

2018/10/11
土木研究所講演会

流量観測等の高度化に向けた土研の取り組み と今後の展開



国立研究開発法人 土木研究所
水工研究グループ
グループ長 箱石 憲昭

本日の講演内容



- ① これまでの水文(流量・水位)観測と課題
- ② 非接触型流速計について
- ③ 水文観測の今後の展開

① これまでの水文(流量・水位)観測と課題

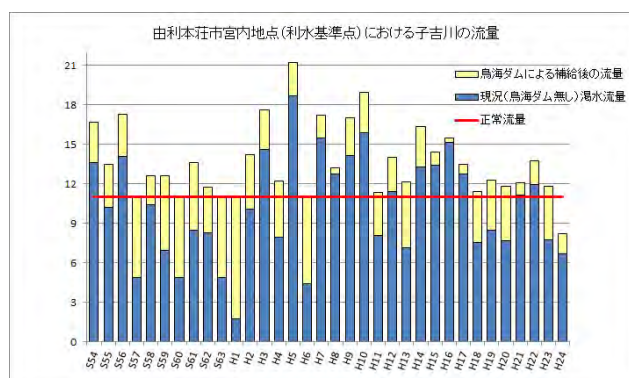
② 非接触型流速計について

③ 水文観測の今後の展開

河川の基本的な計画は流量で表示される



治水計画の例
(利根川の流量配分図)



利水計画の例
(鳥海ダムによる補給流量)

平常時の流量観測（低水流観）



洪水時の流量観測（高水流観）



5

水位計による継続的な観測

- ✓ 流観により得られた水位-流量関係を用いて流量を算出
- ✓ 砂州の移動を含む大きな河床変動により、水位計近傍に土砂堆積が起こり、計測不能となる事例
 - 砂州が移動する度に水位計の位置を変更？
 - こうした河床変動は洪水時にも発生する可能性



6

✓流木等の漂流物により、河道内に設置していた水位計が破損する事例

✓氾濫(内水・外水)や退去命令により作業員が流量観測地点に行けなくなり、観測が実施できない事例



7

① これまでの水文(流量・水位)観測と課題

② 非接触型流速計について

③ 水文観測の今後の展開

8

平成29年3月に「水文観測業務規程」が改正され、 河川流量の観測方法が追加

《従前》

第12条の四 河川の流量

流速計又は浮子の観測等による流速に流水の流下断面積を乗じた値又はダム越流量若しくは放流量によって計算する。



非接触型流速測定法

《改定》

流速計又は浮子その他の流速計測器械の観測等による流速に流水の流下断面積を乗じる方法、水理学的知見に基づき算出する方法又はダム等において観測された水理量から水理学的知見に基づき算出する方法

運動方程式等を基礎式とする方法等(例: DIEX法)

用語の適正化

9

水文観測業務の実施方針について

(平成29年5月24日河川計画課長通知)

1) 流量観測方法の拡充

近年、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化しており、各地で施設能力を上回る洪水が発生する中、高水流量観測は、浮子測法では、観測員の安全確保等のためやむを得ず観測を中断せざるをえない場面が発生するなど、安全・確実に観測を実施するための体制構築が急務の課題となっている。(中略)

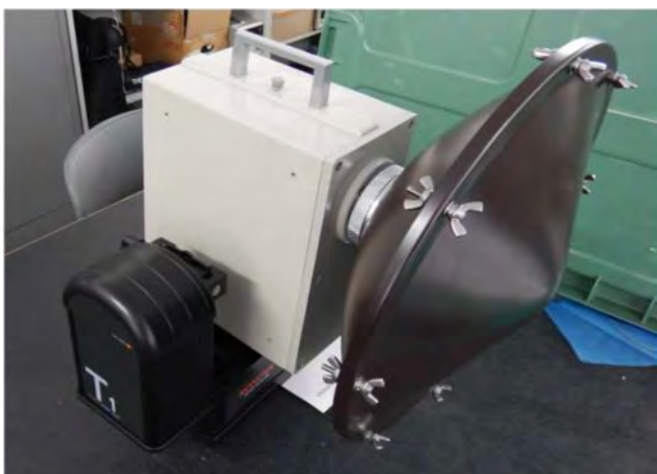
このため、今回の水文観測業務規程及び同細則の改定(以下「改定」という。)により、(中略)施設能力を上回る洪水発生時などで浮子測法では観測を一時中断せざるを得ない場合でも、非接触型流速計測法(ドップラー型、画像処理型)で観測を継続し、観測データを補完できるよう、(中略)定めた。今後、流量観測を行うに当たっては、これら改定の趣旨を十分理解のうえ適切に対応されたい。

ただし、水文観測の観測成果は、統計資料としての継続性やデータの品質管理に十分留意する必要があるため、既存の方法と異なる新たな方法による流量の観測データを採用する場合には、(中略)品質管理組織に諮り、採用の可否を判断されたい。

また、品質管理組織に諮るにあたっては、事前に各地方整備局内関係各課と十分に協議するとともに、あわせて本省河川計画課河川情報企画室に報告すること。

観測手法	ドップラー型流速計測法 (電波式、超音波式)	画像処理型流速計測法 (STIV法等)
手法概要	水面に向けて電波若しくは超音波を照射し、反射波の周波数変化から表面流速を計測 	水面の波紋を捉えられる画像等を取得し、画像解析から表面流速を測定 
観測形態	有人・無人観測	有人・無人観測

電波式流速計(土研と民間企業等との共同開発)



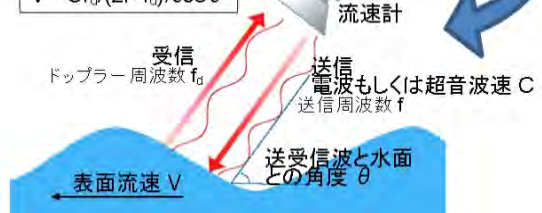
非接触型流速計の種類

- ドップラー効果の利用
 - 電波流速計(マイクロ波)
 - 超音波流速計(超音波)

測定方法

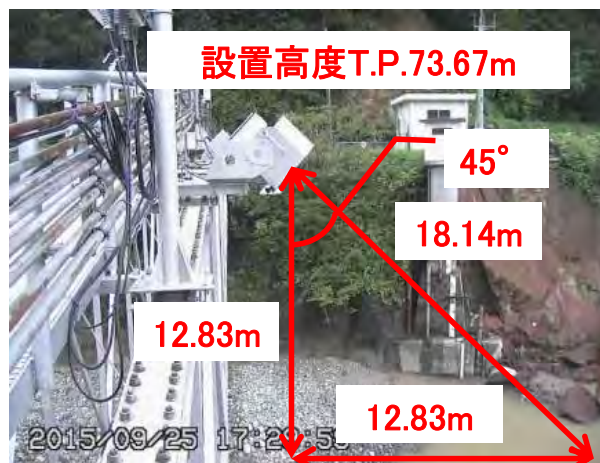
ドップラータイプの測定原理

$$V = C f_d / (2f + f_d) / \cos \theta$$



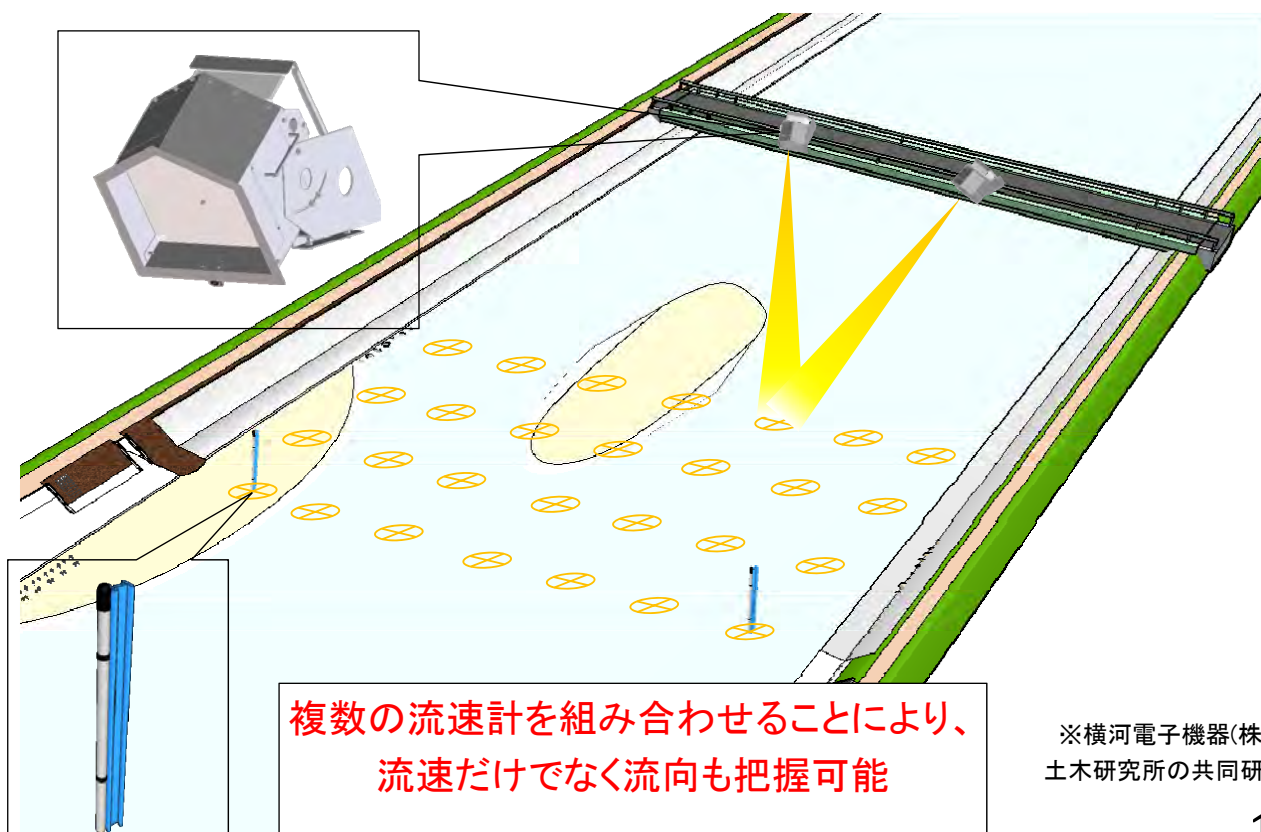


右岸(局舎近く)から撮影



山本観測所零点高
T.P.63.04m

面的な流速計測のイメージ



複数の流速計を組み合わせることにより、
流速だけでなく流向も把握可能

※横河電子機器(株)と
土木研究所の共同研究

流速をどこまで計測できるか(縦断観測)



計測距離をパラメータとしたデータ取得計測図

ADCP比較計測1

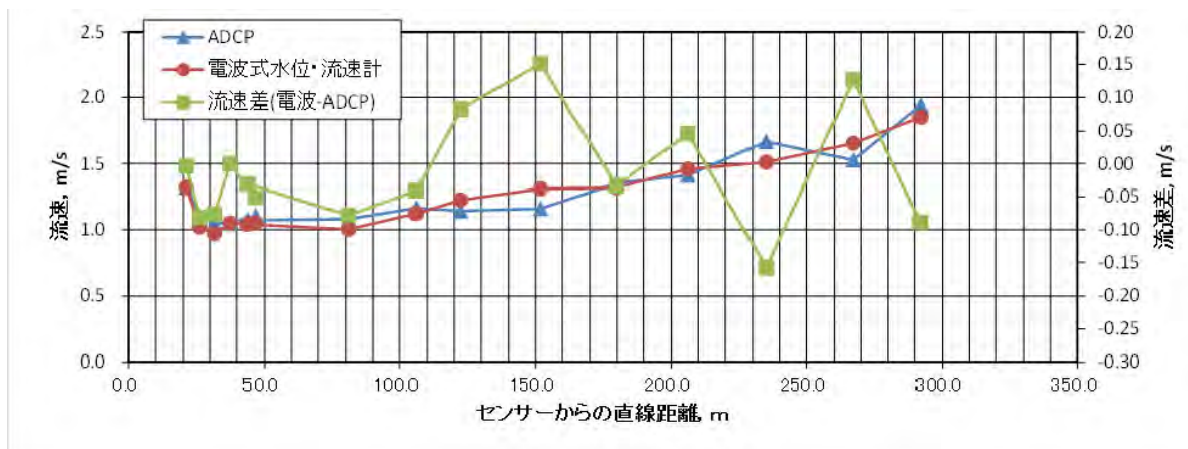
センサーからターゲットまでの水平距離291m

センサーからターゲットまでの水平距離40.8m

電波式流速水位計設置位置

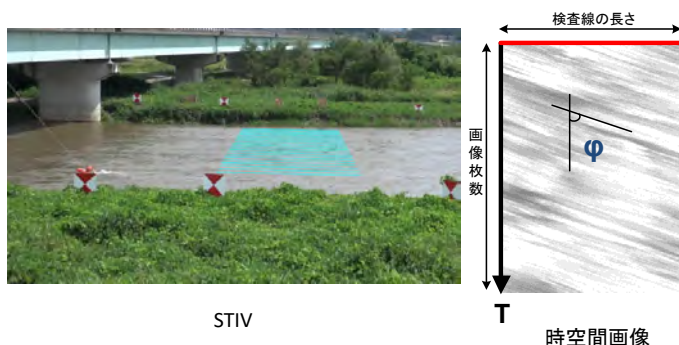
センサーからターゲットまでの水平距離13.5m

計測値(3分の平均値)の比較



既存のインフラであるCCTVカメラ画像から
Space Time Image Velocimeter (STIV)を用いて
河川水の表面流速を算出

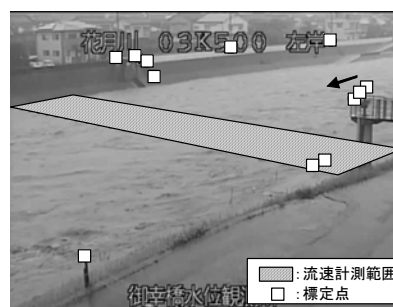
※神戸大学 藤田一郎教授による開発



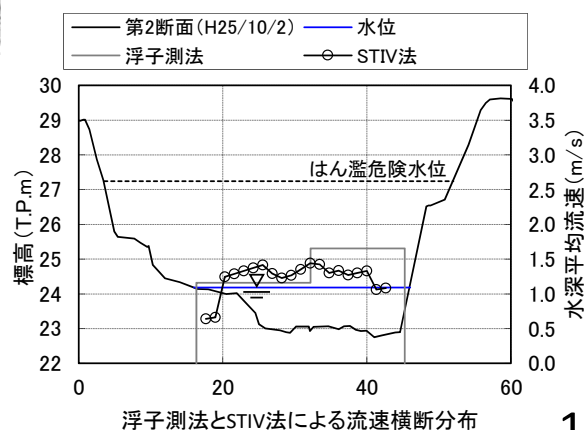
STIV

時空間画像

- ①点と共に河川水の流れの映像を取得
- ②河道に平行に検査線を設定(上左図)
- ③1本の検査線に注目し、横軸を検査線の長さ、縦軸を時間として時空間画像を作成(上右図)
- ④③で作成される画像の縞模様の角度から流速を算出する。



標定点をセットしたCCTVカメラ画像の一例



浮子測法とSTIV法による流速横断分布

非接触型(電波式)流速水位計の特徴

- ✓安定的な計測が可能
(支障物の影響小、流路変更に対して柔軟に対応)
- ✓測定時間が短い
(例えば、テレメータ水位の10分単位と整合可能)
- ✓連続的な観測(無人・自動観測)が可能
(ゲリラ豪雨等、急激な洪水の立ち上がりやピークも把握)
(観測者不足への対応、安全確実)
←現状は3人~5人程度の経験豊富な観測者が必要
- ✓橋梁や浮子投下装置がない場所でも計測可能
(観測地点/範囲の自由度増大)
- ✓予定測線からの逸脱や橋脚後流の影響を受けない

平成28年8月30日～31日
石狩川水系空知川における観測状況

観測実施・資料提供
札幌開発建設部
(株)福田水文センター

19

幾寅水位流量観測所の状況

上流(北海道管理区間)の越水により堤内側の氾濫が始まり、幾寅水位流量観測所(大勝橋下流)の観測が危険と判断(8/30 19時)→観測所からの撤退を了解

- 水位計は8/30 17時以降は欠測
- CCTVは停電のため8/30 21:30以降は欠測

幾寅観測所
(8/30 19時)

越水の危険
橋崩落の危険
アクセス道路の冠水
見通し+量水標H型鋼確認できず



20

国道38号線通行止め 進入禁止

8/30 20時～8/31 4時 国道38号線駐車帯に避難
※橋通行止めで8/30～31夜間は観測できず→8/31 5時より開始



南富良野町冠水のため
幾寅観測所へはアクセスできず

ひとつ下流の国道橋
(太平橋)で観測

ピークは8/31_3時
→観測開始は下降期

21

浮子測法の実施

- 太平橋は観測所ではない→急きょ 橋上流断面と橋下流断面を設定して観測→橋から上流へ浮子を投下して観測(8/31_5時)



22

橋梁の損壊

太平橋が8/31_6:05に損壊したため、浮子観測は5時1回で中止



23

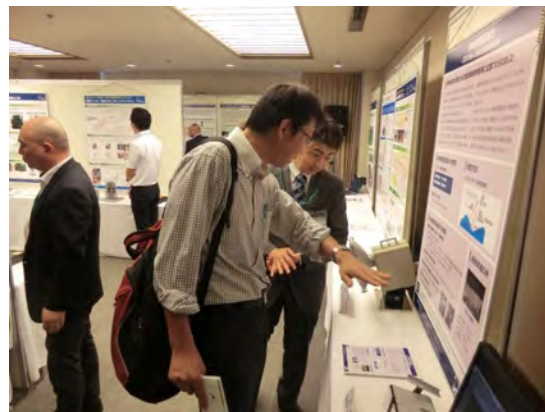
画像解析による流量観測

- 左岸からSTIV動画カメラによる撮影:8/31 5時~12時
- 現段階で残存しそうなものを標定点として画角に収める



24

土木研究所が研究開発した技術の導入・活用に向け、研究所全体で積極的なPR活動を実施



土研新技術ショーケース in 大阪での講演、技術相談
(H30.6.14)

25

本日の講演内容

- ① これまでの水文(流量・水位)観測と課題
- ② 非接触型流速計について
- ③ 水文観測の今後の展開

26



27

現地実験を行うために必要なこと

- ・河川一時使用届
- ・道路占用許可申請
- ・道路使用許可申請
- ・公園等の使用許可申請
- ・その他いろいろ

これらを大学や企業単独でやるのは大変！



土木学会流量観測高度化小委員会(事務局:土研水文チーム)の合同観測会等を毎年実施

(平成30年は5月に新潟県小千谷市で観測会を、7月に神戸市で勉強会を実施)

28

(平成29年5月24日河川計画課長通知)

1) 流量観測方法の拡充

近年、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化しており、各地で施設能力を上回る洪水が発生する中、高水流量観測は、**浮子測法では、観測員の安全確保等のためやむを得ず観測を中断せざるをえない場面が発生**するなど、安全・確実に観測を実施するための体制構築が急務の課題となっている。(中略)

このため、今回の水文観測業務規程及び同細則の改定(以下「改定」という。)により、(中略)施設能力を上回る洪水発生時などで**浮子測法では観測を一時中断せざるを得ない場合でも、非接触型流速計測法(ドップラー型、画像処理型)で観測を継続し、観測データを補完**できるよう、(中略)定めた。今後、流量観測を行うに当たっては、これら改定の趣旨を十分理解のうえ適切に対応されたい。

ただし、水文観測の観測成果は、統計資料としての継続性やデータの品質管理に十分留意する必要があるため、既存の方法と異なる**新たな方法による流量の観測データを採用する場合には、(中略)品質管理組織に諮り、採用の可否を判断**されたい。

また、品質管理組織に諮るにあたっては、事前に各地方整備局内関係各課と十分に協議するとともに、あわせて本省河川計画課河川情報企画室に報告すること。

29

新技術の標準化に向けて

非接触型流速計は、浮子による計測と異なり、

- ・計測しているのは表面流速である
- ・表面流速は風の影響を大きく受ける場合がある
- ・水面が穏やかな流れだと計測できない場合がある
- ・計測法によっては、豪雨時や夜間の計測が困難な場合がある



非接触型流速計と既存の手法による計測では、計測値や適用条件にどのような違いがあるのか？

30

非接触型流速計と既存の手法による計測では、計測値や適用条件にどのような違いがあるのか？

- ・様々な条件下（流量規模、河川形状、勾配・・・）で、複数の手法による同地点同時観測を実施し比較
- ・既存の比較データの収集・分析

を、本省や地方整備局等と協力して実施
（検討会を設置）

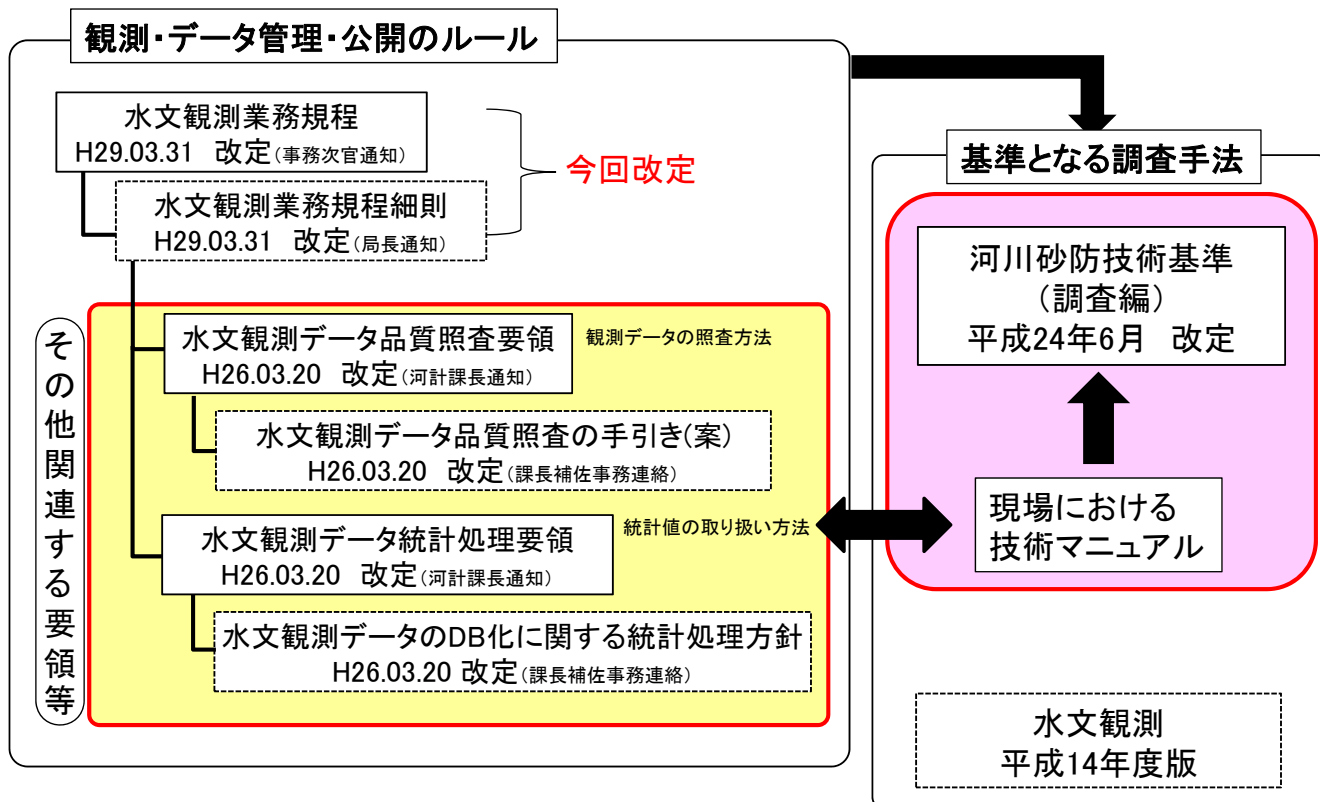
（平成29年5月24日河川計画課長通知）

6.その他

1)技術開発

規程第21条に水文観測に関わる技術開発を行うことを定めており、細則第21条により技術開発を行う観測所（以下「指定観測所」という。）を水文観測業務計画に定めることとしているが、指定観測所については、地方整備局、水管理国土保全局、国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人土木研究所で調整のうえ定めること。指定観測所は、地方整備局毎に1箇所以上を選定することを基本とする。

指定観測所においては、観測精度及び効率の向上に向けた最新観測技術の現場実証を実施するものとする。現場実証を行うに当たっては、既存の観測方法や複数の最新技術による観測方法による比較検討などを行い、水文観測データの継続性や信頼性の確保に努めるものとする。



ご清聴ありがとうございました。