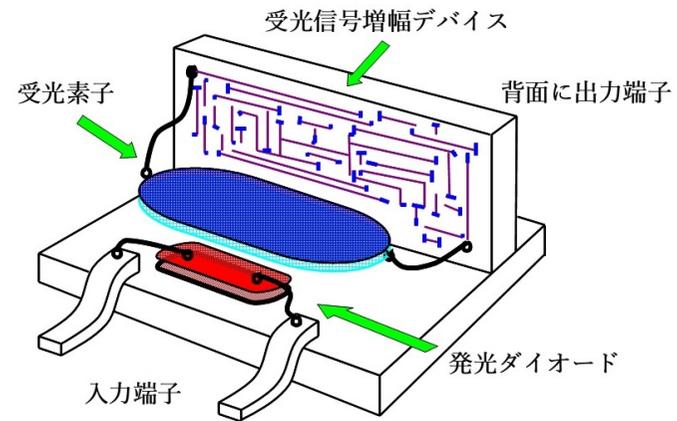

GACOMの概要

その論理と可能性について

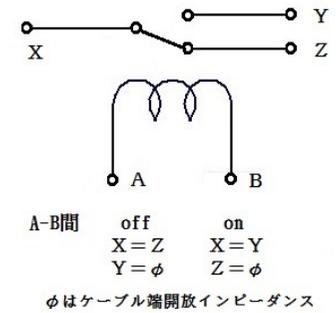
株式会社GSEC
<https://www.gsec.biz>

歴史

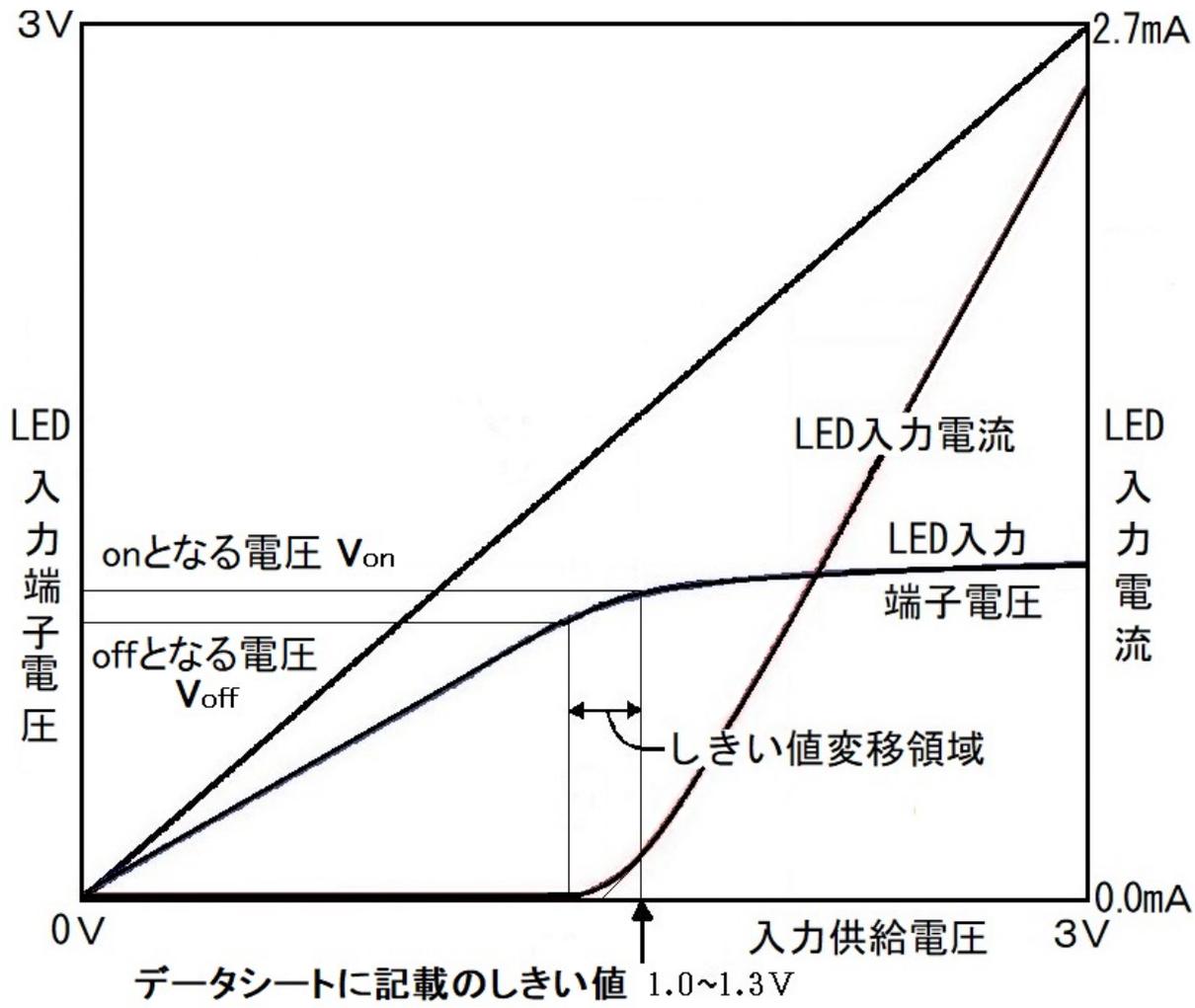
■ フォトリレーとは 磁気リレーの比較



フォトリレー構造の模式図
(想像図であることに注意)



電磁リレーの記号表示

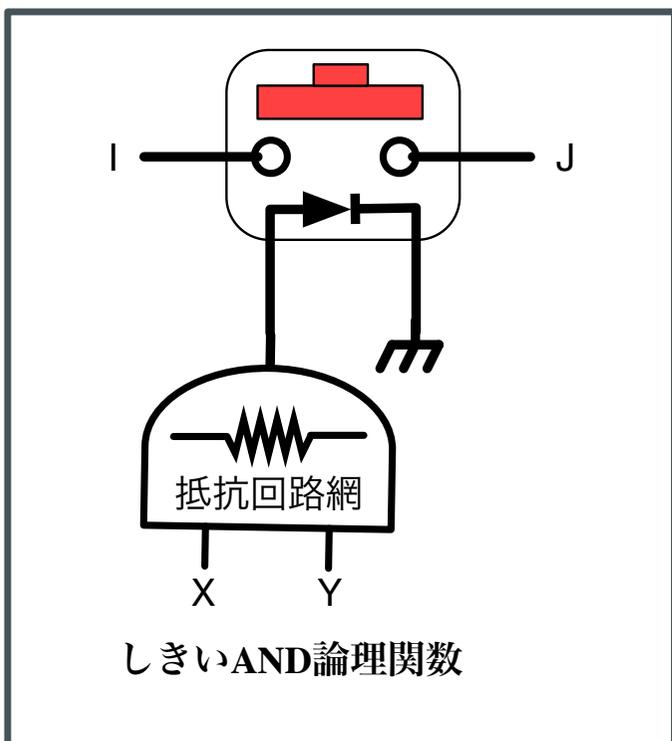


フォトリレーの電気的特性

	電磁リレー	フォトリレー
電源種類	直流・交流対応	直流のみ
入力方式	電流磁化	LEDに電流を流す
入力電圧	一定電圧	閾値が存在
入力電流	規格による	数mA程度
入力電力	大	数mW程度
入力回路抵抗	数百Ω	数十Ω
入力電流方向	両方向	現在は直流片方向のみ
出力形態	両方向電流	両方向電流
出力方式	接点	半導体デバイス
出力抵抗値	1Ω以下	1Ω以下
出力電流	大電流可	単体で5A程度も市販
論理形態	導通関数	導通関数
特徴等	チャタリング発生	チャタリングの発生はない

論理値定義の由来	物理的状態	変数の論理値
中嶋 ¹⁾ ・Shannon ²⁾ 導通変数	接点の接	0
	接点の断	1 (Φ)
スイッチング理論の 一般的な導通変数	接点の接	1
	接点の断	0 (Φ)
本論文の出力側 導通変数	導通が有る	1
	導通が無い	Φ
本論文の入力側変数	電源接続	1
	接地接続	0

ゲイト論理回路(GACOM, Gate Act CO-operation Method) の定義と実現可能な論理関数



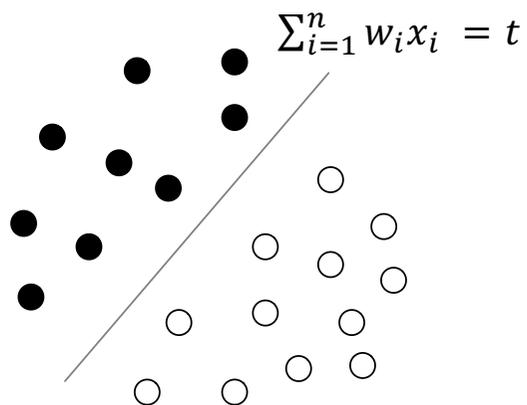
GACOMとは

- フォトリレーを用いる
 - 入力側：しきい論理を適用したゲート論理回路
 - 出力側：導通関数
- GACOMとは、ゲート論理回路と導通関数のコラボレーション
- 抵抗回路網の構成で、AND、ORなどの論理関数を実現

しきい多変数論理について

$$f(x)=1 \quad \text{if} \quad \sum_{i=1}^n w_i x_i \geq t \quad (1)$$

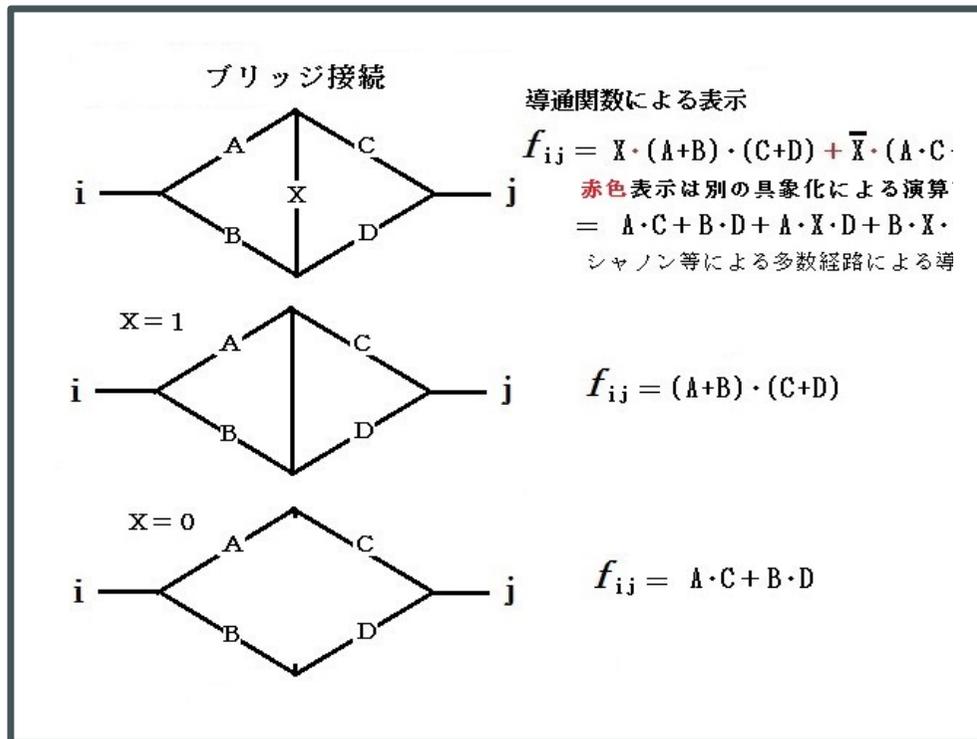
$$f(x)=0 \quad \text{if} \quad \sum_{i=1}^n w_i x_i < t \quad (2)$$



しきい多変数論理の経緯

- しきい多変数論理は、コンピュータの黎明期において、国産パラメترون・コンピュータ開発のパラメترون素子が端緒なった。
- イリノイ大学 室賀三郎教授による英文の著書で日本が創始した「しきい論理」は紹介された。

導通関数について



- メモリ機能導通関数と論理ゲート記号との関係(論理ゲートの論理式は片方向)
- 註: フォトリレーの入力は片方向論理であり出力側は導通関数が適用できる双方向論理
- 故・当麻先生は双方向論理と片方向論理は異なることを生前に明言
- 古賀の註: グラフ理論適用する場合、双方向論理は無向グラフ、片方向論理は有向グラフ

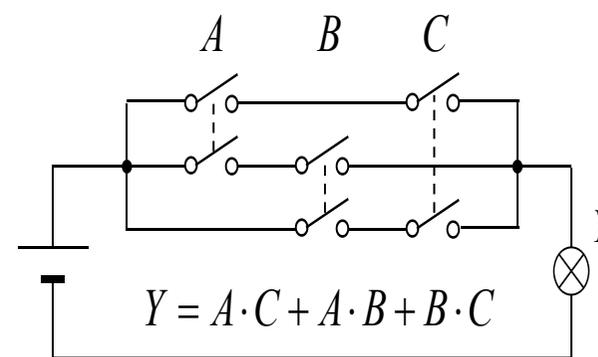
リレーによる多数決回路

(導通関数として定義)

- 3入力の多数決回路の構成
- 6個のスイッチ（リレー）が必要
- 4重化で、1つの故障に耐えられることが知られている。
- その為には、 $6 \times 4 = 24$ 個のリレーが必要

多数決回路

3個のスイッチのうち、いずれか2個がONになったときランプが点灯する



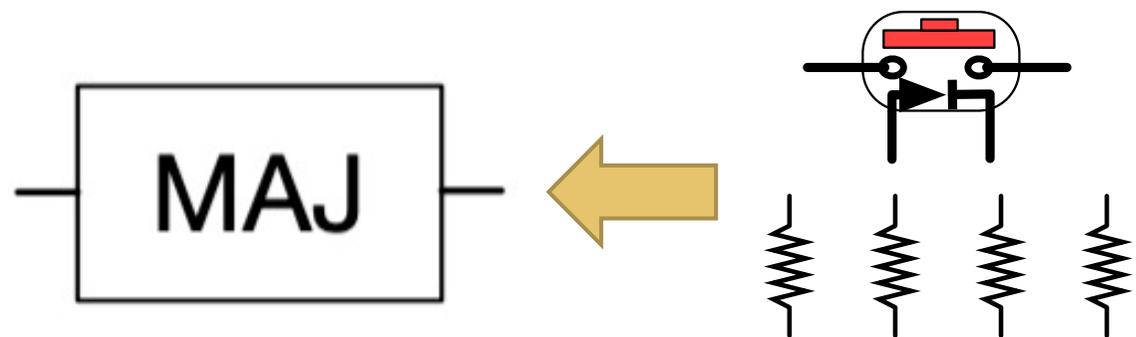
積和形式の論理式

<i>ABC</i>	<i>Y</i>
000	0
001	0
010	0
011	1
100	0
101	1
110	1
111	1

真理値表

GACOMで構成した 3入力多数決回路

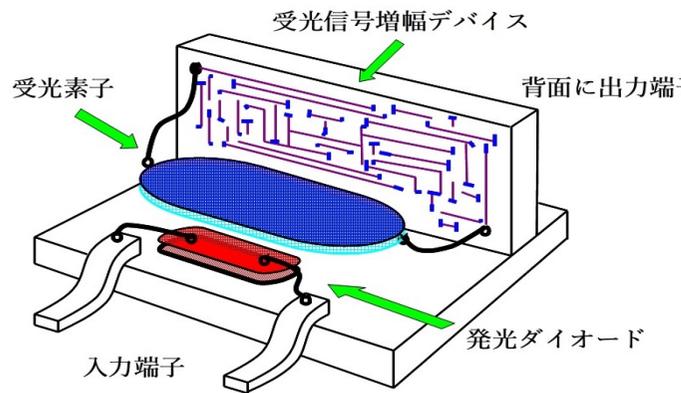
- 1つのフォトリレーと4つの抵抗で構成
- FTC化の為に4重化しても4つのフォトリレーで構成できる



参考文献：

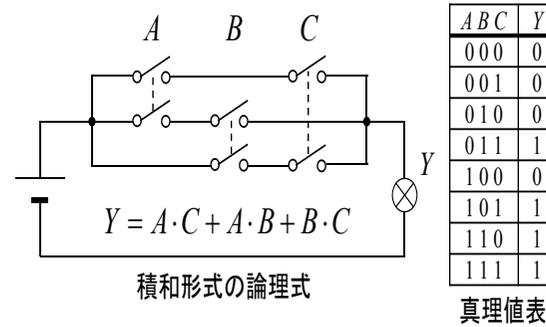
古賀、竹之上：フォト・デバイスの入力ゲート機能にしきい値を適用する論理関数構成, 防衛大学校理工学研究報告, Vol. 61, No.1 (2022.09)

多数決回路

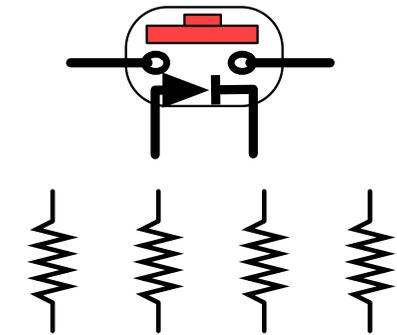


フォトリレー構造の模式図
(想像図であることに注意)

3個のスイッチのうち、いずれか2個がONになったときランプが点灯する



GACOM回路



2023/2/23

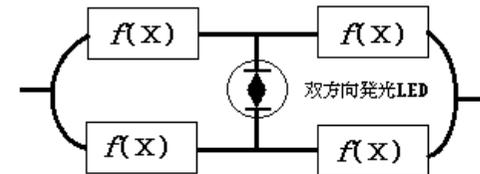
多数決回路のFTC化

多数決回路の基本構成

- 3入力の多数決回路の構成
- 6個のスイッチ（リレー）が必要
- 4重化で、1つの故障に耐えられることが知られている。
- これを構成するには、 $6 \times 4 = 24$ 個のリレーが必要

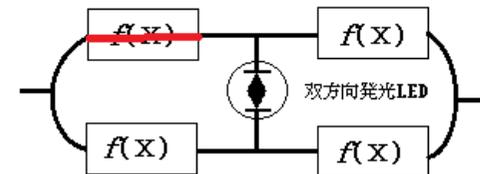
2022.5.28

導通関数による4重系は単一故障はマスクし、動作中にその故障は検出可能であることの証明



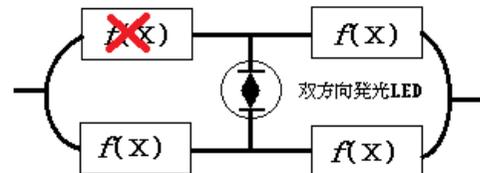
$$f(X) \cdot f(X) + f(X) \cdot f(X) = f(X)$$

正常状態 双方向発光LEDは発光しない



$$f(X) \cdot 1 + f(X) \cdot f(X) = f(X)$$

双方向発光LEDは動作中の状態で点滅



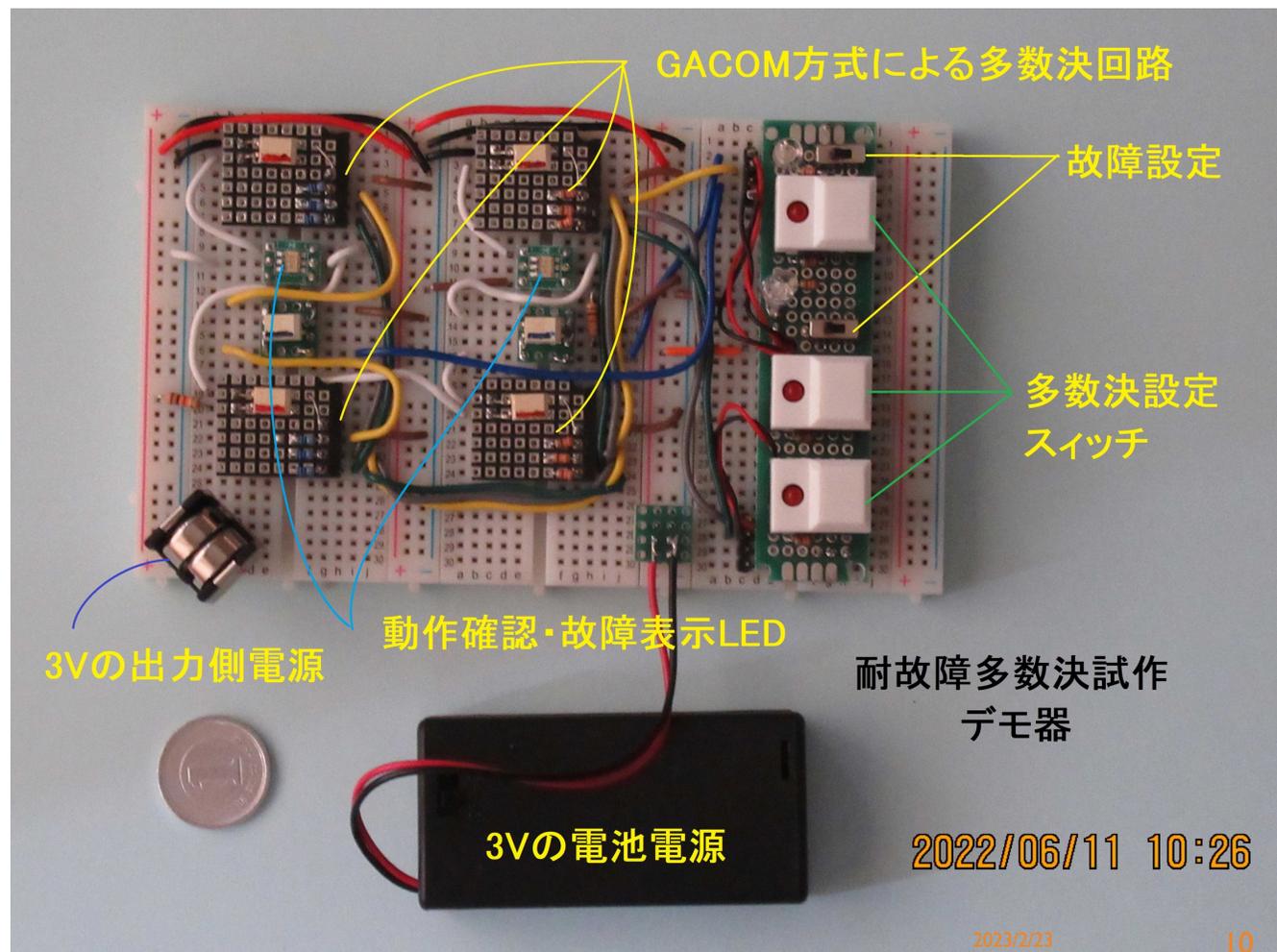
$$f(X) \cdot 0 + f(X) \cdot f(X) = f(X)$$

双方向発光LEDは動作中の状態で点滅

GACOMで構成した 3入力FTC多数決回路

耐故障多数決回路の試作機

4つのフォトリレーで構成



GACOMの応用例

- 過電流検知
 - (メモリ機能を実現)
- 高信頼性ヒューズ
 - (過電流検知を応用)
- 電力制御
 - (右写真は高電位回路の例)

