

検出対象 の物理量



A, B: 示強変量 (intensive), 位差量, 作用強度を示す量
力, 温度, 電圧, 磁界

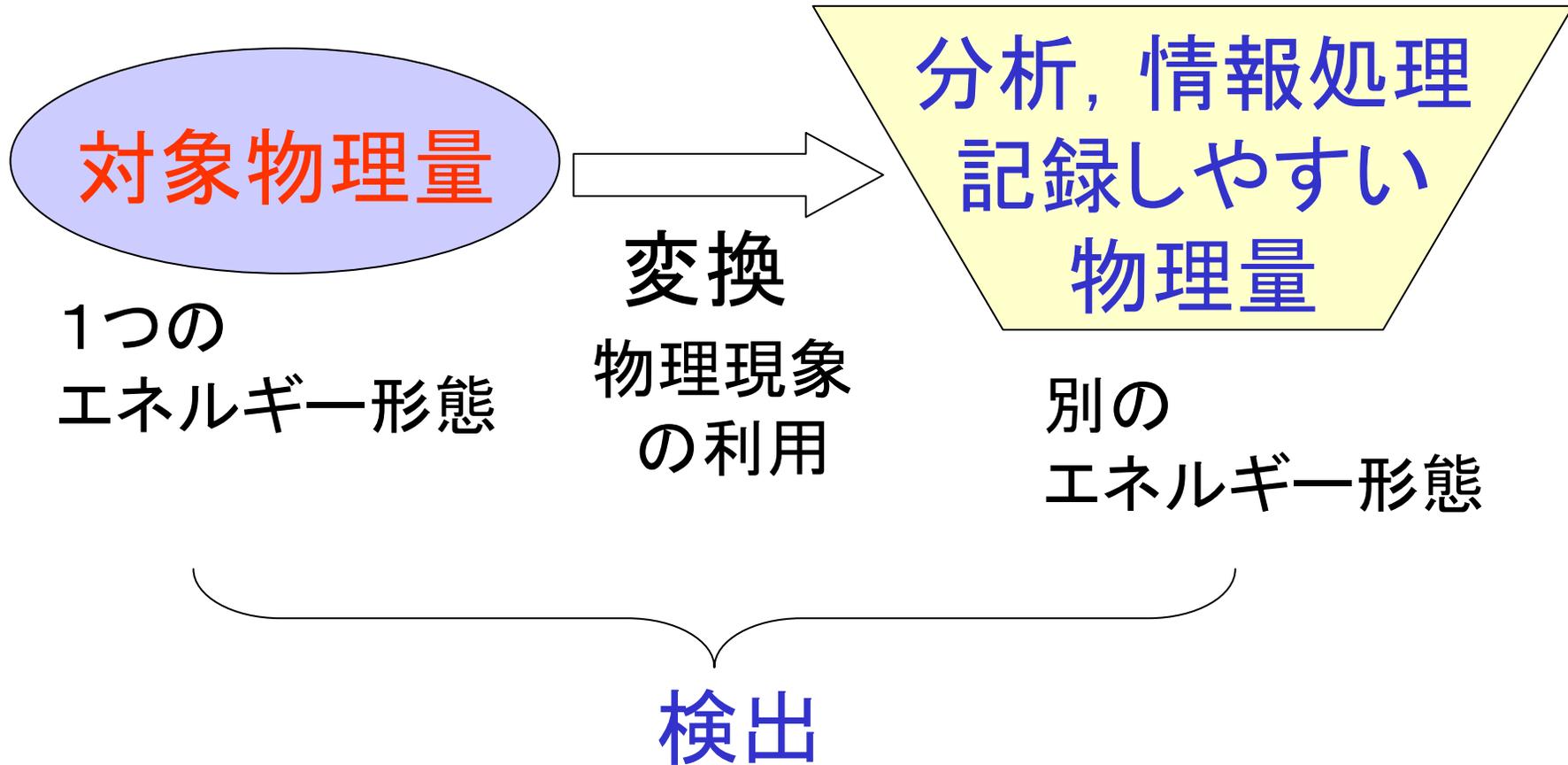
a, b: 示容変量 (extensive), 流通量, 空間的広がり
長さ, 質量, 電荷, 電流, 磁束

エネルギー = 示強変量 × 示容変量 = $A \times a$

力学的エネルギー = 力 × 変位

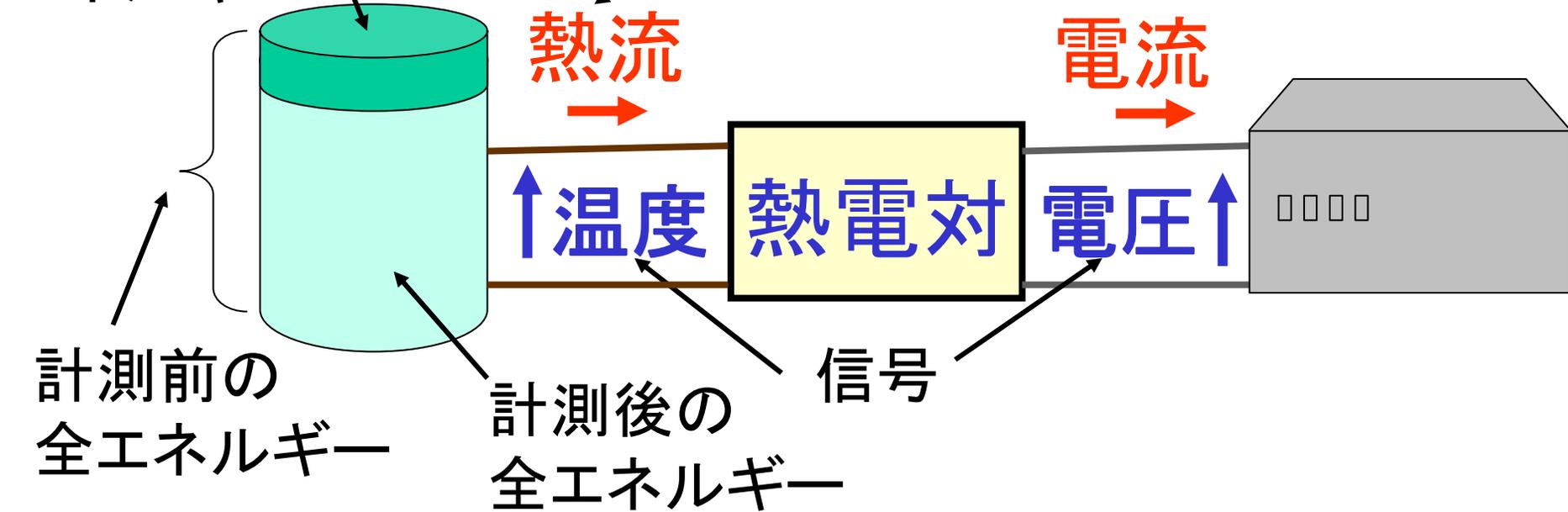
熱エネルギー = 温度 × エントロピー

計測：対象に対する曖昧さを定量的に減らす



計測のために必要な
エネルギー

誤差影響量



対象の物理的状態の記述 = 情報の授受

↑
エネルギーの授受

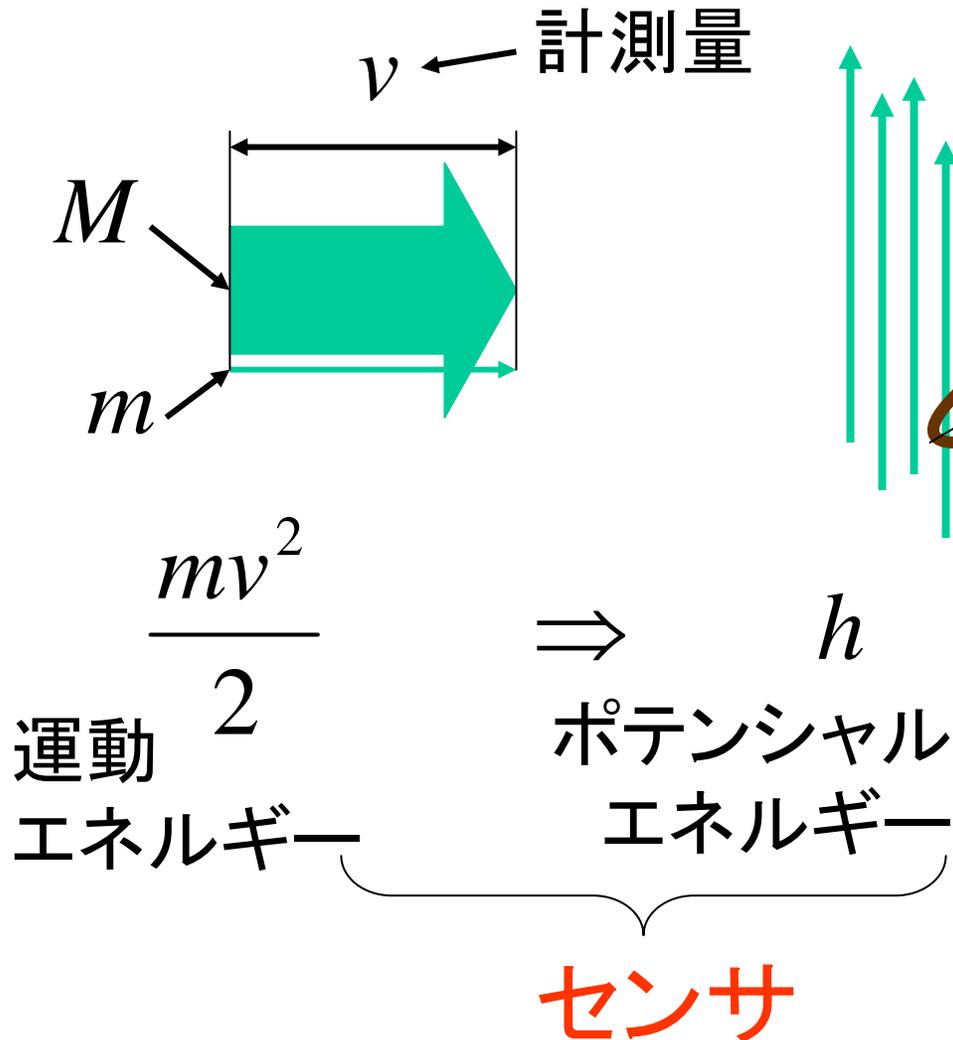
$$\text{エネルギー} = \text{信号} \times \text{誤差影響量}$$

示強変量

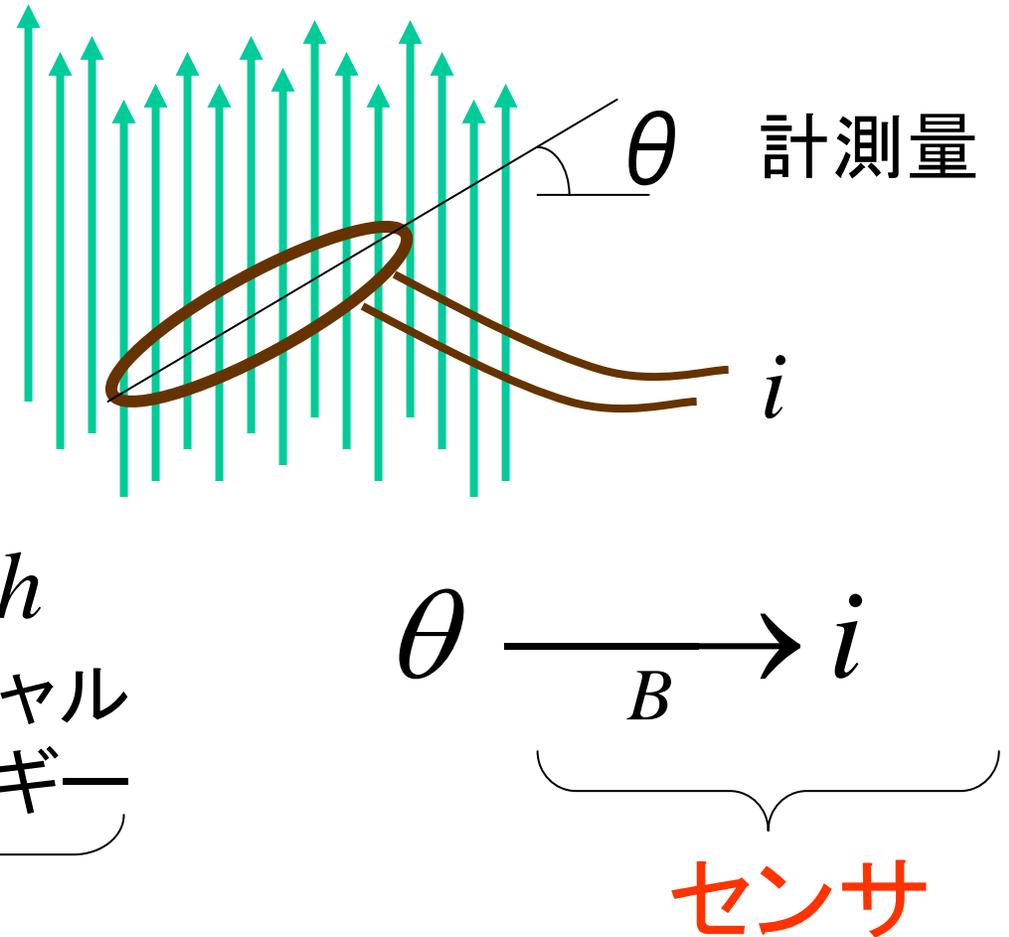
示容変量

センサの実現化

(1) 保存則



(2) 場の法則

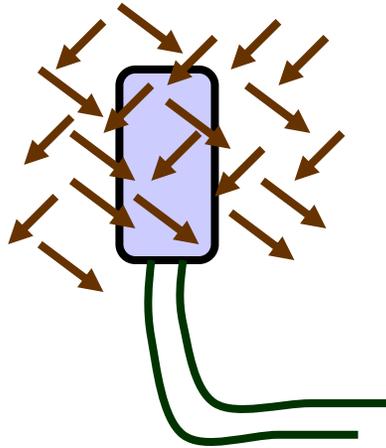


(3) 物性に関する法則

物質法則： 近似法則

センサ特性： 物性定数に大きく左右される, 固体素子

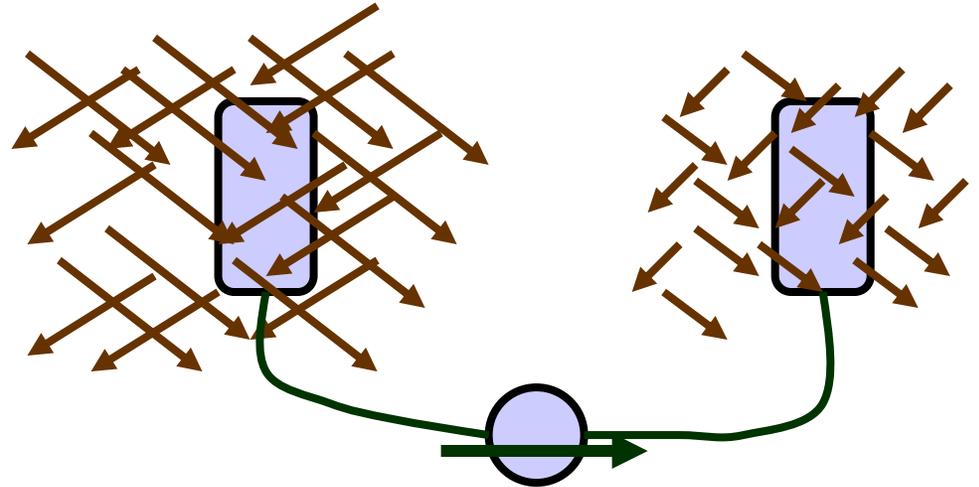
(3-1) 熱平衡現象



熱平衡系の状態量

強度性
容量性

(3-2) 輸送現象



亲和力

亲和力 = 強度性状態量の勾配
→ 容量性状態量の流れ

マックスウエルの関係式

$$dU = \sum X_i dx_i, \quad X_i = \partial U / \partial x_i$$

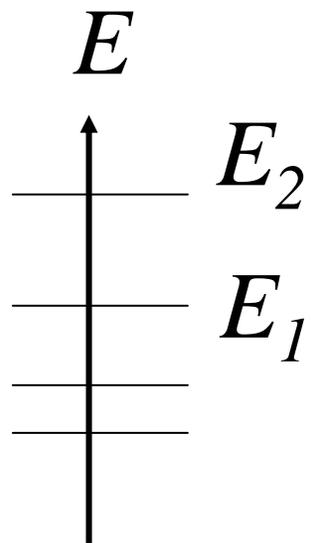
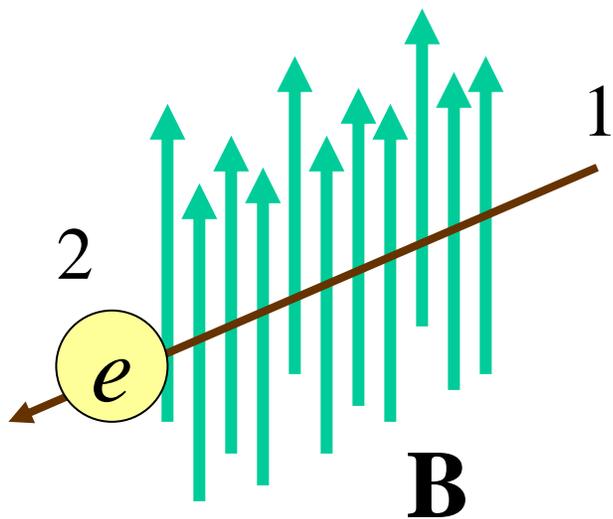
$$\frac{\partial X_i}{\partial x_j} = \frac{\partial X_j}{\partial x_i}, \quad \frac{\partial X_i}{\partial X_j} = \frac{\partial x_j}{\partial x_i}, \quad \frac{\partial x_i}{\partial X_j} = \frac{\partial x_j}{\partial X_i}$$

関係式は以下で証明される.

$$\frac{\partial X_i}{\partial x_j} = \frac{\partial^2 U}{\partial x_i \partial x_j}, \quad \frac{\partial X_j}{\partial x_i} = \frac{\partial^2 U}{\partial x_i \partial x_j}$$

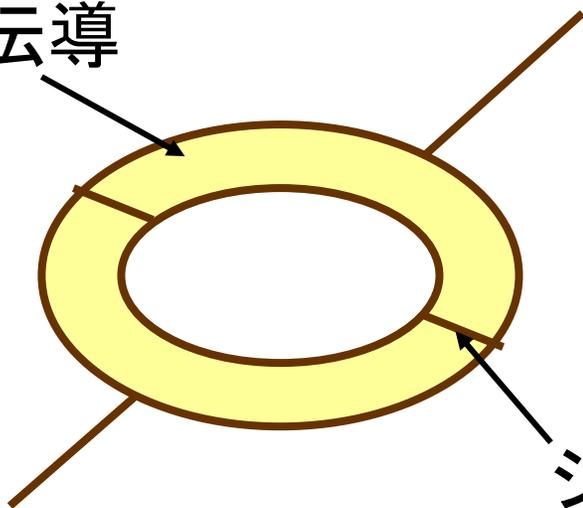
これらの関係式を用いることにより, 入出力の係数値は容易に求められる.

(4) 量子現象



$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

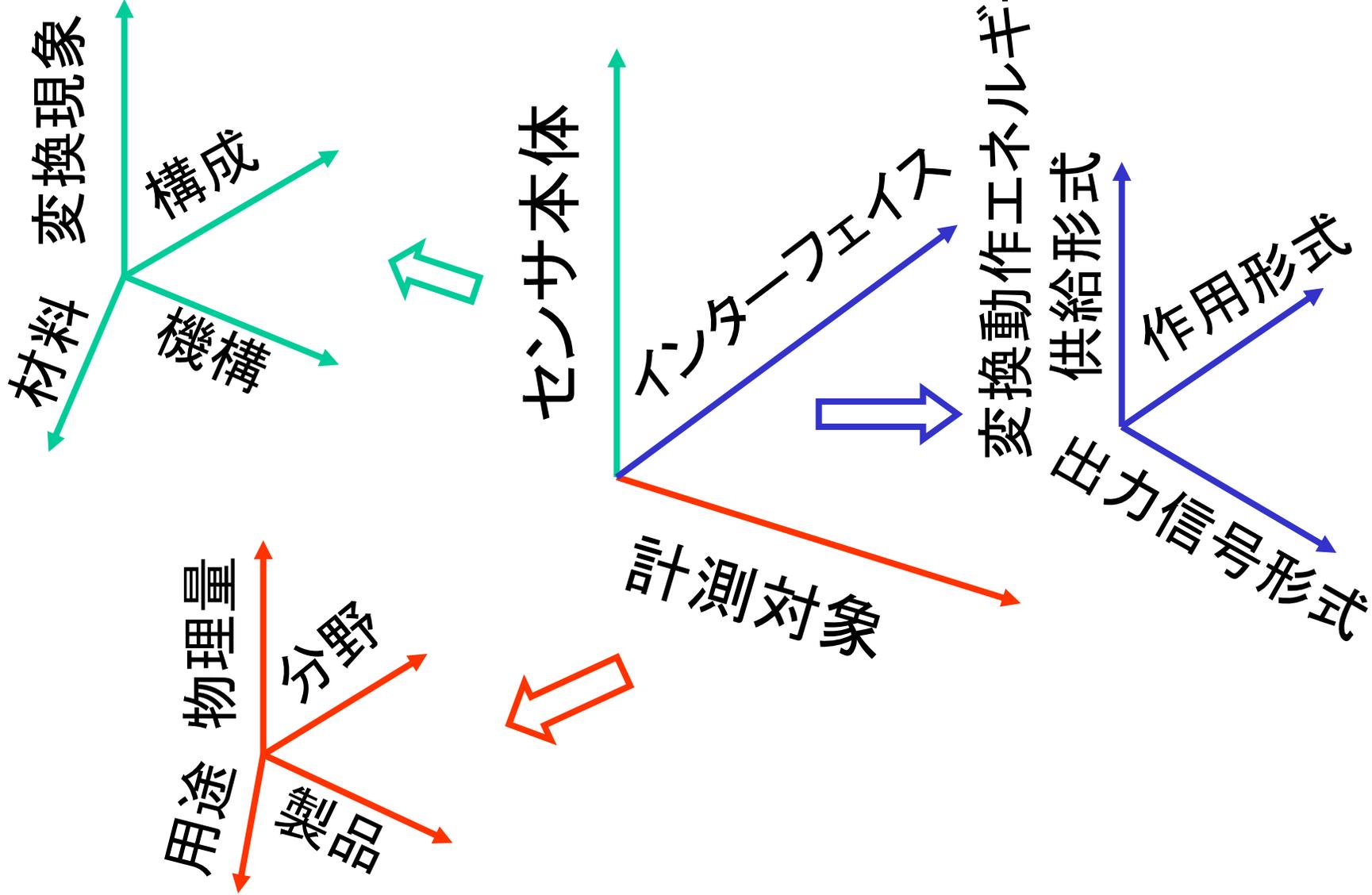
超伝導



ジョセフソン接合

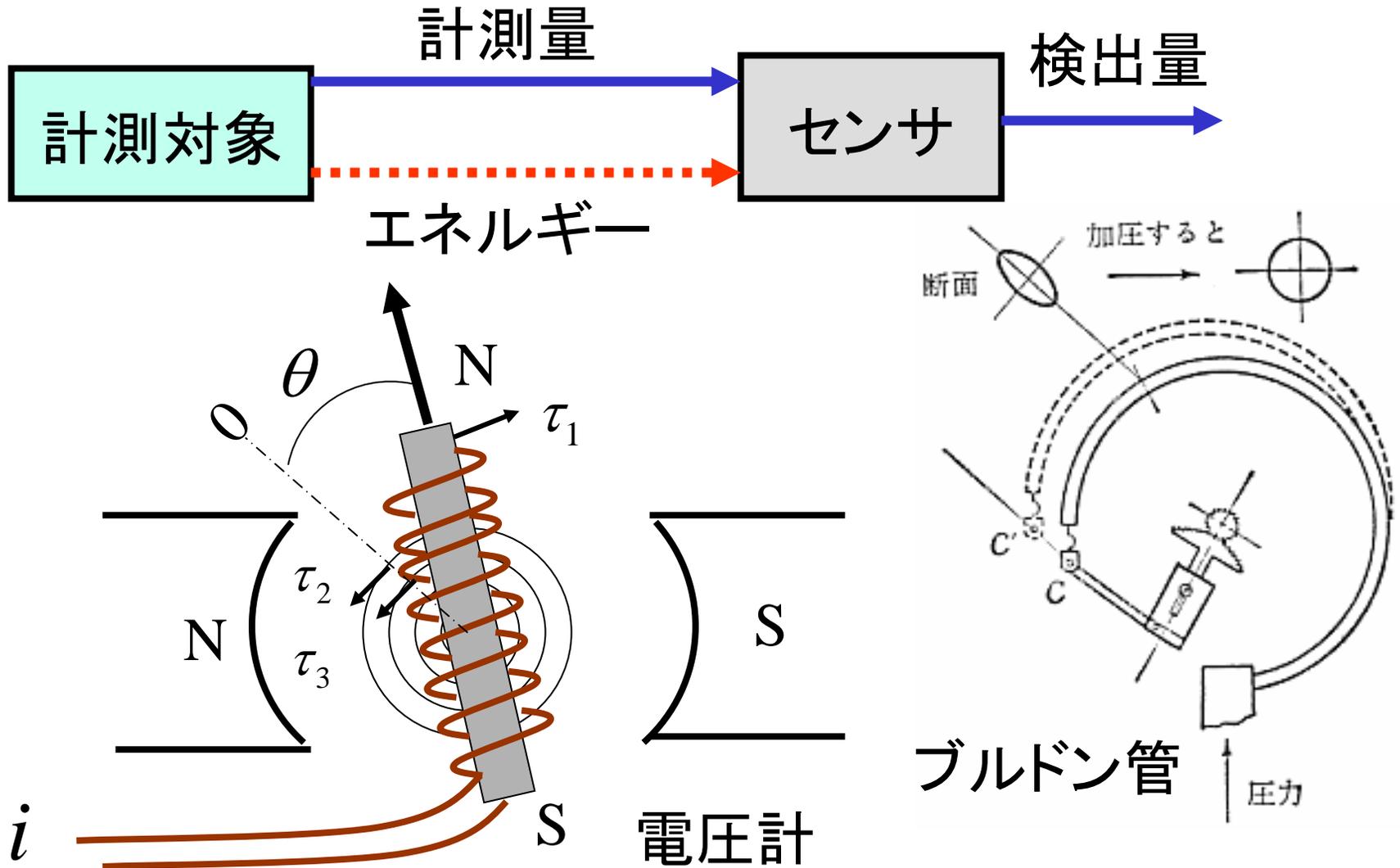
$$2eV = h\nu$$

センサの分類

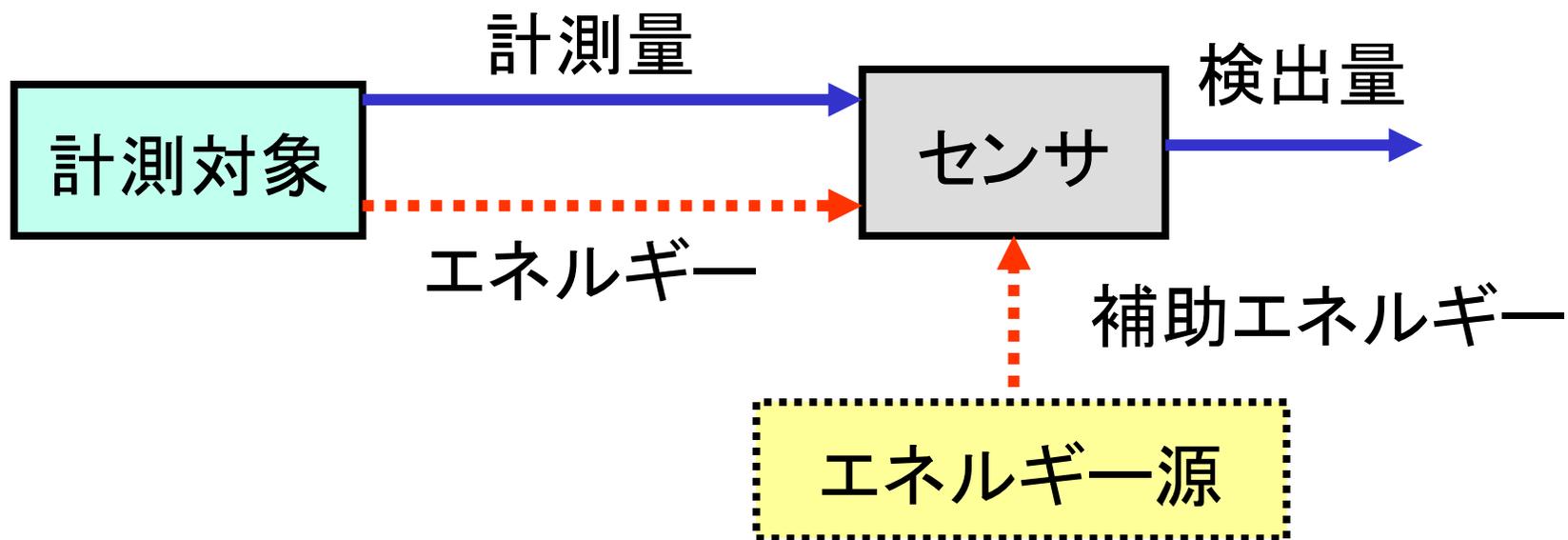


検出部の構成

(1) 基本センサ(a)



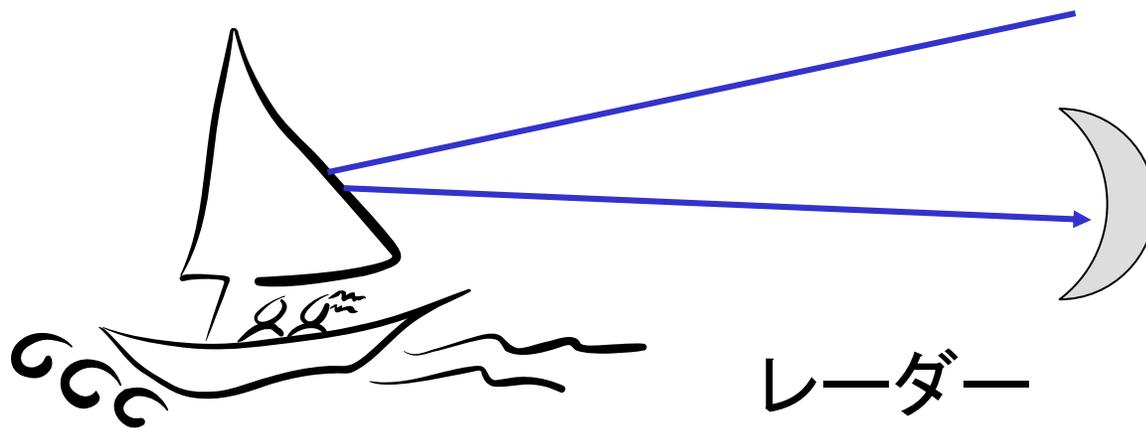
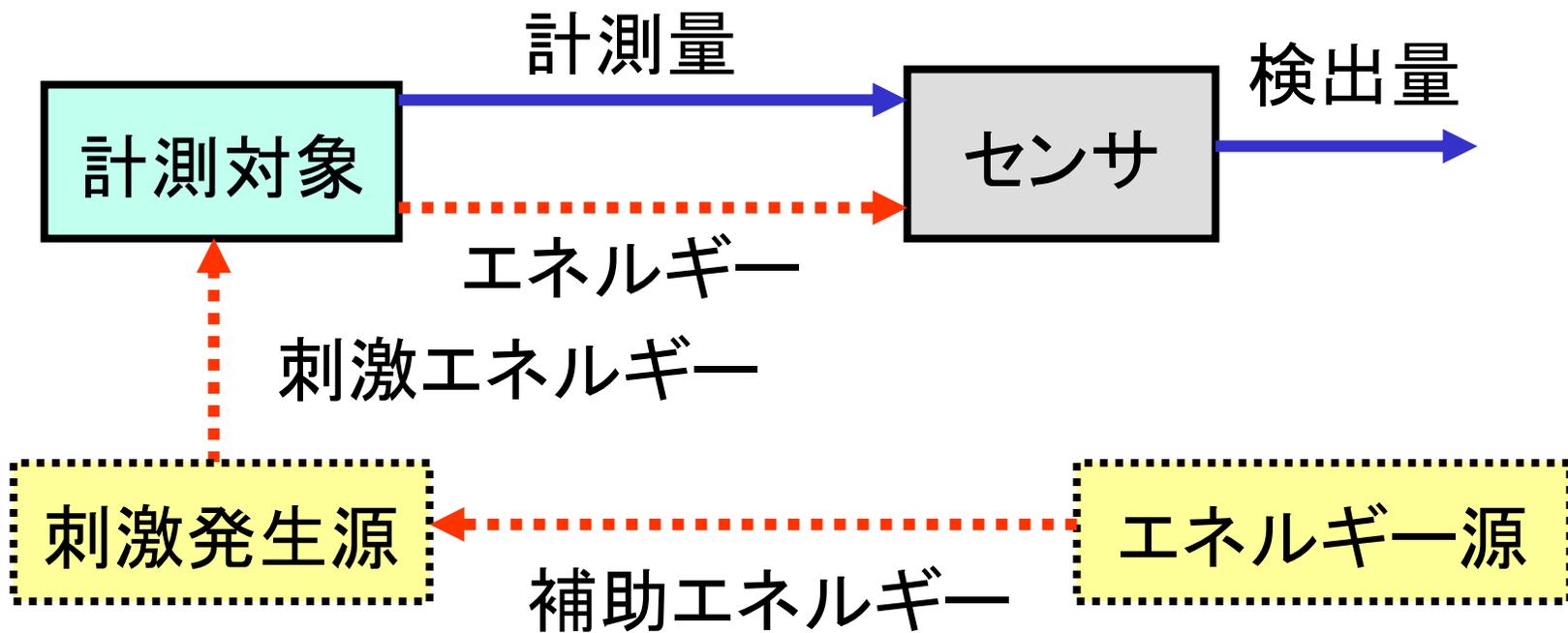
(2) 基本センサ (b)



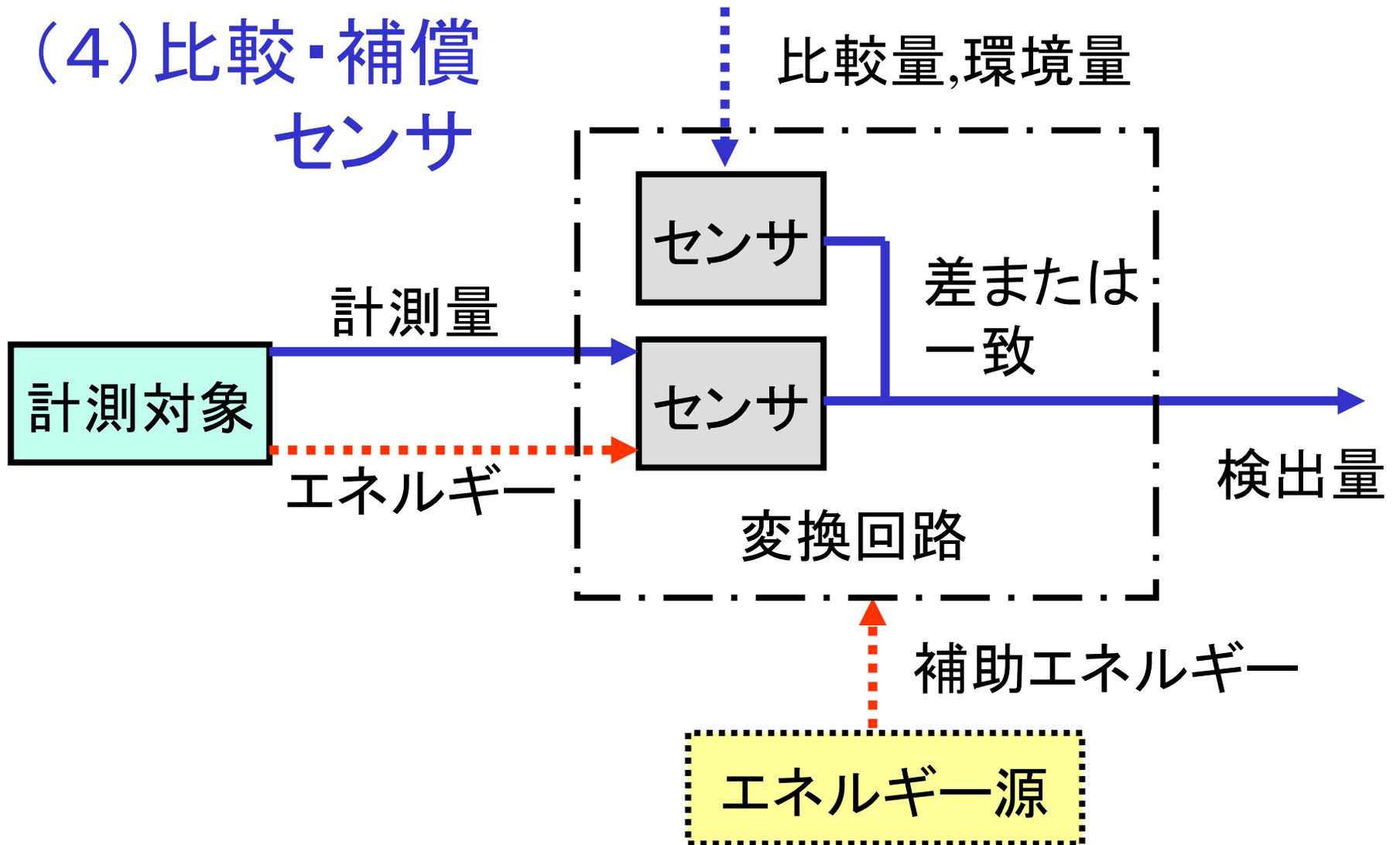
補助エネルギー： センサの予励振，変換回路の電源，
フィードバックの駆動源，バイアス源

センサ： 熱線流量計，光電管温度計，サーミスタ温度計，
電位差計，磁気変調磁界センサ

(3) 刺激利用センサ



(4) 比較・補償 センサ



光高温計, 比色計, クロマトグラフィ

センサ材料

測定対象量を電氣的出力に変換

特性に経年変化がない

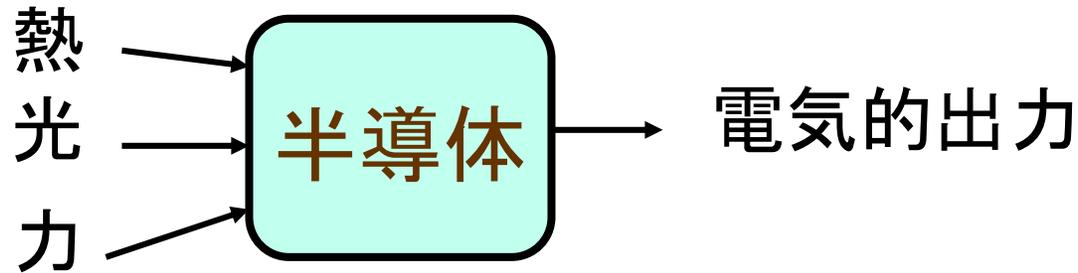
測定対象外の擾乱に鈍感

半導体

セラミック, 有機材料, 複合材料

アモルファス金属, 形状記憶合金

(1) 半導体



導電率が金属より低い → 特性変化率大
プロセス技術が発達

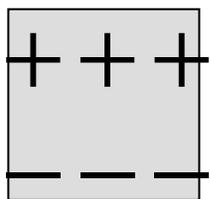
IV族: Si, Ge

VI族: Se, Te

III - V族: GaAs, GaP, InP, InSb

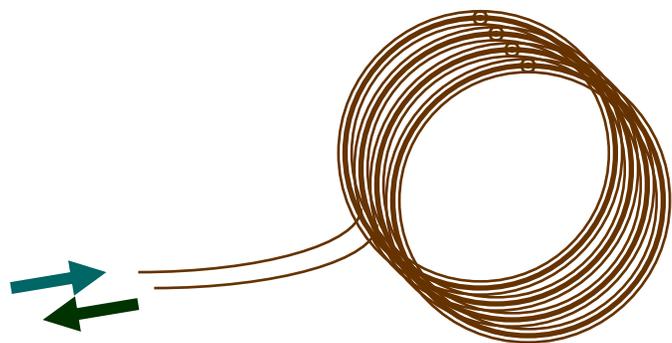
II - VI族: ZnS, ZnO, CdS

(2) 誘電体

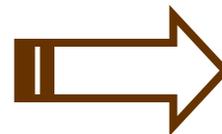
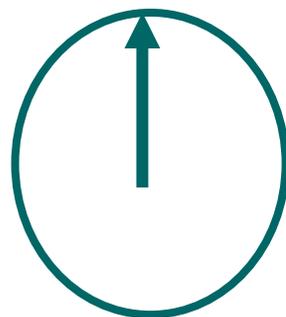


誘電性：コンデンサ材料＝磁器，マイカ
絶縁性材料＝ガラス，磁器
圧電性，強誘電性＝チタン酸バリウム

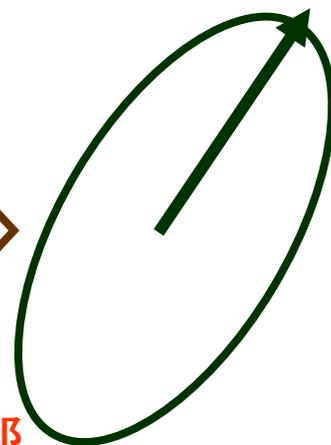
(4) 光ファイバー



電磁場，熱，音響



電磁場，
熱，音響



(3) セラミック

機能性セラミック

絶縁性, 誘電性, 圧電性, 焦電性, 半導性

(5) その他

有機材料

強誘電性高分子, 導電性・半導電性高分子,
光導電性高分子, 液晶

金属材料

電気抵抗, 磁性, 感熱

複合材料

導電性, 光導電性, 圧電, 磁性, イオン導電性
膜の分離特性