

代数モデルによる UML の意味定義*

6W-1

宗像一樹[†], 二木厚吉[†]

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1 はじめに

UML(Unified Modeling Language)は、オブジェクト指向分析・設計のための統一モデリング言語である。UML は[5]において、記法だけでなくその意味を自然言語、オブジェクト制約言語 OCL[6]及びUMLモデル要素自身で定義しているが、厳密に定義されているとはいいがたく、UML を用いて作成されるモデルがあいまいになりがちである。また意味論の曖昧さによりモデルチェック等の計算機による高度な支援の妨げとなっている。

本研究では、UML の意味の曖昧さの一要因としてオブジェクトモデルと動的モデルとの関連の不明瞭さを取り上げ、代数仕様言語 CafeOBJ[1]により統一的な視点を与えるアプローチをとる。その試みとしてオブジェクトモデルにおける制約に着目し、仕様言語 Alloy[3]の可変性制約を例に取って CafeOBJ による制約の記述方法を提案する。

2 オブジェクトモデルと動的モデル

オブジェクト指向方法論の一つである OMT[4]では、モデル化の異なる視点として、オブジェクトモデルと動的モデルを挙げている。オブジェクトモデルはシステム化対象の静的な構造をオブジェクトとして記述するものであり動的モデルは時間とともに変化するシステムの状態を記述するものである。これら2つのモデルによりシステムを構築していくという考えは、オブジェクト指向分析・設計の基本的な指針といえるであろう。

UML ではオブジェクトモデル、動的モデルを表現する図としてクラス図等の構造図、シーケンス図等の振舞図を用意しているが、UML を用いたとしても構造図と振舞図の具体的な関係については、自然言語による補足や開発者間の暗黙的なコンセンサスによるところが多いといえる。そこでUMLの意味をより明確にするためにもオブジェクトモデルと動的モデルに対する統一的な視点を与えることが必要となる。

3 制約

UML では、UML 図により記述したモデルに対して厳密性を持たせるために OCL による制約の記述を可能としている。制約として記述するのは、

- ・ 不変条件
- ・ 事前条件
- ・ 事後条件

である。これは時間の流れを視点として与えることであり、オブジェクトモデルに対する制約はある種の動的側面を付加し、オブジェクトモデルと動的モデルの親和性を高める試みと捉えることができる。また制約の記述によりプログラムコードへの変換や、構築したモデルのチェックなど、計算機による支援を促進する試みも行われている。

4 Alloy

Alloy は Daniel Jackson らにより提案された、オブジェクトモデルに対して制約を記述する仕様言語である。Alloy は、UML においてクラス図+OCL で記述する内容を Alloy という言語のみで説明するため、UML における図で表現される制約(多重度等)も Alloy のみでシンプルに記述することができる。Alloy では、

- ・ 多重性制約
- ・ 可変性制約

という制約を用意し、オブジェクトモデルに対し動的側面の記述を高めるための試みを行っている。Alloy による可変性制約の例は次の通りである。

```
parent : Person -> static Person
```

これは parent という Person に関する関係を説明したものであり、static キーワードにより Person を静的に特定できることを表す。

5 代数モデルによる可変性制約の表現

5.1 代数仕様

代数仕様はデータ抽象概念を基礎とし、システム化の対象を代数として厳密にモデル化するものである。(詳細は[2]を参照) オブジェクト指向の基礎概念はデータ抽

*Semantics of UML by Algebraic model

[†]Kazuki Munakata, Kokichi Futatsugi

{kmunaka, kokichi}@jaist.ac.jp

Graduate School of Information Science, Japan
Advanced Institute of Science and Technology

象と捉えられるため、代数仕様とオブジェクト指向は親和性が高いと考えられる。代数仕様は Alloy と同様、クラス図+OCL を代数モデルのみで説明することができるが、制約という観点からの記述法の整理はされていない。

5.2 CafeOBJによる可変性制約の記述

ここでは、代数仕様言語 CafeOBJ による制約の記述の例として、Alloy の可変性制約を取り上げる。Alloy は可変性制約として static と fixed キーワードを用意しているが、static を用いた関係に関する可変性制約について説明する。Alloy における記述は次のようになる。

```
r : S -> static T
```

r は関係であり、型は $S \rightarrow \text{static } T$ となる。関係の型の右側に static が付く場合を right-static 関係と呼び、その他のあらゆる操作による変更が起こっても関係 r は保持されることを示す。

以下に先に示した関係 parent を用い right-static 関係の CafeOBJ によるコードを示す。

```
mod! PERSON{
  [ Person ]
  -- right-static relation : parent
  op parent : Person -> Person
  op marry : Person -> Person
  op graduate : Person -> Person
  ...
  vars P : Person .
  -- axioms about right-static relation
  eq parent(marry(P)) = parent(P) .
  eq parent(graduate(P)) = parent(P) .
  ...
}
```

関係 parent を CafeOBJ 上の演算 parent で定義し、また他の演算として marry, graduate を用意した。parent が marry, graduate の演算後も保持されるようにそれぞれの演算に対して eq から始まる等式による公理として記述する。

CafeOBJ は実行可能であるため、記述した仕様をもとに以下のようなプロトタイプ実行を行うことができる。

```
%PERSON> ops p1, p2 : -> Person .
%PERSON> eq parent(p1) = p2 .
%PERSON> red parent(marry(graduate(p1))) = p2 .
true : Bool
```

この実行例は p1 の parent が p2 であるならば、p1 に演算 graduate, marry を適用させても p1 の parent は p2 となっていることを示す。

以上のように right-static 関係を示す可変性制約の CafeOBJ による表現は、演算 marry や graduate 自体を表す等式とは別に、各演算において parent を保存するような等式を用意することで示される。right-static 関係を表す演算以外の各演算に同様の等式を用意することで可変性制約の表現となる。

6 まとめ

本論文では、UML の意味論の曖昧さとしてオブジェクトモデルと動的モデルの関係の不明瞭さを取り上げ、オブジェクトモデルに対する制約は動的モデルとの親和性を高めるものとして捉えた。そこで、制約としてより動的な側面の簡潔な記述が可能である Alloy に着目し、Alloy における可変性制約の CafeOBJ による記述を試みた。OCL による制約や Alloy の多重性制約についても同様に CafeOBJ によって説明が可能である。

オブジェクトモデルに対する制約の概念を CafeOBJ で記述する方法を整理することは、UML における構造図と振舞図を代数モデルとして統一的に捉えるための第一段階として捉えることができるであろう。

UML の振舞図にはユースケース図、シーケンス図、ステートチャート図等があるがこれらの図についても OCL による制約を記述することができる。システムの振舞を記述するこれら図についても代数モデルとの関わりを考察することが今後の課題となる。

参考文献

- [1] R. Diaconescu and K. Futatsugi : CafeOBJ Report, AMAST. World Scientific, 1998.
- [2] 二木厚吉 : 代数モデルの基礎, コンピュータソフトウェア, Vol13, No1(1996), pp. 4-22.
- [3] Daniel Jackson. : Alloy: A Lightweight Object Modeling Notation, Technical Report 797, MIT Laboratory for Computer Science, Cambridge, Mass, February 2000.
- [4] Rumbaugh J., Blaha M., Premerlani W., Eddy F. and Lorensen W. : Object-oriented modeling and design, Prentice-Hall International, 1991.
- [5] OMG : OMG Unified Modeling Language Specification version 1.3, <http://www.rational.com/uml/index.html>
- [6] Jos Warmer, Anneke Kleppe : The Object Constraint Language Precise Modeling with UML, Addison-Wesley, 1999