

<3NF>

営業

商品番号 I	顧客番号 C	社員番号 S	販売価格 P
i1	c1	s1	100
i1	c2	s2	120
i2	c1	s1	200
i2	c2	s2	210
i3	c1	s1	250
i3	c2	s2	250
i4	c1	s1	150

更新不整合が発生する。

リレーションスキーマ $RS = \{ I, C, S, P \}$

関数従属性集合 $F = \{ \{ I, C \} \rightarrow P \}, \{ C \rightarrow S \} \}$ 以下 $F = \{ IC \rightarrow P, C \rightarrow S \}$

極小被覆 $M = \{ IC \rightarrow P \}, \{ C \rightarrow S \}$

関数従属性集合 F (極小被覆 M) に基づいて「営業」を分解する。

販売 = $\{ I, C, P \}$

商品番号 I	顧客番号 C	販売価格 P
i1	c1	100
i1	c2	120
i2	c1	200
i2	c2	210
i3	c1	250
i3	c2	250
i4	c1	150

営業担当 = $\{ C, S \}$

顧客番号 C	社員番号 S
c1	s1
c2	s2

更新不整合は発生しない。

p59 図 4.1 リレーション「営業」の分解

「販売」 $\bowtie$ 「営業担当」は「営業」になる $\Rightarrow$ 無損失結合分解

「販売」, 「営業担当」には関数従属性がすべて含まれている $\Rightarrow$ 従属性保存分解

<BCNF>

RS

商品番号 I	販売地域 A	販売担当者 S	販売価格 P
i1	a1	s1	100
i1	a2	s2	100
i2	a1	s1	200
i2	a2	s2	200
i3	a1	s1	250
i3	a2	s2	250
i4	a3	s3	150

リレーシヨンスキーマ RS={ 商品番号 I, 販売地域 A, 販売担当者 S, 価格 P}

関数従属性集合 $F=M=\{IA \rightarrow S, S \rightarrow A, I \rightarrow P\}$ (極小被覆 M に等しい)

3NF への従属性保続分解は $\{ \{I, A, S\}, \{A, S\}, \{I, P\} \}$

$\{A, S\}$ は $\{I, A, S\}$ の部分集合になるので、分解は $\{ \{I, A, S\}, \{I, P\} \}$ でよい。

リレーシヨンスキーマ $\{I, A, S, P\}$ において、関数従属性集合よりつぎのことがわかる

1. 候補キーは IA および IS である。⇒ I, A, S それぞれは素属性
2. I は超キーではない。A は超キーではない。S は超キーではない。
3. P は素属性ではない。

RS の分解を考える。

RSA={I, A, S}

商品番号 I	販売地域 A	販売担当者 S
i1	a1	s1
i1	a2	s2
i2	a1	s1
i2	a2	s2
i3	a1	s1
i3	a2	s2
i4	a3	s3

RSB={I, P}

商品番号 I	販売価格 P
i1	100
i2	200
i3	250
i4	150

更新不整合は発生しない。

商品番号 I は超キー ⇒ 「RSB は 3NF である。」

⇒ 「RSB は BCNF である。」

極小被覆 $M=\{IA \rightarrow S, S \rightarrow A\}$

S は素属性 ⇒ 「RSA は 3NF である。」

IA は候補キーであるが、超キーではない

⇒ 「RSA は BCNF ではない。」

リレーションスキーマ $RS = \{ \text{商品番号 } I, \text{ 販売地域 } A, \text{ 販売担当者 } S, \text{ 価格 } P \}$
 関数従属性集合 $F = M = \{ IA \rightarrow S, S \rightarrow A, I \rightarrow P \}$ (極小被覆 M に等しい)

RSA を考慮して、RS を 3 つに分解する。

$RS1 = \{ I, S \}$

商品番号 I	販売担当者 S
i1	s1
i1	s2
i2	s1
i2	s2
i3	s1
i3	s2
i4	s3

極小被覆 $\{ \}$

商品番号 I と販売担当者 S の間
に関数従属性はない

⇒ 「RS1 は BCNF である。」

$RS2 = \{ A, S \}$

販売地域 A	販売担当者 S
a1	s1
a2	s2
a3	s3

極小被覆 $\{ S \rightarrow A \}$

販売担当者 S は超キー

⇒ 「RS2 は BCNF である。」

$RS3 = \{ I, P \}$

商品番号 I	販売価格 P
i1	100
i2	200
i3	250
i4	150

極小被覆 $\{ I \rightarrow P \}$

商品番号 I は超キー

⇒ 「RS3 は BCNF である。」

$RS1 \bowtie RS2 \bowtie RS3$ は RS を含む ⇒ 無損失結合分解

$RS1, RS2, RS3$ に関数従属性 $\{ IA \rightarrow S \}$ が含まれない ⇒ 従属性保存分解ではない

まとめ

1. リレーション RS は 1NF であるが、3NF ではない。RS は更新不整合が発生する。
2. リレーション RS の分解 RSA, RSB は 3NF である。 RSA は更新不整合が発生する。
3. リレーション RS の分解 $RS1, RS2, RS3$ は BCNF である。 $RS2, RS3$ には更新不整合が発生しない。

<多値従属性 MVD>

プロジェクト

プロジェクト番号 P	社員番号 E	ミーティング日 M
p1	e1	月曜日
p1	e2	月曜日
p1	e1	木曜日
p1	e2	木曜日
p2	e1	月曜日
p2	e3	月曜日
p2	e1	金曜日
p2	e3	金曜日

リレーションスキーマ プロジェクト={ プロジェクト番号 P, 社員番号 E, ミーティング日 M}
関数従属性集合 ない
リレーション「プロジェクト」は BCNF である。

プロジェクトのメンバーが変更になった ⇒ 更新不整合が発生する。

ミーティング日が変更になった。 ⇒ 更新不整合が発生する。

新しいプロジェクトのメンバーは決まった。ミーティング日は未定 ⇒ 更新不整合が発生する。

「プロジェクト」を分割するとしたら、このようなものになるだろう。

RS1={P, E}

プロジェクト番号 P	社員番号 E
p1	e1
p1	e2
p2	e1
p2	e3

RS2={P, M}

プロジェクト番号 P	ミーティング日 M
p1	月曜日
p1	木曜日
p2	月曜日
p2	金曜日

多値従属性 $P \twoheadrightarrow E$

$$(t[X]=u[X]=v[X]=w[X]) \quad \text{--- (1)}$$

$$\wedge (t[Y]=v[Y]) \quad \text{--- (2)}$$

$$\wedge (u[Y]=w[Y]) \quad \text{--- (3)}$$

$$\wedge (t[RS-XY]=w[RS-XY]) \quad \text{--- (4)}$$

$$\wedge (u[RS-XY]=v[RS-XY]) \quad \text{--- (5)}$$

	プロジェクト番号 P X	社員番号 E Y	ミーティング日 M RS-XY
t	(1)t[X] p1	(2)t[Y] e1	(4)t[RS-XY] 月曜日
w	(1)w[X] p1	(3)w[Y] e2	(4)w[RS-XY] 月曜日
v	(1)v[X] p1	(2)v[Y] e1	(5)v[RS-XY] 木曜日
u	(1)u[X] p1	(3)u[Y] e2	(5)u[RS-XY] 木曜日
	p2	e1	月曜日
	p2	e3	月曜日
	p2	e1	金曜日
	p2	e3	金曜日

	プロジェクト番号 P X	社員番号 E Y	ミーティング日 M RS-XY
	p1	e1	月曜日
	p1	e2	月曜日
	p1	e1	木曜日
	p1	e2	木曜日
t	t[X] p2	t[Y] e1	t[RS-XY] 月曜日
w	w[X] p2	w[Y] e3	w[RS-XY] 月曜日
v	v[X] p2	v[Y] e1	v[RS-XY] 金曜日
u	u[X] p2	u[Y] e3	u[RS-XY] 金曜日

$X \twoheadrightarrow Y$ が成り立つ $\Leftrightarrow X \twoheadrightarrow RS-XY$ が成り立つ

$P \twoheadrightarrow E$ であるから、 $P \twoheadrightarrow M$ である

多値従属性 $P \twoheadrightarrow M$

	プロジェクト番号 P X	社員番号 E RS-XY	ミーティング日 M Y
t	(1)t[X] p1	(4)t[RS-XY] e1	(2)t[Y] 月曜日
v	(1)v[X] p1	(5)v[RS-XY] e2	(2)v[Y] 月曜日
w	(1)w[X] p1	(4)w[RS-XY] e1	(3)w[Y] 木曜日
u	(1)u[X] p1	(5)u[RS-XY] e2	(3)u[Y] 木曜日
	p2	e1	月曜日
	p2	e3	月曜日
	p2	e1	金曜日
	p2	e3	金曜日

	プロジェクト番号 P X	社員番号 E RS-XY	ミーティング日 M Y
	p1	e1	月曜日
	p1	e2	月曜日
	p1	e1	木曜日
	p1	e2	木曜日
t	t[X] p2	t[RS-XY] e1	t[Y] 月曜日
v	v[X] p2	v[RS-XY] e3	v[Y] 月曜日
w	w[X] p2	w[RS-XY] e1	w[Y] 金曜日
u	u[X] p2	u[RS-XY] e3	u[Y] 金曜日

関数従属性は多値従属性の特殊な場合と考えることができる

「関数従属性 $X \rightarrow Y$ が成立」 $\Leftrightarrow$ 「多値従属性 $X \twoheadrightarrow Y$ が成り立つ」

<4NF>

多値従属性に基づいた分解

多値従属性 $P \twoheadrightarrow E$

RS1={P, E}

プロジェクト番号 P	社員番号 E
p1	e1
p1	e2
p2	e1
p2	e3

$P \twoheadrightarrow E$ が成り立つとき P は超キー

⇒ 「RS1 は 4NF である。」

多値従属性 $P \twoheadrightarrow M$

RS2={P, M}

プロジェクト番号 P	ミーティング日 M
p1	月曜日
p1	木曜日
p2	月曜日
p2	金曜日

$P \twoheadrightarrow M$ が成り立つとき P は超キー

⇒ 「RS2 は 4NF である。」

プロジェクト

プロジェクト番号 P	社員番号 E	ミーティング日 M
p1	e1	月曜日
p1	e2	月曜日
p1	e1	木曜日
p1	e2	木曜日
p2	e1	月曜日
p2	e3	月曜日
p2	e1	金曜日
p2	e3	金曜日

P, E, M 間に関数従属性はない ⇒ 「プロジェクトは BCNF である。」

P は超キーではない ⇒ 「プロジェクトは 4NF ではない。」

まとめ

1. リレーション「プロジェクト」は BCNF であるが、更新不整合が発生する。
2. リレーション RS の分解 RS1, RS2 は 4NF である。RS1, RS2 には更新不整合が発生しない。
3. RS1×RS2 は「プロジェクト」になる ⇒ RS1, RS2 は無損失結合分解である。

<局所多値従属性 EMVD>

ミーティング

プロジェクト番号 P	社員番号 E	ミーティング日 M	ミーティング数 N
p1	e1	月曜日	2
p1	e2	月曜日	1
p1	e1	木曜日	1
p1	e2	木曜日	1
p2	e1	月曜日	2
p2	e3	月曜日	1
p2	e1	金曜日	1
p2	e3	金曜日	1

リレーションスキーマ

ミーティング={ プロジェクト番号 P, 社員番号 E, ミーティング日 M, ミーティング数 N }

関数従属性集合 { $EM \rightarrow N$ } (多値従属性 $P \twoheadrightarrow E$ (または $P \twoheadrightarrow M$) は成立しない)

EM は超キーではない。⇒「ミーティングは 4NF ではない。」

ミーティングを分解する。

RS1={P, E, M}

プロジェクト 番号 P	社員番号 E	ミーティング 日 M
p1	e1	月曜日
p1	e2	月曜日
p1	e1	木曜日
p1	e2	木曜日

RS1 には多値従属性 { $P \twoheadrightarrow E$ } がある。

RS1 は「ミーティング」の射影である。

RS1 = $\pi_{P, E, M}$ ミーティング

⇒「ミーティング」には局所多値従属性がある。

RS2={E, M, N}

社員番号 E	ミーティング 日 M	ミーティング 数 N
e1	月曜日	2
e2	月曜日	1
e1	木曜日	1
e2	木曜日	1
e3	月曜日	1
e1	金曜日	1
e3	金曜日	1

関数従属性 { $EM \rightarrow N$ } がある。

N は素属性ではない。

RS2 は 3NF であるが、BCNF, 4NF ではない。

<5NF>

R

工場番号 F	部品番号 P	業者番号 S
f1	p1	s1
f1	p2	s1
f1	p2	s2
f1	p3	s2
f2	p1	s1
f2	p3	s3

リレーションスキーマ $R = \{ \text{工場番号 F, 部品番号 P, 業者番号 S} \}$

関数従属性, 多値従属性, 局所多値従属性 なし $\Rightarrow$ R は 4NF である。

ある工場が必要とする部品を決めた。業者は未定 $\Rightarrow$ 更新不整合

業者 s1 との取引を止めた。工場 f1 で部品 p1 を必要とする情報が失われる $\Rightarrow$ 更新不整合

$R = RS1 \bowtie RS2 \bowtie RS3$ になる $\Rightarrow$ 「結合従属性 JD」

$RS1 = \pi_{F,P}(R)$

工場番号 F	部品番号 P
f1	p1
f1	p2
f1	p3
f2	p1
f2	p3

$RS2 = \pi_{F,S}(R)$

工場番号 F	業者番号 S
f1	s1
f1	s2
f2	s1
f2	s3

$RS3 = \pi_{P,S}(R)$

部品番号 P	業者番号 S
p1	s1
p2	s1
p2	s2
p3	s2
p3	s3

$F \twoheadrightarrow P$ が成り立つとき F は超キー $\Rightarrow$ 「RS1 は 4NF である。」
 $F \twoheadrightarrow S$ が成り立つとき F は超キー $\Rightarrow$ 「RS2 は 4NF である。」
 $P \twoheadrightarrow S$ が成り立つとき P は超キー $\Rightarrow$ 「RS3 は 4NF である。」

工場番号 F と部品番号 P の間に多値従属性はない $\Rightarrow$ 「RS1 は 5NF である。」
 工場番号 F と業者番号 S の間に多値従属性はない $\Rightarrow$ 「RS2 は 5NF である。」
 部品番号 P と業者番号 S の間に多値従属性はない $\Rightarrow$ 「RS3 は 5NF である。」