

PiPCM-CONV

Raspberry Pi 用 PCM フォーマット変換基板 製作マニュアル

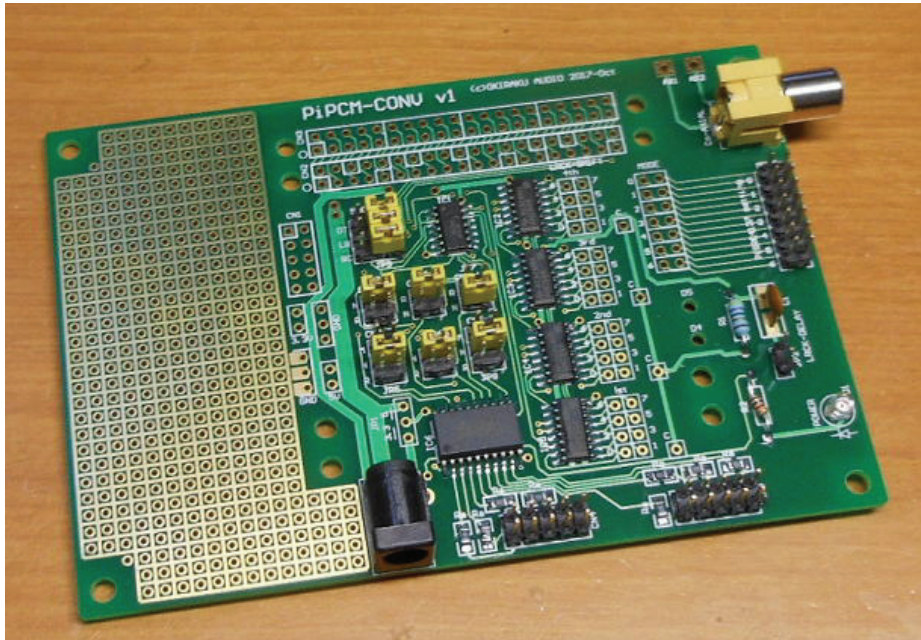
＜注意＞

本キットをつかって生じた感電、火災等の一切のトラブルについては、当方は責任を負いませんのでご了承ください。また、基板、回路図、マニュアル等の著作権は放棄していませんので、その一部あるいは全体を無断で第3者に対して使用することはできません。

1. はじめに

本基板は Raspberry Pi あるいは Raspberry Pi + PiSRC4137 と結合して使用する PCM フォーマットの変換基板になります。Raspberry Pi の PCM 出力は 64fs の I2S フォーマットであるので（変更も可能ですが）、それを右詰めフォーマット(Right Justified) や左詰めフォーマット(Left Justified)に変換することができます。

この基板の主要な目的は右詰めフォーマットの入力が必要なマルチビット系の DAC や、R-2R DAC などへ接続することを想定しています。とくにマルチビット系であれば PCM61, AD1860 などの 18Bit の DAC や PCM1704 などの 24Bit の DAC との直接的な接続が可能になります。



完成例

2. 仕様(Specification)

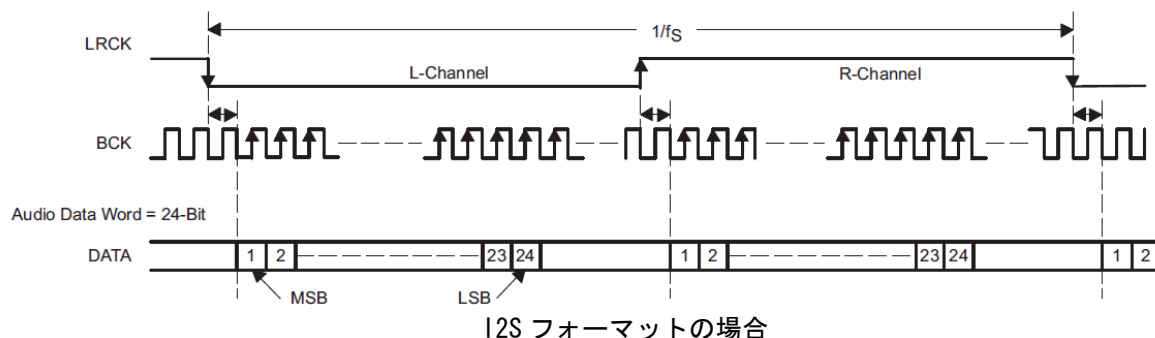
表 主な仕様(Specification)

機能 Function	Raspberry Pi あるいは PiSRC4137 と接合して使用する PCM フォーマット変換基板
仕様&特徴 Spec. and features.	64fs データのフォーマット変換機能 - 出力ポートは2つあり。 - 多彩な出力コネクタの設定が可能。 - 汎用ユニバーサル部分に回路の搭載が可能。
必要電源 POWER	5V2A 程度 (Raspberry Pi に依存)
基板仕様	FR4、厚さ 1.6mm、銅箔厚 70 μ m、金メッキ、サイズは巻末

3. 動作原理

フォーマットの変換は LRCK を必要な BCK 周期分でシフトさせて実現します。以下に 64fs データでの I2S フォーマット (I2S 24Bit) を右詰め (Right Justified) に変換する場合で説明します。

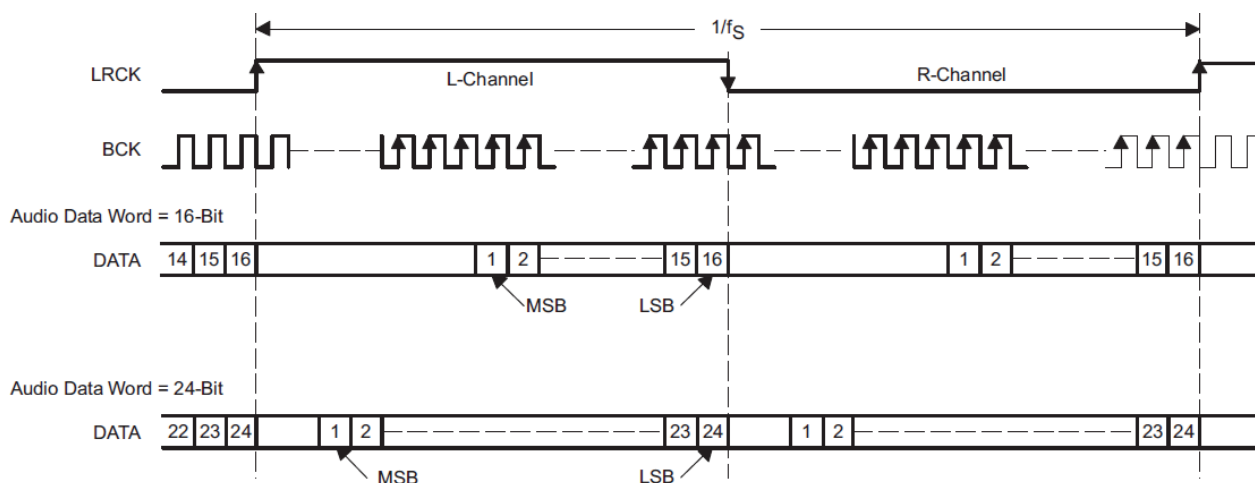
I2S フォーマットは下図のような信号になっています。I2S では LRCK が立ち下がりあるいは立ち上がり後に 1 BCK 分遅れてから MSB データが出現します。



それに対して右詰めフォーマットでは、文字通り LSB データ送出後に LRCK の立ち上がり、立下りのタイミングになっています。

I2S-24Bit を右詰め 16Bit に変換するためには、LRCK を 17BCK 分遅らせればよいことになることがわかるかと思います。そうすればちょうど 16Bit データが送りだされた後に LRCK が変化することになります。なおこのことからわかるように 17Bit 以降のデータは無視され、ビット分解能としては落ちることになります。

同様に右詰め 24Bit に変換する場合は、LRCK を 25BCK 分遅らせます。



LRCK を遅らせるために用いるのが 74594 というシフトレジスタであるロジック IC になります。このシフトレジスタのデータに LRCK を入力し、BCK 信号に同期してシフトを行うことで遅延した LRCK 信号を生成させています。

なおマルチビットの DAC に直接的に右詰め信号を入力する場合は、データのラッチ (保持) は通常では LRCK の立下りで行われることが多いので、L-CH 信号の場合は LCRK の極性は非反転、R-CH 信号の場合は LRCK を反転させたものを、DAC の LE (ラッチイネーブル、STROBE という場合もあり) にそれぞれ入力させることになります。

以下に設定について簡単に下表に示します。

表 フォーマット変換

元フォーマット	変換後	LRCK の遅延量	基板上の設定
I2S 24Bit	右詰め 16Bit	17BCK	C を 3rd-0 に接続
	右詰め 18Bit	19BCK	C を 3rd-2 に接続
	右詰め 24Bit	25BCK	C を 4th-0 に接続

4. 端子機能

(1) コネクタ機能

(i) CN1

CN1 は PCM 信号の入力コネクタです。PiSRC4137 との接続を想定した基板上の配置となっています。JP9 で SRC 側を選択した場合に使用されます。入力フォーマットは I2S でなければいけません。

CN1 Pin assign (PCM INPUT/I2S FORMAT ONLY)

Pin	Name	Content	Pin	Name	Content
1	DATA	DATA	2	GND	GND
3	LRCK	LR CLOCK (WORD CLOCK)	4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock	6	GND	GND
7	MCK	MCK (Master Clock)	8	GND	GND
9	N. C		10	N. C	

(ii) CN2, CN3

CN2, 3 は Raspberry Pi との 40P の結合コネクタです。Raspberry Pi からの PCM 信号は JP2 で Pi 側を選択したときに使用されます。Raspberry Pi との接続は CN2, CN3 のどちらでも構いません。

(iii) CN4, 5

CN4, 5 は PCM 信号の出力ポートになります。CN4, 5 のピン機能は次項で述べるジャンパー端子で設定します。

CN4 (PCM OUTPUT)

Pin	Name	Content	Pin	Name	Content
1	DATA	DATA 極性は JP3 で設定	2	GND	GND
3	LRCK	LR CLOCK (WORD CLOCK) 極性は JP4 で設定	4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock	6	GND	GND
7	MCK	MCK/DATA JP5 で設定	8	GND	GND
9	N. C		10	N. C	

CN5 (PCM OUTPUT)

Pin	Name	Content	Pin	Name	Content
1	DATA	DATA 極性は JP6 で設定	2	GND	GND
3	LRCK	LR CLOCK (WORD CLOCK) 極性は JP7 で設定	4	GND	GND
5	BCK	Bit Clock	6	GND	GND
7	MCK	MCK/DATA JP8 で設定	8	GND	GND
9	N. C		10	N. C	

(iv) RCA1 (Co-Axial)

RCA1 は、PiSRC4137 の Co-axial 出力を接続することを想定していますが、用途は指定していません。

(v) DC ジャック

5V の AC アダプタの電源入力 (DC ジャック) です。Raspberry Pi へ 5V 電源を供給する場合に使用します。反対に本基板に Raspberry Pi から電源が供給される場合は使用しません。

(2) ジャンパー端子

(i) JP1

JP1 は CN4, CN5 の出力信号のロジック電圧を設定します。接続する DAC の入力可能電圧に合わせて設定します。DAC1860 と接続する場合は 5V に設定します。既定値はありませんので、かならずどちらかに設定します。

JP1 Setting

設定	内容
3.3	ロジック電圧の出力レベル 3.3V
5	ロジック電圧の出力レベル 5V

(ii) JP2

JP2 は R1, C1 によるディレイ回路を動作させるためのジャンパーです。DAC1860 を接続する場合は JP2 を接続します。その他の DAC であれば接続は不要です（接続しても問題ないでしょう）。このディレイ回路を動作させることで、DAC1860 を 192kHz で動作させる場合の、信号遅延用のコンデンサは不要になります。

(ii) JP3～JP5

JP3～JP5 は CN4 出力の設定を行います。

JP3 は Pin1 のデータの非反転/反転を設定します。データを反転させると DAC アナログ出力の正負が反転します。これは DAC を 2 個使用して差動合成する場合などに使用します。

JP4 は Pin3 の LRCK の非反転/反転を設定します。これにより右チャンネルと左チャンネルのどちらを設定するかを設定することができます。

JP4 は Pin7 の MCK/DATA の設定を行います。

JP3～5 Setting (for CN4)

JP	設定	内容
JP3	N	CN4 の Pin1 (DATA) の極性はそのまま (NORMAL)
	R	CN4 の Pin1 (DATA) の極性を反転 (REVERSE)
JP4	N	CN4 の Pin3 (LRCK) の極性はそのまま (NORMAL)
	R	CN4 の Pin3 (LRCK) の極性はそのまま (REVERSE)
JP5	M	CN4 の Pin7 (MCK/DATA) は MCK (CN1 の Pin7 に接続)
	N	CN4 の Pin7 (MCK/DATA) は非反転 DATA (NORMAL)
	R	CN4 の Pin7 (MCK/DATA) は反転 DATA (REVERSE)

(iii) JP6～JP8

JP6～JP8 は CN5 出力の設定を行います。機能説明は JP3～JP5 とそれぞれ同じです。

JP6～8 Setting (for CN5)

JP	設定	内容
JP6	N	CN5 の Pin1 (DATA) の極性はそのまま (NORMAL)
	R	CN5 の Pin1 (DATA) の極性を反転 (REVERSE)
JP7	N	CN5 の Pin3 (LRCK) の極性はそのまま (NORMAL)
	R	CN5 の Pin3 (LRCK) の極性はそのまま (REVERSE)
JP8	M	CN5 の Pin7 (MCK/DATA) は MCK (CN1 の Pin7 に接続)
	N	CN5 の Pin7 (MCK/DATA) は非反転 DATA (NORMAL)
	R	CN5 の Pin7 (MCK/DATA) は反転 DATA (REVERSE)

(iv) JP9

JP9 は PCM 信号 (DATA、LRCK、BCK) の供給元となるコネクタを選択します。

Pi 側に設定すると、Raspberry Pi に接続される CN2 あるいは CN3 から信号を供給します。

SRC 側に設定すると、CN1 から信号を PCM 信号を供給します。すなわち Raspberry Pi 用の SRC 基板である PiSRC4137 と接続することを前提とした接続法になります。なお PiSRC4137 の出力フォーマットの設定は I2S フォーマットに設定してください。なお CN1 からの信号は PiSRC4137 に限定する必要はありません。他の DAI からの信号を接続することもできます。

(v)LRCK—SHIFT

本基板での肝となる部分で、LRCKの遅延量を設定します。基板上の「C」と遅延量のパッド1st～4thのうちの0～7までのどれか1箇所と接続します。

表 フォーマット変換

元フォーマット	変換後	LRCKの遅延量	基板上的設定	DAC例
I2S 24Bit	右詰め16Bit	17BCK	Cを3rd-0に接続	PCM56 など
	右詰め18Bit	19BCK	Cを3rd-2に接続	PCM61P, AD1860 など
	右詰め24Bit	25BCK	Cを4th-0に接続	PCM1704 など

ジャンパーの具体的設定例については「5. 接続例」で接続するDACの例と合わせて詳細を記述します。

4. 部品表例

部品表例を示します。

表 部品表例

区分	部品 No	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1	炭素被膜 1/4W	51Ω	1	
	R2	炭素被膜 1/4W	1kΩ	1	
	Ra	チップ抵抗	51Ω	8	1608, 2012 サイズ
コンデンサ	C1	フィルムコンデンサ	220p	1	
	Cp	チップコンデンサ	0.1μF	5	1608, 2012 サイズ
IC	IC1-4	ロジック IC	74594	4	
	IC5	ロジック IC	7404	1	
	IC6	ロジック IC	74245	1	74AC245
LED	D1	赤色 LED		1	電源パワートランジスタ
RCA コネクタ	RCA1	基板用 RCA ジャック	RJ-2410 (*1)	1	
DC ジャック	DC1, 2	φ2.1mm 標準 DC ジャック 基板用	C-09408 (*2)	2	秋月電子取り扱い
基板		PiPCM-CONV		1	

※ハッチング部がキットの付属品。

(*1) (*2) は秋月電子から購入することができます。以下にそのラインアップを示します。

(*1) RJ-2410/基板用 RCA ジャック (各色あります)

AAA



RoHS
基板用 RCA ジャック (黄)
[RJ-2410N/Y]
通販コード C-06508
発売日 2013/03/05
メーカーカテゴリ [UnitedAu-Vi \(ULTIMAX\)](#)

ローコスト RCA ピンジャック
■基板実装用
参考資料
[RJ-2410N.pdf](#)

色違いでバリエーションがあります。赤C-02385、白C-02386、黄色C-06508、黒C-06509
[RJ-2410シリーズ一覧](#)

(*2) C-09408/φ2.1mm 標準 DC ジャック ユニバーサル基板取り付け用

AAA



RoHS
2.1mm 標準 DC ジャック (4A) ユニバーサル基板取付用

[18742]
通販コード C-09408
発売日 2015/06/10
メーカーカテゴリ [AUCON TECHNOLOGY INC.](#)

2.54mmピッチの基板にそのまま差し込んで取付け可能なDCジャックです。大電流を考慮し設計を強化したDCジャック (最大4A) です。

■主な仕様
・内径: 2.1mmφ
・外径: 5.5mmφ
・定格: DC2.0V、4A

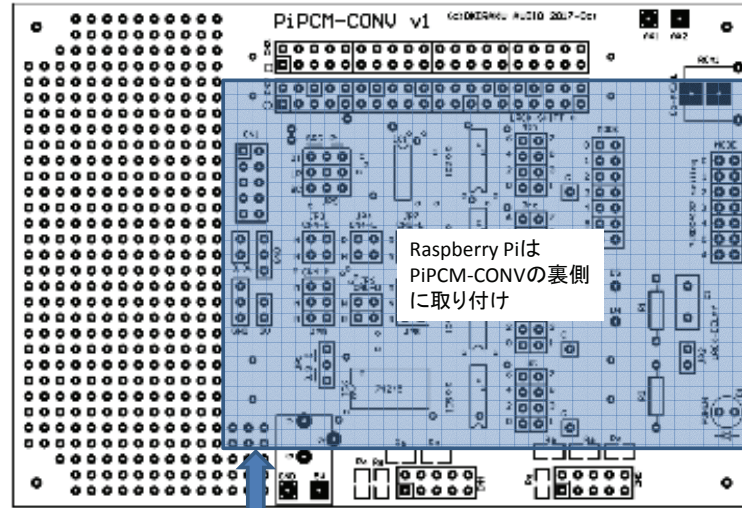
5. 接続方法

以下に接続例を示します。

(1) 電源の供給

本基板内では5Vならびに3.3Vを使用します。このうち3.3VはRaspberry Piからの供給を前提としているため、Raspberry Piはかならず接続しなければなりません。そのうえで、Raspberry Piへの電源供給として下記の2通りを選択することができます。

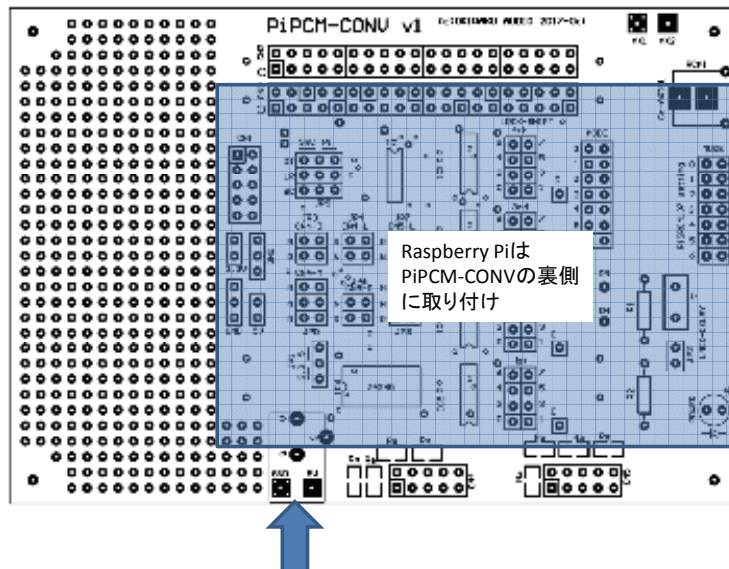
接続1：Raspberry Piへmicro-USBで給電する（この場合、PiPCM-CONVへDCジャックに5Vは接続できません）。本基板にはCN2あるいはCN3を介してRaspberry Piから電源が供給されます。



Raspberry PiのmicroUSBより給電

電源の接続1の場合

接続2：PiPCM-CONVへDCジャックから5Vを供給（Raspberry Piへはmicro-USBで給電できません。Raspberry Piへの給電はCN2あるいはCN3を介してPiPCM-CONV基板から5Vが供給されます）。



DCジャックへ5V給電

電源の接続2の場合

(2) 出力の接続 (CN4, 5) の使い方

(i) DAC1860 との接続

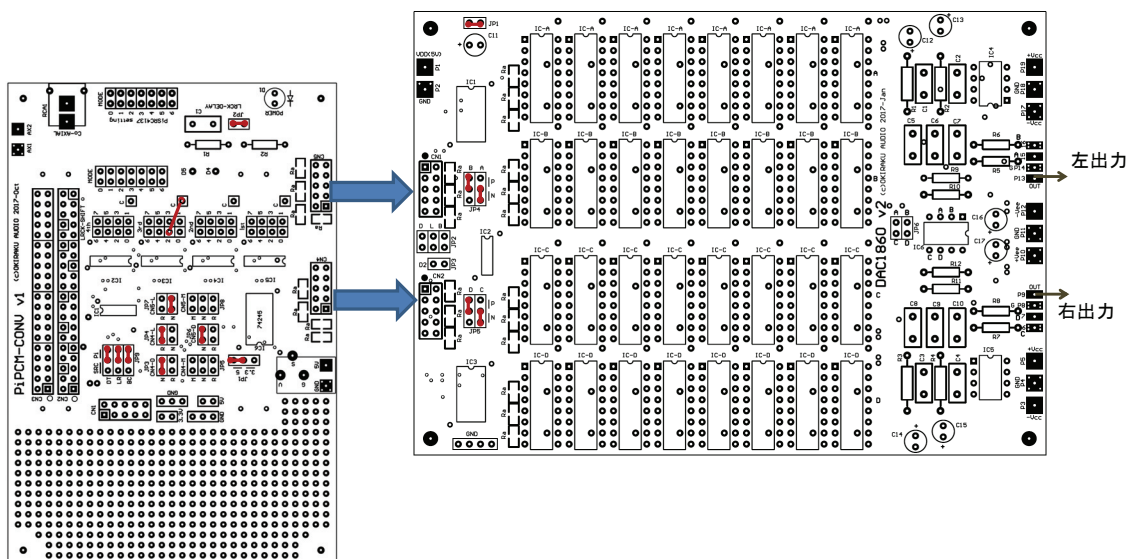
本基板と Raspberry Pi を使用し、DAC1860 を 1 枚使用して 8 パラ差動で使用する場合の接続例を示します。

- 接続： 1) PiPCM-CONV/CN4 → DAC1860/CN2
 2) PiPCM-CONV/CN5 → DAC1860/CN1

設定：

設定サマリー

PiPCM-CONV 側の設定			DAC1860 側の設定		
JP1	5	DAC1860 とは 5V ロジックレベルで接続	JP1	接続	DAC1860 の DAC 電源からデジタル電源を借用
JP2	接続	遅延回路使用	JP2	—	使用せず
JP3	N	CN4-Data は非反転	JP3	—	使用せず
JP4	R	CN4-LRCK は反転	JP4	A-N, B-R	8 パラ差動出力
JP5	—	使用せず	JP5	C-N, D-R	8 パラ差動出力
JP6	N	CN5-Data は非反転	JP6	—	使用せず
JP7	R	CN5-LRCK は非反転			
JP8	—	使用せず			
JP9	Pi 側	Raspberry Pi と接続			
LRCK SHIFT	C と 3rd-2 を接続	19BCK ずらし (右詰め 18Bit 変換)			



本基板と DAC1860 との接続例

(ii) Simple R-2R DAC MK2 との接続

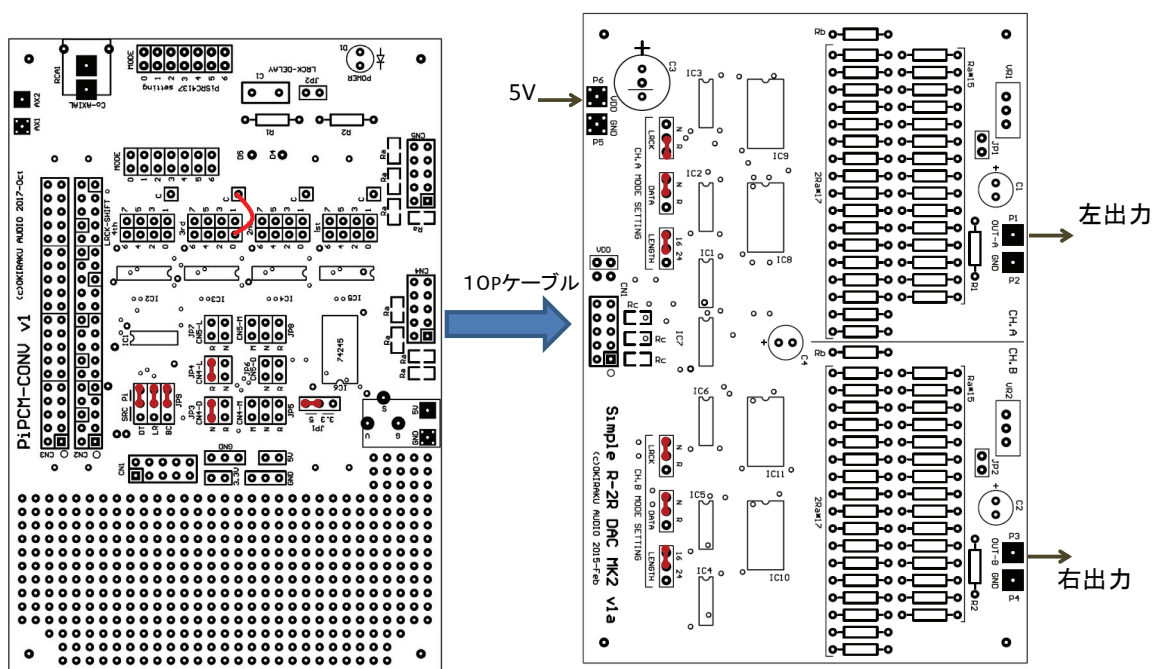
本基板と Raspberry Pi を使用し、Simple R-2R DAC MK2 との接続例を示します。

接続： 1) PiPCM-CONV/CN4 → Simple R-2R DAC MK2/CN1

設定：

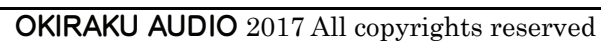
設定サマリー

PiPCM-CONV 側の設定			Simple R-2R DAC MK2		
JP1	5	5V ロジックレベルで接続	JP1	接続	DAC1860 の DAC 電源からデジタル電源を借用
JP2	—	遅延回路未使用	CH-A	LRCK-R	左チャンネル設定
JP3	N	CN4-Data は非反転		DATA-N	
JP4	N	CN4-LRCK は非反転		LENGTH-16	
JP5	—	使用せず	CH-B	LRCK-N	右チャンネル設定
JP6	—	使用せず		DATA-N	
JP7	—	使用せず		LENGTH-16	
JP8	—	使用せず			
JP9	Pi 側	Raspberry Pi と接続			
LRCK SHIFT	C と 3rd-0 を接続	17BCK ずらし (右詰め 16Bit 変換)			

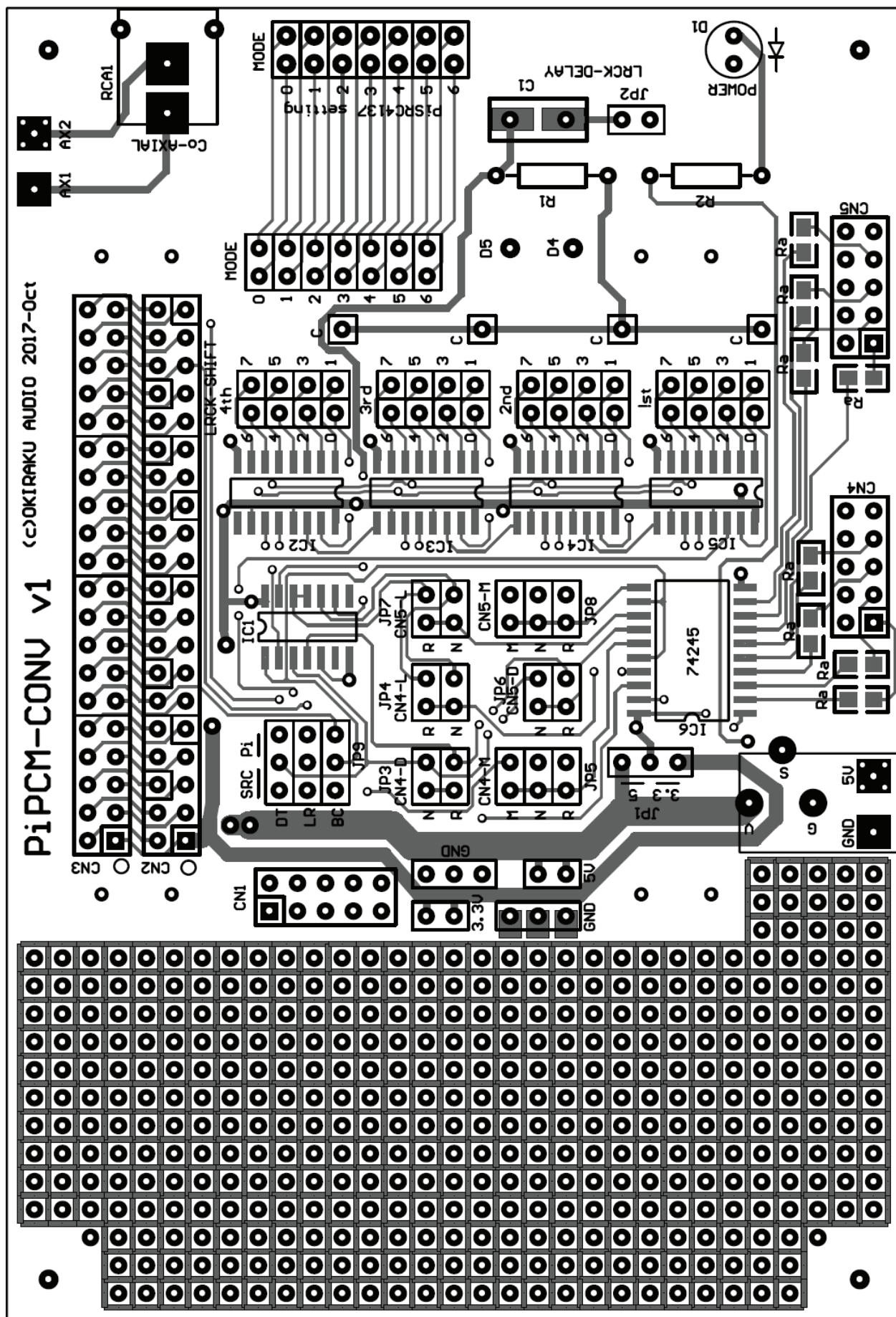


本基板と Simple R-2R DAC MK2 との接続例

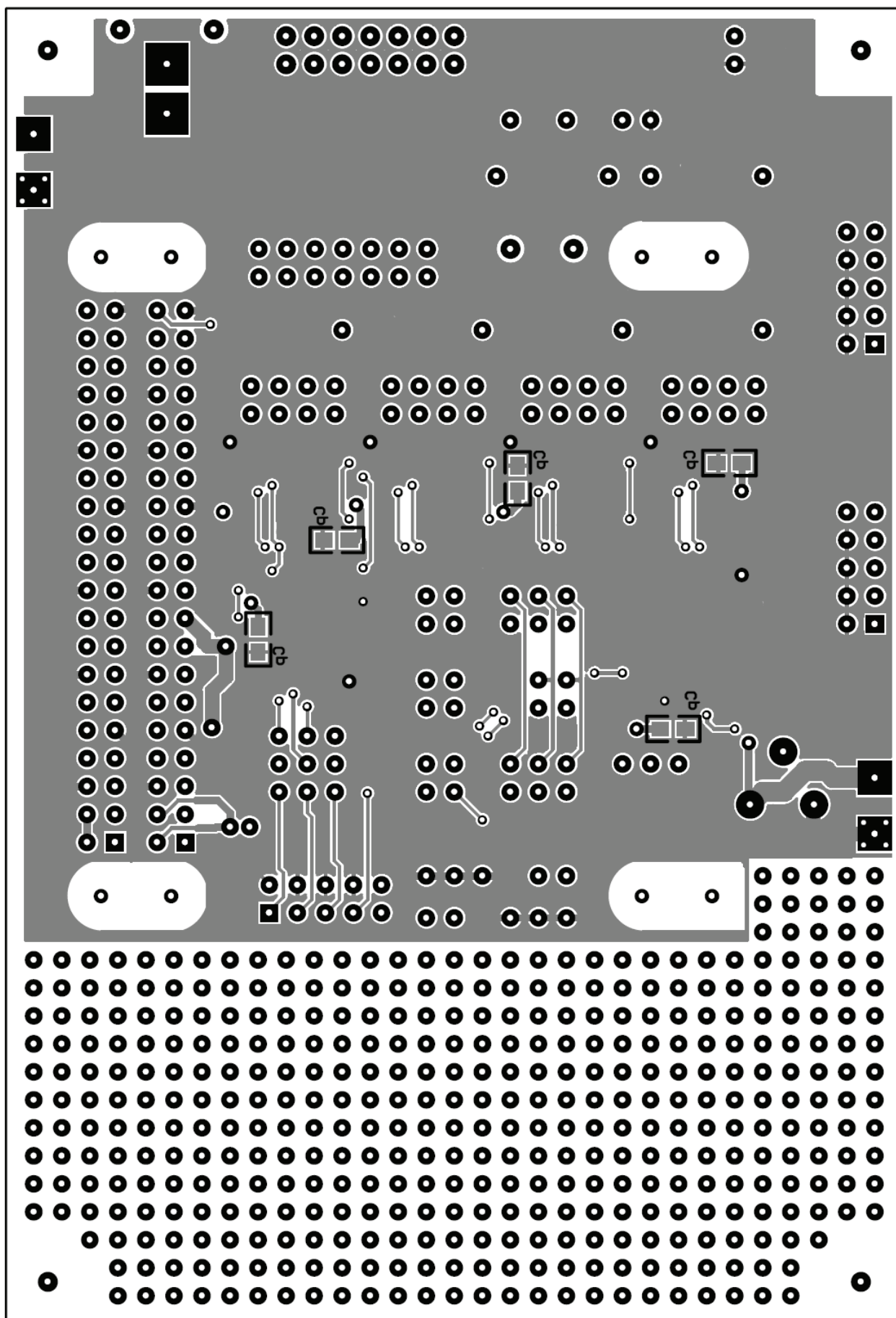
(1) 基板シルク



(2) 基板部品面パターン



(3) 半田面パターン



7. 回路図

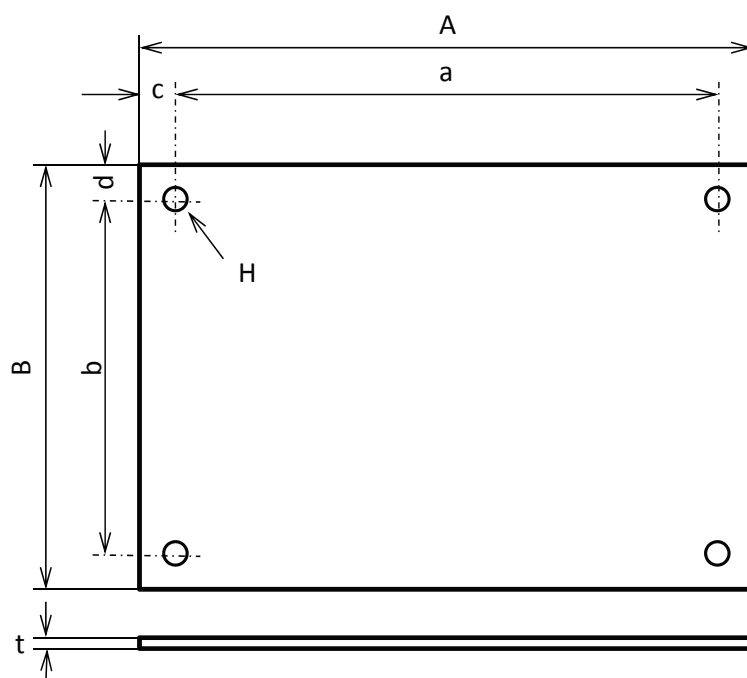


8. 基板寸法

本基板サイズは”STD”になります。

表 寸法 単位 mm/(mil) ※1mil=25.4/1000mm

	name	A	B	t	H	a	b	c, d
	STD-S	119.4 (4700)	43.2 (1700)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	35.6 (1400)	3.8 (150)
✓	STD	119.4 (4700)	81.3 (3200)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	73.7 (2900)	3.8 (150)
	STD-H	81.3 (3200)	59.7 (2350)	1.6	3.5 (138)	73.7 (2900)	52.1 (2050)	3.8 (150)
	WIDE	144.8 (5700)	101.6 (4000)	1.6	3.5 (138)	137.2 (5400)	94.0 (3700)	3.8 (150)
	None							



9. 【重要】基板の修正

対象基板：PiPCM-CONV v1

v1 基板では2か所要修正箇所があります。下記を参考に修正してください。

(1) ジャンパー線の接続

基板裏面の CN2 下側が修正箇所になります。下図の赤線部分をジャンパー接続します。

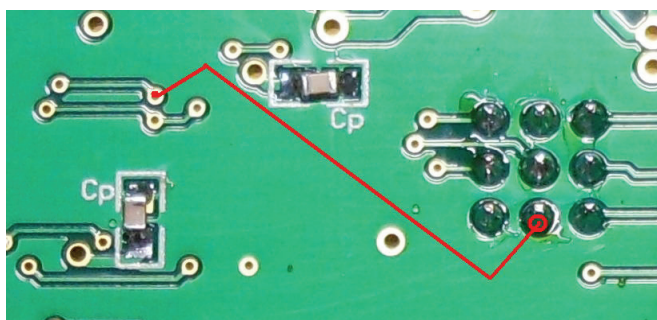


図 接続箇所（赤線部を接続）

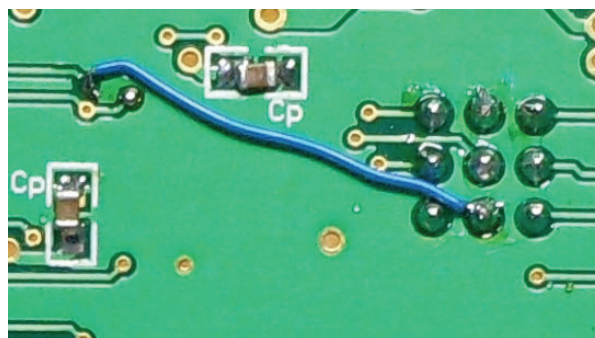


図 接続例

(2) IC6（74245）の裏面部になります。黄色線をカットし、赤線を接続します。

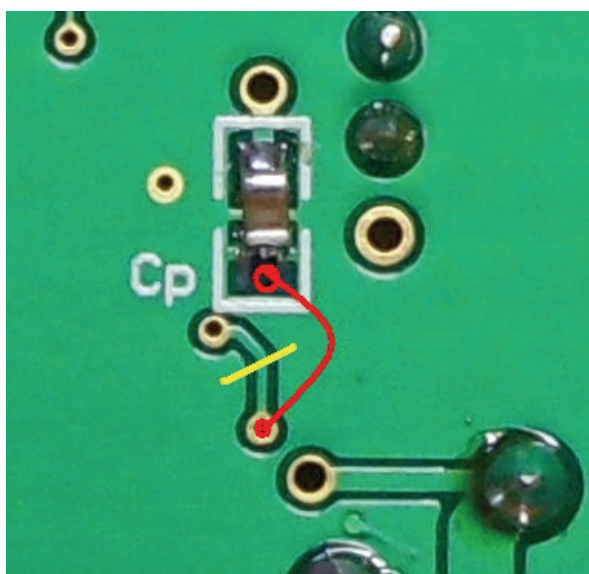


図 修正箇所（黄色線：カット、赤線：接続）

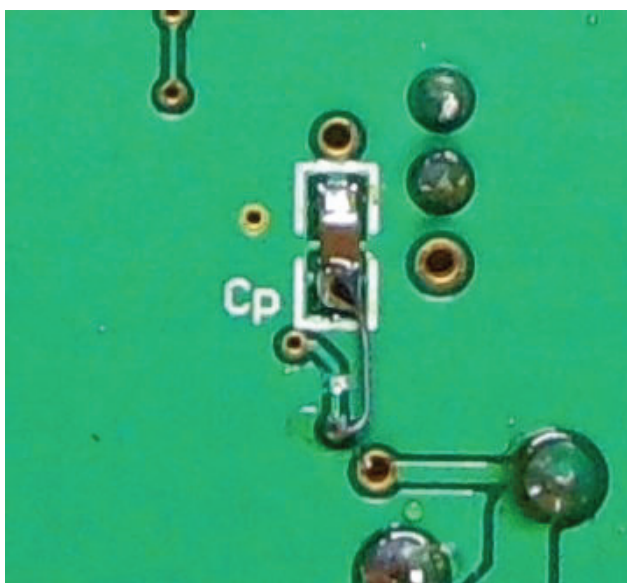


図 修正例

1 1. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2017. 11. 27	初版