

対立統合概念による情報の分析

榎本 肇

富士通

情報のライフサイクル中で、情報構造を総合的に論じ、その分析を行うために、情報の発生、利用とそれらを取り巻く開発環境の性格について考察し、そこに対立関係とその統合が大きな枠組みを与えていることを述べる。

対立的性質についての分析を通じて、対立記述の方式として形式的対立直交的対立、階層的対立に分類されることを述べ、情報の構造的表記方式としてそれらが基本パラダイムを構成し、それによって分析を行いうることと、その結果としての複雑な構造を記述する言語に、対立統合概念を導入することにより、情報構造を自然に表現しうることを述べた。

INFORMATION ANALYSIS BY USING INFORMATIONAL CONFRONTATION AND INTEGRATION

Hajime ENOMOTO
FUJITSU LIMITED

17-15, Shinkamata 1-chome, Ohta-ku, Tokyo, 144, Japan

In order to study on information structure and analyze its structure through total life cycle of informations, at first the properties of developing environment evolving generation of informations and utilization of them are discussed. As their results, it is, pointed out that informational confrontations and their integration give important framework to the information structure.

As a schemes of confrontation description, classification of formal, orthogonal and hierarchical confrontation are discussed and they constitute fundamental paradigm. Furthermore, high level computer language derived from the concepts of confrontation and integration can represent every information structure quite well.

1. まえがき

情報のライフサイクル全体を通じて、情報構造を総合的に論じることが、情報の発生、利用あるいは、ソフトウェア開発過程の記述にかくべからざることと考えられる。情報の記号表現と記号内容の区別を行うことが構文、意味あるいは実用論のいずれの立場から必要であり、それらにおいて対立と統合を行うことにより、情報について構造的な概念を与えられると思われる。

この論文では以上の立場から対立と統合概念の必要性をまず考察し、具体例によって、対立統合の性質を論じる。

対立概念は、分離属性の存在の上に成立することから、その分類法を示し、さらに統合化を行う手法についてしめし、それによって情報の分析を行いうることを述べた。

2. 情報の発生、利用における対立統合⁽¹⁾

膨大な情報が発生し、供給され、情報の洪水の中にあるといつてよからう。情報化社会では、これらの情報の発生を受けとめると同時に、能動的に本質的情報の獲得を行い、かつそれらの有効利用をはからねばならない。

しかしながら、多量の情報は、生のままでは、ごく限られた人々のみが理解可能でしかない。多くの人々に利用されかつ有益であるためには、ニュース性をもってPRされるか、あるいは、知識として構造化され、理解応用が可能なことが知られていなければならない。また、それらが量、質ともに大規模化されるとサービスシステムとして環境整備が行われる必要がある。

情報の発生、供給カテゴリとしては、感性情報と論理情報とに分かれよう。感性情報は、人間の五感や直感のような第六感といわれるようなものに関係し、さらには個々の人々の生活実感や社会的文化にまで及んでいる。たとえば「おやじ」、「おふくろ」は、「父」、「母」と異なった語感をもって対話が行われる。

感性情報は、人間が直接関与しないと、完全には理解出来ない部分が存在するのに対し、論理情報は、論理的に明確であって、入力としての情報構造と、出力としての情報構造との間の関係が手続的に変換可能なものであって、計算機処理の対象となりうるものでなければならない。

以上のような感性情報、論理情報の分類が認められるとするならば、世の中の情報の大部分は感性情報に属しそれらを論理情報へ変換、統合しようと、人間は努力をはらっているともいえよう。すなわちパターン理解／認識、自然言語処理、問題解決などその例であろう。また推論、学習などのような高次の人間機能も、上述の意味では感性的機能といえるであろう。

人間が関係する情報分野は人間工学ともいふべき分野の一部で、これをさらに分析すると、感覚／知覚情報、記号情報、知識情報の順でデータとしての情報を生みだし、整理、構造化し、法則として定着すると考えられ、この過程を経て情報が発生するのに対し、利用については両方向存在する。感知情報から知識情報への流れは、解析によって構造化するもので、その過程において知識ベースが関係し、逆の方向については合成であり、解析合成的な利用では両方向の素過程の統合となる。素過程としては、各種情報の相互変換および処理の問題と、それらをメッセージとして、コミュニケーションを行う問題とに分かれよう。そして情報の相互変換も計算機を用いて、すべてやりたいということならば、人間が記述しかつ利用可能な知識情報に変換する必要があるが、「未知なるものは人間そのもの」の立場に立つ時、その前途の多難さが予想される。たとえばトラブルは、システムの正規状態以外というような記号的表現を行って、事故と認識可能であってもそれに対処可能とはいえない。システムのトラブル状態と外部環境との関係の間に多く存在する多様性から、すべてを知識情報化することが困難で、事故に具体的に処するためには、人間がインタラクティブにそのすぐれた経験と感覚機能に頼らざるをえない。それでも事故防止のために絶大な努力を要する。このことは知識情報も感性的部分を含むことをしめしている。

多岐にわたる情報をメッセージとして、コミュニケーションを行う場合、感性から知識情報にいたる問題についての人間の理解能力を基本とし、メッセージ通信のためのシステムの基本機能群が備わることによって、意思の直接的あるいは間接的伝達が可能になる。このコミュニケーション機能と各種変換および処理機能との統合が重要となる。

そのような統合のために行うべき操作および手順を問題に対していかに感性的に発想し、表現し、入力から出力まで処理しうかがソフトウェアを含めた統合的情報開発環境の成否を定めるもので、これには、協力的なツールが備えられ、十分に整理された知識ベースについての効率的構成と検索をもとにインタラクティブに、環境中のサービスが実施される必要がある。

以上のような考え方の基本には、情報としてデータ面と機能面とがあり、それぞれ感性的部分と論理的部分を有し、さらにデータと機能の整合をはかる部分にも両者が存在する。計算機処理可能なのは論理情報に限られ、上記の環境内の資源としてのツールや知識ベースも論理的な知識情報として表現され、さらにあり余る情報の中から必要なものを取り出す統合的利用の手引が存在し、

感性的、記号的なものから論理的情報として生成を進め、蓄積、利用可能なシステムが存在する必要がある。ここでは、インタラクティブなプロセスを通じて、ステップ・バイ・ステップに進む方向しかあり得ない。

知識が分散化され、しかも大量に生産、蓄積されるとそれらを整理し、統合化し、利用するためのインフラストラクチャーとしてネットワークが必須であるが、ここでも多様性あるネットワークの発生が自然であり、これらが相互結合され、それらの統合的利用サービスを行うエージェントが存在し、専門的立場から概括的要求に答える必要性が大きい。

以上のような観点から、システムとして進化的であり、ある部分は他の新しいシステムに置き換えられ、最後には心機一転全く新しいものと置き換わるライフサイクルを意識する必要がある。

また、情報のライフサイクル思想の中に、個とコミュニティの対立統合を考える必要がある。

それは、最も価値ある情報としてのアイデアの発生は、全く環境としてのコミュニティ中に生きる個に属し、それらが集積統合されて、大きなシステム的情報として育つのは、活気あるコミュニティにより行われ、それらの利用も個別的なものから出発し、コミュニティを中心とする方向となつてこよう。この中で利用者がボランタリ的にエージェント機能をサービスし、そのうちにその有用性が認められ、システム化するものも非常に魅力的なプロセスであろう。ここにクライアント・サーバの対立統合がある。

以上の意味において感性は個性的であり、論理は普遍性を目指すことから、その対立的性質を把握し、そのギャップをインタラクティブに、しかもコミュニティ感覚で統合を行う高次コミュニケーションが重要であろう。

人、システムのそれぞれが異なる世界観のもとに、文明社会を構成し、その社会組織の中で、文明としての技術的、物質的所産のうえに言語を中心とする論理的記述をベースとする思考的情報や、知覚をベースとする感性情報など人間の内面的アクティビティとしての文化的所産が重ね合わされ、再び文明に寄与する資源として実現される。従ってある組織の文明論が、組織文化の育成に寄与する対立統合が最上位にあることを意識しなければならない。

以上の考え方に立つとき、多くの人、システムの協調のもとに人間にとって直接的間接的な文明資源の実現をはかることに意義を見出すべきであろう。それは異文化インタフェースの存在によって、人やシステム間で要求機能の整合的変換を行って、システム文明として確立し、改革を進めて文明的所産となしうる。

以上の概念自身にも対立統合が見られる。これらのことは、モデル・ビルディングはトップ・ダウンで行い、具体的事実や事象や制約条件の解析は、ボトム・アップで行い、それらを統合する効果手法にもあらわれており、人間工学的研究の重要性を指摘するものであり、以下述べるような今後の知識科学研究方法論のあり方を示すものであろう。

3. 環境面から見た対立統合

情報の発想は、その環境に依存し、その中で、情報を解釈していることから、情報を解釈、理解を進めるに当たって環境の存在を忘れたり、あるいは無数の環境ごとの情報を知識として数多く数え上げたりすることが多い。

そのために知識が断片的であったり、部分的妥協性しかもたない危険性が高い。人間社会の重要な目標の一は、知識を健全な部分と推定部分とを統合化し、全体としての知識を利用し完全化することであろう。

たとえば、「送る」という事象は、「受ける」という事象といつかの時点で整合すべきことを常識として理解していることを考えると、サービス・システムとしての伝達システムは多様な環境においてあらわれる。すなわち、送受関係から始まる<宛先>、<送達意図>、<伝達機能>、<伝達条件>、<伝達意図の整合>、<受取意図>などの属性関係が伝達システムのサービスによって決定されて、はじめて伝達サービスが機能する。

もし、伝達が機能しないならば、いずれかの部分に異常が存在し、その旨を送達側、さらに要すれば受取側に知らせ、伝達サービスの取り扱い方について指示を仰ぐ必要がある。

この場合、「送る」、「受ける」に対して、伝達サービスの存在は環境であり、もしそのサービスが受けられないならば、具体的伝達過程をも知識として利用可能にしなければ「送受」を具体化することはできない。また送る側と伝達システムとの間のプロトコルとして、少なくとも「コンテナ」についての規約を必要とする。またコンテナ内容物について、伝達サービスは、特殊な内容物を除いて関知してはいけない。これは、個人の秘密のような社会文化としての問題としての環境条件として捉えられる。コンテナ内容物へサービス・システムが関知しないという環境からの制約は、逆に被サービス側からみると、サービスとしての透明性として反映され、何でも送れる便宜として多様なサービスをしうることになる。

以上のことをサービスとして考えると、インタフェースが、受益者とサービス・システムとの間の仲介機構としての規定および話し合い方法としてとらえられ、これらの合目的性を通じて伝達が利用し完全となる。

情報の発生供給カテゴリとしては、感性情報と論理情

報とに分かれる。感性情報は人間の五感に直結するような情報で、情緒的なものから、音声、画像的なものまで中広く、これらを知識化可能なのは、ごく一部にすぎない。従って、この場合の環境も感性的にしか感じとれない場合が多い。センサなどを用いて採取される場合もセンサが五感の延長であることが多いが、人間の五感のように多角的にとらえることは難しい。

計算機による処理対象となりうるのは、論理情報であり、かつ手続きにのりうるものに限られる。ここにも環境が関係する。たとえば、ある問題を論理的に定義し、その問題についてのパラメータを与える時、それを解くために手続きは、実行すべき計算機によって変化しうる。すなわち計算機が環境を与える。

以上のような立場で環境を考えるならば、環境の具体的内容は、階層的構造の場合、情報隠蔽の対象となるべきであり、並列的構造で互いにインタラクションがある場合、インタラクションの性質として一貫性制約条件が与えられ、それを充足する制御機構が存在することになりうる。このことは、問題定義あるいは仕様とそれを実現するアルゴリズムおよびプログラムとの間に独立性があり、そのために情報隠蔽が行われるべきことを意味している。故に、それらの相互間にギャップが存在し、そこに創意が存在する。

上述のことから、ある対象について情報を採取する環境、理解する環境および動作により、サービスを実行する環境などの環境構造に依存する知識と環境独立な知識とを、対立的に区別することがぜひ必要とする。

しかしながら、以上のことは非常に難しいために、知識とは不完全なものであり、ある環境下で知識を完全化する努力が重要で、このことはライフサイクルと関連する。

4. 対立的性質と分類

情報の発生、利用やそれらを支援する環境面から対立統合について述べた。対立を規定する性質が、情報構造のモジュール性を決定する。そしてそれらモジュールの並列分割およびモジュール間の統合機能が重要になってくる。それらによって情報構造の生成、処理、認識などを超並列的に進めるための有効な手段を与えることになる。そしてその研究なしには、並列処理は実現し得ないのではないかと考えられる。

形式論理的には、対立は反対、矛盾、相関の関係にある二つの概念の関係および判断の対当する関係として、遺伝子の対立形質は、対立する優性、劣性の形質、対立節は文中に対等の資格をもって統合している節としている。

情報の発生、利用や環境面での対立などを併せ考えると、量や質など属性あるいは構造上において、相対する関係をもつことが対立の基本要件である。したがって対立する二つの対象は、分離可能でその存在について独立性を下部構造についてもっていることになる。

一方において対立する対象間には、インタラクションが存在し、かつそれが協調的に働くことによってそれらが統合されることになる。この場合の統合機能は、統合されるべき対象の部分属性に作用し、それが対象内部で再帰的に対応することを必要とする。

情報構造における表現では、表記方法について、まず考える必要がある。それは、表記のフレーム構造とスタイルを中心に構文論の枠組みが重要となる。構文はまず、意味を超越した構造として考え、次に意味構造表記との整合性について考えられる。従って、すべての個別的意味の記述は、表記の透明性の点から前記構文の枠組みに沿うことが要求される。そして記号表現については、名前と参照指示についてによって構造化され、記号内容と表現形式についてはソシュールの意味において恣意性を持たせなければならない。

対象記述の方式としては、

- (1)形式的対立
- (2)直交的対立
- (3)階層的対立

のように分類される。形式的対立は、対象一般の記述形式に関する対立的性質であるのに対し、直交的対立と階層的対立とは情報構造のレベルに関し、前者は同一レベル、後者は上下位のレベルに関連させる。

5. 対立関係における分離属性と定義手法

対立関係は、属性や構造上において相対する関係によって規定されることから、分離属性が必要とする。属性である限り、その上位対象が存在し、それらについての集合における対立関係が存在する。たとえば感性情報と論理情報については、理解機能が上位対象で、論理的な「ことば」による表現可能性が分離属性となり、理解機能に関しては、「ことば」と「画像」のような対立性も存在する。

(1)形式的対立

形式的対立は、形式的記述方法によって規定される。

内部表現と外部表現とは、システムの内部と外部との対立性による表現形式の相違に着目するものである。

それに対し、宣言的／手続的は記述の形式自身に関するものであるが、ソフトウェア過程中的表現形式としては、要求、仕様過程では宣言的、実行過程では手続的であるというように記述形式の適合性問題があり、その統

合のために情報表現変換手法を必要とする。それも宣言／手続の分離属性としては、記述単位の順序性によって行われるが、並列実行と非決定性をその際考える必要がある。

論理学的用語としての、内包／外延性については、対象個体抽出方法として、性質規定によるのと個体データを与えるのとの差によって分類される。内包／外延性は、データベース規定の方法とも密接に関連する。それは対象個体抽出システム定義手法と対応するからである。

以上のような記述形式そのもの－記号表現－についての対立関係に対して、意味内容－記号内容－についての対立関係がある。それは表現／内容の対立構造を考えることを意味する。

表記フレームとして考えると、対象中の項目集合を一樣に考え、それらの制約的性質を記述するのと、関数のように入力／出力関係を意識し区別して記述するのが対立する。すなわち対象項目／関係 (entity/relation)あるいは項目／関数の相対する関係が与えられる。

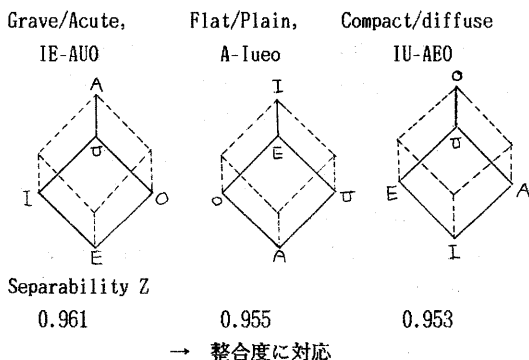
データ／操作あるいは名詞／動作の対立関係は、対象項目の性格、すなわちな詞的对象についてのと動詞的項目との差に対応する。これは静的／動的とにそれぞれ分割される。また名詞はそれに直結する動詞を同時に定義するとき、抽象データ型の概念を与える。動詞が名詞と双対なことはデータと操作と全く軌を一にする。

また十分に指定されているかどうか－specify/un-specify などのようなものもある。

(2)直交的対立

この対立は、組み合わせ的直交をもとにした対立関係であり、組み合わせにおいて、自由に代替できることとメタ属性の分離性によって対立関係が定義される。

直交性のある代表的構造は、立方体／超立方体であり、その上に属性値によって対象項目を効率よく写像することによって、ほぼ直交性のあるように分類できる。たとえば母音の周波数成分を用いて、図のような立方体



と整合度の高い写像方法がいくつか存在し、音声学的にいわれる、Grave/Acute, Flat/plain, Compact/Diffuseのような弁別の特徴が見出すことができる。

前に述べた感性的／論理的の他に重要なものに静的／動的の対立関係がある。これは前述したように名詞、動詞にかかわらず規定される。すなわち、名詞の場合、静的な名詞でも、ある外部操作や環境変化によって変化するのが通常であり、特に関連する操作は、付属して記述する。例えばスタックなどのように抽象データ型記述となる。動詞でも定常的なその動作自身によって決定されるものは、他と特に関連がないという意味で静的とし、他とのインタラクションが常態であるものを動的とする。しかし他とのインタラクションを認識せずに、事態が進む形では、人間にとって理解が困難であり、インタラクション発生可否（優先割り込み制御などを含む）の状態を名詞的な名前を用いて管理することが望ましい。

以上の論議のうちソフトウェアの宣言的記述について考えると、静的／動的および対象項目／関数によって次表のようなマトリックス表示を行うことが自然となる。

	静的	動的
項目	クラス定義： 対象語の属性構造、 構成語 (抽象データ型)	動的クラス定義： 協調のための 状態構造、協調条件
関数	関数定義： 入出力関係	動作定義： 時間的な入出力関係、 状態との関係

これはソフトウェア開発システムTellの基本パラダイムの内の重要なものの一つである。

その他言語／図形・画像、定性的／定量的、平坦的／構造的、透明性／もうろう性などがある。また、決定性／非決定性のように並列処理に関する表記上の対立関係もある。

(3)階層的対立

表記手段としては、直交的対立が名前について、同一レベルに属させ、対象記述上は並列的に行われる。処理の面から考えると、並列処理の可能性解析を行い、その結果並列処理のためにモジュール分割を行うべきことを表している。

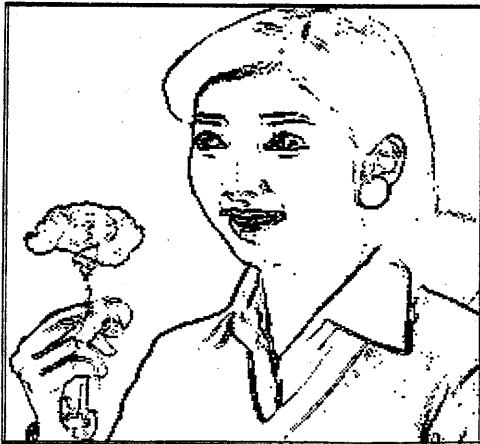
これに対し、継続的に処理を行うのは、単なる系列のか、サービス依頼によるものの何れかになる。系列的に行うのは文列に対し、sequentiallyなどのような指示語

を用いて行わせ、サービスの実行依頼を行わせるのには、階層的对立関係を用いる。

最近ソフトウェア・パッケージとしてclient-serverモデルが盛んに利用されているが、これは筆者のいうサービス工学のパラダイムの一つであり、前層からの要求についての対象属性を受け、サービスの要求/応答を意味する語対-request/respond, send/receive などをもとに、自動的に階層構造生成を行うようなシステム環境によって支援する。あるサービスをclientからrequestされ、それを下層のserverへ実行依頼し、その結果をclientにrespond するためには、要求内容をserverに適するように変換表現し、新しいrequest/respond を期待する。この変換表現過程はインタフェースの仕事として解釈すべきである。

複雑な処理では並列/階層的なモジュール構造をとらせる必要がある。このときには、並列処理を計画し、実行を同期制御によって協調の実行を行う必要がある。ここにも機能分担/協調実行の統合動作を必要とする。これは対立関係を利用する際には統合機能を必要とすることを意味し、これは、環境により支援され、インタフェース機能が内容を規定するのに対し、環境は効率的な計画、協調実行あるいは計測を支援する。この意味でインタフェース/環境も階層的对立を規定するような環境依存ツールを用いて記述される。

例えば、色彩画を考えると、輝度と色度は明らかな直交性をもち、色度はまた色明度/彩度のように分解されるが、統計的直交性を考えると、色明度/彩度よりも層流分/過流分に分解した方がよりよい直交性をもつことが明らかとなった。これによって下部処理機能としてのエッジ検出は図の様に、より確実に行えることが判明し、統計的値について直交性をもつ属性分離が、階層的に重要性をもつ例と考えられる。^{(2) (3)} この階層構造がよりよいサービス・パッケージへの展開を容易に許す。



サービス・パッケージでは request/respond, send/receive の対立構造においてrequest や send がserverのインスタンス化について実現の主導権を握り, respond, receive を従属させる。この支配/従属の対立関係をIf A requests B to C, C will respond the result of B. のように助動詞willによって正常実行/異常発生を総合的に対応させる。例えば、いくつかの方法論を状況に応じて可変ならしめ、インタラクションを効率的に行うことを可能とする。

さらに基本記述/詳細記述(主部/修飾部)についても同様に修飾句の認識によって具体化が進められる。

またコンテナ内容についてサービス・システムの無関知性がクライアントにとってはサービスの透明性と対応することのように階層対立においての、新しい条件間結合についての実現方法を具体化する。すなわち詳細化方法もパラダイムの重要な事項である。

その他、集中/分散、生産/消費などもこのカテゴリに属している。

6. まとめ

対立統合という概念形式と、具体的な情報構造の表記分析法との関係を論じた。

多様性をもつ複雑な構造は、対立構造の協調的共存性によって表現され、その効率的実現は、環境による統合機能によることの認識が重要であろう。

ソフトウェア開発システムTellの基本パラダイムはこの対立統合とそのエンハンス機能にベースをおいている。

また筆者の提案するサービス工学の支柱ともなっている。

対立統合のような思想は、総合的なものであり、ケース・スタディを一層進めることが重要で、多くの方々の御批判がえられれば幸いである。

—文献—

1. 榎本 肇：知識の生成とその統合的利用機能
富士通国際研和文報告23号, 62, 10
2. Enomoto H., Yonezaki N. and Nitta K.: A Model for Perception of Structural Image Feature, Proc. of 6th International Joint Conf. of Artificial intelligence, 1979.
3. Enomoto H., and Miyamura I.: Feature Separation of Color Image by Potential Method, PCS, 1987.