

水陸両用 CCP社製 W-DRIVE JEEPの故障修理（治療） （ラジコンの障害）

大串 篤司*¹

Amphibious repair of W-DRIVE JEEP made by CCP (Radio control failure)

Atushi OGUSHI*¹

*¹ Sakai Toy Hospital Shukuin

Abstract

In March 2020, a radio control W-DRIVE Jeep Wrangler made by CCP was requested to repair by Sakai Toy Hospital Shukuin, with the symptom that "it works, but it behaves differently from remote control operation." I checked the batteries and power supply, and tried to pair the transceiver, but it was not possible. We decided that hospital treatment was necessary. For this failure that could not be paired, the board was replaced, but a failure was discovered that could not reverse. Describe the process from the treatment of the primary and secondary disorders to the complete cure.

概要

2020年3月にさかい・おもちゃ病院・しゅくいんへ、CCP社製ラジコンコントロール W-DRIVEジープラングラーが、「動くが、リモコン操作と異なる挙動を示す。」との症状で修理を依頼された。電池・電源のチェックを行い、送受信機のペアリングをしようとしたができない状態であった。入院治療が必要と判断した。このペアリングできない故障に対して、基板を交換したが、後進ができない故障が発覚した。1次故障、2次故障の治療、完治までの経緯を記述します。

1. 緒言

CCP社製のWシリーズには、ジープラングラー、トヨタFJクルーザー、ALLIGATOR等の生産終了のシリーズ、現在、発売中のミニWドライブ、Wドライブプラス モリタ林野火災用消防車、W-DRIVEプラスがある。

このW-DRIVEシリーズは、陸から水面へ走行する水陸両用車で人気シリーズです。（2020年4月1日からトイホビー事業は㈱バンダイへ移行された。）

ラジコンが動かない場合の主な故障原因は、電池、モーター等の動力系統、送受信機の操縦系統が考えられる。今回のような故障修理について、キーワード「W-DRIVE」でインターネット検索すると、数件がヒットする。各地のおもちゃ病院の治療報告、一般のインターネットの修理報告や、経験豊かなおもちゃ病院のドクターのアドバイスを参考にしながら治療を進めていく。



図 1 本体

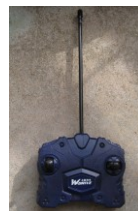


図 2 送信機

*¹ さかい・おもちゃ病院・しゅくいん

URL : <https://omocha-clinic-sakai-syukuin.jimdofree.com/>

2. 現象の把握と修理（治療）方針

以下の手順に従い、現象の把握と修理(治療)方針を立てる。

A 現象の把握の為の準備

- ①. 使用対象の電池の電圧測定
- ②. 送信機、Jeep 本体（以降 本体と呼ぶ）へ電池をセット
- ③. 電池 BOX の両端端子の電圧測定（電池 BOX 内の断線チェック）
- ④. メーカーの取り扱い説明書の入手
- ⑤. 過去の事例情報の取得（現象の把握後）
- ⑥. 電子部品の仕様（現象の把握後）

B 修理方針

把握現象部位として、以下の分類および対応が考えられる。

- ①. 動力系統
モーターの場合は交換
その他
- ②. 送受信機系統の機械系
スイッチ類は清掃または交換
その他
- ③. 送受信機系統の電子系
交換可能な電子部品は交換
基板の交換
その他

C 現象の把握・検証

- ①. 送信機の電波出力のチェック
- ②. ペアリング操作
- ③. 前後進操作、確認
- ④. 右左折操作、確認
- ⑤. 本体の分解
- ⑥. 断線の有無チェック
- ⑦. 基板の電源部の電圧確認
- ⑧. 前後進モーターの稼働確認
- ⑨. 右左折モーターの稼働確認
- ⑩. 基板の目視チェック
- ⑪. 基板上の各種パーツのチェック

3. 修理（治療）

3・1 現象の把握の為の準備

前章の 「A 現象の把握の為の準備」 の項目に基づいて、できるだけ収集する。

表 1 準備項目

項目	実施項目	結果
①. 使用対象の電池の電圧測定	送信機側 単 3 電池 2 本、本体側 単 3 電池 6 本分の各電池の電圧を測定	各電池電圧 1.5V 以上
②. 送信機、Jeep 本体（以降 本体と呼ぶ）へ電池をセット	送信機の裏側へ単 3×2 をセット、本体の底の電池 BOX へ単 3×6 をセット	＋－の方向を確認しセット
③. 電池 BOX の両端端子の電圧測定（電池 BOX 内の断線チェック）	テスターで、電池 BOX の両端端子の電圧チェック（送信機側、本体側とも）	送信機 3V 以上 本体 9V 以上
④. メーカーの取り扱い説明書の入手	https://ccp-jp.com/toy/Instruction/PDF/w-driveplus.pdf からダウンロード	ペアリング方法の確認
⑤. 過去の事例情報の取得（現象の把握後）	「表 2 過去事例報告」に取得した URL、内容を記載。	表 2 を参照
⑥. 電子部品の仕様（現象の把握後）	モータードライバー MT4607（前後進用） http://www.datasheet-pdf.com/PDF/MT4607-Datasheet-MTSemiconductor-914104 右左折用モータードライバーは型番不明	仕様確認

表 2 過去事例報告

項番	URL	内容
1	https://www.qsl.net/jr3bot/Toy/Toy_Column/E32_G_Drive.htm	ラジコン、CCP 社製、G-DRIVE シリーズのペアリング方法 奈良 【健やか交流塾 おもちゃ病院】
2	https://open.mixi.jp/user/7556851/diary/1962456206	【ラジコン】CCP 製 W-DRIVE の故障・修理（トヨタ FJ クルーズー） 【mixi ユーザー(id:7556851)】
3	https://blog.goo.ne.jp/namahage50ca10/e/4456ba40cee4b224f72fae0c72234f8	ラジオコントロール W-DRIVE トヨタ FJ クルーズー修理 【茨城・県西おもちゃ病院】
4	http://tutujith.blog.fc2.com/blog-entry-176.html	CCP 社 W-DRIVE シリーズのプロトコル分析結果 【名張市つつじが丘おもちゃ病院】
5	http://koutoyhosp.blog.fc2.com/blog-entry-1393.html?sp	NO.1393 ラジコン FJ クルーズー 【コウちゃんおもちゃ病院（西宮市 甲子園口）】
6	http://sejii.blog.fc2.com/blog-entry-605.html	CCP シー・シー・ピ：水陸両用 JEEP ラジコン 修理 解読された送・受信回路図が添付されている。 【おもちゃ病院 新津（新潟）】 内容は今回の故障に最も適している。

3・2 現象の把握・検証

1 次故障対応

① 送信機の電波出力チェック

図 3 の電波チェッカー（我孫子おもちゃ病院参考にし自作）にて検証した。

図4の送信機のチャンネル切り替えスイッチを、A、B、Cと順次切り替えながら、前進、後進レバー、右折、左折レバーを順次切り替え検証した。

送信機のチャンネル切り替えスイッチを、A、B、Cで、カタカタの音の周期が異なるが、すべての組み合わせで、カタカタと、電波チェッカーのスピーカーから音が流れた。

この結果から、送信機は正常と診断した。

表 3 送信機電波チェック結果

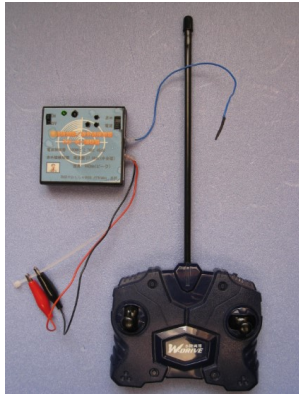


図 3 電波チェッカーと送信機

	前進	後進	右折	左折	結果
A	○	○	○	○	カタカタ音周期 中
B	○	○	○	○	カタカタ音周期 遅い
C	○	○	○	○	カタカタ音周期 早い



図 4 送信機のチャンネル切り替えスイッチ

② ペアリング操作

メーカーの取り扱い説明書により操作する。

送信機スイッチ ON



本体のスイッチ ON



送信機の後進レバーを押し、戻す。

結果：反応なし

ペアリングする

ペアリングとは、本体とコントローラーそれぞれを相互認識させることです。ペアリングしないと本体を操作することができません。ペアリングは、本体とコントローラーを近づけて行ってください。

- ① コントローラーの電源スイッチを ON にします。
- ② 本体の電源スイッチを ON にします。
- ③ コントローラーの前後進レバーを下に倒したあと、元の位置に戻します。
- ④ 本体の前輪が、右左折動作のあと元の位置に戻るとペアリング完了です。
- ⑤ ステアリングレバーを左右に倒し、正しくペアリングできていることを確認します。

ペアリングに関する注意

- ペアリング中は他のコントローラーを近づけないでください。
- コントローラーの電源スイッチを ON にするとき、前後進レバーに触れないでください。
- 他の本体に選ばれる可能性があります。ペアリングをする際は必ず1台ずつペアリングしてください。
- ペアリング中はタイヤが右左折動作します。指などははさまれないよう注意してください。
- ペアリング前に、本体とコントローラーの電源スイッチが OFF になっていることを確認してください。
- ペアリングできない場合は、すべての本体とコントローラーの電源スイッチを OFF にしてペアリングをやり直してください。

図 5 メーカー取り扱い説明書のペアリング部の説明

③ 前後新操作・確認

ペアリングができていないので操作しても反応なし。

④ 右左折操作・確認

ペアリングができていないので操作しても反応なし。

⑤ 本体の分解

図6は本体を分解し、基板部分も取り出した状況を示す。

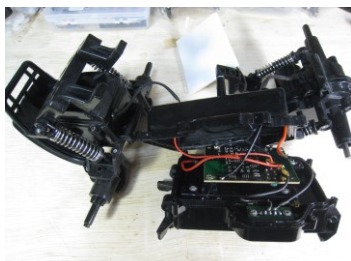


図 6 本体部の分解写真

⑥ 断線の有無チェック

分解時に誤って、断線したのか、腐食により不安定な状態であったのか不明であるが、以下の2か所に断線が認められた。

基板部は、ランドからはがれている。スイッチ部は、以前の修理時の半田の溶け込み不足が原因と思われる。これらの断線部は修復し、再度ペアリングを行うが、反応なし。

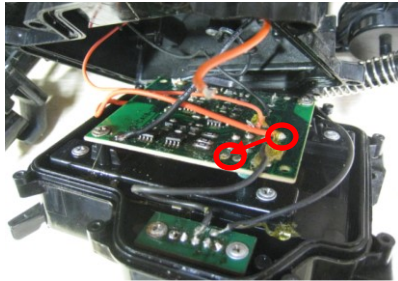


図 7 基板部の断線箇所

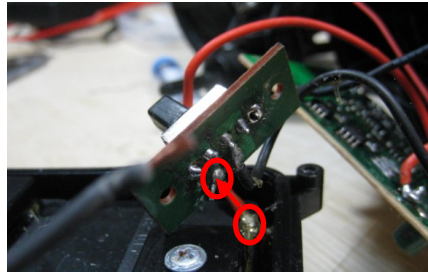


図 8 本体スイッチ部の断線箇所

⑦ 基板の電源部の電圧確認

断線部を修復後、本体電池ボックスからの接続部（図9の赤矢印）の電圧を測定する。結果は約9V（1.5V乾電池×6）が確認できた。

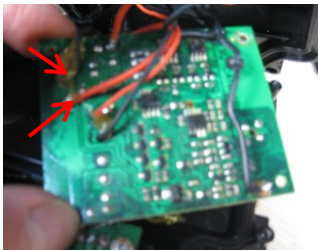


図 9 基板の電源測定位置

⑧ 前後進モーターの稼働確認

本体の電池BOXから電池をはずし、基板上のモーター接続部へ、外部から6Vを付加し、モーターのチェックを行う。（モーターは9V用であるが、稼働確認であるので6Vを使用した。）モーターは正常に稼働した。

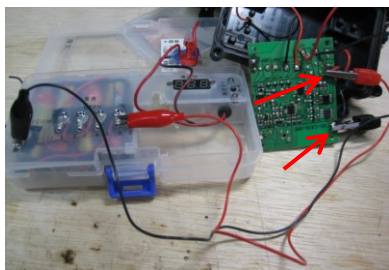


図 10 前後進モーター稼働確認

⑨ 右左折モーターの稼働確認

前後進モーターと同様に本体の電池BOXから電池をはずし、基板上のモーター接続部へ、外部から6Vを付加し、モーターのチェックを行う。モーターは正常に稼働した。

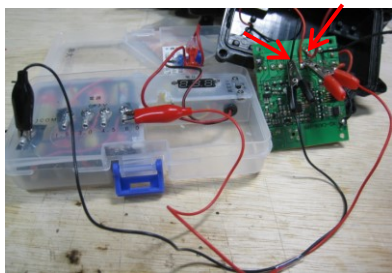


図 11 右左折モーター稼働確認

⑩ 基板の目視チェック

- ◆ 水陸両用車であるが、防水機能が効いていないのか、基板上にサビや、腐食した痕跡が、多数認められる。(図 16 基板の裏面)
- ◆ 図 13 基板上面のランドの剥離による断線部も腐食が原因と考えられる。
- ◆ 図 16 基板の裏面のポリスイッチは、本体のスイッチを入れると温度が上がる。
- ◆ 図 13 基板上面の赤丸部の基板が盛り上がっている。 同個所を側面から見た 図 15 基板の側面に基板の剥離が赤丸部に認められる。
- ◆ 図 13 基板上面の左のモータードライバーIC チップの上面が膨れ上がっている。

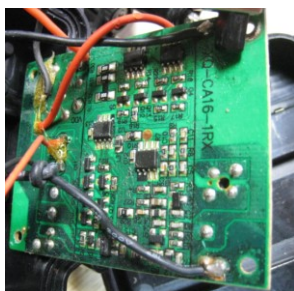


図 12 基板上面 (配線時)

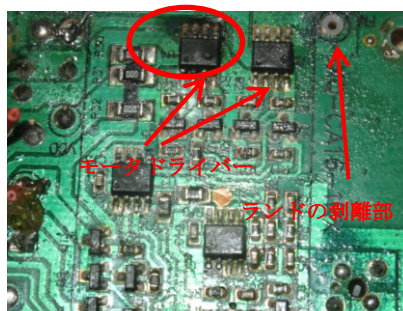


図 13 基板上面

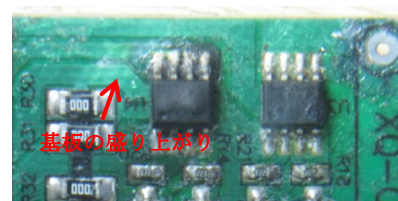


図 14 左図赤丸部の拡大



図 15 基板の側面

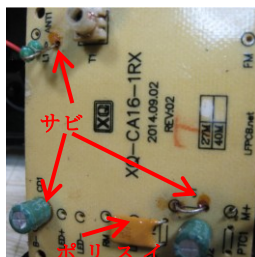


図 16 基板の裏面

上記の目視チェックの結果、発熱、基板の割れ、IC チップの膨張、サビ発生等の不具合が認められたので、修理方針に従い同様の基板に交換する必要があると判断した。

(大阪おもちゃ病院 N ドクターに相談、交換用の基板も提供して頂く。)

2次故障対応

交換した基板でのチェック

① 基板上的の各種パーツのチェック

- ◆ チェックは交換した基板で行う。
- ◆ 交換した基板では、ペアリング可能となった。
- ◆ 前後進、右左折のテストを実施。

表 4 前後進、右左折時の稼働テスト結果

送信機操作	前進	後進	右折	左折	備考
結果	○	×	○	○	後進操作に反応が無い。

送信機操作により、本体の車輪の反応あり○ なし×を示す。

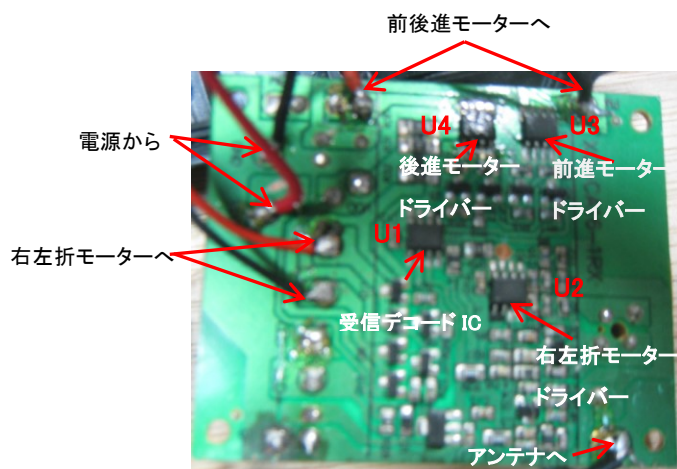


図 17 基板表面

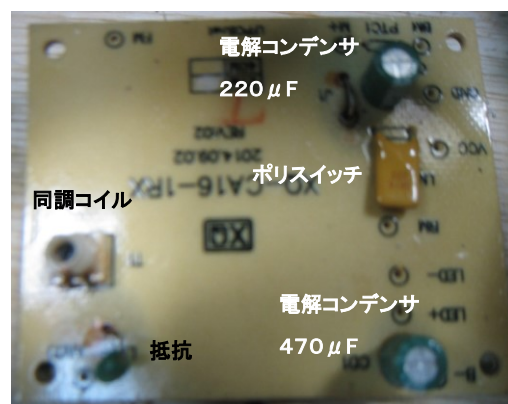


図 18 基板裏面

後進モータードライバーに不具合があると推定されるので、準備した MT4607 の仕様と MOS 型 FET に基づいて、ソース、ゲート、ドレイン間の電圧を測定します。

MOS-TECH Semiconductor Co.,LTD
 臺灣茂錫半導體股份有限公司

MT4607

30V Complementary Power MOSFET

General Description

This complementary MOSFET device is produced using Mos-tech's advanced PowerTrench process that has been especially tailored to minimize the on-state resistance and yet maintain low gate charge for superior switching performance.

Applications

- DC/DC converter
- Power management

Features

- **Q1: N-Channel**
7 A, 30 V $R_{DS(on)} = 28 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = 10\text{V}$
 $R_{DS(on)} = 40 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = 4.5\text{V}$
- **Q2: P-Channel**
-7 A, -30 V $R_{DS(on)} = 25 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = -10\text{V}$
 $R_{DS(on)} = 36 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = -4.5\text{V}$

SO-8
Pin 1

図 19 MOS-TEC Semiconductor Co,LTD のカタログの一部

表 5 MOSFET の電圧測定結果

単位 V
9Vは電源 (1.5V×6)

チャンネル	測定場所 + -	U4			U3		
		待機	前進	後進	待機	前進	後進
N	D1-G1	0	-9	9 0	0	9	-9
	D1-S1	0	0	9 0	0	9	0
	G1-S1	0	9	0	0	0	9
P	D2-G2	0	-9	0	0	0	-9
	D2-S2	0	-9	0	0	0	-9
	G2-S2	0	0	-9	0	-9	0

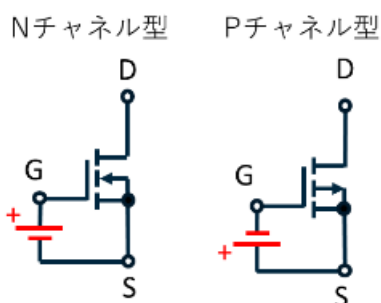
U4 の後進時の赤字：U4 交換前 黒字：交換後 の値を示す。

「表 4 前後進、右左折時の稼働テスト結果」での後進時の障害は電圧が発生しないのが原因と判明した。対応として、U4 の MT4607 を交換した。黒字は交換後の値を示す。

FET の原理から U4 のソースゲート間 (G1-S1) に電圧が印加されると、D1-S1 間に電流が流れるが、上記の表からは、FET の挙動と異なるのは、FET を回路上に組み込まれたものを測定した為である。回路図は 「表 2 過去事例報告」の項番 6 のおもちゃ病院 新津 (新潟) に掲載されているものを参照する。

結果として U4 の MT4607 の MOSFET を交換することにより、正常稼働した。

参考 MOSFET の動作



N チャンネル (N-Ch) 型は S (ソース) に対してプラスの電圧を G (ゲート) に印加すると ON (導通状態) になります。S (ソース) - D (ドレイン) 間に電流が流れます。

P チャンネル (P-Ch) 型は S (ソース) に対してマイナスの電圧を G (ゲート) に印加すると ON (導通状態) になります。S (ソース) - D (ドレイン) 間に電流が流れます。

出典：<https://www.shindengen.co.jp/products/semi/column/basic/mosfet/mosfet.html>

② 基板上の MOSFET (MT4607) の交換

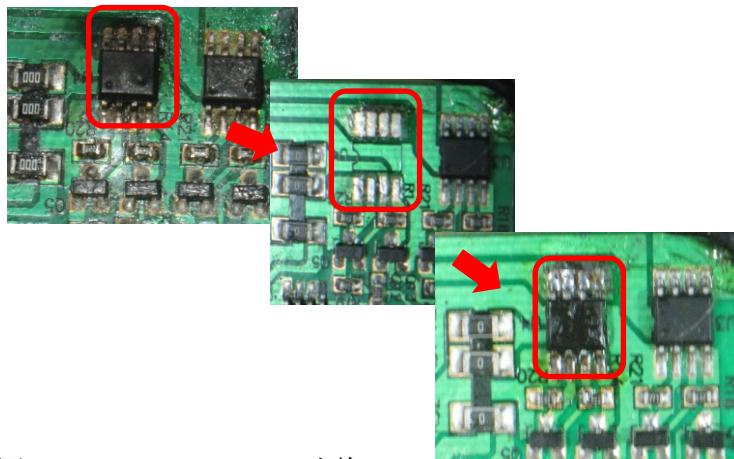


図 20 U4 の MT4607 の交換

③ 組立

本体の組立時に、防水処理を行う

図 21 パッキン部 (赤矢印) には、ゴムパッキンが装着されているが、グリスを塗布した。これは、外部からの水の侵入時の圧力が微少であるので、水をハジキ、侵入を防ぐ目的で塗布した。

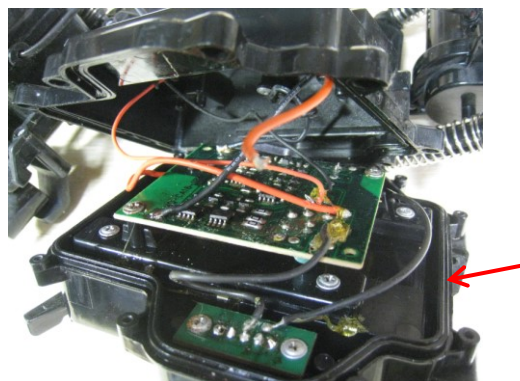


図 21 パッキン部

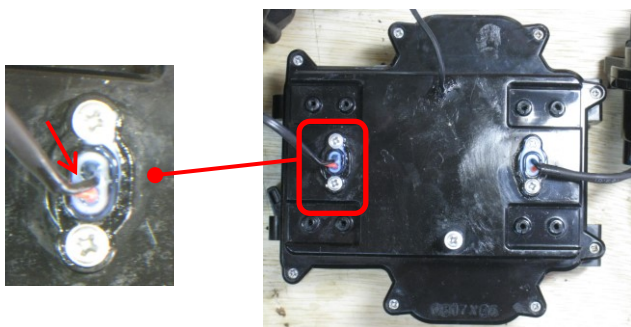


図 22 ケーブルの取り出し口

図 22 ケーブルの取り出し口にも、ゴムパッキンは、用意されているが、ケーブルとパッキンの隙間に、水性ニス塗布した。水性ニスは乾燥すると、アクリル樹脂が残り、水の侵入防止が期待される。



図 23 組立・テスト走行完了のラジコンカー

3. 結 語

本修理（治療）報告書では、ラジコンの不具合に対して、修理（治療）時の事前準備、修理（治療）方針、および、修理（治療）時の現象の把握、検証および対応について、順を追って記述した。

今回の修理（治療）では、1次故障対応の基板の交換で、完治すると期待したが、交換した基板上のチップの障害対応の、2次の故障対応を迫られた。

1次故障対応については、経験豊かなおもちゃドクターは、ペアリングできない現象から、基板上の障害であると判断し、別の基板があれば交換し効率的かつ短時間での修理（治療）が行われると推察される。

経験の浅い私のようなドクターは、基礎的な修理手順、チェックすべき項目等に、十分に配慮しながら経験を積み上げていく必要があると考える。

2次故障対応により、電子部品の詳細な内容を学び、チェックすべき項目を考える機会が得られ、新たな経験を1つ積み上げることができたと考えている。

対象のラジコンが、異なるものでは、本報告書の通りではないが、ヒントとなれば幸いです。

また、人類滅亡を思わせる世界的な新型コロナウイルス（COVID-19）の蔓延により、内外の経済、国民生活、雇用、企業活動に影響が及ぼされている。日本では全国に緊急事態宣言が発令され、人の行動制限が要請された。

このような状況で、微力ながら社会貢献の一部になればと外出を控え、本報告書を作成した。

4. 謝 辞

今回の CCP 社製 W-DRIVE JEEP に関しては、先達諸氏の報告が多数公開されていて、大変参考になりました。また、大阪おもちゃ病院 N ドクターには、貴重なアドバイス、適切な代替基板を提供して頂き大変感謝しております。