CAD 標準化フォーマット

星合 文広*

Standard Format for CAD System

Fumihiko HOSHIAI *

* 日本電気株式会社電子部品事業本部回路基板事業部 (〒229 神奈川県相模原市南橋本3-1-35)

* Printed Wiring Board Division, NEC Corporation (3-1-35 Minami-Hashimoto, Sagamihara-shi, Kanagawa 229)

1. はじめに

プリント配線板(以下PWBと称す)の設計・製造にはCAD/CAMシステムが不可欠であり、現在国内外の各ベンダから数十種のCADシステムが販売され、それぞれの特徴・仕様に依じて各ユーザにて運用されている。

しかし、現在異機種CAD間で設計データを送受しようとした場合、CAD単位でデータフォーマットが異なるため、困難である。また、上流工程である回路設計用CADとPWBパターン設計用CADの間、およびPWB製造・検査工程のCAM/CATとの間も、一部を除きデータフォーマットが統一されておらず、個別に変換ソフトを作成して対応しているのが現状である。

これらのデータフォーマットの不統一は、PWBの設計・製造工程における自動化・合理化を阻害する大きな要因となっており、フォーマットの標準化が、特にCADユーザから強く望まれている。

このような背景のもとで、現在PWBのCADデータフォーマット標準化の推進として、2つの大きな流れがある。

1つは日本プリント回路工業会(JPCA)が中心となり、国内CADベンダおよびユーザが集まり作成した「JPCAデータフォーマット」であり、すでにVER.1が完成し、現在各CADベンダが本フォーマット対応のソフト開発に着手している状況である。

もうひとつは、アメリカEIAが推進しているEDAの国際標準フォーマットEDIF(Electronic

Design Interchange Format)である。このPWBレイアウト版であるV400が現在検討されており、今年度中にリリースされる予定である。日本においては日本電子機械工業会が中心となり、推進活動を行っている。

本稿では、これら2つの標準化フォーマットの概要について解説する。

2. 多様化する情報インタフェース

図1はPWBのユーザである装置メーカーと、PWB設計・製造メーカーの間のCAD情報インタフェースのニーズを示したものである¹⁾。

図1. 多様化するCAD情報インタフェース

回路設計用 CAD とパターン設計用 CAD の間ではネットリストの送受が行われるが、特に配置・配線結果に基づくピン割り付けや部品名変更などのいわゆるバックアノテーション情報を戻す場合、回路設計のデータベースに完全に反映させる必要がある。

PWB ユーザは PWB メーカーにパターン設計を依頼する場合が一般的であるが、ユーザ側でもパターン設計を分担するケースが増加している。これは、設計キャパシティの面では専門メーカーに頼るものの、小変更などは自社内で行った方が効率的であり、また回路設計から部品実装ラインまでを一貫したデータベースで効率良く運用するためである。

したがって、この場合ユーザのメーカーに対する要求は、自社保有と同一機種の CAD データベースで設計結果を納入してもらい、直ちに確認や改版ができるようにすることである。また、この CAD 間インタフェースは、PWB メーカーにとってもユーザからライブラリの支給を受けて入力工程の効率化を図ったり、設計協力会社との間でデータ送受を行う場合などにメリットが大きい。

以上のようなデータベースレベルでのインタフェースは、個々に変換ソフトを開発する試みがなされているが、両者の設計思想の違いから変換されないデータがあったり、追加作業が発生したりで実用的とはいえない。

したがって、現在これを完全に実現するには、メーカー側がユーザ側と同一機種の CAD システムを保有すればすべて解決する。しかし、一般に PWB 設計・製造メーカーは数十社から数百社のユーザを顧客としており、複数種の CAD システムを購入して運用するのは多大な投資と、ライブラリの不統一化など運用面の非効率化を招くことになる。

このため、CAD のデータフォーマット標準化は PWB 業界にとって最重要課題となっている。

3. JPCA データフォーマット

3.1 検討の経緯

91年11月に行われた DA91 (デザインオートメーション)のシンポジウムにおいて、異機種 CAD システム間のデータフォーマットの統一化の要望が最も多かったため、日本プリント回路工業会 (JPCA) で

は各企業に参加を求め、1992年2月よりデータフォーマット部会を発足させ、各ワーキンググループに分かれ、標準化フォーマットの集中審議を行ってきた。データフォーマット部会は東京大学の高木教授を部会長とし、表1に示す26社の CAD ベンダおよびユーザが参加している。

1993年5月に VER. 1 の仕様が完成し、DA93で報告とデモンストレーションを行い、さらに細部を改良した上で94年5月に詳細な解説書を発行した。現在、各種 CAD と JPCA データフォーマット間インタフェースを各社で開発中、あるいは一部運用に入っている。また、1993年5月より技術推進委員会と運用推進委員会を発足させ、普及のための体制を整えている。

3.2 フォーマットの概要

JPCA データフォーマットは、PWB パターン設計用 CAD の領域に限定したデータ交換用ファイルであり、図2に示すように各社の CAD システム間でデータ交換を行うことが目的である²⁾。

本フォーマットは10種類の標準カテゴリファイルから構成されており、それぞれのカテゴリファイルは個々に意味を持ち独立している。そのため、すべてのカテゴリが備わっていかなくとも目的に応じたデータ交換が可能である。

また、本フォーマット以外のデータ交換のために、データ交換する CAD システム間で取り決めた任意のファイルを、非標準カテゴリとして取り扱うことが可能である。

表1. JPCA データフォーマット部会メンバー

1. 旭光学工業	15. ユニテク
2. いづみやアイシー	16. 横河ディジタルコンピュータ
3. 内田洋行	17. ケイデンス・デザイン・システムズ
4. オムロン	18. 図研
5. キャディックス	19. 日本レーカル・リダック
6. キョウデン	20. 富士通
7. シーエイディ・ジャパン	21. メンター・グラフィックス・ジャパン
8. シャープ	22. ソニー
9. ズウド	23. 大日本スクリーン製造
10. 創和設計	24. 東芝
11. 東洋インキ製造	25. 日本シイエムケイ
12. 日本信号	26. 日立精工
13. 日本電気	
14. 日立ソフトウェアエンジニアリング

図2. JPCA フォーマットの構成

表2. カテゴリの記述内容

カテゴリ名(ファイル拡張子)	主な記述内容
ファイル管理情報 (FIL)	・インタフェース管理用情報記述 (フォーマット名称, バージョン, 出力カテゴリリスト, 作成日付)
管理情報 (MNG)	・CAD データ管理用情報記述 (プリント配線板名称, 図面名称, 管理番号)
基本情報 (TEC)	・プリント配線板仕様情報記述 (プリント配線板サイズ, 層数) ・設計仕様情報記述 (クリアランス, 線幅)
接続情報 (NET)	・ネット情報記述 ・信号属性情報記述 (信号別配線制限)
部品構成情報 (ELM)	・部品の構成記述 (部品番号, 部品種別, 実装形態, カタログ番号)
形状ライブラリ情報 (FLB)	・形状ライブラリ (パッド登録) ・ホールライブラリ (ホール登録) ・スタックライブラリ (ピン, ビア登録)
部品形状ライブラリ情報 (PRT)	・部品形状記述 (外形, ピン, シルク, 禁止領域文字列)
部品配置情報 (PLC)	・使用部品の内容 (部品番号, 形状登録名) ・部品位置情報 (座標, 回転角度, 配置層)
図形情報 (FIG)	・パターン, ビア, 文字等の図形情報記述 ・図形の属性情報記述 (線種, 線幅, 論理層, 塗り込み)
バックアノテーション情報 (BAI)	・部品の追加/変更/削除情報記述 ・ピンの追加/変更/削除情報記述

3.3 フォーマットの構成と特徴

フォーマットを構成する10種類のカテゴリファイルの記述内容を、表2に示す³⁾。

(1) ファイル管理情報

他のすべてのカテゴリファイルに関する情報を記述したもので、最初にアクセスされる必須ファイルである。フォーマット名称や使用可能なカテゴリファイル名の他に、長さの単位や部品名の桁数などの制限値も記述するため、交換先のCADの制限値内かどうかを、他のカテゴリファイルを読むことなしに早期にチェックできる。

(2) 管理情報

PWBの正式名称、図番、設計者名などPWBに関する情報を記述している。これらにより、PWBに関する情報を確認できるが、データの互換をとるだけなら本情報はなくてもよい。

(3) 基本情報

PWBの仕様情報を記述したもので、層数、ディフォルトの線幅値・間げき値、論理層の定義などを行う。論理層はCADで取り扱う仮想の設計層で、例えば図3のように優先度の高いシルクカット層を設け、物理層へ合成展開することができる。

本ファイルは他のカテゴリファイルと重要な関連を持つ基本ファイルであり、特にパターン情報の交換を行う場合必須となる。

論理層：30I 優先度：10

シルクスクリーン
色区分：黒
ポジ

フィルムイメージ
ポジ

論理層：31I 優先度：5

シルクカット用
色区分：白
ポジ

図3. 論理層の優先度と図形色区分

(4) 接続情報

PWB上の部品ピンの接続状態と各信号の属性を記述するものである。それぞれのネットは接続グループ名で区分され、信号属性情報を定義することで、同一電位であっても線幅や線長制限等により区分した配線が可能である。

特にこの信号属性情報は、等長配線・平行配線などの電気特性関係や、パッドからのパターン引き出し方向など、詳細な指定項目がある。

また、デジタルグラウンドとアナロググラウンドを1点アース接続する場合などに使用するため、異なる複数のネット間と特定部品ピンで結線する記述もできる。

(5) 部品構成情報

PWBで使用する部品について、それらの部品番号と実装すべき部品形状データ等を組にして記述したもので、設計データ受け渡しを行う場合に必須ファイルとなる。

部品番号は図形情報ファイルや部品配置情報ファイルと関連づけるキーワードで、全部品に付けられるユニークな名称 (IC10, R 2 など) であるが、こ

れに対応する部品形状ライブラリ名、部品管理番号、部品種別、部品実装形態コード、などを本ファイルにて記述する。

なお、部品実装の形態はコード化して記述するもので、部品種別・実装面・部品回転の組み合わせで表現される。

(6) 形状ライブラリ情報

JPCA データフォーマットは、基本的にはひとつのPWBの設計データを記述するためのものであるが、単独でライブラリを作成し部品データの交換を各種CAD間で行ったり、マスタ的な外部ライブラリとして運用することができる。扱えるライブラリの種類は以下の4種である。

- ・部品形状ライブラリ 部品の物理的形状を記述
- ・形状ライブラリ ランドやレジストの大きさなどを登録
- ・ホールライブラリ ホール形状を登録
- ・スタックライブラリ 部品ピンを層ごとのランド形状の集合で表現するもの

形状ライブラリ情報は、この中で部品形状を除いた他のライブラリの総称である。図4にスタックの概念を示す。

(7) 部品形状ライブラリ情報

PWBの設計データを表現する際に必要な部品の形状情報について記述するもので、形状ライブラリ、ホールライブラリ、スタックライブラリの基本形状情報を、部品ピン番号や位置座標と組み合わせ、部品形状を構成する。また、ランドやホール情報以外

図4. スタックの概念

に部品に必要なビア/ライン禁止領域、部品外形、シルクなどの構成も付加することができる。

(8) 部品配置情報

PWB 上で使用されている部品の内容と配置状態を記述したもので、部品番号に対応する部品形状ライブラリ名、位置座標、回転角度、配置層等から構成される。位置座標は省略できるので、未配置部品を含んでも情報の受け渡しが可能であり、また位置指定（移動禁止）ができたりして汎用性を考慮されている。

(9) 図形情報

パターンを構成する線分、塗り込み図形、文字等の図形情報を記述するものである。特徴として、

- ・ポジ・ネガの概念を持ち、組み合わせによりあらゆる図形が表現できる
- ・形状ライブラリ内の登録図形の参照や置換が可能

能

- ・論理層の指定により、一般的パターンの他に部品配置禁止エリア、寸法線、外形など種々の情報が表現できる

などがある。

(10) バックアノテーション情報

PWB 設計で実施した部品番号の付け替え、部品ピンの交換、部品変更に関する内容を記述し、本ファイルで回路設計 CAD へ情報をフィードバックする。

(11) フォーマット記述例

ファイルの構造は、各カテゴリ固有のファイル拡張子を指定した HEAD 文で開始し、END 文で終了するもので、その間にパラメータを持つ文を記述する。例として、基本情報ファイルおよび部品構成情報ファイルの記述例を以下に示す。

〔基本情報ファイル例〕

HEAD	: TEC ;	/★基本情報ファイルの記述の開始	*/
VIEW	: TOP ;	/★実装面から見る	*/
BOARD	: B-2 ;	/★プリント配線板仕様名	*/
LAYNO	: 4,404 ;	/★物理層総数,最大論理層番号	*/
LAYER	: 10,0,OUTLINE,10 ;	/★プリント配線板外形 (全層共通)	*/
	: 11,1,PART,10 ;	/★部品配置 (第1層)	*/
	: 14,4,PART,10 ;	/★部品配置 (第4層)	*/
	: 20,0,PARTAREA,10 ;	/★部品配置有効領域 (全層共通)	*/
	: 21,1,PARTINH,10 ;	/★部品配置禁止領域 (第1層)	*/
	: 103,3,PATTERN,10,N,+5V ;	/★パターン (第3層)	*/
	: 104,4,PATTERN,10,P ;	/★パターン (第4層)	*/
	: 201,1,RESIST,10,N ;	/★ソルダレジスト (第1層)	*/
	: 304,4,SILK,10,P ;	/★シルクスクリーン (第4層)	*/
	: 311,1,SILK,5,P ;	/★シルクカット用 (第1層)	*/
	: 314,4,SILK,5,P ;	/★シルクカット用 (第4層)	*/
	: 401,1,PASTE,10,P ;	/★ペーストマーク (第1層)	*/
	: 404,4,PASTE,10,P ;	/★ペーストマーク (第4層)	*/
INTERL	: 70,1,4 ;	/★層間情報 (全層通し)	*/
AREA	: 0,0,100000,80000 ;	/★プリント配線板の領域の大きさ	*/
CLEAR	: 0,ALL,ALL,250 ;	/★間引き値 (デフォルト値)	*/
	: 0,LND,LND,300 ;	/★間引き値 (ランド・ランド間)	*/
WIDTH	: 180,508,508,0 ;	/★線幅: 信号,電源,グラウンド,全層	*/
END	: TEC ;	/★基本情報ファイルの記述の終了	*/

〔部品構成情報ファイル例〕

HEAD	: ELM ;	/★部品構成情報カテゴリ開始★/	
ELMCMF	: IC1,SOP20,B-001-01,IST000,IC,JP74LS240,350MA ;	/★部品番号: IC 1 の各要素定義	*/
	: IC2,SOP20,B-001-01,IST000,IC,JP74LS240,350MA ;	/★部品形状登録名: SOP20	*/
	: IC3,QEP44,C-200-03,IST000,IC,JPGAL,8MHZ ;	/★部品管理番号: B-001-01	*/
	: IC4,SOP8,B-001-02,IST000,IC,JPTA7540,300MA ;	/★実装形態コード: IST000	*/
	: IC5,DIP14,A-101-02,IST000,IC,JP74LS04,500MA ;	/★種別コード: IC	*/
	: IC6,DIP14,A-101-01,IST000,IC,JP74LS00,500MA ;	/★カタログ番号: JP74LS240	*/
	: IC7,DIP16,A-101-03,IST000,IC,JP74LS257,500MA ;	/★定数/定格: 350mA	*/
	: R1,2125R,D-234-06,SDT000,REG,JPRC10,10K ;		
	: R2,2125R,D-234-06,SDT000,REG,JPRC10,10K ;		
	: CN1,CN026,J-001-05,EXT000,CONN,JP26PCN,2L-STRAIGHT ;		
	: CN2,CN006,J-001-01,EXT000,CONN,JP06PCN,1L-STRAIGHT ;		
END	: ELM ;	/★部品構成情報カテゴリ終了	*/

3.4 JPCA データフォーマットの運用

運用方法は、すべての情報またはカテゴリ別に両方向で情報交換を行う場合と、CAD の機能別に片方向の入出力を行う場合がある。図 5 に運用例を示す。

なお、日本プリント回路工業会では事務局内にデータフォーマット管理機関を設置し、運用促進活動を行っている。

4. EDIF フォーマット

4.1 検討の経緯

EDIF は電気系設計情報の交換を容易に行うことを目的に、1983年に開発が開始されたもので、85年に最初の実用レベル版の EDIF100がリリースされ、

Example 1. 「すべての情報」が必要な場合

●用途……設計データの交換

支給……変更/改造依頼

納品……設計データの納品

Example 2. 「部品ライブラリ」のみ必要な場合

●用途……部品データの支給

Example 3. 「接続情報」と「バックアノテーション」の場合

●用途……ネットデータの支給

●用途……バックアノテーションデータの支給

図 5. JPCA フォーマット運用例

さらに、EDIF200が1987年に EIA 標準に制定された。しかし、現状は種々の問題があり、改良版の EDIF300が1993年にリリースされたが、使用がネットリストとスキマティックに限られているため、1989年中頃より PWB レイアウトの標準を V400としてリリースすべく、検討が進められている。現在、情報モデルや構文の作成がほぼ完了しており、1994年末にドラフト版がリリースされる予定である。

検討組織はアメリカ、ヨーロッパの各 EDIF PCB TSC (Technical Sub-Committee) にて仕様が検討される中で、日本においても日本電子機械工業会 (EIAJ) の EDIF 小委員会の中の 1 つのワーキンググループとして91年 4 月より設置され、TSC より情報を収集し、技術的検討と標準化推進のための活動を進めている。表 3 に日本のワーキンググループのメンバーを示す⁴⁾。

4.2 フォーマットの概要

EDIF V400は PWB のレイアウト (部品配置・配線) が対象範囲である。したがって、回路図エントリー、シミュレーション、CAM/CAT 出力は範囲外となる。

EDIF はテキスト形式のフォーマットであるが、それを決めるために以下の4つのステージがある⁵⁾。

ステージ 1: 概念モデルの作成

ステージ 2: データディクショナリの作成

ステージ 3: 情報モデルの作成

ステージ 4: フォーマットシンタックス (構文) 作成

概念モデルは、データの対象をモデリングしたもので、EXPRESS-G という言語を用いて各データ項目間の相関図を表現している。図 6 に例を示す。

データディクショナリは各データ要素の内容を説明したものである。

表 3. EDIF プリント配線板ワーキンググループメンバー

・シャープ	・富士通
・図研	・松下電器産業
・ソニー	・三菱電機
・凸版印刷	・ヤマハ
・日本電気	・横河デジタル・コンピュータ
・日立製作所	・メンター・グラフィックス・ジャパン

Stage 1 : Entity-Relations Diagrams (EXPRESS G)

図 6 . 概念モデルの例

情報モデルは EXPRESS という言語を用いて概念モデルを変換したものであり(図 7), さらに, その情報モデルを元にシンタックス(図 8)を作成する。

4.3 フォーマットの構成と特徴

フォーマットは図 9 に示す12の大項目より構成される⁵⁾。

Stage 3 : EXPRESS (Example)

図 7 . 情報モデルの例

Stage 4 : New EDIF Syntax (Example)

図 8 . シンタックスの例

図 9 . EDIF データ構成

(1) Technology〔層定義〕

PWB の層数とその層構造や穴あけのルールを記述したもので、属性として各層の厚さの最大・最小値や、各層の材料参照名、ドリル径の最大・最小値などを持っている。

(2) Documentation〔ドキュメント〕

PWB に関する 1 枚のドキュメントを表す。例としてアッセンブリ図、ドリル図など。属性は図面サイズ、スケールなどを持つ。

(3) Geometry〔形状データ定義〕

多角形、矩形、円、線分などの基本図形と、これらを操作した結果の図形集合から構成される。図形操作はコピー、加算、減算、回転、拡大縮小などの組み合わせが可能で、複雑な形状を表現することができる。

また、文字フォントや予約文字（ロゴなど）による文字列、多角形の輪郭線幅、オフセット制御など、多様な形状表現が可能である。

(4) Package Library〔部品形状ライブラリ〕

部品の物理的形状を定義するライブラリであり、部品外形やピン位置、部品の立体形状、ピン形状などを記述する。属性は部品識別名、部品種類など。

ピンは電気的な接続を行うものと、補強ピンなどそうではないものに区分される。また、IC のようにピン位置が確定しているものと、リード線付抵抗のように確定できないものも区分できる。

なお、部品実装図のシンボルも含まれるが、シルク図形は含まれない。

(5) Function Library〔素子ライブラリ〕

部品の論理的機能を定義するライブラリで、ゲートの種類、回路図におけるスキマティックシンボル、端子の情報を記述する。端子の属性として、入出力、

指定・高インピーダンス出力、電源/GND など詳細な指定が可能である。

(6) Part Library〔部品ライブラリ〕

部品を品種別に定義するライブラリで、前述の部品形状ライブラリ、素子ライブラリを参照している。部品の種別は電気的接続を行う部品と部品固定用クリップのような非電気的部品に分類でき、さらにパッケージングされた部品と印刷抵抗のようなプリント部品に分類される。また部品全体のスキマティックシンボルや端子情報も記述できる。

(7) Mountable Package Library

〔実装時に必要となる情報ライブラリ〕

本ライブラリは、部品形状ライブラリと対応して、部品実装時の部品形状を定義するものである。

図10の例のように同一形状の部品であっても、実装方法により PWB 上のピン位置は変わる。また、表面実装部品のフットプリントは部品そのものの形状だけでは定まらず、実装方法により変化する。本ライブラリはこれらの対応を行うもので、実際の設計はこの Mountable Package が参照される。

(8) Design Rule〔設計ルール〕

設計基準を表すもので、配線方向・線幅をエリアやネットを指定して細かく設定できる。また、実装部品の配置条件（許容回転角度など）も設定できる。

図10. 部品実装形状の違い

(9) Net List [ネットリスト]

ネットリストを記述したもので、ゲート交換ができるグループ指定が可能である。

(10) Sub Layout [サブレイアウト]

PWBのレイアウトパターンに含まれるあらゆる要素を定義してグループ化し、形状データと結びつけるものである。スルーホールやラインの他にフットプリント、パッドスタック、テストクーポン、プローブポイントなどが定義できる。

(11) Footprint Mapping [フットプリントマッピング]

部品実装形状とフットプリント定義を結びつけるための情報である。

(12) Design [基板データ]

PWBの個々の設計における部品リスト、ネットリスト、端子、実際の接続パターンなどを表現する。

ここでいうネットリストは前項(9)の機能レベルとは異なり、部品の端子番号が明記されたものである。

現在本項目の大部分は Assembled Board と称され独立しており、ジャンパー線の記述など、最終的に基板に部品が実装された状態での表現となっている。

5. まとめ

以上、PWBのCADにおける2つの標準化フォーマットについて解説したが、ユーザからみると標準フォーマットが複数存在するのは使いやすくないといえない。現在、日本におけるEDIFのワーキンググループとJPCAデータフォーマット部会は協調して検討を進める方針を出しているが、両者の思想の違いがあり、方向を合わすことはできても統合化は困難と思われる。例えばEDIFはレイアウトに限定しているとはいえ回路素子の記述や部品の立体構造・実装方法など回路設計から実装までの広範囲をカバーしているのに対し、JPCAデータフォーマットはPWBのレイアウト設計とベアボード製造に的をしぼった実用的かつ比較的簡単な構造のものである。当面は後者が先行して普及していくと考えられるが、これらの運用と使い分けをどのように考えていくかが今後の課題である。

(1994.6.23-受理 1994.7.11-再受理)

文 献

- 1) 星合文広：“SMT・高速化・高密度設計へのCAD技術”，表面実装技術，1992年5月号
- 2) 日本プリント回路工業会：“JPCA データフォーマットの概要”，1993年5月
- 3) 日本プリント回路工業会：“JPCA データフォーマット解説書”，V1.0，1994年5月
- 4) 西山憲一：“EDIF プリント基板 WG 活動報告”，EDA テクノフェア，1993年9月
- 5) EDIF PCB TSC：“CONCEPTUAL MODEL OF A PCB”，August 31，1993

用語解説

CAD/CAM：Computer Aided Design/

Computer Aided Manufacturing

コンピュータ支援による設計・製造。

EIA：Electronic Industries Association

米国電子工業会

EDA：Electronics Design Automation

電子回路、LSI、PWB など電気系設計の自動化技術の総称。

バックアノテーション：PWBのレイアウト設計の結果、部品名称やピン番号割り付けなどが元の回路設計と異なる場合があるが、これらの情報を回路設計のデータベースに戻すことをいう。

カテゴリファイル：データの用途ごとに区分したファイルのこと。

デフォルト：初期の設定値のこと。

スキマティック：論理回路図

CAM/CAT：Computer Aided Manufacturing

/Computer Aided Testing

コンピュータ支援による製造および検査。

星合 文広 (ほしあい ふみひろ)
昭和25年生まれ。昭和48年、静岡大学工学部電気工学科卒業。現在、日本電気株式会社電子部品事業本部において、プリント配線板のCAD技術開発に従事。