

遠隔監視制御システム利用による
「プールの残留塩素の管理」
実証実験報告書

平成18年10月31日

有限会社シーキューブシステムズ
日本錬水株式会社

目次

1. 概要.....	1
1. 1 目的.....	1
1. 2 実験の概要.....	2
1. 3 実施体制.....	3
2. 実証実験内容.....	4
2. 1 実施概要.....	4
2. 2 実施スケジュール.....	4
2. 3 実験システムの構成.....	5
3. 学校でのプール残留塩素管理の現状.....	8
4. データ分析.....	9
4. 1 環境条件.....	9
4. 2 測定データ.....	10
4. 3 自動計測.....	12
4. 4 データ分析からの考察.....	14
5. 今後の取り組み.....	15
5. 1 実証実験の応用例.....	15
5. 2 今後の展開.....	15

1. 概要

1. 1 目的

学校のプールは、多くの生徒たちが利用している。そこで、利用者の健康上大切な水中の残留塩素濃度の管理が必要である。残留塩素が規定量存在しないと、人体に影響を与える様々な病原菌が発生するので、残留塩素濃度を細かく計測監視し、正しく管理する必要がある。この「残留塩素の管理」を行うことこそ、利用者が「安全に、そして安心して。」プールを利用できることにつながる。

今回、その管理を遠隔監視制御システムを利用して、残留塩素の濃度を自動的に監視できることを検証する。以下に、厚生労働省及び文部科学省によるプール水質基準を示す。

検査項目	プール水質基準		
	厚生労働省(注1)		文部科学省(注2)
	遊泳プール水質基準	回数	学校水泳プール水質基準
水素イオン濃度(pH値)	5.8~8.6	毎月1回以上	5.8~8.6
濁度	2度以下	毎月1回以上	2度以下
過マンガン酸カリウム消費量	12mg/L以下	毎月1回以上	12mg/L以下
遊離残留塩素	0.4~1.0mg/L	毎日3回以上	プールの対角線上3点以上で表面及び中層全ての点で0.4~1.0mg/L
大腸菌群	検出されないこと	毎月1回以上	検出されてはならない
レジオネラ属菌	不検出であること	毎年1回以上	—
一般細菌	200CFU/mL以下	毎月1回以上	1mL中200コロニー以下
総トリハロメタン	0.2mg/L以下が望ましい	毎年1回以上	0.2mg/L以下が望ましい

注1：平成13年7月24日付 厚生労働省通達「遊泳用プールの衛生基準について（健発 第774号）」

注2：「学校環境衛生の基準」による。なお、検査の回数は、使用日数の積算が30日を超えない範囲で少なくとも1回行う。

1. 2 実験の概要

現在学校における「残留塩素の管理」は、プールの利用時に先生方によりプールのサンプル水による測定が行われている。今回の実験では、パケット通信ネットワークを活用した遠隔監視制御システムを利用することにより、人手を介さずに自動的にプールの「残留塩素の管理」を行う。

以下に、遠隔監視制御システムの概要を図示する。



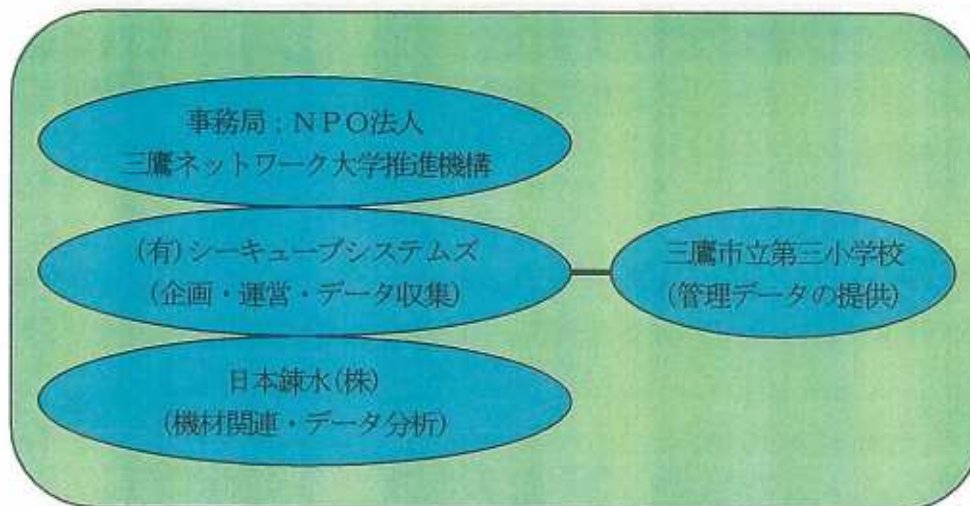
1. 3 実施体制

今回の「残留塩素の管理」は、三鷹市立第三小学校のご協力を得て行った。

また、残留塩素のデータ収集に必要な機材は日本錬水株式会社より提供を受け、収集データの分析については、日本錬水株式会社と共同で行った。

その協力体制を以下に図示する。

実験実施体制



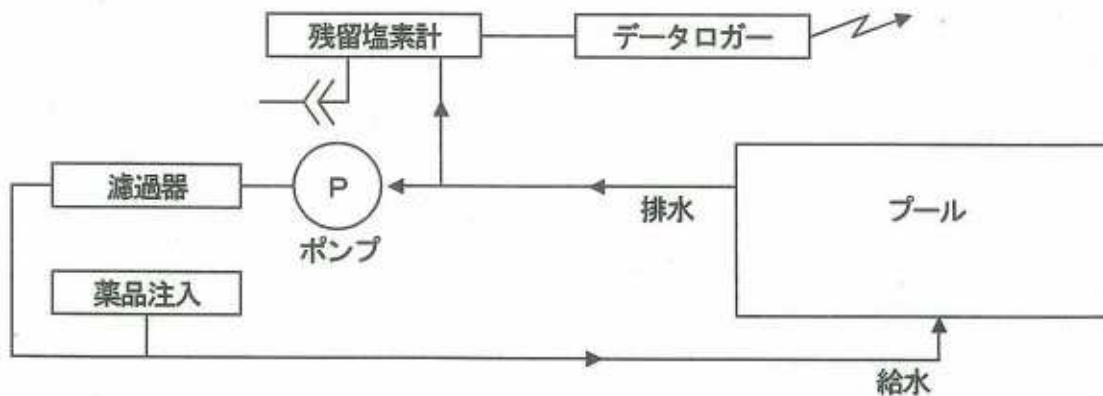
2. 実証実験内容

2. 1 実施概要

今回の実験の対象場所と使用した機器を以下に示す。

- (1)設置場所 三鷹市立第三小学校 プールサイド
- (2)設置機器 ①ボックススタンド (残留塩素計、フィルター、電極)
②電源盤 (データロガー、端子盤、プレーカー)

(3)全体ブロック図



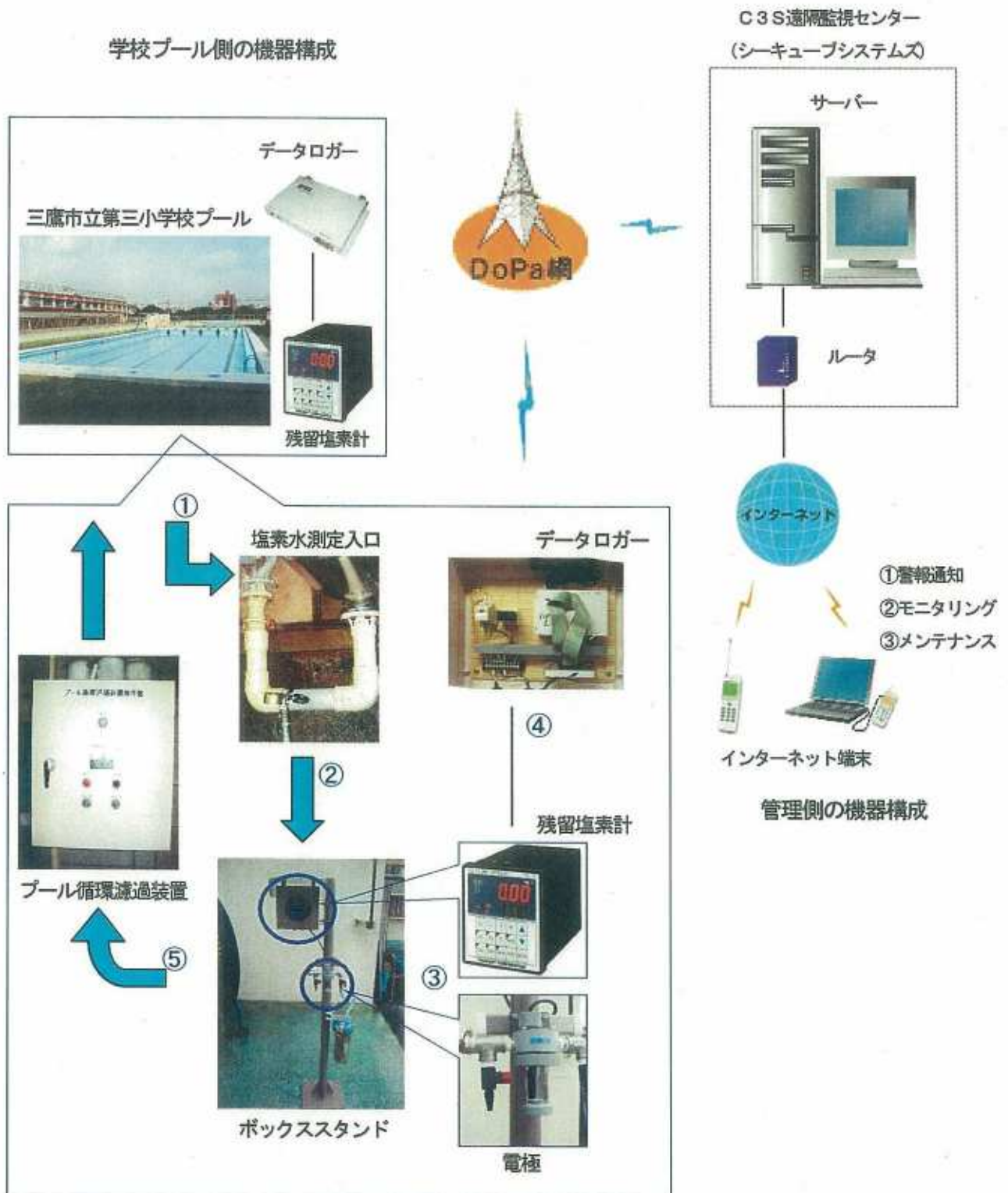
2. 2 実施スケジュール

残留塩素のデータ収集の実施スケジュールを以下に示す。

作業項目	8月										9月							
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	
機器設置	■																	
運用テスト	↔																	
データ収集			←————→															
プール使用日						●	●	●					●			●		
機器撤去																	■	

2. 3 実験システムの構成

実験システムの、特に学校プール側の機器構成についてその詳細を図示するとともに「残留塩素の測定」までの動作の説明を以下に行う。



「残留塩素の測定」の動作について、前の図中の番号順に以下に説明する。

- ①プールから出る排水管よりプールのサンプル水を取水パイプを経由して取り込む。
- ②取り込んだサンプル水を「ボックススタンド」に取り付けられた「電極」で感知する。
- ③「電極」ではサンプル水中に含まれる残留塩素の濃度を測定する。
- ④測定した残留塩素濃度を「残留塩素計」でアナログ信号に変換し「データロガー」に蓄える。
なお、データロガーに蓄えられた測定データは、C3S遠隔監視センターからの送信要求のタイミングで、DoPa網を経由してC3S遠隔監視センターに送られる。
- ⑤プールから出る排水管を通過してきたプールの水(①)は、「プール循環濾過装置」により濾過され、給水管を経由してプールに戻される。

次に、データ収集とWeb画面でのデータ閲覧を実現する遠隔監視制御システムについて、以下に簡単に説明する。

ドコモのポケット通信ネットワーク(Dopa網)を活用した新しい移動型遠隔監視制御システムには、以下の特徴があり、今後更に各応用分野への情報通信ネットワークの活用が期待される。

(1) 正確な計測

本システムでは専用の残留塩素計で濃度を正しく計測する。

(2) 柔軟なシステム構築

学校のプール設備の状況により、例えばプールの配水管からデータが取れる場合、取れない場合など簡易型(残塩の監視のみ)からフルスペック(薬注の状況まで監視)まで臨機応変にシステム構築が可能である。

(3) 遠隔地から監視

プール設備のある現場に出向かなくても必要な情報を自動で収集する。

(4) 廉価コストと通信の秘匿性

遠隔集中監視のため通信ネットワークとして、Dopa網を活用するのでランニングコストが廉価で、しかも通信の秘匿性が守られる。

(5) 適切な対応

収集した情報からプール設備の状態を常に把握し、安定した操業を維持できるよう適切な対応を行う。

(6) 技術サービスの提供

収集した情報を分析することにより、トータルな技術サービスを学校ユーザへ提供する。

(7) 集中管理

集中管理を行うことで個々の設備を相対的に比較管理できるので、プール等のメンテナンスを行う上で問題点を把握しやすくなる。

データ閲覧のための主な機能を以下に列挙する。

(1) 設備一覧

設置設備の一覧から監視する設備を選択する。

(2) グラフ表示

収集データをグラフ化して確認できる。

(3) 計測値表示

収集データを数値化し一覧形式で確認でき、また計測値データをCSV形式のファイルに出力できる。

(4) 警報通知と履歴表示

指定メールアドレスへ警報の通知を行い、警報の履歴を一覧形式で確認できる。

(5) 最新値表示

設備の最新データを数値化し確認できる。

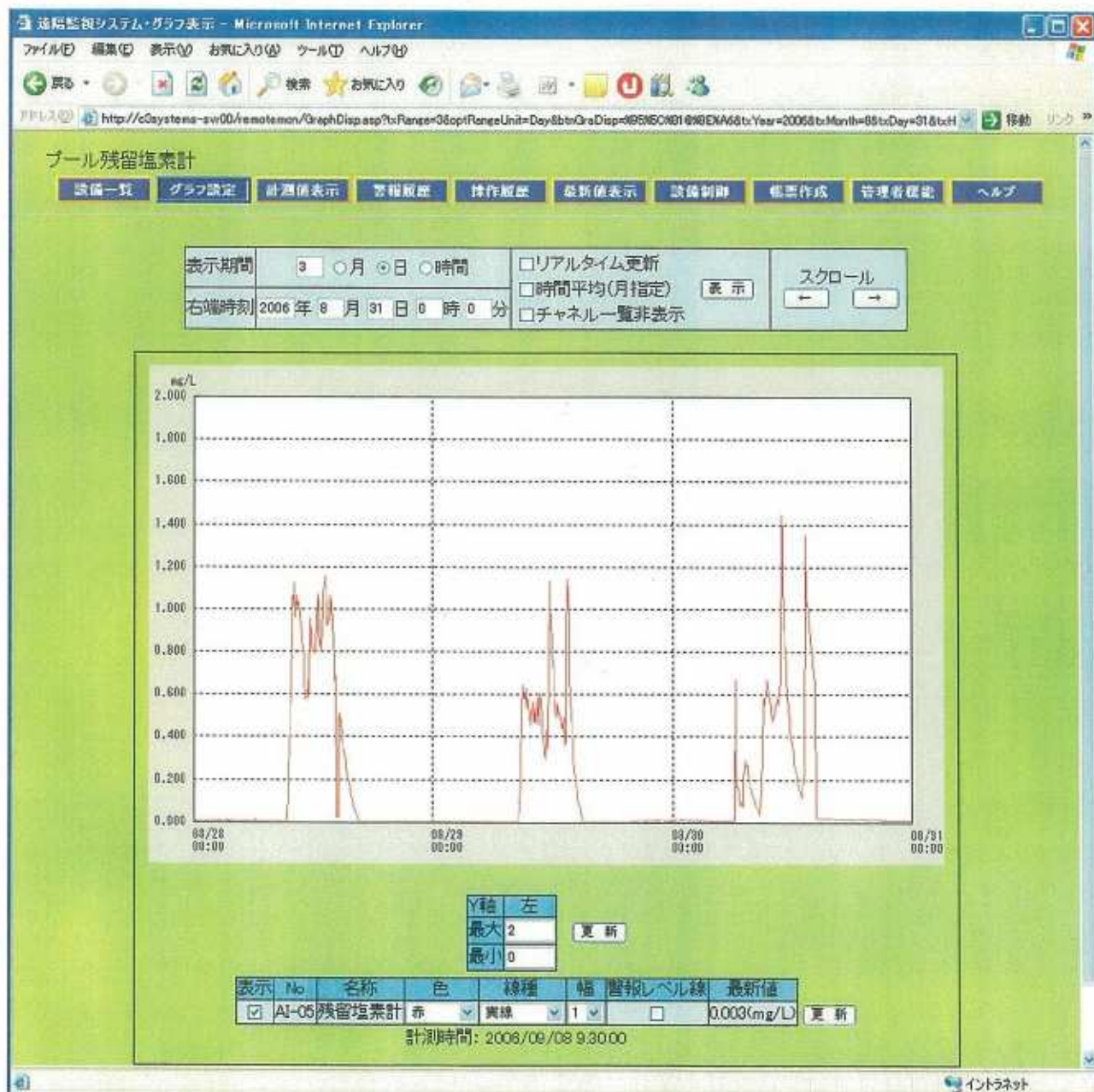
(6) 帳票作成機能

月報/週報/日報を作成できる。

(7) 管理者機能

設備の監視に必要となる項目の設定を行う。

以下にグラフ表示の例を示す。



3. 学校でのプール残留塩素管理の現状

現在、学校で行われている「残留塩素の測定」の現状について、以下に説明する。

(1) 学校においては、プールの水を滅菌するため、即効性のある液体状の塩素と徐々に溶解する顆粒状の塩素を使い分けている。以下の条件により残留塩素濃度の減少等の変化が頻繁に起こる。

- ・ プールの水温
- ・ プールに入る生徒の数
- ・ 使用学年によるプールの深さ(1m、80～90cm、70cmの三段階)の調節

(2) プール使用時は、薬品をプールの所定の箇所に投入し、プールのA、B、Cの各地点における残留塩素濃度を測定し記録する。各地点における測定時間は、以下の4回となっている。

- ①投入直後
- ②30分後
- ③1時間後
- ④1時間30分後



A-C地点は三鷹市立第三小学校のプールにおける測定の場所を示す。

4. データ分析

今回の実験では、プール使用日の8/28、29、30の期間を対象としてデータの分析を行いました。この間、三鷹市立第三小学校でデータ測定も行われており、自動計測と合わせて分析を行うこととする。

4. 1 環境条件

残留塩素の濃度に影響を及ぼすと考えられる以下の環境条件をプール使用日毎に列挙する。

- ・ プールの水温
- ・ プールに入る生徒の数
- ・ 使用学年によるプールの深さ(1m、80~90cm、70cmの三段階)の調節

日時	人数(人)	水温(°C)	水深(cm)	備考
8月28日 09:00~10:00	34	26.5	100	5-6年
10:00~11:00	53	27.0	80	3-4年
13:00~14:00	73	27.0	70	1-2年

日時	人数(人)	水温(°C)	水深(cm)	備考
8月29日 09:00~10:00	109	27.0	70	1-2年
10:00~11:00	83	27.0	80	3-4年
13:00~14:00	49	28.5	100	5-6年

日時	人数(人)	水温(°C)	水深(cm)	備考
8月30日 09:00~10:00	45	28.0	100	5-6年
10:00~11:00	66	28.0	80	3-4年
13:00~14:00	65	28.0	70	1-2年

4. 2 測定データ

三鷹市立第三小学校にて行われているデータ測定の結果を以下に示すとともに、その測定データの整理結果についても述べる。

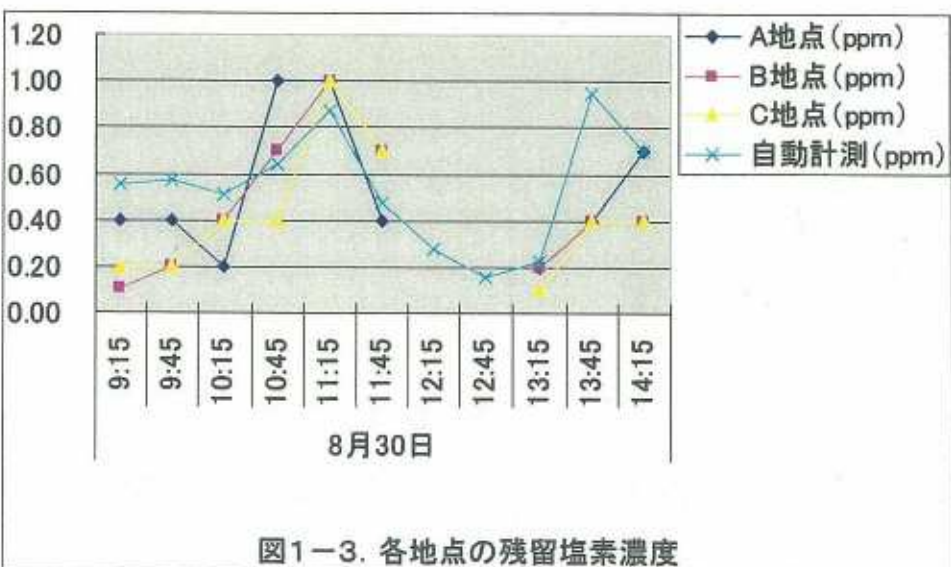
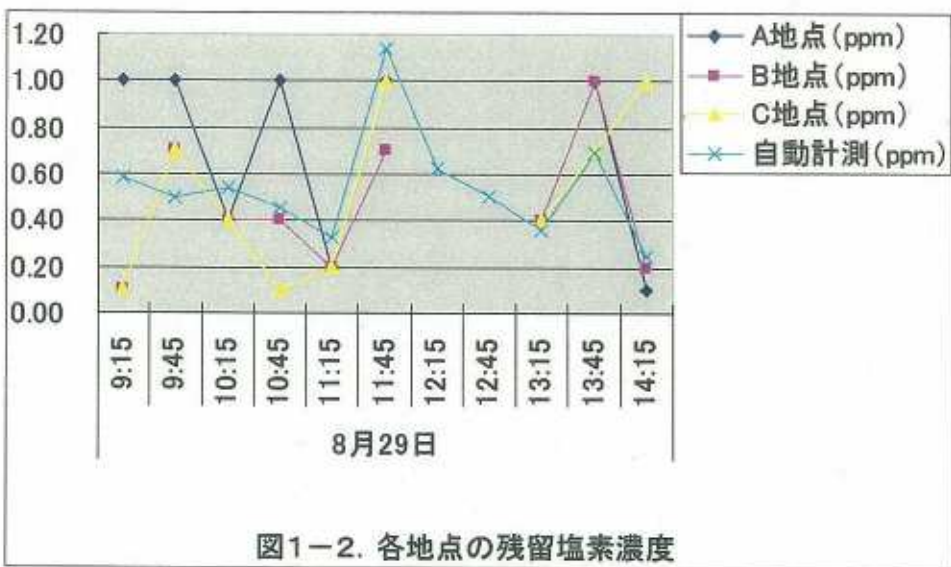
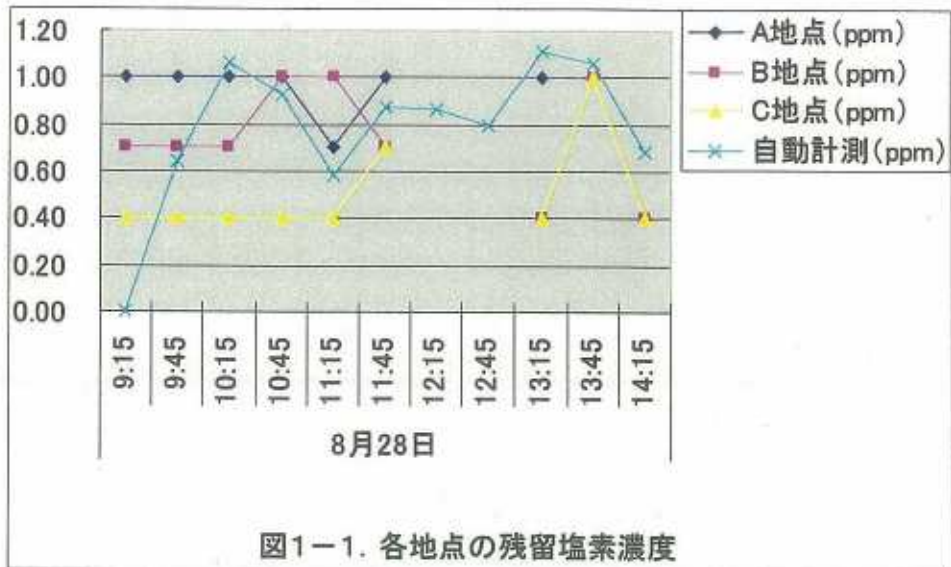
(1) 数値データ

日時		A地点(ppm)	B地点(ppm)	C地点(ppm)	自動計測(ppm)
8月28日	9:15	1.00	0.70	0.40	0.00
	9:45	1.00	0.70	0.40	0.65
	10:15	1.00	0.70	0.40	1.06
	10:45	1.00	1.00	0.40	0.93
	11:15	0.70	1.00	0.40	0.58
	11:45	1.00	0.70	0.70	0.88
	12:15				0.87
	12:45				0.80
	13:15	1.00	0.40	0.40	1.12
	13:45	1.00	1.00	1.00	1.06
	14:15	0.40	0.40	0.40	0.69

日時		A地点(ppm)	B地点(ppm)	C地点(ppm)	自動計測(ppm)
8月29日	9:15	1.00	0.10	0.10	0.58
	9:45	1.00	0.70	0.70	0.50
	10:15	0.40	0.40	0.40	0.54
	10:45	1.00	0.40	0.10	0.46
	11:15	0.20	0.20	0.20	0.33
	11:45	1.00	0.70	1.00	1.14
	12:15				0.63
	12:45				0.50
	13:15	0.40	0.40	0.40	0.36
	13:45	1.00	1.00	0.70	0.70
	14:15	0.10	0.20	1.00	0.25

日時		A地点(ppm)	B地点(ppm)	C地点(ppm)	自動計測(ppm)
8月30日	9:15	0.40	0.10	0.20	0.56
	9:45	0.40	0.20	0.20	0.57
	10:15	0.20	0.40	0.40	0.51
	10:45	1.00	0.70	0.40	0.64
	11:15	1.00	1.00	1.00	0.87
	11:45	0.40	0.70	0.70	0.48
	12:15				0.28
	12:45				0.16
	13:15	0.20	0.20	0.10	0.22
	13:45	0.40	0.40	0.40	0.95
	14:15	0.70	0.40	0.40	0.70

(2) グラフデータ



(3) データの整理

三鷹市立第三小学校における測定の結果を以下に列挙する。

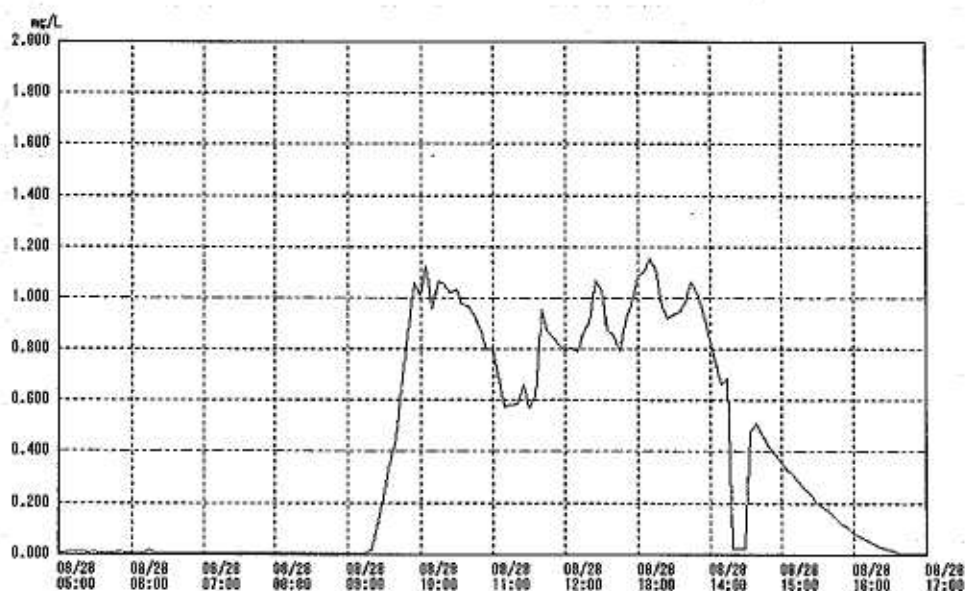
- ①学校の従来の管理でのプールの各地点(3点)における残留塩素濃度の測定は、プール使用時間において、薬品投入直後から30分おきに4回までしか測定していない。
- ②手動注入・測定での管理としては概ねよく管理されていると思われる。

4. 3 自動計測

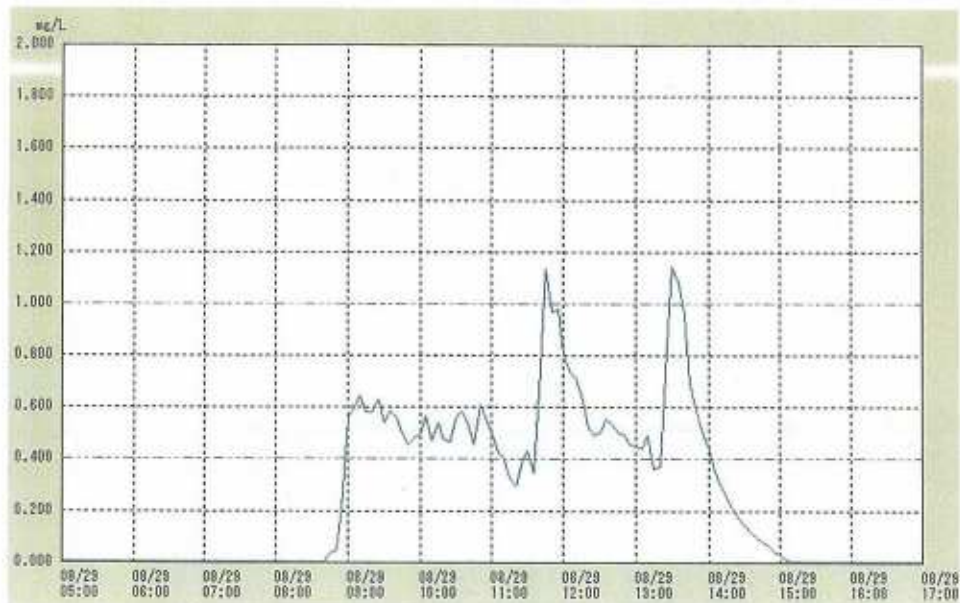
速隔監視制御システムにより、自動で収集したデータをグラフ化したものを以下に示すとともに、収集データの整理した結果についても述べる。

(1) グラフデータ

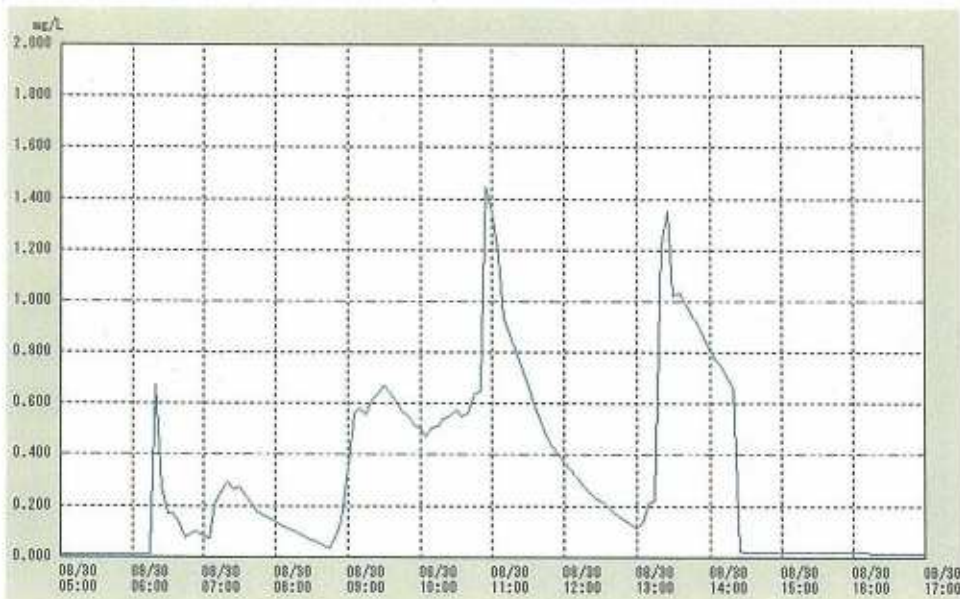
①8月28日



②8月29日



③8月30日



(2) データの整理

①測定は24時間連続で行われた。

プール使用時間帯(9:00-11:00、13:00-14:00)、連続して残留塩素濃度が $0.4\text{ppm} \sim 1.0\text{ppm}$ の範囲に管理されているとはいえない部分がある。これは、薬品の投入直後の時間帯と思われる。

②プールの残留塩素濃度は、プール水温、プールに入る生徒の数、使用学年によるプールの深さ調節、プールに投入する薬剤に量などにより大きく変化する。

今回、プール使用日毎にプールの残留塩素濃度の変化するグラフが変わってくることを確認できた。

③今回の実証実験では、プールでの測定データをパケット通信で監視センターに送るようにしたので、インターネットを介してプールの残留塩素の情報(濃度変化のグラフ情報、上限・下限警報レベル情報、その他)をリアルタイムに確認できた。

4. 4 データ分析からの考察

学校による測定および自動計測の「残留塩素の管理」に関して、以下のことが考察できる。

- ① 今回の自動計測により残留塩素の濃度にバラツキが大きいことが分かった。これは手動で調整している限りの必然と考えられる。この解決には、自動注入制御でかなり精度を高めることが可能である。しかし、遠隔監視制御システムによる残留塩素監視と手動薬品注入とを併用しただけでも現状より測定の精度を高められ、しかも測定の手間を省くメリットが見出せる。
- ② 学校による30分おきの測定では、プールの使用時間帯(9:00-11:00、13:00-14:00)、現状では最大は1.0ppmまでだが、連続して残留塩素濃度が0.4ppm~1.0ppmの範囲に管理されていることを確認することはできなかった。規定範囲外になっている可能性もありえると思われる。
- ③ 残留塩素はどちらかというに入れすぎになる傾向があり、もう少し微量で細かく調整した方がいいと思われる。
- ④ プール使用日に対するグラフパターンを何日か採り整理することにより、いくつかの特徴を見出せば、今後の学校でのプール管理(残留塩素濃度管理)がかなり便利になることが予想される。
- ⑤ 測定データに基づき、下限警報レベル(0.4ppm以下)及び上限警報レベル(1.0ppm以上)、それぞれ超えた時、監視センターからプール管理者にインターネット又は携帯電話を通して知らせることができるので、遠隔監視制御システムの活用は、学校でのプール管理の有効なツールになると思われる。
- ⑥ 今回の実証実験の期間中では、プールの使用日の日数に限りがあり、収集データが少なかったように思える。可能であれば、来年度も継続してデータ収集を行い、特に、規定値を超えた場合に管理者への警報通知をメールする機能など遠隔監視制御システムの有効性の評価を行いたい。
また、今回は分かりにくかった「水温・入泳者数・水量(水深)と残留塩素の関係」など「学校における残留塩素管理の特徴」や「薬品投入による効果の推移」を見出せるようにしたいと考える。

5. 今後の取り組み

5. 1 実証実験の応用例

今回の「プールの残留塩素の管理」の実証実験から、応用例として「水道水の遠隔監視」が考えられる。

①三鷹市立第三小学校において、3階、4階の水道水は一旦屋上の受水槽に貯えそれから各階に水道水を送っている。そのため受水槽からでる水の塩素濃度を毎日朝測定して、0.4ppm以下であれば薬品を投入している。

②24時間塩素濃度が自動的に測定され、それに基づき、警報レベル情報が担当用務員の携帯電話等に監視情報を通知できるシステム(実証実験と同じもの)があれば、水道水の管理は非常に便利になる。

5. 2 今後の展開

今回の実証実験の結果も踏まえ、多方面での「水質の管理」への活用が期待できる。「安全・安心」を求められる場面、例えば、以下のような場面が考えられる。

- ・市民プールのような年間を通して水を利用している施設
- ・介護施設など、多くの利用者が見込まれる浴場施設
- ・前述した学校などにおける受水槽を使用した水道設備での水道水の管理

以上

1 団体名	有限会社シーキューブシステムズ
2 プロジェクト名	遠隔監視制御システム利用による「プールの残留塩素の管理」
3 当初計画との比較	
(1) 協働研究活動期間	ほぼ、当初計画されていたスケジュールの通りに進行している。成果発表会の遅れは、主催者側によるもの。
(2) 協働研究事業参加団体 (当初提出されたスケジュールとの比較)	当初記載された参加団体(日本錬水株式会社)を当機構の賛助会員に招き入れ、2社で役割を分担し協働で実験を実施し、成果を導き出している。
(3) 事業の達成度合について (事業で検証し、明らかにしたいと考えていた点が、事業実施の結果、どの程度達成されているか)	当初記載されている検証点は、残留塩素管理を遠隔監視制御システムを利用して詳細に計測し、自動による管理の可能性の検証であった。実際の事業実施にあたっては、検証点、検証手法などは、メールによる自動通知機能以外は当初計画の通りであった。メールによる自動通知機能は、今回はモニター先の三鷹市立第三小学校における実験の運用上の都合により割愛することとなったが、本件以外の検証については、ひととおりの成果を得ることができたものと思われる。
(4) 経費について (当初提出された収支予算書と、収支清算書との比較)	当初提出された収支予算書と収支清算書と比較すると、自己資金負担分が予算と比較して大幅な増加となっている。また、協働研究事業協定締結相当分については、項目としては、収支予算書との差異がなく、金額についても、当初予定額の範囲に収まっていることから、問題はないものと思われる。