

自動車の安全性を高めるためのAI品質

2023年10月31日

中神 徹也・桑島 洋

株式会社デンソー

ソフト生産革新部 先端ソ開室 2課

Agenda

1. 世の中のAI動向とデンソーの取り組み
2. デンソー社内におけるAI品質保証の仕組みづくり
3. 構築した仕組みの紹介
4. まとめ

1

世の中のAI動向とデンソーの取り組み

世の中のAI動向

CONFIDENTIAL

深層学習 → 画像 音声
テキスト

日本ソフトウェア科学会
機械学習工学研究会

[市場]
深層学習の登場によって
AIが様々な領域に浸透

[アカデミア]^[1]
AIを工学的に扱うための
研究が活発化

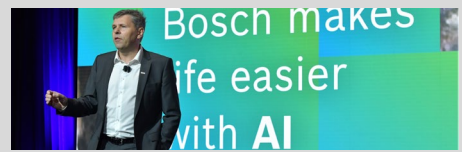


[Tesla, Uber]^[4]
Autopilotモードの
利用による事故

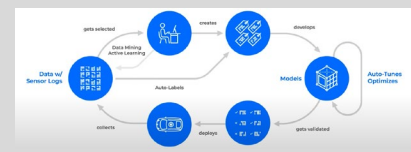
[MS, Google]^[5]
人種差別的なAIに
対する世論の反発

深層学習の登場でAIの産業応用が加速

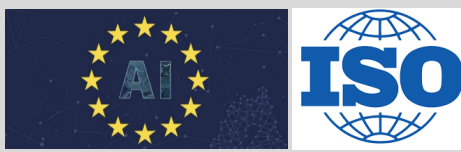
AIのリスクに対する社会の不安



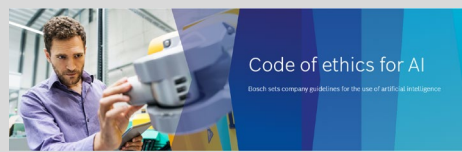
[GAFA, Bosch, Conti]^[2]
AI人材獲得・育成を
加速



[Tesla, Waymo, ME]^[3]
MLOps技術による
AI開発の高速化



[法規・標準]^[6]
各国政府、ISOが
AIリスク対策に着手



[Bosch, NEC]^[7]
自社のAI倫理ガイド・
品質ガイドを発信

AIの積極的な活用が競争のカギ

AIの社会受容性に関するルール化の動き

世の中がAIの研究から応用フェーズに入り、AIの社会受容性に関する取り組みが始まっている

[1] <https://sites.google.com/view/sig-mlse>
[2] <https://www.bosch.co.jp/press/group-2001-02/>
[3] <https://www.youtube.com/watch?v=Q0nGo2-y0xY>

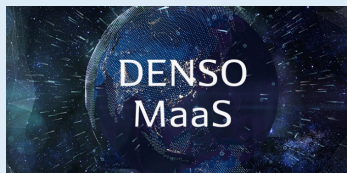
[4] <https://www.youtube.com/watch?v=w2VWAoLrzE0>
[5] <https://www.theverge.com/2016/3/24/11297050/tay-microsoft-chatbot-racist>
[6] <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
[7] <https://www.bosch.com/stories/ethical-guidelines-for-artificial-intelligence/>

事業部主体でAI搭載製品の品質を確保

DNのAI搭載製品群



安全・安心



利便・快適



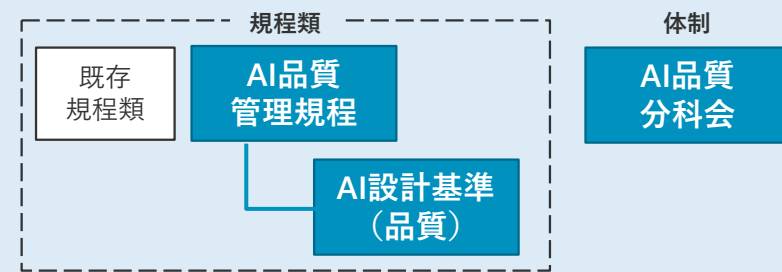
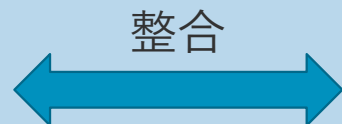
新事業



社会に受容される仕組み



世の中のAIルール（各国・国際の法規・標準）



デンソーの社内標準（基準・仕組み）

世の中のAIルールに対応できるようにするため、デンソーの社内標準づくりを開始

2

デンソー社内におけるAI品質保証の仕組みづくり

社会に受容されるための仕組みづくりの方針

目的①（マネジメント領域）： 法規・標準のAI要求事項を満たす

目的②（エンジニアリング領域）： AI要求事項に含まれない技術的な内容を補完するため、
デンプソーが必要と考える内容を世間相場に沿って定義する

デンプソーでは、以下の枠組みで社会に受容されるための仕組みを構築している。

方針①（マネジメント領域）

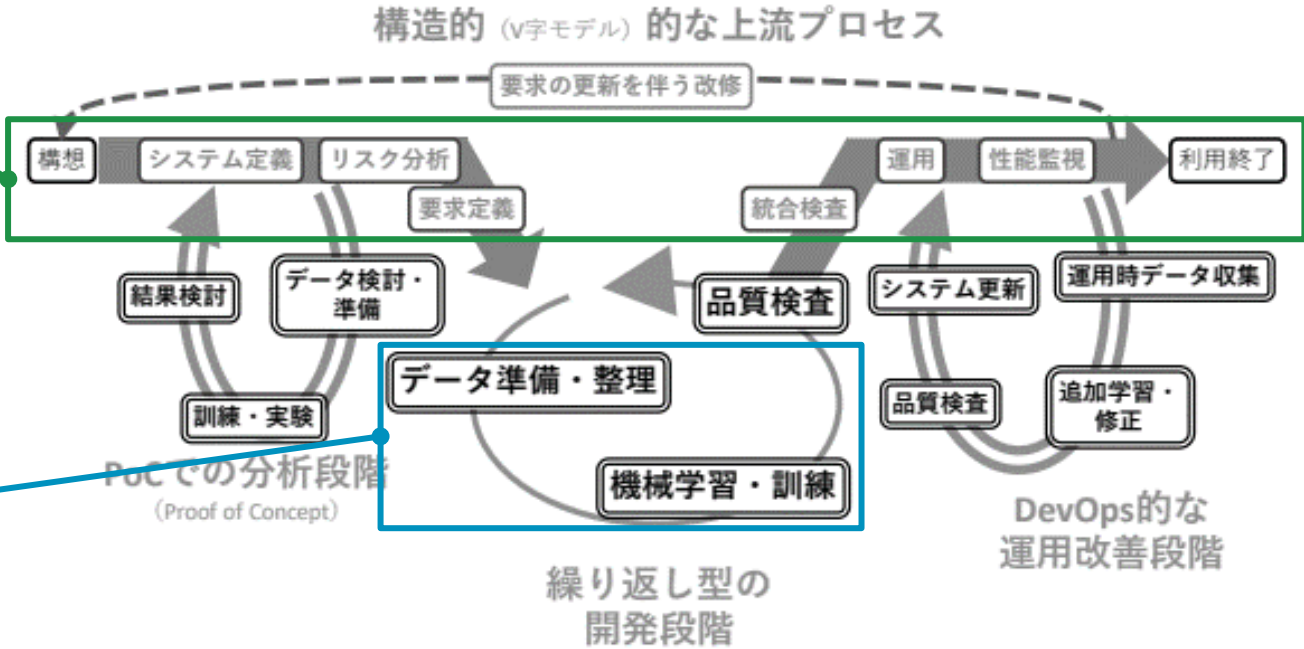
AI要求事項※1に基づいて管理規程を作成
 アウトプット：AI品質管理規程

※1：EU AI Act、ISO42001など

方針②（エンジニアリング領域）

論文・ガイドライン※2に基づいて設計基準を作成
 アウトプット：AI設計基準（品質）

※2：Towards a Framework to Manage Perceptual Uncertainty for Safe Automated Driving、AI品質マネジメントシステム（AIQM）など



出典：AIQM第3版 混合型機械学習ライフサイクルプロセスの概念図

3-1

構築した仕組みの紹介

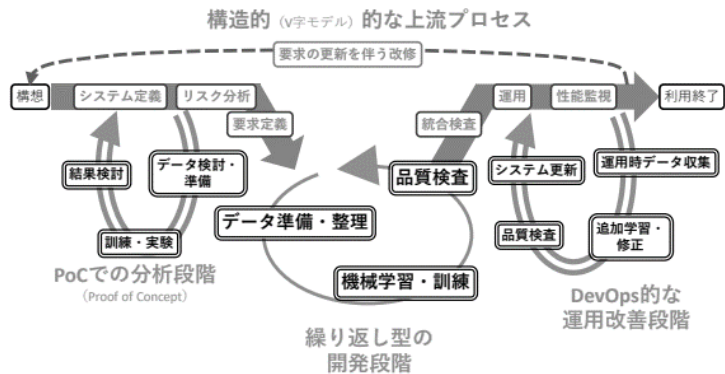
方針①（マネジメント領域）：AI要求事項に基づいて管理規程を作成

方針①（マネジメント領域）に対する構築アプローチ

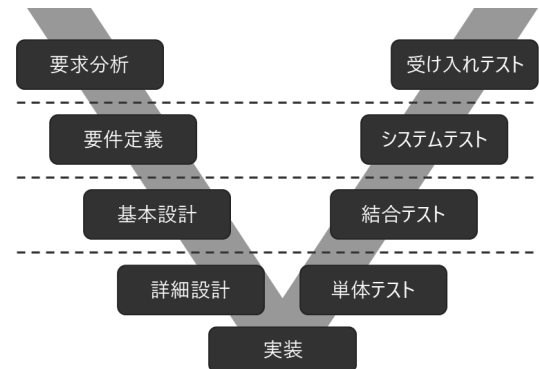
方針①（マネジメント領域）
AI要求事項※1に基づいて管理規程を作成
アウトプット：AI品質管理規程

CONFIDENTIAL

AIは仮説検証の繰り返しで開発が進むため、AI開発プロセスをそのまま従来プロセスに反映した場合、**両方に対して対応が必要**



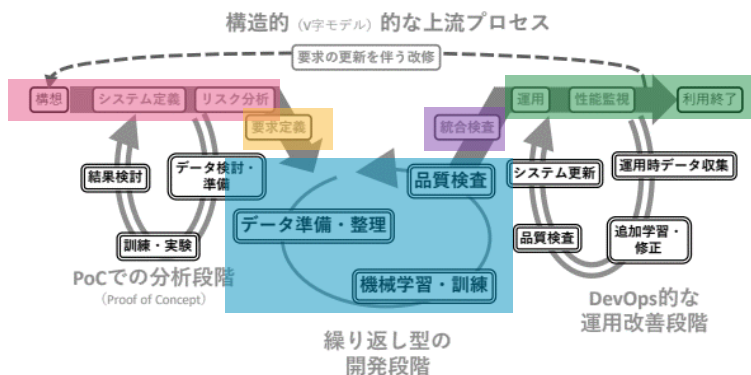
どちらのプロセスにも準拠していることを示す必要あり



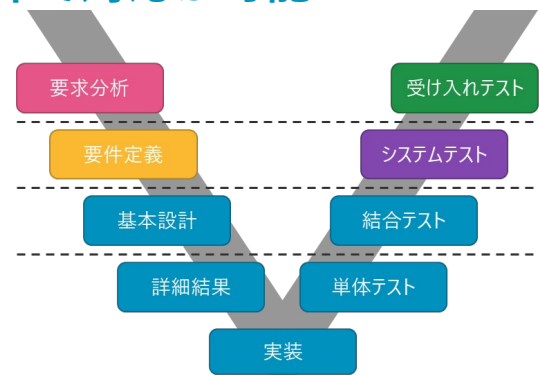
従来プロセス

繰り返し型のAI開発プロセス

AI開発プロセスの**各活動を分解して**従来プロセスに反映した場合、**従来プロセスの中で対応が可能**



従来プロセスと整合するように反映



従来プロセス

繰り返し型のAI開発プロセス

AI開発プロセスの各活動を分解して反映することで、既存規程と同じ仕組みとなるように工夫

AI品質管理規程の概要

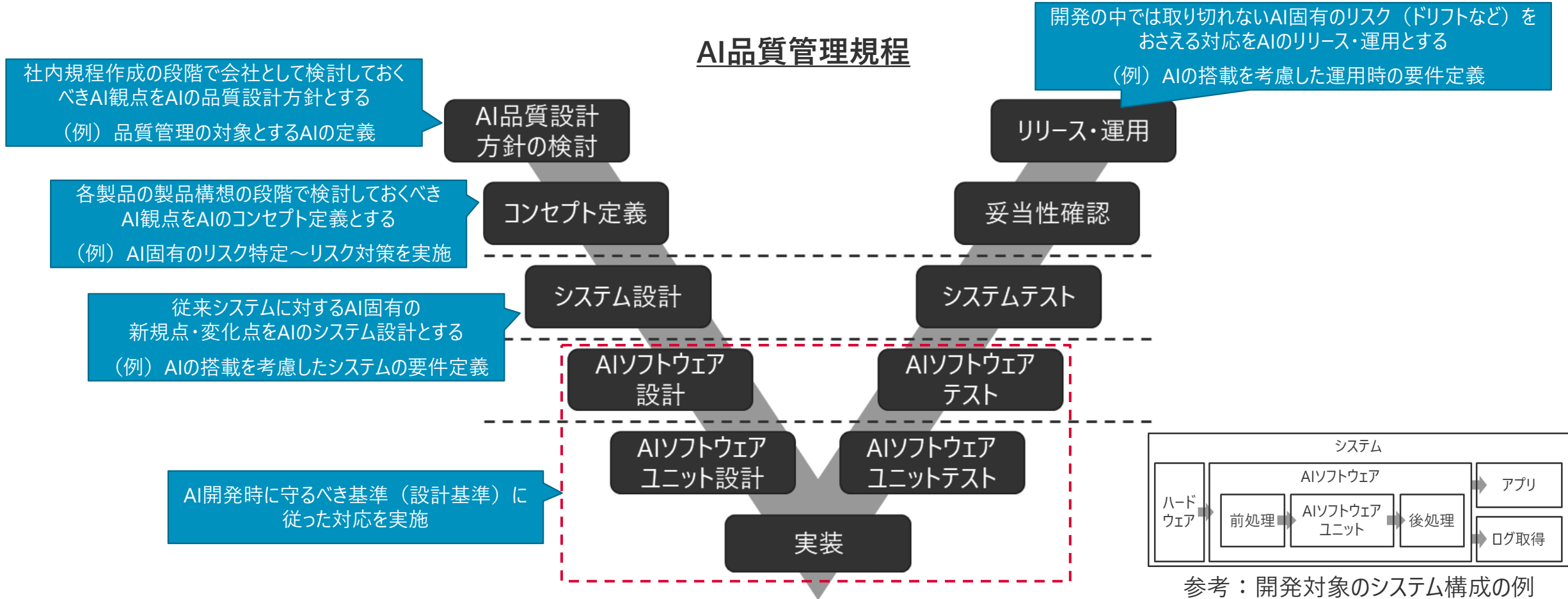
方針①（マネジメント領域）

AI要求事項※1に基づいて管理規程を作成

アウトプット：AI品質管理規程

CONFIDENTIAL

AI品質管理規程では、AI品質を担保する上で必要な活動をプロセスとして定義している。



品質管理プロセスに関連するAI要求事項を取り込んだ規程を作成

3-2

構築した仕組みの紹介

方針②（エンジニアリング領域）：論文・ガイドラインに基づいて設計基準を作成

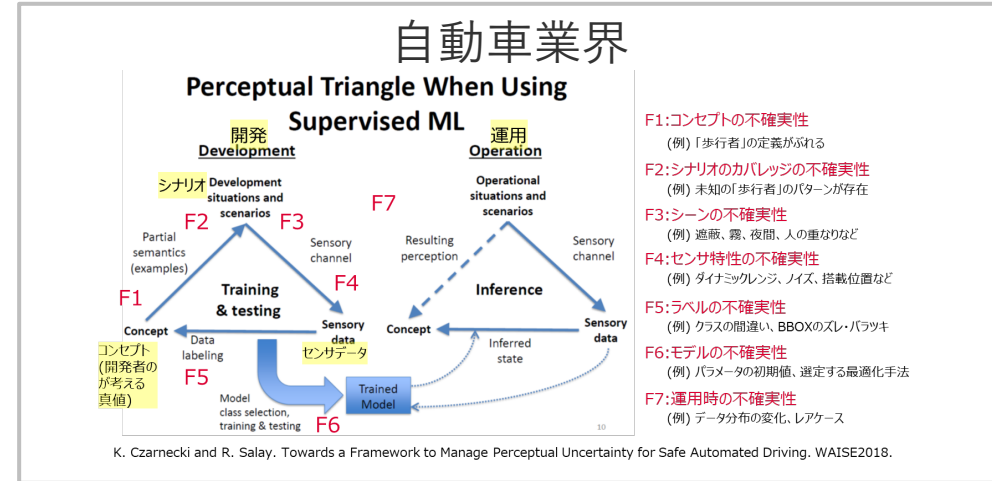
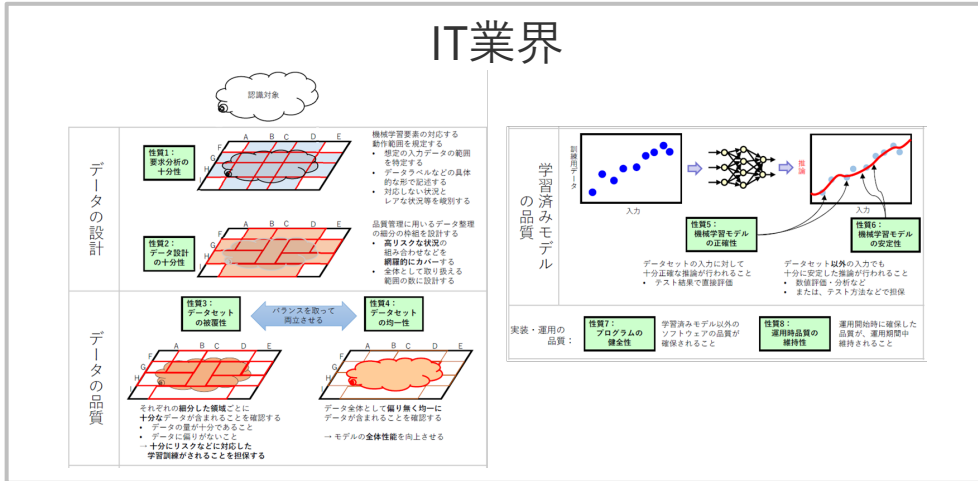
方針②（エンジニアリング領域）に対する構築アプローチ

論文・ガイドライン*2に基づいて設計基準を作成

アウトプット：AI設計基準（品質）

CONFIDENTIAL

デンスーでは、車載製品／非車載製品の両方を扱っており、どちらの製品に対しても対応できるようにするため、IT業界と自動車業界の両方の考えを取り入れる方針とした。



AI品質を担保する際の要点を抽出

AI品質を担保するための基本的な考え方

各業界で言及されている内容に基づいて考えづくりを実施

参照した論文・ガイドライン：IT業界

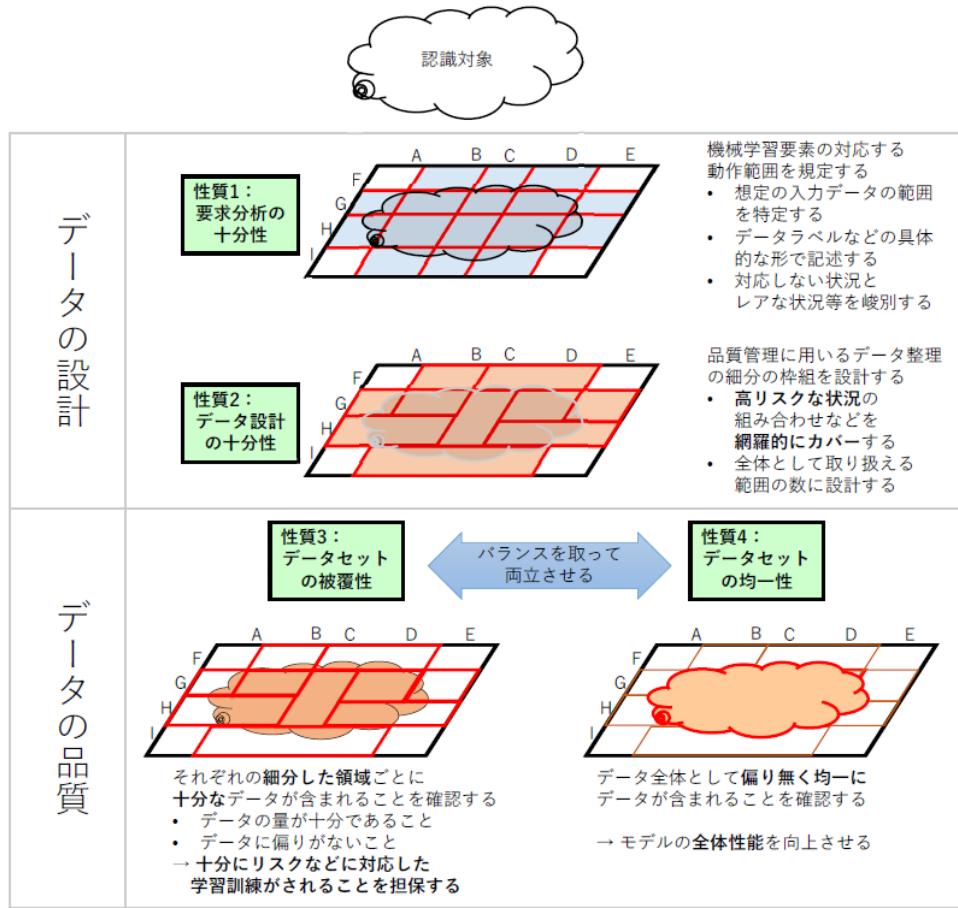
方針②（エンジニアリング領域）

論文・ガイドライン*2に基づいて設計基準を作成

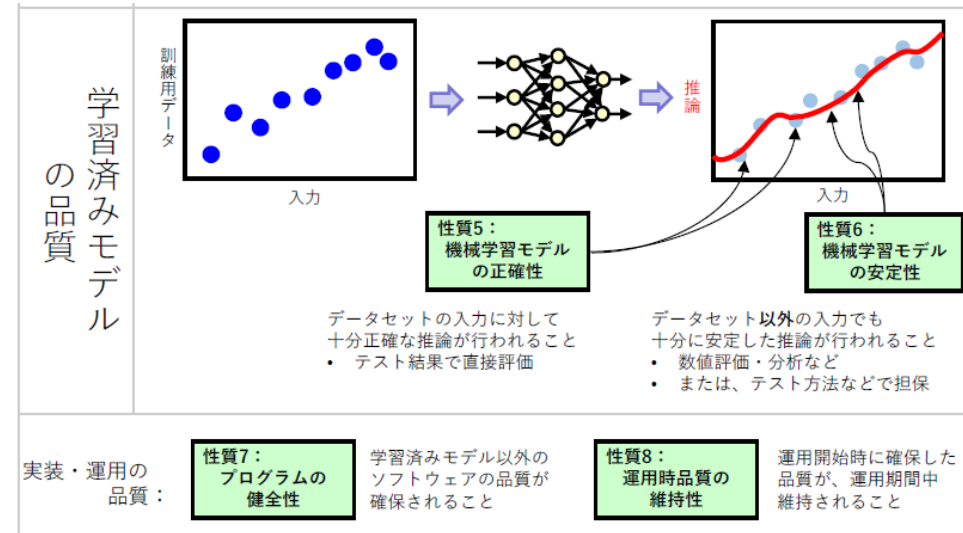
アウトプット：AI設計基準（品質）

CONFIDENTIAL

機械学習で実装されたソフトウェアコンポーネント（機械学習要素）の内部品質を管理する際の特性軸について言及



出典：AIQM第1版 着目する内部品質特性

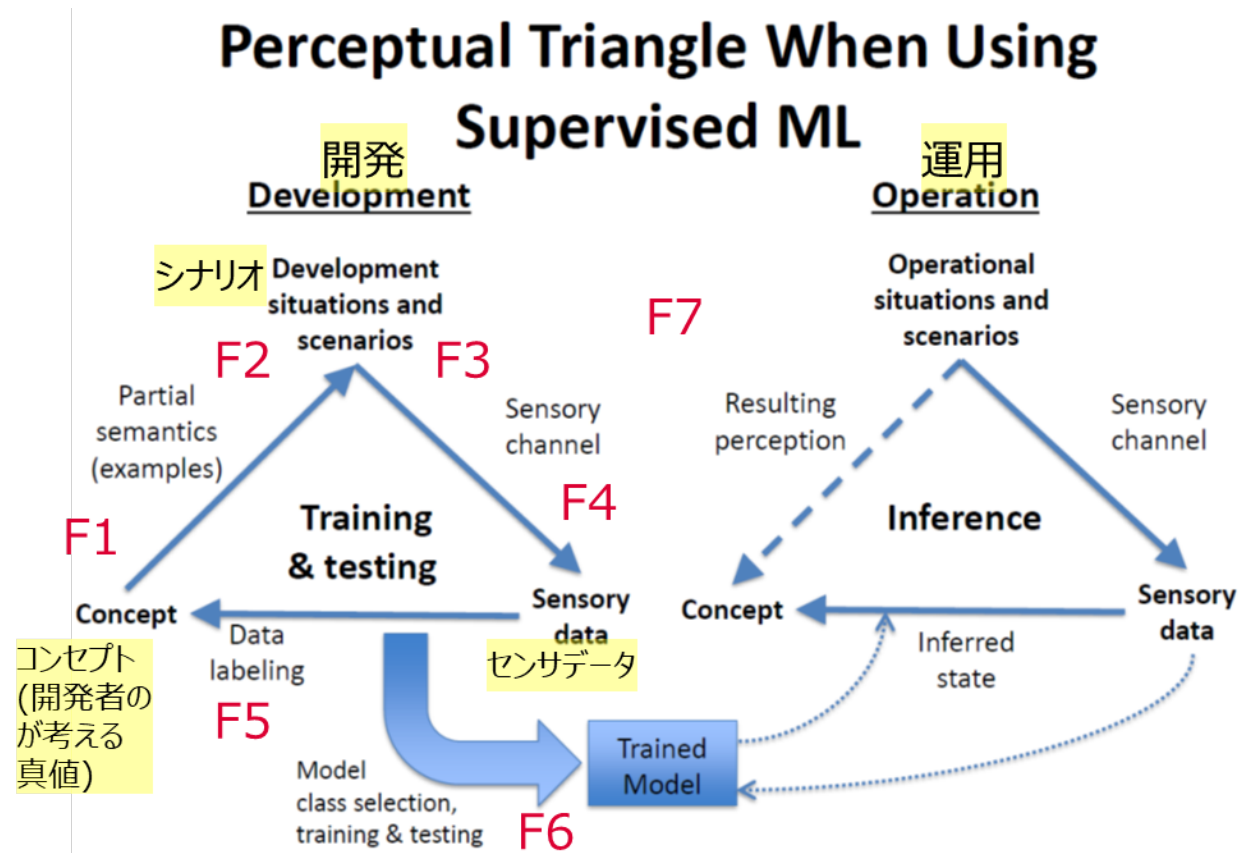


出典：AIQM第1版 着目する内部品質特性

AI開発における品質管理指針を定めたガイドラインをベースにした

参照した論文・ガイドライン：自動車業界

教師あり学習を用いた機械学習モデルに入り込む認識不確実性（7つ）について言及



F1: コンセプトの不確実性

(例) 「歩行者」の定義がぶれる

F2: シナリオのカバレッジの不確実性

(例) 未知の「歩行者」のパターンが存在

F3: シーンの不確実性

(例) 遮蔽、霧、夜間、人の重なりなど

F4: センサ特性の不確実性

(例) ダイナミックレンジ、ノイズ、搭載位置など

F5: ラベルの不確実性

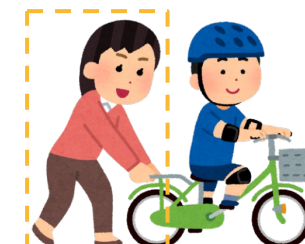
(例) クラスの間違い、BBOXのズレ・バラツキ

F6: モデルの不確実性

(例) パラメータの初期値、選定する最適化手法

F7: 運用時の不確実性

(例) データ分布の変化、レアケース



自転車を押している人



仮装している人



全身をラベリング

上半身のみラベリング

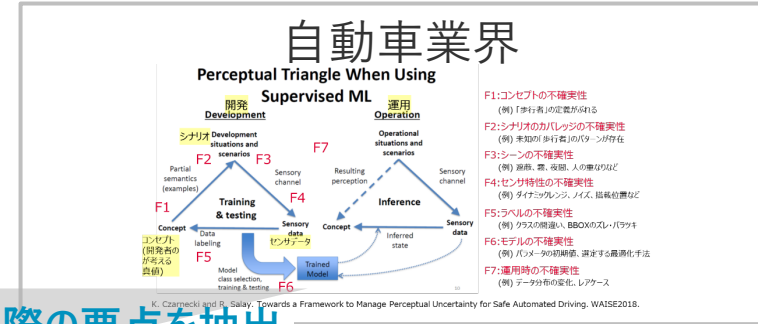
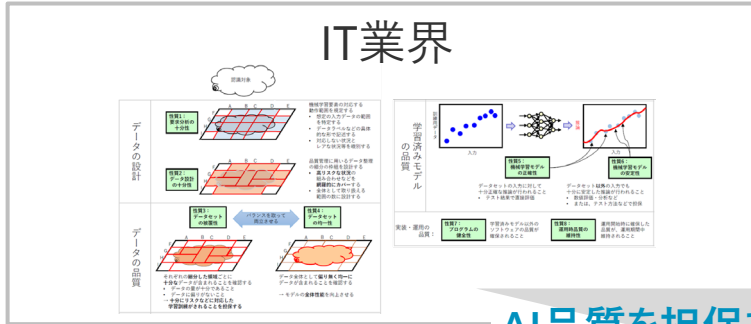
K. Czarnecki and R. Salay. Towards a Framework to Manage Perceptual Uncertainty for Safe Automated Driving. WAISE2018.

自動運転プロセスの文脈でおさえるべき観点を網羅した論文をベースにした

AI設計基準（品質）の概要：4つのゆらぎ

AI品質を担保する基本方針

AI開発プロセスの構成要素に対し、品質低下や不確実性要因によってゆらぎが発生することを防止する



AI品質を担保する際の要点を抽出

AI品質を担保するための基本的な考え方

	ゆらぎの種類	基本的な考え方
データ収集時の考え方を抽出	観測のゆらぎ	AIの結果に影響するパターンを演繹的かつ帰納的に洗い出す
ラベリング時の考え方を抽出	ラベルのゆらぎ	パフォーマンスとリスク回避性各々に対するデータカバレッジ方針を示す
モデル構築時の考え方を抽出	モデルのゆらぎ	ラベリング基準のばらつき、ラベリング作業品質のばらつきを抑える
運用時の考え方を抽出	運用後のゆらぎ	適切なモデルの選択、デファクト標準の方法でチューニングし評価する
	4つのゆらぎ	開発時からの変化を検出・最適なモデルに更新する

AIに含まれる"ゆらぎ"を抑えるための基本的な考え方に基づいてAI設計基準を定義

4

まとめ

まとめ

世の中のAI動向とデンソーの取り組み

AI（機械学習）の活用が拡大し社会に浸透し始める一方、AIのリスクも顕在化している。このため、各国政府・ISOがAIリスク対策に着手しており、世の中全体でルール化の動きが高まっている。

このような世の中のAIルール化の動きに対応できるようにするため、デンソーでは社内標準づくりを進めてきた。

デンソー社内におけるAI品質保証の仕組みづくり

デンソーでは、以下の方針でAI品質保証の仕組みづくりに着手

方針①（マネジメント領域）： AI要求事項に基づいて管理規程を作成

方針②（エンジニアリング領域）： 論文・ガイドラインに基づいて設計基準を作成

構築した仕組み

方針①に対する対応結果： 品質管理プロセスに関連するAI要求事項を取り込んだ規程を作成

方針②に対する対応結果： AIに含まれる“ゆらぎ”を抑えるための基本的な考え方に基づいてAI設計基準を定義

Attached documents

【補足】4つのゆらぎの導出過程

データから学習・推論するAIにおいて
思わぬ誤りにつながる
不確実性要因や品質特性が存在

AI品質を担保する基本方針
 AI開発プロセスの構成要素に対し、**不確実性要因や**
品質低下によってゆらぎが発生することを防止する

不確実性要因と品質特性※

- F1：コンセプトの不確実性
- F2：シナリオカバレッジの不確実性
- F3：シーンの不確実性
- F4：センサ特性の不確実性
- 性質1：要求分析の十分性
- 性質2：データ設計の十分性
- 性質3：データセットの被覆性
- 性質4：データセットの均一性
- F5：ラベルの不確実性
- F6：モデルの不確実性
- 性質5：機械学習モデルの正確性
- 性質6：機械学習モデルの安定性
- F7：運用時の不確実性
- 性質8：運用時品質の維持性
- 性質7：プログラムの健全性

類似する項目をまとめた
 上で考え方を構築

データ収集時の
 考え方を抽出

ラベリング時の
 考え方を抽出

モデル構築時の
 考え方を抽出

運用時の
 考え方を抽出

通常のソフトウェアの
 品質保証活動にて対応

AI品質を担保するための基本的な考え方

ゆらぎの種類	基本的な考え方
観測のゆらぎ	AIの結果に影響するパターンを演繹的かつ 帰納的に洗い出す パフォーマンスとリスク回避性各々に対する データカバレッジ方針を示す
ラベルのゆらぎ	ラベリング基準のばらつき、ラベリング作業 品質のばらつきを抑える
モデルのゆらぎ	適切なモデルの選択、デファクト標準の方法で チューニングし評価する
運用後のゆらぎ	開発時からの変化を検出・最適なモデルに 更新する

4つのゆらぎ

AIに含まれる“ゆらぎ”を抑えるための基本的な考え方に基づいてAI設計基準を定義

※AI品質に関して、不確実性要因はネガティブ要因、品質特性はポジティブ要因の位置づけとなる

DENSO

Crafting the Core