

複数人によるオブジェクトモデル作成実験の比較 評価

山本修一郎, 黒木宏明
NTT ソフトウェア研究所
東京都武蔵野市緑町 3-9-11
{yamamoto, kuroki}@slab.ntt.co.jp

あらまし

情報システムのオブジェクト指向分析を容易化するパターン分類に基づくオブジェクト指向分析手法 POOM と OMT 手法との比較実験ならびに、実験結果について報告する。本論文では、複数人によるオブジェクト分析作業の生産性と作成されたオブジェクトモデルの均質性について評価する。この結果、POOM が OMT に較べて約 2 倍の生産性であること、POOM の場合、約 70% のオブジェクトが分析チーム間で一致するという結果を得た。

Experimental Evaluation of Object- Oriented Analysis Teams

Shuichiro YAMAMOTO, Hiroaki KUROKI
NTT Software Laboratories
3-9-11, Midori-cho, Musashino-shi
Tokyo 180 Japan
{yamamoto, kuroki}@slab.ntt.co.jp

Abstract

In this paper, an object-oriented analysis method based on object-patterns, POOM, is compared to OMT. Experimental evaluation shows that POOM teams can cut the time necessary for developing object models as well as the developed diagrams of different analysts teams have homogeneity. These results show the effectiveness of POOM.

1. はじめに

これまでに、数多くのオブジェクト指向分析手法が提案されている⁽¹⁾。これらのオブジェクト指向分析手法は、オブジェクトとその関係に着目してオブジェクトモデルを作成する情報構造主導型とユースケースなどのシナリオに着目してオブジェクトモデルを作成する利用構造主導型に分けられる⁽²⁾。OMT 法⁽³⁾、Shlaer/Mellor 法⁽⁴⁾、Fusion 法⁽⁵⁾などは情報構造主導型である。OBA

法⁽⁶⁾、OOSE 法⁽⁷⁾、RDD 法⁽⁸⁾などは利用構造主導型である。

情報構造主導型では、現実世界を前提として、可能性のあるオブジェクトをすべて抽出してから、オブジェクトモデルを作成する。もし、現実世界が十分に具体的に定義できるなら、安定したオブジェクトモデルを作成できる。しかし、情報システムの場合、装置や物などの具体的に存在する物

理的な対象が想定しにくいので、現実世界のオブジェクトを抽出しにくい。したがって、分析者が論理的に必要なと考えられるオブジェクトを個人的な経験から抽出する必要がある、分析者間でオブジェクトモデルの均質性を保ちにくいという問題がある。とくに、複数の分析者が同時に参加するような分析作業では、分析者間の意識合わせが困難になる可能性がある。また、分析段階のオブジェクトモデルと設計段階のオブジェクトモデルとが必ずしもうまく対応しないことが多い。

利用構造主導型では、システム利用者と利用する上でのシナリオをすべて抽出してから、オブジェクトモデルを作成する。システム外部との境界条件がシナリオによって明確に規定されるので、外部境界と関連するオブジェクトについては、安定したオブジェクトモデルを作成できる。しかし、利用構造主導型では、情報システムで最も重要となる静的なオブジェクト構造を抽出しにくいという問題がある。

このような問題を解決するために、筆者らは、次のような新しいオブジェクト指向分析手法 POOM (Pattern Oriented Object Modeling) を考案した⁽¹⁾。POOM では、まず、利用構造主導型のシナリオに相当する役割フロー分析を行う。次いで、クライアント/サーバ型情報システムの階層アーキテクチャと親和性の高いオブジェクトのパターンに基づいて、情報構造主導型のオブジェクトモデルを作成する。

以下では、まず第2節で POOM におけるオブジェクトモデルについて述べ、第3節で OMT と POOM による分析実験について説明する。第4節で複数人による共同分析実験の結果を示し、第5節で考察を述べる。最後に、まとめと今後の課題を第6節で述べる。

2. POOM のオブジェクト分析モデル

POOM では、オブジェクトモデルを役割オブジェクトモデルとパターン化オブジェクトモデルからなる2段階に分けて分析する。役割オブジェクトモデルは、ある役割を持つ業務担当者間の関係に着目したオブジェクトモデルである。これに対してパターン化オブジェクトモデルは、表示層、機能層、データ層からなる階層型クライアント・サーバ・アーキテクチャに着目したオブジェクトモデルである。パターン化オブジェクトモデルでは、各層のオブジェクトとそれらの関係を定義する。次いで、パターン化オブジェクトモデルに基づいて、各層に対応する3つのモデルを作成する。

すなわち、画面間関係などのユーザインタフェースを定義する表示モデル、オブジェクトの機能インタフェース間の関係を定義する通信モデル、データベースで管理される永続オブジェクトを定義するデータモデルを作成する。以上述べた、パターンに基づくオブジェクト指向分析法のプロセスを図1に示す。

2.1 役割オブジェクトモデル

役割オブジェクトモデルでは、業務担当者の役割に着目して、役割間関係を明らかにする。したがって、役割オブジェクトモデル図では、役割をオブジェクトとし、役割間関係をオブジェクト間関係として記述する。役割間関係は、役割オブジェクト間でのメッセージの流れを分析することにより明確化できる。ここで、業務の手順ではなく役割に着目する理由は、役割という概念を用いることにより、本質的な業務だけを抽出するためである。役割オブジェクトモデルの例を図2に示す。

2.2 パターン化オブジェクトモデル

パターン化オブジェクトモデルでは、情報システムを構成するオブジェクトとその関係を記述する。パターン化オブジェクトモデルでは、データ層、機能層、表示層に対応する7種類のオブジェクトとそれらの関係を分析する。データ層に対応するオブジェクトには、アクセス対象型、流通型、発生源型がある。アクセス対象型は、データベース内に格納されトランザクションで操作されるオブジェクトである。流通型オブジェクトは、商品や代金など物流や出納の対象となるオブジェクトである。発生源型オブジェクトは、外部からのイベントに対応するオブジェクトである。たとえば、商品を顧客が購入する場合、商品が流通型、代金を支払う顧客が発生源型、販売管理簿がアクセス対象型となる。

機能層に対応するオブジェクトには、トランザクション型がある。機能層オブジェクトは、データ層オブジェクトを操作して表示層オブジェクトに処理結果を返す機能を表現するオブジェクトである。表示層に対応するオブジェクトには、アクセス境界型、所有者型、役割型がある。アクセス境界型はユーザインタフェースに対応するオブジェクトである。所有者型は、アクセス境界型や役割型など表示層オブジェクトを所有するオブジェクトである。役割型は、役割分析モデルで抽出した役割オブジェクトである。パターン化オブジェクトモデルにおけるオブジェクト間の基本的な関

係を図3に示す。

パターン化オブジェクトモデルでは、抽出すべきオブジェクトとその関係が予め制約条件として明確化されているので、このような制約条件に合わないオブジェクトを抽出することはない。したがって、パターンを考慮せずにオブジェクトモデルを作成する場合に比べて、パターン化オブジェクトモデルの方が効率的にオブジェクトモデルを作成できると考えられる。

2. 3 ATM問題への適用例

OMTの教科書で例題として採り上げられているATM問題に対して、本手法を適用してパターン化オブジェクトモデルを作成した例を図4に示す。図4では、表示層のオブジェクトとして、所有者型オブジェクトである銀行と銀行組合、役割型オブジェクトである会計係、アクセス境界型オブジェクトであるATMおよび会計端末、入力装置がある。機能層のオブジェクトとして、会計トランザクション、遠隔トランザクション、更新トランザクションおよびその上位オブジェクトとしてのトランザクションなどのトランザクション型オブジェクトがある。データ層のオブジェクトとしては、アクセス対象型オブジェクトカード認証と口座、流通型オブジェクトキャッシュカード、発生源型オブジェクトの顧客がある。この例からも分かるように、オブジェクトモデルをパターン化することにより、オブジェクトの種類を図形の形状で直感的に把握できるだけでなく、表示層、機能層、データ層に属するオブジェクトを互いに自然に関係付けることができる。

3. 実験計画

以下では、情報構造主導型手法OMTと利用構造主導型手法POOMとを対象として、できるかぎり同一条件の下でこれらのオブジェクト指向分析法を比較する実験を実施し、両手法の有効性について比較分析する。今回の比較実験の概要を図5に示す。図5に示したように、本論文では、OMTにおけるオブジェクトモデルの作成と、POOMにおける役割オブジェクトモデルとパターン化オブジェクトモデルの作成について比較する。オブジェクトモデルからの表示モデル、交信モデル、データモデルの作成については、別の機会に議論する。

3. 1 仮説の設定

本実験では、以下に示す仮説を複数人によるオブジェクト指向分析の場合について統計的に検証する。

〔仮説1〕POOMを用いて分析した方がOMTを用いて分析するよりも、分析時の生産性が高い。

〔仮説2〕POOMを用いて分析した方がOMTを用いて分析するよりも、オブジェクトモデルの均質性が高い。

3. 2 実験条件

OMTとPOOMによるオブジェクト指向分析の効果を評価するため、被験者をOMTグループとPOOMグループに分け、それぞれのグループの被験者が同じ問題について個別に分析した。24名の被験者数を、各手法ごとに12名を割り当てた。分析問題の構成は個人で分析する問題が2問とグループで分析する問題が2問とした。グループ問題については、3人で1つの分析問題に取り組むこととした。したがって、OMTとPOOMごとに、4グループが同じ問題についてグループごとに分析した。

分析手法の比較実験では、OMTの経験がある被験者が6名だったため、被験者のグループごとにOMTとPOOMの講習会を実施してから、分析実験を行った。講習会の時間は、約3時間である。被験者のソフトウェア開発経験やオブジェクト指向分析手法の経験が、グループごとに偏らないように、被験者を各グループにできるだけ均等に割り当てた。ソフトウェア開発経験年数の平均についてのt検定を実施したところ、各グループで有意な差がなかった(有意水準5%)。また、分析手法の経験についても同様だった。

3. 3 分析問題

複数人による共同分析作業で対象とする問題は酒販売業務問題P3(87文)である。個人分析実験では、書店会計問題P1(10文)と旅行代理店問題P2(12文)を対象とした。分析実験では、これらの問題に関する業務記述に基づいてオブジェクトモデルを作成した。分析作業は、P1,P2,P3の順で実施した。個人問題に関する比較実験の結果については、文献⁽¹²⁾で述べている。本論文では、酒販売業務問題に関する分析作業を比較する。

3. 4 使用ツールと作成ドキュメント

本実験の実施時に、POOMを支援するツールがなかった。このため、OMTグループ、POOMグループともワープロを用いてオブジェクトモデルを作成することにより、実験条件を揃えた。OMTグループでは、オブジェクト一覧、オブジェクトモデル図を作成した。POOMグループでは、役割モデル、オブジェクトモデル図を作成した。したがって、オブジェクト一覧と役割モデルの違いを除

けば、OMTとPOOMの作成ドキュメントは同じである。

3. 5 分析実験の進め方

【手順1】約3時間の講習会により、OMTグループとPOOMグループごとにそれぞれのオブジェクト指向分析手法を学習した。

【手順2】OMTグループでは、業務記述に基づき、現実世界のオブジェクトを考慮してオブジェクトを抽出し、オブジェクト一覧を作成した。POOMグループでは、システムを利用する担当者の役割を考えて、役割オブジェクトとその関係を抽出し、役割フロー図を作成した。

【手順3】OMTグループではオブジェクト一覧に基づき、オブジェクトモデル図を作成した。POOMグループでは、役割フロー図とオブジェクト分類に基づき、オブジェクトモデル図を作成した。

4. 分析実験結果

4. 1 分析データ

分析実験の結果から得られたデータを表1と表2に示す。各表では、OMTチームとPOOMチームについて、オブジェクトモデルを作成するために要した時間ならびにオブジェクトモデルにおけるオブジェクト数や関係数を調べた。とくに、オブジェクト数については、表示層、機能層、データ層に対応するオブジェクトの個数についても調べた。また、オブジェクトモデルの均質性を評価するため、多数の被験者が共通に抽出したオブジェクトを何個記述しているかを多数オブジェクト数COMとして調べた。ここで、あるオブジェクトObjが同じ分析手法グループで半数以上のチームによって抽出されているとき、Objをその手法グループGにおける多数オブジェクトであるといい、COM_G(Obj)で表す。このとき、手法グループGのあるチームが作成したオブジェクトモデル図Dの多数オブジェクト数はCOM_G(Obj)を満たすD内のオブジェクトObjの個数である。

4. 2 オブジェクト数の比較

【観察1】オブジェクトモデル図のオブジェクト数は、POOMの方がOMTよりも多い(有意水準5%)。

POOMのオブジェクトモデル図のオブジェクト数の平均は、約52.5個となった。これに対してOMTのオブジェクトモデル図のオブジェクト数の平均は、約30.3個だった。すなわちOMTのオ

ブジェクトモデル図に含まれるオブジェクト数は、POOMの場合のオブジェクト数の約60%程度であるという結果となった。またオブジェクト数の平均値の間にはチーム間で統計的に有意な差が認められた。

4. 3 関係数の比較

【観察2】オブジェクトモデル図の関係数は、POOMの方がOMTよりも多い(有意水準5%)。

POOMのオブジェクトモデル図の関係数の平均は、約78.8個となった。これに対してOMTのオブジェクトモデル図の関係数の平均は、約48.3個だった。すなわちOMTのオブジェクトモデル図に含まれる関係数は、POOMの場合の関係数の約60%程度であるという結果となった。また関係数の平均値の間にはチーム間で統計的に有意な差が認められた。

4. 4 分析時間の比較(図6、図7)

【観察3】オブジェクトモデル図の作成時間は、POOMの方がOMTよりも少ない(有意水準5%)。

POOMのオブジェクトモデル図作成時間の平均は、約10.4時間となった。これに対してOMTのオブジェクトモデル図作成時間の平均は、約20.3時間だった。したがって、POOMの分析時間はOMTの分析時間の約50%であるという結果となった。また分析時間の平均値の間にはチーム間で統計的に有意な差が認められた。

4. 5 生産性の比較(図8、図9)

【観察4】オブジェクトモデル図の生産性は、POOMの方がOMTよりも高い。

1時間当たりに作成されたオブジェクト数を生産性として、POOMとOMTを比較した。POOMとOMTの生産性の平均は、それぞれ約5.3と約2.7となり、POOMがOMTの約2倍の生産性となった。しかし、生産性の平均にはPOOMとOMTで有意な差は認められなかった。

【観察5】オブジェクトモデル図の生産性の分散は、POOMの方がOMTよりも小さい(有意水準5%)。

生産性の分散については、OMTとPOOMで統計的に有意な差が認められた。

4. 6 均質性の比較(図10、図11)

【観察6】オブジェクトモデル図の多数オブジェクト数は、POOMの方がOMTよりも多い。(有意水準5%)。

【観察7】オブジェクトモデル図を構成する表示層、機能層、データ層の多数オブジェクト率は、

POOMの方がOMTよりも多い。(有意水準5%)

POOM のオブジェクトモデル図の多数オブジェクト数の平均は、約 35.8 個となった。これに対して OMT のオブジェクトモデル図のオブジェクト数の平均は、約 5.3 個だった。したがって、約 7 倍程度 POOM の方が OMT よりも多数オブジェクト数が多い結果となった。多数オブジェクト数の平均値の間にはチーム間で統計的に有意な差が認められた。表示層、機能層、データ層の多数オブジェクト率の平均にも、チーム間で統計的に有意な差が認められた。

5. 考察

オブジェクトモデル作成時間では、POOM が OMT の約 50% の分析時間となること、生産性では POOM が OMT の約 2 倍になることが判明した(仮説 1 の実証)。図 12 にオブジェクト数と分析時間の関係を示す、また、図 13 にオブジェクト数と関係数についての関係を示す。図では▲で OMT チームを、□で POOM チームを示す。これらから、POOM の方がより詳細なオブジェクトモデルを効率的に作成できたことがわかる。

各チームが共通に挙げた多数オブジェクト率が OMT では約 16%、POOM では約 70% となった。したがって、OMT よりも POOM の方が均質性の高いオブジェクトモデルを作成できることを明らかにした(仮説 2 の実証)。

このように、利用構造主導型の POOM が情報構造主導型の OMT に較べて優れた評価結果になった理由としては、利用構造主導型では、業務シナリオである役割フローからオブジェクトモデルを導出することと、作成されるべきオブジェクトモデル自体を類型化していることが挙げられる。

6. まとめと今後の課題

パターン分類に基づくオブジェクト指向分析手法 POOM と OMT とを複数人によるオブジェクト指向分析実験により定量的に比較した。この結果、POOM が生産性と均質性の両面で OMT よりも優れていることを明らかにした。

また、酒販売業務問題の結果を再利用して、不動産販売業務問題(36文)に対するオブジェクトモデルを作成する実験も実施している。これらについては、稿を改めて報告する予定である。

参考文献

[1] Monarchi, D., and Puhr, G., "A research

typology for Object-Oriented Analysis and Design," CACM, Vol.35, No.9, pp.35-47, 1992.

[2] Jacobson, I., "A confused world of OOA and OOD," JOOP, Vol.8, No.9, pp.15-20, 1995.

[3] Rumbaugh, J., et al., Object-Oriented Modeling and Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991.

[4] Shlaer, S. and Mellor, S., "Object-Oriented Systems Analysis: Modeling the World in Data," Prentice Hall, 1988.

[5] Coleman, D. et al., "Object-Oriented Development: The Fusion Method," Prentice Hall, 1994.

[6] Rubin, K. & Goldberg, A., "Object Behavior Analysis," CACM, Vol.35, No.9, pp.48-62, 1992.

[7] Jacobson, I., Object-Oriented Software Engineering, A Use Case Driven Approach, ACM Press, Addison-Wesley, 1992.

[8] Wirfs-Brock, R., and Wiener, L., "Designing Object-Oriented Software," Prentice Hall, 1991.

[9] Wirfs-Brock, R., "Stereotyping: A technique for characterizing objects and their interactions," Object Magazine, Vol.3, No. 4, pp.50-53, 1993.

[10] Wirfs-Brock, R., "How designs differ," ROAD, Vol.1, No.4, pp.51-56, 1994.

[11] 山本修一郎、オブジェクトパターンに基づくオブジェクトモデリング手法の提案、電子情報通信学会、知能ソフトウェア工学研究会、KBSE 96-28, pp.17-22, 1997.

[12] 山本修一郎、黒木宏明、オブジェクトパターンに基づくオブジェクトモデリング手法の実験評価、電子情報通信学会、知能ソフトウェア工学研究会、KBSE 97-1, pp.1-6, 1997.

図1. パターンに基づく
オブジェクト指向分析手法

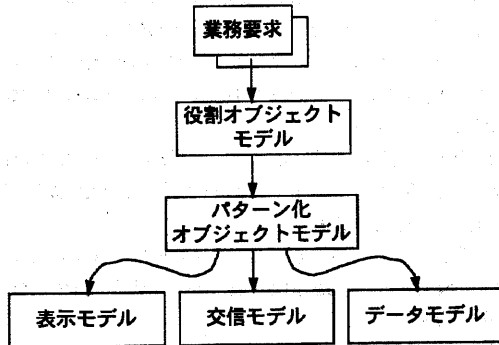


図2. 役割オブジェクトモデル

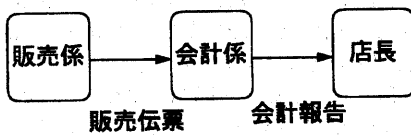


図3. パターン化オブジェクトモデル
の基本要素

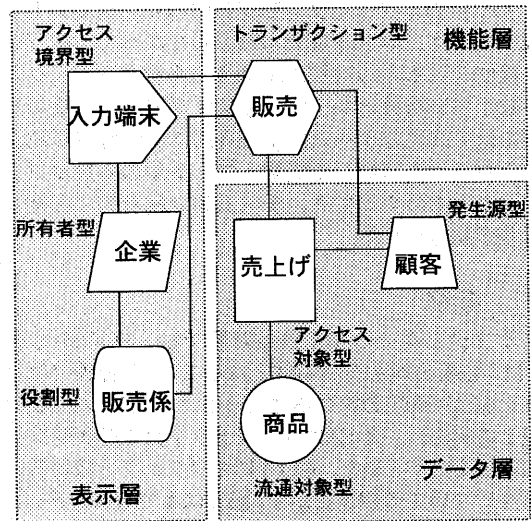


図4. POOMによるATM問題の記述例

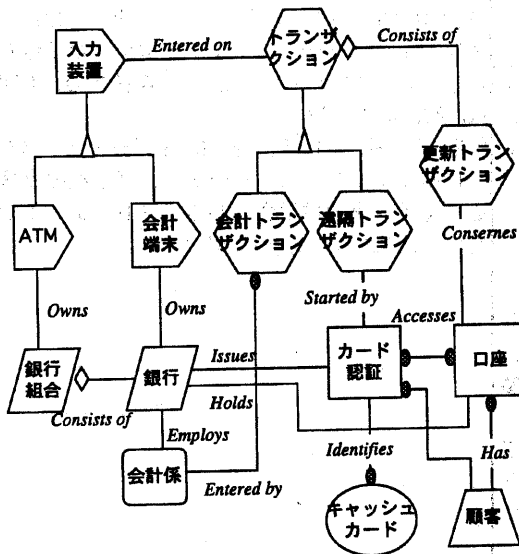


図5. POOMとOMTの比較実験

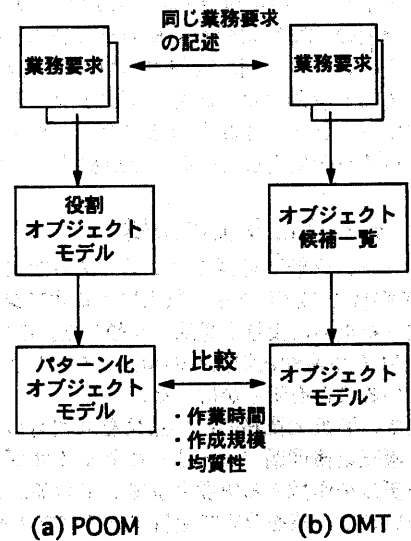


表1. 分析実験結果[OMT]

項目	OMT-A	OMT-B	OMT-C	OMT-D	平均
分析時間(分)	690	2100	1680	400	1217.5
オブジェクト数	39	11	31	40	30.25
P層オブジェクト数	5	0	5	5	3.75
F層オブジェクト数	17	6	7	14	11
D層オブジェクト数	17	5	19	21	15.5
多数オブジェクト数	7	1	7	6	5.25
P層多数オブジェクト数	3	0	3	3	2.25
F層多数オブジェクト数	0	0	0	0	0
D層多数オブジェクト数	4	1	4	3	3
関係数	62	23	63	45	48.25
多数オブジェクト率	0.1795	0.0909	0.2258	0.15	0.1616
生産性	3.3913	0.3143	1.1071	6	2.7032

表2. 分析実験結果[POOM]

項目	POOM-A	POOM-B	POOM-C	POOM-D	平均
分析時間(分)	570	555	480	900	626.25
オブジェクト数	68	43	45	54	52.5
P層オブジェクト数	12	8	11	10	10.25
F層オブジェクト数	20	15	12	16	15.75
D層オブジェクト数	36	20	22	28	26.5
多数オブジェクト数	36	34	35	38	35.75
P層多数オブジェクト数	11	7	11	10	9.75
F層多数オブジェクト数	12	15	12	15	13.5
D層多数オブジェクト数	13	12	12	13	12.5
関係数	103	67	71	74	78.75
多数オブジェクト率	0.5294	0.7907	0.7778	0.7037	0.7004
生産性	7.1579	4.6486	5.625	3.6	5.2579

(表注1) 生産性=(オブジェクト数/分析時間)×60

図6. OMTチームの分析時間

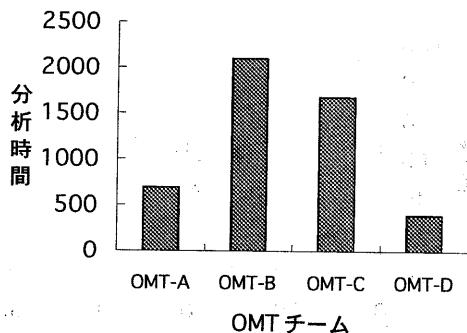


図7. POOMチームの分析時間

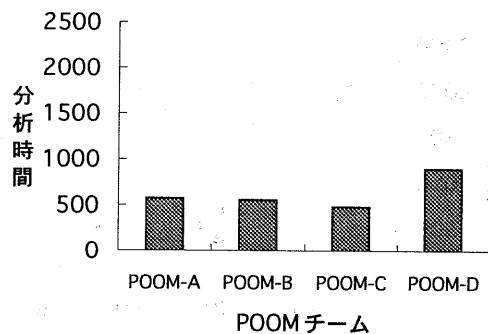


図8. OMT チームの生産性

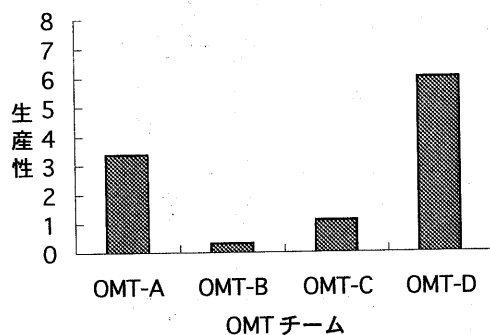


図9. POOM チームの生産性

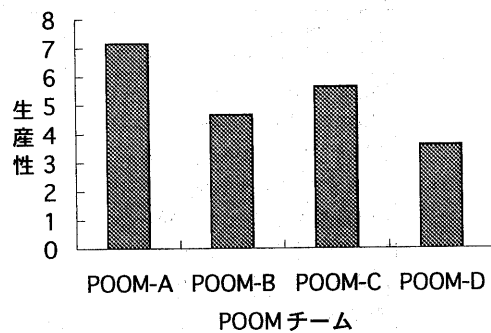


図10. OMT チームの多数オブジェクト率

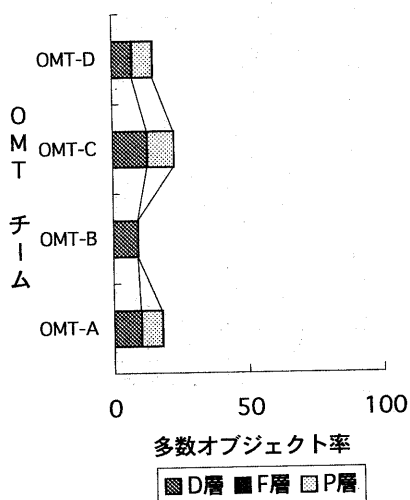


図11. POOM チームの多数オブジェクト率

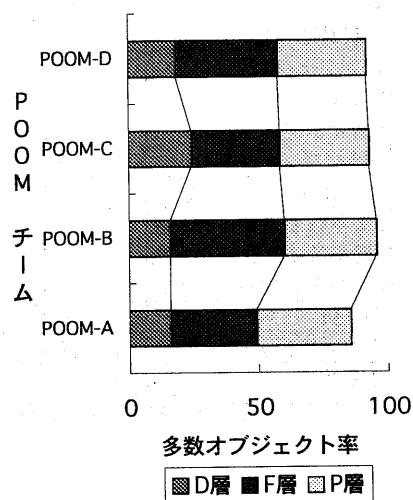


図12. オブジェクト数と分析時間

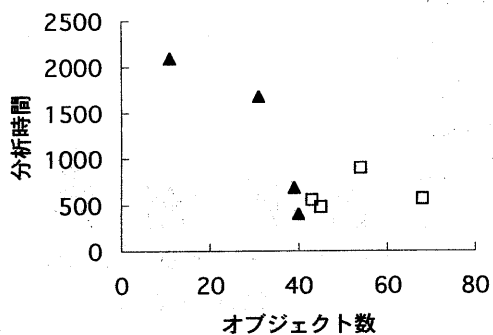


図13. オブジェクト数と関係数

