

第11条 外部からの衝撃による損傷の防止（航空機落下）

<目次>

1. 設計方針
2. 施設周辺の飛行場及び航空路等
3. 航空機落下確率の評価
4. まとめ

（別添）

- 別添1 リサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率
別添2 最新データを用いた航空機落下確率評価について

1. 設計方針

リサイクル燃料備蓄センター周辺には、飛来物の発生の原因となり得る工場はないことから、工場からの飛来物を考慮する必要はない。また、航空機落下については、これまでの事故実績⁽¹⁾をもとに、民間航空機、自衛隊機及び米軍機が使用済燃料貯蔵施設へ落下する確率を評価した。その結果は約 5.1×10^{-8} 回/施設・年であり、 10^{-7} 回/施設・年⁽²⁾を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

2. 施設周辺の飛行場及び航空路等

リサイクル燃料備蓄センター周辺の飛行場、航空路等及び訓練空域等の状況は、次のとおりである。

(1) 飛行場

リサイクル燃料備蓄センター周辺の飛行場としては、本施設の北西約58kmの地点に函館空港、南約73kmの地点に米空軍及び航空自衛隊三沢基地三沢飛行場並びに三沢空港、南西約84kmの地点に青森空港、南西約17kmの地点に海上自衛隊大湊飛行場がある（第1図参照）。

これらの飛行場のうち、最も本施設に近い民間の飛行場である函館空港でも約58kmと十分に離れており、本施設は、航空路誌（AIP）等から求められる最大離着陸地点以遠に位置している。

(2) 航空路

リサイクル燃料備蓄センター上空には、広域航法（RNAV）経路「Y11」がある（第1図参照）。本施設周辺の航空路等に関する平成19年の交通便数の調査によると、当該空域を管轄する管制部に係る最大交通便数を記録した日（平成19年9月12日）におけるこの経路の飛行便数は1日93便^{*}である。

※これまで、最寄りの航空路「V11」とRNAV経路「Y11」を評価していた。平成27年3月5日に「V11」が廃止となったことから、この便数が全て「Y11」に移ったとして評価する。

(3) 訓練空域

リサイクル燃料備蓄センターは、海上自衛隊大湊飛行場と訓練空域との間に位置している（第2図参照）。米空軍及び航空自衛隊三沢基地三沢飛行場と訓練空域の間に本施設は位置しておらず、敷地上空に訓練空域も設定されていない。

また、本施設の南南東約52kmの地点には、米空軍の三沢対地訓練区域があるが、本施設から十分に離れていることから影響はない。

なお、航空機は原子力関係施設上空を飛行することを規制されている。

3. 航空機落下確率の評価

リサイクル燃料備蓄センターへの航空機の落下確率は、本施設周辺における飛行場及び航空路等の状況、これまでの事故実績等をもとに、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて、民間航空機、自衛隊機及び米軍機を対象として別添1の通り評価した。その結果は、約 5.1×10^{-8} 回/施設・年である。

4. まとめ

以上のように、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて、リサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率を評価した結果は、約 5.1×10^{-8} 回/施設・年となり、判断基準として定められた 10^{-7} 回/施設・年を下回った。

したがって、リサイクル燃料備蓄センターにおいて、航空機落下等による飛来物を設計上考慮する必要はない。

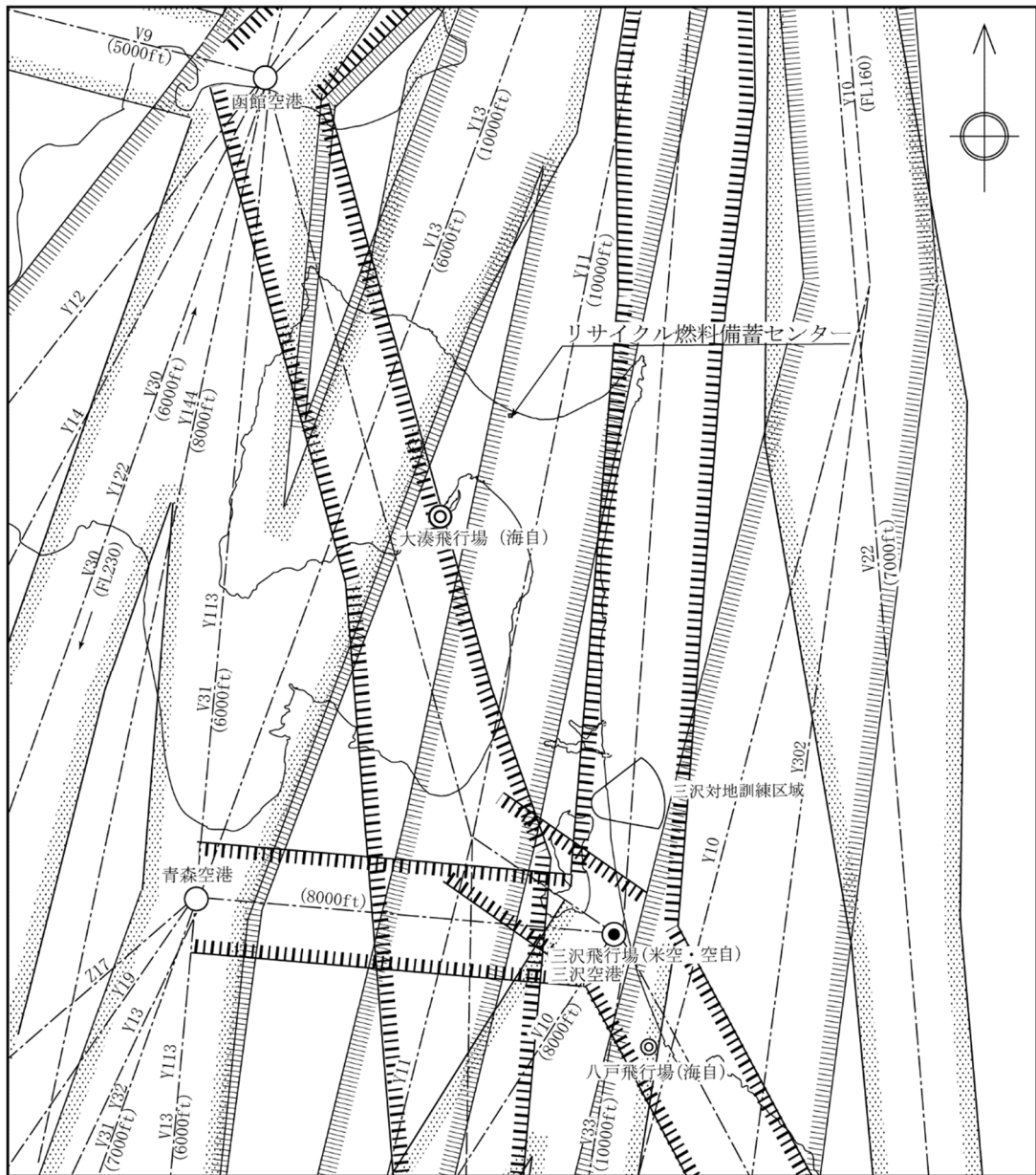
なお、最新の事故実績等を用いた評価については、別添2に示す。

参考文献

- (1)「航空機落下事故に関するデータの整備」（独立行政法人 原子力安全基盤機構，JNES/SAE08-012 08 解部報-0012，平成20年3月）
- (2)「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」（平成14・07・29 原院第4号，平成14年7月30日 原子力安全・保安院）

制定), (平成 21・06・25 原院第 1 号, 平成 21 年 6 月 30 日一部改正)

以 上

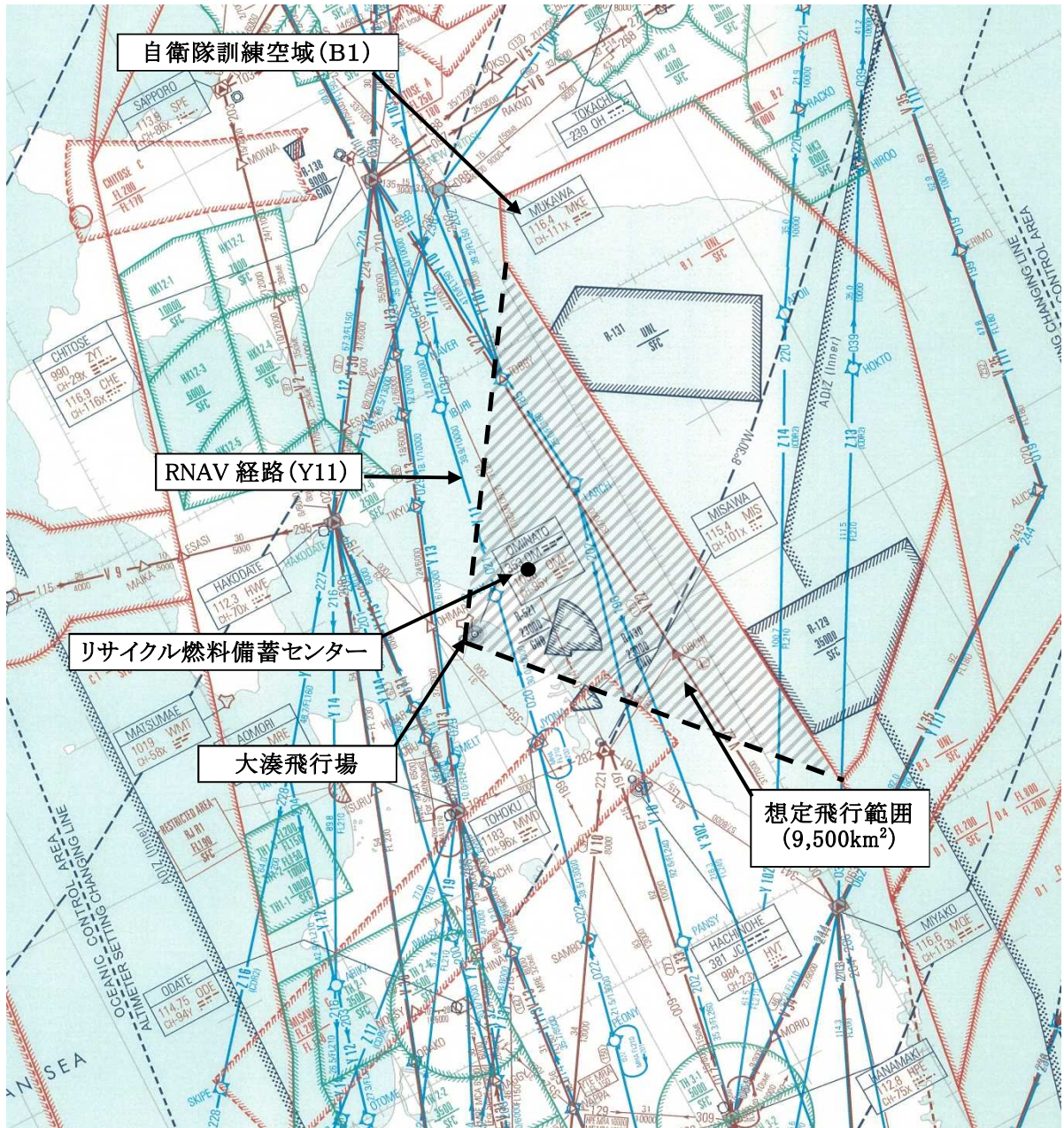


0 10 20km

凡 例	
	航空路 (ft)
	最低経路高度
	RNAV経路
	直行経路
	制限空域
	航空路等の中心線
	民間飛行場
	軍用飛行場
	共用飛行場

第1図 リサイクル燃料備蓄センター周辺の航空路等

出典：AIP JAPAN 「エンルートチャート」より一部加筆



第2図 リサイクル燃料備蓄センター周辺の訓練空域等

出典：AIP JAPAN 「エンルートチャート」より一部抜粋

リサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率

本施設周辺の飛行場及び航空路等を考慮した上で、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて、以下の項目についてリサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率を評価した。

1. 計器飛行方式民間航空機の落下事故

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて、飛行場での離着陸時における落下事故及び航空路等を巡航中の落下事故について、以下のとおり落下確率を求めた。

(1) 飛行場での離着陸時における落下事故

リサイクル燃料備蓄センター周辺の民間の飛行場としては、北西約 58km の地点に函館空港、南約 73km の地点に三沢空港、南西約 84km の地点に青森空港がある。航空路誌（AIP）から求められるこれらの空港の最大離着陸距離は、函館空港で約 16km（別添 1－1 図）、青森空港で 11km（別添 1－2 図）、三沢空港で約 13km（別添 1－3 図）であり、本施設から飛行場までの距離に比べて短いため、離着陸時における落下事故を考慮する必要はない。

(2) 航空路等を巡航中の落下事故

本施設上空には、広域航法（RNAV）経路「Y11」がある。「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて、以下の式により当該航空路を巡航中の航空機の落下確率を求める。なお、変更許可申請時（平成 26 年 1 月）に評価していた航空路「V11」に関しては平成 27 年 3 月 5 日に廃止となったため、「Y11」へ移行したとして評価する。

広域航法（RNAV）経路「Y11」については、航法精度（±5 海里：18km）を航空路の幅とみなして用いることとする。

航法精度：航空機が経路に沿って飛行する際の航法の正確性を数値で示したもの。例えば、航法精度±5 NM とは、殆ど（95%）の飛行時間において経路中心線から 5 海里以内で飛行することを示す。

$$P_c = \frac{f_c \cdot N_c \cdot A}{W}$$

P_c : 巡航中の航空機落下確率 (回/年)

N_c : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数

(= 33,945飛行回/年)

A : リサイクル燃料備蓄センターの標的面積 (=0.0081km²)

W : 航空路幅 (=18km)

$f_c = G_c / H_c$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率

(=6.02×10⁻¹¹回/(飛行回・km))

G_c : 巡航中事故件数 (=0.5回^{*})

H_c : 延べ飛行距離 (=8,305,947,979飛行回・km)

^{*}: 事故件数がないため巡航中の落下事故を0.5件と設定。

上記より、航空路を巡航中の航空機の落下確率 (P_c) は、約9.20×10⁻¹⁰ (回/年) となる。

2. 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」に準じて、全国平均の落下確率を用い、以下の式によりリサイクル燃料備蓄センターにおける落下確率を求める。

$$P_v = \frac{f_v}{S_v} (A \cdot \alpha)$$

P_v : 有視界飛行方式民間航空機の落下確率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下確率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (=37万km²)

A : リサイクル燃料備蓄センターの標的面積 (=0.0081km²)

α : 対象航空機の種類による係数

P_v の導出にあたって、大型固定翼機、小型固定翼機、大型回転翼機及び小型回転翼機を考慮し、 f_v 及び α として下表の値を用いている。

	f_v (単位年当たりの落下確率)	α (対象航空機の種類による係数)
大型固定翼機	1回/20年	1.0
小型固定翼機	44回/20年	0.1
大型回転翼機	2回/20年	1.0
小型回転翼機	37回/20年	0.1

上記より、有視界飛行方式民間航空機の落下確率 (P_v) は、約 1.22×10^{-8} (回/年) となった。

3. 自衛隊又は米軍機の落下事故

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」に準じて、以下のとおり落下確率を求める。

(1) 訓練区域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故

リサイクル燃料備蓄センターの上空には、自衛隊及び米軍の訓練空域は存在しない。したがって、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について (内規)」に準じて、以下のとおり訓練空域外を飛行中の自衛隊機及び米軍機の落下確率を求める。

$$P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_o} \right) \cdot A$$

P_{so} : 自衛隊機及び米軍機の訓練空域外での落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率

(= 7回/20年 (自衛隊機)), (= 6回/20年 (米軍機))

S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km²)

(= 29万km² (自衛隊機)), (= 37万km² (米軍機))

A : リサイクル燃料備蓄センターの標的面積 (= 0.0081km²)

上記より，訓練空域外を飛行中の自衛隊機及び米軍機の落下確率（ P_{so} ）は約 1.63×10^{-8} （回／年）となった。

（2） 基地－訓練空域間往復時の落下事故

リサイクル燃料備蓄センターは，海上自衛隊大湊飛行場と訓練空域（B1）との往復時の飛行範囲として想定される区域に位置している。したがって，「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）」に準じて，以下の式により基地－訓練空域間往復時の落下確率を求める。なお，基地－訓練空域間には，回廊や移動経路は設定されていない。

$$P_{se} = \left(\frac{f_{se}}{S_{se}} \right) \cdot A$$

P_{se} ：自衛隊機及び米軍機の基地－訓練空域間往復時の落下確率
（回／年）

f_{se} ：単位年当たりの基地と訓練空域を往復中の落下事故率
（ $= 0.5^{*1}$ 回／20年）

S_{se} ：想定飛行範囲の面積（ $=$ 約 $9,500\text{km}^2$ ） *2

A ：リサイクル燃料備蓄センターの標的面積（ $= 0.0081\text{km}^2$ ）

*1 ：事故件数がないため基地－訓練空域間において0.5件と設定。

*2 ：基地と訓練空域（B1）境界とを結ぶ三角形の区域面積（別添1－4図参照）。

上記より，基地－訓練空域間往復時の落下確率（ P_{se} ）は，約 2.13×10^{-8} （回／年）となった。

（3） 自衛隊又は米軍機の落下事故の総和

上記（1）及び（2）より，自衛隊又は米軍機の落下事故の総和は約 3.77×10^{-8} となった。

4. リサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率

リサイクル燃料備蓄センターにおける航空機落下確率は、下表のとおり、計器飛行方式民間航空機の落下確率，有視界飛行方式民間航空機の落下確率，自衛隊機及び米軍機の落下確率の和として算定され，約 5.1×10^{-8} (回／施設・年) となった。

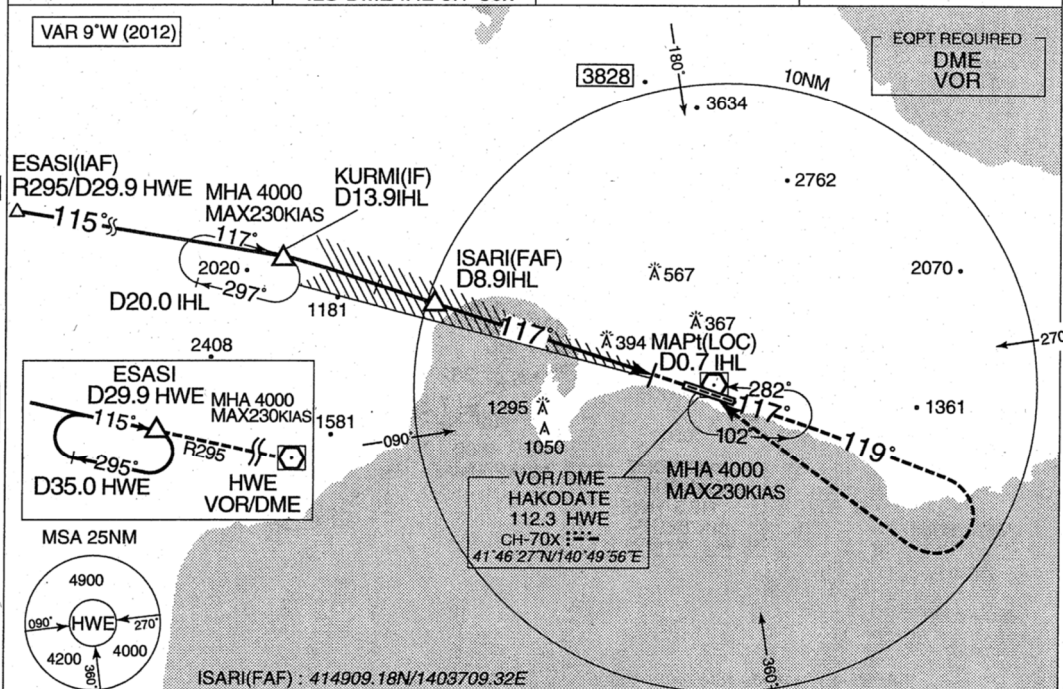
対象航空機	落下確率 (回／施設・年)
計器飛行方式民間航空機	約 9.20×10^{-10}
有視界飛行方式民間航空機	約 1.22×10^{-8}
自衛隊機及び米軍機	約 3.77×10^{-8}
合 計	約 5.1×10^{-8}

以 上

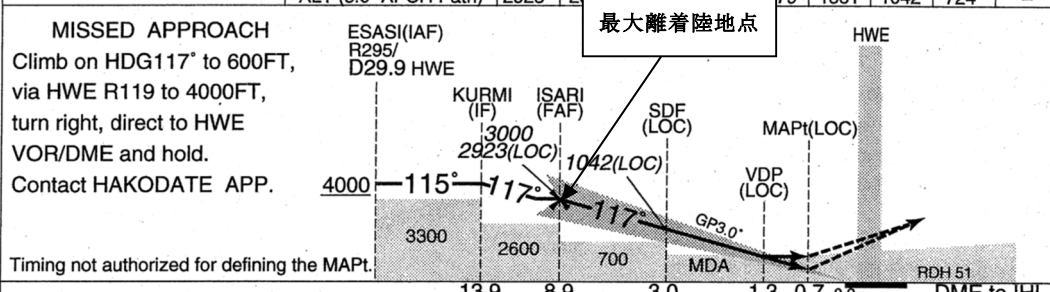
INSTRUMENT APPROACH CHART

RJCH / HAKODATE ILS Z or LOC Z RWY 12

HAKODATE APP 119.0 - 121.0 127.9	ILS-LOC 109.3 IHL :::: ILS-GP 332.0 ILS-DME IHL CH-30x	HAKODATE TWR 118.35 - 126.2	RADAR AVBL ATIS 126.6
--	---	--------------------------------	--------------------------



	NM to IHL	FAF	8	7	6	5	4	3	2	MAPt
ALT (3.0° APCH Path)	2923	2				79	1361	1042	724	-



Timing not authorized for defining the MAPt.	13.9	8.9	3.0	1.3	0.7	0.2	DME to IHL
	13.7	8.7	2.8	1.2	0.5	0	NM to THR

Missed APCH climb gradient MNM 5.0%

MINIMA		THR elev. 92		AD elev. 112		
CAT	CAT I		LOC		CIRCLING	
	DA(H)	RVR/CMV	MDA(H)	RVR/CMV	MDA(H)	VIS
A	292 (200)	700	500 (408)	1200	550 (438)	1600
B				1300	570 (458)	
C	299 (207)			1400	600 (488)	2400
D	309 (217)			1600	690 (578)	3200

Circling to SOUTH side of RWY only.
MINIMA with Missed APCH climb gradient of 2.5% are not established.

別添 1 - 1 図 函館空港の最大離着陸地点

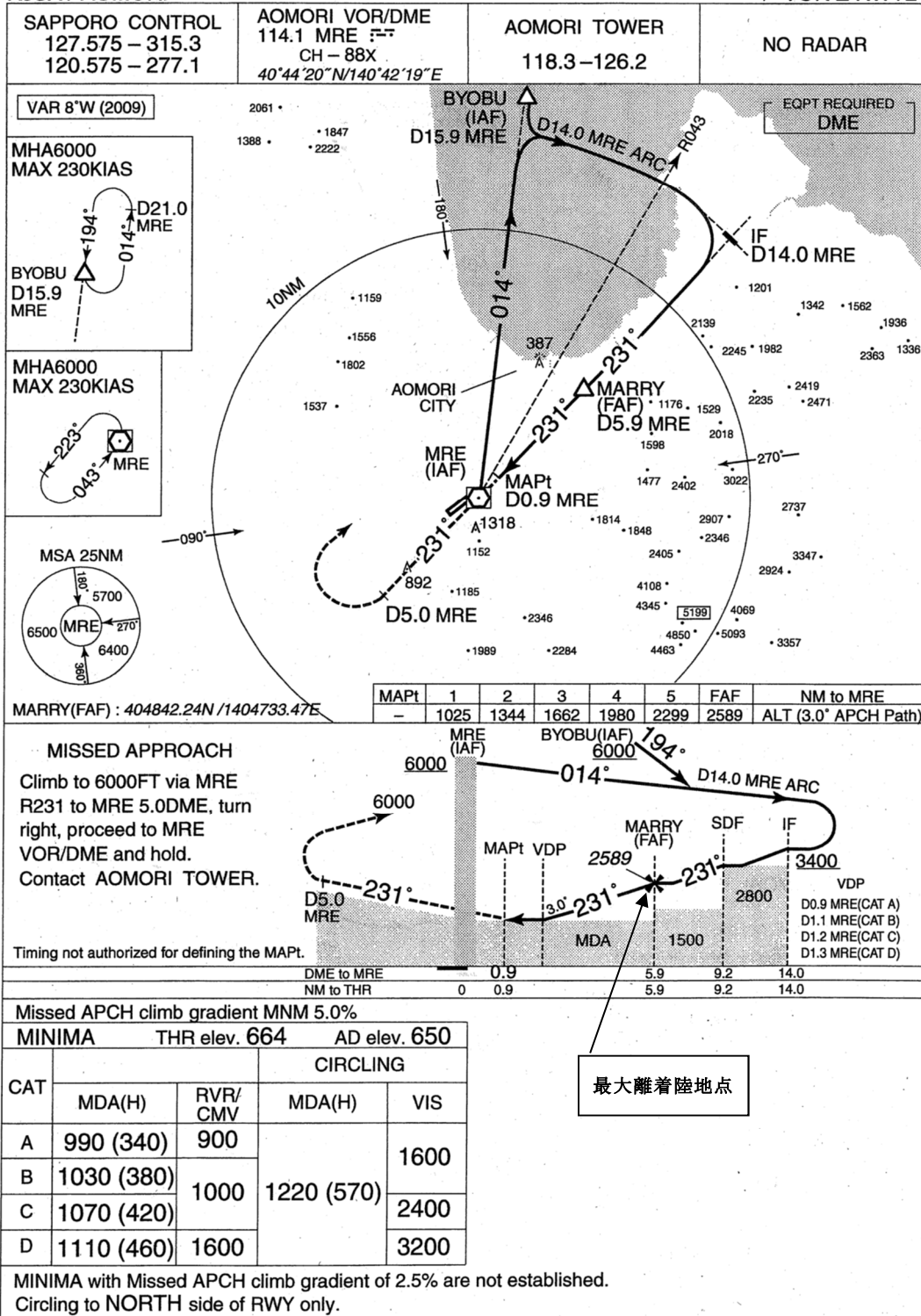
出典: AIP JAPAN 「AIP Part2 AD2 HAKODATE」より

11条(航空機落下) - 別添 1-6

INSTRUMENT APPROACH CHART

RJSA / AOMORI

➔ VOR Z RWY24



別添 1 – 2 図 青森空港の最大離着陸地点

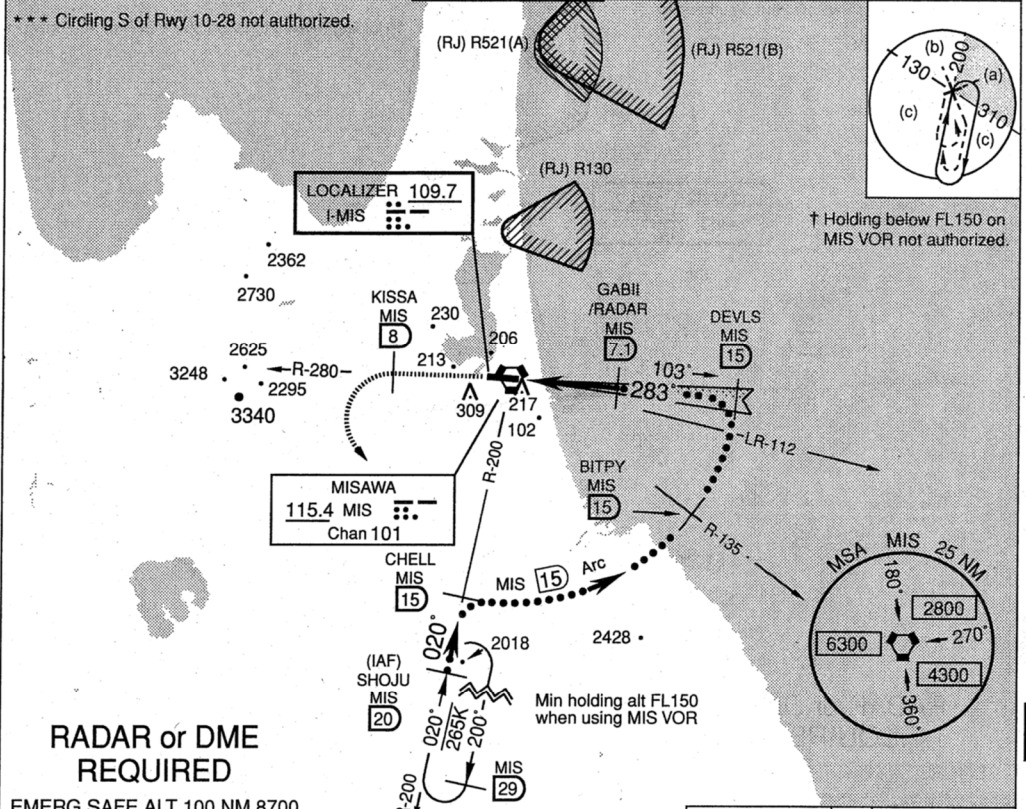
出典: AIP JAPAN 「AIP Part2 AD2 AOMORI」より

11 条(航空機落下) – 別添 1 – 7

INSTRUMENT APPROACH CHART

RJSM / MISAWA

LOC I-MIS 109.7	APCH CRS 283°	Rwy Idg THRE 94 Arpt Elev 119	HI-ILS or LOC/DME RWY28		
* When ALS inop, increase RVR to 40 and vis to 3/4 mile. ** When ALS inop, increase CAT AB RVR to 55 and vis to 1 mile, CAT CDE RVR to 60 and vis to 1 1/8 miles.		ALS F-1	† MISSED APPROACH: Climb to 7000 on MIS VORTAC R-280 to KISSA, then climbing left turn direct SHOJU and hold. Continue climb in holding to 7000.		
ATIS ★ 128.4 315.35	MISAWA APP CON 120.7 317.8	MISAWA TOWER 118.1 315.8	GND CON 118.65 275.8	CLNC DEL 118.65 275.8	ASR/PAR



EMERG SAFE ALT 100 NM 8700		ELEV 119		THRE 94	
7000 MIS R-280	KISSA MIS B	SHOJU MIS 20	TLV FL TA 14,000	最大離着陸地点 (Maximum Landing Point)	
VORTAC	JORJE/RADAR 1.9	GABII/RADAR 7.1	DEVLS R-104 15	BITPY R-135 15	CHELL R-200 15
2000		4000		7000	
GS 2.50'		TCH 54		FL200 7000	
CATEGORY	A	B	C	D	E
S-ILS 28 *	302/24		208	(200-1/2)	
S-LOC 28 **	480/24	386 (400-1/2)	480/35	386 (400-5/8)	
CIRCLING ***	580-1	461 (500-1)	580-1 1/2 461 (500-1 1/2)	680-2	561 (600-2)

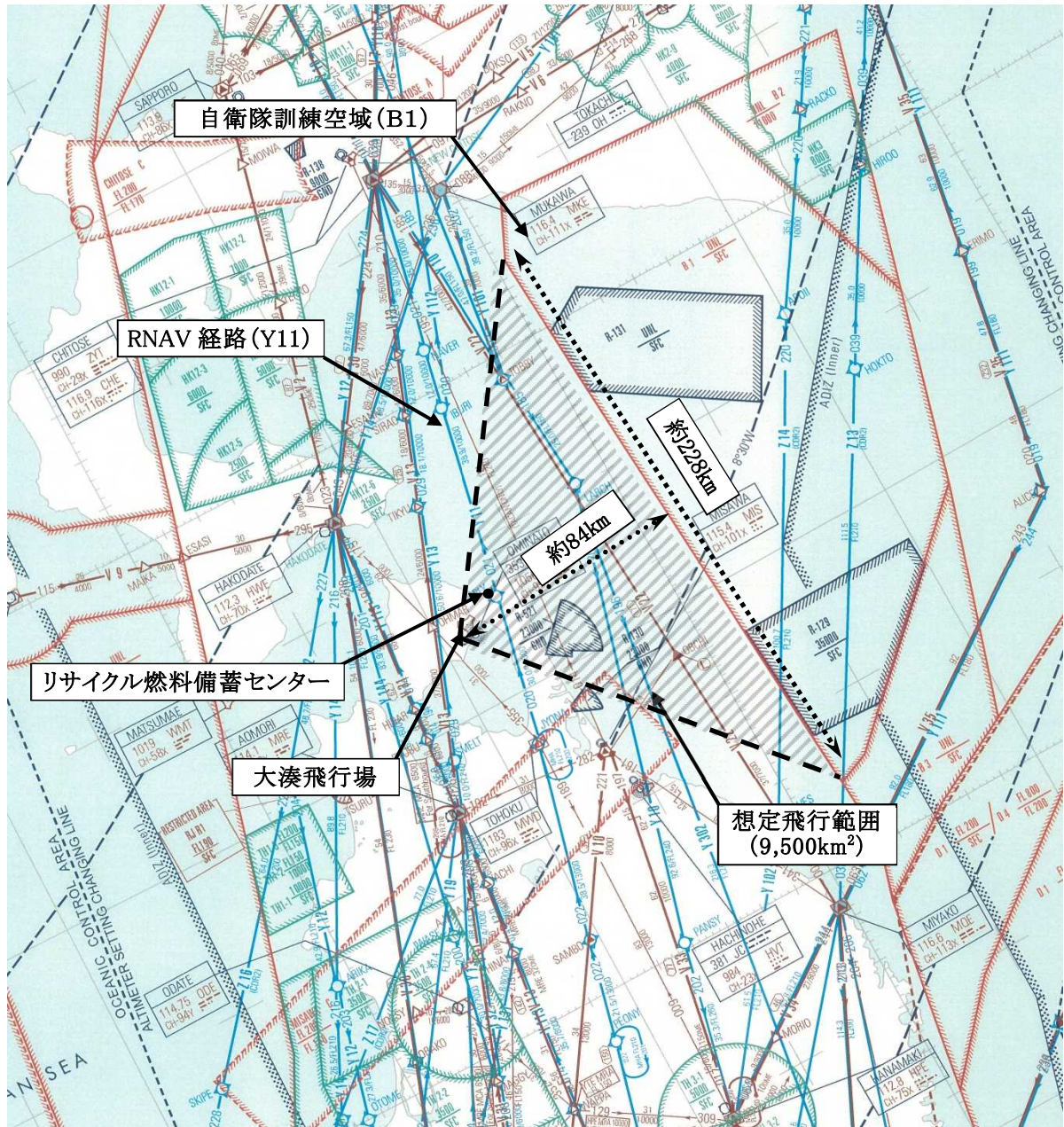
HIRL Rwy 10-28

NOTE: REPRINTING DOD FLIP

別添 1 - 3 図 三沢空港の最大離着陸地点

出典: AIP JAPAN 「AIP Part2 AD2 MISAWA」より

11 条 (航空機落下) - 別添 1-8



別添 1 - 4 図 基地 - 訓練空域間の往復時における想定飛行範囲

出典：AIP JAPAN 「エンルートチャート」より一部抜粋

11 条(航空機落下) - 別添 1-9

最新データを用いた航空機落下確率評価について

令和元年 12 月 26 日に原子力規制庁より公開された「航空機落下事故に関するデータ(平成 10～29 年)」⁽¹⁾を用いて、航空機落下確率計評価を行ったところ、結果は以下の通りとなった。

対象航空機	落下確率 (回/施設・年)
計器飛行方式民間航空機	約 9.11×10^{-10}
有視界飛行方式民間航空機	約 7.88×10^{-9}
自衛隊機及び米軍機	約 3.83×10^{-8}
合 計	約 4.8×10^{-8}

今回の評価値は事業許可申請書の現行記載値である約 5.1×10^{-8} に包含されることを確認した。

参考文献

- (1) NRA 技術ノート「航空機落下事故に関するデータ(平成 10～29 年)」(原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ, NTEN-2019-2001, 令和元年 12 月)

以上