

自主研究

# ソフトウェア開発におけるプロジェクト特性の 経年変化に関する分析

# ソフトウェア開発におけるプロジェクト特性の 経年変化に関する分析

調査研究部 第三調査研究室長 押野 智樹

## 1. はじめに

グローバル化などによってビジネス環境が大きく変化するなか、企業の情報システムを取り巻く状況も大きく変化していることは容易に想像できる。発注側企業が情報システムを受託開発する場合、市場の急激な変化に対応するため、受託側企業に対し構築システムの変更や拡張などの柔軟性を求め、なおかつ工期短縮など迅速性を求める傾向はより強くなっているのではないだろうか。そのため、発注側企業が企業の情報システム構築をする場合に、受託側企業に工期短縮を要求すれば、ソフトウェア開発の生産性および品質などに影響を及ぼす可能性は十分に考えられる。

そこでISBSG<sup>[1]</sup>の「The Benchmark Release 8」<sup>[2]</sup>で指摘されているように「プロジェクトの期間は短縮されているのか?」、「短期出荷のために生産性は犠牲になっているのか?」これらのテーマを検証することを試みた。

弊会では、主に受注側企業を対象として平成10年度からソフトウェア開発に関する調査を開始、平成12年度からは同調査を毎年実施し、回収したプロジェクトデータを蓄積してきた。今回、その蓄積したソフトウェア開発データについて年度ごとの変化に着目し、変化が認められた場合は、それらがどのような影響を及ぼすのか分析をおこなった。

本稿では、まずソフトウェア開発におけるプロジェクト特性として、規模、工数、工期、品質に関するものに加え「ソフトウェア開発工数積算のための生産性分析」(2007年9月、本誌)<sup>[3]</sup>

で生産性に関連がみられた以下のプロジェクト特性について経年変化の状況を集計してみた。

- ファンクションポイント (FP) 規模<sup>(注1)</sup>
- 工数
- 工期
- 最大開発要員数
- FP生産性
- 月あたりの開発工数
- 月あたりのFP規模
- バグ密度
- 開発期間規模比
- 最大開発要員数規模比

次に、これまでの単年度データの分析の結果、比較的相関の強い以下の関係について、年度ごとに、回帰分析をおこなった。

- 工数と工期の関係
- FP規模と工数の関係

更に、変化が認められた項目がどのような影響を及ぼすのか分析をおこなった。

本稿の構成は、2章で分析対象データについて述べ、3～4章で主な項目の経年変化を確認、5章で工数と工期の関係の変化、6章でFP規模と工数の関係の変化について述べ、最後に7章でまとめを述べる。

<sup>(注1)</sup> ファンクションポイント (FP) : 情報システムの機能に着目し、その量を表す値。FP 値には未調整の値と調整係数により調整した値があるが、本稿では基本的に未調整 FP (UFP) を用いた。

## 2. 分析対象データ

### 2.1 調査の概要

分析に用いたデータは、幣会が平成13年度から平成20年度までの8年間、毎年、調査を実施、収集したソフトウェア開発プロジェクトデータ約1,500件（収集対象企業は約300社）である。

この「ソフトウェア開発に関する調査」は平成10年から実施しているが、今回は調査項目を大きく見直した平成13年度以降のデータを採用した。なお平成19年度以降の調査においては共通フレーム2007<sup>[4]</sup>に対応し開発工程区分を見直したため、平成13年度から平成18年度までのデータとは必ずしも同一条件になっていない部分がある。

分析対象データの特徴としては、国内の大手から中小まで幅広い企業のプロジェクトデータを収集していることにある。回答が得られた企業について、最近6年間における企業規模別の構成比率をみると、ソフトウェア開発技術者数が100人未満の企業が約30%、100人以上300人未満が約30%、300人以上1,000人未満が約25%、1,000人以上が約15%と特定の企業規模に偏らない結果となっている。また、幣会の調査はファンクションポイントに着目しているため、調査対象は日本ファンクションポイントユーザ会<sup>[5]</sup>（JFPUG）に登録されている企業を中心としており、回答企業の過半数はJFPUG会員企業が占めている。

また本調査は、平成15年度からはJFPUG FP法利用検討委員会（JFPUG/FPSMSG）との2者の共同調査、平成18年度からは国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学に参画いた

だき現在3者の共同調査として、幣会が調査票を配布・回収しとりまとめを行っている。

毎年度の回答企業数、収集プロジェクトデータ数は図表2-1のとおりである。ただし、若干ながらも調査項目が毎年度変化することから、前年度調査と同一プロジェクトであっても記入の対象としている。そのため、同一プロジェクトデータが重複することがあるので、蓄積データを分析する場合は重複を回避するために最新年度のデータのみを対象とし、旧データを排除した。

### 2.2 主な分析項目

主な分析項目は図表2-2のとおりであるが、今回の分析で対象とした項目は名義尺度である「カテゴリ項目」と比尺度である「数量項目」に大きく区分される。また分析は基本的に一定の条件に従ってデータを抽出しているが、具体的な抽出条件については、各分析の冒頭で述べる。なお、項目によっては、値が記録されていない欠損データ数が多くなる場合があるため、集計件数は項目により異なっている。

図表2-1 データ数の年度推移

種別	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
回答企業数	172	107	102	99	98	110	120	88
プロジェクト数	366	206	212	194	146	153	163	119

図表2-2 主な分析項目

分類	分析項目	内容
データ抽出条件	案件区分	新規開発、改造案件区分
	開発工程	H13～H18年度（分析対象は以下の5工程） ①基本設計,②詳細設計,③プログラム設計・製造、 ④ソフトウェアテスト,⑤システムテスト
H19～H20年度（分析対象は以下の6工程） ①基本設計A,②基本設計B,③詳細設計、 ④プログラム設計・製造,⑤結合テスト,⑥総合テスト(ベンダ確認)		
カテゴリ項目	適用分野	事務系、制御系、その他
	システム構成	クライアントサーバシステム、Web系システム、 メインフレームシステム、組込系システム、その他
	クライアントOS	WindowsNT系（NT、2000、XP等）、 Windows9x系、その他
	サーバOS	UNIX、Linux、WindowsNT系、その他
	データベース	Microsoft SQL Server、Oracle、その他
	開発言語または開発ツール	アセンブラ、ASP、ASP.NET、C、C++、COBOL、Delphi、 MS-Excel (VBA)、HTML、Java、JavaScript、JSP、 MS-ACCESS、PHP、Ruby、SQL、VB、VB.NET、VC#.NET、 XML、その他
	プロセスモデル	ウォーターフォール、繰り返し型プロセス、その他
	開発技法	構造化、DOA、オブジェクト指向、その他
数量項目	実績FP規模	実績ベースのソフトウェア開発規模（単位：FP）
	実績工数	実績ベースのソフトウェア開発工数（単位：人月）
	実績工期	実績ベースのソフトウェア開発期間（単位：月）
	最大開発要員数	開発工期内ピーク時の最大開発要員数（単位：人）
	FP生産性	実績FP規模／実績工数（単位：FP／人月）
	月あたりの開発工数	実績工数／実績工期（単位：人）
	月あたりのFP規模	実績FP規模／実績工期（単位：FP／月）
	発生バグ数	ソフトウェアを出荷してから3ヶ月以内に発生したバグ数（単位：件）
	バグ密度	1,000FPあたりの発生バグ数 ＝ 発生バグ数／実績FP規模 × 1,000（単位：件／1,000FP）
	開発期間規模比	実績工期／実績FP規模（単位：月／FP）
	最大開発要員規模比	最大開発要員数／実績FP規模（単位：人／FP）

### 3. カテゴリ項目の経年変化

各カテゴリ項目の年度別の構成割合について、図表3-1～3-8にとりまとめた。

集計結果によると、「適用分野」では制御系に比べ事務系のソフトウェア開発プロジェクトが圧倒的に多く全体の80%以上に達しており、また構成割合の年度推移に大きな変化はみられない。

しかし、その他の項目については構成割合が変化しているものが多い。

「システム構成」は、平成13年度調査時に最も構成比率が高かったのはクライアントサーバシステムで60.7%を占めていた。一方、Web系システムは22.5%であった。しかし、年々Web系システムの比率が上昇し、両者の比率は逆転、平成20年度調査時にはWeb系システムは61.3%、クライアントサーバシステムは28.6%となった。

「クライアントOS」は、Windows NT系が平成13年度調査時約50%から平成20年度調査時

には約90%を占めるまでの大幅増となった。

「サーバOS」はLinuxが伸びており、平成13年度調査時約5%から平成20年度調査時には約24%までになった。

「データベース」は多少の変化はみられるが、顕著な傾向を示すまでには至っていない。

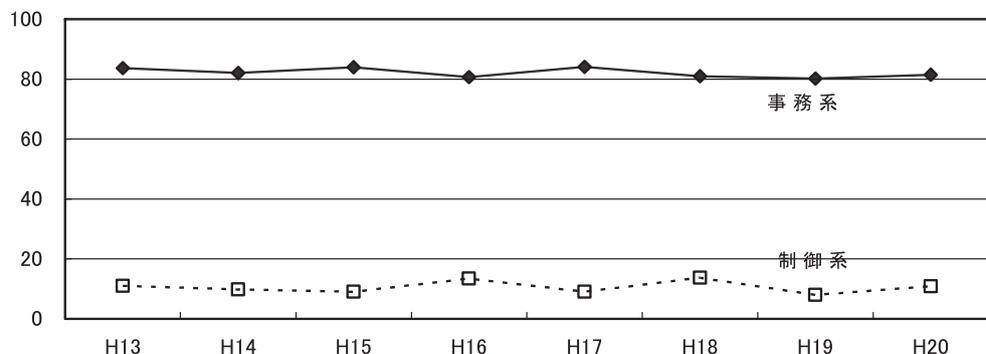
「開発言語・開発ツール」がプロジェクトに使用される割合は、平成13年度調査時に最も構成比率が高かったのはVBで41.6%の割合で使用されていた。しかし、その後のWeb系システムの伸びとともにJavaの使用割合が年々増加し、平成20年度調査時には49.6%と調査対象プロジェクトの約半数で使用されている。

「開発方法論・プロセスモデル」については、調査対象プロジェクトはウォーターフォールで開発される割合が徐々に増加している。ウォーターフォールとは開発を設計、製造、テストの各工程順に進め、後戻りすることを想定しない開発方法である。

「開発方法論・開発技法」はオブジェクト指向の割合が徐々に増加している。

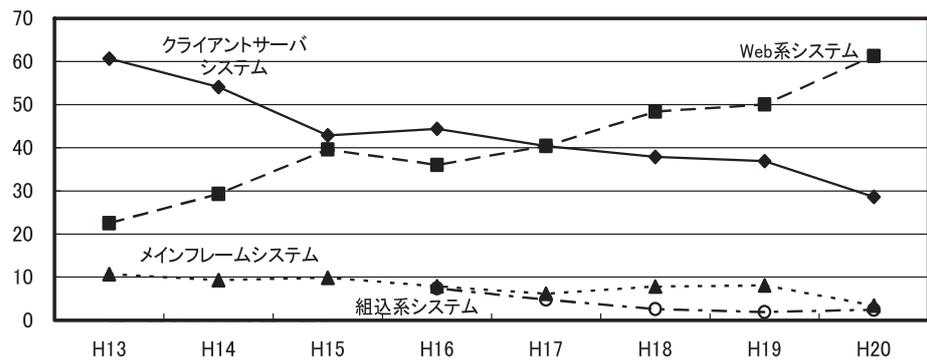
図表3-1 適用分野の年度別構成割合 (%)

適用分野	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
事務系	83.7	82.0	84.0	80.7	84.1	81.0	80.2	81.5
制御系	11.0	9.8	9.0	13.4	9.0	13.7	8.0	10.9
その他	5.2	8.3	7.1	5.9	6.9	5.2	11.7	7.6
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



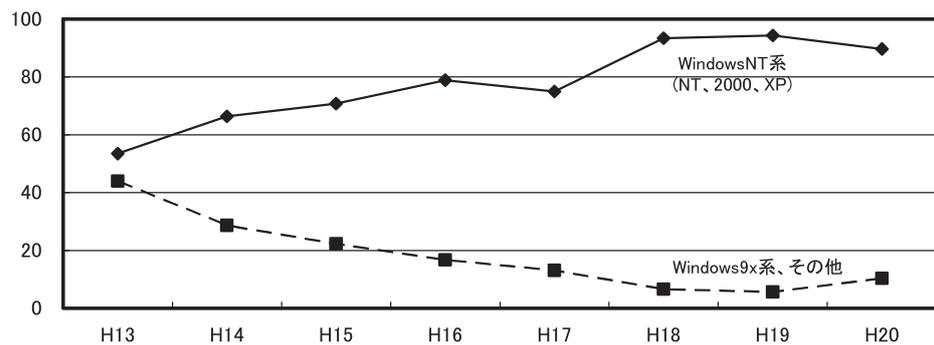
図表3-2 システム構成の年度別構成割合 (%)

システム構成	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
クライアントサーバシステム	60.7	54.1	42.9	44.4	40.4	37.9	36.9	28.6
Web系システム	22.5	29.3	39.6	36.0	40.4	48.4	50.0	61.3
メインフレームシステム	10.7	9.3	9.9	7.9	6.2	7.8	8.1	3.4
組込系システム	-	-	-	7.4	4.8	2.6	1.9	2.5
その他	6.0	7.3	7.5	4.2	8.2	3.3	3.1	4.2
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



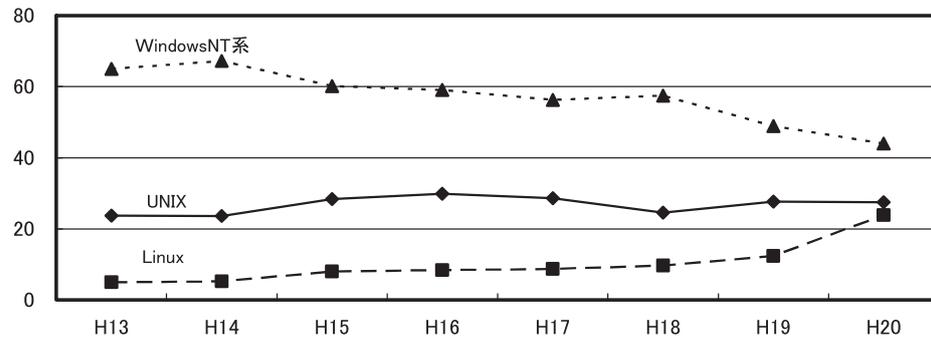
図表3-3 クライアントOSの年度別構成割合 (%)

クライアントOS	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
WindowsNT系 (NT、2000、XP)	53.5	66.4	70.8	78.9	75.0	93.4	94.4	89.7
Windows9x系	43.9	28.7	22.3	16.7	13.1	6.6	5.6	10.3
その他	2.7	4.9	6.9	4.4	11.9			
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



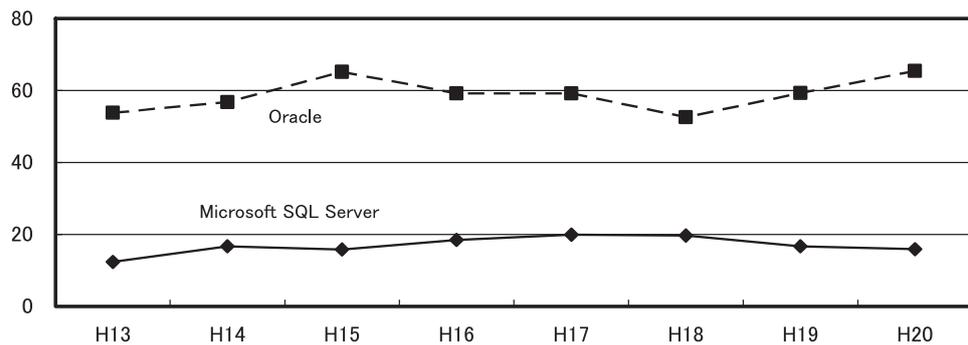
図表3-4 サーバOSの年度別構成割合 (%)

サーバOS	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
UNIX	23.7	23.6	28.4	29.9	28.6	24.6	27.7	27.5
Linux	5.0	5.2	8.0	8.4	8.7	9.7	12.4	23.9
WindowsNT系	65.0	67.2	60.2	59.1	56.3	57.5	48.9	44.0
その他	6.3	4.0	3.4	2.6	6.3	8.2	10.9	4.6
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



図表3-5 データベースの年度別構成割合 (%)

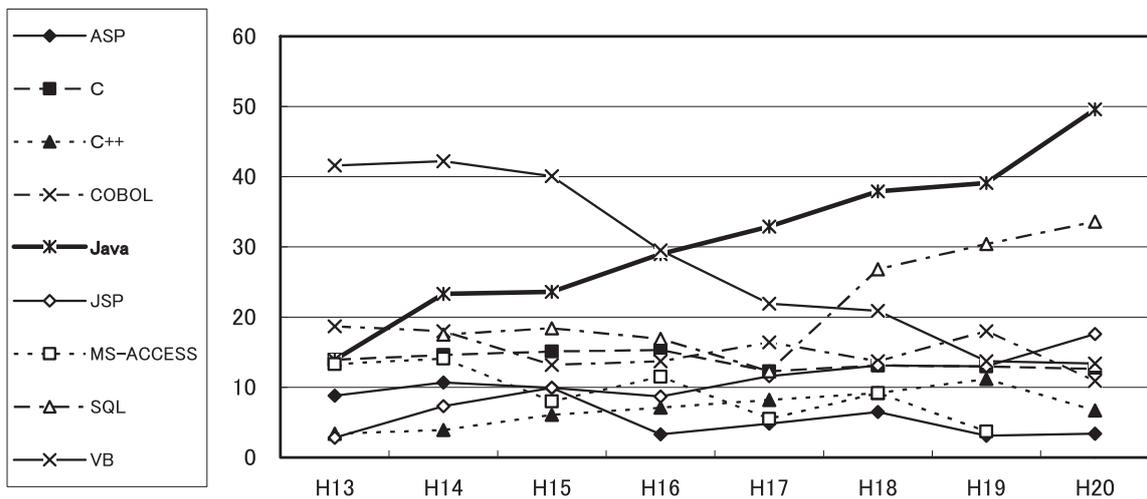
データベース	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
Microsoft SQL Server	12.3	16.7	15.8	18.5	19.9	19.7	16.7	15.9
Oracle	53.8	56.8	65.2	59.2	59.2	52.6	59.3	65.4
その他 (オープンソース系)	33.9	26.5	10.9	14.8	8.8	13.1	9.3	11.2
その他 (非オープンソース系)			8.2	8.0	14.7	14.6	14.7	7.5
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



図表3-6 開発言語または開発ツールの年度別使用割合 (%)

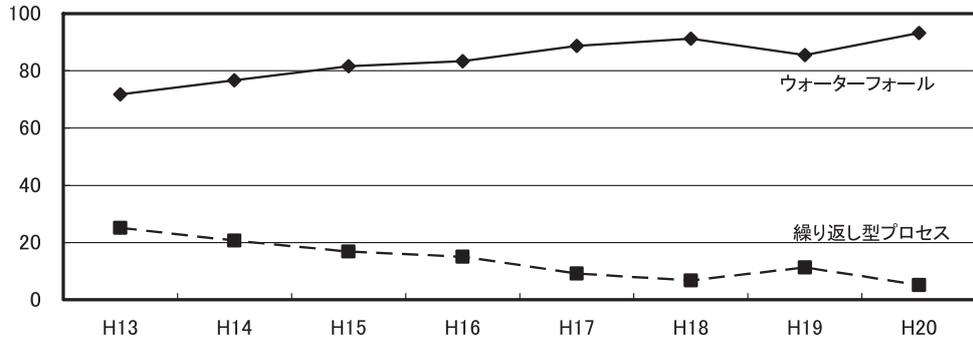
開発言語または 開発ツール	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
アセンブラ	-	-	-	-	-	-	0.6	0.8
ASP	8.8	10.7	9.9	3.3	4.8	6.5	3.1	3.4
ASP.NET	-	-	-	-	5.5	7.8	6.2	3.4
C	13.9	14.6	15.1	15.3	12.3	13.1	13.0	12.6
C++	3.4	3.9	6.1	7.1	8.2	9.2	11.2	6.7
COBOL	18.7	18.0	13.2	13.7	16.4	13.7	18.0	10.9
Delphi	4.5	1.9	1.9	1.6	1.4	0.7	-	-
MS-Excel (VBA)	-	-	-	-	-	-	3.1	-
HTML	-	-	-	-	-	-	12.4	9.2
Java	13.9	23.3	23.6	29.0	32.9	37.9	39.1	49.6
JavaScript	-	-	-	-	-	-	-	10.1
JSP	2.8	7.3	9.9	8.7	11.6	13.1	13.0	17.6
MS-ACCESS	13.3	14.1	8.0	11.5	5.5	9.2	3.7	-
PHP	-	-	-	-	-	-	1.2	2.5
Ruby	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0
SQL	-	17.5	18.4	16.9	12.3	26.8	30.4	33.6
VB	41.6	42.2	40.1	29.5	21.9	20.9	13.7	13.4
VB.NET	-	-	-	-	12.3	17.6	16.1	15.1
VC#.NET	-	-	-	-	-	-	-	4.2
XML	-	-	-	-	-	-	-	6.7
その他	34.8	28.6	33.5	42.1	29.5	22.2	22.4	18.5

※上記は言語またはツールの使用される割合であり、合計は100%とはならない。



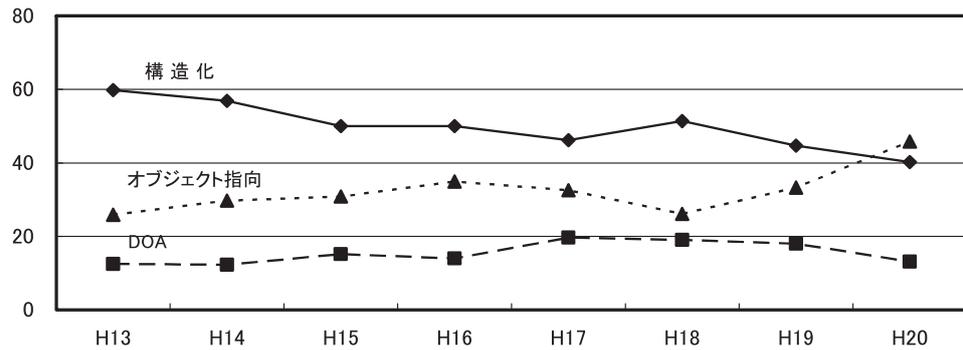
図表3-7 開発方法論・プロセスモデルの年度別構成割合 (%)

開発方法論 プロセスモデル	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
ウォーターフォール	71.7	76.7	81.6	83.4	88.7	91.2	85.5	93.2
繰り返し型プロセス	25.1	20.7	16.9	15.0	9.2	6.8	11.3	5.1
その他	3.2	2.6	1.4	1.6	2.1	2.0	3.1	1.7
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



図表3-8 開発方法論・開発技法の年度別構成割合 (%)

開発方法論 開発技法	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
構造化	59.8	56.9	50.0	50.0	46.2	51.4	44.7	40.2
DOA (Data Oriented Approach)	12.5	12.3	15.2	14.0	19.7	19.0	18.0	13.1
オブジェクト指向	25.9	29.7	30.8	34.9	32.6	26.1	33.3	45.8
その他	1.7	1.0	4.0	1.1	1.5	3.5	4.0	0.9
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



## 4. 数量項目の経年変化

### 4.1 データの抽出条件

分析対象のプロジェクトの条件を揃えるため、下記の条件に従ってデータを抽出した。

- 新規開発プロジェクト<sup>(注2)</sup>
- 分析対象のデータ項目の値が記録されているプロジェクト
- 平成13年度～平成18年度調査については、開発工程が基本設計、詳細設計、PG設計製造、ソフトウェアテスト、システムテストの5工程すべてが実施されているプロジェクト
- 平成19年度～平成20年度調査については、開発工程が基本設計A、基本設計B、詳細設計、PG設計製造、結合テスト、総合テストの6工程すべてが実施されているプロジェクト

なお、FP規模は、未調整FP(UFP)を基本とし、UFP値の記載がない場合でFP値が記載されているプロジェクトについてはFP値を採用した。

また、発生バグ件数はソフトウェアの出荷後3ヶ月以内に発生したバグ件数であり、バグ密度は1,000FPあたりの発生バグ件数とした。

### 4.2 各項目の年度別統計量

各数量項目の集計結果を図表4-1～図表4-10に示した。

「実績FP規模」の推移について外れ値の影響を受けない中央値をみると、平成15年度、平成16年度と値が上昇したものの下降傾向に転じたが、最近2年間は上昇傾向にある。

「実績工数」の中央値をみると、実績FP規模の中央値の動きに近い傾向を示し、平成15年度から平成17年度に上昇したが下降傾向に転じ、最近2年間は上昇傾向にある。

「実績工期」は、実績FP規模および実績工数の値の大きな年度で期間が長くなる傾向を示している。

「最大開発要員数」は平成13年度と平成14年度調査の調査項目にはなく、平成15年度より調査項目に追加した。その傾向をみると、毎年少しずつ増加の傾向にある。

「FP生産性」の中央値は、平成13年度以降上昇傾向にあったものが平成17年度調査で下降した。しかし、その翌年からまた上昇傾向を示している。

「月あたりの開発工数」(実績工数/実績工期)は、開発工数の月平均値であり平成15年度以降毎年の中央値は5人程度で推移している(平成18年度は例外で3.6人)。

「月あたりのFP規模」(実績FP規模/実績工期)の中央値は65FP/月～105FP/月程度の範囲で推移している。

「バグ密度」(発生バグ件数/実績FP規模×1,000)は平成13年度と平成14年度調査の調査項目にはなく、平成15年度より調査項目に追加した。バグ密度の中央値は4件/1,000FP～8件/1,000FP程度の範囲で推移している。

「開発期間規模比」(実績工期/実績FP規模)は、同規模での開発のスピードを示す指数である。中央値の動きをみると、0.01月/FP～0.015月/FP程度で推移している。この値は1,000FPあたりに換算すると10～15月/1,000FP程度となる。つまり、1,000FPの規模のプロジェクトでは工期を10～15月要している(中央値)ことになる。

「最大開発要員数規模比」(最大開発要員数/実績FP規模)は、同規模での最大開発要員数の大小を示す指数である。中央値の動きをみると、0.01人/FP～0.016人/FP程度で推移している。この値を1,000FPあたりに換算すると10～16人/1,000FP程度となる。つまり、1,000FPの規模のプロジェクトにおけるピーク時最大開発要員数は10～16人(中央値)となる。

<sup>(注2)</sup> 新規開発プロジェクト：システムの再構築やダウンサイジングによるソフトウェア開発も含まれる。

図表4-1 実績FP規模の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
実績FP規模 (FP)	件数	57	48	59	60	40	34	32	26
	最小値	4	23	63	10	86	4	23	45
	25%	149	214	424	262	286	254	247	506
	中央値	<b>417</b>	<b>448</b>	<b>798</b>	<b>795</b>	<b>576</b>	<b>605</b>	<b>693</b>	<b>1,153</b>
	75%	1,013	1,088	1,342	1,884	1,372	1,256	1,281	3,006
	最大値	5,365	7,098	4,950	9,105	17,831	19,000	5,422	26,572
	平均値	821.0	1,045.3	1,099.4	1,426.7	1,687.0	1,660.9	1,025.3	3,966.3
	標準偏差	1,013.3	1,401.5	1,008.5	1,801.8	3,158.8	3,412.1	1,179.2	6,697.0

※未調整FP (UFP) 値を基本とし、UFP 値の記載がない場合はFP 値を採用

図表4-2 実績工数の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
実績工数 (人月)	件数	254	153	119	121	93	79	57	45
	最小値	1	2	1	2	2	1	2	2
	25%	8	10	17	12	18	13	16	30
	中央値	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>52</b>
	75%	50	66	96	146	129	123	131	200
	最大値	1,100	892	1,551	2,201	1,138	1,340	4,516	3,723
	平均値	52.5	72.1	90.5	130.4	120.1	133.8	210.3	279.3
	標準偏差	102.4	135.1	173.6	266.2	200.9	252.7	628.3	662.5

図表4-3 実績工期の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
実績工期 (月)	件数	277	165	141	154	102	86	64	45
	最小値	2	1	1	1	1	2	3	3
	25%	5	5	6	5	6	6	6	7
	中央値	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
	75%	12	12	12	12	12	14	13	15
	最大値	36	60	41	48	40	39	47	27
	平均値	9.1	10.0	10.2	10.1	10.0	10.6	11.0	11.9
	標準偏差	5.9	8.9	6.7	8.3	6.5	7.1	7.4	6.1

図表4-4 最大開発要員数の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
最大 開発要員数 (人)	件数	-	-	134	151	95	85	64	45
	最小値	-	-	1	1	2	2	1	2
	25%	-	-	5	5	5	5	6	7
	中央値	-	-	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
	75%	-	-	14	17	16	17	20	25
	最大値	-	-	600	150	350	200	100	294
	平均値	-	-	18.2	16.8	20.1	21.3	18.7	29.8
	標準偏差	-	-	55.3	24.2	42.3	38.0	21.3	51.9

図表4-5 FP生産性の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
FP 生産性 (FP/ 人月)	件 数	57	46	57	60	40	33	32	25
	最小値	0.7	0.9	1.3	0.4	2.0	1.3	3.5	3.9
	25%	6.6	10.0	9.5	10.4	7.5	6.7	8.7	9.3
	中央値	<b>15.5</b>	<b>15.9</b>	<b>16.8</b>	<b>18.1</b>	<b>11.2</b>	<b>12.8</b>	<b>14.9</b>	<b>14.5</b>
	75%	23.3	20.1	25.8	28.0	19.2	22.6	24.7	26.1
	最大値	100.0	109.0	143.1	189.5	33.9	48.7	61.2	72.8
	平均値	21.1	23.9	22.5	24.3	13.8	15.8	20.1	20.6
	標準偏差	22.0	27.0	22.7	28.5	8.8	11.6	16.8	16.9

図表4-6 月あたりの開発工数の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
月あたりの 開発工数 (人月/月)	件 数	252	149	118	119	93	76	56	44
	最小値	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	0.3	0.6	0.6
	25%	1.5	1.7	2.5	2.2	3.0	2.4	2.2	3.3
	中央値	<b>3.0</b>	<b>3.3</b>	<b>5.0</b>	<b>4.6</b>	<b>5.6</b>	<b>3.6</b>	<b>5.1</b>	<b>5.3</b>
	75%	5.1	7.1	8.8	12.3	11.8	10.5	11.0	10.9
	最大値	78.6	253.5	81.1	104.8	142.3	59.0	150.5	248.2
	平均値	4.9	7.6	7.6	9.5	10.5	9.3	13.0	17.2
	標準偏差	7.7	21.6	9.9	13.8	16.9	12.3	23.4	39.6

図表4-7 月あたりのFP規模の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
月あたりの FP 規模 (FP/ 月)	件 数	55	45	58	58	40	33	31	25
	最小値	0.3	3.8	9.3	2.0	21.5	2.0	6.6	15.0
	25%	24.1	50.0	49.5	52.6	39.2	47.3	33.8	48.7
	中央値	<b>65.7</b>	<b>79.8</b>	<b>81.7</b>	<b>105.0</b>	<b>64.9</b>	<b>84.0</b>	<b>66.3</b>	<b>87.1</b>
	75%	122.4	128.4	156.7	177.1	127.1	129.6	114.5	297.8
	最大値	596.1	932.1	495.0	433.6	1,273.6	730.8	1,034.8	1,289.8
	平均値	84.5	134.1	114.5	129.3	120.0	110.4	120.5	260.2
	標準偏差	93.7	183.1	91.7	104.8	203.3	129.7	188.2	362.3

図表4-8 バグ密度の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
バグ密度 (件 /1,000FP)	件 数	-	-	22	31	26	25	27	20
	最小値	-	-	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25%	-	-	1.8	1.8	2.4	1.5	2.5	0.5
	中央値	-	-	<b>6.4</b>	<b>8.2</b>	<b>5.8</b>	<b>4.5</b>	<b>8.1</b>	<b>4.0</b>
	75%	-	-	23.5	21.4	13.4	7.4	16.3	9.1
	最大値	-	-	82.0	1,400.0	246.2	7,500.0	351.2	21.8
	平均値	-	-	16.9	59.2	28.6	311.5	39.7	6.2
	標準偏差	-	-	22.4	249.7	64.2	1,497.9	92.1	6.7

※発生バグ件数は出荷後3ヶ月以内のカウント数

図表 4-9 開発期間規模比の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
開発期間 規模比 (月 /FP)	件 数	55	45	58	58	40	33	31	25
	最小値	0.0017	0.0011	0.0020	0.0023	0.0008	0.0014	0.0010	0.0008
	25%	0.0082	0.0078	0.0064	0.0057	0.0079	0.0077	0.0087	0.0034
	中央値	<b>0.0152</b>	<b>0.0125</b>	<b>0.0122</b>	<b>0.0096</b>	<b>0.0154</b>	<b>0.0119</b>	<b>0.0151</b>	<b>0.0115</b>
	75%	0.0416	0.0200	0.0202	0.0190	0.0255	0.0211	0.0300	0.0205
	最大値	3.2500	0.2609	0.1071	0.5000	0.0465	0.5000	0.1522	0.0667
	平均値	0.1067	0.0318	0.0160	0.0234	0.0181	0.0343	0.0246	0.0148
	標準偏差	0.4394	0.0546	0.0159	0.0651	0.0117	0.0867	0.0291	0.0154

図表 4-10 最大開発要員数規模比の年度別統計量

項目	基本量	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20
最大 開発要員数 規模比 (人 /FP)	件 数	-	-	51	56	35	33	32	22
	最小値	-	-	0.0014	0.0015	0.0048	0.0032	0.0023	0.0015
	25%	-	-	0.0098	0.0080	0.0084	0.0109	0.0096	0.0067
	中央値	-	-	<b>0.0133</b>	<b>0.0135</b>	<b>0.0160</b>	<b>0.0154</b>	<b>0.0126</b>	<b>0.0099</b>
	75%	-	-	0.0218	0.0287	0.0255	0.0289	0.0433	0.0190
	最大値	-	-	0.0893	0.6000	0.0703	1.5000	0.1014	0.0444
	平均値	-	-	0.0181	0.0296	0.0202	0.0875	0.0260	0.0132
	標準偏差	-	-	0.0163	0.0791	0.0158	0.2866	0.0240	0.0102

## 5. 工数と工期の関係の変化

### 5.1 データの抽出条件

分析対象のプロジェクトの条件を揃えるため、下記の条件に従ってデータを抽出した。

- 新規開発プロジェクト
- 分析対象のデータ項目の値が記録されているプロジェクト
- 平成13年度～平成18年度調査については、開発工程が基本設計、詳細設計、PG設計製造、ソフトウェアテスト、システムテストの5工程すべてが実施されているプロジェクト
- 平成19年度～平成20年度調査については、開発工程が基本設計A、基本設計B、詳細設計、PG設計製造、結合テスト、総合テストの6工程すべてが実施されているプロジェクト

### 5.2 分析結果

工数と工期の関係について分析するため、年度ごとに回帰分析をおこなった。その結果は図表5-1のとおりである。決定係数は平成19年度のみ0.37と他の年度と比較し低い水準であったが、他は0.45～0.61とやや強い関連を示した(決定係数は0から1の値をとり、1に近いほど強い関連がみられることを意味する)。また各年度の有意確率(p値)を確認したところ、いずれも5%を下回っていた。一般的に有意確率(p

値)が5%を下回っていれば、統計的に有意といわれている。

ここで回帰式の工数に掛る「指数」の年度推移をみると、平成13年度から平成18年度までは0.3～0.3773と0.3以上であったものが、平成19年度以降は0.2台に低下している。またこの2年間の「係数」は3.9、4.0と相対的に高い数値であり、それ以前の6年間の係数が2.0～2.7を示しているのに対し明らかに傾向は変化している。

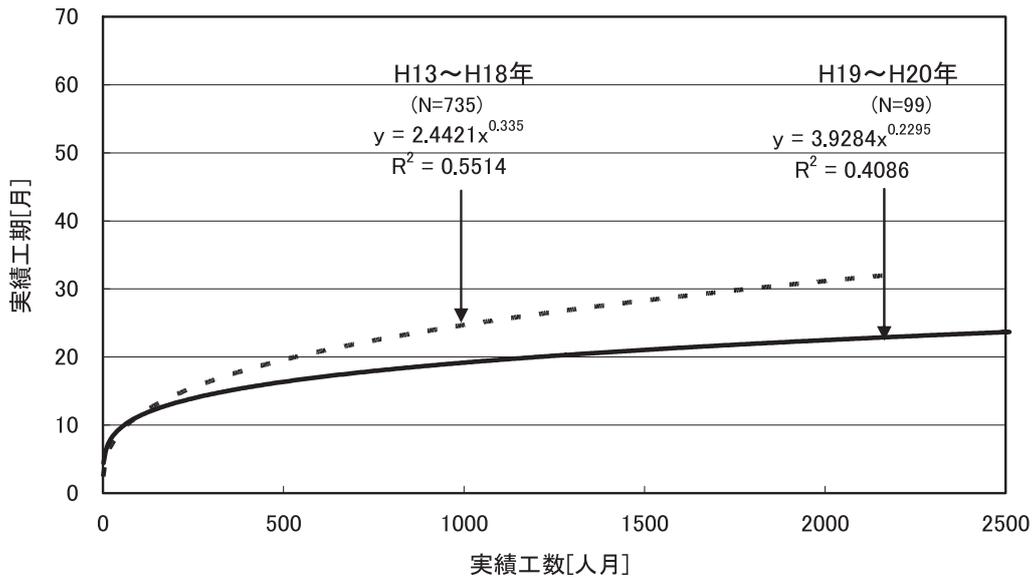
工数と工期の関係を平成13年度～平成18年度と平成19年度・平成20年度の2つのグループに分けて比較すると、傾向の違いが確認できる(図表5-2)。このとき、同一プロジェクトの重複がないよう最新年度のデータのみを対象とした(そのため、図表5-1の件数計と図表5-2の件数は一致していない)。

こうした傾向を具体的にみるため、各年度別に得られた回帰式(図表5-1)に50人月から2,000人月までプロジェクト規模別の数ケースについて当てはめ、各ケースごとに算出される工期とその年度推移グラフを図表5-3にまとめた。工数が100人月以下の場合では、工期の変化に顕著な傾向はみられないものの、200人月程度を超える規模においては徐々に工期が短くなっていることが分かる。工数が比較的大きなプロジェクトに限定した場合の傾向になるが、年々短工期化が進んでいると言えよう。

図表5-1 工数と工期の関係

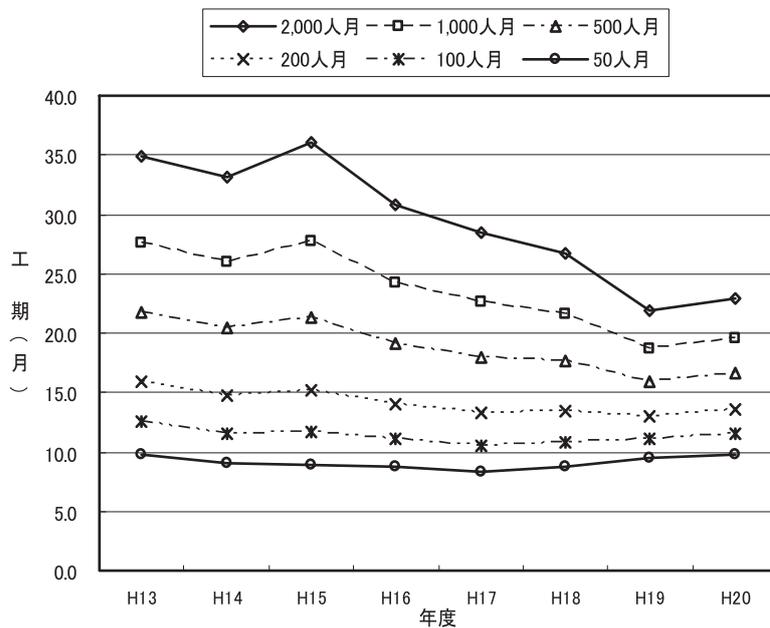
年度	件数	回帰式	決定係数 (R <sup>2</sup> )	有意確率
H13	252	工期 = 2.5728 × 工数 <sup>0.3432</sup>	0.5398	<0.05
H14	149	工期 = 2.3058 × 工数 <sup>0.3509</sup>	0.5054	<0.05
H15	118	工期 = 2.0493 × 工数 <sup>0.3773</sup>	0.5874	<0.05
H16	119	工期 = 2.2893 × 工数 <sup>0.3418</sup>	0.6058	<0.05
H17	93	工期 = 2.2628 × 工数 <sup>0.3331</sup>	0.5438	<0.05
H18	76	工期 = 2.7284 × 工数 <sup>0.3</sup>	0.5959	<0.05
H19	56	工期 = 3.8779 × 工数 <sup>0.2278</sup>	0.3716	<0.05
H20	44	工期 = 4.0323 × 工数 <sup>0.2282</sup>	0.4538	<0.05

図表5-2 工数と工期の関係(新旧比較)



図表5-3 プロジェクト規模別の工期変化(単位:月)

年度	プロジェクト規模 (工数=人月)					
	50	100	200	500	1,000	2,000
H13	9.9	12.5	15.9	21.7	27.5	34.9
H14	9.1	11.6	14.8	20.4	26.0	33.2
H15	9.0	11.6	15.1	21.4	27.8	36.1
H16	8.7	11.0	14.0	19.2	24.3	30.8
H17	8.3	10.5	13.2	17.9	22.6	28.5
H18	8.8	10.9	13.4	17.6	21.7	26.7
H19	9.5	11.1	13.0	16.0	18.7	21.9
H20	9.8	11.5	13.5	16.7	19.5	22.8



そこで、工数規模の大きなプロジェクトの短工期化によって、生産性が低下していないか、品質が悪化していないか検証してみた。

まず、工数と工期の関係で傾向が変化した平成19年以降とそれ以前のデータについてFP規模の大きなグループと小さなグループに分けて、それぞれFP生産性の比較をおこなった。FP規模区分の境界はサンプル数ある程度確保することも念頭に入れ、1,000FPで区分した。それらの統計値および箱ひげ図を図表5-4（大規模）、図表5-5（中小規模）に示した。箱はデータのばらつき具合を視覚的にみることができ、箱の中の線は中央値、箱の上端は第3四分位点（75パーセント）、箱の下端は

第1四分位点（25パーセント）を表す。ひげの上端、下端はそれぞれ外れ値（箱の上端、下端からそれぞれ箱の長さの1.5倍を超えた値）、極値（箱の上端、下端からそれぞれ箱の長さの3倍を超えた値）を除いた最大値、最小値を表す。なお箱ひげ図においては外れ値、極値を除いて表示した。

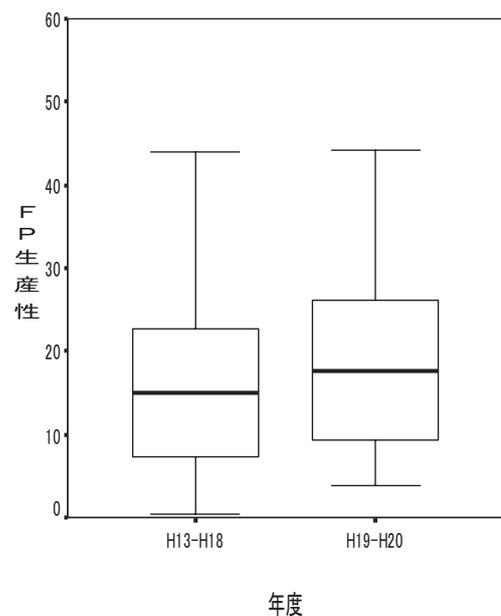
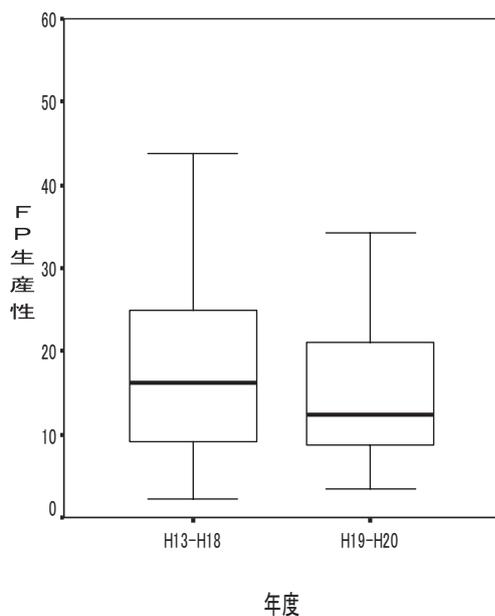
1,000FP以上のFP生産性について、外れ値の影響を受けない中央値で平成13～18年度と平成19～20年度を比較すると、16.2 FP／人月から12.4 FP／人月に低下している。一方、1,000FP未満の生産性（中央値）は平成13～18年度14.9 FP／人月から平成19～20年度 17.6 FP／人月に上昇していた。

図表5-4 1,000FP以上のFP生産性 (FP/人月)

統計量	H13-H18	H19-H20
件数	95	25
最小値	2.2	3.5
25%	9.1	8.7
中央値	<b>16.2</b>	<b>12.4</b>
75%	25.0	21.1
最大値	109.0	72.8
平均値	20.1	19.1
標準偏差	17.2	17.5

図表5-5 1,000FP未満のFP生産性 (FP/人月)

統計量	H13-H18	H19-H20
件数	170	30
最小値	0.4	3.9
25%	7.4	9.4
中央値	<b>14.9</b>	<b>17.6</b>
75%	22.6	25.7
最大値	189.5	61.2
平均値	20.9	21.5
標準偏差	24.7	16.5



次に、平成19年以降とそれ以前のデータについてFP規模の大きなグループと小さなグループに分けて、それぞれバグ発生密度(1,000FPあたりの発生バグ件数)の比較をおこなった。それらの統計値および箱ひげ図を図表5-6(大規模)、図表5-7に示した(箱ひげ図は外れ値、極値を除いて表示)。

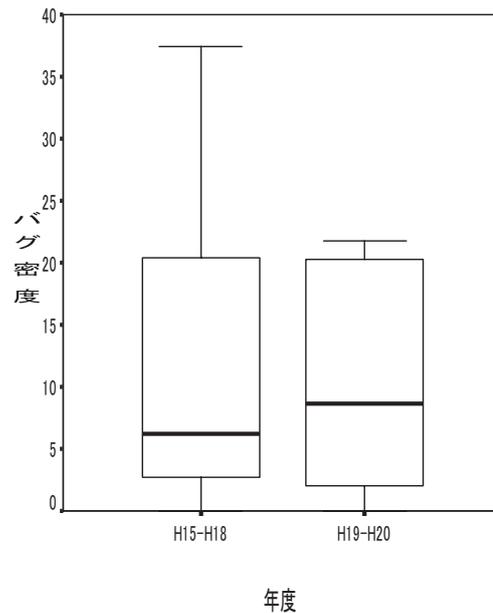
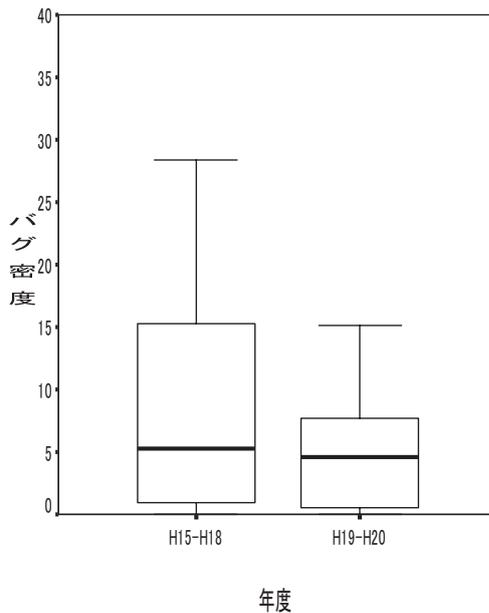
1,000FP以上のバグ発生密度について、中央値で平成15～18年度と平成19～20年度を比較すると、5.24件／1,000FPから4.66件／1,000FPに減少している。一方、1,000FP未満のバグ発生密度(中央値)は平成15～18年度6.25件／1,000FPから平成19～20年度8.70件／1,000FPと増加している。

図表5-6 1,000FP以上のバグ発生密度

統計量	H15-H18	H19-H20
件数	42	19
最小値	0	0
25%	1.19	0.54
中央値	<b>5.24</b>	<b>4.66</b>
75%	14.59	7.72
最大値	107.44	93.58
平均値	13.17	10.56
標準偏差	21.27	21.47

図表5-7 1,000FP未満のバグ発生密度

統計量	H15-H18	H19-H20
件数	59	26
最小値	0	0
25%	2.73	2.25
中央値	<b>6.25</b>	<b>8.7</b>
75%	20.42	18.28
最大値	7500.00	351.19
平均値	172.34	37.88
標準偏差	987.99	93.12



### 5.3 経年変化の状況

本章では、工数の大きなプロジェクトの短工期化によって、生産性が低下していないか、品質が悪化していないか経年変化の状況を検証してみた。

生産性に関しては、1,000FP以上のプロジェクトは最近の2年間はそれ以前の6年間と比較すると低下していた。逆に1,000FP未満のプロジェクトが最近の2年間はそれ以前の6年間と比較すると、上昇していた。FP生産性はFP規模を工数で除した数値であり、規模の大きなプロジェクトは短工期化によって分母である工数が増加、つまり生産性が犠牲になっていると考えられる。

品質に関してはFP規模の大きなプロジェクトはバグ密度がやや減少しており、FP規模の小さなプロジェクトの方は逆にバグ密度が増加していた。このことから、FP規模の大きなプロジェクトの短工期化によって品質(バグ密度)への影響はみられないと考えられる。

- 平成13年度～平成18年度調査については、開発工程が基本設計、詳細設計、PG設計製造、ソフトウェアテスト、システムテストの5工程すべてが実施されているプロジェクト
- 平成19年度～平成20年度調査については、開発工程が基本設計A、基本設計B、詳細設計、PG設計製造、結合テスト、総合テストの6工程すべてが実施されているプロジェクト

### 6.2 分析結果

FP規模と工数の関係について分析するため、回帰分析をおこなった。その結果は図表6-1のとおりである。決定係数は平成13年度を除き0.5を超えており、平成15年度以降はすべて0.6を越えている。また、平成17年度、平成18年度、平成20年度は0.7を上回っており、強い関連を示している。各年度の有意確率(p値)を確認したが5章と同様にいずれも5%を下回っていた。

回帰式の工数に掛る指数の年度推移をみると平成15年度から平成20年度までは0.9272～1.0784と1に近い値を示している。これはFP規模の増加に伴い工数が直線的な伸びを示すことを意味している。

ただし、経年変化に関しては特徴的な傾向はみられなかった。

## 6. FP規模と工数の関係の変化

### 6.1 データの抽出条件

分析対象のプロジェクトの条件を揃えるため、下記の条件に従ってデータを抽出した。

- 新規開発プロジェクト
- 分析対象のデータ項目の値が記録されているプロジェクト

図表6-1 FP規模と工数の関係

年度	件数	回帰式	決定係数 (R <sup>2</sup> )	有意確率
H13	57	工数 = 0.8798 × FP 規模 <sup>0.5893</sup>	0.4746	<0.05
H14	46	工数 = 0.2504 × FP 規模 <sup>0.7882</sup>	0.5079	<0.05
H15	57	工数 = 0.0575 × FP 規模 <sup>1.0111</sup>	0.6032	<0.05
H16	60	工数 = 0.0727 × FP 規模 <sup>0.9741</sup>	0.6431	<0.05
H17	40	工数 = 0.0861 × FP 規模 <sup>1.0058</sup>	0.7709	<0.05
H18	33	工数 = 0.1172 × FP 規模 <sup>0.9508</sup>	0.7515	<0.05
H19	32	工数 = 0.1084 × FP 規模 <sup>0.9272</sup>	0.6681	<0.05
H20	25	工数 = 0.0362 × FP 規模 <sup>1.0784</sup>	0.8187	<0.05

### 6.3 経年変化の状況

本章では、FP規模と工数の関係の経年変化の状況についてみてみた。その結果、経年変化に関しては特徴的な傾向はみられなかった。しかし3章ソフトウェア開発環境の経年変化で述べているように、開発環境の変化に伴い使用される開発言語が変化していることのFP生産性への影響など、更なる分析の余地はあると思われる。

## 7. まとめ

本稿では、ソフトウェア開発におけるプロジェクト特性の経年変化に関する分析をおこなった。分析結果を以下にまとめる。

- 工数（規模）の大きなプロジェクトの経年変化では短工期化の傾向が進んでいることが認められた（図表5-1, 5-2, 5-3）。
- 工数（規模）の大きなプロジェクトの短工期化によって、生産性が犠牲になっていると考えられる（図表5-4, 5-5）。
- 工数（規模）の大きなプロジェクトの短工期化によって、品質（バグ発生密度）との関連はみられなかった（図表5-6, 5-7）。
- FP規模と工数の関係の経年変化に関しては特徴的な傾向はみられなかった。今後さらにデータを収集し、開発言語と生産性の関連などについて分析を行う必要がある（図表6-1）。

今回の分析で部分的ではあるが、ある程度価値のある成果が得られたものと考えている。今後はこれまでの結果を踏まえて、最適工期の研究など、更なる分析を進めていく予定である。

### 〈参考文献〉

- [1] International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG) :  
<http://www.isbsg.org>
- [2] ISBSG : The Benchmark Release 8, 2004  
※ ISBSGが出版。ISBSGが世界各国から収集した2,000をこえるソフトウェアプロジェクトの情報に基づいた内容から構成される。日本語版は「The Benchmark Release 8」の一部を日本ファンクションポイントユーザ会の作業部会であるFP法利用検討委員会 (JFPUG/FPSMSG) が翻訳し、会員向けに公表している。
- [3] 角田雅照、門田暁人、松本健一：ソフトウェア開発工数積算のための生産性分析、経済調査研究レビュー、財団法人経済調査会、2007
- [4] 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) ソフトウェア・エンジニアリング・センター (SEC) : 共通フレーム2007、2007  
※ コンピュータ・システムの開発において、システム発注側（ユーザー）と受注側（ベンダ）の間で相互の役割や業務の範囲・内容、契約上の責任などに対する誤解がないように、双方に共通して利用できるよう用語や作業内容の標準化するために作られたガイドライン。平成21年10月には第2版が発行された。
- [5] 日本ファンクションポイントユーザ会:  
<http://www.jfpug.gr.jp/>

