

# 複数通信環境における Prerendering の有効性評価

新美 昂正<sup>†</sup> 稲村 浩<sup>†</sup> 石田 繁巳<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 公立はこだて未来大学

## 1 はじめに

Web ページの表示速度はユーザ体験に直結する重要な要素である。ページ遷移時の表示速度を向上するため、Web ブラウザには、次に遷移すると予測されるページを読み込んで描画するまでの処理を事前に行う「Prerendering」が導入されている [1]。Prerendering が成功した場合には、ページ表示時間が通常のページ遷移よりも短縮される。

Prerendering による事前通信は投機的な実行であるため、予測が外れた場合には不要な通信を行ったこととなる。帯域が制限された通信環境では、Prerendering による通信がページ遷移に必要なリソース取得と競合してページ表示性能を悪化させる可能性がある。

ページ表示性能の低下は、ユーザが操作可能になるまでの待ち時間を増加させ、Web ページの利用体験に影響を与える。

Prerendering に関する既存研究として、Prefetch や Prerendering 手法の整理や評価を行った調査研究が報告されている [2]。この研究では、Prerendering が成功した場合の表示高速化効果に主に注目しており、Prerendering によって事前に行われた通信が Web ページリソース取得に与える影響については評価されていない。

本稿では、Prerendering 処理中に Prerendering 対象ではないページに遷移した場合に着目し、Prerendering によって発生する通信が遷移先ページの表示性能に与える影響を評価する。

## 2 Prerendering による通信コストの測定手法

### 2.1 評価の概要と遷移シナリオ

本稿ではモバイル通信条件を想定し、帯域や遅延が異なる複数の通信条件で評価を行う。実験で扱う対象ページは Light, Medium, Heavy の 3 種類とする。各ページの転送量を表 1 に示す。Prerendering を用いない通常遷移を baseline として扱い、Prerendering 処理対象ページ以外のページに遷移した場合を評価対象と

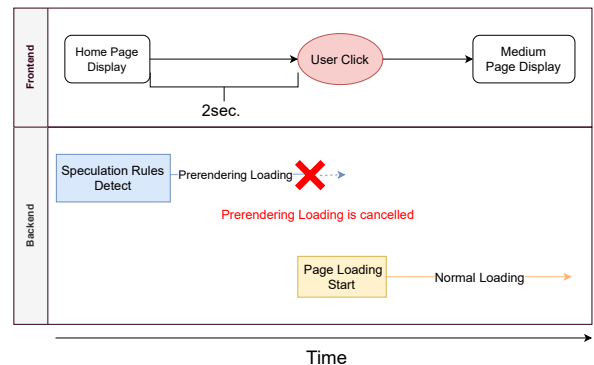


図 1: Prerendering を用いた遷移シナリオ

表 1: 評価対象ページの転送量

ページ種別	内容	転送量 [MB]
Light	テキスト	0.3
Medium	テキスト, 画像	1.8
Heavy	画像	5.0

する。具体的には以下の 2 つの遷移方式でページ表示性能の比較を行う。

- 通常遷移 (normal) : ユーザがリンクをクリックした後に、遷移先ページのリソース取得および描画を開始する一般的なページ遷移である。
- Prerendering 失敗遷移 (prefail) : Home ページにおいて Light, Heavy ページを Prerendering 処理中に、ユーザが Medium ページをクリックする状況を指す。

図 1 は、prefail における遷移シナリオを時系列で示したものである。Home ページの表示完了後に Speculation Rules による Prerendering Loading が開始される。その後、User Click により Normal Loading のページ遷移が発生する。Home ページでは、Prerendering が一定程度進行した状態を再現するため、Home ページ表示後に 2 秒間の待機時間を設けた上で遷移を行った。

### 2.2 計測指標と測定方法

ページ表示性能の評価指標として、Largest Contentful Paint (LCP) を用いる。LCP は、画面内に描画さ

Evaluating the Effectiveness of Prerendering under Multiple Network Conditions

Kosei Niimi<sup>†</sup>, Hiroshi Inamura<sup>†</sup>, Shigemi Ishida<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Future University Hakodate, Japan

<sup>†</sup>{b1022175, inamura, ish}@fun.ac.jp

表 2: 通信条件の詳細設定

通信条件	下り帯域 [Mbps]	遅延 [ms]
Vanilla	制限なし	なし
Fast4g	100	20
Regular4g	30	20
Fast3g	1.5	20
Slow3g	0.4	20

表 3: 各通信条件における平均 LCP と差分

通信条件	平均 LCP [ms]		差分 [ms]
	normal	prefail	
Vanilla	104.4	127.6	23.2
Fast4g	337.9	327.3	-10.6
Regular4g	321.8	364.1	42.3
Fast3g	3207.0	3304.6	97.6
Slow3g	11142.6	12104.7	962.1

れる画像またはテキストといった最大の視覚要素が表示完了するまでの時間を表す指標であり、ユーザ体験を評価する上で重要である [3].

Prerendering は、ユーザ操作に関係なく、非表示状態でページの描画を開始するため、ブラウザが返す LCP には、ユーザがリンクをクリックする前の 2 秒の待機時間が含まれる。そのため、本稿では、Google Chrome が提供する `activationStart` を用いて、以下の補正を行う。

$$LCP = LCP_{\text{raw}} - \text{activationStart}$$

この補正により、ユーザ操作後の LCP のみを抽出することが可能となる。各条件について 100 回の試行を行い、得られた LCP の平均値を用いて評価を行う。

### 3 評価

#### 3.1 評価環境

評価は、Windows OS 環境上の Ubuntu22.04 (WSL2) において、Chromium ver.143 を用いて実施した。ブラウザ操作および計測は、Puppeteer を用いたスクリプトにより自動化し、すべての条件で同一の手順を用いた。

各通信条件における帯域および遅延の設定値は、Google Chrome の DevTools で定義されている設定を参考にして決定した [4]。表 2 に、本稿で用いた通信条件の設定値を示す。

通信条件の再現には Linux の `tc` コマンドを用い、モバイル通信条件を想定した複数の帯域条件を設定した。

#### 3.2 評価結果

表 3 に、各通信条件における normal および prefail の平均 LCP とその差分を示す。帯域が十分に確保された Vanilla および Fast4g 環境では、normal と prefail

の LCP に大きな差は見られなかった。一方で、帯域が制限された環境では、prefail における LCP が normal と比較して増加する傾向が確認された。特に Slow3g 環境では、prefail の LCP が normal に比べて約 962 ms 増加しており、帯域の低下に伴って prefail 時の悪化が大きくなる傾向が示された。

#### 3.3 prefail 時における通信挙動の観測

prefail 時に LCP が悪化する要因を調べるため、Prerendering 実行中にユーザ操作によって別ページへ遷移した際の通信挙動を観測した。

Prerendering により開始されたリソース取得の一部は、ユーザによる操作を契機としてキャンセルされることが確認された。キャンセルまでの間に Prerendering 由来の通信と、遷移先ページの通信が時間的に重なって発生し、両者が並行して処理されている様子が観測された。

以上より、prefail 時には不要な通信が遷移先ページのリソース取得と競合し、LCP の悪化の一因と考えられる。

### 4 おわりに

本稿では、帯域および遅延を制御した複数の通信条件において、Prerendering による処理とは異なるページをユーザが選択した場合のページ表示性能への影響を評価した。その結果、帯域が制限された環境では、prefail における LCP が normal と比較して増加する傾向が確認された。

今後の展望として、通信状態に応じて Prerender の開始や中断を制御する仕組みや、通信競合を抑制するスケジューリング手法を導入することで、通信条件が悪化した場合であっても LCP の劣化を抑制可能なブラウザ挙動の検討が考えられる。

### 参考文献

- [1] Google Chrome Developers: Prerender pages in Chrome for instant navigations, <https://developer.chrome.com/docs/web-platform/prerender-pages/>. Accessed: 2025-12-23.
- [2] Buyuktanir, T. and Aktas, M. S.: Mobile prefetching and web prefetching: A systematic literature review, *International Conference on Computational Science and Its Applications*, Springer, pp. 75–89 (2022).
- [3] Google: Web Vitals, <https://web.dev/vitals/>. Accessed: 2025-12-21.
- [4] Google Chrome Developers: Network throttling profiles, <https://developer.chrome.com/docs/devtools/network/reference>. Accessed: 2025-12-30.