

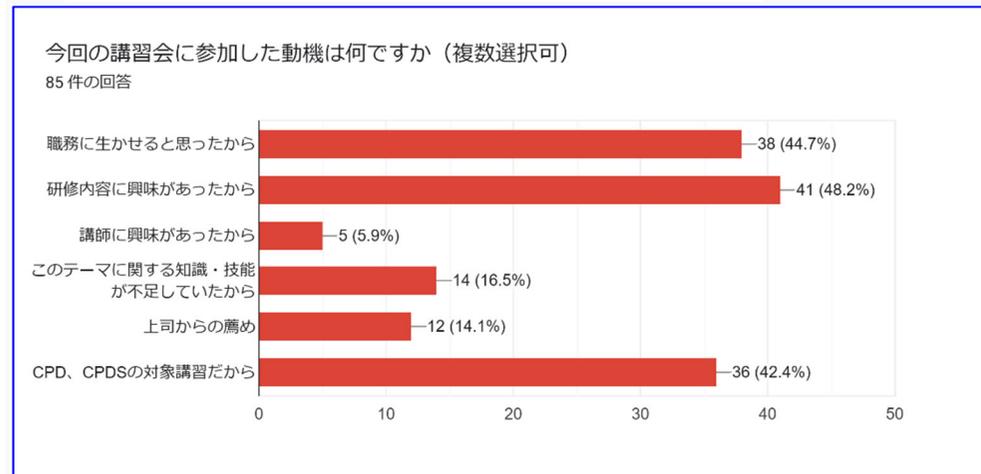
## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

### 1. 参加状況

| 区分      | 当初申込み | 受講可人数 | 参加者 | 出席率    |
|---------|-------|-------|-----|--------|
| 県       | 5     | 5     | 5   | 100.0% |
| 市町村     | 5     | 5     | 4   | 80.0%  |
| 建設業     | 25    | 25    | 23  | 92.0%  |
| コンサルタント | 59    | 59    | 56  | 94.9%  |
| その他     | 1     | 1     | 1   | 100.0% |
| 計       | 95    | 95    | 89  | 93.7%  |

- 河川改修事業に携わっており、講習が関係のある内容であったためです。
- 景観配慮の設計
- 業務において自然環境に配慮するための基本的事項を学べると思ったから
- 技術士への取得について知りたかったから
- 技術士取得を目指す為

### 2. 今回の講習会に参加した動機は何ですか（複数選択可）

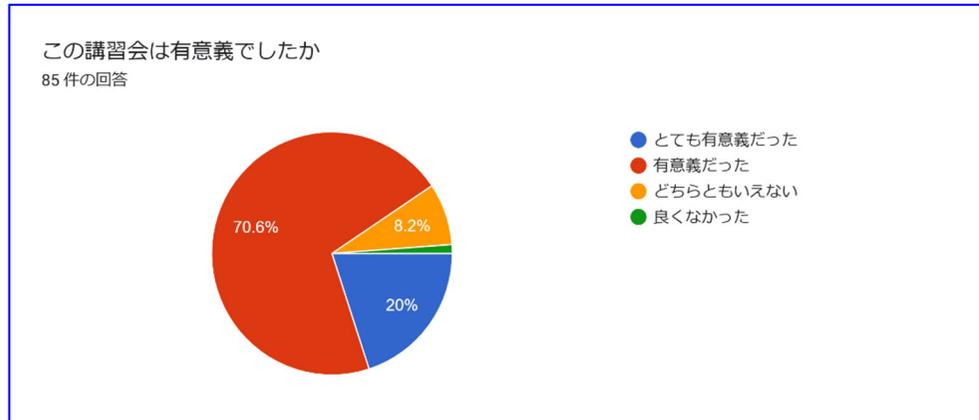


その他の場合や上記の具体的な理由を記入ください

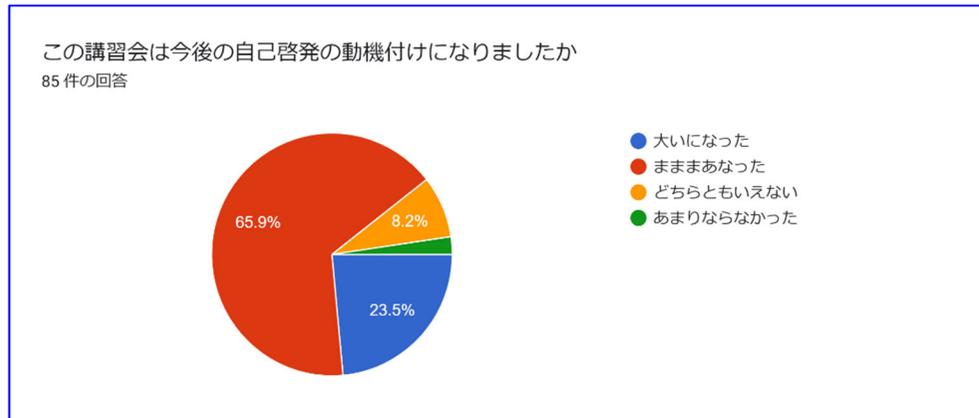
- 設計に関する知見を深めるため
- 再来年以降に技術士試験の受験を考えており、実際に合格した人から話を聞きたかった。
- 技術士資格所得に興味があったから
- 内容に興味があった。

# 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

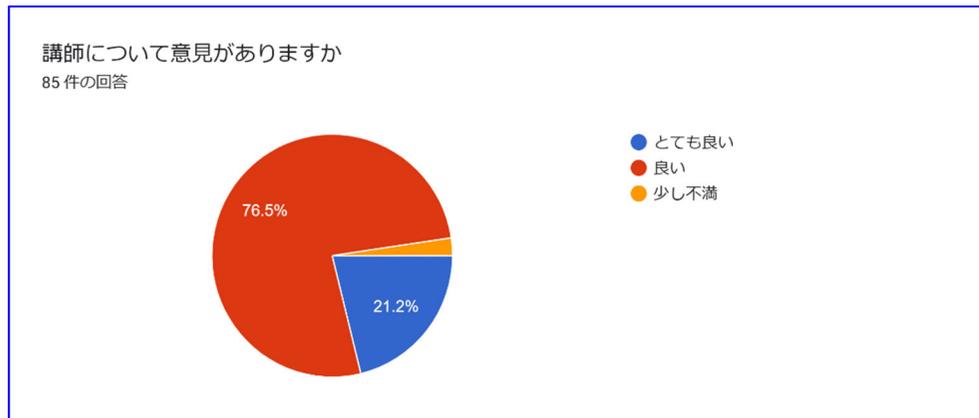
## 3. この講習会は有意義でしたか



## 4. 今後の自己啓発の動機付けになりましたか

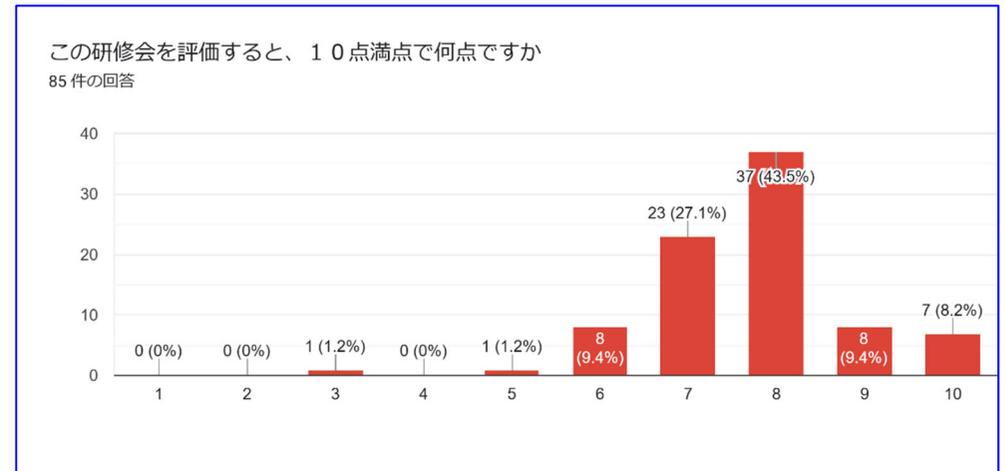


## 5. 講師について意見がありますか



## 6. 講習会を評価すると10点満点で何点ですか

AVE: 7.7



### 評価した内容について理由があれば記入下さい

- 講師の方々の話される内容がわかりやすかったです。
- 河川・港湾分野向けのように感じたため。道路や橋梁、都市計画等ほかの分野の人たちにとっても役に立つ実例等あればもっと良かったと思う。
- 全体的にテキストが充実していた。
- 解りやすい内容だった。
- 個人的な意見ですが、仕事に直結する内容が多かったためです。
- 自然環境や景観に配慮するための基本的な事項を学べる講習会を期待していた。あまり自然環境等を専門にする技術者はいないため、基礎知識が不足している受講者が多かったのではないだろうか。今回の内容は事例紹介がほとんどであり、このため、業務に使える知識を得ることができず、今後活かすことができないように思う。
- 環境に関する広い範囲で知識の向上ができたことが高評価です

## 第17回土木技術講習会『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

7. 会全体を通じて感じたこと、要望、提案等率直な意見を記入してください

- 設計結果、施工後の追跡調査がよりわかりやすく。
- 環境への配慮にもいろいろな視点やアプローチの仕方があり、参考になった。今後の業務で関わることもあり得るので参考にしたい。
- ピンマイクの音量が少し小さかったです。
- 各企業から多くの方が参加しており、中には自分と同世代の人たちもいたので良い刺激になった。
- CPD 単位取得の為出席していることもあり、仕事を休み、お金と時間を使っているため、生活にかかわるためせめて5ポイント取得出来る時間受講したい。
- 去年から技術士講座について要望してきましたが、今回初めてこの講座を聞かせていただきました。有難うございました。  
私は既技術士ですが、今日の講座で技術士試験の難易度を出席者に理解してもらえたと思います。
- 今後は、体験談を含む RCCM や建設部門等の試験内容を含めた講座が開催されればと思います。
- Web 配信は事前にデモしておくべき
- 内容も興味深く、時間もちょうど良かった。
- 5 番目の体験談はリアルで面白かったです。
- 通信やプロジェクト、データ準備の不備があり、講習会運営が円滑でなく時間が押したのは、講師・受講者双方にとって損失となったので、今後気を付けていただけたらと思う。
- システム不備等にて時間を取られたのは如何かと、技術者の人数を考慮すると、結構な損失かと感じます
- 様々な視点から、自然環境・景観に配慮した設計事例を聴講することができました。最新技術を用いた事例も紹介していただき、大変勉強になりました。

8. 今後の講習会に取り入れてほしいテーマ・内容等があれば記入ください

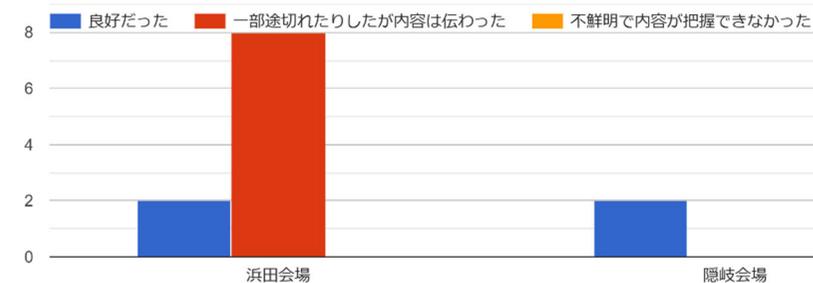
- コンクリート構造物に関するもの
- 環境問題をも少しして欲しい。
- 分野は問いませんが、失敗談等を聞かせて頂けると参考になると思います。
- 自然環境に配慮するための基礎知識が学べる内容
- アセスメント評価に関するもの

9. 今回の講習会に限らず、今後「島根県建設技術センター」に取り組んで欲しい内容や開催して欲しいイベントがあれば記入ください

- 話を聞くだけでなく、グループディスカッションのような内容があると良いと思う。
- 講習会の回数を増やして欲しい。
- 十分です。

10. サテライト会場にて受講された方に伺います。配信された講義の内容は伝わりましたか？

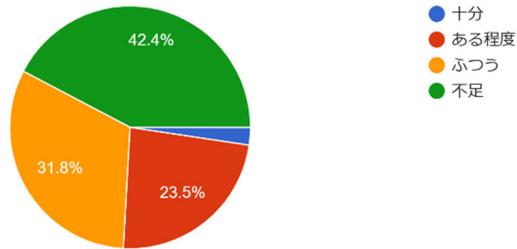
サテライト会場（浜田・隠岐）にてリモート受講...したか？ 受講した会場についてお答えください



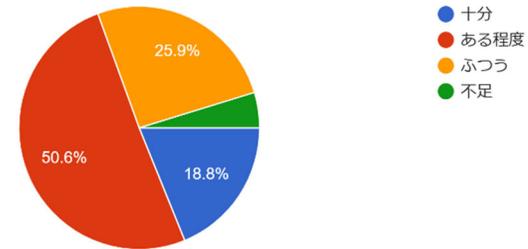
# 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

## 11. 講習会科目「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」について

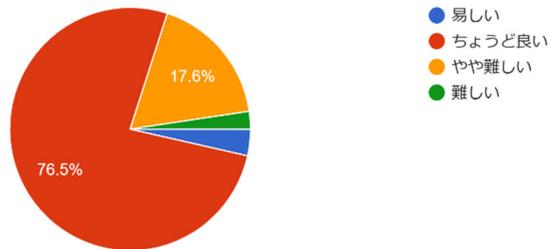
「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」...について受講以前に科目の内容を知っていましたか  
85件の回答



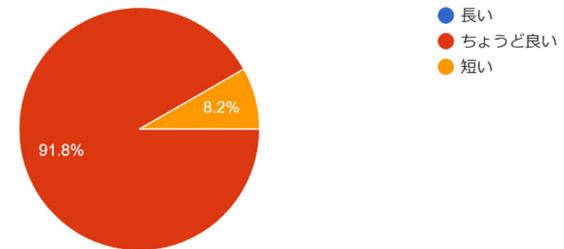
「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」のテキストなど、教材の内容は充実していましたか  
85件の回答



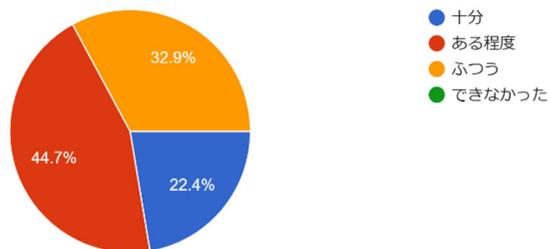
「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」の講義水準はどうでしたか  
85件の回答



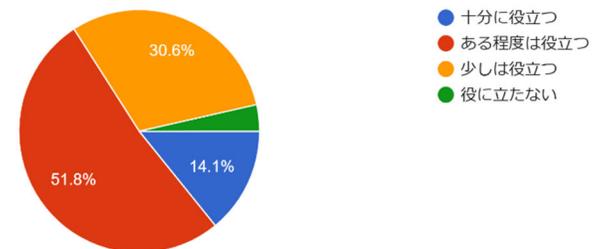
「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」の講義時間は十分でしたか  
85件の回答



「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」の内容について理解できましたか  
85件の回答



「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」は今後の仕事に役立ちますか  
85件の回答



## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

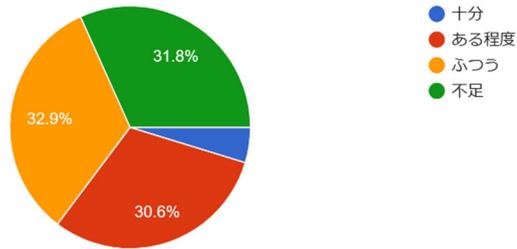
講習会科目「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」の意見・感想・要望・質問があれば記入ください

- 河川・港湾関係を題材にしたテーマではあったが、道路や橋梁に関する事例があるともっと良かったと思う。
- 解りやすかった。
- 農薬の影響はありますか。
- 環境配慮の知識が補填できました

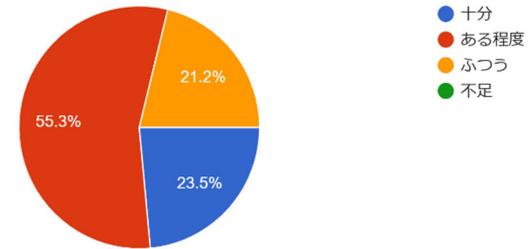
# 第17回土木技術講習会『自然環境・景観に配慮した設計と施工』受講確認シート集計結果

## 12. 講習会科目「魚道設計における自然環境・景観配慮」について

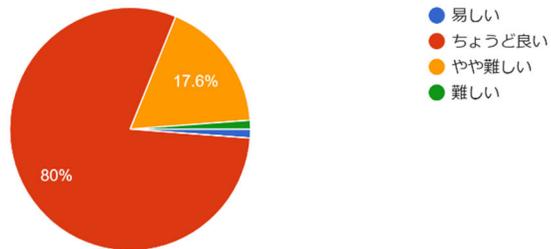
「魚道設計における自然環境・景観配慮」について受講以前に科目の内容を知っていましたか  
85件の回答



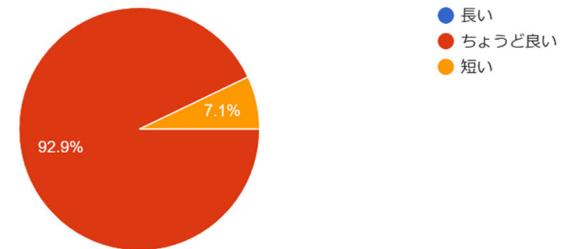
「魚道設計における自然環境・景観配慮」のテキストなど、教材の内容は充実していましたか  
85件の回答



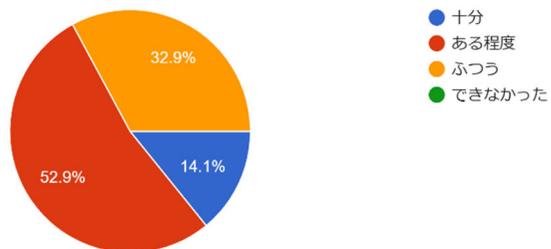
「魚道設計における自然環境・景観配慮」の講義水準はどうでしたかしたか  
85件の回答



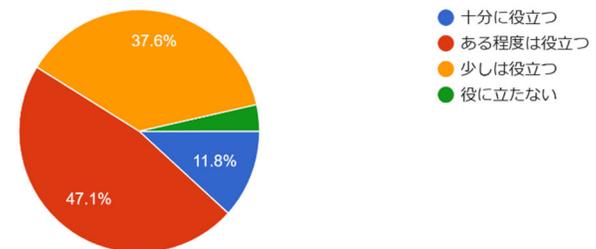
「魚道設計における自然環境・景観配慮」の講義時間は十分でしたか  
85件の回答



「魚道設計における自然環境・景観配慮」の内容について理解できましたか  
85件の回答



「魚道設計における自然環境・景観配慮」は今後の仕事に役立ちますか  
85件の回答



## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

講習会科目「魚道設計における自然環境・景観配慮」の意見・感想・要望・

質問があれば記入ください

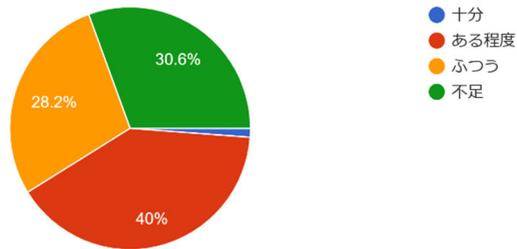
- 魚道の工法には様々なものがあるが、それぞれの施工条件や設置条件・比較を知りたかった。
- 内容がよく理解できた。
- ありません。
- 越流した魚は AI などわかりませんか。
- 環境配慮に関する知識の補填ができました
- 導入部の国家戦略から多自然川づくり、魚道の理論、事例といった全体から本題への話の流れは、大変わかりやすかった。魚道設計を行う人はもちろん、魚道のことを知らない人にも十分に興味深い講義だった。
- 魚道の種類の多さに驚きました。巨石を置く際の位置やコツなど、興味深かったです。

# 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

## 13. 講習会科目「自然環境調査の事例」について

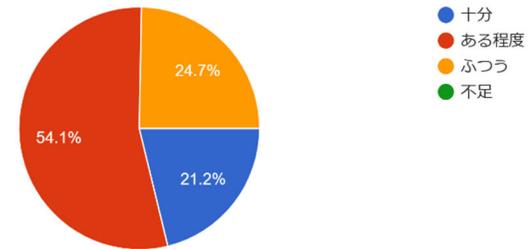
「自然環境調査の事例」について受講前に科目の内容を知っていましたか

85件の回答



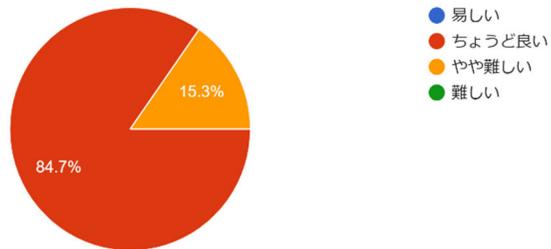
「自然環境調査の事例」のテキストなど、教材の内容は充実していましたか

85件の回答



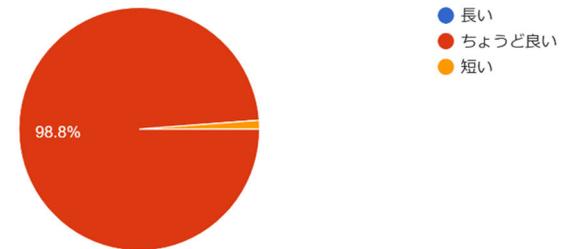
「自然環境調査の事例」の講義水準はどうでしたか

85件の回答



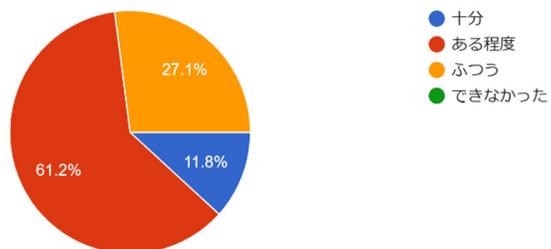
「自然環境調査の事例」の講義時間は十分でしたか

85件の回答



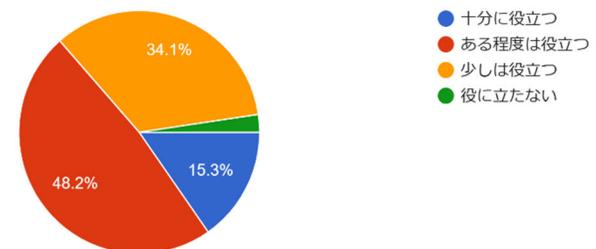
「自然環境調査の事例」の内容について理解できましたか

85件の回答



「自然環境調査の事例」は今後の仕事に役立ちますか

85件の回答



## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

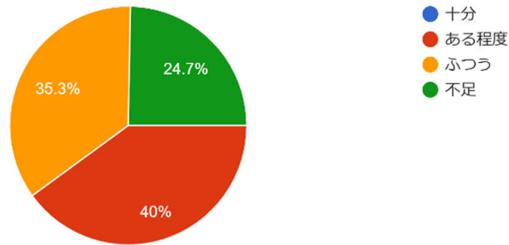
講習会科目「自然環境調査の事例」の意見・感想・要望・質問があれば記入してください。

- この業務で調査した結果、実際どのような対策が講じられたかということについても可能であれば知りたかった。
- 興味深かった。
- 巣の場所はすぐにわかりますか。
- 環境保護に関する知識の補填ができました
- 外来種駆除に用いられる道具が、本当に身近にあるもので作れるので、費用が掛からず対策ができるのは良いことだと思った。駆除のための許可申請手続きがもう少しスムーズになり、捕獲後の有効活用が進んでいけば、外来種対策がもっと身近になるかも、と思いました。

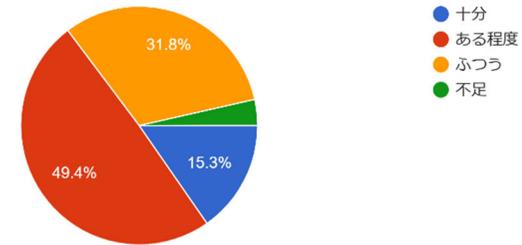
# 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

## 14. 講習会科目「景観に配慮した設計」について

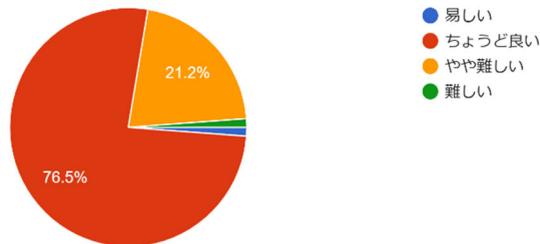
「景観に配慮した設計」について受講以前に科目の内容を知っていましたか  
85件の回答



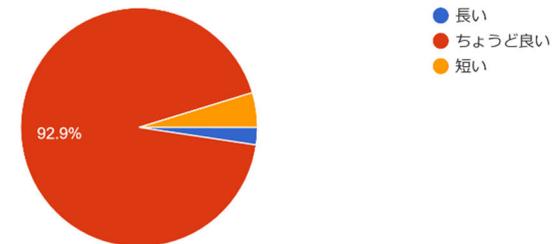
「景観に配慮した設計」のテキストなど、教材の内容は充実していましたか  
85件の回答



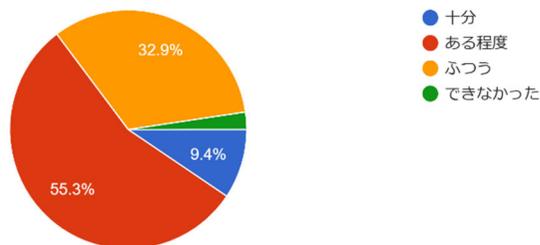
「景観に配慮した設計」の講義水準はどうでしたかしたか  
85件の回答



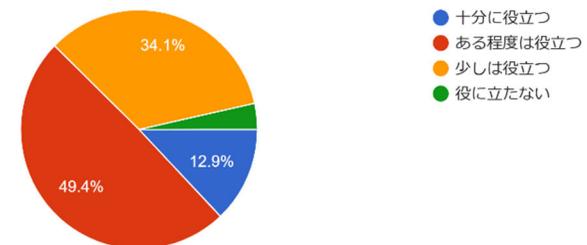
「景観に配慮した設計」の講義時間は十分でしたか  
85件の回答



「景観に配慮した設計」の内容について理解できましたか  
85件の回答



「景観に配慮した設計」は今後の仕事に役立ちますか  
85件の回答



## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

講習会科目「景観に配慮した設計」の意見・感想・要望・質問があれば記入

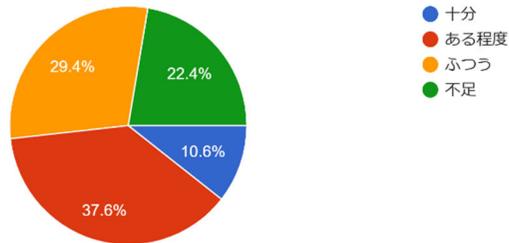
ください

- Sketchup によって作成したモデルの実例が分かりやすかった。地元説明会で見せられたとしても地域住民の方々が理解しやすいと思う。
- 内容が良かった。
- 計画はあまりしてないのですが、通景線は一般的なものですか。
- 景観シミュが身近に感じることができました
- 設計段階から、景観だけでなく、様々な立場の方への配慮が施されていることが分かり、大変勉強になりました。

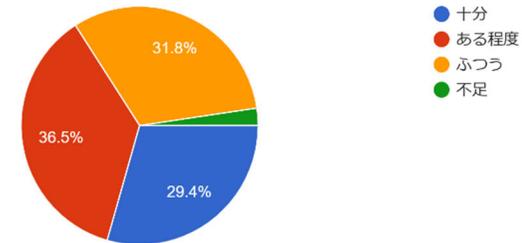
# 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

## 15. 講習会科目「技術士資格取得への取り組み」について

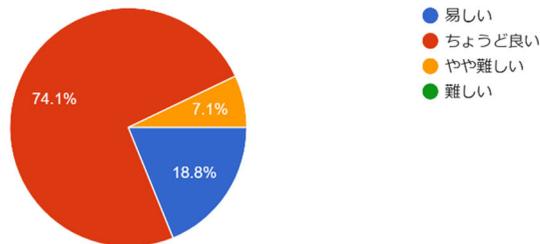
「技術士資格取得への取り組み」について受講以前に科目の内容を知っていましたか  
85件の回答



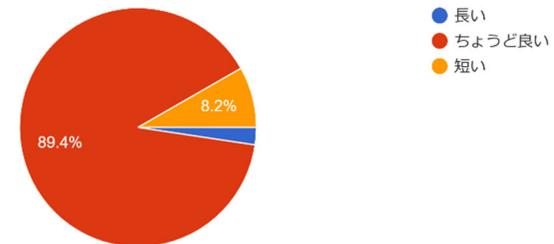
「技術士資格取得への取り組み」のテキストなど、教材の内容は充実していましたか  
85件の回答



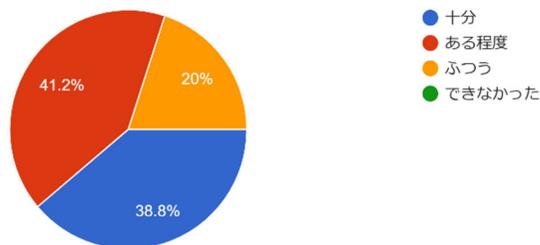
「技術士資格取得への取り組み」の講義水準はどうでしたかしたか  
85件の回答



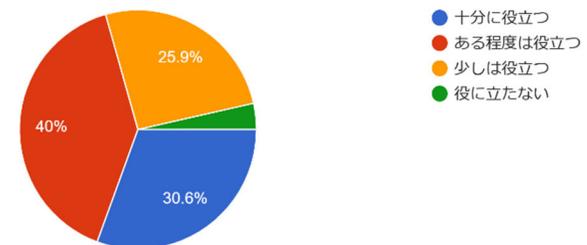
「技術士資格取得への取り組み」の講義時間は十分でしたか  
85件の回答



「技術士資格取得への取り組み」の内容について理解できましたか  
85件の回答



「技術士資格取得への取り組み」は今後の仕事に役立ちますか  
85件の回答



## 第17回土木技術講習会 『自然環境・景観に配慮した設計と施工』 受講確認シート集計結果

講習会科目「技術士資格取得への取り組み」の意見・感想・要望・質問があれば記入ください

- 県内企業ではないが、技術士合格支援プロジェクトには参加可能であれば今後ぜひ参加したい。具体的な対策方法や、失敗談含め聞くことができてよかった。
- もう少し守秘義務に抵触しない範囲で内容を含めた発表があればよかったと思います。
- 参考になった。
- モチベーション向上に繋がりました

第17回「自然環境・景観に配慮した設計と施工」質問票

|    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 項目 | 「自然環境配慮における現地でのツボの押さえ方」 |  |
| 講師 | 島根県技術士会 大嶋 辰也 ((株)ウエスコ) |  |
| ①  | 質問者                     | 受講者番号23  |
|    | 質問                      | 現地調査等をされた中で、農薬の影響が見られる事例がありますでしょうか。  |
|    | 回答                      | 平成元年からコンサル勤務し動植物調査に携わっていますが、農薬の影響が示唆される事例を確認して経験はありません(陸域・水域を含めて)。ただ、見た目は同じ環境でも生物種・生物量に差があると感じた地域はあります。その場合、どちらかといえば、農薬よりも人の関わりの減少(薪炭林の管理放棄に伴う植生遷移、水田等の休耕に伴う陸化・草地の樹林化等)による影響が大きいと考えています。なお、農薬は水生動物・水生昆虫に特に影響を与える可能性が考えられ、島根県でも過去からとある種の生息箇所が減少しているとの情報も聞きますが、農薬の関与を明確にした事例はなく、影響の度合いについても不明です。 |

|    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 項目 | 「魚道設計における自然環境・景観配慮」     |  |
| 講師 | 島根県技術士会 細澤 豪志 ((株)大隆設計) |  |
| ①  | 質問者                     | 受講者番号69  |
|    | 質問                      | 魚道の工法には様々なものがあるが、それぞれの施工条件や設置条件・比較を知りたかった。   |
|    | 回答                      | ご質問、ありがとうございます。<br>既設の魚道の大半は頭首工等の施工時に設置された古典的な階段式魚道がほとんどです。施工条件はバラバラでとりあえずついているという印象のものが多く、魚道として機能していない場合も多く見られます。バーチカルスロットなど後発の魚道は、階段式魚道の欠点を補うべく開発されたものとなります。同じ設置条件であれば機能面で優れていると解釈して差し支えないと思います。<br>水辺の小わざとして紹介した魚道も古典的階段魚道など機能していない魚道の機能改善で施工されます。設置条件としては、堰の高さが2m以下であることが条件となります。<br>新設する場合、現場条件(横断工作物の高さ、河床勾配、水理条件)で施工条件が変わります。魚道に流せる流量、確保可能な魚道延長、勾配が大事な条件になります。その後、魚道の候補を比較検討(施工性・経済性・機能面など)しますが、地元の意見も重要な要件となります。 |
| ②  | 質問者                     | 受講者番号23  |
|    | 質問                      | 越流した魚はAIなどでわかりませんか。  |
|    | 回答                      | ご質問、ありがとうございます。<br>弊社ではやっておりませんが、アユの遡上数の自動計測が長良川河口堰で研究されております。実用化レベルで実証されておりますが、他の魚種についてはこれから研究開発が進むと思われます。<br>《参考となる資料》<br>長良川河口堰におけるAI技術を活用した アユ遡上数自動計数システムの構築(田中ほか)<br>(※別添PDFファイル参照)   |

|    |                   |   |
|----|-------------------|---|
| 項目 | 「自然環境調査の事例」       |   |
| 講師 | (株)エイト日本技術開発 江口 憲 |   |
| ①  | 質問者               | 受講者番号69   |
|    | 質問                | この業務で調査した結果、実際どのような対策が講じられたかということについても可能であれば知りたかった。   |
|    | 回答                | 発破時のオオタカへの影響監視として、巣内を監視しました。結果、オオタカに発破を忌避するような行動が見られなかったため、施工サイドには、計画通りの発破工程で進めて問題ない旨を伝えました。<br>このため、実際には追加対策を行うことはありませんでした。<br>火薬量や発破頻度を徐々に増やすコンディショニングを加味した発破計画で施工を進めましたが、オオタカも気にする様子はなく、発破も当初予定通りに完工しました。また、オオタカの雛も順調に成長し、無事に巣立ちました。 |
| ②  | 質問者               | 受講者番号23 株式会社藤井基礎設計事務所 藤井 勇  |
|    | 質問                | 巣の場所はすぐにわかりますか。   |
|    | 回答                | 観察を開始し、対象猛禽類の動き方で即日に巣の位置が分かる場合もあります。場合によっては、観察位置から巣が見えることもあります。<br>しかし、多くは、数か月(基本は3日間/月)の調査を積み重ね、巣の位置を絞っていき、繁殖に影響がない時期に林内踏査を実施し、巣の位置を特定することが多いです。   |

## 第17回「自然環境・景観に配慮した設計と施工」質問票

|    |                              |   |
|----|------------------------------|---|
| 項目 | 「景観に配慮した設計」                  |   |
| 講師 | 島根県技術士会 花本 孝一郎 ((株)ワールド測量設計) |   |
| ①  | 質問者                          | 受講者番号23   |
|    | 質問                           | 計画はあまりしてないのですが、通景線は一般的なものですか。   |
|    | 回答                           | <p>「通景線」はいわゆる景観の見通し線のことを指しますが、景観自体の言葉としては「通景」が使われることが多いようです。環境省でも、「通景線伐採」ではなく「通景伐採」とされています。ただ、通景線という言葉自体は環境関係の技術者間では使われています。(ネットでも出てきますので)</p> <p>本来、通景は、直線的かつ奥行きを感じるビスタ景観(景観の中央にある象徴、ランドマークなどを望んで、両側に並木など対称?となるような眺望景観)を示しています。</p> <p>その意味では、日御碕の伐採は厳密には通景線伐採とは言えないかもしれませんが、環境省でも展望の妨げになる樹木等を伐採することを「通景伐採」と言っておりますので、通景という言葉は公園事業等では一般的に使われている言葉と考えています。斐伊川の事例で、木次大橋を中央に置いた直線的な河川と、両岸に緑があるような景観はビスタ景観(通景)と言えます。</p> |

# 長良川河口堰におけるA I 技術を活用した アユ遡上数自動計数システムの構築

田中 幹大<sup>1</sup>・國枝 信明<sup>2</sup>・市原 裕之<sup>3</sup>・米澤 喜弥<sup>4</sup>

<sup>1</sup> (独) 水資源機構 長良川河口堰管理所 環境課 (〒511-1146 三重県桑名市長島町十日外面136)

<sup>2</sup> (独) 水資源機構 岩屋ダム管理所 (〒509-1602 岐阜県下呂市金山町卯野原6-27)

<sup>3</sup> (独) 水資源機構 経営企画本部 経営企画部 国際課 (〒330-6008 埼玉県さいたま市中央区新都心11-2)

<sup>4</sup> (独) 水資源機構 徳山ダム管理所 管理課 (〒501-0815 岐阜県揖斐郡揖斐川町開田448)

長良川河口堰の魚道の機能を確認するための稚アユの遡上調査について、これまでは魚道を撮影したビデオ映像から人の目視により稚アユの遡上数を手動計数してきたが、より効率的な計数方法とするため、2019年にAI (人工知能) を用いたアユ遡上数自動計数システムを構築した。本システムは、魚道のビデオ映像をもとに、AIによりアユを特定しつつ、その遡上数を自動で計数するものであり、2020年稚アユ遡上期の試行運用において実用化レベルでの有効性が確認できた。

本稿では、アユ遡上数自動計数システムの構築と、その本格運用に向けた取組みを報告する。

キーワード 長良川, 魚道, アユ遡上, A I, 自動計数

## 1. はじめに

長良川のアユは、世界農業遺産「清流長良川の鮎」や岐阜県の地域ブランド「郡上鮎」に代表されるように、長良川流域の貴重な水産資源および観光資源であり、海から長良川へ遡上する天然アユは、長良川流域のみならず全国でも関心の高い注目種である。よって、河口から5.4km上流の地点に位置する長良川河口堰 (以下「河口堰」という) では、稚アユ遡上期における日々の調査で得られた稚アユ遡上数を毎日平日にホームページにて公開することにより、魚道の効果を示すとともに、漁業関係者や遊漁者などへ貴重且つ重要な情報を提供している。

河口堰における稚アユの遡上数調査は、稚アユの遡上を確認される2月頃から6月末までの期間において、遡上盛期 (4月1日～6月10日) は毎日、それ以外の日は2～3日に1回の間隔で日の出から日の入りまでを対象に、左岸呼び水式魚道の陸側において、魚道を真上から撮影したビデオ映像から人の目視により稚アユの遡上数を手動計数している (写真-1) が、今後も継続的な調査員の確保が懸念されるため、稚アユ遡上数の自動計数化が求められていた。

これまでの自動計数装置の事例としては、光電管方式、超音波方式、電気伝導度の変化を利用した電極棒方式の



写真-1 目視による稚アユ遡上数調査状況

ほか、ビデオカメラによる画像解析方式が挙げられる<sup>1)</sup>。このうち、超音波方式については、河口堰建設時に開発を進めてきたものの、連続的に遡上する魚影を一尾ずつ分離するまでには至らず現在の目視による計数に至っている経緯がある。また、その他の方式も特定した魚種のみを自動計数するには至っておらず、同時期に同程度の体長となるボラの稚魚などが遡上する河口堰での採用は不適であった。

しかし、近年ではICT技術の進展により、AIによる画像認識技術が著しい進化を遂げ、映像から特定の物体を認識することも可能となっていたことから、河口堰ではこのAI画像認識技術に着目し、ビデオ映像をもとに、稚アユの泳ぎ方などを予めAIで学習させることでアユかアユ以外かの魚種判定を行いつつ、稚アユの遡上数を自動で計数する「アユ遡上数自動計数システム」を2019年に構築した。

## 2. アユ遡上数自動計数システムの概要

アユ遡上数自動計数システムは、左岸呼び水式魚道の陸側を真上から撮影したビデオ映像から稚アユを特定したうえでその遡上数を自動計数し、その結果を出力するシステムとした。図-1に本システムの全体フロー、表-1に本システムの内容を示す。

このシステムの根幹をなす稚アユとそれ以外の魚種の判定と稚アユのみの遡上数の自動計数を行う「アユ遡上数計数モデル」（以下「アユモデル」という）の作成に当たっては、これまでの稚アユ遡上の計数で培われた経験を生かしてモデルの有用性を確保したうえで構築する必要があった。

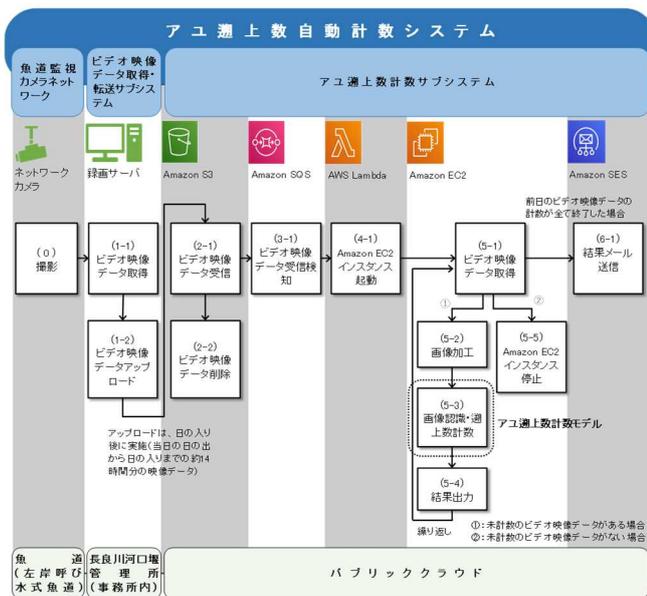


図-1 アユ遡上数自動計数システムの全体フロー

## 3. アユモデルの検討

### (1) アユモデルの概要

アユモデルは、稚アユの遡上状況を撮影したビデオ映像データから、稚アユとそれ以外の魚種とを判別するとともに、稚アユのみを検出し、遡上が認められた稚アユの個体数を計数し、計数結果を出力できる機能を持つコンピュータプログラムである。この稚アユとそれ以外の魚種の判定には、AIによる画像認識を利用し、AIが判定した稚アユは計数アルゴリズムによりカウントを行う。

AIによる画像認識においては、機械学習技術（教師あり学習）を使用した物体検出を活用し、機械学習に必要な教師データは、既往の稚アユ遡上調査により撮影したビデオ映像から抽出した稚アユ約17,000尾と、魚種の判別のため、それ以外の魚種約3,200尾の画像データを用いた。

### (2) アユモデルの精度評価

アユモデルの精度指標は、目視による計数結果が存在するため、「目視による計数結果」を正解とした場合の「AIによる計数結果」の差の割合による『正解率』を用いた。また、AIがアユを見逃した件数と他の物体をアユと誤判定した件数が同数の場合、正解率が100%になる可能性があることを考慮し、実際にアユである物体をAIがアユと判定した割合とする『再現率』の2つを用い、

表-1 アユ遡上数自動計数システムの内容

| 機器名                 | 内容  |
|---------------------|---|
| 魚道監視カメラネットワーク       | 左岸呼び水式魚道の陸側を遡上する稚アユの遡上状況を、魚道に設置した2台のネットワークカメラで撮影する。   |
| ビデオ映像データ取得・転送サブシステム | 魚道監視カメラネットワークからアユ遡上数計数サブシステムへビデオ映像データを送るサブシステム。このサブシステムは次の機能から構成される。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 魚道監視カメラネットワークで撮影したビデオ映像データを録画サーバに保存する機能</li> <li>② 取得したビデオ映像データをパブリッククラウドに転送する機能</li> </ul>   |
| アユ遡上数計数サブシステム       | アユを判別しカウントするサブシステム。パブリッククラウド上で稼働する。このサブシステムは次の要素から構成される。 <ul style="list-style-type: none"> <li>① ビデオ映像データを取得し、静止画として切り出しながら画像の加工を行う機能</li> <li>② ビデオ映像データ中にアユが存在するかどうかを判別するAIを使用した判定機能</li> <li>③ AIが判別したアユをカウントする計数機能</li> <li>④ 計数結果を出力する機能</li> </ul> アユモデルは上記②と③に該当する。 |

それぞれの目標値は、正解率90%以上、再現率80%とした。これは正解としている「目視による計数結果」にも魚種判定の誤りなどの誤差を含んでいることや再現率は正解率より難易度が高いことを踏まえ設定したものである。正解率と再現率の数式をそれぞれ数式-1、数式-2に示す。

このアユモデルを用いて2019年稚アユ遡上盛期から終期（4月1日～6月30日）の映像データより計数を行った結果、稚アユ遡上数の増加や収束は目視による計数と同じ傾向であり、AIによるアユの判定ができていることが分かるものの、4月末以降は累計の乖離が大きく正解率は79.4%となり、目標値の達成には至らなかった（図-2）。

### (3) アユモデルの改善

計数結果の分析により、ビデオ映像が明るくはっきりと稚アユが見えている場合には稚アユの検出ができていない（写真-2）ものの、稚アユの誤検出や検出ができていないケースが確認された（写真-3）。

$$1 - \frac{|count - model|}{count}$$

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 目視による計数結果         | count |
| アユ遡上数計数モデルによる計数結果 | model |

数式-1 正解率を算出する式

$$\frac{a}{a + c}$$

|                   |     | 目視による計数結果 |     |
|-------------------|-----|-----------|-----|
|                   |     | アユ        | その他 |
| アユ遡上数計数モデルによる計数結果 | アユ  | a         | b   |
|                   | その他 | c         | d   |

数式-2 再現率を算出する式

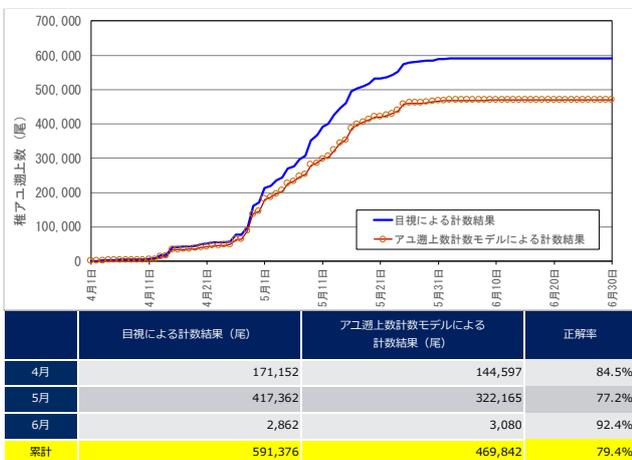


図-2 稚アユ遡上数計数結果（アユモデル改善前）

これらの課題には、アユの検出の確率を高めることを目的とした「検出の向上」、魚梯隔壁の汚れなどをアユとして判定してしまう場合があることからアユ以外の画像に対してアユと判定しない「判定の向上」の対応を実施（表-2）し、アユモデルの改善を図った（図-3）。

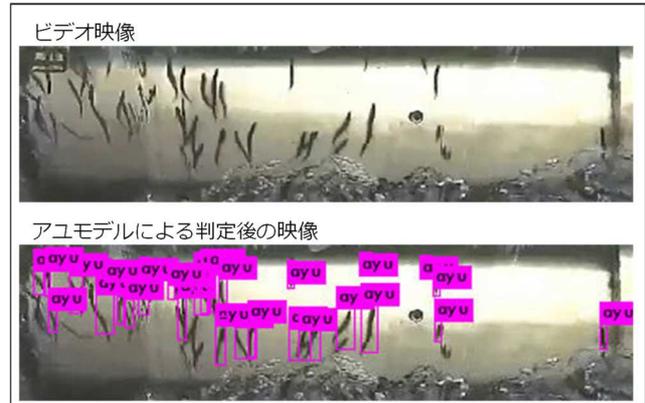


写真-2 アユの検出ができていない例

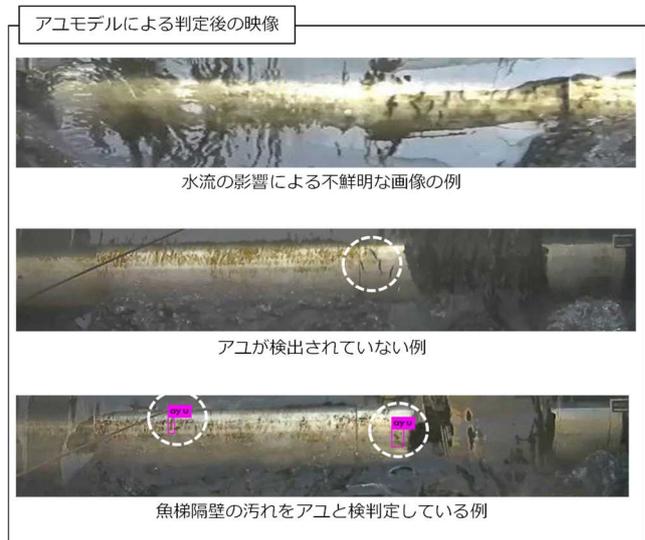


写真-3 アユの検出ができていないなどの例

表-2 「検出・判定の向上」の対応

| 内容    | 対応  |
|-------|---|
| 検出の向上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 魚道が屋外であり水面を撮影することから、水流や光量の影響を強く受ける。そのため、ビデオ映像を静止画像に変換する際に画像加工を行うことで、稚アユ検出の向上を図ることとした。具体的には、画像の明るさの調整や鮮鋭化を行った。</li> <li>② 計数作業で使用したビデオ映像のうち、アユとして検出できなかった画像を抽出し、教師データとして追加学習を実施した。</li> </ul> |
| 判定の向上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>① 梯隔壁部の汚れや水流の影、水面の光の反射をアユと判定しているものが確認され、この場合、静止画面中の同じ座標で繰り返しアユと判定していた。このように繰り返し検出している座標のデータについては計数を行わないよう計数アルゴリズムの改善を行った。</li> </ul>   |

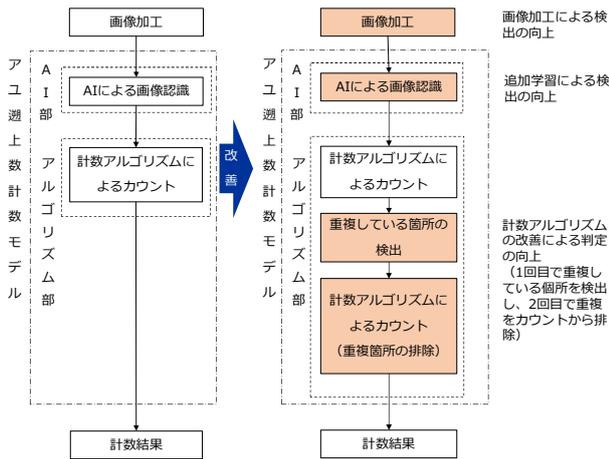


図-3 アユモデルの改善

(4) アユモデルの改善後の計数結果

改善後のアユモデルによる再計数の結果は、目視による計数結果との差が縮まり、正解率は目標値90%を達成した(図-4)。また、改善前のアユモデルにおいて正解率の低かった時間帯を抽出した再現率は、12.1%から82.6%へ大幅に改善し、目標値80%以上を達成した(図-5)。

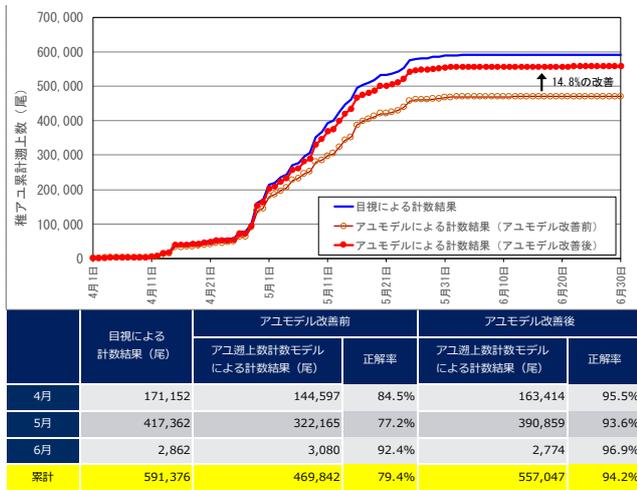


図-4 稚アユ遡上数計数結果(アユモデル改善後)

| No | 対象データ             | 目視による計数結果(尾) | アユモデル改善前 |       |                |       | アユモデル改善後 |       |                |       |
|----|-------------------|--------------|----------|-------|----------------|-------|----------|-------|----------------|-------|
|    |                   |              | 計数結果(尾)  | 正解率   | アユをアユと判定した数(尾) | 再現率   | 計数結果(尾)  | 正解率   | アユをアユと判定した数(尾) | 再現率   |
| 1  | 4月30日 13:20~13:30 | 1,191        | 422      | 35.4% | 308            | 25.9% | 1,089    | 91.4% | 969            | 81.4% |
| 2  | 5月3日 8:10~8:20    | 1,626        | 224      | 13.8% | 185            | 11.3% | 1,471    | 90.5% | 1,328          | 81.7% |
| 3  | 5月9日 13:00~13:10  | 520          | 15       | 2.9%  | 12             | 2.3%  | 533      | 97.5% | 461            | 88.7% |
| 4  | 5月10日 15:20~15:30 | 157          | 3        | 1.9%  | 3              | 1.9%  | 149      | 94.9% | 132            | 84.1% |
| 5  | 5月10日 17:30~17:40 | 49           | 0        | 0.0%  | 0              | 0.0%  | 38       | 77.6% | 37             | 75.5% |
| 6  | 5月13日 18:20~18:30 | 82           | 1        | 1.2%  | 1              | 1.2%  | 80       | 97.6% | 66             | 80.5% |
| 7  | 5月16日 5:30~5:40   | 706          | 19       | 2.7%  | 17             | 2.4%  | 658      | 93.2% | 583            | 82.5% |
| 8  | 6月2日 17:00~17:10  | 12           | 1        | 8.3%  | 1              | 8.3%  | 11       | 91.7% | 10             | 83.3% |
|    | 合計                | 4,343        | 685      | 15.8% | 527            | 12.1% | 4,029    | 92.8% | 3,586          | 82.6% |

図-5 アユモデル改善前後の再現率

4. 2020年試行運用の結果

アユ遡上数自動計数システムの構築が完了した2020年4月21日から本システムの試行運用を開始し、6月30日まで計数を行った結果、月ごとおよび累計ともに、前年に引き続き正解率は目標値90%を達成し、アユモデルの汎化性能の高さを確認した(図-6)。

10分ごとの目視計数結果に対する自動計数結果の計数比は、平均で92.1%であり、その多くが80%~120%に集中している。また、稚アユ遡上数が多いときも高い精度を維持して計数ができていることが分かる(図-7)。

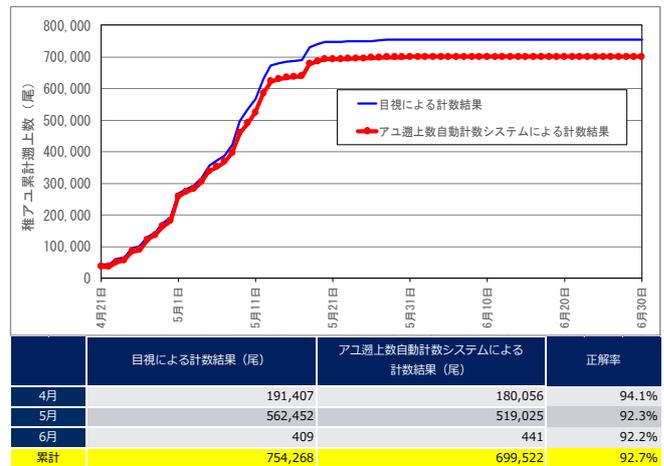


図-6 稚アユ遡上数計数結果(2020年試行運用)

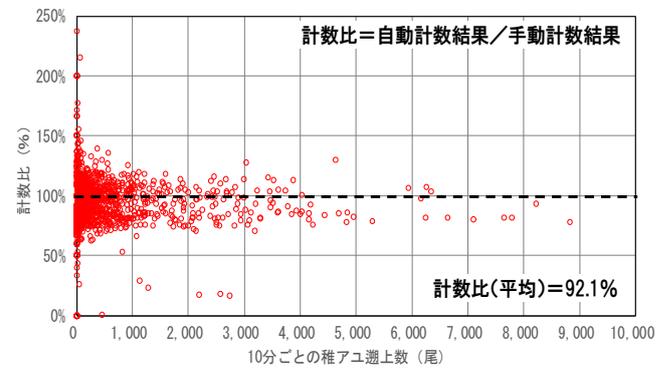


図-7 10分毎の計数比

5. まとめ

河口堰の魚道を遡上する稚アユの計数方法について、これまでの人の目視による手動計数から自動計数化を図ることを目的にAIによる画像認識技術を用いた「アユ遡上数自動計数システム」を構築した。

これにより、河口堰で管理開始以来からの課題であった稚アユ遡上数の自動計数化が可能となり、計数作業の

省力化・効率化を図ることができる。また、この省力化によりコストの削減を図ることができる。

今後の課題としては、アユ遡上数自動計数システムの稚アユ検出精度の維持を図るため、魚梯隔壁の清掃やビデオ撮影箇所における遮光設備の設置はこれまで通り継続が必要である。

## 6. おわりに

2021年1月26日に開催された「令和2年度中部地方ダム等管理フォローアップ委員会」において、今後の長良川河口堰の稚アユの遡上状況の確認について、今回構築したアユ遡上数自動計数システムによって計測を行うことが了承された。その後、同年2月12日に河口堰の魚道で

当年初の稚アユの遡上を確認したことから、翌日2月13日より同システムの本格運用を開始し、計数結果は河口堰のホームページにて公開している。

今回、AIによる画像認識技術を活用し、稚アユという特定した魚種のみを自動計数するシステム構築を示したが、この手法は環境調査への応用としては国内において先駆的な例となるものと考えられる。堰施設で魚道を遡上する魚類の調査は広く行われており、ビデオ映像から人の目で魚種を判別できる状況にあれば、応用可能と考えられることから、今回構築したシステムの今後の活用が期待される。

## 参考文献

- 1) 廣瀬利雄・中村中六(1991). 魚道の設計. 財団法人ダム水源地環境整備センター. p. 332-335.

