

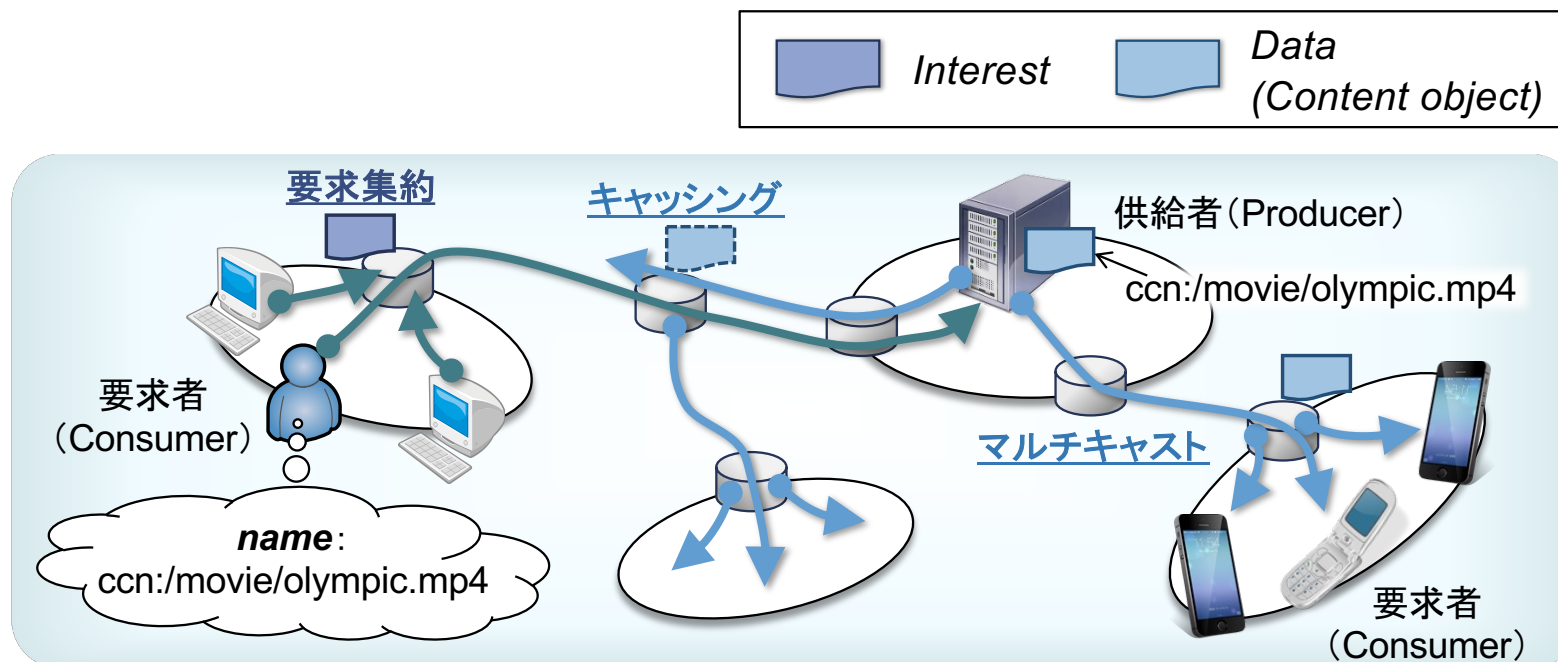
ICN / Cefore の概要

速水祐作

情報通信研究機構(NICT)

2023年8月22-23日

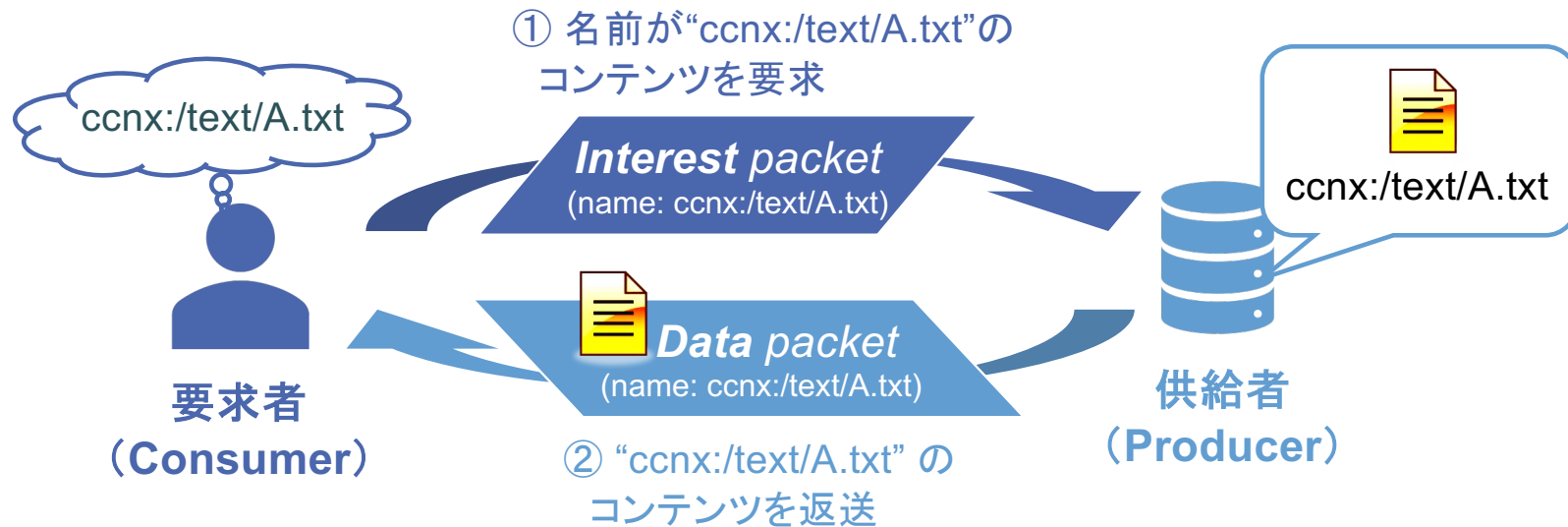
- ホスト中心ではなくコンテンツ中心のネットワークアーキテクチャ
 - IP アドレスではなくコンテンツ名を使用
- コンテンツを効率的に配布・取得するための仕組みをサポート



ICN の概略図

NICT コンテンツ名に基づく通信

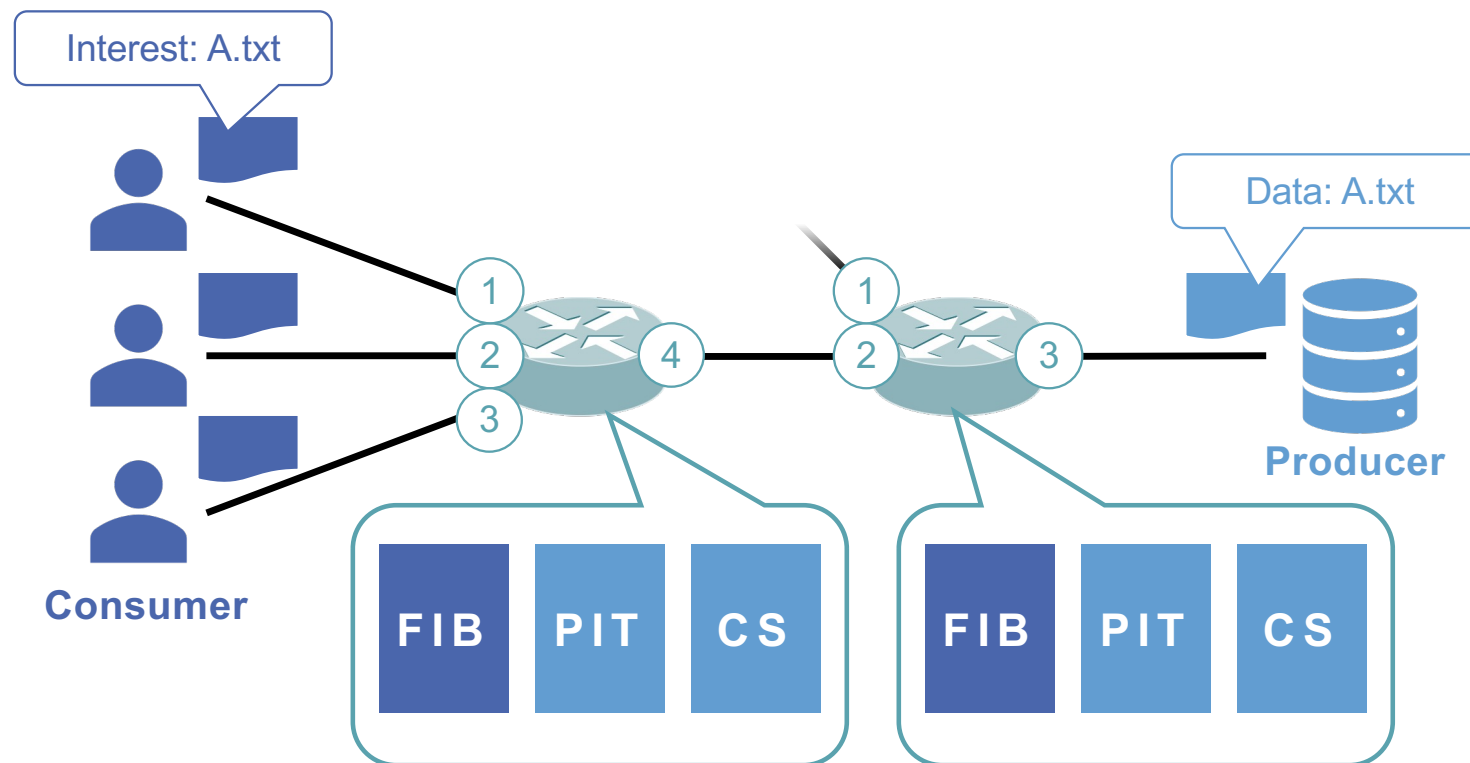
- 消費者(Consumer)と供給者(Producer)で通信
 - IP アドレスのような場所(通信相手)の情報は不要
- 2種類のパケットを用いて通信
 - **Interest**: コンテンツを要求するためのパケット
 - **Data/Content Object**: コンテンツを返送するためのパケット



NICT CCN の通信例

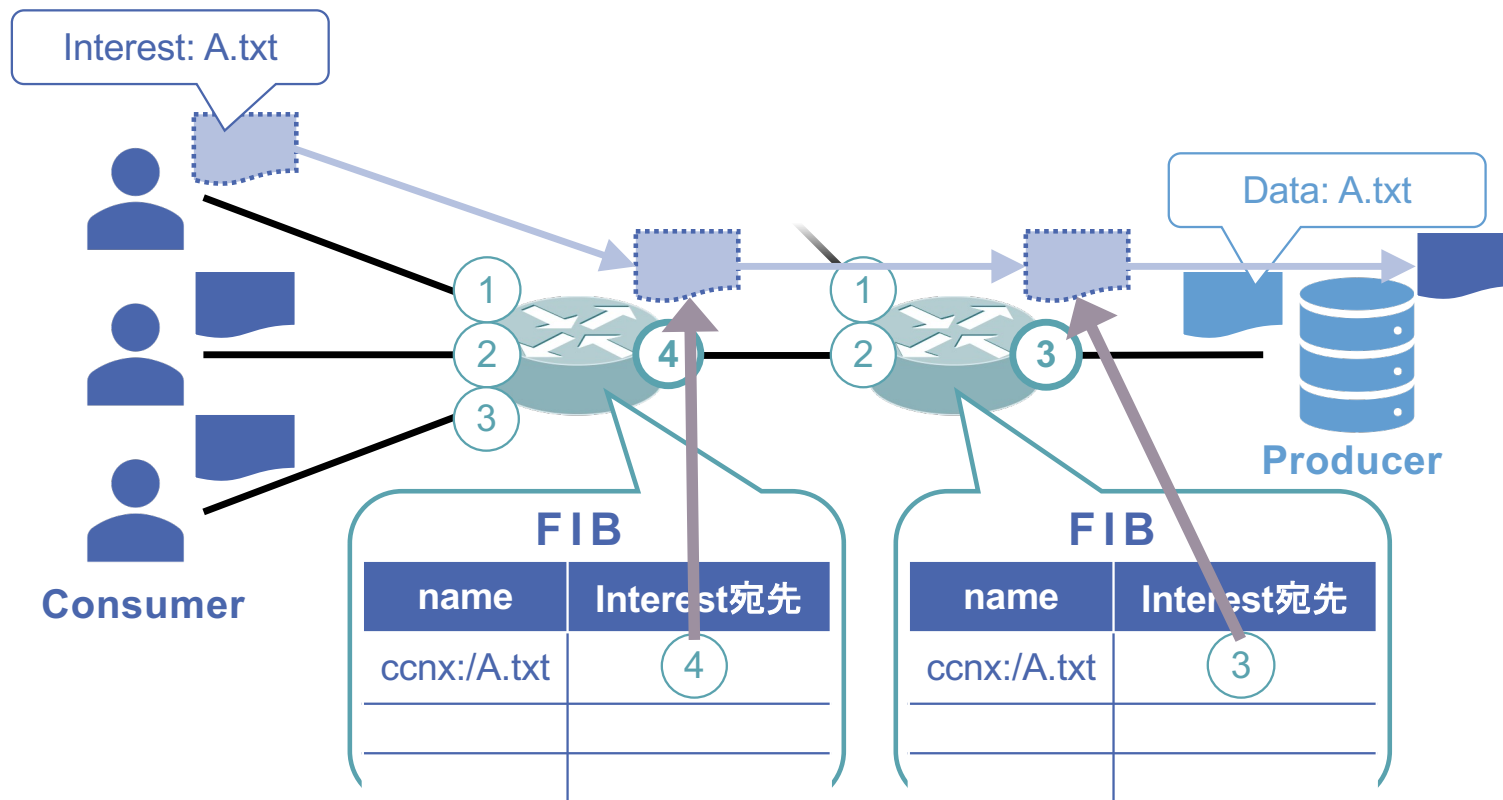
- CCN ルータはどのように通信を効率化するのか？

→例: 3人の Consumer が ccnx:/A.txt を要求



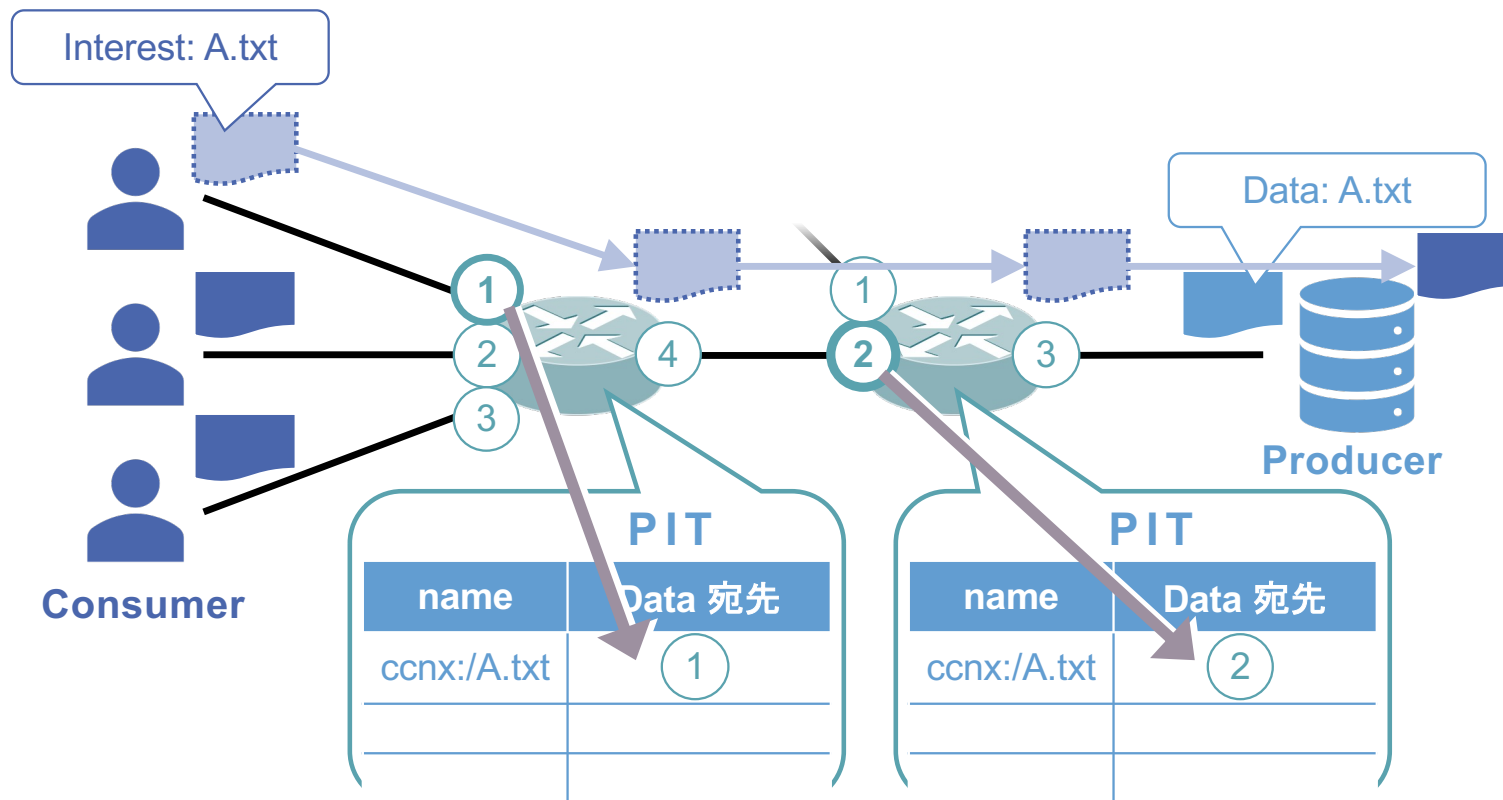
(1) Interest 転送

- 1人目の Consumer が Interest パケットを送出する
 - CCN ルータは **Forwarding Information Base (FIB)** に従って Interest パケットを転送する



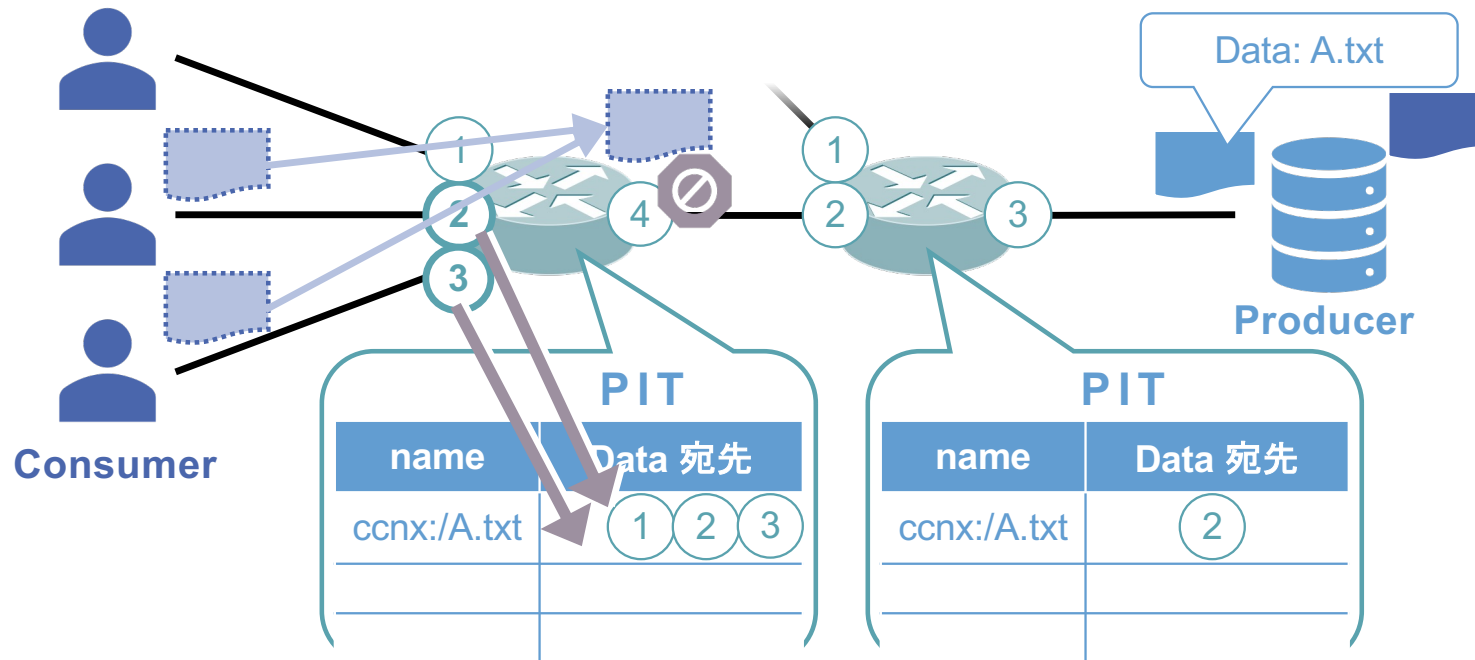
(2) 要求待ち Interest の記憶

- ルータは Interest を転送すると同時に、要求のあったポートを **Pending Interest Table (PIT)** に記憶する
 - 後で Data パケットの返送先として利用する



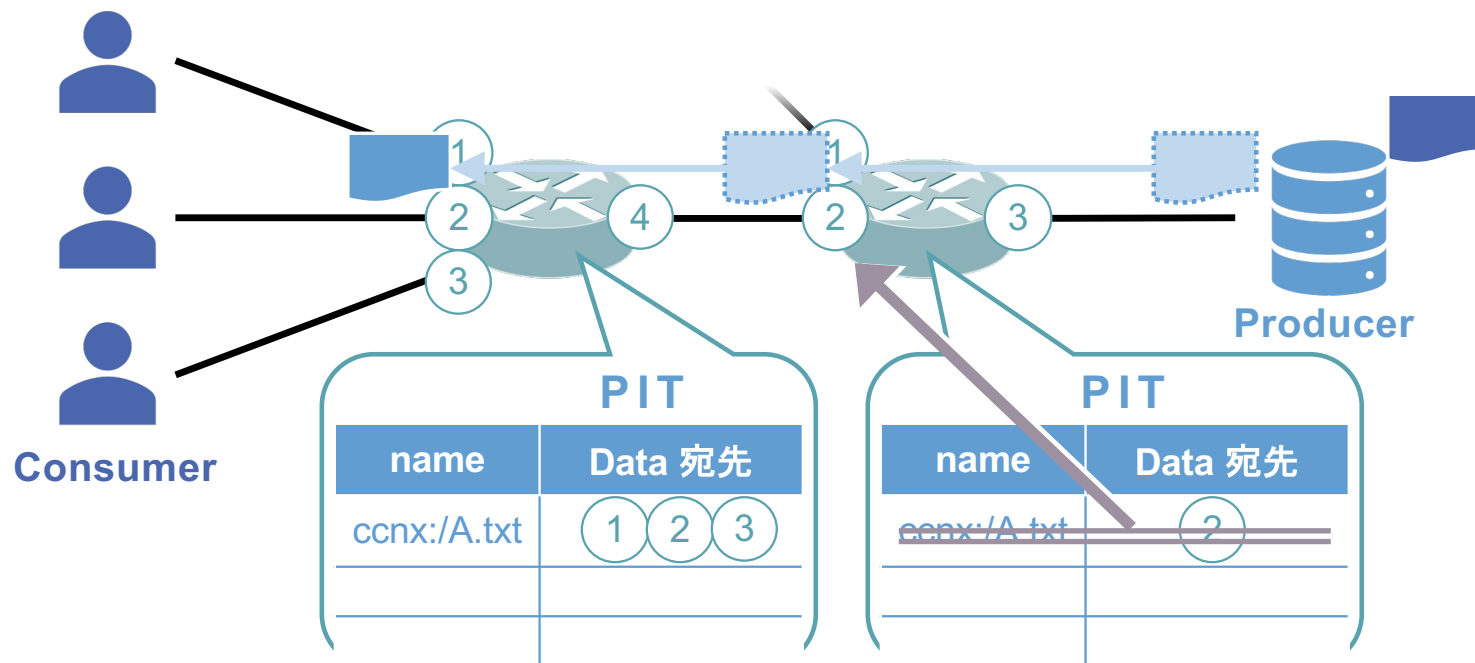
(3) 重複 Interest の集約

- Data パケットが返ってくるまでの間に、他の2人が Interest パケットを送出すると、ルータが集約する
 - ルータは以前と同じ要求だと分かるので転送はしない
 - PIT に3ポート分の情報が記憶される



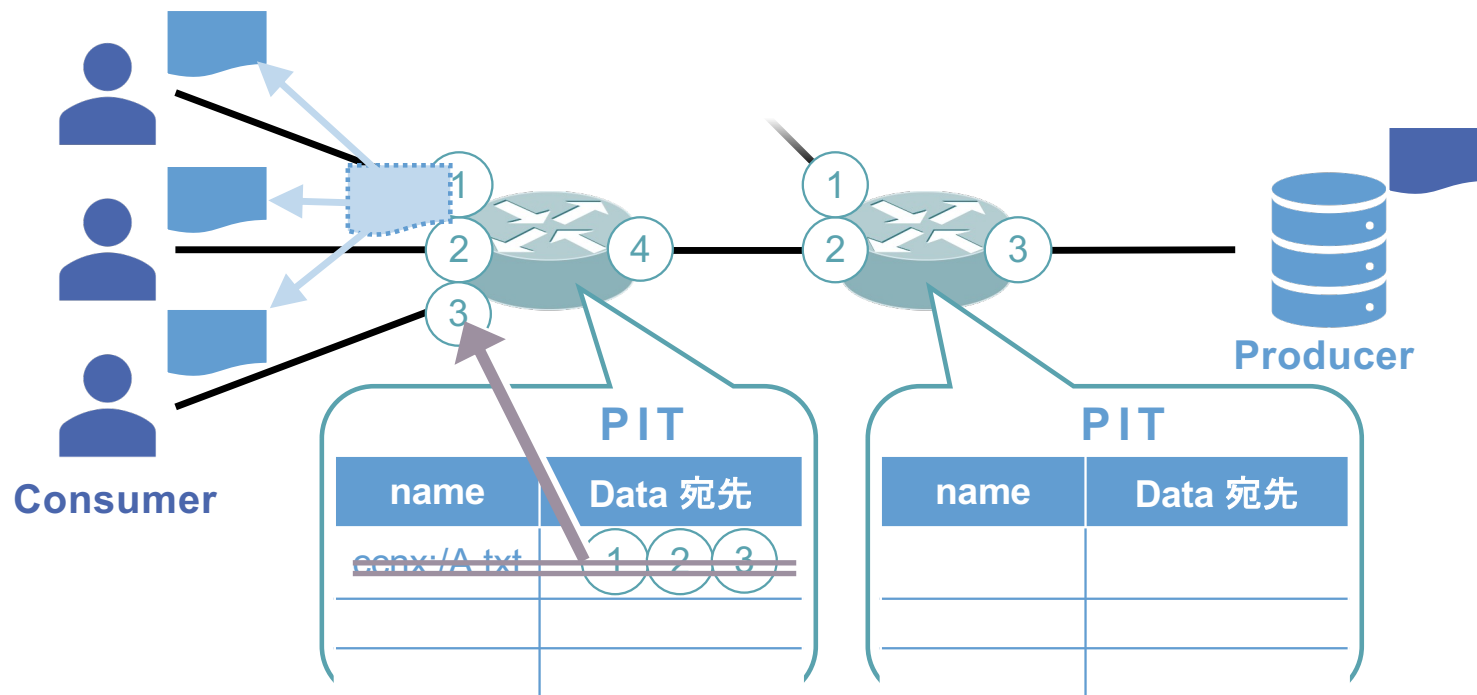
(4) Data パケットの返送

- Producer は Data パケットを返送する
 - Data パケットが転送されると要求が満たされたとみなし、**PIT** エントリは削除される
 - PIT エントリが無い限り Data パケットは転送されない



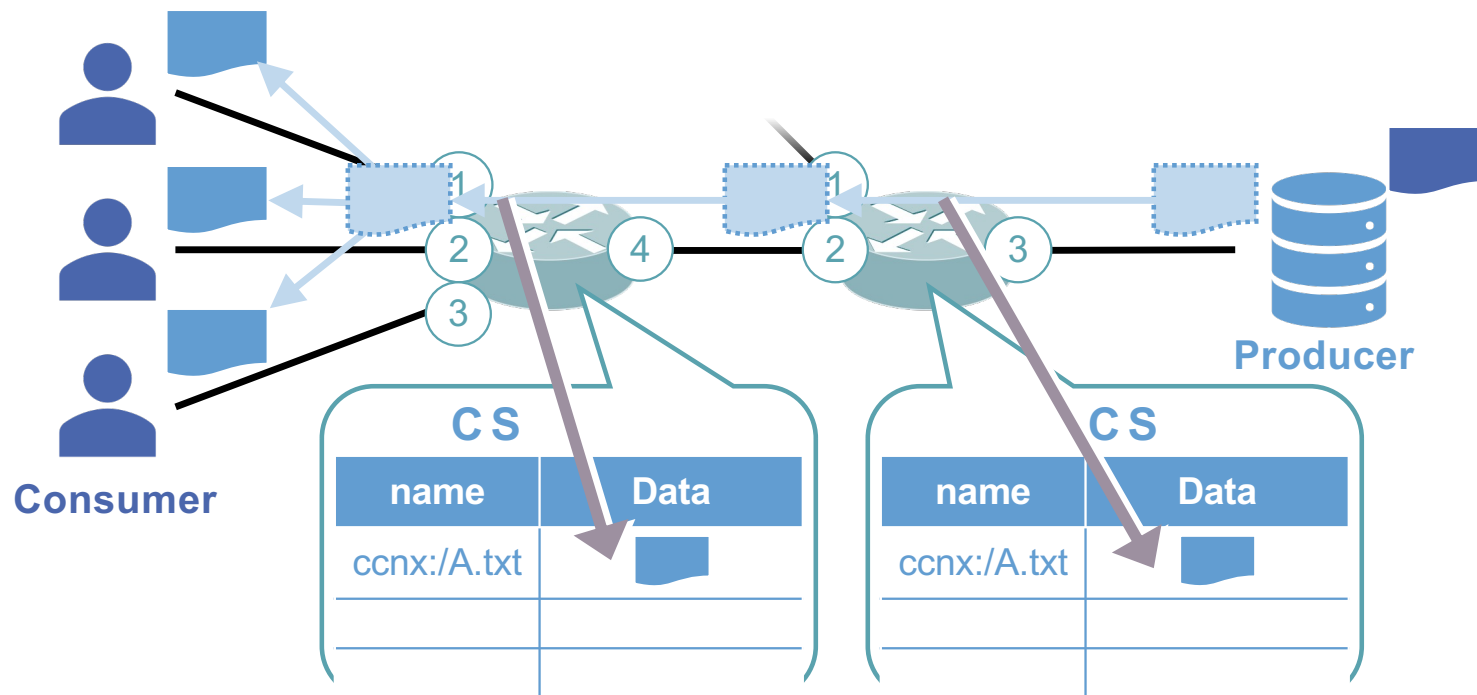
(5) Data パケットのマルチキャスト

- PIT に複数の要求が集約されている場合は、すべての要求に対して**マルチキャストされる**
 - 結果的に Producer が送出するパケットは1つで済み、**サーバの負荷が軽減される**



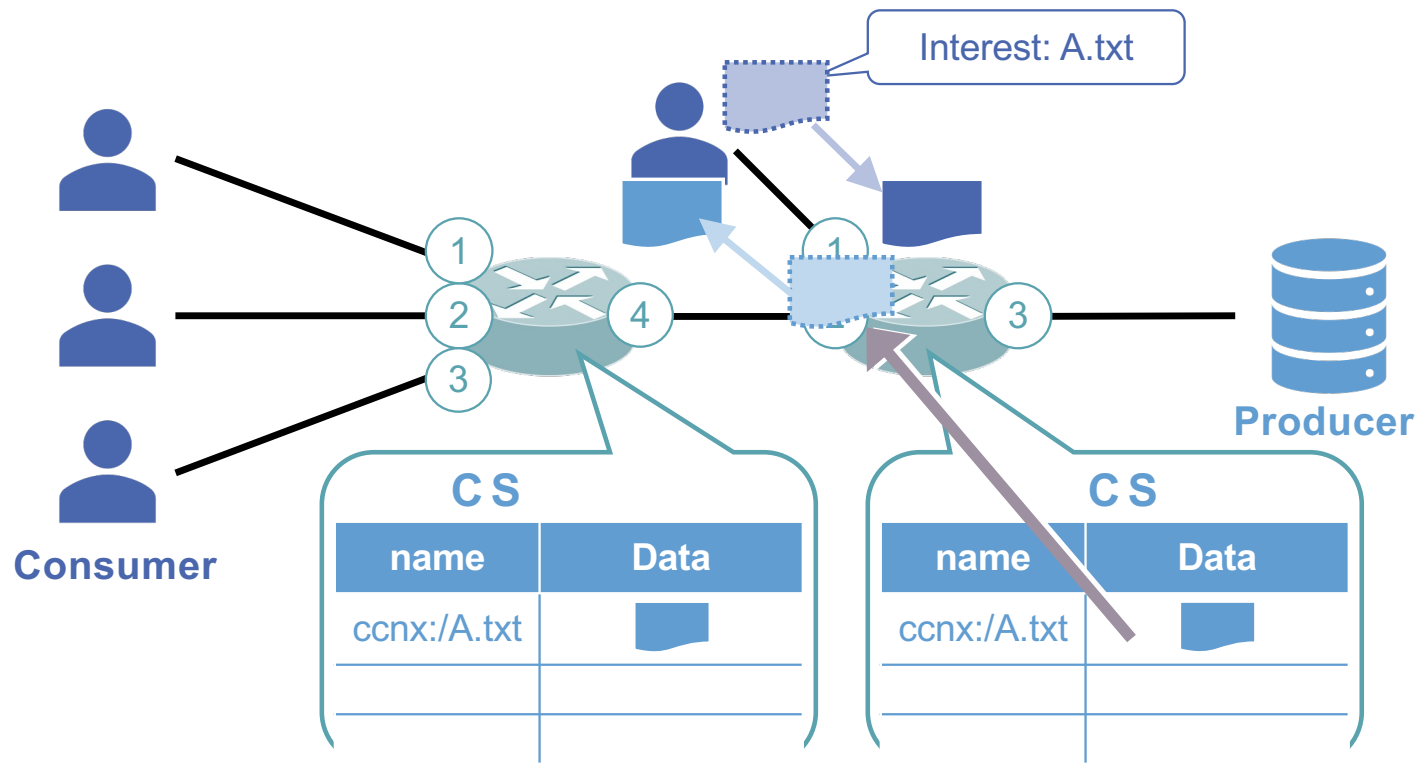
(6) Data パケットのキャッシュ

- Data パケットを転送したルータはその Data パケットを **Content Store (CS)** にキャッシュする



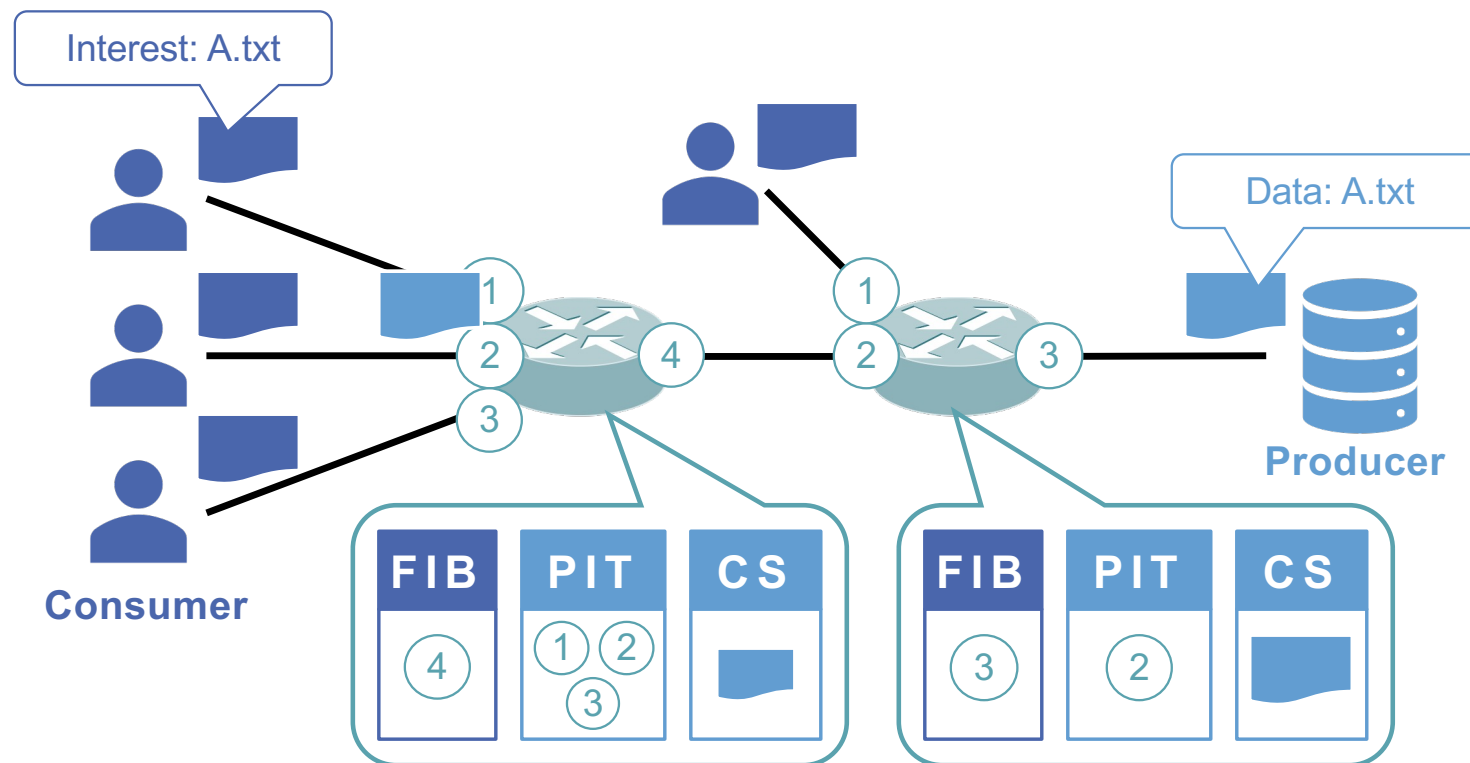
(7) ルータによるキャッシュ応答

- 別の Consumer が後から同じ A.txt を要求
 - ルータはコンテンツ名を見れば同じだと分かるので Producer に転送せず **直接 Data パケットを返送する**



NICT CCN の通信例:まとめ

- CCN ルータは FIB・PIT・CS の3つのテーブルによって効率的なコンテンツの取得・配布をサポート



ICN オープンソース実装 (Cefore)

速水祐作

情報通信研究機構 (NICT)

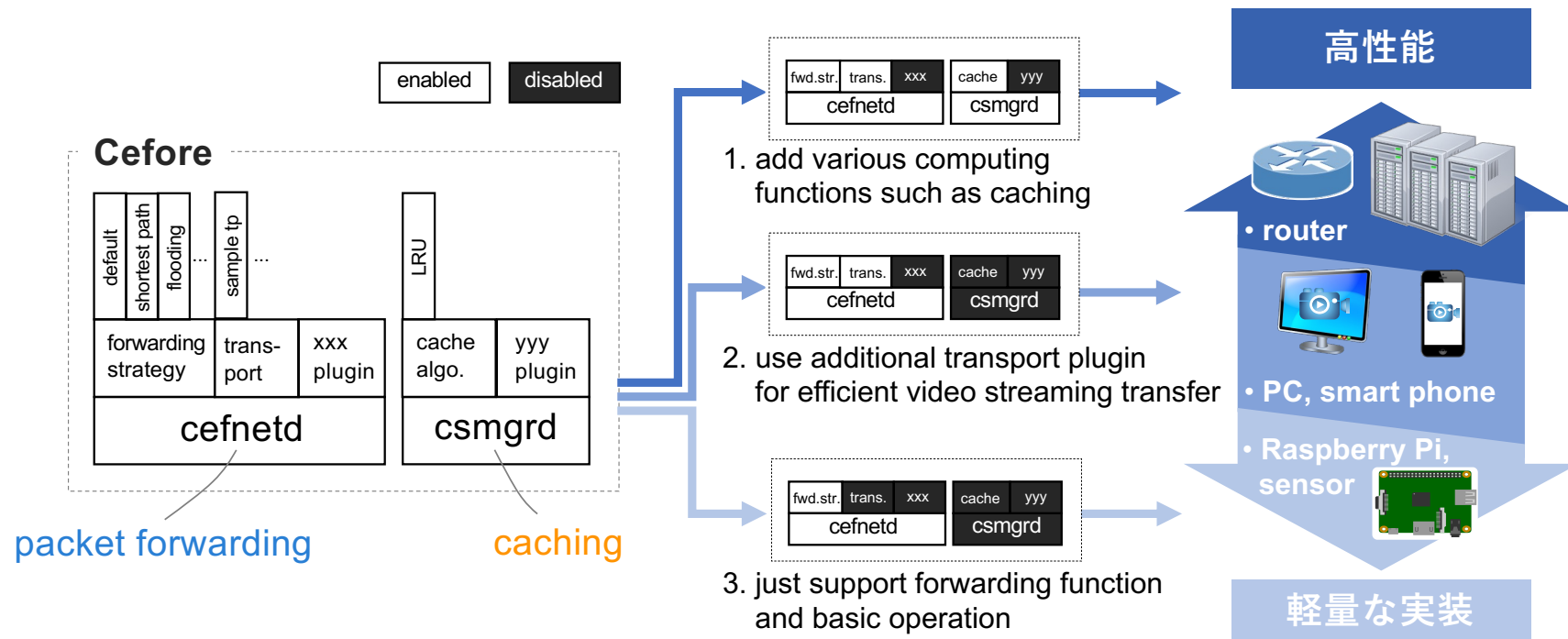
2023年8月22-23日



Cefore (セフォール)

- NICT で開発中の ICN 通信用ソフトウェアプラットフォーム
 - 詳細は次ページ以降で説明
- CCNx 1.0に準拠 (IRTF RFC8569, RFC8609)
- 実装
 - cefnetd/csmgrd
 - ソフトウェア ICN ルータおよびキャッシュデーモン
 - cefpyco
 - Cefore アプリケーション開発支援用の Python ライブラリ
 - Cefore-Emu
 - Mininet ベースの ICN エミュレータ
 - CeforeSim
 - ns-3 ベースの ICN シミュレータ

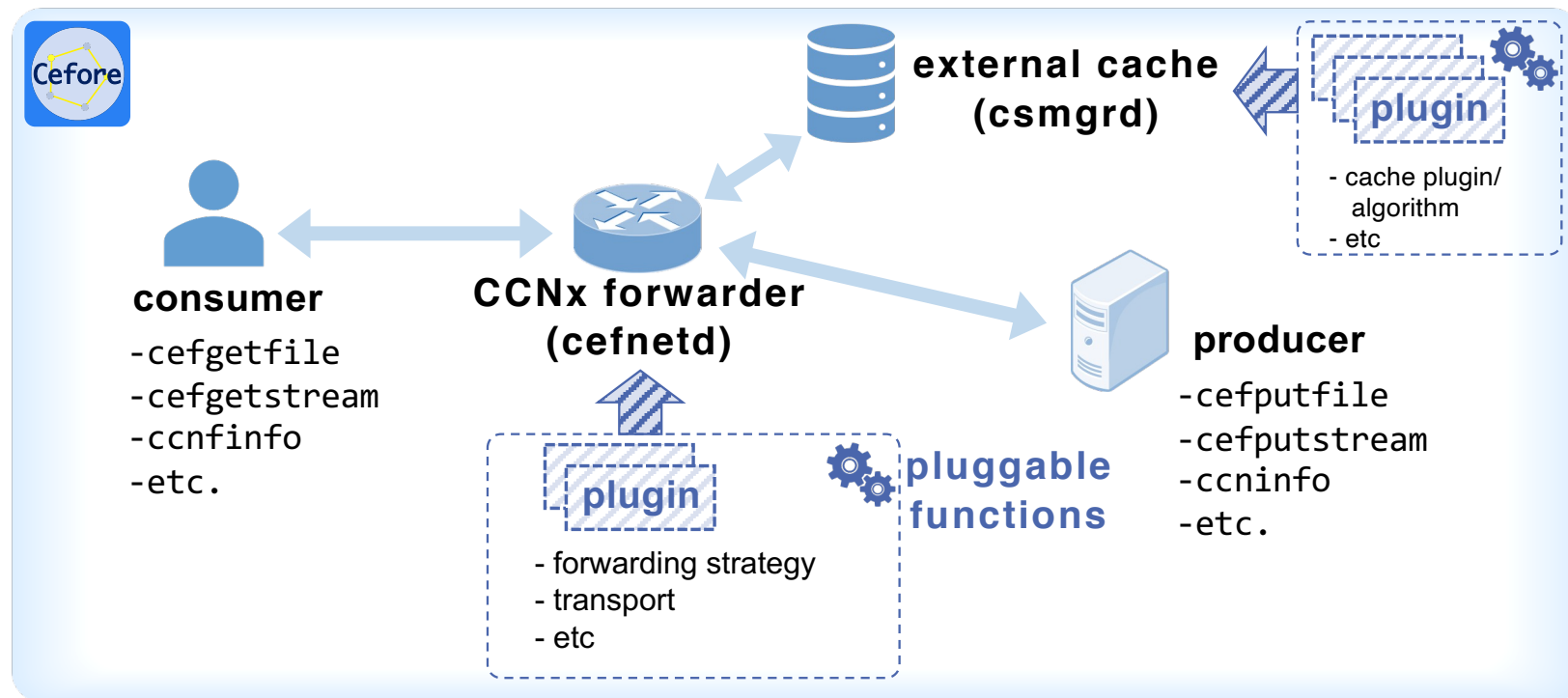
- 軽量かつ汎用的な CCN ソフトウェア実装



- リソースの乏しいセンサーノードでは**軽量構成**
- 最小機能以外はプラグインまたは外部機能として**機能拡張可能**

NICT Cefore ソフトウェアパッケージ

- Cefore は ICN 通信に必要なすべての機能を “all-in-one package” として提供
 - アプリ、ルータ(転送部・キャッシュ部)、ネットワーク状態観測ツール



- 開発言語: C言語
- OS
 - Linux (ubuntu 18.04 or later)
 - macOS
 - Raspbian
- CCNx-1.0のパケットフォーマットに準拠*
 - Type-Length-Value (TLV) フォーマット
 - Cefore独自のプロトコル拡張はOptional Hop-by-hopヘッダに記述
- TCP/IP上でICN通信

* "CCNx Messages in TLV Format", <https://tools.ietf.org/html/rfc8609>

- マニュアルやソースコードをダウンロード可能
 - ICN 研究会の Cefore チュートリアル等も参照

The screenshot shows the Cefore website interface. The top navigation bar includes links for Top, About, Instruction, Download, Plugins, Development, Simulator, Emulator, Testbed, Android, Publications, and Mailing. The 'Download' section features four download buttons: 'source code (cefore-0.8.1.zip)', 'CUTEI vm appliance(cuteivm-v1.1.tar.xz)', 'Cefore for Android', and 'Applications'. The 'Utilities' section features five utility buttons: 'cefpco-0.3.8 (Python package for cefore app)', 'Tiger Plugin (Security)', 'ABCD Plugin (Transport)', 'SNAKE Plugin (Routing)', and 'XYZ Plugin (Cache)'.

The screenshot shows the ICN website page for Cefore. The header includes the ICN logo and the text '電子情報通信学会 情報指向ネットワーク技術特別研究専門委員会 Technical Committee on Information-Centric Networking (ICN)'. The main content area is titled 'Cefore' and contains a description of the Cefore platform. A URL is displayed below the content: <https://www.ieice.org/~icn/cefore>.

<https://cefore.net/>



NICT Cefpyco の概要

- Cefpyco (CEFore PYthon COmpact package)
 - Cefore アプリ開発用の Python パッケージ
 - C言語より容易に Cefore アプリを開発可能
 - 例: Interest を送信するコード

```
1#include <stdio.h>
2#include <stdlib.h>
3#include <unistd.h>
4#include <ctype.h>
5#include <cefore/cef_define.h>
6#include <cefore/cef_client.h>
7#include <cefore/cef_frame.h>
8#include <cefore/cef_log.h>
9
10int main(int argc, char *argv[]) {
11    CefT_Client_Handle fhdl;
12    CefT_Interest_TLVs params_i;
13    int res;
14    cef_log_init ("cefpyco");
15    cef_frame_init();
16    res = cef_client_init(port_num, conf_path);
17    if (res < 0) return -1;
18    fhdl = cef_client_connect();
19    if (fhdl < 1) return -1;
20    memset(&params_i, 0, sizeof(CefT_Interest_TLVs));
21    res = cef_frame_conversion_uri_to_name("ccn:/test", params_i.name);
22    if (res < 0) return -1; // Failed to convert URI to name.;
23    params_i.name_len = res;
24    params_i.hoplimit = 32;
25    params_i.opt.lifetime_f = 1;
26    params_i.opt.lifetime = 4000ull; /* 4 seconds */
27    params_i.opt.symbolic_f = CefC_T_OPT_REGULAR;
28    params_i.chunk_num_f = 1;
29    params_i.chunk_num = 0;
30    cef_client_interest_input(fhdl, &params_i);
31    if (fhdl > 0) cef_client_close(fhdl);
32    return 0;
33}
```

C 言語版

33行→4行

```
1 import cefpyco
2
3 with cefpyco.create_handle() as h:
4     h.send_interest("ccn:/test", 0)
```

Python 版