

# 東京電力の研究活動について

平成22年7月2日  
東京電力株式会社



東京電力

---

# 柏崎刈羽原子力発電所：知見の拡充に向けた取り組みの検討状況

柏崎刈羽原子力発電所では、安全・安心の更なる向上を図るため、知見拡充のための調査・検討を進めています。

原子力耐震・構造研究拠点に関しては、そのうち下記の2項目について、観測記録や検討成果の提供を通じて研究に取り組んで参ります。

項目		平成21年度	平成22年度		23	24	25
原子力耐震・構造研究拠点		第一回委員会 ▼	第二回 ▽	第三回 ▽			
				△ 拠点施設竣工(11月)			
建屋の変動に関する検討		GPS他観測開始 ▼					
		▲ ▲		△	△		
		水準測量	水準測量	水準測量			
新潟県中越沖地震を踏まえた地震観測に関する検討	深部地震観測			荒浜側 ▽	大湊側観測開始 ▽		
	建屋内地震観測			△ 4号機マット部観測開始		△ 全点観測開始	

▲：実施済み △：実施予定

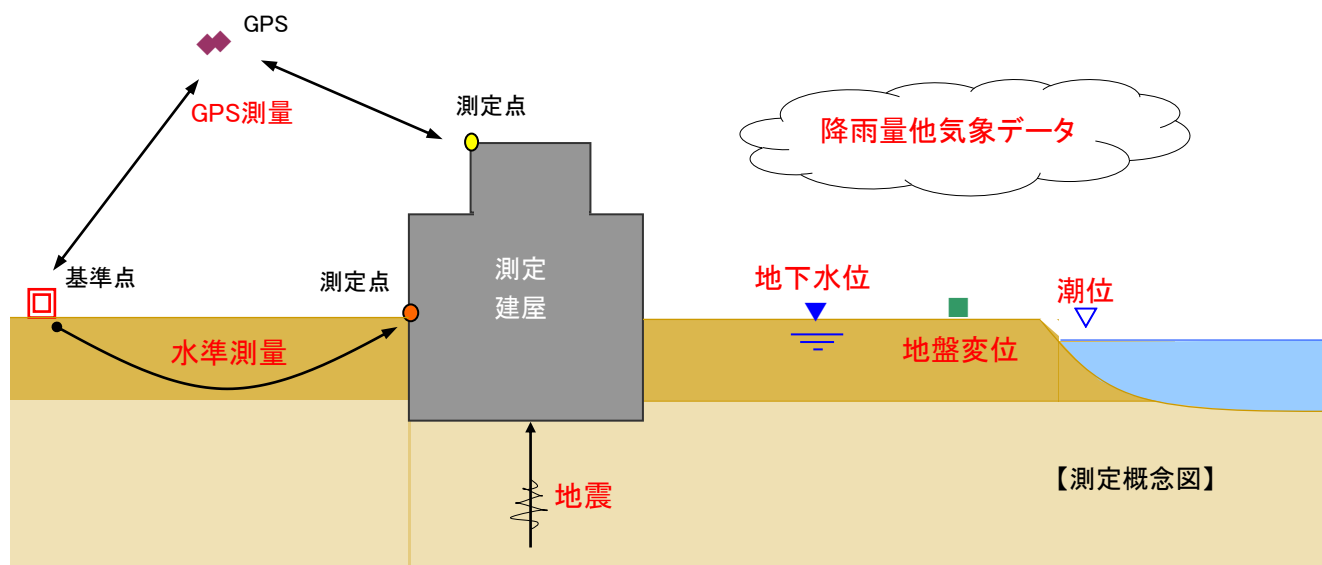
# 建屋の変動に関する検討

地震後に観測された建屋の変動要因を解明するために、以下の取組を実施

■建屋水準測量（従来より実施、年二回）

■建屋変位ほか連続観測（H22年3月末より順次開始）

- 原子炉建屋（GPS、傾斜計）
- 地盤変位（GPS：地表面、支持層）
- 地下水位



各種観測のイメージ



屋上GPS設置状況



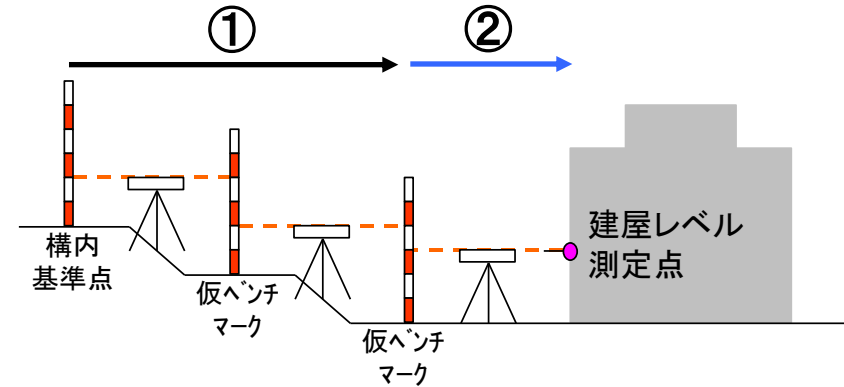
建屋傾斜計設置状況

# 建屋の変動に関する検討（建屋水準測量：測定方法と誤差）

## ■建屋レベルの測定方法

### 【手順】

- ①構内基準点から仮ベンチマークの標高を測定
- ②最寄の仮ベンチマークから建屋レベルを測定



## ■誤差

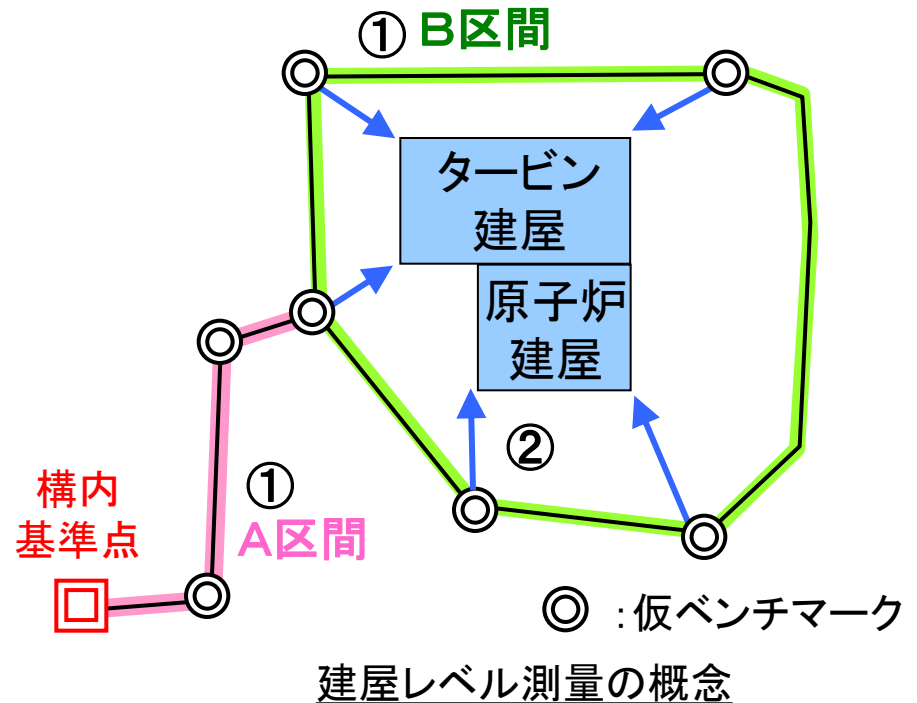
2級水準測量相当にて実施

$$\text{許容誤差(mm)} = 5\sqrt{S}$$

S: 測量距離(km)

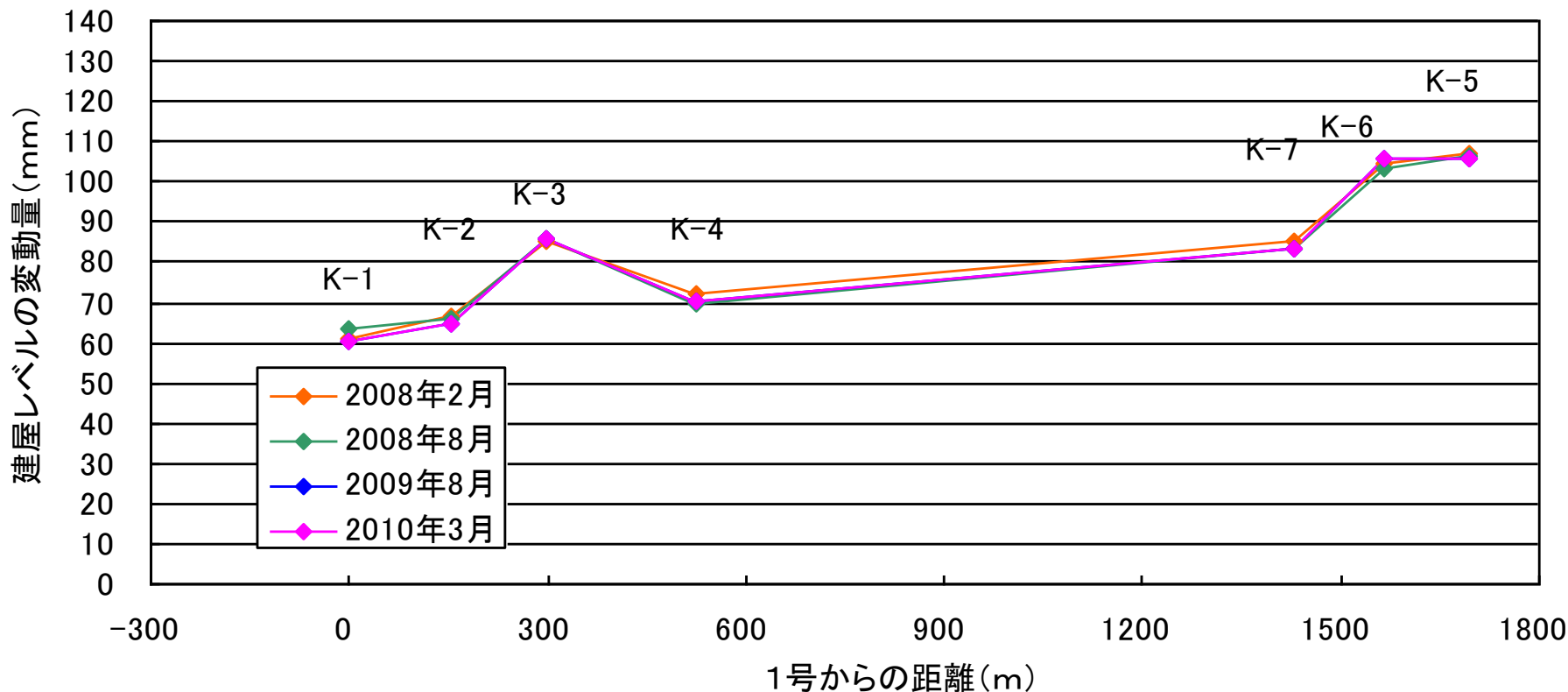
<参考> 2010.3測量時の基準点路線

区間	測量距離 (km)	許容誤差 (mm)	測量時の誤差 (mm)
構内基準点～1-4号機間	1.140	±5.3	+0.0
1～4号機側	2.705	± 8.2	+1.2
1～4号機～5～7号機間	5.510	± 11.7	+1.4
5～7号機側	1.259	± 5.6	+0.0



# 建屋の変動に関する検討（建屋レベルの地震前からの変動量）

- 地震後の2008年2月・8月、2009年8月及び2010年3月に建屋水準測量を実施
- 2008年2月から2010年3月にかけて、大きな変動は認められない

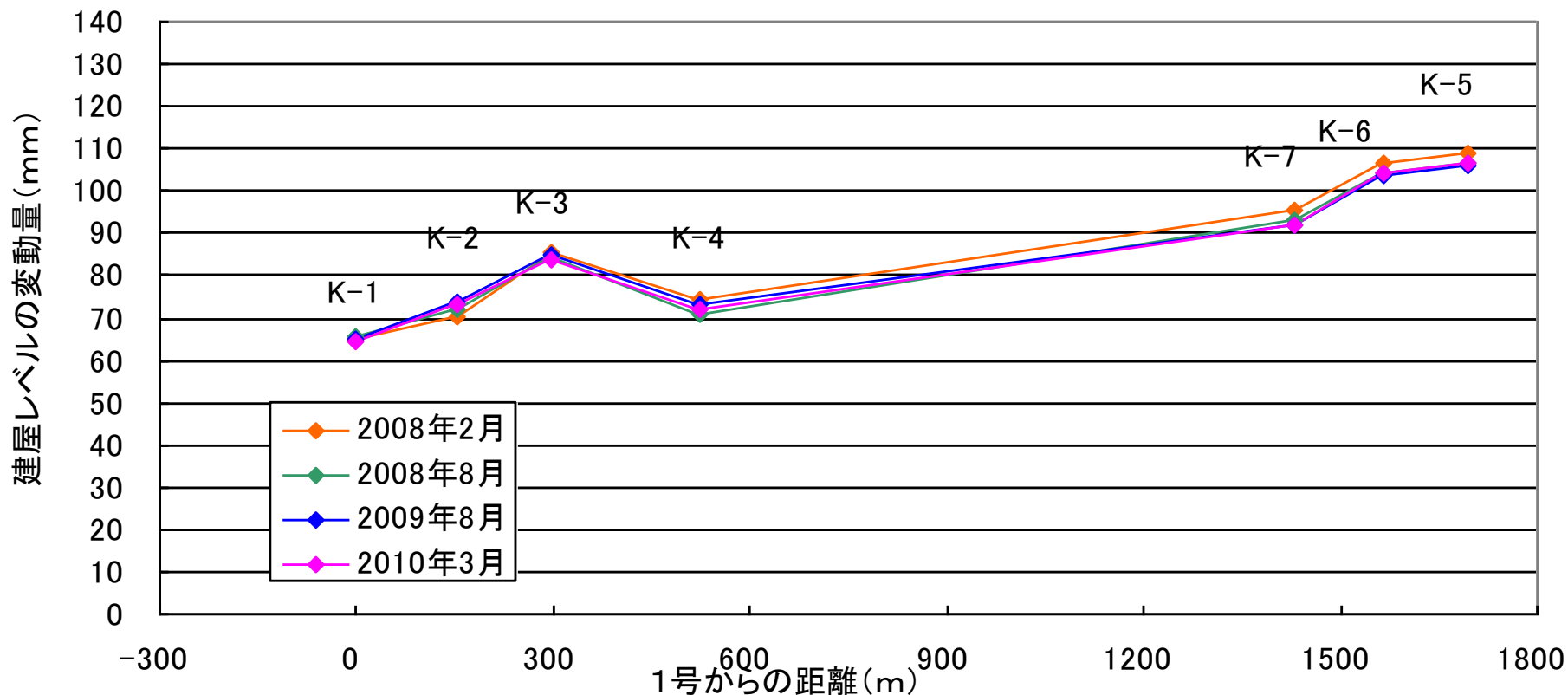


## 地震前のレベルに対する原子炉建屋の変動量

(2006年5月の測量結果に対する2008年2月、8月、2009年8月及び2010年3月の測量結果の比較)

# 建屋の変動に関する検討（建屋レベルの地震前からの変動量）

■ 2008年2月から2010年3月にかけて、大きな変動は認められない

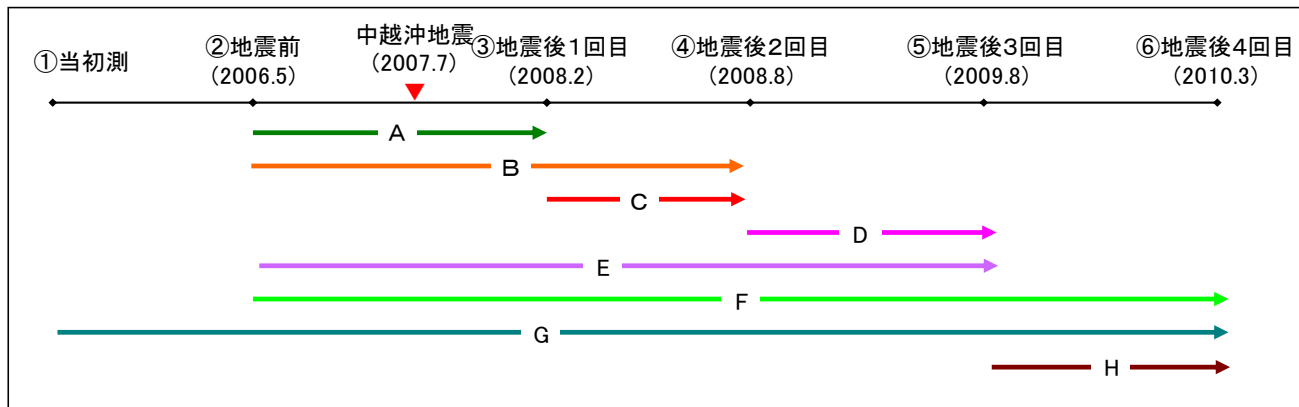


## 地震前のレベルに対するタービン建屋の変動量

（2006年5月の測量結果に対する2008年2月、8月、2009年8月及び2010年3月の測量結果の比較）

# 建屋の変動に関する検討（建屋傾斜変化について）

号機	建屋名	A	B	C	D	E	F	G	H
		②地震前から ③地震後1回目の 傾斜変化最大値	②地震前から ④地震後2回目の 傾斜変化最大値	③地震後1回目から ④地震後2回目の 傾斜変化最大値	④地震後2回目から ⑤地震後3回目の 傾斜変化最大値	②地震前から ⑤地震後3回目の 傾斜変化最大値	②地震前から ⑥地震後4回目の 傾斜変化最大値	①当初測定時から ⑥地震後4回目の 傾斜変化最大値	⑤地震後3回目から ⑥地震後4回目の 傾斜変化最大値
		傾斜	傾斜	傾斜	傾斜	傾斜	傾斜	傾斜	傾斜
1号機	原子炉建屋	約 1/ 25,000	約 1/ 51,000	約 1/ 29,000	約 1/ 16,000	約 1/ 15,000	約 1/ 12,000	約 1/ 35,000	約 1/ 68,000
	タービン建屋	約 1/ 53,000	約 1/ 36,000	約 1/ 34,000	約 1/ 24,000	約 1/ 14,000	約 1/ 30,000	約 1/ 8,500	約 1/ 21,000
2号機	原子炉建屋	約 1/ 14,000	約 1/ 12,000	約 1/ 27,000	約 1/ 34,000	約 1/ 13,000	約 1/ 14,000	約 1/ 12,000	約 1/ 83,000
	タービン建屋	約 1/ 10,000	※	※	※	※	※	※	※
3号機	原子炉建屋	約 1/ 16,000	約 1/ 18,000	約 1/ 22,000	約 1/ 16,000	約 1/ 12,000	約 1/ 12,000	約 1/ 9,000	約 1/ 33,000
	タービン建屋	約 1/ 14,000	約 1/ 11,000	約 1/ 19,000	約 1/ 26,000	約 1/ 14,000	約 1/ 12,000	約 1/ 39,000	約 1/ 19,000
4号機	原子炉建屋	約 1/ 22,000	約 1/ 19,000	約 1/ 15,000	約 1/ 26,000	約 1/ 18,000	約 1/ 44,000	約 1/ 29,000	約 1/ 26,000
	タービン建屋	約 1/ 6,700	約 1/ 7,600	約 1/ 33,000	約 1/ 31,000	約 1/ 6,100	約 1/ 6,300	約 1/ 5,600	約 1/ 27,000
5号機	原子炉建屋	約 1/ 10,000	約 1/ 10,000	約 1/ 32,000	約 1/ 25,000	約 1/ 9,100	約 1/ 10,000	約 1/ 8,400	約 1/ 29,000
	タービン建屋	約 1/ 7,800	約 1/ 7,000	約 1/ 16,000	約 1/ 20,000	約 1/ 10,000	約 1/ 9,600	約 1/ 8,000	約 1/ 17,000
6号機	原子炉建屋	約 1/ 5,500	約 1/ 5,500	約 1/ 57,000	約 1/ 19,000	約 1/ 5,900	約 1/ 7,400	約 1/ 6,300	約 1/ 22,000
	タービン建屋	約 1/ 15,000	約 1/ 12,000	約 1/ 19,000	約 1/ 34,000	約 1/ 18,000	約 1/ 14,000	約 1/ 19,000	約 1/ 26,000
	コントロール建屋	約 1/ 4,200	約 1/ 4,400	約 1/ 12,000	約 1/ 46,000	約 1/ 4,500	約 1/ 4,200	約 1/ 3,800	約 1/ 40,000
	廃棄物処理建屋	約 1/ 9,000	約 1/ 14,000	約 1/ 18,000	約 1/ 18,000	約 1/ 17,000	約 1/ 9,000	約 1/ 7,900	約 1/ 9,000
7号機	原子炉建屋	約 1/ 5,000	約 1/ 4,800	約 1/ 63,000	約 1/ 52,000	約 1/ 4,700	約 1/ 4,700	約 1/ 6,100	約 1/ 33,000
	タービン建屋	約 1/ 10,000	約 1/ 9,500	約 1/ 42,000	約 1/ 33,000	約 1/ 8,300	約 1/ 9,800	約 1/ 13,000	約 1/ 24,000

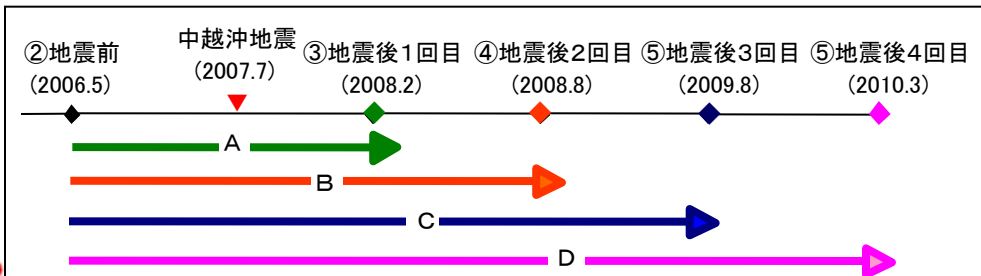
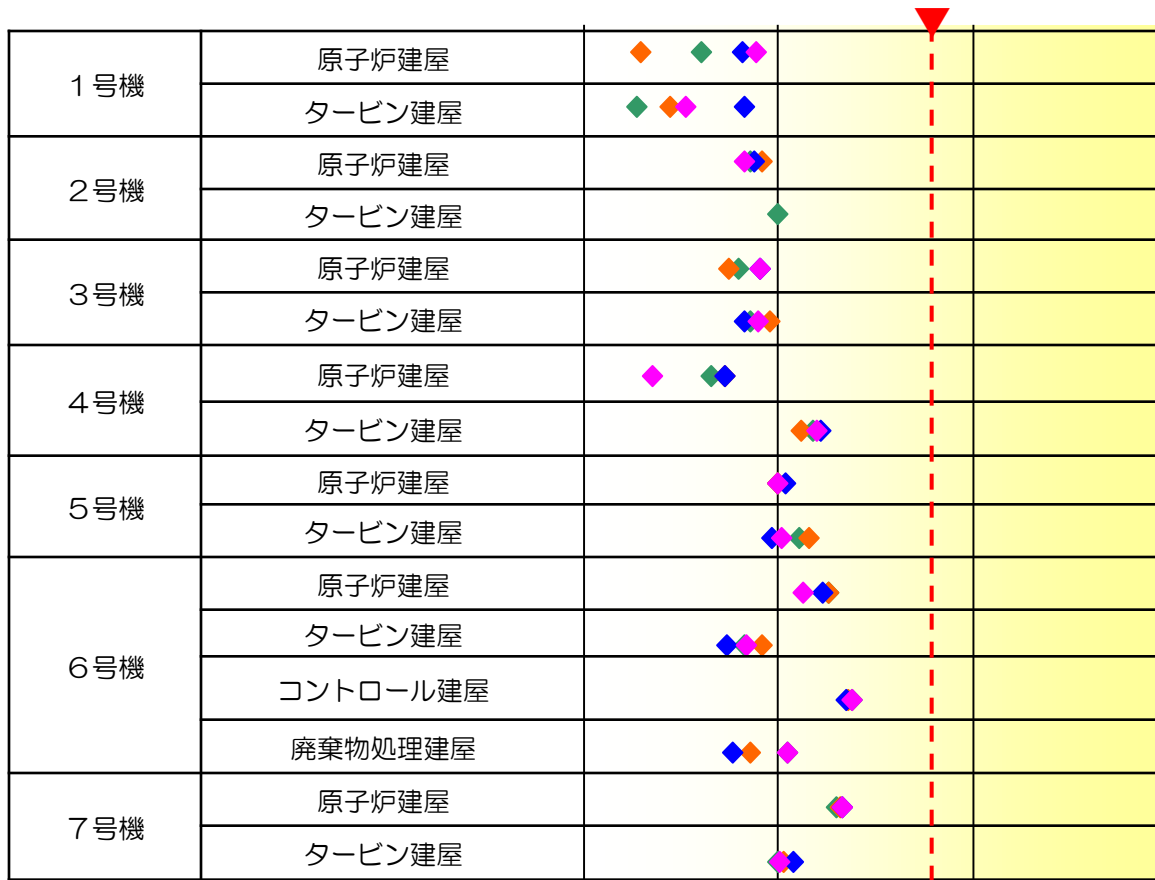


※:地震後2回目以降の計測時に、  
変圧器周辺の作業により未測定  
の箇所があるため。

□:各項における最大値

# 建屋の変動に関する検討（建屋傾斜変化について）

傾斜限界値の目安(日本建築学会)(1/2000)





# 建屋の変動に関する検討（建屋水準測量のまとめ）

2010年3月に地震後4回目の建屋水準測量を実施し、以下の結果となった。

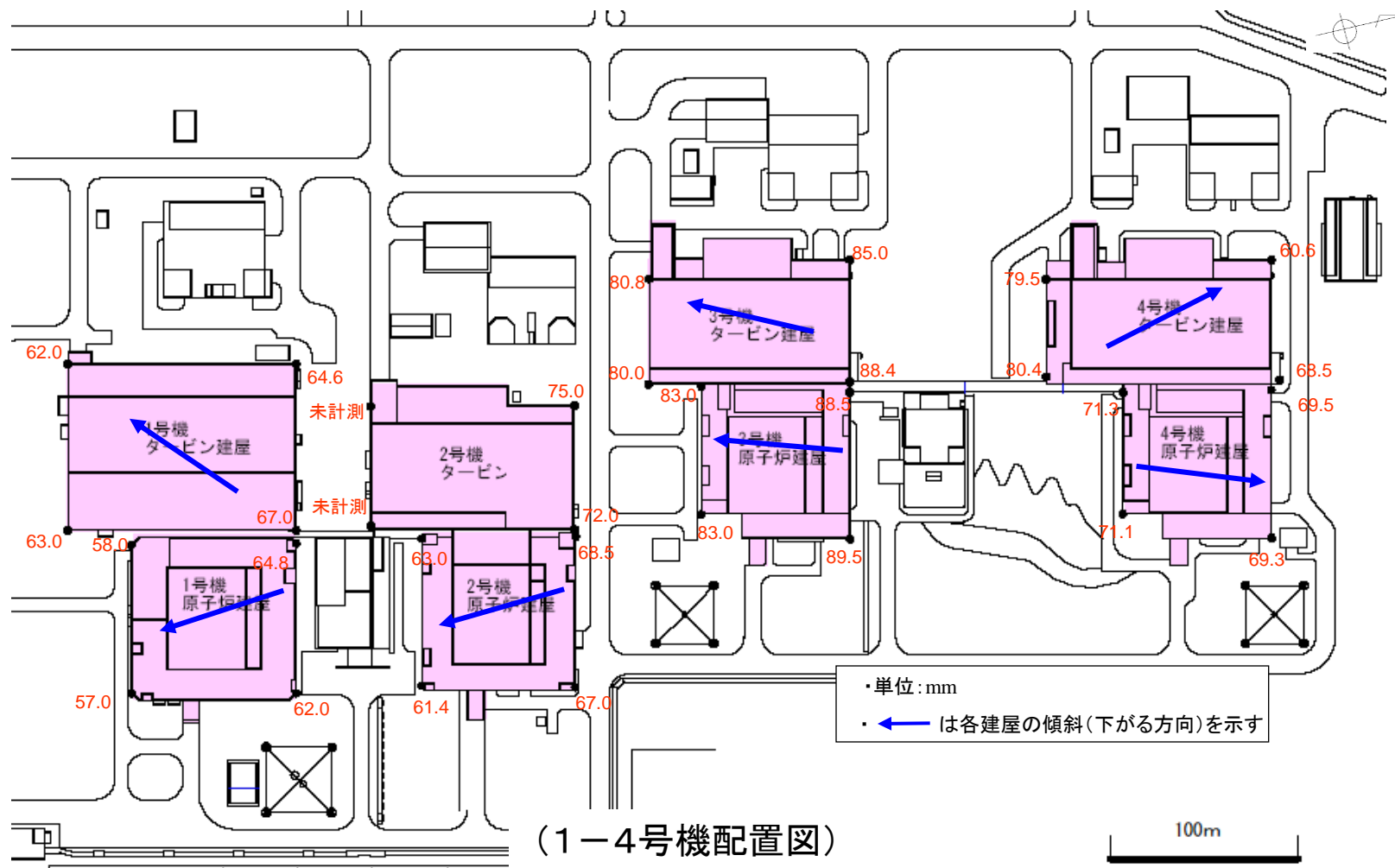
## ■ 建屋レベルの変動について

- 地震後の2008年2月・8月、2009年8月、2010年3月に実施した計4回分の測量結果の間には、大きな変動は認められない

## ■ 建屋傾斜変化について

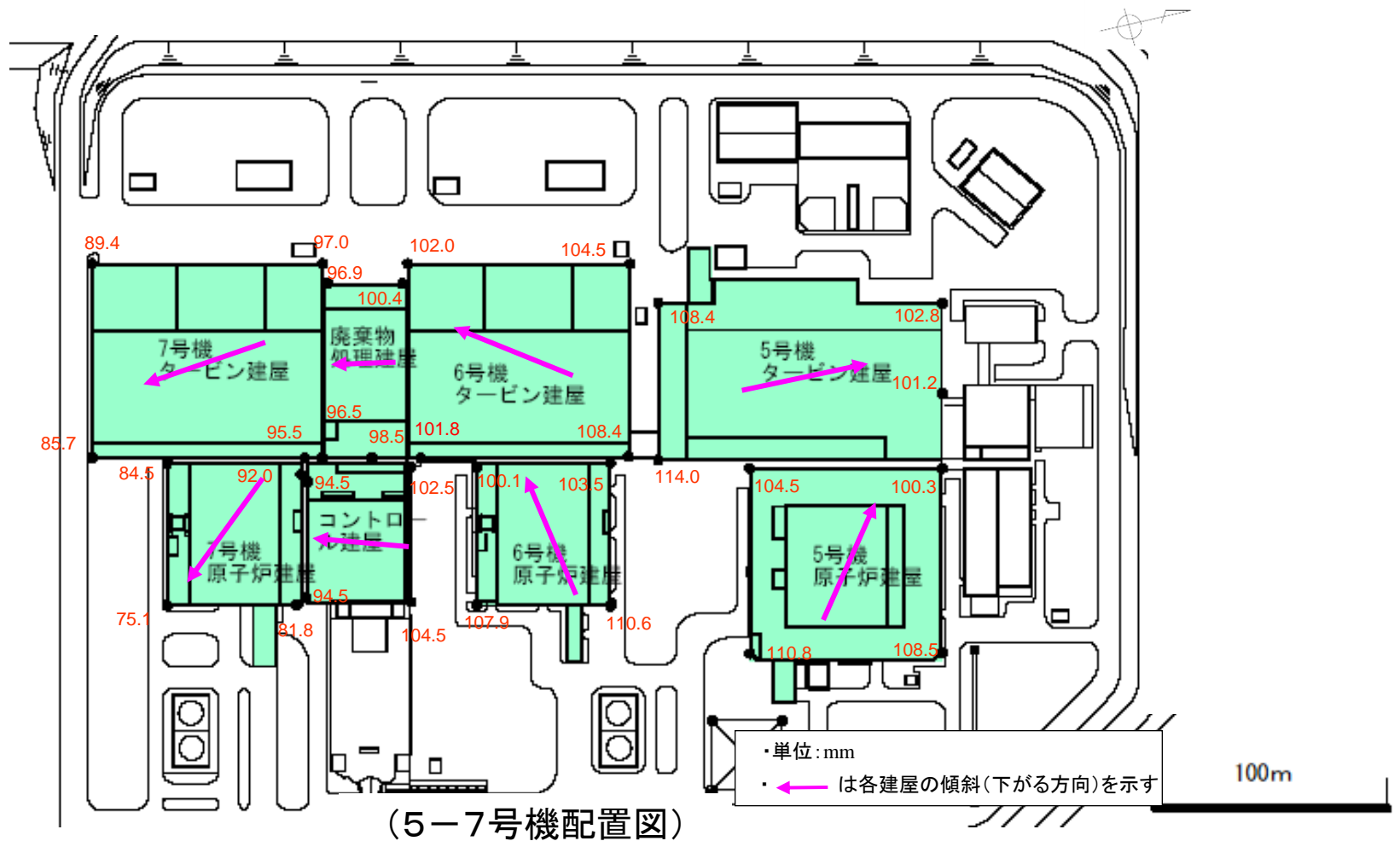
- 地震前から地震後の2010年3月の測量の最大傾斜変化量は1/4200であった
- 地震後の2009年8月の測量から2010年3月の測量までの最大傾斜変化量は1/9000であった

# 建屋レベル変動図 (②地震前→⑥地震後4回目、1-4号機側)



・建屋レベル変動図は、地震前水準測量(平成18年5月に実施)に対する地震後水準測量第4回(平成22年3月に実施)の差分

# 建屋レベル変動図 (②地震前→⑥地震後4回目、5-7号機側)



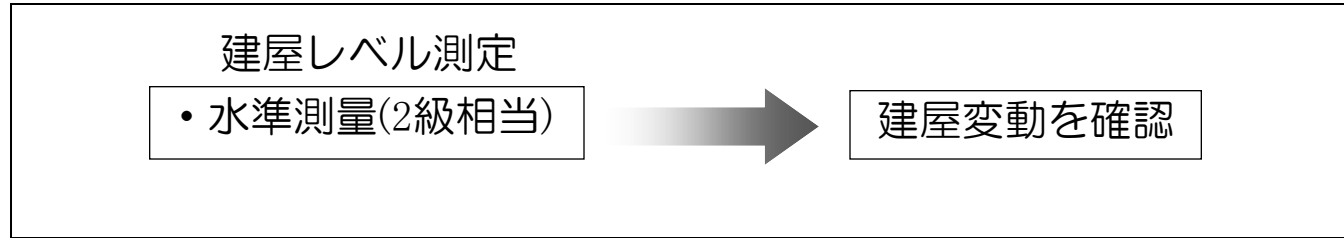
・建屋レベル変動図は、地震前水準測量(平成18年5月に実施)に対する  
地震後水準測量第4回(平成22年3月に実施)の差分

# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

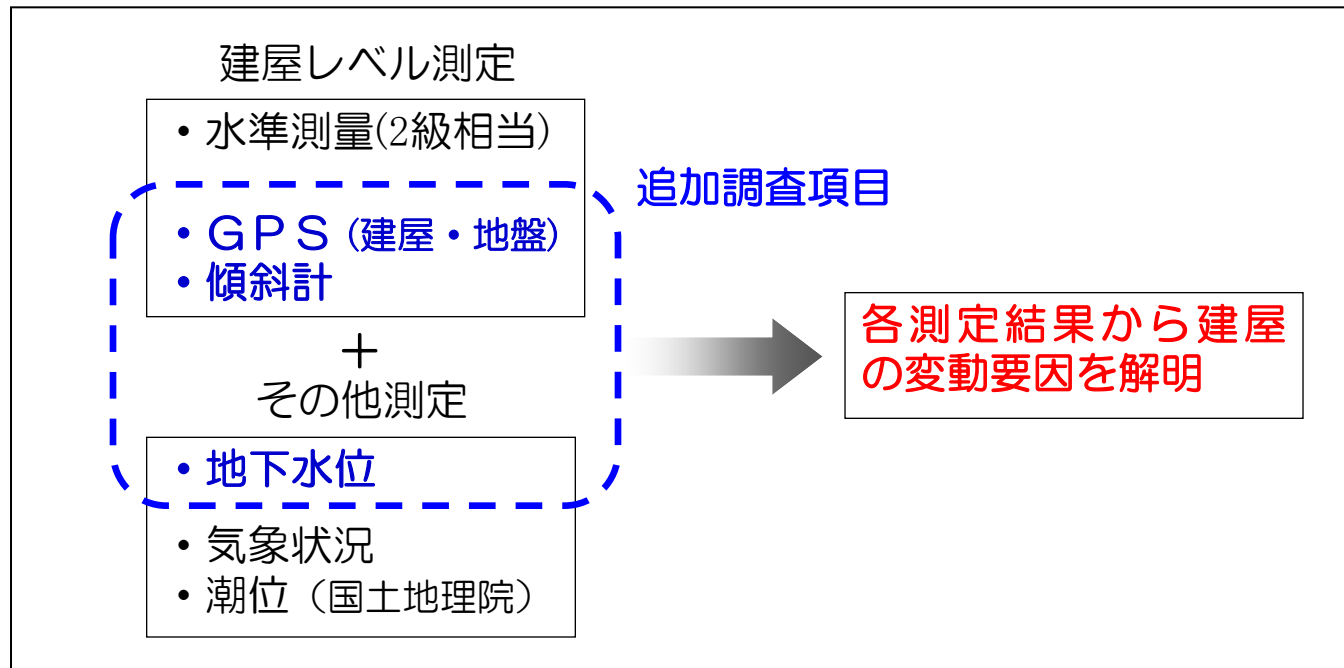
## 建屋変動に関する追加調査

- 建屋及び地盤の変位について、GPSによる連続観測等の追加調査を行い建屋の変動要因の解明に努める

従来

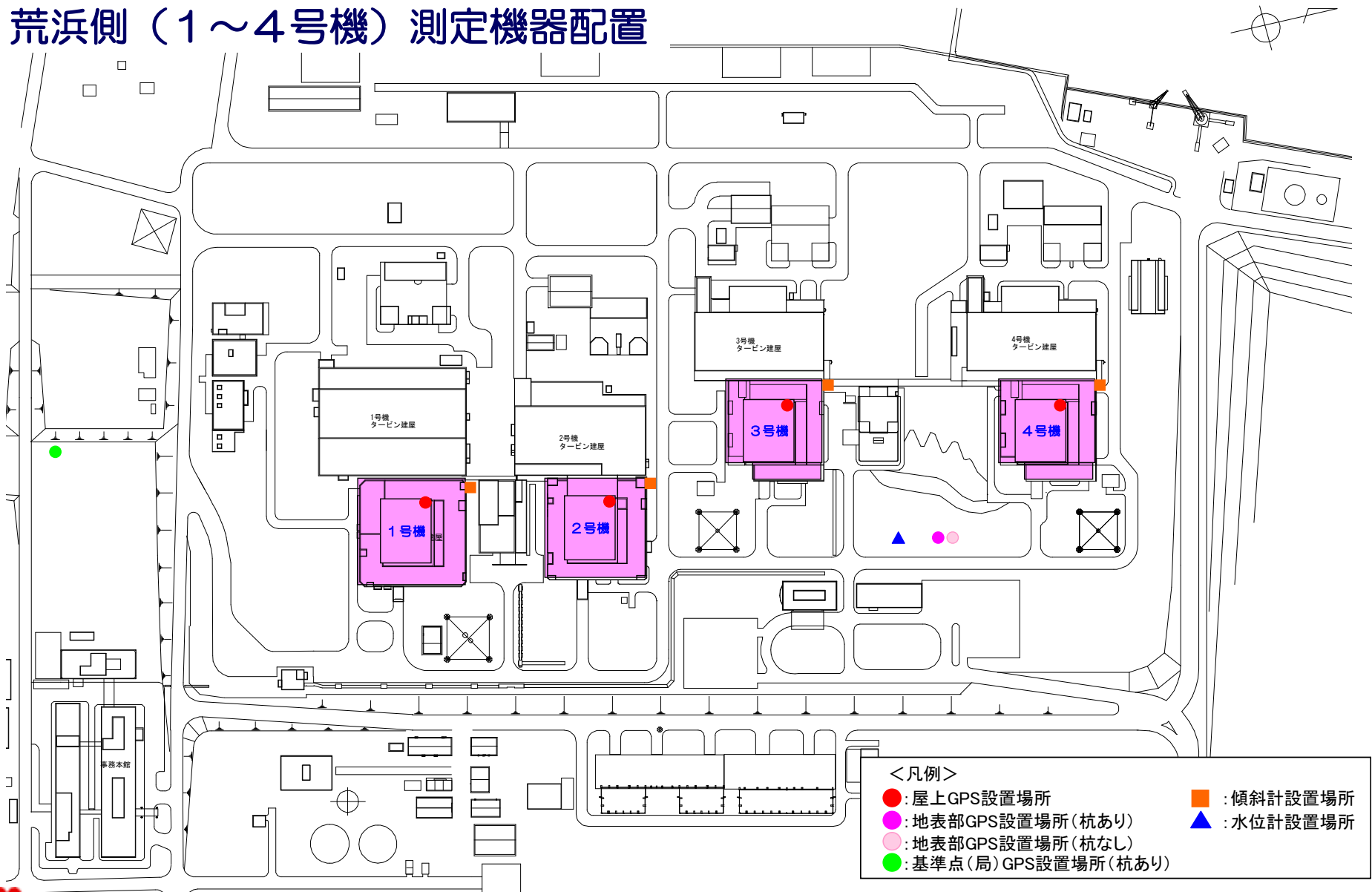


今後



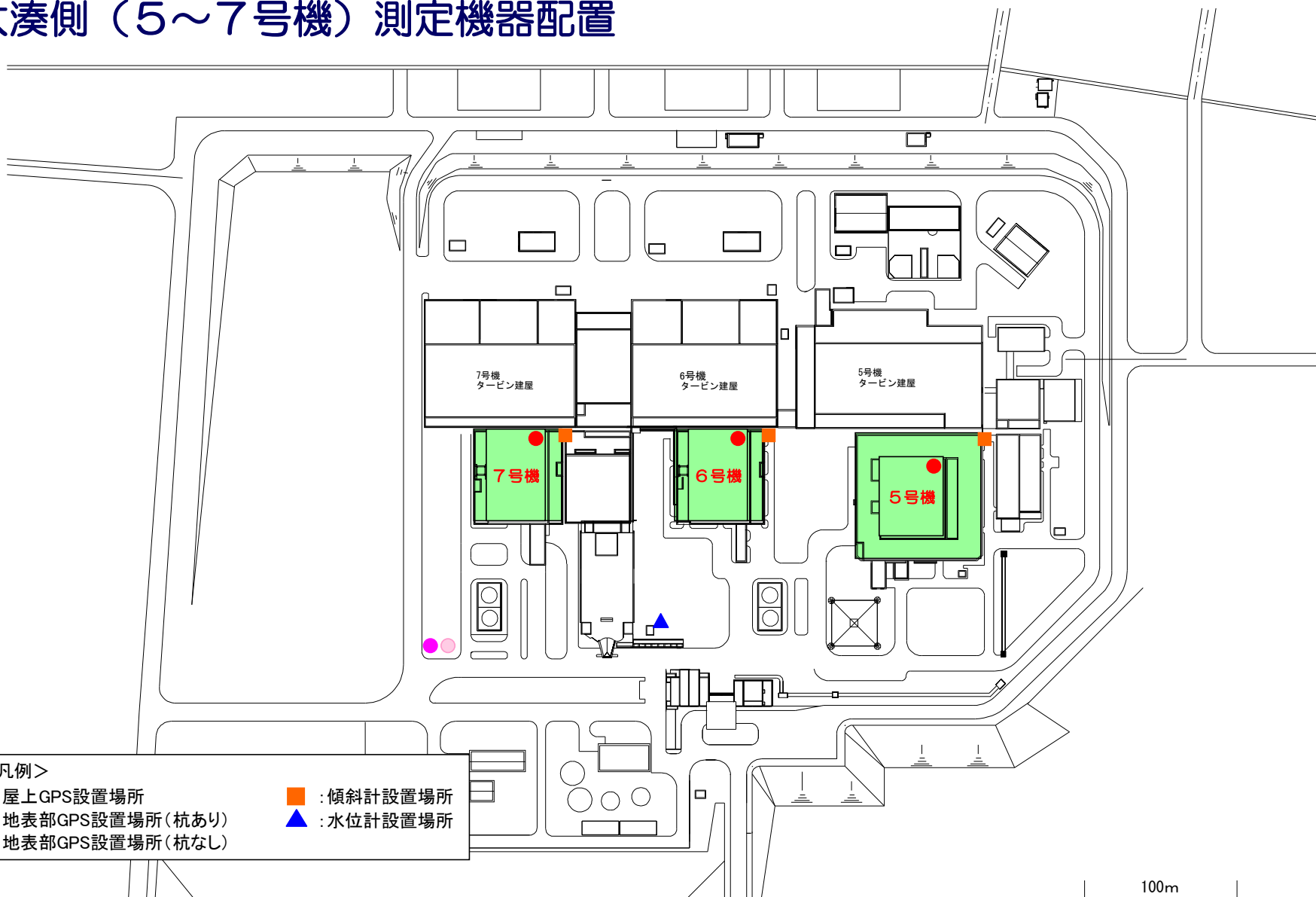
# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## 荒浜側（1～4号機）測定機器配置



# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## 大湊側（5～7号機）測定機器配置



<凡例>

● : 屋上GPS設置場所

● : 地表部GPS設置場所 (杭あり)

● : 地表部GPS設置場所 (杭なし)

■ : 傾斜計設置場所

▲ : 水位計設置場所

# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## ■GPS受信器設置状況（基準局及び地盤）



GPS基準局



GPS受信機(地盤)

# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## ■原子炉建屋

### GPS受信器及び傾斜計設置状況



GPS受信器(原子炉建屋屋上)



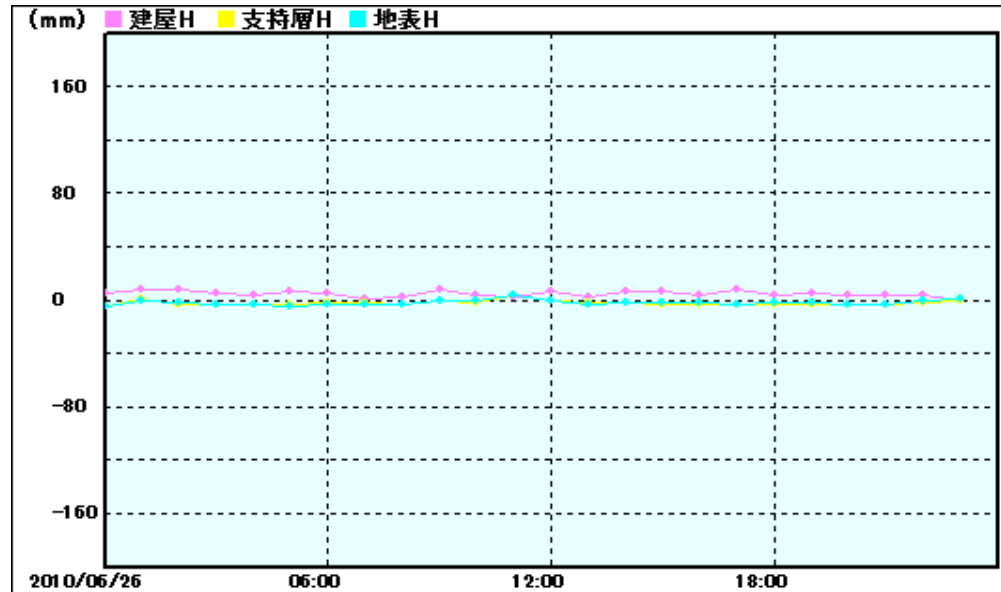
傾斜計(原子炉建屋壁面)



# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## 荒浜側観測記録の例（1号機）

日付		2010/6/26		
観測項目	GPS高さ(mm)			
	建屋	周辺地盤		地表
		支持層	地表	
観測時間 (h)	1	5	-5	-5
	2	8	1	0
	3	8	-4	-2
	4	5	-3	-3
	5	4	-4	-4
	6	6	-4	-5
	7	5	-2	-4
	8	1	-2	-3
	9	2	-4	-4
	10	8	0	-1
	11	3	-2	-1
	12	2	4	4
	13	6	0	0
	14	2	-2	-3
	15	6	-2	-2
	16	6	-4	-2
	17	4	-3	-2
	18	7	-3	-3
	19	3	-3	-2
	20	5	-3	-2
	21	4	-3	-4
	22	3	-3	-3
	23	4	-2	-1
	24	0	-1	1

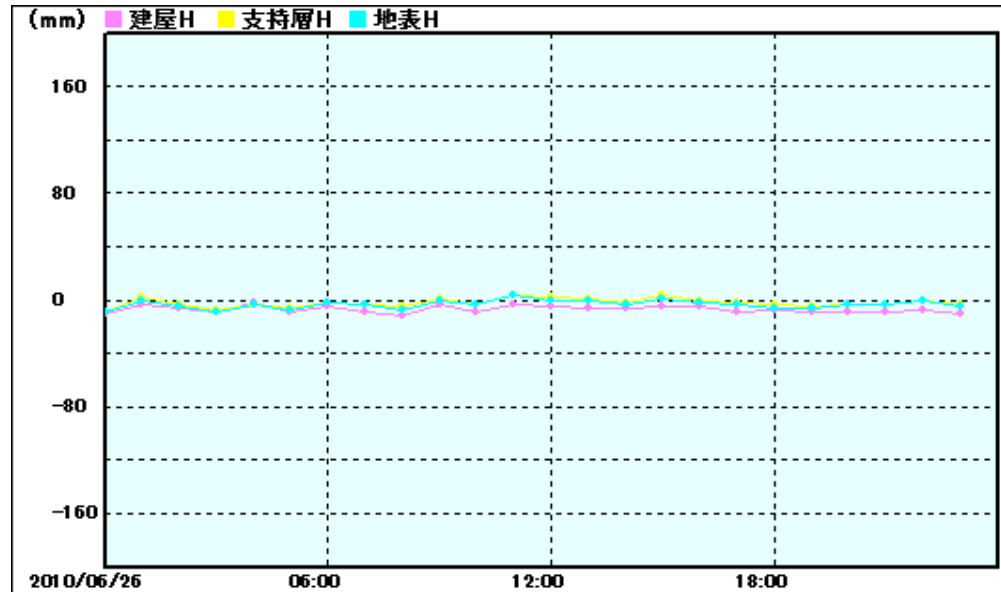


※GPSによる標高測定は1分おきに測定したデータを60分毎に統計処理し収録  
いずれの数値も基準値からの相対的変位を表す

# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測）

## 大湊側観測記録の例（7号機）

日付		2010/6/26		
観測項目	観測時間 (h)	GPS高さ(mm)		
		建屋	周辺地盤	
			支持層	地表
1		-10	-9	-9
2		-3	2	0
3		-6	-4	-5
4		-9	-8	-9
5		-2	-4	-4
6		-9	-6	-7
7		-5	-2	-2
8		-9	-4	-4
9		-12	-5	-7
10		-4	1	-1
11		-9	-3	-4
12		-3	3	3
13		-5	2	0
14		-6	1	0
15		-6	-2	-4
16		-5	3	1
17		-5	-1	-2
18		-9	-2	-4
19		-7	-4	-6
20		-9	-5	-6
21		-9	-3	-3
22		-9	-3	-4
23		-7	-1	-1
24		-11	-3	-5



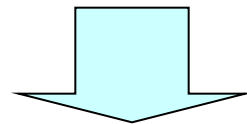
※GPSによる標高測定は1分おきに測定したデータを60分毎に統計処理し収録  
いずれの数値も基準値からの相対的変位を表す

# 建屋変動に関する検討（建屋変位ほか連続観測のまとめ）

建屋の変動要因をより詳細に検証するために、2010年3月末より建屋及び地盤レベルの連続GPS観測、及び建屋の傾斜計による連続観測、そして地下水位レベルの連続観測を順次開始した。

## 連続観測結果について

- 建屋・地盤それぞれにおいて、1日の観測を通じて最大10～15mm程度の**数値の変化**が見られる



今後観測記録を蓄積して、観測の**精度**の評価を実施する。そして水準測量結果や気象・潮位・地下水位等の各種変動とあわせて、その相関や要因についての分析を実施していく。