

2020年3月13日 システムズエンジニアリング演習資料 付録

事例でみるシステムズエンジニアリングによる 問題解決

独立行政法人情報処理推進機構(IPA)
社会基盤センター

目次

事例1

畜産IoT事例(NTTテクノクロス(株)様)	・・・ 3
------------------------	-------

事例2

IoTを活用した海洋環境モニタリングシステムの 海苔養殖への適用事例(アンデックス(株)様)	・・・11
---	-------

事例3

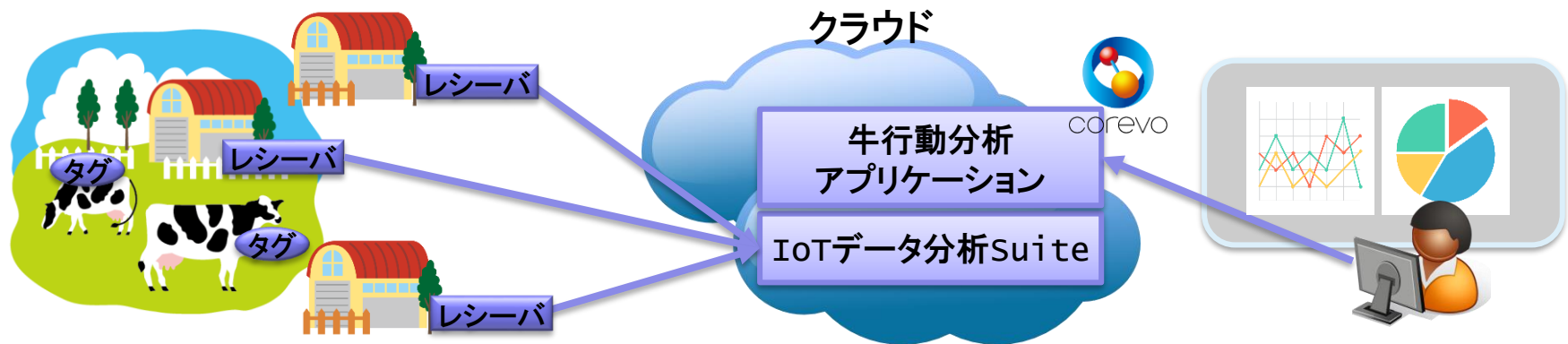
クレジットカード会員入会エントリシステムの インフラ更改プロジェクト事例 (東芝デジタルソリューションズ(株)様)	・・・20
---	-------

ここで紹介するシステムの開発はシステムズエンジニアリングということ意識して行われたものではない。しかし、その開発の過程で実施された内容を振り返ると、システムズエンジニアリングの重要なポイントが実施され、効果を示していることが見えることから、システムズエンジニアリングの事例として選定した。

畜産IoT事例 (NTTテクノクロス(株)様)

牛の行動モニタリングシステム

- 牛に取り付けたセンサーからデータをリアルタイムに取得
- センサーデータを集約し、牛の行動や状態を分析
- 最新の牛の状況やアラートを利用者(畜産農家)に提供



写真と図の提供元:NTTテクノクロス(株)

■ 背景

- **日本の畜産業の問題**
 - 統廃合による一軒あたりの規模拡大、高齢化・後継者不足、長時間労働
- **牛の日常の健康状態把握や早期の異常兆候把握の必要性**
 - 病気、発情、出荷直前の起立困難(死亡の可能性)、など

■ 課題

- **牛が飼育されている厳しい環境下で使用可能なIoT技術**
- **実用レベルの牛の行動分析**



**システムの実現に向けた多様な専門家の結集
反復によるデータ分析精度の向上**

アプローチ

- 多様な関係者の結集・協働
- 現場の環境に適合するシステム要求の導出と実装技術の選定・統合
- 継続的な観察の繰り返しによる情報精度の向上

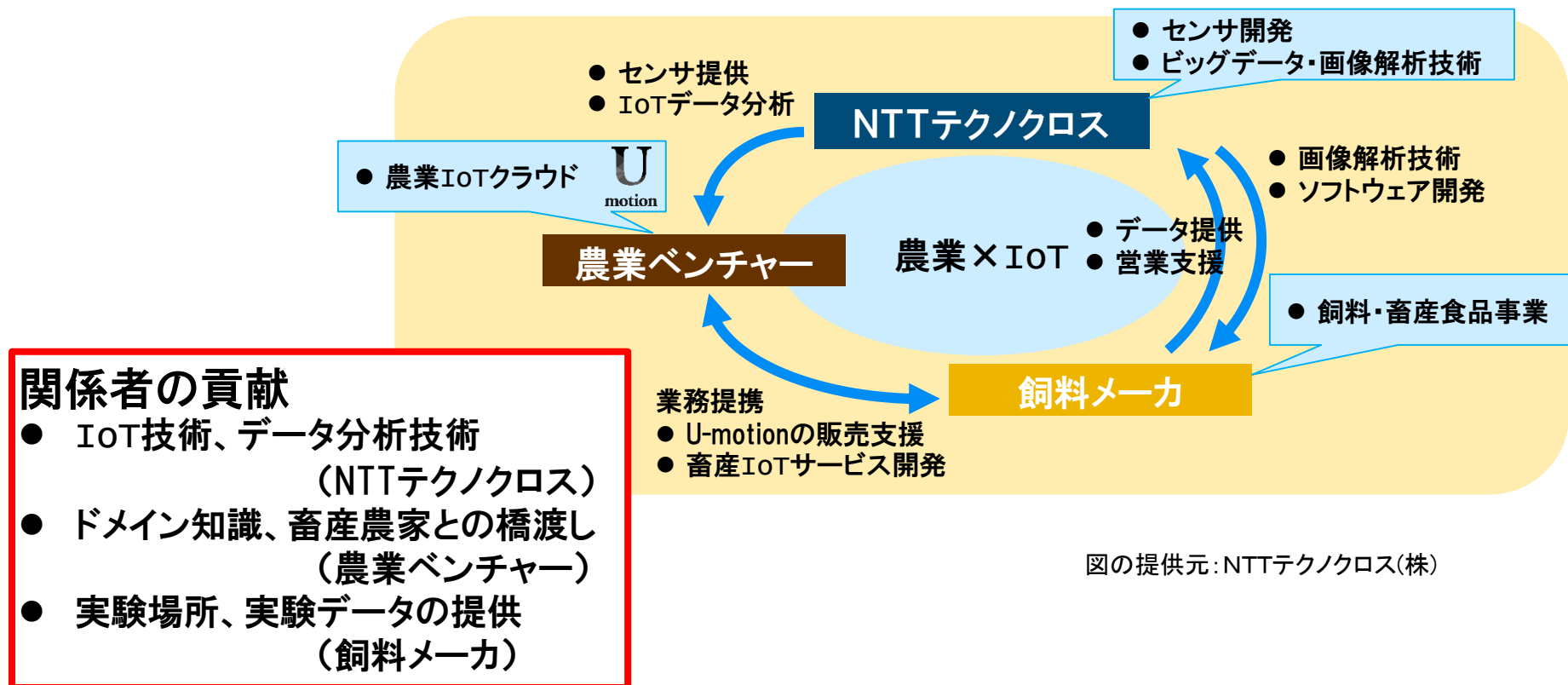


システム要求の実現

- ＜1＞ 測定結果をグラフで可視化して畜産農家に通知
- ＜2＞ 異常を検知して、アラート発信（常時監視から畜産農家を解放）

牛の病気、発情、起立困難を早期発見

1 多様な関係者の結集・協働



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野を統合】
【関連プロセス: ビジネス又はミッション分析、利害関係者ニーズ及び利害関係者要求事項定義】

2 現場の環境に適合したシステム要求の導出と実装技術の選定・統合

システムへの要求

- 気温等、厳しい環境下でも動作可能
- 長期間動作可能(肥育の場合で3年)
- 牛に取り付け可能な形状のデバイス



多様な技術・実装方式の統合と改良の繰り返し

- 反復的な牛舎環境への適応観察による課題の把握
例) 柵などへの衝突や圧迫、飲水時の濡れ、糞尿の付着
- 強耐久性の特殊デバイス、省電力通信方式の考案

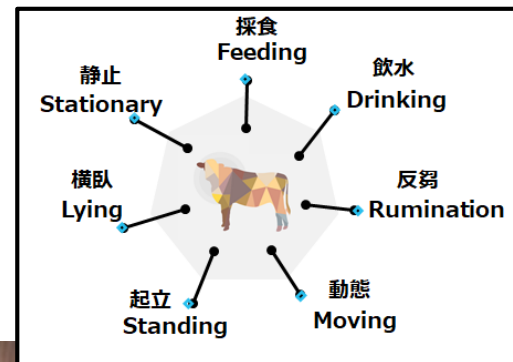
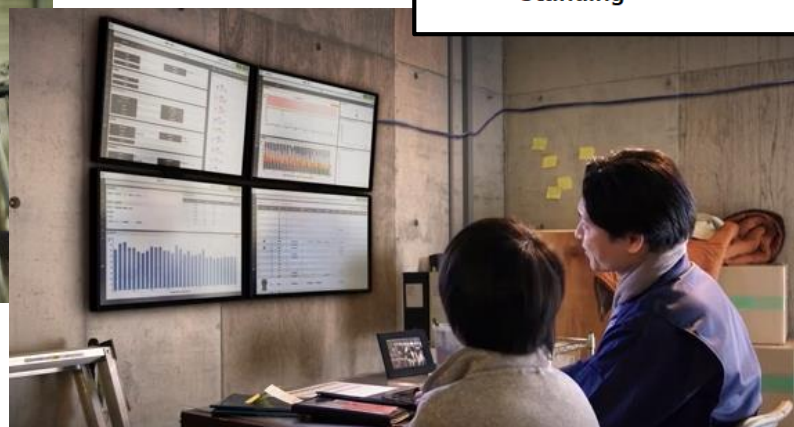


【システムズエンジニアリングのポイント: 多様な専門分野を統合、反復による発見と進化】
【関連プロセス: システム要求事項定義、アーキテクチャ定義】

写真の提供元: NTTテクノクロス(株)

3 継続的な観察の繰り返しによる精度の向上

- 反復的な現場(牧場)での行動観察とデータとの照合
- データ分析方法やデータ品質の継続的な改良
- 段階的なサービスメニュー拡充



【システムズエンジニアリングのポイント:反復による発見と進化】

【関連プロセス:システム分析】

写真と図の提供元:NTTテクノクロス(株)

● 実現課題を明確化し、得意技を統合

◆ 多様な関係者の結集・協働

- 農業ベンチャーや飼料メーカを巻き込んだ体制の確立

◆ 実用化に向けた技術的要求の導出と得意技の統合

- NTTテクノクロス、農業ベンチャー、飼料メーカによる技術的要求・課題の導出
- 厳しい要求を満たすセンサー、通信方式、タグ形状等を統合した特殊デバイスの実現

◆ 繰り返しによるサービスのブラッシュアップ

- データ分析品質の向上
- 段階的なサービスメニュー拡充

IoTを活用した海洋環境モニタリングシステムの 海苔養殖への適用事例 (アンデックス(株)様)

本事例は スマートIoT推進フォーラム IoT導入事例のHP で紹介されたアンデックス株式会社のIoT導入事例
『 漁場をリアルタイムに監視し漁師を支援する海洋環境可視化システム「ウミミル」 』
の掲載情報の参照と、アンデックス(株)への取材を基に作成しました。
URL <https://smartiot-forum.jp/iot-val-team/iot-case/case-index>

■ 背景

- 宮城県のコンピュータソフトウェア会社（アンデックス(株)）が、「地元の有力産業である水産業を支援したい」という社長の強い思いを起点に、水産業へのICT活用の取組みに乗り出した。
- 水産業の現場では、水産試験場などの研究成果が蓄積され、様々な「海のデータ（例：海水温など）に基づく作業のノウハウ」が存在している。これらを基に実用的な手法を確立すれば、水産業の効率/品質をもっと高めることが期待できた。
- しかし漁師にとっては船で沖合の海水を調査するだけでも負担が重く、データの収集は容易に進められることではなかった。従ってノウハウの活用が進んでいないケースが多かった。

■ 課題

- 漁師が沖合の海水のデータを簡易かつタイムリーに活用できるようにする！
ICT活用で、遠隔地（陸地）から海の状況をデータで入手できるようにする
& データに基づく様々なノウハウを実証的に確認して高品質/高効率につながる作業手法を確立する

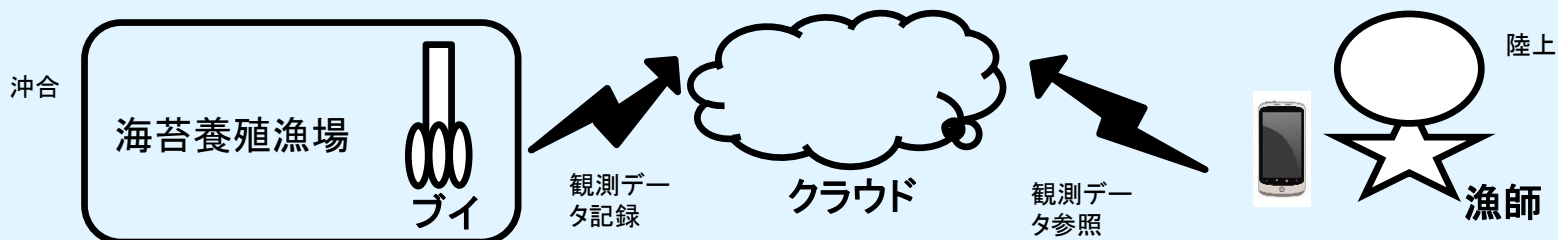


海苔養殖に関して、IoTを活用した海洋環境モニタリングシステムによる効率化/高品質化を実現

■ システム概要 漁師の勘から、データに基づく作業へ

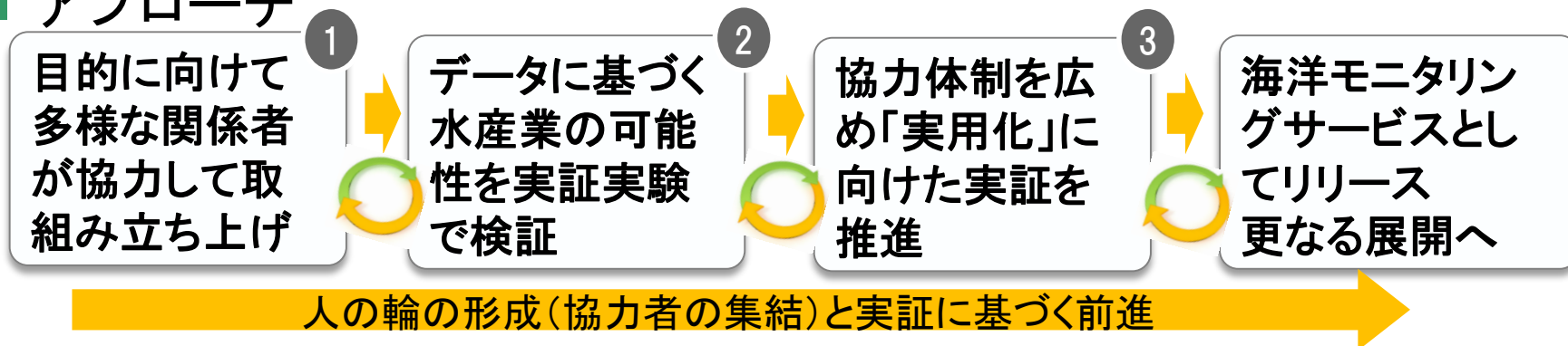
IoTを活用したモニタリングサービスの実現

“海上モニタリング用のブイ” “クラウドサービス” “スマートフォンアプリ” を使って
リーズナブルなモニタリングサービスを実現。



- 海苔養殖のデータ活用ケース: 沖合の養殖漁場の海水温、塩分濃度等を30分間隔で遠隔(海上)から通知。漁師はそれを元に的確な作業を実施。④ 「対策詳細4」を参照

■ アプローチ



対策詳細1

1 多様な関係者の協力体制構築 ～水産×ICTの取組みの立ち上げ～

アンデックス社は社長の思いを起点に水産業に関する知見ゼロの状態から、専門家／有識者の協力を得て、海洋データモニタリング～データ活用の実証実験を立ち上げ

- 水産業へのICT活用事例の調査（インターネット経由）

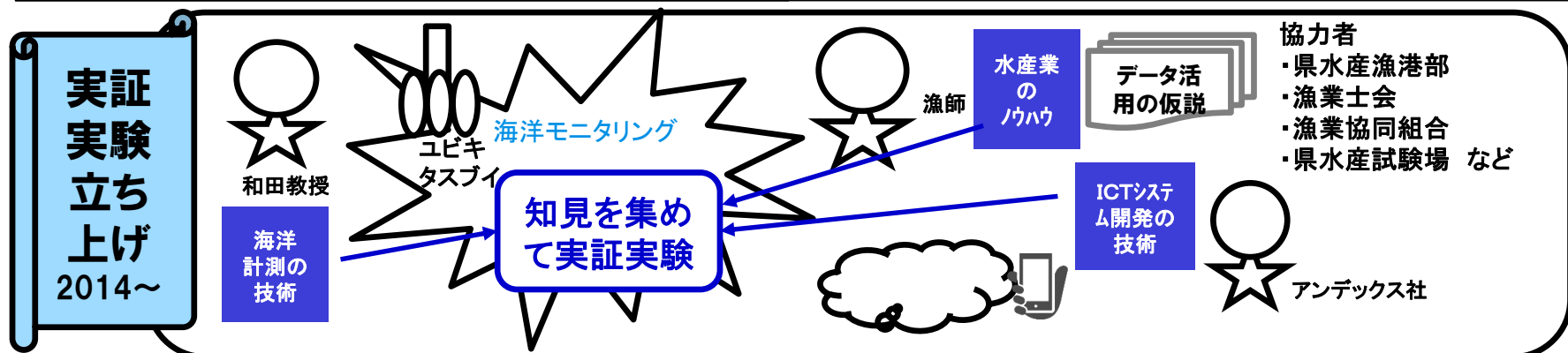
→実際に有識者にコンタクト

出会い はこだて未来大学 和田雅昭教授

- 県の水産漁港部から漁業士会南部支部を通して漁師向けのICT活用セミナー開催

→水産業関係者へのコンタクト

出会い ICT活用に期待を持つ漁師の方々



【システムズエンジニアリングのポイント： 目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野を統合】
 【関連プロセス： ビジネス又はミッション分析】

対策詳細2

2 「データに基づく水産業」の実用を目指す実証実験を推進

データ取得の実現性とデータの有効性の検証を様々な現場で推進

海洋データの自動・無人取得の実現性の実証

・現実的に運用可能な条件で、継続的にデータが取れる方式を見出し、実証的に確認する。

海洋データの有効性の実証

・データを活かして品質向上、生産性向上等の成果を出し、その有効な活用パターンを見出す

※知られている様々なノウハウを仮説として、実証的に有効性を確認する

実証実験

耐用性

保守のしやすさ
(小型化、バッテリー残量通知
機能、交換方法等)

運用のしやすさ
(使い勝手)

正確で安定したデータ収集(対象データの充実)

各種の評価／充実



漁師／漁協

情報強化
→
・作業日誌
・外部情報

データ可視化
→
スマホアプリ

各種の評価／改善

データ加工
→
海水温の
累積温度等

運用向上
→
閾値設定/
アラーム

ほとんど自動で自分達でも扱える

漁師の視点が重要

データが有効である

【システムズエンジニアリングのポイント：多様な専門分野の統合 反復による発見と進化】

【関連プロセス：利害関係者ニーズ及び利害関係者要求事項定義】

対策詳細3

3 協力体制を広めて「実用化」に向けた推進

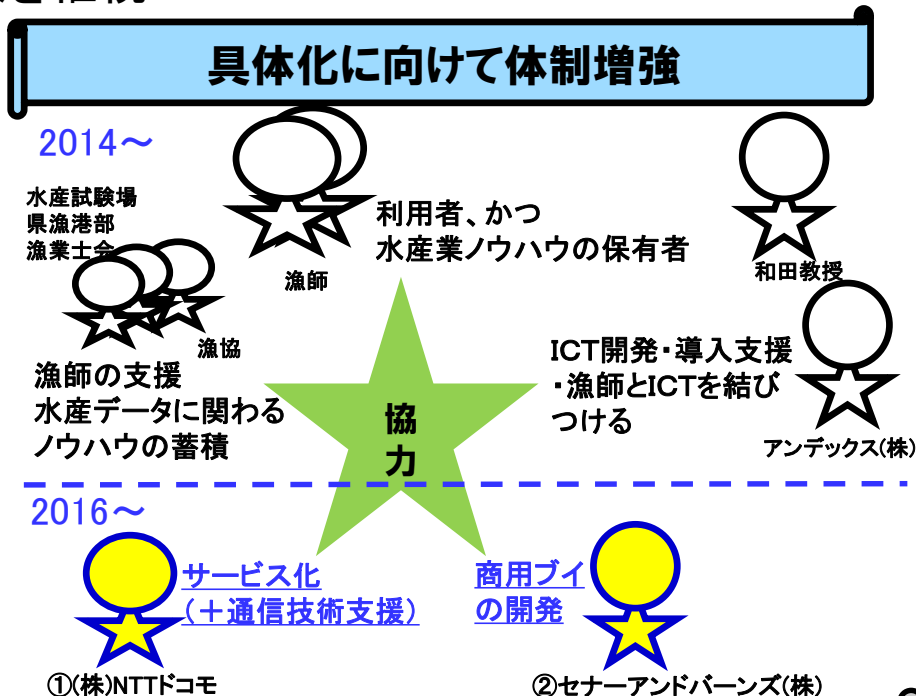
実証実験を通して、将来の一般利用という次のステップに必要な「具体化」のための新たな協力者との関係を構築し、実証実験を継続

- ビジネス化(具体化)に向けて①
→サービスの実績ある企業*との協力

*当地の研究会(MiMoS)での情報発信が(株)NTTDコモの目に留まり、震災復興に貢献したいという意向が合致し、共同実証実験へ。

- ビジネス化(具体化)に向けて②
→商用ブイの実績のある企業*との協力

*(株)NTTDコモから紹介を受けたセナーアンドバーンズ(株)。(通信モジュールを搭載した小型ブイの開発は(株)NTTDコモが協力)



【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野を統合】
【関連プロセス: ビジネス又はミッション分析、利害関係者ニーズ及び利害関係者要求事項定義】

対策詳細4

4 実証例：「海苔養殖」のデータ活用の実証

取組みの中で、海苔養殖に関するデータ活用の実証に成功
「海洋モニタリングデータに基づく海苔養殖作業の判断」により、海苔の高品質化と漁師の効率化に寄与するパターンを実証で確認

データ活用の例

本育成期のノウハウ

塩分濃度の低下によって、新芽が育たなかったり、海苔が色落ちして価値が下がったりする

これを避けるため、生育状況と塩分濃度から判断して、「高濃度の塩水を散布する」あるいは「早く収穫する」などの対応を行う

海苔養殖のデータ活用パターン

- ・対象データ: 塩分濃度(比重)
- ・計測間隔: 30分
- ・データに基づく作業判断:
閾値*超えで左記の対応の実施

適正値を
実証で確認

*適正な閾値は地域により異なる可能性があります

実証実験
当初の条件

- ・海水温のみ計測

実証を通して漁師のノウハウを注入して条件の見直し



実証実験
見直し後の条件

- ・海水温に加え、**塩分濃度**計測

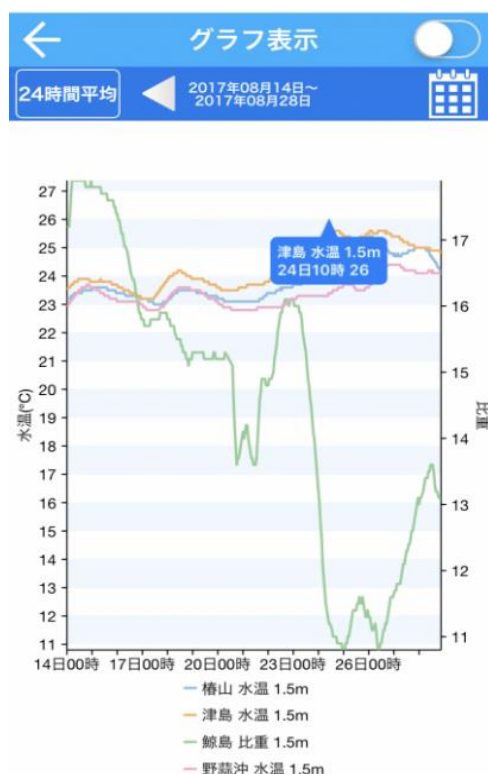
フィの機能追加

【システムズエンジニアリングのポイント: 反復による発見と進化 多様な専門分野の統合】

【関連プロセス: システム要求事項定義】

対策詳細：画面例(参考)

例 データに基づく海苔養殖の実現 画面例



テーブル表示

2017年08月01日～2017年08月14日

日付	椿山 水温 1.5m	津島 水温 1.5m	鯨島 比重 1.5m	野蒜沖 水温 1.5m
14日23時	23.9	23.9	18.0	23.5
14日22時	23.9	23.9	18.1	23.3
14日21時	23.8	24.0	18.1	23.3
14日20時	23.7	24.1	18.2	23.5
14日19時	23.6	24.1	17.9	23.7
14日18時	23.8	23.9	17.8	23.8
14日17時	23.6	24.2	17.7	23.6
14日16時	23.4	23.9	17.6	23.4
14日15時	23.6	24.0	18.0	23.5
14日14時	23.4	23.9	17.4	23.6
14日13時	23.7	23.9	18.1	23.4
14日12時	23.6	23.9	17.8	23.3
14日11時	23.6	23.8	17.7	23.3
14日10時	23.4	23.6	18.0	23.3
14日9時	23.4	23.6	17.8	23.3
14日8時	23.3	23.5	18.0	23.8
14日7時	23.3	23.5	17.6	23.9
14日6時	23.4	23.8	17.7	23.9

図：漁師が参照するスマホアプリ「ウミル」の画面サンプル

出典：スマートIoT推進フォーラム IoT導入事例 アンデックス株式会社 URL <https://smartiot-forum.jp/iot-val-team/iot-case/case-index>

成功要因のまとめ

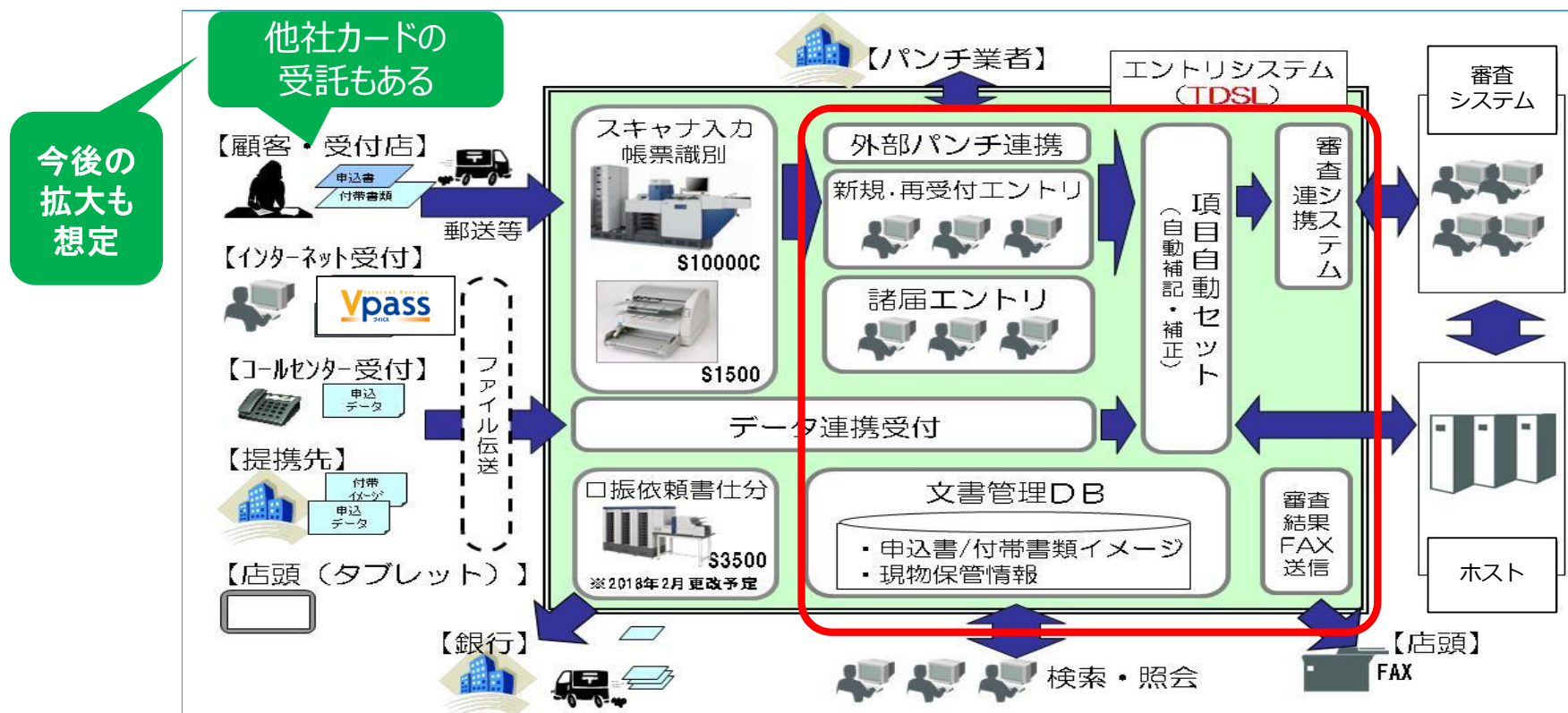
● 多くの人たちの水産業への思いと貢献を結集

- ◆ 水産業を強くするためのICTに期待する強い思い
- ◆ 水産試験場の研究成果などを蓄積した漁協や漁師の知見 ⇒ 実証実験の仮説
- ◆ 調査の中で見つけた有識者(大学教授) ⇒ 実証の開始に大きな役割
- ◆ 有識者がつないだ人脈(県漁港部、漁業士会) ⇒ 問題の明確化
- ◆ 地域団体(みやぎモバイルビジネス研究会(MiMoS))の事務局としての貢献
- ◆ 団体活動、実証活動を基盤に大手通信会社((株)NTTドコモ)と関係構築
- ◆ 多くの関係者が協力して技術的な問題を解決
 - ICTブイの開発(システム+通信)
 - アプリ開発へユーザー(漁師)の意見反映
 - 運用コストの削減

クレジットカード会員入会エントリシステムの インフラ更改プロジェクト事例 (東芝デジタルソリューションズ(株)様)

本資料では東芝デジタルソリューションズ(株)(TDSL)様が担当している三井住友カード様のクレジットカードシステムの **入会エントリシステム** の事例を紹介する
(下図赤枠部分が今回の更改対象)

参考:システム構成図 (TDSL社資料より引用)



- 当該システムは2009年から稼働中。2019年6月にサービインフラの更改時期を迎えるため、これに向け、2017年4月よりインフラ更改プロジェクトがスタート

大規模かつ高度な堅確性を求められるシステムでありながら、新しいチャネルとの連携も実現して様々なサービスを実現してきたシステムであるため、更改にあたっての考慮事項は多岐に渡った

システム特性

発生した課題

大量データ

- ・30,000件以上／日の申込
- ・過去10年分の全データ50TB

- ・本人確認書類等、永久保存が要件
- ・データ移行所要時間 大

クレジットカード即時発行

- ・申込から30分以内で発行

- ・24H365D稼動
- ・土日48Hに限り停止可能
(システム停止中は人海戦術で発行)

多数の他システム連携

- 外部システムと連携して利用者の利便性を向上
- ・システム数:16
- ・インタフェース:11種類

- ・制約条件が多数発生
(作業可能な時間帯や
他システムの運用変更など)

パラメータベースのシステム

- 業務への対応を効率化するため、画面、ビジネスロジックがパラメータで決まる仕組みを実現している
- ・毎日ホストからパラメータ受信 (約130,000レコード)

- ・パラメータの確認工数が極めて大

両立困難
移行時間の短縮
が必須

外部条件も
調整要

■ 背景

● 高信頼性の求められるシステムのインフラの更改の実施

- サービスの高度化に対応して順次機能拡張(例:カードの即時発行)してきた／**今後も機能拡張していく使命をもったシステム**について、インフラの保守期限に備えて更改を行う
- 全体を理解した**マネジメント層の世代交代時期**も重なる

お客様、TDSL社
共に

→ 更改の方針

- APLの本格変更は見送り、インフラの移行に特化する
- 外部システムへの影響も鑑み移行の運用への影響を最小限に留める
- **但し、新インフラにおける今後のサービス開発の品質向上/効率UPにつながる対応を盛り込んでおく**

■ 課題

- ・「安全な更改」を実施する のはもちろんのこと
- ・今後想定される多様なチャネルとの連携を通して「システム価値をより向上していける仕組み・体制」を実現する

■ 対策の全体像

基本的考え方: 入会エントリシステム全体を俯瞰して統合プロジェクトとして体制構築

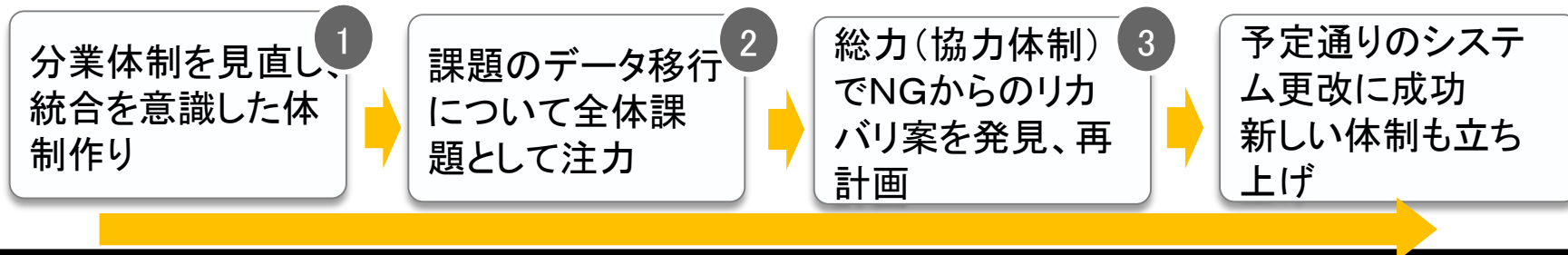
～“SIerとしてのフロント＝APL担当”がインフラ担当の協力に基づき統合的に推進～

- 従来 APL担当、インフラ担当それぞれ独立のプロセスで設計、ゲートを設けた品質チェックを実施
- 今回 PM※がAPLとインフラを両方仕切り、APL－インフラ担当間で協力を強めて相互の情報共有も密にプロジェクト推進(※世代交代時期を迎え、本プロジェクトを通して新たなPMを育てる)

主な特徴

- ✓ 対外的にシステムを代表するAPL担当チームで全体を統合して推進する体制でプロジェクト開始(インフラに強いメンバーをAPL担当にも配置／プロセスとして「統合レビュー」を適用)
- ✓ 懸案のデータ移行時間の短縮を最重要課題と設定。インフラ担当からの情報を共有し、全体で課題意識を共有してデータ移行の検証と評価を進め、最適案を決定
- ✓ 問題に対しては、APLとインフラの知見を集約して様々な案の中から試行を通して最適な代替案を迅速に見出し、検証、顧客調整、再計画を通して、迅速にリカバリを実現

以上を通して、最低限の稼働停止期間で、日程面の予定も遵守してシステム移行を無事に実施



対策詳細1

1 ～プロジェクトの立ち上げ～

- インフラ更改のためのプロジェクト体制の立ち上げにあたり、縦割り対応を避け、社内の協力体制を構築
 - 実行主体であるインフラ担当とシステムを代表する対外的フロントであるAPL担当が協力してプロジェクトを推進する体制構築
 - 作業を通して共同での「統合レビュー」を組み込み多角的な視点からのリスクや解決策の洗い出しなどを実践



移行方式、及び検証／移行スケジュールにつき、事前にお客様を含めた関係者と合意形成しながら推進

【システムズエンジニアリングのポイント: 目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野の統合】
【関連プロセス: ビジネス又はミッション分析、利害関係者ニーズ及び利害関係者要求事項定義】

対策詳細2

2 移行計画、検証

- ・新しい「テスト環境」の充実化(本番ミラー相当)を決定
- ・最重要課題のデータ移行の実施について
 - 稼働中のバックグラウンドでデータを移行する方式を採用
 - 48時間の更改作業にコピーが収まらない想定に対する解決策
 - 方式、計画についてはインフラ担当、APL担当が共同レビュー
 - 必要な検証項目に漏れのないように協調体制で協力して多面的なレビュー／洗い出しを実施
 - 検証機、本番機での段階検証を計画に組み込み
 - 移行検証ではコンテンジェンシープランを含めたリハーサルも計画

詳細なリハーサルで事前にNGを発見: あるパターンの移行中断／戻しを行った場合にその後の運用に支障が出ることを発見 レアケースだが安全な移行のためには無視できない

【システムズエンジニアリングのポイント: 多様な専門分野の統合、反復による発見と進化】
【関連プロセス: システム要求事項定義、アーキテクチャ定義、検証】

対策詳細3

3 対策検討～リカバリ

- バックグラウンド移行方式の問題の追及
- 移行のための別案の検討
 - 検証時の性能データを調査し、様々なパターンの試行を通して旧→新DB間のデータコピーが想定より早い兆候を発見 ⇒ 新たに別方式の可能性を見出す



インフラ担当とAPL担当の協力で、並行処理の組合せパターンを理論的に考察しつつ様々な性能測定を行い、別方式でのシステム更改作業時間内(48時間)のデータコピー実施に目途

(バックグラウンドコピー方式から更改作業時間内コピーへの変更)

- 検証に基づき計画を練り直したが、最初に必要な時間におさまらず
- ここで、お客様の検証効率化により時間の問題をクリア
- 改善した方法で48時間以内での移行を無事に実現



【システムズエンジニアリングのポイント:多様な専門分野の統合、反復による発見と進化】
【関連プロセス: システム要求事項定義、アーキテクチャ定義】

結果と成功要因のまとめ

結果

- ・最終的なシステム更改作業を問題なく実行し、予定通り 2019年5月 に無事に新システム稼働
- ・プロジェクト活動を通して、全体を理解したプロマネの世代交代を実現

→新インフラ環境移行後の新規案件プロジェクトで活躍中

成功要因

- ・従来の様な縦割り体制でなく、APL担当がシステムを代表する立場で行動した。
- ・併せて、システムを統合する使命をもってプロジェクトを遂行し、インフラ担当との間での情報共有をしっかりと行って「協働」できた。

上記の協働体制ができていた効果の一例

- ・リハーサルでのNG発見につながった。

「本番前に発見されるべき問題」を漏らさずに明らかにすることができた。

- ・リカバリ対策についても協力してデータ調査や検討を行うことで、迅速に立案、検証することができた。（お客様が検証効率化を判断できたのは、しっかりしたデータがあつてこそ）

主に【目的指向と全体俯瞰】【多様な専門分野の統合】に対応する行動を実践していたことがよい結果につながったと考えられる。

* 本事例から、プロマネが広い視野で全体を見ることの重要性をあらためて感じていただきたい。同じ社内でのAPL、インフラの有効な連携は当たり前なようでいて、大きな第一歩と言える。

本事例では、こうした体制作りや行動ができたことが偶然ではなく、社として基本方針として「統合レビュー」という取り組みを実施していたことも大きな成功要因である。「統合レビュー」については次葉を参照。

補足：「統合レビュー」について

統合レビュー に関する 出典：

ソフトウェア品質シンポジウム2018 **【第9期ソフトウェア品質保証部長の会】**

「IoT時代の品質保証～つながる世界の中での品質保証はどうなっていけばいいのか(Part II)～」
(東芝デジタルソリューションズ(株)内海俊行氏 他)

https://www.juse.jp/sqip/symposium/archive/2018/day1/files/F1-2_happyou.pdf

統合レビューとは、IoT時代の品質課題への対応として上記の中で提唱されているものです。IoT時代を迎え、単品の品質を確保するという考えだけでなく、他社や異種の製品・サービスがつながるシステムを前提とした品質設計が重要になっていることを受け、
ベテランの知恵を加えたリスクの抽出(統合レビューの実施)

特に、

各分野(チーム)バラバラで実施してきたレビューを「統合」で開催すること
を推奨し、要件定義や検証などレビューポイントを設けた例が紹介されています。

本紙で紹介した事例は、組織としてこの統合レビューを採用している事例でした。統合レビューの考え方は、システムズエンジニアリングのポイントである「目的指向と全体俯瞰」「多様な専門知識を統合」などに適っていると考えられます。本事例のプロジェクト自体はIoTではなく、従来型の重要な業務専用システムですが、多くの外部システムと連携した「つながるシステム」です。そういう開発においてはインフラ製品の高度化に伴い、得てしてSierとしての対応がAPLとインフラで縦割りになりがちです。本事例では“統合レビュー”などで具現化された全体の力を組織的に統合する取組みが功を奏しており、システムズエンジニアリングの考え方にも合致するものとして、ご紹介させていただきます。