

世界最先端 組込みシステム開発方法論の全貌

HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc.

橋本隆成



HSCIとCTCのご紹介

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

CTC

Challenging Tomorrow's Changes



<http://hsc-i.com>



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

Challenging Tomorrow's Changes



CTC

アジェンダ

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

Part	内容
Part1 解説編	1. 開発者／企業が直面する課題 2. 先端ソフトウェア開発戦略の世界
Part2 デモ編	1. 統合開発環境「Rhapsody」の概要 2. MDAによるアーキテクチャ設計とコード生成 3. RhapsodyとATGによる自動テストコード生成／実行およびカバレッジ解析



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

CTC

3

Embracing Tomorrow's Changes

Part1 :

- 1.開発者／企業が直面する課題
- 2.先端ソフトウェア開発戦略の世界



開発者／企業が直面する課題

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

大量の作業による
時間不足

作業量に対して
担当者不足

厳しい品質の
対応と保証

ますます
短期化する
開発期間



肥大化する
開発コスト

海外企業との
取引増加に伴う
国際標準規格
への対応

対規模・複雑化
する開発の対応

競業他社や
中国・インド
などと価格競争



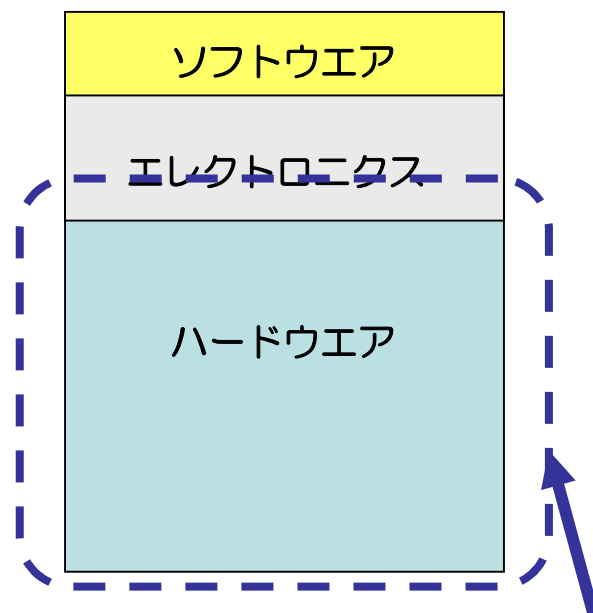
Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



21世紀の品質は “製品の品質＝SW品質” SOFTWARE CONSULTING

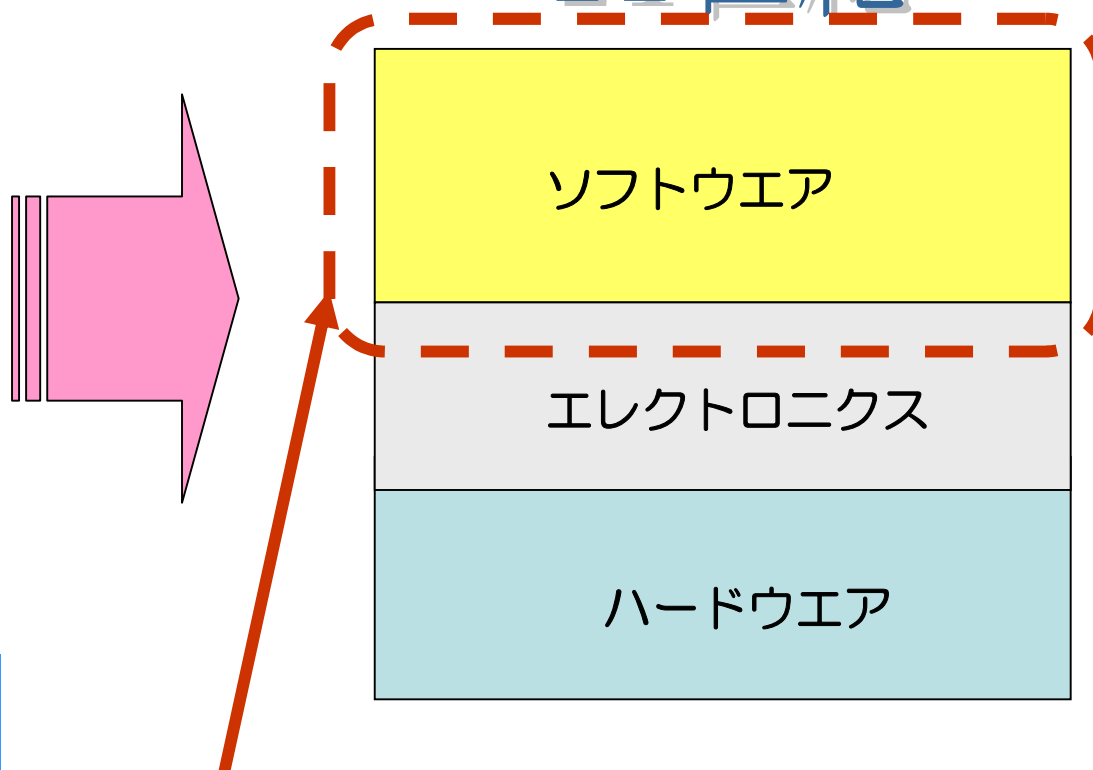
INTERNATIONAL Inc.

20世紀



20世紀は製品の品質はHWの品質
で決定される時代であった

21世紀



21世紀はソフトウェアの品質戦略が最重要

[参考]国際標準規格－21世紀の黒船－

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

分野	規格
 鉄道/輸送	EN 50128--Railway applications Software for railway control & protection systems
 航空	RTCA DO-178B--Software Considerations in airborne and equipment certification requirements § 6.XX “Software Verification Process”
 医療/医療関連	FDA--General principles of software validation § 5.2.5 “Testing by the software developer”
 軍事/防衛	DEF STAN 00-55(Part2)--Requirements for safety related software in defense equipment Section 5 “Testing and Integration” MIL STD 498--Software Development and Documentation § 5.7+ § 5.11 “Software Testing”

[参考]国際標準規格－21世紀の黒船－ (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

分野	規格
 自動車	MISRA-Development Guidelines for Vehicle Based Software § 3.6 “Testing” Automotive SPICE
 原子発電	IEC 60880-Software for computers important to safety for nuclear power plants Part2 “Software aspects of defense against common cause failures and use of software tools”
 一般/共通	SEI-CMMI for development PMI-PIMBOK IEEE 1008-Standard for software unit testing IEEE 1012-Standard for verification and validation IEEE 829-Standard for software test documentation IEC 61508-Functional safety of electrical /electronic /programmable safety-related systems

開発戦略の世界的動向

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

世界的動向の要約

優れた開発プロセスによる開発

- プロセス定義
- 規約・ガイドラインの整備
- 上流工程を重視した開発

ソフトウェア工学／科学的なアプローチに基づく開発

- アーキテクチャの構造設計根拠
- 並行性・リアルタイム性の設計根拠
- 品質を担保するテストケース生成とテスト結果

定量的なデータに基づく開発

- メトリックス
- テストカバレッジ

国際標準規約に遵守した開発

- CMMI／ISO／FDA／Automotive SPICE
- アプレイザルの評価／監査による認定

開発環境を利用した開発／テスト作業の自動化

開発戦略の世界的動向(cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

多角的・包括的な開発戦略

テーマ	理由	技術戦略
開発の速度の スピードアップ	1. スピード は常にビジネスにおいて競争の源泉	1. 効果的な 最新開発手法・方法論 の利用 2. 開発環境の積極的な活用⇒ 自動化 3. 国内外への アウトソーシング 4. ソフトウェアの 再利用 の加速 5. CMMI/ISO/Automotive SPICEなどの 国際標準 への対応
高品質の達成	1. 複雑かつ大規模化するソフトウェア開発において 高品質の達成 がビジネスの優劣を大きく左右する 2. HWの品質管理とは異なる SW品質の対応	1. CMMI/ISO/Automotive SPICEなどの 国際標準 への対応 2. 開発上流 の作業の重視 3. ソフトウェアの 再利用 の加速 4. 先進的な テスト手法・方法論 5. 開発環境の積極的な活用⇒ 自動化
コストの削減	1. ワールドワイドのビジネスの競争では 価格競争が激化 していく	1. CMMI/ISO/Automotive SPICEなどの 国際標準 への対応 2. 効果的な 最新開発手法・方法論 の利用 3. 開発環境の積極的な活用⇒ 自動化 4. 国内外への アウトソーシング 5. ソフトウェアの 再利用 の加速

[参考]品質とコストから見た上流 工程作業の重要性

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

上流工程の作業が重視される理由・根拠

- ・ 不具合による**手戻りは開発総コストの40～60%**を占める
- ・ スペースシャトル開発で開発上流のインスペクションで発見された1つの不具合の修正コストを**1ドル**とすると
 - システム統合テストフェーズで修正すると**13ドル**
 - 出荷後で発見された場合は**92ドル** (Paulk 1995)
- ・ 出荷後に顧客から不具合報告を受けた要求定義に関連する欠陥の修正コストは、要件定義フェーズのレビューで発見・修正した場合の**68～110倍のコスト** (Boehm 1981, Brady Booch 1999)
- ・ インスペクションで発見・修正の場合は**平均200**、出荷後顧客から指摘・修正は平均**4200ドル** (Karl, E. Wieggers)
- ・ ソフトウェア工学では**上流工程作業の成果物の品質が下流工程の作業成果物の品質を決定する**ことが常識
 - 要件定義／設計作業のプロセス定義と遵守がなされているか？
 - 品質を上流から確実に作りこんでいるか？
 - レビュー／シミュレーションの実施

[参考]組込み／リアルタイムシステム UMLプロファイル

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

組込み／リアルタイムシステム向けUMLのプロファイル 実時間制約などの設計記述用のプロファイル

UML Profile for Modeling
Quality of Service and Fault
Tolerance Characteristics and
Mechanisms

<http://www.omg.org/docs/ptc/04-06-01.pdf>

1. 組込み・リアルタイムシステム特有のハザード、SWOT、ミッションクリティカル特有なSoQの記述ができる

UML Profile for Schedulability ,
Performance , and Time
Specification

<http://www.omg.org/docs/formal/03-09-01.pdf>

1. 組込み・リアルタイムシステム特有の制約や要求などを記述できる
 1. 待ち時間の記述
 2. デッドラインの記述
 3. イベントの周期
 4. 処理がAtomicか否か
 5. CPUの性能
 6. リアルタイム性の緩急の別

[参考]定量的・科学的な開発作業 および品質の取り組みの重視

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

国際標準規約やワールドワイドのビジネスでは科学的または定量的な活動が重視されていく

複雑大規模化していくソフトウェアは、完全なテストの実施は困難

品質を担保するには、**定量的なデータ**から根拠ある**設計開発作業／検証作業**が最重要

- **テストカバレッジ**による品質の「見える化」
- **科学的な開発アプローチ**
 - RMAスケジューリング理論
 - MDA、ATG
- **品質を担保**するような技術の利用
 - 形式手法
 - 静的解析・動的解析検証ツール
 - **MDA、ATG**
- **開発プロセス／管理プロセス**の定義
 - アウトソーシングが加速する今後プロセスは開発効率と品質に大きな影響を及ぼす



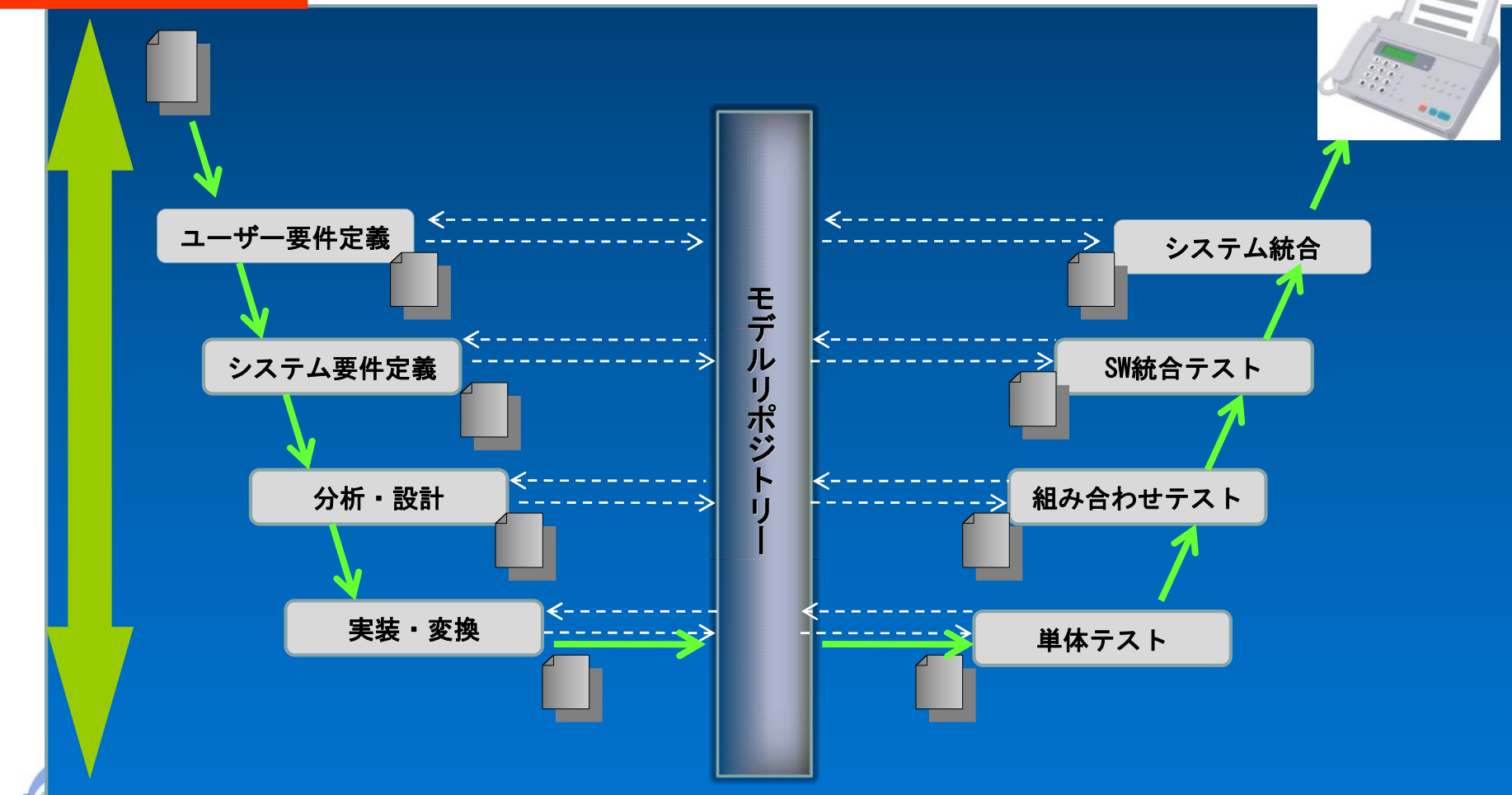
Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



開発プロセスからみた最先端組み込み システム開発戦略の全体像

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

本質的&創造的作業



副次的作業

SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

CTC 14
Embracing Tomorrow's Changes

開発プロセスからみた最先端組込み システム開発戦略の全体像(cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

本質的&創造的作業



“創造的かつ本質的な” ソフトウェア開発の作業である
開発上流作業に集中

開発環境&試験環境
ツールによる自動化

副次的作業

SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

CTC

15

Embracing Tomorrow's Changes

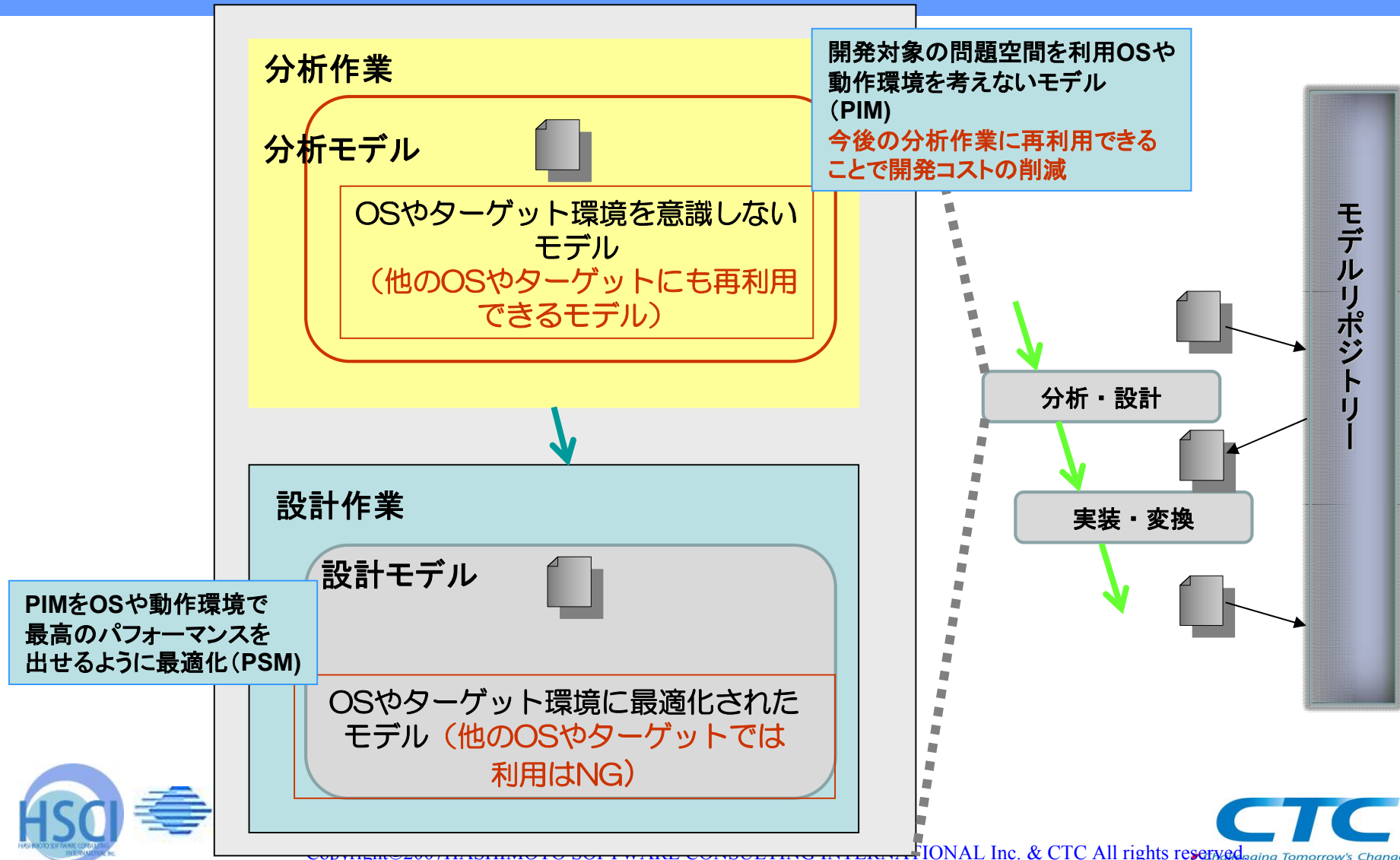
先端ソフトウェア開発戦略の具体策

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

焦点	戦術	具体的な技術・手法・方法論
開発の速度のスピードアップ／ 高品質の達成／ コストの削減	効果的な最新開発手法／方法論	1. オブジェクト指向技術／コンポーネントベース開発 2. MDA 3. プロダクトラインエンジニアリング 4. 科学的なテスト手法 5. RMAスケジューリング理論 6. パターンの利用 7. 並行・並列設計手法
	開発環境／ツール	1. 組込みリアルタイムシステム向けMDAツール 2. プロダクトライン・エンジニアリング支援ツール 3. 数学的テスト検証ツール／自動テストケース作成&実行ツール 4. メトリックス
	国際標準規約への遵守	1. SEI-CMMI／ISO91504 2. ISO26262 3. FDA 4. Automotive SPICE 5. MISRA98 6. SysML／UML+UMLプロファイル

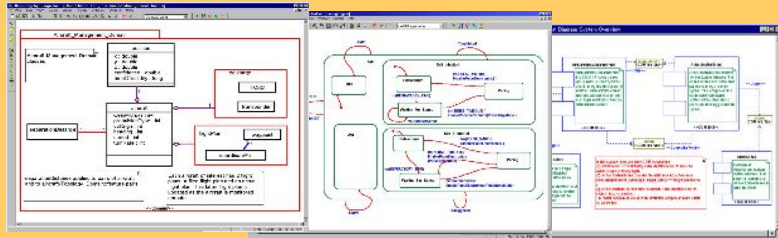
MDAとは何か

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

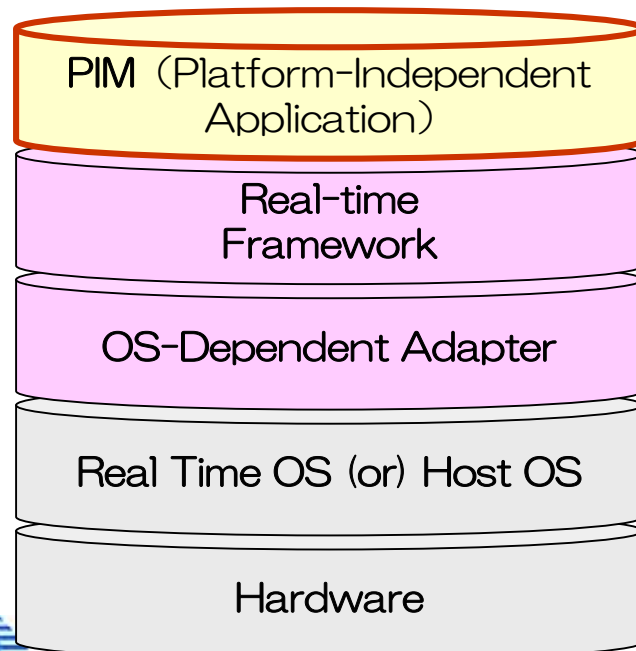
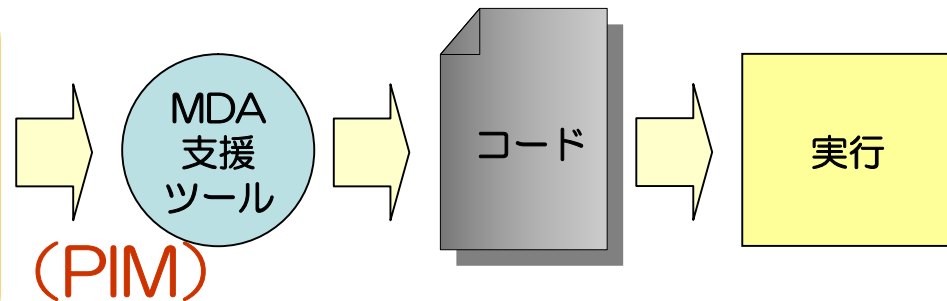


MDAとは何か (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



UMLによるクラス図、状態図、シーケンス図



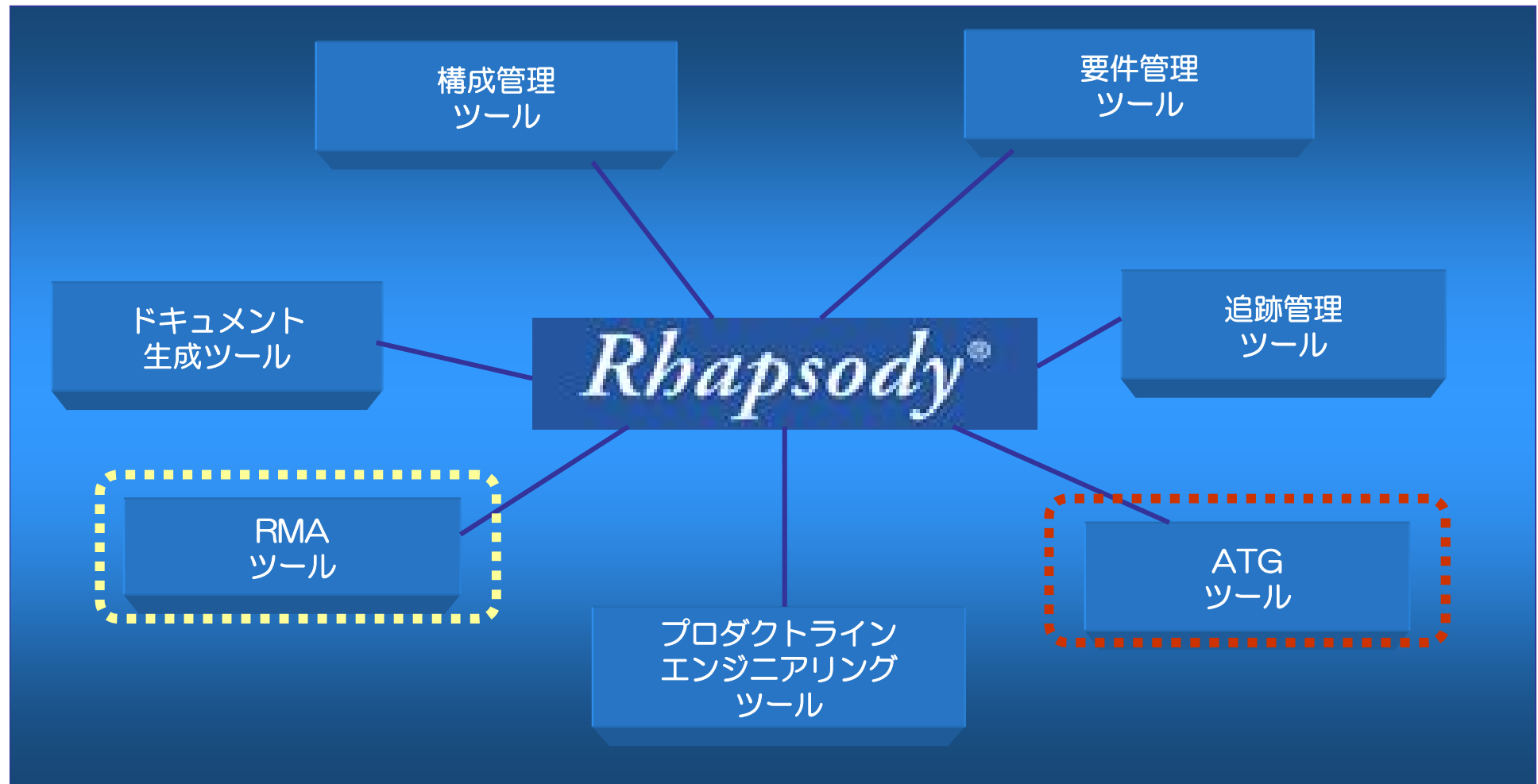
開発者が作成する
アプリケーションのモデル(UML)

MDAをサポートする
開発環境が提供する

1. モデルによる実行・シミュレーション
2. 指定したRTOS上でのマルチタスクコードの自動生成
3. モデル実行・シミュレーション
4. コーディング規則への自動対応

Rhapsody

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

CTC
Embracing Tomorrow's Changes

Rhapsodyによるガイドライン の自動適用

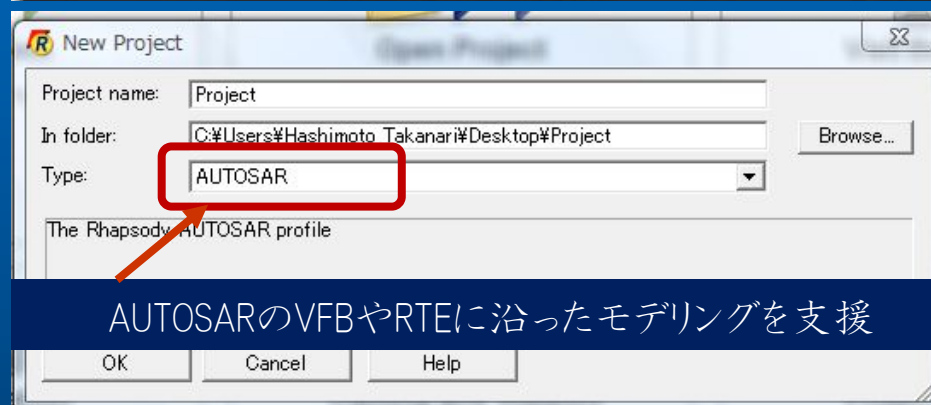
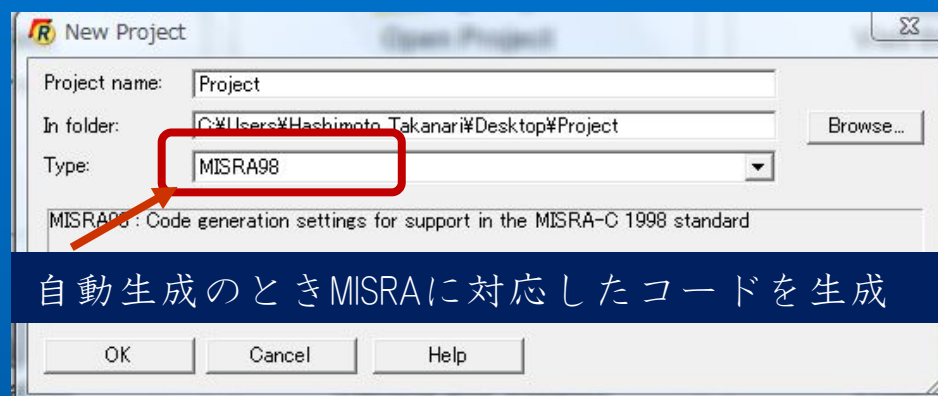
HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

規約やガイドへの自動対応

ツールによるガイドの対応&チェッ
クで自動化され工数の削減

属人性の完全排除

別の規約やルールへも
ツールで自動対応が可能



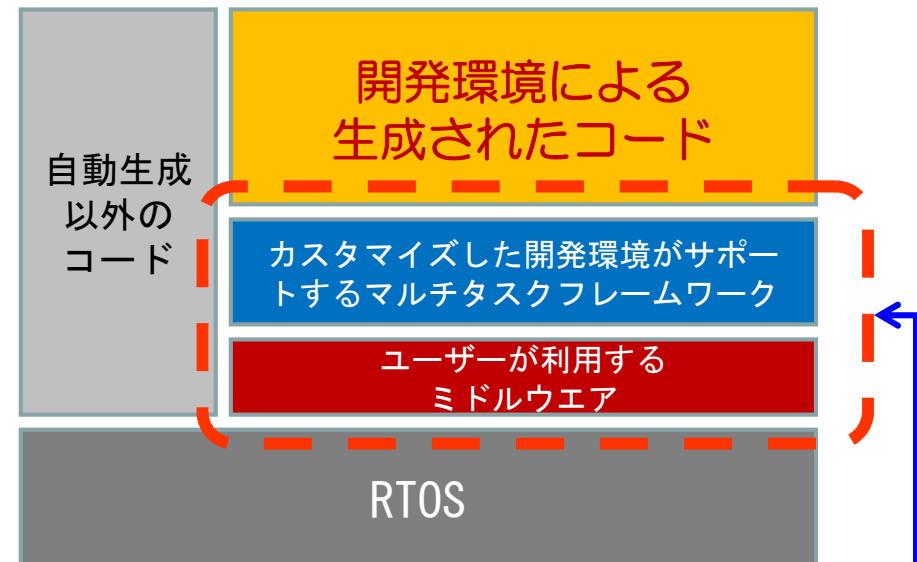
RhapsodyのOXFフレームワーク

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

OXF : Object eXecution Framework



デフォルト



ユーザーによるカスタマイズ

OXFはRhapsodyに備わっているdefaultのフレームワーク以外にユーザーがカスタマイズできるスケーラビリティを備えている

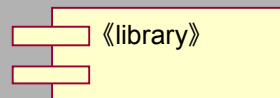
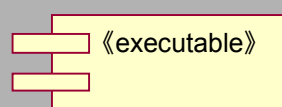


Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

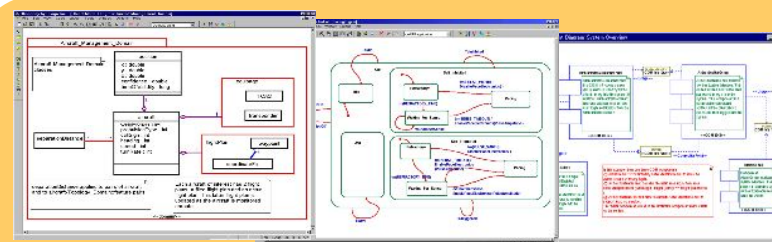


複数のRTOSと並行性設計に対応する MDA

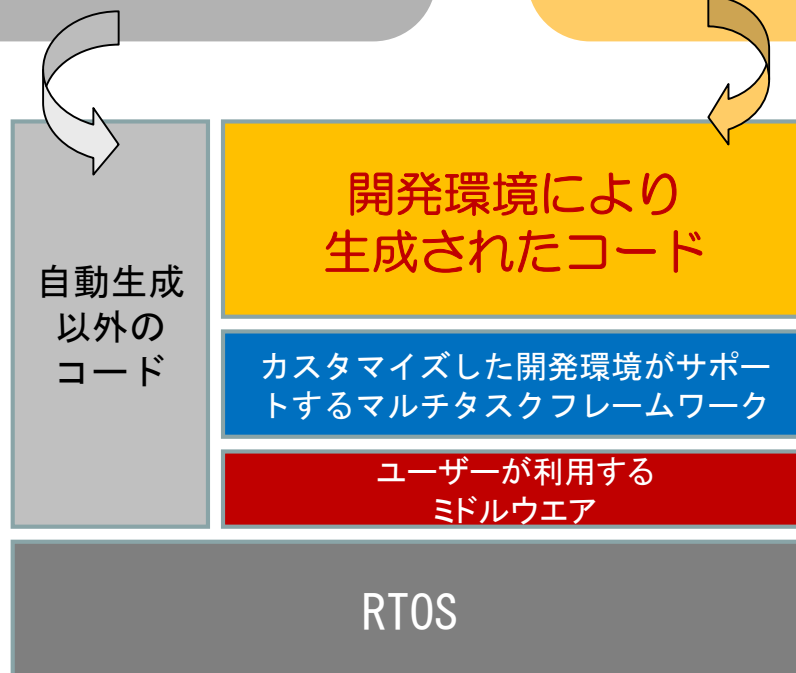
HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



- 再利用する既存コード
- ライブラリー



•Rhapsodyによるモデル



[注]
Rhapsodyには別にIDF
(Interrupt Driven
Framework) が存在する



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

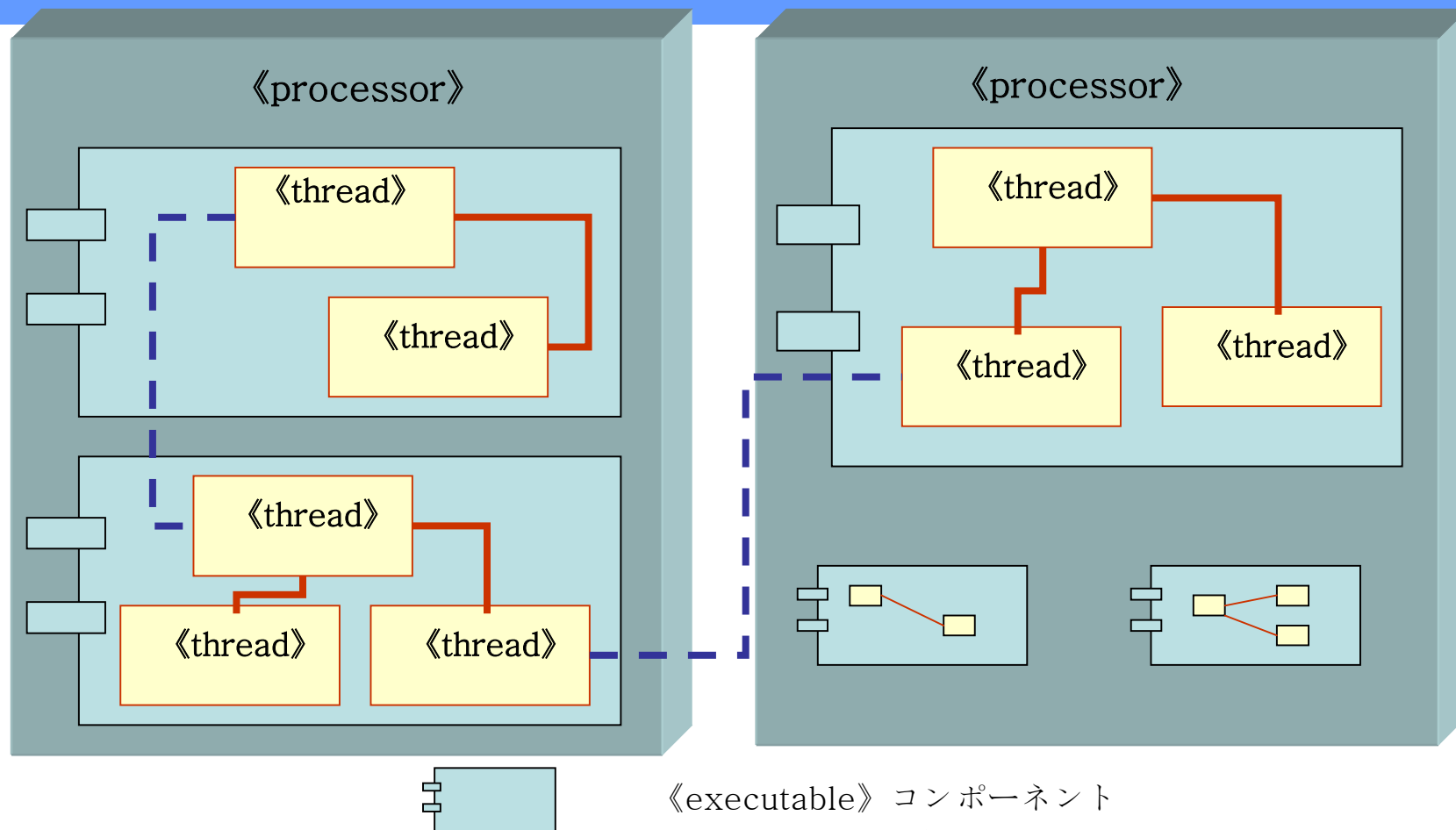


22

Managing Tomorrow's Changes

OXFのマルチタスクメカニズム

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



«executable» コンポーネント

Rhapsody OXF (default Implementation)

Rhapsody + Native IPC/BUS/CORBA/Middleware



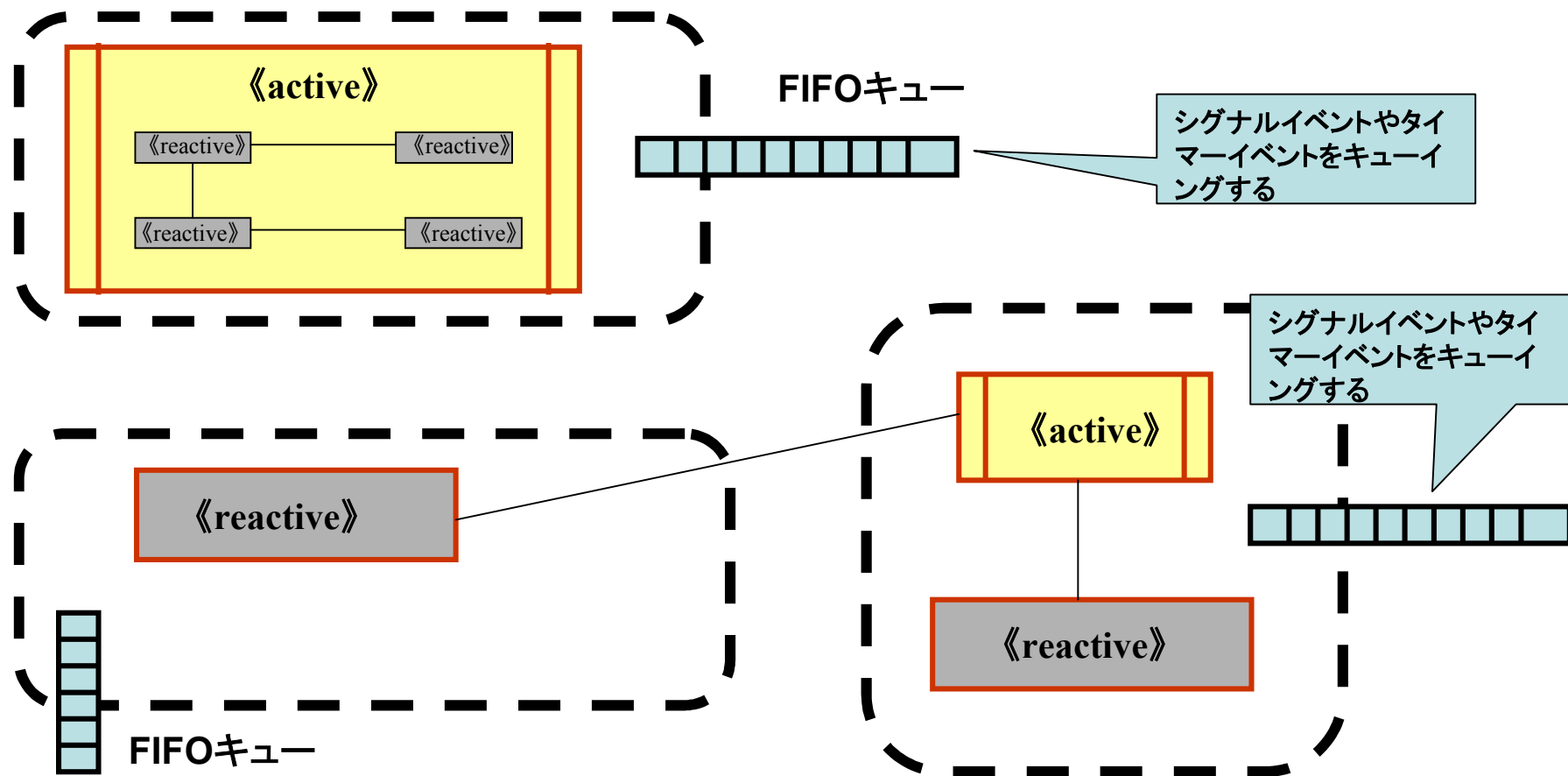
Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



Embracing Tomorrow's Changes

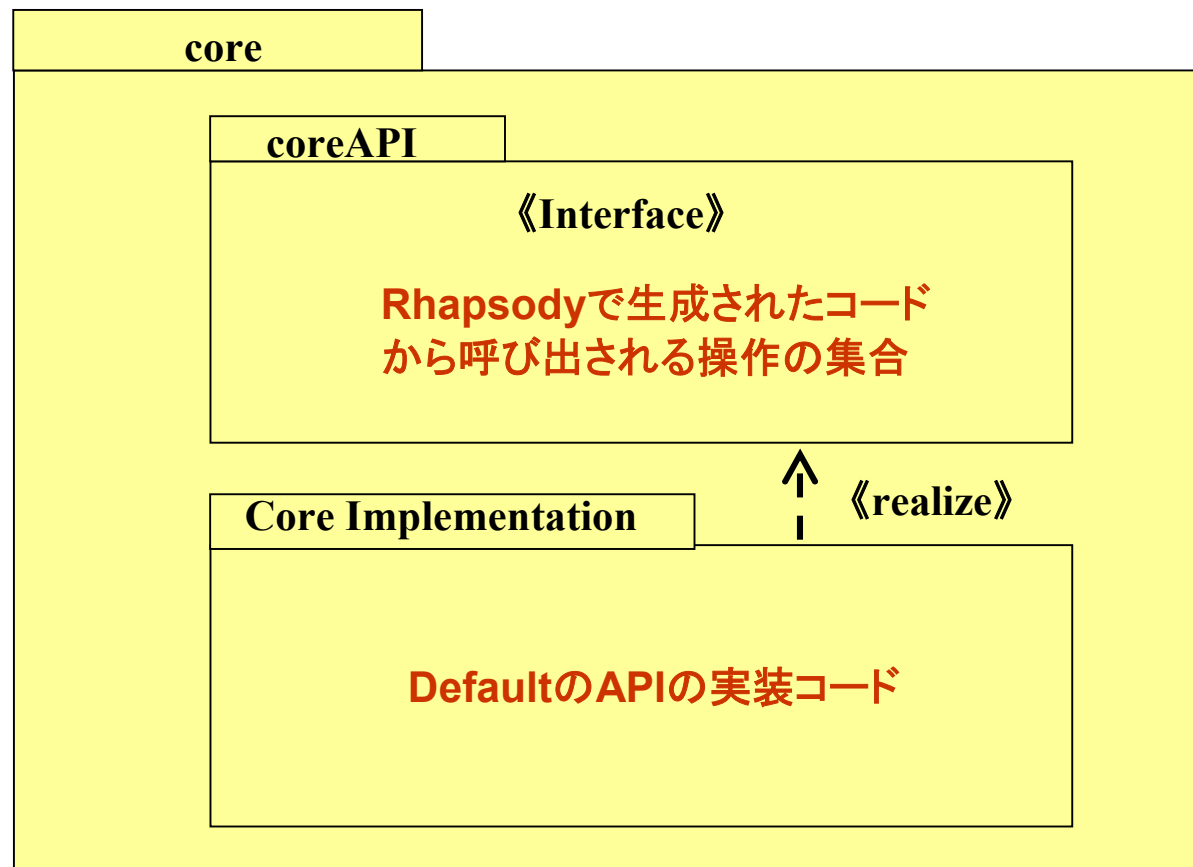
OXFのマルチタスクメカニズム (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



OXFのマルチタスクメカニズム (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



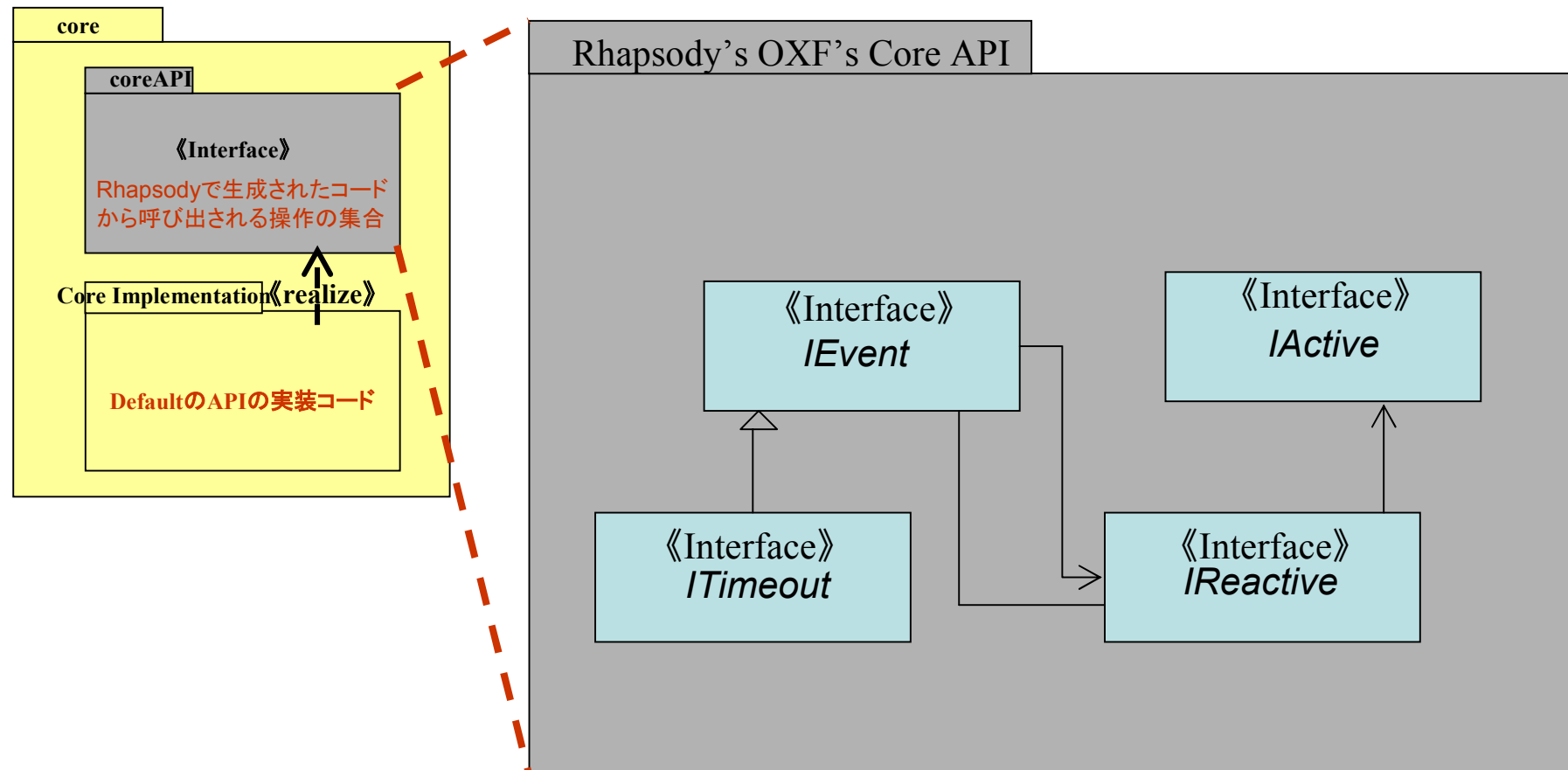
SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



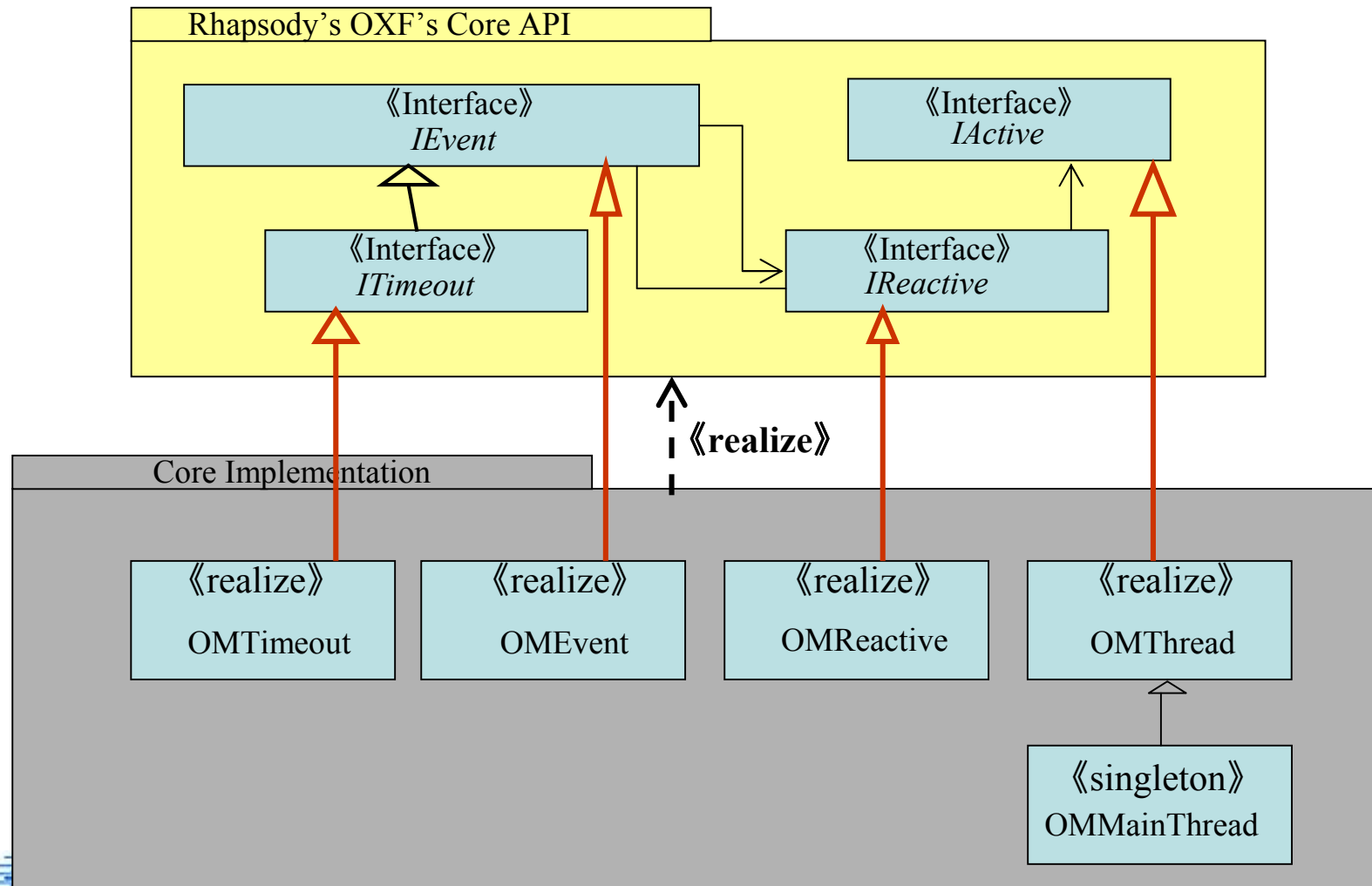
OXFのマルチタスクメカニズム (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



OXFのマルチタスクメカニズム (cont.)

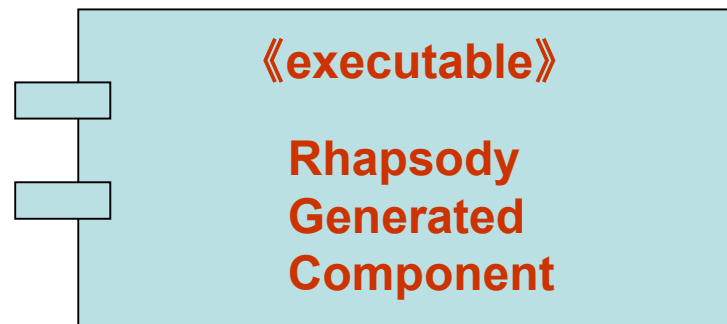
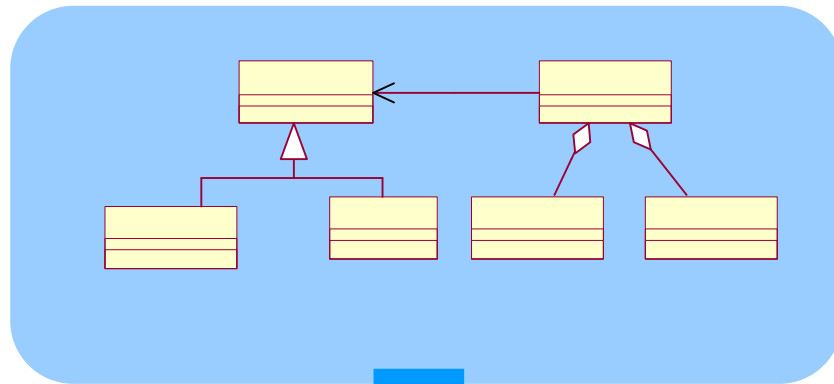
HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



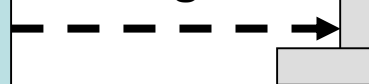
OXFのマルチタスクメカニズム (cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

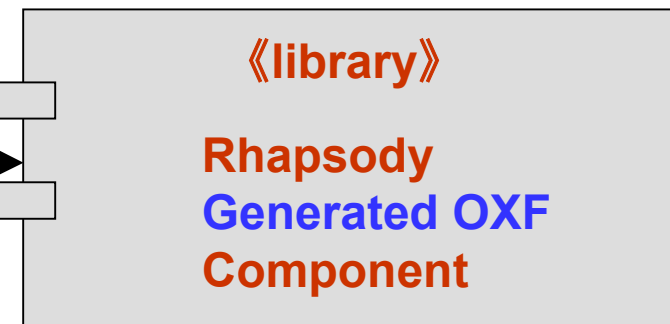
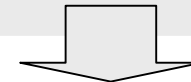
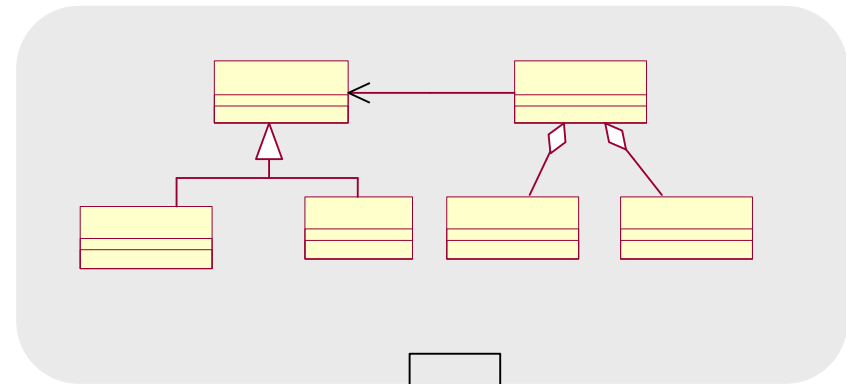
Rhapsodyで設計したアプリケーションモデル



《usage》



RhapsodyのOXFモデル
(OXF自体もRhapsodyモデル)



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



Embracing Tomorrow's Changes

ATGとは？

- ・ ATG (automatic test vector generation)
- ・ テストケースを自動生成&実行することでテスト工数と品質の向上に期待されている
- ・ SWに限らずエレクトロニクスなどの分野にも適用されている
- ・ 数学的／論理的／ソフトウェア工学的なアルゴリズムを応用している
 - 充足可能性問題 (SAT : Satisfiability Problem)
 - グラフ理論
- ・ ATGの実現方法やメカニズムはいろいろ
 - モデル (状態図、シーケンス図) からコードを生成
 - コードからテストケースを生成

ATGによるメリット

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

ATGのメリット

不十分であるテスト作業に対する**効果的な解の1つ**

- 単体テスト
- 組み合わせテスト
- カバレッジ解析

エンジニアの作業を**開発上流作業に時間をかける**ことが可能になる

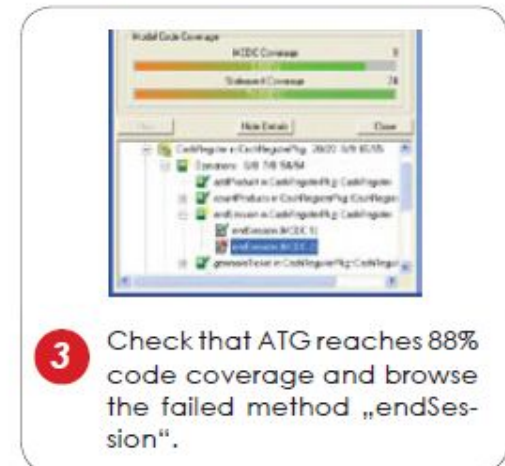
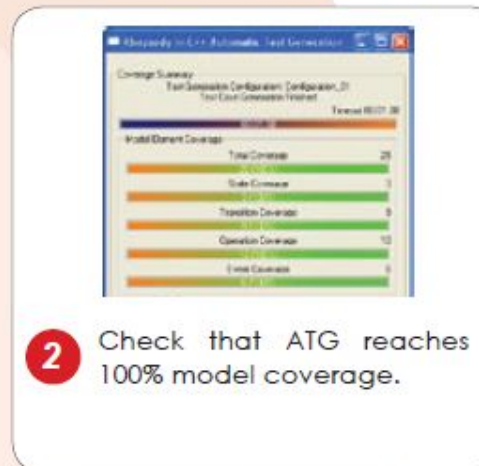
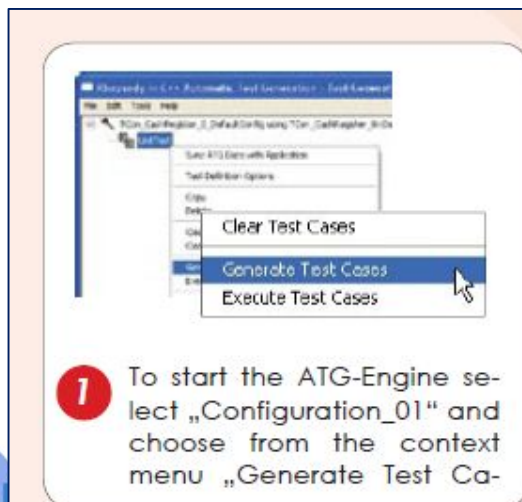
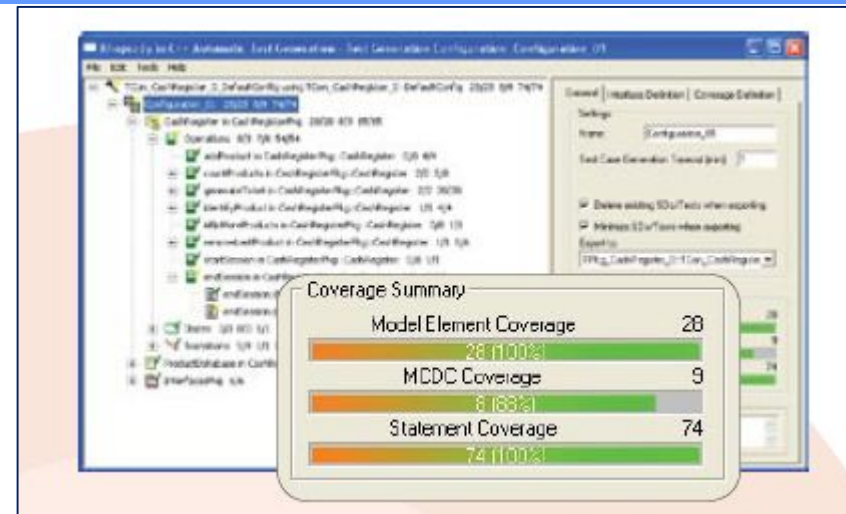
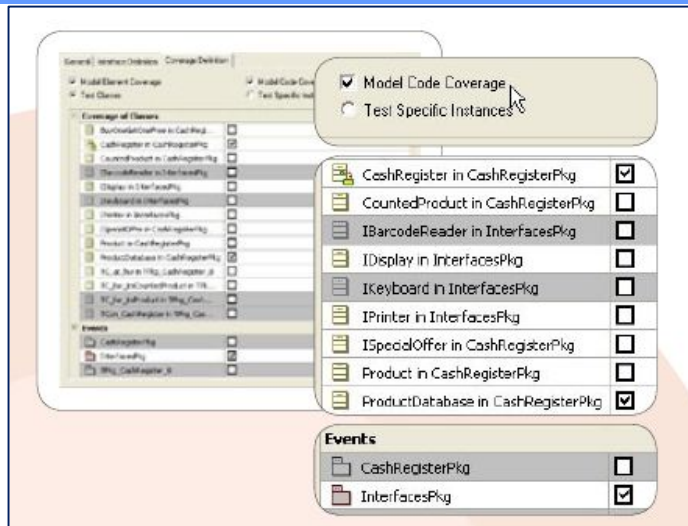
- 要件定義
- ソフトウェアアーキテクチャの設計
- モデルの洗練
- 品質は上流工程の作業プロセスと成果物の質が大きく影響するために、相乗効果がうまれる

MDAとATGの利用で**開発工数の大幅削減**が促進される

- モデルの再利用における分析・設計作業の工数の削減
- テスト工数の削減
- 要件変更への柔軟かつスピーディーな対応

ATGをサポートする開発環境

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



[参考]ATGの利用上の注意点

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

ATGを利用する際の注意点

MDAとATGの自動化作業も**設計の品質に大きく依存**する

- 要件定義・分析
- オブジェクト指向技術
- アーキテクチャ設計

開発戦略の確立と計画

- MDAとATGの適用は開発環境の利用が不可欠
 - 教育と環境のある程度の初期投資
- エンジニアの専門性の育成
 - プログラマーからアーキテクトへのシフト



SEI Partner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

CTC

32

Embracing Tomorrow's Changes

Part1：まとめ

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

要点

21世紀はSWの品質が製品の品質になる時代

- － SW開発の**戦略的・包括的アプローチ**が必要
 - 開発手法・方法論
 - 品質戦略
- － **戦略的な開発環境の利用と作業の自動化**
- － 開発者を本質的・創造的な作業に集中させる

国際標準を考慮した開発と品質管理活動

- － CMMI/ISO/FDA/Automotive SPICEなどの遵守
- － 開発・検証プロセスの定義と遵守
- － **上流作業の重視**
- － **科学的・定量的な開発・テストアプローチ**

参考資料 & 情報



講師プロフィール

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

プロフィール

橋本隆成

- ・ Hashimoto Software Consulting International Inc.
- ・ カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所パートナー
- ・ カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所認定CMMIインストラクタ

経歴

- ・ 三菱スペースソフトウェア（株）
 - ・ 弾道計算プログラム、戦闘指揮システム、射撃制御システムなど大規模防衛リアルタイムシステムの開発をオブジェクト指向技術、最新開発手法・方法論及び開発環境を駆使して開発に従事
- ・ 日本ヒューレット・パカード
 - ・ ネットワークシステムのSE業務に従事
- ・ （株）オージス総研
 - ・ リアルタイム・組み込みシステムをシステム中心としたオブジェクト指向コンサルテーション及びインストラクターに従事
- ・ ソニー（株）
 - ・ 携帯電話などの製品開発およびCMMIによる全社プロセス改善業務に従事
- ・ 書籍、雑誌記事、講演多数

メール／ホームページ

- ・ URL: Hashimoto@hsc-i.com
- ・ メール: Staff@hsc-i.com



SEIPartner
CMMI

Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.



35

Embracing Tomorrow's Changes

本セッションの補足解説資料

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

HSCIのWEBで提供している補足解説資料

組込み・リアルタイム向けオブジェクト指向開発プロセス解説資料	http://hsc-i.com/magazines.html
オブジェクト指向開発+MDA開発技術解説資料	http://hsc-i.com/magazines.html
CMMIプロセス改善アプローチ解説資料	http://hsc-i.com/magazines.html
CMMの改善活動と実際のアプレイザルの解説資料	http://hsc-i.com/magazines.html
国際化時代のプロジェクト管理戦略の解説資料	http://hsc-i.com/seminars.html
MDA解説資料	http://hsc-i.com/seminars.html
プロダクトラインエンジニアリング解説資料	http://hsc-i.com/seminars.html
要件定義・管理プロセス解説資料	http://hsc-i.com/magazines.html



さらに詳しい情報を得るために HSCIのホームページ

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.

HSCIのWEBの特徴

PDF化された雑誌記事／講演資料技術資料の
ダウンロードサービス

世界最高レベルのトレーニング情報

最新技術情報のPDFによる公開

先進的な開発環境の紹介と技術資料
の公開



SEIPartner
CMMI

さらに詳しい情報を得るために 技術資料のダウンロード(cont.)

HASHIMOTO
SOFTWARE
CONSULTING
INTERNATIONAL Inc.



一例

「Agileなソフトウェア開発」

雑誌名 「SoftwarePeopleVOL.1」技術評論社

内容
エクストリーム・プログラミングもその一つであるアジャイル(Agile)開発アプローチとは何か? XP, SCRUM, AgileModelingなどいくつかのアジャイル方法論、アプローチについて紹介解説しています。また、現場導入の際の注意点や品質保証・管理活動との両立についてSEI-CMM, IBM-Rational Unifiedプロセス、ラビッドアプリケーション開発などいくつかの手法、方法論との比較検証についても解説しています。

記事
<※技術評論社さんのご厚意でPDFを公開しています。>
「Agile表紙&目次」「Agile1章」「Agile2章」「Agile3章」「Agile4章」「Agile5章」「Agile6章」「Agile7章」

**「ソフトウェア・プロジェクトライン・エンジニアリングの理論と実務
～プロジェクトラインの基礎とマッサージ・チェア開発への適用事例～」**

日時	2006年4月28日	場	東京プリンスホテル パークタワー コンベンションホール
----	------------	---	--------------------------------

内容
九州日立マクセルの安部田さんと共に講演をしました。私が相込みシステムでのソフトウェア・プロジェクトライン・エンジニアリングの理論について、相込みシステム特有の課題、リアルタイム制約、並列性、インタオペラビリティをきめていた理論を解説しました。
事例編は安部田さんが、マッサージ・チェア開発の事例を解説しました。
*このセミナーで利用した発表資料の一部をCQ出版社さんのご厚意で掲載しています。
=資料は [こちら](#)=

主催 CQ出版主催:エンベデッド・プロセッサ&開発環境ワークショップ



Copyright©2007HASHIMOTO SOFTWARE CONSULTING INTERNATIONAL Inc. & CTC All rights reserved.

