

# W3Cで策定しているブラウザに実装される国際標準仕様

## Core Web

Web のコア技術はいまなお進化し続けています。CSS WG では 90 を超える領域について、130 個を超える仕様書を開発・維持しており、いまなお新しいデザイン上の概念の CSS への実装や、実利用での不便性から要請された新機能の追加を活発に行っています。また、W3C のコミュニティーグループである Web Incubator CG (WICG) や Open UI CG では、HTML 仕様を所管する WHATWG や CSS WG と協働して Web に新規追加すべき新しい API のインキュベーションや、既存の多数の UI ライブリで共通して実装されている UI 機能を抽出し概念化することで HTML や CSS に新しい機能・概念を導入する活動が行われています。数式をブラウザ上で表示するための MathML についても、基本的な機能に限定した MathML Core と MathML 第 4 版に分割した形で Math WG において開発が続いています。

## Web Applications

2010 年前後の "Browser as a Platform" の概念の急速な普及以来、Web へ OS を代替するべくさまざまなアプリケーションプラットフォーム機能が追加され、また次々に登場するハードウェア機能への対応や快適な動作に向けたパフォーマンス解析への対応など幅広い新機能が取り込まれています。近年でも、機械学習の発展により GPU のみならず専用チップの Web からの活用など、新領域への不断なき対応が続いている。

## Performance

快適なウェブサービスの利用のためには、パフォーマンスを測定し改善すべき点を検出することが不可欠です。Web Performance WG ではブラウザでのウェブページの読み込みやユーザ操作について処理に要した時間などを解析するための時間データを取得する仕様を開発しています。また、近年では CDN などを含めた多数のサービスを連携させて構築する分散システムでのウェブサービスが広く普及しており、OpenTelemetry などのサービス間をつないでパフォーマンスデータを収集しオブザーバビリティシステムで解析することの重要性がますます増大しています。Distributed Tracing WG ではこのトレース情報の伝播の標準仕様を提供しています。これらの検証を自動的に行えるようにするために、ブラウザ上のユーザの操作をシミュレートする仕様である WebDriver を Browser Testing and Tools WG で開発しています。ブラウザとのやり取りを双方向で行うための WebDriver BiDi の策定も進行中です。

## Hardware support

スマートフォンの普及とともにそれまで画面表示の処理がメインだったブラウザにもさまざまなデバイス・センサーからのデータ取得機能が搭載されるようになり、また近年ではデータ処理を CPU 以外のチップでも行うようになってきており、かつ 3 次元データの活用やカメラと合わせた AR なども普及してきました。GPU for the Web WG ではブラウザから直接 GPU に処理をさせて 3D 計算を行う WebGPU や画面表示を作るためのシェーディング言語 WebGPU Shading Language (WGLSL) を開発しており、AR や VR を包含する XR 向けには Immersive Web WG がブラウザ上で DOM といった HTML 機能を活用しつつ XR を実現する WebXR を開発しています。また、最近の機械学習の発展により GPU 以外に TPU と呼ばれる機械学習専用プロセッサが搭載されるようになり、Web Machine Learning WG では GPU と TPU の双方を活用できる Web Neural Network API を開発中です。デバイスにあるセンサーからのデータ取得については、fingerprinting の悪用が広がるとともに、デバイス機能アクセスへのユーザ承認の権限プロンプトの整備が進行しましたが、並行して USB 経由などの悪意のあるデバイスの接続などの懸念も広がっており、Privacy WG などとともに権限プロンプト機構の抜本的更新のための議論も進んでいます。また、各種センサーの値を取得する Generic Sensor API 仕様やその拡張仕様を開発している Devices and Sensors WG では、読み取った値にランダムノイズを載せるなどといった fingerprinting 対策の仕様更新を行っています。

## Extended interfaces

ブラウザがアプリケーションプラットフォーム化するとともに、より高機能な UI を作りたい要求が出てきました。Pointer Events WG ではマウス・ペンの詳細な情報取得やイベントへの対応、Second Screen WG では全画面表示や 2 画面以上の画面に対応する仕様、これらとともにアプリケーションを実現するための UI Events、Push API、Service Workers、File API など多数の API が Web Applications WG で開発され続けています。また、自由にフォントを利用するためオンラインでフォントを供給・利用するために特化した WOFF 形式、より効率的にグリフデータを供給する Incremental Font Transfer の仕様を Web Fonts WG で開発中です。文字入力についても、Web Editing WG で表示上の文章の選択、クリップボードや仮想キーボードの扱いのための仕様が開発されています。これらの動作パフォーマンスの向上のため、JavaScript ではなく機械語で直接効率化された CPU 処理を行う WebAssembly 仕様も提供しています。

## Media and Entertainment

高度な UI を形成するには画像・動画といったメディア対応が必須になります。また、近年の急速な社会のオンライン化により、効率的なオンライン通信への要求も高まっています。多様な画像・動画形式が利用されていますが、W3C では PNG WG にて PNG 形式の刷新や、XML ベースのベクター画像形式である SVG 仕様のメンテナンスを SVG WG にて行っています。

## Movie

動画、音声処理については、Audio WG にて、シンセサイザーを実現するような、音声グラフ、音源、エフェクト、立体音響など豊富な機能を持つ Web Audio API の初版勧告仕様を 2021 年に公開して以来、より使いやすい仕様にするための更新を続けています。また、Media WG ではビデオ表示のための MSE/EME の公開以降も、他のアプリの稼働時に画面上にビデオを表示し続けるための Picture-in-Picture や、再生制御などを表示するための Media Session、メディアデータを処理するコーデックを利用するための WebCodecs などの仕様を継続して開発し続けています。

## Streaming

ブラウザ上でオンラインビデオ通話を実現する WebRTC の公開草案初版が 2011 年に Web Real-Time Communications (WebRTC) WG から公表されて以来、ブラウザでの動画生成を含めたメディア通信機能が拡張されてきました。WebRTC WG では WebRTC の開発に並行して、画面キャプチャの Screen Capture、カメラ動画などをブラウザで扱えるようにする Media Capture and Streams や動画データそのものを編集するための MediaStream の各種仕様を開発しています。そして WebRTC の利用が進化する中で、より効率的にかつさまざまな機能を併用してオンライン通信を行う要請が強くなったことから、WebCodecs など WebRTC の多数の構成要素を分割したそれぞれについての仕様策定が進められています。WebTransport WG ではその中でも HTTP/3 上で双方向通信を実現するための WebTransport 仕様を IETF と協働して開発しています。

## Trust

オンライン通販や金融サービスなど、日々の生活がオンラインサービスに依存するようになってきている中、日常のさまざまな場面で ID と認証を利用しておらず、安全な Web の重要性が高まっています。Web Application Security WG では、多数のサービスの連携によるウェブサービスにおいてコンテンツを読み込むかどうかのポリシーを定義するための CSP や、ウェブ開発者がブラウザの機能をサイトで利用するときにユーザの許可を得るための Permissions Policy などを策定しています。

## Authentication

認証の領域では、パスワードをネットワーク上に送信せずに認証を行う機構を標準化する FIDO と協働で Web Authentication WG がブラウザ上で FIDO 方式の認証を実現する Web Authentication 仕様を開発しており、ID プロバイダー (IdP) を利用した認証をサービスが利用する際に、ブラウザ側で OIDC や SAML と互換性のある手法による認証・認可情報のやり取りを行なうようにするための Federated Credential Management (FedCM) API が Federated Identity WG にて議論されています。後者は一旦外部サイトに移動し認証してから、認可情報を 3rd party cookie などを利用し戻ってくるような機構を置き換えるものです。

## Payments

Web Payments WG が決済自体やその情報の扱いをブラウザが行うための仕様である Payment Request API を開発しており、加えて決済認証においては PSD2 などの強固な顧客認証の規制にも準拠する Web Authentication をベースとした強固な認証方法となる Secure Payment Confirmation (SPC) を開発中です。

## Ad

3rd party cookie などのユーザ追跡の利用などで課題が提示されることが多い広告領域については、2024 年 11 月に Private Advertising Technology WG (PATWG) が設立され、プライバシーに配慮した形でどのような機構が考えられるのかを含めた検討が進められています。

また、ユーザによるデータ主権に関連して、ユーザが管理権限を持つ領域にあるユーザデータをオンラインサービスが利用するための新しいプロトコルの策定が Linked Web Storage WG で始まっています。