

プロアクティブ・リサーチcommons演習成果発表
**航空機の損傷管理システム
の提案**

人間環境学専攻 博士1年
山口 太一

1/15

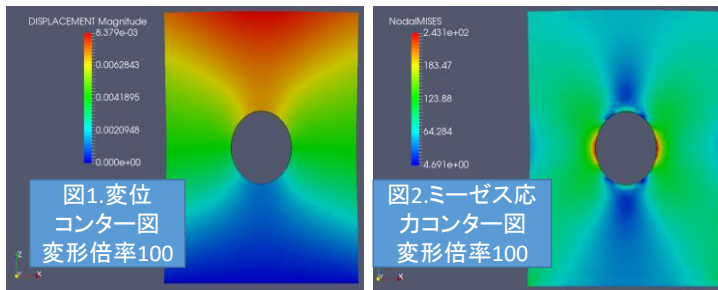
目次

- コア技術科目の概要
 - 先進CAE演習
 - 空間情報ビッグデータ解析入門
- 博士課程で取り組んでいる研究内容
 - CFRPの損傷解析システムの開発
- 航空機(CFRP製)の損傷管理システムの提案
 - 背景
 - 先行研究調査
 - 提案システムの概要
 - システムの実現に必要な技術
 - 波及効果
 - まとめ、今後の方針

2/15

先進CAE演習

- オープンソースのソフトウェアを用いた構造解析
 - 大規模並列有限要素法ソルバFrontISTR
 - プリプロセッサSalome
 - ポストプロセッサparaview



3/15

空間情報ビッグデータ解析入門

- GISデータ:「地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ(空間データ)を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術」
(引用元: 国土交通省国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html>,20170119アクセス.)
- QGIS: オープンソースのGISデータ可視化ツール
 - タクシーの運行状況を地図上に可視化
 - 荒川の氾濫シミュレーション結果をデジタル住宅地図上に可視化
- MobMap: 移動体データの可視化ツール
 - スマートフォンのGPSデータを可視化



4/15

博士課程での研究内容

- 炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の損傷解析システムの開発
- CFRPは比強度に優れるため、軽量化の目的で航空機や自動車(BMW i3等)への応用が進んでいる。しかし、繊維樹脂、積層間に界面があるため、複雑な損傷を生じるため、精度の良い損傷解析システムが求められている。そこで、FrontISTRを利用し、詳細なモデルの解析が可能なシステムを開発する



図5. BMW i3のCFRPフレーム

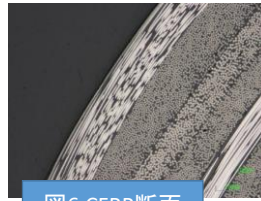


図6. CFRP断面

図5引用元: Chris Reiter, "BMW Has Seen the Future, and It's Carbon", Bloomberg, November 22, 2013-11-22.

5/15

背景

- CFRPは比強度、比剛性に優れるため、燃費削減のために、航空機への応用が進んでいる。B787では、構造部材の50%がCFRPである。しかし、CFRPは損傷を生じると強度が急激に低下するため、適切で効率的な損傷管理が不可欠である。

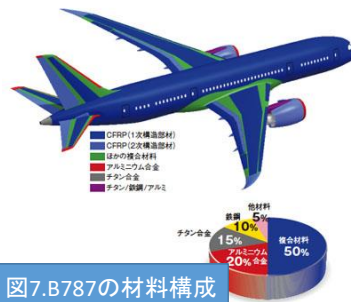


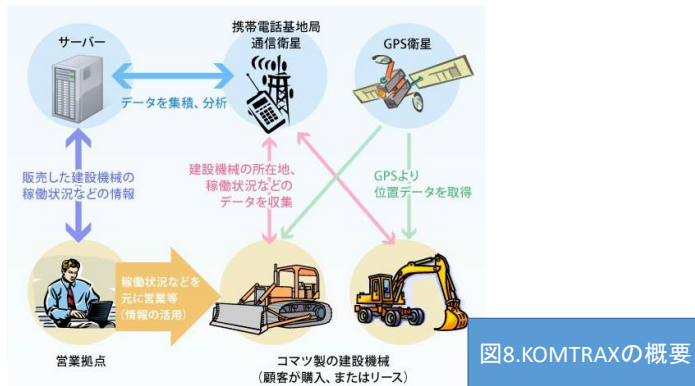
図7. B787の材料構成

(図7引用元: 「日経ものづくり」2008年4月号, 日経BP社.)

⇒GISと構造解析の技術を組み合わせて解決する
先行研究・技術の調査を行う

6/15

小松製作所 重機

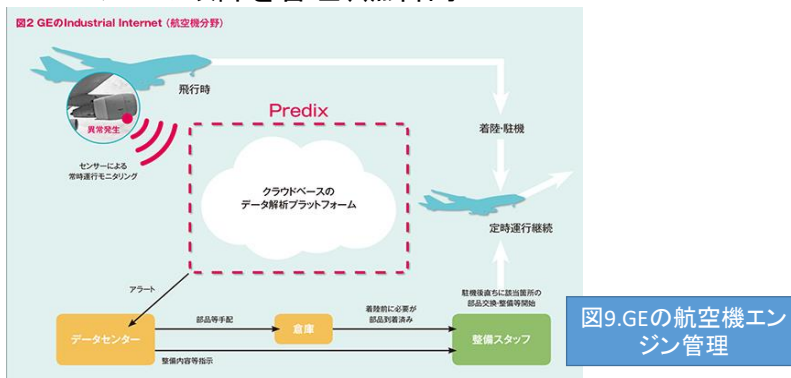


(図8引用元: <https://www.salesforce.com/jp/blog/2013/12/vol3-bigdata.html>)

7/15

GE 航空機

・エンジンの故障を管理、燃料向上



(図9引用元: <https://www.projectdesign.jp/201507/iot/002255.php>)

8/15

ハネウエル 航空機

- 取得するデータ:
現在の飛行地点の気象情報
⇒情報を集約して他の航空機と応用
補助動力装置の内部にセンサー
⇒測定値を基に故障の兆候を予知して早期修理
- 「試験導入した香港のキャセイパシフィック航空では、上空から送られるビッグデータの解析により、部品が故障する前に修理でき、遅延・欠航する便の比率を前年比35%減と大幅に削減できた」
(引用先:金子 寛人,ハネウエルが「IoT航空機」デモ飛行、気象情報共有や故障予測にデータ活用,
http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/news/17/071201891/_20170119アクセス。)

9/15

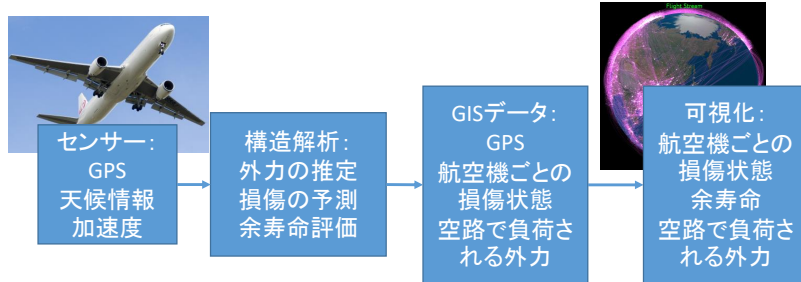
航空機経路の可視化

- 図10引用元: Flight Stream
http://callumprentice.github.io/apps/flight_stream/index.html#
- その他: flightradarなど



10/15

航空機(CFRP製)の 損傷管理システムの提案



活用方法:

- 飛行中に新たな損傷の発生
⇒ 点検、修理の準備を迅速に行える
- 空路で負荷される外力の予測
⇒ 現在の航空機の損傷状態から安全性を評価して空路の選択

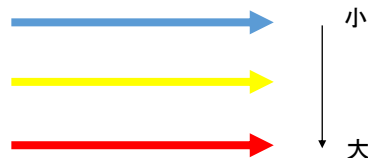
11/15

可視化方法

- 損傷状態
新たに生じた損傷サイズ
損傷部位



- 経路の安全性
経路で負荷される
外力の大きさを色分け



12/15

要素技術

- センサデータから外力の推定
 - データ同化手法
 - 加速度センサーの数、適切な設置位置
 - 試験片での検証、部分構造での検証、実機での検証
- 損傷、余寿命評価
 - CFRPの損傷評価を行える構造システム
 - 非破壊評価との比較
 - 試験片での検証、部分構造での検証、実機での検証
- データ管理
 - 航空機ごとの損傷情報管理システム
 - 空路の安全性情報管理システム
 - 可視化

13/15

CFRPの損傷評価を行える構造システム

センサデータから外力の推定:

- データ同化手法
(アンサンブルカルマンフィルタ、粒子フィルタなど)

損傷、余寿命評価:

- マルチスケール解析
航空機全体⇒構造部材⇒損傷箇所(積層材)
(ズームングなど)
- 損傷解析
界面の詳細なモデル化

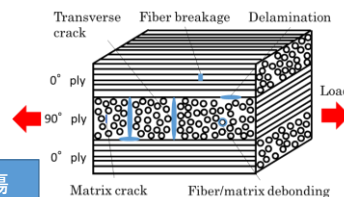


図12.CFRPの損傷

14/15

波及効果

- GISデータを可視化することで迅速に適切な判断
- 迅速な点検、修理
- 適切な空路の選択
 - ⇒安全性の向上、遅延を防ぐ
 - 修理用の部材の適切な配置でコスト削減
 - 新しい航空機の受注、製造準備
- データの蓄積
 - 天候不良等で生じる可能性の高い外力データを蓄積
 - ⇒現実的な外力データをもとに航空機の設計を向上

15/15

まとめ、今後の方針

- 重機や航空機での故障管理システムに関して、既存技術を調査した
- 航空機(CFRP製)の損傷管理システムを提案した

今後の方針

- システム実現に必要な技術を開発
 - 詳細なモデルでの損傷解析
 - マルチスケール解析
 - データ同化手法を応用した構造解析
- ⇒博士課程の研究で取り組む

16/15