

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

松本 賢人^{††} 島山 正行[†] 安藤 宣晶[†]

要約：一貫記述言語系 OOJ の一環として対象世界の分析記述言語 OONJ が既に提案されている。しかし、従来の OONJ においては記述言語としての設計原理が必ずしも明確ではなかった。そこで本論文では記述言語 OONJ のを構成する要素として対象世界要素、汎化要素、集約要素の三つの要素構成種類を独立の要素種類とし、これらの要素の組合せの中で対象世界において有効なものを以前に提案した OOSF の枠組みの中で記述規則として設計することにより、記述言語 OONJ が構築できることを提案し検証する。しかし非常に多数の記述規則が生成されるので、ユーザが OONJ を利用する際の記述を支援する記述環境(エディタ)を設計/構築した。両設計および実装の結果は記述例を用いて検証された。その結果、OONJ の記述力が大幅に向上したことを確認できた。

A Design Principle of Object-oriented Description Language OONJ and Development of Its Description Environment

YOSHITO MATSUMOTO,^{††} MASAYUKI HATAKEYAMA[†]
and NORIAKI ANDO[†]

Abstract: We have already proposed the analysis description language OONJ at the analysis stage in the integrated description language OOJ. The design principle to constitute the OONJ is, however, not always specifically defined. Then, in the present paper, we have proposed three kinds of constitution elements of the OONJ, that is the elements of the target world, the generalization elements, and the aggregation elements. One of these three kinds of elements are picked up and combined, and the available combinations in the target world are selected. Then, the available combinations are constituted as the actual description rules of the description language OONJ in the framework of the OOSF. Since this rule generation method creates many description rules, many troublesome difficulty to the users when making use of the OONJ will arise. Therefore, we have constituted an OO description environment. The main tool is the structured description editor. As the results of both design and development, the description ability has been reinforced, and the description editor for the OONJ are sufficiently useful. To verify the validity of the OONJ and its description editor, we have analyzed and described a target world as the description example. The results has shown the validity of the description editor.

1. はじめに

現在、私たちの研究グループではオブジェクト指向(Object Oriented, 以降 OO) に基づいた対象世界の分析記述に用いるオブジェクト指向自然日本語記述言語 OONJ(Object-Oriented Natural Japanese) の開発を行ってきた。非情報系の科学技術分野を専門としている人々(ドメインユーザ, 以降 DU) を対象ユーザとし、対象世界における現象に着目して抽出した要素を離散化/構造化(以降, ”/” は「そして」の意味で用

いる。)した形式で容易に OO に基づいた詳細な記述をさせることを狙いとしている。

またそれと共に、DU を対象として OO に基づいた分析/設計/実装を自然日本語(以降, NJ) を用いて行わせる記述言語系 OOJ¹⁾ とその記述環境の開発を行っている。これは、実際に再利用性の高いプログラムを作るより、プログラムによる処理結果のほうを重要視する DU に、プログラム作成やそのための言語の学習といった負担を極力減らして OO プログラムを取得させることを目的としている。

それにはまず、分析段階の言語である OONJ を用いて、対象世界から抽出した必要な情報を記述する。次に、設計段階の言語である ODDJ²⁾ を用いて、当該 OONJ 記述を元に計算機世界で一般的に必要とされている情報の追加と構造の構築を行う。最後に、実

[†] 茨城大学工学部情報工学科
Department of Computer & Information Sciences, Faculty of Engineering, Ibaraki University
^{††} 茨城大学大学院理工学研究科情報工学専攻 Graduate School of Science & Engineering, Ibaraki University

装段階の言語である OEDJ³⁾ 若しくは OBF⁴⁾ を用いて、当該 ODDJ 記述を元に両言語が対象としているプログラム言語特有の情報の追加と変換を行い、最終的にプログラム言語記述となる。役割がそれぞれ異なる OONJ を始めとする OOJ の各言語は、前後の段階の言語仕様を考慮しながら切り分けを行って設計していく必要がある。

本論文では、現在までに開発されてきた OONJ の言語仕様と、それに対応した記述環境を作成したことについて述べる。第 2 章で、OONJ の概要とその構成を示す。第 3 章で、OONJ 記述の作成方法と実際に作成した記述例について説明する。そして第 4 章で、OONJ 記述環境の設計方針や実行例を示し、第 5 章と第 6 章にそれらから得られた OONJ と記述環境についての評価と今後の課題を挙げる。

2. 分析記述言語 OONJ

2.1 OONJ とは

DU は自身の研究分野における真性実世界の現象を分析して、計算機を用いてシミュレーションするといった活動を行っている。しかし、DU はプログラム開発自体の専門家ではなく、プログラムの処理結果に関心があり、OO に精通していない人々である。そのため、OO の代表分野である OO ソフトウェア工学が対象としている擬似的な世界の分析方法を用いるために、OO やソフトウェア開発技術を習得する傾向はない。

そのため、実際に存在している世界を対象とした分析方法として OONJ が開発された。この OONJ を用いて、DU は対象世界の OO に基づいた分析記述を完成させる。

OONJ は対象世界の詳細な分析記述と、DU の記述と理解の容易さの実現を目標に作成されてきた。OONJ の特徴は、自然日本語 (Natural Japanese, 以降 NJ) をベースに作られていることである。論文⁶⁾ に開発された OONJ の要素表や記述規則が記載されている。OONJ は以下の原理に基づいて構築されている。

- 要素の識別性が高い離散的な表現
- 要素間の相互関係、すなわち構造の記述
- OO 要素とその内部構造の明示的な形式

分析記述を作成するには、まず要素表を参考にして対象世界から要素を抽出する。次に、抽出した要素を構成する振舞いや属性をスロットと呼ばれる短冊形の枠線の中に複数の NJ 単位文と相互関係を記述して、それらを束ねたスロットをフレームと呼ぶ。フレームは対象世界から抽出したオブジェクト自体を表現して

いる。また、複合文様式や多様表現も併用することができる。その構造を元に、対象世界のオブジェクトや初期/境界条件、シナリオなどを記述していく。

これによって OONJ は、上記の原理を満たして対象世界を詳細に分析記述することができる言語となっている。

2.2 OONJ の構成

OONJ はその記述力の増強と記述領域の拡大を目的として、

- 対象世界の要素種類
- 汎化階層の構成/要素種類
- 集約階層の構成/要素種類

といった 3 種類の枠組みから言語仕様を構成している。OONJ の要素種類や階層構成などの全体像を表 1 に示す。OONJ の各記述要素は上記の 3 つの独立した要素構成からなっており、これらに属する個々の離散要素の組み合わせから有効なものを見出す。これらを組み合わせで具体化することで OOSF 構造の汎用記述規則を生成する。さらにそれらを具体化することで、より詳細な個別の適用記述規則を生成することができる。このように有効な組み合わせを満たす記述方法と記法を記述規則として生成することで、有用な OONJ を構成することができる。

2.2.1 対象世界の要素種類

対象世界の要素種類は、以前 OOSF の論文⁵⁾ で紹介されている。OONJ では、対象世界から抽出できる要素の種類を拡張して、より詳細な分析が可能になっている。OONJ の対象世界要素表を表 2 に示す。

2.2.2 汎化階層構成

DU は必要な要素を抽出する際には、意識して抽象的なモデリングを行うが、そのモデリングの内容がそのまま一意特定識別可能なものとして用いることが多い。そこで OOSF がある特定の抽象レベル階層に属するという観点から、個別具体的な具象要素階層から高い抽象度の要素階層までの汎化階層が使えるように、OONJ では汎化階層の構成が設計されている。

汎化階層を構成する 3 種類の要素を表 3 に示す。型要素とは、対象世界に実在する要素から値を抜いて抽象化されたものを指し、対象世界のモデリングをする際には多くの場合これに当てはまる。ここでいう値とは、数値や論理値、具体的な振舞い名などを指す。この型要素に値を与えると実値要素になり、逆に抽象化すると抽象要素となる。

表 1 OONJ の要素種類/階層構成/構造/記述規則の全体表

要素種類 (表 2), 要素構成 (表 3, 表 4)	広義の OOSF 構造の汎用記述規則	個別の適用規則
表 2 要素種類		
汎化階層構成 ・要素種類 (実値, 型, 抽象, 実世界)(表 3) ・構成	表 4 とブリッジする形に定義されている表 3 のキー要素名を解消させて汎化階層構成要素を記述規則にする。	
集約階層構成 ・種類 (表 4), 構成 ・対象世界の要素の集約階層構成 ・NJ 単位文内の集約階層構成 ・グループ階層構成 ・対象世界状況記述等の階層構成	OOSF 汎用記述規則 ・狭義 OOSF 汎用記述規則 ・NJ 単位文の記述規則 ・NJ 単位文の変換/記述構造化規則 ・グループ階層記述規則 ・全体状況記述等の記述規則	・属性と振舞いの詳細記述規則 ・NJ 単位文の階層構造記述規則詳細 ・全体状況記述規則詳細
DU の個別要求に基づく記述規則		狭義の OOSF 汎用記述規則の一部

表 2 要素種類表 (抜粋)

gfn04 個別の離散モデリング単位 (DMU)
fn1 DMU (オブジェクト) 名 fn1.0 要素種類間交差 DMU fn1.1 モノ DMU 名 / fn1.2 属性 DMU 名 fn1.3 振舞い DMU 名 / fn1.4 相互関係 DMU 名 fn1.5 記号/単位等定義 / fn1.6 無次元化定義 fn1.7 世界全体状況記述 / fn1.8 対象世界全定義
fn2 属性 fn2.0 要素種類間交差属性 fn2.1 振舞い参照属性 / fn2.2 mp 付置属性 fn2.3 汎化/特化属性 / fn2.4 集約/被集約属性 fn2.5 一般相互関連属性 / fn2.6 制約属性 fn2.7 可観測/認識属性 / fn2.8 共有属性 fn2.9 複合 (抽象) 構造化属性
fn3 振舞い fn3.0 要素種類間交差振舞い fn3.1 内部振舞い / fn3.2 相互作用伝達 (mp) fn3.3 相互作用 / fn3.4 変身振舞い fn3.5 複合 (抽象) 構造化振舞い
fn4 相互関係 fn4.0 要素種類間交差相互関係 fn4.1 相互作用伝達 (mp) / fn4.2 類型化/実値化 fn4.3 汎化/特化 / fn4.4 集約/被集約 fn4.5 グループ化 / fn4.6 再起展開/縮約 fn4.7 詳細化/簡易化 / fn4.8 (再) 離散化/修復再構成 fn4.9 時間的/空間的相互関係 / fn4.10 共有 fn4.11 変身前後関係 / fn4.12 記述上必要な相互関係 fn4.13 記述上必要な対応関係
gfn01 世界全体状況記述 fn5 属性等の要素の記号/単位/数式/定数定義 fn5.1 属性記号/単位定義 / fn5.2 数式/定数定義 fn5.3 世界全体共有属性/振舞い定義 fn6 無次元化離散代表量/無次元数定義 fn6.1 基本無次元化離散代表量/無次元数 fn6.2 その他の無次元化離散代表量/無次元数 fn6.3 導出無次元化離散代表量/無次元数 fn6.4 無次元代表量/無次元数間相互関連 fn7 対象世界全体状況記述 fn7.1 初期状況記述 / fn7.2 境界条件記述 fn7.3 詳細状況記述 fn8 対象世界全定義 fn8.1 対象世界全定義スクリプション fn8.2 対象世界全体活性化スクリプト fn8.3 対象世界全体振舞いシナリオ

表 3 汎化階層要素種類表

(1) < sfn01 実値階層構成要素 > :=: < sfn00 対象原世界/実世界階層構成要素 > < sfn02 型階層構成要素 >
(2) < sfn02 型階層構成要素 > :=: < sfn01 実値階層構成要素 > +2 < sfn03 抽象階層構成要素 >
(3) < sfn03 抽象階層構成要素 > :=: < sfn02 型階層構成要素 > +2 < sfn03 抽象階層構成要素 > +2 < sfn03 抽象階層構成要素 > +

2.2.3 集約階層構成

対象世界を集約記述階層で捉え、表 4 で示すように狭義の OOSF 記述階層と NJ 単位文記述階層に着目して、OONJ の集約階層構成がなされている。

前者の階層の要素は、対象世界全体やそれを構成するフレーム、スロット、サブスロットなどが属しており、OOSF によって構造化するために用いられる。後者の階層の要素は、NJ 単位文とそれを構成する句や単語などが属しており、構造を表現するために用いられている。

3. OONJ 記述

本章では、OONJ 記述例の図 2 と図 3 を参照して OONJ 特有の分析記述の作成方法と、当該方法を実際に用いて作成した記述例について論ずる。記述例事態の詳細な説明は 3.2 節で述べる。

3.1 OONJ を用いた記述方法

OONJ はフレーム、スロット、サブスロットといった OOSF⁵⁾ の構造を主軸にしている。フレームとスロットは前述したように利用する。スロット内に格納されている NJ 単位文を詳細化するために、頭部に空白と階層表記線” | ”を記述してから NJ 単位文を続け

表 4 集約階層要素種類表

	集約階層構成	グループ階層構成
狭義の OOSF 記述階層	gfn00 対象全世界 / gfn01 世界全体状況記述複フレーム集団	gfn02 複フレーム集団 / gfn03 複フレーム集団状況記述 DMU
	gfn04 DMU(フレーム) / gfn05 DMU 全体状況記述スロット	gfn06 複スロット集団 / gfn07 複スロット集団状況記述スロット
	gfn08 スロット / gfn09 総称 NJ 単位文	gfn10 複サブスロット集団/複合文/複 NJ 単位文集団 / gfn11 代表 NJ 単位文
NJ 単位文 格構造 記述階層	gfn12 サブスロット (単行)/NJ 単位文 / gfn13 主句	gfn14 複句集団 / gfn15 主句
	gfn16 句 / gfn17 主単語	gfn18 複単語集団 / gfn19 主単語
	gfn20 NJ 単語 (最小単位要素)	

るという構造のサブスロットを用いる。

OONJ では以下のような記述方法についての記述規則が定められており、DU は対象世界についての記述力を強化してより忠実な分析記述を作成することができる。

(1) 多様構造

この構造は、例として NJ ではなく計算式を用いたほうが DU にとって記述しやすく、読み手にも分かりやすい場合があるため必要と考えられる。対象とする NJ 文の直下のサブスロットに別形式の表現の内容を格納し、その際の階層表記線を“||”というように二重線にする。図 2 の“海”フレームの 3 番スロットの 2 行目のような記述で表現する。

(2) 複合文様式

OONJ では“反復”、“分岐”などの複合文様式が記述規則として定義している。NJ 単位文の頭部に複合文様式の種類を記述して、そのサブスロットが複数のサブスロットを集約する形式で表現している。

(3) 記号、定数、無次元化

これらは表 2 のファセット番号では“fn5”と“fn6”に対応している。記号はフレームの各共有属性に付加し、定義用のフレームで属性名、記号、単位についての定義を記述する。無次元化代表量についても同様に記述する。図 3 の“無次元化離散代表量定義”フレーム、“記号/単位/定数等定義”フレームで実際に記述している。

(4) 初期/境界条件、離散時間/空間

これらは表 2 のファセット番号では“fn7”と“fn6”に対応している。初期状況は、各フレームの共有属性のうちで初期化する必要があるものを選択して定義する。この際に、必要であれば具体的な値を設定して具体的に対象世界を表現することもできる。その他についても同様に記述する。図 3 の“初期状況記述”フレームで実際に記述している。

(5) シナリオ

これは表 2 のファセット番号では“fn8.3”に対応している。自律的に行われる振舞いは注釈として、その他のものは通常の振舞いとして振舞いがなされる順に記述していく。図 3 の“シナリオ”フレームで実際に記述している。

(6) 対象世界全定義

これは表 2 のファセット番号では“fn8.1”に対応している。まず、実際に記述した対象世界を構成する DMU 名を定義する。同様に、上記の初期/境界条件やシナリオなどの対象世界の状況記述名を定義する。そして、実際に対象世界で動作する DMU とそれらを活性化させるために必要な初期/境界条件、対象世界の離散時間/空間を設定する。最後に、対象世界が動き始めることを明示する。図 3 の“水の大気循環”世界定義スクリプトチャで実際に記述している。

3.2 OONJ 記述例

実際に、OONJ を用いて“水の大気循環”を対象世界として分析記述を作成した。その記述の一部を図 2、図 3 に示す。本記述は参考文献⁶⁾に掲載されている記述規則を元に作成している。

“水の大気循環”という対象世界では、地球上の大気や海、大地などの間を水蒸気や雨といった形で水が循環している。この対象世界から抽出したモデルは、地球上における熱量の流れを追跡した“熱収支”と水の流れを追跡した“水収支”から成り立っている。

図 2 の“海”フレームは、“水の大気循環”という世界から抽出した要素の一つである“海”を表現している。“海”が有する面積や温度などの属性は、fn2.8 の共有属性としてスロット内に列挙している。また、対象世界内で“海”が行う熱吸収や蒸発などの振舞いは、fn3 系の振舞いとしてスロット内に格納する。上記振舞いの詳細を示す振舞いや付置される属性/相互作用はサブスロットに格納されスロット内に列挙し、上記振舞い

がそれらを集約するという形式で表現している。

図2の“雲”フレームと“海上空雲”フレームは、抽象階層の要素とそれを特化した要素という関係にあることをそれぞれ明記している。そしてそれぞれの“水を受ける”という振舞いの内容は共通している部分は“引用”することで“海上空雲”フレームでは省略し、異なる部分を明示している。こうすることで共通な部分と特異な部分を明確にしている。

また、図3の各フレームは前節の(3)~(6)で述べた水の気循環における状況記述を明示している。“初期状況記述”フレームでは、例として“海”が保有する属性で水の気循環が始まる際に初期化する必要がある表面温度や保有熱量を指定している。それと同様に、“無次元化離散代表量定義”や“記号/単位/定数等定義”のフレームは、それらに対応した内容の定義を行っている。“シナリオ”フレームは、上記した“水の気循環”の熱収支と水収支の流れを各DMUフレームを引用して記述している。そして“水の気循環”世界定義スクリプチャ”フレームで、図2で示される構成DMUの定義などを記述している。

このようにして、対象世界から抽出した要素がオブジェクト指向に基づいて詳細に記述されていると共に、各状況記述により上記抽出要素の対象世界における動きを具体的に表現している。

4. OONJ 記述環境

4.1 記述環境の設計方針

本論文で示す OONJ 記述環境は、以下の各小節に示す設計方針に基づいて作成してきた。

4.1.1 OOJ の各言語共通のデータフォーマット

分析記述からプログラム言語にまで変換するにあたって、OOJ における各言語に対応した記述環境間で記述データのやり取りを行う必要がある。OONJ の記述データを設計段階の ODDJ 記述環境に渡す。また、OONJ 記述環境は OONJ より簡潔な分析記述を作成するための simpleOONJ⁷⁾ に対応した記述環境から記述データを受け取り、より詳細な分析記述に改訂させる。そのため、それぞれに共通のデータフォーマットであることが望ましい。

そして、OONJ 記述は図2、図3のように特殊な構造を有している。この構造を表現でき、記述環境で読み書きが容易にできるデータフォーマットであることが望ましい。上記の要求を満たすために、OOJ の共通データフォーマットとして XML を採用する。

4.1.2 OONJ 記述規則のサブセットの利用

3.2 節で示した記述例は、OOJ の一貫記述例として各段階の言語仕様設計に参考された。しかし、当該記述は OONJ 記述規則のすべてを適用していないため、適用していない記述規則は設計/実装段階の各言語仕様にも適用されていないのが現状である。

そこで、まずは一度 OOJ の各段階の記述環境を通して当該記述のプログラム記述を取得できるようにするために、当該記述に適用されている OONJ 記述規則のサブセットをベースに OONJ 記述環境を作成する。そして完成させた後に、残りの OONJ 記述規則も順次適用していくことを考慮していく。

4.1.3 分かりやすいインターフェース

これまでに作成されてきた OONJ の記述規則は 100 以上存在しているため、OONJ の学習自体が困難となり本来の OONJ の目的から外れてしまう。また、OONJ の記述規則は多くの構造についての定義を行っているが、幾つかの構造や実際に記述する NJ の内容については DU の任意性に依存する部分が多い。

その任意性に依存している部分を記述環境で極力吸収できるようにする。DU が最低限 OOSF の構造の知識を有した状態で、マニュアルを読むことなく、感覚でどのように操作して OONJ 記述を作成することができるかが分かるようなやさしいインターフェース、操作の簡易性を持たせることを目標とする。

4.2 記述環境の概要

4.2.1 XML の適用

4.1.1 節と 4.1.2 節で示した方針に基づいて、情報を保持する XML の記述方法を定義した DTD を作成した。OONJ の DTD の一部を表5に示す。そして当該 DTD は、3.2 節で示した記述例が有する要素や構造が保持できる様に定義されている。例として DMU フレームは、フレーム名/相互関係/共有属性/スロットという要素とファセット番号/ID という属性を保持するように定義している。

4.2.2 OONJ エディタ

作成した OONJ エディタの実行画面を図1に示す。画面背部の左側には、ツリー構造で対象世界の要素の一覧を表示する。画面背部の右側には、表形式でツリー構造で選択されている要素が集約している内容を OONJ 記述規則に基づいて表示する。

OONJ エディタは前節で示した DTD に基づいた

XML形式のファイルを扱うために、以下に示した機能を有している。

- (1) フレームの追加/削除/編集
- (2) スロットの追加/削除/編集
- (3) サブスロットの追加/削除/編集
- (4) OONJ記述(XML形式)の読み込み/保存

XML形式で保存されているOONJ記述を読み込むことで、作成したOONJ記述の構造とその内容を表示する。DUは表示されている要素を選択することで、選択されている要素が示す内容に応じたポップアップメニューを表示する。そのメニュー項目は主に上記機能の(1)~(3)に対応したものとなっている。追加または編集の場合には、選択された要素の内容を記述させるためのダイアログが出現して入力を促進する。図1の画面前部に当該ダイアログが表示している。このようにして必要な情報を入力していくこと作成されたOONJ記述を、表5のDTDに従ったXML形式のファイルに保存する。

また、サブスロットの追加には、以下に示す種類から選択することができる。

- 通常サブスロット
- 付置属性サブスロット
- 多様サブスロット
- 注釈サブスロット
- 反復サブスロット
- 分岐サブスロット
- 真/偽サブスロット
- 選択サブスロット
- 場合/その他サブスロット

そしてこれらを選択した部分の直下に追加するか、集約階層に追加するかを選択して任意の階層にサブスロットを追加していく。このようにして、4.1.3節で示した方針に基づいて、OONJの構造についての記述規則を極力吸収して、必要なだけを要求している。

4.2.3 未実装の機能

現在は上記の機能のみが実装されている段階であり、不足な点として、属性/相互関係/多様表現の追加/編集がある。これらは属性やNJ文、相互関係相手が複数存在している場合が多いため、一度に複数の内容を編集できる機能が必要である。またDUの負担を減少のために、ファセット番号や状況記述などがある程度自動的に指定/作成ができるようにする。

表5 OONJのDTDスキーマ(一部)

```

<!-- DMU フレーム -->
<!ELEMENT frame (nj,rels?,slot-attr?,slot+)>
<!ATTLIST frame fn CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST frame id CDATA #REQUIRED>

<!-- スロット -->
<!ELEMENT slot (nj,comment?,rels*,(slot-line |
sub-attr | slot-var | slot-while | slot-if |
slot-switch | slot-comm)*)>
<!ATTLIST slot fn CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST slot id CDATA #REQUIRED>

<!-- サブスロット -->
<!ELEMENT slot-line (nj,comment?,(inrel | rels)*,
(slot-line | sub-attr | slot-var | slot-while |
slot-if | slot-switch | slot-comm)*)>
<!ATTLIST slot-line fn CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST slot-line id CDATA #REQUIRED>
<!ATTLIST slot-line depth CDATA #REQUIRED>

```

5. 評価

5.1 OONJ記述規則

今回作成したOONJの分析段階のOONJ記述を元に、各段階の言語仕様とそれに対応した記述環境を作成するための前作業として、各段階の記述を手作業で作成し、出力結果が得られるプログラムを作成した。図2に示された対象世界に存在する要素の記述や、図3に示された初期状況記述や無次元化離散代表量記述などの対象世界の状況記述を含むOONJ記述が有する構造/情報が、実際にプログラム記述にして駆動させるために役立つことが確認された。

また、汎化/集約階層構成を導入したことで、対象世界の図2の”雲”と”海上空雲”の相互関係のような抽象/実値記述や全体状況記述などが実現され、実世界のより詳細な記述を実現することができ、対象世界の構造を理解しやすくなったと推定される。また、NJ単位文の構造化が行われることで、DUは抵抗感や違和感をほとんど感じることなく読解することができる。

5.2 OONJ記述環境

これまでOONJ記述は、主にスタイルファイルを利用して \LaTeX で作成してきた。この方法だと詳細な記述を行う際には、記述量が大幅に増加して作業が煩雑なものとなる。また、Wordなどのテキストエディタを用いると、要素や構造の記述がすべて手作業となりDUの任意性に依存する入力が大部分を占める。これらの方法では、DUへの記述の負担が増加すると共に正確なOONJ記述の作成が困難になる。

今回作成したOONJ記述環境は、OONJの構造で



図 1 OONJ 記述環境の実行画面

表示された記述内容を見ながら編集を行っていく形式になっている。本記述環境を用いると、ファセット番号や NJ 文など必要最小限の記述内容だけを入力すればよく、編集内容をすぐに確認することができるので、DU の記述の負担を軽減させることができる。

また、要素に対応したファセット番号や NJ 文、サブスロットの種類や記述階層の決定など DU の任意性に依存していた部分を記述環境では、ほぼ固定的な記述対象に対応したファセット番号や NJ 文、複合文が集約しているサブスロットなどの内容を内部で決定して記述を編集する。また、サブスロットの記述階層は選択した部分の直下が集約階層に作成するというように固定している。これにより、DU の任意性に依存した曖昧な部分を記述環境で吸収することができた。

そして、XML をデータフォーマットとして OONJ 記述の読み込み/編集/保存ができた。そのため、OOJ の分析段階としての記述を ODDJ 記述環境に特殊な構造と要素を正確に保持して渡すことができる。

6. 今後の課題

今後の課題として、まず今回作成した OONJ 記述環境をより使いやすくするとともに、今回適用されなかった記述規則にも対応できるように仕様の拡張を行う。それと共に、新たに OONJ を用いた分析記述を作成して OOJ 全体の一貫記述例として用いることで

OONJ と記述環境の評価を行う。

参考文献

- 1) 畠山正行, オブジェクト指向一貫記述言語 OOJ の構成とその概念設計, 第 150 回 SE 研究会報告, 2005-OOSE-150, (2005) .
- 2) 川澄成章, 畠山正行, 野口和義, オブジェクト指向設計記述言語 ODDJ の設計とその記述環境の開発, 第 150 回 SE 研究会報告, 2005-OOSE-150, (2005) .
- 3) 加藤木和夫, 畠山正行, オブジェクト指向実装記述言語 OEDJ の記述環境およびトランスレータの開発, 第 150 回 SE 研究会報告, 2005-OOSE-150, (2005) .
- 4) 齋藤正樹, 畠山正行, オブジェクトベース Fortran の設計とそのトランスレータの開発, 第 150 回 SE 研究会報告, 2005-OOSE-150, (2005) .
- 5) 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).
- 6) 畠山正行, 松本賢人, オブジェクト指向自然日本語記述言語 OONJ の設計とその記述環境, 情報処理学会第 102 回 HPC 研究会報告, 2005-HPC-102, 13/22, (2005) .
- 7) 畠山正行, 池田武徳, 生井沢和也, 松本賢人, ドメインユーザにもやさしいオブジェクト指向自然日本語記述言語 simpleOONJ とその記述環境, 情報処理学会第 102 回 HPC 研究会報告, 2005-HPC-102, 23/26, (2005) .

2 fn1.1 海	
1 fn2.8	面積 S, 比熱 C, 表面温度 Ts, 表面質量 Ms, 放射熱量 Qr, 吸収熱量 Qa, 保有熱量 Q
2 fn3.3	熱吸収する
-1 fn3.2	熱放射を受ける mp 1:太陽 [2-7]
-2 fn2.2	吸収熱量
-3 fn3.1	熱吸収する
-4 vfn3.1	$Q_{j+1} = Q_j + Qa * S$
-5 fn3.1	温度が上昇する [3]
3 fn3.3	温度が上昇する
-1 fn3.1	表面温度を算出する
-2 vfn3.1	$T_{sj+1} = T_{sj} + Q/(Ms * C)$
-3 fn3.1	蒸発する [4]
4 fn3.3	蒸発する
-1 fn3.1	蒸発量を算出する
-2 vfn3.1	$e=1.155*(Ts-Tz)$
-3 fn3.2	水蒸気が上昇する mp 13:海上空雲 (高度 1)[2-1]
-4 fn2.2	蒸発量
-5 fn3.1	熱放射する [5]
5 fn3.3	熱放射する
-1 fn3.1	放射する熱量を算出する
-2 vfn3.1	$Qr = \epsilon * \sigma * (Ts + 0.948)^4$
-3 fn3.2	大気に熱放射する mp 6:海上空大気 (高度 0)[2-1]
-4 fn2.2	放射熱量
-5 fn3.1	温度が低下する [6]
6 fn3.1	温度が低下する
-1 fn3.1	表面温度を算出する
-2 vfn3.1	$T_{sj+1} = T_{sj} - Qr/(Ms * C)$
7 fn3.2	川からの流入を受ける mp 3:川 [8-1]
8 fn3.2	雨/雪を受ける mp 10:海上空雲
9 fn3.2	大気から熱吸収する
-1 fn3.2	熱放射を受ける mp 6:海上空大気 (高度 0)[4-3]
-2 fn2.2	吸収熱量
-3 fn3.1	熱吸収する
-4 vfn3.1	$Q=Qa*S$

9 fn1.1 雲 汎化 (10:海上空雲,11:川上空雲,12:大地上空雲)	
1 fn2.8	水蒸気量 Ms, 雲量 Mc, 気温 T, 飽和水蒸気量 a, 状態 St, 降雨/降雪基準量 B
2 fn3.3	水を受ける
-1 fn3.2	下層から水を受け取る mp (2:海 [4-3],3:川 [4-3],4:大地 [4-3], 9:雲 [5-3])
-2 fn2.2	水蒸気量 s, 雲量 c
-3 fn3.1	水蒸気量と雲量が増える
-4 fn2.1	$Ms_{j+1} = Ms_j + s, Mc_{j+1} = Mc_j + c$
-5 fn3.1	雲発生を判断する [3]

10 fn1.1 海上空雲 汎化 9:雲	
1 fn2.8	水蒸気量 Ms, 雲量 Mc, 気温 T, 飽和水蒸気量 a, 状態 St, 降雨/降雪基準量 B
2 fn3.3	水を受ける 引用 9:雲 [2]
-1 fn4.1	[2-1]: mp (2:海 [4-3],10:海上空雲 [5-3])

図 2 "水の大気循環"の OONJ 記述例 1

28 fn1.7.1 初期状況記述	
1 fn5.3.1	海の構成を設定する
-1 fn3.1	表面温度, 保有熱量を設定する
2 fn5.3.1	川の構成を設定する
-1 fn3.1	表面温度, 質量, 保有熱量, 流入量, 流出量を設定する ...

32 fn1.6 無次元化離散代表量定義	
1 fn5.1.1	離散時間単位を定義する
-1 fn3.1	離散時間単位を 1[hour] と設定する
2 fn5.2.1	離散空間単位を定義する
-1 fn3.1	離散空間単位を 1[km] と設定する
3 fn5.1.6	無次元化代表量を定義する
-1 fn3.1	温度の代表量 T_{∞} を 15[] と設定する
-2 fn3.1	質量 (上空) の代表量 Mg_{∞} を 17310[kg] と設定する ...

33 fn1.5 記号/単位/定数等定義	
1 fn5.2	対象世界の記号/単位を定義する
-1 fn3.1	温度を T, Tz[] と設定する
-2 fn3.1	保有熱量を Q[kcal] と設定する
2 fn5.1.5	定数を定義する
-1 fn3.1	放射率を 0.95 と設定する
-2 fn3.1	シュテファン・ボルツマン定数を $5.67 * 4.18 * 3.6 * 10^{-2}$ と設定する ...

34 fn1.8.3 シナリオ	
1 fn5.3	水の大気循環シナリオを設定する
-1 fn3.1	太陽は大気と表面 (海, 川, 大地) に熱放射する 引用 1:太陽 [2]
-2 (注釈:)	大気 (高度 0) は熱吸収する 引用 (6:海上空大気 (高度 0)[6], 7:川上空大気 (高度 0)[6],8:大地上空大気 (高度 0)[6])
-3 (注釈:)	表面は熱吸収する 引用 (2:海 [2],3:川 [2], 4:大地 [2])
-4 (注釈:)	表面は温度が上昇する 引用 (2:海 [3],3:川 [3], 4:大地 [3])
-5 (注釈:)	表面は蒸発する 引用 (2:海 [4],3:川 [4],4:大地 [4]) ...

35 fn1.8.1 「水の大気循環」世界定義スクリプチャ	
1 fn3.1	「水の大気循環」世界の構成 DMU を定義する
-1 fn4.3	集約 (1:太陽,2:海,3:川,4:大地,5:大気 (高度 0), 6:海上空大気 (高度 0),7:川上空大気 (高度 0), 8:大地上空大気 (高度 0),9:海上空雲,10:川上空雲, 11:大地上空雲,12:海上空雲 (高度 1), 13:海上空雲 (高度 2),14:海上空雲 (高度 3), 15:海上空雲 (高度 4),16:海上空雲 (高度 5), 17:川上空雲 (高度 1),18:川上空雲 (高度 2), 19:川上空雲 (高度 3),20:川上空雲 (高度 4), 21:川上空雲 (高度 5),22:大地上空雲 (高度 1), 23:大地上空雲 (高度 2),24:大地上空雲 (高度 3), 25:大地上空雲 (高度 4),26:大地上空雲 (高度 5))
2 fn3.1	「水の大気循環」世界の状況記述を定義する ...

図 3 "水の大気循環"の OONJ 記述例 2