

オンラインセミナー

品質工学活用セミナー

2023年2月7日(火)開催

プログラム

1. アドバンスソフト株式会社のご紹介 主催者あいさつ 1

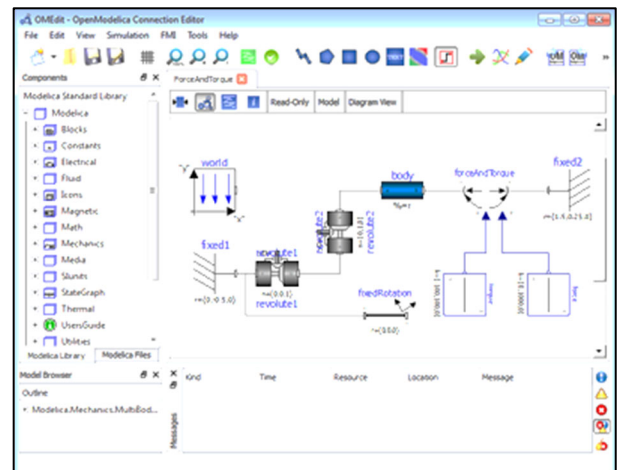
招待講演

※資料は一部非公開です

2. 「品質工学ツール (JIANT) の活用と展望」 5
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部 技術開発グループ
技術領域主幹 角 有司 様

3. 品質工学ツール Advance/JIANT の販売開始について 59
第5事業部 研究主席 松澤 邦裕

4. OpenModelica サポートサービスと関連サービスのご紹介 63
営業部 田口 浩一

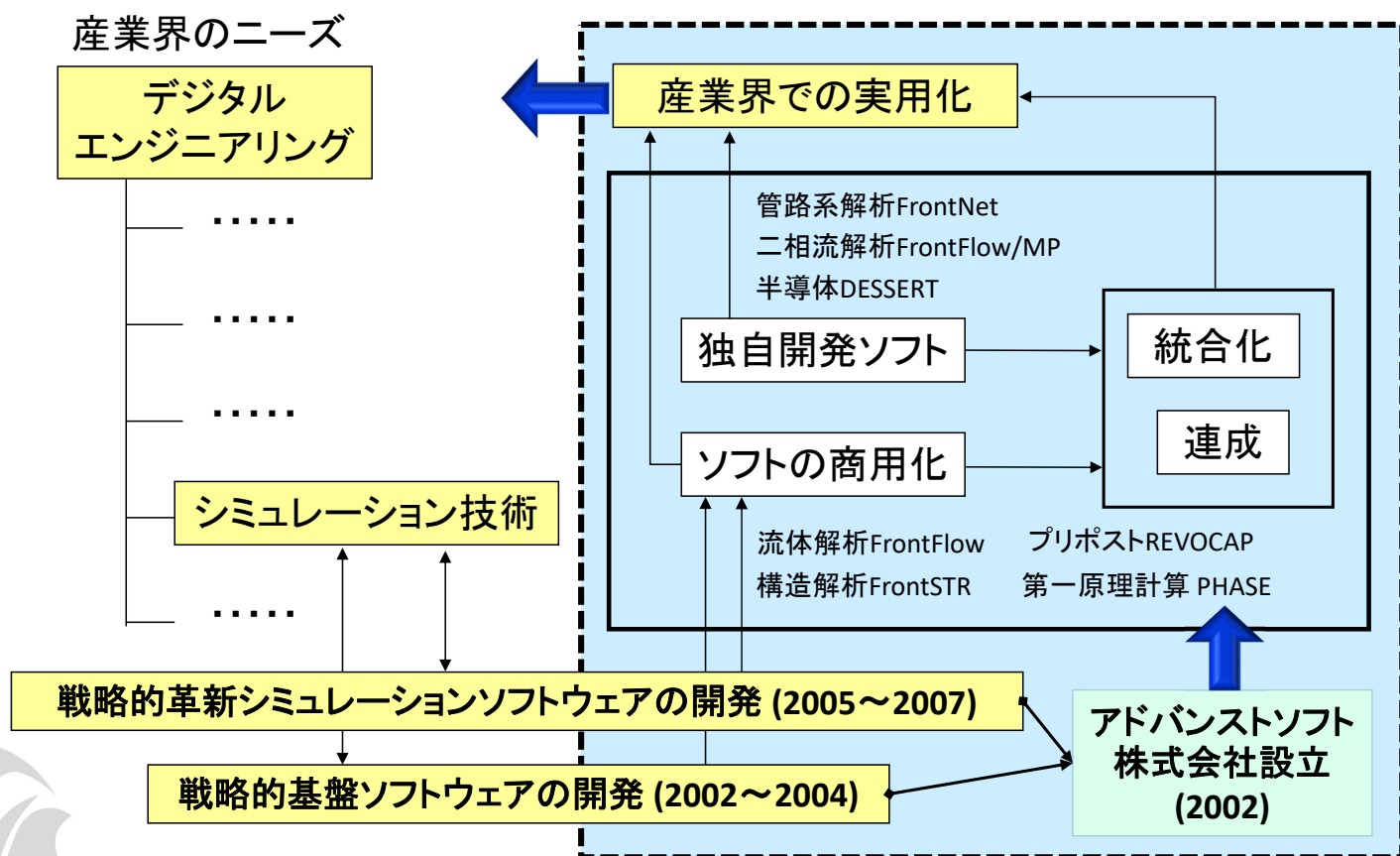


アドバンスソフト株式会社のご紹介

品質工学活用セミナー

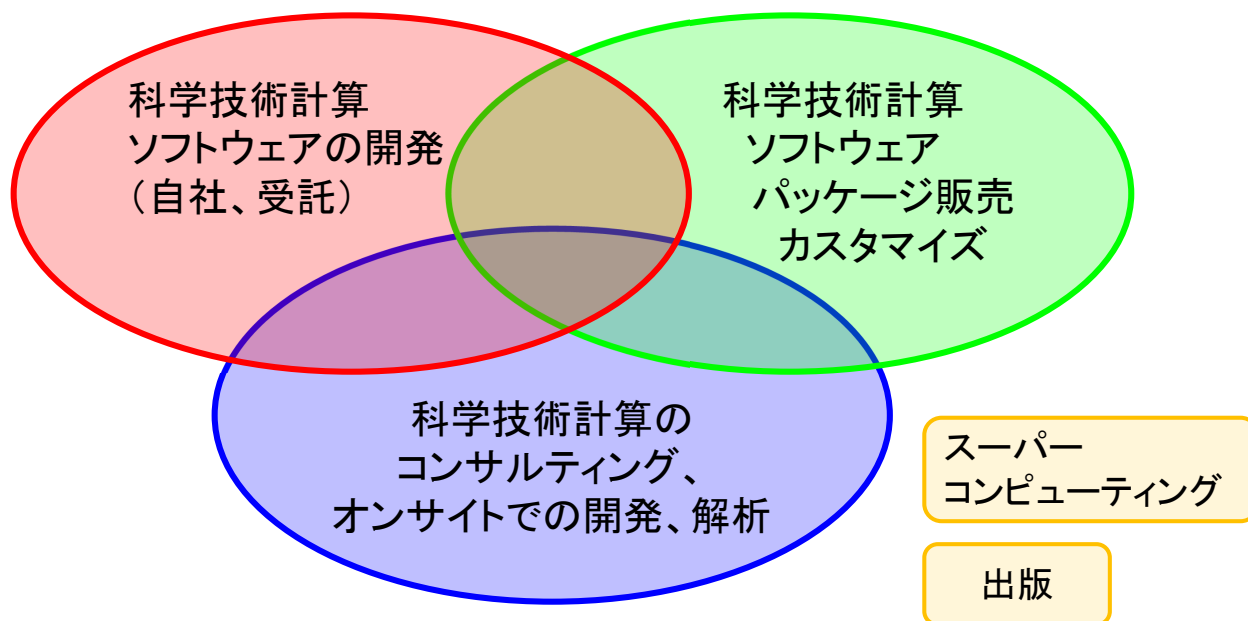
2023年2月7日（火）開催
アドバンスソフト株式会社

アドバンスソフトとは



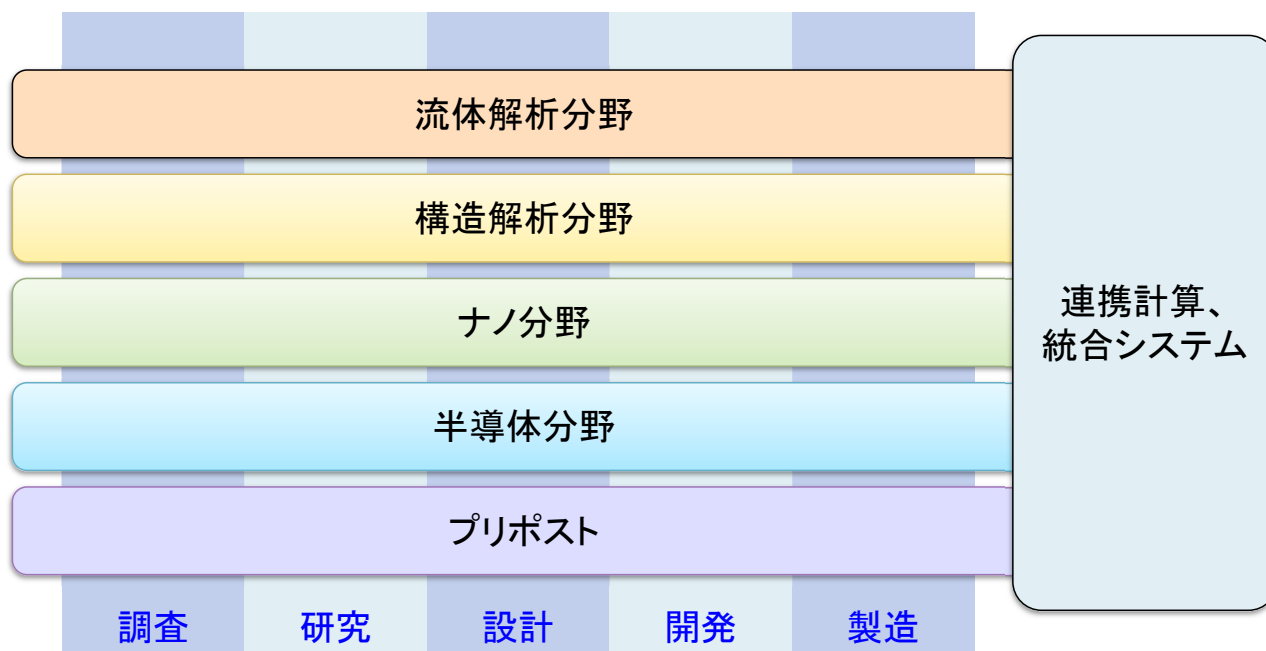
事業内容

アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、
科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。

事業分野



産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、
科学技術計算によるソリューションをご提供します。

ソフトウェアご紹介

<p>第一原理計算ソフトウェア Advance/PHASE</p> <p>密度汎関数理論に基づき、物質の性質を原子・分子レベルから解析する第一原理計算ソフトウェアです。</p>	<p>ナノ材料 GUI 付属</p> <p>ナノ材料解析統合 GUI Advance/NanoLabo</p> <p>ナノ材料 プリポスト</p> <p>材料解析ソフトウェア QuantumESPRESSO と LAMMPS に対応した統合 GUI です。</p>	<p>流体解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/red</p> <p>非圧縮性から圧縮性流れまで、広範囲で複雑な流れに対応した汎用 3 次元流体解析ソフトウェアです。</p>	<p>流体</p> <p>圧縮性流体解析ソルバー Advance/FOCUS-i</p> <p>非構造格子に対応した圧縮性流体解析ソルバーです。特に遷音速や超音速の流れに適しており、高い並列化効率で計算出来ます。</p>
<p>大規模 3 次元 TCAD システム Advance/TCAD</p> <p>超微細半導体デバイスからパワーデバイスまで、高度な機能と使いやすい GUI を備えた 3 次元 TCAD システムです。</p>	<p>半導体デバイス GUI 付属</p> <p>ニューラルネットワーク分子動力学システム Advance/NeuralMD</p> <p>ナノ材料 AI・機械学習</p> <p>Neural Network Potential に基づいた分子動力学のソフトウェアです。第一原理計算の結果を教師データとして分子力場を作成します。</p>	<p>流体</p> <p>気液二相流解析ソフトウェア Advance/FrontFlow/MP</p> <p>沸騰と凝縮を伴う気液二相流の流動特性や伝熱特性を 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>流体</p> <p>管路系流体過渡解析ソフトウェア Advance/FrontNet</p> <p>GUI 付属</p> <p>配管や流体機器から成る管路系内流体に対する 1 次元過渡解析の実用的なソフトウェアです。</p>
<p>大規模電磁波解析ソフトウェア Advance/ParallelWave</p> <p>マクスウェル方程式を FDTD 法で 3 次元的に解く電磁波解析ソフトウェアです。アンテナの電波解析から光の干渉や回折を考慮した光波解析まで幅広く適用できます。</p>	<p>光波・電磁波</p> <p>構造解析ソフトウェア Advance/FrontSTR</p> <p>構造</p> <p>固体の変形や熱伝導を、有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>流体</p> <p>大気拡散影響予測システム Advance/Emerg</p> <p>GUI 付属</p> <p>大気拡散物質の挙動予測と影響評価のためのソフトウェアシステムです。</p>	<p>AI・機械学習</p> <p>深層学習用ツール Advance/iMacLe</p> <p>機械学習のうち、ニューラルネットワークによる深層学習に特化、最小限度の機能に絞り込んだ比較的軽いツールです。</p>
<p>汎用プリポストプロセッサ Advance/REVOCAP</p> <p>プリポスト</p> <p>解析の一連の流れをスムーズに行う事を実現した汎用プリポストプロセッサです。</p>	<p>音響</p> <p>音響解析ソフトウェア Advance/FrontNoise</p> <p>音響</p> <p>環境騒音、機器内の共振等における音場を有限要素法を用いた 3 次元で解析するソフトウェアです。</p>	<p>自社による開発 (国プロ含む) 開発チームによる質の高いサポートサービス カスタマイズや機能追加も応相談 並列数無制限 (追加料金なし)</p>	

ソフトウェアの解析事例

解析事例Webページをご覧ください。

アドバンスソフト 事例集

検索

<http://case.advancesoft.jp>

- ソフトウェア名からだけでなく、産業分野別、解析分野別の検索が可能となりました。
- 最新の事例を掲載しました。今後も逐次最新事例を紹介いたします。

産業分野別	解析分野別
自動車・運輸	流体
材料・化学	爆発・燃焼
産業機械	構造
航空宇宙	振動音響
エレクトロニクス	ナノ・バイオ
建設土木	プリポスト
原子力	半導体デバイス
エネルギー	光・電磁波
環境・防災	

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>

<http://www.youtube.com/user/advancesoft>



品質工学活用セミナー

品質工学ツール（JIANT） の活用と展望



2022年2月7日

宇宙航空研究開発機構

安全・信頼性推進部

角 有司

アジェンダ



1. ロバスト設計の概要

- ✓ ロバスト設計とは
- ✓ 品質工学とセットベース設計
- ✓ 品質工学ツール（JIANT）とは



2. 品質工学の適用事例

- 事例 1) 木造建築耐震設計
- 事例 2) 月縦孔探査計画（UZUME）

3. 品質工学ツール（JIANT）の活用と展望

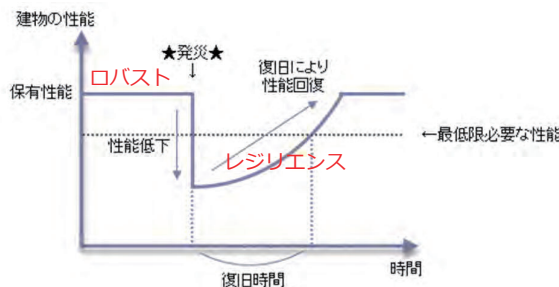
- ① JIANT
- ② シミュレーション
- ③ JIANTのユーザ
- ④ JIANT利用のサポート

- 「ロバスト」(robust)とは「強健な、がっしりした」との意味を持つ形容詞である。
- エンジニアリングの世界において、「ロバスト性」(robustness)という用語は、「頑強性」、「頑健性」という類語と同様に、「ある系がストレスや環境の変化といった外部から入ってくるさまざまなノイズや劣化など内部要素の変化などの影響によって出力が変化することを阻止する内的な仕組み、または性質」を指す言葉として用いられる。
- 「ロバスト性」を持たせる設計を「ロバスト設計」といい、「ロバスト性」を最適化することを「ロバスト最適化」という。

参考：

- 「レジリエンス」(resilience)は、一般的に「復元力、回復力、弾力」などと訳される言葉。
- 近年は特に「困難な状況にもかかわらず、しなやかに適応して生き延びる力」という心理学的な意味で使われるケースが増えています。

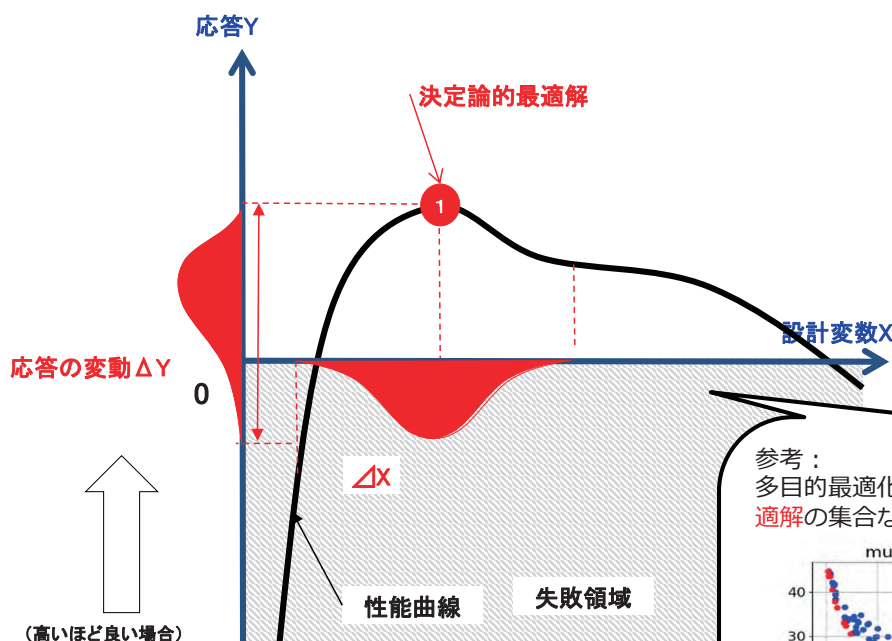
<https://kaiseki-kke.jp/blog/building-resilience-1/>



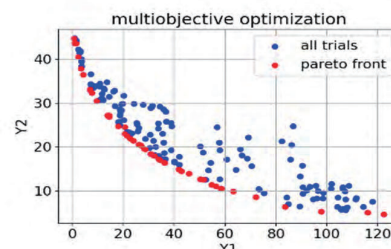
参考：

- 信頼性設計(しんらいせいせつけい)とは、工学分野において、システム・装置または部品が使用開始から寿命を迎えるまでの期間を通して、予め期待した機能を果たせるように、すなわち故障や性能の劣化が発生しないように考慮して設計する手法のこと。(出典：wiki)

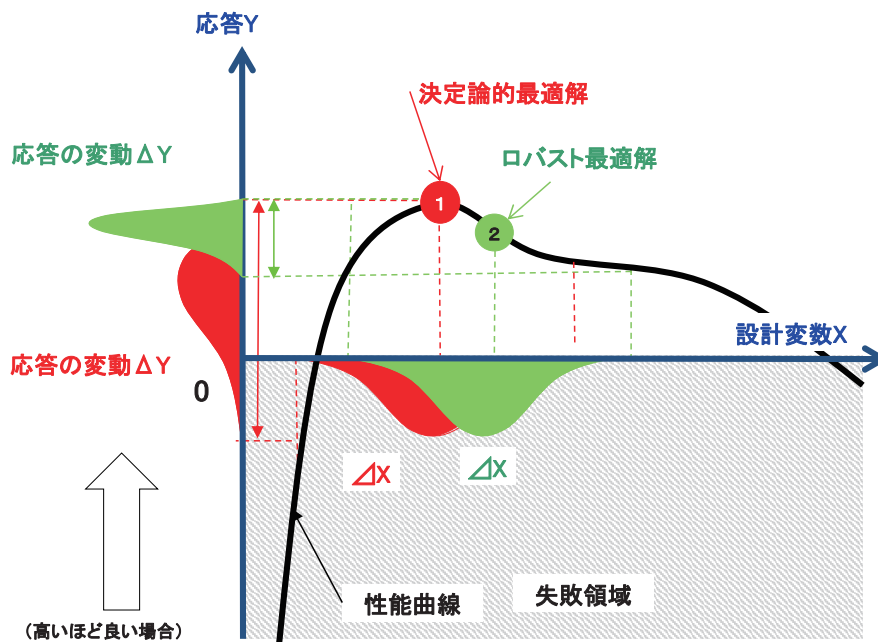
ロバスト最適化の概念



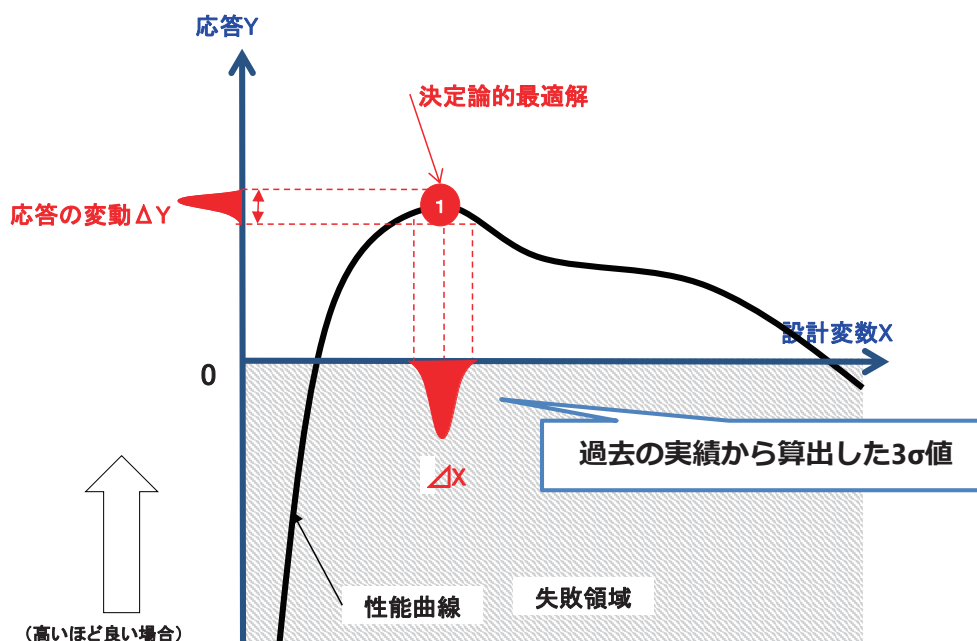
参考：
多目的最適化のパレート解は決定論的最適解の集合なので、注意が必要です。



Python 多目的最適化「Optuna」
<https://hk29.hatenablog.jp/entry/2020/11/23/135358>



ロバスト設計：①ではなく、②の様な点を探して設計に利用する事。
 ロバスト設計には、いくつかの方法論があります。



Δx の範囲（外乱）は広く取れた方が、コストダウンの余裕が出来たり、他との調整がやりやすくなる。

- 自動車業界では、以前から、ロバスト設計の導入により、信頼性向上・性能向上・低コスト化を行っている。
- 近年では、MBD(モデルベースデザイン) とロバスト設計の融合が進行中。



マツダ 人見常務「車両試作台数は4分の1に削減」...
「モデルベース開発」を積極推進
レスポンス <https://response.jp/article/2018/09/20/314193.html>



https://www.mazda.com/globalassets/ja/assets/innovation/technology/gihou/2017/files/2017_no012.pdf

SkyActiveエンジン開発
https://swest.toppers.jp/SWEST16/data/keynote_proceeding.pdf

2023.2.7 品質工学活用セミナー

7

品質工学とは

- 製造のばらつき、運用のばらつき、等
に対して耐性を持つ製品設計を行う方法論。
- 田口玄一氏によって考案され、1980年代に米国の自動車産業で流行し、日本の自動車・電機業界などが逆輸入して広まった。
現在も品質工学会を中心に19の地方研究会で活動中。
- 2つの特徴：



田口玄一
(タグチメソッドの創始者)

- ① 実験計画法（直交表）により網羅的な計算を少ない回数で行う点。
- ② 【制御因子（設計者が制御できるパラメータ）】だけでなく
【誤差因子（制御できないパラメータ）】を意識的に定義する点。

課題：

- 用語や使い方が難解。

直交法の例：
L18(2¹×3⁷)直交表

誤差因子の組み合わせ

	N	P	Q	R
A						
B						
C						
D						
E						
F						
...						
...						

制御因子の組み合わせ

実験やシミュレーション

SN比の要因効果図（バラつきの評価）

	A	B	C	D	E	F	G	H
1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2
実験1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験2	1	2	2	2	2	2	2	1
実験3	1	3	3	3	3	3	3	1
実験4	2	1	1	2	2	3	3	1
実験5	2	2	2	3	3	1	1	1
実験6	2	3	3	1	1	2	2	1
実験7	3	1	2	1	3	2	3	1
実験8	3	2	3	2	1	3	1	1
実験9	3	3	1	3	2	1	2	1
実験10	1	1	3	3	2	2	1	2
実験11	1	2	1	1	3	3	2	2
実験12	1	3	2	2	1	1	3	2
実験13	2	1	2	3	1	3	2	2
実験14	2	2	3	1	2	1	3	2
実験15	2	3	1	2	3	2	1	2
実験16	3	1	3	2	3	1	2	2
実験17	3	2	1	3	1	2	3	2
実験18	3	3	2	1	2	3	1	2

2023.2.7 品質工学活用セミナー

(4374回を18回で代替)

8

特徴①：直交表の利用

- 日本の製造業では、3水準系、2, 3水準系が広く用いられる

L9(3⁴)直交表

	A	B	C	D
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
実験1	1	1	1	1
実験2	1	2	2	2
実験3	1	3	3	3
実験4	2	1	2	3
実験5	2	2	3	1
実験6	2	3	1	2
実験7	3	1	3	2
実験8	3	2	1	3
実験9	3	3	2	1

(81回を9回で代替)

L18(2¹×3⁷)直交表

	A	B	C	D	E	F	G	H
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2
実験1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験2	1	2	2	2	2	2	2	1
実験3	1	3	3	3	3	3	3	1
実験4	2	1	1	2	2	3	3	1
実験5	2	2	2	3	3	1	1	1
実験6	2	3	3	1	1	2	2	1
実験7	3	1	2	1	3	2	3	1
実験8	3	2	3	2	1	3	1	1
実験9	3	3	1	3	2	1	2	1
実験10	1	1	3	3	2	2	1	2
実験11	1	2	1	1	3	3	2	2
実験12	1	3	2	2	1	1	3	2
実験13	2	1	2	3	1	3	2	2
実験14	2	2	3	1	2	1	3	2
実験15	2	3	1	2	3	2	1	2
実験16	3	1	3	2	3	1	2	2
実験17	3	2	1	3	1	2	3	2
実験18	3	3	2	1	2	3	1	2

(4374回を18回で代替)

L36(2¹×11×3¹²)直交表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
実験1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
実験3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
実験4	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
実験5	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
実験6	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
実験7	1	1	2	3	3	1	2	3	3	1	2	3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	
実験8	2	2	3	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	
実験9	3	3	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	
実験10	1	1	3	1	2	3	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	
実験11	2	2	1	3	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
実験12	3	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験13	1	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験14	2	3	1	2	1	3	2	3	1	2	2	3	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験15	3	1	2	3	2	1	3	1	1	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験16	1	2	3	2	1	3	2	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験17	2	3	1	3	2	2	1	3	2	2	1	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
実験18	3	1	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験19	1	2	1	3	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験20	2	3	2	1	1	3	2	3	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	
実験21	3	1	3	2	2	3	1	1	3	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	
実験22	1	2	3	3	1	2	1	1	3	3	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	
実験23	2	3	1	1	2	2	3	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	
実験24	3	1	2	2	1	3	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2	
実験25	1	3	2	1	3	3	1	3	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	
実験26	2	1	3	2	3	1	1	2	1	2	3	3	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	
実験27	3	2	1	3	1	2	2	3	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	
実験28	1	2	2	2	1	1	3	2	3	1	3	2	2	2	1	1	1	1	3	2	3	2	
実験29	2	3	2	1	1	3	2	3	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	
実験30	3	1	3	3	2	3	1	1	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	
実験31	1	3	3	2	3	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	
実験32	2	1	1	3	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	
実験33	3	2	2	1	2	1	1	3	3	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	
実験34	1	3	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	
実験35	2	1	2	3	1	3	1	2	3	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	
実験36	3	2	3	1	2	1	2	3	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2	

(108万回を36回で代替)

- 近年では、シミュレーションが広まるにつれて、多水準直交表（5、7、9、11水準）などが利用される場合がある。
- また直交表と同様なものに、ラテン超立方格法（Latin Hypercube Sampling; LHS）がある。

特徴①：直交表の利用

- 日本の製造業では、3水準系、2, 3水準系が広く用いられる

L9(3⁴)直交表

	A	B	C	D
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
実験1	1	1	1	1
実験2	1	2	2	2
実験3	1	3	3	3
実験4	2	1	2	3
実験5	2	2	3	1
実験6	2	3	1	2
実験7	3	1	3	2
実験8	3	2	1	3
実験9	3	3	2	1

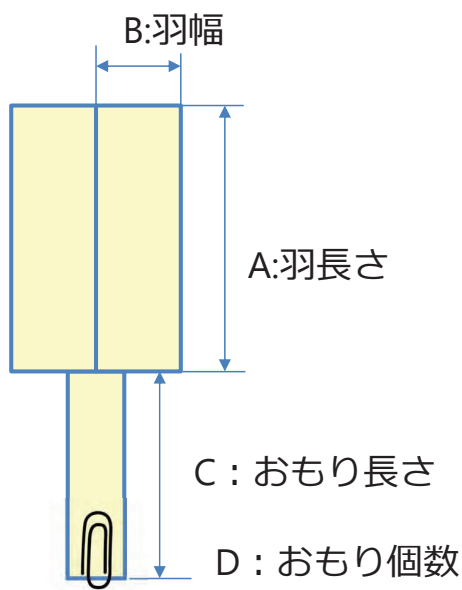
(81回を9回で代替)

総当たり計算 (3⁴)

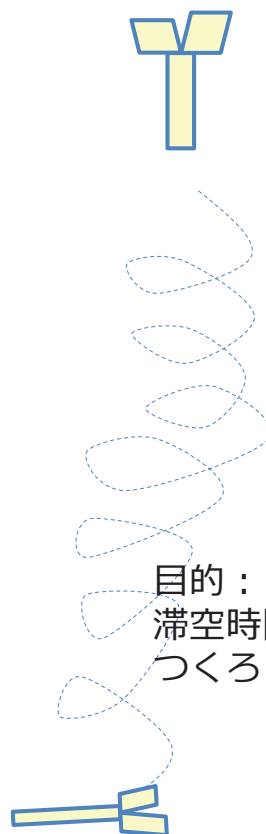
	A	B	C	D
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
実験1	1	1	1	1
実験2	1	1	1	2
実験3	1	1	1	3
実験4	1	1	2	1
実験5	1	1	2	2
実験6	1	1	2	3
実験7	1	1	3	1
実験8	1	1	3	2
実験9	1	1	3	3
実験10	1	2	1	1
実験11	1	2	1	2
実験12	1	2	1	3
実験13	1	2	2	1
実験14	1	2	2	2
実験15	1	2	2	3
実験16	1	2	3	1
実験17	1	2	3	2
実験18	1	2	3	3
実験19	1	3	1	1
実験20	1	3	1	2
実験21	1	3	1	3
実験22	1	3	2	1
実験23	1	3	2	2
実験24	1	3	2	3
実験25	1	3	3	1
実験26	1	3	3	2
実験27	1	3	3	3
実験28	2	1	1	1
実験29	2	1	1	2
実験30	2	1	1	3
実験31	2	1	2	1
実験32	2	1	2	2
実験33	2	1	2	3
実験34	2	1	3	1
実験35	2	1	3	2
実験36	2	1	3	3
実験37	2	2	1	1
実験38	2	2	1	2
実験39	2	2	1	3
実験40	2	2	2	1
実験41	2	2	2	2
実験42	2	2	2	3
実験43	2	2	3	1
実験44	2	2	3	2
実験45	2	2	3	3
実験46	2	3	1	1
実験47	2	3	1	2
実験48	2	3	1	3
実験49	2	3	2	1
実験50	2	3	2	2
実験51	2	3	2	3
実験52	2	3	3	1
実験53	2	3	3	2
実験54	2	3	3	3
実験55	3	1	1	1
実験56	3	1	1	2
実験57	3	1	1	3
実験58	3	1	2	1
実験59	3	1	2	2
実験60	3	1	2	3
実験61	3	1	3	1
実験62	3	1	3	2
実験63	3	1	3	3
実験64	3	2	1	1
実験65	3	2	1	2
実験66	3	2	1	3
実験67	3	2	2	1
実験68	3	2	2	2
実験69	3	2	2	3
実験70	3	2	3	1
実験71	3	2	3	2
実験72	3	2	3	3
実験73	3	3	1	1
実験74	3	3	1	2
実験75	3	3	1	3
実験76	3	3	2	1
実験77	3	3	2	2
実験78	3	3	2	3
実験79	3	3	3	1
実験80	3	3	3	2
実験81	3	3	3	3

- 近年では、シミュレーションが広まるにつれて、多水準直交表（5、7、9、11水準）などが利用される場合がある。
- また直交表と同様なものに、ラテン超立方格法（Latin Hypercube Sampling; LHS）がある。

紙ヘリコプタ実験



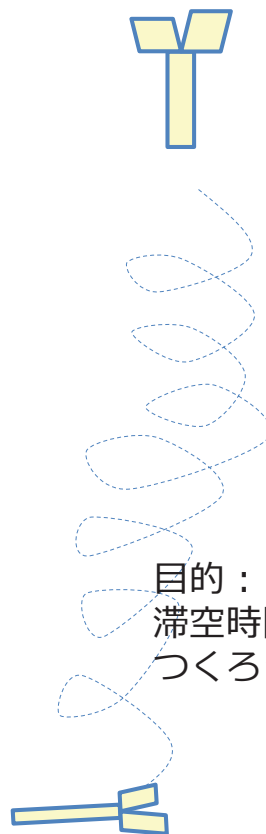
	パラメータ	最小値	最大値
A	羽長さ(mm)	50	90
B	羽幅(mm)	10	30
C	おもり長さ(mm)	50	90
D	おもり個数(個)	1	3



目的：
滞空時間が長いものをつくろう。

実験計画法の事例

紙ヘリコプタ実験



目的：
滞空時間が長いものをつくろう。

紙ヘリコプタ実験

	パラメータ	最小値	最大値
A	羽長さ(mm)	50	90
B	羽幅(mm)	10	30
C	おもり長さ(mm)	50	90
D	おもり個数(個)	1	3

	A	B	C	D
	羽長さ (mm)	羽幅 (mm)	おもり長さ (mm)	おもり個数 (個)
実験1	50	20	70	1
実験2	60	20	70	1
実験3	70	20	70	1
実験4	80	10	50	1
実験5		20	70	1
実験6		30	90	1
実験7	90	10	50	1
実験8		20	70	1
実験9		30	90	1

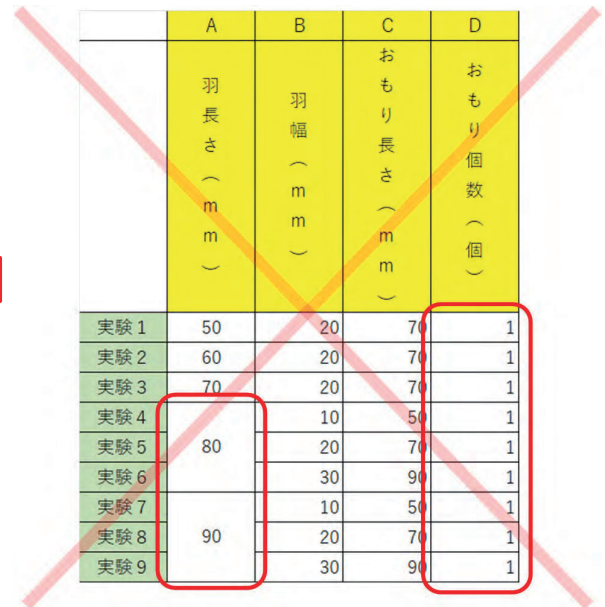


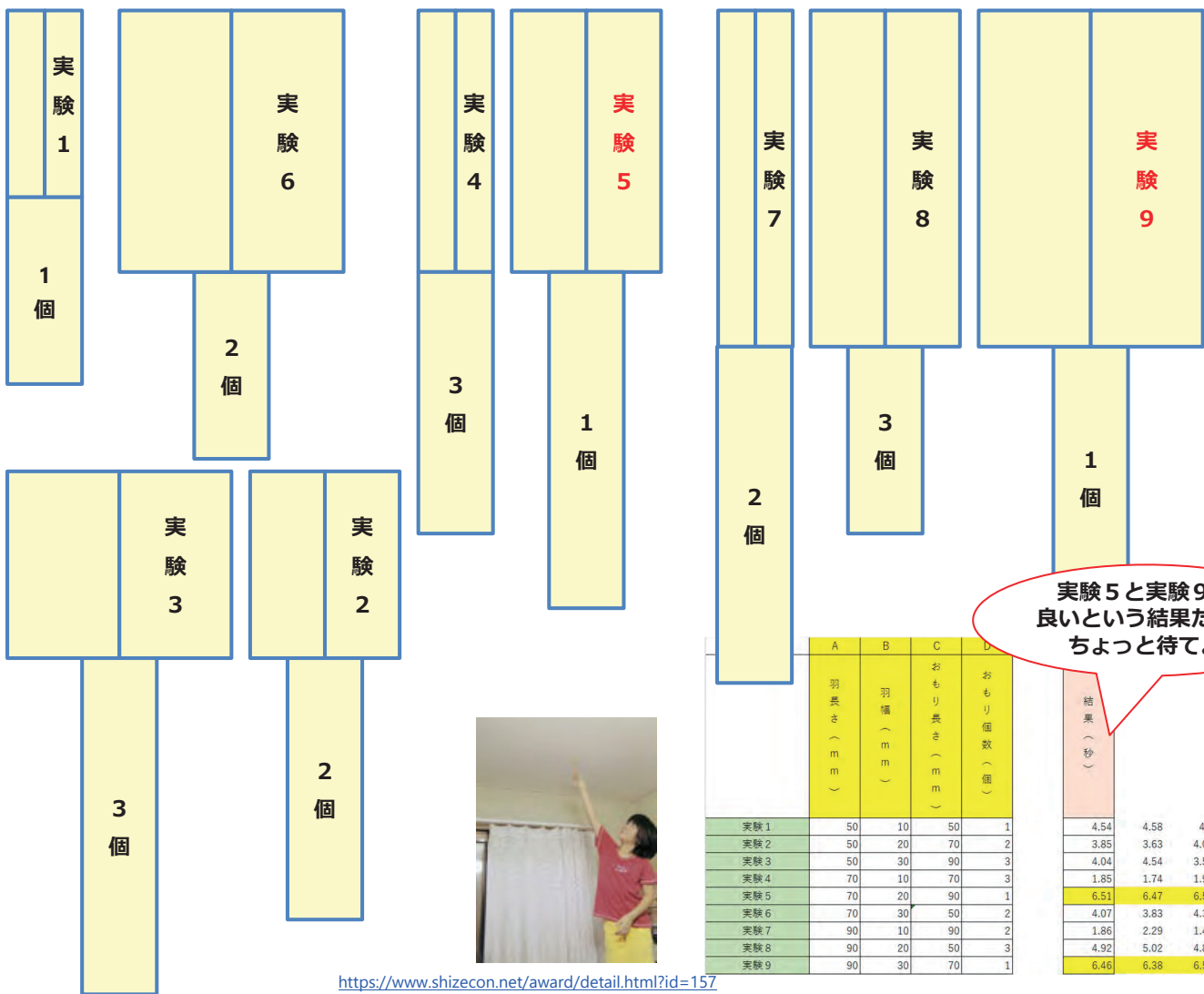
実験計画法の事例

	パラメータ	最小値	最大値
A	羽長さ(mm)	50	90
B	羽幅(mm)	10	30
C	おもり長さ(mm)	50	90
D	おもり個数(個)	1	3

実験計画法 (L9直交表)

	A	B	C	D
	羽長さ (mm)	羽幅 (mm)	おもり長さ (mm)	おもり個数 (個)
実験1	50	10	50	1
実験2	50	20	70	2
実験3	50	30	90	3
実験4	70	10	70	3
実験5	70	20	90	1
実験6	70	30	50	2
実験7	90	10	90	2
実験8	90	20	50	3
実験9	90	30	70	1





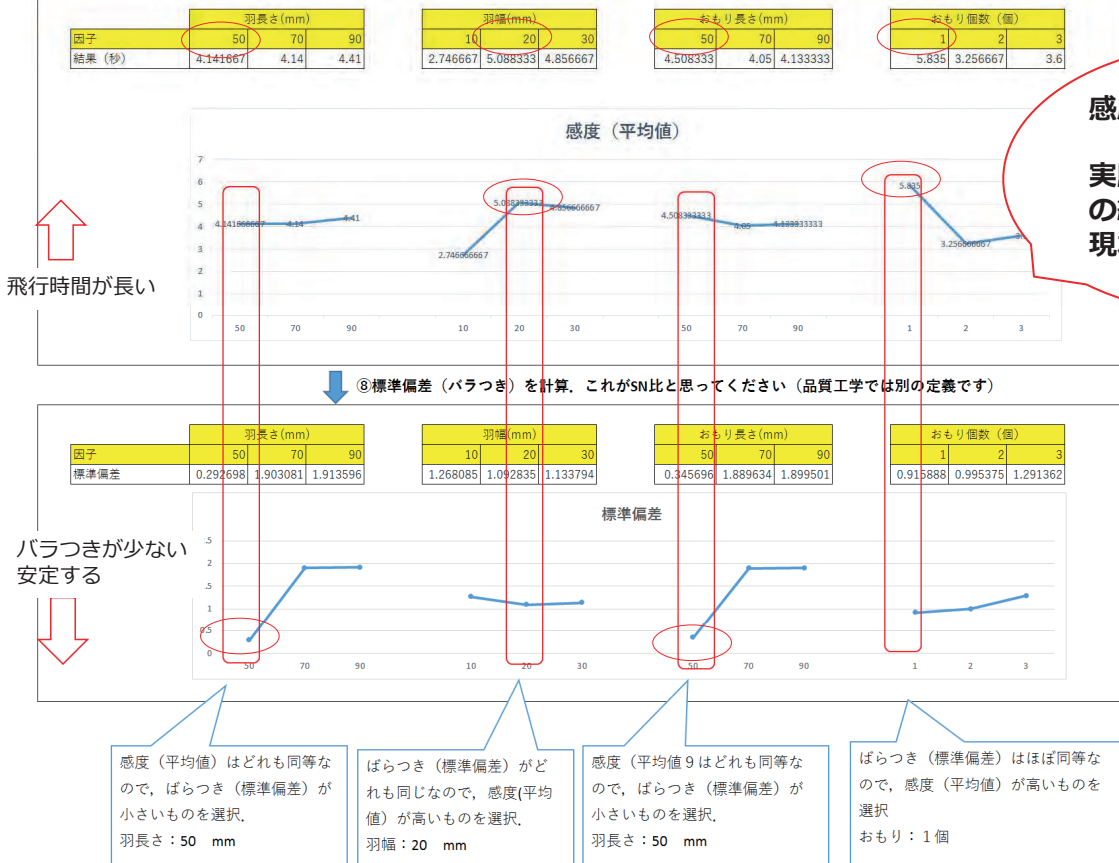
<https://www.shizecon.net/award/detail.html?id=157>

	A	B	C	D
実験 1	50	10	50	1
実験 2	50	20	70	2
実験 3	50	30	90	3
実験 4	70	10	70	3
実験 5	70	20	90	1
実験 6	70	30	50	2
実験 7	90	10	90	2
実験 8	90	20	50	3
実験 9	90	30	70	1

結果 (秒)			
4.54	4.58	4.5	
3.85	3.63	4.06	
4.04	4.54	3.54	
1.85	1.74	1.95	
6.51	6.47	6.54	
4.07	3.83	4.31	
1.86	2.29	1.42	
4.92	5.02	4.81	
6.46	6.38	6.54	

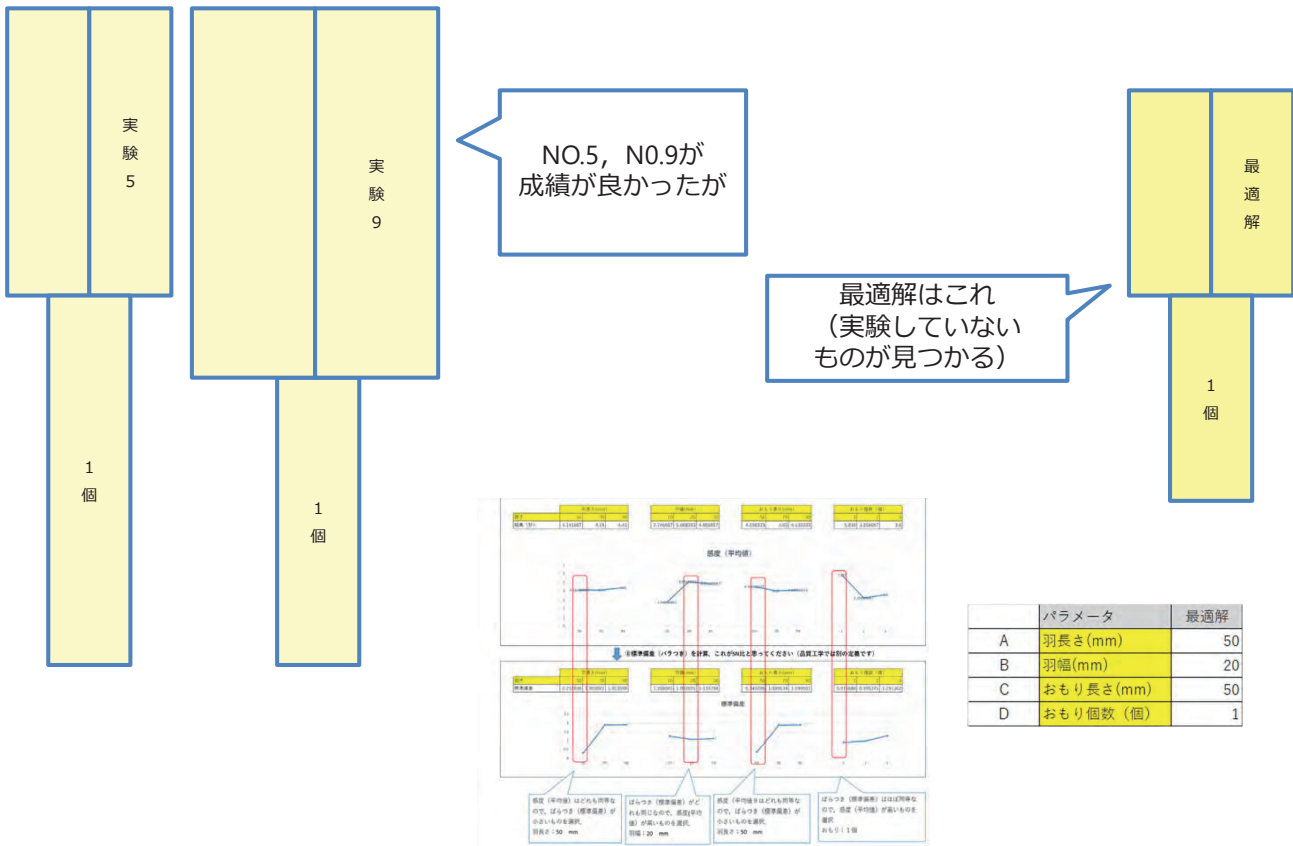
感度とバラつきを評価

実験計画法の「すべての組み合わせが同数回現れる」が効果を発揮



正解は⇒

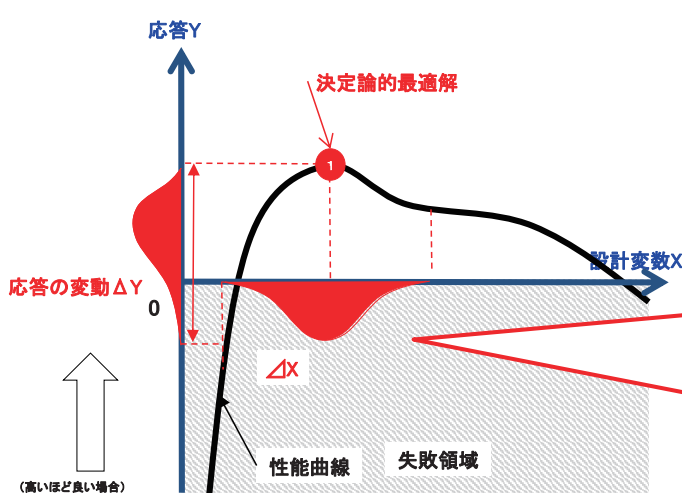
	パラメータ	最適解
A	羽長さ(mm)	50
B	羽幅(mm)	20
C	おもり長さ(mm)	50
D	おもり個数(個)	1



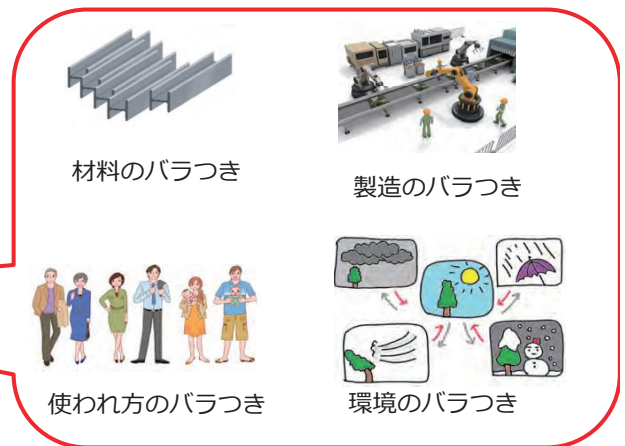
実験計画法の特長：

- ・少ない実験回数で比較的良好な最適解を見つけることが可能。
- ・感度情報（設計のコツ）が分かる

特徴②：誤差因子（ノイズ因子）とは

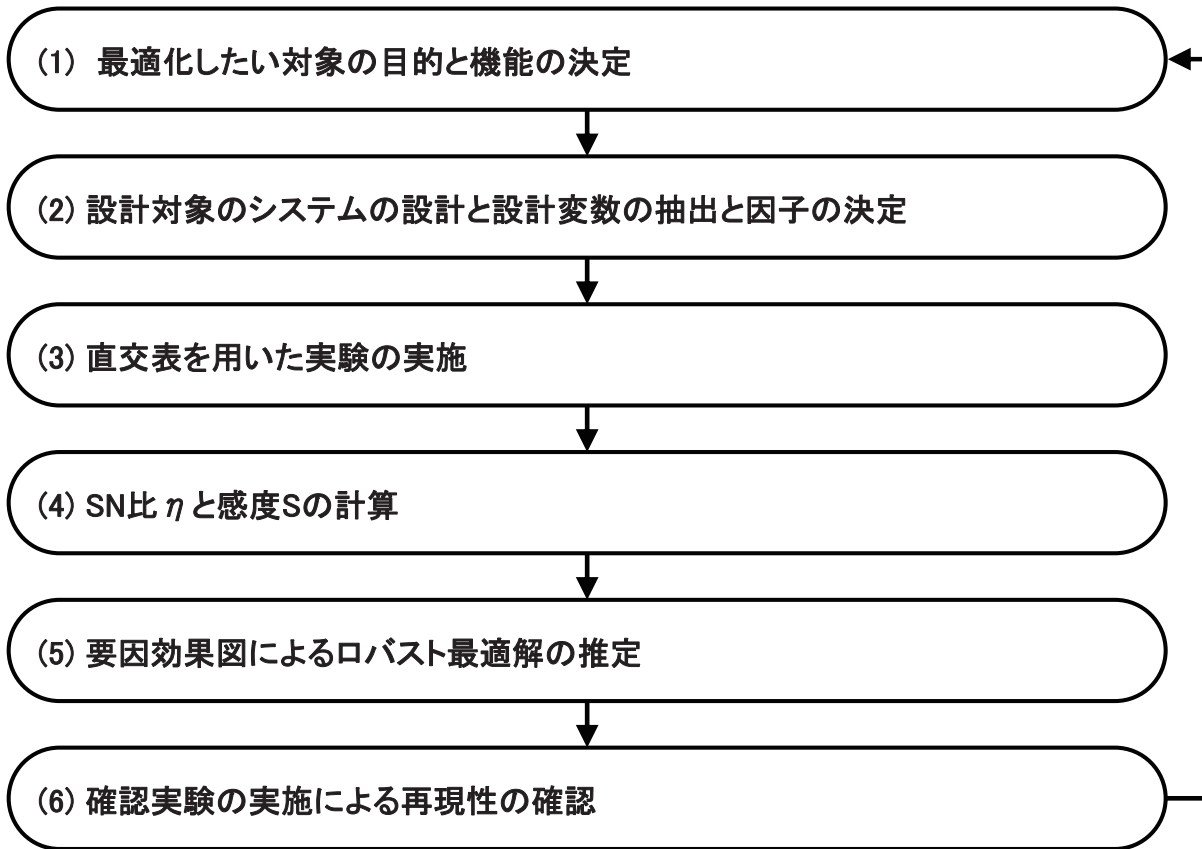


設計者が扱う事ができない因子（パラメータ）



- ・不具合の未然防止
- ・広い視野で設計できるようになる (タコツボ化解消)

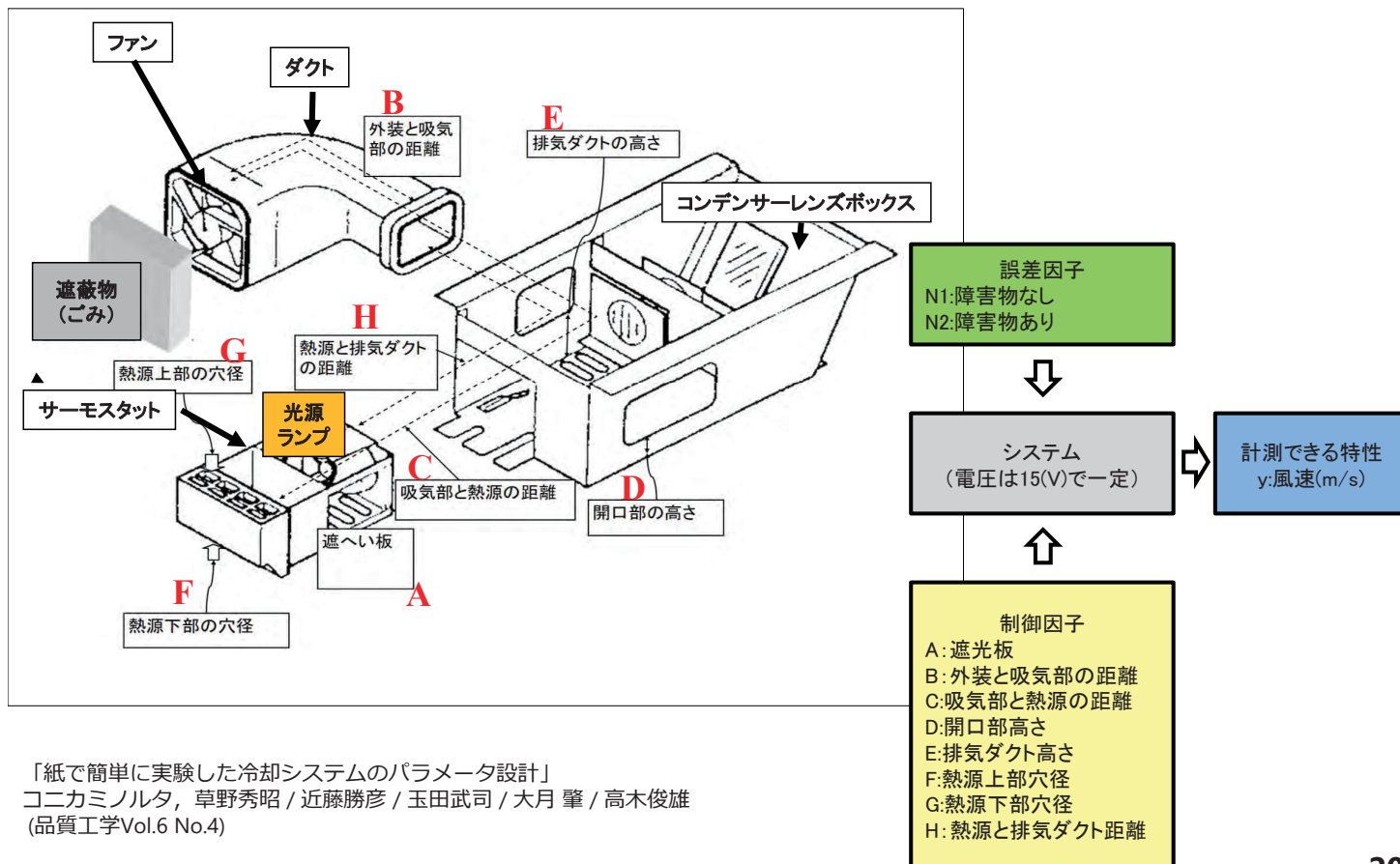




再現性が良くない場合は(1)に戻って再検討する。

(1) 最適化したい対象の目的と機能の決定

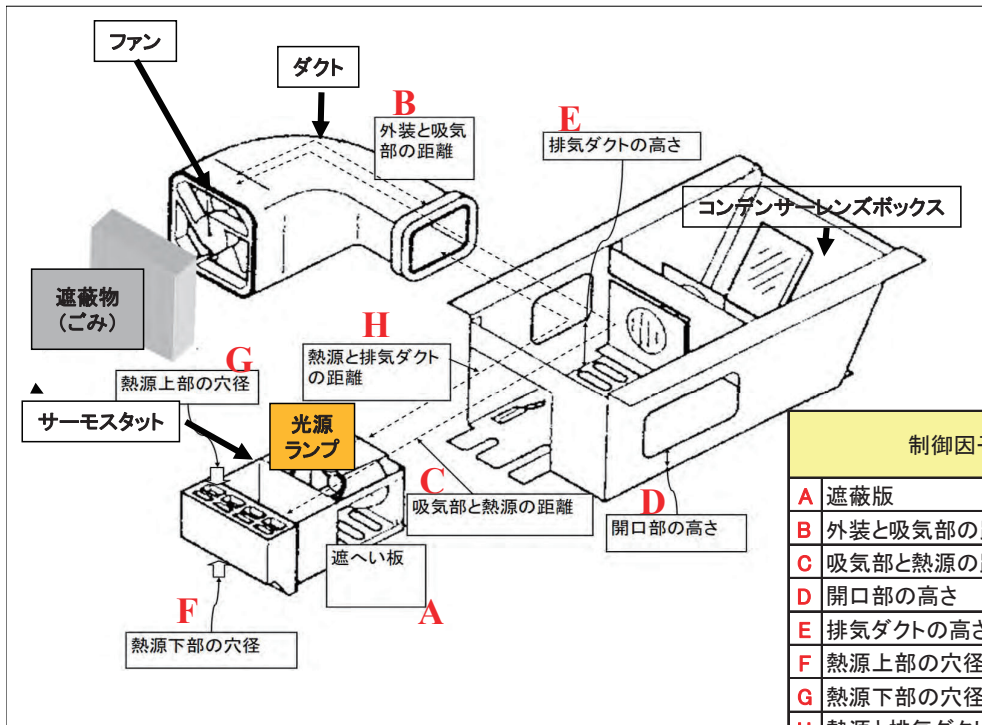
フィルムスキャナーという製品において、光源ランプの寿命を延ばす検討。



「紙で簡単に実験した冷却システムのパラメータ設計」
 コニカミノルタ、草野秀昭 / 近藤勝彦 / 玉田武司 / 大月 肇 / 高木俊雄
 (品質工学Vol.6 No.4)

(2) 設計対象のシステムの設計と設計変数の抽出と因子の決定

フィルムスキャナーという製品において、光源ランプの寿命を延ばすための冷却機構の設計。



制御因子	水準		
	1	2	3
A 遮蔽版	なし	あり	
B 外装と吸気部の距離	20	40	60
C 吸気部と熱源の距離	110	60	40
D 開口部の高さ	30	15	0
E 排気ダクトの高さ	30	15	0
F 熱源上部の穴径	大	中	なし
G 熱源下部の穴径	なし	中	大
H 熱源と排気ダクトの距離	60	50	40

誤差因子	水準	
	1	2
遮蔽物(ごみ)	なし	あり

「紙で簡単に実験した冷却システムのパラメータ設計」
 コニカミノルタ, 草野秀昭 / 近藤勝彦 / 玉田武司 / 大月 肇 / 高木俊雄
 (品質工学Vol.6 No.4)

2023.2.7 品質工学活用セミナー

21

(3) 直交表を用いた実験の実施

制御因子	水準		
	1	2	3
A 遮蔽版	なし	あり	
B 外装と吸気部の距離	20	40	60
C 吸気部と熱源の距離	110	60	40
D 開口部の高さ	30	15	0
E 排気ダクトの高さ	30	15	0
F 熱源上部の穴径	大	中	なし
G 熱源下部の穴径	なし	中	大
H 熱源と排気ダクトの距離	60	50	40



L18 ₂ ×3 ⁷		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	A1,A2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
B	B1,B2,B3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3
C	C1,C2,C3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D	D1,D2,D3	1	2	3	1	2	3	2	3	1	3	1	2	2	3	1	3	1	2
E	E1,E2,E3	1	2	3	2	3	1	1	2	3	3	1	2	3	1	2	2	3	1
F	F1,F2,F3	1	2	3	3	2	1	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2
G	G1,G2,G3	1	2	3	3	1	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3
H	H1,H2,H3	1	2	3	3	1	2	3	1	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1

全ての組み合わせ(2×3⁷=4374回)を行うとコストがかかる。

品質工学では「**実験計画法(直交表)**」を使うことで、少ない実験回数で網羅的に検証を行う方法を取る。
 (L18直交表を利用すると、18回の実験で済む)

(3) 直交表を用いた実験の実施、(4) SN比 η と感度Sの計算

No.	1 2 3 4 5 6 7 8								V ₁ (15V)	
	A	B	C	D	E	F	G	H	N ₁	N ₂
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.31	0.26
2	1	1	2	2	2	2	2	2	0.28	0.23
3	1	1	3	3	3	3	3	3	1.20	0.96
4	1	2	1	1	2	2	3	3	0.77	0.66
5	1	2	2	2	3	3	1	1	0.84	0.73
6	1	2	3	3	1	1	2	2	0.79	0.67
7	1	3	1	2	1	3	2	3	0.14	0.34
8	1	3	2	3	2	1	3	1	0.57	0.26
9	1	3	3	1	3	2	1	2	0.86	0.68
10	2	1	1	3	3	2	2	1	0.86	0.67
11	2	1	2	1	1	3	3	2	0.23	0.28
12	2	1	3	2	2	1	1	3	1.14	1.04
13	2	2	1	2	3	1	3	2	0.77	0.60
14	2	2	2	3	1	2	1	3	1.12	0.93
15	2	2	3	1	2	3	2	1	0.33	0.24
16	2	3	1	3	2	3	1	2	1.10	0.82
17	2	3	2	1	3	1	2	3	0.83	0.72
18	2	3	3	2	1	2	3	1	0.76	0.57

実験 No.	A	B	C	D	E	F	G	H	SN比 (dB)	感度 (dB)
1	1	1	1	1	1	1	1	1	18.09	-10.94
2	1	1	2	2	2	2	2	2	17.12	-11.91
3	1	1	3	3	3	3	3	3	16.02	0.61
4	1	2	1	1	2	2	3	3	19.24	-2.94
5	1	2	2	2	3	3	1	1	20.06	-2.12
6	1	2	3	3	1	1	2	2	18.66	-2.76
7	1	3	1	2	1	3	2	3	3.77	-13.22
8	1	3	2	3	2	1	3	1	4.89	-8.29
9	1	3	3	1	3	2	1	2	15.57	-2.33
10	2	1	1	3	3	2	2	1	15.04	-2.39
11	2	1	2	1	1	3	3	2	17.12	-11.91
12	2	1	3	2	2	1	1	3	23.75	0.74
13	2	2	1	2	3	1	3	2	15.05	-3.35
14	2	2	2	3	1	2	1	3	17.61	0.18
15	2	2	3	1	2	3	2	1	12.91	-11.01
16	2	3	1	3	2	3	1	2	13.62	-0.45
17	2	3	2	1	3	1	2	3	19.95	-2.24
18	2	3	3	2	1	2	3	1	13.80	-3.63

感度水準別平均	総平均 -4.89		
	1	2	3
A 遮光板	-5.99	-3.79	
B 外装と吸気部の距離	-5.97	-3.67	-5.03
C 吸気部と熱源の距離	-5.55	-6.05	-3.06
D 開口部高さ	-6.89	-5.58	-2.18
E 排気ダクト高さ	-7.05	-5.64	-1.97
F 熱源上部穴径	-4.47	-3.84	-6.35
G 熱源下部穴径	-2.49	-7.26	-4.92
H 熱源と排気ダクト距離	-6.40	-5.45	-2.81

要因	SN比水準別平均 総平均 15.68		
	1	2	3
A 遮光板	14.83	16.54	
B 外装と吸気部の距離	17.86	17.26	11.93
C 吸気部と熱源の距離	14.14	16.12	16.79
D 開口部高さ	17.15	15.59	14.31
E 排気ダクト高さ	14.84	15.26	16.95
F 熱源上部穴径	16.73	16.40	13.92
G 熱源下部穴径	18.12	14.57	14.35
H 熱源と排気ダクト距離	14.13	16.19	16.72

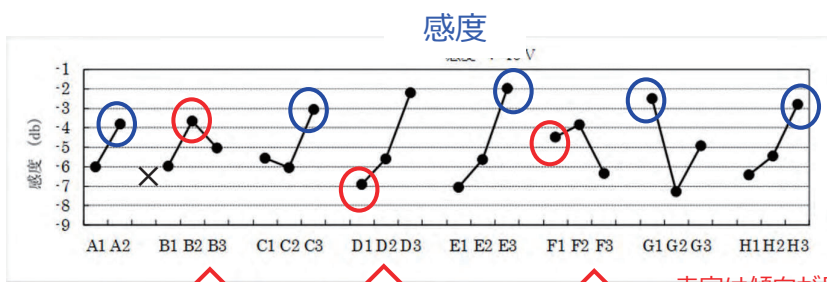
風速の計測結果(m/s)
N1: 遮蔽物なし
N2: 遮蔽物有り

計算の詳細は、
JERG-0-060 ロバスト設計ハンドブック (P.43)
「5.5.3 静特性による解析」
を参照ください

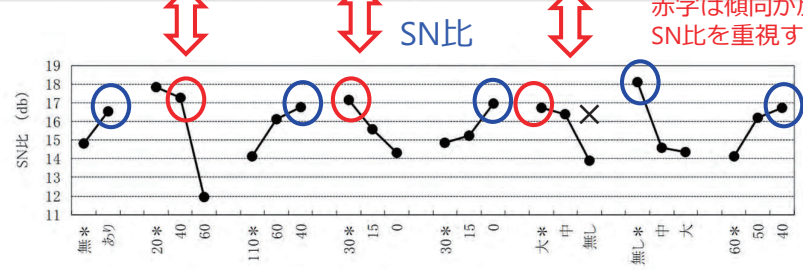
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-0-060.pdf>

(5) 要因効果図によるロバスト最適解の推定 (6) 確認実験の実施による再現性の確認

寿命が長い



安定して結果が得られる



赤字は傾向が反対になっている (悩ましい)
SN比を重視する機会が多い

制御因子	水準		
	1	2	3
A 遮へい板	なし	あり	なし
B 外装と吸気部の距離	20	40	60
C 吸気部と熱源の距離	110	60	40
D 開口部の高さ	30	15	0
E 排気ダクトの高さ	30	15	0
F 熱源上部の穴径	大	中	無し
G 熱源下部の穴径	なし	中	大
H 熱源と排気ダクトの距離	60	50	40

冷却システムの寿命をアップさせるのは、
A2,B2,C3,D1,E3,F1,G1,H3
にしたらい。
といった情報が得られる。
再現試験の結果も良好であった。

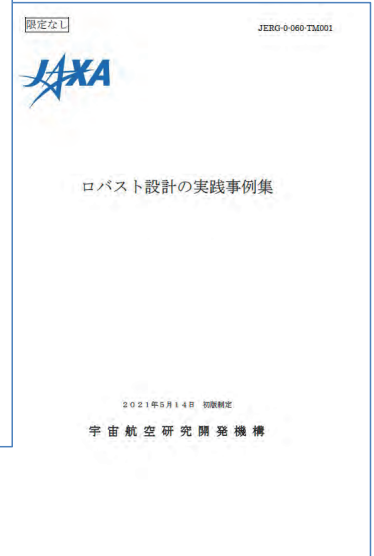
品質工学は、豊富な実績があり、書籍も多く出版されています。ご活用ください。



入門パラメータ設計—Excel演習でタグチメソッドの考え方と手順を体得できる、井上 清和 (著), 林 裕人 (著), 芝野 広志 (著), 大場 章司 (著), 日科技連出版社 (2008/2/1)

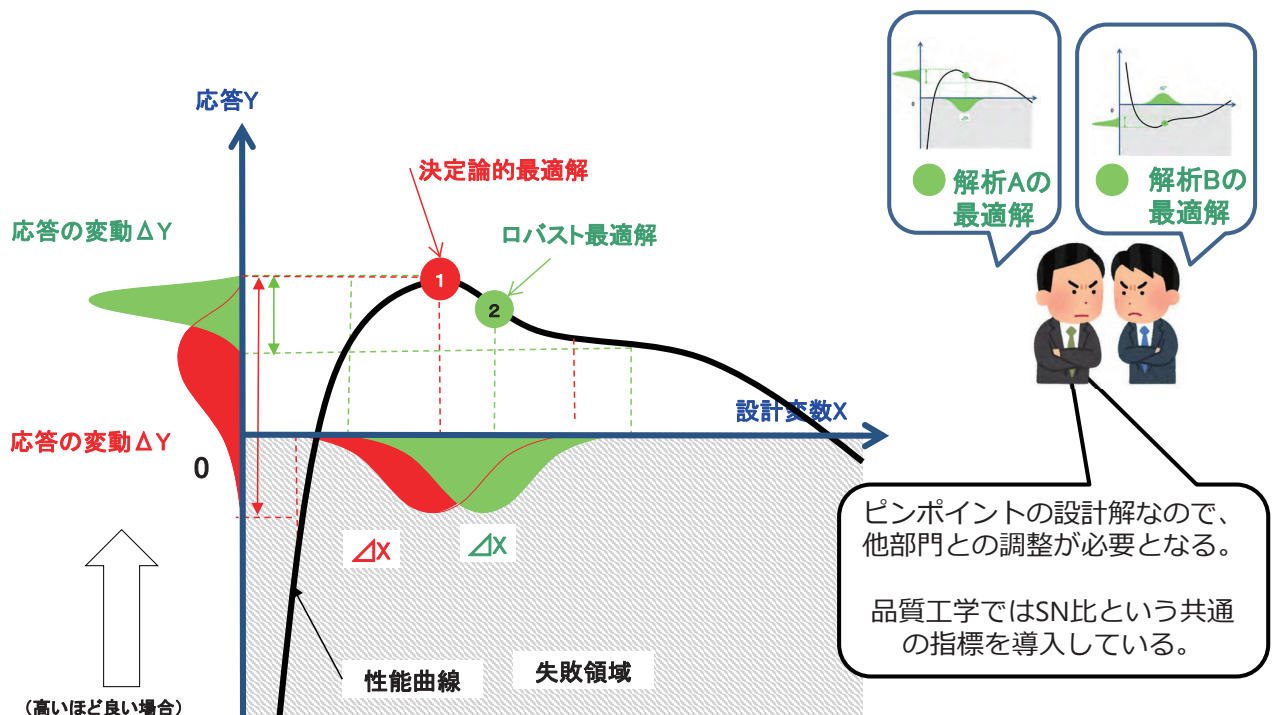


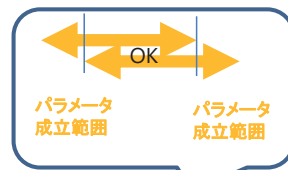
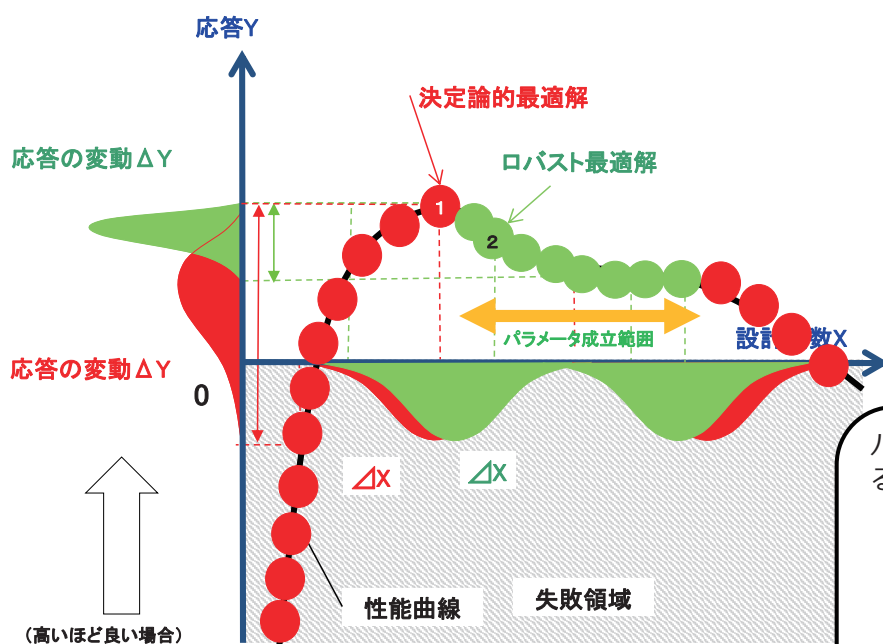
コンピュータによる情報設計の技術開発—シミュレーションとMTシステム (品質工学応用講座)、田口玄一、他、日本規格協会 (2004/6/1)



<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-0-060.pdf>
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-0-060.pdf>

ロバスト最適化の概念





パラメータ成立範囲を算出する事で、調整が容易となる。

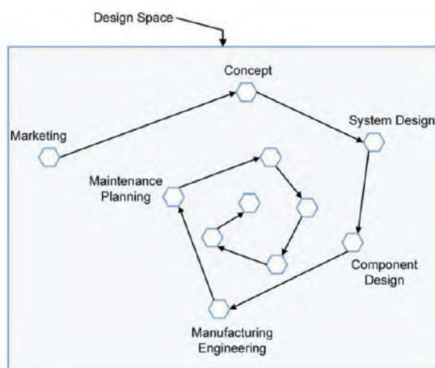
シミュレーションの利用により可能となった方法

算出が難しく、実現した例は少ない。奥義とされる(らしい)

セットベース設計とは

- ミシガン大学のウォード・アレン博士らが提唱した、設計変数・性能を範囲集合で表現し、多くの性能の範囲共通集合を満足するように、設計変数の範囲集合を絞り込む設計手法。

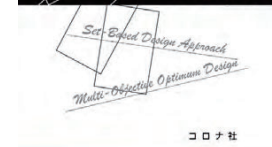
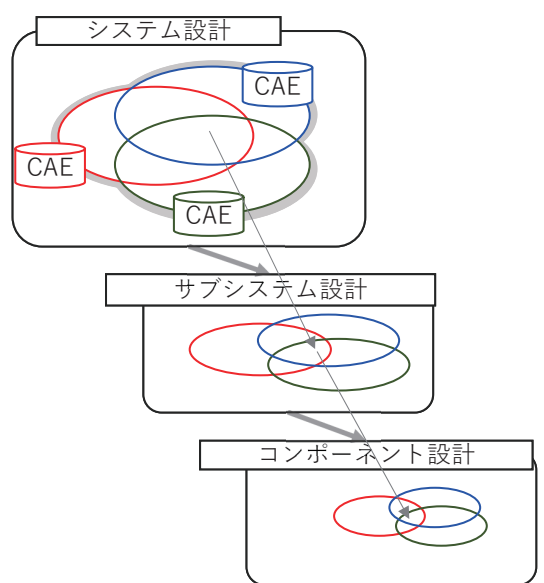
ポイントベース設計



Evans, J.H., Basic Design Concept, Naval Engineers journal, 71,4 (1959),pp.671-678.

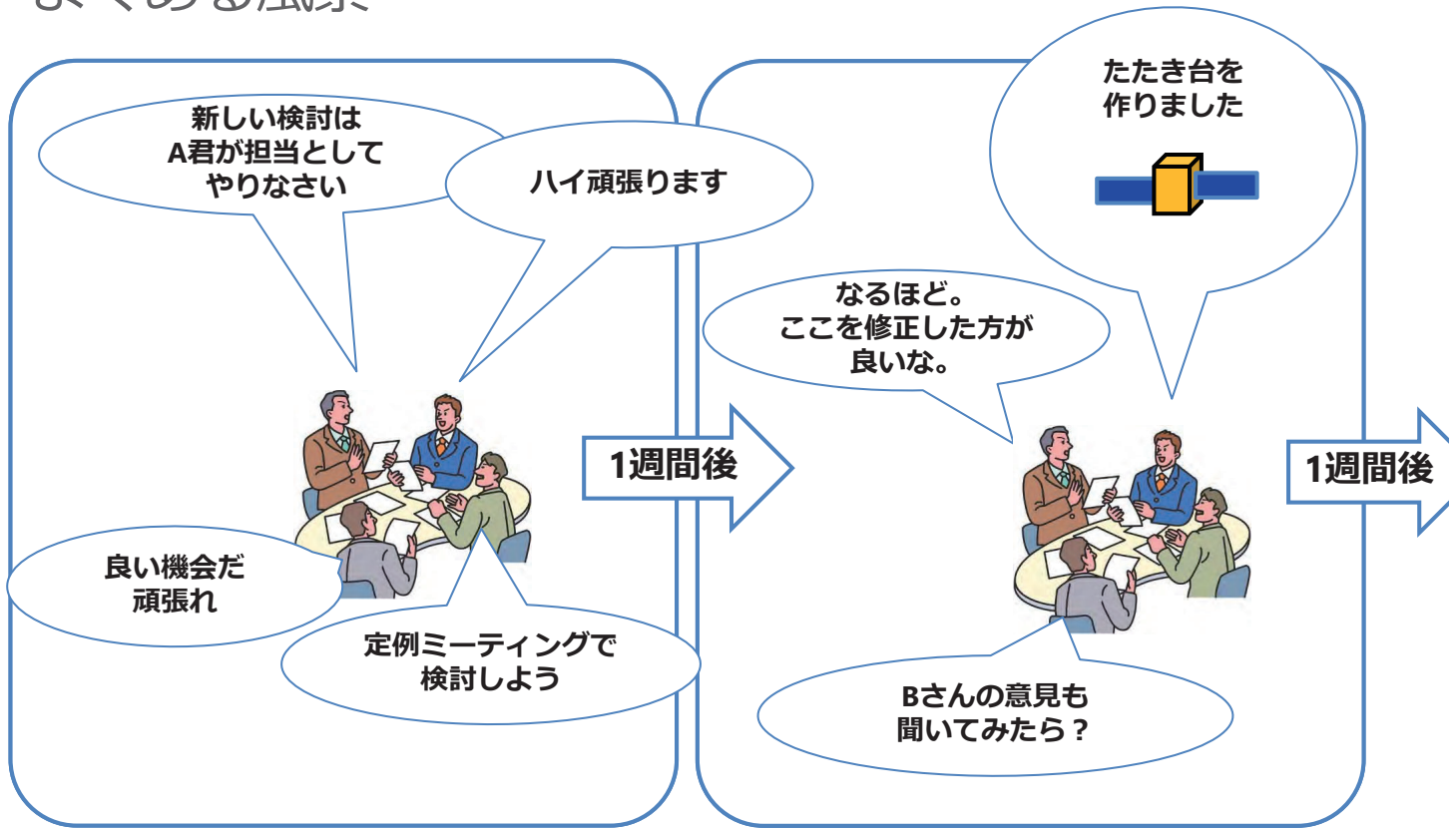
A point based approach to the design of a complex product. Adapted from Ward et al. (1995).

セットベース設計

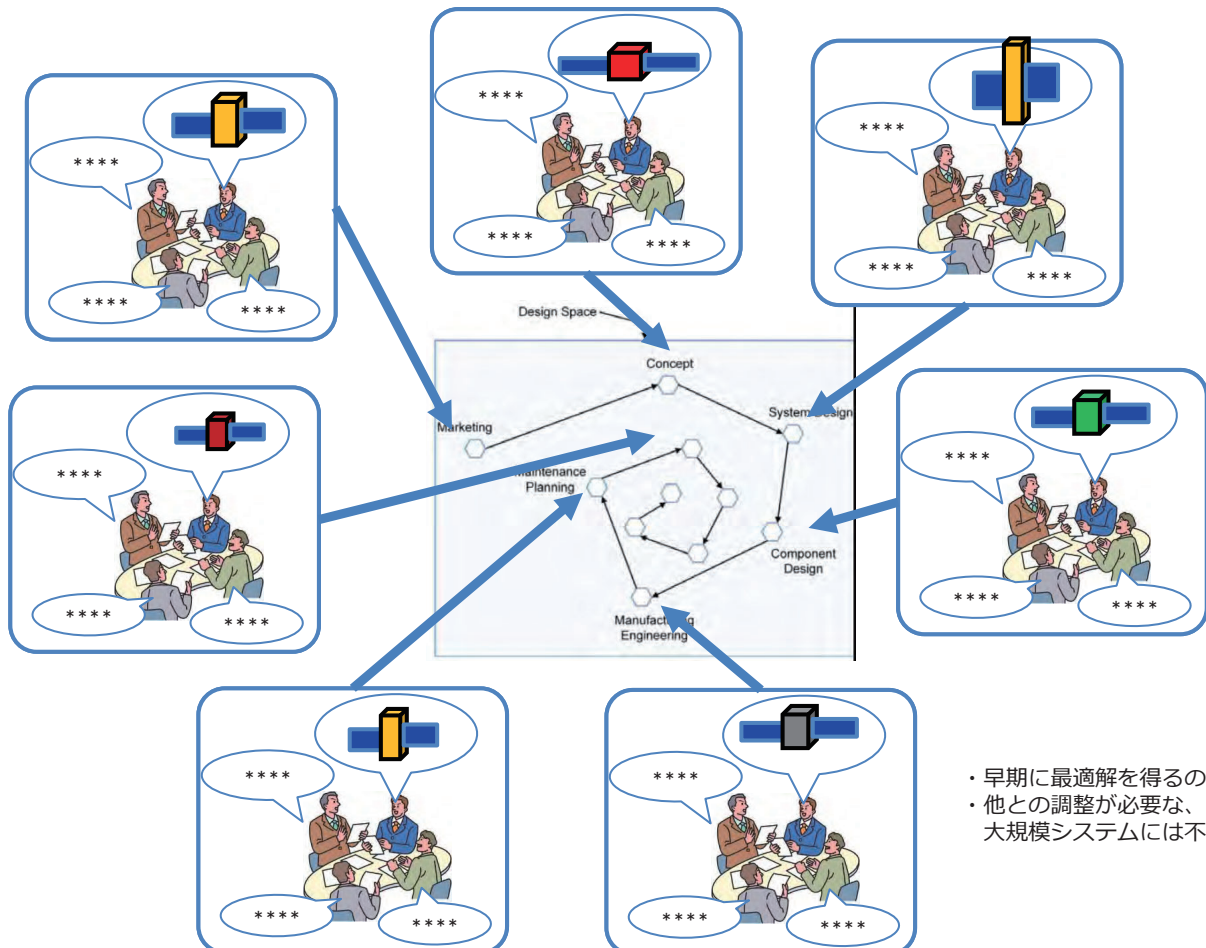


石川 晴雄 電通大教授 著

よくある風景



補足：ポイントベース設計



- ・早期に最適解を得るのが難しい
- ・他との調整が必要な、大規模システムには不向き

1. ロバスト設計の概要
 - ✓ ロバスト設計とは
 - ✓ 品質工学とセットベース設計
 - ✓ 品質工学ツール (JIANT) とは ←
2. 品質工学の適用事例
 - 事例 1) 木造建築耐震設計
 - 事例 2) 月縦孔探査計画 (UZUME)
3. 品質工学ツール (JIANT) の活用と展望
 - ① JIANT
 - ② シミュレーション
 - ③ JIANTのユーザ
 - ④ JIANT利用のサポート

JAXAにおける品質工学の取り組み

- JAXA安全・信頼性推進部では、2015年より、品質工学の考えを改良し、CAEツール (シミュレーションツール) と連携して利用可能な品質工学ツール (JIANT) を開発した。共同研究相手先などに、無償配布を開始。
- 特長：
 - 品質工学にセットベース設計の概念を導入。
 - 計算機の特長 (大容量・高速計算) の利用。

誤差因子(ノイズ因子) 多水準直交表を使う

制御因子 誤差因子

CAE ツール 結果

出力 N

A1 A2 A3 A1 A2 A3

出力 N

JIANT: JAXA Integrator for Analysis Tools

応答Y

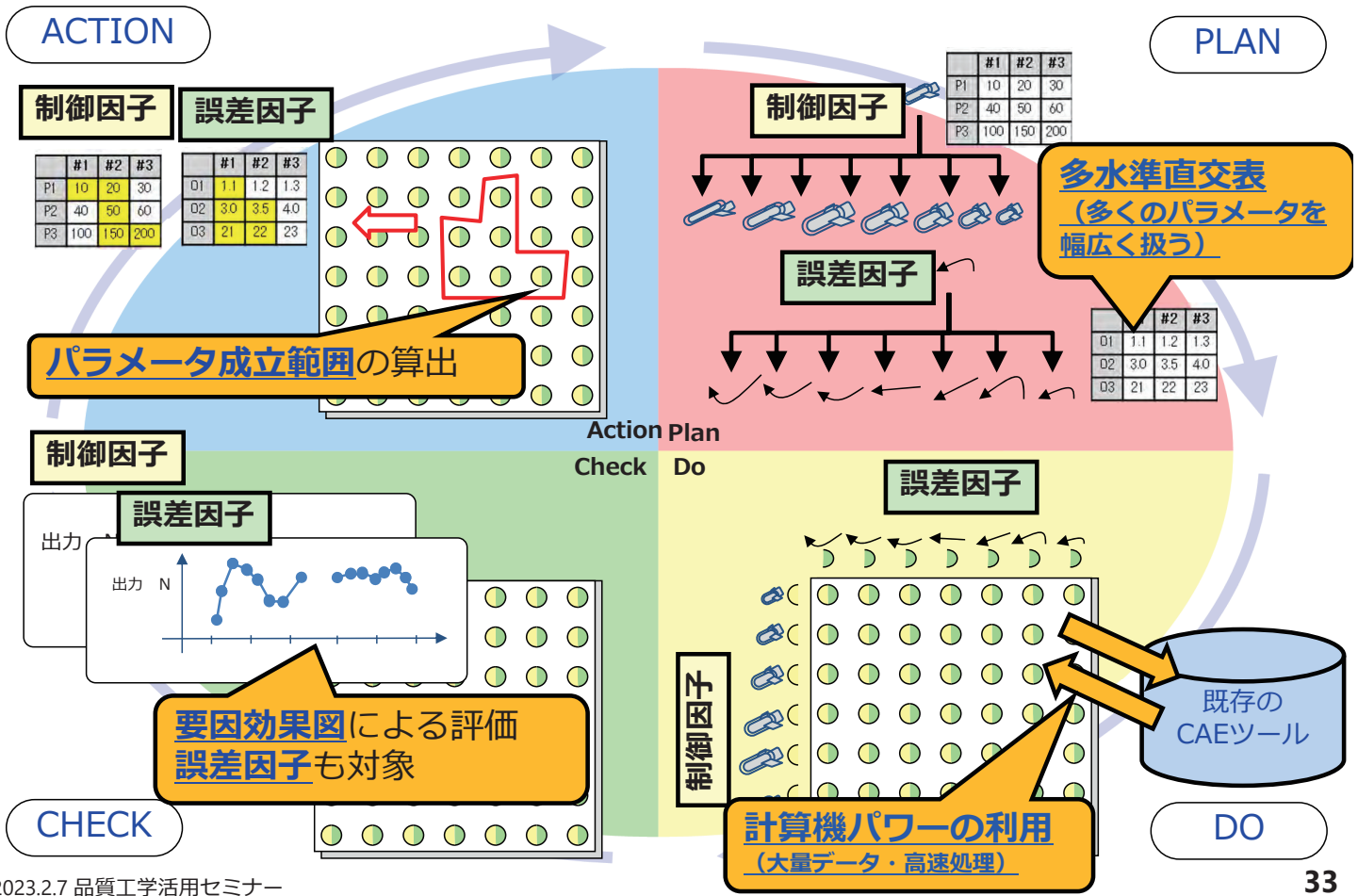
決定域の連続線

シミュレーション

性能曲線

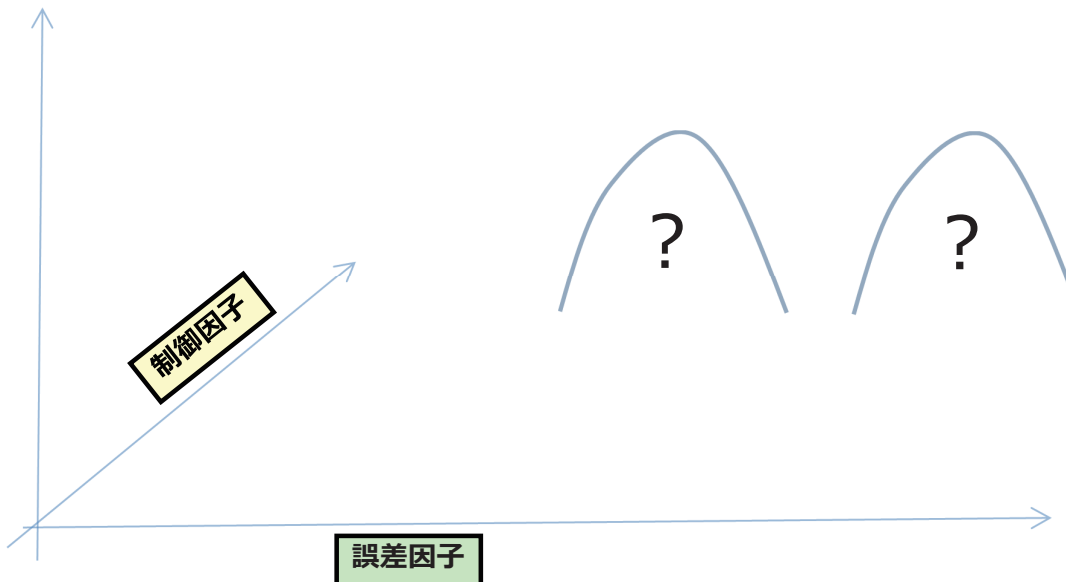
失敗領域

セットベース設計の導入
パラメータ成立範囲が出せる

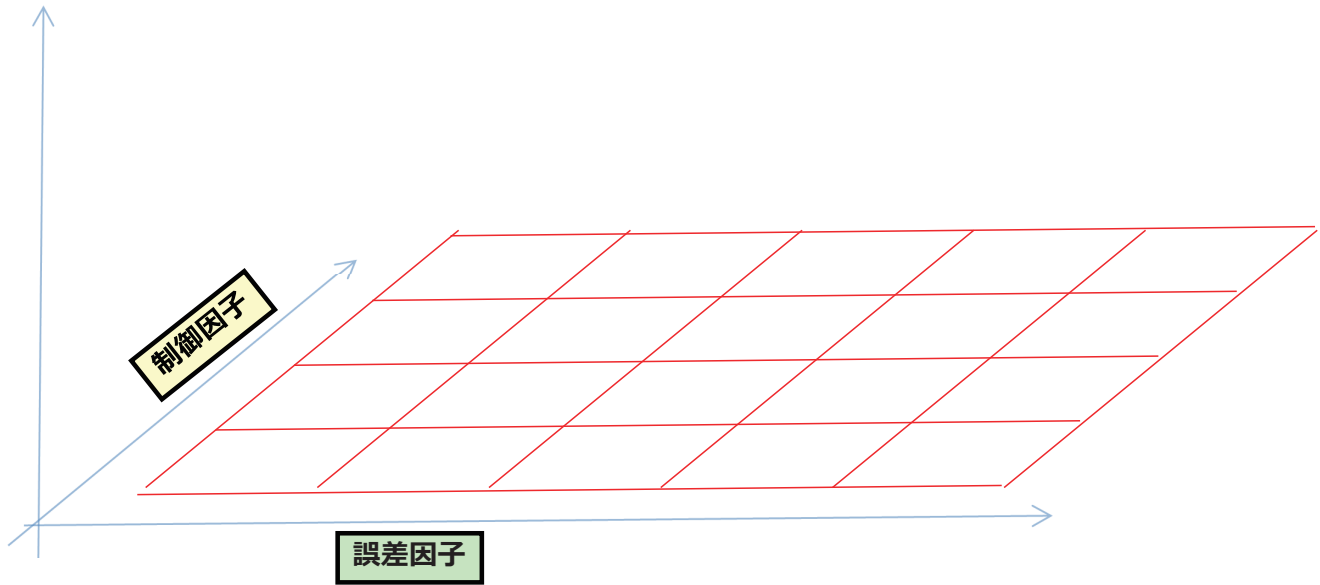


設計探索プロセス

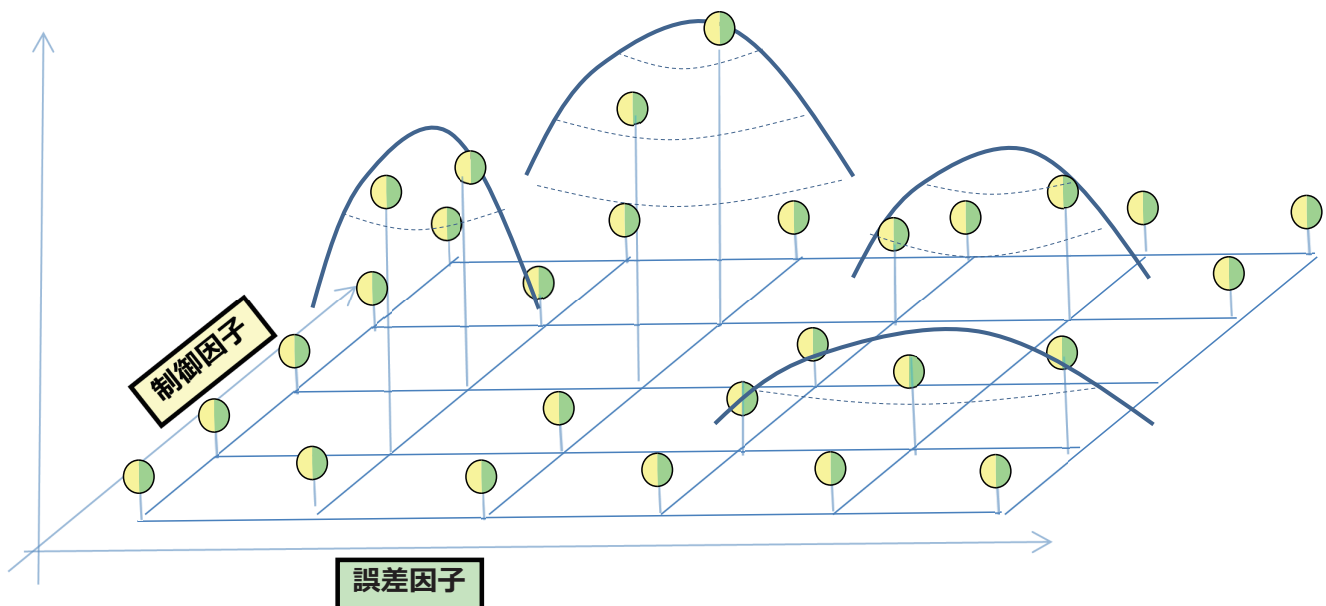
特に**非線形性が強いCAE**の場合は、
最初は、どこに最適解があるか分からない。



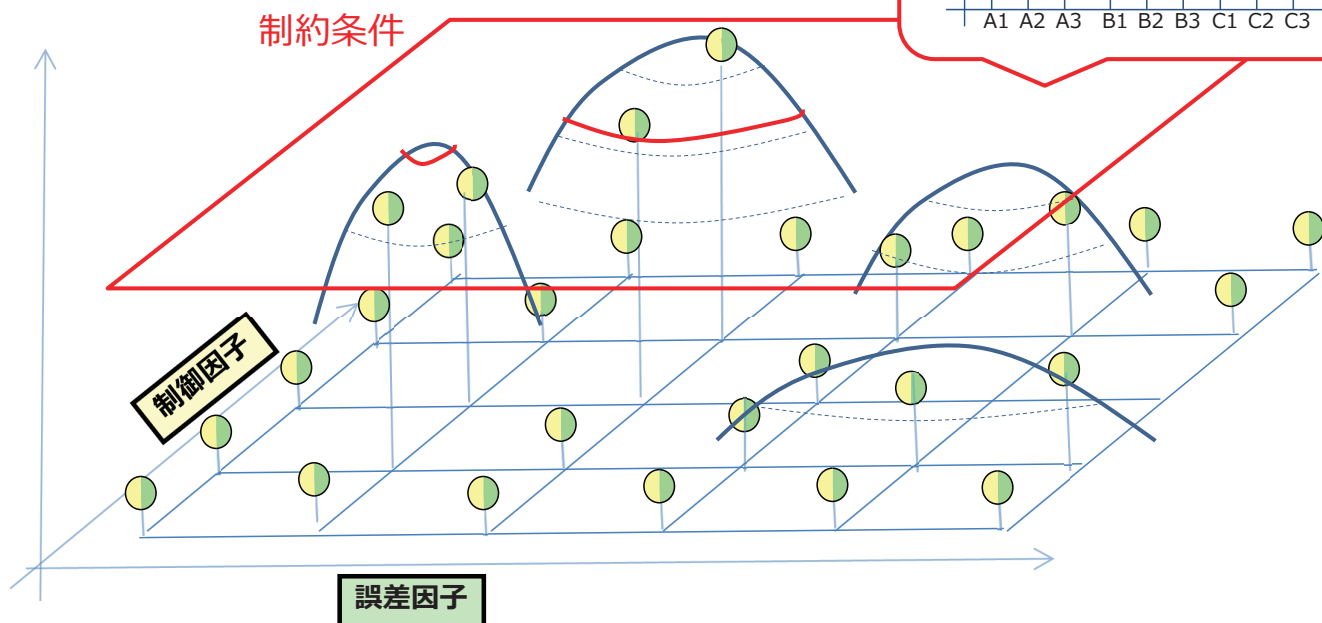
可能な限り
全てのパラメータを対象に、動作できる範囲で目いっぱい振る。



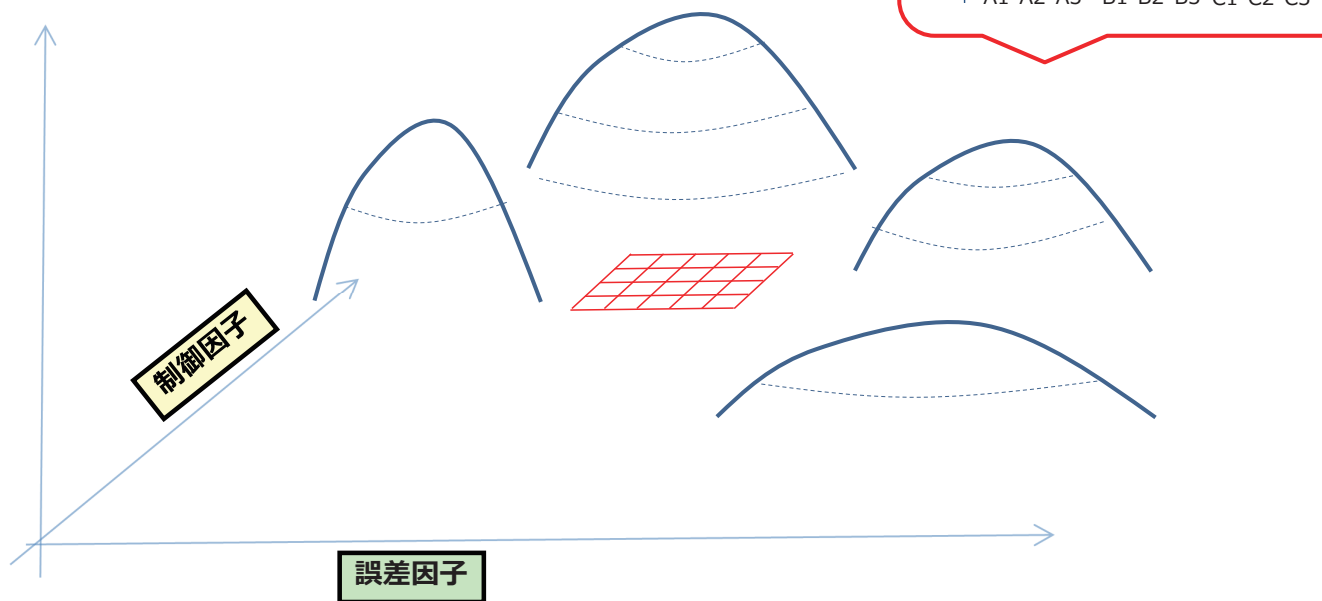
なんとなく、最適解の山が見えてくる。



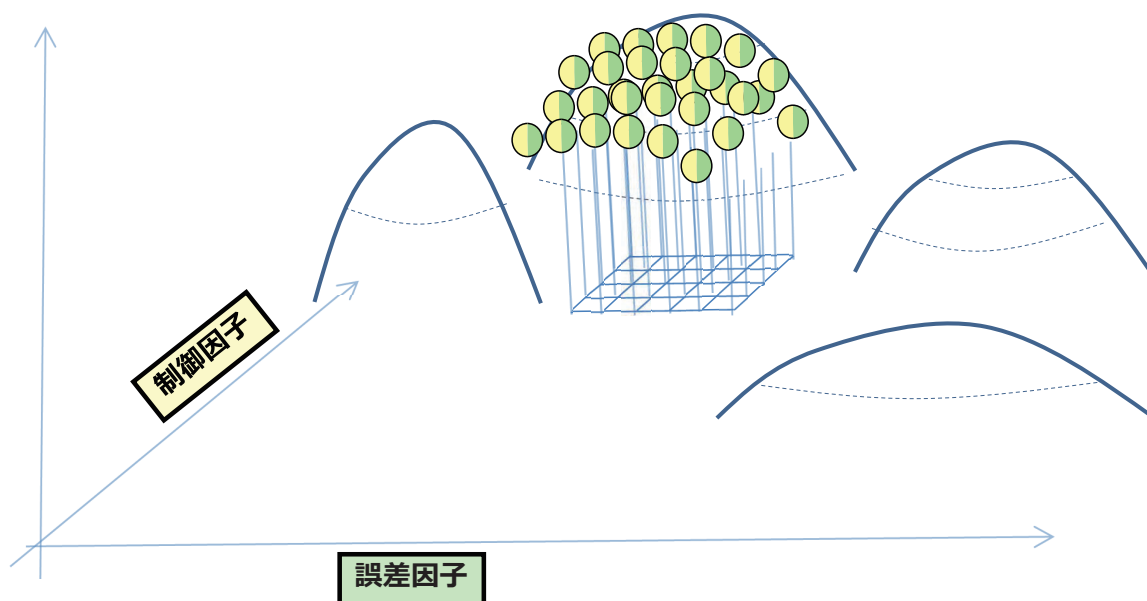
制約条件（多目的による評価）で確認すると、
良いものと悪いものが、なんとなく把握できる。



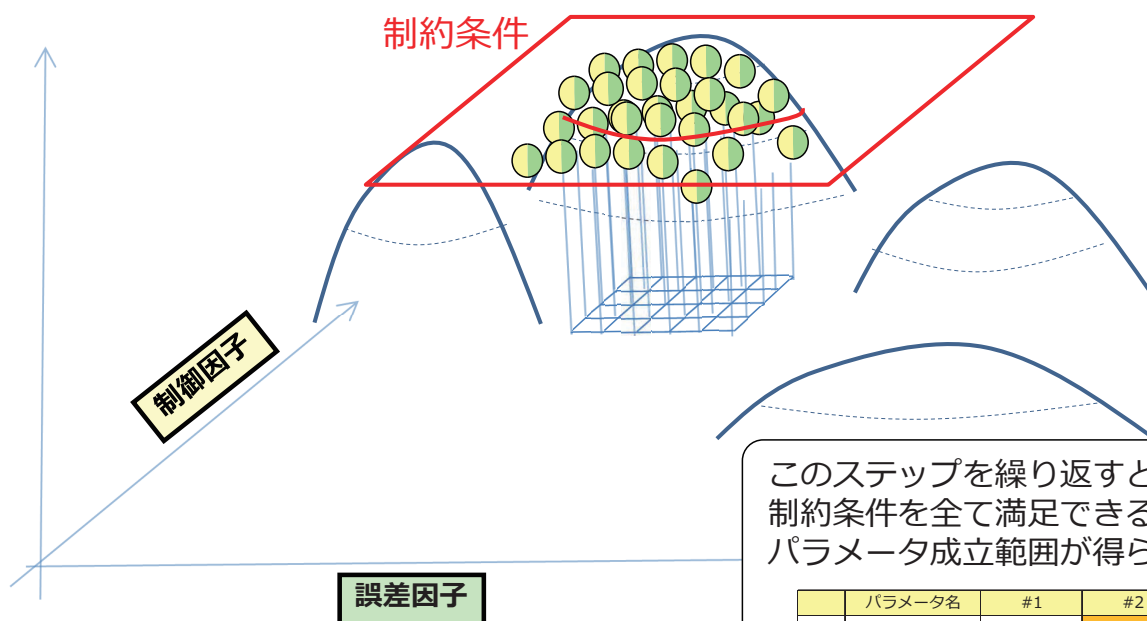
感度の高いパラメータを絞り込んで、
新たな検討を始める。



より詳細に、最適設計解が把握できる。



制約条件を設定して、それを満足できる範囲が把握できる。



このステップを繰り返すと、
制約条件を全て満足できる
パラメータ成立範囲が得られる

	パラメータ名	#1	#2	#3
1	a	16	17.33	18.66
2	b	1400	1516	1633
3	c	525	600	675
4	d	400	433	466
5	e	0.48	0.52	0.56

1. ロバスト設計の概要
 - ✓ ロバスト設計とは
 - ✓ 品質工学とセットベース設計
 - ✓ 品質工学ツール（JIANT）とは
2. 品質工学の適用事例
 - 事例 1) 木造建築耐震設計
 - 事例 2) 月縦孔探査計画（UZUME）
3. 品質工学ツール（JIANT）の活用と展望
 - ① JIANT
 - ② シミュレーション
 - ③ JIANTのユーザ
 - ④ JIANT利用のサポート



事例その1

木造建築の耐震設計への適用



第27回 品質工学研究発表大会(2019.6)
多様な地震波に対するロバストな木造建築の耐震設計手法の研究
○ 角 有司（宇宙航空研究開発機構）
中川 貴文（京大大学生存圏研究所）

日本は地震大国と言われる事もあり、近年においても、地震による被害が発生している。

耐震性能が低い木造建築は甚大な被害を受けていることから、耐震性能の向上が課題となっている。



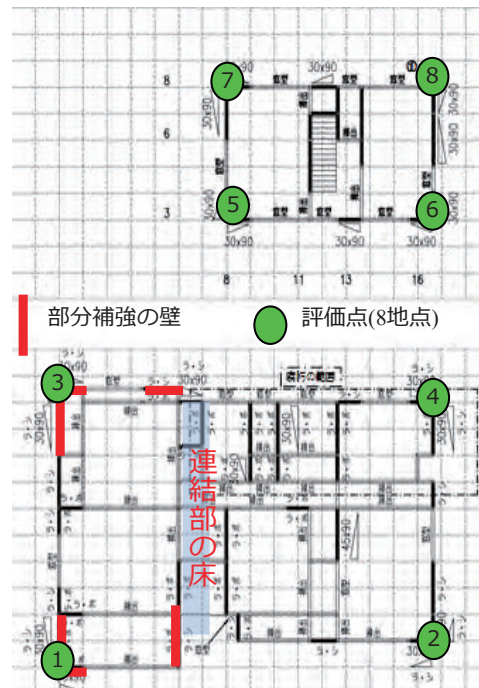
写真（熊本地震）：ウッドピタの地震防災コラム
<http://www.pita.co.jp/woodpita/blog/column/3027.html>

- 木造建築**：基本的に一品生産モノ
 設計の自由度が高く、使われ方も様々である。
 耐震補強を誤ると、応力集中により強度が低下する場合がある。
- 地震波**：周波数特性・大きさが全て異なる。
 将来発生する地震の発生時刻・場所が極めて困難。
- 耐震問題は共振問題であり、過去の結果が参考にならない。

今回の検討対象

静岡建築士事務所協会「平成28年度木造住宅部分耐震性評価業務委託報告書」（2017年）
 本建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法（2012年改訂版）」より

2階建て木造住宅の部分耐震問題

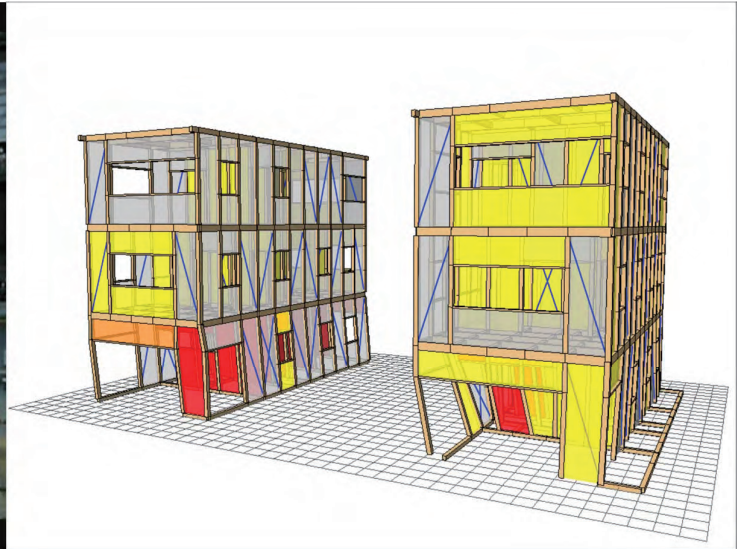


No.	パラメータ名 (単位)	解説
1	525合板W	部分補強部の壁の剛性・耐力
2	601引張筋かい	既存部の筋かいの剛性・耐力
3	701圧縮筋かい	既存部の筋かいの剛性・耐力
4	202CP-L	連結部の横架材接合部の引張方向の剛性・耐力
5	500合板W	連結部以外の水平構面の剛性・耐力
6	550合板W	連結部の水平構面の剛性・耐力
7		
8		

満足すべき制約条件が複数存在する多目的最適化問題

- ① **大地震**(50年に一度)で**倒壊しない**(人命を守る) (制約：層間変位1/30rad以下)
- ② **中地震**(50年に一度)で**変形しない**(資産を守る) (制約：層間変位1/120rad以下)

- 京都大学生存圏研究所 中川貴文准教授が開発した、木造軸組構法住宅の耐震シミュレーションツール。
 - パソコン上で木造住宅の解析モデルに振動台実験のように地震動を与える
 - 損傷倒壊過程をアニメーションで「見える化」できる

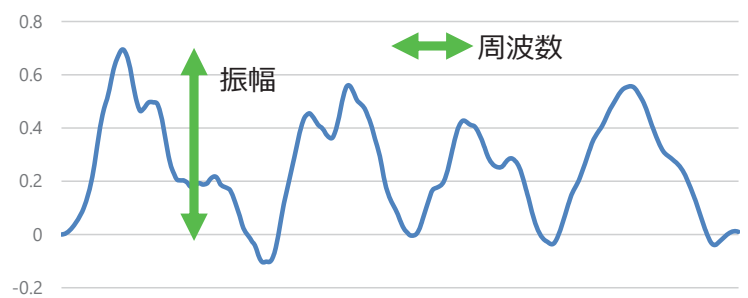


品質工学に基づく情報定義



【制御因子】木造建築

【誤差因子】地震波



No.	パラメータ名 (単位)	解説
1	525合板W	部分補強部の壁の剛性・耐力
2	601引張筋かい	既存部の筋かいの剛性・耐力
3	701圧縮筋かい	既存部の筋かいの剛性・耐力
4	202CP-L	連結部の横架材接合部の引張方向の剛性・耐力
5	500合板W	連結部以外の水平構面の剛性・耐力
6	550合板W	連結部の水平構面の剛性・耐力
7		
8		

大地震・中地震の各地震波

No.	パラメータ名 (単位)	解説
1	地震波振幅	地震波の振幅の大きさ
2	地震波方向 (度)	地震波の入力方向
3	地震波周波数 (Hz)	地震波の時間刻み

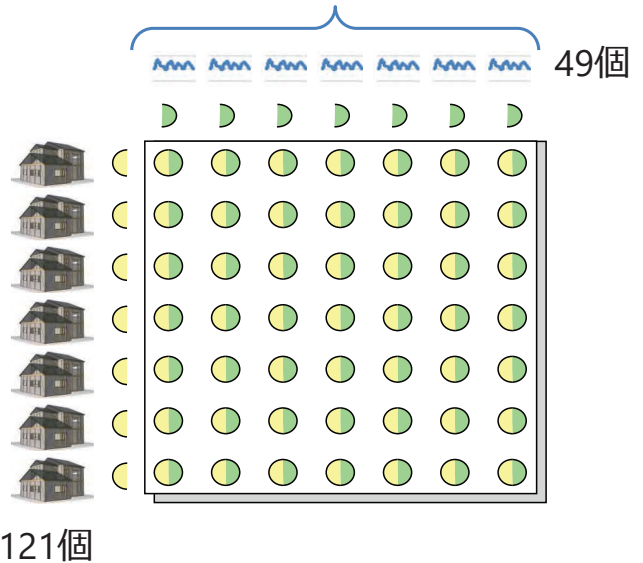
注) 中地震は振幅が大地震の20%として定義される。

【誤差因子(地震波)】 : L49直交表
 総当たり計算では $7^3 = 343$ (回)
 を49回の計算で代替

No.	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7
1	地震波振幅 (倍)	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	地震波方向 (度)	0.0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0
3	地震波周波数 (Hz)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0

【制御因子(木造建築)】 : L121直交表
 総当たり計算では $11^6 = 177$ 万(回)
 を121回の計算で代替

No.	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7	水準 8	水準 9	水準 10	水準 11
1	525合板W (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
2	601引張筋かゝい (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
3	701圧縮筋かゝい (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
4	202CP-L (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
5	500合板W (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
6	550合板W (倍)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2



総当たり計算(177 万 $\times 343 =$ 約**6億(回)**)に比較し
 $121 \times 49 =$ 5,929(回)の計算で実施 (約10万分の1の計算量)

JAXAスパコンによる計算

(JIANT: JAXA Integrator for Analysis Tools)

【制御因子】
121種類の建物

【誤差因子】
49種類の地震波

121x49 = 5929回の計算
スパコンによる wallstat の実行

①一般的なPCの場合

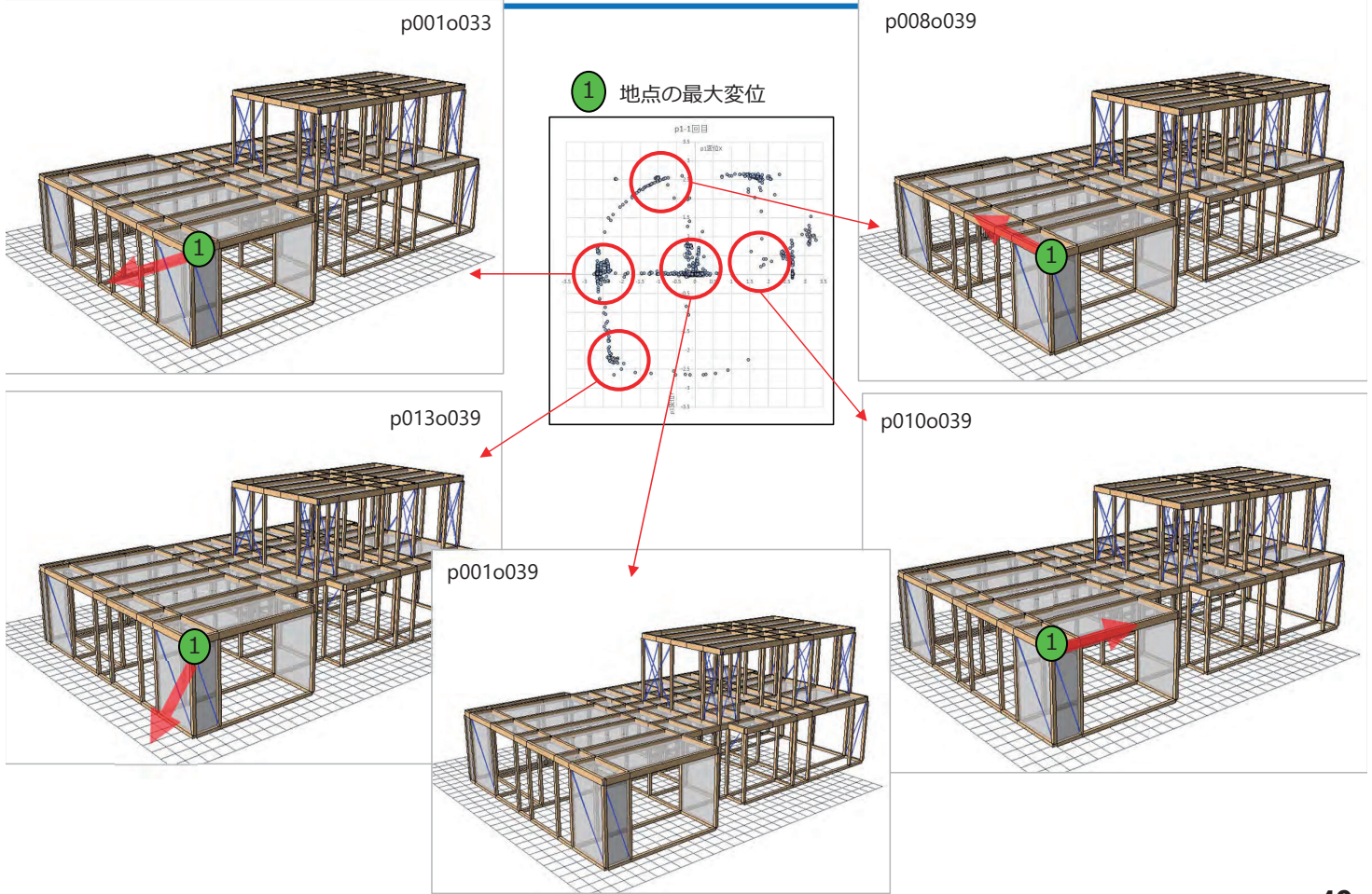
- 1回の計算で約40分程度かかる。
- 5929回の計算は約4,000時間(約160日)の計算量。

②スパコンの場合

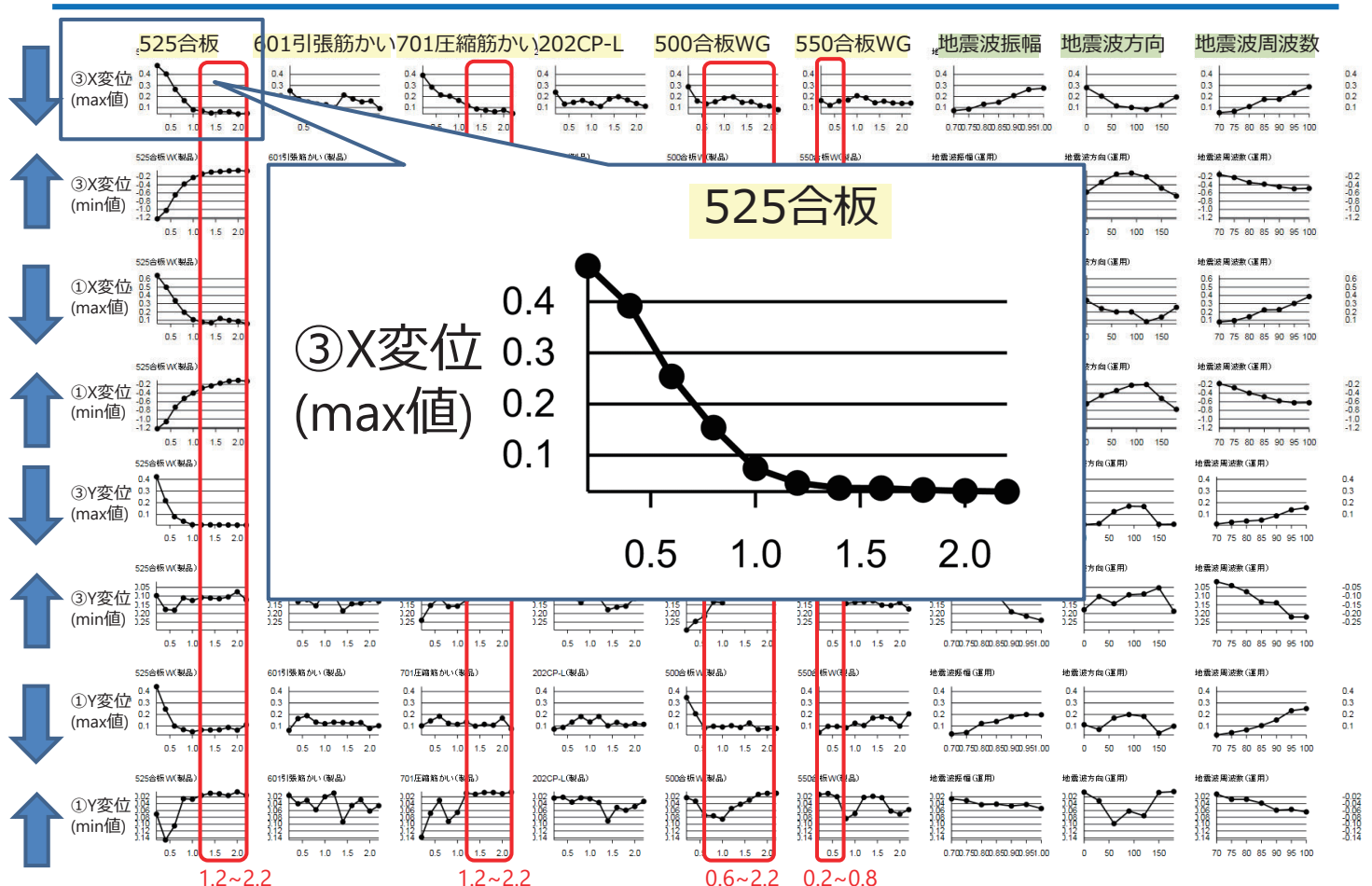
- 全ての計算を約1日で完了 (160分の1に削減)



1回目の計算結果（動画）

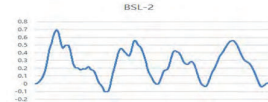


1回目の計算結果（感度：平均値）



パラメータ範囲の絞込み (1回目⇒2回目)

1回目



No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8	水準9	水準10	水準11
1	525合板W (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
2	601引張筋かい (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
4	202CP-L (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
5	500合板W (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20
6	550合板W (倍)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20

No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7
1	地震波振幅 (倍)	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	地震波方向 (度)	0.0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0
3	地震波周波数 (Hz)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0

2回目

絞込み

同じ定義

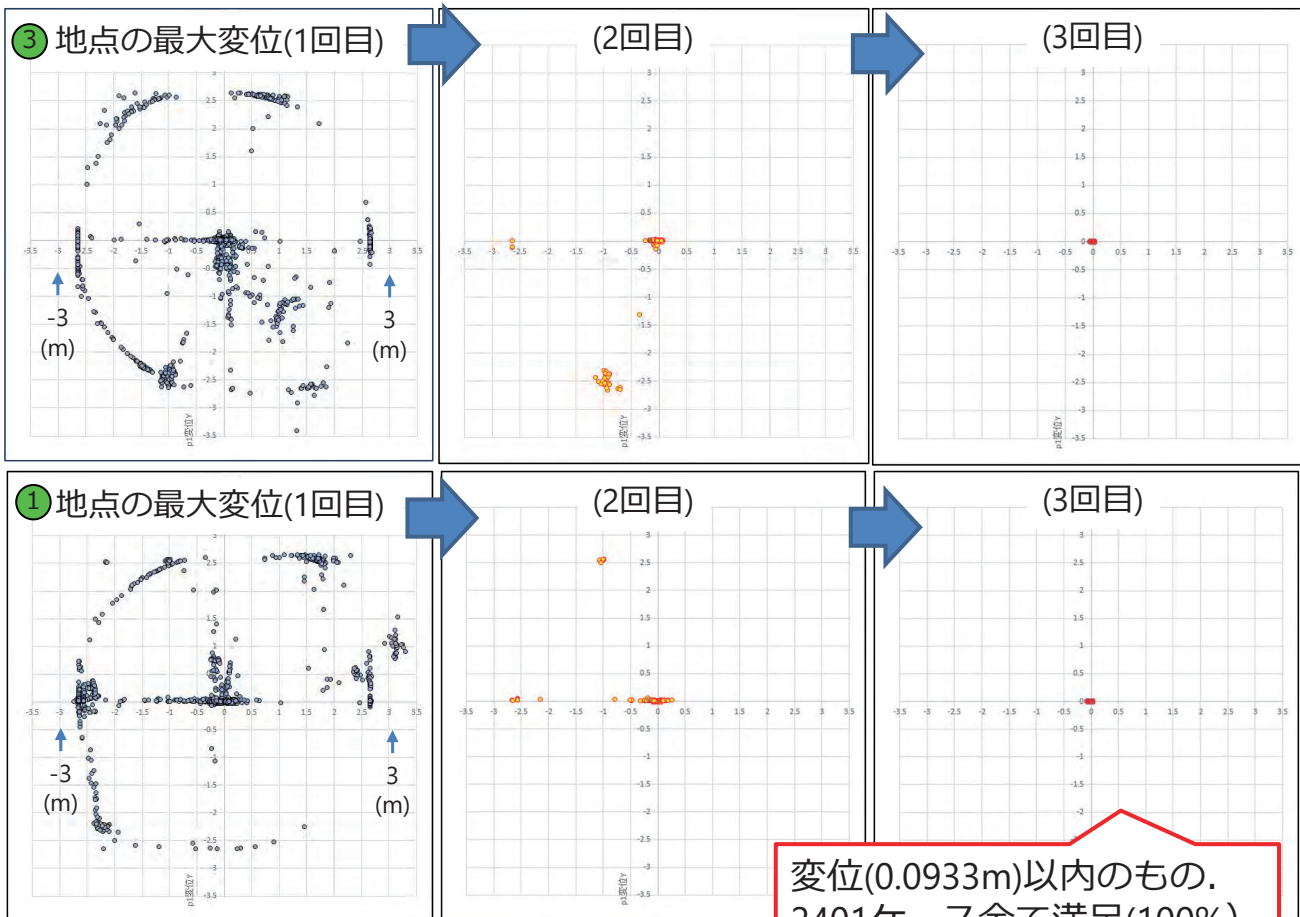
No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7
1	525合板W (倍)	1.20	1.37	1.53	1.70	1.87	2.04	2.20
2	601引張筋かい (倍)	0.20	0.53	0.87	1.20	1.53	1.87	2.20
3	701圧縮筋かい (倍)	1.20	1.37	1.53	1.70	1.87	2.04	2.20
4	202CP-L (倍)	0.20	0.53	0.87	1.20	1.53	1.87	2.20
5	500合板W (倍)	0.60	0.87	1.13	1.40	1.67	1.94	2.20
6	550合板W (倍)	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80

No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7
1	地震波振幅 (倍)	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	地震波方向 (度)	0.0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0
3	地震波周波数 (Hz)	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0

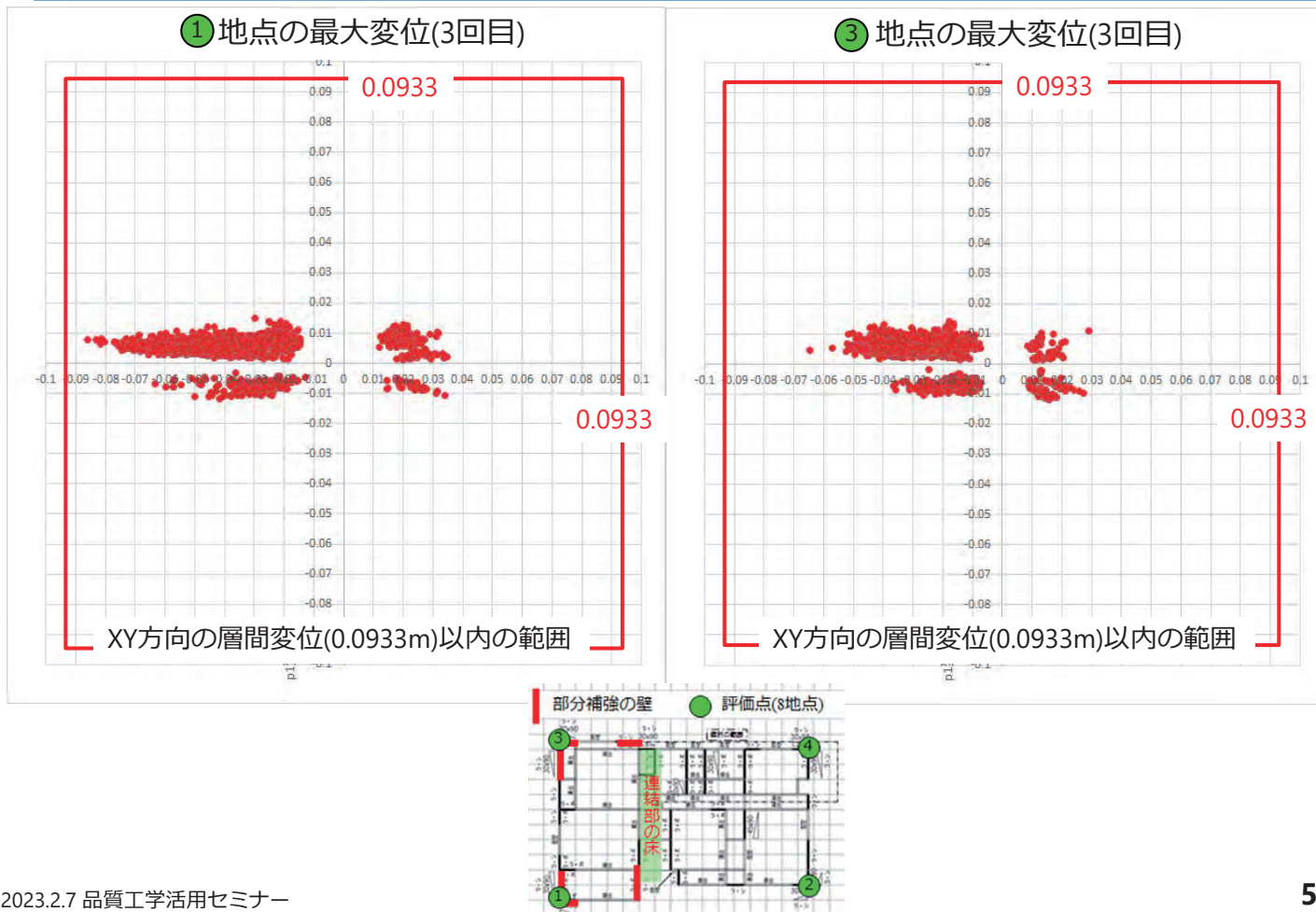
(注：一回り小さいL49に変更して計算回数削減
理由：要因効果図が比較的滑らかであったため)

2回目の計算はL49xL49=2401 (回) の計算を実施.

3回目の計算結果



3回目の計算結果（拡大図）



2023.2.7 品質工学活用セミナー

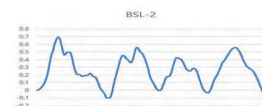
53

2つの制約を両方満足させる範囲

① 大地震(500年に一度)で倒壊しない (制約：層間変位1/30rad(0.0933m)以下)

【誤差因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7
1	地震波振幅 (倍)	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	地震波方向 (度)	0	30	60	90	120	150	180
3	地震波周波数 (Hz)	70	75	80	85	90	95	100



【制御因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7	水準 8	水準 9	水準 10	水準 11	水準 12						
1	525合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	1.37	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
2	601引張筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
4	202CP-L (倍)	0.20	-	0.40	0.53	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
5	500合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	0.76	0.80	0.87	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
6	550合板W (倍)	0.20	0.30	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00

② 中地震(50年に一度)で変形しない (制約：層間変位1/120rad(0.02332m)以下)

【誤差因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7
1	地震波振幅 (倍)	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
2	地震波方向 (度)	0	30	60	90	120	150	180
3	地震波周波数 (Hz)	70	75	80	85	90	95	100

振幅20%



【制御因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準 1	水準 2	水準 3	水準 4	水準 5	水準 6	水準 7	水準 8	水準 9	水準 10	水準 11	水準 12						
1	525合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	1.37	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
2	601引張筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
4	202CP-L (倍)	0.20	-	0.40	0.53	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
5	500合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	0.76	0.80	0.87	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
6	550合板W (倍)	0.20	0.30	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00

2023.2.7 品質工学活用セミナー

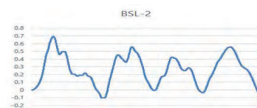
「本建築防災協会 木造住宅の耐震診断と補強方法（2012年改訂版）」の傾向と一致している。54

2つの制約を両方満足させる範囲

①大地震(500年に一度)で倒壊しない (制約：層間変位1/30rad(0.0933m)以下)

【誤差因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7
1	地震波振幅 (倍)	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
2	地震波方向 (度)	0	30	60	90	120	150	180
3	地震波周波数 (Hz)	70	75	80	85	90	95	100



【制御因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8	水準9	水準10	水準11	水準12						
1	525合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	1.37	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
2	601引張筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
4	202CP-L (倍)	0.20	-	0.40	0.53	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
5	500合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	0.76	0.80	0.87	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
6	550合板W (倍)	0.20	0.30	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00

②中地震(50年に一度)で変形しない (制約：層間変位1/120rad(0.02332m)以下)

【誤差因子】

No	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7
1	地震波振幅 (倍)	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20
2	地震波方向 (度)	0	30	60	90	120	150	180
3	地震波周波数 (Hz)	70	75	80	85	90	95	100

振幅20%



【制御因子】

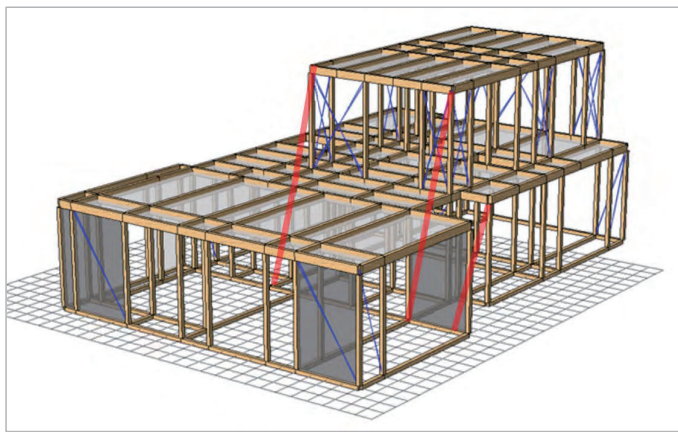
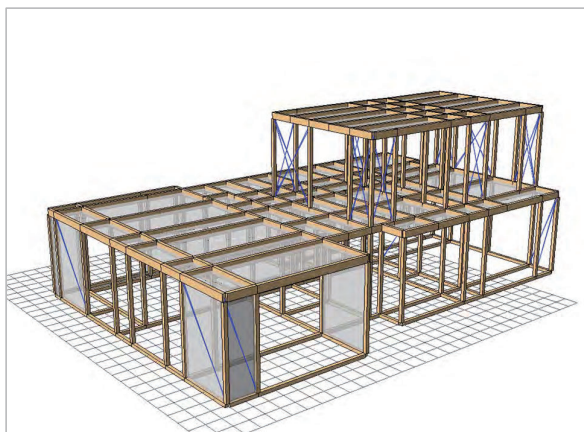
No	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8	水準9	水準10	水準11	水準12						
1	525合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	1.37	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
2	601引張筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
4	202CP-L (倍)	0.20	-	0.40	0.53	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
5	500合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	0.76	0.80	0.87	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
6	550合板W (倍)	0.20	0.30	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00

2023.2.7 品質工学活用セミナー

「本建築防災協会 木造住宅の耐震診断と補強方法 (2012年改訂版)」の傾向と一致している。55

考察：

- 2層目部分が補強区域に倒れ込んでいるケースが散見された。
- 補強区画を強化するだけでは本倒壊を防止できない可能性があり、新たな支持材の追加等が有効である可能性がある。



- 統計的手法 (品質工学、等) と可視化技術との併用が有効

F-10-04

品質工学を利用したデータ同化手法の検討と 木造住宅倒壊シミュレーションへの適用

- 角 有司、宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部
- 上松 千陽、奈良女子大学 生活環境学部 住環境学科
- 瀧野 敦夫、大阪工業大学 工学部 建築学科
- 難波 宗功、京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野
- 中川 貴文、京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野

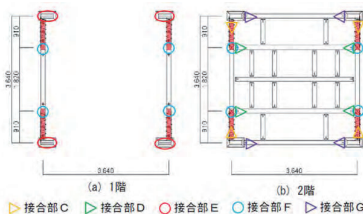


2021年度成果：データ同化手法の検討



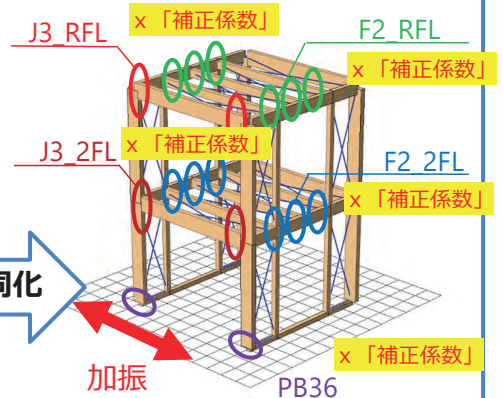
試験

- 実大震動台実験
 - 入力地震動：BSL 85%
 - 平面：3640mm x 3640mm



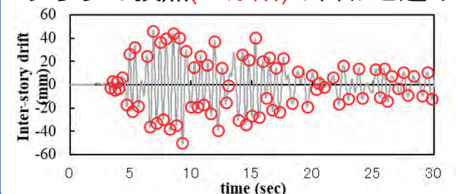
加振
木質ラーメン架構

シミュレーション



データ同化

グラフの頂点(71か所)の合わせ込み

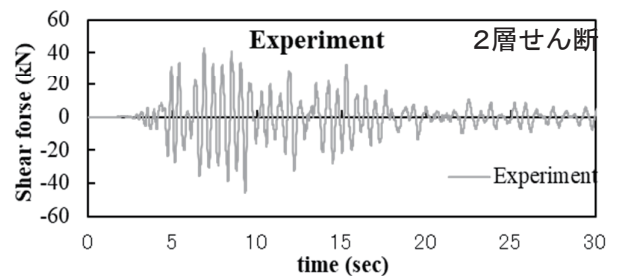
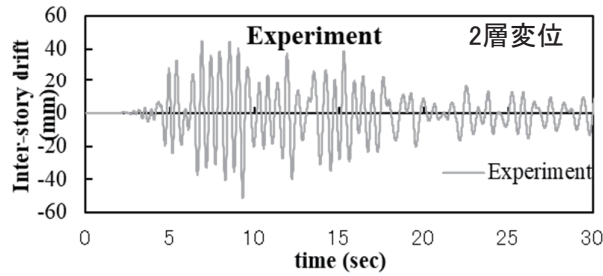
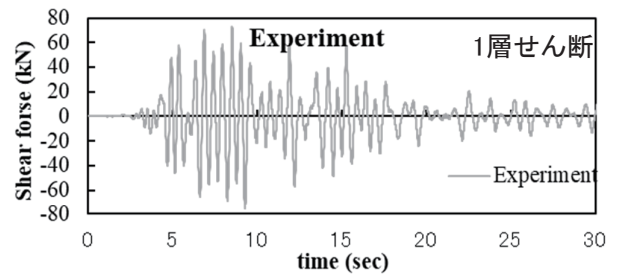
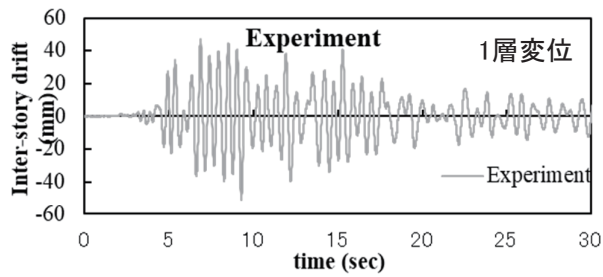


小谷竜城,中川貴文,河合直人,御子柴正:木造住宅の倒壊解析手法の精度検証実験 その2 木質ラーメン架構を耐震要素とする木造躯体の振動台実験と解析,日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道),構造Ⅲ,pp.189-190,2013.8

合わせ込みの対象：

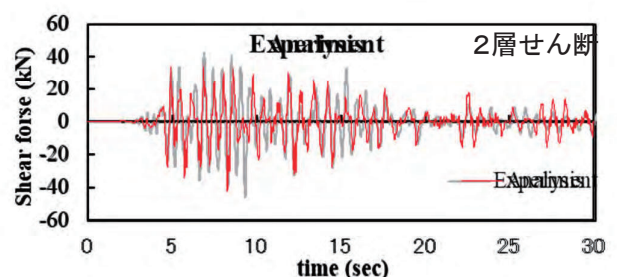
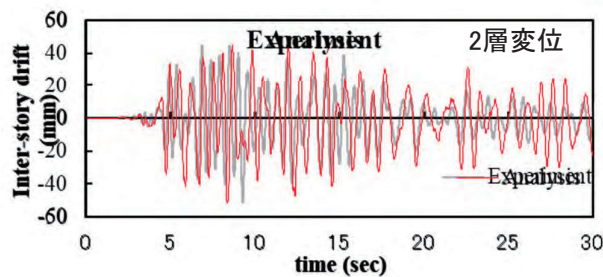
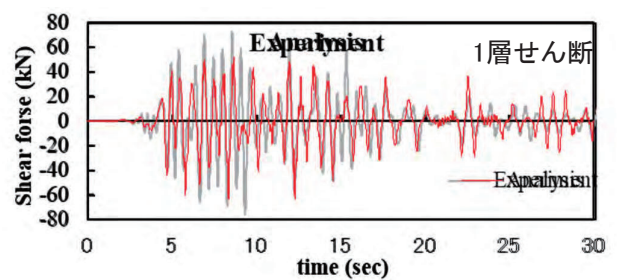
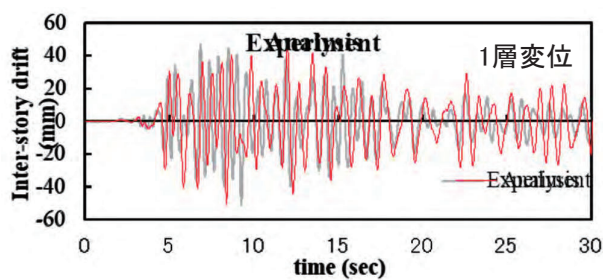
- 接合部の回転ばね (5種類) の骨格曲線の定数 (K1,K2,K3,D1,D2) から合計24パラメータを選定
- 全てのパラメータに対して「補正係数」を定義して、「補正係数」x「制御因子」とする。
- データ同化：「補正係数」を合わせこむ。

データ同化前



59

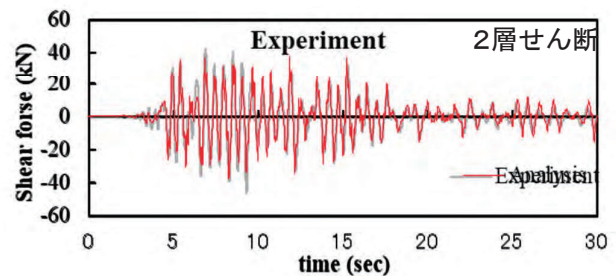
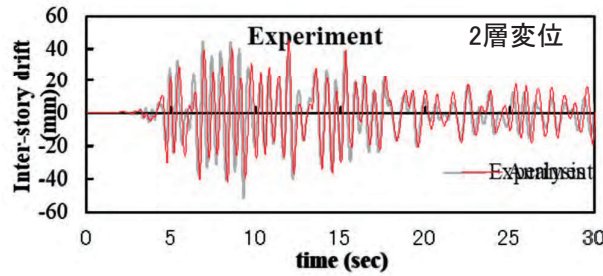
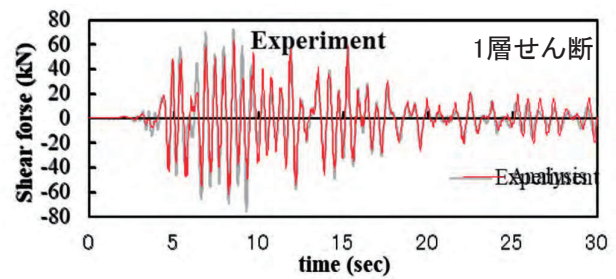
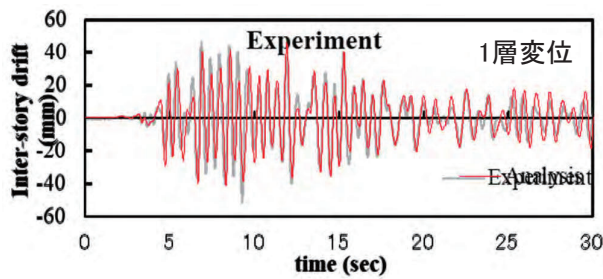
データ同化前 (人間による合わせ込み)



データ同化前	1層変位(mm)	2層変位(mm)	1層せん断(kN)	2層せん断(kN)
差の最大値	95.21	73.10	106.44	64.45
差の最小値	0.01	0.04	0.09	0.07
平均値(71地点)	18.68	16.39	20.77	11.79

60

データ同化結果（3回の絞り込み結果）



データ同化前	1層変位(mm)	2層変位(mm)	1層せん断(kN)	2層せん断(kN)
差の最大値	95.21	73.10	106.44	64.45
差の最小値	0.01	0.04	0.09	0.07
平均値(71地点)	18.68	16.39	20.77	11.79

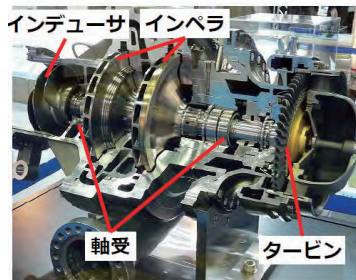
データ同化後	1層変位(mm)	2層変位(mm)	1層せん断(kN)	2層せん断(kN)
差の最大値(mm)	16.18	17.75	25.76	16.89
差の最小値(mm)	0.05	0.10	0.02	0.05
平均値(71地点) (mm)	5.03	4.48	7.84	5.51

61

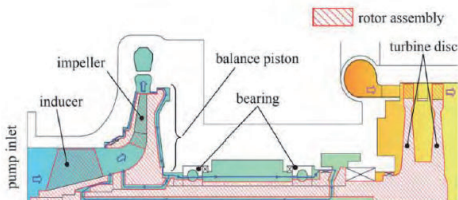
2022年度 データ同化の最新動向



- ・ 室蘭工業大学 航空宇宙機システム研究室(内海政春教授)との共同研究

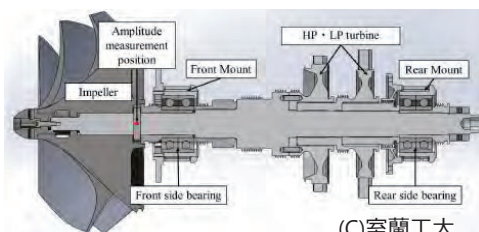
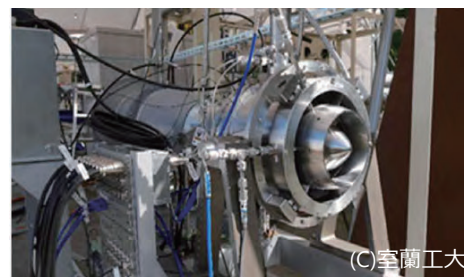


出典: <https://robot.watch.impress.co.jp/cda/parts/image/for/link/42887-1343-7-1.html>



出典: 菊池正孝 他, ロケット用小型LH₂ポンプの試作研究(その2)構造基本設計, 航空宇宙技術研究所, TR-1123 (1991)

- ・ **テーマ:**
ロケットエンジン用ターボポンプの
バランスピストンのデータ同化
- ・ **シミュレーションツール:**
Siemens社 Amesim



- ・ **テーマ:**
GGATRエンジン(ガスジェネレータサイクル・エアターボ・ラムジェットエンジン)のデータ同化
- ・ **シミュレーションツール:**
MSC社 Adams

日本航空宇宙学会北部支部2023年講演会(2023/3/21,22)にて成果発表予定

【限定なし（一般）】

事例 2 : 1 DCAEによる惑星探査ミッションの 多目的ロバスト・セットベース最適設計

注) 1 DCAEとはシミュレーションで設計上流段階を支援する事。
形を作る前に機能ベースでシステム全体を評価する点に特徴がある。



○正 角 有司 宇宙航空研究開発機構
飯山 洋一 宇宙航空研究開発機構
山本 幸生 宇宙航空研究開発機構
春山 純一 宇宙航空研究開発機構



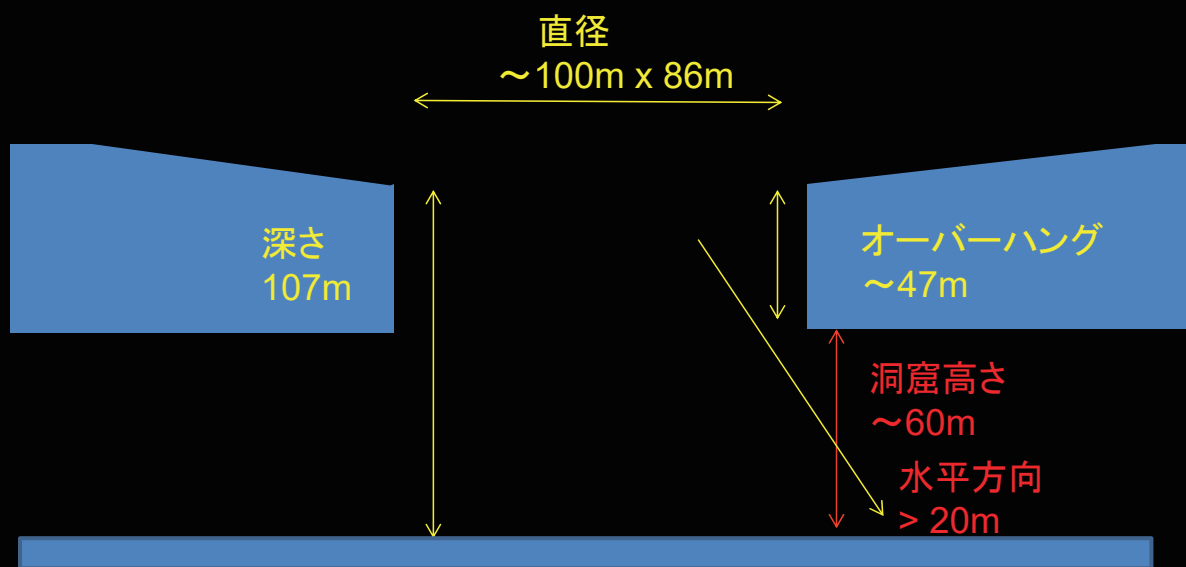
静かの海の縦孔（MTH）

(c) NASA MTH: Mare Tranquillitatis Hole
US LRO Camera image data (95m width, 107m depth)

100m

65

静かの海の縦孔（MTH）

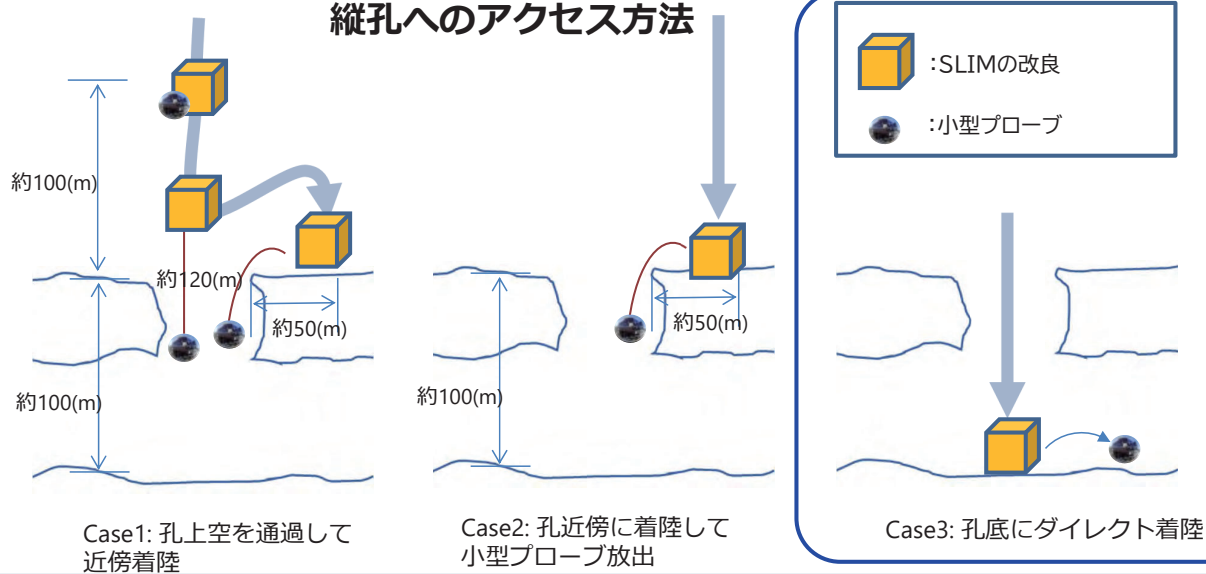


values from Robinson et al., 2012

66

静かの海の縦孔（MTH）

縦孔へのアクセス方法



(c) NASA MTH: Mare Tranquillitatis Hole
 US LRO Camera image data (95m width, 107m depth)

100m

静かの海の縦孔（MTH）

着陸地点の要件

- 通信の確保：地球可視が確保できること
- 電力の確保：太陽可視が確保できること
- 安定した着陸：地表面の岩石が少ないエリアであること
- その他：ミッションに応じた要件が追加される。

不確定要素

- 月縦孔の寸法が不明確である。
 （まだ人類が到達していない。唯一の手掛かりはLROの写真）

コンテンジェンシーの考慮

- 高精度着陸が必要。着陸のやり直しも考慮しておきたい。

(c) NASA MTH: Mare Tranquillitatis Hole
 US LRO Camera image data (95m width, 107m depth)

100m

検討方針

- 概念設計段階なので、ミッション成立性の確認から着手。
- 試行錯誤の繰り返しとなる。



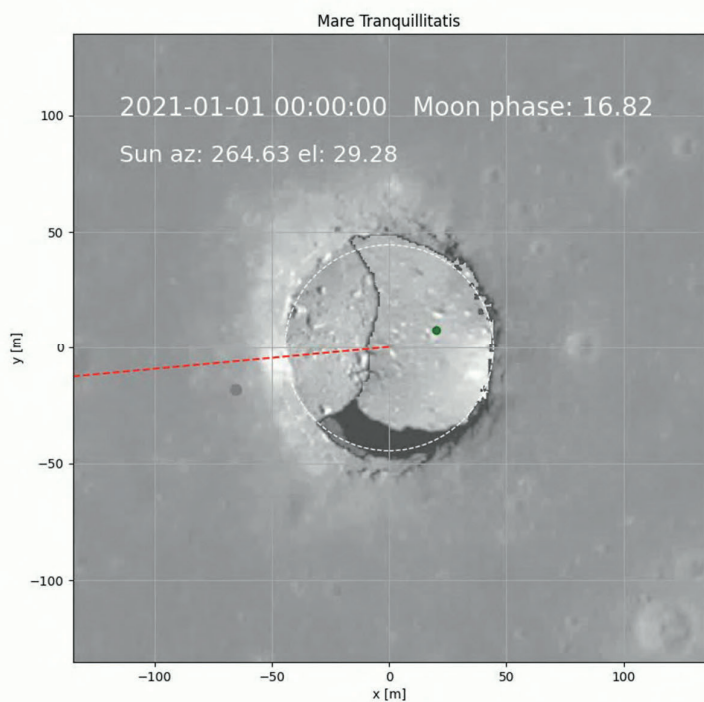
設計上流段階での成立性検討

シミュレーション
(VATMAN)

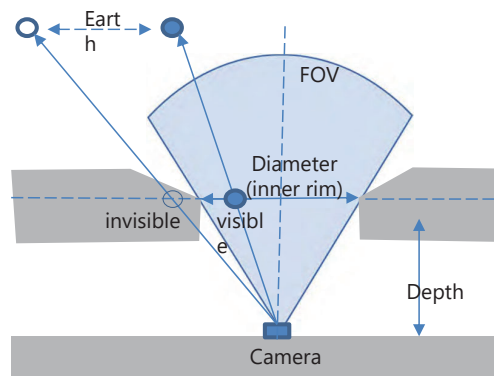


69

縦孔底からの地球視認性解析ツール (シミュレーションツール：VATMAN)



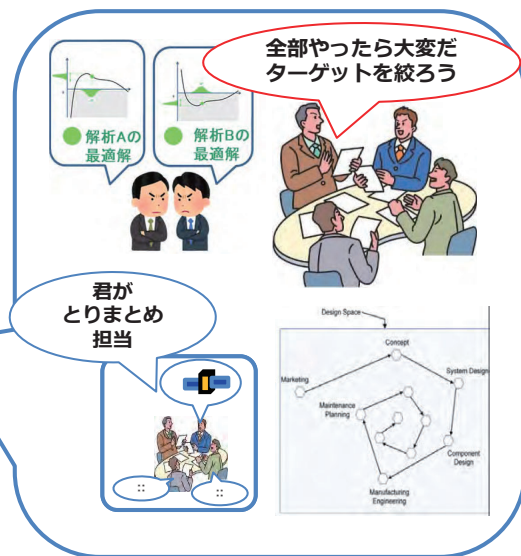
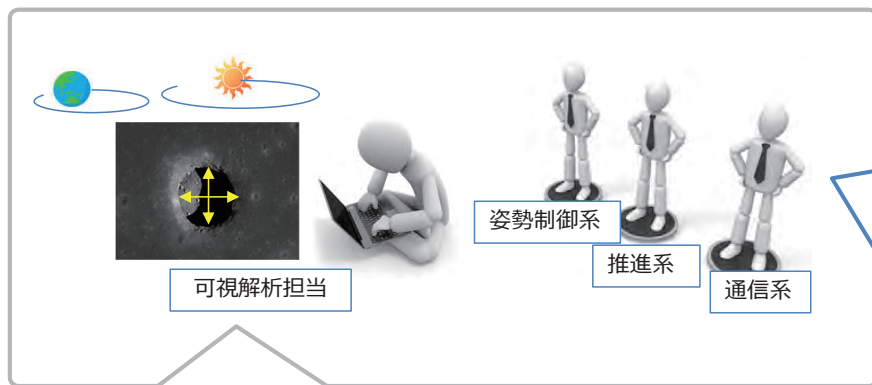
(VATMAN: Visibility Analysis Tool from Moon to eArth Navigation)



月縦孔の寸法、
月孔底のカメラ位置、
観測時期を入力することで、
地球可視と太陽可視の両方の結果が得られる。

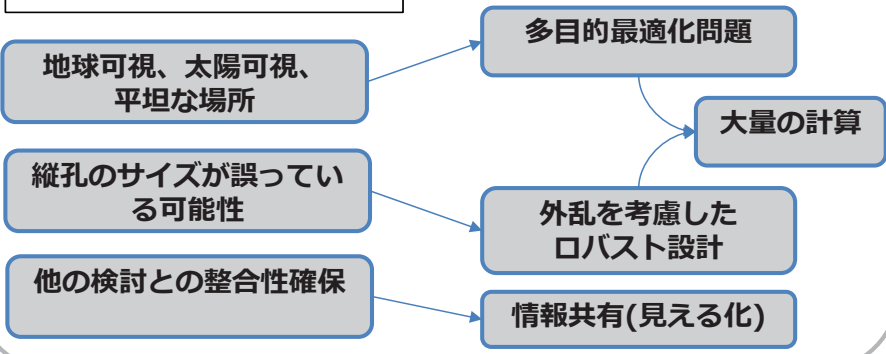
【先行研究】
第63回宇宙科学連合講演会、2019.11.8
2020年代における「月の静の海の縦孔」探査時における縦孔底からの地球視認性
○山本幸生，春山純一，河野功，岩田隆浩（宇宙航空研究開発機構），
石川博（首都大学東京）

複雑システムの設計は チームによる共同作業となる



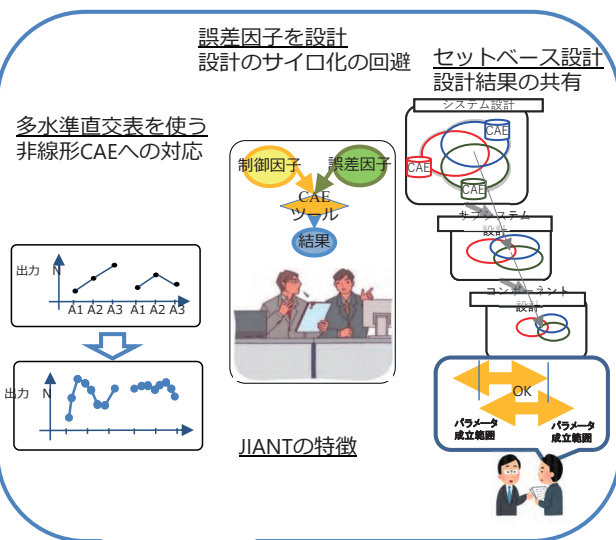
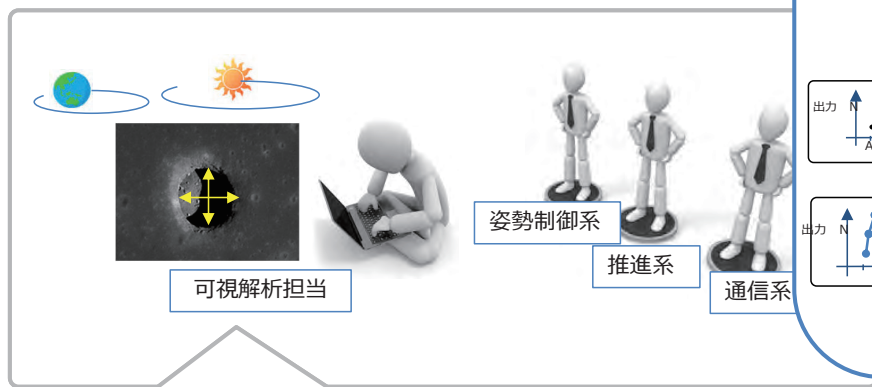
月縦孔からの 可視解析の課題

シミュレーションの課題



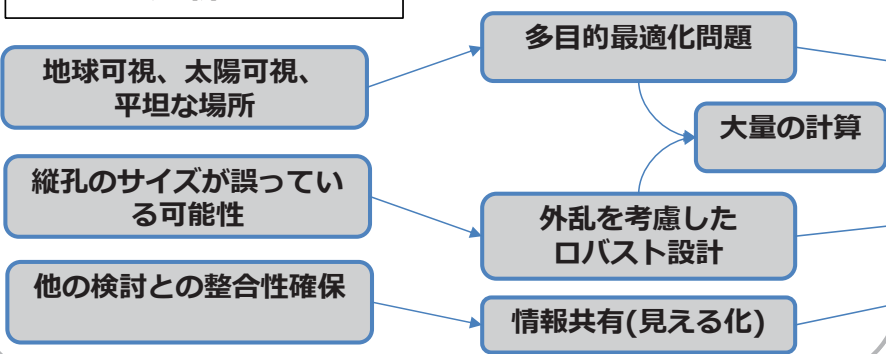
71

複雑システムの設計は チームによる共同作業となる



月縦孔からの 可視解析の課題

シミュレーションの課題



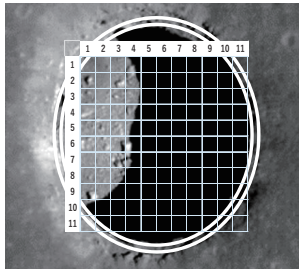
品質工学ツール(JIANT)

- 要因効果図
- (多水準)直交表
- 誤差因子の設計
- セットベース設計

72

1回目の計算

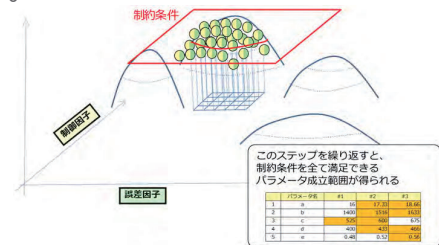
- 縦孔全体を対象に概略検討を実施。
 - 縦孔底のXY方向を-40m~+40mの範囲で11分割して評価した。
 - Z方向（通信機・太陽電池の位置）を1.5m~2mの範囲で振った。
 - 縦孔の寸法は、深さ105mと直径89mを中心に、±5mの範囲11分割で振った。



No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8	水準9	水準10	水準11
1	着陸位置_X (m)	-40	-32	-24	-16	-8	0	8	16	24	32	40
2	着陸位置_Y (m)	-40	-32	-24	-16	-8	0	8	16	24	32	40
3	着陸位置_Z (m)	1.5	1.55	1.6	1.65	1.7	1.75	1.8	1.85	1.9	1.95	2

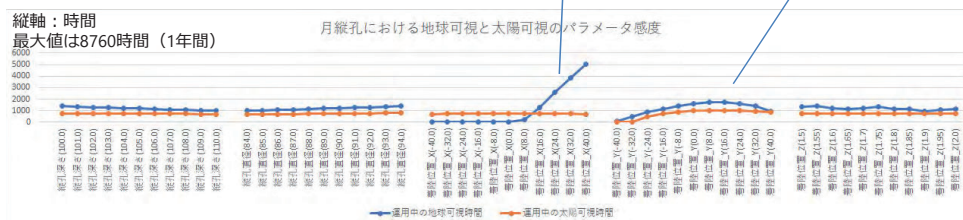
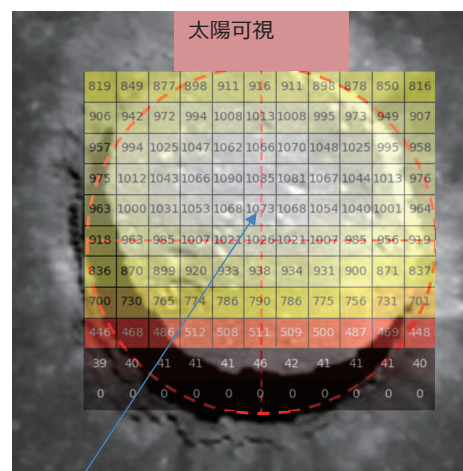
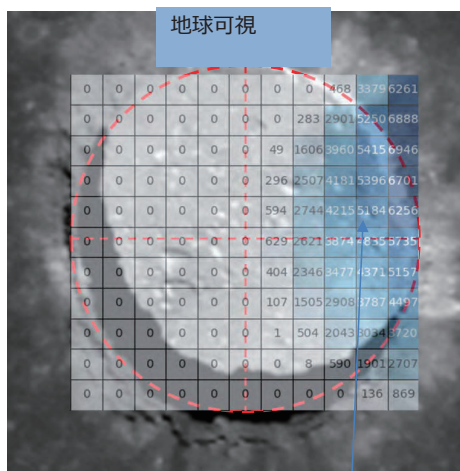
No.	パラメータ名 (単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5	水準6	水準7	水準8	水準9	水準10	水準11
1	縦孔深さ (m)	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
2	縦孔直径 (m)	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94

- 品質工学ツール（JIANT）を使う事で、網羅的な計算を短期間に実施した。
 - 総当たりで $11^2 \times 11^3 = 161,051$ 回の計算をL121直交表を利用する事で $121 \times 121 = 14,641$ 回で代替。
 - 解析期間は2021年の1年間の計算時間は1ケースが約30秒。
 - 14641回の計算を10並列で行って、約12時間で完了。



1回目の計算結果

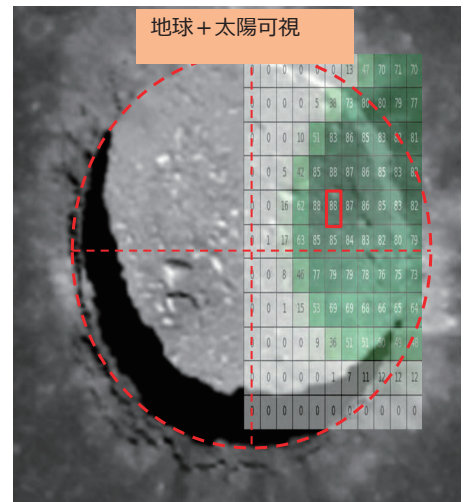
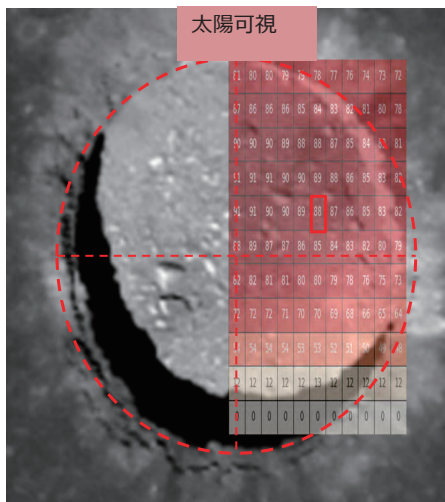
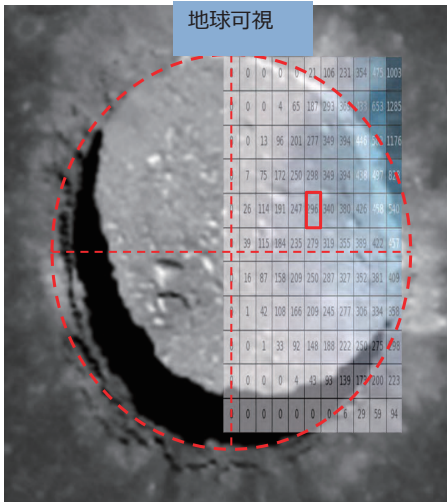
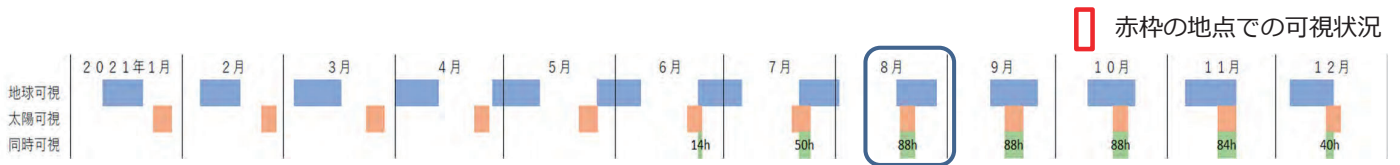
- 地球可視：縦孔の右半分で可視が可能。右に行くほど可視時間が長くなる。
- 太陽可視：縦孔の中心付近が良好な結果が得られる。
- 縦孔寸法：深さは浅い方が良く、直径は大きい方が良い事が示されているが、その影響は少ない。



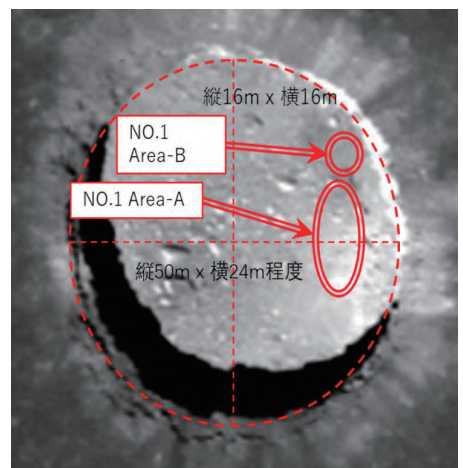
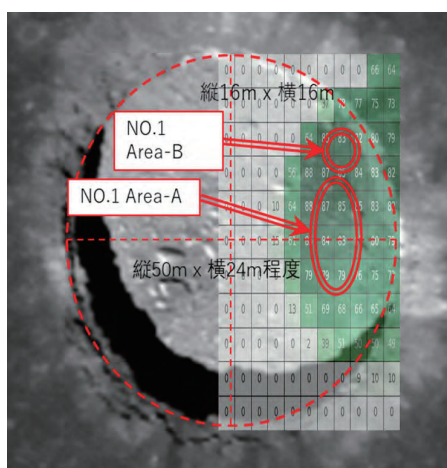
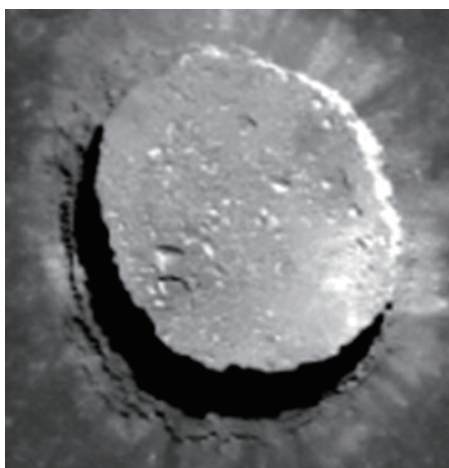
⇒
2回目の計算は東側半球で実施する事とした。

2回目の計算結果

- 2回目は右半分の領域に絞って計算を実施。
- 詳細解析を行い、ミッションの実現性が高い領域と時期の探索を実施
- 結果： 8月、9月、10月に良好な時期がある事が分かった。

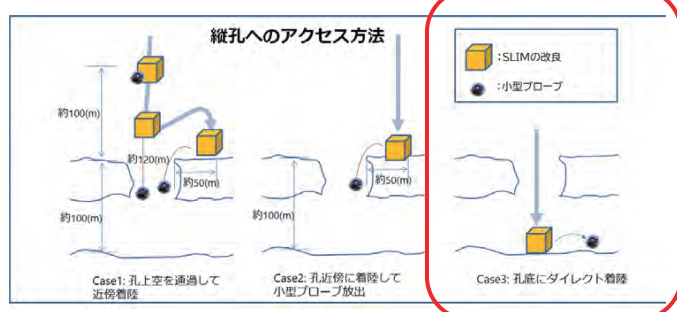


着陸地点の検討

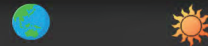


この時期であれば、

- 地球可視・太陽可視ともに約80時間程度が確保できる見込み
- コンデンジェンシーの6~24時間を確保したとしても74~56時間のミッションが可能。



月縦孔からの地球可視解析：



・ 「静かの海の縦孔」の底を対象として、約74~56時間のミッションが出来る領域の存在が確認できた。

今後の課題（その1）：

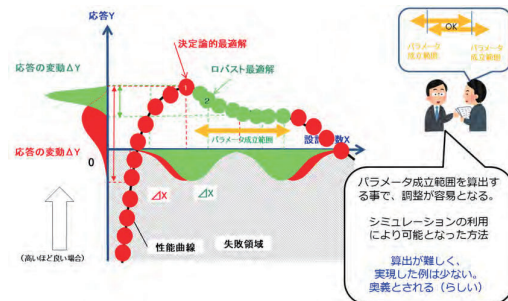
- (1) 太陽光の乱反射の考察
 - ・ 入射角が水平60度より大きい場合、縦孔壁面の乱反射により縦孔が明るくなる可能性がある
 - ・ 概算では、太陽角度が60度から90度まで移動するまでに約2日程度かかる。太陽電池の充電余裕とできる。
- (2) 通信波の回折の考察
 - ・ 地球が見えない状態においても、通信波が縦孔壁を回折することにより通信経路が確保できる事が考えられる
 - ・ 通信可能時間が長くなる方向であり、通信設計の余裕として扱う事が可能である。
- (3) 地球・太陽の大きさ
 - ・ 地球と太陽の大きさを考慮する事が考えられる。
 - ・ 月から地球の視直径は約2度であり、地球可視（通信）のマージン。
 - ・ 月から見た太陽の視直径は約0.5度であり、太陽可視（電力）のマージン。



今後の課題（その2）：

- ・ 今回の結果をもとに、約74~56時間で可能なミッションの検討を行う必要がある。
- ・ 他の解析（熱解析など）や、地上局のアサイン等、についてさらに検討を深める必要がある。

ミッション成立性の確認と、
他の専門家との情報共有が出来た。
概念検討の成功事例



うまく行かなかった例



それは、

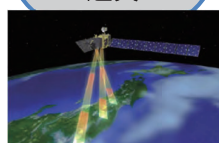
- ・ 進行中のプロジェクト
- ・ 特にシリーズもののプロジェクト
- に 1 DCAEや品質工学を適用した場合

課題



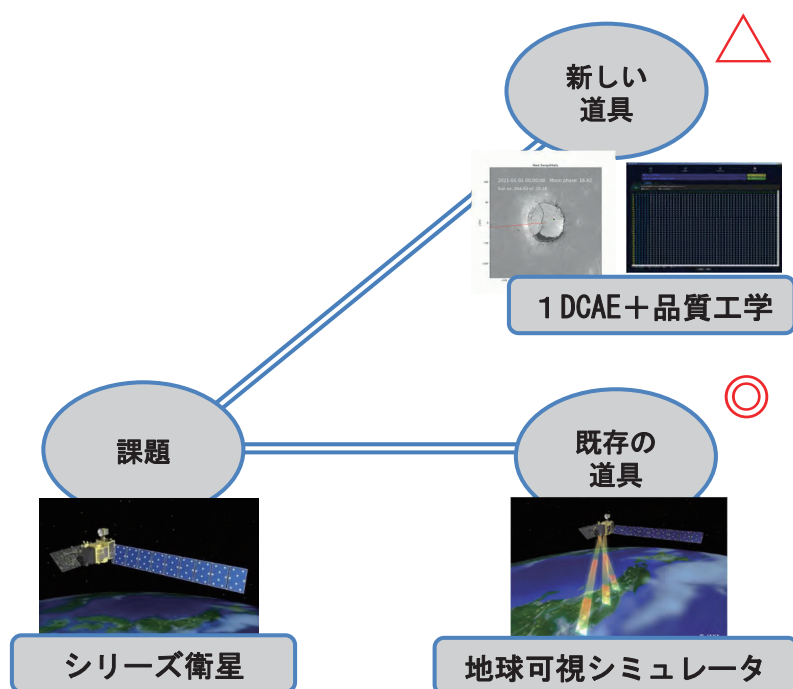
シリーズ衛星

既存の
道具



地球可視シミュレータ

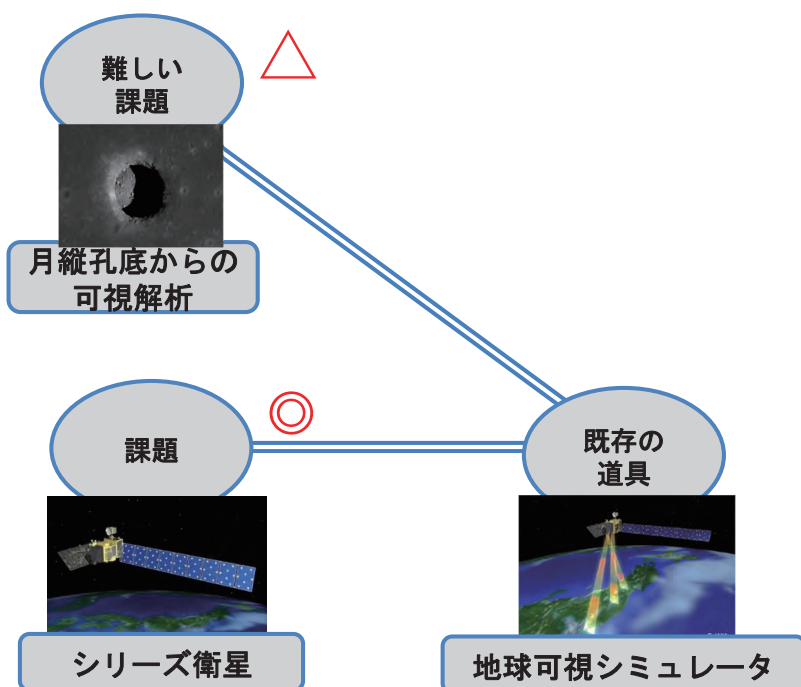
うまく行かなかった例



既存の道具の方が、慣れているし、実績がある。



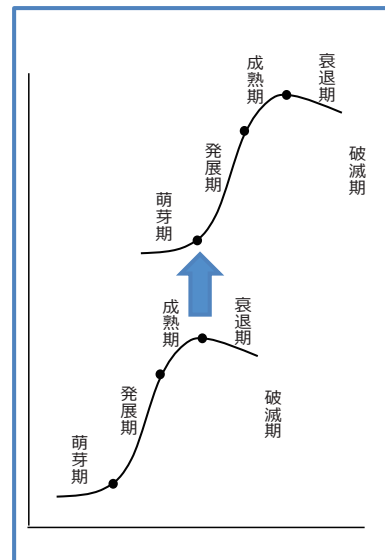
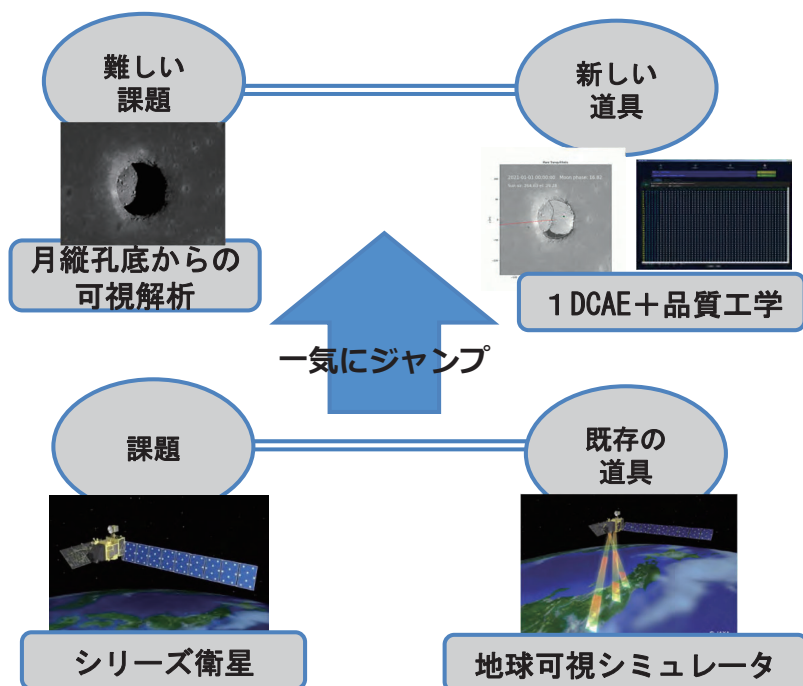
うまく行かなかった例



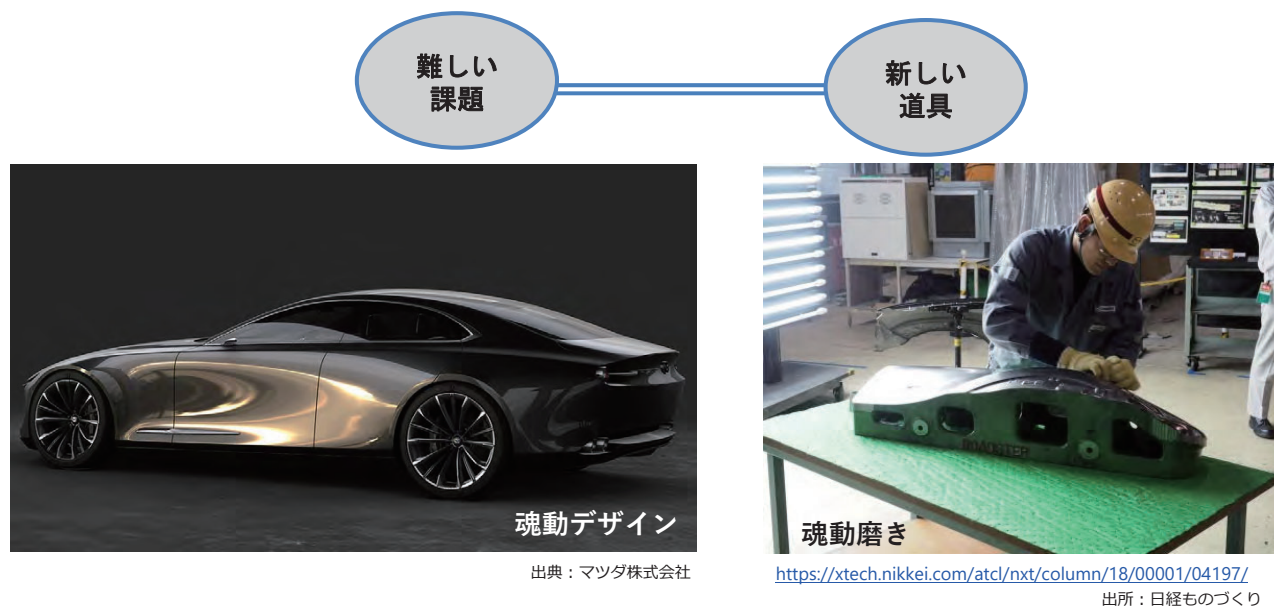
既存の道具は、新しいミッションには、使うのが難しい



1DCAEの成功の鍵

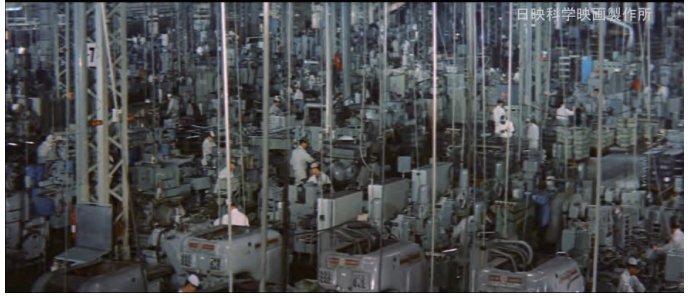


1DCAEの成功の鍵



難しい課題

新しい道具



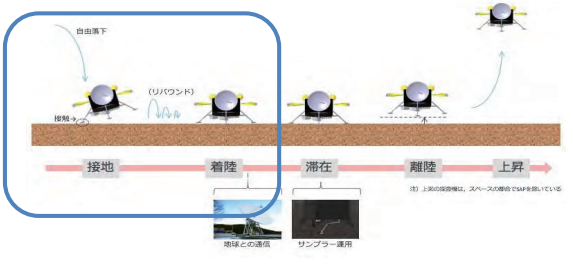
科学映像館 THIS IS HONDA
<http://www.kagakueizo.org/movie/industrial/4749/>

その他の事例：火星衛星探査計画(MMX)の事例



課題：
 以下について**95%の確率**で成立する設計解の取得

- ① **転倒しない**：探査機の触れて良い部分（**着陸脚のみ**）だけが触れて良い。
- ② **移動距離が短い**：最初の接地点から静定するまでの**距離が5m以内**。



得られた結果：
 ・今の衛星の形では、どう頑張っても、地面が平ら（3.75度以下でない）と成立しない

No.	名称	単位	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
1	主翼傾き角度(7軸方向に対する角度) [deg]	deg	-16	17.33	18.66	20	21.33	22.66	24
2	主翼全体長さ	mm	1400	1516	1633	1750	1866	1983	2100
3	主翼プレート質量(2mm時点)	N	526	600	675	750	800	850	900
4	バッド直径	mm	400	433	466	500	533	566	600
5	バッドvs地表のCONTACT 静摩擦係数	-	0.48	0.52	0.56	0.6	0.64	0.68	0.72
6	バッドvs地表のCONTACT 動摩擦係数	-	0.48	0.52	0.56	0.6	0.64	0.68	0.72
7	バッドvs地表のCONTACT 食い込み量	mm	0.1	0.4	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0

No.	名称	単位	#1	#2	#3	#4	#5
1	地表角度X	deg	-10	-7.5	-	-5	-3.75
2	地表角度Y	deg	-10	-7.5	-	-5	-3.75
3	グローバル座標系初期速度X	mm/sec	-100	-50	-25	0	25
4	グローバル座標系初期速度Y	mm/sec	-100	-50	-25	0	25
5	グローバル座標系初期速度Z	mm/sec	-400	-400	-	-400	-400
6	グローバル座標系初期角度X	deg/sec	-0.1	-0.05	-	0	0.05
7	グローバル座標系初期角度Y	deg/sec	-0.1	-0.05	-	0	0.05
8	グローバル座標系初期角度Z	deg/sec	-0.7	-0.05	-	0	0.05
9	初期姿勢角X [deg]	deg	-10.4	-5.2	-2.6	0	2.6
10	初期姿勢角Y [deg]	deg	-10.4	-5.2	-2.6	0	2.6
11	初期姿勢角Z [deg]	deg	-10.4	-5.2	-	0	5.2
12	MainBody重心位置Z	mm	500	500	-	-	500

・衛星の形を変える事を提言



MMXの対応：
 ほぼ提言通りに、衛星の形を変更。

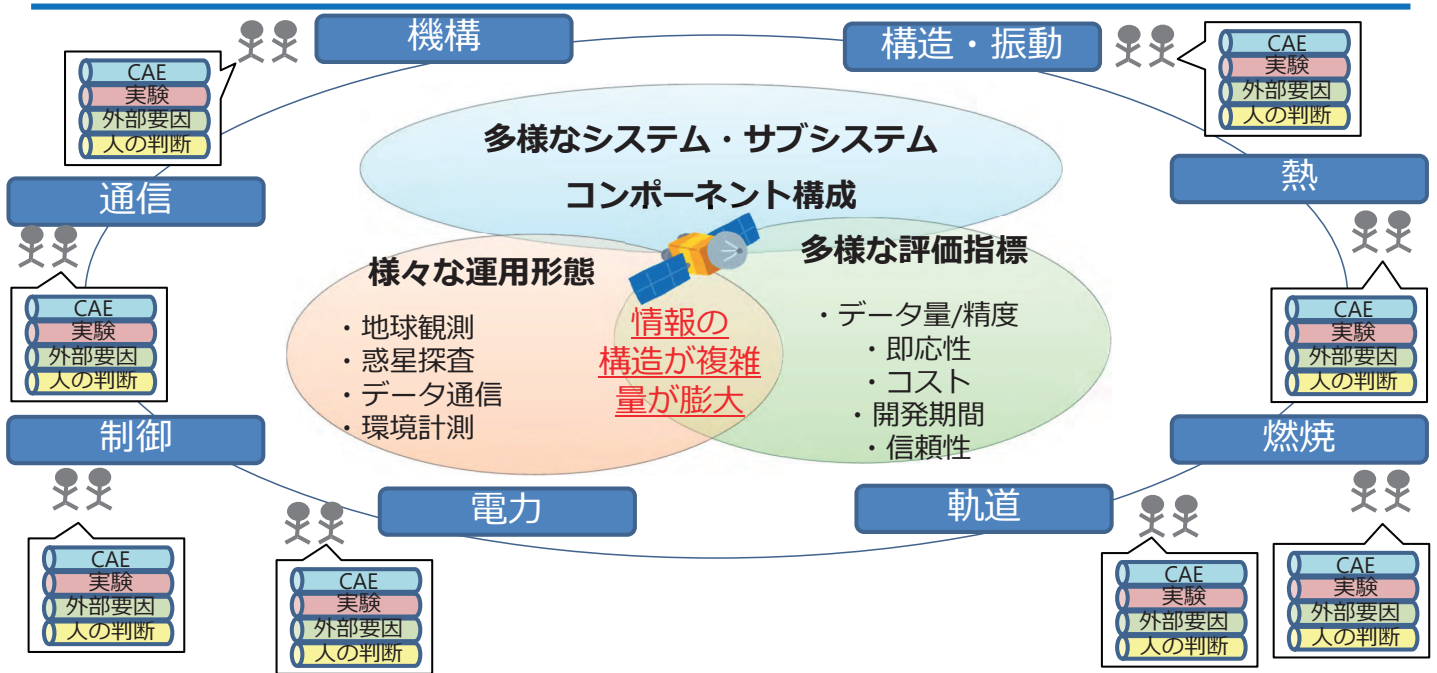
MMX探査機システム成立性検討
 着陸に備えた着陸脚・太陽電池パドル設計

着陸脚が太く短くなっています。これは着陸に関するシミュレーションを何回も繰り返した結果、重力が小さく押さえが効かない火星衛星の表面では、転倒しないうえに十分な距離の脚が必要になったためです。

また、太陽電池も前後に長く、横に短い「はやぶさ」に似た縦横比のパドルになりました。これも着陸のシミュレーションで横に長い形だと、傾いて着地した際に地面と接触することが分かったためです。

なお、MMX探査機では太陽から遠い火星圏域でも十分な発電量を維持するため、回転する太陽電池パドルを使用しますが、その回転ジョイントにも着陸の衝撃に耐える頑強なものが必要とされています。

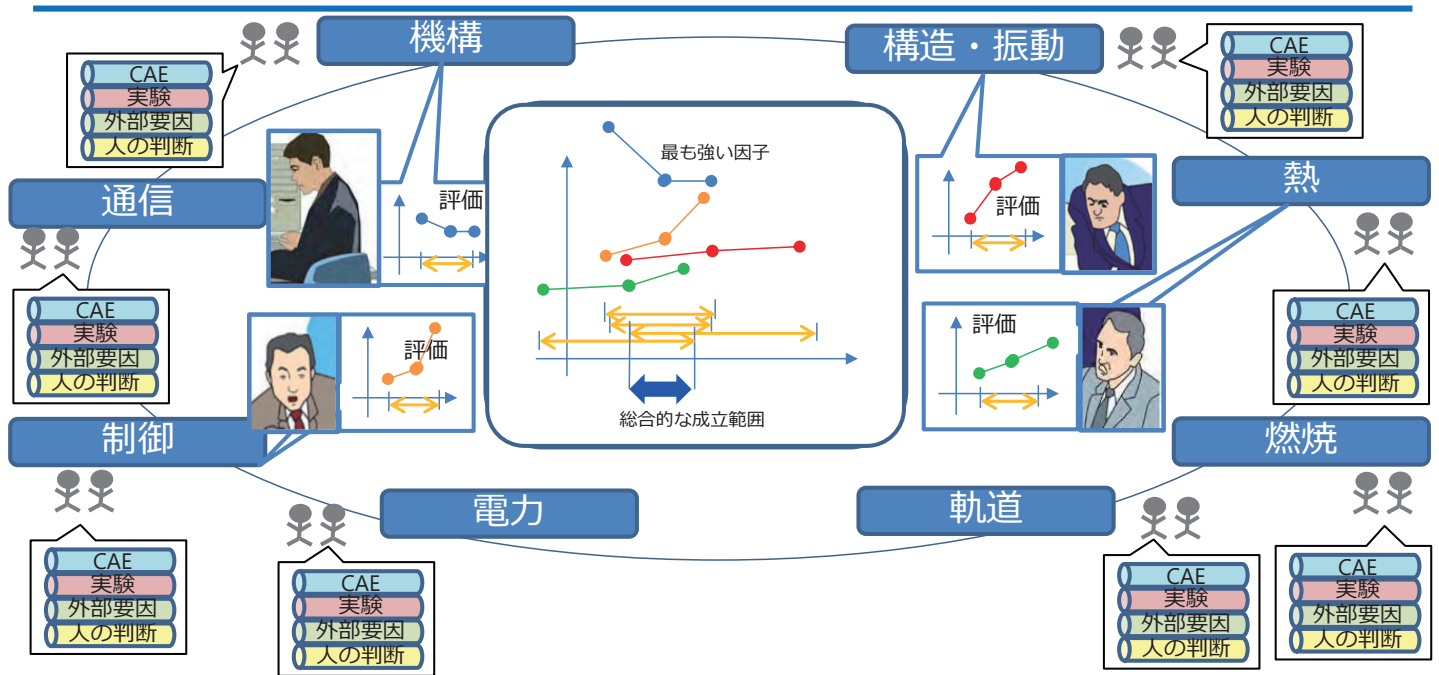
大規模システム設計における課題



- 設計の高度化に伴い、専門家による分業にならざるを得ない。
- 結果「設計業務のタコツボ化」となりやすい
- 異なる設計領域をまたがった「情報共有」が必要

大規模システム設計における課題



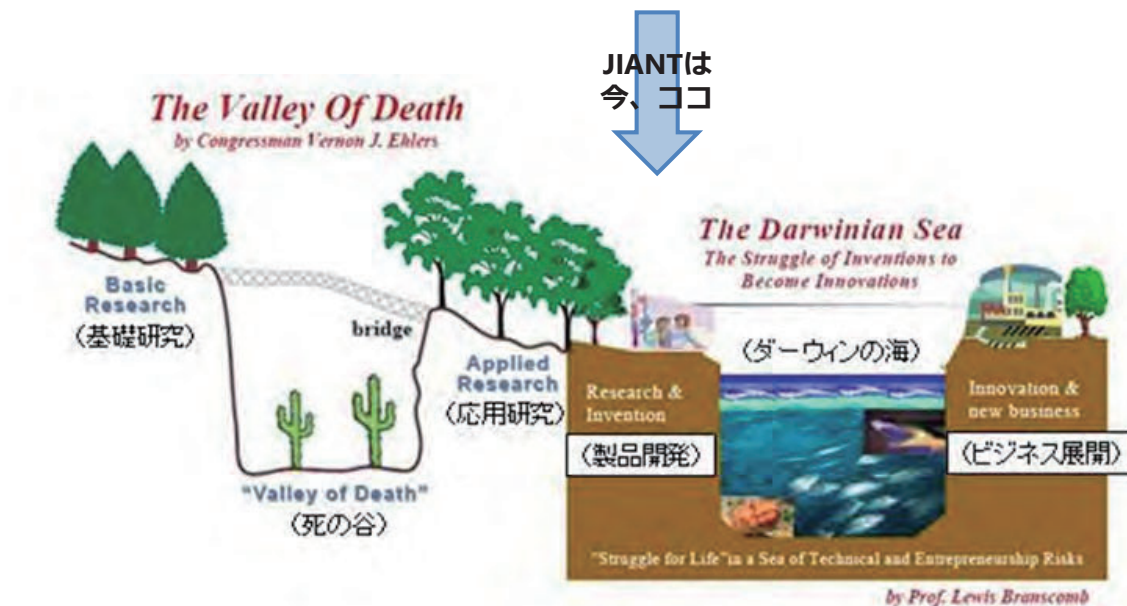


➤ **セットベース設計**のパラメータ成立範囲と感度情報を共有する事で、
 ➤ 多分野間での情報共有が進む事が期待できる。

アジェンダ

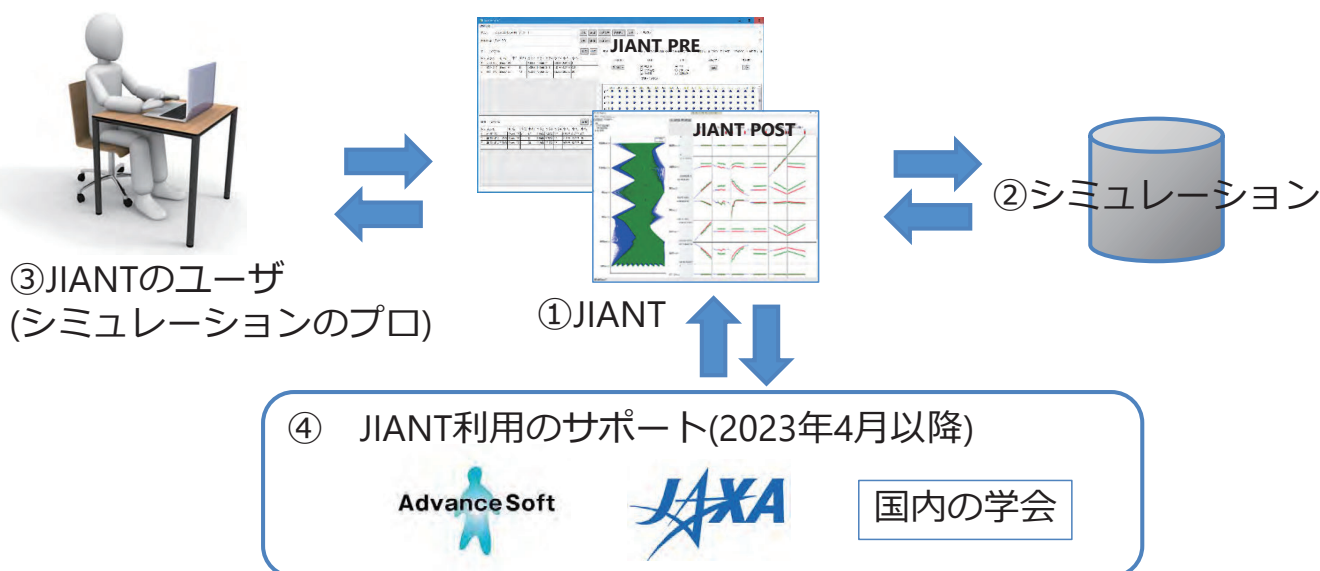
1. ロバスト設計の概要
 - ✓ ロバスト設計とは
 - ✓ 品質工学とセットベース設計
 - ✓ 品質工学ツール (JIANT) とは
2. 品質工学の適用事例
 - 事例 1) 電気回路設計
 - 事例 2) 月縦孔探査計画 (UZUME)
3. 品質工学ツール (JIANT) の利用について
 - ① JIANT
 - ② シミュレーション
 - ③ JIANTのユーザ
 - ④ JIANT利用サポート





"Unlocking the Future"(1998)、L. Branscomb議会証言(2001)、C. Wessner OECD講演資料 より。

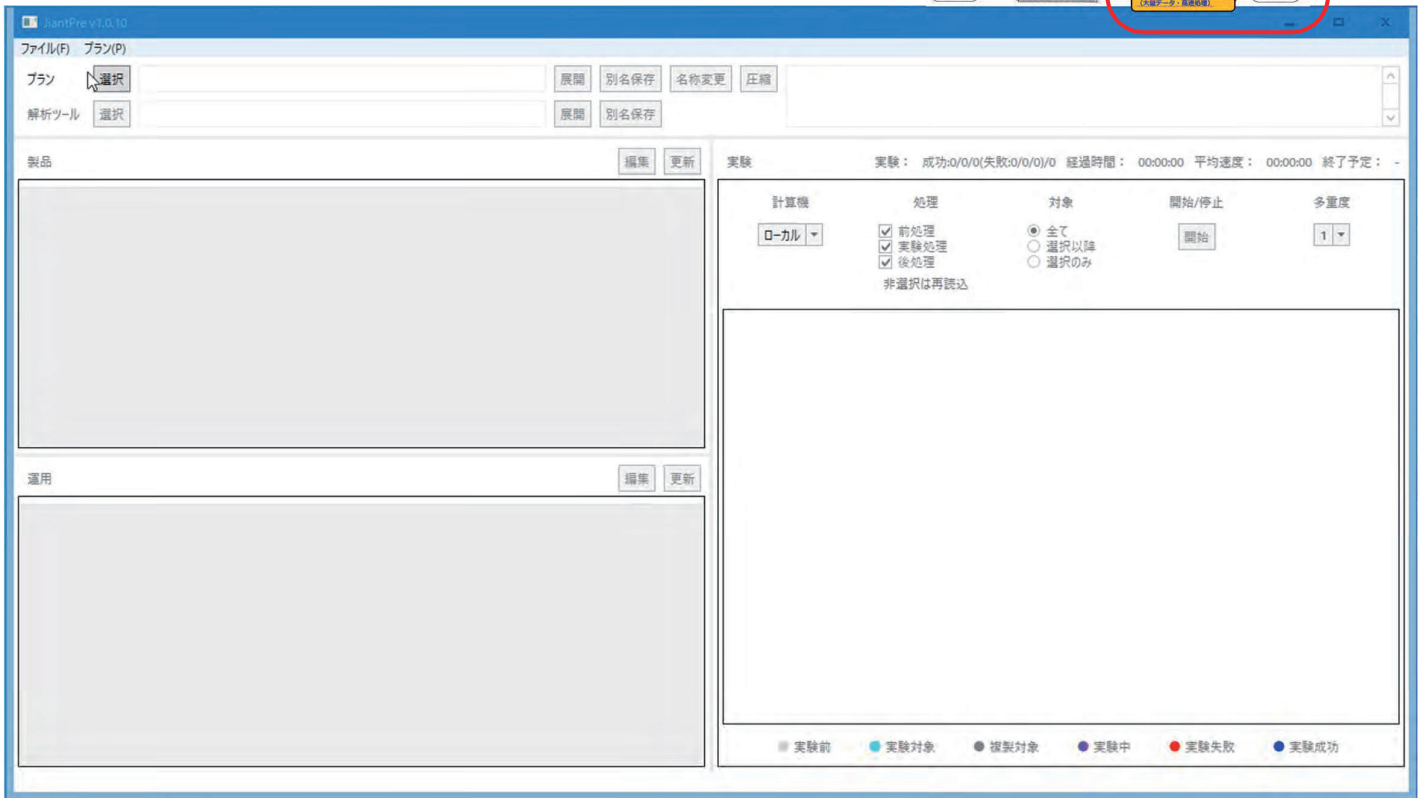
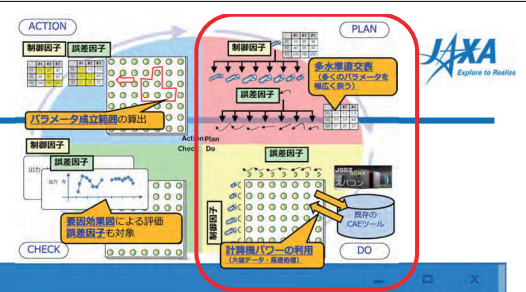
JIANTが目指す世界



ロバスト設計という「分かりにくく/効果が高く/地味な」業務の導入。

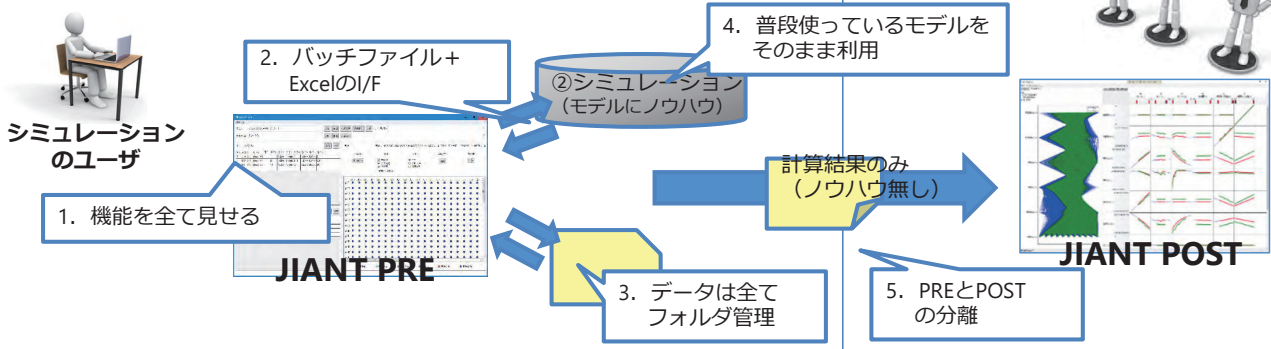
- ① 既存のシミュレーション業務との共存関係をめざす。→業務刷新はやらない。
- ② 技術障壁を減らして徐々に浸透していく形。→品質工学は使いながら理解。
- ③ 汎用性・拡張性を重視。→JIANTはシンプルな状態に留める。
- ④ セキュリティとデータ共有の両立。→前処理ツールと可視化ツールの分離。
- ⑤ ユーザとしてはシミュレーションのプロを想定（上記①~④の実現）。

- ・多水準直交表による入力データ作成
- ・シミュレーションの自動実行



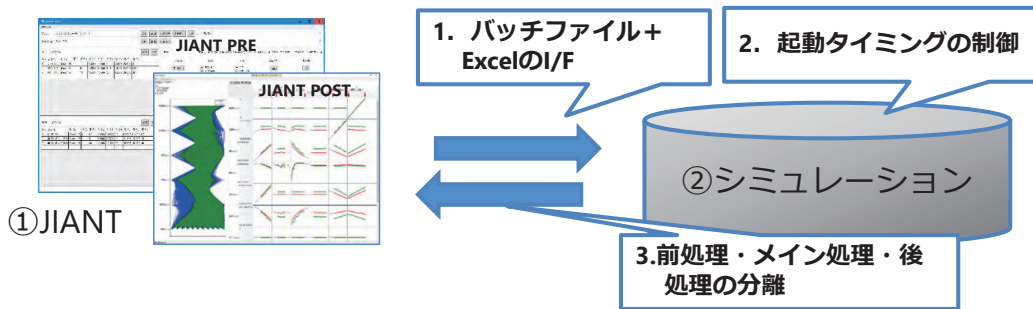
① JIANTの実装

シミュレーションの非ユーザ
企画部門・協力会社



特徴

1. 利用できる機能ボタンを画面上に全て見せる。
 - JIANT固有の知識は減らす。
2. バッチファイル+Excelによる管理とした。
 - シンプルな構造と汎用性・拡張性の両立。
3. デバックを考慮して、データは全てフォルダ管理。
 - データベースソフトは使わない。
4. 通常のシミュレーションで利用しているモデルをそのまま利用。
 - ツール定義体フォルダにポンと入れてExcelで環境設定。
5. 前処理ツール(PRE)と可視化ツール(POST)の分離。
 - セキュリティ確保とデータ共有の両立。



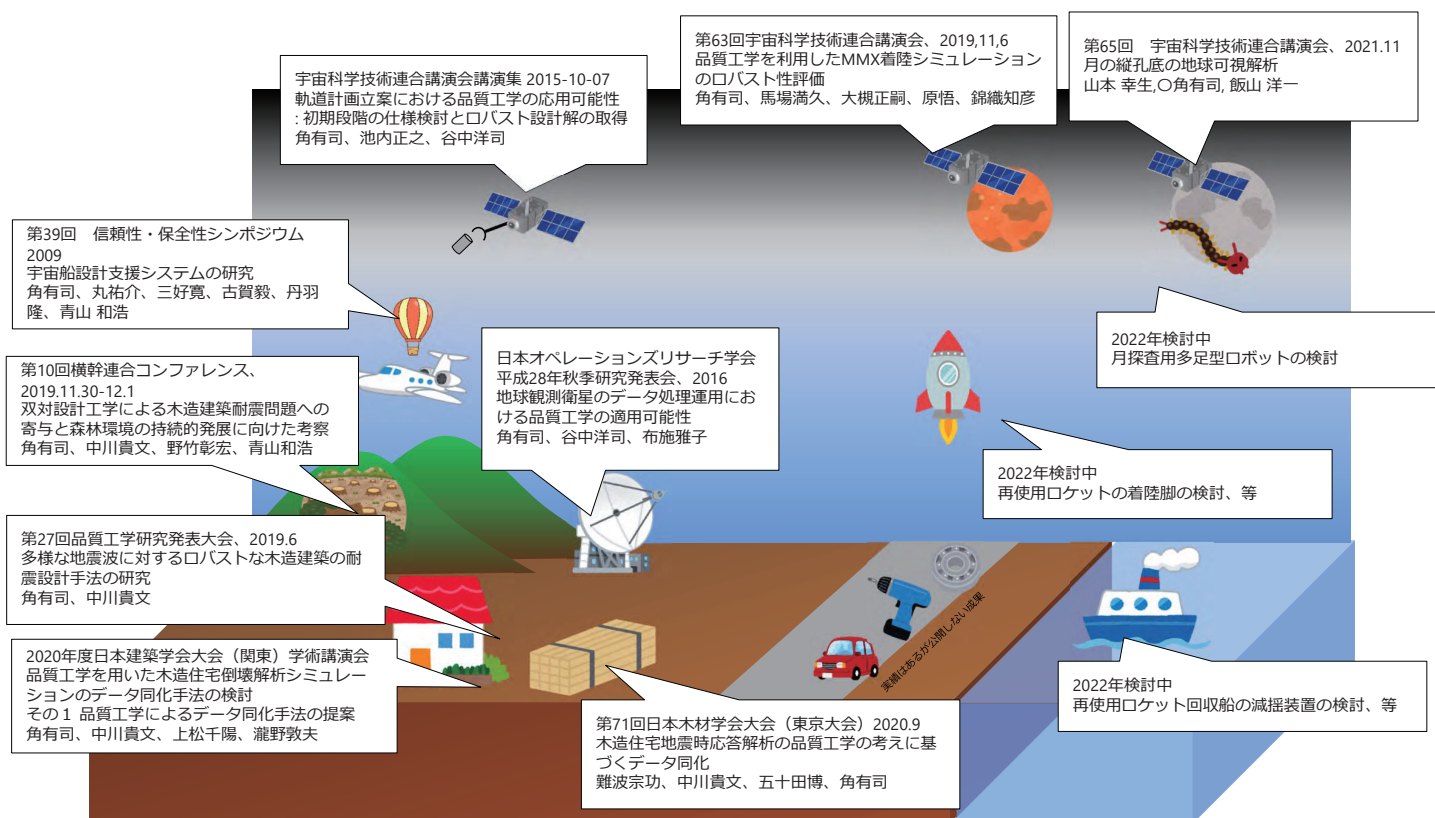
シミュレーションは種類が多く、それぞれ個性がある。

1. 全てのシミュレーションをターゲットとした (※)
 - これまでの所、全て動作できた。
2. シミュレーションとの親和性を高める
 - 起動タイミングを遅延させる機能。動作を監視し一定時間で終了させる機能。
3. シミュレーション結果の尊重
 - 推定式(応答曲面, 等)を使わない。多水準直交表+人間の能力。
4. 前処理・メイン処理・後処理の分離が可能。意識せず一気にやっても可。
 - Excelによるツールの入出力ファイルの管理 (Excelコンバータ: 後述) によるシミュレーションの能力向上。
 - 時間がかかるシミュレーションは、後処理だけやり直す事が可能。
5. データ同化 (試験とシミュレーションの合わせ込み) にも利用可能。

(※) これまでの適用実績。

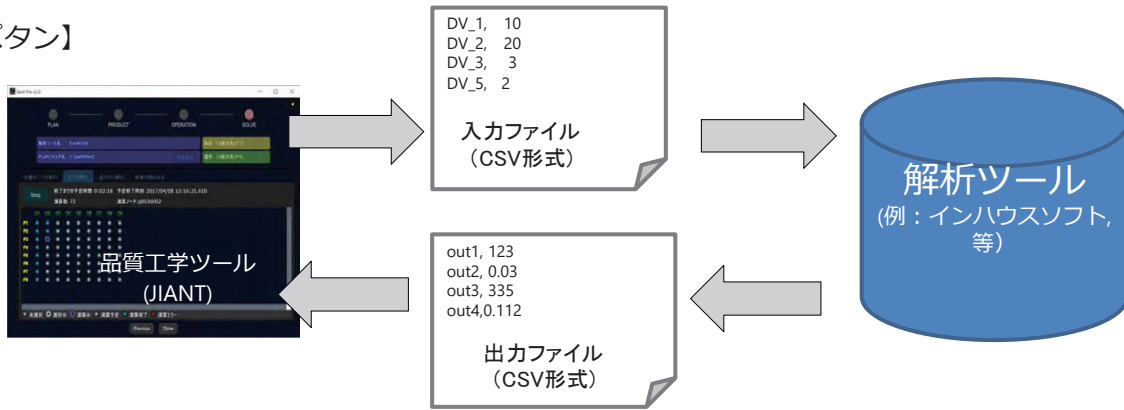
- Excel, Matlab/SIMULINK, wallstat, MSC.Adams, MSC.Nastran, LTSpice, Python, Modelica, 等
- また、Excel, Python, Matlabを介する事でSolidWorks, Witness, Amesim, 等が利用できます。

JIANT利用実績 (成果を公開したもの・公開予定のもの)

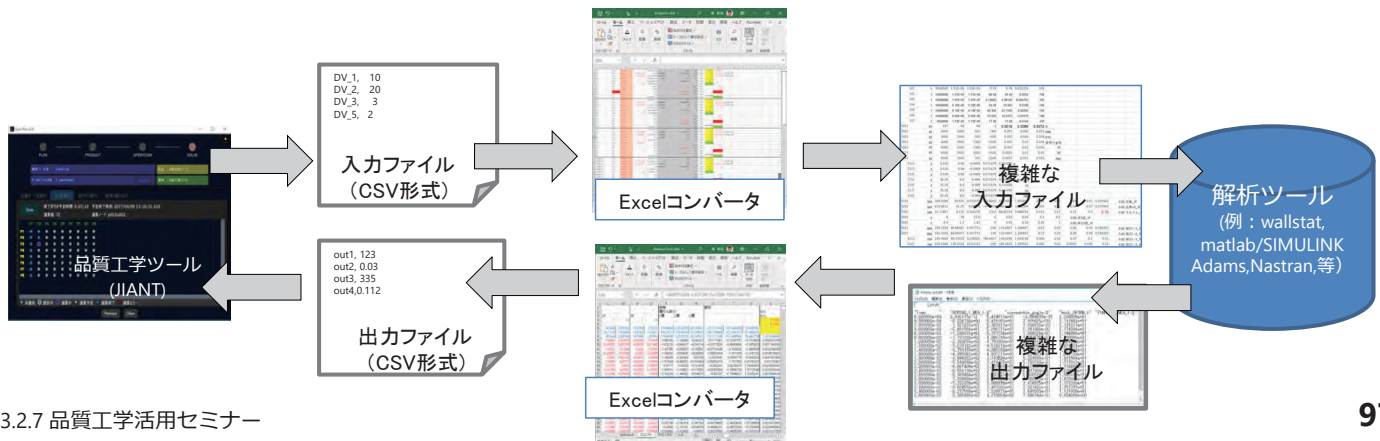


• 2022年度は、約20のテーマ (ツール) で検討を実施中。

【基本パターン】



【Excelコンバータ使用】



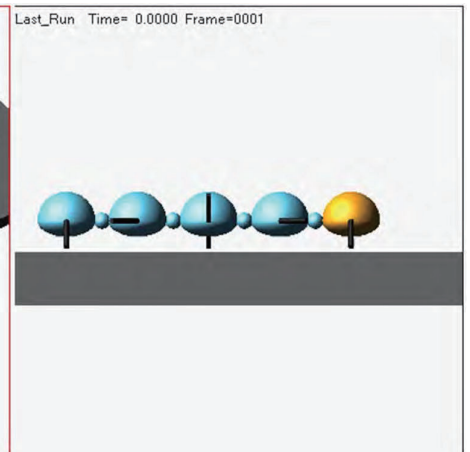
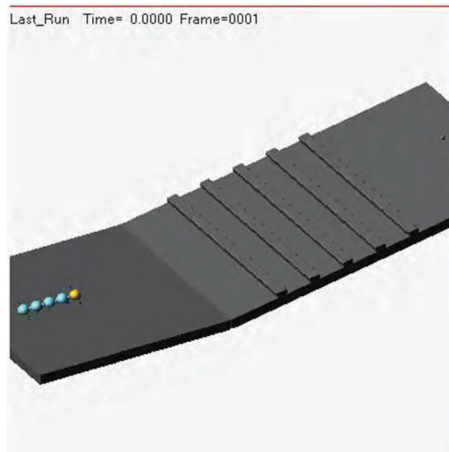
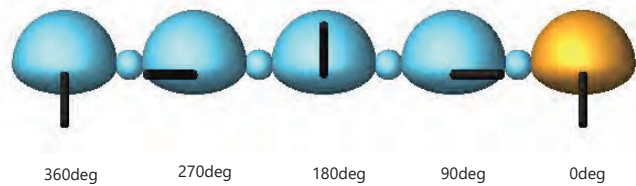
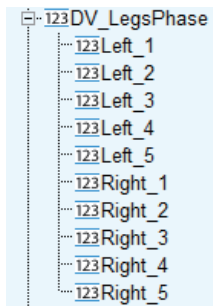
2023.2.7 品質工学活用セミナー

97

Excelコンバータの特徴

個々の脚の角度指定では、脚がバラバラに動く可能性がある。角度の指定とする事で、滑らかな動きとなる。

UZUME.DV_Legs.Density	0.000001	0.000001	0.000001
UZUME.DV_Legs.Span	90	30	30
UZUME.DV_LegsPhase.Right_1			0
UZUME.DV_LegsPhase.Right_2			30
UZUME.DV_LegsPhase.Right_3			60
UZUME.DV_LegsPhase.Right_4			90
UZUME.DV_LegsPhase.Right_5			120
UZUME.DV_LegsPhase.Left_1			180
UZUME.DV_LegsPhase.Left_2			210
UZUME.DV_LegsPhase.Left_3			240
UZUME.DV_LegsPhase.Left_4			270
UZUME.DV_LegsPhase.Left_5			300
UZUME.DV_Ground.Tilt_Angle	10	10	10

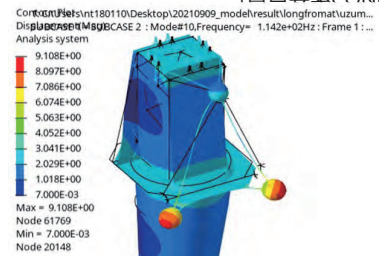
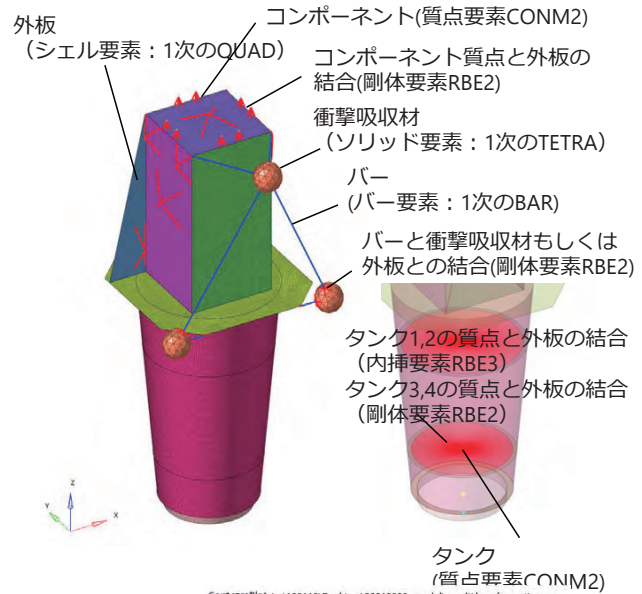


Excelコンバータの特徴

- ① より現実に近い解析条件の作成。(このページの事例)
- ② 大量データの一括管理が可能
- ③ 解析結果から、さらに有用な情報の抽出。

2023.2.7 品質工学活用セミナー

Nastranと対応するパラメータ名		JIAINT定義名	
NO.	名称	NO.	名称
1	COMM_H	557	0000000000000000
2	DHU_H	557	0000000000000000
3	ANT1_H	557	0000000000000000
4	ANT2_H	557	0000000000000000
5	ANT3_H	557	0000000000000000
6	ANT4_H	557	0000000000000000
7	ELEC_H	557	0000000000000000
8	OME_H	4195	0000000000000000
9	THR1_H	4195	0000000000000000
10	THR2_H	4195	0000000000000000
11	THR3_H	4195	0000000000000000
12	THR4_H	4195	0000000000000000
13	THR5_H	4195	0000000000000000
14	THR6_H	4195	0000000000000000
15	THR7_H	4195	0000000000000000
16	THR8_H	4195	0000000000000000
17	MISS1_H	357	0000000000000000
18	MISS2_H	357	0000000000000000
19	COMM_M	0.0045000000000000	
20	DHU_M	0.0160000000000000	
21	ANT1_M	0.0010000000000000	
22	ANT2_M	0.0010000000000000	
23	ANT3_M	0.0010000000000000	
24	ANT4_M	0.0010000000000000	
25	ELEC_M	0.0160000000000000	
26	OME_M	0.0050000000000000	
27	THR1_M	0.0008000000000000	
28	THR2_M	0.0008000000000000	
29	THR3_M	0.0008000000000000	
30	THR4_M	0.0008000000000000	
31	THR5_M	0.0008000000000000	
32	THR6_M	0.0008000000000000	
33	THR7_M	0.0008000000000000	
34	THR8_M	0.0008000000000000	
35	MISS1_M	0.0040000000000000	
36	MISS2_M	0.0030000000000000	
9	COMM	0.0045000000000000	
11	ANT	0.0010000000000000	
12	ELEC	0.0160000000000000	
13	OME	0.0050000000000000	
14	TMR	0.0008000000000000	
15	MISS	0.0040000000000000	

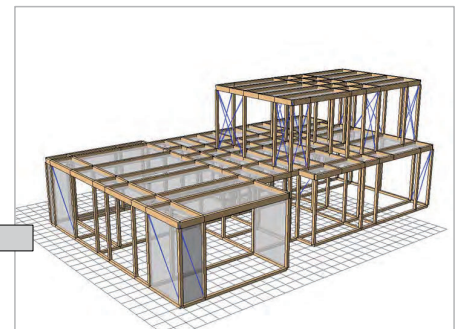
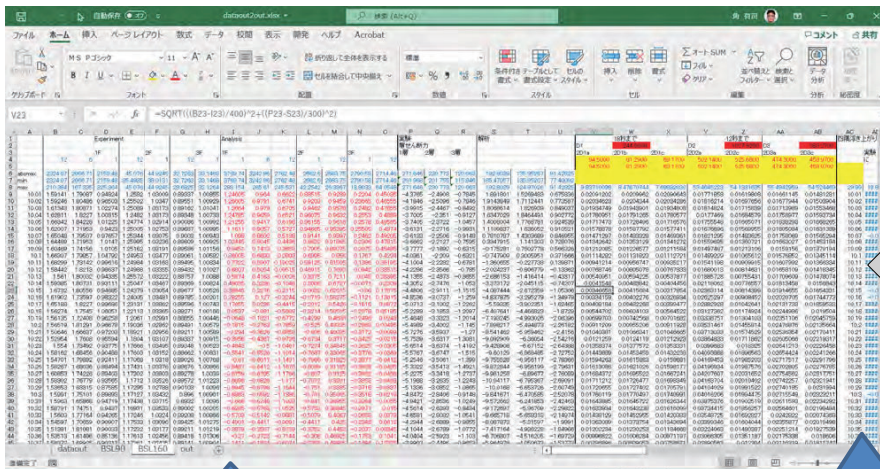


Excelコンバータの特徴

- ① より現実に近い解析条件の作成。
- ② 大量データの一括管理が可能 (このページの事例)
- ③ 解析結果から、さらに有用な情報の抽出。

2023.2.7 品質工学活用セミナー

Excelコンバータの特徴

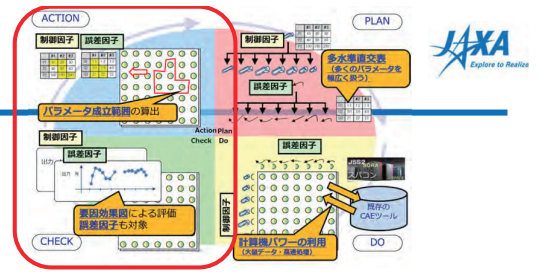


Excelコンバータの特徴

- ① より現実に近い解析条件の作成。
- ② 大量データの一括管理が可能
- ③ 解析結果から、さらに有用な情報の抽出。 (このページの事例)

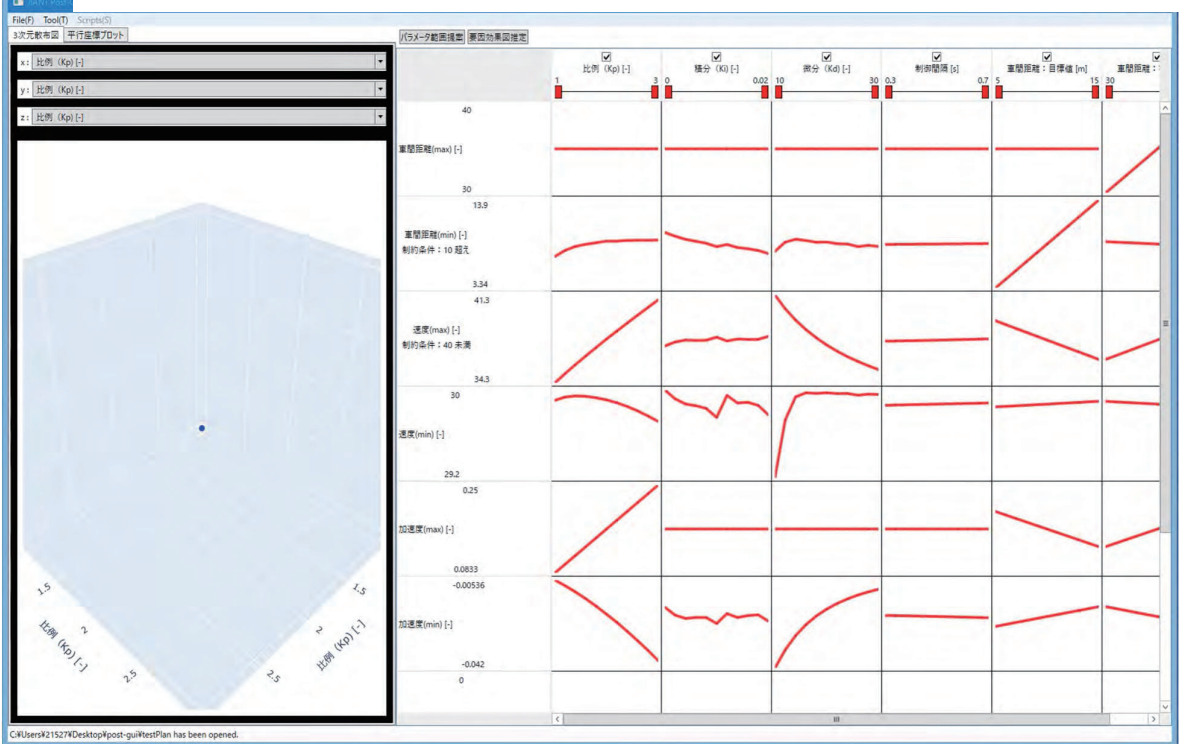
時系列の変位データ (位置情報) から、
加速度データを取得するアイデアが出た。

2023.2.7 品質工学活用セミナー



- ・ 要因効果図による感度評価
- ・ パラメータ範囲の絞り込み

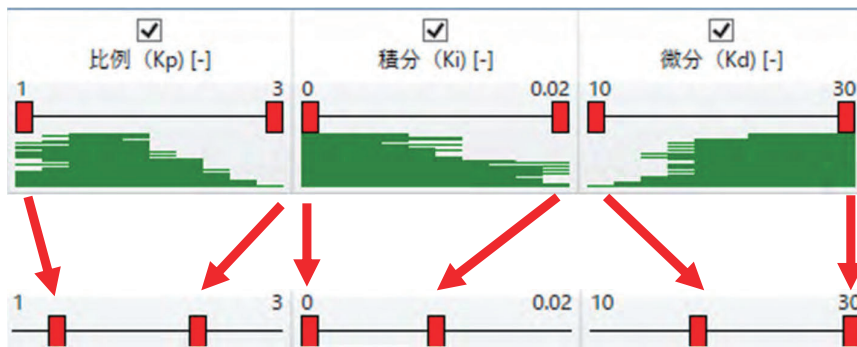
機械学習機能②：出力（制約条件）を満足できる入力パラメータを推定



パラメータ範囲の絞り込み

機械学習機能

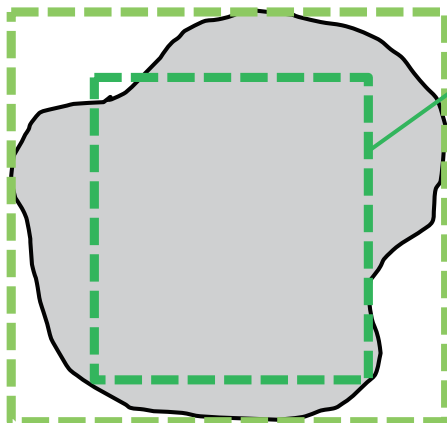
- ・ 範囲提案の結果を考慮して範囲を決めます。



精度 > 体積



精度 < 体積

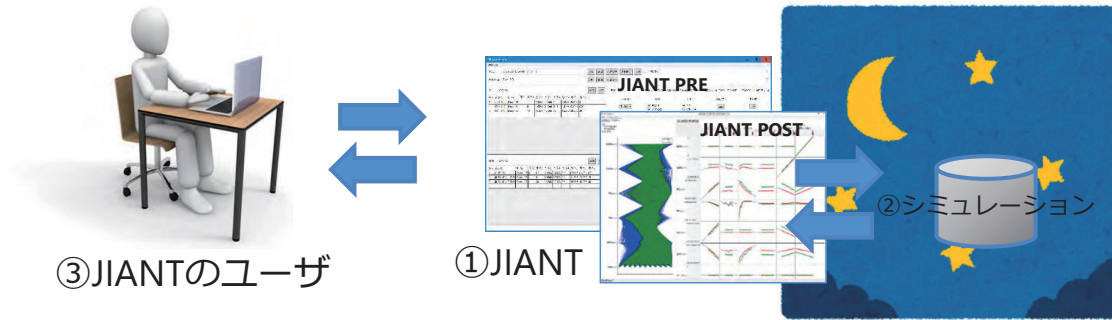


上位候補の傾向
制約条件を満たす精度を優先
(そのために体積が小さくてもよい)

下位候補の傾向
選ばれた範囲の体積を優先
(そのために制度が下がってもよい)

- ・ 特許出願済 プログラム、解析装置、及び解析方法 (特願2022-146041)

③ ユーザ



③ JIANTのユーザ

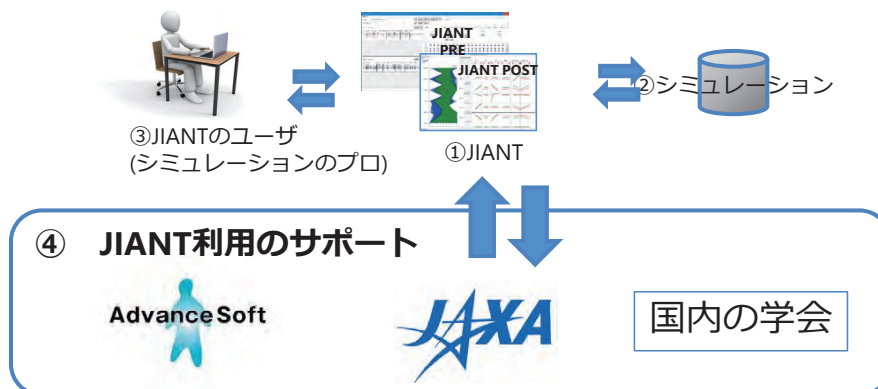
① JIANT

② シミュレーション

ユーザ :

- シミュレーションと、バッチファイル(+excel)に詳しい人。
- シミュレーションで網羅的な設計検証や感度解析がしたい人。
- 忙しくて、新しい事に手を出しにくい人。
- JIANTの使い方
 - 通常業務は普通に実施。JIANTは同時並行で回しておくスタイル。
 - エラーが出たら、そのケースだけ選択してやり直しするので効率的。
 - 計算が終わったら、要因効果図などで判断。
 - 使い方をマスターするコツ：
 - 簡単なモデルを作って（外部サポートをご利用ください）一度通す。うまく行ったら拡張する。

④ サポート体制(2023年4月以降)



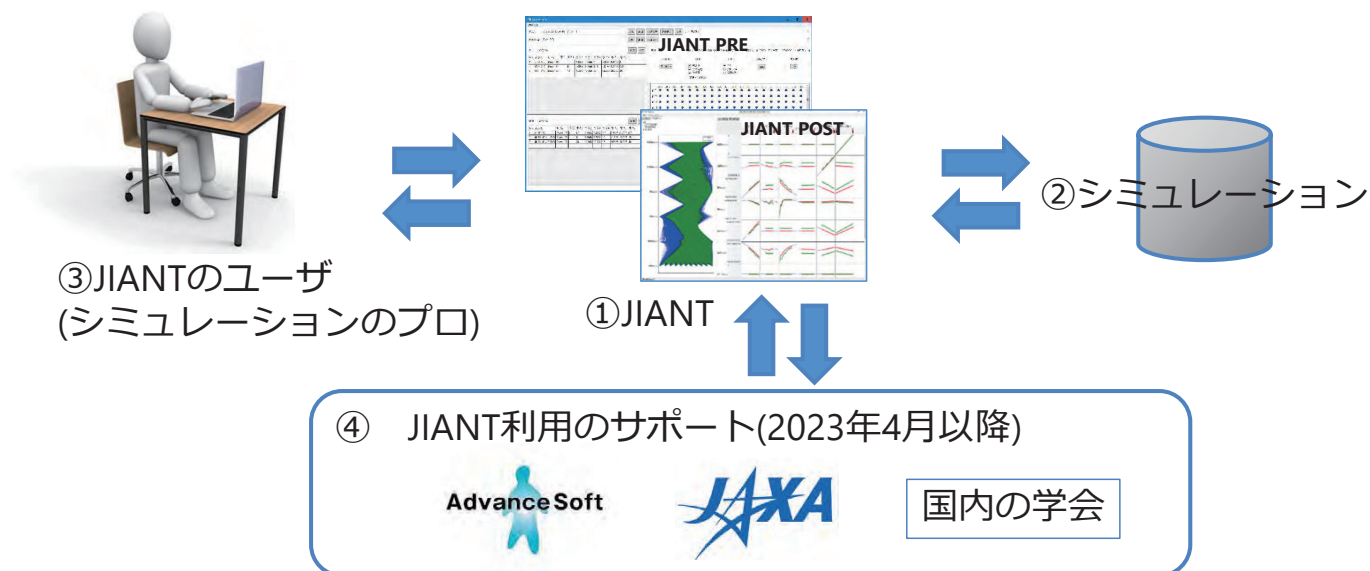
1. アドバンスソフト社 :

- シミュレーションのプロ集団。バッチファイルを熟知。
- JAXAからアドバンスソフト社への提案：
 - 受託解析から着手して。アドバンスソフト業務の標準化からお願いしたい。
 - 自社で可能と判断したユーザ殿にJIANTを販売+サポート。
 - 参考) JAXAにはlicense利用費が約10%位→衛星・ロケット開発に利用。

2. JAXA :

- JAXAとの契約・共同研究、等がある企業・大学は有償版JIANTが利用できます。
- JAXA内プロジェクトは、ロバスト設計解を出す所まで支援します。
- 無償版(機能限定版)は国内の企業・大学は誰でも利用できます。

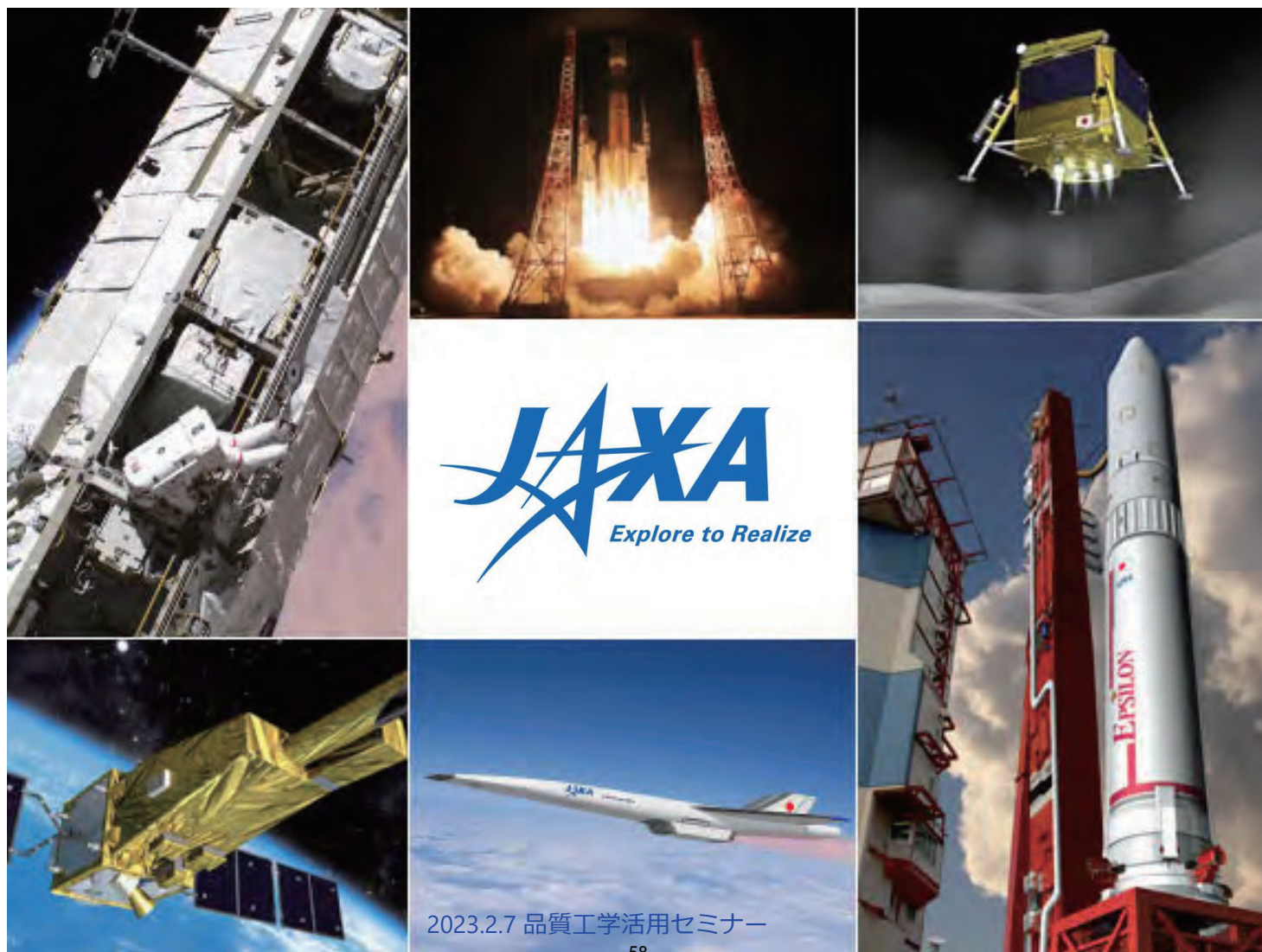
3. 2023年度より、国内学会（品質工学会(仮)、設計工学会(仮)）による講習会を予定。



ロバスト設計という「新しく/効果が高く/地味な」業務の導入。

- ① 既存のシミュレーション業務との共存関係をめざす。→業務刷新はやらない。
- ② 技術障壁を減らして徐々に浸透していく形。→品質工学は使いながら理解。
- ③ 汎用性・拡張性を重視。→JIANTはシンプルな状態に留める。
- ④ セキュリティとデータ共有の両立。→前処理ツールと可視化ツールの分離。
- ⑤ ユーザとしてはシミュレーションのプロを想定(上記①~④の実現)。

ご興味がある方は、JAXA/アドバンスソフト社にお声掛けください。



品質工学ツールAdvance/JIANT の販売開始について

研究主席 松澤 邦裕

【オンラインセミナー】「品質工学活用セミナー」
2023年2月7日（火）
アドバンスソフト株式会社
第5事業部

品質工学ツールAdvance/JIANTの特長

- 品質工学とセットベース設計の二つの手法を融合・発展させたツールであり、多水準直交表を用いた網羅的な計算を行うことで、非線形CAEにおいて高精度なロバスト設計解を算出することが可能です。
- セットベース設計により、必要な制約条件を満たすように機能や部品の個々の設計パラメータの成立範囲を算出することが可能です。
- 連携するソフトウェアの入出力・実行制御に対して柔軟に対応できるように、あえてインターフェイスを作り込んでおりません。
- ものづくりにおける縦割り・タコつぼを打破し、他部署や他社間の「すり合わせ」を改善し、フロントローディングの更なる向上が期待されます。

販売・受託解析・受託開発に向けて

- 本製品の主要な販売先・受託先としては、国内の自動車関連、建設関連、産業用ロボット、機械、材料、製薬メーカー等や、国内の大学などの教育機関等を対象に考えております。
- 弊社は2002年の創業以来、スーパーコンピュータとデジタルエンジニアリングの活用を念頭に事業拡大を続けており、長年ご愛顧いただいている設計部門の顧客ユーザに対し、「Advance/JIANT」の新規導入や製品置き換えのアプローチを行います。
- 弊社が開発・販売している各種CAEソフトウェア(流体、構造、音響、電波・電磁波など)と連携した販売・受託解析を行います。
- 他社商用ソフトウェアなど、実行制御対象のシミュレーション・ソフトウェアとのインターフェイスの受託開発・改良のサポートを行います。

シミュレーション・ソフトウェアとの連携 (JAXA殿による実績を含む)

- 木造住宅倒壊ソフトウェア wallstat
- MATLAB/Simulink
- マルチボディダイナミクス MSC Adams
- FEA解析ソルバー MSC Nastran
- SOLIDWORKS Simulation製品
- Simcenter Amesim
- 生産・物流・プロセスシミュレーションソフトウェア WITNESS
- 回路シミュレータ LTSpice
- MBDツール OpenModelica
- Excel、Python、MATLABを介して、様々なソフトウェアが連携可能。

弊社のCAEパッケージ・ソフトウェアとの連携計画

対象	ソフトウェア名称	製品名
流体	流体解析ソフトウェア	Advance/FrontFlow/red
	気液二相流解析ソフトウェア	Advance/FrontFlow/MP
	高速流解析ソフトウェア	Advance/FOCUS-i
構造	構造解析ソフトウェア	Advance/FrontSTR
音響	音響解析ソフトウェア	Advance/FrontNoise
電磁界	電磁波解析ソフトウェア	Advance/ParallelWave

シミュレーション解析に加えて、設計パラメータの成立範囲を算出が可能となります。

契約における注意点

- ・ **ライセンスの発行元は、JAXA殿となります。**

品質工学ツール「Advance/JIANT」利用申請書

申請年月日:

品質工学ツールAdvance/JIANT利用について、以下のとおり利用申請します。
利用にあたっては、Advance/JIANT利用規約を遵守します。

利用申請書(案)

<利用管理責任者>

(利用期間は、利用開始日から1年間です。)

申請区分	<input type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続 <input type="checkbox"/> 変更(追加)	利用開始希望日	年 月 日
利用管理責任者 氏名		会社URL(国内企業確認)	
会社/学校名(事業所名も記載)		住所	
所属部署名		電話番号	
役職		E-Mail	

No.	氏名	会社名	部署名	ログイン名 (ユーザ名) (注:大文字小文字区別の こと)	マシン名 (ホスト名) (注:大文字小文字区別の こと)	MAC-ADDRESS (00-00-00-00-00-00形式)	使用する解析ツール (excel,Matlab,等)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

品質工学ツールAdvance/JIANTの販売

- 2023年4月に販売開始予定
- 年間ライセンスのみの販売となります。
- E-mailによる問合せサポートが含まれます。

販売区分	サービス内容	販売価格(税抜)
民間顧客 (一般社団法人、国立研究開発法人含め)	ソフトウェア販売	(※)
大学 (アカデミック価格)	ソフトウェア販売	(※)

- 受託解析、受託開発は案件ごとにお見積りいたします。
- (※) 価格についてはお問い合わせください

OpenModelicaサポートサービス と関連サービスのご紹介

OpenModelica のようなオープンソース・ソフトウェア (OSS) は、ソースが公開されており、無償で商用利用が可能のため、コストダウンが期待できる一方で、サポートがないことで業務が進まなくなる懸念があり、導入が避けられるという傾向があります。

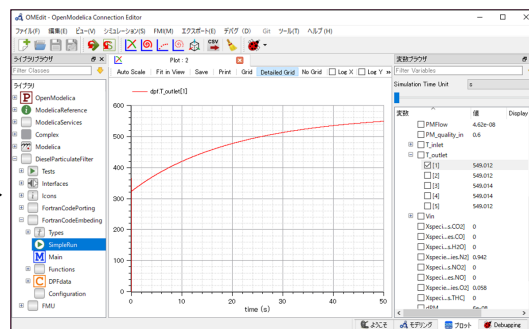
アドバンスソフトでは、秘密保持契約を結んだ上で、お客様のサポート依頼に対して具体的な回答を行います。

OpenModelica や OSS 全般に関連する技術サポートをご検討中のお客様は、是非ともアドバンスソフトにご相談ください。

サポートの内容

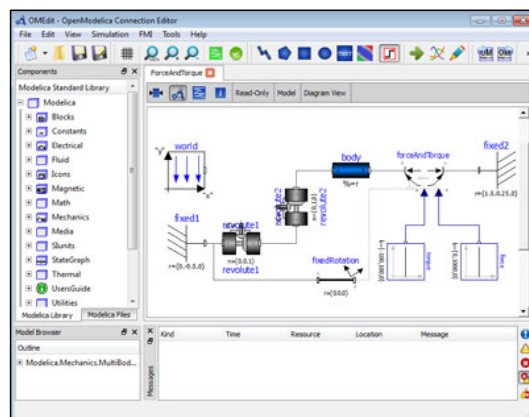
● サポートサービスの対象例

- OpenModelica の使用方法に関する説明
- Modelica 言語の文法に関する説明
- 計算実行時のエラーなどの問題改善に対する技術サポート
- モデル作成や計算結果の振る舞いに対する技術サポート



● 講習会の実施 (年間契約のみ)

- OpenModelica に関連する内容の講習会を実施します。
- 内容はお客様とのご相談により決定します。
(※3時間程度を想定しています。)



● お問い合わせの方法

- E-mail による問合せにご対応いたします。

サポートの種別

質問件数と工数には契約種別および契約期間ごとに下表のような上限があります。

契約種別	年間契約 (1年間)			月間契約 (1ヵ月間)		
	質問件数	工数	価格	質問件数	工数	価格
ゴールド	50件 (*1)	25人日	(*2)	5件	2.5人日	(*2)
シルバー	20件 (*1)	10人日	(*2)	—	—	—

(*1) 月間件数は5件までとします。

● サポートサービスの上限に到達した場合

- 契約期間の満了、または質問件数もしくは工数が上限に到達した場合は、契約は終了となります。
- さらにサポートサービスの継続が必要な場合は、新規にサポートサービス契約を締結する必要があります。

● 工数がかかることが予想されるご依頼の場合

- 実用的なモデル開発や定量的な合わせ込みなど、あらかじめ工数がかかることが予想されるご依頼の場合は、受託開発でのご発注をお勧めすることがあります。

アドバンスソフトの開発・解析サービス

お客さまのご要望に応じて科学技術計算ソフトウェアの新規開発、機能追加、受託解析等のサービスをおこないます。



1. 流体・構造・ナノ関連など幅広い分野のソフトウェアを開発し、解析経験がある技術者がお客さまのご要望をお伺いいたします。

2. 最適な解析方法をご提案いたします。

3. お客さまのご了解が得られましたら、モデリングを行い、解析を実施いたします。

4. 解析結果を可視化し、解析結果の評価や考察を行なって報告書を作成いたします。



◇各サービスのご紹介

1. パッケージソフトウェアの販売・サポート

アドバンスソフトが取り扱っているパッケージソフトウェアは、国家プロジェクトまたは自社により開発した日本の国産製品です。

ソースコードを熟知した開発者が直接お客さまのご質問にお答えするため、迅速で的確なサポートサービスをご提供することが出来ます。また、お客さまのご要望に沿ったカスタマイズを行うことも可能です。

2. ソフトウェアの受託開発サービス

お客さまの解決すべき課題に則した、計算科学技術用のソフトウェアを新規に開発いたします。また、お客さまが現在ご利用になっているソフトウェアへの機能追加および改良にも対応いたします。

3. 解析サービス

計算科学用ソフトウェアを用いた解析計算を行います。さらに、その結果をシミュレーションの専門家ならではの見識をもって評価しご報告いたします。各種分野の専門技術者が、「お客さまの課題解決にはどのような手法が有効であるか。」といったご相談にも対応させていただきます。

4. コンサルティング

CAEに関わる様々な課題をお客さまと一緒に解決すべく、専門研究者がコンサルティングサポートをさせていただきます。また、「フリーソフトを使ってみたいがサポート体制が無いので不安がある。」といった声にお応えして、ParaView、LAMMPSといったフリーソフトのコンサルティングもいたします。

MBD関連の受託業務例

[1] MBD統合プラットフォームの構築支援

FMU (Functional Mockup Unit) エクスポート機能を持つ既存のシミュレーションソフトウェアや、開発したコンポーネントモジュールを統合して、モジュール毎に差し替え可能なMDB統合プラットフォームの構築を行います。統合プラットフォームには、MATLAB/Simulink^{†1}やOpenModelicaを使用します。

[2] 既存プログラムのFMUモジュールへの移植作業

既存プログラム（言語は問わず）からFMUモジュールへの移植を行います。移植に際して、入出力ファイルの定義やグローバル変数の取り扱い、ログ出力の管理などを考慮しつつ、OpenModelicaのOMEdit機能を利用して、Model-ExchangeまたはCo-SimulationのFMUモジュールを作成します。

機械学習関連

MBDに限らずあらゆる分野全般において、検討しております。
制御の最適化・自動化・省力化、異常検知、情報予測、定常的な
監視データ取得、実験や実測データ等を研究開発に利用検討の際に
機械学習による課題解決をご検討でしたら是非ともお声がけください。

ご清聴ありがとうございました。

アドバンスソフトは、高度な技術力、開発力、人材を武器に、最先端理論を応用した解析シミュレーションソフトウェアを開発・販売しています。受託解析、受託開発、パッケージソフトウェア、コンサルティング等多様なソリューションを通じて、お客様の問題解決に即戦力として貢献します。

お問い合わせ先:ご担当営業まで
TEL:03-6826-3971 FAX:03-5283-6580
E-mail:office@advancesoft.jp



警告

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。