

LISP 言語国際標準化と日本の貢献

Japanese Contributions on the International Standard of Programming Language LISP by Takayasu ITO (Tohoku University).

伊藤 貴 康¹

¹ 東北大学大学院情報科学研究科

1. ま え が き

プログラミング言語 LISP は、人工知能や記号処理の研究のために 1958 年に誕生した言語で、FORTRAN に劣らない長い歴史をもっている。AI ビジネスやエキスパートシステムへの実用化が 1980 年代に本格化し、産業応用言語としての LISP 言語の国際標準を制定する気運が高まり、国際標準化の活動が 1987 年以來行われてきた。およそ 10 年間に及ぶ活動の結果、ISLISP という ISO 標準案が作成され、1997 年 5 月に LISP 言語の国際標準として ISLISP が制定された。

LISP 言語の標準化には紆余曲折があったが、1992 年 1 月に国際標準化のベース言語として、日本から提案された核言語 KL (Kernel Lisp) が採用されて以降は、標準化の作業が順調に進んだ。その結果、日本提案を基に設計された ISLISP が LISP 言語の国際標準として制定されることになった。プログラミング言語の国際標準が、日本で設計された言語を基に制定されたのは初めてのことであり、ソフトウェア分野における日本の国際貢献の具体例として喜ばしいことである。

本稿では、LISP 言語の国際標準化の経過と日本の貢献の概要を説明した後、ISLISP の概要についても紹介する。今後の国際標準化活動への参考ともなり、また、知能情報処理用言語 LISP の最新の状況の一端を知らせることもできればと考える。

2. LISP の国際標準 ISLISP の制定に至る経過

LISP 言語の国際標準を制定しようという動きが本格化したのは、1987 年秋に ISO/IEC JTC1/SC22 の下に、LISP 標準化のためのワー

キンググループ ISO/IEC JTC1/SC22/WG16 LISP (以下では、WG16 と略す) が結成されたことに始まる。これに対応して情報処理学会情報規格調査会技術委員会 SC22 専門委員会の下に SC22/LISP WG が設けられ、日本としての活動も始まった。

WG16 の運営を司る Convenor はフランスから選任され、標準案の文書化の責任を司る Project Editor は米国から選任された。1988 年 2 月に(フランス)パリで開催の第 1 回会合以来、1996 年 11 月に(英国)バースで開催の第 15 回会合に至るまで 15 回の会合が行われた。Convenor は、1987 年から 1995 年までは、フランスの Christain Queindec がやり、1995 年からは Pierre Parquier になっている。Project Editor は、当初、米国の Richard Gabriel と William Clinger が担当していたが、1994 年からは Kent Pitman が担当している。日本からの WG16 委員には、国内 WG の主査の筆者と幹事の湯浅がなった。

1992 年 1 月に標準化のベース言語として日本提案の核言語 KL が採択されて以降、とくに、Pitman が Project Editor に任用されてからは、ドキュメント作成が急速に進んだ。Committee Draft (以下、CD と略す) の作成とその投票を経て、国際標準案 DIS (Draft International Standard) の作成が順調に行われた。ISLISP と命名された LISP 言語の国際標準案 (DIS) を対象として、1996 年 9 月 23 日締切りの DIS 投票が行われた。正式メンバ (P-Member) 25 カ国からの 100% の賛成投票が得られ、ISLISP が国際標準として承認され、1997 年 5 月に文献 8) として LISP 言語の国際標準が正式に成立した。

以上のような経過を経て、日本提案の核言語 KL を基に設計された ISLISP が LISP 言語の国際標準として制定されることになった。

3. 日本の活動と貢献

情報技術関係の国際標準は ISO/IEC で行われるが、標準化のためのワーキンググループを発足させる段階で標準化の原案をもっている国から Project Editor が任用されるのが通例である。ISLISP の場合は、以下に説明するような事情から、Project Editor 国でない日本から提出された案が標準化の原案として採用されることになった。この結果、LISP 言語の国際標準化に日本が大きな貢献することができた。その経過と貢献の概要を紹介したい。

3.1 予備的段階

LISP 言語の国際標準化が ISO で行われるというので、1986 年に日本電子工業振興協会の中にワーキンググループが作られ、筆者が主査をするように依頼された。筆者が 1960 年代に、LISP 言語の創始者である John McCarthy のところに留学し、LISP 関連の基礎研究をしていたので依頼がきたようである。立ち上げのしばらくの間というつもりで引き受けたのが、筆者の LISP 言語標準化とのつきあいの始まりである。

当時は、AI ビジネスが脚光を浴び、COMMON LISP が普及し始めていた頃である。LISP の国際標準化も、米国で始まっていた ANSI COMMON LISP の制定作業が終了し、それができあがってくれば、ISO 標準として採択されるのであろうというのが国内外の共通認識であったと考える。

ISO/IEC では、標準化の新しい作業を行うワーキンググループを発足させるにあたって New Work Item の投票を行う。LISP 国際標準化の WG16 を発足させる New Work Item の投票のとき、COMMON LISP が国際標準となるであろうと想定しつつも次のようなコメントつきで「賛成」投票をした。

- 1) COMMON LISP が抱える技術的な問題を十分に検討し改訂すること、
- 2) オブジェクト指向機能などの新しい機能を取り入れること、
- 3) できれば簡潔・明解な構文と意味定義をもつ

コンパクトな言語とすること。

New Work Item の投票が成立し WG16 が発足したので、1987 年秋には、情報処理学会規格調査会の下に筆者を主査とする SC22/LISP WG が結成され、LISP 言語標準化の日本の活動も始まった。

3.2 国内の SC22/LISP WG の始動

SC22/LISP WG の幹事には、LISP 処理系の作成をしていた湯浅太一(当時、豊橋技術科学大学)、橋本ユキ子(日本電気)をお願いした。

1988 年 2 月にパリで開催の第 1 回 WG16 会合に出席してみると、米国の ANSI COMMON LISP の設計がかなり遅れていること、米国代表団に入っていた John McCarthy (LISP 言語の創始者)も大規模言語である COMMON LISP には大いに不満をもっていること、ヨーロッパ(フランス、英国、ドイツなど)では EuLisp という言語の設計を行い公表していたこともあり COMMON LISP には不満であることが分かった。日本は言語として明解かつコンパクトで、効率のよい処理系の作成ができる言語が望ましいという観点から、長期的には COMMON LISP に代わる LISP 言語が必要であることを主張した。

第 1 回 WG16 会合から帰国後、SC22/LISP WG において COMMON LISP の subset を作成し、それを基に新しいコンパクトな LISP 言語の設計を行うことを提案し、検討作業を開始した。

検討にあたっては、文献 3) の「COMMON LISP: THE LANGUAGE」(以下、CLiL1 と略す)をベースとし、その subset の設計作業を始めた。CLiL1 は 450 頁を超える仕様書であるが、LISP の核部分を 40 頁くらいでまとめるという方針で検討を始めた。伊藤貴康、湯浅太一、橋本ユキ子、梅村恭司、黒川利明の 5 名からなる作業グループ (Ad Hoc Group) を編成し、設計と文書化の作業を進めた。結果的には、この作業を継続し改良を重ねたものが、標準化のベース言語として採用された核言語 KL にまとめられ、ISLISP に発展した。

3.3 ISLISP の設計と日本の貢献

(1) 日本提案が標準化の原案となるまでの状況
1989 年 9 月 18、19 日には第 5 回 WG16 会合が仙台(東北大学工学部青葉記念会館)で開催されている。この頃までは、米国の ANSI COMMON

LISP を待っている感が強かった。しかし、その作業は、機能を追加して巨大な言語とする方向に進み、それとともに標準化の作業も大幅に遅れ、先がみえない状況となっていた。このことが 1990 年 2 月に(米国)パロアルトで開催された第 6 回 WG16 会合でより明確になった。ヨーロッパ各国も日本も ANSI COMMON LISP の巨大さが遅れの最大の原因だから、COMMON LISP の subset の設計を行おうと主張した。しかし、これには Project Editor 国の米国が強く反対した。その結果、LISP 言語標準化の具体的な方針が見い出せない状況となり、1991 年秋には WG16 を解散するか否かの岐路に立たされることになった。

日本での核言語の設計状況は、WG16 会合で報告していた。WG16 の危機を救うことができるかもしれないから、日本の核言語を標準化の原案として、1992 年 1 月にボストンで開催の第 8 回 WG16 会合で提案してみてくれないかとの打診が Convenor で、筆者の友人でもある Queinac(現在、パリ大学教授)からあり、核言語 KL のドキュメントを提出することにした。この会合には、ドイツも提案を出したが、ドイツ案は SCHEME にあまりに似かよっていたため対象とされず、思いがけず、日本の核言語 KL のドキュメントを LISP 部分のベースドキュメントとすることが決定された。また、オブジェクト指向部分のベースドキュメントには米国の CLOS(Common Lisp Object System)のドキュメントが採択された。

(2) ISLISP が成立するまでの状況・経緯

第 8 回 WG16 会合での上述のような決定によって WG16 は存続し、標準化作業も本格的に開始された。1992 年には、WG16 の会合が米国で 3 回開催され、LISP 部分については、日本提案の核言語 KL を拡充強化する方向での共同作業が進められた。オブジェクト指向部分は、CLOS は大きすぎるので大幅にスリム化することを WG16 で日本の委員から提案し、その結果、簡潔なオブジェクト指向機能が設計された。

WG16 で設計された言語は、ISLISP(International Standard LISP の略)と命名されることになった。1994 年春に Pitman が Project Editor に就任してからは ISLISP の文書化が大い

に進展し、1994 年夏には CD が作成され、第 1 回の CD 投票が行われた。第 1 回投票でのコメントに対応する改訂作業を行い、改訂版について 1995 年に第 2 回目の CD 投票が行われ承認された。WG16 でさらに改訂を行い、1996 年春に国際標準案 DIS が作成され、1996 年 9 月 23 日締切りの DIS 投票が行われ、P-Member 国 25 カ国の 100% の賛成が得られ、ISLISP が LISP 言語の国際標準として成立した。

4. ISLISP の概要と設計の背景

LISP 言語について簡単な説明をした後、ISLISP 設計の背景とその概要について説明する。

4.1 LISP 言語について

実用的な LISP 言語の第 1 号は、John McCarthy 達によって設計・開発され、1962 年に公表された LISP 1.5 である。LISP 1.5 の核部分は、Pure Lisp と呼ばれる関数型言語であり、LISP 言語は関数型言語の元祖であるともいわれる。LISP 1.5 は、Pure Lisp に副作用を起す代入を導入し、制御機能の拡張なども行い実用的な言語となっている。LISP 1.5 に機能を追加したさまざまな LISP 方言が 1970 年代から 1980 年代に提案され、人工知能や記号処理の研究に使われた。

1980 年代に開花したエキスパートシステムや AI ビジネス用のソフトウェアの多くは、LISP 言語を用いて実現された。LISP を産業応用言語とするためマクロ機能、入出力機能、ファイル管理、例外処理、パッケージなどの機能が組み込まれ、オブジェクト指向機能をもつ拡張も行われた。また、LISP 処理系の高速化の要求に応えるために高速コンパイラや LISP マシンの開発や商品化も行われた。LISP 言語で作成されたさまざまなソフトウェア製品を普及させ可搬性を向上させるために、1980 年代になって COMMON LISP が設計され、国内外で処理系が作成され広く利用されるようになった。文献 3) の CLtL1 がその仕様書である。その結果、COMMON LISP は普及し、1980 年代後半には、CLtL1 で定義された COMMON LISP が LISP 言語の de facto standard となった。

このような背景のもとに LISP 言語の国際標準化が要望されるようになり、ISO/IEC

JTC1/SC22 の下に LISP 言語標準化のための WG16 が発足した。その活動と ISLISP の誕生の経緯は第 3 章に述べたとおりである。

COMMON LISP は CLtL1 の後、オブジェクト指向機能 CLOS を追加して言語規模がますます大きくなり、1990 年出版の第二版 CLtL2⁴⁾は 1027 頁に及ぶ大規模な仕様書となっている。

4.2 LISP 言語標準化と ISLISP

現在使用されている主要な LISP 言語としては、COMMON LISP と SCHEME がある。SCHEME については、米国 IEEE 標準が 1991 年に制定されている。遅れていた COMMON LISP は、1996 年になって ANSI 標準が制定されている。IEEE SCHEME は明解でコンパクトな言語であるが、名前空間が単一でオブジェクト指向機能もモジュールもないなどの理由で産業用には不適であり、ANSI COMMON LISP は CLtL2 より規模が大きく、その巨大さゆえにサポートする企業やユーザが激減しているなどの事情で、現在のところ、ともに国際標準化の対象とはなっていない。

日本の SC22/LISP WG で設計した核言語 KL は、SCHEME 並みにコンパクトな言語として設計された COMMON LISP family の LISP で、産業応用を指向したものであった。クラスやオブジェクト、多重名前空間、制御構造などの多くの点で COMMON LISP の考えを踏襲している。KL のオブジェクト指向機能 KLOS (KL Object System) も CLOS を参考としながらコンパクトなものに設計された⁶⁾。

ISLISP は、KL をベースドキュメントとして設計された言語であるから、後述するように、変数名や関数名などの扱いに多重名前空間を採用しており、簡潔なオブジェクト指向機能も具備する産業応用向きのコンパクトな LISP 言語である。また、ISLISP の最終ドキュメント⁸⁾も 126 頁のコンパクトなものである。

LISP 言語は、COMMON LISP によって栄えたが、その巨大化と AI ビジネスの停滞によって 1995 年頃からは産業界においては衰退することになった。SCHEME は、研究・教育用の LISP 方言として 1990 年頃から大学などで盛んに使われている。SCHEME のよいところは、言語定義が明解で、言語規模もコンパクトな点にある。

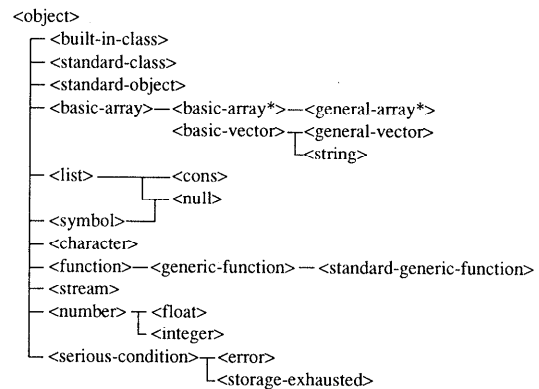


図-1 クラスとその継承関係

ISLISP は、SCHEME 並みにコンパクトで、かつ、COMMON LISP family の言語でもあるから産業応用と教育用の両方で普及することが期待される。

4.3 ISLISP の言語定義の概要

ISLISP は文献 8) として 1997 年 5 月 1 日づけで正式に ISO/IEC 標準として成立した。ISLISP の詳細はそれを参照していただくことにして、ここでは言語の設計方針と概要を簡単に説明する。

4.3.1 ISLISP の設計方針

ISLISP の設計の背景は、WG16 創設の背景であり、産業用言語としての LISP 言語の国際標準を制定したいという願望である。設計の方針として次の 6 項目が掲げられた：

- ① 既存の LISP 方言との互換性を考慮すること
- ② 基本的な機能を十分に備えていること
- ③ オブジェクト指向機能を備えていること
- ④ 拡張的な言語であること
- ⑤ 産業応用に応え得る言語であること
- ⑥ 効率のよい処理系の作成と効率のよい応用プログラムの作成が行えること

ISLISP 設計のベースドキュメントとして日本提案の KL が採択されたので、KL の設計方針である簡潔・明解な意味をもつコンパクトな言語を設計するという方針も取り入れられている。

ISLISP は、次の 3 つの部分から構成されている。

(1) LISP としての核部分

この核部分は 1992 年 1 月の投票による決定に従い KL を基に設計されている。

(2) オブジェクト指向機能

オブジェクト指向機能のベースドキュメントは

CLOS であったが、LISP の核部分と整合がとれるようコンパクトなものに設計されている。

(3) その他の機能

COMMON LISP を参考にして設計されている。

4.3.2 LISP としての核部分

ISLISP は、オブジェクト指向機能をもつ LISP であるので、古典的な LISP と違って扱うデータが拡張されている。図-1 に ISLISP に組み込みのクラスとその継承関係を与えた。なお、ユーザ定義のクラスは create という関数によって行える。

ISLISP のプログラムはテキストと呼ばれる。テキストは、リテラル(literal)、識別子(identifier)、複合式から構成される系列であり、複合式には特殊式、定義式、関数適用式、マクロ式がある。

変数やオブジェクトがプログラムのほかの部分から参照される場合の扱いを明確に与えるため、LISP 言語では参照される有効範囲を規定するスコープ(scope)と参照の寿命を規定するエクステンツ(extent)という考えを用いる。このときに名前空間の扱いが重要となる。ISLISP は、名前空間として6つの名前空間(変数、動的変数、関数、クラス、ブロック、タグ)をもつ多重名前空間方式を採用している。変数束縛は静的束縛を基本としているが、(dynamic <name>)と明記することによって動的変数 <name> も扱える。

論理値は t と nil である。論理値を返す組み込み述語としてオブジェクトの同値性判定の述語や各基本クラスに対しての述語 basic-array-p, characterp, consp, listp, null, numberp, symbolp などがある。

プログラムの制御構造は、式に現れる構成要素である定数、変数、quote 式、setq 式、let 式、if 式、cond 式、case 式、while 式などに加えて、非局所的脱出(non-local exit)を行う block、return-from、tagbody、go、catch、throw を用いて表現される。

ISLISP の核部分は、基本的に COMMON LISP の subset であると考えてよい。なお、COMMON LISP 固有の特殊機能、高次機能などのうち使用頻度の少ない機能は KL の設計の段階で削除されている。

4.3.3 オブジェクト指向機能およびそのほかの機能

ISLISP のオブジェクト指向は、COMMON LISP の CLOS の概念や定義を参考としながらも大変コンパクトに設計されており、このコンパクトさは KL のオブジェクト指向機能 KLOS(KL Object System)の考えを受け継ぐものである。

クラスは、クラス名、スーパークラスのリスト、スロット指定子、クラスオプションからなる。新しいクラスの定義は defclass によって行われ、汎関数(generic function)とメソッド(method)は、それぞれ、defgeneric と defmethod を用いて定義され、オブジェクトの生成は create によって行われる。

そのほかの機能としては、マクロと宣言、入力とファイル機能、例外処理・エラー処理機能などが COMMON LISP を参考に設計されている。

ISLISP は、文献 8)において 22 章からなるドキュメントとして定義されているが第 7 章のオブジェクト指向、第 21 章の例外処理および第 22 章のその他の関数の 3 章を除いた残りの 19 章のベースドキュメントになったのが日本の核言語 KL のドキュメントである。

ISLISP は、処理系が開発され利用・応用が進めば、改良や機能の追加も行われることが予想される。モジュール、グラフィックス、他言語とのインタフェース機能は機能拡張の候補として WG16 でも取り上げられた話題である。とくに、産業応用向き言語としてはモジュール機能がほしいところである。COMMON LISP のパッケージは古い概念に基づいており、パッケージ間の名前の共有関係の静的チェックの困難さや名前の隠蔽による抽象化の点で問題があるため採用されず、一方、パッケージにかわるモジュールについても検討はされたが時期尚早ということで ISLISP への導入は見送られている。

5. あとがき

情報技術分野の急速な技術革新と内外の産業経済環境の変化にともなって情報技術標準化の意義と重要性が改めて見直され、1996 年 4 月に「第 8 次工業標準化推進長期計画」が策定されている。この時期に国際標準となるプログラミング言語の設計に参画し、日本として国際的な場で貢献

することができたことは喜ばしく、また、ソフトウェアの研究・技術開発に従事している SC22/LISP WG の委員にとってもよい経験であった。

筆者は、ソフトウェア基礎科学の研究に従事してきており、言語標準化のワーキンググループの主査をやることはもちろん、10年間の長期にわたって関係することは思いもよらないことであった。SC22/LISP WG の幹事や委員の熱意や協力に励まされて活動を続けることができた。

国際委員会 WG16 の会合は 15 回行われ、その多くに、日本からの国際委員の筆者と湯浅の 2 人が出席し、海外の委員に負けずに提案や議論を行った。WG16 の海外委員の中に、筆者と基礎研究分野の国際シンポジウムを一緒にしたり、筆者から研究上の指導を受けたことのある人もいたので相互理解を深めやすく、日本の提案が受け入れられる要因にもなった。基礎研究活動が標準化に間接的ながら役に立ったとも考える。

ISLISP は、1997 年 5 月に LISP 言語国際標準として正式に成立したが、国内的には JIS 化が残っている。JIS 化の作業は、平成 9 年度に工業技術院からの委託を受けて SC22/ISLISP WG (主査：湯浅太一) で作業が開始されている。今後、日本でも ISLISP の処理系が作成され、ISLISP が普及して行くことを期待したい。

謝辞 国内の SC22/LISP WG の活動が円滑に進められ、核言語 KL がまとめられたのは湯浅太一(京都大学)、橋本ユキ子(日本電気)の両幹事の尽力に負うところが大きい。SC22/LISP WG の委員の方々には、時には合宿形式で KL や ISLISP のドキュメントの検討に協力してもらった。国内 SC22 委員会の中田育男元委員長、土居範久前委員長には国内委員会だけでなく、ISO/IEC JTC1/SC22 の場でも支援をいただいた。SC22/LISP WG の活動は、情報処理学会規格調査会事務局の方々の支援の下に進められた。これら関係の方々に深謝の意を表する次第である。また、本稿の執筆をお勧めいただいた本会の戸田巖会長、本稿にコメントをいただいた編集委員に謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) McCarthy, J., Abrahams, P., Edwards, D., Hart, T. and Levin, M.: LISP 1.5 Programmer's Manual, MIT Press(1962).
- 2) Queinnec, C., Chailloux, J.(ed.): LISP Evolution and Standardization, AFCET, IOS (1988).
- 3) Steele Jr. G.: COMMON LISP: THE LANGUAGE, Digital Press(1984).
- 4) Steele Jr. G.: COMMON LISP: THE LANGUAGE, Second Edition, Digital Press(1990).
- 5) Steele Jr. G., Gabriel, R.: The Evolution of Lisp, Preprints of the Second ACM SIGPLAN History of Programming Languages Conference, pp.231-279(1993).
- 6) Yuasa, T. and Ito, T.: The ISO Standard for the Lisp Language, p.73(1992).
- 7) IEEE Standard for the Scheme Programming Language, IEEE Standard, pp.1178-1990(1990).
- 8) Information Technology - Programming Languages, Their Environments and System Software Interfaces - Programming Language ISLISP, International Standard, Reference number ISO/IEC 13816:1997(E), p.126, ISO/IEC (1997).

(平成 9 年 1 月 27 日受付)



伊藤 貴康 (正会員)

1940 年生。1962 年京都大学工学部電気工学科卒業。スタンフォード大学コンピュータサイエンス学科および人工知能プロジェクト研究助手、三菱電機中研を経て 1978 年から東北大学。現職、東北大学情報科学研究科教授。工学博士。過去に本会理事、電子情報通信学会評議員など。現在、Information and Computation の Editor, Int'l Journal of Foundations of Computer Science の Managing Editor, LISP and Symbolic Computation の Associate Editor, IFIP TC1 Member。ソフトウェア理論の国際会議 TACS'91, TACS'94, TACS'97 の議長、現在の研究の関心は、情報意味論、並列プロセス論、並列記号計算、リアルタイム計算モデル。LISP のインタプリタとコンパイラの実行速度の理論的比較、並列 LISP, Real-Time Java でも使われている実時間 GC の提案などの研究もある。ソフトウェア科学会、電子情報通信学会、人工知能学会、ACM, AAAI, New York Academy of Sciences 各会員。