

炭素繊維複合材成形技術開発

評価用資料

平成27年11月16日

経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課

三菱航空機株式会社

目 次

1. 事業の目的・政策的位置付け	1
1-1 事業目的	1
1-2 政策的位置付け	1
1-3 国の関与の必要性	3
2-1 研究開発目標	4
2-1-1 全体の目標設定	5
2-1-2 個別要素技術の目標設定	6
3-1 成果	7
3-1-1 全体成果	7
3-1-2 個別要素技術成果	7
3-1-3 特許出願状況等	17
3-2 目標の達成度	19
4. 事業化、波及効果について	20
4-1 事業化の見通し	20
4-2 波及効果	20
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	22
5-1 研究開発計画	22
5-2 研究開発実施者の実施体制・運営	23
5-3 資金配分	24
5-4 費用対効果	24
5-5 変化への対応	24

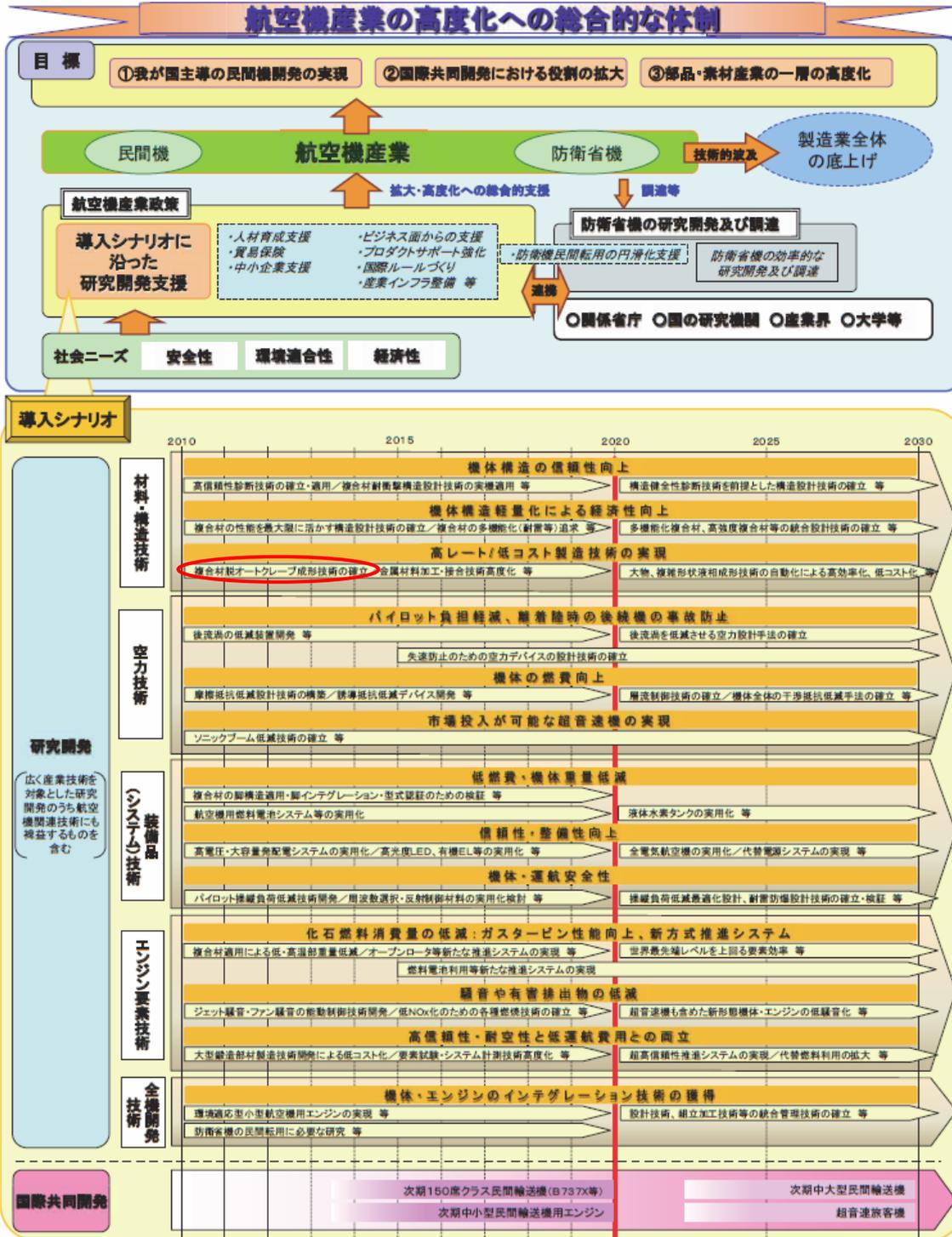
1. 事業の目的・政策的位置付け

1-1 事業目的

航空機、自動車及び鉄道から船舶に至るまでの幅広い輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大することにより、エネルギー使用の合理化に資することを目的とし、VaRTM と呼ばれるオートクレーブを用いない先進的な炭素繊維複合材成形技術の研究開発及び実大規模の実証を行うことを目的としている。

1-2 政策的位置付け

本事業はオートクレーブを用いない炭素繊維複合材成形技術の開発を目指しており、経済産業省が策定している『技術戦略マップ2010』の航空機分野の導入シナリオ（図1-1）において「複合材脱オートクレーブ成形技術の確立」として記載されている研究開発項目の一つと位置づけられる。



出所：技術戦略マップ2010

図1-1. 航空機分野の導入シナリオ

1-3 国の関与の必要性

今般の燃料価格高騰の折、輸送機器やエネルギー機器に対する省エネ要求は以前にも増して高まっており、これら機器の軽量化を図ることが必要となっている。炭素繊維複合材は金属材料に比べて軽量かつ高強度という特色を有しているため、炭素繊維複合材の適用範囲を拡大することにより、これら機器の軽量化を図ることが可能である。しかしながら、現在主に用いられているプリプレグを使用した成形方法では、大型・高価でエネルギー消費も大きい設備（オートクレーブ）を必要とするうえ、曲率の大きなものなど複雑な形状の部品を品質や強度を保ちながら成形することに困難が伴うといった問題がある。

本事業は、こうした課題を克服する先進的な炭素繊維複合材成形技術を開発するものである。

一方、本事業においては“机上の技術”ではなく真に実用的な技術とすべく、開発した炭素繊維複合材成形技術を実大規模の供試体（航空機）にて技術実証する計画となっている。このような実機での検証（設計・製造・試験）を含む開発においては、開発期間が長期に亘る上、多大なリソースを要するとともに、関係省庁との調整も必要となり、民間企業単独での実施はリスクが非常に大きい。

以上のような観点から、本事業については国の関与が必要である。

2. 研究開発目標

2-1 研究開発目標

メタル材に比べ軽量である炭素繊維複合材を用いた部材・製品の普及を図る為、強度・品質安定性を保持しつつ複雑な設備を要しない炭素繊維複合材成形技術（VaRTM 成形技術）開発を実施し、小型航空機サイズの試作機（供試体）による実証を通じて当該技術を確立する。これにより、幅広い輸送機械等における炭素繊維複合材の適用拡大を図り、エネルギー使用合理化に資することを目的とする。

本炭素繊維複合材成形技術を適用することにより、製品のレベルにおいて、アルミ材と比較して 15%以上の重量軽減、アルミ材と同等の生産性を実現することを目標とする。

2-1-1 全体の目標設定

表 2-1. 全体の目標

目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
<p>小型機尾翼に適用して、アルミ材と比較して15%以上の重量軽減を実現する。</p>	<p>本成形技術を小型機尾翼に適用するのに必要な材料スペック設定、プロセス設定、設計許容値確立を行うとともに、小型機の尾翼の設計を完了する。</p> <p>設計した小型機尾翼において、アルミ材と比較して15%以上の重量軽減を実現できる見通しを得る。</p>	<p>一般的に、炭素繊維複合材（プリプレグ法）を用いた場合、従来アルミ構造より比強度が高く、20%を超える重量低減も理論的には可能である。</p> <p>実際に航空機の構造部材に適用する際には、適用部位の置かれる環境条件や衝撃損傷等の外的影響及び様々な製造上の制約等を考慮する必要があり、重量低減効果は凡そ15%程度になると言われている。</p> <p>さらに、汎用的に用いられる VaRTM 法はプリプレグ法に比べて品質の安定性の確保が難しく、設計時の許容値をかなり低く設定する必要があり重量軽減効果が大きく低下してしまう。</p> <p>本研究開発では材料の改良や厳密なプロセスコントロール及び適用構造での強度低下リスク検証とその最小化検討等に加え、本技術の航空機への適用の妥当性を担保する指標として航空局による規定適合性審査を受審することにより、プリプレグ法と同等の15%程度の重量低減効果を目指す。</p> <p>プリプレグ法と同等の重量軽減を実現することは、成形法としてより高効率な VaRTM 法の普及に必要な達成目標である。</p>

2-1-2 個別要素技術の目標設定

表 2-2. 個別要素技術の目標

要素技術	目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
(1) VaRTM 材料仕様の設定	材料特性試験を完了し材料仕様を確立する。	同左	航空機の一次構造へ適用するには、物理・化学・機械特性を再現性よく満足する必要があり、それを実現する材料仕様を設定する。
(2) VaRTM プロセスの製造安定性確立	プロセススペックを制定するとともに、製造時欠陥影響を確認する。	同左	航空機の一次構造への適用には、安定的に製品を製造可能なプロセススペックの制定が必要である。
(3) 実大規模の供試体設計のための設計許容値確立	試験により設定した許容値に対する低下リスクを排除する。	同左	設計許容値試験を実施して設計許容値を設定する必要がある。
(4) 実大規模での技術成立性実証	小型航空機サイズの試作機（供試体）を製作し、開発した成形法の成立性・妥当性を最終検証する。	実大工作試験等を通じて試作機の製作プロセスを確立する。	開発した成形法の成立性・妥当性を最終検証するには、実大規模の航空機を供試体として用いた実証を行い、所定の安全性審査をクリアすることにより、それらの技術的成立を確認することが必要である。

3. 成果、目標の達成度

3-1 成果

3-1-1 全体成果

本研究開発では VaRTM 法で成形した複合材を航空機の一次構造に適用することを目指しているが、その為には強度・剛性等の特性を再現性よく満足する必要がある。そこで材料とプロセスに対し、品質管理上満たすべき基準を検討し、それぞれをスペックとして定めるとともに、試験を行いそれぞれのスペックの妥当性を確認した。

また小型航空機の尾翼への適用を想定し、設計許容値を設定するとともに、その妥当性については設計許容値試験を通じて確認している。

加えて、実大工作試験、初品認定試験を通じて試作機の製作プロセスを確認し、それに続いて試作機部品の製作を開始した。

3-1-2 個別要素技術成果

(1) VaRTM 材料仕様の設定

航空機構造のうち、主翼・尾翼桁間構造等、機体において空気力等の主荷重を支持する構造を一次構造（もしくは PSE (Principal Structural Element) 構造）と称する。一次構造の強度・剛性不足は機体の安全性に大きな影響を与えるため、民間航空機一次構造体に適用される材料・成形法は、我が国では耐空性審査要領等の規定への適合性を示すことが必須である。そこで、確実に材料品質の安定性を確保するためには、材料仕様をスペックという文書の形で明確化する必要があり、特に複合材料の場合はスペックに準拠した材料が物理特性、化学特性、機械特性とともに、十分満足するものかを評価しなければならない。

VaRTM 材料の試作機における適用想定部位を尾翼桁間構造と設定し、(3) 項で示す設計許容値取得試験結果を反映した尾翼桁間仕様に供するに足る、材料スペックを炭素繊維材料スペック・織物基材材料スペック・樹脂材料スペックの三種類の構成とした。VaRTM 技術は(2) 項に示すプロセスで示されるとおり、最終製品形状の炭素繊維織物基材積層体に後から樹脂を流し込む成形手法をとるため、従来複合材技術であるプリプレグ材料と異なり、炭素繊維織物基材と樹脂の二つの材料スペックにて管理することが必要である。また織物基材は、炭素繊維方向が最終製品の強度・剛性を支配する NCW (Non Crimp Woven) 織物という、従来一方向材プリプレグに似た特性を持つ材料構成としている(図 3-1)。当然ながら、織物基材中の炭素繊維自体も材料の特性に大きな

影響を与える材料要素であるため、今回炭素繊維そのものについても材料スペック化を実施した。尚、炭素繊維自体を材料スペック化する動きはプリプレグ材でも同様に航空機業界で一般的な流れとなりつつある。

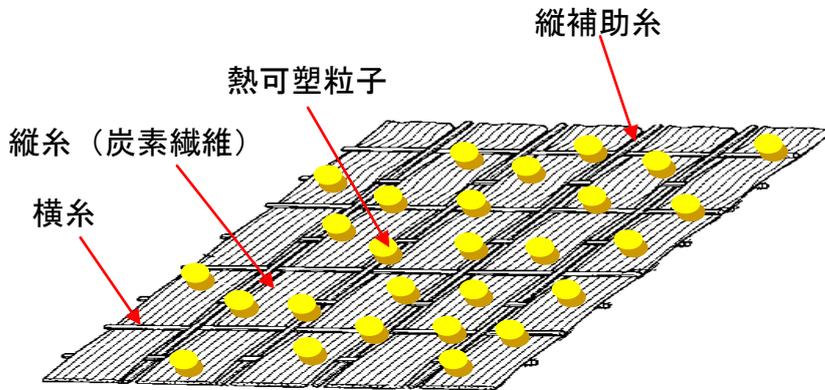


図 3 - 1. VaRTM 織物基材の構成 (NCW 織物)

上記に従い三種類（炭素繊維・織物基材・樹脂）の材料スペックを作成し、更に現状の VaRTM 材料が、物理特性・化学特性・機械特性の各材料スペックの要求値を全てにおいて満たしているかを評価するための、材料特性試験（Material Characterization（マテキャラ）試験）の試験方案を作成した。本材料特性試験を実施するにあたり、どのように VaRTM 材料が民間航空機として遵守すべき規定に適合するか、を記載した Certification Plan（適合性証明計画書）を国土交通省航空局技術審査センターにて説明した上で、航空局にて材料スペックや材料特性試験方案を審査いた。

炭素繊維・織物基材・樹脂のスペック及び試験方案については、適合性判定書を取得した。また、東レ株式会社とともに、上記試験方案に従い材料特性試験を実施し、完了した。織物基材については樹脂を合わせた複合材料パネルによる機械特性試験も実施し、取得データの一部は材料許容値（Material Allowable）試験で取得予定の統計解析データへ適用した。

(2) VaRTM プロセスの製造安定性確立

(1) 項で示した材料仕様設定と同様に VaRTM 技術を安定的に航空機一次構造部品に適用するためには、工手法（プロセス）の安定性を確立することも必須である。また、安定した品質確保のためには、VaRTM 成形プロセススペックの制定と成形時の品質低下を確実に検知できる検査スペック、特に非破壊検査（NDI）プロセススペックの確立が必要である。

VaRTM の成形プロセスの概要を図 3-2 に示す。VaRTM プロセスでは織物基材の表面に配置した熱可塑粒子を活用し、樹脂を含浸していない「ドライ」な状態でも従来プリプレグと同等の成形性が確保できるよう工夫している。樹脂含浸前にホットコンパクションという工程を設けることにより、樹脂含浸および硬化後の板厚変動量をコントロールし、従来 VaRTM 工法で課題となる大気圧との差圧のみでの繊維体積含有率 (V_f =Volume of Fiber) のばらつきを最小化し、安定して生産するプロセススペックを制定し、航空局へ説明し適合性判定書を取得した。

またプロセススペックに規定されるプロセスウィンドウ等の妥当性を検証する為、温度条件等を考慮した試験を行い、安定した品質を確保できることを確認するとともに、必要に応じてプロセススペックへのフィードバックを行った。

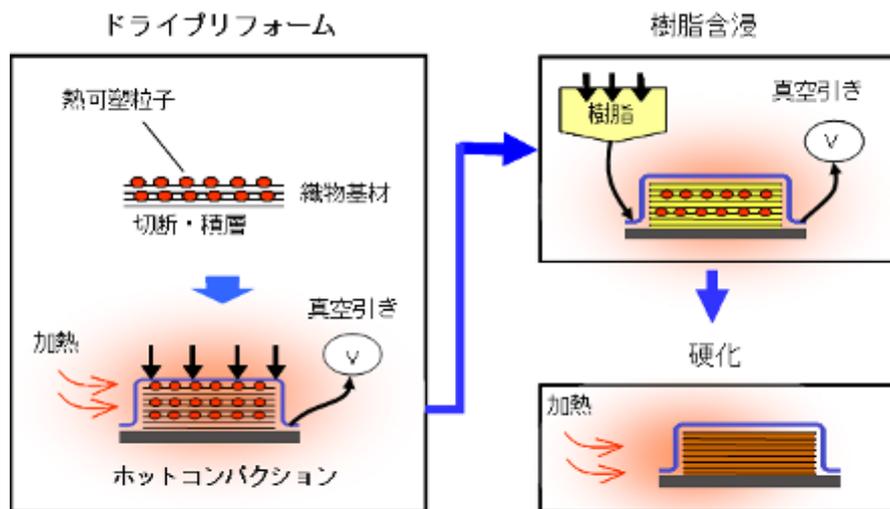
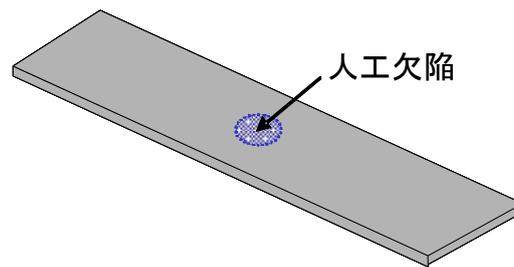


図 3-2. VaRTM 成形プロセスの概要

VaRTM プロセスの製造安定性の確立のためには、製造中に生じる各種欠陥に対して、強度維持の観点から許容される欠陥（許容欠陥）のサイズを規定するとともに、それ以上の欠陥については検査で確実に検出することが必要である。

本事業以前に実施した実大強度試験および試験後の断面観察評価等の検討結果に基づき、許容欠陥サイズを規定するスペックを制定した。また、この許容欠陥により強度の大きな低下等の事象を起こさないことを確認するため、人工欠陥を挿入した供試体を作成し、強度評価試験（図3-3）を実施した。



人工欠陥を挿入した供試体

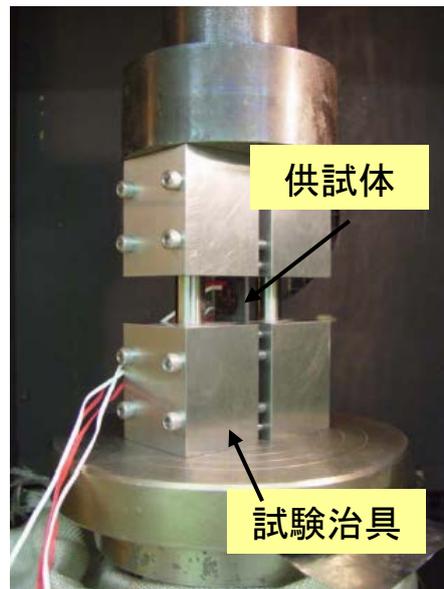


図3-3. 人工欠陥を挿入した供試体と強度評価試験

強度低下等を引き起こすような欠陥を検査で確実に検出するために、非破壊検査（NDI）プロセススペックの制定も必要である。これまでに基本的な平板構造を模擬した供試体を用いて実施したNDIの検出性評価試験の結果をもとに、有効な手法を設定し、NDIプロセススペックを制定した。また、当該プロセススペックは適合性判定書を取得した。制定したNDIプロセススペックの有効性を確認するため、試作機の板厚のバリエーション及び板厚変化を模擬し、定めた許容欠陥サイズ的人工欠陥を挿入した供試体（図3-4）を作成し、評価試験を実施した。良好な検出結果（図3-5）が得られ、制定したスペックに基づくプロセスで所望の欠陥を検出できることを確認し、検証を完了した。

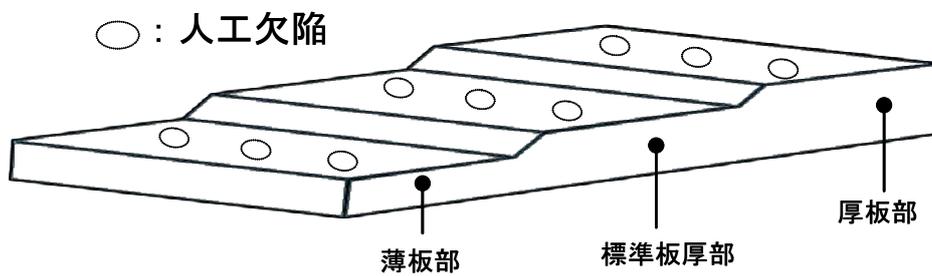


図3-4. 評価用供試体模式図

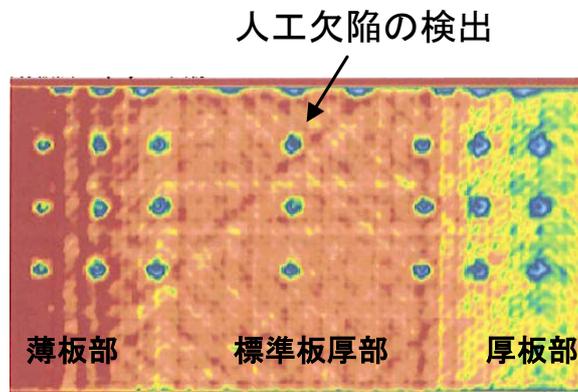


図3-5. 検出結果

更に、VaRTM 成形法によって製造された部品が何らかの理由で損傷を受けた場合に、規模に応じた修理が必要となる。比較的損傷規模が小さく、強度回復を必要としない損傷に関しては樹脂の塗布・硬化などといった簡易な修理方法（コスメティック修理法）の適用が一般的である。一方、比較的損傷規模が大きく、強度回復を必要とする損傷に関しては、損傷箇所及びその周辺部をテーパ状に切削して損傷を除去し、当該部位を埋めるように修理材を積層、硬化する方法（スカーフ修理）の適用が一般的である。このうち、安全性の観点で重要となるスカーフ修理については、VaRTM 成形法の特徴を考慮し、従来のプリプレグ材とは異なる VaRTM 成形法特有の修理方法を開発してきた。

この修理方法の開発は、基本プロセスの設定、設計許容値の設定、プロセスウィンドウの設定、修理後の品質確認方法設定、実大レベルでの工作性確認、修理後の強度証明といった流れで進める。このうち、基本プロセスの設定は完了し、そのプロセスを用いた強度データの取得も完了した（図3-6）。

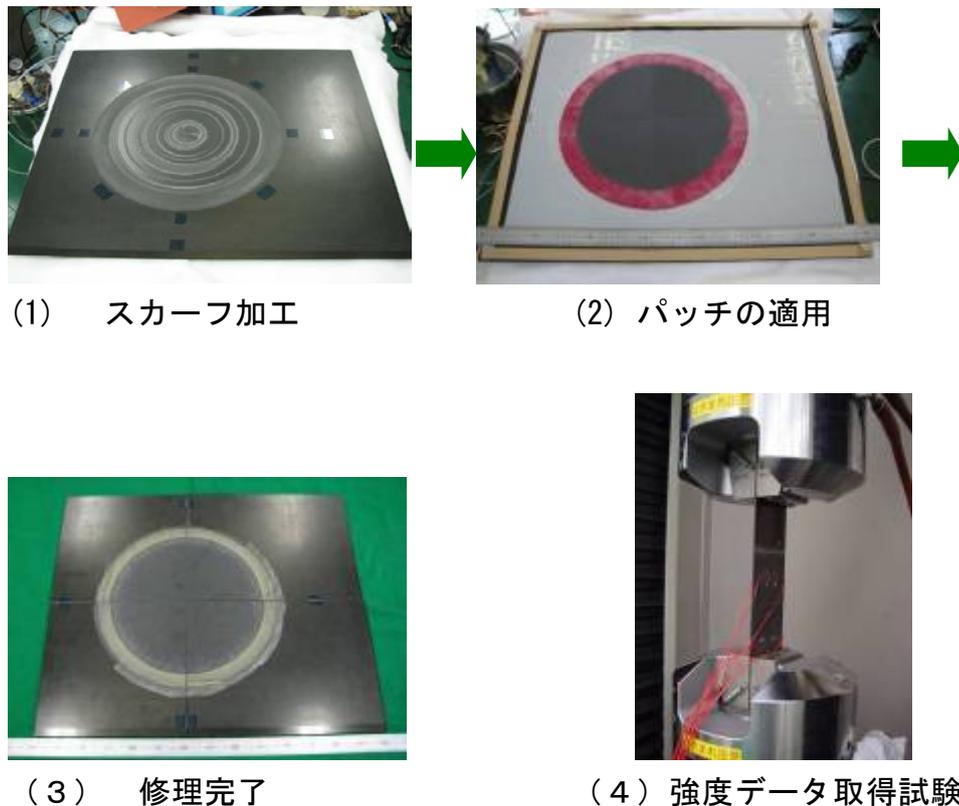


図3-6. スカーフ修理の基本プロセス及び強度データ取得試験

(3) 実大規模の供試体設計のための設計許容値確立

これまでに仮設定した設計許容値に対し、クーポンレベルや実大構造における強度試験等を行いその妥当性を確認し、これにより設計許容値を確立する。

設計許容値確立のためには、クーポンレベルでの試験をベースとして、統計的手法を用い、材料ばらつきによる影響や環境影響などを評価する必要がある。図3-7に示すように、複数の異なる製造バッチの材料を用いた供試体を準備し、それぞれ強度試験を実施し、データを統計処理することで、材料ばらつきを加味した許容値評価を行う。また一般的に複合材の特性は温度や湿度により影響を受けるため、許容値確立に際しては、環境（温度・湿度）による影響を評価することが必要である。そこで図3-8に示すように、試作機がさらされる環境条件を模擬した環境下で強度試験を実施し、設計許容値に環境による影響を反映した。

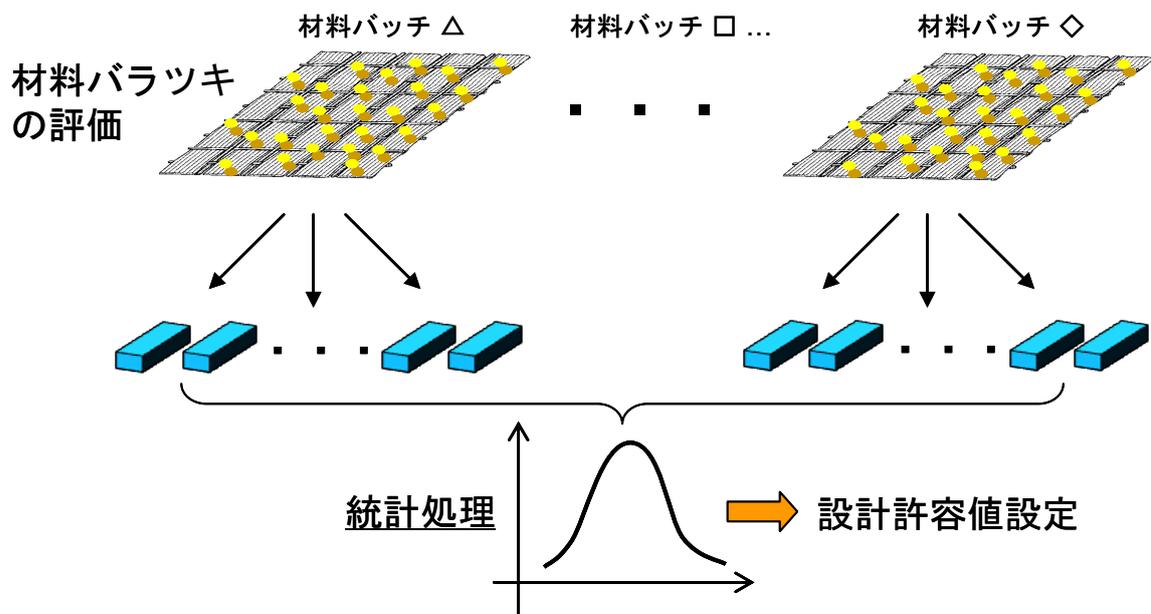


図3-7. 許容値試験における材料ばらつきの評価および統計処理の模式図

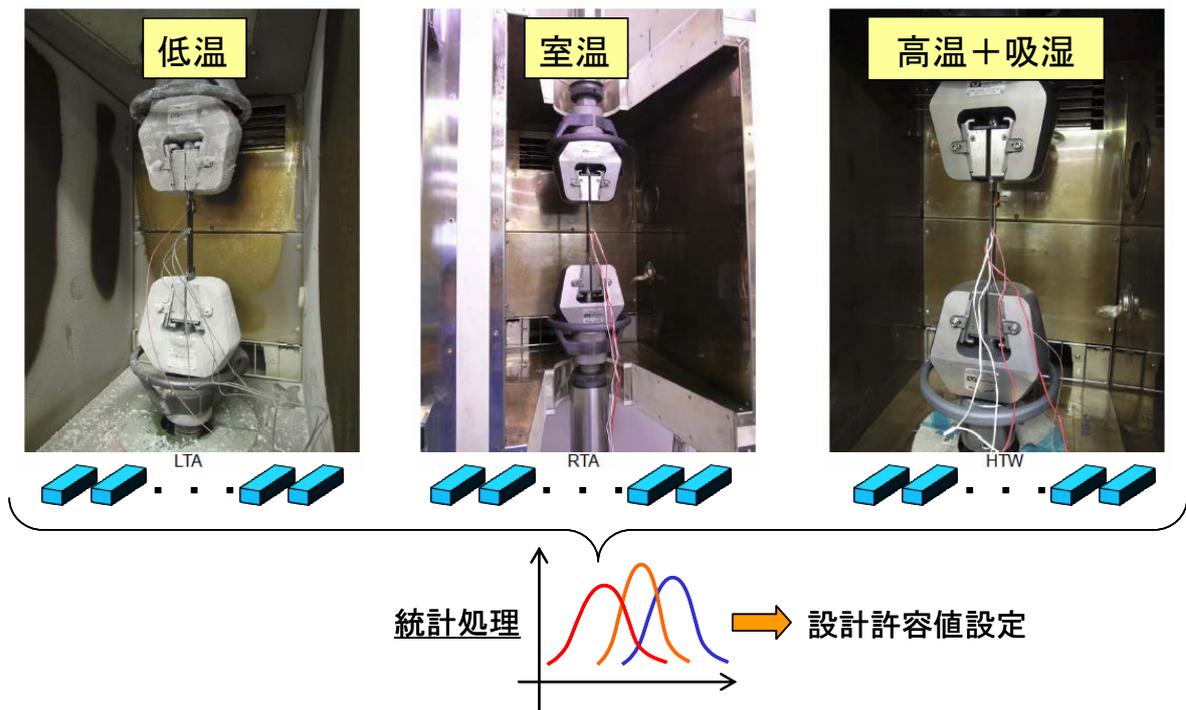


図 3 - 8 . 許容値試験における環境影響評価試験

上記設計許容値評価は、クーポンレベルの試験による評価だが、具体的な構造仕様における有効性を評価するべく、試作機の翼根部の継手を模擬した大口徑・厚板・異種材結合の供試体を作成し、強度試験を行った（図 3 - 9）。評価の結果、設定した設計許容値が試作機の構造仕様に対して有効であることが確認できた。

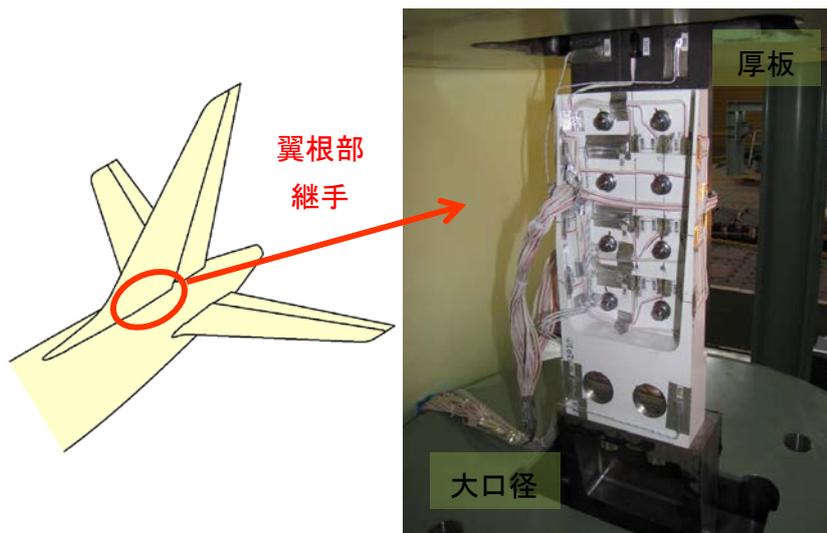


図 3 - 9 . 大口徑継手構造を模擬した供試体

(4) 実大規模での技術成立性実証

本事業では、開発した VaRTM 成形技術の成立性を実証するために、本技術を尾翼構造に適用した試作機を製作し、それをを用いた強度試験等を行う計画となっている。

試作機の製作に先立ち、これまでに設定した材料スペックおよび成形プロセスを用いて実大工作試験を実施し（図3-10、11、12）、部品製造および組立における VaRTM 成形法に起因する問題点を抽出した。その結果をフィードバックし、改善された成形手順を用いて部品を製作し、非破壊検査及び破壊検査を行い必要な品質を実現していることを確認した（初品認定試験、図3-13）。

これらの検討結果を受け、試験機部品の製作を開始した。

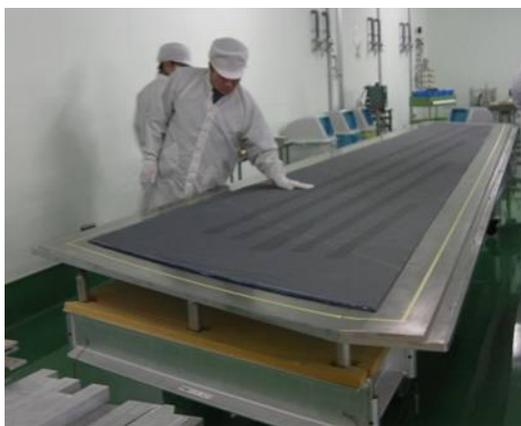


図3-10. 工作試験の様子（SKINの成形後品質確認）



図3-11. 工作試験の様子（SPARとRIBの組み付け検証）



図 3 - 1 2. 工作試験の様子（全体組立後）

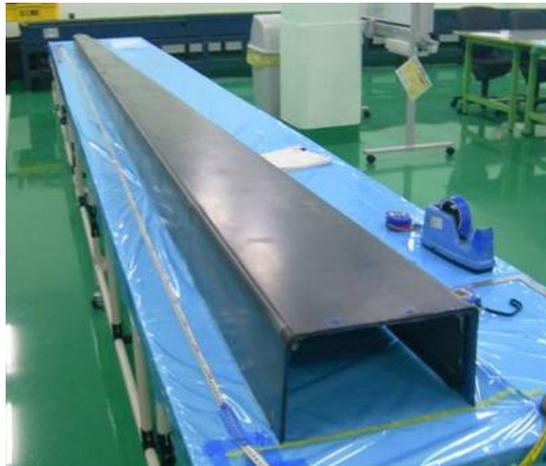


図 3 - 1 3. 初品認定試験の様子（SPAR）

3-1-3 特許出願状況等

表 3-1. 特許・論文等件数

論文数	論文の被引用度数	特許等件数（出願を含む）	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
1	-	13	0	0	0	-

※特許 9 件は審査請求中

表 3-2. 論文、投稿、発表、特許リスト

	題目・メディア等	時期
論文	ICCM2009「A-VARTM TECHNOLOGIES FOR FABRICATION OF AIRCRAFT PRIMARY STRUCTURES」	H20.11
投稿	NHK「クローズアップ現代」（インタビュー）	H20.5
	高分子学会機関紙「航空機構造用複合材料の成形プロセス」	H20.5
	2009ICAF National Review「A-VaRTM Technology Application on Primary Aircraft Structures」	H20.9
	High Performance Composites (March)「A-VaRTM Takes Flight in Japan」	H21.2
	第 34 回複合材シンポジウム「航空機構造用・A-VaRTM 成形技術」	H21.9
	強化プラスチック協会「特別企画 FRP60 年の歩み」	H26.11
	この他多数投稿あり	
発表	（東レ）総合科学技術会議「科学技術政策に対する意見交換（炭素繊維）」	H21.4
	第 34 回複合材シンポジウム「航空機構造用・A-VaRTM 成形技術」	H21.9
	International committee on Aeronautical Fatigue (ICAF2009)「A-VaRTM for Primary Aircraft Structures」	H21.5
	National Review 発表「A-VaRTM for Primary Aircraft Structures」	H21.5
	複合材設計ソリューションセミナー講演「「航空機構造への CFRP 適用の歩み」と「民間機への適用例」	H27.2
	この他多数発表あり	

特許	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (日本出願特許：特願 2010-038990) 日本出願特許⇒特許 5598842 号	H26. 8
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (日本出願特許：特願 2010-038989) 日本出願特許⇒特許 5653634 号	H26. 11
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (基礎出願特許：特願 2010-038989) 米国出願特許⇒8696842(登録番号)	H26. 4
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (基礎出願特許：特願 2010-038989) 欧州出願特許	
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (基礎出願特許：特願 2010-038989) カナダ出願特許⇒2789363(登録番号)	H27.4
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (基礎出願特許：特願 2010-038989) ブラジル出願特許	
	繊維強化樹脂からなる部材の補修方法 (基礎出願特許：特願 2010-038989) 米国出願特許(分割出願)	
	VaRTM 通気シート (日本出願特許：特願 2015-108083)	
	VaRTM 樹脂注入部・吸引部構造 (日本出願特許：特願 2015-108084)	
	VaRTM 織物 (日本出願特許：特願 2015-131378)	
	VaRTM リーク防止コネクタ (日本出願特許：特願 2015-131379)	
	VaRTM プリフォーム接着方法 (日本出願特許：特願 2015-108082)	
	VaRTM プリフォーム接着方法処理条件 (日本出願特許：特願 2015-108081)	

3-2 目標の達成度

表3-3. 目標に対する成果・達成度の一覧表

要素技術	目標・指標	成果	達成度
(1) VaRTM 材料仕様の設定	材料特性試験を完了し 材料仕様を確立する。	VaRTM の材料スペックについて航空 局に規定適合性証明計画と共に、三 種の材料スペックについて審査い ただき、内容について合意を得た。	達成
(2) VaRTM プロセスの製 造安定性確立	プロセススペックを制 定するとともに、製造 時欠陥影響を確認す る。	成形プロセスやNDI プロセスについ て、各種成形・評価試験を実施し、 スペックにフィードバックをかけ、 大きなリスクはないことを確認し た。	達成
(3) 実大規 模の供試体設 計のための設 計許容値確立	試験により設定した許 容値に対する低下リス クを排除する。	設定した VaRTM 尾翼桁間仕様の中で 大きな強度低下リスクのあった、イ ンパクト付与後のパネル強度や二 軸荷重試験で許容値に大きく影響 を与えないことを確認した。	達成
(4) 実大規 模での技術成 立性実証	小型航空機サイズの試 作機（供試体）を製作 し、開発した成形法の 成立性・妥当性を最終 検証する。	周辺構造との関連も含め実大実証 の基になる尾翼設計仕様を設定で きた。	達成

4. 事業化、波及効果について

4-1 事業化の見通し

本事業で開発した VaRTM 成形技術は航空機の一次構造に適用することにより事業化を図る。

VaRTM 成形技術は尾翼桁間構造等の一次構造への適用を期待できる。メタル構造に比して軽量の構造体を実現できる為、本事業の上位目的であるエネルギー使用合理化政策に合致する。

なお、VaRTM 技術は、厚板含浸性など幾つかの技術課題が解決されれば、大型航空機で適用が拡大しつつあるプリプレグ複合材を代替することも可能であり、様々な航空機へ適用が拡大していく可能性がある。

4-2 波及効果

研究開発対象となっている要素技術は、それぞれ、他製品／他分野に応用可能な汎用的技術を内包している。適用対象個々の拘束条件に合わせる為に開発要素を生じる可能性はあるものの、他分野／他製品に波及が可能である。

複合材は炭素繊維引張強度がメタルに対して大きい点に最大の特徴がある。反面、面外曲げや圧縮には弱いので、各種タンクや風力発電ブレード等、引張強度の大きさを活かせる構造体に適用すれば軽量化メリットを享受できる。適用対象それぞれに存在する固有の技術課題が解決されれば、製造効率に優れた VaRTM 等の複合材成形法が波及する可能性がある。

以下、波及シナリオを記載する。

・自動車構造

自動車が消費する燃料量は航空機よりも遥かに多く、燃費効率向上の必要性もまた遥かに大きい。自動車にも一部車種・部材に複合材適用が始まったが、価格が見合わず、普及が進んでいないのが現状である。本研究開発の成果を踏まえ、航空機特有の強度・品質要求を緩和して価格を下げれば、フレームなど主要構造部材への適用が可能となり、普及が進む可能性がある。

・船舶構造

喫水線上部の重量を減らして荒れた海上での船のロールを減少させる為に隔壁やデッキに軽量複合材料の使用が始まっているが、船体主構造への複合材適用の試みは未だ本格化していない。本研究開発の成果を踏まえ、自動車と同様に品質要求を緩和して価格を下げれば、船体主構造への普及が進む可

能性がある。軽量化によってエンジン出力を減じて燃料消費量を減じる方向と、日韓／日中間のニーズが高まる高速コンテナ船等に適用、速度向上を図るニーズが存在する。

- ・ 風力発電／潮流発電ブレード等

既に風力発電ブレードへの複合材適用は始まっているが、ガラス繊維が主体であり、重量削減効果は炭素繊維複合材よりも小さい。本研究開発の成果を受け、自動車・船舶の場合と同様、品質要求を適宜緩和して価格を減じれば、炭素繊維複合材ブレードの普及が進む可能性がある。ブレード重量の削減は、それを支える構造体の重量削減を導き、雪だるま式に必要な材料が減少する効果を持つ。単位発電電力に要する風力エネルギーも小さくなる為、発電効率上昇する事となる。

- ・ タンク類、建て材等

引張強度特性に優れる複合材特性を活かして、高圧ガスタンク（タンクローリー等を含む）等の圧力容器への適用が進む可能性がある。また、高層ビル等、上部構造の軽量化が必要な建築物への適用も期待される。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

5-1 研究開発計画

本事業は、表5-1に示すように、平成20年度からH25年度の6年計画で実施する計画である。

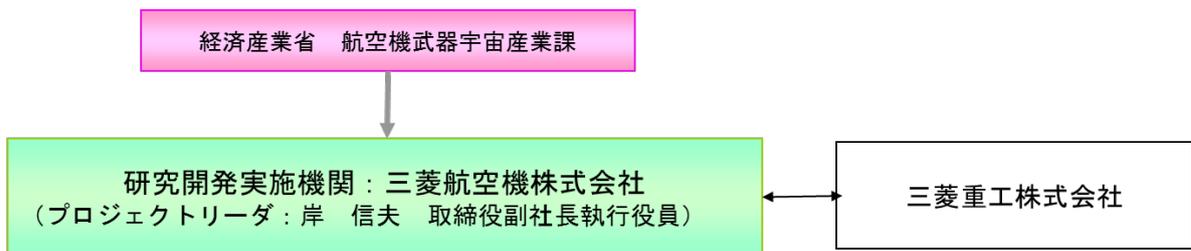
表5-1 研究開発スケジュール

実施項目	年度	2008 20年度	2009 21年度	2010 22年度	2011 23年度	2012 24年度	2013 25年度	2014 26年度
(1) 材料仕様の設定		材料仕様の設定						
			材料特性試験					
(2) プロセスの製造安定性		プロセススペック設定						
			プロセス確認試験					
(3) 実大規模の供試体設計 のための設計許容値確立			設計許容値確認試験					
				設計許容値証明試験				
(4) 実大規模での 技術成立性実証		実大規模の供試体(試験機等)の設計・製造						
						実証試験		

5-2 研究開発実施者の実施体制・運営

本研究開発は、公募による選定審査手続きを経て、三菱航空機株式会社が経済産業省からの補助を受けて実施した。

三菱航空機株式会社において本研究開発の管理者として統括責任者、推進責任者としてプロジェクトリーダーを置くとともに、三菱重工業株式会社等の外注先を活用しながら本事業を実施している。



また当社の親会社である三菱重工業株式会社は、官需機の主翼に関してスキン・ストリングスを同時に成形する一体成形技術を採用しており、その複合材に関する技術力は米国からも高い評価を受けている。本事業の実施に当たっては、前述の機体開発に関わった経験豊富な人員を起用し、これまで培われてきた技術や経験を存分に活かせる体制を整えて開発に臨んだ。

加えて、三菱重工業株式会社は官需機の他にも、大型民間旅客機の複合材主翼の開発を担当しており、複合材に関する技術で世界をリードしている。

これらの背景から、当社は本事業を実施する事業者として唯一の国内企業である。

5-3 資金配分

評価対象年度における研究開発に係る経費及び補助金交付額は下表の通り。

表 5-2. 資金度配分 (単位：百万円)

年度 平成	20	21	22	23	24	25	26	合計
補助事業に要する経費	1,924	4,238	2,924	2,316	2,316	108	127	13,953
補助対象経費	1,924	4,238	2,924	2,316	2,316	108	127	13,953
補助金交付申請額	962	2,119	1,462	1,158	1,158	54	64	6,977

5-4 費用対効果

各年度において、成果を着実にあげることができており、費用対効果は適切だったと考える。

また、本研究での VaRTM による供試体の製作の外注先として東レを利用したが、同社は複合材において、国内トップレベルの試作・試験を実施した経験を有しており、同社に本研究を依頼することが最も効率的であったと考える。

5-5 変化への対応

平成 20 年度より本事業を開始し、これまでのところ本事業に直接的な影響が生じるような技術動向、社会情勢、市場ニーズの変化などはないが、今後も技術動向や市場ニーズなどの動向についての情報収集を継続し、変化に対して適切に対応できるよう事業を進めていく。