

たった2本のケーブルで
多チャンネルオーディオ
と電力の伝送を！
A²B[®]のご紹介

アナログ・デバイス株式会社

斎藤 伸平



本日のゴール

- ▶ A2B デバイスの基礎知識
- ▶ A2B デバイスの機能詳細
- ▶ A2B デバイスの開発環境

- A2B でできることを理解
- 評価環境を理解
- 今日から着手できるように！

マクニカ様のデモもあわせてご覧ください。
「A²B[®] 2本の配線だけで多チャンネルの音声と電力の伝送を実現！」

A²B[®] デバイスの基礎知識

A²B[®] (Automotive Audio Bus) とは

- ▶ アナログ・デバイセズが開発したデータバス
- ▶ シールド無しツイストペアケーブルを使用
- ▶ 配線の簡略化、軽量化を実現

- ▶ オートモーティブ向けに開発
 - 現在は分野問わず販売
- ▶ 現在第3世代チップを量産・販売中



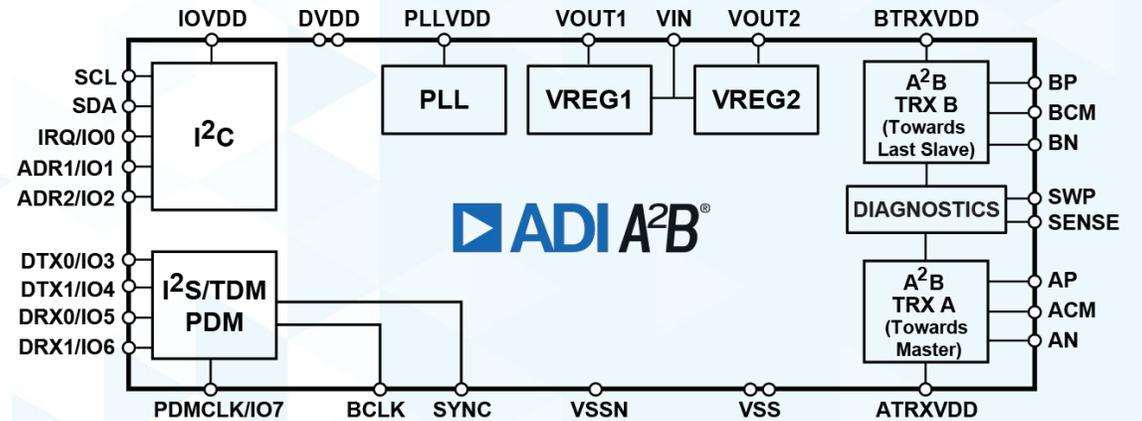
<https://www.analog.com/jp/products/audio-video/automotive-audio-bus.html>

A²B[®] 主な特徴

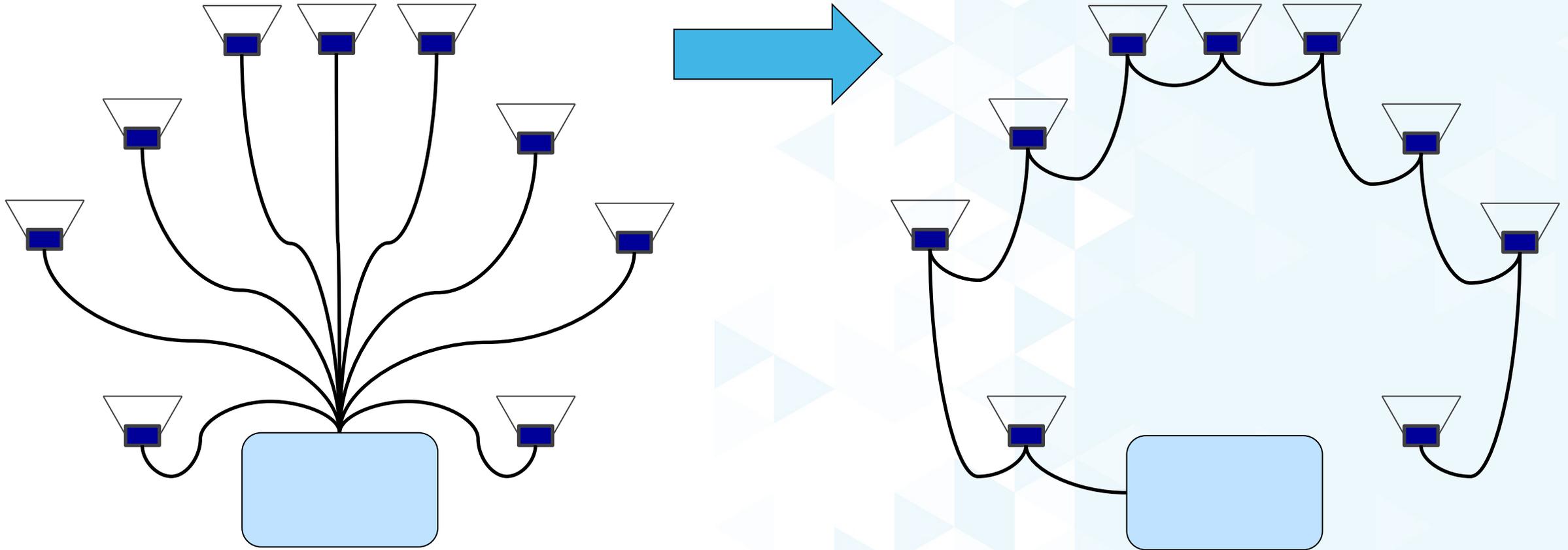
- ▶ 伝送できるもの
 - 音声 (I2S)
 - 制御信号 (I2C, GPIO)
 - 電力!
- ▶ デイジーチェーン接続
- ▶ プロトコルスタック不要
- ▶ 最大 50 Mbps の双方向通信
- ▶ 低い固定遅延 (~ 50us)
- ▶ PDM (Pulse Density Modulation) マイクに対応



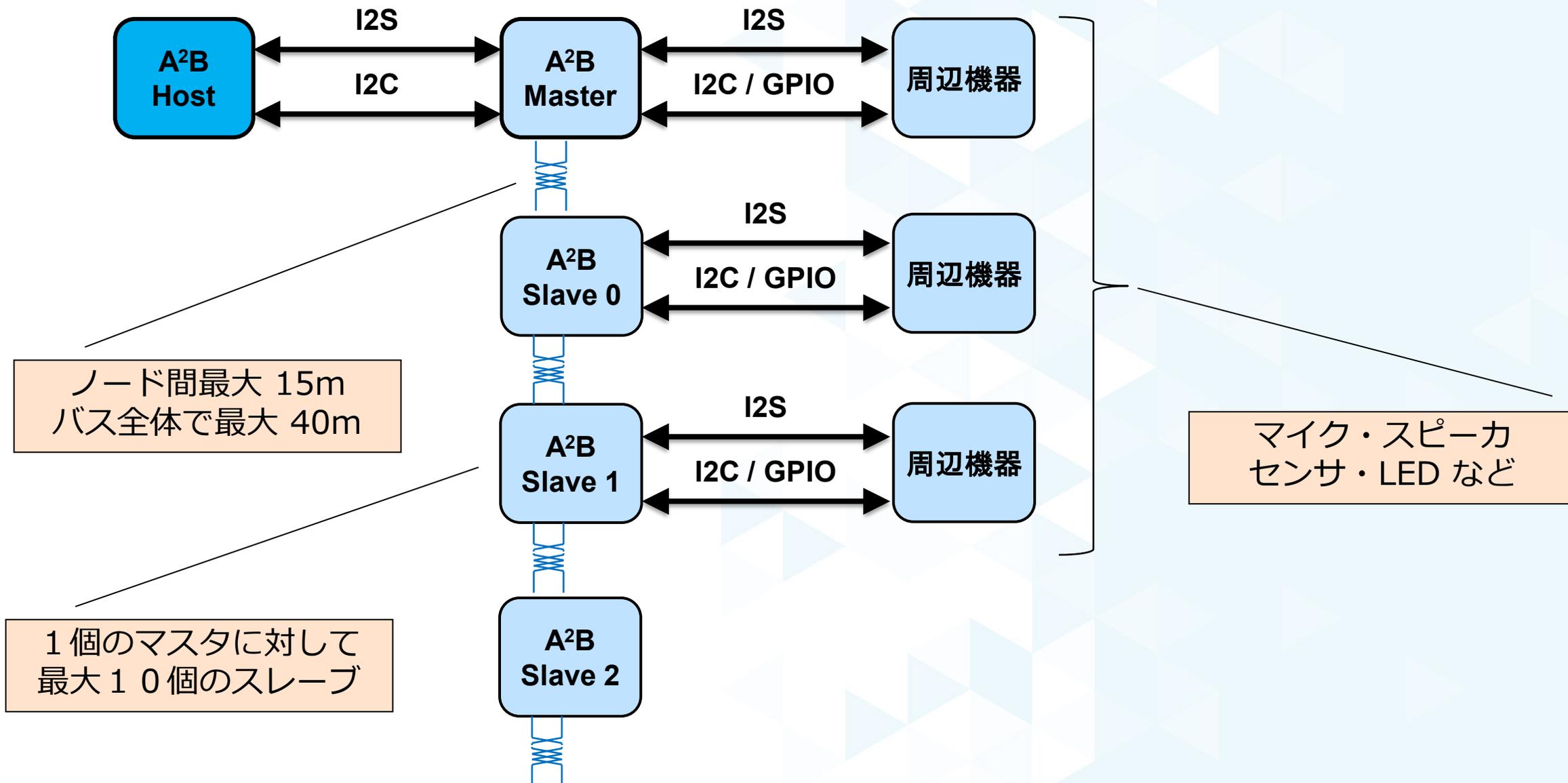
5mm x 5mm
32pin
LFCSP_SS



A²B[®] 省配線の例



A²B[®] バスのトポロジ

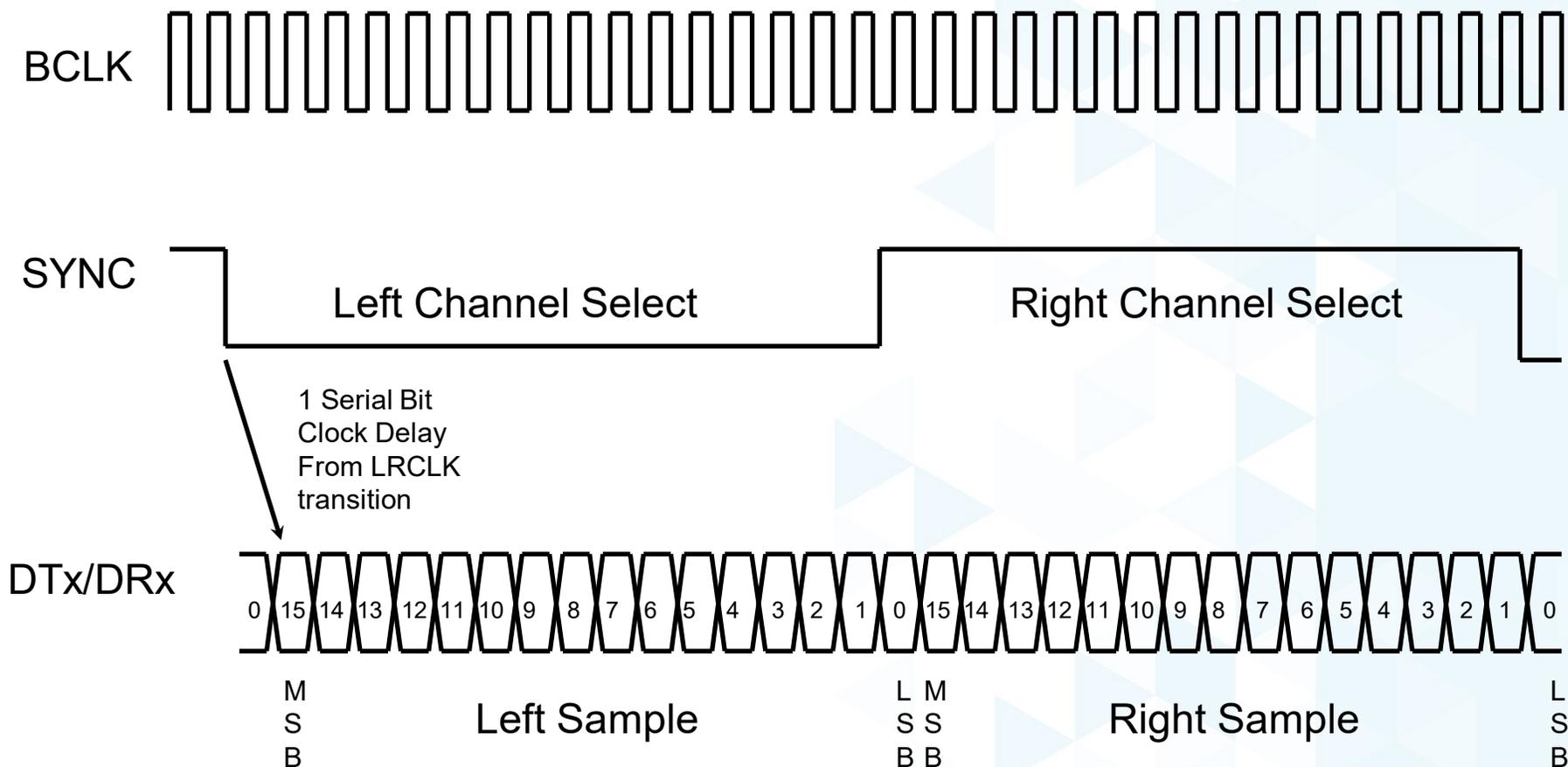


A²B[®] デバイスの機能詳細

I2S (Inter IC Sound) 詳細

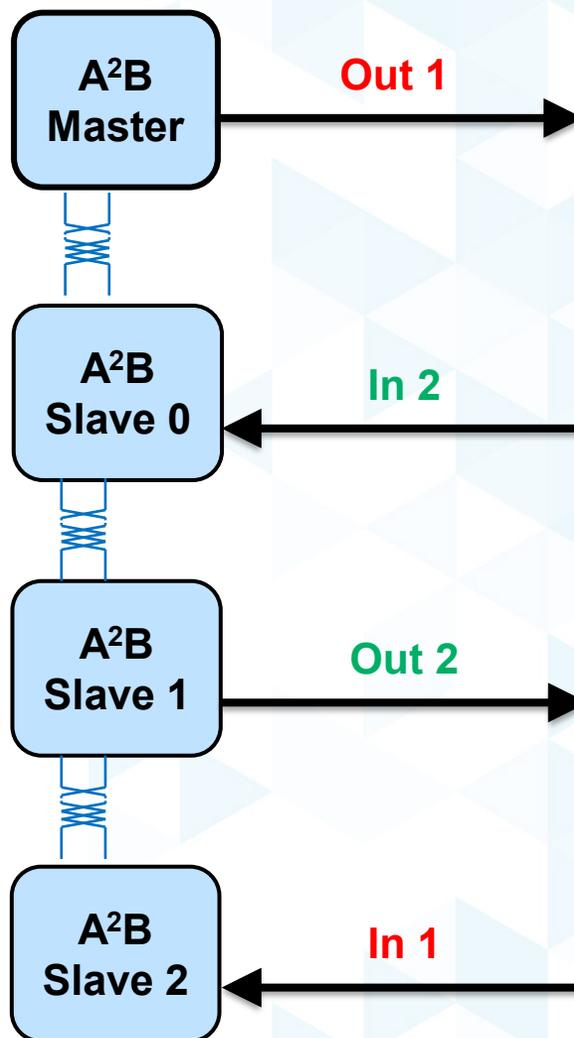
- ▶ データは MSB から送信される
- ▶ SYNC 信号で左右のチャンネルを区別

Ex) $48 \text{ kHz} * 16\text{bit} * 2 \text{ ch} = 1.536 \text{ MHz}$



I2S 詳細 (2)

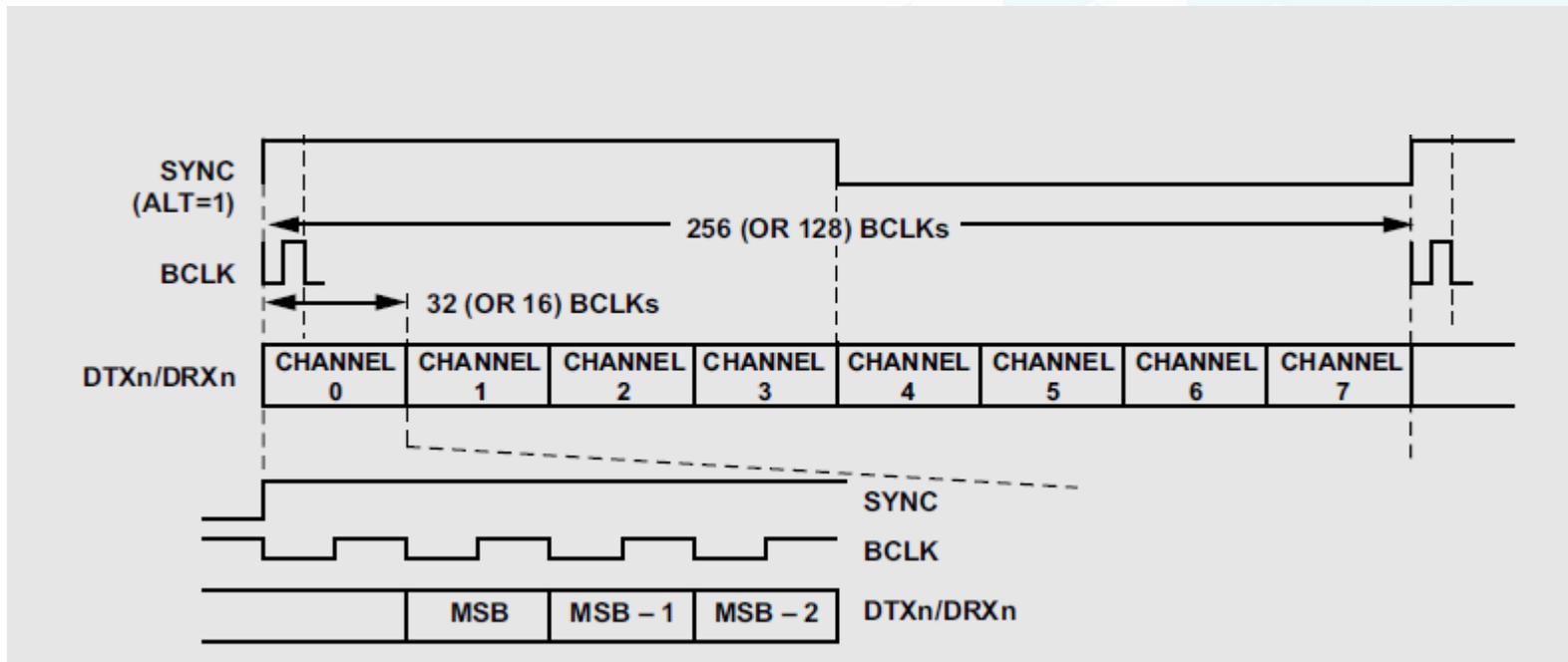
- ▶ 上り・下り最大32チャンネル
- ▶ 48kHz または 44.1kHz データ
- ▶ 各ノード間でデータ双方向転送可能
 - マスター・スレーブ間
 - スレーブ・スレーブ間
 - ブロードキャスト可能
- ▶ 約50us の固定遅延
 - すべての A2B デバイスが遅延を共有



ビット数	ノード間の最大チャンネル数	
	各方向 (上り・下り)	合計
16 bits	32	51
24 bits	32	34

I2S 詳細 (3)

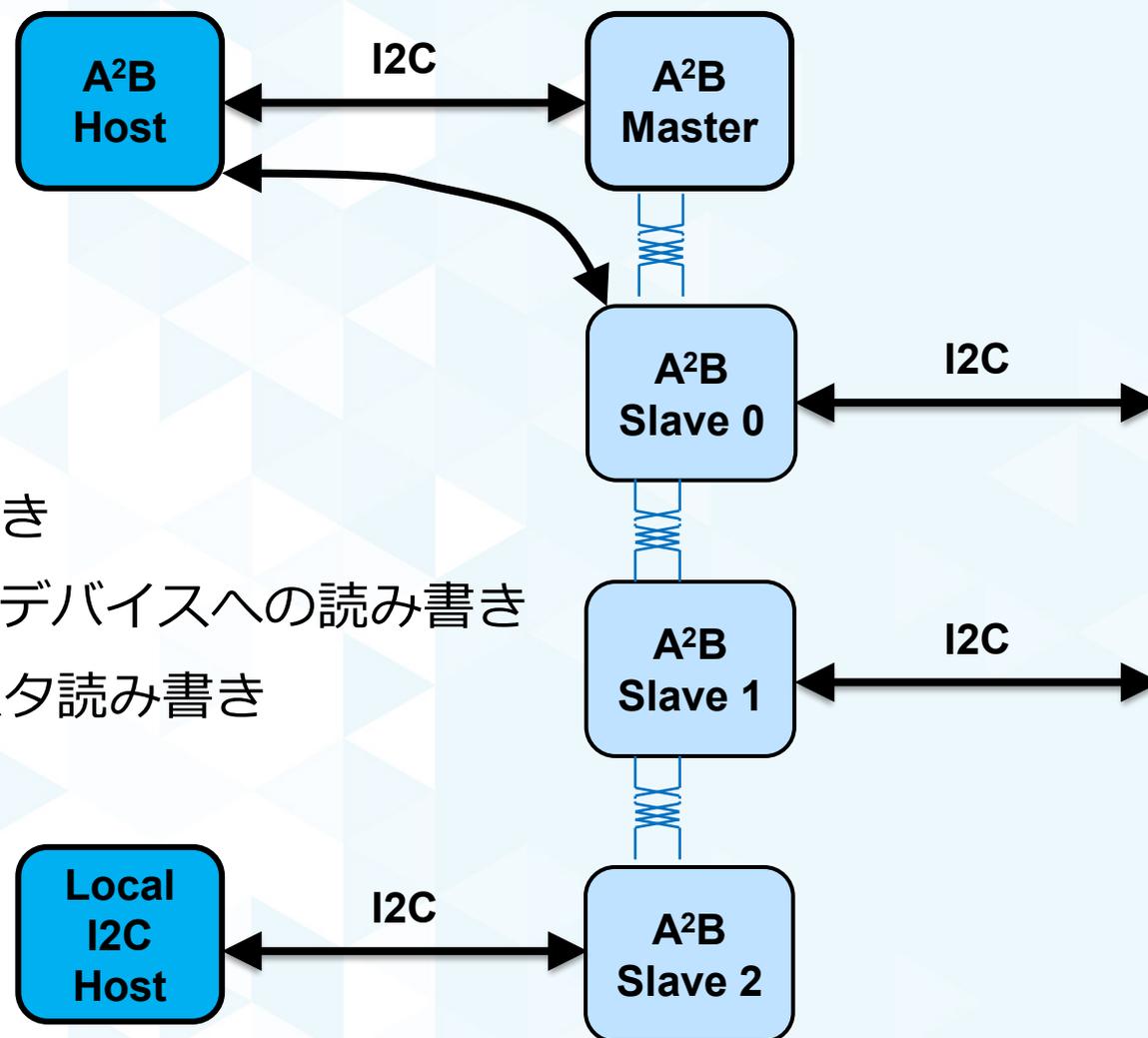
- ▶ TDM (time-division multiplexing) を使用することにより、ステレオ 2 チャンネル (TDM2) 以上のデータを送ることができる
- ▶ BCLK を早くすることによりチャンネル数を増やす、SYNC の周期は 48kHz を保つ
- ▶ 下記の図は TDM8 の例



I2C (Inter-Integrated Circuit) 詳細

▶ 通信速度：100kpbs, 400kpbs

- ▶ A2B ホストから A2B マスタのレジスタ読み書き
- ▶ A2B ホストから A2B スレーブのレジスタ読み書き
- ▶ A2B ホストから A2B スレーブに接続されているデバイスへの読み書き
- ▶ ローカル I2C ホストから A2B スレーブのレジスタ読み書き
- ▶ ブロードキャスト可能



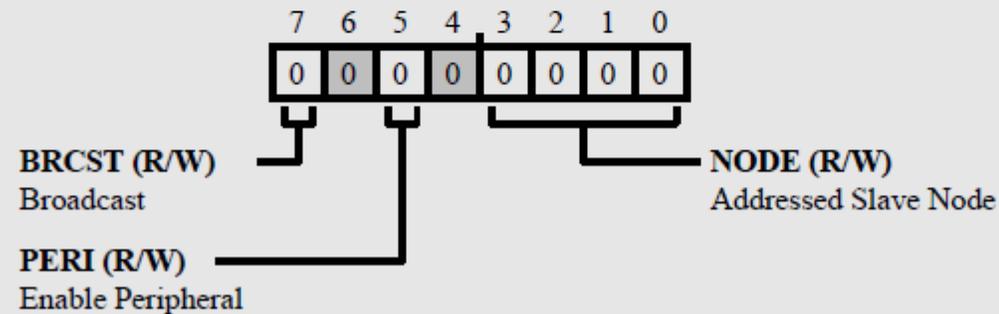
I2C 詳細 (2)

- ノードアドレスレジスタを設定することにより、ブロードキャスト、特定のスレーブ、特定のスレーブのペリフェラルを選択する

Node Address Register (Master Only)

The `A2B_NODEADR` register provides control bits for addressing slave nodes through the A²B bus. This register can only be written in the master node. A write to this address in a slave node has no effect.

Address: 0x01



I2C 詳細 (3)

- ▶ A2B バスによる遅延があるため、実際の通信速度は少し遅くなる
- ▶ I2C ホストはクロック・ストレッチングに対応している必要がある

Table 20. Bus Latency for I²C Accesses

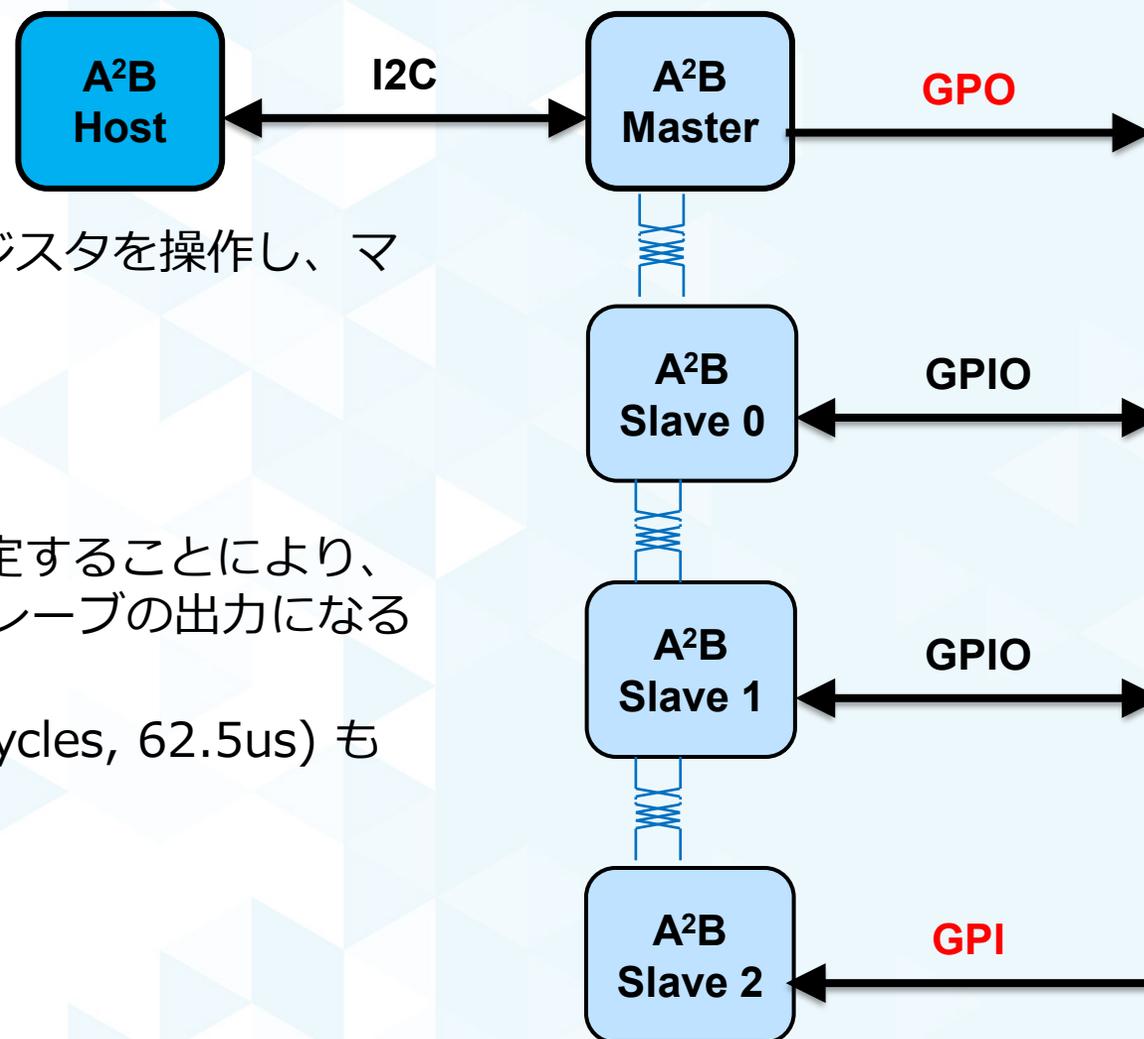
I ² C Access (Read/ Write)	Bus Latency for I ² C Accesses (Typical)
Extra time for an I ² C write of N data bytes to slave transceiver registers, master EACK bit == 0	$N \times 22 \mu\text{s}$
Extra time for an I ² C read of N data bytes from slave transceiver registers, master EACK bit == 0	$N \times 22 \mu\text{s}$
Extra time for an I ² C write of more than 1 data byte to slave transceiver registers, master EACK bit == 1, host I ² C using 400 kHz data rate	$2 \mu\text{s}$
Extra time for an I ² C write of N data bytes to slave transceiver registers, master EACK bit == 1, host I ² C using 100 kHz data rate	$0 \mu\text{s}$
Extra time for an I ² C write of N data bytes to remote I ² C peripheral, Slave DATARATE == 0 (100 kHz)	$213 \mu\text{s} + (N - 1) \times 113 \mu\text{s}$
Extra time for an I ² C write of N data bytes to remote I ² C peripheral, Slave DATARATE == 1 (400 kHz)	$70 \mu\text{s} + (N - 1) \times 45 \mu\text{s}$

▶ 通常の GPIO 機能

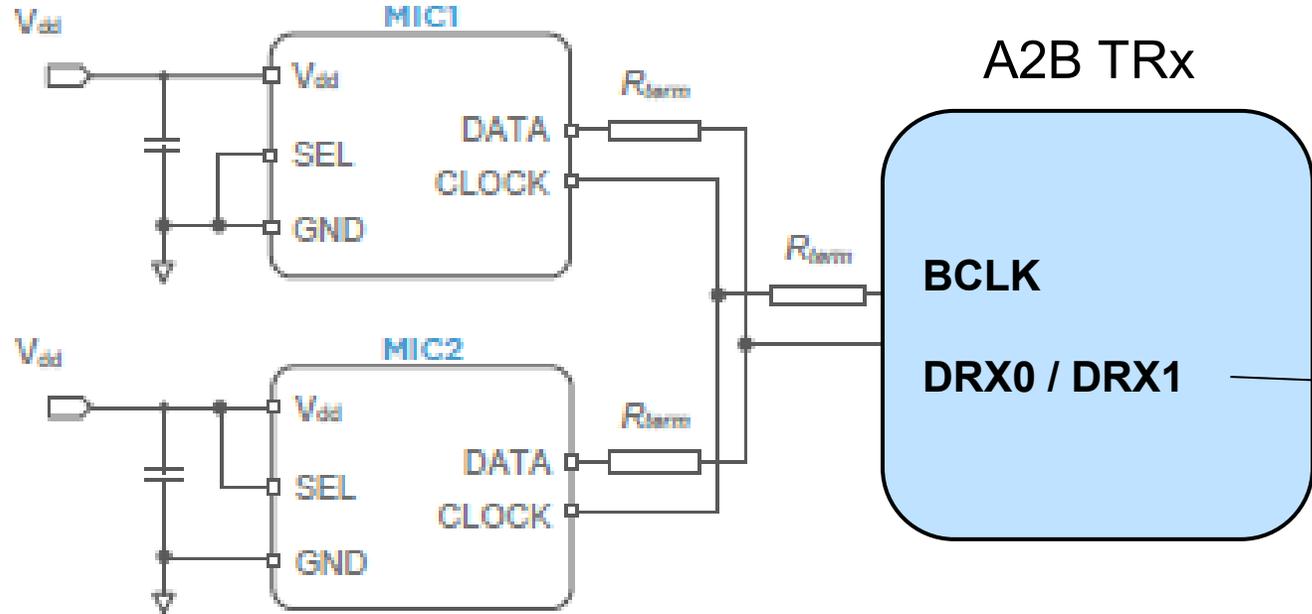
- A2B ホストから I2C 経由でマスタ・スレーブのレジスタを操作し、マスタ・スレーブの GPIO ピンを読み書きする

▶ GPIO Over Distance

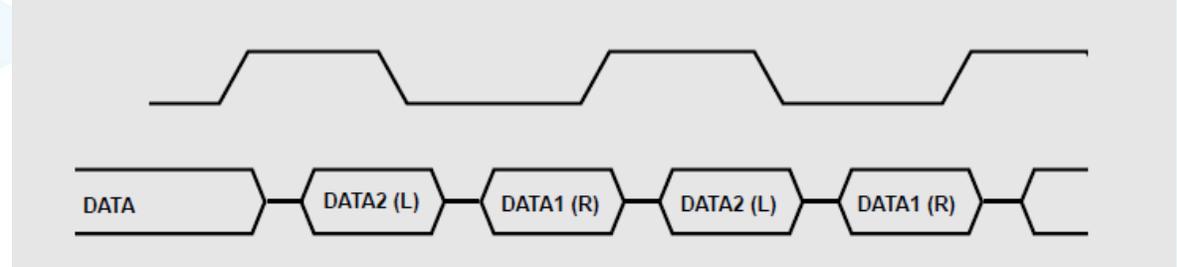
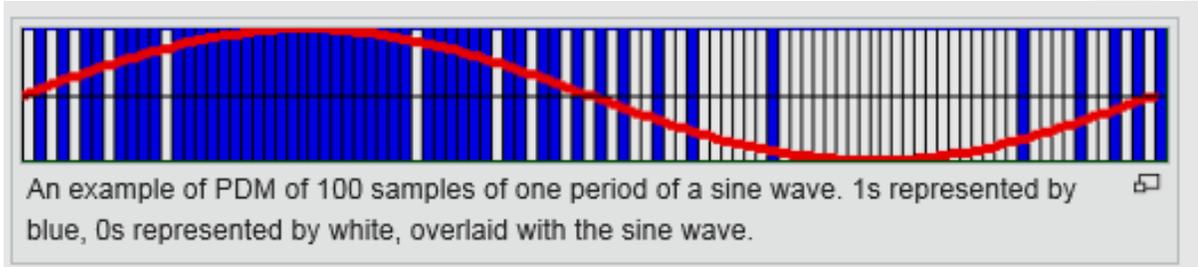
- A2B ホストから I2C 経由で仮想 GPIO ポートを設定することにより、任意のマスタ・スレーブの入力が、他のマスタ・スレーブの出力になるよう設定できる機能
- I2C 同様、A2B バスによる遅延 (~3 audio clock cycles, 62.5us) も入る



PDM マイクを直接接続可能 (Pulse Density Modulation)



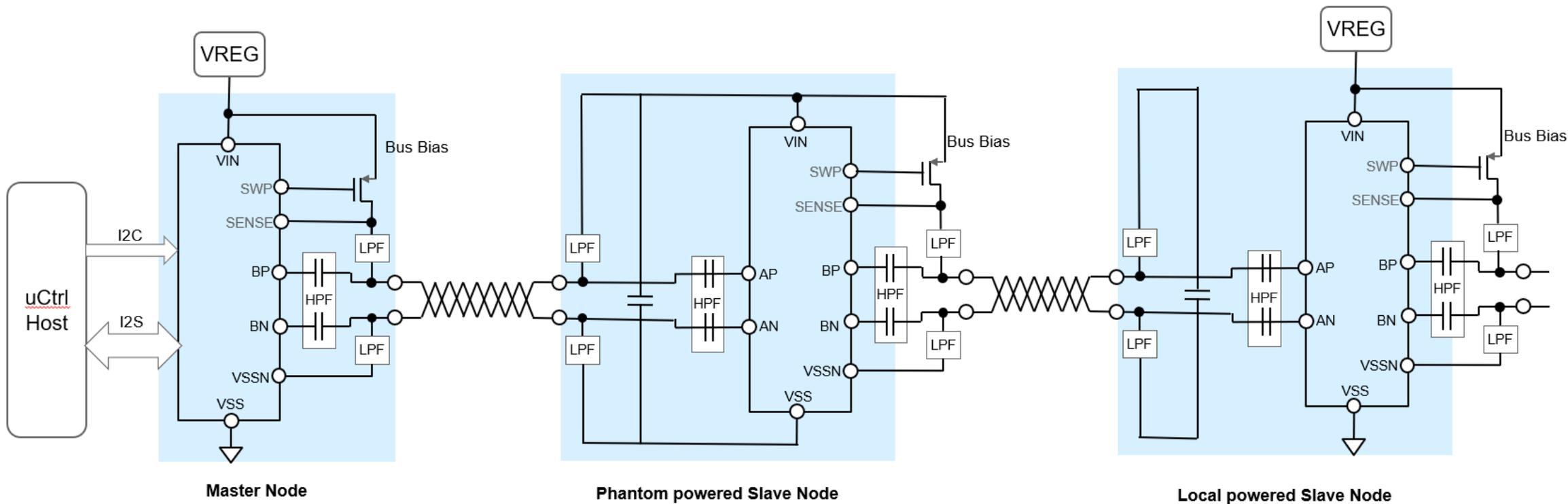
最大4個のPDMマイクが
接続可能



マスター

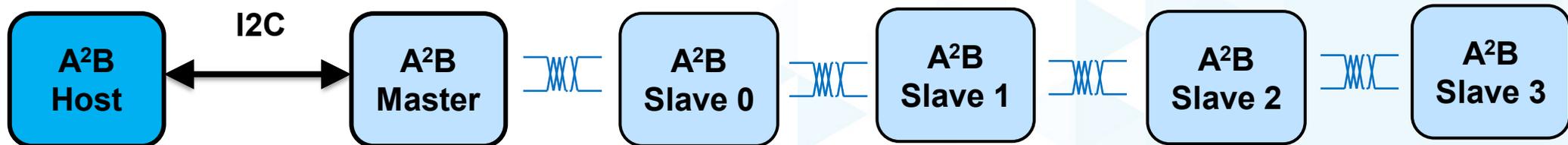
ファントムパワー
スレーブ

ローカルパワー
スレーブ



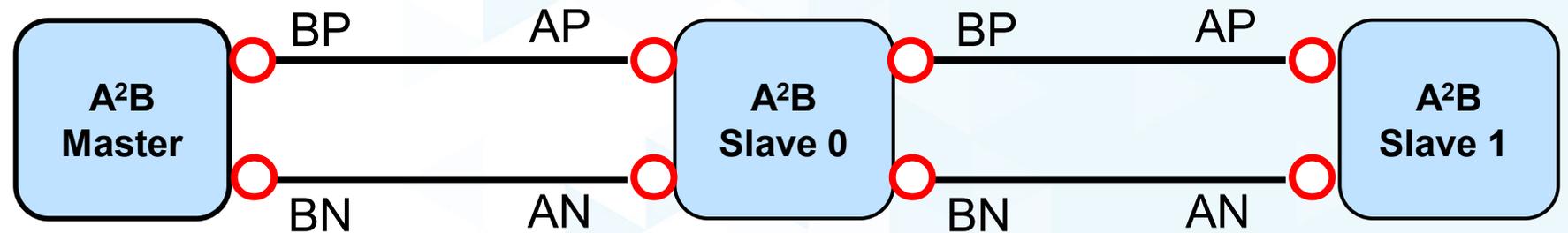
ディスカバリ

- ▶ バス上のデバイス（スレーブ）を検索する作業
- ▶ ホストマイコンがマスタ A2B のレジスタを読み書きして、接続されているデバイスを検索する
- ▶ この作業が完了すると、マスタ・スレーブ間の通信が始まる
- ▶ ディスカバリ終了後は、基本的にホストマイコンは通信に関する制御を行う必要がない

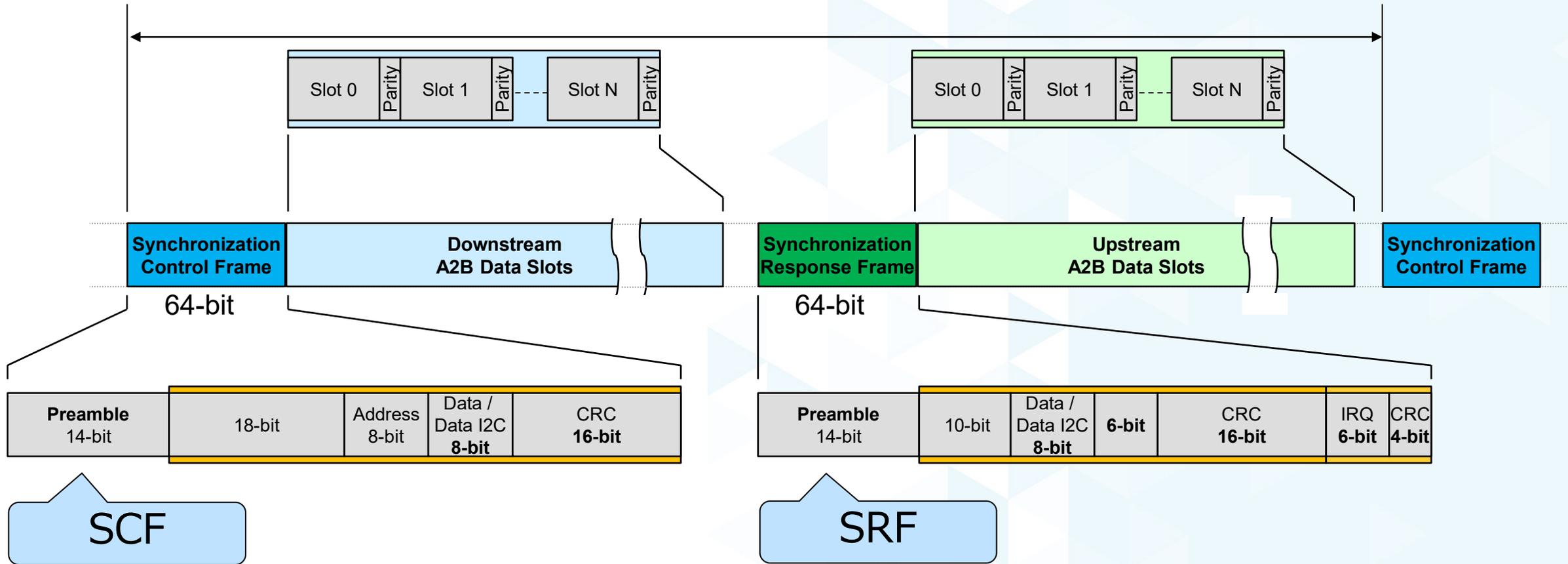


接続エラー検出

- ▶ 下記の状態を検出した際にはエラーとして処理し、割り込みが発生する
 - 接続ポートがオープン (B-P, B-N, B-N and B-P)
 - 接続ポートが間違っている (B - B 接続)
 - 配線が逆 (B-P to A-N and B-N to A-P)
 - 配線がショートしている (B-P to B-N)
- ▶ 下記の状態を検出した際には、上記に加えてバス全体をシャットダウンする
 - GND にショート (B-P to GND, B-N to GND)
 - Vbat にショート (B-P to Vbat, B-N to Vbat)



Superframe, 20.83us for 48kHz sampling rate



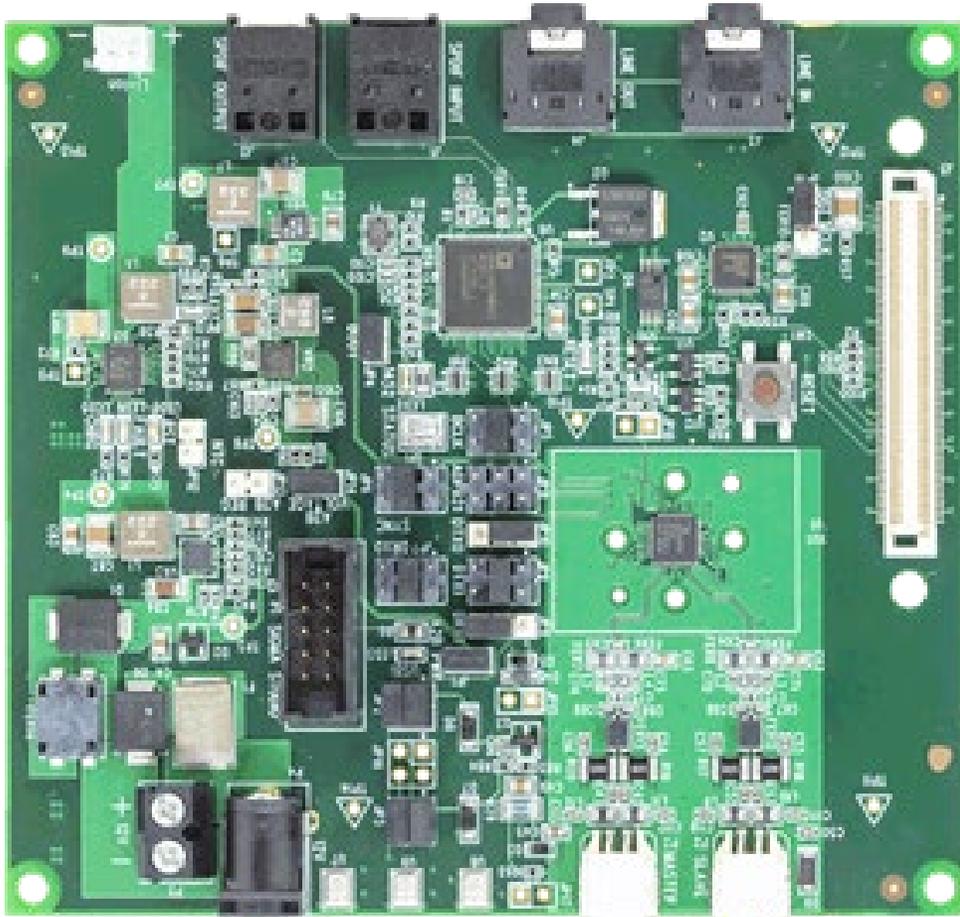
- ▶ SCF、SRF、SRF 内の IRQ に対して CRC チェックが行われる
 - CRC エラーが SCF で発見された場合、スレーブはそれを無視し、マスタが SCF を再送信
 - CRC エラーが SRF で発見された場合、マスタは SCF を再発行し、SRF を待つ
 - CRC エラーが IRQ で発見された場合、マスタはそれを無視し、スレーブは IRQ を再送信
- ▶
- ▶ パリティ・チェック
 - 各データスロットはパリティ・ビットを持ち、デコードの際にこれをチェック
 - パリティエラーが発見された場合は、壊れたデータの代わりに最後の有効データが繰り返される
- ▶ ECC (Error Check and Correct) ビットを付加することも可能
- ▶ エラーの際はホストプロセッサに割り込みが掛かる

A²B[®] デバイスの開発環境

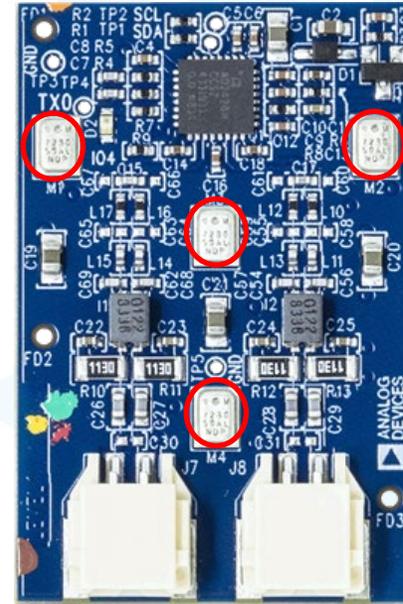
開発に必要なもの - ハードウェア

- ▶ Windows 7 / 10 (x64) が動作する PC
 - Microsoft .NET Framework 4.7
- ▶ 下記の A2B 評価ボード
 - EVAL-AD2428WD1BZ - A2B マスターボード
 - <https://www.analog.com/jp/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/EVAL-AD2428WD1BZ.html#eb-overview>
 - EVAL-AD2428WC1BZ - A2B スレーブボード (4個のPDMマイク)
 - <https://www.analog.com/jp/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/EVAL-AD2428WC1BZ.html>
 - EVAL-AD2428WB1BZ - A2B スレーブボード (ライン入出力、2個のPDMマイク)
 - <https://www.analog.com/jp/design-center/evaluation-hardware-and-software/evaluation-boards-kits/EVAL-AD2428WB1BZ.html>

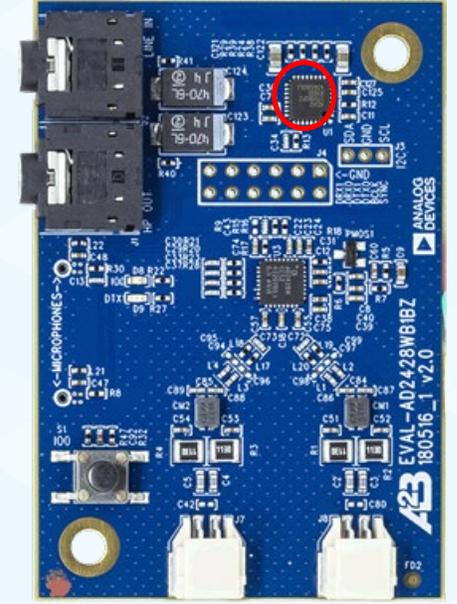
評価ボード外観



EVAL-AD2428W**D**1BZ



EVAL-AD2428W**C**1BZ



EVAL-AD2428W**B**1BZ

開発に必要なもの - ソフトウェア

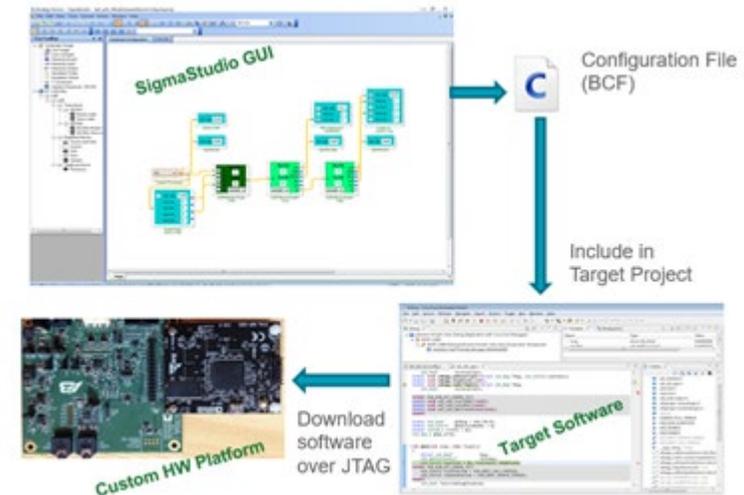
▶ SigmaStudio

- SigmaDSP 用に開発されたプログラミング、チューニング用ソフトウェア、現在は A2B デバイスにも対応
- 現在 Rev. 4.5



▶ A2B Software

- ドキュメント、ソフトウェア、サンプルプロジェクト等が一つになったパッケージ
- 現在 Rev. 19.3.1
- 今回はこれらのうち、QuickStartGuide と A2B 用 DLL、サンプルプロジェクトのみを使用



ソフトウェアのインストール

▶ SigmaStudio のインストール

- 下記 URL からダウンロード
- https://www.analog.com/jp/design-center/evaluation-hardware-and-software/software/ss_sigst_02.html#software-overview
- C:\Program Files\Analog Devices\SigmaStudio 4.5

Product Downloads

SigmaStudio Release

Download SigmaStudio 64 Bit-OS (Rev. 4.5) 

Download Release Notes (Rev. 4.5) 

Download SigmaStudio 64 Bit-OS (Rev. 4.4) 

Download Release Notes (Rev. 4.4) 

▶ A2B Software のインストール

- 下記 URL からダウンロード
- <https://www.analog.com/jp/design-center/evaluation-hardware-and-software/software/a2b-software.html>
- C:\Analog Devices\ADI_A2B_Software-Rel19.3.1 

Product Downloads

A²B Software for Windows/Baremetal Current Release

Download Software (Rev. 19.3.1) 

Download Release Notes (Rev. 19.3.1)

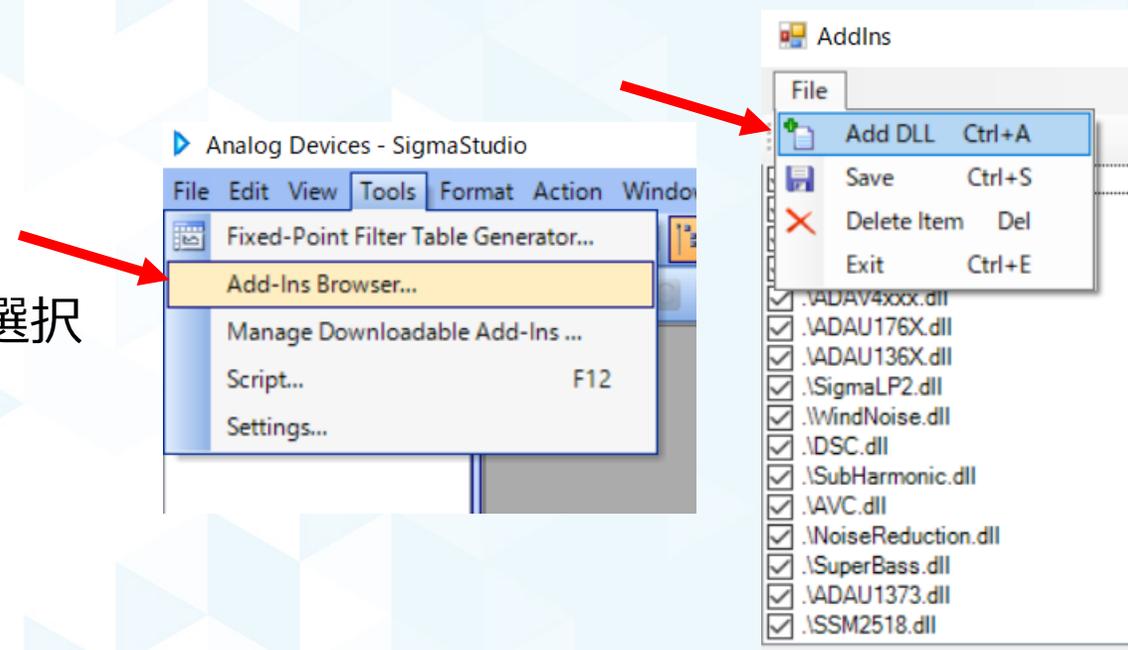
ソフトウェアのインストール (2)

▶ SigmaStudio 用 DLL のコピー

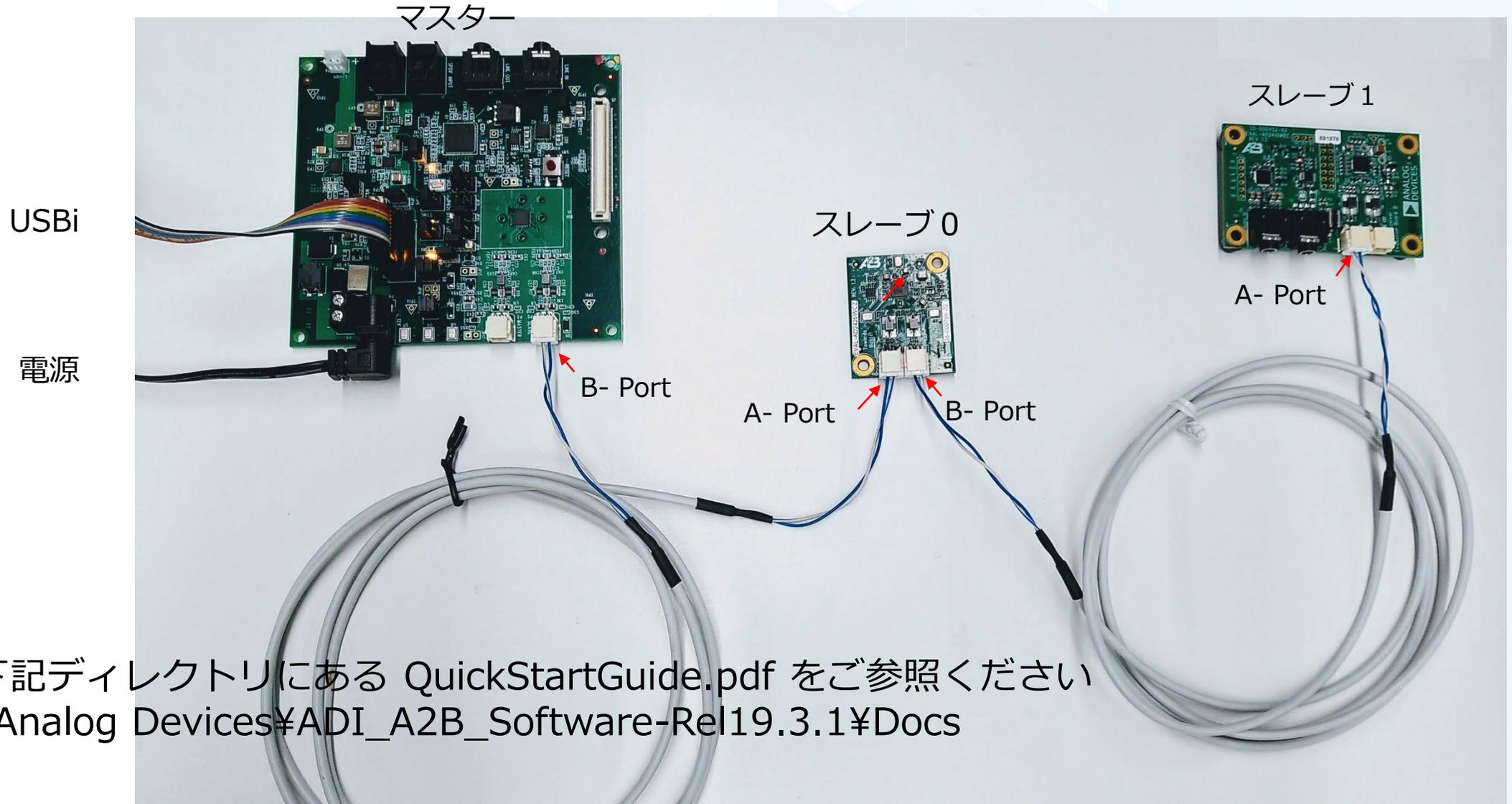
- C:¥Analog Devices¥ADI_A2B_Software-Rel19.3.1¥GUI¥x86_x64 ディレクトリにある A2B.dll と A2BStack.dll を C:¥Program Files¥Analog Devices¥SigmaStudio 4.5 へコピー

▶ SigmaStudio を起動

- “Tools” メニューから “Add-Ins Browser...” を選択
- “File” メニューから “Add DLL” を選択
- ファイル選択メニューから “A2B.dll” を選択

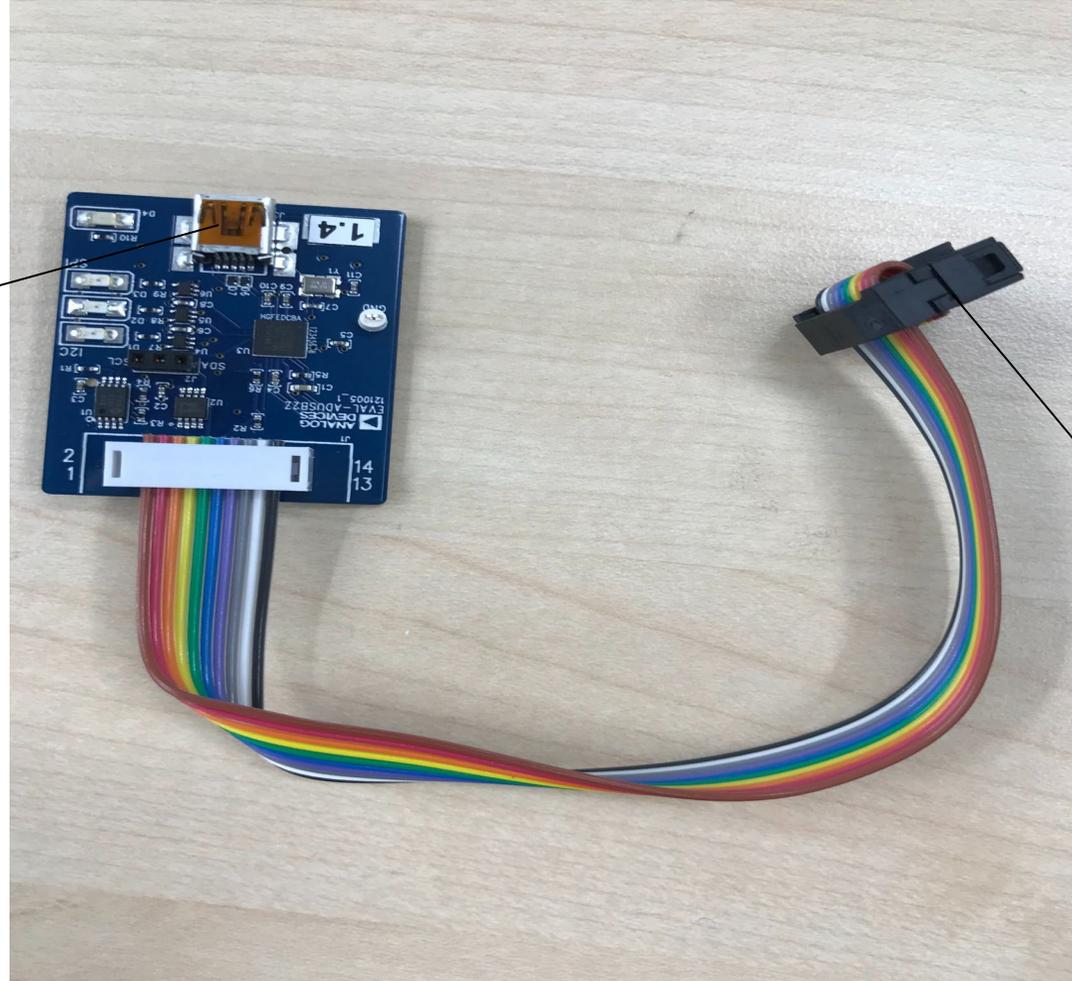


評価ボードのセットアップ



詳細は下記ディレクトリにある QuickStartGuide.pdf をご参照ください
C:\¥Analog Devices¥ADI_A2B_Software-Rel19.3.1¥Docs

USBi ボード外観



Mini- USB コネクタ
→ PC

10 (5x2) pin コネクタ
→ 評価ボード

評価ボードのセットアップ (2)

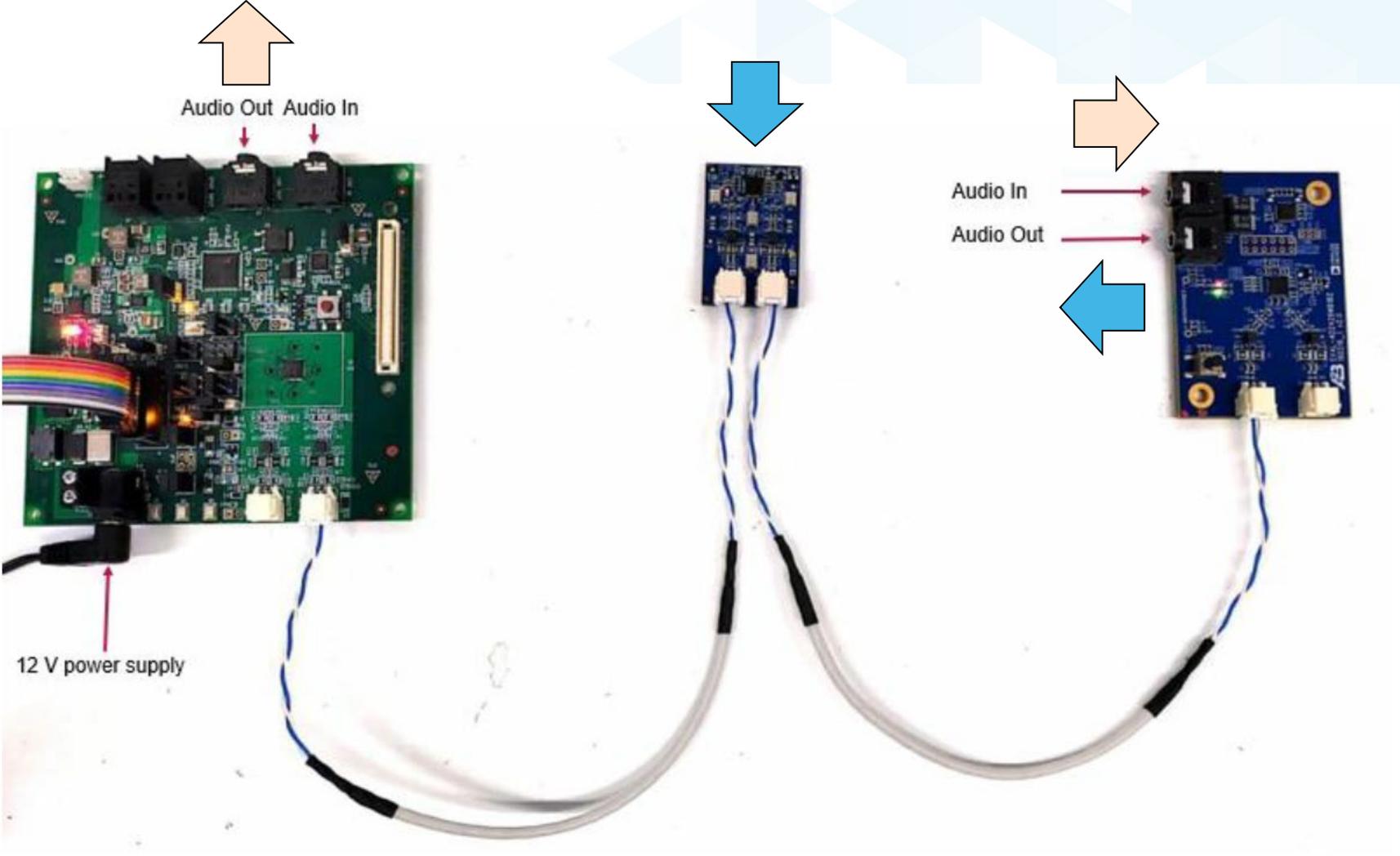
- ▶ A2B 評価ボードは次の順番で接続します
 - EVAL-AD2428W**D**1BZ (マスター) <-> EVAL-AD2428W**C**1BZ (スレーブ 0) <-> EVAL-AD2428W**B**1BZ (スレーブ 1)
 - マスターボードの “**B**” コネクタと、スレーブ 0 ボードの “**A**” コネクタを付属のツイストペア・ケーブルで接続します
 - スレーブ 0 ボードの “**B**” コネクタと、スレーブ 1 ボードの “**A**” コネクタを付属のツイストペア・ケーブルで接続します
- ▶ マスターボード付属の USBi のコネクタ側を、マスターボードに接続します
- ▶ マスターボード付属の 12V AC アダプタを、マスターボードの電源端子と AC100V に接続します

評価ボードのセットアップ (3)

- ▶ USBi ケーブルの反対側を PC に接続します
- ▶ 音源ソースを (iPod など) を AD2428WB1BZ (スレーブ 1) の 'Audio Line-in' ポートに接続します
- ▶ 別々の音源シンク(アクティブスピーカなど) を AD2428WD1BZ (マスター)と AD2428WB1BZ (スレーブ 1) の 'Audio Line-out' ポートに接続します

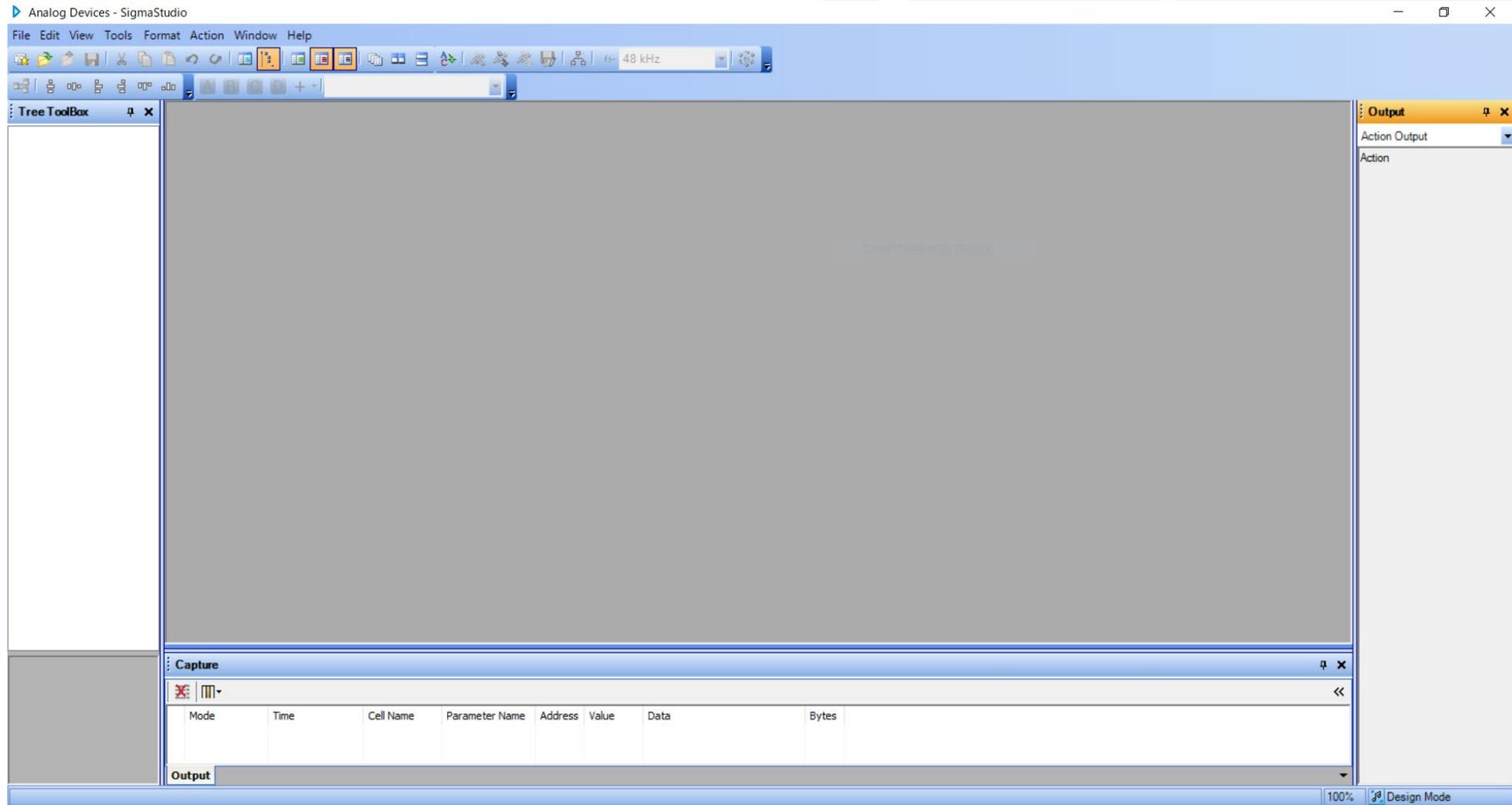
- ▶ 注意！
 - PC をオーディオソースとしてスレーブ 1 ボードへ供給することは避けてください。グラウンド・ループによりスレーブ 1 が動作しない場合があります

評価ボードのセットアップ (4)

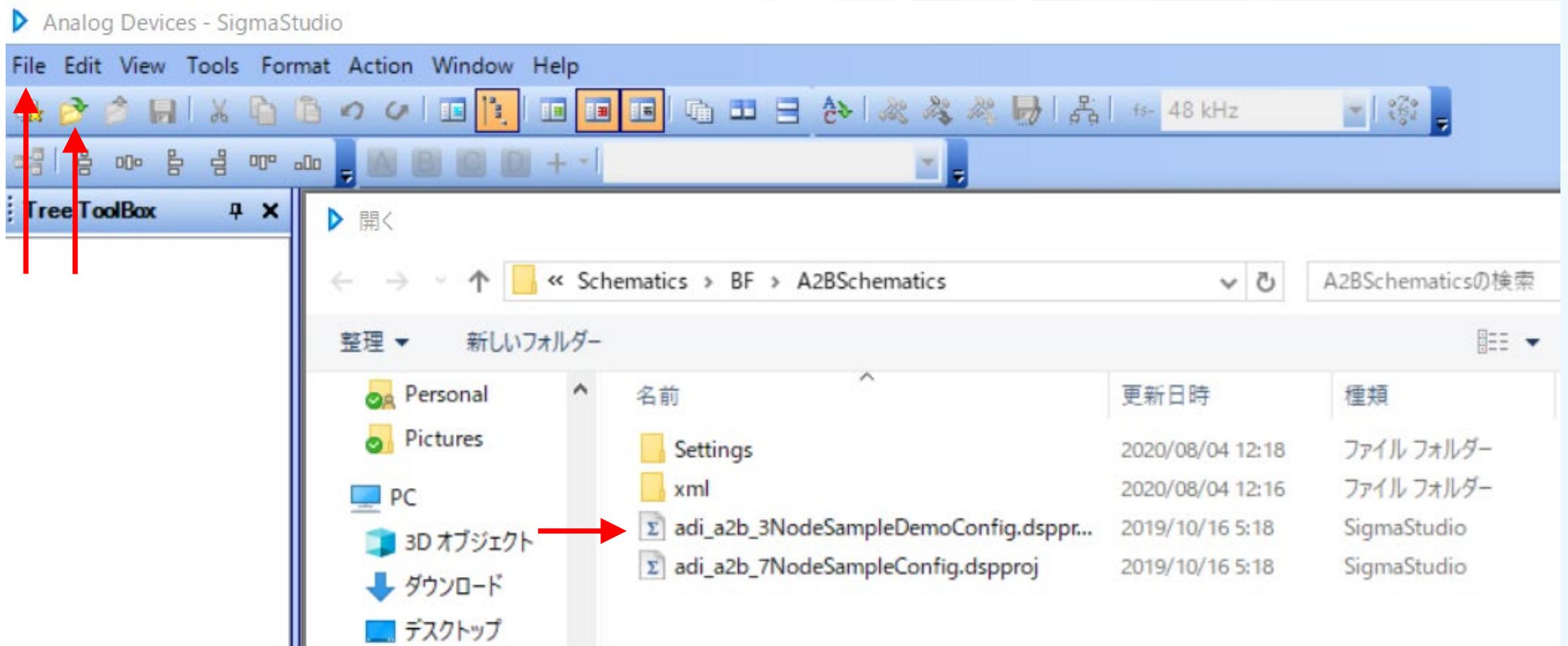


PC 側の操作 (Sigma Studio)

SigmaStudio の起動

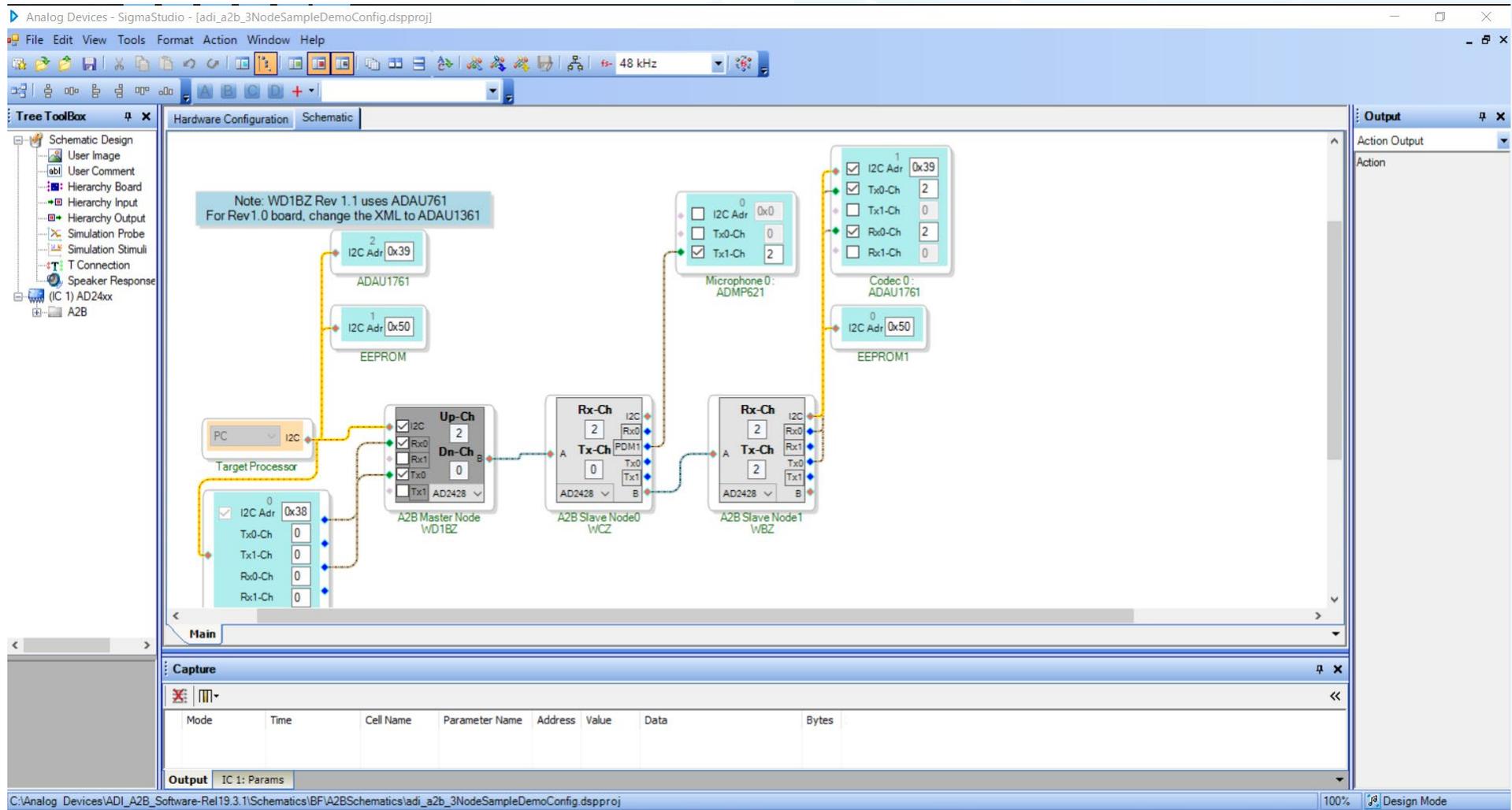


プロジェクトを開く



C:\Analog Devices\ADI_A2B_Software-Rel19.3.1\Schematics\BF\A2BSchematics

プロジェクト画面



Analog Devices - SigmaStudio - [adi_a2b_3NodeSampleDemoConfig.dspproj]

File Edit View Tools Format Action Window Help

48 kHz

Tree ToolBox

Schematic Design

- User Image
- User Comment
- Hierarchy Board
- Hierarchy Input
- Hierarchy Output
- Simulation Probe
- Simulation Stimuli
- T Connection
- Speaker Response
- (IC 1) AD24xx
- A2B

Hardware Configuration Schematic

Note: WD1BZ Rev 1.1 uses ADAU761
For Rev 1.0 board, change the XML to ADAU1361

PC I2C Target Processor

ADAU1761

EEPROM

Microphone 0: ADMP621

Codec 0: ADAU1761

EEPROM1

A2B Master Node WD1BZ

A2B Slave Node0 WCZ

A2B Slave Node1 WEZ

Output

Action Output

Action

Capture

Mode	Time	Cell Name	Parameter Name	Address	Value	Data	Bytes
------	------	-----------	----------------	---------	-------	------	-------

Output IC 1: Params

C:\Analog Devices\ADI_A2B_Software-Rel19.3.1\Schematics\BFVA2BSchematics\adi_a2b_3NodeSampleDemoConfig.dspproj

100% Design Mode

リンク・コンパイル・ダウンロード

Analog Devices - SigmaStudio - [adi_a2b_3NodeSampleDemoConfig.dspproj]

File Edit View Tools Format Action Window Help

fs- 48 kHz

Link Compile Download

Tree ToolBox

- Schematic Design
 - User Image
 - User Comment
 - Hierarchy Board
 - Hierarchy Input
 - Hierarchy Output
 - Simulation Probe
 - Simulation Stimuli
 - T Connection
 - Speaker Response
- (IC 1) AD24xx
 - A2B

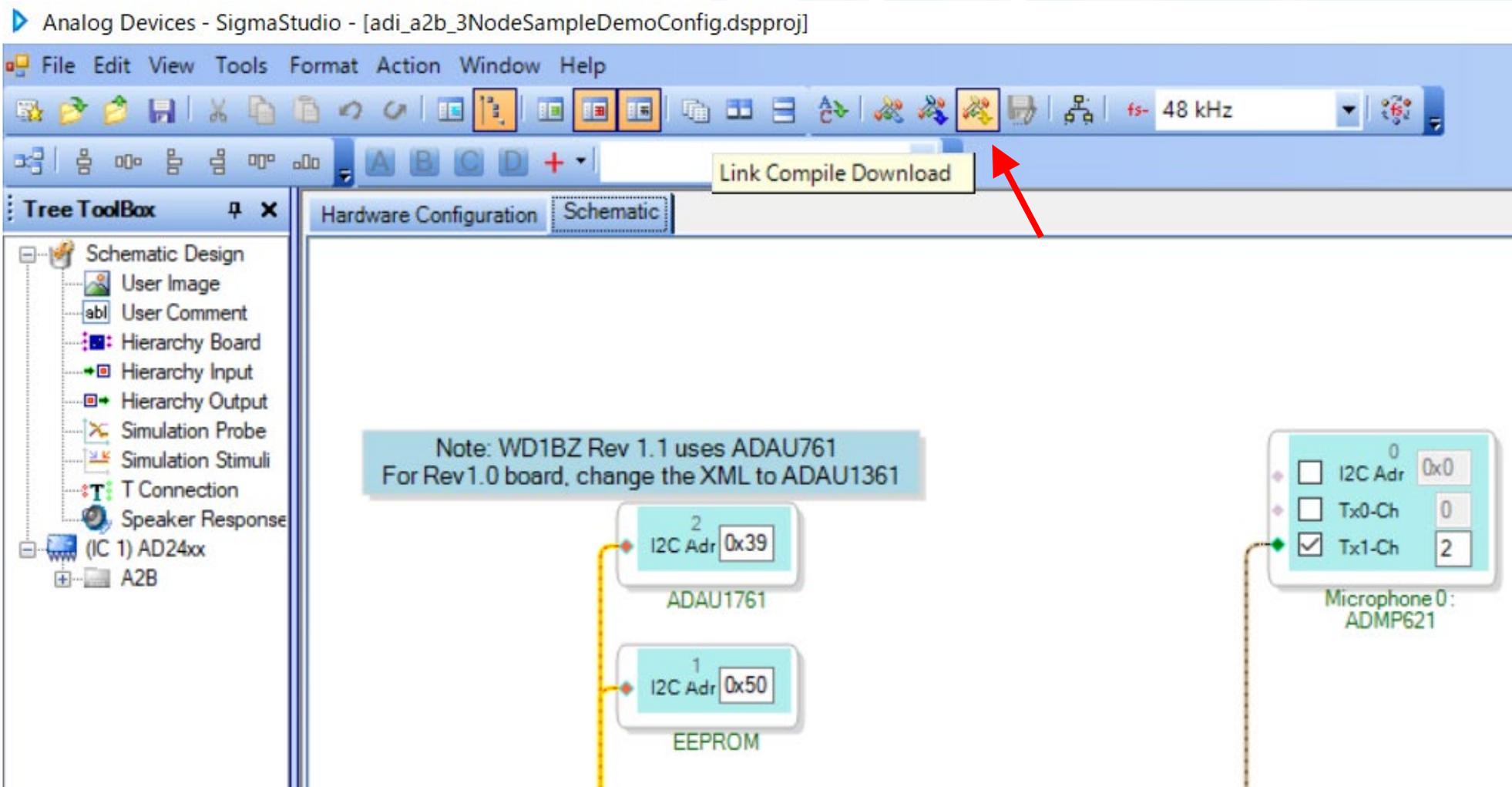
Hardware Configuration Schematic

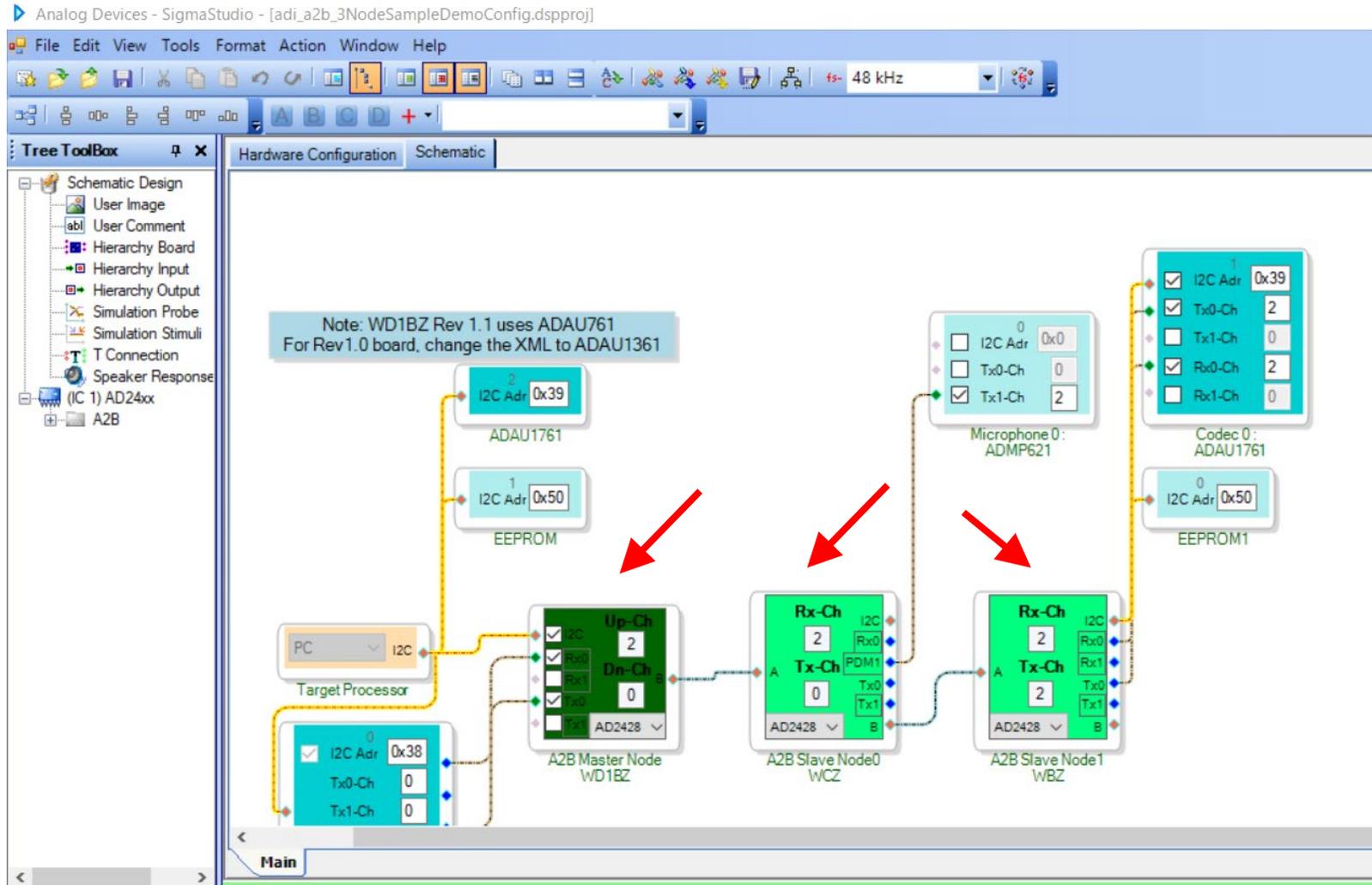
Note: WD1BZ Rev 1.1 uses ADAU761
For Rev 1.0 board, change the XML to ADAU1361

2 I2C Adr 0x39
ADAU1761

1 I2C Adr 0x50
EEPROM

0 I2C Adr 0x0
Tx0-Ch 0
 Tx1-Ch 2
Microphone 0:
ADMP621



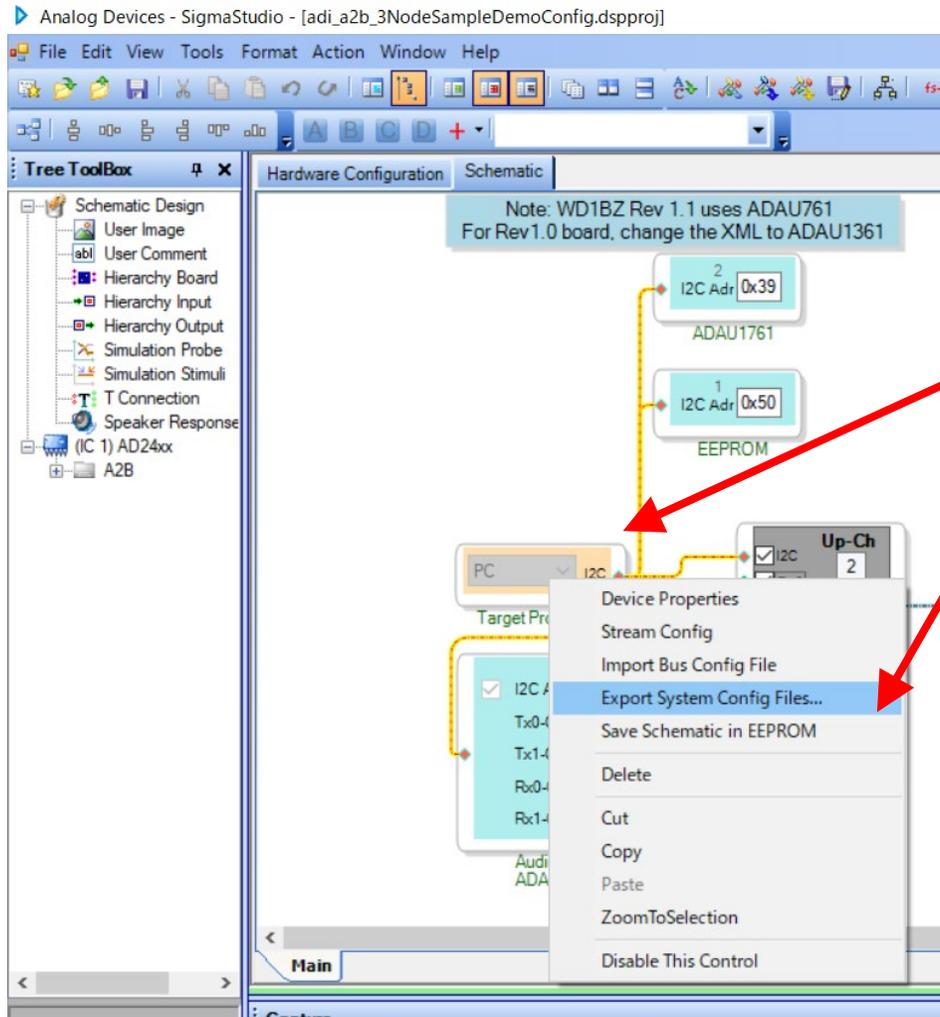


次のステップ

- ▶ SigmaStudio 上で A2B デバイスの全てのレジスタ設定が行えます
- ▶ 各レジスタの詳細はテクニカル・リファレンス・マニュアルを参照ください
 - https://www.analog.com/media/jp/technical-documentation/user-guides/ad242x_trm_rev1.1_jp.pdf
 - [https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD2420\(W\)-AD2426\(W\)-AD2427\(W\)-AD2428\(W\)-AD2429\(W\).pdf](https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD2420(W)-AD2426(W)-AD2427(W)-AD2428(W)-AD2429(W).pdf)
- ▶ 評価ボード上の SigmaDSP のプロジェクトも SigmaStudio で作成できます
 - 上記プロジェクトを A2B のプロジェクトに取り込みます
- ▶ SigmaStudio でいろいろな機能を試してみてください

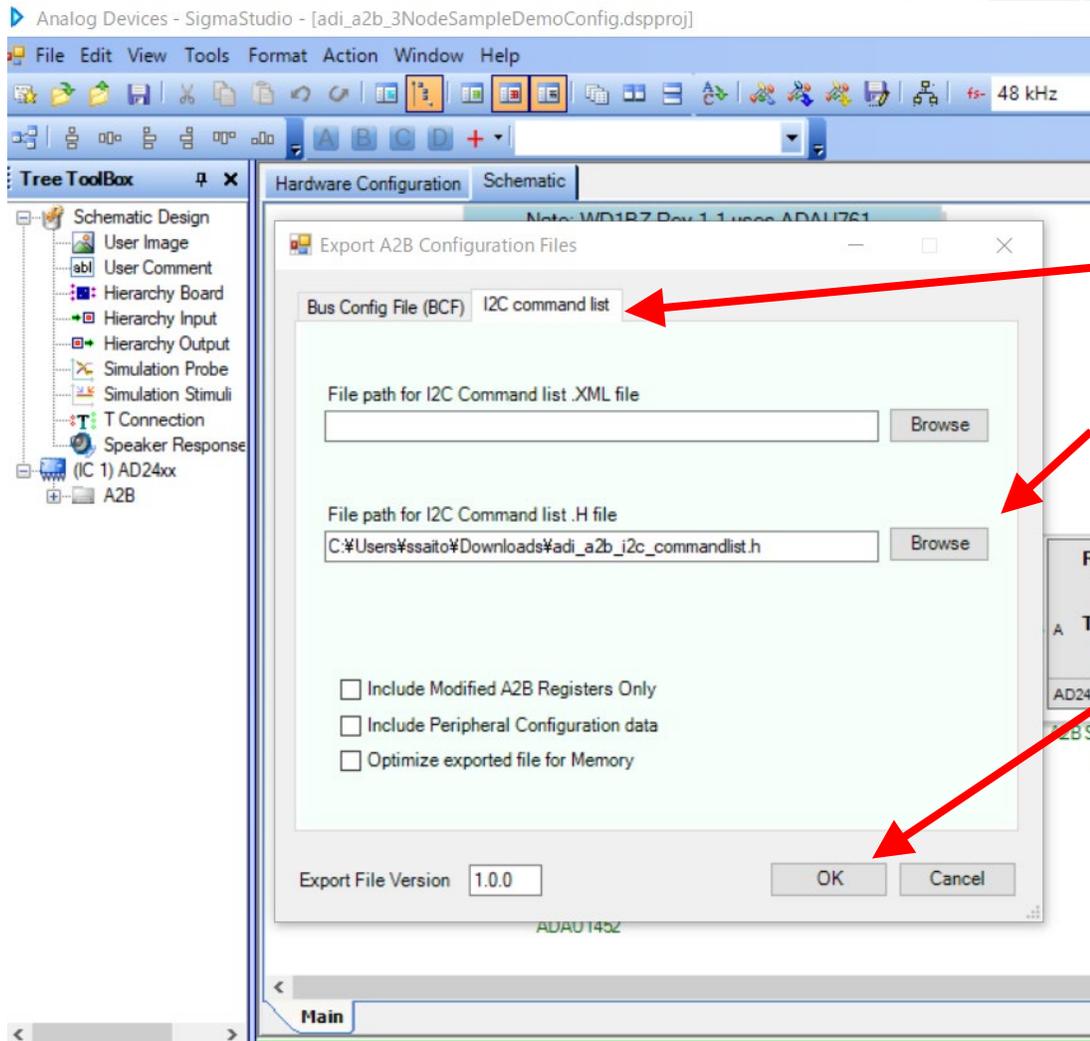
- ▶ 必要なレジスタ設定は SigmaStudio の「設定のエクスポート」で取り出せます
- ▶ I2C の読み書きができる MCU であれば、プロジェクトの移植は簡単です

設定のエクスポート



“Target Processor” を右クリックして、
”Export System Config Files...” を選択

設定のエクスポート (2)



“I2C command list” タブを選択し

”出力先フォルダを指定

“OK” を押す

設定のエクスポート (3)

```
↓
#define WRITE ((unsigned char) 0x00u)↓
#define READ ((unsigned char) 0x01u)↓
#define DELAY ((unsigned char) 0x02u)↓
#define INVALID ((unsigned char) 0xffu)↓
↓
#define CONFIG_LEN (180) ↓
↓
↓
↓
ADI_A2B_DISCOVERY_CONFIG gaA2BConfig[CONFIG_LEN] =↓
{↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x12u, → 0x84u}, →/* CONTROL */↓
→ {0x68u, →DELAY, → 0x00u, → 0x19u}, →/* A2B_Delay */↓
→ {0x68u, →READ, → 0x17u, → 0x19u}, →/* INTTYPE */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x1Bu, → 0x77u}, →/* INTMSK0 */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x1Cu, → 0x78u}, →/* INTMSK1 */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x1Du, → 0x0Fu}, →/* INTMSK2 */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x0Fu, → 0x7Fu}, →/* RESPCYCS */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x12u, → 0x01u}, →/* CONTROL */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x41u, → 0x24u}, →/* I2SGCFG */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x09u, → 0x01u}, →/* SWCTL */↓
→ {0x68u, →WRITE, → 0x13u, → 0x7Fu}, →/* DISCVRY */↓
→ {0x68u, →DELAY, → 0x00u, → 0x32u}, →/* A2B Delay */↓
```

先ほど指定したフォルダに

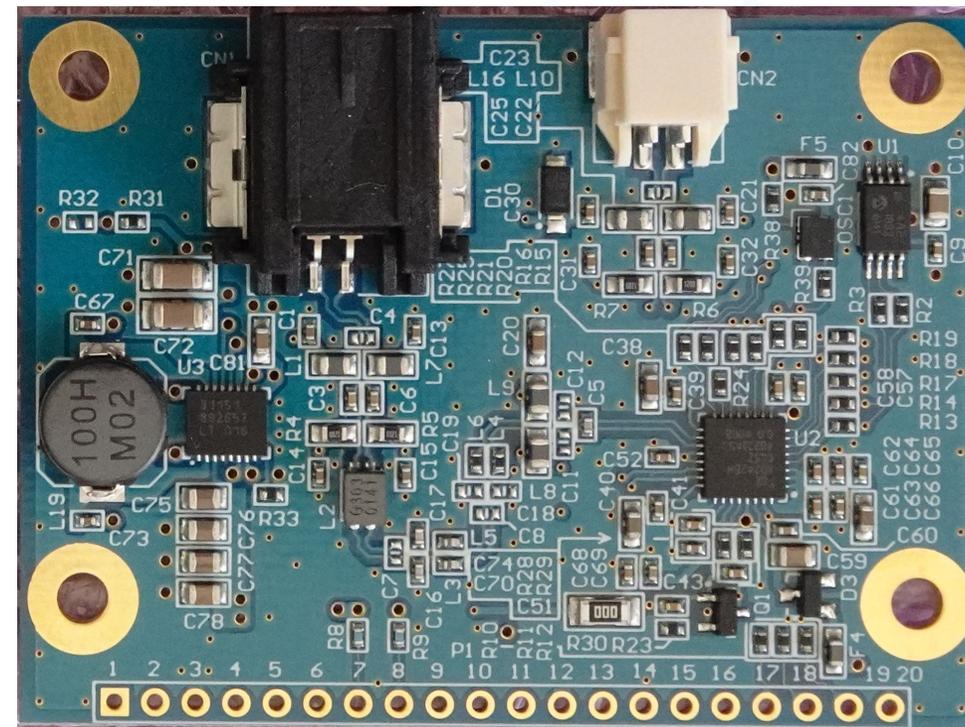
“adi_a2b_i2c_commandlist.h” が作成される



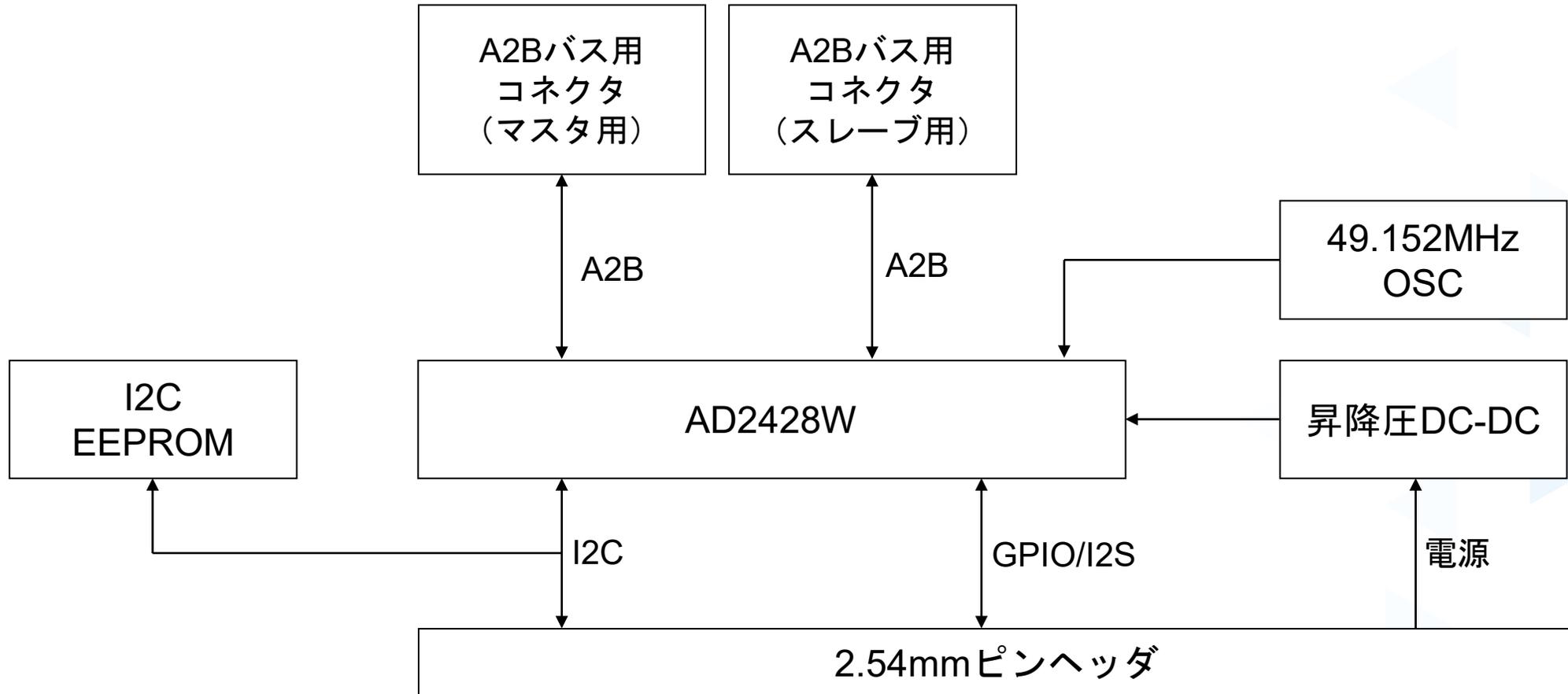
A²B[®] 関連製品のご紹介

AD2428W評価ボード TOL-AD2428WM

- ▶ AD2428Wを使用した評価ボードです。
- ▶ バス回路・電源回路・発振器を備え、手軽にAD2428Wの評価にご利用いただけます。
- ▶ 2.54mmピッチのコネクタにAD2428Wのピンを配置。簡単にご利用予定のDSPやオーディオCODECに接続できます。
- ▶ 2CHのスレーブボードも開発予定です。
- ▶ お問い合わせはこちら。
 - 金子システム株式会社 request@kaneko-sys.co.jp



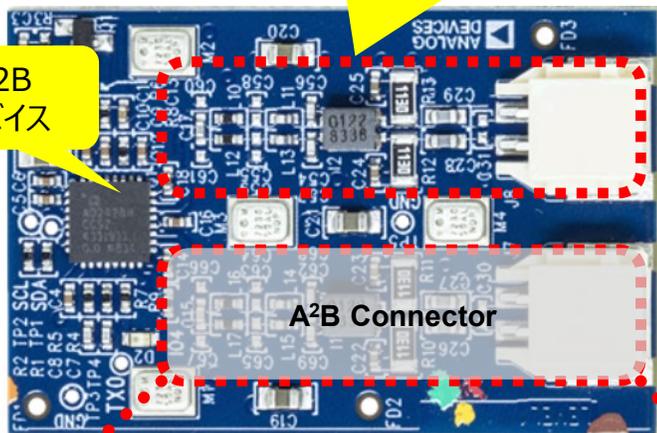
AD2428W評価ボード構成



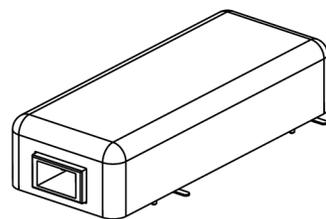
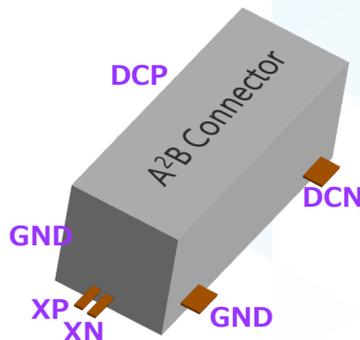


コネクタ+フィルタ回路(部品)

A2B
デバイス

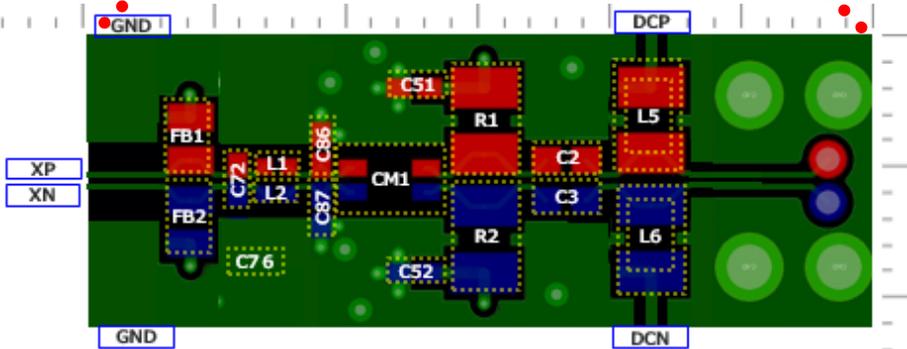


フィルタ回路を
コネクタに内蔵



コネクタイメージ図
(試作品)

A2B Connector



フィルタ回路(コネクタ内蔵部分)

フィルタ回路内蔵コネクタ

- A2Bの信号品質確保に必要な各種周辺フィルタ回路をコネクタに内蔵
- **信号品質維持の簡易化**および、**周辺回路設計の簡略化**が可能
- コネクタ専門メーカー(イリソ電子工業*)によるコネクタ設計およびご提供
- 2021年リリース予定

*:イリソ電子工業(株)…車載コネクタに実績のあるコネクタメーカ

<本製品のお問い合わせ先>

イリソ電子工業(株) マーケティング室 松坂

matsuzaka.osamu@admi.iriso.co.jp

まとめ

- ▶ シールド無しツイストペアケーブルを用いた伝送方式
- ▶ オーディオデータ、制御データ、そして電力が送れる
- ▶ 省配線、省スペース、組み立てコスト低減
- ▶ 開発は SigmaStudio におまかせ！

マクニカ様のデモもあわせてご覧ください！
「A²B[®] 2本の配線だけで多チャンネルの音声と電力の伝送を実現！」

ご清聴ありがとうございました。