

# 構造グラフ分析による計算機言語の学習構造チャート

2K-5

○大内 東、遠藤 聡志  
(北海道大学工学部)

## 1. はじめに

コンピュータソフトウェアの開発にたずさわる人々が学び、利用する、最も重要なソフトウェアである計算機言語の評価・分析法を以前に提案した<sup>[1][2][3]</sup>。この方法は、計算機言語のシンタックスを有向グラフモデルで表現することによって、言語構造の全体像を視覚的に捕らえ、シンタックスの評価尺度を与えることを目的とした。また、有向グラフモデル上に現われるサイクル構造が、計算機言語のシンタックスの理解の上で注目すべき部分であることを、いくつかの解析例と共に示した。

本稿では、この解析方法によって得られた有向グラフモデル(以後構造グラフと呼ぶ)を計算機言語の学習に応用する。

## 2. 構造解析による構造グラフ

構造グラフは、シンタックスの表記法であるBackus-Naur-Formを基に作成する。従ってBNFが持つ、「BNFの右辺に現われる各項は、その左辺項の必要条件になっている」という性質を受け継ぐ。つまり、構造グラフ上のある項(ノード)の下位あるいは同レベルにある項は、その項の必要条件になっている。この性質を利用して、シンタックスに着目した計算機言語の学習手順を考察する。以下に3つの構造グラフを定義する。

定義1: 以下のノードとアークによって定義される有向グラフ

を、言語Lのシンタックス構造グラフと呼ぶ。

- (1) ノードは言語LのBNFの左辺項で定義されるシンタックス単位とする。
- (2) 左辺項でシンタックス単位 $\langle a \rangle$ を定義するBNFの右辺項にシンタックス単位 $\langle b \rangle$ が出現するとき、グラフモデルではノードbからノードaへのアークがある。

シンタックス構造グラフには、全体構造の把握に不都合な冗長辺やサイクル構造を含む可能性がある。そこで、グラフを最も簡潔に表現するためのtransitive-reduction<sup>[4]</sup>と呼ばれる操作を行う。

定義2: 次の操作(1), (2)によって出来る有向グラフを言語Lのリダクション構造グラフと呼ぶ。

- (1) シンタックス構造グラフの冗長アークを取り除く。
- (2) シンタックス構造グラフのサイクルを一つのノードで置き換える。このノードを縮約ノードと呼ぶ。

一般に、グラフモデルにおいて、サイクルは理解の難しい構造であることが言われている。サイクル構造だけを抽出することによって、シンタックスの注目すべき部を非常に簡単なグラフによって見ることが出来る。

定義3: 以下のノードとアークによって定義される有向グラフを、言語Lのサイクル構造グラフと呼ぶ。

- (1) ノードはシンタックス構造グラフの縮約ノードとする。
- (2) アークはシンタックス構造グラフから得られる各縮約ノードの接続関係に従う。
- (3) グラフのノードには、サイクル構造を構成する要素の数を与える。

リダクション構造グラフ並びにサイクル構造グラフはサイクルフリーな階層グラフとなる。

## 3. 学習構造チャート

構造解析によって作られる構造グラフは、構造グラフ上のある項(ノード)の下位あるいは同レベルにある項が、その項の必要条件になっている。つまり、ある項を理解するためにはそのノードに隣接する同レベルと下位レベルの要素を理解すればよい。従って、構造グラフはシンタックスを構成する各項を理解、学習していく順序を示していると考えることが出来る。よって、構造グラフは、計算機言語の学習構造チャート<sup>[5]</sup>と見る事が出来る。しかし構造グラフの各項は学習構造チャートのノードとして適切でないものも多い。このため項目の選別が必要となる。また、学習手順を表わす図なので、サイクルフリーであることが望ましい。よって、サイクル内の要素に対して順序付けが必要となる。

## 4. 結果

計算機言語PASCALを例にとって学習構造チャートを作成した。要素の分類に関しては、構造グラフのノードを

- ① マニュアルの章題となるような項目
- ② マニュアルの副題となるような項目
- ③ その他

の3段階に分類し、①と②をチャートのノードとした。

PASCALの学習構造チャートとチャート作成に用いた各構造グラフを以下に示す。

## 5. おわりに

計算機言語のシンタックスの有向グラフモデルによる構造解析結果から学習構造チャートを作成した。このチャート図は計算機言語の学習手順の指標として、例えば言語仕様書の内容構成などへの利用が考えられる。しかし、作成段階で要素の分類や、構造モデリングの問題としても興味深いサイクル内要素の階層付けなど主観に頼るところも多く、この部分に関する考察は今後の課題である。

### [参考文献]

- [1] 大内: "計算機言語の構造解析と複雑度評価", 情報処理学会第37回全国大会論文集4Y-9, 1988
- [2] 遠藤, 大内: "計算機言語の構造解析と言語学習への応用", 計測自動制御学会第15回システムシンポジウム講演論文集155-158, Oct. 1989
- [3] J.N. Warfield: "Structural analysis of a computer language", IEEE The 7th Southeastern symposium of system theory, 1985.
- [4] A.V. Aho, M.R. Garey and J.D. Ullman: "The Transitive Reduction of A Directed Graph", SIAM J. Comput. Vol. 1, No. 2, June 1972
- [5] 佐藤: "ISM教材構造化法の実践", 長崎県教育センター紀要123号, 1983, 7-18

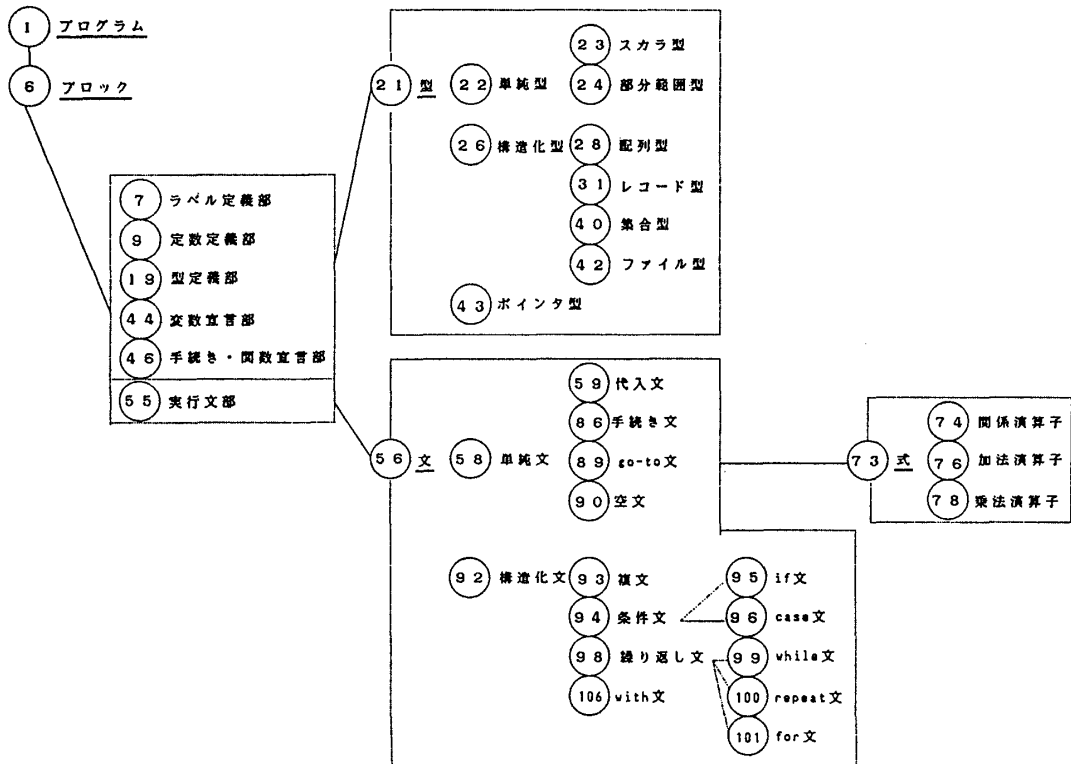
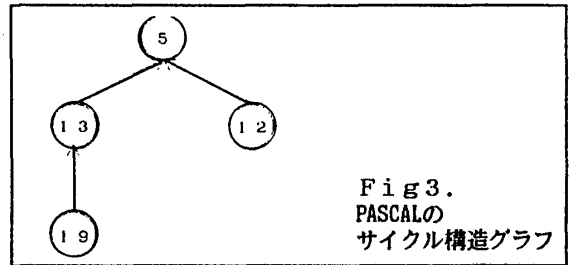
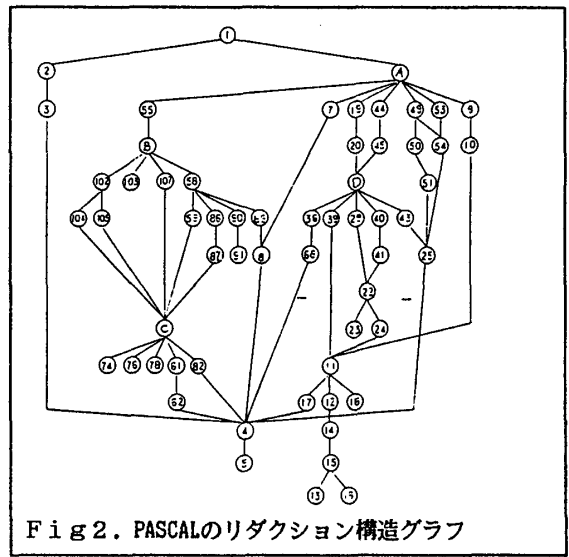
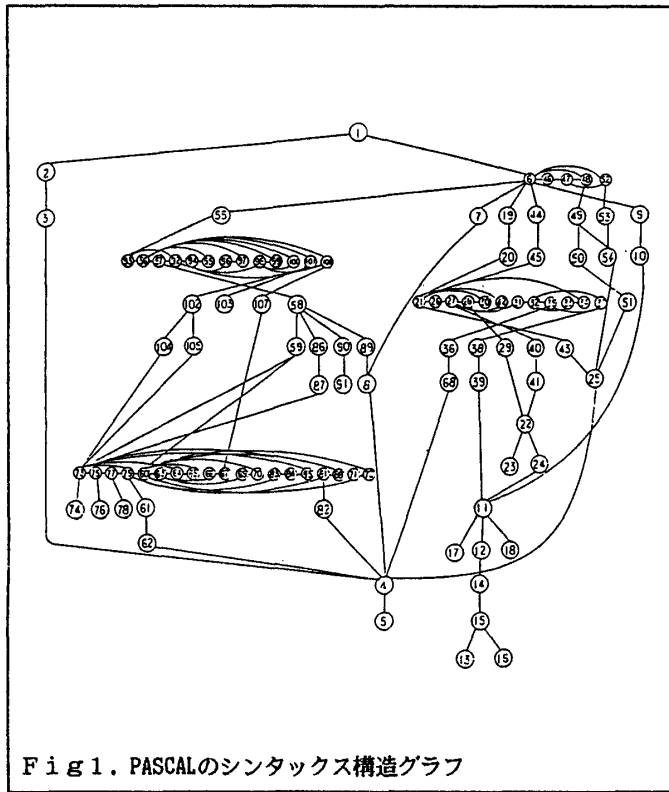


Fig 4. PASCALの学習構造チャート