

## セクション 8

### 新空港候補地に係る概略検討

## セクション 8: 新空港候補地に係る概略検討

### 8.1 新空港候補地

セクション 6 初期スクリーニング結果を受け、以下の 5 つのサイトを NMIA 開発候補地として選定した。

- i) サングレーポイントオプション 1、Cavite 半島沖
- ii) サングレーポイントオプション 2、サングレーポイント空軍基地 (以下、SANGLEY) 滑走路と平行配置
- iii) マニラ湾中央
- iv) サンニコラスショールズ、SANGLEY の南部
- v) ラグナ湖西岸

各新空港候補地の大きな位置及び配置は以下に示すとおりである。なお段階建設コンセプト及び空港用地については次のステップであるマスタープラン/フェージビリティスタディ段階でより詳細な検討が必要であり、このレポートで示した各候補地の位置及び配置も今後検討・調整が必要である。

#### 1) サングレーポイントオプション 1

サングレーポイントオプション 1 は Cavite 半島南部にほぼ平行に位置する。滑走路方位は 02/20 で、これは RP-P1 (大統領官邸上空の飛行制限エリア) を避けるためである。NMIA 工事期間中における既存 SANGLEY 暫定活用の可能性を考慮し、NMIA 滑走路を半島南部に配置して、新空港建設時に建設機械及び空港施設が既存 SANGLEY 滑走路の制限表面に抵触しないよう考慮している。本サイトの平均埋立て深さは約 10m である。

航空機の安全かつ効率的な運航を妨げる重大な障害物は存在しない。しかし、ロザリオにある PETRON 社の石油ターミナル施設が航空機の離発着経路直下となる。同ターミナルは空港周辺の高さ制限に抵触しないが、航空機が同ターミナル内に墜落した場合は周辺地域に甚大な被害をもたらすおそれがあり、重大なリスクと見做される可能性がある。図 8.1-1 にサングレーポイントオプション 1 の概略位置及び空港配置を示す。

#### 2) サングレーポイントオプション 2

サングレーポイントオプション 2 は既存 SANGLEY の滑走路と平行に位置する。滑走路方位は 07/25 である。本サイトの平均埋立て深さは約 10m である。このサイトでは NMIA を建設する間、NAIA を補完する滑走路として既存 SANGLEY を暫定活用することを意図していた。この既存 SANGLEY 滑走路は将来 NMIA の第 3 滑走路として整備することが可能である。しかしながらこのオプションの場合、計器飛行方式設定において RP-P1 (大統領官邸上空の飛行制限エリア) との競合が避けられない。図 8.1-2 にサングレーポイントオプション 2 の概略位置及び空港配置を示す。

### 3) マニラ湾中央

マニラ湾中央における新空港サイト概略位置及び空港配置は、主に以下を考慮して設定した。

- ✓ NMIA を離着陸する航空機の計器飛行方式に係る障害物アセスメント表面がマラカニアン宮殿周辺に設定されている飛行禁止区域：RP-P1 を侵害しないこと。
- ✓ 周辺地域に対する平面的・立体的な制約を最小限とし、NMIA とマニラ湾岸との間に十分な距離を確保すること。
- ✓ マニラ港に設置されている背の高い構造物が NMIA の制限表面に抵触しないこと（但し投錨地を除く）。

結果として滑走路方位は 16/34 となった。こうして設定された新空港サイトはマニラ港港湾区域と重複するため、フィリピン港湾庁（PPA）と調整が必要である。本サイトの平均埋立て深さは約 10m である。本サイトの場合、新空港建設時の建設機械及び空港施設が SANGLEY での運航の障害となるため、NAIA を補完する滑走路としての既存 SANGLEY 暫定活用は現実的ではない。図 8.1-3 にマニラ湾中央の概略位置及び空港配置を示す。

### 4) サンニコラスショールズ

サンニコラスショールズは Rosario 及び Tanza の海岸線とほぼ平行に位置する。滑走路方位は 04/22 である。本サイトの平均埋立て深さは約 7m である。この候補地は DOTC 調査によりサングレーの代替として検討された経緯がある。RP-P1（大統領官邸上空の飛行制限エリア）との競合を避けるためとされていた。ただしこの候補地の場合も、計器飛行方式設定において RP-P1 と競合する。NMIA 建設時に、NAIA を補完する滑走路としての既存 SANGLEY 暫定活用は可能である。図 8.1-4 にサンニコラスショールズの概略位置及び空港配置を示す。

### 5) ラグナ湖西岸

ラグナ湖西岸の概略位置及び空港配置（滑走路方位 8/36）は、東の Morong 半島の山を避けること、ラグナ湖周回道路・堤防整備事業（LLED プロジェクト）に沿って行われるであろう埋立て事業（図 6.2-12 参照）が滑走路の障害物とならないことを主に考慮して設定した。本サイトの平均埋立て深さは約 2.5m である。図 8.1-5 にラグナ湖西岸の概略位置及び空港配置を示す。

### 6) サングレーポイントオプション 1 代替案（参考として表示）

上記サングレーポイントオプション 1 は NAIA を補完する滑走路として既存 SANGLEY 暫定活用の可能性を考慮した配置である。既存 SANGLEY を活用しない場合、図 8.1-6 に示すように空港配置を北側へ移動することも可能である。なおフィージビリティスタディ段階において、これら両案のメリット・デメリットを詳細に検討すべきである。



図 8.1-1 サングレーポイントオプション1候補地の概略位置図





図 8.1-2 サングレーポイントオプション2 候補地の概略位置図

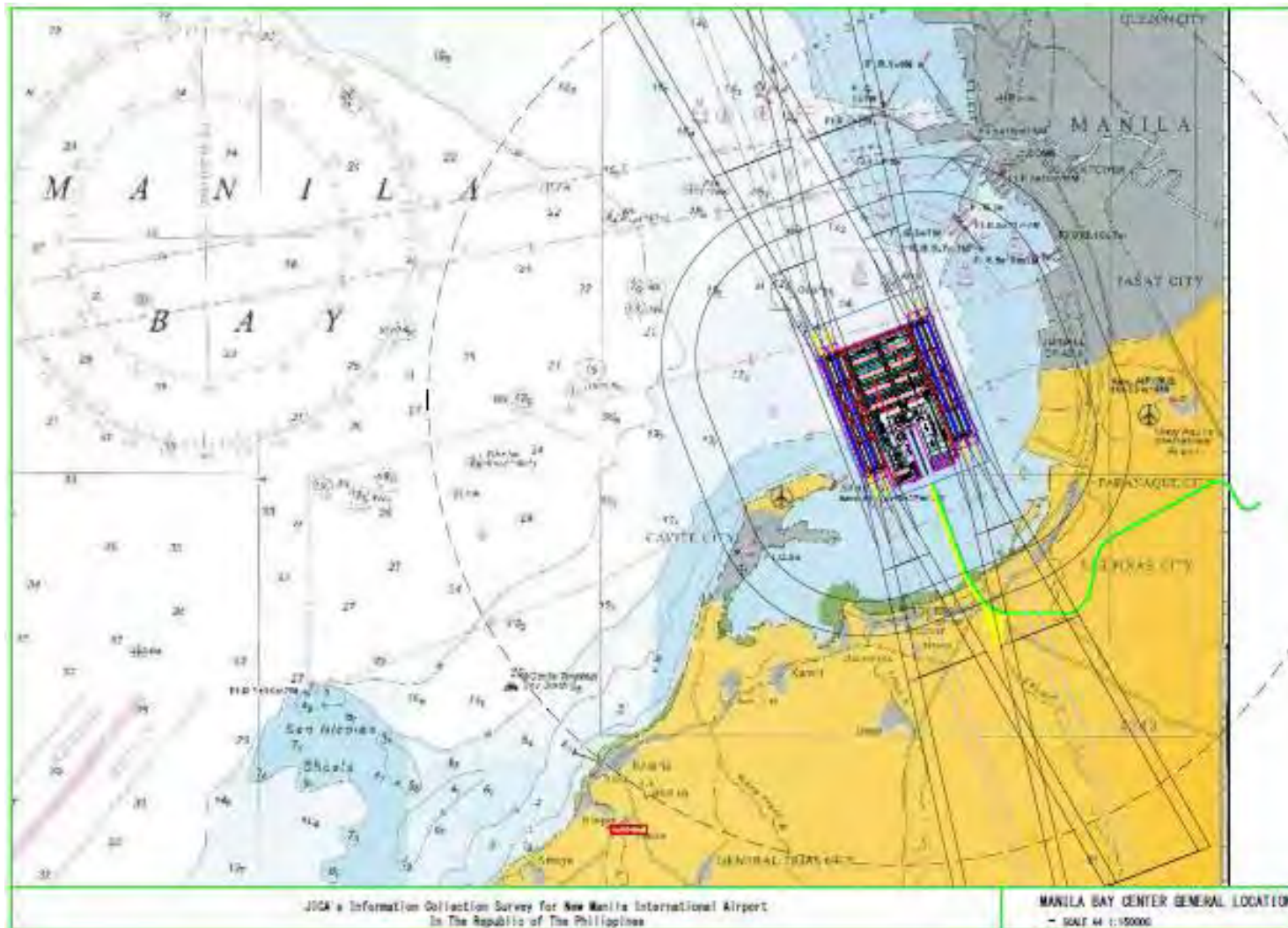


図 8.1-3 マニラ湾中央候補地の概略位置図





図 8.1-4 サンニコラスショールズ候補地の概略位置図

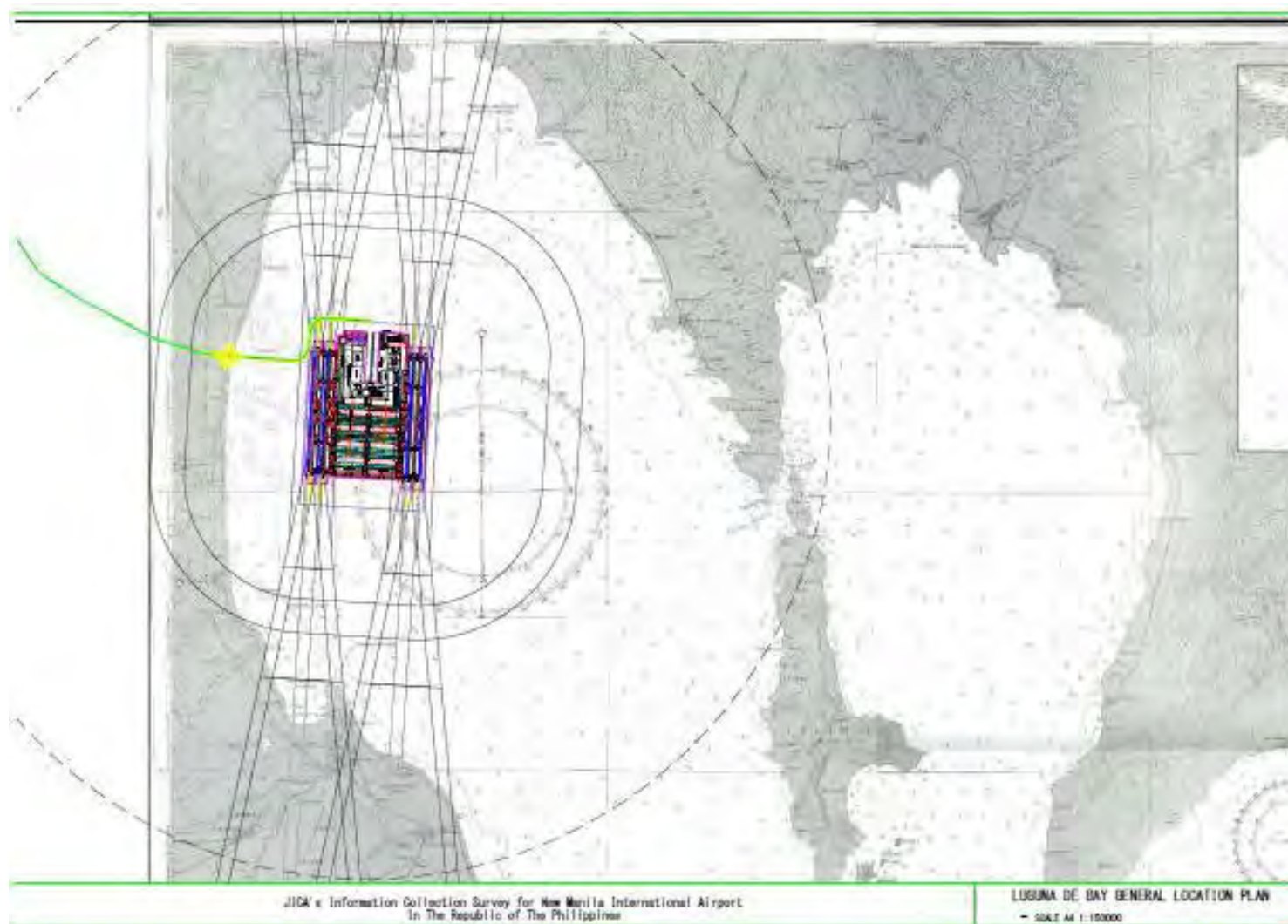


図 8.1-5 ラグナ湖西岸候補地の概略位置図



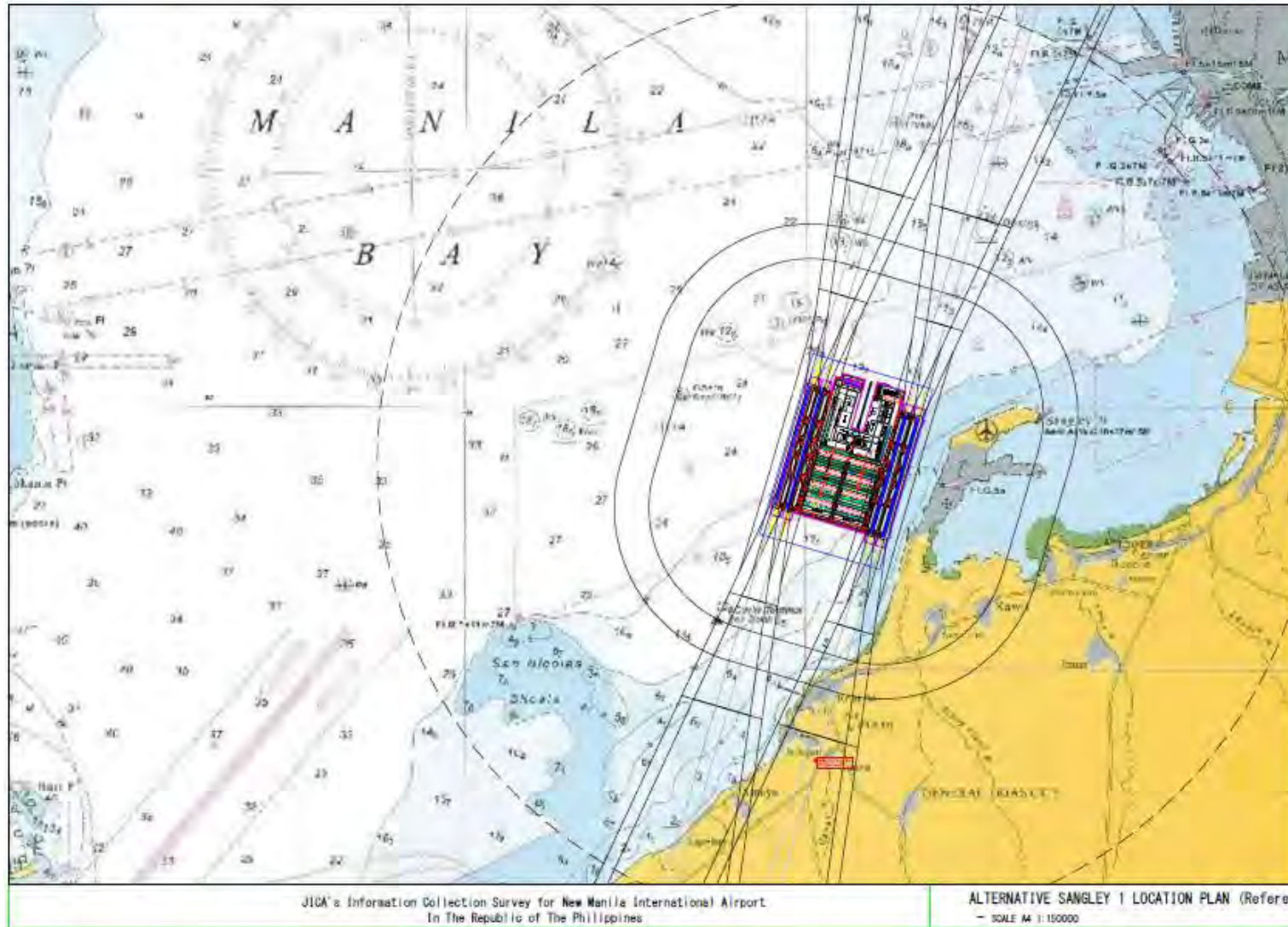


図 8.1-6 サングレーポイントオプション1 候補地代替案の概略位置図 (参考)

## 8.2 新空港候補地に係る検討項目

### 8.2.1 概要

サングレーポイントオプション 1 及び 2 におけるボーリング調査、深浅測量及び水質調査等の本調査で収集したデータ及び情報に基づき、新空港の各候補地における詳細検討を実施した。

### 8.2.2 詳細検討項目

新空港候補地の詳細検討項目としては、以下に示す項目を検討した。

- a) 空域及び運航条件
  - i) 空域条件；計器飛行方式設定において、既存制限/禁止空域と垂直及び水平方向のクリアランスが確保されているかどうか。
  - ii) 航空機運航に対する物理的障害の有無；物理的な障害なしに計器出発・進入方式設定が可能かどうか。
  - iii) 既存 NAIA との共存の可能性。
  - iv) 予想就航率（ウインドカバレッジ）
- b) 環境社会配慮
- c) 自然災害リスク
- d) 埋め立て用地造成
  - i) 護岸、埋立て地盤改良、液状化防止に適用可能な建設工法の検討。
  - ii) 用地造成に必要な工事数量の想定。
  - iii) 概算工事費
- e) 空港アクセス交通ネットワーク
- f) 周辺土地利用及び都市開発計画
- g) 概算工事費（概略用地買収・補償費を含む）

### 8.3 空域設定・航空交通流

#### 8.3.1 最終段階オプション1：クロスパラレル滑走路2セットをオープンに配置した場合

本項では、選定された5つの新空港候補地（サイト）に対して新空港として機能するための基本条件を満足しているか否かを、空域・航空交通流ならびに障害物・地形状況の観点から確認する。

8.3.1 ではクロスパラレル滑走路2セットをオープンに配置したオプションについて検討結果を示す。また新空港と現NAIAとの共存可能性の検討も行った。

3本のオープンパラレル滑走路の場合の検討は8.3.2に記述している。

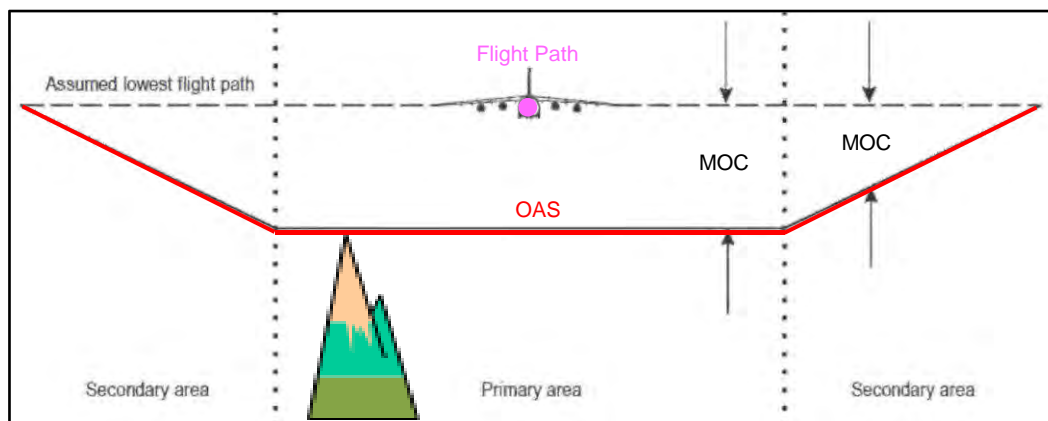
##### 8.3.1.1 検討方法

本検証では5つのサイトについて計器進入方式(Instrument Approach Procedures; IAPs)及び標準計器出発方式(Standard Instrument Departures; SIDs)で構成される計器飛行方式(Instrument Flight Procedures; IFPs)を設定し、現マニラターミナルコントロールエリア(Manila Terminal Control Area; 以下、マニラ TMA)内において飛行方式の設定が可能か否かを検討した。また飛行方式の設定に係る各サイトの問題点を抽出するとともに、飛行方式設計ツールを用いて各サイト周辺の地形及び人工障害物に対する飛行経路の評価を行った。

本検証は各サイトにおける空域上の基礎的検証であり、到着経路及び出発経路の高々度部分における飛行経路上の障害は、横方向（水平方向）及び垂直方向へ経路を変更することにより容易に回避が可能であることから、本検証では各サイトの滑走路からエンルートまでの飛行経路全体のうち低高度部分のみを対象とすることとした。具体的には検証に用いる飛行方式は、進入方式については初期進入フィックス(IAP)から進入復行の中間段階まで、出発方式については低高度部分のみを設定した。また、待機方式の設定の可否及び隣接空域への安全かつ効率的な出入域の可否について概略検証を行った。

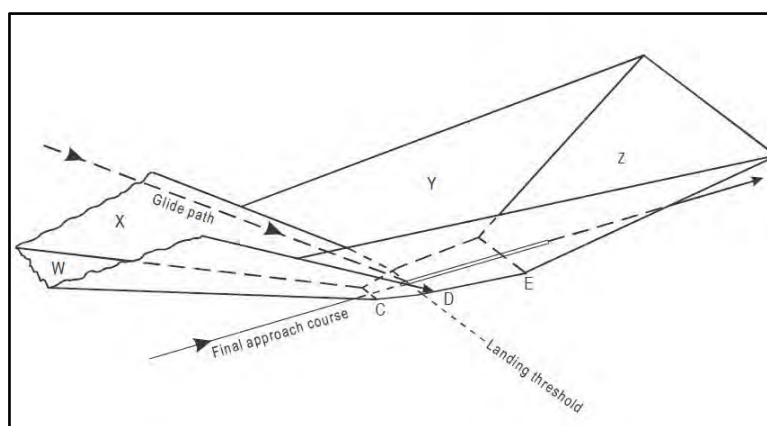
##### 1) 飛行方式設定の概要

計器飛行方式とは、パイロットが地上及び障害物を視認できない状況において、航空機に対して障害物のない道筋（飛行経路）を示すための手段の一つある。障害のない飛行経路を設計するために、各種障害物との間隔を確保するための保護区域又は障害物検証区域(OAA)と呼ばれる空間が飛行経路に沿って設定される。このOAAの寸法形状は飛行に使用する航法システム等により決定され、寸法形状の決定手法は飛行方式設計基準に定められている。飛行方式設定上、OAA内に存在するすべての障害物に対して定められた垂直間隔（最小障害物間隔：MOC）を確保する必要がある、障害物評価表面(OAS)とよばれる面を形成する。航空機が適切な勾配で上昇及び降下するため、飛行方式には最低通過高度が設定され、これは概して飛行経路上の各セグメントの保護区域内の最高物件により決定されるが、空域上の制約や騒音低減のために、最高障害物によって求まる高度よりも高い高度が設定される場合もある。図8.3.1-1にOAS及びMOCの概念図を示す。またILS進入方式におけるOASの立体図を図8.3.1-2に示す。



出所: ICAO Doc 8168 Vol.2

図 8.3.1-1 障害物評価表面(OAS)と最小障害物間隔(MOC)一断面図



出所: ICAO Doc 8168 Vol.2

図 8.3.1-2 ILS 障害物評価表面(ILS-OAS) 立体図

## 2) 飛行方式設定基準

フィリピンで公示されているほとんどの計器飛行方式は、ICAO が発行する「航空業務方式—航空機の運航、第二編 目視及び計器飛行方式の策定 (PANS-OPS)」に基づき設計されている。この飛行方式設定基準に準じ、飛行方式の設計時に準拠すべき OAA、OAS 及び MOC 等の幾何学的保護空間の諸元が決定される。

## 3) 運航及び制限要件

### a) 平行滑走路同時運用

マニラ首都圏新空港（以下、NMIA）に整備予定の4本の平行滑走路は、様々な運用方法に対応できるメリット、すなわち離発着のピーク時交通量に即した柔軟かつ最適な運用が可能となる。将来滑走路の運用方法に係る考察については他章で詳述するが、ここでは本検証のための前提条件となる滑走路の運用形態について概説する。



NMIA の 2 組のクロスパラレル滑走路の航空機処理容量を最大化するため、離陸機と着陸機が 1 組の滑走路を同時に使用する「独立同時運用」が実施される。ICAO は平行滑走路を独立同時運用するための手引書「平行または準平行計器用滑走路の同時運用 (SOIR) (ICAO Doc 9643)」を発行しており、同文書には以下の規定が設けられている。

#### 独立平行進入の要件

- i. 両滑走路において ILS 又は MLS 進入方式が供用されること
- ii. 一方の進入復行経路に対して、隣接する進入復行経路を  $30^{\circ}$  以上分岐させること
- iii. レーダー誘導によりローカライザーコースまたは MLS 最終進入経路へ会合させること
- iv. 両滑走路中心線延長線上に最小幅 610m を有する不可侵区域(No Transgression Zone: NTZ)を設定すること
- v. 滑走路末端から 10NM 以遠点までに 1000ft の垂直間隔又は 3NM のレーダー間隔を設定し、それをローカライザー会合点まで維持すること
- vi. ローカライザーコースへのレーダー誘導は、会合点手前の直線飛行区間が 1NM 以上かつ最大会合角が  $30^{\circ}$  となるよう誘導すること、またグライドパス(GP)会合点から 2NM 以上の水平飛行を維持すること

#### 独立平行出発の要件

- i. 両出発経路を離陸直後に  $15^{\circ}$  以上分岐させること
  - ii. 出発滑走路末端 1NM 以内の航空機を識別可能な監視レーダーを整備すること
- b) 水平間隔

ICAO Doc 9643 の規定に加え、ICAO では「航空業務手続—航空交通管理 (ICAO Doc 4444)」において出発・到着機相互間に設定される最小水平間隔(横間隔)を規定している。本検証で実施する空域評価では、Doc 4444 に基づき飛行経路上の出発・到着機間に対して下記の最小間隔を設定する。

- i. RNP1 又は RNP APCH 経路に対し 5NM 以上、または
- ii. 障害物評価のために用いられる保護区域が重複しない

#### 4) 飛行方式設定

本検証では、空域評価のため同時進入・出発が可能となる飛行経路を PANS-OPS に基づき設定した。PANS-OPS では広範囲にわたる航法や航行援助施設の使用を想定しており、OAA や OAS の寸法形状は様々な設計パラメータにより異なる。このため本検証では、下記を含む仮定された設計パラメータを用いた。

a) 航法システム

CAAPの「PBN実施計画(第二版)」によると、2016年以降の長期計画としてNAIA等の繁忙空港のターミナル空域においてRNP1を導入する計画であり、計器進入方式にはILSを継続して使用しつつ、SBASやGBAS等GPSを用いた進入方式の導入動向をモニターする計画である。そこで本検証では、進入、出発方式の航法仕様をRNP1、最終進入経路のトラックガイダンス(水平方向ガイダンス)はILSを用いて経路設定を行う。

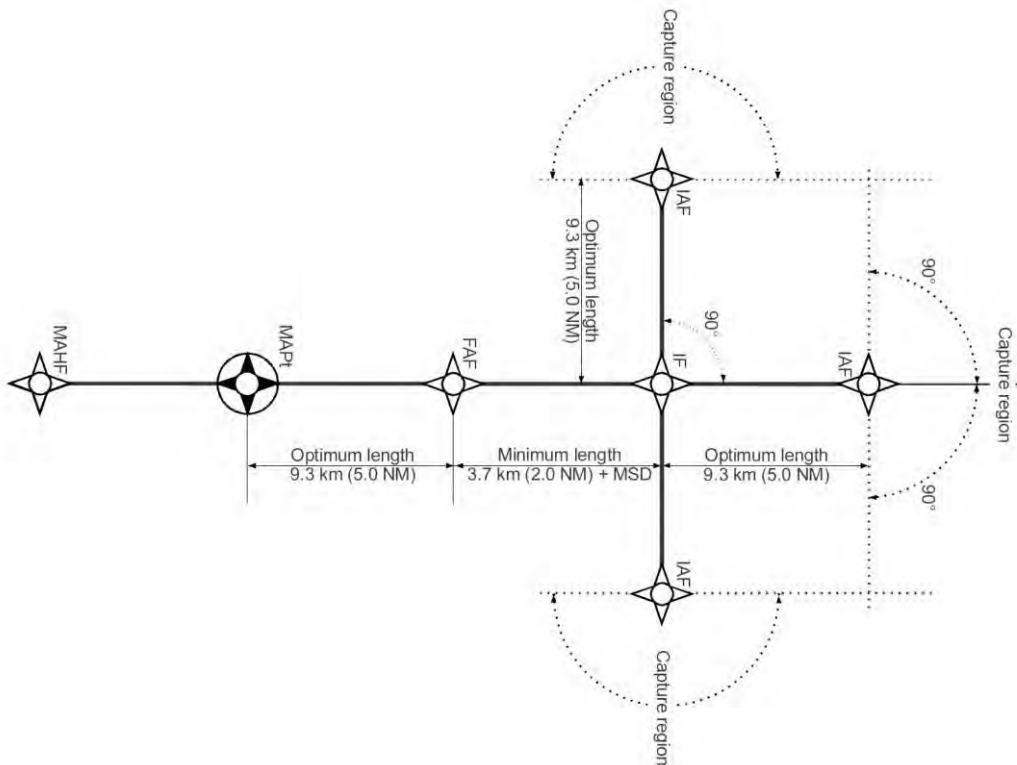
b) 航空機速度

フィリピン国航空路誌(AIP)によると、マニラ進入管制空域には航空機の最大指示大気速度210ノットが設定されているため、本検証においてもこれを適用する。

c) 経路配置

エンルートと滑走路とを接続する計器進入・出発方式の経路設定については、今後、新たに設定されるターミナル空域全体の概念設計に基づき詳細な検討を踏まえた上で設計する必要がある。ただし現段階ではそれを特定できないことから、本検証では2組の平行滑走路を有する空港に対する標準的な飛行方式を設定し、各サイトにおいて当該方式が設定可能かを検証した。

計器進入方式については、滑走路延長線方向、及びその左右方向からのアプローチが可能となる、T字型の経路配置を採用した。標準的なT字型配置の平面図を図8.3.1-3に示す。最終進入開始点(FAF)の位置は、グライドパス角(3°とGP会合高度2500ft(NAIAに設定されている既存ILS進入方式のGP会合高度と同高度)の交点によって決定した。中間進入開始点(IF)の位置は、設定基準上の最適位置である最終進入開始点から5NMの地点とした。進入復行初期段階の飛行経路は、隣接する滑走路でILS又はAPV SBASを用いた独立同時進入が可能となるよう、滑走路中心線から15°分岐(隣接する進入方式に対して30°分岐)させた。進入復行経路は、2.5%の上昇勾配面が2500ftに到達する地点(平行進入OASの上限高度と同高度)まで設定した。本検証に用いた進入方式の経路配置は、滑走路中心線に対して左右対称となっているが、実運用では隣接する進入方式に対して1000ftの垂直間隔を確保するため両最終進入開始地点を3.2NM離して設定する必要がある。しかし、本検証で用いる左右対称配置による飛行方式の設定が可能であれば、最終進入開始点を分離した経路設定は問題なく設定できる。



出所: ICAO Doc.8168 Vol.2

図 8.3.1-3 T字型配置平面

一方、計器出発方式については、監視レーダー運用下における独立同時平行出発が可能となるよう、滑走路中心線から 15° 分岐した直線出発経路を設定する。経路終了点は、現NAIAに設定されている既存航法(DVOR)出発方式の旋回開始高度が 3000ft に設定されていることを鑑み、3.3%の上昇勾配面が同高度に到達する地点までとした。本検証における出発区域は既存航法に基づく区域形状となっているが、RNPに基づく区域形状とほぼ同形状となる。

### 8.3.1.2 空域／航空交通流に係る検証

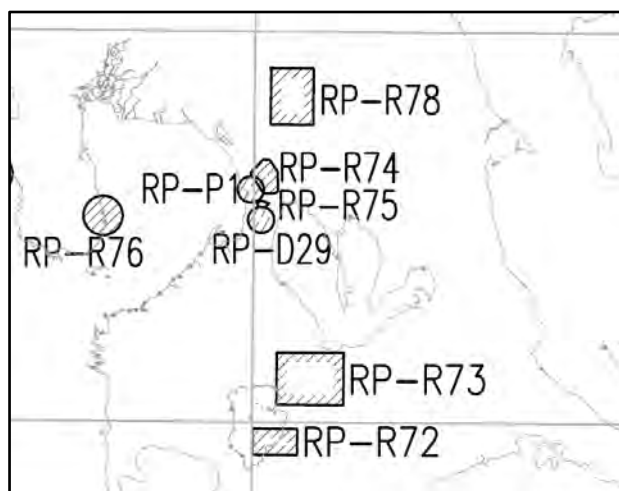
#### 1) 制限空域

本検証対象の何れのサイトにおいても、航空交通流を円滑かつ効率的に形成するためには、現マニラ TMA の空域再編が不可避となる。現在マニラ TMA 内に設定されている軍用訓練空域、コリドー(軍用機用空中回廊)、飛行訓練空域についてはターミナル空域再編により再設定されるため、本検証の対象外とした。一方、既存飛行禁止空域、飛行制限空域、危険空域については、地上に設置してある特定施設及び地勢に基づく保安上等の理由で設定されているため、本検証の対象として考慮する必要がある。本検証の対象となる空域を表 8.3.1-1 及び図 8.3.1-4 に示す。

なお、CAAP との面談の結果、飛行禁止空域 RP-P1 の空域設定の変更は実現不可能と判断されたため、各サイトの評価では当該空域変更の困難度合を反映して評価を行う。

表 8.3.1-1 新空港サイトの飛行方式に影響する空域

Identification	Name	Upper limit / Lower limit	Remarks
RP-P1	MALACAÑANG	5500ft ALT / SFC	Official residence of the President of the Philippines.
RP-R72	LIPA	10000ft ALT / SFC	Acrobatic operations Philippine Air Force
RP-R73	BARRADAS AIRSTRIP	5000ft ALT / SFC	Skydiving, aerobatic flying, ultra-light and aero-model operation.
RP-R74	(Nil)	2000ft ALT / SFC	Antenna farm.
RP-R75	MAKATI	1600ft ALT / SFC	Tall structure.
RP-R76	LIMAY	UNL / SFC	Philippine National Oil Corporation.



出所: AIP Philippines

図 8.3.1-4 新空港サイトの飛行方式に影響する空域

## 2) 評価クライテリア

空域及び航空交通流に係る評価項目として、下表に示す三つのクライテリアを設定した。

表 8.3.1-2 空域及び航空交通流評価に係るクライテリア

クライテリア	評価指標
A-1 既存空域の維持	既存制限空域と新たな計器飛行方式との間に十分な水平もしくは垂直間隔が確保されているか
A-2 到着経路設定用空域の確保	どの方位からでも進入方式へ接続可能な到着経路の設定が可能となる空域が十分確保されているか
A-3 待機方式設定用空域の確保	進入方式へ接続する待機方式の設定が可能となる空域が十分確保されているか

### 8.3.1.3 障害物／地形に係る検証

#### 1) 障害物及び地形データ

障害物及び地形に係る潜在リスクを検証するため、以下の電子データ一式を利用した。

##### a) ASTER GDEM (Ver. 2)

ASTER GDEM は、経済産業省と米国航空宇宙局(NASA)の共同プロジェクトの下、人工衛星搭載センサ「ASTER」を用いて作成した 3 次元地形データ(DEM)で、ピクセル間隔 30m、高さ精度 7m~14m を有する。マニラ TMA 周辺におけるデータ取得期間は 2000 年 3 月から 2010 年 8 月である。

##### b) ALOS 5m DEM

ALOS DEM は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の陸域観測技術衛星「ALOS」搭載のパンクロマチック立体視センサ(PRISM)による 5m 解像度を有する全球数値地表モデル(DSM：植生や建築物等を含めた地球表面が表現される)である。ALOS は 2006 年 1 月から 2011 年 5 月まで運用された。本検証で使用したデータ範囲及びデータの立体図を以下に示す。



図 8.3.1-5 ALOS 5m DEM データ範囲

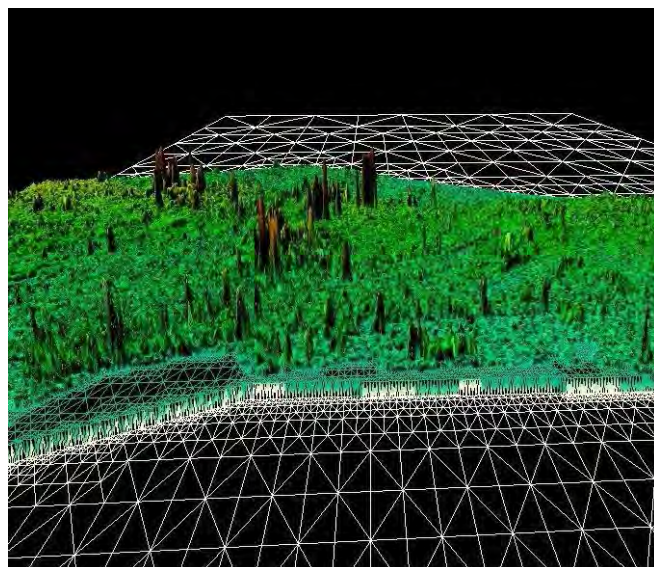


図 8.3.1-6 ALOS 5m DEM 立体図

c) 人工障害物データ

NAIA の AIP に記載されているすべての飛行場障害物のほか、インターネットを用いたデータ収集を行い、現在建設中及び計画中の高層ビルを可能な限り検証に反映させた。検証に用いた高層ビルデータを表 8.3.1-3 に示す。なお、障害物評価にあたっては表中の構造物高に ASTER GDEM データの地上高を加算した値（標高）を使用している。

表 8.3.1-3 障害物検証用高層ビルデータ一覧

Building Name	Location	Height	Floor	Year	Building Name	Location	Height	Floor	Year
Philippine Diamond Tower	Triangle Park	612	200	2016	Alphaland Makati Place [2]	Makati	200	50	2015
Skycity	Mandaluyong	335	80	NA	Summit One Tower	Mandaluyong	200	49	1998
The Stratford Residences	Makati Poblacion	312	76	2015	AIC Empire Tower	Ortigas Center	200	52	NA
Trump Tower at Century City	Kalayaan Avenue	280.1112	58	2016	One Central	Makati CBD	195	50	2013
PBCom Tower	Makati CBD	259	52	2000	RCBC Plaza Yuchengco Tower	Makati CBD	192	46	2001
PBCom Tower	6795 Ayala Avenue	258.4704	52	2000	Park Terraces Tower 1 and 2	Makati CBD	187	51	2015
Grand Hyatt Manila	Taguig	258.4704	66	2015	One San Miguel Avenue	Ortigas Center	183	54	2001
Shangri-La at the Fort, Manila	Bonifacio Global City	250	61	2014	LKG Tower	Makati CBD	180	38	2000
Discovery Primea	Makati CBD	250	68	2014	The Shang Grand Tower	Makati CBD	180	46	2006
Gramercy Residences	Makati Poblacion	250	68	2013	Pacific Plaza Tower 2	Bonifacio Global City	179	52	2001
Hyundai National Headquarters	Taguig	249.936	56	NA	Pacific Plaza Tower 1	Bonifacio Global City	179	52	2001
Grand Riviera Suites	Roxas Boulevard	230.124	55	2014	Atlanta Centre	San Juan	179	37	1998
One Shangri-La Place South Tower	Ortigas Center	227	64	2014	Admiral Baysuites	Malate	178.6	53	NA
Shang Salcedo Place	Makati CBD	220	67	2016	Aspire at Nuvo City	Eastwood	178.0032	55	2012
The Knightsbridge Residences	Makati Poblacion	220	60	2014	Birch Tower	Malate	178	52	2012
Alphaland Makati Place [1]	Makati	220	55	2015	Robinsons Equitable Tower	Ortigas Center	175	45	1997
G.T. International Tower	Makati CBD	217	47	2001	One Roxas Triangle	Makati CBD	174	40	2000
Garden Towers 1	Makati	215	60	2016	Robinsons Summit Center	Makati CBD	174	38	2001
BSA Twin Tower 1	Ortigas Center	215	55	2000	Enterprise Center Tower One	Makati CBD	172	45	1999
BSA Twin Tower 2	Ortigas Center	215	55	2000	The Residences at Greenbelt Laguna Tower	Makati CBD	171	48	2008
St. Francis Tower 1	Ortigas Center	213	60	2009	The Residences at Greenbelt Manila Tower	Makati CBD	171	48	2010
St. Francis Tower 2	Ortigas Center	213	60	2009	The Beacon Arnaiz Tower	Makati CBD	170	50	2012
Park Terraces Point Tower	Makati CBD	210	59	2015	RCBC Plaza Tower 2	Makati CBD	170	41	2001
Petron Megaplaza	Makati CBD	210	45	1998	Pearl of the Orient Tower	Ermita	168	42	2004
UnionBank Plaza	Ortigas Center	206	49	2004	Rufino Pacific Tower	Makati CBD	161	41	1994
Greenbelt Lorenzo Tower	Makati CBD	205	57	2009	Ayala Tower One	Makati CBD	160	35	1996
Golden Empire Tower	Ermita	203	57	2002	The Beacon Roces Tower	Makati CBD	158	44	2011
One Corporate Centre	Ortigas Center	202	45	2009	Exportbank Plaza	Makati CBD	155	36	1998
Philamlife Tower	Makati CBD	200	48	2000	The World Centre	Makati CBD	152	30	1995
Milano Residences	Makati Poblacion	200	53	2015	One McKinley Place	Bonifacio Global City	150	43	2004

2) 評価クライテリア

障害物及び地形に係る評価項目として、下表に示す四つのクライテリアを設定した。出発方式における上昇勾配の上限については PANS-OPS に明確な規定がないため、本邦飛行方式設定基準に基づき 5.0%を採用した。

表 8.3.1-4 障害物及び地形評価に係るクライテリア

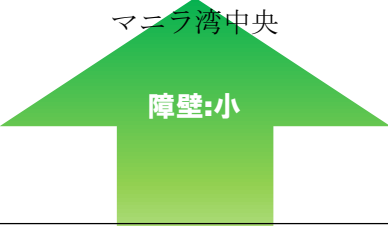

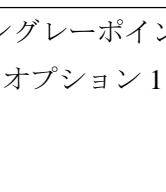


クライテリア	評価指標
O-1 ILS 進入方式設定	最小となる決心高(DH=200ft)が得られるか
O-2 初期・中間進入方式設定	適切な降下勾配（最終進入：5.241%、中間進入：5.2%、初期進入 8.0%以下）が確保できるか
O-3 進入復行方式設定	適切な上昇勾配（標準：2.5%、最大：5.0%）が確保できるか
O-4 出発方式設定	適切な上昇勾配（標準：3.3%、最大：5.0%）が確保できるか



### 8.3.1.4 検証結果

上述したクライテリア及び飛行方式設定基準（PANS-OPS）に準じ作図した保護区域に基づき、空域及び障害物上の観点から各サイトが新空港候補地としてフィージブルであるか否かの検証を行った。その結果、障害物及び地形要因により新空港候補地として不適切と判断されたサイトはなかったが、すべてのサイトで多少なりとも既存制限空域及び飛行経路との抵触が生じた。5 サイトのうち空域及び航空交通流の面においては、マニラ湾中央、ラグナ湖西岸及びサングレーポイントオプション1が望ましいサイトである。何故ならこれらサイトは既存の飛行禁止区域・飛行制限区域と重大な干渉を生じないからである。一方サングレーポイントオプション2及びサンニコラスショールズは、大統領官邸周辺に設定されているRP-P1の制限を除去または大幅に緩和する必要があるが、そのための関係機関との協議・調整が短期間で成功裏にまとまる可能性は少ないと考えられる。下表に各サイトの検証結果概要をまとめた。

表 8.3.1-5 各サイトの検証結果概要

サイト名	検証結果概要
マニラ湾中央 	本サイトは既存空域との大きな抵触がなく、現マニラ TMA 内ですべての飛行方式の設定可能であり、最も適当と判断される。良好な滑走路方位や隣接する TMA との間隔が確保できるため柔軟な経路設定が可能となるが、南側からの到着経路設定に際し、既存飛行制限空域（RP-R73）との調整が困難な場合、抵触回避を考慮した難易度の高い経路設計が必要となる。
ラグナ湖西岸 	本サイトも既存空域との大きな抵触がなく、現マニラ TMA 内ですべての飛行方式の設定が可能であるが、南北方向の滑走路方位のため初期進入セグメントと既存空域(RP-R72)との抵触が生じ、当該空域との調整が困難な場合は進入方式の設定に工夫が必要となる。
サングレーポイント オプション1 	本サイトは既存空域との抵触は生じないため新空港サイトとして適当と考えられる。なお滑走路 02R 末端近くの最終進入経路直下に PETRON の精油施設が位置しており、航空機事故発生時の重大リスク要因となり得ることから、関係機関と調整が必要と考えられる。
サンニコラスショールズ 	本サイトはマニラ首都圏から比較的離れた良好な場所に位置しているが、北東/南西方位の滑走路方位のため既存飛行禁止区域（RP-P1 等）と抵触し、飛行禁止区域の上限高度の変更を要する。特に RP-P1 との抵触に係る調整は極めて困難と考えられる。また、丘陵地を回避した難易度の高い経路設計が必要となる。
サングレーポイント オプション2 	本サイトはマニラ首都圏の近傍で、滑走路方位も都心部に向けて設定されるため最も障壁が多いサイトである。計器飛行方式が RP-P1 を含む既存飛行禁止空域及び飛行制限空域に抵触するほか、隣接する TMA と飛行制限空域のため、空港西側に十分な空域を確保できず交通流の輻輳が懸念される。

各新空港サイトの標準的な飛行方式(飛行経路)の保護区域図を図 8.3.1-7～図 8.3.1-16 に、またクライテリア評価マトリックスを表 8.3.1-6～表 8.3.1-10 にそれぞれ示す。

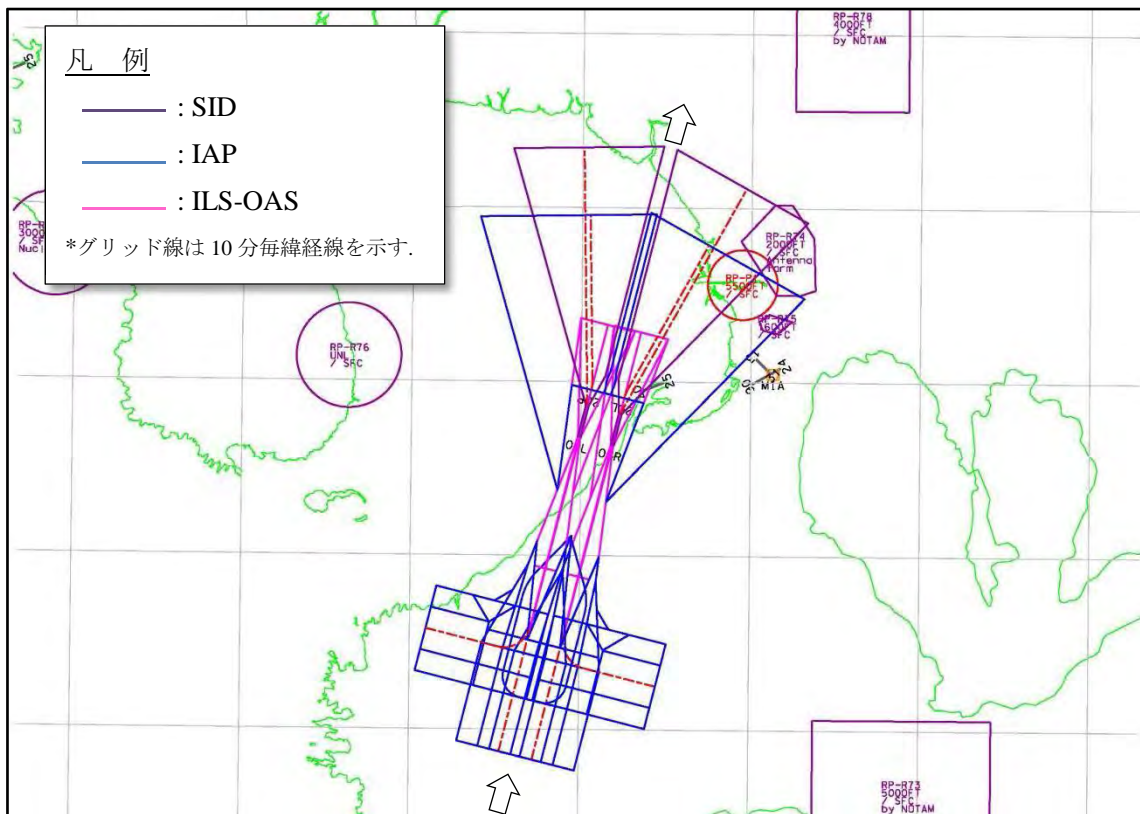


図 8.3.1-7 標準飛行経路保護区域図- サングレーポイントオプション1 (RWY02L/02R)

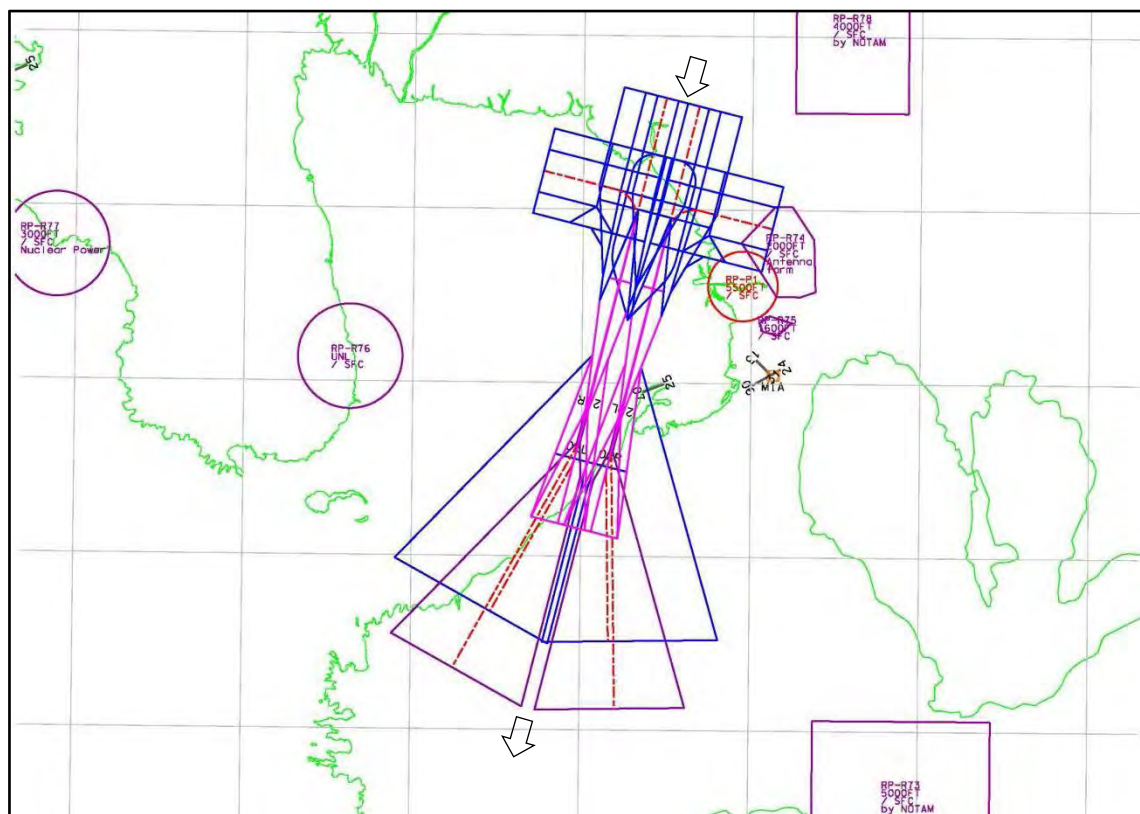


図 8.3.1-8 標準飛行経路保護区域図- サングレーポイントオプション1 (RWY20L/20R)



表 8.3.1-6 クライテリア評価マトリックス – サングレーポイントオプション1

クライテリア	運用滑走路			
	RWY02L	RWY02R	RWY20L	RWY20R
A-1 既存空域の維持	可	可 出発方式と進入復行OASがRP-P1とRP-R74に抵触するが、飛行経路の直線化により抵触回避可能。	可 初期進入セグメントがRP-P1に抵触するが、飛行経路の調整により抵触回避可能。	可
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可 但しPetron社の精油施設が最終進入経路直下に位置するため、関係機関との協議調整が必要と考えられる。	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可	可 既存高層ビルのため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可 但しPetron社の精油施設が出発経路直下に位置するため、関係機関との協議調整が必要と考えられる。 既存アンテナのため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可

注

RP-P1: MALACANANG

RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)

RP-R75: MAKATI (High structure)

RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)

RP-R74: Antenna Farm

RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

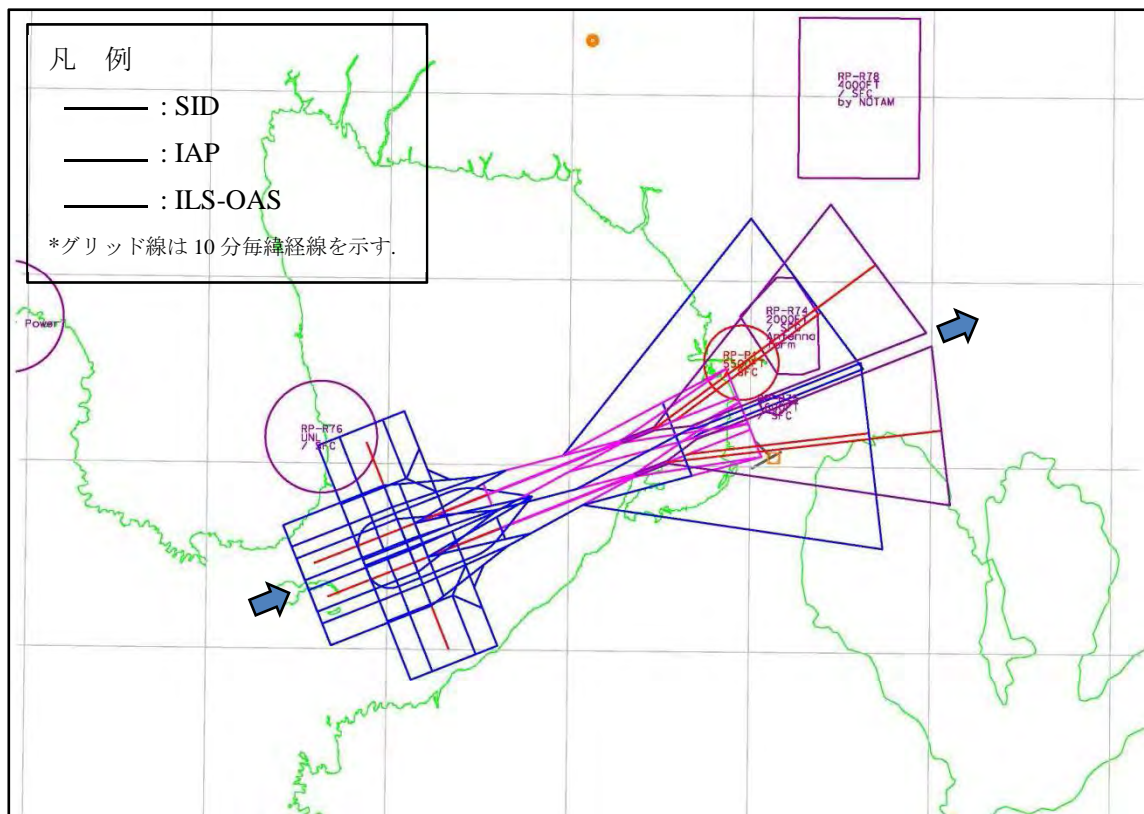


図 8.3.1-9 標準飛行経路保護区域図 - サングレーポイントオプション2 (RWY07L/07R)

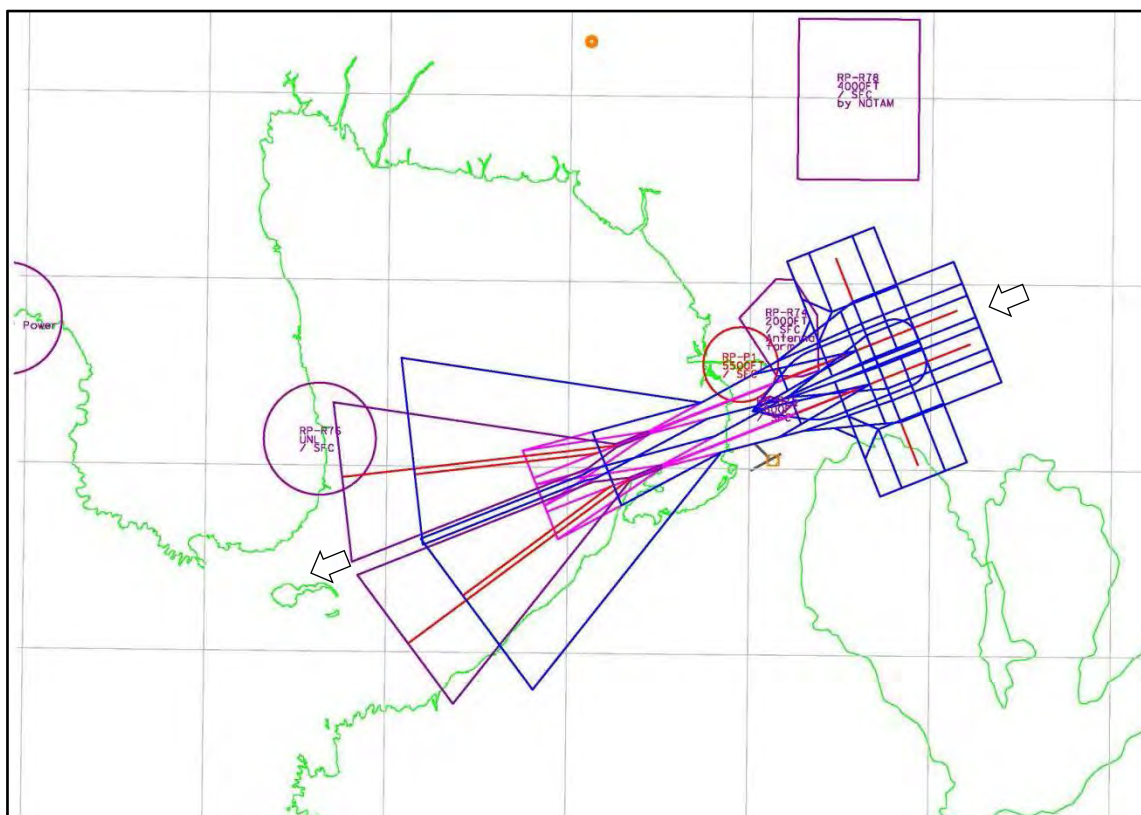


図 8.3.1-10 標準飛行経路保護区域図 - サングレーポイントオプション2 (RWY25L/25R)

表 8.3.1-7 クライテリア評価マトリックス – サングレーポイントオプション 2

クライテリア	運用滑走路			
	RWY07L	RWY07R	RWY25L	RWY25R
A-1 既存空域の維持	<b>不可</b> 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触する。当該空域との調整は困難と考えられる。 出発方式OASがRP-R74とRP-R75に抵触する。	<b>可</b> 出発方式OASがRP-R75に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	<b>不可</b> ILS-OASがRP-R75に抵触する。当該空域との調整は困難と考えられる。	<b>不可</b> ILS-OASがRP-P1とRP-R74に抵触する。当該空域との調整は困難と考えられる。 出発方式OASがRP-R76に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。
A-2 到着経路設定用空域の確保	<b>可</b> 北側からの到着経路はPR-R76のため迂回させる必要がある。	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
A-3 待機方式設定用空域の確保	<b>不可</b> スービックTMAとRP-R76のため北側からの進入機に対する待機方式の設定が困難。	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-1 ILS進入方式設定	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-2 初期・中間進入方式設定	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-3 進入復行方式設定	<b>可</b> 既存高層ビルのため2.5%以上の上昇勾配が必要。	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-4 出発方式設定	<b>可</b> 既存高層ビルのため3.3%以上の上昇勾配が必要。	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>

注

RP-P1: MALACANANG

RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)

RP-R75: MAKATI (High structure)

RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)

RP-R74: Antenna Farm

RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

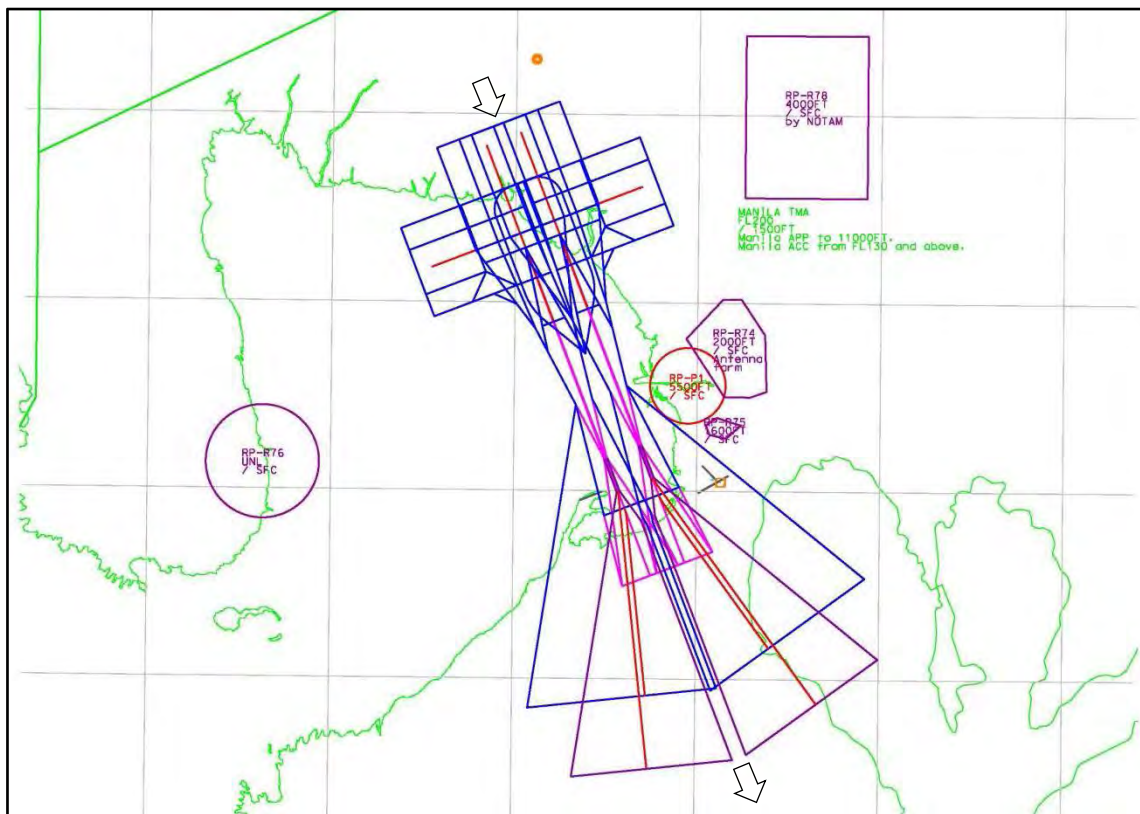


図 8.3.1-11 標準飛行経路保護区域図 - マニラ湾中央 (RWY16L/16R)

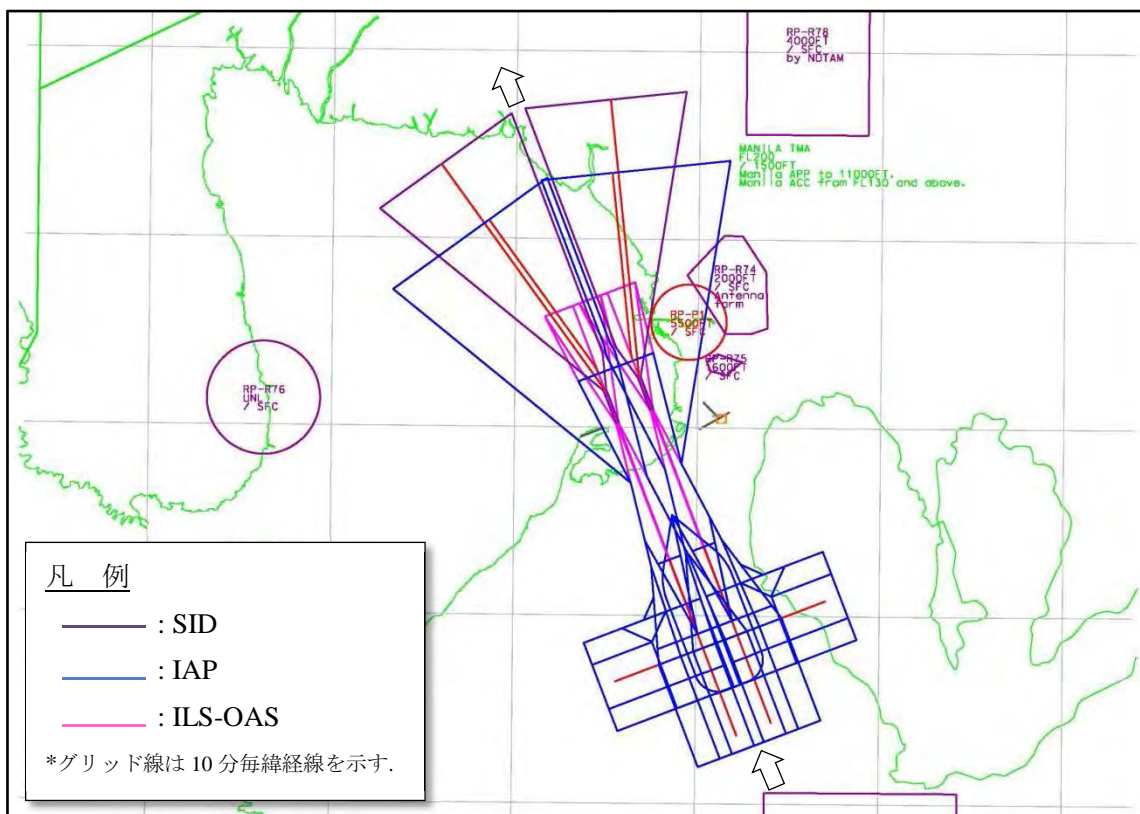


図 8.3.1-12 標準飛行経路保護区域図 - マニラ湾中央 (RWY34L/34R)

表 8.3.1-8 クライテリア評価マトリックス – マニラ湾中央

クライテリア	運用滑走路			
	RWY16L	RWY16R	RWY34L	RWY34R
A-1 既存空域の維持	可 RP-R73上空通過のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可 RP-R73上空通過のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可	可 進入復行側OASがRP-P1に抵触するが、飛行経路の直線化により抵触回避可能。
A-2 到着経路設定用空域の確保	可 クラークTMA上空からの到着経路は、降下勾配を低減するため迂回させる必要がある。	可 クラークTMA上空からの到着経路は、降下勾配を低減するため迂回させる必要がある。	可 RP-R73上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。	可 RP-R73上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可 PR-R73のため待機方式設定可能位置が制限される。	可 RP-R73のため待機方式設定可能位置が制限される。
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可 既存高層ビルのため5%以上の上昇勾配が必要だが、飛行経路の直線化により低減が可能。
O-4 出発方式設定	可	可	可	可

注

RP-P1: MALACANANG

RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)

RP-R75: MAKATI (High structure)

RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)

RP-R74: Antenna Farm

RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)



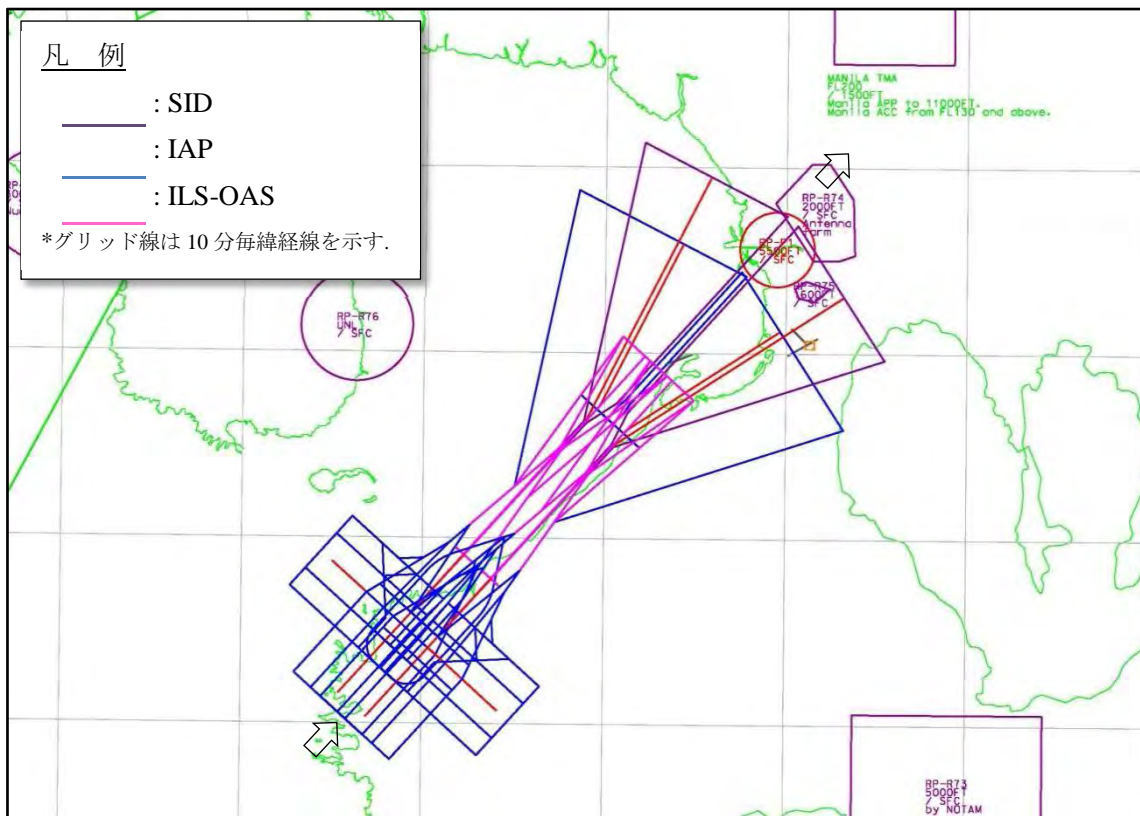


図 8.3.1-13 標準飛行経路保護区域図 - サンニコラスショールズ (RWY04L/04R)

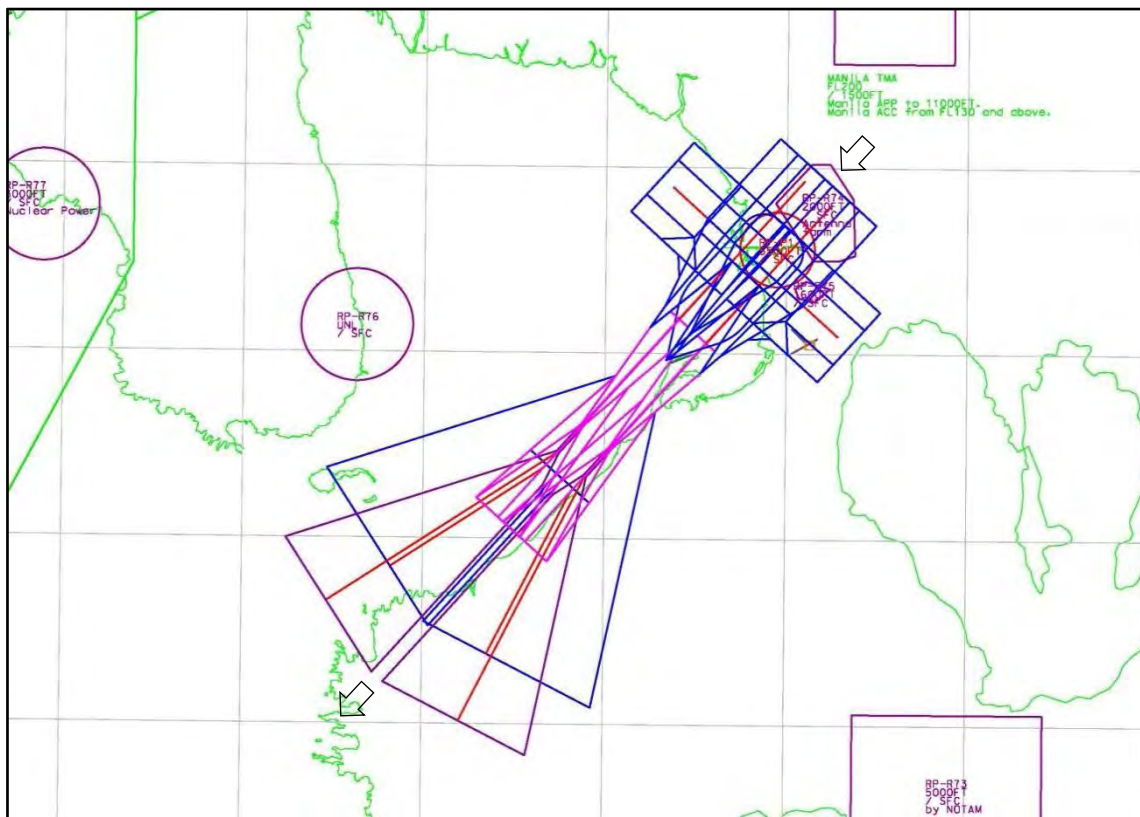


図 8.3.1-14 標準飛行経路保護区域図 - サンニコラスショールズ (RWY22L/22R)

表 8.3.1-9 クライテリア評価マトリックス – サンニコラスショールズ

クライテリア	運用滑走路			
	RWY04L	RWY04R	RWY22L	RWY22R
A-1 既存空域の維持	可 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	不可 RP-P1 上空通過のため5.2%以上の降下勾配が必要。当該空域との調整は困難と考えられる。	不可 RP-P1 上空通過のため5.2%以上の降下勾配が必要。当該空域との調整は困難と考えられる。
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可 丘陵地のため、ステップダウンフィックスの設定が必要。	可 丘陵地のため、ステップダウンフィックスの設定が必要。	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可	可 既存アンテナのため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可 丘陵地のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可

注

RP-P1: MALACANANG

RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)

RP-R75: MAKATI (High structure)

RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)

RP-R74: Antenna Farm

RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

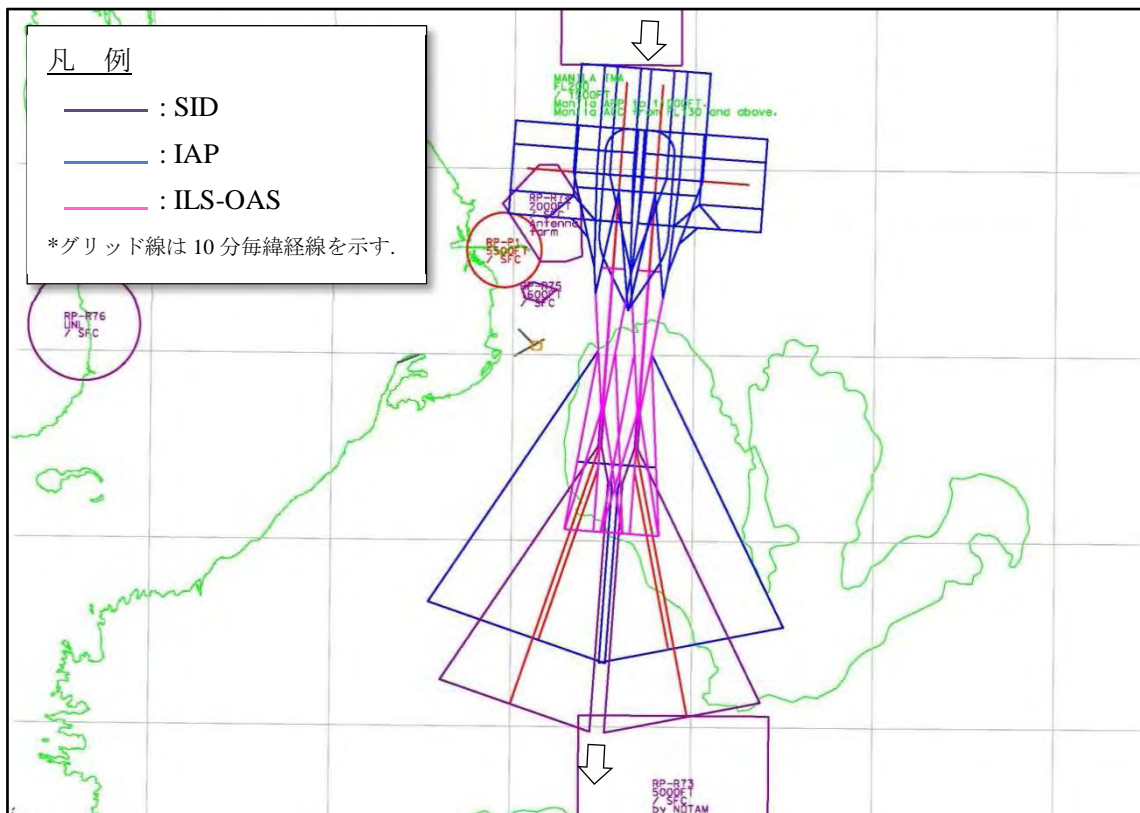


図 8.3.1-15 標準飛行経路保護区域図 - ラグナ湖西岸 (RWY18L/18R)

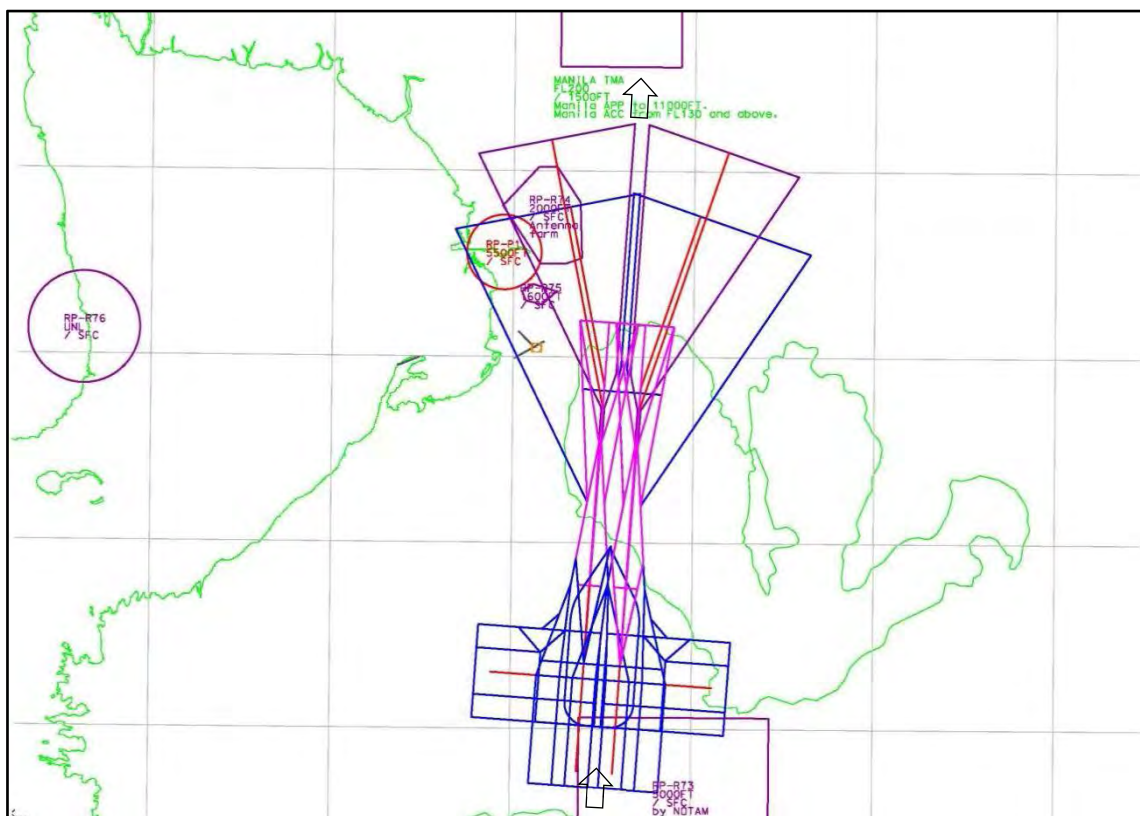


図 8.3.1-16 標準飛行経路保護区域図 - ラグナ湖西岸 (RWY36L/36R)



表 8.3.1-10 クライテリア評価マトリックス – ラグナ湖西岸

クライテリア	運用滑走路			
	RWY18L	RWY18R	RWY36L	RWY36R
A-1 既存空域の維持	可 出発方式OASがRP-R73に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可 出発方式OASがRP-R73に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可 RP-R73上空通過のため5.2%以上の降下勾配が必要。但し当該空域との調整は可能と考えられる。出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触するが、飛行経路の直線化により抵触回避可能。RP-R74およびRP-R75上空通過のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可 RP-R72上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。	可 RP-R72上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可 PR-R72のため待機方式設定可能位置が制限される。	可 PR-R72のため待機方式設定可能位置が制限される。
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可	可	可 既存高層ビルのため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可

注

RP-P1: MALACANANG

RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)

RP-R75: MAKATI (High structure)

RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)

RP-R74: Antenna Farm

RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

### 8.3.1.5 飛行禁止区域/制限区域に対する抵触

空域・飛行方式に関する検討の結果、サングレーポイントオプション 1 及びマニラ湾中央を除く各サイトの飛行経路及びそれに付随する OAS が、いくつかの飛行禁止区域・制限区域を抵触することが判明した（表 8.3.1-11）。抵触高は航空機の許容最大上昇勾配・降下勾配に基づき算出している。

飛行禁止区域・制限区域の中で最も制約が厳しいのは、フィリピン国大統領官邸周辺に設定されている「RP-P1: MALACANNG」であろう。DOTC 及び調査団は、大統領の警護を主任務とする大統領保安グループ（PSG）に対し、RP-P1 に係る規制を解除ないし緩和することが可能かどうか問い合わせをしたが、いまだ回答はない。しかしながらそのような規制解除ないし緩和が仮に受け入れられるとしても、現政権のみでなく将来の政権も巻き込んでの種々の検討、議論、調整に多大な時間を要し、容易に結論を得られないであろうと想定される。一方で重大な空港処理能力不足の問題に対処するため、NMIA 建設及びそのためのサイトに係る意思決定は喫緊の課題である。したがって RP-P1 との抵触問題を抱えるサングレーポイントオプション 2 とサンニコラスショールズサイトは、NMIA 建設候補地としては不相当と判断される。

表 8.3.1-11 飛行禁止区域・制限区域への抵触度合い  
(Ultimate Phase Option 1: Two Sets of Widely Spaced Close Parallel Runways)

Site Name	Procedure Name	RP-P1		RP-R74		RP-R75		RP-R73	
		Penet. (FT)	New Upper Limit (FT)	Penet. (FT)	New Upper Limit (FT)	Penet. (FT)	New Upper Limit (FT)	Penet. (FT)	New Upper Limit (FT)
1. Sangley Point Option 1		0	-	0	-	0	-	0	-
2. Sangley Point Option 2	IAP RWY07L	4600	900	0	-	0	-	0	-
	SID RWY07L	4400	1100	200	1800	100	1500	0	-
	IAP RWY25L	0	-	0	-	400	1200	0	-
	IAP RWY25R	4800	700	700	1300	0	-	0	-
3. Central Portion of Manila Bay		0	-	0	-	0	-	0	-
4. San Nicholas Shoals		2900	2600		-	0	-	0	-
	IAP RWY22L	2900	2600	0	-	0	-	0	-
	IAP RWY22R	2900	2600	0	-	0	-	0	-
5. Western Portion of Laguna de Bay		0	-	0	-	0	-	1900	3100
	IAP RWY36L	0	-	0	-	0	-	1900	3100

注. サングレーポイントオプション 1 の代替サイトの計器飛行方式も飛行禁止区域・制限区域への抵触問題は発生しない。

### 8.3.1.6 マニラ湾中央変更案

カウンターパート(CAAP)からの要請を踏まえ、本項では新空港候補サイトの一つであるマニラ湾中央の位置を若干変更した案(具体的には、空港位置をマニラ湾南岸に移設した案)について空域に係る検証を行った。なお本変更案の場合、空港用地とマニラ港湾区域とは重複せず、投錨地に対する厳しい高さ制限も生じない(セクション 8.8 参照)。検証に用いた保護区域図を図 8.3.1-17 及び図 8.3.1-18 に、検証結果を表 8.3.1-12 及び 8.3.1-13 にそれぞれ示す。本サイトの検証結果は、実現までの障壁の多さを鑑み、サングレーポイントオプション 1 の下に順位づけられる。

表 8.3.1-12 マニラ湾中央変更案の検証結果

サイト名	検証結果概要
マニラ湾南岸	本サイトの東西方位の滑走路配置は、メトロマニラ上空に設定してある飛行禁止・制限空域の回避には理想的だが、マニラーカビテ高速道沿いの送電線鉄塔のため、出発方式では 5% 以上の上昇勾配が必要となる。また進入、到着、及び待機方式の設定のため、既存飛行禁止空域の変更が必要となる。特に滑走路 09 の初期及び中間進入セグメントが RP-R76:LIMAY(フィリピン国営石油会社、制限高:地表から上すべて)と競合する。

表 8.3.1-13 クライテリア評価マトリックス - マニラ湾南岸

クライテリア	運用滑走路			
	RWY09L	RWY09R	RWY27L	RWY27R
A-1 既存空域の維持	<b>不可</b> 初期及び中間進入セグメントがRP-R76に抵触する。進入復行OASがRP-P1に抵触するが、飛行経路の直線化により抵触回避可能。	<b>不可</b> 初期及び中間進入セグメントがRP-R76に抵触する。	<b>可</b> 出発方式OASがRP-R76に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	<b>可</b> 出発方式OASがRP-R76に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。
A-2 到着経路設定用空域の確保	<b>可</b> PR-R76上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。	<b>可</b> PR-R76上空からの到着経路は降下勾配7%を超えるが、上空通過回避が可能。	<b>可</b>	<b>可</b>
A-3 待機方式設定用空域の確保	<b>可</b> PR-R76のため待機方式設定可能位置が制限される。	<b>可</b> PR-R76のため待機方式設定可能位置が制限される。	<b>可</b>	<b>可</b>
O-1 ILS進入方式設定	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-2 初期・中間進入方式設定	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-3 進入復行方式設定	<b>可</b> 既存高層ビル2物件のため2.5%以上の上昇勾配が必要。	<b>可</b>	<b>可</b>	<b>可</b>
O-4 出発方式設定	<b>可</b> 既存高層ビル2物件のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	<b>不可</b> 既存送電線鉄塔のため5.0%以上の上昇勾配が必要。	<b>可</b>	<b>可</b>

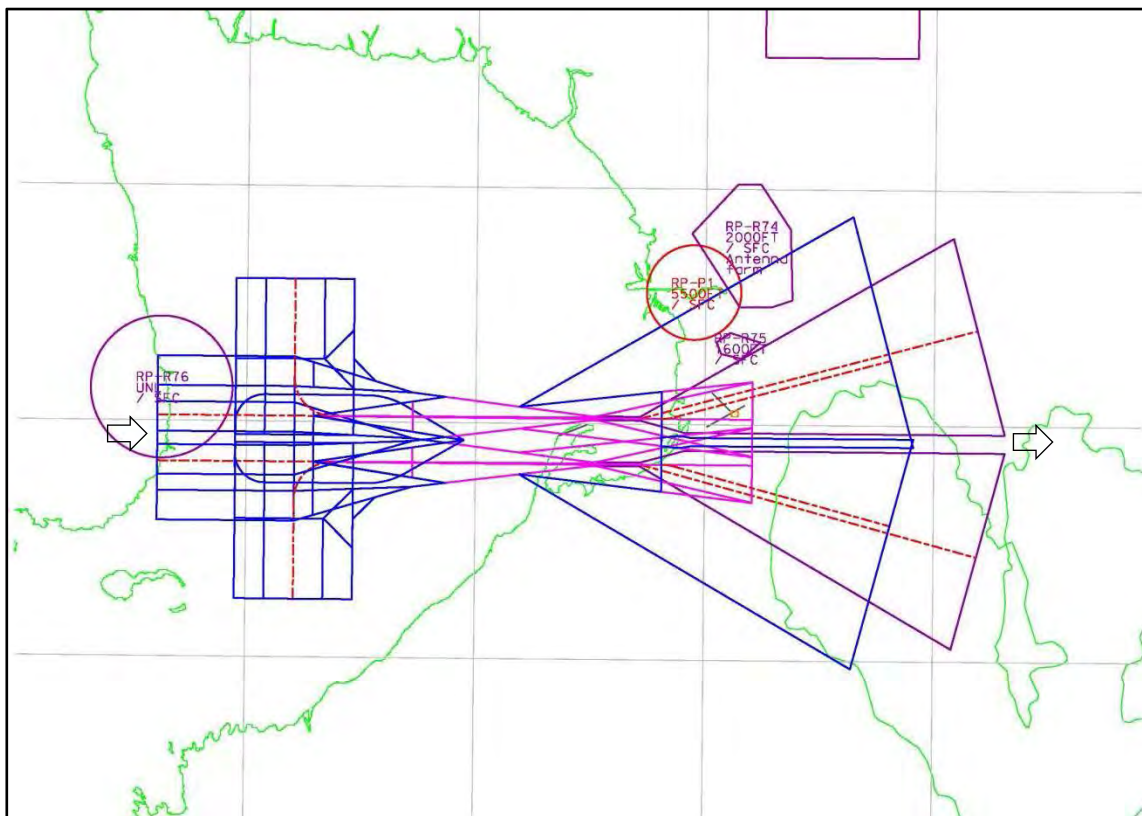


図 8.3.1-17 標準飛行経路保護区域図 - マニラ湾南岸 (RWY09L/09R)

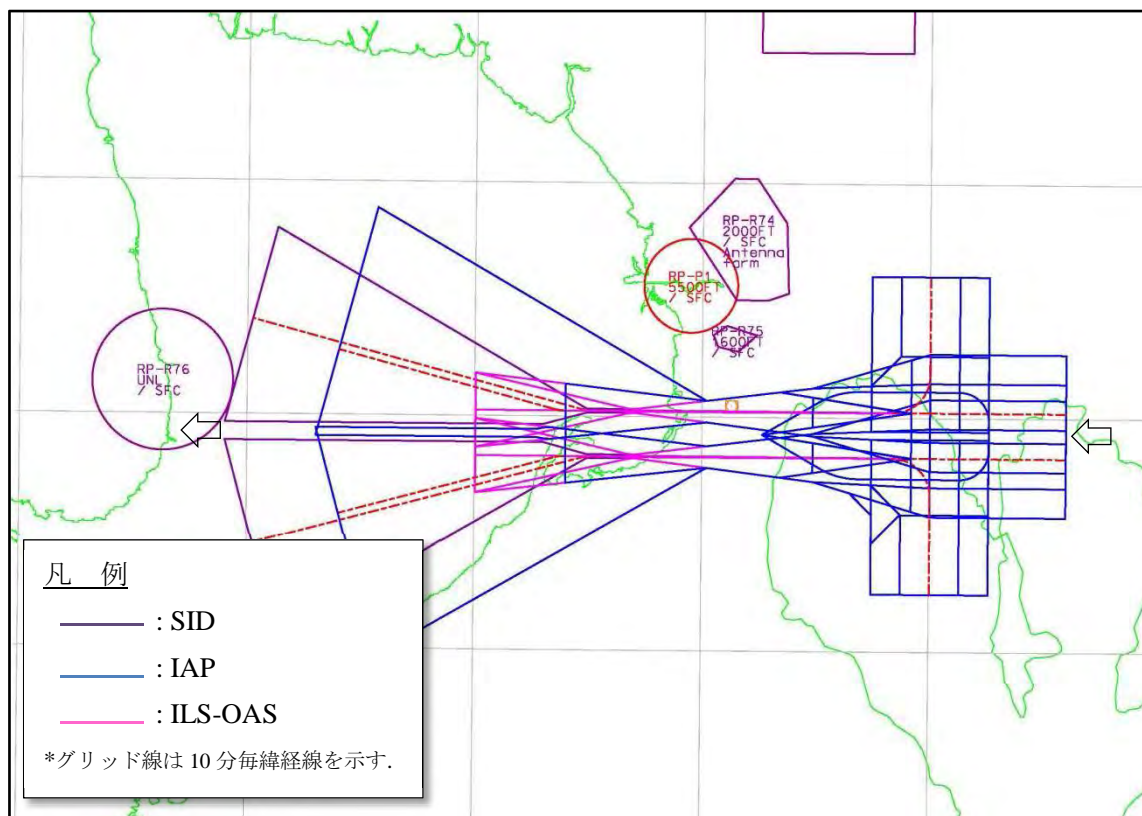


図 8.3.1-18 標準飛行経路保護区域図 - マニラ湾南岸 (RWY27L/27R)

### 8.3.1.7 NAIA との独立同時運用可能性に係る検証

ここでは、上記の評価項目に加えて、NAIA との独立同時運用可能性について評価を行った。まず概略検討として、2 空港(NAIA 及び NMIA)の飛行方式について、各新空港候補サイトの標準的な飛行方式と NAIA における航空機運航に不可欠な ILS 進入方式の障害物評価表面との間で所要水平・垂直間隔の確保が可能かについて検証する。所要間隔が確保できない場合は、所要間隔が確保できるよう ILS 進入方式を変更し、所要間隔が確保できた場合は、次の検証段階として NAIA における出発方式等を作成することとした。

概略検討の結果、いずれのサイトも NAIA との距離が十分確保されていないことから、独立同時運用は困難との結論に至った。各サイトの検討結果を表 8.3.1-14 に、また各サイト及び NAIA の保護区域平面図を図 8.3.1-19 から図 8.3.1-28 にそれぞれ示す。

表 8.3.1-14 NAIA との独立同時運用検討結果

サイト名 運用	サングレー ポイント オプション 1	サングレー ポイント オプション 2	マニラ湾中央	サンニコラス ショールズ	ラグナ湖西岸
東風時	不可	不可	不可	不可	不可
西風時	可	不可	不可	可	不可
総合評価	不可	不可	不可	不可	不可



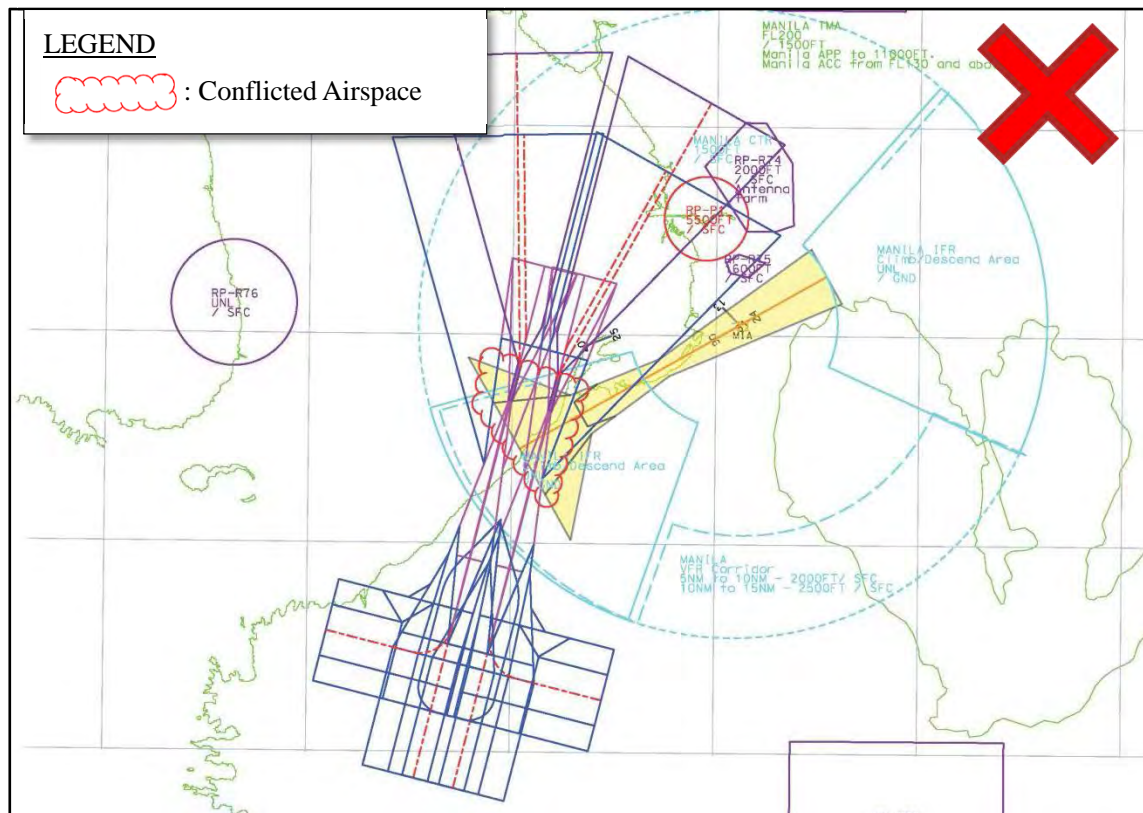


図 8.3.1-19 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サングレーポイントオプション 1 : 東風時)



図 8.3.1-20 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サングレーポイントオプション 1 : 西風時)

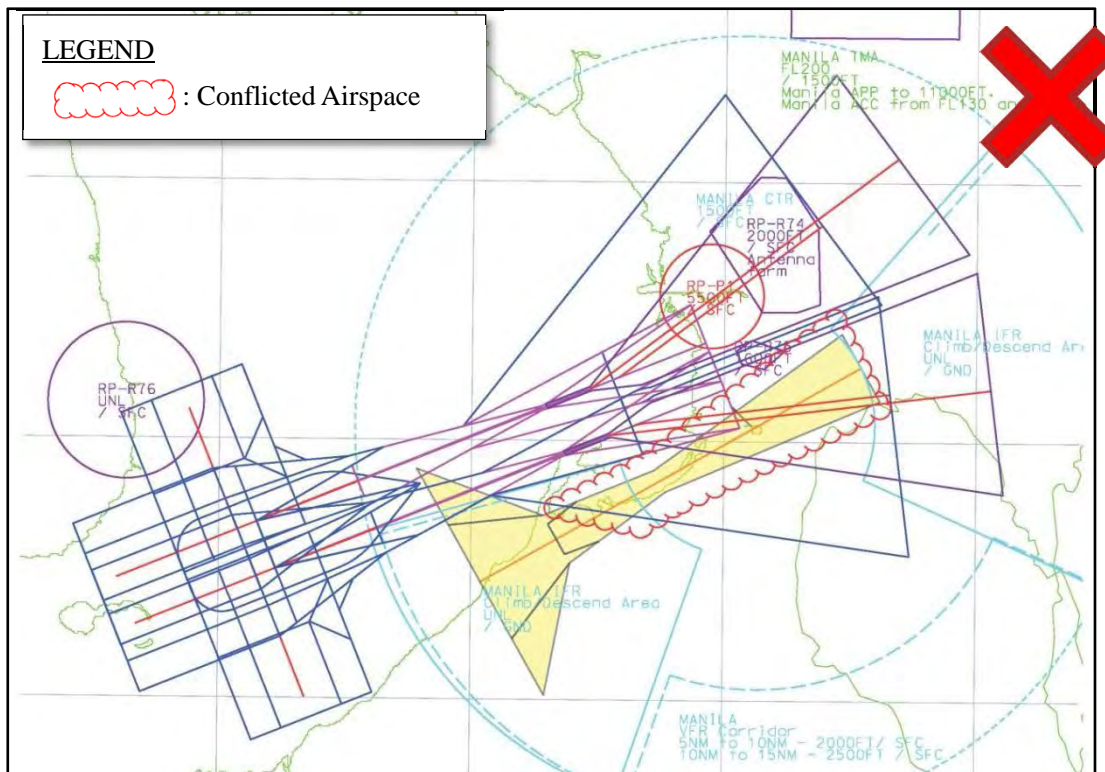


図 8.3.1-21 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サングレーポイントオプション 2 : 東風時)

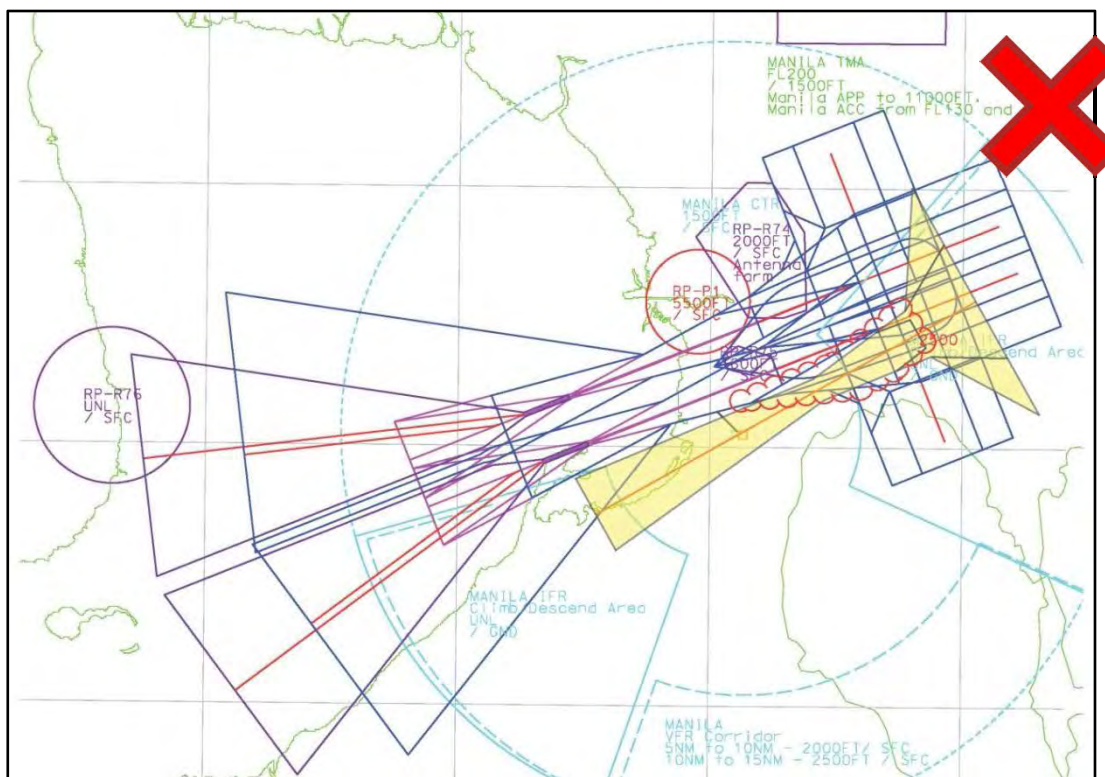


図 8.3.1-22 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サングレーポイントオプション 2 : 西風時)



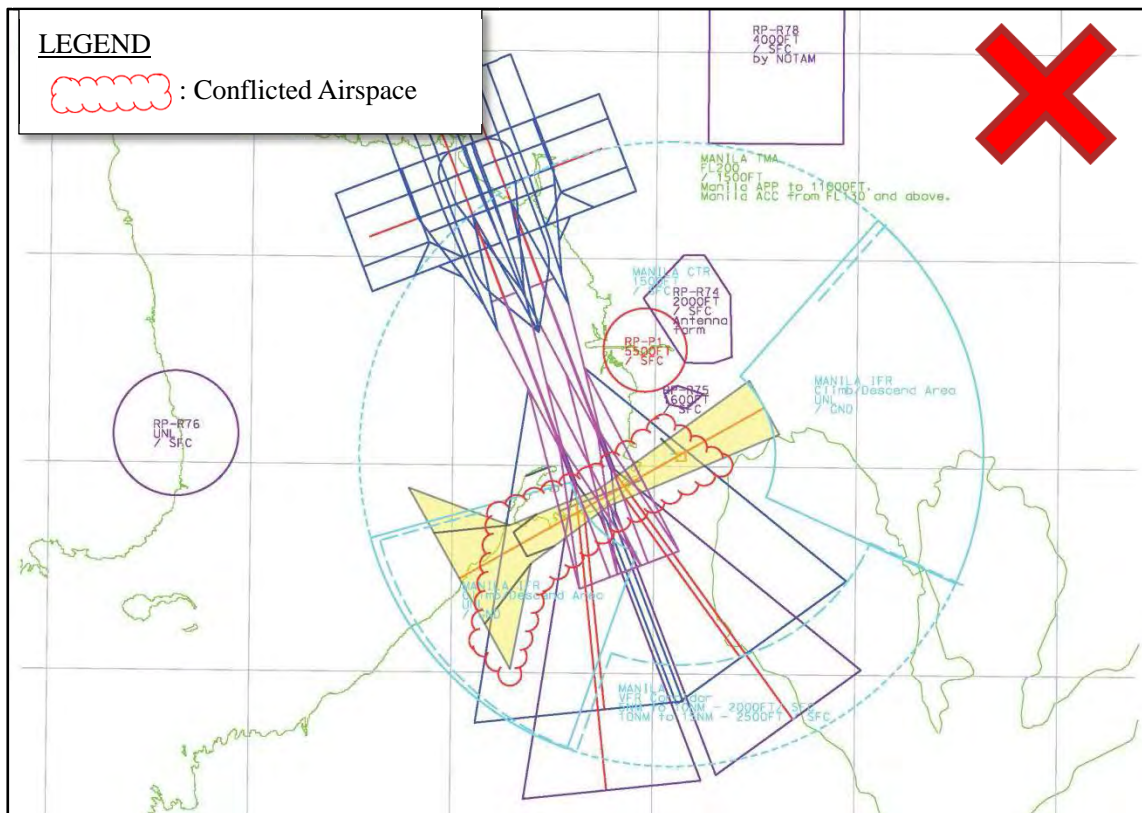


図 8.3.1-23 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(マニラ湾中央：東風時)

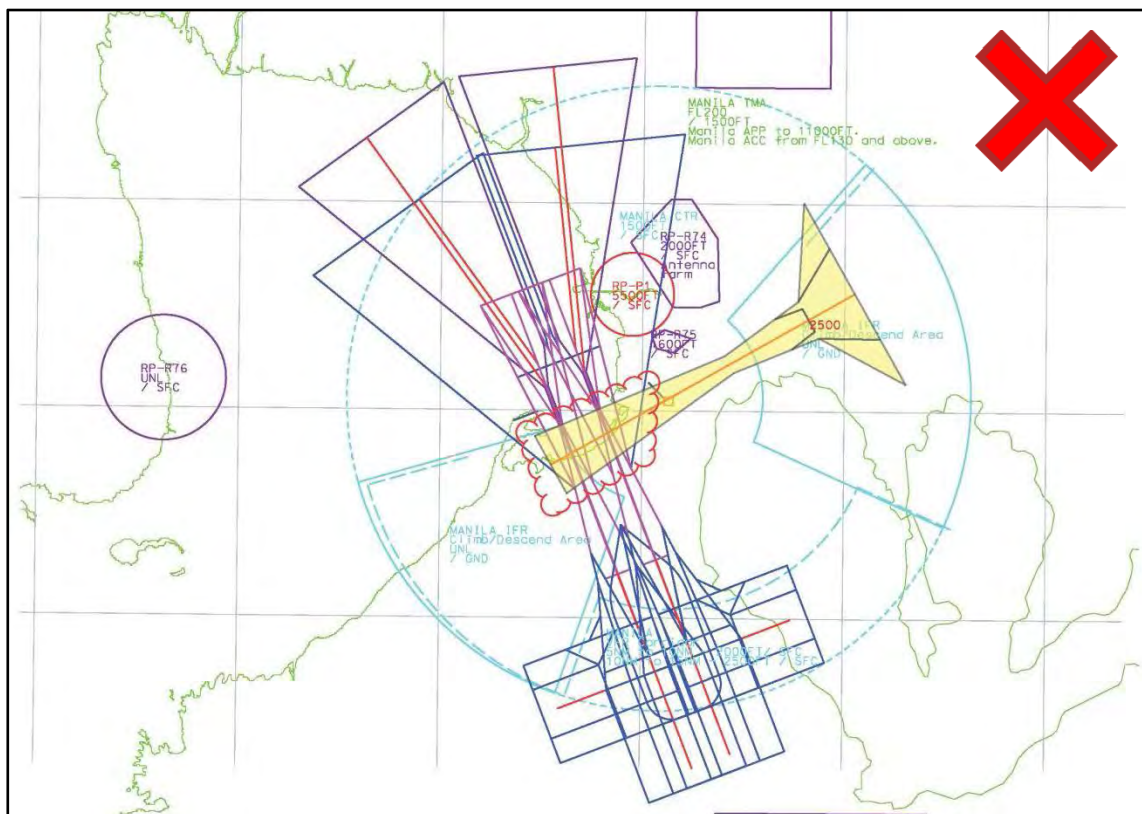


図 8.3.1-24 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(マニラ湾中央：西風時)



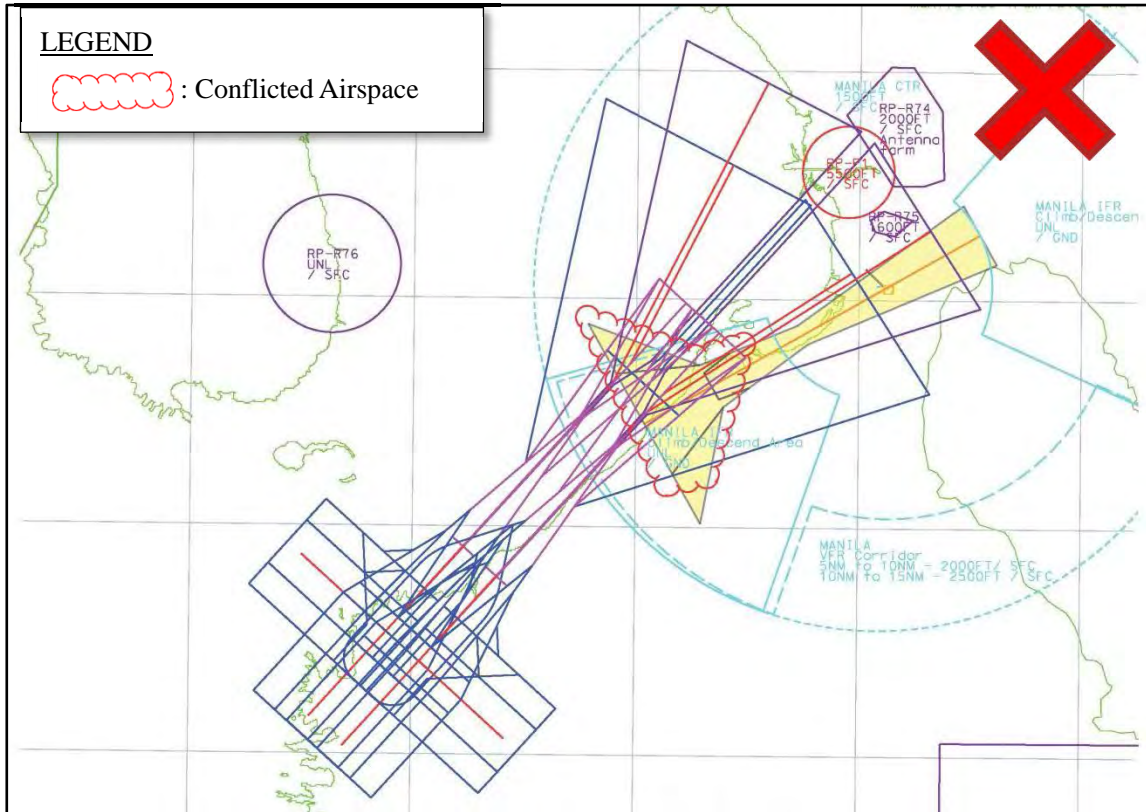


図 8.3.1-25 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サンニコラスショールズ：東風時)



図 8.3.1-26 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(サンニコラスショールズ：西風時)

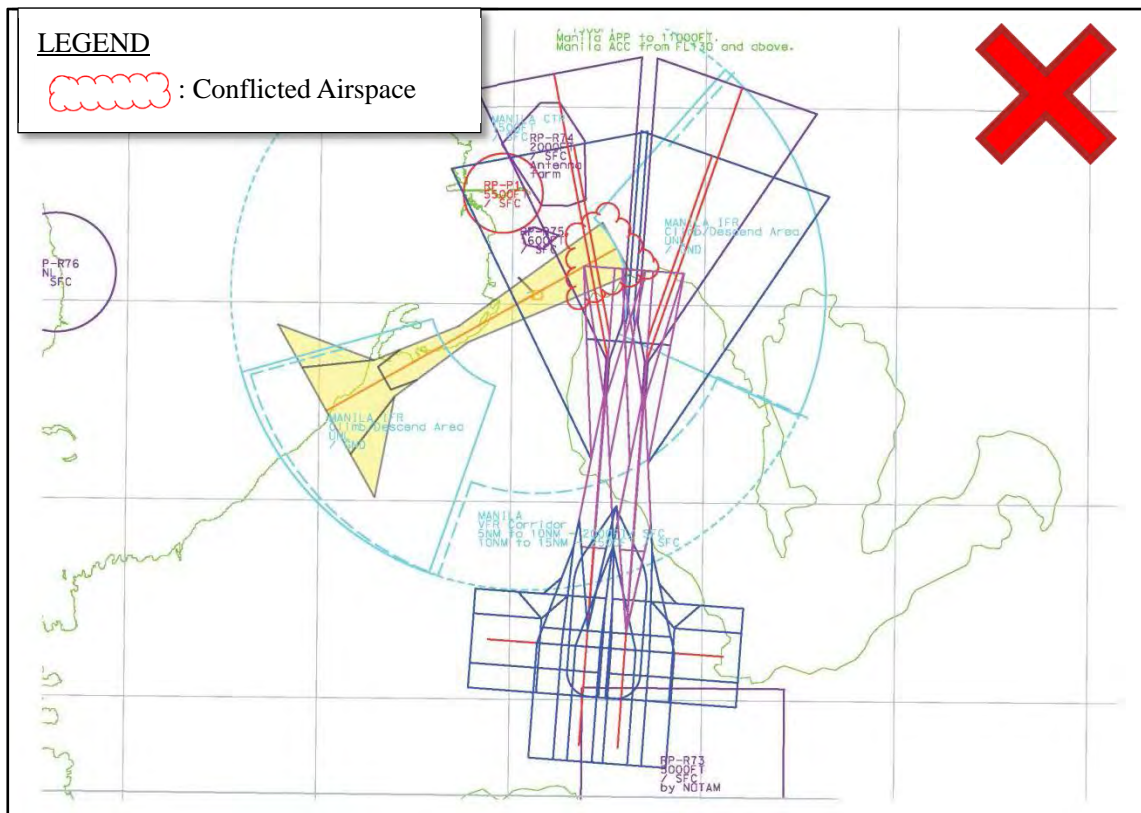


図 8.3.1-27 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(ラグナ湖西岸：東風時)

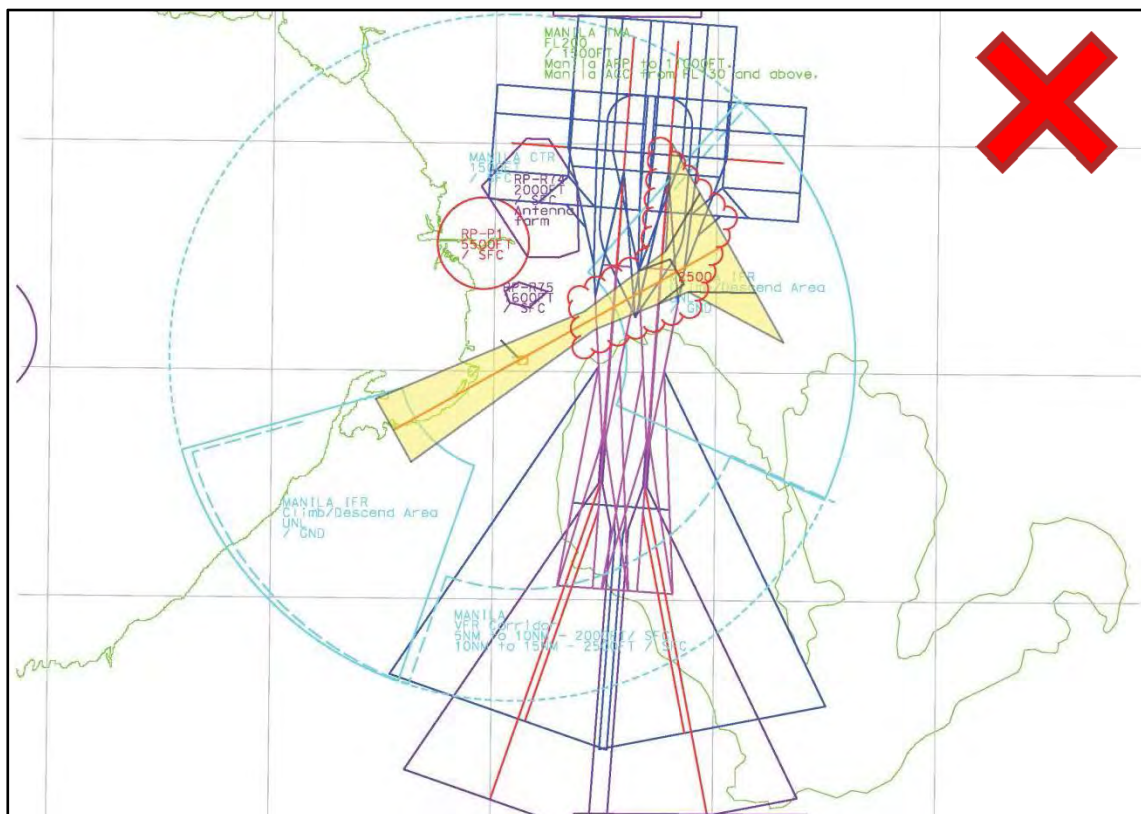


図 8.3.1-28 標準飛行経路保護区域図と現 NAIA の ILS-OAS との相対関係  
(ラグナ湖西岸：西風時)

### 8.3.2 最終段階オプション2：オープンパラレル滑走路3本配置の場合

本項では、平行滑走路三本の空港レイアウトを想定した5つの新空港候補地（サイト）に対し、空域・航空交通流に係る観点からその実現可能性について検討を行う。

#### 8.3.2.1 検討方法

##### 1) 運航及び制限要件

##### a) 平行滑走路三本同時運用

マニラ首都圏新空港（以下、NMIA）の将来航空需要に対応するためには、離陸機と着陸機が3本のオープンパラレル滑走路をそれぞれ同時に使用する「独立同時運用」を実施する必要がある。ICAOが発行する「平行または準平行計器用滑走路の同時運用(SOIR) (ICAO Doc 9643)」では平行滑走路を独立同時運用する手順を示しているが、滑走路3本における同時運用については規定していない。一方、下記の米国の大規模空港ではすでに3本平行滑走路の同時運用が実施されている。

##### 1. シカゴ・オヘア国際空港 (ORD):

RWY09L/RWY09R/RWY10L or 10C and RWY27L/RWY27R/RWY28R or 28C

##### 2. デンバー国際空港 (DEN):

RWY34L or 34R/RWY35R/RWY35L

##### 3. ジョージ・ブッシュ・インターコンチネンタル空港 (IAH):

RWY08L/RWY08R/RWY09 and RWY26L/RWY26R/RWY27

##### 4. オーランド国際空港 (MCO):

RWY17L/RWY17R/RWY18L or 18R and RWY35L/RWY35R/RWY36L or 36R

##### 5. ワシントン・ダレス国際空港 (IAD):

RWY19L/RWY19C/RWY19R and RWY01L/RWY01C/RWY01R

上記空港における航空交通管制は、米国連邦航空局(FAA)が発行する基準(FAA ORDER 7110.65R)に基づき実施されている。当該基準には3本平行滑走路同時運用に係り以下の規定を定めている。

#### 独立平行進入の要件

- i) 平行最終進入へ会合する航空機に対し、最低 1,000ft の垂直間隔又は最低 3NM のレーダー間隔を維持する。
- ii) 3本平行進入時において、会合する航空機に同じ高度を割当てない。3機すべての航空機に対して最低 1,000ft の異なる高度を割当てる。  
例：3,000/4,000/5,000ft、7,000/8,000/9,000ft。
- iii) 垂直間隔飛行場管制席周波数への通信移管を、規定の垂直間隔以下になる前に完了する。

- iv) 滑走路標高が 1,000ft MSL 以下の場合、3 本の滑走路間隔は 5,000ft 以上を確保する。
- v) 滑走路標高が 1,000ft MSL 以下で 3 本の滑走路間隔が 5,000ft 未満 4,300ft 以上の場合、進入監視のため PRM プログラムで用られる final monitor aid 等の警報アルゴリズム付高分解能カラーモニターを使用すること。
- vi) 最低 2,000ft 幅の NTZ を滑走路中心線から等間隔位置に設け、それをモニター画面に表示する。
- vii) 気象条件にかかわらず全ての進入を監視する。また、すべての管制通信を傍受する。

#### 独立平行出発の要件

- i) 出発航空機と別の滑走路へ最終進入する航空機の同時運用が許可されるためには、出発トラックを進入復行コースから直ちに 30° 以上分岐させる必要がある。
- b) 経路配置

本検証では 3 本の平行滑走路を有する空港に対する標準的な飛行方式を設定し、各サイトにおいて当該方式が設定可能かを検証した。計器進入方式については、滑走路延長線方向、及びその左右方向からのアプローチが可能となる、T 字型の経路配置を採用した。PANS-OPS では Annex 10 に規定するグライドパス覆域が十分に確保されていると判断される場合を除き、最終進入点(FAP)位置は滑走路末端から 10.0NM を超えてはならないと定めているため、各滑走路の FAP 高度をそれぞれ 1,500/2,500/3,500ft に設定する必要があるが、本検証ではパイロット及び管制官に対する飛行方式の慣熟性と諸外国空港の運用事例を鑑み FAP 高度を 2,000/3,000/4,000ft として経路を設定した。

計器出発方式については、独立同時平行出発が可能となるよう、左右端の滑走路からの出発経路については、中央滑走路の中心線から 30° 分岐した直線出発経路とし、中央滑走路の出発経路については、滑走路中心線沿いの直線出発経路とする。

## 2) 必要空域

滑走路 2 本及び滑走路 3 本を有する空港を比較した場合、滑走路運用に必要な空域に顕著な差異が生じる。飛行方式に影響する障害物が滑走路方位の斜め前方に位置すると仮定した場合、滑走路 2 本運用の場合では飛行経路の直線化により障害物の回避が可能となるが、滑走路 3 本運用の場合では回避が不可能となる(下図参照)。滑走路 3 本を同時運用するためには、滑走路 2 本運用時よりもより広範囲な無障害物空域が必要となる。



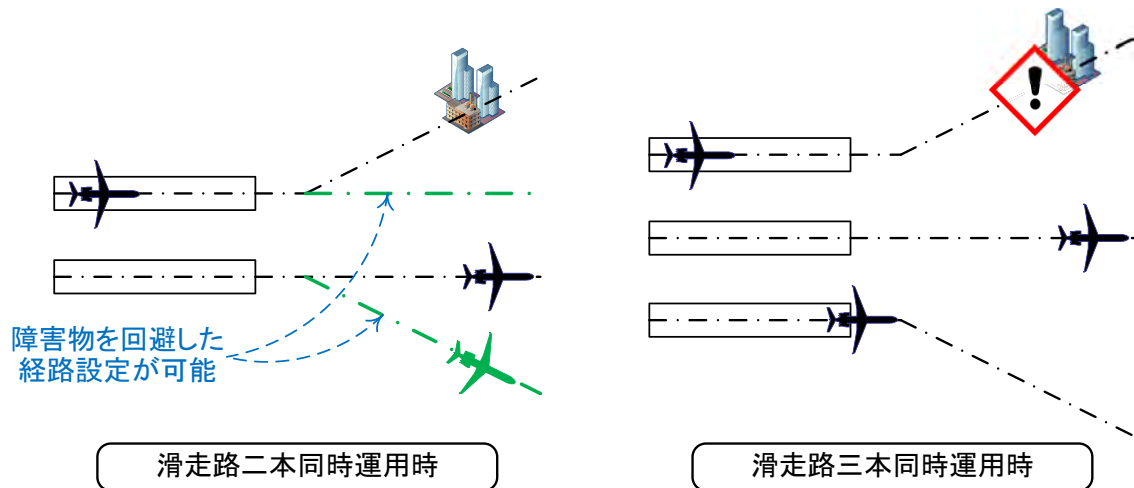


図 8.3.2-1 滑走路運用方法の相違

### 8.3.2.2 空域/航空交通流に係る検証

本検証では前項 8.2.5.3 と同じ制限空域条件と評価クライテリアを用いた。

### 8.3.2.3 障害物/地形に係る検証

本検証では前項 8.2.5.4 と同じ障害物及び地形データと評価クライテリアを採用した。

### 8.3.2.4 検証結果

#### 1) 概要

上述したクライテリア及び飛行経路保護区域に基づき、サングレーポイントオプション 1、サングレーポイントオプション 2、マニラ湾中央、サンニコラスショールズ、ラグナ湖西岸の 5 サイトについて、空域及び障害物上の観点から新空港候補地としてフィージブルであるか否かの検証を行った。検証の結果、サングレーポイントオプション 1 及びラグナ湖西岸は、空域及び航空交通流上適当と考えられる。しかし他の 3 サイトでは RP-P1 を含む既存空域の変更や既存構造物の移設等、新たな飛行方式との抵触回避が障壁となる。表 8.3.2-1 に各サイトの検証結果概要をまとめた。各新空港サイトの標準的な飛行方式(飛行経路)の保護区域図を図 8.3.2-2~図 8.3.2-11 に、またクライテリア評価マトリックスを表 8.3.2-1~表 8.3.2-6 にそれぞれ示す。



表 8.3.2-1 各サイトの検証結果概要

サイト名	検証結果概要
ラグナ湖西岸 障壁:小	本サイトは既存空域との大きな抵触がなく、現マニラ TMA 内ですべての飛行方式の設定可能であり、最も適当と判断される。既存空域 (RP-R73) と南側からの到着経路との間に若干の抵触が生じるが、関係当局によると既存空域の変更は可能である。
サングレーポイント オプション 1	本サイトは既存空域との抵触は生じないため新空港サイトとして適当と考えられる。ただし、滑走路 RWY02R 末端近くの最終進入経路直下に精油施設が位置しており、航空機がそこに墜落した場合は周辺地域に甚大な被害が発生するリスクがあり、関係機関との協議調整が必要と考えられる。また ILS 障害物評価表面に抵触する電波塔の撤去が必要となる。
サンニコラスショールズ	本サイトはマニラ首都圏から比較的是なれた良好な場所に位置しているが、北東/南西方位の滑走路方位のため既存飛行禁止区域と抵触し、飛行禁止区域: RP-P1 の上限高度の変更を要する。また、丘陵地を回避した難易度の高い経路設計が必要となる。
マニラ湾中央	本サイトは良好な滑走路方位や隣接する TMA との間隔が確保できるため柔軟な経路設定が可能となるが、マニラ首都圏に隣接していることから、進入方式を設定するためには RP-P1 を含む二つの既存空域の変更調整が必要となる。
サングレーポイント オプション 2 障壁:大	本サイトはマニラ首都圏の近傍で滑走路方位も不適当なため最も障壁が多い。設定される進入方式が RP-P1 と二つの飛行制限空域に抵触するほか、隣接する TMA と飛行制限空域のため、空港西側に十分な空域が確保できず交通流の輻輳が懸念される。

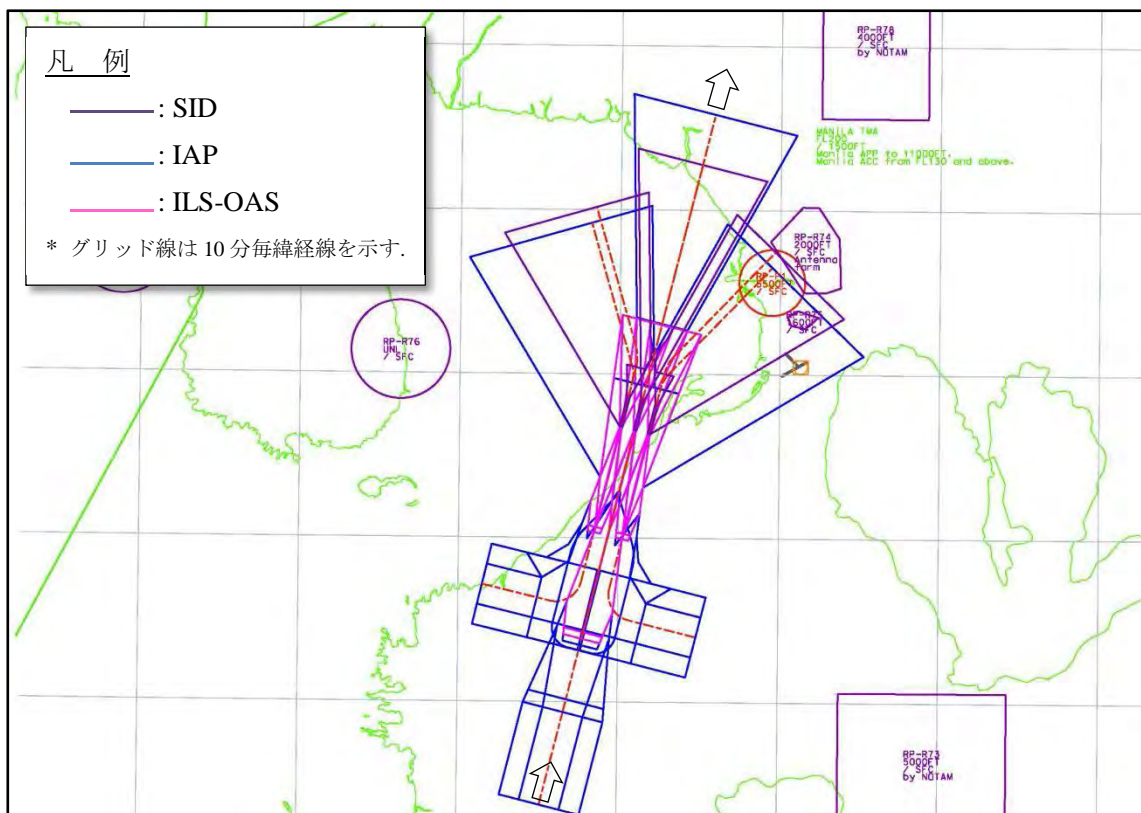


図 8.3.2-2 標準飛行経路保護区域図-サングレーポイントオプション 1 (RWY02)

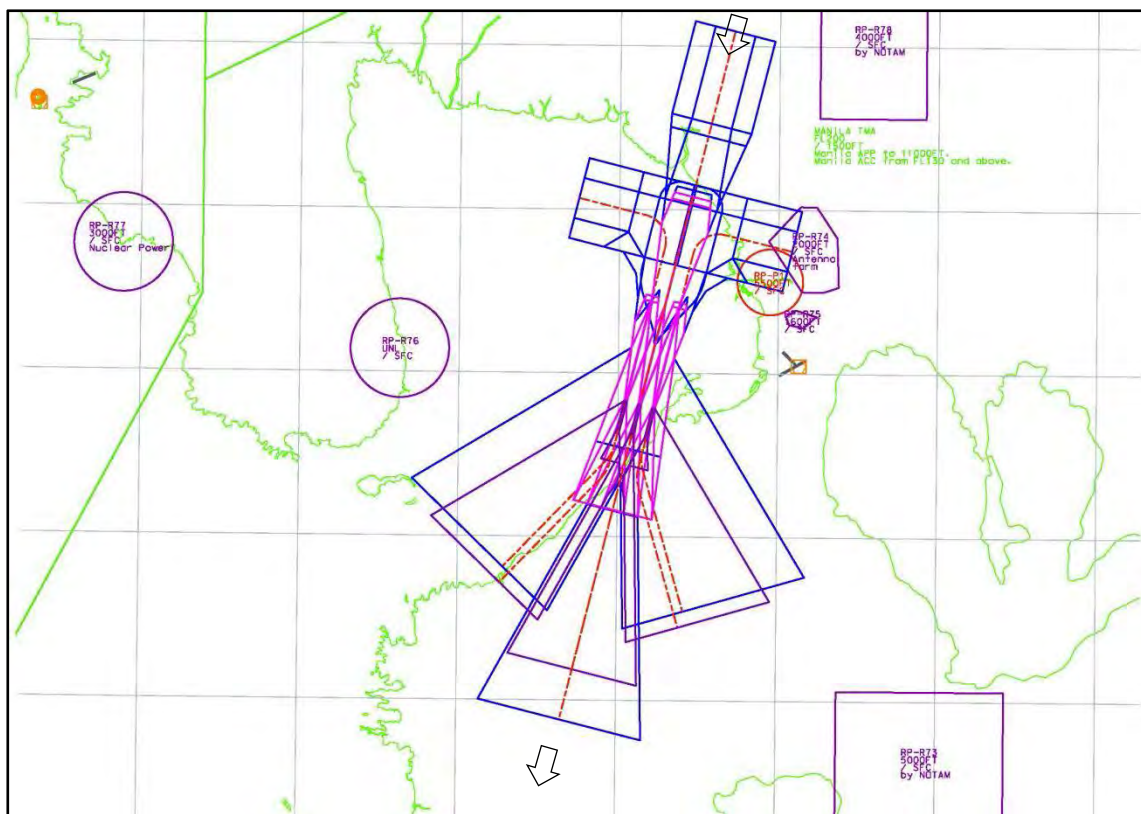


図 8.3.2-3 標準飛行経路保護区域図-サングレーポイントオプション 1 (RWY20)

表 8.3.2-2 クライテリア評価マトリックス-サングレーポイントオプション 1

クライテリア	運用滑走路					
	RWY02L	RWY02C	RWY02R	RWY20L	RWY20C	RWY20R
A-1 既存空域の維持	可	可	可 出発方式および進入復行OASがRP-P1、RP-R74およびRP-R75に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可 初期進入セグメントがRP-P1に抵触するが、飛行経路の調整により抵触回避可能。	可	可
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可	可	可	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可 但しPetron社の精油施設が最終進入経路直下に位置するため、関係機関との協議調整が必要と考えられる。	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可	可	可	可 但しPetron社の精油施設が最終進入経路直下に位置するため、関係機関との協議調整が必要と考えられる。	可	可

Note

RP-P1: MALACANANG                      RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)  
 RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)    RP-R74: Antenna Farm  
 RP-R75: MAKATI (High structure)    RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

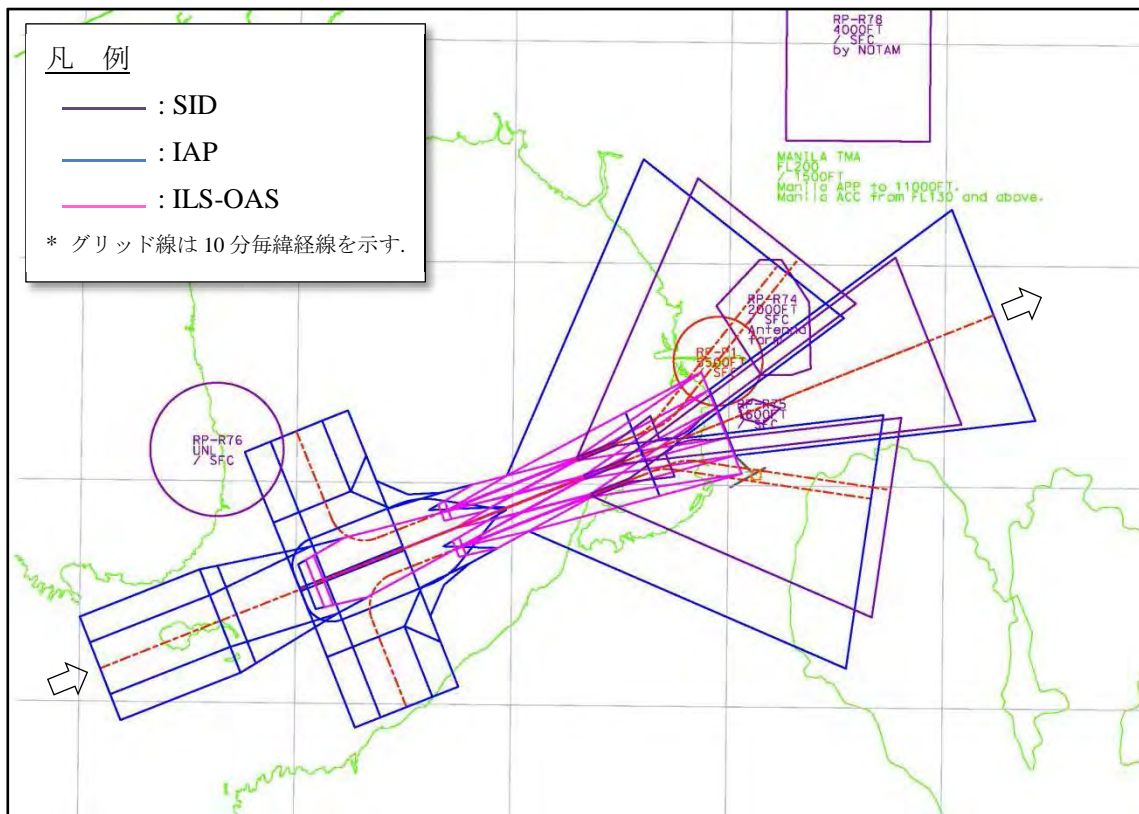


図 8.3.2-4 標準飛行経路保護区域図-シングルポイントオプション2 (RWY07)

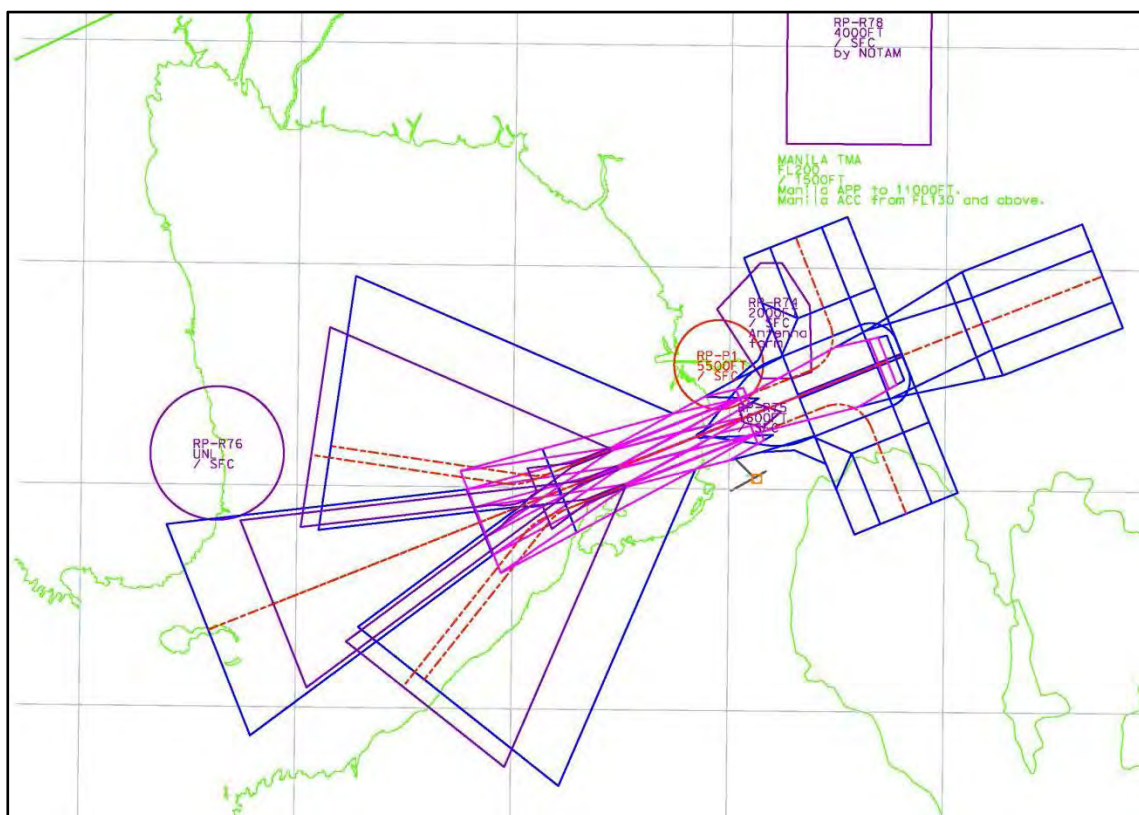


図 8.3.2-5 標準飛行経路保護区域図-シングルポイントオプション2 (RWY25)



表 8.3.2-3 クライテリア評価マトリックス-サングレーポイントオプション2

クライテリア	運用滑走路					
	RWY07L	RWY07C	RWY07R	RWY25L	RWY25C	RWY25R
A-1 既存空域の維持	<b>不可</b> 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触する。 出発方式OASがRP-R74に抵触する(5%以上の上昇勾配が必要)。	<b>不可</b> 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触する。 出発方式OASがRP-R74とRP-R75に抵触する(5%以上の上昇勾配が必要)。	可	<b>不可</b> ILS-OASがRP-R75に抵触する。	<b>不可</b> ILS-OASがRP-P1とRP-R75に抵触する。	<b>不可</b> ILS-OASがRP-P1とRP-R74に抵触する。 出発方式及び進入復行OASがRP-R76に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。
A-2 到着経路設定用空域の確保	可 但し北側からの到着経路はPR-R76のため迂回させる必要がある。	可	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	<b>不可</b> スービックTMAとRP-R76のため北側からの進入機に対する待機方式の設定が困難。	可	可	可	可	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可	可	可 初期進入セグメントとRP-R74の抵触回避のためFAP高度は3000FTとする。
O-3 進入復行方式設定	可 但し既存高層ビルのため2.5%以上の上昇勾配が必要。	可	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可 但し既存高層ビル4物件のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可	可 但し既存高層ビル1物件回避のため、3.3%以上の上昇勾配と滑走路離陸末端以前の旋回禁止が必要。	可	可	可

Note

RP-P1: MALACANANG      RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)  
 RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)      RP-R74: Antenna Farm  
 RP-R75: MAKATI (High structure)      RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

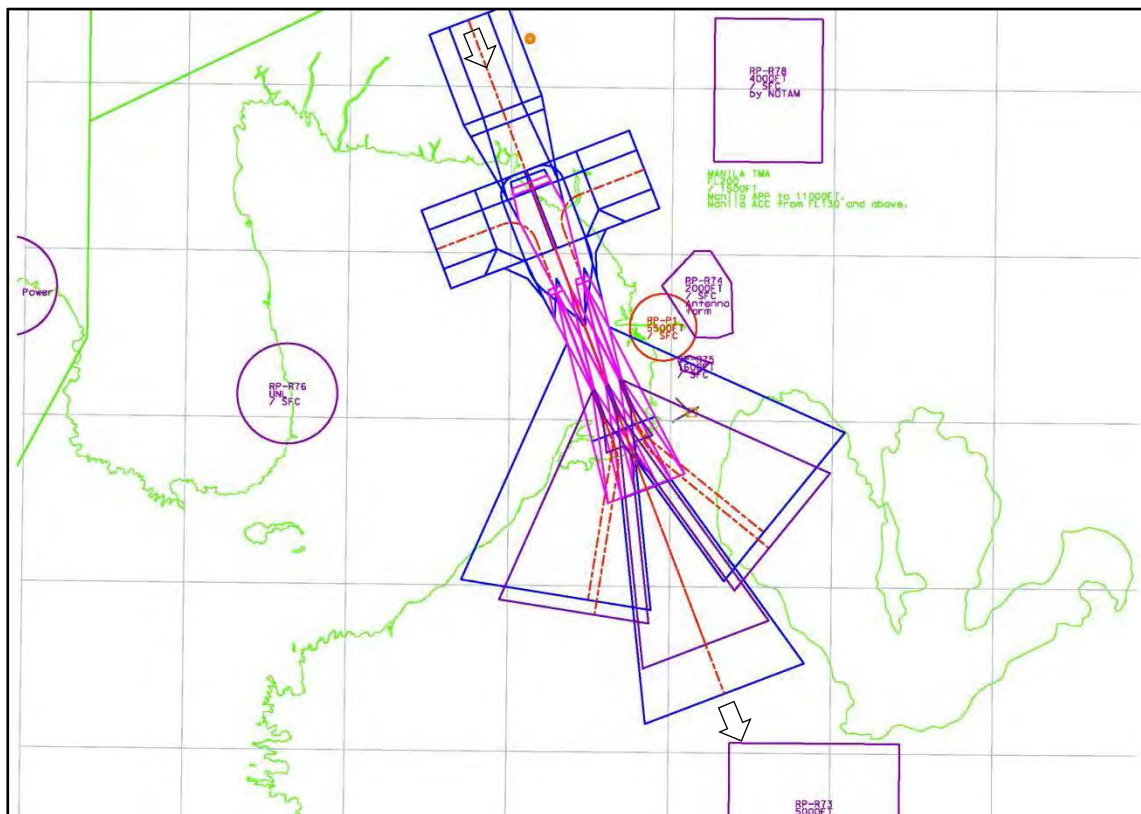


図 8.3.2-6 標準飛行経路保護区域図-マニラ湾中央 (RWY16)

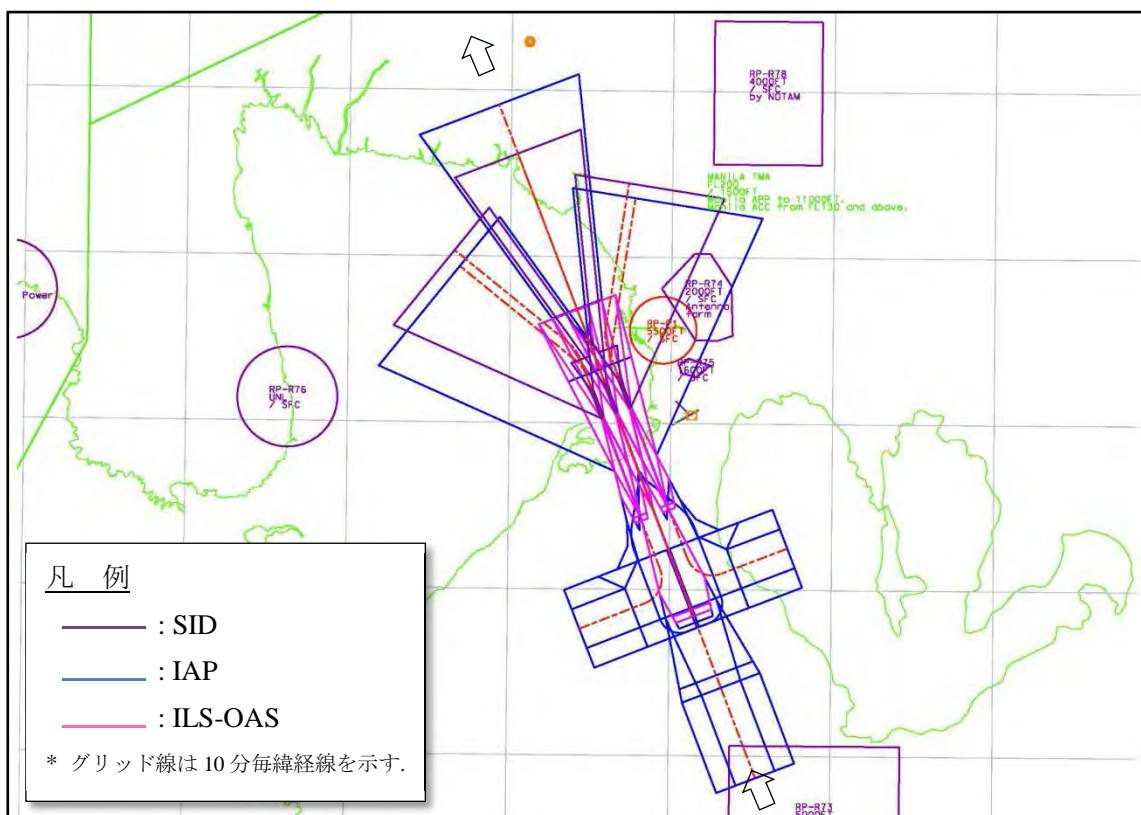


図 8.3.2-7 標準飛行経路保護区域図-マニラ湾中央 (RWY34)

表 8.3.2-4 クライテリア評価マトリックス-マニラ湾中央

クライテリア	運用滑走路					
	RWY16L	RWY16C	RWY16R	RWY34L	RWY34C	RWY34R
A-1 既存空域の維持	可 進入復行OASがRP-P1とRP-R75に抵触するが、滑走路末端以前の旋回禁止により抵触回避可能。	可	可	可	可	不可 出発方式及び進入復行OASがRP-P1に抵触する。 進入復行OASがRP-R74に抵触する。 当該空域との調整は困難と考えられる。
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可 クラークTMA上空からの到着経路は、降下勾配を低減するため迂回させる必要がある。	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可 PR-R76のため待機方式設定可能位置が制限される。	可	可 PR-R72のため待機方式設定可能位置が制限される。	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可 既存高層ビル3物件回避のため滑走路末端以前の旋回禁止が必要。	可	可	可	可	可 既存高層ビル3物件回避のため5%の上昇勾配および滑走路末端以前の旋回禁止が必要。
O-4 出発方式設定	可 既存高層ビル2物件回避のため滑走路離陸末端以前の旋回禁止が必要。 既存送電線鉄塔のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可	可	可	可	可 既存高層ビル1物件回避のため滑走路離陸末端以前の旋回禁止が必要。

Note  
 RP-P1: MALACANANG                      RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)  
 RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)    RP-R74: Antenna Farm  
 RP-R75: MAKATI (High structure)      RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

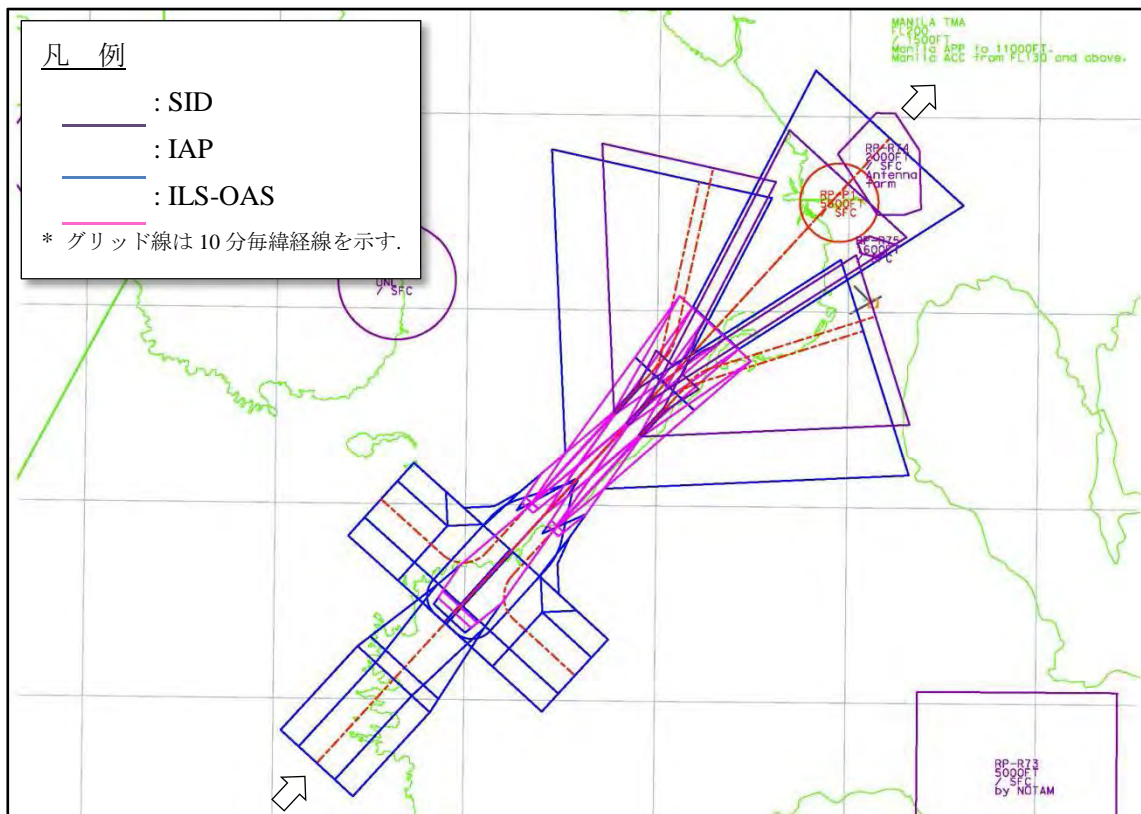


図 8.3.2-8 標準飛行経路保護区域図-サンニコラスショールズ (RWY04)

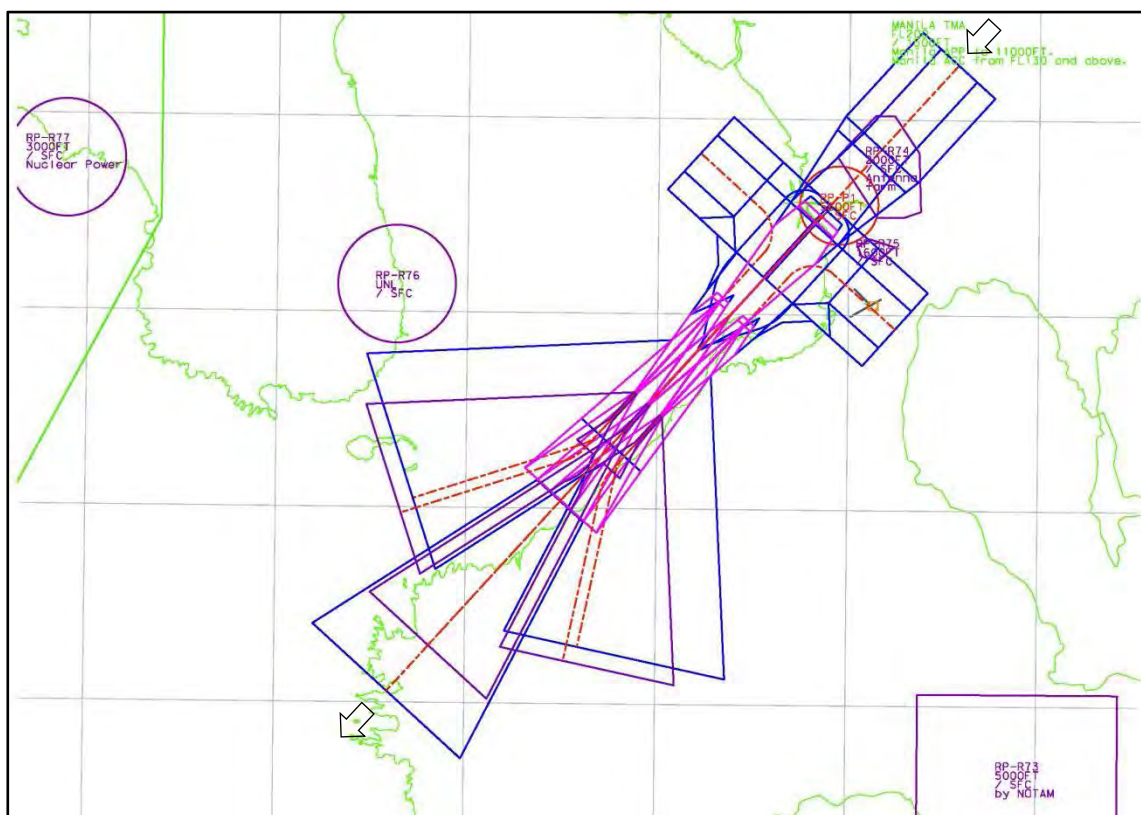


図 8.3.2-9 標準飛行経路保護区域図-サンニコラスショールズ (RWY22)



表 8.3.2-5 クライテリア評価マトリックス-サンニコラスショールズ

クライテリア	運用滑走路					
	RWY04L	RWY04C	RWY04R	RWY22L	RWY22C	RWY22R
A-1 既存空域の維持	可	不可 出発方式と進入復行OASがRP-P1に抵触する。当該空域との調整は困難と考えられる。	可	不可 RP-P1上空通過のため、進入方式は5.2%以上の降下勾配が必要。当該空域との調整は困難と考えられる。	不可 ILS-OASがRP-P1に抵触する。RP-P1上空通過のため、進入方式は5.2%以上の降下勾配が必要。当該空域との調整は困難と考えられる。	不可 RP-P1上空通過のため、進入方式は5.2%以上の降下勾配が必要。当該空域との調整は困難と考えられる。
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可	可	可	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可	可	可	可
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可 丘陵地のため、ステップダウンフィックスの設定が必要。	可	可 丘陵地のため、ステップダウンフィックスの設定が必要。	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可	可	可	可
O-4 出発方式設定	可	可	不可 既存電波塔1物件のため5%以上の上昇勾配が必要。	可	可 丘陵地のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可

Note

RP-P1: MALACANANG RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)  
 RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.) RP-R74: Antenna Farm  
 RP-R75: MAKATI (High structure) RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

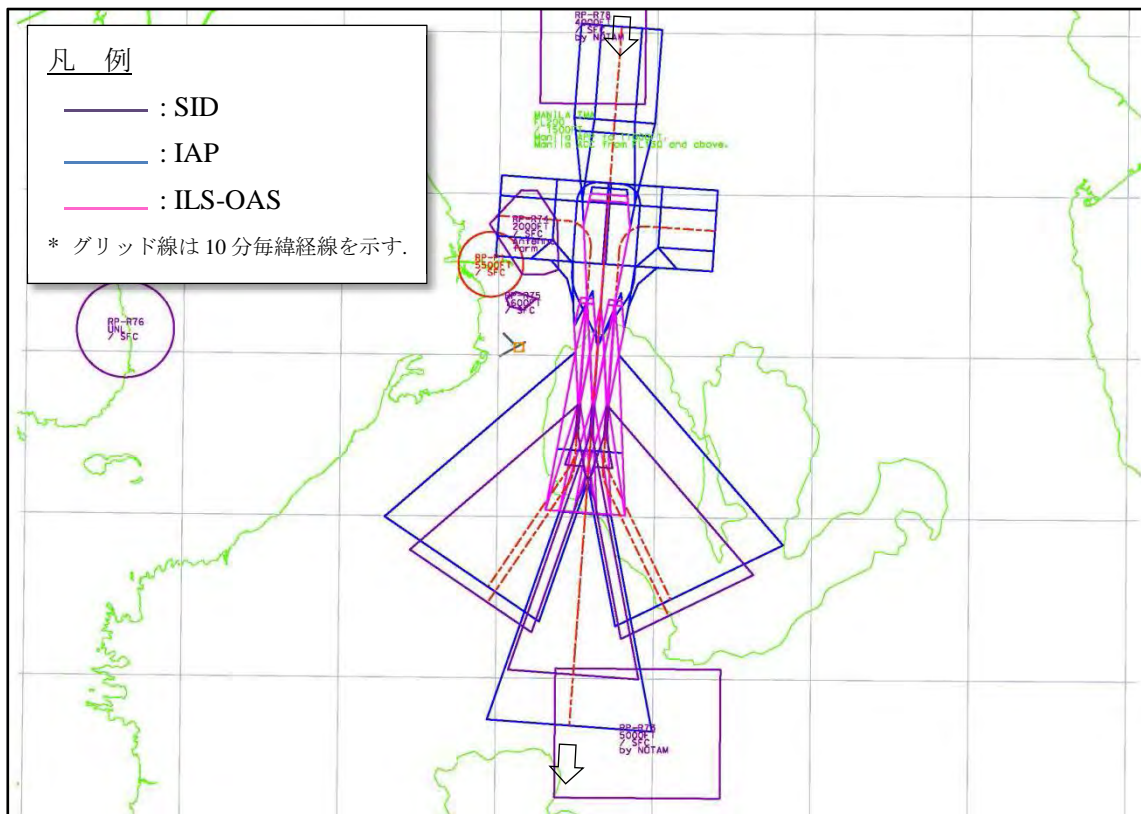


図 8.3.2-10 標準飛行経路保護区域図-ラグナ湖西岸 (RWY18)

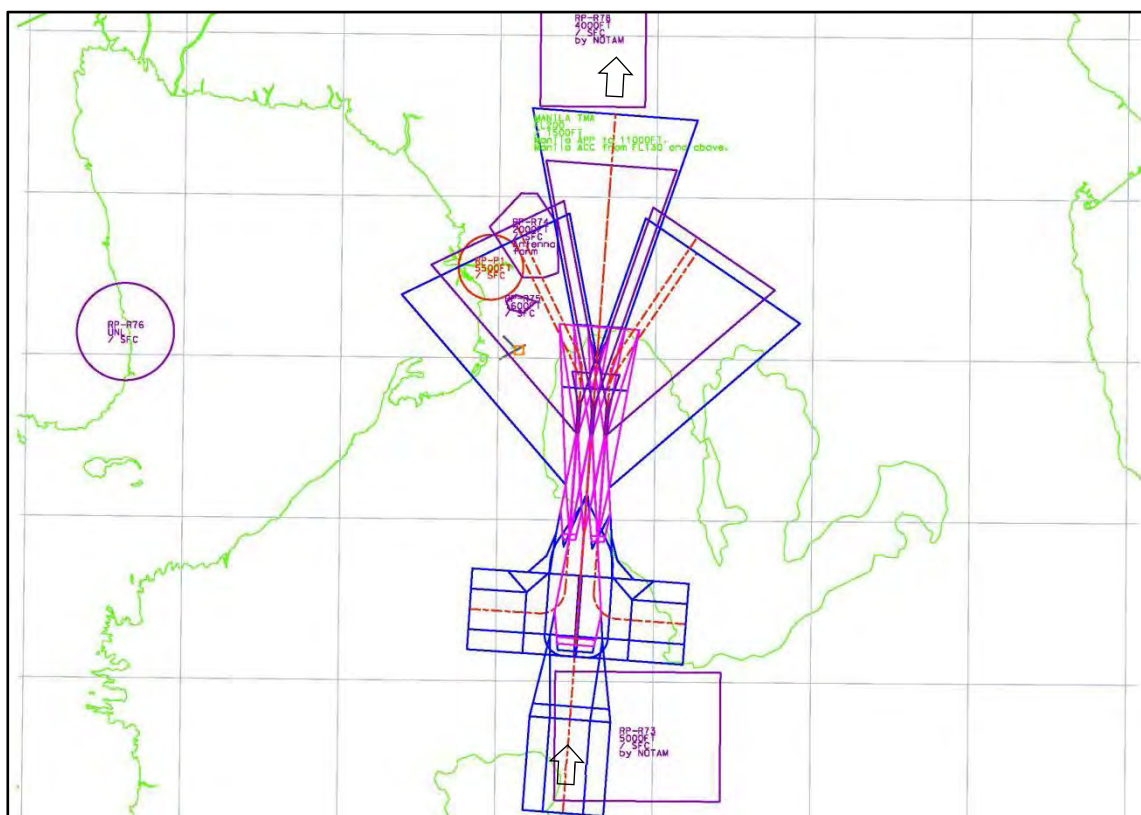


図 8.3.2-11 標準飛行経路保護区域図-ラグナ湖西岸 (RWY36)

表 8.3.2-6 クライテリア評価マトリックス-ラグナ湖西岸

クライテリア	運用滑走路					
	RWY18L	RWY18C	RWY18R	RWY36L	RWY36C	RWY36R
A-1 既存空域の維持	可 出発方式OASがRP-R73に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可 出発方式OASがRP-R73に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。	可	可 RP-R73上空通過のため、進入方式は5.2%以上の降下勾配が必要。但し当該空域との調整は可能と考えられる。 出発方式および進入復行OASがRP-P1、RP-R74およびRP-R75に抵触するが、旋回飛行経路化により抵触回避可能。 RP-R75のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可 RP-R73上空通過のため、進入方式は5.2%以上の降下勾配が必要。但し当該空域との調整は可能と考えられる。 RP-R74のため、進入復行は2.5%以上の上昇勾配が必要。	可
A-2 到着経路設定用空域の確保	可	可	可	可	可 南側からの到着経路はPR-R72のため迂回させる必要がある。	可
A-3 待機方式設定用空域の確保	可	可	可	可	可 PR-R72のため待機方式設定可能位置が制限される。	可 PR-R73のため待機方式設定可能位置が制限される。
O-1 ILS進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-2 初期・中間進入方式設定	可	可	可	可	可	可
O-3 進入復行方式設定	可	可	可 既存煙突2物件回避のため2.5%の上昇勾配が必要。	可 既存煙突2物件回避のため2.5%の上昇勾配が必要。	可	可
O-4 出発方式設定	可	可	可	可 既存高層ビル1物件回避のため3.3%以上の上昇勾配が必要。	可	可

Note  
 RP-P1: MALACANANG                      RP-P72: LIPA (Acrobatic operations by PAF)  
 RP-P73: Barbados (Skydiving, etc.)    RP-R74: Antenna Farm  
 RP-R75: MAKATI (High structure)    RP-R76: LIMAY (Oil Corporation)

### 8.3.2.5 飛行禁止空域・飛行制限空域への抵触

#### 1) 空域上限の変更

上記検証の結果、新空港候補 5 サイトのうち 4 サイトで既存空域と飛行方式の保護区域との抵触回避が必要となる。各サイトにおける既存飛行禁止・飛行制限空域への抵触度合と、抵触回避のために既存空域の形状を変更した場合の新たな空域上限高度を表 8.3.2-7 に示す。サイト毎の抵触度合は、飛行方式設定基準上の最大上昇勾配または最大降下勾配を適用して算出した。本表によると、サングレーポイントオプション 2 及びサンニコラスショールズ並びにマニラ湾中央の場合、飛行方式設定のためには飛行禁止区域 RP-P1 の空域上限高度を著しく低くする必要があることから、候補地としては不相当と考えられる。

表 8.3.2-7 飛行禁止区域・飛行制限区域への抵触

サイト名	飛行方式	RP-P1		RP-R74		RP-R75		RP-R73	
		抵触度合 (FT)	変更後上限値 (FT)	抵触度合 (FT)	変更後上限値 (FT)	抵触度合 (FT)	変更後上限値 (FT)	抵触度合 (FT)	変更後上限値 (FT)
1. サングレー1		0	-	0	-	0	-	0	-
3. サングレー2		4600	900	300	1700	500	1100	0	-
	SID RWY07L	4600	900	100	1900	0	-	0	-
	SID RWY07C	4400	1100	200	1800	100	1500	0	-
	IAP RWY25L	0	-	0	-	100	1500	0	-
	IAP RWY25C	3900	1600	0	-	500	1100	0	-
	IAP RWY25R	4500	1000	300	1700	0	-	0	-
4. マニラ湾中央		5100	400	100	1900	0	-	0	-
	SID RWY34R	5100	400	0	-	0	-	0	-
	IAP RWY34R	4800	700	100	1900	0	-	0	-
5. サンニコラス		3100	2400	0	-	0	-	0	-
	SID RWY04C	2500	3000	0	-	0	-	0	-
	IAP RWY22L/R	2900	2600	0	-	0	-	0	-
	IAP RWY22C	3100	2400	0	-	0	-	0	-
6. ラグナ湖西岸		0	-	0	-	0	-	1900	3100
	IAP RWY36L	0	-	0	-	0	-	1900	3100
	IAP RWY36C	0	-	0	-	0	-	600	4400

#### 2) 空域範囲の変更

保護区域と飛行禁止空域 RP-P1 との平面的な重複が比較的小さい場合、当該飛行禁止空域の平面形状を変更して重複を回避することも選択肢となる。重複範囲を最小化するために飛行方式の変更（具体的には早期旋回禁止の付与や上昇勾配の増加等）を試行したが、保護区域と RP-P1 との全体的な重複は不可避であった。3 つのサイトのうち平面重複が最小となるマニラ湾中央の保護区域と RP-P1 においても図 8.3.2-12 に示す重複が生じることから、重複回避策としての RP-P1 の平面形状の変更は現実的でないと判断される。



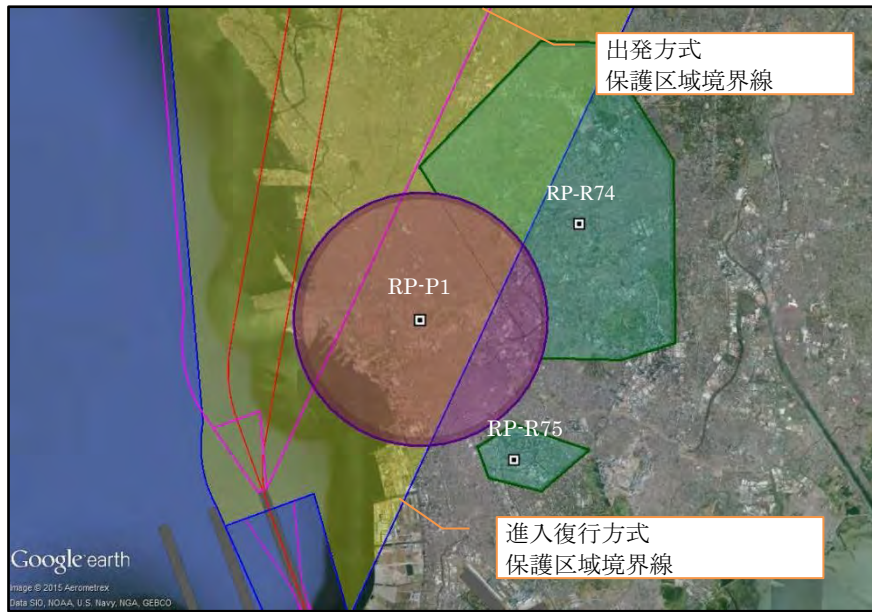


図 8.3.2-12 RP-P1 と飛行経路保護区域の重複 (マニラ湾中央の例)

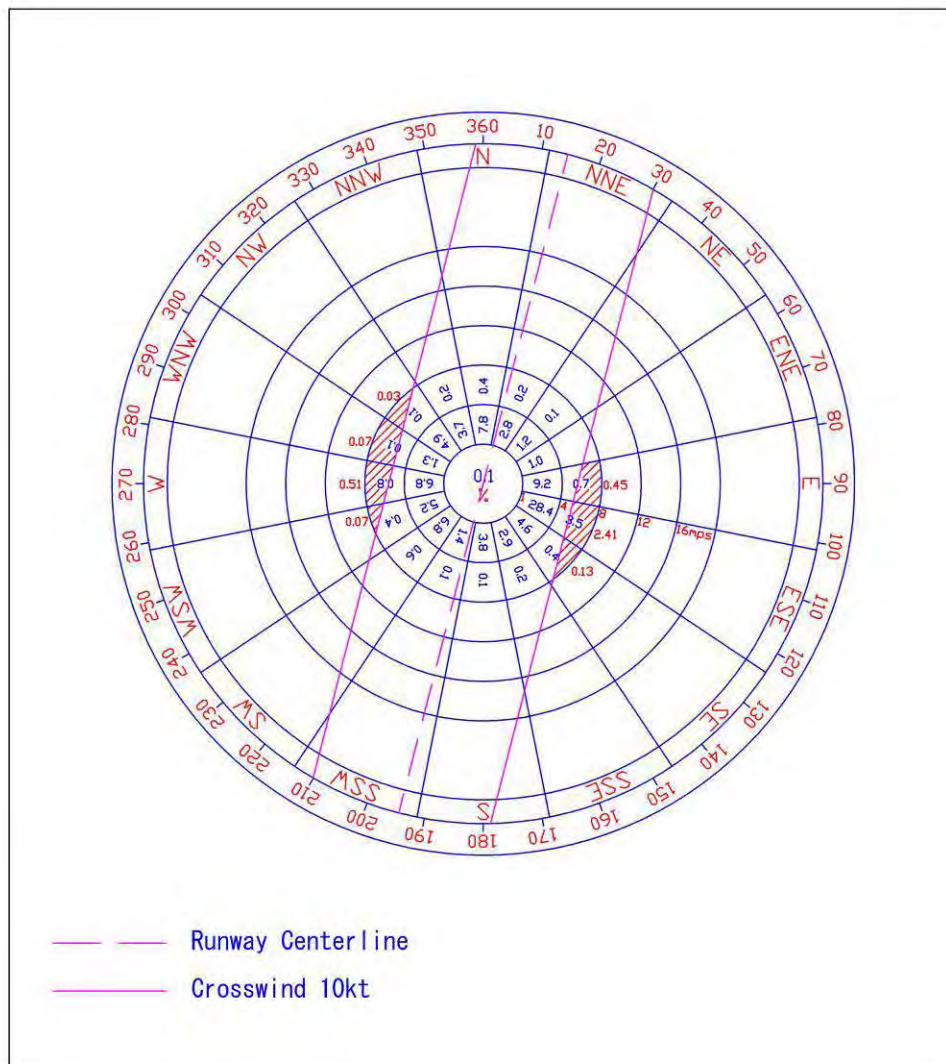
### 8.3.3 就航率

6.2.7 節で述べたが、NAIA、SANGLEY 及びマニラ湾港のウインドローズ分析を図 8.3.3-1 から図 8.3.3-8 に示す。ウインドローズデータ及び 5 候補地の滑走路方位に基づき、横風 10 ノット (5.27 m/s) の場合のウインドカバレッジを検討した。検討結果を表 8.3.3-1 に示す。横風 10 ノットは参照滑走路長が 1200m 以下の航空機に適用される。

NAIA 気象データを使用した場合のラグナ湖西岸の就航率は 93.89% となり、95% を若干下回るが、その他のサイトでは就航率 95% 以上が得られる。

表 8.3.3-1 想定就航率(横風成分 10 ノット)

風データ	サングレーポ イントオプシ ョン 1	サングレーポ イントオプシ ョン 2	マニラ湾中央	サンニコラス ショールズ	ラグナ湖西岸
NAIA	-	-	95.16%	-	93.89%
Port Area	-	-	-	-	98.24%
Sangley	96.13%	98.92%	98.27%	96.92%	96.43%

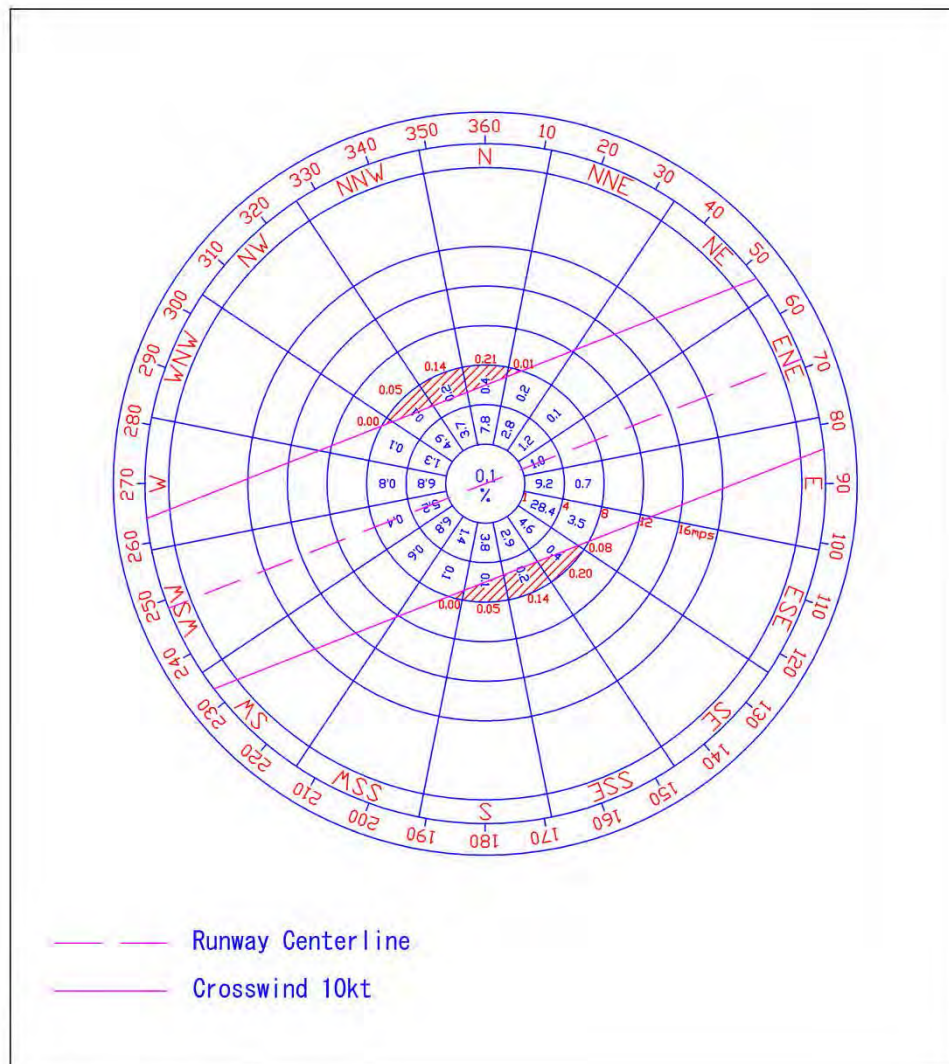


Runway : Sangley Option 1

Wind data : Sangley

Wind Coverage : 96.13%

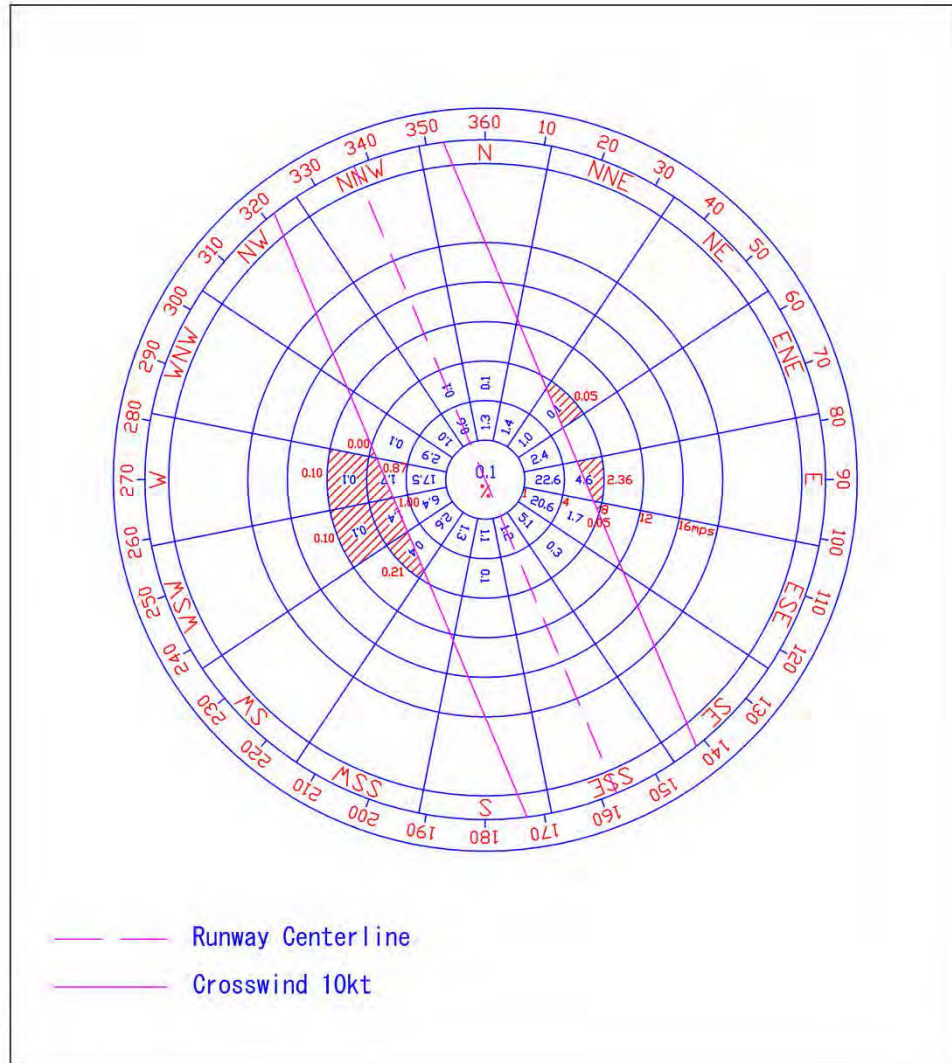
図 8.3.3-1 サングレー風データに基づくウインドカバレッジ (サングレーポイントオプション 1)



Runway : Sangley Option 2  
Wind data : Sangley  
Wind Coverage : 98.92%

図 8.3.3-2 サングレー風データに基づくウインドカバレッジ (サングレーポイントオプション 2)



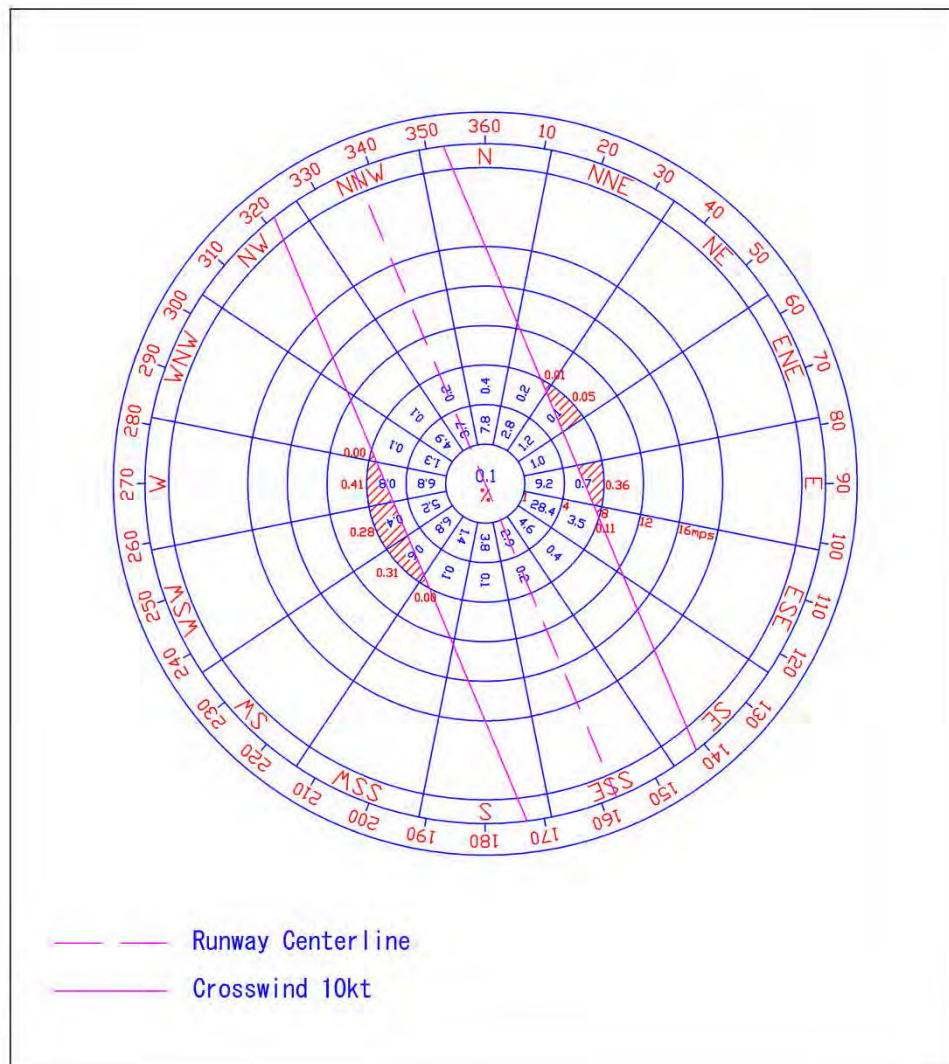


Runway : Manila Bay Center

Wind data : NAIA

Wind Coverage : 95.16%

図 8.3.3-3 NAIA 風データに基づくウインドカバレッジ (マニラ湾中央)

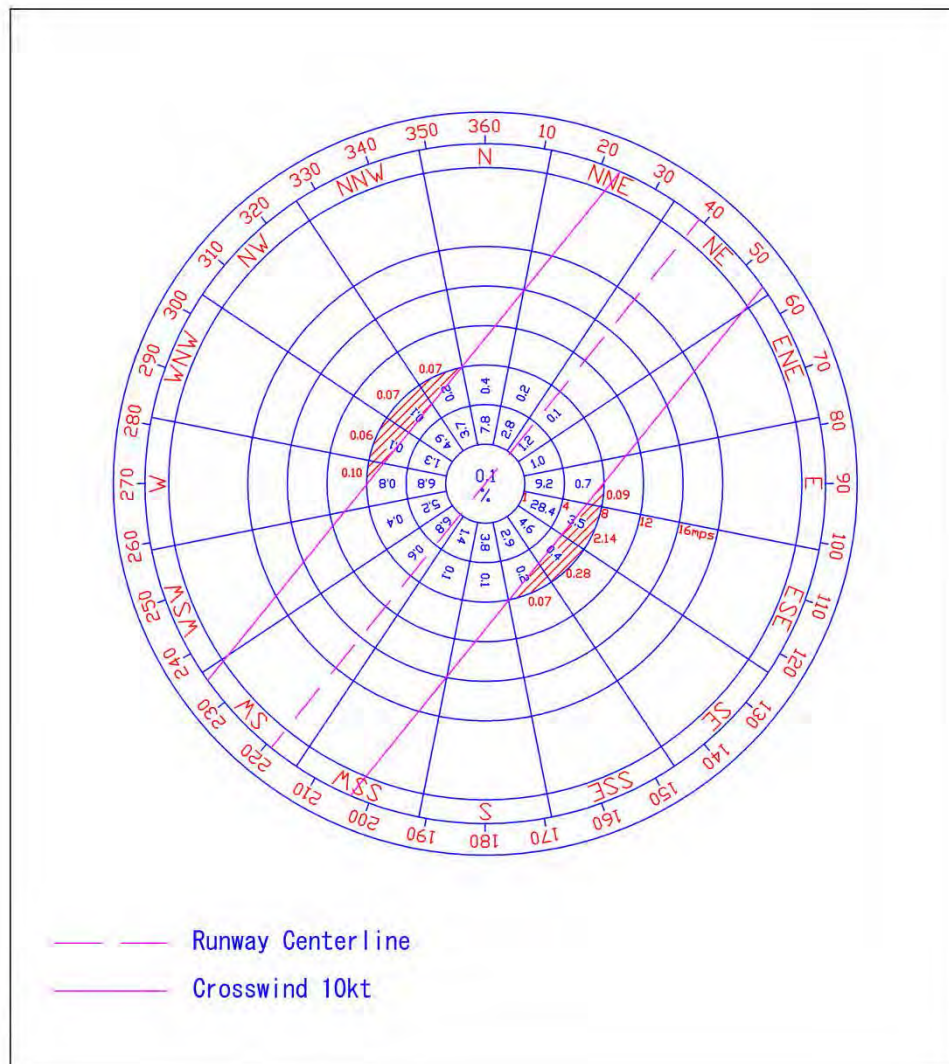


Runway : Manila Bay Center

Wind data : Sangley

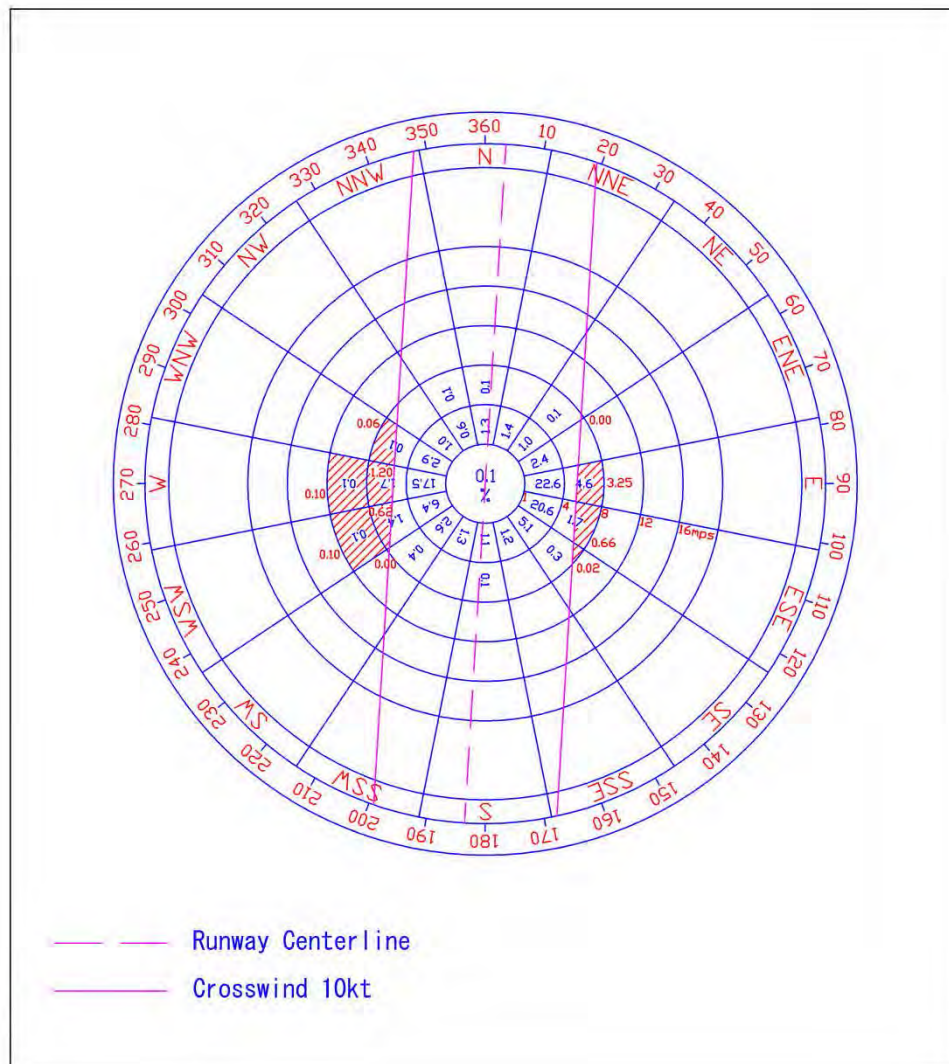
Wind Coverage : 98.27%

図 8.3.3-4 Sangley 風データに基づくウインドカバレッジ (マニラ湾中央)



Runway : San Nicholas Shoals  
Wind data : Sangley  
Wind Coverage : 96.92%

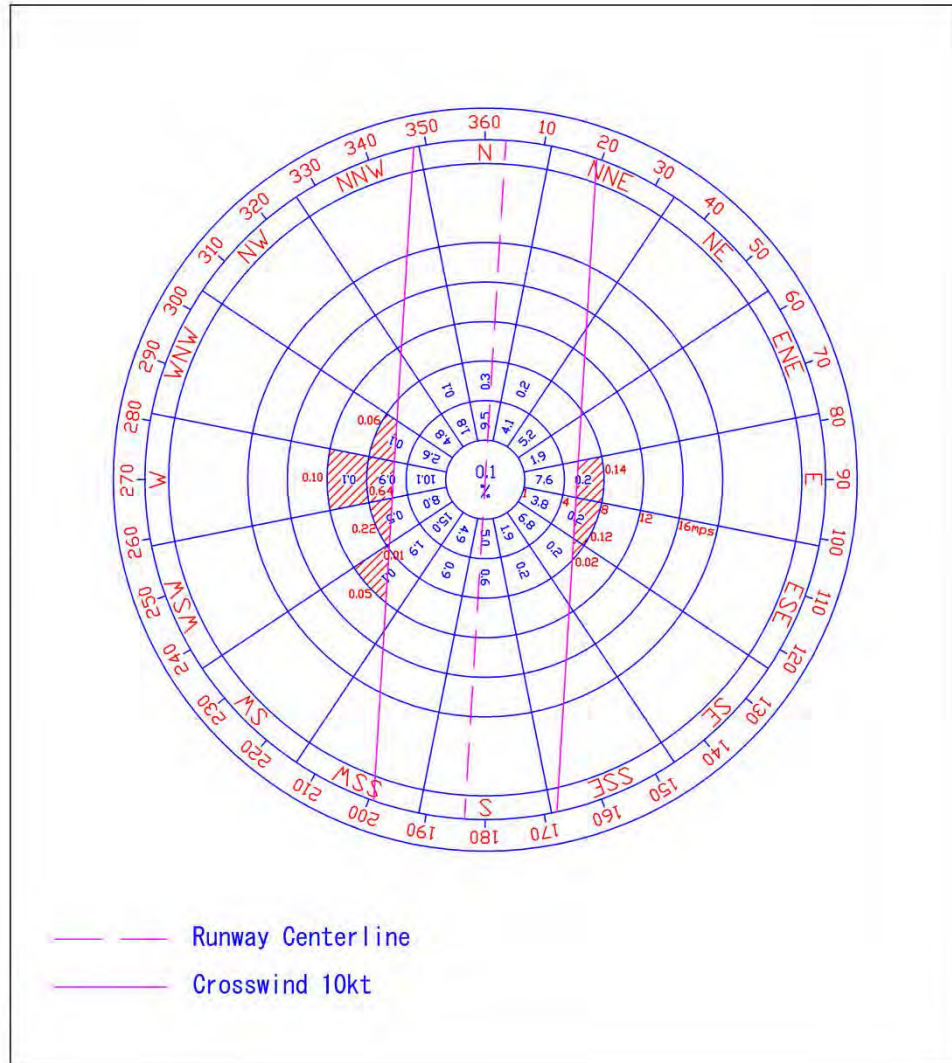
図 8.3.3-5 Sangley 風データに基づくウインドカバレッジ (サンニコラスショールズ)



Runway : Laguna de Bay  
Wind data : NAIA  
Wind Coverage : 93.89%

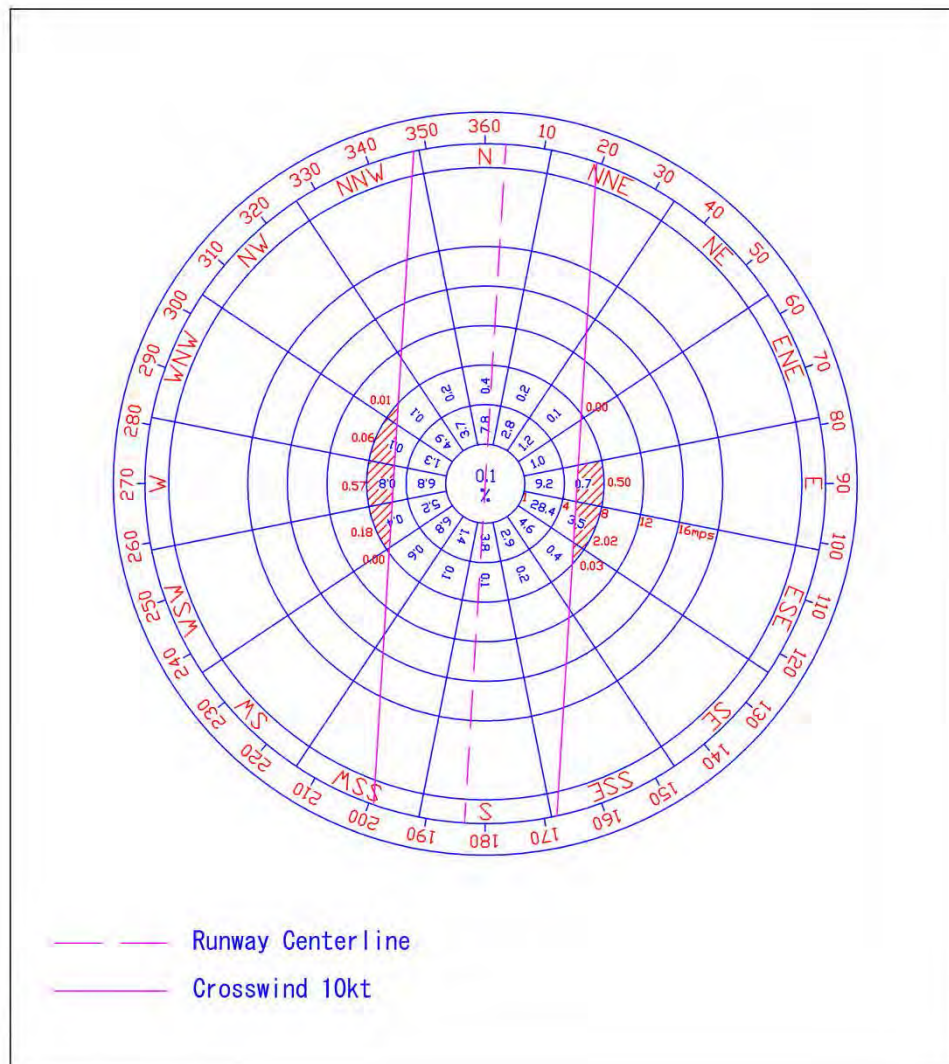
図 8.3.3-6 NAIA 風データに基づくウインドカバレッジ (ラグナ湖西岸)





Runway : Laguna de Bay  
Wind data : Port area  
Wind Coverage : 98.24%

図 8.3.3-7 マニラ湾港風データに基づくウインドカバレッジ (ラグナ湖西岸)



Runway : Laguna de Bay  
Wind data : Sangley  
Wind Coverage : 96.43%

図 8.3.3-8 Sangley データに基づくウインドカバレッジ (ラグナ湖西岸)

## 8.4 環境社会配慮

### 8.4.1 サングレーポイント オプション 1

#### 8.4.1.1 事業概要

主な事業内容は Cavite 州の Noveleta と Rosario 両市沖における 2,400 ヘクタールの空港建設、アクセス道路、アクセス鉄道、および建設資材としてのマニラ湾内の土砂の浚渫である。必要となる道路および鉄道建設のための用地取得面積は約 90 ヘクタールと見積られている。この用地取得範囲は後述のサンニコラスショールズと共通となる (図 8.4-1)。

- a) 飛行場用地埋立: 2,400 ヘクタール
- b) 飛行場アクセス : 90.5 ヘクタール

鉄道起点 (仮) : FTI 鉄道駅 (フィリピン国有鉄道、Taguig 市)  
道路起点 (仮) : Marulas 村, Kawit 市, Cavite 郡

総延長 (陸域) : 21.3 km  
18.0 km (鉄道のみ, 幅: 21 m), 3.3 km (鉄道・道路供用延長, 幅: 60 m)



図 8.4-1 サングレーポイントオプション 1 案のアクセス道路及び鉄道予定位置

#### c) 埋立材の浚渫

フィリピン埋立庁 (PRA) は飛行場埋立材の採取区域として Rosario 市、Tanza 市、Naic 市沖の浚渫区域 (Government Seabed Quarry Permit: GSQP) の 10,000 ヘクタールを予定している。またこの GSQP の北側および南側にも予備的な浚渫区域を設けている (図 8.4-2)。



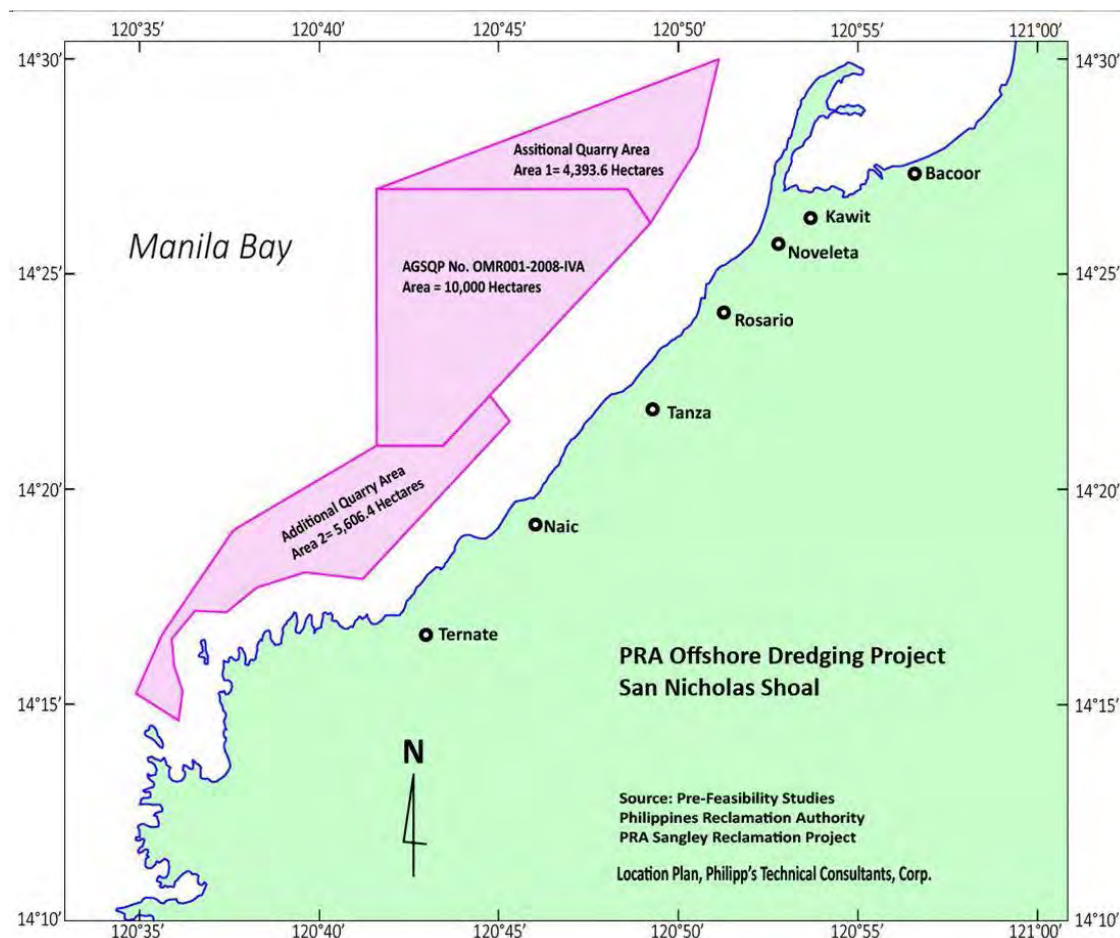


図 8.4-2 埋立材浚渫候補地

#### 8.4.1.2 プロジェクトサイトの概要

マニラ中心部から至近距離にある Parañaque 市や Las Peñas 市は開発が著しく進んでおりアクセス路として流用できる土地は殆ど残っていない。

Cavite 半島の東側に位置する Kawit 市、Noveleta 市の海岸付近は Ilong-Ilong 川の河口三角州となっており、上流からの土砂供給によりに海岸に沖積土砂が広がりつつある。これに接続する Bacoor 湾は水深が浅く小型の定置網やムール貝等の養殖棚が設置されている。この反対側の Cavite 半島西側は沿岸漁業が中心となっている。また Noveleta 市や Tanza 市には漁村の合間にビーチリゾート等が点在しており観光利用もされている。



### 8.4.1.3 予測される事業影響

#### 1) 住民移転

アクセス道路およびアクセス鉄道を建設するにあたり移転が必要となる住民数は 4,081 名と推定されている。この推計は事業敷地にかかる家屋数に一家屋あたりに住む平均世帯数(1.2)および、Cavite 郡の一世帯あたりの平均家族数(4.4)(出所：国家統計局 2010)を乗じたものである。サングレーポイントオプション1のアクセス路の場合、事業にかかる家屋数は773であるため、各地区における移転者数は下記の通りと推定された。

- a) Pasay 市, Parañaque 市, および Las Peñas 市: 243 人
- b) Bacoor 市: 357 人
- c) Kawit 市: 165 人
- d) Neveleta 市: 8 人

#### 2) 空港建設及び運用に伴う収入源への影響

##### a) 漁業への影響

##### 【漁場の消失】

空港敷地の 2,400 ヘクタールは漁場として利用されているため、漁業者は飛行場区域分の漁場を失うこととなる。サングレーポイントオプション1の海域には、固定式の漁業施設として約20の四つ手網櫓(Zaphra)が設置されている。また4か所に定置網(Push Net)が設置されているが、これらは撤去する必要がある。また新飛行場背後地に位置するRosario市、Noveleta市、Cavite市の漁業者は空港を迂回して漁場に行くことになる。

大きな影響が予測される事業コンポーネントは沖合における埋立用土砂採取である。掘削予定区域は現時点(2015年12月)で未定であるが、現在PRAが候補地としている海域において掘削を実施する場合、この海底の生物生息環境を大きく変化させる。この海域は底生魚介類の良好な生息環境であり、地元漁業者の重要な漁業資源となっている。JICA調査団のRosario市関係者に対するヒアリングによれば、漁業者の収入は下記の通り低くないため、この通りであれば生計への浚渫の影響は大きいものと予測される(図8.4-3)。

- 閑散期(10月～2月) : Php. 300 ~ 400/夜
- イカ漁期(3月～5月) : Php. 5,000 ~ 10,000/夜
- エビ・カニ漁期(6月～9月) : Php. 10,000 ~ 20,000/夜

登録漁業者の数を表8.4-1に示した。PRA予定区域における砂の採取によって最も大きな影響を受けると予測されるのはRosario市、Tanza市、掘削域を拡張する場合はNaic市等の漁民である。なお、漁業者の中には下表の他に20%程度の未登録漁業者が存在するため、被影響漁業者は表8.4-1に示した値を上回るものと見込まれる。今回の現地調査

により、底引き網漁を実施している漁業者は全体の約 2 割、漁業収入は漁業者平均で見た場合、約 5 割であることが推定されているものの、計画通り浚渫が実施されることによって大きな影響を受ける漁業者も少なからず存在する可能性がある。

表 8.4-1 漁業従事者数

自治体	漁業者数	埋立材浚渫による重要な影響が予想される地区
Cavite City	3,528	-
Kawit	1,840	-
Noveleta	240	-
Rosario	3,606	✓
City of Bacoor	723	-
Tanza	2,449	✓
Maragondon	443	✓
Naic	4,778	✓
Ternate	899	✓

出所: Cavite 郡 2013

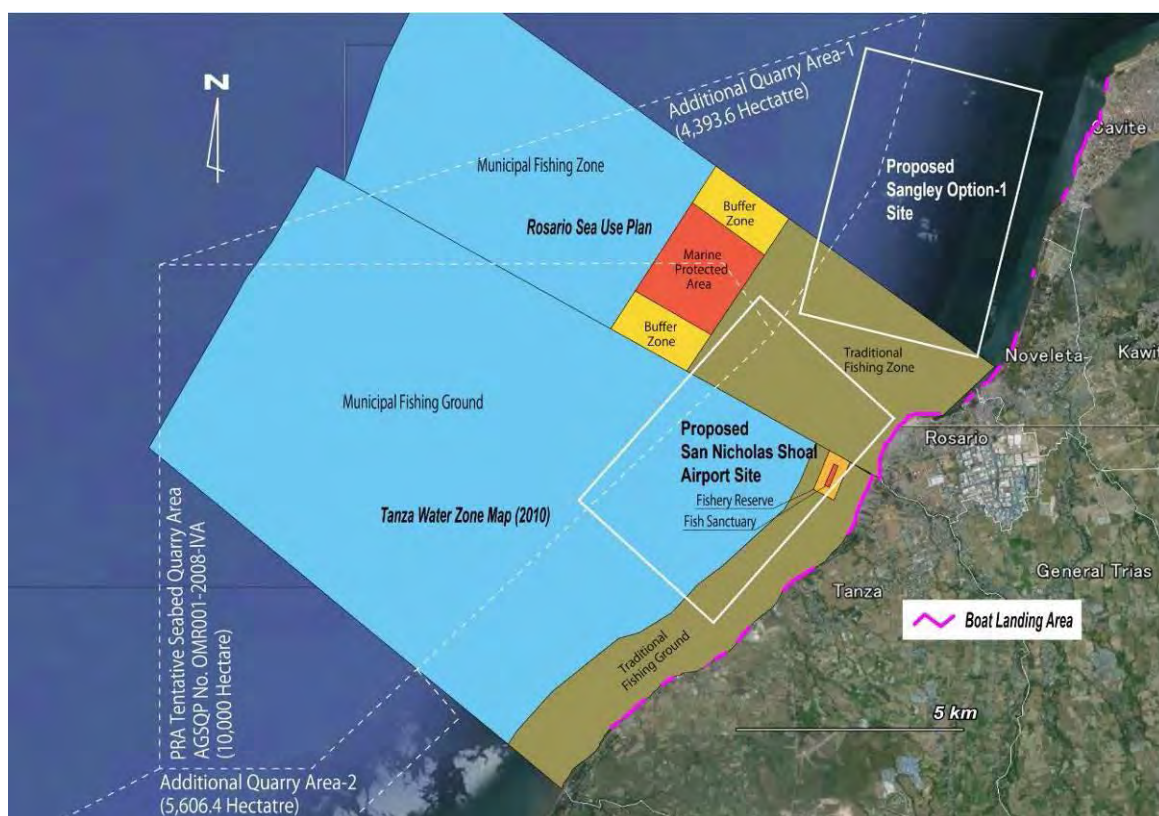


図 8.4-3 埋立材の浚渫予定地区と漁場の設定状況



Rosario と Tanza の漁場で収穫される底生魚介類

### 【埋立工事の魚類への影響】

海域におけるコンクリートの打設はコンクリートに多く含まれる水酸化カルシウム ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) を周囲に拡散する恐れがある。水酸化カルシウムは強アルカリ性であり、周囲の pH バランスを大きく変化させるとともに、魚類の鰓に付着して呼吸を困難にさせる可能性がある。水酸化カルシウムに加えて水中の土木工事によって発生する懸濁物質も魚類の鰓に詰まりやすく、同じく呼吸困難な状態に至らしめる可能性がある。

砂の採取区域はラグナ湖西岸を除くすべての候補地で共通であるため、今後設定される浚渫に関する影響予測を、浚渫区域が決定し次第、行う必要がある。

- 季節風や潮位等の環境によって変化する浚渫区域周辺の沿岸流の速度や流向の把握
- 土砂の粒子の大きさに基づく沈降速度と濁度の影響範囲
- 強アルカリ性となる水域の予測
- 強アルカリ性、懸濁物質対策等の検討

### b) 観光業への影響

サングレーポイントオプション 1 の背後地には観光産業施設が四事業所存在している。新空港建設後は、開けた海洋景観は失われることと、前面の海水は半閉鎖海域となるため、海水の循環は減少し、海岸景観の性状は現在とは全く違うものに変化する。以上から観光施設はこれまで通り事業を行うことは難しくなるものと予測される。

### 3) 浚渫予定地区の海底浚渫の許可関係

政府海底掘削許可区域 (Government Seabed Quarry Permit: GSQP) がサングレーポイントオプション 1 およびサンニコラスショールズ沖合に設定されており、この区域の環境適合証明 (Environmental Compliance Certificate: ECC) は PRA が現在申請中である。この調査内容と結果が公表され次第、漁業者への浚渫による影響度合いを再度詳細に確認する必要がある。また浚渫区域 (案) と飛行場埋立区域 (案) が一部重複しているため、実際に掘削を計画・実



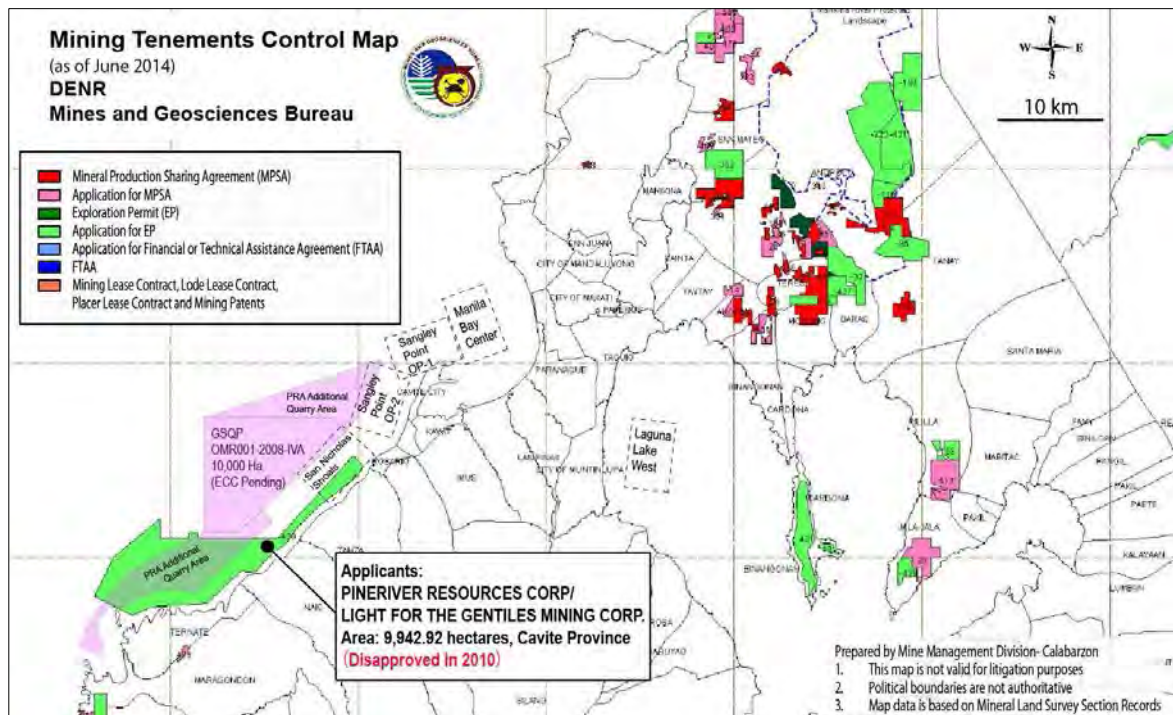
施する場合は両者の調整が必要となる。PRA の申請している浚渫区域を図 8.4-3 に示す。

2008 年に Jose Ricafrente Jr. Rosario 市長は環境自然資源省 (DENR) に対し、同市および Tanza 市の漁業への損害や侵食等の被害から浚渫の禁止を訴えた。これに対し、DENR の Jose Atienza Jr. 大臣は PRA の Rosario 市および Tanza 市沖合における海底の浚渫停止を指示し、同区域での浚渫には環境影響評価の実施が必要とした。上記の通り PRA は環境影響評価書 (EIS) を策定中であり、浚渫は現在 (2015 年 12 月現在) も停止されたままとなっている。

その他の掘削関係法・条例は以下の通りである。

- Tanza 市条例 No 11-95 : 同条例は Tanza 市の管理下における漁業区域内での浚渫、掘削、土砂投棄を禁止している。
- 漁業法 (Fisheries Code) 1998 : 海洋生息域における浚渫許可発行の禁止

PRA の他に複数の民間会社も Tanza 市沖で海底砂の掘削申請を DENR にしているものの、現在 (2015 年 12 月現在) まで DENR の掘削許可は下りていない (図 8.4-4)。



出所：DENR (JICA 調査団により一部加筆)

図 8.4-4 その他の浚渫の許可状況

#### 4) 自然環境への影響

##### a) 保護区と希少生物

ラムサール条約指定湿地 (LPPCHEA) 以外には自然環境保護区または希少生物の生息区域は飛行場候補地およびその周辺に存在しない (図 8.4-5)。



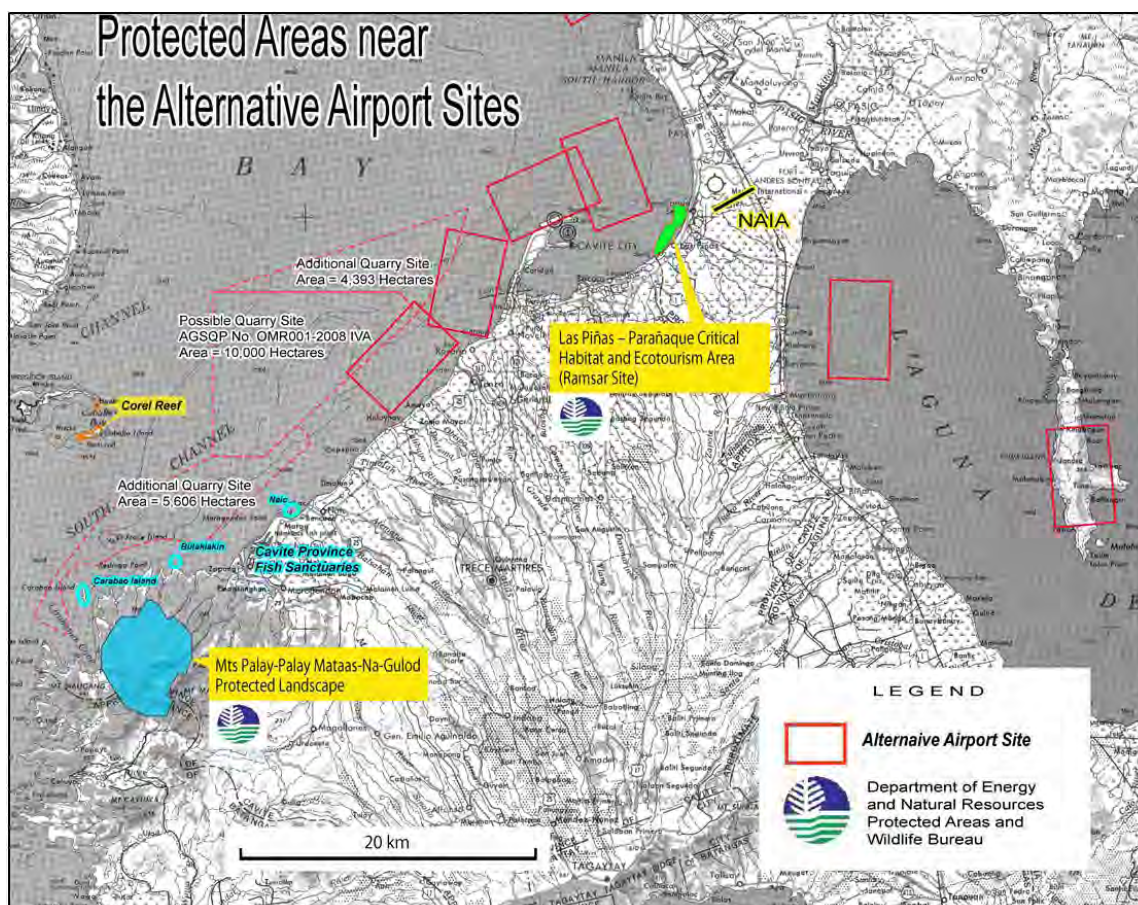


図 8.4-5 新空港候補地に近い保護区の一覧

b) 侵食と堆積

サングレーポイントオプション 1 周辺の沿岸漂砂は北東方向である（図 8.4-6）。一般的に沖合構造物が建設されて背後地が遮蔽域になると堆積が生じやすい。図 8.4-7 に沖合構造物建設による堆砂発生の事例を示す。長期的には Rosario 市の Binakayan 地区において堆積した砂は漂砂上手側からの砂を塞ぎ止める一方、漂砂供給量が少なくなる下手側（北東側）に位置する Noveleta 市、Cavite 市の海岸は侵食が生じる可能性がある。飛行場背後地区で堆積が生じると漁船の航路障害となる場合も考えられる。



出所: JICA 調査団

図 8.4-6 サングレーオプション 1 サイト南端における汀線変化



図 8.4-7 沖合構造物背後の堆積の例 (国縫漁港)

## 8.4.2 サングレーポイントオプション 2

### 8.4.2.1 用地取得

主な事業内容は埋立空港として 2,300 ヘクタール (Cavite 市の Atienza 空軍基地を含まず)、アクセス道路・鉄道、埋立用土砂浚渫である。必要な用地取得面積は約 35 ヘクタールと予測されている (図 8.4-8)。

a) 空港埋立 : 2,300 ヘクタール

b) 空港アクセス : 35.26 ヘクタール

鉄道起点 (仮) : FTI 鉄道駅 (フィリピン国有鉄道、Taguig 市)

道路起点 (仮) : Marulas 村, Kawit 市, Cavite 郡



総延長（陸域） : 10.3 km (鉄道のみ, 幅: 21 m)  
用地取得面積 : 21.76 ヘクタール (鉄道)、13.5 ヘクタール (高速ジャンクション)

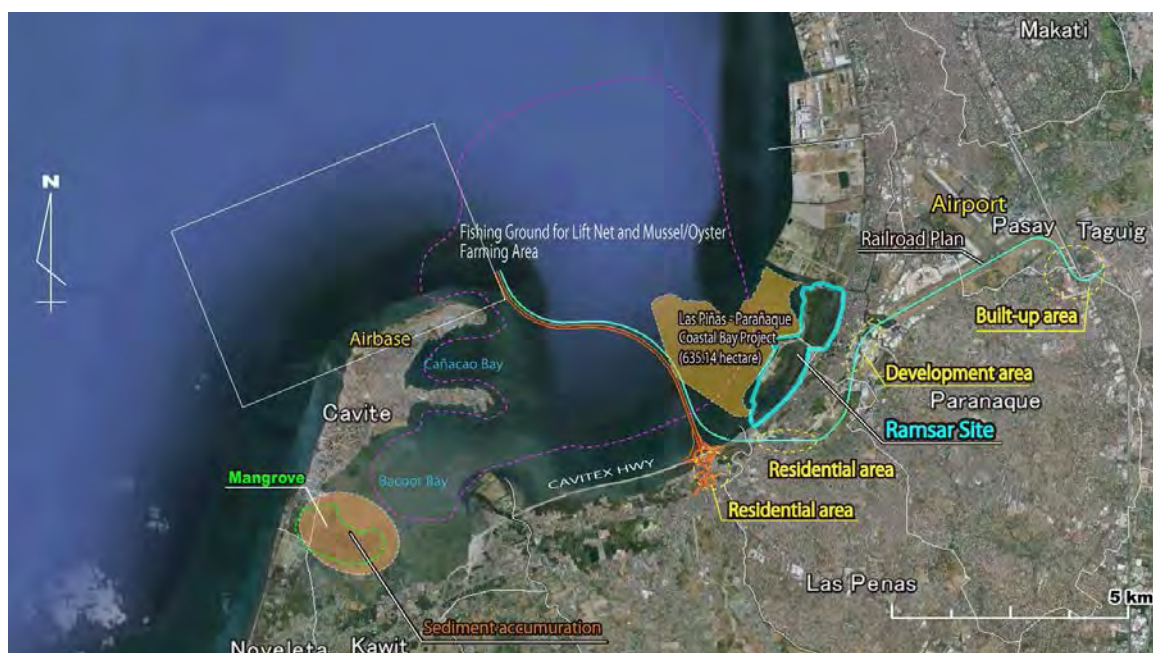


図 8.4-8 サングレーポイントオプション 2 案のアクセス道路及び鉄道の配置

#### 8.4.2.2 住民移転

サングレーポイントオプション 1 の項 (8.4.1.3) で示した計算方法で試算した結果、予測される住民移転者数は 6,156 名である。計数された家屋数は 1,166 軒、区域ごとの家屋数を以下に示した。

- a) Pasay 市, Parañaque 市, Las Peñas 市 : 243
- b) Zapote 地区, Bacoor 市 : 923

#### 8.4.2.3 建設及び運用に伴う収入源への影響

事業の影響は基本的にサングレーポイントオプション 1 と同様である。漁業の海上固定施設 (Zaphra) 数が 27 もほぼ同数である。

#### 8.4.2.4 パッシング川由来の堆積物の動き

パッシング川の汚染状況は深刻であるが、パッシング川からの重金属を含む河川堆積物が海底において新空港によって塞き止められ、Parañaque 市、Las Peñas 市、Bacoor 市、および Kawit 市前面の海域が汚染されるのではないかと、という懸念が関係者から提議されている。しかし、海底の深淺図やパッシング川の河口付近の流向から予測すると新空港、特にマニラ湾中央案、サングレーポイントオプション 2 の位置に新空港を建設したとしても、パッシング川から排出される土砂が塞き止められる可能性は小さいものと予測される。海底の様子や表土の採取写真は以下に掲載した通りである。これらからすると、現在でも Parañaque 市方面にはパッシング川からの土砂は流れ込んで

おらず、同河川河口から南向きの流れは見受けられない。写真の撮影位置を図 8.4-9 に示した。

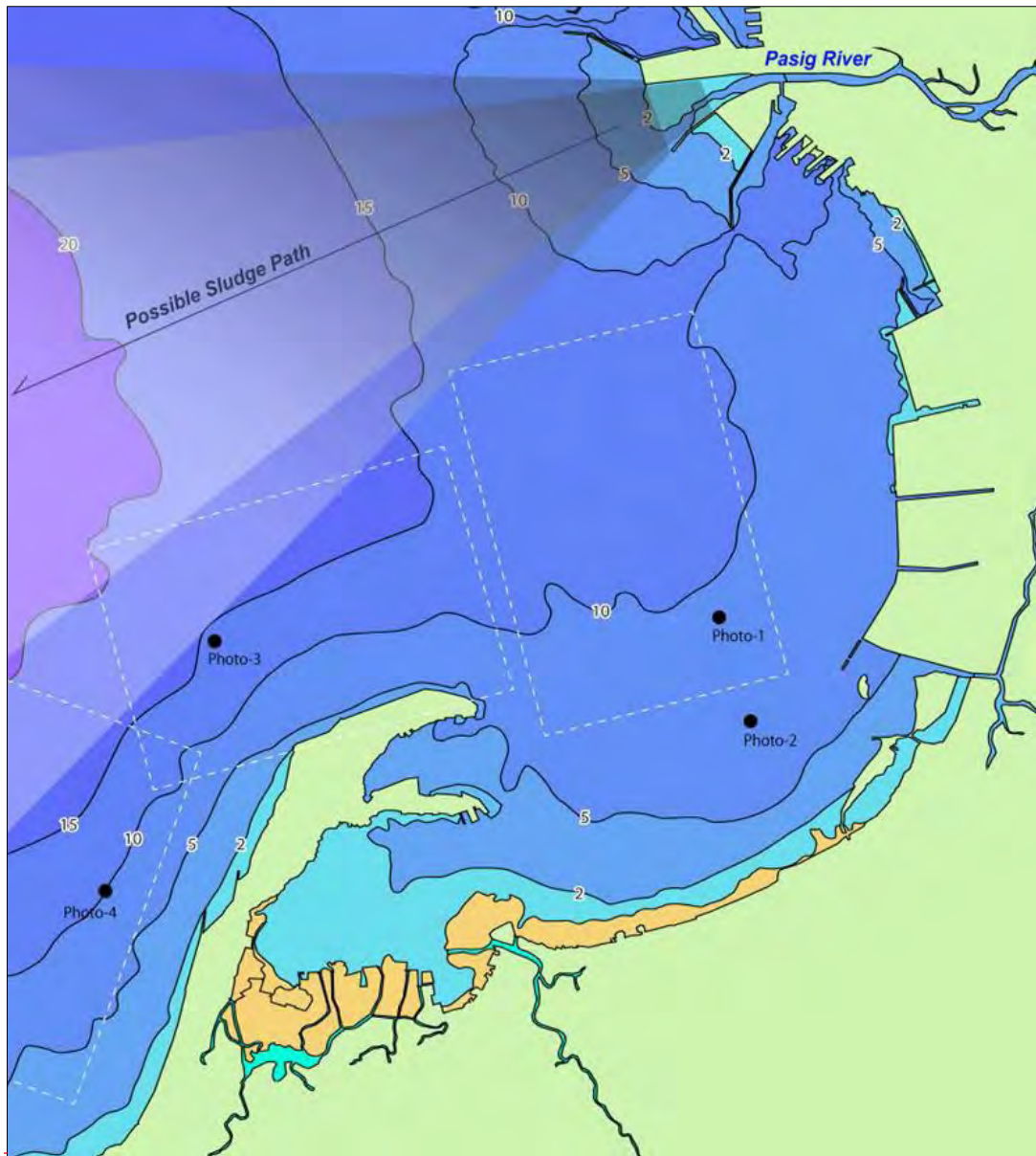


図 8.4-9 深浅図と河口テラスの位置関係からみた底泥の移動方向





マニラ湾中央サイトの海底(撮影地点:図 8.4-7  
の Photo-1)



撮影地点 Photo-2 (図 8.4-7) の海底の状況



サングレーポイントオプション 2 海底から採  
取された海底土 (図 8.4-7 “Photo-3”)



サングレーポイントオプション 1 の海底土 (図  
8.4-7 “Photo-4”)

#### 8.4.2.5 浚渫予定地区の海底浚渫の許可関係

埋立地に使用する砂の採取位置はサングレーポイントオプション 1 と共通となる。海底の土砂掘削の影響はサングレーポイントオプション 1 と同様に甚大となることが予測される。

#### 8.4.2.6 埋立工事の魚類への影響

サングレーポイントオプション 1 で示した通り、埋立工事中的高 pH と濁度の上昇は周囲の魚類生息環境を悪化させる可能性が高い。

### 8.4.3 マニラ湾中央案

#### 8.4.3.1 用地取得

主な事業内容は埋立による空港の建設、アクセス道路・鉄道、埋立材用の海底砂掘削である。必要な用地取得面積は約 35 ヘクタールと試算されている (図 8.4-10)。

- a) 埋立による空港建設 : 2,400 ヘクタール
- b) 空港アクセス : 35.26 ヘクタール

鉄道起点 (仮) : FTI 鉄道駅 (フィリピン国有鉄道、Taguig 市)

道路起点（仮）： Marulas 村, Kawit 市, Cavite 郡

総延長（陸域） : 10.3 km（鉄道のみ、幅: 21 m）

用地取得面積 : 21.76 ヘクタール（鉄道）、13.5 ヘクタール（高速ジャンクション）



図 8.4-10 マニラ湾中央案の位置と周辺の状況

#### 8.4.3.2 住民移転

サングレーポイントオプション 1 の項（8.4.1.3）で示した計算方法で試算した結果、予測される住民移転者数は6,156名である。計数された家屋数は1,166軒、区域ごとの家屋数を以下に示した。この数字はサングレーポイントオプション 2 と同等である。

- c) Pasay 市、Parañaque 市、Las Peñas 市 : 243
- d) Zapote 地区、Bacoor 市 : 923

#### 8.4.3.3 建設事業および供用時の収入源への影響

埋立予定地付近の海域は四つ手網式漁法（Zaphra）の漁場として、またカキおよびムール貝の養殖場として高密度に利用されており、Zaphra の櫓は約 200 基が操業している。したがって約一千人以上の漁民が同区域内で操業しているものと推定される。図 8.4.11 は海上固定式漁具の分布とサングレーポイントオプション 1、サングレーポイントオプション 2、およびマニラ湾中央案の位置関係である。漁業者へのヒアリングに基づくマニラ湾中央案の空港予定水域における漁業の概要を表 8.4-2 に示す。

表 8.4-2 マニラ湾中央案付近の漁業の概要

四つ手網漁 (Zafra) 通常ムール貝の養殖とともに実施する	
[漁法]	
● 対象魚種	ティラピア、カタクチイワシ、イカ
● 従事者数/基	4~5 名
● 事業者の分類	個人投資、自治体等からの許可は不要
● 作業時間・形態	電燈による夜間おびき寄せ
[経済面]	
● 設置費	Php 250,000/基
● 収入	Php 3,000~5,000/日
● 操業費	収益の約 50%
● 櫓の耐用年数	1-2 年
ムール貝/カキの養殖	
● 養殖形態	杭または養殖筏による
● 設置費	Php 60,000~120,000/ヘクタール/年
● 杭・筏の耐用年数	4~5 年
● 操業費	杭式: Php 130,000/ヘクタール/年 養殖筏式: Php 260,000/ヘクタール/年
● 収穫サイクル	5~6 ヶ月毎
● 収入	Php 700,000~1,400,000/ヘクタール/年

出所: Nilo V. Germedia 氏, Paranaque 市 農水産課,および海上作業従事者 Paranaque 市沖にて 2015 年 6 月 2 日に実施した JICA 調査団によるヒアリング調査



図 8.4-11 Zafra 漁とプッシュネット (小型定置網) の位置





マニラ湾中央の標準的な Zaphra



養殖したムール貝の収穫作業

#### 8.4.3.4 生物多様性への影響

Las Peñas 市と Parañaque 市はラムサール条約指定湿地（Las Peñas-Parañaque Critical Habitat and Ecotourism Area: LPPCHEA）に隣接した水面に埋立計画を持っている（後述）。ただしこの埋立計画は環境団体等と係争中であり、実施については最高裁の判断待ちとなっている。マニラ湾中央の空港予定地はラムサール条約指定湿地の近傍に位置している。空港の最も湿地に近い部分の距離は約 2.3 km となっている。当該ラムサール条約指定湿地の概要を表 8.4-3 に示す。

表 8.4-3 ラムサール指定湿地（LPPCHEA）の概要

名 称	Las Peñas – Parañaque Critical Habitat and Ecotourism Area (LPPCHEA)
登録日	2013 年 3 月 15 日
「重要な生息地」として当該湿地を定めた法的根拠	*大統領令 No. 1412（2007）および *大統領令 No. 1412-A（2008）
管理機関	Manila Bay Critical Habitat Management Council 議長：環境自然資源省（DENR）
面 積	175 ヘクタール 海岸湿地
重要性	LPPCHEA は東アジア・オーストラリア飛行経路上に位置しており、ピーク時には 5,000 羽超の個体が利用する。
利用する主な種と利用	*アカノドカルガモ Philippine Duck ( <i>Anas luzonica</i> )の繁殖地 * セイタカシギ Black-Winged Stilts ( <i>Himantopus himantopus</i> ) の休憩地





海側から見た LLPCHEA

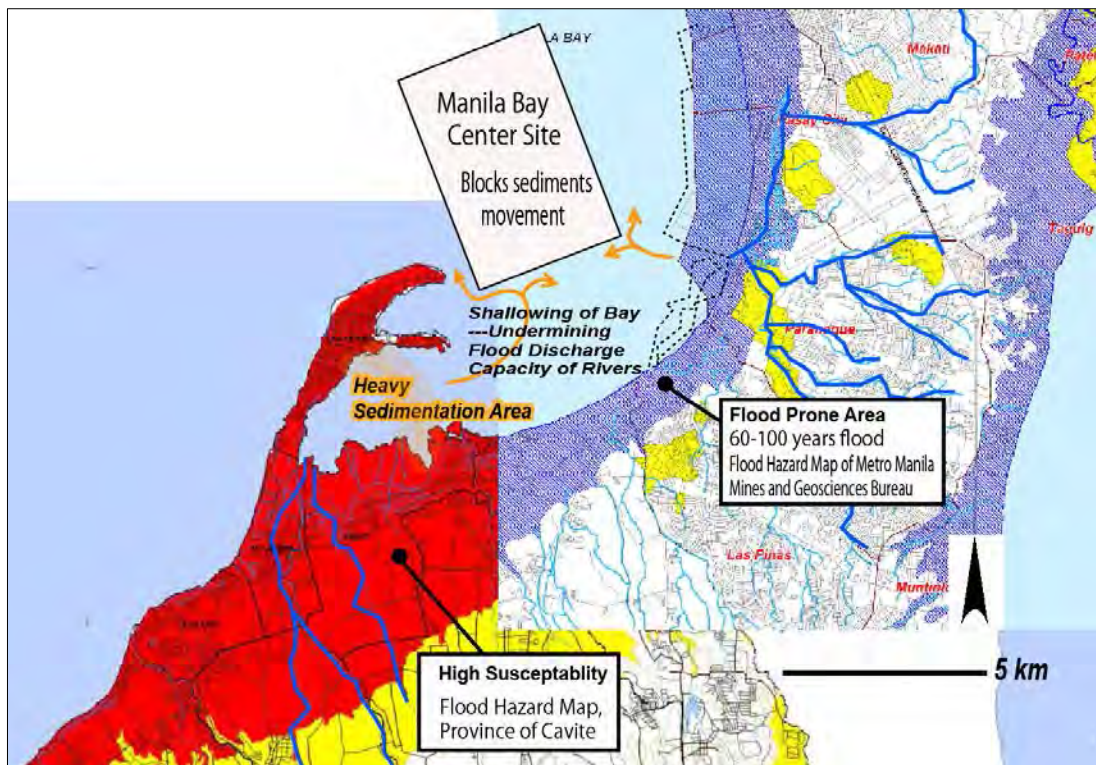


LLPCHEA の礁池側の様子

サングレーポイントオプション 1 で示した通り、埋立工事中的高 pH と濁度の上昇は周囲の魚類生息環境を悪化させる可能性が高い。

#### 8.4.3.5 洪水発生を誘因する可能性

マニラ湾中央案の飛行場位置に埋立構造物を建設すると飛行場南側の海域を浅くする可能性がある。図 8.4-12 は Iong-Ilong 川流域で生産された土砂のマニラ湾中心部への流れの阻害を図化したものである。Las Peñas 市、Parañaque 市、Bacoor 市、Noveleta 市、Kawit 市および Imus 市の海岸域は洪水に対する脆弱性が指摘されている地域であり、流入河川の河口部における流下阻害は洪水流下能力を低減させるため、河川上流域における洪水の危険性を増加させる場合がある。



出所: JICA 調査団

図 8.4-12 洪水危険度の高い地域と長期的な堆積の可能性

#### 8.4.3.6 浚渫予定地区の海底浚渫の許可関係

埋立地に使用する砂の採取位置はサングレーポイントオプション 1 と共通となる。海底の土砂掘削の影響はサングレーポイントオプション 1 と同様に甚大となることが予測される。なお PRA による砂採取計画に対して地元漁民及び関連自治体が強く反対しており、環境天然資源省は 2015 年 7 月現在で環境適合証明を発出していない。

#### 8.4.3.7 その他の課題

##### 1) ラムサール指定湿地付近の埋立開発計画に対する反対運動

Las Peñas 市と Parañaque 市は 635.14 ヘクタールの埋立計画をラムサール条約指定湿地に隣接した水域に持っている (Las Peñas 市 431.71 ヘクタール、Parañaque 市 203.43 ヘクタール)。この埋立計画は LPPECHEA (図 8.4-13) とマニラ湾中央飛行場案の中間地点に位置している。

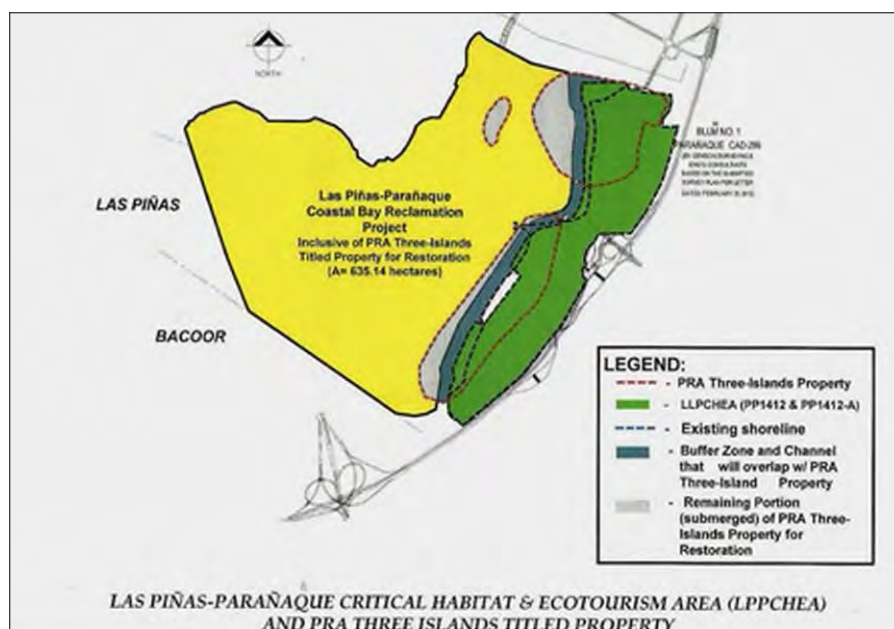


図 8.4-13 Las Peñas - Parañaque 海岸埋立計画

しかし、この埋立計画は地元議員（元老院議員 Cynthia A. Villar、元 Las Peñas 市選出衆議院議員）を代表とする地元住民の強い反対にあっており、現在は埋立計画の是非を裁判で係争中である。Villar 議員によれば、この埋立計画は LPPECHEA に対して不可逆的で甚大な環境影響があり、背後地の洪水に対する脆弱性も助長すると主張している。同議員は 30 万人の埋立地反対の署名も集めたといわれている。

環境適合証明 (ECC) が環境管理局 (Environmental Management Bureau: EMB, DENR) より 2011 年 3 月 24 日付で認可されているが、現在 (2015 年 7 月現在) も最高裁で審議中であることから事業は始まっていない。EMB の Juan Miguel T. Cuna 局長は、埋立事業者は LPPECHEA の公的管理主体である Manila Bay Critical Habitat Management Council (議長 DENR) の許可を

得ることが ECC の付帯条件であるとしている。

Las Peñas – Parañaque 海岸埋立事業地の建造物はマニラ湾中央案の空域を阻害する可能性が高い。

## 2) バードストライク

マニラ湾中央案東側滑走路を利用する航空機は LPPCHEA の上空を通過することになる。LPPCHEA はニノイ・アキノ国際空港の延長線上にもあり、バードストライクの危険性が指摘されているが、新空港がマニラ湾中央サイトに建設された場合、ニノイアキノ国際空港よりも LPPCHEA に近い位置となる。

## 8.4.4 サンニコラスショールズ

### 8.4.4.1 用地取得

必要となる用地取得面積は全体で 90.5 ヘクタールである。図 8.4-14 にサンニコラスショールズ飛行場位置とアクセス道路・鉄道の位置関係を示す。

a) 埋立による飛行場建設 : 2,400 ヘクタール

b) 空港アクセス: 90.5 ヘクタール

鉄道起点 (仮) : FTI 鉄道駅 (フィリピン国有鉄道、Taguig 市)

道路起点 (仮) : Marulas 村, Kawit 市, Cavite 郡

総延長 (陸域) : 21.3 km (18.0 km 鉄道区間幅: 21 m、3.3 km 鉄道・道路供用区間幅員 60 m)



図 8.4-14 サンニコラスショールズ案のアクセス道路及び鉄道配置



#### 8.4.4.2 住民移転

サングレーポイントオプション 1 の項 (8.4.1.3) で示した方法により推定したアクセス道路・鉄道の用地取得に伴う住民移転者数は 4,081 名で事業区内の家屋数の合計は 773 であり各地区別の家屋数内訳は下記の通りである。

- a) Pasay 市, Parañaque 市, Las Peñas 市計 243
- b) Bacoor 市 357
- c) Kawit 市 165
- d) Neveleta 市 8

#### 8.4.4.3 飛行場建設および供用による社会影響

##### 1) 漁業

サンニコラスショールズ 案の水域には固定式の漁具は設置されていないものの、2,400 ヘクタールの漁場を失うことになる。飛行場建設予定水域は Rozario 市および Tanza 市の漁業区域に指定されている (図 8.4-3)。

##### 2) 観光業

空港候補地背後にはビーチリゾート施設が点在している。空港施設は汀線から 1.5 km 程度離れているものの、沖合の大規模人工構造物によってリゾート施設の観光資源である自然海岸の景観は失われる。



ビーチリゾートのひとつ Juna Olibia、Tanza 市



Juna Olibia の海岸の景観

#### 8.4.4.4 生物環境への影響 (魚類保護区)

空港候補地の水域には Tanza 市の漁業保護区域が含まれる (図 8.4-3)。JICA 調査団の Tanza 市担当部局に対するヒアリングによれば、この保護水域は枯死したサンゴが分布しており、魚類の繁殖に重要な環境となっているため、漁礁として保全しているとのことである。ただし、この保護の改変は市議会において検討する必要があるものの、飛行場建設を不可能とするものではないと



考えている、という見解も示された（Tanza 市環境自然資源課（MENRO））。

サングレーポイントオプション 1 で示した通り、埋立工事中の高 pH と濁度の上昇は周囲の魚類生息環境を悪化させる可能性が高い。

#### 8.4.4.5 浚渫予定地区の海底浚渫の許可関係

埋立地に使用する砂の採取位置はサングレーポイントオプション 1 と共通となる。海底の土砂掘削の影響はサングレーポイントオプション 1 と同様に甚大となることが予測される。

### 8.4.5 ラグナ湖西岸

#### 8.4.5.1 用地取得

ラグナ湖岸高速道路堤防（Laguna Lakeshore Expressway Dike : LLED）（図 8.4-15）が建設され、LLED が Sucat 地区において既存のルソン島南高速道路（South Luzon Expressway : SLEX）に接続されることを前提とすれば、ラグナ湖西岸案については用地取得と住民移転は必要ない。

LLED は公共事業道路省（DPWH）の主管事業である。2014 年 6 月 20 日付の政府公報によれば、2014 年 6 月 19 日にアキノ大統領が議長を務める経済開発庁（NEDA）評議会において、2015 年中に事業開始、2021 年に完成する、という実施行程が承認されている。



図 8.4-15 ラグナ湖岸高速道路堤防計画（ラグナ湖西岸案付近）

LLED の事業概要
コンポーネント A : 高速道路が敷設された堤防, Taguig-Los Baños, 47 km 区間 * 6 レーン、料金所、インターチェンジ 8 か所とそのアクセス道路 * 100 年確率洪水位に対応する堤防、60 年確率洪水対応能力を有する排水機場 16 ヶ所
コンポーネント B : 埋立 700 ヘクタール, Taguig~Muntinlupa 間 * 7 分割、幅約 450-500m、延長 15.6 km * 直交方向のインフラとして道路、排水施設の建設、オープンスペースの配置 * 湖岸と埋立地の間に 100-150m 幅の水路の設置

#### 8.4.5.2 住民移転

SLEX と LLED を結ぶ道路が空港事業側に組み入れられた場合は以下の住民移転が必要となる。このアクセス道路と Sucat 駅からの鉄道は陸域延長が 1 km 程度であり、家屋数は 60、約 270 名の移転者数となることが予想される。

#### 8.4.5.3 漁業への影響

ラグナ湖の水面は水産養殖池 (Fish Pen) として高密度かつ組織的に利用されている。飛行場候補地の北側は Taguig 市、南側は Muntinlupa 市の管轄で、水際より 11 km 沖合までが上記自治体の管轄範囲となっている。

ラグナ湖の水面利用権はラグナ湖開発公社が有しており、Fish Pen 設置者は LLDA から水面をレンタルして操業している。飛行場予定水域における Fish Pen の面積は約 1,400 ヘクタールである (図 8.4-16)。



図 8.4-16 ラグナ西岸案に係る養殖区分

ラグナ湖における漁業について Muntinlupa 市ラグナ湖水産管理所においてヒアリングを行った結果を表 8.4-4 に示す。

表 8.4-4 ラグナ西案付近の漁業の概要

[養殖事業の概要]	
● 管理	管理は Muntinlupa 市（飛行場南側）、Taguig 市（同北側）、水面の所有者はラグナ湖開発公社（LLDA）で個人または企業に貸し与える。自治体は稚魚を成育して事業者提供し収穫する成魚の売上の税収を得る。
● 漁業従事者（Muntinlupa 市全体）	約 3,000 名
● ラグナ西案内の漁民の数	面積の比率から推定すると Muntinlupa 市、Taguig 市を合わせて約 250 名が影響を受けるものと推定される。
● 1 事業者が借用する平均的な広さ	20 ～100 ヘクタール
● 養殖する魚種	サバヒー、ティラピア、コクレン
● 養殖方法	Fish Pen（竹や木を支柱としてこれを網で囲ったもの）
● 管理機関としての LGU（Muntinlupa 市、Taguig 市）	16,500 ヘクタール（湖岸から湖中央に向かって 11 km の水面を管理）
● 収穫頻度	3 回 / 2 年 (1.5 回 / 年)
● 稚魚の投入数	30,000 匹 / ヘクタール (歩留り 50%)
● ミルクフィッシュとティラピアの成魚としての重量	250 グラム
[養殖事業の収支]	
● 一般的な漁獲高	3,750 kg / 1 ヘクタール当たり
● 出荷価格	Php 60 / kg
● 総売り上げ	Php 225,000 / 収穫 / ヘクタール (Php 337,500 / ヘクタール / 年)
● フィッシュペンの設置費用	Php 450,000 / 5 ヘクタール（サバヒーの場合）
● 耐用年数	5～10 年
● LLDA に支払う水面借用費	Php 1,400 / ヘクタール / 年 (飛行場の埋立面積の減少による LLDA の収入減額 Php 19.6 百万 / 年)
● 事業者が支払う合計金額	Php 250,000 / ヘクタール
● 純利益	Php 88,000 / ヘクタール
● 自治体の収入	Muntinlupa 市は 総計で養殖業者から Php 2.8 百万 / 年の税収がある

出所: JICA 調査団による Muntinlupa 市ラグナ湖管理事務所所長からの 2015 年 6 月 3 日の聞き取り調査





標準的なフィッシュペンと航路用に確保された水面（手前）



Muntinlupa 市が運営する稚魚養殖池

#### 8.4.5.4 自然環境への影響

ラグナ湖の水質は悪化しつつある。透明度は富栄養化によって多くの場所で 0.5 m 以下である。また pH は二酸化炭素の不足を原因として非常に高く、溶存酸素量は 3 mg/l を示す。さらにラグナ湖とその流域の独特の地形からラグナ湖の土砂は蓄積される一方で減少することはない。埋立事業においては、適切な対策が取られない場合、懸濁物質の増加やセメント骨材による pH の上昇などが予測され、水産有用魚への影響が広範囲で予測される。

#### 8.4.5.5 洪水発生を誘因する可能性

ラグナ湖周辺の低地に住む住民は湖の水位上昇に非常に脆弱である。LLED はラグナ湖西岸の洪水を制御するが、その他の地区については水位上昇を引き起こす可能性もあるとして、反対運動が行われている。National Forces Movement of the Philippines Fisherman (Pamalakaya) や Save Laguna Lake Movement 等が事業に強く反発している主な団体である。

Pasig 川は実質的にラグナ湖からの唯一の流出河川である。その中流にある Napindan 堰は異常出水中は全閉して Pasig 川下流域の洪水を制御する。この堰運用の結果として Napindan 堰が再び開くまでラグナ湖の高水位は維持されることになる。

ラグナ湖における埋立事業は洪水容量を減少させて湖周辺低地に住む人々の洪水に対する脆弱性を助長する可能性があることから、飛行場の建設においても反対運動が発生する可能性がある。

### 8.4.6 各代替案の比較

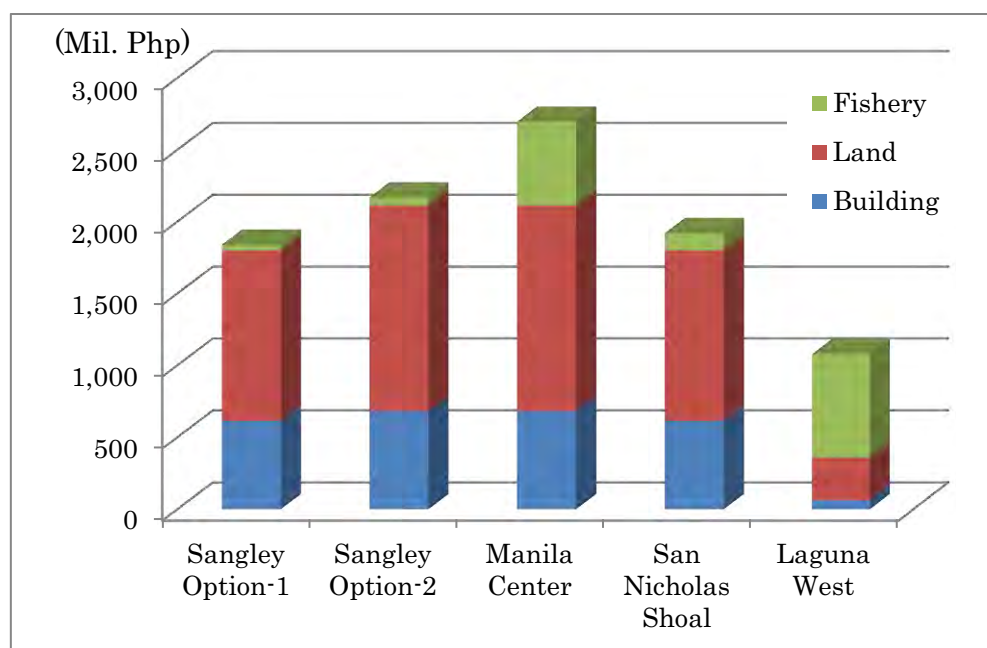
#### 8.4.6.1 補償費

この項では以下の補償費の三項目の概算を比較するものである。用地取得費（比較のため公定土地価格を便宜的に活用）、建物の再建費、漁業補償（砂掘削による影響は採掘場所が特定できない

ため今回の比較に含まない) である。サングレーポイントオプション 1 とサンニコラスショールズの用地取得と住居再建費はアクセス路が共通であるため、同額である。同じように、マニラ湾中央とサングレーポイントオプション 2 も同様の理由で同額となっている。ラグナ湖西岸は既存および建設が予定されている高速道路および既存鉄道駅が直近に位置するため、そのアクセス道路を新設する必要が殆どなく補償費が少なくなっている。表 8.4-5 と図 8.4-17 に各案の補償費の比較を示す。

表 8.4-5 補償費の比較 (百万 Php)

	Sangley Option-1	Sangley Option-2	Manila Center	San Nicholas Shoal	Laguna West
建物	613	679	679	613	61
用地	1,184	1,431	1,431	1,184	296
漁業	41	57	584	121	719
<b>合計</b>	<b>1,838</b>	<b>2,168</b>	<b>2,695</b>	<b>1,918</b>	<b>1,076</b>



注) 砂浚渫範囲が未定であるためその影響に対する補償額は含んでいない

図 8.4-17 補償額の比較 (百万 Php)

補償費の概要を積算した根拠は下表の通りである。

表 8.4-6 サングレーポイントオプション1案の補償費の内訳

Sangley Option-1					
Project Component/Location	Qty	Unit	Unit Price (Php)	Expected Compensation Price (Mil. Php)	Remarks
1. Buildings					
a. Paranaque, Las Penas	243	house	15,000 /sqm	291.60	Tentative floor area: 80 sqm/unit
b. Bacoor	327	house	10,000 /sqm	98.10	Tentative floor area: 30 sqm/unit
c. Bacoor (B. Maliksi I)	30	house	15,000 /sqm	45.00	Tentative floor area: 35 sqm/unit
d. Kawit (Samala Marquez)	72	house	15,000 /sqm	108.00	Tentative floor area: 100 sqm/unit
e. Kawit (B. Aplaya)	93	house	10,000 /sqm	46.50	Tentative floor area: 50 sqm/unit
f. Noveleta	8	house	15,000 /sqm	24.00	Tentative floor area: 200 sqm/unit
2. Land					
a. B. Merville, Paranyaque	1.62	ha	15,000 /sqm*	243.00	21 m width, Industrial area
b. do	1.25	ha	6,500 /sqm*	81.25	21 m width, Residential
c. do	9.38	ha	3,000 /sqm*	281.40	21 m width, Airport
d. B. Manuyo Uno, Las Penas	5.55	ha	3,000 /sqm*	166.50	21 m width, Residential
e. do	1.49	ha	3,000 /sqm*	44.70	21 m width, Cemetary Lot
f. B. Plung Lupa, Las Penas	2.47	ha	3,000 /sqm*	74.10	21 m width, Residential
g. B. Zapote V, B. Talaba, Bacoor	4.89	ha	150 /sqm*	7.34	21 m width, Fishpond area
h. B. Maliksi I, Baccor	0.52	ha	3,500 /sqm*	18.08	21 m width, Residential
i. B. Kaingin, Mabolo II, etc. Bacoor	5.93	ha	150 /sqm*	8.89	21 m width, Fishpond area
j. B. Marulus, Bacoor City	2.73	ha	2,600 /sqm*	70.98	Residential area, for an interchange
k. do	22.83	ha	150 /sqm*	34.25	Fishpond area for an interchangenterchange
l. do	1.31	ha	3,250 /sqm*	42.58	Residential area for an interchange
m. B. Samala Marquez, Kawit	2.29	ha	3,000 /sqm*	68.67	21 m width, Residential
n. B. Wakas, Santa Isabel, Kawit	21.11	ha	150 /sqm*	31.66	60 m width, Fishpond area
o. B. San Rafael 3, Noveletas	7.16	ha	150 /sqm*	10.75	60 m width, Fishpond area
3. Fishery					
a. Airport/fish lift net	17	Unit	250,000	2.13**	17 Fish lift net in 2400 ha
b. Airport/detour route	200	boat	32	38.40	10 km excess/day (32Php: 10km/liter) 20yrs***
Total				1,837.86	

\* Bureau of Intrnal Revenue Zonal Value, for comparison purpose only

\*\* Depreciation inclusive

\*\*\* Next generation will not count

表 8.4-7 サングレーポイントオプション2案の補償費の内訳

Sangley Option-2					
Type of Project Component	Qty	Unit	Unit Price (Php)	Expected Compensation Price (Mil. Php)	Remarks
1. Buildings					
a. Paranaque, Las Penas, others	243	house	15,000 /sqm	291.60	Tentative floor area: 80 sqm/unit
b. Zapote V, B. Bacoor	923	house	12,000 /sqm	387.66	Tentative floor area: 35 sqm/unit
2. Land					
a. B. Merville, Paranyaque	1.62	ha	15,000 /sqm*	243.00	21 m width, Industrial area
b. do	1.25	ha	6,500 /sqm*	81.25	21 m width, Residential
c. do	9.38	ha	3,000 /sqm*	281.40	21 m width, Airport
d. B. Manuyo Uno, Las Penas	5.55	ha	3,000 /sqm*	166.50	21 m width, Residential
e. do	1.49	ha	3,000 /sqm*	44.70	21 m width, Cemetary Lot
f. B. Plung Lupa, Las Penas	2.47	ha	3,000 /sqm*	74.10	21 m width, Residential
g. B. Zapote V, Bacoor	13.5	ha	4,000 /sqm*	540.00	Residential
3. Fishery					
a. Zapote Interchange- Airport	16	Unit	250,000	2.00**	250 m with, Fish lift net
b. Airport area	8	Unit	250,000	1.00**	2400 ha., Fish lift net
c. Compensation for Fish Lift	17	Unit	1,200,000	20.40	Avg. 4,000/unit (x 300 days)**
d. Compensation for mussel farm	34	Unit	1,000,000	34.00	One year**
Total				2,167.61	

\* Bureau of Intrnal Revenue Zonal Value, for comparison purpose only

\*\* Depreciation inclusive

表 8.4-8 マニラ湾中央案の補償費の内訳

Manila Center					
Type of Project Component	Qty	Unit	Unit Price (Php)	Expected Compensation Price (Mil. Php)	Remarks
1. Buildings					
a. Paranaque, Las Penas, others	243	house	15,000 /sqm	291.60	Tentative floor area: 80 sqm/unit
b. Zapote V, B. Bacooc	923	house	12,000 /sqm	387.66	Tentative floor area: 35 sqm/unit
2. Land					
a. B. Merville, Paranyaque	1.62	ha	15,000 /sqm*	243.00	21 m width, Industrial area
b. do	1.25	ha	6,500 /sqm*	81.25	21 m width, Residential
c. do	9.38	ha	3,000 /sqm*	281.40	21 m width, Airport
d. B. Manuyo Uno, Las Penas	5.55	ha	3,000 /sqm*	166.50	21 m width, Residential
e. do	1.49	ha	3,000 /sqm*	44.70	21 m width, Cemetary Lot
f. B. Plung Lupa, Las Penas	2.47	ha	3,000 /sqm*	74.10	21 m width, Residential
g. B. Zapote V, Bacooc	13.5	ha	4,000 /sqm*	540.00	Residential
3. Fishery					
a. Zapote Interchange- Airport access	16	Unit	250,000	2,000**	250 m with, Fish lift net
b. Compensation for Fish lift net	182	Unit	1,200,000	218.40	Avg. 4,000/unit (x 300 days: one yr**)
c. Compensation for mussel farm	364	Unit	1,000,000	364.00	One year**
Total				2,694.61	

\* Bureau of Intrnal Revenue Zonal Value, for comparison purpose only

\*\* Depreciation inclusive (2 years of net life, average one year)

表 8.4-9 サンニコラスショールズ案の補償費の内訳

San Nicholas Shoal					
Type of Project Component	Qty	Unit	Unit Price (Php)	Expected Compensation Price (Mil. Php)	Location
1. Buildings					
a. Paranaque, Las Penas	243	house	15,000 /sqm	291.60	Tentative floor area: 80 sqm/unit
b. Bacooc	327	house	10,000 /sqm	98.10	Tentative floor area: 30 sqm/unit
c. Bacooc (B. Maliksi I)	30	house	15,000 /sqm	45.00	Tentative floor area: 35 sqm/unit
d. Kawit (Samala Marquez)	72	house	15,000 /sqm	108.00	Tentative floor area: 100 sqm/unit
e. Kawit (B. Aplaya)	93	house	10,000 /sqm	46.50	Tentative floor area: 50 sqm/unit
f. Noveleta	8	house	15,000 /sqm	24.00	Tentative floor area: 200 sqm/unit
2. Land					
a. B. Merville, Paranyaque	1.62	ha	15,000 /sqm*	243.00	21 m width, Industrial area
b. do	1.25	ha	6,500 /sqm*	81.25	21 m width, Residential
c. do	9.38	ha	3,000 /sqm*	281.40	21 m width, Airport
d. B. Manuyo Uno, Las Penas	5.55	ha	3,000 /sqm*	166.50	21 m width, Residential
e. do	1.49	ha	3,000 /sqm*	44.70	21 m width, Cemetary Lot
f. B. Plung Lupa, Las Penas	2.47	ha	3,000 /sqm*	74.10	21 m width, Residential
g. B. Zapote V, B. Talaba, Bacooc	4.89	ha	150 /sqm*	7.34	21 m width, Fishpond area
h. B. Maliksi I, Bacooc	0.52	ha	3,500 /sqm*	18.08	21 m width, Residential
i. B. Kaingin, Mabolo II, etc. Bacooc	5.93	ha	150 /sqm*	8.89	21 m width, Fishpond area
j. B. Marulus, Bacooc City	2.73	ha	2,600 /sqm*	70.98	Residential area, for an interchange
k. do	22.83	ha	150 /sqm*	34.25	Fishpond area for an interchangenterchange
l. do	1.31	ha	3,250 /sqm*	42.58	Residential area for an interchange
m. B. Samala Marquez, Kawit	2.29	ha	3,000 /sqm*	68.67	21 m width, Residential
n. B. Wakas, Santa Isabel, Kawit	21.11	ha	150 /sqm*	31.66	60 m width, Fishpond area
o. B. San Rafael 3, Noveletas	7.16	ha	150 /sqm*	10.75	60 m width, Fishpond area
3. Fishery					
a. Airport/detour route	630.8	boat	32	121.11	10 km excess/day (32Php: 10km/liter) 20yrs***
Total				1,918.45	

\* Bureau of Intrnal Revenue Zonal Value, for comparison purpose only

\*\* Depreciation inclusive

\*\*\* Next generation will not count



表 8.4-10 ラグナ湖西岸案の補償費の内訳

Laguna West						
Type of Project Component	Qty	Unit	Unit Price (Php)	Expected Compensation Price (Mil. Php)	Location	Subjects
1. Buildings						
a. Railroad Access	51	house	15,000 /sqm	61.20	B. Sucat, Muntnlupa	Tentative floor area: 60 sqm/unit
2. Land*						
a. Railroad Road Access	4.93	ha	6,000 /sqm*	295.80	B. Sucat, Muntnlupa	60 m width, Residential area
3. Fishery						
a. Reclamation for the airport	1,396	ha.	90,000.00	62.82	West Laguna airport site	Pish pen installation cost w/ depreciation
b. Reclamation for the airport	1,396	ha.	14,000.00	195.44	West Laguna airport site	Economic loss of LGU for 10 yrs**
c. Reclamation for the airport	1,396	ha.	88,000.00	460.68	West Laguna airport site	Economic Loss of investors 3.75 yrs***
Total				1,075.94		

\* Bureau of Intrnal Revenue Zonal Value, for comparison purpose only  
 \*\* Assumed airport construction period  
 \*\*\* Assumed average renewal period :7.5 (yrs), with average (50%) depreciation: 3.75 (yrs)

### 8.4.6.2 住民移転数の比較

事業によって移転を余儀なくされる住民の概数は、事業地にかかる家屋数によって予測した。サングレーポイントオプション1とサンニコラスショールズはアクセス道路が共通であるため、4,081名で同数、同じくサングレーオプション2とマニラ湾中央も6,156名で同数となっている。ラグナ湖西岸案はLLEDがSULEXとの連絡道路を建設しない場合でも269名が移転対象となると推定される(図8.4-18)。

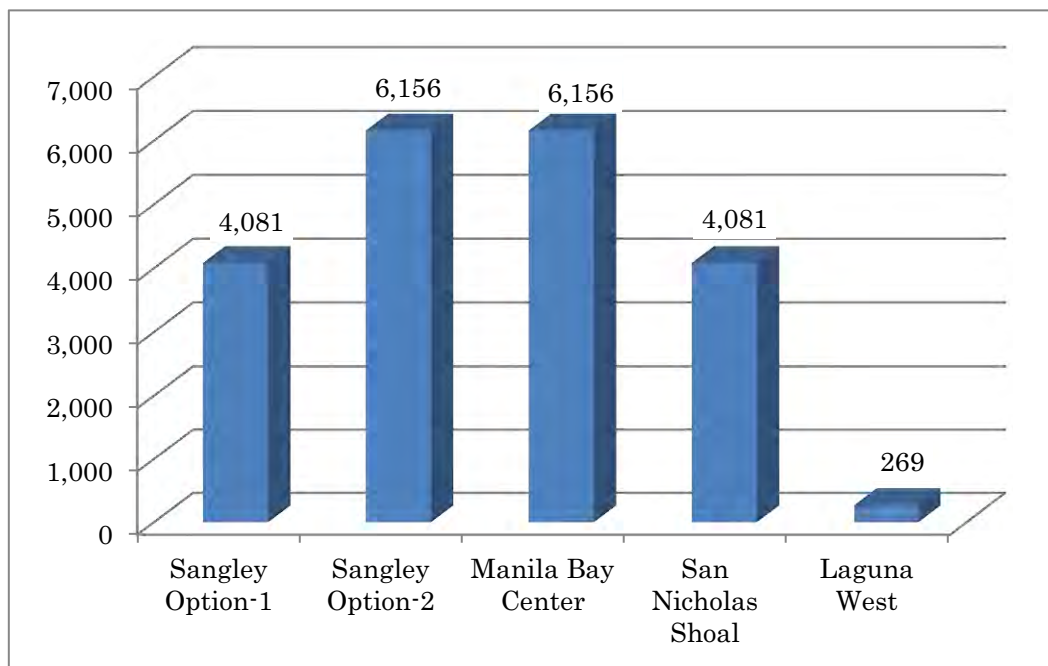


図 8.4-18 住民移転者数の比較

### 8.4.7 影響緩和措置

各サイトの環境影響に対する緩和対策を表8.4-11にとりまとめた。主たる事業影響はアクセス道路・鉄道の建設に伴う住民移転と用地取得、漁業の高密度利用があるラグナ湖西岸およびマニラ湾中央の漁場の消失、埋立用土砂採取のための海底掘削による漁場の攪拌等である。

表 8.4-11 環境影響に対する緩和措置（案）一覧

影響の種別	想定される影響の概要	実施可能と考えられる 影響緩和対策	対応する候補地				
			サン グレイ レー P. OPI	サン グレイ レー P. OP2	マ ニラ 湾 中 央	サ ン ニ コ ラ ス シ ョ ー ル ズ	ラ グ ナ 湖 西 岸
1. 住民移転	- インターチェンジを含むアクセス道路・鉄道は用地取得を必要とし、住民移転が発生する。	- アクセス道路や鉄道の線形の変更 - インターチェンジの設置個所の変更	✓	✓	✓	✓	-
2. 水質悪化と土砂の堆積（供用中）	- Bacoor 湾は現状においても海水循環が少なく富栄養化しており赤潮の発生も報告されている。マニラ湾中央サイトにおける飛行場の建設は Bacoor 湾前面の海水循環を更に妨げ、周辺海域の水質の悪化原因となる。 - 飛行場の建設は波浪の遮蔽域での堆積を助長して沿岸漂砂の移動を妨げる。下手側（北東側）で侵食が発生し漂砂上手側（西側）で堆積が発生する。	- 海水循環を促進するように空港施設の外形を変更する - 流入河川河口における下水処理場の設置 - 定期的な浚渫に実施、または飛行場位置を更に沖へ移動する等の変更	✓	✓	✓	-	-
3. 水質悪化（工事中）	- 浚渫地点および埋立地点水中において懸濁物質が舞い上がるため濁りが発生するとともに強アルカリ性となり、魚類の生息環境に影響を与える可能性がある。マニラ湾では広域の表層に細粒分が分布しており、この沈降速度は遅いため濁りが遠方まで運ばれる可能性がある。	- グラブ型の浚渫船は避ける - 水中スクリーンの設置	✓	✓	✓	✓	✓
4. 河口閉塞	- Ilong-Ilong 川は土砂運搬量が多く、河口堆積物の増加によって Bacoor 湾が浅化傾向にある。Cavite 半島の東側を埋め立てて飛行場を建設するとき、長期的に海底が上昇し、	- 空港付近や河口付近における定期的な浚渫 - Cavite 半島西側への放水路の開削			✓		

影響の種別	想定される影響の概要	実施可能と考えられる 影響緩和対策	対応する候補地					
			サングレイP: OPI	サングレイP: OP2	マニラ湾中央	サンニコラスショールズ	ラグナ湖西岸	
	<p>同河川河口からの土砂の拡散を妨げる可能性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 河川の流下能力の低下により上流域における洪水が発生しやすくなる可能性がある。</li> </ul>							
5. 収入の減少 (飛行場建設を起因とする)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁民は2,400ヘクタールの漁場を失う。</li> <li>- 飛行場背後地に漁船を繋留している漁民は飛行場を迂回するために時間および燃料を毎日現在よりも余分に消費する。</li> <li>- 海域における固定式水産施設はマニラ湾中央案およびラグナ湖西岸に多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 金銭補償や、原動機付漁船の提供</li> <li>- 新規の船揚場や生産性を上げるための水産施設の建設</li> </ul>	✓	✓	✓	✓	✓	
6. 収入の減少 (土砂浚渫を起因とする)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PRAの予定している飛行場建設用埋立資材としての海底土砂浚渫地区はRosario市、Tanza市、Naic市等の漁民の収益の高い漁場であり、特に底生水産有用魚介類の環境を広範囲にわたって大きく変化させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 適正な調査と、漁民や自治体との十分な協議に基づく補償の適用</li> <li>- 新たな雇用のための支援</li> </ul>	✓	✓	✓	✓		
7. 観光資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 沖合の埋立は観光資源としての海洋景観を阻害するものであり、観光地としての価値を低減させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 金銭補償</li> <li>- 新飛行場における新たな商業的な権利の優先的提供</li> </ul>	✓				✓	
8. 生物の多様性	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水産資源保護区域がRosario市、Tanza市、Muntinlupa市の沖合水面に設置されている。特にTanza市の水産資源保護地区はサンニコラスショールズ案の空港によってすべてが失われる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 新規漁礁の建設、および空港護岸の工夫により、新たな人工漁礁その他の漁業施設としての流用の検討</li> </ul>					✓	✓

影響の種別	想定される影響の概要	実施可能と考えられる 影響緩和対策	対応する候補地
			サングレーP: OPI サングレーP: OP2 マニラ湾中央 サンニコラスシヨールズ ラグナ湖西岸
	Rosario 市、Muntinlupa 市の保護区域は飛行場よりも陸地側に位置するが、性状は変化することが予想される。		
9. 洪水 (ラグナ湖西岸)	- ラグナ湖の洪水調整容量、36 百万 m <sup>3</sup> 以上を飛行場建設のための埋立事業によって失うこととなる。	- 同量のラグナ湖底浚渫の実施 - ラグナ湖周辺の低標高地区に住む人々の移住 - ニノイアキノ国際空港の土地を利用して新たな排水路を建設する、もしくはその他の排水ルートの見直し	✓



## 8.5 自然災害リスクの検証

### 8.5.1 はじめに

新空港の候補地に対する地震ハザード及び地盤災害ハザード（地震以外）の明確化は、新空港に適した候補地を選定する上で前提条件となる。この調査の結果は、今後実施する調査の段階で空港適地の絞り込みの過程に資するものである。

分析に必要なデータは、国家地図資源情報局 (NAMRIA)<sup>1</sup>、フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS)<sup>2</sup>、そして鉱山地球科学局 (MGB)<sup>3</sup>といった様々な政府機関から入手した。さらに、READY Project は、CSCAND、NDCC、OCD、MGB、NAMRIA、PAGASA、PHIVOLCS、UNDP、AUSAid による多機関連携により実施された取組である。地図の他、関連するレポートは PHIVOLCS で入手可能である。

### 8.5.2 全体的な地質的特徴

#### 1) 構造的環境

新空港の全 5 候補地は、フィリピン海プレート上に位置している。フィリピン諸島の全容をみると、西は Manila-Negros 及び Cotabato 海溝、東は East Luzon 及びフィリピン海溝に囲まれ、活動中の 1200km にわたるフィリピン断層に縦断されている。フィリピン海プレートは、地質構造的にも、地震活動的にも、火山活動的にも、活発である。これは、Palawan を含むユーラシアプレートの境界の地震のない地域と対照的である。図 8.5-1 は、フィリピンを取り巻く海溝及び断層の分布を示している。

#### 2) 地質の地域特性

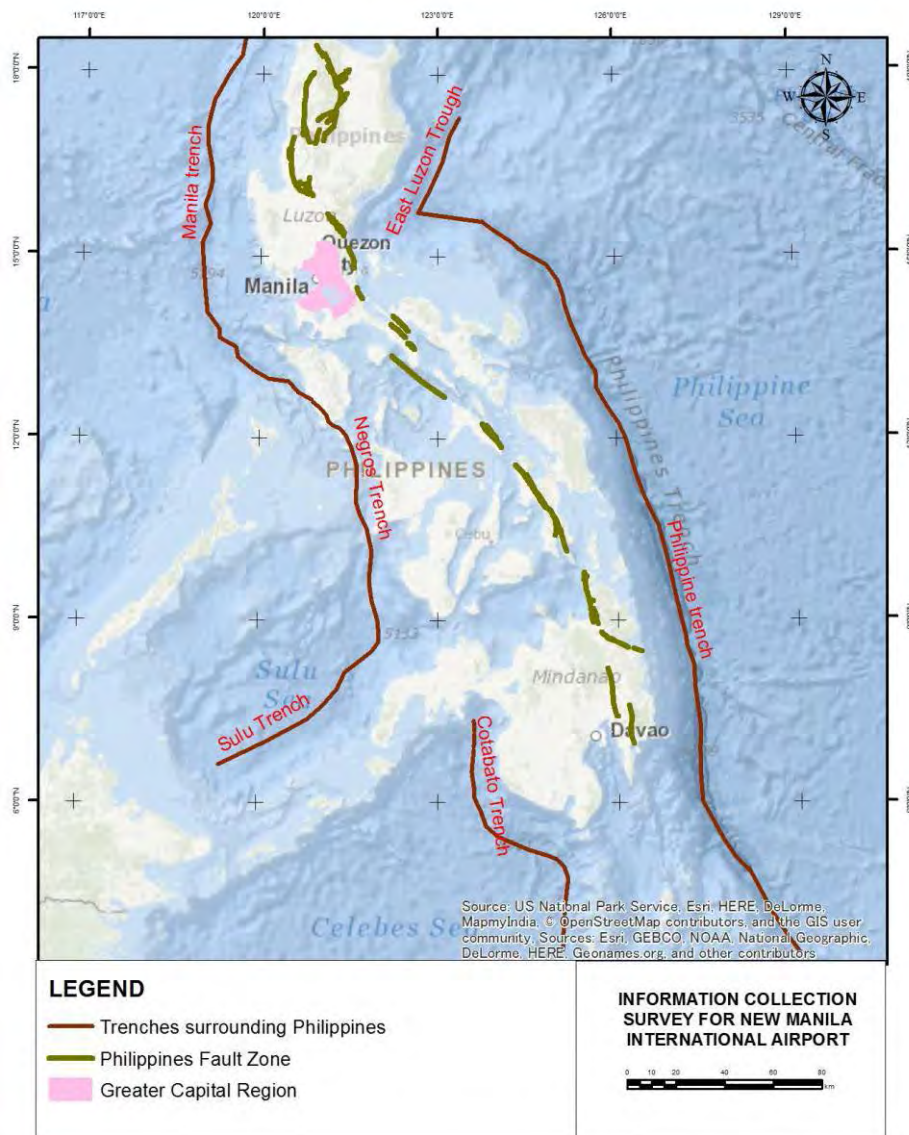
標高は、海拔 0m 以下の地域から 1000m 以上の高地まで、図 8.5-2 に示すように広がっている。この図のデータを加工した図が、図 8.5-3 に示す傾斜度である。傾斜度は、大首都圏 (GCR) の西側に向かって緩やかに広がり、GCR の東側や南側には起伏のある急傾斜地となっている。

GCR の地質の地域特性は、a) マニラ湾、b) ラグナ湖及びマリキナ谷、の 2 つの地域に分けて、詳細に述べる。

<sup>1</sup> NAMRIA は、基本地形図、海底地形図及び海図を様々な縮尺で製作している。

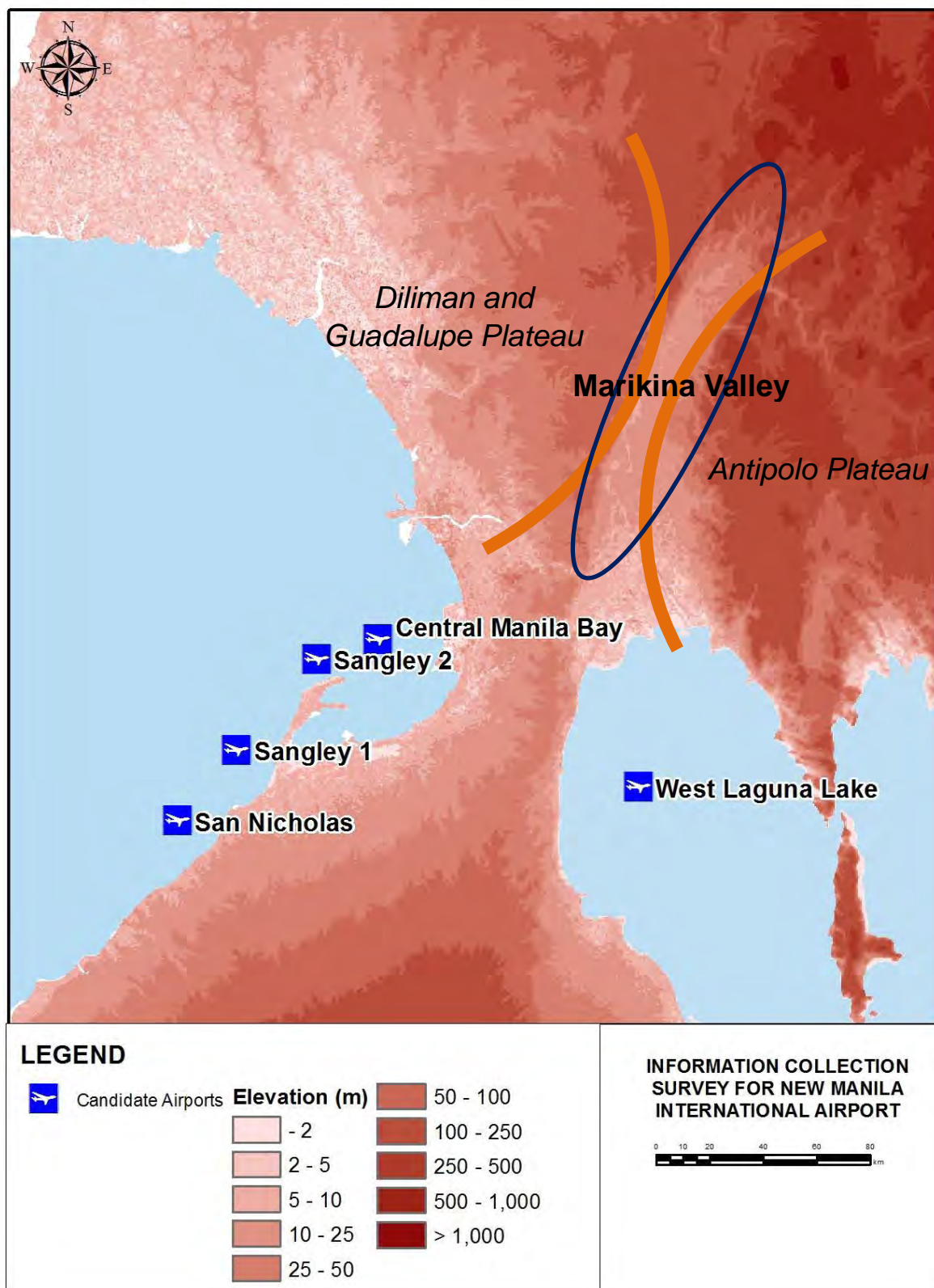
<sup>2</sup> PHIVOLCS は、地震及び火山災害ハザードを所掌しており、地盤災害ハザードマップや最近リリースされた“Atlas of the Valley Fault System in the Greater Metro Manila Area”を含むレポート類を発行している。

<sup>3</sup> MGB は、洪水と地滑りを所掌しており、縮尺 1:50,000 及び 1:10,000 の地滑り及び洪水の発生可能性図を提供している。



出所：PHIVOLCS のデータを基に JICA 調査団が作成

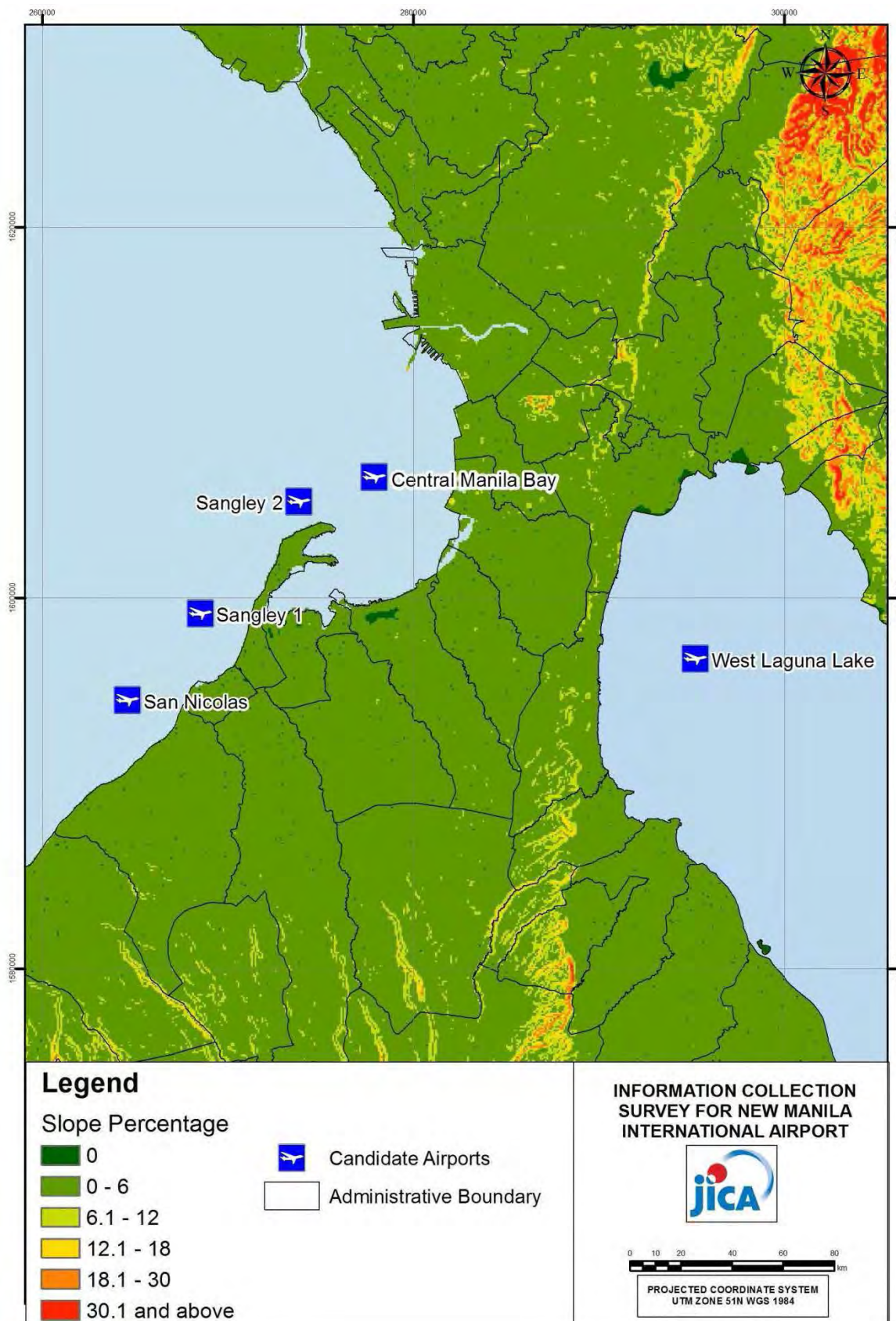
図 8.5-1 フィリピンにおける主要な海溝及び断層



出所：NAMRIA のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-2 標高

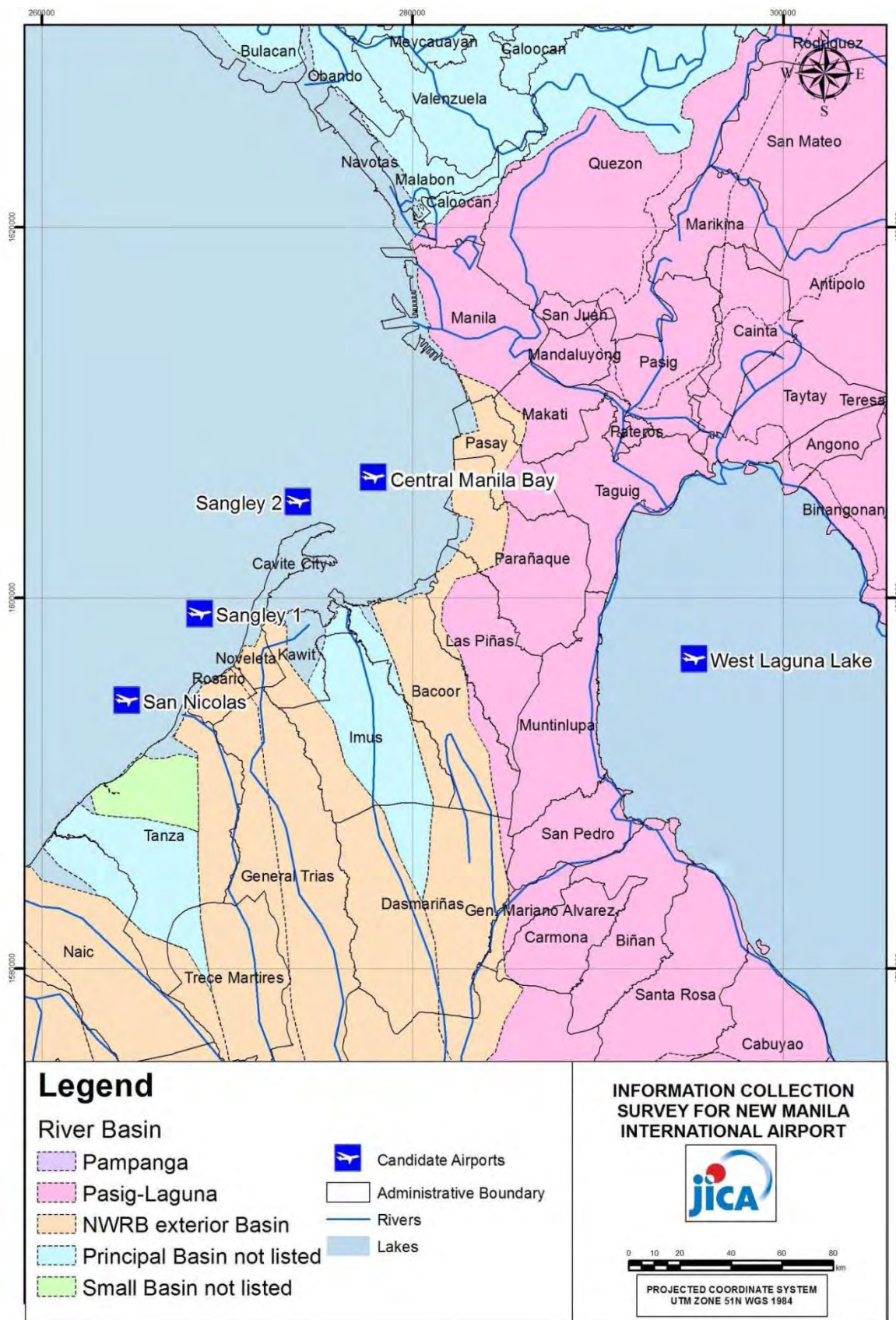




出所：NAMRIA のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-3 傾斜度





出所：NAMRIA のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-4 水系

a) マニラ湾

マニラ湾入り口の北及び部分的に湾を囲んでいる地域は、Natib 山及び Mariveles 山という活火山の可能性のある主要な成層火山を擁する Bataan 半島である。湾の入り口に浮かぶ Corregidor 島は、カルデラの周縁部の名残である。

マニラ湾の北部は、Luzon Central Basin であり、現在は Lingayen 湾へと続く沈積によって生じた盆地となっている。主要河川の一つである Pampanga 川がその流域から流れ込んでいる。

マニラ湾の南部は、Tagaytay 断崖の急激な傾斜面がマニラ湾の北側に向かってなだらかに傾斜している。この傾斜面は、第四紀凝灰岩からなっている。Cavite の沿岸において顕著な特徴は、東側を抉られた形の砂州である。

マニラ湾の東部にあるマニラ地域では、Pasig 川の沈殿物は Diliman 台地や Guadalupe 台地といった第四紀凝灰岩の上に堆積されている。

b) ラグナ湖及びマリキナ谷

メトロマニラの起伏図（図 8.5-2 標高地図を参照）をみると、西には Guadalupe 台地と Diliman 台地に挟まれた Marikina 谷が位置し、東には Antipolo 台地が位置する。南には、Marikina 谷がラグナ湖に向かって開けている。

際立っているのは、東に面した断崖が、Marikina 谷とラグナ湖を、Guadalupe 台地と Diliman 台地から隔てていることである。短くは、西に面した断崖は Marikina 谷と Antipolo 台地を隔てている。

Marikina 谷を蛇行しながら通るのは Marikina 川で、Pasig 川に繋がっている。西側に流れながら、Pasig 川は断崖を縦断し、Guadalupe に近い Guadalupe-Diliman 台地に切り込んでいく。これが、Marikina 川とラグナ湖の唯一の出口である。図 8.5-4 は、調査対象地域における水系を示している。

### 8.5.3 地震ハザードの分析

全ての 5 候補地が、構造学的にも地震学的にも活動的な地域にある。従って、地震ハザードは主要な課題である。

1) 地震源

地震源は、遠い場合もあれば近い場合もある。地震源が近い場合、候補地から 3~5km 以内で起こる。地震源が遠い場合、候補地から 5km を超える距離で起こる。

地震源が遠く離れている地震の際には、候補地に加えられる表面最大加速度（PGA）は、候補地から地震源までの距離の関数によって逡減する。候補地が地震源から遠く離れるに従って、候補地に加えられる地震動は低くなる。

地震源が近い地震の際には、候補地から地震源までの距離が 5m であろうが 3km であろうが表面最大加速度の大きさは変わらない。候補地だけを見れば、断層からの距離に関係なく、同じ強さの地震動を多かれ少なかれ受けることになる。

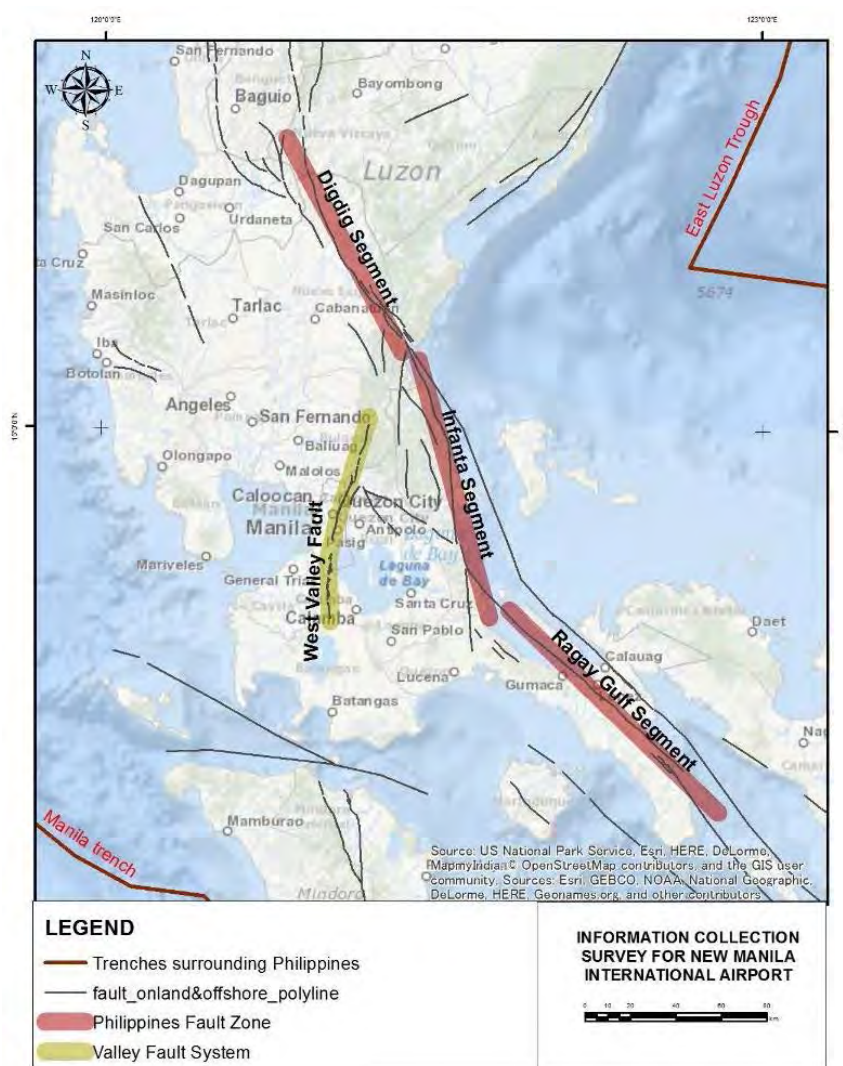
空港候補地に影響を与えるような大規模な地震が想定される地震源は、主に、a) Valley Fault System、b) フィリピン断層帯、c) マニラ海溝の 3 つである。Valley Fault System はさらに、West Valley Fault と East Valley Fault に分けられる。このうち、West Valley Fault の方が候補地に近いため、こちらを地震動に関する詳細分析の対象として選定する。フィリピン断層は、Infanta セグメント、Digdig セグメント、Ragay Gulf セグメント、等、様々なセグメントから成っている。この中から、Infanta セグメントを、地震動の詳細分析の対象として選定する。これらの断層や海溝の分布は、図 8.5-5 に示す通りである。

空港候補地 5 か所全てにおいて、West Valley Fault が、最も近い地震源である。表 8.5-1 は、想定される地震源と候補地の距離を示している。5 番目の候補地である Laguna de Bay は、West Valley Fault から 3km の距離に位置している。

表 8.5-1 地震源と空港候補地との距離

	Sangley Option 1	Sangley Option 2	Central portion of Manila Bay	San Nicolas	Laguna de Bay
Valley Fault System (West Valley Fault)	19	17	12	23	3
フィリピン断層 (Infanta セグメント)	79	84	74	85	62
マニラ海溝	190	194	202	182	215

出所：JICA 調査団が作成



出所：PHIVOLCS のデータを基に調査団が作成

図 8.5-5 ルソン島南部における海溝及び断層

a) Valley Fault System

北北東-南南西方向に走る Valley Fault System は、以前は Marikina 断層として知られており、メトロマニラを分断する活断層の系統である。これは、West Valley 断層と East Valley 断層からなっている。

West Valley 断層は、Sierra Madre 南部から Tagaytay までの 110km の距離にわたり、はっきりした特徴で確認できる東向きの断崖が、Marikina 川流域から Guadalupe-Diliman 台地を分けている。

より短い East Valley 断層は、30km にわたり、西向きの断崖によって、San Mateo-Marikina-Antipolo 地域が Marikina 谷から Antipolo 台地を分けている。この断層の南端ははっきりとは定義できない。



Valley Fault System に明確に関係する地震活動は確認されていない。それでもなお、何本かの線が、この断層が活動的であると指し示す根拠となっている。

- 断層に沿った若い形態学的地物の存在
- 第四紀Diliman凝灰岩からなるGuadalupe-Diliman台地の上に重なりあう水流 (Pasig川) の存在
- 第四紀Diliman凝灰岩における断層面の存在
- Muntinlupa-Taguig-Pasig地域における人工構造物 (例: 道路、家屋、等) による変形の存在
- PHIVOLCSが実施した古地震調査の間に掘り起こされた溝にある沖積土の変形
- 炭素14年代測定

炭素 14 年代測定 (Daligdig et al, 1997) によって、過去 1400 年間に 200 から 400 年の再現周期が同定された。同調査で、18 世紀から 19 世紀にかけて起こった最新の事象も確認された。

Valley Fault System に完全に関係している史実もしくは実際の地震活動は何もないが、東西の Valley Fault が活動的であるということを示す地質学的及び古地震学的な証拠はある。地震活動がないということは、応力が積み重なり発散することがないということになる。これは、地震活動がないにも関わらず、West Valley Fault に沿って大きな地震が起こるリスクが、実際には高いということを暗示している。

#### b) フィリピン断層

その他の主要な地震源の一つは、フィリピン断層 (Infanta 断層) である。フィリピン断層は、総距離 1,200km 以上にも及ぶ左横ずれ断層である。国内で最も活動が活発な地震源であり、過去にいくつもの壊滅的地震の地震源となっている。

フィリピン断層の Infanta セグメントの北にあるセグメントは、Digdig 断層であり、1990 年 7 月 16 日に発生した北部ルソン地震の地震源であり、マグニチュード 7.2 の揺れと 90km にわたる地盤破壊の上に 5~6m のズレ (左方向の横変異) を引き起こした。

このセグメントの南は、Bondoc 半島にあり、1973 年 3 月 17 日に発生したマグニチュード 7.3 の Ragay 湾地震は、地盤破壊が沖合で両方向に広がったために計測不能となるほどの地震動が起こった。しかしながら、左方向の横変異は 3.2m であったと計測された。

一方、フィリピン断層の Infanta セグメントは、地震学的に静かで、別の地震空白域に関わっている。この断層が関係している地震空白域は、応力が積み重なり解放されていないと見られている。従って、infanta セグメントは、大きな地震が起こる可能性がある。

#### c) マニラ海溝

マニラ海溝は、細いながらも台湾から Mindoro にかけて長く等深線が引き伸ばされてい

る。台湾も Mindoro も、プレートの衝突帯に位置している。この海溝は、南シナ海海盆における海洋地殻がルソン諸島の下に東向きに沈み込んでいる。

この海溝は、東向きに沈み込むベニオフ帯（プレートの沈み込み帯にある活発な地震の震源の領域）と関係しており、発震メカニズム解及び Pinatubo 山、Natib 山、Mariveles 山を含む活火山により形成されるベルトを強く押し出している。深度 5,100m にもなる海溝を詳しく調べる反射法地震探査断面は、堆積盛土の変形を示している。これらの証拠が、この海溝が活動的であることを示している。

## 2) 1970 年から 2015 年の間に起こった最近の地震

アメリカ地質調査所の地震調査センター（USGS NEIC）によるマグニチュード 4.0 以上の全ての地震のデータベースを分析すると、空港候補地の概ね 100km 圏内で、1970 年 1 月 1 日から 2015 年 6 月 12 日までの間に、482 件が発生している。この 482 件のリストの中で、マグニチュード 6.0 と同等かそれ以上だった強い地震は、3 件のみである。残りの地震は、マグニチュード 6.0 以下の小規模から中規模クラスの地震であった（表 8.5-2 参照）。

最も大きかった地震は、1985 年 4 月 23 日に発生した、Arayat 山（15.344 N, 120.610 E）近傍を震源とするマグニチュード 7.0 の地震である。震源の深さが 188.4 キロメートルであったことから、この地震は、Arayat 山ではなくマニラ海溝に関係する地震であったと考えられる。2 番目に大きかった地震は、2004 年 10 月 8 日に発生した Lubang 海峡（13.925 N, 120.534 E）を震源とするマグニチュード 6.5 の地震である。震源の深さが 105 キロメートルであったことから、この地震は、Lubang 海峡ではなくマニラ海溝に関係する地震であったと考えられる。2004 年 9 月 15 日に発生した、マグニチュード 6.0 の地震は、震源の深さが 115.4 キロメートルであったことから、マニラ海溝が地震源であると考えられる。

表 8.5-2 期間中に発生した地震によるマグニチュードの分布（1970 年～2015 年）

マグニチュード	発生回数	割合 (%)
7.51 – 8.0	0	00.00
7.01 – 7.5	0	00.00
6.51 – 7.0	1	00.21
6.01 – 6.5	2	00.41
5.51 – 6.0	18	03.73
5.01 – 5.5	52	10.79
4.51 – 5.0	199	41.29
4.00 – 4.5	210	43.57
total	482	100.00

出所: USGS NEIC のデータを基に JICA 調査団が作成

### 3) 想定地震

想定地震は、断層の長さ、破壊長、及びマグニチュードを使った、異なる実験に基づいた公式を用いて定義される<sup>4</sup>。

West Valley Fault が最も近い地震源である。MMDA、JICA、PHIVOLCS の三者が共同で実施した調査であるマニラ首都圏地震防災対策計画調査（MMEIRS）は、West Valley Fault がマグニチュード 7.2 の地震を発生させるだけの能力を持っていると報告している。一方、フィリピン断層は、マグニチュード 8.0 の地震を発生させる能力を持つ主要な断層である。マグニチュード 8.0 の地震ともなれば、非常に稀に起こる地震であり、平均して、全世界で 1 年もしくは 2 年に 1 回起こるかどうかである。マニラ海溝は、最重要な構造的特徴を持っており、マグニチュード 8.0 の地震が起こり得ると想定した。

### 4) 断層

過去 10,000 年の間に動いたとされる断層を、ここでは活断層と定義する。活断層を特定するために用いた基準（地質学的、歴史的、地震学的）及び分類の仕組み（活動的、潜在的に活動的、活動未知、非活動的）は、Cluff et al (1972) in Hunt (1984)に基づいている。

マニラ湾に位置する 4 つの候補地を横切る活断層もしくは活断層の可能性のある断層は、知られているものは何もない。従って、壊滅的な地盤破壊があったとしても、無地震性の断層滑落があったとしても、マニラ湾候補地における断層のズレのリスクはない。

しかし、ラグナ湖の候補地は、地震源の一つと考えられる West Valley 断層の直近に位置しているため、他の 4 候補地とは逆の状況である。

### 5) 地震動

近傍のどの地震源で大きな地震が起こっても、地震の負荷を受けるのは斜面、構造物、基盤である。地震のマグニチュード、地震源との距離、そして基盤の状態を知ること、各候補地が受ける地震動の大きさを想定することが出来る。

大きな地震が起きた場合に候補地が受けるとされる表面加速度を定義するために、福島及び田中による距離減衰モデル（In Thenhaus et al, 1994）を適用する。想定地震は、候補地に最も近くにある原因となる断層に沿った 1 点で発生するものと仮定する。また、基礎地盤の種類によって補正率を適用する。

#### a) West Valley 断層

上述の通り、West Valley 断層は、最も近い地震源である。MMEIRS によると、West Valley 断層は、マグニチュード 7.2 の地震を発生させる力を持っている。全 5 候補地は、地震波の減衰においては貧弱な基盤物質からなる軟弱地盤で形成されていると考えられる。

West Valley 断層に沿ってマグニチュード 7.2 の地震が発生した際の、全 5 候補地の初動

<sup>4</sup> Bonilla (In Weigel (ed), 1970)

表面最大加速度を得ることが出来る。

この結果、ラグナ湖にある候補地 5 が、0.56g の表面最大加速度であることが分かった。この値は、地盤条件が軟弱地盤であった場合には、0.78g にまで上昇する。

マニラ湾にある候補地の場合、表面最大加速度は0.30g から0.41g の間である。この値は、地盤条件によって、0.42g から0.57g に上昇する。

表 8.5-3 West Valley 断層で想定されるマグニチュード 7.2 の地震発生時の表面最大加速度

候補地	場所	M	R	PGA	PGA <sub>soft soil</sub>
候補地 1	サングレーポイントオプション 1	7.2	19 km	0.33g	0.46g
候補地 2	サングレーポイントオプション 2	7.2	17 km	0.35g	0.49g
候補地 3	マニラ湾中央	7.2	12 km	0.41g	0.57g
候補地 4	サンニコラスショールズ	7.2	23 km	0.30g	0.42g
候補地 5	ラグナ湖西岸	7.2	3 km	0.56g	0.78g

注：M はマグニチュード、R は距離、PGA は表面最大加速度、PGA<sub>soft soil</sub> は軟弱地盤の際の表面最大加速度、を示す。

出所：JICA 調査団

#### b) マニラ海溝

海溝は、ラグナ湖候補地からはおよそ 215km、マニラ湾候補地からは 182~202km である。この海溝では、マグニチュード 8.0 の想定地震が採用されている。

分析の結果、マニラ海溝に沿ってマグニチュード 8.0 の非常に強い地震が起こった場合でも、表面最大加速度は低い値であることが分かった。

表 8.5-4 マニラ海溝で想定されるマグニチュード 8.0 の地震発生時の表面最大加速度

候補地	場所	M	R	PGA	PGA <sub>soft soil</sub>
候補地 1	サングレーポイントオプション 1	8.0	190 km	0.04g	0.06g
候補地 2	サングレーポイントオプション 2	8.0	194 km	0.03g	0.04g
候補地 3	マニラ湾中央	8.0	202 km	0.03g	0.04g
候補地 4	サンニコラスショールズ	8.0	182 km	0.04g	0.06g
候補地 5	ラグナ湖西岸	8.0	215 km	0.03g	0.04g

注：M はマグニチュード、R は距離、PGA は表面最大加速度、PGA<sub>soft soil</sub> は軟弱地盤の際の表面最大加速度、を示す。

出所：JICA 調査団

#### c) フィリピン断層

フィリピン断層の Infanta セグメントは、候補地 5 からは 62km 離れており、候補地 1~4 からは 74~85km 離れている。マグニチュード 8.0 の想定地震がこの断層で起こるとする



と、表面最大加速度は、0.14g から 0.19g となる。

表 8.5-5 フィリピン断層で想定されるマグニチュード 8.0 の地震発生時の表面最大加速度

候補地	場所	M	R	PGA	PGA <sub>soft soil</sub>
候補地 1	サングレーポイントオプション 1	8.0	79 km	0.15g	0.21g
候補地 2	サングレーポイントオプション 2	8.0	84 km	0.14g	0.19g
候補地 3	マニラ湾中央	8.0	74 km	0.16g	0.22g
候補地 4	サンニコラスショールズ	8.0	85 km	0.14g	0.19g
候補地 5	ラグナ湖西岸	8.0	62 km	0.19g	0.26g

注：M はマグニチュード、R は距離、PGA は表面最大加速度、PGA<sub>soft soil</sub> は軟弱地盤の際の表面最大加速度、を示す。

出所：JICA 調査団

## 6) 液状化及び地盤沈下

液状化や地盤沈下といった地震に起因するハザードは、多くの空港候補地が水を含んだ軟弱堆積物で形成される最近の堆積物の上に予定されているために、注意が必要である。

図 8.5-6 に PHIVOLCS が作成した液状化ハザードマップを基に作成した図をみると、Luzon central basin の一部、マニラ湾及びラグナ湖沿岸地域は、液状化の可能性があると云える。

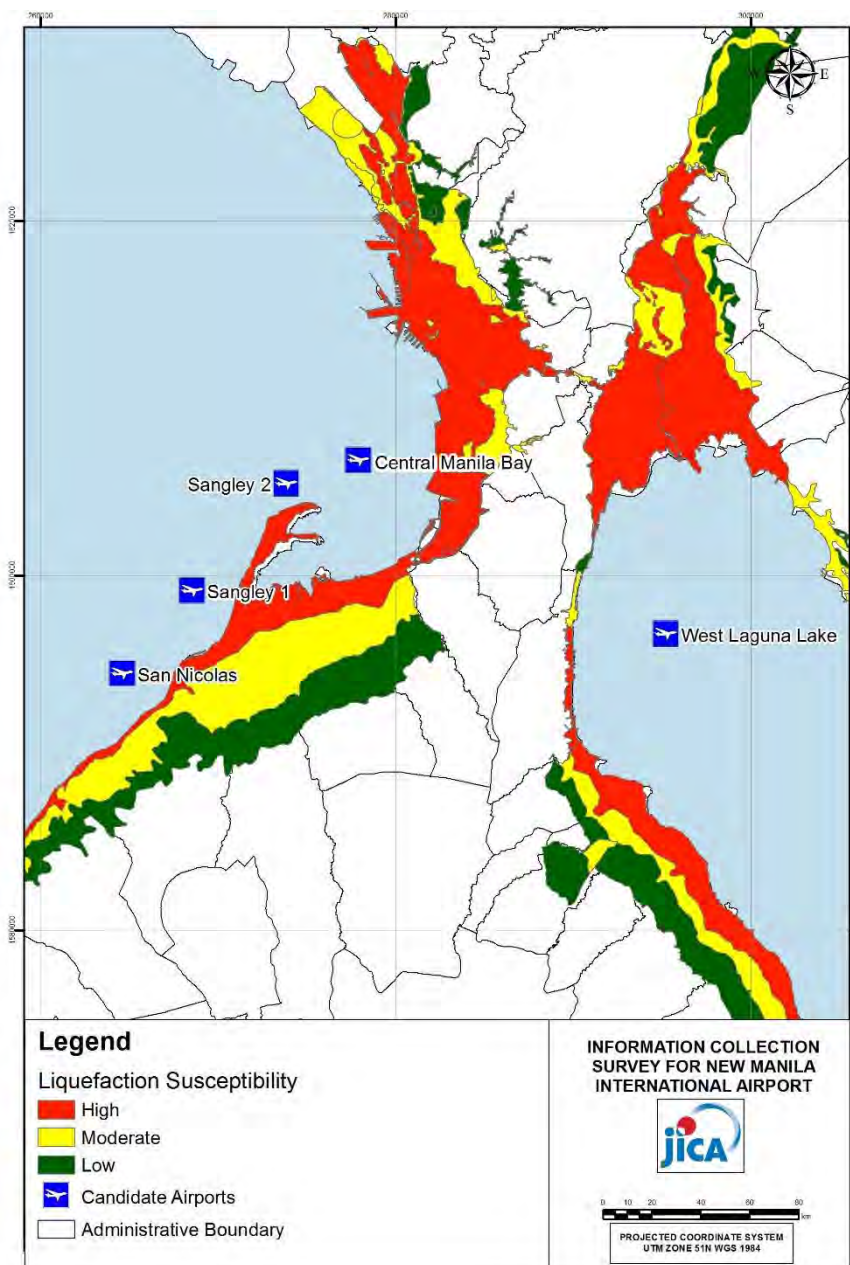
過去に起こった液状化の事象の報告もある。液状化は、1990 年 7 月 16 日に発生したマグニチュード 7.8 の地震の際に、Dagupan 市で起こった例をみると、SPT おける N 値が 15 以下の緩い泥から細砂の間、そして浅い地下水レベルの場所で発生した。液状化は通常、地下 15m 以内の深さの地盤で起こる。

埋立地は一般的に、液状化の可能性があるとされている。粒度、SPT における N 値が低い、浅い地下水レベル、といった液状化を引き起こす構成要素は、埋め立てプロジェクトでは、最初から備わっているものである。違いは、通常、液状化を引き起こす地震源の潜在能力次第である。全 5 候補地において、液状化の可能性はある。

液状化の可能性を検証するにはいくつかのレベルがある。

- 微地形や地質学的環境に基本的に基づいた地質学的検証
- 粒子の大きさ、深さ、水位を考慮に入れたボーリング検査による地質学的検証
- 地質工学的変数、掘削補正、表面加速度を考慮した定量的液状化可能性分析 (例 Seed and Idriss)

しかしながら、今後実施する調査の段階においては、埋め立て前後の定量的液状化可能性分析を含んだ詳細な地質工学的検証を行うことを強く提言する。



出所：PHIVOLCS のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-6 液状化ハザード

### 7) 地震に起因する海底地滑り

全 5 候補地における海底もしくは湖岸は、実際には平らもしくはなだらかである。これら 5 候補地に何らかの影響を与える可能性のある急斜面もしくは海底峡谷は存在しない。

しかしながら、埋め立てによって生じる斜面があり、斜面形状、沿岸保護の自然、使用された材料の工学的性質等を考慮して、不具合に対するモデル化を図る必要がある。斜面安定解析は、今後実施される調査の段階で実施されるべきである。

## 8) 津波

全ての地震が津波を引き起こす訳ではない。津波を引き起こす可能性のある地震の条件は、次の通りである。i) 震源が沖合に位置している、ii) マグニチュードが十分に強い、iii) 地震源が浅い場所にある、iv) 縦方向のひずみが生じている。

津波の発生源は、遠隔地にあるか近傍地にあるかに分けて説明した方が良い。遠くて距離のある発生源では、例えば津波が南アメリカの西海岸沖で発生した津波は、24時間かけてやって来るなど、津波が到達するまでにゆとりをもって警告時間を取ることが出来る。

反対に、近傍地もしくは局所的発生源である場合、十分な警告時間を取ることは出来ない。津波発生源とそれが対象地に着くまでの時間は、数分ほどの間隔しかない。

国の西側の海岸線に位置しているために、マニラ湾を襲うことの出来る遠隔の津波発生源は存在しない。マニラ湾に津波が来るとすれば、震源地がマニラ湾口に直面している必要がある。震源地が南側のかかなり遠くにある場合は、それにより発生する津波は Lubang 島や Mindoro の北西部でそらされる。震源地が北側のかかなり遠くにある場合は、Bataan 半島によってマニラ湾は守られる。湾口にある Corregidor 島の存在が、考慮すべき主要課題である。

しかしながら、マニラ海溝は、マニラ湾口のすぐ外側に位置している。マニラ海溝は、津波の局所的発生源として考慮する必要がある。

フィリピンの津波ハザードマップでは、マニラ湾が津波に襲われる可能性が高い方に格付けされており、実際に過去に発生した事例もある。これは、内水湖であり津波に襲われる可能性のないラグナ湖とは逆である。

MMEIRS では、マニラ海溝で発生したマグニチュード 7.9 の地震が起こす津波ハザード (Corregidor 島とマニラ湾の形状による影響はないものと見做した場合) を推計している。津波の想定到達高は、平均 2m から最大で 4m に達し、地震発生後から 70 分程度で到達すると推計した。

2004 年 12 月にスマトラで発生した巨大地震の後、USGS は、マグニチュード 8 クラスの地震と付随して起こる津波の可能性を指摘した。これに応じて、PHIVOLCS は、想定を見直しているが、結果はまだ公表されていない。

図 8.5-7 は、MMEIRS で推計された起こり得る津波高を GCR の詳細標高に適用して作成した図である。ハザードレベルは、低から高までの 4 段階に分かれている。津波ハザードが高い地域は、海岸沿いの低地に位置している。津波浸水調査は、今後実施される調査の段階で、精査されるべきである。



出所：NAMRIA のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-7 津波ハザード



## 9) セイシュ（副振動）

マニラ湾側が津波に対して高い発生可能性を有しているのに対し、ラグナ湖は、津波こそないもののセイシュの可能性について考慮する必要がある。セイシュは、完全に囲まれたもしくは部分水域的に囲まれた水域で起こる定常波の一種である。また、超長波長に起因して発生する。その影響は、最も頻繁には気象効果（風や大気圧の変化）や地震活動により起こる津波のように、一つもしくはそれ以上の現象が干渉しあった水域における共振動により引き起こされる。

### 8.5.4 地盤災害ハザード（地震以外）の分析

#### 1) 沿岸ハザード

津波や液状化は、地震災害と沿岸ハザードの両方に分類することが出来るが、ここでは、地震ハザードとして前節で述べている。

##### a) 沿岸浸食、堆積作用、摩耗

埋め立てプロジェクトは、海岸沿いに堆積物を運ぶ沿岸潮流に干渉する可能性がある。これは、一方では海岸浸食を引き起こし、もう一方では逆に堆積作用を引き起こす。Cavite 砂州の存在と地理的形状を見れば、堆積物が運ばれ、どちらに運ばれていくかが分かる。

Cavite 砂州は、Maragondon に向かう道沿いにいくつもある西向きの支流によって運ばれた堆積物から形成されている。砂州の詳細地形とこれら支流の河口堆積物は、沿岸潮流が湾の外側からの波に運ばれて北東方向に運ばれていることを示唆している。

摩耗は、潮流のように素早く動く水によって引き起こされる、想定される沿岸ハザードの一種である。

San Nicolas Shoal の掘削は、堆積物の欠乏をもたらし、砂州の浸食の原因となる可能性がある。埋め立て自体による影響を検証する必要がある。従って、今後実施される調査の段階で、沿岸工学調査を実施するべきである。

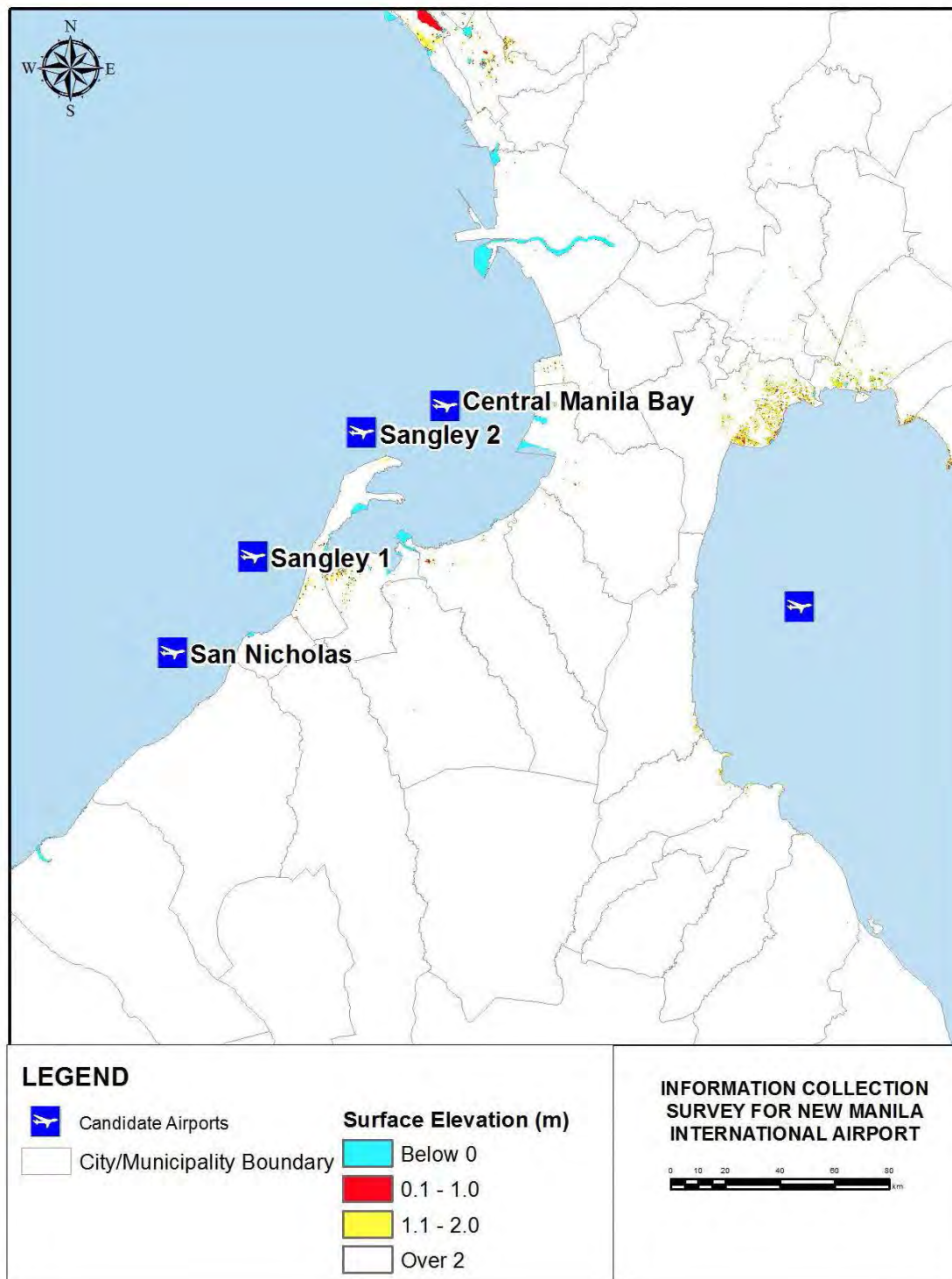
##### b) 高潮

マニラ湾の沿岸地域は、高潮に襲われる可能性が高い。最近発生した高潮は、2011年9月に発生した台風 Pedring の際に引き起こされ、埋立地に位置する Taft Avenue が浸水し、5つ星ホテルの有名レストランが被害を受けた。報道によれば高潮により埋立地にあったマンホールの蓋が数メートル飛び上がったとのことである。高潮は、災害を引き起こすことはないため、簡単に忘れられてしまう。マニラ湾にある候補地 1~4 において注意が必要である。

##### c) 沿岸洪水

気候変動によって引き起こされる海面上昇が、前述した津波や高潮の他に想定される

沿岸洪水の一つである。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、2100年における世界的な平均海水面の上昇幅が、SRES A1B シナリオの中間推計値で 0.6m であると推計している（ITR の表 7.2-5 を参照）。図 8.5-8 は、電子標高地図（DSM）を基に標高 1m 及び 1~2m である低地地域を示している。こうした地域は、海面上昇によって生じる浸水で被害にある可能性がある。



出所: SPOT DSM データを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-8 浸水ハザード

d) 地盤沈下

マニラ北部の Caloocan-Malabon-Navotas-Valenuela (CAMANAVA) 地域や、空港候補地 5 が面しているラグナ湖の西岸沿いの Muntinlupa 市の Barangays Tunasan 及び Putatan で、大規模な地下水取水による顕著な地盤沈下が発生している。

CAMANA 地域のケースでは、主張されている地盤沈下率が、計測の際に使われた方法のために論争の種になっている。計測は、円錐状低下に関連している井戸で全て行われた。その結果、計測された内容は、地域的な地盤沈下を示すものではなかった。Barangays Tunasan 及び Putatan で、West Valley Fault に沿って起こった断層の変位は、断層に沿って地盤沈下が集中していたことから、地下水取水が原因として大きく影響していたということが分かった。地下水取水量が減少すると、変位は沈静化したと言われている (Daligidig、聞き取り調査)。

2) 洪水ハザード

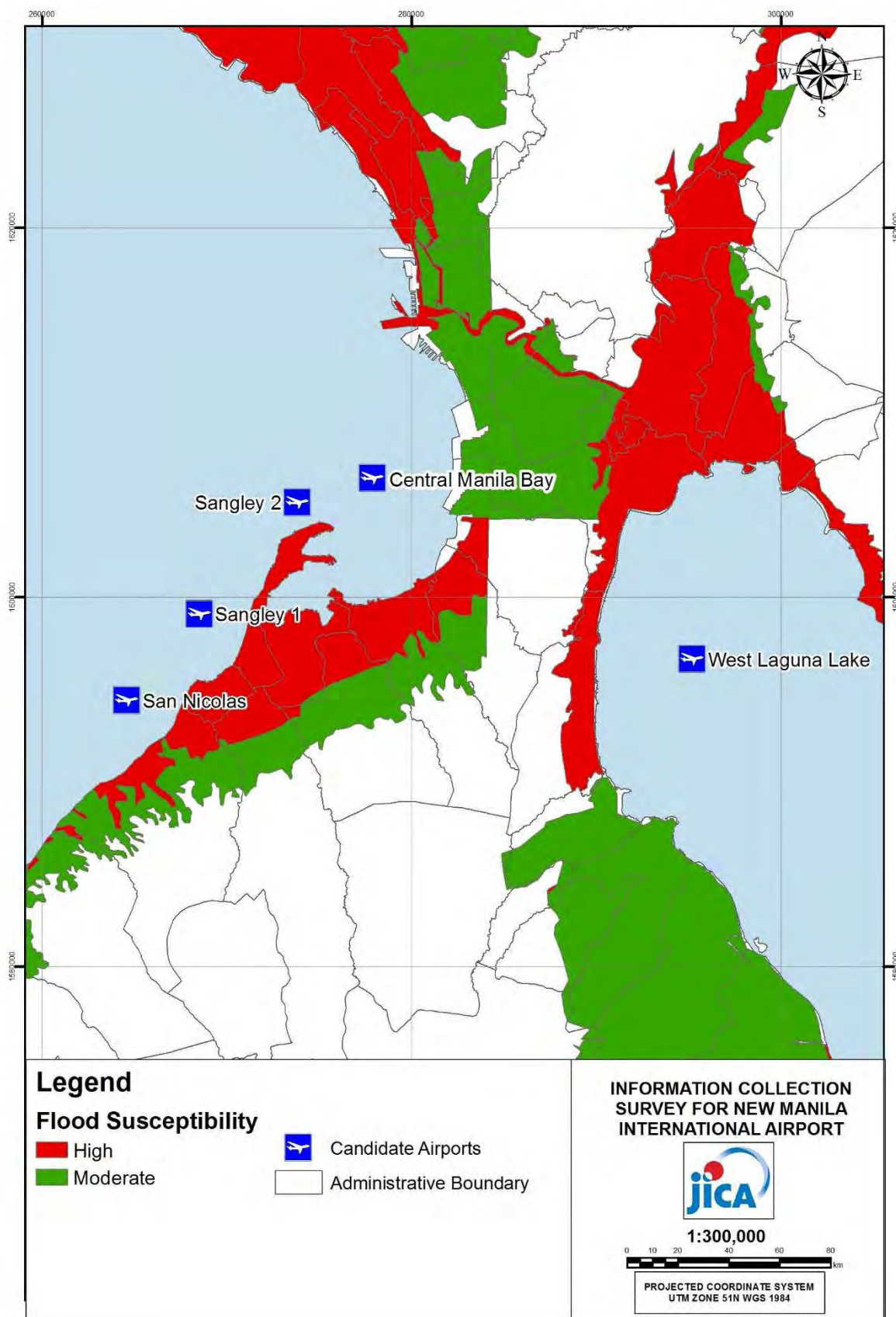
洪水は、GCR において、最も頻繁に起こる災害である。近年の洪水の状況は、マニラ湾とラグナ湖に分けて述べることにする。図 8.5-8 は、低から高の 5 段階で MGB によって評価された GCR の洪水ハザードマップである。

a) マニラ湾における浸水

マニラ湾にある 4 つの候補地には洪水の問題があるが、候補地そのものの問題というよりは、埋め立てプロジェクトに向かい合っている本土においてより問題となる。

真偽は定まっていないが、Cavite coastal expressway における埋め立てが、Las Pinas、Bacoor、Cavite の排水に影響を与えていると言われている。

同様に、洪水の可能性についての問題を、候補地 4 では Naic、Tanza、Rosario の、候補地 3 では Kawit、Las Pinas、Paranaque の地方政府から、指摘されることが有り得る。候補地 1 及び 2 では、Cavite 砂州が細くて縦断する大きな流れもないため、同様の問題が挙げられる可能性は低い。



出所：MGB のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-9 洪水ハザード



b) ラグナ湖における浸水

空港の5番目の候補地は、ラグナ湖西岸の沖合の、Muntinlupa 及び San Pedro の管轄水域の中に位置している。

表面積 950km<sup>2</sup>、集水域 45,000km<sup>2</sup> に及ぶ国内最大の淡水湖であるラグナ湖は、21 の支流が流れ込んでいる。平均水面高度は、1~2m の間である。平均深度は、2.8m でしかない。

現在、水門が設置されている Manggahan 及び Napindan 運河が唯一の出口である。Taguig 川は、Napindan 運河に流入している。Manggahan 及び Napindan 運河はどちらも、北に向かって大きな集水域を持つ Marikina 川に流れ込む。そして、Marikina 川の水は、Pasig 川を通過してマニラ湾に注ぎこむ。そのため、ラグナ湖及び Marikina 川の外にある唯一の出口は、Guadalupe の近辺で細くなる Pasig 川である。

洪水の間、Manggahan 及び Napindan 運河の水門は、洪水の水が Marikina 川からラグナ湖へ一時的に貯水されるように開かれている。洪水が収まれば、水は解放され、Pasig 川からマニラ湾へ流される。

湖の沿岸地域は、2009年9月に発生した台風 Ondoy や、2012年8月の Habagat でのモンスーンの雨の際に、1ヶ月にもわたって浸水が続いた。これらは、1970年の台風 Yolanda 以来、メトロマニラを襲った最悪の洪水であった。

こうした Ondoy や Habagat の経験が、一度きりの事例ではないと考え得る形態学上の証拠がある。NAMRIA で出版されている縮尺 1:50,000 及び 1:10,000 の地形図を見ると、Taguig 川及び Napindan 運河には、上流域の終点にある入江に三角州があることが分かる。しかし、常識で言えば、三角州は下流域の終点の河口にあるべきものである。これは、Guadalupe にある Pasig 川におけるボトルネックによって、Marikina 川が洪水の際に、ラグナ湖に向かって逆流しているためと考えられる。

JICA によるメトロマニラの洪水マスタープラン調査では、メトロマニラの Taguig からラグナの Los Banos までの 47km に及ぶ堤防を、橋梁やポンプ場、補助的な洪水水門と一緒に、整備する必要性を述べている。この堤防は、6車線の高速道路としても提供され、現在事業化が進められている。プロジェクト予定地を、図 8.5-10 に示す。

沿岸の堤防では守られない地域のコミュニティ住民が、洪水の可能性の問題を提起する可能性がある。空港のために埋め立てた空間分の水量が、洪水の水を押し出し、洪水位が高くなる可能性があるというものである。



出所：DPWH

図 8.5-10 ラグナ湖における洪水防御のために必要な堤防

### 3) 火山ハザード

#### a) 活火山

“The Catalogue of Active Volcanoes in the Philippines” には、Regions III 及び IV-A において 3 つの活火山がリストアップされている。これらは、Pinatubo 山、Taal 火山、Banahaw 火山である。

Pinatubo 山は、噴火前は標高 1,745m であり、Zambales、Tarlac、Pampanga の 3 市町の境界線上に位置している。また、マニラ湾にある候補地 1~4 が向かい合っている、Bataan 半島の Natib 第四紀火山や Mariveles 火山を含むマニラ海溝の活火山ベルトの一部を形成している。

450 年の休眠を経て、Pinatubo 山は 1991 年 4 月 2 日に、火山の北北西斜面において蒸気を噴出する 5 つの火道を作って火山活動の兆候を示し始めた。世紀の噴火は、1991 年 6 月に起こり、5km<sup>3</sup> の灰が噴出し、噴煙柱は高さ 40km に達した。灰は、24 時間以内に全世界を覆い、平均地球気温を 1 度下げた。この噴火によって、現在は火口湖になっている 2.5km に及ぶカルデラが形成された。

30cm の灰の層が、ラグナ湖と Taal 湖の間の地域で観測された。この灰のデイサイト構成は、Tagalog 地域南部にみられるデイサイトを含まないとされている第四紀火山とは違う。

デイサイト灰の下の層は、1990年の賞味期限が記されたポップコーンの包み紙を含むゴミを含んでいた。デイサイト灰層は、1991年の Pinatubo 山噴火を反映している (Quebral, unpublished field notes)。

ラグナ湖と Taal 湖の間にあるこの地域で、もし Pinatubo 山噴火の時のように 30cm の灰が降ったら、どの空港候補地も降灰を避けられるという理屈はどこにもない。

Pinatubo 山噴火の間、地上にいた他の飛行機と同様に、少なくとも 16 機の商用機が、6月 15 日の噴火で排出された灰雲の中を飛行中に故障に遭遇した。これにより、2 機の飛行機のエンジン 1 基ずつの推進力を喪失させた。ボーイング 747 の 1 機で 4 基のエンジンを含めて、全部で 10 基のエンジンが故障し取り換えられた。エンジンへの硫酸塩鉱床の蓄積を含む飛行機とエンジンへの長期間にわたる故障が報告された。噴火はまた、フィリピン空軍の最近引退し当時 Basa 空軍基地に屋外保管されていた Vought F-8s 航空隊にも、取り返しがつかないほどの被害を与えた。

Batangas の Taal 火山は、Taal 湖の中心を占めている。これは、標高が 311m しかない世界で最も低い火山の一つである。この島は、実際 35 の円錐形火山と 47 のクレーターからなっているが、海底火山の形状も等深線図から読み取れる。Taal 火山は、過去に 33 回の噴火をした歴史がある活火山で、最近の噴火は 1977 年 10 月 3 日である。

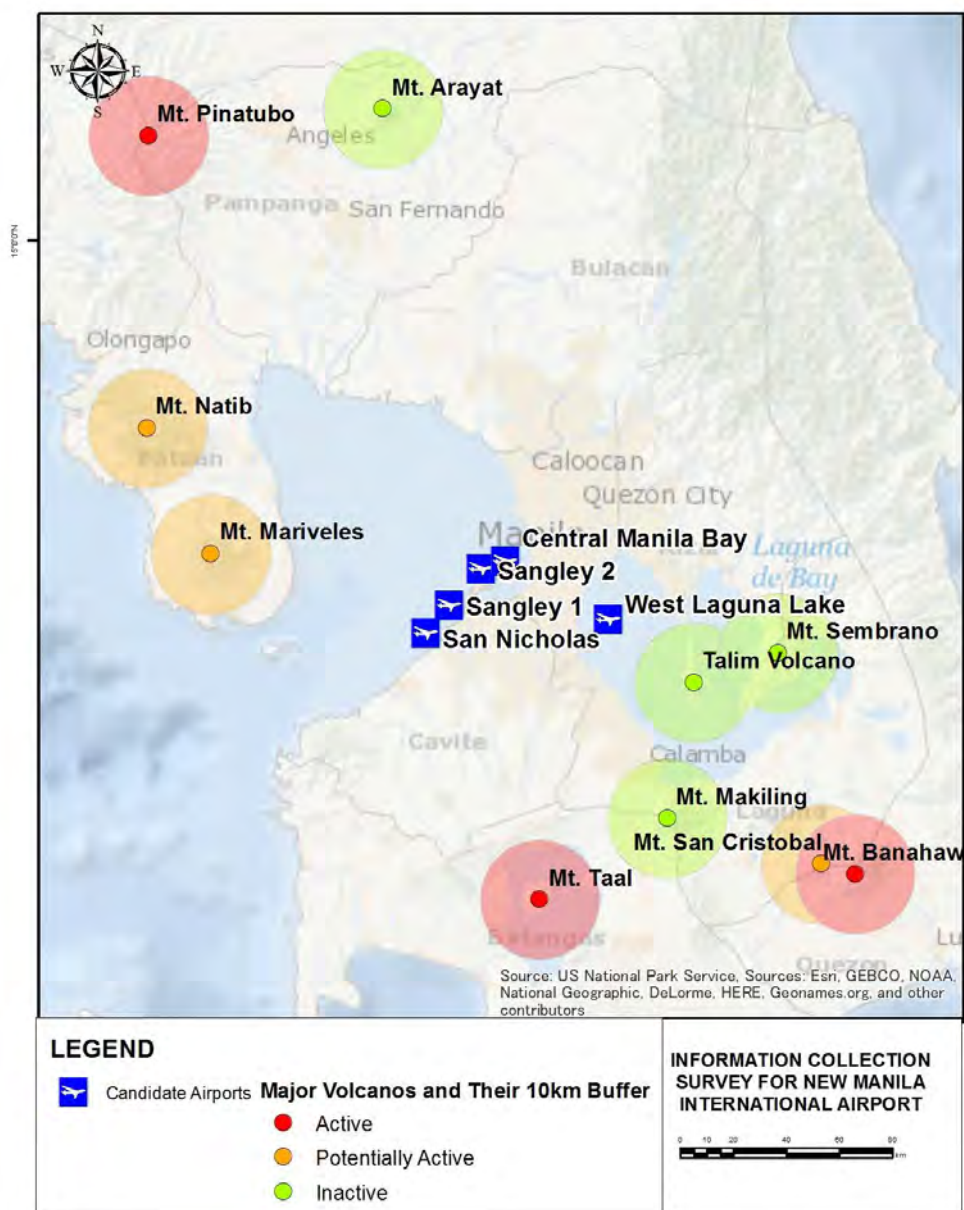
Banahaw 山は、標高 2,169m であり、ラグナに位置する活火山である。過去に 3 回噴火した記録があり、最近の噴火は、1843 年であった。

b) 活火山の可能性のある火山

Laguna と Quezon 州の境界線上に位置する San Cristobal 山と同様に、マニラ湾の候補地 1~4 に向かい合う Bataan 半島に位置している Natib 山及び Mariveles 山は、活火山の可能性がある。

c) 休火山

フィリピンにおける火山リストには、以下の活動していない火山、円錐形火山、岩頸が載っている。i) Pampanga の Arayat 山及び Pangasinan と Nueva Ecija にある岩頸、ii) ラグナ湖地域の Talim 火山及び Sembrano 山、そして、iii) Makiling 山、Macolod 山、Batulao 山、さらに Cavite、Batangas、Laguna の円錐形火山とカルデラ湖地域、である。



出所：PHIVOLCS のデータを基に JICA 調査団が作成

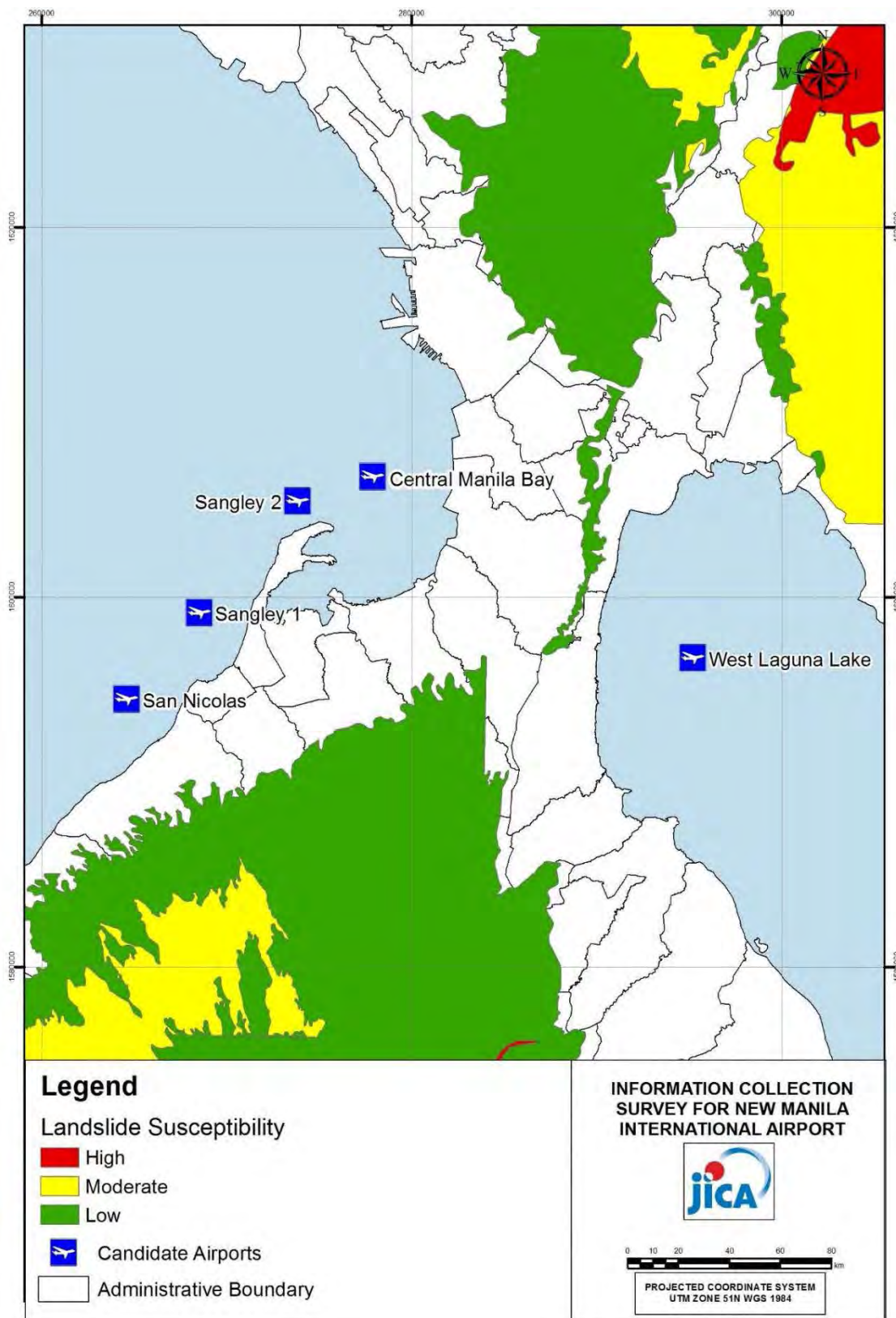
図 8.5-11 火山の位置と半径 10km の範囲

4) 斜面不安定性（海底地滑り）

埋立地は、どこも平坦である。地滑り、岩盤崩落もしくは岩盤滑落の問題は一つもない。しかしながら、上述の通り、今後実施される調査の段階で斜面安定解析によって、埋立地の斜面は検証すべきである。

図 8.5-11 は、MGB が作成した Geo-hazard Map に示されている地滑りハザードマップを示している。地滑りハザードのレベルは、低から高まで、3 段階に分けられている。





出所：MGB のデータを基に JICA 調査団が作成

図 8.5-12 地滑りハザード

### 8.5.5 マルチハザードマップ

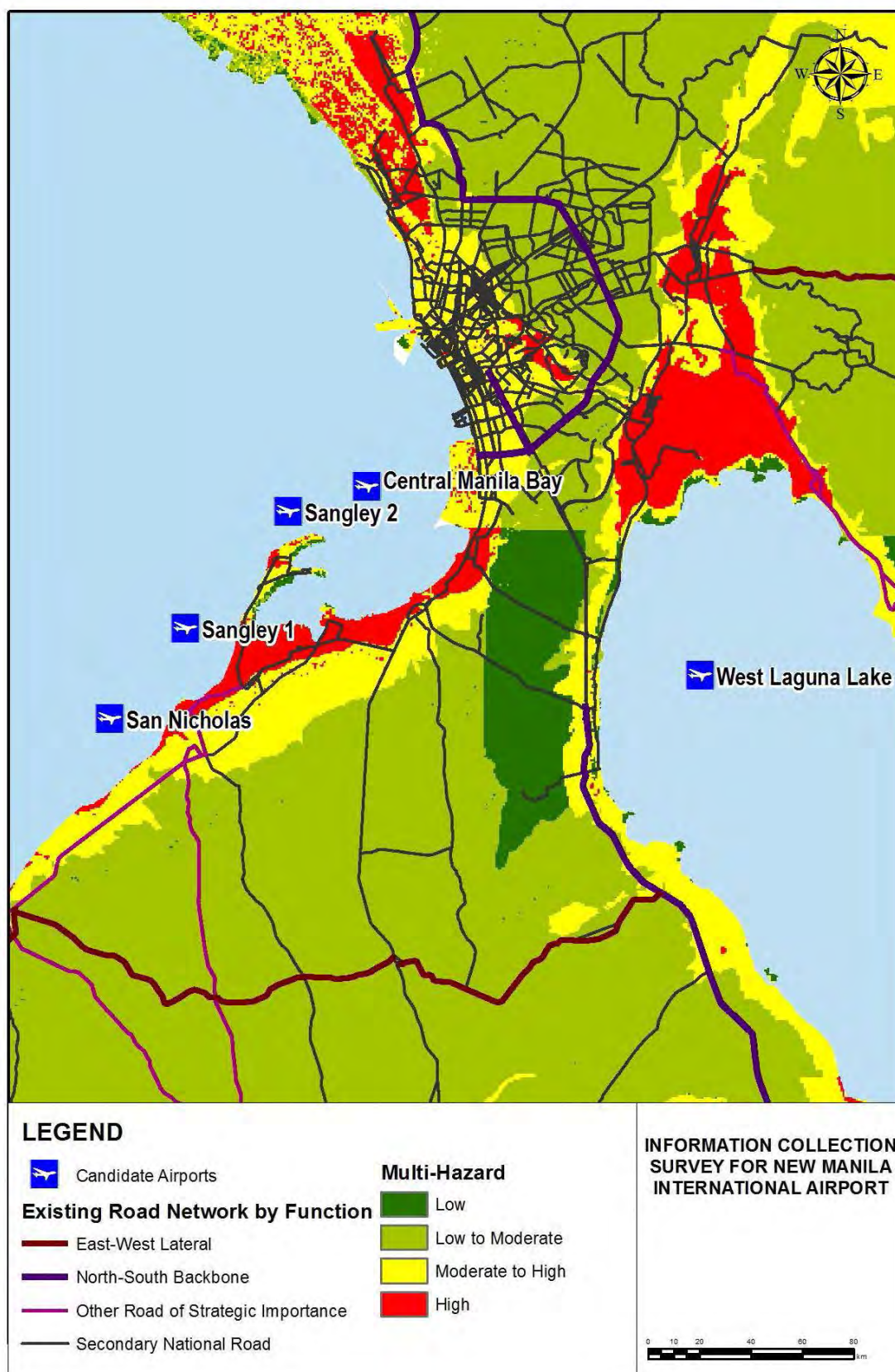
収集されたハザードマップは、様々なハザードの高い地域が複数重なっている地域を明らかにするため、ハザードレベルを一定の基準を持って得点化し、重ね合わせ加工を加えることによってマルチハザードマップに編集した。以下のハザードマップを3~4段階でハザードレベルを分類し使用して、この分析を行った。

- i) 洪水：高、中～高、中、低～中
- ii) 地滑り：低・中・高
- iii) 液状化：低・中・高
- iv) 津波：低、低～中、中～高、高

ハザードレベルに応じた点数は、小グリッド単位で足し合わされ、図 8.5-13 に示すハザードマップに編集された。赤く塗られた地域が、複数のハザードの高い地域が重なっている、ハザードレベルのもっとも高い地域である。さらに、既存及び将来の道路ネットワークの位置を重ね合わせることで、空港のアクセス交通の安全性を検証することが出来る。最もハザードの高い地域は、マニラ湾に面している地域や、Marikina 川流域のラグナ湖に接する地域である。これらの地域は、洪水、液状化、津波のハザードが重なっている。

空港のアクセス交通は、起こり得る自然災害に対して強靱に整備されるべきである。5つの空港候補地全てが海上に位置しているため、アクセス交通の構造は注意深く検討されるべきである。それに加え、GCR で何らかの深刻な災害が発生した場合を考慮して、緊急輸送路の非常時安定性を維持するために、空港への代替アクセス道路も確保されるべきである。

マルチハザードマップに採用されたハザードは、最大表面加速度を使った地震ハザードマップを含んでいない。それは、地震の強度が震源地との距離と地質によって決まるものの、GCR をカバーした総合的に分析されたデータがないためである。今のところ、MMEIRS だけが、マニラ首都圏をカバーした地震強度のハザードマップを作成している。



出所：様々な情報源のデータを使って JICA 調査団が編集

図 8.5-13 マルチハザードマップと既存道路網

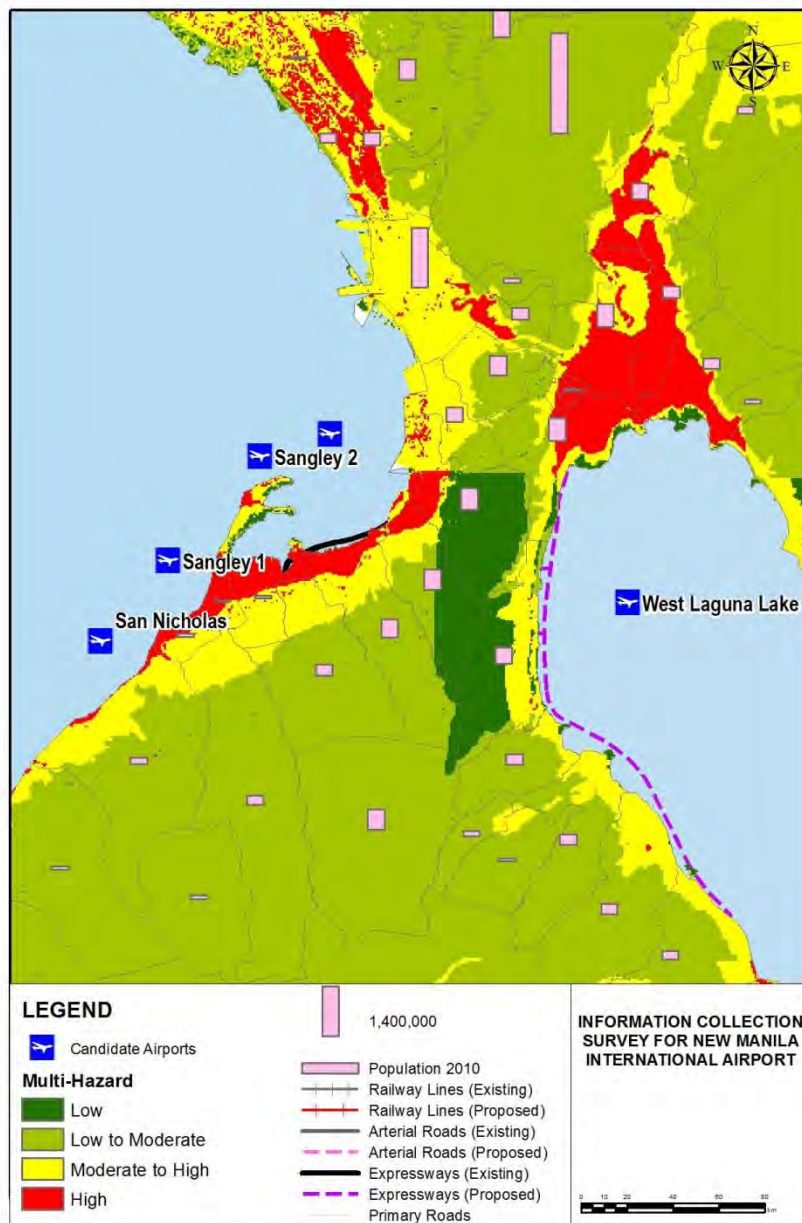


### 8.5.6 災害脆弱性

調査対象地域の脆弱性を、社会経済指標を使って分析する。

図 8.5-14 は、市町別人口分布をマルチハザードマップの上に重ねた図である。この図を使って、空港候補地へのアクセス需要を示す人口規模とアクセス道路を検証することが出来る。図 8.5-15 は、経済特区 (SEZ)・商業施設の分布図をマルチハザードマップと重ねた図である。この図を使って、空港アクセスの経済的需要を検証することが出来る。

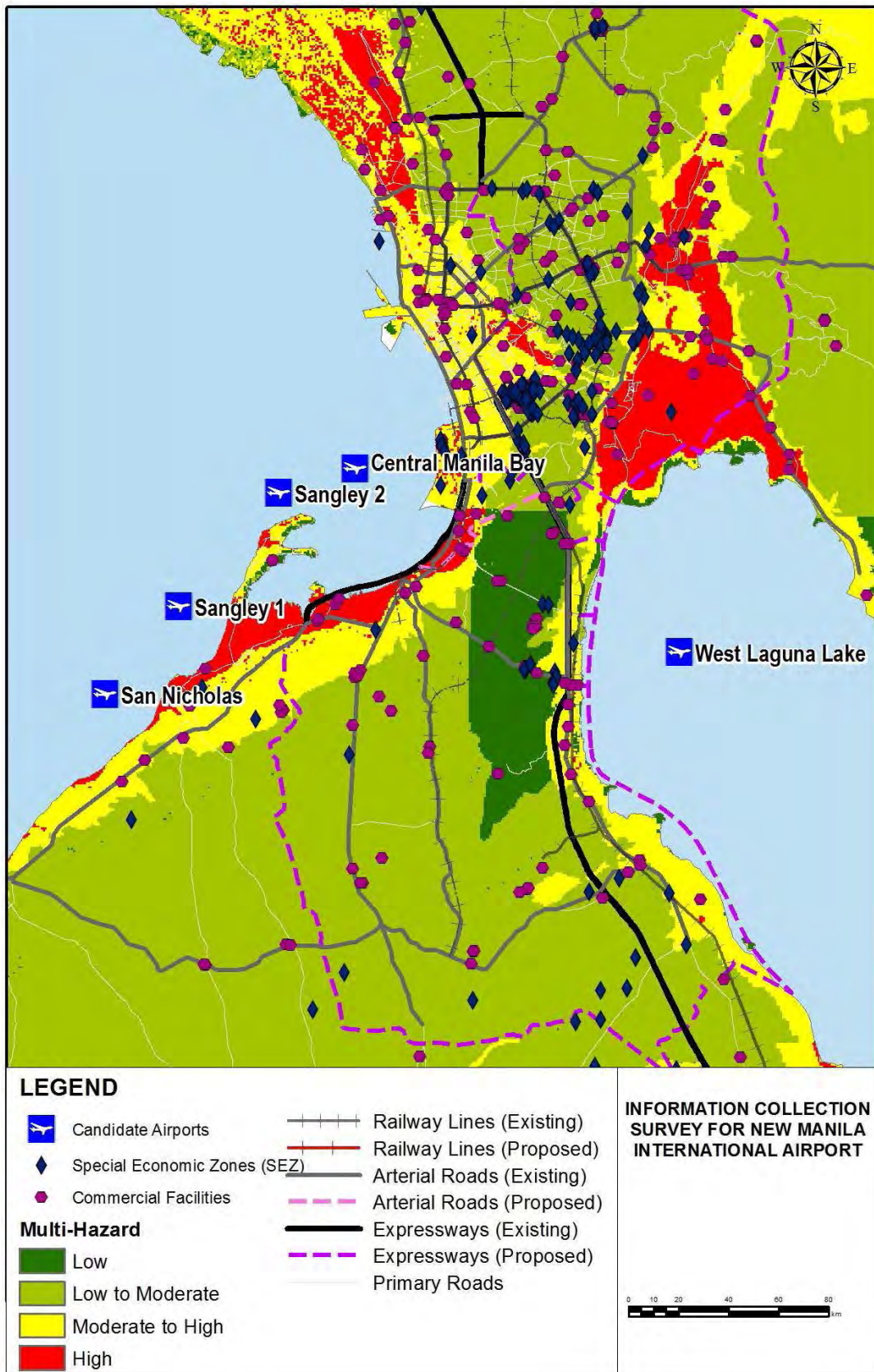
緊急時の運用のための代替アクセス道路を、ハザードが低く、かつ高いアクセス需要のある地域に整備すべきである。



出所：様々な情報源（人口は NSO）のデータを使って JICA 調査団が編集

図 8.5-14 マルチハザードマップと人口分布





出所：様々な情報源のデータを使って JICA 調査団が編集

図 8.5-15 マルチハザードマップと SEZ・商業地域

### 8.5.7 新空港候補地の検証

起こり得る全ての地盤災害ハザードについて、マニラ湾にある候補地 1~4 及びラグナ湖にある候補地 5 の得点チェックリストを、表 8.5-6 の通り作成した。地盤災害ハザードに当てはまらない候補地は黄色 (A) で、当てはまる、もしくは更なる評価が必要な候補地は緑色 (B) で、区分した。

表 8.5-6 地盤災害ハザードによる評価の概要

	候補地 1 サングレーポイントオプション 1	候補地 2 サングレーポイントオプション 2	候補地 3 マニラ湾中央	候補地 4 サンニコラスシヨールズ	候補地 5 ラグナ湖西岸
<b>地震ハザード</b>					
断層	A	A	A	A	A
断層クリープ	A	A	A	A	A
地震動	B	B	B	B	B
液状化	B	B	B	B	B
地盤沈下	B	B	B	B	B
地震誘導型地滑り	A	A	A	A	A
地震誘導型（海底）地滑り	B	B	B	B	B
津波	B	B	B	B	A
セイシュ	A	A	A	A	B
陥没穴崩壊	A	A	A	A	A
<b>沿岸ハザード</b>					
沿岸浸食	B	B	B	B	B
埋積作用	B	B	B	B	B
岬浸食	A	A	A	A	A
高潮	B	B	B	B	B
沿岸洪水	B	B	B	B	B
摩耗	B	B	B	B	B
地盤沈下	B	B	B	B	B
<b>河川ハザード</b>					
鉄砲水	A	A	A	A	A
浸水	A	A	B	B	B
土石流	A	A	A	A	A
沈泥	A	A	A	A	A
河岸浸食及び河道変更	A	A	A	A	A
摩耗	A	A	A	A	A
<b>火山ハザード</b>					
溶岩流	A	A	A	A	A

	候補地 1 サングレーポイントオプション 1	候補地 2 サングレーポイントオプション 2	候補地 3 マニラ湾中央	候補地 4 サンニコラスシヨールズ	候補地 5 ラグナ湖西岸
火砕流	A	A	A	A	A
火山泥流	A	A	A	A	A
泥流	A	A	A	A	A
土石流	A	A	A	A	A
降灰	B	B	B	B	B
弾道発射物	A	A	A	A	A
土石雪崩	A	A	A	A	A
火山性地震	A	A	A	A	A
落石	A	A	A	A	A
ガス	A	A	A	A	A
斜面不安定性					
地滑り	A	A	A	A	A
海底地滑り	B	B	B	B	B
落石	A	A	A	A	A
岩すべり	A	A	A	A	A
陥没	A	A	A	A	A

出所：JICA 調査団

### 8.5.8 結論

**地震ハザード：** West Valley 断層が近接する地震源として考えられる候補地 5 以外は、活断層もしくは活断層の可能性のある断層として知られている断層が横切る候補地はない。候補地 5 は、West Valley 断層の周辺で想定されるマグニチュード 7.2 の地震が発生すると大きな表面最大加速度による強烈な揺れに襲われる可能性がある。候補地 1～4 は、候補地 5 よりは相対的に低い表面最大加速度が予想される。従ってこのサイトは、特に基礎、空港施設、道路や鉄道といったアクセス交通の構造において、想定される地震に耐え得るように設計されるべきである。

全ての候補地が、地盤沈下と液状化の可能性がある。埋立地自体は平地にされていたとしても、埋立地の縁辺部沿いの海底斜面の安定性が問題となる。

マニラ湾は、津波に襲われる可能性が高い。マニラ海溝は、当該地域における津波の発生源とみなされている。ラグナ湖は津波の可能性はないが、セイシュ（閉鎖水域における共振周期を有する定常波）の可能性は調べるべきである。

**沿岸ハザード：** 埋立地は、海岸沿いに沈殿物を運ぶ沿岸潮流に干渉する可能性がある。これは、海岸浸食や埋積作用を引き起こす。マニラ湾は、津波や高潮の可能性がある。

洪水：ラグナ湖は、洪水時の水を一時的に貯めておく機能を有する。湖岸地域は、台風 **Ondoy** や **Habagat** の際には、浸水期間が一か月にも及んだ。洪水の可能性が予想に過ぎなくとも現実であっても、候補地 3～5 の周辺地域では、コミュニティ住民により洪水の問題が指摘される可能性がある。

火山ハザード：世紀の大噴火であった 1991 年の **Pinatubo** 山の噴火の際には、全ての候補地で降灰が確認されているが、発生頻度は低い。

### 8.5.9 提言

選択された候補地に関し、今後実施される調査の段階で、さらなる調査を行うことを提言する。その調査は、地質、詳細地震ハザード評価、地盤災害ハザード（地震以外）評価、地質工学（支圧強度、地盤沈下、液状化等）、沿岸工学といった詳細調査である。埋立材や岩石の採取地候補についても、調査を行う必要がある。しかしながら、想定される災害により引き起こされる被害は、適切な対策を施すことで、縮小したり適応したりすることが出来る。こうした対策は、自然災害に対して強靱である新空港を建設するためにも、検討すべきである。表 8.5-7 は、今後実施すべき詳細調査と、考慮すべき被害縮減策をまとめたものである。



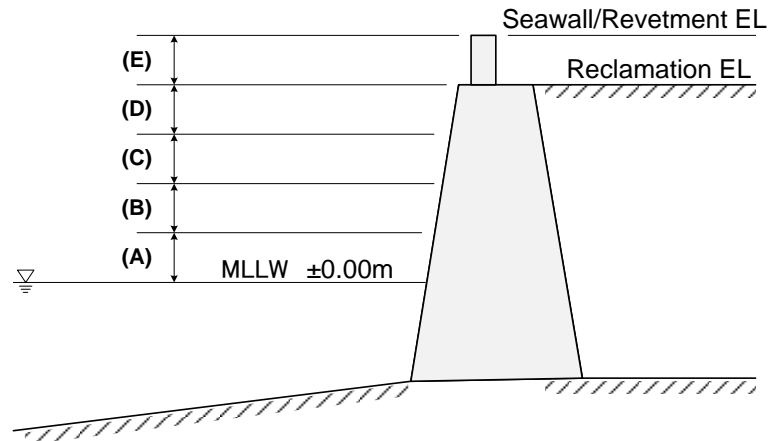
表 8.5-7 期待される詳細調査と考慮すべき被害縮減策

課題	詳細調査	被害縮減策
<b>地震ハザード</b>		
断層	無し	無し
地震動	<ul style="list-style-type: none"> <li>詳細地震調査（応答スペクトル、等）</li> <li>地質工学的精査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐震（構造的）設計</li> <li>地盤改質</li> <li>基礎設計</li> </ul>
液状化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質工学的精査</li> <li>液状化可能性分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤改質</li> <li>基礎設計</li> </ul>
地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質工学的精査</li> <li>地盤沈下分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤改質</li> <li>基礎設計</li> </ul>
地震誘導型（海底）地滑り	斜面安定性分析	海岸保全
津波	津波包括調査	海岸保全
<b>沿岸ハザード</b>		
沿岸浸食	沿岸工学調査（堆積物運搬モデル）	調査結果による
摩耗	沿岸工学調査（堆積物運搬モデル）	調査結果による
高潮	高潮包括調査	海岸護岸
沿岸洪水	無し	無し
<b>火山ハザード</b>		
降灰		<ul style="list-style-type: none"> <li>明確な灰柱がある火山噴火時における飛行制限</li> <li>必要であれば他の空港への避難計画</li> <li>PHIVOLCS や PAGASA の広報紙のモニター</li> </ul>
<b>地質工学的課題</b>		
支持力	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質工学的精査</li> <li>支持力分析</li> </ul>	基礎設計
地盤沈下	上記参照	上記参照
液状化	上記参照	上記参照
安定性	上記参照	上記参照
建設用材の入手可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩石の採掘可能な場所の検討、量及び質の決定（ダイヤモンド掘削、サンプル採集及び実験室試験）</li> <li>埋立材の採掘可能な場所の検討、量及び質の決定（海洋地質学的及び地球物理学的調査、サンプル採集及び実験室試験）</li> </ul>	

## 8.6 空港埋立造成用地のための護岸及び埋立基本構造の概略検討

### 8.6.1 想定埋立天端高と護岸地盤高

図 8.6-1 に示すとおり、護岸天端高と埋立地盤高は、マニラ湾とラグナ湖で想定される異常時水位、長期変動水位、更に、地盤沈下及び来襲波浪に対する越波を考慮し、以下より算定した。



出所: JICA 調査団

図 8.6-1 護岸天端高/埋立高さ決定

マニラ湾の4か所の候補地（サングレーポイント1、2、マニラ中央そしてサンニコラスショールズ）は、水位基準となる MLLW に対し、以下に示す変動量を考慮した護岸天端高及び埋立地盤高さとした。

(A)	既往最高潮位	+1.77	PPA マニュアルに示されるマニラ港の既往最高潮位を提供
(B)	既往津波／高潮履歴	+3.00	1863年の既往津波記録を適用
(C)	海面上昇	+1.70	IPCC 第五次影響評価報告書 SRES A1B ケースの予測海面上昇速度より2075年の海面上昇量を推定
	地盤沈下	+1.20	Siringan, et al. (2010)による地盤沈下速度より、2075年の沈下量を推定
(D)	余裕高	+0.53	
(E)	越波量低減	+1.00	許容越波量 0.02 m <sup>3</sup> /m/sec 以下となる必要高を設定

上記より、マニラ湾の埋立天端高は (A) - (D) の合計値とし MLLW+7.00m、護岸盤高さは (A) - (E) の合計値とし MLLW+8.00m とした。

ラグナ湖西の候補地は、水位基準となる MLLW に対し、以下に示す変動量を考慮した護岸天端高及び埋立地盤高さとした。

(A)	年平均最高湖水位	+2.50	LLDA の観測記録を適用
(B)	Laguna Lakeshore Expressway Project で考慮された嵩上高	+4.00	Laguna Lakeshore Expressway Project の道路計画高を適用
(C)	地盤沈下	+1.20	Siringan, et al. (2010)による地盤沈下速度より、2075 年の沈下量を推定
(D)	余裕高	+0.30	
(E)	越波量低減	+1.00	異常気象時に発生する風波や航走波に対し、許容越波量 0.02 m <sup>3</sup> /m/sec 以下となる必要高を設定

ラグナ湖の埋立天端高は (A) - (D) の合計値として MLLW+8.00m、護岸地盤高さは (A) ~ (E) の合計値として MLLW+9.00m とした。

## 8.6.2 護岸構造の概略設計

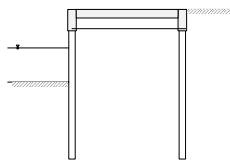
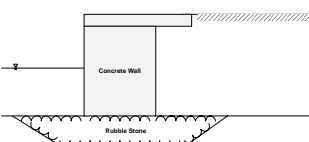
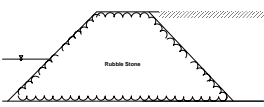
### 8.6.2.1 護岸

#### 1) 護岸構造形式の選定

一般的に空港埋立にかかわる護岸構造形式は、護岸延長が長いことから経済的な断面であること（おおよそ総延長 20km）、波浪・波に丈夫であること、重要な交通施設であることから沈下や液状化に対して構造的耐久性があること、更に、施工面で資材調達が容易であることが望まれる。さらには各候補地とも埋立高が 15m を超え壁高が大きい構造形状が求められることから、適用可能な護岸構造形式は限定されるのが実情である。

上記を考慮し、表 8.6-1 に示すとおり、鋼管矢板式護岸、重力式コンクリート護岸、緩傾斜護岸の 3 種類の護岸構造タイプを選定し比較検討を行った。各構造形式は、表に示す通り、構造的剛性、施工実績、波浪に対する湾内静穏性、材料調達の可能性、施工性、メンテナンス性、施工期間及び工事費の 8 項目に対し比較を行った。その結果として、緩傾斜護岸が空港埋立護岸として選定された。

表 8.6-1 護岸構造タイプ別対比表

Structure Type	Steel Pipe Sheet Pile	Gravity Concrete Wall	Gentle Slope
Schematic Drawing			
Structural Rigidity	Good	Good	Good
Track Record	Many for quay	Many for quay	Many for seawall/revetment for reclamation
Wave Calmness	Poor Reflected waves generated	Poor Reflected waves generated	Fair Less wave reflection
Material Procurement	Fair But depends on market availability	Fair But required fabrication yard and crane barges	Fair
Workability	Moderate	Moderate	Easy
Maintenance	Required for corrosion protection	Not required	Not required
Construction Period	Longer	Longer	Shorter
Cost	Higher	Higher	Lower
Evaluation			Recommended

出所: JICA 調査団

表 8.6-2 に示す通り、緩傾斜護岸形式は、被覆構造種類の違いにより更に細分化される。表より、マニラ湾の候補地は、台風時に発生する異常波浪制御対策工が求められることから、コンクリート消波ブロックを被覆した傾斜護岸形式が、海上空港の埋立護岸として施工実績も多数有していることから、推奨される。

ラグナ湖西岸の候補地については、基本護岸構造はマニラ湾における護岸形式と同様であるが、マニラ湾と比較して波浪の影響が少ないため、傾斜部の消波ブロックやブロック設置に伴い斜面を急勾配にすることは不要となる。



表 8-6-2 傾斜護岸タイプの比較

護岸形式	自然石による護岸	消波護岸	緩傾斜護岸
護岸の外観			
護岸の特徴	構造安定性; 所要重量などの仕様を満たす自然石の調達が必須。 耐波性; 自然石を用いるため、施工時の管理が難しい。 軟弱地盤上の親和性; 特に問題ないが、超軟弱層には適切な地盤改良が必要。	構造安定性; 自然石と比較して品質や重量などの管理が容易。 耐波性; 他の比較案に比べて良好。 軟弱地盤上の親和性; 特に問題ないが、超軟弱層には適切な地盤改良が必要。	構造安定性; 自然石と比較して品質や重量などの管理が容易。 耐波性; 堤体法面で波を遡上させやすいなど、外海には適さない。 軟弱地盤上の親和性; 緩傾斜であるため、他の比較案に比べて良好であるが、超軟弱地盤には適切な地盤改良が必要。
施工性	期間内に仕様に沿った被覆石が適切な価格で入手できる場合、比較案中では最も単純な工事である。	工種が多数に及ぶが、外海に面した工事には適切な形式である。	浅い水深、静穏な水域に適する。
環境配慮	候補地における親和性は高いが、採石場となる地山周辺での環境にも留意が必要。	特に問題はない。	消波ブロックによる被覆護岸と比べて環境性能は良好であると言われる。
経済性	石材が適切な価格で入手できる場合は、経済性に富む。	消波工の効果により越波や遡上高を抑制できるため、埋立天端高を低く設定でき、総工事費を抑える傾向にある。	同じ条件下では工事費が高くなる。
用途	部分的な利用。マニラ湾の候補地における陸側護岸などに採用することが適当である。	マニラ湾の候補地などに採用することが適当である。	ラグナ湖の候補地などに採用することが適当である。

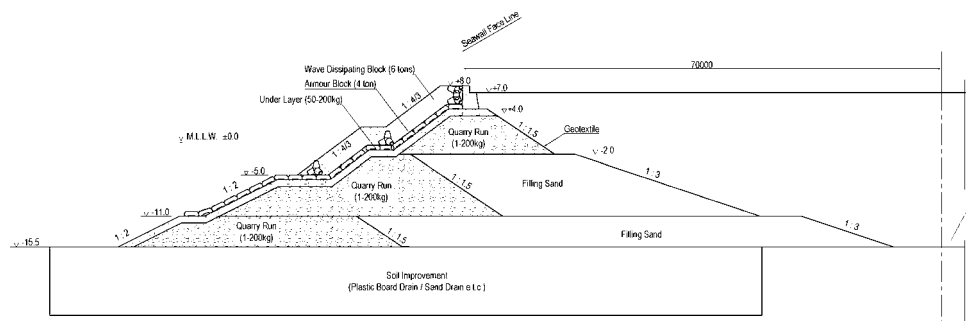
出所: JICA 調査団

## 2) 護岸の標準断面構造

一般的に護岸型式を大局すると；傾斜堤（法面勾配が 1 : 1 及びそれより緩い護岸）、直立壁（及び法面勾配が 1 : 1 より急傾斜なもの）、法面上に消波構造を持つもの（法面そのものが消波機能を備える場合、あるいは法面上にその構造を付加する場合）などが考えられる。

法面上に消波構造を持つ護岸は耐波性に優れるだけでなく構造的にも安定しているため、新空港の重要性を考えると、海上に位置する埋立地周囲の護岸にはこの形式を採用することが望ましい。

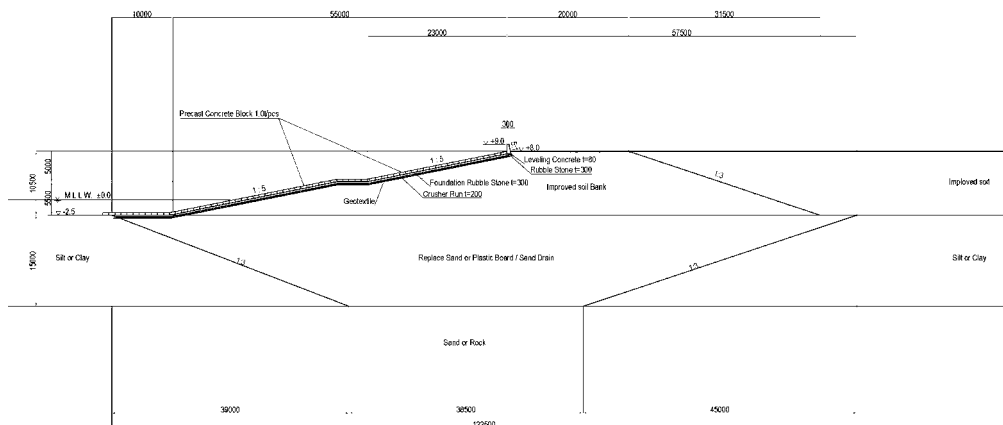
特にマニラ湾に計画する護岸は予想される高潮位と波浪に耐え、かつ越波による冠水から後背地を防御する必要があるため、図 8.6-2 に示す消波護岸形式を採用した。



出所: JICA 調査団

図 8.6-2 標準的なマニラ湾における護岸構造

一方でラグナ湖西（LGL）については、広大な湖に位置する候補地で波浪も小さく、波の遡上や越波に対する対策工の必要性も低い。したがって標準断面形は図 8.6-3 に示すとおりとした。



出所: JICA 調査団

図 8.6-3 標準的なラグナ湖における護岸構造

a) 消波ブロック重量

マニラ湾の候補地における護岸の消波ブロック必要重量は、各地点における護岸別の設計波からハドソン式を用いて算出した。

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D \Delta^3 \cot \theta}$$

ここに、W (ton) ; 設計所要重量

$\gamma_r$  (N/m<sup>3</sup>) ; 消波ブロックの単位体積重量

H (m) ; 設計波の整理で求められた各所の波高

$K_D$  ; 採用するブロックに個別の係数 (テトラポッドの場合  $K_D = 8.3$ )

$\Delta$  ; ( $\rho_r / \rho_w - 1$ )

$\rho_r, \rho_w$  ; 使用するブロックと海水の比重

$\theta$  ; 法面角度

表 8.6-3 所要消波ブロック重量 (参考)

単位 ; t/pc

番号	護岸方向	護岸距離*	SNS	SG1	SG2	MBC
①	沖方向	6.1km	6.0	6.0	6.0	6.0
②	沖向右手	4.1km	4.0	6.0	3.0	3.0
③	沖向左手	4.1km	4.0	4.0	6.0	6.0
④	陸方向	6.1km	-	-	-	3.0
区間を代表する設計波 (m)			3.75	3.89	3.82	3.27

Note;  $k_d = 8.3$  以上。ハドソン式により算出。

\* 幅50mを越波対策の緩衝帯とし、管理用道路として供用する。

### 8.6.2.2 埋立造成

#### 1) 候補地の位置とその特徴

5カ所の埋立空港の候補地は図 8.6-4 から図 8.6-8 に示すとおり、4カ所はマニラ湾に位置し、残る1カ所はラグナ湖内に位置している。また各図にはそれぞれの候補地における地盤構成について示している。サングレーポイント (1) 及び (2) (SG1 及び SG2)、マニラ湾中央(MBC)の候補地の平均水深は約-10mである。一方、サンニコラスショールズ(SNS)では平均-7m程度、ラグナ湖(LGL)では平均水深-2.5mである。各候補地で想定される埋立計画高さはマニラ湾地域で+7m、ラグナ湖では+8mである。サングレーポイント (1) 及び (2) においては、本調査においてボーリング調査が実施された (各候補地に対して6カ所) が、その他の候補地 (マニラ湾中央、サンニコラスショールズ及びラグナ湖西岸) については実施されて

いないため、各候補地で実施された既往調査などのボーリング調査の結果より想定した。各候補地の候補地とも粘土層が確認された。

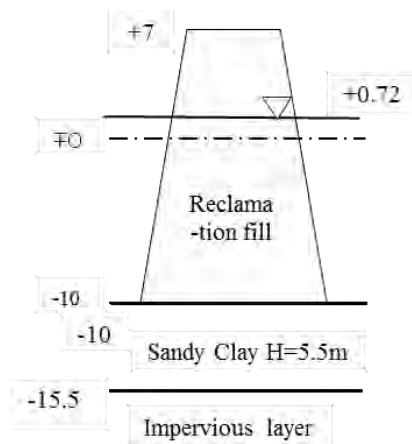
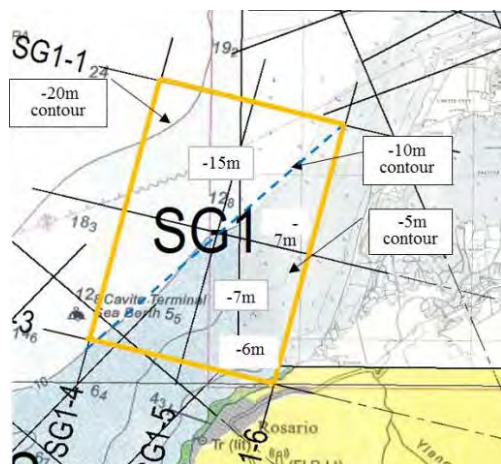


図 8.6-4 埋立法線と平均地盤条件 (SG1)

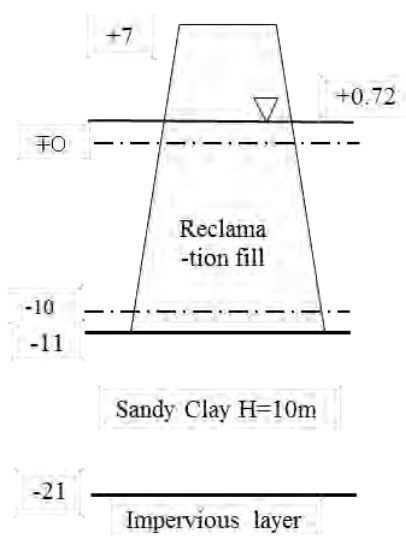
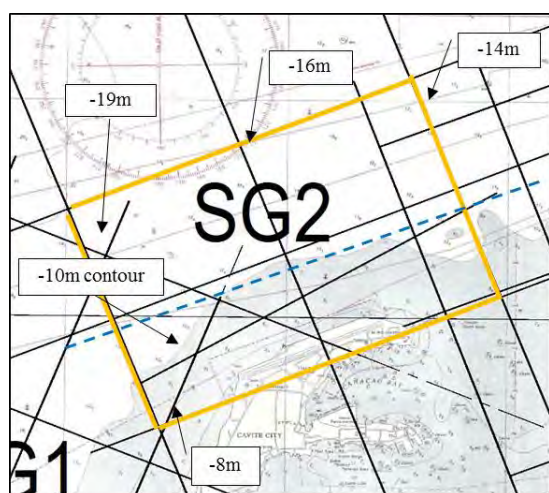


図 8.6-5 埋立法線と平均地盤条件 (SG2)



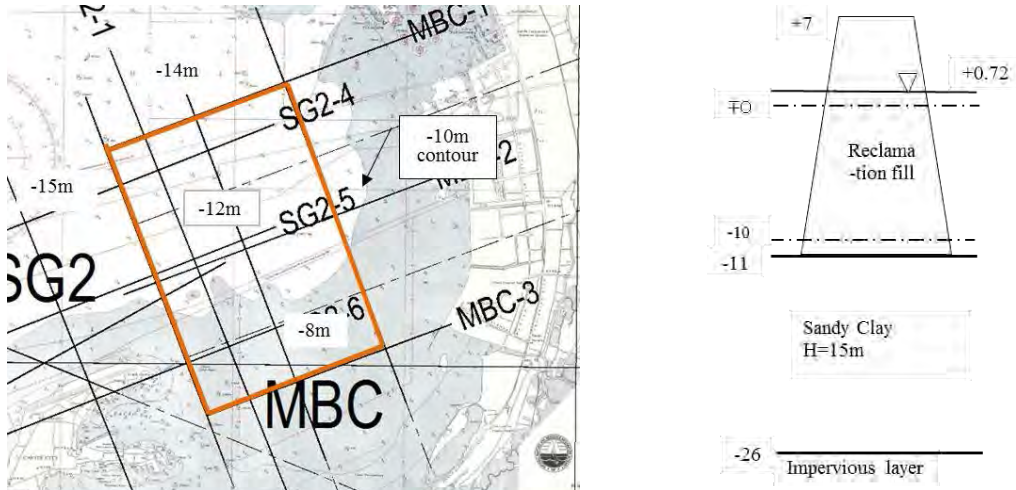


図 8.6-6 埋立法線と平均地盤条件 (MBC)

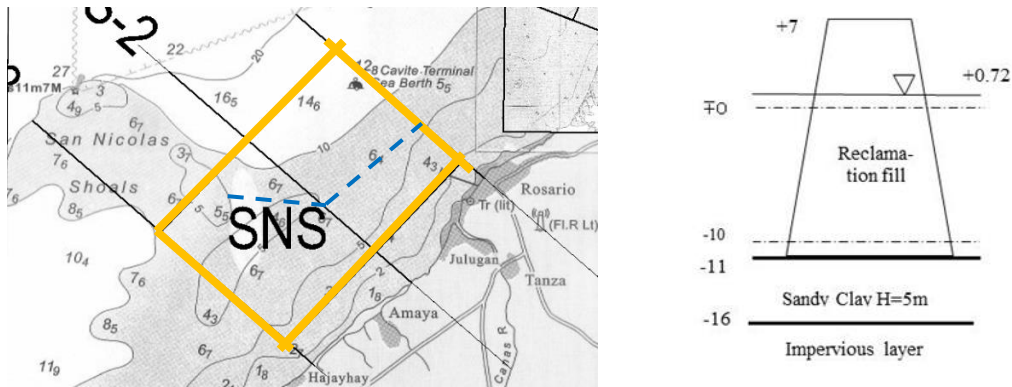


図 8.6-7 埋立法線と平均地盤条件 (SNS)

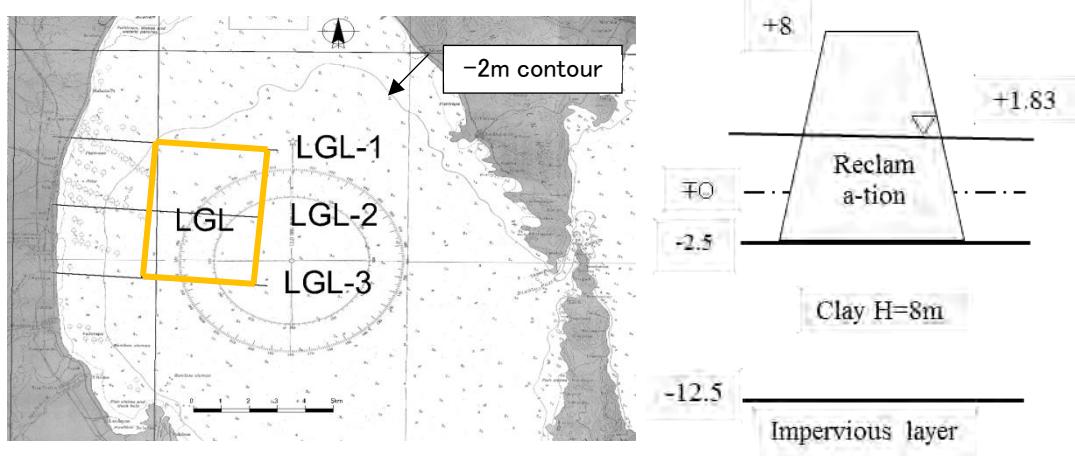


図 8.6-8 埋立法線と平均地盤条件 (LGL)

## 2) 埋立材の入手可能性

### a) マニラ湾

PRA によって実施された **Pre-Feasibility Study<sup>1</sup>** によれば、埋立に適した砂質土は図 8.6-9 に示すようにサンニコラスショールズに広く分布し、新空港のための埋立材として十分確保可能とのことである。図 8.6-10 はサンニコラスショールズの中心から、各埋立地までの距離を示した。

一方で、図 8.6-9 は海底表面から粘土層が分布している場所があることも示している。このような粘土層は、埋立土砂として不適であるため、通常は撤去し土捨場に投棄されるため、実施設計段階では、“サンドサンプラー”等の装置を使い、砂層・粘土層の分布を詳細に把握する調査が行われる事が望まれる。

### b) ラグナ湖

LLDA との協議において、i) ラグナ湖での埋立行為等には、ラグナ湖周辺から資材を調達すること、ii) 道路建設のための埋立工事の入札が進行中であり同プロジェクトに関連する土取り場の情報は開示できない、iii) 同プロジェクトは大量の埋立材を利用するが、一部不足している、であることがわかった。また、ラグナ湖周辺の土は、ヒアリング調査に基づく当地の土質条件より、粘性土であるため、埋立材として適していないことも判明した。

上記を考慮し、ラグナ湖底に堆積する土砂にセメントを混ぜて埋立材として改良し、この改良土を埋立材とするものとした。図 8.6-11 は、湖底土の採取場所と埋立計画地を示したものである。

なお、この湖底土の埋立材への活用は、埋立により消失するラグナ湖の貯水能力低下を軽減することに寄与する利点も有している。

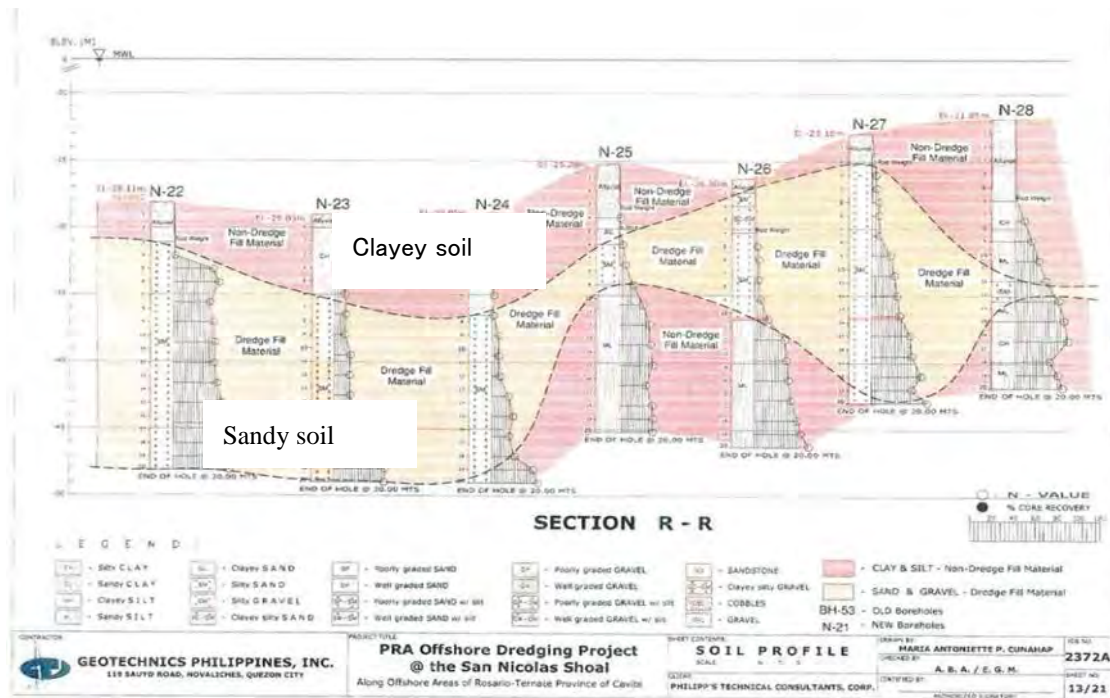


図 8.6-9 サンニコラスショールズの成層

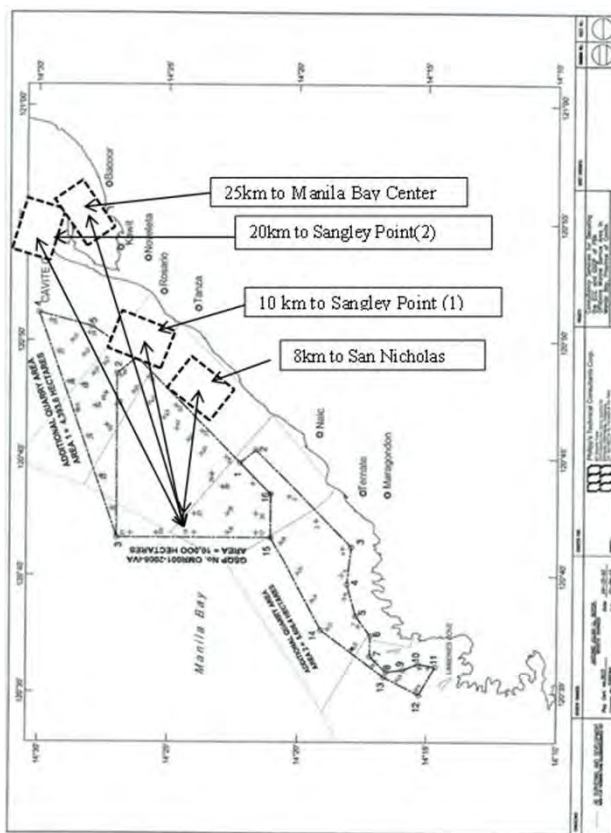


図 8.6-10 浚渫位置と距離(マニラ湾)

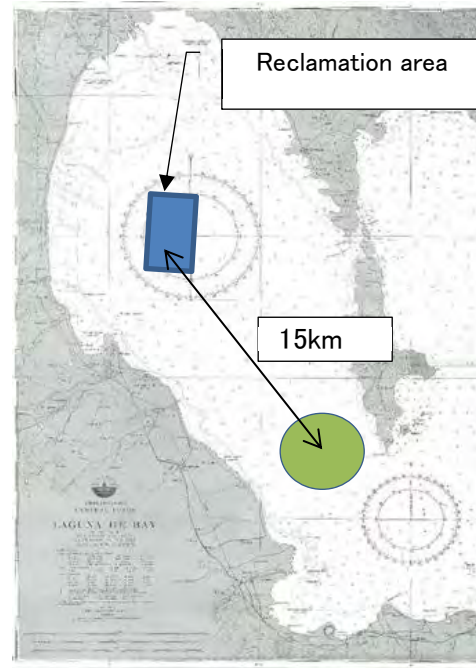


図 8.6-11 浚渫位置と距離(ラグナ湖)

### 3) 圧密沈下

圧密沈下量は式 8.6-1 により算定した。

$$S_f = \frac{C_c \times H}{(1+e_0)} \times \left(1 + \frac{\Delta P}{P_c}\right) \quad \text{式(8.6-1)}$$

ここに、 $S_f$ ;粘土の沈下量,  $C_c$ ;圧縮指数,  
 $H$ ; 粘土の厚さ、,  $e_0$ ;粘土の初期間隙比,  
 $\Delta P$ ; 増加荷重,  $P_c$ ;圧密降伏応力

片面排水条件の場合の時間～沈下関係は、式 8.6-2 で得られる。

$$t = \frac{H^2 \times T_v}{C_v} \quad \text{式 (8.6-2)}$$

ここに、 $H$ ;粘土の厚さ (m),  $C_v$ ; 圧密係数(m<sup>2</sup>/day),  
 $T_v$ ; 圧密係数

沈下量の計算は、図 8.6-3～図 8.6-7 までの成層図にもとづいて、海底面から計画盛土高さ間の荷重により、式 8.6-3 によって沈下量を求めた。なお、必要な盛土厚さは、最終的に計画高さを確保できる埋立て厚さとした。表 8.6-4 は、各候補地の圧密沈下量を示したものである。

表 8.6-4 各候補地での圧密沈下量

	H(m)	e0	Cc	Planned		Additional Fill	
				GL	S(m)	GL	S(m)
Sangley(1)	5.5	1.8	0.5	+7	1.10	+8.1	1.1
Sangley(2)	10	1.8	0.5	+7	1.58	+8.7	1.7
MBC	15	2	1	+7	4.02	+11.7	4.7
SNS	5	1.8	0.5	+7	0.97	+8.0	1.0
LGW	10	2.5	1.2	+8	3.33	+11.2	3.7

出所：JICA 調査団

表 8.6-5 は時間沈下量を示したものであり、圧密度が 80%に達するのに最低でも 10 ヶ月を必要としており、圧密促進工法による地盤改良が必要である。

表 8.6-5 80%圧密度に到達する時間

	Tv at U=80%	Cv	H	t at U80(month)
Sangley(1)	0.567	0.03	5.5	19
Sangley(2)	0.567	0.03	10	63
MBC	0.567	0.01	15	425
SNS	0.567	0.03	5	16
LGW	0.567	0.01	10	189



#### 4) 液状化対策

前項 7.3 で示した液状化ハザードマップにおいて、5 か所の候補地については地震による液状化の可能性が高い地域に属していることが示されている。また候補地の埋立材として用いられる海砂は、液状化が発生する可能性が高い材料であるため対策が必要である。図 8.6-12 は日本国内の港湾設計基準に基づくダイアグラムで、材料粒径と液状化の関係を示したグラフである。サンニコスショールズを候補地の埋立材のソースとして採取される砂は高い係数で均等係数高い土砂であることが想定されることから、液状化が発生するため、必要な液状化対策が求められる。

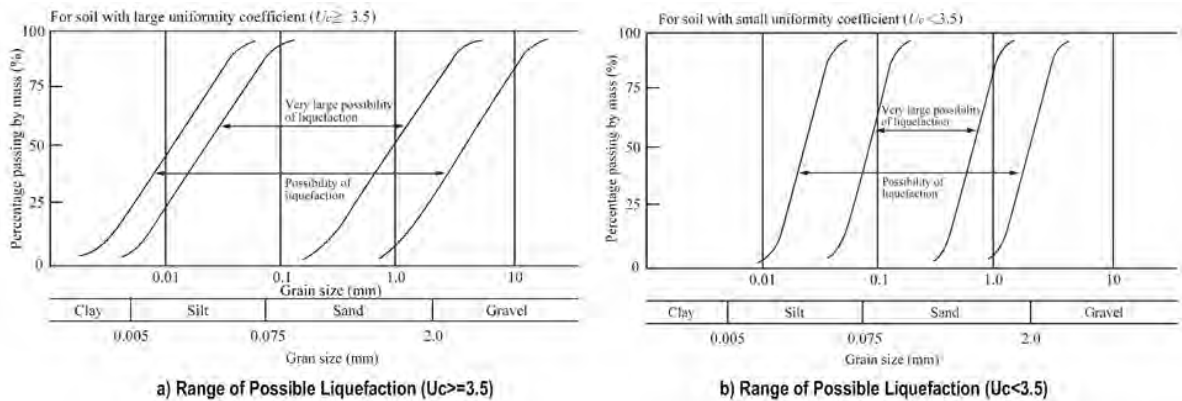


図 8.6-12 粒径サイズに基づく液状化判定ダイアグラム

#### 5) 地盤改良

##### a) 圧密促進工法

圧密沈下促進対策を行わない場合、圧密沈下は一年以上の期間が予想されることから、工期短縮の観点から、圧密促進を目的としたバーティカルドレーンが必要である。図 8.6-13 はバーティカルドレーンの原理を示したものである。この工法は、粘土中の間隙水は盛土荷重によって押し出され沈下となるが、排水距離も短くするために鉛直砂杭を打設して、砂杭を通じての圧密排水を促進させる工法である。粘土中の水は、圧密荷重による過剰間隙水圧の上昇によって、鉛直杭へ排水され、鉛直杭を通じ水平ドレーンを通じて外部に排水される仕組みである。

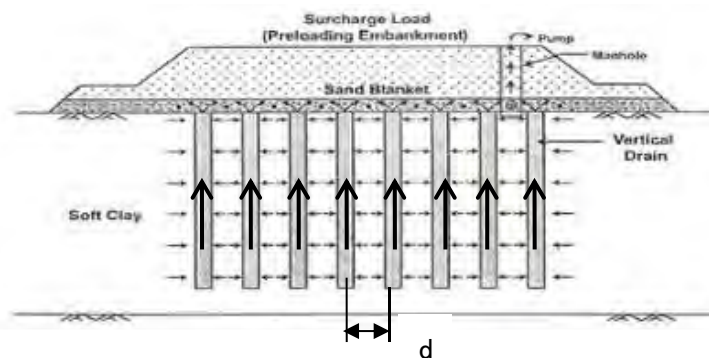


図 8.6-13 バーティカルドレーンの概念図

バーティカルドレーンは、ドレーンの材料が砂のサンドドレーン (SD) とドレーン材料を工場製作するプレファブリケートドレーン (PVD) の 2 種類に大別される。表 8.6-5 は地上及び海上における SD と PVD の比較表である。

SD 工法は、近年日本では、海砂の枯渇のためにほとんど使われておらず、PVD が主流であり、世界的にも同じ傾向となっているようである。先例では、我が国の関西国際空港の埋立工事にも採用された実績をもっている。このため、コスト、施工性、調達施工機械を考慮して、PVD 工法が妥当な工法である。

表 8.6-6 サンドドレーン(SD)とプレファブリケートドレーン(PVD) の比較

圧密促進工法	施工	陸上施工(埋立後)		海上施工(埋立前)	
	ドレーン材	PVD	サンドドレーン	PVD	サンドドレーン
特徴		-世界的に実績豊富 -打設機豊富	-過去の実績豊富 -海砂の枯渇問題のため近年少ない	-関西空港建設時に実績あり。 - 工事減少により、打設船はない。	-過去実績豊富。 -日本からの運送コスト大。 -海砂現象で近年実績現象。
Note: ○ ; Advantage ● ; Dis advantage △ ; Uncertain		Note: B=100mm, t=2~3mm	Note: 径≒ 500mm	Note: ドレーン幅 190mm, 12 連装打設	Note: D=400mm, 12 連装打設
施工能率 (1 機当り)		2,500m	380m	7,000m	3,500m
直接工事費	施工単価 (USD/m)	-材料 : 1.0 -工事 : 1.5 = 2.5 \$/m	○材料 : 5 ○施工 : 12.5 = 17.5 \$/m	○材料 : 2.5 ○施工 : 8.3 = 10.8 \$/m	○材料 : 4.1 ○施工 : 15 = 19.1 \$/m
	Mobilize. コスト	0	+ α	+ α	+ α
評価		○	-	○	-

出所: JICA 調査団

写真 8.6.1 に示すように PVD の材料としては、Plastic Board Drain (PBD) とファイバードレーン (FD) の 2 種類があげられる。FD は液状化層に推奨される動的圧密工法 (DCM) の動的圧密作用に抵抗できるドレーン材として可撓性や耐久性を有していることから、特に当地のような埋立地盤に対する圧密沈下促進対策工法として技術的に望ましい方法であるといえる。



a) PD



b)FD ファイバートレーン

写真 8.6.1 プレファブリケートドレーン材料

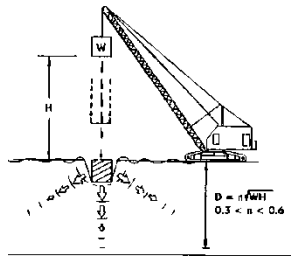
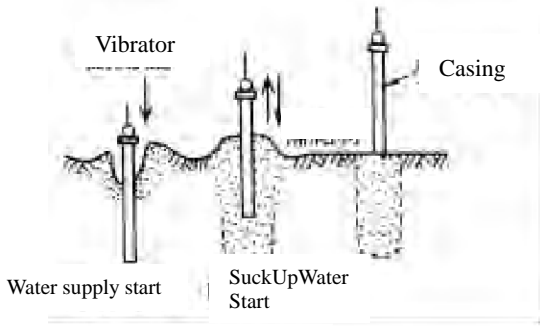
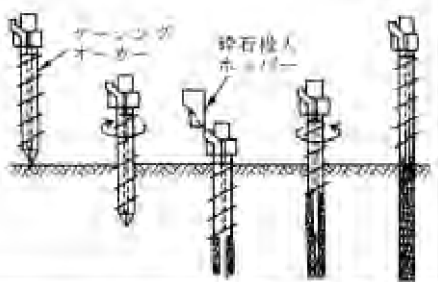
b) 液状化防止対策工法

マニラ近傍では大規模地震が予測されており、緩い砂で埋立てられた海上空港は液状化の発生が確実視される。このため液状化対策の地盤改良工事が必要である。

液状化対策の原理は、緩い砂地盤を締め固める方法と、地震時の過剰間隙水圧の消散を促進する排水能力の向上がある。表 8.6-7 は、各液状化防止対策工法を改良原理に基づきとりまとめたものである。単価は、日本国内の単価であるが、価格比としては、参照可能である。同表より、動圧密工法（DCM）が単純な施工性、かつ、経済性に優れていることがわかる。

表 8.6-7 液状化対策工法

原理	工法の概要	適用性	施工性	評価
			施工単価	
締固め	<p><b>サンドコンパクション工法 (SCP)</b></p> <p>ケーシングが地中に貫入され、改良層下端から砂を排出して、締め固めながらケーシングを上昇させる。</p>	<p>-砂、礫、建設残土</p> <p>-最大深度 20m</p> <p>-建設残土地盤の場合、所用エネルギーは大。</p> <p>-細粒分 15%以上の粘土質では、施工性が低い。</p>	<p>180 ～ 200m/日</p>	△
	<p><b>動圧密工法 (DCM)</b></p> <p>下図のように重錘を空中から落下させて同エネ</p>	<p>-砂、礫、建設残土</p> <p>-粘土分の多い改良対</p>	<p>55～70 m<sup>2</sup> /day</p>	

	<p>ルギーによって砂地盤を締め固める。重錘重量は、6トン～35トンで、落下高さは10～30mである。</p>  <p>(After ASCE)</p>	<p>象層で施工能率は低い。 -改良による体積減少を補填する土砂が必要。</p>	<p>7,000～ 9,000Yen /m<sup>2</sup> (補填材は含まず)</p>	
	<p><b>バイブロ不ローテーション工法</b> 緩い砂地盤は、振動させるロッドの貫入と過剰間隙水圧の消散によって締め固められる。締め固めによる体積減少分の砕石の挿入が必要である。</p> 	<p>-砂、砂礫 -深さ 20m まで可能 -建設残土等の場合は、ロッドの先端の破損の可能性あり。 -粘性土を多く含むと施工性が低下。</p>	<p>180～ 200m/日  17,000～ 20,000 Yen/m<sup>2</sup></p>	<p>△</p>
<p>透水性増加</p>	<p><b>グラベルドレーン工法</b> 所定の深度までケーシングを貫入させ、砕石を投入して砕石の柱を形成する。地震時の過剰間隙水圧は砕石ドレーン柱を通じて消散する。</p> 	<p>-砂、砂礫 -改良深度 ; 20m -建設残土の場合施工性低下</p>	<p>220～250 m/日  55,000～ 65,000 Yen/m<sup>2</sup></p>	<p>×</p>

出所: JICA 調査団

図 8.6-14 は、砂材による埋立地盤を DCM 工法で締め固めた際の N 値の分布を示す。この図より、DCM により、埋立直後の N 値が 5 回から 20 回以上に改良されていることがわかる。



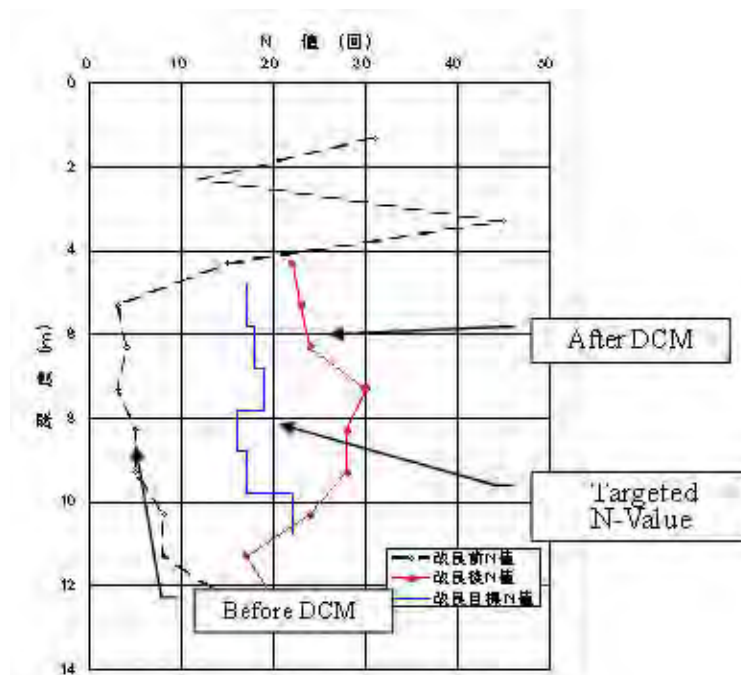


図 8.6-14 DCM 工法前後の N 値の深さ分布

### 8.6.3 主要工事の施工方法

#### 8.6.3.1 浚渫・埋立の施工方法

埋立の方法はマニラ湾とラグナ湖で異なるのでそれぞれについて概述する。

##### 1) サンニコラスショールズからの埋立材による埋立方法

埋立土量、土取場から埋立地までの距離、埋立地での水深等を考慮して、Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)が選択される。TSHD は、サクションによって砂と水の混合材を船体に吸い込み、自航式にて埋立地まで運搬し、船底を開くことによる直投、水深が不足する場合の水圧による吹き上げ(Rainbow work)によって埋立を行う。図 8.6-15 は TSHD の浚渫状況を示し、写真 8.6-2 は、吹き上げ中の写真である。土取り場の成層条件や TSHD の能力にもよるが、過去の類似埋立の事例から 1000 万 m<sup>3</sup>/月程度の埋立が可能である。

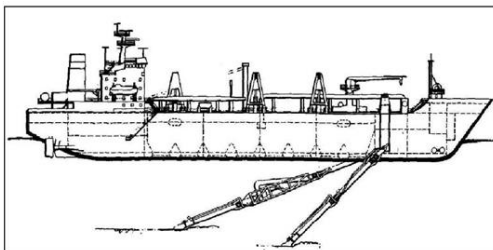


図 8.6-15 Trailing Suction Hopper Dredger



写真 8.6-2 TSHD による吹き上げ工

## 2) ラグナ湖の埋立方法

ラグナ湖の湖底に堆積した土砂にセメントを混ぜることで改良して埋立材として利用する。固定にはプラスチック袋等のゴミが堆積しており、Suction Dredger は使えない。このため湖底土の浚渫はグラブによる浚渫となる。浚渫された土砂をセメントミキシングプラントまで運搬し、混合して埋立予定地に投入する。写真 8.6-3 と写真 8.6-4 は、それぞれ浚渫中とセメント混合された土砂を示す。



写真 8.6-3  
クラムシェルグラブによる浚渫



写真 8.6-4  
セメント混合で改良された粘土

### 8.6.3.2 PVD

図 8.6-16 に示すように PVD が軟弱地盤層に打設されると、盛土による載荷荷重によって粘土層には過剰間隙水圧が発生し、ドレーン材を通じて粘土層内の間隙水は排出される。すなわち排出水が沈下量となる。写真 8.6-5 は陸上打設機と打設後の PVD を示している。

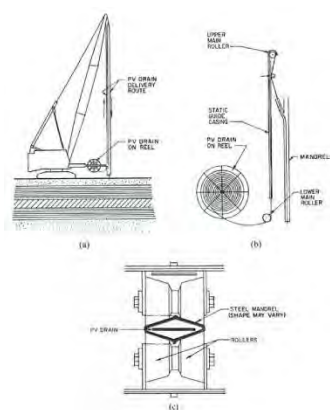


図 8.6-16 PVD 打設方法

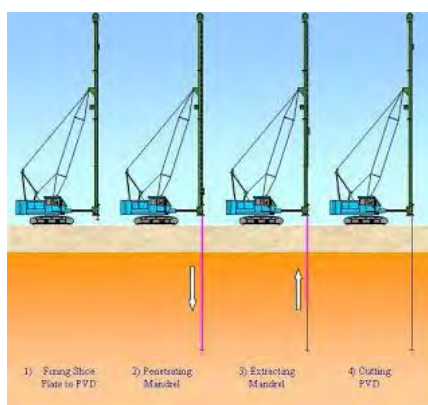


写真 8.6-5 PVD の陸上打設風景

### 8.6.3.3 動圧密工法 (DCM)

写真 8.2.6 と写真 8.2.7 は液状化対策としての動圧密工法(DCM)の施工状況を示している。同工法は、世界中で実績のある工法であり、日本でも多くの現場で導入されており、関西国際空港の埋立工事において実施された。

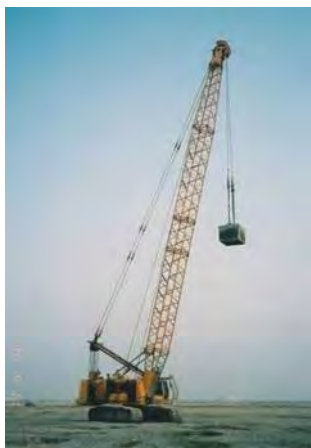


写真 8.2.6 施工機械



写真 8.2.7 関西空港での施工状況

## 8.6.4 概算工事費

### 8.6.4.1 数量

概算数量の算出は最新の情報収集結果に基づき算出したが、基本・詳細設計レベルの算出結果ではない。表 8.6-8 に 1,500ha の概算数量の算出結果、表 8.6-9 に 2,400ha の概算数量算出結果を示す。

表 8.6-8 概算工事数量 (1,500ha: 開港時)

No	項目	単位	SG1	SG2	MBC	SNS	LGL
1	護岸	M	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400
2	埋立	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	282	308	355	236	219
3	地盤改良						
3.1	PVD	10 <sup>6</sup> m	143	176	637	116	121
3.2	DCM	ha	1,110	1,110	1,110	1,110	

表 8.6-9 概算工事数量 (2,400ha: 最終期)

No	項目	単位	SG1	SG2	MBC	SNS	LGL
1	護岸	m	20,120	20,120	20,120	20,120	20,120
2	埋立	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	445	485	560	372	345
3	地盤改良						
3.1	PVD	10 <sup>6</sup> m	225	278	335	183	191
3.2	DCM	ha	1,751	1,751	1,751	1,751	

出所: JICA 調査団

### 8.6.4.2 総施工費

表 8.6-10、-11 は各候補地の埋立護岸構造に関する概算工事費を示す。表に示す値はまだ暫定的であり、今後の詳細な検討にあたっては、数量及び単価に関する照査が必要である。

表から明らかなように平均水深が浅いサンニコラスショールズがマニラ湾の埋立工事では最も安価となる。したがって、平均水深が深くなるマニラ湾中央に向かって、埋立コストは高くなる傾向を示す。



表 8.6-10 各候補地の埋立コスト (1,500 ha)

Million USD						
No	項目	SG1	SG2	MBC	SNS	LGL
1	護岸	1,218	1,429	1,485	1,112	2,704
2	埋立	3,529	3,847	4,437	2,950	13,767
3	地盤改良					
3.1	PVD	428	528	1,910	348	303
3.2	DCM	541	550	546	533	
	Total	5,716	6,354	8,379	4,942	16,774

出所: JICA 調査団

表 8.6-11 各候補地の埋立コスト (2,400 ha)

Million USD						
No	項目	SG1	SG2	MBC	SNS	LGL
1	護岸	1,409	1,652	1,717	1,286	3,127
2	埋立	5,564	6,066	6,997	4,652	21,709
3	地盤改良					
3.1	PVD	675	833	1,004	548	478
3.2	DCM	853	867	861	840	
	Total	8,501	9,418	10,580	7,326	25,314

出所: JICA 調査団

## 8.7 空港アクセス施設

### 8.7.1 基本条件

#### 1) 前提条件

本節で述べる空港アクセス施設は、マニラ新空港の候補地選定に向けての比較検討を目的に、既存の道路・鉄道ネットワーク及び各実施機関が計画している計画整備路線を元に検討をおこなった。アクセス交通に対する比較項目は、空港から市街地へのアクセス性やアクセス施設建設費の経済性とした。

現時点で推計されている新空港の利用者需要は多く、計画されている道路・鉄道ネットワークでは十分な交通容量が確保できない可能性が高い。このため、新空港建設を前提としたメトロマニラの包括的な都市交通計画を策定することが望ましいと思われる。新空港建設予定位置が確定した時点で、将来の道路・鉄道ネットワークの検討とともに、本節で提案するアクセス交通施設を見直されることが望ましい。

#### 2) 道路アクセス

空港アクセス道路はメトロマニラ中心部や近隣の都市からのアクセス性を考慮する必要があり、このアクセス性は道路ネットワーク（高速道路・主要幹線道路・集散道路）の強靭さに依るものである。メトロマニラの道路ネットワークと新空港を結びアクセス性を考慮する上で、道路の機能分類から接続すべき道路の優先順位づけをおこなった。

空港アクセス道路が接続すべき道路の第一優先順位は高速道路である。具体的には、北ルソン高速道路（NLEX）、南ルソン高速道路（SLEX）、マニラ・スカイウェイ、マニラカビテ高速道路（CAVITEX）といった既存の高速道路や、カビテラグナ高速道路（CALAX）、ラグナ湖岸高速道路、C-6 高速道路といった計画路線が、将来のメトロマニラの道路ネットワークの骨幹となる第一優先度の道路である。

第二のアクセス性としては環状の幹線道路とした。現状でメトロマニラのほとんどの幹線道路が混雑状況にあることを考慮すると、空港アクセス道路をメトロマニラ中心部に直接接続することは、あらたな交通発生を誘引し混雑状況が悪化する恐れがあることから、好ましくない。メトロマニラ市内の交通状況や EDSA（半径約 6～10km）や C-5（半径約 10～15km）といった環状道路の位置関係を考慮すると、EDSA や C-5 が接続すべき環状道路としてふさわしいと思われる。

第三のアクセス性としては空港近隣地における幹線道路（広域での集散道路レベルで、主要幹線道路と細街路をつなぐ役割）とした。空港アクセス道路は、空港へのアクセスだけでなく、空港周辺の郊外都市へのアクセスにも利用できる。空港周辺の郊外都市と空港アクセス道路とのアクセス性を確保することで、郊外都市からメトロマニラ中心部へのアクセス性も向上させることが期待できる。

新空港候補地へのアクセス性を比較するため、リザル公園（メトロマニラの中心）、マカティ（観光旅行者の主要宿泊地）、バリクタワク（北ルソン高速道路の起点）、アラバン（南ルソン高速道路沿線の主要都市）からの距離や所要時間を推定した。

### 3) 鉄道アクセス

新空港への鉄道アクセスもメトロマニラ市内の鉄道ネットワークへのアクセス性を考慮する必要がある。しかしながら、既存の鉄道ネットワークは旅客容量が少なく、鉄道施設内は慢性的に混雑している状況である。新空港からのアクセス鉄道が既存の路線と接続しても、大きな手荷物を持つ空港利用者が既存の鉄道路線を利用することは難しい。このため、空港アクセス鉄道を整備する場合、既存の鉄道ネットワークの旅客容量を向上させる必要がある。

本節において提案するアクセス鉄道は、あくまで現在計画されている将来の鉄道ネットワークに最短で接続するルートを検討し、各空港候補地へのアクセス性を比較するに留めた。このため、新空港候補地が決定された後の実施段階において、メトロマニラの鉄道ネットワーク強化の包括的な検討が行われることが望ましい。



図 8.7.1-1 メトロマニラの道路・鉄道ネットワーク（既存及び計画路線）



## 8.7.2 各空港候補地に対するアクセス交通施設の検討

### 1) サングレーポイントオプション 1

#### a) アクセス道路

サングレーポイントオプション 1 空港候補地へのアクセス道路として最も有力なルートはマニラーカビテ高速道路～カビテラグナ高速道路に接続するルートで、接続位置の候補場所としては上記 2 路線の連結場所が挙げられる。アクセス道路の構造としては、カビテ市南の湿地帯区間を盛土構造、海上区間を高架構造が考えられる。

起点位置をマニラーカビテ高速道路とカビテラグナ高速道路の連結位置とした理由は、これら 2 路線が別の運営事業者によって管理されることが予想されたためである。フィリピン国の高速道路はそれぞれが異なる事業者によって運営管理されており、料金収受システムも異なる管理方式が採用されている。現行の料金収受システムでは、連続する高速道路であっても事業者が異なる場合は本線料金所を必要としていることから、アクセス道路の接続位置はこれらを考慮する必要があった。しかしながら、マニラーカビテ高速道路の運営事業者であるメトロパシフィック社がカビテラグナ高速道路の運営維持権を獲得したため、アクセス道路の接続位置として上記の制約はなくなった。このため、実施段階において改めて最適な接続位置を検討されることが望ましい。

リザル公園、マカティ、北ルソン高速道路、南ルソン高速道路からのおおよその距離と所要時間は以下に示す通りである。

- リザル公園 32.5 km (47 分)
- マカティ 32.5 km (35 分)
- 北ルソン高速道路 48.5 km (49 分)
- 南ルソン高速道路 30.5 km (55 分)

アクセス道路の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス道路	盛土	L = 5 km	20 億ペソ
	高架橋	L = 5 km	140 億ペソ
	空港ターミナル	L = 3 km	50 億ペソ
	インターチェンジ	2 箇所	55 億ペソ
小計			265 億ペソ

#### b) アクセス鉄道（参考情報扱い）

アクセス鉄道としての候補ルートは、上記アクセス道路及びマニラーカビテ高速道路に並行し、延伸計画が進められている LRT ライン 1 とラスピナス駅とニノイ・アキノ駅で接続、現況のニノイ・アキノ国際空港滑走路用地を通り、現在調査が進められているメガ・マニラ地下鉄と TFI 駅で接続、さらには同 TFI 駅で進められているバスターミナルへアクセスさせることが効果的だと思われる。

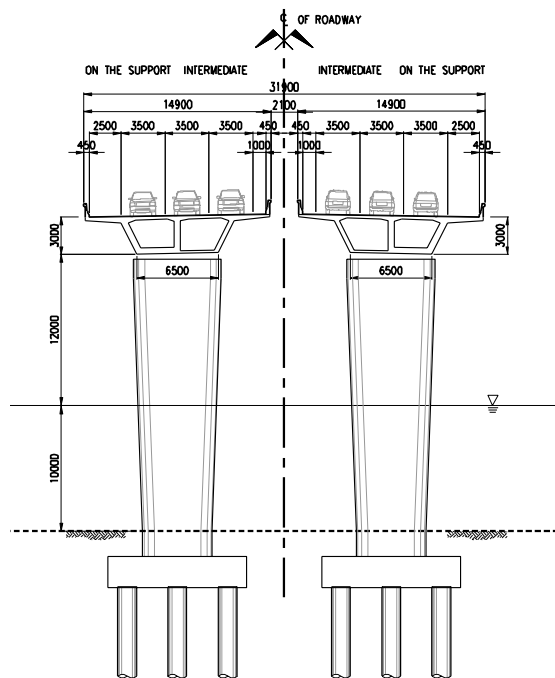
新空港位置からラスピナス駅までの距離はおよそ 18km で、高架構造が主体となる。残りの区間は土地利用状況を踏まえて地下鉄での建設が妥当と思われる。空港ターミナルビルや送迎車寄り付き場の位置関係から、新空港駅も地下での建設となる。

アクセス鉄道の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

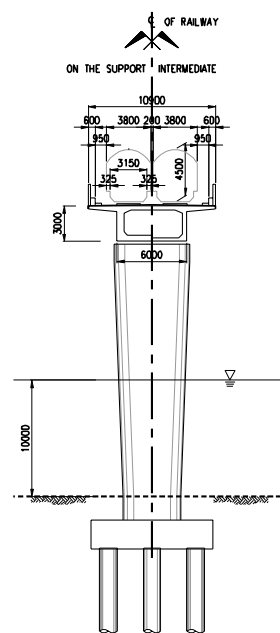
• アクセス鉄道	高架橋	L = 18 km	178 億ペソ
	地下鉄	L = 9 km	204 億ペソ
	駅舎	7 駅	156 億ペソ
	小計		538 億ペソ

アクセス道路とアクセス鉄道の建設費を合算すると、サングレーポイントオプション 1 へのアクセス交通施設の建設費はおよそ 803 億ペソとなる。





推定する標準横断面  
6車線アクセス道路高架橋



推定する標準横断面  
アクセス鉄道高架橋

図 8.7.2-1 空港アクセス道路・鉄道イメージ (サングレーポイントオプション 1)

## 2) サングレーポイントオプション 2

### a) アクセス道路

サングレーポイントオプション 2 空港候補地へのアクセス道路として最も有力なルートは、計画されている埋立地区画に沿った形で、ラスピナスーパーパニャケ希少種動物保護地区を避け、マニラーカビテ高速道路のバコー・インターチェンジへ接続するルートである。ほぼすべての区間が海上となることからアクセス道路の構造は高架橋となる。

このアクセス道路は、マニラーカビテ高速道路～NAIA 高速道路～マニラ・スカイウェイを経由して北ルソン高速道路・南ルソン高速道路へと接続できる。現状で同バコー・インターチェンジはトランペット型の 3 枝インターチェンジで整備されているが（マニラーカビテ高速道路とアラバンザーポテ道路・アギナルド道路とを接続）、4 枝のインターチェンジへ改築する必要がある。また、同インターチェンジ周辺での交通処理を円滑にするために、アラバンザーポテ道路とアギナルド道路の接続形状も改築することが望ましい。

アクセス道路と C-5 とを直結させることも考慮したが、ラスピナスーパーパニャケ希少種動物保護地区に抵触する恐れがあったため、この案は保留とした。仮に同環境問題が管理可能で受け入れられれば、C-5 への直結を改めて検討されることが望ましい。

リザル公園、マカティ、北ルソン高速道路、南ルソン高速道路からのおおよその距離と所要時間は以下に示す通りである。

- リザル公園 24.5 km (39 分)
- マカティ 24.5 km (27 分)
- 北ルソン高速道路 40.5 km (41 分)
- 南ルソン高速道路 22.5 km (47 分)

アクセス道路の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス道路	盛土	L = 1.5 km	6 億円
	高架橋	L = 7.5 km	207 億円
	空港ターミナル	L = 3 km	50 億円
	インターチェンジ	2 箇所	55 億円
	小計		319 億円

### b) アクセス鉄道（参考情報扱い）

アクセス鉄道としての候補ルートは、サングレーポイント案 1 案と同様に、延伸計画が進められている LRT ライン 1 とラスピナス駅とニノイ・アキノ駅で接続、現況のニノイ・アキノ国際空港滑走路用地を通り、現在調査が進められているメガ・マニラ地下鉄と TFI 駅で接続、さらには同 TFI 駅で進められているバスターミナルへアクセスさせることが効果的だと思われる。



アクセス鉄道の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス鉄道	高架橋	L = 11 km	121 億円
	地下鉄	L = 9 km	204 億円
	駅舎	4 駅	113 億円
	小計		438 億円

アクセス道路とアクセス鉄道の建設費を合算すると、サングレーポイントオプション 2 へのアクセス交通施設の建設費はおよそ 757 億ペソとなる。



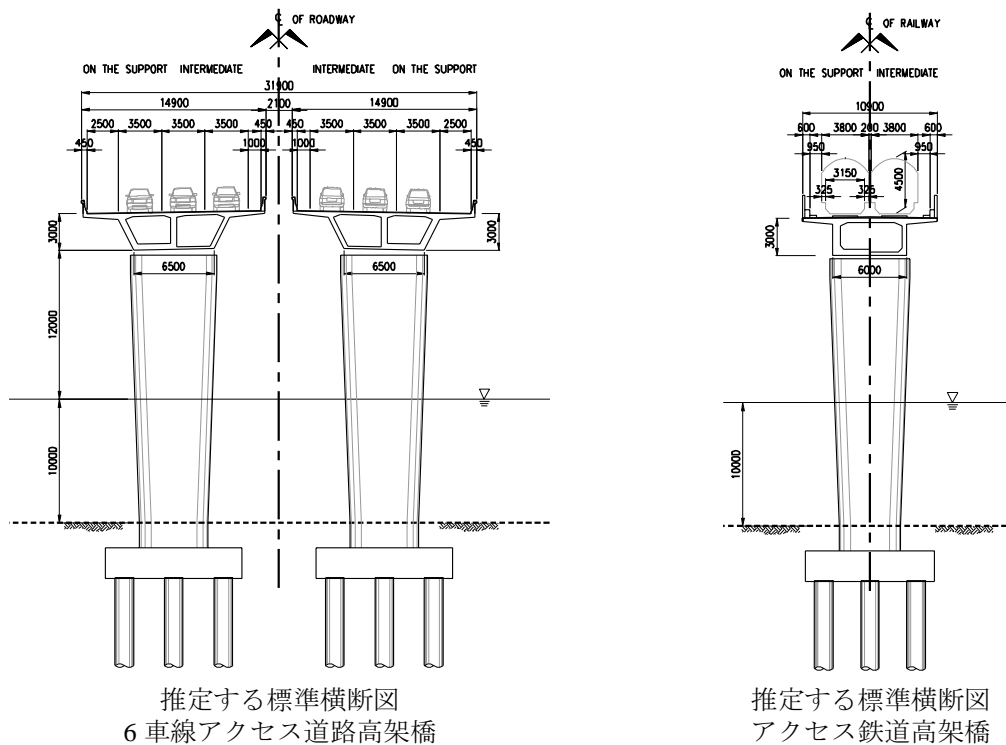


図 8.7.2-2 空港アクセス道路・鉄道イメージ (サングレーポイントオプション 2)

### 3) マニラ湾中央

#### a) アクセス道路

マニラ湾中央案空港候補地へのアクセス道路として最も有力なルートは、サングレーポイント案2と同様である。

リザル公園、マカティ、北ルソン高速道路、南ルソン高速道路からのおおよその距離と所要時間は以下に示す通りである。

- リザル公園 20.5 km (35 分)
- マカティ 20.5 km (23 分)
- 北ルソン高速道路 36.5 km (37 分)
- 南ルソン高速道路 18.5 km (43 分)

アクセス道路の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス道路	盛土	L = 1.5 km	6 億ペソ
	高架橋	L = 3.5 km	98 億ペソ
	空港ターミナル	L = 3 km	50 億ペソ
	インターチェンジ	2 箇所	55 億ペソ
	小計		209 億ペソ

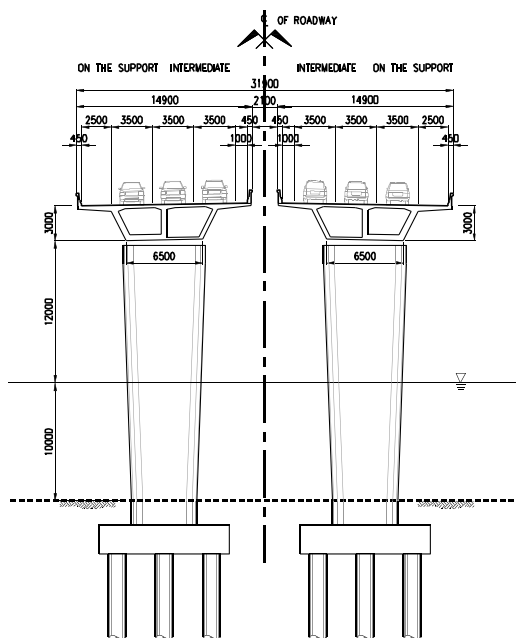
#### b) アクセス鉄道（参考情報扱い）

マニラ湾中央案空港候補地へのアクセス鉄道として最も有力なルートも、サングレーポイント案2と同様である。

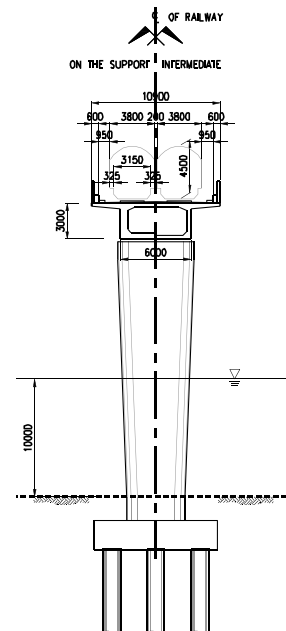
アクセス鉄道の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス鉄道	高架橋	L = 7 km	75 億ペソ
	地下鉄	L = 9 km	204 億ペソ
	駅舎	4 駅	113 億ペソ
	小計		393 億ペソ

アクセス道路とアクセス鉄道の建設費を合算すると、マニラ湾中央案へのアクセス交通施設の建設費はおおよそ 602 億ペソとなる。



推定する標準横断面  
6車線アクセス道路高架橋



推定する標準横断面  
アクセス鉄道高架橋

図 8.7.2-3 空港アクセス道路・鉄道イメージ (マニラ湾中央)



#### 4) サンニコラスショールズ

##### a) アクセス道路

サンニコラスショールズ空港候補地へのアクセス道路として最も有力なルートは、サングレーポイント案1と同様である。

リザル公園、マカティ、北ルソン高速道路、南ルソン高速道路からのおおよその距離と所要時間は以下に示す通りである。

- リザル公園 32.5 km (47 分)
- マカティ 32.5 km (35 分)
- 北ルソン高速道路 48.5 km (49 分)
- 南ルソン高速道路 30.5 km (55 分)

アクセス道路の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス道路	盛土	L = 5 km	20 億ペソ
	高架橋	L = 5 km	140 億ペソ
	空港ターミナル	L = 3 km	50 億ペソ
	インターチェンジ	2 箇所	55 億ペソ
	小計		265 億ペソ

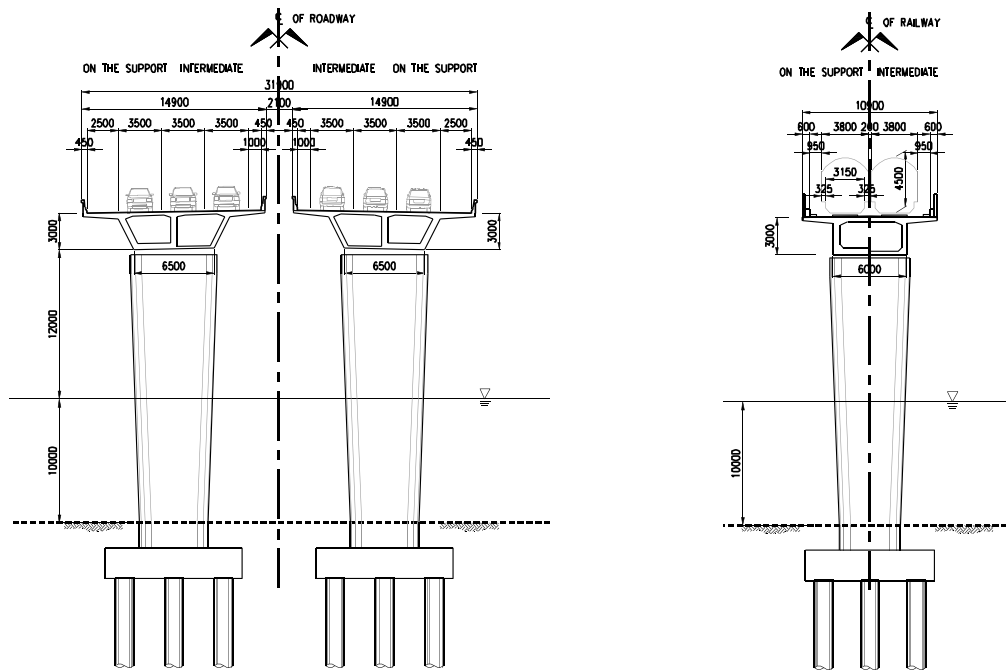
##### b) アクセス鉄道（参考情報扱い）

サンニコラスショールズ空港候補地へのアクセス鉄道として最も有力なルートも、サングレーポイント案1と同様である。

アクセス鉄道の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス鉄道	高架橋	L = 18 km	178 億ペソ
	地下鉄	L = 9 km	204 億ペソ
	駅舎	7 駅	156 億ペソ
	小計		538 億ペソ

アクセス道路とアクセス鉄道の建設費を合算すると、サンニコラスショールズへのアクセス交通施設の建設費はおよそ 803 億ペソとなる。



推定する標準横断面  
6車線アクセス道路高架橋

推定する標準横断面  
アクセス鉄道高架橋

図 8.7.2-4 空港アクセス道路・鉄道イメージ (サンニコラスショールズ)

5) ラグナ湖西岸

a) アクセス道路

ラグナ湖西岸空港候補地へのアクセス道路として最も有力なルートは、建設が予定されているラグナ湖岸高速道路のスカット・インターチェンジへ接続させるルートである。同インターチェンジはトランペット型の3枝インターチェンジとして計画されているが、同アクセス道路と接続させる場合、4枝のインターチェンジへ変更する必要がある。

リザル公園、マカティ、北ルソン高速道路、南ルソン高速道路からのおおよその距離と所要時間は以下に示す通りである。

- リザル公園 31.5 km (36分)
- マカティ 25.5 km (28分)
- 北ルソン高速道路 41.5 km (42分)
- 南ルソン高速道路 17 km (18分)

アクセス道路の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス道路	盛土	L = 5 km	20 億ペソ
	高架橋	L = 4 km	112 億ペソ
	空港ターミナル	L = 3 km	50 億ペソ
	インターチェンジ	1 箇所	45 億ペソ
	小計		227 億ペソ

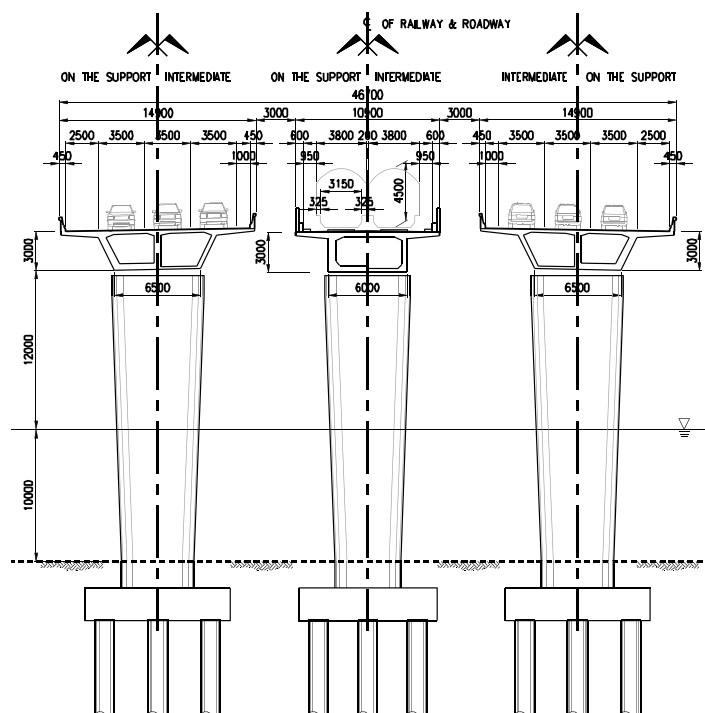
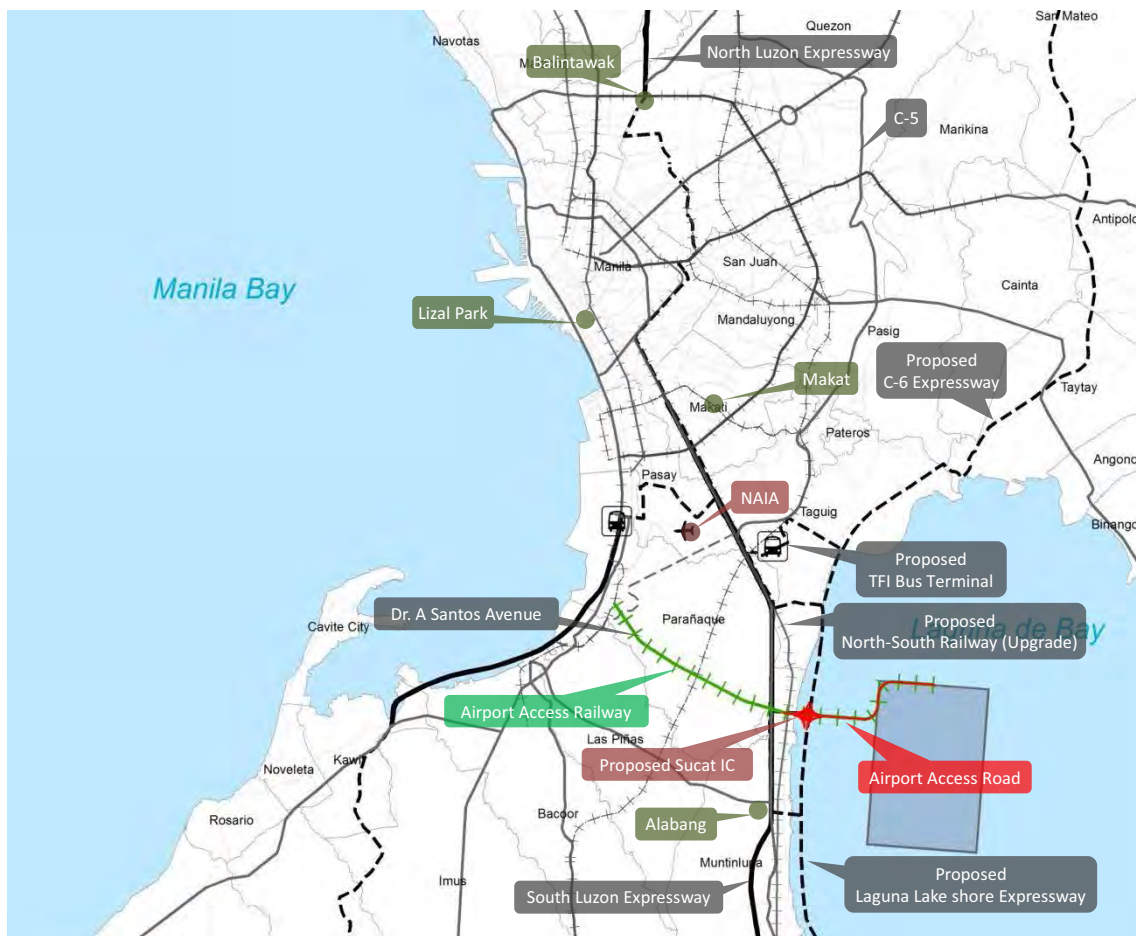
b) アクセス鉄道（参考情報扱い）

ラグナ湖西岸空港候補地へのアクセス鉄道として最も有力なルートは、上記アクセス道路と同様のルートを通り、A サントス道路に沿って建設するルートが考えられる。路線延長は約 15km となり、南北鉄道、メガ・マニラ地下鉄、LRT ライン 1 への接続が可能である。

アクセス鉄道の構造別延長と概算建設費は以下に示す通り。

• アクセス鉄道	高架橋	L = 14 km	145 億ペソ
	地下鉄	L = 1 km	23 億ペソ
	駅舎	5 駅	99 億ペソ
	小計		266 億ペソ

アクセス道路とアクセス鉄道の建設費を合算すると、ラグナ湖西岸へのアクセス交通施設の建設費はおよそ 493 億ペソとなる。



推定する標準横断図(6車線アクセス道路・アクセス鉄道高架橋)  
図 8.7.2-5 空港アクセス道路・鉄道イメージ (ラグナ湖西岸)

### 8.7.3 メトロマニラの交通ネットワークへの影響

メトロマニラの都市交通ネットワークにおける新しい空港アクセス交通の影響は、交通ロードマップ調査で整備された交通量配分モデルに基づいて分析された。分析結果は、新空港が運用を始める頃には、周辺の交通整備事業が完了しているため、空港アクセス交通がメトロマニラのネットワーク全体に与える影響は軽微であることを示している。

しかしながら、新空港と主要な都市地域の接続部で空港アクセス交通の影響は存在する。他の空港から得られたデータに基づくと、アクセス交通は表 8.7.3-1 で 92,000PCU/日となる。新空港によって提供される追加施設や機能に応じて、遊びや研究目的のための訪問者のような非空港利用者を考えると、アクセス道路の必要車線数は 6 車線となる。

表 8.7.3-1 空港アクセス交通の予測

		2030 年
空港利用者数		358,443
交通分担率の想定 (%) <sup>1)</sup>	公共交通	50
	私的交通	20
	その他(タクシー、旅行/ホテルバス、等)	30
推定アクセス交通量 (PCU)		92,000

出所：JICA 調査団

<sup>1)</sup>参考にした空港の交通分担率を下表に示す。

空港 (データ年)	中心都市からの距離	交通分担率 (%)		
		公共交通 (鉄道とバス)	自家用車	その他(タクシー、 旅行/ホテルバス、 乗り換え等)
成田(2010) <sup>1/</sup>	79km (東京駅から JR を利用)	<b>48</b> - 特急 (JR+京成): 11 - 各駅 (JR+京成): 24 - リムジンバス: 13	<b>26</b>	<b>26</b>
関西(2005) <sup>2/</sup>	61km (新大阪駅から JR を利用)	<b>60</b> - 鉄道(JR+南海): 36 - リムジンバス: 24	<b>18</b>	<b>22</b>
羽田(2008) <sup>3/</sup>	20km (東京駅から JR とモノレールを利用)	<b>89</b> - モノレール: 38 - 鉄道(京急): 35 - リムジンバス: 16	<b>4</b>	<b>7</b>
香港 (2005) <sup>4/</sup>	28km (中心都市から)	<b>71</b> - 鉄道(AEL): 24 - リムジンバス: 47	<b>7</b>	<b>22</b>

出所：1/ 成田国際空港株式会社

2/ 国土交通省、日本（空港雇用者を除く）

3/ 国土交通省、日本（航空旅客のみ）

4/ EASTS Journal Vol.6, 2005（航空旅客のみ）



## 8.8 周辺土地利用と関連都市開発の現状

### 1) 広域特性

NMIA は図 8.8.1 に示す通り、地理上主にメトロマニラ(MM)南部と Cavite 州、Laguna 州周辺の需要を満たすことが期待されている。MM 北部は Candaba 湿地帯や Pampanga 川デルタ、総合農地改革プログラムにより管理されている水田等、未開発地が点在している一方、MM 南部は南部境界まで人口密集地域が拡大し、急速な都市化は隣接する Cavite 州、Laguna 州北部にまで及ぶことから、これらの地域では効率的な土地利用の推進が必要となる。

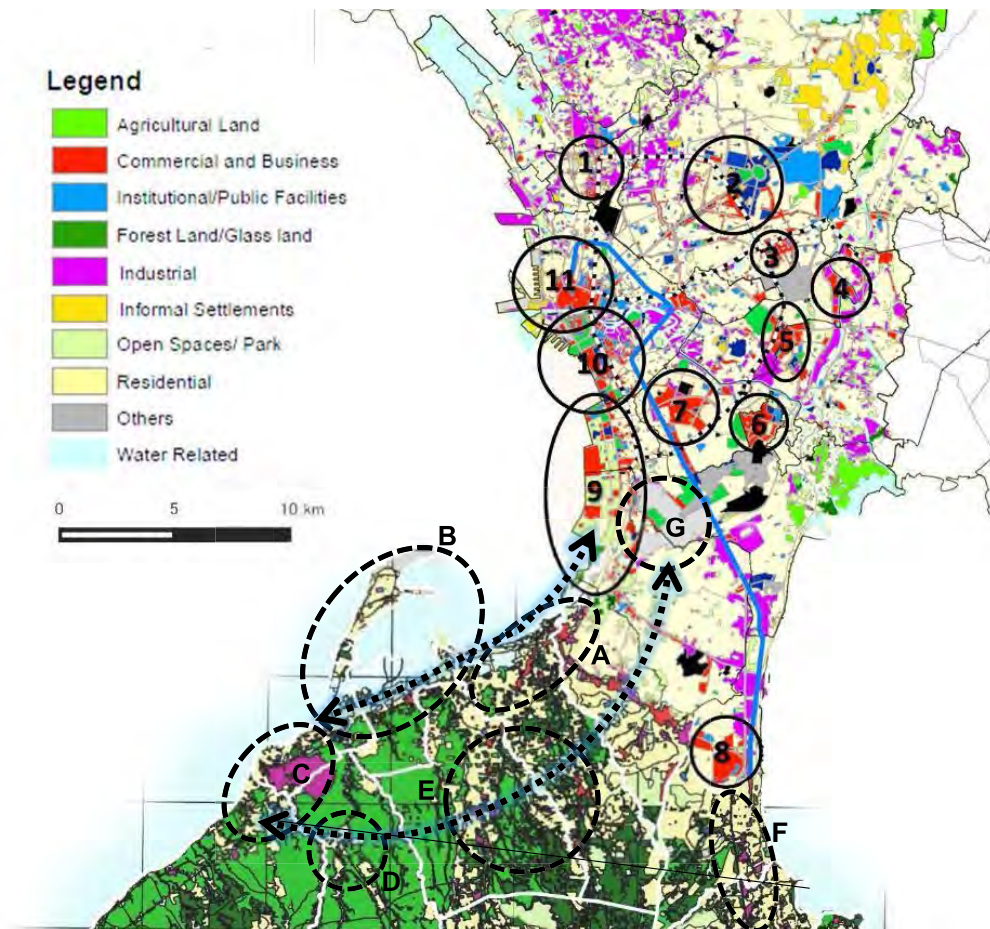


出所: JICA 調査団

図 8.8-1 現在稼働中の国際空港と NMIA 候補地

しかしながら、Cavite 州、Laguna 州北部の都市構造は、州と MM の都市計画間の連携の欠如や各地方自治体（Local Government Units: LGUs）間の総合土地利用計画に係る連携の欠如により、整合性が適切に取れていない。これらの新市街地では、中高層集合住宅や商業施設、オフィスを含む複合開発を促進し、土地利用の効率性を高め、十分な緑地・空地を確保する必要がある他、持続可能な都市の成長に必要な LGUs 間の連携を強化するための広域交通システムの改善も必要となる。

Cavite 州、Laguna 州北部には、図 8.8-2 や表 8.8-1 に示す通り、ビジネス中心地区（Central Business Districts: CBDs）が数か所形成されつつあるが、現状では MM に位置する既存の CBDs との連携不足により、CBDs として十分に機能していない。臨海部では、マニラ湾沿いの新興 CBDs と既存 CBDs の連携強化及び都市臨海部として求められる機能を果たすための大規模かつ包括的な埋立事業による都市の再開発が必要となる。内陸部では、新興 CBDs と既存 CBDs の連携強化に必要な道路建設及び周辺整備のため、不法居住地を含む、現在小規模戸建住宅が密集している地域の大規模な都市再開発が必要となる。新興 CBDs の中では、特に現 NAIA が卓越した立地利便性の良さから新興 CBDs と既存 CBDs を繋ぐ重点地域として期待されている。従って、早期に再開発着手が可能となるよう、NAIA から NMIA への迅速な国際空港機能移転が望まれる。



出所:フィリピン国マニラ首都圏ビジネス中心地区マストラジット建設事業準備調査（CBD 調査）、NAMRIA, 2005

図 8.8-2 MM、Cavite 州、Laguna 州の土地利用と CBDs  
8-163



表 8.8-1 MM、Cavite 州、Laguna 州の CBDs

No.	CBD 調査で特定された CBDs	No.	本調査で特定された新興 CBDs
1	Monument Area (Caloocan)	A	Sothern Manila Bay Area (Las Pniäs, Bacoor)
2	Quezon Circle Area (Quezon City)	B	Cavite and Bacoor Bay Area (Cavite, Novelta, Kawit)
3	Cubao (Quezon City)	C	Rosario-Tanza Coastal Area (Rosario, Tanza)
4	Eastwood City (Quezon City)	D	General Trias Area (General Trias)
5	Ortigas Center (Pasig)	E	Bacoor Imus Area (Bacoor, Imus)
6	Bonifacio Global City (Taguig)	F	Southern Muntinlupa and San Pedro Area (Muntinlupa, San Pedro)
7	Makati CBD (Makati)		
8	Alabang Center (Muntinlupa)	G	Current NAIA Area (Post relocation to NMIA) (Pasay, Paranäque)
9	Manila Bay Area (Pasay)		
10	Port Area (Manila)		
11	Central Manila (Manila)		

2) マニラ湾中央部

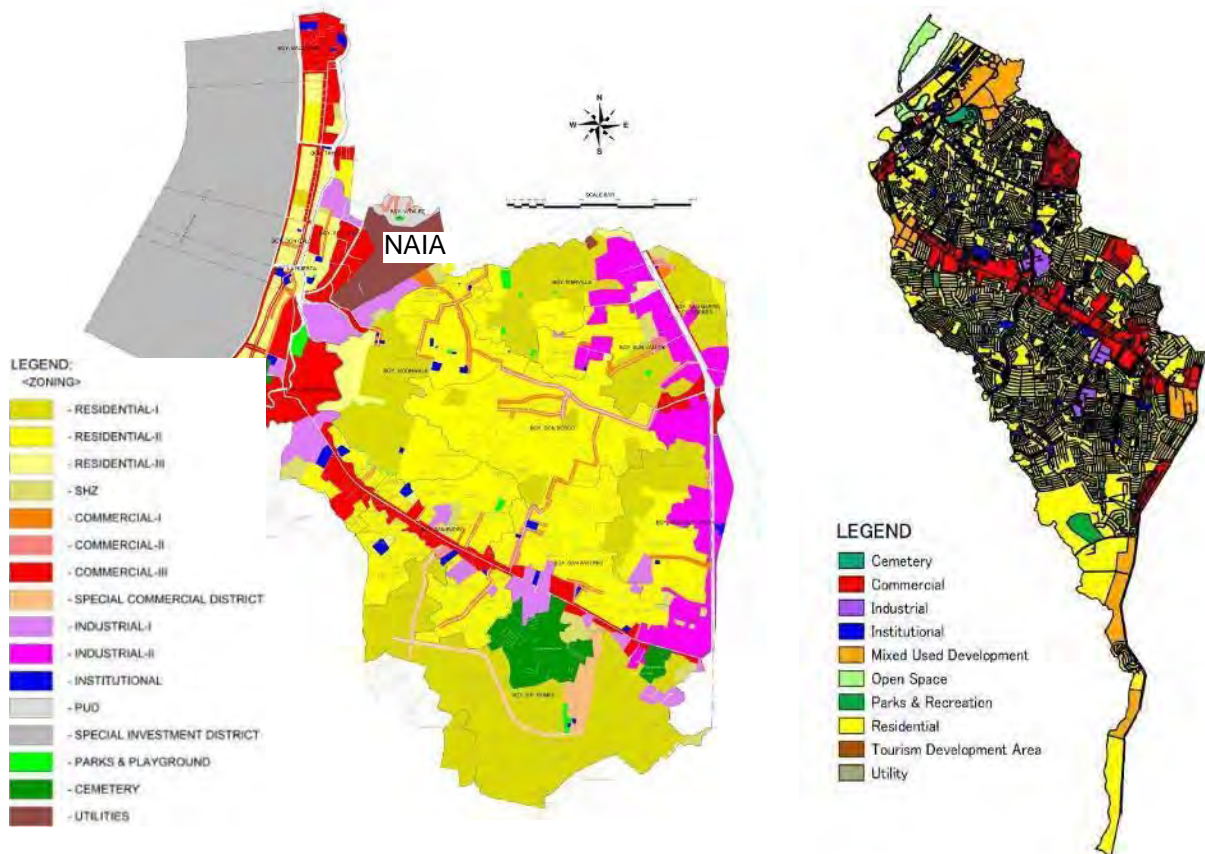
a) 概要

マニラ湾中央部はメトロマニラの Manila 市から Pasay 市、Paranaque 市の沿岸部に隣接して位置している。図 8.8-3 に示す通り、沿岸部はマニラの開発当初より都市化された地域で、旧市街中心部や港湾部の他、史跡や歴史的建築物を含む観光エリアを有し、現在も埋立事業による大規模開発等、高密度な都市化が進む地域である。



図 8.8-3 マニラ湾中央部の都市開発コンセプト図 (出所: JICA 調査団)

本候補地は、このように活発に都市化が進んだ地域の沖合に位置することから、新空港建設による利点と課題を併せ持っている。利点としては、Manila 市中心部に近い立地による空港利用者の利便性の高さが挙げられる。現 NAIA は既存の CBD に隣接しており、本候補地とも至近で立地条件が卓越していることから、NAIA 跡地に新たな CBD を早期に誕生させ、NMIA 開発との相乗効果を高めるため、前述の通り、NAIA から NMIA への迅速な空港機能の移転が望まれる。NAIA 跡地の再開発は、用地規模や図 8.8-4 に示す周辺の総合土地利用計画を鑑みると、十分な緑地・空地を含む、住宅や商業施設、業務施設を有する複合開発が適切であると考えられる。現計画では、急激に増加する人口に対し、十分な緑地・空地が確保できていないことから、前述の通り、既存 CBDs との連携強化による新興 CBDs の形成を通じて、土地利用の高度化・効率化を促進し、必要な緑地・空地を確保することが必要である。いずれにせよ、これらの既存計画は、NMIA を考慮していないため、本候補地が選ばれた際には、NMIA の開発効果を最大化するように土総合土地利用計画も見直されなければならない。



出所: Parañaque City Planning and Development Coordinator's Office, Las-Pinãs City Planning Office

図 8.8-4 Parañaque 市 (2007) と Las-Pinãs 市 (2014)の総合土地利用計画

一方、本候補地は、ロハス通りをはじめとする限られた主要幹線道路に空港利用者のアクセスが集中することにより、既に混雑している道路の交通状況が更に悪化する可能性が高い等の課題も多い。LRT-1 号線や MRT-3 号線も現状で既に輸送力が限界に達していることから、軌道系公共交通を活用した空港アクセスも現状では期待できない。このため、ロハス通りか

ら Manila-Cavite Expressway (CAVITEX) に至る渋滞緩和のため、前述の主要空港アクセス（道路・鉄道）の他に新たにローカルアクセスの整備も必要となる。ローカルアクセス道路は、NMIA 開発による地元への便益を増大するだけでなく、空港の整備車両用の保守・維持管理用アクセス道路としても活用できる。その他の課題としては、マニラ湾に面するロハス通り沿いには歴史的建築も多く、長年多くの人達に愛されてきた海沿いの歴史ある景観が NMIA により損なわれる可能性が高いことが挙げられる。また、既に都市化が進み、高密度な開発が行われており、開発可能用地が不足しているため、新たな開発機会が乏しいという問題もある。従って、NMIA 開発の便益を最大化するために、洪水対策等、一定の環境影響を配慮した上で、バコール湾の埋め立て推進が望まれる。Cavite 市と MM は、提案されているローカルアクセスにより、一層至近になることから、Cavite 市の役割や地価は大きく高まることが想定され、その期待に応えるためには、埋め立てによる都市の拡大が求められる。沿岸で急激な都市化が進む一方、マニラ湾は、8.4 章で述べた通り、LPPECHEA をはじめとする重要な動植物の生息地を有している。開発による影響を受けやすい沿岸部を保護するため、環境バッファエリアを指定する必要がある。エリア内では林や公園、低密度の戸建住宅等、環境負荷が最小限の土地利用しか認めないよう管理することにより、マングローブをはじめとする沿岸の生態系保全が可能となる。

#### b) マニラ港との競合

マニラ湾中央サイトの施設配置は主に以下の事項を考慮して設定した。

- i) NMIA を離着陸する航空機の計器飛行方式に係る障害物アセスメント表面がマラカニアン宮殿周辺に設定されている飛行禁止区域：RP-P1 を侵害しないこと
- ii) 周辺地域に対する平面的・立体的な制約を最小限とし、NMIA とマニラ湾岸との間に十分な距離を確保すること
- iii) マニラ港に設置されている背の高い構造物が NMIA の制限表面に抵触しないこと（但し投錨地を除く）

この場合 NMIA サイトの一部がマニラ港湾区域と平面的に重複する（図 8.8-5 参照）。また航路と投錨地の一部が進入表面・離陸上昇表面下に位置することとなり（図 8.8-6）、厳しい高さ制限下となる。図 8.8-6 に四角で投錨地が属する区域と投錨地番号を示している。また制限表面高を黄色の数字で示している。フィリピン港湾庁職員によれば船舶マスト高はしばしば 60m を超える。NMIA 設置に伴って高さ制限が実施された場合、B、C 及び Q 区域内の投錨地の一部は使用不能となり、マニラ港処理能力を著しく制約することになる。フィリピン港湾庁、DOTC 及び JICA 調査団は 2016 年 1 月 25 日に協議したところ、港湾庁側はそのような処理能力制約は受け入れられないとの意向を表明した。したがってマニラ湾中央サイトは、周辺地域土地利用の観点から望ましくない案と判断される。



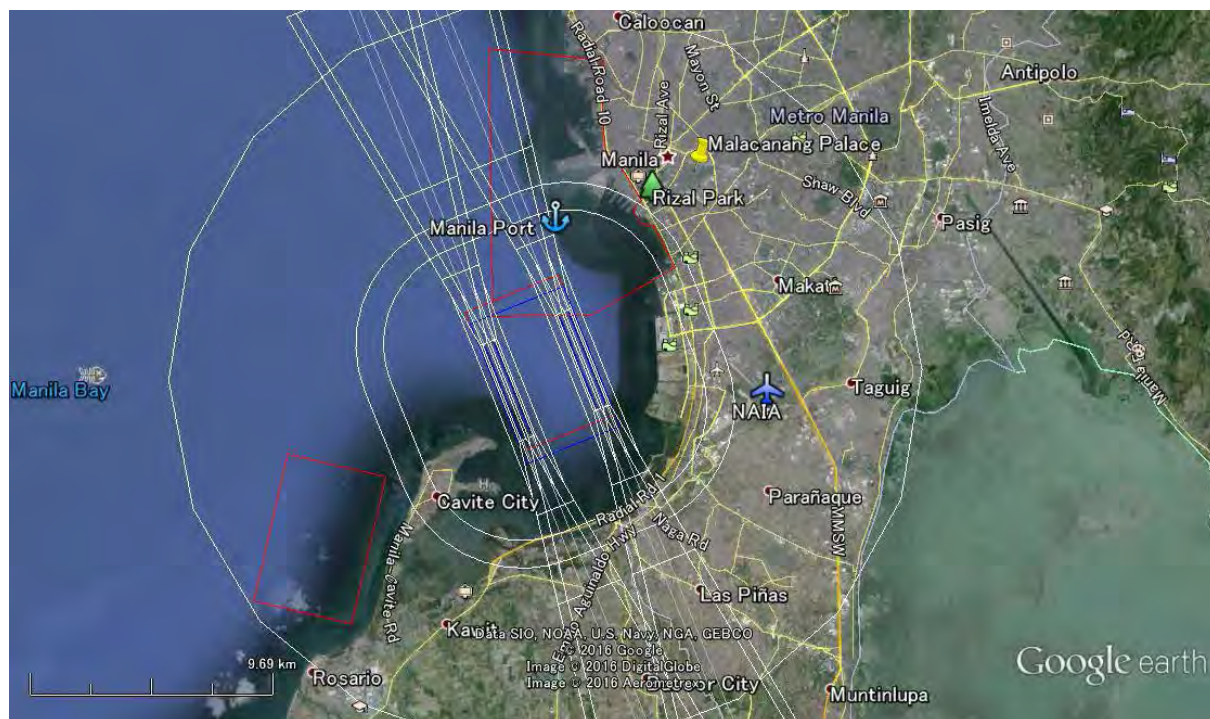


図 8.8-5 マニラ湾中央サイトの位置とマニラ港湾区域



図 8.8-6 進入表面、転移表面、水平表面下に位置する投錨地

c) 代替滑走路配置案 (参考)

マニラ港との重複及び高さ制限を避けるためには、滑走路を概ね 09/27 方向まで反時計回りに設定し直す必要がある。しかしこの場合はカビテ市の土地利用に甚大な悪影響が生じて多くの非自発的住民移転が必要になるとと思われる。また CAVITX 沿いのメトロマ



ニラにも高さ制限に伴う混乱が及ぶであろう。また本滑走路配置（09/27）の場合、計器飛行方式が RP-R76 : LIMAY（フィリピン国営石油会社、制限高：地表から上すべて）が競合する。これらの問題からこの代替滑走路配置案は非現実的と考えられる。

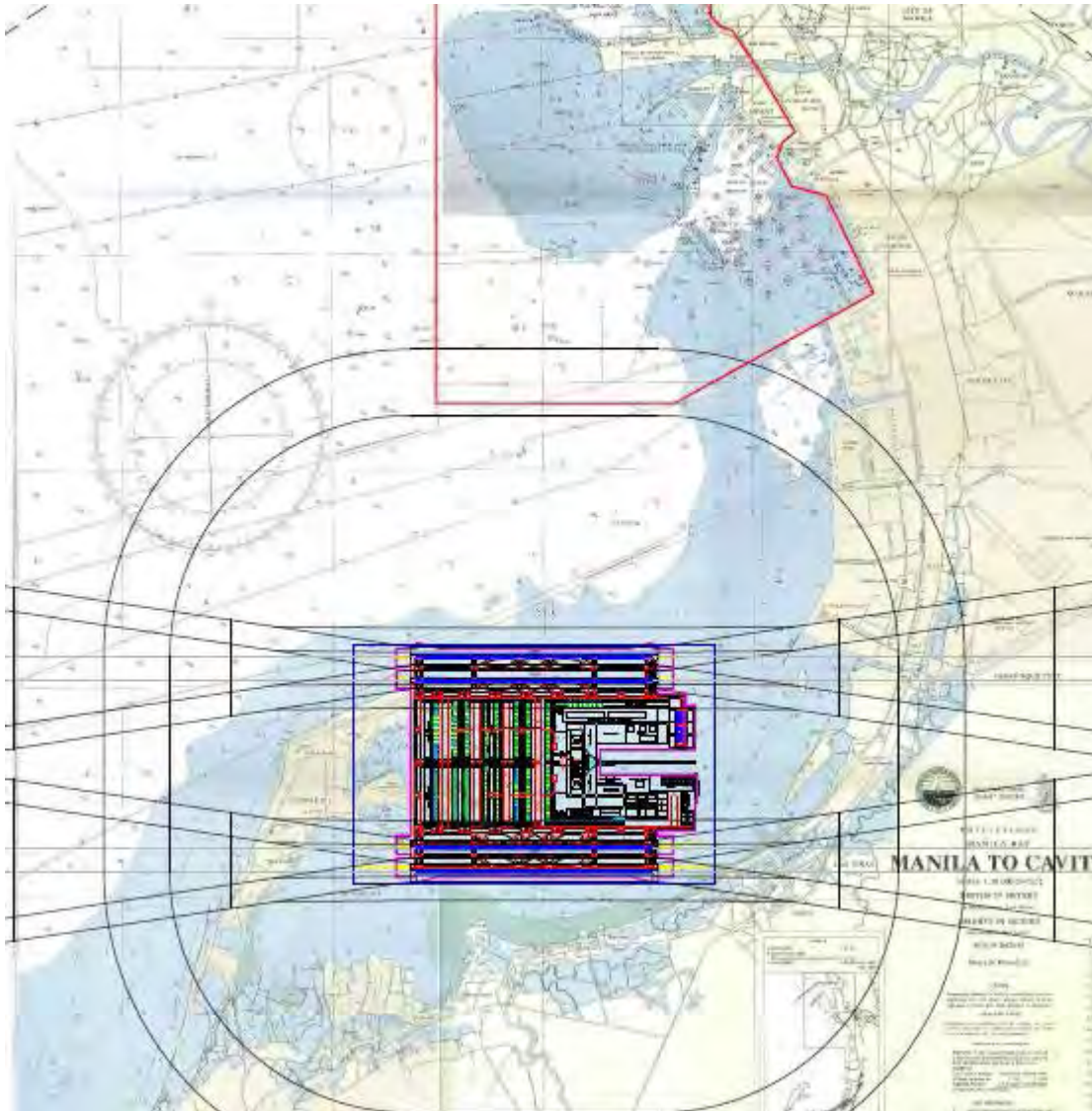
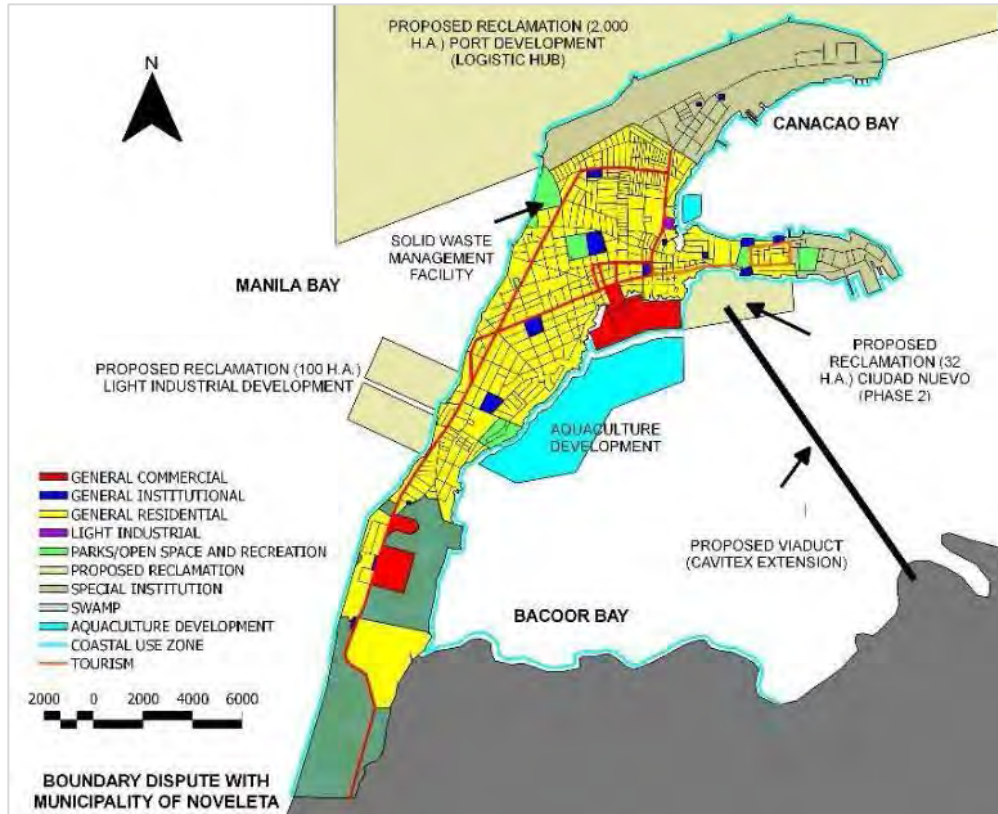


図 8.8-7 マニラ湾中央サイトの代替滑走路配置案（マニラ港との重複及び高さ制限回避のため）

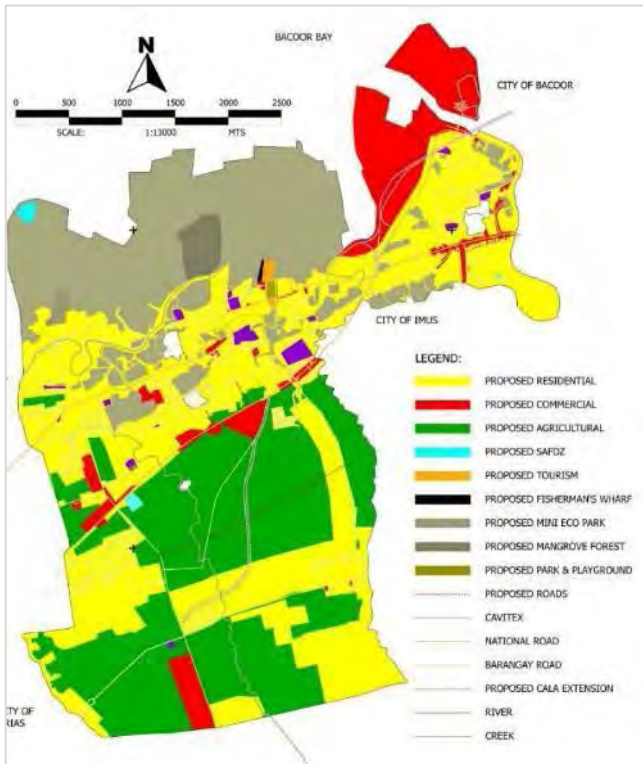
### 3) サングレーポイントオプション1、2

サングレーポイントオプション1、2とも Cavite 州に計画されており、サングレーポイントオプション2は Cavite 市の沖合に位置しているのに対し、サングレーポイント1は Cavite 市から Novelta の沖合に渡って位置している。NMIA の規模が大きいことから、隣接する自治体のみならず、周辺の Imus、Bacoor、Las Pinas 市、Paranaque 市等にも直接的・間接的に影響を及ぼすことが想定される。直接的な影響が想定される Cavite 市、Kawit、Novelta は図 8.8-8、8.8-9、8.8-10 に示す通り、それぞれ総合土地利用計画を策定しているが、いずれも NMIA の建設は考慮されていない。これらの土地利用計画が NMIA 開発と連携しながら、社会経済開発や交通アクセス改善、環境管理等への配慮に基づき、NMIA 開発と一体的に改訂されると、この3つの自治体は、NMIA 開発によって多大な便益を享受する可能性を十分に有している。図 8.8-8 に示す通り、2,000ha という大規模な国際物流拠点の建設が省の施設開発計画により予定されている。この大規模埋立て計画及び軽産業開発用埋立て計画はサングレーポイントオプション1及びオプション2と重複するため、関係機関との適切な調整が必要である。また新空港アクセス道路・鉄道を計画する際には、こうした港をはじめとする国際物流拠点や、既にフィリピン経済区庁（Philippine Economic Zone Authority: PEZA）に経済特区として指定されている工業地域（Cavite Economic Zone 1 and 2）と NMIA 開発とを一体的に考慮し、これらに伴う便益を最大化することを目指すべきである。そこで図 8.8-11 と図 8.8-12 に示す通り、前述の主要空港アクセスに加え、ローカルアクセスを提案している。ローカルアクセス道路は、地元の交通渋滞を緩和する上、空港の整備車両も活用できることから、地元コミュニティと NMIA 双方に便益をもたらす。



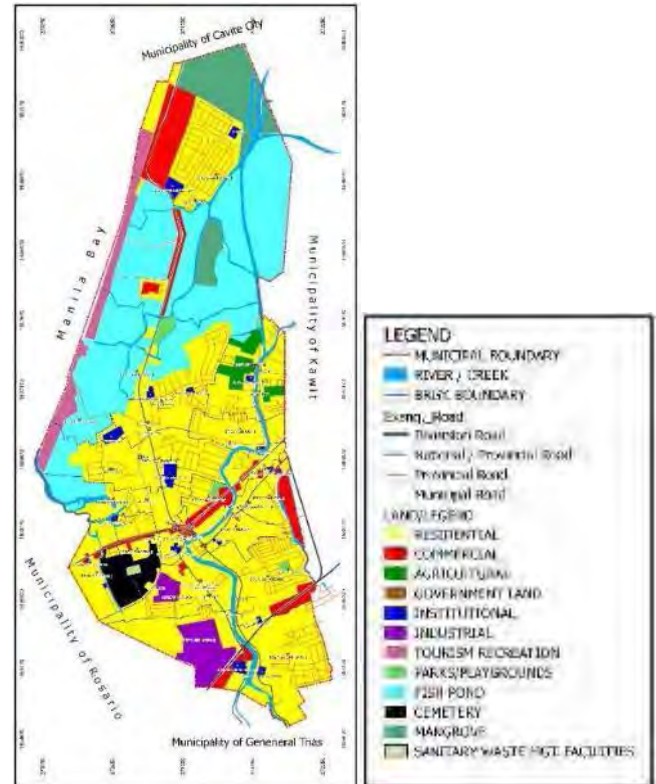
出所：CLUP of Cavite City

図 8.8-8 Cavite 市総合土地利用計画 (2012-2022)



出所：CLUP of Kawit

図 8.8-9 Kawit 総合土地利用計画  
(2012-2020)



出所：CLUP of Noveleta

図 8.8-10 Noveleta 総合土地利用計画 (2012-2022)





出所：JICA 調査団

図 8.8-11 サングレーポイントオプション1の都市開発コンセプト図

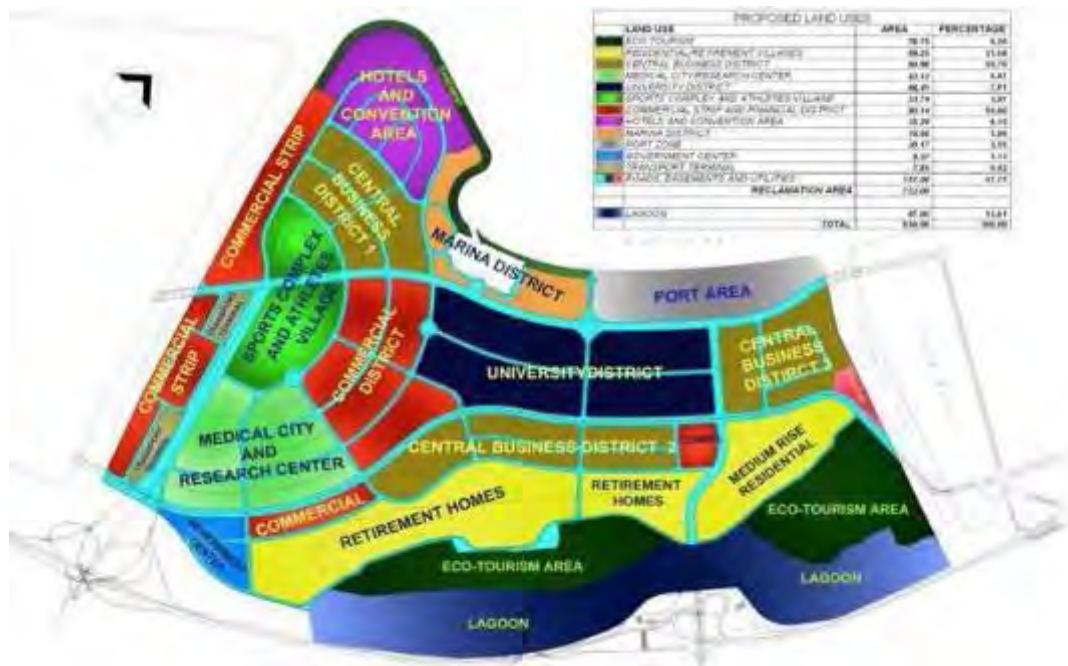


出所：JICA 調査団

図 8.8-12 サングレーポイントオプション2の都市開発コンセプト図



NMIA と国際物流拠点開発の便益を最大化するためには、隣接するバコール湾の埋め立てが望ましい。NMIA が約 2,400ha、物流拠点が約 2,000ha という大規模埋め立て開発計画を鑑みると、Cavite 市の役割の増大及び狭小な市の面積による地価の高騰が想定されることから、Cavite 市が今後 NMIA の核として求められる役割を果たしつつ、適切に開発を行い、地価を管理するには、更なる埋め立てによる市域の拡大が必要となる。バコール湾で新たな埋立事業を実施する一方、マニラ湾沿いの既存の埋立事業計画は、NMIA 開発や湾岸の環境影響負荷低減のためのバッファエリアの確保を考慮する必要があることから、見直しが必要となる。現行の当該地域におけるマニラ湾沿いの埋立事業が LPPECHEA をはじめとする環境保全問題により計画中断となっていることから、NMIA 開発を契機とした埋立事業の根本的な見直しの必要性が伺える。例えば、Paranāque-Las Pinās Coastal Bay 埋め立て計画は、計画地内に LPPECHEA を有する主要埋立事業のひとつであり、図 8.8-13 に示す通り、当該地域をラグーンとエコ・ツーリズムエリアとしての開発を提案し、PRA と Paranāque 市、Las Pinās 市の間で開発に係る合意が形成されているにも関わらず、市民による強い反対運動により、計画は中断している。Paranāque-Las Pinās Coastal Bay 埋め立て計画に隣接する Manila-Cavite Toll Expressway 埋め立て計画も現在環境問題で中断している。その他の埋め立て事業としては、10ある Cavite 州の優先開発計画のひとつとして、CAVITEX の南側に計画されている Cavite 埋め立て事業（図 8.8-14 参照）が挙げられるが、本事業はまだ PRA の承認を得ていない。



出所：Las Pinās-Paranāque Coastal Bay Project  
([http://www.slideshare.net/jay\\_c/las-piasparaaque-coastal-bay-reclamation-project-para-saan-para-kanino](http://www.slideshare.net/jay_c/las-piasparaaque-coastal-bay-reclamation-project-para-saan-para-kanino))

図 8.8-13 Paranāque-Las Pinās Coastal Bay 埋め立て事業土地利用計画図

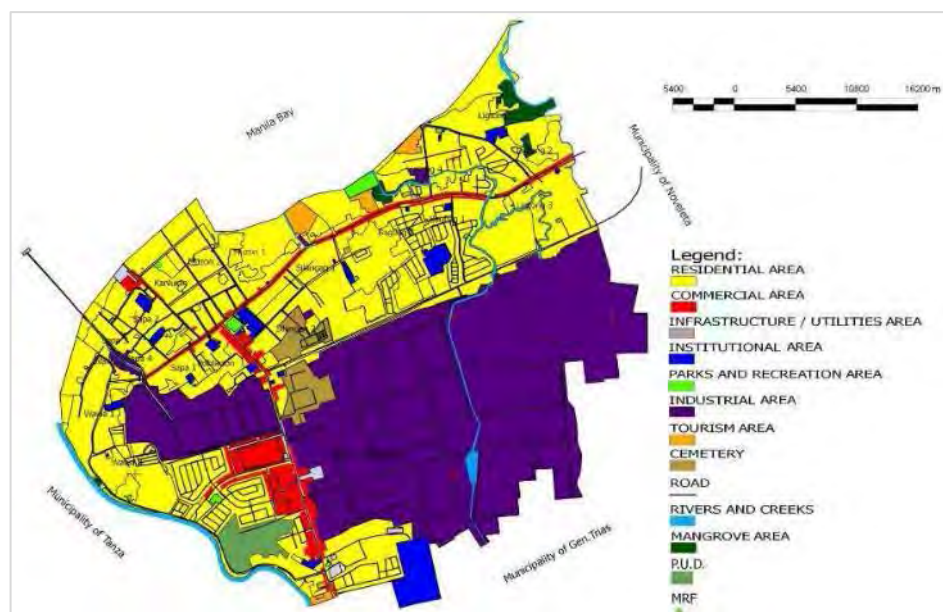


出所：Cavite Province Development Strategy

図 8.8-14 Cavite 埋め立て事業

4) サンニコラスショールズ

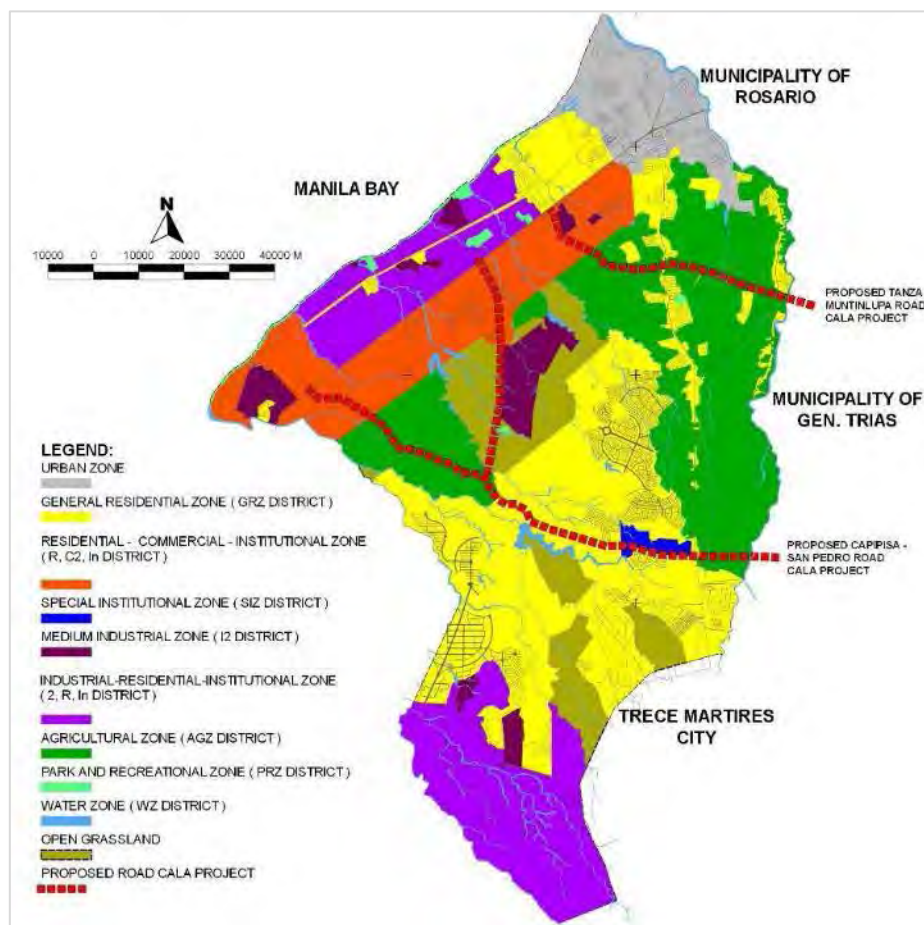
サンニコラスショールズは Rosario と Tanza の沖合に位置する。図 8.8-15 に示す通り、Rosario では開発地域が全域に広がっているのに対し、Tanza の開発地域は点在しており（図 8.8-16 参照）、NMIA の開発影響範囲において、主だった開発は Cavite 工業団地をはじめとする工業団地以外行われていない。こうした開発の現状は、他の候補地に比べて NMIA がもたらす周辺地域への便益が小さくなる可能性を示唆している。図 8.8-2 に示す新興 CBD の形成促進のためには、隣接する自治体と NMIA の連携強化が必要となる。



出所：MPDC Municipality of Rosario

図 8.8-15 Rosario 総合土地利用計画（2011-2020）





出所：MPDC Municipality of Tanza

図 8.8-16 Tanza ゾーニング図 (2011-2020)

NMIA の開発便益を最大化し、一体的開発を促進するためには、図 8.8-17 に示す通り、前述の空港主要アクセスの他、地元コミュニティや既存の工業地帯、及び空港整備車両用のアクセスも考慮する必要がある。CAVITEX の西伸は、地元コミュニティのアクセス改善のみならず、Ternate のようなカビテ州内沿岸の主要リゾートエリアへの広域アクセス改善にも寄与する。サンニコラスショールズ近辺は、分断された比較的小規模な土地所有が主流のため、大規模な住宅開発が未着手であるが、MM からの人口流入に対応するためには、包括的かつ効率的な土地利用の促進が必要となる。従って、図 8.8-17 に示す通り、Emilio Aguinald Highway や計画中の CALAX のような幹線道路沿いに大規模住宅開発や複合開発が計画・実施されることが望ましい。



出所：JICA 調査団

図 8.8-17 サンニコラスショールズの都市開発コンセプト図

### 5) ラグナ湖西岸

NMIA 候補地が位置するラグナ湖北西部は、メトロマニラ南部において都市・交通軸が東西と南北に交差する重要な地域に隣接している。メトロマニラを超えて南部へ拡大する都市化に対応するため、C6 道路の延長やラグナ湖畔堤防高速道路、カランバ-ロスバニョス間高速道路、南北通勤線(マロロス-カランバ間)の建設に代表されるように、数多くの大規模交通インフラ案件が計画されている。ラグナ湖畔堤防高速道路は、堤防建設と一体となっており、ラグナ湖西岸沿いの洪水緩和に伴い新たな都市開発の可能性が広がることから、NMIA 建設による社会経済及び都市開発における相乗効果が期待できる。Alabang に形成されつつある新興 CBD との連携を強化するためには、図 8.8-18 に示す通り、前述の空港主要アクセスの他、空港整備車両用のアクセスも兼ねたローカルアクセスの整備が望ましい。





出所：JICA 調査団

図 8.8-18 ラグナ湖西岸の都市開発コンセプト図



## 8.9 詳細検討結果一覧

表 8.9-1 に新空港候補地の検討結果を示す。また表 8.9-2 に想定概算工事費の内訳を示す。概算工事費は開港時（用地造成面積約 1,500ha）のもの、空港建設に影響を受ける漁業関係者への補償費は長期計画時（用地造成面積約 2,400ha）のものである。参照目的として長期計画時における概算用地造成工事費（空港用地全体を一括で造成する場合）を示す。

検討結果概要を以下に示す。

### [空域設定・航空交通流]

最終期オプション 1：滑走路離隔の大きな 2 セットのクロスパラレル滑走路配置の場合、サングレーポイントオプション 2 及びサンニコラスショールズは非常に難しいと考えられる。これは計器飛行方式の設定において、RP-P1(大統領官邸上空の飛行制限空域)に抵触するためである。但し、サングレーポイントオプション 2 の場合、約 700 フィートまでの制限緩和の実施、サンニコラスショールズの場合、約 2,600 フィートまでの制限緩和が実施される場合、この限りではない。またサングレーポイントオプション 2 では、計器飛行方式設定に際し、RP-R74（アンテナファーム）、RP-R75（マカティの高層構造物）及び RP-R76（フィリピン国家石油公社施設）も抵触する。ラグナ湖西岸における飛行方式設定においては、RP-R73（Barbados 離着陸場：これはスカイダイビング、曲技飛行、超軽量エアロモデル運用のための空域）との抵触が発生するが、調整が可能と考えられる。計器飛行方式設定は、サングレーポイントオプション 1 及びマニラ湾中央において、既存主要制限/禁止空域との抵触が無く設定可能である。マニラ湾中央に近接する範囲に埋立てプロジェクトがあり、高層ビルや高層構造物の建設が予想されることから、新空港をこの位置に建設する場合、十分な管理が必要である。なお、抵触した飛行制限/禁止空域の調整（緩和処置等）がフィリピン国政府によりなされた場合、5 候補地のいずれも飛行方式の設定が可能となる。

最終期オプション 2：3 本のオープンパラレル滑走路配置の場合、サングレーポイントオプション 2 及びサンニコラスショールズに加えてマニラ湾中央でも計器飛行方式と RP-P1 との競合が生じるため、飛行方式設定が可能なのはサングレーポイントオプション 1 とラグナ湖西岸のみとなる。

なお最終段階オプション 1 及び 2 において、サングレーポイントオプション 1 の滑走路 02R 近傍に PETRON 社の石油施設が位置する。この石油施設そのものは航空機運航の障害物件ではないが、航空機が同ターミナルに墜落した場合は周辺地域へのリスクと捉えられる可能性があり、関係機関との協議調整が必要と考えられる。

### [環境社会配慮面]

環境社会配慮面からは、サングレーポイントオプション 1 及び 2、マニラ湾中央、サンニコラスショールズ候補地の空港アクセス施設建設時において、多数の住民移転が発生すると考えられる。ラグナ湖西岸の住民移転数は、上記候補地に比べ少ない。すべての候補地で沈殿物上の新空港建設が懸念事項としてあり、空港用地面積、形状の決定に十分な取り組みが必要となる。

#### [自然災害リスク]

自然災害について、ラグナ湖西岸の候補地では、West Valley 断層でのマグニチュード7.2の地震時に過大な表面最大加速度の発生が想定される。マニラ湾中央については、ラムサール条約地であるLPPCHEAと近接し、バードストライクの高いリスクが想定される。

#### [埋立て用地造成]

埋立ての技術面について、マニラ湾の各候補地においては重大な困難の発生はないと考えられる。ラグナ湖西岸については、湖底の地下地盤層が軟弱なシルト層で構成されており、このシルト層を埋立て材として利用する場合、化学的に処理する必要が発生する。また候補地の地下層は、圧密沈下が想定され改良が必要となる。結果として、用地造成費用が著しく過大となる。ただしこの評価は二次データに基づくものであり、FS段階でボーリング調査を実施して確認することが望ましい。

#### [空港アクセス及び都市開発・周辺土地利用]

空港アクセスについては、各候補地からマカティまでの所要時間はおよそ30分である。

マニラ湾中央サイト及びサンニコラスショールズを除く各候補地は、空港周辺地域を含み、都市開発に寄与すると考えられる。マニラ湾中央の場合、空港サイトの一部がマニラ港湾区域と重複するほか、船舶係留区域に厳しい高さ制限を課すことになり、港の処理能力が減少することとなる。かかる制約はフィリピン港湾庁(PPA)にとって受け入れられないとの見解を同庁が確認した。サンニコラスショールズについては、基本的なインフラやサービスレベルが低いため、都市開発に係る費用が他の候補地よりも高額となる。

#### [建設費]

想定建設費について、ラグナ湖西岸の候補地は用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償費が高額となると予想される。これは地下地盤が悪く、適切な埋立て材が確保できないためである。ただし前述のとおりFS段階における確認が必要と考えられる。他の候補地において、サンニコラスショールズは用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償に係る費用が他候補地と比較し割安となる。これは想定される埋立て材採掘場から近く、埋立て深度が小さいためである。サングレーポイントオプション1の想定建設費は2番目に低く、サングレーポイントオプション1、マニラ湾中央と続く。

技術的検討に基づく各5候補地の主要事項を以下に示す。

- a) サングレーポイントオプション1はフィージブルである。
  - i) 主要な既存制限/禁止空域と抵触せずに計器飛行方式の設定が可能である。なおロザリオにあるPETRON oil terminal社の石油ターミナル施設への航空機事故リスクについて関係機関との協議調整が必要である。
  - ii) 相当数の住民移転が必要になるが、ラグナ湖西岸を除く他の候補地も同様に多数の

- 住民移転が必要となる。ラグナ湖西岸の候補地は、用地造成に必要な費用が過大となるため、フィージブル性が低く、サングレーポイントオプション 1 の代替とはならない。ただしラグナ湖西岸の用地造成費については FS 段階での確認が望まれる。
- iii) サングレーポイントオプション 1 候補地は、自然災害リスク、空港アクセス及び周辺土地利用、都市開発の観点から、他候補地と同等であり、フィージブルと考えられる。
  - iv) サングレーポイントオプション 1 における用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償に係る工事費はサンニコラスショールズに次ぎ低い。サンニコラスショールズ候補地をサングレーポイントオプション 1 の代替とするには、計器飛行方式設定上の RP-P1（大統領官邸上空飛行制限空域）との競合を解決する必要がある。
- b) サングレーポイントオプション 2 はフィージブル性が低い。
- i) 計器飛行方式設定において、RP-P1、RP-P74、RP-P75 及び RP-P76 と競合する。これらの制限空域の除去又は緩和に係る調整は非常に困難と考えられる。フィリピン国政府による判断が必要となる。
  - ii) 用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償に係る費用はサングレーポイントオプション 1 よりも高額となる。
  - iii) サングレーポイントオプション 1 と比較し、他の検討項目において重大な利点は確認できない。
- c) マニラ湾中央は幾つかの優れた優位性を持つものの、新空港立地に伴う高さ制限によるマニラ港の処理能力の制約は PPA にとって受け入れられないことから、NMIA サイトとしてフィージブル性が低いと考えられる。この問題を避けるための代替滑走路配置（滑走路方位 09/27）を検討したが、その場合は Cavite 市の大半と CAVITX 沿いのメトロマニラ地域の土地利用に甚大な負の影響が及ぶと考えられる。また飛行制限区域 RP-R76 に計器飛行方式の障害物アセスメント表面が抵触するという別の問題が生じる。結論として本サイトはフィージブル性が低いと考えられる。
- d) サンニコラスショールズは計器飛行方式設定における RP-P1 との競合を解決するまではフィージブル性が低いと考えられる。
- i) 計器飛行方式設定に際し、RP-P1 と競合する。この制限空域の除去又は緩和に係る調整は非常に困難と考えられる。フィリピン国政府による判断が必要となる。
  - ii) この候補地は空港アクセス道路建設に伴い、多数の住民移転が必要となる。
  - iii) サンニコラスショールズは自然災害リスクと想定工事費という観点からはフィージブルと考えられる。
  - iv) 空港アクセス性、周辺土地利用及び都市開発という観点からは、この候補地はフィージブル性が低い。
  - v) 5 候補地の中で、サンニコラスショールズの用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償に係る費用が最も低廉となる。

- e) ラグナ湖西岸は用地造成費が極めて高額と見込まれるため、フィージブル性が低い。ただし FS 段階でボーリング調査を実施して確認するのが望ましい。
- i) ラグナ湖西岸における計器飛行方式設定は、RP-R73 (Barbados 離着陸場：これはスカイダイビング、曲技飛行、超軽量エアロモデル運用のための空域) と競合するが、調整が可能と考えられる。RP-P1 との抵触は最終段階オプション 1 及び 2 の場合とも回避可能である。
  - ii) この候補地の住民移転数は少ない。
  - iii) West Valley 断層でのマグニチュード 7.2 の地震時に過大な表面最大加速度の発生リスクが想定される。
  - iv) 空港アクセス性、周辺土地利用及び都市開発という観点からは、この候補地はフィージブルである。
  - v) しかし、用地造成、アクセス道路及び土地収用・補償に係る費用が著しく過大となる。これは地下層の状態が悪いこと、また適切な埋立て材の確保ができないためである。



表 8.9-1 5 候補地の検討一覧表

検討項目	サングレーポイント オプション 1	サングレーポイント オプション 2	マニラ湾中央	サンニコラスショールズ	ラグナ湖西岸
空域及び運航条件	最終段階両オプションとも可能	両オプション共困難 制限空域 RP-P1, RP-R73, RP-R75 との 競合あり	オプション 1 のみ可能 周辺開発との調整が必要	両オプション共困難 制限空域 RP-R1 との 競合あり	両オプション共可能 制限空域 RP-R73 との 競合あるが調整可能
環境社会配慮	影響大 住民移転数約 4,100 人	影響大 住民移転数約 6,200 人	影響大 住民移転数約 6,200 人	影響大 住民移転数約 4,100 人	影響小 住民移転数約 300 人
自然災害リスク	フィージブル (Feasible)	フィージブル (Feasible)	中位 (Moderate) 渡り鳥によるバード ストライクの可能性	フィージブル (Feasible)	フィージブル小 (Less feasible) 大きな地震動の可能性あり
埋立て用地造成	フィージブル (Feasible)	フィージブル (Feasible)	フィージブル (Feasible)	フィージブル (Feasible)	非フィージブル (Not feasible) 浚渫流用材及び湖床 地盤の改良
空港アクセス: マカ ティからの移動時間	中位 (Moderate) 約 35 分	フィージブル (Feasible) 約 27 分	フィージブル (Feasible) 約 23 分	中位 (Moderate) 約 35 分	LLED 及び PNR と接 続可能で非常に良好 約 28 分
周辺土地利用及び都 市開発計画	フィージブル (Feasible)	フィージブル (Feasible)	港湾区域と競合する ため、PPA としては受 け入れられない	フィージブル小 (Less feasible)	フィージブル (Feasible)
開港時の概算工事費 <sup>*2</sup>	10,860 百万ドル	11,645 百万ドル	13,482 百万ドル	10,065 百万ドル	22,146 百万ドル <sup>*4</sup>
総合評価	フィージブル (Feasible)	フィージブル小 (Less feasible)	フィージブル小 <sup>*3</sup> (Less feasible)	フィージブル小 <sup>*1</sup> (Less feasible)	フィージブル小 <sup>*4</sup> (Less feasible)

表 8.9-1 に関する注

- \*1：サンニコラスショールズの場合、空域問題が解決されれば、総括がフィージブルとなる。
- \*2：“開港時概算工事費”は用地造成(約 1500ha)、アクセス道路用地買収費及び工事費、補償費(最終 2400ha)及び開港時空港施設に係る費用を含む。エンジニアリング、予備費、税金などは含まれていない。表 8.9-2 を参照。
- \*3：PPA 管理下のマニラ港湾区域と空港サイトの一部が重複する。また係留区域の船舶が新空港の制限表面に抵触する。その結果マニラ港の処理能力が著しく制約されることとなり、PPA にとって受け入れられないとの結論となった。
- \*4：工事費積算及びそれを考慮した総合評価について、FS 段階でボーリング調査を実施して確認するのが望ましい。

表 8.9-2 概算工事費内訳

Items	Sangley Option 1	Sangley Option 2	Central Manila Bay	San Nicholas Shoals	Western Laguna
<b>A. Platform Development (1500 ha)</b>	<b>5,716</b>	<b>6,354</b>	<b>8,379</b>	<b>4,942</b>	<b>16,774</b>
Seawall	1,218	1,429	1,485	1,112	2,704
Reclamation	3,529	3,847	4,437	2,950	13,767
PVD	428	528	1,910	348	303
DCM	541	550	546	533	0
<b>B. Airport Access Development (Opening Day)</b>	<b>588</b>	<b>705</b>	<b>464</b>	<b>588</b>	<b>504</b>
Expressway	588	705	464	588	504
Rail	0	0	0	0	0
<b>C. Land Acquisition and Compensation (2400 ha)</b>	<b>41</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>24</b>
<b>D. Subtotal (A+B+C)</b>	<b>6,344</b>	<b>7,107</b>	<b>8,890</b>	<b>5,573</b>	<b>17,301</b>
<b>E. Airport Facilities Development (Opening Day)</b>	<b>4,200</b>	<b>4,200</b>	<b>4,200</b>	<b>4,200</b>	<b>4,200</b>
Airfield/Landside Civil Facilities	707	707	707	707	707
Buildings	2,689	2,689	2,689	2,689	2,689
Utilities	646	646	646	646	646
CNS/ATM & AGL	159	159	159	159	159
<b>F. General Requirement</b>	<b>315</b>	<b>338</b>	<b>391</b>	<b>292</b>	<b>644</b>
<b>G. Total for Opening Day (D+E+F)</b>	<b>10,860</b>	<b>11,645</b>	<b>13,482</b>	<b>10,065</b>	<b>22,146</b>
Reference: Platform Development (2400 ha)	8,501	9,418	10,580	7,326	25,314

注) 概算工事費は用地造成面積約 1500ha 及び開港時の空港施設に基づくものである。しかし、影響を受ける漁業関係者への補償費は長期計画時に必要となる 2400ha によるものである。エンジニアリング、予備費、税金などは含まれていない。