



Hewlett Packard
Enterprise



HPE HPC & AIフォーラム 2019
~ HP-CAST Japan ~

継続的学習のススメ

みんなで育てる人工知能。
構築したら終わりですか？

日本ヒューレット・パカード株式会社
通信メディアソリューションズ統括本部

AI エンジニア 木下 晃
コンサルタント 浅野 純一

継続的学習のススメ

昨年、誰も知らなかった。

今、誰でも知っている。

令和

どうやって知りました？

SNSで



TVで



Webで



新聞で



なぜ、知りました？

常識



興味



なんとなく







業務命令



命令 和

どうやって知りました？

-  SNSで
-  TVで
-  Webで
-  新聞で

なぜ、知りました？

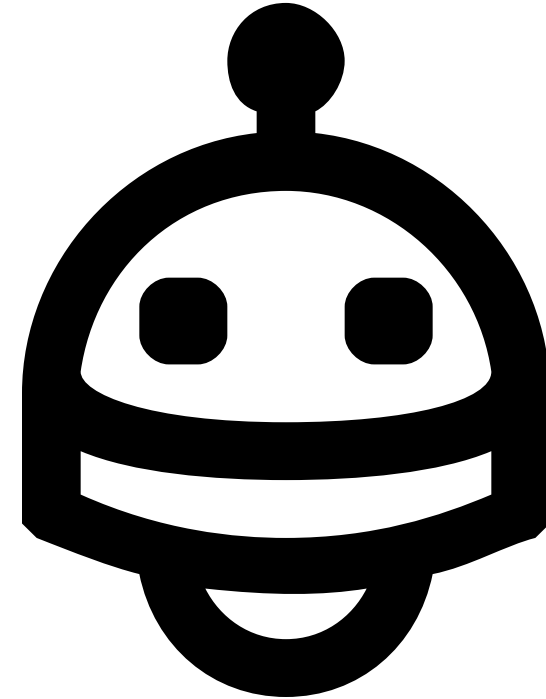
-  常識
-  興味
-  なんとなく
-  業務命令

命令
和

継続的学習のススメ

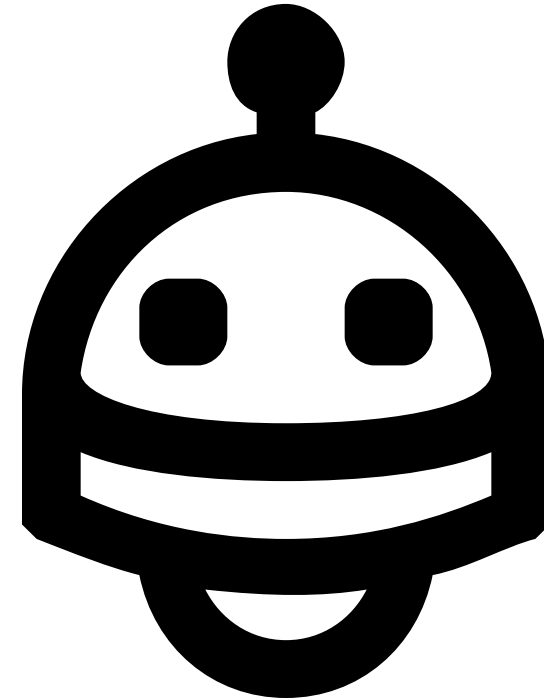
2年後、導入済みのAIは
どうなってますか？

これから導入されるAIでは
考慮されていますか？



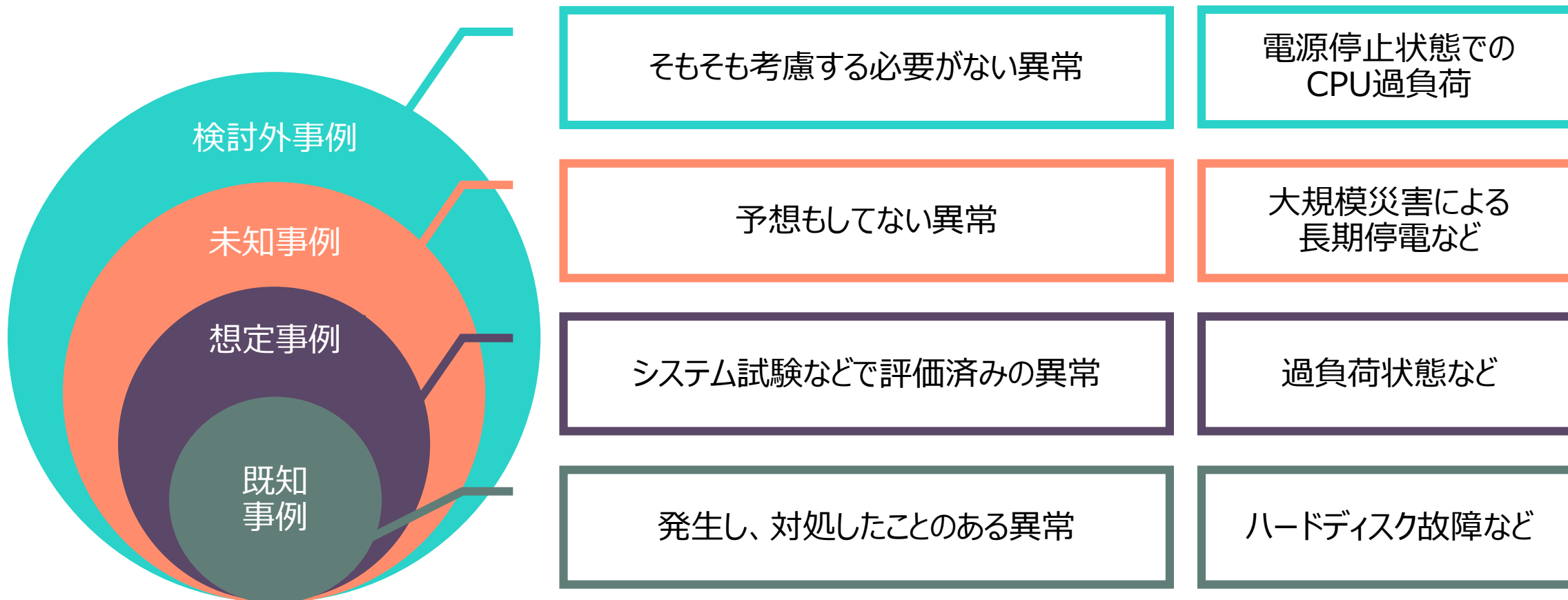
継続的学習のススメ

異常値検知の例から
どうあるべきかを見
てみましょう。



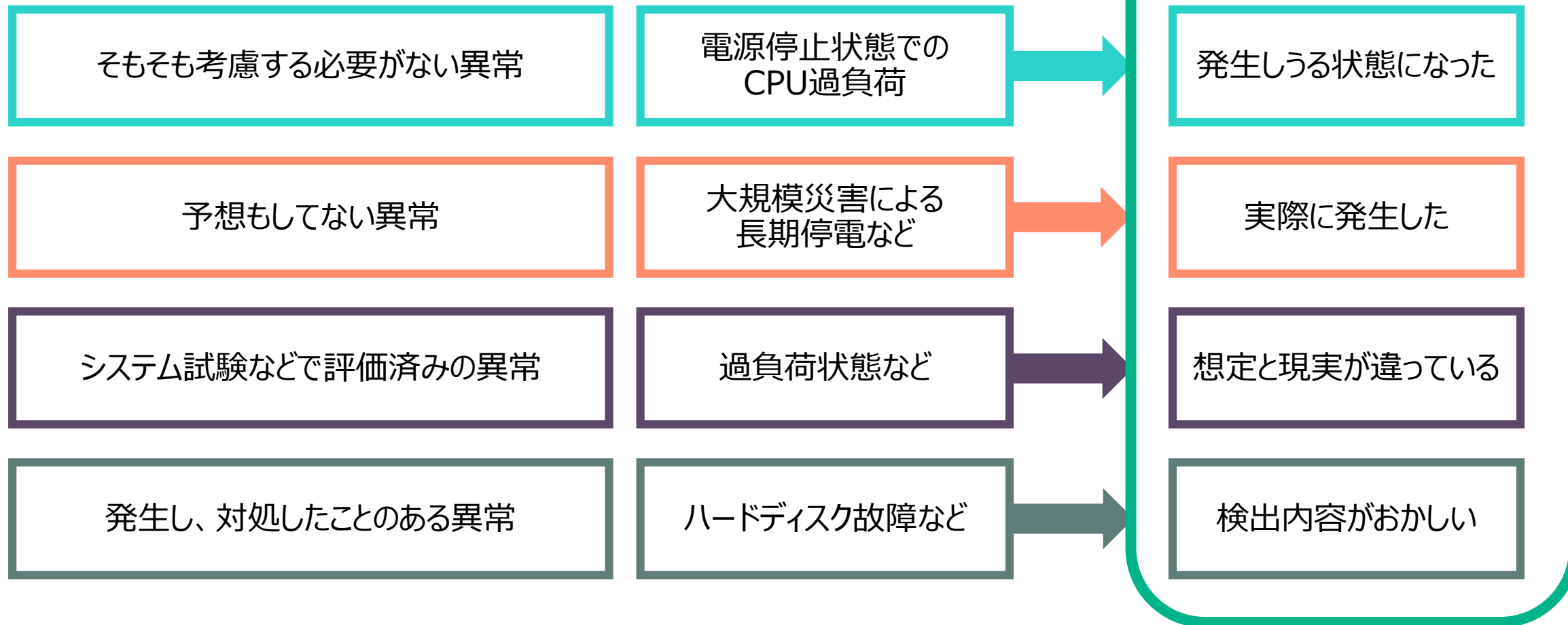
継続的学習のススメ

異常値検知例からの解説



継続的学習のススメ

異常値検知例からの解説



継続的学習のススメ 異常値検知例からの解説

誰がやりますか？

運用者



担当者



ベンダ



どうやってやりますか？

手順書



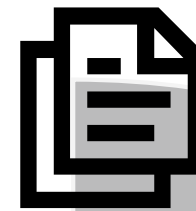
都度



製品



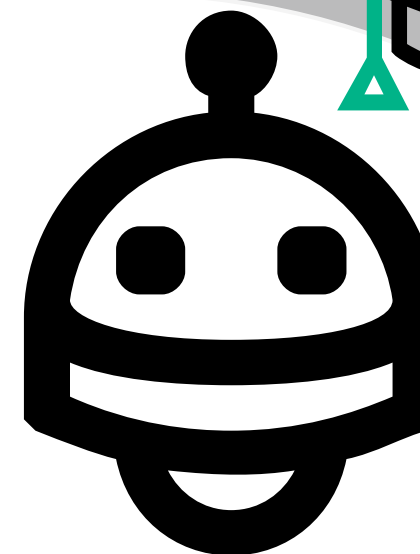
データ準備



再学習



妥当性検証



Model検討



カスタマイズ

継続的学習のススメ

異常値検知例からの解説

運用者の要望

- 学習～検証～Deployを早く、簡単に。
- 何かあればシステム担当者/ベンダに支援を依頼。

システム担当者の要望

- 通常の学習サイクルで回らないデータの検証/分析。
- 過学習防止の中長期視点でのデータ検証/分析。

開発エンジニアの要望

- 特異データやモデルそのものの検証
- 新たな分析軸の追加や分析対象の追加

利用頻度

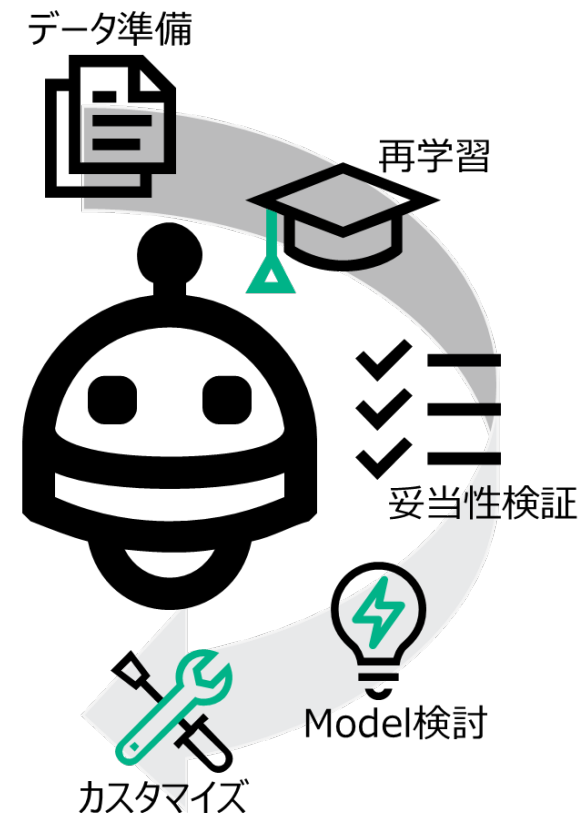
多

難易度

低

少

高

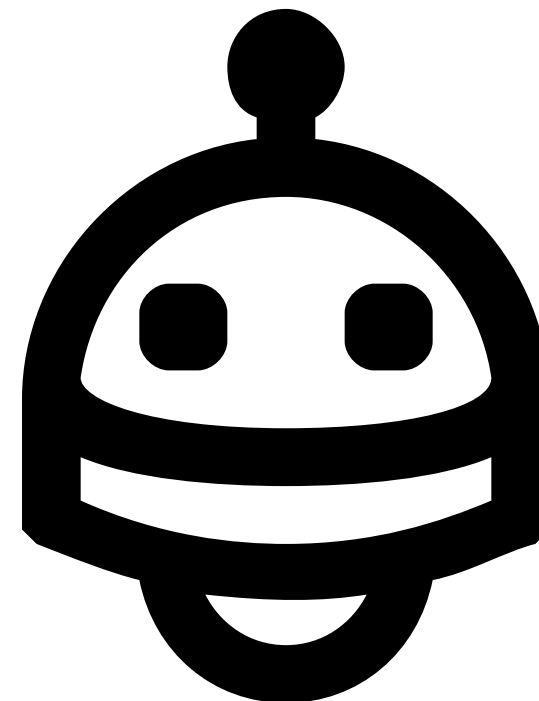


継続的学習のススメ 異常値検知例からの解説

考慮すべきポイント

誰が使うのか？

いつ使うのか？



繼續的學習：Demonstration



継続的学習 : Demonstration

AI4alarm概要



大量にアラームが！

見慣れないログメッセージが！

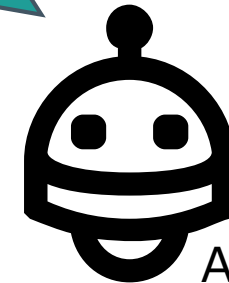
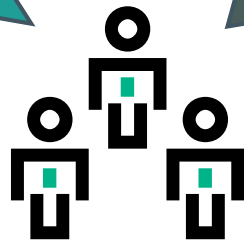
```
May 17 16:11:58 serverA rgmanager[13662]: [fs] mount -t ext4 /dev/dm-5 /opt/data01
May 17 16:14:17 serverA kernel: dlm: closing connection to node 3
May 17 16:15:19 serverA kernel: dlm: closing connection to node 2
May 17 16:15:21 serverA corosync[6482]: [MAIN] Corosync Cluster Engine exiting with status 0 at main.c:1864.
May 17 16:19:23 serverA rpcbind: rpcbind terminating on signal. Restart with "rpcbind -w"
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 2:0:0:0: [sda] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 2:0:1:0: [sdb] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 2:0:1:0: [sdb] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 3:0:3:0: [sdf] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 2:0:1:0: [sdb] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 3:0:0:0: [sdc] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 3:0:1:0: [sdd] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: sd 2:0:0:0: [sda] Assuming drive cache: write through
May 23 20:43:39 serverA kernel: piix4_smbus 0000:00:07.3: Host SMBus controller not enabled!
```

何が原因？

どうする？

原因はこれ

こう対処する



AI4alarm

継続的学習 : Demonstration

AI4alarm概要



Log/Alarm

Trouble

Operation

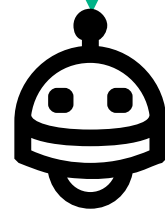
過去の
実績データ

過去ログ
12:01:05 高度低下, 15m
12:01:05 速度低下, 10km
12:01:06 Mortor Power Down
12:01:07 Battely Low, 10%
12:01:07 傾き, 10℃
12:01:15 振動正常
12:01:20 Geo Location, 5, 129, ...
:

インシデント履歴
10:28:05, インシデント2519, Alarm56, Over Weight
12:01:07, インシデント2520, Alarm27, Battely Low
18:56:22, インシデント2521, Alarm29, Battely Fail
:

インシデント対応履歴
インシデント2519 :
-> Operation872
-> Operation206
インシデント2520 :
-> Operation108
インシデント2521 :
-> Operation512
:
Operation106
Operation107
Operation108
XXXを実行
YYYを確認
ZZZをクリア
:

過去のデータをAIで学習し特徴を自動抽出



AI4alarm

ログ出現率に応じたHPE独自の重み付けを加味した抽出方式 (ABS) を採用

継続的学習 : Demonstration

AI4alarmデモ環境



Hewlett Packard Enterprise
vTeMIP
統合監視ソリューション

Jenkins
オープンソース CIツール

GitHub Enterprise
GitHub
ソースコード管理ツール

HPE Private Cloud基盤

AI4alarm 推定用 AIコンテナ

AI4alarm 学習用 AIコンテナ

CentOS **docker**

HPE Proliant DL380 Gen10
Intel Xeon Gold 6252 2p48c

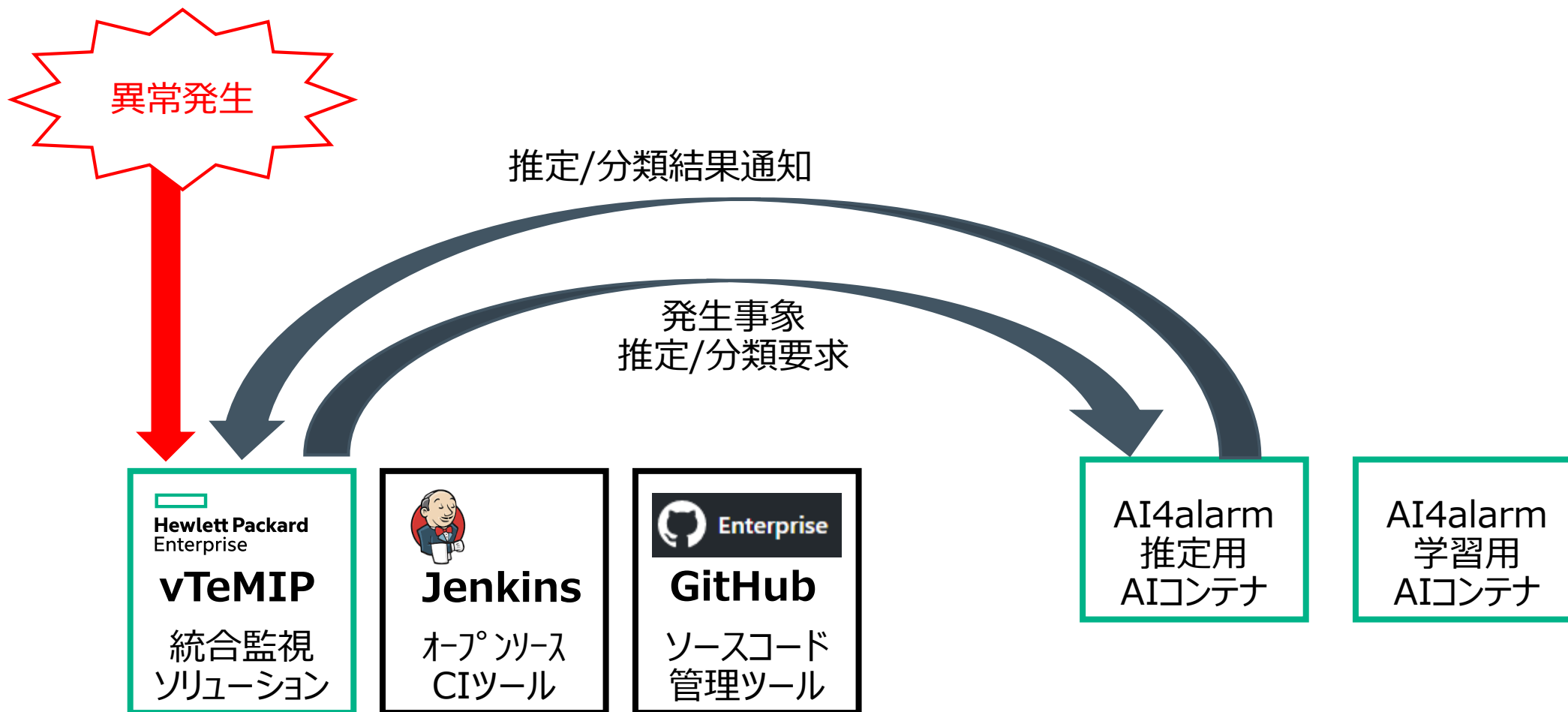
オンプレミス環境

CPU Only

継続的学習 : Demonstration

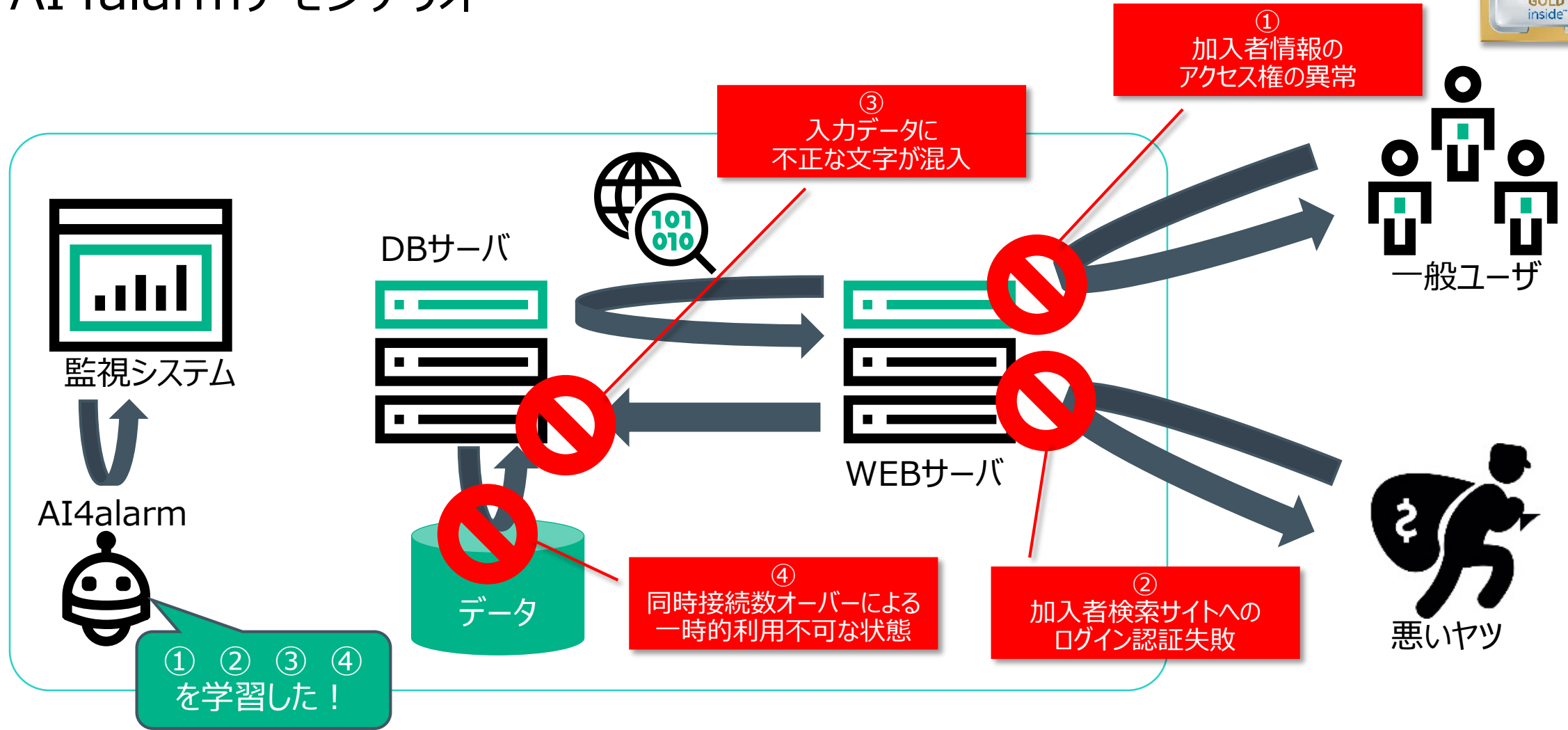
AI4alarmデモ環境

異常検知・通知方式



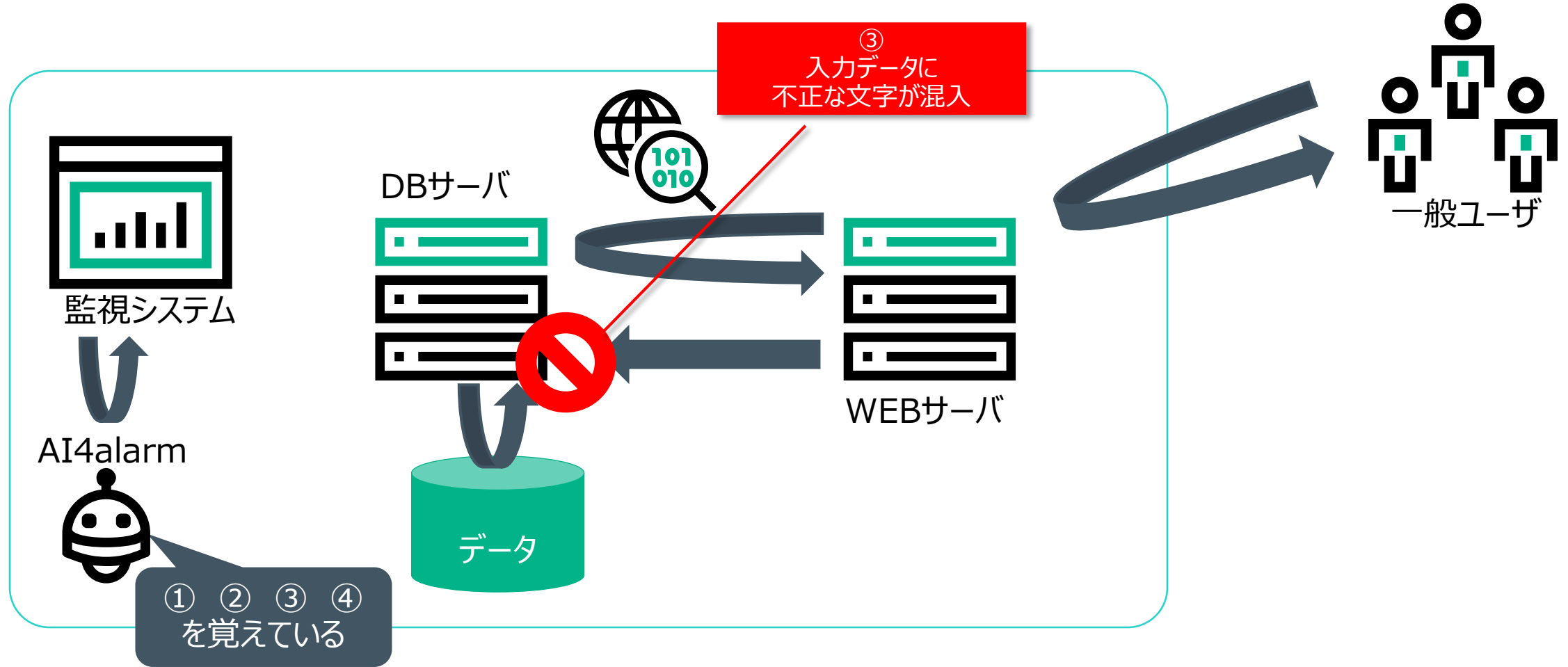
継続的学習 : Demonstration

AI4alarmデモシナリオ



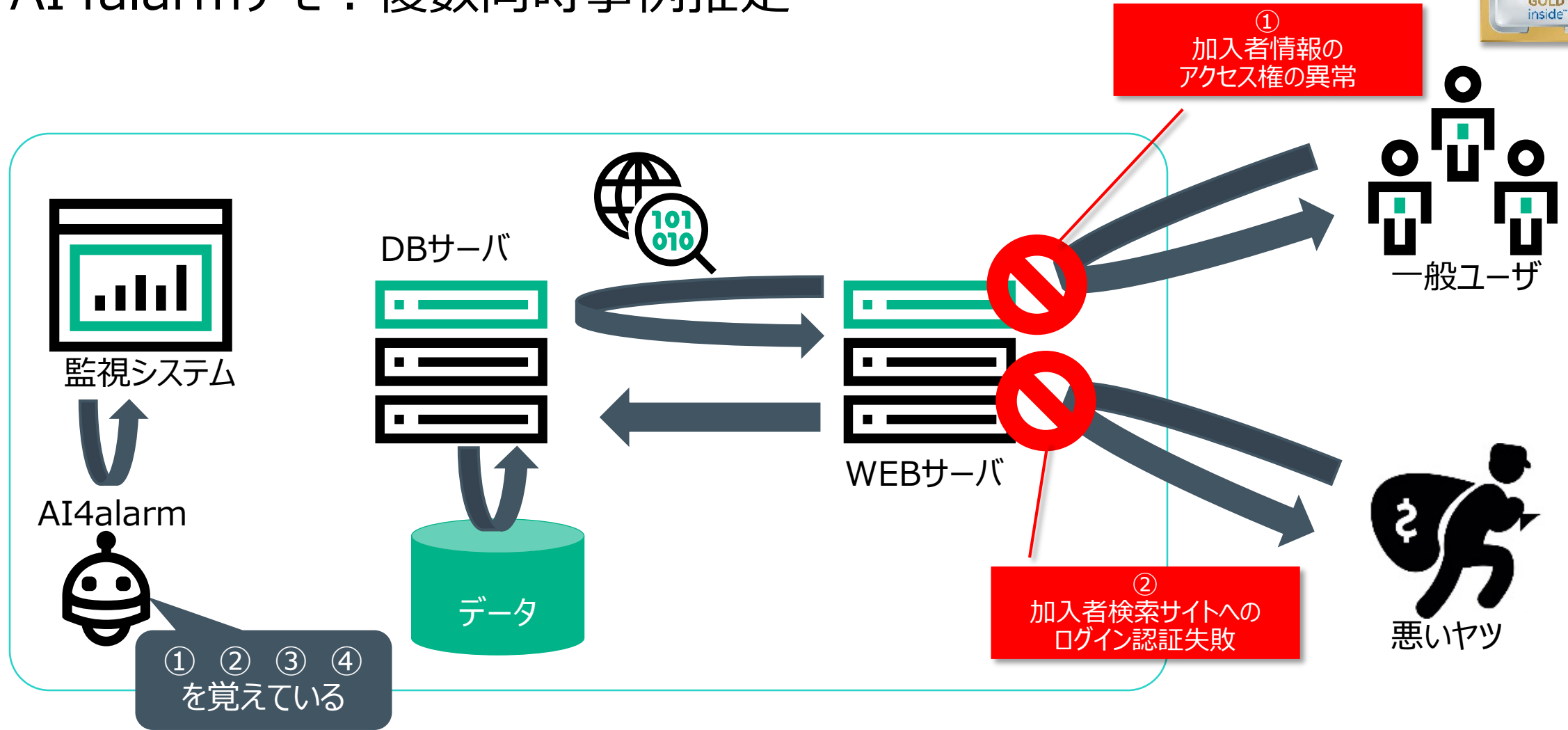
継続的学習 : Demonstration

AI4alarmデモ : 既知事例推定



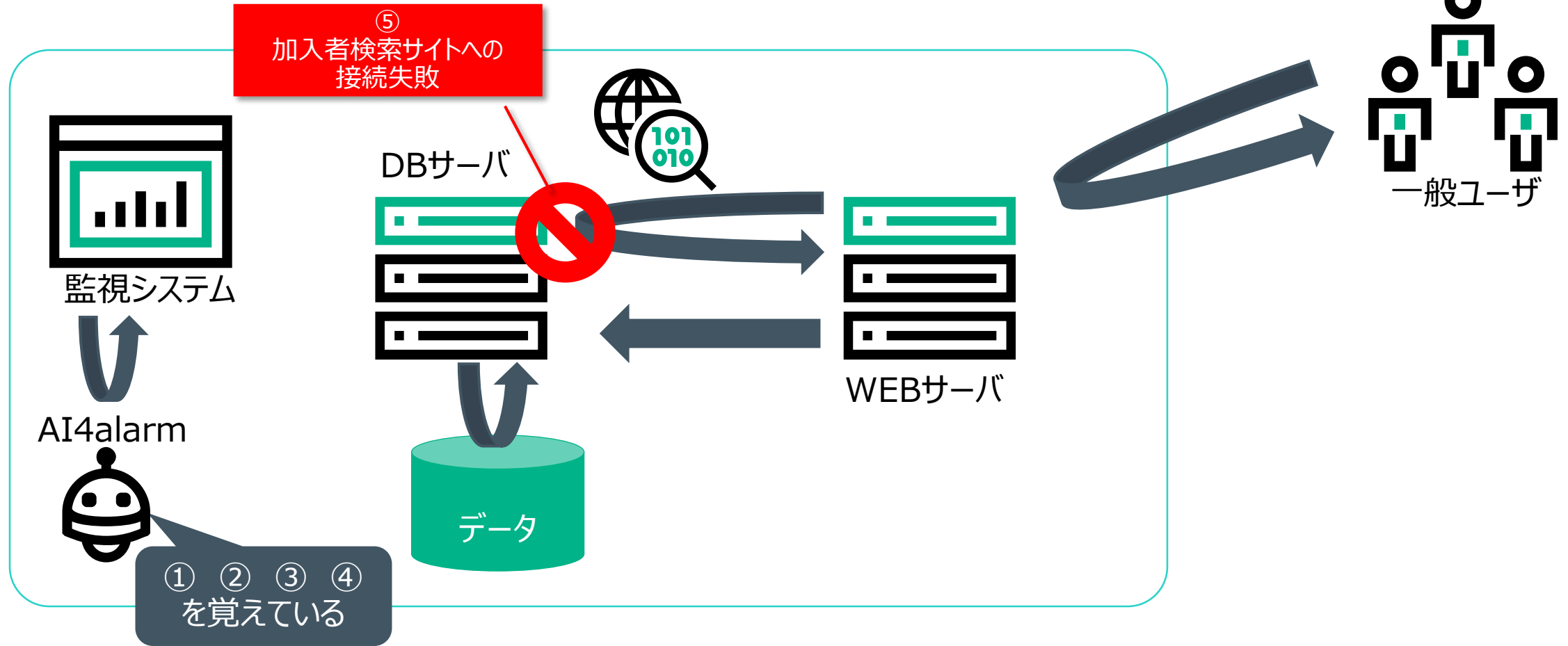
継続的学習：Demonstration

AI4alarmデモ：複数同時事例推定



継続的学習：Demonstration

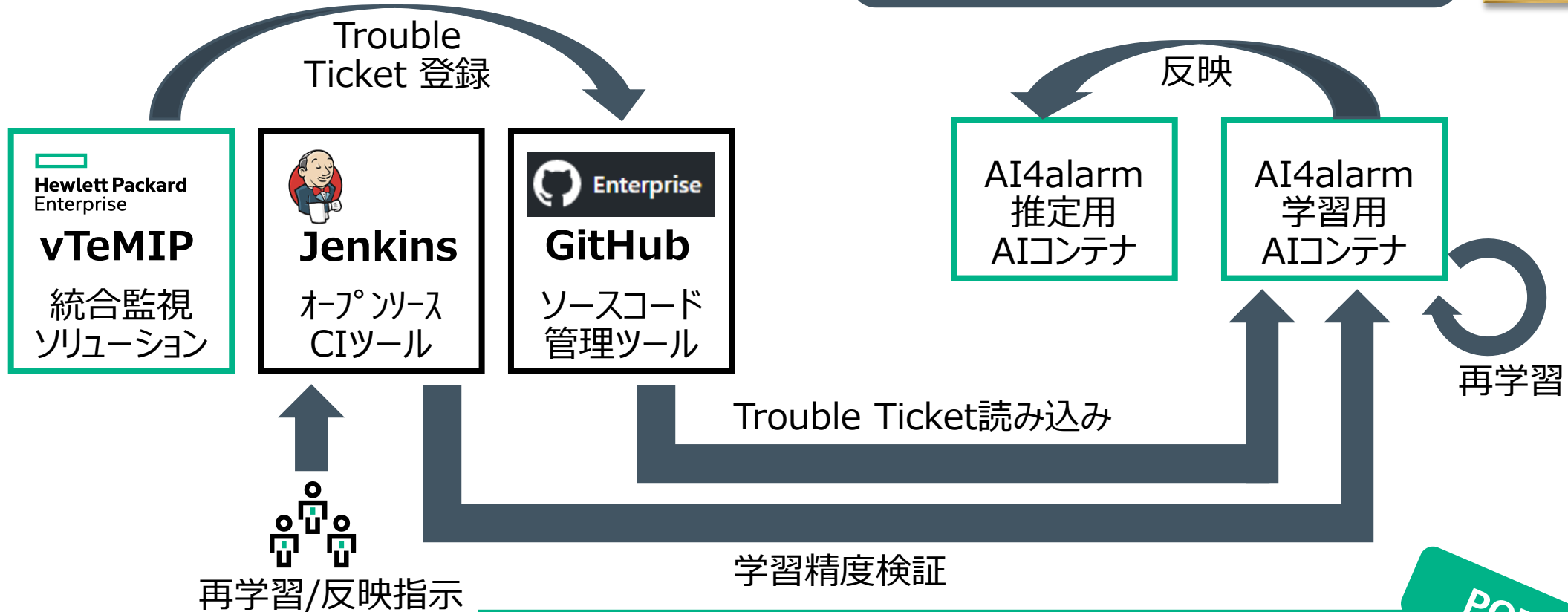
AI4alarmデモ：未知事例推定



継続的学習 : Demonstration

AI4alarmデモ環境

学習・反映方式



POINT

Trouble Ticket起票後、ビルド実行だけで反映まで完了

AIをよく知らない運用者でもカンタン操作

継続的学習 : Demonstration

AI4alarmデモ環境

より高度な
学習・反映方式

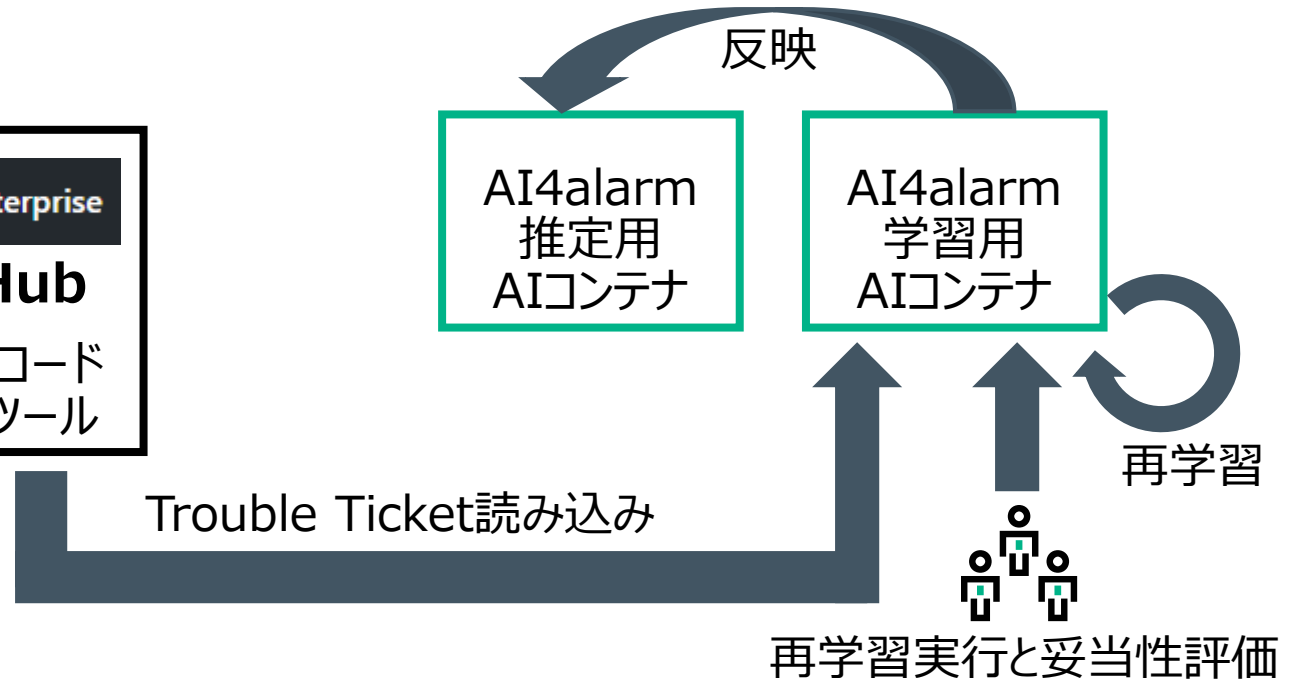


Hewlett Packard
Enterprise
vTeMIP
統合監視
ソリューション

Jenkins
オープンソース
CIツール

Enterprise

GitHub
ソースコード
管理ツール



POINT

検出精度向上のチューニングを簡単に実行
ちょっとAIを知っている方ならカンタン操作

継続的学習のススメ

弊社AI Solutionの特徴：AIだけじゃない！



手間暇かかる作業を自動化し、
早くすることが解決策？



分析方法、プログラム、データ用意を
誰でもわかるように整備する？



HPEからの提案

AIだけでなく、お客様の要件、背景、状況に応じた適切なレベルの継続的学習パイプラインおよび実行環境を用意いたします。

継続的学習のススメ

弊社AI Solutionの特徴：アラームだけじゃない！



軽い

- 推定はms単位
- 学習でも数分（※）

簡単

- 継続的学習が簡単
- オークストレーションも簡単

早い

- Deployが速い
- 導入も速い

おススメ

クラウドAIツールは難しそうで使いこなせない、と思っている方

シンプルにAIを使って業務効率化や働き方改革を進めたい方

データサイエンティストの継続的な支援がなくとも、自力でAI化を進めたい方

オンプレミスのクラウドネイティブAI環境を実現したい方

GPU vs CPU

性能比較

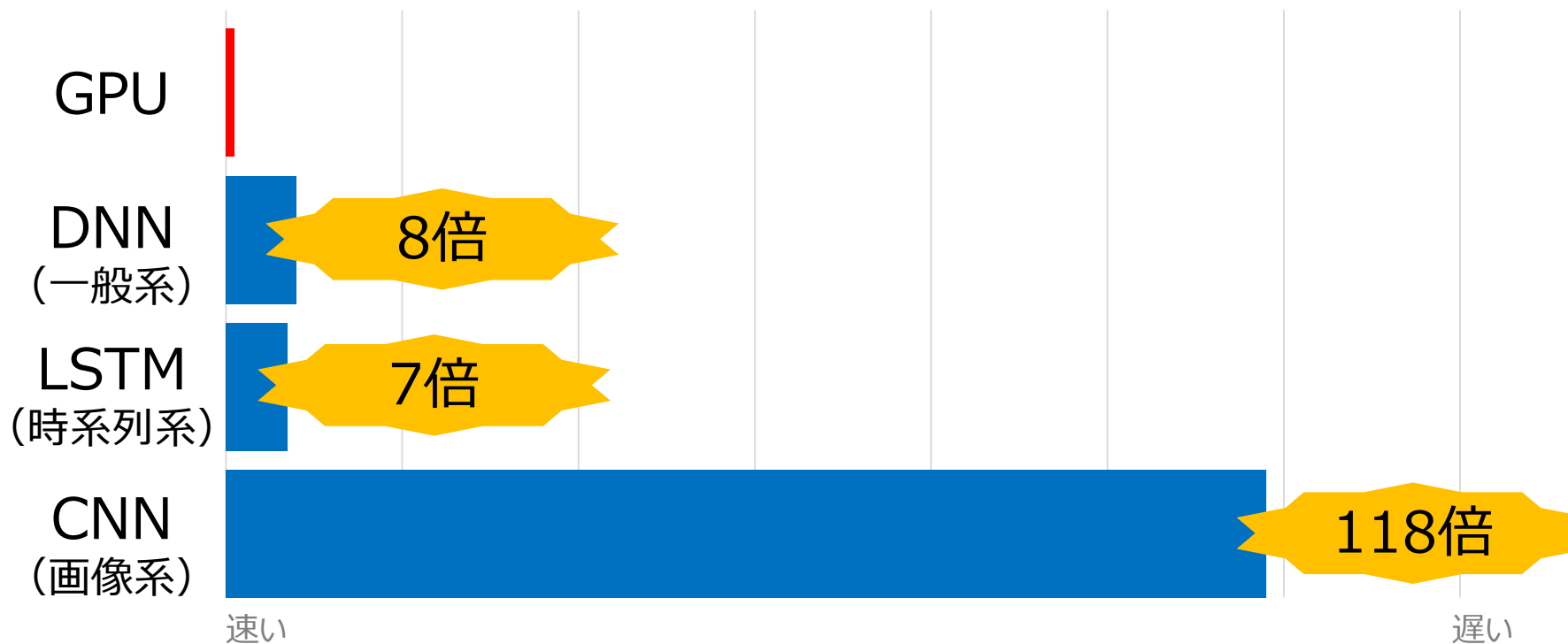


GPU vs CPU 性能比較

ディープラーニング・モデルの学習時性能比較



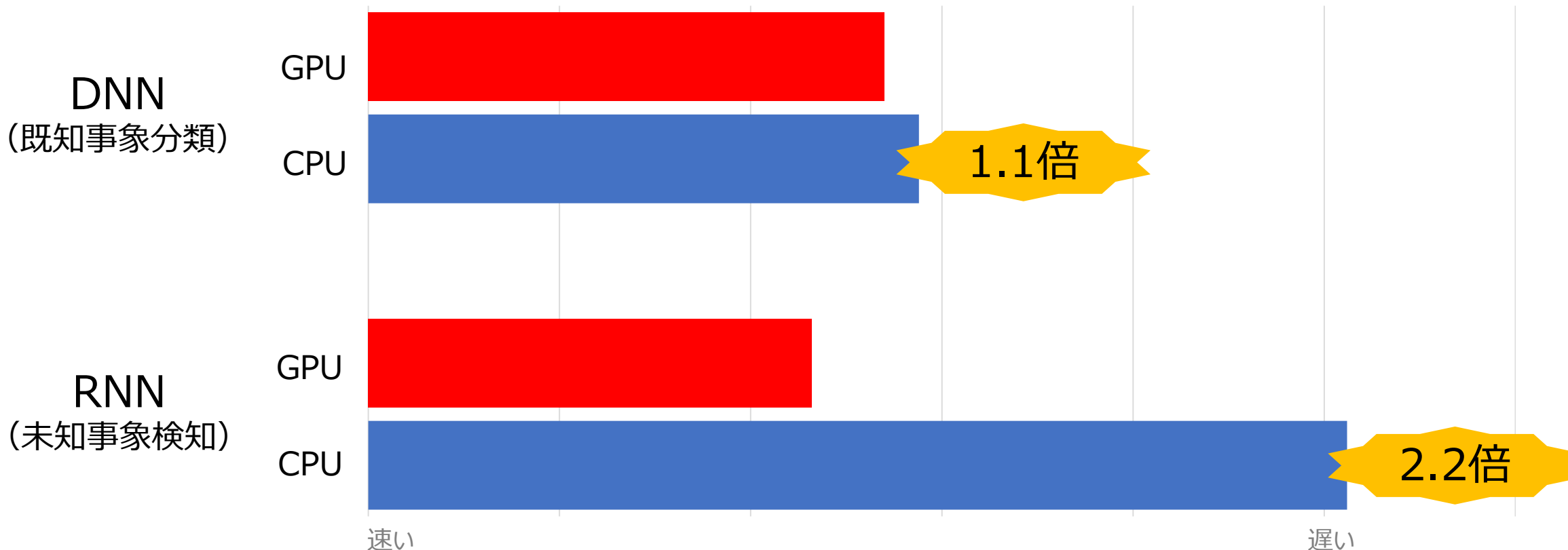
※GPUを1とした時のCPUの処理時間差



DNNやRNN (LSTMなど) だとGPUを使い切れないためCNN程の性能差は無い

GPU vs CPU 性能比較

今回のデモの学習時性能の比較



使い方によってはCPUでも十分なケースもある

第2世代インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ



インテル® Xeon®
Platinum 8200
プロセッサ



インテル® Xeon®
Gold 6200 / 5200
プロセッサ



インテル®
Xeon®
Silver 4200
プロセッサ



インテル®
Xeon®
Bronze 3200
プロセッサ

最大 **3.50 倍**

5年前のシステムから
のパフォーマンス向上⁴

インテル® Xeon® プロセッサ
E5-2600 v2 製品ファミリー
と比較した場合の VM 密度

最大 **1.33 倍**

平均
パフォーマンス向上⁵

インテル® Xeon® Gold 5100
プロセッサとの比較

最大 **14 倍**

インテル® DL ブーストに
よる AI パフォーマンス⁶

インテル® Xeon® Platinum 8180
プロセッサ (2017年7月) との比較

サイド
チャンネル
攻撃対策

暗号化 +
アクセラ
レーター

インテル®
セキュリティ
ライブラリー

ハードウェア支援型セキュリティ
によるビジネスの耐障害性

インテル®
ディープ
ラーニング
ブースト
(DLブースト)

インテル®
スピード
セレクト
テクノロジー

インテル®
インフラ
ストラクチャー
マネジメント
テクノロジー

効率の向上による俊敏性に
優れたサービス提供

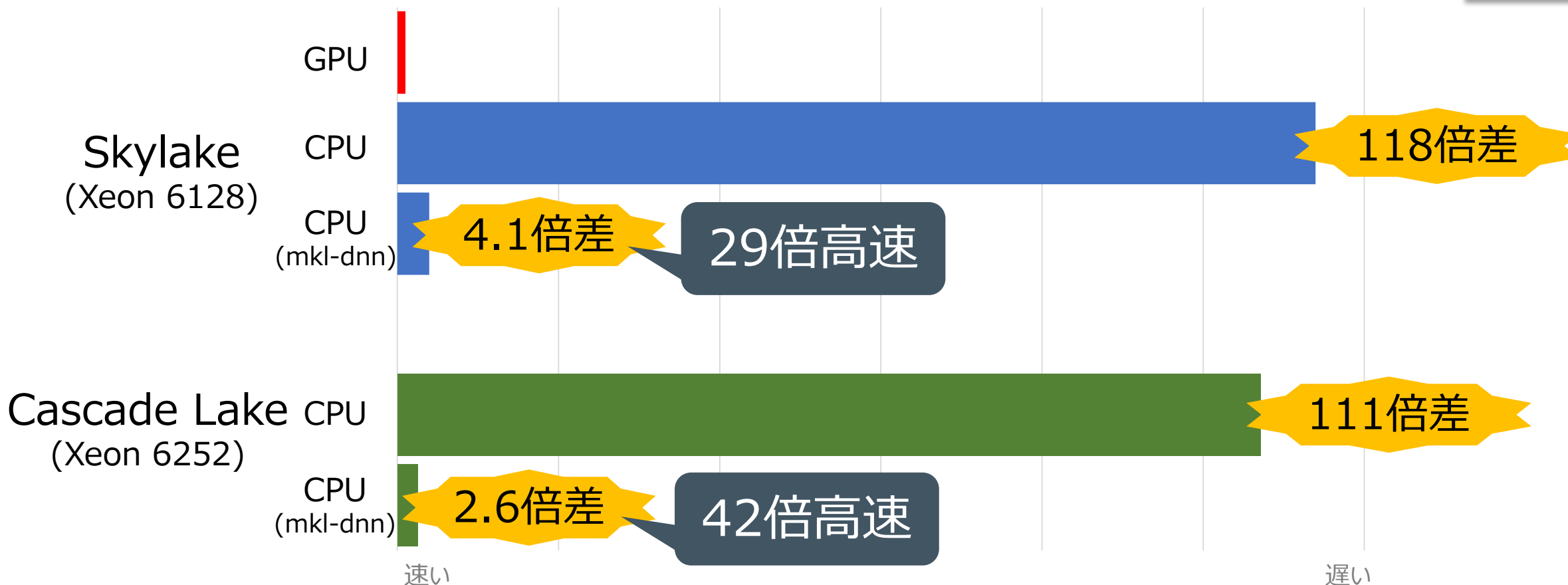
インテル® スピード・セレクト・テクノロジーは一部のプロセッサ上で利用できます。

性能の測定結果は、構成に示した日付時点のテストに基づいています。また、現在公開中のすべてのセキュリティ・アップデートが適用されているとは限りません。構成とベンチマークの詳細は、スライド 50 ~ 51 ページに記載しています。絶対的なセキュリティを提供できる製品やコンポーネントはありません。性能に関するテストに使用されるソフトウェアとワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサ用に最適化されていることがあります。SYSmark* や MobileMark* などの性能テストは、特定のコンピューター・システム、コンポーネント、ソフトウェア、操作、機能に基づいて行ったものです。結果はこれらの要因によって異なります。製品の購入を検討される場合は、他の製品と組み合わせた場合の本製品の性能など、ほかの情報や性能テストも参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。詳細については、<http://www.intel.com/benchmarks/> (英語) を参照してください。

GPU vs CPU 性能比較

CNNの処理性能比較

- ※ DL380Gen10 2P Model
- ※ Chainer 7.0a1、iDeep2.0、mkl-dnn1.0.2
- ※ ImageNet(NIN)の処理時間比較



IntelのDNNライブラリを使うとCPUでも大幅に高速化できる

インテル® ディープラーニング・ブースト (DLブースト)

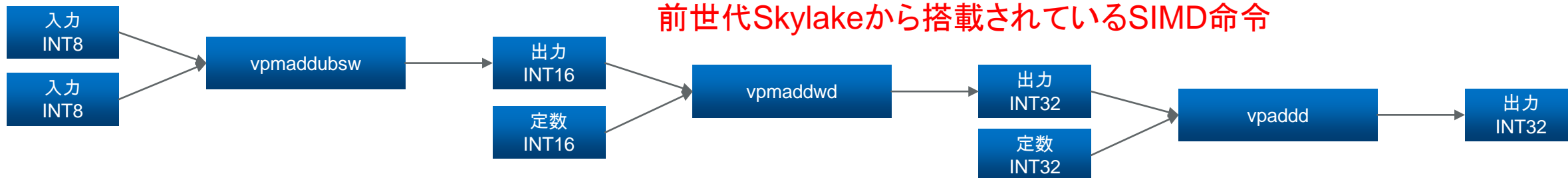


Vector Neural Network Instructions (VNNI) 対応

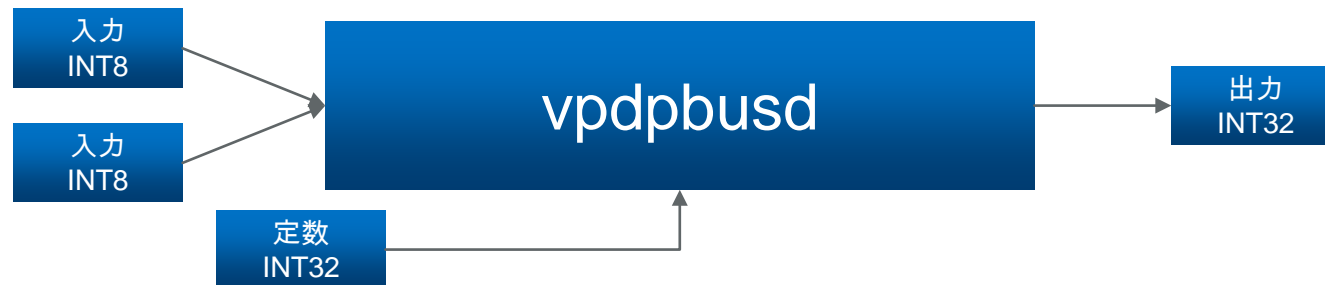


INT8 の畳み込みを実行する現在の **AVX-512 命令: vpmaddubsw、vpmaddwd、vpadd**

前世代Skylakeから搭載されているSIMD命令



INT8 の畳み込みを高速化する AVX-512 (VNNI) 命令: **vpdpbusd**



継続的学習のススメ

Key Takeaways



- AIは導入後の育て方次第で伸びたり、枯れたり、腐ったり。
- 使う人が主体となった育成方法も導入時に考えましょう。
- 育成方法に正解はありません。
- 試して、見直して、導入することの繰り返しです。
- それを実行する環境も含め、AI導入をご検討ください。
- GPUがないとダメ？ いえいえ、そんなことはありません。



Hewlett Packard
Enterprise



皆様ご清聴ありがとうございました。
本セミナーはIntel協賛で開催させていただきました。

Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel Inside、Intel Inside ロゴ、Celeron、Celeron Inside、Intel Atom、Intel Atom Inside、Intel Core、Core Inside、Intel vPro、vPro Inside、Itanium、Itanium Inside、Pentium、Pentium Inside、Ultrabook、Xeon、Xeon Inside、Intel Xeon Phi は、アメリカ合衆国および / またはその他の国における Intel Corporation またはその子会社の商標です。



Appendix

第2世代インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ— AIソリューションのご紹介

第2世代インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ



インテル® Xeon® Platinum 8200 プロセッサ



インテル® Xeon® Gold 6200 / 5200 プロセッサ



インテル® Xeon® Silver 4200 プロセッサ



インテル® Xeon® Bronze 3200 プロセッサ

最大 **3.50 倍**

5 年前のシステムからのパフォーマンス向上⁴

インテル® Xeon® プロセッサ E5-2600 v2 製品ファミリーと比較した場合の VM 密度

最大 **1.33 倍**

平均パフォーマンス向上⁵

インテル® Xeon® Gold 5100 プロセッサとの比較

最大 **14 倍**

インテル® DL ブーストによる AI パフォーマンス⁶

インテル® Xeon® Platinum 8180 プロセッサ (2017年7月) との比較

サイドチャンネル攻撃対策 暗号化 + アクセラレータ インテル® セキュリティーライブラリー

ハードウェア支援型セキュリティーによるビジネスの耐障害性

インテル® ディープラーニング・ブースト (DLブースト) インテル® スピード・セレクト・テクノロジー インテル® インフラストラクチャー・マネジメント・テクノロジー

効率の向上による俊敏性に優れたサービス提供

インテル® スピード・セレクト・テクノロジーは一部のプロセッサ上で利用できます。

性能の測定結果は、構成に示した日付時点のテストに基づいています。また、現在公開中のすべてのセキュリティー・アップデートが適用されているとは限りません。構成とベンチマークの詳細は、スライド 50 ~ 51 ページに記載しています。絶対的なセキュリティーを提供できる製品やコンポーネントはありません。性能に関するテストに使用されるソフトウェアとワークロードは、性能がインテル® マイクロプロセッサ用に最適化されていることがあります。SYSmark* や MobileMark* などの性能テストは、特定のコンピューター・システム、コンポーネント、ソフトウェア、操作、機能に基づいて行ったものです。結果はこれらの要因によって異なります。製品の購入を検討される場合は、他の製品と組み合わせた場合の本製品の性能など、ほかの情報や性能テストも参考にして、パフォーマンスを総合的に評価することをお勧めします。詳細については、<http://www.intel.com/benchmarks/> (英語) を参照してください。



AI の理論と実装の間のハードルを克服



インテルとの連携により AI の取り組みが加速

データレイヤーに関する
インテルの専門知識を活用して
データの氾濫を制御



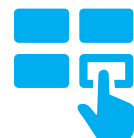
オープン AI ソフトウェアにより
開発を迅速化



アナリティクスから
ディープラーニングまで
アプローチを柔軟に選択



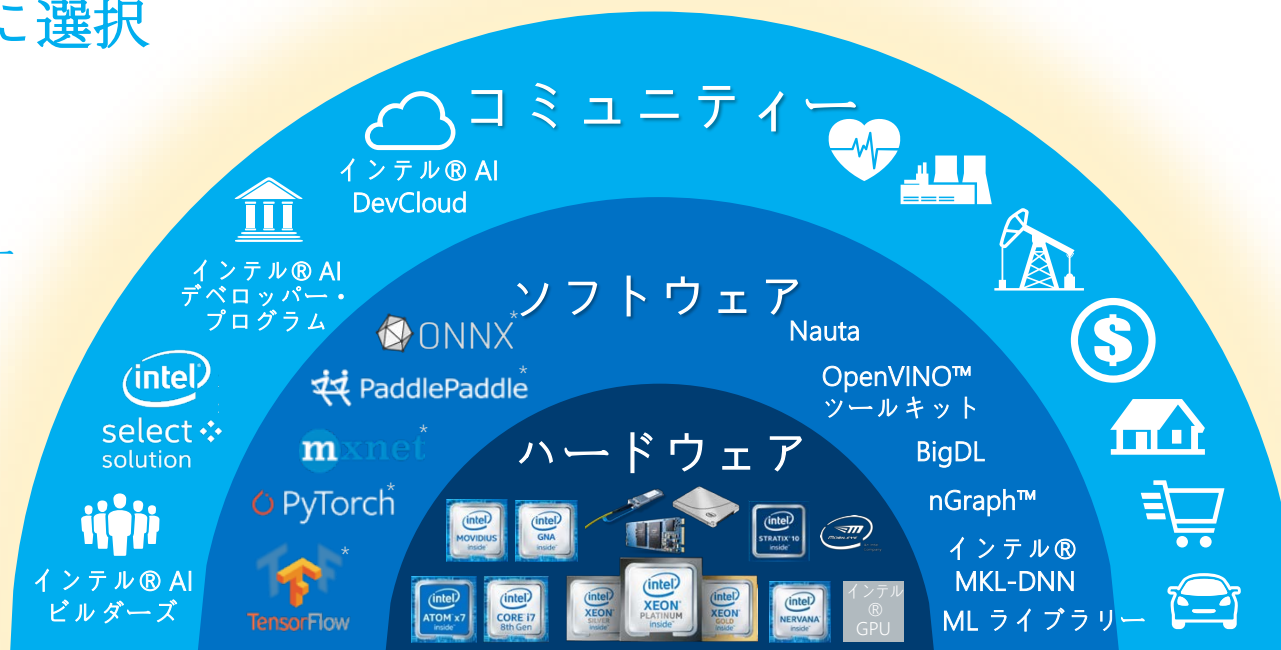
専門性の高いコミュニティ
による支援を通じて
AI を簡素化



先進的なハードウェアの採用により
AI を広範に展開



IT 環境およびクラウドの
プラットフォーム全体で
スムーズにスケーリング



*その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

Xeon for DL #1 : Intel® AVX-512 & FMA

- 512-bit wide vectors
- 32 operand registers
- 8 64b mask registers
- Embedded broadcast
- Embedded rounding

Microarchitecture	Instruction Set	SP FLOPs / cycle	DP FLOPs / cycle
Skylake	Intel® AVX-512 & FMA	64	32
Haswell / Broadwell	Intel AVX2 & FMA	32	16
Sandybridge	Intel AVX (256b)		8
Nehalem	SSE (128b)		

Intel AVX-512 Instruction Set Features	
AVX-512-F	AVX-512 Foundation
AVX-512-VL	Vector Length Orthogonality : ability to use different vector lengths
AVX-512-BW	512-bit Byte/Word Streaming
AVX-512-DQ	Additional D/Q/SP/DP instructions (converts, transposes)
AVX-512-CD	Conflict Detect : used in vectorizing loops with potential address conflicts

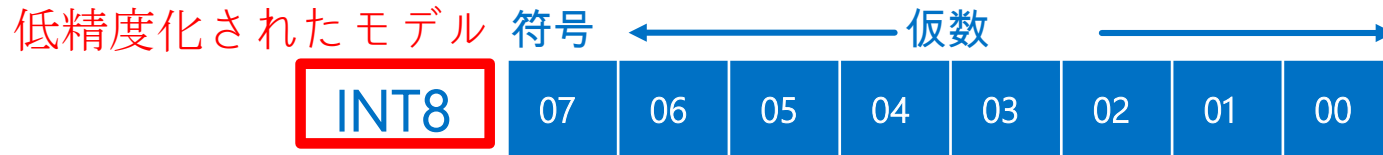
高速ベクトル、
積和演算を実現する
SIMD命令

POWERFUL INSTRUCTION SET FOR DATA-PARALLEL COMPUTATION

インテル® ディープラーニング・ブースト (DLブースト)

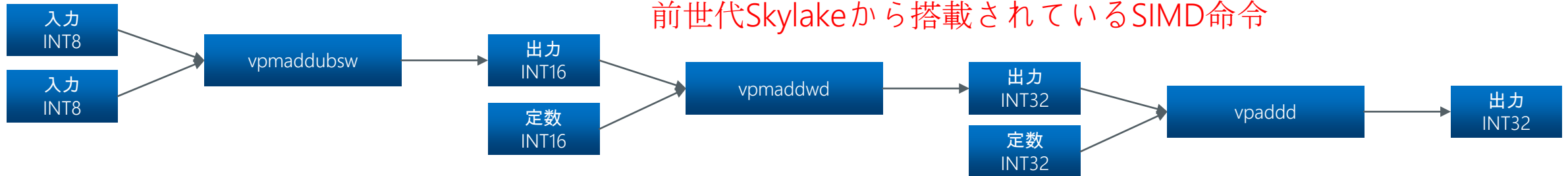


Vector Neural Network Instructions (VNNI) 対応

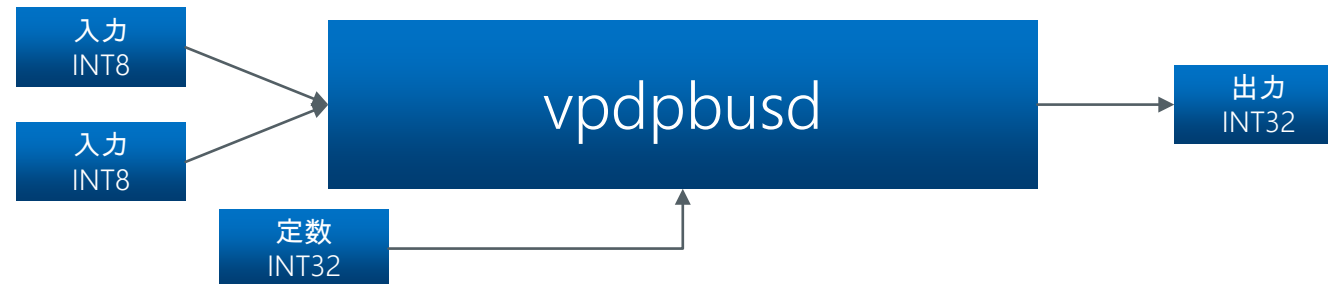


INT8 の畳み込みを実行する現在の AVX-512 命令: `vpmaddubsw`、`vpmaddwd`、`vpadd`

前世代Skylakeから搭載されているSIMD命令



INT8 の畳み込みを高速化する AVX-512 (VNNI) 命令: `vpdpbusd`

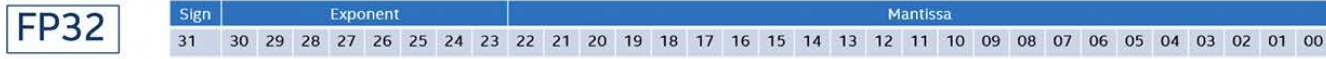


インテル® ディープラーニング・ブースト (DLブースト)



Skylake

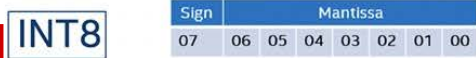
1st gen Intel® Xeon® Scalable processor with Intel® DL Boost



Typical AVX-512 instruction to perform FP32 convolutions: **vfmadd231ps**



1st gen Intel® Xeon® Scalable processor with Intel® DL Boost



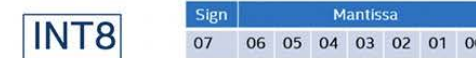
Typical AVX-512 instructions to perform INT8 convolutions: **vpaddubsw, vpmaddwd, vpadd**



× 4倍

Cascade Lake

2nd gen Intel® Xeon® Scalable processor with Intel® DL Boost



Typical AVX-512 instructions to perform INT8 convolutions: **vpdpbusd**



× 3倍

Vector Neural Network Instructions (VNNI) 対応

開発を迅速化するインテルAIソフトウェア



オープン AI ソフトウェアの活用



ツールキット

アプリ
ケーション
開発者

ディープラーニングの導入

OpenVINO™ ツールキットの

インテル® ディストリビューション¹

Caffe、TensorFlow*、MXNet*、ONNX*、Kaldi 用に
CPU/GPU/FPGA/VPU に
ディープラーニング推論を導入

Nauta (ベータ版)

Kubernetes* 上に構築された
スケーラブルで拡張可能なオープンソースの
分散型ディープラーニングプラットフォーム



ライブラリー

データ・
サイエン
ティスト

マシンラーニング (ML)

Python*

- [scikit-learn](#)
- [Pandas](#)
- [NumPy](#)

R

- [Cart](#)
- [RandomForest](#)
- [orest](#)
- [e1071](#)

分散型

- [MLLib \(Spark* 上\)](#)
- [Mahout*](#)

ディープラーニング・フレームワーク

CPU などに最適化



その他のフレームワーク最適化が
進行中
(PaddlePaddle*、CNTK* など)

[ステータス & インストール・ガイド](#)

近日公開



カーネル

ライブラリー
開発者

アナリティクスと ML

Python*向け
インテル®
ディストリ
ビューション

マシンラーニングに最適
化されたインテル® ディ
ストリビューション

インテル®
データ・
アナリティクス・
ライブラリー

インテル® データ・アナリ
ティクス・アクセラレーショ
ン・ライブラリー

ディープラーニング ディープ・ニューラル・

CPU / 内蔵グラフィックス向けの
オープンソースの DNN 関数

ディープラーニング・グラフ・コンパイラー

インテル® nGraph™コンパイラー
(ベータ版)

複数のフレームワーク (TF、MXNet*、ONNX*) から複数のデバイス
(CPU、GPU、NNP) に最適化されたディープラーニング・モデルの
演算処理用のオープンソース・コンパイラー

¹ オープンソース・バージョンは、<https://01.org/openvino/toolkit> で入手可能。 *その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。上記の開発者ペルソナは各行の主なユーザー層を表していますが、横断的な利用を排除するものではありません。すべての製品、コンピューター・システム、日付、および数値は、現在の予想に基づくものであり、予告なく変更されることがあります。

Intel® MKL-dnn

Intel's Open-Source Math Kernel Library for Deep Neural Networks

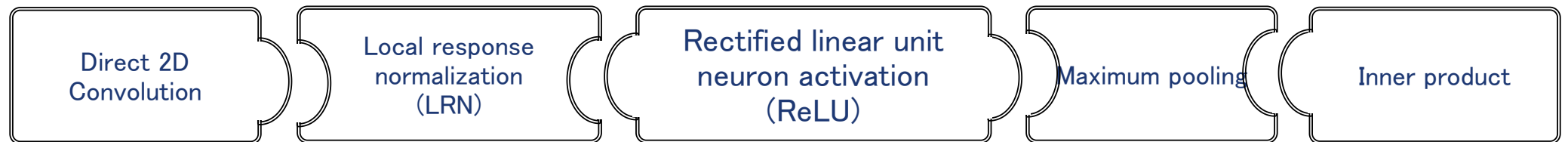
For developers of deep learning frameworks featuring optimized performance on Intel hardware

Distribution Details

- Open Source
- Apache 2.0 License
- Common DNN APIs across all Intel hardware.
- Rapid release cycles, iterated with the DL community, to best support industry framework integration.
- Highly vectorized & threaded for maximal performance, based on the popular Intel® MKL library.

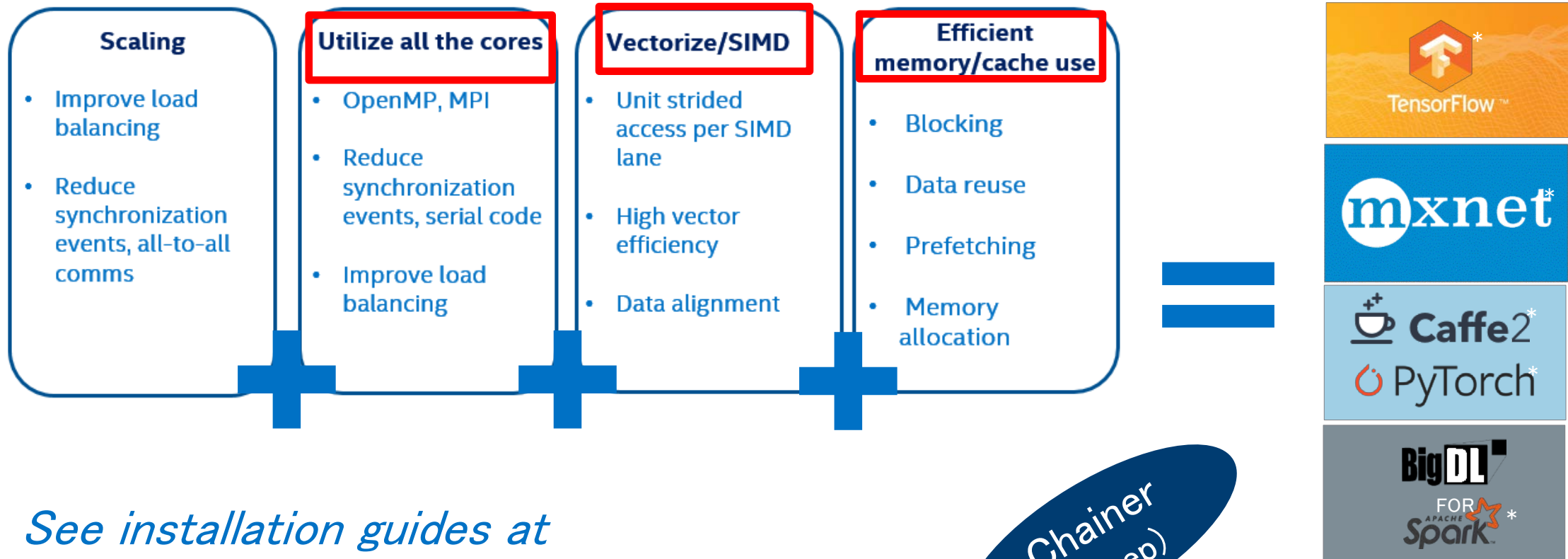
github.com/01org/mkl-dnn

Examples:



All products, computer systems, dates, and figures are preliminary based on current expectations, and are subject to change without notice.

インテルによるDeep Learning Frameworkの最適化



See installation guides at ai.intel.com/framework-optimizations/

More framework optimizations underway (e.g. PaddlePaddle*, CNTK* & more)

SEE ALSO: Machine Learning Libraries for Python (Scikit-learn, Pandas, NumPy), R (Cart, randomForest, e1071), Distributed (MLib on Spark, Mahout)
*Limited availability today
Other names and brands may be claimed as the property of others.

ディープラーニング推論向けの インテル® ディープラーニング・デプロイメント・ツールキット



モデル・オプティマイザー

- **概要:** 学習済みモデルをインポートし、中間表現に変換する Python* ベースのツール
- **重要な理由:** トポロジー変換に基づく抑制により、ハードウェアに適したデータ型に変換することで、パフォーマンスを最大化。

推論エンジン

- **概要:** 高レベルの推論 API
- **重要な理由:** インターフェイスは、ハードウェアのタイプに応じた動的読み込みのプラグインとして実装。複数のコードを実装および管理することなく、タイプごとに最適なパフォーマンスを実現可能。

GPU = グラフィックス・プロセッシング・ユニット / インテル® プロセッサ - グラフィックスが統合されたインテル® CPU

VAD = ビジョン・アクセラレーター・デザイン・プロダクト。FPGA バージョンと 8 つの Myriad™ X バージョンを含む

最適化に関する注意事項

© 2019 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標

OpenCL および OpenCL ロゴは、Apple Inc. の商標であり、Khronos の許諾を得て使用されています。



Inference Benchmark Result

on Intel(R) Xeon(R) Gold 6230 CPU @ 2.10GHz (20 cores × 2 sockets)

Model : Resnet50

Benchmark tool : <https://github.com/IntelAI/models/tree/master/benchmarks>

https://docs.openvinotoolkit.org/latest/_inference_engine_samples_benchmark_app_README.html

	Case1	Case2	Case3 (using VNNI)	Case4 (using OpenVINO+VNNI)
Python	OSS Python 3.6	Intel Python 3.6	Intel Python 3.6	Intel Python 3.6
Tensorflow	OSS (Non-optimized) TF v1.13	Intel TF v1.13	Intel TF v1.13	-
Precision	FP32	FP32	INT8	INT8
OpenVINO	-	-	-	2019R1
Latency (msec) bs=10	311.3	129.0	49.8	16.5
Throughput (images/sec) bs=10	32.13	77.53	200.89	562.86

Each cases use 10cores and 10 streams.

Deconstructing Intel® DL Boost with VNNI using Intel® MKL-DNN benchdnn

Theoretical Improvements: FP32 vs. INT8 & DL Boost

up to 4x Boost in MAC/Cycle

up to 4x Improved Performance / Watt

Decreased Memory Bandwidth

Improved Cache Performance

up next: Microbenchmarking with Intel® MKL-DNN's

Workloads

Topologies



Frameworks

Intel® MKL-DNN Libraries

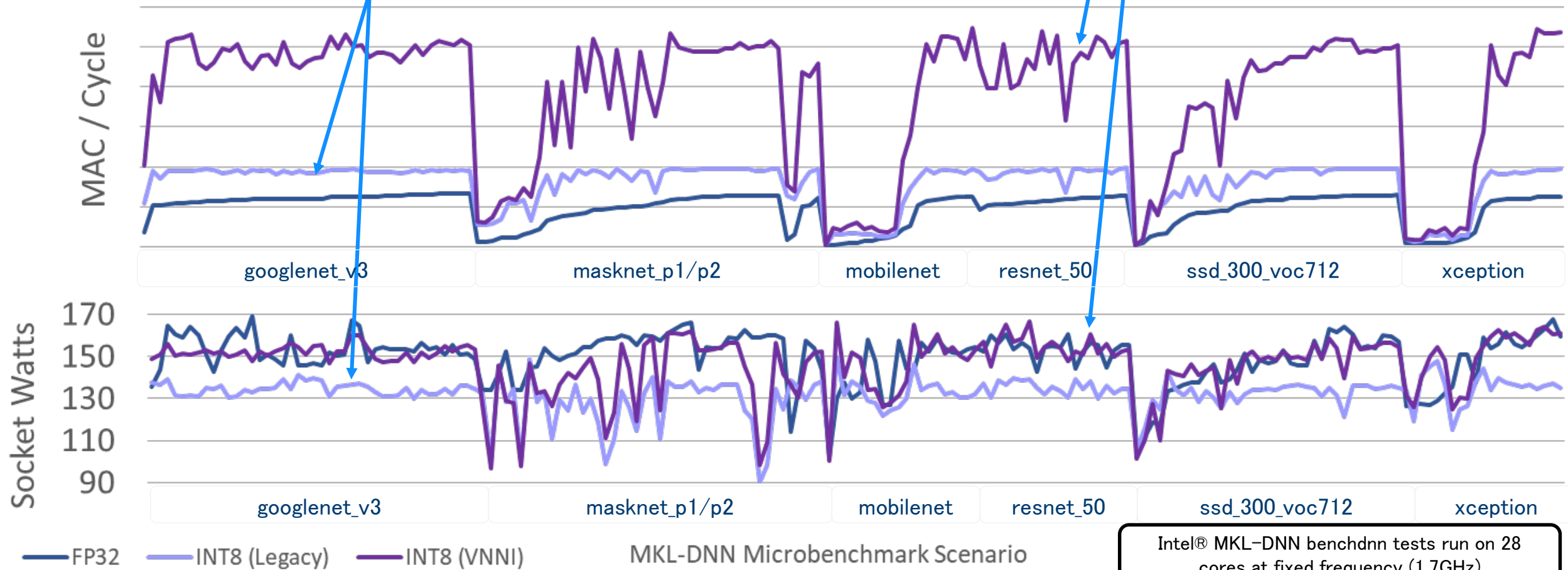
Intel® Processors

Results have been estimated or simulated using internal Intel analysis or architecture simulation or modeling, and provided to you for informational purposes. Any differences in your system hardware, software or configuration may affect your actual performance.. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products. For more complete information visit www.intel.com/benchmarks.

Deconstructing Intel® DL Boost with VNNI: MACs and Power

Legacy INT8 typically provides modest boost in MAC/cycle at lower power vs. FP32

VNNI provides substantial boost to MAC/c at similar power to FP32



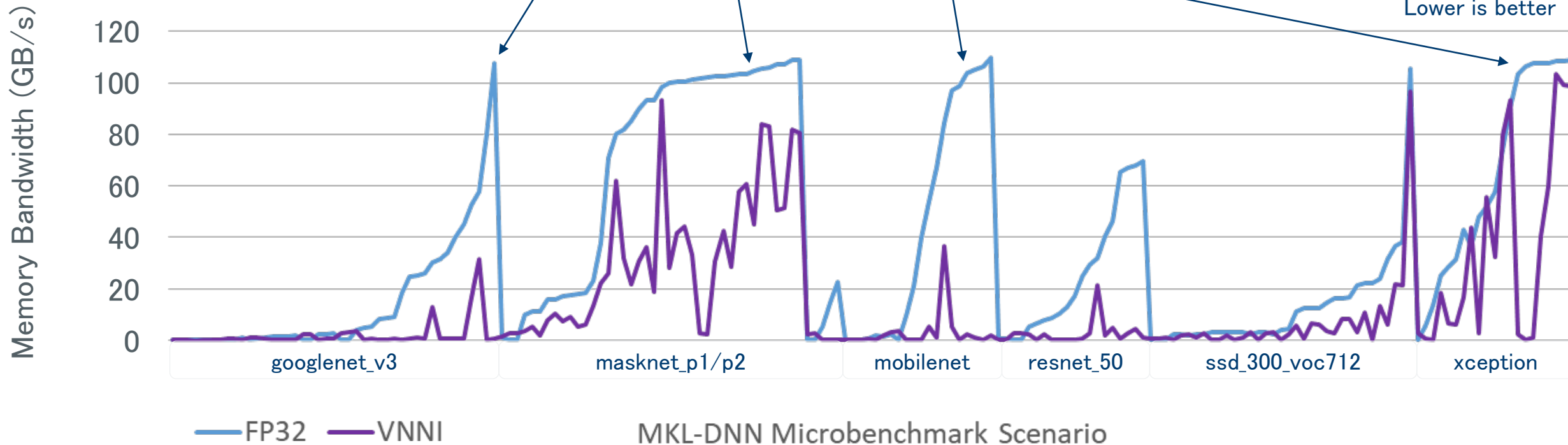
Intel® MKL-DNN benchdnn tests run on 28 cores at fixed frequency (1.7GHz)

Results have been estimated or simulated using internal Intel analysis or architecture simulation or modeling, and provided to you for informational purposes. Any differences in your system hardware, software or configuration may affect your actual performance. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products. For more complete information visit www.intel.com/benchmarks.

Deconstructing Intel® DL Boost with VNNI: Memory Bandwidth

Intel® MKL-DNN benchdnn micros run on 1 socket, 28 cores at fixed frequency

High Bandwidth scenarios w/ FP32 transitioned into Low Bandwidth w/ Intel® DL Boost



Significant Reduction in Memory Bandwidth Constrained Scenarios

Results have been estimated or simulated using internal Intel analysis or architecture simulation or modeling, and provided to you for informational purposes. Any differences in your system hardware, software or configuration may affect your actual performance. Performance tests, such as SYSmark and MobileMark, are measured using specific computer systems, components, software, operations and functions. Any change to any of those factors may cause the results to vary. You should consult other information and performance tests to assist you in fully evaluating your contemplated purchases, including the performance of that product when combined with other products. For more complete information visit www.intel.com/benchmarks.