

# 教育装置 次世代知能化技術実験システムの開発

高畑 健二\*・里信 純\*・安塚 周磨\*・八房 智顯\*・安 鍾賢\*

(令和3年9月 日受付)

## Development of next-generation intelligent technology experiment system for education

Kenji TAKAHATA, Jun SATONOBU, Syuma YASUZUKA, Tomoaki YATSUFUSA and Jonghyun AHN

(Received Sep.2021)

### Abstract

This equipment was developed and introduced with the support of the Ministry of Education 2020 private school facility maintenance subsidy. In order to apply for a grant for this equipment, our department set up a educational equipment working group, clarified the specifications for the operation purpose, operation requirements, functions and performance, and prepared the application in a short period of half a year from September 2019 to March 2020.

After applying to the Ministry of Education, we received an informal notification of the grant at the end of October 2020. After that, an order was placed with a contractor and the construction was completed at the end of March 2021.

In this paper, we explain the operation purpose, operation requirements, functions / performances, and development process of this equipment, and use it as a resource for the development of educational equipment in the future.

**Key Words:** Educational equipment, Experiment / simulation, Next-generation automobiles, advanced robot, MBD

## 1. はじめに

この装置は文部科学省 令和2年度 私立学校施設整備補助金(私立学校教育装置等施設整備費(私立大学・大学院等教育研究装置施設整備費))(元年度補正予算分)の助成<sup>(1)</sup>を受け、開発導入したものである。

当学科ではこの装置の助成申請に向け、教材設備ワーキンググループ(以下、WGという。)を立ち上げ、運用目的、運用要求および、機能・性能について仕様を明確にし、半年間という短期間(WG立ち上げ2019年9月～文科省申請:2020年3月)で、申請準備を実施した。

文部科学省へ申請<sup>(2)-(5)</sup>後、2020年10月末に助成の内定通

知を受理した。その後、業者(日新精器(株)がプライム会社)に発注し2021年3月末に竣工し、現在に至っている。

本論文では、この装置の運用目的、運用要求および、機能・性能および、開発工程について説明し、今後の教育装置等の開発時の資とする。

## 2. この装置の位置付

### 2.1 社会的ニーズと本装置の位置づけ

経済産業省自動車分野政策 SURIAWSE2.0構想(図1参照)では以下の目標を標榜している。

・「車のもづくり革命」に先行するためには、自動車産業の徹底的な開発力の底上げが不可避。

\* 広島工業大学工学部知能機械工学科

・バーチャルシミュレーションを駆使したIT 武装によるすりあわせ力引き上げにより、世界最先端の開発拠点を目指す。この構想によれば、産と学がシミュレーションを介したすりあわせで連携深化を図ることが必要である。当学科でもこのSURIAWSE2.0構想<sup>6)</sup>の流れに即したエンジニア育成のディプロマポリシー (DP) を実現するための教育装置として開発することとした。

知能機械工学科, R2カリキュラムの専門科目の講義科目, 演習科目, 実験科目に対応させた「実験 (実験・計測)・シミュレーション演習」のための実験・シミュレーションプラットフォームと位置付け, 講義内容理解度の増強 (Augmentation) を図る講義理論を実学化できる実験装置を目指した。

## 2.2 対象分野

自動車産業界では, CASE ( Connected: つながる車, Autonomous: 自動運転, Shared: シェアリング, Electric : 電動化) によるパラダイムシフトが確実に進行している社会的ニーズに呼応して, 大学のような専門教育の育成機関においても CASE 技術の涵養が必要な時機にきている。

そのような産業界のニーズを踏まえ, 知能機械工学科の応用3分野の次世代自動車, 先進ロボット, 知的生産システムのうち, 次世代自動車, 先進ロボット分野を対象とした。

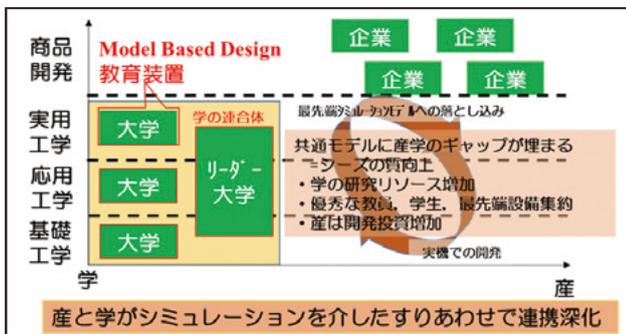


Fig. 1 経済産業省 自動車分野政策 SURIAWSE2.0構想

## 2.3 教示範囲

当科の工学教育に対するコア・コンピテンシ (他教育機関には真似のできないような圧倒的優位性) を得るため, 教示範囲は以下とした。

### (1) CASE

機械系学科に適した Connected, Autonomous とした。

### (2) 次世代知能化技術

AIに代表される最先端情報技術と制御機械を融合させた次世代知能化技術とした。

### (3) サステイナブル

自動車産業界では, 次世代知能化技術によって, 環境負荷の低減, 安全性の確保によってサステイナブルな交通社会を目指しているニーズに対応させている。

## 2.4 実験システムの構成

次世代知能化技術実験システムの構成は以下とした。

- (1) 次世代のビークルが持つべきCASEの中核技術を網羅した実験装置群から構成
- (2) 実験モデル同定に必要な物理的・数学的センスを涵養させるための教育実験設備
- (3) 実験, シミュレーションを通じて, 知能機械のコア・コンピテンシを涵養させるための教育実験設備

## 2.5 期待できる効果

次世代知能化技術実験システムによって期待できる効果を以下に示す。

- (1) CASEの担い手を目指すという技術者リテラシ
- (2) サステイナブル社会の担い手を目指すという倫理感
- (3) 抽象的工学理論に対する実験・計測経験による実学・応用力
- (4) モデル同定・実験を通じたコア・コンピテンシの涵養

## 3. 実現した装置

次世代知能化技術実験システム (図2参照) を実現した装置を説明する。

### 3.1 交通システム系実験装置 (図3参照)

- ・ロバスト制御を用いたビークル操舵機能の実験
- ・ステアバイワイヤによるシェアードコントロール実験
- ・HMI (Human Machine Interface) 評価実験

注<sup>7)</sup>: シェアードコントロール: パーソナルカーは完全自動運転を目指すのではなく, レベル2であるADAS (Advanced Driver Assistance Systems) を基礎に人間との協調を積極的に行う操舵モードをシェアードコントロールという。なお, 完全自動運転レベル4,5を目指すのは物流を担うトラック等の商用車である。

### 3.2 ビークル・安全系実験装置 (図4参照)

- ・AI (強化学習) を用いた自律安全機能のシミュレーション
- ・ビークルによる障害物回避自律走行のシミュレーション・実験
- ・水中ビークルによるレスキュー搜索のシミュレーション・実験

### 3.3 低環境負荷実験装置 (図5参照)

- ・AI (強化学習) を用いた低環境負荷系の実験
- ・ハイブリッド自動車要素の同定実験
- ・ハイブリッド自動車エネルギー管理のシミュレーション

## 4. 開発工程

文科省採択通知から実績報告まで実質5カ月間で完了す

ることができた。その工程概要を以下に示す。

(1) 開発マイルストーン

- 文科省採択通知：2020年10月30日（内定通知）
- キックオフ：11月16日 於 広島工大
- キックオフ会議決定事項の反映：11月下旬
- 運用要求・仕様調整：～12月末までに FIX
- 運用実績（試運用）：2021年1月～2021年3月末
- 据付：2021年1月～2021年3月末
- 実績報告書（文科省提出）：2021年3月末
- 試行運用結果反映：2021年4月～11月
- 本格運用：2021年12月～

(2) 開発体制

複数業者が参加しての工程のため、図6に示す体制で実施し、責任の所在が明確にでき、円滑に工程を進めることができた。

- 工事監理：日新精器(株)
- 工事詳細日程：日新精器(株)
- システム構造図（配線、電源装置、筐体構造）：日新精器(株)
- ネットワーク、制御線 ICD：JRC(株)、FCデザイン(株)

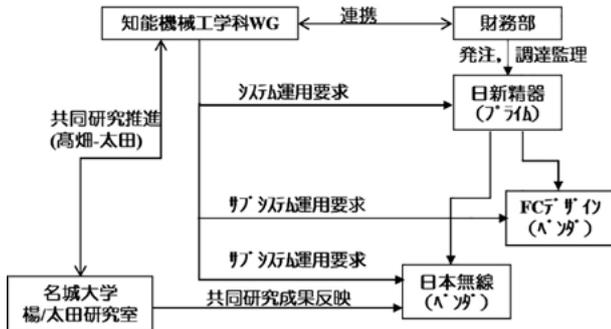


Fig. 6 開発体制

(3) システム制御 ICD（Interface Control Drawing）の活用  
サブシステムの製造会社異なるため、各サブシステム間の信号のインターフェースの齟齬を無くすため、図7に示すICDを作成した。これにより大きな齟齬はなく、開発は円滑に進んだ。

(4) 交通システム系実験装置の Pilot Plant による工期短縮  
開発日程を短縮するため、運用制御則（シェアードコントロール、名城大との共同研究テーマ）は Pilot Plant（JRC 岡崎工場）によって、本機（次世代知能化技術実験システム）開発とは並行して制御則を開発することで、工期が大幅に短縮できた。

(5) 工程進捗会議

WG メンバ、名城大、業者間の工程進捗会議を2週間毎に Teams で開催し、問題点の洗い出し、仕様解釈および、工程の進捗度を共有することで、大幅な遅れは生じなかったが、コロナ禍による影響で業者（東京）の現地（広島）工事への出張が制限され工事遅延の影響はあったことは否めない。

5. 現状までの課題

現在、各サブシステムの試運用での結果を反映しつつ、交通システム系実験装置は学部学生の卒業研究に使用しているが、まだ、改善の余地がある。

その一例を下記に示し、結言とする。

- (1) 操舵反力装置がステアリング角度と指令値が大きく異なるとサーボモータが発散し、危険な場合がある。
- (2) 各サブシステム間のシステム統合が不完全で、データコンフリクションが生じる虞がある。

構成品調整用紙

サブシステム	PC					周辺機器, 什器							ソフトウェア	
	OS	CPU	メモリー	HD	台数	IO装置	専用機器	専用筐体	Display	通信機能	ケーブル	作業机	制御則	Application
						Speedgoat	ハンドルシミュレータ	機殻運転座席	TBDインチ×3画面	WiFi	2セット	Simulink	Office	
交通システム系実験装置							ハンドルシミュレータ	機殻運転座席	TBDインチ×3画面	WiFi	2セット	Simulink	Office	
							ステアリング	各種スイッチ	作業用Display			Vehicle Dynamics Blockset		
												Automated Driving Toolbox		
												Robust Control Toolbox		
ヒューマン安全系実験装置								専用デスク	TBDインチ×3画面	WiFi	2セット	Reinforcement Learning Toolbox		
												Computer Vision Toolbox		
												Image Acquisition Toolbox		
												Unreal Driver		
低価格系実験装置							専用カメラ イレ	各種計測器	TBDインチ×3画面	WiFi	2セット	Powertrain Blockset		
									作業用Display			Simscape Driveline		
												Reinforcement Learning Toolbox		

Fig.7 ICD の例

## 6. 今後の進化計画

この装置は試行運用中であり、この試行結果を機能・性能向上へ反映していく必要がある。

その進化計画を表1（末尾）に示す。



Fig. 2 次世代知能化技術実験システム（全体構成）

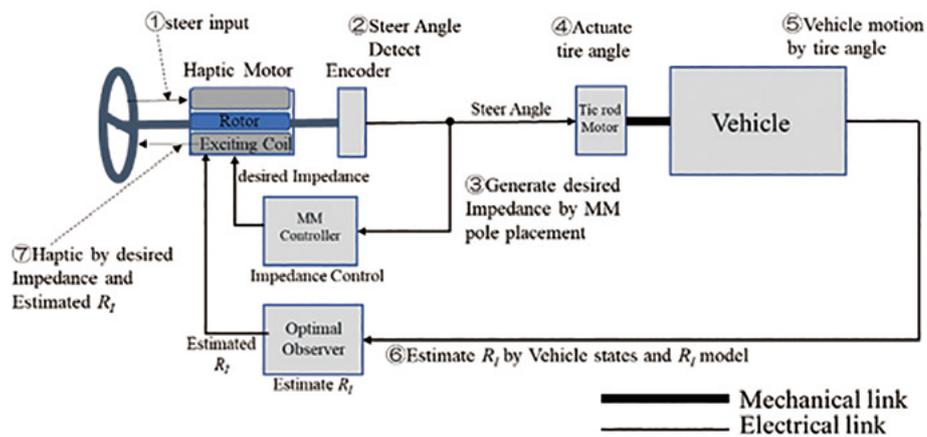


Fig. 3 交通システム系実験装置

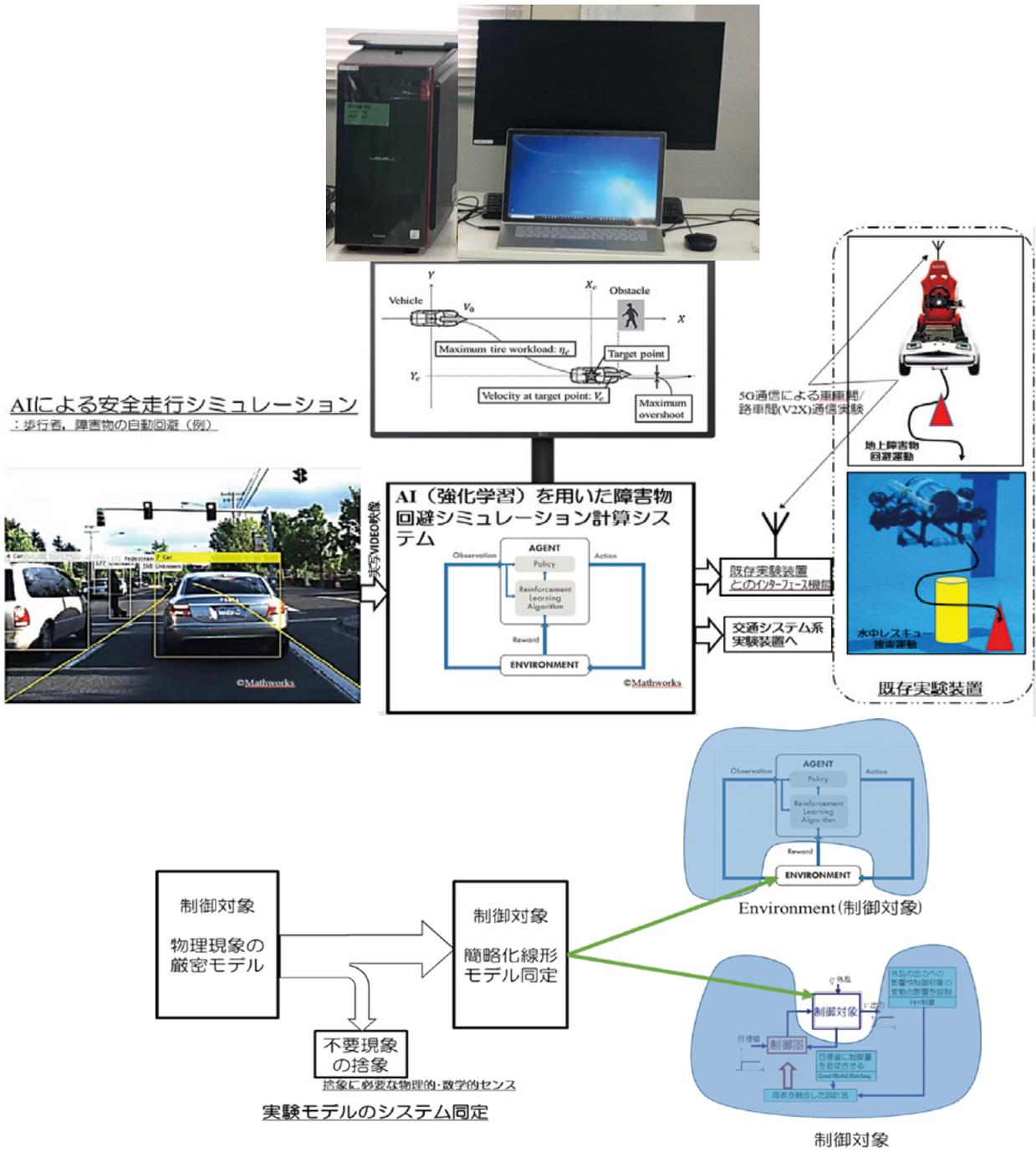


Fig. 4 ビークル・安全系実験装置

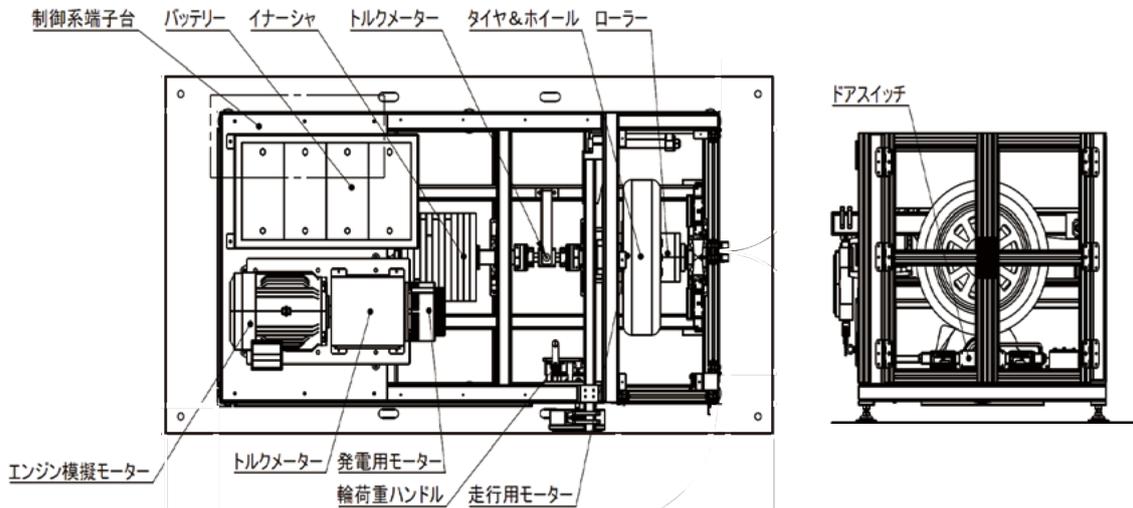
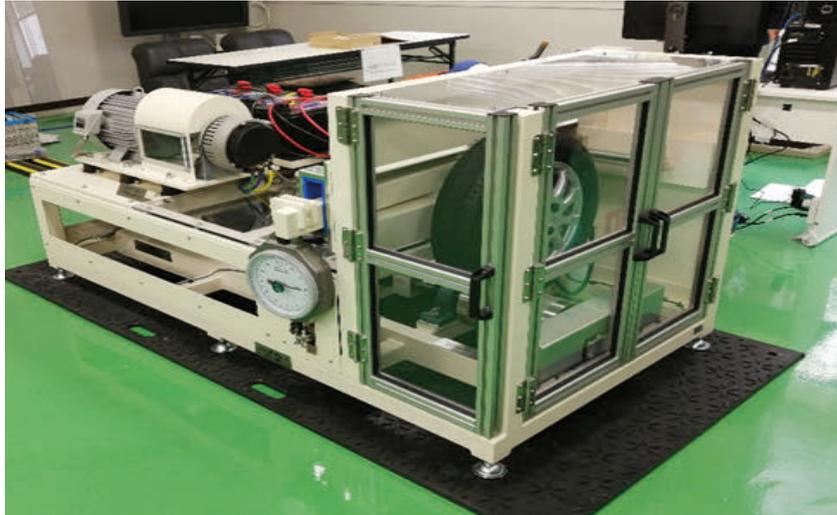


Fig. 5 低環境負荷実験装置

Table 1 教育装置 次世代知能化技術実験システムの進化計画

Fy	交通システム系	ビークル安全系	低環境負荷系
2021	・ステアリングHaptic制御則開発・試行	・Newton方程式とMaxwell方程式の数値計算試行 ・障害物画像検知制御則開発・試行	・エネルギー利用の最適化制御則開発・試行
2022	・ステアリングHaptic制御演習を授業に活用	・Newton方程式とMaxwell方程式の数値計算演習を授業に活用 ・障害物アボイダンス制御試行	・エネルギー利用の最適化制御演習を授業に開発・試行/活用
2023	・交通システム系とビークル安全系をシステム統合開発・試行		・エネルギー利用の最適化制御演習を授業に活用
2024	・交通システム系・ビークル安全系、低環境系をシステム統合開発・試行		
2025	・交通システム系・ビークル安全系、低環境系をシステム統合形態を授業に活用		

## 謝 辞

次世代知能化技術実験システムはWGメンバの協力はもとより、的確な工程管理していただいた本学経営管理部久保田次長、日新精器(株)元木部長、JRC(株)吉田課長、Pilot Plantを使用しての制御則の並列開発を精力的に実施していただいた名城大学太田先生、システム設計・施工について担当していただいたJRC(株)のエンジニアの皆様、FCデザイン(株)のエンジニアの皆様の総力により玉成することができました。関連された皆様には、改めて、この場を借りてお礼申し上げます。

## 文 献

- (1) 令和2年度 私立学校施設整備補助金(私立学校教育装置等施設整備費(私立大学・大学院等教育研究装置

施設整備費))(元年度補正予算分)事業番号「19補教育装置009」(2020.10.30)

- (2) 様式2-1(教育装置)令和2年度教育装置整備計画書調書
- (3) 様式4-1(教育基盤調書)令和2年度教育基盤設備整備計画書調書
- (4) 様式4-2(教育基盤調書)令和2年度教育基盤設備整備計画書調書
- (5) 様式4-3(教育基盤調書)令和2年度教育基盤設備整備計画書調書
- (6) <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11473025/www.meti.go.jp/press/2016/03/20170331010/20170331010-2.pdf> (2019.9)
- (7) 機械工学便覧:日本機械学会21.1.2項ほか(2019)