

CIGSエネルギー環境セミナー

宇宙開発分野のイノベーション
現状と課題

平成29年5月19日

岩渕 泰晶

紹 介

- 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
研究開発部門 主任
- 米国コスト評価学会 国際幹事
- 特定非営利活動法人 日本コスト評価学会 理事

<専門>

： 技術経営、プロジェクトマネジメント、システムデザイン

<日米(NASA・シリコンバレー)比較>

： 比較対象 ⇒ 政府、ベンチャー、地域、男女共同

東京大学 公共政策大学院、青山学院大学 経済学部・理工学部
早稲田大学 理工学部 他で各種講義

- ✓ 国際標準コスト評価知識体系ガイド 主筆
- ✓ 資格 ： プロジェクト・マネジメント・プロフェッショナル
- ✓ 資格 ： プロフェッショナル・コスト・エスティメーター・アナリスト

Introduction

<光学機器/複写機(異分野)と宇宙開発の例>

(共通性 = 精密機械、熱環境、振動、構造、制御、画像処理。。)

- ・ ニコン
： 高精度な光学設計・加工技術 ⇒ 地球観測衛星、天体観測衛星
- ・ キヤノン電子
： 姿勢制御、レンズ、CMOSセンサ、画像処理 ⇒ ロケット/小型衛星開発
- ・ 富士ゼロックス
： 精密機械への微粒子混入(トナー) ⇒ 月/火星レゴリス分析とローバー

<グローバルと宇宙の相性>

安全保障、宇宙条約、国際宇宙ステーション(21か国)、宇宙デブリ、隕石
災害、気象、地球環境、温暖化、通信・測位 ⇒ 主に衛星データ利用

<戦略研究と宇宙>

DoD/DARPA と NASA の補完関係 + RAND他の各種シンクタンク

宇宙開発の国際的な拡がり

<東西冷戦下>

アメリカ、ソ連の2極 : 軍事＋国威発揚



<1989年(1991年ソ連崩壊) 冷戦終結>

国際宇宙ステーション : 米国1極＋欧州＋日本(1998年露参加) ⇒ 4極へ

<2011年スペースシャトル退役(2003年コロンビア事故) COTS(商業輸送)>

グローバル(シリコンバレー)企業 : スペースX、Google、Amazon。。。



<新興国>

中国 : 2003年有人宇宙飛行(露、米に次ぐ)

2022年中国宇宙ステーション完成予定、2030年代有人月着陸予定

(※)国際宇宙ステーション2024年まで。日本の有人探査は検討段階

インド : 大型ロケット、科学/探査/実用/測位衛星(有人は研究段階)

東南アジア : インドネシア⇒ロケット/衛星所有 (※)韓国ロケット打上成功

マレーシア/ベトナム/シンガポール/タイ⇒衛星所有

最新の宇宙国際情勢

<アメリカ>

トランプ政権 ⇒ 地球温暖化関連の冷遇 ⇒ 一方で、内需拡大の意向
⇒ スペースX他の宇宙ビジネスに追い風。

⇒ 火星重視から月での国際協力へ ⇒ 月重視の欧州、日本は歓迎

<欧州> 現時点でBrexitの影響は見られない。孫正義: OneWeb社投資

<ロシア>

2017年、日露首脳会談で以下の8項目の経済協力プラン。宇宙も協力事項。

医療、都市環境、中小、エネルギー、生産性、極東開発、先端技術、人的交流

<中国>

国際宇宙ステーション(中国含まず)や民間による国際枠組みへの警戒を示す。

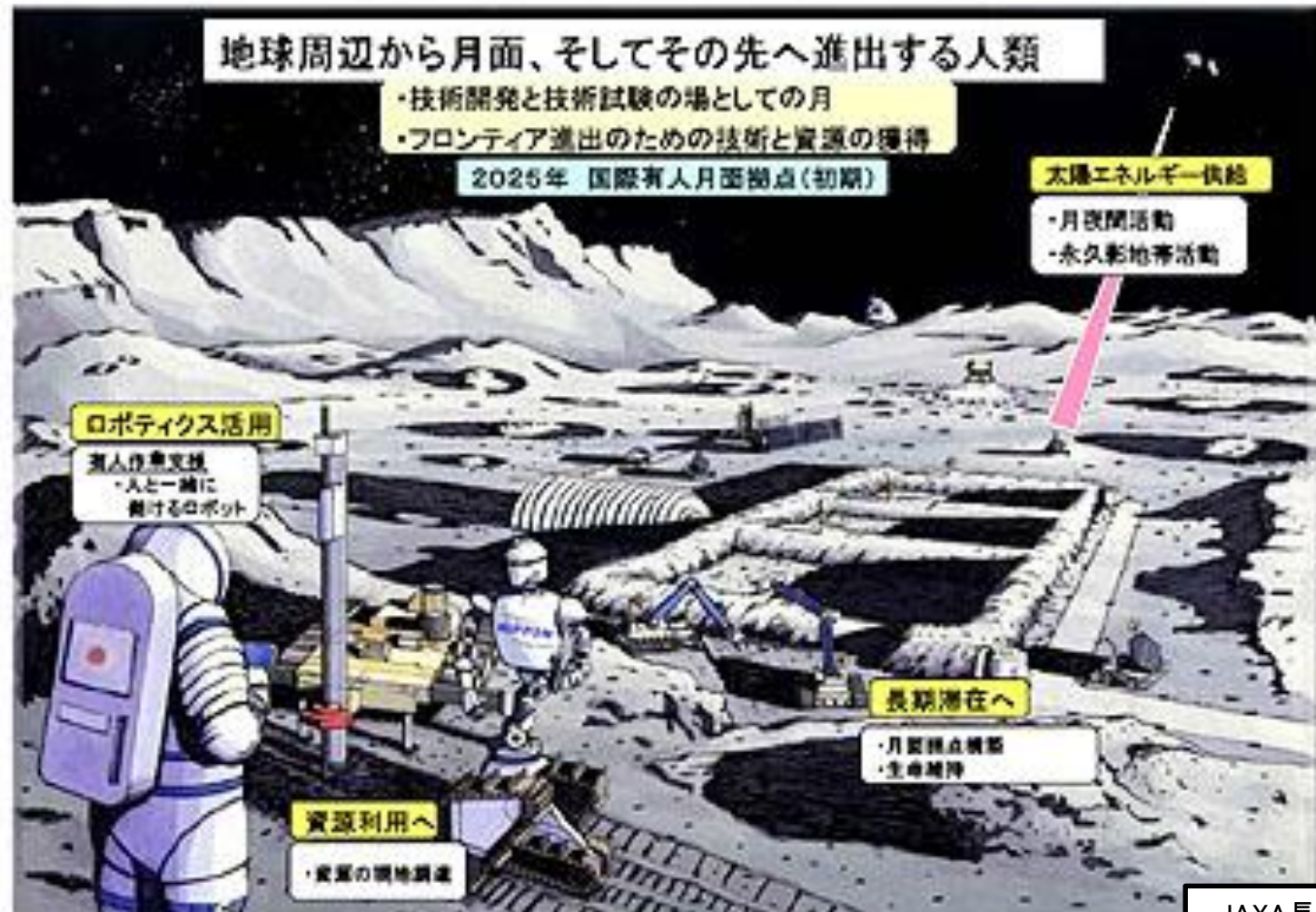
(※) 2017年、米国での第33回スペースシンポジウム

初めて露長官、中国副長官が出席。インドも次回参加を検討中。

<東南アジア> 衛星データ利用 ⇒ 自国小型/中型衛星

宇宙活動領域の拡大(探査+有人)

将来の月探査・利用活動(イメージ)

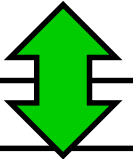


JAXA長期ビジョンより

宇宙活動領域の拡大(探査＋有人)

<宇宙活動領域拡大「惑星探査＋コロニー」>

- (1) 基礎研究(理学系)⇒応用(ナノテク、ライフ、新素材等)
- (2) 資源(水、鉱物)
- (3) 有人生存圏/自律(工学系、生命維持、医療、心理、AI、ロボット等)



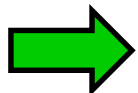
<探査・有人 今まで>

- アメリカ : 1998年国際宇宙ステーション、定期的な月周回・火星探査
- ロシア : 1971年宇宙ステーション
- 欧州 : 2000年代オーロラプログラムで火星着陸等
- 中国 : 2007年月周回、2011年宇宙ステーション、2013月着陸
- インド : 2008年月周回、2013年火星周回

他に「宇宙空間」あり
⇒ 軌道上サービス
(工学/ロボット等)

<探査・有人計画 : アメリカ>

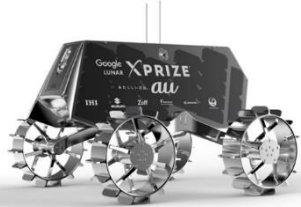
- 2004年 ブッシュ政権「宇宙探査ビジョン(VSE)」: 有人月探査含む
- 2007年「国際宇宙探査協働グループ(ISECG)」発足: 14宇宙機関、法的拘束力無
- 2010年 オバマ政権でコンステレーション計画中止: 「新宇宙探査戦略」
- 2011年 ISECG「国際宇宙探査ロードマップ(GER)」初版: 小惑星・月→火星案



2020年代(ロボットから)有人月へ ⇒ 2030年代以降有人火星へ

宇宙ロボット

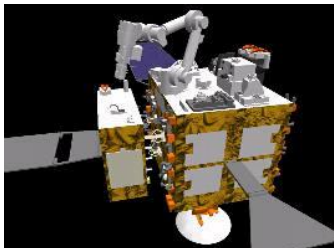
<https://team-hakuto.jp/>
月探査ローバ



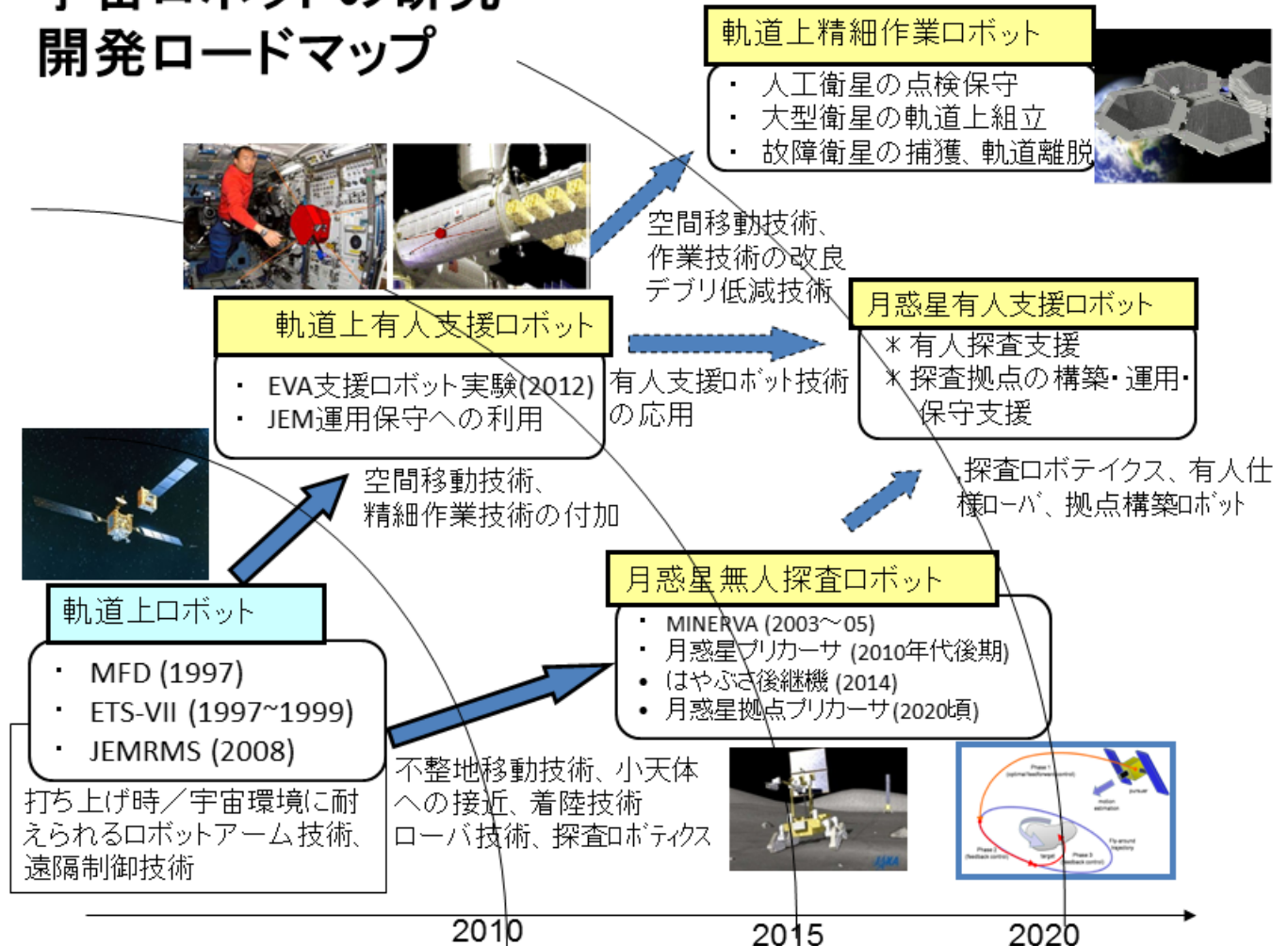
国際宇宙ステーション
日本実験棟(きぼう)
マニピュレータ



きく(ETS)7号
(おりひめ・ひこぼし)



宇宙ロボットの研究 開発ロードマップ



JAXA HP : http://robotics.jaxa.jp/rbt/2_types.html

海外 宇宙事業に取り組むベンチャー

- リチャード・ブランソン (英Virgin 創業者)
Virgin Galactic: 史上初の宇宙旅行ビジネスを目指す。
 - イーロン・マスク (米Paypal、米TeslaMotors 創業者)
スペースX社 (ロケット、宇宙船)
(※) 学生時代「人類の将来にとって最も大きな影響のある問題は何か」と考えた結論が「インターネット、持続可能なエネルギー、宇宙開発」であり、電気自動車、太陽光発電、宇宙ロケットを目指す。
 - エリック・シュミット (米Google 会長)、ラリー・ページ (米Google共同創業者)
Planetary Resources: 小惑星資源探査
X Prize 財団 (Google Lunar X Prize: 月面無人探査国際レース)
- ⇒ 米Google社の宇宙関連企業の買収
- ・ 無人機 (ドローン) 企業の米Titan Aerospace
 - ・ 超小型衛星ベンチャーの米Skybox Imaging

海外 宇宙事業に取り組むベンチャー

- ポール・アレン(ビル・ゲイツと共にMicrosoft 共同創業者)
空中発射ロケットの米ストラローンチ・システムズ(Stratolaunch Systems) 創業。
民間初の有人宇宙飛行船スペースシップワン(Space Ship One)出資。
- ジョフ・ベゾス(Amazon.comの創業者)
低価格の宇宙旅行を目指したブルーオリジン社(宇宙船)創業。
サターン5 F1エンジン(大西洋水深4,300m:アポロ11号)発見。回収計画。

- ✓ 米国を中心とした民間主導型の宇宙ビジネスが開始。
- ✓ 従来のような国家主導の重厚長大プロジェクトではなくITベンチャー企業が投資対象。
- ✓ シリコンバレーにおける IT、エレクトロニクス、ロボティクス等分野融合(IT+宇宙等)。
- ✓ 小型衛星、惑星探査・移住、資源探査・調査、宇宙旅行等、ビジョンも拡大。

主な宇宙賞金レース

<Ansari X Prize>

Xプライズ財団(X PRIZE Foundation)が運営。

民間世界初の有人弾道宇宙飛行を競うコンテスト。賞金1,000万ドル(10億円)。

2004年、スペースシップワン(SpaceShipOne)が賞金獲得(100km)。

(※)スペースシップワン : スケールド・コンポジッツ社の有人宇宙船。

<Google Lunar X Prize>

「Lunar Lander Challenge」月着陸船の開発コンテスト。賞金総額200万ドル。

「Space Elevator Games」軌道エレベータの技術コンテストも実施。

(※) 宇宙フロンティア財団(Space Frontier Foundation)

1988年、宇宙開発専門家らが創設。民間宇宙開発推進が目的。非営利組織。

Ansari X Prize、スペースシップワン、ロバート・ビゲローの宇宙ホテル等を支援。

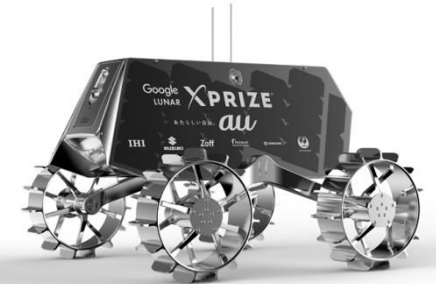
日本の宇宙ベンチャー



ロボット、宇宙資源



<https://team-hakuto.jp/>



Googleがスポンサーとなり、XPRIZE財団によって運営される月面探査の国際賞金レース。民間組織による月面ロボット探査を競い、優勝チームには2000万ドルの賞金が付与。HAKUTOをはじめ、世界10カ国以上から16チームが参加。

Google Lunar XPRIZE「モビリティサブシステム中間賞」を2015年1月に受賞。賞金50万ドル獲得。



衛星製造/データ利用



科学/エンタメ



<http://star-ale.com/>

<https://www.axelspace.com/>

日本の宇宙ベンチャー



デブリ/軌道上サービス



<http://www.ideaosg1.com/>

<http://www.istellartech.com/>

打上サービス

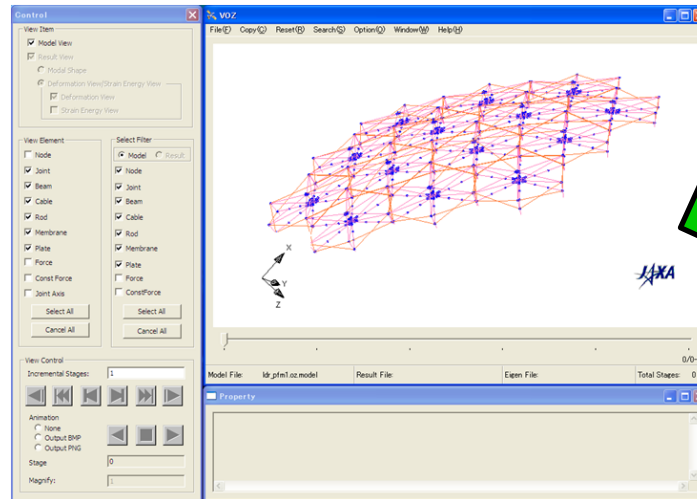
InterStellar Technologies Inc.



JAXAベンチャー

Origami/ETS

Origami/ETSの 解析画面例



きく8号の軌道上想像図

(参照: http://www.jaxa.jp/projects/sat/ets8/index_j.html)



■事業名: 柔軟多体構造解析プログラム (Origami/ETS)

■事業の背景

建物の倒壊解析や車の衝突変形解析等の民間用途。

■事業概要

- ①本ソフトウェアと他の既存解析プログラムとのインターフェースや新規機能の開発
- ②既存解析プログラムに本ソフトウェアの機能を付加できる既存解析ソフトウェアとのIF付Origami/ETSのライセンスのリース
- ③保守・サポート業務

- ・ 宇宙開発関連
- ・ 建設・設計・エンジニアリング
- ・ 自動車産業
- ・ 航空産業
- ・ 医用生体工学
- ・ 産業用機械

通信衛星コンステレーションとは

全世界70億人に通信、教育、金融決済システム、市場・流通化を！

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/15/071500173/090100006/>

Nikkei Business Publications, 2015.9.7

「通信衛星コンステレーションは世界に何をもたらすのか」松浦晋也

通信(スカパー)・放送(BS、WOWOW)衛星：静止軌道(3万6000km)、最低1機
アンテナ固定、携帯(小型端末)・高緯度・音声通話(時間のずれ)が困難。

通信衛星コンステレーション(星座)：低軌道(400～800km)

多衛星で世界を覆う通信衛星システム。衛星は数分で通過、衛星切替で通信。
高緯度含む全世界で、携帯(小型、移動)端末と音声通話が可能。

現在、以下の2つの計画が進行中。全世界72億人(or 発展途上国30億人)対象

- ・ グレッグ・ワイラーのワンウェブ社(ヴァージン/クアルコム/エアバス)：700機
- ・ イーロン・マスクのスペースX社(グーグル/フィディリティ)：4000機

映画「アイアンマン」のモデル。PayPal、スペースX、テスラ・モーターズ他を創業。各CEO。
「全車EVに」、「激安で宇宙へ」、「太陽光を主役に」、「ジェット機より早く(鉄道)」

宇宙機・機器開発の特徴

<いったい何が難しいのか？>

✓ 大規模でかつ複雑なシステム

例) 部品点数 H-IIAロケット:約30万点、環境観測技術衛星:約25万点
「きぼう」(JEM):約200万点(cf: 一般乗用車:約2~3万点)

✓ 少量・多品種生産 : 年間1~2機の打上げ。

✓ 特殊な環境(微小重力、超高真空、放射線といった宇宙環境 等)

振動、熱、放射線、真空(材料等からのアウトガスが機器に付着等)

✓ 実使用環境下での試験が困難

✓ 修理が不可能(可動部等)

信頼性(試験、冗長系、TRL、マージン、教訓化と水平展開、品質/工程管理)
サバイバリティ、技術ロードマップ。。。)

宇宙開発に必要な技術分野の例

<工学系>

(1) 手法

- ・ 経営 : 技術経営、プロジェクトマネジメント、システムズエンジニアリング
- ・ 現場 : 品質試験手法(IV&V)、安全設計(stamp)、コスト管理(EVM)
TRL(技術成熟度)モデル。。

(2) 宇宙環境適応

- ・ 小型軽量化(素材、構造⇒展開アンテナ等、ワイヤレス、MPU等)
- ・ 耐放射線、耐熱、耐振動/衝撃ほか

(3) 要素技術例

- ・ 推進系 : 固体/液体燃料、オール電化、LNG、水素、原子力
- ・ (姿勢等)各種制御
- ・ 電源/電力 : ニッケルカドミウム、リチウム、太陽電池、冷凍機
- ・ 半導体/部品/材料 : ガリウム砒素、シリコン、ダイヤモンド
- ・ 構造/通信/データ処理 : ワイヤレス、オンボード処理、ロボット(自律性)

宇宙開発に必要な技術分野の例

<有人系>

- ・ 生命維持(空気/水再生、廃棄物処理、食料)、医療、心理

<理学系・事業系>

- ・ 光学ミラー、レーダー、通信、測位(GPS)等
 - * 宇宙を利用して一次産業を二次・三次産業化へ
(例) 農業:トラクター自動運転、林業:マッピング、水産業:魚群、海難
- ・ 衛星データ利用技術(シリコンバレー/ベンチャー参入で利用が拡大)
 - * 水・雲⇒大気⇒陸・森林・海洋、通信⇒測位/インターネット
 - * 膨大なデータ処理とメガプロジェクトのシステムズエンジニアリング
⇒ ビッグデータ、AI、FINTECH、自動運転等
 - * 衛星データを利用した投資や経済分析
⇒ ナウキャスト(夜光と経済状況)、農作物収穫予想
駐車場空き状況、石油タンク屋根の高さや搬入から在庫・売上を予測

事例 : 補足資料参照

内閣府 衛星データビジネス利用 事例集

<日本の宇宙開発：政府意思決定機関>

- ・ 内閣府宇宙戦略本部(本部長:安倍晋三内閣総理大臣)
- ・ 宇宙開発委員会(内閣総理大臣諮問機関:葛西敬之委員長)

<内閣府「衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集」>

- ・ 海外衛星データが中心
- ・ 高価な国内衛星データ

⇒ 技術的難度というより、業界・行政の縦割り等による宇宙参入回避

⇒ ビッグピクチャー、ポートフォリオ、事業ロードマップ等が必要

そして国際競争力には、将来ビジョン/戦略性が必要

(※) 日本では、イノベーション＝グローバルニッチトップ的だが、
アップル、グーグル、アマゾン は短期間で世界企業に成長
ビジネスモデルに加えて、会社設立時から世界観(大義)が必要

宇宙の特性：全球的フレームワーク

<課題対応型の連携>

- 地球環境、温暖化：空気(CO₂、O₂等)、水、陸、森林、海洋。。
 - * 京都議定書/パリ協定
 - * 北極航路。。
- 災害：各種国際連携
- 隕石：米国でハザードレベル等を規定
- 安全保障：輸出入(ミサイル技術/ITER、分解能、デュアルユース)
- 宇宙環境：宇宙デブリ、惑星資源、周波数帯混雑、法的課題
 - * 国連宇宙空間平和利用委員会(71カ国)
 - * 宇宙条約(署名批准100カ国以上)

宇宙の特性：全球的フレームワーク

<積極開発型の連携>

- ・ 科学ミッション(各種共同開発)
- ・ 国際宇宙ステーション(21カ国)
- ・ 国際宇宙探査協働グループ(14機関)
- ・ 各種フレームワーク等 : 国際宇宙航空連盟/国際宇宙会議(47カ国)

<Game Change>

- ⇒ 全世界70億人にインターネット通信環境を！
- ⇒ 月/火星へ！ 2015年米国宇宙法では所有権を容認化
(※) ルナエンバシー社(月/火星土地販売)
資源所有禁止の月協定は。。。

宇宙の特性：全球的フレームワーク

<地球を俯瞰：地域から地球まで>

国際的なフレームワークやスタンダード

- ・ 安全保障、国際法、領土、資源
- ・ ものづくり：技術経営、プロジェクトマネジメント、システムデザイン
- ・ 投資：プロジェクトファイナンス ・ 金融：クラウドファンディング

<科学的で定量的>

力の強弱による政治的駆け引きや前近代を排除

<未来志向と挑戦志向（イノベーション）>

- ・ シリコンバレー/クラスター形成による以下
 - * 地域振興、産業振興、科学技術立国、ベンチャー育成
- ・ リスクと不確実性、夢の宇宙、メガプロジェクト
 - * ロボット技術（原発対応は困難）＋宇宙工学、廃炉まで40年（後継者）

宇宙開発から見えてくるもの

民主制：完全な人は存在しない、人は必ず間違えるもの、絶対はない

オープンな議論、合議、選挙、法治、権力分立など成長する仕組みが重要。

人は多様性が当然。多様性は多様な失敗をデータベース化できる強みのはず。

実際にはガバナンスの困難さで、宗教、独裁、貴族制など反動。解決策は何か？

民主制



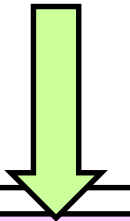
多様性



ガバナンス
が困難



プロジェクト
マネジメント
活用



(1) 共有できるわかりやすさ

宇宙など、ものづくりの世界で培われてきたプロジェクトマネジメント。

リスク、チーム、パフォーマンス、コストなどを統合化する。

ものづくりの「プロジェクト」は知識体系化により共有化できるわかりやすさがある。

宇宙開発はロケット打上げ等、困難な仕事でかつ成否が明確、子供でも評価可能。

(2) 欧米の先進国、民主主義先進国で実施

持続的改善のためベンチマークが必要。「宇宙開発は常に欧米をベンチマーク」

(3) 政府と民間、国内と海外で関係性

政府等の「公的機関」は、日本全体での共有化と競争力強化の使命がある。

近代品質理念(クロスビー)

：品質は計画・設計・作り込みにより達成されるもので検査ではない

日常

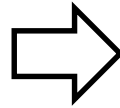
日本が苦手な「マネジメント」を克服し「知識体系化」することが国力回復の鍵

ベンチマークとしてNASA(及び米政府)

22

宇宙開発の特殊性と日本の宇宙機関の対応例

日本の宇宙機関(JAXA)の例



⇒ 相対的には技術経営

わかりやすい成否

子供にでもわかる成否とマスコミの関心事 ⇨ 打上げ

⇒ サクセスクライテリア (エクストラ/フル/ミニマム)

⇒ 緊張間と気合いや根性、チーム意識と縦割り回避

日常的な海外比較
(国際的な競争と協力)

大規模、長期間、一発勝負、複雑、極限環境、新規開発

巨大プロジェクト

⇒ 技術ロードマップ

⇒ システムズエンジニアリング

長期スケジュール

(要求分析、運用コンセプト、フェーズプランニング等)

⇒ プロジェクトマネジメント (組織、教育、人事、ガイド等)

困難な事業

⇒ 最先端手法の調達手法の導入

(RFP : Request For Proposal、EVM : Earned Value Management 等)

イノベーション

⇒ 欧米宇宙機関との継続的なコミュニティと各種交流

官民連携(民間手法)

現場を持つ機関として日本政府内での特異な位置付け

⇒ 民間の技術経営手法の適用

ものづくりと品質保証

(審査会、品質・設計標準類、IV & V等)

欧米イノベーションの背景

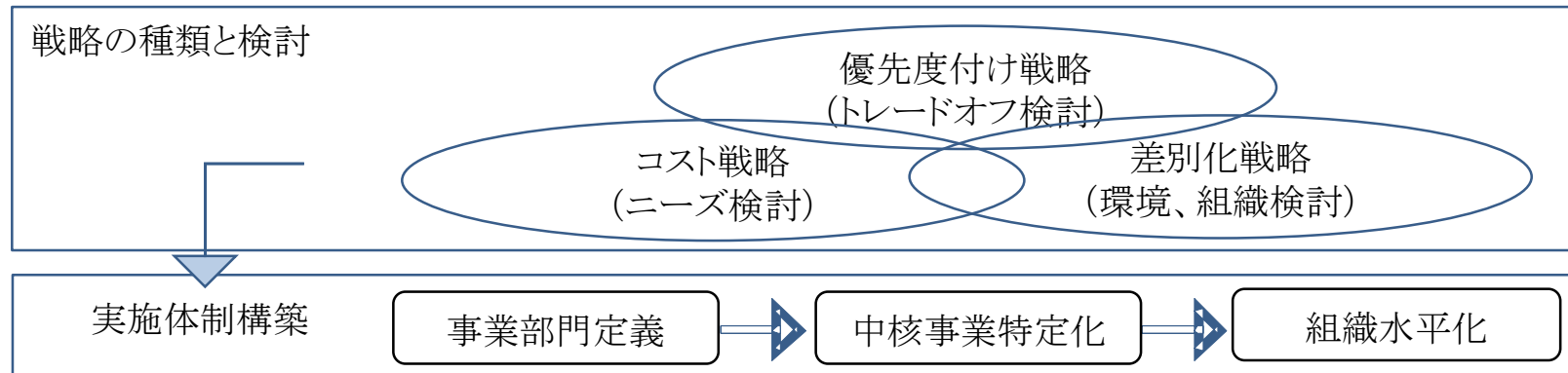
1990年代欧米
プロジェクトマネジメントの社会拡大

地域（クラスター理論） 官民マネジメントに差はない

「国の競争優位」([1992](#))にて、産業に影響を及ぼす「**国家**」の4つの特性として以下。

- ・ 生産要素（競争的地位を可能にする国としての技術力やインフラがあるか）
- ・ 需要条件（市場での需要があるか）
- ・ 関連産業と支援産業（国内に関連産業、支援産業が存在しているか）
- ・ 企業の戦略、構造、ライバル間競争（市場での競争、戦略等はあるか）

また、「**地域**」における知的・産業集約効果を示した**クラスター理論**は、その後多大な影響。



生産性を中心とする物的価値だけでなく、**国や地域**の仕組みも含めた様々な要因から競争優位が構築されることを説き、**政府や地域でも民間的な経営やマネジメントが必要**であることを示唆したマイケル・ポーターの理論が1990年代以降普及したことも、政府による進化型手法の拡大に影響を与えていると考えられる。

ピーター・ドラッカーは「非営利組織の経営」(1991)にて、むしろ、非営利組織にこそマネジメントの本質がある、と言っている。

クラスター：シリコンバレー、ハリウッド、ニューヨーク、ボルドー

明治維新時から進化していない インフラ(箱もの)・カタログ型の会計、調達、評価システム

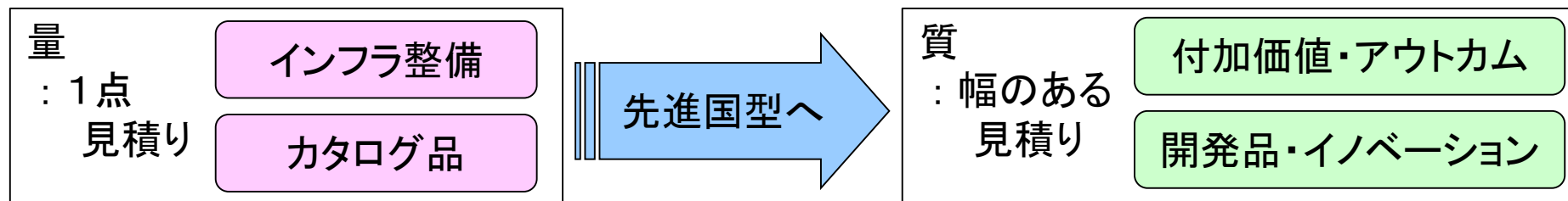
単価、1点、積み上げ法の見積りからのブレークスルー

明治22年からの会計法は、微細な変更に残り大きな変更がない。単価オリエンテッドでインフラ整備や安値大量生産的な既存カタログ品を主軸としたいわゆる途上国としてのコストマネジメント(会計、調達、評価等)の仕組みとなっている。

これらは明治期、高度経済成長期、バブル期といった直線的な量的拡大志向、箱もの行政と言われるものを助長する。

明治期の富国強兵、戦後の復興とゼロからインフラを作り出す日本の高い能力は歴史が示しているが、その後質の高いものをcreateする段階で躓くことになる。

これらの仕組みは、日本が先進国、民主主義国として量より質を高めたイノベーション型、付加価値型の成長戦略へシフトする際の障害になる。



経済産業省 FY26概算要求「経済産業政策の重点」より抜粋
「技術で勝ってビジネスで負け」

米国政府：90年代進化型の政策評価、資源配分、体制

マックス・ウェーバーの近代的官僚制度。対象は法律か国・国民か ⇒ 「その両方へ」
⇒ 1993年ゴア報告書「官僚主義から結果主義へ (From Red Tape to Results)」 スタッフ250名

1990年代の財政と不況の双子の赤字への解消策。

1993年ゴア報告書「官僚主義から結果主義へ (From Red Tape to Results)」スタッフ250名

同年 NPR (国家業績レビュー)、GPRA (政府業績結果・評価法)

- ・ 従来の予算評価から、実績評価の視点に切り替えた点で画期的。
- ・ クリントン・ゴアによる政府全体への「TQM」 → トヨタ開発手法等
- ・ PM (プロジェクトマネジメント) と EVM (出来高マネジメント) を事業評価、資源配分に活用

ゴア報告書

Creating a Government

(日本以外の) 欧米先進国でPM・EVMが発展・普及

米国大統領府予算管理局 (OMB) 作戦会議室 (War Room)
： 赤青黄色で事業の計画・実績 (進捗) を比較

- * Do things rightly (物事を正しく行う) → Do the right thing (正しいことを行う)
- * プロセスの正しさ (法律・会計法上の適正) → 内容の正しさ (パフォーマンス、アウトカム)
- * 部分最適 → 全体最適 、 Verification (検証) → Validation (妥当性確認)

第二次大戦後、日本はデミングに品質管理を学び、QC活動を成功。成果を欧米が学び、経営や社会に範囲を拡げ、TQMやISOが開花。そして、政府へのTQMの適用として、GPRA (政府業績結果・評価法)、NPR (国家業績レビュー) がある。米国が、日本から謙虚に学んだ成果。

米政府 進化の体制 ダイバーシティ(多様性)

米国のNPR(国家業績レビュー)は、民のプロジェクトマネジメントやトータル・クオリティ・マネジメント(TQM)といった経営のベストプラクティスを国に適用したもの。

米国では、**国防総省**や**NASA**が、現場からのベストプラクティスを提言している。

これらのベストプラクティスの共有は、関連する製造企業、**RAND等のシンクタンク、ハーバード、スタンフォード、マサチューセッツ工科大学等の大学等**との連携で構築されている。

それらは、**FAR(連邦調達規則)、GPRA(政府業績結果・評価法)**等で**法定化**される。

そして、**OMB(大統領府予算管理局)、GAO(連邦政府監査院)**等が、国防総省やNASAから学び、国全体のプロジェクトマネジメントオフィス(司令塔)的に、政府全体に適用し、国全体の成長戦略につなげている。日本でもそうした体制が必要。

このように、国全体での共通言語化の役割を担う公的機関が、現場を理解し、政府全体でのプロジェクトマネジメントオフィスの役割を果たす体制が必要。現場に近い政府機関が、関連する製造企業やシンクタンク、大学等と連携して、現場や実践の理論を提供する一方、司令塔としての政府機関が法令で標準を定め、実施することが望まれる。

○ **OMB: 米国大統領府予算管理局**

大統領府: 予算部門が実績重視

立法府: 実績部門が予算重視

- * ストラテジックプラン、CARD(コスト分析要求記述書)、EVM実績評価
- * ライフサイクルコスト、独立見積り、多点見積り(信頼水準)、PERTでプログラム評価

○ **GAO: 2004年 会計検査(Accounting)から説明責任(Accountability)へと名称変更**

- * プログラム(政策)評価、統合データベース、パラメトリック見積り、リスクマージン、EVM実績評価

コンフリクト解決 チェックアンドバランス

<PMO(Project Management Office)> コンフリクトの調整役であり司令塔

民主制(権力分立)

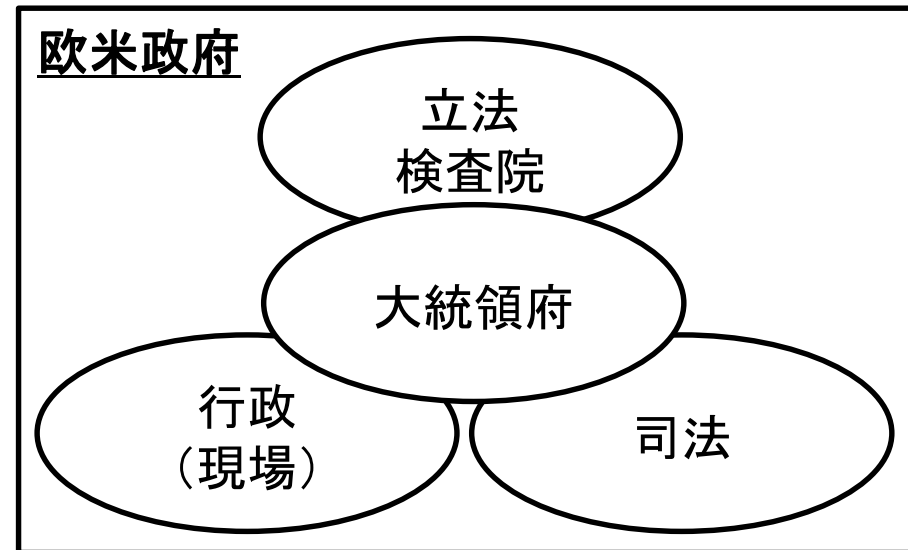
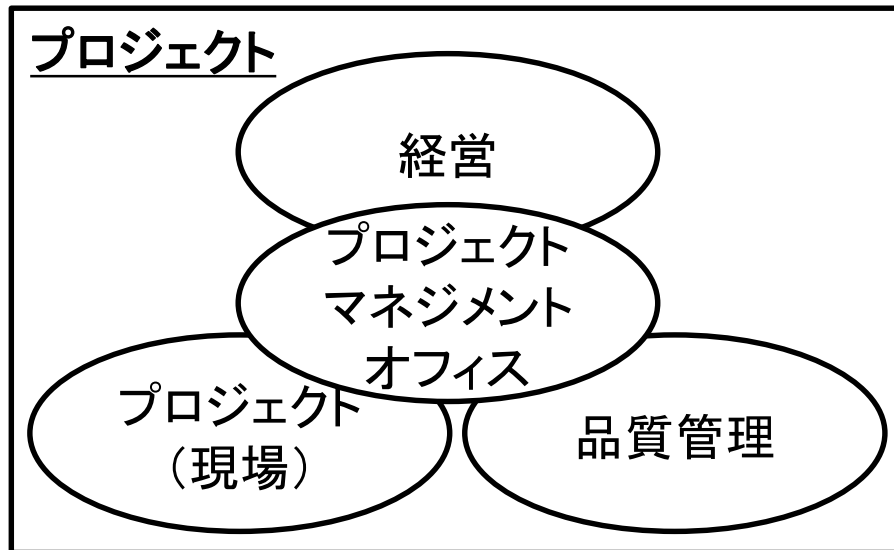
立法＝経営層、行政＝プロジェクト、司法＝S&MA(品質管理)、大統領府(内閣)＝PMO

(※) 米会計検査院：議会に属してスタッフ機能。

日本は行政からの出向中心。内閣府も同様に各省庁から出向。

米大統領府予算管理局：大統領府として独立的にスタッフ機能。

日本は行政内の財務省主計局。



今後のビジネス、教育、政府、安全保障 の主流になるプロジェクトマネジメント の知識体系

国内におけるPMの政府、大学への影響

<自民党「J-ファイル2012 総合政策集」(野党時代)>

Ⅱ 経済成長「わが国発国家プロジェクトの世界的躍進」

「競り負け」を防ぎ、「プロジェクト・マネジメント・プロフェッショナル(PMP)」資格拡大。

<文部科学省:新国立競技場整備計画検証委員会>

平成27年9月「検証報告書」⇒ プロジェクト・マネジメントの不在

<経済産業省> 平成14年3月 プロジェクトマネジメント研究会

http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/contents/pmkenkyukai.html

<防衛装備庁> 防衛省外局として2015年発足。内部部局に「プロジェクト管理部」

ホームページ「防衛装備庁の概要」の任務1項目目に「プロジェクト管理」。

http://www.mod.go.jp/atla/soubichou_gaiyou.html

<東京大学 大学院> 新領域創成科学研究科 環境マネジメントプログラム

「プロジェクトマネジメント特論」(日揮)

プロジェクトマネジメントの歴史

1950年代 DoDでプロジェクトマネジメント開始

1965年 欧州でPM団体の連合であるIPMA設立

1969年 米国でPMI設立

1987年 PMIでPMBOK初版作成

1991年 米海軍A-12開発プロジェクトの中止

1992年 国防調達大学(DAU)設立

1993年 クリントン政権下、ナショナル・パフォーマンス・レビューでPM普及

1993年 国防総省 夕食会(最後の晚餐 Last Supper) : 冷戦後、ペリ一次官から国防予算削減通達。90年代米航空宇宙防衛作業の統合等業界再編成、ロッキードとマーチンが統合(ロラル買収)等。

1994年 連邦政府取得合理化法(1995年 連邦政府調達改革法)

1996年 Clinger Cohen Act

1996年 PMBOKガイド作成 事実上の国際標準に

1997年 OMB 通達文書A-11 資本プログラミングガイド : 予算プロセス指針
全体パフォーマンス・ベース・マネジメント、管理からマネジメントへ

1998年 PMI東京支部設立、エンジニアリング振興協会で日本PMフォーラム設立

1999年 日本でプロジェクトマネジメント学会設立

1989年冷戦終結
(ベルリンの壁崩壊)

プロジェクトマネジメント(PM)とは

- マネジメント論 黎明期 : 以下、科学的分析が開始(1920年代)。だが、肉体労働中心。
 - ・ 米国 技術者**フレデリック・テイラー**「科学的管理法」
 - ・ フランス 経営者アンリ・ファヨール「管理過程論」
 - ・ ドイツ 社会学者**マックス・ヴェーバー**「官僚制組織論」
- 現代マネジメント論 : 現在、広く社会生態学的に組織文化、人間関係も含み多様化。
 - ・ モチベーション論、知識経営論、戦略論、組織論、技術経営論、マーケティング
 - ・ 意思決定論的アプローチ、行動科学的アプローチ、システムズ・アプローチ

1940年代 : 米国防総省を中心に防衛・宇宙等の大規模プロジェクトの管理のため開始。

1950年代 : 体系化の進捗。

マンハッタン(原爆開発)計画、ポラリスミサイル開発計画、アポロ計画が典型とされる。

1960～1980年代 : トラディショナルPM(QCD(Quantity, Cost, Delivery))を軸

1990年代以降 : モダンPM(10の知識エリアを体系化)

政府改革(資源配分、事業評価、計画の戦略化で、財政赤字と経済不況の解消)

- ・ 1993年 米国議会でGPRA(政府実行結果(説明責任)法)
⇒ クリントン・ゴアによる政府全体への「TQM」



PMの普及発展

金融工学(ニューヨーク)、映画脚本(ハリウッド)、大学/地域改革(シリコンバレー)

PM

- ・ 「難しいこと」が前提 ⇒ 近視眼的・自転車操業から大局・未来志向へ
- ・ 「チーム/多様性」が前提 ⇒ 人類が歴史的経験で得た資産(ギリシャ哲学/民主制)

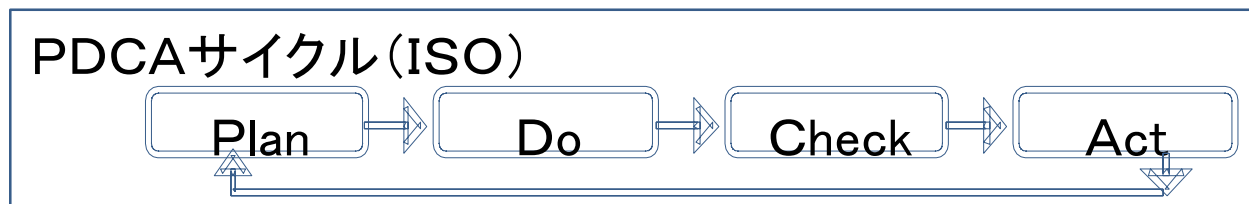
量から質への転換 欧米の回答

量から質への転換は、何故うまくいかないのか？

本当の改革・改善・イノベーションが出来ないのは何故か？

ヨーロッパの回答

⇒ P(Plan)、D(Do)、C(Check)、A(Act) : 持続性(一過性)



「人」に着目

アメリカの回答

⇒ BOK(Body Of Knowledge知識体系) : 戦略性(机上及び精神論)

常にベンチマークを保持し、自らの強み弱みを謙虚に検証し、戦略的で持続的な改善と共有化が必要。

百科全書派と民主制の誕生(とプロジェクトマネジメント)

Philosophie	哲学	「愛/知」学、知恵学、真実学 → 「 知への意思 」
Science	科学	西周「百科の学術」、知(識)、科学 → 「 形式知化 」

歴史を紐解けば、15世紀グーテンベルクの活版印刷から知識が普及し、ルネサンスと宗教改革に大きな影響を与えた。

17世紀アイザック・ニュートンはその著プリンキピア(※)で世界の体系化を試み自然科学が発展した。

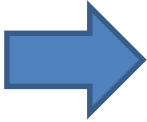
日本ではリンゴの人。欧米では自然科学体系化と庶民知識向上に貢献した人。

(※) Philosophie Naturalis Principia Mathematica(自然哲学における数学的原理)

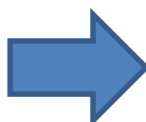
18世紀欧州の百科全書の出版から、社会啓蒙が生じ民主主義革命に影響を与えた。

現代のネット革命も、検索機能やウィキペディアとして活用されており、同様の流れ。

現在の欧米は、プロジェクトマネジメントの国際標準であるPMBok(Project Management Body of Knowledge)が出版されて以来、OOBoK(知識体系ガイド)が全盛。



プロジェクトやコストのマネジメント
における「知識体系化」



普及→意識改革→改革

宇宙開発手法 ⇒ プロジェクトマネジメント の社会システムに与えた影響

オペレーションズ・リサーチ 安全保障の影響

- ・ ゲーム理論や金融工学もオペレーションズリサーチの応用であり、プロジェクトマネジメントの影響

ゲーム理論(RAND研究所フォン・ノイマン):ルール、意思決定プレイヤー、戦略、情報

- ・ 安全保障戦略の基礎理論としても知られる。

- ・ 数学・統計モデルを計画の意思決定に活用。統計的品質管理手法等。
- ・ 英、フレデリック・ランチェスターの戦略方程式(戦略と戦術の相違、2対1)
戦略とは戦を略すこと → 日本で田岡信夫氏が販売戦略に応用
→ 米国でマイケル・ポーター

マーケティング ⇒ 戦略的な中長期計画の立案(リスク対応としての統計手法)

● 日本におけるオペレーションズリサーチ

- * 戦時中の1942年(昭和17年)、内閣直属で極秘に戦力計算室設置。

東条英機首相の視察日に即日廃止。

→ 日本大勝、有利、引き分け、不利、惨敗の5ケースのトレードオフを説明。

現状は惨敗が適合と説明。

- * MITモース、コロンビア大学キンボール共著「オペレーションズ・リサーチの方法」(1950)

- * 日科技連の勉強会で翻訳。日科技連内にOR研究委員会発足(1952)。

経済学の発展とプロジェクトマネジメント

- ・ アダムスミス : 経済学の父 ⇒ ケインズ(資本主義)とマルクス(社会主義)
- ・ シカゴ学派(市場)、マネタリスト(中央銀行)、サプライサイド経済学(総供給)。。

「人」に着目

- ・ 1980年代からゲーム理論 → RAND研究所、プロジェクトマネジメントの影響
フォン・ノイマン(RAND研究所):ルール、意思決定プレイヤー、戦略、情報
マクロ経済学、ミクロ経済学、ゲーム理論と呼ばれるほど。

→ ORやゲーム理論の影響を受ける経済学

経済＋数学≡統計経済学、経済＋法≡契約理論、経済＋心理≡行動経済学

新制度派経済学(組織の経済学、プリンシパル＝エージェント理論)

進化経済学(米国プラグマティズム)

→ ジョセフシュンペーター「経済発展の理論」イノベーションで経済均衡は常に破壊

→ 異端の経済学から現代経済学の主流へ(ホジソン)。→ 複雑系経済学

→ これらの経済学では経済学が経営論と差がなくなっている。

プロジェクト思考の国際会計基準 IFRS

参考文献：2011年「IFRSに異議あり」岩井克人、佐藤孝弘

● 従来の会計観の抜本的転換

- ・ 従来の会計基準の目的は「**過去の業績**」(財務諸表は過去1年間の成績表)

IFRSはむしろ「**将来キャッシュフローの予測**」

- ・ 従来の会計基準は「**帰納的方法**」。

企業会計の「実務」から慣習として発達したものを一般に公正妥当と認められる基準として抽出。

IFRSは「**演繹的方法**」。抽象的概念「思想」から具体的な基準を導いていく。

● 完成形ではない(＝ムービング・ターゲット)。

● アドプション(直接適用)とコンバージェンス(収斂)：会計ビッグバン(2000)

会計は、税徴収/納税の手続きのためか、投資に向けた競走上の公平性・透明性のためか。

説明責任(内容の見える化)よりも様式主義。中小企業ではなく大企業目線。

簿記(bookkeeping)と会計(accounting)は違う。

日本政府は単式簿記。会計は物品・出納管理が中心。

税務会計中心で財務会計が弱く、管理会計すなわち将来計画への取り組みは少ない。

先進国でありながら、ストック・サービスへの会計評価の取り組みが少ない。

IFRS：International Financial Reporting Standards

2010年9月 米国会計学会誌発表論文「財務報告基準のための概念フレームワーク」財務会計基準委員会(AAA FASC)より

金融・投資・会計の進化の遅れ

ノンリコース ⇒ プロジェクトファイナンスと呼ぶ(リスク、フェーズ、win-win/フラット)

<金融：リコースからノンリコースへ>

日本：リコース制(本人、親族、友人まで追い込む個人/連帯保証の担保中心)

欧米：ノンリコース制(PM手法に同期したプロジェクトファイナンスが原則)

⇒ベンチャー起業側、一般投資家側の双方にとって一定のセーフティーネットと公平性

⇒リスクを含めた分析能力といった質が問われるとともに、育成環境を考慮した手法

<投資：上場ゴールから投資ラウンド/M&A・連続起業等へ>

日本：上場ゴール以外の選択肢が困難、粉飾決算横行、幹事会社の証券/銀行も加担

欧米：ベンチャーキャピタル。PM手法のフェーズによる段階的な投資ラウンド/制度

⇒機関投資家だけの独占ではない、一般投資家でも実力勝負ができる市場形成

<市場や投資のフレームワークを決定する会計学：財務会計から管理会計へ>

日本：財務会計(納税中心)

欧米：管理会計(国際会計基準IFRSや時価会計手法等)

⇒R&D等の資産計上、企業価値、事業説明、将来予測など、PM手法を採用、進化

⇒独占禁止、市場透明性、実力/リスクを評価する公平性 ⇒ 投資環境と企業育成の充実

国際比較における法の見方

<行政法> 政府機能/資源再分配＝社会保障＋調達。調達法が日本に不在。

財政法、会計法は、明治22年ベース。質(技術)より量(価格)の前近代土木工事用(入札か随意)。欧米では、研究開発を主軸とした調達システムや予算と決算の融合を、プロジェクトマネジメントの知識体系からガバナンスしている。

Request For Proposal(事前評価)やaward(事後評価)等のR&D対応の先進国型(高レベル評価型)調達が日本にない。

恣意性と以心伝心の裁量・通達行政。法治国家としての課題。

- ・ 税制 : 「国税庁法令解釈通達」は、本来国税職員内部マニュアル。

法令より課税強化の通達もある。各行政区・担当で異なる解釈。

- ・ 企業会計原則 : 企業会計制度対策調査会が公表。法的拘束力はない。
- ・ 政府調達法 : 存在しない。官公庁契約精義(有識者経験集)。
- ・ 公会計基準 : 各省庁、組織個別に設定可能。

法と契約、欧米では
どちらが上位概念か？

トヨタ リコール問題 ⇒ 全米科学アカデミー・NASA ⇒ HTV(こうのとりの)

品質管理 : 前提を80%遵守とするか、120%遵守する国民性か
⇒ 条文だけの比較だと実務上問題が発生。

シリコンバレーとは

カリフォルニア州サンフランシスコ南サンタクララ郡中心。サンノゼ、パロアルト等
1971年命名。1980年代初期の不況脱出 ⇒ 半導体に加え、ハイテク集積地に
全米最多のベンチャーキャピタル、新規株主公開 (Initial Public Offering) 企業。

地域プランナー : フレデリック・ターマン (スタンフォード大学副学長)

1990年代後半の米国の経済的優位に先端産業 (IT、バイオ等) が貢献
数千のハイテク企業と百万人規模の雇用創出。

大多数がパソコンかインターネットからと理解。そうではなく、新産業のゆりかご。

マイクロ波 ~ トランジスタ ~ パソコン/ワークステーション ~ インターネット

フレデリック・ターマンの歩み = シリコンバレーの歩み

(スタンフォード大学チャック・イースリー助教による調査) 1930年代から2011年まで

- ・ 卒業生29%が起業。約4万社創設。累計540万人雇用創出。
- ・ 年間収入2.7兆ドル (270兆円)。MITを超える。
- ・ 2012年GDP (国内総生産) だとドイツに次ぐ5位。

DARPA (米国防総省国防高等研究計画局) : 1957年設立。インターネット・GPS等
約150名のプロジェクトマネージャー。全研究が一般公募で、全研究目標が公開。

シリコンバレーの文化 共通の価値観

既存大企業ではなくベンチャー企業が中心(として尊敬される文化)

従来にないアイデア・テクノロジーで投資を呼び込むビジネスモデル。

カジュアルな文化

- ・ 東海岸エスタブリッシュメントのダークスーツよりも、Tシャツ、ジーンズ

フリーでフラット/公平な人間関係

- ・ 組織セキュリティでルーズ・ルーズより、個人の情報交換でウイン・ウイン

カウンターカルチャー

- ・ ハーバード/MIT、IBM、ニューヨーク金融、政府(ワシントンD.C.)への対抗文化
- ・ 本社への対抗意識を含む(ゼロックスPARCはクレージーな人々。。。)
- ・ スティーブ・ジョブス(⇒禅)、アラン・ケイ(PARC)は元ヒッピー。

サロンとしてのスタンフォード大。メンターのターマン教授。ホームブルー・コンピューター・クラブ(スティーブジョブス所属、愛好家集団、東海岸ならオタク扱い)。

「失敗を前提」(失敗の中身が重要でナイス・トライ)。

失敗やその共有が許されないなら、隠蔽か虚飾しかない。非成長・非モラル。インサイダーでの責任回避により、成功を偽装する方向へ。

マハトマ・ガンディー : 間違いの自由が含まれないなら、自由は持つに値しない。

日本とアイスランドの類似性

- ・ 島国、小国（北海道と四国を合わせた位の面積、約30万人）
- ・ もともとは男性社会（バイキングの末裔）
- ・ 漁業が盛ん。捕鯨国。
- ・ エネルギー資源が乏しい。火山活動で温泉利用が盛ん。
- ・ 軍隊の保有がない（歴史上なく世界で稀。警察隊と沿岸警備隊）
- ・ 高い教育水準（多くが自国語、英語、デンマーク語を話す。識字率99%）
- ・ 低い犯罪率（日本以上に治安がよい）
- ・ 経済普及と財政赤字（日本はバブル以降、アイスランドはリーマンショック後）

⇒ 直線的な量的拡大を志向する社会システムなどで閉塞感。

日本では、明治維新後の富国強兵や戦後の高度経済成長、バブル期経済などを経て不況と財政赤字。アイスランドも金融資産増大による金融立国化を目指したが、2008年リーマンショックで国家破綻、IMF支援下。

⇒ しかし、アイスランドは復活した。2014年経済成長率2.9%。

何故か？

参照：ダイヤモンド社書籍オンライン「明るい未来のつくりかた」（2012/03/30～05/25連載）
テレビ東京「未来世紀ジパング」（2015/01/19放送）

アイスランドのイノベーション

高い起業率(先進国最高位) : 11.45%(日本3.26%で最下位)※1

高い労働生産性 : 4位(日本21位)※1

破産後2年起業可能

高いエネルギー自給率 : 水力・地熱発電で約100%。火力・原子力依存ゼロ

高い水産物自給率 : 256%(日本62%) そして、高い水産加工技術※2

世界最高ランクの治安 : 社会復帰プログラム/医療と地域情報公開※3

世界で最も汚職が少ない政治※4

男女平等 : 1位(日本101位)。リーマンショック後、金融危機レポート※5

その他 : 北欧の他の国と同様に福祉国家、イノベーション教育の普及

(※1) 起業率:調査対象国54国中最下位。労働生産性:2012年OECD加盟34か国中。

起業活動率:過去3年半に起業した人の割合。グローバル・アントレプレナーシップ・モニター(GEM)報告書(2009年版)

(※2) 水産物自給率:勝川俊雄「日本の魚は大丈夫か」

(※3) 治安:米国、韓国の懲罰型は却って治安を悪化

(※4) 汚職:スティーブ・モリヤマ「アイスランド・グローバルイノベーションの波に乗る環境問題先進国(2008年日経)」

(※5) 男女格差/平等:世界経済フォーラムWEFの2012年GGGR) アイスランドは6年連続1位

http://memorva.jp/ranking/world/wef_global_competitiveness_report_2014.php <http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/3130.html>

アイスランドの歴史（イノベーションの背景）

<中世から近代>

- ・ 9世紀末、ノルウェー/スコットランド/アイルランドのケルト人移住、王による統治ではなく、民主的合議制での自治を実現。930年、世界最古の民主議会アルシング発足。
- （※） 欧州 ： 14～15世紀、ドイツで水車利用による送風で高炉発達。膨大な木材伐採で大量に製鉄。16世紀以降、森林枯渇で石炭利用へ。石炭は強力な送風が必要であり、蒸気機関が発展。1769年、ジェームズ・ワットの蒸気機関改良。石炭と蒸気機関で高炉は森林や水流と離れた立地が可能。生産能力が増大し、産業革命の要因に。
- （※） 米国 ： 19世紀、米国中心に石油採掘技術。1881年、エジソンの火力発電所。

<現代>

- ・ 1930年代 ： 火力発電所普及で世界的な石炭枯渇。これを機にアイスランドは水力発電開発へ移行。アイスランドは木々の成長が遅く、製鉄開始時から木材がすぐ枯渇。
- ・ 1970年代 ： 石油ショックで60%超のインフレ。地熱発電が進展。
- ・ 現在 ： 住宅の9割に地熱暖房を整備。電力供給での再生可能エネルギーの割合は100%。

アイスランドの特徴（イノベーションの背景）

元は違っていた

- ・ 欧州の中で、常に地理的、気候的、資源的な制約

すなわちアイスランドでは、単純に欧州のどこかで成功した新技術の導入や持続が各種の制約から困難。資源枯渇やエネルギー供給の不安定さなどの困難さに直面し、**最小資源の最大化のため、工夫や挑戦をして失敗を繰り返す、すなわち創造性で課題を解決してきた歴史**。リスクや失敗を前提とした実践的な教育を未来を担う若者に行い、課題発見と課題解決に関する創造的能力の向上を目指している。

失敗してもやり直せる土壌。減点主義ではなく、リスクや失敗を前提とした社会の仕組み。自発性や多様性の尊重。

誰もがイノベーターになれるというイノベーションの本質的な捉え方（＝民主制）

<2008年 金融危機レポート>

リーマンショック後、億単位の予算で原因を調査し、金融危機レポートを公開。

⇒ **破綻の原因は、経営者が男性のみであったため経営がギャンブル的、ハイリスク・ハイリターンとなった。女性であれば、まずリスクを考えるであろう。**

- ・ 2009年ヨハンナ女性首相選出。女性議員数40%超過。
- ・ 3大銀行CEOのうち2人を女性。



<http://withnews.jp/article/f0141031003qq0000000000000000g0010401qq000011074a>