



# 大規模急速施工埋立地盤における 経年的な評価に関する検討

---

平成30年12月10日(月)  
第8回 技術交流会

海上・港湾・航空技術研究所  
港湾空港技術研究所  
地盤研究領域  
森川 嘉之



# 目的と内容

---

- 大規模急速施工で埋立てられた地盤は、施工期間中に沈下が収束せず残留沈下が生じることが多い。
- 滑走路や誘導路といった空港施設では、平面形状や勾配が規定を満足する必要があるため、長期的な維持管理計画の策定において、残留沈下による地表面形状の変化の見通しが重要となる。
- 広大な空港施設の測量は、一般的に行われているレベル測量では、時間と労力を要する。
- 本報では、効率的な計測方法として、車載型のレーザースキャナによる継続的な羽田空港D滑走路の測量結果を基にした簡易な沈下予測法を示す。

# 車載型レーザースキャナ測量

Geo-Scanner LISAを使用



移動体例(ヘリコプター/車両/船舶)

移動体レーザースキャナで、  
自動車、ヘリ、船舶に搭載して  
の測定が可能



# 車載型レーザースキャナ測量

## ■ 特徴

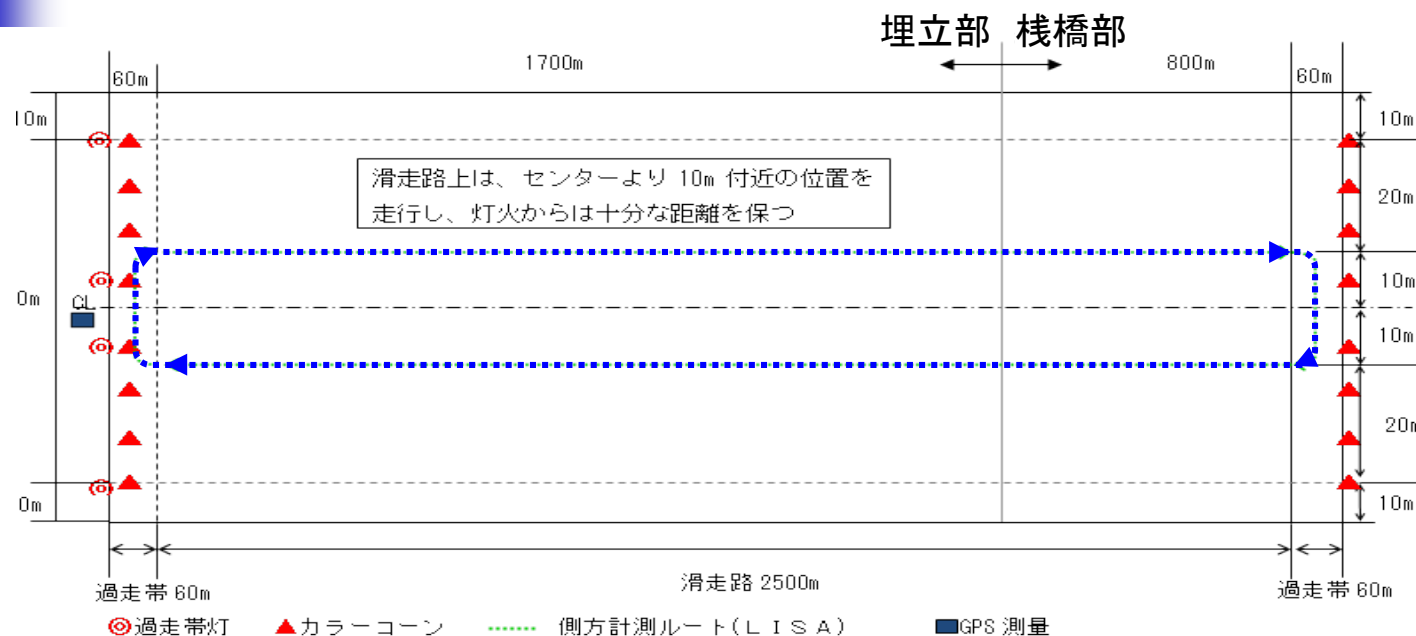
- 計測距離が300mの長距離レーザースキャナで、一度に広範囲の計測が可能。
- 精度±6mm
- ユニット型であるため、自由に搭載でき、用途によるスキャニング方向の変更が可能。
- 計測の誤差は、GPS誤差への依存が高い。

## ■ 滑走路面計測への適用性

- 幅が広い滑走路でも、長距離レーザーにより、一度に横断方向の計測が可能。
- スキャンレートは小さい(8,000/秒)が、走行速度を遅くすることで高密度化が可能。

	項目	仕様	条件、備考
レーザー スキャナ 部	計測距離	300m 100m	反射率 80%以下 反射率 10%以下
	計測最短距離	2m	車載時
	精度	±6mm	
	レート	8,333/秒	
	計測範囲	80°	
	ライン数	1~20/秒	
レーザ ハン ド セ ン サ 部	方位精度	0.01°	
	ローリング	0.01°	
	ピッチング	0.01°	
	速度	0.005 m/s	
	レート	100Hz	

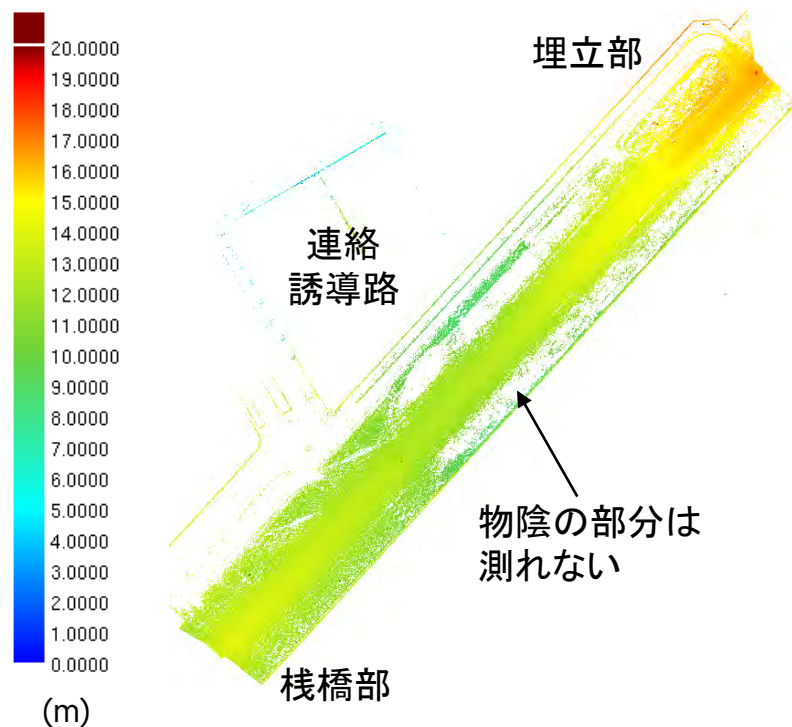
# 測量方法



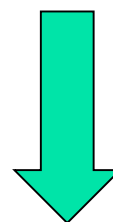
- ショルダ一部を含め幅80mを測量
- 走行速度15～25km/hで測量(1往復)  
(2,500mの滑走路で往復15～20分)
- 往路と復路で測量範囲をオーバーラップさせる

# 測量結果

## 2017年の測量結果(標高)



324万点(2017年の測量)のデータ



毎回まったく同じ地点のデータが得られるわけではない

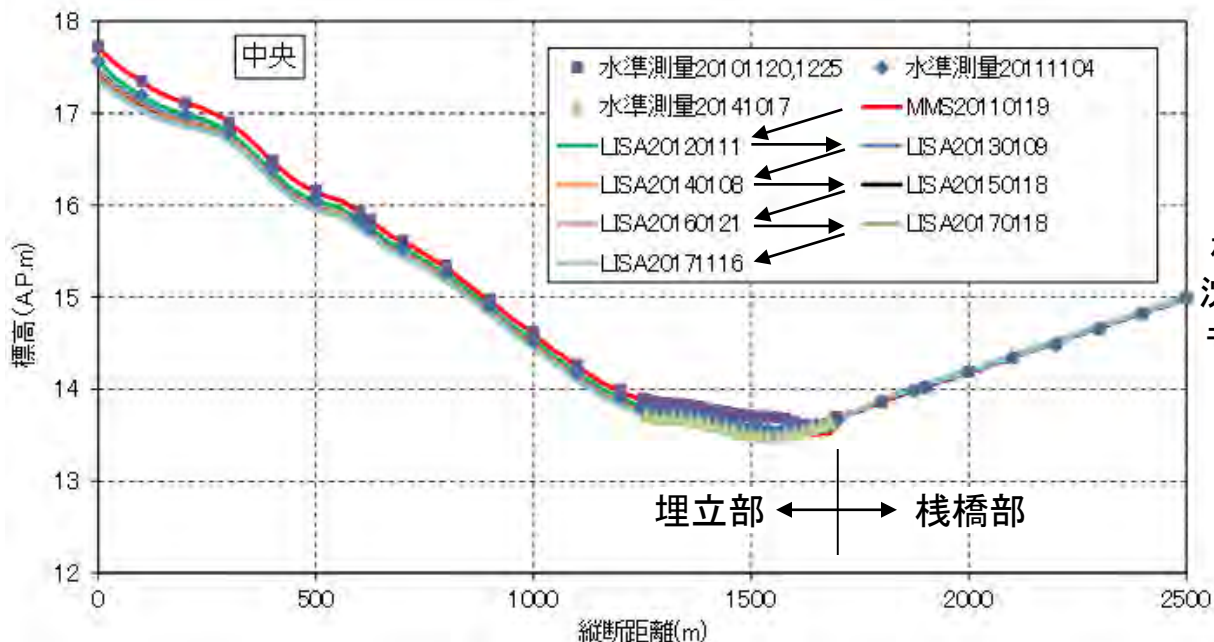
1m×1mのメッシュに分割, 各メッシュ内のデータを平均

# 測量結果(縦断)

## 滑走路縦断の結果例(中央)

- ・沈下速度が小さくなっていること
- ・形状があまり変化していないこと

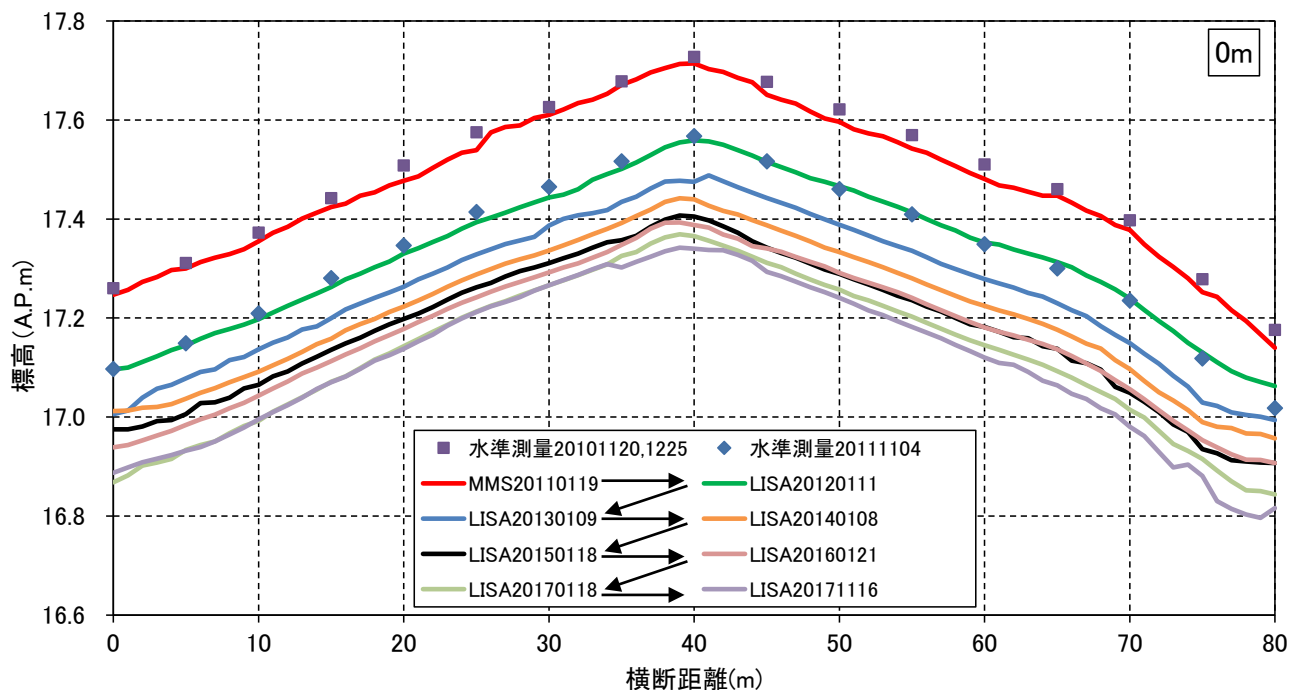
がわかる



栈橋部が沈下しないものとして整理

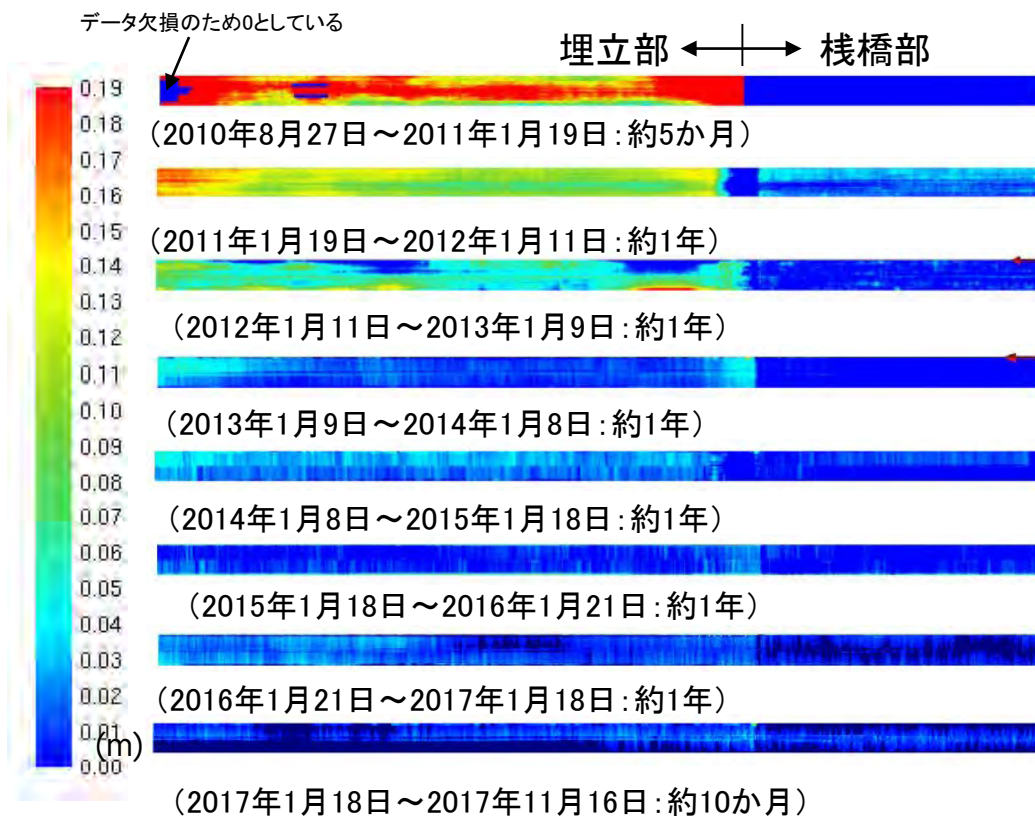
# 測量結果(横断)

滑走路縦断の結果例(滑走路端部:千葉側)





# 測量結果と整理(期間沈下量)



供用開始当初はほぼ全域で年間15cm以上の沈下



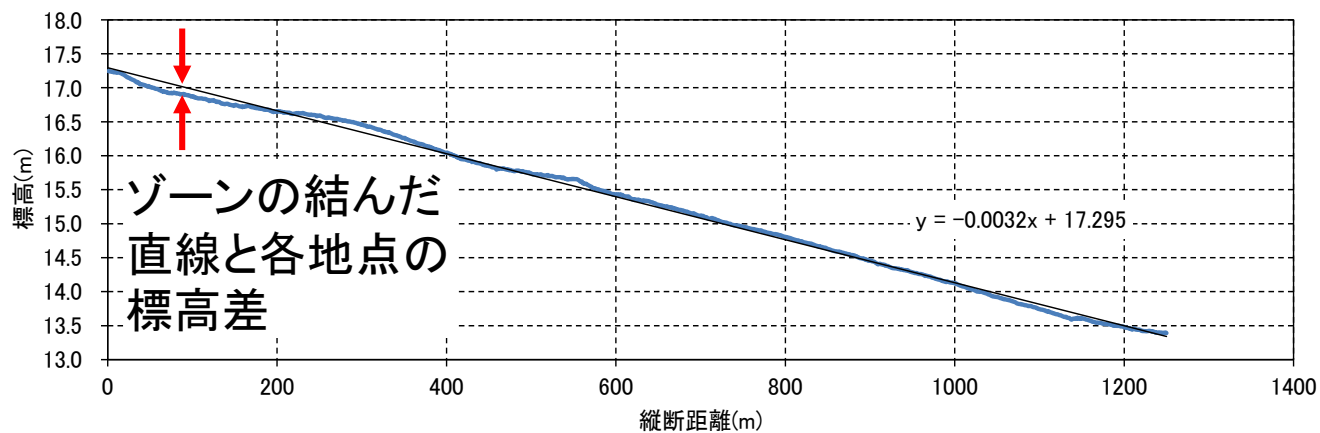
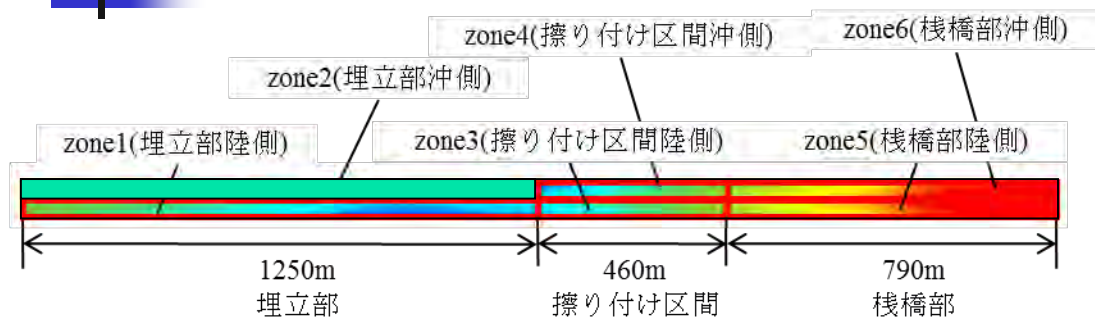
これまで沈下量がやや大きかった接続部や最も沖側でも、ほとんど沈下が収束

このため、今後頻繁に計測を行わなくても問題はないと考えられる。

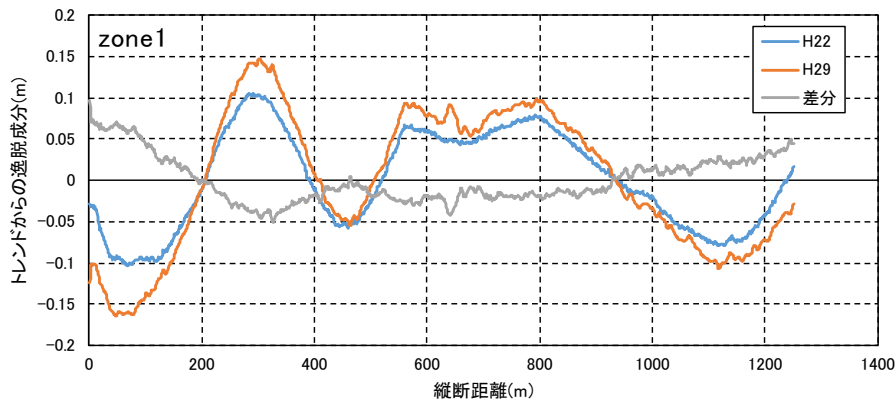
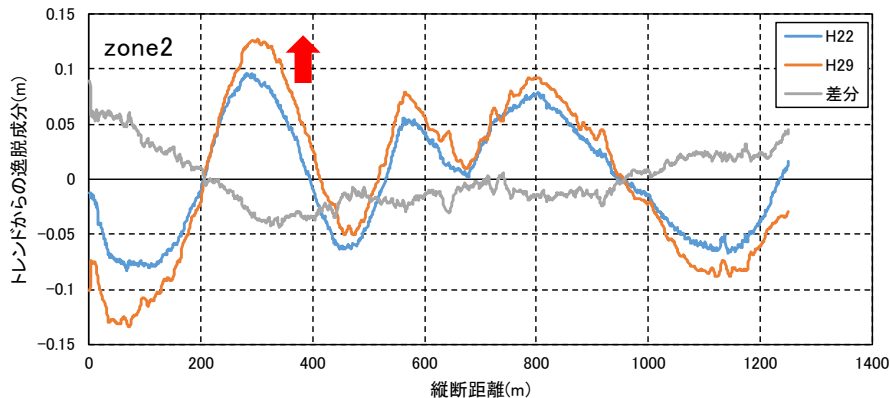


1年間の沈下量が測量精度と同程度になりつつあるため、沈下傾向を把握するためには、一定の頻度で計測を行うことが望ましい。

# 表面形状の評価



# 表面形状の評価(標高差分布)



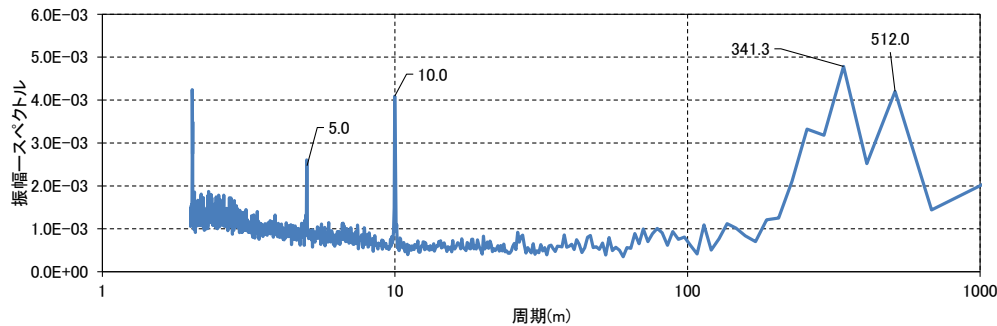
- ・両年度の標高差の縦断分布形状には差が見られない。
- ・絶対値は2017年度の方が大きくなっている。  
⇒沈下が進行するにつれて、各地点の沈下特性の影響が拡大  
⇒これらの結果は、今後の補修作業に関する重点監視地区の抽出の参考情報として活用できる

2017年度の方が標高差が大きくなっている部分(例えば↑の部分)があるが、これは隆起を意味するのではなく、滑走路端の沈下により標高差算出の基となる直線自体が下がっているため。

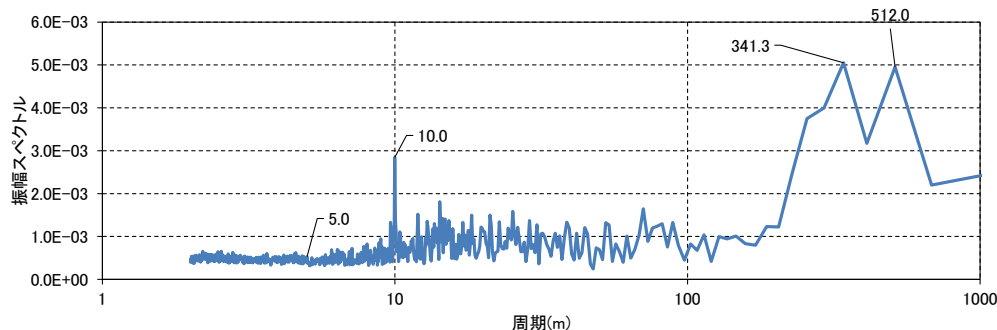
# 表面形状の評価

## スペクトル解析結果

2010年



2017年



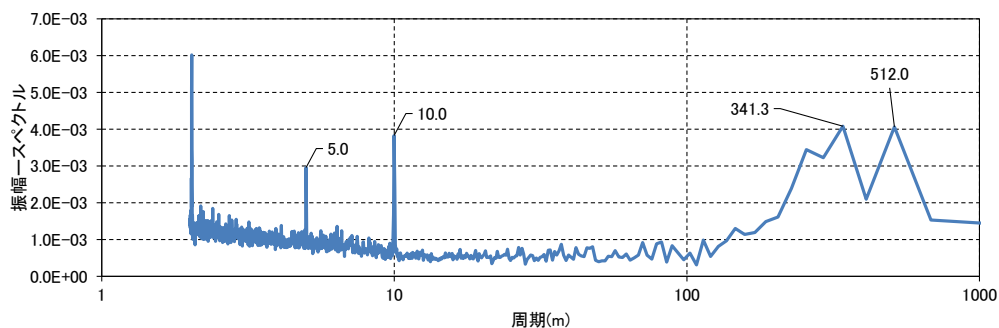
←千葉側

両年度において5m、10m、341.3m、512mの卓越周期が見られ、年度による卓越周期の違いは見られない。

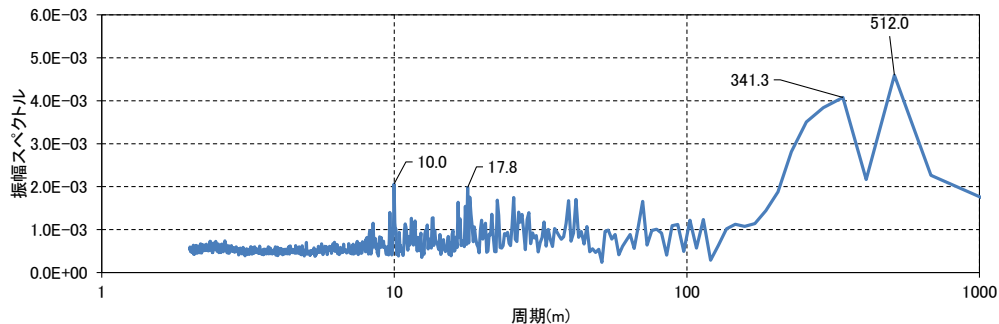
# 表面形状の評価

## スペクトル解析結果

2010年



2017年

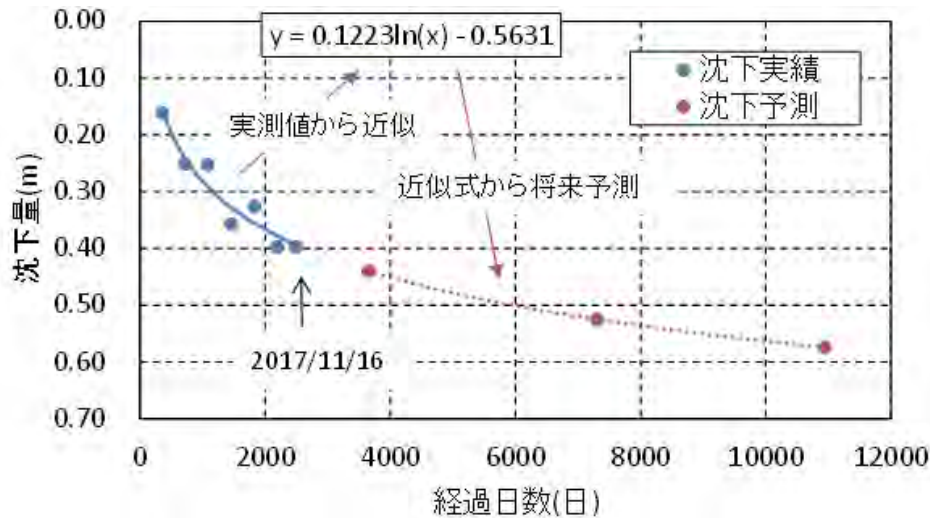


←千葉側

年度による卓越周期の大きな違いは見られない。

# 不同沈下予測

1m×1mメッシュの沈下カーブの例  
(計測結果, 予測結果)



(供用開始直後(2011/1/19)を0としている)

今年までの測量結果に対する近似曲線  
 $y = 0.1223 \ln(x) - 0.5631$   
去年までの測量結果に対する近似曲線  
 $y = 0.1209 \ln(x) - 0.5542$

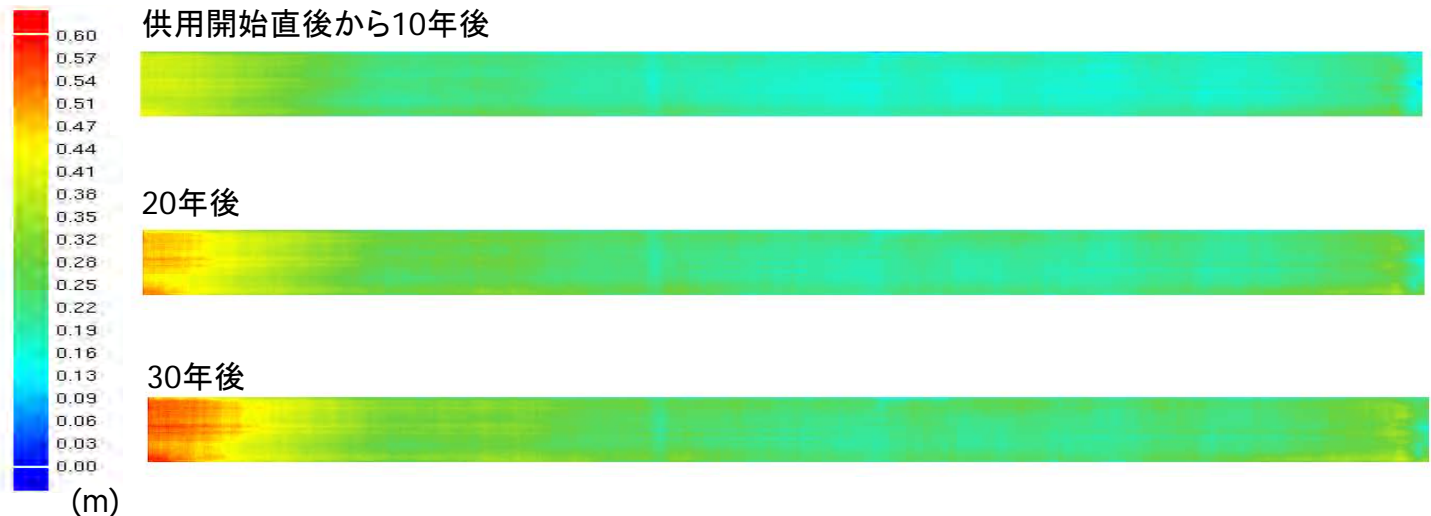
近似曲線も収束してきている  
(各係数の変化は1.5~1.6%)



ある程度長期の沈下予測に  
有効と考えられる

# 不同沈下予測

## 近似曲線による残留沈下予測の平面分布



- ・埋立地盤の圧縮は比較的早期(施工中)に収束していると考えられる。  
⇒不同沈下の要因は海底地盤の不同沈下(層厚や圧密特性の違い)
- ・地盤工学的な作用(載荷, 除荷, 透水条件)の急変がなければ沈下も時間的, 空間的に激変しない
- ・今回示したような平面測量データに基づいた沈下予測手法は重点監視地区の抽出や概略的な補修量などの維持管理計画の策定には有効ではないか



# まとめ

---

- ・大規模急速施工で埋立てられた地盤は、施工期間中に沈下が収束せず残留沈下が生じることが多い。
- ・不同沈下の主な要因は海底地盤の不同沈下(層厚や圧密特性の違い)と考えられるが、これは地盤工学的な作用(載荷, 除荷, 透水条件)の急変がなければ沈下も時間的, 空間的に激変しない。
- ・長期的な維持管理計画策定のために重要となる沈下の予測については、数値解析も有効であるが、構成モデル自身の誤差のほか、土質特性の評価時の誤差, 海底地盤や埋立地盤, 施工履歴のモデル化の誤差などが含まれるため、(結局)実測データによる見直しが必要となる。
- ・今回示したフィッティングによる沈下予測手法は、ある程度の沈下の進行, データの蓄積が必要となるが、概略的な維持管理計画の策定には有効ではないかと考えている。