「龍が如く」の高速デバッグ術

～そびえ立つバグの山を踏破するための弾丸ワークフロー～

株式会社セガゲームス
第一CS研究開発部
アドバンスト・テクノロジー開発チーム
阪上　直樹

自己紹介

- 関わったゲームシリーズ
  - 「プロサッカークラブをつくろう！」
  - 「プロ野球チームをつくろう！」
  - 「龍が如く」
- ゲームプログラマから自動化や効率化の仕事に移行
  - QAプログラマ？
  - QAエンジニア？
  - ビルド職人？
- アドバンスト・テクノロジー開発チーム
  - 龍が如くエンジンのベース部分や各種ライブラリ・ツール等の開発

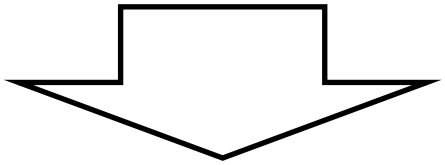
「龍が如く」を短いスパンで
リリースするための秘密は？

ないです。がんばってるだけです。

でも…

がんばる場所を限定

- ゲームの面白さ
- クオリティ
- ユーザーに感動体験を与えるための仕掛け

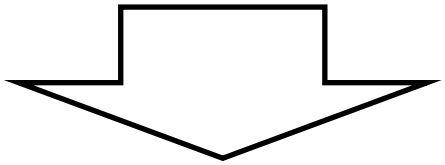


他にもやることはたくさんあるよ！
理想論じゃないの？！

がんばらないために、がんばる

- 自動化できるものは、ためらわず自動化
- 作業の効率化を徹底して追求
- ワークフローの見直し

誰でもできる作業をクリエイターにさせない



本セッションのテーマ

本セッションのゲームタイトル

龍が如く 維新！
PS3/PS4
PS Vita（無料アプリ）
2014年2月22日発売

龍が如くO　誓いの場所
PS3/PS4
PS Vita（無料アプリ）
2015年3月12日発売

本セッションの用語定義

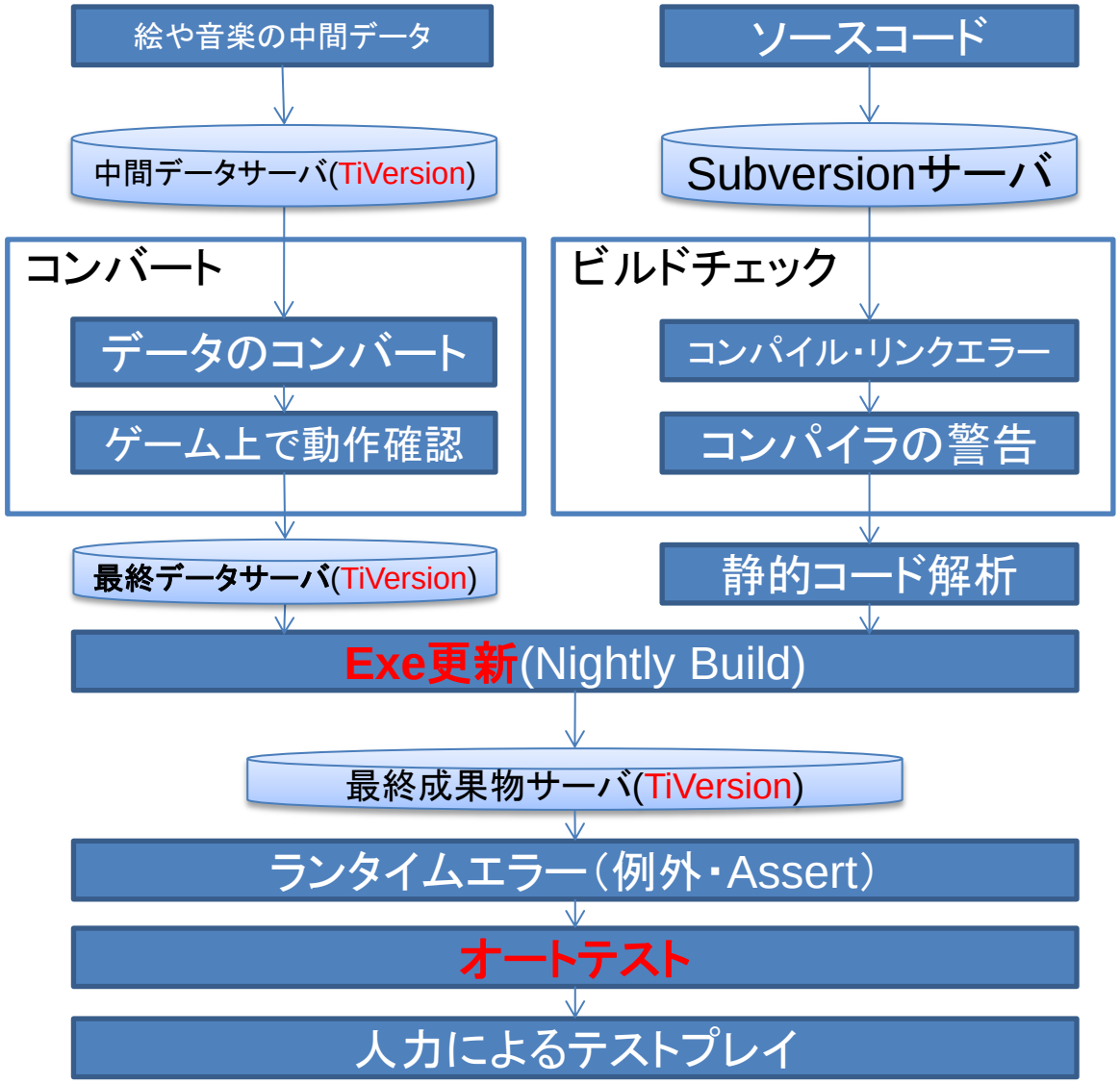
- デバッグ
  - バグを修正する
  - テストプレイを含まない狭義の意味
- テストプレイ
  - プレイチェック
  - バグ報告
  - ゲームバランスの指摘
- 赤字の用語
  - 龍が如くチーム用語

本セッションの概要

- 前半
  - 高速デバッグ術
    - 自動化
    - Jenkins
- 後半
  - そびえ立つバグの山を踏破するための弾丸ワークフロー
    - バグ管理
    - Redmine

高速デバッグ術

- 自動化
  - Jenkinsを使用
  - パイプライン
    - ビルド
    - コンバート
  - エラー検出
    - ビルドエラー検出
    - 静的コード解析
    - 例外検出
    - テスト



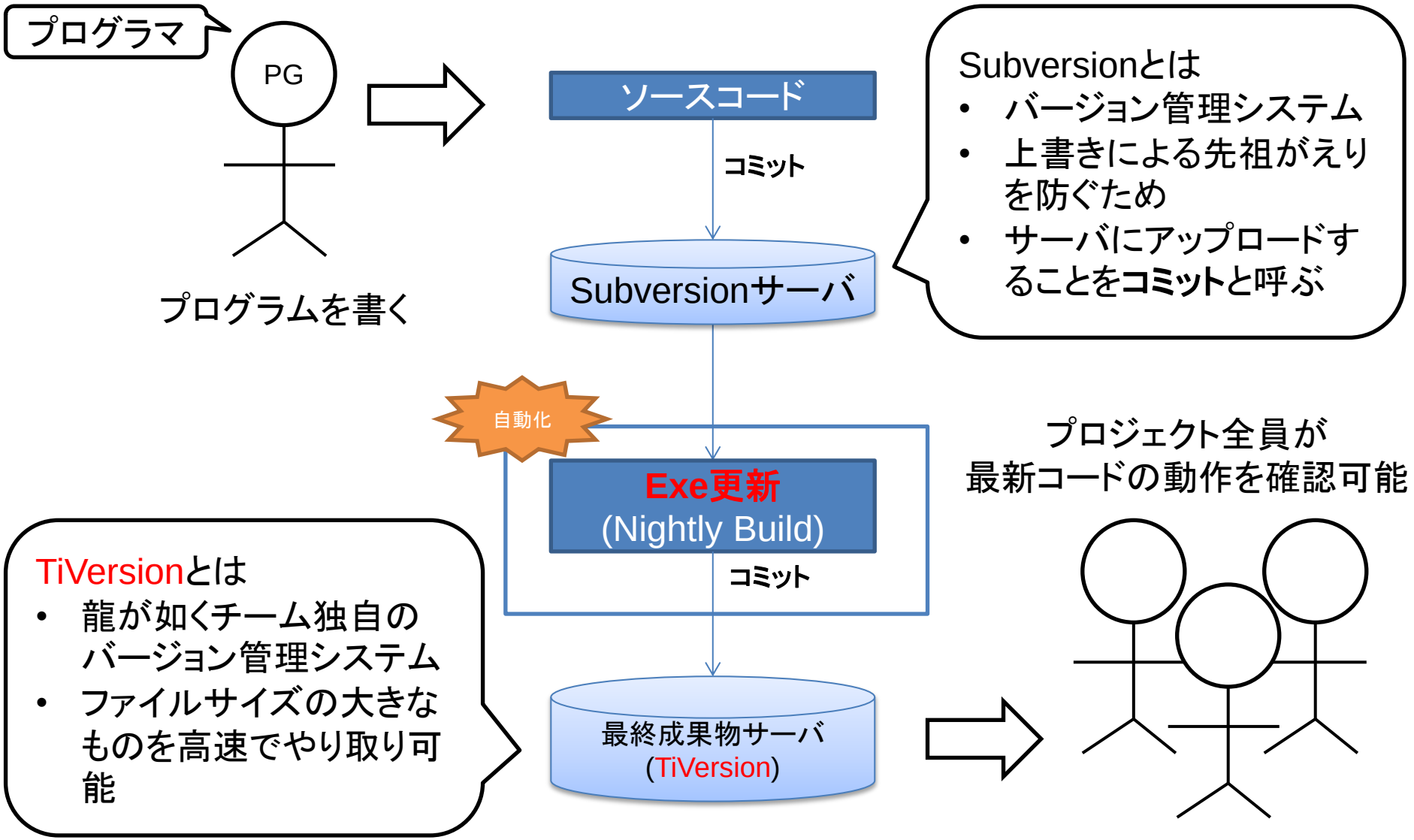
Jenkinsによる自動化

- Jenkinsとは
  - CI(Continuous Integration:継続的インテグレーション)ツールの一つ
  - 日々の開発に必要なビルドやコンバートを自動化し、安定した開発環境を継続していくためのもの
- なぜ必要？
  - ゲームの動作が安定していない状態では、実装したものをすぐに確認できないので作業が滞る
  - ビルドが壊れた状態で放置すると、修正コストが増大し、他のバグを生む原因にもなる

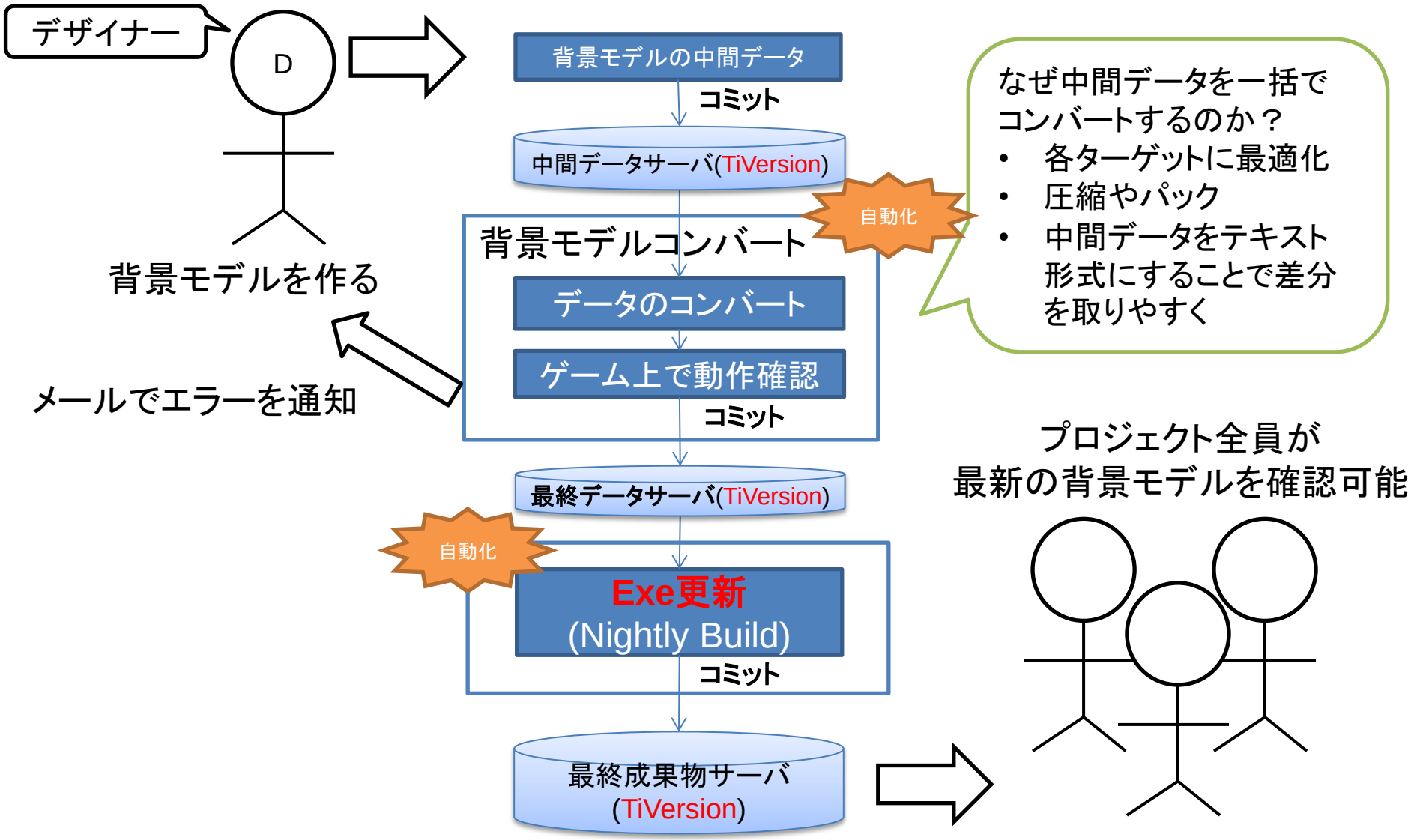
ビルドの自動化 (1/2)

- ビルドとは
  - プログラムをコンパイル・リンクして実行可能な形式に変換すること
  - 自動で毎日ビルドした成果物は、Nightly Buildと呼ばれる
- Exe更新とは
  - Nightly Buildの龍が如くチーム特有の呼称
  - PS3/PS4/PS Vitaに加えて、それぞれのターゲットに対応したデバッグ用のWindows版の実行ファイルを定期的に生成
  - Windows版もあることから、「Exe更新」と呼んでいる

ビルドの自動化 (2/2)


プログラマ
PG
プログラムを書く
ソースコード
コミット
Subversionサーバ
Subversionとは
• バージョン管理システム
• 上書きによる先祖がえりを防ぐため
• サーバにアップロードすることをコミットと呼ぶ
自動化
Exe更新
(Nightly Build)
コミット
プロジェクト全員が
最新コードの動作を確認可能
TiVersionとは
• 龍が如くチーム独自のバージョン管理システム
• ファイルサイズの大きなものを高速でやり取り可能
最終成果物サーバ
(TiVersion)

コンバートの自動化

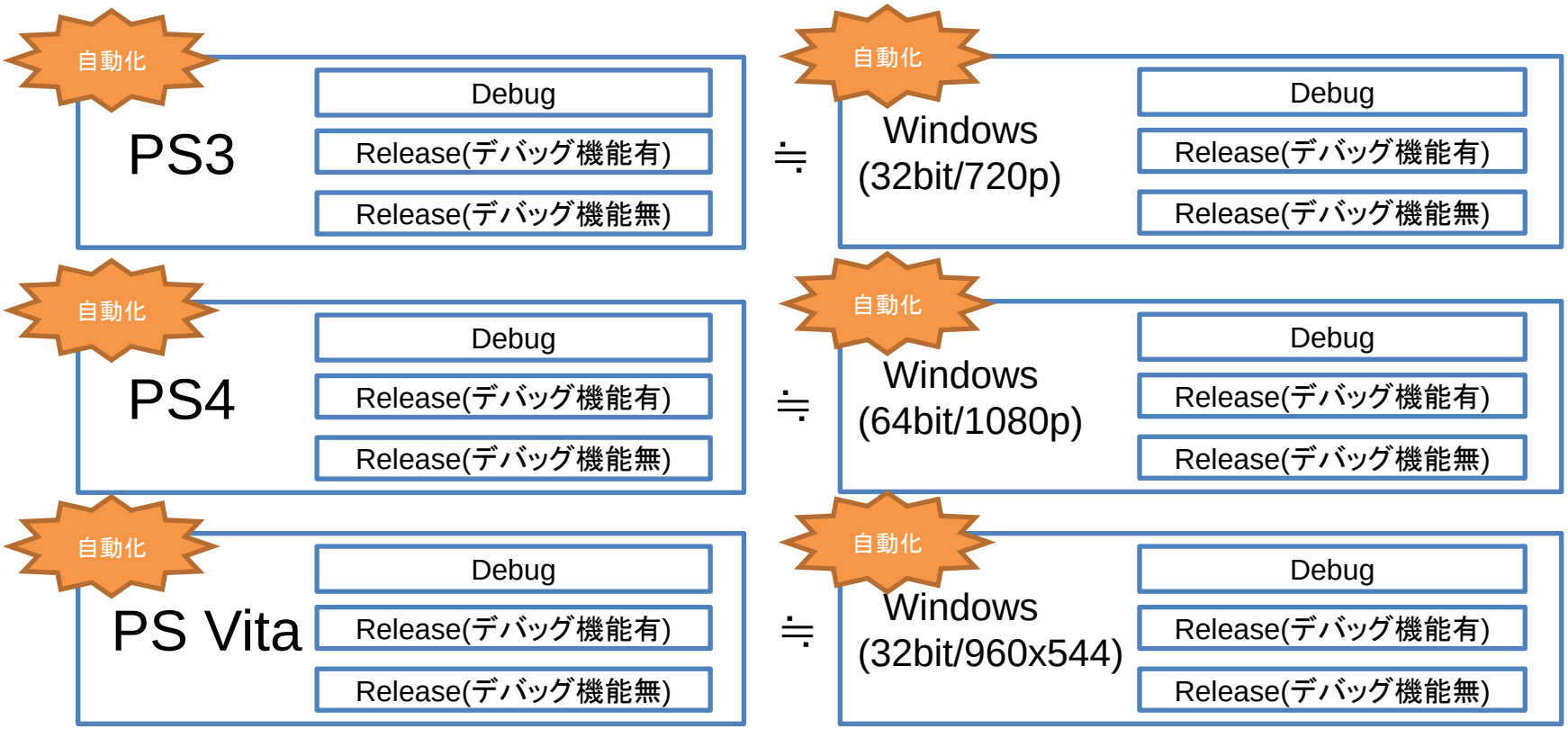

デザイナー
D
背景モデルを作る
メールでエラーを通知
背景モデルの中間データ
コミット
中間データサーバ(TiVersion)
自動化
背景モデルコンバート
データのコンバート
ゲーム上で動作確認
コミット
最終データサーバ(TiVersion)
自動化
Exe更新
(Nightly Build)
コミット
最終成果物サーバ
(TiVersion)
なぜ中間データを一括で
コンバートするのか？
• 各ターゲットに最適化
• 圧縮やパック
• 中間データをテキスト
形式にすることで差分
を取りやすく
プロジェクト全員が
最新の背景モデルを確認可能

パイプライン（ビルド・コンバート）の自動化

エラー検出の自動化

- エラーの種類
  - ビルドエラー
  - 静的コード解析の指摘
  - ランタイムエラー
  - テストのエラー
- なぜ必要？
  - エラーを見つけて報告するのもコスト
  - 自動で不具合を見つけてくれるものは、どんどん使う
  - 手動だと欠落しやすいデバッグに必要なデータ（ダンプやログ、スクリーンショット等）を自動収集

ビルドエラー検出の自動化 (1/4)



手動で確認するのは大変！

ビルドエラー検出の自動化 (2/4)

- Exe更新とは別にSubversionサーバを監視して、コミットごとにビルドが壊れていないかチェックを行う
- ビルドが壊れていたら、Jenkinsからメーリングリストにメールを自動送信
- ビルドエラーが出たら即時直すルール
  - ビルドエラーは出さないことが望ましいが、 ビルド構成が多く、各自がすべてを確認してコミットするのは無駄が多いため
- ビルドは分散ビルドを使用
- PCの台数を増やして高速化

ビルドエラー検出の自動化 (3/4)

警告はエラーです

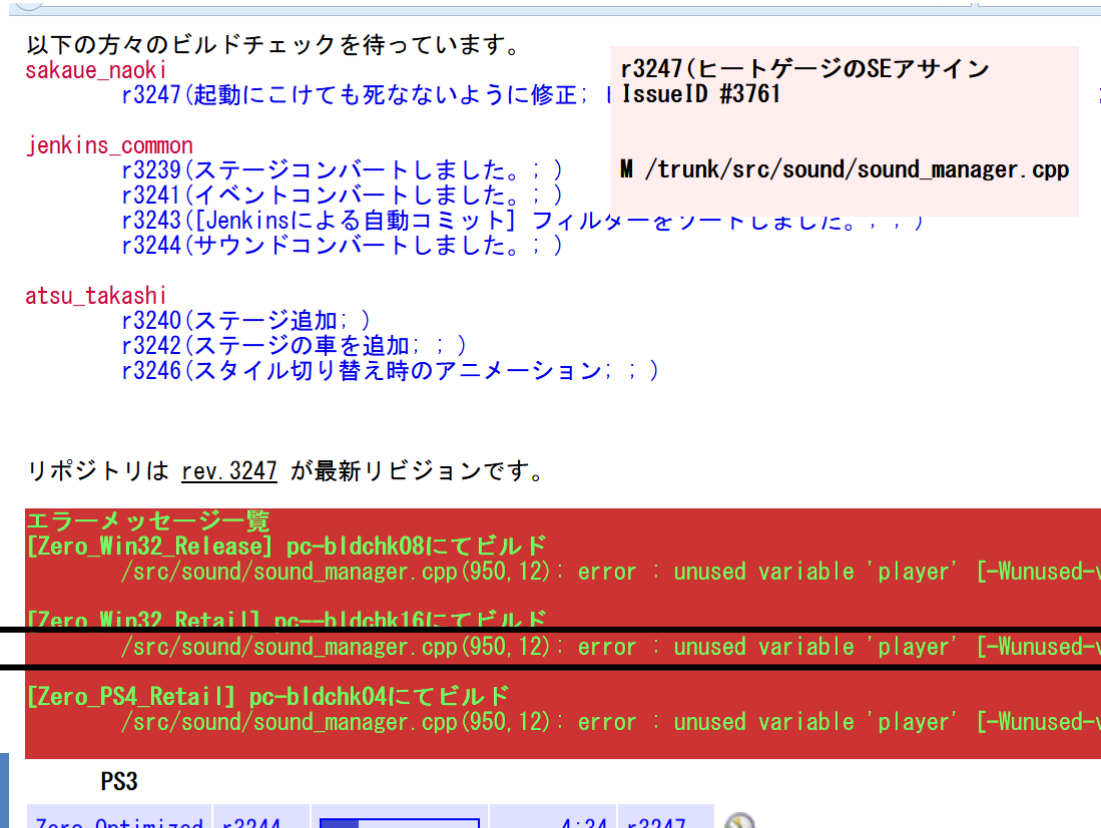
- コンパイラの警告は、エラー扱い
  - ビルドエラーになるので、即時修正が必要
  - コンパイラの警告レベルは最高に設定
  - 例外的に使いたいものは、設定で除外するか#pragmaで局所的に対応
  - まずは警告をゼロにするところから

ビルドエラー検出の自動化 (4/4)

- ビルドが壊れた状態を短縮するためには
  - 声かけが一番効果的
  - チェック結果を分かりやすく表示する
    - ビルドチェック待ちページ

このリストから
自分の名前が
消えたら帰宅可能

unused variable
警告はエラー扱い



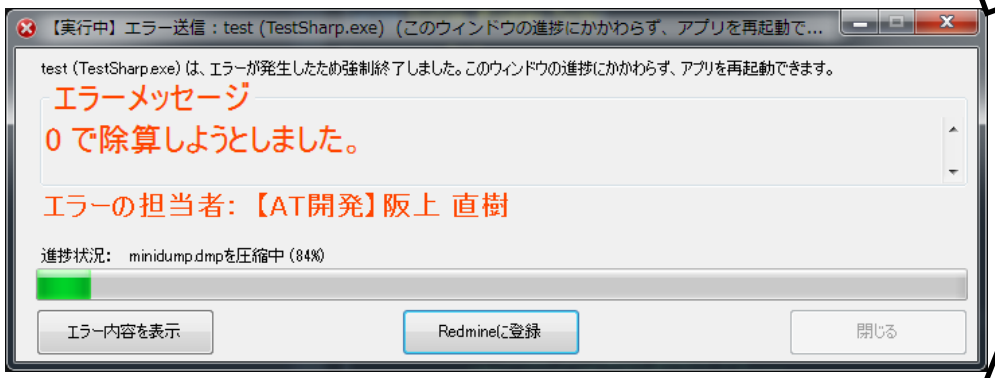
静的コード解析の自動化

- 静的コード解析とは？
  - プログラムを実行せずにソースコードを解析し、不具合やその可能性となるものを検出するツール
- なぜ必要？
  - すべてのコードを人力でレビューするのは大変
  - 不具合の芽を先に摘んでおく
- 静的コード解析ツール
  - 使用ツール
    - Coverity（精度が高い/有償）
    - Visual Studioのコード分析（Visual Studioの標準機能）
    - Cppcheck（オープンソース）
  - 使用ツールは、管理できるなら多ければ多いほどいい
  - Jenkinsを使って毎日自動的に解析して、結果をメールやチケットでフィードバック

ランタイムエラー報告の自動化

- エラー送信（クラッシュレポート機能の龍が如くチーム用語）

ゲームやツール
実行中に
例外発生！



アップロード

ネットワークドライブ

メール送信

- ダンプ表示batのURL
- ログ表示batのURL
- コールスタック
- リビジョン
- ターゲット

バグ報告

バグ管理システム
(Redmine)

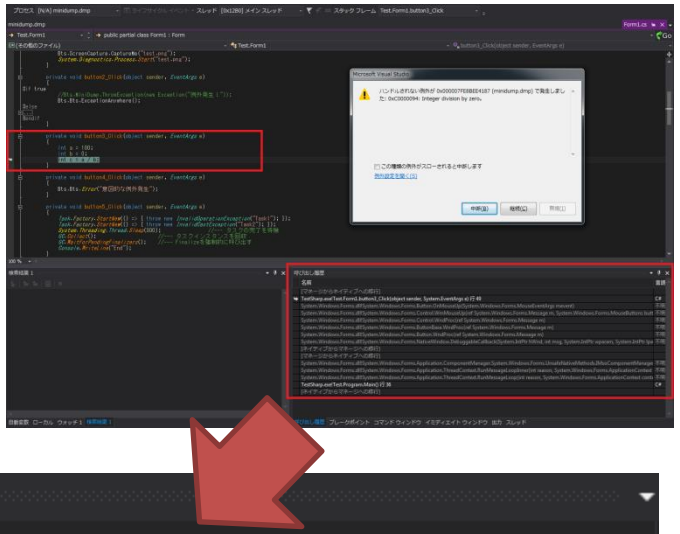
デバッグに必要な情報を自動収集
- ダンプ
- ログ
- コールスタック
- スクリーンショット … etc

エラー送信の実装例 (Windowsの場合)

- C++
  - 未処理例外のキャッチ
    - SetUnhandledExceptionFilter
  - コールスタック
    - StackWalk
- C#
  - 未処理例外のキャッチ
    - System.Windows.Forms.Application.ThreadException
    - AppDomain.CurrentDomain.UnhandledException
    - System.Threading.Tasks.TaskScheduler.UnobservedTaskException
  - コールスタック
    - Environment.StackTrace
- ダンプ出力
  - MiniDumpWriteDump
    - C#ではアンマネージド・コード呼び出し
    - ダンプを開くときは、ダンプファイル(.dmp)以外に、exeファイルと対応するpdbファイルが必要

ダンプを開いた例(C#)

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    int a = 100;
    int b = 0;
    int c = a / b;
}
```

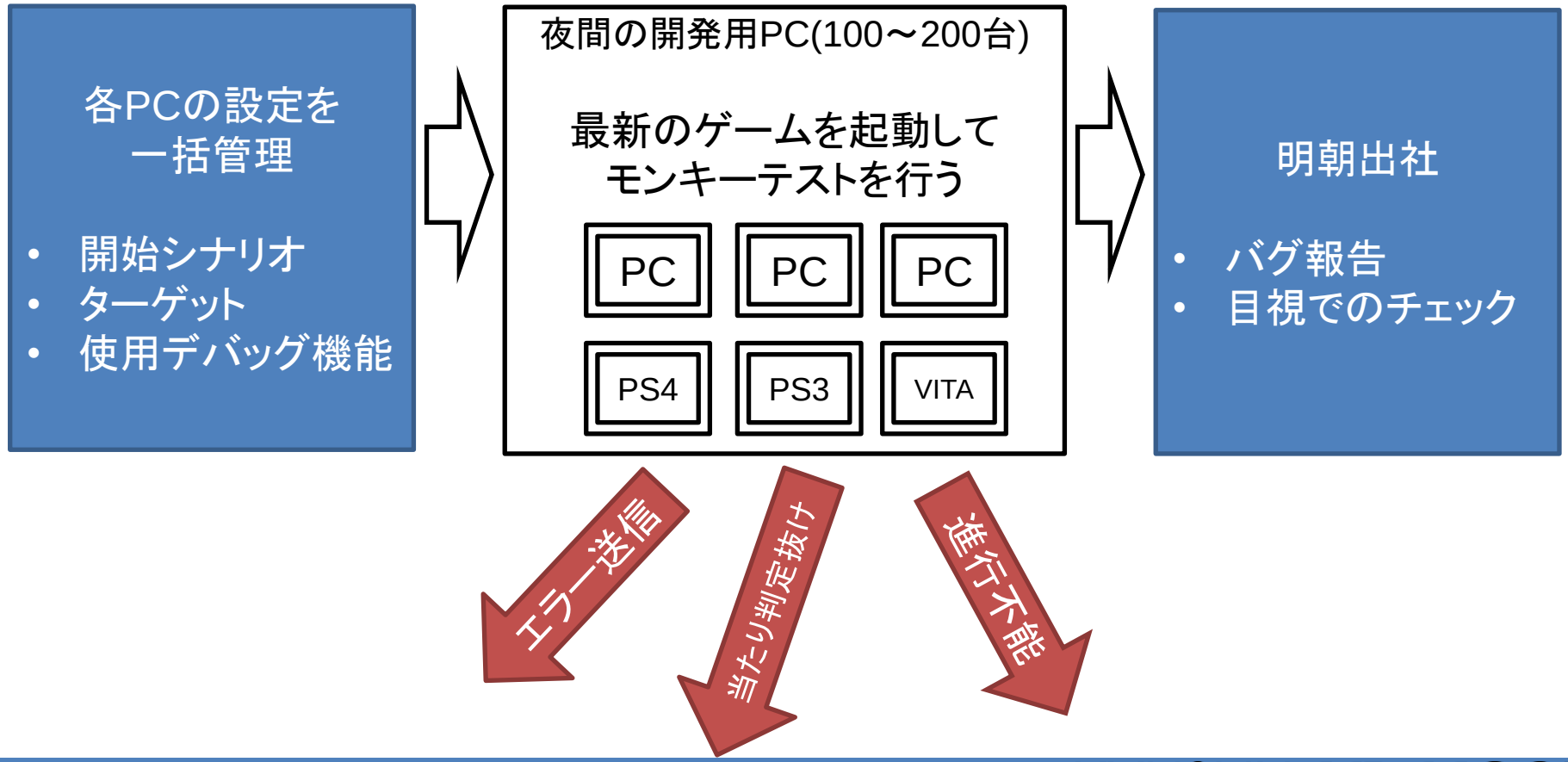


呼び出し履歴

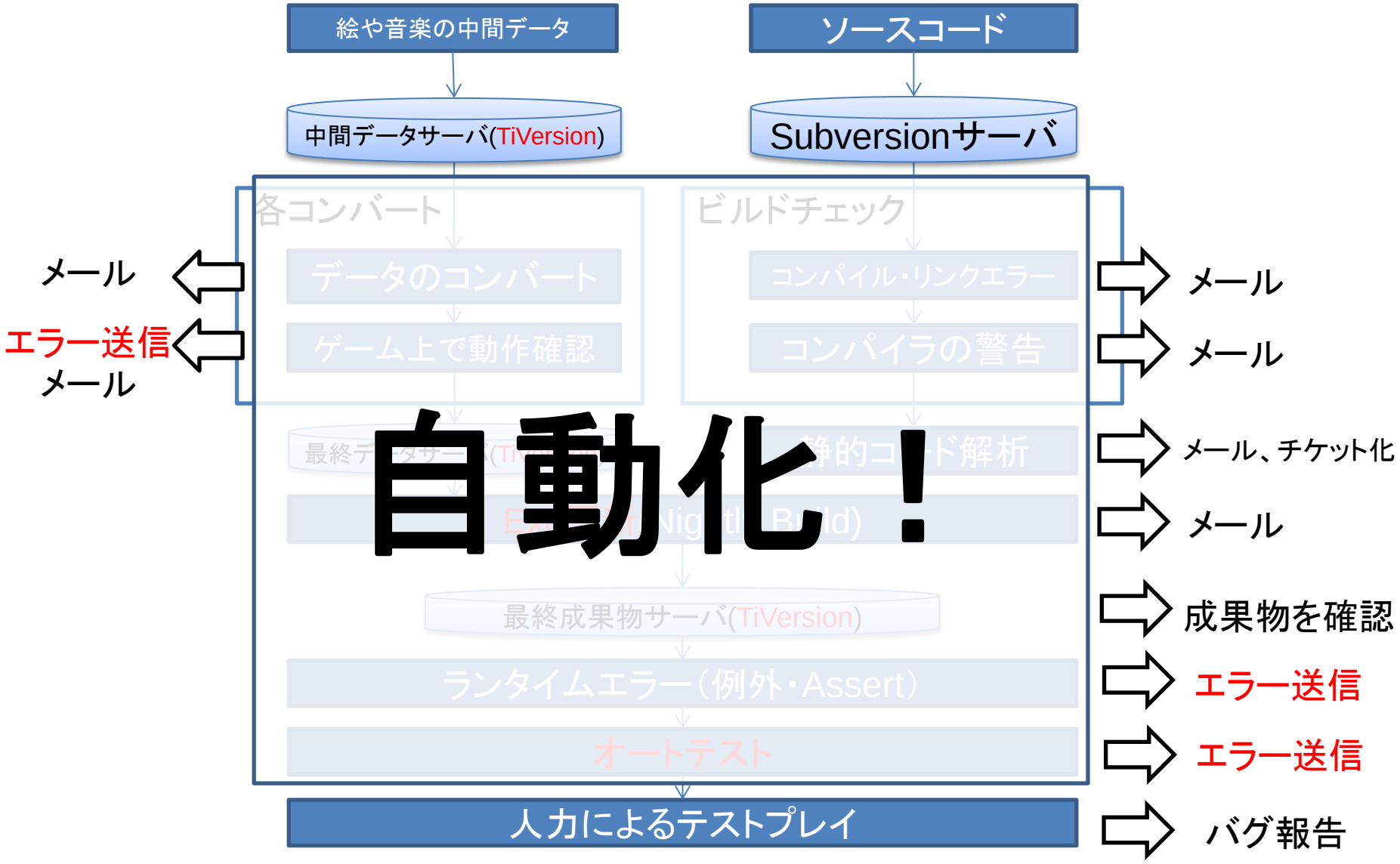
名前
[マネージからネイティブへの移行]
TestSharp.exe!Test.Form1.button3_Click(object sender, System.EventArgs e) 行 49
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Button.OnMouseUp(System.Windows.Forms.MouseEventArgs mevent)
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Control.WmMouseUp(ref System.Windows.Forms.Message m, System.Windows.Forms.MouseButtons butt
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Control.WndProc(ref System.Windows.Forms.Message m)
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.ButtonBase.WndProc(ref System.Windows.Forms.Message m)
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Button.WndProc(ref System.Windows.Forms.Message m)
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.NativeWindow.DebuggableCallback(System.IntPtr hWnd, int msg, System.IntPtr wparam, System.IntPtr lpa
[ネイティブからマネージへの移行]
[マネージからネイティブへの移行]
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Application.ComponentManager.System.Windows.Forms.UnsafeNativeMethods.IMsoComponentManage
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Application.ThreadContext.RunMessageLoopInner(int reason, System.Windows.Forms.ApplicationContext
System.Windows.Forms.dll!System.Windows.Forms.Application.ThreadContext.RunMessageLoop(int reason, System.Windows.Forms.ApplicationContext cont
TestSharp.exe!Test.Program.Main() 行 36
[ネイティブからマネージへの移行]

テストの自動化

- モンキーテストとは
  - ランダムに擬似パッド入力を行うテスト手法
- オートテスト（モンキーテストの龍が如くチーム用語）



高速デバッグ術（自動化）のまとめ

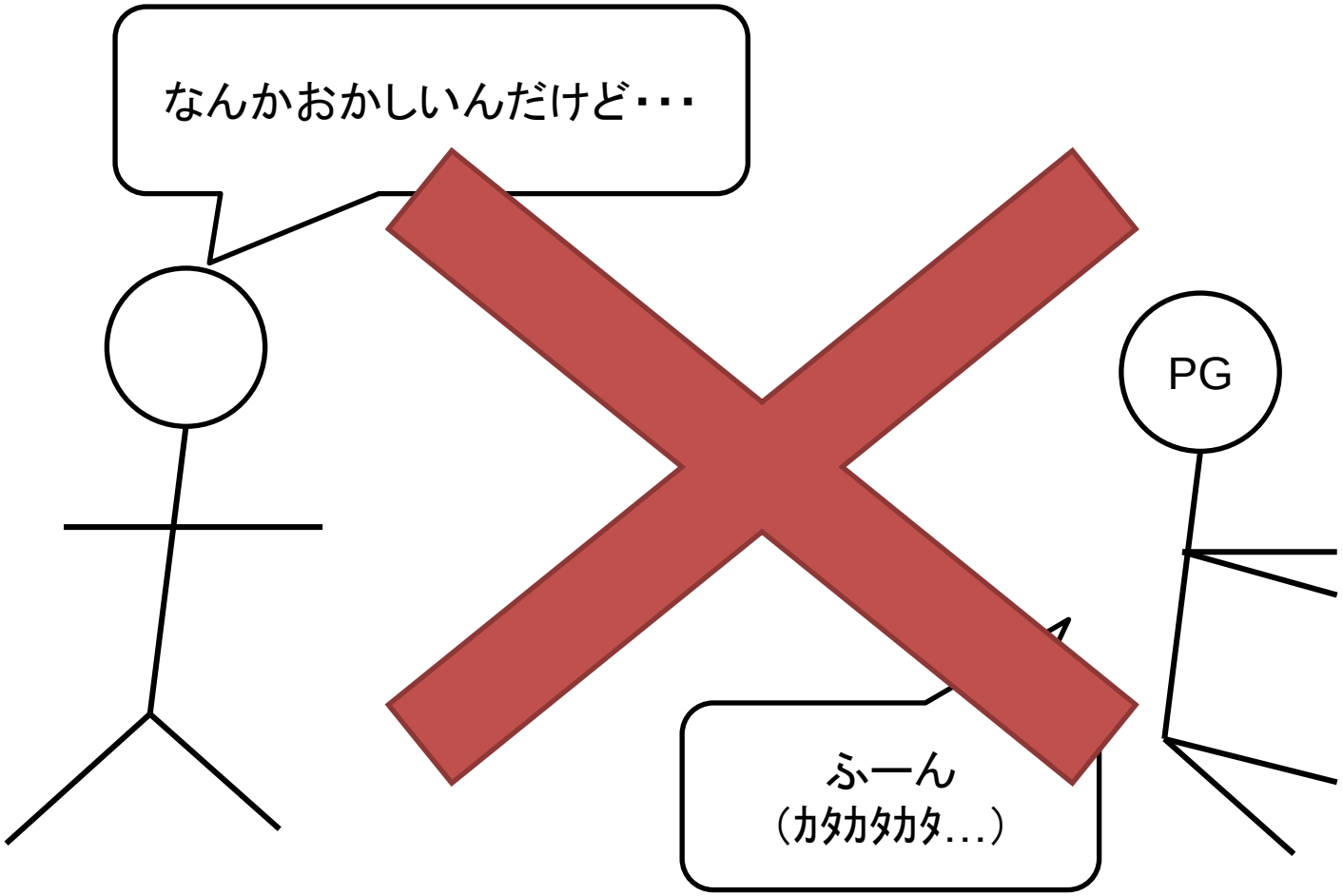


自動化！

そびえ立つバグの山を踏破するための弾丸ワークフロー

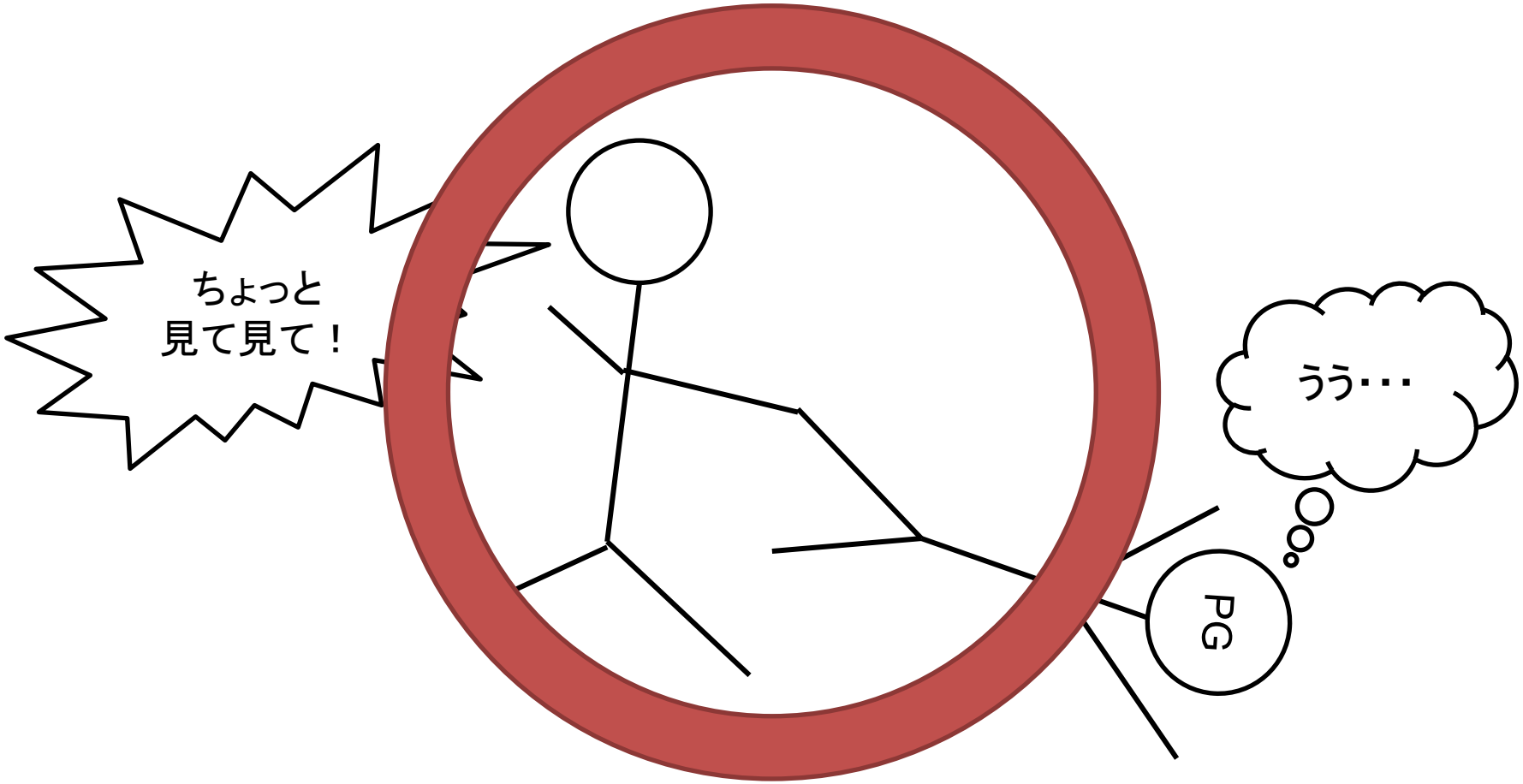
- バグ管理
  - Redmineを使用
  - バグ報告の掟
  - バグ管理システムの導入の歴史
    - 紙で管理
    - Redmineで管理
  - バグ管理システムの問題と解決

バグ報告の掟



バグ報告の掟(破り)

なんとかしてプログラマにバグの現場を見せる！



バグ管理システムの必要性

- 口頭でのやり取りは、数人程度が限界
- バグ管理システムが必要な場合
  - 数百人規模のプロジェクト
  - それぞれが別の場所で作業している

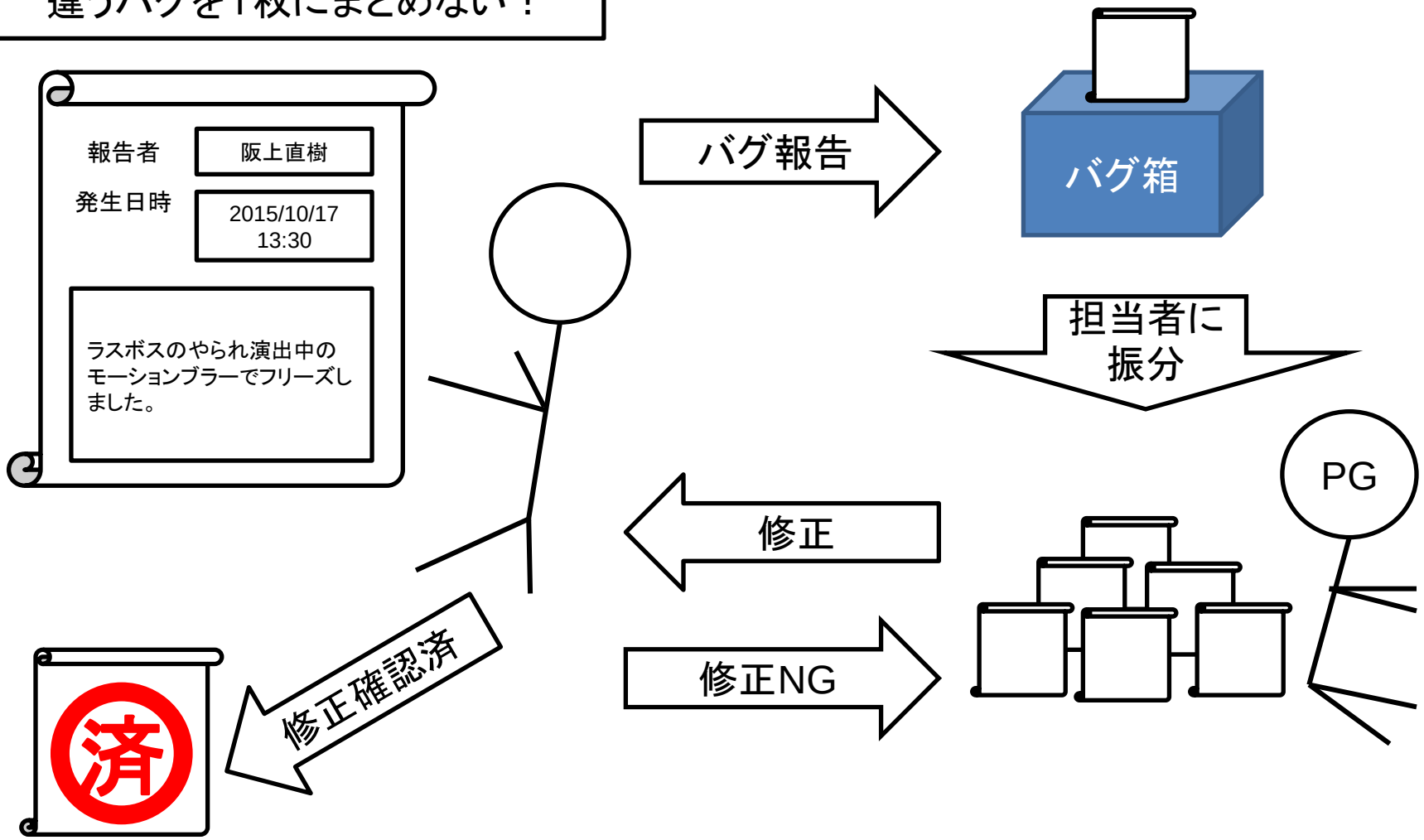
紙でバグ管理 (1/3)

- 入社してすぐ、メダルゲームのテストプレイに参加
- ディスプレイがついていたので通常のビデオゲームと同等のチェックが必要
- 手がメダルで真っ黒に
  - メダルは裏で店員さんが洗浄している
- 体力仕事
  - ゲーム開発ってガテン系？
- 湯水のようにメダルを投入し続けた結果、メダルの価値観が崩壊

メダルゲームができない体になってしまった…

紙でバグ管理 (2/3)

バグ1つに紙1枚（チケット）
違うバグを1枚にまとめない！



紙でバグ管理 (3/3)

- メリット
  - バグの見える化
    - 各自の記憶に頼らない
    - 誰が何個バグを抱えているのか
  - アナログならでは
    - バグの報告者・担当者間のコミュニケーションがスムーズ
    - 少人数では一番高速
- デメリット
  - かかわる人数が増えると、チケットの管理が煩雑
  - チケット全体を管理できない
    - 総数が分からない
    - バグの傾向が分からない
    - 各バグのステータス（対応状況）が分からない
    - どのバグから手をつけていいのか分からない

Redmineでバグ管理 (1/4)

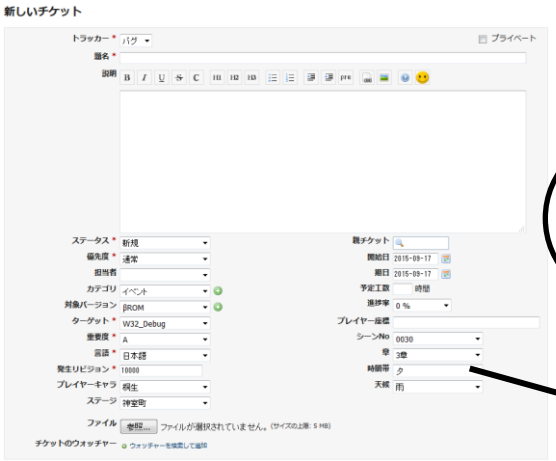
- Redmineとは
  - バグを含めた課題管理システム
  - Webブラウザでアクセス
  - オープンソース

Redmineでバグ管理 (2/4)

- メリット
  - バグ情報のデジタル化
  - サーバによる一元管理
  - スクリーンショットやログファイルを添付できる
  - コメント入力やステータス、優先度を設定できる
  - APIやプラグイン等の拡張機能が豊富で、開発も活発
  - タスクも管理できる
- デメリット
  - 自由度の高いツールなので、運用ルール作りが必要
  - プラグインを多用すると、保守・メンテナンスコストが高くなる

Redmineでバグ管理 (3/4)

バグのステータスの一例



新規

バグ報告

担当者に振分

確認待ち

修正

PG

修正確認済

修正NG

確認済み

差し戻し

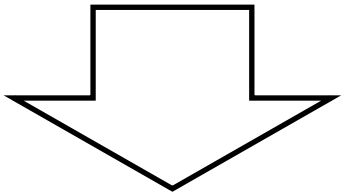
ワークフローは紙と同じ！

Redmineでバグ管理 (4/4)

- なぜ「確認待ち」なのか？
  - 「修正完了」ではない？
    - バグ修正を実装した時点で、チケットは終わっていない！
    - 修正を確認して、はじめてチケットは完了する。
  - ステータス名は、見ただけで次に何をしなければならないかがすぐ分かるのがよい

ツールを使えば、すべて解決？

もちろん、そんなことは無いです。



- バグ管理システムの問題点
  - バグ報告の問題点
  - バグのワークフローの問題点
  - 各ツールにプロジェクトの情報が分散

バグ報告の問題点

- 必要な情報を入力するのは結構大変
  - テストプレイがメインの仕事でない時に、バグ報告を怠りがちになる
- ログの添付を忘れやすい
  - 手動だと、必要な情報を入力・添付し忘れる
- 入力ミスも発生する
  - リビジョン番号が違う
  - ターゲットの選択を間違える

バグ報告に必要な情報

基本情報

- 原因
- 結果
- 再現率
- 重要度
- カテゴリ
- 報告者
- ターゲット
  (Win/PS3/PS4/VITA)
- 言語
  (日本語/中国語)
- リビジョン

添付ファイル

- ダンプファイル
- デバッグログ
- 使ったデバッグ機能
  （設定ファイル等）
- スクリーンショット
- セーブデータ

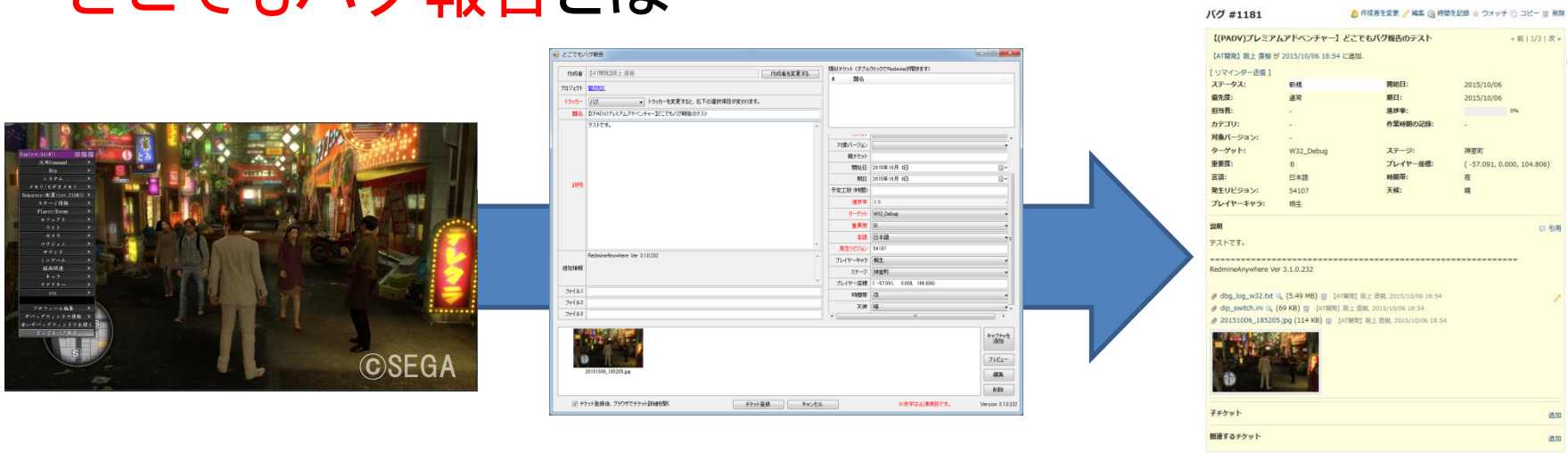
龍が如く独自

- プレイヤーキャラ
  (桐生/真島/秋山…)
- ステージ
  (神室町/蒼天堀…)
- プレイヤーの座標
- シナリオ進行度
- 時間帯(昼/夜)
- 天候(晴/雨/雪)

自動入力できる！

バグ報告の自動化

- どこでもバグ報告とは

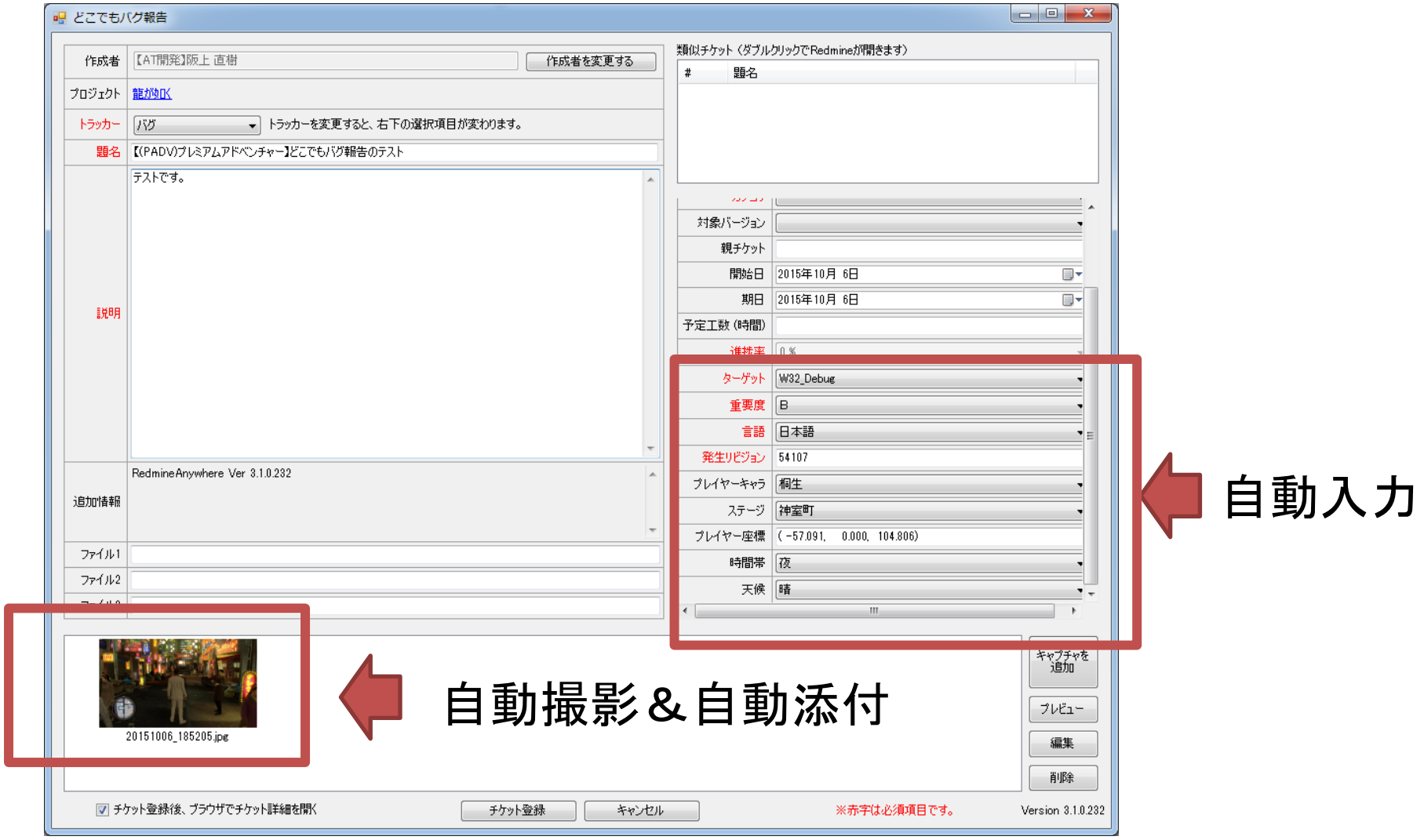


- Redmine REST APIを使用して、専用アプリ経由でゲームアプリから直接Redmineにチケット登録
- 全ターゲット(Win/PS3/PS4/PS Vitaに対応)
- エラー送信からも直接バグ報告が可能
- デバッグ機能がないと使えない

どこでもバグ報告 (1/3)

デバッグメニューからどこでもバグ報告をクリック！

どこでもバグ報告 (2/3)


どこでもバグ報告
作成者
【AT開発】阪上 直樹
作成者を変更する
プロジェクト
龍が如く
トラッカー
バグ
トラッカーを変更すると、右下の選択項目が変わります。
題名
【(PADV)プレミアムアドベンチャー】どこでもバグ報告のテスト
説明
テストです。
追加情報
RedmineAnywhere Ver 3.1.0.232
ファイル1
ファイル2
類似チケット（ダブルクリックでRedmineが開きます）
#
題名
対象バージョン
親チケット
開始日
2015年10月 6日
期日
2015年10月 6日
予定工数（時間）
進捗率
0 %
ターゲット
W32_Debug
重要度
B
言語
日本語
発生リビジョン
54107
プレイヤーキャラ
桐生
ステージ
神室町
プレイヤー座標
(-57.091, 0.000, 104.806)
時間帯
夜
天候
晴
20151006_185205.jpg
キャプチャを追加
プレビュー
編集
削除
チケット登録後、ブラウザでチケット詳細を開く
チケット登録
キャンセル
※赤字は必須項目です。
Version 3.1.0.232
自動入力
自動撮影＆自動添付

どこでもバグ報告 (3/3)

自動入力

自動添付

バグ報告自動化による効果

	どこでもバグ報告 使用件数	バグの 総数
龍が如く 維新！	**9,338件**	17,448件
龍が如くO　誓いの場所	**6,307件**	12,955件

2タイトル(9,338件+6,307件) X 10分(短縮時間/件)

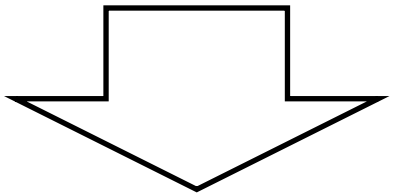
＝ 約2,600時間を削減

バグ報告の質が均一化して、精度も向上

テストプレイヤーは、バグ探しに専念！
クリエイターは、バグの修正・バランス調整・クオリティの向上に専念！

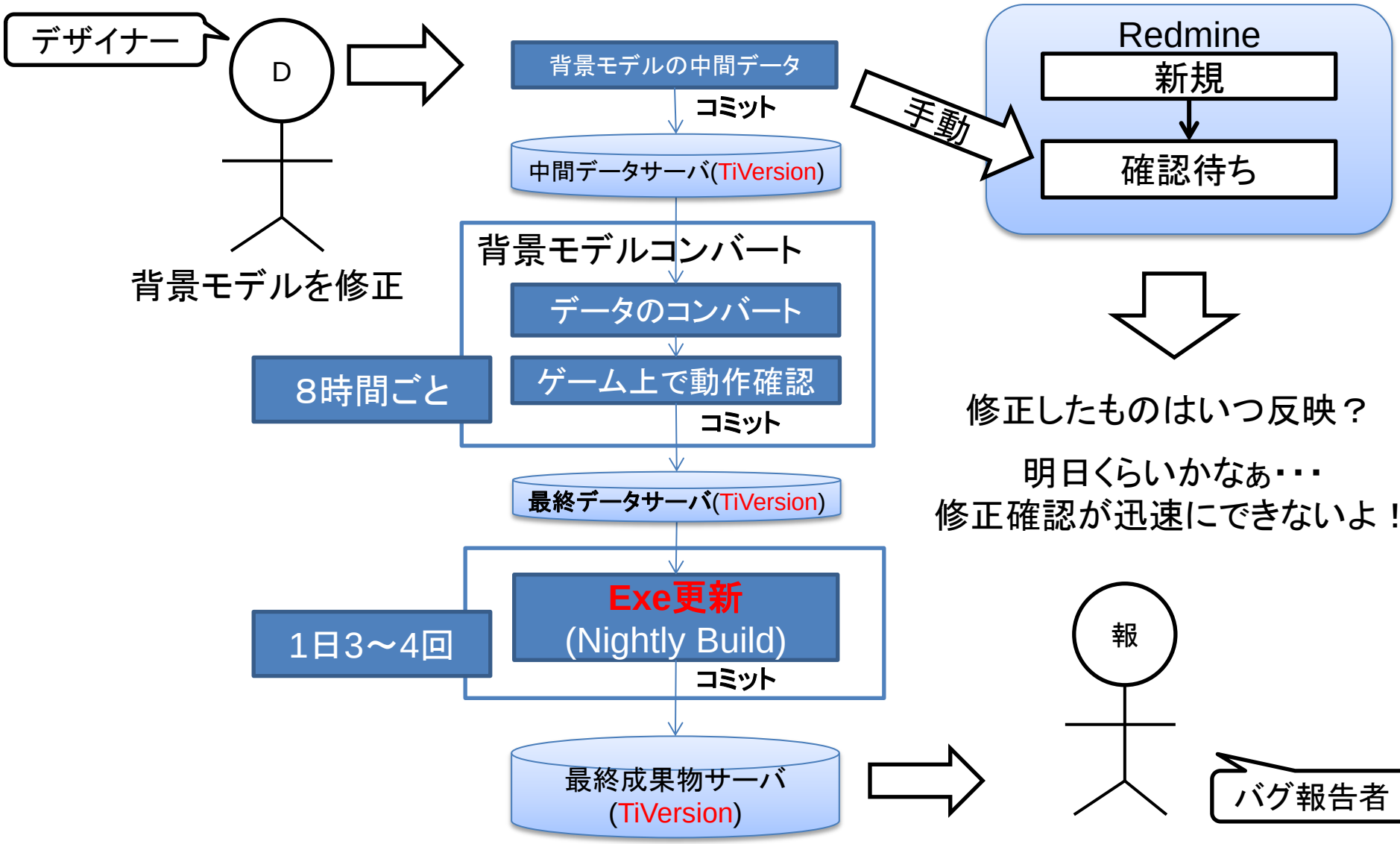
バグのワークフローの問題点

- 修正したものがいつ反映されたか分からない
- バグチケットに対して、どういう修正が入ったのか分かりにくい

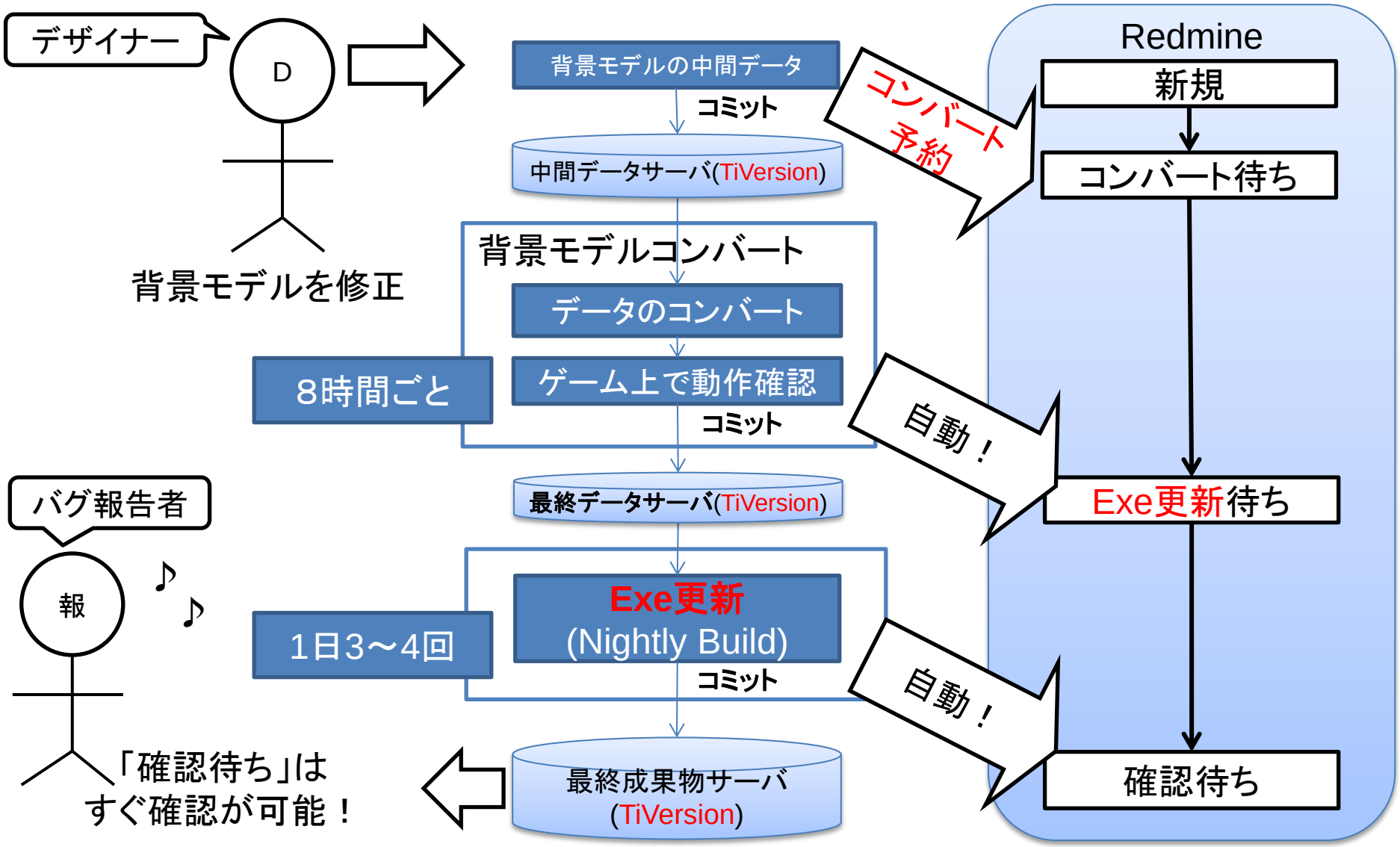


Redmineと各システム・ツールを連携して
ワークフローを自動化

Redmineとパイプラインの連携 (1/4)

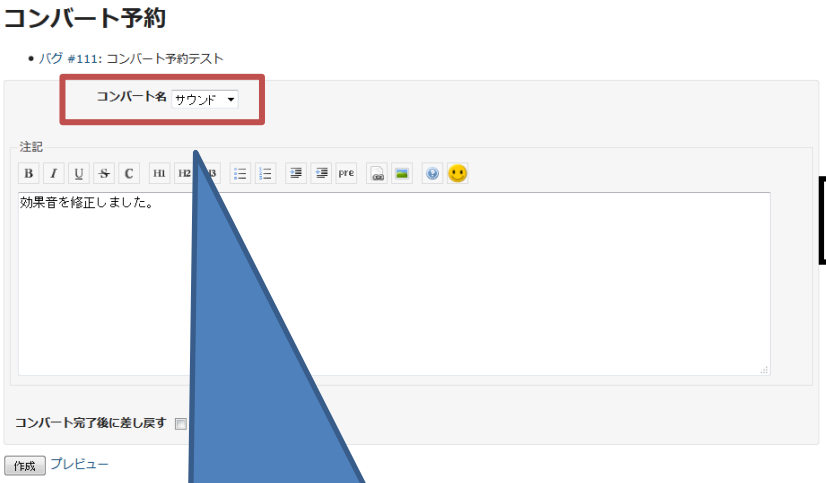


Redmineとパイプラインの連携 (3/4)



Redmineとパイプラインの連携 (4/4)

コンバート予約とは



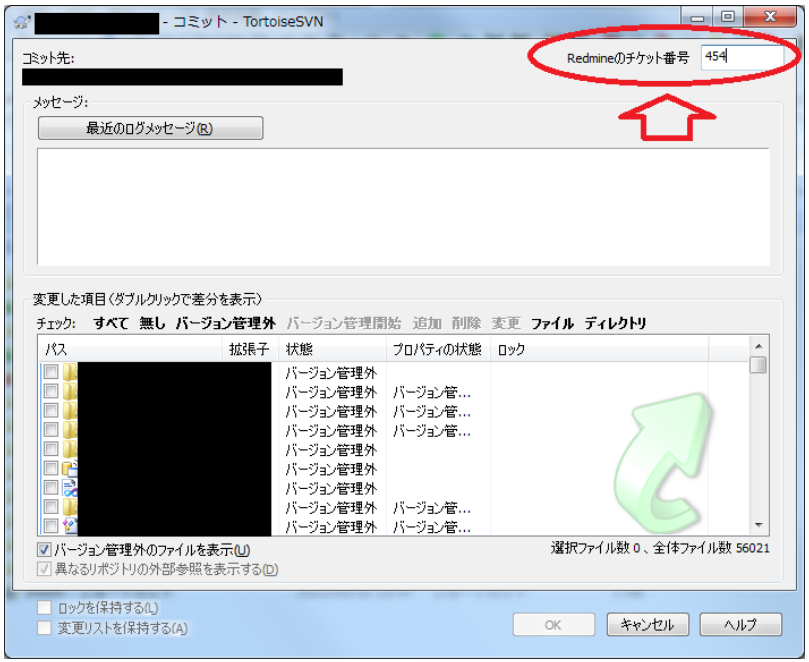
コンバートの種類を選択して
予約を作成

「確認待ち」になったら
確実に修正確認が可能

RedmineとSubversionの連携 (1/2)

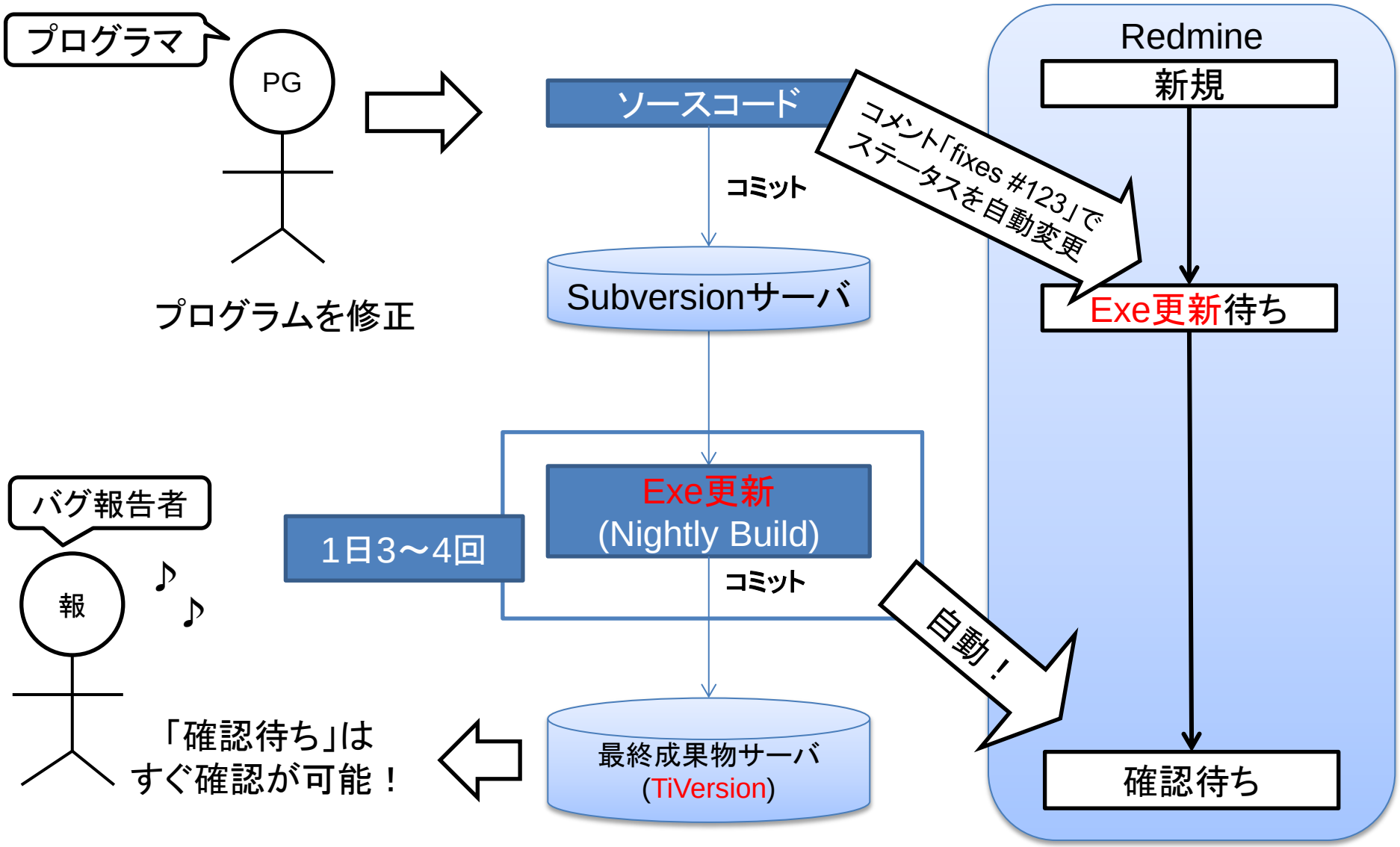
- バグチケットに対して、どういう修正が入ったのか分かりにくい

→Subversionのコミットログにチケット番号を入力



バグチケットに対して、どういう変更が入ったのか一目瞭然！

RedmineとSubversionの連携 (2/2)



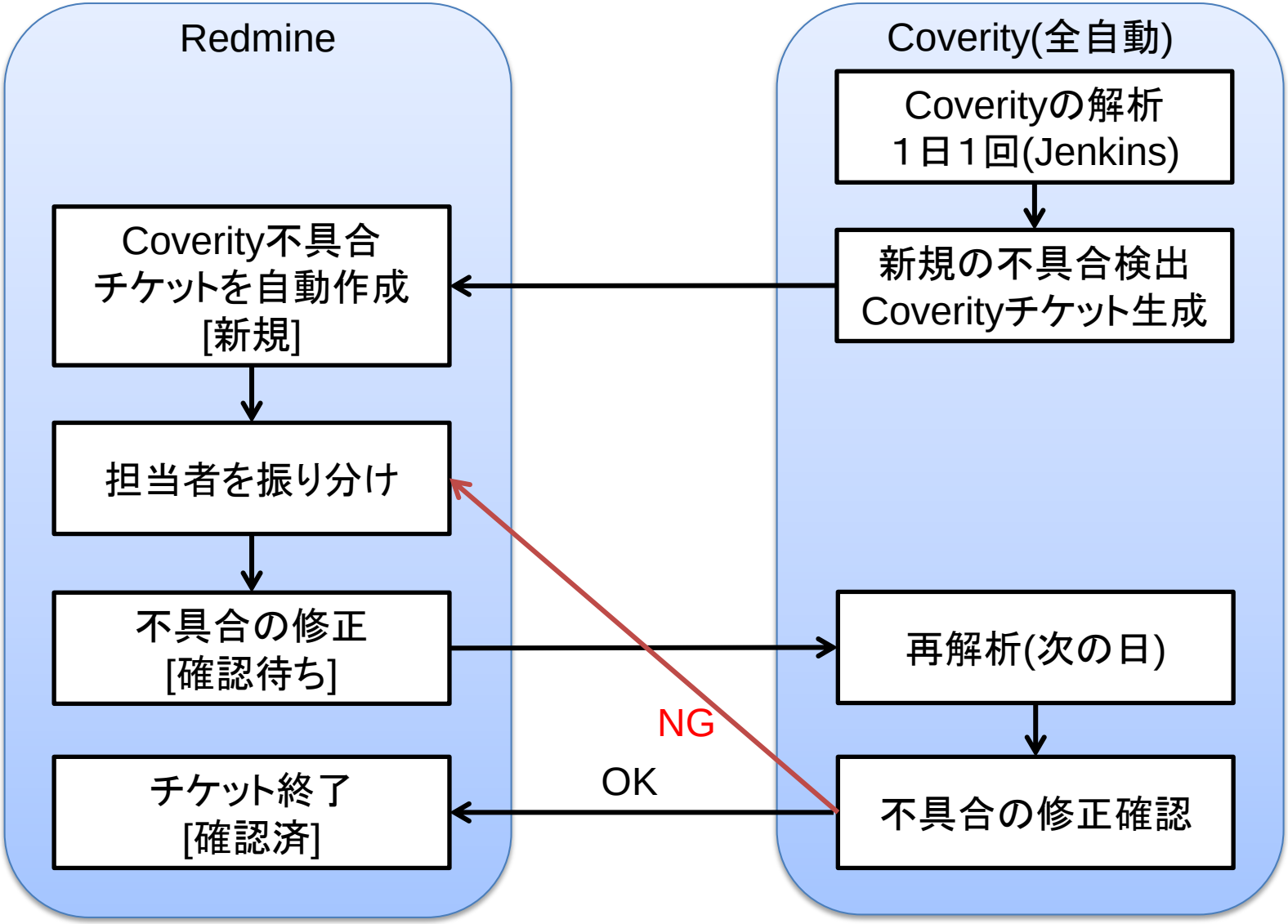
RedmineとCoverityの連携 (1/2)

- 各ツールにプロジェクトの情報が分散

→ Redmineに情報を集約

- メリット
  - バグやタスクと静的コード解析の不具合を一括管理
  - Redmineのワークフローに統一して作業を効率的に
- 連携方法
  - RedmineとCoverityのそれぞれのAPIを使った同期ツール
    - セガゲームス開発技術部の粉川氏制作

RedmineとCoverityの連携 (2/2)



そびえ立つバグの山を踏破するための弾丸ワークフロー（バグ管理）のまとめ

- Redmineを使ってバグを一元管理
- バグ報告に必要な情報は自動入力
  - どこでもバグ報告
- バグ管理システムと他のシステムの連携
  - ワークフローを自動化
    - コンバート予約
    - Subversionと連携
  - Redmineにプロジェクトの情報を集約

本セッションのまとめ

- 大規模＆高速リリースの秘密は無い
  - 地道な自動化・効率化
- 自動化
  - パイプラインの自動化
  - エラー検出の自動化
  - バグ報告の自動化
  - ワークフローの自動化
  - ためらわず、小さなことから、こつこつと
- 効率化
  - 開発チームの規模や環境・風土に適したツールを導入
  - 情報を1つの場所(Redmine)に集約

最後に

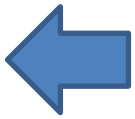
私(QAプログラマ)がいないと
龍が如くは毎年出せない！

参考資料

- 「10ヵ月でHDゲームを開発する方法 ～龍が如くを支えたテクノロジ～」（CEDEC 2010）
  - 前半の高速デバッグ術の関連情報
    - TiVersion
    - エラー送信
    - オートテスト etc..
  - 概要
    - http://cedec.cesa.or.jp/2010/program/PG/C10_P0064.html
  - CEDiL資料
    - https://cedil.cesa.or.jp/cedil_sessions/view/324

【おまけ】バグ管理システム導入の全歴史

- 口頭で
- 紙で管理
- Excelで管理
- オリジナルツールで管理
- Mantisで管理
- Redmineで管理



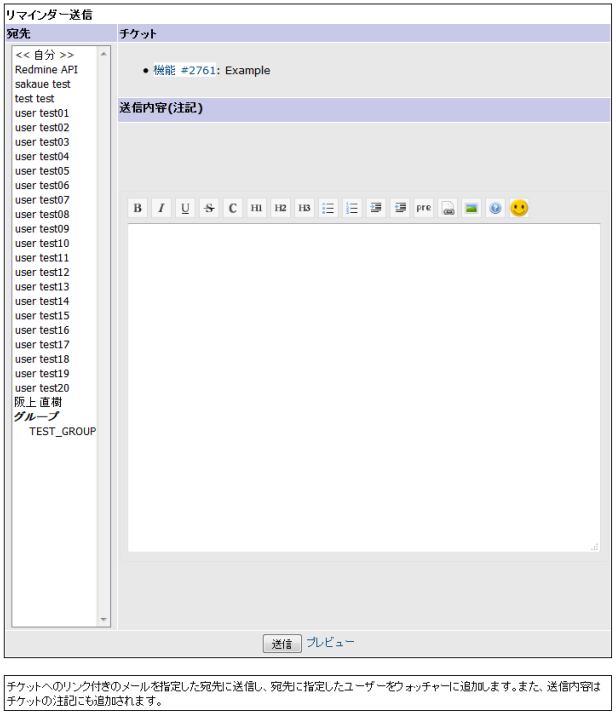
龍が如くはここ

【おまけ】システム移行の苦悩

- タスクも管理するためにMantisからRedmineに移行
  - あれがない、これがない、使いにくいと言われる
    - 代替手順を提示して、なんとかツールに慣れてもらう
    - どうしても必要と思われる機能は、プラグインとして実装
      - リマインダー送信

Mantisのリマインダー送信

見た目もそのまま
Redmineに移植



【おまけ】RedmineとExcelの連携

- それでもExcelが必要なときがある
- 数百個のタスクを一括で登録したい
  - redmine_importプラグインを導入
  - インポート用のテンプレートを自動生成
- Excelで見たい人にチケット一覧をxlsファイルに変換
  - redmine_xls_exportプラグインを導入