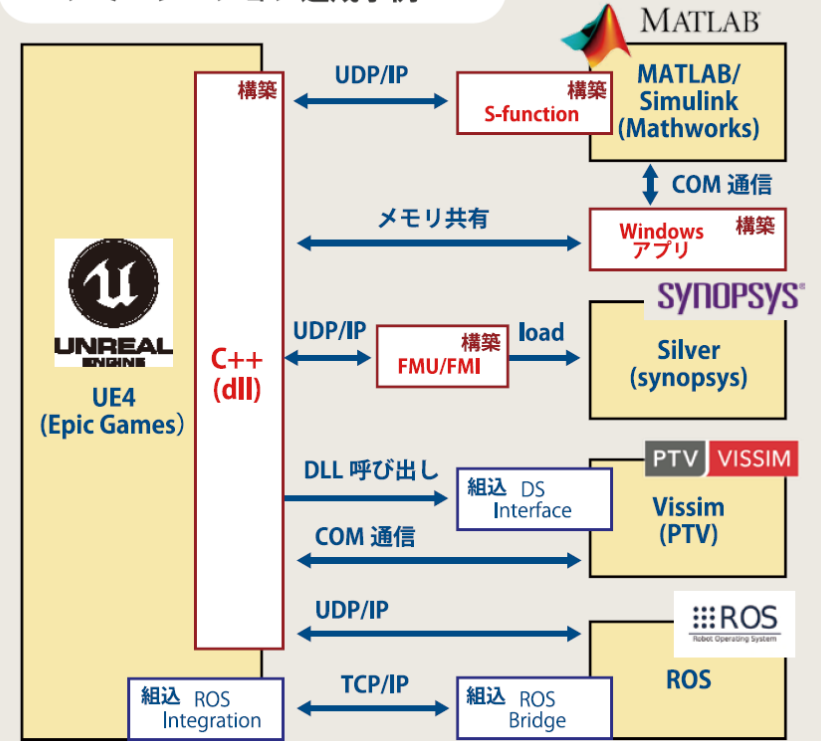
■ 接続性

車載ソフトや開発ツールのノウハウを多く持つため、シミュレーションを車載ソフトや他ツールへ接続し仮想のシステムを構築することが得意

■ コストメリット

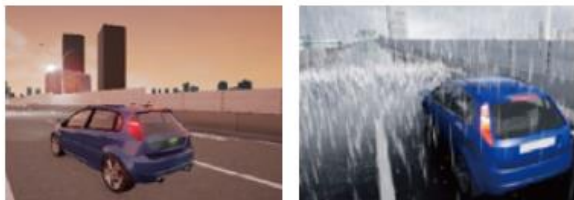
密にお客様と要求を議論し、必要な機能、必要なクオリティを見定めた上で構築するためリーズナブル

シミュレーション連成事例



環境モデル

既製品や外注で入手した3DCADを加工し、対象の環境モデルを組み上げることが可能。静的な環境構築だけでなく、外部ファイルから指定した情報を基にして道路や建物を設置する動的な環境モデルの構築機能も保有。お客様の要求にあわせて最適なエンジニアリングを実施します。



気象条件や光源位置のモデリング可能



実在する地点の再現や、
仮想のロケーション再現も可能

車両モデル

お客様の要求事項に合わせて、車両制御方法や車両挙動の再現方法を選択しエンジニアリング致します。

車両制御

- ▶簡易的な自動運転アルゴリズムを実装し、一定のルールで道路上を走行させることが可能
- ▶外部のコントローラと連成し、外部からの指令を基に対象の車両モデルを走行させることが可能

車両挙動

- ▶簡易的に車両の重量・重心・サスペンションばね特性・変速線・エンジントルクなどを設定しシミュレーションすることが可能
(※本方法は相対的に短時間で実装可能)
- ▶車両挙動を専門とした別ツールやお客様が独自に実装した物理シミュレーションと連成し、別シミュレーションの演算結果を基にUE4上で車両の挙動を描画することが可能

センサモデル

多数のセンサモデルを保有し、お客様の要求に応じて設置個数や設置位置を調整できます。センシング結果はシミュレーション外へ出力することができ、プロトコルやデータアサインについてもお客様環境へあわせてエンジニアリングが可能です。

【センサ種類】

- LiDAR
- ミリ波
- GPS/IMU
- カメラ (360°カメラ、魚眼レンズなど特殊カメラも対応可能)
FOV やゆがみなど再現可能
- サーモ



LiDAR

センサの設置位置やカメラの画角調整もGUI上で動的に変更することも可能

「仮想空間技術」を利用し、製造現場のボトルネックを解消するソリューション

デジタルツインの活用でひろがるDX

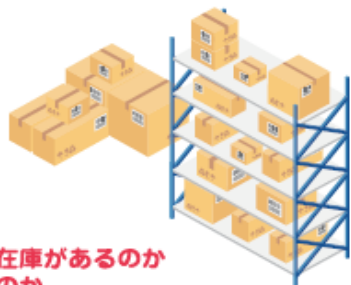
～デジタルツインの未来～

在庫段ボールをデジタルツイン



- ・月にどれくらいの在庫があるのか
- ・最長で何日間あるのか

在庫の最適化



AGVと人をデジタルツイン



- ・接触を予知したら警告を出す
- ・AGVの稼働時間から効率性をチェック
- ・AGV同士が規定以上に接近していないか

AGVの安全性チェックに



協働ロボットをデジタルツイン



- ・遠隔でも稼働状況把握
- ・事前に動きのチェック
- ・人の接近

オフラインティーチング

稼働範囲内に人が接近したら動作を
低速、または停止へ

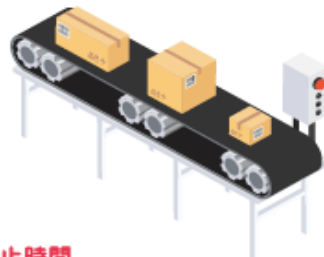


機械の稼働状況をデジタルツイン



- ・1日の稼働時間、停止時間
- ・総生産個数から1個当たりのサイクルタイムを算出

機械の稼働効率向上



人をデジタルツイン



- ・行動ルートを把握、人口密度を把握
- ・歩行速度

最適な人材配置へ



創業時より自動車や産業機械、デジタル家電機器、農業・建設機械などに搭載されているマイクロプロセッサで作動するソフトウェアで動作するソフトウェアを開発。
R&Dを通じて最新技術に挑戦し、コア技術を開発。



入退場管理システム



**運営者がユーザーの個人情報を取り扱うことなく
入退場を管理できるシステム！**

TISIWIT はブロックチェーン技術で個人情報を管理し、
個人情報を参照しない認証を実現した
データの民主化を実現するシステムです。つまり個人情報を取り扱わないから
情報漏洩に関するリスクがありません。