

【プリリアマーレ有明災害協力隊】

平成28年度 マンション管理適正化・再生推進事業

災害時の建物のライフライン(電力・水)の確保策について

2017年2月8日(水)

芝浦工業大学
増田 幸宏

「逃げないで住み続ける」

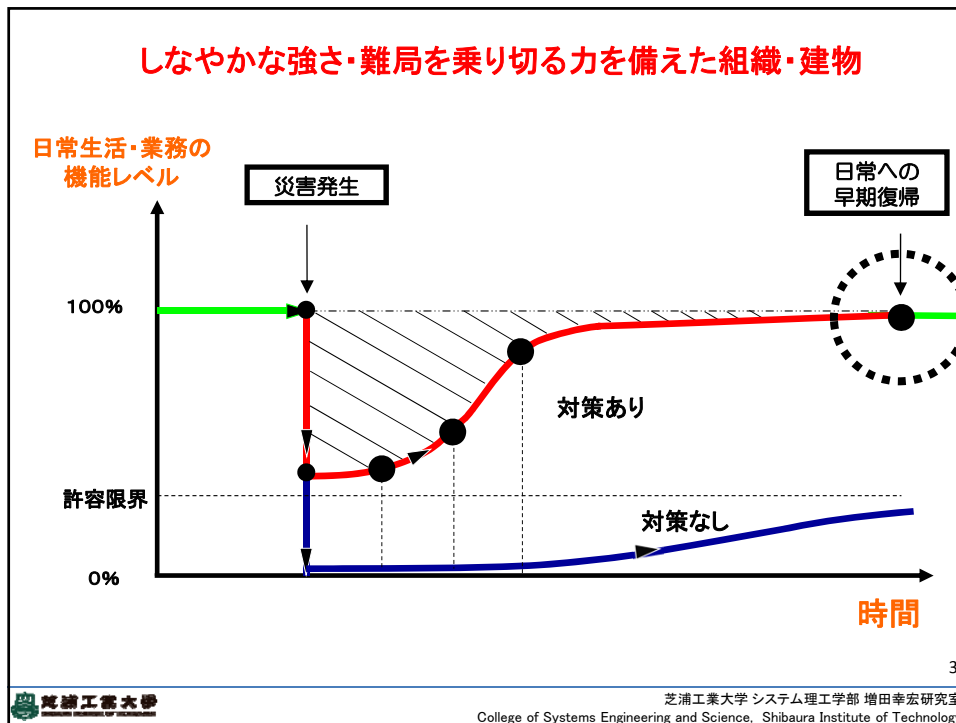
地震の際の行動原則「とどまる」

建物の中にとどまりながら、厳しい時期を乗り切る

現在の設備・資源を活かしてできる被災生活は？

発災後の状況の適切な把握と、
計画的な使用方法の検討が重要

2



生活継続力の強化に向けて

目標を明確にし、共有する。

どこまでやるか。
どのくらい頑張るか。
優先順位はどうか。

4

芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

生活継続力の強化に向けて

(例)

LCP(生活継続計画)として

電力:3日間 建物内での被災生活を乗り切る
(非常用発電機のマネジメント)

エレベータ:サービスを限定し、間欠運転

水:1週間 計画給水を行う(水槽、弁、ポンプの管理)

5



芝浦工業大学 システム工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方策

(基本情報)

非常用ディーゼル発電ユニット

- ・発電機出力 500(kVA)
- ・原動機出力 544(kW)
- ・冷却方式 ラジエータ方式
冷却水配管が不要、冷却水の消費もほとんどない
- ・燃料消費率 107(リットル/時間)
- ・燃料タンク 990リットル
- ・**運転時間 9.25時間**



AY20L-ET形

6




芝浦工業大学 システム工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方針

(火災時の負荷)


	kW
発電機用給気ファン	1.67
発電機用給気ファン	2.00
スプリンクラーポンプ	18.50
泡消火ポンプ	22.00
補助加圧ポンプ	1.50
補助加圧ポンプ	1.50
連結送水管ブースターポンプ	55.00
連結送水管ブースターポンプ	30.00
スプリンクラーポンプ	18.50
非常用エレベータ ELV-7	24.48
非常用エレベータ ELV-14	33.05
排煙ファン	11.00
排煙ファン	11.00
排煙ファン	22.00
発電機用制御電源	2.20
スコットランス	50.00
消火ポンプユニット用照明・ヒータ電源	3.70
合計	308.10



(例) 連結送水管ブースターポンプ

➤ 地震時でも、2時間分は火災対応用に燃料を残しておく。

7


 芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方針

(地震災害などによる停電時の保安負荷)

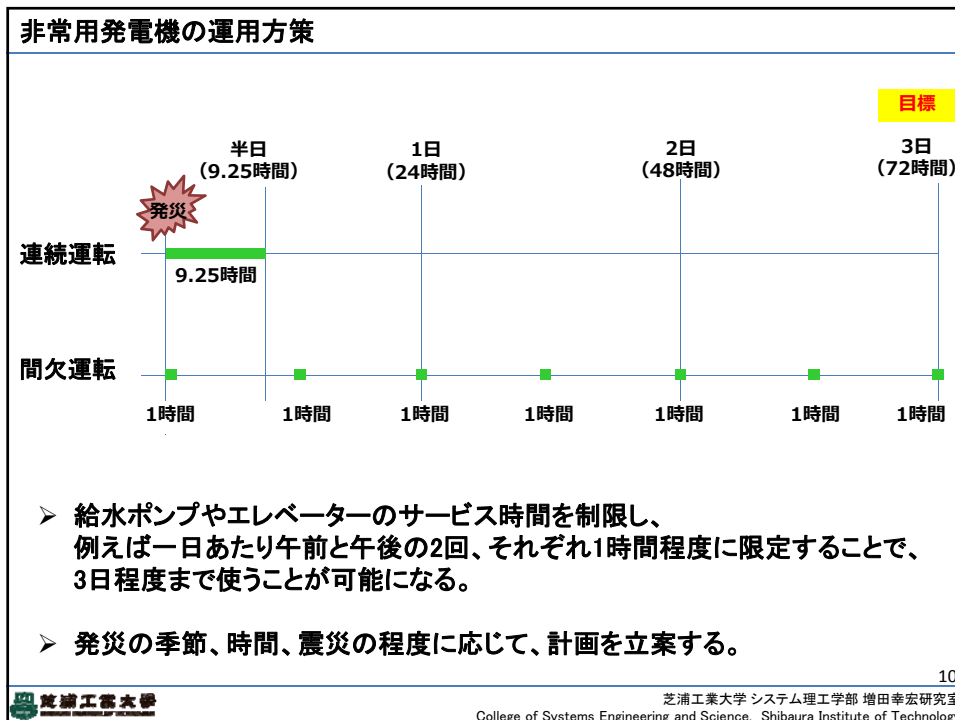
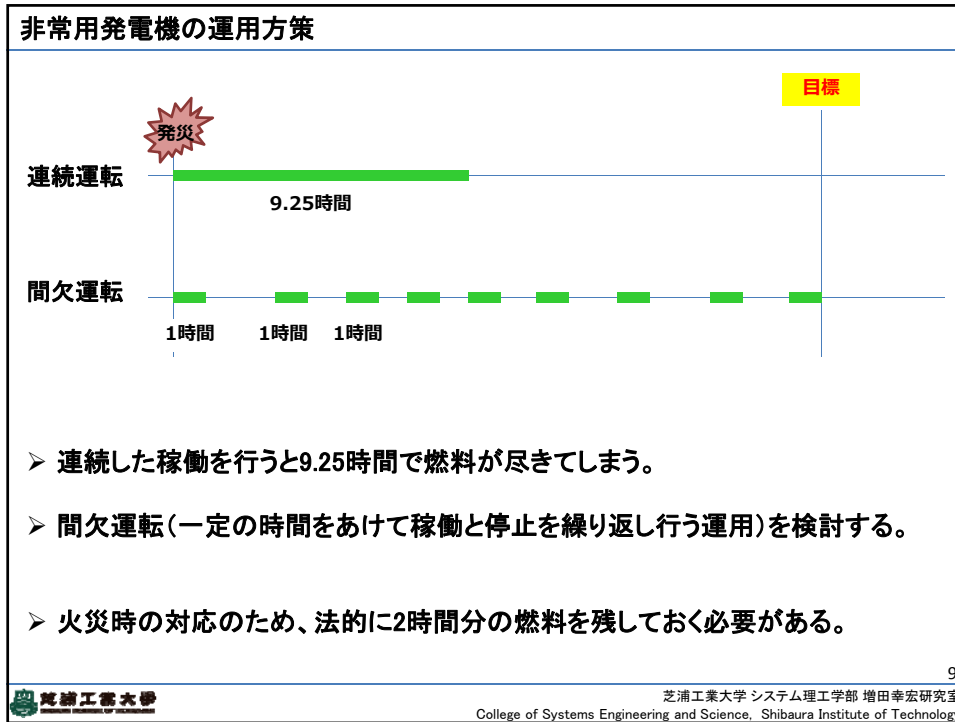
	kW
発電機用給気ファン	1.67
発電機用給気ファン	2.00
非常用エレベータ ELV-7	24.48
非常用エレベータ ELV-14	33.05
発電機用制御電源	エレベータ 2.20
スコットランス	50.00
排水水中ポンプ B1P-1	給排水系統 15.00
排水水中ポンプ B1P-2	給排水系統 16.40
排水水中ポンプ B1P-3	7.40
排水水中ポンプ B1P-4	28.50
給水ユニット WP-1	55.00
給水ユニット WP-2-1	55.00
給水ユニット WP-2-2	空調 55.00
タワー棟排水ポンプ	1.60
空調HPマルチ室外機(防災センター)	6.90
合計	354.20

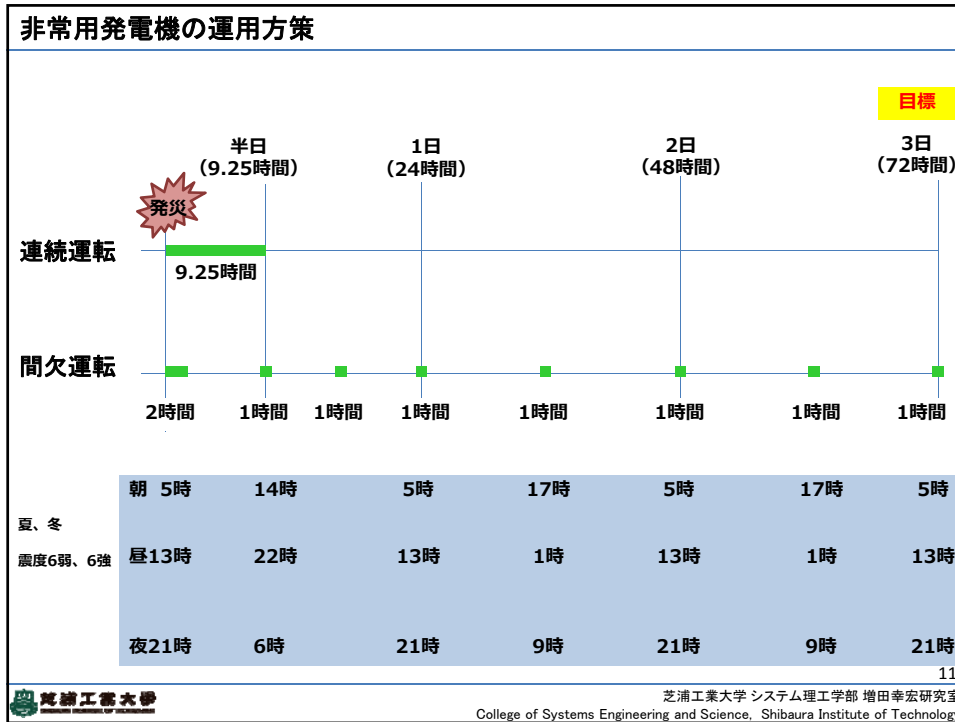


(例) 給水ユニット

8


 芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology





非常用発電機

(ポータブル発電機)

- ・備蓄倉庫内にポータブル発電機を10台準備済み
- ・33階や震災時活動マニュアル記載の拠点階共用部(6カ所)の照明、携帯電話などの充電に有効活用の可能性
7時間程度連続運転可能
- ・ただし屋外使用が原則(一酸化炭素中毒の危険性、換気は最重要)
- ・ガソリンを補充すれば継続使用可能



<http://www.honda.co.jp/generator/lineup/eur9/>

(今後の導入の参考)



運転時間は2時間程度であるが、家庭用カセットボンベで使用できる小型発電機
<http://www.honda.co.jp/generator/lineup/eur9/>

12


芝浦工業大学 システム工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

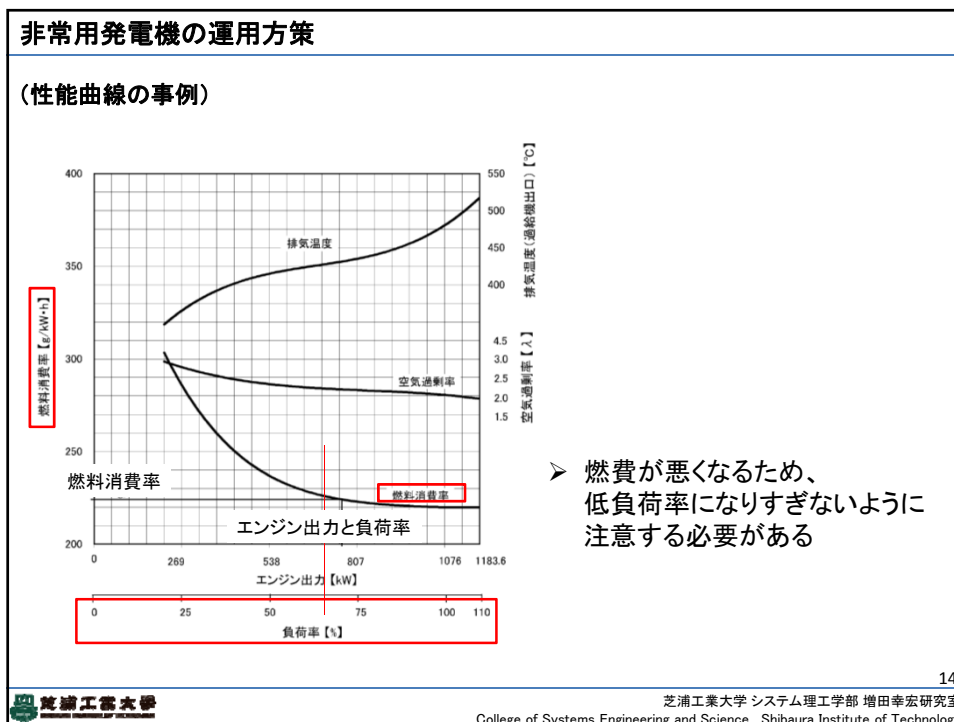
非常用発電機の運用方針

(地震災害などによる停電時の保安負荷)

	kW
発電機用給気ファン	1.67
発電機用給気ファン	2.00
非常用エレベータ ELV-7	24.48
非常用エレベータ ELV-14	33.05
発電機用制御電源	2.20
スコットランス	50.00
排水水中ポンプ B1P-1	15.00
排水水中ポンプ B1P-2	16.40
排水水中ポンプ B1P-3	7.40
排水水中ポンプ B1P-4	28.50
給水ユニット WP-1	55.00
給水ユニット WP-2-1	55.00
給水ユニット WP-2-2	55.00
タワー棟排水ポンプ	1.60
空調HPマルチ室外機(防災センター)	6.90
	354.20

- 使用する機器(エレベーター等)をさらに限定する。
- 実際には、同時に全ての機器が稼働する訳では無く、さらに使用可能時間は延びる可能性がある。(同時稼働率)
- エレベータは、大きな揺れに見舞われた際には、エンジニア到着まで当面停止の可能性がある。13


 芝浦工業大学 システム工学部 増田幸宏研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology



非常用発電機の運用方針



燃料残量計を追加

燃料タンク

- ▶ 燃料残量と供給継続可能時間を「見える化」とし、住民、管理者(防災センター)の両方で状況をリアルタイムに把握し、適切な行動をとることが可能となる。
- ▶ 電流値をみることで、負荷の状況が把握できる。

15



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方針

ライフライン	 電気異常 電気は使用できません。電気設備の異常によるものです。供給再開時の火災防止のため、一旦ブレーカーを落とし、電気器具の転倒や異常を確認し、電線を切ってください。	 ガス異常 ガス供給が停止しています。ガスコンロ・お風呂・床暖房を使用しないでください。ガスの元栓を閉めてください。ガス機器の安全を確認してください。	 水道制限 一人1日4リットルまで使用できます。水道局からの供給停止中ですが建物内水櫃の水を供給中です。限られた水資源です。トイレは使用不可です。供給可能量80%です。
共用部設備	 エレベーター注意 使用可能なエレベーターがあります。救護者を優先してください。	 非常用発電機運転中 共用部に電源供給中です。供給継続時間残り96時間50分です。	 エレベーターパーキング運転中 診断中 (1号機) (2号機) 1号機は 仮復旧運転中です。2号機は 自動復旧診断中です。
防災センターより	◆最大建物震度5強を観測しました。(7/25 10:12) ◆建物は安全です。ひび割れや亀裂などがみられることがあります。余震に注意して行動してください。(7/25 10:15) ◆安全確認をしてください。(7/25 10:17) ◆点検が終了するまで、トイレの使用や、排水は禁止です。(7/25 10:20) ◆食料・医薬品が、1階ロビーにて配付されます。(7/25 11:30)		

見える化の事例紹介



16



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方針

揺れの状況

①地震発生

発生時刻 7月26日 10:13

●●● 注意


■ 建物は安全です。
 ■ ひび割れ・亀裂などが多く見られることがあります。
 ■ 余震に注意して行動してください。

7月26日 (火) 10:13

	最大建物震度	現在建物震度
37階 35階	5弱	5弱
1階		

見える化の事例紹介


(センサー例)



センサー本体外形寸法
113×90×60mm程度

➤ 加速度計を設置して、揺れの程度を「見える化」すると、被災状況を適切に把握し、的確な行動をとることが可能となる。

17



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology


非常用発電機の運用方針

(発電機の余力)

- ・原動機定格出力が491 (kW) に対して、選定した機種が544 (kW) (負荷率が90%)
- ・若干、負荷を追加できる可能性
- ・共用部の空調などに有効活用できるかどうか。
- ・ただし、負荷については単純に容量だけで検討する事は出来ず、動力・電灯負荷、トップランナーモータ、始動方式、始動グループなどの詳細から計算により判断となる。

追加する負荷内容を名称や容量、始動グループの組み方などを決めて、詳細を検討する。(専門会社のご協力)

18



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

非常用発電機の運用方策

(運転時の注意点)

- ・発電機の仕様上、連続運転した場合は3日間は運転可能。
(長時間運転の場合、メンテナンスが必要となる可能性)
- ・電気始動式(セルモータ式)となっており、装置のパッケージ内に蓄電池が配置されている。この電源はセルモータの運転や盤面の制御電源として利用されている。

運転中だけでも最低充電対応をとる事、充電不可の時間に少しでも放電を抑えるような対処が必要
(運転しようとした時に放電していて起動出来なくなる可能性がある)
- ・ブレーカー操作や機器操作盤で電源供給先を限定するなど、現場でのオペレーション方法の確認
- ・電気主任技術者の確保が必要
- ・負荷の投入順序を確認する必要がある
- ・燃料タンクの増設(工事費用大) (上限2000リットル)
ただし、何にどう使うかがより重要

19

生活継続力の強化に向けて

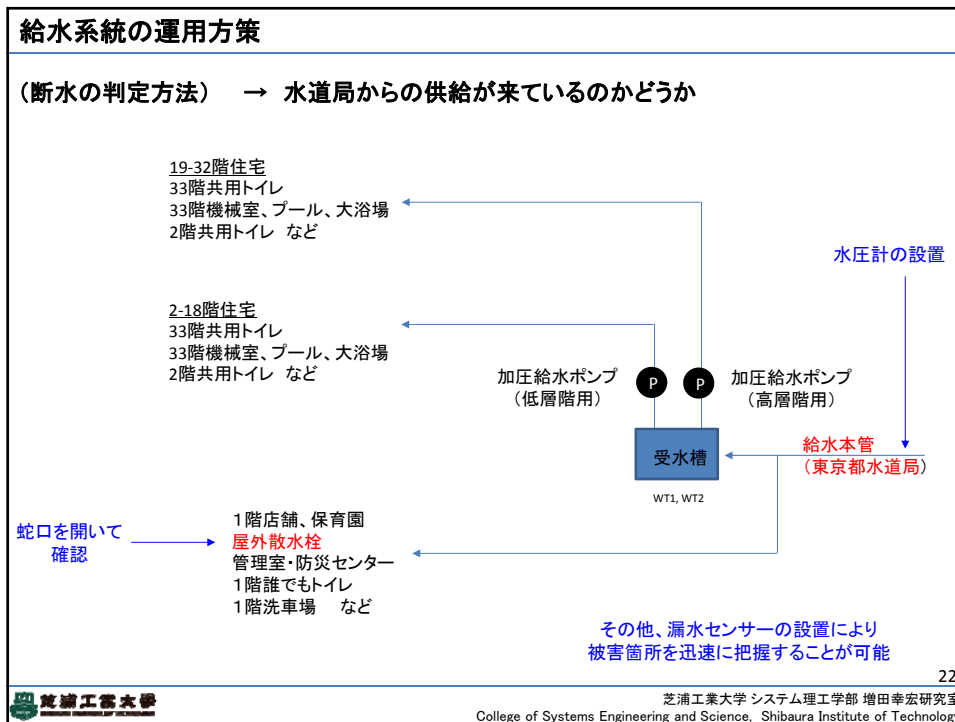
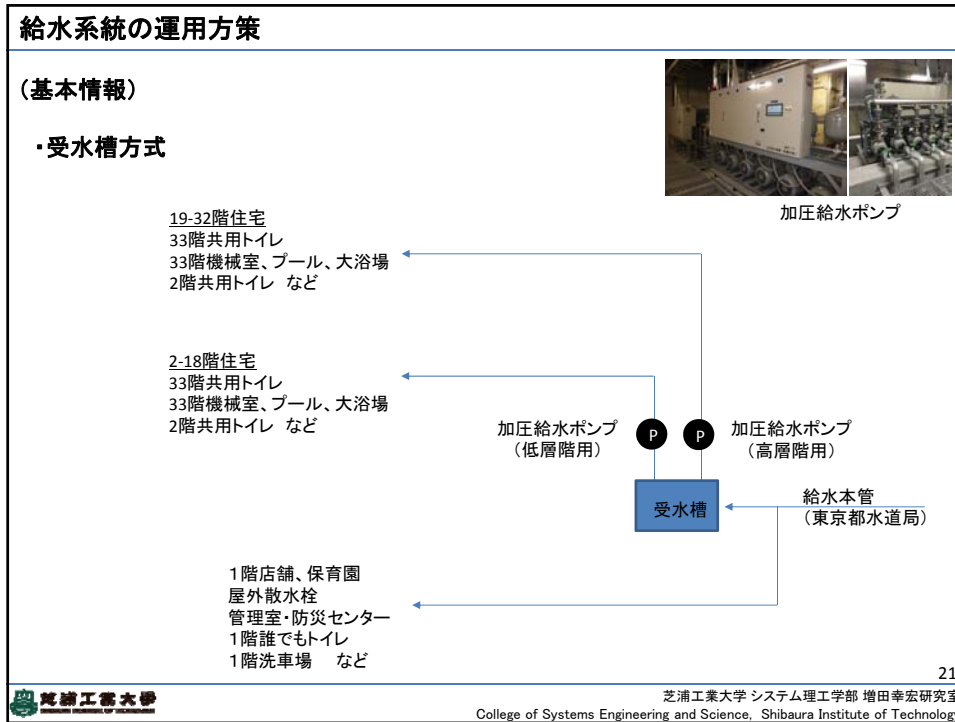
短期戦ではなく長期戦になる

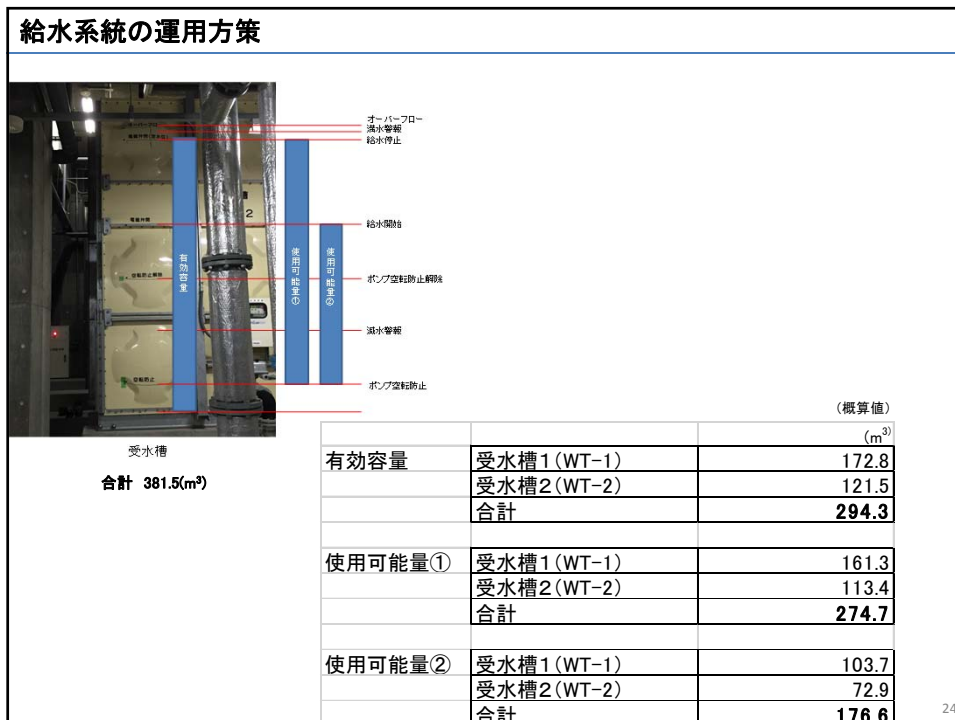
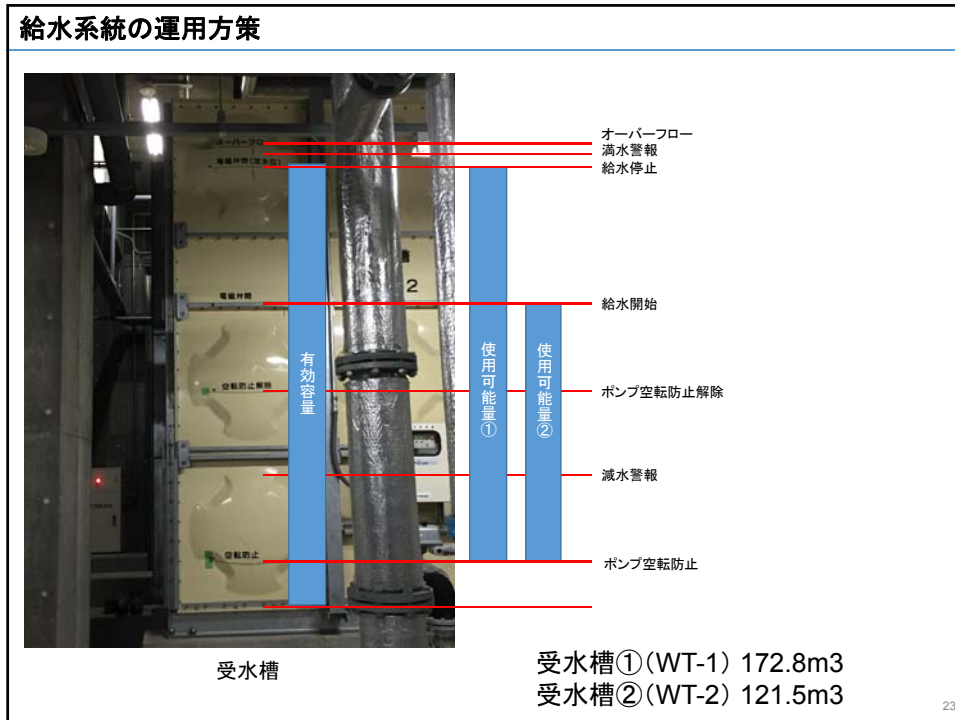
様々な判断を迫られる場面 責任と権限、役割分担の明確化

参考事例:「専門管理者」

理事会の開催や理事長決裁がなくても、設備の運用に関してある程度の意思決定と行動ができる権限を与えられた専門的な管理者

20





給水システムの運用方策



非常用給水栓

25

給水システムの運用方策

(プールの推量)

		(m ³)
有効容量	受水槽1 (WT-1)	172.8
	受水槽2 (WT-2)	121.5
	合計	294.3
プール	長さ25m × 深さ1m × 幅7.7m	193.0



プール

26

給水システムの運用方策

(使用可能量試算)

		(m ³)	1人1日4リットル で7日間使用	世帯数 1076
有効容量	受水槽1 (WT-1)	172.8		
	受水槽2 (WT-2)	121.5		
	合計	294.3		
使用可能量①	受水槽1 (WT-1)	161.3		
	受水槽2 (WT-2)	113.4		
	合計	274.7	9810人	36.5リットル
使用可能量②	受水槽1 (WT-1)	103.7		
	受水槽2 (WT-2)	72.9		
	合計	176.6	6306人	23.4リットル

- 残留塩素の関係で、飲料として使用できる期間は2～3日間が目安
- 3日目以降は飲料水はペットボトルで代用、水槽の水は雑用水用途に使用等

27



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

給水システムの運用方策

(計画的な給水方法の検討)

- 緊急遮断弁を開く判断、その後のポンプの運用方法を検討する。
(計画給水)
- 受水槽に水量センサーを設置すると、リアルタイムの残量確認が可能となる。
- 遠隔操作可能な弁を設置すると、計画給水のきめ細かな運用が可能となる。
- 「ピーク時最大予想給水量」など、設備容量の検証が必要



水量センサーの設置

遠隔操作機能の付加

緊急遮断弁(感震)

28



芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

給水システムの運用方策

ライフライン	 電気異常 電気は使用できません。電気設備の異常によるものです。供給再開時の火災防止のため、一旦ブレーカーを落とし、電気器具の転倒や異常を確認し、電源を切ってください。	 ガス異常 ガス供給が停止しています。ガスコンロ・お風呂・床暖房を使用しないでください。ガスの元栓を閉めてください。ガス機器の安全を確認してください。	 水道制限 一人1日4リットルまで使用できます。水道局からの供給停止中ですが建物内水櫃の水を供給中です。限られた水資源です。トイレは使用不可です。供給可能量80%です。
共用部設備	 エレベーター注意 使用可能なエレベーターがあります。救済者を優先してください。	 非常用発電機運転中 共用部に電源供給中です。供給継続時間残り96時間50分です。	 エレベーターパーキング運転中 (1号機) 診断中 (2号機) 1号機は 仮復旧運転中です。2号機は 自動復旧診断中です。
防災センターより	◆最大建物震度5強を観測しました。(7/25 10:12) ◆建物 は安全 です。ひび割れや亀裂などがみられることがあります。余震に注意して行動してください。(7/25 10:15) ◆ 安全確認 をしてください。(7/25 10:17) ◆点検が終了するまで、 トイレの使用や、排水は禁止 です。(7/25 10:20) ◆ 食料・医薬品 が、1階ロビーにて配付されます。(7/25 11:30)		

見える化の事例紹介



29


 芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

課題①

状況が分からない


情報が無い

不安が増大

適切な行動がとれない

とりあえず避難

30


 芝浦工業大学 システム理工学部 増田幸宏研究室
 College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

課題②

長期戦になる

目標と優先順位

いろいろな難しい判断、想定外の状況

31

課題③

資源があつという間に無くなる

我先に

大事な水とエネルギー

32

課題④

場当たりの対応になる

33

生活継続力の強化に向けて

発災後の対応力・実行力を高めることが鍵

被害の発生を前提として、
問題が発生したらどうするかを、
事前に考える

LCP(生活継続計画)を策定し、目標を共有する

発災後の行動に備えて
環境を事前に整えておく

34

生活継続力の強化に向けて

災害時の状況把握と情報共有

状況認識の統一：
COP(Common Operational Picture)

対応にあたる人間・組織の間で
基礎となる統一的な状況認識を持つことが重要



「見える化」の重要性

35

生活継続力の強化に向けて

災害発生時に、早い段階で、何が起きたのか、
現状はどうなっているのか、
地域の状況を正確に把握することが鍵となる。
(situation awareness)

何が被害を受けて、何が使えるのか。

(被害状況、活用可能な資源の確認)



生活継続力の強化 (作業負荷の軽減にも寄与)

11

(参考)
精神医学

恐れの中には**不安、恐怖**があり、
不安は対象のない恐れ、恐怖は特定の対象がある恐れ

「不安」とは対象や正体が見えない時に抱く恐れの感情

自身の置かれている状況や問題の所在・原因を客観的に把握することで、
徒に不安を増大させることなく、冷静な対応をとることが可能

本来こうした不安の心理は、姿の見えない驚異に備え、危険な状態に陥るのを防ぐ
ための、人間に備わる自己防衛の正常な反応

適度の不安は仕事の遂行能力を高めることになる。

参考・出典 1)野村毅一郎,樋口輝康監修:標準精神医学 第6版,医学書院, p62, 2015.3
参考・出典 2)大野裕:生き延びるための本能 不安な気持ち, 日本経済新聞, 2016.1.31
参考・出典 3)朝田隆(翻訳),みるよむわかる 精神医学入門, 医学書院, p.129-130, 2015.12

37

謝辞

非常用発電機に関して、多くの貴重なご助言を頂きました。

東テク株式会社 様

この場をお借りして御礼申し上げます。

38