

---

総合報告： 第五世代コンピュータの  
研究基盤化プロジェクト  
(後継プロジェクト)

General Report: FGCS Follow-on Project

ICOT研究所      ICOT Research Center  
内田俊一      Shunichi UCHIDA

---

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

General Report:  
**FGCS Follow-on Project**

総合報告： 第五世代コンピュータの  
研究基盤化プロジェクト  
(後継プロジェクト)

ICOT Research Center      ICOT 研究所  
Shunichi UCHIDA      内田 俊一

---

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## プロジェクトの背景

### 並列・分散処理の時代の到来

ハードウェア技術が先行し汎用的並列処理の記述言語やプログラミング環境が欠如

### 第五世代プロジェクトの成果の位置づけ

並列記号処理の言語と生産性の高いプログラミング環境  
将来性のある知識処理のツールと応用ソフトウェア

### 基盤化プロジェクトの役割

第五世代技術をWSや汎用並列マシン上に移植し普及させる

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Background of the Project

### New Era for Parallel and Distributed Processing

- \*Hardware Technology: **Rapidly Changing**
- \*Parallel Language and Environment: **Lacking**

### Main Products of the FGCS Project

- \*A Parallel Symbolic Language, KL1 and Very Productive Programming Environment
- \*Advanced Knowledge Processing Tools and Application Software

### Role of the Follow-on Project

- \*Making FGCS Products Operational on Unix-based WS and Parallel Machines

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## プロジェクトの目標

### 研究開発の目標

PIM上のKL1とPIMOS環境と同等なものをUnixベースの逐次および並列マシン上に新たに開発する。

将来性のある知識処理のツールや応用システムを改良・発展させた上でUnixマシン上に移植する。

### 普及活動の目標

大学・研究機関へ技術移転し、さらなる発展を期する。

新しい教育の材料や研究のインフラとする。

汎用並列言語やプログラミング環境のデファクト・スタンダードを目指す

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Goals of the Project

### Goals for Research and Development

- \* Development of a New KL1 and PIMOS Environment on Unix-based Sequential and Parallel Machines
- \* Further Development and Porting of Knowledge Processing Tools and Application Systems

### Goals for Dissemination of the FGCS Technology

- \* Technology Transfer to Universities and Research Institutes for Further Development
- \* Making it as New Educational Materials and Research Infrastructure
- \* Aiming at a Standard of General-purpose Parallel Language and Programming Environment

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 研究開発活動

### 研究体制作り

研究所縮小 90人 (7研究室+研計部) を40人へ  
ローテーションにより、20人を入替え。

### 予算と研究体制

13億円 × 2年間

研究所 40人 = 2研究部 + 研究計画部

外注ソフト開発要員 約50人

研究開発ツールの整備 汎用並列マシン(20+16+16+6)  
+ (PIM/p: 512 + PIM/m: 256+64+32)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Framework of Research Activity

### Reorganization of ICOT Research Center

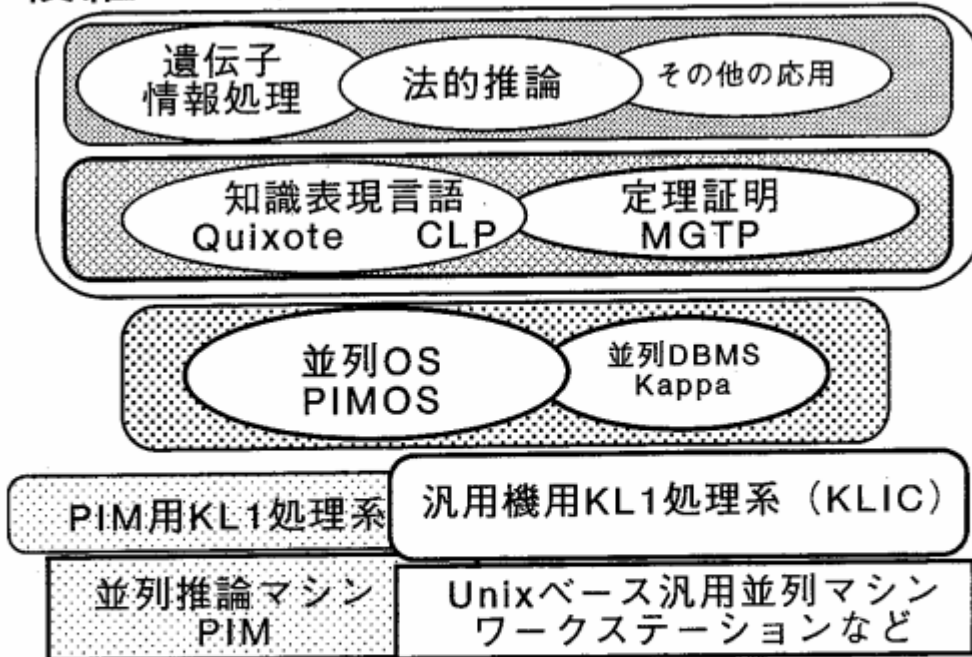
\*Reduction of Man Power from 90 regular members  
( 7 research sections ) to 40 ( 2 research departments ),  
getting 20 new members by the rotation

### Budget and Man Power of ICOT Research Center

- \* 1.3 Billion Yen X 2 Years
- \* 40 Regular Members = 2 Research Dept and  
1 Research Planning Dept
- \* 50 Software Engineers from Contracted Companies
- \* Main Research Tools:  
General-purpose Parallel Machines (20+16+16+6 PEs)  
+ (PIM/p: 512 PEs+ PIM/m: 256+64+32 PEs)

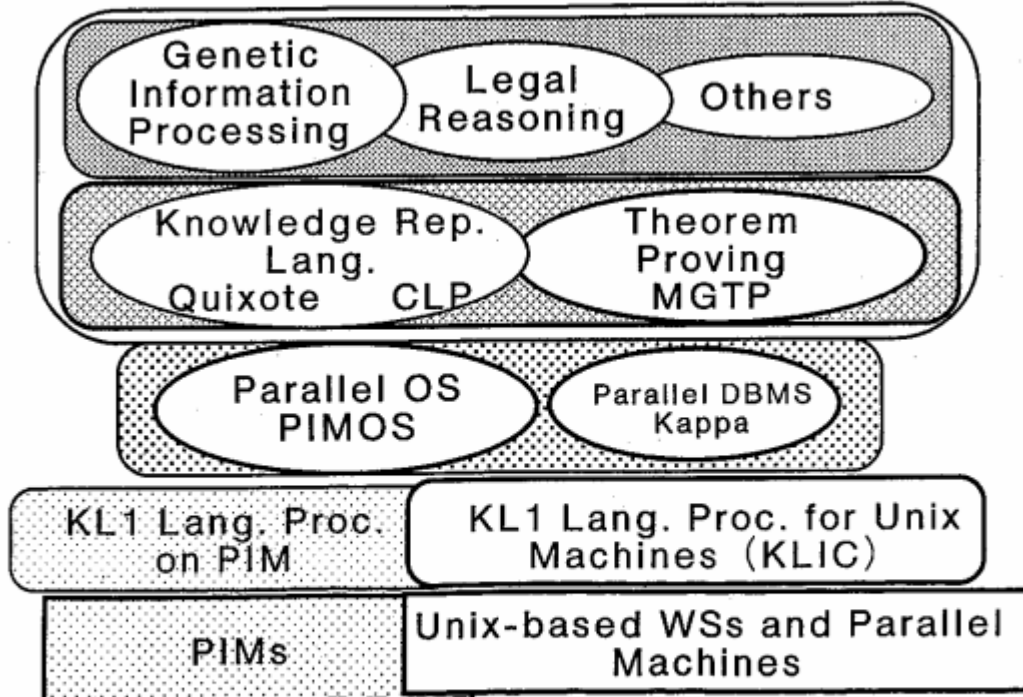
FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 後継プロジェクトの研究開発テーマ



FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Research Themes of The Project



FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 研究開発内容 (1)

### 並列基本ソフトウェア

- 1) 汎用マシン上のKL1処理系 KLICの開発
- 2) PIMのアーキテクチャとKL1処理系の評価
- 3) 並列・非正規関係データベース管理システム Kappa

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Research Activities (1)

### Parallel Basic Software

- 1) KL1 Programming Environment on General-purpose Sequential and Parallel Machines: KLIC System
- 2) Evaluation of PIM Architectures and KL1 Lang. Processors
- 3) Parallel Nested Relational DBMS: Kappa

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 研究開発内容 (2)

### 知識処理ソフトウェア (1)

- 1) 並列定理証明システム MGTP
- 2) 知識表現言語
  - 演繹・オブジェクト指向言語 Quixote
  - 並列・制約論理プログラミング言語 GDCC
  - 異種・分散協調問題解決システム Helios

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Research Activities (2)

### Knowledge Processing Software (1)

- 1) Parallel Theorem Prover: MGTP
- 2) Knowledge Representation Languages
  - Deductive and Object-Oriented Lang. Quixote
  - Parallel Constrained Logic LP Lang. GDCC
  - Heterogeneous Distributed Cooperative Problem Solving System: Helios

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 研究開発内容 (3)

### 知識処理ソフトウェア (2)

#### 3) 遺伝子情報処理システム

- DNA および 蛋白質の配列解析・編集システム
- 蛋白質の構造解析
- 分子生物学データベース・知識ベース

#### 4) 法的推論システム new Helic-II

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Research Activities (3)

### Knowledge Processing Software (2)

#### 3) Genetic Information Processing Systems

- DNA and Protein Sequence Alignment and Editing System
- Protein Structure Analysis
- Molecular Biological DBMS and KBMS

#### 4) Legal Reasoning System: new-Helics-II

FGCS'94 Dec. '94 ICOT



## 研究開発成果

### KLIC逐次版の配布と移植

- 高速でコンパクトなコード生成に成功
- '93年11月より公開し、主要なWS、パソコンへ移植済み

### KLIC並列版の配布と移植

- '94年12月以降、順次公開予定
- 国内、海外の主要並列マシン、8機種以上に移植の見込み

### その他のソフトウェアの開発成果

- '93年11月に7システム、'95年3月までに16システムを公開予定

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Research and Development Results

### KLIC Sequential Version

- Success in Generation of Compact and Fast C-codes
- Open from '93/11 and Ported to Major WSs and PCs

### KLIC Parallel Version

- Open from '94/12
- To be ported to more than 8 Major Parallel Machines

### Other Software Products

- Open 7 Systems in '93/11 and 16 Systems in '95/3 as ICOT Free software

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 第五世代コンピュータ技術の普及活動

### 普及活動の枠組み

- 1) 大学・研究機関を主な対象
- 2) 共同研究と委託研究による普及
  - 具体的な成果のほか、抽象的な成果の技術移転を意図
- 3) 海外研究機関への普及
  - 協力関係を維持・発展させつつ技術移転を行う

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Dissemination Activities

### Framework for Dissemination

- 1) Main Targets: Universities and Research Institutes
- 2) Through Research Collaborations and Contracts
  - Aiming the Transfer of both Solid and Abstract Research Results
- 3) Dissemination for Foreign Research Institutes
  - By Maintaining and further Developing Continuing Research Collaborations

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## タスクグループ (TG) の設置

- 1) ICOT OBや研究協力者を中心とする  
Human Networkの構築
- 2) 期待した役割
  - ICOTの研究水準と研究パワーの維持
  - 研究開発の一部を分担
  - 成果普及活動の推進役、および 海外研究協力の  
実施を支援

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Organizing Task Groups (TGs)

- 1) Setting up of New Human Network  
Connecting ICOT Graduates (ICOT OBs) and  
Collaborative Research Partners
- 2) Expected Roles
  - Keeping Research Power and Research Quality  
of ICOT Research Center
  - Substantially carrying out parts of  
ICOT's Research and Development Activities
  - Carrying out parts of the Dissemination Activities  
and International Collaborations

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## タスクグループの種類

- 1) 並列記号処理システム全般に関するTG (18)
- 2) 並列推論マシン評価に関するTG (10)
- 3) ポータブルKL1言語処理系に関するTG (9)
- 4) 並列定理証明TG (9)
- 5) 異種知識ベース・異種問題解決TG (17)
- 6) 蛋白質立体構造予測TG (17)
- 7) 法的推論TG (7)

( ) 内は、正規メンバー数 (ICOT研究員を除く)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Task Groups in the Follow-on Project

- 1) Parallel Symbolic Processing system TG (18)
- 2) Parallel Inference Machine Evaluation TG (10)
- 3) KLIC TG (9)
- 4) Parallel Theorem Proving TG (9)
- 5) Heterogeneous Knowledge-Base TG (17)
- 6) Protein Structure Prediction TG (17)
- 7) Legal Reasoning System TG (7)

(#): Regular members excluding ICOT researchers

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 国内普及活動

- 1) KLIC講習会 国内大学 5ヶ所 海外大学 1ヶ所
- 2) 大学での講義（非常勤講師）国内大学 4大学6学科
- 3) 共同研究 - 国立研究所 電総研 機技研  
- メーカー 5社（自主研究グループ）
- 4) 委託研究
  - KLIC処理系の機能拡張や知識処理の応用ソフトを利用した研究を委託
  - 国内大学 15グループ 海外大学 2グループ
  - 成果は無償公開（IFSの拡張部分となる）

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Dissemination Activities

- 1) KLIC Seminar: 5 Domestic Universities and  
1 US Universities
- 2) Lectures at Universities:  
6 Departments in 4 Universities
- 3) Collaborative Research:
  - National Lab: ETL and MEL
  - 5 Computer Manufacturers
- 4) Collaborative Research Contracts with Universities
  - Extension of KLIC System
  - New Research Topics based on ICOT's Knowledge Processing Software
  - 15 Groups at Domestic Univ and  
2 Groups at Foreign Univ.
  - Software Products: Open as a part of ICOT Free S/W

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 委託研究テーマと委託先

### 並列論理型言語の処理系と環境

- 1) 言語処理系の最適化 (東大 田中英彦研究室)
- 2) KL1 の実装最適化 (京大 中島浩研究室)
- 3) プログラム解析と最適化 (早大 上田和紀研究室)
- 4) 視覚的インタフェース (筑波大 田中二郎研究室)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Collaborative Research with Univ.

### Parallel LP Lang. Processors and Environments

- 1) Optimization of a language processor  
(Prof. H. Tanaka, Univ. of Tokyo)
- 2) Optimal implementation of KL1  
(Prof. H. Nakashima, Kyoto Univ.)
- 3) Program analysis and optimization  
(Prof. K. Ueda, Waseda Univ.)
- 4) Visual interface of parallel systems  
(Prof. J. Tanaka, Tsukuba Univ.)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 委託研究テーマと委託先

### 並列定理証明

- 5) 推論技術の高速化 (東大 淵一博研究室)
- 6) 定理証明に基づく論理型言語 (九大 雨宮真人研究室)

### 自然言語処理

- 7) PIMを用いた自然言語処理 (東工大 田中穂積研究室)
- 8) 並列自然言語処理 (九大 谷口倫一郎研究室)
- 9) 自然言語処理ツール (奈良先端大 松本裕治研究室)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Collaborative Research with Univ.

### Parallel Theorem Proving

- 5) High-speed inference (Prof. K. Fuchi, Univ. of Tokyo)
- 6) Lang. processor based on theorem proving  
(Prof. M. Amamiya, Kyushu Univ.)

### Natural Language Processing

- 7) NL processing on the PIM  
(Prof. H. Tanaka, Tokyo Institutes of Technology)
- 8) Parallel NL understanding  
(Prof. R. Taniguchi, Kyushu Univ.)
- 9) NL tools (Prof. Y. Matsumoto, AIST-Nara)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 委託研究テーマと委託先

### 応用システム等

- 1 0) 分散システム上のAI技術 (慶大 古川康一研究室)
- 1 1) KL1による制約処理 (東理大 溝口文雄研究室)
- 1 2) 並列VLSI-CADシステム (神戸大 瀧和男研究室)
- 1 3) 論理型言語むきアーキテクチャ評価  
(東大 田中英彦研究室)
- 1 4) 論理型言語を用いたトランザクション管理  
(北陸先端大 横田治夫研究室)
- 1 5) 高速並列科学技術計算法 (北陸先端大 国藤進研究室)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Collaborative Research with Univ.

### Application Systems and Others

- 10) Distributed AI systems (Prof. K. Furukawa, Keio Univ.)
- 11) Constraints processing  
(Prof. F. Mizoguchi, Science Univ. of Tokyo)
- 12) Parallel VLSI-CAD systems (Prof. K. Taki, Kobe Univ.)
- 13) Evaluation of parallel architectures for LP  
(Prof. H. Tanaka, Univ. of Tokyo)
- 14) Transaction management  
(Prof. H. Yokota, JAIST-Hokuriku)
- 15) Methodology for parallel scientific computation  
(Prof. S. Kunifuji, JAIST-Hokuriku)

FGCS'94 Dec. '94 ICOT



## 海外普及活動

### 第五世代プロジェクトから継続する研究協力

米国 \*NSF (Mr. Y.T. Chien)  
ANL (Dr. E. Lusk Dr. R. Overbeek Dr. R. Stevens)  
NIH (Mr. R.J. Feldmann Dr. G. Michaels)  
LBL (Dr. C. Cantor Dr. C. Smith)

フランス INRIA (Dr. L. Kott Dr. G. Kahn)  
英国 DTI (Dr. K. Shotton Dr. P. Rothwell)

スウェーデン \*SICS (Dr. S. Haridi Dr. M. Nilsson)  
オーストラリア \*ANU (Prof. M. McRobbie  
and Dr. J. Slaney)

\*印は後継プロジェクトにおいても活発に交流のあるもの。

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## International Collaborations

### Continuing Collaboration from the FGCS Project

U.S.A.: \*NSF (Mr. Y.T. Chien)  
ANL (Dr. E. Lusk, Dr. R. Overbeek  
Dr. R. Stevens)  
NIH (Mr. R.J. Feldmann, Dr. G. Michaels)  
LBL (Dr. C. Cantor, Dr. C. Smith)

France: INRIA (Dr. L. Kott, Dr. G. Kahn)  
U.K. DTI (Dr. K. Shotton, Dr. P. Rothwell)

Sweden: \*SICS (Dr. S. Haridi, Dr. M. Nilsson)  
Australia: \*ANU (Prof. M. McRobbie, Dr. J. Slaney)

\* means that collaboration is still active.

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## 後継プロジェクトにおける共同研究

### 研究開発の一部と普及活動を委託

- 1) ブリストール大学  
(Prof. D. Warren Prof. S. Gregory)  
並列デバッガ ー および 制約ソルバ ー
- 2) オレゴン大学 (Prof. J. Conery Prof. E. Tick)  
最適化コンパイラ および 制約を用いた配列解析

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## New Research Collaborations

### Conducting a part of ICOT Research and Dissemination

- 1) Univ. of Bristol  
(Prof. D. Warren Prof. S. Gregory)  
A new debugger and a constraint solver
- 2) Univ. of Oregon (Prof. J. Conery Prof. E. Tick)  
Optimizing of the KL1 compiler and  
sequence alignment using constraints

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## ICOTフリー・ソフトウェア(IFS)

および 技術情報の配布

### Internet上のanonymous FTP サーバによるIFSの配布

第五世代プロジェクト	77 システム	'92年 8月
後継プロジェクト	7 システム	'93年11月
後継プロジェクト	16 システム	'95年 3月

- IFSのアクセス状況 2,200サイトへ、12,000ファイル

### World Wide Web サーバによる情報提供 ('94年10月)

- ICOTの研究活動、組織、出版物、IFSなどの紹介
- 800サイト/1ヶ月のアクセス

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Distribution of ICOT Free S/W (IFS) and other technical information

### Distribution of IFS with anonymous FTP server

FGCS Project	77 systems	'92/ 8
Follow-on Project	7 systems	'93/11
Follow-on Project	16 systems	'95/ 3

- Transfer of IFS files: 2,200 sites/ 12,000 files

### Distribution of other information with World Wide Web sever (from '94/10)

- ICOT Research Activities, Organization, Publications, IFS and so on
- Accesses: 800 sites / month

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## まとめ (1)

### 後継プロジェクトの2つの役割

#### 1) 成果の普及

KLIC: 多種のマシンへの移植、研究・教育ツールとして活用されている。

その他のソフトウェア: 大学等での利用活発

#### 2) 第五世代プロジェクトのソフト・ランディング

ICOT研究所の研究者: 大学、親会社等で、より多くのチャンスが期待できる

PIM等のマシン類: 大学等での活躍の場が確保された

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Conclusion (1)

### Two aspects of the FGCS Follow-on Project

#### 1) Dissemination of the FGCS Technology

KLIC: Already ported to many commercial machines and used as an educational and research tool

Others: Mainly used as seeds for new research project at universities

#### 2) Soft-landing of the FGCS Project

ICOT researchers: Getting better opportunities and positions in their companies and universities

PIM and other machines: To be used at universities for educational tools

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## まとめ (2)

### 今後の計画

- 1) ICOT研究所のクローズ ('95年3月)
- 2) IFSの配布の継続と保守のためのセンター ('95年4月以降)
- 3) IFSをさらに育成するためのネットワーク上の Virtual Research Laboratory構想の実現

FGCS'94 Dec. '94 ICOT

## Conclusions (2)

### Future Plan

- 1) ICOT Research Center will close in '95/3.
- 2) An IFS maintenance and distribution center will start after '95/4.
- 3) Setting up a Virtual Research Laboratory on Internet for further development of IFS

FGCS'94 Dec. '94 ICOT