

基礎技術研修(電気・電子分野)

演算増幅回路の学習と実践 (全2週)

実験教育支援センター
須賀一民

基礎技術研修（電気・電子分野）

対象：主に入職3年以内の新人技術職員

目的： 様々な分野の実験において電気信号による計測が行われている。その際、計測した信号を所定の測定機器のダイナミックレンジに増幅したり、所望の帯域を取り出したりする必要がある。本研修ではその際に用いる演算増幅回路への理解を深めることを目的とする。

第1週目

- 電子回路の基礎
- 演算増幅回路
 - 数式
 - どうして必要か
 - どうやって使うか

第2週目

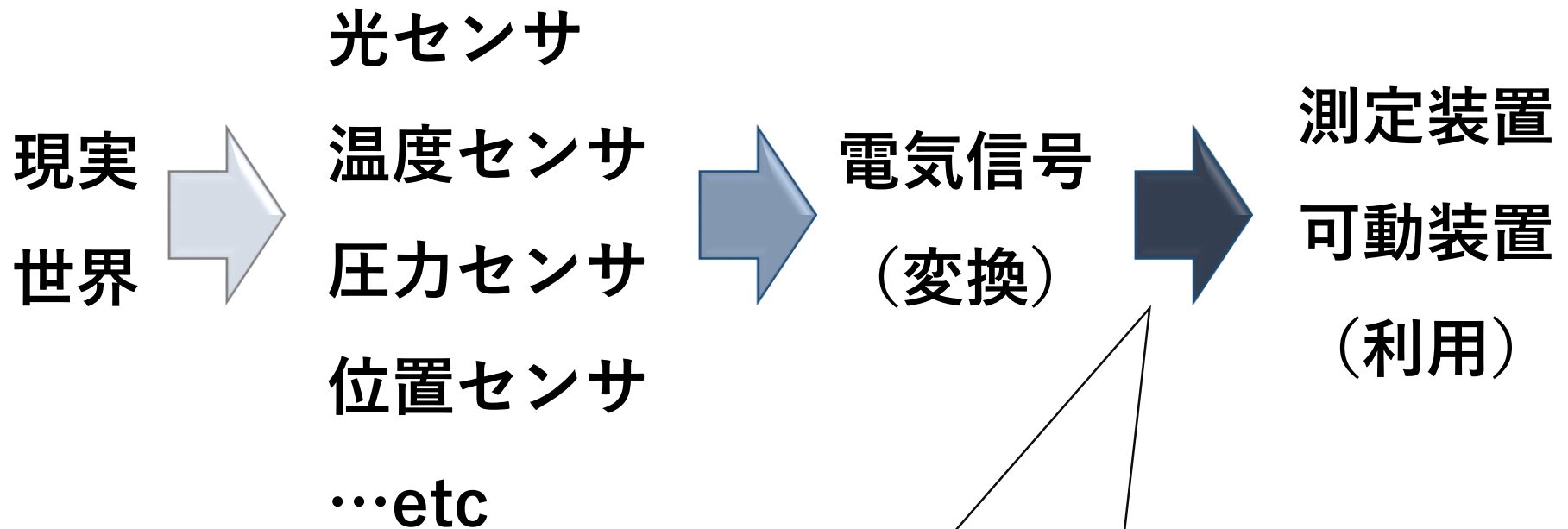
- 電子回路の実践
- ハンダ付け
- 製作回路の
デバッグ

電気信号を扱うということ

- ・オームの法則
- ・現象を見る・活用する・伝送する



演算増幅器はどこで使うか



ここで必要！
信号を扱いやすくする！

演算増幅するってどういうこと？

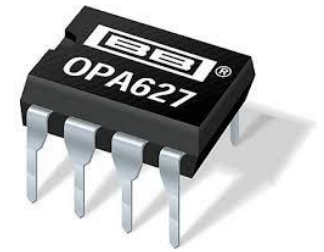
- 加算する
- 減算する
- 増幅する
- 反転する
- 周波数成分を制限する（ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ）
- インピーダンスを変える



（電子回路を通して）

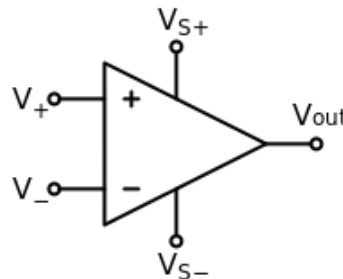
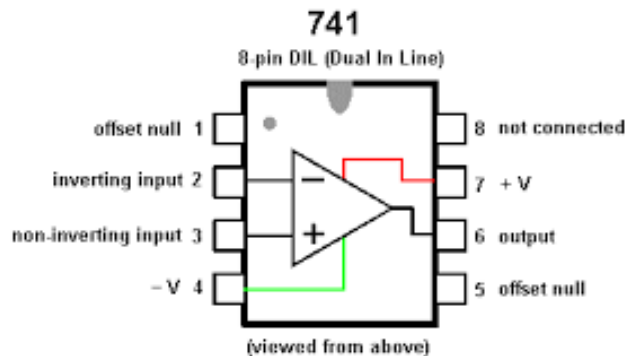
欲しい信号の形に変える！

オペアンプ -Wikipedia



オペアンプ (operational amplifier, オペレーショナル・アンプリファイア) は、非反転入力端子 (+) と反転入力端子 (-) と、一つの出力端子を備えた増幅器の[電子回路](#)モジュールである。日本語では**演算増幅器**という。**OPアンプ**などと書かれることもある。[増幅回路](#)、[コンパレータ](#)、[積分回路](#)、[発振回路](#)など様々な用途に応用可能である。

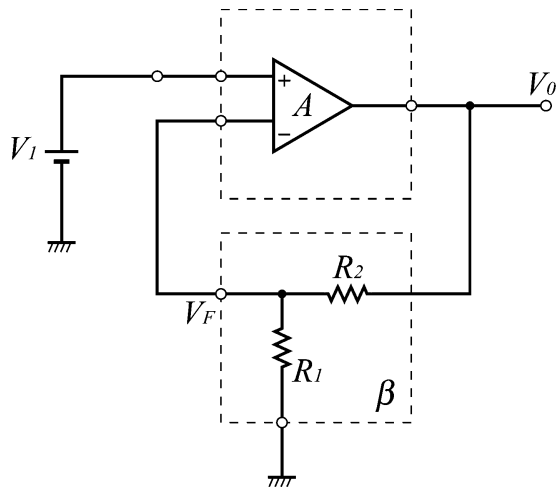
オペアンプの中身



$$V_{out} = A (V_{in}^{+} - V_{in}^{-})$$

※ 理想的には利得Aは ∞

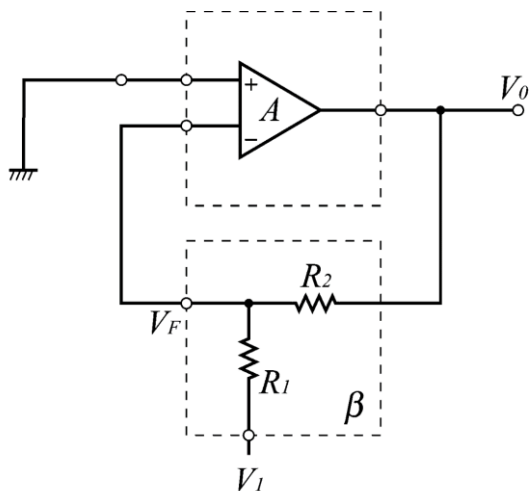
基本のフィードバック回路から 反転増幅回路を計算



基本の演算増幅回路は
ネガティブフィードバック回路

$$V_O = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_I$$

反転増幅回路の V_O を計算によってもとめてみましょう！



答えは・・・ $V_O = -\frac{R_2}{R_1} V_I$

それでは他の増幅回路では…？

NI ELVIS による計測実験



NI ELVIS

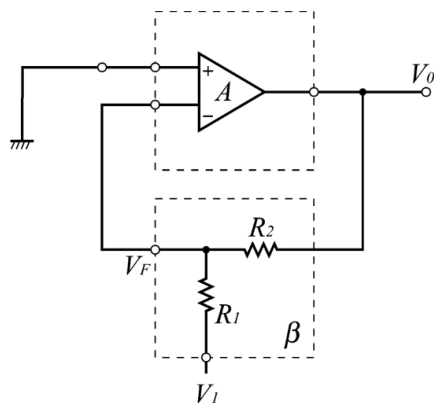
(NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite)

モジュール式教育プラットフォーム

12種類の計測器を1つのデバイスに統合

オシロスコープ、デジタルマルチメータ、関数発生器、ダイナミック信号アナライザなどを搭載していますので、専門知識を身に付けることができます。

NI ELVIS による計測実験



理論計算



理論値



実験・計測



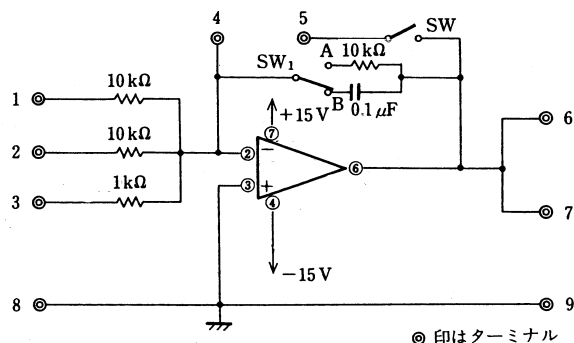
検証 

実験値

- ・ 実際に回路を通してどう演算増幅されているか？
- ・ 電気・電子系実験の基本的な流れ

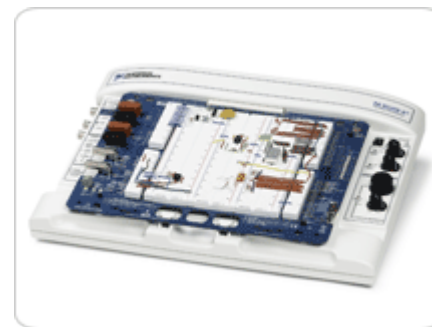
NI ELVIS による計測実験

積分演算回路の構成図と実験用のパネルの図

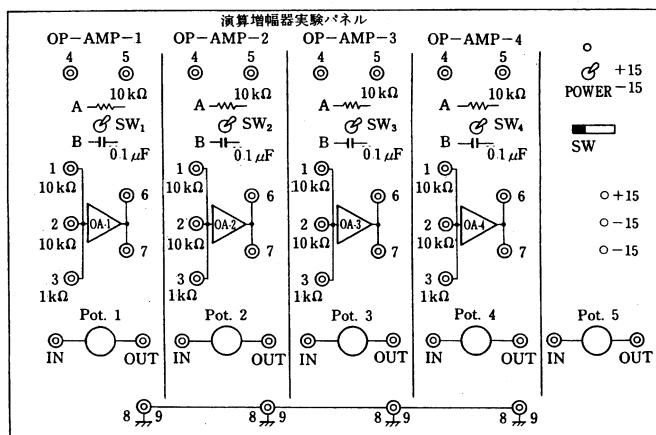


演算増幅回路

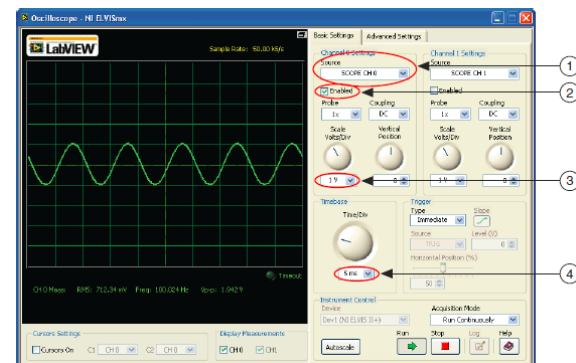
電気信号
(元)



信号発生



電気信号
(演算処理)



計測 (PC)

実際の演算増幅回路を作ってみよう

当然・・・

何を増幅するか？



電気信号

そういえば・・・

身近な電気信号って？



音声信号(アナログ信号)

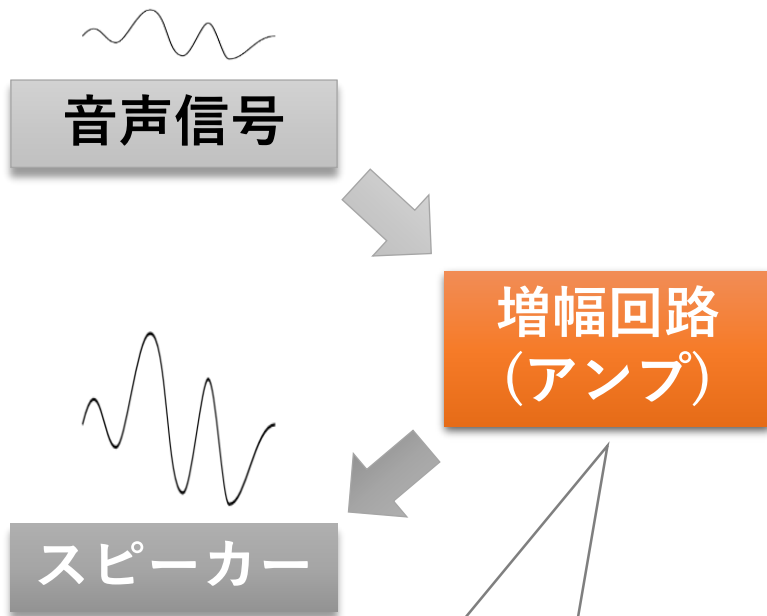
ええっと・・・

どんなときに使う？



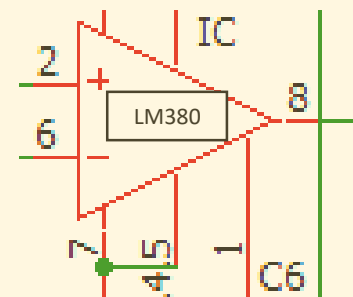
スピーカーを駆動する
"アンプ"を使って
高音質で音楽を聴こう

製作電子回路 「スピーカーアンプ」



反転増幅回路
非反転増幅回路

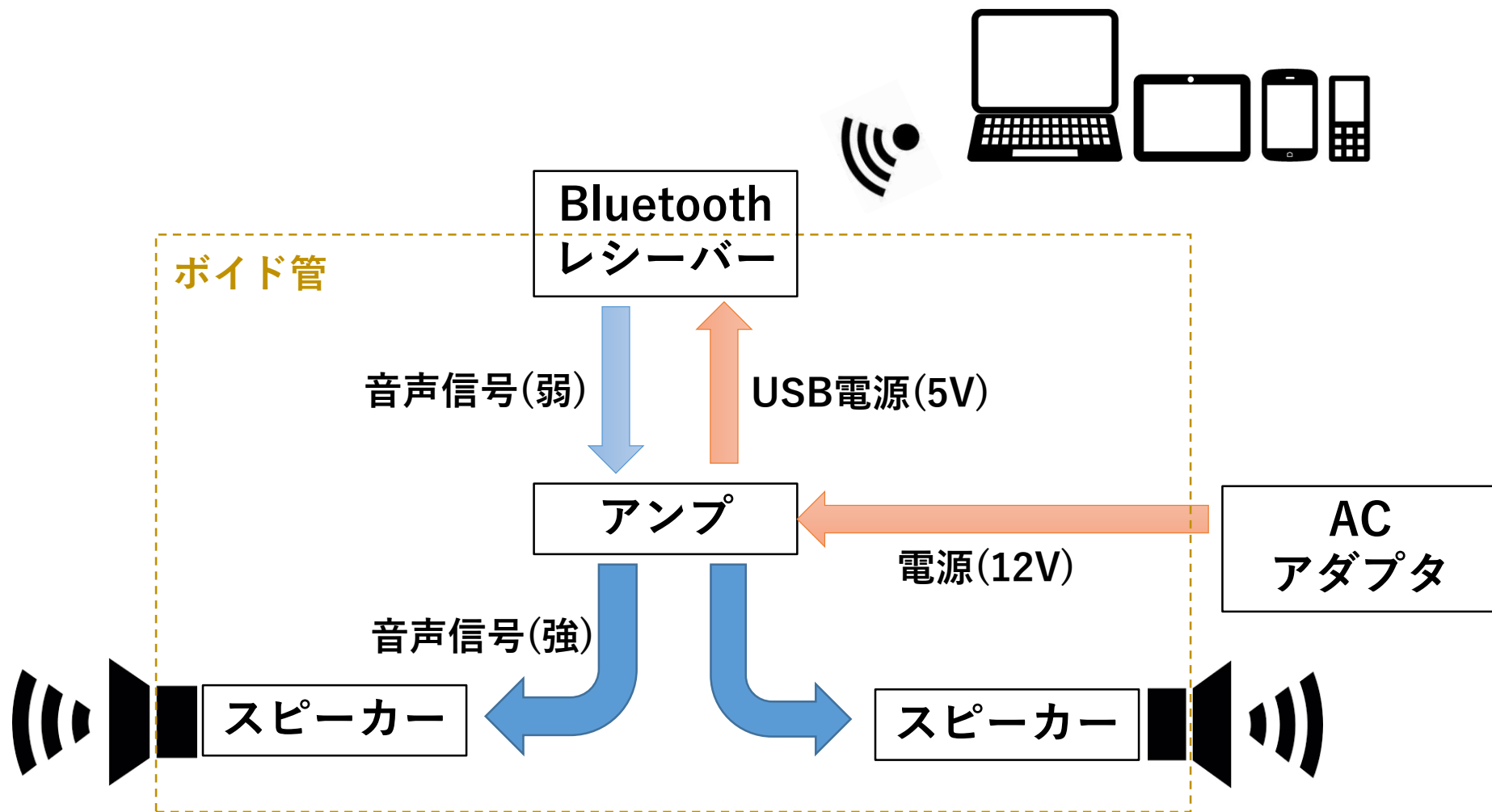
どちらでもOK！しかし・・・



せっかくなので、市販に無い
ものをつくってみよう！

電子回路製作の醍醐味！

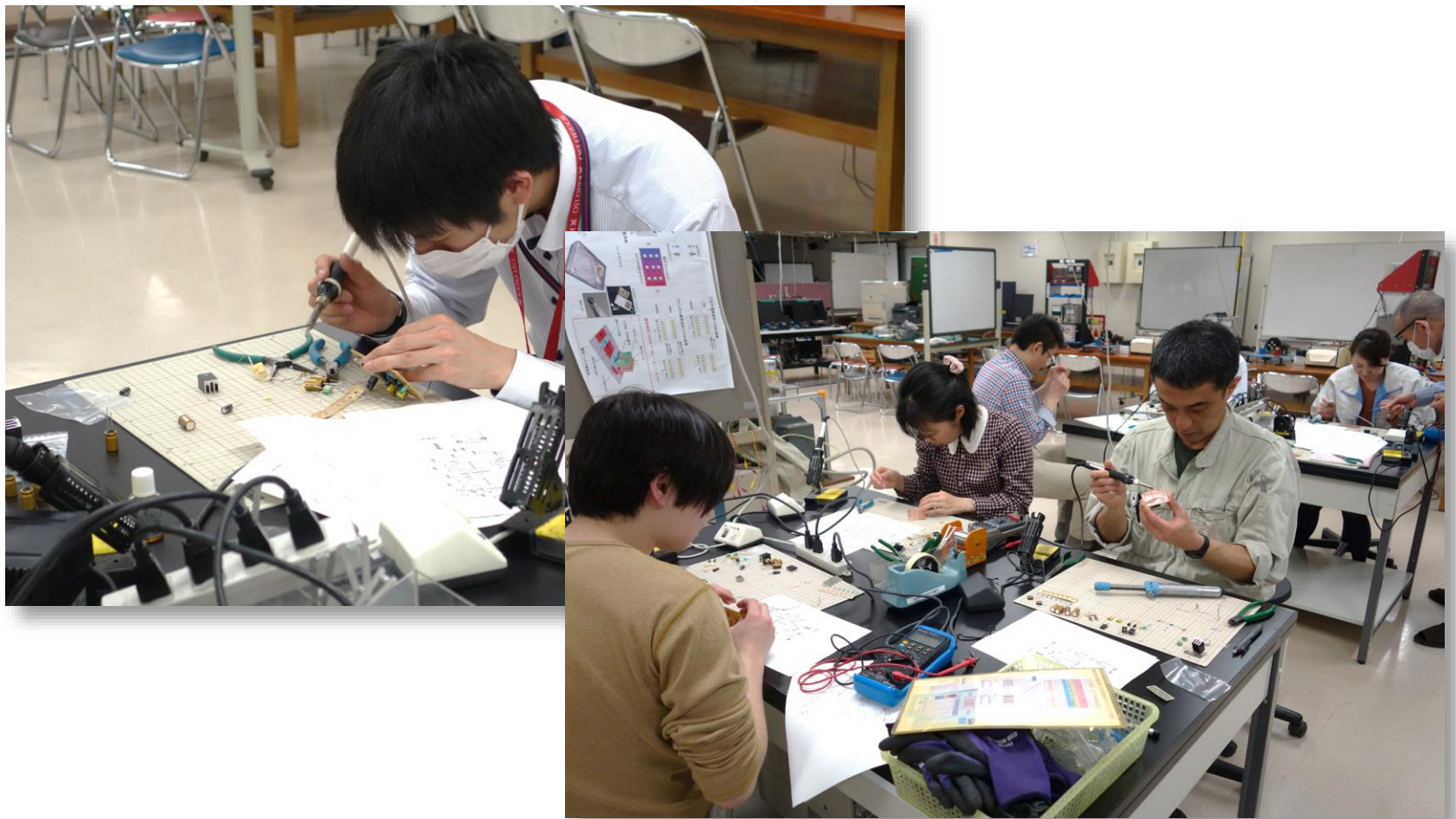
全体の構成図



研修会の様子（第1週目）



研修会の様子（第2週目）



研修の感想（渡邊）

1 日目は電気回路の基礎的な部分とオペアンプの基本的な使い方を学びました。基礎の部分は昔やったとはいえ、記憶はあいまいで思い出すよいきっかけになりました。オペアンプのところの抵抗と増幅の関係が難しかったです。こうなるものだと言われればわかるのですが、きちんと理解するところまでは今回はいけませんでした。2 日目はオペアンプを使ったスピーカーを作りました。半田付けも久しぶりだったのですが、わりと上手くできた気がします。自分で作った回路で音が出たときは感動しました。自分も今後技術研修の担当になったときは受けた人が喜んでくれるような研修にしたいと思いました。

研修の感想（門出）

実際に手を動かしてものを作り上げるというのは電気系の基礎実験として目標が見えているため、研修を受ける側としては非常にモチベーション高く作業を行うことができました。初日の演算増幅器の計算については、もう少しわかりやすく計算過程を示すことができればよりよいのではないかと感じました。（途中式の精査も含む）

研修の感想（斉田）

今回の研修に参加して、信号を増幅する必要性、基本的な方法について学ぶことがありました。ところが、複雑な回路も信号の増幅や整形の集合体です。今後の近々思いまわす。以前に学習した記憶もありません。身の近々業務に生かしていきたく思っています。電子部品、オペアンプの活用は、はんだ付け方法など、楽しく学ぶことができました。学生に体験させるものではないでしょうか。今後も使えそうな企画内容だと思います。準備が大変だったと思います。アンプのケースなんかも設計しましょう。ありがとうございました。

研修の感想（大岩）

講師の説明が分かりやすく、良く理解できた。
分圧についてテキストだと意外に回りくどい説明なので、、、回路についても、この部分で反転増幅してというようなのが回路図を見て理解できた。

研修の感想（西井）

（第1週）について・・・電流・電圧・抵抗の関係を水の流れに見立てて説明されたのがとても分かりやすかったです。（物理は大学1年生以来でしたが、この説明を何故してくれなかったのかと思いました）初歩的な質問で恐縮ですが、電気の話になぜ「抵抗」が出てくるのでしょうか。流れを妨げるものをわざわざ置かなくても・・・と思ったのですが。置きたくて置いているのではなく、回路の中で発生せざるを得ない存在なののでしょうか。実験は書かれた通りに操作しているだけだと、何がしたいのか分からなかったので、随時「これを付け替えることによって何が起こったのか」を考えてすることでとても勉強になりました。（特に周波数の概念を思い出しました）改めて電気の分野を勉強したくなったので、今度図書館で本を探してみようと思います。

（第2週）について・・・はんだ付けは、斉田さんがされているのを見学して、"ランドを温めるとはんだが溶けて広がってくれる"と分かってからは上手く出来ました。（ランドを温めすぎて抵抗を壊した様ですが・・・申し訳ありません、）自分では上手く付けたつもりでも、いざ電源を入れると音が出なかったり割れたりと様々な不具合が多発して、須賀さんには大変なお手間をかけさせまして、本当にありがとうございました。プログラミングのデバッグの様に、手探りで"はんだがきちんと付いているか"、"電気が通っているか"、はたまた"部品が壊れていないか"、等本当に色々な可能性を考えて対応しないといけないのがやはり**今までの経験がモノを言うんだなぁ**と思いました。

研修の感想（赤井）

オペアンプについては、遠い昔の記憶しかなかったのですが、第一週目の講義と実験装置を使っの演習はたいへん勉強になりました。また二週目のはんだ付けをしながらアンプ回路を組み立てていく実習は、「自分の音楽データを、オペアンプを使って増幅してスピーカーで再生できる」という身近なテーマの設定がとても良かったです。一方微細なパターンへのはんだ付けはハードルが高かったのですが、ちゃんと音が出た時は達成感があってとてもうれしかったです。

研修の感想（前田）

回路や演算増幅器等に触れること自体が初めてで、研修を通して、仕組みを理解することができました。実際の回路の作成は、はんだを付けるのに必死でしたが、**無事完成して良かったです**。また機会があれば、今度は電気の流れももっと考えながら作成を行えたらと思います。たくさん準備してくださり、誠に有難うございました。