

○●● ~ トヨタ カンバン方式に学ぶ ~

ITシステム開発・管理への適用と実践技法

1. リーンとは何か?

山田正樹 / メタボリックス
masaki@metabolics.co.jp
2004.09.03

1

○●● 時間割

- 1時間目 リーンとは?
- 2時間目 リーン・ソフトウェア開発
- 3時間目 アジャイルとリーン
- 4時間目 演習とまとめ

2

ムダをへらす

- Q: ムダとは何か?
- A: 顧客にとって**価値を**
生まないもの

リーンとは

● 例えば (トヨタの場合)

- 在庫のムダ
- 工程のムダ
- 作りすぎのムダ
- 移動運搬のムダ
- 手待ちのムダ
- 動作のムダ
- 不良品を作るムダ

5

トヨタ生産方式

未だ完全な形では公開されていないと言われている

- 1950年代からトヨタで大野耐一を中心として築かれてきたプラクティスの集大成
- 当初は製造を対象としていたが、現在では開発や経営も含む
- 単なる技法ではなく文化

6

○●● リーンとは

- 二つの根本的な疑問
 - リーンはソフトウェア開発にとってもいいものなのか？
 - ソフトウェア開発におけるリーンとは具体的に何か？

7

○●● トヨタ生産方式

- 「トヨタ生産方式 - 脱規模の経営をめざして」大野耐一, 1978, ダイヤモンド社
- 「ズバリ現場のムダどり事典 - トヨタ生産方式の実践哲学」, 山田日登志, 1989, 日刊工業新聞社
- 「ムダなし企業への挑戦 - リーン思考で組織が若返る」, J. ウォーマック, D. ジョーンズ, 1997, 日経BP社
- 「能力構築競争 - 日本の自動車産業はなぜ強いのか」, 藤本隆宏, 2003, 中央公論新社 (中公新書)

8

●●● 大野耐一 (1912-1990)



- トヨタ生産方式の創始者
- 豊田佐吉, 豊田喜一郎 (豊田自動織機) を先駆者として
- アメリカに追いつけ (1947)
- 10倍の生産性格差
- 大量生産 -> 多品種生産
- オイル・ショック後の時代 (1973)

9

●●● トヨタ生産方式

- 次の二つが柱となっている
 - ジャスト・イン・タイム
 - 必要なモノを必要なだけ作る
 - 自動化 (にんべんの自動化)
 - 知恵のある機械を使って作る

10

○●● ジャスト・イン・タイム

- 経営を圧迫する在庫をなくす
- 膨大な部品を計画をベースにしてJITさせるのは無理
 - 計画は変更されるためにある
 - -> かんばん方式 (JITの実装方式の一つ)
- スーパー・マーケットからヒント

11

○●● にんべんの自働機械

- トヨタでは自動停止装置付きの機械を言う
- つまり機械に人間の知恵を加えたもの
- 異常があったときに取り繕うのではなく (それでは改善は進まない), 機械を止めて根本原因を明らかにする

12

●●● これらの目的は

- 効率や大量生産ではなく、**原価を下げること**
- 人間の能力を十分に引き出して、働きがい高め、設備や機械をうまく使いこなして、徹底的にムダの排除された仕事を行う
- JITがチーム・プレーの妙ならば、自動化は選手一人一人の技を高めること

13

●●● その他のプラクティス

- 多工程持ち
 - 単能工ではムダが多い
- 生産の流れを作る
 - ためない、後工程引き取り
- 平準化生産
 - 月末追い込み生産の愚
- 4S
 - 整理, 整頓, 清掃, 清潔 (, しつけ)

14

トヨタ生産方式の実践

1. ムダを探す
2. 目に見えるようにする
3. 流れを作る
4. 変化に対応する
5. まだ改善の余地がある

15

ムダを探す

- 必要なものだけをいかに少ない人間で作り出すか
- 作業 = 働き + ムダ
- 5W1H (なぜを5回)
- データも重視するが、現場の事実をもっとも重視する

16

トヨタ生産方式の実践

1. ムダを探す
2. 目に見えるようにする
3. 流れを作る
4. 変化に対応する
5. まだ改善の余地がある

17

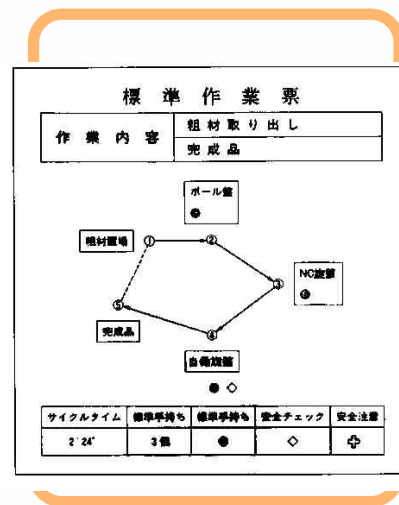
目で見える管理

- 標準作業表
- あんどん
- ライン・ストップ表示板
- かんばん

18

標準作業表

まずは自分の手で標準作業表
を書いてみる
ものと機械と人の働きの最も
有効な組み合わせ



19

標準作業表の三要素

- サイクル・タイム
 - 一つを何分何秒で作らなければならないか
- 作業順序
 - 工程ではなく作業者にとっての順序
- 標準手持ち
 - 作業上最低限必要な工程内の仕掛品
 - 通常は一つ

20

●●● チームワーク

- 作業者と作業者のつなぎの工程は助け合い
- ちょっとした個人差や体調によるばらつきは速くできた人がやることで吸収する
- → バトンタッチ・ゾーン

21

●●● チームワーク

- スターではなく、みんながうまく力を配分 (ボート)
- チームワークではむしろ少人数の方が勝つ場合がある
- 責任制をとってもそれだけではうまくいかない

22

かんばん

ジャスト・イン・タイムを実現する仕掛け
部品に付けられて、次の工程が引き取りに来ると外される枚数が決まっている

Material Confirmation Kanban (材料確認かんばん):
Order Kanban No. (発注番号): 126 B
Lot No. (品番): 73521-87115
Material Kanban No. (材料番号): 3005-3
Lot No. (品番): 3

Kanban for Press (プレスかんばん):
Lot No. (品番): 74582-36620
Lot No. (品番): 001
Lot No. (品番): 40

Yamaguchi Industry (山崎工業)
Lot No. (品番): P-11-1
Lot No. (品番): 74582-36620
Lot No. (品番): 001
Lot No. (品番): 40
Lot No. (品番): 70

23

かんばんの役割とルール

- 引き取り情報または運搬指示情報
 - かんばんが外れたただけ後工程が前工程へ引き取りに行く
- 生産指示情報
 - 前工程はかんばんの外れたものを外れたただけ外れた順に作る

24

○●● かんばんの役割と ルール

- 作りすぎ / 運びすぎの防止
 - かんばんのない時には作らない, 運ばない
- 現物表として必要な作業であることの証明書
 - かんばんは必ず現物に付けておく

25

○●● かんばんの役割と ルール

- 不良品防止のため, 不良品を出した工程が痛みを感じるシステム
 - -> 100% 良品でなければならない
- 問題点顕在化の道具であり, 在庫管理の道具
 - どこまでかんばんの数を減らせるか?

26

トヨタ生産方式の実践

1. ムダを探す
2. 目に見えるようにする
3. 流れを作る
4. 変化に対応する
5. まだ改善の余地がある

27

流れを作る

- 流れのないところにかんばんを導入しても必ず失敗する
- 時間がかかる (トヨタ内部でも10年)
- 広げていかなければ意味がない
 - 部署 -> 工場 -> 協力会社 -> ...

28

●●● 流れを作る

- 最終工程のばらつきはすべて前工程に伝播して
いってしまう
- 山を低く谷を浅く (平準化)
 - ロットを小さくする
 - そのために敢えて異なる品種を交互にラインに
流す
 - 段取り替えを速くしなければならない
- どのラインでもどんな品種でも組み立てられるよ
うに汎用化する必要がある

29

●●● 流れを作る

- かんばんでは不良品が出るとラインが
止まる
- したがって100% 良品でなければな
らない圧力がかかる
- 不良品が出たらすぐに前工程に返す
- これによって品質を阻害する真因をた
どることができる

30

●●● 流れを作る

- かんばんは企業の自律神経
- かんばんによって (生産管理部ではなく) 現場が自主判断できる
- 計画は非常に変わりやすいが, いったん決めると弾力性がない
- いちいち脳まで行かずに反射中枢で折り返して瞬時に対応する反射神経が必要

31

●●● トヨタ生産方式の実践

1. ムダを探す
2. 目に見えるようにする
3. 流れを作る
4. 変化に対応する
5. まだ改善の余地がある

32

トヨタ式情報システム

- 計画がまったくないわけではない
 - 年間計画 / 月度生産計画 / 日程計画
- ただし状況の変化に応じて日程計画はどんどん変わっていく
- 変わったとしてもそれは最終工程に伝えれば, かんばんを通じて自動的に伝播していく

33

トヨタ式情報システム

- 生産に必要な情報はすべて現物に貼り付ける
- 多すぎる情報は進みすぎを誘発し, 順序間違い, 計画変更が簡単にできないラインにつながる
- コンピュータを使いすぎると費用もかかり, 信頼性にも問題が出る

34

○●● 変化への対応

- 先が完全に読み切れない以上, 状況が変わればやり方も変えていくのは当然
- 間違いはすぐ是正する
- 焦っては事をし損じる
- 機が熟するのを待つ

35

○●● トヨタ生産方式の実践

1. ムダを探す
2. 目に見えるようにする
3. 流れを作る
4. 変化に対応する
5. まだ改善の余地がある

36

○●● 認識することの意味

- どんな現場でもムダがあり, 改善の余地がある
 - ムダ -> なくす
 - 作業
 - 付加価値のない作業 -> できるだけ減らす
 - 付加価値を高める正味作業

37

○●● 稼働率と可動率

- 稼働率を上げるのが目的ではない
 - 用もないのに動かせば, 資源を食い, 在庫を増やし, 品質を下げる
- 可動率は高い方がいい
 - いつでも動ける
- 見かけの能率と真の能率

38

●●● 少人化

- まず作業改善, 次に設備改善, 自動化
- 10人でやっていた仕事を8人でできるようにする (省人化)
- 次に生産量に対応して5人でも3人でもできるようにする (少人化)
- 離れ小島を作るな
- 一人ではチームワークが取れない

39

●●● リーン思考

- 「トヨタ生産方式 - 脱規模の経営をめざして」大野耐一, 1978, ダイヤモンド社
- 「ズバリ現場のムダどり事典 - トヨタ生産方式の実践哲学」, 山田日登志, 1989, 日刊工業新聞社
- 「ムダなし企業への挑戦 - リーン思考で組織が若返る」, J. ウォーマック, D. ジョーンズ, 1997, 日経BP社
- 「能力構築競争 - 日本の自動車産業はなぜ強いのか」, 藤本隆宏, 2003, 中央公論新社 (中公新書)

40

リーン思考



- J. ウォーマックと D. ジョーンズがトヨタ生産方式を、さまざまな事例を元に一般化して発表したもの

James P. Womack - 米国コンサルタント

Daniel T. Jones - 英国カーディフ大リーン・エンタープライズ・リサーチ・センタ所長

41

五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- よどみのない価値の小川を作り上げること
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

42

●●● 価値の定義

- 価値は最終的な顧客にしか定義できない
- 価値は一般的には定義できない
- ある特定の価格で、特定の時間に特定の顧客のニーズを満たす、特定の製品ごとに異なる

43

●●● 五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- よどみのない価値の小川を作り上げること
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

44

●●● 価値の小川

= バリュー・ストリーム (Value Stream)

- 特定の製品を作るために以下の業務に関わるすべてのアクションの集合
 - 製品企画, 設計, 生産立ち上げまでの問題解決業務
 - 受注, 詳細スケジューリング, 納入までの情報管理業務
 - 原材料から完成品が顧客の手に渡るまでの物理的変換業務

45

●●● 価値の小川

- 価値の小川で行われる活動には次の3種類がある
 1. 明確に価値を創造する活動
 2. 価値を創造していないが, 現在の技術水準や生産設備では省くことのできない活動 (第1種のムダ)
 3. 価値を創造しておらず, すぐにでも省ける活動 (第2種のムダ)

46

●●● 価値の小川

- すべきことは
 - (前ページ) 3をなくし
 - (前ページ) 2をできるだけ減らす
- つまり2, 3がムダ
- 活動だけでなく, 人や設備などにも当てはまる

47

●●● 五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- **よどみのない価値の小川を作り上げること**
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

48

●●● 流れ

- つまり価値の小川とは
 - 原材料から製品へと変換を繰り返す,
 - 顧客にとって必要な価値を付加する,
 - 流れ
- どうやって淀まないようにするか?
 - スモール・バッチ

49

●●● 価値の流れを作るステップ

1. 実際の対象物に焦点を当て、最初から最後まで目を離さず追いかける
2. 従来の仕事の分担方法とか、個人のキャリア、機能、企業などといったものを完全に無視して、特定の製品や製品群のよどみない流れを阻害するあらゆる要因を排除したリーン企業を形成する
3. 特定の仕事のやり方とか道具を見直し、あらゆる後戻りの流れ、スクラップや停滞をなくすことにより特定の製品の設計、注文と生産が連続して処理できるようにする

この三つを同時並行して進める

50

●●● 価値の流れを作るステップ

- 段取り替え時間を短くしなければならない
- 複雑・大規模な設備はムダを生む
- 設計と物理的生産を顧客を満足させるようにもっとも適切な場所に隣接させて配置する

51

●●● 五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- よどみのない価値の小川を作り上げること
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

52

○●● プル

- 下流側の顧客が要求するまで上流側は製品やサービスを作ってはならない
 - 「プッシュ」ではムダが発生するから
 - 「プッシュ」では価値の小川が溢れるから

53

○●● 五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- よどみのない価値の小川を作り上げること
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

54

完全性へのプロセス

- 少数の目標を設定し、その目標達成に必要な少数のプロジェクトを選択し、資源を集中し、特定の時点で達成すべき数値目標を掲げる
- 最初の時点ではトップダウンだが、その後のステップではトップダウン / ボトムアップの両方

57

完全性と透明性

- 完全性に到達するためには透明性がもっとも重要
 - すべての参加企業がすべての情報を共有し、それによって価値を創造する優れた方法を考える
 - 改善する従業員には即時にプラスのフィードバックがかかり、改善の強い推進力になる

58

●●● 五つの基本原理

- それぞれの製品の価値を正確に定義づけること
- それぞれの製品の価値の小川を定義すること
- よどみのない価値の小川を作り上げること
- 顧客がメーカーから価値をプルできるようにすること
- 完全性を追求すること

59

●●● チェンジ・エージェント

- 率先して改善を導く、熱意に溢れた人物
- 「心優しい独裁者」
- リーンの本質とは矛盾している
- 改善のある時点で違うタイプの人間に変わる必要がある

60

●●● リーン思考の効用

- 古典的なバッチ / 待ち行列から流れ / プル生産システムに転換することで、労働生産性が倍増、リードタイムと棚卸しは90%削減、不良やスクラップ、労働災害は半減、新製品開発リードタイムは半減、そのために必要な設備投資は非常に少額
- コストがかかるようではリーンではない

61

●●● リーンに必要なもの

- 長期的視野
 - 全体的な成果が出るまでにまずは数年かかる
- 技術的な名人芸
 - リーンは職人技を絶滅させるのではなく、素早くラジカルで絶え間ない改善という技に変える
- 成功したいという情熱的な意志

62

能力構築競争

- 「トヨタ生産方式 - 脱規模の経営をめざして」 大野耐一, 1978, ダイヤモンド社
- 「ズバリ現場のムダどり事典 - トヨタ生産方式の実践哲学」, 山田日登志, 1989, 日刊工業新聞社
- 「ムダなし企業への挑戦 - リーン思考で組織が若返る」, J. ウォーマック, D. ジョーンズ, 1997, 日経BP社
- 「能力構築競争 - 日本の自動車産業はなぜ強いのか」, 藤本隆宏, 2003, 中央公論新社 (中公新書)

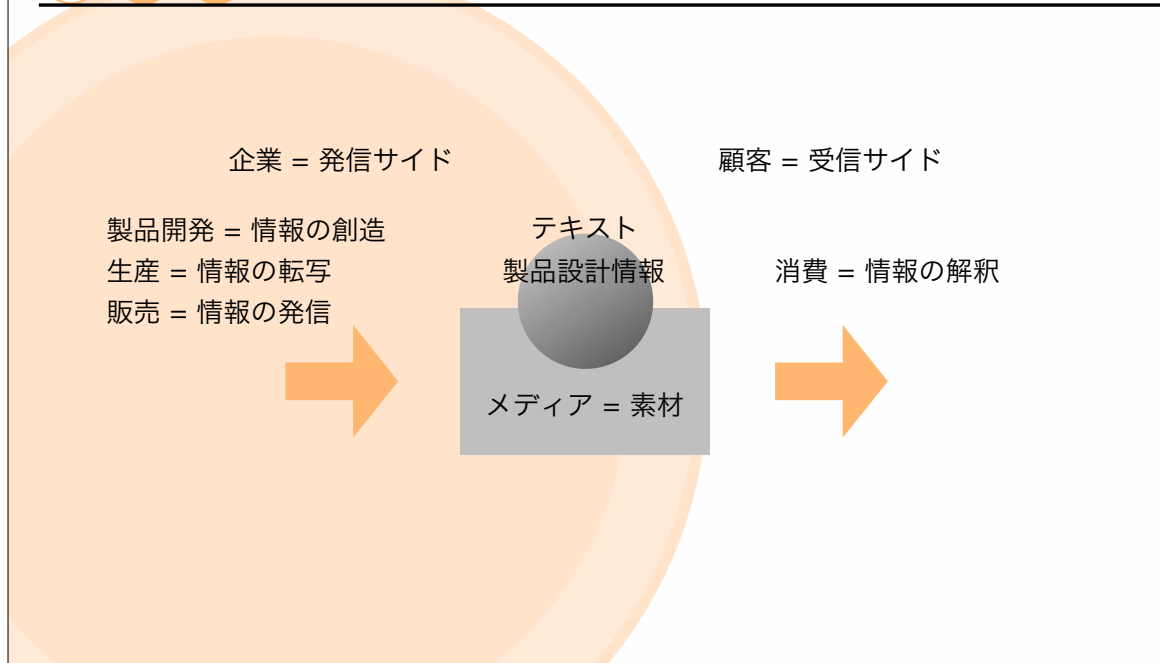
63

能力構築競争とは

- 組織能力 (capability, competence)
 - ある経済主体が持つ経営資源, 知識, 組織ルーチンなどの体系
 - 組織ルーチンとはその企業が独特の経営資源や知識の蓄積, あるいは従業員の行動を律する常軌的な規範や慣行
 - その企業独特のもの
 - 他者がそう簡単には真似できない
 - 結果としてその組織の競争力・生存能力を高めるもの

64

製品 = 情報 + 媒体



65

製品とは

- 製品とは製品設計情報が素材の中に埋め込まれたもの
- 製造業ではメディアは有形
- サービス業では無形
- 生産とは設計情報の転写

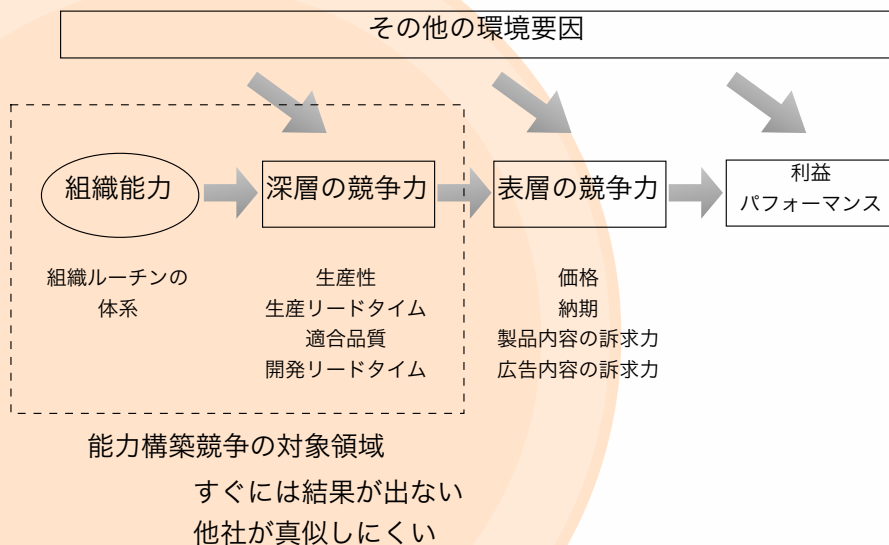
66

競争力とは

- 既存顧客を満足させ, 潜在顧客を誘引する力
- 販売から見た競争力 4P
 - 製品の内容 product
 - 価格 price
 - 広告・プロモーション promotion
 - 販売チャネル place
- 物作り現場から見た競争力 QCD+F
 - 品質 quality
 - 表層の総合品質 (ユーザから見える)
 - それを支える深層の設計品質 (設計上のねらい) と適合品質 (実現された品質)
 - コスト cost
 - 納期 delivery
 - 柔軟性 flexibility
 - QCDが外的要因によって影響を受けない度合い
 - 環境の変化や多様性への対応のよさ

67

組織能力とパフォーマンス



68

●●● 能力構築競争と 価格競争の違い

- 比較すべき規準が明確でない
- 競争相手の正確なレベルが測定しにくい
- 競争相手への対応に時間がかかる
- 競争相手が少数でも談合が成立しにくい
- 能力構築のプロセスは創発的である
- 協調が競争を促進することもある

69

●●● 進化論的な 能力構築プロセス

- 変異 (システム創発)
 - -> 淘汰
 - -> 保持
- 創発とは
 - 事前合理的計算によるのではなく
 - 偶然試行
 - 環境制約
 - 企業者の直観
 - 知識移転
- いかにして創発をチャンスにして発展させられるか?

70

●●● もの造り組織能力の 3階層

組織能力	特性	能力の対象
もの造り能力	ルーチン性	他社より 高レベルの競争力
改善能力	情報転写の 繰り返し	他社より 速く 競争力を向上
能力構築能力	問題解決の 繰り返し	他社より 速く 上二能力を構築
	創発的な能力構築 への対処	

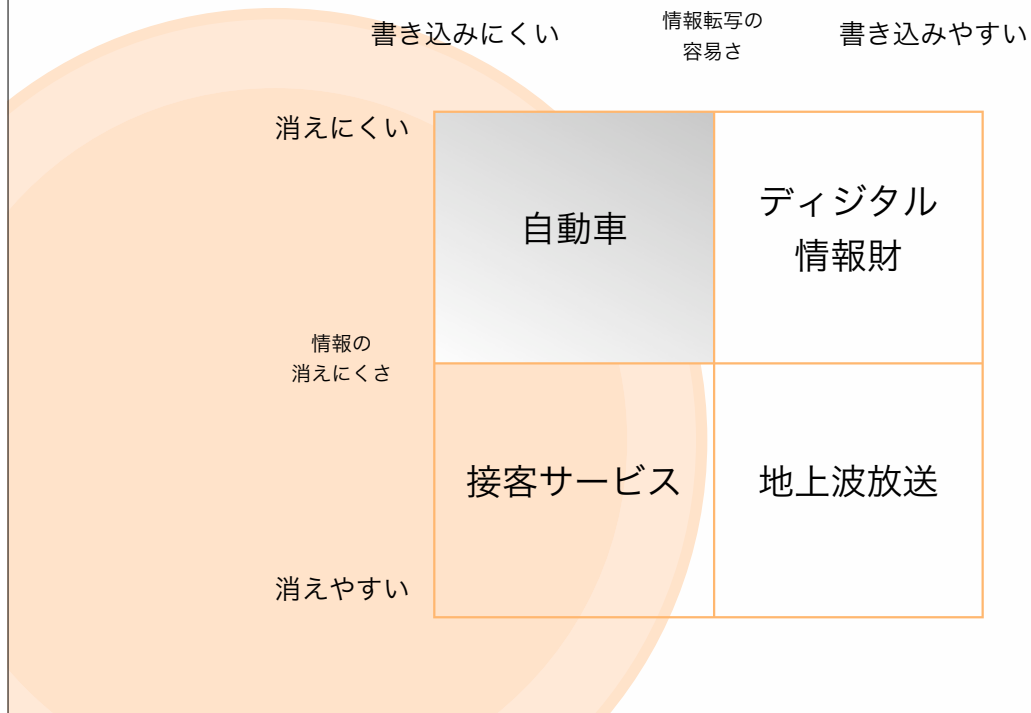
71

●●● 製品アーキテクチャ

	インテグラル (擦り合わせ)	部品依存度	モジュラ (組み合わせ)
クローズ (囲い込み)	自動車 家電 ゲーム		レゴ メインフレーム
企業間連結			PC パッケージ・ソフト 自転車
オープン (業界標準)			

72

メディア特性



73

日本の製造業の もの造り能力の特徴

- トレードオフの克服
 - 例えば生産性, 品質, リードタイム短縮など
- 高いフレキシビリティの達成
 - 最小限のコストで製品の変化と多様性
- 組織学習メカニズム

74

●●● もの造り組織能力の 源泉

- 生産性 = 情報転写の発信効率
 - 多能工, 多工程持ちによって正味作業時間比率を上げる
- 生産リード・タイム = 情報転写の受信効率
 - ジャスト・イン・タイム
- 製造品質 = 情報転写の転写精度
 - 品質の作り込み
- 開発パフォーマンス = 情報創造
 - 自動車の場合, 数千の問題解決サイクル

75

●●● 日本的生産システムの 特徴

- 製品開発面の組織能力
 - -> 早期で統合的な問題解決
- 生産現場の組織能力
 - -> 高密度・高精度な情報転写
- 生産現場の改善能力
 - -> 迅速な問題解決サイクル

76

●●● 早期で統合的な問題解決

- 市場とのダイレクトな情報連結
- 累積的なコンセプト創造
- 社内のダイレクトな情報連結
- 社内の早期情報交流
- 社外との早期情報交流
- オーバーラップ型問題解決
- 迅速な問題解決サイクル

77

●●● 高密度・高精度な情報転写

- 生産性と生産リードタイムに関する組織能力
 - 情報転写密度の重視
 - 受信側優先のシステム設計
 - 受発信タイミングの規則性
 - 情報ストックの冗長性 設備の汎用性など
- 製造品質に関する組織能力
 - 発信側優先のシステム設計 承認図方式, 無検査納入など
 - 不良情報のフィードバック

78

○●● 迅速な問題解決サイクル

- 問題発見を強制する仕掛け
- 現場への問題解決権限の委譲
- 問題解決ツールの標準化
- 改善案の迅速な実験・実施標準の累積的改訂

79

○●● 部品購買における組織能力

- 長期継続取引
 - 少数部品企業間の能力構築競争
 - 一括外注

80