

## 災害に強いキャンパスを目指して

### —沼津高専の水・トイレ利用の現状と課題—

竹口 昌之\*<sup>1</sup>, 瀧 圭佑\*<sup>2</sup>, 佐野 豪亮\*<sup>2</sup>

## Toward a Disaster-Resilient Campus: Current Status and Challenges in Water Supply and Sanitation at National Institute of Technology (KOSEN), Numazu College

TAKEGUCHI Masayuki \*<sup>1</sup>, TAKI Keisuke \*<sup>2</sup>, SANO Kosuke \*<sup>2</sup>

**Abstract:** In addition to operating student dormitories, our institution is designated by Numazu City as an official evacuation center for residents displaced by disasters. During disasters, the safety of students must be ensured, and shelter operations must be coordinated in collaboration with residents. It is therefore crucial to monitor toilet availability and water supply conditions under normal circumstances and to implement appropriate preparedness measures. This paper provides an overview of the potable water supply and sanitation facilities on campus, identifies toilets that can remain functional during disasters, and proposes preparedness strategies that can only be implemented prior to the occurrence of a disaster.

**Key Words:** Toilet availability, Potable water management, Campus infrastructure

### 1. 緒言

日本列島は、地震や火山噴火、大雨による洪水などの大規模災害に幾度となく見舞われてきた。過去10年間では、熊本地震(2016年)、西日本豪雨(2018年)、北海道胆振東部地震(2018年)、熱海土石流(2021年)、福島県沖地震(2021年)、小笠原諸島噴火(2021年)、能登半島地震(2024年)などが挙げられる。沼津高専が位置する静岡県は、南海トラフ地震や富士山噴火の災害リスクが高い地域であり、県民の生命、身体及び財産を守るために防災対策大綱「静岡県地域防災計画」を定めている [1]。

これまでの災害では、広範囲にわたるライフラインの寸断や避難生活の長期化を引き起こし、社会に深刻な影響を与えた。特に、トイレの使用不能は重大な問題となった。阪神淡路大震災、東日本大震災、熊本地震、能登半島地震では、断水や停電によりトイレが使えなくなり、避難所の衛生環境が悪化した事例が多数報告されている [2,3,4]。さらに、水が流れないことによる悪臭や感染症のリスク、排泄を我慢することによる健康被害は、災害時の「トイレパニック」として社会的課題となっている [5,6]。

災害時におけるトイレの確保は、命を守るインフラ整備の

一環である。日本トイレ研究所の資料によれば、トイレの確保は「食料・水・トイレ」の三大要素の一つとして位置づけられ、避難所運営においても最優先事項とされている [3]。本校は学寮に加え、沼津市の指定避難所(災害により住宅を失った場合等に一定期間避難生活を送る場所)にも指定されていることから、災害時に同様の事態が発生する可能性がある。そのため、平時からトイレの使用可否や水の供給状況を把握し、備えることが求められる。本論文では、本校の上水とトイレ事情を俯瞰し、災害時に使用可能なトイレを明示する。さらに、災害が生じていない今だからこそ実施できる備えについて提案する。

### 2. 沼津高専の水・トイレ事情

#### 2.1 災害時の上水

##### (1) 沼津高専の水事情

図1に給水配管設備を示す。本校では、沼津市および長泉町から上水の供給を受けている。表1に、沼津市から供給される上水の貯水量を示す。沼津市からの上水は、武道館北側に設置された受水槽(有効容量128 m<sup>3</sup>)に貯水される(図1赤色区画)。一方、長泉町からの上水は、プール、プール付属庫・女子更衣室、体育器具庫・男子更衣室、武道館、ならびにプール付属庫に隣接するトイレに供給されている(図1紫色区画)。このように、本校の上水供給は校内中心部に集中している。

\*1 物質工学科, Department of Chemistry & Biochemistry, \*2 総務課施設係 General Affairs Division, Facilities Section

受水槽の上水は、6 槽の高架水槽（管理・電気電子・共通棟、機械工学科・制御情報工学科棟、物質工学科棟、電子制御工学科棟、栄峰寮および明峰寮の各建物最上階に設置された受水槽）と、図 1 の橙色区画で示した施設に給水されている。明峰寮の高架水槽は、明峰寮のシャワー室用に限定されていることから、明峰寮の上水は実質、受水槽から直接供給されている。沼津市から受水槽への給水および長泉町からプールへの給水は、それぞれの市町から行われるため、学内の電力を必要としない。一方、受水槽から各高架水槽への給水および直圧式による施設への給水には、本校の電力を必要とする。図 2 に電力供給範囲を示す。本校では、エバーグリーン・マーケティング株式会社よりボイラー棟変電室に電力供給を受け、管理棟変電室と物質工学科棟北変電室に供給される。学寮地区への高架水槽と直圧式による給水には、ボイラー棟変電室から電力供給される（図 2 青色区画）。一方、校舎地区への高架水槽と直圧式による給水には、管理棟変電室から電力供給される（図 2 黄色区画と桃色区画）。そのため、沼津市および長泉町から上水が給水（一次側給水）されたとしても、学内の電力事情により学内への給水が停止する。

本校には、中水システムが整備されている。中水とは、生活排水処理施設で再生処理された水であり、飲用には適さないが、人体に影響を及ぼさないレベルまで浄化された水である。トイレの洗浄水や散水などに利用可能であり、本校では、第 1 体育館北側に 57 m<sup>3</sup>（原水槽 19 m<sup>3</sup>、処理水槽 38 m<sup>3</sup>）、生活排水処理施設横に 10 m<sup>3</sup>の中水処理槽が設置されている。現在、中水処理槽から学内施設に給水するシステムは構築されておらず、本システムは稼働していない。そのため、中水受水槽には沼津市からの上水が貯水されている。これより、本校は、受水槽、5 槽の高架水槽（明峰寮高架水槽を除く）、中水処理槽に合計 219.6 m<sup>3</sup>の上水を貯水している。上水は、飲料用と調理用だけで一人当たり 3 L が必要とされており[7]、学内に 1,200 人が避難していると仮定すると、約 20 日間の命をつなぎとめる水が確保されていることになる。

上水はトイレの洗浄水にも使用されている。水洗トイレ 1 回あたりの洗浄水量は、2012 年度以降の節水型では 3.8 L、1999 年度では 8.0 L、それ以前では 10~20 L が使用されるとされている[8]。また、一般に和式の水洗トイレは、洋式に比べて洗浄水量が多いとされている。本校でも、洋式の水洗トイレへの改修が進められているが、和式の水洗トイレも数多く存在する。そこで、1999 年度における水洗トイレ洗浄水量（8.0 L/回）として、避難者 1,200 人が 1 日 5 回トイレを使用すると仮定すると[3]、貯水されている上水（219.6 m<sup>3</sup>）は 4.6 日で枯渇することになる。そのため、災害時に上水受水槽の水は飲料として使用し、トイレの洗浄水としてプールの貯水（219.6 m<sup>3</sup>）を使用するなどの提案は、重要な選択肢となる。

表 1 上水受水槽容量

設置箇所	有効容量
○沼津市上水	
受水槽(武道館北側)	128 m <sup>3</sup>
中水受水槽(第1体育館北側)	57 m <sup>3</sup>
中水受水槽(生活排水処理施設横)	10 m <sup>3</sup>
散水用水槽(第1体育館北側) 飲用不可	90 m <sup>3</sup>
消火用水槽(物質工学科棟北側) 飲用不可	27.5 m <sup>3</sup>
○長泉町上水	
プール 飲用不可	497 m <sup>3</sup>

表 2 高架水槽容量

設置箇所	有効容量
管理・電気電子・共通棟 屋上	4.8 m <sup>3</sup>
機械工学科・制御情報工学科棟 屋上	4.8 m <sup>3</sup>
物質工学科棟 屋上	5.4 m <sup>3</sup>
電子制御工学科棟 屋上	4.8 m <sup>3</sup>
栄峰寮 屋上	4.8 m <sup>3</sup>
明峰寮 屋上(シャワー室用)	1.0 m <sup>3</sup>

## (2) 災害時の水事情

本校の上水利用は、沼津市および長泉町からの給水（一次側給水）と、エバーグリーン・マーケティング株式会社からの電力供給により左右される。さらに、災害時には電力高圧ケーブルや学内給水管路が断絶する可能性がある。本校では、令和元年度に上水給水管の改修、令和 2 年度に廃水設備改修、令和 3 年度に生活排水処理施設改修、令和 4 年度に電力高圧ケーブルの改修を含む一連のライフライン再生工事を完了した。本論文では、学内ライフラインが十分に災害に耐えうる状態にあり、災害時に破損しないと仮定し、以下の一次側給水および電力が停止した場合を想定した 3 つの Case について考察する。

### ☞ Case 1 一次側給水管確保、電力確保

Case 1 は、平時の上水給水状態と同様であり、上水の利用が可能である。

### ☞ Case 2 一次側給水管断絶、電力断絶

Case 2 における災害直後の給水範囲を図 3 に示す。Case 2 では、一次側給水管が断絶するため、本校で利用可能な上水は、受水槽、5 槽の高架水槽（明峰寮高架水槽を除く）、および中水処理槽に貯水された 219.6 m<sup>3</sup>である。高架水槽に貯水された上水量の範囲内では、北寮地区（栄峰寮、光峰寮、寮食堂：図 3 緑色区画）、物質工学科棟（図 3 桃色区画）、機械工学科棟・制御情報工学科棟・教育研究支援センター南棟（図 3 青色区画）、ならびに管理・電気電子・共通棟・尚友会館（図 3 黄色区画）で上水の利用が可能である。

ただし、高架水槽内の上水は位置エネルギーにより給水されるため、上階ほど水圧は低下する。表2に示すように、高架水槽は4.8m<sup>3</sup>（物質工学科棟のみ5.4m<sup>3</sup>）を貯留しており、飲料水として使用する場合（一人当たり3L）、各高架水槽で約530人が3日間生活できる量を確保できる。高架水槽の上水が枯渇すると、図3に示した給水範囲には給水できなくなる。

なお、電力断絶により受水槽からの配水が停止し、受水槽には上水が貯水された状態となる。2025年度の改修工事により受水槽に配水弁が取り付けられ、受水槽の上水は直接取り出すことが可能となった。

#### ☞ Case 3 一次側給水管確保、電力断絶

Case 3では、電力供給が断絶するため、災害直後はCase 2と同様の状況となる。ただし、一次側給水が確保されているため、受水槽内の上水が枯渇することはない。学内には、図3に示す範囲（図4赤色区画、紫色区画）に、沼津市および長泉町から上水が供給される。

例年、本校では学内受変電設備の法定点検に伴い、校内全域が停電となる。令和4年度および令和5年度の全停電時に、学内の上水利用状況について、トイレ洗浄水供給を中心に調査した。その結果、停電直後はCase 2の状況となり、直圧式で供給される施設では給水が停止し、高架水槽を有する建物では上階から順に給水が停止した。その後、Case 3の状態となり、沼津市からの給水により受水槽とグラウンド東側の課外活動施設が、長泉町からの給水によりプール周辺の施設で上水の利用が可能であった。これにより、グラウンド東側の課外活動施設内のトイレ、プール付属庫・女子更衣室内のシャワー室、体育器具庫・男子更衣室のシャワー室、ならびにプール付属庫に隣接するトイレは、停電時でも使用可能であった。

## 2.2 災害時の下水

本校の生活排水污水管路を図5に示す。図中の番号はマンホールの位置を示している。校舎地区の污水管は、総合メディアセンター・生物工学実験棟（④→⑨、青色線）、総合メディアセンター・物質工学科棟・機械工学科棟・教育支援センター（①→⑩、赤色線）、管理・電気電子・共通棟・尚友会館・講義棟（④→⑩、黄色線）、制御情報工学科棟・地域創生テクノセンター（④→⑩、桃色線）がマンホール⑩位置で集約し、生活排水処理施設に接続されている。途中、第1体育館と第2体育館の污水管（③→⑫、紫色線）がマンホール⑫位置で接続し、北寮地区の污水管（⑤→⑮、紺色線）がマンホール⑮位置で接続、さらに南寮地区の污水管（②→⑰、紺色線）がマンホール⑰位置で接続している。物質工学科棟と生活排水処理施設間の高低差は約15mあり、この高低差を利用し

て汚水は生活排水処理施設に運搬される。したがって、災害により污水管が損傷しなければ、流水により汚水を生活排水処理施設へ運搬できる。平時では、使用する流水は上水である（図1）。災害時に学内のトイレを利用する場合、上水の確保が必須となるため、トイレの利用は2.1節で示したCase 1からCase 3によって制約を受ける。

#### ☞ Case 1 一次側給水管確保、電力確保

Case 1は、平時の上水給水状態であり、学内のすべてのトイレが使用可能である。

#### ☞ Case 2 一次側給水管断絶、電力断絶

Case 2では、一次側給水管が断絶するため、災害直後に本校で利用可能なトイレは、受水槽および5槽の高架水槽を有する施設のみとなる。ただし、高架水槽に貯水された上水量（4.8m<sup>3</sup>）の範囲内での利用となり、トイレ洗浄水として使用した場合（1日5回、8.0L/回）、各高架水槽では40人が3日間生活できる量となる。高架水槽の上水が枯渇すると、図3に示した給水範囲には給水できなくなる。また、高架水槽内の上水は位置エネルギーにより給水されるため、上階ほど水圧は低下する。そのため、高架水槽を有する建物でトイレを使用する場合は、原則1階に限るべきである。

#### ☞ Case 3 一次側給水管確保、電力断絶

Case 3では、電力供給が断絶するため、災害直後はCase 2と同様のトイレ問題を有する。ただし、一次側給水が確保されているため、受水槽内の上水が枯渇することはない。沼津市からの給水によりグラウンド東側の課外活動施設内のトイレ、長泉町からの給水によりプール付属庫に隣接するトイレが利用可能である。

## 2.3 沼津高専の災害用トイレ

災害時には、時間経過や被災状況に応じて複数タイプの災害用トイレを組み合わせ、被災者に切れ間なくトイレを供給することが必要である[3]。Case 2 または Case 3 の状況となり、本校が避難所となっても、仮設トイレが直ちに設置されるとは限らない。震災直後は、学内に備蓄された携帯トイレで対応する必要があるが、備蓄数には限りがあり、衛生面とプライバシーが確保された安全な災害用トイレを早急に確保する必要がある。

2.1節に示したように、本校の上水供給（受水槽および中水受水槽）は校内中心部である武道館周辺に位置する。加えて、トイレ洗浄水として利用可能なプールの水（497m<sup>3</sup>）やグラウンド散水用水（90m<sup>3</sup>）も同様に武道館周辺にある。図6に示すように、武道館周辺にはトイレ洗浄水として利用可能な水源が確保されていることから、専攻科生の発案により武道館前にマンホールトイレが設置された（令和5年度国立高専

機構営繕事業（事業区分 B）特色あるキャンパス環境の創出事業「キャンパスの施設防災を通じた社会実装教育」。設置されたマンホールトイレには、中水受水槽から給水管が接続されており、タンク内の水圧によりトイレ洗浄水を供給できる。さらに、ガソリンエンジンによる水流ポンプも付帯されており、プールの水をマンホールトイレに利用できるシステムとなっている。

また、現在は稼働していないが、中水システムを有している。この中水システムが稼働すれば、生活排水処理施設からマンホールトイレ用の洗浄水が中水受水槽に貯留され、トイレ問題の解決に大きく貢献することになる。

### 3. 今だからできる災害時トイレの備え

著者は、専攻科目「生物工学」において、本校の生活排水処理施設を教材に有機物の好氣的微生物処理に関する授業を行っている。その講義では、グループワークによる課題として、災害時のトイレ問題を解決する提案を課している。この Project Based Learning（プロジェクト型学習）において、学生は自ら災害時のトイレ問題に関する課題を設定し、解決策を考えるプロセスを体験している。この取り組みにより、受水槽からの給水バルブの設置（2.1 節）やマンホールトイレの設置（2.2 節）が提案され、実際に設置に至っている。教職員と学生を問わず、災害が発生していない今、災害時のトイレ問題を考えること自体が、災害時トイレの備えになると考えられる[9]。

### 4. 総括

震災直後、沼津高専に避難した方々に対し、「学内のトイレは使用できません。公的機関による仮設トイレが設置されるまでの3日間、トイレを我慢してください」と告げることが、果たして本校教職員や避難所運営責任者にできるであろうか。発言の有無にかかわらず、トイレが使えない状況では深刻な「トイレパニック」が発生することは容易に想像できる。

では、災害時のトイレ問題は誰の責任であるか。本校施設を管理する教職員だけの課題ではない。避難している学生、教職員、地域住民が、その場の状況に応じて協力し、解決策を考えるべき問題である。そのためには、学内施設を利用する多くの人が、上水、電力、生活排水処理の基本的な仕組みを理解しておくことが望ましい。

今回、上水供給と電力供給が断絶した場合のトイレ事情を提示した。しかし、実際の災害では構内の高圧電力ケーブルや上水・汚水配管が断絶し、今回の提示内容が全く意味をなさない可能性もある。それでも、校内のケーブルや配管の断

絶状況を把握し、最適な解決策を導ける人材が学内にいることは、トイレパニックを乗り越えるために不可欠である。この人材は必ずしも教職員に限る必要はない。避難している皆が解決策を提案でき、トイレを使用することが望まれる。

高専には「社会実装教育」が求められている。上水供給の理解には全学科で学ぶエネルギー収支、電力供給には電気電子工学科や専攻科で学ぶ高電圧送電や電力変換、生活排水処理には物質工学科や専攻科で学ぶ微生物処理などの知識が関わる。災害時に対応できる人材を育成することは、沼津高専の社会実装教育において大きな意義を持つと考える。

### 参考文献

- [1] 静岡県防災会議：静岡県地域防災計画，2015年8月，[https://www.pref.shizuoka.jp/\\_res/projects/default\\_project/page\\_001/029/862/r7chiikibousaieikaku.pdf](https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/page_001/029/862/r7chiikibousaieikaku.pdf)，(2025.11.29 参照)
- [2] 内閣府：避難所におけるトイレの確保・管理ガイドライン，2016年4月（2014年12月改定），[https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/2412hinanjo\\_toilet\\_guideline.pdf](https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/2412hinanjo_toilet_guideline.pdf)，(2025.11.29 参照)
- [3] 静岡県環境整備事業協同組合：災害時のトイレ対策の手引き，2015年4月（2024年12月改定）
- [4] 避難所トイレ不足 災害関連死 誘発恐れ，静岡新聞，2025年8月18日，3面
- [5] 災害時のトイレ問題「突然、排せつ環境が失われたら」，静岡新聞，2024年8月10日，18面
- [6] 先進国の条件の1つにトイレの質をあげたい（春秋），日本経済新聞，1997年4月9日，1面
- [7] 農林水産省，大事な水、どうやって備えますか？，[https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/foodstock/imadoki/imadoki\\_02\\_10.html](https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/foodstock/imadoki/imadoki_02_10.html)（2025.11.30 参照）
- [8] TOTO，トイレでどれくらい水を使うの？，<https://jp.toto.com/company/csr/csraactivity/value/q04/>（2025.11.30 参照）
- [9] 竹口昌之，学内施設見学のすゝめ，沼津工業高等専門学校研究報告，第56巻，2020年，pp.19-23.

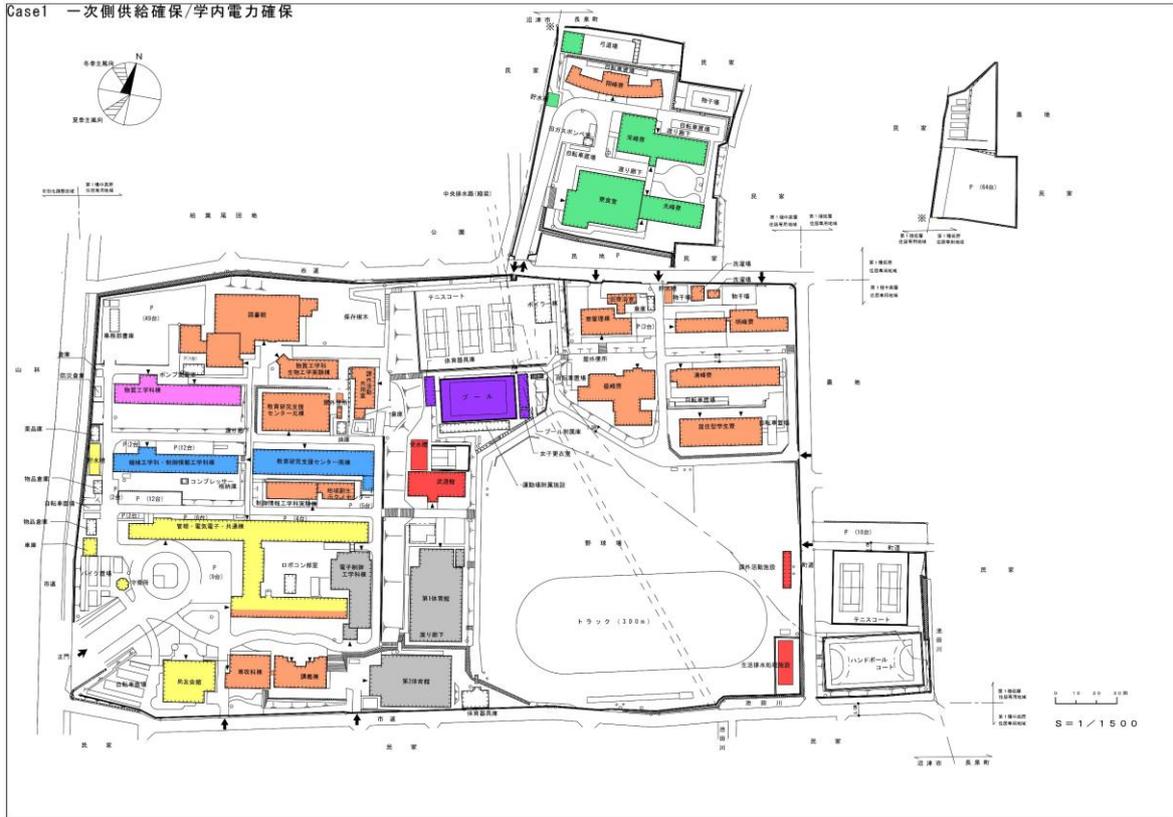


図1 給水配管設備(沼津市・長泉町上水→受水槽→高架水槽または各建物), Case 1

- : 沼津市上水・受水槽, ■: 長泉町上水, ■: 管理棟高架水槽, ■: 機械工学科棟高架水槽,
- : 物質工学科棟高架水槽, ■: 電子制御工学科棟高架水槽, ■: 栄峰寮高架水槽, ■: 圧力方式供給



図2 電力供給範囲

- : 管理棟変電室供給範囲, ■: ボイラー室変電室供給範囲, ■: 物質工学科棟北変電室供給範囲

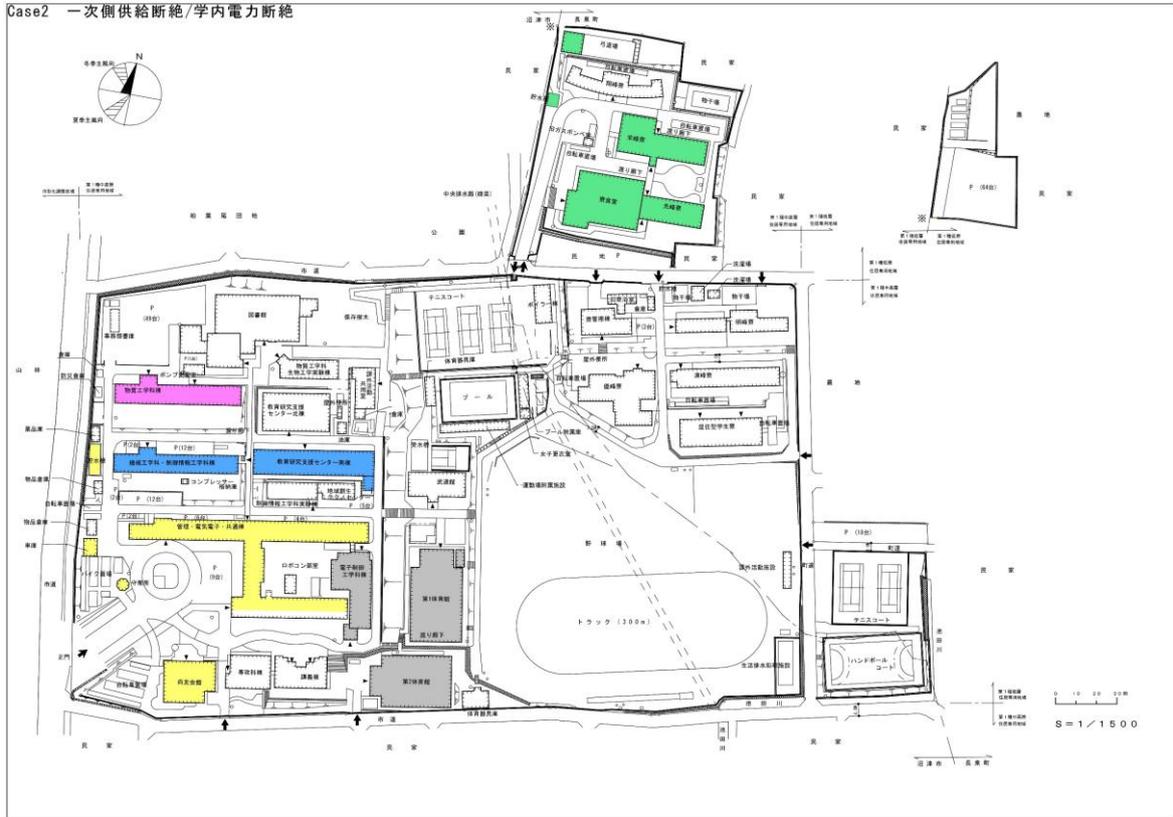


図 3 災害直後の給水範囲(一次側給水管断絶, 電力確断絶), Case 2

- : 受水槽, ■: 管理棟高架水槽, ■: 機械工学科棟高架水槽, ■: 物質工学科棟高架水槽,
- : 電子制御工学科棟高架水槽, ■: 栄峰寮高架水槽

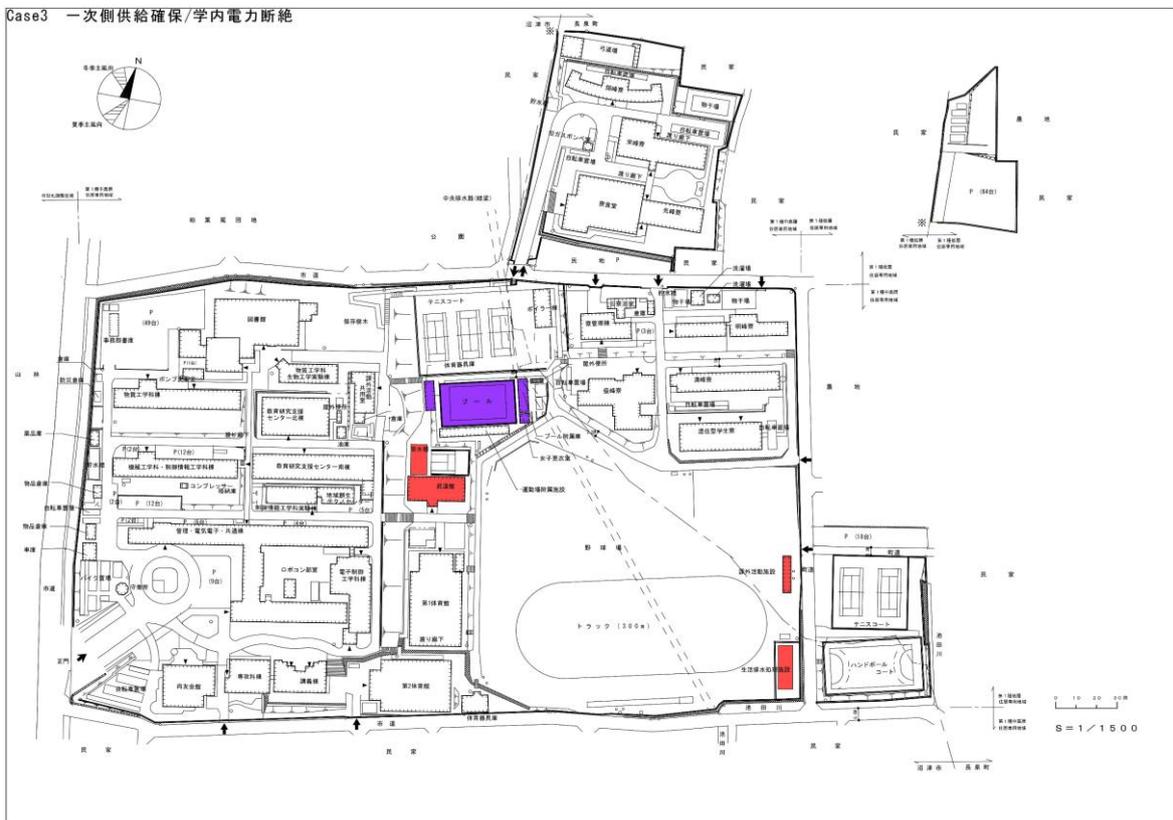


図 4 給水範囲(一次側給水管確保, 電力確断絶), Case 3

- : 沼津市上水・受水槽, ■: 長泉町上水

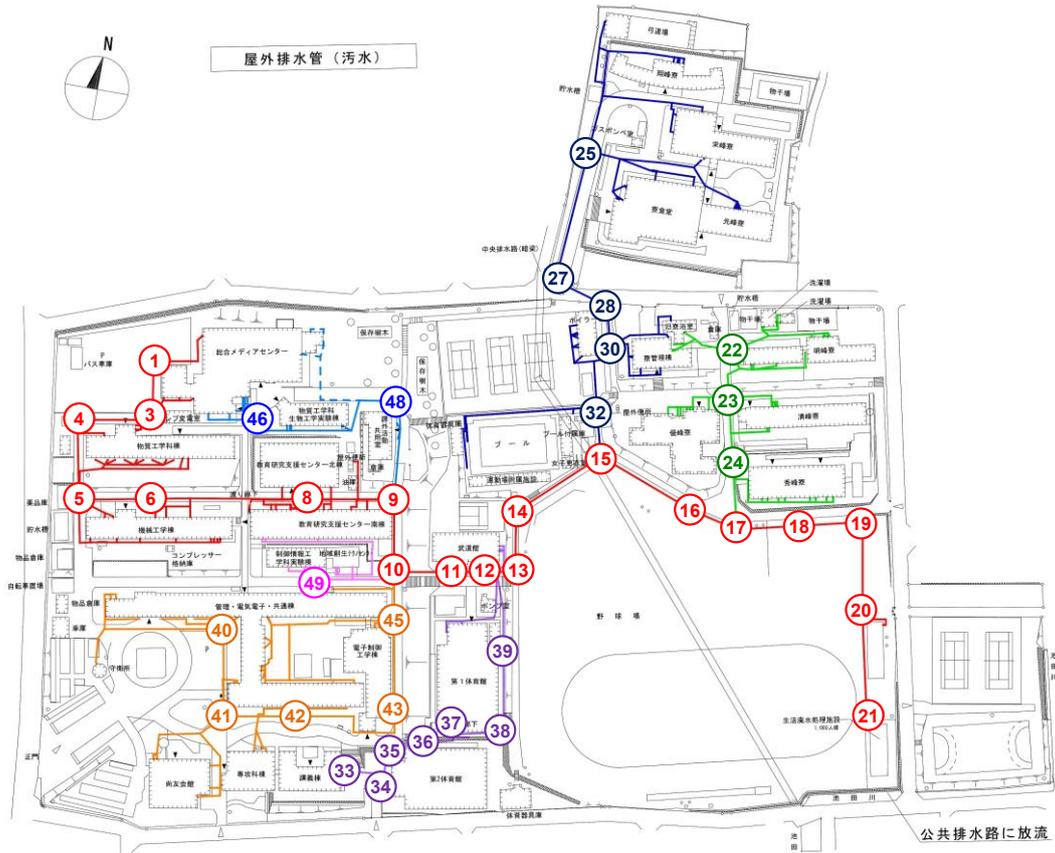


図5 生活排水(汚水)路線系統図(丸番号はマンホールの位置を示す)

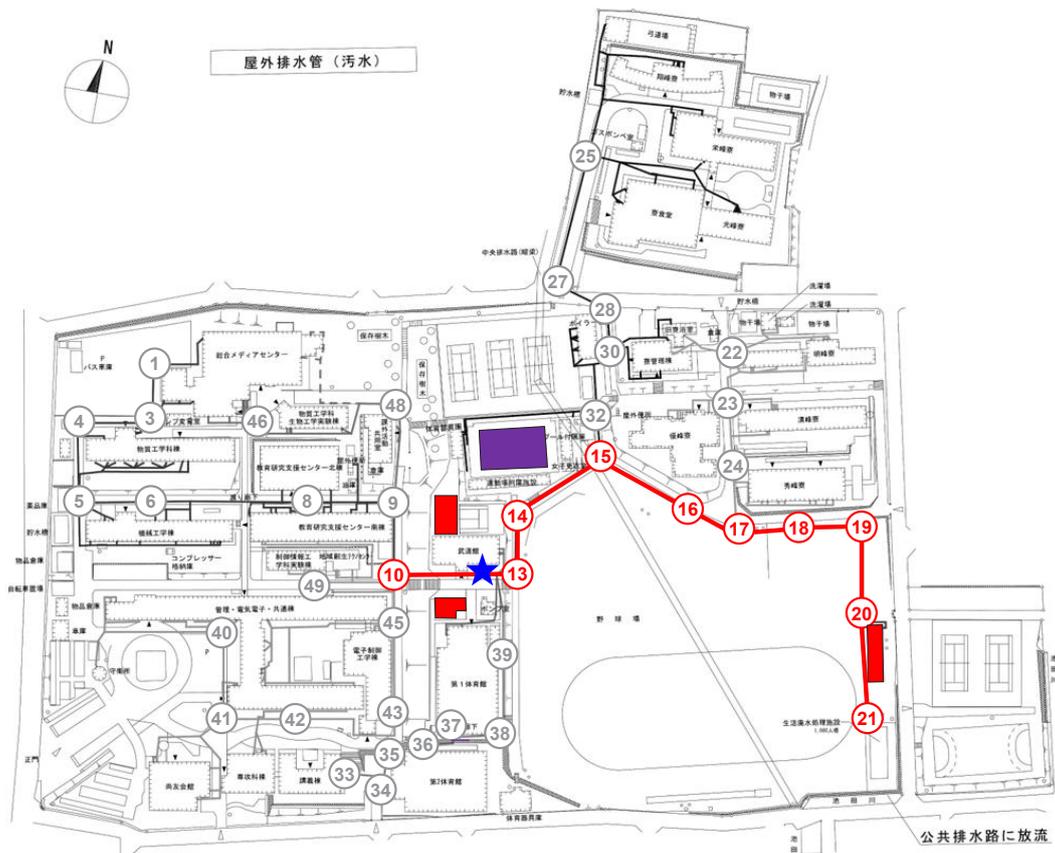


図6 Case 3(一次側給水管確保, 電力確断絶)における災害用トイレ

■:沼津市上水・受水槽, ■:長泉町上水, ★:マンホールトイレ