

## 発見

2016年  
認知科学と人工知能

---

---

---

---

---

---

---

## 様々なアプローチ

- 歴史的研究アプローチ
  - 科学哲学者
- 実験室アプローチ
  - 認知心理学者
- 現場観察アプローチ
  - 社会学者, 認知心理学者
- 構成的アプローチ
  - 計算機科学者

---

---

---

---

---

---

---

## 発見研究の6つのタイプ

	仮説形成	実験方略	結果解釈
領域固有			
領域一般			

---

---

---

---

---

---

---

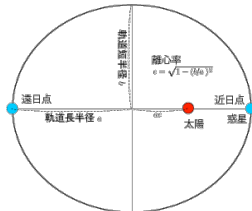
## ケプラー第3法則の発見

(Langley, et al., 1987; Qin & Simon, 1990)

$$s^3 = a \times q^2$$

TABLE 1  
The Data Given to Subjects in Experiment 1  
(s=Distance, q=Period of Revolution)

s	q
36	88
67.25	224.7
93	365.3
141.75	687
483.8	4332.1




---

---

---

---

---

---

---

---

## 人間による発見

- 実験1
  - 9人中2人発見, 1人がほぼ発見
- 実験2
  - 5人中2人が発見

---

---

---

---

---

---

---

---

## コンピュータによる発見

Table 3.25  
Laws discovered by BACON.3.

Ideal-gas law	$PV = aNT + bN$
Kepler's third law	$D^3(A - k)/t^2 = j$
Coulomb's law	$FD^2/Q_1Q_2 = c$
Ohm's law	$TD^2/(LI - I) = v$

3. LINEAR  
If you want to find laws,  
and you have recorded a set of values for the term X,  
and you have recorded a set of values for the term Y,  
and the values of X and Y are linearly related  
with slope M and intercept B,  
then infer that a linear relation exists between X and Y  
with slope M and intercept B.
4. INCREASING  
If you want to find laws,  
and you have recorded a set of values for the term X,  
and you have recorded a set of values for the term Y  
and the absolute values of X increase,  
as the absolute values of Y increase,  
then consider the ratio of X and Y.
5. DECREASING  
If you want to find laws,  
and you have recorded a set of values for the term X,  
and you have recorded a set of values for the term Y  
and the absolute values of X increase,  
as the absolute values of Y decrease,  
and these values are not linearly related,  
then consider the product of X and Y.

---

---

---

---

---

---

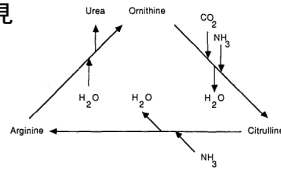
---

---

## オルニシン回路の発見

(Kulkarni, & Simon, 1988)

オルニシン回路の発見  
By Hans Krebs



問題の選択  
仮説の生成  
実験の計画  
結果の予想  
結果の評価

---

---

---

---

---

---

---

---

## KEKADAに用いられた方略

CATEGORY OF HEURISTICS	DOMAIN-INDEPENDENT	NO	
		NO	DOMAIN-SPECIFIC
PROBLEM CHOOSERS	PC0-8	9	
PROBLEM GENERATORS	PG1	1	
DECISION-MAKERS	DM1-4	4	DM5-10
EXPERIMENT-PROPOSERS	EP1,EP6,EP7	3	EP2-5,EP8
EXPECTATION-SETTERS	ES1-4	4	
HYPOTHESIS-GENERATORS	HG1,3,8	3	HG2,4,5,6,7
HYPOTHESIS-MODIFIERS	HM4-5	2	HM1-3,B1-11,JM6
CONFIDENCE-MODIFIERS	CF3,CF4,CF5	3	CF1,2
HYPOTHESIS/STRATEGY CHOOSERS	HSC1,HSC2	2	
BACKGROUND KNOWLEDGE			DOMAIN-SPECIFIC
TOTAL		31	33

---

---

---

---

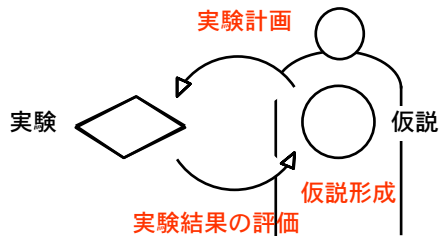
---

---

---

---

## 実験室研究




---

---

---

---

---

---

---

---

## Wasonの2-4-6課題

仮説	生成事例	フィードバック
	2, 4, 6	○
連続する偶数	4, 6, 8	○
	20, 22, 24	×
24の約数	8, 8, 8	○
	18, 100, 2	×
	8, 6, 4	○
一桁の数	24, 12, 8	×
	1, 1, 5	○

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2種類の仮説検証法

- **ポジティブテスト** (Ptest)
  - 仮説の正事例でテストをする
  - 三つの連続する偶数
    - (4, 6, 8), (-10, -8, -6), (1148, 1150, 1152), ...
- **ネガティブテスト** (Ntest)
  - 仮説の負事例でテストをする
  - 三つの連続する偶数
    - (4, 4, 4), (-5, -3, -1), (111, -5822, 97832), ...

---

---

---

---

---


---


---

---

## 2種類の仮説検証法

- **ポジティブテスト**

世界  仮説
- **ネガティブテスト**

世界  仮説

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wasonの2-4-6課題

仮説	生成事例	フィードバック
	2, 4, 6	○
連続する偶数	→ 4, 6, 8	○
	→ 20, 22, 24	× <b>ポジティブテスト</b>
24の約数	→ 8, 8, 8	○ <b>ネガティブテスト</b>
	→ 18, 100, 2	×
	→ 8, 6, 4	○
一桁の数	→ 24, 12, 8	×
	→ 1, 1, 5	○

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2種類のターゲットの性質

- **特殊なターゲット** (Specific Target)
  - 三つの数字の積が48
  - 世界に事例が少ない (希少である)
  - 実験結果が “ × ” になる確率が高い
- **一般的なターゲット** (General Target)
  - 三つの異なる数
  - 世界に事例が多い (ありふれている)
  - 実験結果が “ ○ ” になる確率が高い

---

---

---

---



---

---

---

---

## 2種類のターゲットの性質

- **特殊なターゲット**

- **一般的なターゲット**


---

---

---

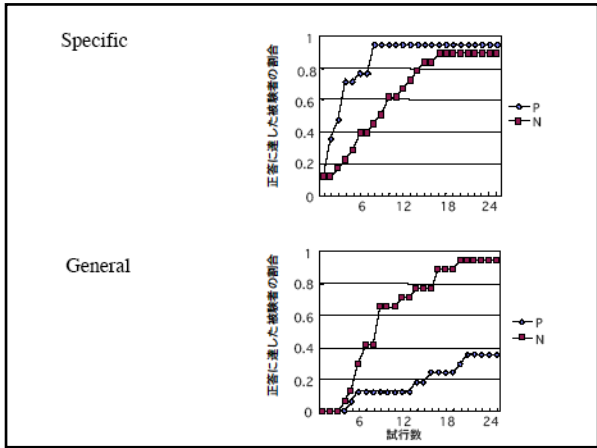
---

---

---

---

---




---

---

---

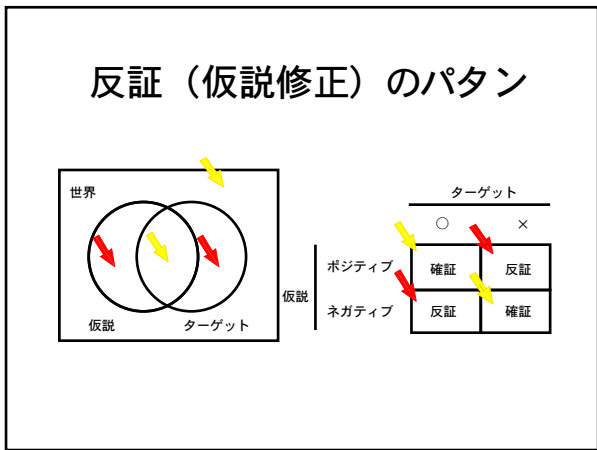
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---