

システムズエンジニアリング 事始め ～実践事例に見るキーポイント～

IPA 社会基盤センター
エンジニアリンググループ グループリーダー
中尾 昌善

システムズエンジニアリングとは？

「システムを成功させるための複数の専門分野にまたがるアプローチと手段である」 JCOSE(Japan Council on Systems Engineering)

ここでいう「システム」は、コンピュータシステムにとどまらず、機械、電気機器、人間系（操作者）、環境など広い意味を表す。

以下では、システムズエンジニアリングを**SysE**と略記する。

航空・宇宙領域で確立した企画・開発のアプローチを汎用的に体系化したもの ⇒ 欧米を中心に発展



SysEを適用しない場合に比べて、最適に適用した場合
コスト、納期 ⇒ 凡そ70%、55%

SysEはどのような場合に役立つのか？IPA

多様な人の関わり

多様な利害関係者や専門家を含んだプロジェクトを実施しようとしている

付加価値の高いサービス

これまで単品の製品を開発し、一定の成功は収めてきたが、その製品を含めたより付加価値の高い総合サービスを実現したい

一段高い視点からの分析

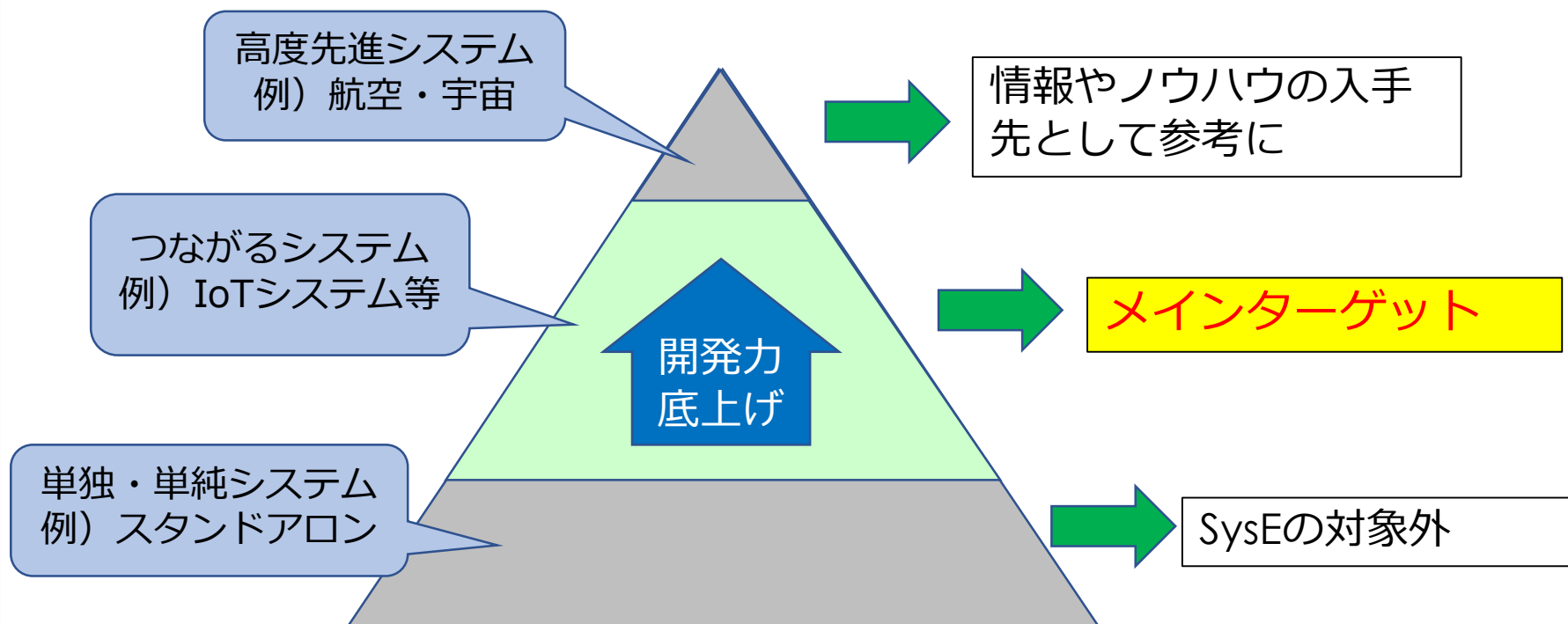
要件が決まればきっちり作る自信はあるが、自らの技術・製品を取り巻く環境を一段高い視点から分析しなければならなくなった



これらはまさに「IoT時代のシステム開発アプローチ」の要件

SysEの展開ターゲット

- ▶ 航空宇宙分野で確立されたシステムズエンジニアリングを、近年のIoTシステムのように、つながって多様化する一般的システムや製品の開発に適用し、開発力の底上げに寄与する



目的指向と全体俯瞰

- 解決策を考える前に本来の目的を明確に定義し、常に目的を意識しながら考える
- 視点と視野を変えながら全体を俯瞰して対象を捉える



多様な専門分野を統合

- 多様な専門分野にまたがった知見を統合し、全体としての特性や特徴をデザインしつつ目的システムを実現する



抽象化・モデル化

- 対象を抽象化・モデル化することにより、多様な専門分野の関係者の共通理解、本質理解の促進を図る



反復による発見と進化

- 適切に再評価とフィードバックを反復し、新たな解決方法を発見して段階的に明確化・進化させる



全体俯瞰に向けた俯瞰軸

時間軸

例えば、対象システム（製品）のライフサイクル全般を考える。

開発時、出荷後の初期設定時、利用時、休止時、更改時、破棄時

空間軸

例えば、対象システム（製品）の空間的利用環境を全て洗い出す。

物（影響のある範囲、つながる相手、・・・）、場所（国、寒冷地、交通網、・・・）、法律の制約 等

意味軸

例えば、誰が何の目的で利用するかを洗い出す。

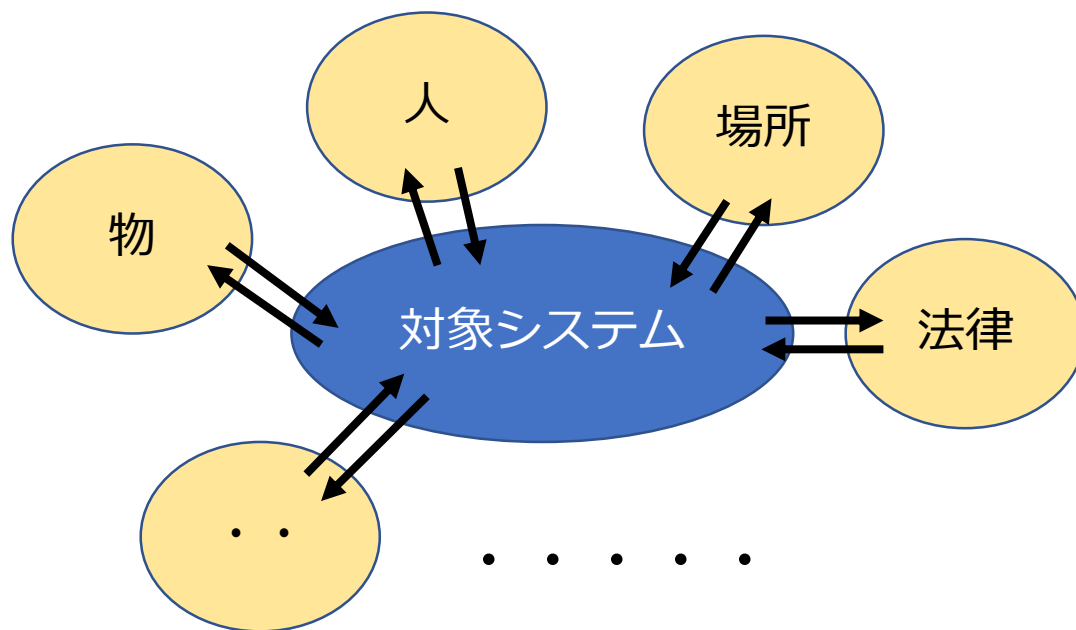
登場人物、各立場からの利用目的、利用条件、・・・

空間軸や意味軸を考えるには

コンテキスト図を書いてみよう！

対象システムとそれを取り囲む環境・関係性を洗い出す。

⇒新たに考慮すべき事項への気づき



【関係性の例】

- 人の行う操作
- 人に表示するメッセージ
- センサへのデータ取得指示
- センサからの取得データ送信

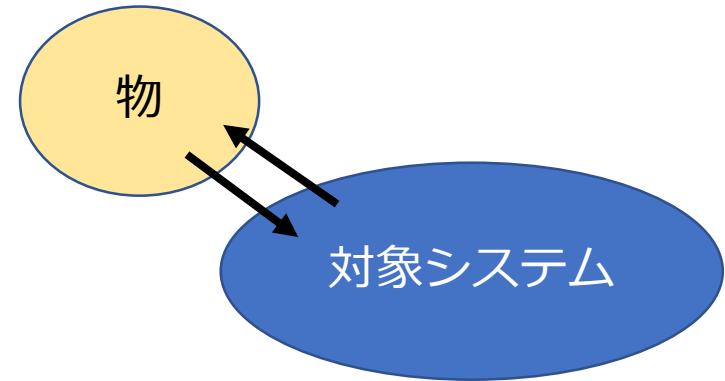
例えば、つながる物に変化が生じたら IPA

これまでつながっていた物は

スマホ、センサ、課金システム、
エンドユーザ端末、テレビ

つながる物が追加されたら

+ 自動運転車、+ 冷蔵庫

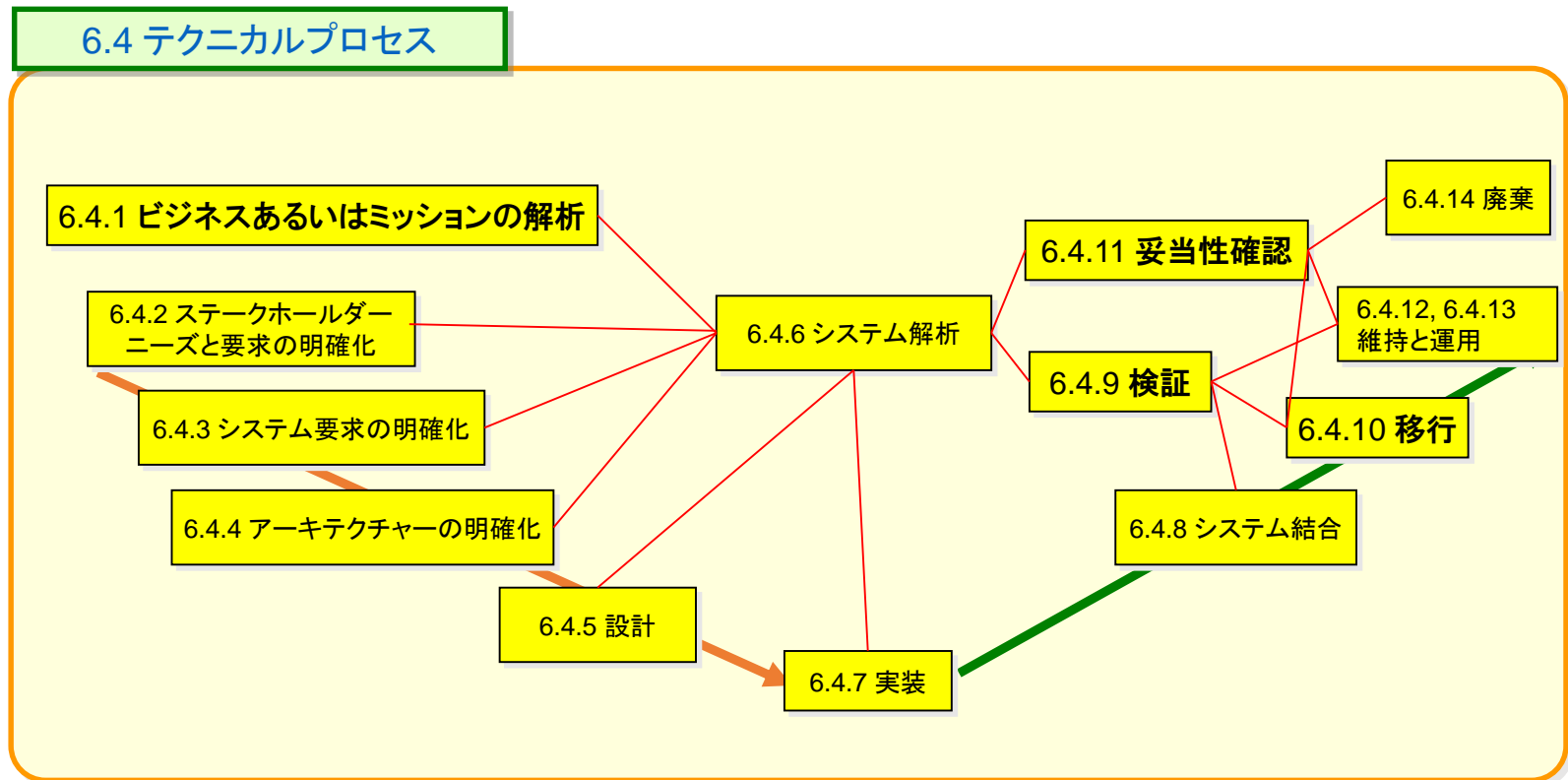


- 自動運転車が暴走したらどうしよう。
- 冷蔵庫が壊れたら何か対象システムに影響が？
- セキュリティも考えなきゃ。

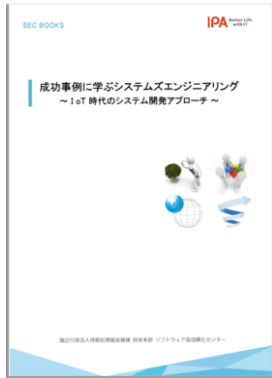
このように考えを巡らすことが、気づきや考え漏れ防止に

テクニカルプロセス概観

SysEのプロセスは、ISO/IEC/IEEE 15288 にて定義・解説されている。（下記は、その項番より抜粋）



「成功事例に学ぶシステムズエンジニアリング」の発刊 (2018年3月)



「成功事例に学ぶシステムズ
エンジニアリング」

- 特徴： 複数の事例分析を通じて、SysEのプロセスや重要ポイントを解説
- 想定読者： 製品/システム/サービスの企画・開発に取り組もうとするマネジメント層・リーダ・担当者

【入手方法】

- ①書籍
 - ・ 本日のブースプレゼンアンケートの回答と受付で交換（無料）
 - ・ アマゾンで購入（500円）
- ②PDF
 - ・ I P A の公開ホームページよりダウンロード（無料）

<https://www.ipa.go.jp/sec/reports/20180315.html>

扱っている事例

	事例	企業
1	多様な関係者を巻き込み、ステークホルダのニーズと要求を明確化し、全体を俯瞰し段階的に情報共有基盤を開発、拡張して、 地域活性化 につなげた。	富士通 総研
2	医療とITという複数の分野にまたがる複雑な問題に対して、抽象化・モデル化を活用した系統的なアプローチでセキュアな 電子お薬手帳 を実現した。	ソニー
3	自動車エンジン を全体最適の観点から設計し、個々の部品の物理設計に先行して機能開発することで、効率的に開発を進め、大幅な燃費向上を実現した。	マツダ
4	2世代先まで見通して、首都圏の高密度鉄道輸送を支える デジタルATC を実現した。移行や運用までも視野に入れて、試験時間帯の制約などの課題を克服した。	JR 東日本
5	ビジネスシーンを俯瞰し、ビジネス分析およびステークホルダ要求分析を行って、 スキャナー の新しいクラウド連携サービスを実現した。	キヤノン 電子

Webスキャンシステム企画開発事例 ～概要～

■ 背景

- 競合の激化
スキャナー市場の伸び悩み
新規参入メーカーと既存メーカーの間での競争
- ペーパーレス化の動きが加速
デジタルネイティブのデータの増加
紙を最初から使わないシステムの導入（例：インフォマートの電子取引）



■ 課題

- 他社との差別化
- 新たなスキャナーの使い方の提案



潜在的なニーズに対応し、マーケットの拡大を図る

Webスキャンシステム企画開発事例 ～アプローチ～

■ 対策の全体像

～ビジネスモデルの転換～

□ (旧)モデル

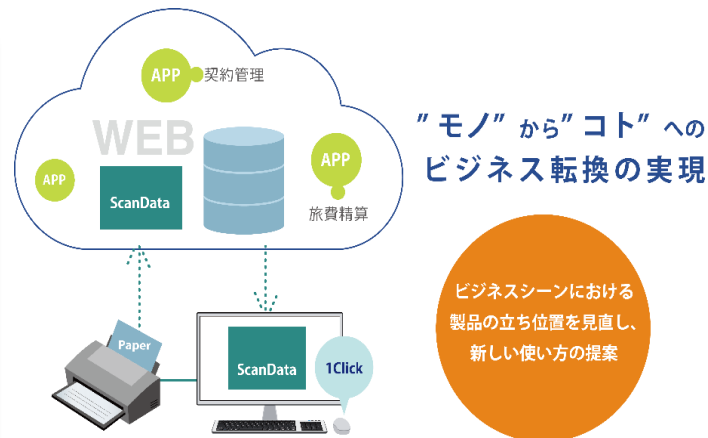
スキャナーを紙ドキュメントを電子化する機械として位置づけ

- 業務は意識しない

□ (新)モデル

スキャナーを使ってWebアプリケーションからワンクリックで使える電子化サービスを提供する

- 業務やワークフローを意識



タスクフォースを立ち上げて、ビジネスを俯瞰

あらたなビジネスの機会とステークホルダの発見

先進の米国でステークホルダへの
・ヒアリング
・要求の獲得
を実施

要求実現の為
プロトタイプ開発

レビューによる妥当性確認とトレーサビリティの確保

Webスキャンシステム企画開発事例 ～対策詳細～

1 ビジネスの俯瞰

- 事業横断のタスクフォースの立ち上げ
- 視点を一段上げて、スキャナーが使われるビジネスシーンを想定して検討
- ビジネスシーンでの対象と想定する業務にASP事業者が提供するクラウド上のサービスを活用しているケースが多くみられることに着目
 - **新たなステークホルダの発見**



市場規模が大きくかつASP事業の先進である米国での調査を実施



【SysEのポイント：目的指向と全体俯瞰】
【関連プロセス：ビジネスあるいはミッションの分析】

Webスキャンシシステム企画開発事例 ～対策詳細～

2 プロトタイピングによる反復

- ASP事業者から聴取した内容をベースにプロトタイプを作成
- プレゼンテーション・評価により詳細なニーズを発掘
プロトタイプモデルに反映するというルーチンを繰り返し、合意形成
 - 早い段階から齟齬を解消し信頼を獲得

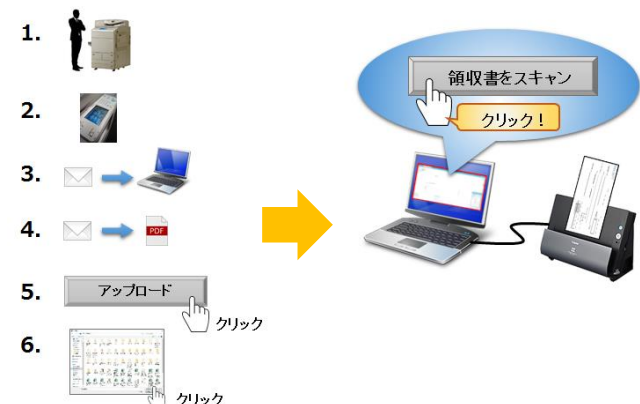
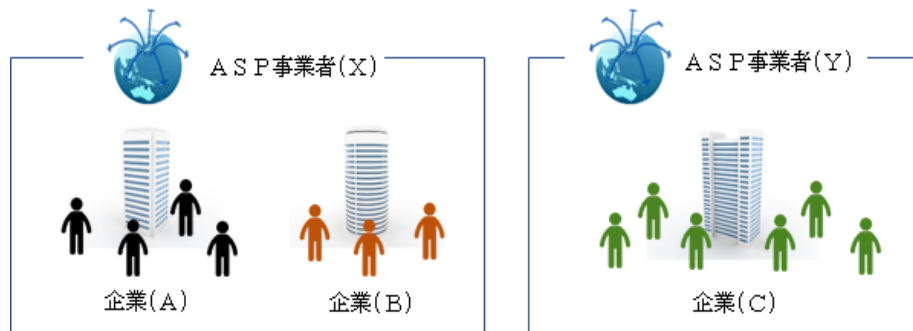


【SysEのポイント：反復による発見と進化】
【関連プロセス：利害関係者ニーズと要求事項の定義】

Webスキャンシステム企画開発事例 ～対策詳細～

3 ユーザーニーズを踏まえた機能提供

- エンドユーザーニーズを定義するにあたり、ASP事業者の背後には不特定多数の企業・ユーザーが存在することを考慮
- エンドユーザーのニーズの中で最大の関心事項が「コストの削減」
作業レベルに分解して、効果を確認
 - 作業工数を削減することでユーザーニーズ（「運用コストの削減」）を実現



【SysEのポイント：目的指向と全体俯瞰、抽象化・モデル化】
【関連プロセス：システム要求事項の定義】

Webスキャンシステム企画開発事例 ～対策詳細～

4 情報セキュリティの作り込み

- アーキテクチャを検討する中で、ASP事業者にとって特に重要な関心事が情報セキュリティであることが判明
- 要求段階から検討して情報セキュリティの作り込み
 - 既存の部門に加えて、Web技術者やセキュリティ技術者などの知見を結集

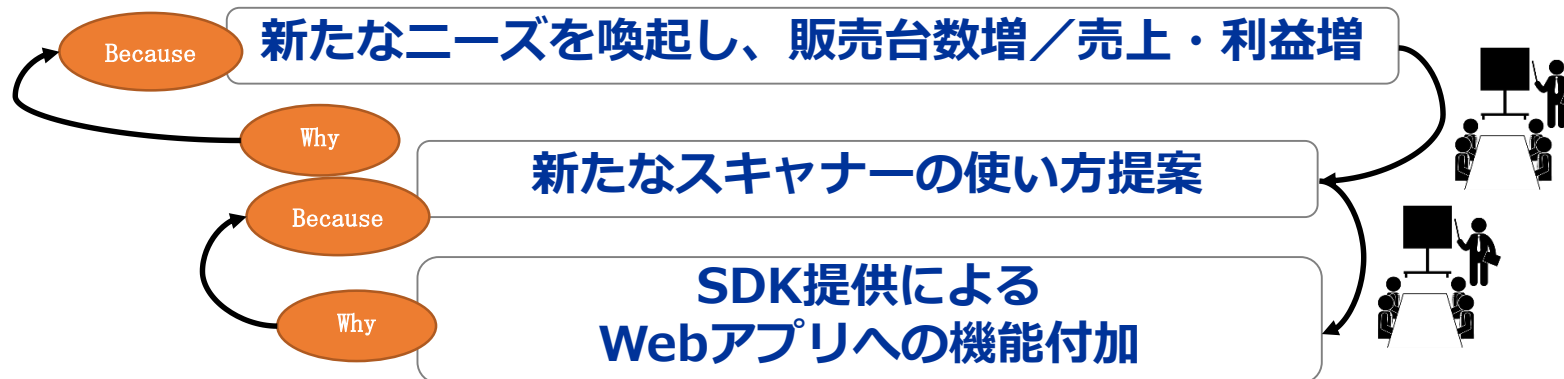


【SysEのポイント：目的指向と全体俯瞰、多様な専門分野を統合】
【関連プロセス：システム要求事項の定義】

Webスキャンシステム企画開発事例 ～対策詳細～

5 トレーサビリティの確保

- ビジネス要求を実現するということを念頭に随時レビューを実施し、方向性やリスクの確認
- 決定事項には常に決定に至る理由を明記
 - 双方向（ビジネス要求⇔システム要求）のトレーサビリティを確保



【SysEのポイント：目的指向と全体俯瞰】
【関連プロセス：妥当性確認】

まとめ

以下を行うことが、SysE実践に有効である。

- コンテキスト図を作成し、全体俯瞰をする
- 「プロセス軸」と「SysEのポイント軸」の交点で対策を練る

		ポイント				
		目的指向と全体俯瞰	多様な専門分野を統合	抽象化・モデル化	反復による発見と進化	その他
テクニカルプロセス	(6.4.1)【ビジネスあるいはミッションの分析】	・スキャナーが使われるビジネスシーンを見直し→市場規模が大きいASP事業に着目した	・他部門から決定権限者を招聘し、従来の発想にとらわれない視点でビジネスシーンを観察することにした→ASP事業者という新しいステークホルダを設定した			
	(6.4.2)【ステークホルダーニーズと要求の定義】	・ASP業者の最大の関心は、セキュリティであることが判明 ・ASPユーザーの最大の関心は、コスト削減であることが判明			・ASP事業者から聴取した内容をベースにプロトタイプを作成し、プレゼンテーション・評価により詳細なニーズを発掘した	
	(6.4.3)【システム要求の定義】	・ASP事業者の最大の関心であるセキュリティに対応するために、事前にリスク評価を実施した上でプロトタイプの製作に着手した	・新たなマネジメントのもとに既存の開発部門に加えて、Web技術者やセキュリティ技術者などの知見を集め合意形成活動を進めた	・ユーザー業務を作業レベルに分解してBefore/Afterの形で整理した。作業自体を減らす又は負荷軽減することができると明らかにした		
	(6.4.11)【妥当性確認】	・ビジネス要求を実現するということを念頭に随時レビューを実施した				
	その他	・決定事項には常に理由を明記した。理由を明記することでビジネス要求側からシステム要求側へのトレース、逆にシステム要求側からビジネス要求側へのトレースを確保した			プロトタイプ開発で合意形成を図ることにより、両者の祖語の解消と信頼の獲得を目指した 米国のみに特化したニーズについてはフィルタリングすることでシンプルな仕組みとした	

例：Webスキャンシステム企画開発

「ITSS+（プラス）」のお知らせ

第4次産業革命に向けた

スキル変革の羅針盤 ITSS+

ITSS+

IoTソリューション領域

アジャイル領域

データサイエンス領域

セキュリティ領域

学び直し

スキル強化

ITスキル標準（ITSS）

情報システムユーザー
スキル標準（UISS）

詳しくはこちら！

ITSS+



<http://www.ipa.go.jp/jinzai/itss/itssplus.html>

ご清聴ありがとうございました。