

ビッグデータを利用した 製品開発における革新

2013年9月10日 学術総合センター 一橋講堂

東京大学 大学院工学系研究科
システム創成学専攻
技術経営戦略学専攻 兼任

教授 青山和浩

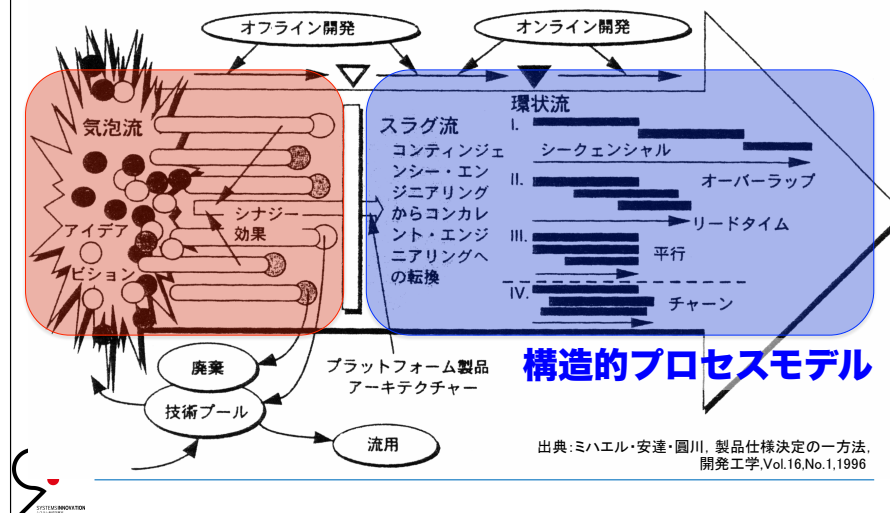
aoyama@sys.t.u-tokyo.ac.jp

<http://www.m.sys.t.u-tokyo.ac.jp/>



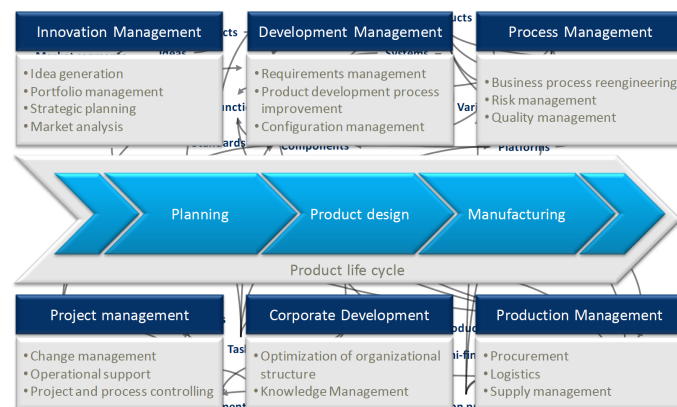
ダイナミック製品開発プロセスモデル

試行錯誤的プロセスモデル



Complexity in product development

マーケット、製品システム、企業組織が複雑化する中で製品開発プロセスの高度なマネジメントが必要不可欠である。良いプロセスは、製品システムを革新させる基盤となる。



Maik Maurer: Multi-Domain Analysis and Optimization in Product Development, DSM Conference Tutorial 資料より

ビジネス・プロセスのモデリング とマネジメント

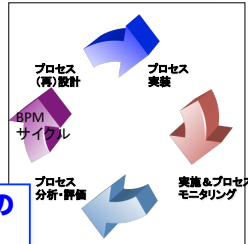
Business Process Modeling and Management



企業組織における業務プロセス改善の現状

企業組織の抱える課題：「市場の変化」「法令の変化」「技術の革新」などに対する継続的かつ迅速な業務の対応

- EA (Enterprise Architecture) 策定
 - 組織全体における業務の最適化を目指した体系化
- BPM (Business Process Management)
 - 業務プロセスの継続的改革を目指した仕組み



部門ごとの局所最適を脱却した、組織全体の現状業務の

- 暗黙的に認知される業務プロセスの「見える化」
- 記述されたモデルの「分析・評価」
- モデルの整合性を確保した迅速な「改善」

現状は設計者（ビジネスコンサルタント）などの多大なる労力に委ねられている



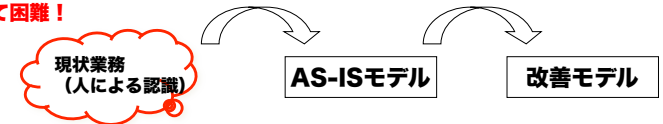
5

「断片的なモデルの統合化」というアプローチ

組織横断の業務プロセス全体を把握する人が皆無
→ 直接抽出が極めて困難！

Step 1: 現状業務の見える化 (AS-ISモデリング)

Step 2: プロセス改善 (TO-BEモデリング)



仮定：

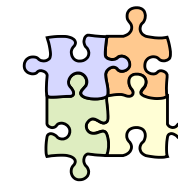
業務担当者が関与する業務に関する情報やプロセスのモデルは断片的（一側面、局所的）に記述可能

断片的なモデル



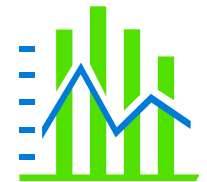
統合化
?

統一的なモデル



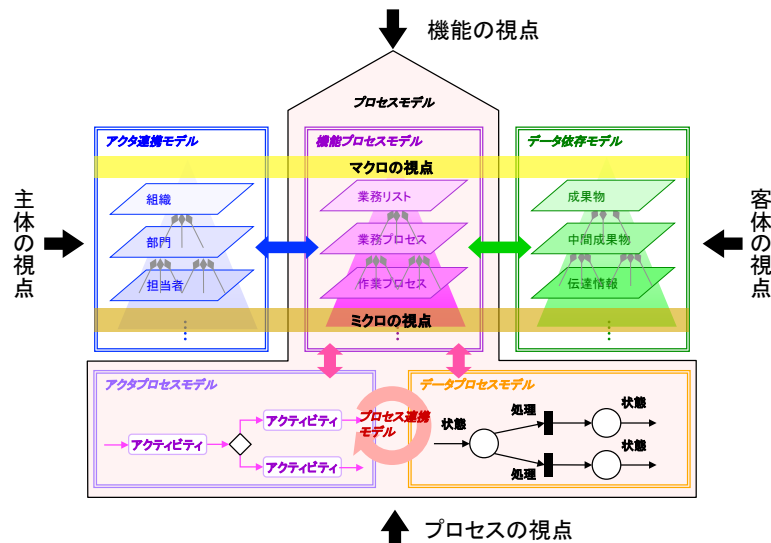
評価
?

定量的な評価が可能なモデル



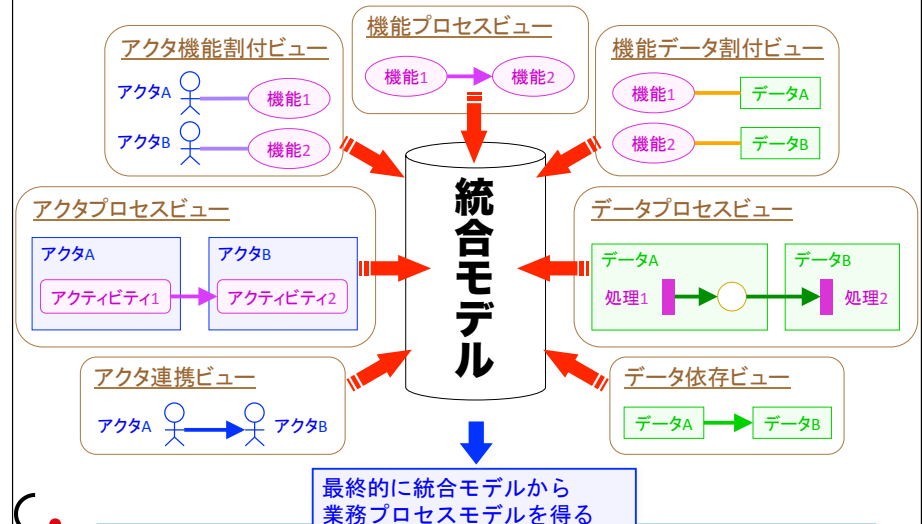
6

統合モデルにおける各視点の位置付け



7

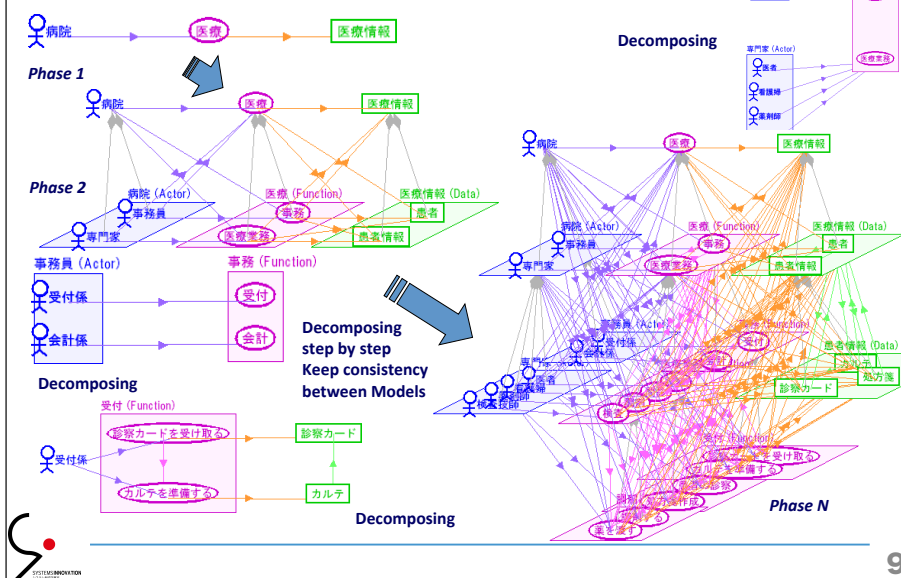
ビジネスプロセスの統合モデル



最終的に統合モデルから業務プロセスモデルを得る

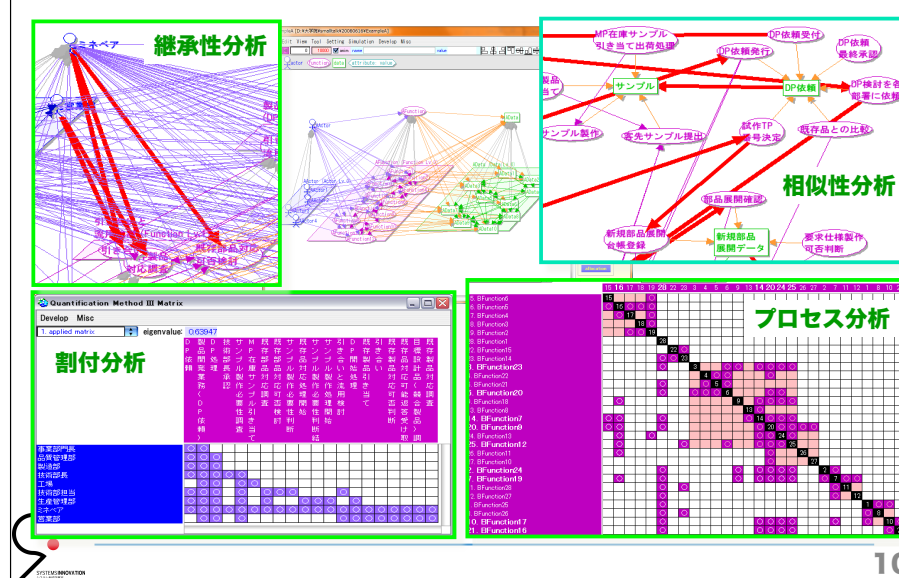
8

モデルの構築フロー（概観）



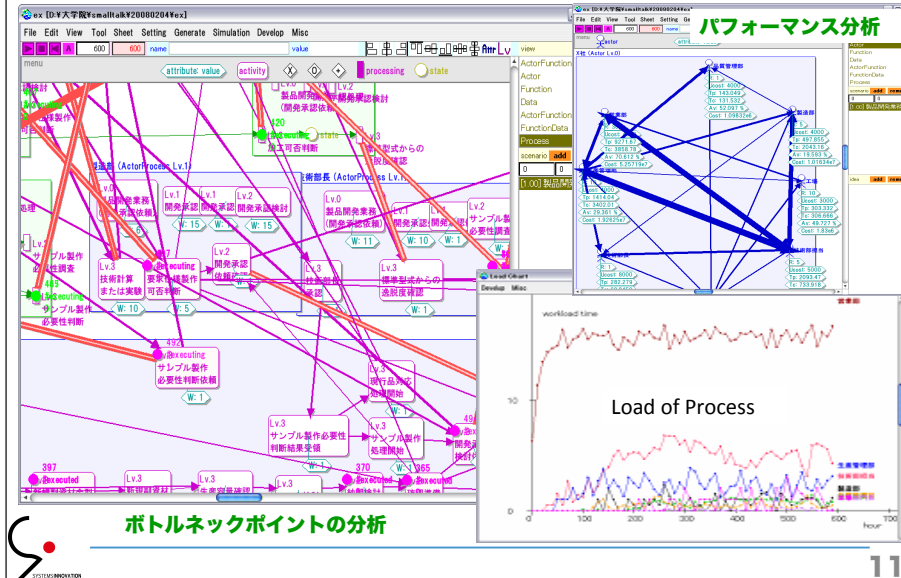
9

モデリング・シミュレーション環境のプロトタイプシステム

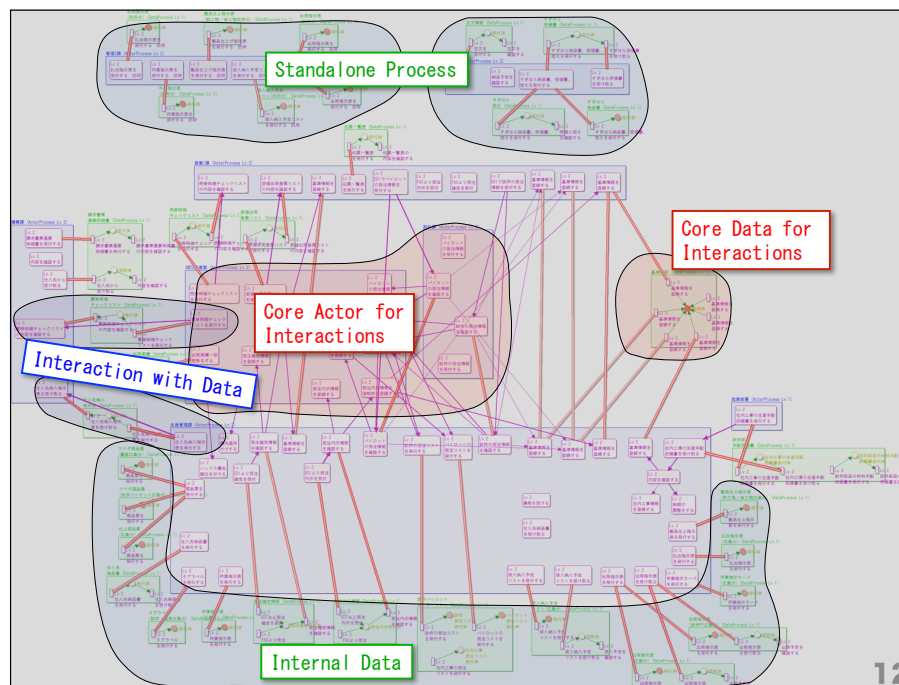


10

シミュレーションと評価、分析



11



12

Product Design Management using QFD and MDM

Coordination of Product Design Process
Design Change Management

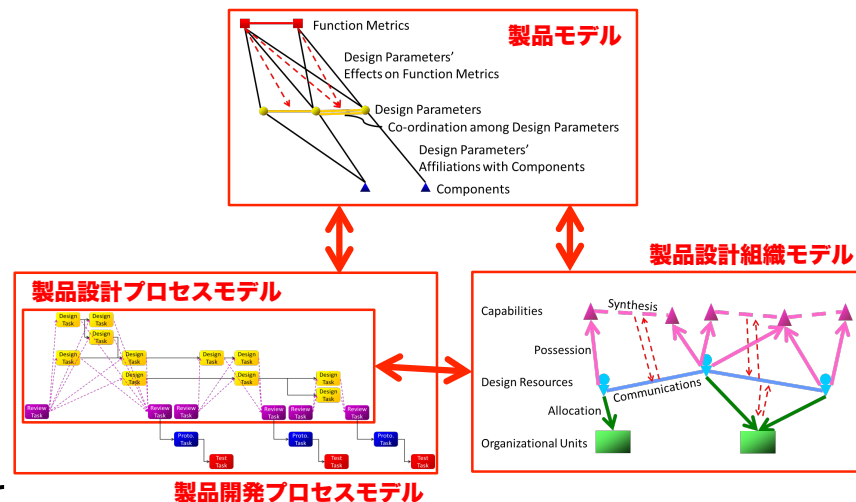


問題設定・着眼点

- 設計マネジメントにおける要件
 - 製品を基にした設計開発プロセスおよび設計組織の構成・分析
 - 製品・設計開発プロセス・設計組織の統合モデルベースを上記要件を横断的に支援可能なように構築し、また、上記の要件それぞれに対する支援手法を開発・実装する
 - 適切な設計マネジメントとは *モデルベース：構造化されたモデルのリポジトリ
 - 製品における構成要素間の関係を適切に調整
 - 設計・開発プロセスにおけるタスク間の関係を適切に調整
 - 設計組織における構成要素間の関係を適切に調整
- 上記を包括的・戦略的に検討する必要がある。
設計マネジメント性 = 関係の調整の良し悪し

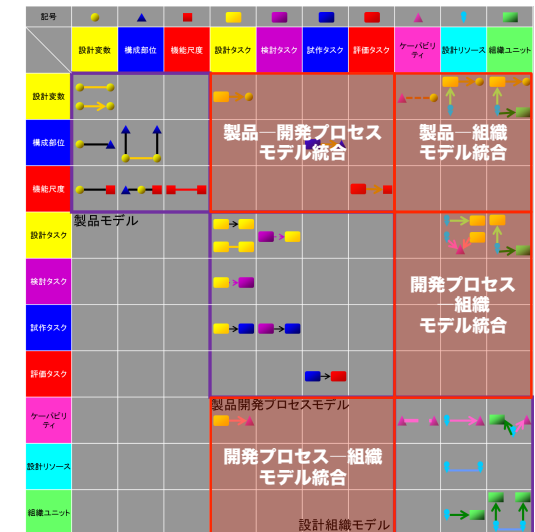


製品・プロセス・組織の統合モデル

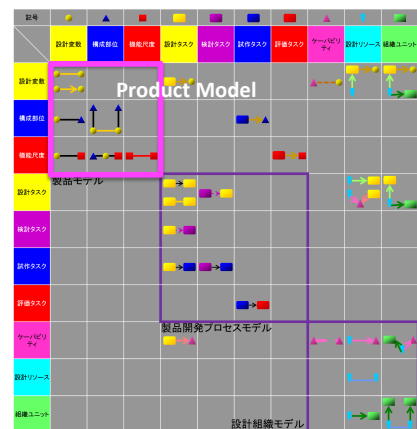


製品・プロセス・組織の統合モデル—マトリクス表示

- 製品・プロセス・組織をそれぞれの構成要素間の関係性を記述することによってモデル化
- 関係性を辿ることによって他のドメインにおける関係を説明・導出

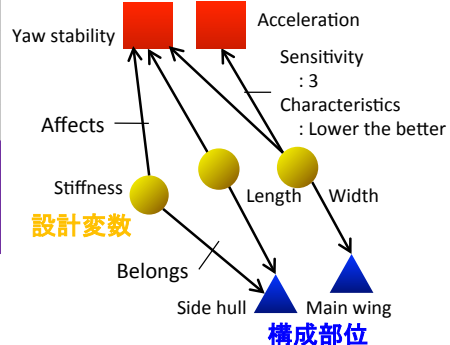


製品モデル



Fm.: Function metric
Dp.: Design parameter
Comp.: Component

機能尺度



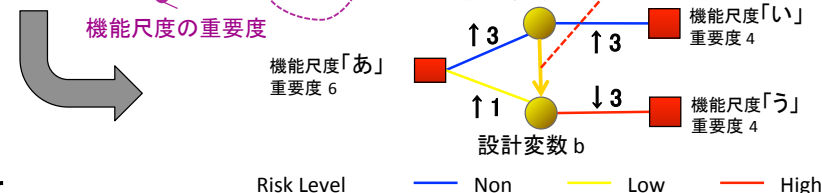
17

設計変数間の操作の優先づけ

- 改善設計における設計変数操作の優先づけを与える設計論理
- 変更する設計変数をできるだけ少なくしたい

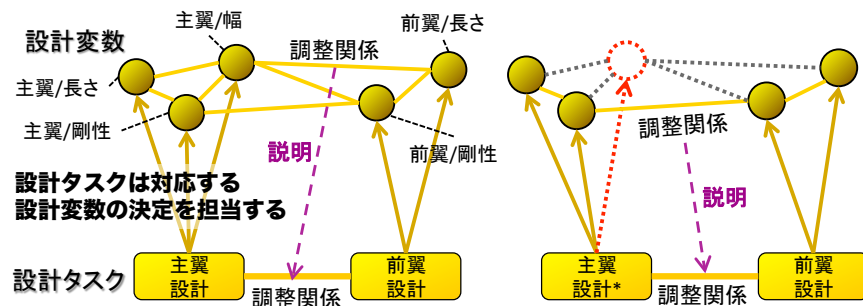
	設計変数			特性
	a	b	c	Ex) 望大特性
機能尺度	あ	い	う	
	6	↑3	↓1	
	4	↑3	↓3	
	4	↓3	↓1	

Ex) リスクの観点からの優先関係
・ 機能尺度「あ」の向上に関してリスクの観点から設計変数 a を b に優先する (重要度:6)



18

モデル統合- 製品モデルと設計プロセスモデル

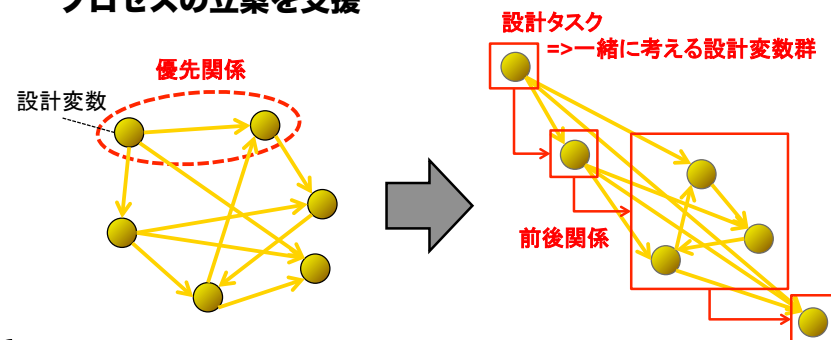


- 設計タスクは対象とする設計変数を宣言する
 - 設計タスク間の調整は設計変数間の調整によって説明することができる
 - タスクの定義が変われば、タスク間の調整を説明する設計変数間の調整の組み合わせが変化する
- 設計プロセスの構成を製品モデルに基づいて検討・評価できる

19

設計変数間の関係から設計プロセスへ

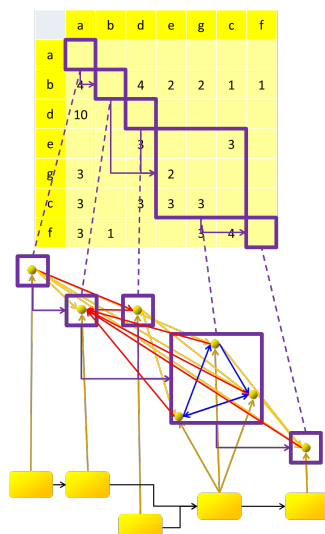
- 設計変数間のお互いの影響関係を考え、こういった順序で設計変数を決めていくかが設計プロセスを構成する
- 設計変数の操作優先順序を論理的に導き、それを基に設計プロセスの立案を支援



20

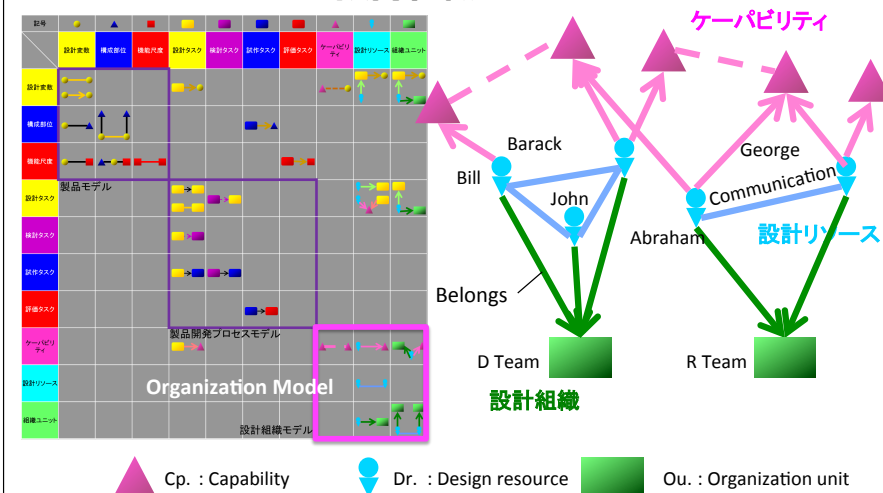
優先関係による設計プロセスのマネジメント性評価

- 実際の設計・開発プロセスは製品構造のみで決まらない
 - 優先関係が示すマネジメント性の高いプロセスとは乖離がある
- 設計変数の優先関係とプロセス上での決定順の不整合に着目し、設計プロセスのマネジメント性を評価
- これを含めて4つのプロセス評価指標
 - プロセスマネジメント性
 - タスクマネジメント性
 - 物理的マネジメント性
 - 機能的マネジメント性



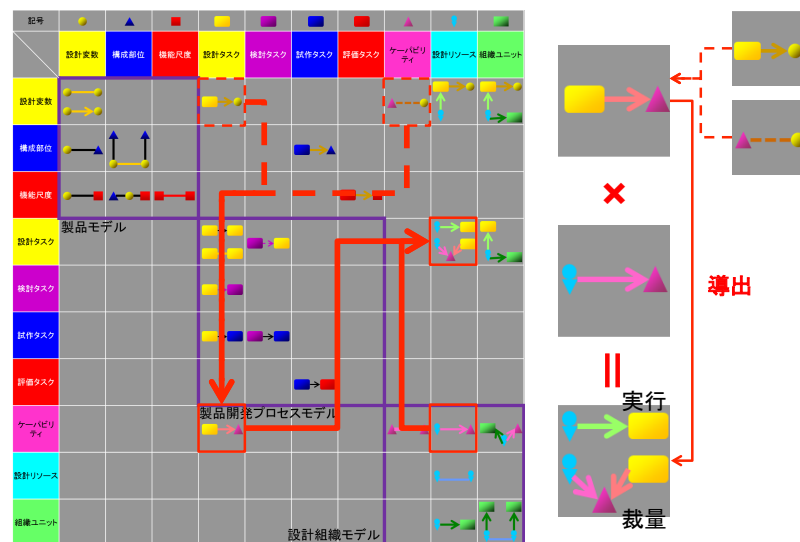
21

設計組織モデル



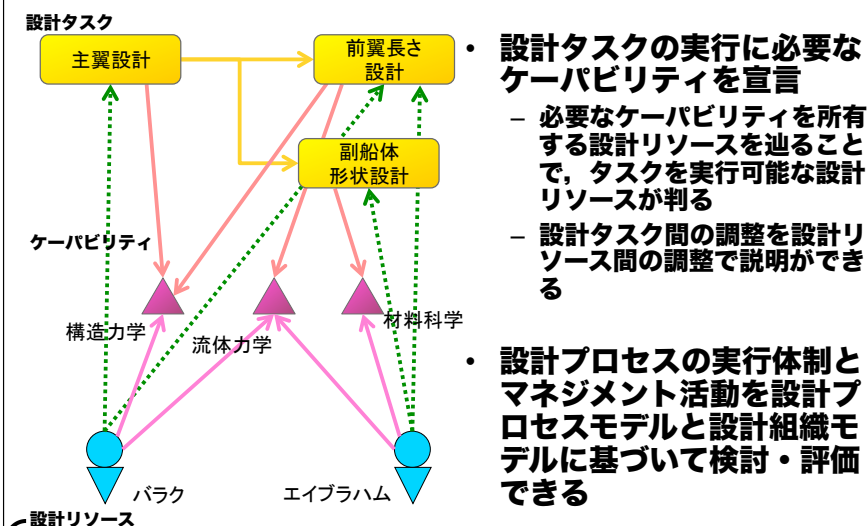
22

モデル統合- 設計プロセスモデルと設計組織モデル



23

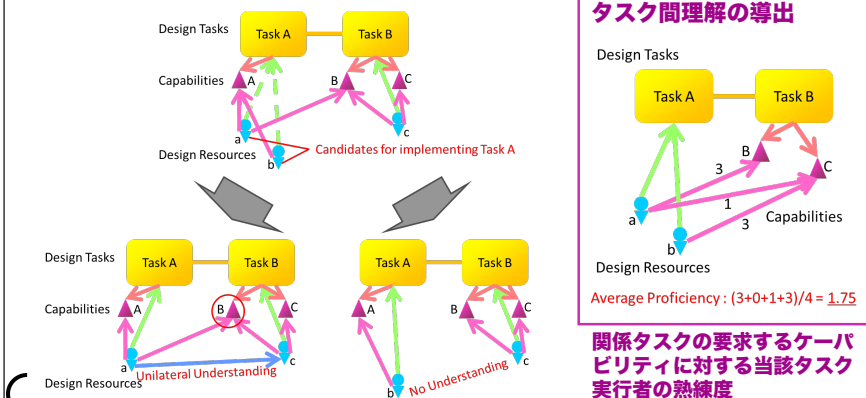
モデル統合- 設計プロセスモデルと設計組織モデル



24

プロセス実行体制の検討

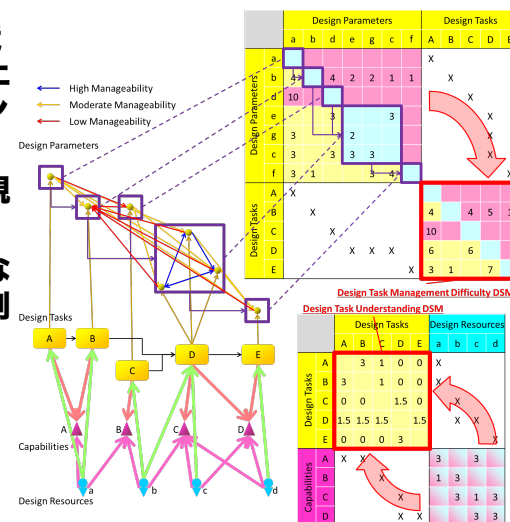
- 各タスクに必要なとされるケーパビリティから当該タスクの実行候補者を探し出すことができる
- 調整関係にある他のタスクに対する理解を考慮し、各タスクへの適切なリソースの割り当てを検討



25

プロセス実行体制の評価

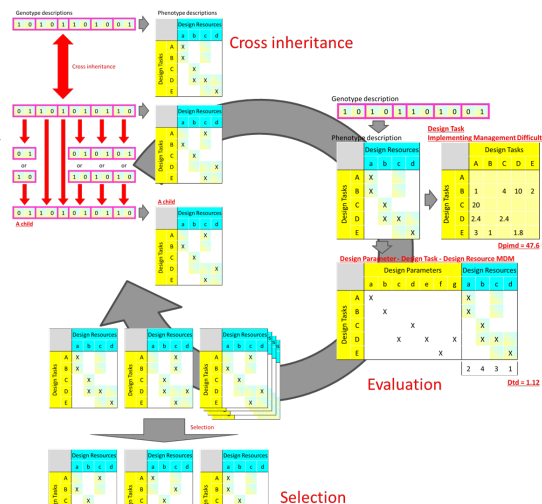
- 製品構造+プロセス構造から判る設計プロセス上のマネジメントのポイント
- プロセスの実行体制が規定するタスク間の理解
- 両者を適合させるような適切なプロセス実行体制を決定
- 評価指標
 - 実行マネジメント難度
 - タスク偏向



26

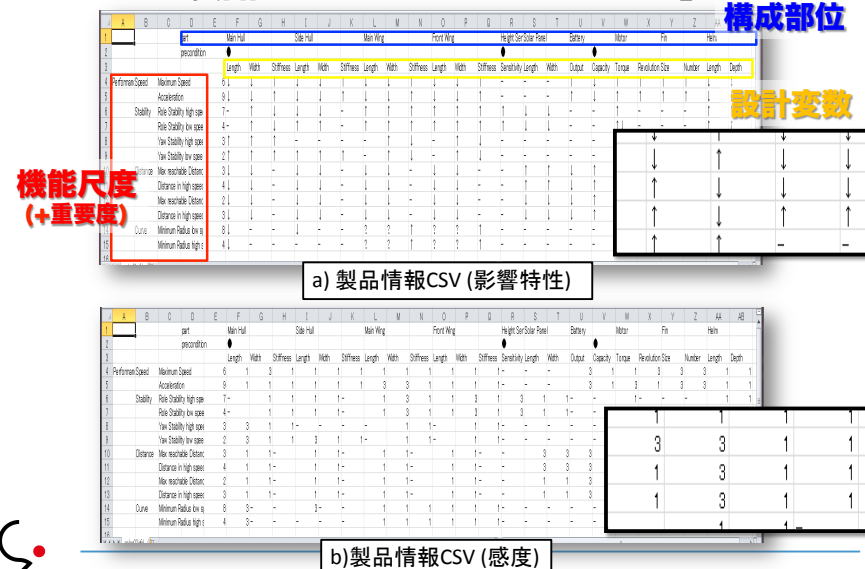
プロセス実行体制の探索

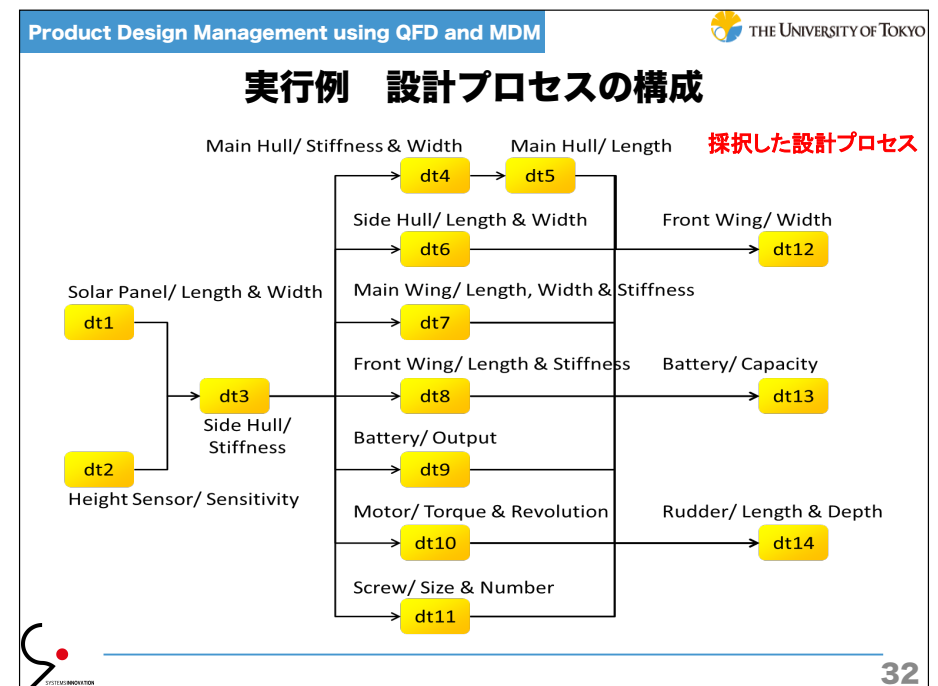
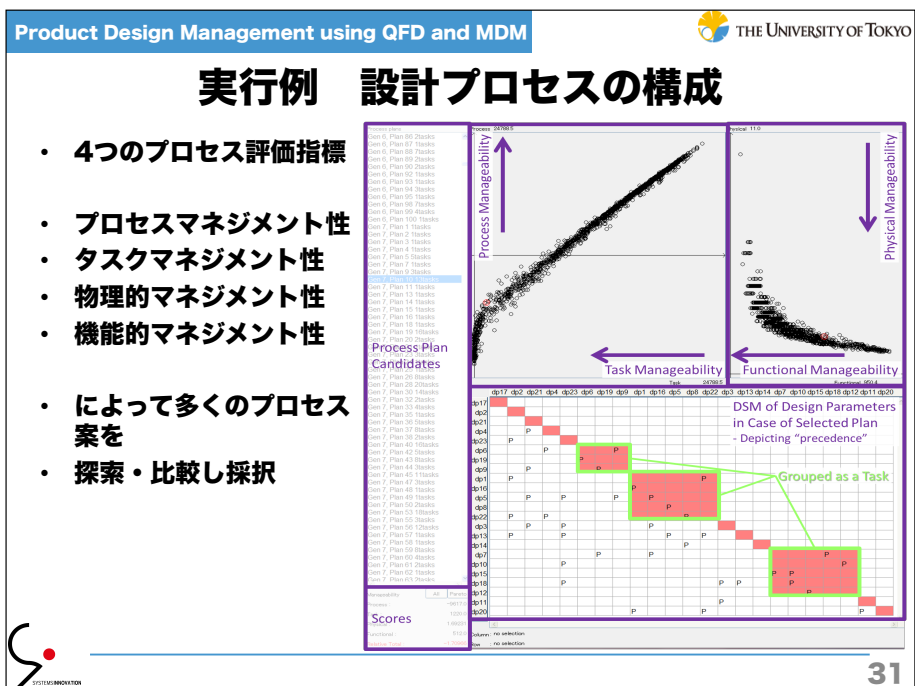
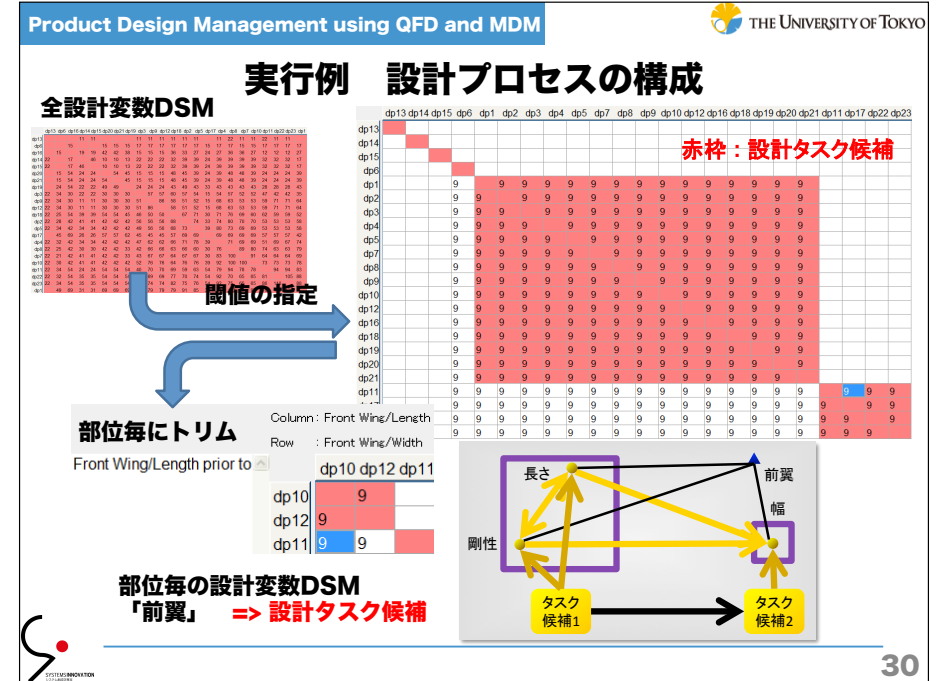
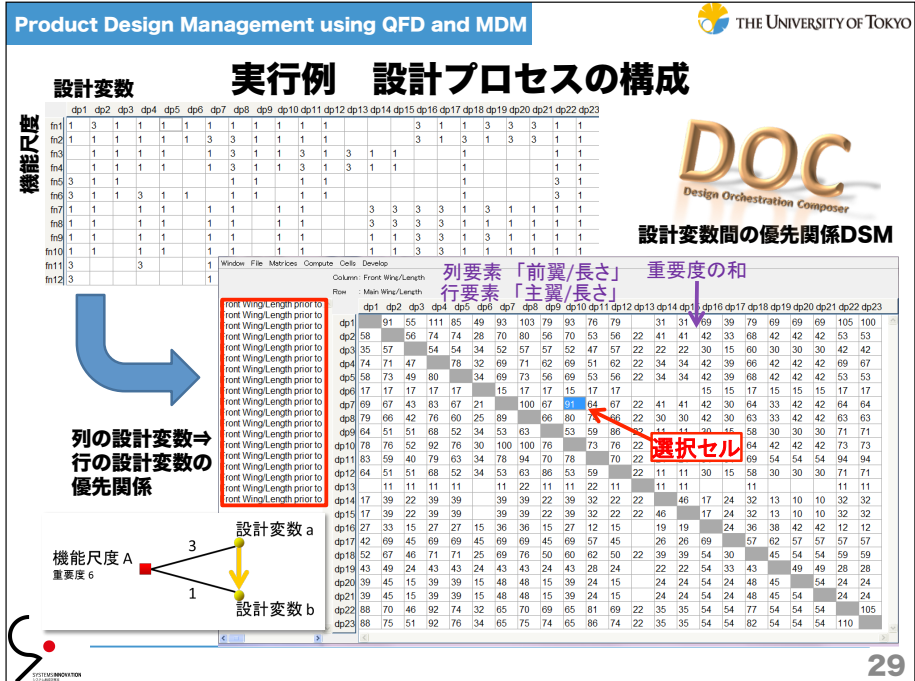
- 実行マネジメント性とタスク偏向の2指標を導入
- 遺伝的アルゴリズムによってさまざまな実行体制を探索



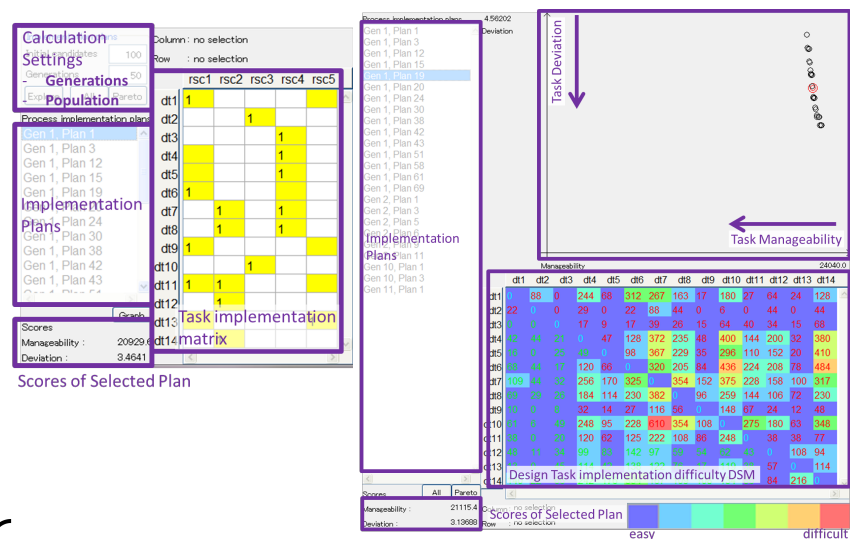
27

製品モデル「ソーラーボート」





実行例 プロセス実行体制の決定



33

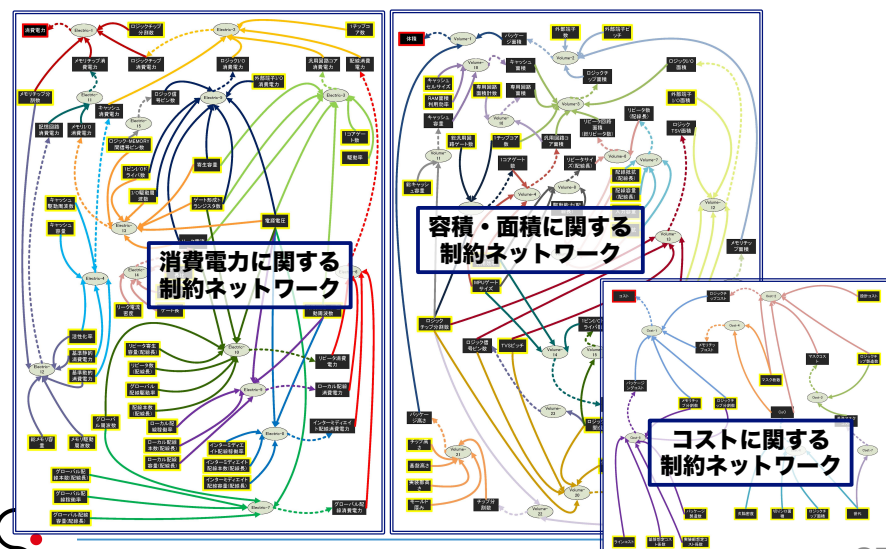
システムLSI

4G Mobile Phone (Next Generation)

製品システムの開発における設計プロセスの導出支援

システムLSIの構想設計支援

様々な領域の制約ネットワーク (LSI)

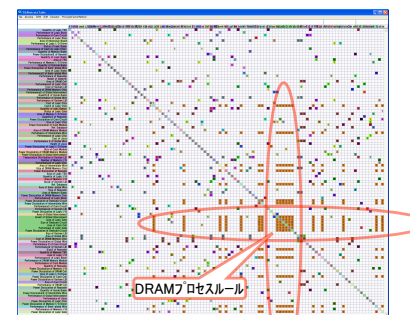


35

ネットワークからの設計手順の抽出

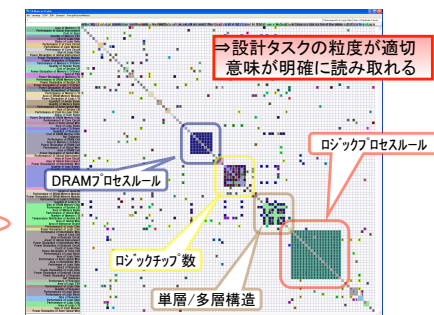
Bad Process

重要な依存関係が設計上流から下流まで**散逸**
大きな手戻りの発生リスクが**高い**



Good Process

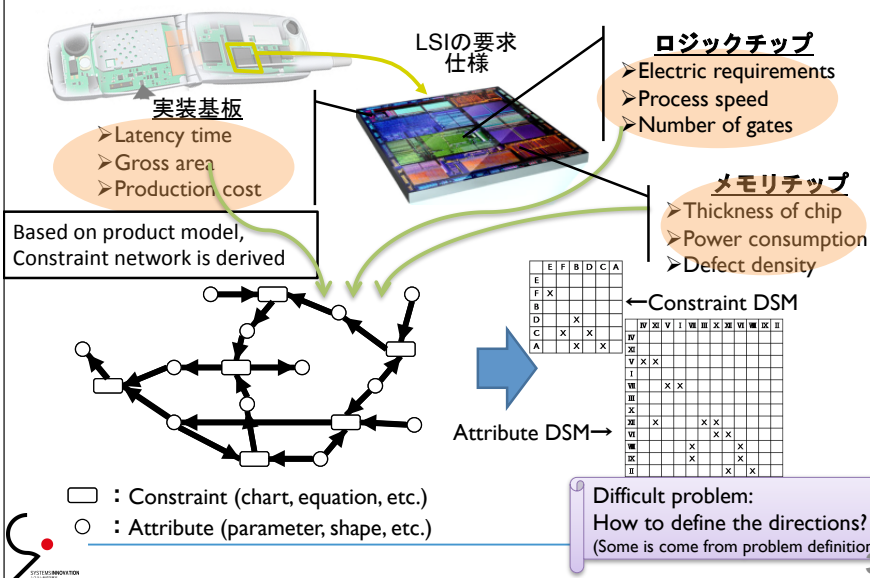
重要な依存関係毎に、**まとめて設計可能**
大きな手戻りの発生リスクが**低い**



※行&列は、パラメータ間の制約式を、セルの色は、依存するパラメータの種類を意味する。
依存関係の内容を吹き出して付記

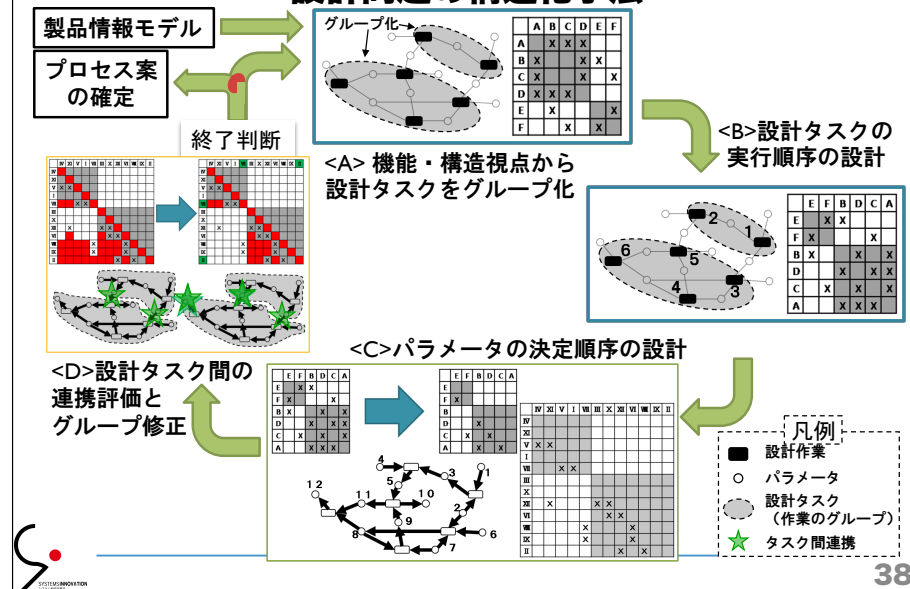
36

LSIの設計システム外観



37

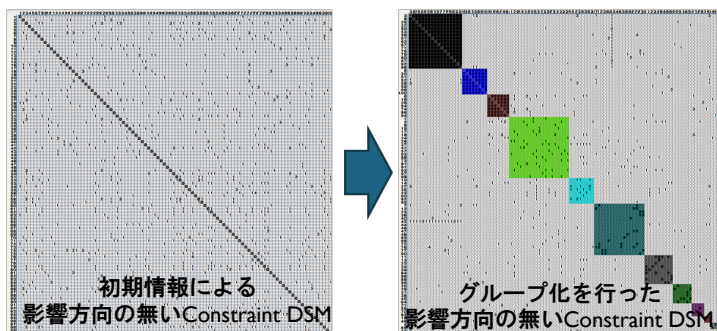
設計問題の構造化手法



38

制約順序探索:制約のグループ化

- 三つの視点によるグループ化
 - 同一の属性値設計に関わる制約
 - 同一の部品設計に関わる制約
 - 同一のモジュール構成部品設計に関わる制約



39

制約順序探索:順序と評価

三つの指標による順序案の評価

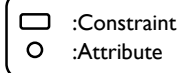
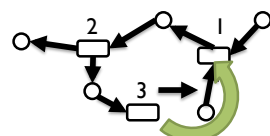
- Process Return Risk:
 - 手戻りなどの、設計破綻の発生可能性を評価
 - 制約の「自由度」以上の値が既に設計済みで、制約を満たす属性値の決定が不可能になる危険性がある箇所に注目
- Decision Making Efficiency
 - 処理手順の効率性を評価
 - ある属性値に関する制約のうち、部分的に設計が行われている状態において存在するリスクに注目
- Important - Attributes Check Risk
 - 設計要求の重要値が早く決められるか評価
 - 設計要求として最適化が求められる属性値が、どのタイミングで導出されるかに注目

40

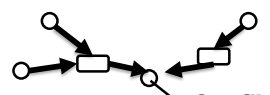
設計プロセス探索

2つの指標による評価

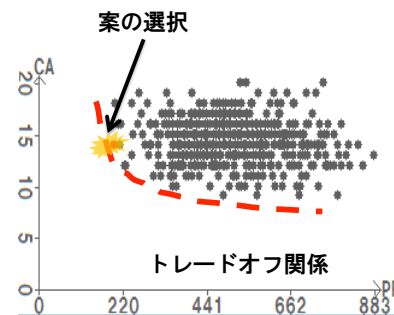
1. Process Return



2. Conflict Attributes

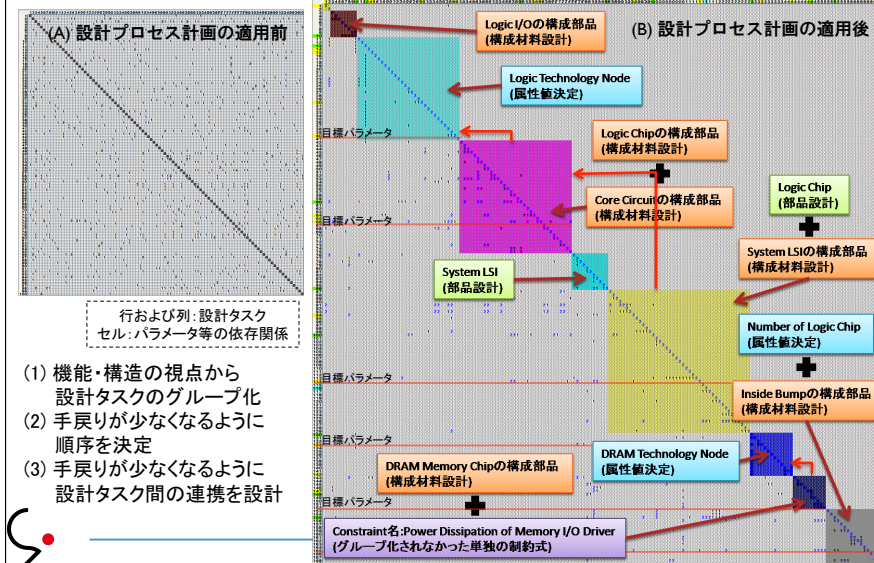


Conflictが起きるAttribute



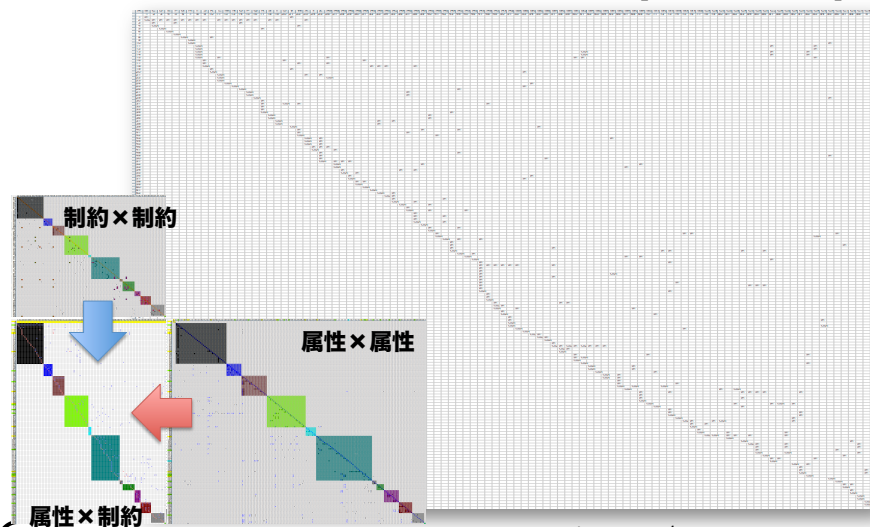
41

システムLSIの設計問題の構造化



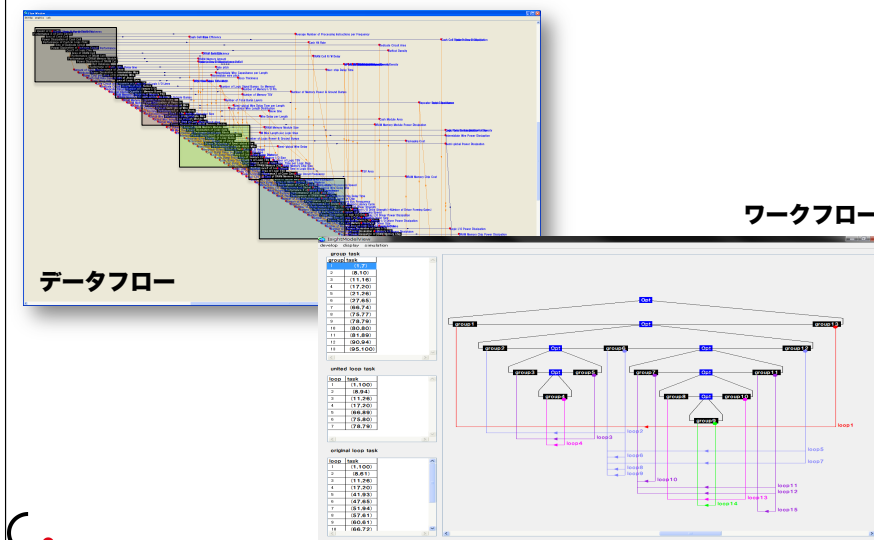
2

Constraint-Attribute Matrix (all model)



43

データフローの生成例



44

属性、制約ネットワークからワークフローへ

属性、制約ネットワーク

最適化実行

最適化のためのWorkFlow

ディスクリプションファイル

設計プロセスの算出

IN-OUTマトリクス

ワークフローの算出

45

Big Data からの知識獲得

- ・ 高品質なプロセス情報を得るためには適切な情報（相互関係情報）が重要な鍵を握る。
- ・ 相互関係（correlation）の情報
 - クラウドで獲得される期待
 - 多種多様な情報間の相互関係情報
 - 情報の作成者／利用者と情報との相互関係情報
- ・ 相互関係情報を構造分析し、システムの構成要素の因果関係を抽出
- ・ マネジメントに必要な知識獲得 → 知識を利用した高度なマネジメント
- ・ 効率的、高品質、手戻り、欠損が無いプロセスを実現

46

クラウドサービスにおける支援

- ・ クラウドによるデータの統合、情報処理の提供
→ 多種多様な人の参画を許容する。
- ・ 自己組織的な処理を基盤とするが、全体的な処理のアウトラインは重要。
- ・ 適切なタスクの割当が重要。手戻り等のリスク管理が重要。
- ・ 全体的な処理手順／プロセスの重要性
- ・ クラウドに於けるプロジェクトマネジメントのベース技術として期待

47

おわりに

- ・ 高度な意思決定のマネジメントを実現するためには、様々な情報の相関関係（影響、依存等）の情報が有効活用できる。
- ・ アナログ時代の情報獲得には限界が存在した。デジタル時代、クラウド時代では情報獲得の敷居は低くなっている。
- ・ 何が見えるかではなく、何を見たいのか／何を見るべきか の戦略は重要であり、そのための情報収集、加工などが必要不可欠である。
- ・ 情報の相関関係から組織の集合知を収集し、有効活用する事は組織力の観点で重要である。

48