

塗り絵デバイス： 計算機工学を学ぶための 新しい教材の提案

玉木徹

広島大学工学部第二類
広島大学大学院工学研究科情報工学専攻

背景

- 理系離れの深刻化
 - IT離れ
 - 理系教員・情報教育教員の不足
 - 経済産業省・文部科学省などによる議論も
- 大学の競争激化
 - 少子化による学生数の減少
 - オープンキャンパスなどの広報活動
 - 小中学生を対象としたイベント開催

大学における啓蒙イベント内容

- 機械系
 - 自動車工作
- 土木系
 - 小規模模型による液状化現象の再現
- 化学系
 - 化学実験
- 電気系
 - 電気回路工作
- 情報系
 - webの閲覧
 - HTMLでホームページ作成
 - Word/Excelの使い方
- しかし...
 - 情報系の基礎は難しいので教えにくい
 - 子供達はコンピュータの動作原理も知らない

平成16年度 新潟大学工学部

キミも第2のエジソンに！

体験してみませんか？小中学生のための

新潟大学工学部では、いろいろな研究が行われていますが、一体どんなことをやっているんでしょう？今回の「見て、さわってー工学技術ー」では、そんなギモンに、ズバリ！おこたえします。楽しい工学技術にふれてみましょう。

イベント内容をご紹介します。当日はこれらのコースから3つまで自由に選ぶことが出来ます。さあ、体験しちゃおう！学生の作ったホバークラフトにも試乗できます。

コース2
レーザー光で
話しましょう

コース1
風に向かって走る
ウィンドカーを作ろう！

コース3
ミステバイス
ー水で動作する
トランジスター

コース4
音や声のふしぎ

コース5
消化の不思議を
科学(化学)する
ー胃薬(消化酵素)を使って
デンブンから水アメを作ろう！

コース6
住いの楽しさに
ふれてみよう

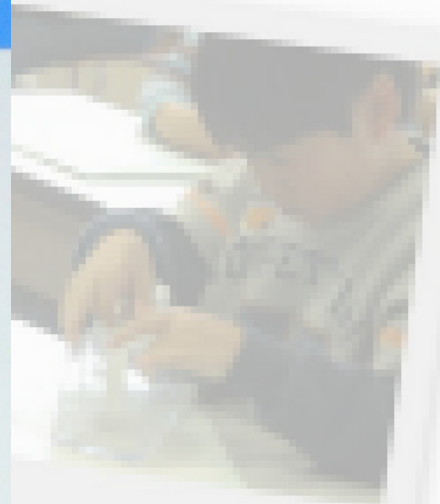
コース7
蛍の青白い“光”を
試験管の中で
作ってみよう！

新潟大学工学部

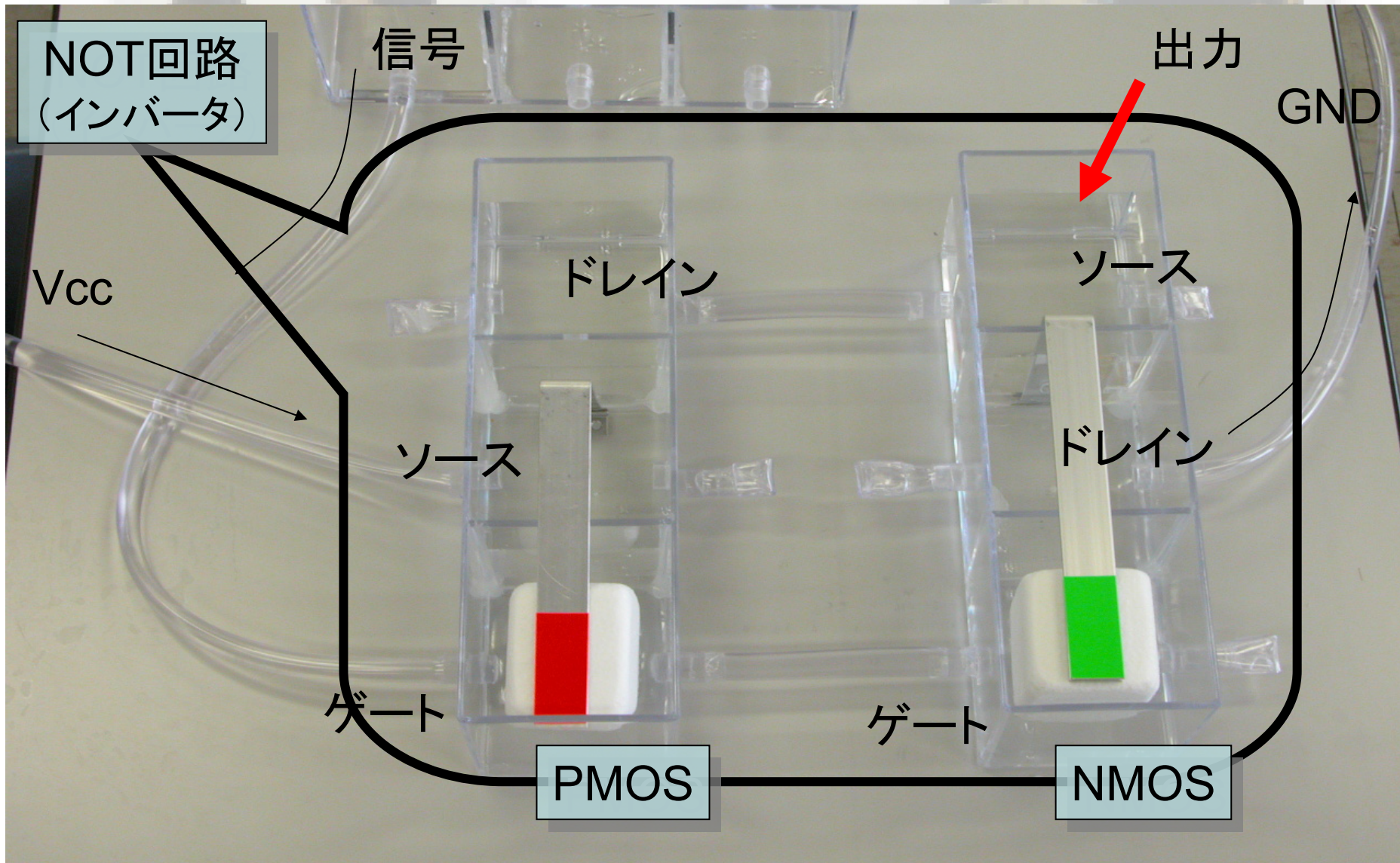
| | |
|-------|---|
| 主催 | 新潟大学工学部 |
| 後援 | 新潟市教育委員会 新潟市中学校長会 新潟市小学校長会 |
| とき | 平成16年10月16日(土) 13:30~16:00 |
| プログラム | 受付 13:30~13:50 / 全体説明 13:50~14:05 体験学習 14:10~16:00 |
| ところ | 新潟大学工学部校舎 |
| 定員 | 小学校5・6年生及び中学生 100名程度 |
| 申し込み | 要(※) |
| 問い合わせ | |
| 締め切り | 平成16年10月12日(火) |

※インターネットを使って、<http://www.eng.niigata-u.ac.jp/mite/>で詳しく見ることもできます。

見てさわってー工学技術ー



ミズデバイス (高橋, 2004)





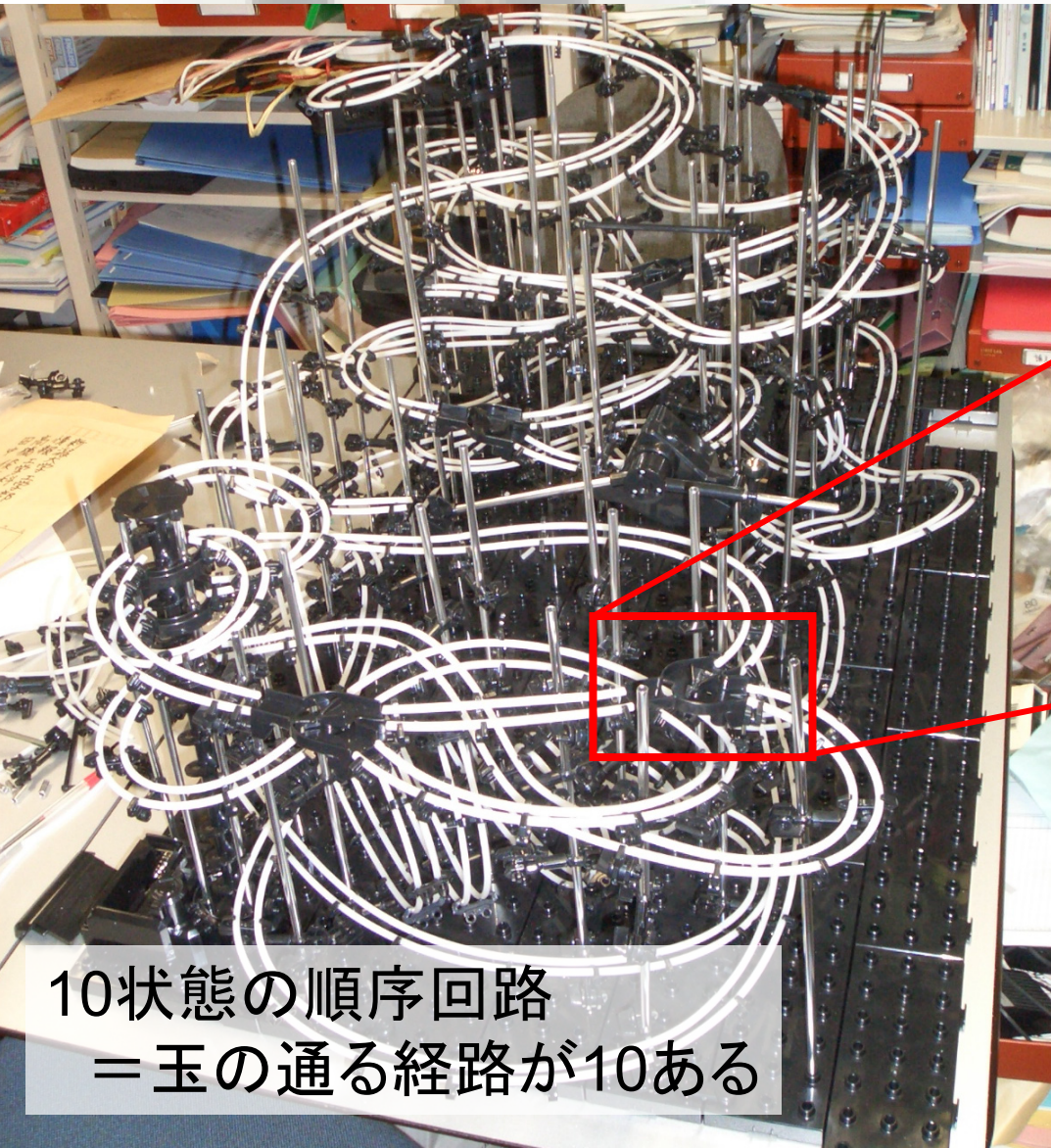
ミズデ
～水で動作する～

新潟大学大学院自然科学研究科
高橋俊

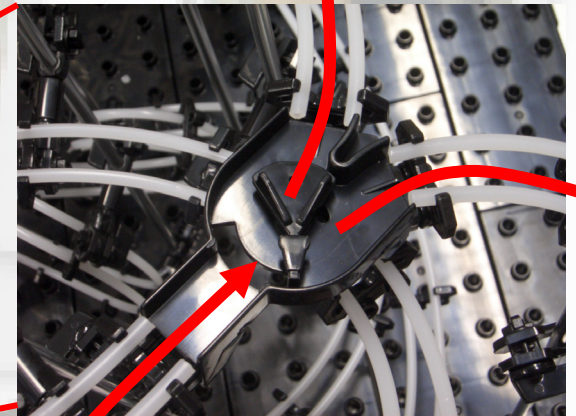




玉こん(高橋,2006)



10状態の順序回路
= 玉の通る経路が10ある



玉の転がる方向

新デバイスの提案

- 要求

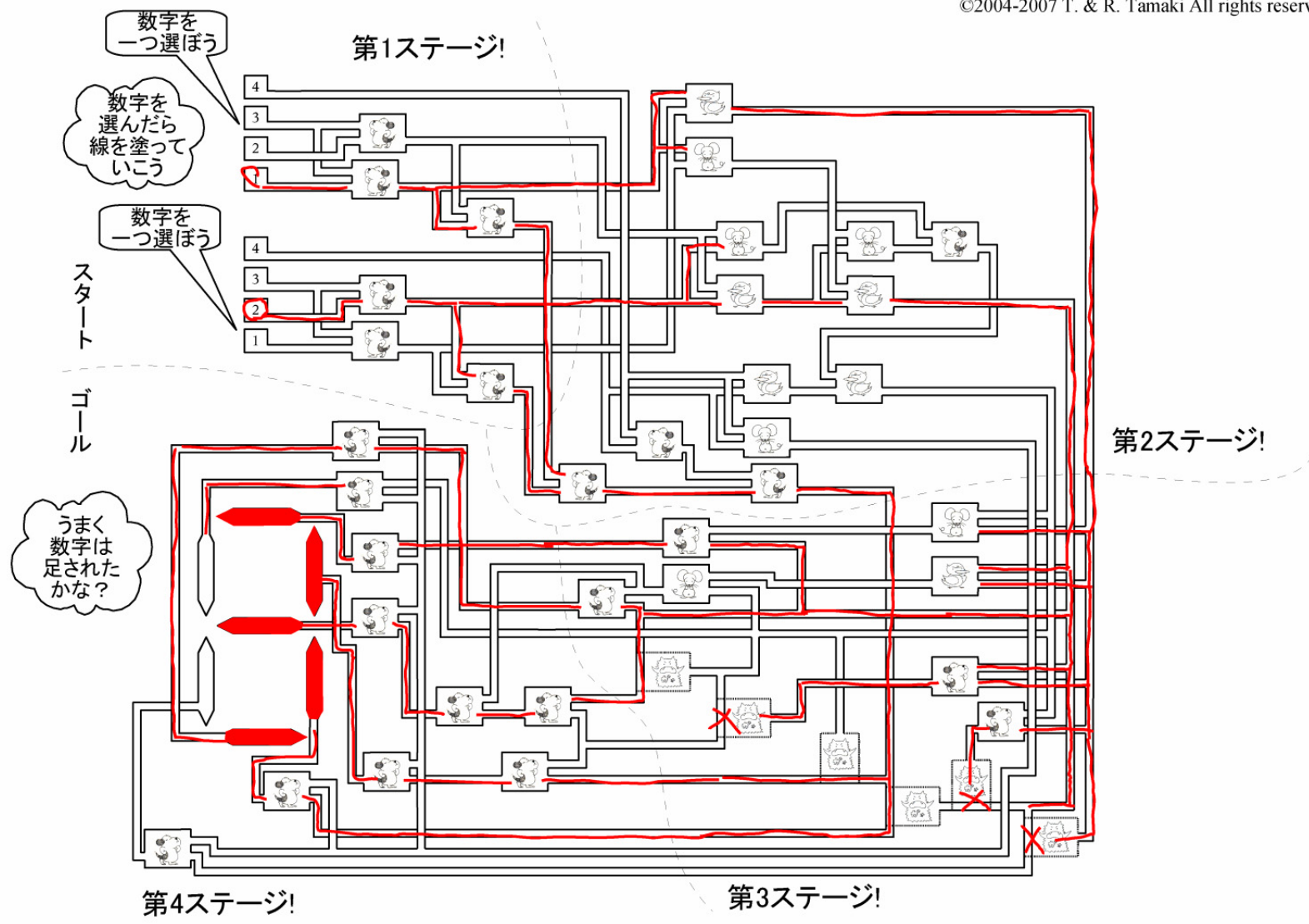
- 児童一人ひとりが体験できる
- 多人数が集まるイベントでも使用可能
- 子供向けの面白く楽しい仕掛けが必要
- 計算機の仕組みが子供でも目で見て分かる

- 提案

- 「塗り絵デバイス」
- 電気の流れ = 鉛筆で線を塗りつぶしていく

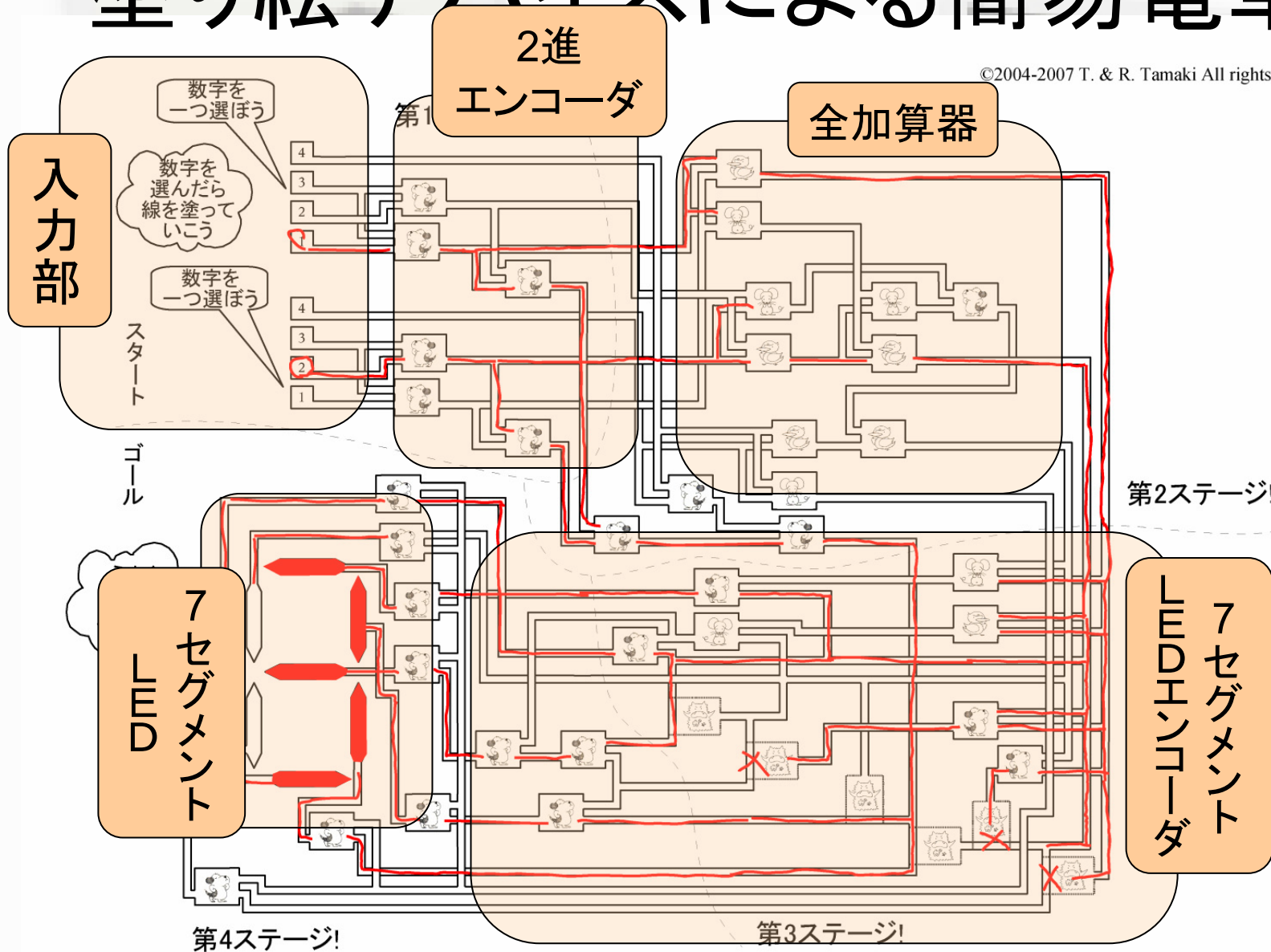
塗り絵デバイスによる簡易電卓

©2004-2007 T. & R. Tamaki All rights reserved.



塗り絵デバイスによる簡易電卓

©2004-2007 T. & R. Tamaki All rights reserved.



塗り絵デバイスの基本

- 線は塗りつぶしていく



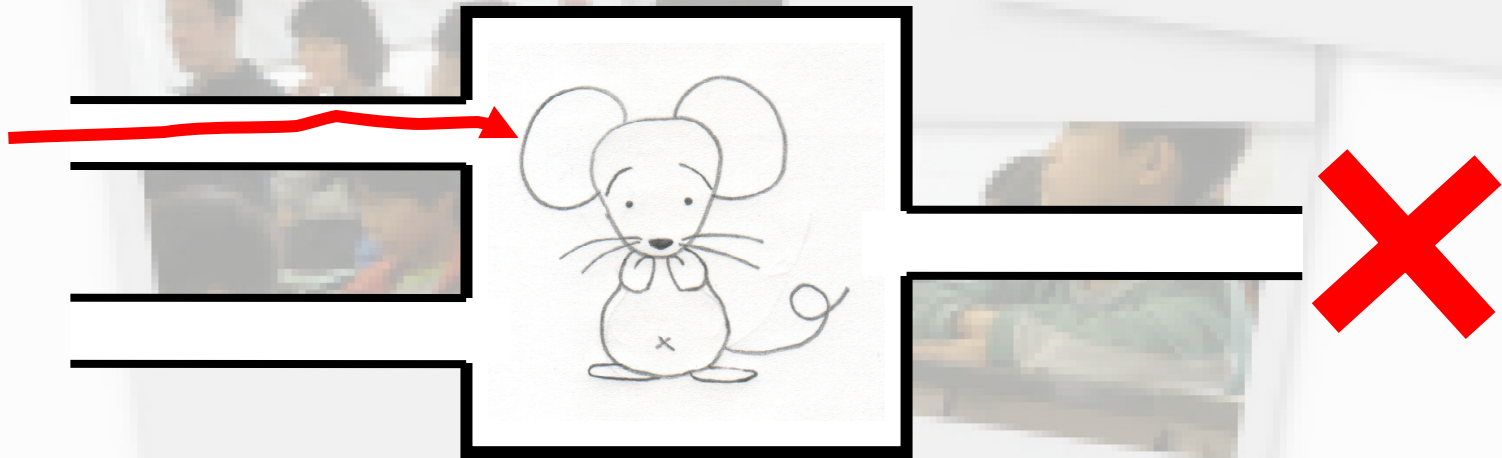
紙デバイスの論理素子:AND

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「両方から線が来ないと次に進まない臆病なネズミ」



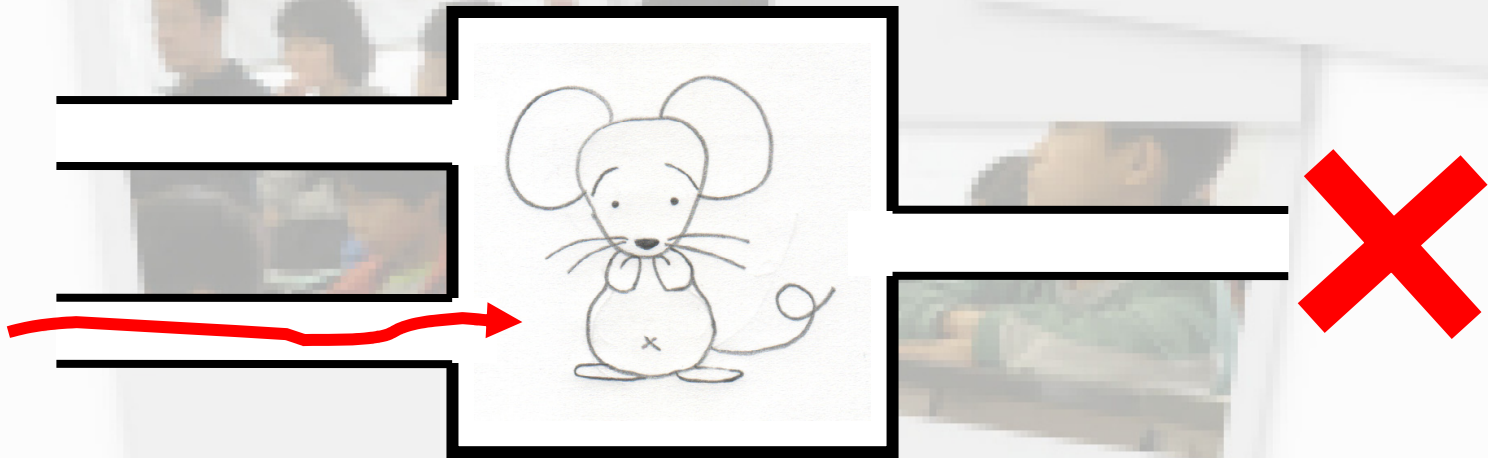
紙デバイスの論理素子:AND

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「両方から線が来ないと次に進まない臆病なネズミ」



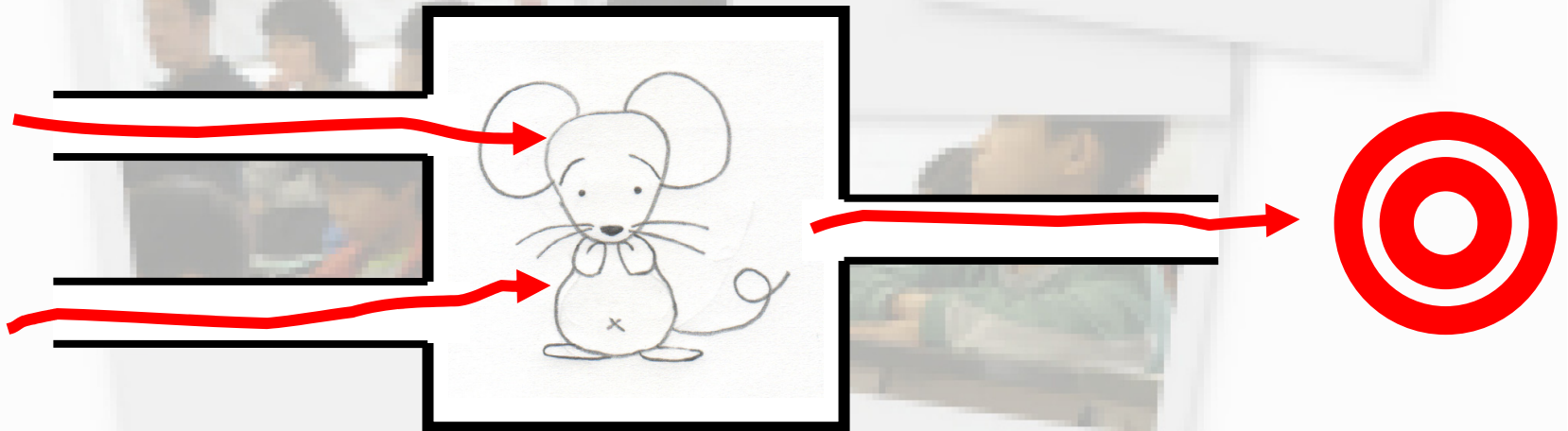
紙デバイスの論理素子:AND

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「両方から線が来ないと次に進まない臆病なネズミ」



紙デバイスの論理素子:AND

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「両方から線が来ないと次に進まない臆病なネズミ」



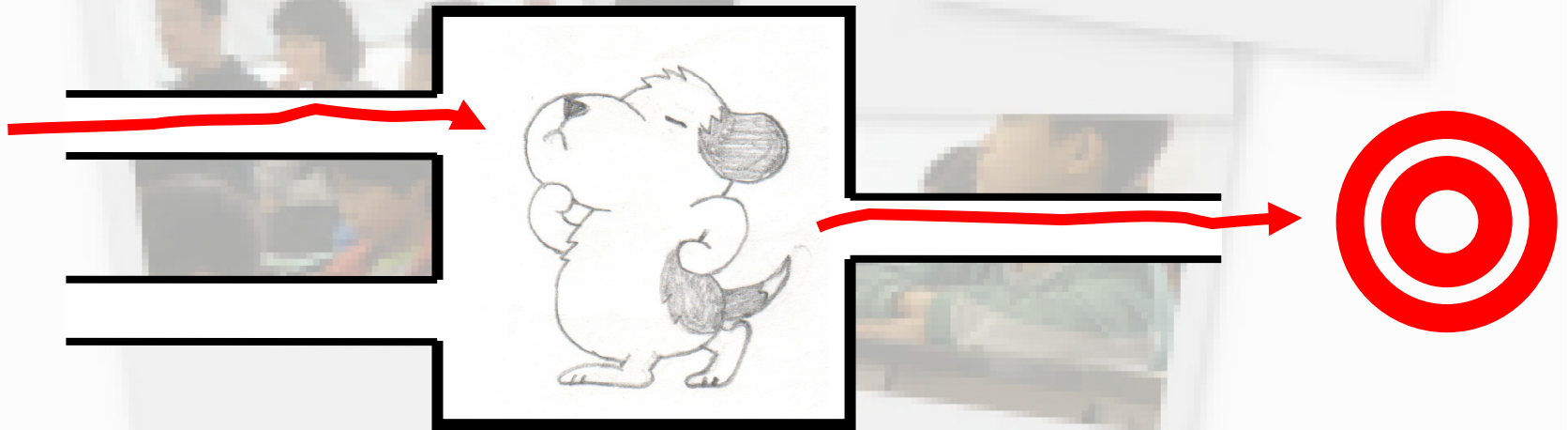
紙デバイスの論理素子:OR

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「片方から線が来たら次に進んでしまうせっかちな犬」



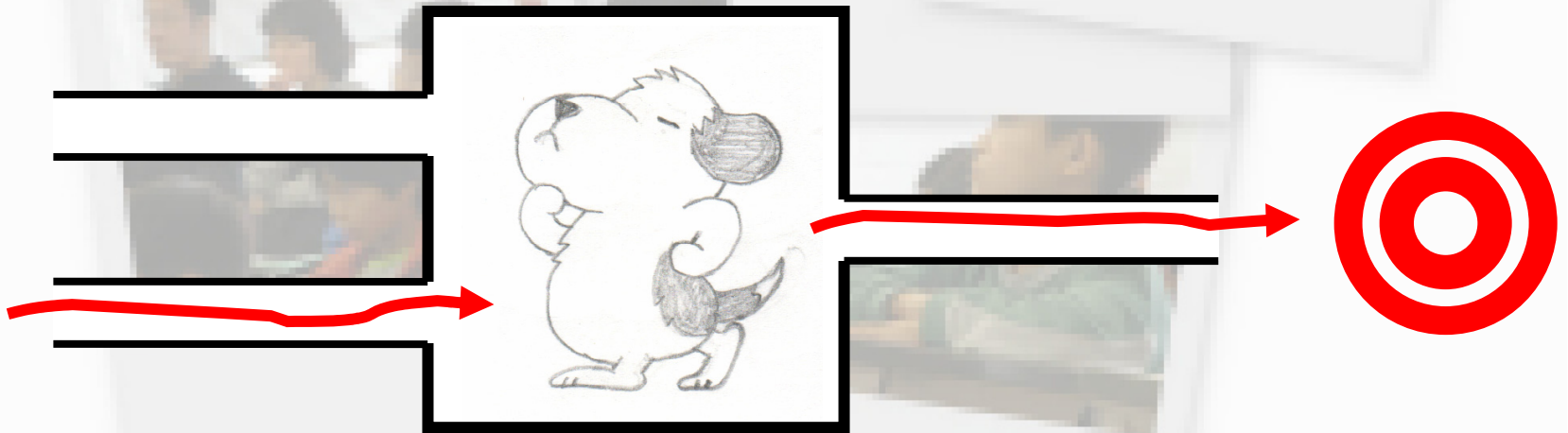
紙デバイスの論理素子:OR

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「片方から線が来たら次に進んでしまうせっかちな犬」



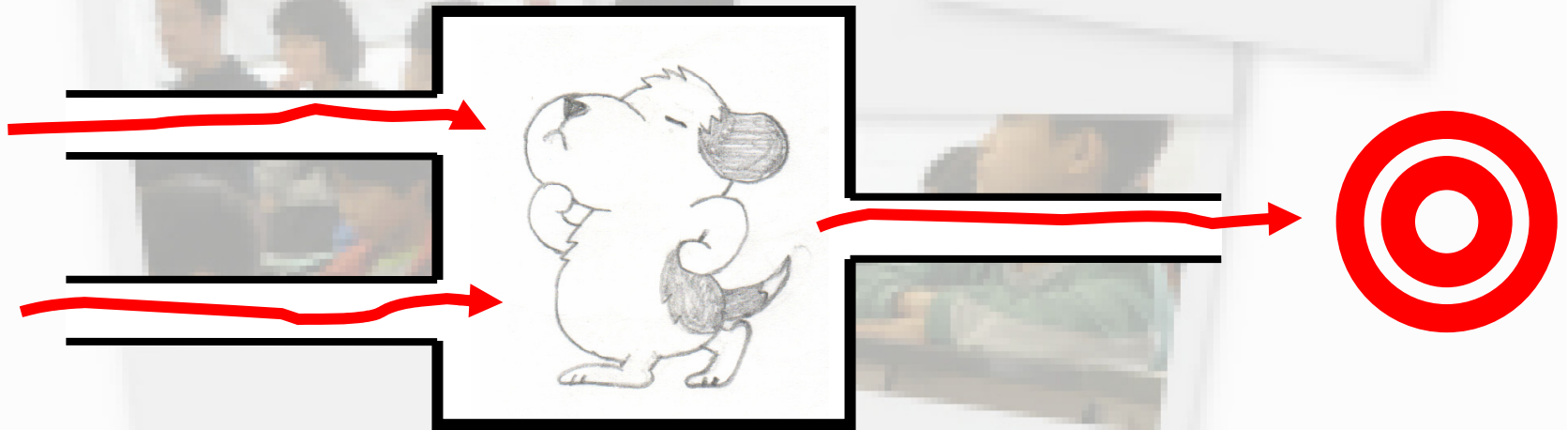
紙デバイスの論理素子:OR

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「片方から線が来たら次に進んでしまうせっかちな犬」



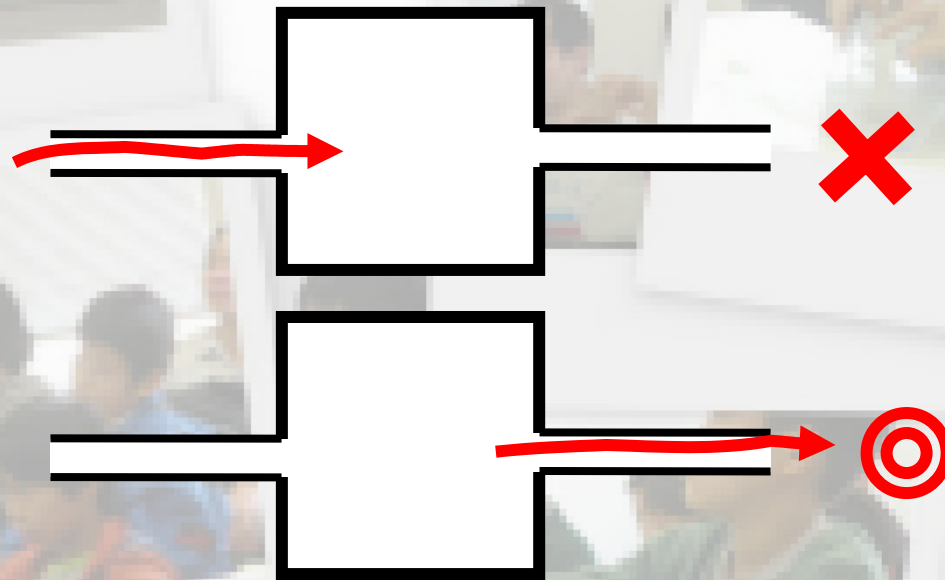
紙デバイスの論理素子:OR

- 子供向けに論理素子に個性を付ける
- 設定:「片方から線が来たら次に進んでしまうせっかちな犬」



紙デバイスの論理素子:NOT

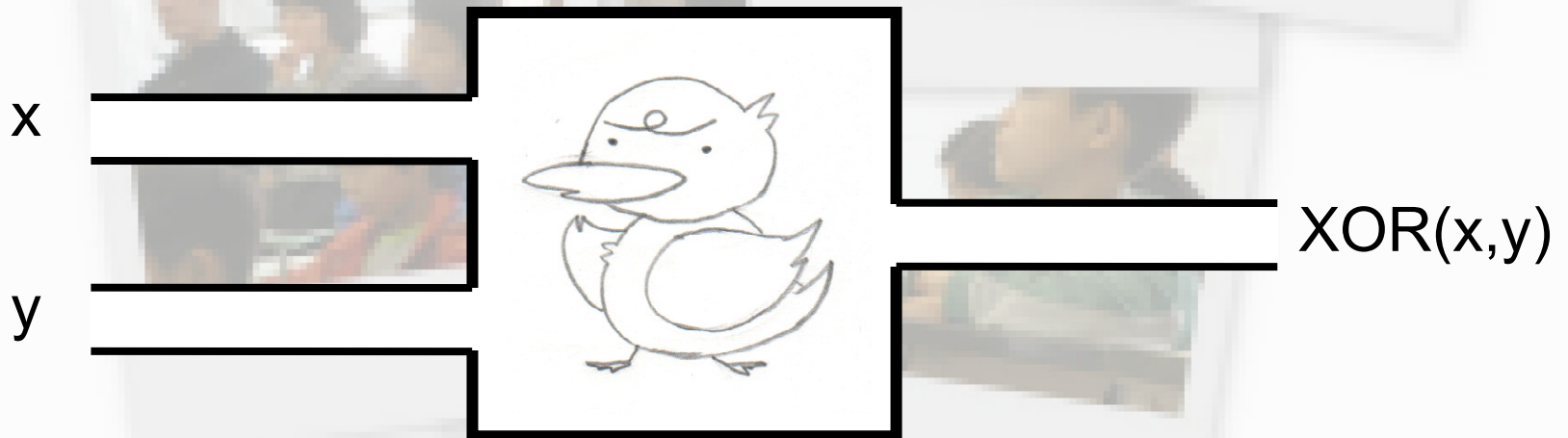
- 大問題: 塗りつぶさない線が生きてしまう



- 回路を単純化してもNOTは残る
- どのように実現するか？

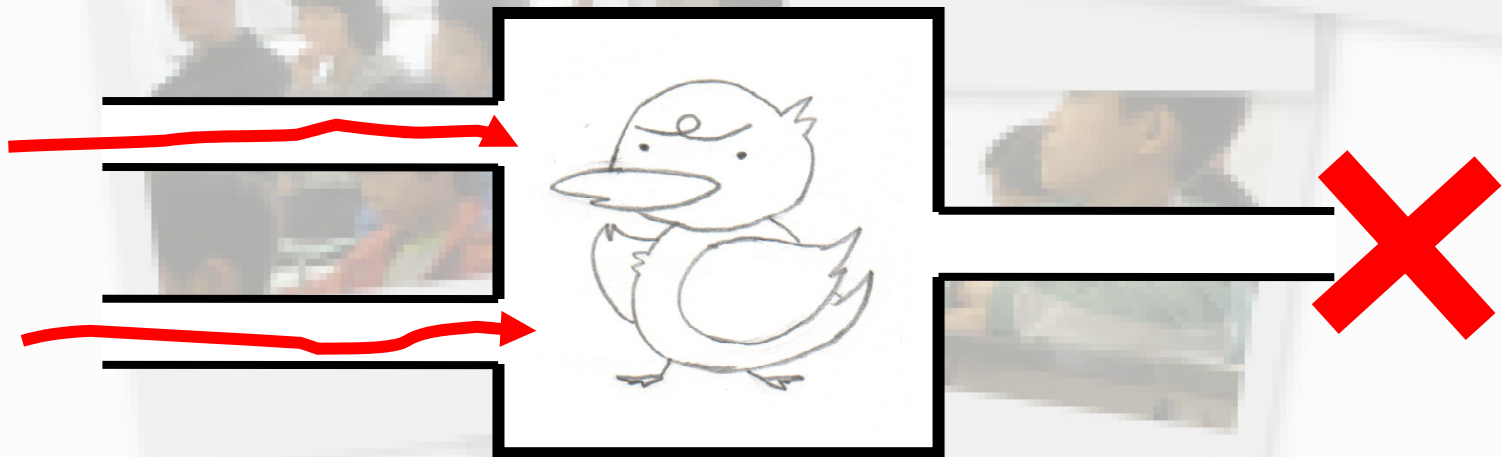
解決策1: XORの活用

- $XOR(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
– NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



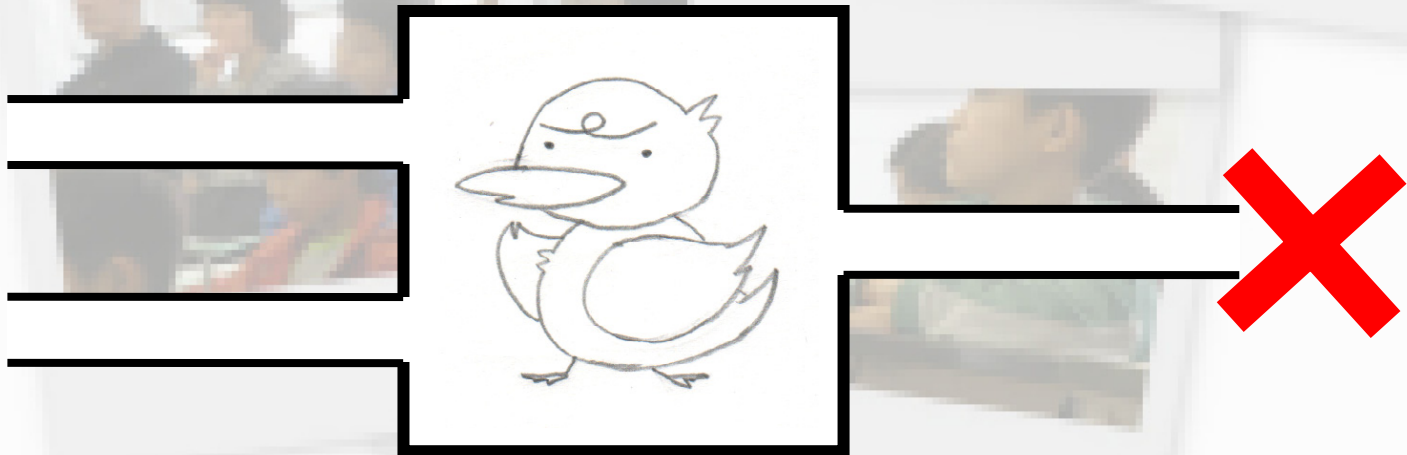
解決策1: XORの活用

- $\text{XOR}(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
 - NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



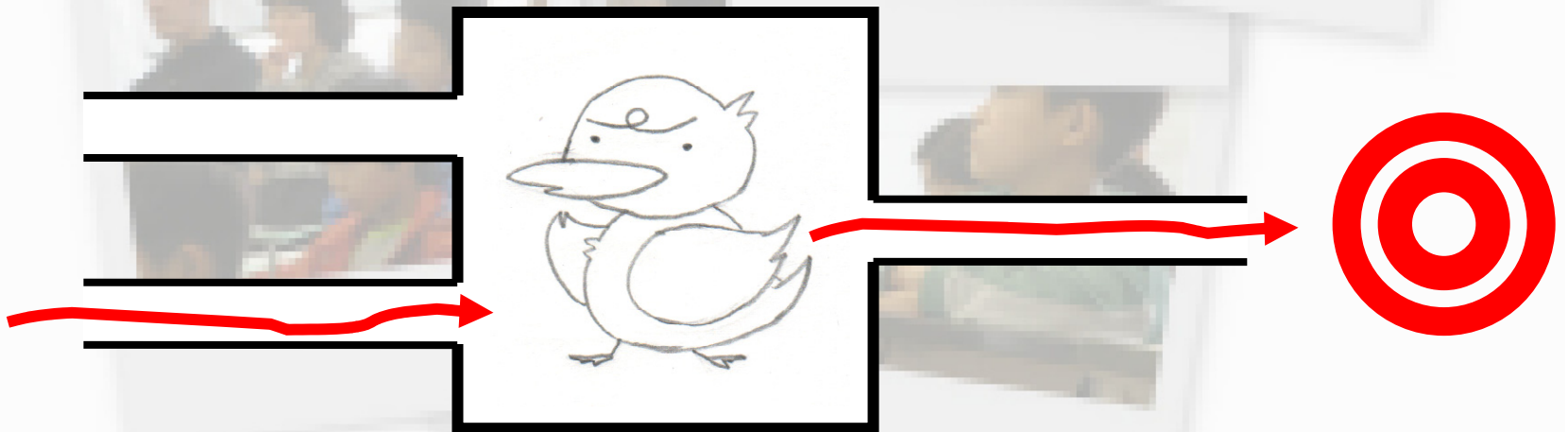
解決策1: XORの活用

- $XOR(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
– NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



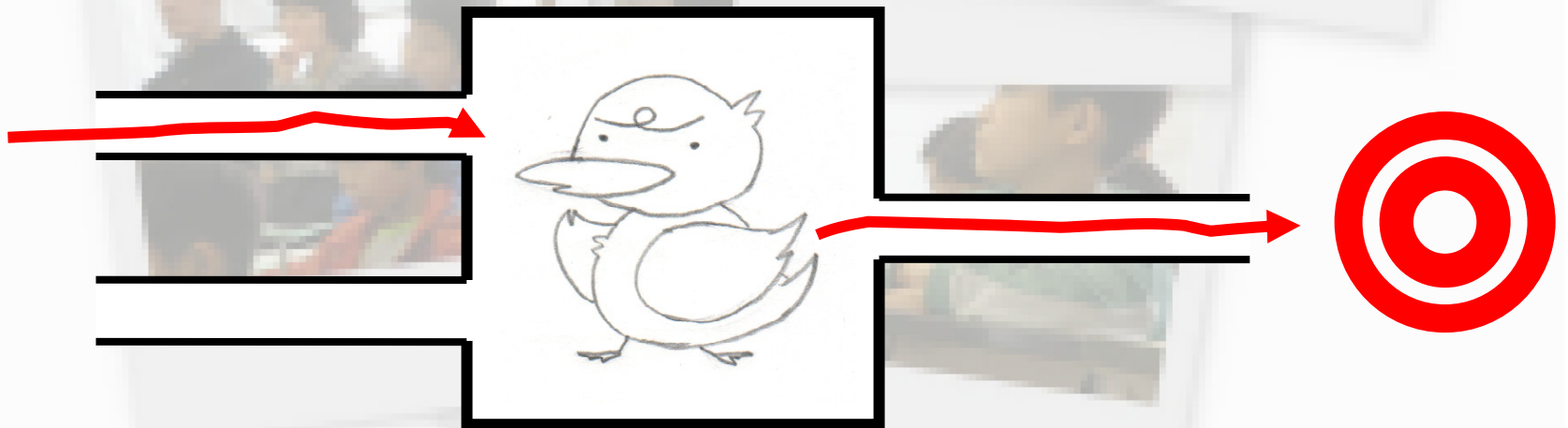
解決策1: XORの活用

- $XOR(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
– NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



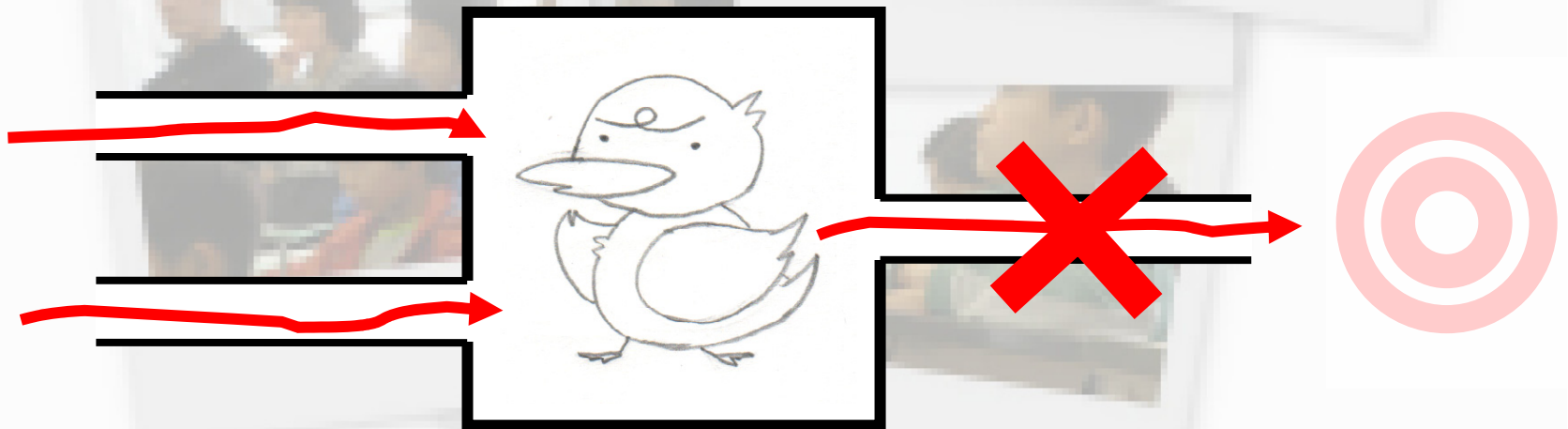
解決策1: XORの活用

- $XOR(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
– NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



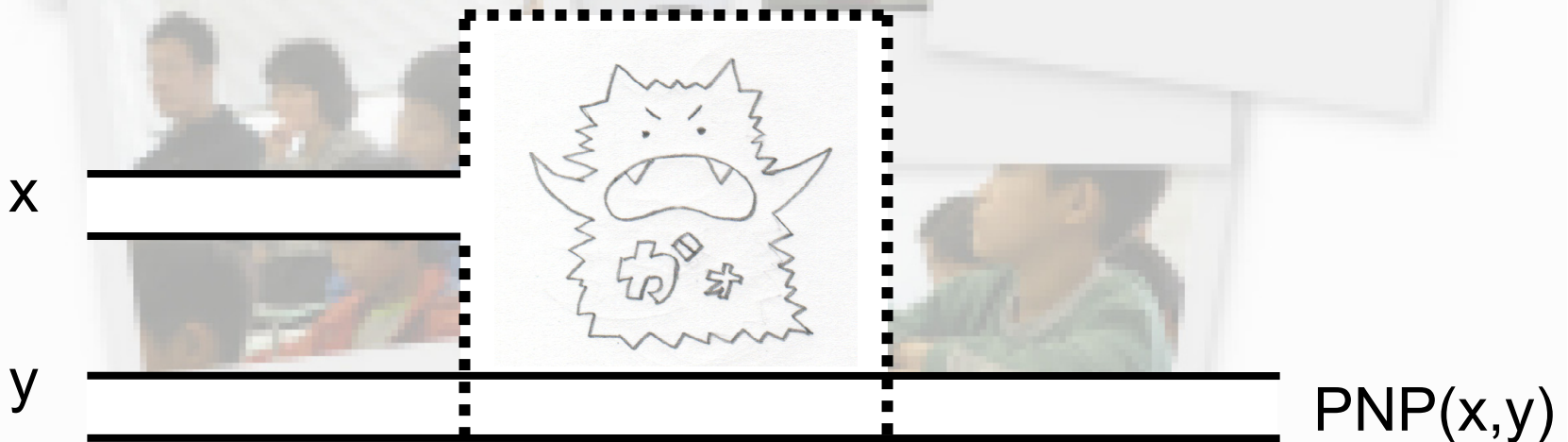
解決策1: XORの活用

- $\text{XOR}(x,y) = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
 - NOTが対になっている
- 設定:「どちらか片方から線が来たら場合だけ次に進むひねくれもののアヒル」



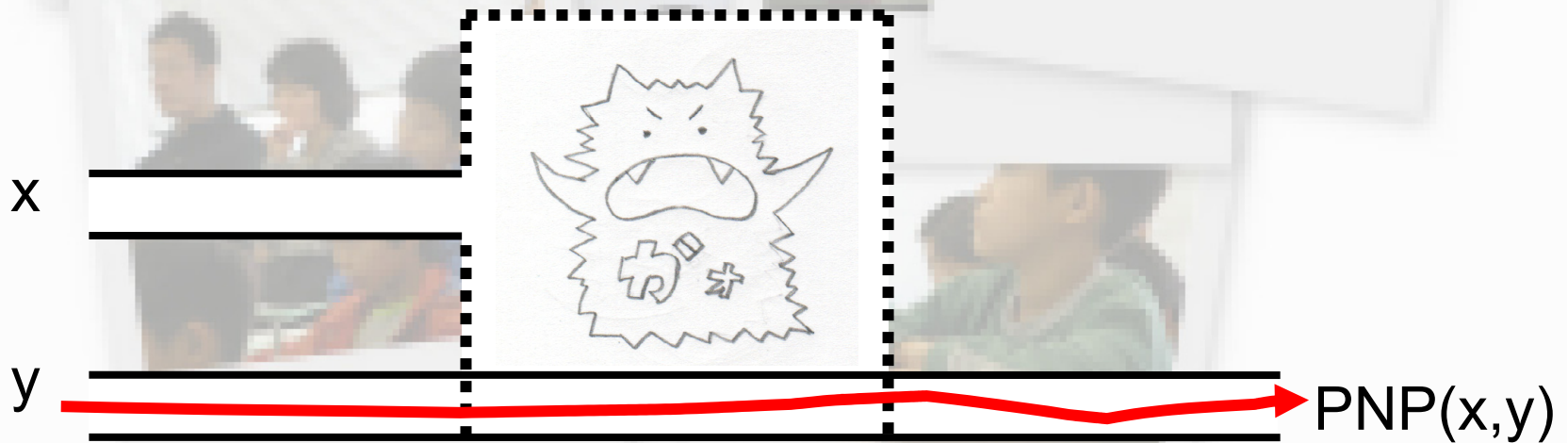
解決策2: PNP型素子の利用

- $PNP(x,y) = \bar{x} \cdot y$
 - NOTが単項の場合
- 設定: 「塗りつぶす線を壊してしまう怪獣」



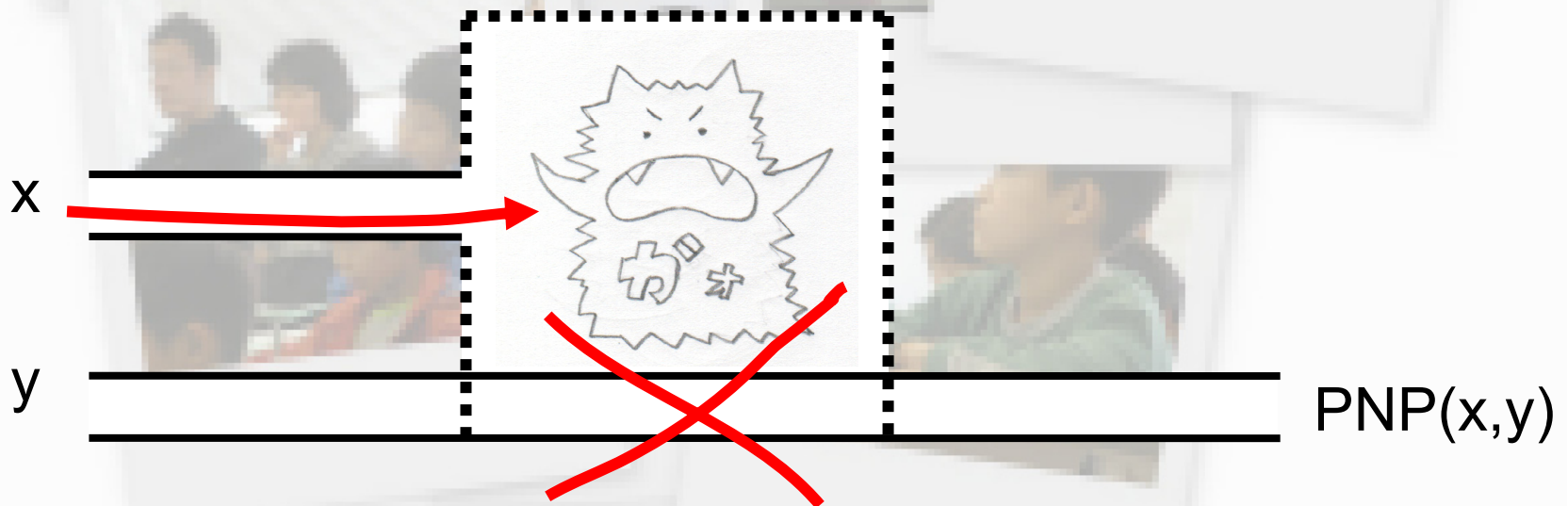
解決策2: PNP型素子の利用

- $PNP(x,y) = \bar{x} \cdot y$
 - NOTが単項の場合
- 設定: 「塗りつぶす線を壊してしまう怪獣」



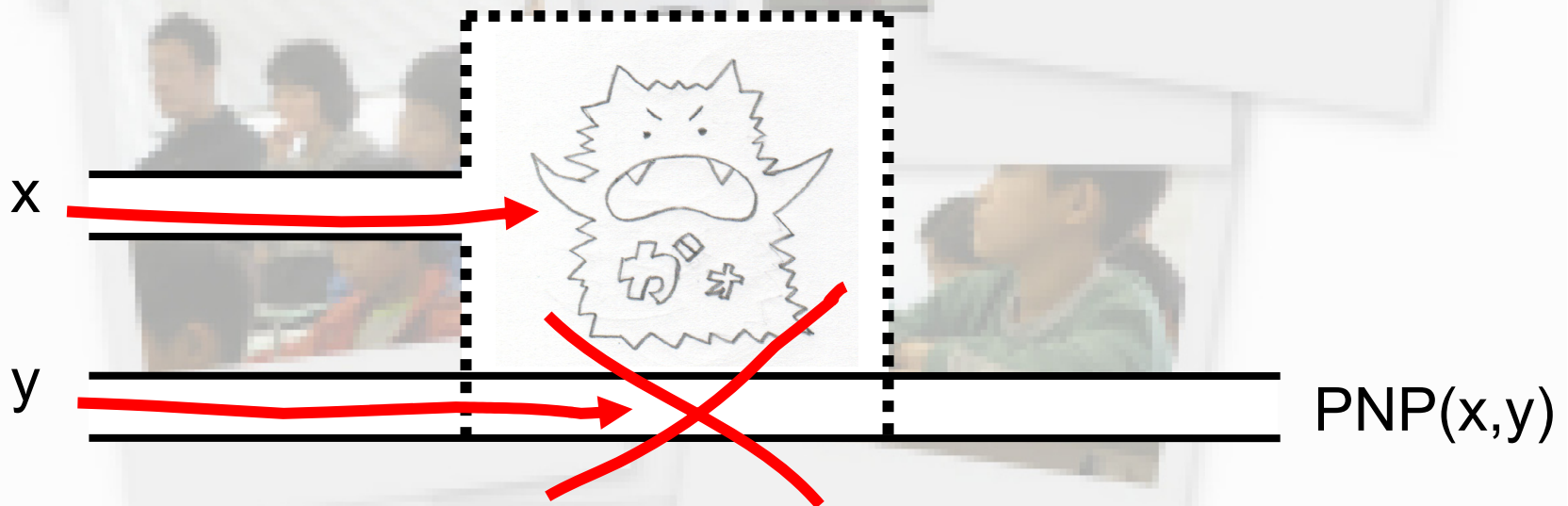
解決策2: PNP型素子の利用

- $PNP(x,y) = \bar{x} \cdot y$
 - NOTが単項の場合
- 設定: 「塗りつぶす線を壊してしまう怪物」



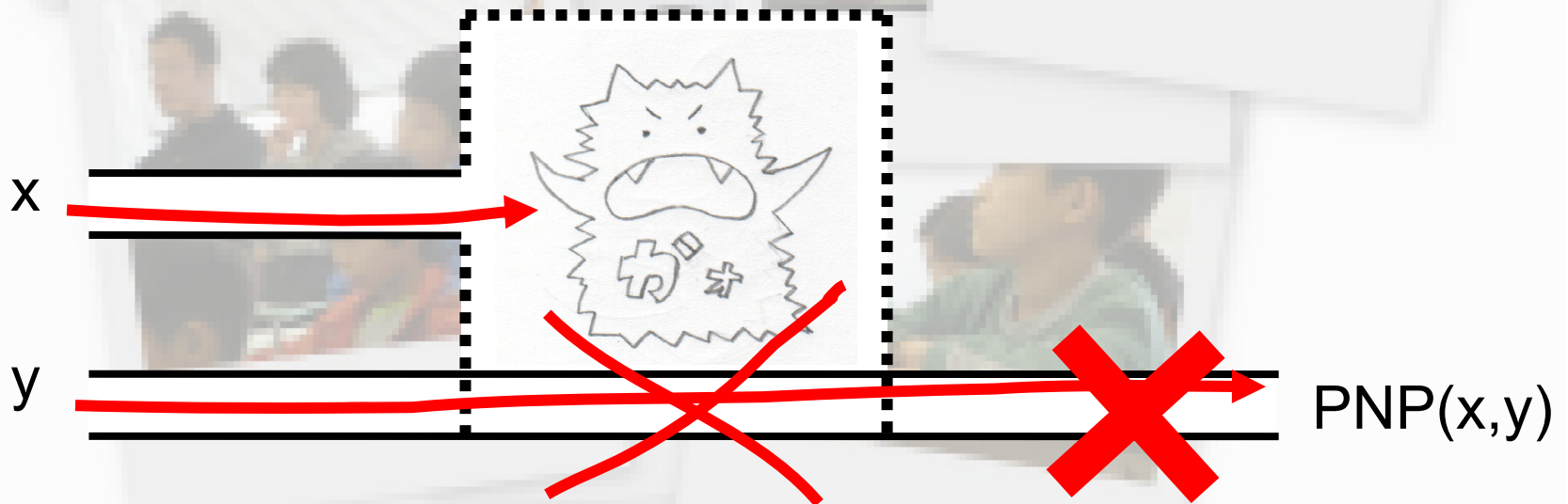
解決策2: PNP型素子の利用

- $PNP(x,y) = \bar{x} \cdot y$
 - NOTが単項の場合
- 設定:「塗りつぶす線を壊してしまう怪獣」



解決策2: PNP型素子の利用

- $PNP(x,y) = \bar{x} \cdot y$
 - NOTが単項の場合
- 設定: 「塗りつぶす線を壊してしまう怪物」



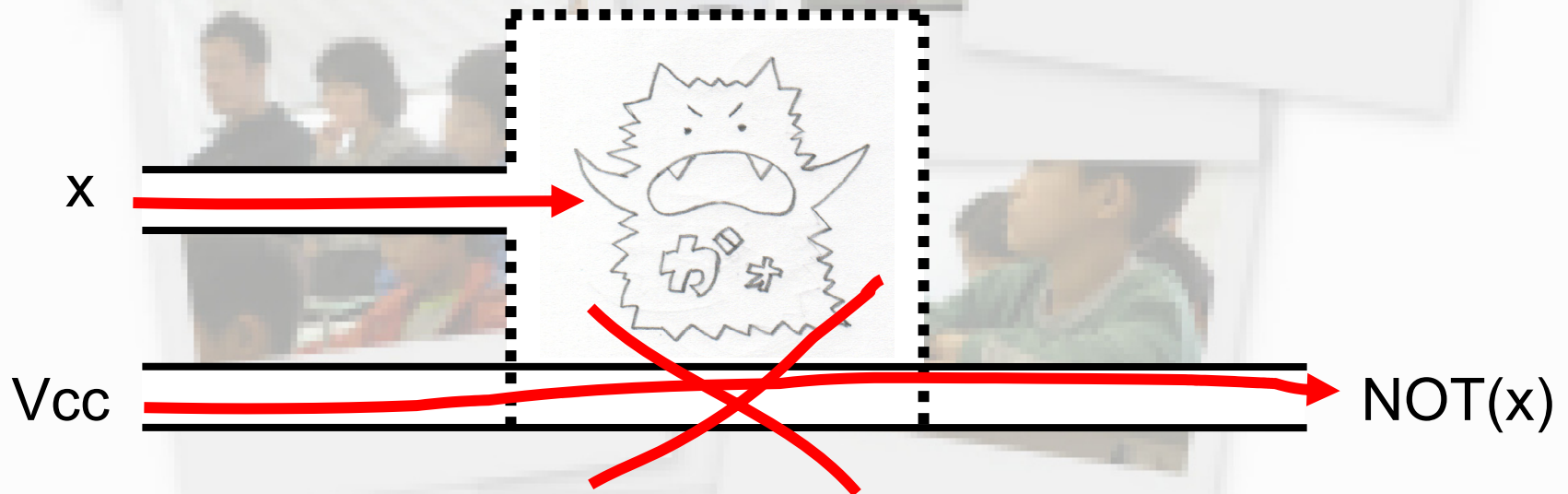
解決策3: Vccの利用

- $\text{NOT}(x) = \bar{x}$
 - NOTが残ってしまう場合
- $\text{NOT}(x) = \text{PNP}(x, V_{cc})$



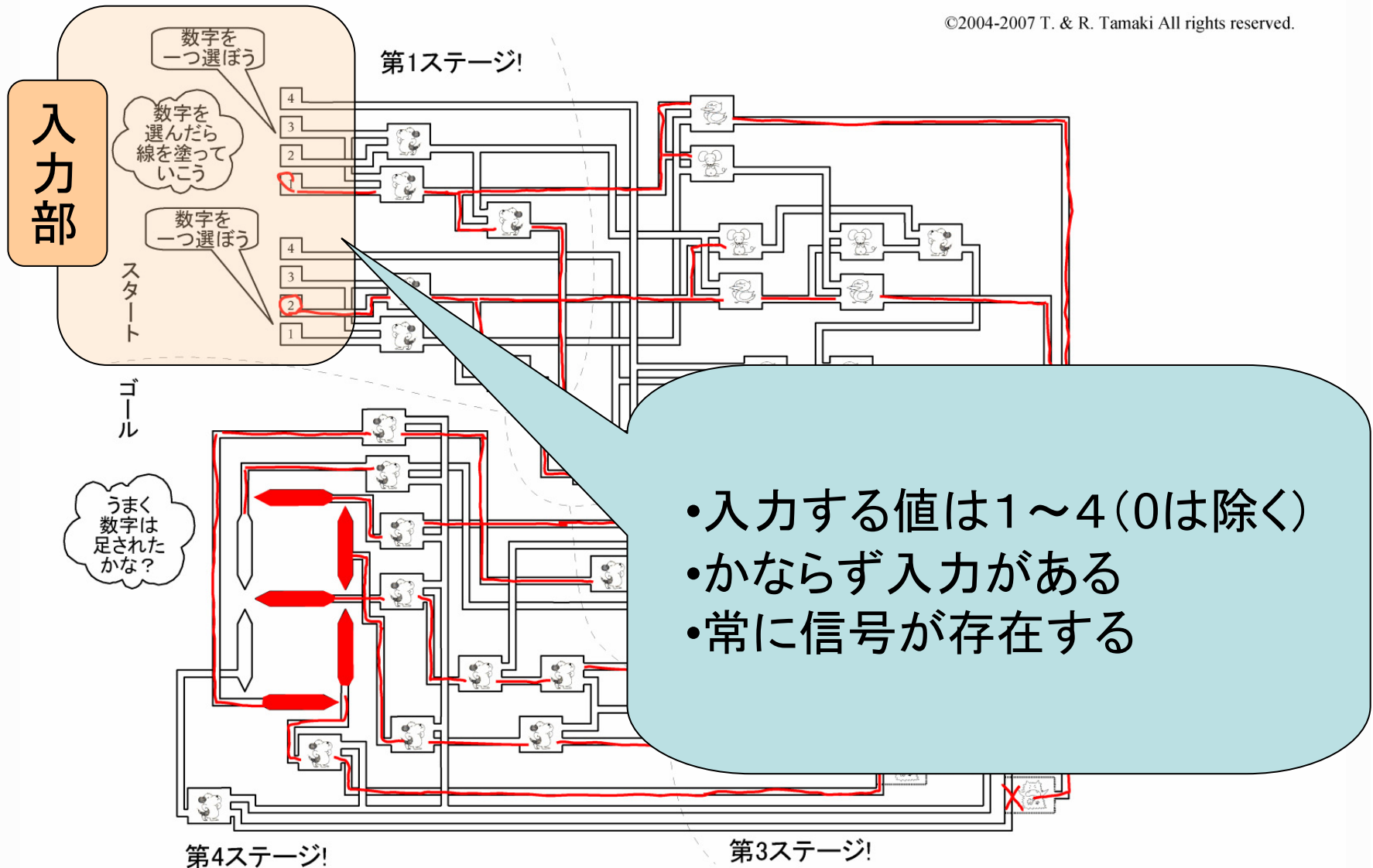
解決策3: Vccの利用

- $\text{NOT}(x) = \bar{x}$
 - NOTが残ってしまう場合
- $\text{NOT}(x) = \text{PNP}(x, V_{cc})$



簡易電卓の場合のVccのとり方

©2004-2007 T. & R. Tamaki All rights reserved.



計算例: $1 + 2 = 3$

数字を一つ選ぼう

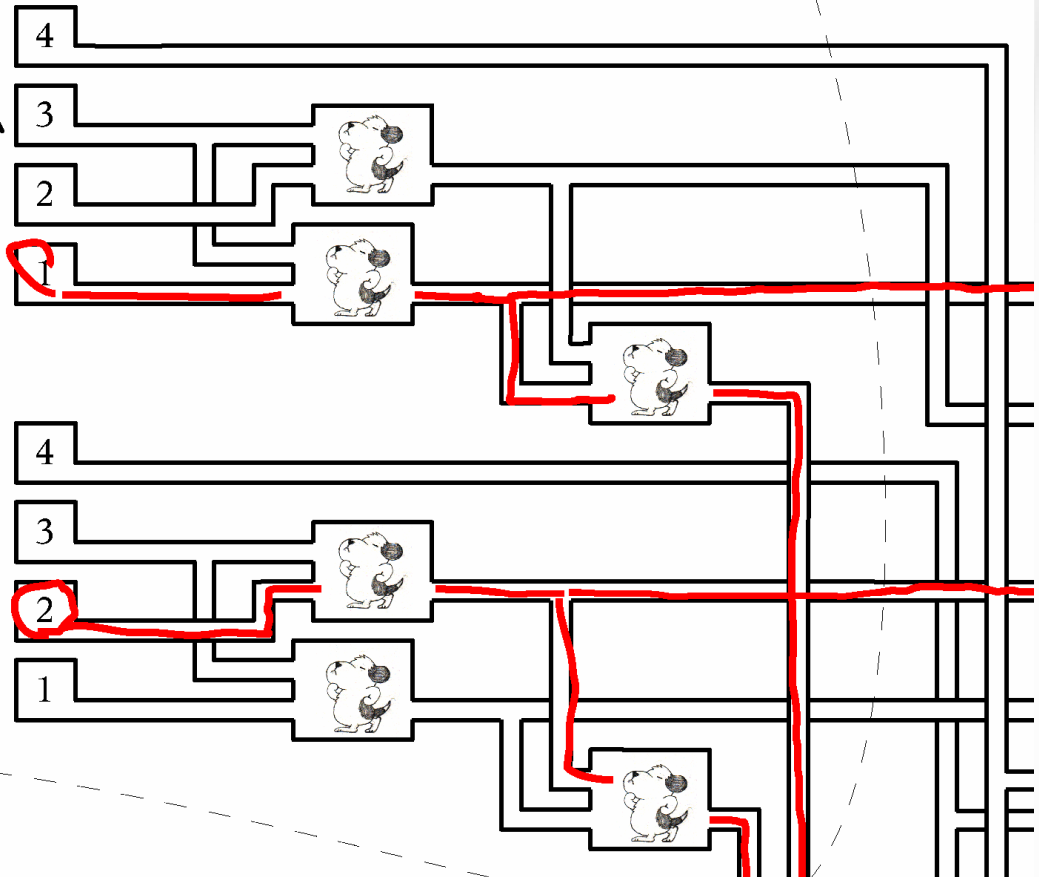
数字を選んだら線を塗って
いこう

数字を一つ選ぼう

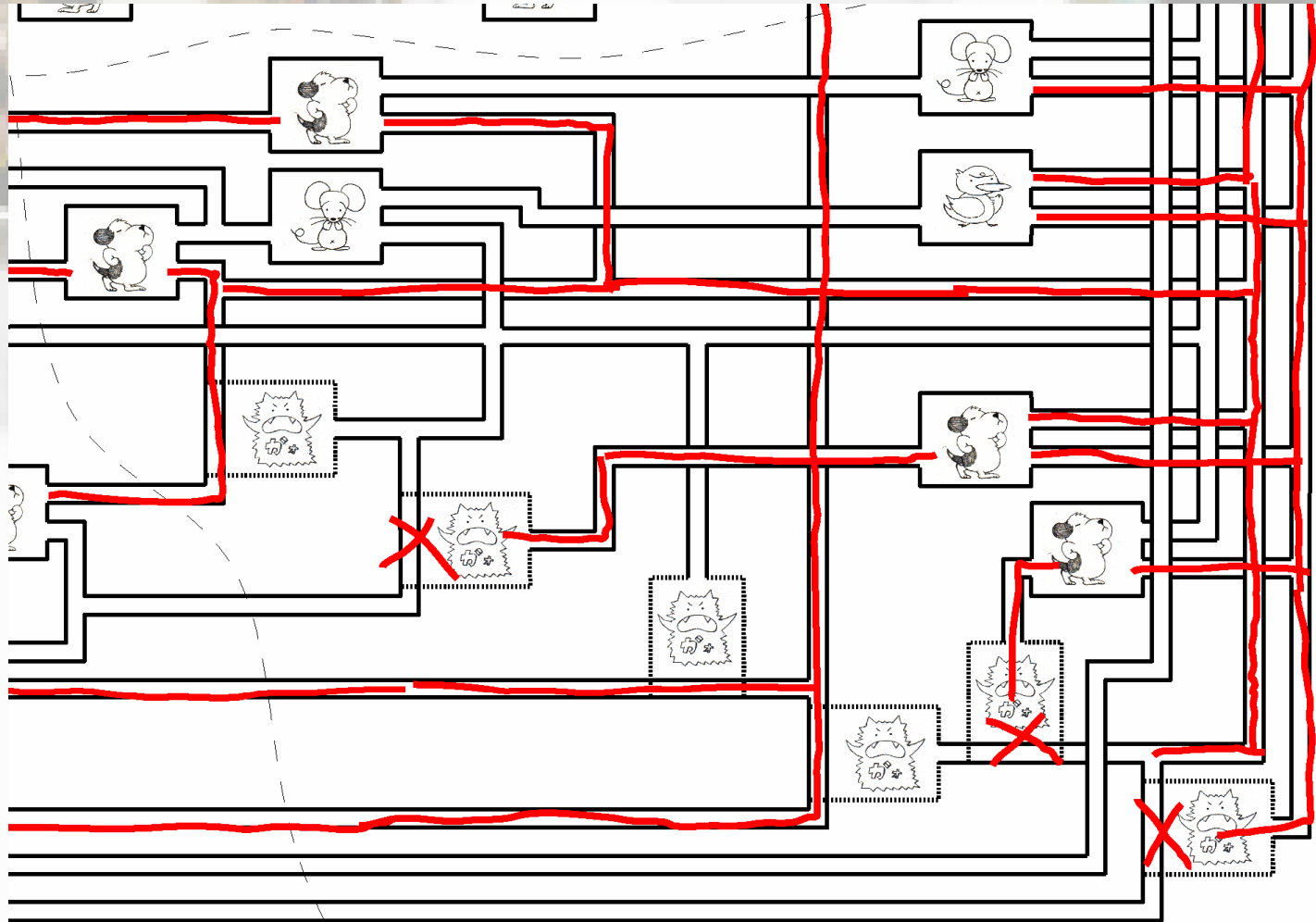
第1ステージ!

スタート

ゴ

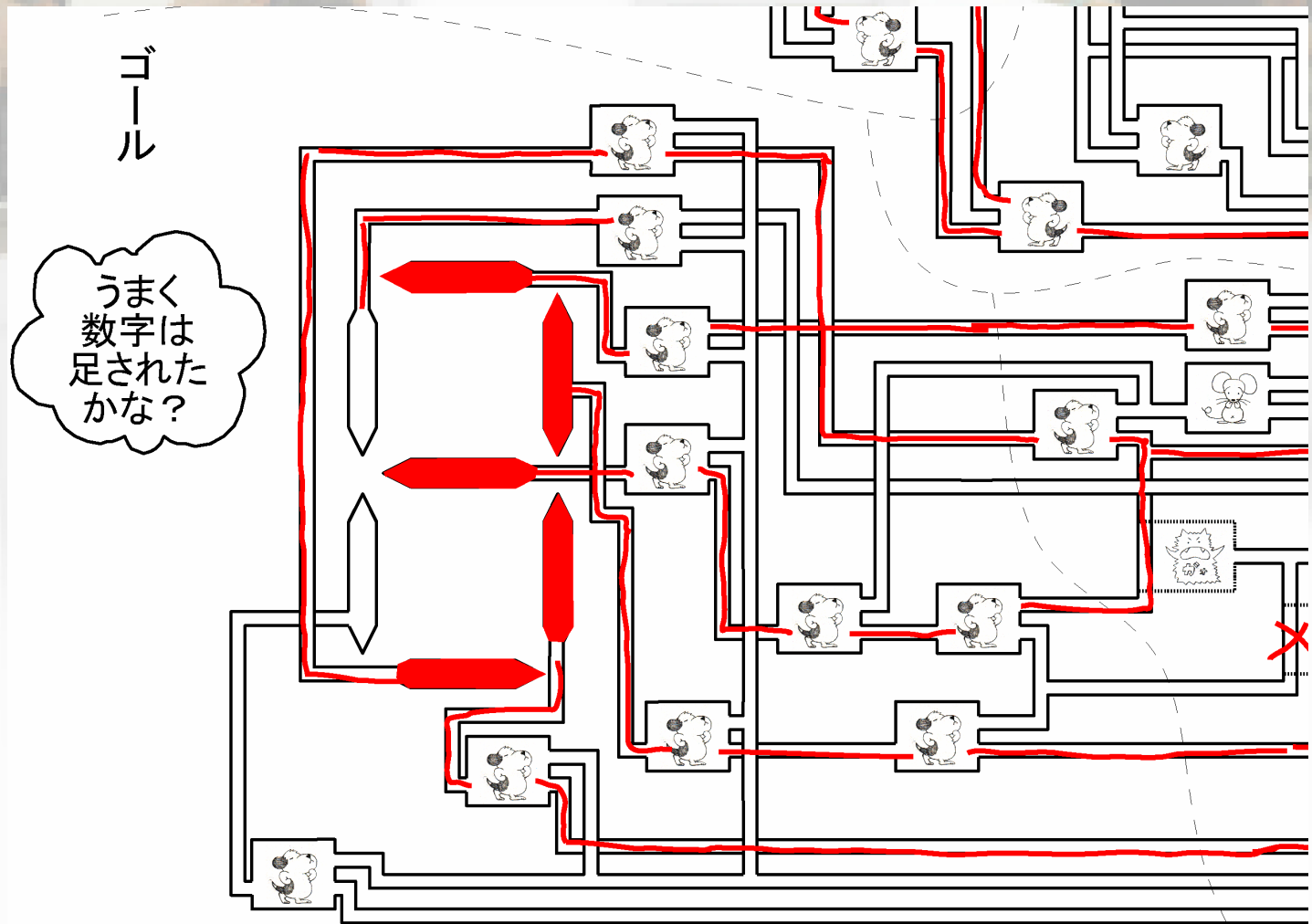


計算例: $1 + 2 = 3$



第3ステージ!

計算例: $1 + 2 = 3$



第4ステージ!

まとめ

- 計算機の仕組みを理解するための子供向け教材「塗り絵デバイス」を提案
 - 多人数のイベントにも対応可能
 - 一人ひとりが体験できる
 - 素子はAND, OR, XOR, PNP型

謝辞

インスピレーションを与えてくれた、ミズデバイスを「開発」された新潟大学大学院自然科学研究科 高橋俊彦氏に感謝致します。