

# 地球表層の物質と環境、地盤の形成

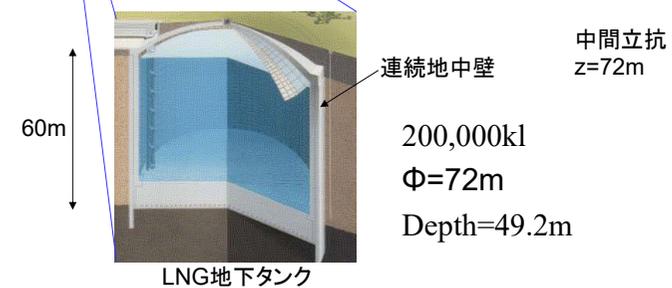
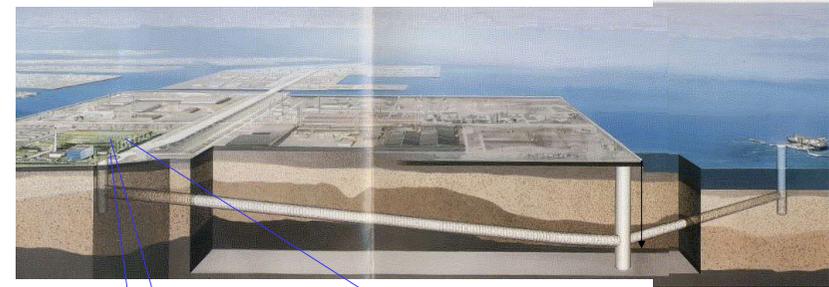
地盤: 構造物を置いたり、構造物の基礎や掘削等の対象となる地球の表層部分。一般に土および岩から構成されることが多く、近年はごみや廃棄物からなるものもある。

地盤の深さ: どこまで利用している

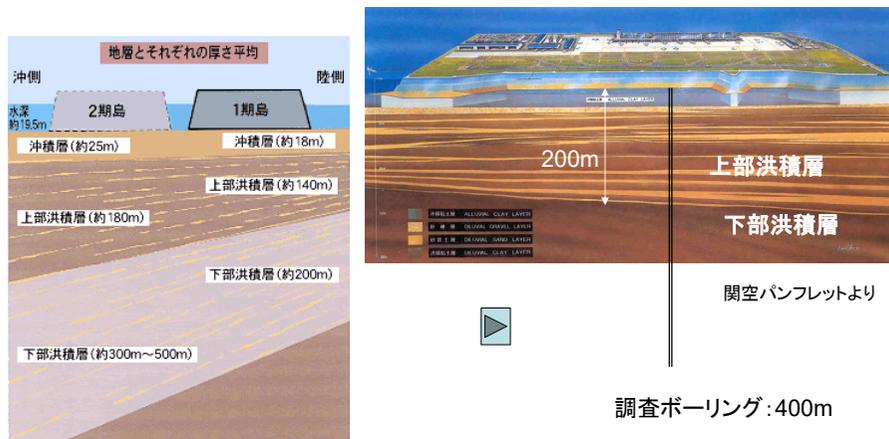
- 土木工学: 地下鉄 ~40m (+α) → 大深度地下
- 地下トンネル: 70m (+α)
- 地下タンク(LNG): 60m (+α)
- 人工島: 構造物は100m深さまで、調査はもっと深く(e.g. 関空400m)
- 放射性廃棄物処分場: 数百メートル
- 地質: 石油探査: 数千メートル(最深13,000m)
- (地盤探査)

p29

# 扇島のLNGガス工場と地下タンク

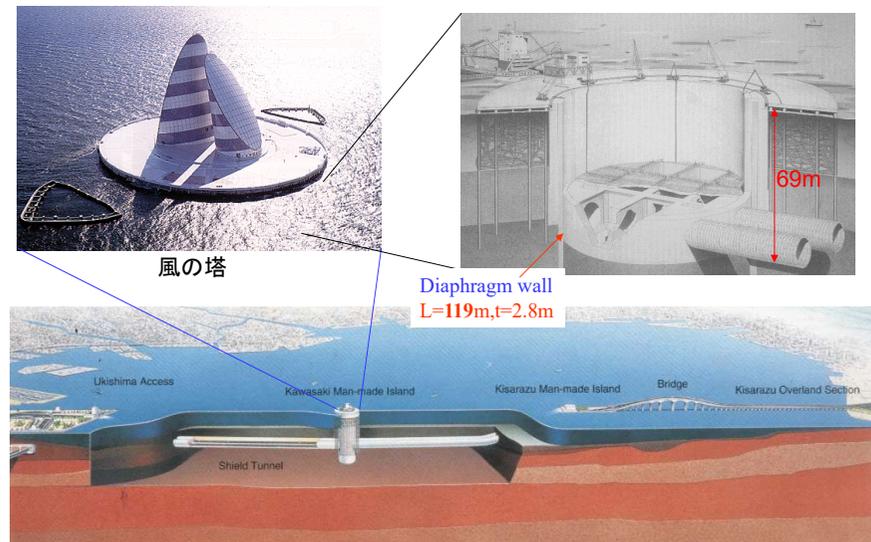


# 関西国際空港(KIA)

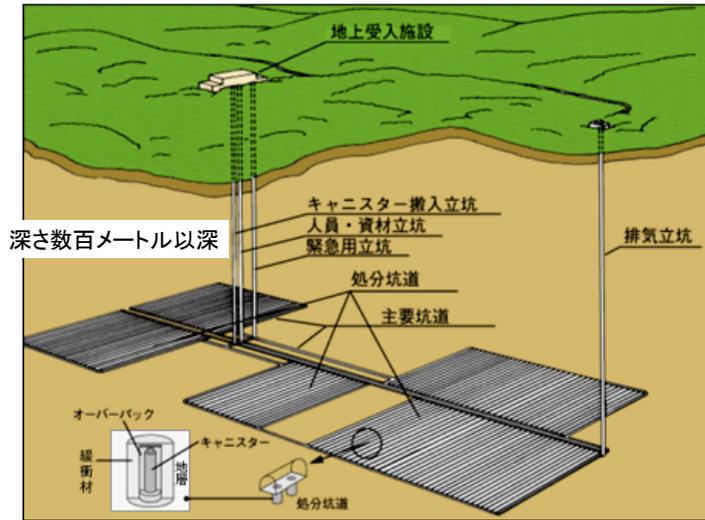


<http://www.kald.co.jp/contents/02/japanese/026b.html>

# アクアライン



# 高レベル放射性廃棄物地層処分概念図



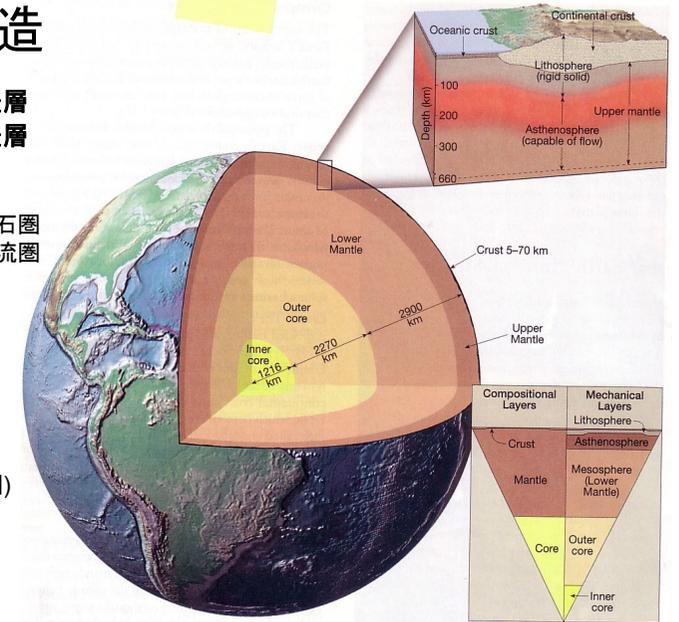
<http://www.iae.or.jp/energyinfo/energydata/data3044.html>

出典：資源エネルギー庁「原子力発電2002」

# 地球の構造

地盤：地殻のごく表層  
地殻：地球のごく表層

- ①Solid Earth(地圏)
  - 地殻 } 岩石圏
  - マントル(上部) } 岩流圏
  - (下部)
  - 外核
  - 内核
- ②Hydrosphere(水圏)
- ③Atmosphere(大気圏)



“Earth” 6<sup>th</sup> ed. Tarbuck & Lutgens, Prentice Hall, 1999.

# 岩石循環 Geologic (Rock) Cycle

何千万年のサイクル

## 地殻構成元素

| Elements       | % by weight |
|----------------|-------------|
| Oxygen (O)     | 46.6        |
| Silicon (Si)   | 27.7        |
| Aluminum (Al)  | 8.1         |
| Iron (Fe)      | 5.0         |
| Calcium (Ca)   | 3.6         |
| Sodium (Na)    | 2.8         |
| Potassium (K)  | 2.6         |
| Magnesium (Mg) | 2.1         |
| All others     | 1.7         |
| <b>Total</b>   | <b>100</b>  |



“Earth” 6<sup>th</sup> ed. Tarbuck & Lutgens, Prentice Hall, 1999.

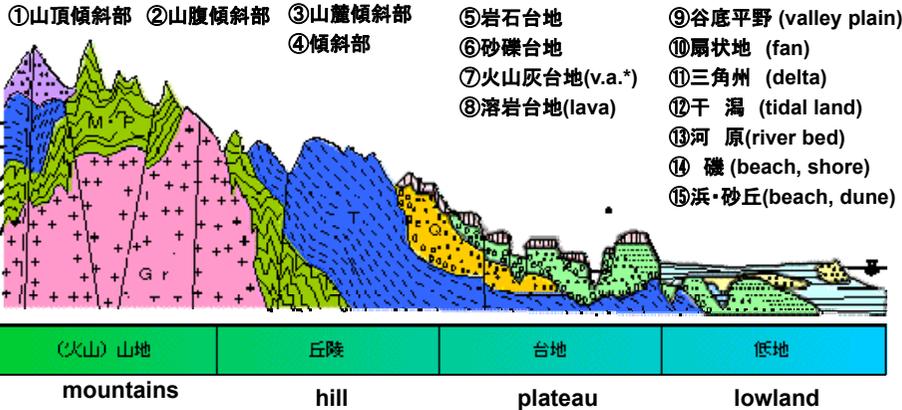
# 地質年代

沖積層Alluvium (1.5万年前から～)  
洪積層diluvium (沖積前の第四紀)

| 累代 (Eon)              | 代 (Era)               | 紀 (Period)          | 世 (Epoch)            | (百万年前) |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|--------|
| 顕生代 (Phanerozoic)     | 新生代 (Cenozoic)        | 第四紀 (Quaternary)    | 完新(沖積)世 (Holocene)   | 0.01   |
|                       |                       |                     | 更新世(統) (Pleistocene) | 1.6    |
|                       |                       | 第三紀 (Tertiary)      | 鮮新世 (Pliocene)       | 5.3    |
|                       |                       |                     | 中新世 (Miocene)        | 23.7   |
|                       | 中生代 (Mesozoic)        | 古新生代 (Paleozoic)    | 漸新世 (Oligocene)      | 36.6   |
|                       |                       |                     | 始新世 (Eocene)         | 57.8   |
|                       |                       | 中生代 (Mesozoic)      | 白亜紀 (Cretaceous)     | 114    |
|                       |                       |                     | ジュラ紀 (Jurassic)      | 208    |
|                       | 古生代 (Paleozoic)       | 上部古生代 (Newer)       | 三疊紀 (Triassic)       | 245    |
|                       |                       |                     | 二疊紀 (Permian)        | 286    |
| 下部古生代 (Older)         |                       | 石炭紀 (Carboniferous) | 360                  |        |
|                       |                       | デボン紀 (Devonian)     | 408                  |        |
| 先カンブリア代 (Precambrian) | 先カンブリア代 (Precambrian) | シルル紀 (Silurian)     | 438                  |        |
|                       |                       | オルドビス紀 (Ordovician) | 505                  |        |
|                       |                       |                     | カンブリア紀 (Cambrian)    | 570    |

# 地形区分図

地形学: geomorphology



\*火山灰 (volcanic ash), cf. lahar (火山泥流)

Pyroclastic flow (火砕流)

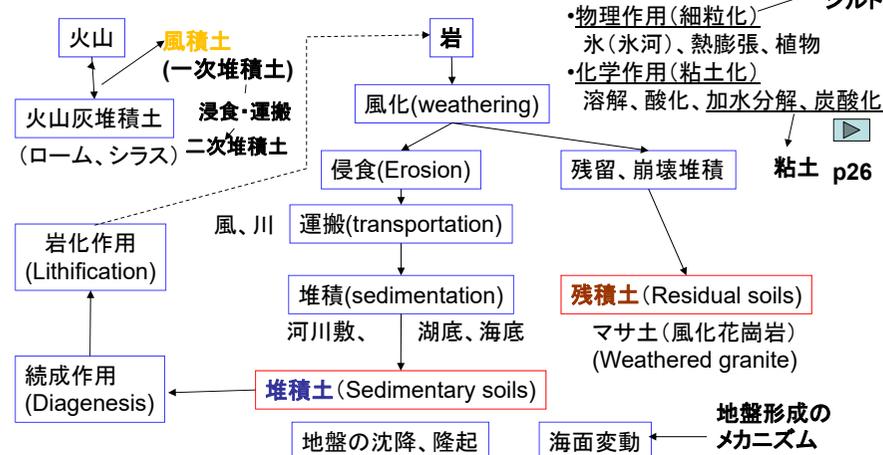
土の活用法入門: 地盤工学会

# 地形分類の定義、堆積物

| 地形の分類  |        | 定義                                       | 堆積物     |
|--------|--------|--|---------|
| 大分類    | 小分類    |  |         |
| 山地・丘陵地 | ①山頂傾斜部 | 山頂部の小起伏面または緩斜面                           | 岩盤      |
|        | ②山腹傾斜部 | 山腹に付着する階段状の緩斜面                           | 二次堆積土砂  |
|        | ③山麓傾斜部 | 侵食作用によって生じた山麓部の緩斜面                       | 岩盤      |
|        | ④傾斜部   | 山地丘陵地における①~③地域以外の斜面                      | 岩盤      |
| 台地     | ⑤岩石台地  | 地表の平坦な段丘状の地域で基盤岩の露頭地域                    | 岩石+転石   |
|        | ⑥砂礫台地  | 地表の平坦な段丘状の地域で砂礫層の堆積地域                    | 礫質土     |
|        | ⑦火山灰台地 | 火山灰砂礫の一次堆積よりできた階段状の地域                    | 火山灰土    |
|        | ⑧溶岩台地  | 溶岩で覆われ周辺を崖で覆われた地域                        | 火山灰土    |
| 低地     | ⑨谷底平野  | 谷底にある平坦地                                 | 礫質土・砂質土 |
|        | ⑩扇状地   | 河川が山地を離れて低地に出ると、急に流速を失い運んできた土砂を扇状に堆積する場所 | 礫質土・砂質土 |
|        | ⑪三角洲   | 河川の河口部において主として泥土からなる低平な堆積地形の地域           | 砂質土・粘性土 |
|        | ⑫干潟    | 潟または湖が干上がったもの                            | 砂質土・粘性土 |
|        | ⑬河原    | 流水に覆われることのある川沿いの裸地                       | 砂質土・粘性土 |
|        | ⑭磯     | 汀線付近の平坦な裸岩地域                             | 岩礁      |
|        | ⑮浜・砂丘  | 汀線付近の海岸地域                                | 砂質土     |

# 地盤の形成

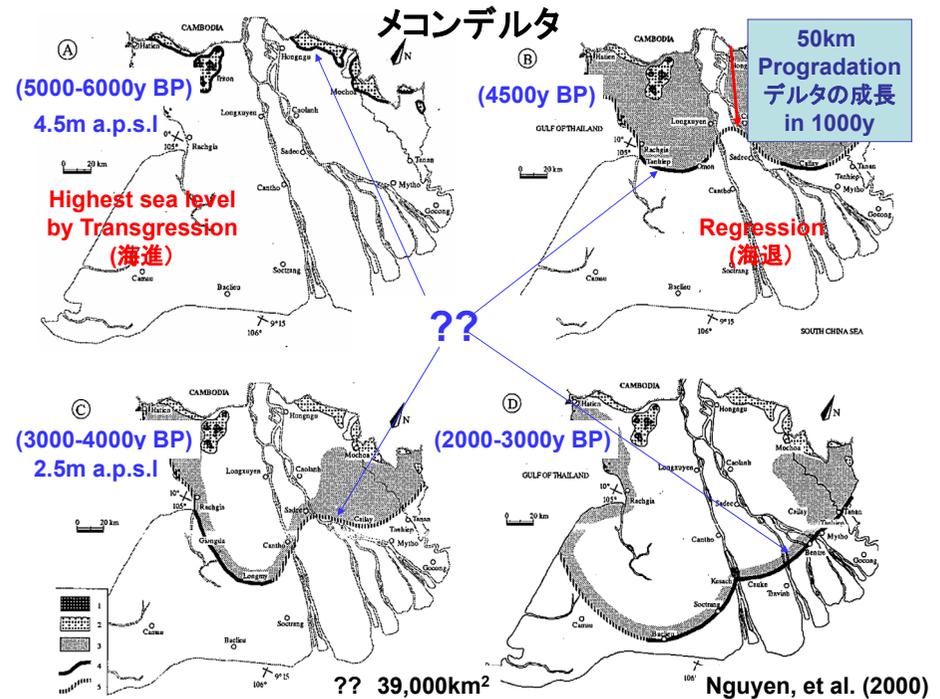
## 土質地盤形成のプロセス



その他の地盤物質??  
その他の地盤形成メカニズム??

海底面の陸地化

縄文海進(6千前最も温暖: 2-3m高い)  
氷河期: 海面低下



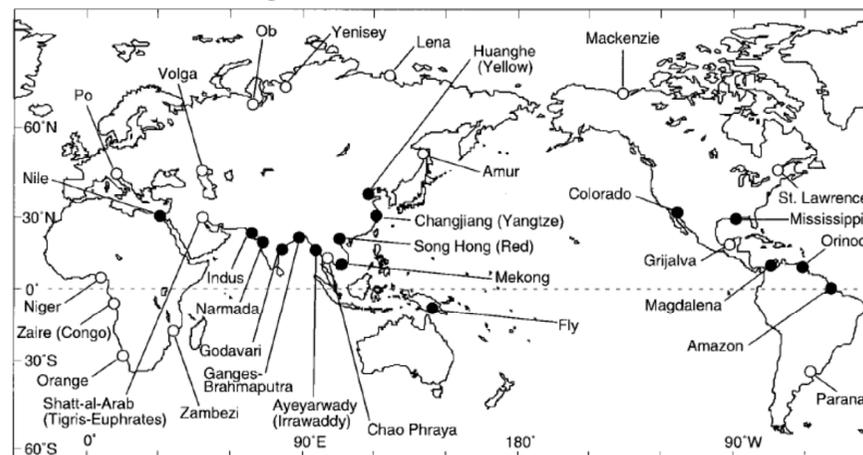
# 浮遊土砂運搬量、流量、流域面積からみた世界の大河川

(堀 斎藤, 地学雑誌112(3)、2003)

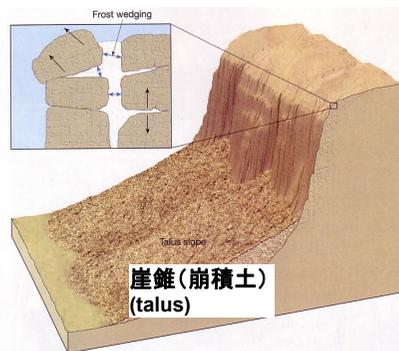
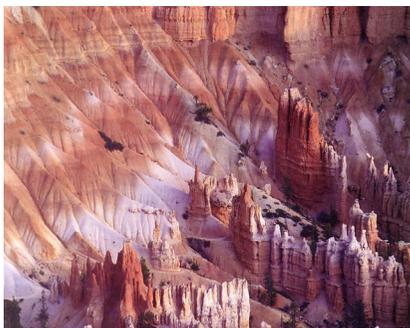
| 浮遊土砂運搬量<br>Suspended load (x10 <sup>6</sup> ton) | 流量<br>Water discharge (x10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /s) | 流域<br>Discharge area (x10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> ) |
|--|--|--|
| Amazon   | 20.00  | Amazon   |
| Yellow   | 4.09   | Congo  |
| Ganges-Brahmaputra                               | 3.49   | Orinoco  |
| Yangtze  | 3.09   | Ganges-Brahmaputra                                       |
| Mississippi                                      | 2.85   | Yangtze  |
| Irrawaddy  | 1.80   | Mississippi  |
| Indus  | 1.80   | Parana   |
| Magdalena  | 1.78   | Yenisey  |
| Godavari   | 1.62   | Lena   |
| Mekong   | 1.49   | Mekong   |
|  |  | Amur   |
|  |  | <b>Mekong 0.55</b>                                       |

# Major rivers in the world

● 浮遊土砂運搬量が大きい河川  
River with high sediment load



# 風化、浸食作用

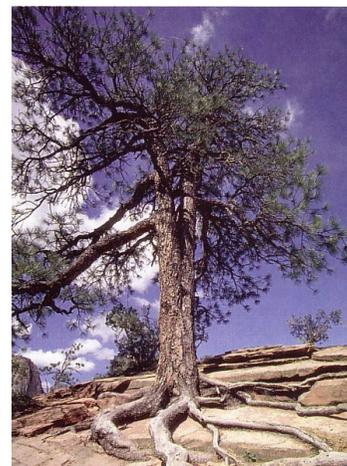


Bryce Canyon, Utah, US

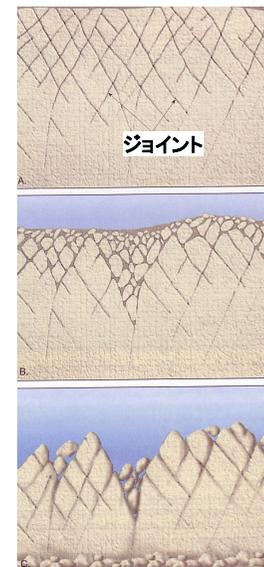
“Earth” 6<sup>th</sup> ed. Tarbuck & Lutgens, Prentice Hall, 1999.

岩質の差、風化侵食に差

# 風化作用



植物の根による風化



ジョイント

ジョイントを持つ岩の風化

“Earth” 6<sup>th</sup> ed. Tarbuck & Lutgens, Prentice Hall, 1999.

# 風化作用 (ジャワ島 中部)

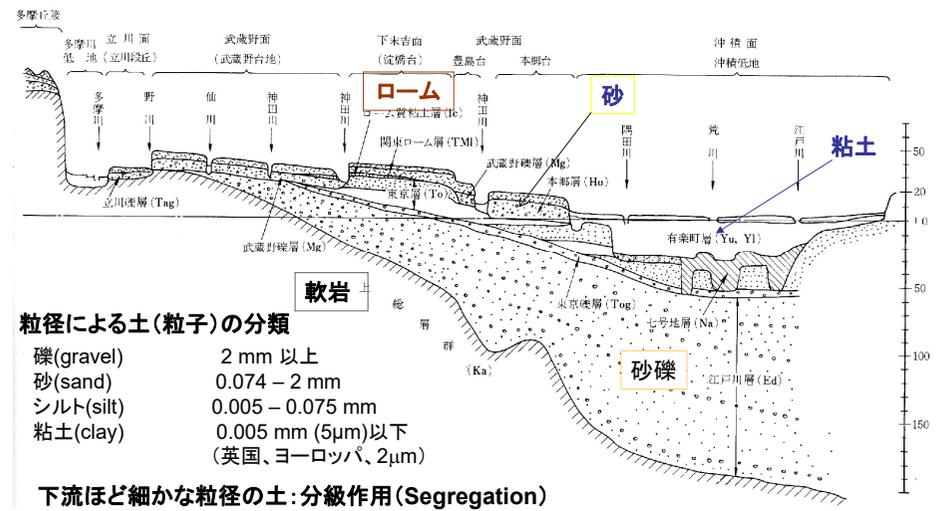


2013/12/14

2013/12/14

2013/12/14

# 東京の地盤図(地質断面図)



粒徑による土(粒子)の分類

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| 礫 (gravel) | 2 mm 以上                             |
| 砂 (sand)   | 0.074 - 2 mm                        |
| シルト (silt) | 0.005 - 0.075 mm                    |
| 粘土 (clay)  | 0.005 mm (5μm) 以下<br>(英国、ヨーロッパ、2μm) |

下流ほど細かな粒徑の土: 分級作用 (Segregation)

堆積地盤の年代測定: 絶対測定 (放射線同位元素: C<sub>14</sub>半減期5730年、U<sub>238</sub>:45億年)、  
相対測定 (化石、風化の程度)

# 東京湾の変遷

「模型でみる江戸・東京の世界」: 東京都歴史文化財団



12 - 13万年前  
(最終間氷期)

5 - 6万年前  
(最終氷期中ごろ)

5 - 6万年前  
(最終氷期極相期)

気候温暖、  
海面: 現在より数m高い

寒冷化 => 海面下降  
浅海が陸地化  
侵食により谷ができる  
堆積 => 埋没谷

最も寒冷化  
海面: 現在より100m以上  
低い

Eustacy: 地質学的な地球温度変化による海面変動

# 東京湾の変遷(続き)

「模型でみる江戸・東京の世界」: 東京都歴史文化財団



5 - 6千年前  
(縄文前期)

中世の東京湾

現在の東京湾

地質学的な作用

人工的作用

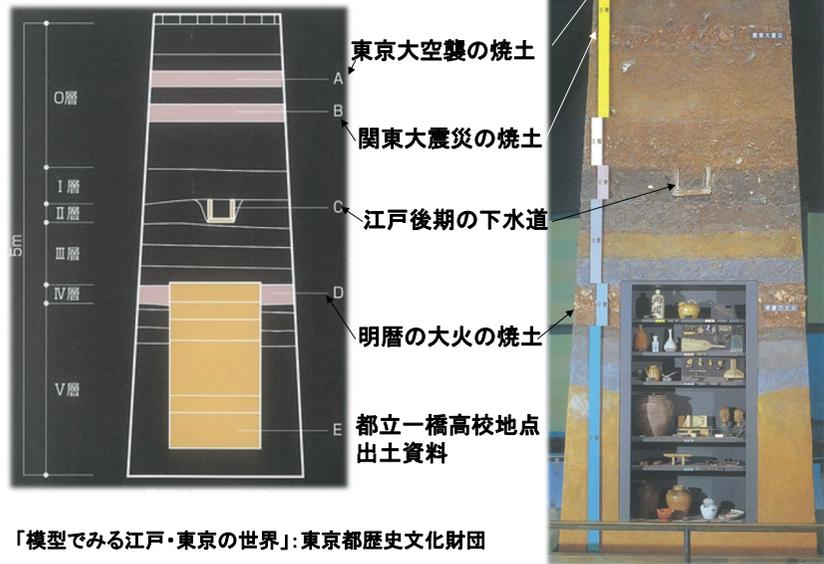
最も温暖、  
海面: 現在より数m高い  
(縄文海進)  
埼玉県の奥まで湾  
=> 貝塚

寒冷化 => 海面下降  
奥東京湾=> 堆積  
東京湾 => 浅瀬  
江戸時代: 日比谷入江

江戸時代、干拓、埋立て  
明治以降、浅瀬以外も埋立て  
+  
更なる海岸線変化??

海進: marine transgression    海退: marine regression

# 東京の地層の例



「模型でみる江戸・東京の世界」: 東京都歴史文化財団

# 江戸初期の東京湾

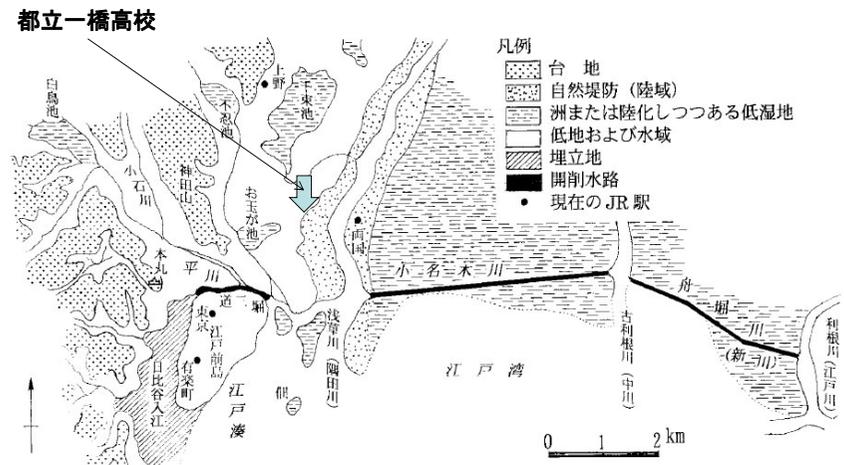


図3 徳川幕府による江戸初期の主要土木工事場所: 日比谷入江・道三堀・小名木川・舟堀川。(江東区, 1997 および鈴木, 1989 から作成)

「東京臨海部における埋立地造成の歴史」 遠藤毅 地学雑誌113(6),2004

# 東京臨海部における埋立と埋立材料

「東京臨海部における埋立地造成の歴史」  
遠藤毅 地学雑誌113(6),2004

OCWI, HP/UP

## 東京の埋立地:

### 江戸期

2,700ha

### 江戸期以降

6,000ha++

## 東京湾の埋立地:

(H2年)

25,000ha++

内訳:

p27



# 火山堆積物【ピナツボ火山】

1991.6 20世紀最大級の噴火 (噴火物量10km<sup>3</sup>)、2.5kmのカルデラ、  
山の高さ 1745=>1485、大気圏への1700万トンSO<sub>2</sub>の放出=>北半球気温0.5~0.6° 低下



# 本日のTechnical terms

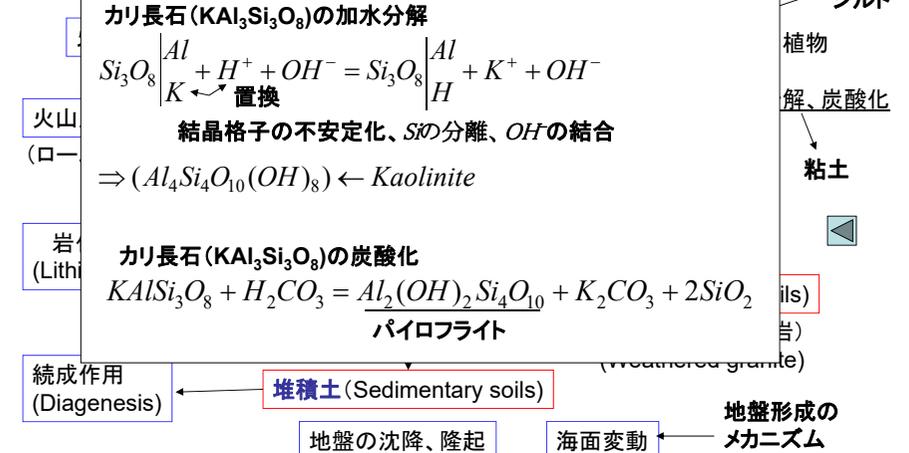
地殻: crust, 岩石圏: lithosphere  
 火成岩: igneous rock; 堆積岩: sedimentary rock; 変成岩: metamorphic rock;  
 風化: **weathering**; 浸食: **erosion**; 運搬: **transportation**; 堆積: **sedimentation**;  
 続成作用: diagenesis; 岩化作用: lithification; 変成作用: metamorphism;  
 扇状地: fan; 三角州: delta; 台地: plateau  
 沖積地盤: **alluvial deposit**; 完新世: **Holocene**; 更新統(世): **Pleistocene**;  
 地形分類: 地形学 (**geomorphology**);  
 堆積土: **sedimentary soil**; 残積土: **residual soil**;  
 分級作用: **segregation**;  
 海底堆積: marine sediment; 湖底堆積: lacustrine sediment;  
 崖錐: talus; 風化花崗岩(マサ土): weathered granite  
 礫: **gravel**; 砂: **sand**; シルト: **silt**; 粘土: **clay**, ローム: **loam**; 火山灰: volcanic ash  
 海面変動: eustacy; 海進: marine transgression; 海退: marine regression

## 課題(6/18):

自分の出身都市の地形図を書き、地形分類、堆積物、その成因と状態について説明せよ。

# 風化: 化学作用(粘土化)の例

## 土質地盤形成のプロセス



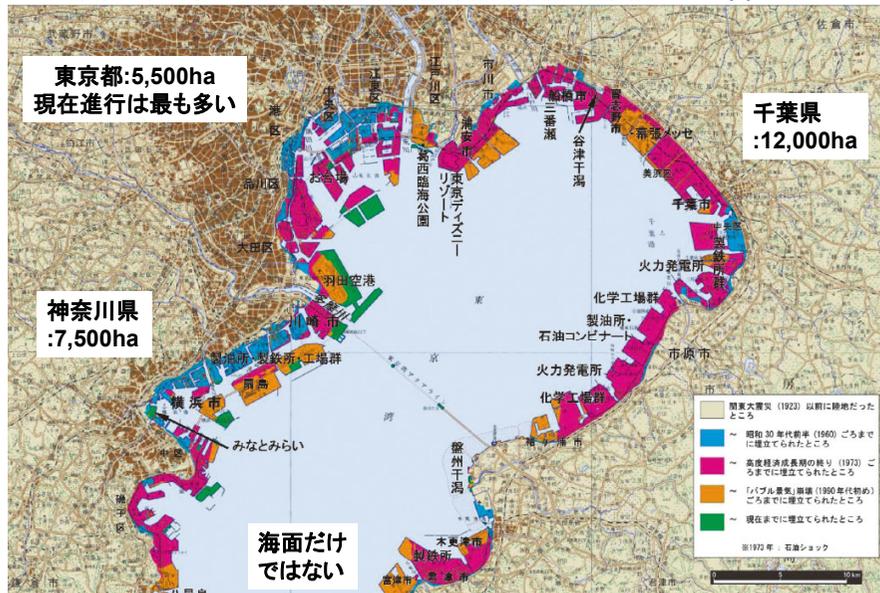
その他の地盤物質???  
 その他の地盤形成メカニズム???

海底面の陸地化

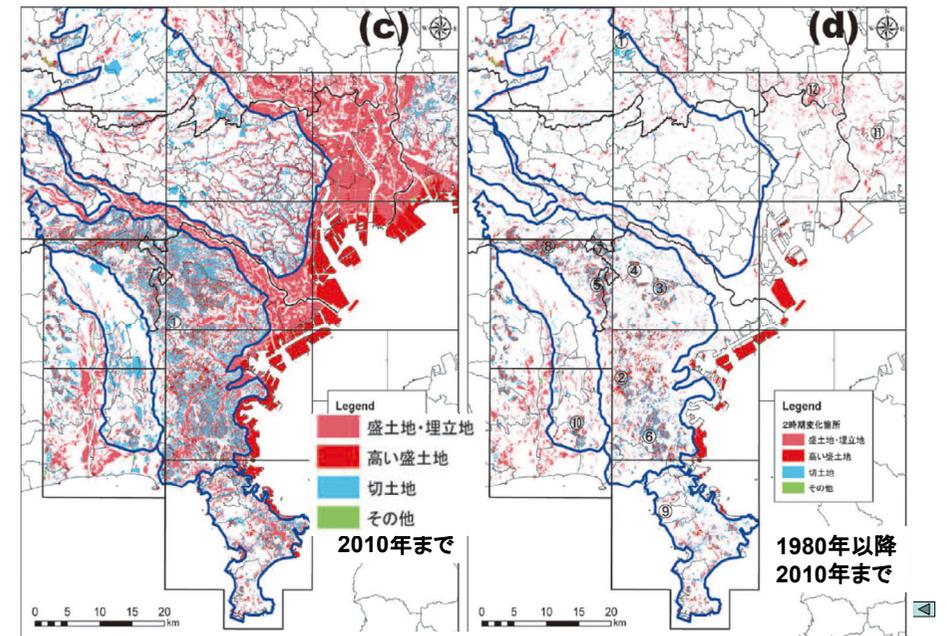
縄文海進(6千前最も温暖: 2-3m高い)  
 氷河期: 海面低下

# 東京湾岸の埋立地の分布

“東京とその周辺の地形改変”、熊本、小荒井、中埜、地学雑誌 122(6) 2013



# 東京および周辺の人工改変地



“東京とその周辺の地形改変”、熊本、小荒井、中埜、地学雑誌 122(6) 2013

## 地下空間の多くの可能性

but

都市部限られた公共地下空間 (民地:地上権)



大都市圏新生のための地下利用、地下利用プロジェクトの推進

Under the law

大深度地下の公共的使用に関する特別措置法(大深度地下法)  
in acted 2001.4

Act on Special Measures concerning Public use of the Deep Underground

対象地域 首都圏: 中部圏: 近畿圏:

公共インフラ

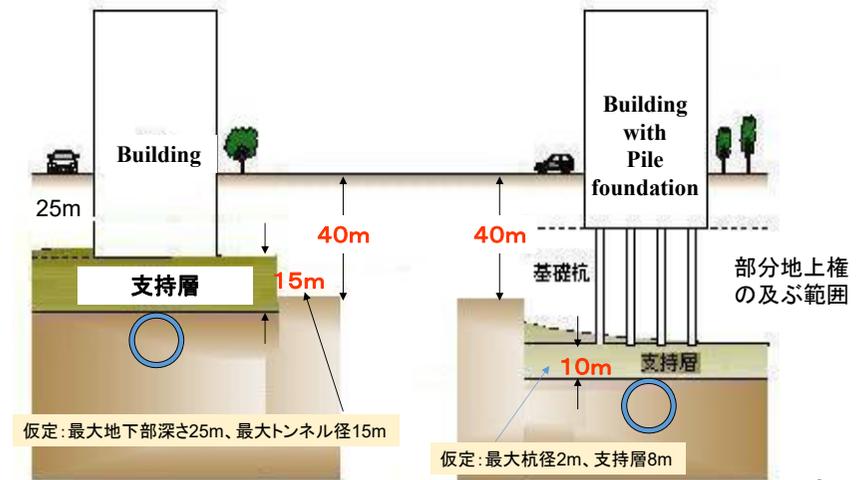
[交通] 道路, 鉄道,  
[洪水対策] 河川, 都市排水, 貯水  
[ライフライン] 電力, ガス, 水道, 下水, 通信



29

## Definition of Deep Underground

大深度地下の公的使用に関する特別措置法



Nov 13, 2017

30