

オンラインセミナー

品質工学セミナー

2022年4月19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
 2. **招待講演**
「品質工学ツール（JIANT）を利用したモデル流通について」 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. 関連サービス のご紹介 25
-

 AdvanceSoft



アドバンスソフト株式会社のご紹介

品質工学セミナー

品質工学ツール（JIANT）を利用したモデル流通について

2022年4月19日（火）開催

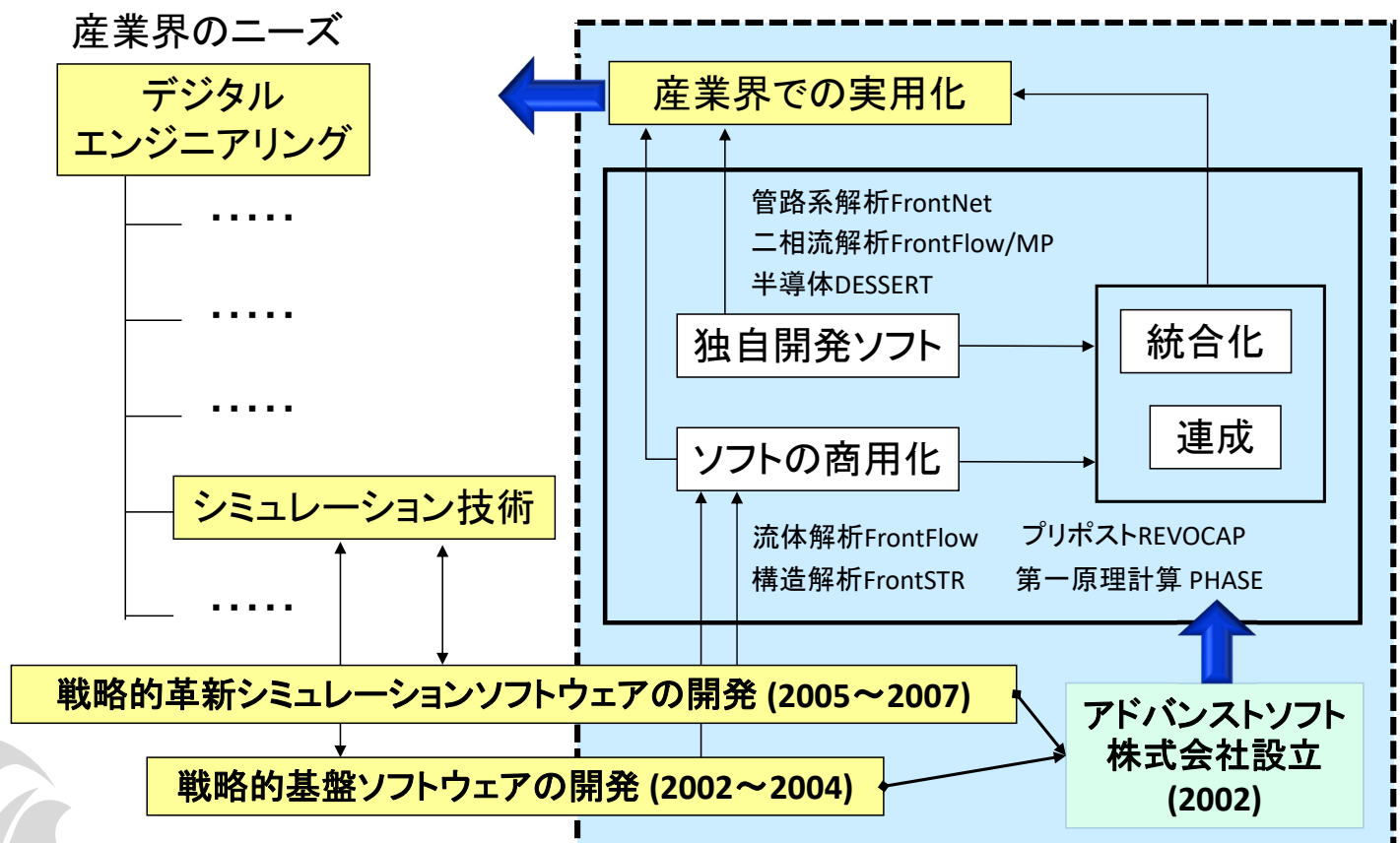
アドバンスソフト株式会社

Copyright ©2022 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

1



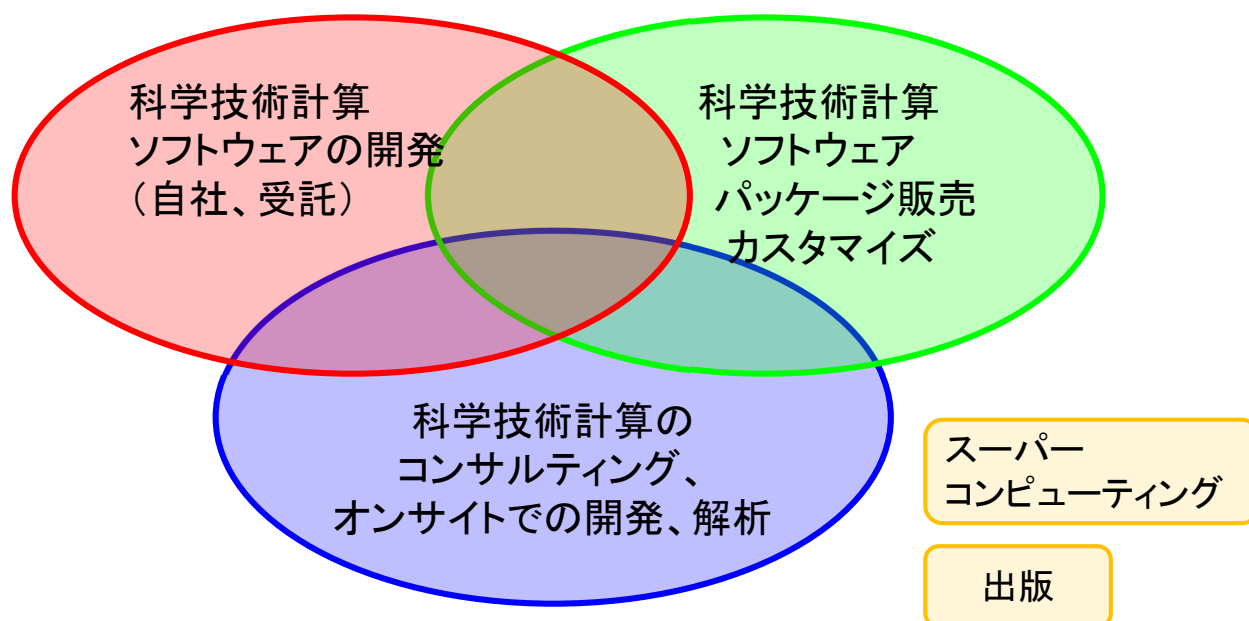
アドバンスソフトとは



Copyright ©2022 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

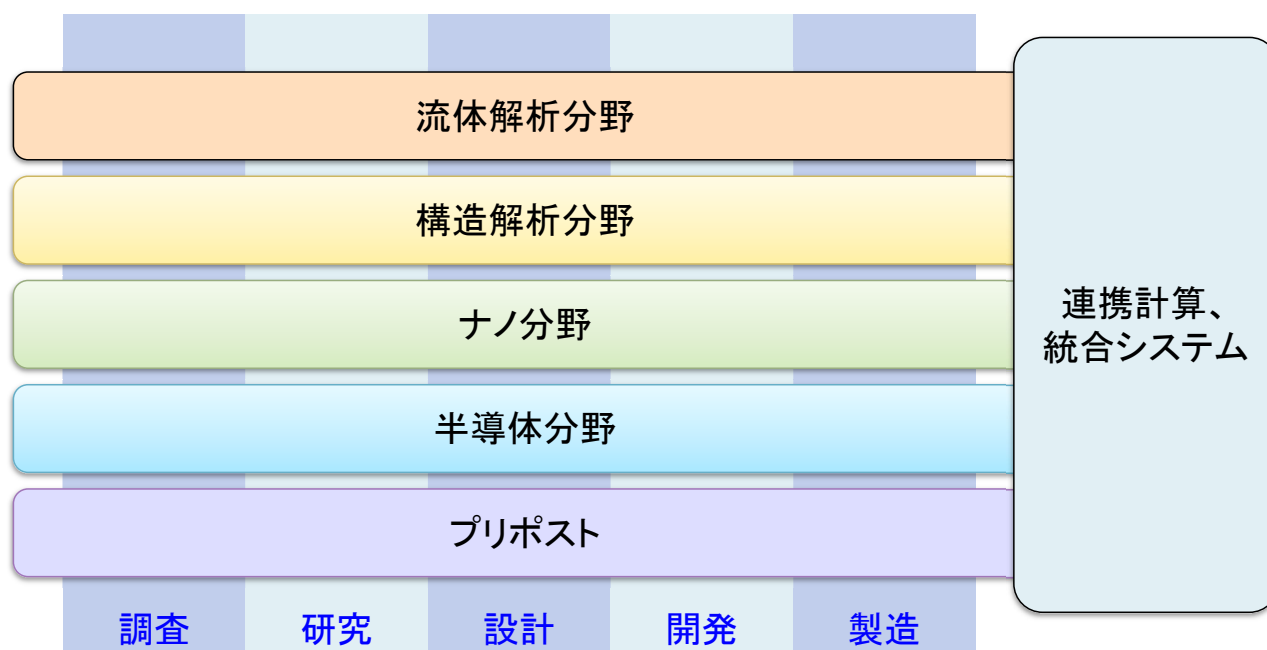
事業内容

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



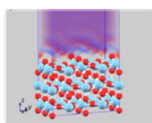
産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、
科学技術計算によるソリューションをご提供します。

ソフトウェアご紹介

第一原理計算ソフトウェア

Advance/PHASE

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。



ナノ材料

GUI 付属

ナノ材料解析統合 GUI

Advance/NanoLabo

材料解析ソフトウェア QuantumESPRESSO と LAMMPS に対応した総合 GUI です。



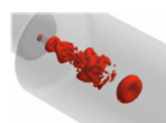
ナノ材料

プリポスト

流体解析ソフトウェア

Advance/FrontFlow/red

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。

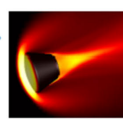


流体

圧縮性流体解析ソルバー

Advance/FOCUS-i

非構造格子に対応した圧縮性流体解析ソルバーです。特に超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。

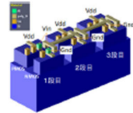


流体

大規模 3 次元 TCAD システム

Advance/TCAD

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。



半導体デバイス

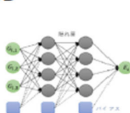
GUI 付属

ニューラルネットワーク

分子動力学システム

Advance/NeuralMD

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。



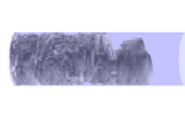
ナノ材料

AI・機械学習

気液二相流解析ソフトウェア

Advance/FrontFlow/MP

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。



流体

管路系流体過渡解析ソフトウェア

Advance/FrontNet

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。



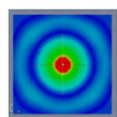
流体

GUI 付属

大規模電磁波解析ソフトウェア

Advance/ParallelWave

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。

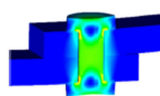


光波・電磁波

構造解析ソフトウェア

Advance/FrontSTR

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。

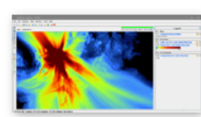


構造

大気拡散影響予測システム

Advance/Emerg

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。



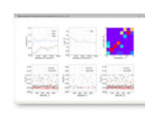
流体

GUI 付属

深層学習用ツール

Advance/iMacLe

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、最小限の機能に絞込んだ比較的軽いツールです。

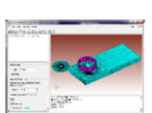


AI・機械学習

汎用プリポストプロセッサ

Advance/REVOCAP

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。

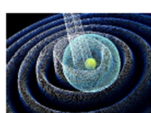


プリポスト

音響解析ソフトウェア

Advance/FrontNoise

環境騒音、機器内の共鳴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。



音響

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）

Copyright ©2022 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

5

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

Copyright ©2022 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

- 3 -

6

facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中

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

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

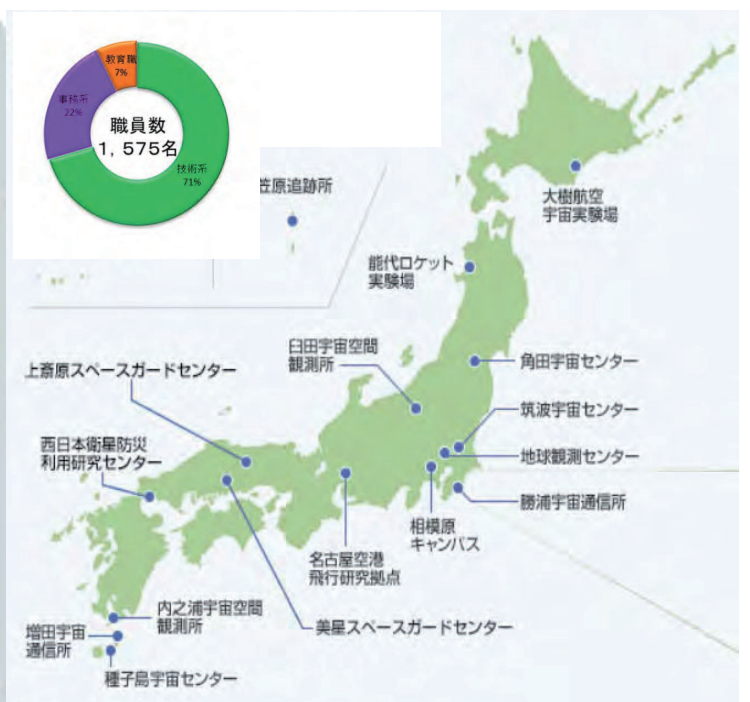
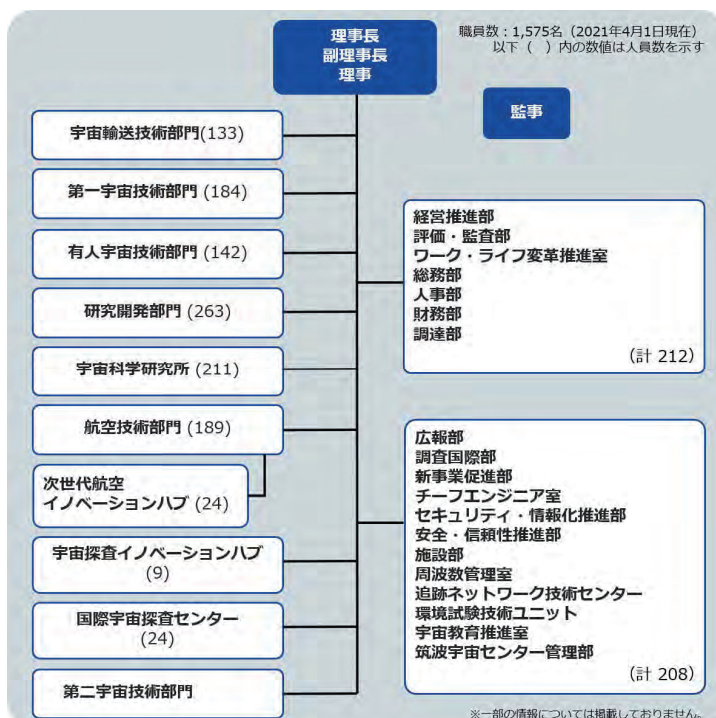
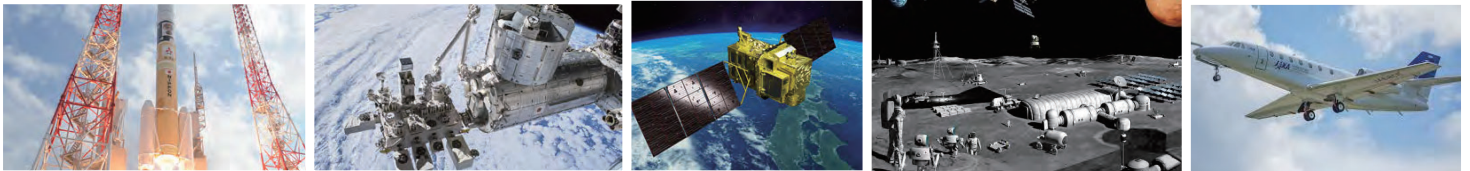


品質工学セミナー

品質工学ツール（JIANT）を利用した モデル流通について

2022年4月19日
宇宙航空研究開発機構
安全・信頼性推進部
角 有司

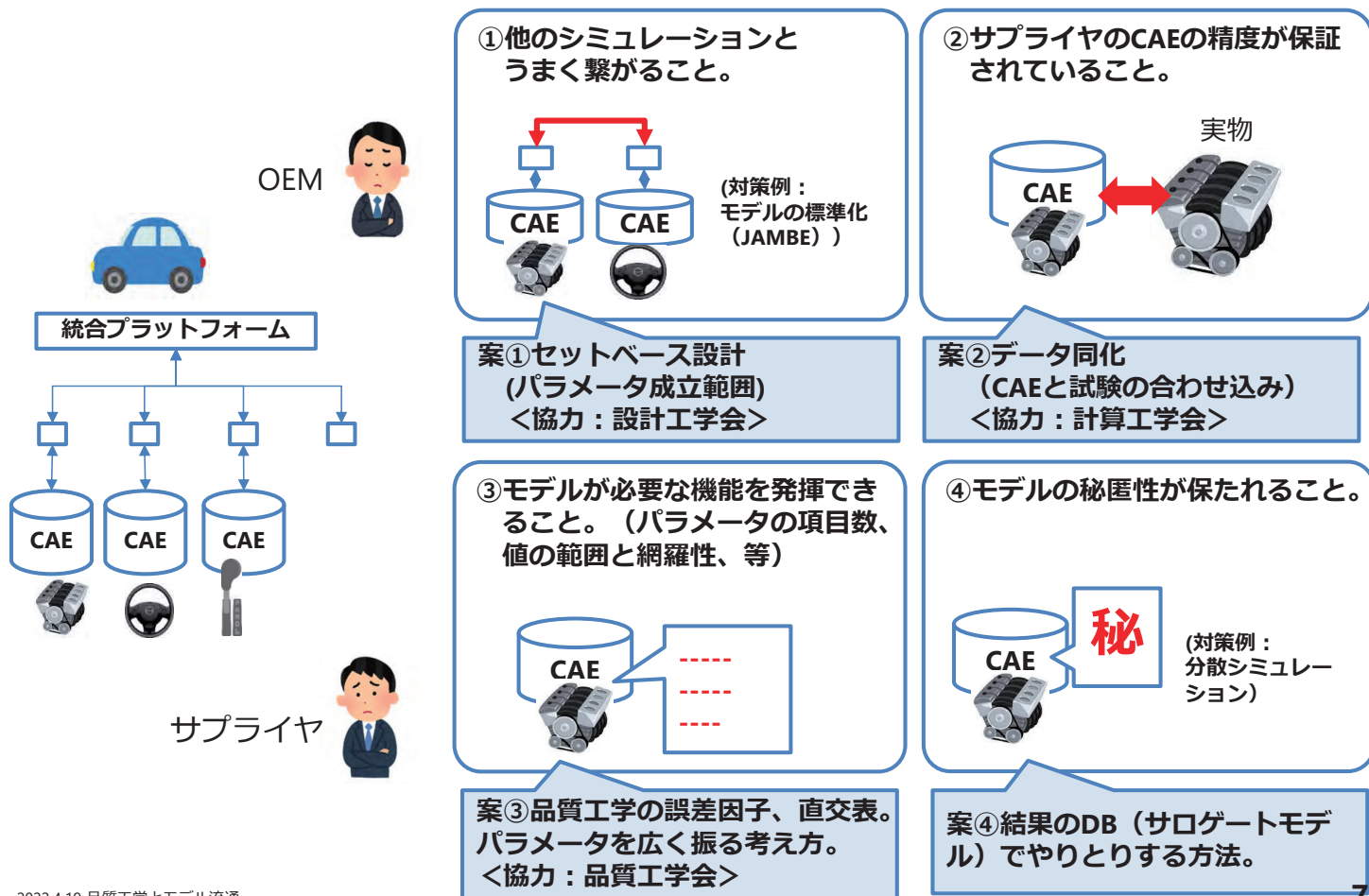
JAXAの概要



- モデル流通の課題整理と解決策の提案
- ロバスト設計（品質工学）とは何か
 - 特に実験計画法(直交表)だけでも、ご理解いただきたい。
- 適用事例（木造建築：2件）
 - ① ロバスト設計を木造建築に適用した事例
 - 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
 - ② 新しいテーマ「データ同化」に関する事例
 - 品質工学を利用したデータ同化手法の提案
- 適用事例（宇宙関連：2件）
 - ① Latch部品の設計
 - 多水準直交表の良さ
 - ② 火星衛星探査計画（MMX）の適用事例
 - 設計の思い込みの排除
- まとめ（モデル流通と品質工学）



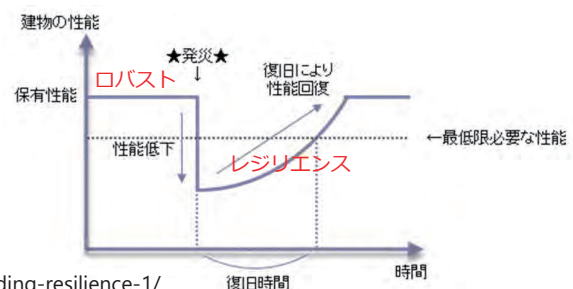
モデル流通の課題整理と解決策の提案



- 「ロバスト」(robust)とは「強健(きょうけん)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系に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/>

2022.4.19 品質工学とモデル流通

8

品質工学とは



- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 2つの特徴：



田口玄一
(品質工学会
(タグチメソッドの創始者))

- ① 【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。
- ② 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。

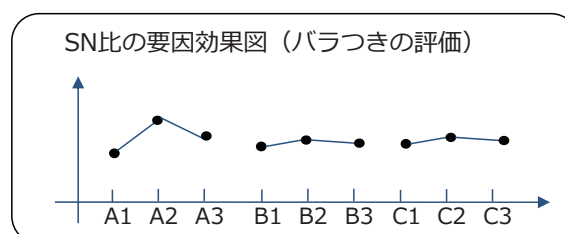
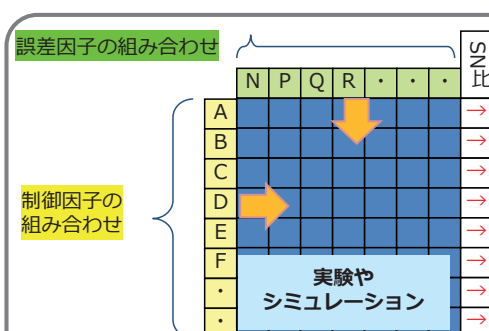
(4)課題：

- 用語や使い方が難解。

直交法の例：

L18(2¹×3⁷)直交表

	A	B	C	D	E	F	G	H
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



2022.4.19 品質工学とモデル流通

特徴②：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	1,2,3	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

(4374回を18回で代替)

L36(2¹×11×3¹²)直交表

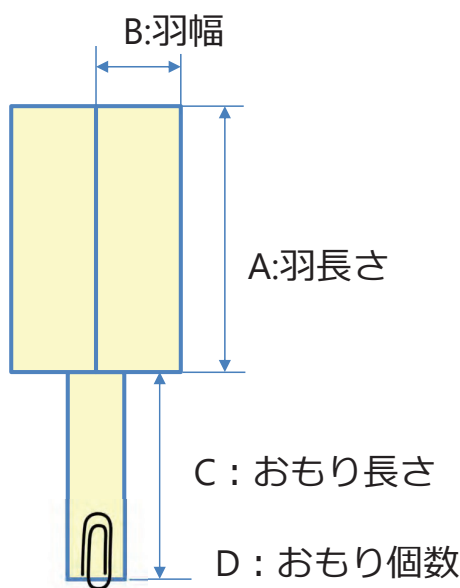
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
実験1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
実験3	3	3	3	3	3	3	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	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
実験5	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
実験6	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
実験7	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2
実験8	2	2	3	1	2	3	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2
実験9	3	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
実験10	1	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験11	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
実験12	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験13	1	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験14	2	3	1	2	1	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
実験15	3	1	2	3	2	1	3	2	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
実験16	1	2	3	2	1	1	3	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
実験17	2	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	2	3	2	1	3	2	1	2	3	2
実験18	3	1	2	1	3	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
実験19	1	2	1	3	3	1	1	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2
実験20	2	3	2	1	1	1	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
実験21	3	1	3	2	2	3	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2
実験22	1	2	3	3	1	2	1	1	3	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験23	2	3	1	1	2	3	2	1	1	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
実験24	3	1	1	2	3	1	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験25	1	3	2	1	2	3	3	1	3	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
実験26	2	1	3	2	3	1	1	2	1	2	3	3	2	1	1	2	3	3	2	1	1	2	3
実験27	3	2	1	3	1	2	2	3	2	3	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	2
実験28	1	3	2	2	1	1	3	2	3	1	3	2	2	3	1	3	2	2	3	1	3	2	2
実験29	2	1	3	3	3	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
実験30	3	2	1	1	1	3	3	2	1	2	3	2	2	2	2	1	1	3	1	2	2	2	1
実験31	1	3	3	2	3	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
実験32	2	1	1	3	1	1	3	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
実験33	3	2	2	1	2	1	1	3	3	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
実験34	1	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
実験35	2	1	2	3	1	3	1	2	3	3	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
実験36	3	2	3	1	2	1	2	3	1	1	2	3	2	2	1	1	2	1	2	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、ラテン超方格法（Latin Hypercube Sampling; LHS）がある。

実験計画法の事例

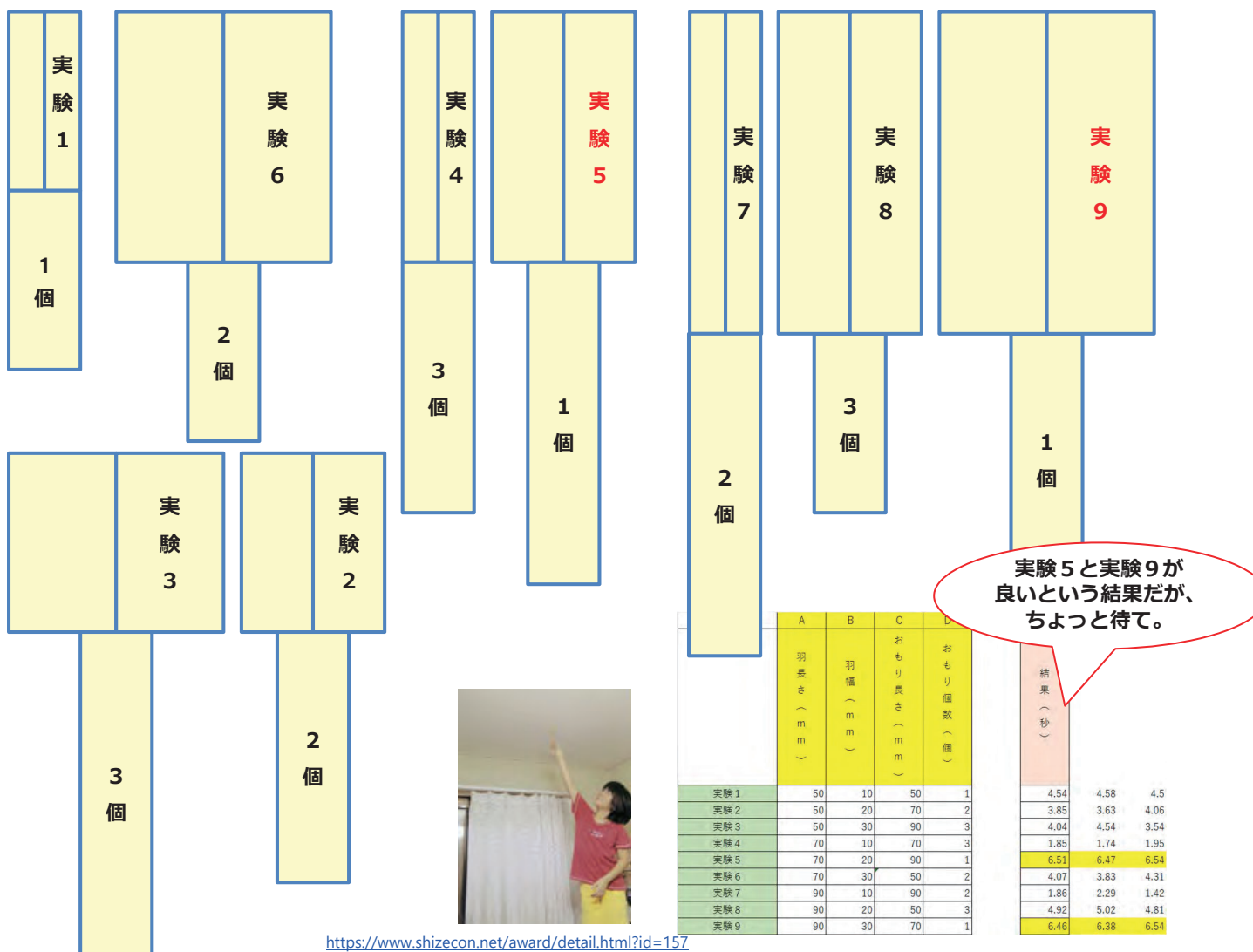
紙ヘリコプタ実験



	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	おもり个数(個)	1	3



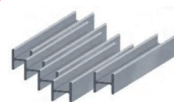
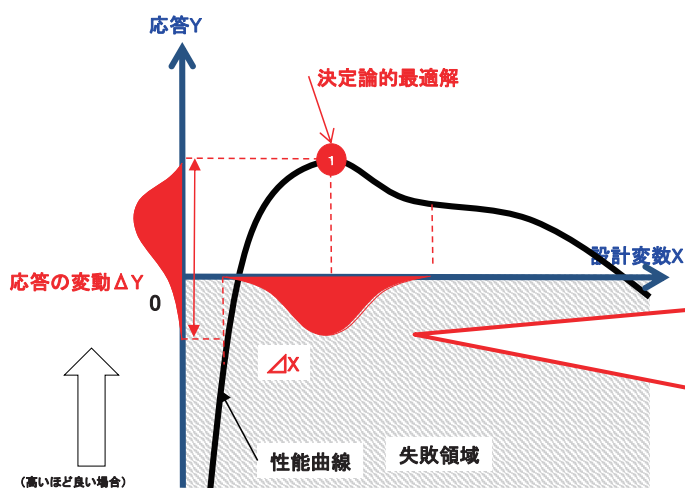
目的：
滞空時間が長いものをつくろう。



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）



材料のバラつき



製造のバラつき



使われ方のバラつき



環境のバラつき



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

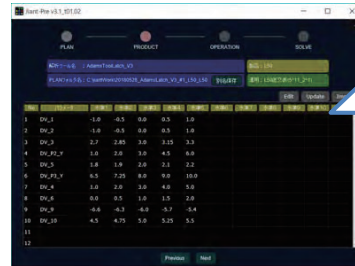
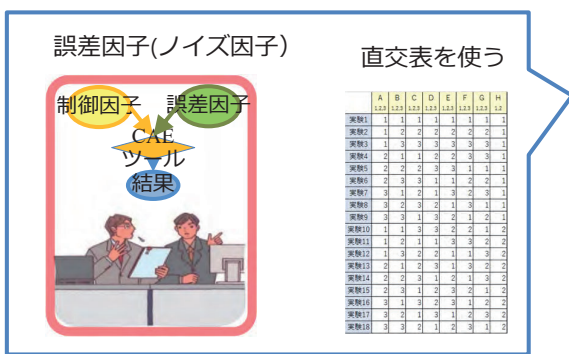


③ モデルが必要な機能を発揮できること。(パラメータの項目数、値の範囲と網羅性、等)

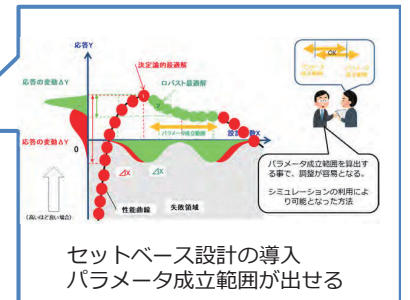


案③ 品質工学の誤差因子、直交表。パラメータを広く振る考え方。<協力：品質工学会>

- JAXA安全・信頼性推進部では、平成9年より、品質工学（タグチメソッド）の導入に着手。品質工学の社内研修を中心に進めてきた。
- 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、セッデータ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。
 - 多水準直交表、大量のパラメータを扱う（誤差因子も設計する）、スパコンの並列計算。
 - 最近では、データ同化（シミュレーションの精度向上）も導入。

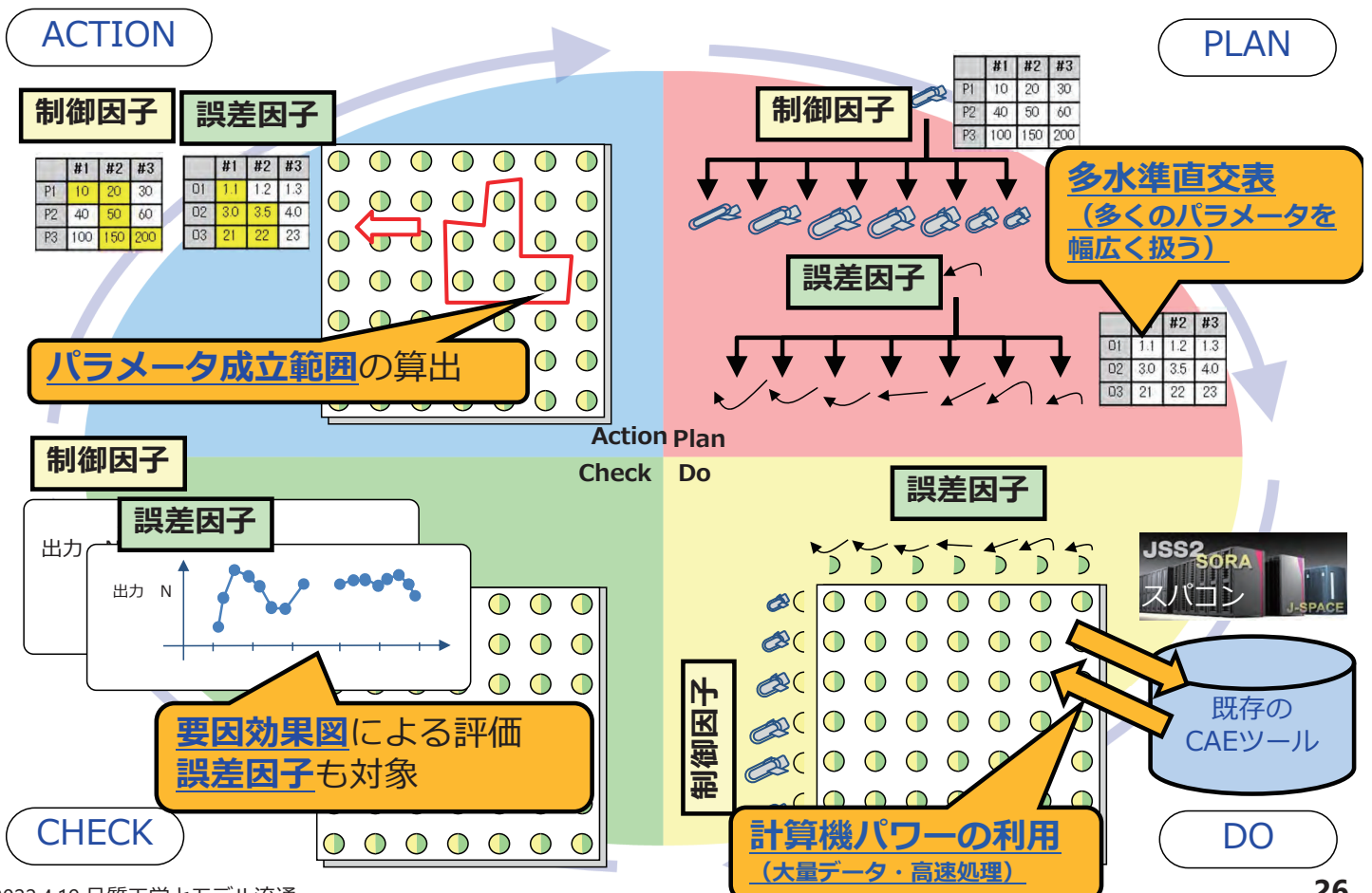


(JIANT: JAXA Integrator for ANalysis Tools)



JIANTの設計フロー

(JIANT: JAXA Integrator for ANalysis Tools)



第27回 品質工学研究発表大会

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

2019年6月28日

○16742 角 有司 宇宙航空研究開発機構
中川貴文 京都大学生存圏研究所

木造建築耐震設計の適用事例



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。

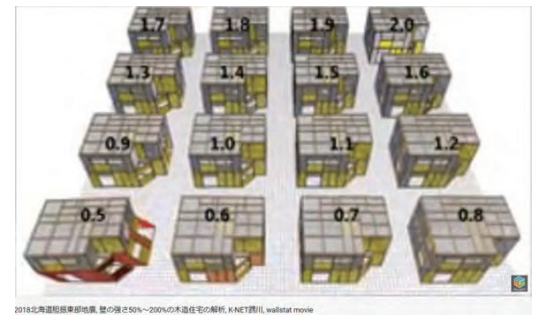
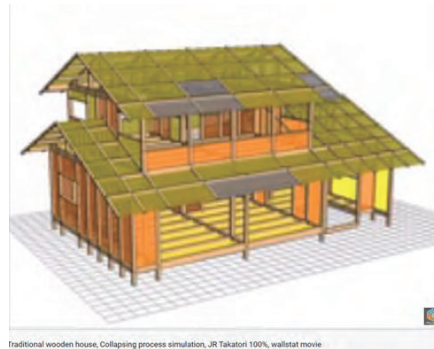
耐震性能が低い木造建築は甚大な被害を受けていることから、耐震性能の向上が課題となっている。



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、過去の結果があまり参考にならない。

- 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



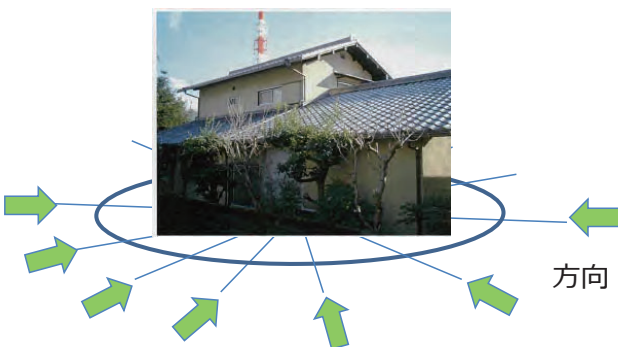
2022.4.19 品質工学とモデル流通

URL : <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/~nakagawa/>

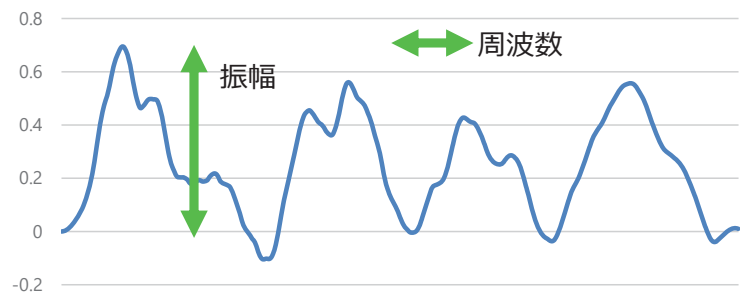
38

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		

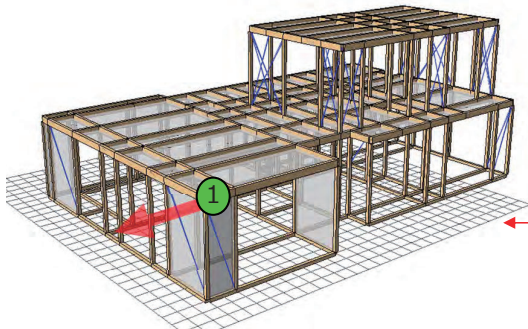
大地震・中地震の各地震波

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

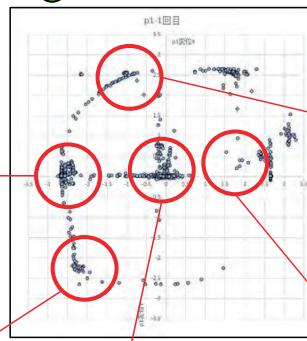
注) 中地震は振幅が大地震の20%として定義される。

1回目の計算結果（動画）

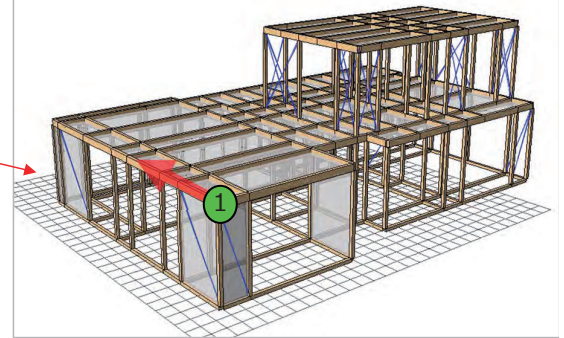
p001o033



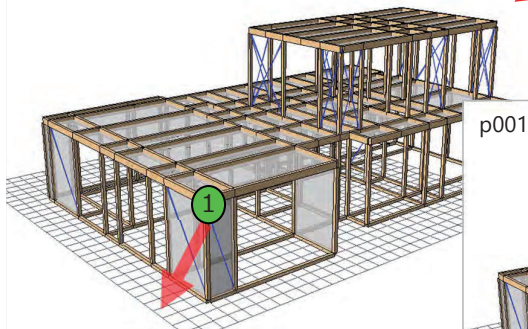
① 地点の最大変位



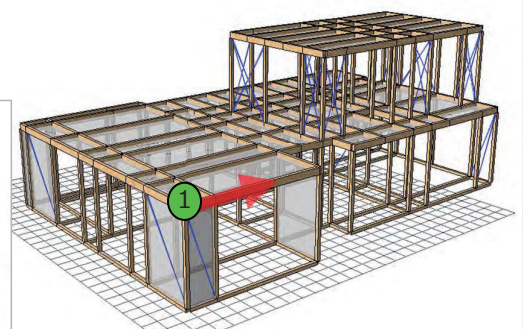
p008o039



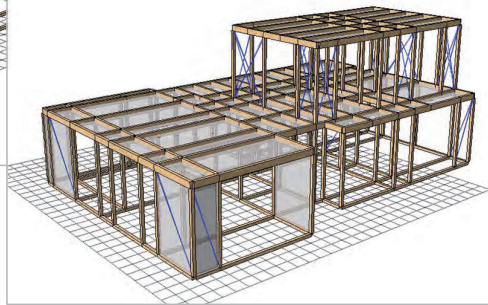
p013o039



p010o039



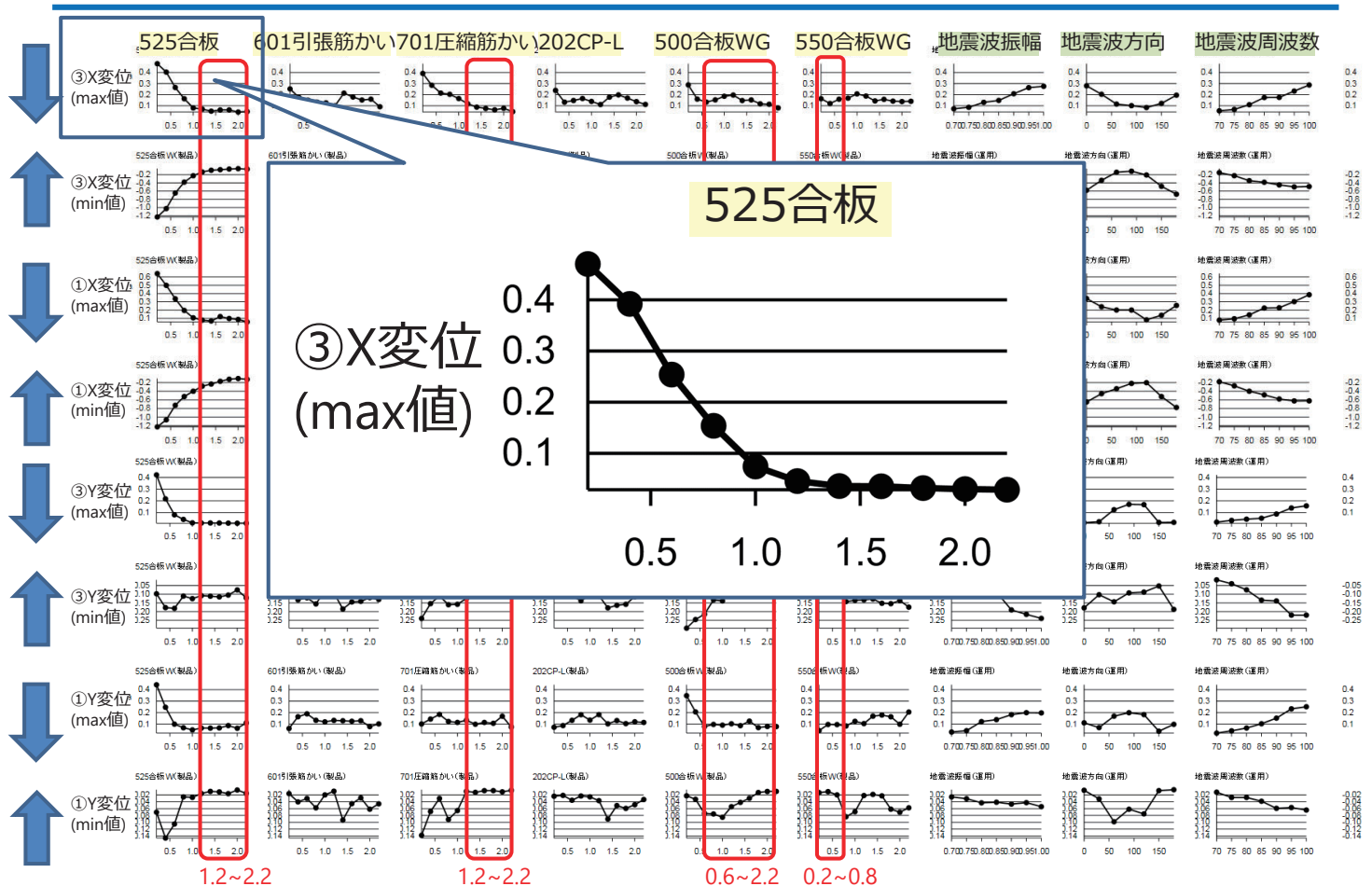
p001o039



2022.4.19 品質工学とモデル流通

43

1回目の計算結果（感度：平均値）



2022.4.19 品質工学とモデル流通

44

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		
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】

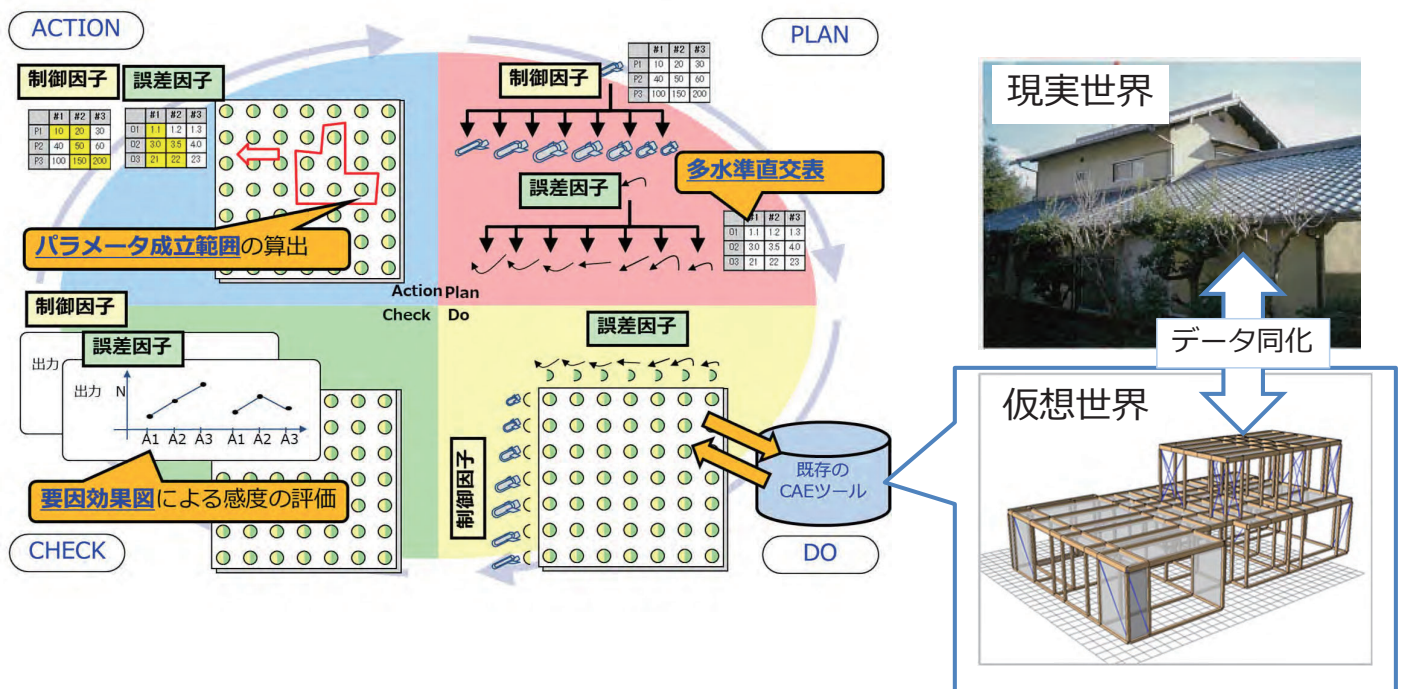
No	パラメータ名 (単位)	水準 1		水準 2		水準 3		水準 4		水準 5	水準 6		水準 7	水準 8	水準 9	水準 10	水準 11		
1	525合板W (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	1.37	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
2	601引張筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80	-	1.00	1.20	-	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.50	3.00
3	701圧縮筋かい (倍)	0.20	-	0.40	-	0.60	-	0.80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

2022.4.19 品質工学とモデル流通

「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。47

新テーマ：データ同化とは

(JIANT: JAXA Integrator for Analysis Tools)



データ同化 (データどうか、data assimilation) とは、主に地球科学の分野において数値モデルの再現性を高めるために行われる作業である。

簡単に言えば、モデルに実際の観測値を入力してより現実に近い結果が出るようにすること。

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



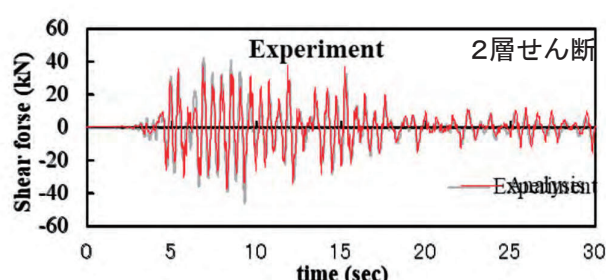
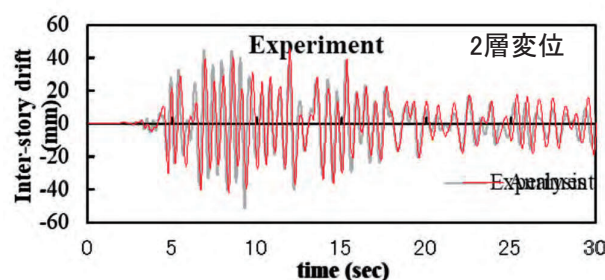
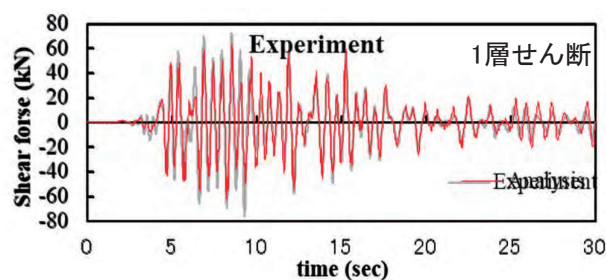
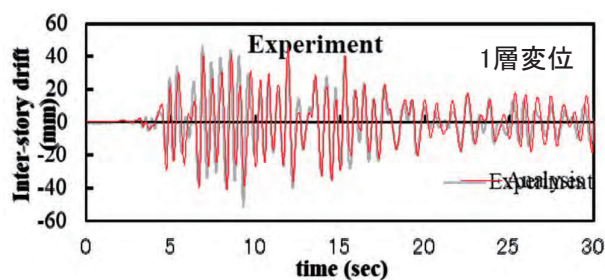
○ 角 有司、宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部
 上松 千陽、奈良女子大学 生活環境学部 住環境学科
 瀧野 敦夫、大阪工業大学 工学部 建築学科
 難波 宗功、京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野
 中川 貴文、京大生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野

データ同化結果（品質工学を3回適用）

② サプライヤのCAEの精度が保証されていること。



案②データ同化
 (CAEと試験の合わせ込み)
 <協力：計算工学会>



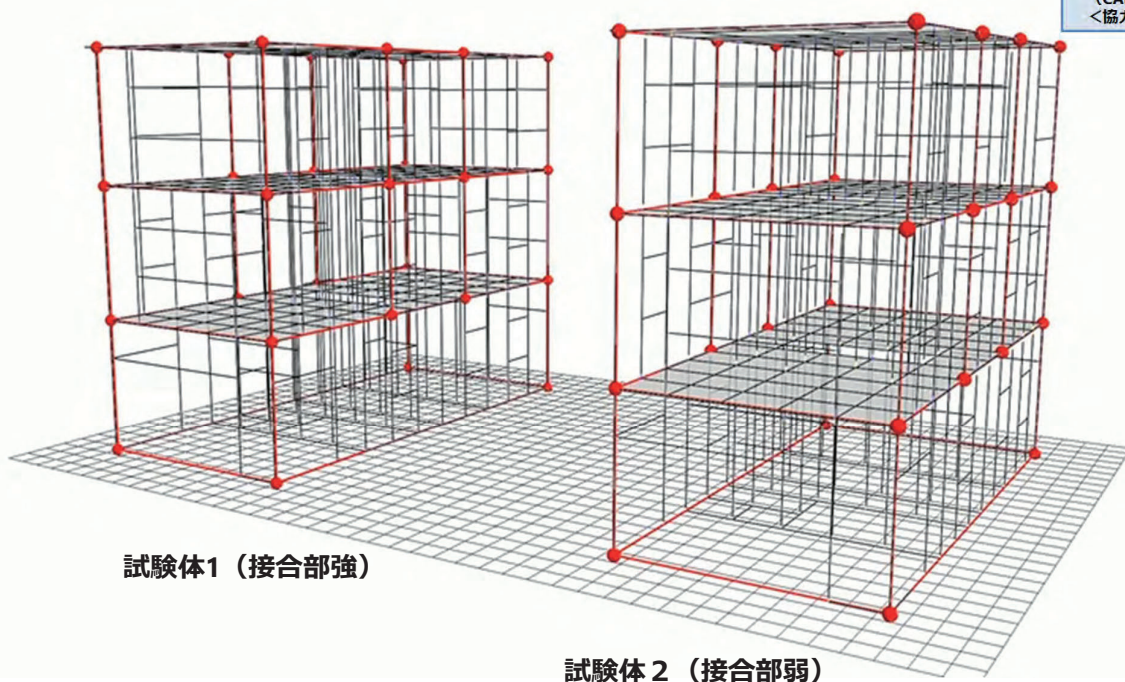
データ同化前	1層変位(mm)	2層変位(mm)	1層せん断(kN)	2層せん断(kN)
差の最大値	95.21	73.10	106.44	64.45
差の最小値	0.01	0.04	0.09	0.07
平均値(71地点)	18.68	16.39	20.77	11.79



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



2つの木造住宅、2つの地震波のデータ同化



振動台実験
3次元計測

再現解析

データ同化したデータを用いてを設計すれば、
高精度な性能予測が可能となる。

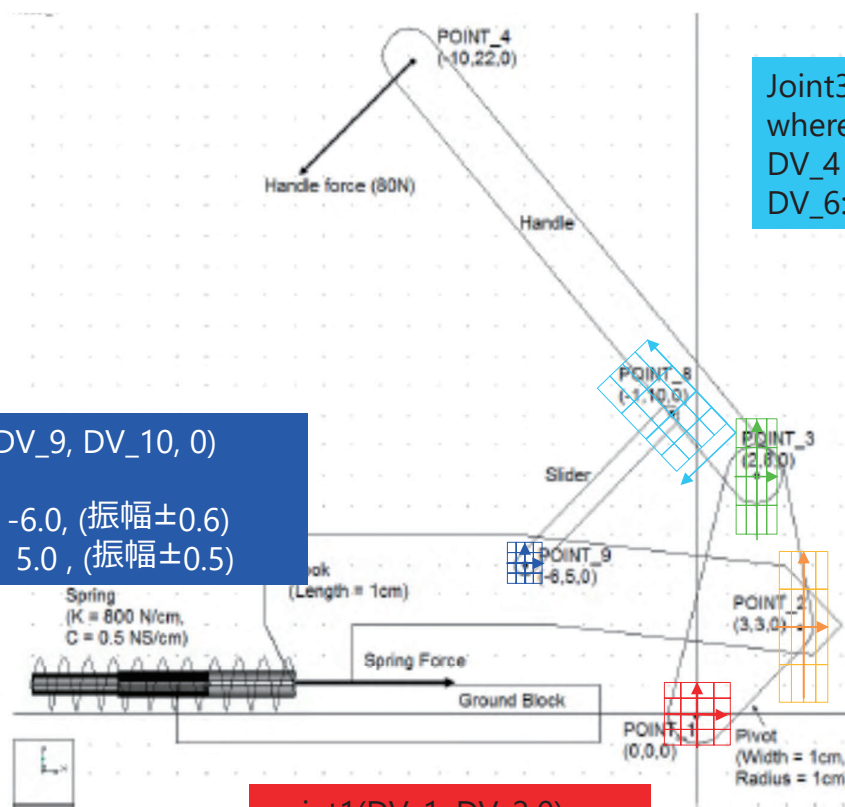
適用事例（宇宙分野 1）

Latch製品的设计

日本機械学会 最適化シンポジウム2018（OPTIS2018）
製品情報と運用情報の組み合わせ探索による設計手法の研究
（第5報：非線形解析における多目的ロバスト設計解の取得）

【製品】 パラメータの定義

Getting Started Using Adams View
(c) MSC Software



point9(DV_9, DV_10, 0)
where:
DV_9: -6.0, (振幅±0.6)
DV_10: 5.0, (振幅±0.5)

Joint3(DV_4, DV_6, 0)
where:
DV_4: 3 (振幅-2,+3)
DV_6: 1, (振幅-1,+1)

point3(DV_5, DV_P3_Y, 0)
where:
DV_5: 2, (振幅±0.2)
DV_P3_Y: 8, (振幅-1.5,+2)

point2(DV_3, DV_P2_Y, 0)
where:
DV_3: 3.0, (振幅±0.3)
DV_P2_Y: 3.0, (振幅-2,+3)

point1(DV_1, DV_2, 0)
where:
DV_1: 0.0, (振幅±1.0)
DV_2: 0.0, (振幅±1.0)

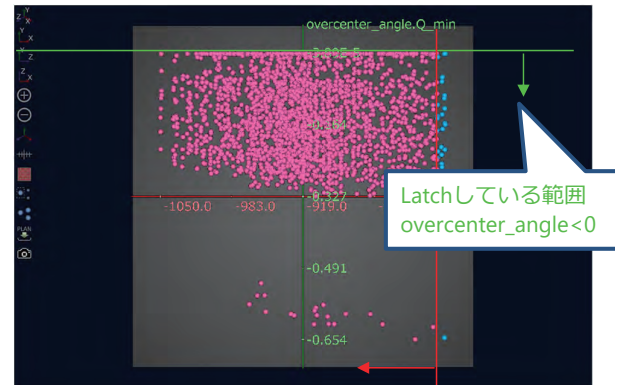
1回の計算は（L50xL50=2500の組み合わせ）約4時間（夜中に計算）。
JIAnt-Adamsで3回計算。作業期間は約1週間。

【結果】

製品パラメータを以下の数値の範囲にしておけば

No.	パラメータ名(単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5
1	DV_1(cm)	-0.1	-0.05	0.0	0.05	0.1
2	DV_2(cm)	-0.1	-0.05	0.0	0.05	0.1
3	DV_3(cm)	3.2	3.25	3.3	3.35	3.4
4	DV_P2_Y(cm)	4.4	4.45	4.5	4.55	4.6
5	DV_5(cm)	2	2.025	2.05	2.075	2.1
6	DV_P3_Y(cm)	7.15	7.2	7.25	7.3	7.35
7	DV_4(cm)	1.9	1.925	1.95	1.975	2
8	DV_6(cm)	0.5	0.525	0.55	0.575	0.6
9	DV_9(cm)	-6.7	-6.65	-6.6	-6.55	-6.5
10	DV_10(cm)	5.15	5.2	5.25	5.3	5.35

(赤字は最適値)



クランプ力がある。
SPRING_1_M<-800 (N)

運用パラメータが、以下の範囲を動いても

No.	パラメータ名(単位)	水準1	水準2	水準3	水準4	水準5
1	HandleForce(N)	75.0	76.0	77.5	79.0	80
2	SpringForce(N)	780.0	790.0	800.0	810.0	820.0
3	SpringPreload(cm)	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5
4	SpringCoff()	0.45	0.475	0.5	0.525	0.55

以下の結果が得られる。

名称	パラメータ名	目標値	結果			
			Max	Ave	Min	
① スプリングの反力(Latch力)	SPRING_1_MEA_1.Q	-800(N)以下	-792.55	-915.95	-1046.34	(N)
② Latch角	overcenter_angle.Q	0度でLatch完了	-0.00003	-0.147	-0.654	(度)
③ HandleとHookの距離	handle_hook_distance.Q	0.92~6(cm)	3.04	2.24	1.5	(cm)

(最適値の結果：①スプリング反力) 1019(N)，②Latch角全て0以下。③HandleとHookの距離全て2.0cm以下。

適用事例（宇宙分野1）

火星衛星探査計画MMXの 着陸シミュレーションへの適用

第63回宇宙科学技術連合講演会(2019.11.6)

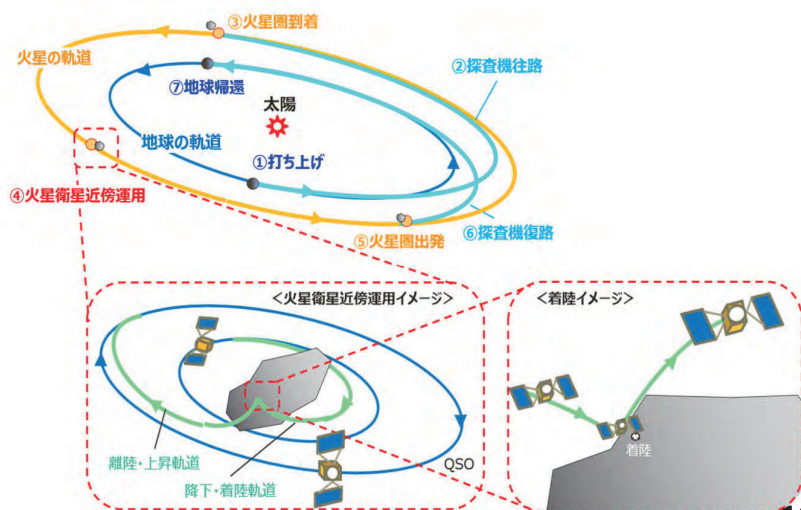
品質工学を利用したMMX着陸シミュレーションのロバスト性評価

○角 有司，馬場 満久，大槻 真嗣（宇宙航空研究開発機構）

原 悟，錦織 知彦（株式会社 電通国際情報サービス）

火星惑星探査計画（MMX）とは

- 火星衛星に着陸し、衛星観測・サンプル採取を行い、地球に帰還する計画。
- 成果目標
 - 火星圏への往還技術や天体表面上での高度なサンプリング技術
 - 新探査地上局を使った最適な通信技術
 - 惑星や衛星探査に必要とされる技術の向上も期待される。
 - 得られた結果から、火星衛星の起源や火星圏（火星、フォボス、ダイモス）の進化の過程を明らかにし、太陽系の惑星形成の謎を解く鍵を得る事が期待される。

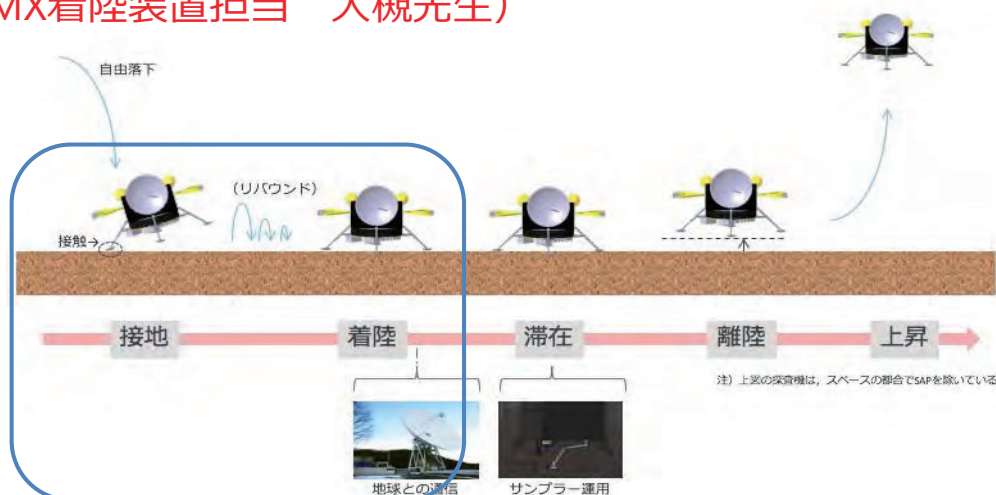


2022.4.19 品質工学とモデル流通

104

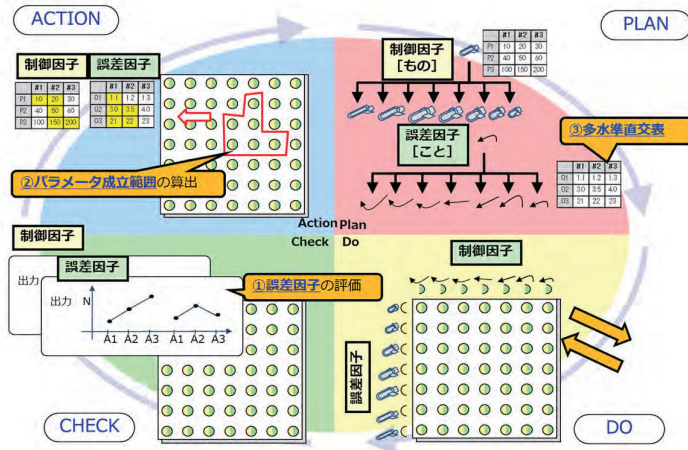
MMXの着陸装置の「理想機能」

- 火星衛星表面にぴたっとくっついて、そのままじーっとすること（MMX着陸装置担当 大槻先生）

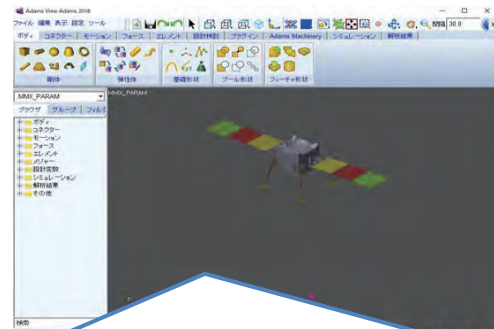


以下について95%の確率で成立する設計解の取得

- 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。



機構解析ツールAdams
(MSCソフトウェア社)



2022.4.19 品質工学とモデル流通

107

最終的な結果を先にご紹介

・ 感度が高いパラメータの洗い出し (定性的な解)

① 転倒しない：

- コツは：「計算終了時刻」が長く「MainBody併進距離X、Y」を大きいものを選ぶ。
- 感度が高いパラメータ：「制御因子」の「主脚開き角度」「主脚全体長さ」「主脚プラトー長さ」「パッド直径」が感度が高い。

② 移動距離が短い

- コツは：「MainBody併進距離X、Y」が小さいものを選ぶ。
- 「誤差因子」のほぼ全てのパラメータが感度が高い。

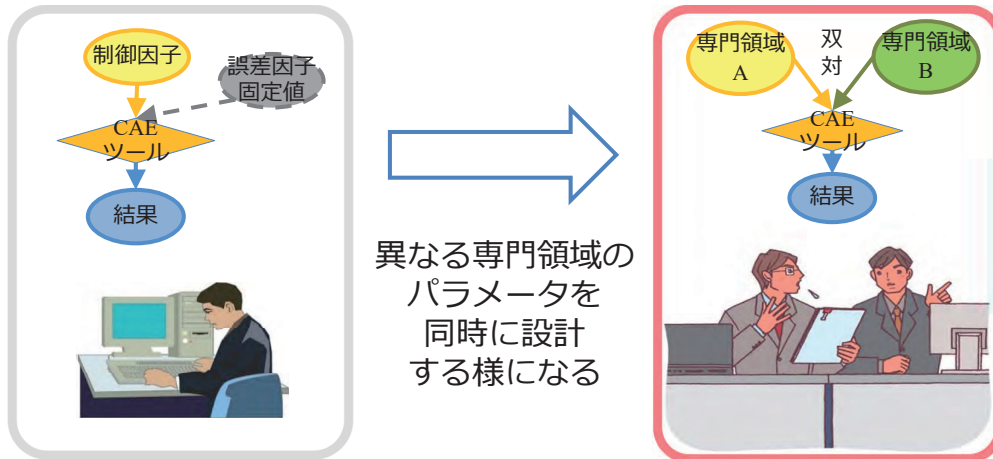
・ 約93%の確率で満足できるパラメータ範囲を算出した (定量的な解)

No.	名称	単位	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
1	主脚開き角度(Z軸方向に対する角度) [deg]	deg	16	17.33	18.66	20	21.33	22.66	24
2	主脚全体長さ	mm	1400	1516	1633	1750	1866	1983	2100
3	主脚プラトー荷重(2mm時点)	N	525	600	675	750	800	850	900
4	パッド直径	mm	400	433	466	500	533	566	600
5	パッド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	パッドvs地表のCONTACT 動摩擦係数	-	0.45	0.52	0.56	0.6	0.64	0.68	0.72
7	パッドvs地表のCONTACT 食い込み量	mm	0.1	3.4	6.7	10	40	70	100

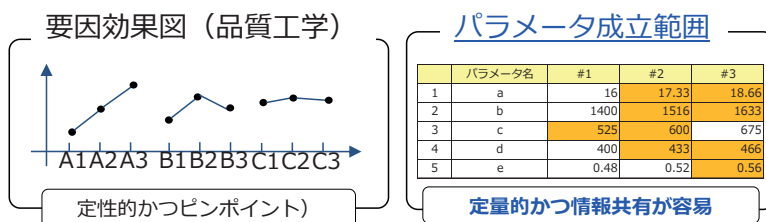
No.	名称	単位	#1	#2	#3	#4	#5	
1	地表角度X	deg	-10	-7.5	-	-5	-3.75	-2.5
2	地表角度Y	deg	-10	-7.5	-	-5	-3.75	-2.5
3	グローバル座標系初期速度X	mm/sec	-100	-50	-25	0	25	50
4	グローバル座標系初期速度Y	mm/sec	-100	-50	-25	0	25	50
5	グローバル座標系初期速度Z	mm/sec	-455	-443.5	-	-432	-	-420
6	グローバル座標系初期角速度X	deg/sec	-0.1	-0.05	-	0	-	0.05
7	グローバル座標系初期角速度Y	deg/sec	-0.1	-0.05	-	0	-	0.05
8	グローバル座標系初期角速度Z	deg/sec	-0.1	-0.05	-	0	-	0.05
9	初期姿勢角X [deg]	deg	-10.4	-5.2	-2.6	0	2.6	5.2
10	初期姿勢角Y [deg]	deg	-10.4	-5.2	-2.6	0	2.6	5.2
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	900	-	-	-	-

2022.4.19 品質工学とモデル流通

① 誤差因子も積極的に振ってみる。お節介をやく。



② 相手に分かりやすい見せ方をする。 パラメータ成立範囲（セットベースデザイン）



③ ITを使い倒す

- 全てのパラメータを広く振ってみる。
→ 思い込み排除
- 多水準直交表で細かく振る
→ 非線形CAEへの対応
→ セットベースの絞込みを容易に

2022.4.19 品質工学とモデル流通

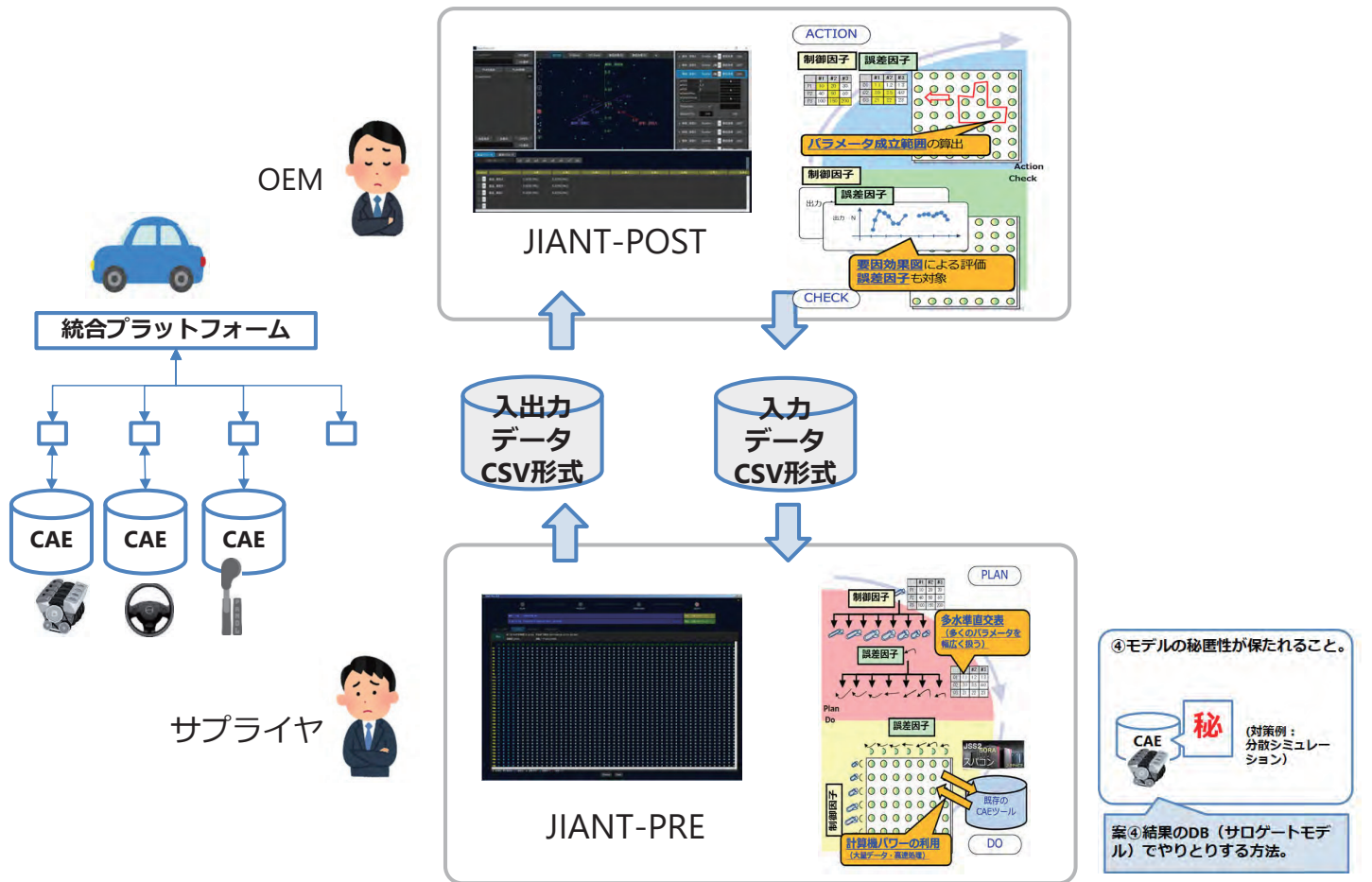
138

アジェンダ

- モデル流通の課題整理と解決策の提案
- ロバスト設計（品質工学）とは何か
 - 特に実験計画法(直交表)だけでも、ご理解いただきたい。
- 適用事例（木造建築：2件）
 - ① ロバスト設計を木造建築に適用した事例
 - 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
 - ② 新しいテーマ「データ同化」に関する事例
 - 品質工学を利用したデータ同化手法の提案
- 適用事例（宇宙関連：2件）
 - ① Latch部品の設計
 - 多水準直交表の良さ
 - ② 火星衛星探査計画（MMX）の適用事例
 - 設計の思い込みの排除
- まとめ（モデル流通と品質工学）



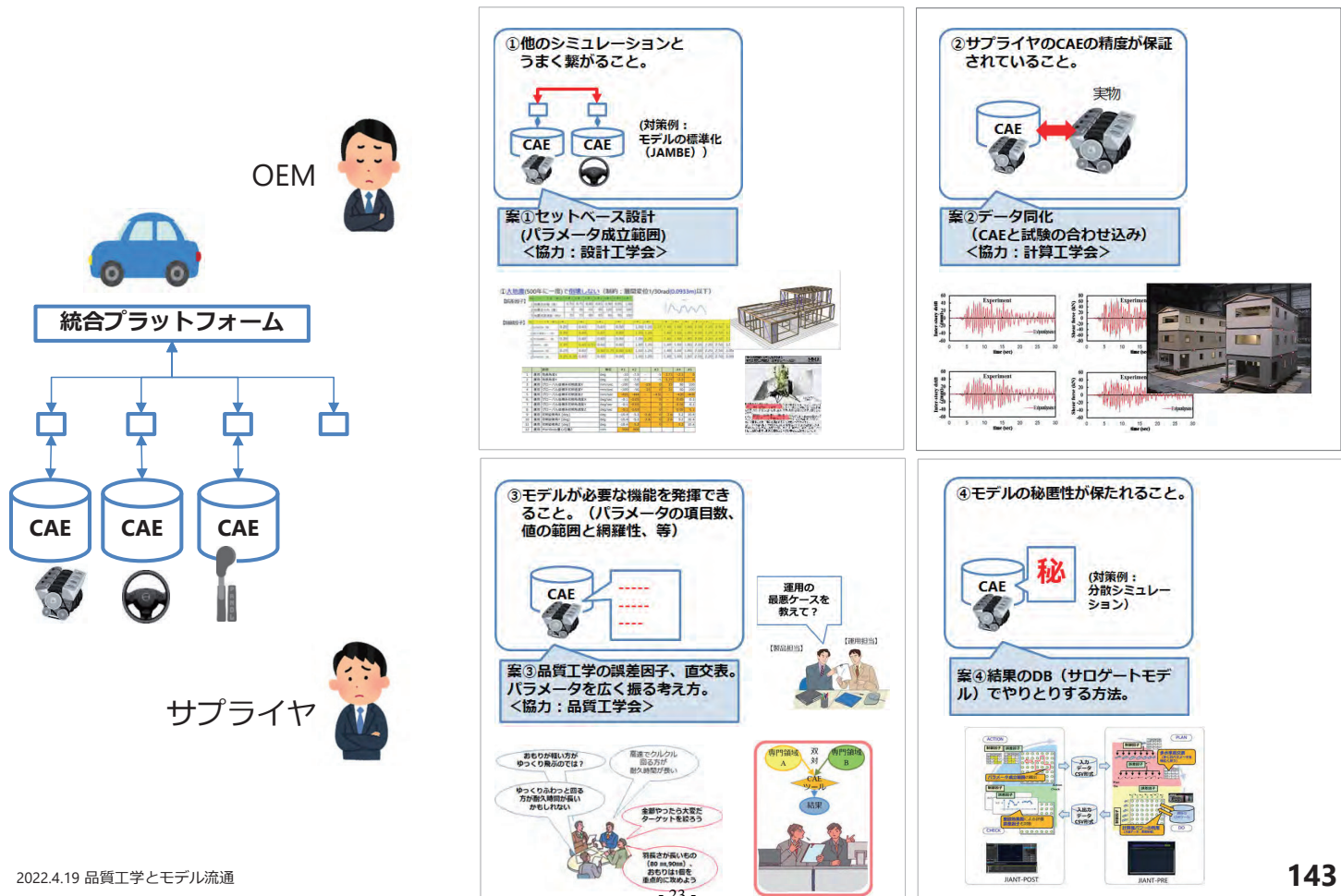
モデルの秘匿性を保つ方法（案）



2022.4.19 品質工学とモデル流通

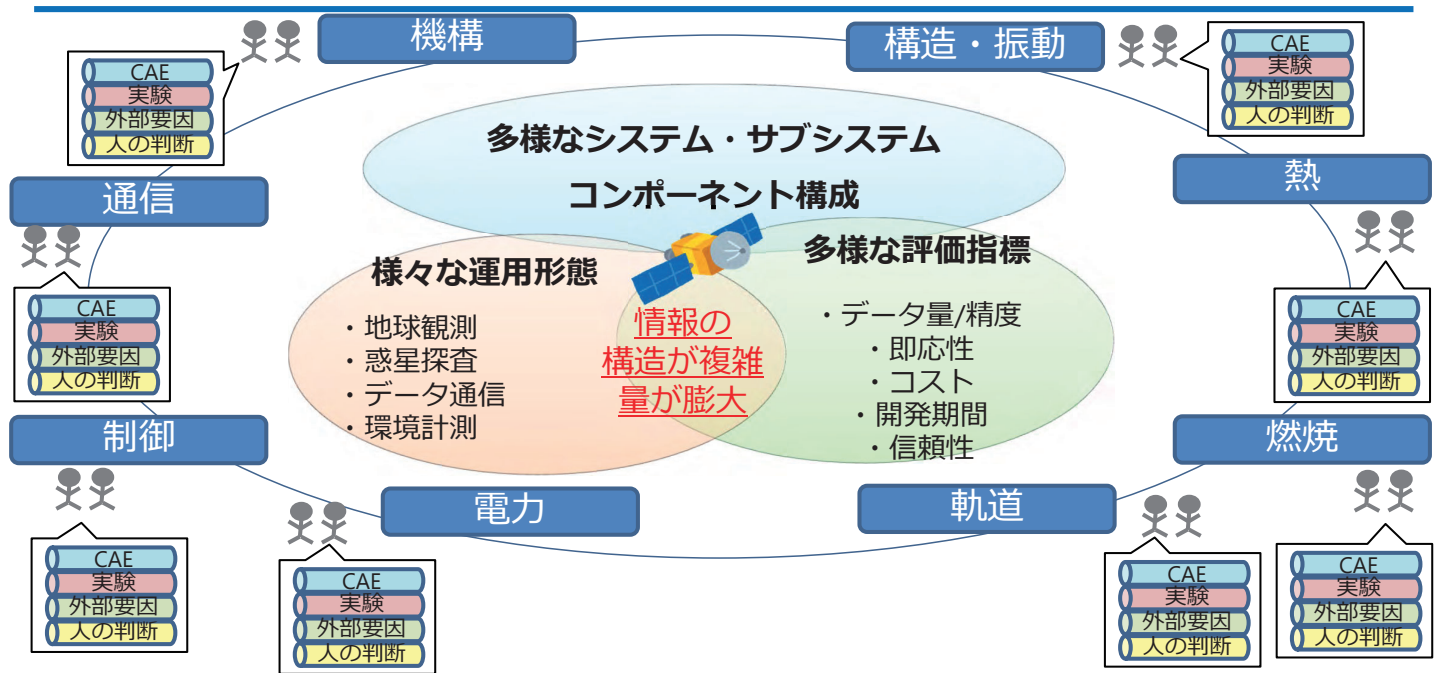
142

モデル流通の課題整理と解決策の提案



2022.4.19 品質工学とモデル流通

143



- 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
- [シミュレーション](#)を利用した「[思い込みの排除](#)」と「[オープン化](#)」がカギ。

2022.4.19 品質工学とモデル流通

144

まとめ

- JAXAでは、宇宙機開発の信頼性向上・高機能化・低コスト化を目的として品質工学ツール(JIANT)の研究開発を進めてきた。
- これまで、木造建築、宇宙機設計などへの適用を進め、使いながら、新しい機能の導入を進めてきた。
- 現在、JIANTを一般の方に使ってもらおう計画を検討している。
- 自動車業界の取り組み「モデル流通」にも貢献できると思っています。是非、ご支援させてください。

関連サービスについて

営業部 小泉 芳貴

オンライン品質工学セミナー2022年4月19日（火）
アドバンスソフト株式会社

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。加えて受託解析、受託開発、、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：小泉またはご担当営業まで
TEL:03-6826-3971 FAX:03-5283-6580
E-mail:office@advancesoft.jp



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様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。





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てる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。