

持続可能な情報基盤プラットフォーム

福田, 晃

九州大学大学院システム情報科学研究院情報知能工学部門 : 教授

<https://hdl.handle.net/2324/1664243>

出版情報 : 九州大学大学院システム情報科学府・研究院先端サマーセミナー, 2016, 2016-08-05
バージョン :
権利関係 :

持続可能な情報基盤プラットフォーム

2016年8月16日

九州大学大学院システム情報科学研究院

福田 晃

先端サマーセミナー 2016

ICTの歴史

The Next Computing Revolution

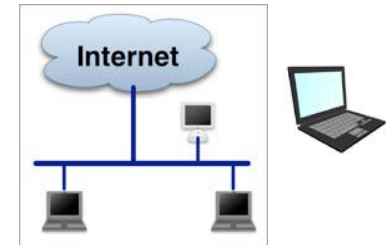
- **Mainframe computing (60's – 70's)**

Large computers to execute big data processing applications



- **Desktop computing & Internet (80's – 90's)**

One computer at every desk to do business/personal activities



- **Ubiquitous computing (00's)**

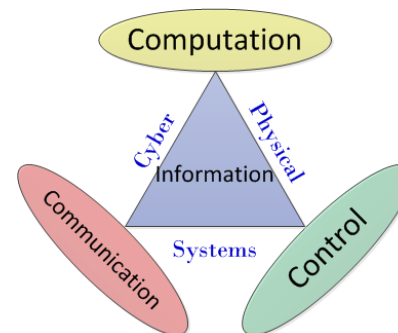
Numerous computing devices in every place/person

Millions for desktops vs. billions for embedded processors

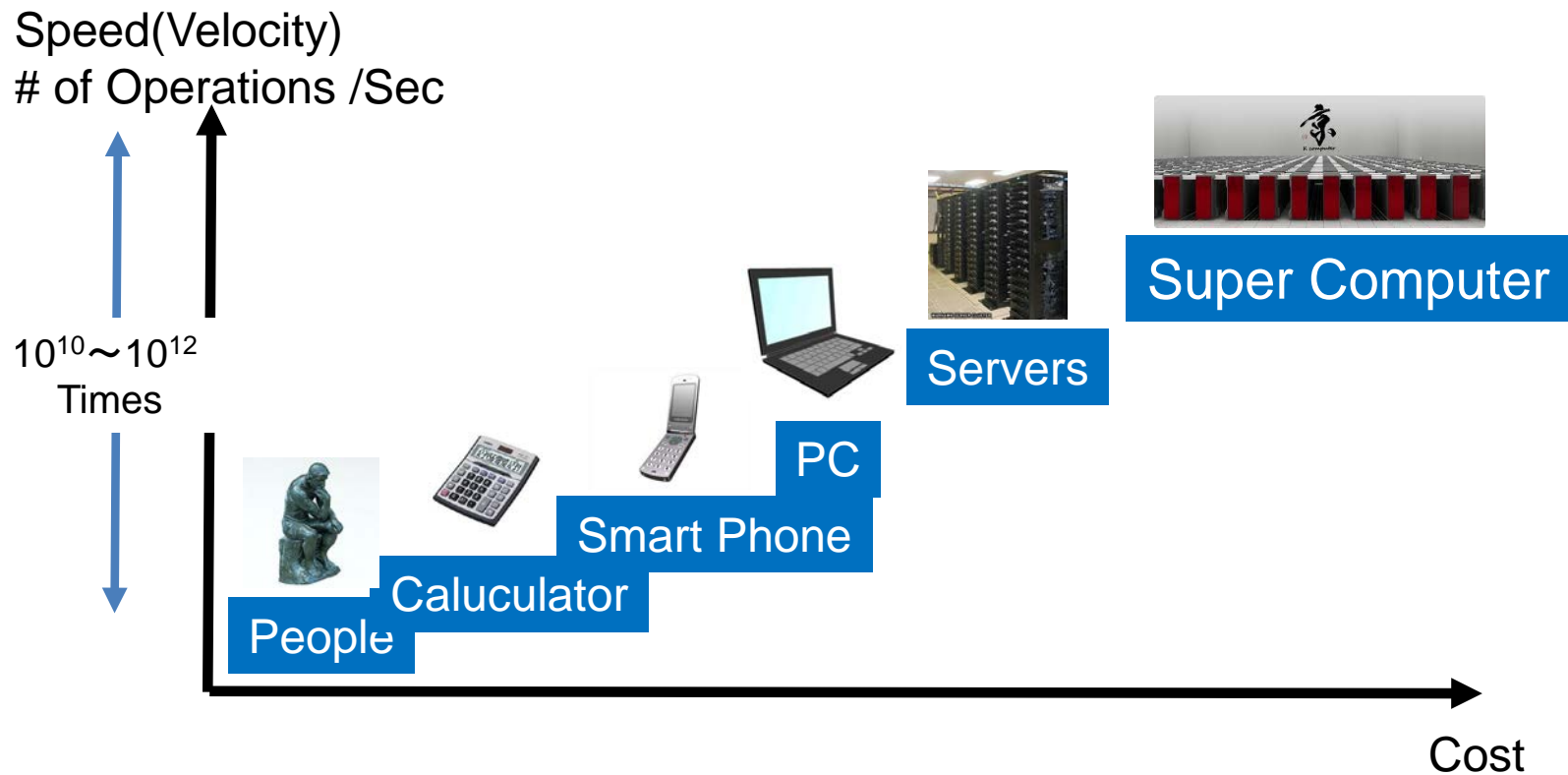


- **Cyber Physical Systems (10's)**

- IOT(Internet of Things)
- Big data

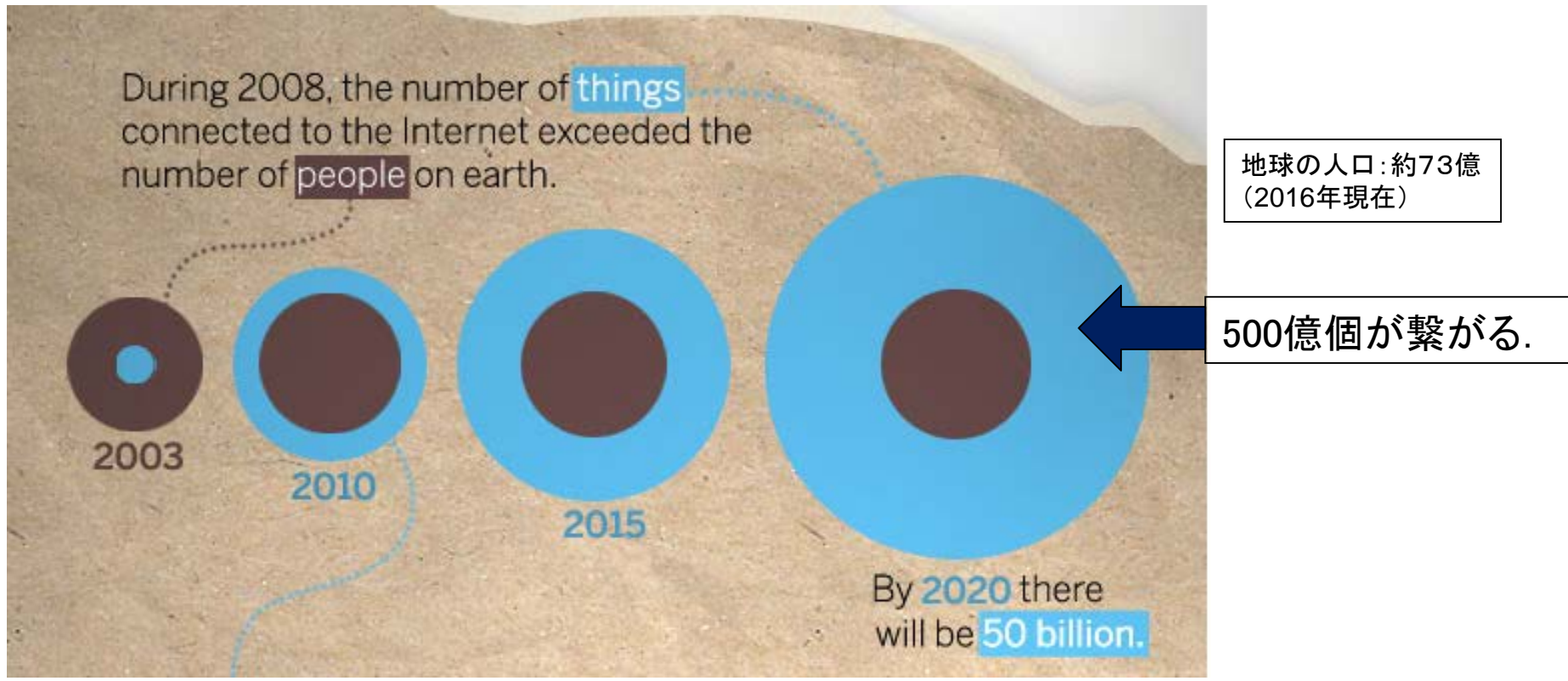


Information Communication Technologies



IoT, Big Data

あらゆる「モノ」がインターネットに繋がる



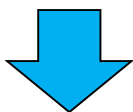
Sources: Cisco IBSG, Jim Cicconi, AT&T, Steve Leibson, Computer History Museum, CNN, University of Michigan, Fraunhofer

Image Courtesy: : CISCO

ビッグデータ時代の到来

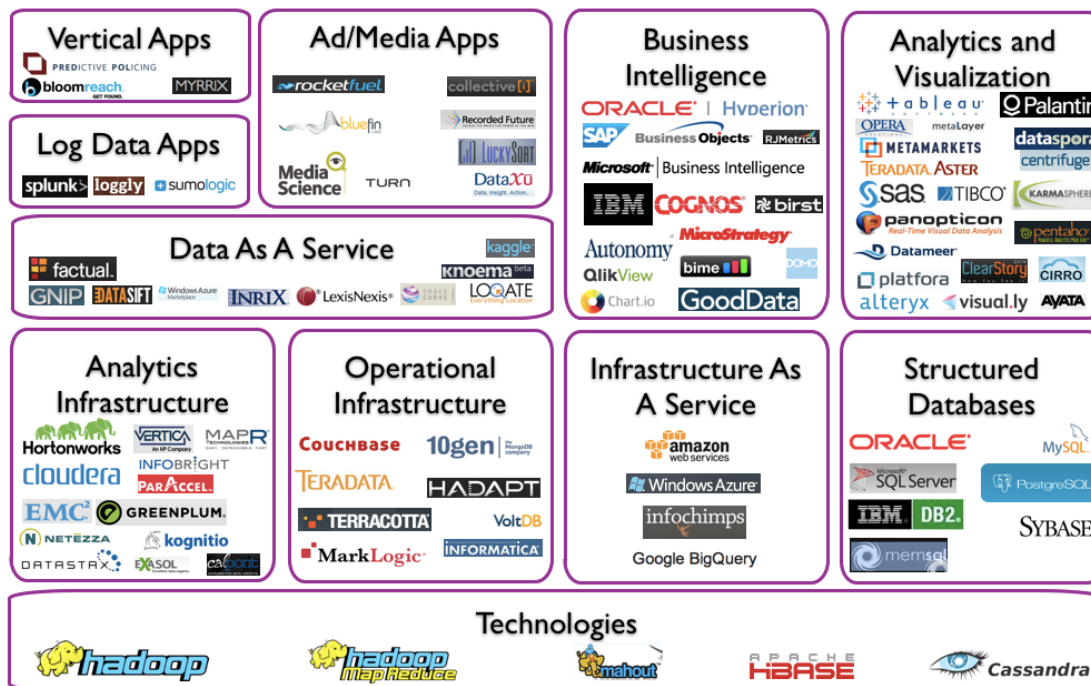
■ Big Data Volume -> Zetta(10^{21})バイト

- ・Kilo(10^3)
- ・Mega(10^6)
- ・Giga(10^9)
- ・Tera(10^{12})
- ・Teta(10^{15})
- ・Exa(10^{18})



Zetta(10^{21}) !

Big Data Landscape

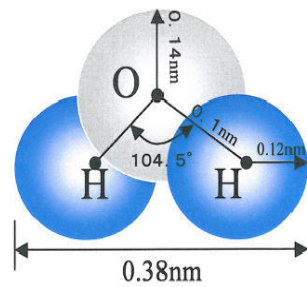


Copyright © 2012 Dave Feinleib

dave@vcдавe.com

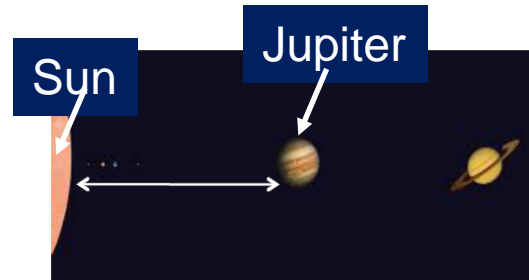
blogs.forbes.com/davefeinleib

ゼッタ (Zetta(10^{21}))ってどれくらいの大きさ?



水の分子構造

$380 \times 10^{-12} \text{m}$



太陽と木星との距離

$778 \times 10^9 \text{m}$



X Zetta(10^{21})

IoT

—組み込み系の展望とセキュリティ対策—

IoTを加速させる組込み系システム(1/2)

—IT系ネットワークとIoT系(含む組込み系)の相違—

(1)システム構成要素の観点から:

➤ IT系ネットワークシステム:

- ✓ 比較的枯れた技術から構成
- ✓ ノード:PC/サーバ系/クラウド系
- ✓ ネットワーク:(無線もあるものの)主に有線系ネットワーク

➤ IoT系ネットワークシステム:

- ✓ 日々進化/発展
- ✓ ノード:従来のPC系+各種センサ, 情報家電, クルマ, 医療デバイスなどの組込みシステム
- ✓ ネットワーク:有線ネットワーク + 無線ネットワーク
 - 無線ネットワーク:Wi-Fi, NFC, Bluetooth, ZigBeeなどがあり, その規格は多種多様

IoTを加速させる組込み系システム(2/2)

—IT系ネットワークとIoT系(含む組込み系)の相違—

(2)システムの物理的空間境界に関する観点から:

➤IT系ネットワークシステム:

✓物理空間:比較的離散的空間的な色彩が強い.

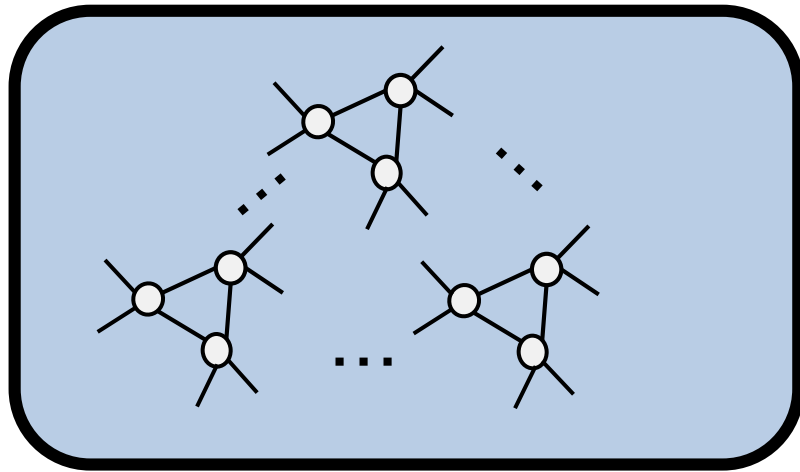
➤IoT系ネットワークシステム:

✓無線到達範囲:3次元の連続空間

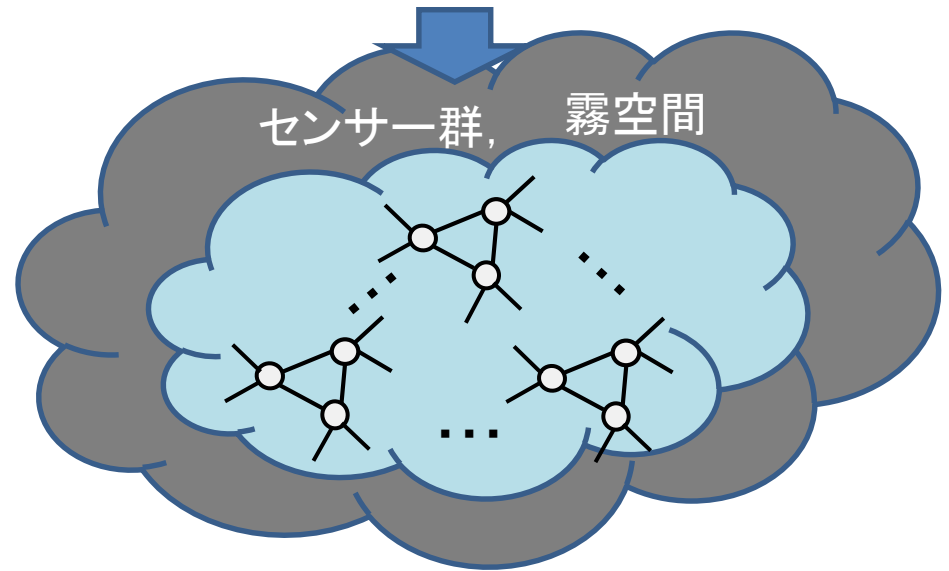
✓物理空間:連続物理空間

IT系ネットワークとIoTネットワーク

無線ネットワーク(3次元の連続物理空間)



(1)IT系ネットワーク(離散物理空間)



(2)IoTネットワーク(連続物理空間)
(クラウドコンピューティング空間ではない)

IoTにおけるエンドツーエンド(End-to-End)セキュリティ

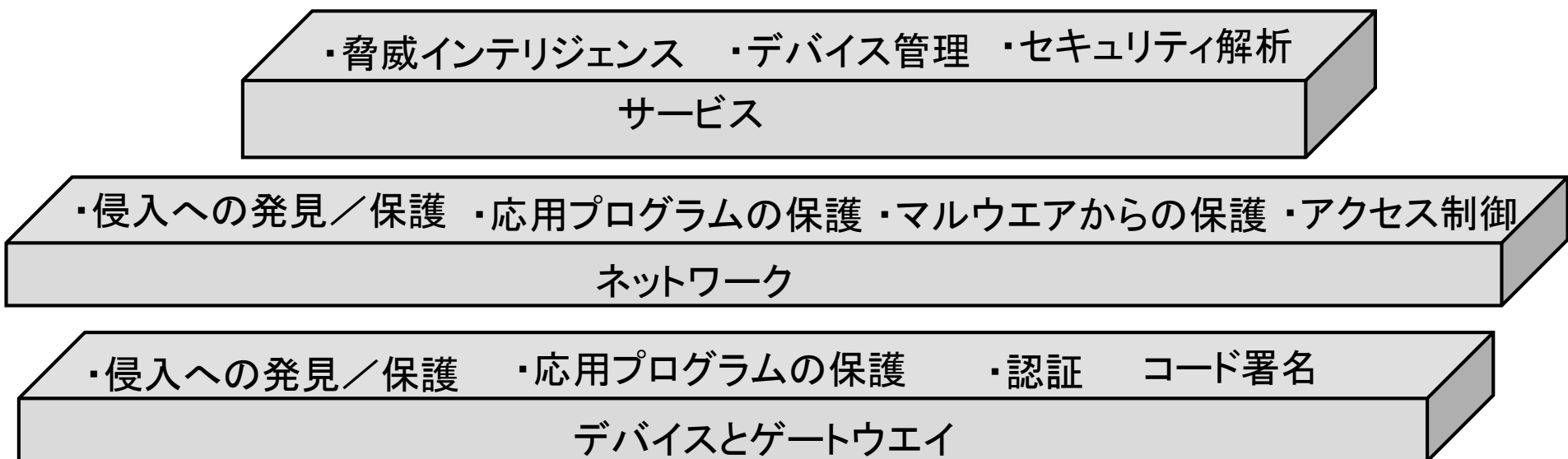


図 エンド・ツー・エンドのセキュリティ対策

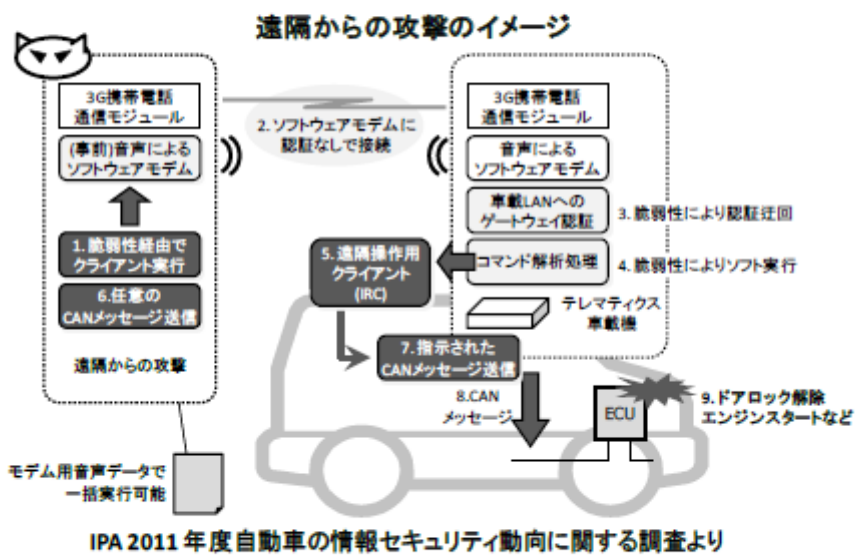
組込み系のセキュリティの課題とセキュリティ対策： —セキュリティの現状と脅威—

セキュリティの現状

- 現在：組込み系：開発が中心
- 現状のセキュリティ検討：不十分
- 現状のセキュリティ問題
 - ✓ 1製品当たり25件の脆弱性が検出されたとの報告
 - ✓ 調査報告書：HP(Hewlett-Packard)の調査(2014年7月)
 - ✓ 対象製品：情報家電, Webカメラなどの販売され普及度の高いIoT製品10種類
 - ✓ 調査対象製品の70%にセキュリティ問題を検出
 - ✓ 1製品当たり25件の脆弱性を検出
- IoT系：
 - ✓ オープンシステム
 - ✓ 脅威はさらに高まっている.


脅威事例：自動車に対する脅威

分類	攻撃研究	分野	自動車	時期	2010年	国名	米国
情報源	ワシントン大学 Kohno 氏ら論文 http://www.autosec.org/pubs/cars-usenixsec2011.pdf シフトレバー操作 (Chris Roberts 氏) http://www.youtube.com/watch?v=H0F2J_Xh6MA						
脅威	遠隔から車載ネットワークに進入する方法を研究発表、デモも実施						
概要	<p>・3G 携帯電話による侵入経路を検証。遠隔操作によるドア解錠、テレマティクスユニットの乗っ取りによる特定の自動車内の音声、ビデオ、位置等の記録データの入手についてデモを実施。</p> <p>・CD によりメディアプレーヤーにウイルス感染させる攻撃にも成功。</p> <p>・別の研究者による、Bluetooth 及びオーディオ機器経由で車載ネットワークに侵入してシフトレバーを操作する研究もあり。</p>						



(出典：重要生活機器連携セキュリティ研究会「生活機器の脅威事例集」)

脅威事例：医療機器に対する脅威

分類	攻撃研究	分野	医療機器	時期	2008～2011年	国名	米国
情報源	米国議会の調査部門である米会計検査院(GAO)のレポート(2012) http://www.gao.gov/assets/650/647767.pdf 19～20P 上記を受けた米国食品医薬品局(FDA)のアナウンス(2013) http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm356423.htm						
脅威	無線通信で遠隔から埋込み型医療機器を不正に操作できる						
概要	<ul style="list-style-type: none"> 埋込み型医療機器の電池寿命は5～10年と長く、利用中に設定変更を行うための無線通信機能が内蔵されているが、保護が不十分。 米会計検査院(GAO)は、ペースメーカーやインシュリンポンプを遠隔から不正に設定変更する研究(2008～2011年)を基に米国食品医薬品局(FDA)に検討を促した。 FDAは上記を受け、リスクを医療機器メーカーに警告。 <div style="text-align: right;">  <p>無線で設定変更可能な埋込み型医療機を攻撃</p> </div>						

(出典：重要生活機器連携セキュリティ研究会「生活機器の脅威事例集」)

組み込み系のセキュリティの課題とセキュリティ対策

ーセキュリティの課題(1/2)ー

- IoTの統一的なセキュリティ保護のプロセス／設計手法の不在
 - ✓IoT:成長し続けており,変化が激しく,不確定要素も多い.
 - ✓現在,統一的なセキュリティ保護のプロセスおよび設計手法確立の不在
 - ✓一方でそもそも確立できるのかという問題も存在

- どこから攻撃を受けるか分からない.
 - ✓IoT系:無線ネットワークを含んだ連続物理空間
 - ✓容易に拡張され続けるので,どこから攻撃をうけるか分からない.
 - ✓予想が極めて困難
 - ✓理想:セキュリティはより予測可能で、連続的な監視とアナリティクスを提供できる必要がある.
 - ✓実現に向けて:課題を解決する必要

組み込み系のセキュリティの課題とセキュリティ対策

ーセキュリティの課題(2/2)ー

➤ 多様なデバイスの存在

- ✓ PCなどと異なり, 組み込み系は多くのデバイスから構成.
- ✓ アーキテクチャ: 多様であり, 現在も開発され続けている.
- ✓ ハードウェア/ソフトウェアを含んだデバイス自体の脆弱性の発見がより困難になる.

➤ デバイスのリソースの貧弱さ

- ✓ 組み込みシステム: 厳しいリソース制約(処理能力, メモリ容量など)
- ✓ センサ系: 極めて貧弱なリソース
- ✓ 軽いセキュリティ技術開発が必要
 - ✓ 暗号化技術.
 - ✓ セキュリティの高さとのコストとのトレードオフ.
 - ✓ 分野ごとの検討が必要

組込み系のセキュリティの課題とセキュリティ対策

ーセキュリティ対策(1/2)ー

➤セキュアなライフサイクル設計の確立

- ✓ライフサイクル:企画, 開発, 運用, 廃棄までのライフサイクル全体
- ✓企画:セキュリティガイドライン
- ✓開発:組込みシステム特有の厳しいリソース制約に適した軽量化セキュリティ技術の開発
- ✓運用:第三者からの攻撃からの防御技術(暗号化, 認証技術など)
- ✓廃棄:安全な廃棄プロセスの確立

➤既存のセキュリティ対策の活用

- ✓従来のIT系ネットワークで蓄積されてきたセキュリティ対策の活用

➤セキュアなデバイスの開発

- ✓現在, サイバー攻撃から低リソース環境のIoT/M2Mデバイスを守るための暗号・認証モジュールが開発中

組込み系のセキュリティの課題とセキュリティ対策

ーセキュリティ対策(2/2)ー

➤セキュリティ技術の軽量化の開発

✓従来のセキュリティ技術ー貧弱なリソースへの展開

➤インテリジェントなネットワーク/ゲートウェイの構築

✓デバイス数(主にセンサ数)の爆発:数百億~1兆個

✓すべてのデバイスをセキュアにはできない.

✓セキュアでないセンサからネットワークを守るため,インテリジェントなゲートウェイを構築する必要がある.

➤セキュリティ対策の学習

✓IoTの変化の継続性

✓組込み系のセキュリティ対策:予測不可能な事例が発生

✓システムの常時監視による,脅威事例集のビッグデータのマイニング

持続可能な情報基盤プラットフォーム 構築に向けて

持続可能なスマートモビリティ社会とは？

- ヒトに優しい社会の構築が急務
 - ✓ 少子高齢化
 - ✓ 次世代に繋ぐ
- 道具の成長
 - ✓ センサー, IoT, M2M, ビッグデータ
 - ✓ 2020年: 500億個のモノが繋がる.
- キーワード: スマートモビリティ!
 - ✓ ヒトと環境に優しいモビリティ
 - ✓ 仮想から物理への回帰
- 2020年: 東京オリンピック／パラリンピック

背景

スマートモビリティ社会

- スマートモビリティ社会の実現
 - ITを活用し、ヒト／環境に優しい移動環境，効率的なモビリティ社会システム
- 世界の動き：団体
 - アジア・太平洋：ITS Japan（関係省庁と連携，300以上の民間・団体が加盟）
 - 欧州：ERTICO（EC，各国政府，民間等，100以上の団体が加盟）
 - 北米：ITS America（政府，学会等400以上の団体が加盟）
- 日本：IT総合戦略本部
 - 世界最先端IT国家創造宣言，「道路交通分科会」（2013年）の設置



課題

モビリティ研究：プラットフォーム研究

- 従来：土木工学，都市工学，自動車工学からのアプローチ
- 問題点：
 - 分野別の閉じたアプローチ
 - 情報基盤プラットフォームに関する体系的な基盤研究が欠如

持続可能な社会システムへ

- 従来：要求→設計／開発／構築までの閉じた学問研究，運用までは考えていない，
- 持続可能なモビリティ社会の実現
 - 社会ニーズ／環境／ユーザ要求の変化が激しい
- 運用からのフィードバック
 - システムの改善，新たなサービスの創出，ユーザ要求の迅速な対応

情報工学からのプラットフォーム研究

ライフサイクル指向

持続可能なスマートモビリティ向け情報基盤プラットフォーム

着眼点に至った経緯

□経産省NEDO事業の遂行：H24～25（都市交通分野）

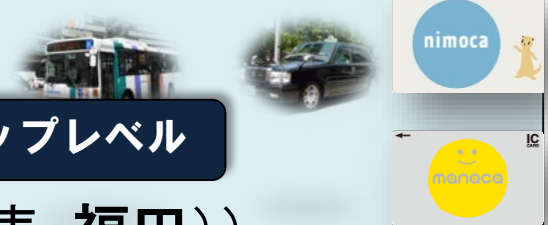
➤ 採択名：「移動体データ銀行で実現する次世代都市交通情報共通基盤アジアモデルの構築」

➤ 参画機関：**バス 保有台数 日本最大、世界トップレベル**

✓九州（西鉄情報システム（株），九州大学（代表：福田））

✓名古屋（（株）メイテツコム，名古屋大学）

✓東京（（株）IIC）



運用

設計／
開発

➤ 上記，NEDO事業：試験的運用で不具合を発見

➤ 運用実績から得られた知見を設計にフィードバックする**インクリメンタルなライフサイクルモデル**の重要性認識

➤ 進化を続けるライフサイクルモデルに基づく「**持続可能なスマートモビリティ情報基盤プラットフォーム研究**」が急務

研究概要：—明らかにする事項—

持続可能なスマートモビリティ情報基盤プラットフォームアーキテクチャの確立

(1) ライフサイクル指向のアーキテクチャの確立

(2) ライフサイクル指向の技術の確立

- 運用からのフィードバック技術
- トレーサビリティ技術

(3) 安全・安心な設計／開発技術と検証技術の確立

- モデル駆動開発
- モデル検査技術

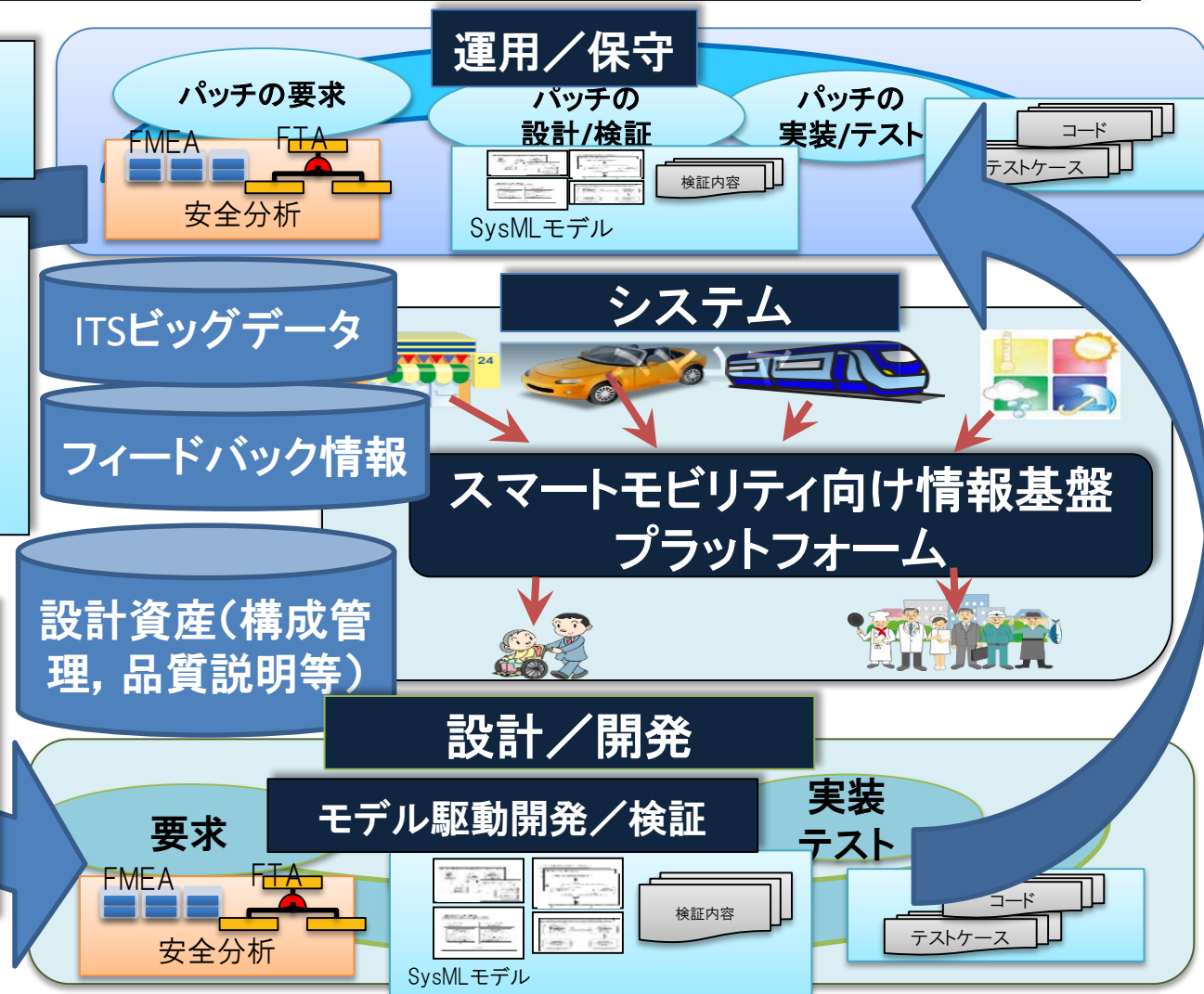


図 アーキテクチャ概要

期待される研究成果

確立する技術

- リファレンスアーキテクチャ, 運用からのフィードバック技術
 - システムの改善
 - 新たな機能／サービスの創出
- 迅速な設計／開発技術(安全・安心な設計／開発技術)
 - モデル駆動開発
 - モデル検査技術

公開する成果【オープンソース化】

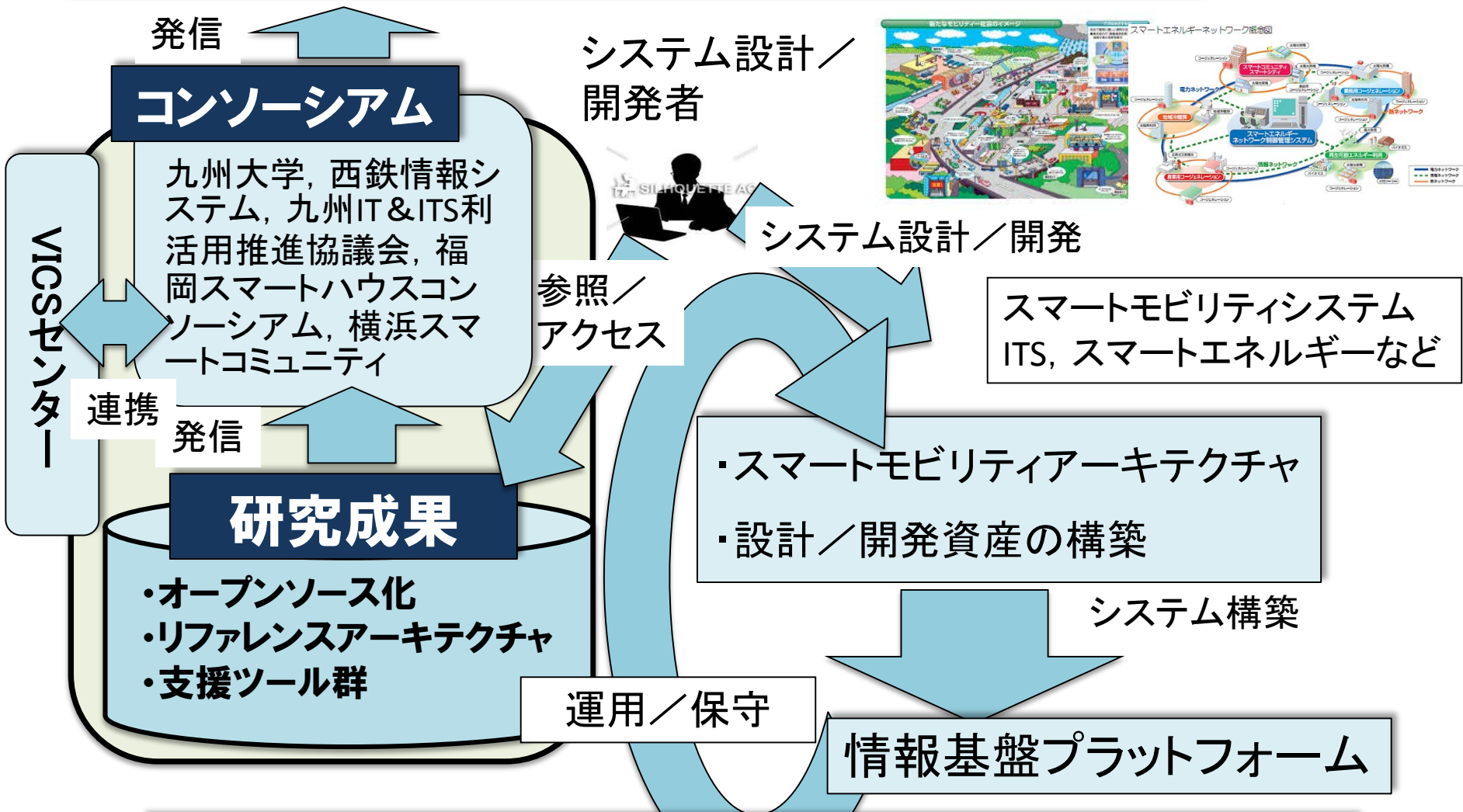
- リファレンスアーキテクチャ
- 開発支援ツール群



社会・経済的効果

- 持続可能なスマートモビリティ社会の実現
 - 社会インフラとしての安定化
 - 産業競争力の強化: 社会インフラの輸出: 新興国など

研究成果の社会への還元方法 —研究期間終了後—



持続可能なスマートモビリティ社会へ

センターの設置

スマートモビリティ研究開発センター (SMC)
(2016年2月1日設置)

海外連携大学

九州大学

情報系(システム情報)



ミネソタ大学:Prof.T.He

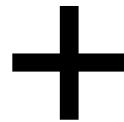
アジアへの展開

大連理工大学:周教授,
孔教授

大連海事大学:魯教授

バングラデシュ
(グラミンコミュニケーションズ)

産業界



連携

ITS関連企業

スマートエネルギー関連

福岡スマートハウスコンソーシアム
横浜スマートコミュニティ



SMC組織表

センター長: 福田晃

部門名	スタッフ(現状)	今後の予定
アーキテクチャ部門	福田(教授), 中西(福岡大学/教授, 客員教授), 久住(准教授)	研究員1名雇用
応用部門	田頭(関西大学/教授, 客員教授), 金子(福山大学/教授, 客員教授), 峯(准教授), 荒川(奈良先端大/准教授, 客員准教授), 石田(助教)	なし
社会連携部門	中村創一郎((株)スマートエナジー研究所, 代表取締役社長)(客員助教)	西鉄さん関係, その他
国際連携部門	孔維強(中国 大連理工大学 教授)(客員教授)	その他

DevOPS

(=Development+Operations)

DevOps

- 開発 (Development) と運用 (Operations) を組み合わせた合成語
- 信頼性, 安定性, セキュリティを維持しながら, 開発からテスト, 運用までのサイクルを非常に速いフローで実現する一連の原則

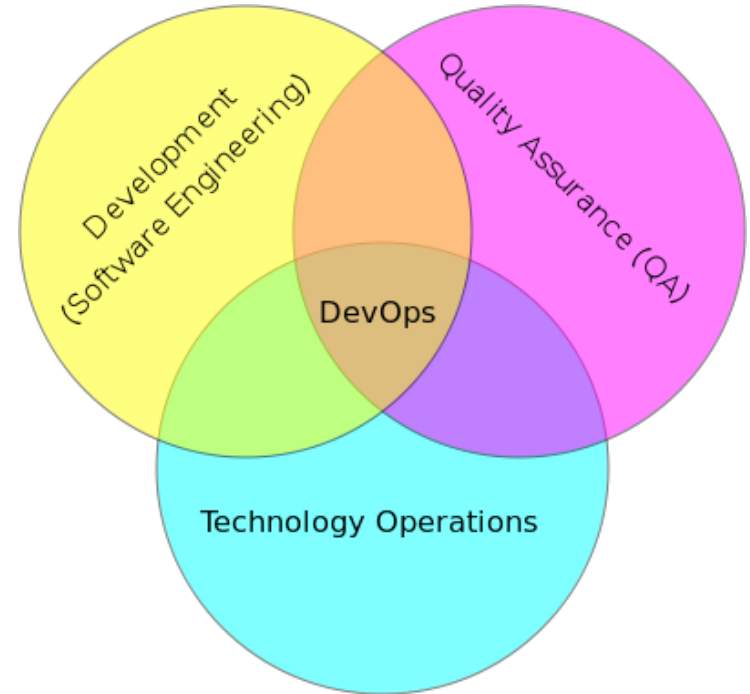


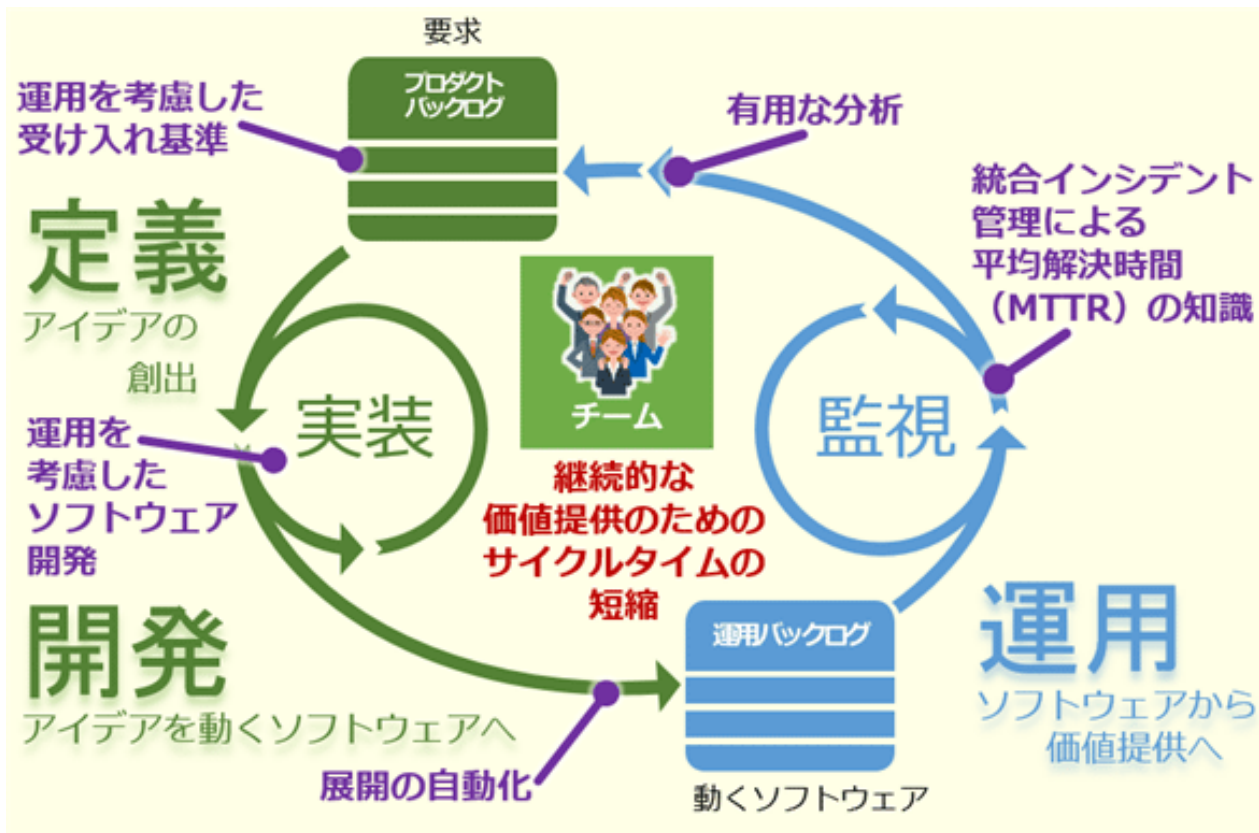
図 出展

<https://ja.wikipedia.org/wiki/DevOps>

DevOpsが生まれた背景

- Devの役割：
 - システムの開発, 新しい機能の追加
- Opsの役割：
 - システムの安定稼働
- DevとOpsの対立構造の顕在化
- Devが新しい機能を追加しようとしても, Opsはシステムの安定稼働のために変更を加えない。
- システムは何のためにあるのか?を問い直す。
 - エンドユーザのため
 - DevとOpsの協調が重要。

DevとOpsの協調



- 図1 開発者 (Dev) と運用者 (Ops) が協調してITによりビジネス価値を高める
- ※この図は、次のリンク先のPDF内にある画像を参考に、新たに書き起こしたものである。
・【参考元】「[Enterprise DevOps](#)」の「DevOpsのワークフロー」© Microsoft

出展: <http://www.buildinsider.net/enterprise/devops/01>

ライフサイクル指向アーキテクチャに おける要求，設計，運用情報間 でのトレーサビリティ確立手法

研究背景

- システムの大規模化,多機能化,複雑化
- 社会のニーズや環境の変化



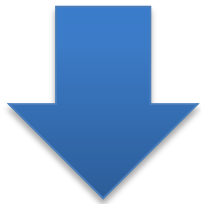
開発における不確定要素の存在

運用してみないと
分からない

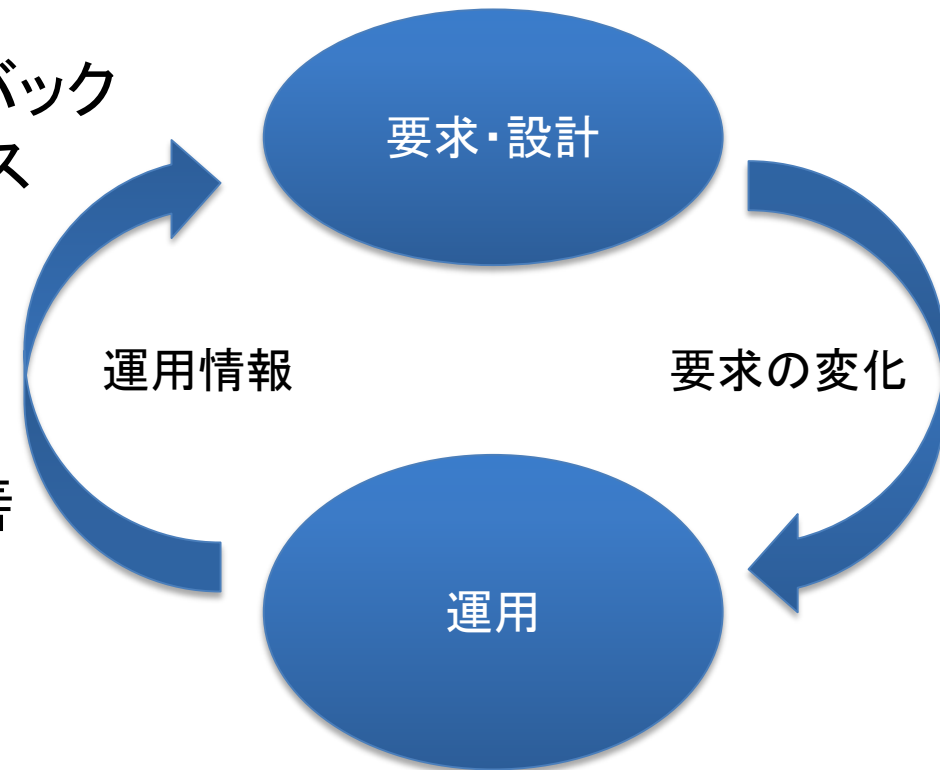
研究背景

- 社会のニーズや環境の変化に対応するために、運用までのライフサイクルを含めたアーキテクチャが必要

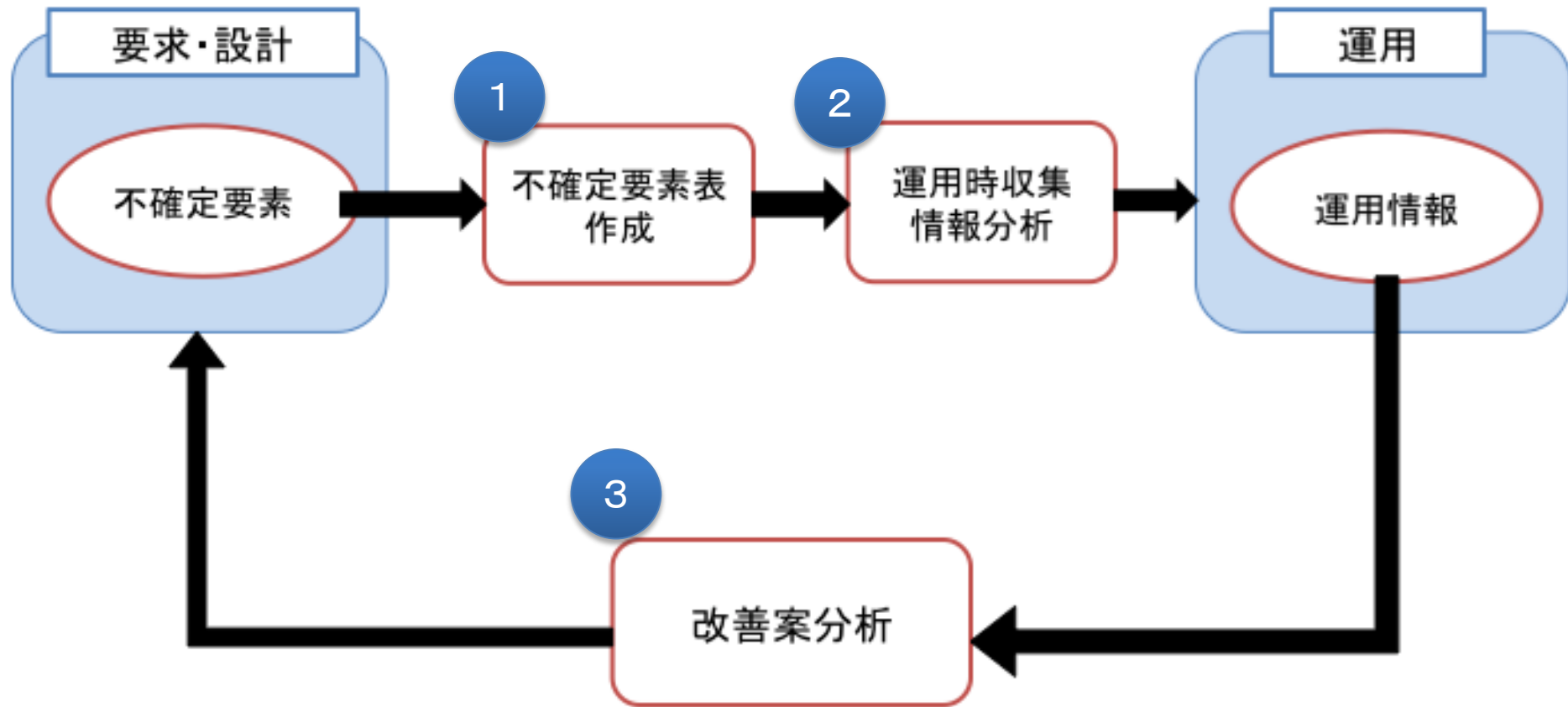
運用から要求・設計へのフィードバック
ライフサイクル指向の開発プロセス



運用情報を用いたシステムの改善



提案手法概略



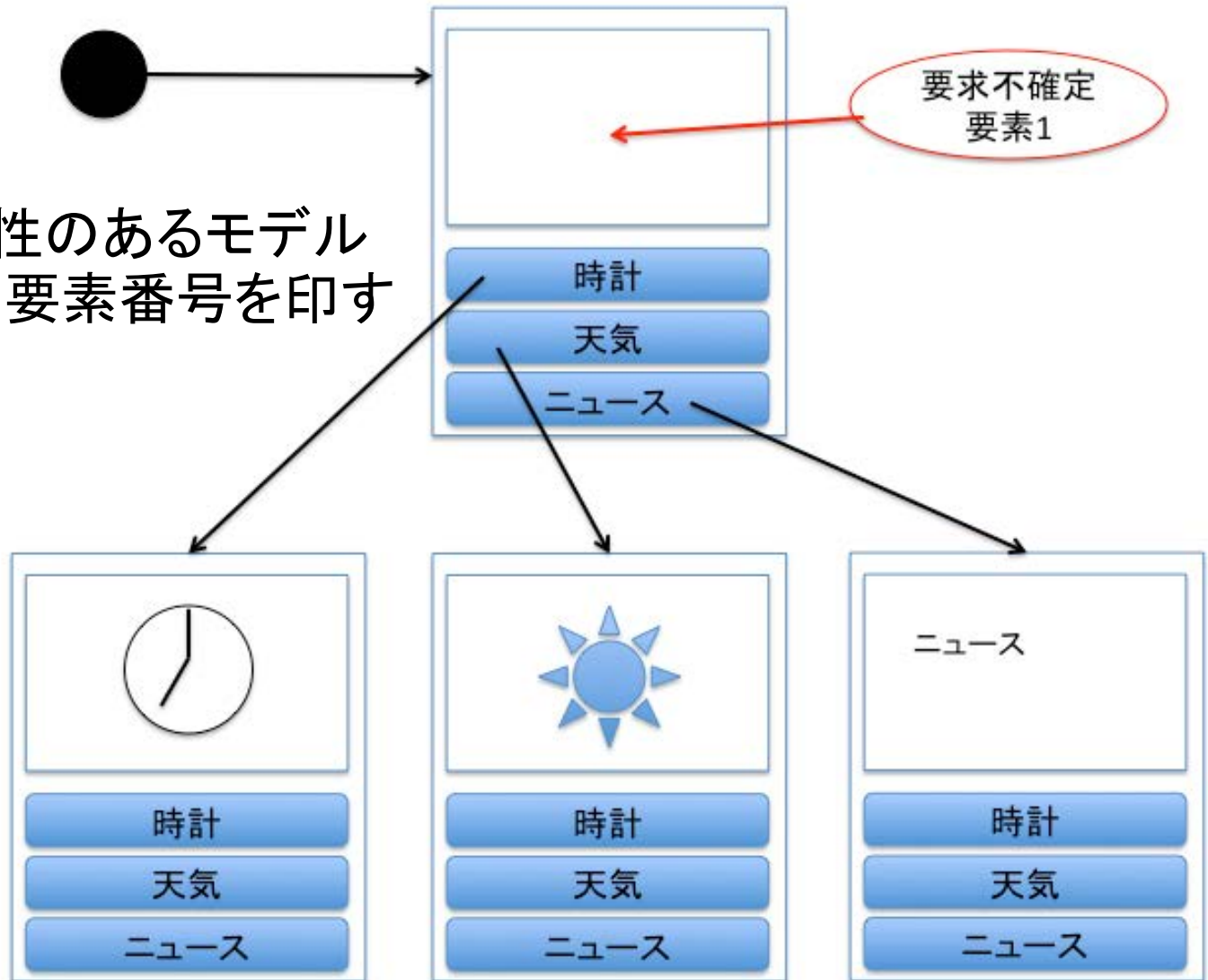
1.不確定要素表作成

- 要求や設計に関する不確定要素を列挙
- 番号, 不確定要素に対する選択肢, 影響範囲, 依存関係, 確定結果を記載

番号	不確定要素名	選択肢	影響範囲	依存関係	確定結果
1	起動時の表示内容	時計 天気 ニュース	画面遷移図	なし	

1.不確定要素表作成

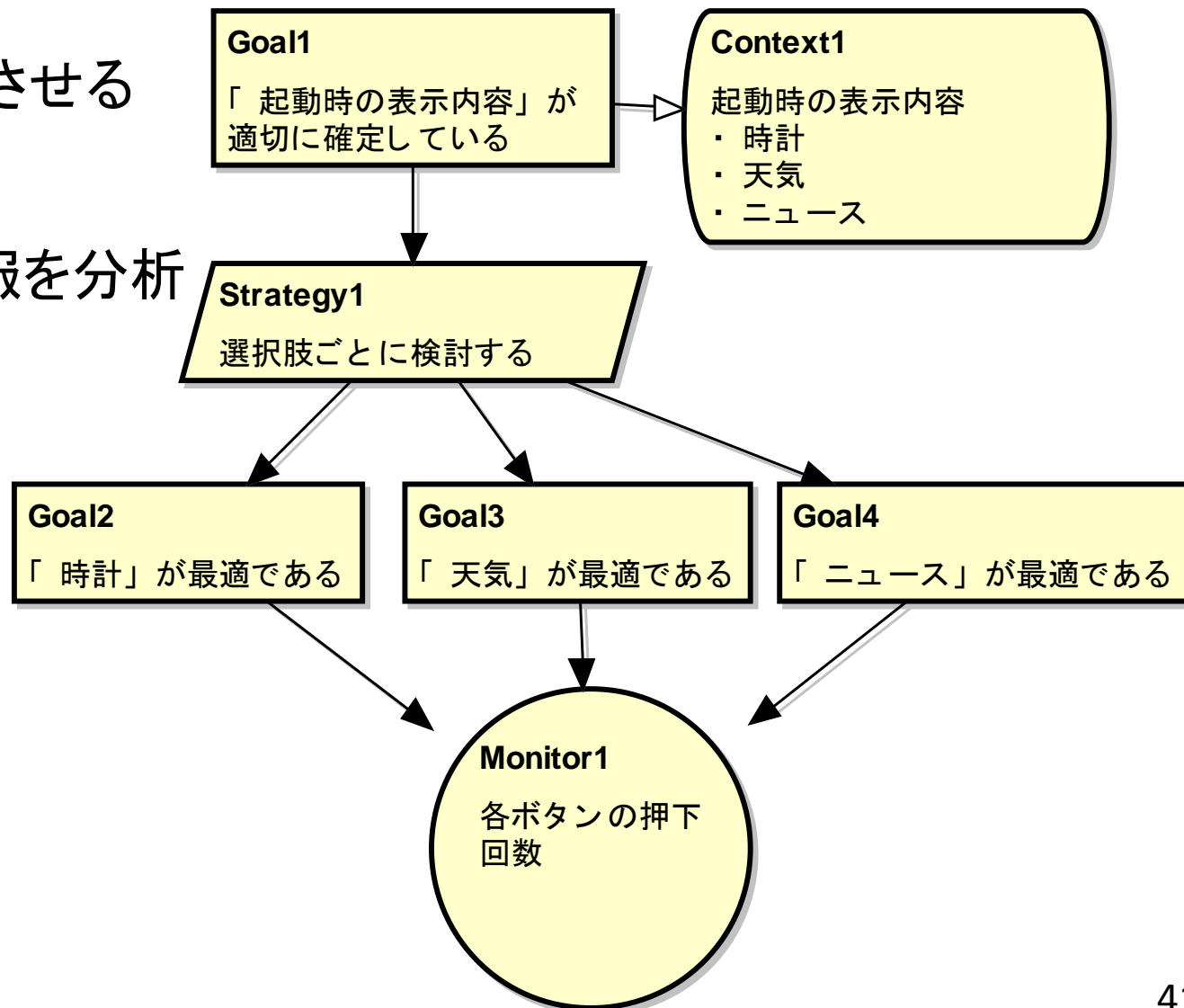
変更される可能性のあるモデル
の箇所の不確定要素番号を印す



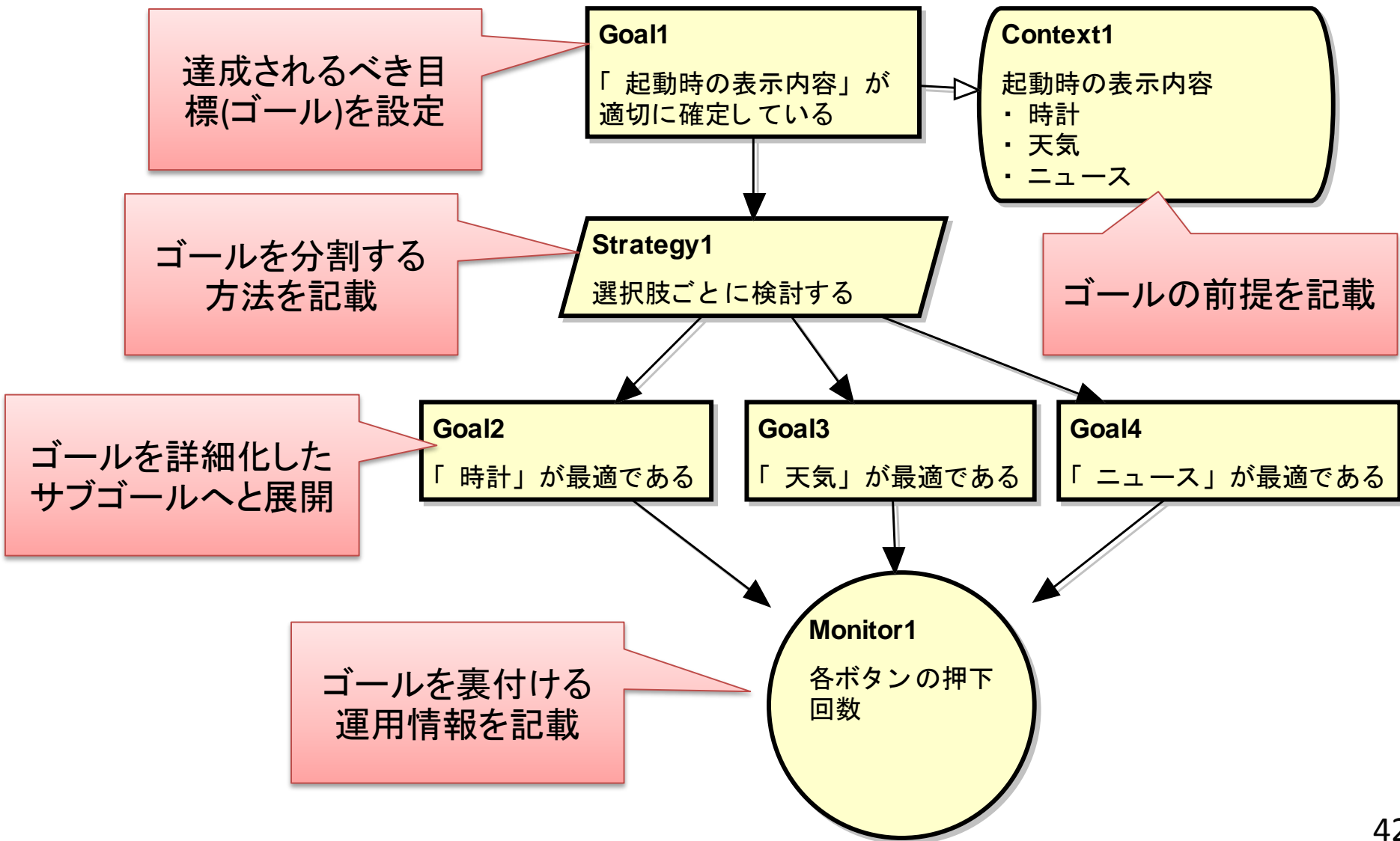
2.運用時収集情報分析 不確定要素モデル作成

不確定要素を確定させる
ための議論を展開

必要となる運用情報を分析



2.運用時収集情報分析 不確定要素モデル作成



2.2.運用時収集情報表作成

- 必要となる運用データを表に列挙
- 番号、対応する不確定要素、実装が完了したかを記述

番号	運用時収集情報名	対応する不確定要素	実装
1	各ボタン押下回数	要求1	済

3.改善案分析

- 運用情報から対応する不確定要素を追跡

番号	運用時収集情報名	対応する不確定要素	実装
1	各ボタン押下回数	要求1	済

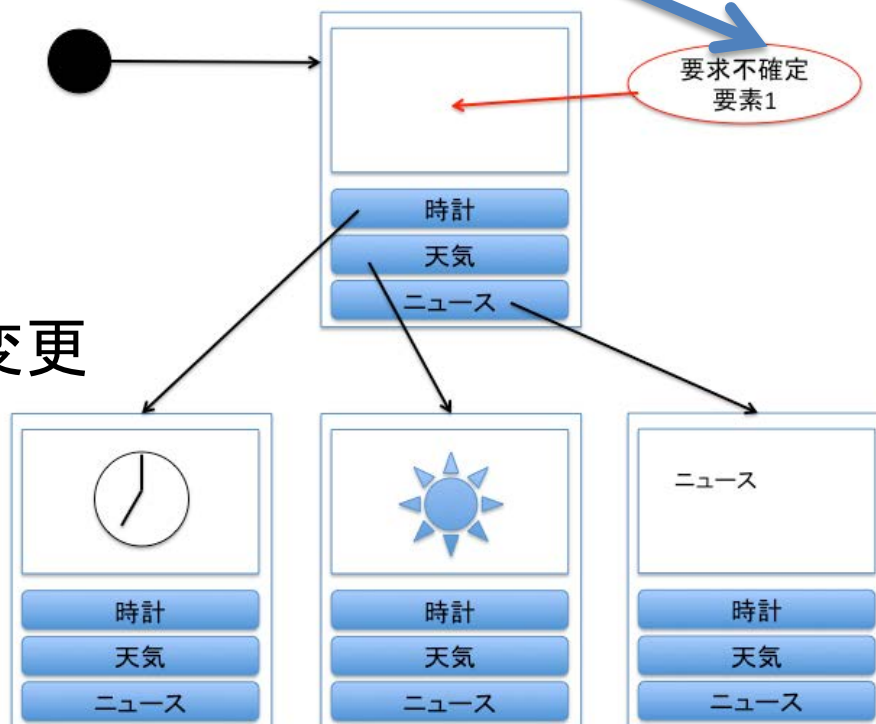
番号	不確定要素名	選択肢	影響範囲	依存関係	確定結果
1	起動時の表示内容	時計 天気 ニュース	画面遷移図	なし	天気

- 確定結果を記載

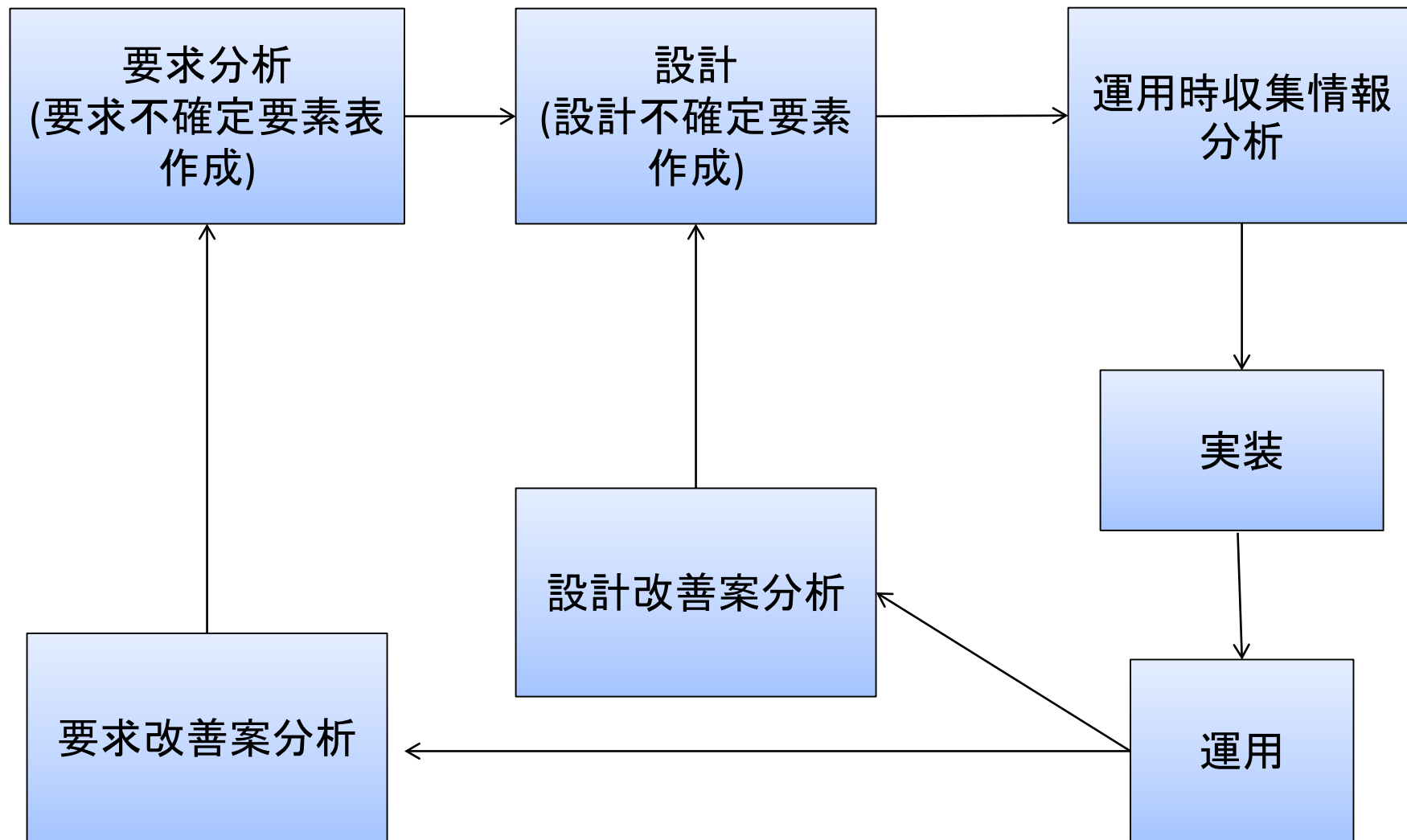
3.改善案分析

番号	不確定要素名	選択肢	影響範囲	依存関係	確定結果
1	起動時の表示内容	時計 天気 ニュース	画面遷移図	なし	天気

不確定要素を確定した後、
モデルの対応する箇所を変更



提案開発プロセスの全体



ケーススタディ

- 提案手法を実際のシステム開発に適用
- 対象システム：
乗り換え案内アプリ「Patrash」
峯研究室で開発

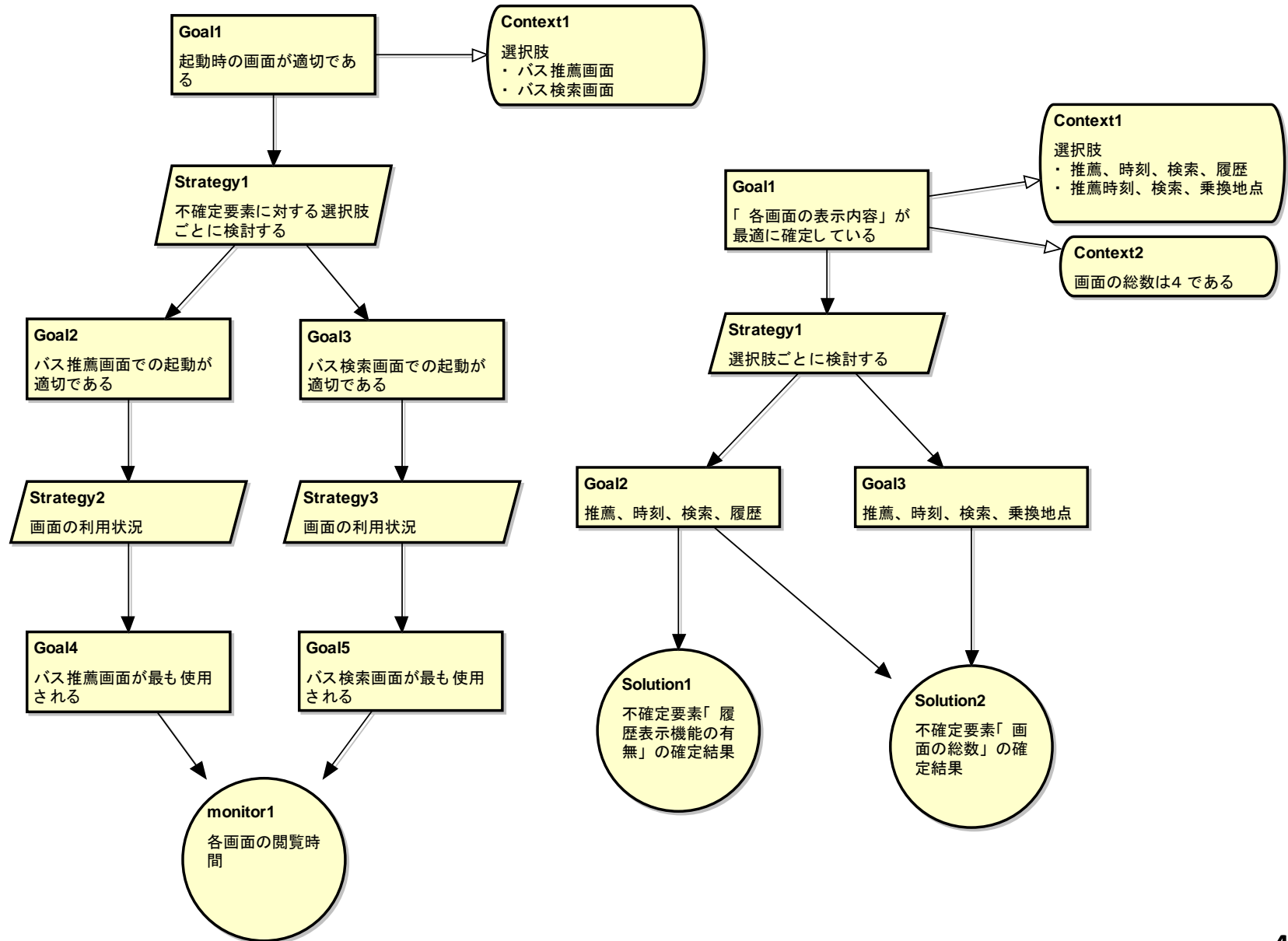


ケーススタディ 実施内容

- 要求分析 -ユースケース図、画面遷移図、要求不確定要素表-
- 設計 -クラス図、シーケンス図、設計不確定要素表-
- 運用時収集情報分析
- 実装
- 運用
- 改善案分析

不確定要素「起動時の画面」について
運用情報「各画面の閲覧時間」を収集し確定させた。

作成した不確定要素モデル



ケーススタディ

結果

- 運用情報から要求不確定要素の1つを確定し、モデルの変更を行った。
 - 要求、運用情報間のトレーサビリティが確保できた。
- 問題点
 - 設計に関する不確定要素への適用
 - モデル変更箇所の可読性
 - 不確定要素モデルの作成コスト

まとめ

- ライフサイクル指向技術として、不確定要素に着目し、運用から要求・設計へのフィードバックを実現する開発プロセスを提案した。
- ケーススタディを実施し、運用情報から要求モデルへのトレーサビリティを確認した。
- 今後の課題
 - 設計に関する不確定要素への適用
 - トレーサビリティ可視化ツールの導入

まとめ

- 持続可能な情報基盤プラットフォーム研究が重要
 - － 変化の激しい時代への対応
 - － 新たなサービスへの対応
 - － ライフサイクル指向

ご清聴ありがとうございました