

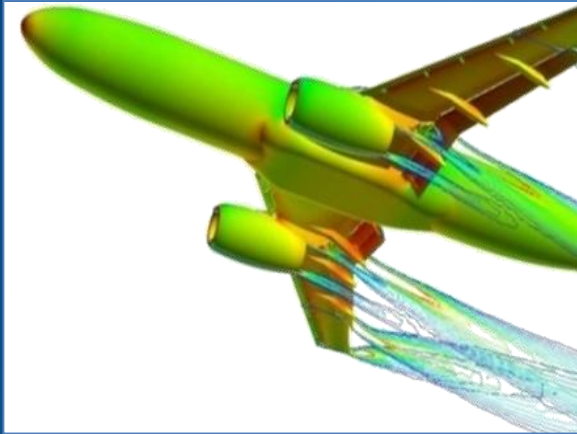


ワシントン大ー東北大学のアカデミックオープンスペースについて

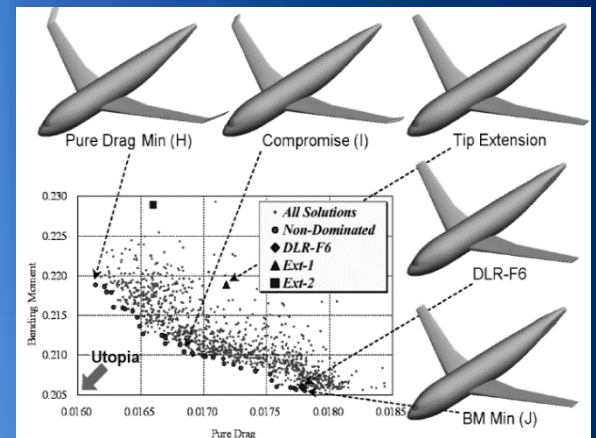
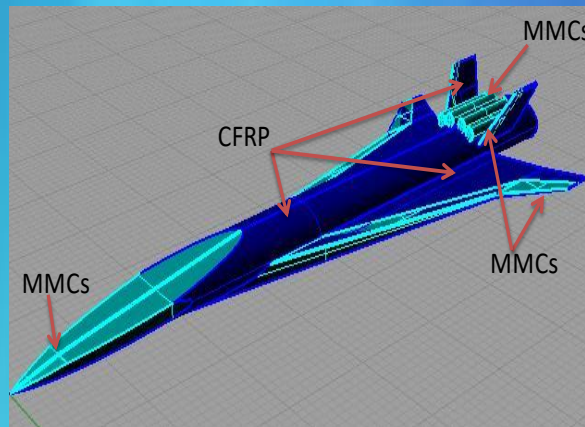
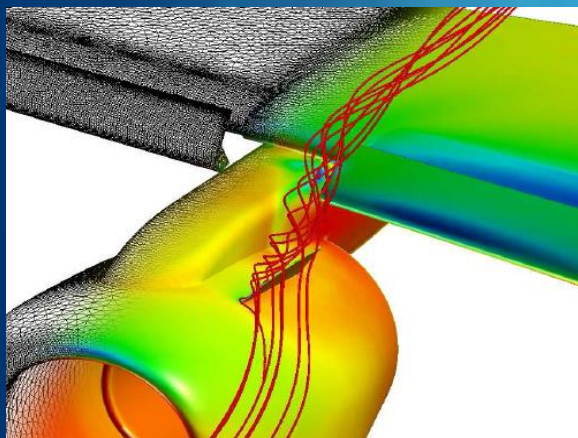
東北大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻
東北大学 国際連携機構



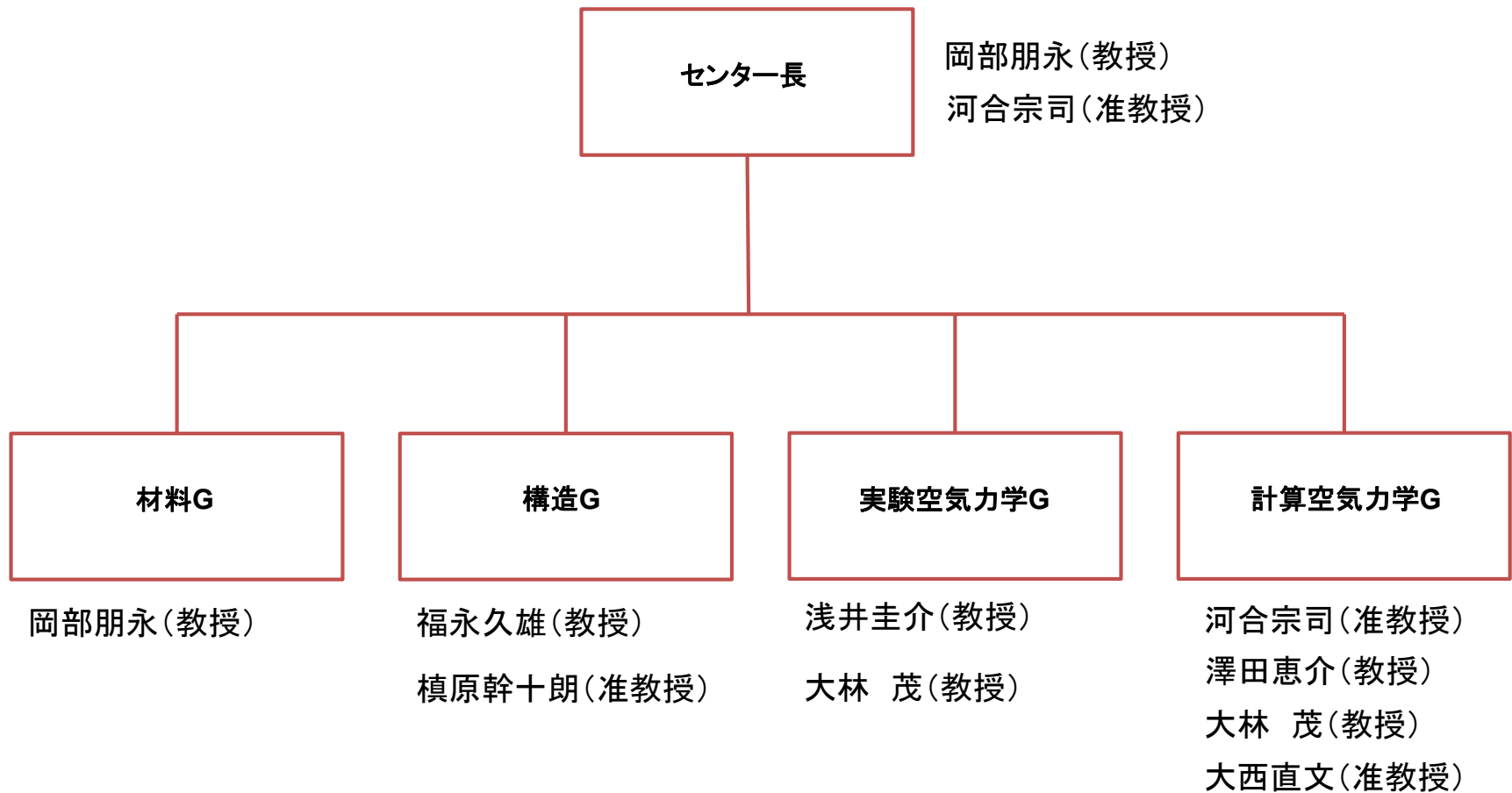
岡部朋永



仙台から世界の空へ 次世代航空機研究センター



次世代航空機研究センター



分野を横断したシームレスな設計・開発手法の確立が必要

背景

- 計算機性能の向上に伴うCAE(Computer Assisted Engineering)導入に大変な期待
- 機体開発には莫大なコストがかかっており、計算機によるコスト低減は喫緊の課題
- 新規機体開発という出口までを見据えたソフトウェアに関する産業界の要望は大
- 欧米では大学を巻き込んでCAEを体系化 → 世界的流れ

⇒ 我が国の航空産業の拡大のために世界の流れを追い越せ！

4つの目標

(1) 分野横断(空力・構造・強度)シームレス機体設計シミュレーターの開発

(2) シミュレーション援用による認証プロセスの低コスト化

(3) 着氷に関する非定常空力設計シミュレーターの開発

(4) 複合材の特性を活かした機体構造設計シミュレーターの開発と実験的検証

- 4つのCAE解析技術の開発・高度化により、航空機開発の低コスト化、軽量化、開発期間短縮を実現
- CAEにより、従来の設計法では避けがたい後工程での戻り作業や開発コスト・リスクの低減を実現

⇒ 大学中心にて開発し、企業に検証してもらうことでブラッシュアップ



2017年 2月9日 発表

分野横断シームレス機体設計シミュレーターの開発

低コスト機体開発を実現するための数値シミュレーション技術開発

東北大学大学院 工学研究科 航空宇宙工学専攻



岡部朋永



複合材料

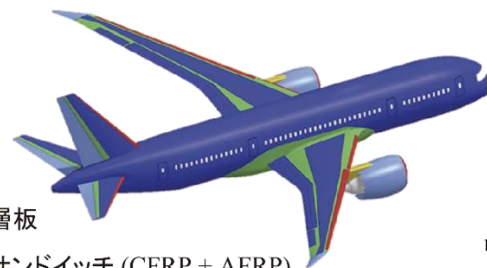
高い比強度→軽量構造の実現

繊維強化複合材料:

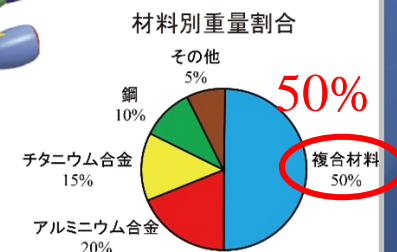
Glass Fiber Reinforced Plastics(GFRP)

Carbon Fiber Reinforced Plastics(CFRP)

Aramid Fiber Reinforced Plastics(AFRP)



- CFRP 積層板
- カーボンサンドイッチ (CFRP + AFRP)
- GFRP
- アルミニウム合金
- アルミニウム合金 / 鋼 / チタニウム合金 (エンジン懸架部材)



引用: Boeing HP

航空・宇宙分野におけるCFRP

B787における材料別適用部位

構造部材として急速に普及

- ・ 航空分野
 - 飛行機: 胴体, 主翼, 尾翼
 - 回転翼機: 胴体, ローターブレード
- ・ 宇宙分野
 - ロケット: 胴体結合部
 - 人工衛星: 衛星構造物



B787のCFRP製前部胴体^[1](川崎重工業名古屋第一工場)



構造部材へのCFRP適用時の期待

- ・ 高比強度・高比剛性
- ・ 積層板の柔軟な設計



従来の材料よりも
軽量で高い性能
をもつ航空機の実現

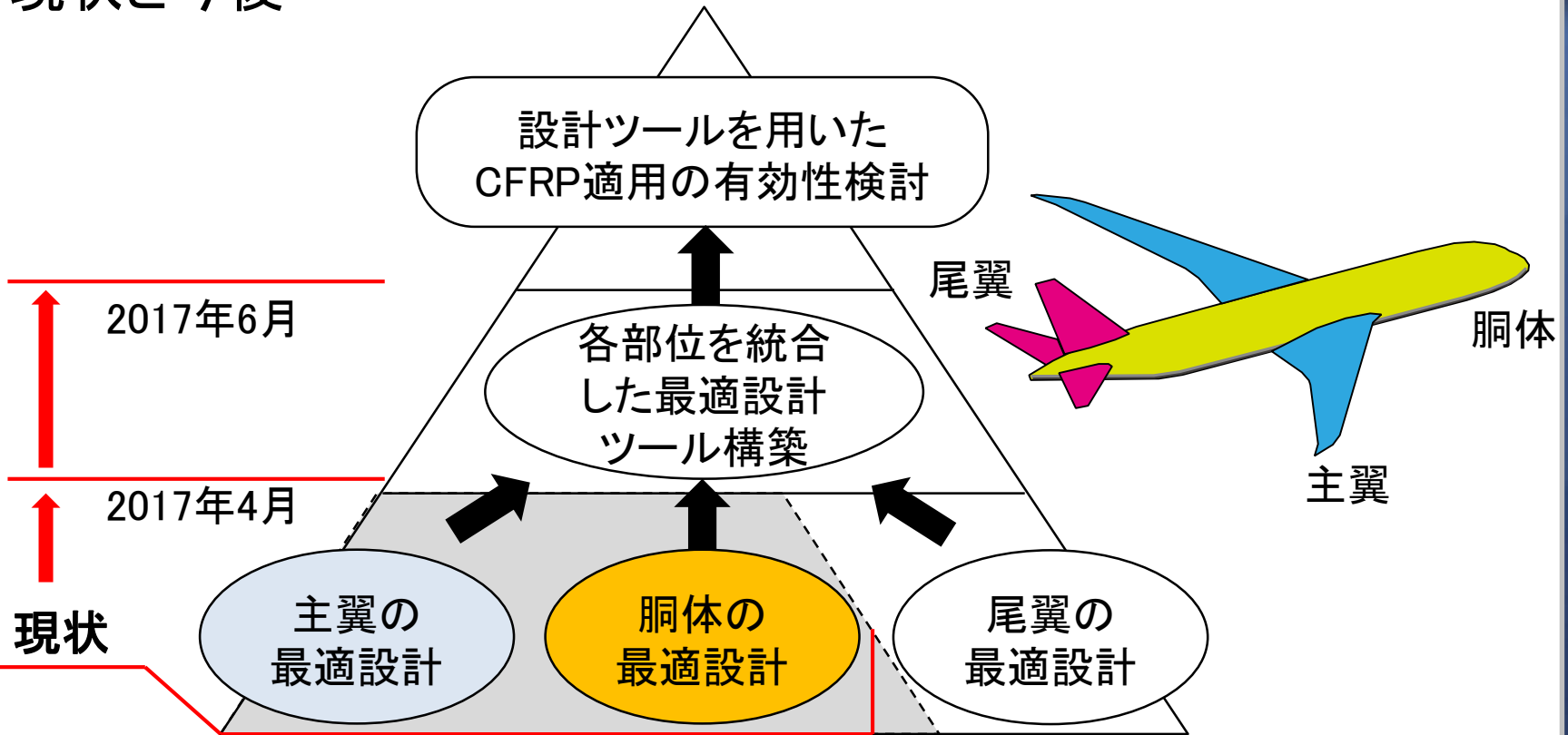
目的

CFRPの優れた性質を利用した**軽量な航空機構造の実現**

- ・ CFRPの特徴を考慮できる**独自の**航空機最適設計手法を提案
- ・ アルミニウム合金との比較から、航空機への**CFRP適用の有効性**を検討



現状と今後

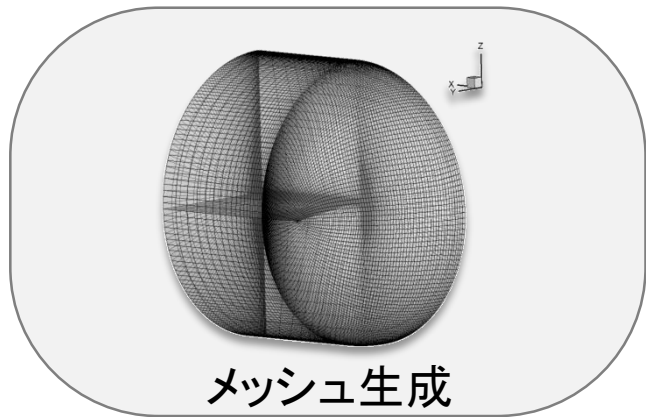


- ・ 揚力を生み出す主翼を中心に最適設計の枠組みを構築する
- ・ 主翼 → 胴体 → 尾翼の順に最適設計が進行する

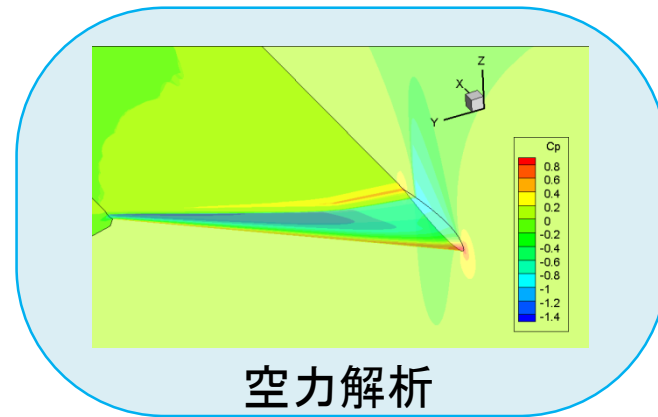
主翼の最適設計 - 主翼の変形について



メッシュ変形のイメージ

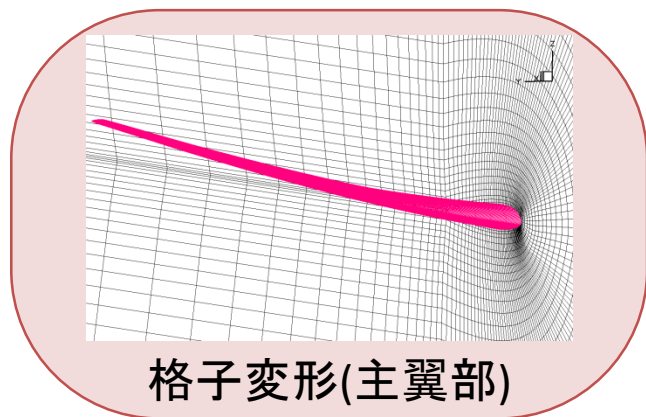


メッシュ生成



空力解析

G^T ↓ 圧力分布 → 分布荷重

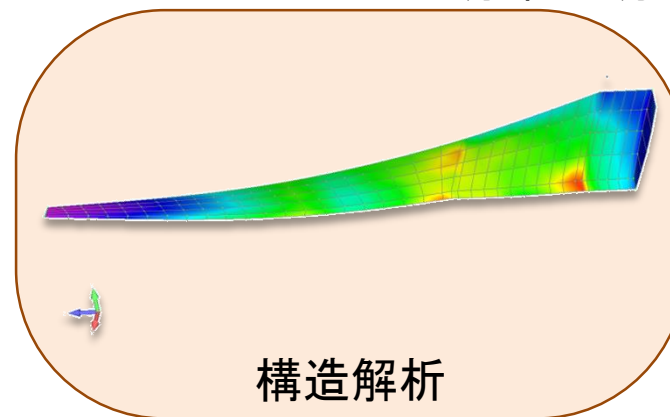


格子変形(主翼部)

節点変位



G



構造解析



最適設計における目的関数

	最適化方向	評価対象
航続距離 R	最大化	飛行効率
構造重量 W_{st}	最小化	軽量さ
構造余裕関数 $S.M.F$	最小化	強度的改善余地

航続距離 R [km]

$$R = \eta \frac{L}{D} \frac{V}{c} \ln \left(\frac{W_0}{W_1} \right)$$

η : 飛行効率係数 [-]

L : 揚力 [N]

V : 飛行速度 [km/h]

D : 抗力 [N]

c : 比燃料率 [1/h]

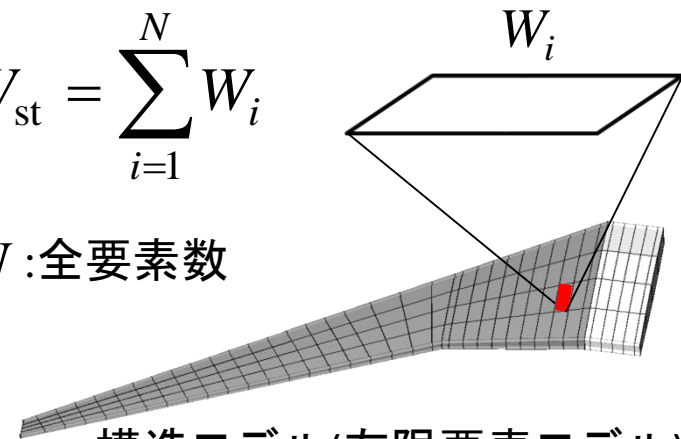
W_0 : 機体重量 [kg]

W_1 : 無燃料重量 [kg]

構造重量 W_{st} [kg]

$$W_{st} = \sum_{i=1}^N W_i$$

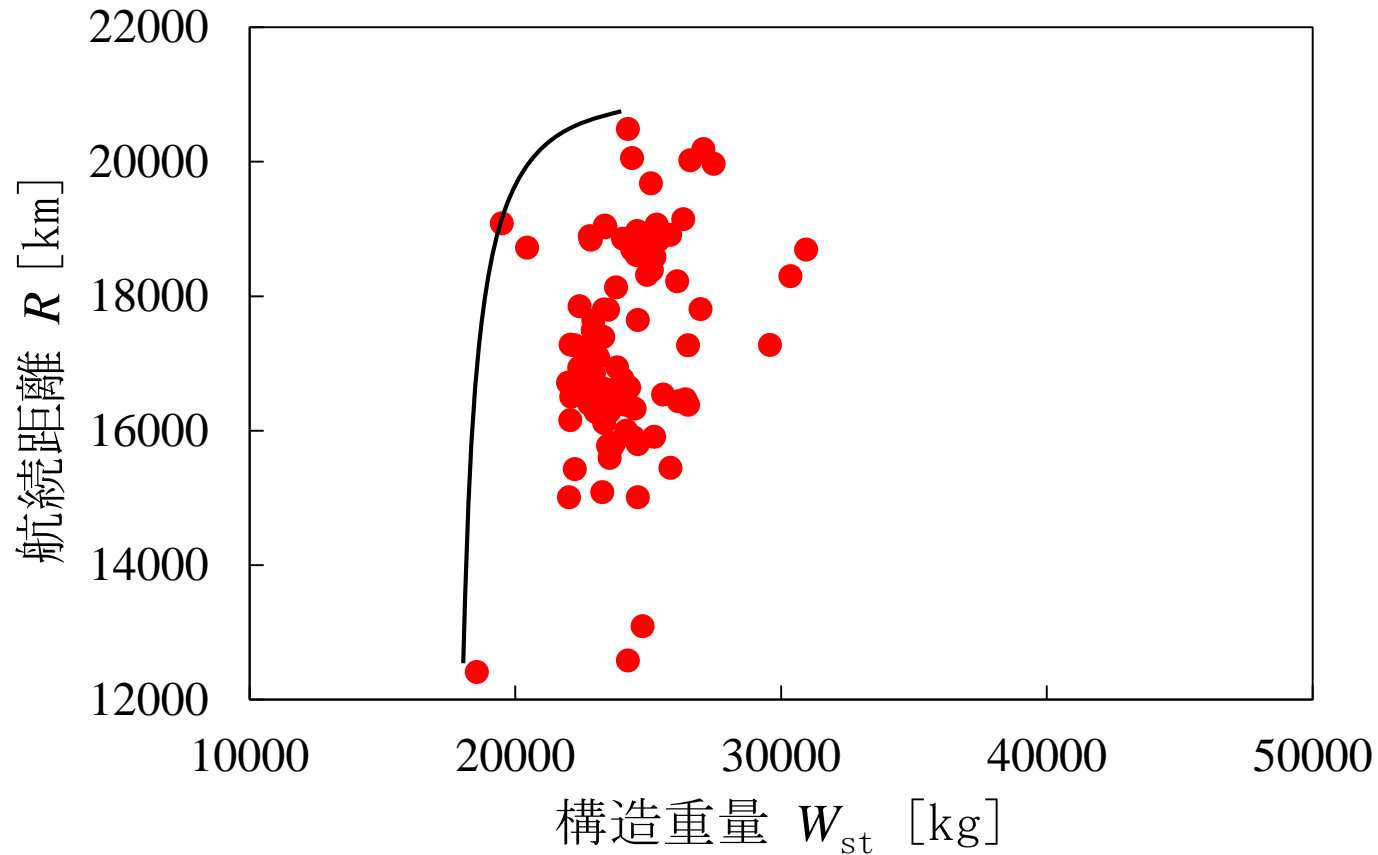
N : 全要素数



構造モデル(有限要素モデル)



CFRPを適用した場合

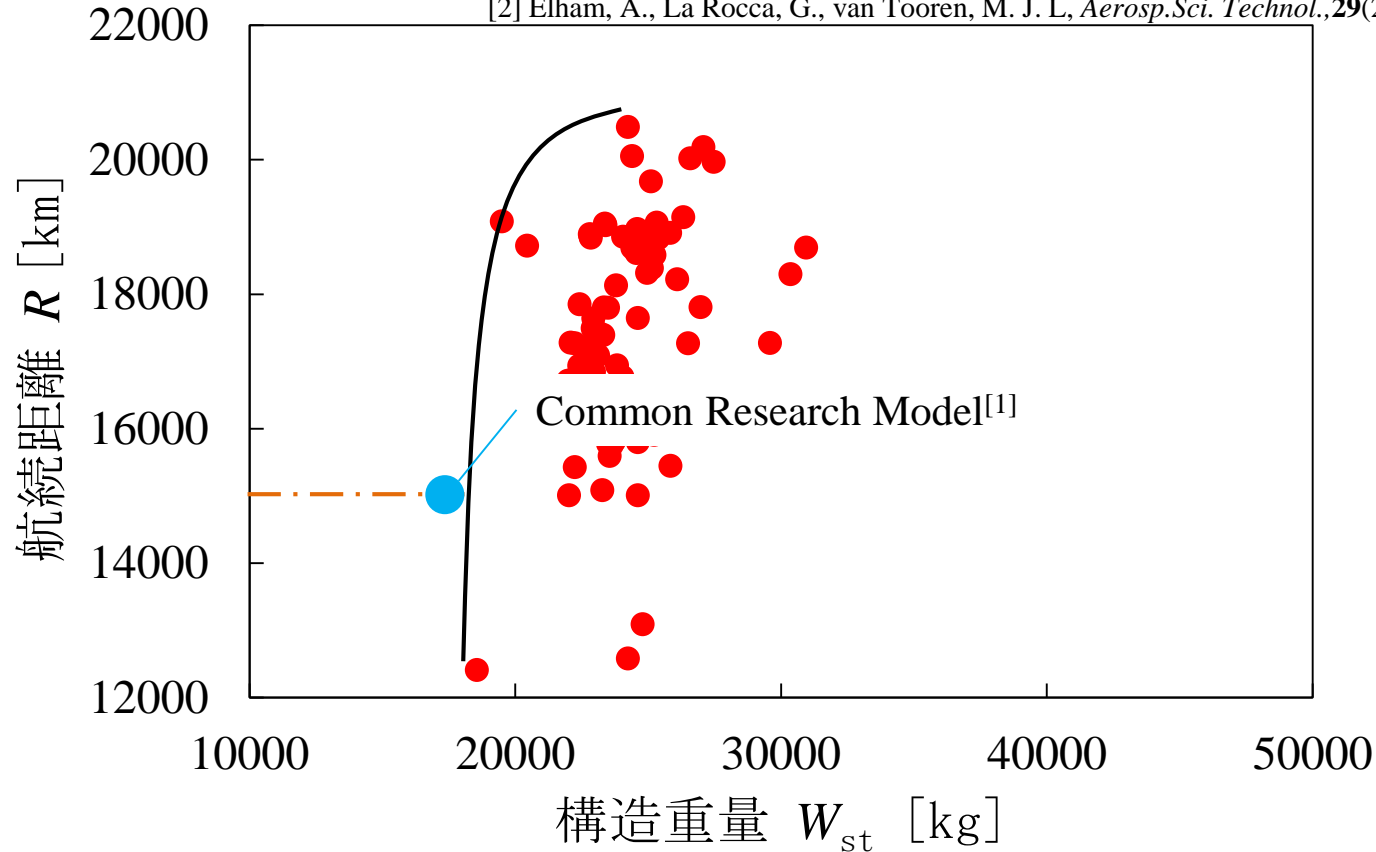




CFRPを適用した場合

[1] Graeme J. Kennedy et al, AIAA 2012-5475, 2012.

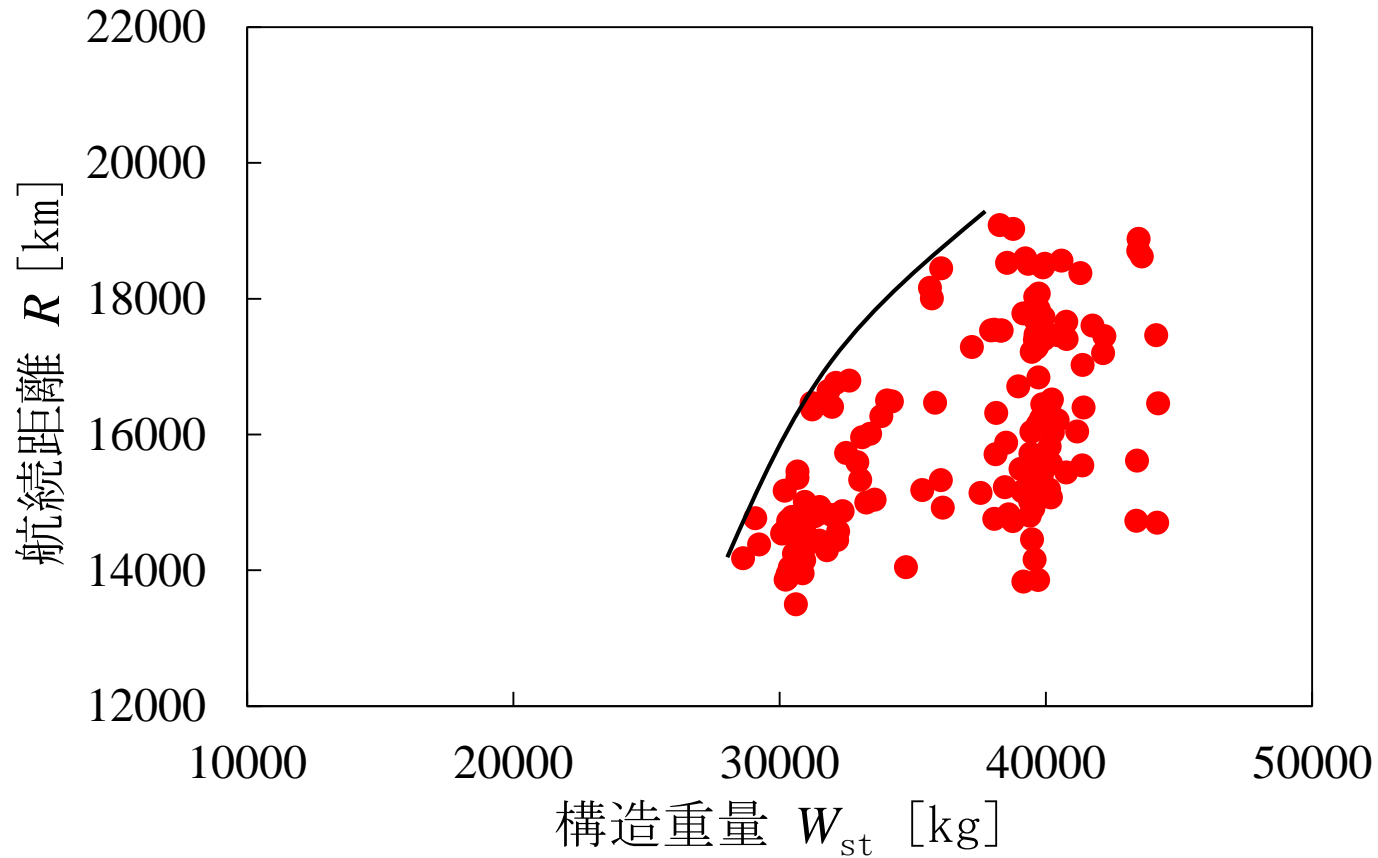
[2] Elham, A., La Rocca, G., van Tooren, M. J. L, *Aerosp.Sci. Technol.*,**29**(2013), 100-113.



- ・ 同規模(CRM)での最適設計結果に近い結果が得られた
- ・ 構造重量と航続距離の関係はある程度捉えられている



アルミニウム合金を適用した場合の主翼最適設計

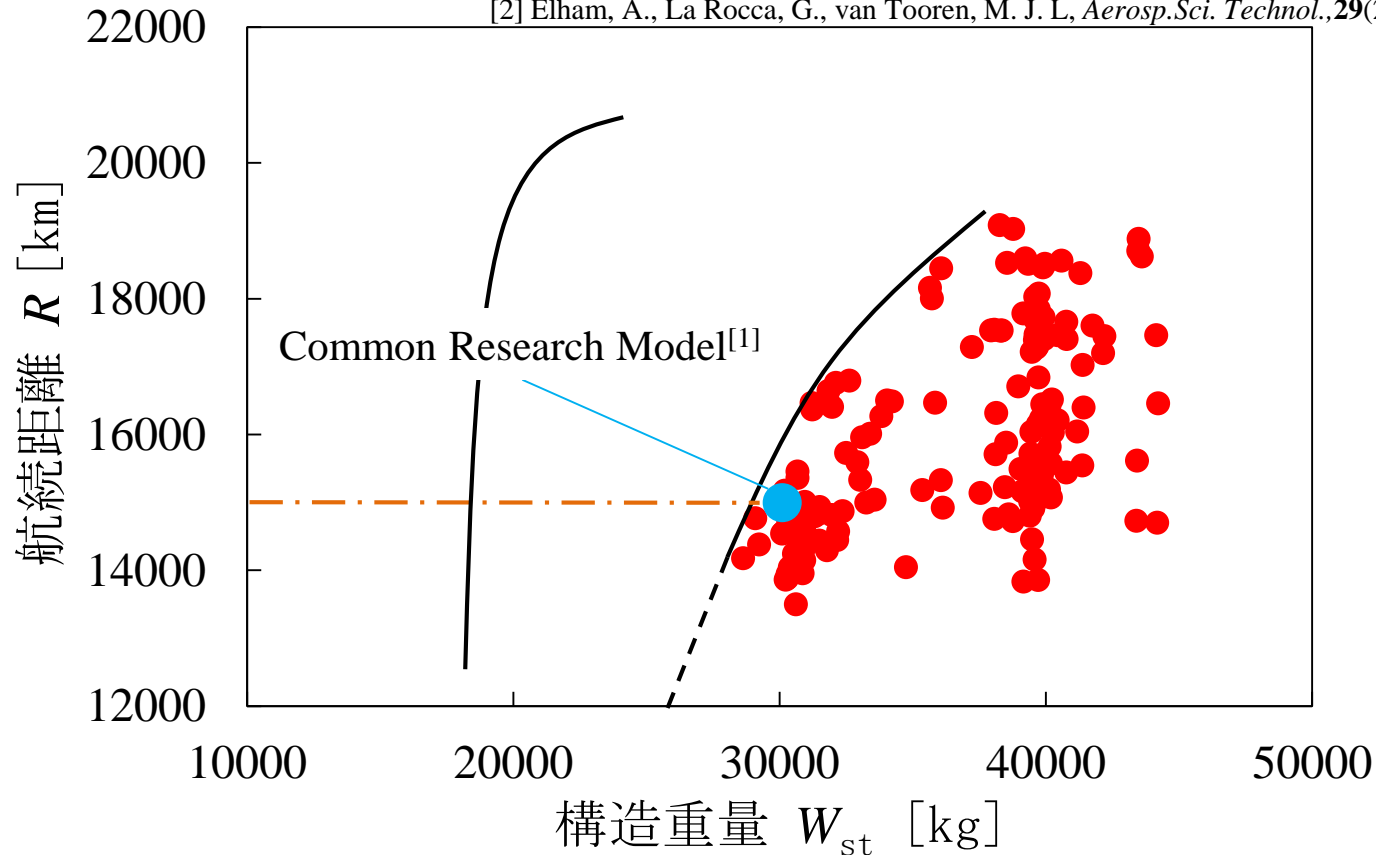




アルミニウム合金を適用した場合の主翼最適設計

[1] Graeme J. Kennedy et al, AIAA 2012-5475, 2012.

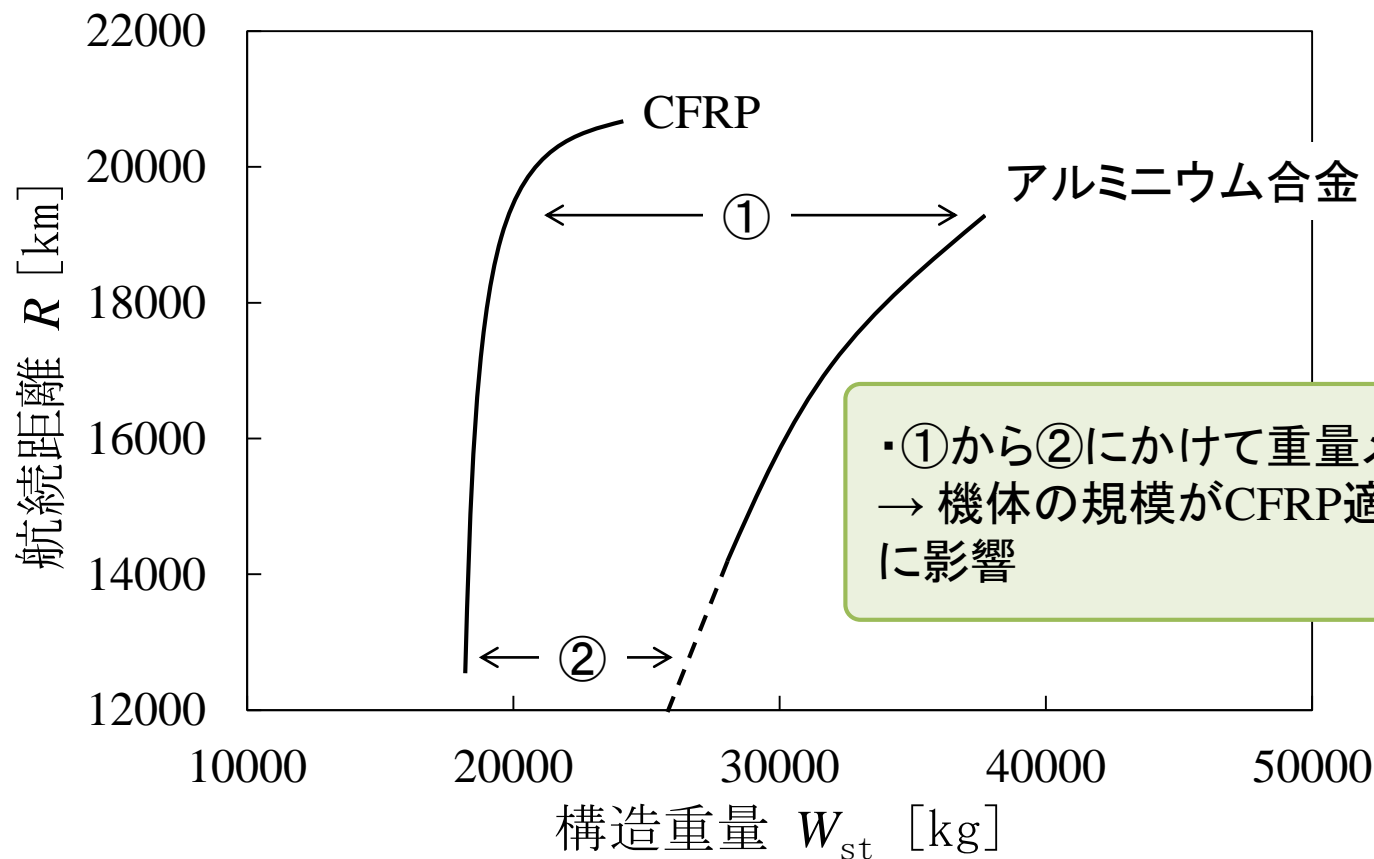
[2] Elham, A., La Rocca, G., van Tooren, M. J. L, *Aerosp.Sci. Technol.*,**29**(2013), 100-113.



- ・CFRPの場合と同様に同規模(CRM)での最適設計結果に近い結果が得られた
- ・B777-200の重量推算値を与える個体は得られず(後のスライドで考察)



CFRP適用の優位性について



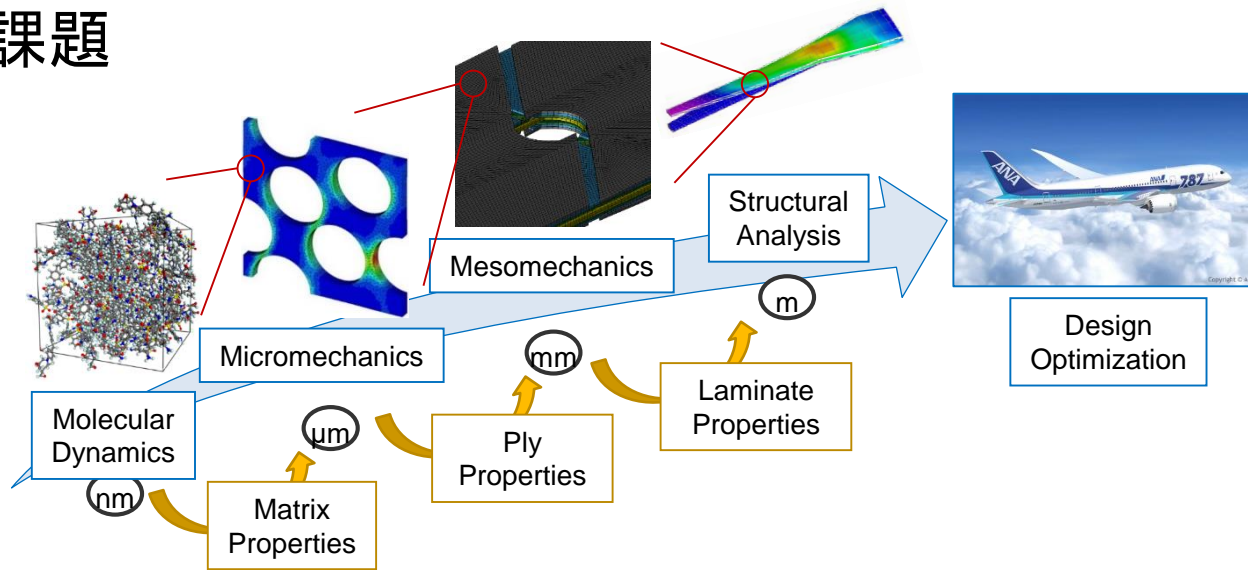
・①から②にかけて重量メリットは減少
→ 機体の規模がCFRP適用の優位性に影響



成果

- ・ 主翼の最適設計結果は, ある程度統計値に沿ったものとなった
- ・ CFRPの航空機構造への適用の優位性を捉えられるようになった

今後の課題



- ・ 材料種選択まで考慮できるマルチスケール解析に拡張する

東北大学における数値シミュレーション・計算拠点構想

目指す姿: 材料・構造/流体の計算科学分野において、国際競争力のある研究者が集い、優れた研究成果を生み、その成果が更に優れた研究者を引き寄せるという正のスパイラルをもたらすことで、国内産業振興を学術的に支援

航空機計算科学拠点構想

- 国際的に優れた産学官の研究者が集う
 - 材料・構造/流体ではすでに世界トップレベル
(破壊, 乱流, 極限環境, 最適設計, デジタル化等)
 - 優れた研究者育成・魅力的なキャリアパス
-
- 世界レベルの学術基盤に基づき国内航空機産業を全面的にバックアップ
 - 構想の初期段階を計算にて検討することで、後戻りリスクを回避

国際競争力のある研究者が集う

特任助教・博士研究員の積極的雇用

世界トップレベルの学術基盤創出

海外OEMを念頭においた
国際学術ワークショップ
セミナーシリーズの企画



TOHOKU
UNIVERSITY

航空宇宙産業の研究開発者が集う

社会人博士の積極的受入れ
企業研究者との共同研究

航空宇宙産業界の人材育成
研究開発を全面的にバックアップ

スポンサープログラムの開催
コンソーシアムの設立

最先端計算技術利用・予算獲得

最先端スパコンの学術利用/
産業利用の促進



UNIVERSITY of
WASHINGTON



TOHOKU
UNIVERSITY

UW-TU
Academic Open Space
(UW-TU:AOS)

Fumio S. Ohuchi

Director
University of Washington
Seattle, WA

Seattle and Sendai

- Two major costal cities in U. S. and Japan.
- Home to major research universities
- Seattle as the gateway to Pacific trade, home to international high-tech industries
- Seattle is ideal location to establish a space to promote educational and research connections

Univ. of Washington and Tohoku Univ.

- Two major top ranked-research universities
- Mutual and complementary strengths in research.
- Long standing research collaborations and educational exchanges.

What if, we have a centralized support to promote an US-Japan academia-industry-government cooperation and partnership?

April 12 (Wednesday) 10:00-5:00pm

UW-TU:AOS memorial workshop

Next generation transport aircraft workshop

HUB-250 (UW campus)

April 13 (Thursday) 3:00-5:00pm

UW-TU:AOS Opening Symposium

HUB-250 (UW campus)

April 14 (Friday) 2:00-4:00pm

Reception

Official residence of the Consulate General of Japan

Queen Ann, Seattle, WA

UW-TU: Academic Open Space (UW-TU:AOS)

Sendai

Seattle

An administrative framework to catalyze collaborative research, education and information exchange between UW and TU.

UW-TU:AOS brings researchers from both institutions and industries together to discuss technological challenges, share their research, explore opportunities for joint projects, promote innovation and discovery, and provide an administrative infrastructure to facilitate international cooperation.



**Promote
International Academia-Industry-Government Partnership**

Roles of the UW-TU:AOS Office

- Create an international hub for research collaborations, teaching, and information exchange
- Provide a new paradigm for international exchange and education
- Facilitate communication at the administrative level to promote transnational understanding in research, education and IP

(1) Education roles:

- Student exchange and study-abroad programs
- Development of new courses to cover complementary areas

(2) Research roles:

- Create an academic platform to build relationships and advance research collaborations between the academic, industrial and governmental communities
- Organize research forums/workshops

(3) International administrative infrastructure:

- Organize an international forum for administrative staff and IP management training

Outcomes and Deliverables of UW-TU:AOS

(1) Educational mission:

- ***“Engineering Japan: Exploring in the Heart of High-Tech”***
For UW freshmen/sophomores to get hands-on experience at TU
(UW-faculty lead program: Summer, 4 weeks)
- ***“UW-Campus life Experience”***
For upper-UG and early Grad students to get experience of UW life
(TU-faculty lead program: February, 2 weeks)
- ***“Science-Engineering at UW”***
For TU’s sophomores to learn practical English and participate UW programs
(TU-faculty lead program: Summer, 4 weeks)
- ***“CoOperative LABORatory Study (COLABS)”***
A research oriented study-abroad, mutual student exchange program for UW and TU Grad students
- **Graduate Courses**
“Advanced Tutorial on Materials Science and Engineering” offered every summer at TU by Prof. Ohuchi.
“Advanced Metallurgy” through WEB-X delivery by Prof. Yoshimi in Fall (planned)

Outcomes and Deliverables of UW-TU:AOS

(2) Research mission:

- Promote mutual interactions among the faculty and students, eventually creating a research cluster for collaborative research, through research seminars and workshops
- Facilitate collaboration of US and Japanese industries with faculty, and build global industry-academia cooperation
- Organize a forum/workshop for academic and industrial members to advance in close liaison bottom-up initiatives and to exchange information on basic, applied and developmental research in a free and informal atmosphere
- On-going and planned research projects

“Next generation airplane materials and structures”

“Energy science for transportation systems”

“Disaster Science and Engineering of Earthquake and Tsunami”

Sharing major earthquake faults in the Pacific rim regions



何をやるのか？

- ・ AOSは情報交換の場である⇒ワークショップの実施
- ・ 年2回の学術ワークショップの実施
- ・ **年1回の日本商工会とのジョイントワークショップ(提案)**

(1) 商工会メンバーの皆様にざっくばらんに技術課題をお話しただいて、UWメンバーあるいは東北大学メンバーに聞いてもらう。その中で、マッチングが取れそうなものを随時探していく。

⇒ 大内先生と岡部がその仲人になる。

⇒ 必ずしもUWで無くても良い。東北大学でも構わない。

(2) (お願い) IPに関する講演を依頼したい。