

# 自動販売機

- FPGAを用いた論理回路実験 -

実験教育支援センター

須賀一民



# 要旨

- 物理情報工学実験 春学期「論理回路」をリニューアル
- 実験用ボードとしてAltera社製FPGAボードを採用
- 独自アプリケーション「自動販売機」を作成
- 2011年度春学期運用の結果



# もくじ

- 予備知識
- 改善の背景
- FPGAボードの説明
- 実習内容の説明
- 自動販売機モデル
- 実際の授業を通して
- むすび



# 予備知識

- 論理回路とは・・・論理演算を行う、コンピュータなどの電子回路。電流が流れれば真、流れなければ偽に対応する。  
(デジタル大辞泉より)



# 予備知識



# 予備知識



組み合わせ回路

+

順序回路





# 改善の背景

- 論理回路実験器具の不調
- システムの不安定さ
- 実習内容の不足



# 実験テーマの位置づけ

- デジタル集積回路を用いて、各種論理回路を**作成**しながら、論理回路の**機能**とその**構成法**を理解する。

**作成**の容易性（直感的）

**機能**の理解（実物を触ってみての理解）

**構成法**の習得（Try & Error）

さらに・・・ 最新の開発環境！    FPGA



# 実験テーマの位置づけ

- デジタル集積回路を用いて、各種論理回路を**作成**しながら、論理回路の**機能**とその**構成法**を理解する。

**作成**の容易性（直感的）

**機能**の理解（実物を触ってみての理解）

**構成法**の習得（Try & Error）

さらに・・・ 最新の開発環境！    FPGA



FPGA



# FPGAとは



- Field Programmable Gate Array の頭文字をとったもので、現場（Field）で、書き換え可能な（programmableプログラマブル＝プログラム可能な）、LSI（論理ゲート（Gate）が格子（Array）状に並んでいるセミカスタムLSI）という意味



DE0  
(ALTERA社)  
FPGAボード





FPGA  
「CycloneIII」

USB端子

7セグメント

LED

拡張端子

外部機器

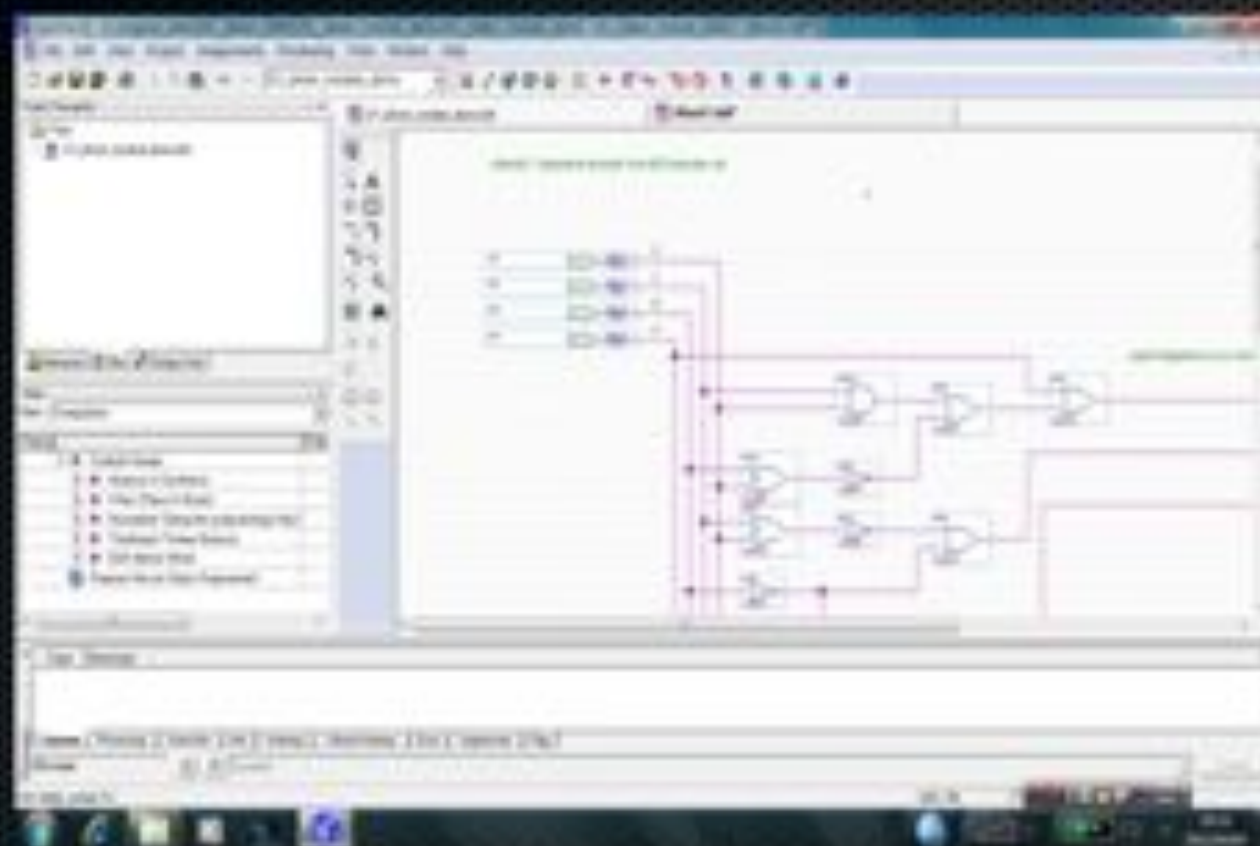
スライドスイッチ

押しボタン式スイッチ

LED



# Quartus II ソフトウェア

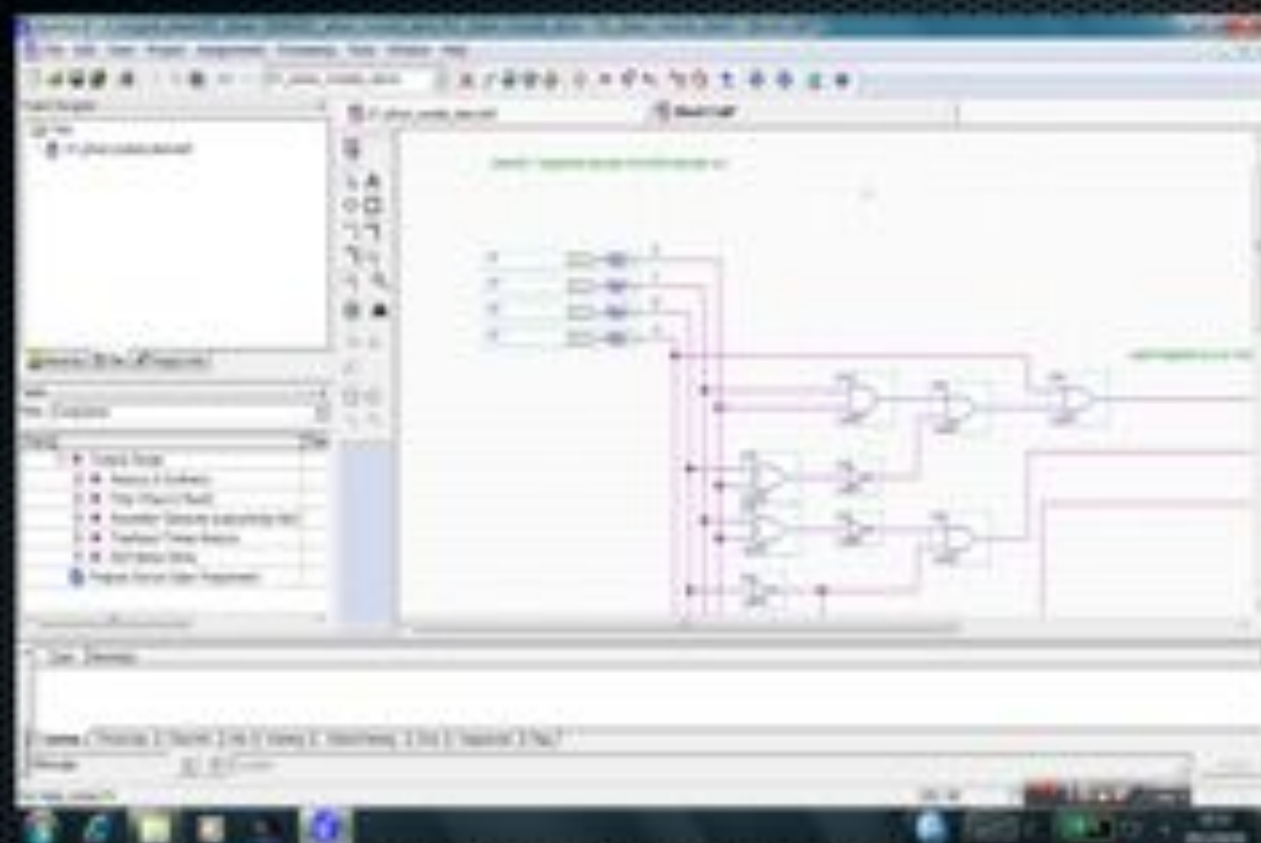


Quartus® II 開発ソフトウェアは、FPGA、CPLD、および HardCopy® ASIC に対し最高の設計生産性および性能を提供し、以下のような設計工程を短縮するための多くの機能を備えています。

(<http://altera.co.jp>)



# Quartus II ソフトウェア



- ・デザイン・エントリー
- ・スクリプティングのサポート
- ・インクリメンタル・コンパイル
- ・初期設定
- ・SOPC Builder
- ・MegaWizard™ Plug-In Manager
- ・I/O ピンのアサインメントと解析
- ・Quartus II 内蔵のシンセシス機能 (QIS)
- ・ラビッド・リコンパイル
- ・サードパーティ・ツールによるデザイン・エントリーおよびシンセシス
- ・基本的なコンパイル・フロー

# 開発環境

- 安定性 ⇒ 落ちない
- 直感的な操作 ⇒ 作成の容易性
- 設計の自由度 ⇒ 構成法の習得
- USB接続で即ロード、FPGAボード上で入出力確認  
⇒ 機能の理解
- 現場で使われている ⇒ 最新の開発環境！



# 実習内容の説明

- 実習内容の不足 ⇒ 拡充

組み合わせ回路  
(AND, OR, NOTなど)



組み合わせ回路

+

順序回路  
(RSFF, DFF, JKFFなど)






# 順序回路について

- フリップフロップの基礎
- クロックと動作方式
- RSFF, TFF, DFF, JKFF
- カウンタ
- フリップフロップの応用回路



自動販売機モデル





論理回路

ハードウェア

自動販売機モデル

量産型

# 自動販売機モデル



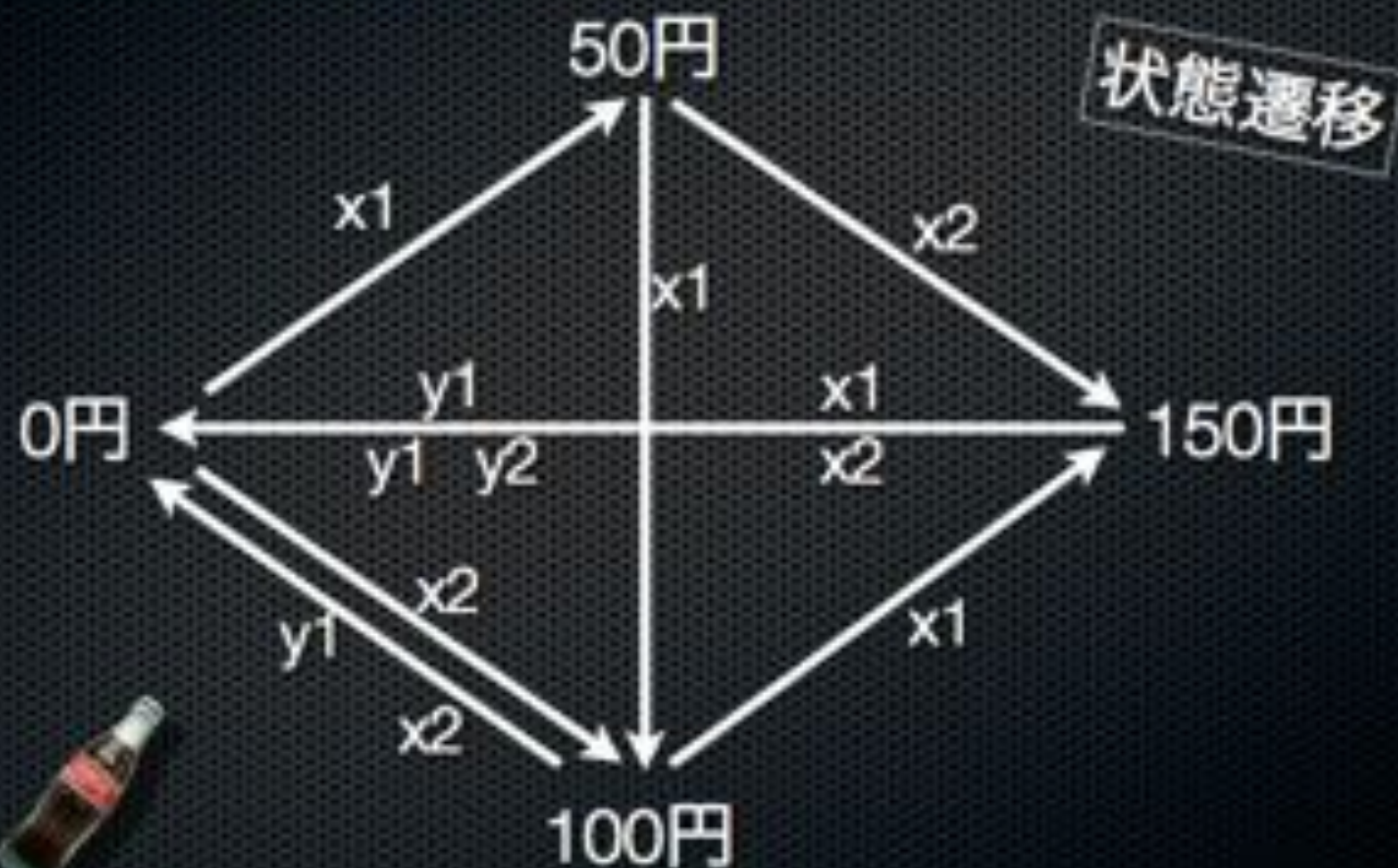
おまけ機能

授業で習った内容で！

- 商品選択
- 当たりルーレット
- コイン投入仕組み



# 自動販売機の仕組み



  
1個200円



# 入力 (x1,x2) と出力 (y1,y2)

コイン投入

50円玉 (x1)

or

100円玉 (x2)



LEDで表示

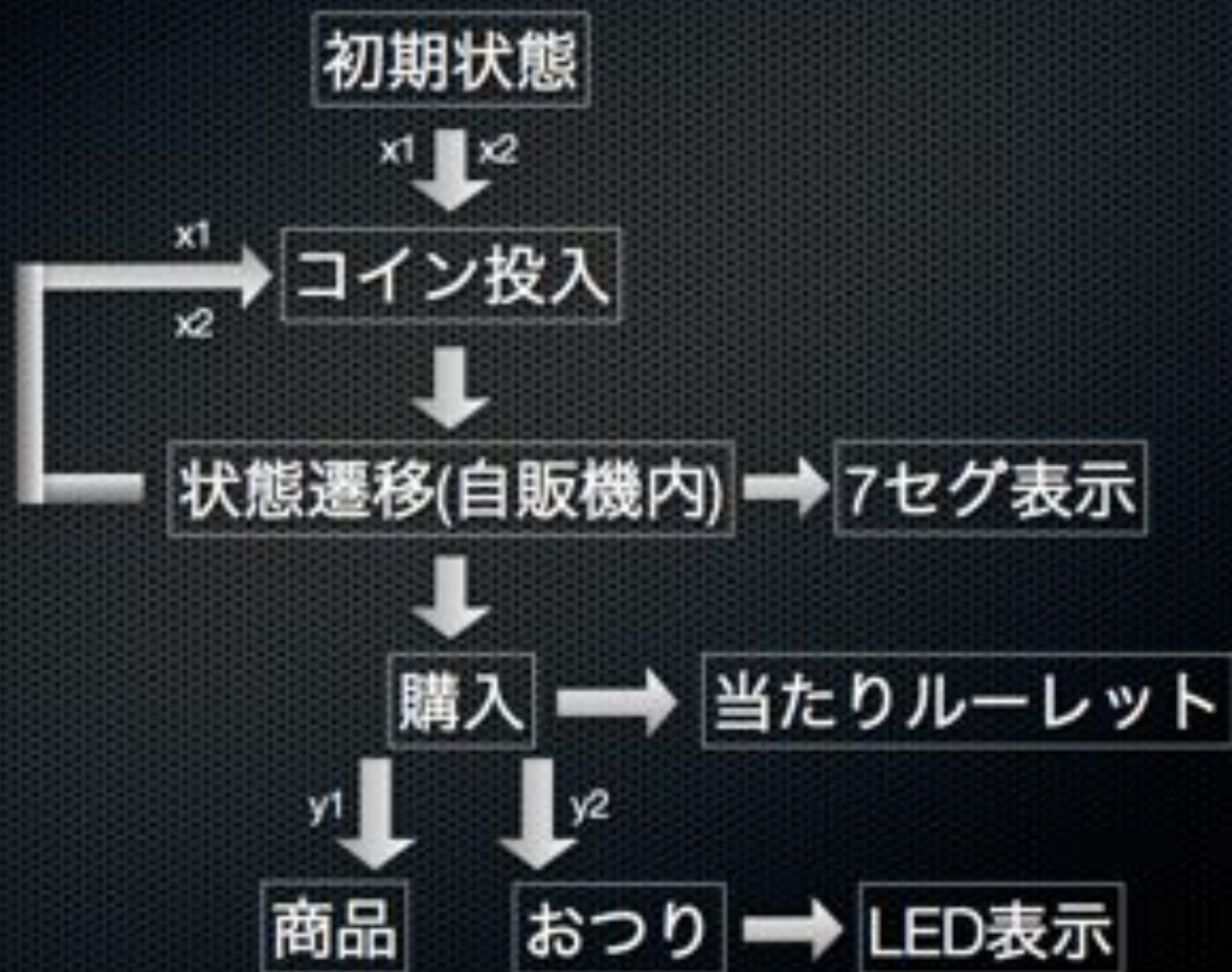
商品 (y1)

お釣り (y2)





# 自動販売機モデルの中身





# 自販機製作記

- 製作中に気をつけたこと

## ハードウェア部

- 何が興味をそそるか（見た目、本物のコイン）
- 耐久性、拡張性

## 論理回路部

- 眼に見えない部分（レスポンス、エラー回避）
- 判りやすい設計（コンポーネントごと）
- 授業内容との整合性



# 授業の流れ

組み合わせ回路の説明

演習 1

組み合わせ回路の応用

演習 2

順序回路の説明

演習 3

順序回路の応用

演習 4

自動販売機の説明、稼働！





# 実際の授業を通して

- 授業の流れ（説明⇒演習）
- 苦労した点
  - 使用方法（難易度）
  - 授業内容量は適切か
  - ツールへの興味
  - 自販機の意味
- 工夫した点
  - 作業工程の収縮
  - 気をつけた点
    - 論理回路の原理の理解



# 学生からの反応

- 身近な応用例を実験内で説明してくれてわかりやすかった
- パソコン上で回路を組み立てて、実行結果を見るのが楽しかった
- 0と1の世界に興味がある
- システム系が好きだ

- 説明が難しかった
- やるべきことが多すぎた
- 何を知るべきかわからなかった

Bad!



# むすび

- 今回の実験ツール変更のねらい
- FPGAの使いこなし
- 心に残る実験授業
- 来期に向けてツール使用の最適化



# 謝辞

- 物情実験第1責任者 宮下照夫先生
- 物情実験担当（～2011年3月）囑託職員 窪添博之さん