



資訊管理學系 陳士杰老師

資料庫系統管理

Database System Management

關聯式代數與關聯式計算

Relational Algebra and Relational Calculus



國立聯合大學
NATIONAL UNITED UNIVERSITY

[■ Outlines]

- 關聯式代數(Relational Algebra)
- 關聯式計算(Relational Calculus)

【講義：Ch. 5】

【原文：Ch. 6】

■ 關聯式代數(Relational Algebra)

- 關聯式代數就是針對關聯式模型進行資料擷取的一組基本運算集合。
- 由Codd提出，共有八個運算子，可以分類如下：
 - 基本運算子 (即：無法由其它運算子推導而得)：
 - 聯集 (Union; \cup)、差集 (Difference; $-$)、卡式集 (Cartesian Product; \times)、選擇 (Select; σ)、投影 (Project; π)
 - 非基本運算子 (即：可由其它運算子推導而得)：
 - 交集 (Intersection; \cap)、合併 (Join; \bowtie)、除法 (Division; \div)
- 每個擷取動作的結果都是一個新的關聯表格，這個新關聯表格可能是由一或多個關聯所運算而得。而這些新的關聯表格可以繼續讓其它代數來進行運算。

■ 關聯式代數的性質：

○ 關聯式封閉性

- 任何關聯表格，經過關聯式代數運算後，輸出結果仍為關聯表格。

○ 巢狀式運算式

- 關聯式代數的輸出，可成為另一運算的輸入。即：某一關聯式代數的運算元，可能是一個運算式。

○ 屬性名稱繼承法則

- 對已知輸入關聯表格的屬性名稱，可以推知運算後的屬性名稱。

○ 候選鍵繼承法則

- 對已知輸入關聯表格的候選鍵，可以推知運算後的候選鍵。

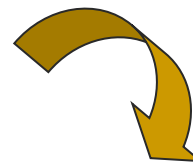
○ 完全集合 (Complete Set)

- 聯集、差集、卡式集、選擇、投影無法由其它運算子所取代，故此五個基本運算子稱為完全集合。

選擇(Select)

- 又稱限制(Restrict)
- 符號： σ
- 語法： σ <選擇條件> (<表格名稱>)
- 目的：依照所設定的條件，篩選並取出所需的值組(紀錄)
- 圖示：

屬性1	屬性2	屬性3	屬性4	屬性5
A1	B1	C1	D1	E1
A2	B2	C2	D2	E2
A3	B3	C3	D3	E3
A4	B4	C4	D4	E4
A5	B5	C5	D5	E5
A6	B6	C6	D6	E6



屬性1	屬性2	屬性3	屬性4	屬性5
A1	B1	C1	D1	E1
A3	B3	C3	D3	E3
A4	B4	C4	D4	E4

■ 從員工關聯表格中挑選出男性員工的基本資料。

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	1888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	3087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷	2138	8111261
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段	3085	8111131
8203161	徐沛汶	業務助理	女	1963/9/30	1993/3/16	330	桃園縣桃園市縣府路	2234	8312261
8205231	劉逸萍	業務	女	1958/9/15	1993/5/23	111	台北市士林區士東路	2230	8308271
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷	2247	8111131
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271
8308271	林美滿	業務經理	女	1958/2/9	1994/8/27	104	台北市中山區一江街	2344	8209241
8311051	劉嘉雲	業務	女	1968/2/7	1994/11/5	111	台北市士林區福志路	2234	8308271
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段	2342	8209241
8411151	張右蘭	業務助理	女	1969/1/2	1995/11/15	220	台北縣板橋市五權街32巷	2232	8312261

解答：

σ (性別='男') (員工)

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	1888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	3087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷	2138	8111261
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段	3085	8111131
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷	2247	8111131
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段	2342	8209241

從員工關聯表格中挑選出男性業務的基本資料。

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	1888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	3087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷	2138	8111261
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段	3085	8111131
8203161	徐沛汶	業務助理	女	1963/9/30	1993/3/16	330	桃園縣桃園市縣府路	2234	8312261
8205231	劉逸萍	業務	女	1958/9/15	1993/5/23	111	台北市士林區士東路	2230	8308271
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷	2247	8111131
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271
8308271	林美滿	業務經理	女	1958/2/9	1994/8/27	104	台北市中山區一江街	2344	8209241
8311051	劉嘉雲	業務	女	1968/2/7	1994/11/5	111	台北市士林區福志路	2234	8308271
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段	2342	8209241
8411151	張若蘭	業務助理	女	1969/1/2	1995/11/15	220	台北縣板橋市五權街32巷	2232	8312261

解答：

(1) σ (性別='男' AND 職稱='業務') (員工)

(2) $R1 = \sigma$ (性別='男') (員工) 【暫存關聯】

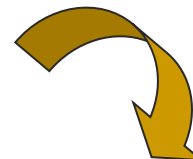
Result = σ (職稱='業務') (R1)

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271

投影(Project)

- 符號： π
- 語法： π <選擇條件> (<表格名稱>)
- 目的：依照條件選取所需欄位，刪除不必要的欄位
- 圖示：

屬性1	屬性2	屬性3	屬性4	屬性5
A1	B1	C1	D1	E1
A2	B2	C2	D2	E2
A3	B3	C3	D3	E3
A4	B4	C4	D4	E4



屬性1	屬性2	屬性5
A1	B1	E1
A2	B2	E2
A3	B3	E3
A4	B4	E4

■ 從員工表中查詢所有員工的編號、姓名、職稱和地址。

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	8087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷	2138	8111261
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段	3085	8111131
8203161	徐沛汶	業務助理	女	1963/9/30	1993/3/16	330	桃園縣桃園市縣府路	2234	8312261
8205231	劉逸萍	業務	女	1958/9/15	1993/5/23	111	台北市士林區士東路	2230	8308271
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷	2247	8111131
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271
8308271	林美滿	業務經理	女	1958/2/9	1994/8/27	104	台北市中山區一江街	2344	8209241
8311051	劉嘉雯	業務	女	1968/2/7	1994/11/5	111	台北市士林區福志路	2234	8308271
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段	2342	8209241
8411151	張若蘭	業務助理	女	1969/1/2	1995/11/15	220	台北縣板橋市五權街32巷	2232	8312261

解答：

π (員工編號, 姓名, 職稱, 地址)(員工)

員工編號	姓名	職稱	地址
8111131	陳明明	總經理	台北市內湖區康寧路23巷
8111261	黃謙仁	工程師	台中市西屯區工業11路
8112061	林其達	工程助理	台北縣中和市大勇街25巷
8201141	陳森耀	工程協理	台北市大安區忠孝東路4段
8203161	徐沛汶	業務助理	桃園縣桃園市縣府路
8205231	劉逸萍	業務	台北市士林區士東路
8209241	朱辛傑	業務協理	台北市內湖區瑞光路513巷
8210171	胡琪偉	業務	台北縣板橋市中山路一段
8307021	吳志梁	業務	台中市北屯區太原路3段
8308271	林美滿	業務經理	台北市中山區一江街
8311051	劉嘉雯	業務	台北市士林區福志路
8312261	張懷甫	業務經理	台北市大安區仁愛路四段
8411151	張若蘭	業務助理	台北縣板橋市五權街32巷

■ 從員工表中查詢所有男性員工的編號、姓名、職稱、性別和地址。

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	1888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	3087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷	2138	8111261
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段	3085	8111131
8203161	徐沛汶	業務助理	女	1963/9/30	1993/3/16	330	桃園縣桃園市縣府路	2234	8312261
8205231	劉逸萍	業務	女	1958/9/15	1993/5/23	111	台北市士林區士東路	2230	8308271
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷	2247	8111131
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段	2238	8308271
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段	2236	8308271
8308271	林美滿	業務經理	女	1958/2/9	1994/8/27	104	台北市中山區一江街	2344	8209241
8311051	劉嘉雲	業務	女	1968/2/7	1994/11/5	111	台北市士林區福志路	2234	8308271
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段	2342	8209241
8411151	張右關	業務助理	女	1969/1/2	1995/11/15	220	台北縣板橋市五權街32巷	2232	8312261

解答：

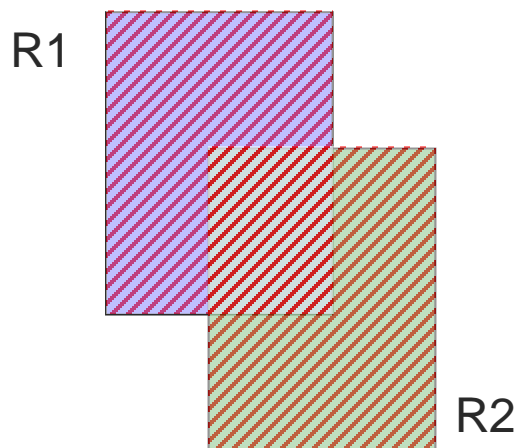
π (員工編號, 姓名, 職稱, 地址) (σ (性別='男'), (員工))

員工編號	姓名	職稱	性別	出生日期	任用日期	區域號碼	地址	分機號碼	報告人
8111131	陳明明	總經理	男	1966/7/15	1992/11/13	114	台北市內湖區康寧路23巷	1888	Null
8111261	黃謙仁	工程師	男	1969/3/22	1992/11/26	407	台中市西屯區工業11路	3087	8201141
8112061	林其達	工程助理	男	1971/6/6	1992/12/6	235	台北縣中和市大勇街25巷		
8201141	陳森耀	工程協理	男	1968/11/14	1993/1/14	106	台北市大安區忠孝東路4段		
8209241	朱辛傑	業務協理	男	1955/4/3	1993/9/24	114	台北市內湖區瑞光路513巷		
8210171	胡琪偉	業務	男	1963/8/12	1993/10/17	220	台北縣板橋市中山路一段		
8307021	吳志梁	業務	男	1960/5/19	1994/7/2	406	台中市北屯區太原路3段		
8312261	張懷甫	業務經理	男	1952/9/16	1994/12/26	106	台北市大安區仁愛路四段		

員工編號	姓名	職稱	地址
8111131	陳明明	總經理	台北市內湖區康寧路23巷
8111261	黃謙仁	工程師	台中市西屯區工業11路
8112061	林其達	工程助理	台北縣中和市大勇街25巷
8201141	陳森耀	工程協理	台北市大安區忠孝東路4段
8209241	朱辛傑	業務協理	台北市內湖區瑞光路513巷
8210171	胡琪偉	業務	台北縣板橋市中山路一段
8307021	吳志梁	業務	台中市北屯區太原路3段
8312261	張懷甫	業務經理	台北市大安區仁愛路四段

[聯集(Union)]

- 符號： \cup
- 語法： $R1 \cup R2$
- 目的：找出兩關聯的所有值組 (需相同的資料結構)
- 圖示：



■ 舉例：

R1

員工代號	姓名
00369	陳一
00110	王二
00210	黎三
00008	鄭四

R2

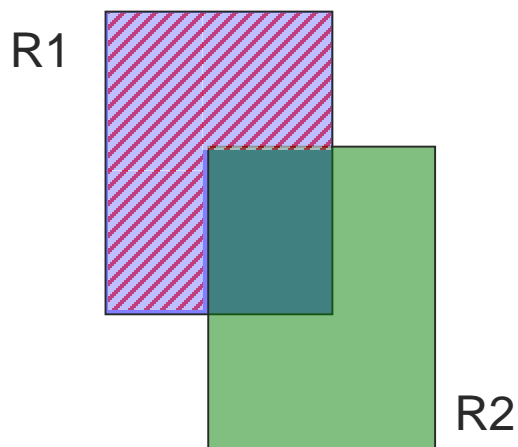
員工代號	姓名
00008	鄭四
00101	劉五
00110	王二

$R1 \cup R2$

員工代號	姓名
00369	陳一
00110	王二
00210	黎三
00008	鄭四
00101	劉五

差集(Difference)

- 符號：-
- 語法： $R1 - R2$ (前後順序有別)
- 目的：以上述語法來說，找出存在於R1、卻不存在於R2的所有值組(紀錄)
- 圖示：



舉例：

R1

員工代號	姓名
00369	陳一
00110	王二
00210	黎三
00008	鄭四

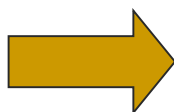
R2

員工代號	姓名
00008	鄭四
00101	劉五
00110	王二

R1-R2

員工代號	姓名
00369	陳一
00210	黎三

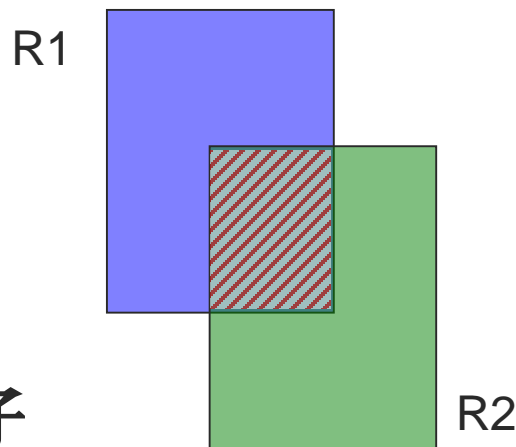
R2-R1 = ?



員工代號	姓名
00101	劉五

交集(Intersection)

- 符號： \cap
- 語法： $R1 \cap R2$
- 目的：找出同時存在於兩關聯中的所有值組(紀錄)
- 圖示：



- 交集不是基本運算子

$$\begin{aligned} R1 \cap R2 &= (R1 \cup R2) - (R1 - R2) \cup (R2 - R1) \\ &= R1 - (R1 - R2) \\ &= R2 - (R2 - R1) \end{aligned}$$

■ 舉例：

R1

員工代號	姓名
00369	陳一
00110	王二
00210	黎三
00008	鄭四

R2

員工代號	姓名
00008	鄭四
00101	劉五
00110	王二

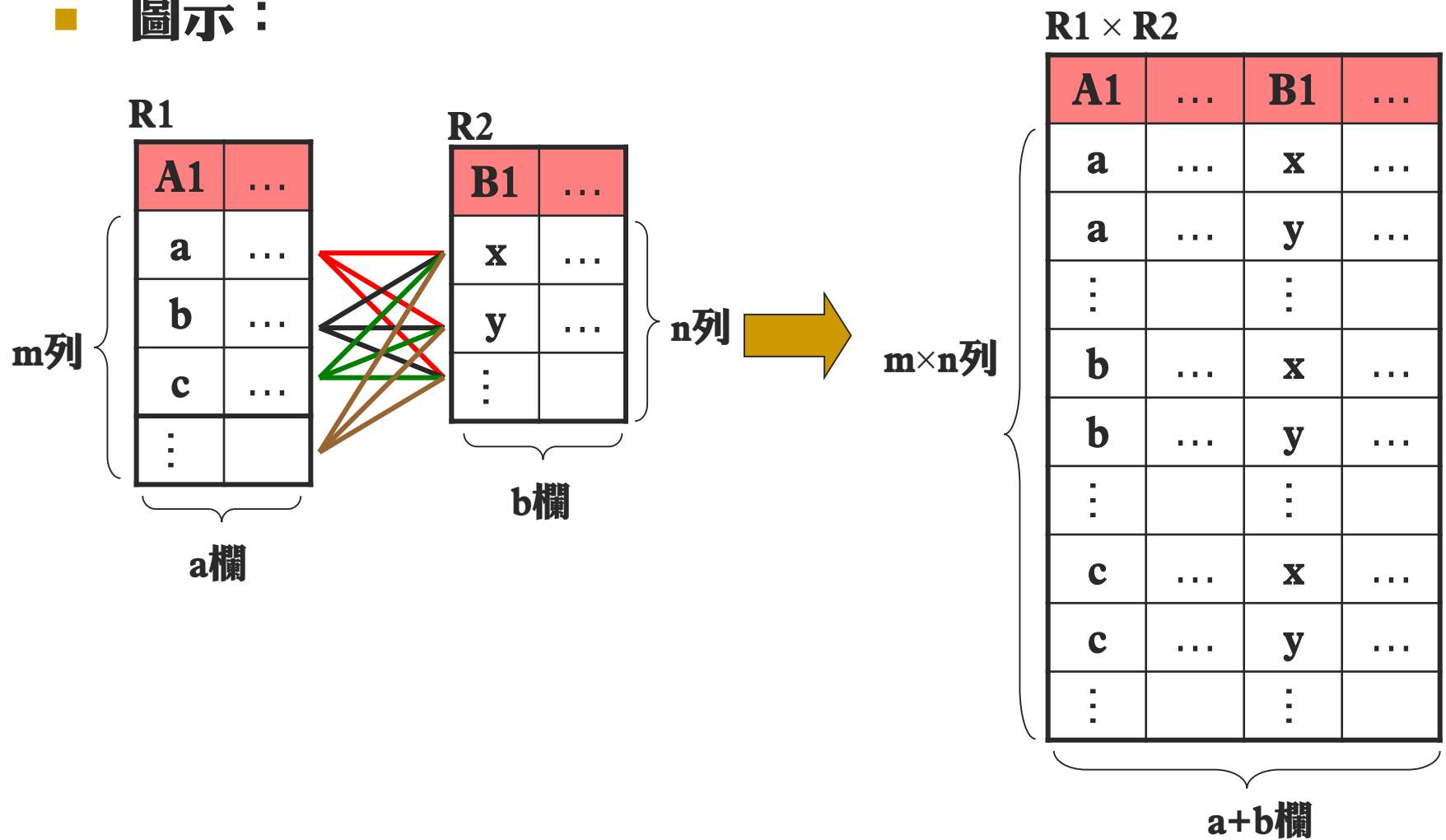
$R1 \cap R2$

員工代號	姓名
00110	王二
00008	鄭四

卡氏積(Cartesian Product)

- 符號： \times
- 語法： $R1 \times R2$
- 目的：
 - 合併時無條件限制。以所有可能的配對方式，將R1與R2兩個關聯間的所有值組加以合併。
 - 若R1有m筆紀錄，R2有n筆紀錄，卡氏積後則產生一個含有 $m \times n$ 筆紀錄的關聯表格。
 - 若R1有a個屬性(欄位)，R2有b個屬性，卡氏積後則產生一個含有 $a+b$ 個屬性的關聯表格。

圖示：



舉例：

R1

員工代號	姓名
00369	陳一
00110	王二
00210	黎三
00008	鄭四

R2

部門代號	部門
010	財務部
020	資訊室
030	人事室

R1×R2

員工代號	姓名	部門代號	部門
00369	陳一	010	財務部
00369	陳一	020	資訊室
00369	陳一	030	人事室
00110	王二	010	財務部
00110	王二	020	資訊室
00110	王二	030	人事室
00210	黎三	010	財務部
00210	黎三	020	資訊室
00210	黎三	030	人事室
00008	鄭四	010	財務部
00008	鄭四	020	資訊室
00008	鄭四	030	人事室

合併(Join)

- 符號： \bowtie 、 $| \times |$
- 語法： $R1 \bowtie_{\langle \text{合併條件} \rangle} R2$
- 目的：
 - 兩關聯表格各取一條件欄位，以此特定條件欄位之運算合併兩關聯表格。

■ 圖示：

R1	R2	$R1 \bowtie_{(R1.A2 = R2.A2)} R2$
A1A2	A2A3	A1R1.A2R2.A2A3
ax	xm	axxm
by	yn	byyn
cx	zp	cxxm

共同部份出現兩次

■ \bowtie 為非基本運算子

○ 原因：

$$\text{■ } R1 \bowtie_{\langle \text{合併條件} \rangle} R2 = \sigma_{\langle \text{合併條件} \rangle} (R1 \times R2)$$

■ 若合併欄位名稱相同，可省略合併條件。故前述圖示可改變如下：

R1

A1	A2
a	x
b	y
c	x

R2

A2	A3
x	m
y	n
z	p

$R1 \bowtie R2$

A1	R1.A2	R2.A2	A3
a	x	x	m
b	y	y	n
c	x	x	m



■ 舉例：

供應商

供應商代號	供應商名稱	城市	電話號碼
001	拾大	台北	0800000xxx
002	青大	新竹	0800111\$\$\$
003	連大	苗栗	0800222---

銷售

供應商代號	產品代號	數量
001	K1	200
001	K2	600
002	K2	100
003	K3	1000

供應商 \bowtie 銷售
供應商.供應商代號 = 銷售.供應商代號

供應商.供應商代號	供應商名稱	城市	電話號碼	銷售.供應商代號	產品代號	數量
001	拾大	台北	0800000xxx	001	K1	200
001	拾大	台北	0800000xxx	001	K2	600
002	青大	新竹	0800111\$\$\$	002	K2	100
003	連大	苗栗	0800222---	003	K3	1000

自然合併(Natural Join)

- 符號： *
- 語法： $R1 * R2$
- 目的：
 - 不用列出合併條件，系統會自動合併位於兩個不同表格間之相同名稱的欄位，且此組相同名稱的欄位於合併後只會出現一次。
 - 實務上，若兩個關聯表格間有多組欄位之名稱相同，使用自然合併便有問題!!(因為系統不知要合併哪一組欄位)

圖示：

R1

A1	A2
a	x
b	y
c	x

R2

A2	A3
x	m
y	n
z	p

R1 * R2

A1	A2	A3
a	x	m
b	y	n
c	x	m



■ 舉例：

供應商

供應商代號	供應商名稱	城市	電話號碼
001	拾大	台北	0800000xxx
002	青大	新竹	0800111\$\$\$
003	連大	苗栗	0800222---

銷售

供應商代號	產品代號	數量
001	K1	200
001	K2	600
002	K2	100
003	K3	1000

供應商 * 銷售

供應商代號	供應商名稱	城市	電話號碼	產品代號	數量
001	拾大	台北	0800000xxx	K1	200
001	拾大	台北	0800000xxx	K2	600
002	青大	新竹	0800111\$\$\$	K2	100
003	連大	苗栗	0800222---	K3	1000

外部合併(Outer Join)

- 前面所提到的合併運算，皆是將位於兩個關聯表格中、**與合併條件相匹配**的值組呈現於結果表格中。因此，沒有匹配到的值組資料就會被刪除而不會出現在結果表格中。
- 然而，如果想要做兩個關聯表格的合併運算，但**又希望沒有匹配到的值組資料能保留**於結果表格中，則可以使用**外部合併(Outer Join)**。
- 外部合併有三種：
 - 左外部合併(Left Outer Join)
 - 右外部合併(Right Outer Join)
 - 全外部合併(Full Outer Join)

左外部合併(Left Outer Join)

- 符號： \bowtie
- 語法： $R1 \bowtie R2$
- 目的：
 - 保留**左邊**關聯表格的所有值組，找不到相匹配的右關聯表格資料時則填上**空值(Null)**
- 圖示：

R1

A1	A2
a	x
b	y
c	x
c	w

R2

A2	A3
v	o
x	m
y	n
z	p

$R1 \bowtie R2$

R1.A1	R1.A2	R2.A2	R2.A3
a	x	x	m
b	y	y	n
c	x	x	m
c	w	Null	Null

右外部合併(Right Outer Join)

- 符號：⋈
- 語法：R1⋈ R2
- 目的：
 - 保留右邊關聯表格的所有值組，找不到相匹配的左關聯表格資料時則填上空值(Null)

■ 圖示：

R1		R2		R1⋈ R2			
A1	A2	A2	A3	R1.A1	R1.A2	R2.A2	R2.A3
a	x	v	o	a	x	x	m
b	y	x	m	b	y	y	n
c	x	y	n	c	x	x	m
c	w	z	p	Null	Null	v	o
				Null	Null	z	p

全外部合併(Full Outer Join)

- 符號： \bowtie
- 語法： $R1 \bowtie R2$
- 目的：
 - 保留左右兩邊關聯表格的所有值組，找不到相匹配的資料時則填上空值(Null)

■ 圖示：

R1		R2	
A1	A2	A2	A3
a	x	v	o
b	y	x	m
c	x	y	n
c	w	z	p

$R1 \bowtie R2$

R1.A1	R1.A2	R2.A2	R2.A3
a	x	x	m
b	y	y	n
c	x	x	m
Null	Null	v	o
Null	Null	z	p
c	w	Null	Null

■ 舉例：請列出下列兩表的不同類型合併結果。

- 左外部合併
- 右外部合併
- 全外部合併

員工

員工代號	姓名	部門代號
001	小張	D03
002	老王	D01
003	阿曾	Null

部門

部門代號	部門名稱	地點
D01	財務部	台北
D02	人事部	新竹
D03	資訊部	苗栗
D04	業務部	台中

■ 左外部合併

員工代號	姓名	員工.部門代號	部門.部門代號	部門名稱	地點
001	小張	D03	D03	資訊部	苗栗
002	老王	D01	D01	財務部	台北
003	阿曾	Null	Null	Null	Null

■ 右外部合併

員工代號	姓名	員工.部門代號	部門.部門代號	部門名稱	地點
002	老王	D01	D01	財務部	台北
Null	Null	Null	D02	人事部	新竹
001	小張	D03	D03	資訊部	苗栗
Null	Null	Null	D04	業務部	台中

■ 全外部合併

員工代號	姓名	員工.部門代號	部門.部門代號	部門名稱	地點
001	小張	D03	D03	資訊部	苗栗
002	老王	D01	D01	財務部	台北
003	阿曾	Null	Null	Null	Null
Null	Null	Null	D02	人事部	新竹
Null	Null	Null	D04	業務部	台中

除法(Division)

- 符號：÷
- 語法：R1 ÷ R2
- 目的：
 - 第一個關聯表格當作是「被除表」，第二個關聯表格當作是「除表」。此運算是在關聯表格 R1 中找出包含關聯表格 R2 中屬性值的值組。

- 圖示：

R1

A1	A2
a	x
a	y
a	z
b	y
b	z
c	x

R2

A3
x
y
z

R1 ÷ R2

A1
a

[

]

■ 除法不是基本運算子：

$$R1 \div R2 = \pi_{A1}(R1) - \pi_{A1}(\pi_{A1}(R1) \times R2 - R1)$$

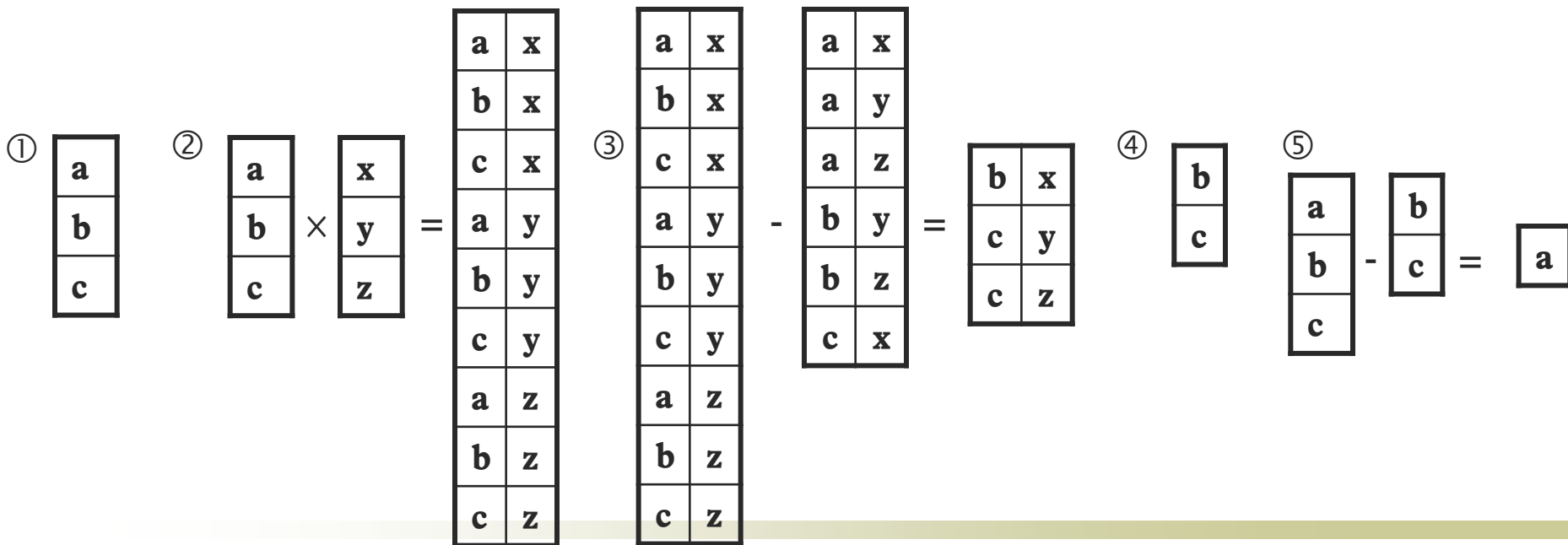
----- ①

----- ②

----- ③

----- ④

----- ⑤



■ 舉例：

供應商

供應商代號	產品代號
001	K1
001	K2
002	K2
002	K3
003	K1
003	K2
003	K3

產品

產品代號
K1
K2
K3

供應商 ÷ 產品

供應商代號
003

■ 關聯式計算(Relational Calculus)

- 由Codd於1972年所定義的關聯式系統之查詢語言，為一種**非程序(Non-procedural)**的語言，較關聯式代數高階，僅需敘述 “**做什麼(What)**”，而不必說明 “**如何做(How)**”。
- 可分成兩種：
 - 值組導向關聯式計算 (Tuple-Oriented Relational Calculus)
 - 定義域導向關聯式計算 (Domain-Oriented Relational Calculus)
- 關聯完全性 (Relationally Complete)
 - 以關聯式計算這個查詢語言為基準，若有某一種關聯式語言可處理與關聯式計算一樣的功能時，稱此關聯式查詢語言具備關聯完全性。關聯式代數與SQL查詢語言即具有關聯完全性。

值組導向關聯式計算 (Tuple-Oriented Relational Calculus)

- 是以指定值組變數(Tuple Variables)為基礎。表示形式：

- 簡化表示：

欲投影的欄位 值組變數宣告 and 查詢條件

{值組變數 | 條件運算式(值組變數)}

- BNF (Backus-Naur Form, Type 2)的表示法：

Range of 值組變數宣告 Is 關聯名稱;

欲投影欄位 Where 條件運算式;

■ 舉例：

員工(員工代號，員工姓名，電話，地址，薪資，部門代號，主管代號)

部門(部門代號，部門名稱)

- (1) 找出薪資在十萬元以下的員工姓名，地址。
- (2) 找出薪資在十萬元以下的員工姓名，部門名稱。
- (3) 找出薪資在十萬元以下的員工姓名，以及主管姓名、地址。

Ans:

(1) 簡化表示

{e.員工姓名, e.地址 | 員工(e) and e.薪資 < 100000}

BNF表示

Range of e Is 員工;

e.員工姓名, e.地址 Where e.薪資 < 100000;

(2) 簡化表示

{e.員工姓名, d.部門名稱 | 員工(e) and 部門(d) and e.部門代號 = d.部門代號 and e.薪資 < 100000}

BNF表示

Range of e Is 員工;

Range of d Is 部門;

e.員工姓名, d.部門名稱 Where e.部門代號 = d.部門代號 and e.薪資 < 100000;

(3) 簡化表示

{e.員工姓名, m.員工姓名, m.地址 | 員工(e) and 員工(m) and e.薪資 < 100000}

BNF表示

Range of e Is 員工;

Range of m Is 員工;

e.員工姓名, m.員工姓名, m.地址 Where e.員工代號 = m.員工代號 and e.薪資 < 100000;



■ 相關語言：

- 如INGRES (Interactive Graphics and Retrieval System) 的QUEL非常接近值組導向關聯式計算，但QUEL加上了一些聚合函數與群組化的加強功能。

- QUEL語法似BNF：

Range of 值組變數宣告 Is 關聯名稱;

Retrieve 欲投影欄位 Where 條件運算式;

- 全稱量詞 (Universal Quantifier; 總體限量詞): FORALL, \forall
- 藉由**某條件F**，找出某關聯表格R中，滿足**另一關聯表格S所有值組**的資料紀錄。
 - 例：找出每一項產品都有銷售量之供應商代號。

銷售(供應商代號，產品代號，單價，銷售量)

產品(產品代號，產品名稱)

Ans:

$\{t.\text{供應商代號} \mid \text{銷售}(t) \text{ and } (\forall p)(\text{產品}(p) \text{ and } t.\text{產品代號} = p.\text{產品代號} \text{ and } t.\text{銷售量} > 0)\}$

■ 存在量詞 (Existential Quantifier; 存在限量詞): Exist, \exists

- 藉由**某條件F**，找出某關聯表格R中，滿足**另一關聯表格S任一值組**的資料紀錄。
- 例：找出至少有賣出一項產品之供應商代號。

銷售(供應商代號，產品代號，單價，銷售量)

產品(產品代號，產品名稱)

Ans:

$\{t.\text{供應商代號} \mid \text{銷售}(t) \text{ and } (\exists p)(\text{產品}(p) \text{ and } t.\text{產品代號} = p.\text{產品代號} \text{ and } t.\text{銷售量} > 0)\}$

- 例：找出沒有賣出任何一項產品之供應商代號。

銷售(供應商代號，產品代號，單價，銷售量)

產品(產品代號，產品名稱)

Ans:

$\{t.\text{供應商代號} \mid \text{銷售}(t) \text{ and } (\text{not}(\exists p)(\text{產品}(p) \text{ and } t.\text{產品代號} = p.\text{產品代號} \text{ and } t.\text{銷售量} > 0))\}$

定義域導向關聯式計算 (Domain-Oriented Relational Calculus)

- 是以屬性定義域的值為基礎。表示形式：

○ **簡化表示**： 欲投影的欄位 定義域變數宣告 and 查詢條件

{定義域變數 | 條件運算式(定義域變數)}

- 一個定義域表示一個欄位的相關設定；因此，在定義域導向關聯式計算中，若要顯示多個欄位資料，則需要列出多個定義域變數。

■ 舉例：

員工(員工代號，員工姓名，電話，地址，薪資，部門代號，主管代號)

部門(部門代號，部門名稱)

找出薪資在十萬元以下的員工姓名，地址。

Ans:

簡化表示

$\{bd \mid (\exists e)(\text{員工}(abcdefg) \text{ and } e < 100000)\}$

BNF表示

Range of e Is 員工;

b, d Where 員工(員工姓名=b, 地址 = d, 薪資<100000);

QBE (Query By Example)

- 為IBM的產品之一。以使用者導向為主的關聯式查詢語言，簡單易懂。使用者不需記憶複雜的指令，只需在螢幕顯示出的表格上，填入所需的條件與資料即可。
- 缺點：
 - 無法表現全稱量詞與存在量詞的前後順序關係
 - 不支援複雜的查詢工作，如：資料定義查詢、傳遞查詢與聯集查詢

■ 舉例：

員工(員工代號，員工姓名，電話，地址，薪資，部門代號，主管代號)

部門(部門代號，部門名稱)

(1) 找出薪資在十萬元以上的員工姓名，電話。

(2) 找出薪資在十萬元以上的員工姓名，部門名稱。

[

]

Ans:

(1)

員工	員工 代號	員工 姓名	電話	地址	薪資	部門 代號	主管 代號
		P.	P.		>100,000		

(2)

員工	員工 代號	員工 姓名	電話	地址	薪資	部門 代號	主管 代號
		P.			>100,000	_DX	

部門	部門 代號	部門 名稱
	_DX	P.

❖ **P.** ⇒ Print❖ **_DX** ⇒ 以底線開頭，表示為一個變數，
可自動作合併的動作。

關聯式代數與關聯式計算之比較

■ 相異點：

關聯式代數	關聯式計算
發展較早	發展較晚
程序性語言，接近程式語語 (3GL)	非程序性語言，接近自然語言 (4GL)
敘述如何做(How)	敘述做什麼(What)
具備基本運算元	不提供基本運算元
可直接實作	須透過關聯式代數實作

■ 相同點：

- 皆為資料庫查詢語言
- 能力相同，皆具備關聯完全性 (Relationally Complete)