

# その時、水が止まった！

## —継続日数を考慮した断水の影響度評価—

5班 石当 薫 卯城 博章  
佐無田 啓 中野 慎吾  
アドバイザー教員 梅本 通孝

# 目次

- ▶ 研究背景
- ▶ 目的
- ▶ 既往研究
- ▶ 研究概要
- ▶ 分析結果と考察
- ▶ 結論
- ▶ 今後の課題

# 研究背景

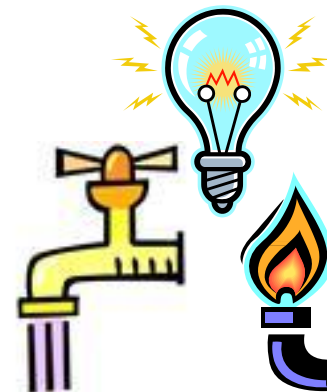
▶ 様々な角度からのライフライン障害に関する研究

➡ 特に停電の影響についての既往研究が多い

▶ **断水**に関する研究

↳ 停電より復旧に時間がかかり、  
人命にも直接関わることも考えられる

- 断水時の生活への影響についての調査
  - 断水影響の定量的な評価手法
  - 断水が起こる頻度が少ない地域の調査は行われていない
- } 確立されていない



# 研究目的

本研究では、断水をテーマとして、

断水の新たな  
評価手法を提案

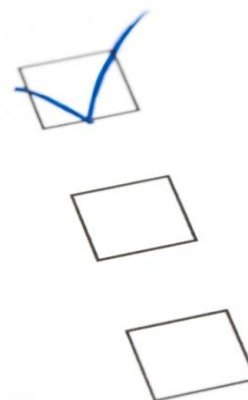
生活に与える影響を定量的に評価

アンケート調査

被験者に

日々の水道の利用状況を把握してもらう  
断水の影響や事前対策の理解を深める

災害発生後の行政の  
給水支援について提言



# 既往研究

## 地震時の上水道機能停止による生活支障の定量評価に関する研究

断水による水道利用者の困窮度を定量的に評価  
水道の**利用目的別の重要度**が考慮されていない

(川崎ら・1998年)

## 利用者の視点に立った渇水耐力指標の研究 (岡安ら・2008)

水利用者視点に立った渇水リスク評価の重要性について述べられる  
↳ 確立されていない

# 既往研究

発生時刻と継続時間を考慮した都市停電の影響度評価 (秦ら・2002年)

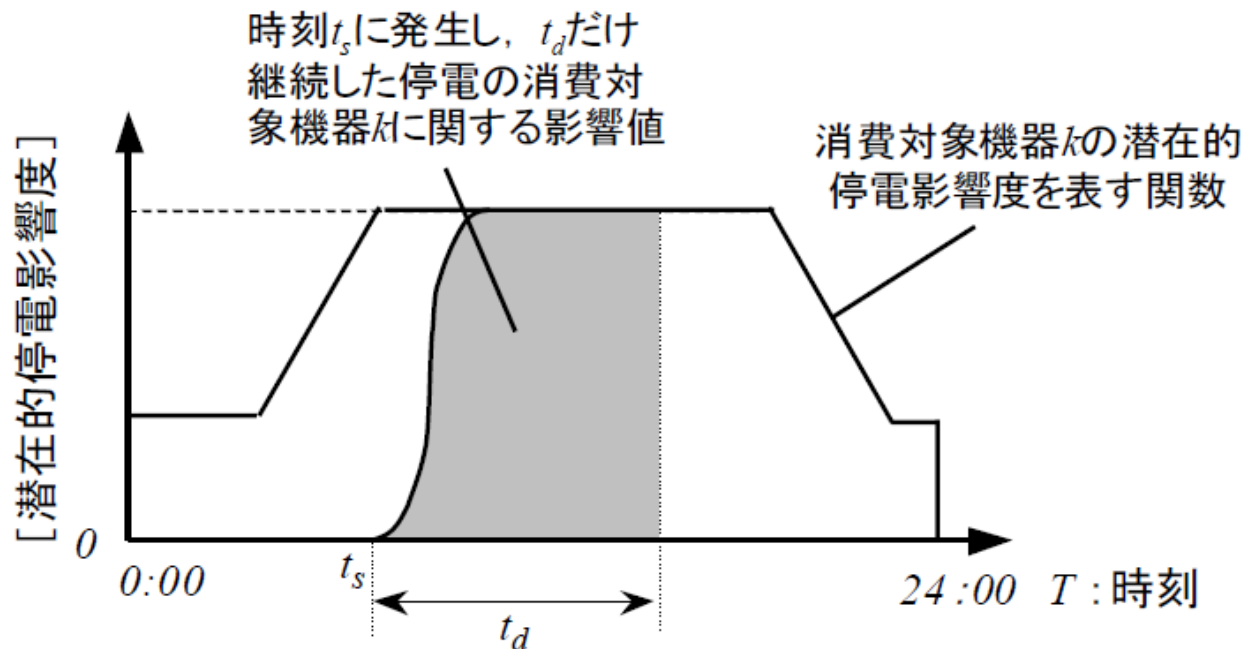
対象

電力消費対象機器ごとに  
時間継続に伴う停電の影響

断水被害に応用

本演習対象

水道利用目的ごとに  
時間継続に伴う断水の影響



停電影響度の時間積分の概念図

# 研究の流れ

アンケート調査

水利用目的毎に...

普段の使用水量

断水時の継続日数  
に応じた調達水量



分析

断水の継続による  
生活維持の労力

断水の継続による  
生活の制約の変化



継続日数を考慮した断水の影響度



# アンケート調査 条件設定

## <対象者>

- ▶ 一人暮らしの学生(単身世帯)  
→ 単身世帯は断水による影響を受けやすい  
(松原市、京都市:断水社会実験)

## <想定条件>

- ▶ **水道水が全く出ない断水状態**  
→ 水道水の量が制限される給水制限に比べ被害が大きい
- ▶ 事前対策は行っていない
- ▶ 行政から無料の**給水支援有り**  
(ただし断水継続日数に応じた上限有り)
- ▶ ペットボトル等の水は**自由に購入可**  
(¥100/2ℓ)



出典: [http://www.sakatsuru-suido.or.jp/bousai/bousai002\\_001.html](http://www.sakatsuru-suido.or.jp/bousai/bousai002_001.html)





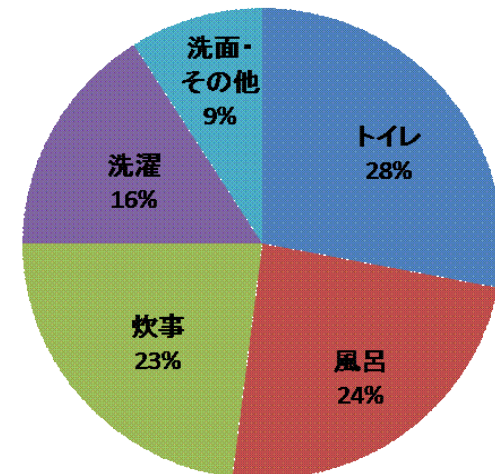
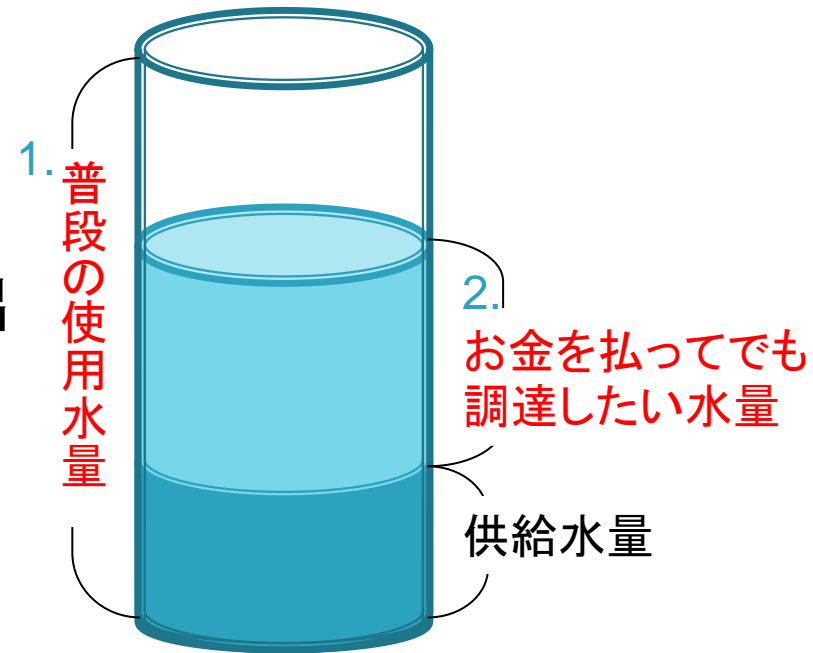
# アンケート調査内容(1)

▶ アンケート調査により  
利用目的毎に次の2つの値を算出

1. 普段の1日当たり使用水量
2. 行政からの供給水量に対して、  
それでも足りない分について  
お金を払ってでも調達したい水量

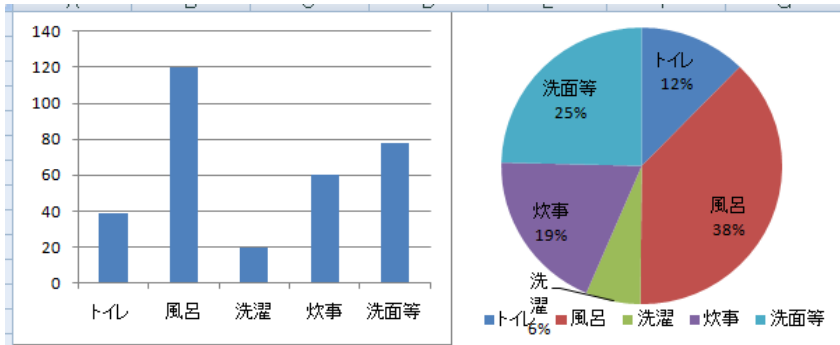
▶ 水の利用目的を次の6つに分類

- ①トイレ
- ②風呂
- ③炊事
- ④洗濯
- ⑤洗面
- ⑥飲料水



家庭用水の内訳  
(東京都水道局調べ(2006年度))

# アンケート調査内容(2)



Q.1 (はじめに、あなたの普段の水利用状況についてお聞きます。回答については、1日中在宅しているものとしてお答えください。)

トイレの水利用状況	
Q1-1. あなたは1日に何回トイレに行きますか。平均的な回数を回答欄に入力してください。	Q1-1回答欄 3 回/日
風呂の水利用状況	
Q1-2. あなたはお風呂に入る時、浴槽にお湯を溜めますか。それともシャワーのみですか。該当する項目に1を入力して下さい。	Q1-2回答欄 浴槽にお湯を溜める シャワーのみで済ませる 1
Q1-3. あなたはお風呂に入る時、何分程度シャワーを使っていますか。平均的な時間を回答欄に入力してください。	Q1-3回答欄 10分/日
洗濯の水利用状況	
Q1-4. あなたは何日に1回洗濯をしますか。その頻度を回答欄に入力して下さい。	Q1-4回答欄 5日/1回
炊事の水利用状況	
Q1-5. あなたは1日の食事の中で何回自炊していますか。平均的な回数を回答欄に入力してください。	Q1-5回答欄 1回/日
洗面等の水利用状況	
Q1-6. あなたは1日に何回歯を磨きますか。平均的な回数を回答欄に入力して下さい。	Q1-6回答欄 3回/日
Q1-7. あなたは洗面や手洗いで1日に何度水道を使いますか。平均的な回数を回答欄に入力して下さい。	Q1-7回答欄 5回/日

▶ 飲み水以外の5つの水利用用途について使用回数、使用時間を把握

- トイレ(1日当たりの使用回数)
- 風呂(1日当たりのシャワーの使用時間、浴槽に湯を溜めるかどうか)
- 炊事(1日に自炊する回数)
- 洗濯(洗濯を何日に1回の頻度で行うか)
- 洗面(歯磨きは1日何回するか、手洗いなどで水道を使うか)



回数を水量に換算し、1日当たりの使用水量を把握








# アンケート調査内容(3)

## 断水時の給水支援の設定

給水対象	供給量 人 / 日	時期区分(被災後)	給水方法
断水地域 における 一般利用者	3ℓ	3日目まで	水道施設における拠点給水 給水タンク車等による運搬給水
	3~20ℓ	4日目~10日目	共用仮設給水栓の設置 給水タンク車等による運搬給水
	20~100ℓ	11日目~20日目	仮設給水栓の増設
	100~被災者	21日目~完全復旧	仮設配管からの各戸給水
<b>行政からの給水支援の水量として設定</b> 3日目まで: 3ℓ/日    10日目まで: 20ℓ/日    20日目まで: 100ℓ/日			
消火用水	必要量	水道復旧まで随時	—

(つくば市の応急給水マニュアルより)

# アンケート調査内容(4)

<p><b>飲み水</b></p> <p>・人が生命を維持するのに必要といわれる水の量は、1日あたり2.2Lです。</p> 	<p><b>トイレ</b></p> <p>・一般的なアパートの便器について、一度流すのに13Lほど必要です。</p> 	<p><b>炊事</b></p> <p>・お米を1合炊くのに必要な水の量は、およそ0.22Lです。</p> 						
<p>その他容器の容量の目安</p>								
 <p>マグカップ: 0.22</p>	 <p>洗い桶: 8~72</p>	 <p>ポリバケツ: 102</p>	 <p>ポリタンク: 202</p>					
<p>Q2. 断水の発生から3日目までの状況についてお聞きします。</p> <p>Q2-1. 断水の発生から3日間は、入手できる水の量は1日32Lです。以下の水利用用途について与えられた水をどのように割り振って使いますか。普段の使用量を参考に利用内訳の欄に1日あたりの内訳を入力してください。</p>								
<p>水利用条件</p>		<p>支給される水の利用内訳</p>					<p>使用量</p>	
断水日数	水量	トイレ	風呂	洗濯	炊事	洗面		飲み水
3日目まで	32/日							0
<p>Q2-2. 与えられた水の量に対して、お金を払って水を買って足りるとしたら、買い足しますか。買い足す場合は、100円で22Lの水が買えると仮定して、1日あたりの買い足したい水量を以下の項目に入力してください。支給される量で我慢する方は、何も入力しないでください。</p>								
<p>お金を払ってでも買い足したい水の量(100円/22L)</p>								
		トイレ	風呂	洗濯	炊事	洗面	飲み水	

- ▶ 断水の状況を想定し
  - 断水時の給水支援の割り振り
  - 買い足したい水の量を6つの水利用目的ごとに把握



- ▶ 3日目まで、4~10日、11日目以降のパターンについて調査



行政の給水支援の割り振りとそれ以上に必要と考える水の量を把握

# アンケート分析手法(1)

「調達意志水量」「許容減少水量」を定義

## ▶ 調達意思水量:

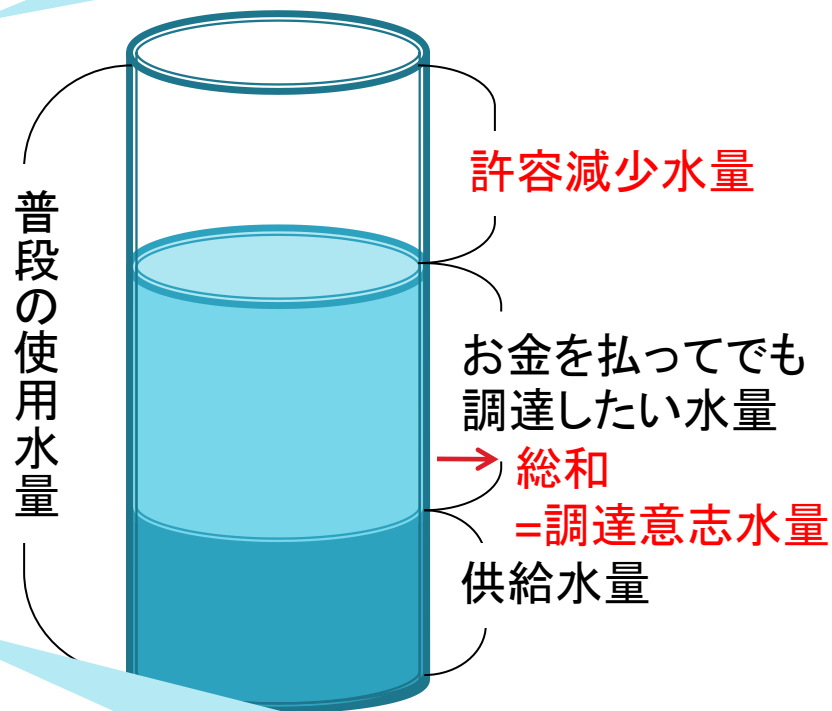
断水発生からn日目までの、お金を払ってでも調達したい水量の総和

## ▶ 許容減少水量:

断水発生からn日目に使える水量と普段の使用水量との差

→ これらを利用目的毎に算出

断水の継続による生活維持の**労力**を反映



断水の継続による生活の**制約の変化**を反映

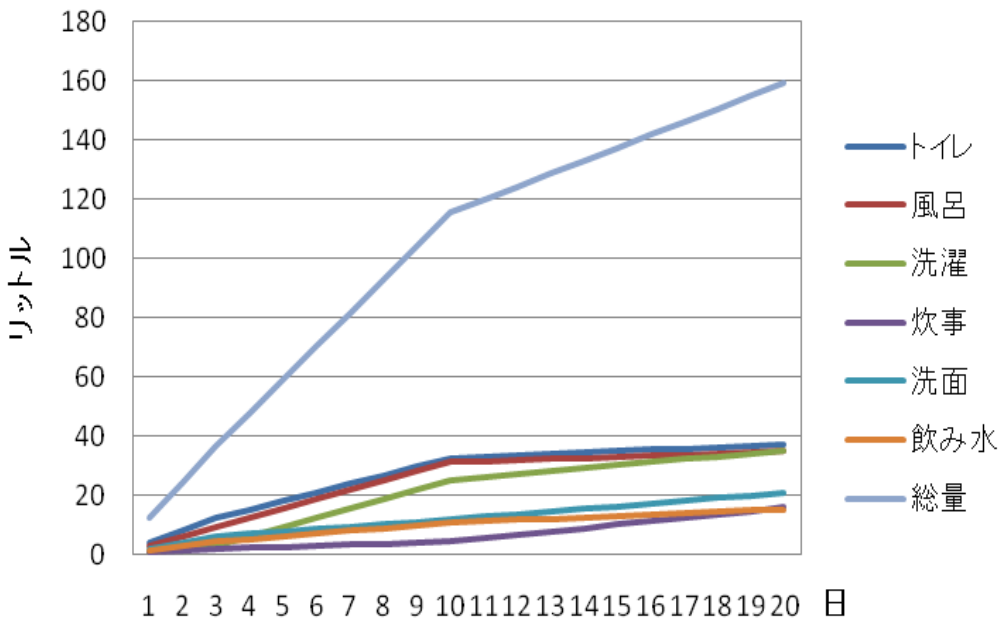


# アンケート実施結果

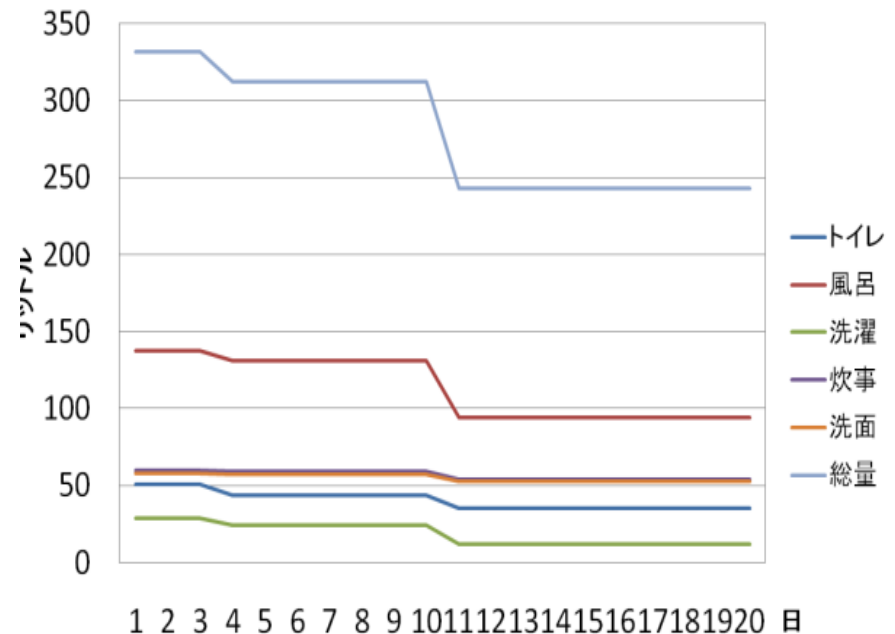
調査対象	筑波大学学生
実施期間	8月下旬～9月上旬
回収方法	エクセルファイルに入力
回収票数	65票
有効回答数	62票(95%)



# 結果：調達意思水量と許容減少水量



調達意思水量



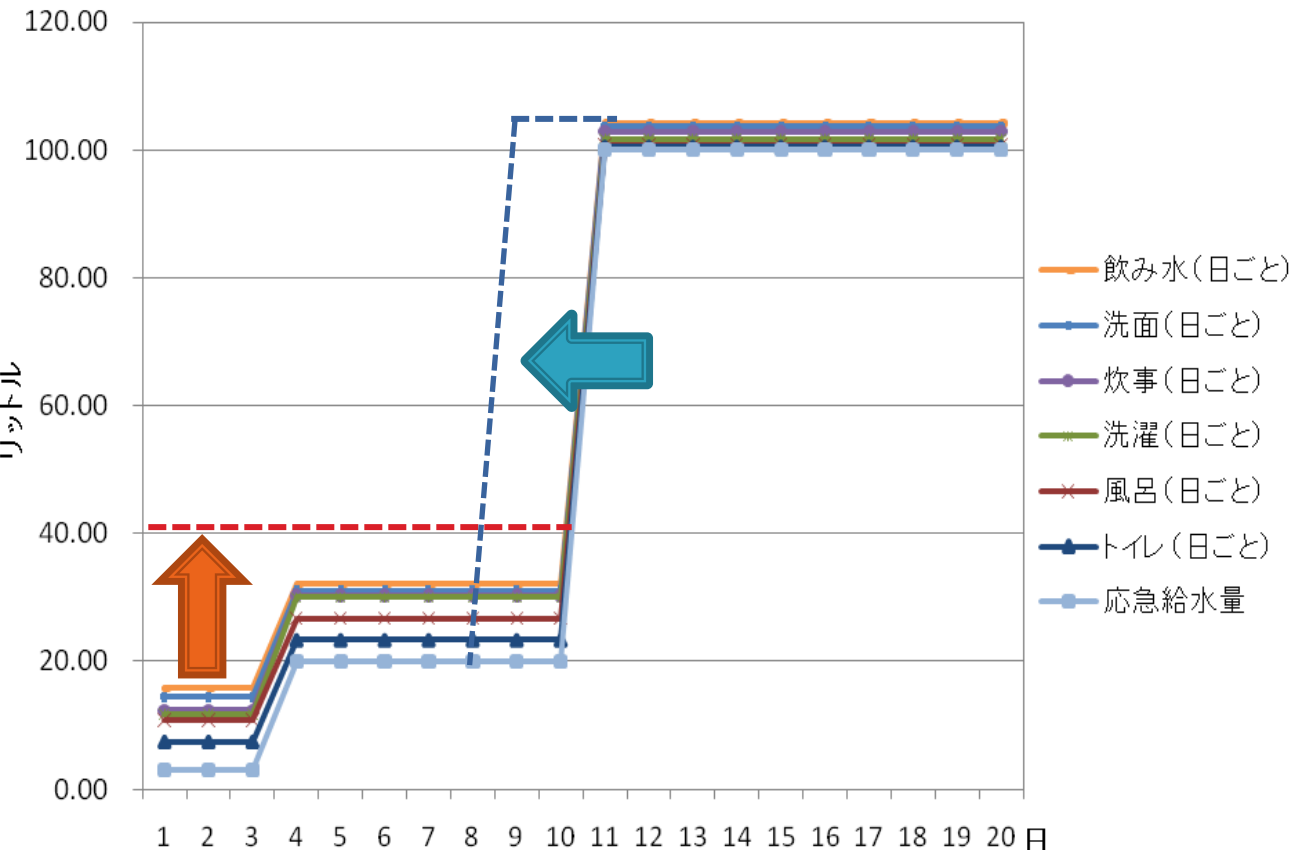
許容減少水量

- ▶ 調達意思水量(累積)は時間とともに増加するが、傾きは緩やかになってゆく
- ▶ 許容減少水量は3日目までが最も高い



効果的な断水対策のために  
2つの指標の低減が必要

# 応急給水量と調達意思水量





経過 日数	調達意思水量 (L/日)
3日目 まで	13
4-10 日目	12
11-20 日目	4.2

断水の影響を可能な限り小さくするには？

- ①利用可能な水量を底上げすること
- ②給水支援を可能な限り前倒しして行うこと

# 事前対策の必要性

- ▶ 給水支援を前倒しして行うこと  行政の役割
- ▶ 利用可能な水量の底上げ  利用者の役割

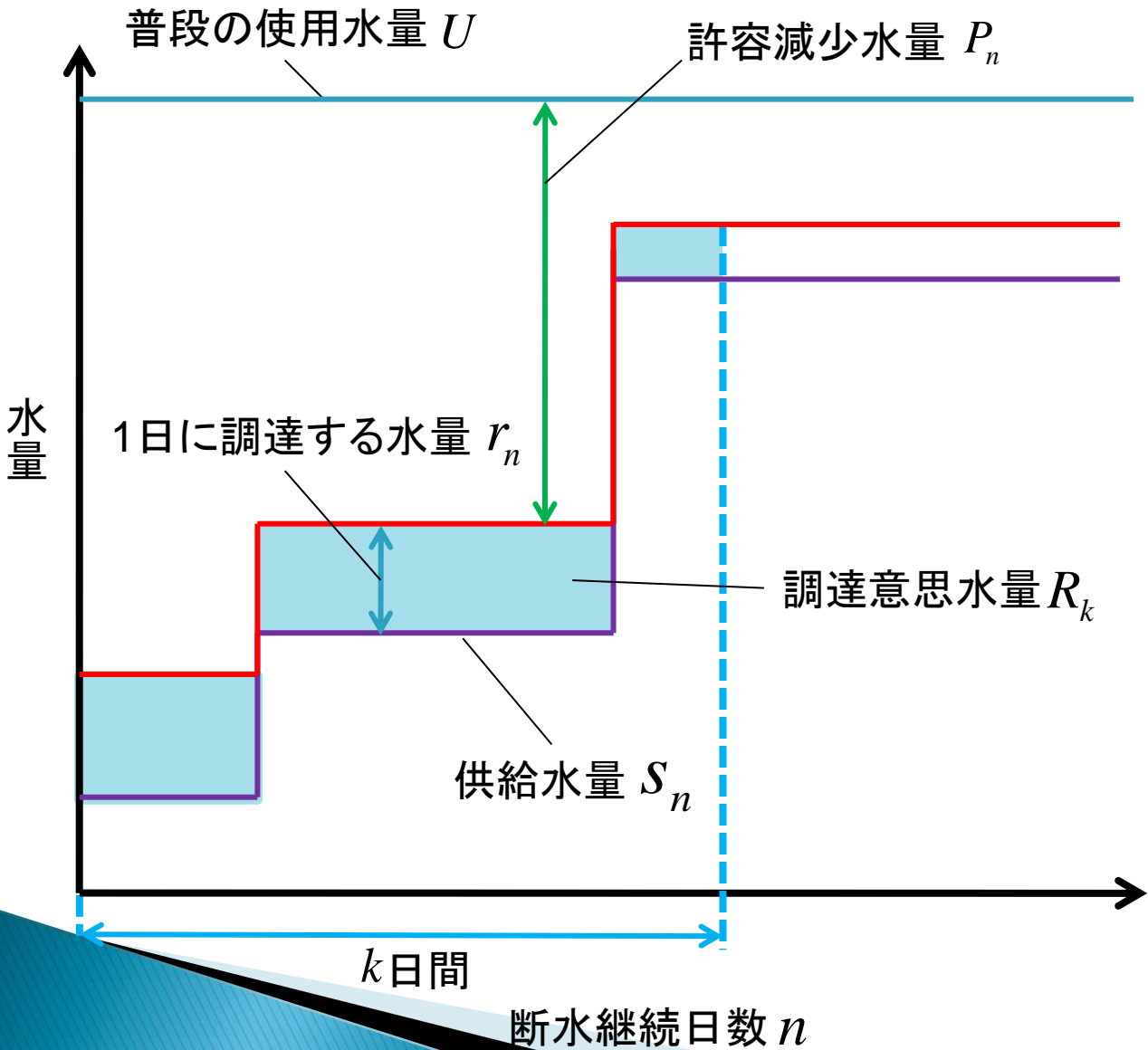


行政(水道事業者)と水道利用者の双方の協調により、  
全体としての断水被害の低減を図ることができる

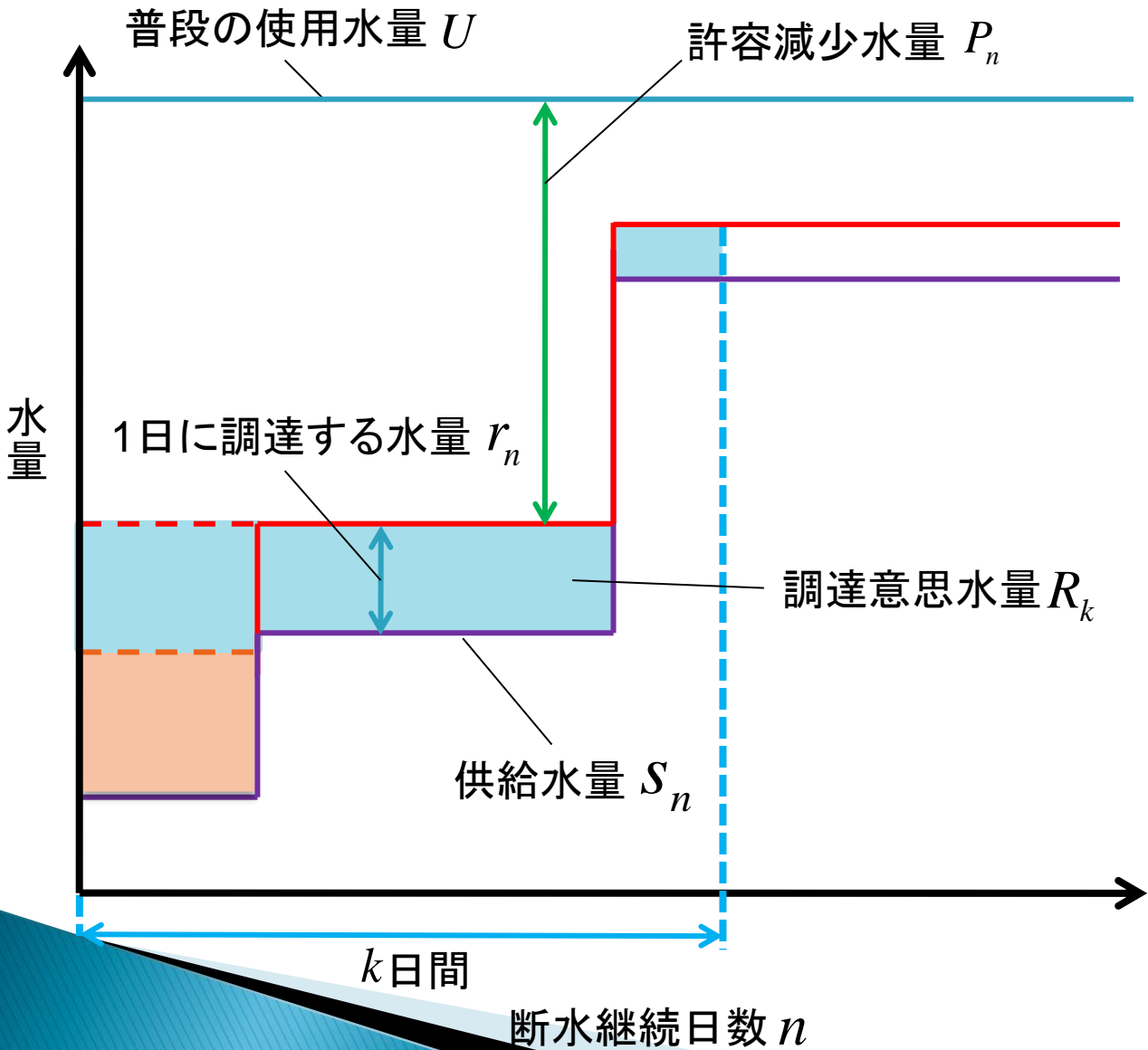
利用者には事前対策として水の備蓄が必要  
ではどのくらい必要か？

最もストレスのかかる3日間について考える

# 事前対策の効果(1)



# 事前対策の効果(2)



個人の事前対策が必要となる理由

被災後3日間で行政が保証できる最大量が3L



事前対策により保有していた水を3日間で利用する

# 事前対策の効果(3)

- ▶ 3日目までの調達意思水量およそ40L  
→事前対策に必要な水量と仮定
- ▶ 備蓄した水の振り分け

	トイレ	風呂	洗濯	炊事	洗面	飲み水	総量
1日目	4.45	3.37	0.91	0.58	2.04	1.39	12.76
2日目	8.90	6.75	1.82	1.17	4.08	2.78	25.52
3日目	13.35	10.13	2.74	1.76	6.12	4.17	38.28

▶ 溜め置きの水でも対応可能

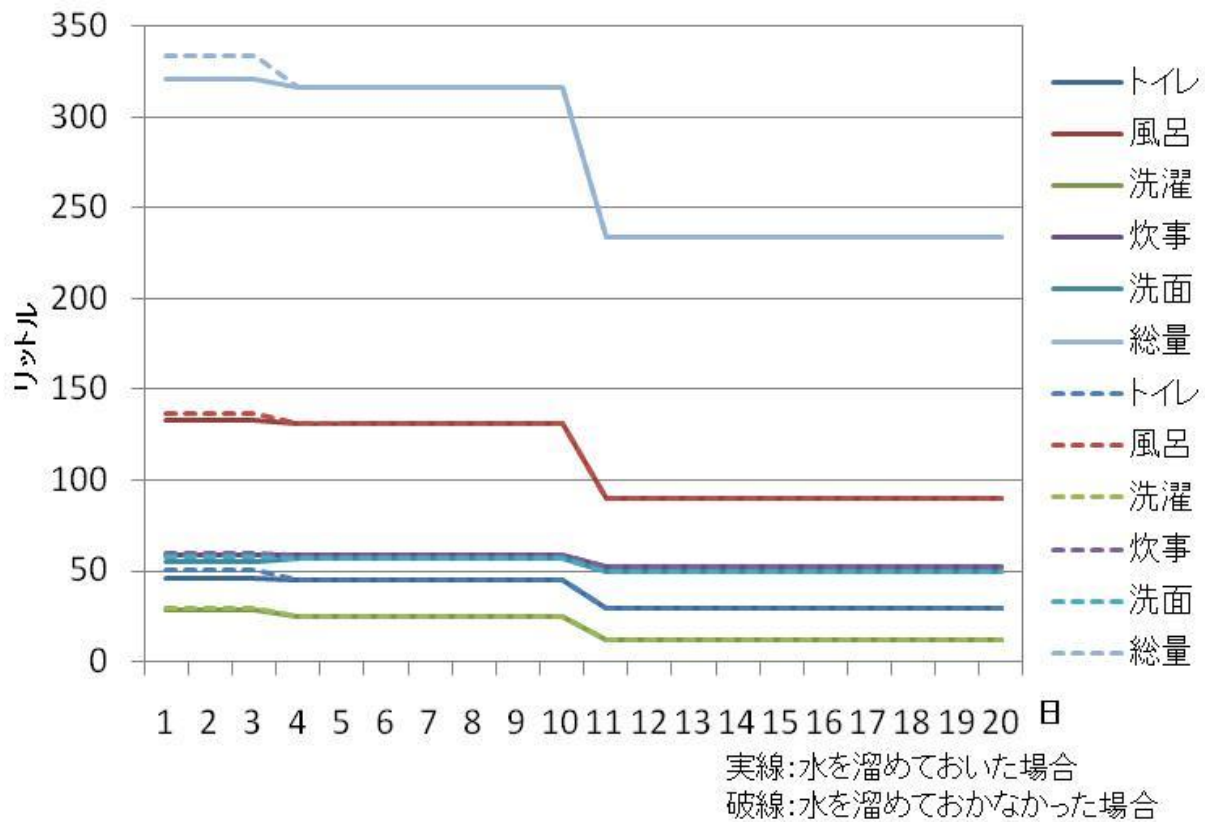
▶ 溜め置きによる事前対策  
→必要水量:およそ30L

▶ 衛生的に、きれいな水を使うことが望ましい

▶ ペットボトルの水による事前対策  
→必要水量:およそ12L

調達意思水量の内訳に応じて配分し  
事前対策の有無による効果を比較

# 事前対策の効果(4)

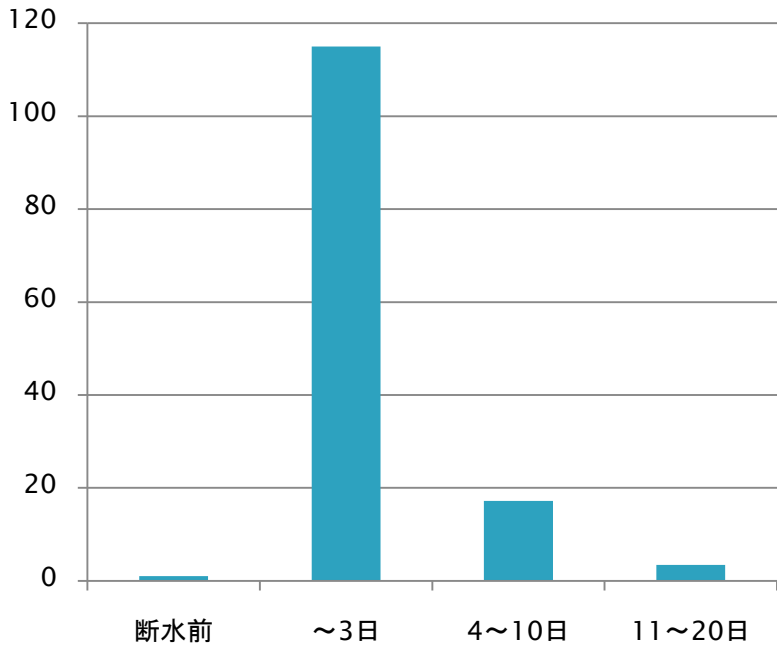


3日目までの許容減少水量が減少  
わずかな量ではあるが、効用は大きい。



# 事前対策の効果(5)

## ▶ 水1Lの効用の変化



$$\text{効用} = \frac{\text{水1L}}{\text{応急給水量(L)}}$$

	断水前	~3日	4~10日	11~20日
効用	1/344	1/3	1/20	1/100
断水前との比較	1	115	17.2	3.44

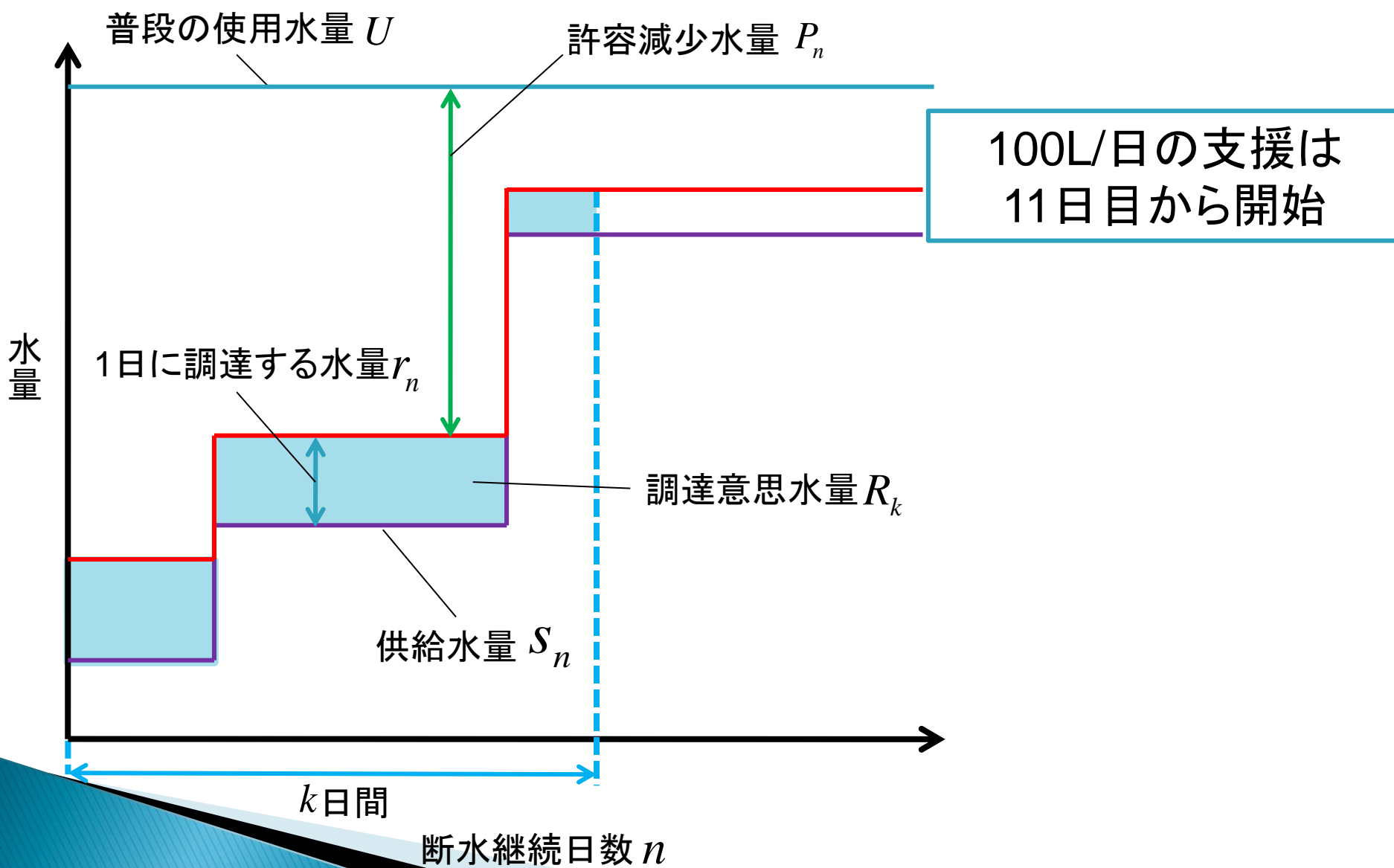
※断水前は平均水道使用量344Lを用いた.

断水後3日間の効用は非常に大きくなる

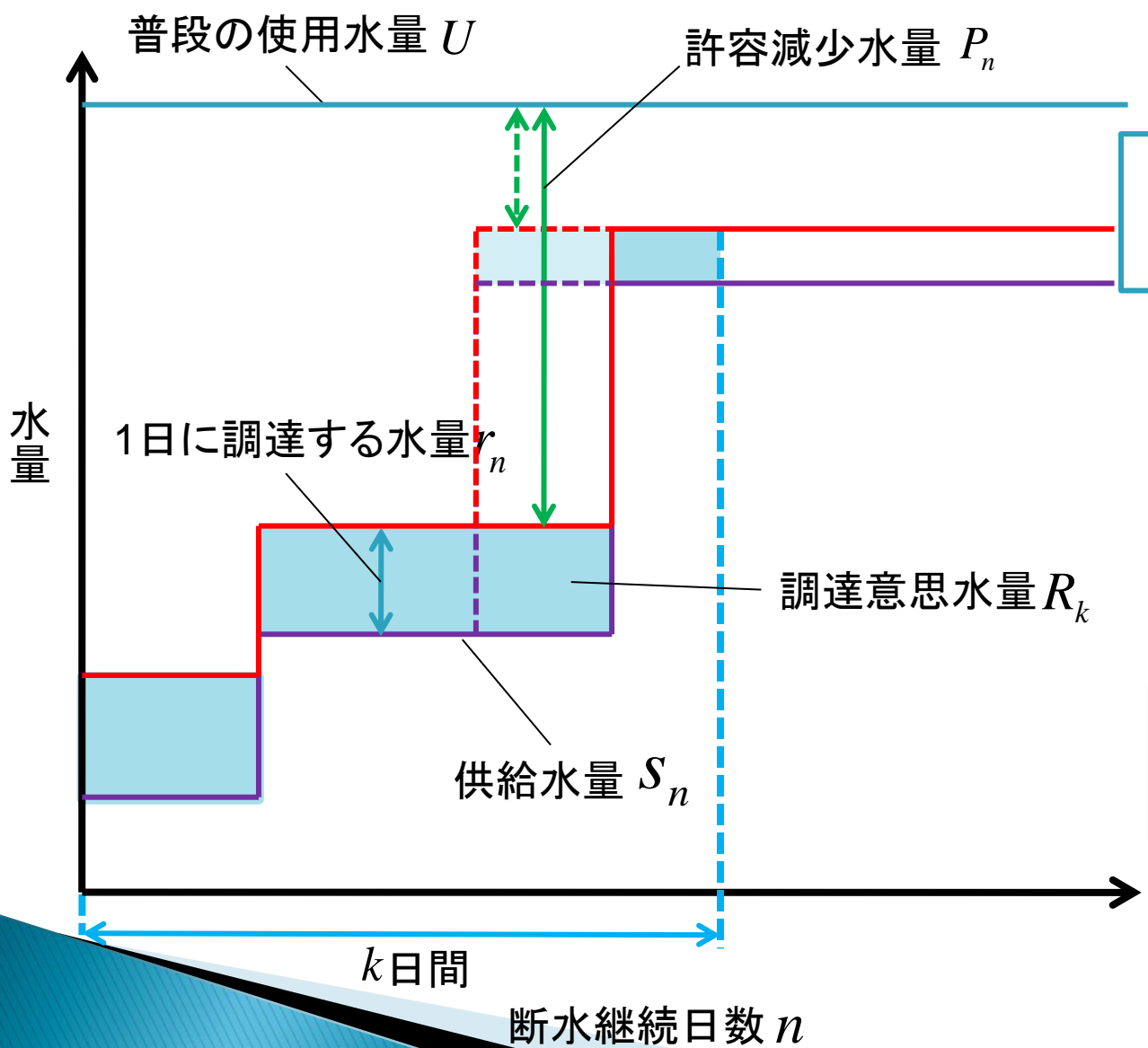


しかし、個人で備蓄できる水量は限られている。  
→ 行政による対策も不可欠

# 行政の支援前倒しによる効果(1)



# 行政の支援前倒しによる効果(2)



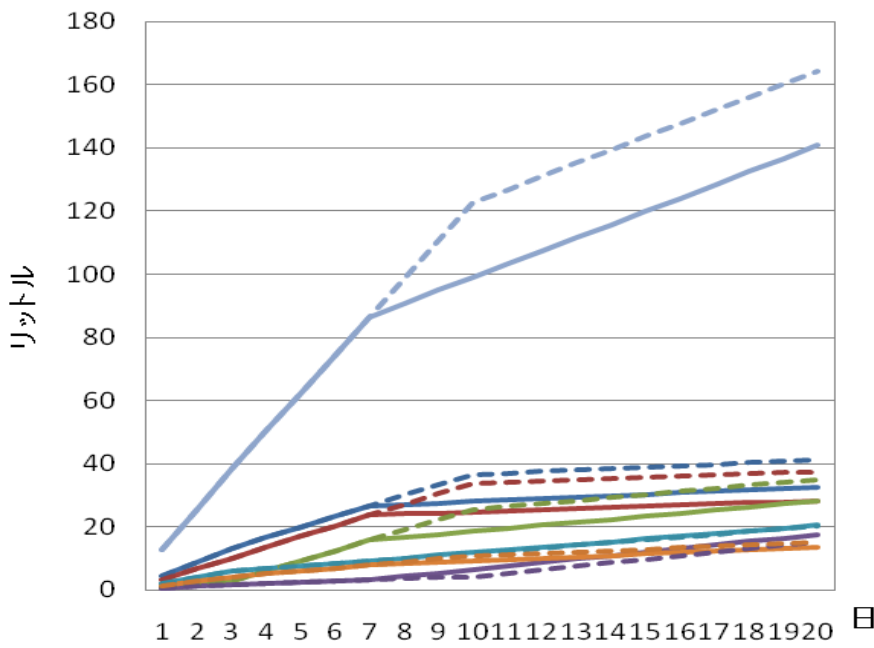
100L/日の支援は  
11日目から開始

前倒し

長期に渡る断水の  
被害を抑える

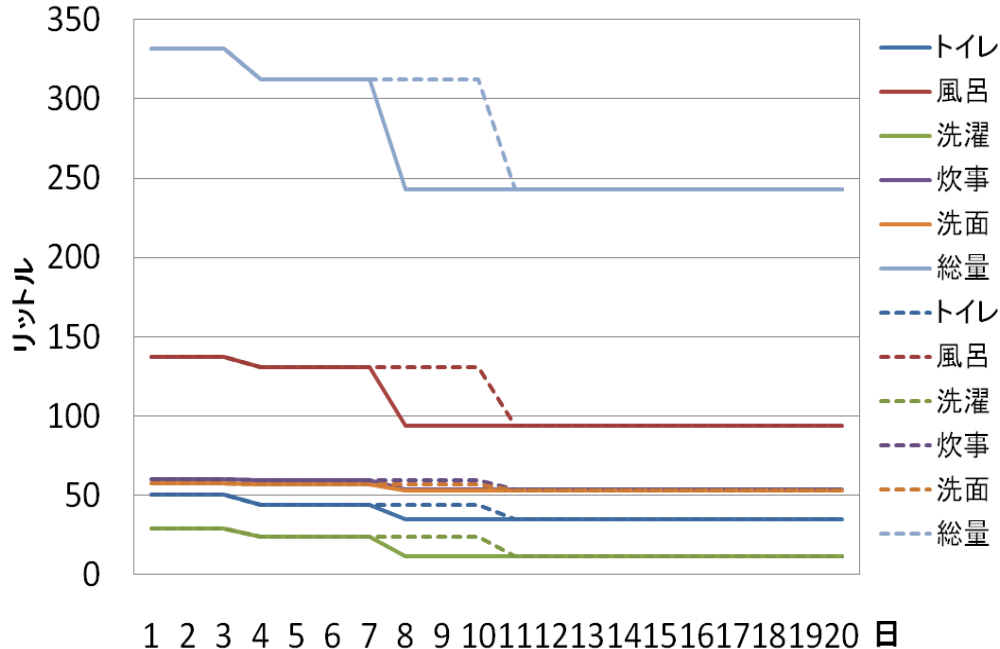
# 行政の支援前倒しによる効果(3)

100L/日の給水支援開始日を11日目から**8日目**に前倒し  
 $(100\text{L/日} - 20\text{L/日}) \times 3\text{日} = \mathbf{240\text{L}}$ の水を得ることができる



実線: 供給開始日変化後  
 破線: 供給開始日変化前

調達意思水量



実線: 100リットル供給開始日変化後  
 破線: 100リットル供給開始日変化前

許容減少水量

行政には断水発生初期の供給水量の底上げよりも  
**100L/日の給水支援の前倒し**が望まれる

# 研究の結論

- ▶ 学生を対象としたアンケートを行い、継続日数を考慮した断水の影響を評価した
- ▶ 断水の被害軽減には、**水利用者と行政双方の努力**が不可欠
- ▶ 水利用者の事前対策としては、浴槽3分の1程度の溜め置きと2Lペットボトル6本分の水があれば断水発生から3日間のストレスを軽減できる
- ▶ 行政は、断水発生初期の供給水量の底上げよりも、100L/日の給水支援を前倒しすることが望まれる

# 今後の課題

- ▶ サンプル数を増やし、同様の結果が得られるか検討
- ▶ 単身世帯だけでなく、様々な世帯を対象に調査
- ▶ 水利用目的別の重要度の考慮

ご清聴ありがとうございました！