

**NEC、ビッグデータ処理の高速化を実現するハードウェアを
従来比1/50の期間で設計できる技術を開発
～システムを停止せずに処理内容を変更可能～**

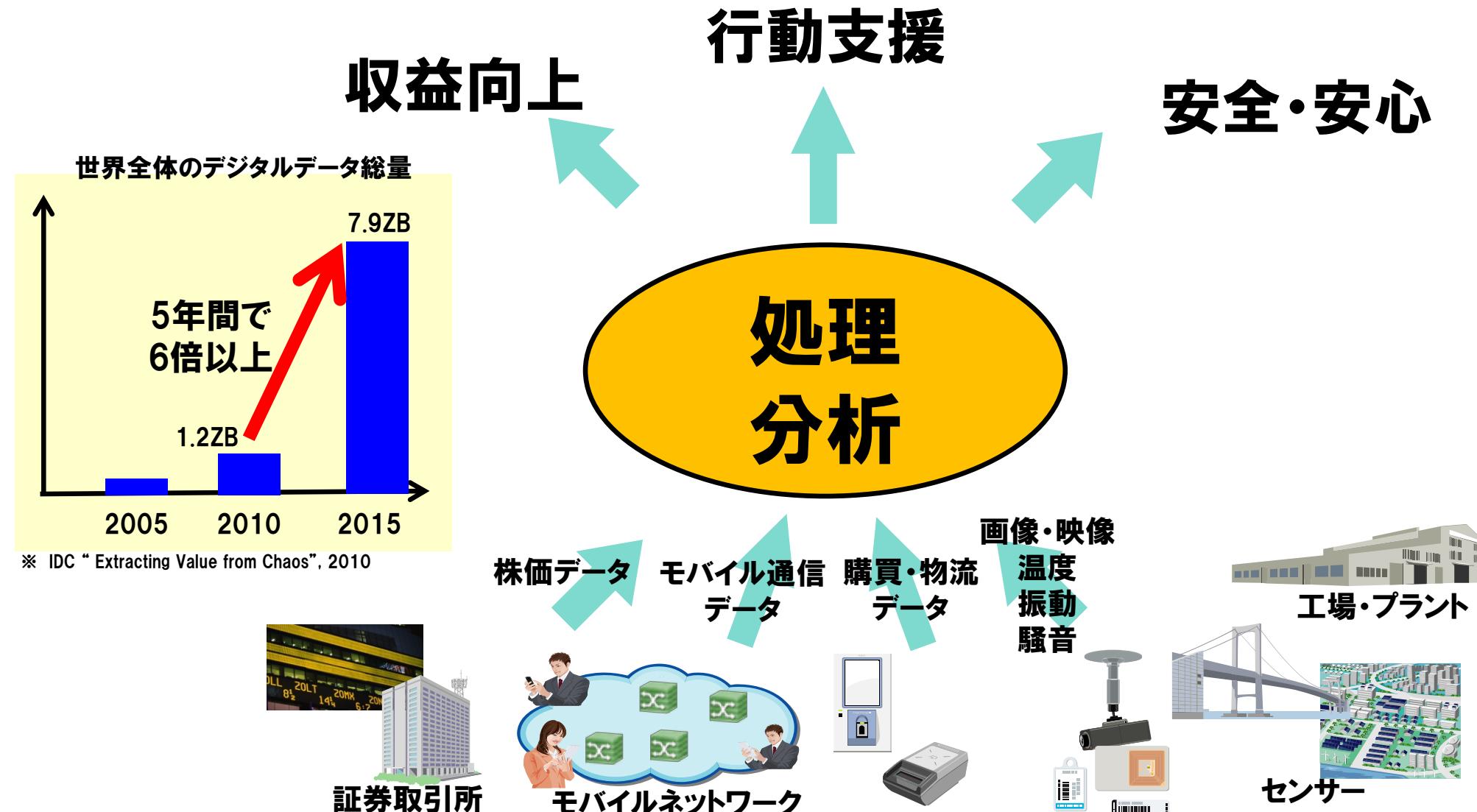
**NEC
グリーンプラットフォーム研究所**

アウトライン

- ・ ハードウェアを用いたリアルタイム分析処理
- ・ 状況変化への迅速な対応のための開発・運用の技術
- ・ まとめ

ビッグデータ処理

大量情報の処理・分析で新たな価値を提供



今回対象とするリアルタイム処理とは

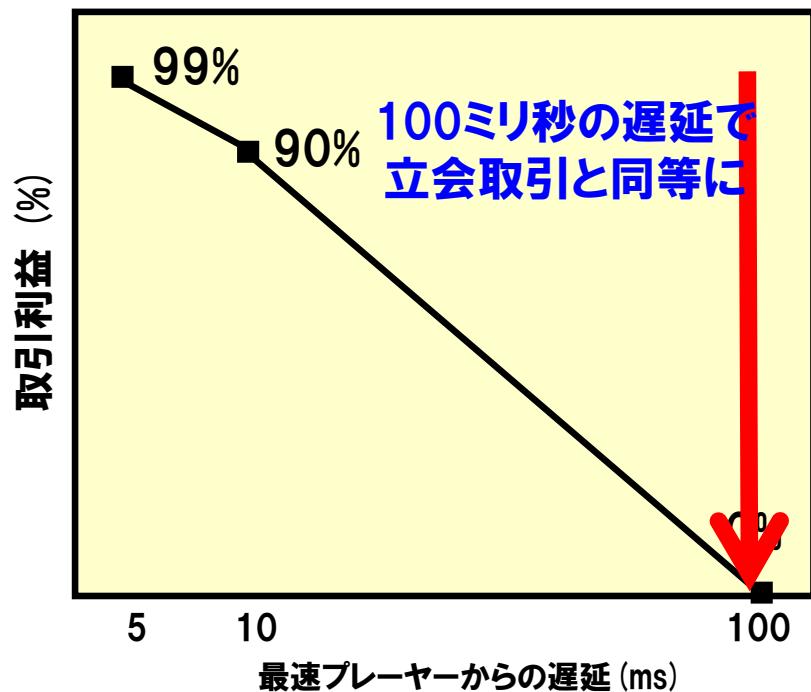
ビッグデータ処理の価値軸

大容量 (Volume)	センサーなどから自動的に集まる 膨大なデータ を処理し、現状を分析・認識する	M2M 異常診断
多様性 (Variety)	ブログ、つぶやき、音声、動画など 非定形データ を処理することで情報の裏に隠れている本質を見抜く	ログ 行動予測 リコメンド
リアルタイム性 (Velocity)	受信データを 遅延なく処理 し人より先に行動する、現状に適応する、一瞬の手遅れで発生する危機を防ぐ	金融の自動取引 ネットワーク分析 電力制御

リアルタイム処理が必要とされる例(1):金融の自動売買

数ミリ秒(1/1,000秒)単位の遅延が利益に直結

100ミリ秒の遅延が致命的



金融処理における遅延と利益損失の関係

※ <http://www.tabbgroup.com/PublicationDetail.aspx?PublicationID=346> の

情報に基づき、弊社試算

Page 4

© NEC Corporation 2012

1ミリ秒の遅延短縮で
年\$100Mの利益増加

A 1-millisecond advantage in trading applications can be worth \$100 million a year to a major brokerage firm, by one estimate. The fastest systems, running from traders' desks to exchange data centers, can execute transactions in a few milliseconds— ...

(中略)

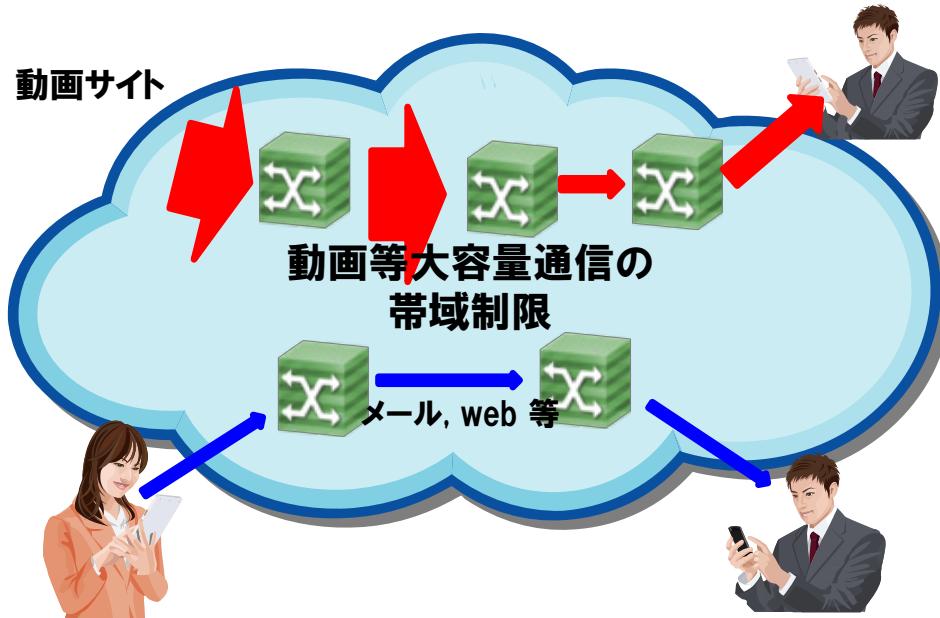
... We needed to create a product more designed for that kind of volume of data flow."

Wall Street's Quest To Process Data At The Speed Of Light, April 2007.
<http://www.informationweek.com/wall-streets-quest-to-process-data-at-th/199200297?pgno=1>

リアルタイム処理が必要とされる例(2):ネットワーク分析

ネットワーク中のデータをすばやく抽出し 現在の通信制御に反映

モバイルデータ通信の増大により
利用状況に応じた帯域制御が必要に



総量規制だけでなく、利用者毎、
アプリ毎の柔軟な制御で満足度向上

Verizon Wireless (NYSE:VZ) will switch to a new, usage-based pricing model for smartphone data starting July 7, a company spokeswoman confirmed.

(中略)

... What's next for Verizon? Verizon Communications CFO Fran Shammo hinted in May that **Verizon will move to shared data plans for multiple devices** after it introduces the usage-based pricing, though he did not give a timetable for doing so..."

Verizon confirms it will ditch unlimited smartphone data plans starting July 7, FierceWireless, July 5, 2011
<http://www.fiercewireless.com/story/verizon-confirms-it-will-ditch-unlimited-smartphone-data-plans-starting-jul/2011-07-05>

ハードウェアを利用したリアルタイム分析処理

サーバ並列型処理

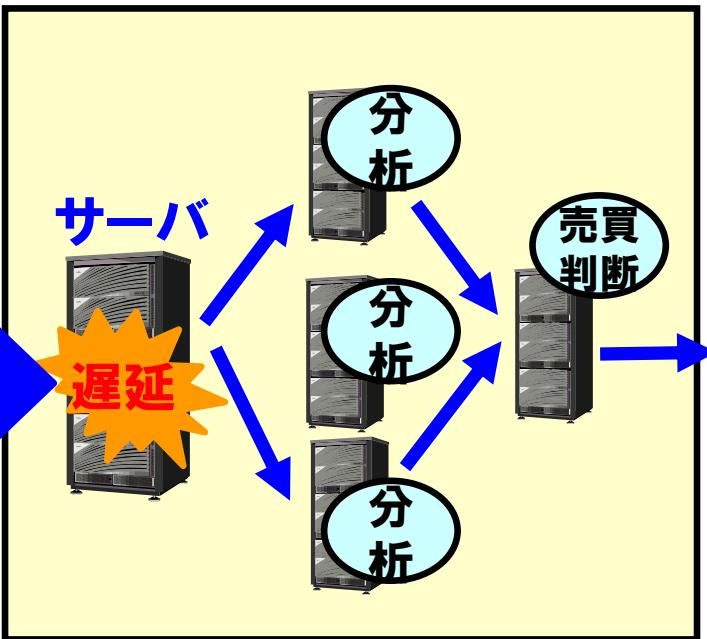
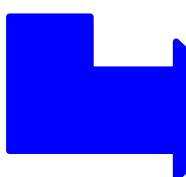
例: 東証



例: 証券会社



大量の
株価データ



受信データを処理しきれず
遅延が発生

ハードウェア処理

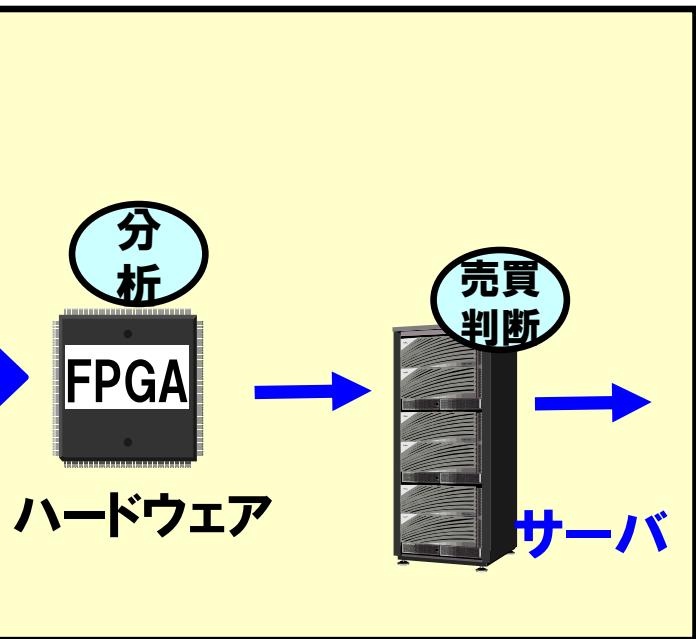
例: 東証



例: 証券会社



大量の
株価データ



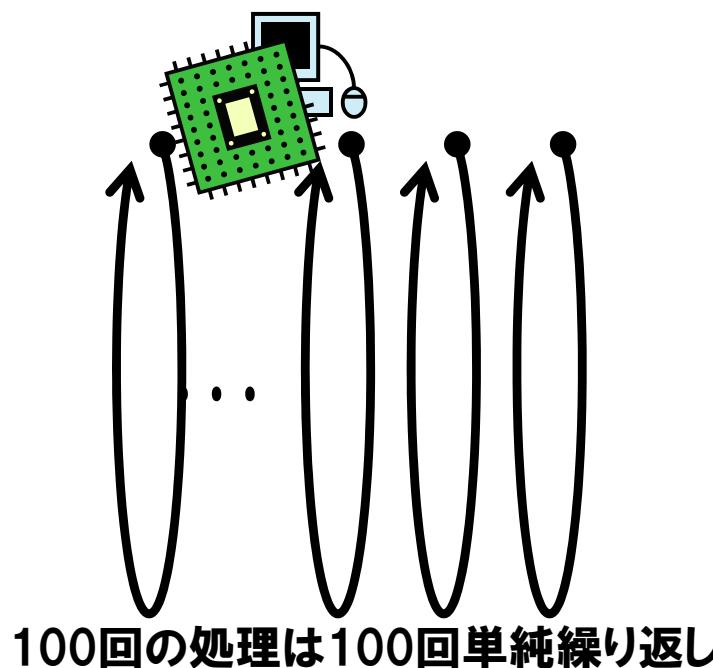
受信データを遅延なく
即時に処理・分析

ハードウェアの高並列処理

ハードウェアはCPUより数千倍の並列処理が可能

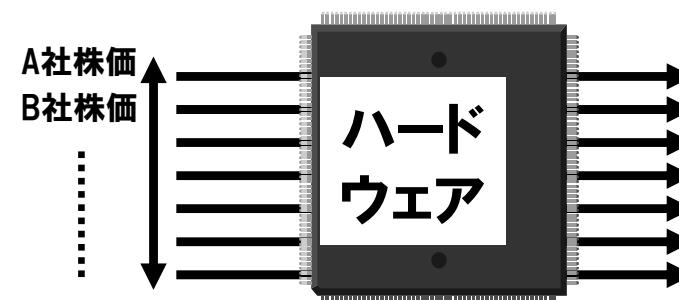
- 同時に数倍～数百倍の処理ができる(例:複数銘柄の同時処理)
- 各処理を並列に実行できる (例:株価と出来高の同時処理)

CPU (3GHz) : 逐次処理

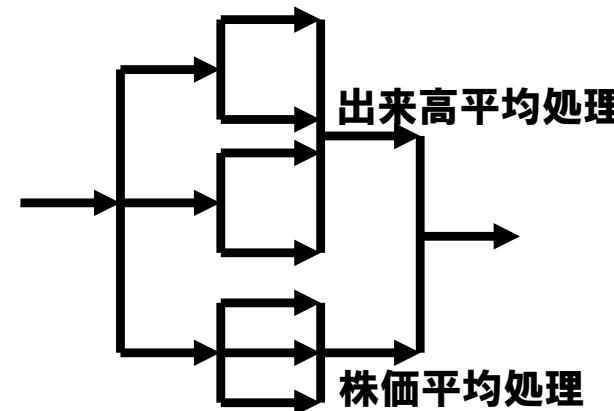


ハードウェア (150MHz) : 同時並列処理 + 各処理並列化

同時
並列処理



各処理の
並列化



ハードウェアによるリアルタイム分析処理の取り組み

リアルタイム処理を実現するハードウェア設計技術を開発

ソフトウェア処理に比べて**約50倍の高速化**を実現

書換可能なハードウェア (FPGA) の利用で処理の変更も変更

2011年9月発表

The screenshot shows a news article from the NEC website. The header includes the NEC logo and the tagline "Empowered by Innovation". The main title of the article is "NEC、変動する株価データなどをリアルタイムに分析できるハードウェア設計技術を開発". The publication date is listed as "2011年9月28日 日本電気株式会社". The article text discusses the development of a hardware design technology for real-time analysis of fluctuating stock price data and other time-series data. It highlights the use of FPGA technology for real-time processing, achieving approximately 50 times faster performance than software processing. The text also mentions the use of C language to allow users to freely change circuit paths, enabling self-data analysis and processing. A section titled "1. 従来比約50倍高速なデータ分析・処理を実現" is highlighted with a blue box, stating that the technology achieves real-time processing of event lists with minimal delay, and that it is implemented using regular expressions and function-based regular expression processing.

NECは、株価データなど時々刻々と変化する大量の時系列データを、リアルタイムで分析できるハードウェア設計技術を開発しました。

昨今、金融マーケットの拡大による株価データの増大に伴い、証券会社など金融業界において、これらをリアルタイムに分析するニーズが高まっています。これに対応するため、データの抽出と分析を同時に行える「複合イベント処理」[\(注1\)](#)が金融業界のシステムで活用されていますが、リアルタイムな処理を実現するため、さらなる高速化が求められています。

開発した技術は、従来はソフトウェアで行っていた「複合イベント処理」をハードウェアで行うため、従来比約50倍の高速な処理を実現します。これにより、時々刻々と変化する時系列データ(イベント列)について、遅延を最小限に抑えたリアルタイムな分析が可能となります。

また、C言語を用いてユーザが自由に回路を書き換えできるハードウェアを利用してすることで、ユーザ独自のデータ分析・処理を、高速なハードウェア上で短時間に実現します。

このたび開発した技術の特長は、次の通りです。

1. 従来比約50倍高速なデータ分析・処理を実現

文字列の表記法である正規表現を関数に応用した「関数の正規表現」を開発し、それを用いて独自のハードウェア処理機構を開発。これにより、正規表現による一致処理と、関数による計算処理とが同時に必要な複合イベント処理をハードウェアで実行可能とし、従来のソフトウェア処理に比べて約50倍の性能向上を実現。

アウトライン

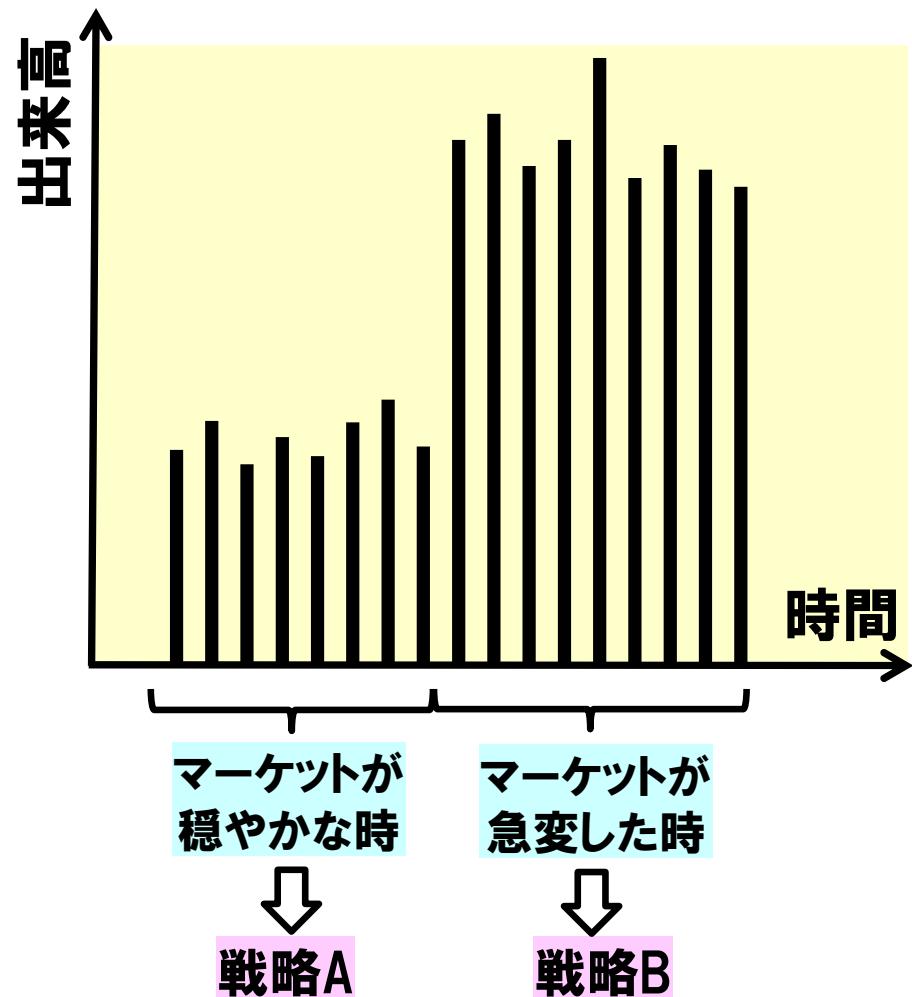
- ・ ハードウェアを用いたリアルタイム分析処理
- ・ 状況変化への迅速な対応のための開発・運用の技術
- ・ まとめ

状況変化への迅速な対応 (1)

市場動向に応じて取引戦略を変更しなければ
利益を最大化できない

代表的な取引戦略

分類	戦略名
スタティック戦略	ベンチマーク型
	VWAP
	TWAP
	MOC
ダイナミック戦略	コスト型
	IS
	ベンチマーク型
	POV
	D-MOC
	コスト型
	AS
	参加型
	iceberg
	pegging
機会発見型	pirce inline
	wait & pounce
	switch



杉原, “取引コストの削減をめぐる市場参加者の取り組み：
アルゴリズム取引と代替市場の活用”, 日本銀行金融研究所, 2010

状況変化への迅速な対応 (2)

取引戦略を日々更新しなければ
利益を最大化できない

取引戦略は数日で陳腐化

Last and most important,
this code has **a limited shelf life**,
... (略) ...

While a prop desk's high level
trading strategy may be consistent
over time, the micro-level strategies
are constantly altered – **growing stale**
after a few days if not sooner

The Real Story of Trading Software Espionage, July 2009.
<http://www.advancedtrading.com/algorithms/218401501>

日々のブラッシュアップが必要

企業がこれまで考えもしなかったことや、
これまで不可能だと思っていたことを
実現できる、そんなIT(情報技術)が
続々と登場している。背景にあるのは、
「ビッグデータ」の台頭だ。

… (略) …

ルールを洗練するには、過去のデータ
を分析してブラッシュアップする試行錯
誤が欠かせない。

… (略) …

「現実世界の変化をつかむ「CEP」、応用範囲広がる」、日経コンピュータ
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Active/2011221/377190/>
2012/02/16

開発・運用の課題

状況変化へ迅速に対応できない

状況変化



分析担当者
SQL
設計
※1

HWエンジニア

HW設計

1) 開発: HW設計に
数週間～数ヶ月かかる

稼働



待ち

サーバ停止

ハードウェア書替

サーバ起動

待ち

稼働再開

2) 運用: 書き換えに
サーバ停止が必要

※1SQL:データベース分析処理で広く利用されている標準言語。ビッグデータのリアルタイム処理においても広く利用されている。

今回開発した技術の概要

開発

1) HW設計期間を短縮



分析担当者
SQL
設計



HWエンジニア

HW設計

運用

2) サーバ無停止で書き換え



待ち



サーバ停止



待ち



稼働
再開

一般的な
技術

今回開発
技術



SQL
設計



HW設計



ハードウェア書替



稼働
再開

開発に関する課題を解決する技術

**SQLによるハードウェアの設計を実現し、
設計期間を約1/50に短縮**

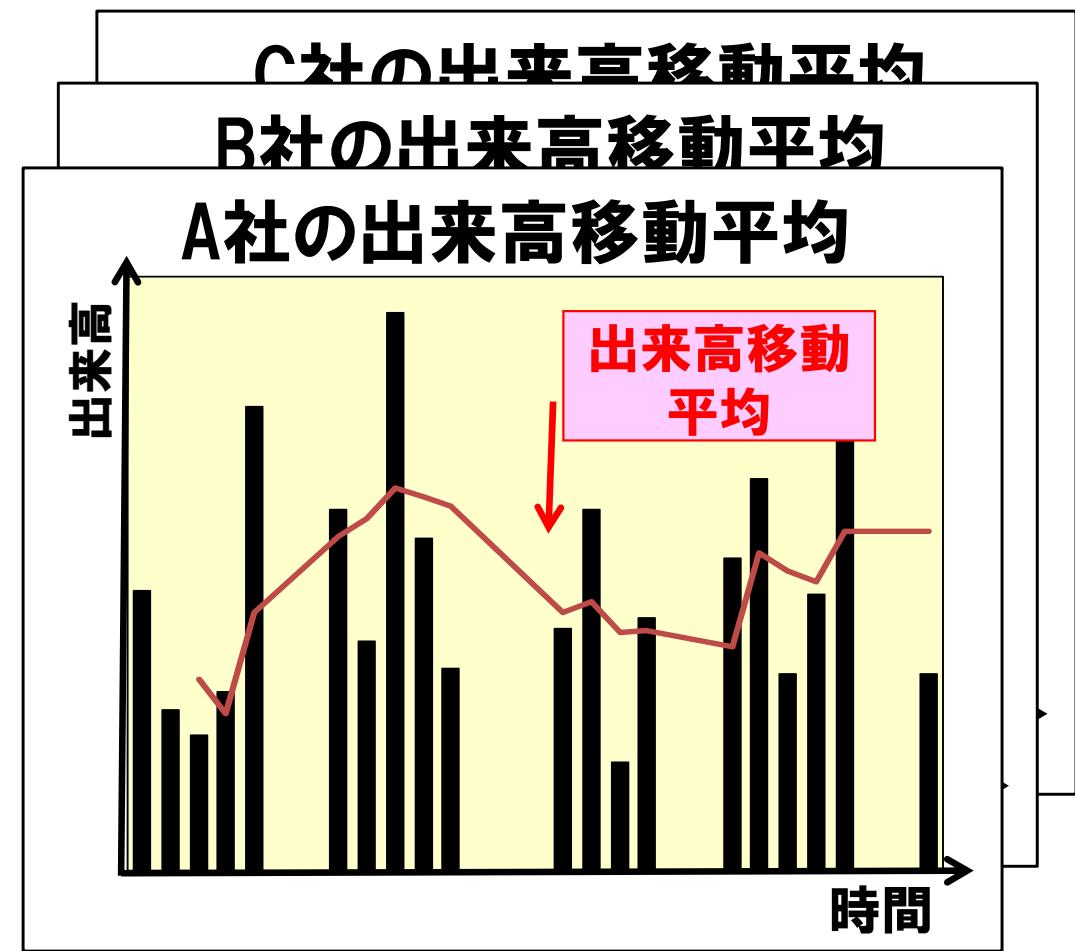
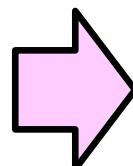
代表的なSQLによる分析処理の例

例：「銘柄毎に分類」し、「出来高移動平均を計算」

※ 出来高移動平均：株価予想に利用される指標

入力株式データ

連番	銘柄	株価	出来高
1	A社	1200	300,000
2	B社	300	100,000
3	C社	5500	500,000
4	A社	1201	450,000
5	B社	298	600,000
6	C社	5050	1,000,000
7	A社	1203	250,000
...
...

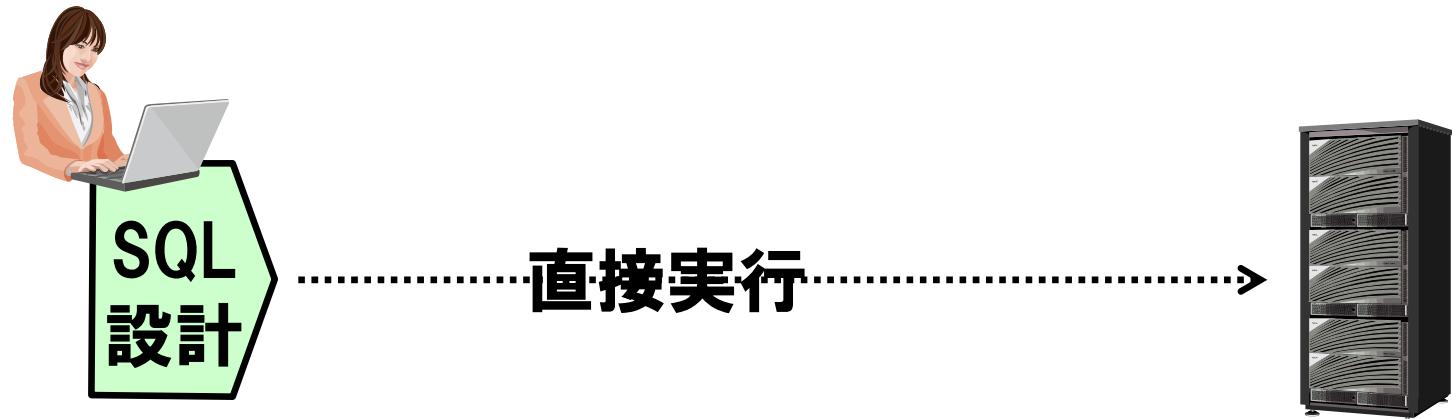


※SQL:データベース分析処理で広く利用されている標準言語。ビッグデータのリアルタイム処理においても広く利用されている。

開発に関する課題

SQL を使う分析担当者が自分で設計不可
→ 設計期間が長い

ソフトウェア
開発



従来の
ハードウェア
開発

新規
修正



今回の成果によるハードウェア開発

SQLコンパイラにより分析担当者が設計
→ 設計期間を約1/50に短縮

ソフトウェア
開発



直接実行



今回の成果



新規
修正

数週間
数日



数時間



※弊社試算

開発したSQLコンパイラの特長

基本的な処理に対応しつつ、
従来は難しかった**速度と銘柄数**の両立を達成

※東証全銘柄は数千程度

		従来研究A	従来研究B	NEC
処理	分類処理	○	○	○
	一致処理	○	○	○
	計算処理	×	×	○
性能	速度	1Gbps	1Gbps	20Gbps
	銘柄数	800 以下	n/a	16,000以上

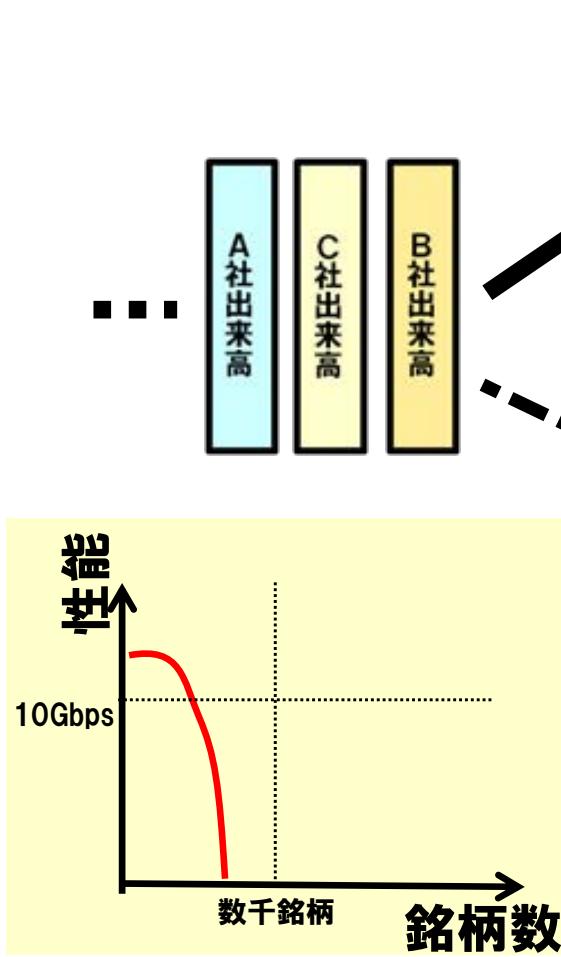
※従来研究1: Mueller et al. "Streams on Wires – A Query Compiler for FPGAs", VLDB09, 2009

※従来研究2: 三好他, “動的再構成可能ストリーム処理エンジンとクエリコンパイラの検討”, 論文誌 データベース(TOD), Vol.4, No.2, pp. 35-51, 2011年7月

速度と銘柄数の両立が難しかった理由

従来のコンパイラ: 各銘柄向けの計算回路を生成
十分な数の計算回路が実装できず20Gbpsでの処理不能

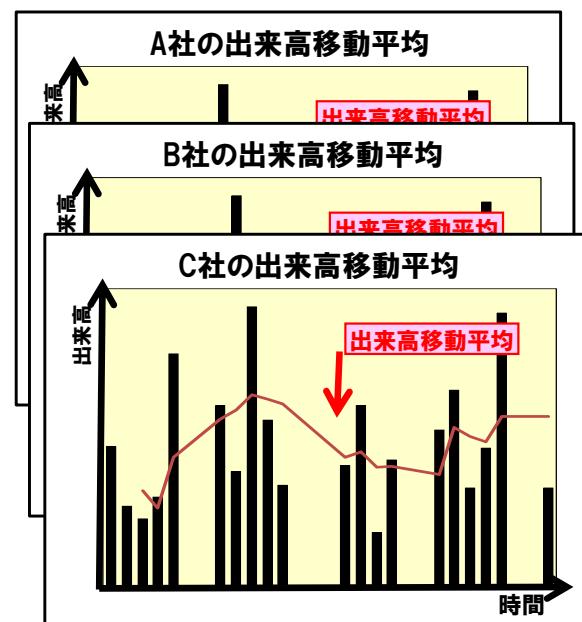
入力株式データ



ハードウェア



出力データ

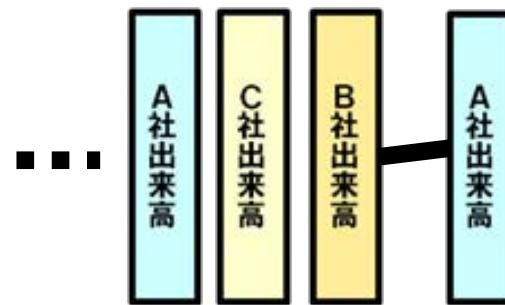


※東証全銘柄は数千程度

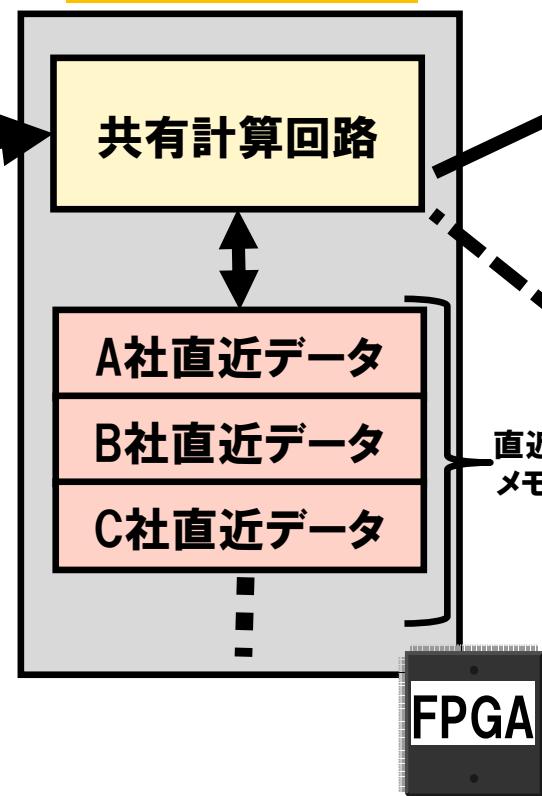
解決のアイデア

今回開発したコンパイラ: 共有計算回路を生成
データが順次到着する時間差を利用し
数万銘柄を20Gbpsでの処理可能

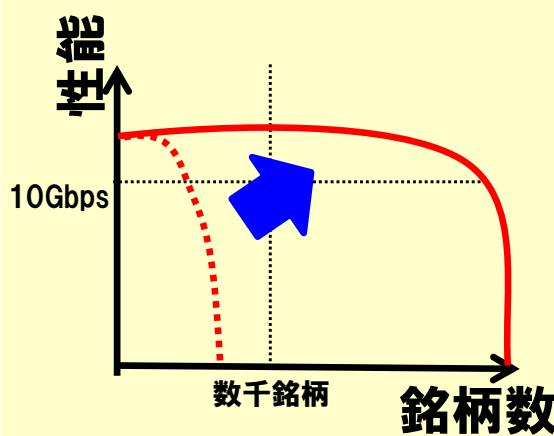
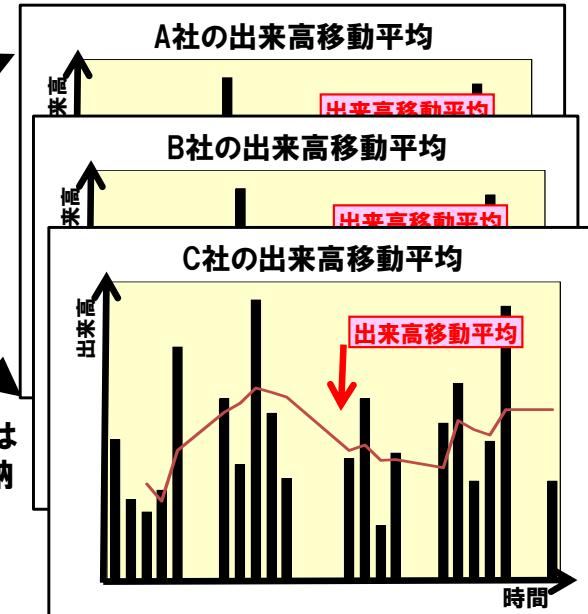
入力株式データ



ハードウェア



出力データ



※東証全銘柄は数千程度

運用に関する課題を解決する技術

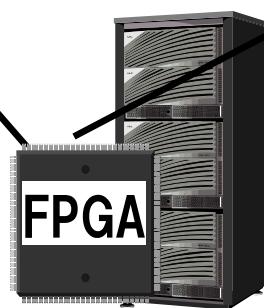
**システム無停止で、
処理内容をダイナミックに変更可能**

従来技術

サーバを停止し処理を書き換え
→ 運用中の処理変更が不可能

処理Aを実行

```
SELECT stock_id, AVE (volume)  
OVER W  
FROM STOCK  
WINDOW W AS  
(PARTITION BY stock_id  
ROWS 3 PRECEDING)
```



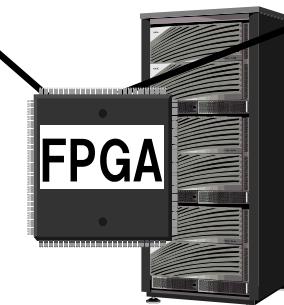
サーバ停止

書換中



処理Bを実行

```
SELECT stock_id,  
SUM (volume*price) , SUM (volume)  
OVER W  
FROM STOCK  
WINDOW W AS  
(PARTITION BY stock_id  
ROWS 3 PRECEDING)
```



約1時間必要

今回の開発技術

サーバを止めずにハードウェアを書き換え
→ 運用中の処理変更が可能に

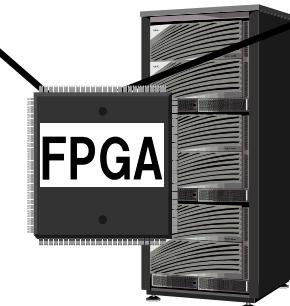
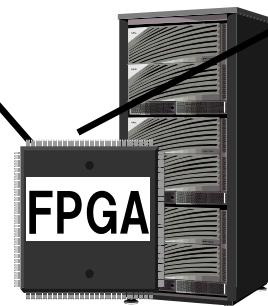
処理Aを実行

サーバ停止

処理Bを実行

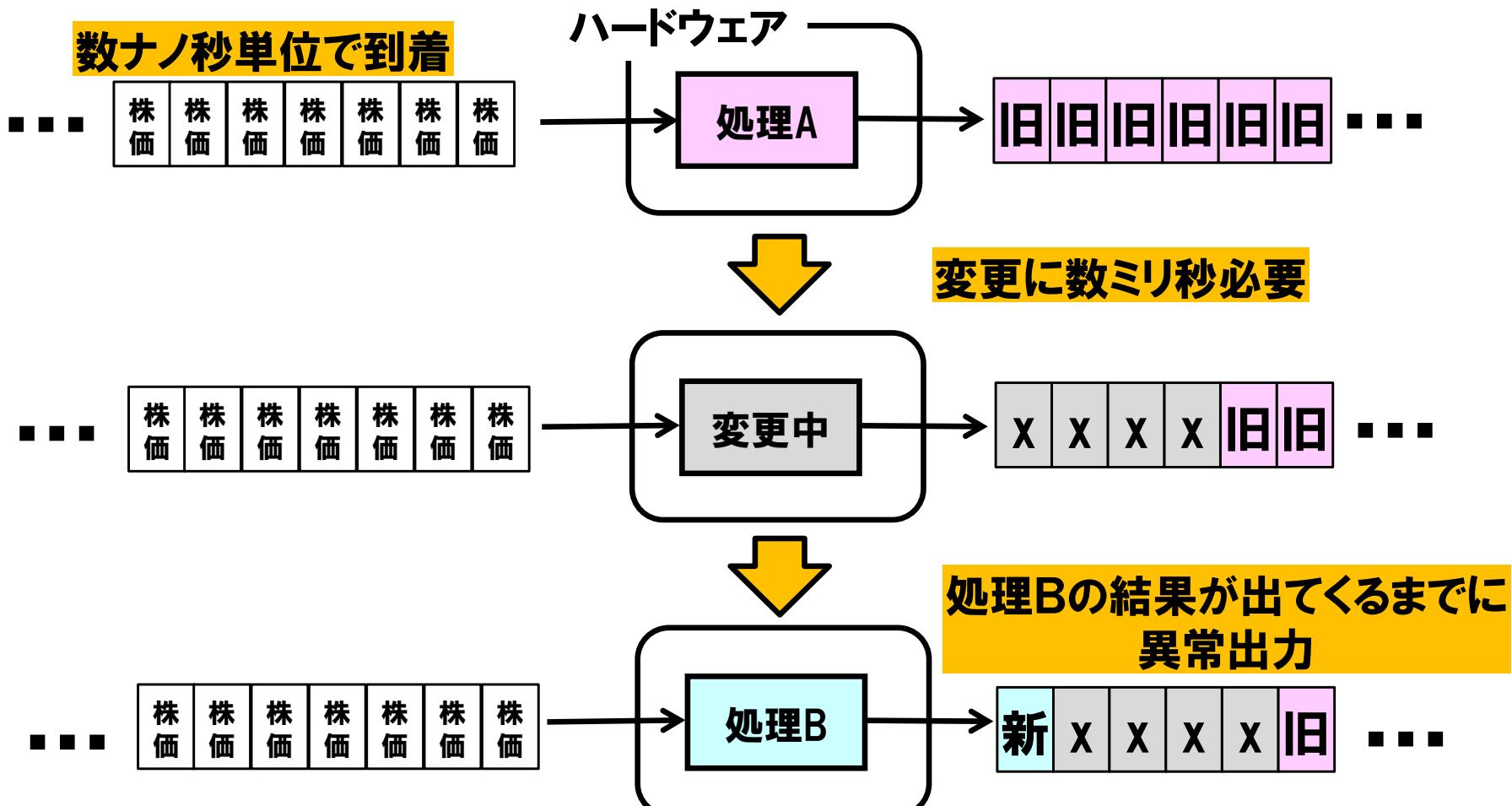
```
SELECT stock_id, AVE (volume)  
OVER W  
FROM STOCK  
WINDOW W AS  
(PARTITION BY stock_id  
ROWS 3 PRECEDING)
```

```
SELECT stock_id,  
SUM (volume*price) , SUM (volume)  
OVER W  
FROM STOCK  
WINDOW W AS  
(PARTITION BY stock_id  
ROWS 3 PRECEDING)
```



何が難しいか？

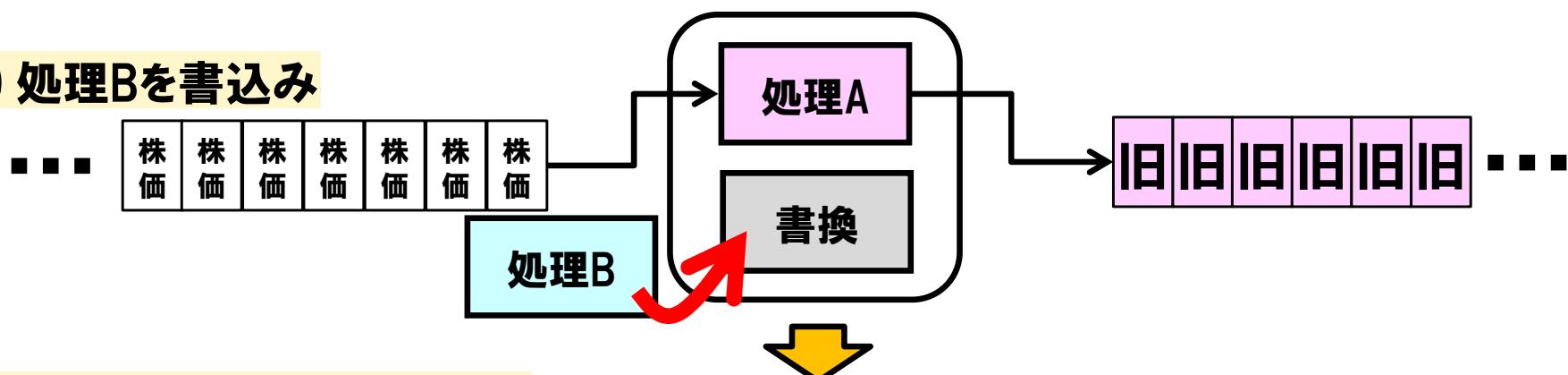
処理変更中にデータが次々到着
→ 処理結果に矛盾(空白期間)発生



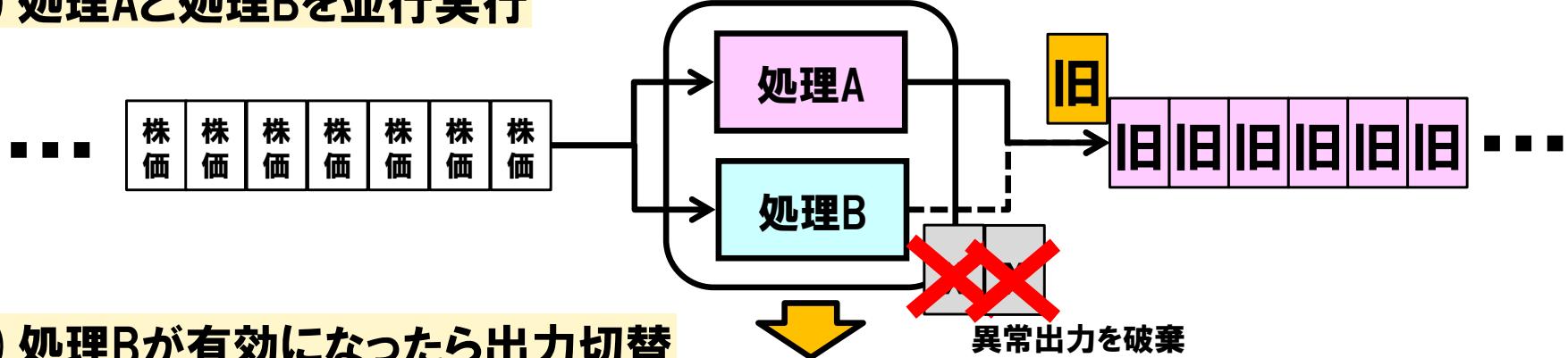
解決のアイデア

並列処理可能性を利用し処理Aと処理Bを並行実行

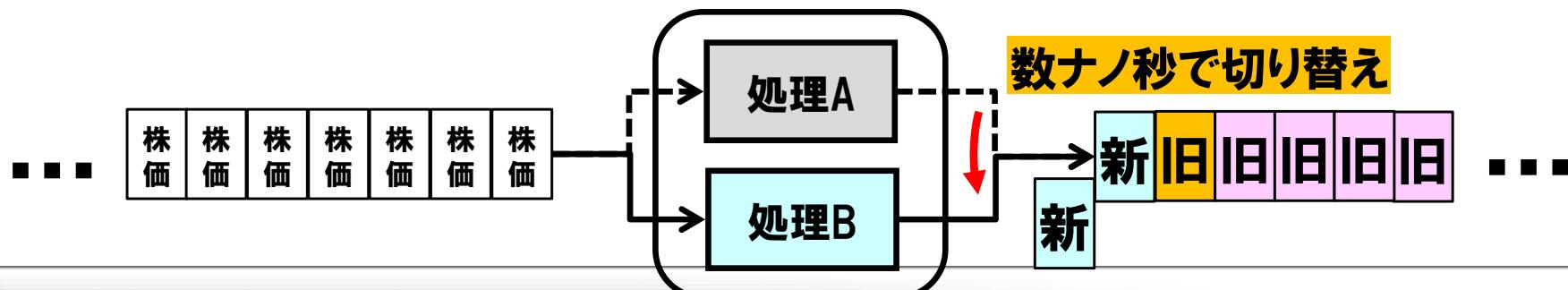
(1) 処理Bを書き込み



(2) 処理Aと処理Bを並行実行



(3) 処理Bが有効になつたら出力切替



アウトライン

- ・ ハードウェアを用いたリアルタイム分析処理
- ・ 状況変化への迅速な対応のための開発・運用の技術
- ・ まとめ

本技術のまとめ

- ・リアルタイム処理においてハードウェアによる高速化が有効
- ・状況変化への迅速に対応できないハードウェアの課題：
 - SQLから20Gbpsで動作するハードウェアを自動合成し
設計時間を1/50に短縮
 - 通常数時間かかる**サーバ停止なしで処理変更**を可能に
- ・今後も本技術の研究開発を進め、
2014年度までにハードウェアを活用したビッグデータの
リアルタイム処理ソリューションとしての提供を目指します。

※ 本成果は8月29日から31日までオスロで開催される国際学会FPLにおいて、30日に発表いたしました

Empowered by Innovation

NEC