

## 3.11「想定外」から学ぶこと(観測工法の理念に基づき)

「地盤事故・災害における法地盤工学問題ワークショップ」, 京大防災研究所にて  
2012.01.14 Sat, 15:30~16:00  
宇野 尚雄 (岐阜大学名誉教授)

### 概要

#### 1. まえがき

局所を見て全体を見通すのが観測工法  
安全, 安心の異なる概念など明確に表現

#### 2. 設計論に思う

機能設計, 技術開発(初の地下水涵養工法, 新規の工法開発),  
設計のあり方: 3段階論, プロジェクト数例, 把握し難き事態対応

#### 3. もの(施設安定)からひと(人命)へ

設計論の反省: 課題の解決法? 予断無く検証  
施工時の安全性? 治水システムに法制度で改訂

#### 4. むすび(3.11の教訓)

正しい設計論のあり方を認識した「観測工法理念の具現化」

## I. まえがき

- ・3.11災害は「想定外」ではなかった!
- ・**情報公開**の遅れと**政治**の「驕り」の結果である。
- ・いま日本にはこれが蔓延している。何故か? 技術者も権威に批判する勇気を失っていたからだ。
- ・設計における3段階の最終段階における観測工法理念の認識を深める必要がある。
- ・安全工学の Human Factor の再確認と共に。

## \*「安全を守るための」技術者の意見

- 「**変化は不安定の要因である.**」
- 「**社会システム**が変化するとき、**制度変化**に人間が追随できるよう教育と訓練の必要がある」
- 「**行動システムが固定化**しているときは、**マンネリ化**による安全注意欠如の危険がある。」
- 「未知の現象に対処するには、二重・三重の対応で安全確保する。」
- 「未知の現象にはリスク、危険が潜んでいる。」
- 「事故・災害ゼロ」は目標であって、**リスクは不可避**で、リスクがゼロはあり得ない。」
- 「**ヒューマンファクター**が、事故・災害の大きな要因である」
- 「**経済性や効率**」の追求が「安全」への投資コストを縮減する。

## II. 設計論に思う: (1)機能設計, (2)-1)技術開発

### (1)施設の“機能”設計

#### ・外力規模の設定は？

被災シナリオの推定に基づく**機能選定**！  
安全性をどのレベルまで保証するか？

#### ・超過外力に対して？

「絶対守る基本構造と被災しても復旧復興し易い構造の技術開発」

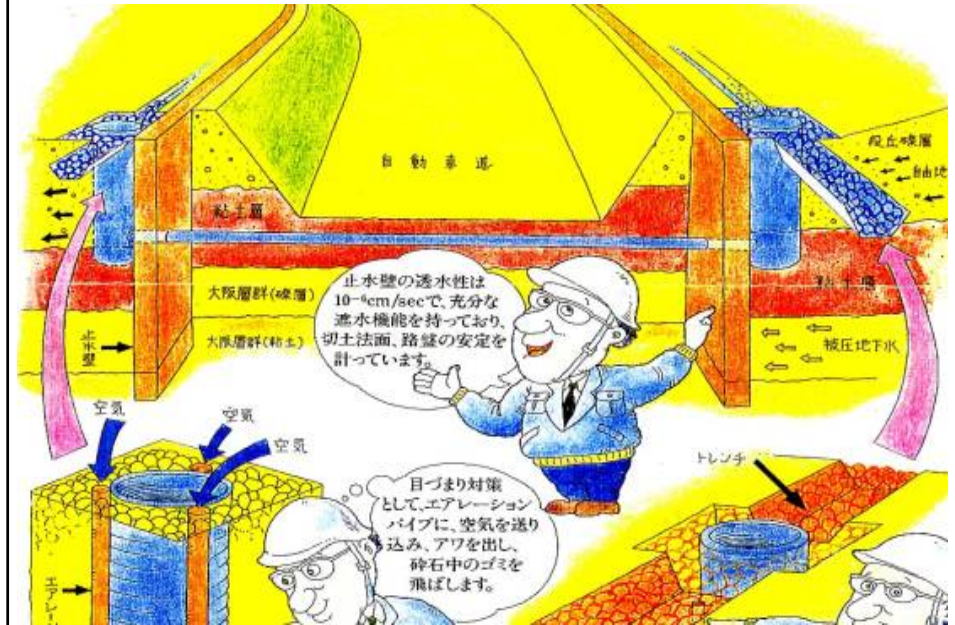
### (2) **技術開発**・・・琵琶湖周辺クレーク構想の検討を経て

#### 1) 丘陵地掘削する高速道路が遮断する**地下水保全涵養工**

保全工のキーポイント:

- ①SMWによる地下水**遮断壁**と**底部**の漏水防止・・・見落とし易い点
- ②地下水涵養工を全うする・・・
  - 1)集水井・涵養井の**目詰まりの防止**: フィルター砕石の圧入空気洗浄
  - 2)集水涵養施設の**規模設計**と評価: 試験施工データ, ペアポーリングによる集水・涵養地盤の透水性評価
  - 3)事後の**効果判定**・・・統計的な単純モデルによる工事前後の地下水位変化のチェック(有意な差は発生せず)

## Ⅱ. 設計論に思う:(2)-1)涵養工



## Terzaghi & Peck の指摘

土質調査で究明すべき事項は次のようである。

### A. 地盤の成層状態

- a. 砂層の**相対密度**(地下水位とも関連)・・・最大密度と最小密度との関係
- b. 砂層の**透水係数**・・・(水平と鉛直方向の差!)
- c. 粘土層の**せん断強度**・・・一軸圧縮強度 $q_u$ , または粘着力 $c_u$
- d. 粘土層の**圧縮性**・・・圧縮指数 $C_c$ , 圧密先行荷重 $P_c$

### B. 各層の力学的性質

- B1. **せん断特性** → → 荷重強度、支持力
- B2. **圧縮特性** → → 沈下量



## II. 設計論に思う:(2)-2)技術開発

### 2)技術開発

#### ①ある水防工法

堤防の越水を防ぐ水囊、衝立板を堤防天端にセットする構造形式の**水防工法的な案**が、巨大な組織から案出された。しかし、一端破損すると、本体の堤防を破壊する懸念がある。責任問題になりかねない？

組織内の役割分担を明確に。多重チェック機能する体制。「想定外」は当然考える。  
マニュアル化しない理念が明確な技術者、… **基本的な「設計論の認識」!**

#### ②新形式の施設(「堤防+道路ボックス」**一体構造物**)

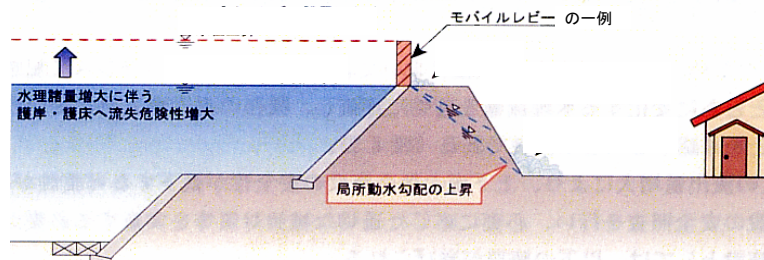
堤防と道路の**単独施設設計**には、対応する各規準があるので、それらに従った機能設計が検討される。新規に**一体構造物**としての施設設計には該当する規準がない。

専門家委員は、例えば難しい耐震挙動の数値計算結果により相互の接触部における隙間、擦れの大きさに関心が集中する。静的な沈下による擦れもある。この結果、推定精度に関心が集まるが、必要なのは応できる対策工法があるか否か、技術開発ができるかに注意が集まらず、疎かになる傾向にある。

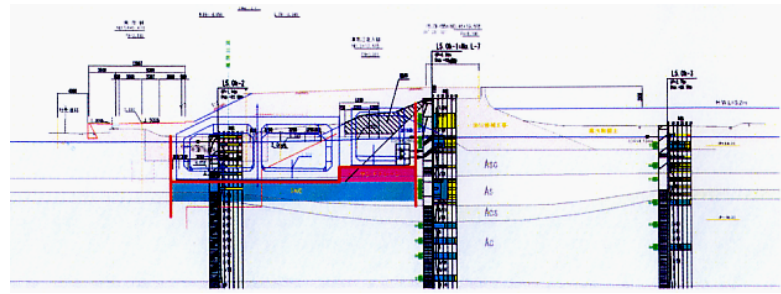
数値計算だけでなく**専門家は施工技術の展開へコメントが必要なことに気づき、アドバイスが要請される!** 全体像挙動を診る**総合的な技術案!**

## II. 設計論に思う:(2)-2)技術開発 問題 2例

水防工法  
(リバー  
テクノ  
研究会  
資料より)



堤防・  
道路の  
一体  
構造  
とは  
何か?



## II. 設計論に思う:(2)-3)設計三段階論 人の行動

### ①設計プロセス「事前～事象（設計）～事後」

- ・事前…シナリオに基づく外力の設定から性能・機能設計情報、施設・構造プラン、材質、ライフタイム、など設定
- ・事象(設計)…通常・設計プロセス(規準に基づく, 規準ないとき?)
- ・事後…設計予測(性能・機能)の確認とモニター立案

### ②不確定要因の影響を見通す専門的な技術力と決断力

- ・設計要因、とくに荷重外力、のバラツキや不確実(把握しがたい)物性
- ・類似現象など専門的技術力に基づく決断・見通し → 観測工法 活用

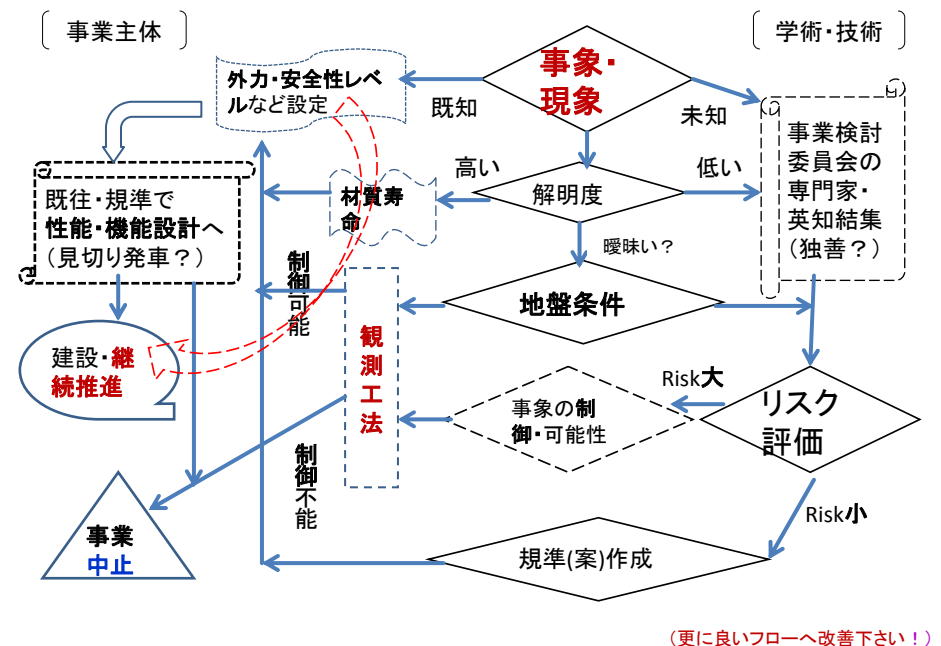
### ③非常時の事象、所謂「想定外」への対応

- ・世に言われる「想定外」であるが、イ)天変地異、ロ)悪意のある人為的仕業、を挙げる人もいる。しかし、事前に想定できるか否かは事象によって異なる。

上記の中に潜む曖昧さを解消することが重要である。設計は①で終わると考える技術者が増えていないだろうか？ ①でさえ十分でない現状にある！ 何処かで現状・設計手法の償いは可能か？

## II. 設計論に思う:(2)-4)把握し難い要因? 作業フ

ロー

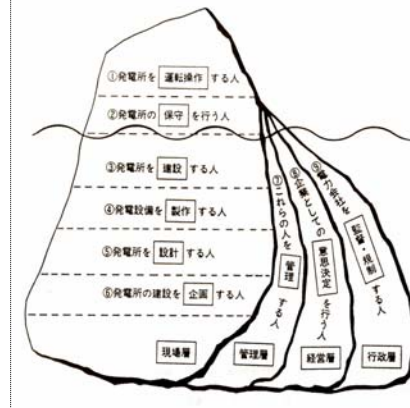
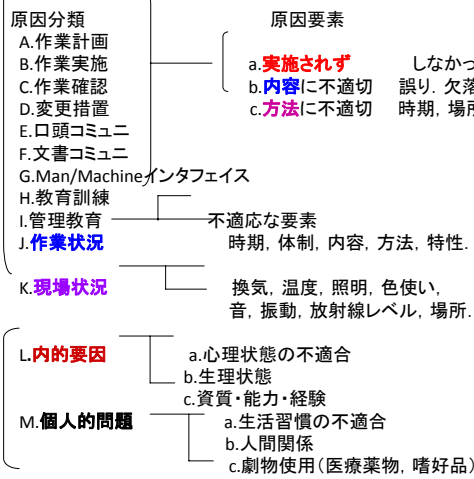






## \* ヒューマンファクター「重層構造」(白砂による)

文献 1)白砂孝夫:安全問題とヒューマンファクター,土木学会安全問題討論会'97研究論文集,1-6,1997. 2)宇野尚雄:社会基盤の安全性と安全工学,第31回安全工学シンポジウム講演予稿集,5-8,2001.



## \* 安全教育

### \* 政府「事故災害防止安全対策会議」報告骨子(花安繁郎による)

背景: ロケット打ち上げ, コンクリート落下, ウラン加工施設

構成: 官房副長官, 13関係省庁局長クラス, 1999年の多発事故につき

#### 1. 「安全文化」創造, 「安全意識」の徹底

##### 1-1. 学校教育を通じた安全教育の充実

全般課程に亘る推進, 科学技術に対する興味・関心を高める

##### 1-2. 事業者等における安全教育と安全意識の徹底

リスクマネジメント普及促進, 安全の意識向上

#### 2. 製品, サービスの中に安全確保のためのコスト負担の共通認識

#### 3. ヒューマンファクターに関する調査研究

#### 4. フェイル・セーフの導入

#### 5. 被害の局限化対策

#### 6. 安全対策の効果評価と不断の見直し

#### 7. 情報の公開と共有

## IV. むすび(3.11の教訓)

1. 土木界に「想定外」は許されない認識であるべき。

2. 「安全工学」視点から言えば、ヒューマンファクターに精通すべきだった。

- A. 個人的なヒューマンエラー
- B. 組織・システムの意志決定エラー
- C. コスト縮減による安全性が低下する社会構造変化の分析不足

組織体の意志決定:

- ・政治力(合意形成力)
- ・科学力...Eng. Science
- ・説得力(地域力)

情報公開

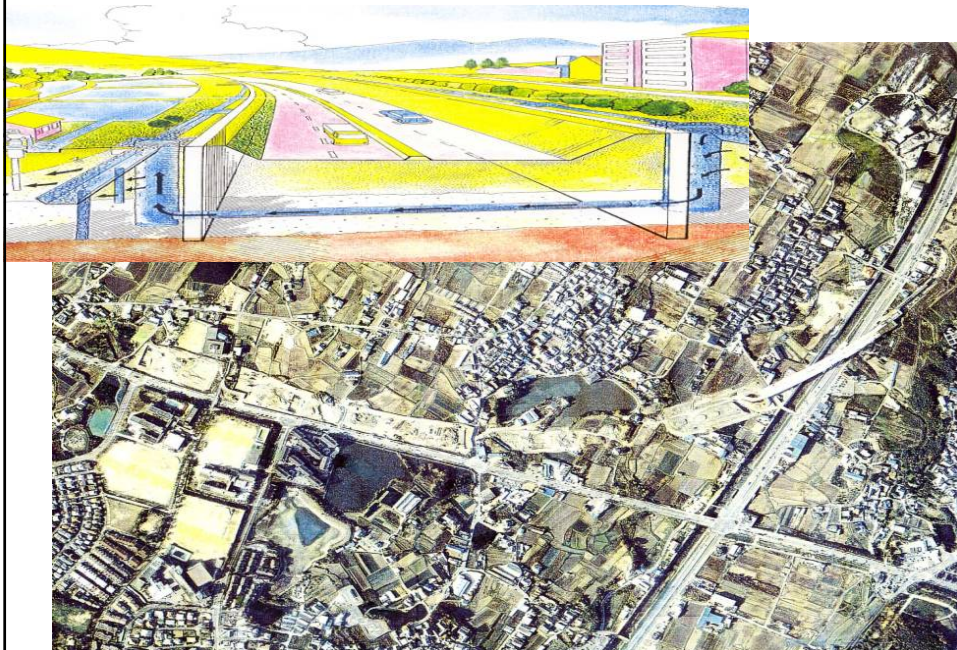
観測工法の理念は、局所を見て全体を見通すことである。  
技術的に解明できていない現象でも、地盤対応を補う有力な設計手段にできる期待がある。

キーワード: 設計論, 観測工法, 局所・全体像, 技術開発/具体化, 総合的技術。

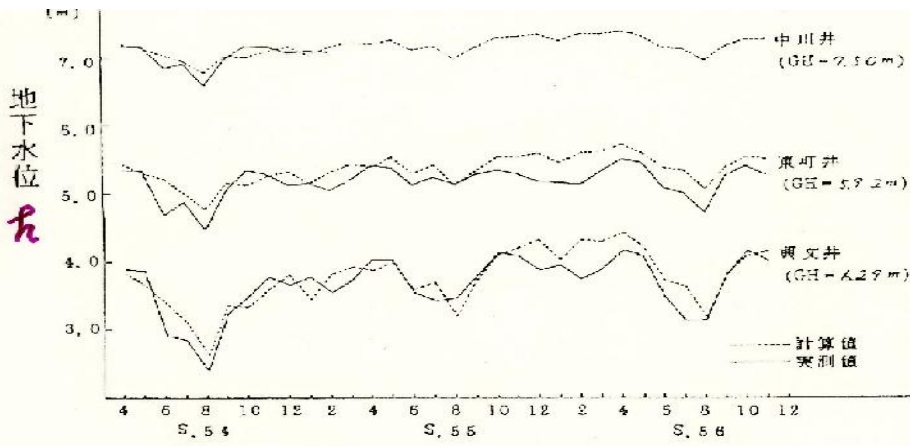


# 宇野・付録(2012.01.14. 15:30~16:00)

付1a.設計論に思う:(2)-1)地下水保全涵養



付1b.(地下水涵養工)前後の地下水位変化なし



$$h = aW - bD + c$$

$h$  : level ,  $W$  : Rain ,  $D$  : Pumping .

参考文献 1)宇野・西垣・柳田・永井・嘉指:地下水涵養工の調査・設計・施工,地下水地盤環境に関するシンポジウム'94発表論文集, pp.73-82, 1994. ~ 2)永井・宇野・西垣・鈴木・柳田:地下水粒度応保全工法の長期的な機能評価について, ibid.1)同名シンポ2008論文集, pp.13-18, 2008. 他多数

付2. 豊田市造成地盤(道路陥没)

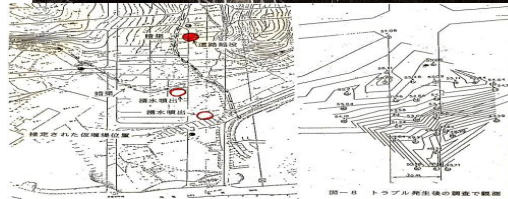
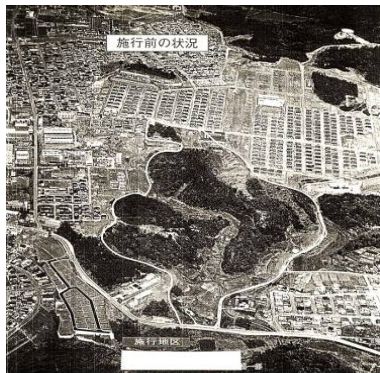


図-7 観測点・観測される地盤層の位置とトポグラフィ  
図-8 トポグラフィ発生後の観測で観測される地盤層の位置とトポグラフィ



### 付3. 美濃加茂工業団地 盛土法面崩壊

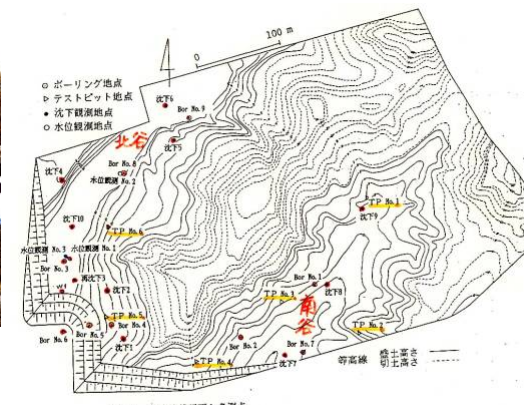
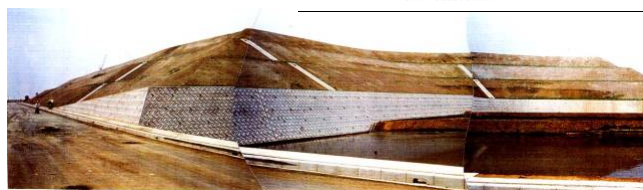


図-1 造成地盤平面と各観点



### 付4. ティリングダム(鉱採堆積場)



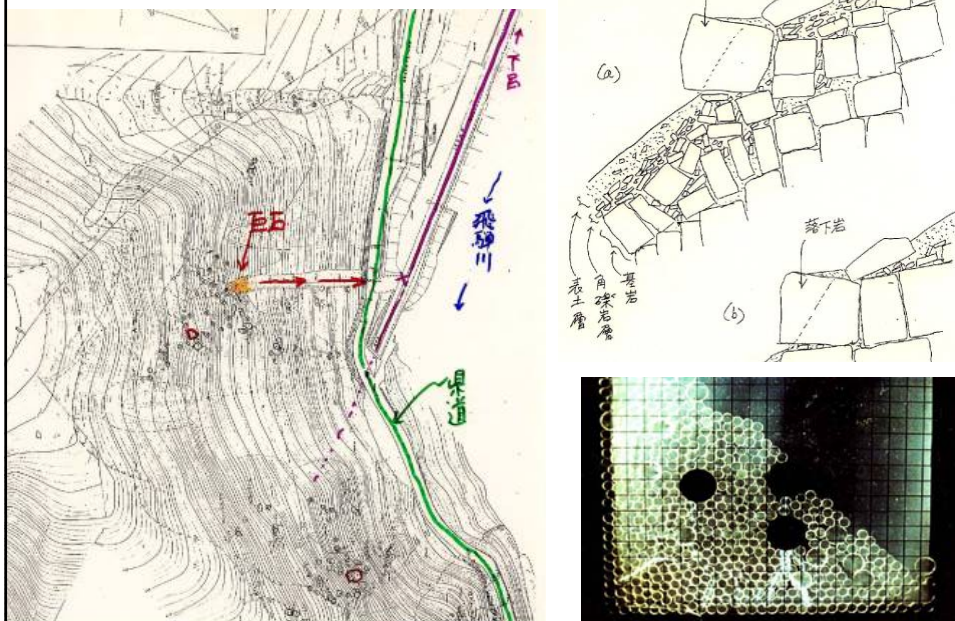
Fig. 13. Contour map of the area upstream of St. 4.

参考文献：村本嘉雄・宇野尚雄・高橋保：イタリア北部スタバにおけるダム決壊災害、自然災害科学, 4-2, 1985. ほか

### 付5-1. 高山線巨岩直擊

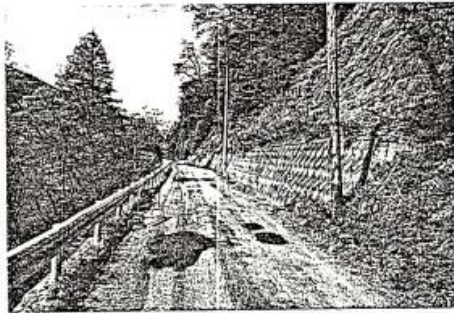
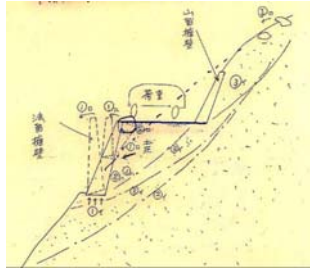


### 付5-2. 高山線巨岩直擊





### 付6. 野麦峠



### 付7. 震源域見直し

#### 南海、東南海、東海地震の 想定震源域



## フランス革命の人権宣言1789年

1789. 8. 26 に立憲国民議会で採択される。  
ラファイエット将軍によって起草され、17条からなる。

1. 人間は生まれながらにして**自由**、**平等**である。
2. **自由**、**所有権**、**安全**、**圧制への抵抗**は人間の権利である。
3. 国家の**主権**は**人民**にある。
4. **自由とは他人を害しない全てのことをすることができる**、ということである。
5. **法律**は、社会に有害な行為でなければ、禁止する権利を有しない。
6. **法の前には皆平等**である。
7. いかなる者も法律が定める形式による場合でなければ、訴追、逮捕、拘禁はされない。
8. 法律は厳正かつ明白に必要な刑罰でなければ定めてはならない。
9. 全ての人は、有罪と宣告されるまで無罪と推定される。
10. いかなる者も**公の秩序**を乱さない限り迫害されることはない。
11. 思想、言論、出版の自由を保障する。
12. **市民の権利の保障は、公の権力を必要とする**。
13. 公権力の維持、行政の費用のために**租税は不可欠**である。
14. **全ての市民は公の租税の必要を確認し、承諾し、その使徒を監視する権利**がある。
15. 社会は全ての官吏に対して、行政について**報告を要求する権利**を有する。
16. 権利の保障が確保されない社会は、憲法を有していない。
17. **所有権**は侵してはいけない。