

3. 大樹町多目的航空公園施設の検討

大樹町多目的航空公園の滑走路について、スペースポート施設として以下の滑走路延伸、新設整備に向けた検討を実施した。

- 宇宙開発機構（JAXA）打上げ支援機「飛翔」が就航可能な滑走路：1,300m（延伸）
- ロケット空中発射・宇宙旅行機等が就航可能な滑走路：3,000m（新設）

大樹町多目的航空公園滑走路に関する平成28年度～平成30年度（本業務）までの主な検討手順を図-3.1に示す。

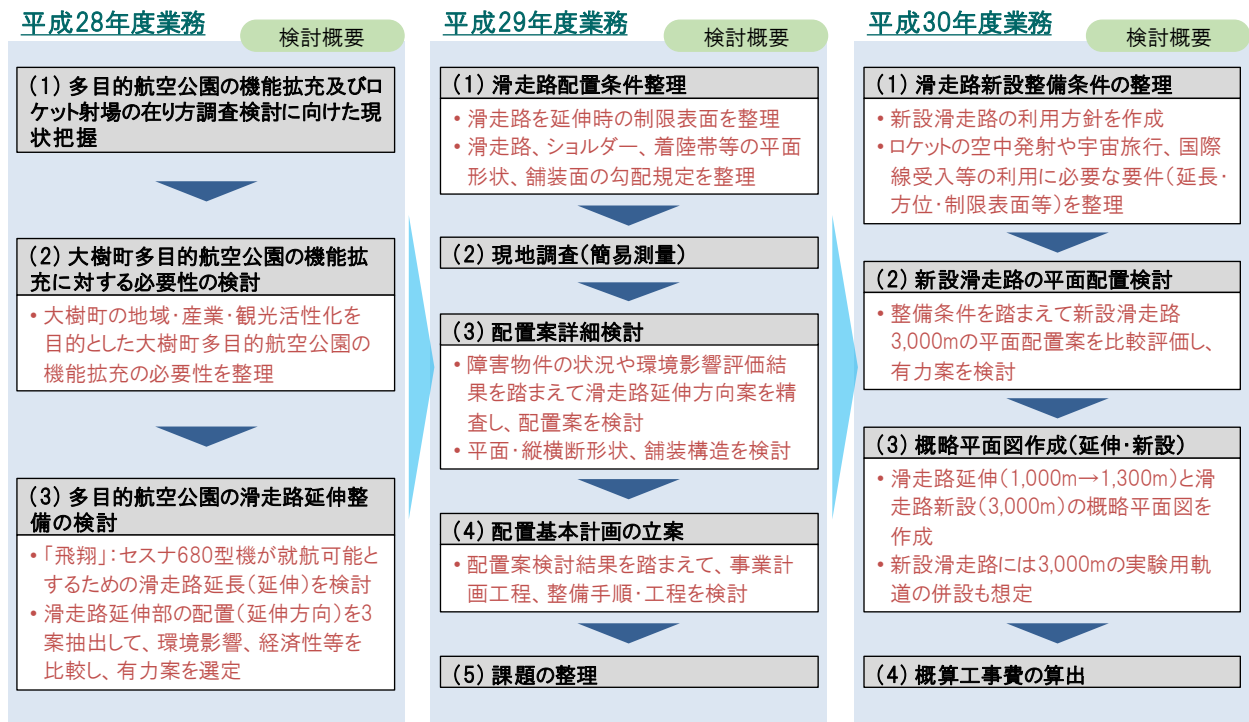


図-3.1 大樹町多目的航空公園滑走路の主な検討手順

3.1. 滑走路延伸検討（1,300m）

3.1.1. 整備目的

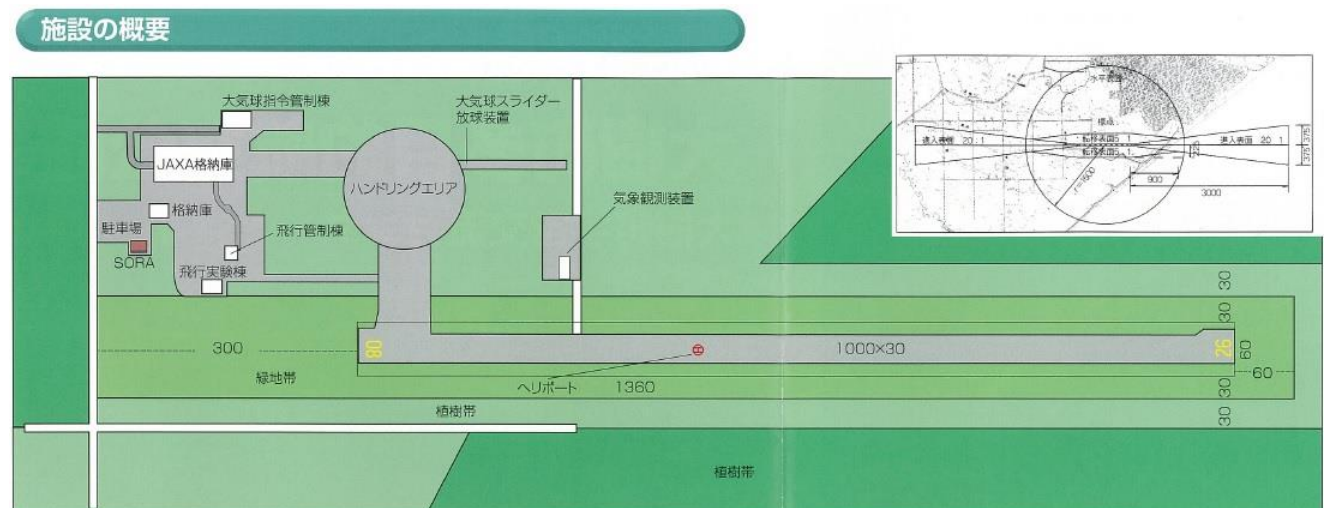
大樹町では、平成7年に延長1,000mの滑走路を有する多目的航空公園、平成20年にはJAXAの実験施設が整備されている（図-3.2）。

現在、滑走路はドローン等の飛行実験やイベント等に利用されているが、さらにJAXAの多目的実証実験機「飛翔」（出典）JAXA HP

（<http://www.aero.jaxa.jp/publication/pamphlets/pdf/hisho.pdf>）

図-3.4）を用いた飛行試験等の基地として利用することが考えられる。

このため、JAXA多目的実証実験機「飛翔」が就航可能となるよう現況滑走路の延伸整備を行うこととした。



出典) 大樹町 HP

図-3.2 多目的航空公園施設の概要



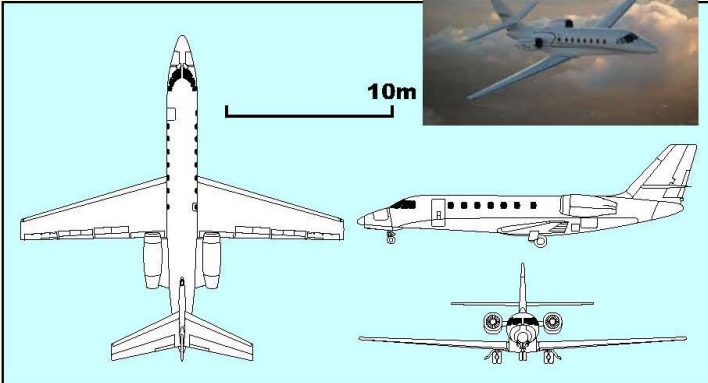
出典) 大樹町 HP

図-3.3 多目的航空公園施設の状況

母機

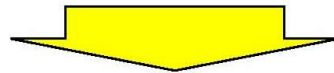
Cessna Citation Sovereign (セスナ式680型)

- 米国セスナ社製 双発中型ビジネスジェット機
- 2002年2月 初飛行
- 2004年末 デリバリー開始

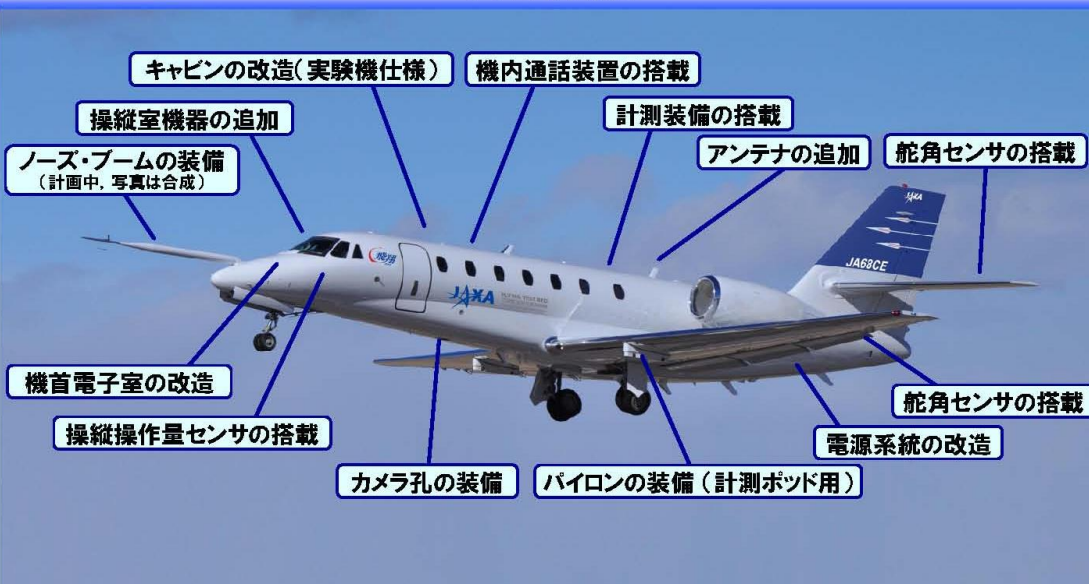


基本仕様

乗員	2	
最大客席数	12	
最大離陸重量	13,744 kg	
ペイロード	1,202 kg	
機体	全長	19.35 m
	全幅	19.30 m
	全高	6.20 m
キャビン	長さ	7.70 m
	幅	1.68 m
	高さ	1.73 m
最大巡航速度	マッハ0.80	
最大運用高度	14,326 m	
航続距離	5,273 km	
エンジン	PW306C 2基	



FTB 化改造



キャビンの改造(実験機仕様) 機内通話装置の搭載

操縦室機器の追加 計測装備の搭載

ノーズ・ブームの装備 (計画中、写真は合成)

アンテナの追加 舵角センサの搭載

機首電子室の改造 舵角センサの搭載

操縦操作量センサの搭載 電源系統の改造

カメラ孔の装備 パイロンの装備(計測ポッド用)

出典) JAXA HP (<http://www.aero.jaxa.jp/publication/pamphlets/pdf/hisho.pdf>)

図-3.4 JAXA 多目的実証実験機「飛翔」の概要

3.1.2. 配置条件

(1) 現況施設の形状・配置等

多目的航空公園の滑走路は、航空法第79条ただし書の「場外離着陸場」に位置付けられている。現況施設の形状・配置等は以下のとおりである。

- 滑走路長 : 1,000m
- 滑走路幅 : 30m
- 滑走路勾配 : 0.370%
- 滑走路方位 : 82° 14' 42" 262° 14' 42" (08-26:東西方向)
- 滑走路標点 : 標高15m (50フィート)
- 着陸帯幅 : 60m
- 滑走路舗装 : アスファルト舗装 (ショルダー・過走帯は舗装無し)

(2) 対象機材の就航に必要な施設要件

1) 滑走路長

JAXA 多目的実証実験機「飛翔」はセスナ社サイテーション680型機(以下、C680型機)を母機として用いていることから、滑走路長は、C680型機の必要滑走路長を算定した。算定に用いた標高・温度等の条件は以下のとおりである。

- ・滑走路標高 : 15m (50フィート)
- ・空港標高における基準気温 : 14.935°C
- ・夏期平均気温 : 24.0°C
- ・滑走路勾配 : 0.370%

以上の算定条件の下で、C680型機の標準滑走路長に標高・温度・勾配条件を加味して算定した必要滑走路長は表-3.1のとおりであり、大樹町多目的航空公園においてC680型機が就航可能となる滑走路長は1,260m以上と考えられる。

ただし、これは該当する機体の詳細な諸元を設定して求めた延長ではなく、実施段階において増減が生じる可能性があることから、安全側に100m単位でラウンド設定した値として延伸後の滑走路長を1,300mとして検討することとした。

表-3.1 必要滑走路長の計算

■必要離陸滑走路長の計算

番号	項目	滑走路長 (m)	備考
①	標準離陸滑走路長	1,110	海拔 0m・基準温度の場合の値
②	標高補正後	1,113	①+①×0.07×(標高)/300
③	温度補正後	1,214	②+②×(平均気温-基準気温)×0.01
④	勾配補正	1,259	③+③×(滑走路勾配)×0.10
	必要離陸滑走路長	1,260	

■必要着陸滑走路長の計算

番号	項目	滑走路長 (m)	備考
①	標準着陸滑走路長	692	海拔 0m・基準温度の場合の値
②	標高補正後	694	①+①×0.07×(標高)/300
	必要着陸滑走路長	700	

2) 滑走路幅

場外離着陸場の滑走路幅は、20mまたは使用機の全幅+7.5mのいずれか大きい値以上とされており、C680型機に対しては全幅 19.3m+7.5m=26.8m (>20m) 以上の滑走路幅が良いこととなる。

現況滑走路幅は 30m (>26.8m) であることから、滑走路幅は現況のままで問題ない。

なお、場外離着陸場ではなく公共用飛行場(空港)または非公共用飛行場として整備する場合、滑走路長 1,280m 以上では滑走路幅 45m が必要となる。

(Ⅱ) 許可基準

飛行目的を有効に達成するため、当該離着陸場を使用することがやむを得ない場合であつて、かつ、当該離着陸場が次に掲げる基準に適合すると認められる場合に限り許可することができるものとする。

1 航空運送事業の用に供する航空機の場合

(1) 離着陸地帯等の要件

離着陸地帯等の規格は、法及び施行規則第 79 条に定める設置基準又は次に掲げる基準に適合するものでなければならない。

a 飛行機の離着陸の用に供する場合

離着陸地帯	位置及び方向	位置及び方向は、動力装置が故障した場合に地上又は水上の人又は物件に対し、危害を与え、又は損傷を及ぼすことなく不時着できる離着陸経路が設定できるよう選定されていること。
	長さ及び幅	長さは、離着陸地帯の気圧及び気温に応じ、離陸又は着陸の際必要とされる滑走路長（以下「必要滑走路長」という。別図 1 参照）を確保し得る長さ以上であること。

		<u>幅は、20メートルと使用機の全幅に7.5メートルを加えた値のいずれか大きい値以上であること。</u>
	表面	十分に平坦であり、最大縦断こう配は 2%、最大横断こう配は 3% であること。 使用機の運航に十分耐える強度を有するものであること。
進入区域及び進入表面	進入区域及び進入表面は、別図 2 のとおりとする。進入表面のこう配は 20 分の 1 以下とし、同表面の上に出る高さの物件がないこと。	
水平表面	水平表面は、離着陸地帯の中央の垂直上方 45 メートルの点を含む水平面とする。場周飛行に必要な範囲内に同表面上に出る高さの物件がないこと。	
転移表面	転移表面は、旅客輸送を行う場合は 7 分の 1 以下、それ以外の場合は 5 分の 1 以下のこう配を有する別図 2 に示す表面とする。転移表面上に出る高さの物件及び離着陸地帯の各長辺から外側にそれぞれ 10 メートルまでの範囲内に離着陸地帯の延長面上に出る高さの物件がないこと。	

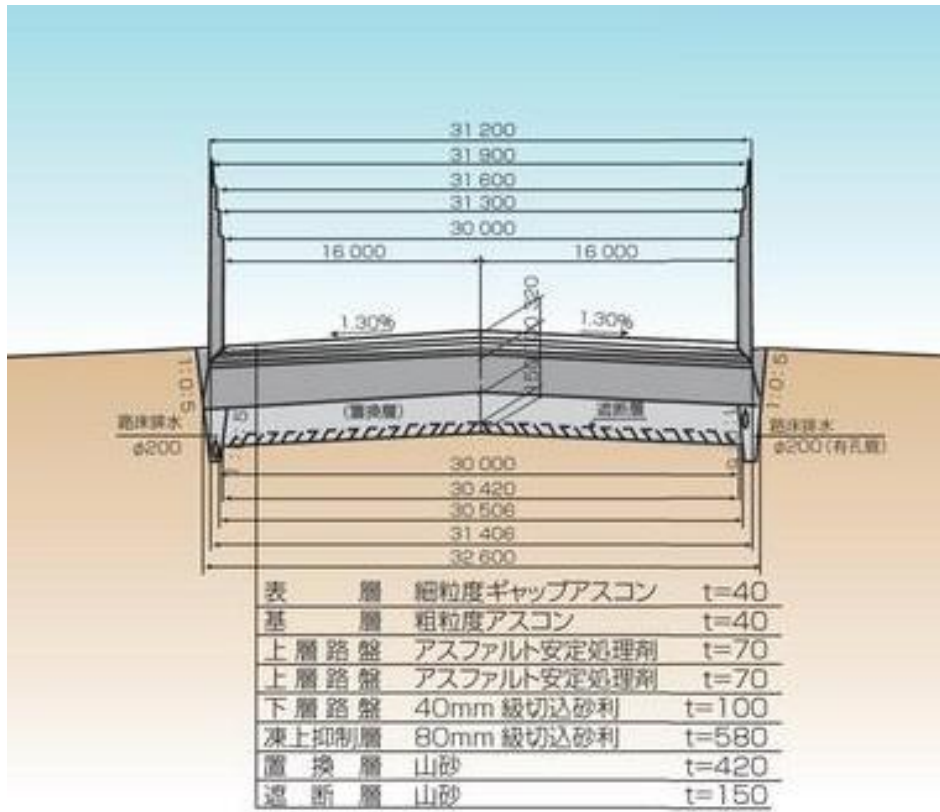
出典：「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準（H29.2）」

3) 荷重条件

現況滑走路の舗装構造は、LA-4 荷重区分により設計された舗装厚となっている。

LA-4 荷重区分の代表機種は DHC8-400 型機（最大離陸重量 28.7t）であり、C680 型機（最大離陸重量 13.7t）より機材規模が大きいことから、現況滑走路の舗装と同様に LA-4 荷重区分を適用することとした。

これにより、滑走路延伸後も現況滑走路部分は荷重条件が変更しないため、オーバーレイ等による舗装構造の増強は不要となる。



出典) 大樹町 HP

図-3.5 現況滑走路の舗装構造

(3) 制限表面

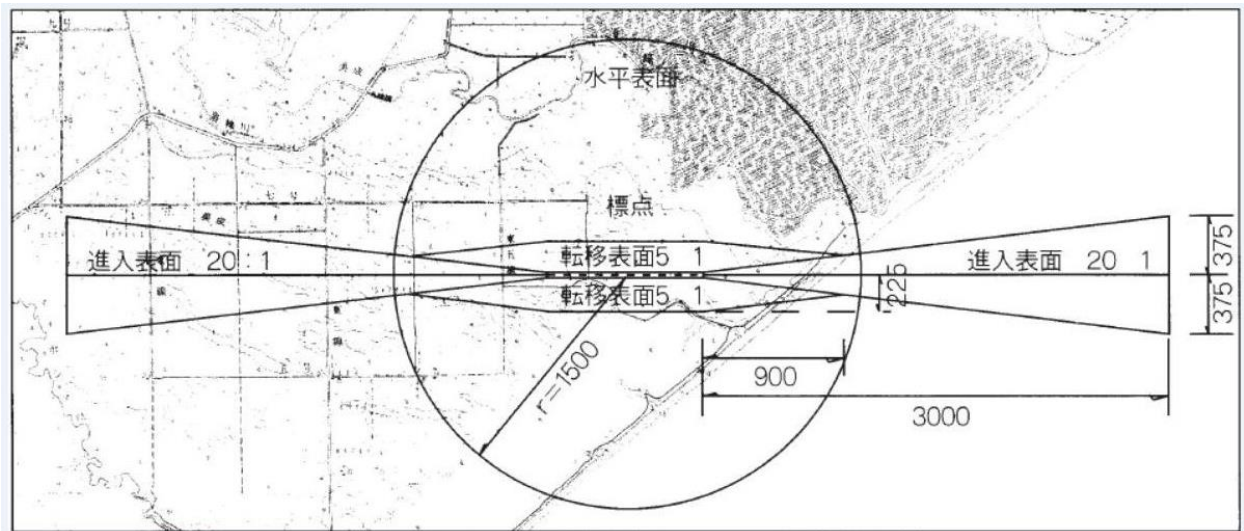
制限表面は、「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準」に基づき設定した。

場外離着陸場（固定翼用）

- 進入表面の勾配 : 勾配 1/20
- 進入表面の距離及び幅 : 3,000m×750m
- 転移表面の勾配 : 勾配 1/5（通常 勾配 1/7）
- 水平表面の範囲 : 1,500m（規定はないが 1,500m にて運用）
- 水平表面の高さ : 45m

転移表面の勾配は、旅客輸送を行う場合は勾配 1/7、旅客輸送を行わない場合は勾配 1/5 とされる。現状で場外離着陸場として運用を継続する場合には、旅客輸送はないことから、転移表面の勾配は 1/5 とした。

水平表面の半径について「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準」の規定には直接的な記載はないが、進入復行の周回等を含めて場外離着陸にあわせて円形で指定した。



出典) 大樹町 HP

図-3.6 大樹町多目的航空公園の制限表面図

(Ⅱ) 許可基準

飛行目的を有効に達成するため、当該離着陸場を使用することがやむを得ない場合であつて、かつ、当該離着陸場が次に掲げる基準に適合すると認められる場合に限り許可することができるものとする。

1 航空運送事業の用に供する航空機の場合

(1) 離着陸地帯等の要件

離着陸地帯等の規格は、法及び施行規則第 79 条に定める設置基準又は次に掲げる基準に適合するものでなければならない。

a 飛行機の離着陸の用に供する場合

離着陸地帯	位置及び方向	位置及び方向は、動力装置が故障した場合に地上又は水上の人又は物件に対し、危害を与え、又は損傷を及ぼすことなく不時着できる離着陸経路が設定できるよう選定されていること。
	長さ及び幅	長さは、離着陸地帯の気圧及び気温に応じ、離陸又は着陸の際必要とされる滑走路長（以下「必要滑走路長」という。別図 1 参照）を確保し得る長さ以上であること。

	幅は、20メートルと使用機の全幅に 7.5メートルを加えた値のいずれか大きい値以上であること。
表面	十分に平坦であり、 <u>最大縦断こう配は 2%、最大横断こう配は 3%</u> であること。 使用機の運航に十分耐える強度を有するものであること。
進入区域及び進入表面	<u>進入区域及び進入表面は、別図 2 のとおりとする。進入表面のこう配は 20 分の 1 以下とし、同表面の上に出る高さの物件がないこと。</u>
水平表面	水平表面は、離着陸地帯の中央の垂直上方 45メートルの点を含む水平面とする。場周飛行に必要な範囲内に同表面上に出る高さの物件がないこと。
転移表面	転移表面は、旅客輸送を行う場合は 7 分の 1 以下、それ以外の場合は 5 分の 1 以下のこう配を有する別図 2 に示す表面とする。転移表面上に出る高さの物件及び離着陸地帯の各長辺から外側にそれぞれ 10メートルまでの範囲内に離着陸地帯の延長面上に出る高さの物件がないこと。

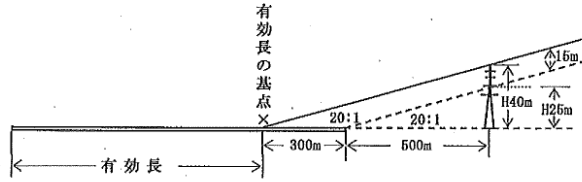
出典) 「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29. 2)」

別図 1

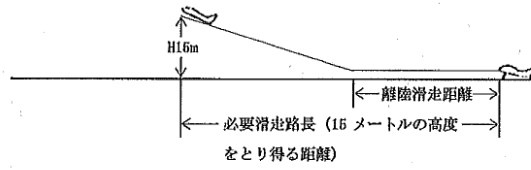
飛行機の場合の離着陸地帯の有効長及び必要滑走路長の略図

((H)1(1)a)

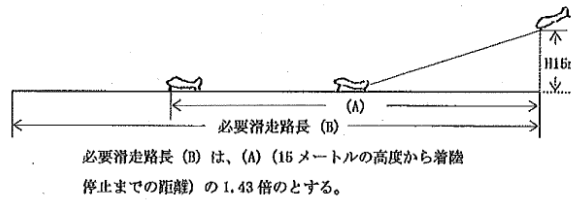
① 離着陸地帯の有効長



② 離陸の場合の必要滑走路長



③ 着陸の場合の必要滑走路長

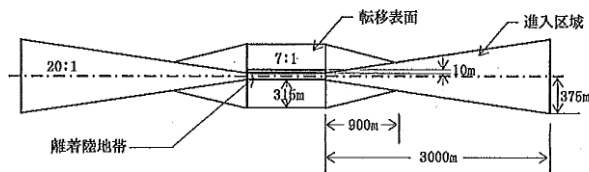


出典) 「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29.2)」

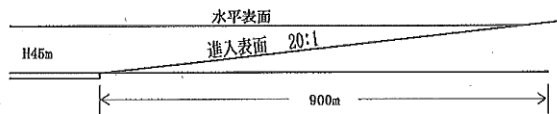
別図 2

飛行機の場合の進入区域、進入表面、転移表面の略図
((H)1(1)a)

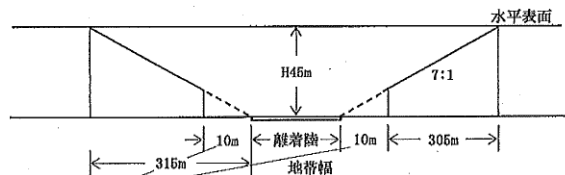
① 平面図



② 進入表面断面図



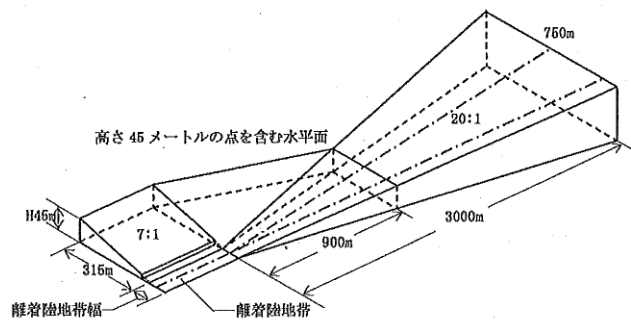
③ 転移表面断面図



離着陸地帯の外側 10メートルの範囲内に離着陸地帯の表面の延長面上に出る高さの物件がない区域

*旅客輸送以外の場合の転移表面のこう配は、5:1 以下とすることができる。

④ 立体図



出典)「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29.2)」

3.1.3. 平面形状・配置

配置条件より、以下の平面形状・制限表面を考慮して配置検討を実施した。

【滑走路平面形状】

- 滑走路長 : 1,300m (300m 延伸)
- 滑走路幅 : 30m (既設と同様)

【制限表面】

- 進入表面の勾配 : 勾配 1/20
- 進入表面の距離及び幅 : 3,000m×750m
- 転移表面の勾配 : 勾配 1/5 (通常 勾配 1/7)

配置条件及び用地・周辺状況を踏まえて図-3.7 の3案を抽出し、制限表面の確保や周辺影響、環境影響を評価指標として比較評価した。

比較評価結果を表-3.2 に示す。

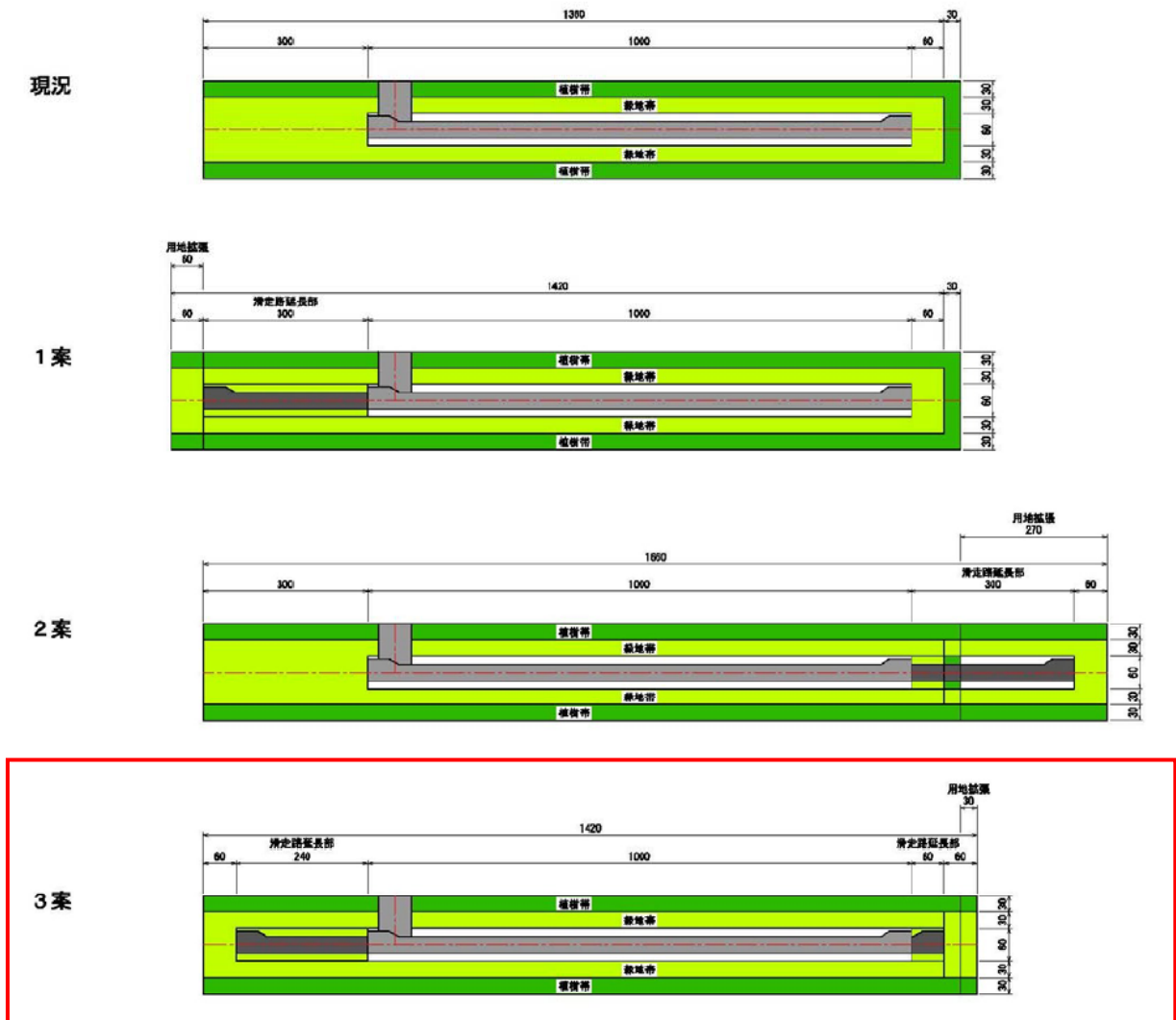


図-3.7 滑走路延伸 (1,300m 化) 検討ケース

表-3.2 多目的航空公園滑走路延伸配置案の比較結果

配置案	案1	案2	案3
概要	必要滑走路長 1,300m を確保するため、西側に滑走路を延長する案。 現在の公園の緑地スペースを利用して滑走路を延長することとなるため、公園施設の拡張は 60m となる。 前面の道路が抵触するため道路を移設する必要がある。 道路建築限界 4.7m (4.5m+0.2m: 余裕) を確保するため、100m 移設する。	必要滑走路長 1,300m を確保するため、東側に滑走路を延長する案。 現在の航空公園の緑地部分をそのまま残置することとし、東側に延長した配置となる。 東側に 270m×180m (緩衝緑地帯含む) の拡張が必要となる。	現在の航空公園内に滑走路を出来るだけ配置することとして、西側に 240m 東側に 60m 拡張する案。 前面の道路に滑走路が近づくため、滑走路利用時においても制限なく道路を使用するためには道路を移設する必要があるが、交通量が少なく、迂回路も確保することが出来るため、滑走路使用時に一時閉鎖等の措置が取れるものとして道路の移設は行わないこととした。
概略平面図			
制限表面の状況			
制限表面への抵触物件	西側に拡張整備するため、カラマツ植林地が抵触する。	東側に拡張整備するため、防霧保安林 (カシワ林等) に抵触する可能性がある。 今後、防霧保安林 (カシワ林等) の位置、林床の環境等を確認する必要がある。	西側のカラマツ植林地が抵触する。東側の延長は短く、また、拡張用地も 30m 程度であるため、防霧保安林 (カシワ林等) に与える影響は小さいと想定されるが、今後、防霧保安林 (カシワ林等) の位置、林床の環境等を確認する必要がある。
周辺影響	現況前面道路が施設用地内に位置することから道路を移設する必要がある。	IST が運用しているロケット射場に近づくため、運用時の調整が必要となる可能性がある。	前面道路は航空機離着陸時に閉鎖する必要がある。運用面での対応が可能である。
環境影響	西側に拡張整備するため、カラマツ植林地伐採等に伴い影響を及ぼす可能性がある。ただし、道路側の一部は施業により既に伐採されている。	東側に拡張整備するため、防霧保安林 (カシワ林) 伐採等に伴う影響を及ぼす可能性がある。また、海側に拡張するため、十勝海岸湖沼群等の湿原地域に近接し、事業実施に伴い影響を及ぼす可能性がある。 防霧保安林 (カシワ林)、湿原地域への影響の程度は今後の測量調査、環境調査等での確認による判断が必要である。	西側に拡張整備するため、カラマツ植林地伐採等に伴い影響を及ぼす可能性がある。 東側に拡張整備するため、防霧保安林 (カシワ林) 伐採等に伴い影響を及ぼす可能性がある。 防霧保安林 (カシワ林) への影響の程度は今後の測量調査、環境調査等での確認による判断が必要である。
事業規模	470 百万円	600 百万円	350 百万円
評価	○	△	◎

表-3.2 から、滑走路延伸に際する事業費が最も小さく、かつ、多目的航空公園用地の拡張が最小規模であることにより周辺環境に与える負荷も比較的小さいと判断される案3が有利と考えられる。

3.1.4. 概略図面（案）

滑走路の平面形状・配置検討結果から有力案と考えられる案3の概略平面図を図-3.8に示す。

(1) 舗装構造

舗装構造は、延伸に伴い荷重条件の変更が無いことから、現況滑走路と同様の設計条件とした舗装構造を設定した。

- 舗装種別 : アスファルト 舗装
- 設計荷重区分 : LA-4
- 設計反復作用回数 : 現行要領 a 区分 : 6,000 回 (旧要領 a 区分 : 3,000 回)
- 路床の設計 CBR : CBR7%

(2) 排水施設

現状の排水施設は、滑走路地区の外周に素掘側溝を設けたものであり、整備当時に厳密な流量計算は実施されていない。

現状の滑走路 1,000m から滑走路延長後 1,300m にする場合、採用した案3であれば、着陸帯を含む用地が、東側（海側）に幅 120m×長 60m に拡大し、滑走路延長によって舗装面積が増え、算定上の流出量は増える。

しかし、現状の素掘側溝に流出量増加による影響は、ほぼないと考えられる。仮に、豪雨時に一時的に滞水する場合も、着陸帯の横断勾配が 2.5%であるため、素掘側溝付近に一時的に滞水する程度と考えられ、滑走路の影響はないと考えられる。

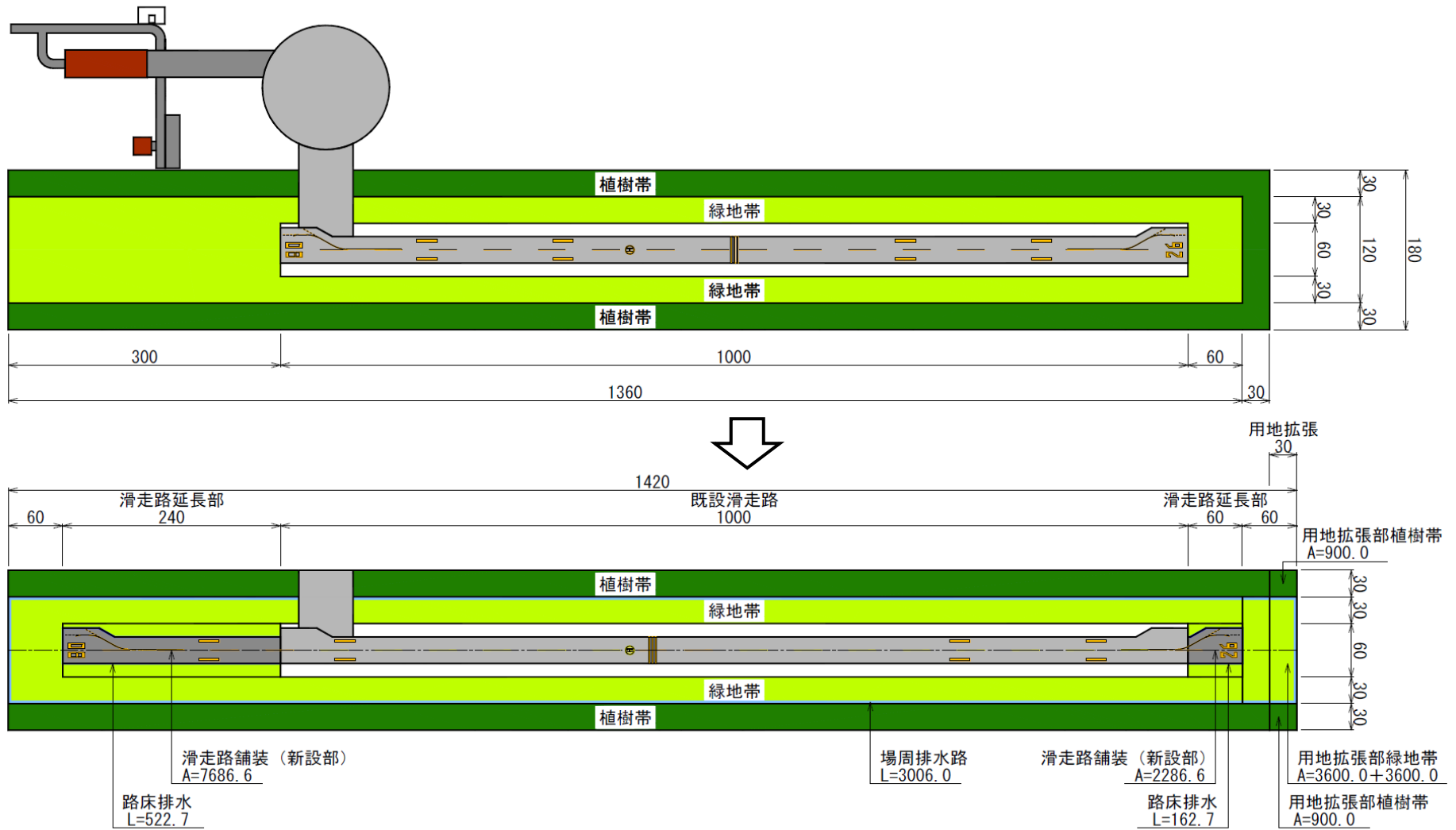


図-3.8 滑走路延伸概略平面図

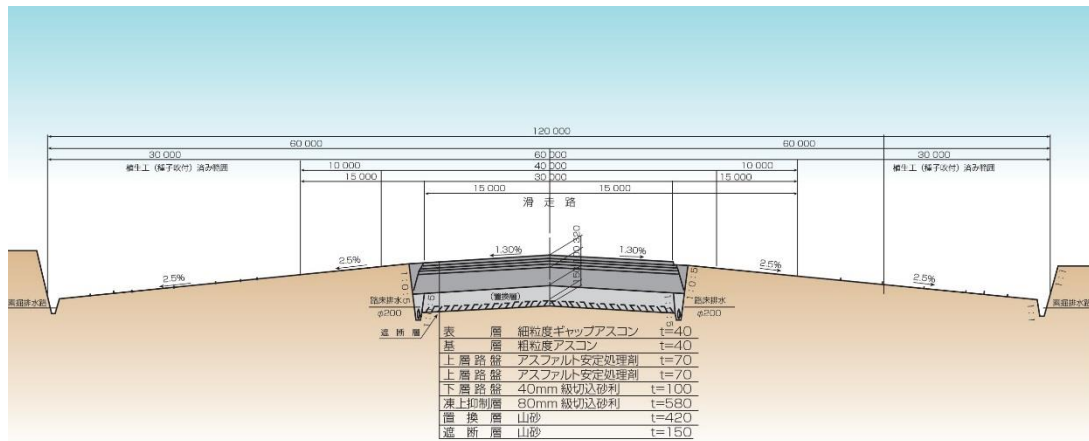


図-3.9 滑走路地区外周の素掘り側溝（2017年9月23日撮影）

3.1.5. 概算事業費の算出

概略平面図及び断面図に基づき、主要工種に対する概算数量及び概算事業費を算出した。
滑走路延伸（1,000m→1,300m）の概算事業費算定結果を表-3.3に示す。

表-3.3 概算事業費算定結果（滑走路延伸 1,300m）

名称	形状・規格	単位	数量	単価	工事費（千円）	備考
【土工事】						
表土除去		m3	2,049.4	1,610	3,300	運搬10km含む
切土（掘削）		m3	19,161.8	1,620	31,042	〃
盛土		m3		150	0	
【舗装工事】						
滑走路舗装（新設部）		m2	9,973.2			
表層	細粒度ギャップアスコン t=4cm	m2	9,973.2	1,940	19,348	
基層	粗粒度アスコン t=4cm t=4cm	m2	9,973.2	1,580	15,758	
上層路盤（上部）	アスファルト安定処理 t=7cm	m2	9,973.2	2,190	21,841	
上層路盤（下部）	アスファルト安定処理 t=7cm	m2	9,973.2	2,190	21,841	
下層路盤	切込砂利（碎石）40mm級 t=10cm	m2	9,973.2	400	3,989	
凍上抑制層	切込砂利（碎石）80mm級 t=58cm	m2	9,973.2	2,020	20,146	
置換層	山砂 t=42cm	m2	9,973.2	1,660	16,556	
遮断層	山砂 t=15cm	m2	9,973.2	1,080	10,771	
【排水施設工事】						
場周排水路	素掘り側溝	m	3,006.0	3,270	9,830	
路床排水	切込砂利（碎石）80mm級	m	685.4	2,330	1,597	
【緑化工事】						
拡張部緑地帯	既設植樹帯3600m2+用地拡張部3600m2	m2	7,200.0	500	3,600	
拡張部植樹帯		m2	1,800.0		0	中低木0.4本/㎡
		本	720.0	17,200	12,384	赤エゾマツ
合計					192,003	
直接工事費					192,003	
事業費					約3.5億円	直接工事費×1.8

3.2. 滑走路新設検討 (3,000m)

将来的なスペースポート構想において、ロケット空中発射・宇宙旅行機等の多様な宇宙活動に利用可能となる滑走路の整備検討を実施した。

3.2.1. 整備目的

スペースポート構想として、現在考えられる滑走路の利用形態は、本業務で併せて実施した「大樹町多目的航空公園機能拡充検討部会」を踏まえ、概ね以下のとおりと推定される。

- ▶ 航空機によるロケット空中発射
- ▶ 宇宙旅行用航空機の離着陸
- ▶ 旅客輸送や部品・パイロード輸送用の航空機（旅客機）の離陸・着陸利用
- ▶ 高速ドローン実験
- ▶ 高速軌道実験（滑走路と平行に敷設する軌道により実施）

上述の利用形態を想定すると、後述の3.2.2項より必要な滑走路長は3,000mと考えられ、現滑走路（1,000m）とは滑走路幅が異なる（3,000mの場合45m、1,000mの場合30m）ことや、延長上に丘陵地が分布（図-3.10）し、進入表面の確保が困難であることから、現滑走路の延伸ではなく、新設整備することを基本方針とした。



図-3.10 現滑走路周辺の地形状況

なお、滑走路を擁する飛行場等の位置付けには大別して以下の3つがある。

- ▶ 空港(公共用飛行場)：不特定多数の航空機の就航を対象とした飛行場。公共性確保のため、法的規制が最も厳格に規定されている。
- ▶ 非公共用飛行場：特定の航空機を対象とした飛行場。公共用との差異は特に規定されず、施設要件は公共用と同様となっている。
- ▶ 場外離着陸場：飛行場以外の航空機の離着陸場。現在の大樹町多目的航空公園の滑走路が該当する。

大樹町多目的航空公園は帯広空港から車で30分程度の位置にあり、帯広空港は2,500mの滑走路を有して大型ジェット機も就航可能であることから、一般旅客の航空輸送は帯広空港が担うことができる。このため、新設滑走路では場外離着陸場として事業・研究目的の利用等の特定航空機の離着陸の受入れを主体とした運用を想定した。

3.2.2. 配置条件

(1) 滑走路の要件

新設滑走路について、以下の利用を想定して、それぞれ求められる要求性能を整理した。

- ① 航空機によるロケット空中発射
- ② 宇宙旅行用航空機の離着陸
- ③ 旅客輸送や部品・パイロット輸送用の航空機（旅客機）の離陸・着陸利用

1) ロケット空中発射のための滑走路の要件

ロケット空中発射は、打上げ軌道の確保や安全確保が容易な公海上まで航空機によりロケットを輸送し、高空からロケットを発射する技術である。

ロケットを輸送する航空機（母機）は、既存航空機である旅客機、戦闘機、輸送機などが使用される（表-3.4）。

表-3.4 空中発射システムの検討動向と母機（赤枠：国内で保有実績のある機材）

開発国/企業名	ロケット名/各段仕様	航空機	ロケット搭載方法	
アメリカ	Boeing/Orbital Sciences	SR19+ORION50XL+ORION38 Liquid	F-15GSE	背負式、胴体吊下式
		P80+CASTOR120+ORION50	C-5,C-17(?)	背負式、放出落下式
	Lockheed Martin	Peacekeeper (Solid & liquid upper)	C-5 An-124VS (An-124AL)	放出落下式
	Northrop Grumman	liquid(Concept-1)	F-14	胴体吊下式
	/PAN AERO	liquid(Concept-2)	F-14	胴体吊下式
	Airlaunch LLC	Quickreach (liquid)	C-17	放出落下式
	Space Launch Corporation	PhantomPhoenix (Solid + upper liquid?)	F-4G	胴体吊下式
	SpaceWorks Commercial	Japan HASTIC (hybrid) CAMUI	Modify Reaie25 (XP)	胴体吊下式
	RocketPlane	LauncherOne	WhiteKnight Two mothership.	胴体吊下式
	Virgin Galactic	LauncherOne	WhiteKnight Two mothership.	胴体吊下式
	SPACEWORKS Engineering	NK33+ORION50	Modify C-5 (twin C-5)	翼吊下式
	General Kinetics Inc	solid ?	NF-104	胴体吊下式
	concept_study 1	NK33+ORION50	B747-400	胴体吊下式
	concept_study 2	CASTOR120+ORION50	B767	胴体吊下式
Orbital Sciences	Pegasus	NB-52	翼吊下式	
	Pegasus-HAPS	NB-52	翼吊下式	
	Pegasus-H	L-1011	胴体吊下式	
	Pegasus-XL	L-1011	胴体吊下式	
	Pegasus-XL HAPS	L-1011	胴体吊下式	
フランス	CNES/ONERA	Linear MLA (Solid base, upper liquid)	RAFALE	胴体吊下式
	CNES/ONERA	MLA Trimaran (Solid base, upper liquid)	RAFALE	胴体&翼吊下
	CNES/ONERA	HORVS (Solid base, upper liquid)	A400M	放出落下式
ロシア ウクライナ	Russia	ISHIM(Solid)	MiG-31(MiG-31D base)	胴体吊下式
	Yuzhnoyes SDO	SWIFT(Solid), Mil-31ALA	MiG-31	胴体吊下式
	Yuzhnoyes SDO	SWIFT(Solid), Su-27ALA	SU-27	胴体吊下式
	Yuzhnoyes SDO	Space Clipper (solid base, upper liquid)	An-124	放出落下式
	Yuzhnoyes SDO		An-124	放出落下式
	Russia/Australia/UK	M-55 launcher (Solid)	M-55	背負式
	Air Launch System Inc	Polyot(liquid)	An-124AL	放出落下式
	Yuzhnoyes SDO	Svitiavz(liquid)	Modify An-225	背負式
	イスラエル	RAFAEL	LAL(Solid)	F-15
RAFAEL		HAL(Solid)	B-747	胴体吊下式
Israel Institute of Technology		DRLV (1st Air breathing + Solid)	F-15	胴体吊下式
スペイン	INTA	AQUARIUS(Solid)	F-18, EF-2000	胴体吊下式
イタリア	School of Aerospace Engineering of Roma	EFA Launched System	EF-2000	胴体吊下式
	School of Aerospace Engineering of Roma	Microspace LV	MiG-31	胴体吊下式
中国	CNSA	Shenlong (Solid)	H-6 Badger (B-6/Tu-16)	胴体吊下式
韓国	KARI	? (Solid)	F-15K	胴体吊下式
日本	ISAS/Nissan(IHI Aerospace)	M-V (Solid)	B-747	背負式
	ISAS/Nissan(IHI Aerospace)	SS-520(solid)	C-130	翼吊下式
	USEF/IHI Aerospace	Solid (50t Class LVS)	B-747	背負式
	USEF/IHI Aerospace	Solid (9t Class LVS)	B-747	翼吊下式
	USEF/IHI Aerospace	Solid (9t Class LVS)	C-130, C-17, C-5	翼吊下式 or 放出落下
	USEF/IHI Aerospace	Solid (9t Class LVS)	F-15J	背負式

Source:Responsive Space conference,Space launch,RocketPlane,General Kinetics,CNES,Airworld,Airlaunch System Inc,Myasishchev,Yuzhnoyes,INTA,ISAS

出典) (財) 機械システム振興協会「小型衛星打上げ用空中発射システムに関する調査研究 報告書」(H21.3)
(https://ssl.jspacesystems.or.jp/project_alset/wp-content/uploads/sites/16/2013/03/134alset_index.pdf)

空中発射システムで検討されている母機のうち、国内エアライン・自衛隊保有機（過去の実績を含む）は、表-3.5 のとおりであり、B747-400 を除くと全て標準滑走路長 2,500m 未満である。

また、B747-400 も、搭載重量によって 3,000m または 2,500m の滑走路でも就航実績があることから、3000m の滑走路であれば、空中発射の母機は概ね発着可能と考えられる。

表-3.5 空中発射母機のうち国内保有機材の必要滑走路長

型式	必要滑走路長※	輸送ロケット名	備考
B747-400	3,360m	M-V、NK33、HAL 等	搭載重量により滑走路長 3,000m、2,500m でも国内で就航実績あり
B767-300	2,450m	キャスター120	
L-1011	2,490m	ペガサス	1990年より実用化(当初はB-52) 2016年までに40回打上成功
C-130	1,580m	SS-520 等	
F-15	1,210m	9t 級固体ロケット等	

※ 必要滑走路長は「日本航空機全集」に記載の標準値より記載（離陸・着陸の最大値をラウンド）。
搭載重量や滑走路勾配、気温等の条件により異なる。

なお、アメリカのストラトローンチ・システムズ社が開発しているロケット空中発射用母機の必要滑走路長は3,700mとされているが、大型ジェット旅客機のエンジンを6発搭載した世界最大かつ類を見ない規模の母機であり、必ずしもこの機体に対応する必要はないと考えられる。

2) 宇宙旅行用機材のための滑走路の要件

宇宙旅行は、宇宙観光・無重力体験等を目的として宇宙空間(高度100km)まで到達する旅行として定義される。

宇宙旅行事業を計画する企業には、代表的なものとして以下の企業がある。

- ・ ヴァージン・ギャラクティック社（代理店：クラブツーリズム）
 - ・ スペース X
 - ・ ブルー・オリジン社
- 〔国内企業〕
- ・ スペースウォーカー
 - ・ PDエアロスペース

スペース X 及びブルー・オリジン社は、地上からのロケット打上げによる宇宙旅行が計画されている。

ヴァージン・ギャラクティック社やPDエアロスペース、スペースウォーカー等で計画されている宇宙旅行は、有翼の宇宙機で弾道飛行（サブオービタル飛行）により高度100kmに到達し、宇宙や地球の眺望や無重力を数分間体験した後、帰還する行程となっている。

ヴァージン・ギャラクティック社による宇宙旅行の概要は以下に示すとおりであり、滑走路から母機により離陸して空中発射する宇宙機（スペースシップ2）の使用が予定されている。

発着地として供用される民間宇宙港「スペースポートアメリカ」の滑走路は約3,000mで

ある。また、宇宙旅行自体は実質約 2 時間だが、訓練・健康診断や旅行後の会食を含めた旅行パッケージとなっており、専用ターミナルビルには宿泊施設等も完備している。

【ヴァージン・ギャラクティック社による宇宙旅行の概要】

- ・ 運航方法 : 高度 15km で空中発射、帰還時はグライダー飛行
- ・ 発着地 : 民間宇宙港「スペースポートアメリカ」
滑走路長約 3,000m (2010 年 10 月完成)
- ・ 旅行者の手順 : 集合→ 訓練・健康診断等 (3 日間)
→ 宇宙旅行 (離陸から着陸まで約 2 時間) → 会食→ 解散

国内企業では、スペースウォーカーと PD エアロスペースが航空機型の宇宙機による事業を計画している。

(a) スペースウォーカーによる宇宙旅行の概要

スペースウォーカーによる宇宙旅行では、有翼ロケットの宇宙機により高度 100km まで到達させる構想とされている。

事業の詳細は公表されていないが、宇宙機は滑空して帰還し、再使用して繰り返し運航する計画であることから、滑走路を利用した着陸を行うと推定される。

(b) PD エアロスペースによる宇宙旅行の概要

PD エアロスペースの宇宙旅行事業では、単一の宇宙機で大気環境に応じてジェット燃焼、ロケット燃焼を切替えることにより飛行し、高度 110km に到達させる計画とされている。

この宇宙機は、地上ではジェット燃焼により飛行し、滑走路による水平離着陸を行う。

結果として実現しなかったが、PD エアロスペースでは 2015 年頃に 3,000m の滑走路を持つ下地島空港を宇宙港とすることを計画しており、3,000m の滑走路であれば離着陸できるものと推察される。

以上の状況を踏まえ、宇宙旅行計画事業者の計画に基づくと、延長 3,000m の滑走路であれば、計画されている宇宙旅行の機材の運航が可能であると考えられる。

3) 旅客機の離着陸のための滑走路の要件

旅客輸送や部品・パイロード輸送用の航空機（旅客機）の離着陸のための要件は、以下を整理した。

- ・ 滑走路長
- ・ 滑走路形状（長さ・幅・勾配等）・制限表面
- ・ 風向風速（ウィンドカバレッジ）を考慮した滑走路方位
- ・ 空域条件等

(a) 滑走路長

国内の主要空港の滑走路長と主な国際線就航先を表-3.6 に示す。

3,000m を超える滑走路長を有する国内空港は 4 空港のみであり、新千歳空港等での就航実績から、3,000m の滑走路があれば大型ジェット旅客機による約 6,000km 圏内（概ね新千歳空港～クアラルンプール間）の運航可能と考えられる（図-3.11）。

表-3.6 国内主要空港の滑走路長と主な国際線就航先

型式	滑走路長	主な国際線（長距離を優先）
成田国際空港	4,000m×1 2,500m×1	ニューヨーク、ワシントン マドリード、ローマ、パリ
関西国際空港	4,000m×1 3,500m×1	サンフランシスコ パリ、フランクフルト
中部国際空港	3,500m×1	デトロイト、フランクフルト
東京国際空港 （羽田空港）	3,360m×1 3,000m×1 2,500m×2	ニューヨーク（ケネディ） パリ、ロンドン
新千歳空港	3,000m×2	ホノルル、クアラルンプール
那覇空港	3,000m×1	シンガポール、バンコク
仙台空港	3,000m×1 (1,200m×1)	ソウル、台北 (過去にホノルル、グアム等)
福岡空港	2,800m×1	ホノルル、シンガポール

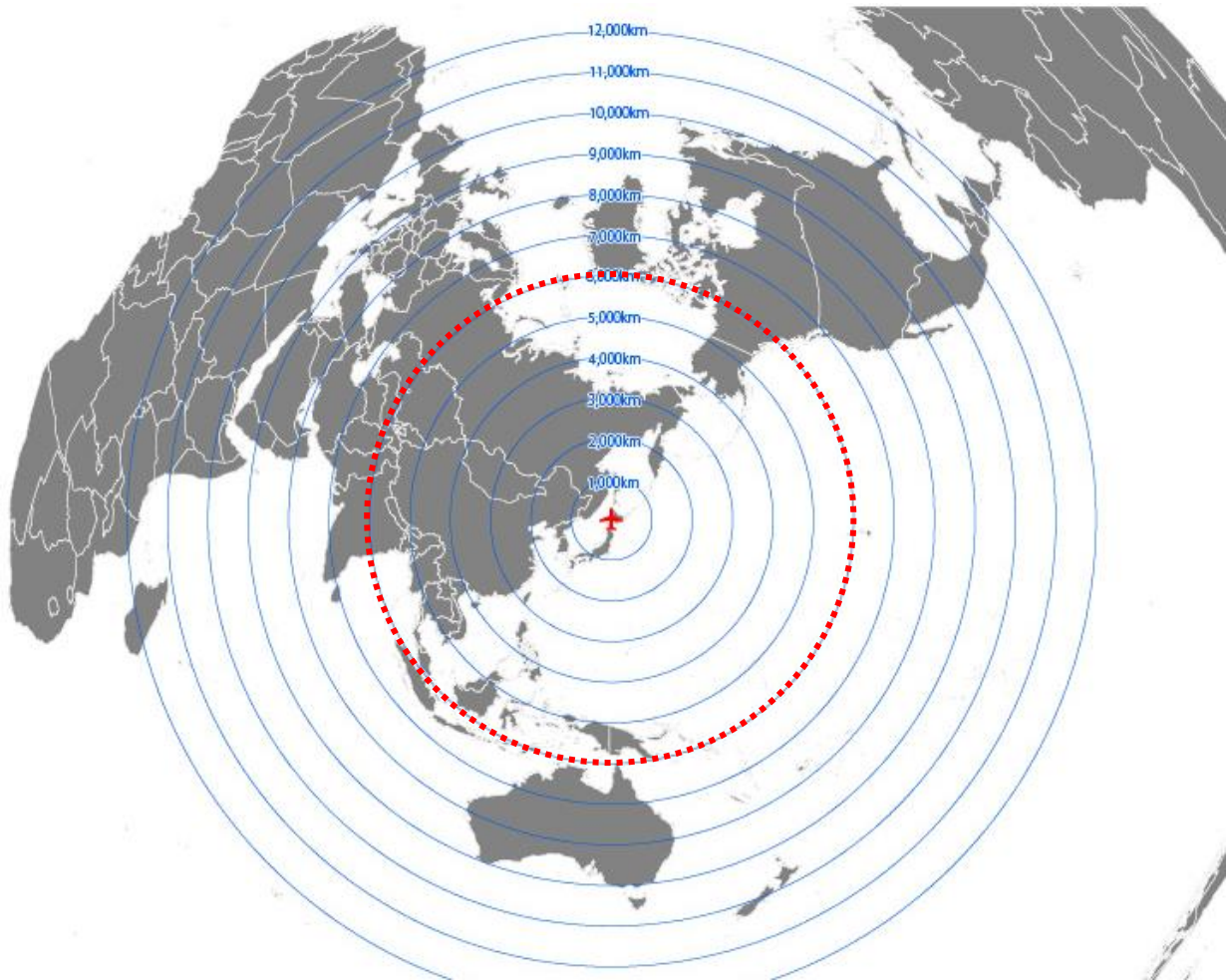


図-3.11 北海道を中心とした正距方位図

(b) 形状・制限表面

空港・場外離着陸場における滑走路・着陸帯の形状、制限表面に関する要件は、「空港土木施設の設置基準・同解説（H29.4）」、「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準（H29.2）」を参照して整理した。

滑走路・着陸帯の形状、制限表面に関する要件の一覧を表-3.7に示す。

なお、水平表面については、地形・既存物件に対して航空機の安全に特に害さないものは、東京航空局長の承認により許容される。

表-3.7 滑走路の形状・制限表面に関する要件

項目	細目	空港の要件	場外離着陸場の要件	備考
滑走路の形状	幅	45m	使用機の全幅+7.5m	場外離着陸場は離着陸帯の要件
	最大勾配	縦断:0.8~1.0% 横断:1.5%	縦断:2.0% 横断:3.0%	
着陸帯の形状	幅	150m (中心線から75m)	—	精密進入を行わない場合
	最大勾配	縦断:1.5% 横断:2.5%	—	
進入表面	進入区域の長さ	3,000m	3,000m	
	進入表面の勾配	1/40	1/20	精密進入を行わない場合
転移表面	転移表面の勾配	1/7	1/5	場外離着陸場で旅客輸送を行う場合は1/7
水平表面	半径の長さ	4,000m	場周飛行に必要な範囲(規定無し)	
	標点からの高さ	45m	45m	

※ 空港の要件は、「空港土木施設の設置基準・同解説（H29.4）」を参照

※ 場外離着陸場の要件は、「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準（H29.2）」を参照

3.2.3 滑走路の幅

(省令 79 条関係)

滑走路の幅は、特別の理由があると認められる場合を除き、着陸帯の等級に応じて、次表に示す規格を有するものとする。

着陸帯の等級	滑走路長	滑走路幅
A、B、C、D、E	1,280m以上	45m以上
F、G	900m以上 1280m未満	30m以上
H	500m以上 900m未満	25m以上

(中略)

3.2.4 滑走路の勾配

(省令 79 条関係)

滑走路の勾配（部分勾配）は、特別の理由があると認められる場合を除き、着陸帯の等級に応じて、次表に示す規格を有するものとする。

着陸帯の等級	滑走路長	最大縦断勾配		最大横断勾配
		1. 滑走路の末端から滑走路の長さの4分の1以下の距離にある部分	2. 1に規定する部分以外の部分	
A、B、C、D	1,500m以上	0.8%	1.0%	1.5%
E、F、G	900m以上 1500m未満	1.0%		1.5%
H	500m以上 900m未満	1.5%		2.0%

(中略)

3.4.2 着陸帯の長さ

(省令 79 条関係)

着陸帯の長さは、特別の理由があると認められる場合を除き、滑走路の両端にそれぞれ60mを加えた長さを有するものとする。

3.4.3 着陸帯の幅

(省令 79 条関係)

着陸帯の幅は、特別の理由があると認められる場合を除き、着陸帯の等級に応じて、次表に示す規格を有するものとする。

着陸帯の等級	滑走路長	滑走路の縦方向の中心線から着陸帯の長辺までの距離	
		精密進入を行う着陸帯 (計器用)	精密進入を行わない着陸帯 (非計器用)
A、B、C、D、E	1,280m以上	150m以上	75m以上
F、G	900m以上 1280m未満		60m以上
H	500m以上 900m未満	75m以上	30m以上

出典)「空港土木施設の設置基準・同解説 (H29.4)」P. 3-3~10

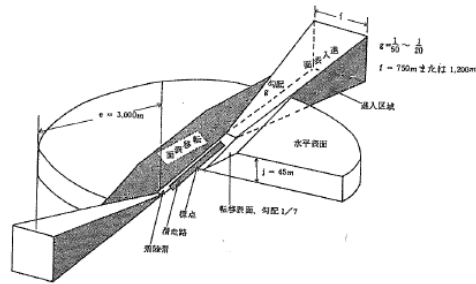
(参考資料-1) 空港の制限表面

制限表面には、進入表面、転移表面、水平表面、延長進入表面、円錐表面および外側水平表面があり、これらの制限表面は、着陸帯の等級等によって範囲が異なり、表-1.1のように定められている。なお、制限表面の説明図を図-1.1、図-1.2 に示す。これらの制限表面を突出する物件の設置は、航空法第49条により禁止されている。

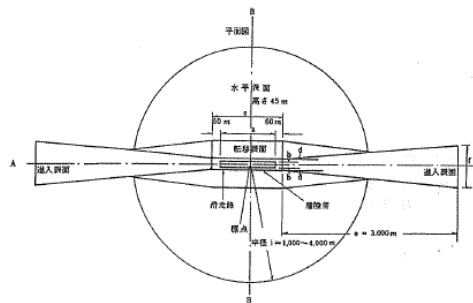
表-1.1 制限表面の範囲

種類 (施行規則75条-1)		陸上空港								
着陸帯の等級 (施行規則75条-2)		A	B	C	D	E	F	G	H	
(滑走路長)		a	($>2,550^m$)	($\sim 2,150^m$)	($\sim 1,800^m$)	($\sim 1,500^m$)	($\sim 1,280^m$)	($\sim 1,080^m$)	($\sim 900^m$)	($\sim 500^m$)
進入区域 (法2条-6)	長さ	e	3,000							
	内側底辺の長さ	d	着陸帯の幅と同じ							
	外側底辺の長さ	精密進入を行う着陸帯用	1,200m							
精密進入を行わない着陸帯用		750m								
進入表面 (法2条-7)の水平に対する勾配	精密進入を行う着陸帯用 (施行規則2条-1)	g	1/50							
	精密進入を行わない着陸帯用 (施行規則2条-2)	g	1/40		1/30~1/40		1/25	1/20		
転移表面 (法2条-8)	勾配	h	1/7							
水平表面 (法2条-8)	半径の長さ (施行規則3条)	i	4,000 ^m	3,500 ^m	3,000 ^m	2,500 ^m	2,000 ^m	1,800 ^m	1,500 ^m	1,000 ^m
	標点からの高さ	j	45m							
延長進入表面 (法56条の2-2)	長さ	k	進入区域外側底辺からの水平距離12,000m							
	内側底辺の長さ	f	進入区域の外側底辺の長さ							
	勾配	g	進入表面の勾配と同じ							
円錐表面 (法56条の2-3)	勾配	精密進入を行う着陸帯用	1/50 (施行規則96条の2-1)							
		精密進入を行わない着陸帯用	1/40		1/30	1/20	施行規則96条の2-2			
	半径	m	16,500m (施行規則96条の2-1)							
外側水平表面 (法56条の2-4)	高さ	n	円錐表面の上縁と同じ							
	半径の長さ	o	24,000m (施行規則96条の3)							

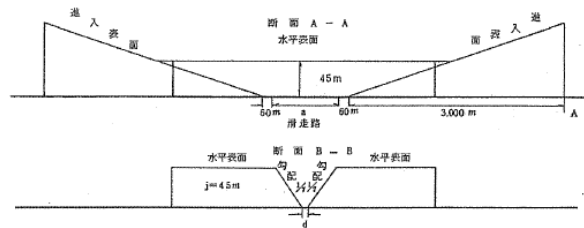
出典)「空港土木施設の設置基準・同解説 (H29.4)」P. 参-1



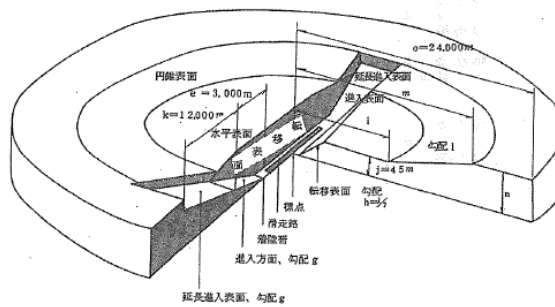
(a) 進入表面、転移表面および水平表面の説明図



(b) 進入表面、転移表面および水平表面の説明図



(c) 進入表面、転移表面および水平表面の説明図



(d) 延長進入表面、円錐表面、外側水平表面等の説明図

図-1.1 制限表面の説明図

出典)「空港土木施設の設置基準・同解説 (H29.4)」P. 参-2

(Ⅱ) 許可基準

飛行目的を有効に達成するため、当該離着陸場を使用することがやむを得ない場合であつて、かつ、当該離着陸場が次に掲げる基準に適合すると認められる場合に限り許可することができるものとする。

1 航空運送事業の用に供する航空機の場合

(1) 離着陸地帯等の要件

離着陸地帯等の規格は、法及び施行規則第 79 条に定める設置基準又は次に掲げる基準に適合するものでなければならない。

a 飛行機の離着陸の用に供する場合

離着陸地帯	位置及び方向	位置及び方向は、動力装置が故障した場合に地上又は水上の人又は物件に対し、危害を与え、又は損傷を及ぼすことなく不時着できる離着陸経路が設定できるよう選定されていること。
	長さ及び幅	長さは、離着陸地帯の気圧及び気温に応じ、離陸又は着陸の際必要とされる滑走路長（以下「必要滑走路長」という。別図 1 参照）を確保し得る長さ以上であること。

	幅は、20メートルと使用機の全幅に 7.5メートルを加えた値のいずれか大きい値以上であること。
表面	十分に平坦であり、 <u>最大縦断こう配は 2%、最大横断こう配は 3%</u> であること。 使用機の運航に十分耐える強度を有するものであること。
進入区域及び進入表面	<u>進入区域及び進入表面は、別図 2 のとおりとする。進入表面のこう配は 20 分の 1 以下とし、同表面の上に出る高さの物件がないこと。</u>
水平表面	水平表面は、離着陸地帯の中央の垂直上方 45メートルの点を含む水平面とする。場周飛行に必要な範囲内に同表面上に出る高さの物件がないこと。
転移表面	転移表面は、旅客輸送を行う場合は 7 分の 1 以下、それ以外の場合は 5 分の 1 以下のこう配を有する別図 2 に示す表面とする。転移表面上に出る高さの物件及び離着陸地帯の各長辺から外側にそれぞれ 10メートルまでの範囲内に離着陸地帯の延長面上に出る高さの物件がないこと。

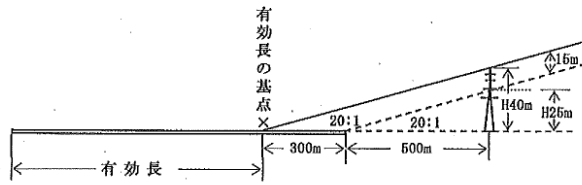
出典) 「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29. 2)」

別図 1

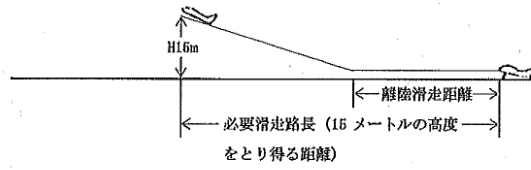
飛行機の場合の離着陸地帯の有効長及び必要滑走路長の略図

((H)1(1)a)

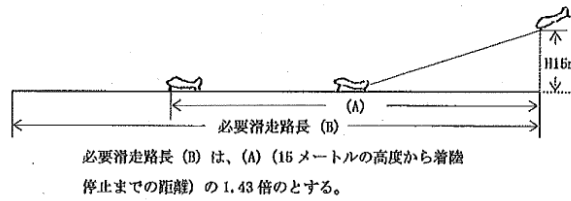
① 離着陸地帯の有効長



② 離陸の場合の必要滑走路長



③ 着陸の場合の必要滑走路長

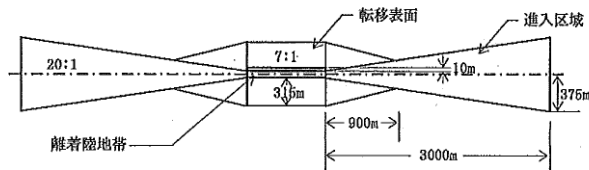


出典) 「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29.2)」

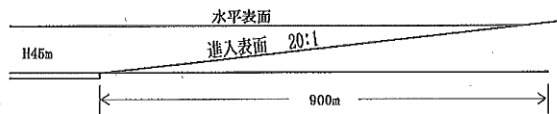
別図 2

飛行機の場合の進入区域、進入表面、転移表面の略図
((H)1(1)a)

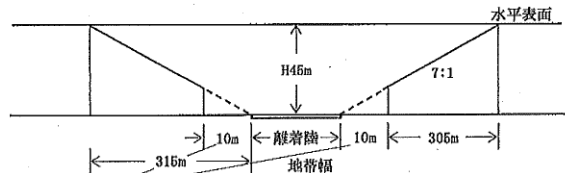
① 平面図



② 進入表面断面図



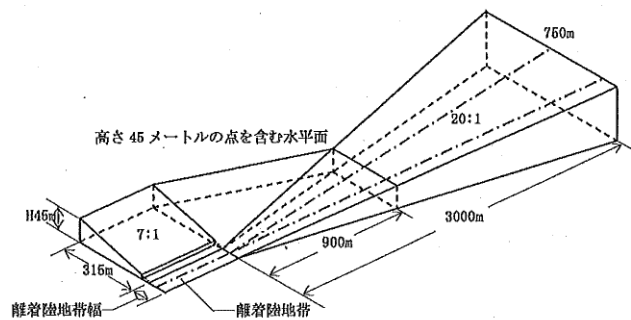
③ 転移表面断面図



離着陸地帯の外側 10メートルの範囲内に離着陸地帯の表面の延長面上に出る高さの物件がない区域

*旅客輸送以外の場合の転移表面のこう配は、5:1 以下とすることができる。

④ 立体図



出典)「地方航空局における場外離着陸許可の事務処理基準 (H29.2)」

物件の制限等

航空法の定めにより、上記の制限表面の上に出る高さの建造物、植物その他の物件について、これを設置し、植栽し、又は留置することは禁止されています。

ただし、水平表面、円錐表面及び外側水平表面に係るもので「仮設物」、「避雷設備」または「地形又は既存物件との関係から航空機の飛行の安全を特に害さない物件」については、申請により東京航空局長の承認を受ければ、当該制限表面の上に出て、これを設置することができます。なお、これらに違反して、設置し、植栽し、又は留置した物件の所有者その他の権原を有する者に対し、除去を求められます。（航空法第49条、第56条の3）

また、規定に違反して、建造物、植物その他の物件を設置し、植栽し、又は留置した者は、50万円以下の罰金に処されます。（航空法第150条）

出典) 国土交通省東京航空局 HP

(c) 滑走路方位

滑走路の方位は、ICAO（国際民間航空機関）基準によると、飛行場の利用が考えられる航空機の使用可能率が95%以上であるべきとされる。

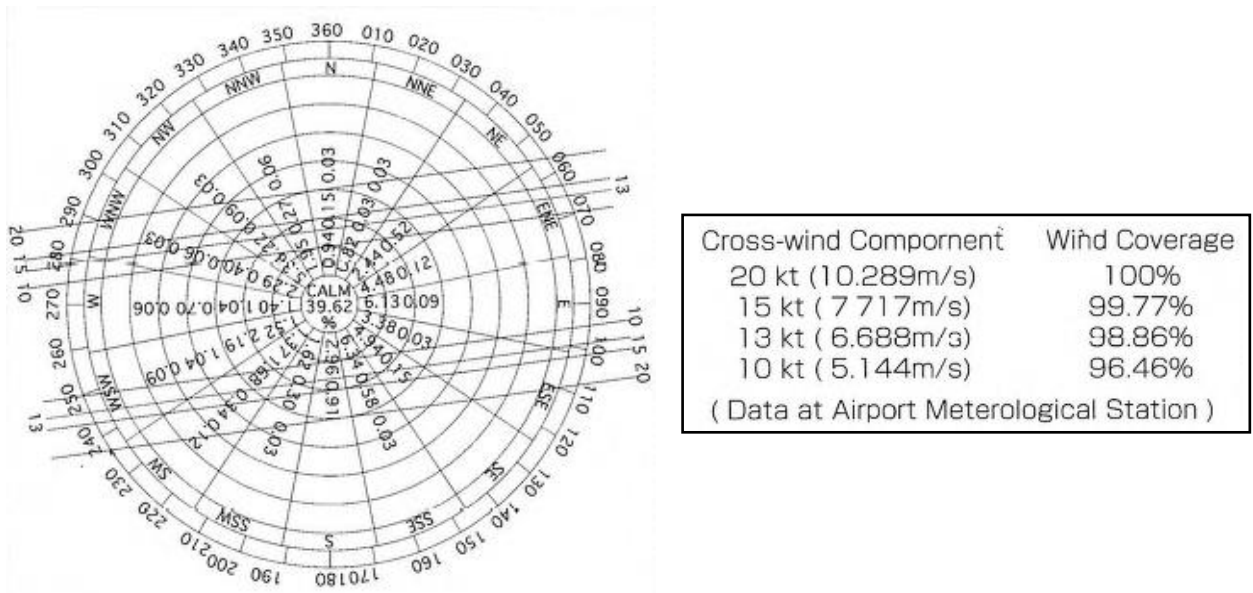
航空機は風に向かって離着陸し、横風が一定以上の場合には離着陸が禁止される。ICAO 基準によると、風向・風速に基づく横風分力（滑走路直交方向の成分）の許容値を表-3.8 のとおり設定されている。

表-3.8 ICAO（国際民間航空機関）による許容横風分力

対 象	許容横風分力
基準滑走路長 1,500m 以上の航空機	20kt (10.3m/s)
基準滑走路長 1,200m~1,500m 未満の航空機	13kt (6.7m/s)
基準滑走路長 1,200m 未満の航空機	10kt (5.2m/s)

滑走路方位に対して許容横風分力を超えない風の割合はウィンドカバレッジと呼ばれ、ウィンドカバレッジが95%以上であれば滑走路方位は適切であると考えられる。

現在整備されている大樹町多目的航空公園の滑走路のウィンドカバレッジは図-3.12 のとおりであり、10kt の横風成分に対してもウィンドカバレッジ95%以上（96.46%）が確保されている。



出典) 大樹町 HP

図-3.12 大樹町多目的航空公園滑走路のウィンドカバレッジ

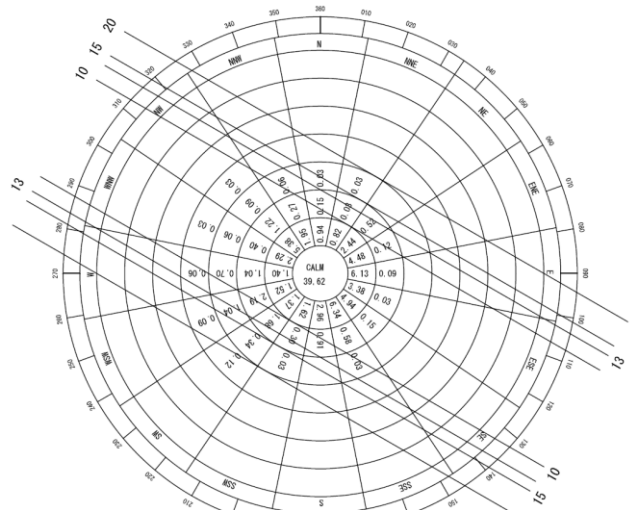
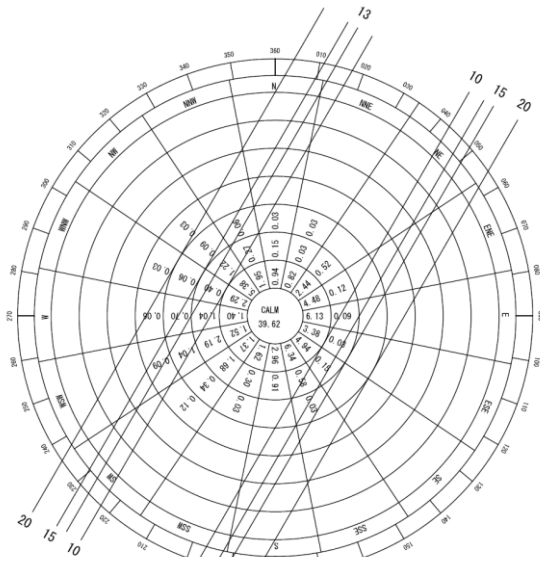
ここで、大樹町の風向・風速分布に対して、滑走路方位を海岸線と平行・直交方向とした場合のウィンドカバレッジを算定した結果を図-3.13に示す。

図-3.13から、いずれの滑走路方位でも、許容横風分力13ktの航空機（基準滑走路1,200m以上）のウィンドカバレッジは95%以上が確保される。

これは、大樹町では無風状態（CALM）が39.62%を占めることに加え、強風が少ないことから、風向きによる滑走路方位の制約をほとんど受けないことになったと考えられる。

【海岸線と平行方向（03-21）】

【海岸線と直交方向（12-30）】



許容横風分力	使用可能率
20 kt (10.289m/s)	99.9%
15 kt (7.717m/s)	99.3%
13 kt (6.688m/s)	98.1%
10 kt (5.144m/s)	95.2%

許容横風分力	使用可能率
20 kt (10.289m/s)	99.9%
15 kt (7.717m/s)	99.1%
13 kt (6.688m/s)	97.7%
10 kt (5.144m/s)	93.7%

図-3.13 滑走路を海岸線と平行・直交方向に配置した場合のウィンドカバレッジ

(d) 空域等

大樹町現滑走路周辺の区分航空図を図-3.14 に示す。

大樹町上空は帯広空港の管制圏や新千歳空港の進入管制区（図-3.15）には該当しないが、帯広空港の計器着陸の進入経路及び巡航飛行経路に近接する。

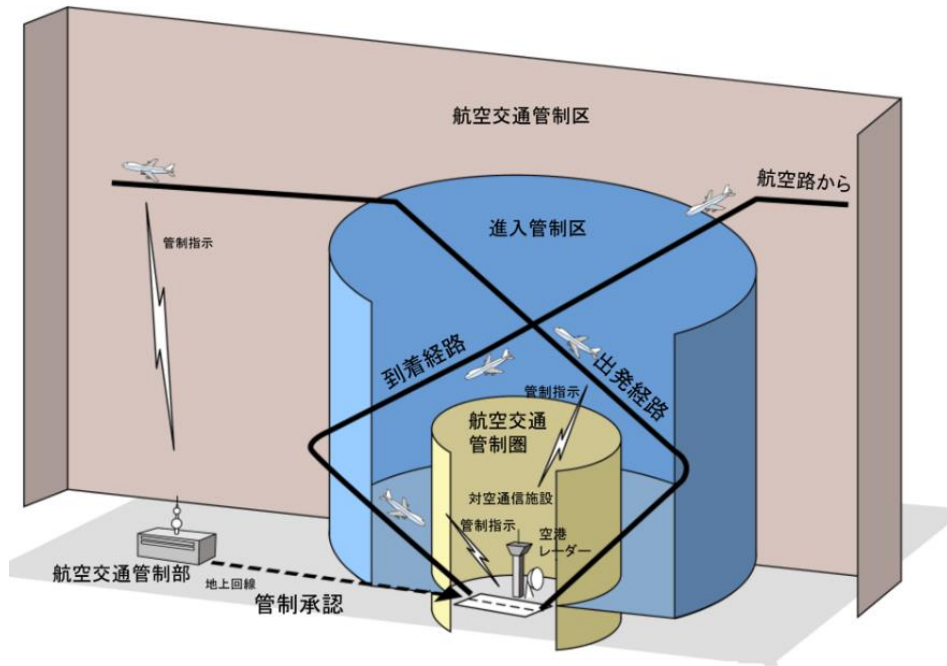
また、十勝地域の陸地上空はほとんどが訓練試験区域に該当する。

以上のことから、高頻度で新設滑走路を利用する場合は、進入・出発に影響を与える周辺空域に対して、事前に調整が必要と考えられる。



出典) 区分航空図 ((公社)日本航空機操縦士協会; 2016.10)

図-3.14 大樹町現滑走路周辺の空域の状況



出典) 国土交通省航空局 HP

図-3.15 管制区等の概念

(2) 軌道実験施設の要件

室蘭工業大学 航空宇宙機システム研究センターでは、実機サイズの模型を地上に敷設した軌道上において高速度で走行させ、エンジンの推進特性や機体の空力特性を試験する高速走行軌道実験装置を整備している。

実施または検討されている軌道設備の利用形態は、以下のとおりとされている。

【高速走行軌道実験設備の利用形態】

- 航空宇宙機の高速度環境下での空力特性の把握
- 地面効果特性の検証
- 高速で運動する機体からの分離・射出試験
- 航空宇宙機の構造空力問題の解明
- 航空宇宙機の空力デバイスの検証
- 航空宇宙機の航法装置の検証
- 航空宇宙機エンジンの高速実証
- 衝突破壊実験

実験用軌道は、表-3.9 に示す段階的な整備を行っており、第三段階のフルスケール軌道は、大樹町多目的航空公園に近接した配置が計画されている。

推進装置は、液体酸化剤とプラスチック燃料を用いたハイブリッドロケットをクラスタ化（並列配置）して使用し、計画されている最大速度は2,600km/h（音速の約2倍）となる。また、フルスケール軌道では、前述の実験に加えてスレッドによるロケットの離陸補助（カタパルト射出）にも利用可能とされている。

表-3.9 段階的に整備される軌道設備の諸元

軌道設備	軌間	全長	最高速度	完成年度
サブスケール軌道	0.130m	100m	130km/h	2008年12月
フルサイズ軌道	1.435m	300m	405km/h	2009年10月
フルスケール軌道	1.435m	3,000m	2,600km/h	計画中

フルスケール軌道の要件は、ヒアリング及び検討部会より以下のとおりと考えられる。

▶ 延長：3,000m

▶ 勾配：加速区間で LEVEL 勾配（フラット）・減速区間では勾配設定可能※

※ 減速は一時的に貯留した水との抵抗により行うため、貯留に影響の無い勾配とする。

▶ 施設幅：軌道は 1.435m（新幹線と同規格）だが、機材搬入や観測、メンテナンスのため、沿道が必要となる。

参考として、現在白老滑空場に整備されているフルサイズ軌道での実験状況を写真-3.1に示す。

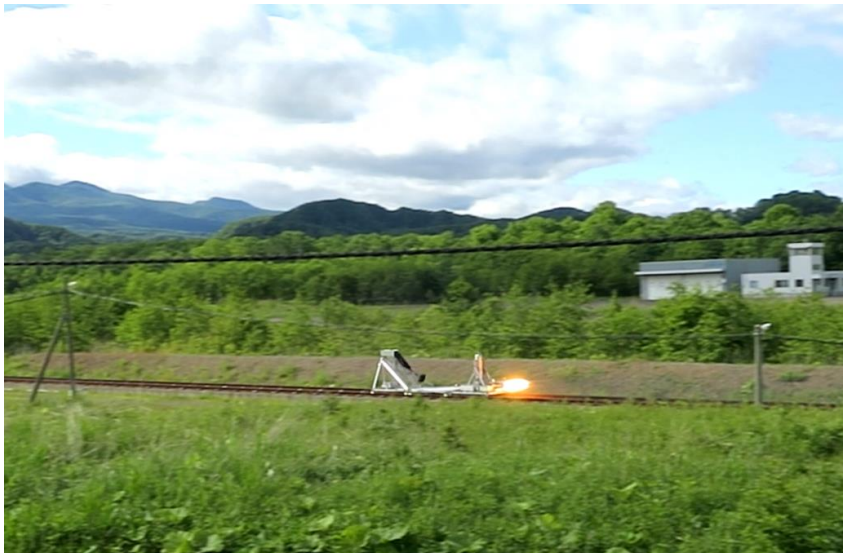


写真-3.1 高速走行軌道実験の状況（2018.6.14撮影）

3.2.3. 平面形状・配置

設定した配置条件に基づき、新設滑走路 3,000m の平面配置を検討した。

なお、現滑走路の延長上には丘陵地があるため、現滑走路を 3,000m まで延伸することは進入表面確保の観点から困難であり、3,000m の滑走路は、現滑走路とは異なる位置・方位により別途新設する必要がある（図-3.16）。



図-3.16 現滑走路周辺の地形状況（再掲）

新設滑走路の配置は、国道・道道等の主要幹線道路や河川・湿原への抵触を避けた配置とし、以下の配置案を設定して比較した。

- ▶ 案-1：現滑走路と平行に配置（08-26）
- ▶ 案-2：海岸線と平行方向に配置（03-21）
- ▶ 案-3：海岸線と直交方向に配置（12-30）

案-1～3を比較した結果を表-3.10に示す。また、各案の詳細を(1)～(4)に示す。

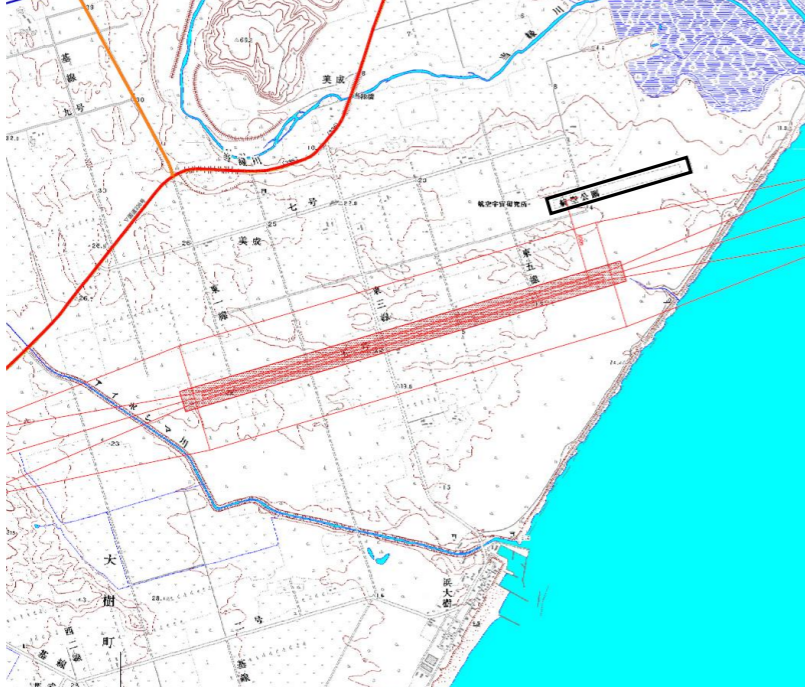
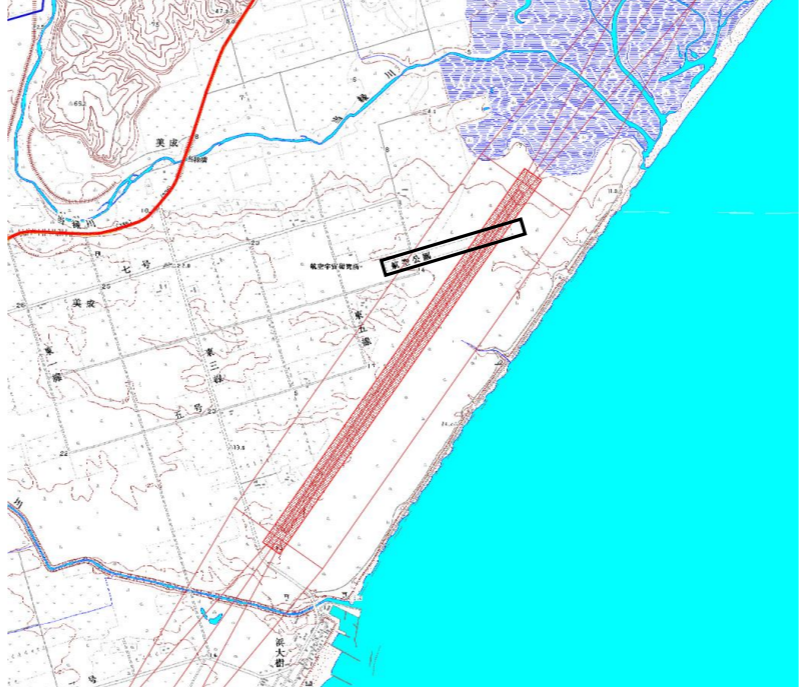
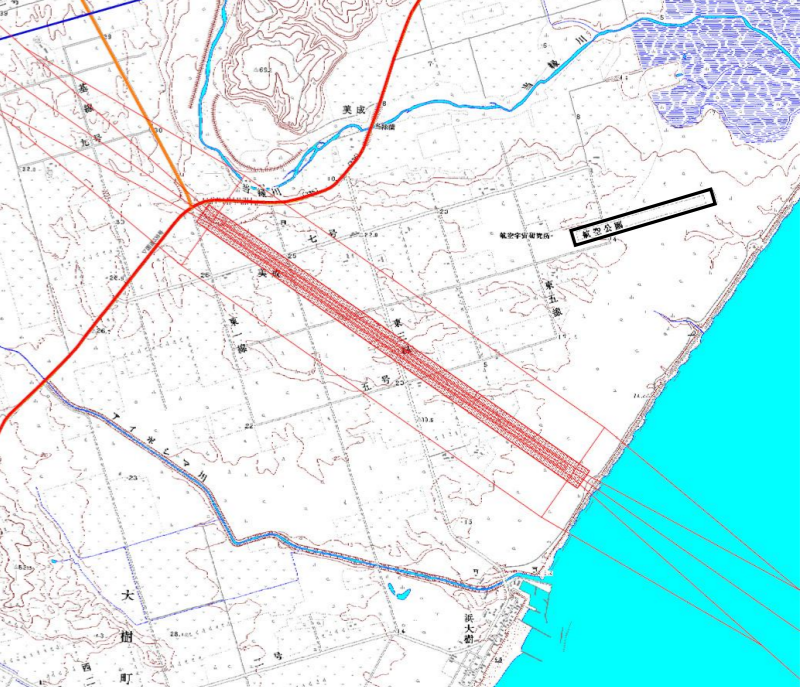
ここで、案-1については、現滑走路から中心線間隔で600m・300mとする2パターンを検討した。

表-3.10から、一部の住宅地に抵触するものの、L1射場への影響が無く、自然環境面においても他の案と比べて課題が少ない案-1が有力と考えられる。

案-1は現滑走路からの中心線間隔を600mとする案-1A、300mとする案-1Bが考えられるが、住宅地や道路への影響が相対的に小さい案-1Bを採用した。

この場合、現滑走路やSORA・JAXA格納庫の近傍にターミナルを配置することが考えられ、利便性も優れる。

表-3.10 滑走路平面配置案の比較

項目	案-1：現滑走路と平行	案-2：海岸線と平行	案-3：海岸線と直交
概要	多目的航空公園の現滑走路と平行に新設滑走路を配置する案。現滑走路からは中心線間隔で600m・300mとする場合が考えられる。	海岸線と平行方向に新設滑走路を配置する案。当縁湿原とアイホシマ川を回避するため、現滑走路と交差する配置となる。	海岸線と直交方向に新設滑走路を配置する案。国道と海岸線の間配置することとなる。
平面図			
既存施設との位置関係	現滑走路と平行。制限表面はJAXA格納庫・L1射点の影響を受けない。	現滑走路と交差。制限表面の影響はないが、L1射点への移動経路で滑走路の横断が生じる。	現滑走路から1km以上離れる。末端が国道に近接するため、道路構造物の高さ制限が必要。
周辺道路等への影響	一部の住宅地に抵触する。	住宅地への抵触は無く、道路への影響も少ない。	住宅地への抵触は無いが、多くの道路が寸断される。
自然環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸側が防霧保安林内に位置し、カシワ林等の改変を伴う。 ・計画地の大部分が、防風保安林内に位置する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・滑走路端が湿原に近接する。 ・計画地の大部分が、海岸沿いの防霧保安林内に位置しカシワ林等の改変を伴う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・滑走路端が海岸に近接する。 ・海岸側が防霧保安林内に位置し、カシワ林等の改変を伴う。 ・防風保安林の一部を分断。
運用上の課題等	特になし	滑走路端が浜大樹に近接するため、騒音問題が懸念される。	現滑走路から離れており、駐機場等の施設の共有が困難。
総合評価	一部の住宅地に抵触するものの、L1射場への影響が無く、自然環境面においても他の案と比べて課題が少ない。また、現滑走路やSORA・JAXA格納庫の近傍にターミナルを配置することが考えられ、利便性も優れる。	平面配置において住宅地への抵触が生じないが、北側末端が湿原に、南側末端が浜大樹に近接するため、自然環境への影響や市街地への騒音影響が懸念される。また、L1射点への動線をふさぐ配置のため既存施設の運用に影響する。	平面配置において多くの道路の寸断が生じることに加え、滑走路末端が海岸に近接するため自然環境への影響が懸念される。また、現滑走路から1km離れており、運用面においても他案に劣る。

(1) 案-1A：現滑走路と平行に配置（現滑走路から 600m）

案-1Aとして、多目的航空公園の現滑走路と平行に、中心線間隔で 600m の位置に新設滑走路を配置する場合の平面図を図-3.17 に、滑走路中心線と進入表面の縦断面図を図-3.18 に示す。

- ・ ターミナル・駐車場等は、現滑走路と新設滑走路の中間部への配置が考えられる。
- ・ 現地盤成りに滑走路を配置する場合、縦断勾配は 0.3%となる。
- ・ 進入表面 1/40（場外離着陸場の場合）は丘陵地形による抵触を受けない。
- ・ 海岸線から滑走路末端までの距離は現滑走路と同様としているが、防霧保安林（カシワ林）に抵触するため、影響検討や補償（移植等）検討が必要となる。

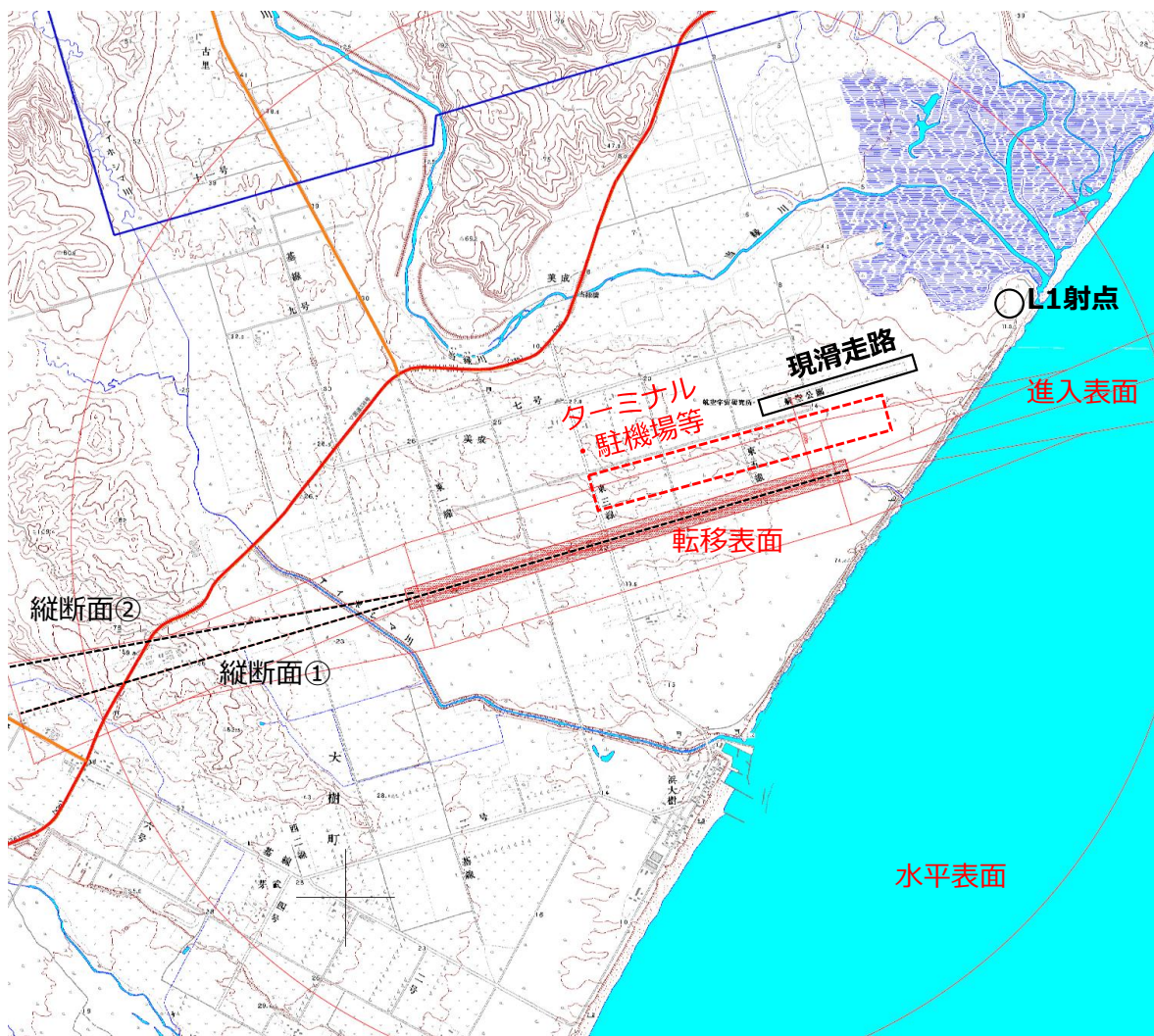


図-3.17 滑走路配置平面図（案-1A）

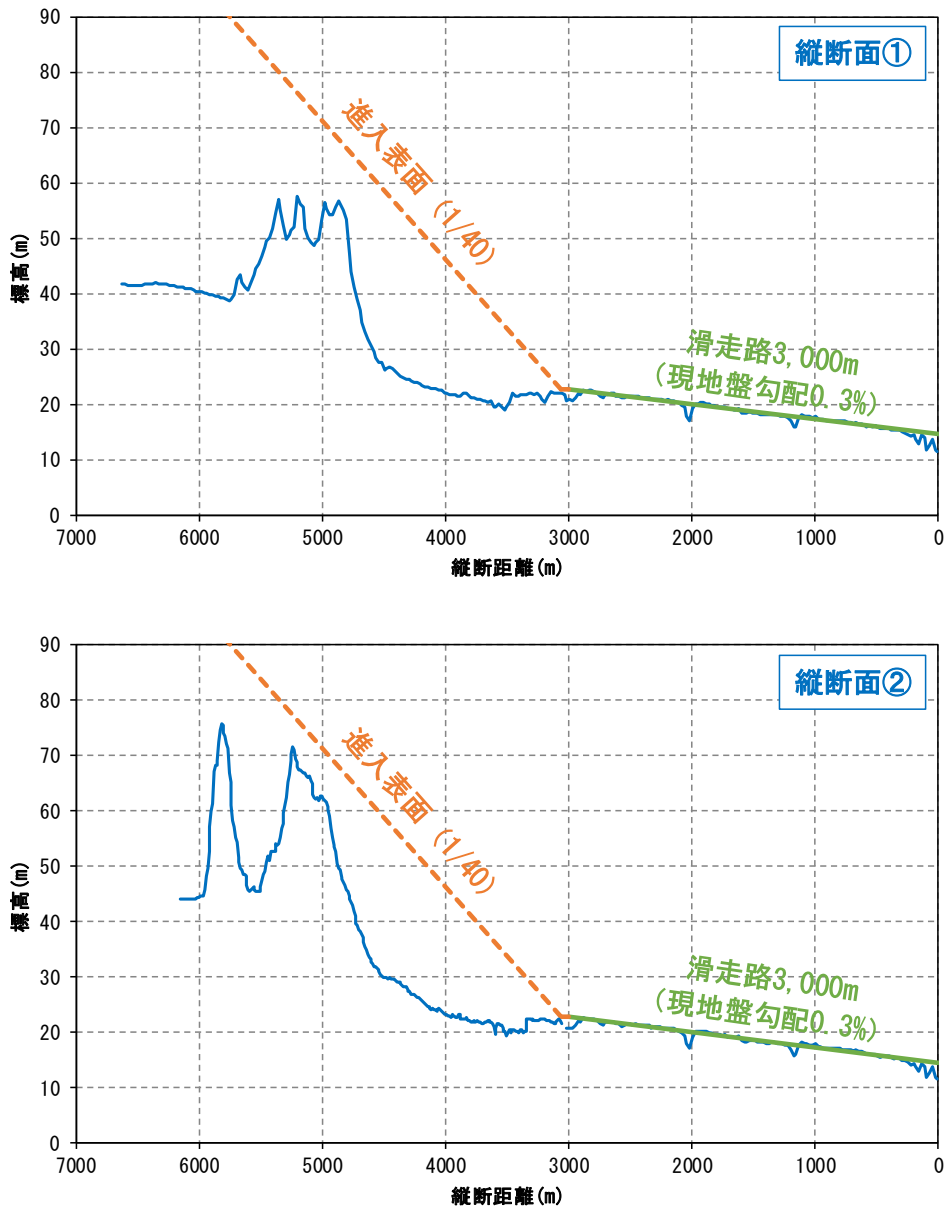


図-3.18 滑走路縦断模式図 (案-1A)

(2) 案-1B：現滑走路と平行に配置（現滑走路から 300m）

案-1Bとして、多目的航空公園の現滑走路と平行に、中心線間隔で 300m の位置に新設滑走路を配置する場合の平面図を図-3.19 に、滑走路中心線と進入表面の縦断面図を図-3.20 に示す。

- ・ ターミナル・駐車場等は、JAXA 格納庫・SORA 付近または内陸側に隣接した用地への配置が考えられる。
- ・ 現地盤成りに滑走路を配置する場合、縦断勾配は 0.3% となる。
- ・ 進入表面 1/40（場外離着陸場の場合）は丘陵地形による抵触を受けない。
- ・ 海岸側の滑走路末端が防霧保安林（カシワ林）に、滑走路全体が防風保安林に抵触するため、影響検討や補償（移植等）検討が必要となる。
- ・ 現在の防風保安林とほぼ同じ位置に配置されるため、案-1A と比べて住宅地への影響は相対的に少ない。

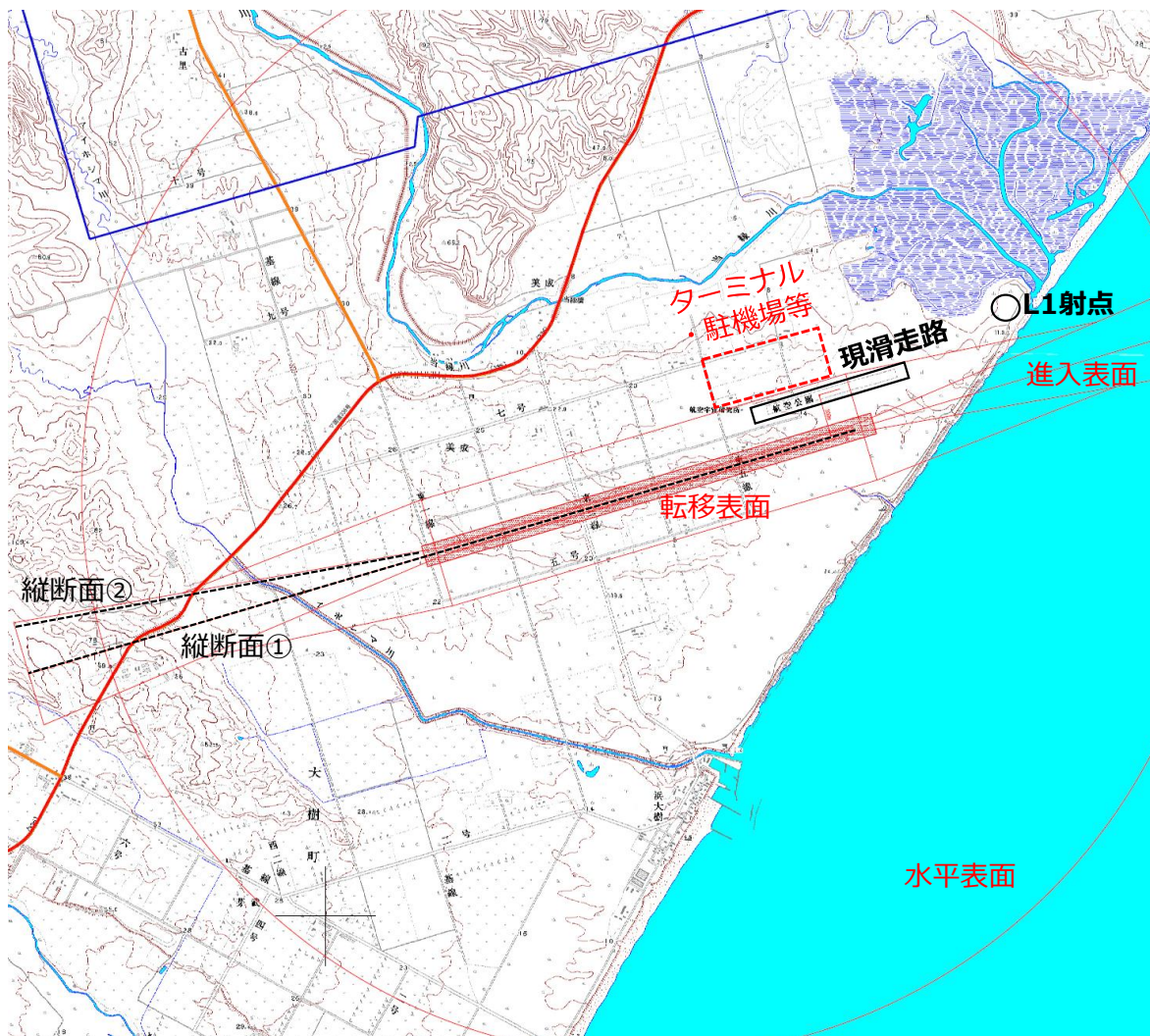


図-3.19 滑走路配置平面図（案-1B）【採用案】

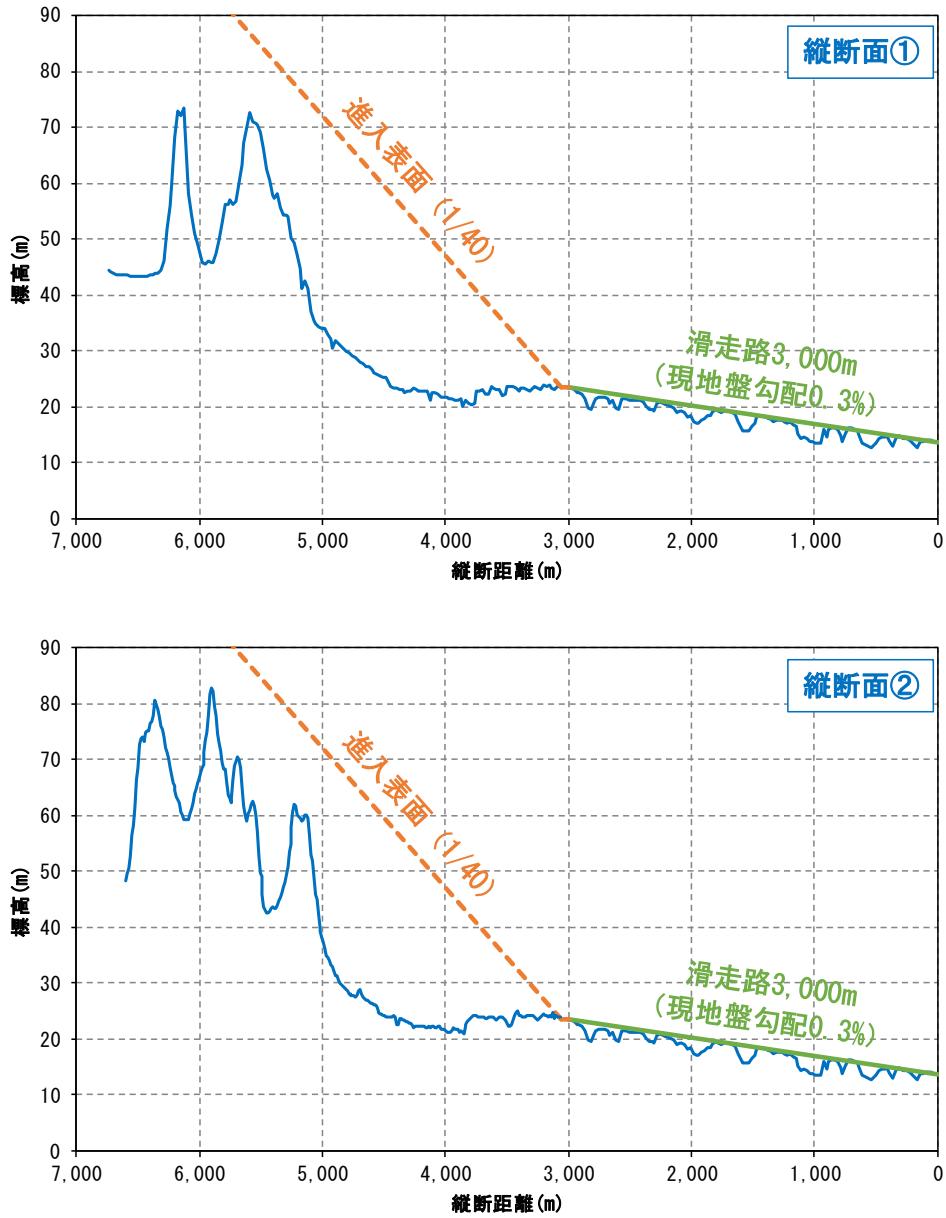


図-3.20 滑走路縦断模式図 (案-1B) 【採用案】

(3) 案-2：海岸線と平行方向（03-21）に配置

案-2として、海岸線と平行方向に新設滑走路を配置する場合の平面図を図-3.21に、滑走路中心線と進入表面の縦断面図を図-3.22に示す。

- ・ 現地盤成りに滑走路を配置する場合、縦断勾配はLEVEL（フラット）となり、当縁湿原側では盛土が必要となる。
- ・ 前後に丘陵地形は無いため、進入表面は問題なく確保されるが、L1射点が転移表面に近接する。
- ・ L1射点への移動経路が滑走路でふさがれるため、横断が必要となる。
- ・ 滑走路北側末端が当縁湿原に近接するため、環境影響が懸念される。また、滑走路全体が防霧保安林（カシワ林）に抵触するため、カシワ林等の改変を伴う。
- ・ 滑走路南側末端が浜大樹に近接するため、騒音影響が懸念される。

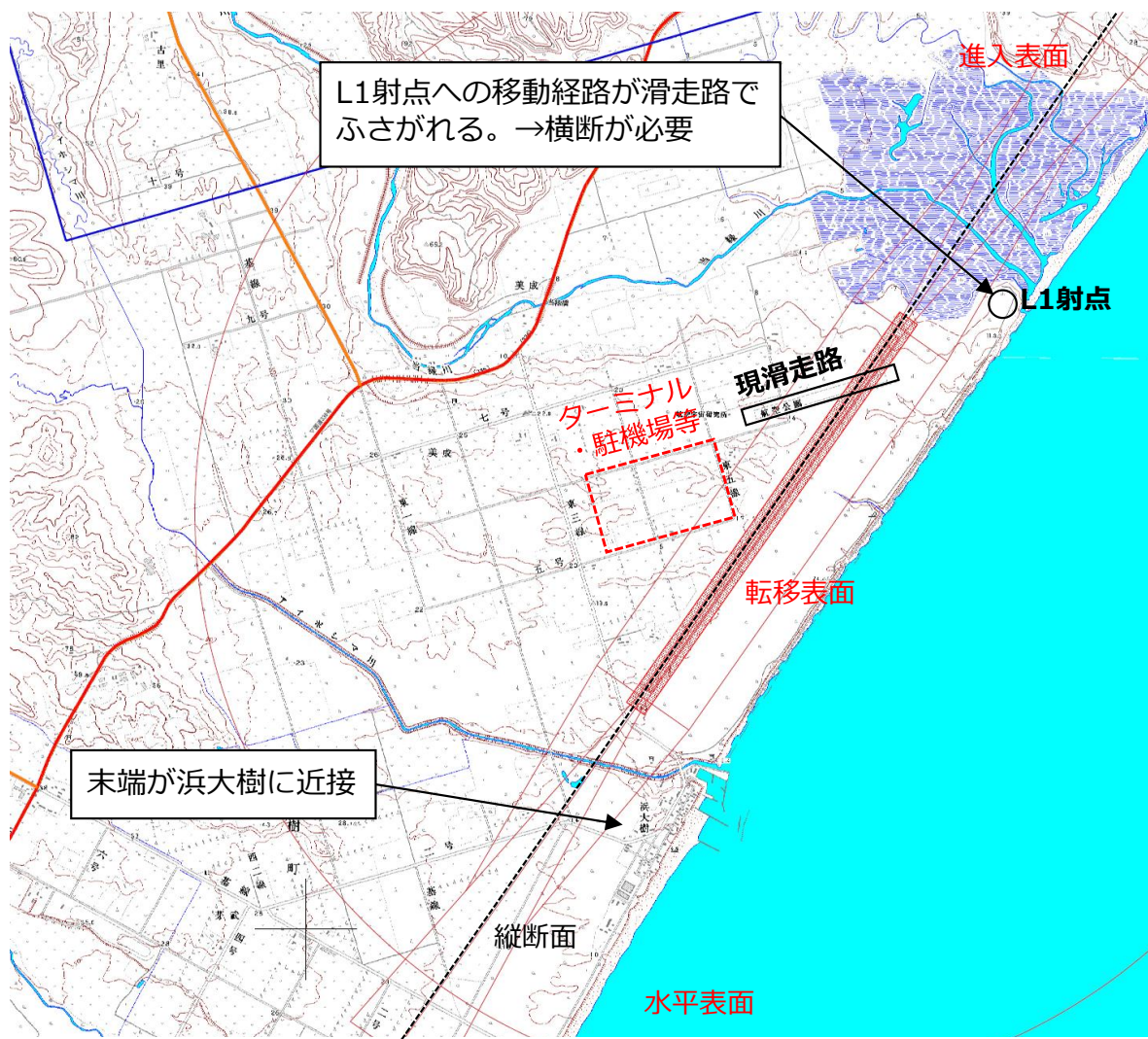


図-3.21 滑走路配置平面図（案-2）

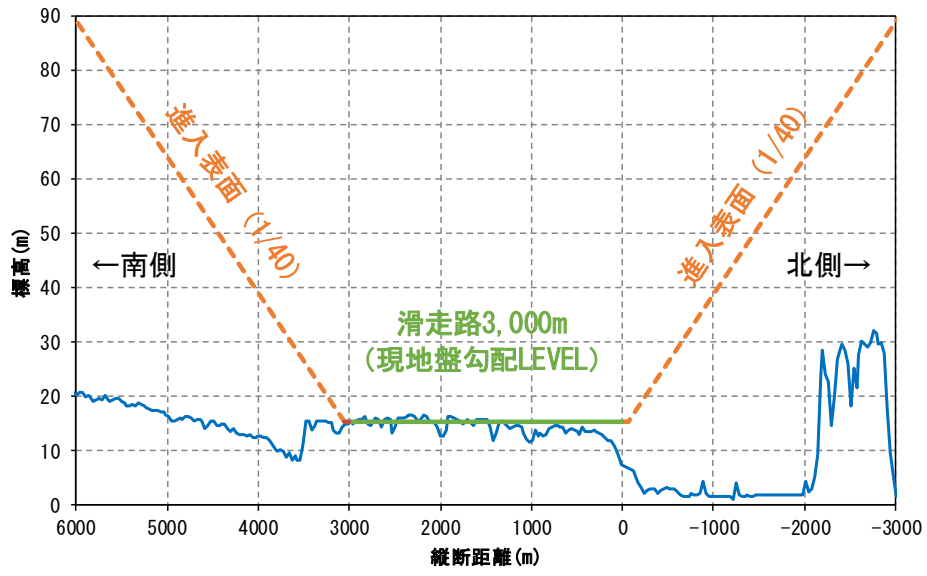


図-3.22 滑走路縦断模式図 (案-2)

(4) 案-3：海岸線と直交方向（12-30）に配置

案-3として、海岸線と直交方向に新設滑走路を配置する場合の平面図を図-3.23に、滑走路中心線と進入表面の縦断面を図-3.24に示す。

- ・ 現地盤成りに滑走路を配置する場合、縦断勾配は0.4%となり、海岸線付近では盛土が必要となる。
- ・ 進入表面は問題なく確保される。
- ・ 滑走路東側末端が海岸線に近接するため、海岸付近の重要植物の群落等に影響する恐れがある。
- ・ 滑走路西側末端が国道に近接するため、道路構造物の高さ制限が必要となる。
- ・ 現滑走路から1km以上離れた配置となる。

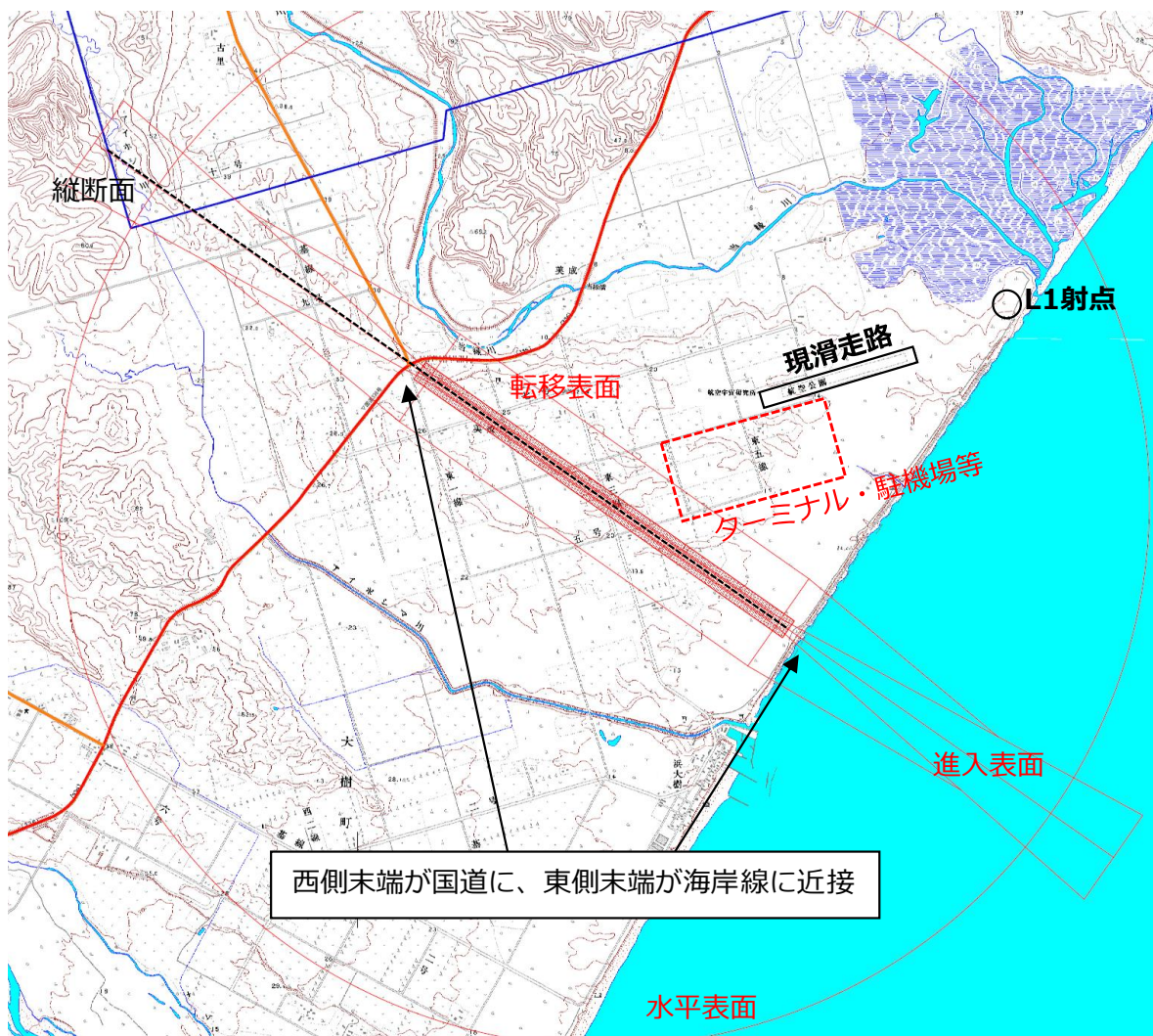


図-3.23 滑走路配置平面図（案-3）

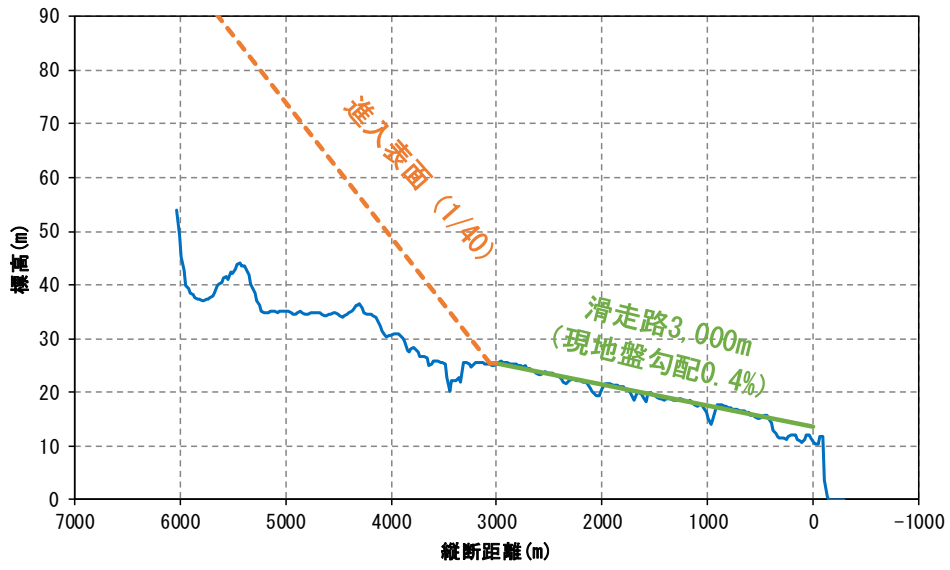


図-3.24 滑走路縦断模式図 (案-3)

3.2.4. 概略図面（案）

滑走路の平面形状・配置検討結果に基づき、エプロン・ターミナル・駐車場・構内道路用地の配置を設定するとともに、概略平面図・断面図を作成した。

新設滑走路の概略平面図を図-3.26 に示す。

- ・ 着陸帯は、非計器着陸用として幅 150m（計器着陸用の場合は幅 300m）とした。
- ・ エプロン幅は、大型ジェット旅客機（ICAO コード E）用の駐機スポットを 5 箇所と GSE（地上支援車両）置場を配置できる幅として約 380m とした。
- ・ ターミナルビルは、新千歳空港国際線の平面規模（平成 30 年時点）を参考に幅 150m・奥行き 50m とした。
- ・ エプロン・誘導路は、延伸滑走路 1,300m を並行して運用可能とするために、延伸滑走路の進入表面にエプロン内の航空機が抵触しない配置とした（図-3.25）。

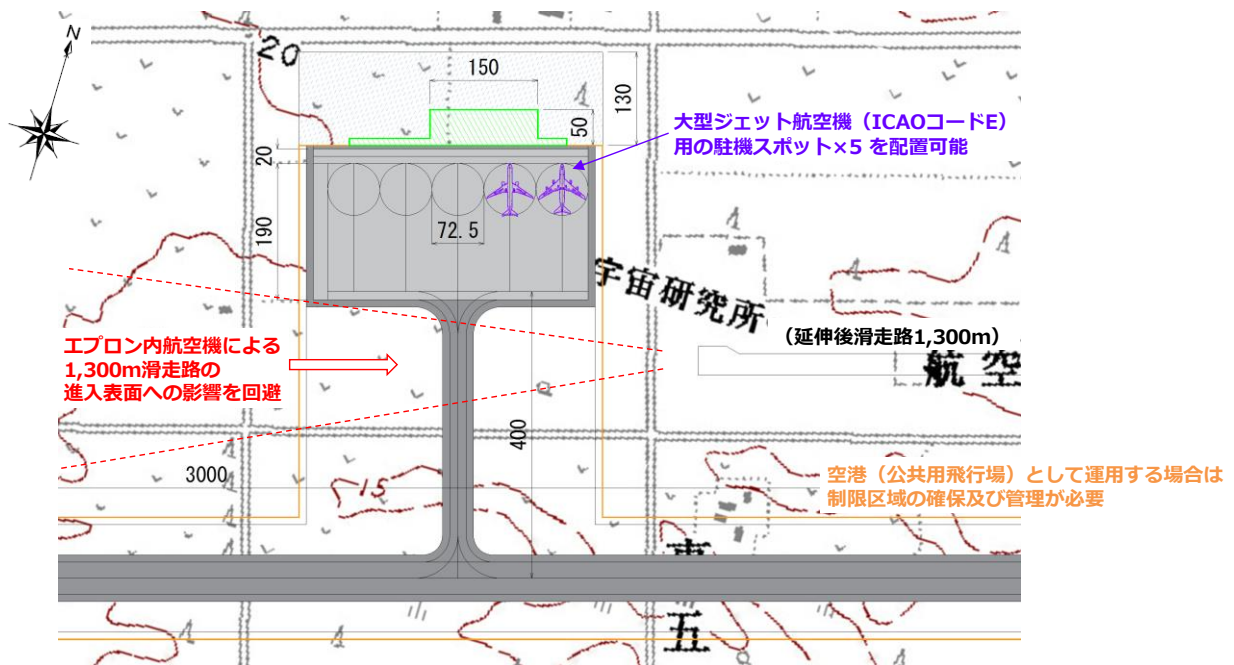


図-3.25 新設滑走路 (3,000m) と延伸滑走路 (1,300m) の位置関係

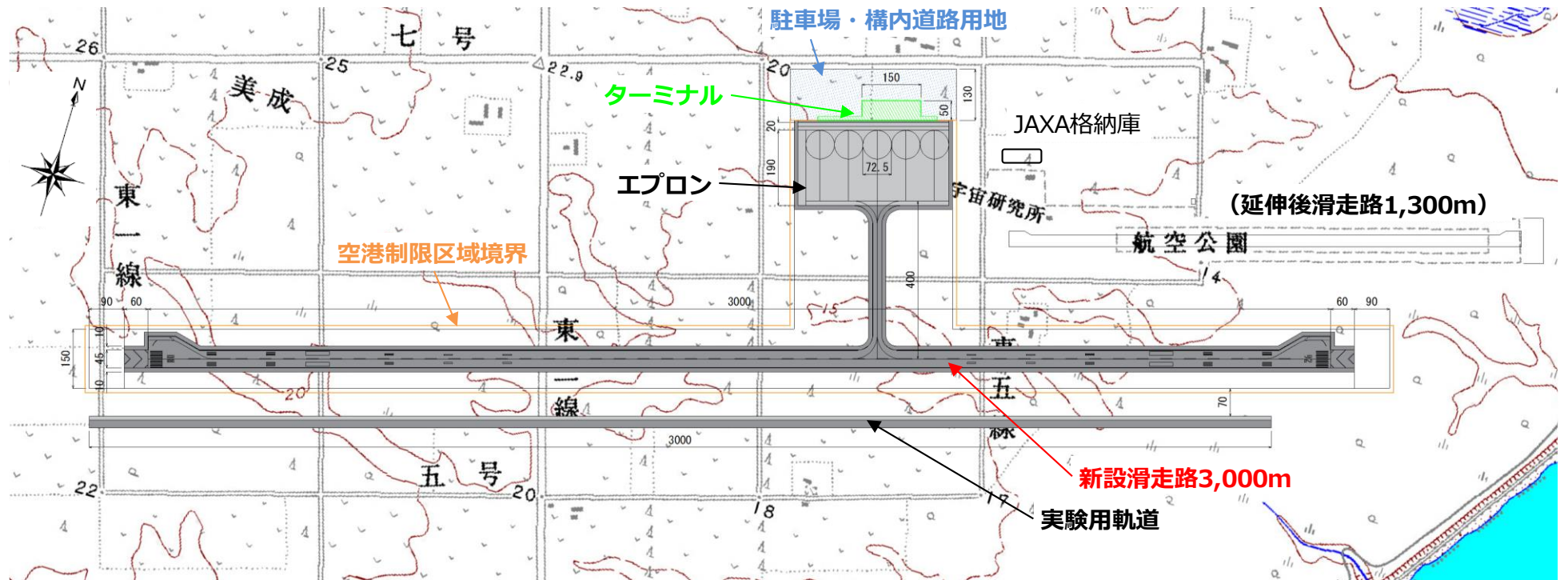


図-3.26 新設滑走路(3,000m)の概略平面図

3.2.5. 概算事業費の算出

概略平面図及び断面図に基づき、主要工種に対する概算数量及び概算事業費を算出した。
新設滑走路 3,000m の概算事業費算定結果を表-3.11 に示す。

表-3.11 から、3,000m の新設滑走路と付帯施設の整備費用は、ターミナルビル建築費用を除いて約 220 億円と推定される。なお、必ずしも当初から延長 3,000m 分を整備する必要は無く、1,500m または 2,000m 整備・運用開始→3,000m へ延伸といった段階整備・運用も考えられる。

表-3.11 概算事業費算定結果（滑走路新設 3,000m）

名称	形状・規格	単位	数量	単価	工事費（千円）	備考
【土工事】						
表土除去		m3	273,000	1,610	439,530	運搬10km含む
切土		m3	132,000	500	66,000	
盛土		m3	965,000	2,000	1,930,000	
【基本施設舗装工事】						
滑走路舗装		m2	142,000			
表層	改質密粒度アスコン t=8cm	m2	142,000	3,500	497,000	
基層	粗粒度アスコン t=8cm	m2	142,000	2,300	326,600	
上層路盤（上部）	アスファルト安定処理 t=10cm	m2	142,000	2,400	340,800	
上層路盤（下部）	アスファルト安定処理 t=10cm	m2	142,000	2,400	340,800	
下層路盤	切込砂利（碎石）40mm級 t=180cm	m2	142,000	7,200	1,022,400	
置換層	山砂 t=42cm	m2	142,000	1,660	235,720	
遮断層	山砂 t=15cm	m2	142,000	1,080	153,360	
誘導路舗装		m2	10,000			
表層	改質密粒度アスコン t=8cm	m2	10,000	3,500	35,000	
基層	粗粒度アスコン t=8cm	m2	10,000	2,300	23,000	
上層路盤（上部）	アスファルト安定処理 t=10cm	m2	10,000	2,400	24,000	
上層路盤（下部）	アスファルト安定処理 t=10cm	m2	10,000	2,400	24,000	
下層路盤	切込砂利（碎石）40mm級 t=180cm	m2	10,000	7,200	72,000	
置換層	山砂 t=42cm	m2	10,000	1,660	16,600	
遮断層	山砂 t=15cm	m2	10,000	1,080	10,800	
エプロン舗装						
コンクリート舗装		m2	81,000	25,000	2,025,000	
ショルダー・過走帯舗装		m2	84,000			
表層	密粒度アスコン t=5cm	m2	84,000	2,100	176,400	
上層路盤（上部）	粒度調整碎石 t=35cm	m2	84,000	2,800	235,200	
下層路盤	切込砂利（碎石）40mm級 t=78cm	m2	84,000	7,200	604,800	
凍上抑制層	切込砂利（碎石）80mm級 t=52cm	m2	84,000	2,020	169,680	
置換層	山砂 t=42cm	m2	84,000	1,660	139,440	
遮断層	山砂 t=15cm	m2	84,000	1,080	90,720	
【付帯施設工事】						
場周道路		m2	44,000	8,600	378,400	
場周柵		m	8,000	25,000	200,000	
【排水施設工事】						
場周排水路	素掘り側溝	m	8,000	3,270	26,160	
路床排水	切込砂利（碎石）80mm級	m	6,800	2,330	15,844	
【その他】						
構内道路・駐車場等		m2	46,000	8,600	395,600	
雑工事					2,003,000	主要工種の20%
合計					12,018,000	
直接工事費					12,018,000	
事業費	※土木施設分	ターミナルビル建築費用（～650億円）含まず			約216億円	直接工事費×1.8