

【第4正規形】

第4正規形の定義

ボイス・コッド正規形の先にある第4正規形の定義は、関係Rに存在するあらゆる多値従属性 ($X \twoheadrightarrow Y$) に関して、以下の①又は②のどちらかが成立していることです。多値従属性という初めて聞く言葉で嫌になってきましたが、頑張ってます。

- ①「 $X \twoheadrightarrow Y$ は自明な多値従属性である」 ②「Xは関係Rのスーパーキーである」

多値従属性とは

まず、**多値従属性**を説明します。関係Rに3つの属性（3つ以上と書きたいが、説明を簡略化するため3つに限定）{X、Y、Z}があり、「Xが1つ決まれば、Yは1つ以上決まる」ことを「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」で表す場合、「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」と「 $X \twoheadrightarrow Z$ 」が互いに独立している、つまり、YはZに無関係であるがXには依存し、ZはYには無関係であるがXには依存するならば、関係Rには「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」と「 $X \twoheadrightarrow Z$ 」の2つの**多値従属性**が存在すると言えます。また「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」と「 $X \twoheadrightarrow Z$ 」は「 $X \twoheadrightarrow Y | Z$ 」と表すことができます。ここで、「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」はYはXに依存しているだけであり、関数従属していません。なぜなら、Xに対してYが一意に決まらないためです。

定義「 $X \twoheadrightarrow Y$ は自明な多値従属性である」について

まず「 $X \twoheadrightarrow Y$ は自明な多値従属性である」を自分なりにまとめてみると、関係Rに「 $X \twoheadrightarrow Y | Z$ 」が存在する場合、上記のとおり、この関係Rに関数従属は1つもなく、Xはもとより、YやZも一意に決まらない可能性があるため、候補キーは{X、Y、Z}となります。これを表現したものが左の下図（自明でない多値従属性）になります。

左の下図（自明でない多値従属性）が「**自明でない**」理由は「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」と「 $X \twoheadrightarrow Z$ 」の関係がわからないためです。よって、これらの関係を説明しなくてもわかるように左の下図を分解したものが、右の下図（自明な関数従属性）になります。

なお、この分解は、**情報無損失分解**になりますが、**関数従属性は保存されません**。また、候補キー{X、Y、Z}以外に非キー属性がある場合には、**情報無損失分解**になりません。

X	Y	Z
A	サッカー	I Tパスポート
A	サッカー	基本情報技術者
A	テニス	I Tパスポート
A	テニス	基本情報技術者
B	野球	LinuC 2
B	野球	英検準2級

図：自明でない多値従属性

分解
→

X	Y	X	Z
A	サッカー	A	I Tパスポート
A	テニス	A	基本情報技術者
B	野球	B	LinuC 2
B		B	英検準2級

図：自明な多値従属性→第4正規形

ボイス・コード正規形の先にある第4正規形

前ページの「第4正規形の定義」の項において「ボイス・コード正規形の先にある第4正規形」という表現をしました。つまり、第4正規形はボイス・コード正規形から生成されるという解釈に基づくものです。

これまで第4正規形になり得るボイス・コード正規形があったのでしょうか？という疑問が出てきますが、答えは「最近出会っています」です。それは、前回の投稿「ボイス・コード正規形その3」で紹介したものと左の下図（第3正規形AB）と右の下図（ボイス・コード正規形）です。しかし、今、欲しているのは、右の下図（ボイス・コード正規形）ではありません。

表：受講表			表：担任表	
学 生	科 目	先 生	先 生	科 目
A	英語	P	P	英語
A	数学	Q	R	英語
B	英語	R	Q	数学
B	数学	Q	S	倫理
C	倫理	S		

図：第3正規形AB

表：受講表		表：担任表	
学 生	先 生	先 生	科 目
A	P	P	英語
A	Q	Q	数学
B	R	R	英語
B	Q	S	倫理
C	S		

図：ボイス・コード正規形

左の上図（第3正規形AB）は、前回の投稿では第3正規形止まりとしていましたが、以下の解釈により、別のボイス・コード正規形になることができます。

- ①受講表の候補キーが複数キーである理由は {学生} 又は {科目} だけでは {先生} が一意に決まらないためである。
- ②つまり {学生} →→ {先生} 及び {科目} →→ {先生} の2つの多値従属性が存在すると言える。
- ③担任表の {先生} → {科目} は逆にすると {科目} →→ {先生} であり矛盾しない。
- ④よって、受講表と担任表は、下図（ボイス・コード正規形ABC）のとおり、自明でない多値従属性で構成された1つの表で表すことができる。

つまり、下図は属性が3つあるため「**2つの属性から成る候補キーのみで構成**」ではありませんが「**候補キーのみを決定項として与えられている**」ため、ボイス・コード正規形であり、前ページの図（自明でない多値従属性）と同じタイプのボイス・コード正規形になります。

そして、同様に分解することによって、第4正規形になります。

学 生	科 目	先 生
A	英語	P
A	数学	Q
B	英語	R
B	数学	Q
C	倫理	S

図：ボイス・コード正規形ABC

定義「Xは関係Rのスーパーキーである」について

ボイス・コード正規形の定義においては、「関係Rに存在するあらゆる関数従属性 ($X \rightarrow Y$)」であったため、Xが複数キーの候補キーであれば、「Xは関係Rのスーパーキーである」のXは、複数キーの候補キーと解釈できました。それゆえ、候補キー以外の関数従属が存在する場合は、ボイス・コード正規形ではないという結果に持っていけるわけです。

しかし、第4正規形の定義においては、「関係Rに存在するあらゆる多値従属性 ($X \twoheadrightarrow Y$)」であるため、「Xは関係Rのスーパーキーである」のXは複数キーの候補キーのXではなく、多値従属性1つ1つのXと解釈できます。そう考えると、第4正規形において「Xは関係Rのスーパーキーである」が成り立つことがあるのかという疑問が残ります。

この疑問を解消するために、基本に戻ります。そもそも、多種従属性の性質は「Xが1つ決まれば、Yは1つ以上決まる」ことですが、これには「Xが1つ決まれば、Yが1つ決まる」も当然含まれます。これは、通常の関数従属性なので、多種従属性の特殊形が関数従属性となります。そう考えると、一般形の第4正規形の定義から「Xは関係Rのスーパーキーである」を残さざるを得なかったという解釈ができます。

以上の独りよがりの解釈の裏付けとして、下図（検証用ボイス・コード正規形）を示します。これによって、定義「Xは関係Rのスーパーキーである」の必要性の裏付けとします。

X	Y	Z
A	サッカー	音楽
B	テニス	国語
C	テニス	美術
D	野球	社会
E	サッカー	数学
F	野球	国語

左表はボイス・コード正規形である。
主キーは {X} なので、①が成り立つ。
「 $X \rightarrow Y$ 」と「 $X \rightarrow Z$ 」・・・①
関数従属は多値従属の特殊形なので、①は②で表記できる。
「 $X \twoheadrightarrow Y$ 」と「 $X \twoheadrightarrow Z$ 」・・・②
つまり、左表は「**自明でない多値従属性**」のため、**第4正規形ではない**。
しかし、Xは主キーなので「**Xはスーパーキーである**」ため、**第4正規形である**。

図：検証用ボイス・コード正規形