



# データベース(第三回)

---

情報工学科 木村昌臣



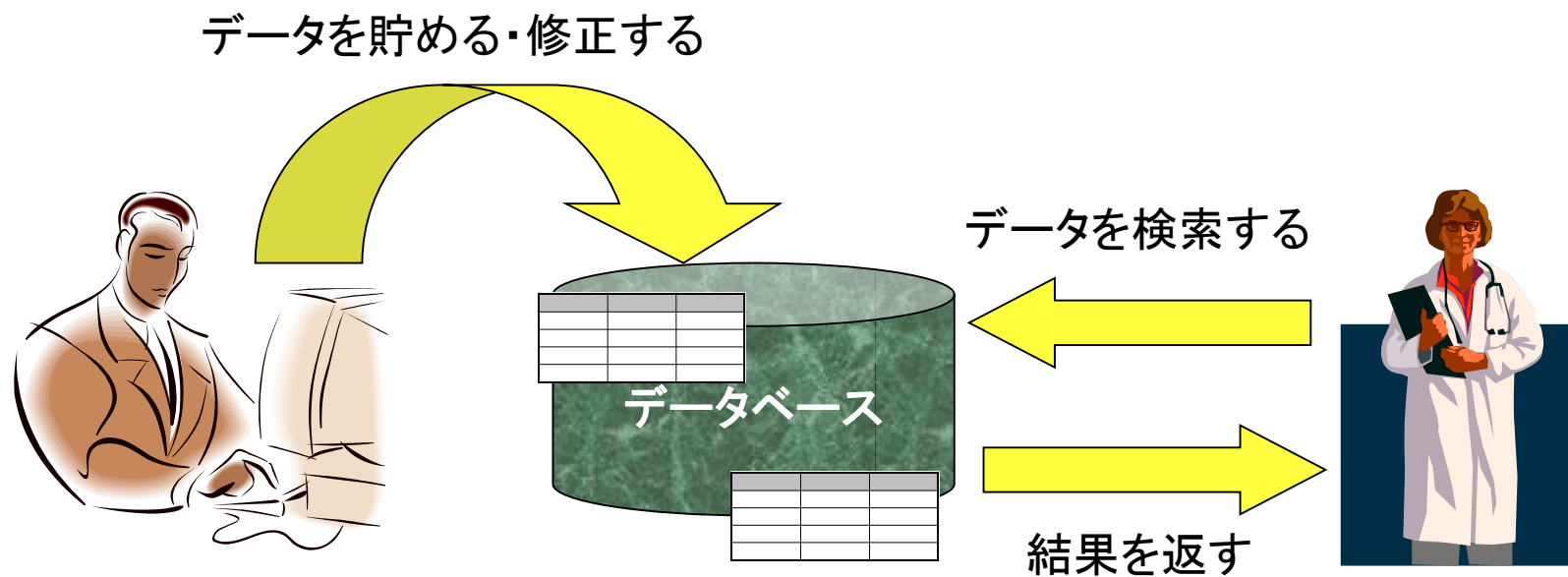
# 今日やること

---

- データベースの操作の種類
  - 問い合わせ
  - 更新
- リレーショナル代数(「問い合わせ」の言語)
  - 集合演算がベース
    - 和集合演算
    - 差集合演算
    - 共通集合演算
    - 直積集合演算
  - リレーショナル代数固有の演算
    - 射影演算
    - 選択演算
    - 結合演算
    - 商演算

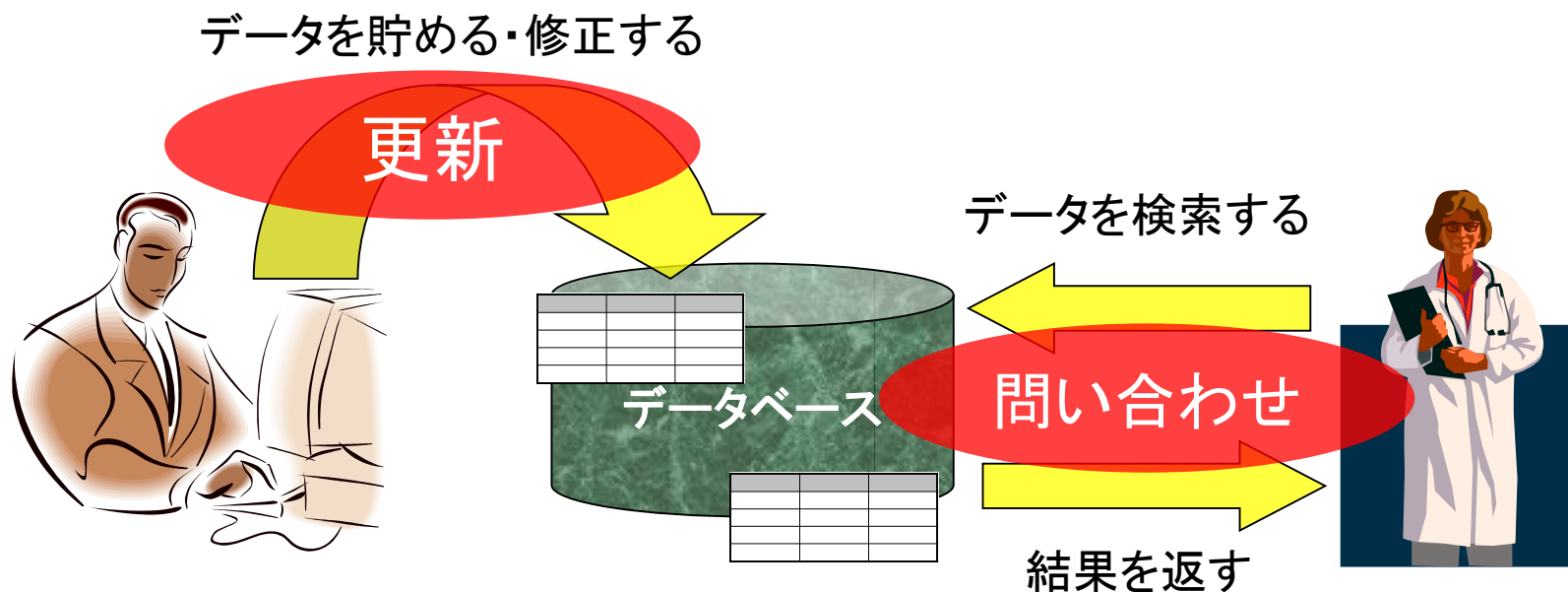
# データベースへの操作(1/3)

- 本来、データベースはデータを貯めたり自分が知りたいデータを調べるもの。



# データベースへの操作(2/3)

- 問い合わせ(Query) = タップルの検索
- 更新 = タップルの追加・変更・削除



# データベースへの操作(3/3)

- 問い合わせ(Query)
- 更新

リレーショナル  
データ操作言語  
(DML)

データを貯める・修正する

Update文など



データを検索する

SELECT文

結果を返す





# 「問い合わせ」とは(1/3)

リレーション「社員」から  
「給与が50万円以上の社員名と所属を求めよ」

## 社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇多田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

給与が50万円以上のタプル

# 「問い合わせ」とは(2/3)

リレーション「社員」から  
「給与が50万円以上の社員名と所属を求めよ」

## 社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇多田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

給与が50万円以上のタプル

# 「問い合わせ」とは(3/3)

リレーション「社員」から  
「給与が50万円以上の社員名と所属を求めよ」

## 社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇奈田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

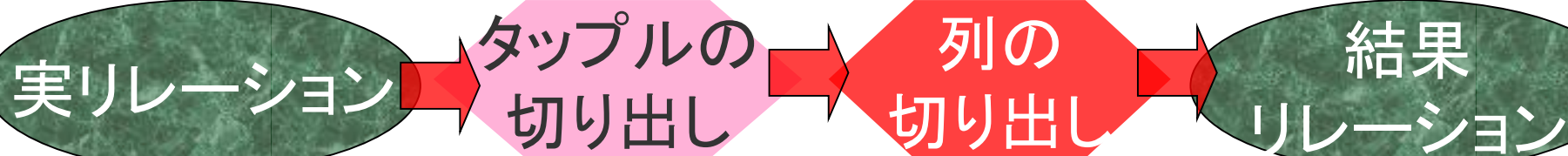
結果もリレーションの形  
をしている！

結果リレーション

社員名	所属
井上陽水	研究開発部
桑田 佳祐	営業部
子門正人	総務部



# 「問い合わせ」の流れ(まとめ)



## 社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇多田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

給与が50万円以上のタプル



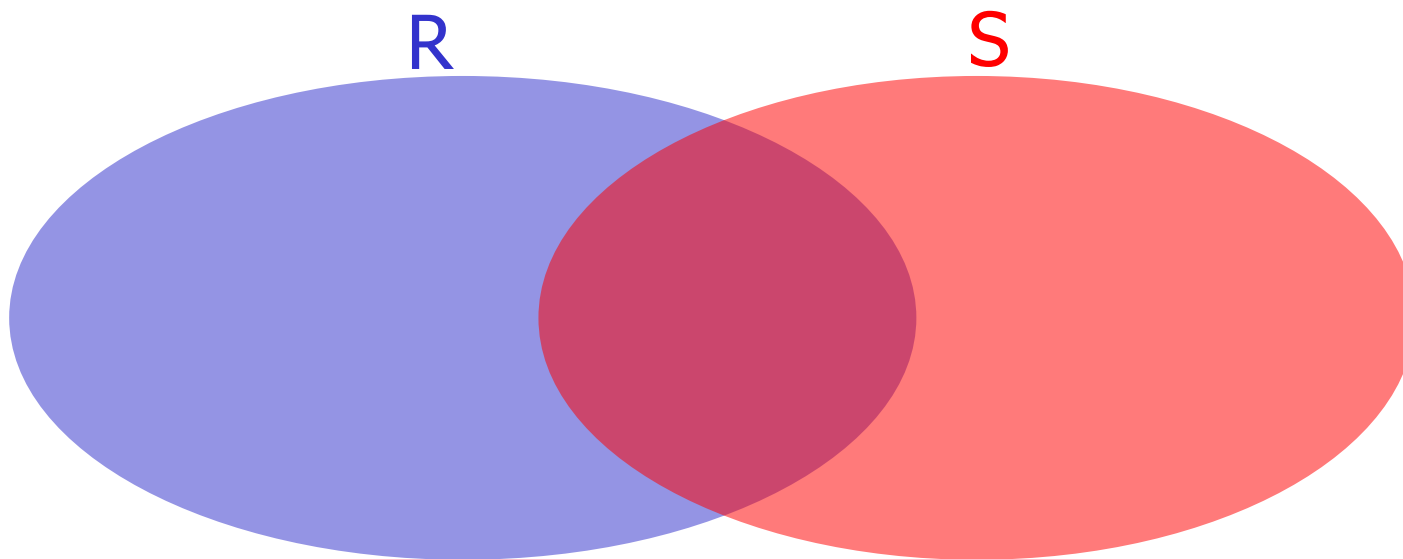
# リレーショナル代数

---

- 「問い合わせ」の方法を記述する「言語」
- 集合演算がベース
  - 和集合演算
  - 差集合演算
  - 共通集合演算
  - 直積集合演算
- リレーショナル代数固有の演算
  - 射影演算
  - 選択演算
  - 結合演算
  - 商演算

# 集合演算の復習 (1/5)

集合Rと集合Sがあるとする





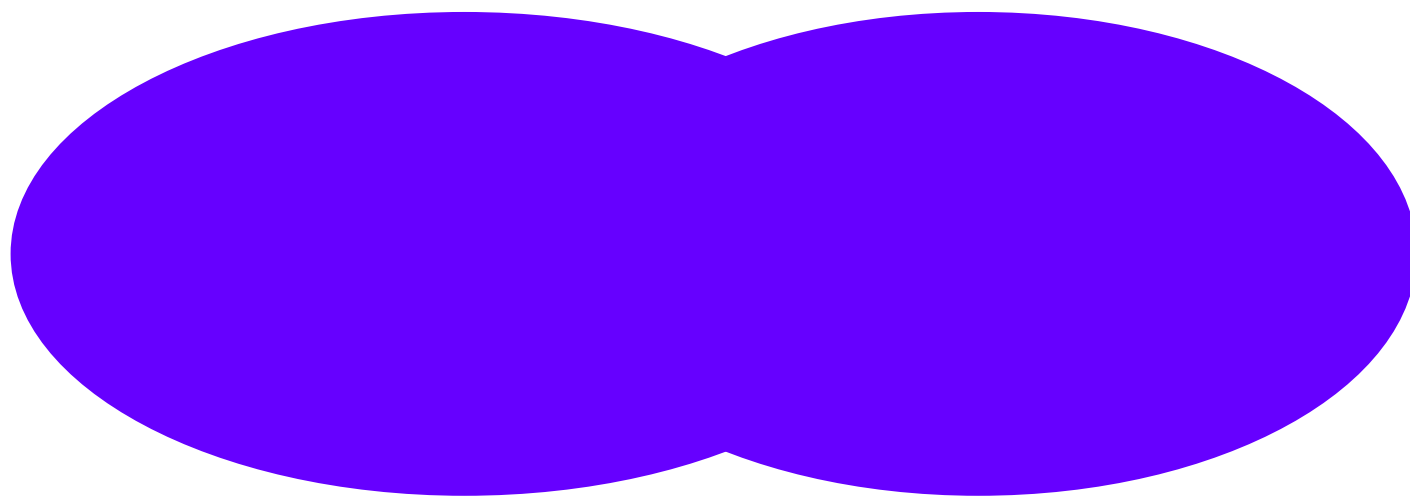
# 集合演算の復習 (2/5)

RとSの和集合 $R \cup S$

$$x \in R \cup S \iff x \in R \vee x \in S$$

R

S



$\vee \dots$ または

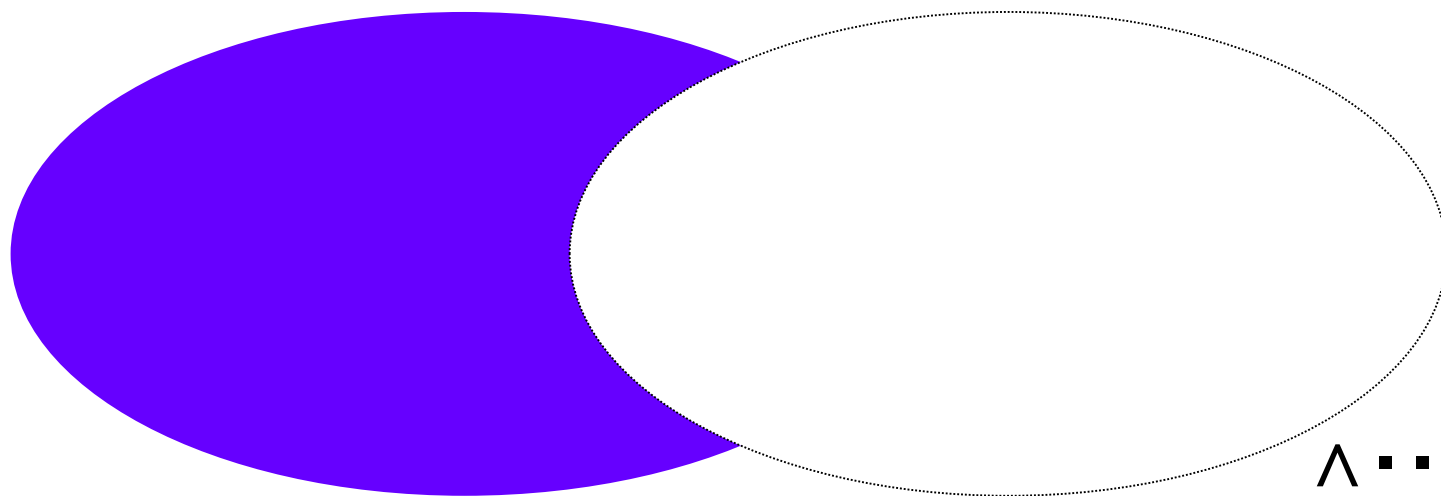
# 集合演算の復習 (3/5)

RとSの差集合  $R - S$

$$x \in R - S \Leftrightarrow x \in R \wedge \neg (x \in S)$$

R

S



$\wedge \dots$  かつ  
 $\neg \dots$  否定

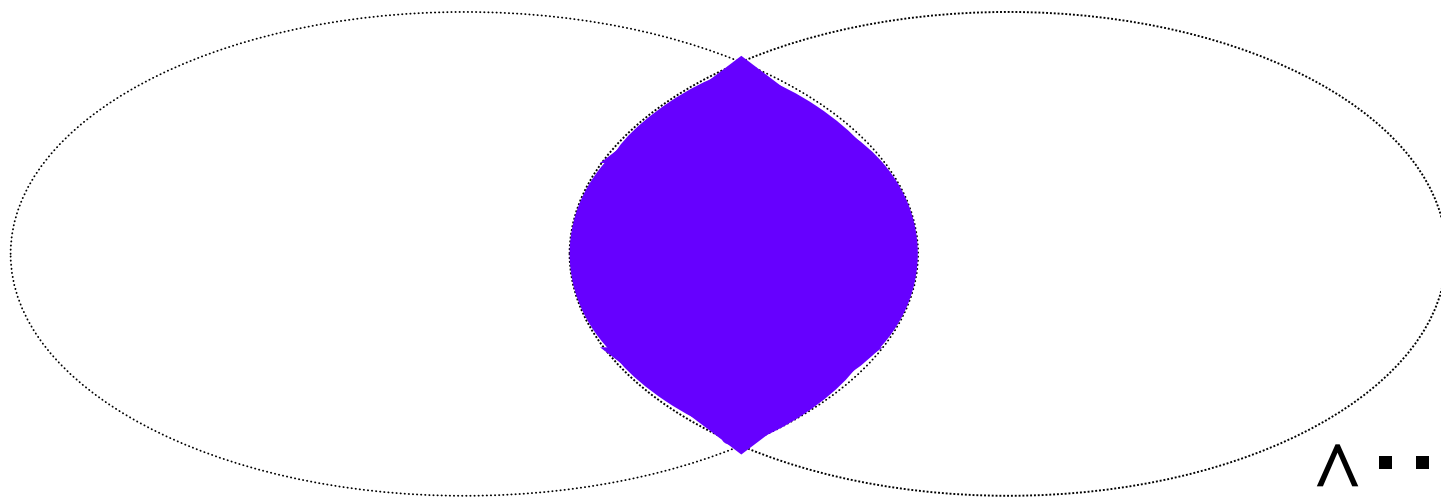
# 集合演算の復習 (4/5)

RとSの共通集合  $R \cap S$

$$x \in R \cap S \Leftrightarrow x \in R \wedge x \in S$$

R

S



$\wedge \dots$  かつ

# 集合演算の復習 (5/5)

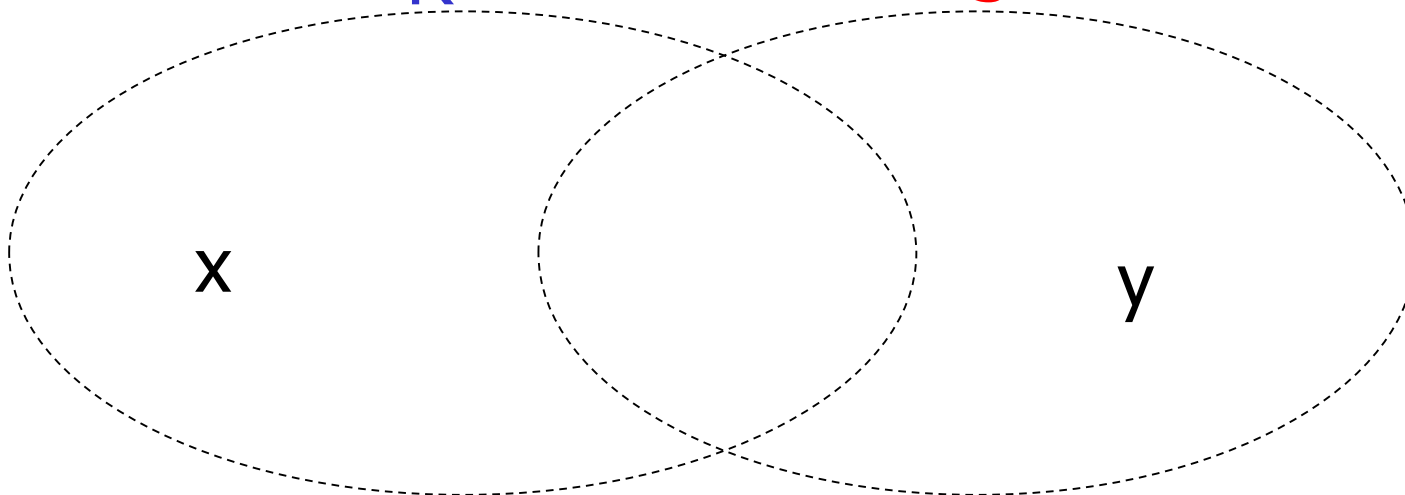
RとSの直積集合  $R \times S$

xとyの組

$$(x, y) \in R \times S \Leftrightarrow x \in R \wedge y \in S$$

R

S



# リレーショナル代数 和演算

リレーションR


リレーションS


リレーション $R \cup S$


$$R \cup S = \{t \mid t \in R \vee t \in S\}$$

ただし、  
列の数(次数)が同じこと  
RとSの各列が同じドメインに  
いることが必要



# リレーショナル代数

## 差演算

リレーションR


リレーションS


リレーションR-S


$$R-S = \{t \mid t \in R \wedge \neg(t \in S)\}$$

ただし、  
列の数(次数)が同じこと  
RとSの各列が同じドメインにいること  
が必要

# リレーショナル代数 共通集合演算

リレーションR



リレーションS



リレーション $R \cap S$



$$R \cap S = \{t \mid t \in R \wedge t \in S\}$$

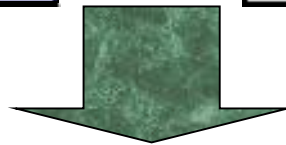
ただし、  
列の数(次数)が同じこと  
RとSの各列が同じドメインにいること  
が必要

# リレーショナル代数 直積演算

リレーションR


リレーションS


リレーションR × S




$$R \times S = \{(t, s) \mid t \in R \wedge s \in S\}$$

ただし、タプルの数はRのタプルの数とSのタプルの数の積になる

# リレーショナル代数

## 直積演算 (例)

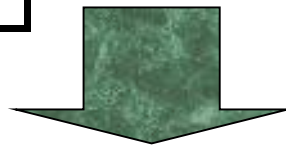
リレーションR

学部	学科
工学部	情報
工学部	建築
システム工学部	電子情報

リレーションS

キャンパス
芝浦
大宮

リレーションR × S



学部	学科	キャンパス
工学部	情報	芝浦
工学部	情報	大宮
工学部	建築	芝浦
工学部	建築	大宮
システム工学部	電子情報	芝浦
システム工学部	電子情報	大宮

3 × 2 = 6タプル

# リレーショナル代数 射影演算

射影演算=列の切り出し(縦)

社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇多田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

$$R[\text{社員名}, \text{所属}] = \{u \mid u \in \text{dom}(\text{社員名}) \times \text{dom}(\text{所属}) \wedge (\exists t \in \text{社員}) \\ \wedge t[\text{社員名}] = u[\text{社員名}] \wedge t[\text{所属}] = u[\text{所属}]\}$$



# リレーショナル代数 選択演算(1/5)

ある条件をつけて、タプルを選択する

社員

社員番号	社員名	給与	所属
E0101	井上陽水	61万円	研究開発部
E3015	宇多田ヒカル	22万円	営業部
E0201	桑田 佳祐	57万円	営業部
E4119	島谷ひとみ	18万円	人事部
E0304	子門正人	51万円	総務部

給与が50万円以上のタプル

# 選択演算を行うための条件 (2/5)

- $\theta$ -比較可能であること
  - $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ をリレーションとするととき $A_i, A_j$ が次の条件を満たしているとき $\theta$ -比較可能であるという
    - $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(A_j)$
    - 任意のタプル $t$ に対して、 $t[A_i] \theta t[A_j]$ の真偽が常に定まること
      - $\theta$ の例:  $= < > \neq \leq \geq$

## θ-選択演算(3/5)

- $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  をリレーションとする
- $R$  の属性  $A_i$  と  $A_j$  上の  $\theta$ -選択を  $R[A_i \theta A_j]$  と書く:

$$R[A_i \theta A_j] = \{t \mid t \in R \wedge (t[A_i] \theta t[A_j])\}$$

商品

商品番号	商品名	原価	売価
G110	刺身	400	300
G120	豆腐	90	75
G130	卵	95	100
G140	コーヒー	500	700
G150	砂糖	200	300

$R$  = 商品  
 $A_i$  = 原価  
 $A_j$  = 売価  
 $\theta$  = ">"

商品[原価>売価]

商品番号	商品名	原価	売価
G110	刺身	400	300
G120	豆腐	90	75



# θ-選択演算(定数と比較)(5/5)

商品[原価>300]

=(商品 × CONST) [商品.原価>CONST.C][商品.商品番号,商品.商品名,商品.原価,商品.原価]

商品 × CONST

元のリレーション「商品」の列への射影

商品番号	商品名	原価	売価	ic
G110	刺身	400	300	300
G120	豆腐	90	75	300
G130	卵	95	100	300
G140	コーヒー	500	700	300
G150	砂糖	200	300	300

商品.原価>CONST.C



# リレーショナル代数 結合演算(1/4)

---

- リレーショナルデータベースでは、リレーションの間の関係は「陰」に定義されている。
  - ネットワークデータモデルでは、データ間の関係はポインタを使って「陽」に定義されている。
  - リレーショナルデータモデルでは、二つ以上のリレーションを共通の属性(属性値)で結びつけることでそれらの関係を定義している。

# リレーショナル代数 結合演算(2/4)

リレーションR

	R.A

リレーションS

S.B	

リレーションRの列AとリレーションSの列Bが $\theta$ -比較可能とする。

$$R[A\theta B]S = \{ (t, u) \mid t \in R \wedge u \in S \wedge t[A] \theta u[B] \}$$

この部分は直積演算

$R[A\theta B]S$

	R.A	S.B	

$t[A] \theta u[B]$   
を満たす

# リレーショナル代数 結合演算(例) (3/4)

## 社員

社員番号	社員名	給与	所属コード
E3059	城島 茂	22万円	100
E3015	宇多田 ヒカル	22万円	200
E0201	桑田 圭祐	57万円	200
E4119	島谷 ひとみ	18万円	100
E0304	子門 正人	51万円	300

## 部門

部門コード	部門名
100	人事部
200	営業部
300	経理部

社員.所属と部門.部門コード  
はθ-比較可能

社員[社員.所属コード=部門.部門コード]部門

社員番号	社員名	給与	所属コード	部門コード	部門名
E3059	城島 茂	22万円	100	100	人事部
E3015	宇多田 ヒカル	22万円	200	200	営業部
E0201	桑田 圭祐	57万円	200	200	営業部
E4119	島谷 ひとみ	18万円	100	100	人事部
E0304	子門 正人	51万円	300	300	経理部

# リレーショナル代数

## 結合演算－自然結合演算 (4/4)

社員

社員番号	社員名	給与	所属コード
E3059	城島 茂	22万円	100
E3015	宇多田 ヒカル	22万円	200
E0201	桑田 圭祐	57万円	200
E4119	島谷 ひとみ	18万円	100
E0304	子門 正人	51万円	300

部門

部門コード	部門名
100	人事部
200	営業部
300	経理部

$\theta = "="$  の場合

社員\*部門

社員番号	社員名	給与	所属コード	部門名
E3059	城島 茂	22万円	100	人事部
E3015	宇多田 ヒカル	22万円	200	営業部
E0201	桑田 圭祐	57万円	200	営業部
E4119	島谷 ひとみ	18万円	100	人事部
E0304	子門 正人	51万円	300	経理部

社員と部門  
の自然結合

共通部分は  
片方だけ残す

# リレーショナル代数 商演算

## 部品供給

部品工場	部品
大宮	ナット
大宮	ボルト
芝浦	ボルト
芝浦	釘
豊洲	ナット
豊洲	ボルト
豊洲	釘

必要部品が揃う  
工場

## 必要部品

必要部品
ナット
ボルト

部品供給 ÷ 必要部品

部品が揃う工場
大宮
豊洲

部品供給 ÷ 必要部品

$= \{ t \mid t \in \text{部品供給}[\text{部品工場}] \wedge (\forall u \in \text{必要部品})((t, u) \in \text{部品供給}) \}$