

PAD普及教育の一例

Case of Training of PAD Writing

PADが生まれてからその普及活動は比較的順調に推移した。近年のソフトウェアの底辺拡大を反映して、PAD普及教育の受講者の対象業種、対象業務、使用計算機種及び使用プログラム言語は様々である。これまでに日立製作所及び系列会社の一部の教育機関で実施したPAD教育だけでも約7,000人が受講している。新入社員の導入時教育でもPADを教える事業所が増えている。今後、PADツールの普及が予想されるため、それに対応してPADツールを使用するPAD教育を準備しなければならない。PAD普及教育はPADによるプログラミング教育の一部分である。本稿は、このようなPAD教育の位置づけとPAD教育上特に留意している点について述べる。すべてのプログラミング教育がPADで行なわれるようになることが普及活動の目標である。

飯塚 肇*
藤田勝彦**
堀内 一***

Hajime Iizuka
Katsuhiko Fujita
Hajime Horiuchi

1 緒 言

PAD(Problem Analysis Diagram)は1978年(昭和53年)に生まれて、すぐに企業の壁を越え、既に国境も越えて¹⁾普及しつつある。PAD普及活動は、今ではいろいろな機関でいろいろな機会に行なわれているようであり、その全容を知ることが難しい。ここでは日立製作所の一部の教育機関で実施したPAD普及教育(以下、PAD教育と言う。)の経過、顧客向けのPAD教育の一例、及び教育上特に留意している点について述べる。

2 PAD普及教育の経過

2.1 PAD普及教育の経過

PAD普及活動は、日立グループの場合、各事業所での普及活動とグループ全体を対象とする活動とに分けられる。後者の場合、常設的な教育機関である日立製作所コンピュータ事業部教育センタ部(以下、コンピュータ事業部教育センタ部と略す。)、日立技術研修所、日立茨城工業専門学院及び日立京浜工業専門学院でPAD教育を実施している。日立京浜工業専門学院の場合を例にとると、一般技術者を対象とする専門講座と中堅技術者を養成する本科生教育の両方でPADを教育している。

昭和54年5月、日立製作所中央研究所(以下、中央研究所と略す。)はPADの開発を発表し社内向けの手引書²⁾を発行した。これは翌年改訂されて³⁾PAD普及に大いに貢献した。この手引き書をもとに基礎的なプログラム技法と例題を付け加えた解説書が発行されている^{4),5)}。これに先立つ昭和53年12月、日立京浜工業専門学院の専門講座「ソフトウェア生産性向上技術」でPADを初めて紹介した。このとき受講者から「PADは優れたプログラム開発技法であるから独立の講座を開講するように」要請された。昭和55年6月、PAD普及の中核となる人材を養成するため、本学院で「PADによる構造化プログラミング」を開講した。翌年10月、この講座は「PAD/PAM(Problem Analysis Diagram/Partition and Merge)によるプログラムの高信頼性設計」に変わり、その後も若干の名称変更を経て現在に至っている。また、日立茨城工業専門学院でも同じ講座を昭和58年5月に開講した。講座は1回3～4日程度で両

学院合わせて年間4～6回開催している。カリキュラムの一例を表1に示す。

コンピュータ事業部教育センタ部では昭和57年から社内向けのPAD教育を開始した。日立技術研修所では昭和58年からソフトウェアエンジニアリング講座でPADを教えている。昭和55～60年の間に、これら4教育機関だけで表2に示すように、通算37回、1,201人がPAD教育を受講している。

日立製作所の一事業所と一系列会社の例を挙げると、PADを中堅技術者向けの専門技術教育の一つとして教育していたが、昭和57年からは新入社員の導入時教育に取り入れ全員に受講させている。昭和60年までにPAD教育を通算82回実施し、5,014人が受講した。コンピュータ事業部教育センタ部では昭和57年10月、顧客向けの講座「PAD/PAMによるプログラム設計」を開講した。このほか情報処理研修センタ、日刊工業新聞社、日本ソフトウェア科学会などが主催した社外のPAD講習会にも講師として参加している。日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社が考案したPADテンプレートは、PAD

表1 PAD専門講座カリキュラムの一例 日立京浜工業専門学院と日立茨城工業専門学院では、この講座を年に4～6回開催している。

区分	第1日	第2日	第3日	第4日
午前	PAD概論	PAM概論	適用事例 PADツールの紹介	PAD拡張図式 まとめ
午後	PAD演習	PAM演習	PAM演習	—

注：略語説明 PAD(Problem Analysis Diagram)
PAM(Partition and Merge)

表2 PAD教育受講者数 日立製作所の4教育機関での全社的PAD教育だけを集計して示した。

項 目	55年	56年	57年	58年	59年	60年	計
回数(回)	4	4	5	9	9	6	37
人数(人)	86	103	151	281	324	256	1,201

* 日立製作所日立京浜工業専門学院 ** 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社 *** 日立製作所コンピュータ事業部

の普及に伴ってこれまでに約1万枚を販売したと推定されている。

PAD教育を始めたころ、受講者から「PADはプログラムの論理をビジュアル化して、プログラムの信頼性と開発の生産性を向上させることは分かった。しかし、PADを使いこなすにはどうしたらよいか。」という質問が続出した。その結果、PADによるプログラム設計手順としてPAMが生まれ、モジュールを構成する新しい概念としてスレッドが導入された。PAMはモジュールの機能をスレッドに分割し、スレッドを統合して目的のPADを得る手順である。「PADは明快であるがPAMはよく分からない。」とよく言われる。講座では「スレッドの分割は直感的に、スレッドの統合は演えきの」と説明しているが、これについてはより明快な説明が必要と感じている。プログラムの設計が人の知的生産活動に依存しているため、このようなあいまいさとそれに対する批判はある程度避けられないとも考えられる。

2.2 PAD教育受講者に対するアンケート調査結果

昭和58年9月、PAD教育開始後約3年を経過した時点で、通算13回の受講者304人を対象に、PADの業務への適用、PADの技術評価、PADに対する要望と提案、PAD教育の効果などについて調査した。対象者の所属事業所数は72(182部署)、職種別分布は図1に示すとおりである。対象者の年齢は19～44歳(平均28.2歳)で、このうち40%が26～30歳であった。そして50%が大学卒であり、このうち90%が理工系であった。有効回答は268人(88.2%)であった。調査結果は時期的に古くなったが、PAD教育に当たってはたびたび参照しており、これまでにまとめて発表したことがなかったので要約して報告する。

(1) PADの適用分野と開発プログラムの規模

回答者10人中8～9人がPADを業務に適用しているか、又

(計304人)

設 計 (45%)	研究 開発 (12)	セン タ部 門 (12)	営 業 業 務 サ ー ビ ス (9)	製 造 生 産 技 術 (6)	検 査 (6)	企 画 技 術 管 理 (6)	情 報 管 理 (4)
---------------------	----------------------	---------------------------	---	---------------------------------------	-------------------	---------------------------------------	-----------------------------

図1 PAD教育受講者職種別分布 受講者は設計、研究開発及びセンタ部門で69%を占め、現在又は将来プログラムの作成に直接携わる人が多い。

表3 PAD適用分野と開発プログラムのステップ数 PAD教育受講者のアンケート調査結果による。

適 用 分 野	開発ステップ数	最大プログラム規模(ステップ)
汎 用 機 シ ス テ ム プ ロ グ ラ ム	1,676k	200k
プ ロ セ ス 制 御	1,504k	250k
汎 用 機 オ ン ラ イ ン プ ロ グ ラ ム	1,044k	505k
技 術 計 算	588k	50k
O A 機 器 制 御	166k	70k
事 務 計 算	150k	50k
計	5,128k	

注：略語説明 OA(Office Automation)

は適用可能と考えている。その半数は上司の方針でもある。適用業種、適用業務、使用計算機種、使用プログラム言語は様々である。PADの適用分野とPADにより開発したプログラムの規模を表3に示す⁹⁾。回答者の職場でそれまでに少なくとも500万ステップのプログラムが、PADを使用して開発されていた。

(2) PADの技術評価

流れ図と比較して回答者が評価したPADの生産性向上率を表4に示す⁹⁾。回答者はPADの使用によりプログラムの生産性が1.3～1.8倍向上したと感じている。特に論理設計とコーディングに効果が現われるとみている。

PADの長所として「図式が視覚的で反復構造や選択構造が見やすい」、「コーディングが機械的にできる」、「他の人に説明しやすい」、「テストが容易になる」などを挙げている。PADの短所と問題点として「横長の図になるので用紙からはみ出しやすい」、「図面の修正が容易でない」、「高水準言語向きでアセンブラ向きでない」などを挙げている。

(3) PADに対する要望と提案

PADの理解を深め適用を促進するために、使用上のノウハウを集めた手引き書が必要である。普及のためにはISOやJIS規格化、社内規格化の推進も必要である。また、半数以上の人がPAD製図用紙の規格化を提案している。言語別のPAD標準図式の作成も提案している。これはPADからプログラムへの変換に当たって、言語別に若干の規則を追加する必要があるためである。

半数以上がPADエディタの開発を望んでいる。VDT(Video Data Terminal)などの画面上で対話形式によるPADの修正編集機能を持ち、清書された最新の図面がファイルとして管理され、図面の検索が可能で更にハードコピーが作成できればよい。PADエディタに連動するPADトランスレータの開発も要望されている。PADが広く使われるようになるためには、これらのPADツールの開発と普及は不可欠であり、使いやすく安価なツールの早期開発を期待している。

(4) PAD教育の効果

「PAD講座を受講してよかった」と回答した人は248人(94%)に上った。その理由として、「PADを知ることによりプログラムの論理的思考法を学んだ」、「PADの基本的な考え方を講義と演習により理解できた」、「PADの長所を知り業務に適用できる見通しがついた」などを挙げている。

3 顧客向けのPAD普及教育の一例

3.1 PAD教育の位置づけ

コンピュータ事業部教育センタ部では昭和53年から「ソフトウェア生産性向上」を目指して、ソフトウェア開発の問題解決をテーマとするコースを提供している。昭和56年には「シ

表4 PADによる生産性向上率 PAD教育受講者のアンケート調査結果による。流れ図を使った場合と比較して、どのくらい生産性が向上したと感じているか、の回答を集計した。

評 価 項 目	生産性向上率(倍)
機 能 設 計	1.4
論 理 設 計	1.8
検 査 デ ー タ 設 定	1.5
コ ー デ ィ ン グ	1.8
検 査	1.5
変 更	1.3

システム技術講座」を開講した。これはこの年から提供を開始したシステム開発標準技法HIPACE(Hitachi Phased Approach for Computer Systems Engineering)を中心に、情報システム建設技術に関するコースを体系化したものである。昭和60年度のコース内容を表5に示す。それぞれが3～5日間のコースで顧客企業での中堅情報処理技術者を対象としている。

PAD教育はプログラム設計コースの中で提供している。このほかに構造化プログラミング技法、構造化設計技法、システム分析技法などをプログラム設計コース、システム分析コース及びシステム設計コース、あるいは言語講座(例えば「構造化COBOLプログラミング」)などに取り入れている。

更に、PADの基本事項をまとめたVTR教材「PAD/PAM紹介」を提供している。また、エグゼクティブセミナーやマネジメントセミナーにもシステム開発やソフトウェア開発に関する問題解決をテーマとする内容を取り入れている。このように、PAD教育をシステムやソフトウェアに関する開発と保守の問題解決を図るための総合的なコース体系の中に位置づけて提供している。

3.2 PAD教育カリキュラム

プログラム設計コースは昭和57年10月に開講した。表6にこのコースの標準カリキュラムを示す。HIPACE-SD(構造化設計技法)が中心で、モジュールの構造と機能の決定法を解説している。PADはモジュールの論理を表現する方法として取り入れている。PAD教育の効果として、実務に直ちに反映できる次のことが認められている。

- (1) プログラム構造と論理の表現が統一され、プログラム設計のレビューが容易になる。
- (2) データ構造の表現が統一できる。
- (3) ソースプログラムへの変換が統一され容易になる。
- (4) プログラムテスト計画とその実施が容易になる。

3.3 顧客向けPAD関連教育における今後の課題

PAD図式の簡潔さ、書きやすさと読みやすさは既に広く認められている。従来のプログラム図式に比較して修正や変更が容易で、図式からプログラムへの変換が容易であることも

明らかである。このことは、HITACユーザーでのPADの使用経験によっても確認されている^{7)~9)}。また、これらの特長は自習用のVTR教材(30分テープ1巻)でも十分に理解できる。

したがって、フローチャート使用者をPAD使用者へ転換する教育は別として、PAD教育としてはPAD記法の解説にとどまらずプログラム設計技法に重点を置くことにしている。

PAD教育関連コースの開発に関しては二つの問題点がある。一つは、他のソフトウェア技法の場合と同様に、PADによるソフトウェア生産性向上が客観的に評価しにくいことである。ソフトウェア生産性の評価尺度自体が、開発効率と保守効率をどのような割合で評価するか明確な定義がないこととも関連する。更に、ソフトウェア生産性は、対象とするソフトウェアの種類と性質、開発環境の良否、プログラムの業務知識と技能レベルなど多くの因子が絡むので評価はたいへん難しい。

しかし、PADの導入と普及のためには、なんらかの生産性評価が不可欠であり、あるHITACユーザーではPADの使用実績に基づき1.6倍という生産性向上率を報告している⁷⁾。

他の問題点はプログラムの設計基準に関するものである。プログラム設計コースでは、設計技法として機能分割を主とする構造化設計(複合設計)技法を使っている。当初、PAMと併用したが、PAMそのものがモジュールのレベルでは構造化設計技法と同様の概念をもつので、より一般的な構造化設計技法を採用している。

どちらの場合にしても機能分割を主としているので、機能分割の基準のあいまいさが問題となる。プログラム設計コースでの演習の状況を見ても、受講者の機能に対する認識と機能分割の個人差はなくなる。プログラム設計の良否を評価するためには、構造化に関する客観的な基準が必要である。

コンピュータ事業部教育センタ部では、現在、HIPACEシステム分析標準手順などに追加されたデータ中心アプローチなどを取り入れながら、ジャクソン法やワーニエ法などに見られるように、データ側からプログラム構造を決定するアプローチを試行している。

4 PAD教育上の留意点

PAD教育はソフトウェアの開発経験者を対象とする場合、半日程度のごく短時間でPADの文法的な事項を説明するだけで済ますこともできる。しかし、PADの考え方を理解しPADによる構造化プログラミングを正しく習得してもらうには、表1に示したような演習が必要である。日立京浜工業専門学院の本科生教育では、ソフトウェア関連の授業の中でPADを書く機会を多く設けている。

どちらの場合も、演習課題は次のものを適宜組み合わせている。

- (1) 簡単な問題を文章で示してPAD化させる。
- (2) 不完全なPADを示してこれを修正し完成させる。不完全さの程度はPAD習得の段階により変える。
- (3) フローチャートで表わされた不完全なアルゴリズムを与えて、これをPAD化して制御構造の不備な箇所を修正させる。
- (4) 文章で表わされた不完全なアルゴリズムを与えて、これをPAD化してアルゴリズムの不完全な箇所を補完させる。
- (5) 文章で表わされた問題を与えて、アルゴリズムの設計からプログラムの完成までを一貫してPADで行なわせる。

初心者のPADによく現われる誤りを典型的に図2に示す。GO TOの使用を認めているわけではないが、最初からGO TO lessでPADを書く初心者は少ないので、実際にはこのような

表5 システム技術講座のコース内容 システム技術講座では、8コースに分けて講習会を開催している。

項 番	コ ー ス 名
1	HIPACEによる情報システムの分析
2	HIPACEによる情報システムの設計
3	HIPACEによるプロジェクトの計画と管理
4	HIPACEによるシステム管理
5	プログラム設計(PADによる)
6	大規模データベースシステムの設計
7	中小規模データベースシステムの設計
8	分散システムの設計

表6 プログラム設計コースの標準カリキュラム プログラム設計コースは構造化設計技法が中心で、その中にPADを取り入れている。

区 分	第 1 日	第 2 日	第 3 日
午 前	プログラム設計概要	モジュール構造設計	PADの特徴 PAD拡張図式
午 後	機能分割	テーブル設計 モジュール機能の決定	PADの使い方

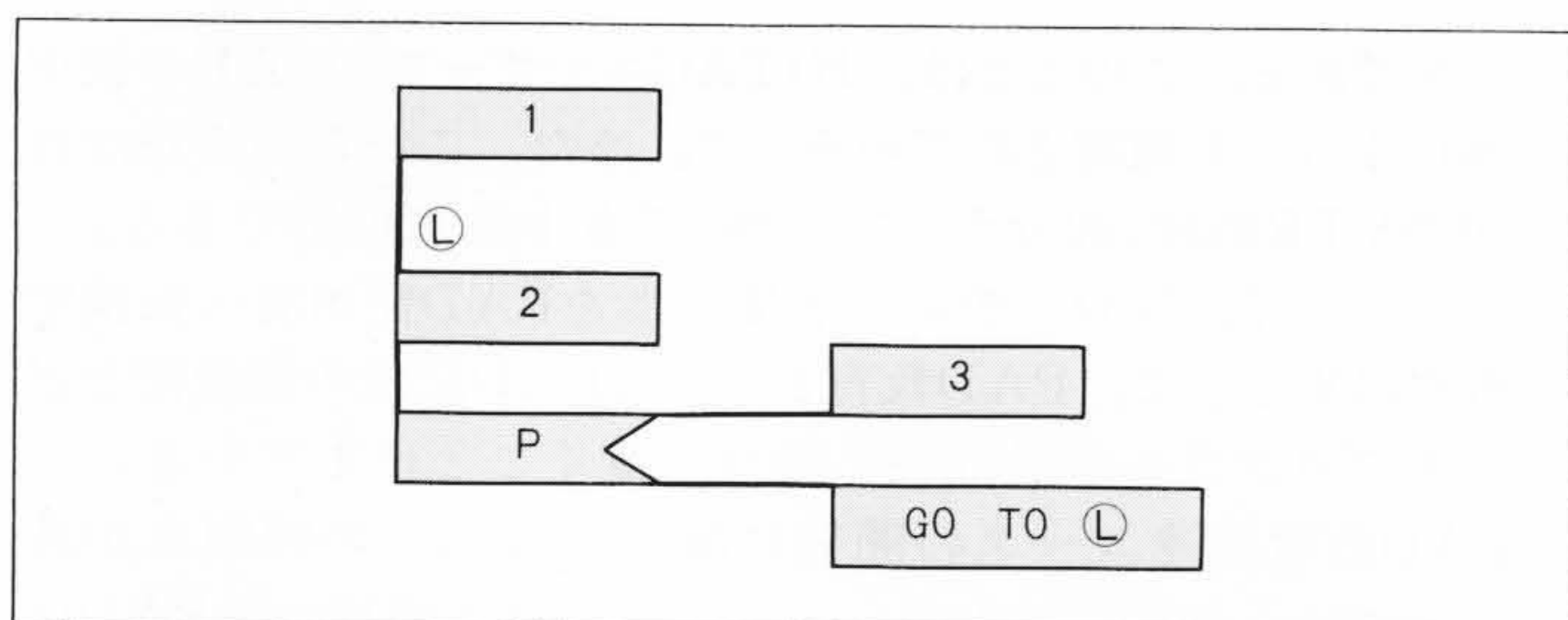


図2 初心者のPADに見られる反復構造の誤った表現の類型
初心者は、条件Pが成り立つまで処理2を反復するとき、誤って図のように書くことが多い。

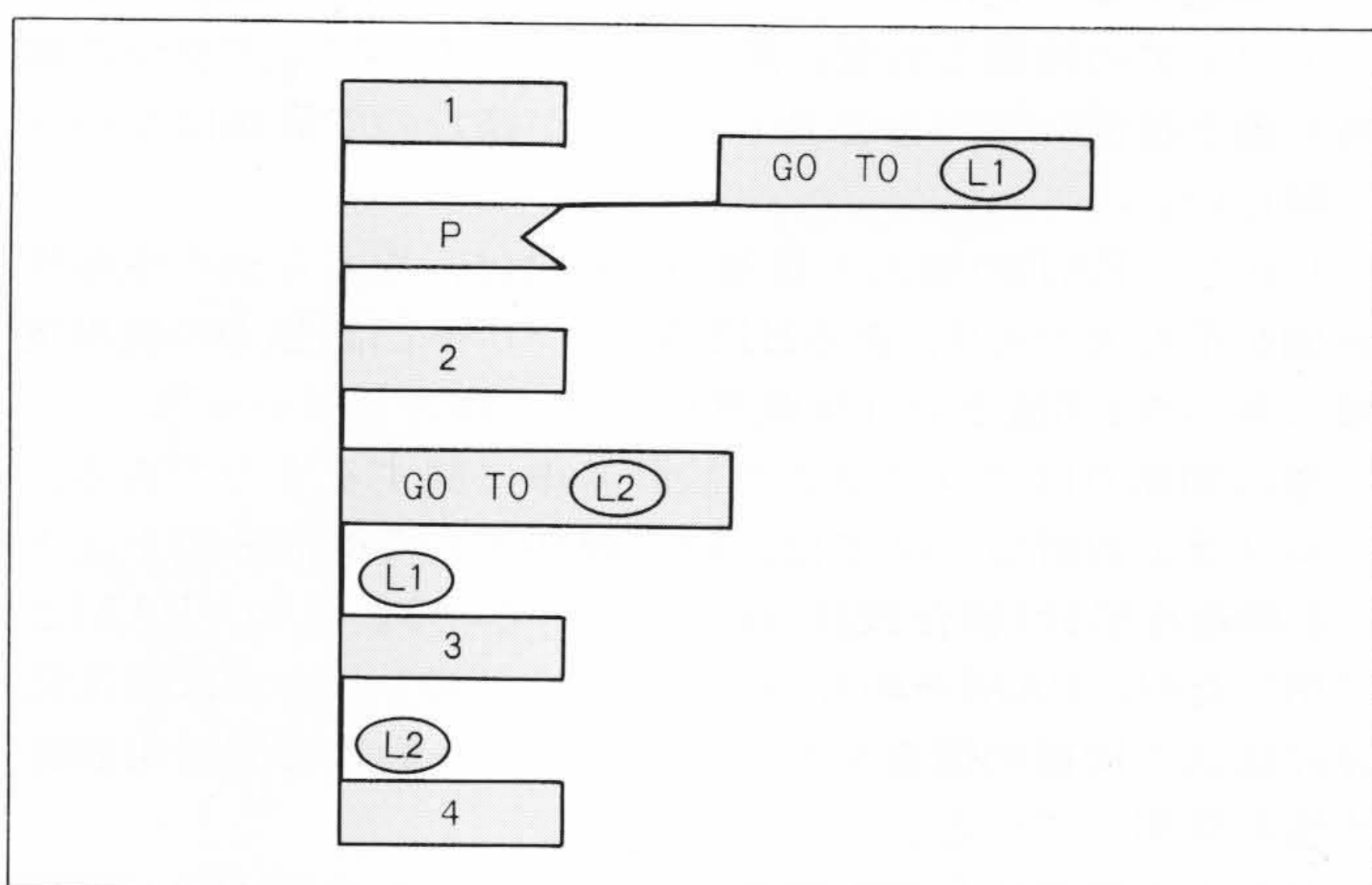


図3 初心者のPADに見られる選択構造の誤った表現の類型
初心者は、条件Pの成立・不成立によって処理3, 2を選択するとき、誤って図のように書くことが多い。

誤りはよく現われる。初心者にとって反復構造は選択構造に比べてずっと難しいことがうかがわれる。

反復構造を理解させるには、図2に示すようなプログラムの制御をPADの本構造の上流へ戻すことを絶対に禁止しなければならない。このことはPADの文法では当然禁止しているが、プログラム経験のある人でもはじめは平気で書く。時間をかけて完成度の高いPADを書くよりも、まず短時間で多くの反復構造を正しく把握し表現するように指導している。

選択構造は反復構造ほど難しくないが、それでも典型的に図3に示すような誤りをする人がいる。このような人は、プログラムの構造が全く理解できていないので慎重に指導する必要がある。選択構造を理解させるには同図のような下流への飛び越しを禁止する。これは拡張PADでは許されているが初心者には認めないほうがよい。

PADを書く機会が増すにつれて、当初、反復構造が全く書けなかった人でもこれを書けるようになった。全体として反復構造を正しく書く人の比率が向上した。また、下流への不必要なGO TOが著しく減少した。

PADの縦の線は本構造で表わされたプログラム論理の一つの枝で、プログラム構造上重要であるが初心者はこのことをあまり意識していない。そこで、この縦の線はPADが他の図式に比較して特に優れている点であることを繰り返し強調している。

拡張PADは実務上教える必要があると考えている。しかし、純正なPADが正しく書けない段階で拡張PADの使用を認めると、これを安易に乱用する傾向がみられ、プログラムの構造を正しく把握できないことが多い。拡張PADのうちEXITや

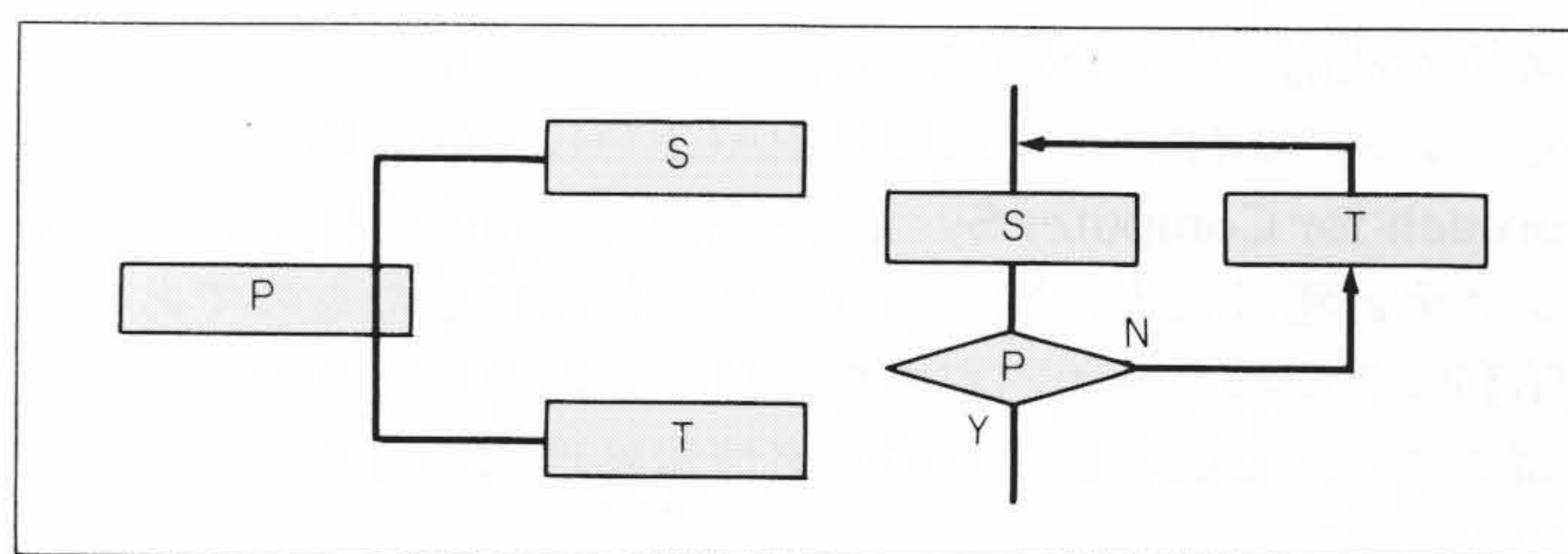


図4 中判定反復図式とこれに等価なフローチャート 処理SとTの間で条件を判定する。PADの基本構造ではないが、使用を認める場合が多い。

MERGEはPADの枝の下端にだけ現われるので図式としては問題が少ない。しかし、ENTERは必ず枝の途中に現われるのでプログラム構造を分かりにくくする。実際にはENTERを使う人は少なく、これと等価な図4に示す中判定反復が好んで使われている。中判定反復はプログラム構造が分かりやすく図式として問題が少ない。このことからENTERは使用しないように指導している。

5 結 言

PADは単なるプログラム図式に過ぎないから、PAD教育はPADによるプログラミング教育の一部分と考えるべきである。プログラミング教育の体系がPADの使用を前提として編成され、その中でPADの読み方と書き方が教えられるのが望ましい。PADによりソフトウェアの生産性を向上させるには、PADエディタ、トランスレータなどのPADツールの開発と普及が不可欠である。PADツールが普及すれば、プログラム開発でのコーディング工程は不要になり、現在のソースプログラムリストはPADに代わり、ソフトウェア開発の生産性と保守性は確実に向上する。PADツールの開発と普及に対応して、プログラミング教育もPADツールを使用する教育に移行しなければならない。ソフトウェアの対象業務はますます多様化するので、PAD教育も事務用、制御用などの専門分野別に実施するようになることが望ましい。

参考文献

- 1) 何克清, 外: 中国におけるPAD, Computer Today別冊, サイエンス社(昭60-5)
- 2) 二村: 問題分析図PADによる構造化プログラミング入門, 日立製作所中央研究所(昭和54年)
- 3) 二村, 外: PAD(Problem Analysis Diagram)によるプログラムの開発, 日立製作所中央研究所(昭和55年)
- 4) 二村: プログラム技法-PADによる構造化プログラミング, オーム社(昭和59年)
- 5) 川合: PADプログラミング, 岩波書店(昭和60年)
- 6) 二村: 構造化プログラム図式, コンピュータソフトウェア, 1, 1, 70~71(昭59-4)
- 7) 松本: PAD/HSPMを利用した構造化設計の採用について, HITACユーザ研究会第20回大会論文集, 187~202(昭58-6)
- 8) 奥山: PADによるオンラインシステム開発の効率化, HITACユーザ研究会第20回大会論文集, 213~225(昭58-6)
- 9) 古矢: 事務処理システムへのPADの導入, HITACユーザ研究会第22回大会論文集, 293~306(昭60-6)