

## UML との比較評価に基づくオブジェクト指向分析設計 記述言語 OONJ の記述技法の特徴

池田 陽 祐<sup>†1</sup> 三塚 恵 嗣<sup>†2</sup>  
上田 賀 一<sup>†3</sup> 畠山 正 行<sup>†3</sup>

記述言語 OONJ は大学院生向けの科学技術計算分野での教育目的の利用のために開発されてきた。OONJ 自体が記述言語として開発の狙いを実現しているかどうかについて、客観的な評価が必要となった。そこで本論文では代表的なモデリング言語である UML との比較と評価を行った。比較には OONJ 記述と UML のクラス図、アクティビティ図、シーケンス図を用いた。比較の結果、以下の OONJ の記述技法の特徴が判明した。すなわち静的・動的の両側面について、OONJ の想定ユーザと想定対象世界に対しては、OONJ が対象世界に対する記述性は UML とほぼ同等であり、想定ユーザに対する記述性は UML よりも良好であることが結論された。

### The features of the descriptive technique of the object-oriented, analysis and design descriptive language OONJ based on the comparisons and estimation with UML

YOUSUKE IKEDA,<sup>†1</sup> KEISHI MITSUKA,<sup>†2</sup>  
YOSHIKAZU UEDA<sup>†3</sup> and MASAYUKI HATAKEYAMA<sup>†3</sup>

The descriptive language OONJ has been developed for the education purposes of the graduate students in the fields of the scientific or engineering computations. An objective estimation has been needed whether OONJ has properly been designed and developed as the descriptive language. To attain the aim, we have compared and estimated with the representative modeling language UML. The class diagram, the sequence diagram and the activity diagram has been used for comparisons. As the results of various comparisons, it has been concluded that OONJ has about equivalent descriptiveness to UML for describing the target worlds, and also has better descriptiveness than UML for the assumed users of OONJ.

#### 1. はじめに

実世界のある一部を対象世界の問題領域として分析・モデリングし、最終的には科学技術計算やシミュレーションを実現するに至る技術は、環境の負荷軽減の問題解決や大規模制御システムの安全性の検証等に应用されることで、現代においてはますますその重要性を増してきている。そのような技術は大規模な科学技術計算や工学シミュレーションを扱う技術<sup>1)</sup>に発展している。しかしその一方では、将来的にそのような技術の開発に携わる高度な技術と知識を持つ人材が不足しており、大学院教育が期待されている<sup>2),3)</sup>。

そこで大学院生を対象とした教育を目的とし、プロを育成するための講義と演習の教育の仕組みを開発してきた。具体的にはオブジェクト指向 (Object Oriented (以下 OO と略)) に基づいてモデリング<sup>4),5)</sup> と分析設計を行い、その記述用に OOSF (Object Oriented Structured Frame)<sup>6)</sup> を開発し、それを核とした OO 分析設計記述言語 OONJ (Object Oriented Natural Japanese)<sup>7),8)</sup> を開発して来た。

その狙いがプロ養成である故に対象世界を十分に記述する能力<sup>\*1</sup>と書きやすさが必要であり、教育目的である故にプログラミングが得意ではない想定ユーザでも十分に使いこなせる使い勝手が良い言語でなければならない。本記述言語の場合は以下のような二種類の記述性が必要であると考える。

1. 対象世界の特性 (構造等) を記述できるだけの相応した性質を有する度合い。  
対象世界の特性要素と記述言語の特性要素との関係で定まり、この関係が単純であるほど、記述の複雑さが小さく表現しやすい。対象世界が書きやすく、その記述が理解しやすいという性質である (記述性 I と呼ぶ。)
2. 想定ユーザがもつ対象世界の捉え方の特性に適合する性質を有する度合い。  
対象世界の記述者がもつ概念要素と記述言語の特性要素との関係で定まり、この関係が単純であるほど想定ユーザは書きやすく (表現しやすく)、理解し

<sup>†1</sup> 茨城大学大学院理工学研究科博士後期課程 情報・システム科学専攻  
Graduate School of Information and System Sciences, Ibaraki University

<sup>†2</sup> 株式会社 日立情報システムズ  
Hitachi Information Systems, Ltd.

<sup>†3</sup> 茨城大学工学部情報工学科  
Department of Computer and Information Sciences, Ibaraki University

\*1 記述力とは、記述言語そのものが有する能力のことで、記述のための概念要素が豊富なほど記述力は高いといえる。書き易いとか的確な表現とかには関わらずとにかく「書けるか否か」の能力である。

やすい（記述性 II と呼ぶ）

しかしその一方で、記述言語として確かに OONJ 開発の狙いが実現されているかどうかの学術的な見地からの客観的な評価も不可欠である。そこで本論文では OONJ の記述性について世界標準の OMG で規格化された言語<sup>9)</sup>である UML<sup>10)</sup> との比較的な観点からの記述性の評価を目的とする。

## 2. 対象世界とその離散モデリングおよび想定ユーザ

### 2.1 一次元衝撃波流れの定式化とその離散モデル

まず対象世界の具体例として「一次元衝撃波流れ」<sup>11),12)</sup>を取り上げる。この流れは数学的には二階の非線形偏微分方程式の初期値境界値問題として定式化され、一次元空間を小さなセルに分割するセルモデルを用い、各セルを空間セルと呼び離散単位<sup>\*1</sup>として定義する。セルモデルの記述方法として図 1 のように離散単位とその構造化<sup>6),13),14)</sup>だけで捉えるという簡潔な原理を用いる。本論文の構造化は図 1 にあるように離散単位間に対して関わり、すなわち相互関係を付与する、との簡潔な定義を採用している（詳細は第 3 章で述べる）。この原理を全ての離散単位に適用して記述技法を構築する。

### 2.2 記述言語 OONJ の想定対象分野と想定ユーザ

UML と OONJ は表 1 に挙げるように多くの点について異なる場合が多い。本論文ではこれらも考慮しつつ、UML の「言語としての特徴」に着目し、「汎用モデリング言語 UML との比較において」OONJ を評価する。

【想定対象分野】：表 1 の想定項目 (1)～(4) より、理工学分野を対象世界とし、研究や技術開発のためのプロ養成の「教育」を目的とする。先端的研究開発分野ではなく「プロ養成教育」の分野である。

【想定ユーザ】：彼らは想定項目 (1)～(6) のように、大学院で研究開発のプロになるための基礎訓練を受けており、一定以上のレベル<sup>3)</sup>のプログラム作成技術を必要としている。その様な目的のために、最終的には 5000 行程度 (10000 行未満) のプログラム (OONJ 記述に換算すれば約 2000 行程度) を作成出来る技術の習得を OONJ で達成することを目標として

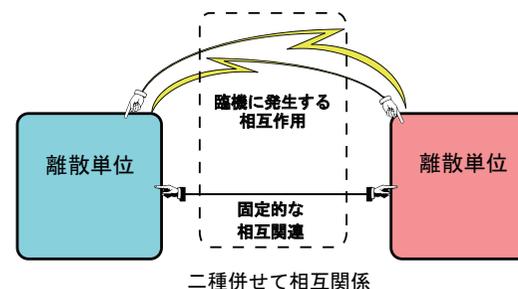


図 1 離散モデリングと構造化の基礎概念

Fig. 1 Fundamental concept of discrete modeling and its structurations

いる<sup>\*2</sup>。本論文では想定ユーザを表 1 の特質を持つ院生を指す特別な用語として用いる。

## 3. OONJ の記述技法<sup>\*2</sup>と UML の比較

### 3.1 OONJ の最大離散単位の記述技法

OONJ では対象世界を離散化し、その離散単位毎に記述する。2.1 節からモデリングされる最大の離散単位はセルである。その一次元衝撃波流れの空間セルの記述例を図 2 に示す。

図 2-(A) はセルを具体的に記述したものである。これを OONJ では最大離散単位と呼び、(A-1) のように四角形の枠線を用いて離散単位のイメージで記述する。最大離散単位の名称は (A-2) で示すように枠外の上部に記述する。

次に最大離散単位であるセルの内部構成にはセルモデルから振る舞いや特性を抽出し、空間セル内部に四角形の枠線を設けてその内部に記述する。これを中間離散単位と呼んでいる。図 2-(B) に差分方程式の計算を 1 つの振る舞いと捉えた記述例を示してある。

中間離散単位は (B-1) のように細長い四角形の枠線で囲み、枠線内の最上部に中間離散単位全体を総称する日本語文（総称文）である (B-2) を 1 つと、総称文に集約される図 2-(C) の日本語文が複数集約される。この個々の日本語文は最小離散単位として扱われる。用いる日本語文が最小離散単位であるためには、1 つのモノや概念、事物を一意に指すような単文、

\*2 想定ユーザの裾野や周辺には、研究室配属の 4 年生、研究員や助教クラスの人の一部も入る。

\*2 表 1 の (2) 項より想定ユーザは対象世界のモデルを既に構築しており、常時持っている。彼らが OONJ に求めるのは、モデリングよりもむしろ「記述のためのテクニック（技法）」である。

\*1 オブジェクト指向ではインスタンスやクラスに当たる単位で、離散的であることを強く意識した名前である。

表 1 OONJ と UML(ソフトウェア開発) を取り巻く典型的な想定状況や環境の比較  
 Table 1 Comparisons of typical assumptions or circumstances that surround OONJ and UML

想定項目	OONJ の想定	UML(ソフトウェア開発) の想定
(1) 主な想定ユーザ	大学院生 (プロ訓練中), 教育目的	ソフトウェア開発技術者 (プロ)
(2) 対象世界	物理現象等の自然世界, 工学上の問題領域	企業・事業の業務 (経理, 人事)
(3) 記述の「直接」目的	対象世界の分析 (離散構造化モデリング) 結果の記述・その後プログラミング段階へ移行	業務の対象世界自体を理解する 目的で描画・記述する.
(4) 記述の「最終」目的	科学技術計算, シミュレーション, 設計	業務支援処理, 大規模制御システム
(5) ニーズ発生源	研究・開発の必要上	顧客の発注
(6) マンパワー資源	個人単独	複数 (多数) の開発技術者
(7) 組織	全て個人で	組織的協力
(8) 開発者とユーザ	ユーザ自身が開発者 (記者と言う)	開発者と顧客 (ユーザ) は別人物
(9) 納期, 価格, 契約	無し	商品なので全て実行される.
(10) 図やドキュメント	レポートや学会発表用資料程度, 個人用	大量の文書を作成して共有
(11) 開発環境	テキストエディタ, グラフィックスツール	多様な統合開発環境
(12) 専門分野	工学, 理学, モノ製造技術	ソフトウェア開発技術
(13) 記述規模	2000 行程度 (プログラム換算 5000 行程度)	数万行以上数百万行に及ぶことも
(14) 学習・習得のコスト	大学院での講義と演習での 1 コマ程度	本格的な講習と実務経験が必須

特に数式・計算式・論理式等であることが推奨される。以上のように OONJ では, OOSF に三つの集約階層を持たせ, 相互に内包関係にあることを枠線で視覚的に表現する。

また, OONJ ではそれら大小全てを離散単位の記述上で一意的に識別する方法が必要である。そこで OONJ では最小離散単位までを識別できるように最大離散単位毎に, 中間離散単位毎に, そして最小離散単位毎に付した「一連番号の組」と「種類を示す記号 (facet number, fn と略記する<sup>6)</sup>。OONJ では特に “nfn” を用いる。)」をセットにした識別子を用いて区別する方式を取っている。一意的な識別の記述例を図 2 を利用して示す。最大離散単位と中間離散単位の左上の番号, 最小離散単位の左側の番号が各々の離散単位番号であり, その番号の組みを用いる。

### 3.2 相互関係を用いた構造の記述技法

OONJ の構造部分を定義する OOSF<sup>6)</sup> では, 離散単位間に相互関係を付与する形式を採用している。この「相互関係」は, 静的な関係である「相互関連」と動的な関係である「相

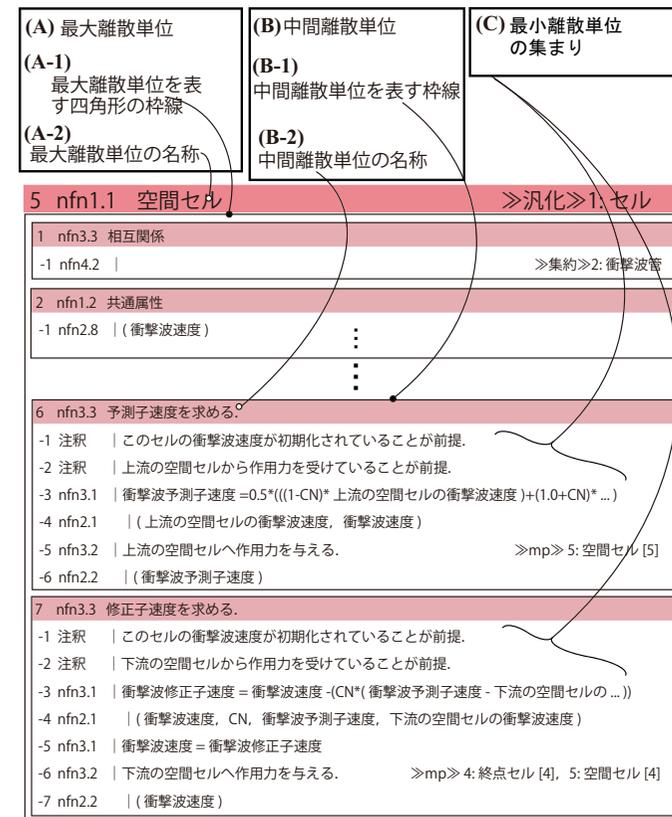


図 2 最大離散単位のセル (空間セル) の記述  
 Fig.2 Description example of the maximum scale discrete unit "Space Cell"

互作用」の二種類を併せた呼び名である<sup>6)</sup>。

【a】相互関連とは主として集約や汎化などに代表される固定的な関わりである。

【b】相互作用とは一般には相手に臨機的に影響を与えることであるが, OONJ では表 1 の (C) 項 (8) にあるように, 相互作用情報伝達 (message passing (略して mp)) を行う情報伝達モデルを指す。

相互作用と相互関連の記述構成は共に同じで, 相互関係の「向き」と「種類」, 「相手先の一意的な特定」の三項目を用いて記述する。相互作用 (mp) の例を図 3 に示す。相互関



図 3 相互関係の記述技法  
Fig.3 Description technique to describe the mutual relations

連も同様なので省略する。図 3-(B) の記述は、左から相互関係の向きを示す 2 つのギョメ「 」, 「 」を使い、「 」は発信を、「 」は同じく受信を、「 mp 」はメッセージの送受信を意味する。2 つのギョメに挟まれた「 mp 」は相互関係の種類で、名詞を用いて「 mp 」や「集約」などのように記述する。最後の部分は「相手先」を示している。

### 3.3 日本語文間および日本語文内の記述技法

日本語文で書かれた最小離散単位間の集約<sup>\*1</sup>は、集約される方の離散単位の前に全角 1 個分の字下げと縦棒線（“ | ”）の記号を適切に付与して記述する。これは図 2 にも表現されている。日本語文内部には将来的にローカル変数とすべき特性が含まれている場合があり、これらを明示して扱いたい場合などに用いる。それは対象となる日本語文の直下に抽出した特性を“ 付置する形で ”記述する。この付置する特性（以降、付置特性と呼ぶ。この用語は我々の造語である。）は集約に類する相互関連を用いて表現する。

### 3.4 対象世界共通オブジェクト群などの特別な離散単位

対象世界には実在しないが、必要となる特別な離散単位が数種類ある。それらを OONJ では対象世界共通オブジェクトと呼ぶ。例えば微分方程式を解く際の初期条件や境界条件であり、世界をイメージとして頭の中で動かす助けをするシナリオである。

\*1 最小離散単位も再分析して内部に集約するものを見出せるし、本節の様な意味での広く捉えた集約もあり得る。

## 4. 集約階層構造と汎化階層構造の記述技法とその比較

### 4.1 OONJ における集約階層構造<sup>6)</sup>

UML メタモデル<sup>15)</sup> の表現方法を使った OONJ の離散単位の構造定義を図 4 に示す。図 4 から OONJ は最大離散単位、中間離散単位、最小離散単位の三種類の離散単位を定義し、それらは離散単位概念と汎化関係にあることを示している。

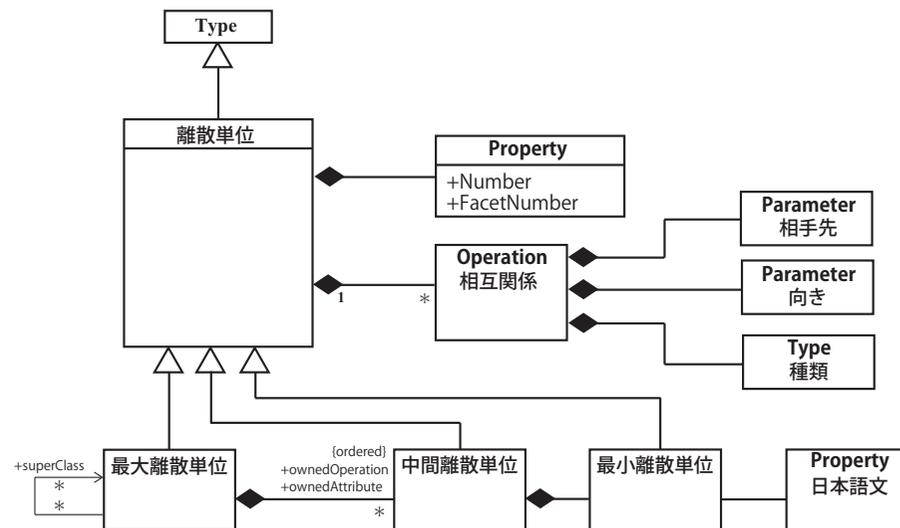


図 4 OONJ の離散単位の構造定義  
Fig.4 Structure definition of the discrete units for OONJ.

図 4 から UML と比較すると OONJ の集約階層構造は二つの特徴を持つ。第 1 は図 4 の下部に見えるように想定対象世界に合わせて最大・中間・最小離散単位という三階層の集約階層構造を持たせた設計であること。第 2 は拡張部分まで併せれば、UML と同じ集約階層<sup>\*2</sup>を構成できる点である。

\*2 ただし、UML の集約階層は、OONJ とは異なりクラスが最下層の基本単位となる点が大きく異なる。

## 4.2 UML のクラス図と OONJ 記述の比較

図 2 の OONJ 記述と、UML のクラス図<sup>16)</sup> の図 5 とを比較する。UML のクラス図は開発目標のシステムの内部構造 (静的な側面) を記述するためのダイアグラムである。一方で OONJ 記述は静的な側面だけでなく動的な側面も記述される。

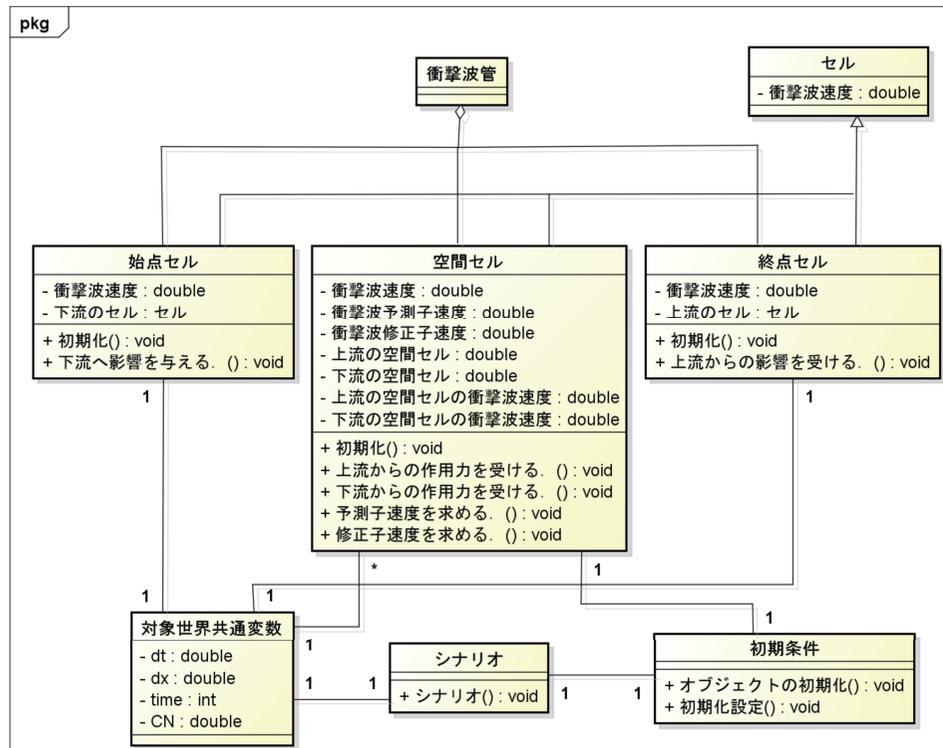


図 5 一次元衝撃波流れの対象世界のクラス図

Fig. 5 Class diagram for the target world of one-dimensional shock wave flow

この両図の比較から最大離散単位とはクラスが相当し、中間離散単位とは属性と操作が相当することが分かる。また、クラスが最大離散単位に相当することで、クラス間の関係は OONJ では最大離散単位間における相互関連の付与で表現することが可能である。クラス

図の記述性の評価と考察は 6.1 節で纏めて行う。

## 4.3 OONJ と UML における集約階層構造の比較

OONJ の想定対象分野で集約の概念は同じでもそれを表現するための用語や表現は必ずしも一意的にならない対象世界があり得ると考えられる。そのため相互関連の種類だけを与え、離散単位に付与する (即ち構造化の) 方法だけを提供するに留めている。集約をどう記述するかについては複数の記述例とその考え方を提供すれば、後は想定ユーザは適切に利用できる。

さらに OONJ の集約階層は UML と違って、離散単位全てに集約という相互関連の付与が可能である。したがって OONJ では UML のクラス構成に相当する集約階層と、それ以外の集約の表現を明確に区分けする。これにより OONJ の最大離散単位がクラス図のクラスに相当すること、想定ユーザ特有の集約の概念や用語を区別して用いることが可能になる。

## 4.4 OONJ における汎化階層の記述技法と UML の比較

OONJ では想定ユーザに近い分野で用いられる認知科学<sup>17)</sup> 等で使用される汎化の概念を用いており、UML の汎化階層と同じ概念であった。そのため UML と OONJ では同じ概念の汎化階層が構築される。さらに、汎化という相互関連のみを定義し、標準的な記述法や記述例は提供すれば想定ユーザは自力で記述を行うことができる。

## 5. UML と OONJ の動的な側面に関する記述の比較

### 5.1 UML の Behavior と OONJ の振る舞いの比較

動的な側面の構成要素の比較には、UML の Specification<sup>16)</sup> の Actions, Activity, Common Behaviors (p.225 ~ p.472) を対象とする。そして、そこで規定されている 31 個の基本概念と OONJ の構成要素とを比較する。

Behavior の基本概念である Action では基盤となる OpaqueAction, InvocationAction とその子要素は離散単位に相当し、MultiplicityElement, SendSignalAction に直接相当する構成要素は無かった。Pin は入出力を表すために用いられるため OONJ での相互関係表記に相当する。OONJ と Activity の構成要素間の対応関係は少数であった。これは Activity とは記述内容と目的が異なるためである。CommonBehavior とは動的な側面の特性が対応

することを示している。

以上から UML と OONJ 間の対応関係は一部存在しており、基本要素である Action, CommonBehavior に分類される基本概念とは存在している。これは、動的な側面の構成要素間では同等の記述力を持つといえよう。

### 5.2 UML のアクティビティ図と OONJ 記述の比較

表現をできる限り OONJ 記述に近づけたアクティビティ図を図 6 に示す。アクティビティ図では振る舞いの一連の流れ (mp の連鎖) を中心とした表現を行うが、OONJ 記述では離散単位を中心としているため (単発の) mp で表現している。

結論として両者は表現形式の一部は異なるが、動的な側面における対応関係のみならず記述内容についても同等に近い記述力と記述内容を持つといえよう。ただし振る舞いの全体的な流れは OONJ 記述よりもアクティビティ図の方が理解しやすさに優れているといえよう。

### 5.3 UML のシーケンス図と OONJ 記述の比較

シーケンス図は OONJ 記述<sup>\*1</sup>の mp に着目した追跡作業に相当する。OONJ 記述ではシーケンス図のように時間を軸とした表現ができない。

シーケンス図におけるメッセージ交換の表現には相手先と向きが表現されていることが分かり、OONJ の相互関係と同じ構成となっている。そして、前節のアクティビティ図と同様に振る舞いの一連の流れを中心とした表現であり、同様の結論が導き出せるであろう。

このように OONJ 記述とシーケンス図は利用目的、表現方法が異なっているが、mp の表現はちょうどシーケンス図に見合った表現だといえる。また、振る舞いの一連の流れに起因する世界全体の動的な側面の理解には OONJ 記述よりも優れているといえよう。

## 6. 比較結果からの記述性の考察、記述実験による裏付けと考察

### 6.1 OONJ 記述と比較した UML の三つのダイアグラムの記述性の考察

まずクラス図は対象世界の静的側面を表しており、OONJ と UML 共に同等であり、記述性 I は両言語ほぼ同じ程度と評価して良い。

次にアクティビティ図であるが、OONJ 記述に近づけたことは UML の記述力の柔軟性

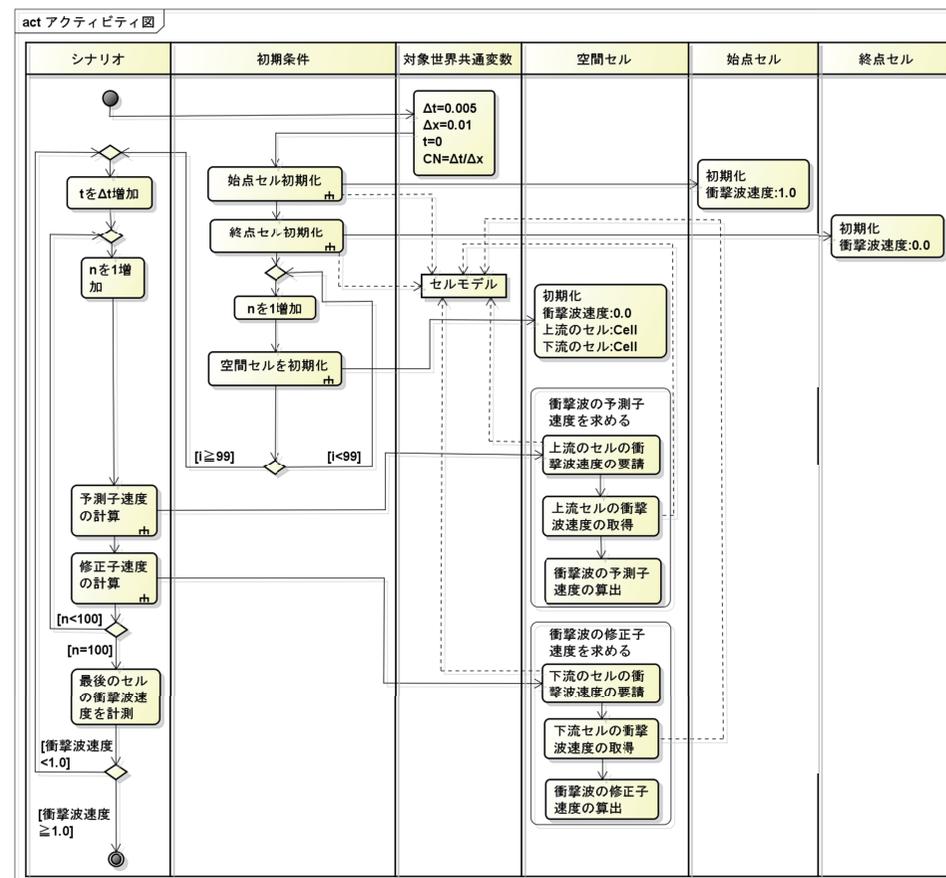


図 6 一次元衝撃波流れの対象世界のアクティビティ図

Fig. 6 Activity diagram for the target world of one-dimensional shock wave flow

に起因し、記述性 I に関しては同等な記述性があることが十分に推定できる。次節で述べるがアクティビティ図については完成図を見せられて説明されれば理解可能であるが、自力で書き上げるのは困難ではないか、と考える。

最後にシーケンス図であるが対象世界の全てのオブジェクトが現れ、その間の相互作用 (mp 相当) が現れるので、記述性 I についてはほぼ同様の評価になろう。ただしアクティビ

\*1 推奨される類型階層と抽象階層の最大離散単位からなる OONJ 記述の場合のみ。

ティ図と同様にそれに必要な知識を教えられたり、完成図を見せられて説明されれば理解可能であり、記述も可能になるが、自力で書き上げるのは困難ではないか、と考える。記述性 II はあまり良くないと言えよう。

## 6.2 OONJ と UML ダイアグラムの記述実験を通じた比較

記述力や記述性について比較するために想定ユーザ 4 人を対象として記述実験を行った。OONJ 記述とクラス図については全員が問題なく作成した。アクティビティ図についてはソフトウェア工学が専門の院生がシナリオと空間セルの一部を書けたのみで、他は殆ど書けなかった。そこで実験後に、著者達の描いた OONJ 記述とクラス図、アクティビティ図およびシーケンス図と比較しながら院生達と話し合った。その発言の中の主に記述性に関する事項を記述する。

まず、両言語の対比的な位置付けとしては「OONJ はプログラミング言語のようだが、UML はまさに知らない世界を始めて学習して分析あるいはモデリングしている感じがする。」とのコメントがあった。その他にも「知識があれば UML の方が理解しやすいが、詳細で特殊な用語、記法・記号等が多くあり知識が無いと正確には書けない」、「OONJ は知識が少なく済むので、対象世界を理解していれば書けるが、文字列なので UML よりは直感的ではない。」とのコメントがあった。

彼等の両言語に対する対比的な認識を纏めて簡潔に言うと、「簡単で書き易い OONJ」と「完成図は分かり易いが、書くのは多くの知識・理解・経験(スキル)等が必要」ということであった。そのため想定ユーザにとっては必要な参考資料や情報の獲得が難しかったり煩雑だったりすることは、UML の難しさと考えられる。

## 6.3 OONJ 単独の記述実験データからの考察

本節では想定ユーザに依る 500 行～1000 行程度の記述例を作成する実験を行ったので、そのデータを分析する。彼らは大学院の講義(半期, 2 単位)を受けた程度の知識を前提とし、自身の専門知識を前提に一般のエディタ(Word, Excel, 一太郎, TeX)等を使って記述した<sup>18)</sup>。

(1) OONJ の習得のしやすさ OONJ 自体の習得については、「講義で聞いて少し練習するくらいで十分使える様になった。記述法程度の簡単さです。」という回答が多かった。

(2) 対象世界との記述イメージの近さ 一方、情報工学専攻ではない院生のうちで熟知した対象世界を持つ院生は「書きたいことが OONJ の枠組み(彼はそういう言葉を使った)

表 2 OONJ の記述例データ

Table 2 Data of description examples using OONJ

対象世界	最大離散 単位の数	記述 行数	記述量 (KB)	分析時間 (時間)	記述時間 (時間)	経過期間 (日)	記述 速度
(1) 英日翻訳システムの分析	31	824	278	73 程度	94	25 程度	8.8
(2) 視覚のメカニズム	23	523	76	20 程度	40 程度	14 以上	13.1
(3) 感情ロボットの仕組み	14	809	266	65 程度	45 程度	28	13.5
(4) ヒトの免疫の仕組み	28	563	89	20 程度	40 程度	14 以上	14.1
(5) 化学プラントの制御	21	712	368	10 以下	50 程度	40 以上	14.2
(6) DNA 計算(加算)	43	1188	234	10 以下	80 程度	25 以上	14.9
(7) 真核生物の細胞	73	1051	229	20 程度	70	12 程度	15.0
(8) 二次元粘性流れ	13	473	194	45	18	10	16.7
(9) 基板検査装置	18	928	276	15	59	27	18.4
(10) 遠隔料理システム	15	2703	1321	12	59(記録)	18 以上	45.8
(11) 水の大気循環現象(*)	36	904	147	20	40	6	22.6
平均値(整数で表示)	29	971	316	28	54	20	18

(\*) 印の記述例は当研究室の大学院生によって書かれた。また記述速度は、行/hour である。

にきれいに当て嵌められるので、いくらでも書けた。」とコメントした。「勿論日本語文だから、簡単にいくらでも書ける、ということも事実ですが。」ともコメントした。

(3) 完成記述と自身のイメージとの近さ 「ヒト免疫システム」を書いた院生は「スロット」の内容を確認して、最後に全体を見渡すと、「自分の描いた構造イメージとちょうど重なる。」ともコメントした。他の院生が書いた記述の読み易さと記述内容の理解し易さも「そういうことだったのか。初めて分かったよ。」という形で複数例が指摘された。

結論としては少なくとも想定ユーザにとっては、OONJ 記述は完成記述が自身の対象世界のイメージに近く、自身の意図する適切な記述が可能で学習も記述作業も容易であったことは確かである。

## 6.4 想定ユーザにおける UML ダイアグラムの記述性

本論文では、基本的には OONJ と UML の言語仕様からもたらされる特徴を比較する方針を採っている。しかし記述実験からも分かる様に、両言語が持つ背景も比較する、という視点も最小限には必要である。そこで本節ではこれらの点について考察する。

両言語とも記述力には問題なく、記述性 I についてもほぼ問題なく良好であると言えよう。

問題は記述性 II であるが、表 2 の想定ユーザが OONJ と UML に関する同程度の知識や理解があったとしても、UML が科学技術計算の実績の少ない分野であること、複雑な計算式や大量のオブジェクトを扱う方法が初等的には見出し難いこと、UML を書いた後のプログラムまでの過程での作業量の多さ、等は UML に対して不利に働く。更に OONJ が想定ユーザ向けに記述性 I, II を当初から狙って開発されてきた結果を裏付けた 6.1 節, 6.3 節の結果とデータの考察、および 6.2 節の記述実験結果 (必ずしも客観的で良質なデータではないが) を勘案すると、OONJ の記述性 II の優位は動かないと考えられる。

## 7. 結論と今後の課題

本論文では、UML と OONJ の静的・動的な両側面 (クラス図とアクティビティ図、シーケンス図) からの比較を行った。比較の結果、OONJ の想定ユーザと想定対象世界について UML よりも良好な記述性を持つことを結論できた。これは記述性 I, II の狙いがほぼ実現できていることの裏付けでもある。以上から、OONJ は「個人向けの簡潔な記述言語」であり、OONJ の想定ユーザから見れば必要な記述力を持った表現のしやすい記述言語であると結論できた。

## 参 考 文 献

- 1) 日本計算工学会編,「工学シミュレーションの標準手順」, JSCCESS-HQC002:2011 A Model Procedure for Engineering Simulation, 日本計算工学会, 2011 年 5 月 31 日。
- 2) 早川義一, 名古屋大学工学研究科の大学院教育 - 現状と課題 -, 入手先 <http://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/publications/journal/no8/05.pdf>, (accessed 2012-04-18)。
- 3) 片桐孝洋, 東京大学のスーパーコンピュータを用いた並列プログラミング教育 (4)-工学部・工学系研究科共通科目, 入手先 [http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/press/news/VOL12/No3/201005\\_kyoiku-katagiri-3.pdf](http://www.cc.u-tokyo.ac.jp/support/press/news/VOL12/No3/201005_kyoiku-katagiri-3.pdf), (accessed 2012-04-18)。
- 4) 畠山正行, 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)。
- 5) 有沢誠, 斉藤鉄也, モデルシミュレーション技法, 共立出版, 1997 年 7 月。
- 6) 畠山正行, 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)。
- 7) 畠山正行, 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)。

- 8) 松本賢人, 畠山正行, 安藤宣晶, オブジェクト指向分析記述言語 OONJ の設計原理構築と記述環境開発, 第 150 回 SE 研究会報告, 2005-SE-150, pp.57-64, (Nov. 29, 2005)。
- 9) Object Management Group, UNIFIED MODELING LANGUAGE, Object Management Group(online), 入手先 <http://www.uml.org/>, (accessed 2012-04-18)。
- 10) Object Management Group, Introduction To OMG's Unified Modeling Language, Object Management Group(online), 入手先 [http://www.omg.org/gettingstarted/what\\_is\\_uml.htm](http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm), (accessed 2012-04-18)。
- 11) 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。
- 12) 峯村吉泰, 流体・熱流動の数値シミュレーション, 森北出版 (株), 2001 年 10 月。
- 13) 青木淳, オブジェクト指向システム分析設計入門 第 2 章: 広義のオブジェクト指向, (株) ソフトリサーチセンター, (1993)。
- 14) パートランド・メイヤー 著, 酒匂寛 訳, オブジェクト指向入門 原則・コンセプト 第 2 版, 株式会社 翔泳社, (2007.01.09)。
- 15) Object Management Group, Catalog Of OMG Modeling And Metadata Specifications Infrastructure Ver2.4.1, Object Management Group(online), 入手先 [http://www.omg.org/technology/documents/modeling\\_spec\\_catalog.htm#UML](http://www.omg.org/technology/documents/modeling_spec_catalog.htm#UML), (accessed 2012-04-18)。
- 16) Object Management Group, Catalog Of OMG Modeling And Metadata Specifications Superstructure Ver2.4.1, Object Management Group(online), 入手先 [http://www.omg.org/technology/documents/modeling\\_spec\\_catalog.htm#UML](http://www.omg.org/technology/documents/modeling_spec_catalog.htm#UML), (accessed 2012-04-18)。
- 17) 日本認知科学会, 認知科学辞典, 共立出版, (2002)。
- 18) 畠山研究室, OONJ の参考記述例, 畠山研究室 (online), 入手先 <http://gaea.cis.ibaraki.ac.jp/?OONJ>, (accessed 2012-04-09)。