

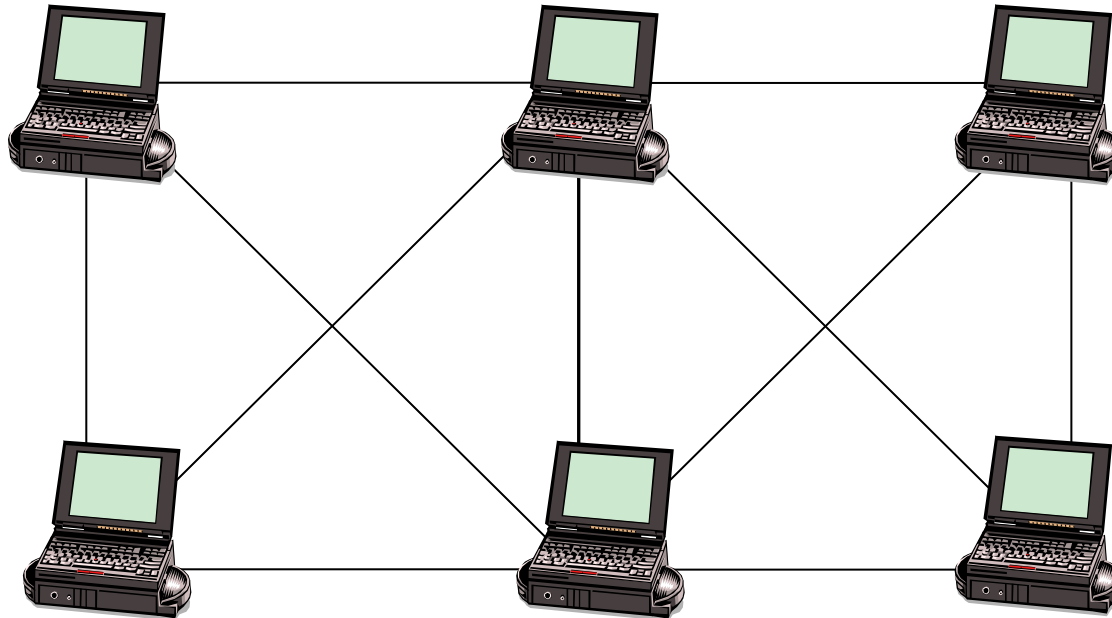
オープンソースソフトウェアに対する  
最適バージョンアップ時期推定のための  
ソフトウェアツール

田村 慶信, 肌附 康司, 山田 茂, 木村 光宏

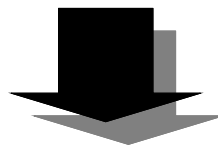
## 【発表の構成】

- ・ **研究の背景**
- ・ **従来のソフトウェア信頼性評価**
- ・ **OSSのための信頼性評価**
- ・ **ニューラルネットワークとSRGM**
- ・ **最適バージョンアップ時刻の推定**
- ・ **数値例**
- ・ **信頼性評価ツールとその実行例**
- ・ **本研究のまとめと今後の課題**

# 【ソフトウェア開発を取り巻く環境】



■ 同一企業内における開発形態



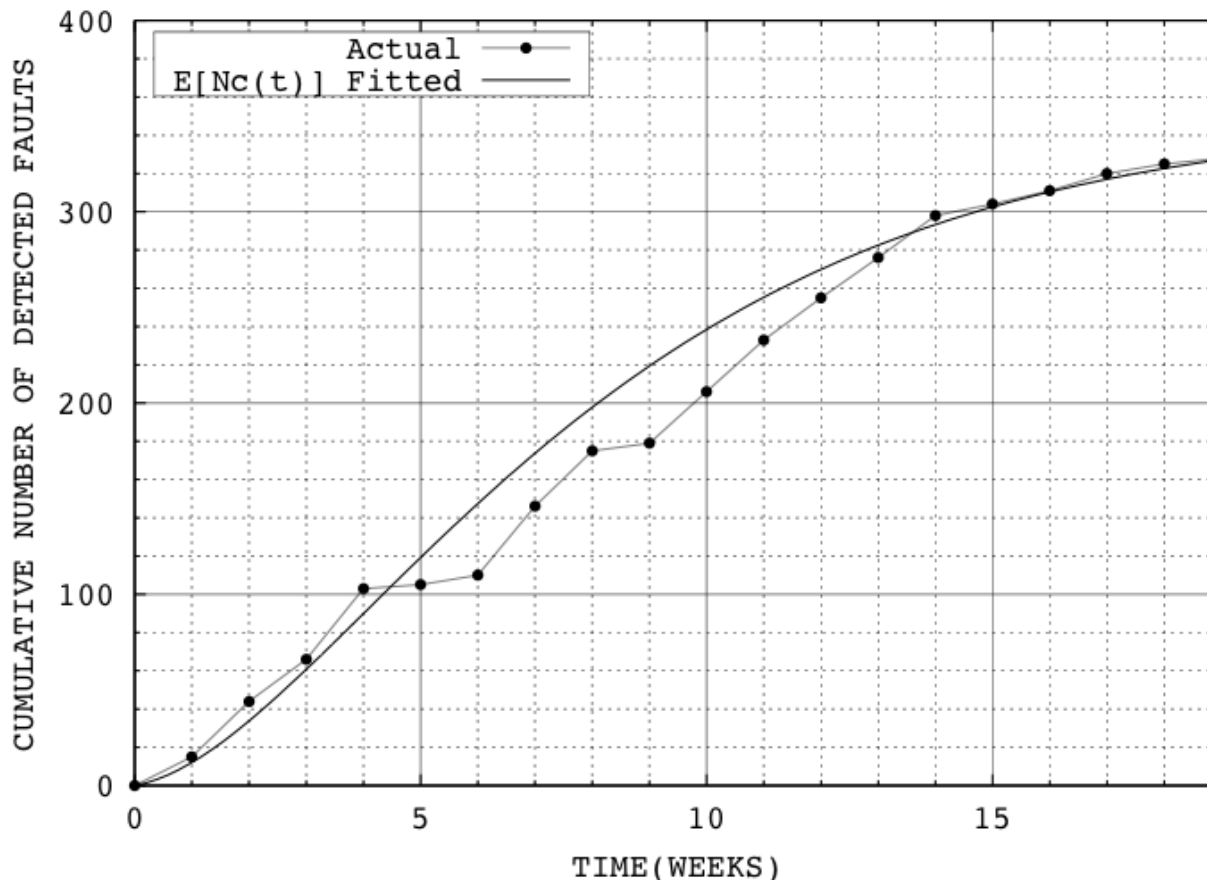
- 複数のソフトウェアハウスや同一企業内
- 複数の企業間での遠隔地間共同開発
- オープンソースプロジェクト

# 【ソフトウェアの信頼性評価】

## 《企業組織におけるソフトウェア開発工程》

- 要求仕様定義
- 設計
- コーディング
- テスト
- 運用・保守

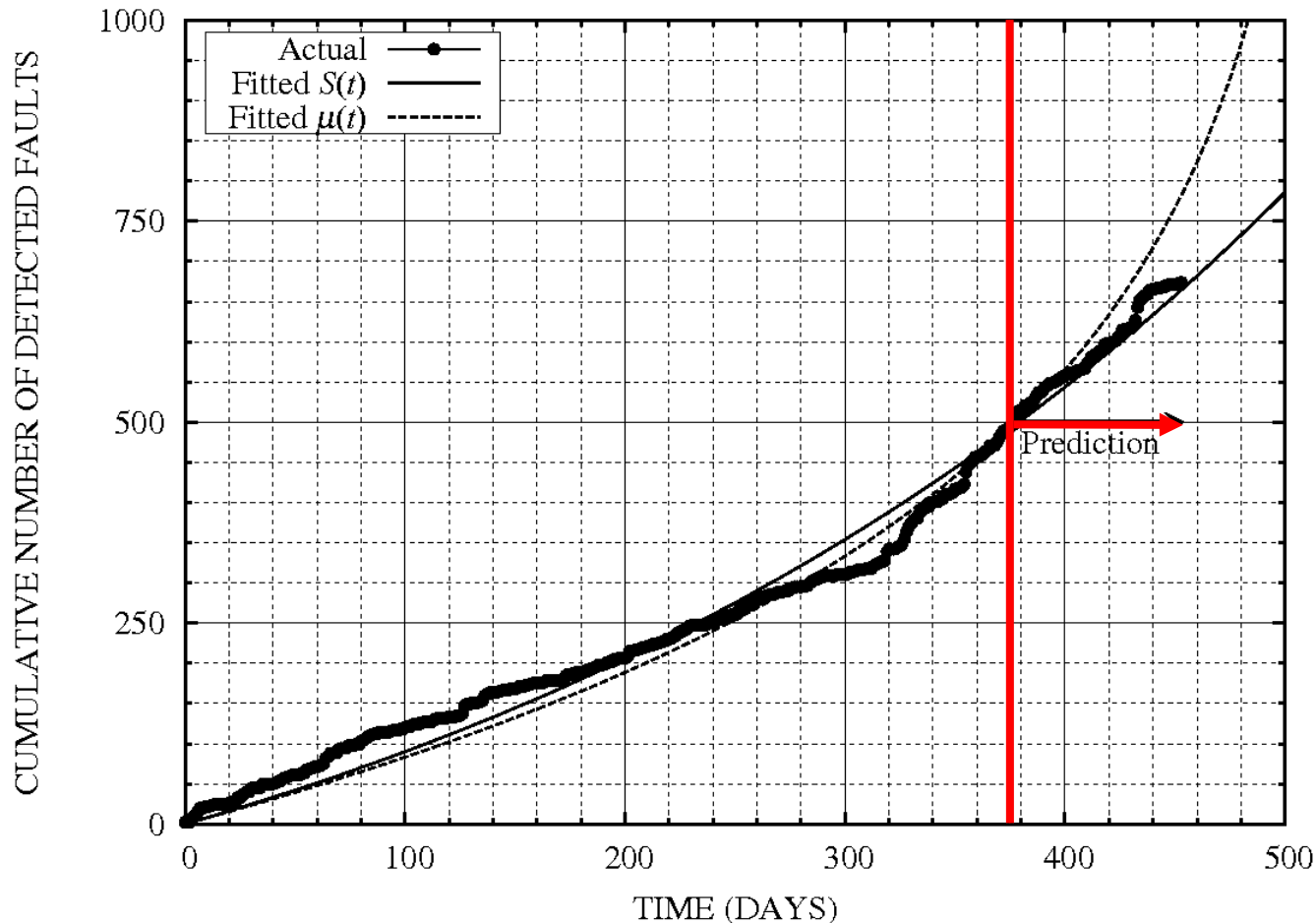
# 【ソフトウェアの信頼性評価】



ソフトウェアの信頼性を動的かつ定量的に評価する数理モデルとして、従来より、数多くのソフトウェア信頼度成長モデル (Software Reliability Growth Model, 以下SRGMと略す) が提案されてきた。

その多くは、発見フォールト数が有限であると仮定されている。

# 【ソフトウェアの信頼性評価】



企業組織のもとで開発されたソフトウェアは、ある特定の用途に限定され、リリース以降の運用段階におけるバージョンアップや大幅な改訂が少ない。

一方、OSSでは、そのフォールト発見事象を考えた場合、将来の累積発見フォールト数が一定の値に収束する傾向がないことが知られている。

# 【Open Source Software (OSS)】

代表的なオープンソースプロジェクト:

- **Mozilla.org**  
Firefox(ウェブブラウザ)
- **OpenOffice.org**  
OpenOffice(オフィスソフト)
- **Fedora Project**  
Fedora Core Linux(Unix系OS)
- **GNOME Project**  
GNOME(デスクトップ環境)
- **Samba.org**  
Smaba(ファイル共有サーバ)
- **GIMP.org**  
GIMP(グラフィックスソフトウェア)

OSレベルからサーバ・デスクトップ環境・アプリケーションまで、広い範囲のOSSが開発・利用されている。

# 【Open Source Software (OSS)】

## ➤ OSSの問題点

### ●品質上の問題

- ✓OSSの開発は世界中に分散する誰もが開発に参加できる環境である一方、その信頼性向上に関する取り組みは、フォールト(バグ)報告に基づいて修正作業を行うのみといったのが現状であり、常にバージョンアップや不具合に対するバグフィックスが繰り返されている

### ●サポートの問題

- ✓OSSの利用にあたり、ユーザがどの程度、使用するOSSについて知識があるのかが問題となる

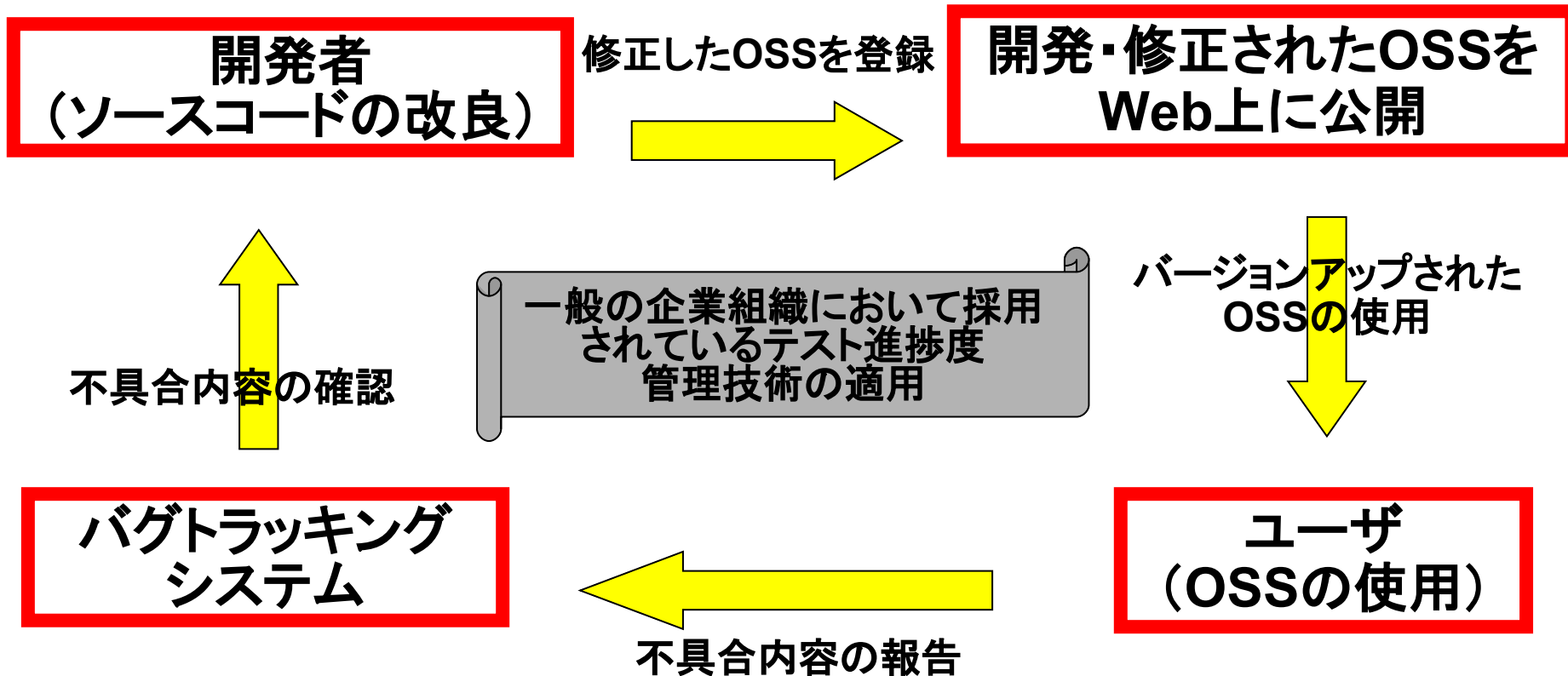


# 【OSSに対する信頼性評価に関する文献】

- 既存のSRGMを適用した傾向分析に基づく事例研究
  - Y. Zhoum, J. Davis, "Open source software reliability model: an empirical approach," Proceedings of the workshop on Open Source Software Engineering (WOSSE), vol. 30, no. 4, 2005, pp. 67-72.
  - P. Li, M. Shaw, J. Herbsleb, B. Ray and P. Santhanam, "Empirical Evaluation of Defect Projection Models for Widely-deployed Production Software Systems," Proceedings of 12th International Symposium on the Foundations of Software Engineering (FSE-12), 2004, pp. 263-272.

**セキュリティ, 開発手法, ネットワーク関連など, 様々なOSSに関する研究が行われているが, 信頼性(特にSRGMを適用した動的解析)においては, ほとんど行われていない.**

# 【OSSの開発サイクル】



- OSSの開発は世界中に分散する誰もが開発に参加できる環境である一方、その信頼性向上に関する取り組みは、フォールト(バグ)報告に基づいて修正作業を行うのみといったのが現状である。

## 【OSSに対する信頼性評価】

- OSSの信頼性を評価のためのアプローチ
  - 各コンポーネントに対する信頼性評価
    - ✓ニューラルネットワークを適用し、各コンポーネントの相互作用の状態をブラックボックスとして考え、入力と出力のデータのみから相互作用の状態を把握する。
  - システム全体としての信頼性評価
    - ✓OSSのフォールト発見過程を考慮し、既存のSRGMを拡張する。
  - 最適バージョンアップ時刻の推定
    - ✓上記のSRGMに基づき総期待開発労力を定式化し、それを最小にする時刻を導出する。

## 【各コンポーネントに対する信頼性評価】

### 入力データ:

- 致命的であると判断されたフォールト数 (Critical, Major)
- フォールト発見時における特定OSの数
- システムの内部構造に習熟した修正者のフォールト修正数
- システムの内部構造に習熟した発見者のフォールト発見数

### 出力データ:

- 各コンポーネントに対する累積発見フォールト数データ

### 教師信号:

- 各コンポーネントに対する累積発見フォールト数データ

## 【システム全体に対する信頼性評価】

本研究では、検出可能フォールト数が無限であると仮定された NHPP に基づく対数型ポアソン実行時間モデルを適用する。時間区間  $(0, t]$  で発見される総期待フォールト数を表す平均値関数  $\mu(t)$  は、

$$\mu(t) = \frac{1}{\theta - P} \ln[\lambda_0(\theta - P)t + 1]$$
$$(0 < \theta, 0 < \lambda_0, 0 < P < 1),$$

により与えられる。ここで、パラメータ  $\lambda_0$  は初期故障強度、パラメータ  $\theta$  はソフトウェア故障 1 個当りの故障強度の減少率を表す。

# 【最適バージョンアップ時期推定問題の定式化】

OSSの開発に伴う開発労力

$$E_1(t) = m_1 \cdot \mu(t)$$

時刻tにおける開発労力

バージョンアップ後の保守労力

$$E_2(t) = m_2 \{ \mu(t_0) - \mu(t) \} + m_3 t$$

フォールト修正に伴う保守労力

単位時間あたりの保守労力

## 【最適バージョンアップ時期推定問題の定式化】

ペナルティ関数

$$G(t) = m_4(1 - c) \exp \left[ \frac{t - t_0}{v} \right]$$

$c$  は  $t_0$  を超えて開発されたシステム全体に対する新規コンポーネントの割合であり,  $v$  は過去のバージョンアップ回数を表す.  $m_4$  は, 経験則に基づいて決定される定数パラメータを表す.

時刻  $t_0$  以降において, 新規にコンポーネントが開発された場合,  
システム全体との整合性を確認する作業のためにペナルティ労力  
が課せられるものと仮定する

# 【最適バージョンアップ時期推定問題の定式化】

総ソフトウェア開発・保守労力

$$E(t) = E_1(t) + E_2(t) + G(t)$$

OSSの開発労力

バージョンアップ後の  
保守労力

ペナルティ労力

総開発・保守労力  $E(t)$  を最小にする時刻  $t^*$  を求める。



## 【数値例】

- Fedora Core 7のリリース候補版であるTest 1のリリース以降における信頼性評価結果を示す。
- 評価版において十分な信頼性を確認することは、正式版リリース後のユーザに対する信頼や人気に大きくかかわるだけでなく、OSSの保守コストや保守労力の増大に関係することから、リリース候補版の評価は正式版リリースへ向けての重要な段階となる。

### Fault Level

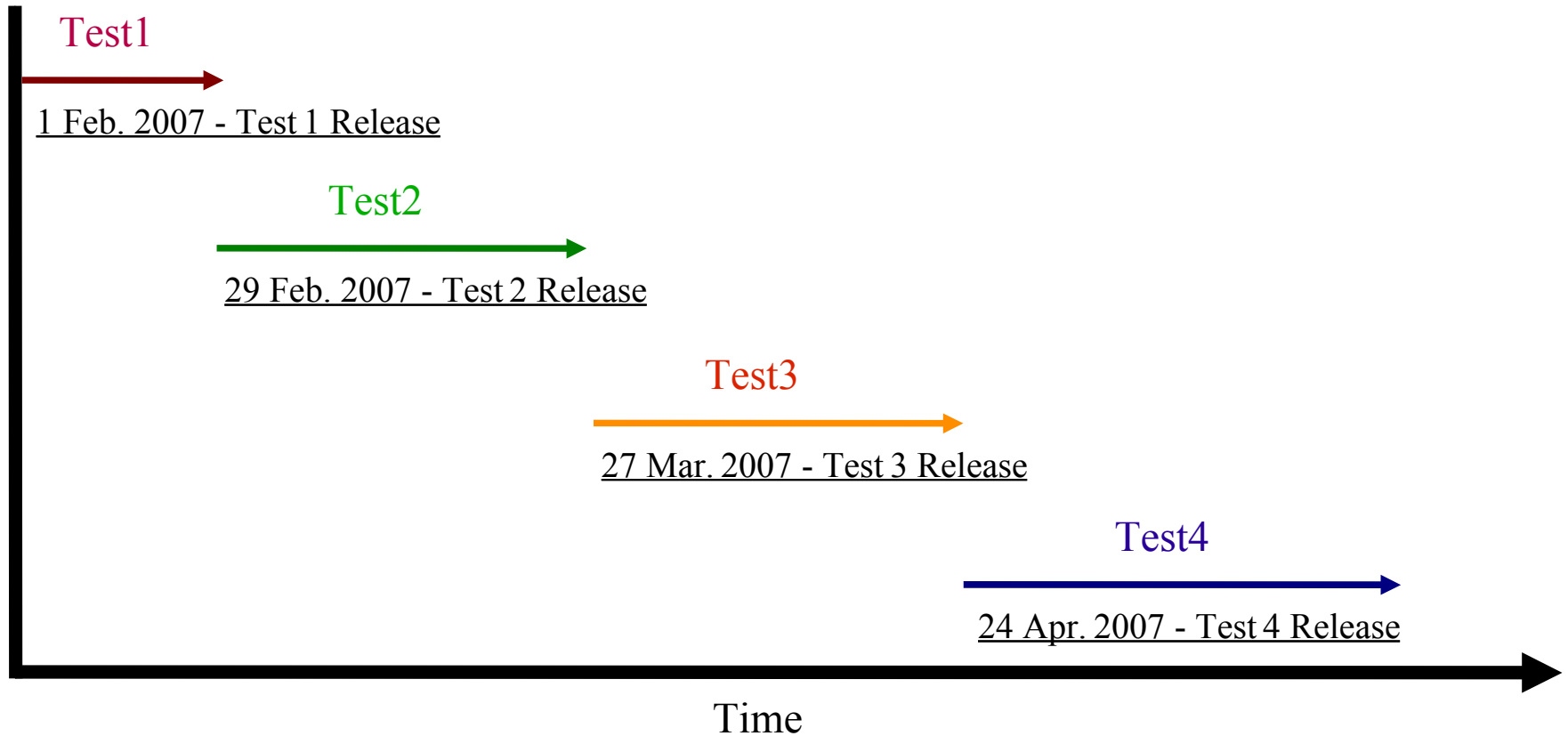
### Reported Date of Software Fault

### Failure Contents

### Name of Fault Reporter

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Project	XFCE Bug Tracker											
2													
3	Priority	ID	Severity	Status	Version/Bu	Assigned T	Reporter	Updated	Summary				
4	normal	227	tweak	resolved		edscott	shawarma	6月15日	Font settings (or lack				
5	normal	226	crash	closed		kelnos	Zym0tIC	6月14日	error while loading s		aries: libxfcegui4.3		
6	normal	193	minor	resolved		bmeurer	JohnT	6月13日	Session manager				
7	normal	225	minor	resolved		bmeurer	mandrews	6月13日	libxfce4util spec				
8	normal	223	tweak	new			bwalle	6月10日	Focus problem when changing workspaces				
9	normal	222	minor	new			dms	6月9日	building xfce-mcs-manager fails with undefined references				
10	normal	212	major	assigned			nick_08150	6月8日	Session terminates abnormally when session manager tries				
11	normal	221	minor	new			ceeKay	6月7日	Running xfdesktop to switch background eats memory				
12	high						pyon	6月7日	some apps (gconf/multithreaded?) freeze or crash on start				
13	normal						erson	6月7日	gaim's icon is bigger than systray				
14	normal						gie	6月7日	Tray icons should not be homogeneously boxed				
15	normal	107	major	closed		edscott	Goldman	6月7日	File associated by extension is bad/broken				

# 【数値例】



Fedora Core 7 のリリース候補版のスケジュール

# 【SRAT for OSS】

## 各コンポーネントの重要度の推定結果

システム全体に対する各コンポーネントの重要度を表示

**SRAT for OSS [Software Reliability Assessment Tool for Open Source Software]**

NHPP

Menu

- Estimation Based on Neural Network
- Estimation of Model Parameter
- Cumulative number of detected faults
- Instantaneous Fault Detection Rate
- Cumulative MTBF
- Predicted Relative Error
- Total Expected Software Effort
- Estimation of Version Upgrade Time

Weight Parameter

Estimated Weight Parameter for Each Component:

- "Kenel": 0.883
- "Kernel-xen": 0.069
- "Kernel-module-thinkpad": 0.012
- "Kernel-pcmcia-cs": 0.012
- "Kenrel-utils": 0.012
- "Kernel-xen-2.6": 0.012

Reliability Assessment Results

Estimation Results of Model Parameters:

theta=0.16667  
P=0.16667  
lambda=2.475

Estimated Results of Version Upgrade Time

The estimated Optimal version upgrade time will be shown in this text field. You need to click the checkbox of [Total Expected Software Effort] before clicking the checkbox of [Estimated Results of Version Upgrade Time].

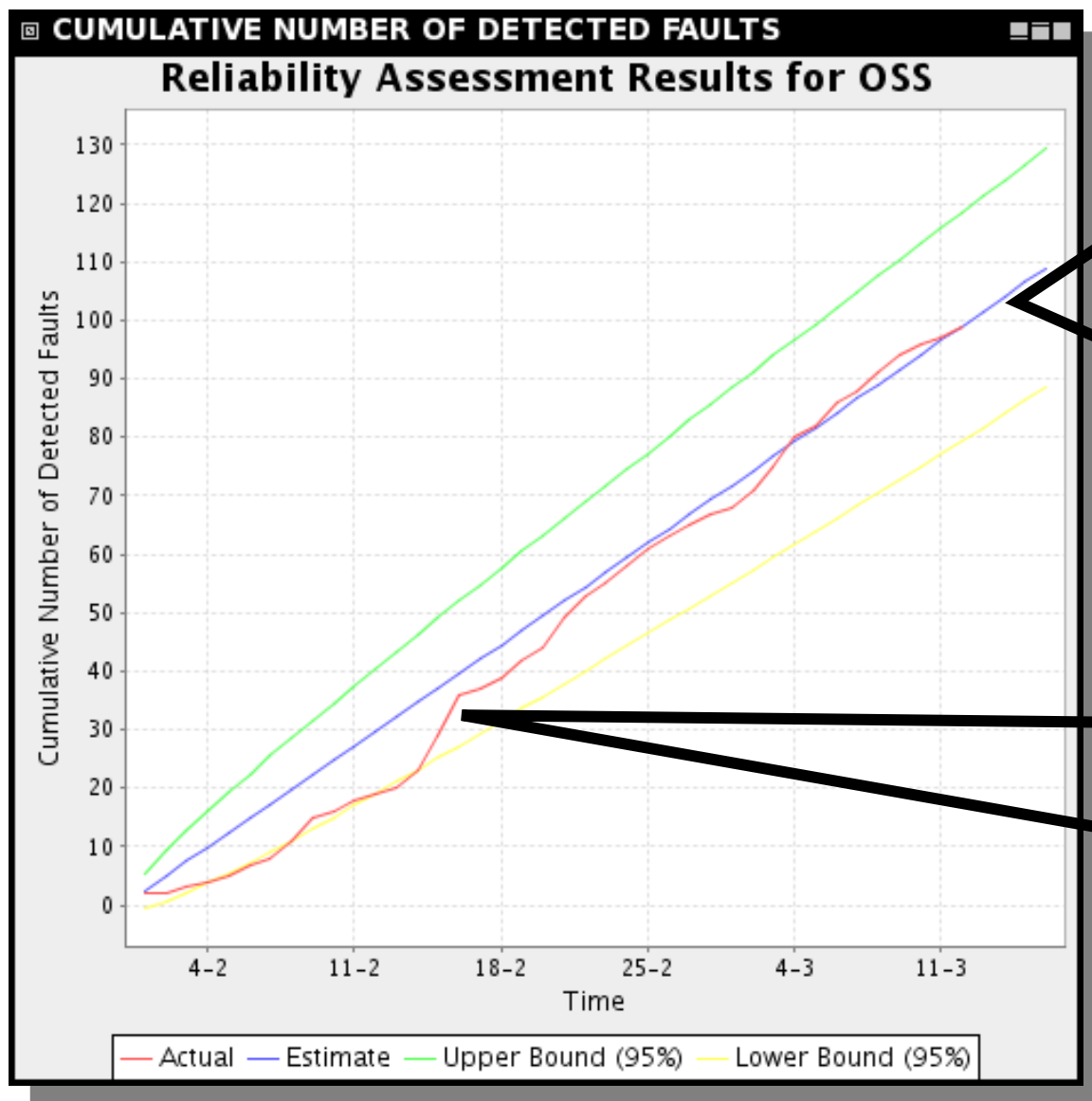
## メインメニュー

未知パラメータの推定やグラフの表示

## モデルパラメータの推定結果

推定されたモデルパラメータを表示

# 【SRAT for OSS】



対数型ポアソン実行時間モデルに基づく累積発見フォールト数の推定値

先の実行例において推定されたモデルに含まれる未知パラメータの推定結果から、累積発見フォールト数の推定曲線が表示される。

バグトラッキングシステムから採取された実際のフォールト発見数データ

横軸は、時間軸を表しており、縦軸は、実際に発見された累積発見フォールト数を表している。

# 【SRAT for OSS】

SRAT for OSS [Software Reliability Assessment Tool for Open Source Software]

NHPP

Menu

- Estimation Based on Neural Network
- Estimation of Model Parameter
- Cumulative number of detected faults
- Instantaneous Fault Detection Rate
- Cumulative MTBF
- Predicted Relative Error
- Total Expected Software Effort
- Estimation of Version Upgrade Time

Weight Parameter

Estimated Weight Parameter for Each Component:

- "Kenel": 0.883
- "Kernel-xen": 0.069
- "Kernel-module-thinkpad": 0.012
- "Kernel-pcmcia-cs": 0.012
- "Kenrel-utils": 0.012
- "Kernel-xen-2.6": 0.012

Reliability Assessment Results

Estimation Results of Model Parameters:

- theta=0.16667
- P=0.16667
- lambda=2.475

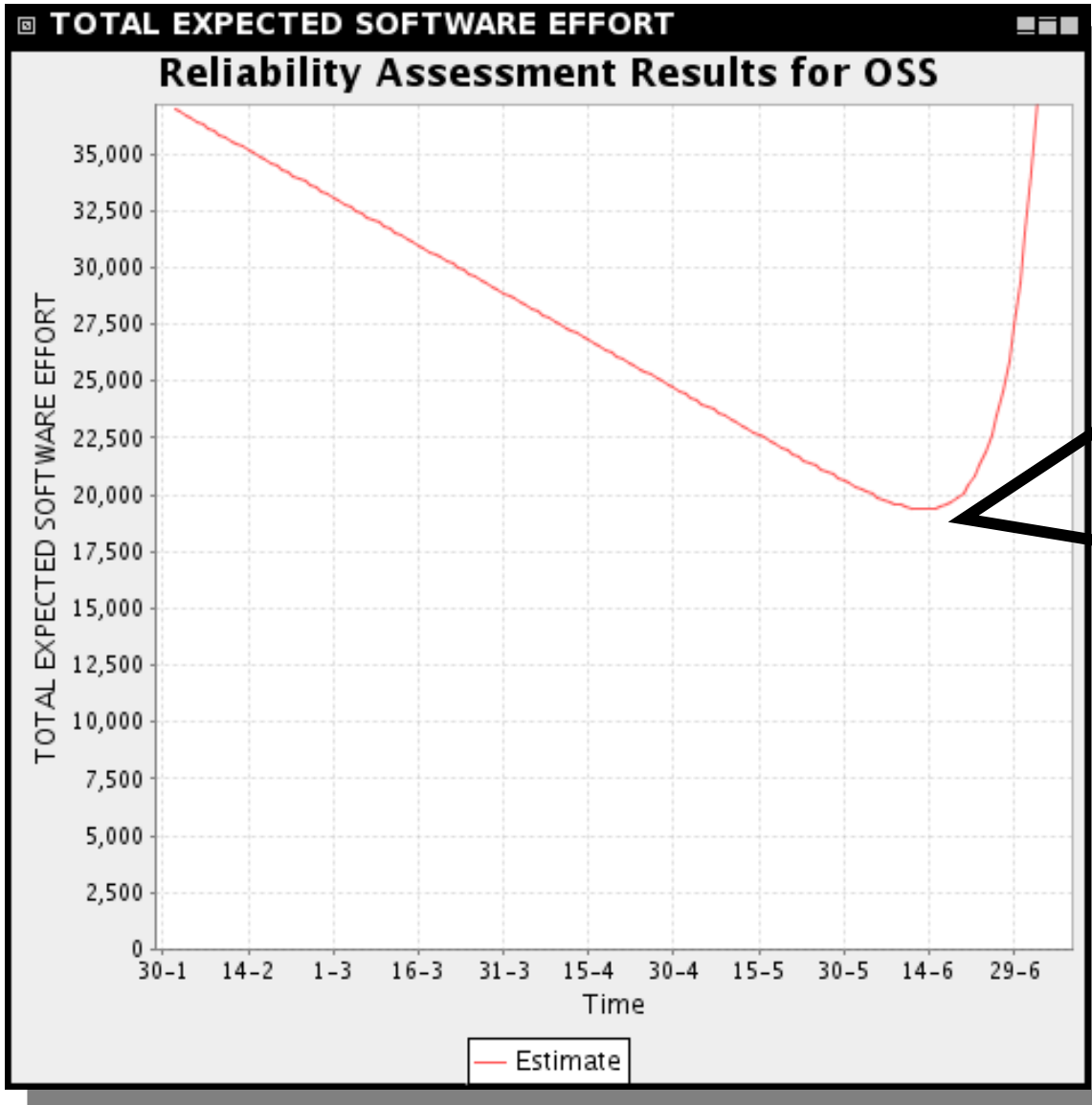
Total Software Effort  
=19359.0 man-days effort

Optimal Version Upgrade Time  
=14, 6, 2007 (Day, Month, Year)

## 最適バージョンアップ時刻の推定結果

最適バージョンアップ時刻はFC 7の評価版(Test 1)がリリースされてから6月14日となり, そのときの総期待開発労力は19359.0人・日となる.

# 【SRAT for OSS】

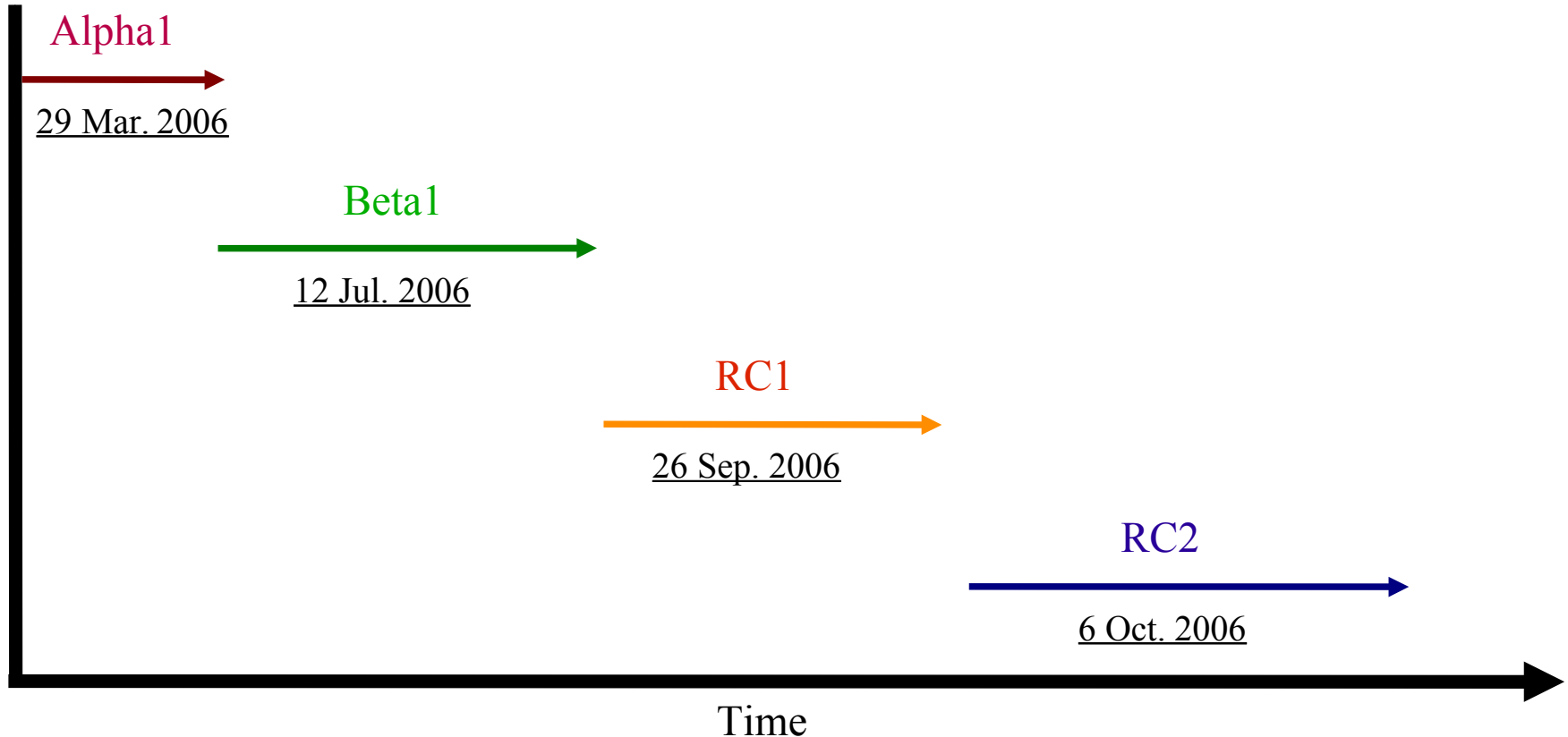


## 考察

実際のFC7は、2007年2月1日に評価版がリリースされ、120日後の5月31日に正式版がリリースされている。このことから、総期待開発労力を最小にするという観点から考えた場合、2週間早い正式版リリースであったことが読み取れる。

## 【数値例】

- Firefox2のリリース候補版における信頼性評価結果を示す.



Firefox2 のリリース候補版のスケジュール

# 【SRAT for OSS】

The screenshot displays the SRAT for OSS interface with the following sections:

- Menu:**
  - Estimation Based on Neural Network
  - Estimation of Model Parameter
  - Cumulative number of detected faults
  - Instantaneous Fault Detection Rate
  - Cumulative MTBF
  - Predicted Relative Error
  - Total Expected Software Effort
  - Estimation of Version Upgrade Time
- Weight Parameter:**

Estimated Weight Parameter for Each Component:

  - Bookmarks: 0.029
  - Build Config: 0.017
  - Disability Access: 0.018
  - Download Manager: 0.007
  - Error Console: 0.003
  - Extension Compatibility: 0.002
  - Extension/Theme Manager: 0.036
  - File Handling: 0.002
  - Find Toolbar / FastFind: 0.011
  - General: 0.114
  - Help Documentation: 0.023
  - History: 0.004
  - Installer: 0.036
  - Location Bar and Autocomplete: 0.011
- Reliability Assessment Results:**

Estimation Results of Model Parameters:

  - theta=0.03011
  - P=0.03030
  - lambda=5.182

Total Software Effort  
=68905.1 man-days effort

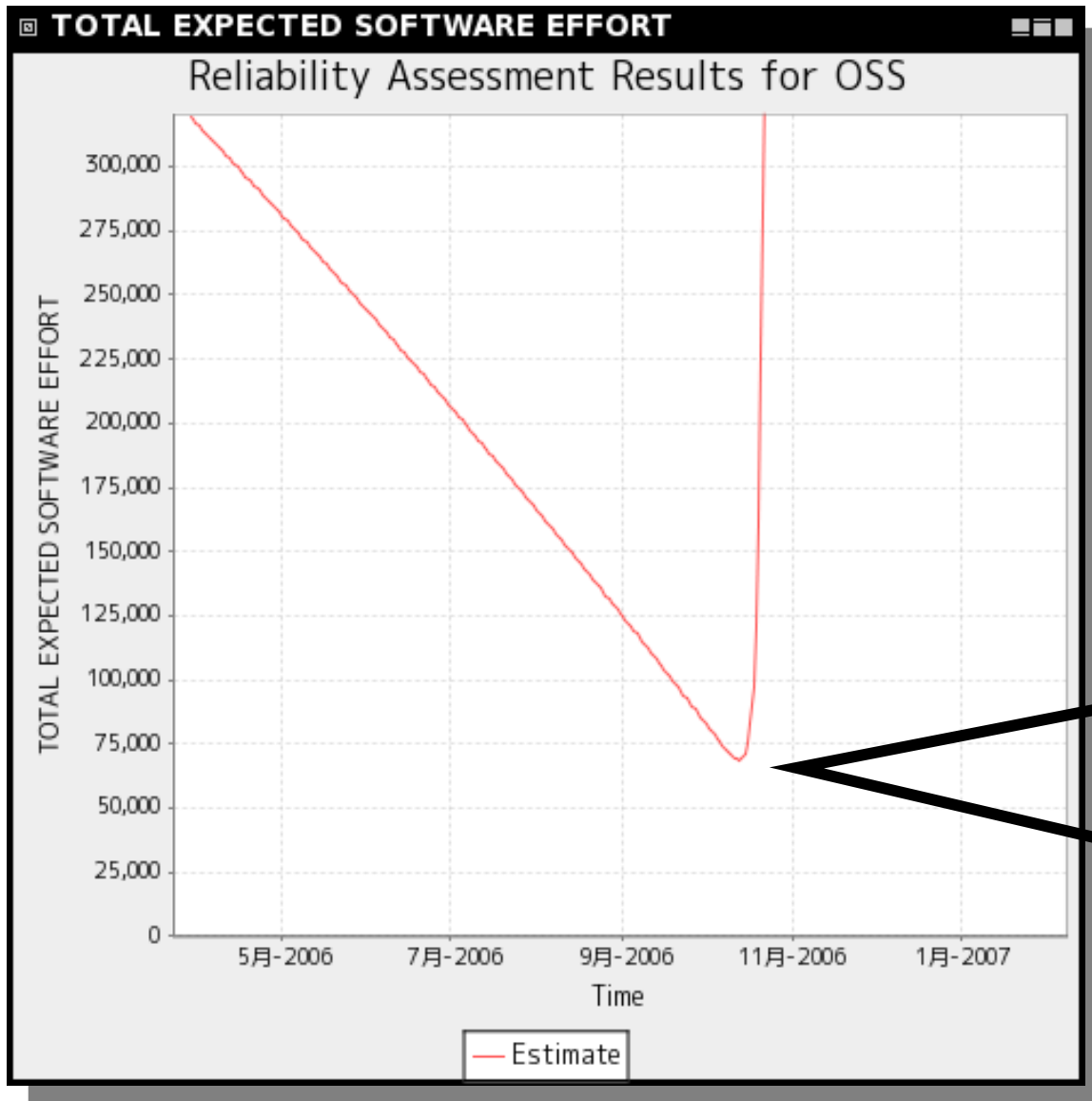
Optimal Version Upgrade Time  
=14, 10, 2006 (Day, Month, Year)

## 最適バージョンアップ時刻の推定結果

最適バージョンアップ時刻はFirefox2のAlpha 1リリース後の10月14日となり、そのときの総期待開発労力は68905.1人・日となる。



# 【SRAT for OSS】



## 考察

実際のFirefox 2は、2006年10月24日に正式版がリリースされている。このことから、総期待開発労力を最小にするという観点から考えた場合、10日遅い正式版リリースであったことが読み取れる。

## 【おわりに】

- OSSの品質上の問題に焦点をあて、OSSの信頼性評価法および最適バージョンアップ時期の推定方法について提案するとともに、上記の手法をOSSに対するソフトウェアツールとして実装した
- 特に、OSSの開発において、ある程度目安となるような最適バージョンアップ時期を把握することにより、OSSのバージョンアップ後の信頼性維持や進捗度管理に役立つものと考ええる

## **【今後の課題】**

- **総期待開発労力に含まれるペナルティ関数の与え方に関する検討**
- **より使い易いGUIへの改良**