

研究開発成果 実装支援プログラム  
平成25年度 報告書

実装活動の名称

「肢体不自由者のための自動車運転支援システムの社会実装」

採択年度	平成23年度
実装機関名	東京農工大学
実装責任者	和田 正義

## 1. 概要

教習・免許取得：

製作納車した車両を用いて、2人のユーザが免許取得に成功した。

2人とも1本ジョイスティックタイプであり、リハビリテーションセンターでの練習、あるいは教習所での教習により、無事免許を取得できた。

1：長野県在住、男性 2013.8

(1本式ジョイスティック、VANタイプ車両、運転席移乗型)

2：愛知県在住、男性 2013.9

(1本式ジョイスティック、小型普通車タイプ車両、車いすドッキング型)

日常生活の報告、アピールへの協力：

上記、免許取得者1名は、TVの取材を受けた。他の1名は、実装支援事業のサイトレビューの際、試乗運転の運転手をお願いした。

その他、通常の使用状況などについても、随時連絡をとりあい情報交換を行っている。  
(主にニッシン自動車工業が実施)

車両走行試験：

ジョイスティック車両を用いて、免許取得者が運転する際の車両運動状態や、ジョイスティックの使用状況などを記録した。これらのデータは、車両の運転安定性を解析・分析や、今後の改善の検討に活かす予定である。(東京農工大学が実施)

介助者、介護者教育：

免許取得が成功した時点で、ジョイスティック車両は自宅に置くこととなり、障害者本人の運転に加えて、健常者の運転も必要になる場合があることから、主に車両の構造や取扱に関する説明をユーザの家族に対して行った。(ニッシン自動車工業が実施)

その他：

本開発にかかわる内容を国内外に発表した。また、開発に対し賞など受賞した。

展示会：3件、国内学会：2件、国際学会：2件、雑誌論文：1件、講演：5件

受賞：2件(福祉機器コンテスト優秀賞、福祉工学会技術賞)

## 2. 実装活動の具体的内容

教習・免許取得：

製作納車した車両を用いて、2人のユーザが免許取得に成功した。

1：長野県在住、男性 2013.8

(1本式ジョイスティック、VANタイプ車両、運転席移乗型)

2：愛知県在住、男性 2013.9

(1本式ジョイスティック、小型普通車タイプ車両、車いすドッキング型)

その他、本年度で受注・製作した車両は表1に示すようであり、年間6台であった。また現在、教習所にて運転練習を行っているユーザが1名おり、今後免許が取得できるものと期待している。

表1 平成25年度に製作したジョイスティック車両一覧

年度	納車地	ジョイスティックシステム形態	免許
H25年度 H25年4月 ～ H25年3月	栃木県	様) ※ステアリング操作用	有り
	京都府	1レバータイプ(1軸×1本) ※ステアリング操作用のみ	取得中
	神奈川県	2レバータイプ(1軸×2本)	有り
	三重県	1レバータイプ(2軸×1本)	有り
	新潟県	1レバータイプ(1軸×1本) ※ステアリング操作用のみ	取得予定
	静岡県	1レバータイプ(2軸×1本)	—

車両走行試験：

ジョイスティックを使用して走行する車両のデータを取得、車両走行状態の把握・分析などを行った。図1には、ジョイスティックを用いて走行する車両の様子を示す。運転者はジョイスティックで自動車を運転する。助手席あるいは後部座席に計測システムを操作する作業者が同乗し、PCを用いて走行データ等を記録する。



図1：走行データ取得状況の様子例

図2には、取得した車両の速度と操舵輪角度の関係を示す。走行試験において、200秒から1100秒の約15分間にわたって、時速70kmから80km程度の速度域で車両が走行している様子うかがえる。そのときの操舵輪は±1度以内で動いており、運転者により微妙な調整がなされ、安定した走行が実現できていることが確認できる。

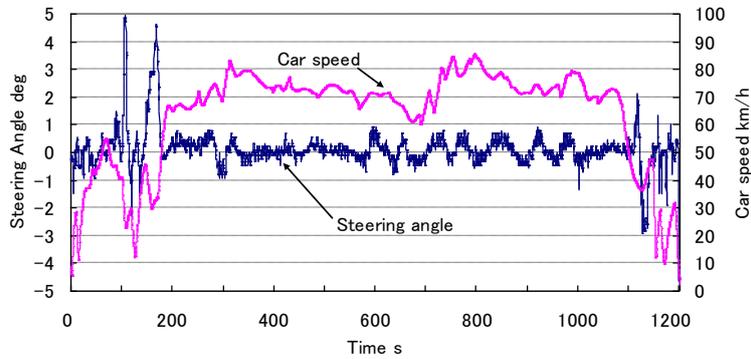


図2 車両の速度と操舵輪角度の関係

取得できるデータはこのほか、ジョイスティックの操作量、電動モータの回転数や電流、機構部の回転量、運転感度などである。特に運転感度は車両速度に対して自動で可変になるように調整されており、走行試験を繰り返し行いながら、運転者に違和感を与えず、車両の安定性と安全性を確保できる感度調整法を考案した。図3には、ジョイスティック傾斜角－ハンドル回転角の関数の基本形（実線部）を示す。点線で示すものは、ハンドル回転角とジョイスティック傾斜角を線形に関連づけた場合の関数である。しかしながら、多回転するハンドルと、動作範囲が狭いジョイスティックを直線で関係づけると感度が高くなりすぎ、低速においても車両が蛇行し安定に運転できないことがわかった。そこで、ジョイスティックが中央付近にある場合に感度を低下させる折れ線の関数を導入することで、直進方向の安定性を確保し、かつ操舵角度を機構的限界まで利用できるようにした。これは、駐車などの際におこなう“すえきり”に有効である。

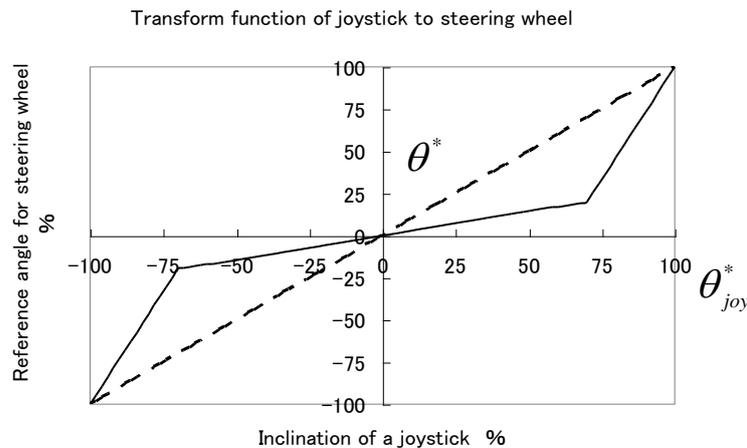


図3 ジョイスティック傾斜角－ハンドル回転角の関数

一方で、さらに車両の速度が上昇すると、再び車両走行が不安定になってゆくことがわかった。そこで、車両の速度に対してジョイスティック傾斜角－ハンドル回転角の関数を変化させる方法を考案した。図4にその変化の様子を示す。

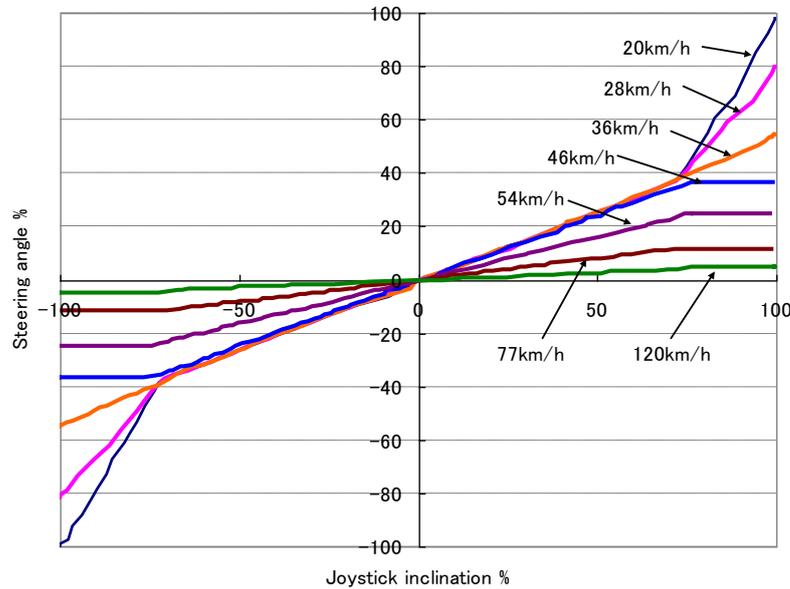


図4 ジョイスティック感度関数の車両速度に対する変化の様子

時速20km以下の速度においては、図3に示す関数が使用される。しかし、時速20kmを上回る速度に達すると、関数が変化してゆく。まず、両端の急激な傾きをもつ直線の傾斜が徐々に緩やかになり、時速約45km程度で水平な状態になる。その後は、両端の直線は水平を保った状態で、中央付近の直線の傾きが緩やかになるように変化する。このようにすることで、車両速度に応じて最大操舵角度を制限し、かつ車両の安定性を確保することができた。図5には、車両速度に対する中央の直線の傾きの変化を示す。これより、車両の走行安定性を確保するために、時速45km程度から、指数関数的に傾斜が変化している様子が確認でき、時速100kmをこえると、直線の傾きは初期値の20%以下に低下していることがわかる。

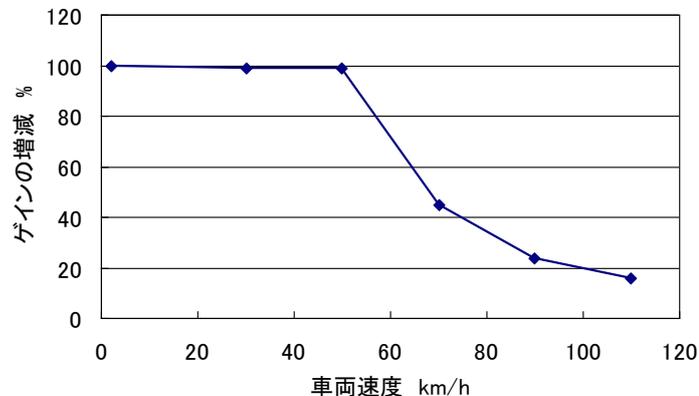


図5 中央の直線の傾きと車両速度の関係

### 3. 理解普及のための活動とその成果

#### (1) 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
2013.4.1 8-20	バリアフリー2013	インテックス大阪	関西地区最大級の福祉機器に関する展示会	障害者、メーカー、福祉事業者	展示会来場者約9万人超
2013.5.2 4-26	第16回国際福祉健康産業展（ウェルフェア2013）	ポートメッセ名古屋	関西地区最大級の福祉機器に関する国際展示会	障害者、メーカー、福祉事業者	展示会来場者約7万人超
2013.9.1 8-20	第39回国際福祉機器展（HCR2013）	東京ビックサイト	国内最大級の福祉機器に関する国際展示会	障害者、メーカー、福祉事業者	展示会来場者約10万人超

#### (2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
2013.8.8	移動支援機器・福祉技術セミナー	東京都立産業技術研究センター本部	講演“国産初ジョイスティックカーの開発と実用化”と実車デモ	医療・福祉関係、研究者等	参加者約30名
2013.9.1 2	医療イノベーションフォーラム	八王子先端技術センター	講演“ジョイスティックカーの研究開発と実用化”	中小企業経営者等	参加者約15名
2013.10. 4	第9回車両特性デザイン部門委員会	国立障害者リハビリテーションセンター	ジョイスティックカー試乗説明会	福祉関係者、自動車研究者	参加者15名弱
2013.11. 8	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門東海地区特別講演会	豊橋技術科学大学	講演“車輪型移動システムの制御と運転支援技術”	ロボット研究者	参加者約20名
2014.2.2 6	自動車技術会 No.16-13シンポジウム	化学会館	講演“福祉車両の運転操作系”	自動車開発者、研究者	参加者40名弱

#### (3) 新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

①新聞報道：なし

②TV放映（ユーザが個人として出演）：東海TV、スーパーニュース、2013.11.7

③ラジオ報道：なし

④雑誌掲載：なし

(4) 論文発表（国内誌 1 件、国際誌 0 件）

- [1] 和田正義、亀田藤雄、斎藤征道、"ジョイスティック式自動車運転装置による操舵制御に関する検討" 計測自動制御学会論文誌 Vol.49.No.4, pp.417-424, 2013.4.

(5) WEBサイトによる情報公開

ニッサン自動車工業HP内のジョイスティック車両のページ  
(<http://www.nissin-apd.co.jp/JS.html>)

(6) 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議 5 件、国際会議 0 件）

②口頭講演（国内会議 2 件、国際会議 2 件）

③ポスター発表（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

①招待講演

- [1] 和田正義、斎藤征道、“国産初ジョイスティックカーの開発と実用化” 東京都立産業技術研究センター・日本福祉工学会連携事業「移動支援機器・福祉技術セミナー」日本福祉工学会・東京都産業技術研究センター共催、東京都立産業技術研究センター本部、2013.8.8
- [2] 和田正義、“ジョイスティックカーの研究開発と実用化” 地域イノベーション戦略推進事業（医療イノベーションフォーラム）、一般社団法人首都圏産業活性化協会主催、八王子先端技術センター 開発・交流プラザ会議室、2013.9.12
- [3] 和田正義、亀田藤雄、斎藤征道、“ジョイスティックカー試乗説明会” 第9回車両特性デザイン部門委員会、国立障害者リハビリテーションセンター自動車訓練棟、2013.10.4
- [4] 和田正義、“車輪型移動システムの制御と運転支援技術” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門東海地区特別講演会、豊橋技術科学大学、2013.11.8
- [5] 和田正義、“福祉車両の運転操作系—後付け型ジョイスティック式自動車運転装置の研究開発—” 自動車技術会No.16-13シンポジウム（車両の運転操作系はどのように進歩してゆくか）、公益社団法人自動車技術会、2014.2.26

②口頭講演

- [6] 和田正義、亀田藤雄、斎藤征道、“ジョイスティック操作式自動車運転装置の開発” 生活生命支援医療福祉工学系連合大会(LIFE2013)、日本機械学会主催、山梨大学、2013.9.2
- [7] 和田正義、亀田藤雄、斎藤征道、“ジョイスティック式自動車運転システムのステアリング操作感度に関する検討” 日本福祉工学会第17回学術講演会、中京大学名古屋キャンパス、2013.11.30
- [8] Masayoshi Wada, Fujio Kameda and Yukimichi Saito " A Joystick Steering Control System with Variable Sensitivity for Stable High Speed Driving,"

Proceedings of the The 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2013), pp.4030-4034, Vienna Austria, November.12, 2013.

- [9] Masayoshi Wada, and Yohei Kimura" Stability Analysis of Car Driving with a Joystick Interface," Proceedings of the IEEE International Conference on Cognitive Infocommunicaitons (CogInfoCom2013), Budapest Hungary, December.3, 2013.

(7) 特許出願

- ①国内出願 (   0   件)  
②海外出願 (   0   件)

(8) その他特記事項

- [1]福祉機器コンテスト2013 (日本リハビリテーション工学協会主催)  
機器開発部門優秀賞：“ジョイスティック操作式自動車運転アドオンシステム”，2013. 9. 20
- [2]第15回 (2013年度) 日本福祉工学会技術賞：  
“ジョイスティックにより障害者自身が運転する福祉車両 (ジョイカー)”  
，2013. 11. 30

以上