

自作CPUの 周辺機器製作の ススメ

2025/10/18 自作CPUを語る会
ちえりー技術 ちえりーたくあん

自己紹介

ちえりーたくあん @cherry_takuan

千葉にある某工業大の大学院生

デジタル関連が好き

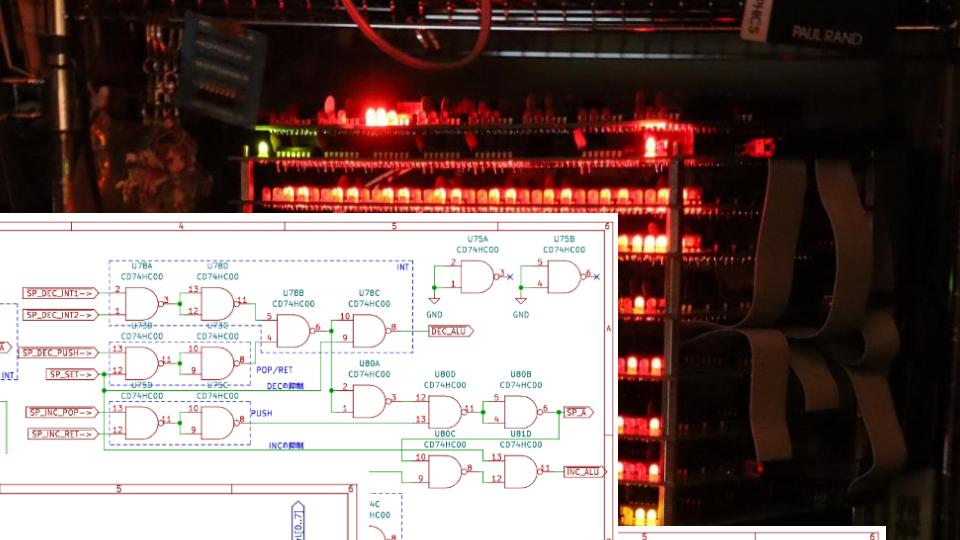
低レイヤから高レイヤまでゆるっと触る

趣味は登山と電子工作

アマチュア無線 JK1OVT

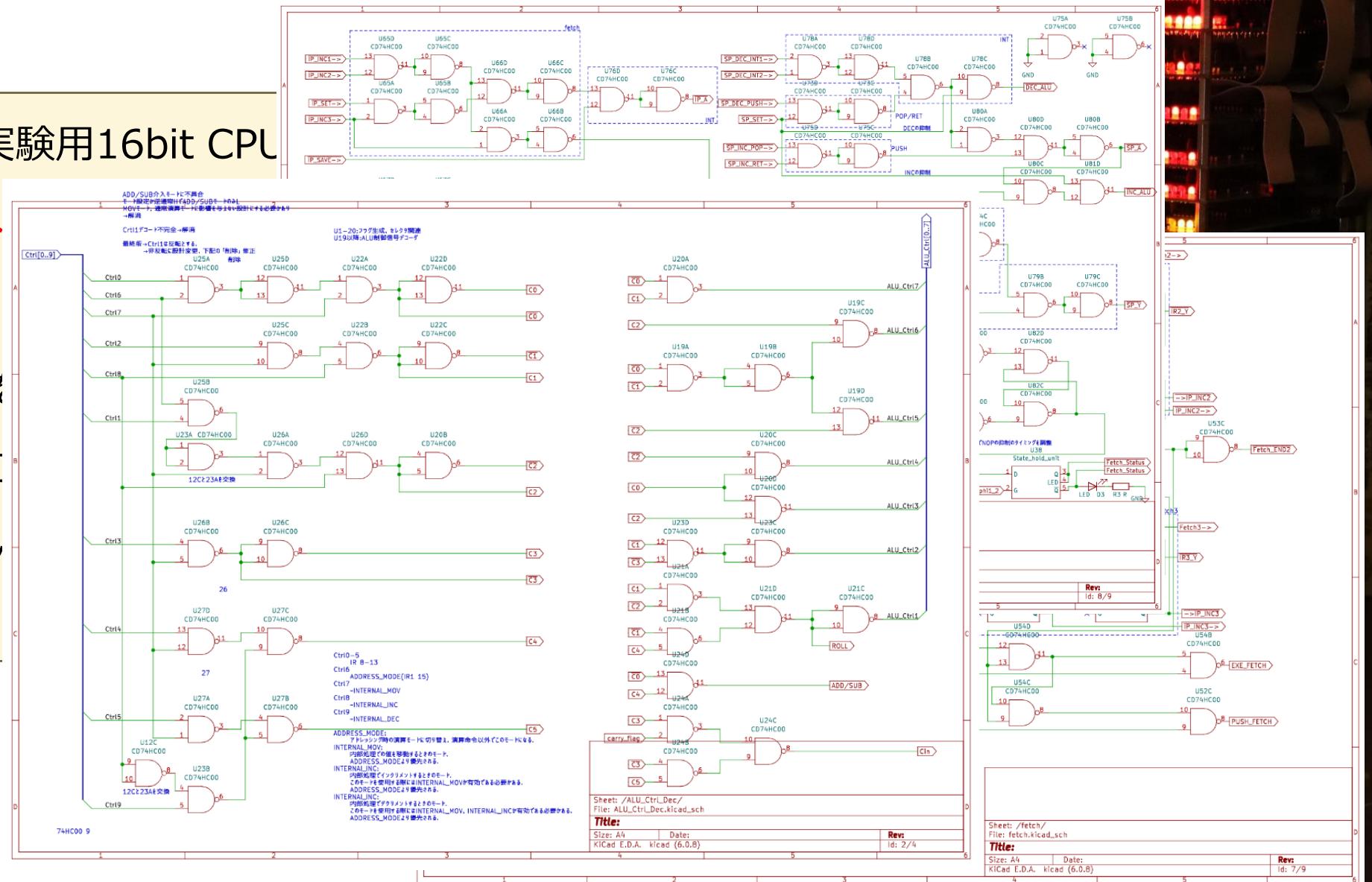


NAND CPU 「NLP-16A」



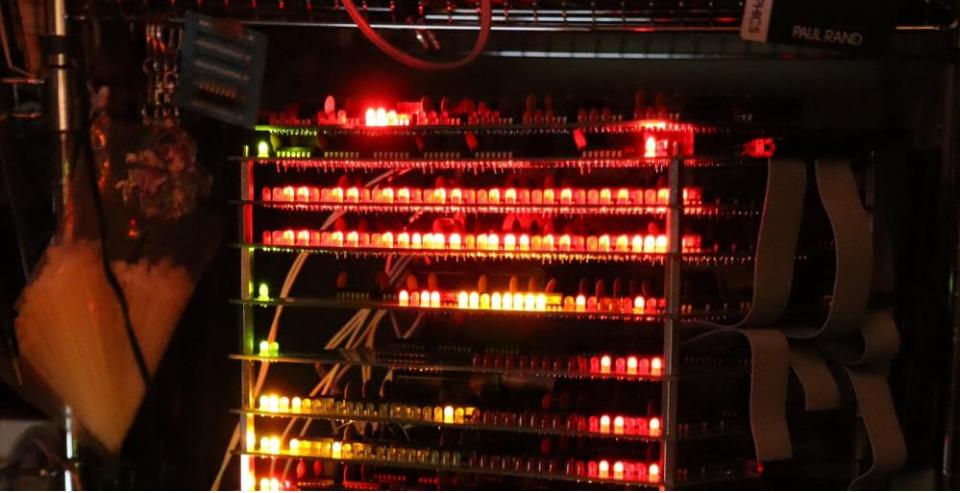
- NAND素子だけで作った実験用16bit CPU
 - NANDを約3200ゲート
 - 独自アーキテクチャで1~3
 - Intel i8080の命令体系を
 - よくあるサイズのマンデルブロ
 - 円周率計算，ブロック崩し
 - Cコンパイラ開発中

ADD/SUB入力モード不使用
→一般計算や並列演算用にこのモードを選択
POV(1), 游戏演算モードを実現する場合にこのモードを選択
消去
Ctrl[2]コントロール不完全→解消
最終版 - Ctrl[1]起動不可
→並列計算モード、下位の「削除」修正
削除



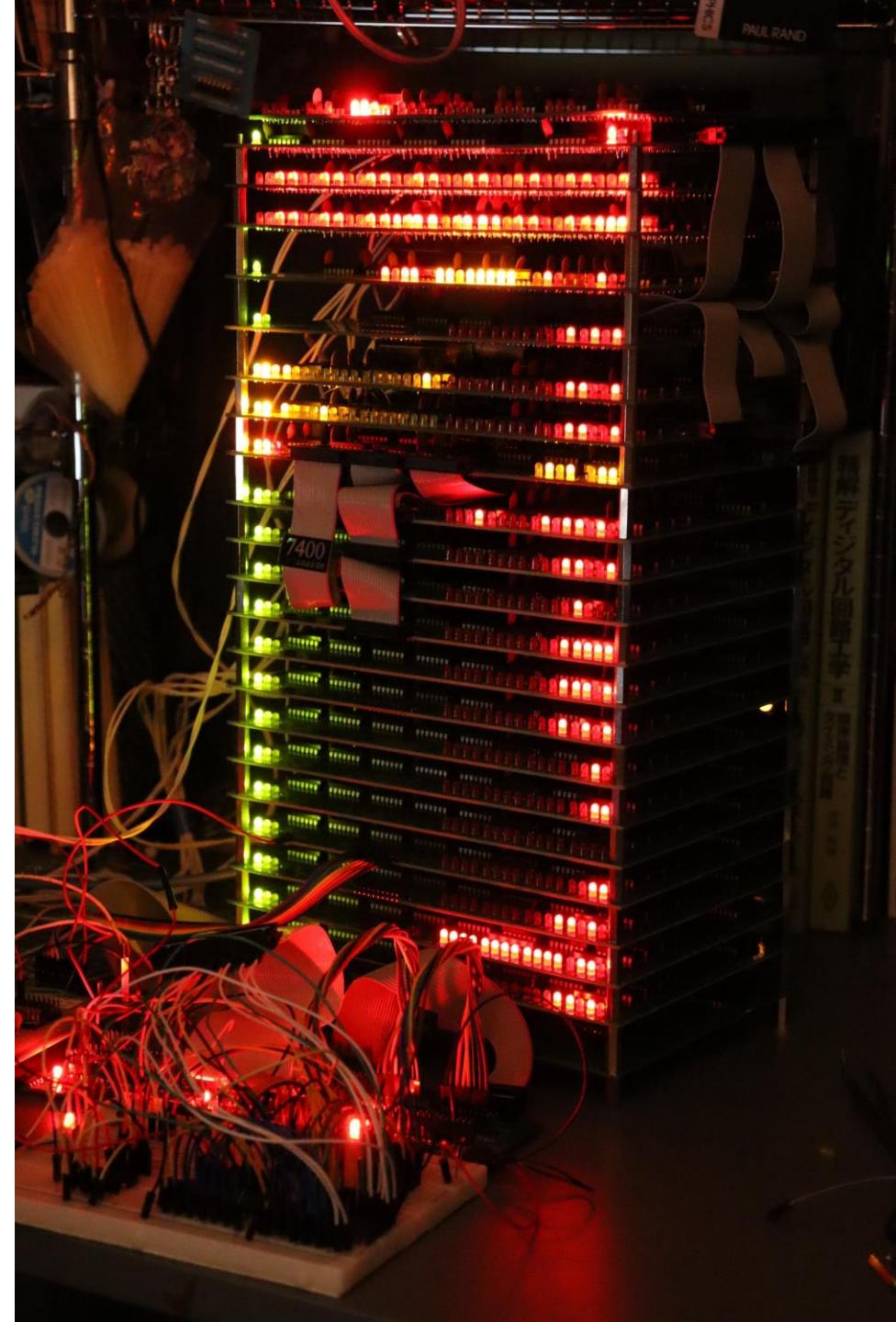
NAND CPU 「NLP-16A」

- NAND素子だけで作った実験用16bit CPU
 - NANDを約3200ゲート使用(ICの数は820個程度)
 - 独自アーキテクチャで1～3ワードの可変命令を持つISA
 - Intel i8080の命令体系を参考に、アドレッシングの拡充などを施す
 - よくあるサイズのマンデルブロ集合の描画時間が15分程度の性能
 - 円周率計算、ブロック崩しゲーム、オセロAI(笑)、いろいろ動きます
 - Cコンパイラ開発中



NAND CPU 「NLP-16A」

- NAND素子だけで作った実験用16bit CPU
- NANDを約**3200ゲート**使用(ICの数は820個程度)
- 独自アーキテクチャで1~3ワードの可変命令を持つISA
- Intel i8080の命令体系を参考に，アドレッシングの拡充などを施した
- よくあるサイズのマンデルブロ集合の**描画時間が15分程度**の性能
- 円周率計算，ブロック崩しゲーム，オセロAI(笑)，いろいろ動きます
- Cコンパイラ開発中





いざ完成させても…



自作CPUの「遊び方」が分からないと
そこで終わりがち

今こそその次へ…！



CPUを**自作した後**の楽しみ方って難しい

- 製品と比べると大した性能はない
- CPU本体は割と地味
- 何ができるのかよくわからない

だからこそ**周辺機器**のススメ

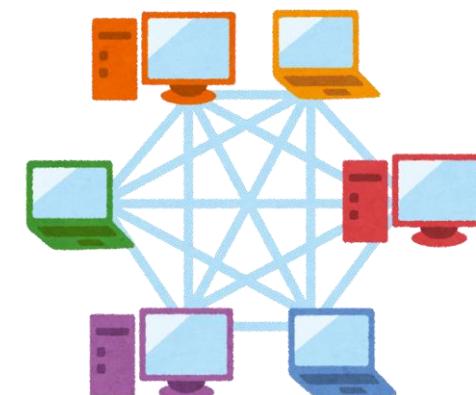
入力して、出力して、制御して楽しもう

何が楽しいだろう？

- ✓ 目で見て耳で聞いて面白い
 - ✓ 表示が出たり、音が鳴ると楽しい
 - ✓ 触って動くようなインタラクティブなものは面白い

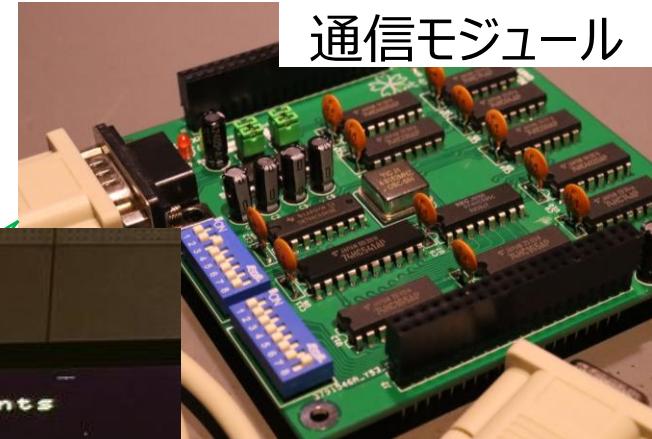
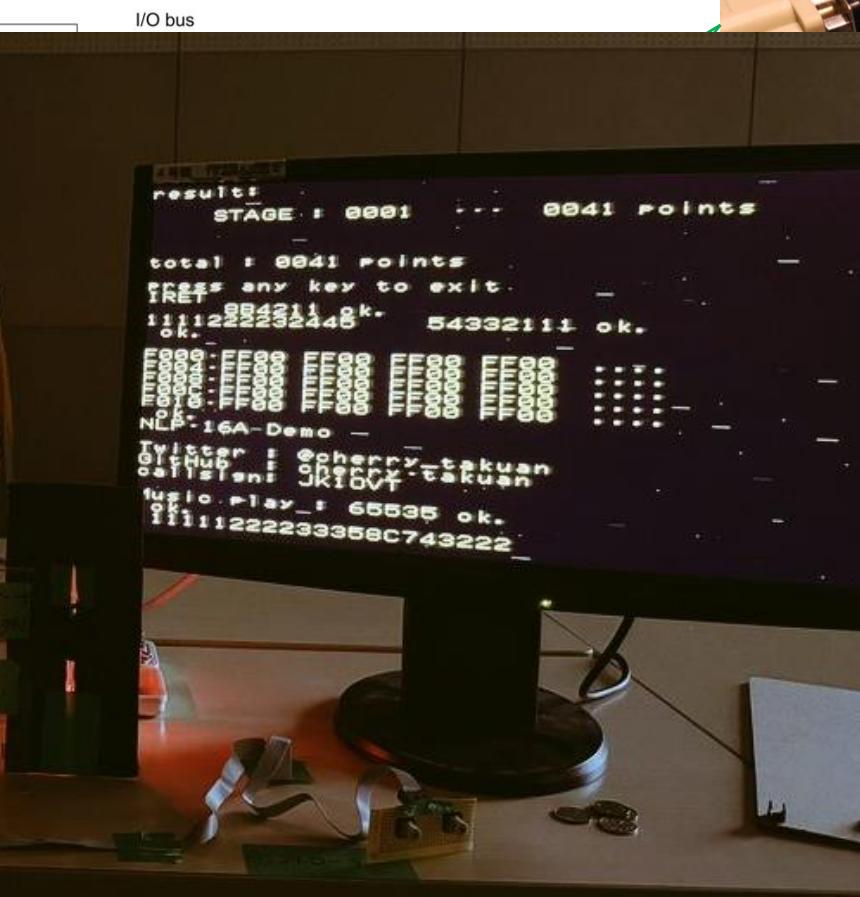
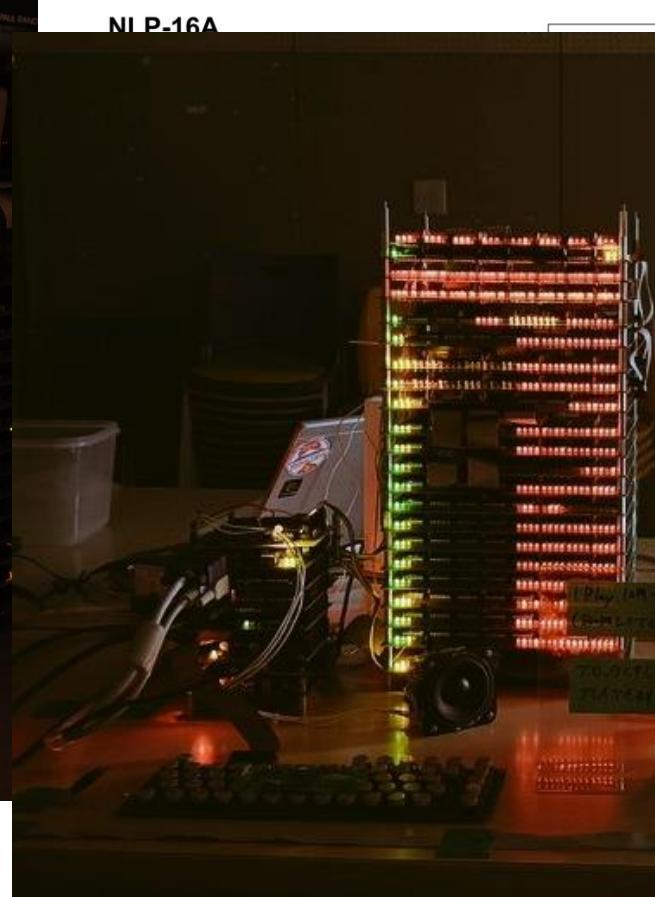
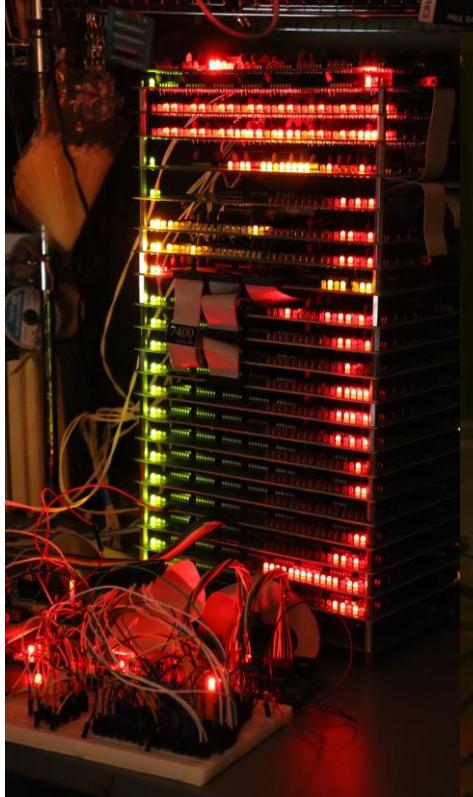


- ✓ 他の自作CPUとつながってみよう
 - ✓ MSMP(CPUを語る会独自の相互通信規格)



今日の内容

～本日の構成～

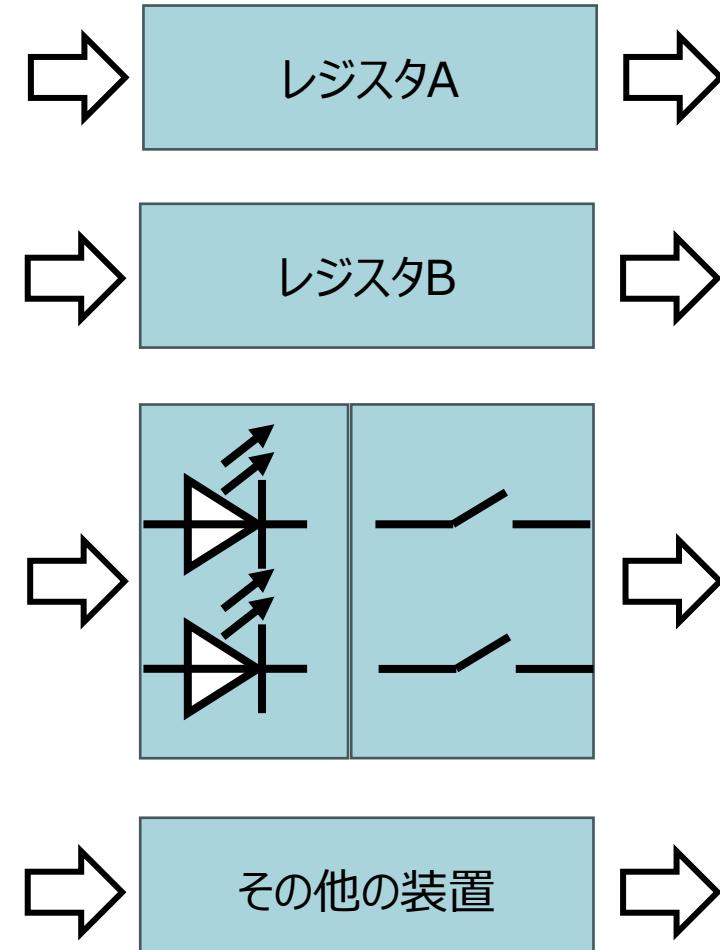


どうやって制御する？

- レジスタ上に周辺機器を配置
- メモリ空間上に周辺機器を配置

どうやって制御する？ レジスタ上に配置

- LEDやスイッチなどをレジスタの代わりに配置
- アドレス空間が狭い
小規模なCPUの味方
- 簡単な動作テストから
ちょっとしたアプリケーションの入出力に
- ただし、そんなにたくさん繋げない…



おすすめ度 ★★★★★

簡単に作れ、不具合が入りにくい

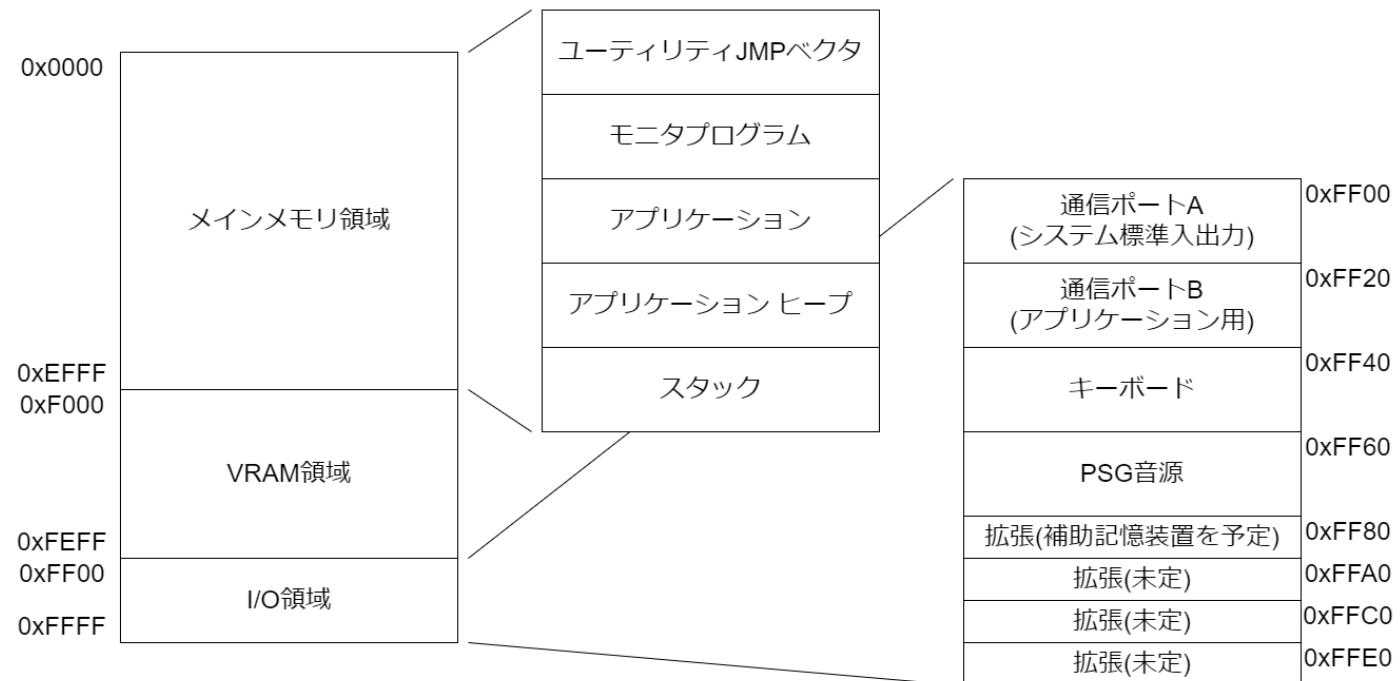
どうやって制御する？メモリ上に配置

アクセスの手段がメモリに対してと同様に
広大なメモリ領域を用意すれば**たくさん制御**できる
VRAMなんかも入れるならばこちらが有利
今回はすべてこちらの方式で制御している

```
0 references
INEEEsub:
3 references
INEEE_L:
    LOAD A, 0xFF01 ← シリアルのステータスレジスタの読み取り
    AND A, A, 0x09
    CMP A, 0x09
    JMP.z IP+@INEEE_SERIAL

    LOAD A, 0xFF60 ← キーボードのステータスレジスタの読み取り
    AND ZR, A, 0x80
    JMP.nz IP+@INEEE_KEYBOARD

    JMP IP+@INEEE_L
; Serialからの入力
5 references
INEEE_SERIAL:
    LOAD A, 0xFF00 ← シリアルのデータレジスタの読み取り
    AND A, A, 0x00FF
    JMP IP+@INEEE_END
; +ポートからの入力
```



通信ボードのススメ

RS-232CやUARTなどがオススメ

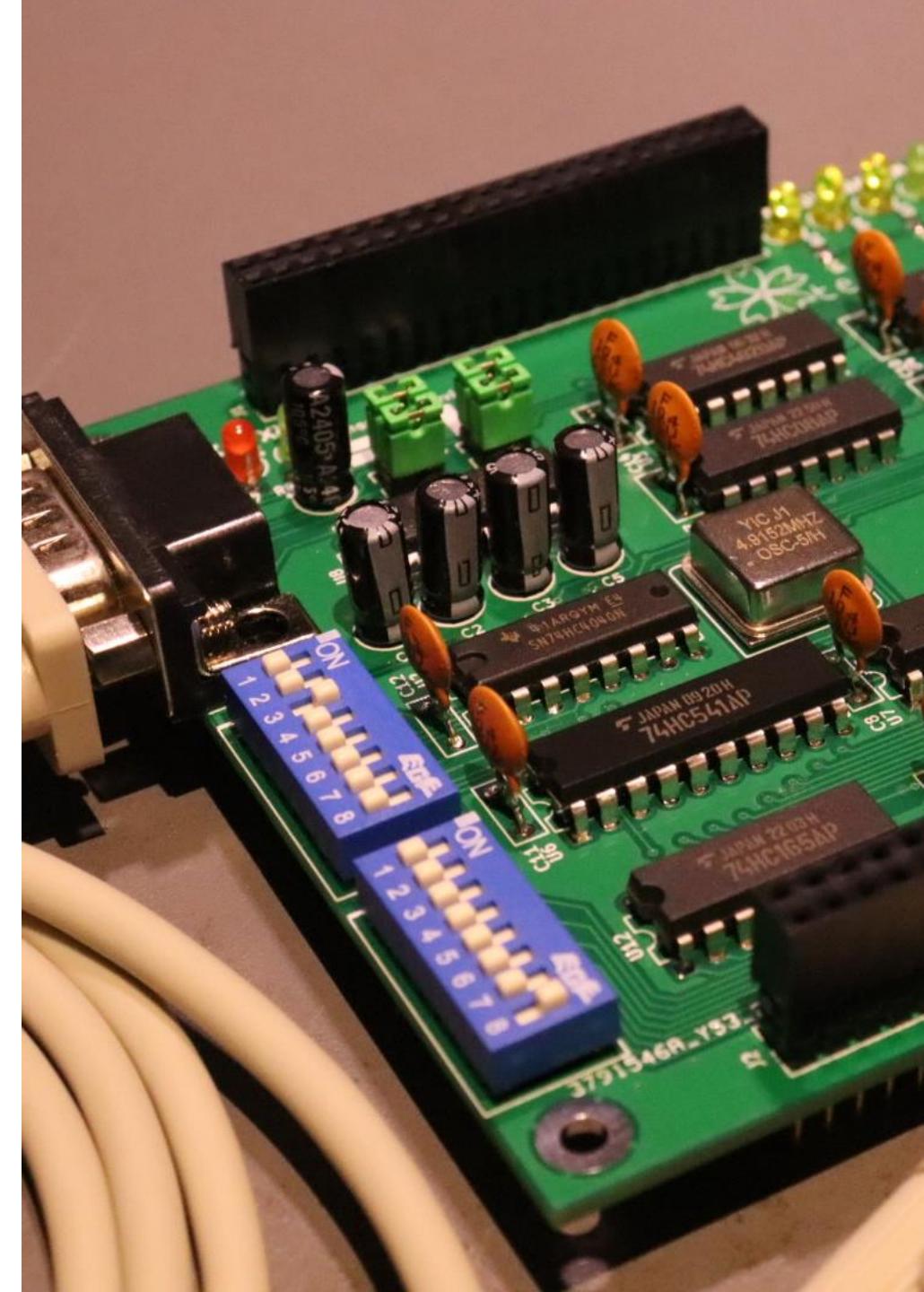
PCから操作したり、プログラムを送り込む

汎用的な通信方式であるため、
レシートプリンタなど機器制御も可能

回路を自作しない場合はラズピコやArduino、
専用ICならIntel 8251やその互換品を使うと楽

おすすめ度 ★★★★★

自作CPUで少し複雑なことをするならば必須



通信ボードを使った機器制御のススメ

レシートプリンタ

① 最後にこの商品を購入したのは2025年4月29日です。
注文を表示する



組み込みサーマルレシートプリンター
58MM ミニ印刷モジュール 低ノイズ
USB/232/L シリアルポート付き サポート/
ブランド: Uinphyknd

¥3,254 税込
または¥1,627 /月(2ヶ月)。プランを選択
ポイント: 33pt (1%) 詳細はこちら
[ダブルポイント](#) 詳細
エントリー アカウント連携で10% dポイント還元
【アカウント連携】はこちら
Amazon Mastercard 新規ご入会で2,000ポイント。
入会特典をご利用した場合 1,254円 3,254円 に | 最短5分
でカード発行、お申し込みはこちら
出品者による発送 安心・安全への取り組み お客様情報の保護
dポイントをためる
ブランド接続技術 Uinphyknd USB



ちえりーたくあん @cherry_takuan · 6月12日

このプロック崩しへの実装はNT金沢までになんとかなりそう
MSMPでもプリントできるノードを生やしたいね

プリンタに関しては適当に色々送りつけてたら色々動くようになってきた
おんなじデータ送ってたはずなんだが謎



プリンタが対応していればQRコードなんかも簡単に出せる

プロトコル：ESC/POSなど

ドキュメント多数で比較的制御自体は簡単

ただし、文字コードが良くわからんものがデフォのものもあり、
日本語出力は一癖ある場合も

ビデオボードのススメ

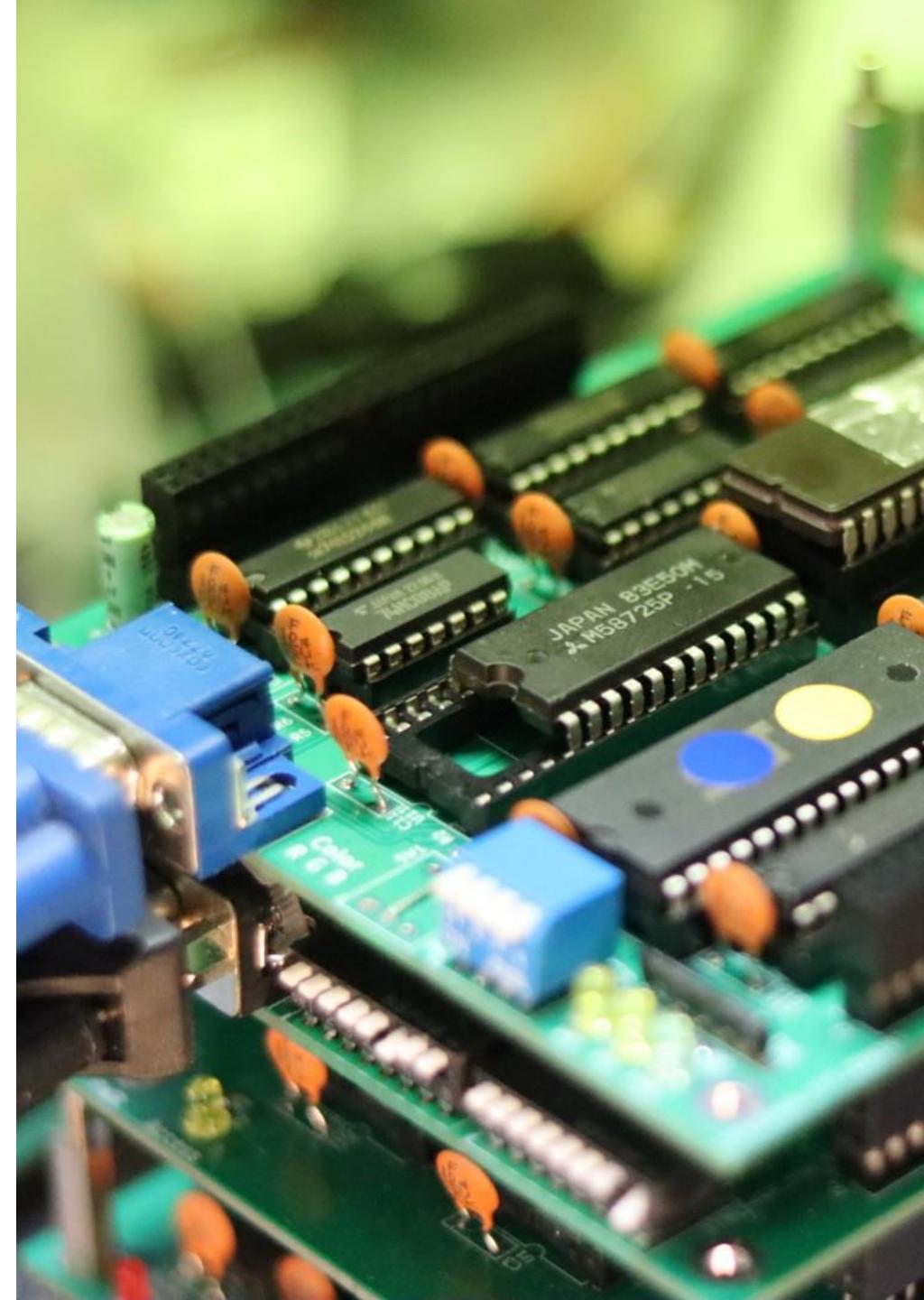
CPUからの情報を直接表示できる

ASCIIなどをVRAMに書き込むと文字として表示される
「キャラクタジェネレータ」を載せるとCPUの負担が激減

自分のCPUからの出力を自分以外の装置を通さずに
眺めるのは楽しい(ディスプレイ自体を作っていないのは…)

おすすめ度 ★★★☆☆

とても楽しいが作るのが他よりも少し大変なのでススメ辛い

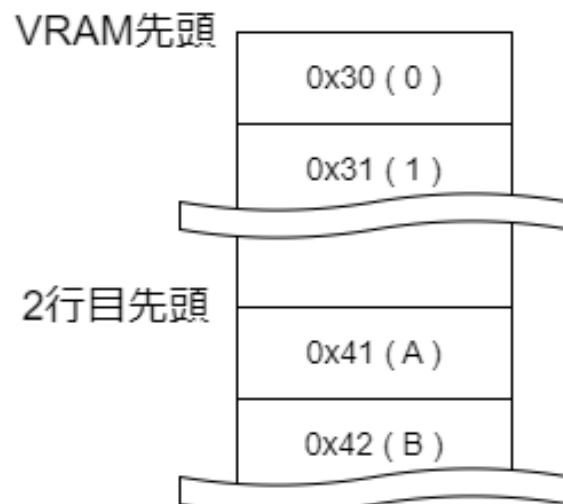


ビデオボードのススメ

メモリにASCIIコードで文字列を書き込む

勝手にビデオボードがASCIIコード
文字ビットマップに変換

ディスプレイに送る

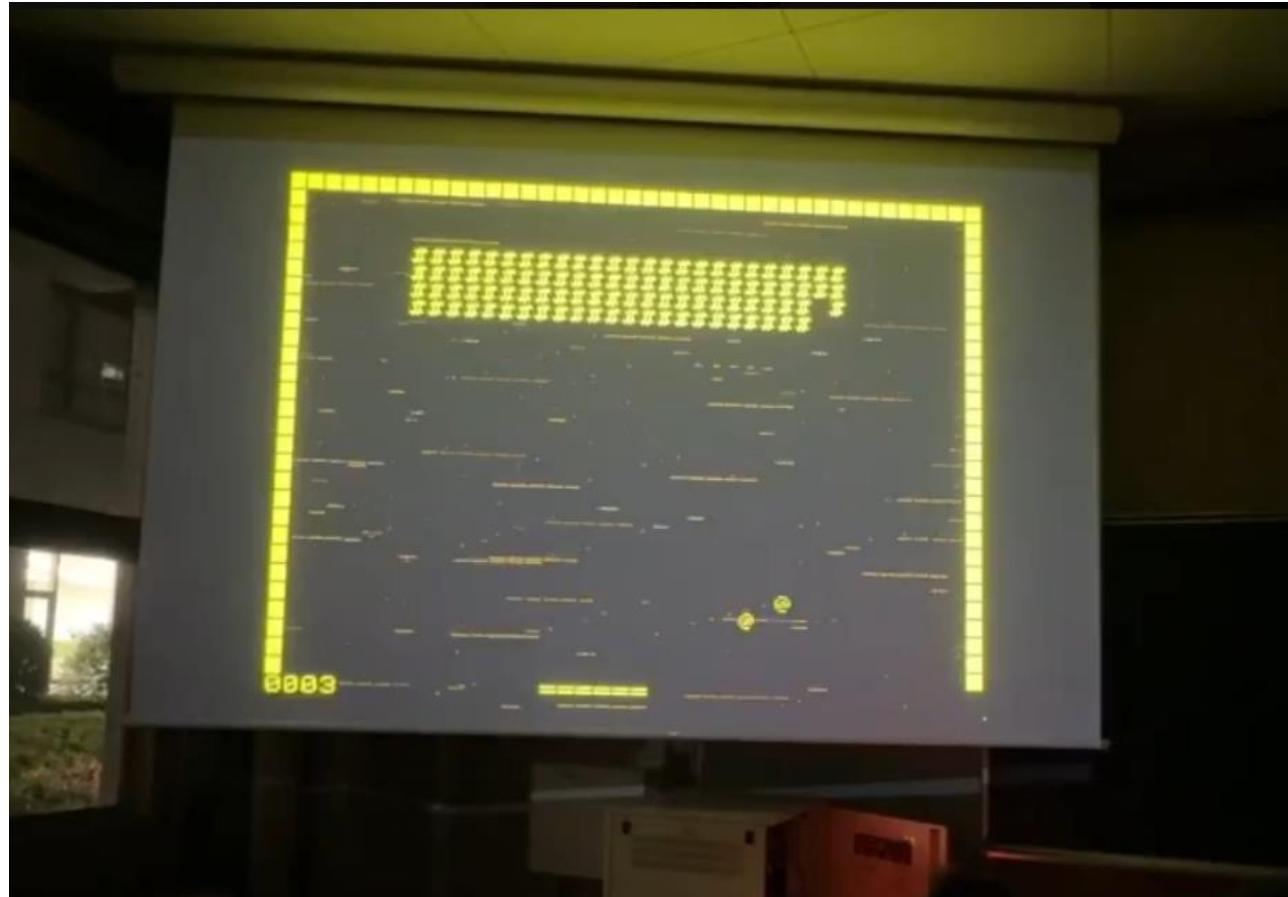


上位アドレス



フォントテーブルからフォントを探して画素を転送する手間がなくせる
→CPUは本来の処理に専念できる

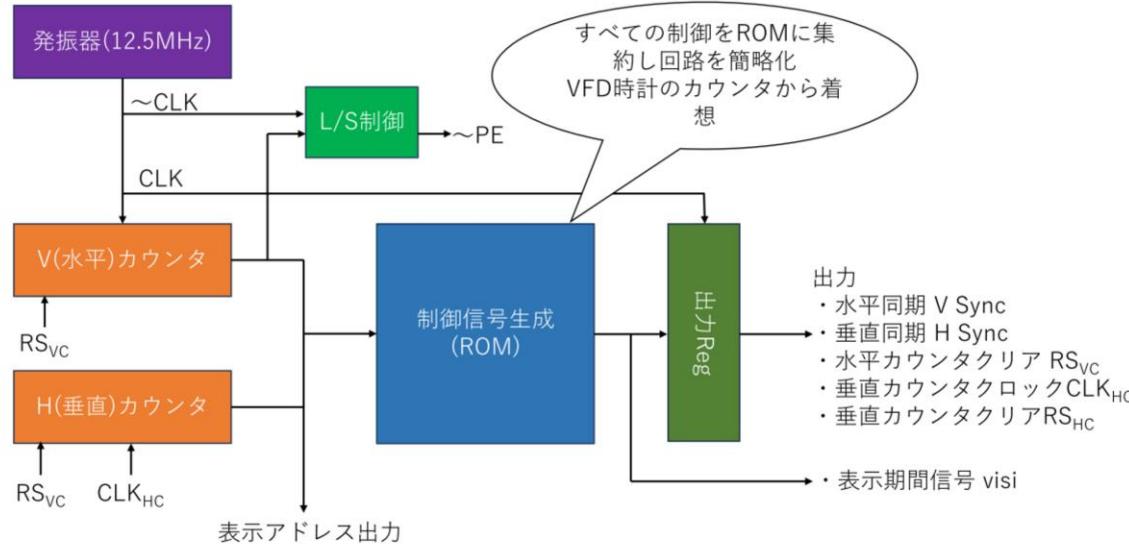
ビデオボードのススメ



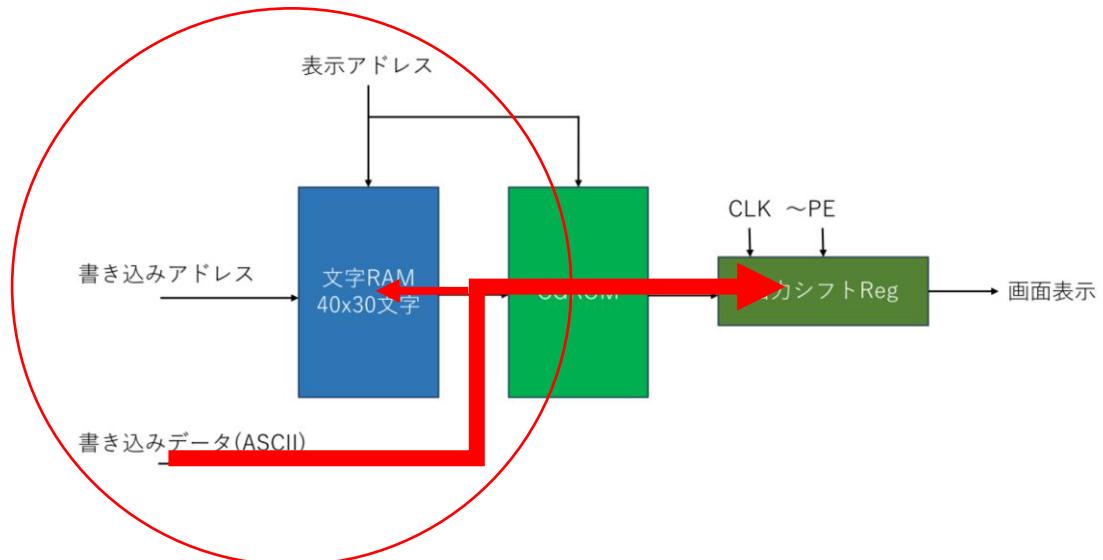
画面更新時に盛大にノイズが入る

ビデオボードのススメ

制御部



表示部



ビデオボードからのアクセスとCPUからのアクセスがかち合う

CPUからの書き込みを優先

書き込みデータが出力に漏れる

ノイズ発生

実は表示データを送っていない期間がある

→この時間に書き込みを行う

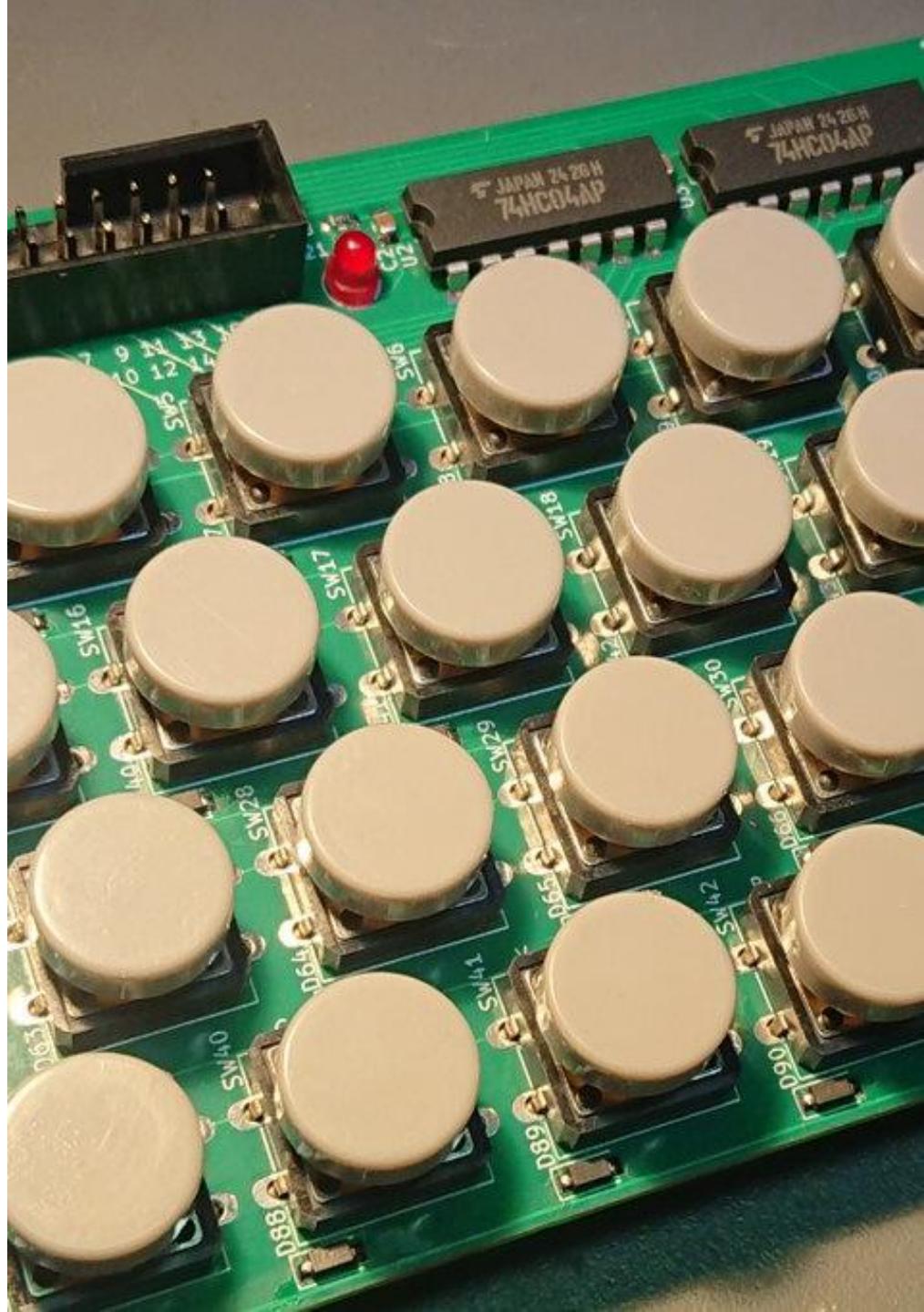
非表示期間でCPUに割り込みをかけて
書き込むべき(手間なのでやってない)

キーボードのススメ

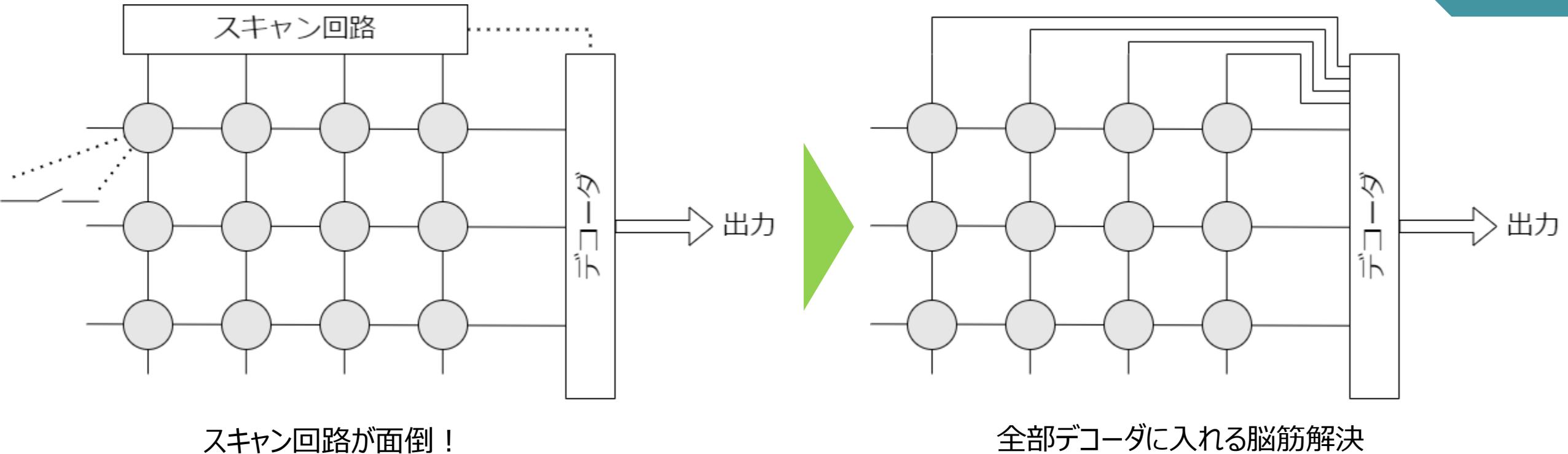
ディスプレイ装置と組み合わせれば真の意味でPCから独立して遊べる

おすすめ度 ★★★☆☆

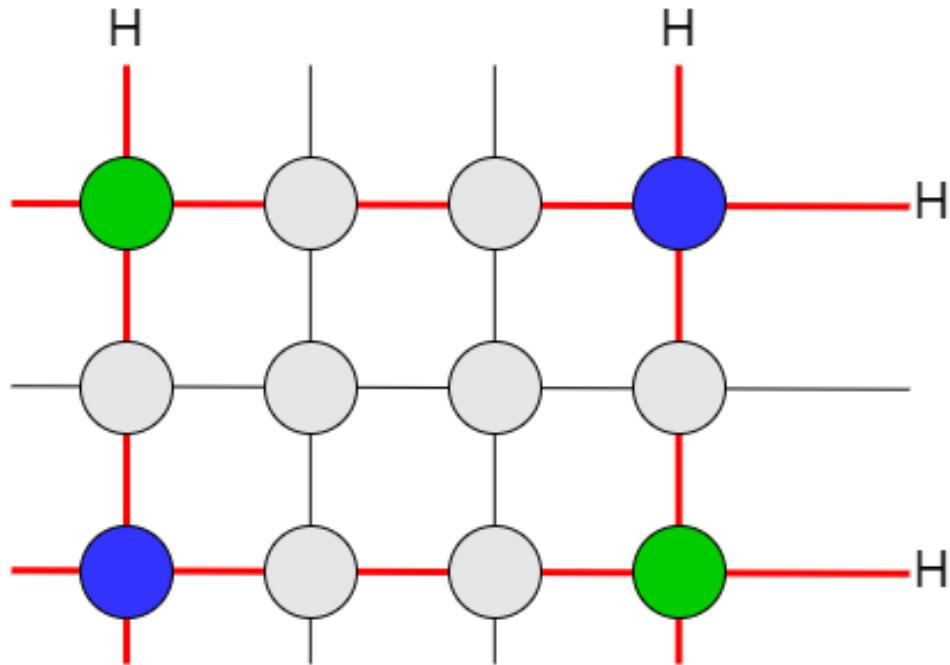
ディスプレイ装置と組み合わせれば単体で遊べる楽しさはあるが正直なくてもよいかも



キーボードのススメ



キーボードのススメ



この方法だと二つ以上同時押しした際に
どのキーが押されたか判定不能
(緑の組み合わせなのか、青の組み合わせなのか…)

△
同時押しのキーは決まっている(ここではShiftのみ)ため、
仮に違う組み合わせでもShiftキーとの組み合わせだと断定する

△
解決ヨシ！

音源ボードのススメ

今まで紹介したものと同じく、メモリ空間上に音源ICを配置

タイミングが重要なため、タイマー割込みや命令のクロック数を
地道に計算し、waitを生成する必要がある

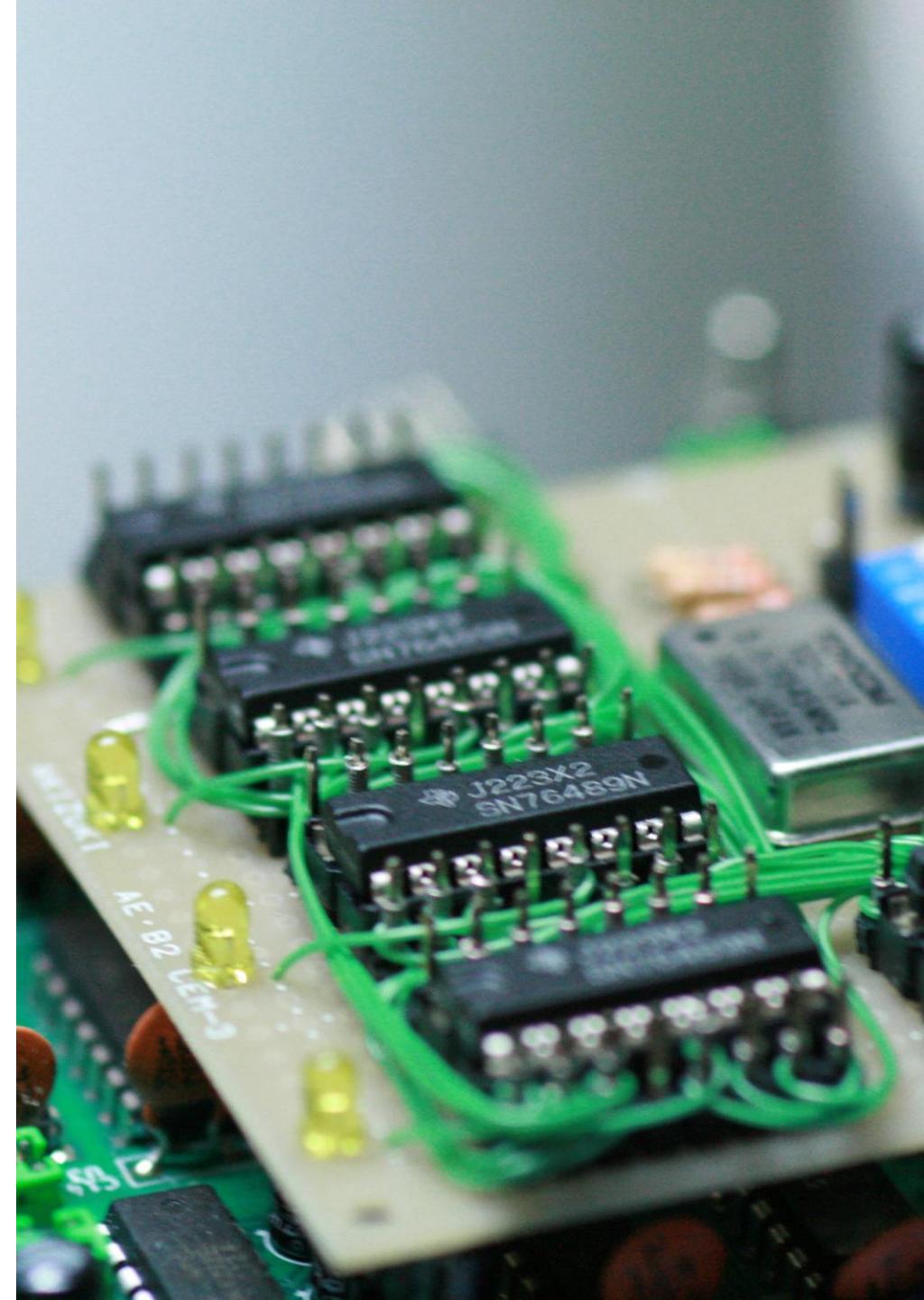
これを作っていてタイマー割込みが恋しくなった



演奏動画リンク(Youtube)

おすすめ度 ★★★★☆

個人的に気に入ってるがICの入手が面倒…

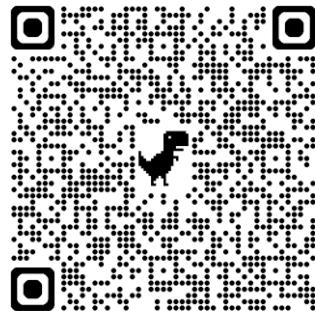


MSMPやりませんか？(半分宣伝)

他の自作CPUと接続する規格 Make-cpu Simple Messaging Protocol

リングバスで接続し、自分宛なら受信、そうでなければ転送し、相互に接続

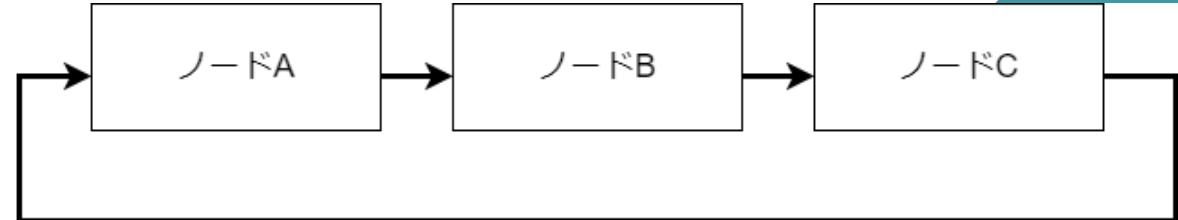
ペイロードは最大63Byte



←規格のページ

おすすめ度 ★★★★★

仲間が欲しいので星5



<https://uchan.net/ublog.cgi/communicating-between-toy-cpus>



NAND CPUのGithubリポジトリ



Twitter(現X)

ご清聴
ありがとうございました