

データストリー ムの基礎

Savong Bou
計算科学研究センター
筑波大学

Content

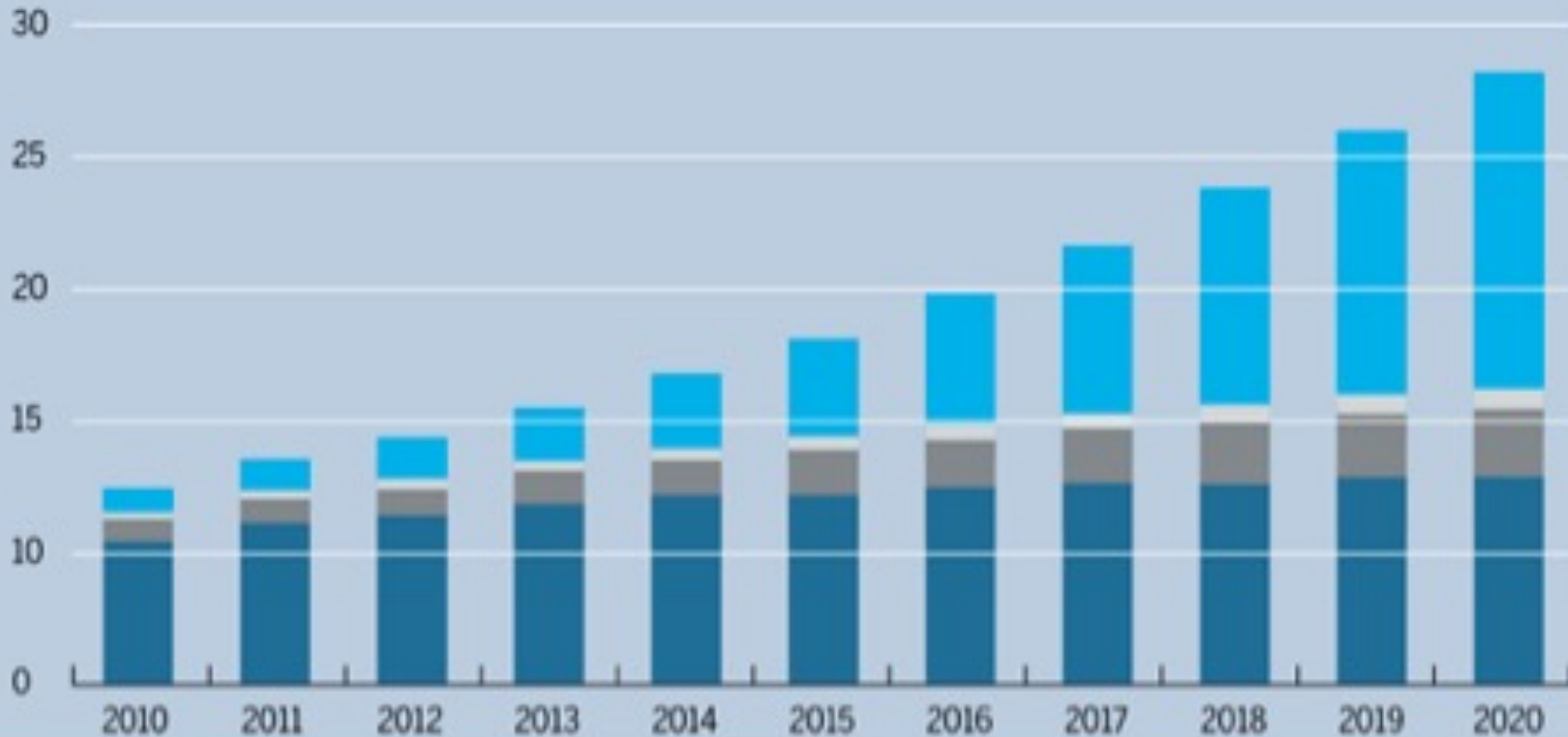
- データストリームの概要
- データストリームモデル
- ストリーム処理
 - Windowの種類
 - 時間の概念
- ストリーム処理フレームワーク
 - Storm, Tridien, Spark, Samza, Flink

Machines Go Online

The number of everyday objects, or "things," connecting to the Internet will exceed PCs and smartphones.

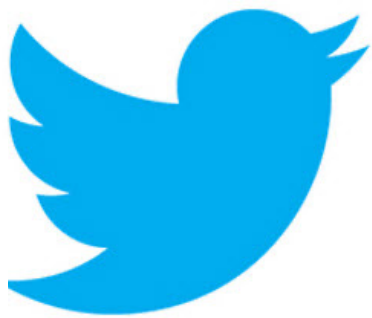
- Things
- Tablets
- PCs & laptops
- Mobile phones

Connected devices (billions)



データストリーム

- リアルタイムデータ、ライブデータ



データストリーム

リアルタイム の商品価格

Commodity ↕	Month ↕	Last	High	Low	Chg.	Chg. % ↕	Time ↕	
🇺🇸 Gold	Dec 22	1,736.95	1,737.95	1,732.00	+0.65	+0.04%	01:33:14	🕒
🇺🇸 XAU/USD		1,725.45	1,726.61	1,720.68	+1.13	+0.07%	01:33:17	🕒
🇺🇸 Silver	Sep 22	18.240	18.258	18.150	+0.081	+0.45%	01:33:14	🕒
🇺🇸 XAG/USD		18.529	18.529	18.377	+0.093	+0.50%	01:33:17	🕒
🇺🇸 Copper	Dec 22	3.5873	3.5880	3.5505	+0.0298	+0.84%	01:33:18	🕒
🇺🇸 Platinum	Oct 22	841.10	841.40	830.80	+8.30	+1.00%	01:33:14	🕒
🇺🇸 Palladium	Dec 22	2,125.77	2,126.27	2,073.77	+37.50	+1.80%	01:33:02	🕒
🇺🇸 Crude Oil WTI	Oct 22	92.72	92.73	91.84	+1.08	+1.18%	01:33:17	🕒
🇺🇸 Brent Oil	Nov 22	98.98	99.00	98.11	+1.14	+1.17%	01:33:15	🕒
🇺🇸 Natural Gas	Oct 22	9.106	9.122	9.020	+0.039	+0.43%	01:32:13	🕒
🇺🇸 Heating Oil	Oct 22	3.8186	3.8209	3.7827	+0.0332	+0.88%	01:33:06	🕒
🇺🇸 Gasoline RBOB	Oct 22	2.5586	2.5642	2.5316	+0.0283	+1.12%	01:33:06	🕒
🇺🇸 London Gas Oil	Sep 22	1,150.12	1,151.00	1,138.25	+10.62	+0.93%	01:31:59	🕒
🇺🇸 Aluminium		2,390.00	2,443.00	2,387.00	-105.50	-4.23%	13:30:02	🕒
🇺🇸 Zinc		3,475.50	3,546.50	3,469.50	-86.00	-2.41%	30/08	🕒
🇺🇸 Nickel		21,416.50	21,784.50	20,800.50	-279.00	-1.29%	30/08	🕒
🇺🇸 Copper		7,862.00	7,966.00	7,838.00	-275.50	-3.39%	30/08	🕒
🇺🇸 US Wheat	Dec 22	827.00	827.12	814.25	+7.00	+0.85%	01:33:06	🕒
🇺🇸 Rough Rice	Nov 22	17.783	17.790	17.743	+0.010	+0.06%	21:46:16	🕒
🇺🇸 US Corn	Dec 22	680.38	680.38	674.62	+1.88	+0.28%	01:33:11	🕒
🇺🇸 US Soybeans	Nov 22	1,440.50	1,441.00	1,422.50	+6.25	+0.44%	01:33:18	🕒
🇺🇸 US Soybean Oil	Dec 22	67.23	67.25	66.22	+0.75	+1.13%	01:33:18	🕒
🇺🇸 US Soybean Meal	Dec 22	424.30	424.60	421.15	+0.20	+0.05%	01:33:18	🕒











<https://www.investing.com/commodities/real-time-futures>

データストリーム

MARKET ▾

DAILY % CHANGE ▾

SENTIMENT ▾

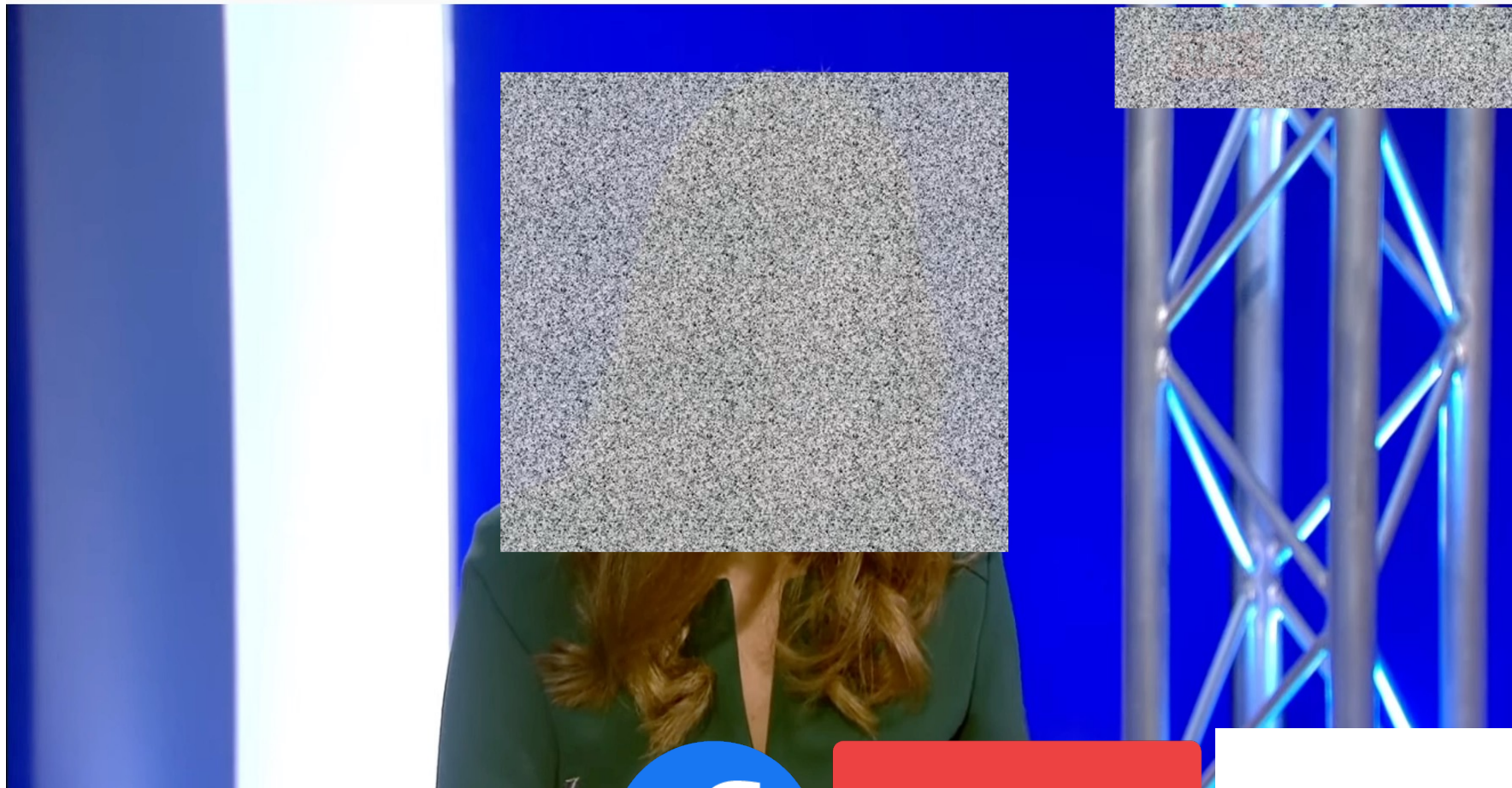
EUR/USD	 1.00430 1.00436	+0.29%	↗ BULLISH	▼
USD/JPY	 138.443 138.453	-0.25%	↗ BULLISH	▼
AUD/USD	 0.68869 0.68878	+0.49%	↘ BEARISH	▼
GBP/USD	 1.16886 1.16901	+0.29%	↘ BEARISH	▼
USD/CAD	 1.30678 1.30699	-0.18%	↗ BULLISH	▼
USD/HKD	 7.84769 7.84819	-0.01%		▼
NZD/USD	 0.61477 0.61495	+0.32%	→ MIXED	▼
AUD/CAD	 0.89991 0.90031	+0.31%		▼
AUD/JPY	 95.343 95.363	+0.24%	↘ BEARISH	▼
S&P 500/2024	 105.917 105.957	-0.07%		▼

外国為替 レート の監視

Forex Rates:

<https://www.dailyfx.com/forex-rates#currencies>

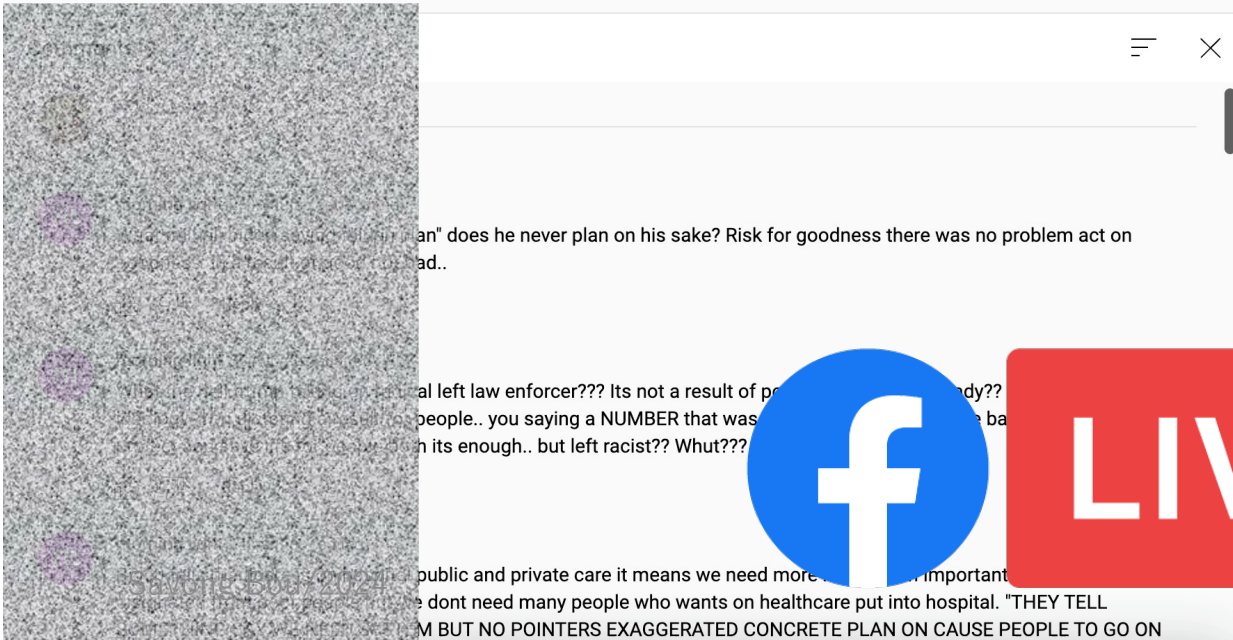
データストリーム



ビデオストリーム



データストリーム



テキストストリーム

First 2020 Presidential Debate between Donald Trump and Joe Biden

<https://www.youtube.com/watch?v=wW1IY5jFNcQ&t=20s>

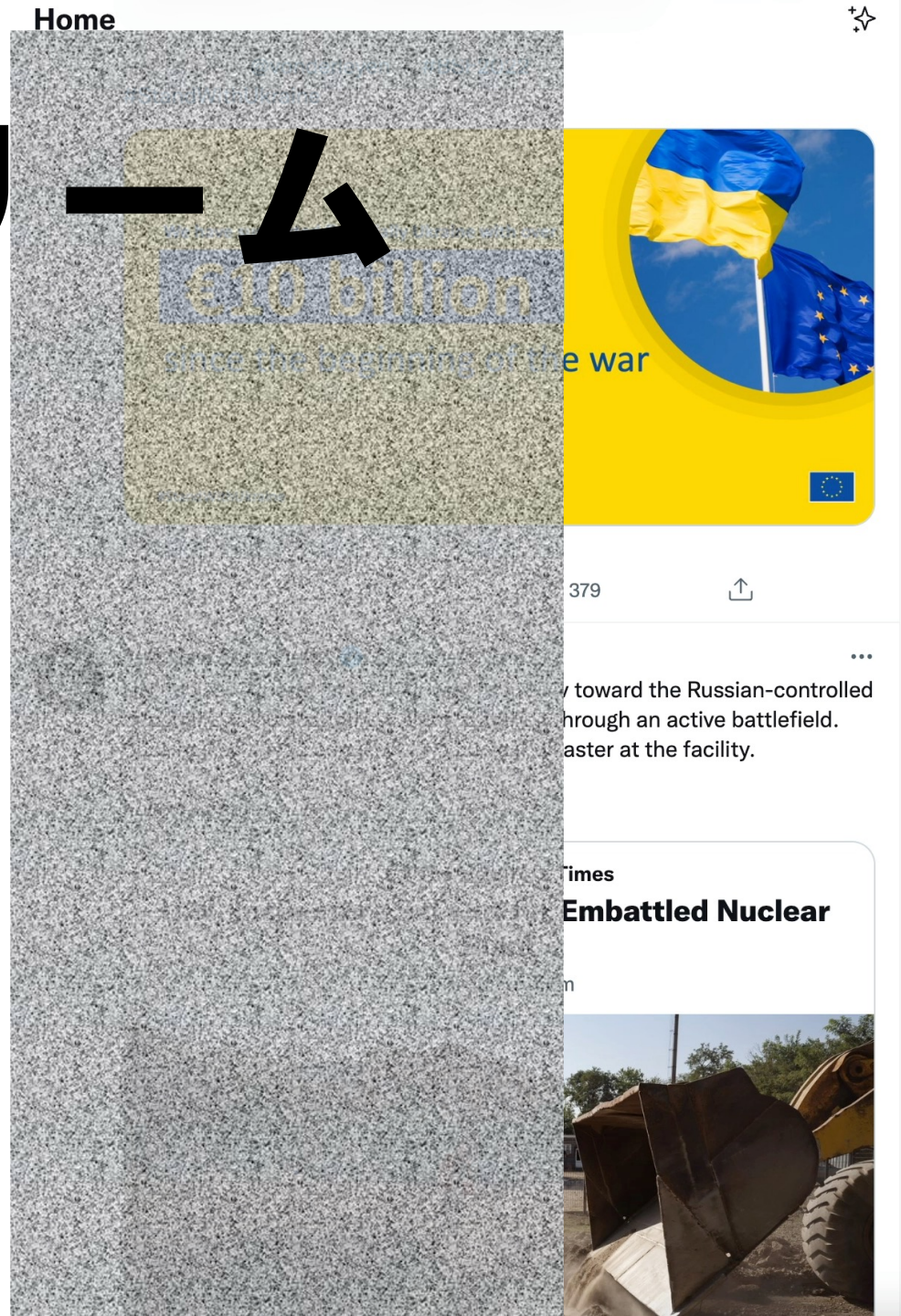


YouTube



データストリーム

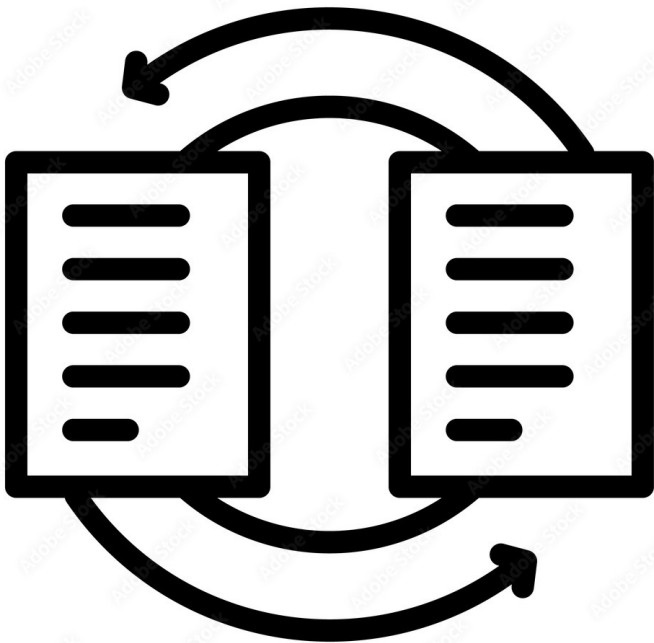
ツイート ストリーム



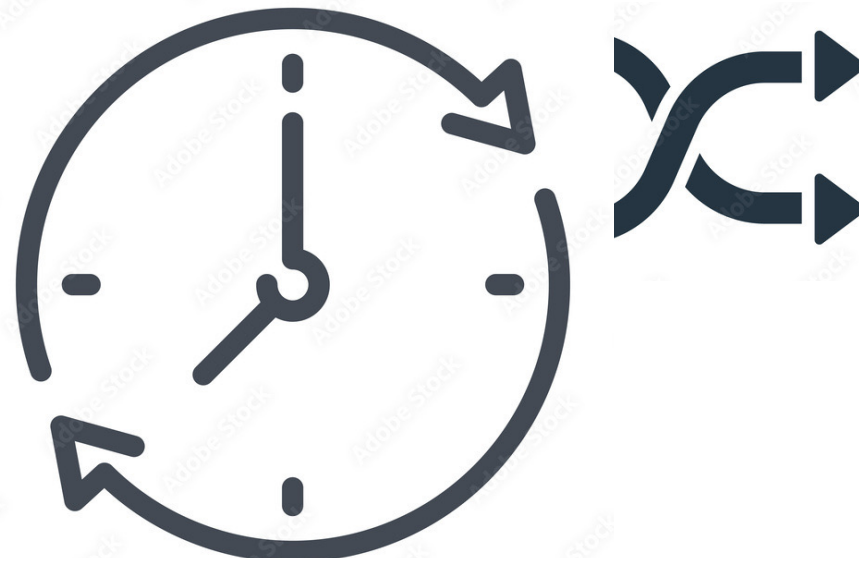
データストリームの特徴



膨大な量
低レベル



複数回のスキャン
は不可能



時間とともに変化
コンセプトドリフト

データストリームの応用

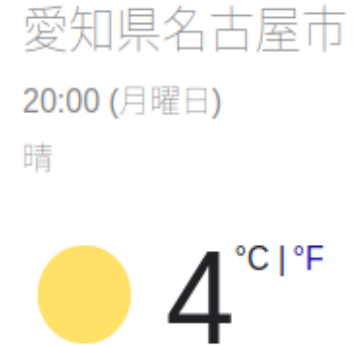
- リアルタイムの結果が必要なアプリケーション



交通管制システム



防災システム



天気予報



Twitterのトレンド検出



株価予測

データストリームの応用

- リアルタイムの不正行為の検出と支払い
- IoTセンサーデータ
- ログ、トラフィック、ネットワークの監視
- オンライン広告とユーザー行動追跡
- オンライン広告とユーザー行動追跡
- サイバーセキュリティ

データストリームモデル

- 定義:

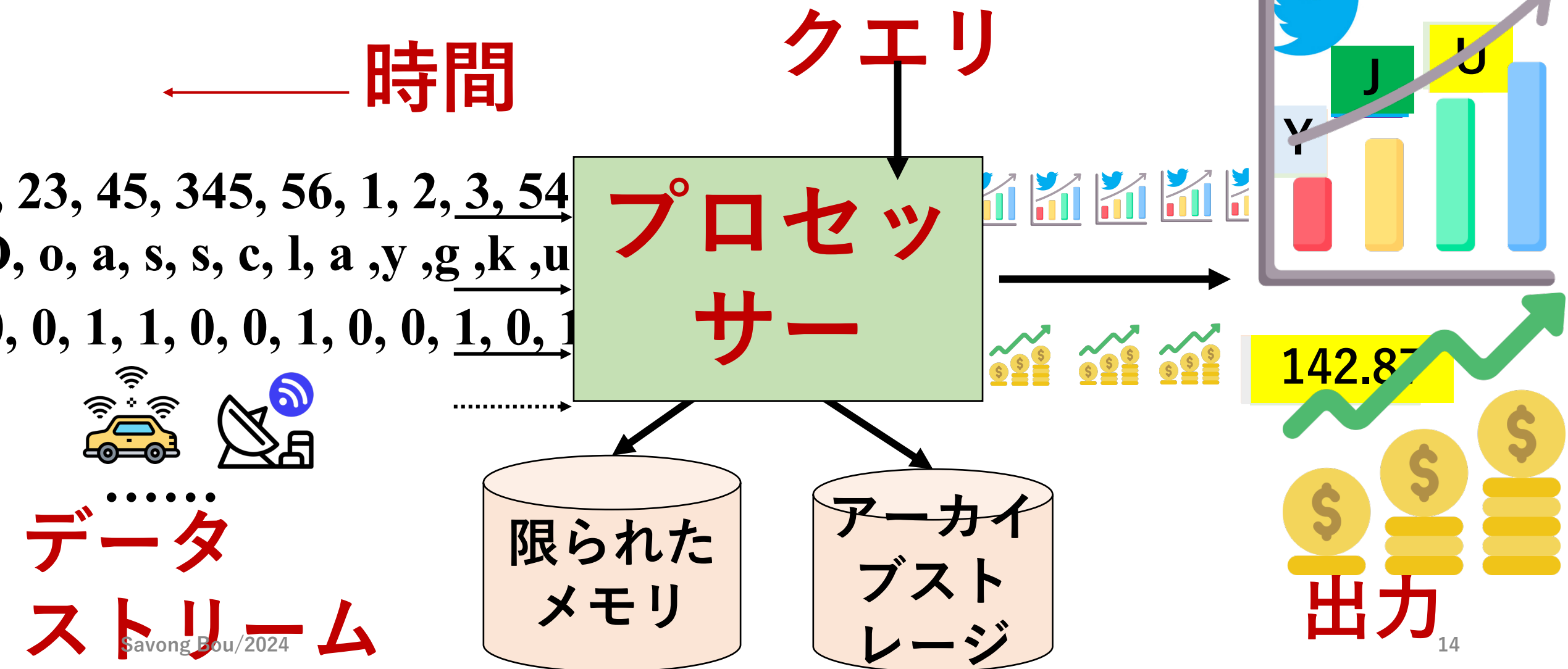
- $X_i = (V_i, t_i)$

- t_i : タイムスタンプ

- $V_i = (v_i^1, v_i^2, \dots, v_i^d)$:

- 多次元のレコード

ストリーム処理モデル



ストリーム処理モデル

過去 8 秒間の 2 秒ごとの
リアルタイム平均気温

Window: 8s
Slide: 2s
Aggregating: AVG

値
(気温)

入力ストリーム

平均温度

2:00:00

25_{1:0:53}, 28_{1:0:54}, 27.3_{1:0:55}, 19_{1:0:56}, 24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}

24.53

2:00:02

27.3_{1:0:55}, 19_{1:0:56}, 24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}

24.03

2:00:04

24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}, 28.4_{2:0:03}, 27_{2:0:04}

25.17

.....

古 新

データストリームの集約

ストリーム処理の要件

- 迅速かつ正確なプロセスと対応
- パーティションと自動スケール
- データの安全性と可用性を保証
- 保存されたデータとストリーミングデータを統合
- 予測可能な結果を生成
- ストリームの不完全性を処理
- 標準を使用例: ストリーム上で SQL を使用したクエリ
- データを常に受信/移動し続け

ストリーム処理

- 限られたメモリで無限のストリームに対処しますか？
- サンプルリング:
 - 古い要素を置き換える確率
- Window:
 - 無限のストリームを有限のバッチに分割

サンプリングアプローチ

- 確率関数によって利用可能なメモリを適合させる
 - 既存の要素を新しい要素で置き換える

$23_{2:0:01}$, $26_{2:0:02}$ 新しいデータストリーム

$25_{1:0:53}$, $28_{1:0:54}$,
 $27.3_{1:0:55}$, $19_{1:0:56}$,
 $24_{1:0:57}$, $27_{1:0:58}$,
 $25_{1:0:59}$, $21_{2:0:00}$

使用可能なメモリ

確率関数



i.e., 最小の要素を
置き換える

$25_{1:0:53}$, $28_{1:0:54}$,
 $27.3_{1:0:55}$, $23_{2:0:01}$,
 $24_{1:0:57}$, $27_{1:0:58}$,
 $25_{1:0:59}$, $26_{2:0:02}$

使用可能なメモリ

Windowアプローチ

- Window: 無限ストリームを計算が実行される有限バッチに分割します。

Window: 8s

入カストリーム

25_{1:0:53}, 28_{1:0:54}, 27.3_{1:0:55}, 19_{1:0:56}, 24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}

Window種類

- Tumbling Window
- Sliding Window
- Session Window
- Global Window
- User-defined Window

Tumbling Window

- 等しいサイズ、連続的、重複しない

入カストリーム

... , 24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}, 28.4_{2:0:03}, 27_{2:0:04}

Window i-1

Window i

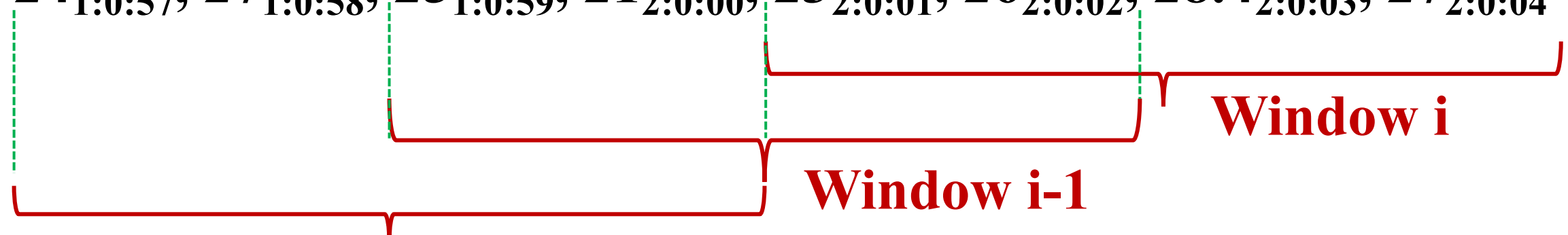
Tumbling window : サイズ 4秒

Sliding Window

- Window と Slide のサイズで定義されたオーバーラップ

入カストリーム

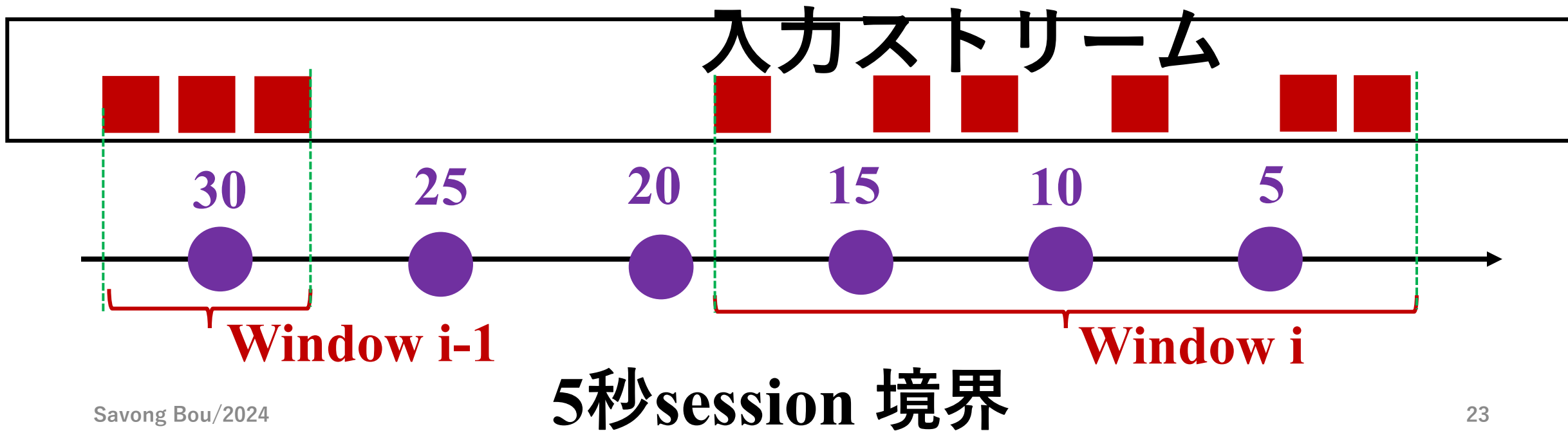
..., 24_{1:0:57}, 27_{1:0:58}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}, 28.4_{2:0:03}, 27_{2:0:04}



Window i-2
Window i-1
Window i
window サイズ 4秒 and slide サイズ 2秒

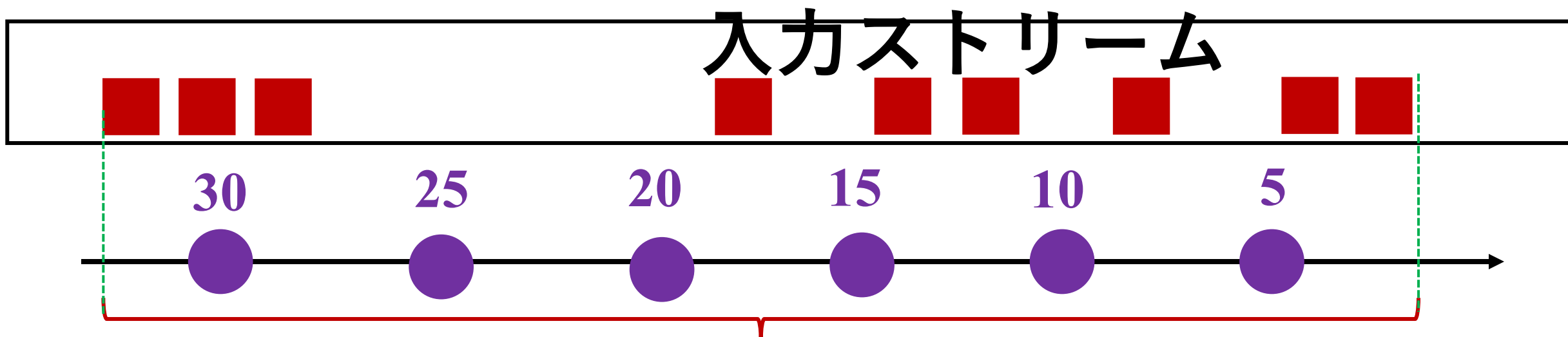
Session Window

- “セッション境界”で定義: 受信イベントがない期間



Global Window

- ストリーム全体を 1 つの window とみなします



Window 1

A global window

ユーザー定義window

- 特定の要件に基づいてユーザーが定義したカスタムウィンドウ。

Window・Slide サイズ仕様

- Count-based window (数)
- Time-based window (時間)

新しく到着した2つのレコードごとに、最後に確認された8つのレコードにわたるリアルタイムの平均気温

過去8秒間の2秒ごとのリアルタイム平均気温

Window: 8 records
Slide: 2 records
Aggregating: AVG

Window: 8 seconds
Slide: 2 seconds
Aggregating: AVG

Window・Slide サイズ仕様

入カストリーム

現在の時刻

2:00:04

..., 25_{1:0:57}, 28_{1:0:57}, 27.3_{1:0:58}, 19_{1:0:58}, 24_{1:0:59}, 27_{1:0:59}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}, 28.4_{2:0:03}, 27_{2:0:04}

現在の Window

Count-based window : window サイズ 8件のレコード

現在の時刻

2:00:04

..., 25_{1:0:57}, 28_{1:0:57}, 27.3_{1:0:58}, 19_{1:0:58}, 24_{1:0:59}, 27_{1:0:59}, 25_{1:0:59}, 21_{2:0:00}, 23_{2:0:01}, 26_{2:0:02}, 28.4_{2:0:03}, 27_{2:0:04}

現在の Window

Time-based window : window サイズ 8秒

データストリームに時間の概念

- 時間の 2 つの主要な概念:
 - **Processing time (処理時間)** :
 - それぞれの操作を実行しているマシンのシステム時刻
 - **Event time (イベント時間)** :
 - 生成デバイス上で個々のイベントが発生した時刻

データストリームに時間の概念

処理時間

システム時刻: 2:00:10

time

Processor

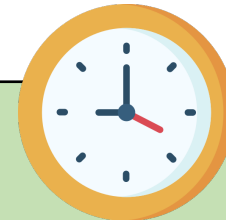
出力

データストリーム

アプリケーション

イベント時間

..., 23_{2:0:07}, 26_{2:0:06}, 28.4_{2:0:05}, 27_{2:0:04}



ストリーム処理フレームワーク



Apache Flink



Saving Best 2024

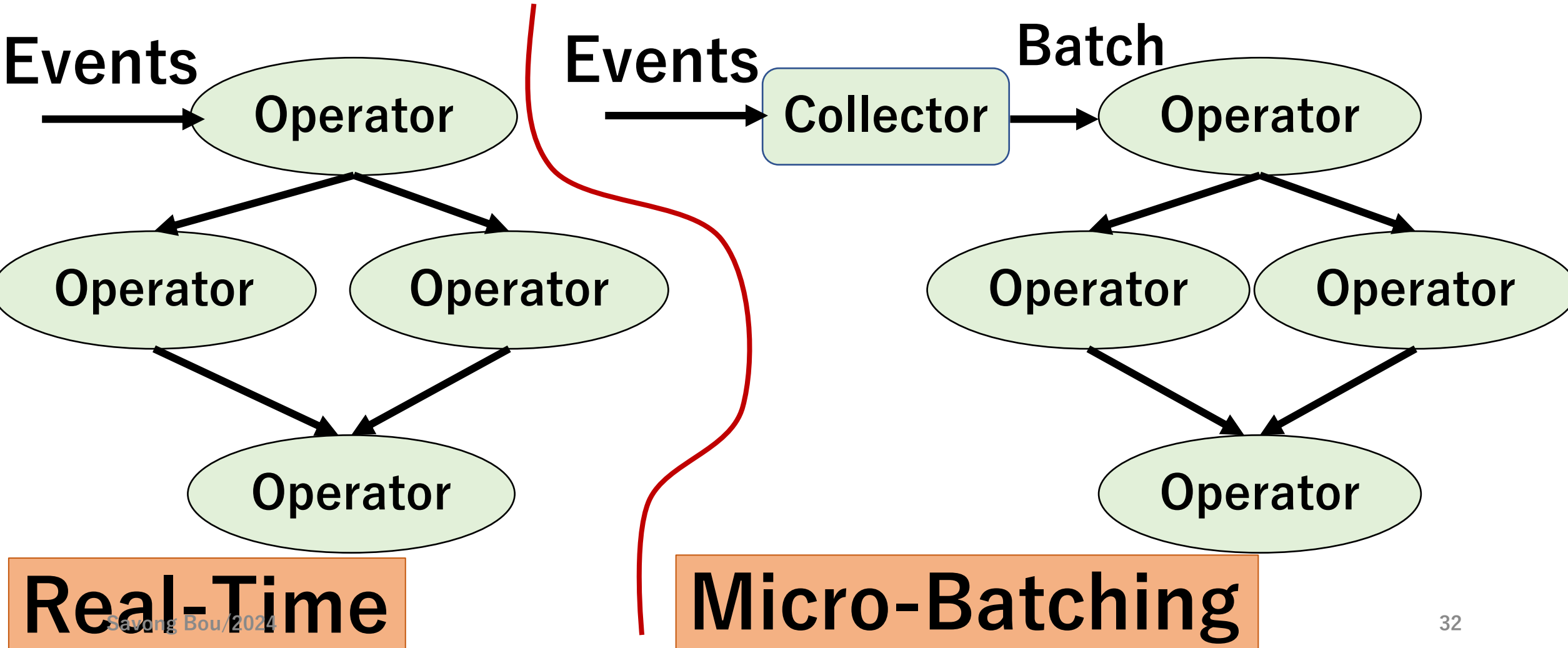


samza

ストリーム処理フレームワーク

- ライブラリ：開発者がストリーミングデータを処理するコードを作成するのに役立つ：
 - 処理能力を高めるために必要な機能
 - 業界の要件を考慮する
 - 多くの大規模産業で使用
 - 大規模な開発コミュニティ

ストリーム処理フレームワーク



Real-Time

Micro-Batching

ストリーム処理フレームワーク

Apache
Storm



Apache
TRIDEN



samza



Apache Flink

Real-time

Micro-batch

Micro-batch

Real-time

Real-time

APIと表現力

Apache
Storm



Apache
TRIDEN



samza



Apache Flink

**Java,
Python
Ruby, JS, Perl**

Java

**Java, Scala,
Python**

Java

Java, Scala

パフォーマンス

Apache
Storm



Apache
TRIDEN



samza



Apache Flink

レイテンシ	低	中	中～高*	低	低**
スループット	中	中	高	高	高

- *Depend on batch
- **For streaming, not micro-batch

拡張されたエコシステム

Apache
Storm



Apache
TRIDEN



Apache Flink

**SAMOA
(ML)**

Triden-ML

**Spark SQL,
Mllib, GraphX**

SAMOA (ML)

**CEP, Gelly*
FlinkML*,
Table API (SQL)***

生産と成熟

Apache
Storm



Apache
TRIDEN



Apache Flink

成熟,
多くのユーザー,
224 人の寄稿者

比較的成熟,
多くのユーザー,
957 人の貢献者*

新,
成熟した
コンポーネント
に基づいて構築,
ユーザーの減少,
57 人の寄稿者

新,
高い運動量,
ユーザーが少ない,
219 人の貢献者

結論

- データストリームの概要
- データストリームモデル
- ストリーム処理の基本概念
 - Window種類
 - 時間の概念
- ストリーム処理フレームワーク
 - Storm, Triden, Spark, Samza, Flink