

オブジェクト指向分析記述言語 OONJ の 記述例を用いた簡潔な表現技法の開発

池田 陽 祐^{†1} 三塚 恵 嗣^{†2} 加藤木 和夫^{†3}
大木 幹 生^{†4} 畠山 正 行^{†5}

本論文は我々の研究グループが以前から開発を進めてきたオブジェクト指向記述言語 OONJ を利用して記述された記述例を基にした表現技法に関する論文である。OONJ においてはオブジェクトや対象世界の全体構造は OOSF により定め、個別の最小離散単位の記述の実体は日本語により行う。本稿ではこの OONJ を使った記述例を、まず最初に初心者向けに一から始めて概略完成までの作成プロセスを実際に行う。次に個々の詳細な部分の記述を完成させるプロセスを行って OONJ の記述法とそれに基づいた表現技法の基本を提示する。三つ目に、完成した記述例を対象にして、OONJ 記述の特徴を記述例に則して洗い出して議論する。これら三つのアプローチを通じて、OONJ に基づく表現をそのままあるいは応用的に用いることで、記述者に対しては時に応じて簡潔に、時に記述者の必要に応じて十分詳細な記述が可能になることを示す。

A Development of Simple Expression Technique Using the Description Examples of the Object-oriented Analysis Description Language OONJ

YOUSUKE IKEDA,^{†1} KEISHI MITSUKA,^{†2} KAZUO KATOJI,^{†3}
MIKIO OHKI^{†4} and MASAYUKI HATAKEYAMA^{†5}

An Object-oriented description Language OONJ has been developed. In the present paper, we will propose some representation technique based on the description examples using this OONJ. In the OONJ, the whole structures of the objects and the target world itself are set into the frame called the OOSF, and the tangible description of the individual "minimum discrete unit" are done using the Natural Japanese. In the present study, we will develop the description example using the OONJ in the following three procedures: First, we will show the actual description processes of the OONJ from the initial stage up to

some rough description stage. Second, we will make up the complete description example in detail. Then, the description method and its basic description technique will be made out as the OONJ description method. Third, we will extract the some features of the OONJ descriptions out of this complete description example, and discuss their characteristics. Throughout these three approaches, we will show the various abilities of the OONJ descriptions that are written in the simple way in some cases, and in the detailed way enough for the OONJ users.

1. はじめに

我々の研究グループでは、Object Oriented(以降 OO と略)を使用した記述方法としてオブジェクト指向構造化フレーム OOSF¹⁾を開発し、それを拡張したオブジェクト指向分析記述言語 OONJ²⁾の開発を行ってきた。しかし、本論文に関連する参考文献に挙げた論文¹⁾³⁾⁴⁾⁵⁾にしても、その記述法が良く知られているとは言えない。新しく提案された言語は常に大方の興味を引き、歓迎されて使われるようになるわけでもない。易しい記述例だけを見ても、馴れが無い故に最初に目にした瞬間から何となく分かりそうという親近感や既視感もなく、受け入れ易く感じられるとは限らない、というのが通常であろう。

しかも、本記述言語 OONJ は分析・設計・実装の段階を分けて書くという方針であり、用語や定義、そして記述スタイルが少しずつ現用の一般的なそれらと異なるために、理解されにくい。

そこで本論文においては、他の論文²⁾が理論的な体系を説明しているのとは対照的に

1. 記述を実際に行ってゆく過程を逐一行い、
2. 完成した記述例の部分と全体構成を理解してもらうための説明を個々に行い、
3. OONJ の特徴の本質的な部分を具体例を抽出して説明を加え、

^{†1} 茨城大学大学院理工学研究科情報・システム科学専攻

Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

^{†2} 茨城大学大学院理工学研究科情報工学専攻

Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

^{†3} 茨城県立産業技術短期大学

Ibaraki Prefectural Industrial Technology Junior College

^{†4} 群馬工業高等専門学校電子情報工学科

Information and Computer Engineering, Gunma National College of Technology

^{†5} 茨城大学工学部情報工学科

Department of Computer and Information Sciences, Ibaraki University

4. OONJ の有用性として簡潔な表現技法が可能であることを具体例を用いて述べる。これらを行うことで、他論文²⁾ が説明していない事項についても類推が効くように、記述を進めてゆく。

以上のような狙い故に、第2章以降の章立てを次のように構成した。第2章はOONJの概略を簡潔に述べる。第3章は記述例にする対象世界(一次元衝撃波の流れ)の説明とOOモデリングを行って、記述の準備とする。それを受けて第4章では、当初ゼロから一通りの記述が出来上がるプロセスを実際に行うことで紹介する。そして第5章では第三者の立場から客観的に分析しOONJ記述の特徴を抽出して議論する。第6章では、第4～第5章の記述例を用いてOONJの表現技法が簡潔に実現・達成されたか否かを評価・考察を行い、第7章で結論と今後の課題を述べる。

2. OONJ の概略

我々の目的は、自然現象を対象とした再現シミュレーションのプログラムに至るまでの作業過程が適切であることを客観的に検証することにある。

そのアプローチのための基本的なアイデアの一つとして対象世界^{*1}の要素を特定し、その要素のプログラムに至るまでの過程を追跡することの実現を試みている。そこで、我々はOOを用いてモデリングし、OOソフトウェア工学あるいはOOプログラミング技術に工夫を加えることで可能であると考え、OOSF¹⁾を開発した。そして、OOSFを基に記述力、表現力の面から拡張した記述言語がOONJである。

OONJの特徴は、OOを用いてオブジェクト、属性、振舞い、相互関係の4種類の要素の抽出を行い、それらをフレーム、スロット、サブスロットと設定した離散単位と日本語を用いて記述を行う点にある。ちなみに、フレームという名称はMinskyの提唱したフレーム理論⁶⁾や知識情報処理⁷⁾⁸⁾、日本語フレームネット¹⁶⁾で用いられている名称であるが、OONJでのフレームは単純に枠線の形成概念を示しているに過ぎないため知識処理等で使われているフレームとは異なる。

*1 対象とする自然現象の世界をこう呼ぶ。

3. 対象世界の自然現象の記述とそのOONJ向けのモデリング例

3.1 衝撃波管内の一次元衝撃波流れ

本論文で取り上げた記述の対象世界は「一次元衝撃波流れ」⁹⁾である。まず、視覚的に理解しやすくするために、この流れを衝撃波管を使って起こすと設定する。するとそれは図1のようになる。ただし、計算を簡単にするため、図1にあるように、通常の衝撃波管によって定常的に進む確立された衝撃波(定立衝撃波)が出来たところから以降をシミュレーションすることにする。

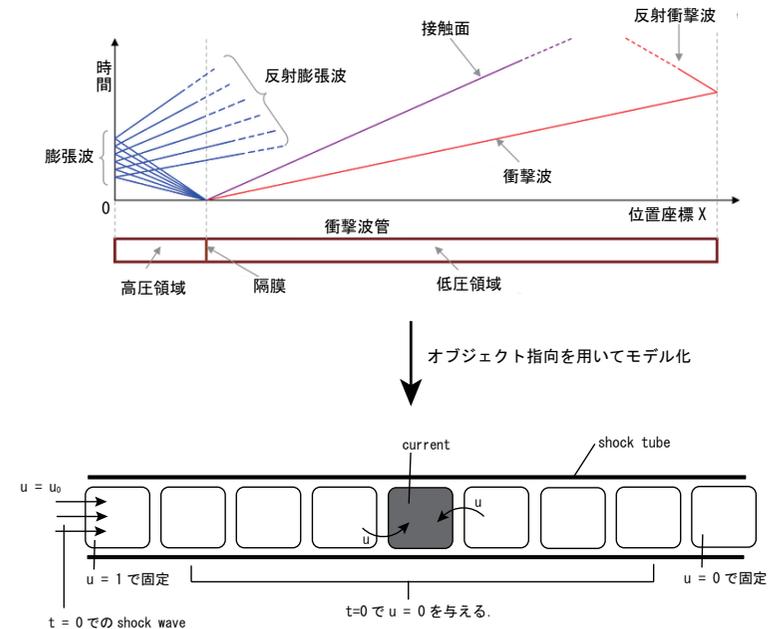


図1 一次元衝撃波流れの概要とモデリング図
Fig. 1 Outline and modeling chart of shock wave flow

3.2 一次元衝撃波流れの定式化とモデリング

この一次元衝撃波管の数値シミュレーションは、初期値・境界値問題であり、OO を考慮に入れたモデリングを行う。表 1 に一次元衝撃波流れに対するモデリングの概要の一部を示す。なお、このモデリングと同様のモデリング方式は以前の論文や解説¹⁰⁾にあるので参照されたい。

この分析結果とオブジェクト、属性、振舞い、相互関係の対応関係を図 2 に示す。図 2 で示すように衝撃波管内のセルをオブジェクトとし、そのセルの衝撃波速度を求める Lax-Wendroff 法⁹⁾の差分方程式を振舞いとし、無次元化した物理量を属性と設定した。

表 1 一次元衝撃波流れのモデリング項目一覧
Table 1 Modeling list of shock wave flow

- ・対象世界の属性は計算の都合上全て一定値の物理量として無次元化される。
- ・衝撃波速度 u は、入射する流れの持つ音速 u_0 で、空間座標 x は衝撃波管の長さ L で、時刻 t は $t_0=L/u_0$ で無次元化される。
- ・各セルの属性である衝撃波速度は、二段階の Lax-Wendroff 法を用いて計算する。
- ・対象世界で共通な属性として、空間セル幅 $\Delta x=0.01$ 、クーラン数 $CN=\Delta t/\Delta x=1$ を持つ。
- ・境界に設定されたセルは、流入口の $x=0.0$ においては全ての時刻 t において $u=u_0$ の一定速度を持たせ、流出口の $x=1.0$ においては全ての時刻において $u=0.0$ であり、左側から衝撃波が伝播してきた時点で計算を終了させる。

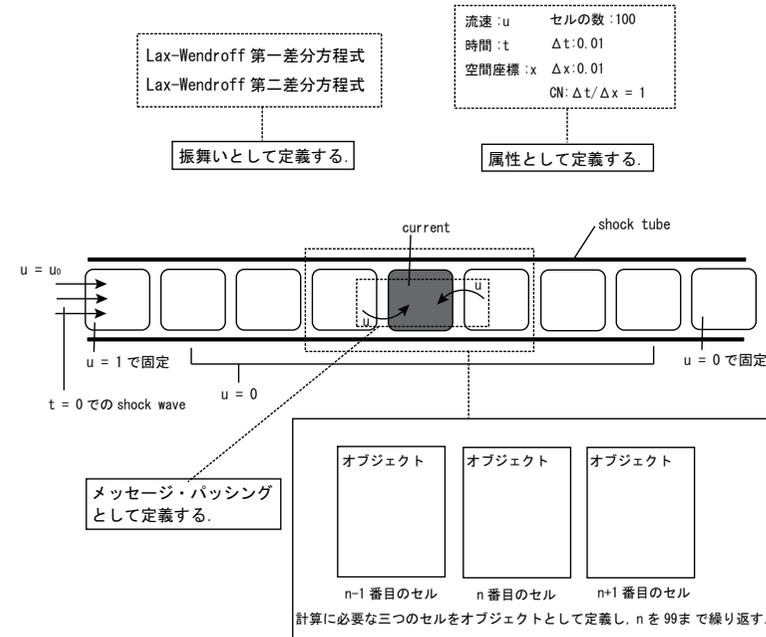


図 2 モデリング結果と OO 要素の対応
Fig. 2 Modeling result and correspondence of OO element

4. OONJ の記述プロセス—記述例を作りつつ—

4.1 対象世界全体のモデリングと記述

対象世界を最初に OO モデリングする際のコツは、まず対象世界内部にある目に見える“モノ”を、概念的な世界を対象とするのであれば“イメージに見えるモノ”を、つまりオブジェクトを着目・抽出・名前付け(=モデリング)することにより、対象世界内部のオブジェクトをひとわたりリストアップすることである。

その際初めから完全に全てのオブジェクトをモデリングしなくても構わない。図 3 に本記述対象世界のオブジェクトをリストアップし、それをダイアグラムにした図を示す。オブジェクトはフレームという枠線の内部に格納されるので、図 3 のように表現されるオブジェクトダイアグラムとか呼ばれる完成図である。まず当初はオブジェクト名のみを挙げ、それ

を四角形の枠で囲み、内部に当該オブジェクトの振舞い*1と相互関係を(順不同でも構わない)記述する。

4.2 各オブジェクトのモデリングと振舞い記述

対象世界全体の概略(対象世界内部のオブジェクトのリストアップ)が一通り済んだら、次は各個別のオブジェクトの内部を記述する。まずは、個別オブジェクトの振舞いのモデリングと記述である。出来るならば、大括みの纏まった振舞い文(これは振舞いの総称文に相当する)のスケールでオブジェクトの振舞い全体が見渡せるようなトップダウン的な振舞い文のリストアップを行う。各振舞いは日本語を用いて記述され、オブジェクトの内側の“箱”

*1 始めは振舞い名だけでもよい。

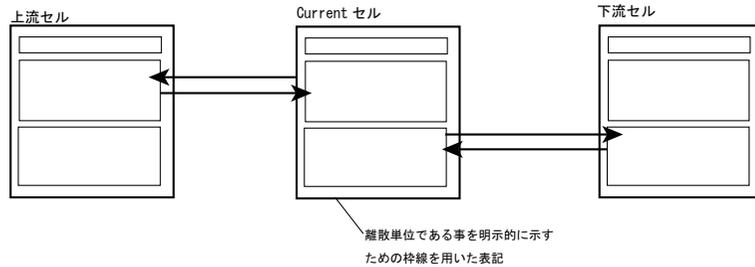


図 3 一次元衝撃波流れのダイアグラム
Fig.3 Diagram of shock wave flow all

を指すスロットに收容されるので、図 3 のように箱を示す枠線を記述し振舞い文のみを收容しておく。

大掴みの振舞い文の記述がひと渡り済んだら、ここからは各振舞いを必要な詳細度で記述していく。この時点で各振舞いが逐次実行、分岐制御、繰り返しの三つのパターンの中のどれになるのかを意識して記述する必要がある。スロット内部の各振舞い文は日本語で記述し、逐次実行の場合には単に日本語の文の連なりを縦に並べるだけでよい、と OONJ では規定している。分岐、繰り返しの場合は振舞い文の間での構造を記述しておく必要がある。

以上の作業がひと渡り終われば、次にこれ等を OONJ の記述に組み込む作業を行う。

4.3 オブジェクトと振舞いの OONJ への形式化

ここまで、オブジェクトと振舞いの記述がひと渡り済んだら、OONJ の記述に組み込む作業を行う。OONJ の記述への組み込み作業の具体例として current セルに着目し、その記述例を図 4 に示す。具体例である図 4-A を用いて示すと、図 4-A の左の項目から「フレームの番号」、「フレームの種類を示す記号」、「オブジェクトの名称」と記述する。つまり、図 4-A は、番号が「1」、オブジェクトの種類を示す記号が「fn1.1」*1、名称は「currentセル」を表現するフレームを示している。

スロットもフレームと同様に「スロットの番号」、「スロットの種類を示す記号」、「振舞いを総称する日本語の文」を用いて記述し、図 4-B の current セルの振舞いの記述例を具体例として示す。

具体例で挙げた current セルの振舞いは「二段階の Lax-Wendroff 法の差分方程式」であり、

*1 モノ/概念を示す。

オブジェクトの記述例

フレーム番号	要素種類の特定	オブジェクトの名称	
1	fn1.1	currentセル	[A]
1	fn2.8	(衝撃波速度)	
2	fn3.3	衝撃波の予測子速度=0.5*((1-CN)*上流セルの衝撃波速度)+(1.0+CN)*衝撃波速度	<<mp<<2:上流セル[2]
3	fn3.3	衝撃波の修正子速度=衝撃波速度-CN*(衝撃波の予測子速度-下流セルの衝撃波速度)	<<mp<<3:下流セル[2]
	スロット番号	要素種類の特定	振舞いの日本語文

[B]

図 4 オブジェクトと振舞いの記述例

Fig.4 Description example of describing object and its behavior

二段階の振舞いを各段階毎にスロットとして記述している。図 4-B が示すのは、番号が「3」、振舞いの種類を示す記号が「fn3.3」*2、「振舞いを総称する日本語の文」は「Lax-Wendroff 法の第二差分方程式」を表現するスロットである。

4.4 相互関係の記述

OONJ で用いられる相互関係は、相互関連と相互作用伝達から構成されている。相互関連については、他の論文²⁾で言及しているため本論文では詳細な言及は省略し、記述方法を示すだけに留める。

【a】相互関連の記述

相互関連は主としてオブジェクト間で結ばれる集約や汎化などに代表される固定的な関わりである。OONJ での相互関連の記述は、図 4-A で示されているオブジェクトの名称を記述する要素の右詰に記述する。

【b】相互作用伝達 (mp) の記述

相互作用伝達は、オブジェクト間で行われるメッセージ・パッシング (mp) である。OONJ では、振舞いの種類の一つとして規定しており、日本語の文を用いて記述を行い属性と mp の両者を考慮して mp を示す文の記述を確定する必要がある。

4.5 本章で作成した記述例の概略

本章で作成した OONJ 記述の関係するオブジェクトの構成図を図 5 に示す。図 5 から分かるように一次元衝撃波管のモデリングを元に記述した場合、三つのセルであるフレームが存在し、各フレームに属性と振舞いを記述したスロットが複数個存在しており、各二つの

*2 オブジェクト内部の振る舞いと相互関係が存在する振舞いであることを示す。

フレーム間に相互関係がある記述例となる。

2	fn1.1	上流セル		
1	fn1.2	共通属性		
2	fn3.3	要請されたら衝撃波速度の値を返す。		»mp»1:currentセル[fn3.3]
3	fn3.3	衝撃波の予測子速度=0.5*((1-CN)*上流セルの衝撃波速度)+(1.0+CN)*衝撃波速度		
4	fn3.3	衝撃波の修正子速度=衝撃波速度-CN*(衝撃波の予測子速度-下流セルの衝撃波速度)		
1	fn1.1	currentセル		
1	fn2.8	(衝撃波速度)		
2	fn3.3	衝撃波の予測子速度=0.5*((1-CN)*上流セルの衝撃波速度)+(1.0+CN)*衝撃波速度		«mp«2:上流セル[fn3.3]
3	fn3.3	衝撃波の修正子速度=衝撃波速度-CN*(衝撃波の予測子速度-下流セルの衝撃波速度)		«mp«3:下流セル[fn3.3]
3	fn1.1	下流セル		
1	fn1.2	共通属性		
2	fn3.3	要請されたら流速を返す。		»mp»1:currentセル[fn3.3]
3	fn3.3	衝撃波の予測子速度=0.5*((1-CN)*上流セルの衝撃波速度)+(1.0+CN)*衝撃波速度		
4	fn3.3	衝撃波の修正子速度=衝撃波速度-CN*(衝撃波の予測子速度-下流セルの衝撃波速度)		

図 5 第 4 章で作成した記述例

Fig.5 Description example in Chapter 4

5. 完成記述に対する分析

5.1 離散単位の表現技法に対する分析

第 4 章の記述から読み取れるように、OONJ は離散要素の表現を明確にするために幾何学的な表現形式を用いている。例えば、OONJ で最大の離散要素であるオブジェクトである「フレーム」の表現形式は、実線の枠線を用いて離散的であるための条件である内外の境界線を描く事で視覚的に離散要素であることを表現している。スロット、サブスロット^{*1}も同様の表現形式を用いることで、離散要素である事を視覚的に表現している。

以上から OONJ を用いることでオブジェクト指向の基本である離散化を行うことが可能であり、幾何学的な表現技法を用いているためユーザの離散イメージの感覚に訴える記述言語だといえる。

*1 スロットを詳細化するために用いる離散要素。

5.2 日本語記述に対する分析

OONJ では、内容が直感的に理解しやすいという理由からフレーム、スロット、サブスロット内の主文を日本語を用いて記述する。すなわち、オブジェクトの名称、属性や振舞いの記述は日本語を用いる。しかし、計算機的に形式的でない日本語の記述を用いて、例えばプログラムに変換することは困難であるため、OONJ では当初自由な日本語の記述を行い、その日本語の記述に対して日本語の平叙文の単文と英語の五文型を基本とした制約をユーザ自身が適用することで、形式的な日本語の記述へ変換する方法を用いている。

これにより、ユーザは自身の自由な表現を用いることが可能であり、制約を加える作業負担は存在するが、制約を加える対象となる文が、すでにフレーム、スロット、サブスロットまでの詳細化を行った日本語の単文であるため作業負担は、一般的に用いられる日本語の文に対して行うよりは少ないと言えよう。

5.3 対象世界全体の構造に対する表現技法の分析

OONJ は、オブジェクト指向を用いた分析を行った上で対象世界の捉えた動きに則した記述を行うために、最小離散単位であるサブスロット間の構造化を設けている。サブスロット間の構造化表現の具体例を図 6 に示す。図 6-A は、逐次実行を示しており OONJ ではサブスロットを縦に並べることで表現を行う。図 6-B は、分岐、繰り返しを示しており、特定の日本語の単文と幾つかの単文を構造化して表現する。図 6-C は、mp を示しており、オブジェクト間のメッセージの送受信を用いて表現を行う。これらはオブジェクト指向で用いられている基本的なアルゴリズムの表現であるため、オブジェクト指向による分析が可能なユーザならば柔軟な記述が可能である。

6. OONJ 記述の議論と評価

6.1 実際の記述例からみる OONJ の表現技法

表 2 に代表的な記述例を示す。記述者は茨城大学の情報工学専攻の大学院生である。彼等は、OONJ の設計を含む内容の大学の講義 (半期、2 単位) を受けた程度の知識を前提にし、ワープロソフトや一般のエディタ (Word, Excel, 一太郎) 等を使って記述している。表 2 から、およそ平均 1007 行程度を 57.5 時間で記述している。また、記述者のアンケートでは、「英日翻訳ソフト」の分析に使った院生は、OONJ の分析が修士論文の準備に非常に役



図6 一次元衝撃波流れによるアルゴリズムの表現例

Fig. 6 Expression examples of Algorithm Using shock wave flow examples

に立ったと感想に書いている。このことから、(少なくとも記述例を作成した院生においては、)OONJの表現力が十分であると判断できる。

表2 OONJの記述例データ

Table 2 Data of description examples using OONJ

記述対象世界	フレーム数	スロット数	記述行数	記述量 (KB)	分析時間 (hour)	記述時間 (hour)	経過期間 (日)	行数 / hour
DNA 演算 (加算)	43	242	1188	234	10 以下	約 80	25 以上	14.9
プラント制御	21	143	712	368	10 以下	50 程度	40 以上	14.2
遠隔料理システム	15	470	2703	1321	12	59(記録)	18 以上	45.8
ヒトの免疫システム	28	136	563	89	20 程度	40 程度	14 以上	14.1
英日翻訳ソフト	31	159	824	278	約 73	94	約 25	8.8
視覚のメカニズム	23	126	523	76	20 程度	40 程度	14 以上	13.1
チャットシステム	24	119	637	187	10 程度	60 程度	10 以上	10.6
水の大気循環	36	251	904	147	約 20(*)	約 40(*)	約 6(*)	22.6

(*)OONJの仕様の改訂に沿って何度も書き直しているの、改めて書き直した際の推定の時間/期間である。

表3 UMLとOONJの比較

Table 3 Comparisons between UML and OONJ

記法の比較項目	UML 記法	OONJ 記法
計算機特有な事項への言及 線図の使用 属性、振舞いの記述	しばしば言及や記述あり 多様な線図記法主用 (注) 図内に開発環境で定義された文字で記述	無し 図記法と日本語表記を主用 スロット、サブスロット内に日本語を用いて記述
相互関係の線図表記	矩形枠、矢印、線、特殊記号	サブスロット内に形式的な日本語と特殊記号を用いた表記
要素種類に対する言及	ソフトウェア開発で使用する要素のみ言及	OOに基づいた要素のみ言及
要素の詳細化記述法	記号と文字を使用して変数、属性、メソッドまで記述	サブスロットと日本語表記を用いて振舞いまで記述
個々の振舞い参照属性の記述	無し	サブスロット内の振舞い直下に日本語を用いた記述

(注)量的にも多く、内容的にも重要な使い方をされている表記を「主用」と呼んでいる。

6.2 関連研究

OONJの関連研究としてUML, Problem Solving Environment(問題解決環境 以下PSEと略), 日本語プログラミング言語の概略の説明と比較を行い、比較項目に対して言及していく。

6.2.1 UMLの概略と比較評価

UML(Unified Modeling Language: 統一モデリング言語)¹⁴⁾¹⁵⁾はソフトウェア開発やシステム開発の際に用いるモデリング言語である。UMLを利用する目的は、システム的设计そのものではなく、システムを設計する際の手がかりの発見と表面化、およびシステム設計の妥当性検証である。システムを設計するにあたり、開発しようとしているシステムに潜在している問題を明らかにしたり、顧客の要望を満たせるようなシステムになっているか否かを確認することがUMLを利用する目的である。また、UML自体はユースケース図やクラス図などのシステムをモデル化するための図で構成されており、

本論文では、OONJの記述法のプロセスを用いての共通点について比較を行う。比較表を表3に示す。比較表の上半分が記述で用いる要素のUMLとOONJの比較項目であり、下半分がUMLとOONJの記法の特徴的な項目である。まず、上半分ではUMLとOONJの利用目的に対する表記法の違いが読み取れる。UMLはシステム設計の問題と手がかりを明らかにする事が目的であるためシステムの設計を簡潔に示すことが重要であり、プログラ

ムによるモデリングを行った過度な詳細は重要ではないため、UMLは主に表記に線と図を用いる。OONJは対称世界の現象を忠実にモデリングする事が目的であるため、振舞いや属性の記述、振舞い間の詳細な記述が必要である。また、ソフトウェア開発の非専門家のユーザに記述しやすくするためにオブジェクトをイメージさせるダイアグラムとその内部表現に誰でも分かる日本語を用いている。

表3の上半分から、OONJは対象とするユーザの利用という点に限ればその表現力は劣らない事が読み取れる。表3の下半分からはUMLとOONJの対象ユーザが異なる事による記述要素の提供の違い、記述方法の違い、日本語を用いた差異を示す。

以上から、「対象ユーザにとって」はOONJはUMLには無い多くの特徴を持つOO構造表現法であり、UMLよりも簡潔で十分な機能を備えた記述法であると言える。

6.2.2 PSEの具体例を用いた概略と比較評価

PSE¹¹⁾とは、自然科学や社会科学、人文科学の専門家に対してプログラムの生産性を高めるための開発環境である。対象ユーザは、OONJとほぼ同じであるためその観点から比較を行う。比較には、PSEの具体例の一つとしてDEQSOL¹²⁾を用いる。DEQSOL¹²⁾は偏微分方程式を数式レベルの記述からスーパーコンピュータ向けに最適化されたFortranのソースコードを自動生成するシステムであり、差分法や有限要素法を用いて大気汚染や熱伝導などの数値シミュレーションに使用されている。

OONJでは、数理モデルと計算スキームの分離記述は実現しているが、各専門分野に適した簡潔な数式記法の充実に対しては不十分である。しかし、OONJは計算機で表現できるモデルであればシミュレーションすることが可能である。そのため、偏微分方程式の計算に特化している数値シミュレーションではDEQSOLを用いればよく、オブジェクト指向を用いた分析を行ったシミュレーションの場合はOONJを用いれば良い。

6.2.3 日本語プログラミング言語(以下、JPLと略)との比較評価

JPLとOONJの主な比較項目は、日本語を使用している点である。JPLに分類される言語は幾つかあるため、本論文では最も利用者数の多いと思われる「なでしこ」¹³⁾を比較対象とする。「なでしこ」は、「日本語で誰でも簡単にプログラムできる」を目標に作れた事務作業向けのプログラミング言語であり、多くのライブラリを日本語表現を用いて使う事で簡潔なプログラミングを実現している。OONJでは、始めに自由な日本語記述を行いその後ユーザが、制約に従った日本語への改訂を行うため、OONJは少なくとも当初は、記述者

の分野で使われている記号、記法ををそのまま記述して良い。

以上から、日本語の記述だけに着目するとJPLはわずかではあるかも知れないが日本語文法から離れた用語や用法で書かなければならないため、記述者が「変換した上」での記述でなければならず、日本語をそのまま用いることが可能なOONJと違い、直感的な理解を妨げている可能性はある。

6.3 関連研究と記述例の比較に基づく評価

OONJと関連研究で挙げた記述法を用いて作成した記述を図7に示す。図7は、一次元衝撃波流れの記述例の一部であるcurrenセルを対象に同一内容をOONJ、UML、DEQSOL、なでしこを用いて作成した記述例の比較図である。図7のOONJとUMLは、視覚的な表現を伴っている事が分かる。視覚的な表現を用いることで、記述量が膨大でなければ対称世界全体の構造に対して簡潔な表現が可能である。また、OONJと「なでしこ」は、モデリングした記述に対して日本語を用いた記述を行っているため、日本語を主用としているユーザに対しては、簡潔な記述と理解が容易である。OONJとDEQSOLは、科学技術分野で用いられているプログラミング作法に基づいた表記法を実現しているため、科学技術分野でシミュレーションのプログラムを主に作成していたユーザに対しては、簡潔な記述と簡潔な表現である。

以上から、OONJは「対象ユーザに対して」は、簡潔な表現技法を用いた記述が可能であると言える。

7. 結論と今後の展望

本論文では、OOSFを基盤とした記述言語OONJによる記述過程を示し、OONJの表現技法である図と日本語を用いる事で十分に詳細で簡潔な表現の分析記述が作成可能であることを示すことができたと言える。

今後の課題としては、表現を生かすための記述支援環境の開発、記述実験による記述例の充実を考えている。

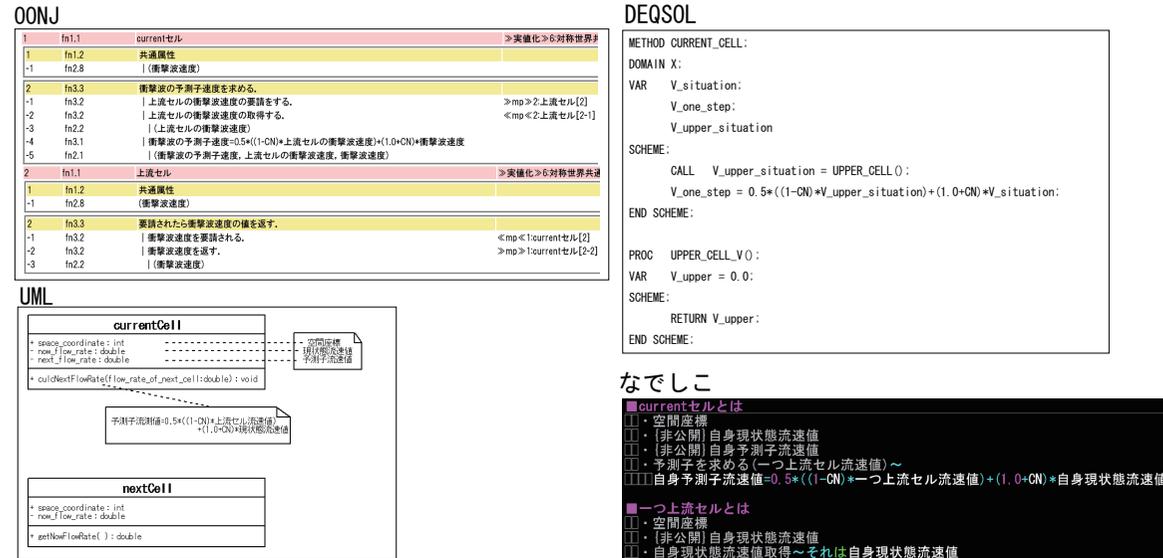


図 7 OONJ, UML, DEQSOL, なでしこの記述例の比較対照図
Fig. 7 Description Comparisons Among UML, DEQSOL, nadeshiko and OONJ

参考文献

- 1) 島山正行, オブジェクト指向自然日本語構造化フレーム OOSF の設計と表現技法, シミュレーション学会誌, **22-4**, 195/209, Dec., (2004).
- 2) 島山正行, 日本語を主用したオブジェクト指向分析記述言語 OONJ の設計主題とその記述技法, 投稿中
- 3) 島山正行, オブジェクト指向自然日本語記述言語 OONJ の設計とその記述力の評価, 第 58 回 MPS 研究会報告, 2006-MPS-58, pp.59-62, (2006).
- 4) 島山正行, 川澄成章, 野口和義, オブジェクト指向ドメインユーザ計算設計記述日本語 ODDJ とその記述特性, 第 61 回 MPS 研究会報告, 2006-MPS-61, pp.61-64, (2006).
- 5) 加藤木和夫, 島山正行, オブジェクト指向プログラム自動生成記述言語 OPDJ とその記述開発環境, 第 61 回 MPS 研究会報告, 2006-MPS-61, pp.65-68, (2006).
- 6) Minsky, M., A Framework for Representing Knowledge, in Psychology of Computer Vision, P.H.Winston(ed.), McGraw-Hill (1975); 白井, 杉原 共訳, コンピュータビジョンの心理, 産業図書 (1979).
- 7) 上野晴樹, 石塚満, 知識の表現と利用 (知識工学講座 2) 第 3 章, オーム社, 昭和 62 年.
- 8) 長尾真, 知識と推論 (岩波科学 ソフトウェア科学 14), 第 6 章, 岩波書店, 1988 年.
- 9) 廣瀬直喜, 池川昌弘, 登坂宣好, 久保田弘敏, 本間弘樹, 圧縮性流体解析 (数値流体力学シリーズ 2), 第 2 章, 東京大学出版会, 1995 年.
- 10) 島山正行, オブジェクト指向分析モデリングの明示形式化・詳細化・手順化, シミュレーション学会誌, **21-4**, 295/309, Dec., (2003).
- 11) 日本計算工学会誌「計算工学」, **1-12**, 1/31 (2007).
- 12) 佐川暢俊, 金野千里, 梅谷征雄, 数値シミュレーション言語 DEQSOL, 情報処理学会論文誌, Vol.30, No.1, pp.36-45, (1989).
- 13) クジラ飛行機, 日本語プログラム言語なでしこ公式バイブル, ソシム (株), (2008 年 6 月).
- 14) <http://www.uml.org/>
- 15) <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ptc/2004-10-02>
- 16) <http://jfn.st.hc.keio.ac.jp/ja/index.html>