

# Saaty の AHP 法によるエンドユーザ向き 関係データベースシステムの評価(II)

片 山 敏 之

## 目 次

4. データベース機能の一対比較から総合評価まで
- 4-3. 管理機能の一対比較と重要度
- 4-4. 検索機能  
——以下は (III) で展開する——
- 4-5. 更新機能
- 4-6. 処理性能
- 4-7. データベース機能の総合評価
5. ソフトウェア機能の総合評価
6. 感度分析
7. 結論

## はじめに

序論からの前半部分は文献 [1] にあり、その概略は文献 [2] に発表済みである。前半部分の目次は以下のとおりである。今回の図表の番号付けは、文献 [1] からの通し番号を使うことにする。なお、説明のしやすさを考慮して、文献 [1] で示した、[図2-2], [表2-3], および、[表4-1], をそれぞれ付録に再録しておく。

1. 序論
2. 問題の設定と AHP 法の概要
- 2-1. 問題の設定
- 2-2. AHP 法の概要
- 2-3. AHP 法における階層図

- 2-4. ソフトウェア機能の展開
- 2-5. 一対比較
- 2-6. 重要度の決定——ソフトウェア機能を例として
- 3. 開発機能の一対比較から総合評価まで
  - 3-1. 開発機能
  - 3-2. 動作方式
  - 3-3. データ型の種類
  - 3-4. プログラム機能
  - 3-5. SQL 準拠
  - 3-6. 開発機能の総合評価
- 4. データベース機能の一対比較から総合評価まで
  - 4-1. データベース機能の一対比較 (性能評価分析)
  - 4-2. 関係完備性の一対比較と重要度
  - 4-3. 管理機能の一対比較と重要度

#### 4-3. 管理機能の一対比較と重要度

次に、データベース機能を構成する5つの評価基準の2番目として、管理機能について更に一対比較を進める。付録の[表4-1]によれば、管理機能はレベル4の階層にあり、管理機能はデータベース機能の中で2番目に大きな重要度もつ。レベルの階層図については付録の[図2-2]を、全体の機能展開については文献[1]の2-4節を参照してください。管理機能はデータモデルに限らず本格的なデータベース管理システムとしての必須機能のひとつであって、下位レベル(レベル5)として、

- (a) 安全性制御、
- (b) アクセス管理、
- (c) 障害回復機能管理、
- (d) トランザクション管理、

の4つの評価項目から成る。

安全性制御は登録されているデータの内容に論理的な矛盾が生じないようにするための機能で、インテグリティ(integrity)、または、一貫性制御とも言う。これはデータ構造とデータ操作とともに関係モデルが規

定している3要件のひとつでもある[3, 4]。アクセス管理は、ユーザの権限を管理してデータベースへの不法なアクセスを禁止したり、不注意によるデータ破壊からガードする機能である。障害回復機能管理は不可抗力的な事故によって物理的に壊れたデータベースの内容を障害発生時の前の状態に修復する機能である。トランザクション管理は、分離不可能な一連のデータ更新処理の前後の状態を指定して、一括処理の中断が起こった場合でもデータベースの内容を保護する機能である。

以上の評価項目の一対比較に当たっては文献[5]の第3部の強調点を参考にした。パソコン用のデータベース管理ソフト(DBMS)には、現状では障害回復やトランザクション管理の機能を期待できないので、一対比較をするに当たってこれらの重要度を低く見積もっている。管理機能の一対比較と重要度の計算結果を[表4-7]に示す。この[表4-7]の計算法については文献[1]の2-2節と2-6節を参照してください。

[表4-7] 管理機能の一対比較と重要度 (レベル4)

	(a)	(b)	(c)	(d)	重要度
(a) 安全性制御	1	1/2	2	3	0.271967
(b) アクセス管理		1	3	5	0.482875
(c) 障害回復			1	2	0.157003
(d) トランザクション				1	0.0881545

$$m=4.0146, C.I.=4.868E-3, C.R.=5.409E-3$$

#### 4-3-1. 安全性制御 (integrity)

関係データベース・システムの安全性制御は、項目値の定義域の検査、同一レコード内の他項目との関連検査、テーブル内のレコード重複検査、他テーブルとの参照関係の検査、の4つの機能に分類できる。はじめの3つがデータベースにおける実体の安全性、4つ目が参照の安全性に関するものである。安全性制御の一対比較と重要度の結果を[表4-8]に示す。

〔表 4-8〕安全性制御の一対比較と重要度 (レベル 5)

	(a)	(b)	(c)	(d)	重 要 度
(a) 項目値の定義域の検査	1	3	5	1	0.389851
(b) レコード内の他項目との関連検査		1	3	1/3	0.152369
(c) テーブル内のレコード重複検査			1	1/5	6.79288E-2
(b) 他テーブルとの参照の安全性				1	0.389851

$$m=4.04362, C.I.=1.454E-2, C.R.=1.616E-2$$

次に、上 4 つの評価項目 (レベル 6) のそれぞれから見たときの代替案 (レベル 7) の一対比較を行う。いずれの場合も文献 [1] の (3-4-1) 節と同様にして得られた合計点から代替案をいくつかのグループに分類し、その点数の差を判断の基準にしてそれらのグループを評価項目としたときの一対比較を行って重要度を計算する。

(a)項目値の定義域の検査については代替案を次の 6 つのグループに分類する。

- (G1) 9 点群：MEGABOX, R: BASE PRO,
- (G2) 7 点群：桐,
- (G3) 6 点群：日本語 UNIFY,
- (G4) 5 点群：informix-SQL,
- (G5) 3 点群：MRDB, SQL Base,
- (G6) 1 点群：その他,

(b)レコード内の他項目との関連検査に関して代替案は次の 3 つのグループに分類される。

- (G1) 6 点群：桐, MEGABOX, R: BASE PRO,
- (G2) 3 点群：MRDB, informix-SQL,
- (G3) 1 点群：その他,

また、(c)テーブル内のレコード重複検査について、代替案は次の 6 つのグループに分類される。

- (G1) 9 点群：MRDB, 日本語 UNIFY,
- (G2) 6 点群：R: BASE PRO,

- (G3) 4点群：dBXL, 桐, dBASE IV, dBASE III PLUS,  
informix-SQL,
- (G4) 3点群：MEGABOX,
- (G5) 2点群：SQL Base,
- (G6) 1点群：その他,

最後に、(d)他テーブルとの参照の安全性について、代替案は次の6つのグループに分類される。

- (G1) 9点群：R: BASE PRO, 日本語 UNIFY,
- (G2) 6点群：MEGABOX,
- (G3) 5点群：MRDB,
- (G4) 4点群：informix-SQL,
- (G5) 2点群：dBXL, 10BASE III, 桐, dBASE IV,  
dBASE III PLUS, SQL Base,
- (G6) 1点群：その他,

以上の4つの下位レベルの評価項目から見たときの代替案の一对比較と重要度計算の結果を、それぞれ、[表4-9] から [表4-12] に一度に続けて示す。

[表4-9] 項目値の定義域の検査の一对比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)	(G6)	重要度
(G1) 9点群：	1	3	3	5	7	8	0.440407
(G2) 7点群：		1	1	3	5	6	0.209270
(G3) 6点群：			1	2	3	5	0.171098
(G4) 5点群：				1	2	3	0.0895683
(G5) 3点群：					1	2	0.0542393
(G6) 1点群：						1	0.0354176

$$m=6.114, CI=2.279E-2, CR=1.838E-2$$

[表4-10] レコード内の他項目との関連検査の一対比較と重要度 (レベル 6)

	(G1)	(G2)	(G3)	重要度
(G1) 6点群:	1	4	6	0.700974
(G2) 3点群:		1	2	0.192880
(G3) 1点群:			1	0.106146

$$m=3.009, CI=4.601E-3, CR=7.934E-3$$

[表4-11] テーブル内のレコード重複検査の一対比較と重要度 (レベル 6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)	(G6)	重要度
(G1) 9点群:	1	3	5	6	8	9	0.487069
(G2) 6点群:		1	2	3	5	7	0.224931
(G3) 4点群:			1	1	3	4	0.114259
(G4) 3点群:				1	2	3	0.092115
(G5) 2点群:					1	1	0.0444547
(G6) 1点群:						1	0.0371709

$$m=6.111, CI=2.214E-2, CR=1.785E-2$$

[表 4-12] 他テーブルとの参照の安全性の一対比較と重要度 (レベル 6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)	(G6)	重要度
(G1) 9点群:	1	3	4	5	8	9	0.458871
(G2) 6点群:		1	2	3	5	6	0.221837
(G3) 5点群:			1	2	4	5	0.146053
(G4) 4点群:				1	3	4	0.0965369
(G5) 2点群:					1	2	0.0450812
(G6) 1点群:						1	0.0316203

$$m=6.182, CI=3.651E-2, CR=2.944E-2$$

この段階で代替案の安全性制御に対する重要度が求まる。それには、[表4-9]、[表4-10]、[表-11]、[表 4-12] の重要度に [表4-8] の重要度を重みとして代替案毎の合計を計算すればよい。これらの計算法と手順については文献 [1] の3-6節を参照してください。この計算から得られた安全性制御の重要度のまとめを次の [表4-13] に与える。

この [表4-13] は第1位から第5位、第6位までそれぞれかなり大きな差異があることを示している。安全性制御は管理機能の中で2番めに

大きな重みを持っているのでこの結果に注目しておく必要がある。

[表4-13] 安全性制御の重要度のまとめ (レベル5)

代替案	評価機能 (重み)	定義域 (.38985)	関連検査 (.15237)	重複検査 (.067929)	参照関係 (.38985)	重要度	順位
(d) R: BASE PRO		.440407	.700974	.224931	.458871	0.245986	1
(f) MEGABOX		.440407	.700974	.092115	.221837	0.1932	2
(a) 日本語 UNIFY		.171098	.106146	.487069	.458871	0.153447	3
(k) 桐 ver. 2		.20927	.700974	.114259	.045081	0.111227	4
(e) MRDB		.054239	.19288	.487069	.146053	0.0731494	5
(c) informix-SQL		.089568	.19288	.114259	.096537	0.0570917	6
(b) SQL Base		.054239	.106146	.044455	.045081	0.0301391	7
(l) dBASE IV		.354176	.106146	.114259	.045081	0.0287881	8
(g) dBASE III PLUS		.354176	.106146	.114259	.045081	0.0287881	8
(i) dBXL		.354176	.106146	.114259	.045081	0.0287881	8
(h) 10BASE III		.354176	.106146	.037171	.045081	0.026063	11
(j) ビジレス AD		.354176	.106146	.037171	.031620	0.0233319	12

#### 4-3-2. アクセス管理 (security)

次に、管理機能の下位レベルの2つ目としてアクセス管理(レベル5)について調べる。アクセス管理はセキュリティ (security) 管理とも呼ばれ、データベース管理システムの基本機能である。アクセス管理については、文献 [5, 6] にならって、データベース単位の権限、テーブル単位の権限、項目単位の権限、ビュー単位の権限、入出力フォーム単位の権限、に関する管理機能の5つの下位レベルの評価項目を設定する。この5つの下位レベルの評価項目について一対比較したときの計算結果を [表4-14] に示す。

[表4-14] アクセス管理の対比較と重要度 (レベル 5)

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	重 要 度
(a) データベース単位の権限	1	1/2	2	1	3	0.212199
(b) テーブル単位の権限		1	3	2	5	0.386824
(c) 項目単位の権限			1	1/2	2	0.119434
(d) ビュー単位の権限				1	3	0.212199
(e) 入力フォーム単位の権限					1	0.0693437

$$m=5.017, C.I.=4.303E-3, C.R.=3.842E-3$$

次に文献 [1] の (4-3-1) 節と同様に、アクセス管理の 5 つの下位レベルの評価項目 (レベル 6) から見たときの代替案の対比較と重要度の計算を、代替案をいくつかのグループに分類しておいてから行う。

まず、(a)データベース単位の権限については、次の 4 グループに分類する。

(G1) 8 点群：R：BASE PRO, 日本語 UNIFY

(G2) 5 点群：informix-SQL

(G3) 3 点群：MEGABOX, dBASE IV, MRDB, SQL Base, dBASE III PLUS

(G4) 1 点群：その他,

(b)テーブル単位の権限については、この権限設定を備えているもの (4 点群) と備えていないもの (1 点群) の 2 グループに代替案を分類する。

(G1) 4 点群：MEGABOX, dBASE IV, R：BASE PRO, MRDB, informix-SQL, SQL Base, dBASE III PLUS, 日本語 UNIEY

(G2) 1 点群：その他

3 番目の(c)項目単位の権限についても代替案は、この権限設定を備えているもの (3 点群) と備えていないもの (1 点群) の 2 グループに分かれる。

(G1) 3 点群：MEGABOX, dBASE IV, informix-SQL, dBASE III PLUS, 日本語 UNIFY



(G2) 1点群：その他

(d)ビュー単位の権限については代替案を次の4グループに分類する。

(G1) 8点群：R: BASE PRO, informix-SQL, SQL Base

(G2) 6点群：dBASE IV, dBASE III PLUS

(G3) 2点群：dBXL, 10BASE III, MRDB

(G4) 1点群：その他

5番目の(e)入出力フォーム単位の権限に関しては、代替案は次の6つのグループに分類される。

(G1) 10点群：日本語 UNIFY

(G2) 7点群：SQL Base

(G3) 6点群：R:BASE PRO

(G4) 3点群：MEGABOX, MRDB, informix-SQL

(G5) 2点群：dBXL, 10BASE III, 桐,  
dBASE III PLUS, dBASE IV

(G6) 1点群：その他

この段階でアクセス管理に対する重要度の結果が得られる。以上の5つの下位レベルの評価項目から見たときの代替案の一対比較と重要度計算の結果を、それぞれ、[表4-15] から [表4-19] に示す。そして、これらの [表4-15] から [表4-19] までの結果と [表4-14] の重要度を重みとして計算される、アクセス管理に対する重要度の結果のまとめを [表4-20] に示す。[表4-20] は [表4-13] のレベルに対応するものでその計算手順も (4-3-2) 節と同様である。

[表4-15] データベース単位の権限の一対比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	重要度
(G1) 8点群：	1	2	4	8	0.52353
(G2) 5点群：		1	2	5	0.275681
(G3) 3点群：			1	3	0.144799
(G4) 1点群：				1	0.0559902

$$m=4.015, C.I.=5.110E-3, CR=5.678E-3$$

[表4-16] テーブル単位の権限の一対比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	重要度
(G1) 4点群:	1	4	0.8
(G2) 1点群:		1	0.2

m=2.000, CI=0.0, CR=0.0

[表4-17] 項目単位の権限の一対比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	重要度
(G1) 3点群:	1	3	0.75
(G2) 1点群:		1	0.25

m=2.000, CI=0.0, CR=0.0

[表4-18] ビュー単位の権限の一対比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	重要度
(G1) 8点群:	1	2	5	8	0.530233
(G2) 6点群:		1	3	6	0.306589
(G3) 2点群:			1	2	0.106589
(G4) 1点群:				1	0.0565896

m=4.015, CI=5.119E-3, CR=5.658E-3

[表4-19] 入出力フォーム単位の権限の一対比較と重要度 (レベル6)

	(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)	(G6)	重要度
(G1) 10点群:	1	2	3	6	7	9	0.431959
(G2) 7点群:		1	1	3	4	6	0.214859
(G3) 6点群:			1	2	3	5	0.173479
(G4) 3点群:				1	2	3	0.0883429
(G5) 2点群:					1	2	0.0565995
(G6) 1点群:						1	0.0347602

m=6.114, CI=2.279E-2, CR=1.838E-2

アクセス管理については、データベース単位の権限、テーブル単位の

権限, 項目単位の権限, ビュー単位の権限, 入出力フォーム単位の権限, の5つの評価項目を設定して代替案を評価した。第1位に対する第6位の相対値は0.863であり, 第1位から第6位までの差は小さい。しかし[表4-7]によれば, アクセス管理は管理機能の中で最大の重みを持っているのでこの差異は拡大されるはずである。

[表4-20] アクセス管理の重要度まとめ (レベル5)

評価機能 代替案 (重み)	データベ ース単位 (.2122)	テーブ ル単位 (.3868)	項 目 単 位 (.1194)	ビ ュ ー 単 位 (.2122)	入出力フォ ーム単位 (.069344)	重 要 度	順 位
(c) informix-SQL	.27568	.8	.75	.53023	.088343	.125128	1
(d) R: BASE PRO	.52353	.8	.25	.53023	.17348	.124863	2
(a) 日本語 UNIFY	.52353	.8	.75	.05659	.43196	.119897	3
(i) dBASE IV	.14480	.8	.75	.30660	.05660	.108312	4
(g) dBASE III PLUS	.14480	.8	.75	.30660	.05660	.108312	4
(b) SQL Base	.14480	.8	.25	.53023	.21486	.108033	6
(f) MEGABOX	.14480	.8	.75	.05659	.088343	.0972691	7
(e) MRDB	.14480	.8	.25	.10659	.088343	.0866045	8
(j) dBXL	.05599	.2	.25	.10659	.05660	.0316301	9
(h) 10BASE III	.05599	.2	.25	.10659	.05660	.0316301	9
(k) 桐 ver. 2	.05599	.2	.25	.05659	.05660	.029326	11
(i) ビジレス AD	.05599	.2	.25	.05659	.03476	.0289971	12

#### 4-3-3. 障害回復機能

次に, 管理機能の下位レベルの3つ目として障害回復機能(レベル5)について調べる。この機能と次節のトランザクション管理については, 雑誌の評価や一覧表を参考にしながら [5, 6, 7], これ以下のレベルの評価機能を置かずに直接, 代替案の一対比較を行った。すなわち, 雑誌の評価項目や基準を12個の代替案に適用して点数化する。この点数を基にして代替案の一対比較を行った。

障害回復機能から見ると代替案は次の3つのグループに分類できる。  
この場合の対応する一対比較と重要度の計算結果を [表4-21] に与える。

- (G1) 4 点群：MRDB, informix-SQL,
- (G2) 2 点群：SQL Base,
- (G3) 1 点群：その他,

[表4-21] 障害回復機能の一対比較と重要度まとめ (レベル5)

	(G1)	(G2)	(G3)	重 要 度
(G1) 4 点群：	1	2	4	0.571429
(G2) 2 点群：		1	2	0.285714
(G3) 1 点群：			1	0.142857

$$m=3.000, C.I.=1.192E-7, C.R.=2.055E-7$$

#### 4-3-4. トランザクション管理

最後に、管理機能の下位レベルの4つ目としてトランザクション管理 (レベル5) について調べる。これについても前節と同じ資料を参考にして代替案の一対比較を行った。トランザクション管理機能から見ると代替案は次の3つのグループに分類できる。このときの一対比較と重要度の計算結果を [表4-22] に与える。

- (G1) 5 点群：informix-SQL, SQL Base
- (G2) 3 点群：dBASE IV, dBASE III PLUS
- (G3) 1 点群：その他

[表4-22] トランザクション管理の一対比較と重要度まとめ (レベル5)

	(G1)	(G2)	(G3)	重 要 度
(G1) 5 点群：	1	2	5	0.581552
(G2) 3 点群：		1	3	0.308996
(G3) 1 点群：			1	0.109452

$$m=3.004, C.I.=1.847E-3, C.R.=3.185E-3$$

#### 4-3-5. 管理機能の総合評価

以上で、レベル4の管理機能の総合評価をするために必要なデータは整ったことになる。管理機能の下位レベルの4つの評価項目(安全性制御, アクセス管理, 障害回復機能, トランザクション管理)の重要度はそれぞれ, [表4-13], [表4-20], [表4-21], [表4-22], で与えられている。これらを管理機能の重要度 [表4-7] を重みとして代替案毎の合計をとれば, 管理機能の総合評価としての重要度が求まる。その結果はまとめて [表4-23] と [図4-2] に与えられている。

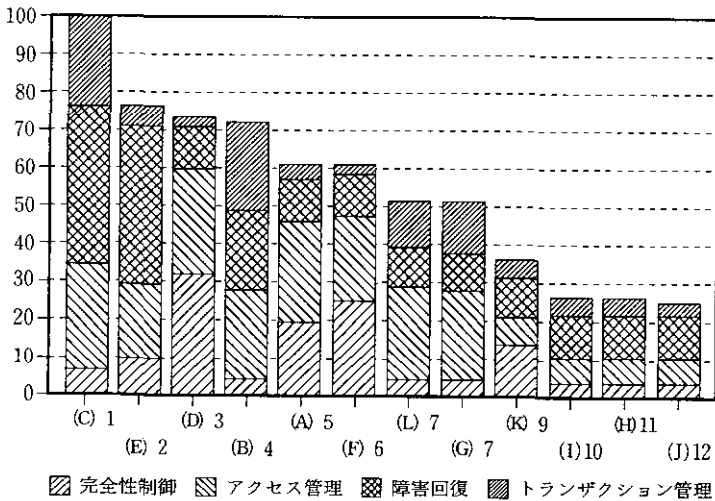
[表4-23] 管理機能の総合評価のまとめ (レベル4)

評価機能 (重み)	完全性 制御 (.27197)	アクセス 管理 (.48288)	障害回復 (.15700)	トランザク ション管理 (.08815)	重要度	順位	相対値
(c) informix-SQL	.057092	.12513	.57143	.58155	.153287	1	100.0
(e) MRDB	.073149	.086605	.57143	.10945	.113821	2	74.2
(d) R:BASE PRO	.24599	.12486	.14286	.10945	.112543	3	73.4
(b) SQL Base	.030139	.10803	.28571	.58155	.110577	4	72.1
(a) 日本語 UNIFY	.15345	.11990	.14286	.10945	.0930652	5	60.7
(f) MEGABOX	.19320	.097269	.14286	.10945	.0929841	6	60.7
(l) dBASE IV	.028788	.10831	.14286	.30900	.0775857	7	50.6
(g) dBASE III PLUS	.028788	.10831	.14286	.30900	.0775857	7	
(k) 桐 ver. 2	.11123	.029326	.14286	.10945	.0540482	9	35.3
(i) dBXL	.028788	.031630	.14286	.10945	.0389915	10	25.4
(h) 10BASE III	.26063	.031630	.14286	.10945	.0384677	11	25.1
(j) ビジレス AD	.023332	.028997	.14286	.10945	.0370445	12	24.2

ここでは, SQL 準拠でかつ UNIX にも対応しているような本格的なデータベース管理ソフトが上位を占めていることを注意しておく。まず [図4-2] でも明らかのように, informix-SQL は他を圧倒している。informix-SQL は安全性制御で6位と振るわなかったが, 他の3機能ではいずれも1位であった。MRDBを除けば, アクセス管理の評価が管理機能の総合評価の順位とほぼ同じになっている。

第2位から第4位の差は僅かである。安全性制御、アクセス管理、障害回復機能管理、トランザクション管理、の並びで第2位のMRDBの順位を見ると、(5, 8, 1, 5)位となっている。第3位のR:BASE PROと第4位のSQL Baseについてはそれぞれ、(1, 2, 4, 5)位および(7, 6, 3, 1)位である。この比較から今回の選定対象としている代替案の機能はいずれも不十分であるため余り重要とは見なさなかった障害回復機能の差異がここでの上位順位の要因となっていることが分かる。ただし、例えば第1位に対する第6位の相対値は0.607に過ぎず、中間グループの評価は低い、データベース機能の中でも管理機能の重要度 [表4-1] は高いので、これらの点は留意すべきである。

[図4-2] 管理機能の総合評価 (レベル4)



参考文献 (II)

- [1] 片山敏之, 経済学部北星論集 VoL. 29, (1992), p. 69-96
- [2] 片山敏之, 情報処理学会第43回全国大会講演論文集 VoL. 1, (1991), p. 60-61

- [ 3 ] Codd, E. F., Communication of ACM, VoL. 25, 4, (1982), p. 109-117
- [ 4 ] Codd, E. F., ACMチューリング賞講演集, 共立出版(1989), p. 455-476
- [ 5 ] 林秀幸, 北郷達郎, 星野友彦, 日経バイト, No. 70, (1990), p. 266-326
- [ 6 ] 林秀幸, 根本勝, 北郷達郎, 日経バイト, No. 42, (1988), p. 93-135
- [ 7 ] 森山善行, VALUE UP, 第3巻 第1号, (1990), p. 6-25

[表2-3] 整合度C.I.の許容上限値

項目数 n	3	4	5	6	7	8	9	10
C. I. 上限値	0.0035	0.048	0.110	0.125	0.134	0.140	0.145	0.149

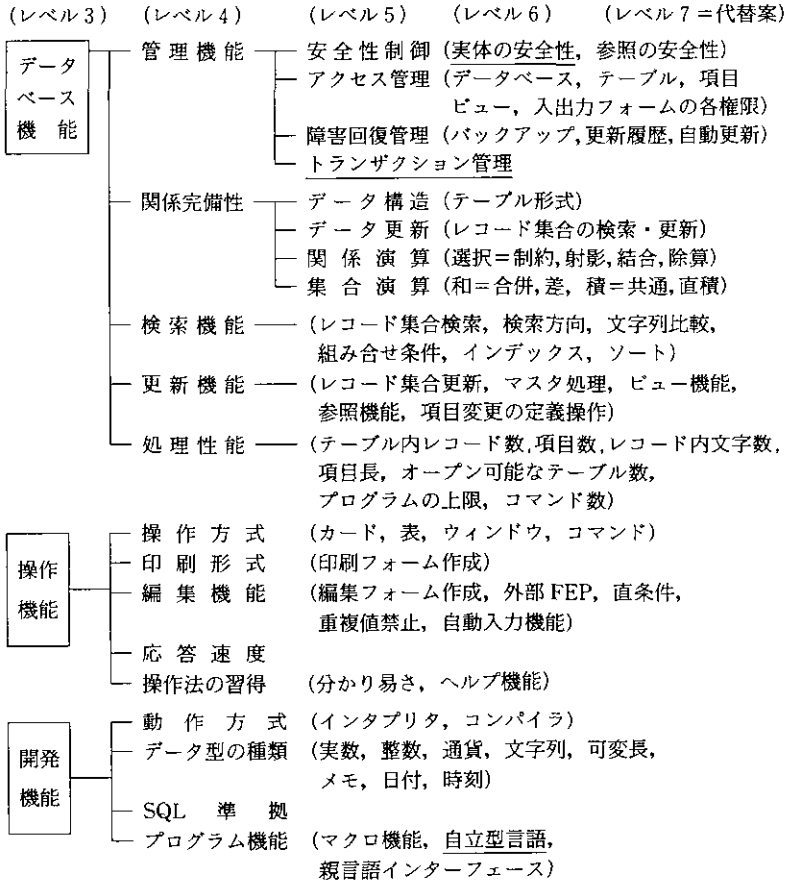
[表4-1] データベース機能の一对比較と重要度

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	重要度
(a) 管理機能	1	1/2	1	3	5	0.237448
(b) 関係完備性		1	3	4	6	0.428480
(c) 検索機能			1	2	3	0.182187
(d) 更新機能				1	2	0.0958721
(e) 処理機能					1	0.0560122

$m=5.062$ ,  $C. I. = 1.553E-03$ ,  $C. R. = 1.387E-03$

付録

【図2-2】 ソフトウェア機能展開の階層図





# Evaluation of the End-user Oriented Relational Database Systems by the Saaty's AHP Method (II)

Toshiyuki KATAYAMA

A selection problem is formulated with the method of analytical hierarchy process (AHP) by Saaty. The problem considered is the evaluation of relational database systems that are available to personal computers, and is the optimal selection from them for non-professional users (or end-users). By the word of end-users we primary mean students majored in the business or management departments. Twelve database systems are nominated for the object systems or competitor from more than forty ones which run on the operating system MS-DOS. This is made on the condition that it should have a programming language and could be installed in the major computers in Japan.

The goal of decision making is developed into several constitutive functions and each function is further developed. The software function of the relational database system is investigated in detail in the series of papers. This is the second paper of this study. The software function consists of three basic functions of the database management, they are functions of the database management, the program development and the data manipulation. The latter two functions and the part of the first function, i.e. the completeness of relational languages, are studied in the first paper.

The present paper consider the rest of the basic functions of the database management from the view of end-users working on personal computers. So we further develop the functions of the database management, system (DBMS) and investigate the functions of the retrieval and updating of data, and specification of data processing performance. We

set four evaluation elements (integrity control, access control, security, and transaction managements) for the function of DBMS. The retrieval function is calculated from element functions of set search, search directions, string comparisons, complex conditions, use of indexes, and sorting.

The functional analysis of the data updating and specification of data processing performance, and conclusions will be described in the forthcoming paper, after a sensitivity study of total evaluation.