

令和6年2月29日

先鋭領域融合研究群長 殿

航空宇宙システム研究拠点長

令和5年度先鋭領域融合研究群航空宇宙システム研究拠点
外部評価の実施について（報告）

このことについて、下記のとおり報告します。

記

日 時：令和6年2月14日（水）9時00分 ～ 11時30分

場 所：ハイブリッド（AICS4 階会議室、外部評価委員はオンライン）

出席者：

○委員出席者

委員長 荒井政大教授（名古屋大学）

委 員 鈴木真二特任教授（東京大学）、ご欠席（書面審査のみ）

委 員 炭田潤一郎所長（技術士事務所 炭田航空宇宙企画）

○研究拠点側出席者

拠点長 佐藤敏郎

航空機システム部門長 松原雅春

航空機システム副部門長 柳原正明

宇宙システム部門長 榊 和彦

宇宙システム副部門長 中山 昇

基盤技術部門長 佐藤敏郎

人材育成部門長 辺見信彦

陪 席 拠点事務局 徳武文雄、宇都宮れい子、湯沢陽子

議事内容等：

○組織の構成状況

航空機システム部門、宇宙システム部門、基盤技術部門、人材育成部門が組織され、効率的な運営がなされていると評価された。また、他分野の教員の参画についても要請された。各委員のコメントは以下のとおりである。コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

(1) 荒井委員長

新しく工学部に入られた若い先生方も本研究拠点に数多く参加されているようで好ましいことだと判断しました。電気・情報・機械系の先生方に限らず、物質系や水環境・土木系の先生方も本研究拠点に参加できる可能性は大いにあると思いますので、工学部の横断的組織としてご協力頂けるメンバーを増強して頂けるとよいのではないのでしょうか。柳原先生をはじめとした特任の先生方のご活躍によって支えられている部分が多いと思いますが、承継の先生方にもぜひ頑張って頂きたいところです。

下線部分回答;令和7年度以降は本格的に空モビリティ分野への展開を構想しているところでもあり、新組織の構築にあたってより広範な専門分野を有する教員を積極的に結集していきたいと考えております。

(2) 鈴木委員

航空機システム部門、宇宙システム部門が分野として、基盤技術部門、人材育成部門が横断として組織され、効率的な運営がなされていると評価できます。キャンパスが分散する点に関しては、オンラインの交流ができていようだが、学部講義でのオンライン化に課題があるのはなぜでしょうか？

下線部分回答;遠隔にいる飯田の大学院学生の場合、大学院修了に必要な講義科目18単位全てを南信州・飯田サテライトキャンパスで取得できるようになっています。これら科目の中には長野(工学)キャンパス教員、あるいはゲストスピーカによる講義をオンラインで受講できるようになっています。18科目以外の他の講義科目(例えば、所属分野以外の興味ある講義科目)の場合も講義担当教員に直接相談してもらえばオンライン受講が可能です。そういった相談を学生自身が実施しているかどうかは未確認ですが、今後は履修ガイダンスで周知したいと思います。

(3) 炭田委員

航空機システム部門と宇宙システム部門に加え、基盤技術部門、人材育成部門と独特な組織構成が実に見事に運営されており、各部門がそれぞれの専門分野に注力されるとともに人材育成部門が学生はもとより社会人を含めた教育に全部門を束ねた活動を実施されており、物理的に離散配置となっている実態をもまとめるあげる効率的な全体部門運営がなされていると評価します。特に、基盤研究という名のもとに部門を有することは、我が国がやっとH3の打ち上げに成功した宇宙分野ではありますが、やっとなんかということと、空飛ぶクルマ社会実装の光明が灯り始めましたものの依然として先行き不透明な民間機部門であることの今日において、今ほど将来を見据えた関連基盤技術の育成が要求されているときはありませんので、その存在を十二分に活かした今後の動きを期待しますし、そうさせる組織構成になっていることを高く評価します。また人材育成部門では他の全部門に対して航空機を例にとり、航空機装備品認証・システム安全特論I・IIを開講し、我が国の過去の失敗例から、これからの取り組むべき分野への対応姿勢を最近の話題分野にも広げてとりあげられ、おそらくはTC取得における官民それぞれの意識高揚と協調取り組みの重要性や、装備品における現状でのTSO、STCの重要性が論じられたと思われるところは高く評価します

○事業目標・計画(教育、研究、広報・アウトリーチ(国際化))の実施状況

事業目標が地域貢献だけでなく、国策に沿った内容となっており、自己評価活動も拠点全体に浸透してきていると評価された。目標設定の細目化や活動の広域展開の必要性、教育プログラムの見直しが指摘された。各委員のコメントは以下のとおりである。

コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

（１）荒井委員長

教育、研究、広報やアウトリーチ活動も含めて活動が継続されており、申し分ないところかと思えます。以前も述べましたが、アウトリーチ活動は機械学会や航空宇宙学会などの支部活動と共催（協賛）することで充実させることができますと思えますので引き続きご検討頂けるとよいと思えます。

下線部分回答；電気学会や機械学会の支部とは既に協賛や共催といった形でアウトリーチを進めておりますが、直接的に関係の深い航空宇宙学会と連携したアウトリーチを前向きに進めていきます。

（２）鈴木委員

それぞれ目標をたてて、自己評価を行う活動が浸透してきているようです。前回もお願いしたが、目標設定をより細目化することで、活動の方向付けができるのではと思えます。

下線部分回答；KPIを設定して、それに対する達成度を評価する手法が広く採用されており、次のステップ（空モビリティへの展開）では拠点としての短中長期のロードマップの策定とKPIによる目標管理を実施していきたいと考えております。

（３）炭田委員

拠点が掲げられる事業目標は地域にとってはもとより、国としても、後押しをする産業界としても極めて望ましいと思われるもので高く評価しますし、できるだけその地域性を排除頂き全国レベルの展開をしていただけるよう願うところです。①

特に航空機システム部門はその名にシステムを冠し、装備品を事業目標にされているところは他例もなく、現状の日本の弱点であるとともに発展ポテンシャルも備えたところだけにその特異性を評価しますし、宇宙システム部門に於かれても小型ロケット開発を掲げられていることはかなりの困難も伴うことでありますが実機プロジェクトがもたらすその効果が限りなく大きなものであることを体現されており、高く評価したいと思います。

研究の計画としては、航空部門が管制装置、ブレーキ系等といった重要な分野で直接的に装備品開拓につながるものをやられていることと共に、電動化プロジェクト、次世代モビリティ、また世界市場展開のための研究開発等と将来実動システムを容易に想定でき、多くの実りある成果を予想しやすい対象を設けて、地域進展を含めての研究対象とされ、さらに深めていこうとされ始めていることは研究もやりやすいし、対外的な理解と協調も得られやすいところがありますので、それらの計画を評価しますと共に、ここまでもその線に沿った実行をし、結果を出されていることを評価します。またこういった研究の場合、装備品も特定せず全般にわたるというメリットもあります。特に2025年以降は次世代モビリティ分野への展開と挑戦を通してその社会実装化推進を前面に出されての活動をやっていかれそうですので、ぜひその関連システムの高度化と実用化に尽力いただくよう期待しておりますが、現在もやられ始めているNEDO研究の中の環境試験技術の検討では世界のメーカーにS-Birdを始め日本が持つ諸試験設備を使ってもらえるよう拡散と徹底をお願いしますと共に、電動等の将来民間機に対応する開発試験、認証取得装置はさらに幅の広い高度なものが要求されますので、それを見越したS-Bird指導をお願いします。

宇宙部門でも小型ロケット打ち上げを掲げた計画と共に、宇宙線や5G、複合材等大きい現象や分野を対象にされますと、上述の実機プロジェクトと同様の効果をもたらす

ものと計画の選定を評価します。

基盤研究部門に置かれても電動化の流れの中で、モータ、発電機、パワエレ系を重点的に選択され、外部資金獲得研究としてもそれを銘打った諸研究を実施されて実績をあげられていることを評価します。

教育の計画については、人材育成部門という特化した組織も設けられ、学生にアンケートも取ってその反映を配慮する体制を持たれているところとか、JAXA とは連携大学院制度を設定され、そのほかにも JAXA の無人実験機研究にも直接関与されるなどなど研究所と色々な関係を持たれて更なる充実を図られている点、また社会人教育はもとより、小中高生教育も実施して地域浸透を図られていることは高く評価したい。ただ大学院での航空機システム教育プログラムには構造が含まれていないが、後述するように構造もシステムの一部とみなされる方向付けを持っていることもあり、追加されるべきではと思われます。② また航空機装備品認証・システム安全特論 I・II を開講され、事業推進の難関や当該産業の近未来像に講義の輪を広げられていることは大いに評価しますが、システム工学として後述しますような将来システム論を入れていただくことはいかがでしょう。② コア技術として何をやっていくべきかの指針を示すものにもなるうかと思われま

す。広報・アウトリーチについては、様々な機会や媒体を使って拠点や研究の紹介と共に諸企業との接触を図られていること、地域の社会人を始め小中高生等若年層の教育も実施されて地域の意識を高められていること、また海外研究機関や研究者とのつながりを持たれて国際的な催し物や講義等も実施されて社会的ポテンシャルを挙げられていることは高く評価します。

諸企業との接触活動をさらに増加され、共同研究等に発展させていくような動きが重なっていきますと、地域育成はもとより新たな製品開発にも結びつき、更なる貴事業目標の達成に繋がっていくかと思われま

す。下線部分①回答；拠点設立の趣旨が地域との繋がりがきっかけであることもあり、自治体や地域企業との連携を中心に活動を行ってきたところですが、研究開発活動そのものは地域にとどまらず、広く、国内外の機関と連携して推進しています。今後、これらの成果を社会実装するにはより広域的な展開が必要であると認識しております。

下線部分②回答；令和7年度の見直しにともない拠点全体を空モビリティ分野への展開へと改組する計画があり、それにともなって教育プログラムの見直しも図る予定です。その際には、構造系やシステム工学を含むプログラムの体系化を検討いたします。

○研究業績について

研究業績は年を追って増加傾向であることが評価された一方、教員による差が大きいと指摘された。各委員のコメントは以下のとおりである。コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

(1) 荒井委員長

昨年よりも論文数は増えているようですが、私から提示させて頂いた「1人あたり2本/年」という目標は（やや厳しい目標かもしれませんが）今後もその数字を目指してご努力をお願いしたいと思います。ちなみに、5年間で見ますと明らかに論文数は増加傾向ですので、これは本研究拠点としての成果の表れであると考えております。ただし、一部の業績数が非常に多い先生と、数年にわたって業績数が少ない先生に分かれる傾向はみられますので、そういったアクティビティの差をどう埋めていくのかというところ

が大学全体、工学部、本拠点としての平均的な研究能力の確保、結果として科研費を中心とした外部資金の獲得にもつながるものと思います。コロナがやっと収束しましたので、国際的な学会活動や共同研究の広がりにも期待しております。

下線部分回答; 教員個々のアクティビティの差はご指摘のとおり、当拠点にとどまらず、大学全体にわたっていると認識しております。本来、研究所や研究拠点への参画は異分野との連携によって大型研究資金の獲得のみならず、研究業績の増加にも繋がるはずですので、部門内の教員同士の連携、部門間連携を一層推進していきます（そのような施策を進めてきたところですが、まだまだ足りないと感じております）。

(2) 鈴木委員

自己評価を明確に実施することで、論文発表も確実に増えていると思います。評価を実施する効果がでていていると思います。

(3) 炭田委員

航空機システム部門の当該年度展開では航空機の電動化に加え、次世代モビリティの社会実装等のプロジェクトのもとでの研究や、従来からの管制系、ブレーキ系、ミリ波レーダや FDM 等の装備品ベースの研究等々をこなされ十分拠点目標に沿った活動をやられていると評価します。

また宇宙システム部門では小型ロケットをキーとした諸研究や、軽量高強度金属材料、複合材料、宇宙放射線観測等の研究を実施され、十分部門目標に沿った活動になっていると評価します。

そして基盤技術部門ではモータやパワーエレクトロニクス関連基盤技術を始め、ポスト 5G 関連基盤技術等での諸研究を実施されており、部門目標に十分合致したものと評価します。

特に科研費絡みの諸研究では航空・宇宙部門でも基盤研究に類する項目をいくつも対象とされており更なる増加と共に成り行きを期待するところに大きいものがあります。

研究業績の成果としての論文発表、講演等も十分計画を上回れており、著作や解説と共に査読論文、国際発表等も増加の傾向にあることを評価します。

○海外研究者との共同研究等について

ユタ大学への学生派遣や講演会の実施が評価されたが、分野毎（部門ごと）にばらつきがあると指摘された。各委員のコメントは以下のとおりである。コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

(1) 荒井委員長

現状でも大学間の交流や学生の渡航などの実績は出ていますが、やっとコロナが空けたところですので、今後の研究者交流、学生交流の活発化に期待したいと思っております。

(2) 鈴木委員

分野ごとにばらつきがあるように思います。国際的なイベントを企画することで交流を活性化するような促進策も検討いただくとよいのでは。

下線部分回答; 個別・五月雨的に海外研究者を招聘したところですが、どうしても個々の事情に大きく左右され、部門毎のばらつきが生じておりました。国際的なイベントは大変良いご提案で、来年度は困難ですが、国際シンポジウムの開催を企画したいと思います。

(3) 炭田委員

宇宙部門がユタ大学と関係を持たれ、学生も派遣される等国際的な活動をされていることは日本の宇宙を国際的に位置づけるものとして評価します。

そのほか拠点としてコロナ下の厳しい環境にもかかわらず、幾人かの海外研究者を招いての講演会も再開していかれる努力を重ねられており、今後の更なる国際共同研究の増加と、そのもたらす大きな効果に期待するところ大です。

○外部資金の獲得について

昨年度に引き続き令和5年度も大型の外部資金を獲得したことが評価されたが、一層の努力が要請された。各委員のコメントは以下のとおりである。コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

（1）荒井委員長

2020年度比で2022年度、2023年度は倍以上の外部資金を獲得なさっており、NEDOや文部科学省パワエレ関連の資金獲得は佐藤先生のグループと柳原先生のご努力に負うところが大きいと思いますが、名大や東北大に負けないほどの外部資金を獲得しておられ、非常に高く評価できます。柳原先生を中心としてNEDO「次世代空モビリティ・・・」に採択されていることも素晴らしい成果と感じました。繰り返しになりますが機械系の先生方にはさらにいっそうのご努力を期待したいと思います。必ずしも研究代表になる必要はないと思いますが、SIPやCRESTなどへの参加や、企業と協力してのNEDO先導研究、サポインへの応募など積極的な展開を望みます。

下線部分回答；機械系は本研究拠点にとっても重要な分野ですので、機械系教員同士の連携にとどまらず、電気と機械との連携によって大型プロジェクトに挑戦したいと思えます。

（2）鈴木委員

航空機電動化の大きな流れがあり、着実に外部資金も獲得できています。若手の外部資金獲得も活発で評価できます。一方で、若手の研究者にとっては、事務作業が増える懸念もありますので、大学としてのサポートに期待します。

下線部分回答；ご指摘のとおりです。プロジェクトを推進するにあたり、学外の連携先の探索などには拠点内の年配教員がサポートする、実施計画書、実施報告書の作成についても分担研究者が代表研究者をサポートするなどの対応を行っておりますが、事務作業の軽減については十分とは言えません。大学の正規職員がプロジェクトの事務作業を負担する仕組みとはなっておらず（相手方契約や購入物品管理などを除き）、外部資金人件費または間接経費でコーディネータあるいは事務補佐員を採用して対応しているのが実情です。事務系担当者に研究者へのサポートを継続して要請していきます。

（3）炭田委員

外部資金については、国レベル、地域レベル、またJAXAと多彩な対象を有されて年々より多額の資金を集められており、その大変さを克服もされていることを評価します。

各研究項目での個別取得ではそれぞれの成果を上げておられますが、特に実機プログラムを含められたものはその成果がより強く社会的方向付けの進展に寄与します。長野県での航空機システム電動化プロジェクトや、次世代モビリティ活用推進ではぜひ実機システム構築を内容としてもたれていくことをお願いしたいと思いますし、次に狙われるNEDOでの将来航空機システム研究に於いても、実験機プログラムをその内容に盛り込まれることを強くお願いしたいと思います。

下線部分回答；以前よりご指摘を頂戴しております。拠点の次なる展開として構想している「空モビリティ」では要素技術の開発とこれらを結集した実機試作・評価をミッションに掲げて事業を推進していく計画です。

○今後の方向性

当拠点は令和7年度の組織見直しを予定しており、評価委員の先生方から貴重なご提言をいただいた。各委員のコメントは以下のとおりである。コメント中の問い合わせ事項（下線を付す）については拠点としての回答を記した。

（1）荒井委員長

ロケット打ち上げのプロジェクトに関しては、最終的に衛星軌道に到達させるような実験を想定すれば、能代(JAXA)や大樹町(インターステラ)などの協力を頂かなければならないのでしょうか。どこまで諏訪湖での実験の範疇で行えるのか、先日の会議の際にご質問したかったのですがうっかりしました。最終ゴールを設定してその実現の方向性に動くフェイズに来ていると感じます。

磁気デバイス関連のプロジェクトは名大工学部（信大工学部の誤りでしょうか？）として最大の売りであり、国内外に誇れる研究技術であると思います。佐藤先生に続いて、曾根原先生をはじめとする若い先生方が研究を受け継がれることで、名大工学部（信大工学部の誤りでしょうか？）として、本研究拠点としてのアクティビティを維持して頂ければと思います。

装備品や航空システム関連の研究拠点として、飯田のサテライトキャンパスは日本の中でも唯一と言えるほどの独自性を持った研究・教育組織であると思います。もちろん、ここまでの成果において柳原先生の功績が大きいと思いますが、さらに5年・10年のスパンで教育と研究を継続頂ける方を新たにJAXAやCANON電子（例えば）などから招聘し、拠点機能の維持を目指して頂ければと思います。

いわゆる「空飛ぶ車」や電動航空機関連のプロジェクトは今後も国プロレベルで継続されることと思いますが、一部では「空飛ぶ車」は結局のところ小型ヘリコプターと違わないのではないかと、といった意見や、「電動航空機は航続距離が短すぎて使い物にならない」といった意見も出始めており、実際、「空飛ぶバイク」のベンチャー企業が倒産するなど現実的な話が聞こえてくる状況になっています。ですので、電動化にせよ、空モビの話にしても、夢物語にならないレベルでの（確実な実用化を見据えた）研究開発が必要になってきています。水素の航空機利用に関するプロジェクトには小職も関わっていますが、水素はエネルギー密度がガソリンやケロシンに比べて低いので、燃料タンクが巨大になるなど、まだまだ課題は多い状況と言えます。こうした様々な状況も踏まえながら、次世代航空機の開発に関する次の目標を定めて頂ければと考えております。

コメント全体に対する回答；当拠点の今後の方向について貴重なご提言をいただき、ありがとうございます。信州大学先鋭領域融合研究群の第3期に向けて研究拠点の活動方針、ロードマップ、KPIの策定等々に参考にさせていただきます。

（2）鈴木委員

卒業生も増えてきていると思いますので、卒業生へのアンケートも行っていたかと、在校生とは違った見方も出てくるのではと思います。

下線部分回答；令和6年度の拠点年次シンポジウムでは航空機システム研究室の修了生をお招きしてのイベントを企画しております。その際、アンケートとともに、既に企業において活躍されている修了生の、生の声をいただく機会とする予定です。

(3) 炭田委員

基本的には拠点の設定目標に沿って、これまでやられてきたこと、今やっけていっしやることを継続されることかと思ひます。

しかし、実態としてカバーできていない分野も多いことをご認識頂き、やれてない分野については他からの支援も許容し、全体を把握しながら設定目標に対峙されていくことこそ今後に求められる方向性ではと思ひます。

我が国の航空宇宙分野は残念ながらきわめて脆弱な民間指導力を露呈する今日になっています。将来のあり姿は皆さんが思い描かれるものではないかと思ひますが、その実現のためには目先の例えば社会実装された次世代エアモビリティ等を着実に現実のものにしながら、ベースとなる諸基盤研究にこそ力点を置いていくべきなのが今日の実情で、大学、研究所に期待されるものが極めて大きい状況かと思ひます。

また外部資金利用の研究も実態のハード/ソフトの進展を求めて着実にステップを築ける実験機等の実機プロジェクトをコアにした次世代システムの研究こそ必要なものです。宇宙分野の小型ロケット打ち上げで体感されている効果だと思ひますし、地域での活動を含めた次世代エアモビリティの分野でも目指されている目標だと思ひますが、これを次世代航空機にも波及し、コアメンバーとしてでもプログラムを立ち上げていかれることを望みます。

そして実態としては実行されていると思ひますが、航空、宇宙の各システムにつきまして現状の分析とそれらの将来方向を明確にし、必要に応じアップデートしていくことが肝要かと思ひます。全員周知の上で目標に向かうことはその実現にとって大事ですし、その動きは外部社会を動かします。

所属教員の皆さんの諸研究については広く一見関係なさそうなものもいろいろなものの全方面的発展のために欠かせぬものとして排除すべきではないと思ひますが、特に若い教員の方々には部門に所属される根拠と意気込みを表明願うことが必要ではないかと思ひます。

また現在十分な広報、アウトリーチ活動をなされていることは認識し、高く評価していますが、今後は更に各企業への宣伝活動と個別指導活動を強化されていくことを願ひます。個別案件に於いての各企業との共同研究等が発生してそれが盛んになれば、自然とシステムの発展が装備品を単位としたものにもなり、企業育成にもつながっていくものと期待されます。もし自部門での対応が困難なところが出てくるようなことがあれば外部力も利用することもご配慮いただくと協力される場所は必ず出てくると思ひますし、育成の実が上がると思ひます。

コメント全体に対する回答；外部評価会でも申し上げましたが、信州大学先鋭領域融合研究群の第2期期間が令和7年3月末をもって終了し、同年4月から当拠点は空モビリティへの展開のために組織の見直しを行います。様々なご指摘を参考にさせていただき、研究開発の体系化（要素技術開発とこれらのシステムへの統合化）と組織化を目指します。

○その他特記事項

特記事項として様々な視点でコメントをいただいた。今後の方向性と絡めて、拠点の今後の発展的展開に繋げていきたい。

(1) 荒井委員長

エアバスが国内の Tier 1 企業との連携を模索しはじめています。反面、ボーイング

は機体製造のコストダウン化や研究開発人材の確保、さらには多くの事故で機体の信頼性が損なわれている件など、さまざまな面で苦戦している状況がうかがえます。航空装備品の研究開発においては、こうした実機メーカーの状況・研究展開をウォッチしたうえで、国内 Tier 1 産業の動きにも目を配る必要があります。これまでは Boeing 787、AIRBUS A350 といった CFRP 製の機体は、使用寿命を終えた後に飛行場で”野ざらし”のまま廃棄されるといったことが多かったのですが、これらの機体メーカーも重い腰をあげて「リサイクル⇒機体から機体への水平リサイクル化」に取り組み始めました。日本には炭素繊維リサイクルの優れた技術を持つ企業が多いこともあり、航空機メーカーから日本企業への声掛けも盛んに行われています。それに伴って、航空機のリサイクル、リサイクル材料の評価、リサイクル部品成形法の技術開発も注目を集めています。昨今は JST ならびに NEDO の事業において「リサイクル」でさえもはや古い概念とさえ言われており、脱炭素化、サーキュラーエコノミー、資源の水平循環、循環型社会への対応、といったキーワードに絡む研究が望まれています（これらのキーワードももはや古いというご意見もありますが・・・）。長くなりましたが、本航空宇宙拠点での研究においてもそういった要素をぜひ取り入れて頂いて、新たな資金獲得を目指して頂けるとよいと思います。

コメント全体に対する回答；外部評価会でもリサイクル技術が話題になりました。部材の廃棄処理・リサイクルまでを見通したライフサイクルが確立されないと事業の継続性が担保されないのは自動車、家電機器が良い例です。ご指摘は非常に示唆に富み、新材料や新デバイス、システムなどの新規技術の開発と同時にリサイクル技術の開発も進めていく重要性を改めて実感いたしました。新しい組織の枠組みでは是非、入れたいと思います。

（２）鈴木委員

飯田キャンパスでの学生アンケートと、それを踏まえた対応策が検討されており、アンケートのフィードバックが明確になされていることがうかがえます。他のアンケートに関しても、集めるだけでなく、その結果を今後どう生かすかといった検討も進めていただければと思います。

下線部分回答；アンケートの集計結果を分析し、課題を整理してフィードバックしていきます。課題を抽出するため、設問の仕方に工夫が必要であると認識しております。

（３）炭田委員

現状の貴航空・宇宙部門における実施研究、およびその成果が十分なものであり、更なるポテンシャルを有していることは評価しておりますが、当該システムの部分的なものになっており、基盤技術部門では変革の中心領域の一つを網羅されていますものの、他部門ではそのコア部分がなく、全体を論じるに難があるのでは感じられます。具体的には直接的なフライト・コントロール論、コックピット・コントロール論やアクチュエーション論等がない。大型ロケット論、ステーション、衛星議論、月面活動系の議論等々もあってもう少し網羅的になっていき、これに伴い基盤研究の幅も広くなれば、更なる拠点の発展につながるのではと僭越ながら申し上げました。

これは現状の貴研究拠点の活動と実績を設定されている目標に十分沿ったものとして評価させて頂いており、それを否定するものではなくさらなる向上を願っての余計な申しようではありますが、航空機システムにつきましての将来像について私見を述べさせていただきます。

排出ガス規制が発端となりました電動化の現象は、大型無人機、空飛ぶクルマ、小型

/中型航空機とその周辺システムに及び、大型航空機の領域でも SAF に加え水素燃料での展開が見通しの中に描けるようになりました。超音速静粛旅客機もその延長線上にありますし、海外では翼胴結合等の新しい機体形状機も検討されており、そしてこれは今現在も構想にあります燃料電池系の滞空型高高度無人機にも影響を及ぼす全体航空系システムの総括的な動きとなっています。

この動きはモータ、発電機、パワエレ等の動力系の電動化が契機となり、それが主体となって油圧系が無くなっていくなどの現象となっていますが、それにとどまることなく航空機システムとしての変革を伴うものとしてもとらえることができます。

この別の動きは現在、IoT/DX の流れがあることにも起因していますが、全体のデータトランスフォーメーションが動力系以外にも起き、従来、飛行制御、航法管制、コックピット、空調、脚、等のサブシステムと、各々の系でのセンサ、コンピュータ、アクチュエータ等で構成されて、動力系と電気/電子系とで必要に応じて繋がったシステムになっていたものが、一本のデータバスのもとにデータの共有化と共に統合化されて、これを総括制御する一つの全体システムのもとにコントロールされていくというシステムへの変化現象にもつながっています。

フライト・コントロール系が代表していく可能性がありますが、その中に全体コントロール機能を持たせ、そのほかの系をその傘下系とするシステム構成になります。

そしてまたこれはモーフインのように構造制御を空力制御で行い、飛行制御につなげていって構造を含む機体全体を一つのシステムとして扱う形態も近未来での視野に入るものとして現実性を持ち、航空機運用に特化した AI の組み入れと共に従来の自動運転を逸脱して無人機、モビリティ、航空機と対象に応じた自律性を持った次世代航空機システムの姿を描くものになります。

油圧系はなくなり、各種の様々な電動アクチュエータが肩代わりしていきますし、空調系もエンジンがないものはモータを原動力としバルブ操作は電動です。

センサは新しいものが、例えば翼面圧力計群が新たなコントロール系構想の中で発生してきますし、管制航法のレーダや周辺システムを含めた諸情報もセンサ情報になってきます。

またシステム設計製造の手法としても 10-9 が緩むことなく、しっかりした安全性・耐空性は厳しく求められますが、ソフトウェアの位置づけがより高まり、セキュリティへの感度も重要視されてきていると共に、システムの認証過程においてもモデルベースの考え方が浸透する等、対応の変化が求められてきています。

まずは、フライト・コントロール、電動アクチュエーションと共に、次世代モビリティ検討での自律航法検討等を実施され、現状枠を広げられていくことを切望いたします。

そして、これらは現状の貴拠点の諸活動や、それらの諸成果がその事業目標に合致したのになっており、また発展性も有されていることを認めさせて頂いたうえでの付言になりますことを再度申し添えます。

コメント全体に対する回答；多岐にわたるコメント、ありがとうございます。航空機装備品の研究開発と人材育成は当研究拠点の特徴でもありますし、規模の大小はともかく、小型ロケットプロジェクトは複数の要素技術を結集して機体を試作して打ち上げ実験まで行うという JAXA ロケットのミニチュア版とも言えます（荒井先生がご指摘のように、今後、どのように展開していくかは重要な課題です。）。

次なる拠点の展開では、要素技術（リサイクル技術も）の開発にとどまらず、これらを統合したシステムの試作開発、運転実証までをカバーする組織への改編を考えており

ます。そのための専門家の招聘も検討する予定です。ご期待の 100%までには到底至らないとは思いますが、これまで信州大学が不得手にしてきた統合システムの研究開発と人材育成をミッションに掲げることを構想しております。

以上