

Title	極超音速ビジネスジェットの経済性評価モデル構築に関する研究
Author(s)	竹岡, 紫陽; 湊, 宣明; 小林, 冬馬; 遠藤, 一輝; 田口, 秀之; 安田, 大介; 米井, 佑輔
Citation	年次学術大会講演要旨集, 29: 28-33
Issue Date	2014-10-18
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12388
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

極超音速ビジネスジェットのエconomic評価モデル構築に関する研究

○竹岡 紫陽(みずほ情報総研), 湊 宣明, 小林 冬馬, 遠藤 一輝 (慶應義塾大学大学院),
田口 秀之, 安田 大介(宇宙航空研究開発機構), 米井 佑輔

1. 序論

極超音速旅客機(Hypersonic Transport Aircraft, 以下 HST)とは, 音速の約 5 倍の速さで飛行可能な次世代航空機であり, 亜音速飛行で約 10 時間かかる太平洋横断を約 2 時間に短縮し, ビジネスや社会生活にイノベーションを起こすと期待されている。国内では宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が 2025 年を目標にマッハ 5.0 クラスの HST 実現を目指して研究開発を進めている他[1][2], 欧州の LAPCAT や ZHEST 等, 国外でも複数の極超音速旅客機開発構想が存在する[3]。

このような次世代型航空機の実現には, 先端技術開発はもちろん, 膨大な開発資金の確保, 市場競争に耐えるビジネスモデルの設計と評価, 社会の変化を踏まえた政策的合意形成など, 包括的研究活動が不可欠である[4]。しかし, エンジン技術や空力設計, ソニックブームに関する技術研究は多いが[2][5][6], 市場性や商業性に焦点を当てた研究は少ない。今村他 (2008) [7]は DCF(Discounted Cash Flow)法を用いて水素燃料で航行する HST 機体の商業成立性を検討し, 膨大な先行投資や水素燃料価格の不確実性が商業成立性の阻害要因になると指摘している。これを踏まえて米井 (2010) [8]はプロジェクトの不確実性を考慮し, モンテカルロ法及びリアルオプション法を用いた経済性評価手法を提案している。しかし, これらの研究では機体小型化による経済性への影響は考慮されていない。Liebhardt 他 (2011) [3]はプレミアムクラス旅客需要を基にした機体需要予測モデルを構築し, 機体規模が経済性に重大な影響を与える点を指摘しているが, 評価対象は超音速機(SST)のみに留まっている。極超音速で航行する HST を対象として機体規模の影響を考慮し, 大幅に小型化した場合の経済性を評価した研究は筆者の調べた限りでは存在しなかった。また, 上野・鈴木 (2009) [9]は, HST の輸送ネットワークを検討し, 航続距離に限界のある HST では輸送ネットワーク設計次第で商業的可能性が大きく異なる可能性を指摘している。これは機体小型化により可能となるビジネスジェットとしての運航について, その運航システムや事業構造の差異を反映した評価モデルが必要なことを示唆している。

そこで本研究は, HST についてビジネスジェットとしての新たな評価モデルを構築し, 製造事業及び運航事業の経済性を比較評価することを目的とする。本稿では液化天然ガス (LNG) 燃料で航行する 10 席クラスのビジネスジェット機体 (Hypersonic Businesses Jet : 以下 HSBJ) を想定した。

以下, 第 2 節で研究手法及び主要パラメータ, データ収集について述べ, 第 3 節で経済性評価モデルの構築手法を示した上で, ビジネスモデルの違いが及ぼす影響について議論し, 第 4 節で結論と含意を纏め, 将来研究について言及する。

2. 研究方法及びデータ

HSBJ の製造事業, 定期運航事業, ビジネスジェット運航事業の 3 事業について DCF 法に基づく評価モデルを構築する。モデル式は各事業 $i (i \in \{\text{製造}m, \text{定期運航}s, \text{ビジネスジェット運航}b\})$ について, t 期における収入(R_t^i)及び費用(C_t^i)を算出し, ここから t 期における事業 i のフリーキャッシュフロー(FCF_t^i)を求め, 事業 i に係る代表的企業の加重平均資本コストに基づく割引率(r^i)を援用して割り引くことで, 評価期間(n)における事業 i の正味現在価値(NPV_n^i)を Eq. (1)のとおり求める。

製造事業は, 評価期間を $n=40$ 年として NPV を算出し, 100 席規模の HST 機体との比較評価を行う。運航事業では, 製造事業から HSBJ 機体を購入し, 機体耐用年数である 15 年を評価期間として, 終了時に $NPV=0$ となるような東京ーロサンゼルス間の定期運航チケット価格を算出し, 亜音速による定期運航サービスとの比較評価を行う。また, 先行研究[7]において不確実性要素として指摘された燃料価格及び搭乗率について感度分析を実施する。ビジネスジェット運航事業では, HSBJ 機体を占有する形で東京ーロサンゼルス間の運航を想定し, 機体レンタル費用を算出し, 亜音速機体によるサービスとの比較評価を実施する。加えて, 燃料価格及び機体稼働率について感度分析を実施する。

$$NPV_n^i = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t^i}{(1+r^i)^t} \quad \text{Eq. (1)}$$

本評価で用いた主要パラメータの設定値を表 1 に示す。JAXA による推計値，今村他（2009）[7]，米井（2010）[8]，及び既存航空関連会社の財務諸表等に基づく。詳細は Appendix を参照されたい。

表 1 主要パラメータ設定値（ベースライン）

事業	パラメータ	単位	HSBJ		HST	
			設定値	設定理由	設定値	設定理由
製造	機体研究開発費	億円	3,600	JAXA 推計値	28,800	JAXA 推計値
	政府補助率	%	33.00	WTO 基準	33.00	WTO 基準
	機体製造原価	億円／機	91	JAXA 推計値	430	JAXA 推計値
	機体年間販売台数	機／年	30	市場規模を考慮	10	市場規模を考慮
	割引率	%	10.41	ボーイング社財務諸表	8.00	先行研究[7]より採用
運航	機体購入価格	億円／機	138	製造事業の利益率を考慮	860	先行研究[7]より採用
	燃料調達価格	円／kg	24	先行研究[10]より採用	200	先行研究[7]より採用
	平均座席搭乗率	%	75.00	先行研究[7]より採用	75.00	先行研究[7]より採用
	平均機体稼働率	%	33.30	先行研究[13]より採用		
	割引率	%	10.30	日本航空の WACC	10.30	日本航空の WACC

3. 経済性評価モデルと評価結果

3.1. 機体製造事業モデル

機体製造事業($i=m$)では，政府開発補助(G_t^m)を得て機体の研究開発投資(I_t^m)を行い，機体販売(RAS_t^m)と機体メンテナンス(RMS_t^m)を原資として投資を回収する。事業 m のフリーキャッシュフロー算出式(FCF_t^m)を Eq.(2)に示す。簡素化のため運転資金増分(ΔWC)は考慮しない。

$$FCF_t^m = (RAS_t^m + RMS_t^m - (CAM_t^m + CMS_t^m + CAA_t^m + I_t^m - G_t^m))(1 - T_t) + D_t^m - I_t^m \quad \text{Eq.(2)}$$

ここで，

RAS_t^m ：事業 m の t 期の機体売上高

RMS_t^m ：事業 m の t 期のメンテナンス売上高

CAM_t^m ：事業 m の t 期の機体製造費用

CMS_t^m ：事業 m の t 期のメンテナンス費用

CAA_t^m ：事業 m の t 期の販売および一般管理費用

I_t^m ：事業 m の t 期の研究開発費

G_t^m ：事業 m の t 期の政府開発補助費

T_t ： t 期の法定実効税率

D_t^m ：事業 m の t 期の減価償却費

機体製造事業では，ベースラインの年間販売台数 30 機に加えて，年間販売台数を 10～50 機に変化させる感度分析を行い，HST との経済性を投資回収期間、NPV 及び最大投資額により比較評価した。結果を表 2 に示す。HSBJ では年間販売台数 10 機を想定した場合以外のケースでは NPV が正となり，年間販売台数 10 機を見込んだ HST との比較では年間販売台数 40 機の時に同程度の NPV が示された。HSBJ では機体サイズの変更による研究開発投資が縮小され，当初の CF の落ち込みが緩やかになり回収期間が短くなるが，1 機体あたりの販売価格が低くなるため，HST と同水準の NPV を達成するには年間 40 機を販売することが求められるとの知見が得られた。

表 2.HSBJ および HST 製造ビジネスにおける機体販売台数と経済性

	年間販売台数	投資回収期間 (割引有)	投資回収期間 (割引無)	NPV (割引有)	最大投資額 (割引有)
HST	10 機	17.1 年	27.8 年	3466 億 2363 万円	1 兆 3771 億円 195 万円
	10 機	17.8 年	期間内の回収不可	▲270 億 9860 万円	
HSBJ	20 機	14.2 年	20.6 年	1006 億 9454 万円	1548 億円 1732 万円
	30 機	12.9 年	16.3 年	2284 億 8765 万円	
	40 機	12.2 年	14.5 年	3562 億 8078 万円	
	50 機	11.8 年	13.5 年	4840 億 7391 万円	

3.2. 定期運航事業

定期運航事業($i=s$)では、 $t=0$ に機体を購入し、路線 j を 2 往復／日、15 年間運航し、平均座席搭乗率と座席数、平均チケット価格の積により算出される売上を原資として投資を回収する。事業 s の路線 j による売上算出式($R_t^{s,j}$)を Eq.(3)に、費用算出式($C_t^{s,j}$)を Eq.(4)に、フリーキャッシュフロー算出式($FCF_t^{s,j}$)を Eq.(5)に示す。

$$R_t^{s,j} = RTS_t^{s,j} = TP_t^{s,j} \times RC_t^{s,j} \times NS^{s,j} \times NF^{s,j} \quad \text{Eq.(3)}$$

$$C_t^{s,j} = CF_t^{s,j} + CL_t^{s,j} + CP_t^{s,j} + CI_t^{s,j} + CM_t^{s,j} + CD_t^s + CAA_t^{s,j} \quad \text{Eq.(4)}$$

$$FCF_t^{s,j} = \left(RTS_t^{s,j} - (CF_t^{s,j} + CL_t^{s,j} + CP_t^{s,j} + CI_t^{s,j} + CM_t^{s,j} + CD_t^s + CAA_t^s) \right) (1 - T_t) + CD_t^s - I_0^s \quad \text{Eq.(5)}$$

ここで

$RTS_t^{s,j}$: 路線 j の t 期のチケット売上高

$TP_t^{s,j}$: 路線 j の t 期の平均チケット価格

$RC_t^{s,j}$: 路線 j の t 期の平均座席搭乗率

$NS^{s,j}$: 路線 j の運航に供する機体座席数

$NF^{s,j}$: 路線 j の 1 期あたりフライト数

$CF_t^{s,j}$: 路線 j の運航に必要な t 期の燃料費

$CL_t^{s,j}$: 路線 j の運航に必要な t 期の人件費

$CP_t^{s,j}$: 路線 j の運航に必要な t 期の空港利用料

$CI_t^{s,j}$: 路線 j の運航に必要 t 期の保険料

$CM_t^{s,j}$: 路線 j の運航に必要な t 期のメンテナンス費

CD_t^s : 事業 s の t 期の減価償却費

CAA_t^s : 事業 s の t 期の販売および一般管理費用

T_t : t 期の法定実効税率

I_0^s : 機体購入費

本稿では先行研究[7]との比較評価のため、路線 j として東京ーロサンゼルス (約 8870km) を想定し評価を行った[10]。また、先行研究 [7] [8]では、燃料供給に関する事業者利益は検討対象外とされているが、一般にインフラコストは間接的に事業の経済性に影響を与える。そこで燃料価格に対して燃料要求事業者の利益を考慮した調達価格設定を行うこととした。さらに先行研究[7]では燃料価格の不確実性もリスクであると指摘されている[2]。よって、2020 年の LNG 国際取引価格の予想価格 (EIA&US (2013) [11]) をベースラインとして、LNG 調達価格 0.8 倍から 3.0 倍に変化させた感度分析を実施した。

評価結果を図 1 に示す。搭乗率 75%のベースライン設定では HSBJ, HST とともに既存のビジネスクラス以上ファーストクラス未満のチケット価格で座席提供が可能との結果を得た。搭乗率を 50%から 100%まで変化させた場合、搭乗率 50%で既存ファーストクラスを上回るチケット価格となるがその他の設定値では既存ファーストクラスよりも安い価格帯でサービスを提供することが可能となる。

一般に機体規模が小さくなる場合には運航経済性は悪化することが指摘されているが[12]、今回機体規模を大幅に小型化しても運航経済性の悪化は見られなかった。これは HST (液体水素) と HSBJ (LNG) とで使用燃料が異なり、液体水素に比べて調達価格の低い LNG を採用することで直接運航費用が減少したことが主な原因と考えられる。先行研究[7]では営業費用の約 6 割を燃料費が占める点がリスクとして指摘されており、機体小型化は使用燃料の変更を可能にし、結果的に経済性向上に貢献する選択肢となり得ることを示唆している。

さらに、燃料価格の上昇局面において、HSBJ ではベースシナリオの国際価格から 2.5 倍～3 倍で既存のファーストクラスと同程度のチケット価格となる一方で、HST では燃料価格 1.5 倍の時にファーストクラスと同程度のチケット価格となった。HSBJ は HST に比して燃料価格が上昇するリスクに対して、既存サービスと同等程度のサービスを提供できる許容範囲が広い。一方で、燃料価格下落局面においては、HST のチケット価格の下落幅が大きい事が明らかになった。

加えて、搭乗率に対する感度分析を実施した。結果を図 2 に示す。搭乗率 65%においても既存サービスと同等程度の価格帯で座席の提供が可能との結果を得た。搭乗率に対する感応度は HSBJ, HST と同様の傾向を示している。

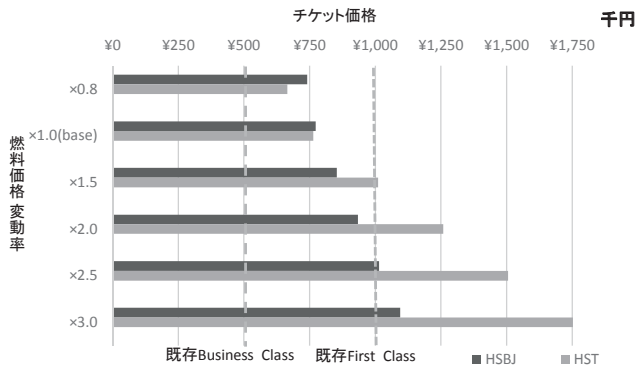


図.1 燃料価格の変化に伴うチケット価格の変化

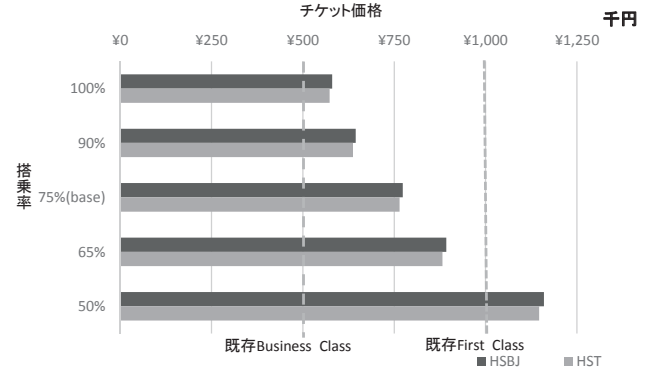


図.2 搭乗率の変化に伴うチケット価格の変化

3.3. ビジネスジェット運航事業

ビジネスジェット運航事業($i=b$)では、 $t=0$ に機体を購入し、15年間運航し、平均機体稼働率とビジネスジェットのレンタル料および実費顧客負担の積により算出される売上を原資として投資を回収する。ベースシナリオにおいては簡素化のため AF_t^b 、 NM_t^b の各値は0を取る。事業 b の路線 j を運航基準とした売上算出式($R_t^{b,j}$)を Eq.(6)に、費用算出式($C_t^{b,j}$)を Eq. (7)に、フリーキャッシュフロー算出式($FCF_t^{b,j}$)を Eq.(8)に示す。

$$R_t^{b,j} = AF_t^b \times NM_t^b + RH_t^{b,j} + RR_t^{b,j} + RC_t^{b,j} \quad \text{Eq.(6)}$$

$$C_t^{b,j} = CF_t^{b,j} + CL_t^{b,j} + CPD_t^{b,j} + CPI_t^{b,j} + CI_t^b + CM_t^b + CD_t^b + CAA_t^{b,j} \quad \text{Eq.(7)}$$

$$\begin{aligned} FCF_t^{b,j} = & \left((AF_t^{b,j} \times NM_t^{b,j} + RH_t^{b,j} + RR_t^{b,j} + RC_t^{b,j}) \right. \\ & \left. - (CF_t^{b,j} + CL_t^{b,j} + CPD_t^{b,j} + CPI_t^{b,j} + CI_t^b + CM_t^b + CD_t^b + CAA_t^{b,j}) \right) (1 - T_t) + CD_t^b - I_0^b \end{aligned} \quad \text{Eq.(8)}$$

ここで、

AF_t^b : 事業 b の t 期の年会費

NM_t^b : 事業 b の t 期の会員数

$RH_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の渡航手配料

$RR_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の機体レンタル価格

$RC_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の実費顧客負担

$CF_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の燃料費

$CL_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の人件費

$CPD_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の空港利用料 (DOC)

$CPI_t^{b,j}$: 事業 b , 路線 j の t 期の空港利用料 (IOC)

CI_t^b : 事業 b の t 期の保険料

CM_t^b : 事業 b の t 期のメンテナンス費

CD_t^b : サービス i の t 期の減価償却費

CAA_t^b : 事業 b の t 期の販売および一般管理費用

T_t : t 期の法定実行税率

D_t^b : 減価償却費

I_0^b : 機体購入費

ビジネスジェット運事業航では、定期運航事業と同様に路線 j として東京ーロサンゼルスを想定し、大陸間輸可能なビジネスジェットとして代表的な機体であるガルフストリーム 5[13]との比較を行った。ベースシナリオにおいては先行研究[13]に従い、機体稼働率を33%と設定した。

機体レンタル料の試算結果を図3及び図4に示す。HSBJによる航空輸送サービスは、亜音速機体によるサービスよりも機体レンタル価格が大幅に高くなることを示している(図3)。これは機体価格がHSBJの138億円/機に対して、ガルフストリーム5は約47.4億円/機[13]で、初期投資額の大きさの

違いがフライト回数の比較的少ないビジネスジェット運航事業では強く影響するためと考えられる。

さらに、燃料費及び機体稼働率に対する感応度分析を行った。燃料価格に対する感度分析（図 3）では、燃料価格が 3 倍になったケースにおいて、ベースケースからの値上がり幅は 6.7%に留まる。一方、機体稼働率の変化に対するレンタル価格の変動は大きく、機体稼働率を 50%まで高めることによって、既存サービスよりも低価格でのサービス提供が可能となることが示されている（図 4）。

定期運航事業では搭乗率よりも燃料費上昇のリスクに対する感応度が高かったが、ビジネスジェット運航事業では、反対に機体稼働率による影響が大きくなっている。これは、ビジネスジェット運航事業では、総コストに占める機体購入価格の負担が燃料費負担より高くなっているため、稼働率による影響が大きくなっていることが主因と考えられる。ビジネスジェット運航事業では稼働率を高める試みが重要であることが示唆される。

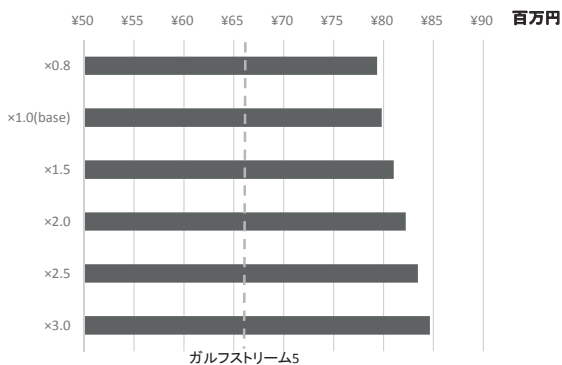


図 3. 燃料価格の変化に伴う機体レンタル価格

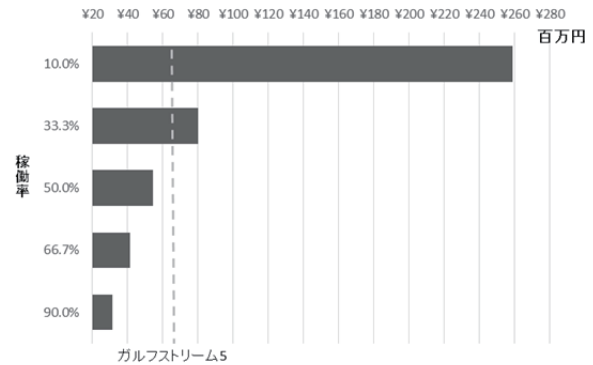


図 4. 稼働率の変化に伴う機体レンタル価格

4. 結論

本稿では、極超音速旅客機(HST)の機体を小型化した 10 席規模の極超音速ビジネスジェット(HSBJ)について、機体製造事業、定期運航事業、ビジネスジェット運航事業の 3 つの事業に対する経済性評価モデルの構築を行った。

その結果、機体製造事業は、投資額が大幅減少し回収期間が短くなるものの、機体販売価格も下落し、HST と同程度の NPV を達成するためには年 40 機程度の販売が必要になる事が明らかになった。機体製造事業の評価では機体販売台数の見込みによって経済性が大きく変化する結果が得られたが、本稿においては HSBJ の機体需要について詳細な検討を加えてはならず、今後の検討課題としたい。

定期運航事業では、燃料供給のインフラコストを加味したモデル構築を行い、HST や既存亜音速機体と同程度の価格帯でサービス提供が可能となる可能性が高いとの結果を得た。機体小型化、LNG 燃料採用により燃料価格の変化に対する脆弱性[7]と、その感応度が HST よりも低くなるものの、燃料高騰に対するリスクは有している。加えて、LNG のように輸入によって調達することが想定される燃料では国内価格と国際価格の乖離が大きい。HSBJ は HST よりも燃料価格に対する感応度は低いとしても、燃料が輸入資源に依存する場合には、国によって調達価格が異なり、事業のコスト構造が大きく異なってくる点に注意を払わねばならない。今後、国家の燃料調達力を加味した評価モデルを構築することが必要であろう。

ビジネスジェット運航事業では、既存の亜音速機体によるサービスよりも高い価格帯での提供となることが明らかになった。当該事業のリスクについては、燃料価格に対する感応度よりも、機体稼働率の影響が大きい。このことから、ビジネスジェット運航事業のビジネスモデルを構築するにあたっては、機体レンタルに加え、機体共同所有制度等を組み合わせて機体稼働率を高める仕組みが必要である。また、HSBJ によるサービスは既存機体と比べて高価格帯でのサービス提供となるが、高額所得者を中心としたビジネスジェット利用顧客の特性を鑑みれば、時間短縮効果に加えその他の付加的サービスを充実させることによって支払意思額が大きく変化することも考えられる。今後機体の研究開発のみならず、内装、キャビンサービス等も含めた総合的な極超音速旅客サービスの検討を行う予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人宇宙航空研究開発機構との研究契約(JX-PSPC-383814-0A)、及び科研費(25870720)の助成を受けて実施した。関係各機関のご助言とご協力に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 宇宙航空研究開発機構, 「JAXA 長期ビジョン概要」, 2005
- [2] Taguchi, H., Kobayashi, H., Kojima, T., Ueno, A., Imamura, S., Hongoh, M., Harada, K. 2012. Research on hypersonic aircraft using pre-cooled turbojet engines. *Acta Astronautica*, Vol. 73, pp.164-172.
- [2] Liebhardt, B., Luetjens, K., Gollnick, V. 2011. Estimation of the Market Potential for Supersonic Airliners via Analysis of the Global Premium Ticket Market. AIAA Conference 2011. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- [4] Minato, N., Kobayashi, T. (2014). A user preference analysis for a hypersonic air transportation service . ATRS2014. Air Transport Research Society. July 2014, Bordeaux, France.
- [5] Sato, T., Taguchi, H., Kobayashi, H., Kojima, T., Okai, K., Fujita, K., Masaki, D., Hongo, M., Ohta, T. 2007. Development study of precooled-cycle hypersonic turbojet engine for flight demonstration. *Acta Astronautica*, Vol. 61, Issues 1-6, pp. 367-375.
- [6] Sato, T., Taguchi, H., Kobayashi, H., Kojima, H., Fukiba, K., Masaki, D., Okai, K., Fujita, K., Hongo, M., Sawai, S. 2010. Development study of a precooled turbojet engine. *Acta Astronautica*, Vol. 66, Issues 7-8, pp. 1169-1176.
- [7] 今村俊介, 湊宣明, 田口秀之, 神吉誠志, 小島孝之, 土屋武司, 「極超音速旅客機に対する複合領域最適設計と商業成立性分析」第 53 回宇宙 科学技術連合講演会 ,2009
- [8] 米井祐輔, 極超音速旅客機の商業成立性分析 (リスクを考慮した事業価値評価), 立命館大学大学院修士学位申請課題研究論文, 2010
- [9] 上野篤史, 鈴木宏二郎. 極超音速旅客機による輸送ネットワークの初期検討. *JOURNAL OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES*. 57(668), 380-382. 2009
- [10] 堀之内茂. 低ブーム SSBJ の概念設計について. 宇宙航空研究開発機構研究開発報告, 5, 1-38. 2006
- [11] EIA, US. Annual energy outlook 2010. Report#: DOE/EIA-0383 2013
- [12] 山崎文徳. "民間航空機の市場構造の変化と技術展開." *社会システム研究* 21 : 59-94. 2010
- [13] 国土交通省 ビジネスジェット利用促進調査報告書 2008

Appendix: パラメーター一覧

	パラメータ	記号	単位	HSBJ		HST	
				設定値	設定理由	設定値	設定理由
機体製造	機体販売価格		億円/機	138	エンジンおよび機体製造原価の 2 倍	860	先行研究[7]より採用
	メンテナンス売上高	RMS_t^m	億円/機	13.8	先行研究[7]より採用	43	先行研究[7]より採用
	メンテナンス原価	CMS_t^m	売上高原価比率 (%)	78.85	ルフトハンザテクニーク社財務諸表より	78.85	ルフトハンザテクニーク財務諸表より
	販売費および一般管理費	CAA_t^m	売上高販管費率 (%)	4.56	ボーイング社財務諸表より	4.56	ボーイング社財務諸表より
定期運行	フライト数	$NF^{s,j}$	回/年	1440	4 フライト/日×360 日	1440	4 フライト/日×360 日
	平均座席搭乗率	$RC_t^{s,j}$	%	75.00	-	75.00	-
	人件費	$CL_t^{s,j}$	億円	2.1	パイロット 2 名, CA 1 名 × 3 チーム	3	パイロット 2 名, CA 4 名 × 3 チーム
	空港利用料	$CP_t^{s,j}$	億円	16.1	先行研究[7]より採用	16.1	先行研究[7]より採用
	メンテナンス費	$CM_t^{s,j}$	億円	13.8	先行研究[7]より採用	43	先行研究[7]より採用
	保険料	$CI_t^{s,j}$	機体価格に対する保険料比率 (%)	3	先行研究[7]より採用	3	先行研究[7]より採用
	機体購入価格	I_0^s	億円	138	製造事業の販売価格	430	先行研究[7]より採用
	減価償却費	CD_t^s	億円/機	13.8	10 年定額法	43	10 年定額法
	販売費および一般管理費	CAA_t^s	売上高販管費率 (%)	12.88	日本航空財務諸表より	12.88	日本航空財務諸表より
	渡航手配料	$RH_t^{b,j}$	百万円	65.7			
ビジネスジェット運行	空港使用料 (DOC)	$CPD_t^{b,j}$	百万円	34.5	ガルフストリーム 5 を考慮		
	空港使用料 (IOC)	$CPI_t^{b,j}$	百万円	2.8	ガルフストリーム 5 を考慮		
	人件費	$CL_t^{b,j}$	億円	2.1	定期運航と同値		
	保険料	CI_t^b	機体価格に対する保険料比率 (%)	3	先行研究[7]より採用		
	メンテナンス費	CM_t^b	億円	13.8	取得価格の 10%		
	減価償却費	CD_t^b	億円	13.8	10 年定額法		
	販売費および一般管理費	CAA_t^b	売上高販管費率 (%)	10.30	日本航空 WACC		