論理回路

第1回 論理回路の数学的基本

－ ブール代数

http://www.info.kindai.ac.jp/LC

E館3階E-331 内線5459

takasi-i@info.kindai.ac.jp

本科目の内容

- 電子計算機(computer)の構成
  - ソフトウェア
    - 複数のプログラムの組み合わせ
      - オペレーティングシステム・アプリケーション等
  - ハードウェア
    - 複数の回路(circuit)の組み合わせ
      - メモリ・演算回路・制御回路等
- 本科目で学ぶこと
  - 論理回路の働きとその設計手法

成績について

評価基準	
各週課題	30%
定期試験	70%

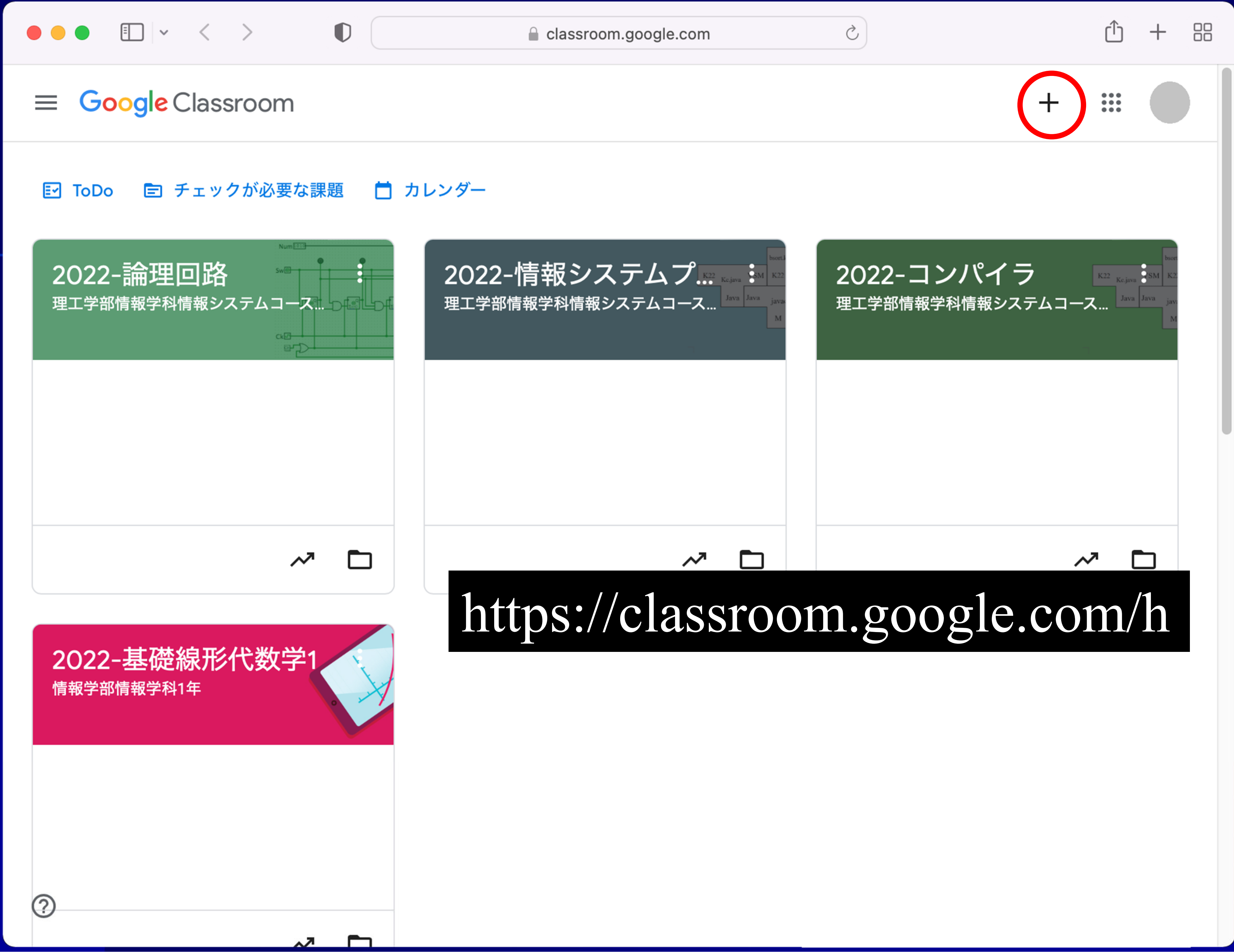
- 無届欠席禁止
  - やむを得ず欠席した場合は翌週までに連絡すること
  - 無届欠席が複数回ある場合は試験の点数に関わりなく不受となる

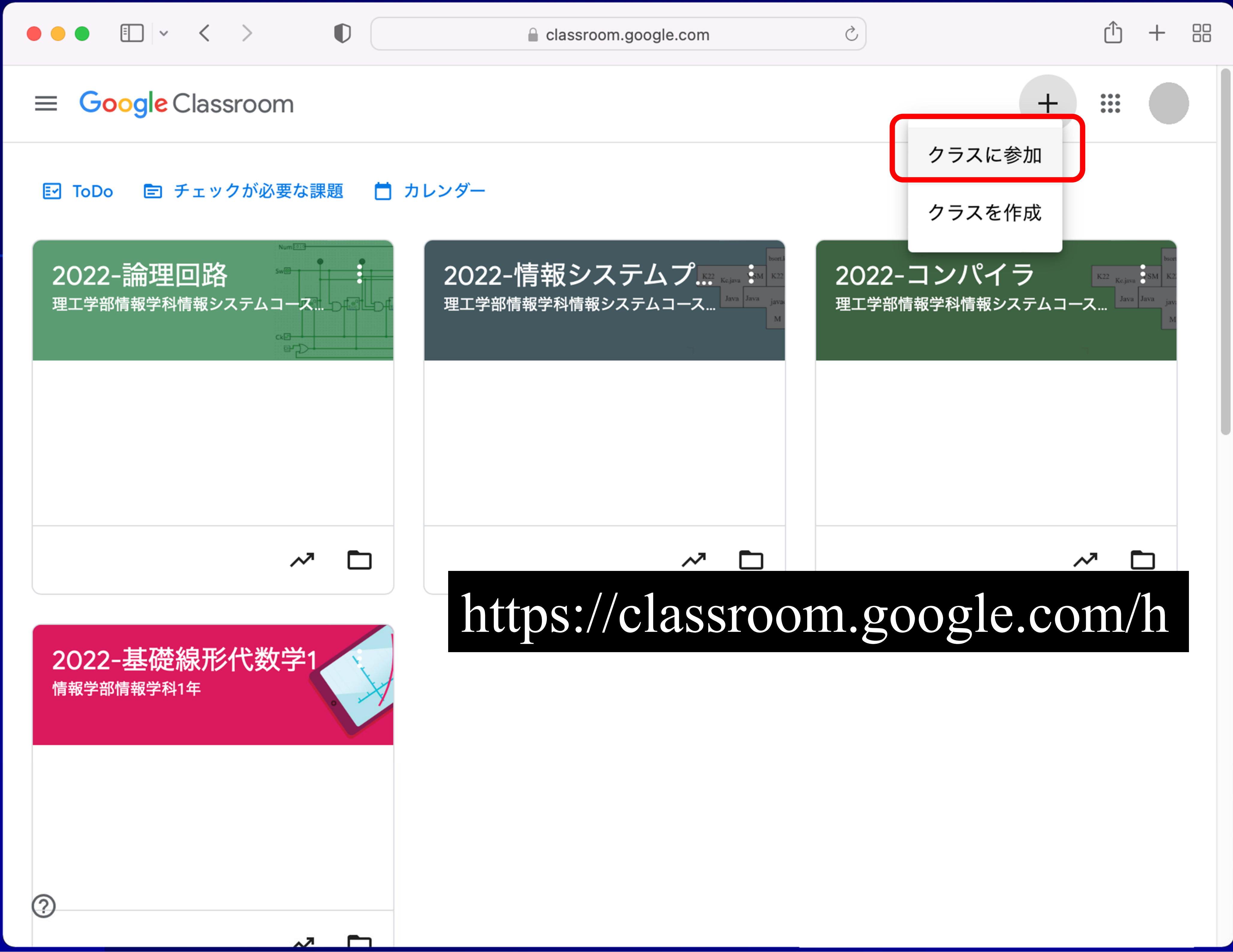
オンライン授業では GoogleClassroom から出席カードが提出されれば出席とします

昨年度の受講状況

学年	コース	受講者数	合格	不可	不受	合格率
2	システム	90	77	9	4	88%
3	システム	2	1	0	1	100%
3	メディア	3	3	0	0	100%
4	システム	2	2	0	0	100%
4	メディア	3	0	3	0	0%

※全出席し、全レポートを〆切までに提出して
不可になった受講生はいない


classroom.google.com
Google Classroom
ToDo
チェックが必要な課題
カレンダー
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-情報システムプ...
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-コンパイラ
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-基礎線形代数学1
情報学部情報学科1年
https://classroom.google.com/h



https://classroom.google.com/h

classroom.google.com

クラスに参加

参加

現在、次のメールアドレスでログインしています

[redacted]kindai.ac.jp

アカウントを切り替える

クラスコード

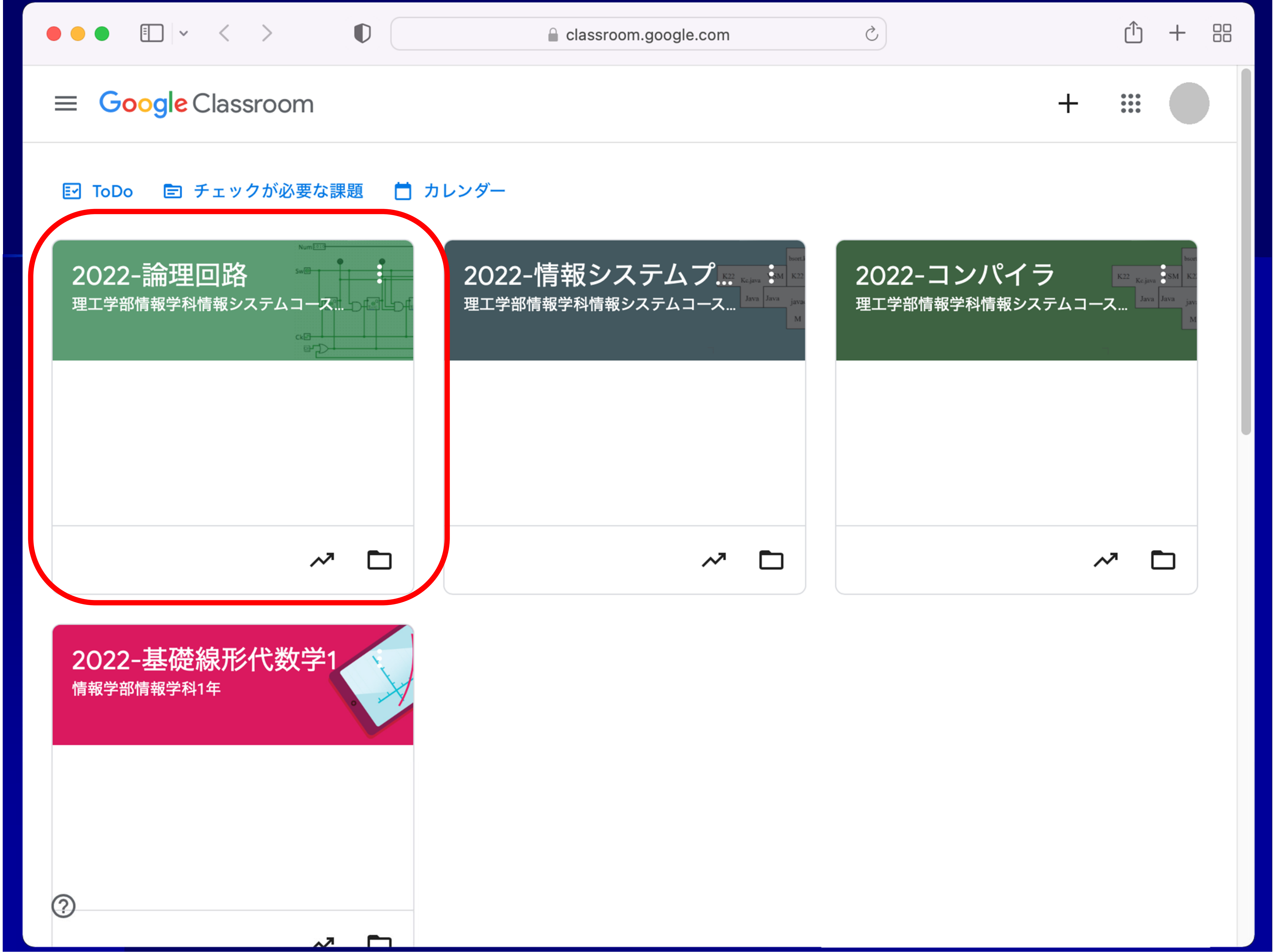
教師にクラスコードを聞いてこちらに入力してください。

クラスコード

クラスコードを使用してログインするには

- 承認済みアカウントを使用します
- 5〜7 個の文字と数字で構成され、スペースや記号を含まないクラスコードを

論理回路　14wk4qy


classroom.google.com
Google Classroom
ToDo
チェックが必要な課題
カレンダー
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-情報システムプ...
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-コンパイラ
理工学部情報学科情報システムコース...
2022-基礎線形代数学1
情報学部情報学科1年


classroom.google.com
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース2年
ストリーム
授業
メンバー
採点
Num
Sw
Ck
Clr
カスタマイズ
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース2年
Meet
リンクを生成
保存済みのお知らせ（1件）
クラスへの連絡事項を入力
クラスコード
l4wk4qy
石水隆
3月6日 （最終編集: 昨日）
出席カードを提出してください (4/7) https://forms.gle/eJ2c1Rksn9dNGL8f6
期限間近
クラスのコメントを追加...

docs.google.com

2022-論理回路 理工学部情報学科情報システムコース２年

出席カード (論理回路) 第1回 (4/7)

出席カード (論理回路) 第1回 (4/7)

[redacted]kindai.ac.jp アカウントを切り替える

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

*必須

あなたの氏名を入力してください. *

回答を入力

あなたの学籍番号を入力してください. (例 : 2110370999) 省略形は使用しないでください. *

回答を入力

送信

フォームをクリア

Google フォームでパスワードを送信しないでください。

このフォームは 近畿大学理工学部情報学科 内部で作成されました。 不正行為の報告

Google フォーム

info.kindai.ac.jp

◆論理回路◆

このページは2022年度の「論理回路」の公式ホームページです。ここに講義録、課題、レポートの提出方法他の情報を掲載します。

https://www.info.kindai.ac.jp/LC/

連絡

- Logisim実習について

  第4回(4/28)は Logisim を 用いたシミュレーション実習を行います。 こちらのページを見て 各自ノートPCに Losigim をインストールしておいてください。 また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(4/1)

  - Logisim ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用)：gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用)：FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

  (注意)OS のバージョンが 11.2.3 Big Sur 以降では Logisim を使えません。その場合は、こちらのページを見てLogisim の代わりに Logisim-evolution をインストールしてください。また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(上記のLogisim 用のファイルとは異なりますので注意してください) (4/1)

  - Logisim-evolution ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用)：gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用)：FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

- 出席について

  単位取得には原則として全ての授業に出席する必要があります。 やむを得ず欠席する場合はその翌週までに必ず欠席届を出してください。 欠席届無しの欠席が複数回ある場合は履修の意思無しと見做して不受扱いにします。

  オンライン授業では、当日 GoogleClassrooom から出席カードが提出がされていれば出席扱いにします。

- 課題について

info.kindai.ac.jp

ださい。 欠席届無しの欠席が複数回ある場合は履修の意思無しと見做して不受扱いにします。

オンライン授業では、当日 GoogleClassrooom から出席カードが提出がされていれば出席扱いにします。

- 課題について

単位取得には原則

講は認めません。

https://www.info.kindai.ac.jp/LC/

講義資料

- 第1回：論理回路の基本 (4/7) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第2回：論理ゲート (4/14) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第3回：カルノー図 (4/21) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第4回　Logisim実習(1) (4/28) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)

課題テスト

課題テストは GoogleClassrooom 上で行います。GoogleClassroom で 「論理回路」⇒「授業」⇒その回の「課題」と辿って受講してください。出席を兼ねていますので〆切までに必ずテストを受けてください。また、単位習得には全ての課題テストの受講が必要です。

補足資料

- 代表的な論理関数・論理ゲート一覧
- フリップフロップの特性表

オフィスアワー

classroom.google.com

第2回 課題 各週課題 下書き

出席カード (第2回) 下書き

第1回：ブール代数

第1回 講義資料 最終編集: 13:53

LogicCircuits01.pptx : パワーポイントファイル
LogicCircuits01.pdf : pdf ファイル
LogicCircuits01note.pdf : ノート用 pdfファイル
LogicCircuits01.mp4 : 動画ファイル (185MB, 65分)
LogicFunction.pdf : 補足資料
LogicCircuits01practice.pdf : 演習問題

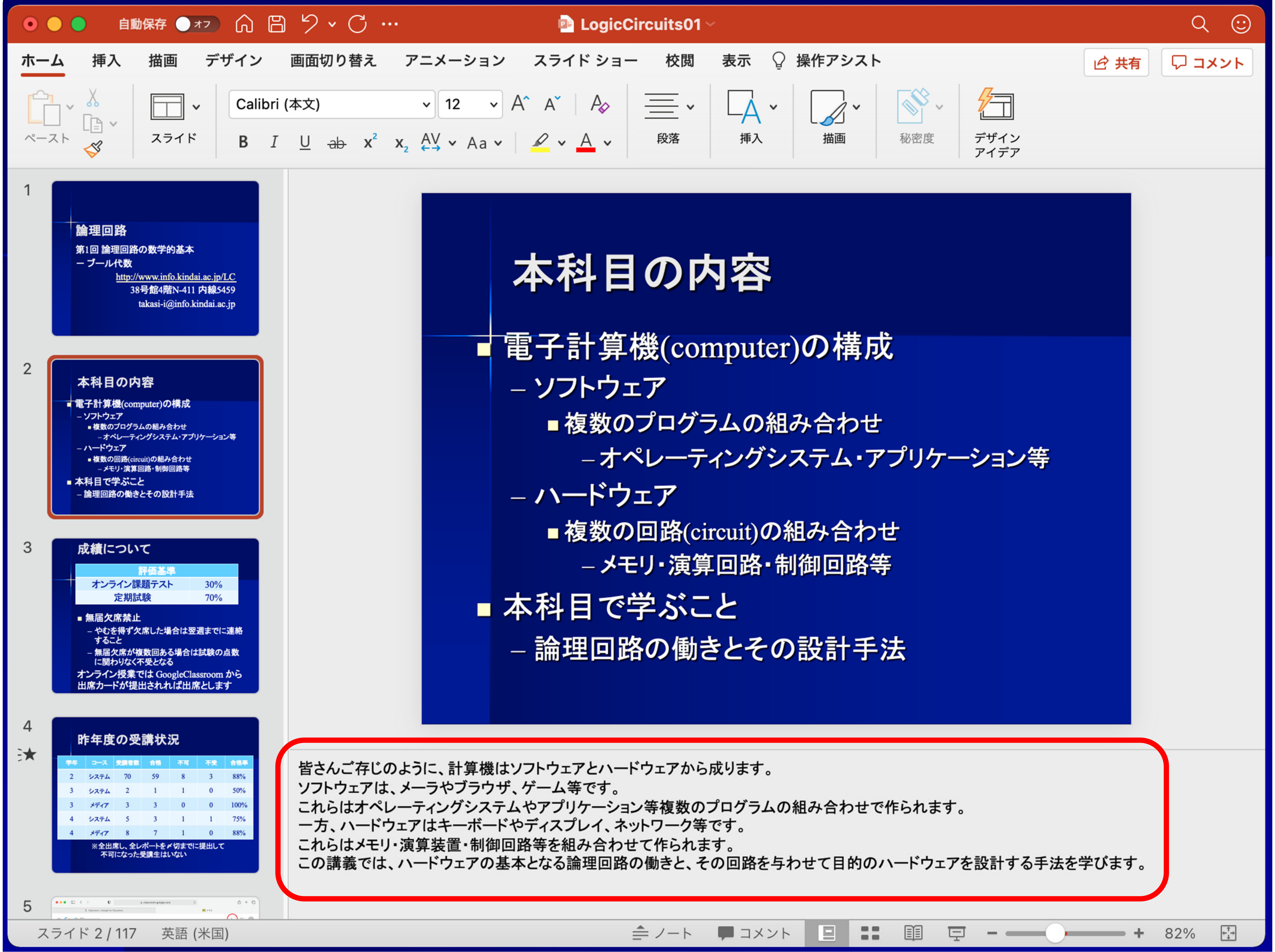
LogicCircuits01.pptx
PowerPoint

LogicCircuits01.pdf
PDF

LogicCircuits01note....
PDF

LogicCircuits01.mp4
動画

資料を表示


LogicCircuits01
ホーム
挿入
描画
デザイン
画面切り替え
アニメーション
スライド ショー
校閲
表示
操作アシスト
共有
コメント
本科目の内容
電子計算機(computer)の構成
– ソフトウェア
複数のプログラムの組み合わせ
– オペレーティングシステム・アプリケーション等
– ハードウェア
複数の回路(circuit)の組み合わせ
– メモリ・演算回路・制御回路等
本科目で学ぶこと
– 論理回路の働きとその設計手法
皆さんご存じのように、計算機はソフトウェアとハードウェアから成ります。
ソフトウェアは、メーラやブラウザ、ゲーム等です。
これらはオペレーティングシステムやアプリケーション等複数のプログラムの組み合わせで作られます。
一方、ハードウェアはキーボードやディスプレイ、ネットワーク等です。
これらはメモリ・演算装置・制御回路等を組み合わせて作られます。
この講義では、ハードウェアの基本となる論理回路の働きと、その回路を与わせて目的のハードウェアを設計する手法を学びます。
スライド 2 / 117
英語 (米国)
82%

論理と情報

- 我々の周囲には様々な情報がある
  - 様々な情報の形態
    - 文字・信号・音声・図形・画像・映像…

- 情報の整理・分析が必要
  - 情報の整理・分析を簡単にするには…？

論理(logic)を用いる

論理 : 1(真) か 0(偽) かの2値で表される

論理と情報

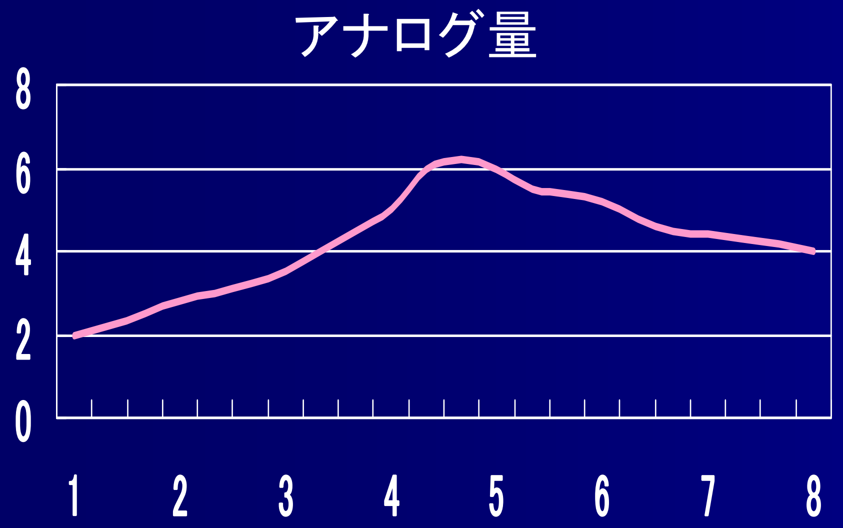
- 何故論理が必要？
  - 世の中には論理で表現される物事が多い
- 論理を使えば
  - 物事の曖昧性が無くなりはっきりする
  - 簡単に処理できる

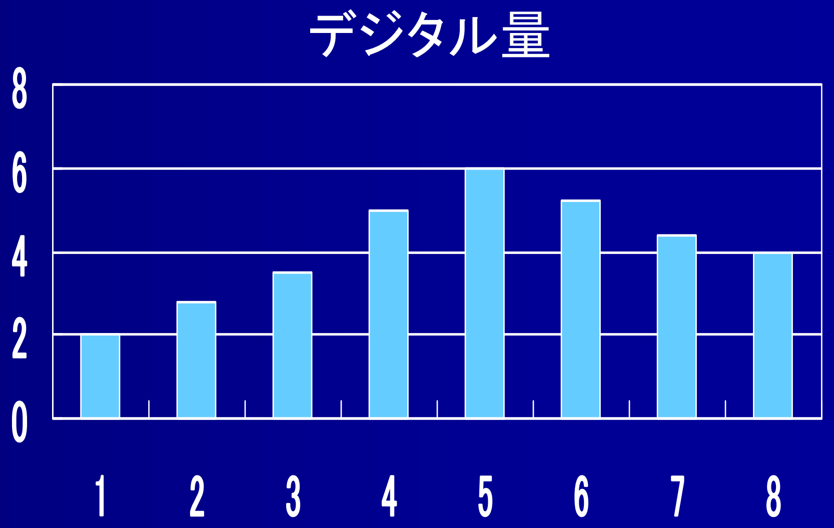
➢ 論理を計算機で扱うには…？

ブール代数を用いる

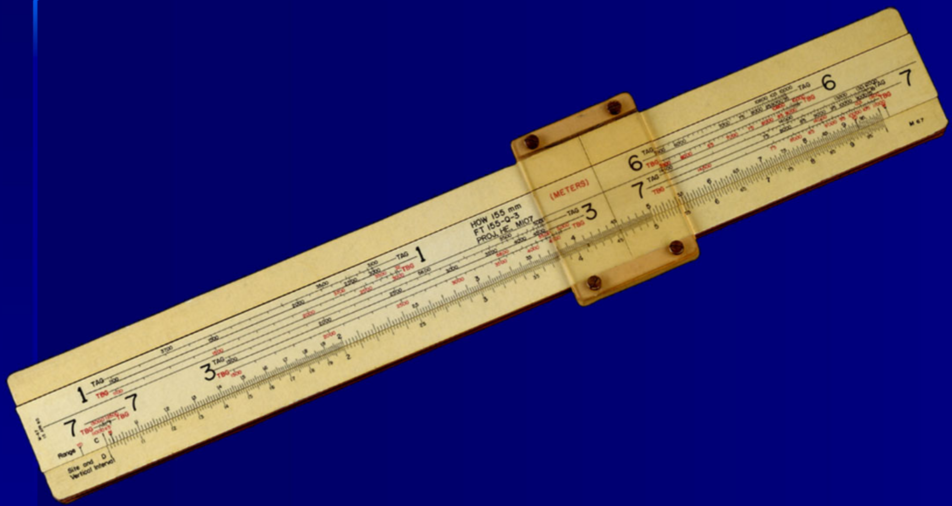
情報の種類 アナログとデジタル

- アナログ情報：連続的な値
  - 時間・電圧・気温・質量・大きさ…
- デジタル情報：離散的な値
  - 連続的な値を一定周期毎の有限桁の数値で表現





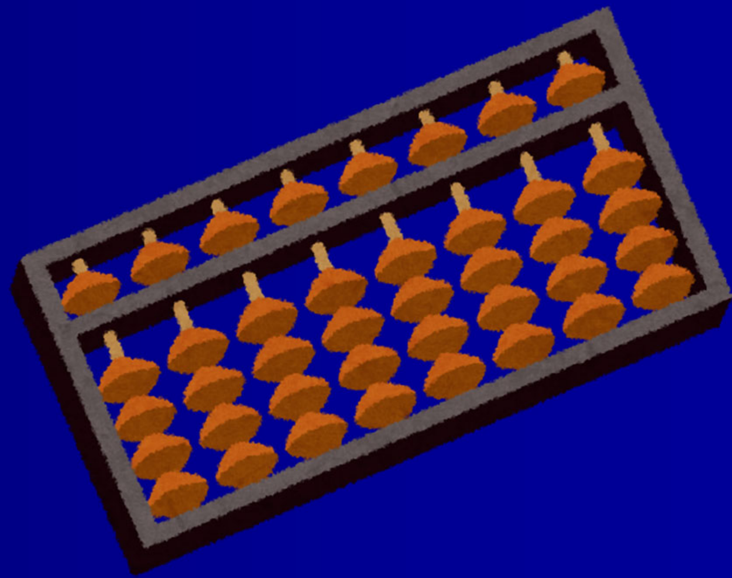
アナログとデジタル



計算尺

「長さ」で数値を表す

アナログ



算盤

「珠が上か下か」で数値を表す

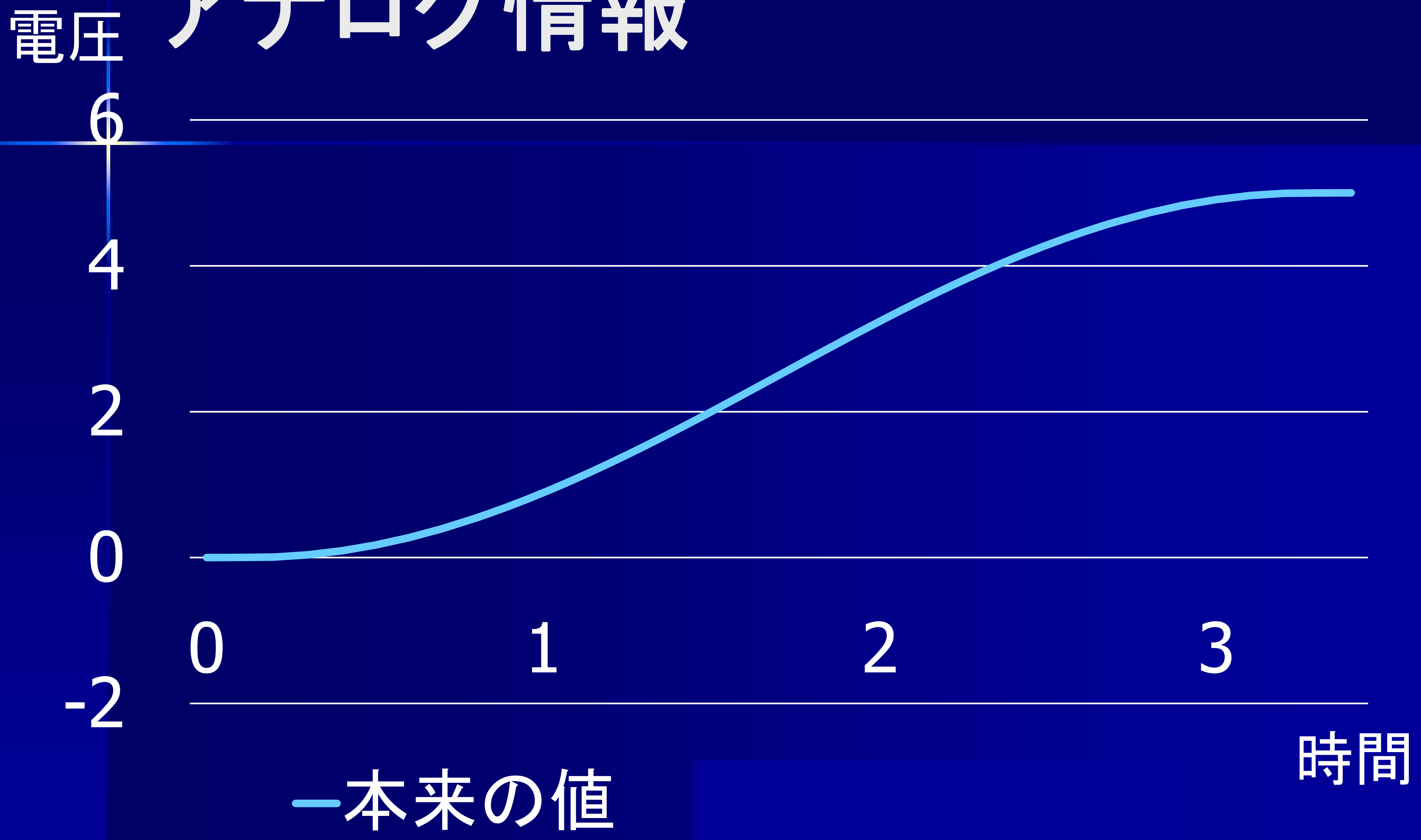
デジタル

アナログ情報とデジタル情報

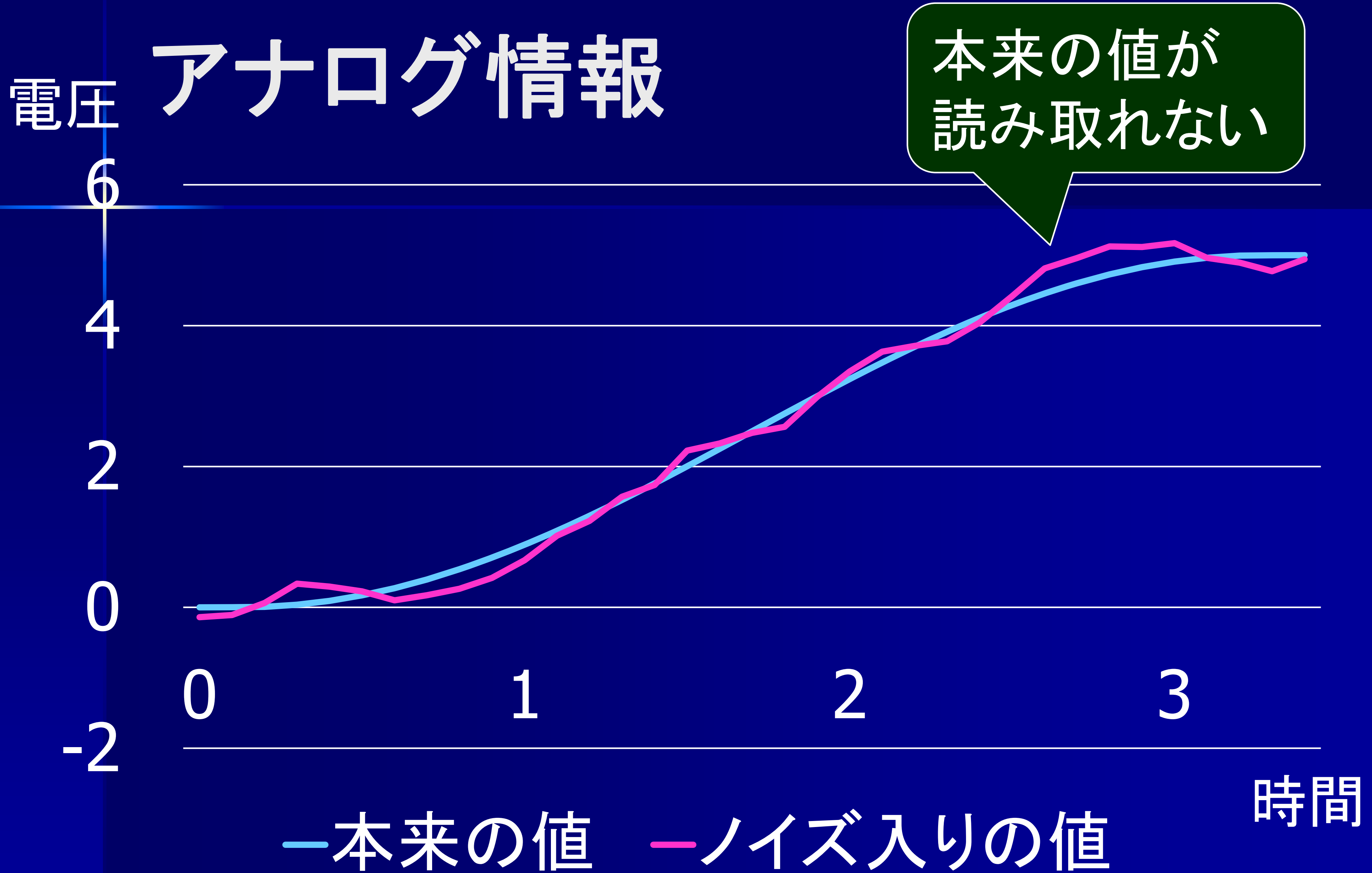
- アナログ情報
  - 連続的な値
  - 0を0V、1000を10Vで表す
  - 234　⇒ 2.34V
- デジタル情報
  - 値は0と1のみ
  - 0を0V、1を5Vで表す
  - 234　⇒ 2進数に直して11101010

    ⇒ 5V, 5V, 5V, 0V, 5V, 0V, 5V, 0V

アナログ情報

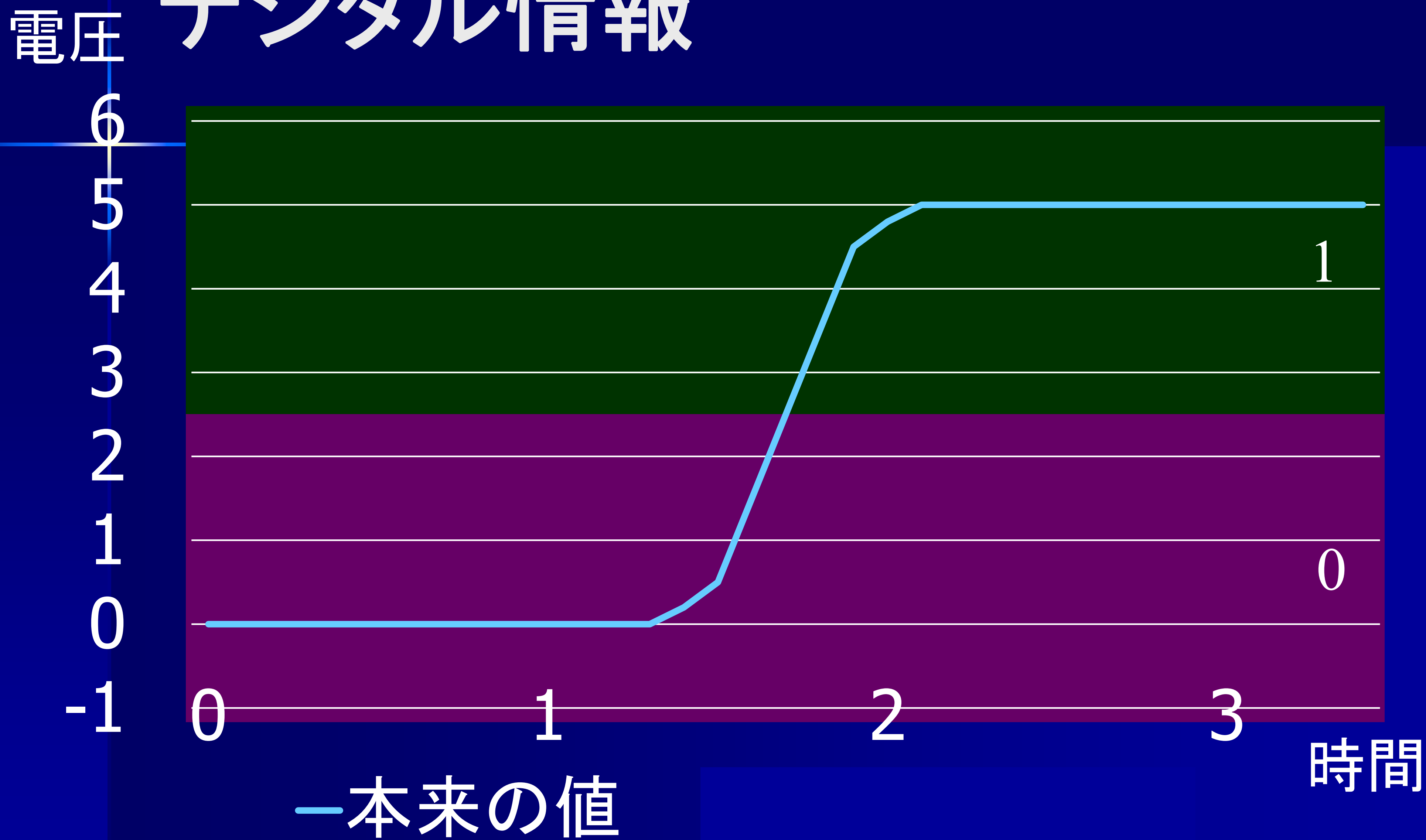


アナログ情報

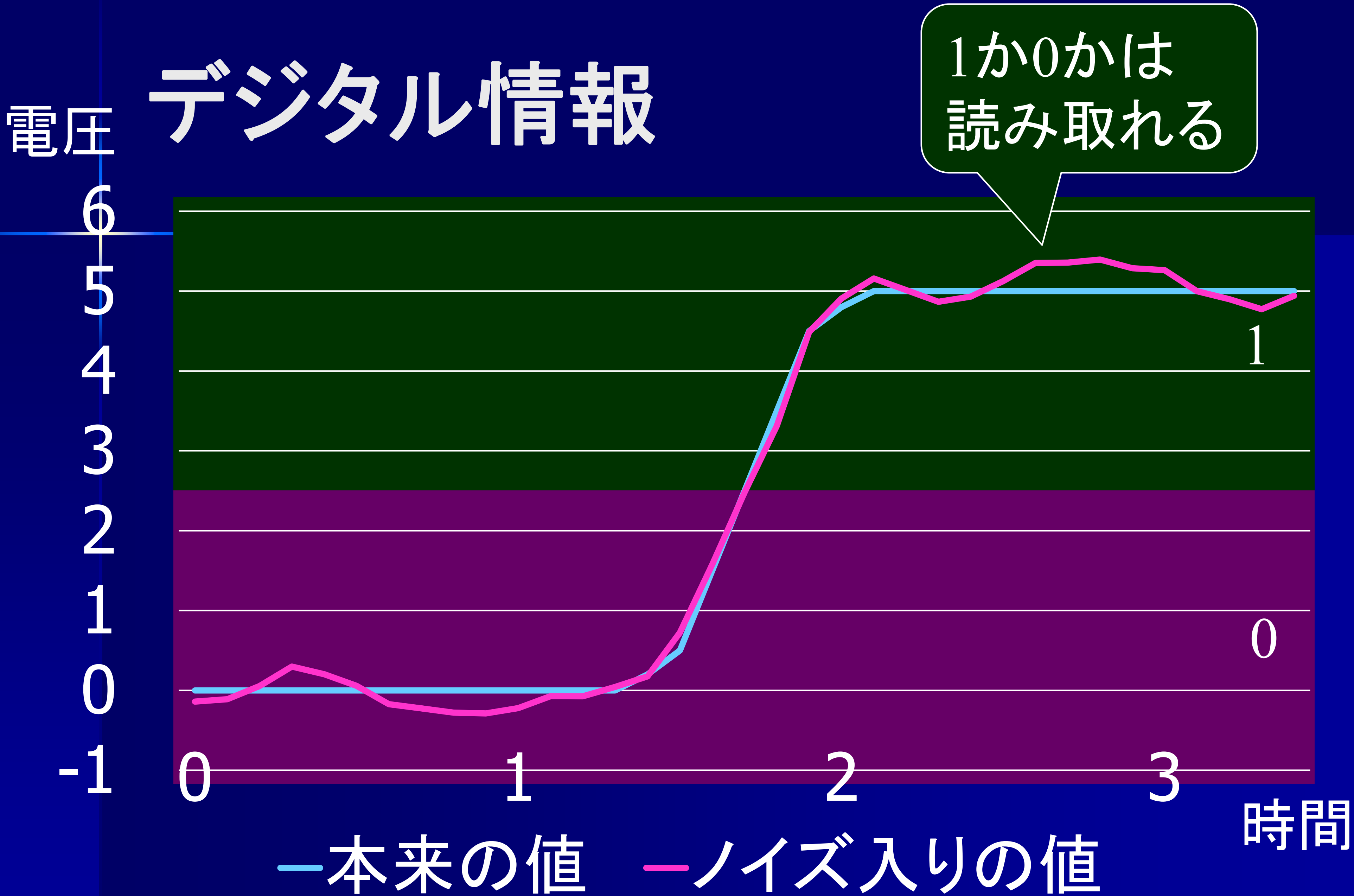


アナログ情報はノイズに弱い

デジタル情報



デジタル情報



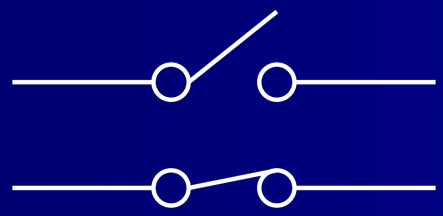
デジタル情報はノイズに強い

計算機 アナログ計算機とデジタル計算機

- アナログ計算機：現在では使われない
  - 数値を電圧・電流等で表現
    - 人間の脳も一種のアナログ計算機
    - 将来はDNA分子計算機で復活するかも？
- デジタル計算機：現行の計算機
  - 数値を 1 (高電位)と 0 (低電位)の2値で表現
    - 将来は量子計算機へ進化？

論理と論理変数

- 論理: 2つの値で表現されるデジタル情報
  - 0 と 1, yes と no, 真と偽
- 論理変数: 0 か1 (のみ)を取る変数
  - スイッチの ON - OFF を表現可能



: 0　電流は流れない

: 1　電流が流れる

論理変数が示す値

- 論理変数: **0** か **1** のみを取る変数
  - 2進値
    - 有限桁の数値を2進数で表したもの
    - 算術演算を適用
  - 論理値
    - 数値ではない (0 = 偽, 1 = 真)
    - 論理演算を適用

論理値

- 公理：論理値
  - 論理変数は 0 か 1 の 2種の値しか取らない

例：X が論理変数
$\Rightarrow\ X = \mathbf{0}$ または $X = \mathbf{1}$

単項演算子NOT

- 定義：否定,NOT
  ～ではない, 非～, 不～ を表す
  - 演算記号 $\overline{}$,$\neg$　$\overline{X}$：X ではない
- 公理：NOT
  - "真"のNOTは"偽", "偽"のNOTは"真"

$$\overline{0} = 1 \qquad \neg 0 = 1$$
$$\overline{1} = 0 \qquad \neg 1 = 0$$

X	$\overline{X}$
0	1
1	0

2項演算子 AND

- 定義：論理積, AND
  ～かつ～ を表す (2項のうち小さい方を取る)
  - 演算記号 ・, ∧, ∩
- 公理：AND
  - 両方とも1のときのみ1

$$0 \cdot 0 = 0 \quad 0 \wedge 0 = 0 \quad 0 \cap 0 = 0$$
$$0 \cdot 1 = 0 \quad 0 \wedge 1 = 0 \quad 0 \cap 1 = 0$$
$$1 \cdot 0 = 0 \quad 1 \wedge 0 = 0 \quad 1 \cap 0 = 0$$
$$1 \cdot 1 = 1 \quad 1 \wedge 1 = 1 \quad 1 \cap 1 = 1$$

$X\ Y$	$X \cdot Y$
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

2項演算子 OR

- 定義：論理和, OR
  ～または～ を表す (2項のうち大きい方を取る)
  - 演算記号 +, ∨, ∪
- 公理：OR
  - 1つでも1のとき1

$$0+0=0 \quad 0 \vee 0=0 \quad 0 \cup 0=0$$
$$0+1=1 \quad 0 \vee 1=1 \quad 0 \cup 1=1$$
$$1+0=1 \quad 1 \vee 0=1 \quad 1 \cup 0=1$$
$$1+1=1 \quad 1 \vee 1=1 \quad 1 \cup 1=1$$

$X\ Y$	$X+Y$
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

1+1=2ではない

論理関係と論理式

A : 近畿大学生である　B : 東大阪市民である

$\overline{A}$: 近畿大学生ではない

$\overline{B}$: 東大阪市民ではない

$A \cdot B$: 近畿大学生であり東大阪市民でもある

$A \cdot \overline{B}$: 近畿大学生であるが東大阪市民ではない

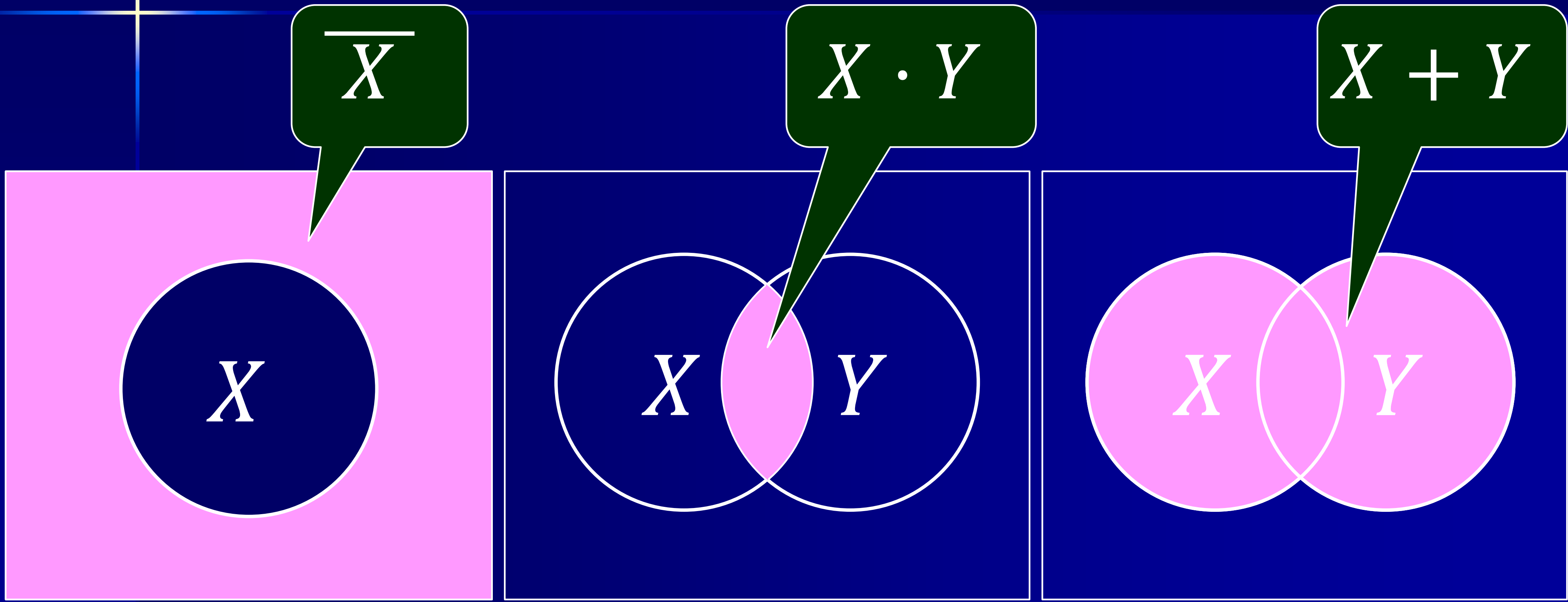
$\overline{A} \cdot B$: 近畿大学生ではないが東大阪市民である

$\overline{A} \cdot \overline{B}$: 近畿大学生でも東大阪市民でもない

$A + B$: 近畿大学生または東大阪市民である

(近畿大学生の東大阪市民を含む)

NOT, AND, OR のベン図



NOT AND OR

論理演算子の優先順位

- 括弧()→否定$\overline{}$→論理積・→論理和＋

例：$\overline{1 \cdot (0 + \overline{0})}$ の演算順は？

1．$\overline{1 \cdot (0 + \overline{0})} = \overline{1 \cdot (0 + 1)}$

2．$\overline{1 \cdot (0 + 1)} = \overline{1 \cdot 1}$

3．$\overline{1 \cdot 1} = \overline{1}$

4．$\overline{1} = 0$

論理関係と論理式

- 論理式: 論理関係を表す式

例題　論理関係「『Aである』かつ『Bでない』の両方が成立するか、『Cでない』または『Dである』のいずれかが成立する」を論理式で表すと？

$$(A \cdot \overline{B}) + (\overline{C} + D)$$
$$= A \cdot \overline{B} + \overline{C} + D$$

論理関数

- $f(X_1, X_2, \ldots, X_n)$
  – 数値関数 $f(x) = 2x^2 + 1$ 等と同じ
  ($ただし$ X も $f(X)$ も 0 か 1 の値しか取らない)

例 : $f(X, Y) = X \cdot Y + \overline{X} \cdot Y + \overline{Y}$

$X = 0,\ Y = 1$ のとき $f(0,1) = 0 \cdot 1 + \overline{0} \cdot 1 + \overline{1}$

$$= 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0$$

$$= 0 + 1 + 0$$

$$= 1$$

真理値表

- 関数値を 0 と 1 の表として表す
  - n 変数ならば組み合わせは2^n通り

例 : $f(X,Y) = \overline{X} \cdot Y + X \cdot \overline{Y}$ の真理値表

$X\ Y$	$f(X, Y)$
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0

真理値表の例題

例題 : $f(X,Y) = X \cdot \overline{Y} + \overline{X} \cdot Y$ を表す
真理値表を示せ

$X\,Y$	$f(X,Y)$
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	0

$$0 \cdot \overline{0} + \overline{0} \cdot 0 = 0 + 0 = 0$$
$$0 \cdot \overline{1} + \overline{0} \cdot 1 = 0 + 1 = 1$$
$$1 \cdot \overline{0} + \overline{1} \cdot 0 = 1 + 0 = 1$$
$$1 \cdot \overline{1} + \overline{1} \cdot 1 = 0 + 0 = 0$$

info.kindai.ac.jp

単位取得には原則として全ての授業に出席する必要があります。やむを得ず欠席する場合はその翌週までに必ず欠席届を出してください。 欠席届無しの欠席が複数回ある場合は履修の意思無しと見做して不受扱いにします。

オンライン授業では、当日 GoogleClassrooom から出席カードが提出がされていれば出席扱いにします。

- 課題について

単位取得には原則

講は認めません。

https://www.info.kindai.ac.jp/LC/

講義資料

- 第1回：論理回路の基本 (4/7) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第2回：論理ゲート (4/14) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第3回：カルノー図 (4/21) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)
- 第4回　Logisim実習(1) (4/28) パワーポイント PDF ノート用PDF (4/1 update)

課題テスト

課題テストは GoogleClassrooom 上で行います。GoogleClassroom で 「論理回路」⇒「授業」⇒その回の「課題」と辿って受講してください。出席を兼ねていますので〆切までに必ずテストを受けてください。また、単位習得には全ての課題テストの受講が必要です。

補足資料

- 代表的な論理関数・論理ゲート一覧
- フリップフロップの特性表

オフィスアワー

基本の論理演算

否定	NOT	$\overline{0}=1$	$\overline{1}=0$		
論理積	AND	$0\cdot 0=0$	$0\cdot 1=0$	$1\cdot 0=0$	$1\cdot 1=1$
論理和	OR	$0+0=0$	$0+1=1$	$1+0=1$	$1+1=1$
否定論理積	NAND	$\overline{0\cdot 0}=1$	$\overline{0\cdot 1}=1$	$\overline{1\cdot 0}=1$	$\overline{1\cdot 1}=0$
否定論理和	NOR	$\overline{0+0}=1$	$\overline{0+1}=0$	$\overline{1+0}=0$	$\overline{1+1}=0$
排他的論理和	EXOR	$0\oplus 0=0$	$0\oplus 1=1$	$1\oplus 0=1$	$1\oplus 1=0$

NOT

X	$\overline{X}$
0	1
1	0

AND

X	Y	$X\cdot Y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR

X	Y	$X+Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NAND

X	Y	$\overline{X\cdot Y}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR

X	Y	$\overline{X+Y}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

EXOR

X	Y	$X\oplus Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$X\oplus Y = \overline{X}\cdot Y + X\cdot\overline{Y}$$

論理演算の公理

有界則	$X\cdot 0=0$	$X+1=1$
同一則	$X\cdot 1=X$	$X+0=X$
べき等則	$X\cdot X=X$	$X+X=X$
相補則	$X\cdot\overline{X}=0$	$X+\overline{X}=1$
二重否定	$\overline{\overline{X}}=X$	
交換則	$X\cdot Y=Y\cdot X$	$X+Y=Y+X$
結合則	$X\cdot(Y\cdot Z)=(X\cdot Y)\cdot Z$	$X+(Y+Z)=(X+Y)+Z$
分配則	$X\cdot(Y+Z)=X\cdot Y+X\cdot Z$	$X+Y\cdot Z=(X+Y)\cdot(X+Z)$
吸収則	$X+X\cdot Y=X$	$X\cdot(X+Y)=X$
ド・モルガン則	$\overline{X\cdot Y}=\overline{X}+\overline{Y}$	$\overline{X+Y}=\overline{X}\cdot\overline{Y}$

有界則

- 定理 : 有界則

  $X \cdot 0 = 0$ (ANDの公理より)

  $X + 1 = 1$ (ORの公理より)　($X \neq 0$でも成立)

X	$X \cdot 0$
0	0
1	0

X	$X+1$
0	1
1	1

有界則の証明

- 定理 : 有界則

  $X \cdot 0 = 0$ (ANDの公理より)

  $X + 1 = 1$ (ORの公理より)

(証明) 論理変数は 0 か 1 の値しか取らない)ので、
X に 0,1を代入すればAND,ORの公理になり、
明らか成立する

注: 上2式は双対(後述)である
従って片方が成立すればもう片方も成立する

同一則

- 定理：同一則

$X \cdot 1 = X$ (ANDの公理より)

$X + 0 = X$ (ORの公理より)

X	$X \cdot 1$
0	0
1	1

X	$X+0$
0	0
1	1

べき等則

- 定理 : べき等則

$X \cdot X = X$ (ANDの公理より) (X^2ではない)

$X + X = X$ (ORの公理より)　(2Xではない)

X	$X \cdot X$
0	0
1	1

X	$X+X$
0	0
1	1

べき等則の証明

- 定理 : べき等則

$X \cdot X = X$ (ANDの公理より)

$X + X = X$ (ORの公理より)

(証明) 二項演算子・は両項の小さい方を取る演算である

X と X の小さい方は X であるので

$X \cdot X = X$ が成り立つ

$X + X = X$ も同様である

べき等則の系

- 系：べき等則

  $X \cdot X \cdot \ldots \cdot X = X$ (べき等則の定理より)

  $X + X + \ldots + X = X$ (べき等則の定理より)

(証明) べき等則を繰り返して用いれば明らか

相補則

- 定理：相補則・補元則

$\overline{X}\cdot X=0$ (ANDの公理より)

$\overline{X}+X=1$ (ORの公理より)

X	$\overline{X}\cdot X$
0	0
1	0

X	$\overline{X}+X$
0	1
1	1

2重否定

- 定理：2重否定 対合則

$$\overline{\overline{X}} = X$$

X	$\overline{\overline{X}}$
0	0
1	1

交換則

- 定理：交換則

  $X \cdot Y = Y \cdot X$ (ANDの公理より)

  $X + Y = Y + X$ (ORの公理より)

$X\ Y$	$X \cdot Y$	$Y \cdot X$
0 0	0	0
0 1	0	0
1 0	0	0
1 1	1	1

$X\ Y$	$X+Y$	$Y+X$
0 0	0	0
0 1	1	1
1 0	1	1
1 1	1	1

交換則(数式との比較)

- 定理：交換則

$X \cdot Y = Y \cdot X$ (ANDの公理より)

$X + Y = Y + X$ (ORの公理より)

✓ 数式だと… (a,b,c :実数 A,B,C:行列)

- $ab \quad = ba$ (成立)
- $a + b = b + a$ (成立)
- $\mathrm{A} \cdot \mathrm{B} \neq \mathrm{B} \cdot \mathrm{A}$ (不成立)
- $\mathrm{A} + \mathrm{B} = \mathrm{B} + \mathrm{A}$ (成立)
- $a - b \neq b - a$ (不成立)

結合則

- 定理 ：結合則

$(X \cdot Y) \cdot Z = X \cdot (Y \cdot Z)$ (ANDの公理より)

$(X+Y)+Z = X+(Y+Z)$ (ORの公理より)

$X\ Y\ Z$	$(X \cdot Y) \cdot Z$	$X \cdot (Y \cdot Z)$	$X\ Y\ Z$	$(X \cdot Y) \cdot Z$	$X \cdot (Y \cdot Z)$
0 0 0	0	0	1 0 0	0	0
0 0 1	0	0	1 0 1	0	0
0 1 0	0	0	1 1 0	0	0
0 1 1	0	0	1 1 1	1	1

結合則(数式との比較)

- 定理 : 結合則

  $(X \cdot Y) \cdot Z = X \cdot (Y \cdot Z)$ (ANDの公理より)

  $(X+Y)+Z = X+(Y+Z)$ (ORの公理より)

- 数式だと… (a,b,c :実数 A,B,C:行列)
  - $(ab)c = a(bc)$ (成立)
  - $(a+b)+c = a+(b+c)$ (成立)
  - $(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$ (成立)
  - $(A+B)+C = A+(B+C)$ (成立)
  - $(a-b)-c \neq a-(b-c)$ (不成立)

分配則

- 定理：分配則

$$X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$$

$$X + (Y \cdot Z) = (X + Y) \cdot (X + Z)$$

$X\ Y\ Z$	$X \cdot (Y+Z)$	$XY+XZ$	$X\ Y\ Z$	$X \cdot (Y+Z)$	$XY+XZ$
0 0 0	0	0	1 0 0	0	0
0 0 1	0	0	1 0 1	1	1
0 1 0	0	0	1 1 0	1	1
0 1 1	0	0	1 1 1	1	1

分配則(数式との比較)

- 定理：分配則

$$X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$$

$$X + (Y \cdot Z) = (X + Y) \cdot (X + Z)$$

✓ 数式だと… (a,b,c :実数 A,B,C:行列)

- $a\,(b+c) = ab + ac$ (成立)
- $a+bc \neq (a+b)(a+c)$ (不成立)
- $\mathrm{A} \cdot (\mathrm{B}+\mathrm{C}) = \mathrm{A} \cdot \mathrm{B} + \mathrm{A} \cdot \mathrm{C}$ (成立)
- $\mathrm{A}+\mathrm{B} \cdot \mathrm{C} \neq (\mathrm{A}+\mathrm{B}) \cdot (\mathrm{A}+\mathrm{C})$ (不成立)

吸收則

- 定理：吸收則

$$X + (X \cdot Y) = X$$

$$X \cdot (X + Y) = X$$

$X\ Y$	$X+(X \cdot Y)$	$X \cdot (X+Y)$
0 0	0	0
0 1	0	0
1 0	1	1
1 1	1	1

その他便利な規則

- その他の系

$$X + (\overline{X} \cdot Y) = X + Y$$

$$X \cdot (\overline{X} + Y) = X \cdot Y$$

$X\ Y$	$X+(\overline{X}\cdot Y)$	$X\cdot(\overline{X}+Y)$
0 0	0	0
0 1	1	0
1 0	1	0
1 1	1	1

その他の系の証明(1)

- その他の系

$$X + \overline{(X \cdot Y)} = X + Y$$

$$X \cdot \overline{(X + Y)} = X \cdot Y$$

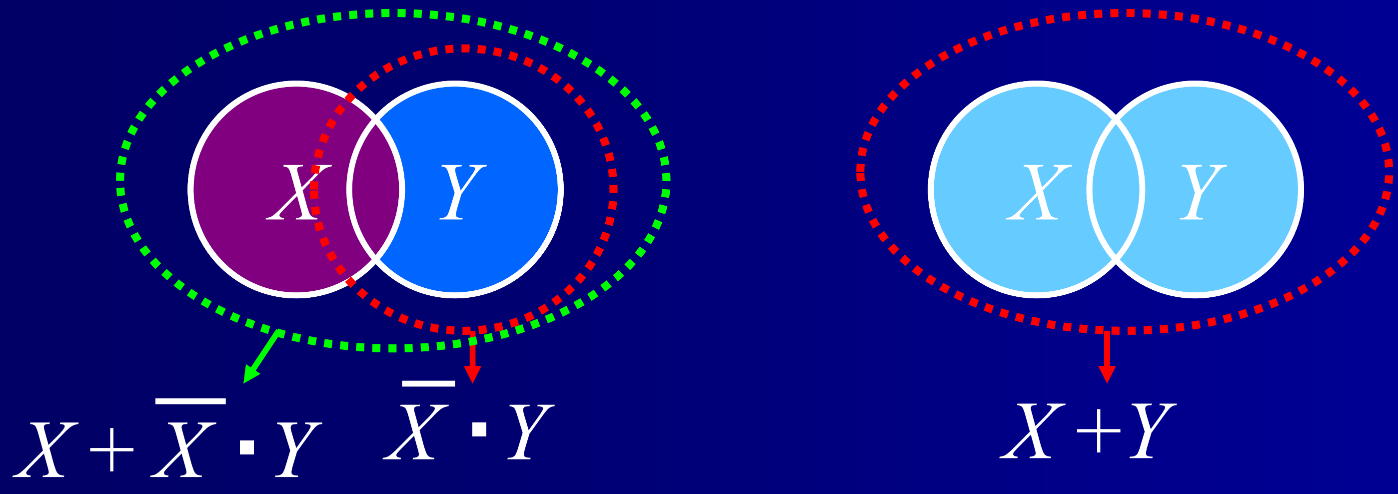
(証明)

$$X + (\overline{X} \cdot Y) = (X + \overline{X}) \cdot (X + Y) \quad \text{(分配則)}$$

$$= 1 \cdot (X + Y) \quad \text{(相補則)}$$

$$= X + Y \quad \text{(同一則)}$$

その他の系の証明(2)



XとYを寄せ集める(右辺: $X+Y$)とき、Xに含まれるY(つまり$X \cdot Y$)は不要なので$\overline{X} \cdot Y$のみを寄せ集めると良い

ド･モルガンの定理

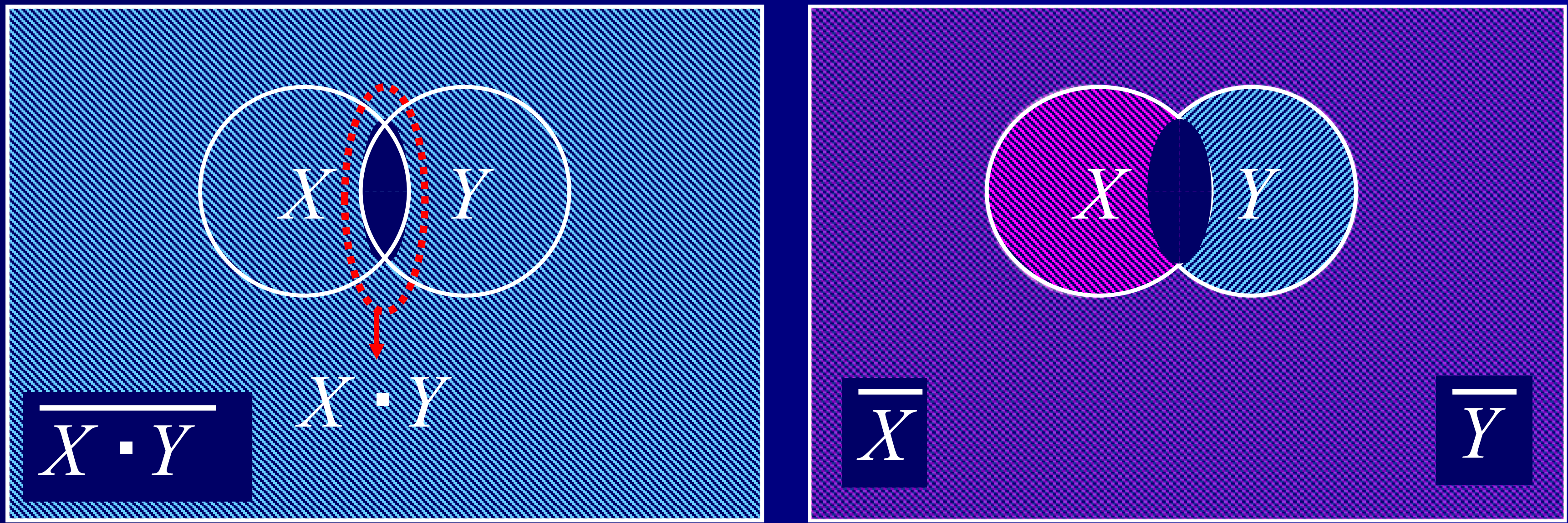
- 定理：ド･モルガンの定理

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$$

$$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$$

$X\ Y$	$\overline{X \cdot Y}$	$\overline{X} + \overline{Y}$	$\overline{X + Y}$	$\overline{X} \cdot \overline{Y}$
0 0	1	1	1	1
0 1	1	1	0	0
1 0	1	1	0	0
1 1	0	0	0	0

ド・モルガンの定理の証明



多変数のド･モルガンの定理

◆ 系：多変数ド･モルガンの定理

$$\overline{X_1 \cdot X_2 \cdot \ldots \cdot X_n} = \overline{X_1} + \overline{X_2} + \ldots + \overline{X_n}$$

$$\overline{X_1 + X_2 + \ldots + X_n} = \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \ldots \cdot \overline{X_n}$$

(式中の X_i と $\overline{X_i}$, ･と＋, **1** と **0** を入れ替え,全体のNOTを取る)

(証明) ド･モルガンの定理を繰り返し用いれば明らか

ド･モルガンの系

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$$

$$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$$

両辺の否定を取って

- 系

$$X \cdot Y = \overline{\overline{X} + \overline{Y}}$$

$$X + Y = \overline{\overline{X} \cdot \overline{Y}}$$

ANDはNOTとORで、ORはNOTとANDで表せる

拡張されたド・モルガンの定理

- 定理：拡張ド・モルガンの定理

$$L = f(X_1, \overline{X_1}, X_2, \overline{X_2}, \ldots, X_m, \overline{X_m}, \cdot, +, 1, 0)$$

$$\Rightarrow \overline{L} = f(\overline{X_1}, X_1, \overline{X_2}, X_2, \ldots, \overline{X_m}, X_m, +, \cdot, 0, 1)$$

(式中の $\mathbf{X_i}$ と $\overline{\mathbf{X_i}}$, ・と **+**, **1** と **0** を入れ替える)

例：$L = X \cdot \overline{Y} + Y \cdot \overline{Z} + 0$

$$\overline{L} = (\overline{X} + Y) \cdot (\overline{Y} + Z) \cdot 1$$

注: 演算子の優先順位に注意すること

有界則	$X \cdot 0 = 0$	$X + 1 = 1$
同一則	$X \cdot 1 = X$	$X + 0 = X$
べき等則	$X \cdot X = X$	$X + X = X$
相補則	$X \cdot \overline{X} = 0$	$X + \overline{X} = 1$
二重否定	$\overline{\overline{X}} = X$	
交換則	$X \cdot Y = Y \cdot X$	$X + Y = Y + X$
結合則	$X \cdot (Y \cdot Z) = (X \cdot Y) \cdot Z$	$X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$
分配則	$X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$	$X + Y \cdot Z = (X + Y) \cdot (X + Z)$
吸収則	$X + X \cdot Y = X$	$X \cdot (X + Y) = X$
ド・モルガン則	$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$	$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$

双対な論理式

- 論理式 L の双対な論理式 L^d

  L の **0** と **1**, ・と + を入れ替えたもの

  例: $L = \overline{(1 \cdot Y)} + (0 + (X \cdot \overline{Z}))$ の L^d は？

  $$L^d = \overline{(0 + Y)} \cdot (1 \cdot (X + \overline{Z}))$$

  注: 演算子の優先順位に注意すること

双対な論理式の例

$$L = \overline{(1 \cdot Y)} + (0 + (X \cdot \overline{Z}))$$
$$L^d = (0 + Y) \cdot (1 \cdot (X + Z))$$

XYZ	L	L^d
0 0 0	1	1
0 0 1	1	1
0 1 0	0	0
0 1 1	1	0

XYZ	L	L^d
1 0 0	1	0
1 0 1	1	1
1 1 0	0	0
1 1 1	0	0

$L = L^d$ では無いことに注意

双対な論理式の関係

$$L = \overline{(1 \cdot Y)} + (0 + (X \cdot \overline{Z}))$$

$$L^d = (0 + Y) \cdot (1 \cdot (X + Z))$$

XYZ	L
0 0 0	1
0 0 1	1
0 1 0	0
0 1 1	0
1 0 0	1
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	0

XYZ	L^d
1 1 1	0
1 1 0	0
1 0 1	1
1 0 0	1
0 1 1	0
0 1 0	0
0 0 1	0
0 0 0	1

入力の0と1を
入れ替えたときに
出力の0と1が
入れ替わる

双対性

- 定理：双対性 $P = Q$ ならば $P^d = Q^d$

例: $P = X + \overline{Y},\qquad Q = \overline{\overline{X} \cdot Y}$

$P^d = X \cdot \overline{Y},\qquad Q^d = \overline{\overline{X} + Y}$

$X\ Y$	P	Q	P^d	Q^d
0 0	1	1	0	0
0 1	0	0	0	0
1 0	1	1	1	1
1 1	1	1	0	0

双対性の証明

- 定理 : 双対性 $P = Q$ ならば $P^d = Q^d$

  (証明) ある論理式L が公理に含まれるとき、
  その双対な論理式L^d も公理に含まれる

  (0+1 = 1 (ORの公理) の双対は

  1･0 = 0 (ANDの公理))

  従って P に対して P^d が一意に決まる

  よって $P = Q$ ならば $P^d = Q^d$ となる

注: 双対性とは、$P^d = P$ ではない

双対性の利点

- ある論理式 L を定義すれば、それと双対な論理式 L^d が存在する
  - 論理代数の定理のほとんどは対になる
  - 定理の証明は片方に対してのみ行えばよい

相対な式

$$\begin{cases} X \cdot 0 = 0 \\ X + 1 = 1 \end{cases}$$ (有界則)

$$\begin{cases} \overline{X} \cdot X = 0 \\ \overline{X} + X = 1 \end{cases}$$ (相補則)

$$\begin{cases} X \cdot 1 = X \\ X + 0 = X \end{cases}$$ (同一則)

$$\begin{cases} X \cdot Y = Y \cdot X \\ X + Y = Y + X \end{cases}$$ (交換則)

$$\begin{cases} X \cdot X = X \\ X + X = X \end{cases}$$ (べき等則)

$$\begin{cases} X + (X \cdot Y) = X \\ X \cdot (X + Y) = X \end{cases}$$ (吸収則)

多くの公式が相対な式の組

双対関数

- 定義：双対関数

$$f(X_1, \overline{X_1}, X_2, \overline{X_2}, \ldots, X_m, \overline{X_m}, \cdot, +, 1, 0)$$ の双対関数

$$f^d = f(X_1, X_1, X_2, X_2, \ldots, X_m, X_m, +, \cdot, 0, 1)$$

(式中の・と**+**, **1**と**0**を入れ替える)

例題：$f(X, Y, Z) = X \cdot \overline{Y} + Y \cdot \overline{Z} + 0$ の双対関数

$$f^d(X, Y, Z) = (X + \overline{Y}) \cdot (Y + \overline{Z}) \cdot 1$$

ド・モルガンの定理と双対関数

$$L = f(X_1, \overline{X_1}, X_2, \overline{X_2}, \ldots, X_m, \overline{X_m}, \cdot, +, 1, 0)$$

- ド・モルガンの定理

$$\overline{L} = f(\overline{X_1}, X_1, \overline{X_2}, X_2, \ldots, \overline{X_m}, X_m, \mathbf{+}, \cdot, \mathbf{0}, \mathbf{1})$$

(式中の$\mathbf{X_i}$と$\overline{\mathbf{X_i}}$, ・と +, **1** と **0** を入れ替える)

- 双対関数

$$L^d = f(\overline{X_1}, X_1, \overline{X_2}, X_2, \ldots, \overline{X_m}, X_m, \mathbf{+}, \cdot, \mathbf{0}, \mathbf{1})$$

(式中の・と +, **1** と **0** を入れ替る)

ド・モルガンの定理と双対関数

$$f(X,Y,Z)=(X\cdot\overline{Z})+(Y\cdot\overline{Z}\cdot 1)$$

- ド・モルガンの定理

$$\overline{f(X,Y,Z)}=(\overline{X}+Z)\cdot(\overline{Y}+Z+0)$$

(式中の X_i と $\overline{X_i}$, ・と +, 1 と 0 を入れ替える)

- 双対関数

$$f^d(X,Y,Z)=(X+\overline{Z})\cdot(Y+\overline{Z}+0)$$

(式中の ・ と + , 1 と 0 を入れ替える)

自己双対関数

- 定義：自己双対関数
  - $f=f^d$ のとき f を自己双対関数と言う

例：$f(X, Y, Z) = X \cdot Y + Y \cdot Z + Z \cdot X$

$$
\begin{aligned}
f^d(X, Y, Z) &= (X + Y) \cdot (Y + Z) \cdot (Z + X) \\
&= (Z \cdot X + Y) \cdot (Z + X) \\
&= X \cdot Y + Y \cdot Z + Z \cdot X \\
&= f(X, Y, Z)
\end{aligned}
$$

論理式の標準形

- 論理関数は論理式で表される
  - 論理関数の解析
  - 論理回路の設計
  - 2つの論理関数間の等価性の判定

⇒論理式の標準形があれば便利

論理積項･論理和項

- 論理積項 : ANDとNOTのみの式

  例: $X \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$
- 論理和項 : ORとNOTのみの式

  例: $X + Y + \overline{Z}$

積和形・和積系

- 積和形(AND-OR形)
  - 論理積項の和で表される式

    例: $X \cdot \overline{Y} + Y \cdot \overline{Z}$
- 和積形(OR-AND形)
  - 論理和項の積で表される式

    例: $(X + \overline{Y}) \cdot (Y + \overline{Z})$

最小項

- 定義：最小項

  最小項(あるいは極小項)

  全ての変数の積 $\tilde{X}_1 \cdot \tilde{X}_2 \cdot \ldots \cdot \tilde{X}_n$

  ($\tilde{X}_i$ は X_i または $\overline{X_i}$ を表す)

- n 変数の式の場合、最小項は2^n 個

最小項

- 例題$f(X,Y,Z)$の最小項を全て書け
  - 3変数なので最小項は$2^3 = 8$通り

$$\overline{X}\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} \quad \overline{X}\cdot\overline{Y}\cdot Z \quad \overline{X}\cdot Y\cdot\overline{Z} \quad \overline{X}\cdot Y\cdot Z$$

$$X\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z} \quad X\cdot\overline{Y}\cdot Z \quad X\cdot Y\cdot\overline{Z} \quad X\cdot Y\cdot Z$$

最小項と真理値表/カルノー図

- 最小項は真理値表のある1マスに相当

$X\ Y\ Z$	$f(X, Y, Z)$
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	0
0 1 1	0
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	0
1 1 1	0

最小項 $X \cdot \overline{Y} \cdot Z$

Z \ $X\ Y$	0 0	0 1	1 1	1 0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1

標準積和形

- 定義：標準積和形, 主加法標準系, 最小項表現
  - n 変数論理関数の標準積和形

    $f(l_1, l_2, \ldots, l_n) = 1$ となる最小項の和

標準積和形の例

$$f(X,Y,Z) = \boxed{\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot Z} + \boxed{\overline{X} \cdot Y \cdot \overline{Z}} + \boxed{\overline{X} \cdot Y \cdot Z} + \boxed{X \cdot \overline{Y} \cdot Z}$$

全て最小項

標準積和形の例

例題 $f(X,Y,Z) = X \cdot \overline{Y} + Y \cdot \overline{Z}$ の標準積和形

XYZ	最小項	$f(X,Y,Z)$
0 0 0	$\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$	
0 0 1	$\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot Z$	
0 1 0	$\overline{X} \cdot Y \cdot \overline{Z}$	
0 1 1	$\overline{X} \cdot Y \cdot Z$	
1 0 0	$X \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$	
1 0 1	$X \cdot \overline{Y} \cdot Z$	
1 1 0	$X \cdot Y \cdot \overline{Z}$	
1 1 1	$X \cdot Y \cdot Z$	

標準積和形の例

例題 $f(X,Y,Z) = X \cdot \overline{Y} + Y \cdot \overline{Z}$ の標準積和形

XYZ	最小項	$f(X,Y,Z)$
0 0 0	$\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$	0
0 0 1	$\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot Z$	0
0 1 0	$\overline{X} \cdot Y \cdot \overline{Z}$	1
0 1 1	$\overline{X} \cdot Y \cdot Z$	0
1 0 0	$X \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}$	1
1 0 1	$X \cdot \overline{Y} \cdot Z$	1
1 1 0	$X \cdot Y \cdot \overline{Z}$	1
1 1 1	$X \cdot Y \cdot Z$	0

$$
\begin{aligned}
f(X,Y,Z) \\
&= \overline{X} \cdot Y \cdot \overline{Z} \\
&+ X \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z} \\
&+ X \cdot \overline{Y} \cdot Z \\
&+ X \cdot Y \cdot \overline{Z}
\end{aligned}
$$

標準積和形の利用

- どんな論理式も
  - 唯一の標準積和形を持つ
  - 標準積和形に変換(展開)できる
- 形が異なる2つの論理式の異同を調べたい

  ⇒両者を標準積和形に変形すれば良い

標準積和形の例題

例題：$f(X,Y) = X + Y$ を標準積和形にせよ

XY	最小項	$f(X,Y)$
0 0	$\overline{X} \cdot \overline{Y}$	0
0 1	$\overline{X} \cdot Y$	1
1 0	$X \cdot \overline{Y}$	1
1 1	$X \cdot Y$	1

$f(0,1) = f(1,0) = f(1,1) = 1$ より

$$f(X,Y) = \overline{X} \cdot Y + X \cdot \overline{Y} + X \cdot Y$$

標準積和形の例題

例題：$f(X,Y) = X + \overline{X} \cdot Y$ と
$g(X,Y) = X + Y$ が
同値であることを示せ

$X\ Y$	$f(X,Y)$	$g(X,Y)$
0 0	0	0
0 1	1	1
1 0	1	1
1 1	1	1

$$f(X,Y) = \overline{X} \cdot Y + X \cdot \overline{Y} + X \cdot Y$$

$$g(X,Y) = \overline{X} \cdot Y + X \cdot \overline{Y} + X \cdot Y$$

よって $f(X,Y) = g(X,Y)$

課題テスト

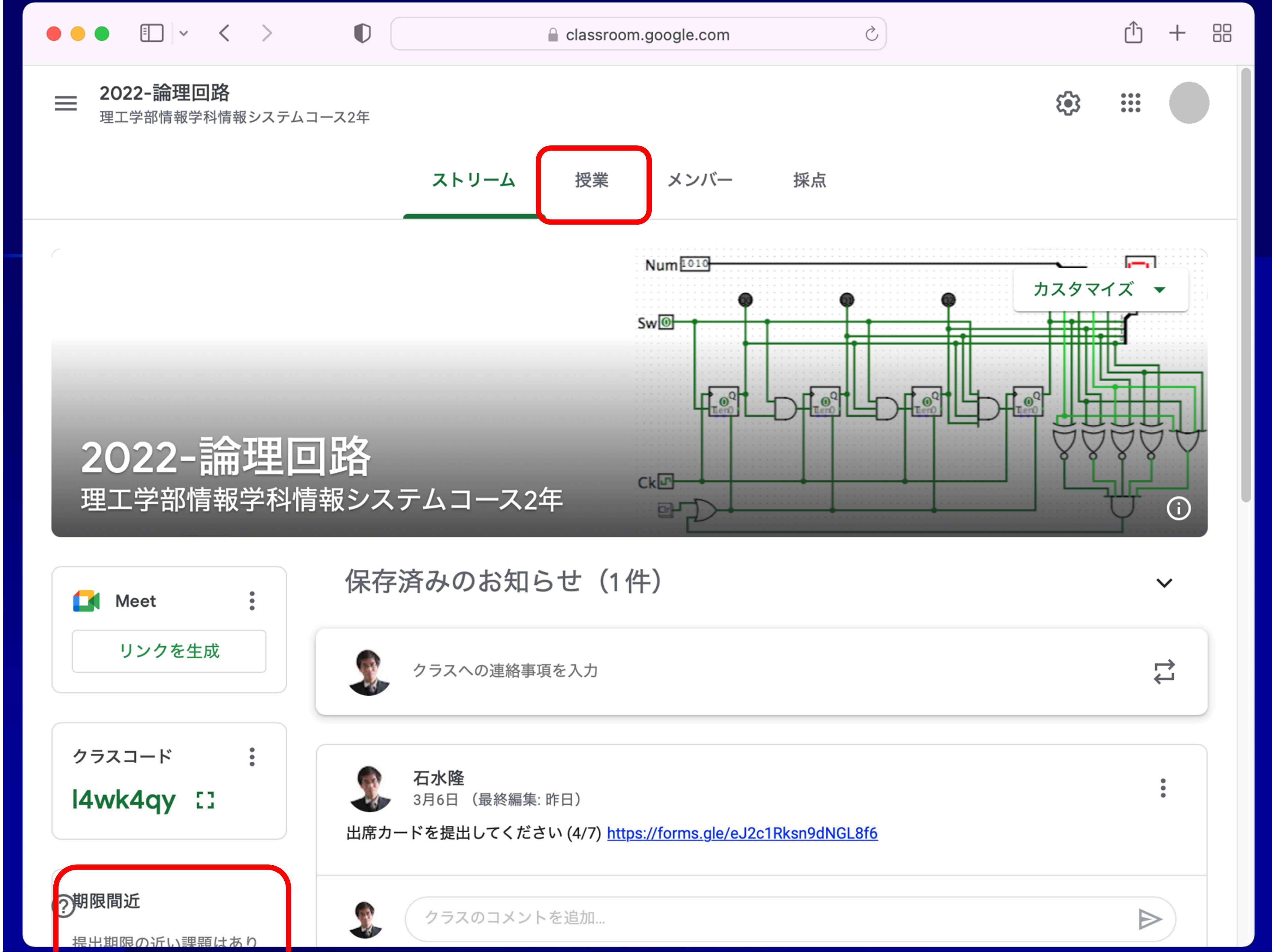
- 毎週 GoogleClassroom上で課題テストを行う
  - 授業後～翌週の授業開始まで
- GoogleClassroomで

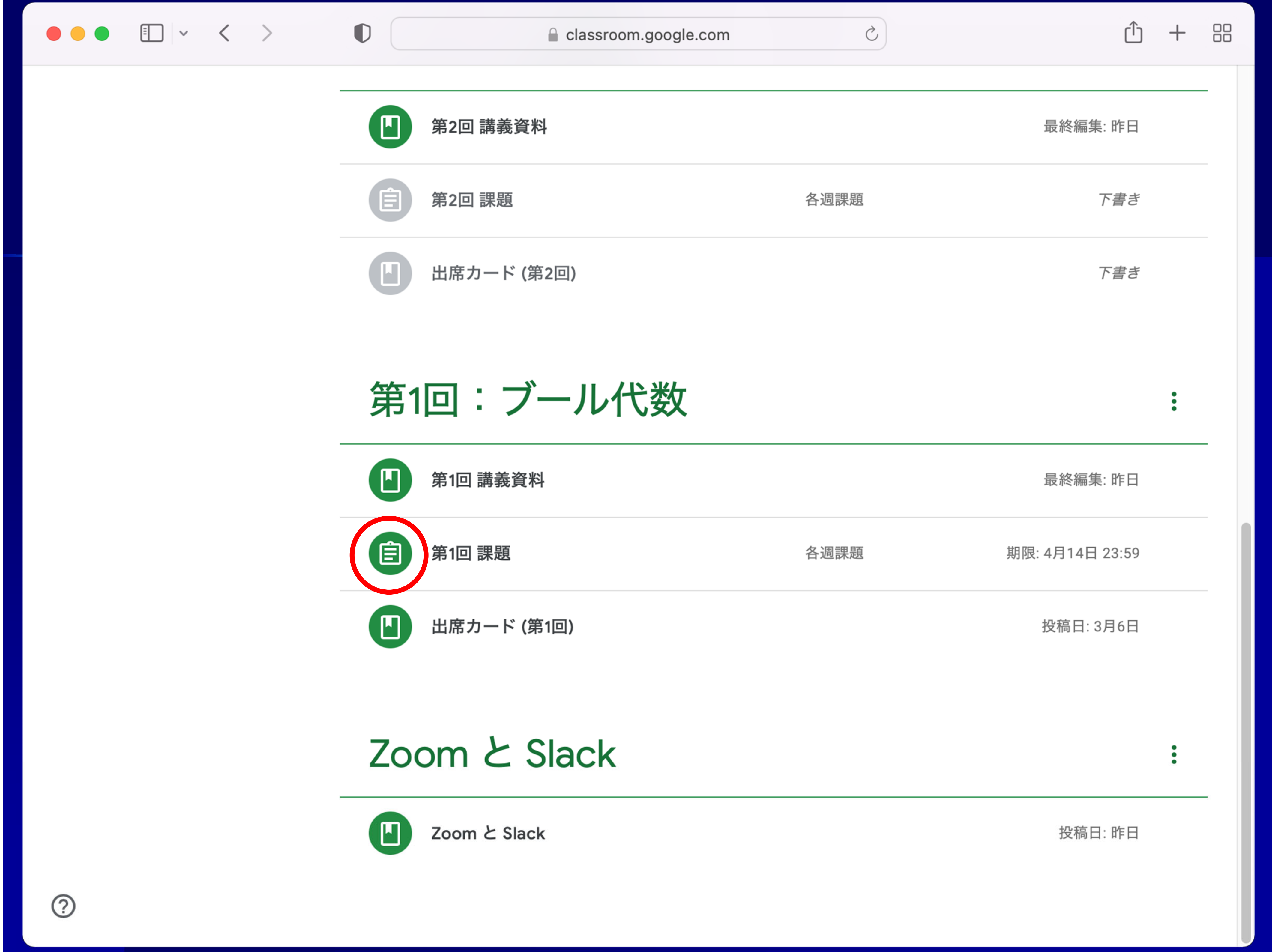
  論理回路

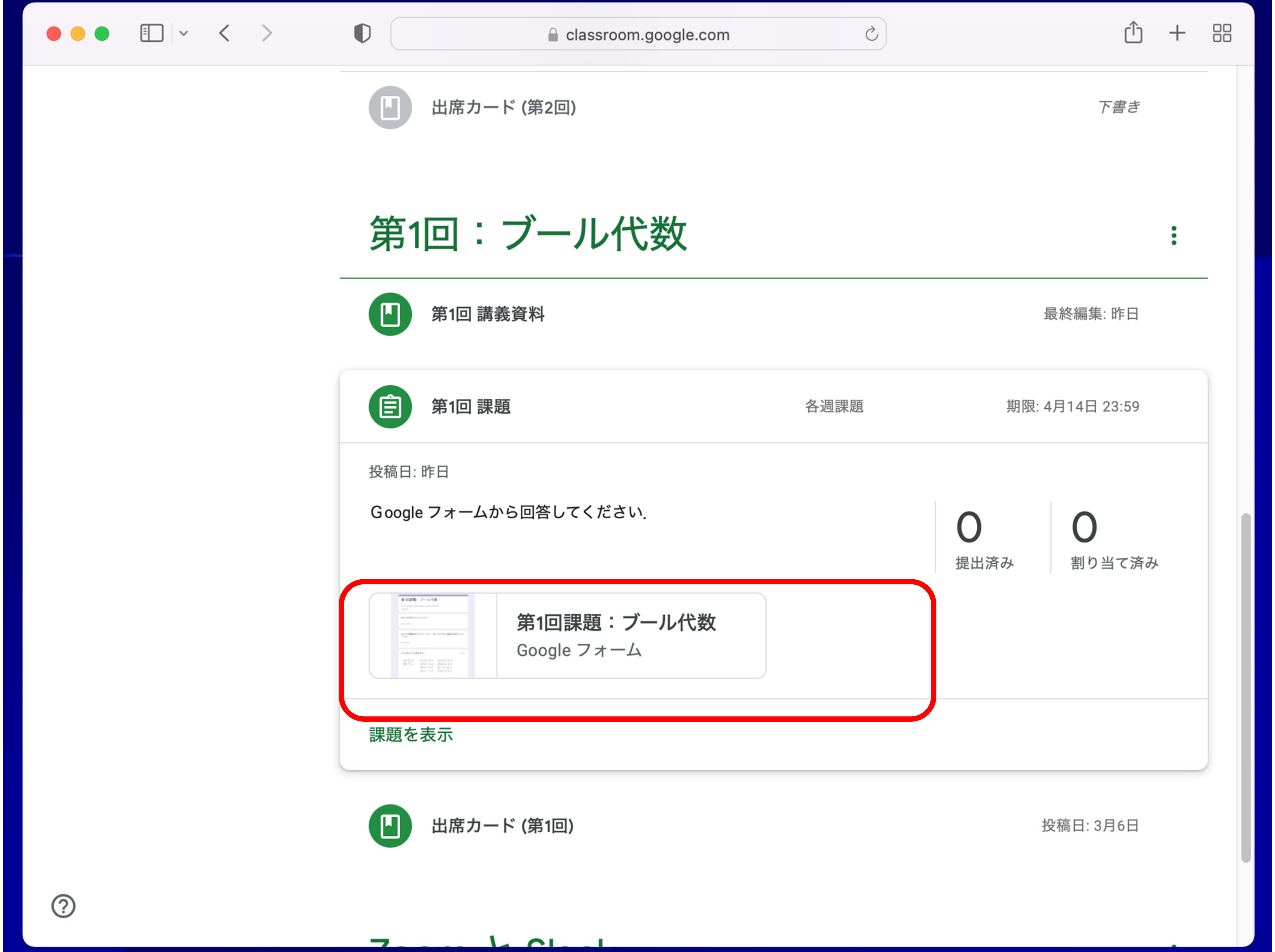
  ⇒授業

  ⇒その回の課題

  と辿る


classroom.google.com
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース2年
ストリーム
授業
メンバー
採点
Num 1010
Sw
Ck
Clr
カスタマイズ
2022-論理回路
理工学部情報学科情報システムコース2年
Meet
リンクを生成
クラスコード
l4wk4qy
期限間近
提出期限の近い課題はあり
保存済みのお知らせ（1件）
クラスへの連絡事項を入力
石水隆
3月6日 （最終編集: 昨日）
出席カードを提出してください (4/7) https://forms.gle/eJ2c1Rksn9dNGL8f6
クラスのコメントを追加...


classroom.google.com
第2回 講義資料
最終編集: 昨日
第2回 課題
各週課題
下書き
出席カード (第2回)
下書き
第1回：ブール代数
第1回 講義資料
最終編集: 昨日
第1回 課題
各週課題
期限: 4月14日 23:59
出席カード (第1回)
投稿日: 3月6日
Zoom と Slack
Zoom と Slack
投稿日: 昨日


classroom.google.com
出席カード (第2回)
下書き
第1回：ブール代数
第1回 講義資料
最終編集: 昨日
第1回 課題
各週課題
期限: 4月14日 23:59
投稿日: 昨日
Google フォームから回答してください.
0
提出済み
0
割り当て済み
第1回課題：ブール代数
Google フォーム
課題を表示
出席カード (第1回)
投稿日: 3月6日

第1回課題：ブール代数

[redacted]kindai.ac.jp アカウントを切り替える

このフォームを送信すると、メールアドレスが記録されます

*必須

あなたの氏名を入力してください. *

回答を入力

あなたの学籍番号を入力してください. (例 : 2110370999) 省略形は使用しないでください. *

回答を入力

以下の式(A)〜(J)の値を求めよ

30 ポイント

$$\text{(A) } \overline{0} = \qquad \text{(C) } 0 \cdot 0 = \qquad \text{(G) } 0 + 0 =$$

$$\text{(B) } \overline{1} = \qquad \text{(D) } 0 \cdot 1 = \qquad \text{(H) } 0 + 1 =$$

問題：NOT, AND, OR演算

NOT, AND, OR演算をせよ

NOT	AND	OR
$\overline{0} =$	$0 \cdot 0 =$	$0 + 0 =$
$\overline{1} =$	$0 \cdot 1 =$	$0 + 1 =$
	$1 \cdot 0 =$	$1 + 0 =$
	$1 \cdot 1 =$	$1 + 1 =$

問題：ド・モルガンの定理

以下の式を積和形にせよ

$$\overline{X \cdot Y \cdot Z} =$$

$$\overline{\overline{X} + \overline{Y} + \overline{Z}} =$$

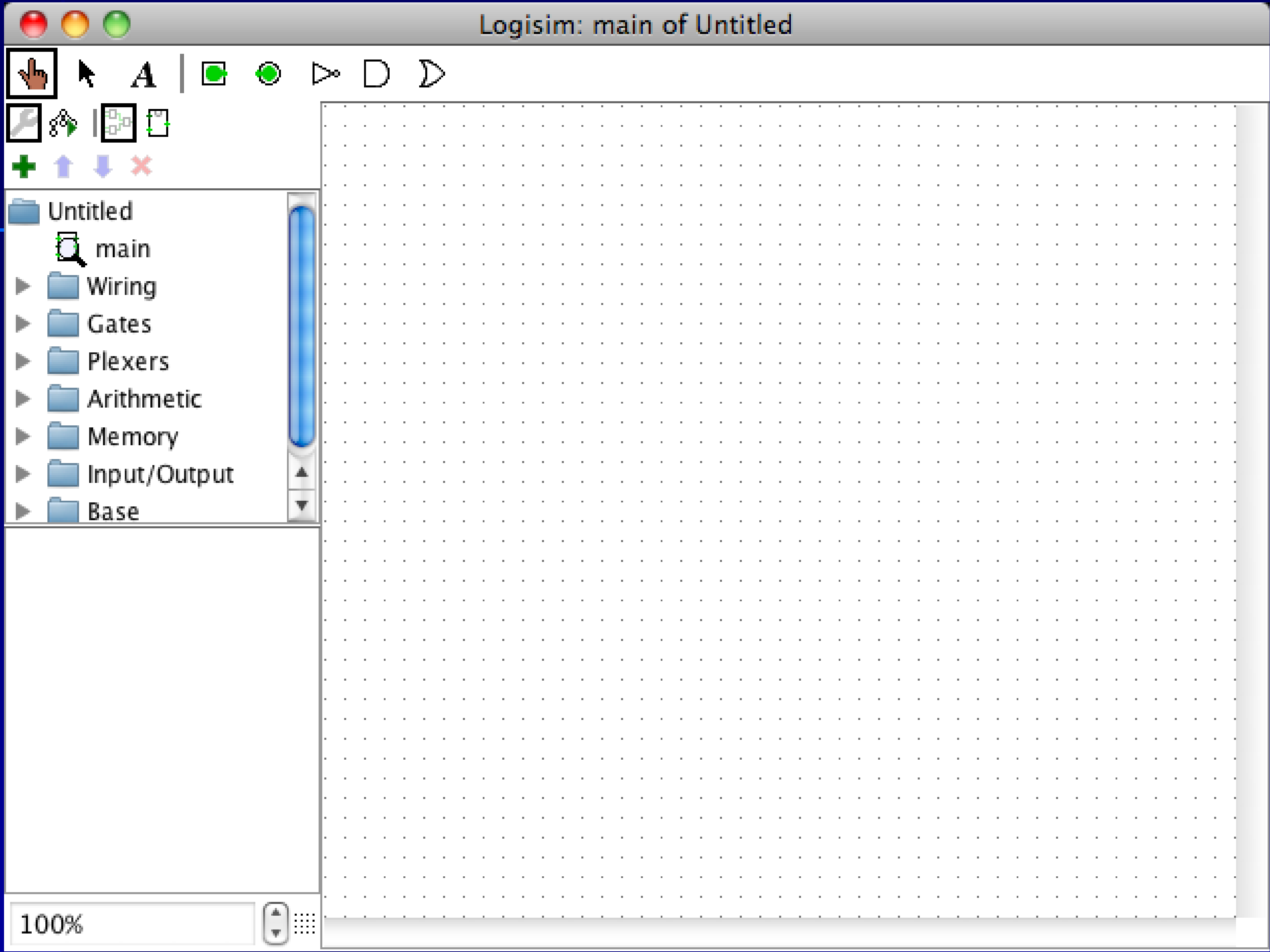
問題：最小項

$f(X,Y) = \overline{X} + Y$ に対して，
$f(X, Y) = 1$となる最小項を全て挙げよ

$X\ Y$	$f(X, Y)$
0 0	
0 1	
1 0	
1 1	

Logisim

- Logisim
  - 論理回路のシミュレータ
    - 論理素子やモジュールを使用可能
    - フリーソフト
  - Logisimのホームページ
    - http://www.cburch.com/logisim/
  - 第4回(4/28)にLogisimを用いた実習を行う予定


Logisim: main of Untitled
Untitled
main
Wiring
Gates
Plexers
Arithmetic
Memory
Input/Output
Base
100%

http://www.cburch.com/logisim/index.html

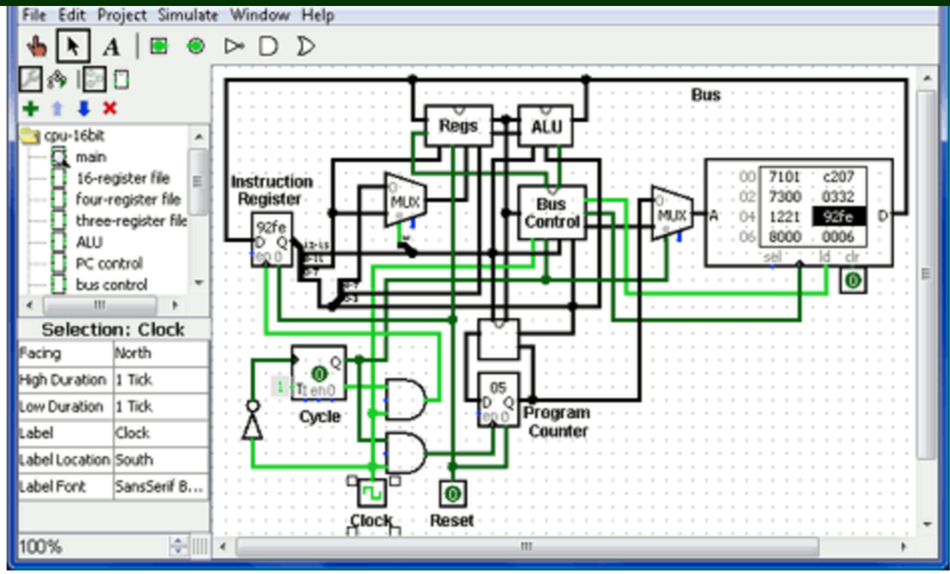
Logisim

a graphical tool for designing and simulating logic circuits

Download
Documentation
Release History
Q & A
Comments
Links

[de] Deutsch
[el] Ελληνικά
[en] English
[es] español
[pt] Português
[ru] Русский

SOURCEFORGE



Screen shot of Logisim 2.7.0

Note: Further Logisim development is suspended indefinitely. [More information] (11 Oct 2014)

Logisim is an educational tool for designing and simulating digital logic circuits. With its simple toolbar interface and simulation of circuits as you build them, it is simple enough to facilitate learning the most basic concepts related to logic circuits. With the capacity to build larger circuits from smaller subcircuits, and to draw bundles of wires with a single mouse drag, Logisim can be used (and is used) to design and simulate entire CPUs for educational purposes.

Logisim is used by students at colleges and universities around the world in many types of classes, ranging from a brief unit on logic in general-education computer science surveys, to computer organization courses, to full-semester courses on computer architecture.

Download Logisim!

Features

- It is free! (Logisim is open-source (GPL).)
- It runs on *any* machine supporting Java 5 or later; special versions are released for MacOS X and Windows. The cross-platform nature is important for students who have a variety of home/dorm computer systems.
- The drawing interface is based on an intuitive toolbar. Color-coded wires aid in simulating and debugging a

Logisimのインストール

- ノートPCに Logisim をインストール
  - 論理回路のページにインストール方法を記載

http://www.info.kindai.ac.jp/LC/Logisim

info.kindai.ac.jp

◆論理回路◆

このページは2022年度の「論理回路」の公式ホームページです。ここに講義録、課題、レポートの提出方法他の情報を掲載します。

https://www.info.kindai.ac.jp/LC/

連絡

- Logisim実習について

　第4回(4/28)は Logisim を 用いたシミュレーション実習を行います。 こちらのページを見て 各自ノートPCに Losigim をインストールしておいてください。 また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(4/1)

  - Logisim ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用)：gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用)：FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

　(注意)OS のバージョンが 11.2.3 Big Sur 以降では Logisim を使えません。その場合は、こちらのページを見てLogisim の代わりに Logisim-evolution をインストールしてください。また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(上記のLogisim 用のファイルとは異なりますので注意してください) (4/1)

  - Logisim-evolution ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用)：gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用)：FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

- 出席について

　単位取得には原則として全ての授業に出席する必要があります。 やむを得ず欠席する場合はその翌週までに必ず欠席届を出してください。 欠席届無しの欠席が複数回ある場合は履修の意思無しと見做して不受扱いにします。

　オンライン授業では、当日 GoogleClassrooom から出席カードが提出がされていれば出席扱いにします。

- 課題について

http://www.info.kindai.ac.jp/LC/Logisim/install.html

論理回路

1. logisim-macosx-2.7.1.tar.gz を /Users/info/Downloads にダウンロード

Mac への Logisim のは以下の手順で行います。

(注意)OS のバージョンが 11.2.3 Big Sur 以降では Logisim を使えません。その場合は、こちらのページを見てLogisim の代わりに Logisim-evolution をインストールしてください。

1. logisim-macosx-2.7.1.tar.gz をダウンロードする。 (最新版は https://ja.osdn.net/projects/sfnet_circuit/ にあります)

ja.osdn.net

ダウンロード

https://ja.osdn.net/projects/sfnet_circuit/

OSDN > ソフトウェアを探す > 外部サイト > SourceForge.net > Logisim > 概要

日本語の翻訳状況 translated 100%

カテゴリ: ソフトウェア

検索

Logisim

最終更新: 2013-04-29 18:59

概要 ダウンロード

プロジェクトの説明

レビューする RSS

Logisimは、デジタル論理回路の設計とシミュレーションのための教育用ツールであり、インターフェース、階層回路、ワイヤバンドル、大規模なコンポーネントライブラリを簡単に学ぶことができます。Javaアプリケーションとして、多くのプラットフォーム上で実行することができます。

使い方を書く

OFIについて

原文を表示する

インストール

Hello, My name is Zhavat, Installation of Logisim is straight forward by just double clicking on it! Have a nice work!

インストール方法を見る

ダウンロード

最新ダウンロードファイル

- logisim-fragile-2.7.2.255.jar (日付: 2011-05-20, サイズ: 6.63 MB)
- logisim-fragile-2.7.2.251.jar (日付: 2011-04-07, サイズ: 6.62 MB)
- logisim-fragile-2.7.2.249.jar (日付: 2011-04-01, サイズ: 6.62 MB)
- logisim-generic-2.7.1.jar (日付: 2011-03-22, サイズ: 6.31 MB)
- logisim-macosx-2.7.1.tar.gz (日付: 2011-03-22, サイズ: 6.10 MB)

最新版はここ

プロジェクト情報

このページで紹介され、またダウンロードサービスも提供しているオープンソースプロジェクトは、他のオープンソース開発サイトで開発が進められているプロジェクトです。OFIと呼ばれる機能で連動しており、OSDNのサイト上では開発されていません。

SourceForge.netのページへ

最終更新

2013-04-29 18:59

登録日

2005-07-07

ソフトウェアマップ

開発状況

5 - プロダクション/安定

対象ユーザ

教育

ライセンス

GNU General Public License v2 (GPLv2)

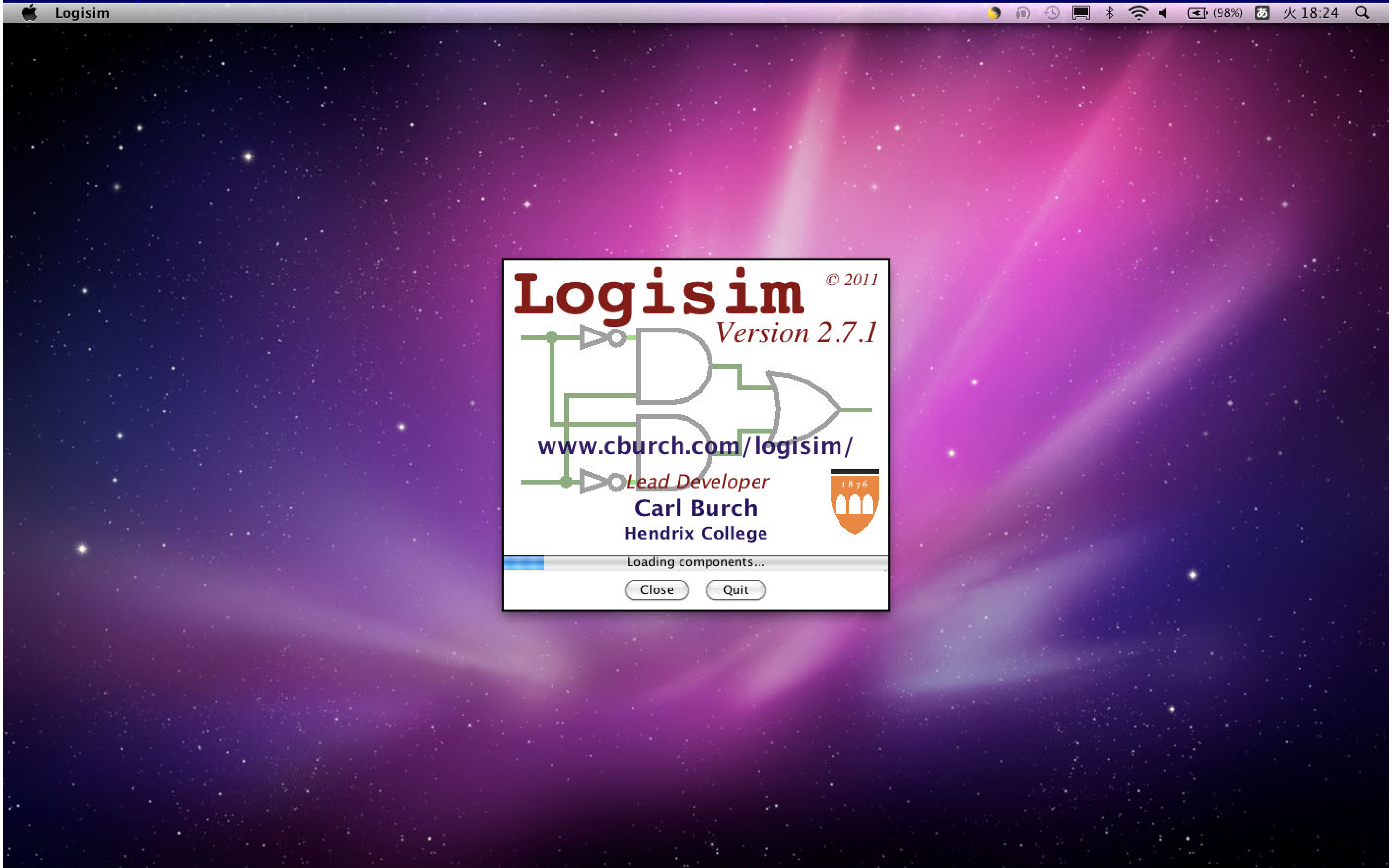
主要対話語

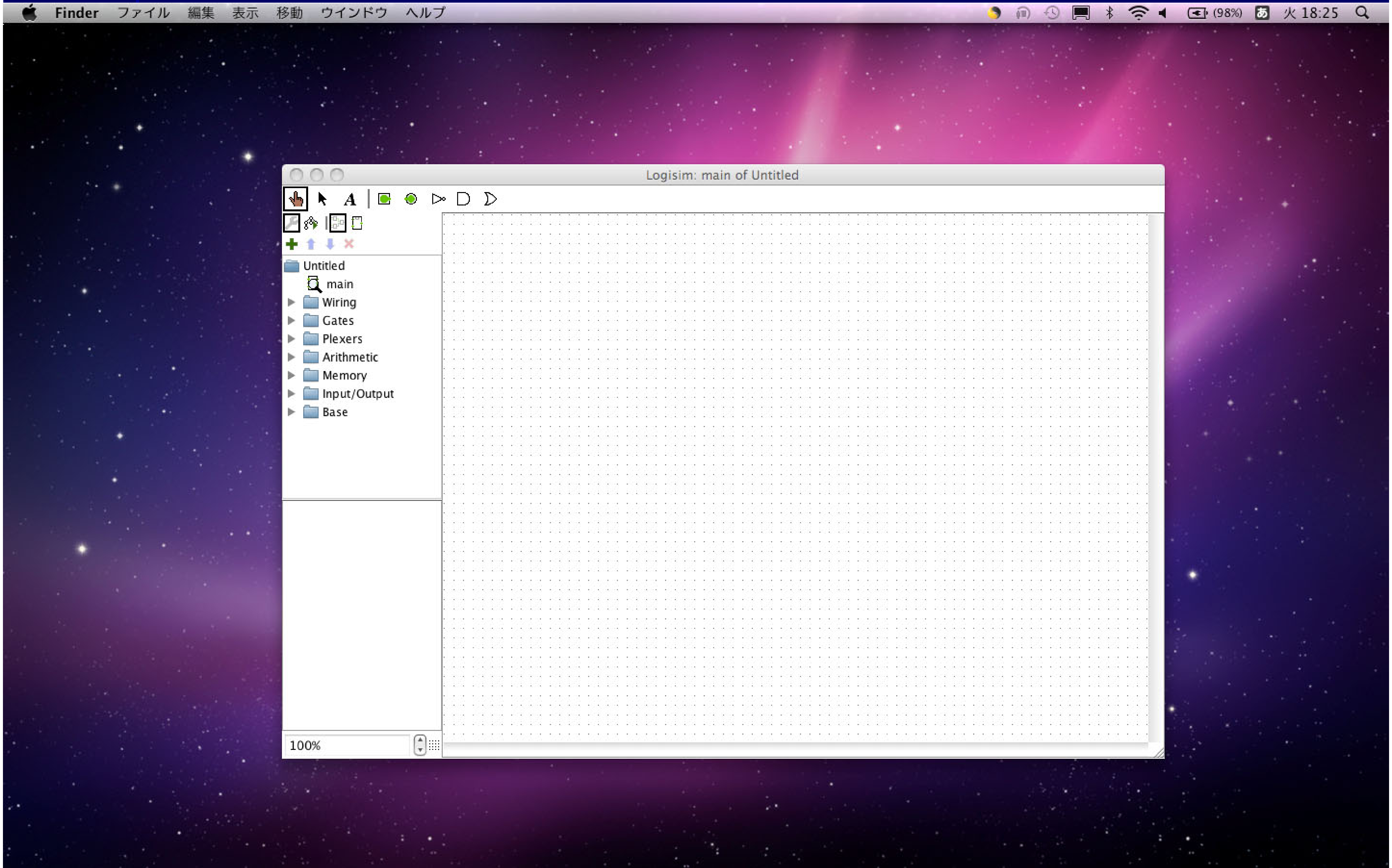
英語, ドイツ語, ギリシア語, ポルトガル語, ロシア語, スペイン語

オペレーティングシステム

2. logisim-macosx-2.7.1.tar をクリック

3. Logisim.app をクリック


Logisim
火 18:24
(98%)
Logisim
© 2011
Version 2.7.1
www.cburch.com/logisim/
Lead Developer
Carl Burch
Hendrix College
1876
Loading components...
Close
Quit



Finder ファイル 編集 表示 移動 ウインドウ ヘルプ
(98%) 火 18:25
Logisim: main of Untitled
Untitled
main
Wiring
Gates
Plexers
Arithmetic
Memory
Input/Output
Base
100%

エラーが出る場合


Finder ファイル 編集 表示 移動 ウインドウ ヘルプ
(98%) 火 18:23
"Logisim"を開くには、以前のJava SE 6ランタイムをインストールする必要があります。
以前のJava SE 6のダウンロードWebサイトにアクセスするには、"詳しい情報..."をクリックしてください。
詳しい情報...
OK
Finder で開く
logisim-macosx-2.7.1.tar
TAR
Logisim.app

http://www.info.kindai.ac.jp/LC/Logisim/install.html

OS のバージョンによっては、Logisim.app をクリックすると 「“Logisim.app”を開くには、以前の Java SE 6 ランタイムをインストールする必要があります。」 というメッセージが出る場合があります。その場合は、こちら から Java for OS X 2017-001 をダウンロードしてインストールしてください。

OS のバージョンが 10.15.4 Catalina 以降では上記の Java for OS X 2017-001 は下図のエラーが出てインストールできないようです。10.15.4 Catalina 以降を使っている人は、こちらをダウンロードし、Control キーを押しながら「開く」でインストールしてください。

ダウンロード後
control キーを押しながら
「開く」でインストール

エラーが出る場合

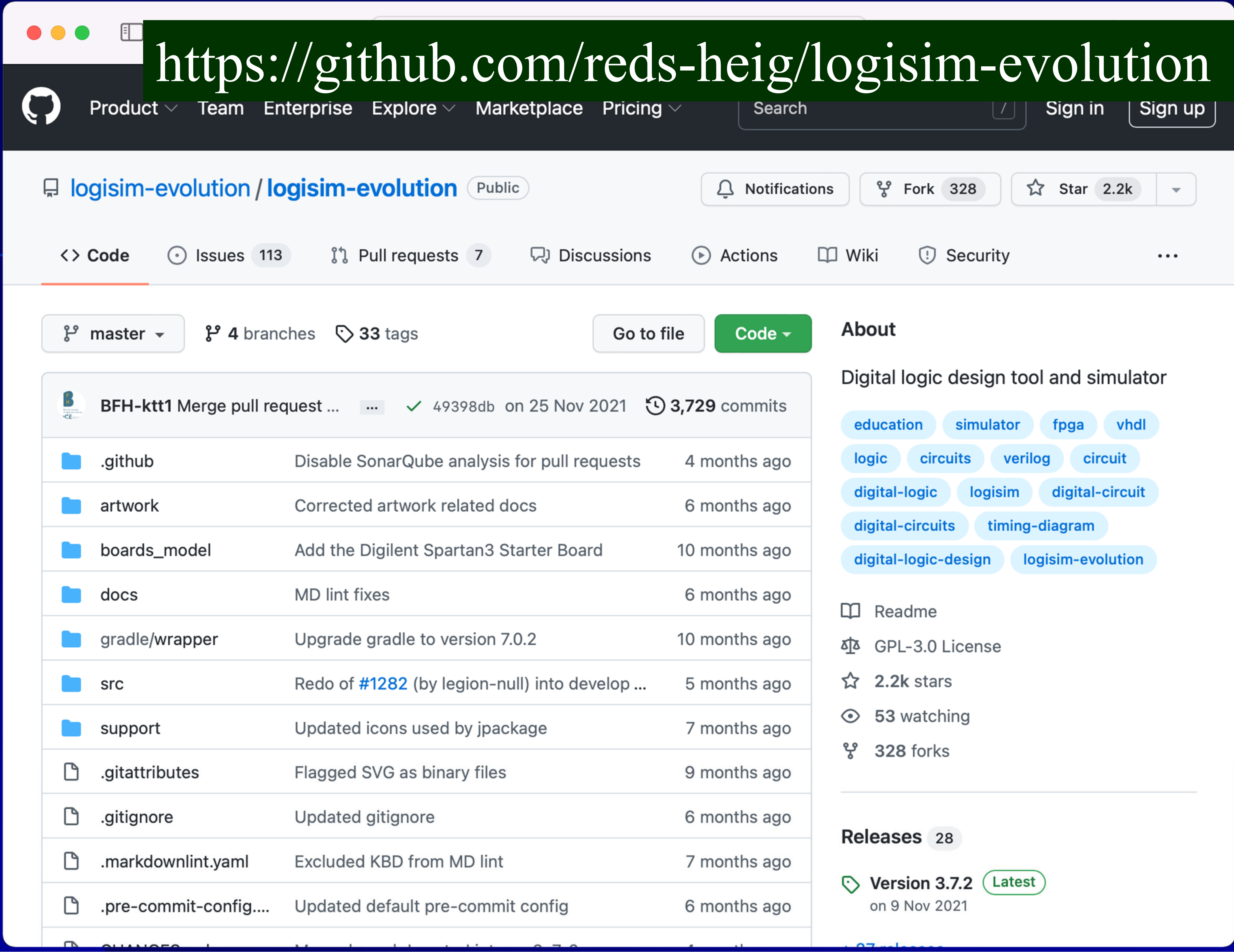
control キーを押しながら
「開く」で起動 (初回のみ)

OS が 11.2.3 以降の場合

Logisim-evolution

- Logisim-evolution
  – Logisim のフォーク版
  (Logisim をベースに開発されたソフトウェア)

https://github.com/reds-heig/logisim-evolution



https://www.info.kindai.ac.jp/LC/

このページは2022年度の「論理回路」の公式ホームページです. ここに講義録, 課題, レポートの提出方法他の情報を掲載します.

連絡

- Logisim実習について

  第4回(4/28)は Logisim を 用いたシミュレーション実習を行います。 こちらのページを見て 各自ノートPCに Losigim をインストールしておいてください。 また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(4/1)

  - Logisim ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用) : gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用) : FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

  (注意)OS のバージョンが 11.2.3 Big Sur 以降では Logisim を使えません。その場合は、こちらのページを見て Logisim の代わりに Logisim-evolution をインストールしてください。また、以下のファイルをダウンロードしておいてください。(上記のLogisim 用のファイルとは異なりますので注意してください) (4/1)

  - Logisim-evolution ファイル一式 (下記の *.circ ファイルをまとめたものです)
  - (第4回講義用) : gate1.circ, gate2.circ, gate3.circ, gate4.circ, gate5.circ, gate6.circ, MP2.circ, FA.circ, FA4.circ, FAS4.circ
  - (第11回講義用) : FF.circ, BR.circ, Sft.circ, Reg.circ, SftReg.circ, Ctr16.circ, Ctr10.circ, CtrX.circ

- 出席について

  単位取得には原則として全ての授業に出席する必要があります。 やむを得ず欠席する場合はその翌週までに必ず欠席届を出してください。 欠席届無しの欠席が複数回ある場合は履修の意思無しと見做して不受扱いにします。

  オンライン授業では、当日 GoogleClassrooom から出席カードが提出がされていれば出席扱いにします。

- 課題について

http://www.info.kindai.ac.jp/LC/LogisimEv/install

◆論理回路◆

- Mac への Logisim-evolution 3.4.1 のインストール

Mac への Logisim-evolution 3.4.1 のインストール

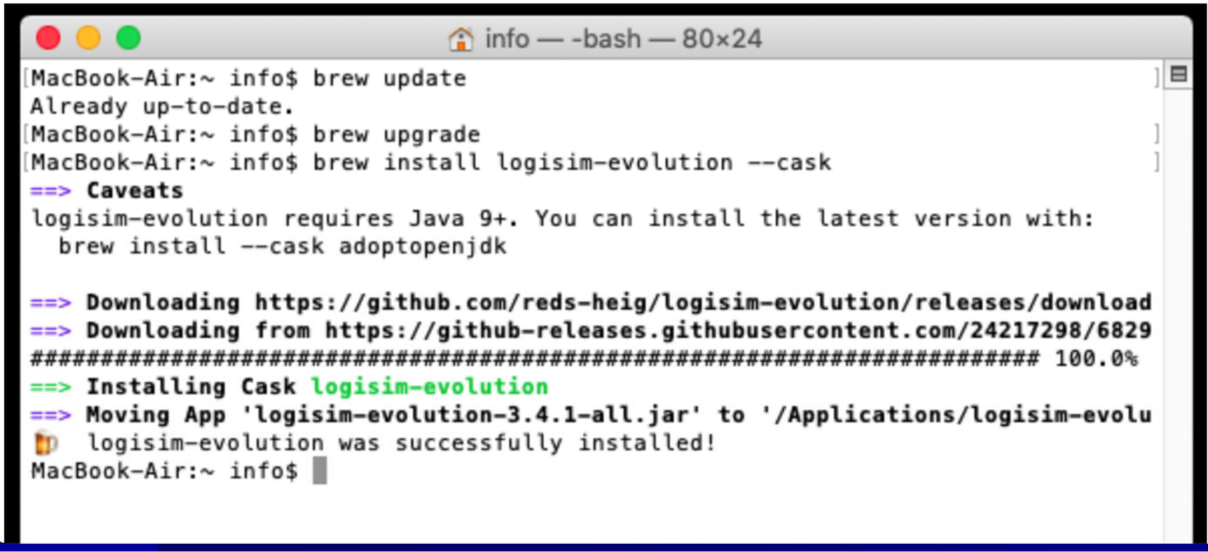
OS のバージョンが 11.2.3 Big Sur 以降では Logisim を使えません。その場合は、Logisim の代わりに Logisim-evolution をインストールしてください。

Logisim-evoluton は Homebrew を使ってインストールできます。 Homebrew は基礎ゼミ1でインストールしているはずですが、 Mac を買い替える等して Homebrew がインストールされていない場合は、 以下のコマンドで Homebrew をインストールしてください。

```
$ /bin/bash -c "$(curl -fsSL https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/master/install.sh)"
```

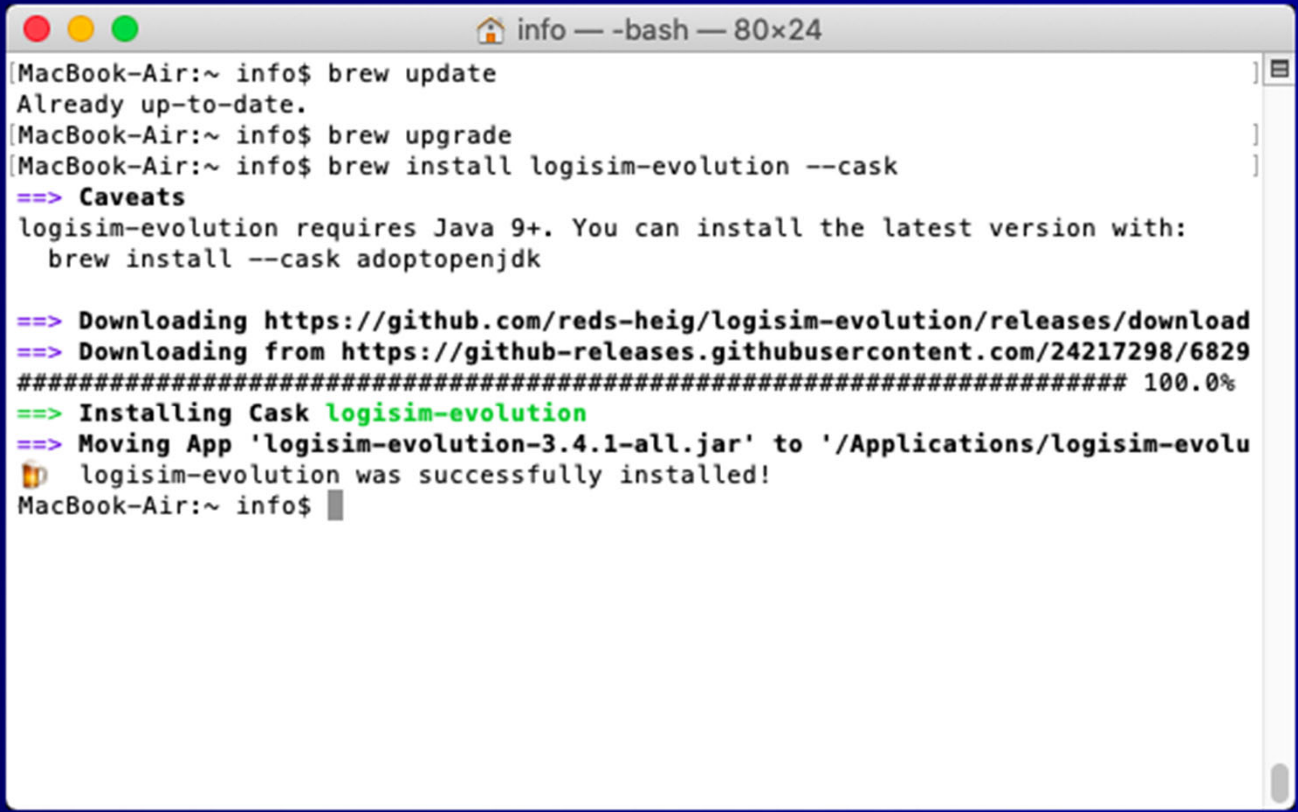
Homebrew がインストールされていれば、以下のコマンドで Logisim-evolution をインストールできます。

```
$ brew update
$ brew upgrade
$ brew install logisim-evolution --cask
```

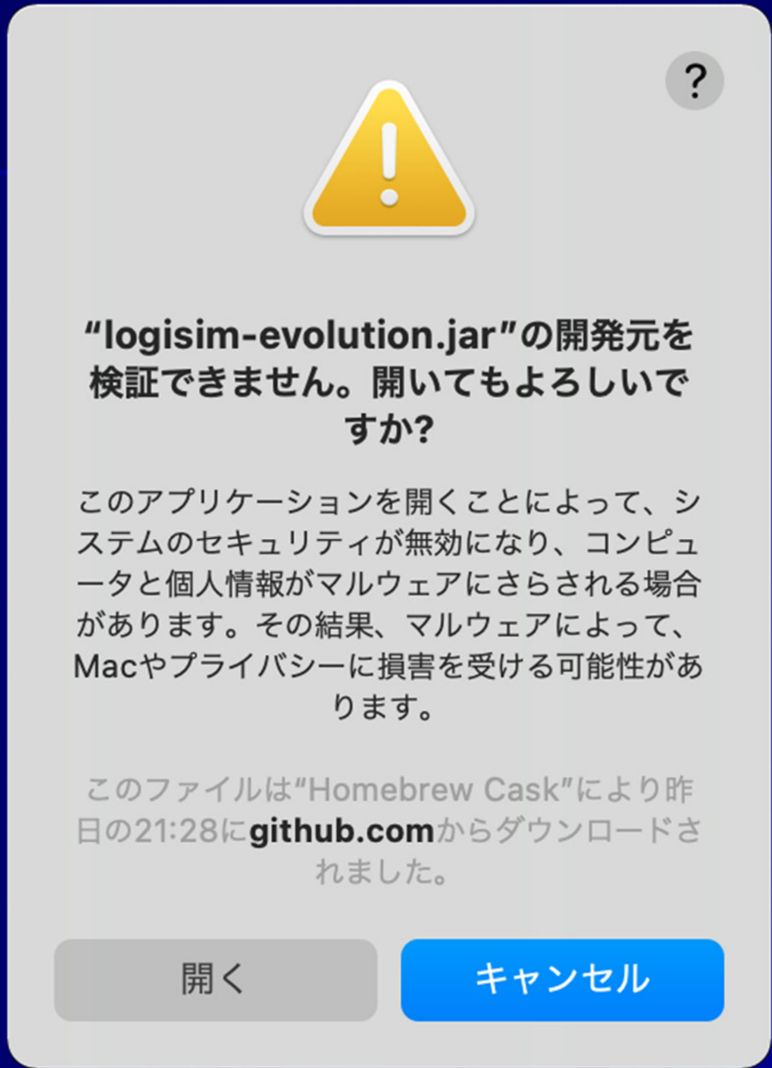


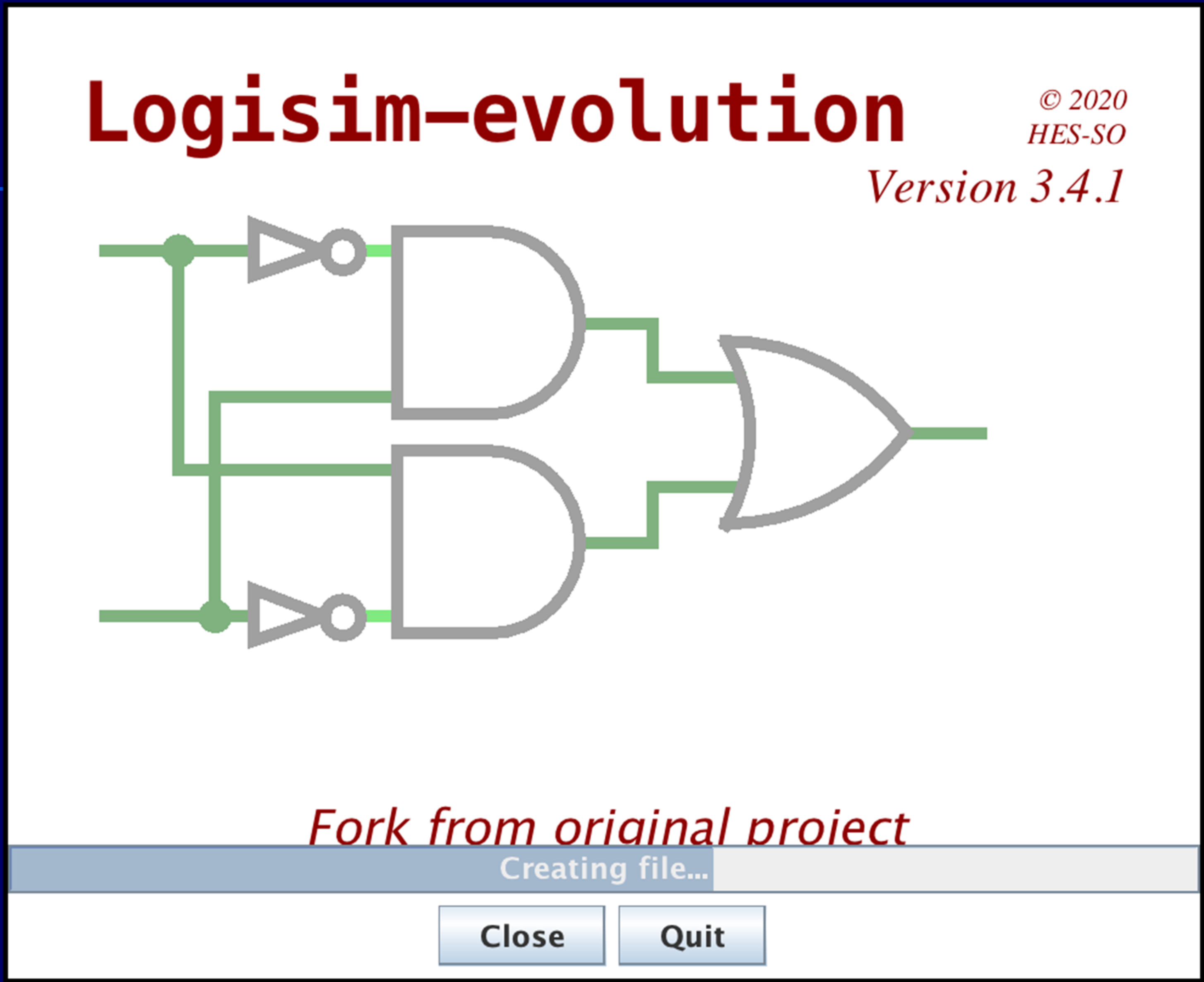
ターミナル上で

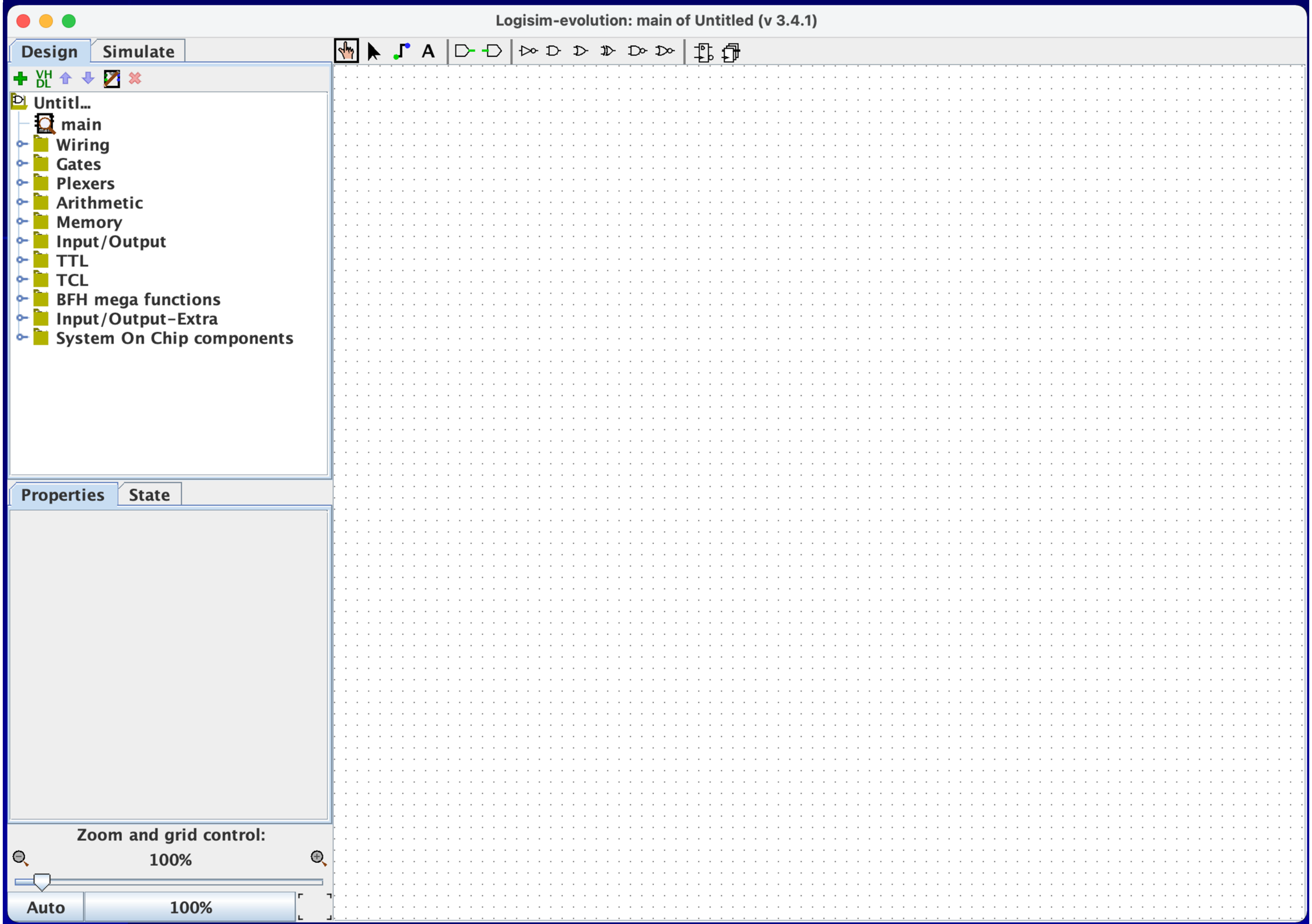
```
$ brew update
$ brew upgrade
$ brew install logisim-evolution --cask
```




アプリケーション
App Store
Atom
Automator
Eclipse_2020-03
FaceTime
Firefox
Font Book
Google Chrome
iMovie
Keynote
Launchpad
Logisim
logisim-evolution.jar
Microsoft Excel
Microsoft OneNote
Microsoft Outlook
Microsoft...werPoint
Microsoft Word
Mission Control
Photo Booth
Podcast
QuickTime Player
Safari
Scratch 3
Siri
control キーを押しながら
クリック (初回のみ)


?
“logisim-evolution.jar”の開発元を検証できません。開いてもよろしいですか?
このアプリケーションを開くことによって、システムのセキュリティが無効になり、コンピュータと個人情報がマルウェアにさらされる場合があります。その結果、マルウェアによって、Macやプライバシーに損害を受ける可能性があります。
このファイルは“Homebrew Cask”により昨日の21:28にgithub.comからダウンロードされました。
開く
キャンセル


Logisim-evolution
© 2020
HES-SO
Version 3.4.1
Fork from original project
Creating file...
Close
Quit


Logisim-evolution: main of Untitled (v 3.4.1)
Design
Simulate
Untitl...
main
Wiring
Gates
Plexers
Arithmetic
Memory
Input/Output
TTL
TCL
BFH mega functions
Input/Output-Extra
System On Chip components
Properties
State
Zoom and grid control:
100%
Auto
100%

が出る場合は

ターミナル上で

```
$ java -jar /Applications/logisim-evolution.jar &
```

演習問題：NOT, AND, OR演算

NOT, AND, OR演算の真理値表を作成せよ

NOT

X	$\overline{X}$
0	1
1	0

AND

$X\ Y$	$X \cdot Y$
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

OR

$X\ Y$	$X+Y$
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

演習問題：有界則, 同一則

以下の演算をせよ

有界則 $X \cdot 0 = 0 \quad X + 1 = 1$

同一則 $X \cdot 1 = X \quad X + 0 = X$

$$X \cdot Y \cdot 0 = 0 \qquad X + Y + 1 = 1$$

$$X \cdot Y \cdot 1 = X \cdot Y \qquad X + Y + 0 = X + Y$$

演習問題：相補則, 分配則

以下の演算をせよ

相補則 $X \cdot \overline{X} = 0 \quad X + \overline{X} = 1$

分配則
$$X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$$
$$X + Y \cdot Z = (X + Y) \cdot (X + Z)$$

$$X \cdot \overline{X} + Y + \overline{Y} = 0 + 1 = 1$$

$$(\overline{X} + \overline{Y}) \cdot \mathrm{Z} = \overline{X} \cdot Z + \overline{Y} \cdot Z$$

演習問題：双対な論理式

$f(X,Y) = (X + Y + 0) \cdot 1$ の
双対な論理式 f^d を求めよ

(式中の ・と+, 1と0を入れ替える)

$$f^{\mathrm{d}}(X,Y) = (X \cdot Y \cdot 1) + 0$$

$$= X \cdot Y$$

演習問題：ド･モルガンの定理

以下の式を積和形にせよ

$$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$$

$$\overline{\overline{X} + \overline{Y}} = \overline{\overline{X}} \cdot \overline{\overline{Y}}$$

$$= X \cdot Y$$

演習問題：標準積和形

$f(X, Y) = X + \overline{Y}$ を標準積和形にせよ

$X\ Y$	$f(X, Y)$
0 0	1
0 1	0
1 0	1
1 1	1

$$f(X, Y) = \overline{X} \cdot \overline{Y} + X \cdot \overline{Y} + X \cdot Y$$

参考資料:最大項

- 定義 : 最大項

  最大項(あるいは極大項)

  全ての変数の和 $\tilde{X}_1 + \tilde{X}_2 + \ldots + \tilde{X}_n$

  ($\tilde{X}_i$ は X_i または $\overline{X_i}$ を表す)

- n 変数の式の場合、最大項は2^n 個

参考資料:最大項

- 例題$f(X,Y,Z)$の最大項を全て書け
  - 3変数なので最大項は$2^3 = 8$通り

$$\overline{X}+\overline{Y}+\overline{Z} \quad \overline{X}+\overline{Y}+Z \quad \overline{X}+Y+\overline{Z} \quad \overline{X}+Y+Z$$

$$X+\overline{Y}+\overline{Z} \quad X+\overline{Y}+Z \quad X+Y+\overline{Z} \quad X+Y+Z$$

参考資料:最大項

- 最大項は真理値表のある1マス以外の全てのマスに相当

XYZ	$f(x, y, z)$
0 0 0	1
0 0 1	1
0 1 0	0
0 1 1	1
1 0 0	1
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	1

最大項 $X+\overline{Y}+Z$

Z \ XY	0 0	0 1	1 1	1 0
0	1	0	1	1
1	1	1	1	1

参考資料: 標準和積形

- 定義：標準和積形, 主乗法標準系, 最大項表現
  - n 変数論理関数の標準和積形

    $f(\overline{l_1}, \overline{l_2}, \ldots, \overline{l_n}) = 0$となる最大項の積

例題: $f(X,Y,Z) = (X+Y)\cdot(\overline{Y}+\overline{Z})$ の標準和積形

$$f(1,1,1) = f(0,1,1) = f(0,0,1) = f(0,0,0) = 0$$

$$f(X,Y,Z) = (\overline{X}+\overline{Y}+\overline{Z})\cdot(X+\overline{Y}+\overline{Z})\cdot(X+Y+\overline{Z})\cdot(X+Y+Z)$$

参考資料: 標準和積形の例題

例題: $f(X,Y) = X + Y$ を標準積和形にせよ

XYZ	$f(X,Y,Z)$
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	1
0 1 1	1

XYZ	$f(X,Y,Z)$
1 0 0	1
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	1

$f(0,0,0)=f(0,0,1)=0$より

$$f(X,Y,Z) = (X+Y+Z)\cdot(X+Y+\bar{Z})$$

参考資料: リテラル

- 定義 : リテラル
  - – 論理式を構成する論理変数とその否定
    - 論理変数 X のリテラル $\tilde{X}$ は $\boldsymbol{X}$ と $\overline{\boldsymbol{X}}$

リテラルを使う利点

NOTを気にせずAND,ORのみに着目できる

参考資料: 一般化吸収則

- 定理：一般化吸収則
  - $X_i + f(X_1,\ldots,X_i,\ldots,X_n)$
    $= X_i + f(X_1,\ldots,0,\ldots,X_n)$
  - $X_i \cdot f(X_1,\ldots,X_i,\ldots,X_n)$
    $= X_i \cdot f(X_1,\ldots,1,\ldots,X_n)$

(証明) $X_i = 1$ とのき上式は両辺とも1

$X_i = 0$ とのき上式は両辺とも$f(X_1,\ldots,0,\ldots,X_n)$

参考資料: 一般化吸収則の例

- 定理：一般化吸収則
  - $X_i + f(X_1, \ldots, X_i, \ldots, X_n)$
    $= X_i + f(X_1, \ldots, \mathbf{0}, \ldots, X_n)$
  - $X_i \cdot f(X_1, \ldots, X_i, \ldots, X_n)$
    $= X_i \cdot f(X_1, \ldots, \mathbf{1}, \ldots, X_n)$

例：$f(X, Y) = X \cdot Y + \overline{X} \cdot \overline{Y}$

$$
\begin{aligned}
X + f(X, Y) &= X + f(\mathbf{0}, Y) \\
&= X + \mathbf{0} \cdot Y + \mathbf{1} \cdot Y \\
&= X + Y
\end{aligned}
$$

参考資料: 一般吸収則の性質

- $X_i + f(X_1,\ldots,X_i,\ldots,X_n) = X_i + f(X_1,\ldots,0,\ldots,X_n)$
- $X_i \cdot f(X_1,\ldots,X_i,\ldots,X_n) = X_i \cdot f(X_1,\ldots,1,\ldots,X_n)$

✓ 下式において、$X_i = 1$ のとき

$$f(X_1,\ldots,\mathbf{X_i},\ldots,X_n) = \mathbf{1} \cdot f(X_1,\ldots,\mathbf{1},\ldots,X_n)$$
$$= f(X_1,\ldots,1,\ldots,X_n)$$

✓ 上式において、$X_i = 0$ のとき

$$f(X_1,\ldots,\mathbf{X_i},\ldots,X_n) = \mathbf{0} + f(X_1,\ldots,\mathbf{0},\ldots,X_n)$$
$$= f(X_1,\ldots,0,\ldots,X_n)$$

参考資料: 一般吸収則の性質

$$f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=\begin{cases} f(X_1,\ldots,\mathbf{1}_i,\ldots,X_n) & (X_i=1\text{のとき}) \\ f(X_1,\ldots,\mathbf{0}_i,\ldots,X_n) & (X_i=0\text{のとき}) \end{cases}$$

if $(\boldsymbol{X_i})$

then $f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=f(X_1,\ldots,\mathbf{1},\ldots,X_n)$

$=\boldsymbol{X_i}\cdot f(X_1,\ldots,\mathbf{1},\ldots,X_n)$

else $f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=f(X_1,\ldots,\mathbf{0},\ldots,X_n)$

$=\boldsymbol{X_i}\cdot f(\overline{X}_1,\ldots,\mathbf{0},\ldots,X_n)$

- $f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=\boldsymbol{X_i}\cdot f(X_1,\ldots,\mathbf{1},\ldots,X_n)$

  $+\overline{\boldsymbol{X_i}}\cdot f(X_1,\ldots,\mathbf{0},\ldots,X_n)$

参考資料: シャノンの展開定理

- 定理：シャノンの展開定理
  - $f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=\boldsymbol{X_i}\cdot f(X_1,\ldots,\boldsymbol{1},\ldots,X_n)$
    $+\overline{\boldsymbol{X_i}}\cdot f(X_1,\ldots,\boldsymbol{0},\ldots,X_n)$
  - $f(X_1,\ldots,\boldsymbol{X_i},\ldots,X_n)=(\boldsymbol{X_i}+f(X_1,\ldots,\boldsymbol{0},\ldots,X_n))$
    $\cdot(\overline{\boldsymbol{X_i}}+f(X_1,\ldots,\boldsymbol{1},\ldots,X_n))$

✓シャノンの展開定理の効果

➢関数 f が X_i と $\overline{X_i}$ で展開される

X_i に関する積和形(和積系)に変形可能

参考資料:
シャノンの展開定理による積和形

- 例題 $f(X,Y,Z)=X\cdot\overline{Y}+X\cdot Z$ を Y に関して展開し積和形にせよ

$$
\begin{aligned}
& f(X,Y,Z) \\
& = Y\cdot f(X,1,Z)+\overline{Y}\cdot f(X,0,Z) \\
& = Y\cdot(X\cdot 0+X\cdot Z)+\overline{Y}\cdot(X\cdot 1+X\cdot Z) \\
& = Y\cdot(0+X\cdot Z)+\overline{Y}\cdot(X+X\cdot Z) \\
& = Y\cdot X\cdot Z+\overline{Y}\cdot X
\end{aligned}
$$

参考資料: 積和形への変形

- 全ての変数に対してシャノンの展開を使えばどんな論理関数でも積和形になる

$$
\begin{aligned}
&f(X_1, X_2, \ldots, X_n) \\
&= \mathbf{X_1} \cdot f(\mathbf{1}, X_2, \ldots, X_n) + \overline{\mathbf{X_1}} \cdot f(\mathbf{0}, X_2, \ldots, X_n) \\
&= X_1 \cdot \mathbf{X_2} \cdot f(1, \mathbf{1}, \ldots, X_n) + X_1 \cdot \overline{\mathbf{X_2}} \cdot f(1, \mathbf{0}, \ldots, X_n) \\
&+ \overline{X_1} \cdot \mathbf{X_2} \cdot f(0, \mathbf{1}, \ldots, X_n) + \overline{X_1} \cdot \overline{\mathbf{X_2}} \cdot f(0, \mathbf{0}, \ldots, X_n) \\
&= \ldots \\
&= X_1 \cdot X_2 \cdot \ldots \cdot X_n \cdot f(1, 1, \ldots, 1) + \ldots
\end{aligned}
$$