

我が国の測位衛星システムの 全体構成に関するケーススタディ

2011年2月10日

内閣官房 宇宙開発戦略本部事務局

我が国が目指すべき測位衛星システムの 基本構成のケース・スタディ(案)

第3回政務官PT(平成22年11月12日)の「資料2」 3ページの表1. で提示

		準天頂衛星 機数			
		3機	4機	5機	6機
静止衛星 機数	0機	[3/3] 自立性 × 時間 △	[4/4] 自立性 × 時間 ○	[5/5] 自立性 △ 時間 ○	[6/6] 自立性 △ 時間 ○
	1機	[3/4] 自立性 △ 時間 △	[4/5] 自立性 △ 時間 ○	[5/6] 自立性 △ 時間 ○	[6/7] 自立性 ○ 時間 ○
	2機	[3/5] 自立性 △ 時間 △	[4/6] 自立性 △ 時間 ○	[5/7] 自立性 ○ 時間 ○	[6/8] 自立性 ○ 時間 ○
	3機	[3/6] 自立性 △ 時間 △	[4/7] 自立性 ○ 時間 ○	[5/8] 自立性 ○ 時間 ○	[6/9] 自立性 ○ 時間 ○

注記: [/]は、[準天頂衛星の機数/静止衛星を加えた全体衛星数]

自立性=GPS衛星を用いずに測位を行える可能性

- :自立可能
- △:一部制約あり
- ×:可能性なし

時間=測位衛星システムを利用可能な時間(70度以下となる低仰角の時間を含む可能性あり。)

- :24時間365日切れ目なく利用可能。(バックアップ機を運用し、途切れないサービスを提供)
- △:24時間利用可能であるが、衛星の軌道修正等メンテナンスのために使用できない時間帯が発生。

(○、△、×の評価は、厳密な技術データに基づいたものではなく、今後、専門家WGにおいて詳細な技術検討を行う予定。)

ケーススタディに関する評価ポイント

指標		評価ポイント
測位精度	仰角 <small>(衛星を見た視線が水平面となす角)</small>	<input type="checkbox"/> (受信には) 高い方が良い <input type="checkbox"/> (精度をよくするには(=下記DOPを小さくする) 為には) 仰角の低い衛星も必要
	DOP <small>(参考資料23ページ参照)</small>	<input type="checkbox"/> 小さい方が良い <input type="checkbox"/> 安定している方が良い
軌道維持運用		<input type="checkbox"/> 軌道維持運用の頻度が少ない方が良い <small>(一般的にインド洋上空から離れるほど頻繁に軌道維持運用が必要)</small>
軌道維持メンテナンス時の性能維持		メンテナンスを行わないと、衛星軌道はインド洋上空に自然に移動してしまうので、当初の軌道に戻すために、定期的な軌道維持メンテナンスが必要 <input type="checkbox"/> 上記の仰角やDOPの劣化が小さい方が良い
サービス提供地域		<input type="checkbox"/> 日本国内で予定されるサービスが確実に提供されることが基本 <input type="checkbox"/> 上記の基本要件が満たされているのであれば、これに加えてアジア太平洋地域における同種のサービスが提供できることが望ましい

ケーススタディの概要

本ケーススタディは、(財)衛星測位利用推進センターの協力を得て実施した。

	準天頂 3機	準天頂 4機	準天頂 5機	準天頂 6機	
静止 0機	 持続測位 ×	 持続測位 ×	 持続測位 × (@北海道)	 持続測位 ○/精度 △	 持続測位 ○/精度 △
静止 1機	 持続測位 ×	 持続測位 ○/精度 △	 持続測位 ○/精度 ○	 持続測位 ○/精度 ○ (北海道で△)	 持続測位 ○/精度 ◎ (ただしメンテナンス時の仰角が低下)
静止 2機	 持続測位 ○/精度 ○	 持続測位 ○/精度 ○	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎
静止 3機	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎	 持続測位 ○/精度 ◎

【凡例1】

- : 準天頂衛星
- : 静止衛星

【凡例2】

- 持続測位 ○とは: サービスエリア内で4機が常に可視である
- 持続測位 ×とは: サービスエリア内で4機が常に可視であるとは限らない

【凡例3】

- 精度 ◎とは: サービスエリア内で安定してDOPが6以下である
- 精度 ○とは: サービスエリア内でDOPが20以下である。
- 精度 △とは: サービスエリア内で多くの時間でDOPが20以下であるが、一時的にDOPがさらに大きくなる時間がある。

(注) 静止衛星は、8の字軌道の東西に配置し、3機目は8の字軌道の中に配置してスタディを実施。(位置は解析の実施上便宜的に設定したものであり、必ずしもこれで決定するものではない。)

※「持続測位」の意味については、4ページの注を参照。

解析結果の区分

□ 以下の2通りに方向性を大別し、それぞれについて解析結果を検討した。

- 「持続測位」*が可能な機数構成
- 「GPSの補完・補強」が可能な機数構成(ただし、持続測位は不可)

*) 本資料において、「持続測位」とは、他国の測位衛星が使用できない場合でも、我が国のシステムのみで最低限の測位サービスの提供を持続できる状態をいう。

解析結果〔1〕

「持続測位」が可能な機数構成

解析結果の要約

	準天頂 3機	準天頂 4機	準天頂 5機	準天頂 6機
静止 0機	<p>持続測位 ×</p>			
静止 1機		<p>・通常は持続測位○ ・1機メンテナンスで持続測位×</p>	<p>C</p>	<p>・通常は持続測位○ ・1機メンテナンスでも持続測位○</p>
静止 2機			<p>B</p>	
静止 3機		<p>A</p>	<p>・通常は持続測位○ ・1機メンテナンスでも持続測位○ ・機数が多い</p>	

解析結果の考察

- 赤色で囲った部分
 - 持続測位ができない

- 黄色で囲った部分
 - 持続測位は可能
 - メンテナンス時に持続測位ができなくなる

- 空色で囲った部分
 - 持続測位は可能
 - メンテナンス時でも持続測位が可能

なお、準天頂衛星3機の場合は、いずれの場合もメンテナンス時に仰角が著しく低下する時間帯がある。(参考資料25ページ参照)

持続測位が可能な機数構成に係る 選択肢抽出の考え方

- ケーススタディの結果、持続測位を実現するためには、5機(①+3+①)のケース 又は ①+4のケース) 又は6機以上が必要と評価
(○の数字は静止衛星の数。左から8の字軌道の西→東)
- ただし、5機又は6機の場合は以下の問題がある。
 - 1機メンテナンス時に良好な持続測位が実現できない。
- そのため、常時持続測位を実現するためには、最低7機が必要。
- 7機の場合、以下の3つの選択肢がある
 - A: ①+4+①+① (8の字軌道の東に1、西に1及び8の字軌道内の1)
 - B: ①+5+① (8の字軌道の東に1、西に1)
 - C: ①+3+3 又は ①+6 (8の字軌道の西に1)
 - ①+3+3 は1機メンテナンス時に仰角が低下する。
 - ①+6 は、静止衛星がメンテナンス時に良好な持続測位が維持できない。

持続測位が可能な機数構成に係る 2つの選択肢

持続測位を実現する場合、前記の3つの選択肢から、ケースCは性能要件を満たさない。

したがって、以下のケースAとケースBの2つが、持続測位を実現する上で最適な選択肢と考えられる。

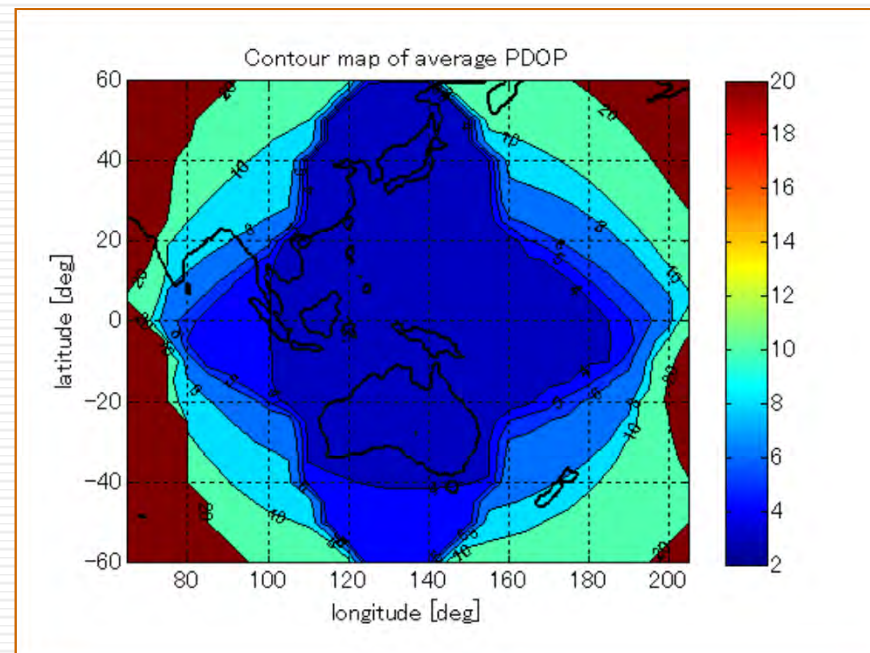
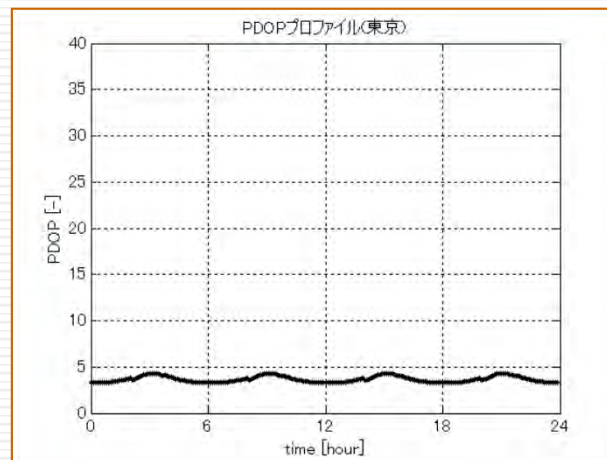
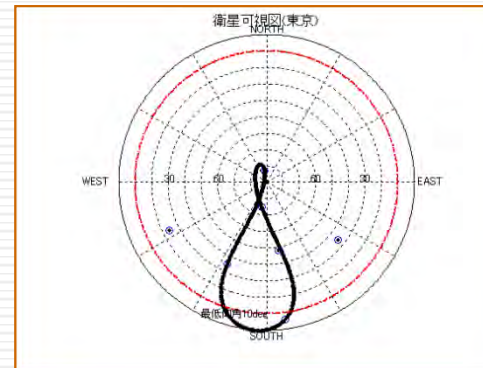
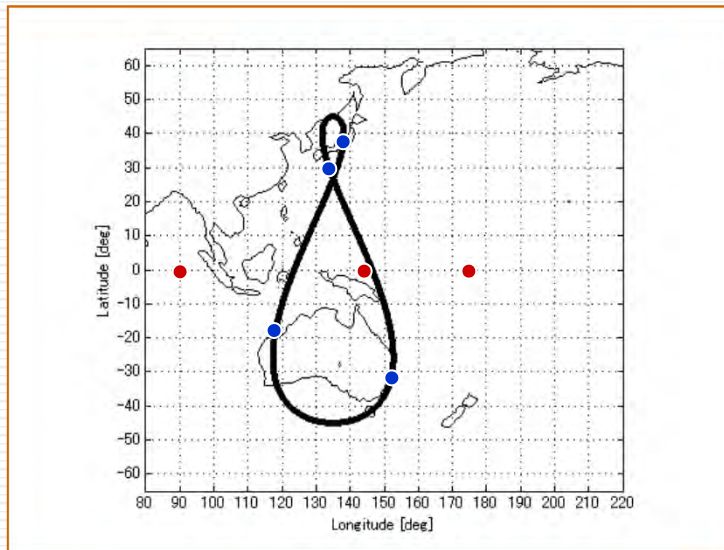
□ ケースA: ① + 4 + ① + ①

- DOP要件: 通常時のDOPは極めて良く、1機がメンテナンス時でもDOPの劣化量は小さい。
- 仰角要件: QZS1機メンテナンス時に仰角の劣化が限定的(約55度)
- 静止衛星が3機であるので相乗り相手が探しやすい。

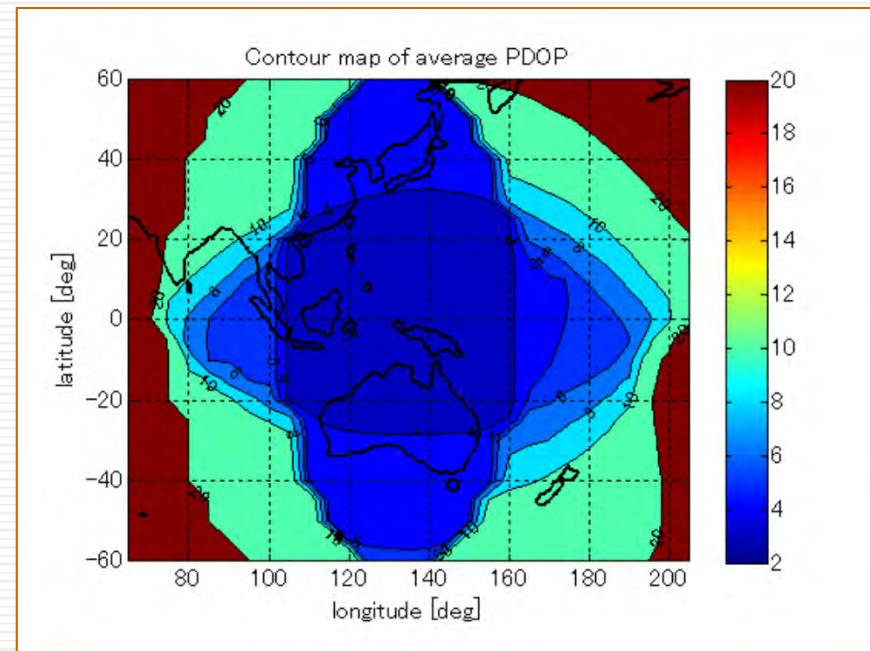
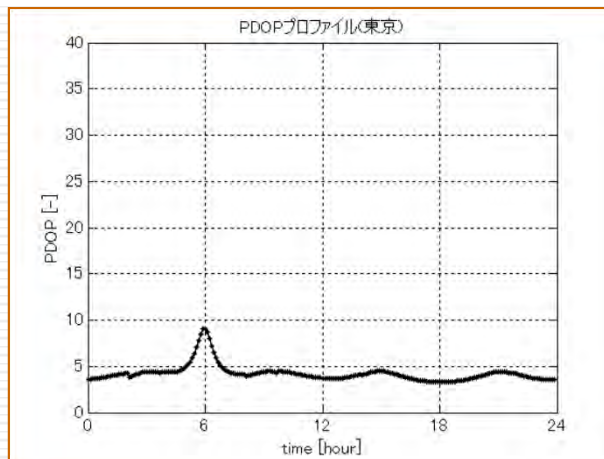
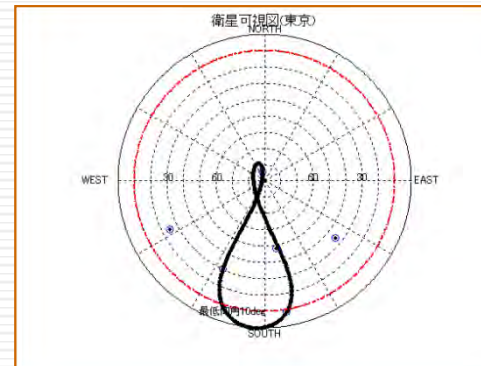
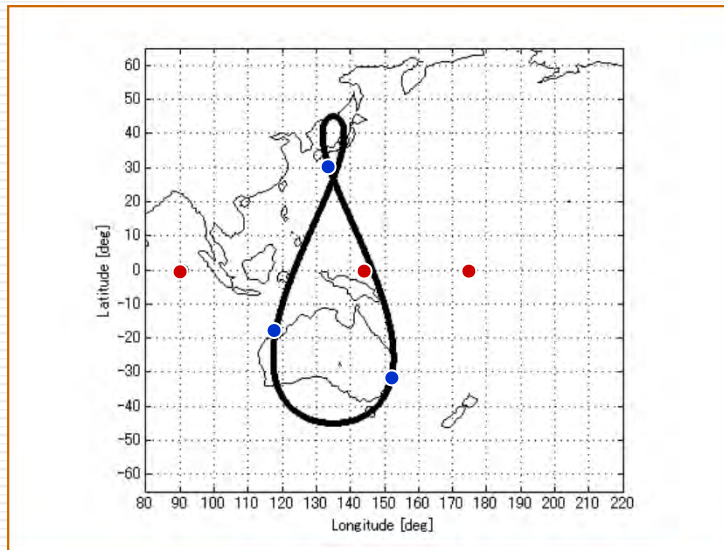
□ ケースB: ① + 5 + ①

- DOP要件: 通常時のDOPは極めて良いが、静止衛星のメンテナンス時にはDOPが大きく劣化する場合がある。
- 仰角要件: QZS1機メンテナンス時でも仰角は70度を維持する(東京)

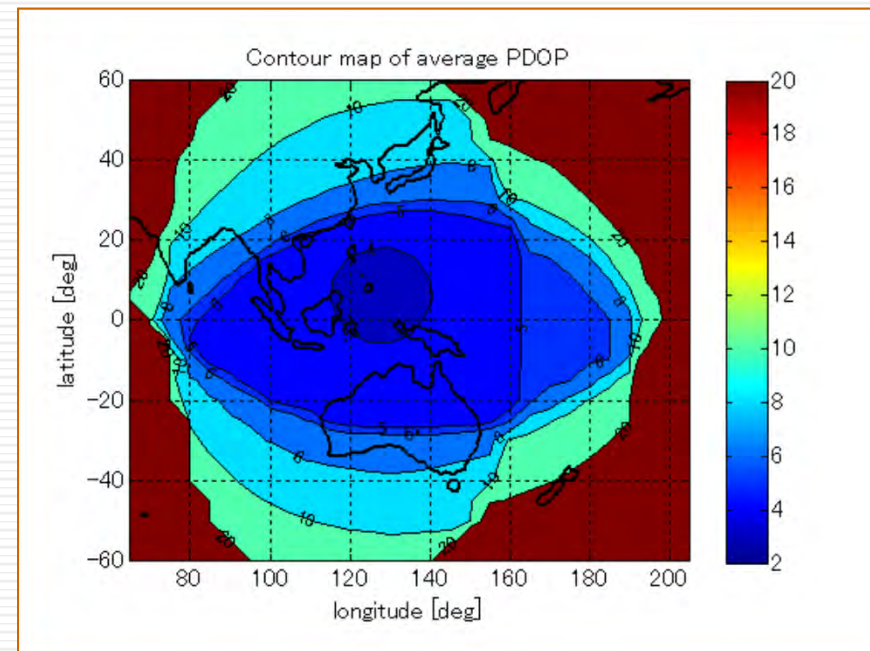
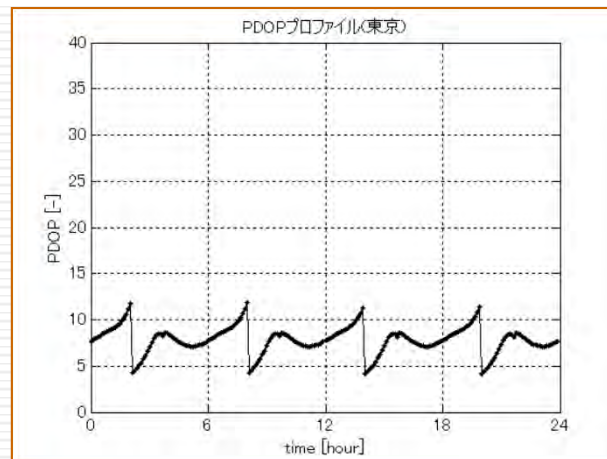
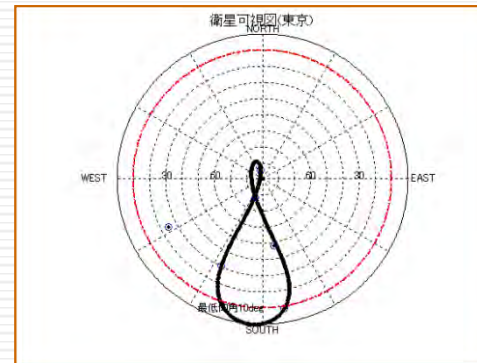
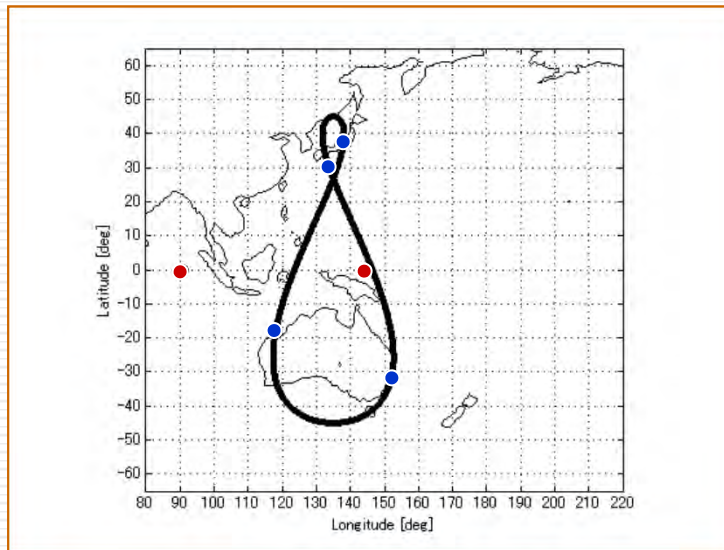
ケースAの性能



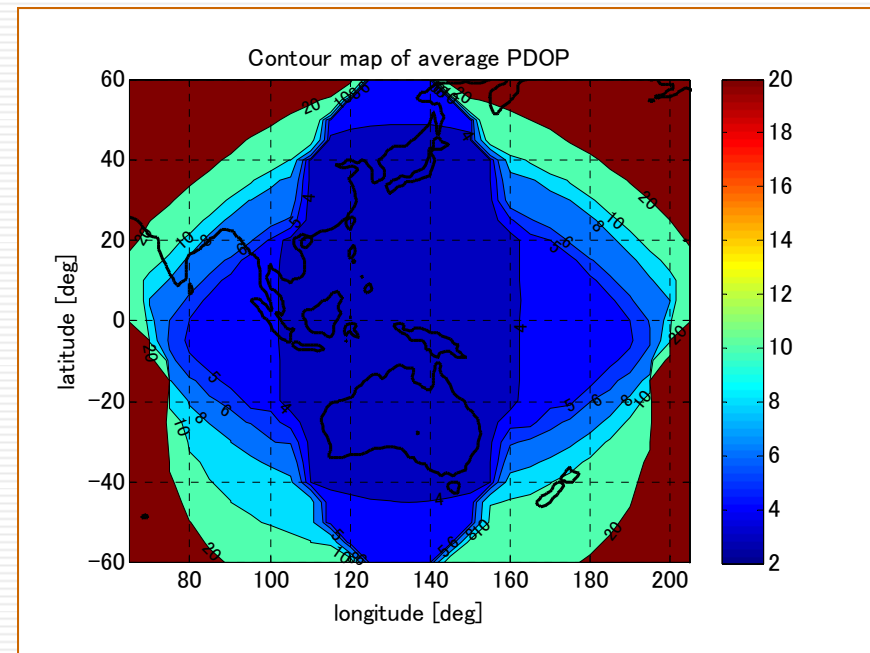
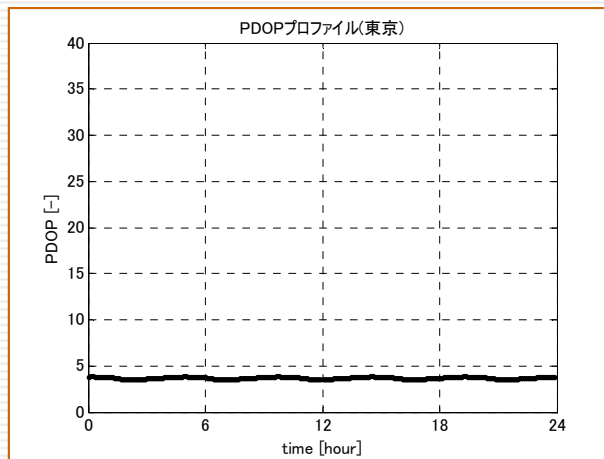
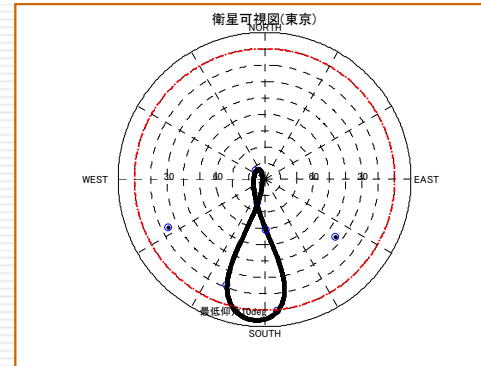
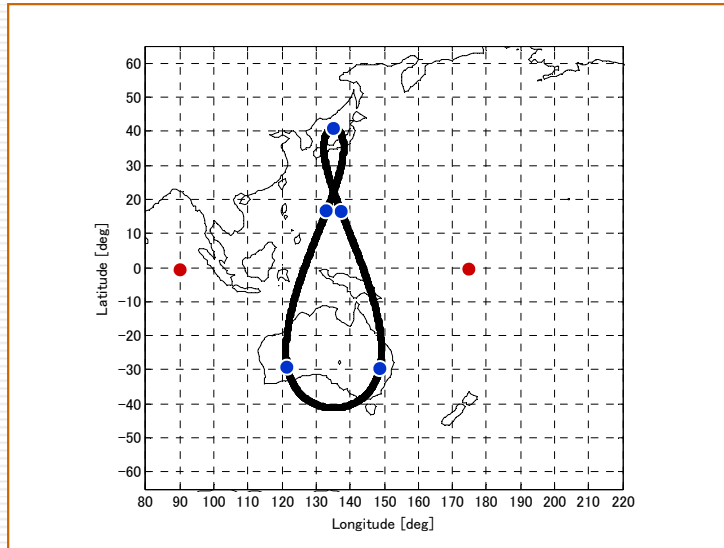
ケースA(準天頂衛星メンテナンス時)の性能



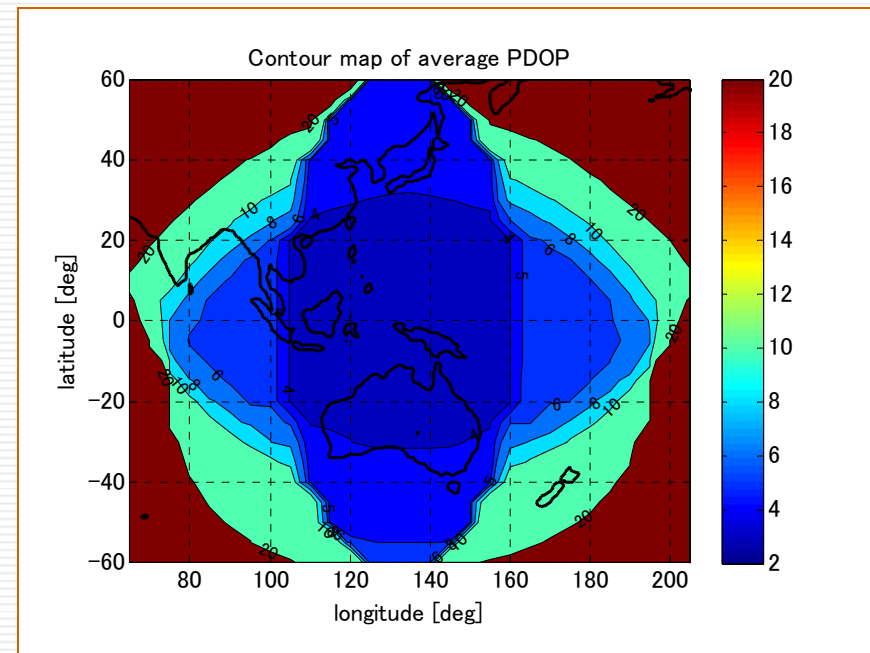
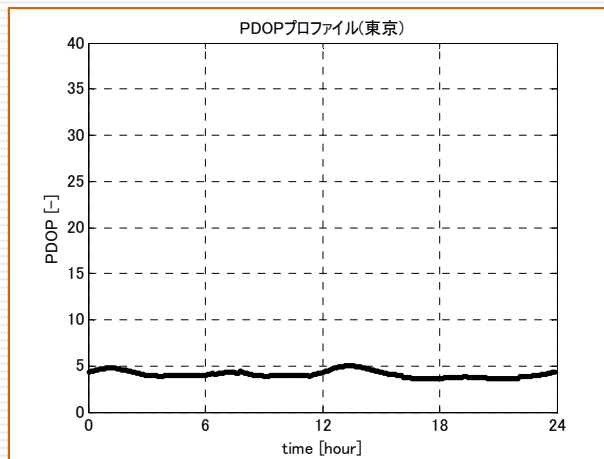
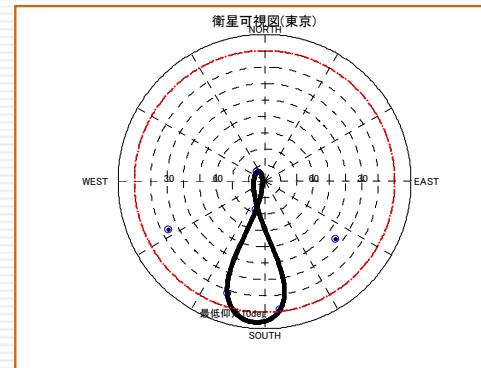
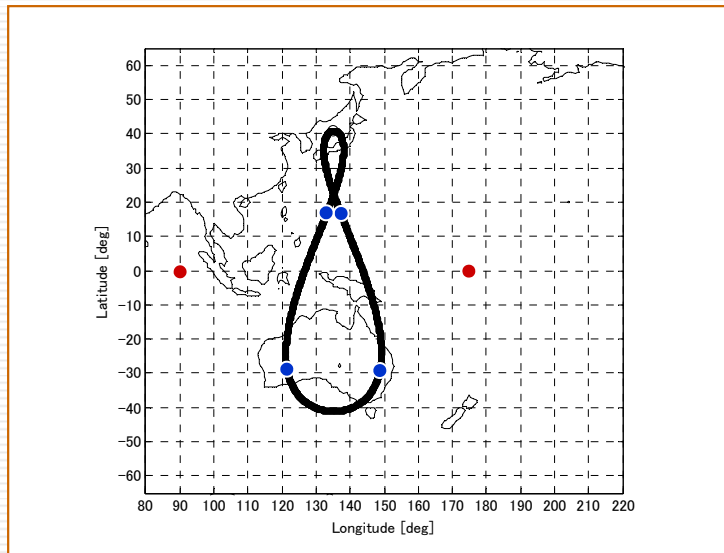
ケースA(静止衛星メンテナンス時)の性能



ケースBの性能



ケースB(準天頂衛星メンテナンス時)の性能



ケースB(静止衛星メンテナンス時)の性能

