

パネルディスカッション

「我が国の航空科学技術における

数値シミュレーション・ビジョン策定を目指して」

高橋 孝, 橋本 敦(宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 数値解析技術研究ユニット),
満尾 和徳, 中北 和之(宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 空力技術研究ユニット)

1. 概要

海外では、NASAの『CFD Vision 2030』など、長期的なビジョンが策定されており、我が国においても数値解析技術に関するビジョン・方策の策定が期待されている。2019年度のJAXA航空技術部門の主務大臣評価結果において、「数値シミュレーション技術レベルを国際比較で高い水準に保つための長期的な方策を示すことを望む。」と指摘されたことも受けて、航空技術部門長の諮問委員会として「数値シミュレーション技術に関する外部有識者委員会」（以下、諮問委員会）を立ち上げ、40年後の2060年、及び20年後の2040年時点での航空科学技術における我が国の数値シミュレーション・ビジョン、並びにそれを達成するための具体的な方策の策定を行うこととなった。

本パネルディスカッションでは、これまで本委員会において議論されてきた内容を共有するとともに、パネリストである委員と参加者との間で有意義な議論を交わすことによって、より洗練されたビジョン・方策の策定に繋げる場として企画された。

2. パネルディスカッション

本パネルディスカッションでは、諮問委員会委員長である鈴木宏二郎氏（東大）、委員である今村太郎氏（東大）、上野陽亮氏（川崎重工業株式会社）、金崎雅博氏（東京都立大）、河合宗司氏（東北大）、佐藤一成氏（株式会社SUBARU）、谷直樹氏（株式会社IHI）、畑中圭太氏（三菱重工業株式会社）に加え（以上、委員は五十音順）、橋本敦（JAXA）がパネリスト、高橋孝（JAXA）がモデレータとなり議論が進められた。オンラインで顔を合わせた議論はできなかったが、WebExの挙手機能も活用して、会場からも積極的に意見を頂く形式とした。また、パネル終了後にはチャットに意見も残して頂いた。

まず、モデレータから、委員会立ち上げの背景や諮問内容、これまでの諮問委員会で議論された40年後のビジョンを見据えた20年後のビジョン、そのビジョンを達成するための方策についての概要が説明され、その中で、パネリストからそれぞれ自己紹介とともに特に主張したい点が述べられた。鈴木委員長からも本パネルディスカッションの位置づけとして、狭義ではJAXAの課題として示されているが、航空コミュニティ全体の将来に関わる皆で考えなければならない重要なことである旨の説明がなされた。

続いて、議論の観点として以下が提示された。

- ① 40年後・20年後の航空機開発とは
 - ・ 本ビジョン・方策をどのようにドライブしていくことができるか。革新概念航空機・次世代エアモビリティをどのように開発していくか。
 - ・ 上記において、数値シミュレーションツールの開発は高いニーズがあってこそ意義がある。どのような使い道が考えられるか。
 - ・ 過去にどのような技術が企業を変え、今後どのような技術がゲームチェンジになり得るのか。
- ② 実現するためのコミュニティとは
 - ・ 産学官がどのように有機的関係を構築していくべきか。
- ③ 技術の方向性について
 - ・ 我が国の勝ち筋はどのようなところにあるのか。
 - ・ 技術的な戦略はどのようなものが考えられるのか。

その後、それぞれについて議論が行われた中で、以下のような意見が出された。

①については、「安全性は必須。信頼性も大切で、ゲームチェンジになり得る。」「企業は試行錯誤の繰り返し。フィデリティが高いツールがローコストで手に入るとゲームチェンジになり得る。解析と解析を取り巻くツールの改良が、ゲームチェンジャー。」「計算で新しい飛行機の特徴がすぐに調べられるレベルに達してきているが、設計しても簡単に作れないところが残念。eVTOLは今はチャンス。」「将来型の航空機を開発しているプレイヤーにどうアプローチしていくかが課題。CFDを熟知している我々から乗り込んでいくといい。」などの意見が提示された。

また、②については、「とにかく開発すること。コミュニティの中で失敗を許容できる仕組みを作れないか。」「無人機であればCFDで目標を決め、ベンチャー的にコミュニティの体力で開発できるのではないか。」「ユーザ需要に基づいた様々な機体をパーソナルで作れるとよい。」「誰もが簡単に試せる、その結果をもって実用に繋がる社会になっていく。」「コミュニティのスタートとして、産学官で保有するデータベース(DB)を集め、誰でもアクセスできるオール・ジャパンのハイフィデリティな航空空力DB（実験・CFD・実機など）を構築・運用するのはどうか。」などの意見が提示された。

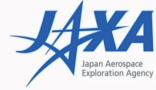
さらに、③については、「AIを使うことになると、検証で試験データをどう外挿するかという議論になる。」「過去のDBは企業にふんだんにある。内挿的に結果を出すツールがあってもよい。」「信頼性の高いDBをCFDで出す。AIもエッセンスを取り込んだモデリングが方向性。」「今のDBは、RANSレベルはあるがLESレベルはない。DBで発展させていくという考え方もある。AIは20～40年後の革新技術ではない。」「CFDだけで航空機を設計してみるという活動も考えられる。」などの意見が示された。

3. まとめ

オンラインでの本パネルの参加者は、WebExの参加者数で見た限り、パネリストも含め90名を超えており、関心の高さが示されていたと思う。会場からも常に意見を述べられるような形式で進め、活発な意見交換が行われた点で非常に有意義であった。

①に関して、航空機開発には安全性・信頼性が第一であり、その点に繋がるハイファイデリティの解析ツールがゲームチェンジャーになり得るという意見が多く示された。②に関しては、実機開発が重要であり、コミュニティの中で、無人機をはじめユーザ需要に基づいた様々な機体を作れないか（バーチャルも含め）などの意見が示された。また、コミュニティのスタートとして産学官でのDB構築というアイデアもあげられた。③については、AIの検証についての課題、信頼性の高いデータベース構築など議論され、最終的にはCFDだけで航空機を設計するという活動への期待感も示された。

今回得られた意見は、今後の諮問委員会での議論に積極的に活用し、航空の数値シミュレーション技術に関する研究開発の発展に繋がるよう、報告書としてしっかりとまとめていきたいと考えている。



流力/ANSS2020オンライン
パネルディスカッション

我が国の航空科学技術における
数値シミュレーション・ビジョン策定を
目指して

2020年9月29日(火)
14:00-15:40

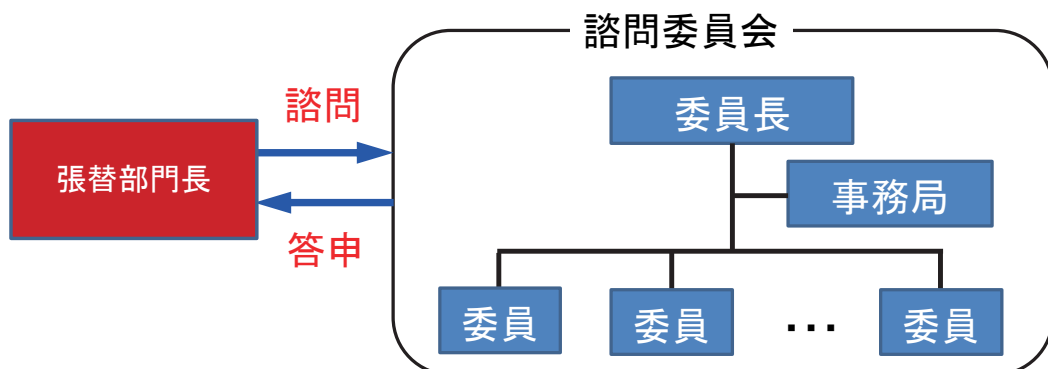
宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
数値解析技術研究ユニット・空力技術研究ユニット
諮問委員会事務局

1

外部有識者委員会の設置

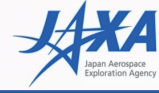


- 昨年度のJAXA航空技術部門の主務大臣評価結果において、「数値シミュレーション技術レベルを国際比較で高い水準に保つための長期的な方策を示すことを望む。」と指摘。
- これに応えるため、以下の体制で航空技術部門長からの諮問に対する答申を作成する委員会を発足(2019年12月)。
- 海外では、NASAの『CFD Vision 2030』など、長期的なビジョンが策定されており、我が国においても数値解析技術に関するビジョン・方策の策定が期待。
- 本委員会は、第一段階として、航空科学技術に関する空力解析を中心とする数値シミュレーション技術に限定した形でビジョン・方策等の議論。今後、さらにスコープを広げた議論により定期的に更新。
- 委員長及び委員は大学や産業界の有識者から構成し、事務局はJAXAの数値解析技術研究ユニット(空力技術研究ユニットも協力)が担当。



2

諮問の内容



航空科学技術に関する数値シミュレーション技術のレベルを国際比較で高い水準に保つための長期的な方策を検討していただきたい

【検討項目】

1. 数値シミュレーション技術に関する現状把握
 - ・ 技術動向(国内外)の調査
 - ・ 需要動向(国内)の調査
2. 我が国の数値シミュレーション技術のレベルを国際比較で高い水準に保つため、今後目指すべきビジョン及びその実現のための方策
3. 我が国の数値シミュレーション技術のレベルを高水準に保つために不可欠となる検証データ取得技術
 - ・ 検証データ取得の試験・計測技術
 - ・ そのベースとなる試験施設・設備のあり方

3

外部有識者委員会委員



氏名	所属等	備考
鈴木 宏二郎	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻 教授	委員長
今村 太郎	東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 准教授	
上野 陽亮	川崎重工業株式会社 航空宇宙システムカンパニー 技術本部 技術開発部 空力技術課 主事	
金崎 雅博	東京都立大学大学院 システムデザイン研究科 航空宇宙システム工学域 教授	
河合 宗司	東北大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻 教授	
佐藤 一成	株式会社SUBARU 航空宇宙カンパニー 技術開発センター 研究部 空力制御設計課 課長	
谷 直樹	株式会社IHI 航空・宇宙・防衛事業領域 技術開発センター 要素技術部 システム・基盤技術グループ 主査	
畑中 圭太	三菱重工業株式会社 総合研究所 流体研究部 実験T統括 主席研究員	

(委員は五十音順)

4

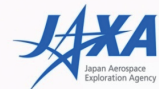
用語の定義



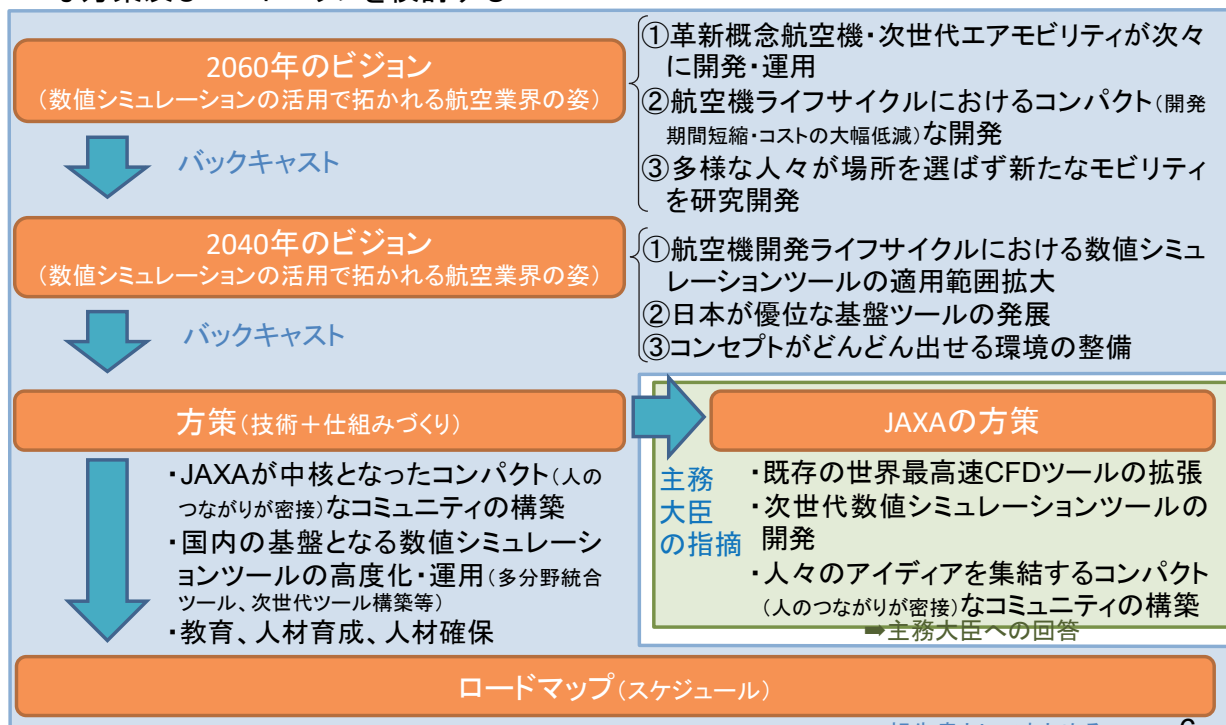
- **ビジョン**・・・数値シミュレーション技術が活用されて拓かれる航空業界の2060年の姿と2040年の姿。
- **方策**・・・ビジョンを達成するための技術及び仕組みづくりなどの手段
- **ロードマップ**・・・現在から2040年までの間に、ビジョンを達成するために実施すべき方策のスケジュール。

5

検討内容の概要



現状把握をし、2040年のビジョンを決めた上で、ビジョンからバックキャストした戦略的な方策及びロードマップを検討する



6

ビジョン(骨子案)



- 数値シミュレーション技術が活用されて拓かれる航空業界の2060年の姿と2040年の姿
- 機械がやるべきことは機械が・人間がやるべきことは人間が行う(Society5.0)、SDGs、DX、コロナなど予期せぬ事態にも対応した航空機設計、シミュレーションでのリスク低減などを考慮して設定。
- 2060年のビジョン
 - 環境にやさしく豊かで持続可能な社会を実現する**革新概念航空機・次世代エアモビリティが次々に開発・運用**されている。
 - 航空機開発が頻繁に行われる中で、設計開発の**全自動化**が進み、航空機ライフサイクルにおいて**コンパクトな開発**(柔軟・強靱なシステム設計・開発期間短縮・コストの大幅低減)が実現。
 - 航空分野以外の広い分野を巻き込んだ連携が進み、**多様な人々が場所を選ばず新たなモビリティの研究開発を進めている**。
- 2040年のビジョン
 - 革新概念航空機・次世代エアモビリティの利用が開始されている。
 - 解析ツールの**航空機開発ライフサイクルにおける適用範囲を拡大**し、設計段階に留まらず、さらに認証の一部を解析に置き換えるような取り組み(高精度化・検証)を実施している。
 - ベンチャーを含めた設計者が、専門家の手助けを借りずに手軽に世界を変えるような**コンセプトがどんどん出せる**(人間がデザインに集中できる)**環境が整備**されている。

7

方策(骨子案)



- JAXAが中核となったコンパクトなコミュニティの構築
 - 産学官連携を進め、我が国独自の**コンパクト**(人のつながりが密接)**なコミュニティを構築**することで、数値シミュレーションツール開発などが効率的に実施可能となる。これにより、ビジョンを達成。
 - Win-Winな関係を実現し、国際戦略にも対応できるオープン・クローズ戦略を取り入れる。
 - ユーザー間でコミュニケーションやデータ共有を円滑に行うことが可能な**サイバープラットフォームの整備・発展を進める**。
- 国内の基盤となる数値シミュレーションツールの高度化・運用
 - コミュニティは、数値シミュレーションの適用範囲を広げるため、既に優位技術になっているFaSTAR等の**基盤ツールを拡張**するとともに、**多分野統合シミュレーションツールを構築**する。
 - コミュニティは、数値シミュレーション技術や計算機技術の進歩を取り込み、**国内基盤ツール(次世代数値シミュレーションツール等)の新規開発**をAI等を活用して行う。
 - コアとなるツールの開発は、解析ツールの開発技術レベルの維持向上を目的とし、定期的(10数年を目途)に行う。
 - 数値シミュレーション技術を設計段階で活用する航空機開発のフロントローディング化でリスク低減を進めるとともに、解析による認証(CbA)やデジタルツインなど**航空機ライフサイクル全般で活用範囲拡大を図る**。
 - コミュニティを通じ、JAXAは**高精度検証データ(解析結果含む)を提供**するとともに、各企業・大学が保有する**試験データ・知見を活用・蓄積し、効率的に高度化・検証を進める**
 - 共通基盤としてのツールの保守・サポート・既存技術の維持等の運用は、コミュニティの総意として、JAXA事業、もしくはコミュニティを活用して効率的に実施する。
 - 広く活用可能な**スーパーコンピュータの整備・発展を進める**。
 - コミュニティから国際標準化WG等に代表者を参画させる。
- 教育、人材育成、人材確保
 - コミュニティを通じて、相互に人材を育成(組織の壁を壊す)し、人材の流動化を図るとともに、全体を俯瞰し想像力を発揮でき、航空科学技術をはじめとするモノづくりの分野で広く活躍できる人材を育成する(個別に、要素技術者・研究者も育成している)
 - 物理シミュレーション教育の早期化を進める

8

JAXAの方策案



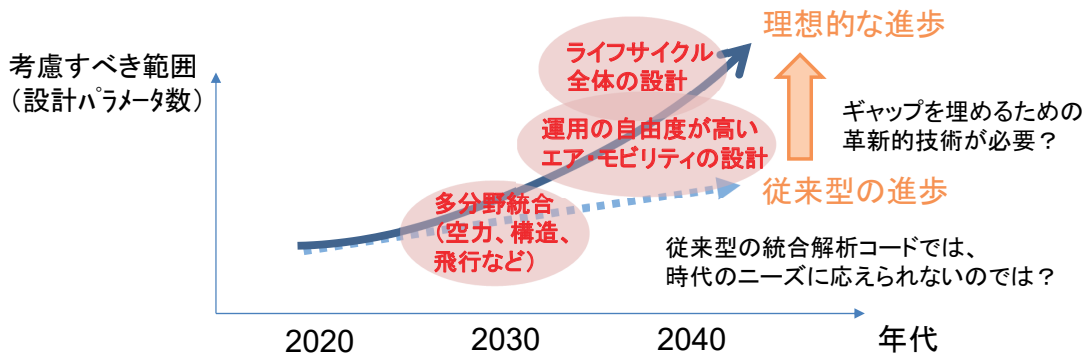
- JAXAに対し、「数値シミュレーション技術レベルを国際比較で高い水準に保つための長期的な方策を示すことを望む。」との指摘に対する方策案。
 - 既存の世界最高速のCFDツール (FaSTAR) の拡張
 - 世界トップレベルのスーパーコンピュータの整備、および、CFDツールの新規計算プラットフォーム (GPUなど) への対応
 - AIを活用し、CFDツール自体の計算スピードを各段に上昇
 - JAXAの試験データを活用した検証
 - 次世代数値シミュレーションツールの開発
 - 目的は、DX (ライフサイクル、デジタルツイン、多分野統合) のためのリアルタイム計算の実現
 - 方法は、世界最速の既存解析ツールによるビッグデータ生成と、それにもとづくAIの活用
 - 既存CFDツールを代替する新たな数値シミュレーションツールを開発
 - 人々のアイデアを集結するコンパクトなコミュニティの構築
 - 我が国独自のコンパクト (人のつながりが密接) なコミュニティをJAXAが中核となって構築し、ツール検証・利用を促進
 - 基盤ツール開発が効率的に実施可能
 - 数値シミュレーション技術レベルを国際水準で高いレベルに保てる
 - ユーザー間コミュニケーションやデータ共有を円滑に行うサイバープラットフォーム (ISSAC PLATZ) の拡張・活用

9

技術の方向性に関してご議論いただきたいこと



- 日本の強み (スパコン、FaSTAR等の基盤ツール) を活かしつつ、コンパクトな設計 (飛行機づくりを小さく、コストを大幅に削減 (自動化)、新しいコンセプトをどんどん出す) を目指し、かつライフサイクル全般でシミュレーションを活用できるようにするには、どのようなロードマップを策定すべきか。
- 従来型の大規模多分野統合解析コード (CREATE-AV、LAVA、CODAIに追随するコード) の開発では、要求に応えるのが難しいのでは？日本の強みは活かせるが、コードの開発コスト、計算コストに課題。



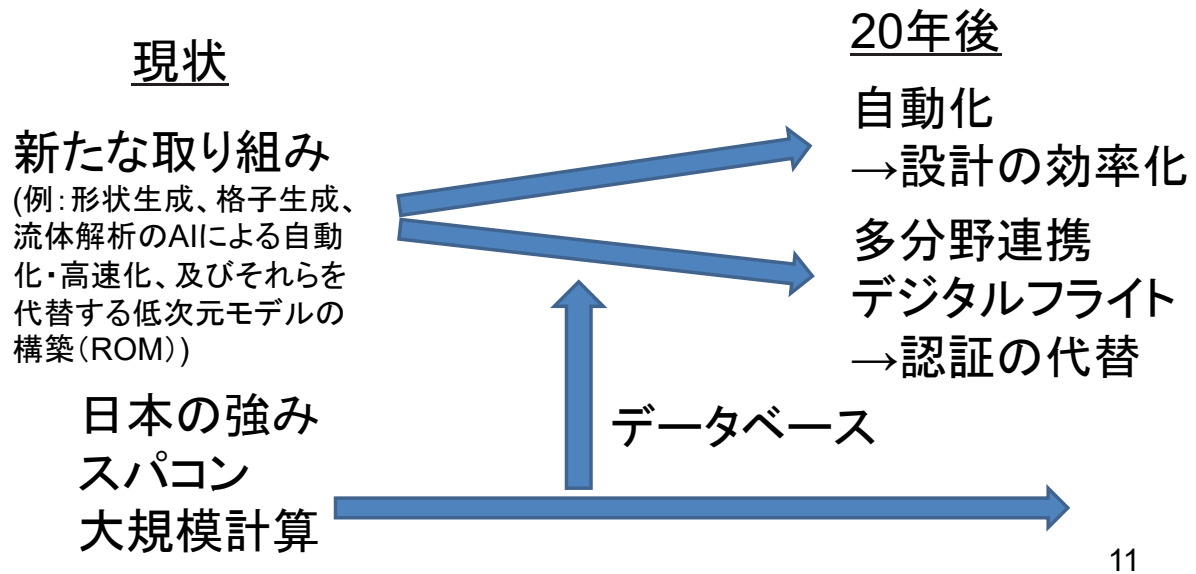
10

技術の方向性に関してご議論いただきたいこと



革新的技術のアイデア

ビジョンを実現するには、日本の強み(スパコン、大規模計算)を活かしつつ、そこで生成されるデータベースに対し、AI/機械学習等を適用して低次元モデル(ROM)を構築する研究にも取り組む。各分野のシミュレーションの迅速化・軽量化した上で、それを統合して実現する新たな(1D-CAE的な)多分野統合解析ツールの開発が考えられる。



パネルディスカッション



●プレゼンテーション

諮問委員会の設立背景・ビジョン・方策・ロードマップの概要の説明(高橋)
- パネリストの自己紹介・主張したい点

今回の議論テーマを抽出するに至った発想の説明(鈴木)

●ディスカッション

- ① 40年後・20年後の航空機開発とは
- ② 実現するためのコミュニティとは
- ③ 技術の方向性について
(できるだけ会場からご意見を頂けますように宜しくお願いいたします)

●参加者(敬称略)

パネラー:鈴木、今村、上野、金崎、河合、佐藤、谷、畑中、橋本
コーディネーター:高橋

議論の観点



① 40年後・20年後の航空機開発とは

- 本ビジョン・方策をどのようにドライブしていくか。革新概念航空機・次世代エアモビリティをどう作っていくか？
- 上記において、数値シミュレーションツールの開発は高いニーズがあつてこそ。その使い道は？（革新概念航空機・次世代エアモビリティにおいて？航空機開発だけでよいか？）
- どういう技術が企業を変えてきたのか？何がゲームチェンジになるのか？

② 実現するためのコミュニティとは

- 産学官がどのように有機的に関係していくべきか？

③ 技術の方向性について

- 我が国の勝ち筋は？
- 技術的な戦略？

13



鈴木宏二郎(東大)

●全体として:

- 狭い意味ではJAXAの課題として示されているが、これは航空全体の将来に関わる皆で考えなければならない重要なこと。

●40年後、20年後の航空機と航空機開発:

- 40年後の航空機→未来の飛行機は究極によくできた1種類に集約かそれとも超多品種？
- コンパクトな開発は好むと好まざるとにかかわらず必要(そもそも人が減る)
- ワクワク感:
新しい航空機開発の駆動力
ただし、利用者、研究者、開発者、製造者、運行者それぞれ

●コミュニティ:

- 便利な言葉だが非常にあいまい。
- とはいえ、将来の航空科学技術の発展にコミュニティは必要。
- どのようなものか？そもそも今、存在しているか？
- 規模は？広い構成か、コンパクトな構成か？

●技術の方向性について:

- 大規模超複雑コード ➡ 今までのコードの作り方でいいか？
40年後のコード作りの形態は？
- 未知へのチャレンジの際に頼れるシミュレーション技術とは？

14