

電子交換用新DAシステムの概要

中林 操 星 元雄 坂井 敏

(日本電信電話公社 武藏野電気通信研究所)

寺本 雅則 川野 家稔 平川 和之 塙元 宜彦

(日本電気) (日立製作所) (沖電気工業) (富士通)
(株式会社) (宇都工場) (株式会社) (株式会社)

1. まえがき

最近における部品、実装技術の進歩は著しい。電子交換機における中央処理系装置等の分野でも、高速かつ低廉な部品を使用した新システムの開発が要請されている。一方、従来使用してきた装置DAシステム⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾はホストコンピュータの陳腐化はもちろんのこと、機能的にも、新部品、新実装技術の出現により、新装置の設計に適用し得なくなっている。このことから、高速論理素子、高集積回路、バックボード、フラットケーブルの採用等による新装置を設計可能とする新DAシステムが必要となってきた。また、DA技術自身としても、アルゴリズムはもちろんのこと、DA運用、プログラム作成、保守の面でも、その高性能、高度化が可能になって来ている。

このような背景から、設計データをデータベース化し、かつ論理設計から実装設計までを含む、一貫したDAシステムを検討して来た。新DAシステム検討の方針は次のとおりである。

- (1) 設計言語、設計フローなどの面で融通性をもたせる。
- (2) 新部品、新実装技術に対する適用を可能にする。
- (3) 素子や構造などをパラメータ化して、システムを一般化する。
- (4) 設計データ、ライブラリ、基準データなどを、一括・一元管理する。
- (5) 新しいプログラム作成技術を極力とり入れ、効果的にプログラムの作成デバッグを行う。
- (6) 設計の途中および結果について、できる限り評価データを採取できるようにする。
- (7) 自動化の効果のある所は、極力とり入れ、一方では人手の介入を許し、かつ、それらに対するチェックを徹底する。

このような方針のもとに進めた検討の結果について、その特徴、システム構成、各サブシステムの要点について、以下、報告する。

2. システムの特徴

論理装置の設計は、部品、実装技術の進歩に伴い、多くのプロセスによるもの、設計データからのものでも、複雑、多様化してきている。これをいかに効率的に実現するかが、新DAシステムに課せられた課題である。前述の検討方針のもとに具体化した新DAシステムの特徴を列記すると、以下のようになる。

- (1) 設計言語 設計データ記述形式として、言語化を進め、論理、実装データを同時に入力可能とした。
- (2) 設計データ管理システム

DAの効率化、作り易さの観点から、DA専用のデータ管理システムとし、ライブラリ、設計データをデータベース化し

て、一元管理するようにした。

(3) 基準データ

回路図の表現法、実装構造、チェック条件など、パラメータ化し、一括管理することにより、設計者からの変更要求に応ぜられるようにした。(汎用化)

(4) 照合チェック

設計データを設計の各段階に応じてチェック・照合することにより、一貫した論理、物理、電気条件の照合チェックを可能にした。

(5) 実装設計

各サブシステム間をつなぐだけ粗な関係にし、融通性ある設計フローをとれようとした。

(6) 自動化の範囲

プリント基板上のIC配置・バックボードを含む多層プリントパターン決定の他、IC割付、終端抵抗割付、パッケージ・バックボードへの線長割当などを可能とした。

表1. システム適用範囲

なお、本DAシステムの適用範囲は表1に示す通りである。

| 項目 | 内 容 |
|-------------|--------------------------|
| 論理素子 | TTL, ECLなどのSSI, MSI, LSI |
| 論理機能 | 外部より定義可能 |
| 実装階層 | IC-パッケージ-バックボードを基本とする。 |
| プリント基板 | 信号層2層・4層などの多層基板 |
| 処理装置の制御方式など | マイクロ・プログラム制御方式を含む。 |

3. システム構成と設計フロー
システム全体の構成を図1-1に示す。その概略を説明するため、図1-2に示した設計の進め方の一例について述べる。
実際には、より変化に富んだものであるが、詳細は省略する。

なお、説明文中で示す()は、図1-1のサブシステムとの対応番号である。

(1) 仕様決定 まず、論理仕様、装置間インターフェイス、使用部品等が決定される。

(2) 論理回路図作成 回路機能の検討などのあと、論理回路図を作成する。
必要なならば、実装情報も記述する。

(3) 設計データカード作成

設計言語により、各設計ファイル毎に、論理・実装データを作成する。

(4) データベースの作成・修正(5, 6)

設計言語のコンパイラーにより、文法チェック、論理チェックを行って、データベースの作成あるいは修正を行う。もし、誤りが発見された場合には、修正カードを作成し、修正を行う。

表2 設計データベース

設計データベースとしては、表2のようなファイルがある。

| ファイル名 | 内 容 |
|-------------------|--|
| ICライブラリ (ILB) | ICの種類毎に、論理・実装データをもつ。構成単位は、ゲートまたは機能。 |
| パッケージ・ライブラリ (PLB) | パッケージ種類毎に、論理・実装データをもつ。構成単位は ILBと同じ。 |
| 装置データ・ファイル (EQF) | 装置全体の論理・実装データをもつ。 パッケージ内部のデータは、PLBを参照する形をとっている。 |

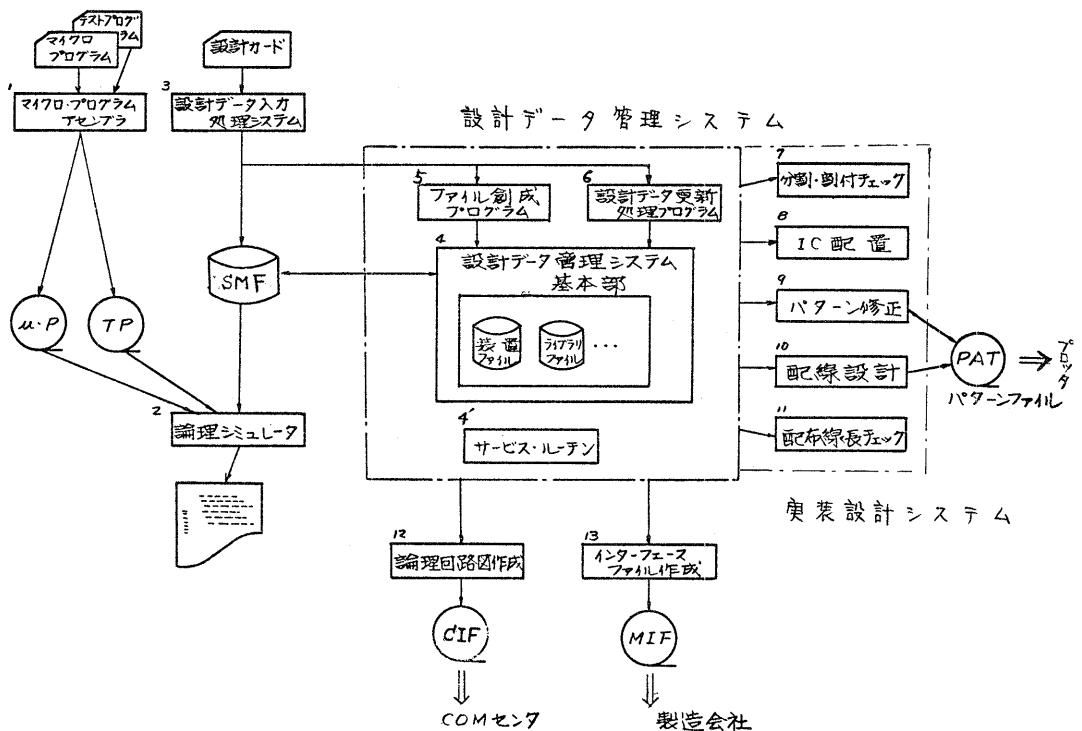


図1-1. OAシステム構成図

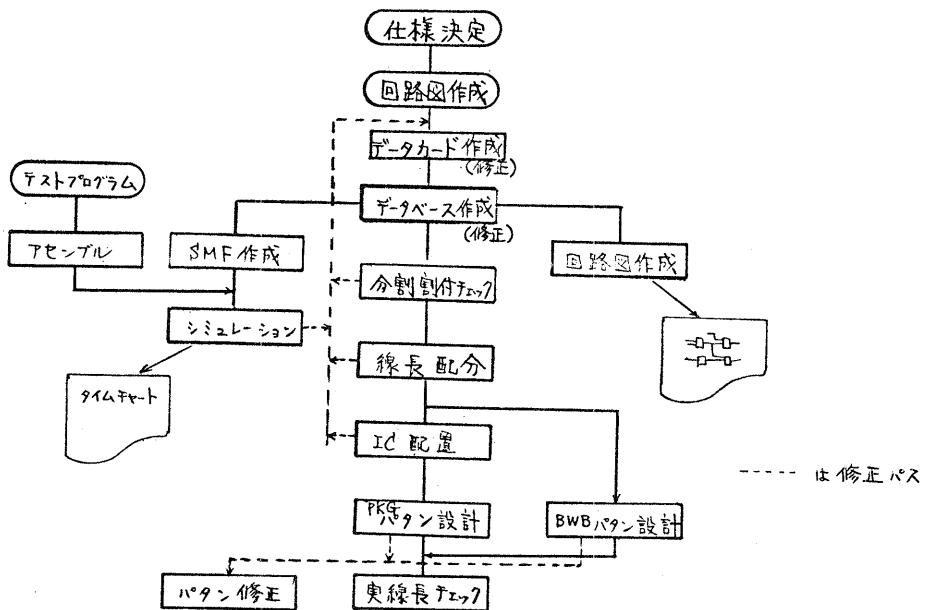


図1-2. 設計フローの一例

(5) 論理シミュレーション(1, 2)

データベースより、あるいはデータカードより、シミュレーション用論理ファイルを作成し、シミュレーションを実行し論理の照合チェックを行う。このためのテストプログラムは汎用アセンブラーにより得られる。

(6) 分割・割付チェック(7)

次に、実装情報の矛盾や分割チェック、ICライブラリなどとの照合チェック、ICおよびICピンの割付けを行なう。また、IC数、ピン数、パッケージ間インターフェクション数などの実装評価リストを作成する。

(7) 線長配分(11)

理論線長を算出して、終端抵抗塔載パッケージを決定する。また、パッケージ内、バックボード内でのそれぞれの許容線長を割当てる。

(8) IC配置(8)

パッケージ上でのIC位置決定を行うと共に、終端抵抗素子を自動発生し、抵抗モジュールに割付ける。

(9) パッケージ・パターン設計(9, 10)

ICを搭載したプリント板の配線設計を行う。また遅延時間のチェックも行なう。必要に応じて、パターンの修正・追加を行なう。

(10) バックボードパターン設計(9, 10)

前項と同様にして、バックボードのプリントパターンを決定する。前項と並行して、或いは先行して進めうる。

(11) 実線長チェック(11)

プリント配線、個別布線についてチェックする。

(12) ドキュメント作成(12)

設計図面のうち、論理回路図はCOMファイル、パターン図はプロック出力として得られる。

4. 設計言語⁹⁾

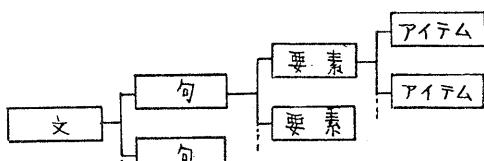
今後、MSI、LSIなどの採用を考慮すると、従来のゲート単位だけではなく、複合回路などを対象とする設計言語が必要となる。また今後、素子がますます高密度になると、より実装に密着した設計手段が必要となってくる。これらのことから、(i)論理、実装データの同時・分離入力ができる。(ii)多出力素子の表現ができる。(iii)既設計の回路の引用ができる。(iv)初期入力と変更入力とで同一形式で表現できる、などの特徴を有する設計言語およびそのコンパイラーを検討した。

(1) 文の構造

文の構造は図2のようになつてゐる。

例えれば、論理、実装データを記述する

*LOG文の場合、次のようになつてゐる。



*LOG 論理句/接続句/実装句/
ピン付与句；

図2 文の構造

論理句：プロック名 <機能コード> @回路名。回路位置

接続句：入力ライン名 = プロック名・出力端子, . . .

実装句：部品名、部品コード、部品位置, . . .

ピン付与句：ピン名 = ピン番号, . . .

(2) 設計データ記述例

以下に、実際の処理例を示す。例の中の文の意味は表3に示してある。

```

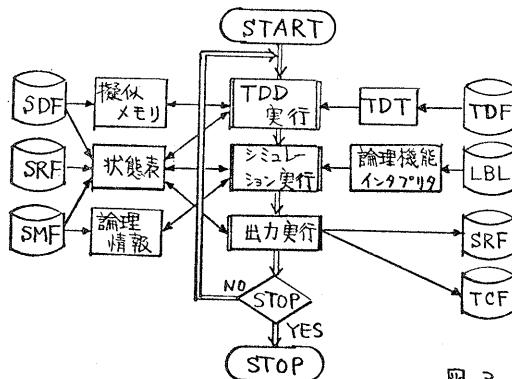
*MODE PLB,INITIAL;
  ↗ パッケージ名 / 版数 / 出力
*FILE PLB=(PLB_0001,UUT),ILB=(ILB_001,IN),SLB=(SLB_001,IN);
  ↗ PKG= -P
*HEAD <56X> LEVEL=PLB;
  ↗ パッケージ構造コード
*PROP STRCD=PT00;
  ↗ PKG端子名 ;
*PROP PIN=(JT02, 02#,I);
  ↗ 入力用
*PROP PINE=(JT04, 09#,I);
  ↗ 端子番号
*LOGIC JU0B <U> K32EY,N ; 入力端子名 / ライン名
*LOGIC JU14 <U> K30F9,A ; 
*LOGIC JU16 <U> K30N9,A ; 

*LOGIC K30A4<DFM> @K30,4A,DF / 入力端子名
  ↗ 素子名稱 / 固面形名 / 庫種
  ↗ ライン名 / 定数 / 目録記号
  ↗ IC名 / IC位置
  ↗ ICビン番号
  ↗ ICピン番号
  ↗ ライン名
  ↗ IC名,位置
S=QT000, D=QT000, CP=QT000, CE=K30K4:A, R=K32K8,N,
I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8,I9,I10,I11,I12,I13,I14,I15,I16,I17,I18,I19,I20,I21,I22,I23,I24,I25,I26,I27,I28,I29,I30,I31,I32,I33,I34,I35,I36,I37,I38,I39,I40,I41,I42,I43,I44,I45,I46,I47,I48,I49,I50,I51,I52,I53,I54,I55,I56,I57,I58,I59,I60,I61,I62,I63,I64,I65,I66,I67,I68,I69,I70,I71,I72,I73,I74,I75,I76,I77,I78,I79,I80,I81,I82,I83,I84,I85,I86,I87,I88,I89,I90,I91,I92,I93,I94,I95,I96,I97,I98,I99,I100,I101,I102,I103,I104,I105,I106,I107,I108,I109,I110,I111,I112,I113,I114,I115,I116,I117,I118,I119,I120,I121,I122,I123,I124,I125,I126,I127,I128,I129,I129,I130,I131,I132,I133,I134,I135,I136,I137,I138,I139,I139,I140,I141,I142,I143,I144,I145,I146,I147,I148,I149,I149,I150,I151,I152,I153,I154,I155,I156,I157,I158,I159,I159,I160,I161,I162,I163,I164,I165,I166,I167,I168,I169,I169,I170,I171,I172,I173,I174,I175,I176,I177,I178,I179,I179,I180,I181,I182,I183,I184,I185,I186,I187,I188,I188,I189,I189,I190,I191,I192,I193,I194,I195,I196,I197,I198,I198,I199,I199,I200,I199,I201,I202,I203,I204,I205,I206,I207,I208,I208,I209,I209,I210,I211,I212,I213,I214,I215,I216,I217,I218,I218,I219,I219,I220,I221,I222,I223,I224,I225,I226,I227,I228,I228,I229,I229,I230,I231,I232,I233,I234,I235,I236,I237,I237,I238,I238,I239,I239,I240,I241,I242,I243,I244,I245,I246,I247,I247,I248,I248,I249,I249,I250,I251,I252,I253,I254,I255,I256,I257,I257,I258,I258,I259,I259,I260,I261,I262,I263,I264,I265,I266,I267,I267,I268,I268,I269,I269,I270,I271,I272,I273,I274,I275,I276,I277,I277,I278,I278,I279,I279,I280,I281,I282,I283,I284,I285,I286,I287,I287,I288,I288,I289,I289,I290,I291,I292,I293,I294,I295,I296,I297,I297,I298,I298,I299,I299,I300,I299,I301,I302,I303,I304,I305,I306,I307,I307,I308,I308,I309,I309,I310,I311,I312,I313,I314,I315,I316,I317,I317,I318,I318,I319,I319,I320,I321,I322,I323,I324,I325,I326,I327,I327,I328,I328,I329,I329,I330,I331,I332,I333,I334,I335,I336,I337,I337,I338,I338,I339,I339,I340,I341,I342,I343,I344,I345,I346,I347,I347,I348,I348,I349,I349,I350,I351,I352,I353,I354,I355,I356,I357,I357,I358,I358,I359,I359,I360,I361,I362,I363,I364,I365,I366,I367,I367,I368,I368,I369,I369,I370,I371,I372,I373,I374,I375,I376,I377,I377,I378,I378,I379,I379,I380,I381,I382,I383,I384,I385,I386,I387,I387,I388,I388,I389,I389,I390,I391,I392,I393,I394,I395,I396,I397,I397,I398,I398,I399,I399,I400,I399,I401,I402,I403,I404,I405,I406,I407,I407,I408,I408,I409,I409,I410,I411,I412,I413,I414,I415,I416,I417,I417,I418,I418,I419,I419,I420,I421,I422,I423,I424,I425,I426,I427,I427,I428,I428,I429,I429,I430,I431,I432,I433,I434,I435,I436,I437,I437,I438,I438,I439,I439,I440,I441,I442,I443,I444,I445,I446,I447,I447,I448,I448,I449,I449,I450,I451,I452,I453,I454,I455,I456,I457,I457,I458,I458,I459,I459,I460,I461,I462,I463,I464,I465,I466,I467,I467,I468,I468,I469,I469,I470,I471,I472,I473,I474,I475,I476,I477,I477,I478,I478,I479,I479,I480,I481,I482,I483,I484,I485,I486,I487,I487,I488,I488,I489,I489,I490,I491,I492,I493,I494,I495,I496,I497,I497,I498,I498,I499,I499,I500,I499,I501,I502,I503,I504,I505,I506,I507,I507,I508,I508,I509,I509,I510,I511,I512,I513,I514,I515,I516,I517,I517,I518,I518,I519,I519,I520,I521,I522,I523,I524,I525,I526,I527,I527,I528,I528,I529,I529,I530,I531,I532,I533,I534,I535,I536,I537,I537,I538,I538,I539,I539,I540,I541,I542,I543,I544,I545,I546,I547,I547,I548,I548,I549,I549,I550,I551,I552,I553,I554,I555,I556,I557,I557,I558,I558,I559,I559,I560,I561,I562,I563,I564,I565,I566,I567,I567,I568,I568,I569,I569,I570,I571,I572,I573,I574,I575,I576,I577,I577,I578,I578,I579,I579,I580,I581,I582,I583,I584,I585,I586,I587,I587,I588,I588,I589,I589,I590,I591,I592,I593,I594,I595,I596,I597,I597,I598,I598,I599,I599,I600,I599,I601,I602,I603,I604,I605,I606,I607,I607,I608,I608,I609,I609,I610,I611,I612,I613,I614,I615,I616,I617,I617,I618,I618,I619,I619,I620,I621,I622,I623,I624,I625,I626,I627,I627,I628,I628,I629,I629,I630,I631,I632,I633,I634,I635,I636,I637,I637,I638,I638,I639,I639,I640,I641,I642,I643,I644,I645,I646,I647,I647,I648,I648,I649,I649,I650,I651,I652,I653,I654,I655,I656,I657,I657,I658,I658,I659,I659,I660,I661,I662,I663,I664,I665,I666,I667,I667,I668,I668,I669,I669,I670,I671,I672,I673,I674,I675,I676,I677,I677,I678,I678,I679,I679,I680,I681,I682,I683,I684,I685,I686,I687,I687,I688,I688,I689,I689,I690,I691,I692,I693,I694,I695,I696,I697,I697,I698,I698,I699,I699,I700,I699,I701,I702,I703,I704,I705,I706,I707,I707,I708,I708,I709,I709,I710,I711,I712,I713,I714,I715,I716,I717,I717,I718,I718,I719,I719,I720,I721,I722,I723,I724,I725,I726,I727,I727,I728,I728,I729,I729,I730,I731,I732,I733,I734,I735,I736,I737,I737,I738,I738,I739,I739,I740,I741,I742,I743,I744,I745,I746,I747,I747,I748,I748,I749,I749,I750,I751,I752,I753,I754,I755,I756,I757,I757,I758,I758,I759,I759,I760,I761,I762,I763,I764,I765,I766,I767,I767,I768,I768,I769,I769,I770,I771,I772,I773,I774,I775,I776,I777,I777,I778,I778,I779,I779,I780,I781,I782,I783,I784,I785,I786,I787,I787,I788,I788,I789,I789,I790,I791,I792,I793,I794,I795,I796,I797,I797,I798,I798,I799,I799,I800,I799,I801,I802,I803,I804,I805,I806,I807,I807,I808,I808,I809,I809,I810,I811,I812,I813,I814,I815,I816,I817,I817,I818,I818,I819,I819,I820,I821,I822,I823,I824,I825,I826,I827,I827,I828,I828,I829,I829,I830,I831,I832,I833,I834,I835,I836,I837,I837,I838,I838,I839,I839,I840,I841,I842,I843,I844,I845,I846,I847,I847,I848,I848,I849,I849,I850,I851,I852,I853,I854,I855,I856,I857,I857,I858,I858,I859,I859,I860,I861,I862,I863,I864,I865,I866,I867,I867,I868,I868,I869,I869,I870,I871,I872,I873,I874,I875,I876,I877,I877,I878,I878,I879,I879,I880,I881,I882,I883,I884,I885,I886,I887,I887,I888,I888,I889,I889,I890,I891,I892,I893,I894,I895,I896,I897,I897,I898,I898,I899,I899,I900,I899,I901,I902,I903,I904,I905,I906,I907,I907,I908,I908,I909,I909,I910,I911,I912,I913,I914,I915,I916,I917,I917,I918,I918,I919,I919,I920,I921,I922,I923,I924,I925,I926,I927,I927,I928,I928,I929,I929,I930,I931,I932,I933,I934,I935,I936,I937,I937,I938,I938,I939,I939,I940,I941,I942,I943,I944,I945,I946,I947,I947,I948,I948,I949,I949,I950,I951,I952,I953,I954,I955,I956,I957,I957,I958,I958,I959,I959,I960,I961,I962,I963,I964,I965,I966,I967,I967,I968,I968,I969,I969,I970,I971,I972,I973,I974,I975,I976,I977,I977,I978,I978,I979,I979,I980,I981,I982,I983,I984,I985,I986,I987,I987,I988,I988,I989,I989,I990,I991,I992,I993,I994,I995,I996,I997,I997,I998,I998,I999,I999,I1000,I999,I1001,I1002,I1003,I1004,I1005,I1006,I1007,I1007,I1008,I1008,I1009,I1009,I1010,I1011,I1012,I1013,I1014,I1015,I1016,I1017,I1017,I1018,I1018,I1019,I1019,I1020,I1021,I1022,I1023,I1024,I1025,I1026,I1027,I1027,I1028,I1028,I1029,I1029,I1030,I1031,I1032,I1033,I1034,I1035,I1036,I1037,I1037,I1038,I1038,I1039,I1039,I1040,I1041,I1042,I1043,I1044,I1045,I1046,I1047,I1047,I1048,I1048,I1049,I1049,I1050,I1051,I1052,I1053,I1054,I1055,I1056,I1057,I1057,I1058,I1058,I1059,I1059,I1060,I1061,I1062,I1063,I1064,I1065,I1066,I1067,I1067,I1068,I1068,I1069,I1069,I1070,I1071,I1072,I1073,I1074,I1075,I1076,I1077,I1077,I1078,I1078,I1079,I1079,I1080,I1081,I1082,I1083,I1084,I1085,I1086,I1087,I1087,I1088,I1088,I1089,I1089,I1090,I1091,I1092,I1093,I1094,I1095,I1096,I1097,I1097,I1098,I1098,I1099,I1099,I1100,I1099,I1101,I1102,I1103,I1104,I1105,I1106,I1107,I1107,I1108,I1108,I1109,I1109,I1110,I1111,I1112,I1113,I1114,I1115,I1116,I1117,I1117,I1118,I1118,I1119,I1119,I1120,I1121,I1122,I1123,I1124,I1125,I1126,I1127,I1127,I1128,I1128,I1129,I1129,I1130,I1131,I1132,I1133,I1134,I1135,I1136,I1137,I1137,I1138,I1138,I1139,I1139,I1140,I1141,I1142,I1143,I1144,I1145,I1146,I1147,I1147,I1148,I1148,I1149,I1149,I1150,I1151,I1152,I1153,I1154,I1155,I1156,I1157,I1157,I1158,I1158,I1159,I1159,I1160,I1161,I1162,I1163,I1164,I1165,I1166,I1167,I1167,I1168,I1168,I1169,I1169,I1170,I1171,I1172,I1173,I1174,I1175,I1176,I1177,I1177,I1178,I1178,I1179,I1179,I1180,I1181,I1182,I1183,I1184,I1185,I1186,I1187,I1187,I1188,I1188,I1189,I1189,I1190,I1191,I1192,I1193,I1194,I1195,I1196,I1197,I1197,I1198,I1198,I1199,I1199,I1200,I1199,I1201,I1202,I1203,I1204,I1205,I1206,I1207,I1207,I1208,I1208,I1209,I1209,I1210,I1211,I1212,I1213,I1214,I1215,I1216,I1217,I1217,I1218,I1218,I1219,I1219,I1220,I1221,I1222,I1223,I1224,I1225,I1226,I1227,I1227,I1228,I1228,I1229,I1229,I1230,I1231,I1232,I1233,I1234,I1235,I1236,I1237,I1237,I1238,I1238,I1239,I1239,I1240,I1241,I1242,I1243,I1244,I1245,I1246,I1247,I1247,I1248,I1248,I1249,I1249,I1250,I1251,I1252,I1253,I1254,I1255,I1256,I1257,I1257,I1258,I1258,I1259,I1259,I1260,I1261,I1262,I1263,I1264,I1265,I1266,I1267,I1267,I1268,I1268,I1269,I1269,I1270,I1271,I1272,I1273,I1274,I1275,I1276,I1277,I1277,I1278,I1278,I1279,I1279,I1280,I1281,I1282,I1283,I1284,I1285,I1286,I1287,I1287,I1288,I1288,I1289,I1289,I1290,I1291,I1292,I1293,I1294,I1295,I1296,I1297,I1297,I1298,I1298,I1299,I1299,I1300,I1299,I1301,I1302,I1303,I1304,I1305,I1306,I1307,I1307,I1308,I1308,I1309,I1309,I1310,I1311,I1312,I1313,I1314,I1315,I1316,I1317,I1317,I1318,I1318,I1319,I1319,I1320,I1321,I1322,I1323,I1324,I1325,I1326,I1327,I1327,I1328,I1328,I1329,I1329,I1330,I1331,I1332,I1333,I1334,I1335,I1336,I1337,I1337,I1338,I1338,I1339,I1339,I1340,I1341,I1342,I1343,I1344,I1345,I1346,I1347,I1347,I1348,I1348,I1349,I1349,I1350,I1351,I1352,I1353,I1354,I1355,I1356,I1357,I1357,I1358,I1358,I1359,I1359,I1360,I1361,I1362,I1363,I1364,I1365,I1366,I1367,I1367,I1368,I1368,I1369,I1369,I1370,I1371,I1372,I1373,I1374,I1375,I1376,I1377,I1377,I1378,I1378,I1379,I1379,I1380,I1381,I1382,I1383,I1384,I1385,I1386,I1387,I1387,I1388,I1388,I1389,I1389,I1390,I1391,I1392,I1393,I1394,I1395,I1396,I1397,I1397,I1398,I1398,I1399,I1399,I1400,I1399,I1401,I1402,I1403,I1404,I1405,I1406,I1407,I1407,I1408,I1408,I1409,I1409,I1410,I1411,I1412,I1413,I1414,I1415,I1416,I1417,I1417,I1418,I1418,I1419,I1419,I1420,I1421,I1422,I1423,I1424,I1425,I1426,I1427,I1427,I1428,I1428,I1429,I1429,I1430,I1431,I1432,I1433,I1434,I1435,I1436,I1437,I1437,I1438,I1438,I1439,I1439,I1440,I1441,I1442,I1443,I1444,I1445,I1446,I1447,I1447,I1448,I1448,I1449,I1449,I1450,I1451,I1452,I1453,I1454,I1455,I1456,I1457,I1457,I1458,I1458,I1459,I1459,I1460,I1461,I1462,I1463,I1464,I1465,I1466,I1467,I1467,I1468,I1468,I1469,I1469,I1470,I1471,I1472,I1473,I1474,I1475,I1476,I1477,I1477,I1478,I1478,I1479,I1479,I1480,I1481,I1482,I1483,I1484,I1485,I1486,I1487,I1487,I1488,I1488,I1489,I1489,I1490,I1491,I1492,I1493,I1494,I1495,I1496,I1497,I1497,I1498,I1498,I1499,I1499,I1500,I1499,I1501,I1502,I1503,I1504,I1505,I1506,I1507,I1507,I1508,I1508,I1509,I1509,I1510,I1511,I1512,I1513,I1514,I1515,I1516,I1517,I1517,I1518,I1518,I1519,I1519,I1520,I1521,I1522,I1523,I1524,I1525,I1526,I1527,I1527,I1528,I1528,I1529,I1529,I1530,I1531,I1532,I1533,I1534,I1535,I1536,I1537,I1537,I1538,I1538,I1539,I1539,I1540,I1541,I1542,I1543,I1544,I1545,I1546,I1547,I1547,I1548,I1548,I1549,I1549,I1550,I1551,I1552,I1553,I1554,I1555,I1556,I1557,I1557,I1558,I1558,I1559,I1559,I1560,I1561,I1562,I1563,I1564,I1565,I1566,I1567,I1567,I1568,I1568,I1569,I1569,I1570,I1571,I1572,I1573,I1574,I1575,I1576,I1577,I1577,I1578,I1578,I1579,I1579,I1580,I1581,I1582,I1583,I1584,I1585,I1586,I1587,I1587,I1588,I1588,I1589,I1589,I1590,I1591,I1592,I1593,I1594,I1595,I1596,I1597,I1597,I1598,I1598,I1599,I1599,I1600,I1599,I1601,I1602,I1603,I1604,I1605,I1606,I1607,I1607,I1608,I1608,I1609,I1609,I1610,I1611,I1612,I1613,I1614,I1615,I1616,I1617,I1617,I1618,I1618,I1619,I1619,I1620,I1621,I1622,I1623,I1624,I1625,I1626,I1627,I1627,I1628,I1628,I1629,I1629,I1630,I1631,I1632,I1633,I1634,I1635,I1636,I1637,I1637,I1638,I1638,I1639,I1639,I1640,I1641,I1642,I1643,I1644,I1645,I1646,I1647,I1647,I1648,I1648,I1649,I1649,I1650,I1651,I1652,I1653,I1654,I1655,I1656,I1657,I1657,I1658,I1658,I1659,I1659,I1660,I1661,I1662,I1663,I1664,I1665,I1666,I1667,I1667,I1668,I1668,I1669,I1669,I1670,I1671,I1672,I1673,I1674,I1675,I1676,I1677,I1677,I1678,I1678,I1679,I1679,I1680,I1681,I1682,I1683,I1684,I1685,I1686,I1687,I1687,I1688,I1688,I1689,I1689,I1690,I1691,I1692,I1693,I1694,I1695,I1696,I1697,I1697,I1698,I1698,I1699,I1699,I1700,I1699,I1701,I1702,I1703,I1704,I1705,I1706,I1707,I1707,I1708,I1708,I1709,I1709,I1710,I1711,I1712,I1713,I1714,I1715,I1716,I1717,I1717,I1718,I1718,I1719,I1719,I1720,I1721,I1722,I1723,I1724,I1725,I1726,I1727,I1727,I1728,I1728,I1729,I1729,I1730,I1731,I1732,I1733,I1734,I1735,I1736,I1737,I1737,I1738,I1738,I1739,I1739,I1740,I1741,I1742,I1743,I1744,I1745,I1746,I1747,I1747,I1748,I1748,I1749,I1749,I1750,I1751,I1752,I1753,I1754,I1755,I1756,I1757,I1757,I1758,I1758,I1759,I1759,I1760,I1761,I1762,I1763,I1764,I1765,I1766,I1767,I1767,I1768,I1768,I1769,I1769,I1770,I1771,I1772,I1773,I1774,I1775,I1776,I1777,I1777,I1778,I1778,I1779,I1779,I1780,I1781,I1782,I1783,I1784,I1785,I1786,I1787,I1787,I1788,I1788,I1789,I1789,I1790,I1791,I1792,I1793,I1794,I1795,I1796,I1797,I1797,I1798,I1798,I1799,I1799,I1800,I1799,I1801,I1802,I1803,I1804,I1805,I1806,I1807,I1807,I1808,I1808,I1809,I1809,I1810,I1811,I1812,I1813,I1814,I1815,I1816,I1817,I1817,I1818,I1818,I1819,I1819,I1820,I1821,I1822,I1823,I1824,I1825,I1826,I1827,I1827,I1828,I1828,I1829,I1829,I1830,I1831,I1832,I1833,I1834,I1835,I1836,I1837,I1837,I1838,I1838,I1839,I1839,I1840,I1841,I1842,I1843,I1844,I1845,I1846,I1847,I1847,I1848,I1848,I1849,I1849,I1850,I1851,I1852,I1853,I1854,I1855,I1856,I1857,I1857,I1858,I1858,I1859,I1859,I1860,I1861,I1862,I1863,I1864,I1865,I1866,I1867,I1867,I1868,I1868,I1869,I1869,I1870,I1871,I1872,I1873,I1874,I1875,I1876,I1877,I1877,I1878,I1878,I1879,I1879,I1880,I1881,I1882,I1883,I1884,I1885,I1886,I1887,I1887,I1888,I1888,I1889,I1889,I1890,I1891,I1892,I1893,I1894,I1895,I1896,I1897,I1897,I1898,I1898,I1899,I1899,I1900,I1899,I1901,I1902,I1903,I1904,I1905,I1906,I1907,I1907,I1908,I1908,I1909,I1909,I1910,I1911,I1912,I1913,I1914,I1915,I1916,I1917,I1917,I1918,I1918,I1919,I1919,I1920,I1921,I1922,I1923,I1924,I1925,I1926,I1927,I1927,I1928,I1928,I1929,I1929,I1930,I1931,I1932,I1933,I1934,I1935,I1936,I1937,I1937,I1938,I1938,I1939,I1939,I1940,I1941,I1942,I1943,I1944,I1945,I1946,I1947,I1947,I1948,I1948,I1949,I1949,I1950,I1951,I1952,I1953,I1954,I1955,I1956,I1957,I1957,I1958,I1958,I1959,I1959,I1960,I1961,I1962,I1963,I1964,I1965,I1966,I1967,I1967,I1968,I1968,I1969,I1969,I1970,I1971,I1972,I1973,I1974,I1975,I1976,I1977,I1977,I1978,I1978,I1979,I1979,I1980,I1981,I1982,I1983,I1984,I1985,I1986,I1987,I1987,I1988,I1988,I1989,I1989,I1990,I1991,I1992,I1993,I1994,I1995,I1996,I1997,I1997,I1998,I1998,I1999,I1999,I2000,I1999,I2001,I2002,I2003,I2004,I2005,I2006,I2007,I2007,I2008,I2008,I2009,I2009,I2010,I2011,I2012,I2013,I2014,I2015,I2016,I2017,I2017,I2018,I2018,I2019,I2019,I2020,I2021,I2022,I2023,I2024,I2025,I2026,I2027,I2027,I2028,I2028,I2029,I2029,I2030,I2031,I2032,I2033,I2034,I2035,I2036,I2037,I2037,I2038,I2038,I2039,I2039,I2040,I2041,I2042,I2043,I2044,I2045,I2046,I2047,I2047,I2048,I2048,I2049,I2049,I2050,I2051,I2052,I2053,I2054,I2055,I2056,I2057,I2057,I2
```

ド定義、コード付与、テストプログラムのアセンブル、ビット変換などがあるが詳しく述べ文献8)を参照されたい。

表4. 論理シミュレータの主な諸元

| 項目 | 内容 |
|--------------|-----------------------|
| プログラム方式 | インタプリティグ方式 |
| 演算順序制御方式 | タイムマッピング方式 |
| 時間制御方式 | 非同期式 |
| 素子機能 | 内蔵機能のほか、LBLに登録する。 |
| シミュレーション制御方式 | 専用言語(TDL)によるテスト手順の記述。 |
| 状態値の数 | 2値 |
| 並列シミュレーション | 最大8バッチ |
| 処理可能素子数 | 約10万ゲート |
| 出力形式 | レジスタ・タイムチャート、全素子状態表 |



SMF: Simulation Master File
 TDF: Test Procedure Definition File
 SDF: Set Data File
 SRF: Simulation Result File
 TCF: Time Chart File
 LBL: Logic Block Library

図3. 処理の流れ.

6. 設計データ管理システム^{13), 14)}

設計データ管理システムとしては、既存の汎用システムを使用することが考えられるが、適当なものがなかったこと、APの処理効率、適合性などから専用システムを作成した。

(1) 特徴

主なものを以下に示す。

(i) DA全体にわたるファイルを扱う。(表5)

(ii) 素子、回路記法、設計基準などをSLBとして、一括集中管理する。

(iii) データ記述言語、データ操作言語を有し、各DAプログラムは簡単な記述でデータベースのアクセス、操作が可能である。(表6)

表5. ファイル構成

| ファイル名 | 内容 |
|-----------------|-------------------------|
| EQF, PLB, ILB | 設計データベース(表2) |
| 基準データライブラリ(SLB) | 回路図、素子、実装部品、構造などの各種設計基準 |
| 管理データファイル(MF) | 運用管理方法(ステータス情報)および運用情報 |
| リカバリファイル(RVF) | データベース復旧用の変更データ |

表6. データ管理システムの言語体系

| データベース言語(DBL) | データ記述言語(DDL) | データ記述文、データ記述参照文から成る。 |
|------------------|--------------|-------------------------------|
| | データ操作言語(DML) | 宣言文、管理文、コマンド文、マクロ文から成る。 |
| DAモニタ操作言語(DAL) | | ステータスチェックの条件やランク積データを与えるためのもの |
| 基準ライブラリ検索言語(SRL) | | SLBの検索のためのもの。 |

(iv) DA モニタにより、
DA の運用管理を行える。

(2) システムの構成

大別すれば、表 7 に示す
ように、データ管理システム
の基本的な機能を提供する
基本部と、データベース
の創成・更新・編集などの他
を司る処理プログラム部
および、ダンプルーチン等
のユーティリティから成る。
基本部は一般的な機能

を有するが処理プログラムは、かなり、データ構造に依存したものである。

データ構造としては、セット関係をもととするネットワーク構造を有し、実装階層は構成ブロック — 被構成ブロック¹⁴⁾という回帰的表現で表わしている。論理接続は系列を中心として、ピン名、ライインーム(端子)をセットで結合する表現を探っていいる。

(3) 管理機能

本システムの管理機能としては、以下のものがある。

(i) データ保護 書込み指定以外のレコードタイプ書込みを禁止し、データベースを保護する。

(ii) リカバリ機能 APにより、データベースの変更がなされた場合、その時の変更内容を RVF に記録する。必要に応じて変更前のデータベースに復旧させる。

(iii) 運用管理等 データベースのコード単位でステータス情報を管理する。また、AP のラン日付、プログラム名等の運用情報を収集する。

7. 実装設計システム

本 DA システムでは、設計データをデータベース化し、集中的かつ一元管理している。実装設計システムの特徴は、前にも述べたように、新部品、新実装技術を考慮して、できる限り、設計フローに依存しない形になっており、トップダウン的な設計ができることがある。また、高速の素子を使用して、電気条件が厳しくなってくると、設計の手戻りは難しくなるのであらかじめ、理論線長と遅延時間をチェックする工程を設け、チェックすべき線長を配分できる構成とした。以下に各サブシステムの主な機能等を示す。

(1) 分割・割付チェックサブシステム¹⁵⁾

論理設計結果に対して、実装情報の付加を行って、分割・割付のサポートを行うもので、(i) 論理素子の ICへの自動割付け、或いは割付チェック、(ii) パッケージ・バックボードの分割チェック、(iii) 信号毎の負荷容量のチェック、(iv) 評価データの作成などの機能がある。(i) の自動割付は使用 IC 個数を少くするなどの接続の評価量により、グループ・ピニングして割付ける方法をとっている。

サブシステムの構成を図 4 に示す。各ジョブ間は互に独立な構成となっていいる。また DA の検討方針でも述べた通り、ミニでも、評価データの採取にも一つの重点がおかれていく。

表 7. システムの構成

| 基本部 | データ管理部 | DDL, DMLによる基本手段の提供 |
|---------|--------------------|---------------------------|
| | 基準ライブラリ検索 | |
| | DA モニタ | |
| 処理プログラム | 創成プログラム | ILB, PLB, EQF 創成 |
| | コレクトプログラム | " " 変更処理 |
| | マージ・セレクト プログラム | ILB, PLB のコード単位のア イル編集 |
| | オフラインリカバリ プログラム | データベースの内容を変更前に 復旧させる。 |
| | その他 | 再編成、ダンプなど |

(2) IC配置サブシステム

ミニでは、プリント板上の各部品の実装位置を決定し、必要に応じて、終端抵抗の発生を行うが、その特徴は次のとおり。

(i) 対象とする部品種類、形状等にある程度自由度をもたせた。

(ii) 終端抵抗の発生とモジュール抵抗ピンの自動割付を行う。

(iii) 強制指定、自動処理など運用の多様化に応ぜられるよう各種の運用モードを設けてある。

(iv) 各ネットの理論線長計算を行い、プリント板設計における遅延時間の事前評価を可能とする。

(v) パッケージ端子を割付ける。

なお、自動配置アルゴリズムとしては、初期配置の後、スタインバーグ法、ペア交換法との組合せ方式をもとにしたものを採用している。但し、LSIの場合には初期配置のみ行う。

(3) 配線設計サブシステム⁽¹⁶⁾

最近の高密度配線では、格子間の走行パターン数が2~3本に増加し、従来のラインサーチ法などをそのまま適用できなくなってきた。本サブシステムは、これらを考慮して、パッケージおよびバックボード上における配線パターンの自動発生、スルーホールの決定を行なうもので、特徴は次のとおり。

(i) 多層プリント板で、かつ格子間2~3本までの配線に適用される。

(ii) テクノロジに依存するものは、限りなくSLBにもたせる。(構造データ等)

(iii) 人手によるパターン修正を可能とし、そのためのチェックを行う。

(iv) パターン決定時に、平行線長エフェクトを行って、誘導雑音による影響を排除する。(図5)

(v) 電源、アース端子への自動パターン決定も行う。

次に、アルゴリズム上の特徴は、以下のとおり。

(i) 基本的には、X-Y方向パターンを分離した、トラック割当法である。

(ii) パターンをチャネル単位に記憶し、径路探索はフローティングの状態で行う。

(iii) トラック割当は全ての探索が終了してから行う。

上記のような特徴から、処理の高速化がはかれると共に、融通性のある線分探索となつた。

(4) スパニニア、ルール

配線設計等では、信号系列を各方向情報に分解する必要がある。システムの高速化により、その方法は複雑化している。またこれは、回路形式によつても方法が異なる。例えば、TTLとECLでは、多分岐や、終端回路の扱い方が異なる。

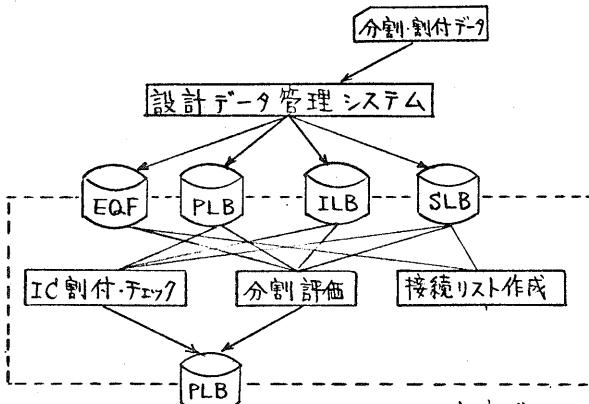


図4. 分割割付チェック

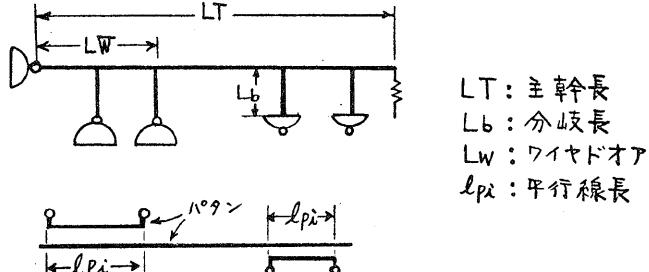


図5. 制限長の例

本DAシステムでは、線長チェック、IC配置、配線設計などのサブシステムで、スパニング処理する必要があり、共通のルールを適用していく。

スパニングの処理順序としては、(i) nodeの種類として、入力ピン、入出力共用ピン、出力ピン、終端抵抗、その他があるので、まず分類する。(ii)始・終点を決定する。(iii)初期ルート決定する。(iv)3 link-exchange法により、ルートを改善する。となる。一筆書きパターンの例を図6.に示す。

(5) 線長配分、チェック

高速論理素子を使用した装置では、一般に厳しい電気条件チェックがなされる。この場合、パターン設計の後でチェックを行うと、手戻りが大きくなってしまう。このことから、設計の途中段階で線長を予測し、チェックを行うと共に、他方では、パッケージ・バックボード間で線長割当を行うことを検討した。図7.はバックボード設計におけるチェックの考え方を示したものである。

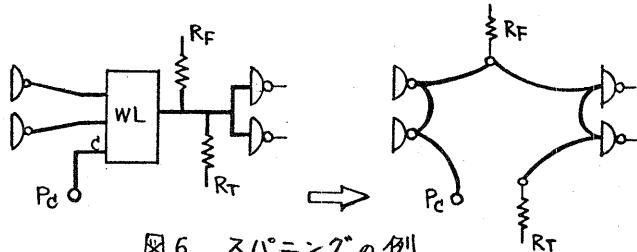


図6. スパニングの例

8. むすび

論理設計から実装設計までを含む一貫した装置DAシステムについて述べた。システム設計の多様性、扱うデータ量などを考慮して、専用化された設計データ管理システムを実用化して、その周囲に、各DAを配置する方法をとった。また、最近の傾向として、ミニコンを指向したインターフェースタイプの設計のやり方がある。ミニコンは多量のデータを能率的に扱うため、DIPSS-Iシステムを使用した。装置DAとしては、むしろ、将来TSS化されることを期待するからである。

開発の過程では、種々の困難があり、特に、ワイヤドロジック、フラットケーブル、終端抵抗の扱いなどは、スマートな解を引きだすためには、かなり苦労した。現時点でも、使い易さや効率の点で、多少の問題点も残されている。

プログラム作成手法についても、SPなどは部分的に試行しており、かなりの効果をあげていると考えているが、これらの評価結果が得られるまでは、なお多少の時間を要する。

なお、本DAシステムは、現在、設計データ管理システム、論理シミュレータなどが完成し、実装DAについては、システムデバッグの最中である。各サブシステムの詳細については、今後、引続き報告していく予定である。

く謝辞く

本DAシステムは、通研、交換機製造会社4社が協力して、進めていくものであり、多くの方々に検討に参加していただいている。また、武通研処理装置研究室の方々、特に、鶴野室長はじめ、設計グループの方々からは貴重な意見を

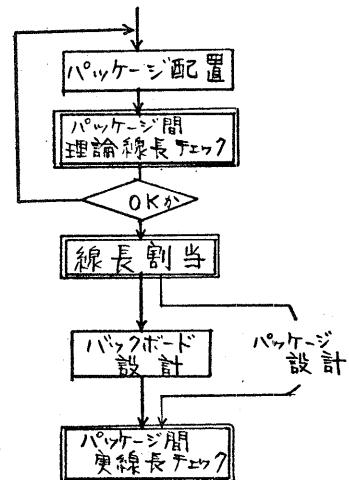


図7. バックボード設計における電気条件チェック

いただいた。これらの方々に、深く感謝する。

〈参考文献〉

- 1) 高島他 : 並列処理を用いた大容量高速論理シミュレータ
情報処理, vol 7, No 5, p 263, 1966.
- 2) 倉地他 : 割付干渉チェックシステム BACS
通研研奥報, vol 18, No 3, p 615, 1969.
- 3) 中林他 : 布線設計システム WACS
通研研奥報, vol 18, No 4, p 849, 1969.
- 4) 佐藤他 : 装置設計における設計自動化の検討
通研研奥報, vol 19, No 12, p 2317, 1970.
- 5) 中村他 : DEX-2号交換機における自動設計
通研研奥報, vol 18, No 10, p 2647, 1969.
- 6) 五島他 : 論理パッケージの設計
通研研奥報, vol 20, No 3, p 769, 1971.
- 7) 楠 : DEX - Design Automation System Cooperative Development,
10th DA Workshop, 1973.
- 8) 星・中林他 : マイクロプロセッサーセンブラー構成法
情報学会DA研究会, 資 75-24, 1975.
- 9) 森, 中林他 : 設計データ記述言語の一構成について
信学会全国大会, 1304, 1976.
- 10) 星他 : 論理シミュレーション制御の一方法について
信学会全国大会, 1302, 1976.
- 11) 米倉, 星他 : 専用言語によるシミュレーション実行制御の一方法について
信学会全国大会, 1301, 1976.
- 12) 木谷他 : 論理シミュレーションの処理方式に対する一考察.
信学会全国大会, 1300, 1976.
- 13) 中林, 高木, 塙元他: 論理装置の設計データ管理システムの一構成法
信学会全国大会, 1307, 1976.
- 14) 高木, 星他 : DAにおけるファイル構成法とデータ構造について.
信学会全国大会, 1306, 1976.
- 15) 安藤, 坂井他: IC割付アルゴリズムの一方法とその評価.
信学会全国大会, 1296, 1976.
- 16) 高橋他 : 汎用径路決定アルゴリズムに対する一考察.
信学会全国大会, 1297, 1976.