

サイバーフィジカルシステムと これからのコンピューティングについて

2012年 5月16日

日本電気(株)

C&Cイノベーション推進本部

妹尾 義樹

Agenda

1. コンピューティングの動向

1. CPS(Cyber Physical System)
2. BigData**処理**
3. Web2.0～3.0の**流れ**

2. 今後の実世界処理ニーズと課題

3. CPSに必要な新たな技術

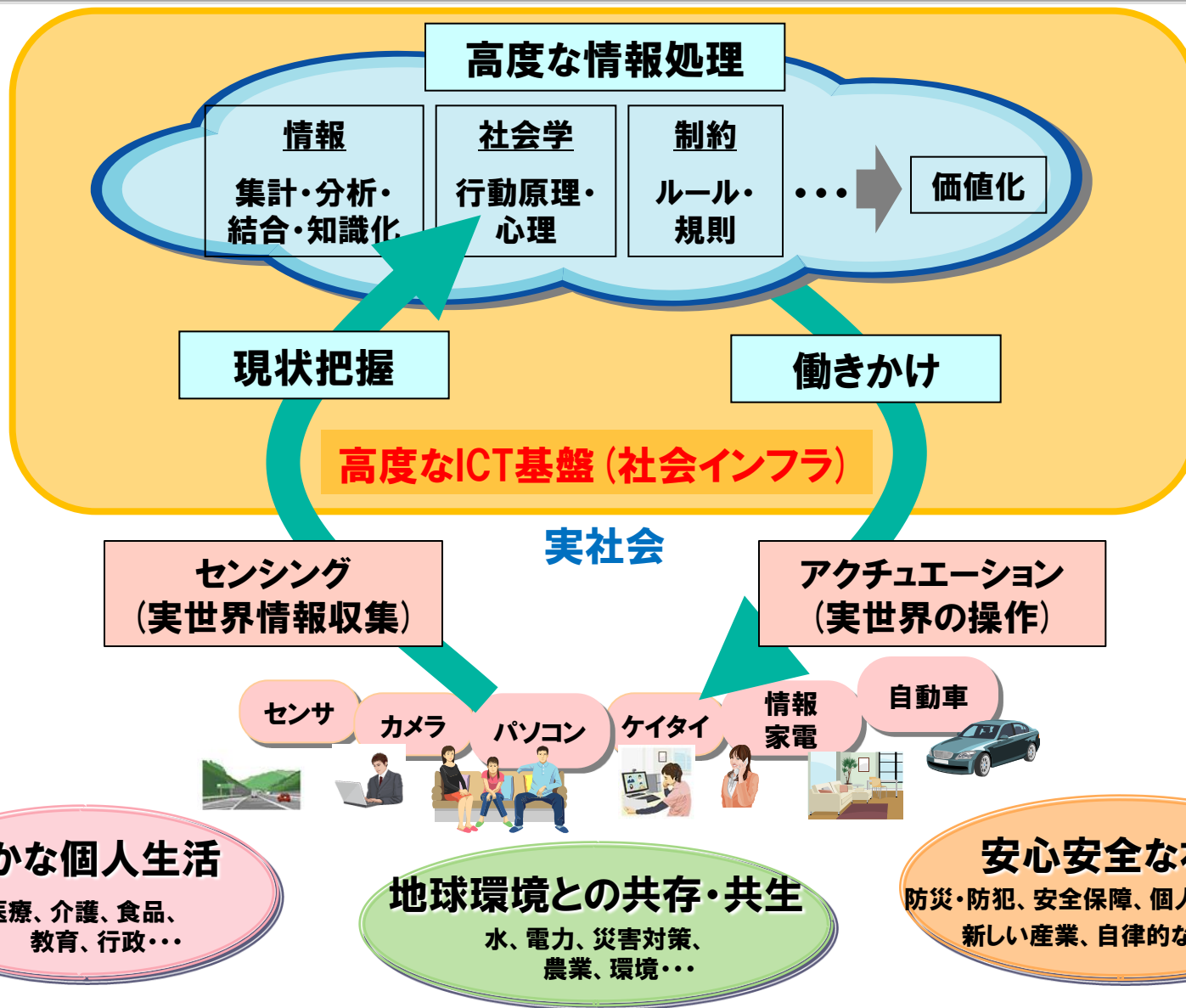
1. **並列分散処理**
2. **CPSの論理記述と物理記述の分離とサービス管理**
3. **CPS向け広域分散処理**

4. 米国のIT事情と日本の課題

5. まとめ

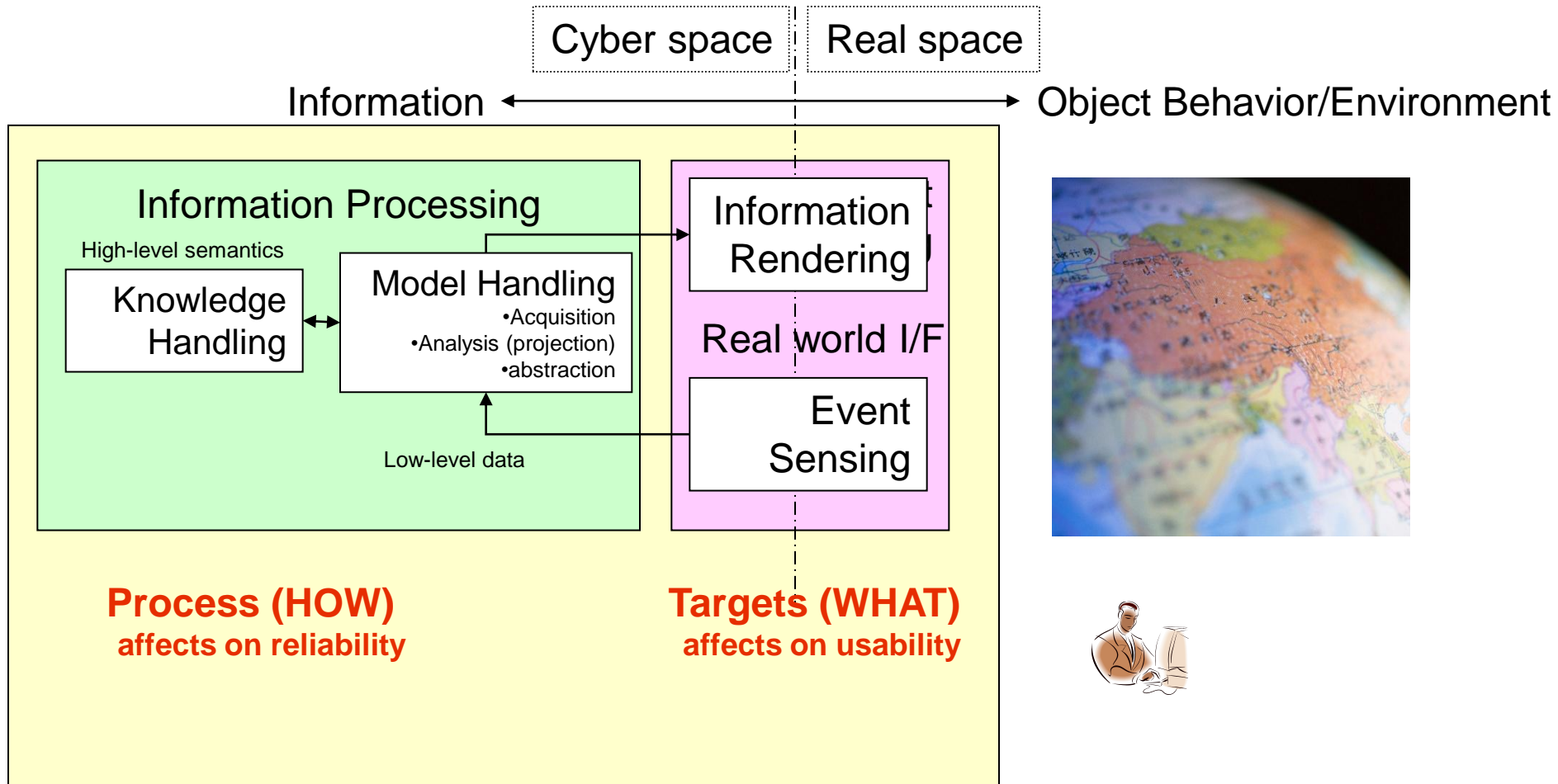
1. コンピューティングの動向

コンピューティングの今後の形



実世界コンピューティング (CPS: Cyber Physical System)

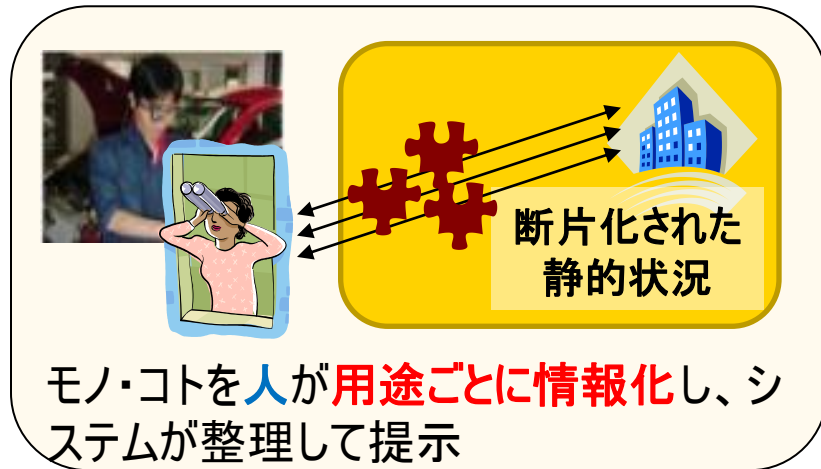
実世界 (Real Space) からの情報を入力、モデリングし、Cyber Space で加工、処理して、実世界の人間の活動に役立てること



リアルタイムに実世界を丸ごと扱うコンピューティング

実世界データを丸ごと扱うことによって、世界中の種々の物理事象(モノ・コト)を理解し、日常生活に溶け込んで人々を支援

現在のIT・NWシステム



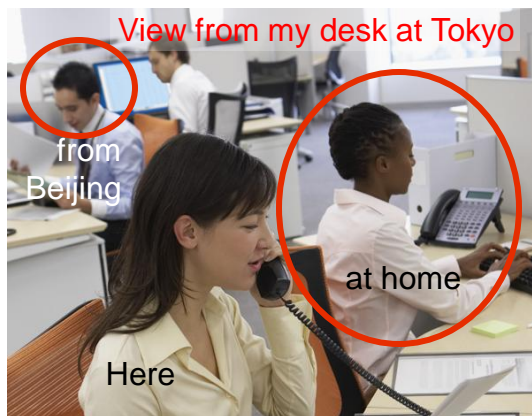
今後のIT・NWシステム



実世界コンピューティングの例

実世界センシングデータのセマンティクスの理解を含む実時間処理により、人々の実世界での活動や協業を、コンピュータの利用を明示的意識させずに助ける。

Augmented Workplace



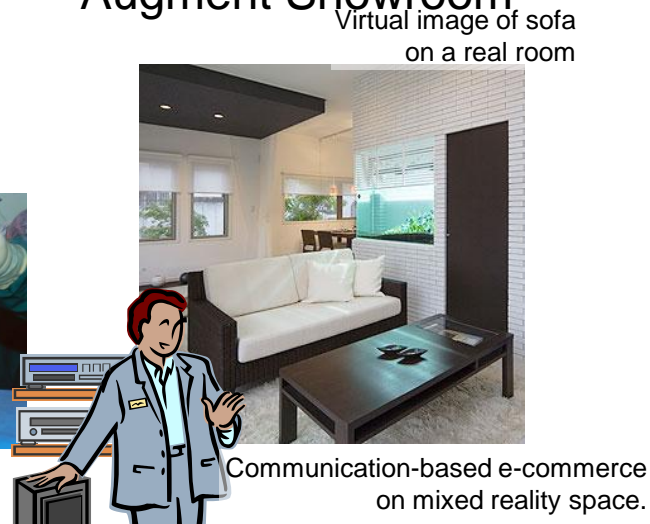
People in various locations meet in a virtual office

Augmented Education



Realistic on-line education programs

Augment Showroom



Communication-based e-commerce on mixed reality space.

What's New?

Cyberの世界が自立し、単なる実世界の補助ではなくなった。

**CyberとPhysicalの間を流れる情報が大量に
⇒ BigData**処理****

BigData革命とは (Nikkei Computer 2011.9.15)

ビッグデータがビジネスや産業を変え始めている



ペタバイト級のデータ + 機械学習 + 高度な判断

異変を察知

近未来を予測

今を描き出す

不可能が可能に
・自動運転自動車

後発が先発に勝つ
・コンピュータ将棋

社会がより良くなる
・犯罪阻止

ビッグデータ革命

BigData革命の例

翻訳システム、将棋など

- 従来: 文法・手筋などの人間の知見をルール化して、処理に使う。



- 革命後: 膨大な翻訳事例、対局事例を蓄積し、これらの大量データからルールを自動抽出(データマイニング・学習)

データさえ大量に集めて処理すれば、高度な知見を生成できる。
経験(データ蓄積)を知恵に！

幼児の学習メカニズムに似ている。

その他ライフログ、アクセスログ、文書、取引データ、RF-ID、金融情報

ライフログ(例:位置情報)からユーザに店や商品を推薦

アクセスログから、不正アクセスのパターンを検出 / 利用しやすいようにシステムを効率化

ユーザのWebアクセス履歴からPreference(嗜好)情報を抽出

取引データから、良く買われる商品の組を抽出

金融リスク分析、アルゴリズムトレード

BigData革命の本質 ～これまでと何が違うのか～

Scalability 巨大データ処理、必要に応じて大きくできる。

- コンピュータ処理能力向上、コモディティー化(日用品化)により、大規模計算が現実的なコストで処理可能となってきた。

Realtime

- ネットワーク性能(スループット, レイテンシ)の向上により、遠隔地データの同時刻処理が可能に。

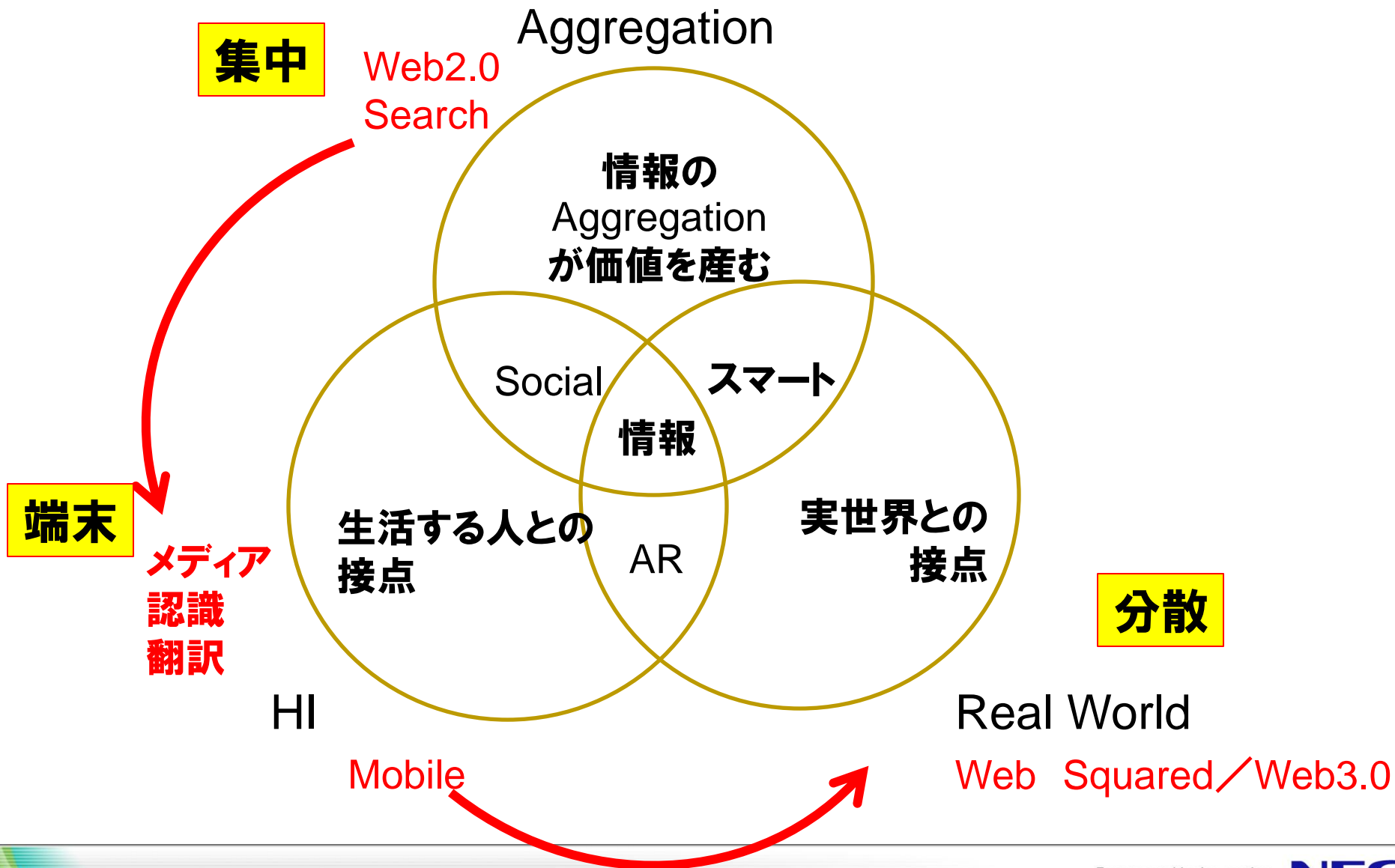
Complexity

- 学習技術、データマイニング技術の向上により、複雑な問題のモデリング、処理が可能に。

Platform化 データ、リソースの2次利用、3次利用、オンデマンド

- コンピューティング処理のPF化(Google App Engine、Android端末、検索PFなど)により、特定用途で取得されたデータを種々の目的に転用できるようになった。また種々のデータをAggregateした処理が手軽にできるように。
- コンピュータリソースを持たない人が、クラウドの活用で容易にサービス提供可能に。オンデマンドでの大規模リソースの一時的活用。

集中型から端末、そして分散へ (Web2.0⇒3.0)



技術への要求

より、リッチに、簡単に

認識処理

音声、映像、Context
レンダリング

高品質
インタラクティブ
コラボ

生活する人との
接点

情報の
Aggregation
が価値を産む

Social

スマート

情報

AR

実世界との
接点

より、スケーラブルに

大規模データ処理
検索、マイニング、分類
分散処理インフラ
スケーラブル、低コスト

世界を同時刻処理
広域分散処理インフラ

Mobile

リアルタイム

いつでも、どこでも、すぐに

2. 今後の実世界処理ニーズと課題

コンピューティングインフラから見た実世界処理のニーズ

1. 大容量処理

- 高精細処理、セマンティクス処理

2. リアルタイム処理

- 低レイテンシー処理
- 時間的連続性の保持(弛まぬ処理)

3. 適応的処理

- 実世界のダイナミズムへの適応

大容量処理ニーズ

さらなる高速化を。より複雑な大規模問題を解きたい

- HI(Human Interface): 認識、表示、動作、Ambient、etc.
- 理解: 実世界セマンティクスの理解、力づく処理
- ハイレゾ: HDからさらに。医療分野など特殊用途が牽引
- 動画処理: Youtube⇒Netflix⇒Live⇒動画理解・加工
- セキュリティー: 実世界処理の最大の課題、暗号化演算
- Aggregation: よりたくさんの情報をAggregate
- M2M: Social Networkは人間関係の上に情報処理を構築、さらに、モノ、コトの関係の上に。

M2M:Machine to Machine

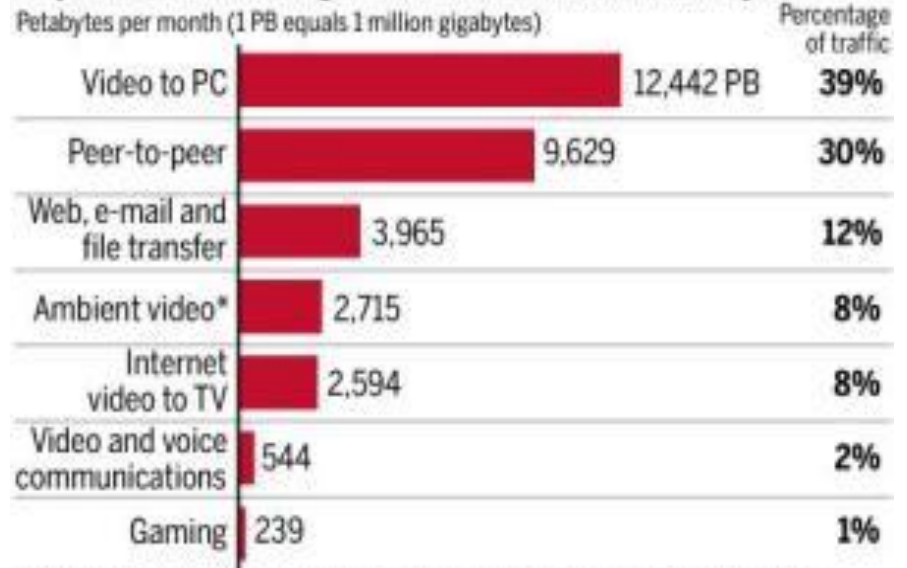
Videoニーズの高まり

- **Report: The Live-Stream Video Market**
 - [Paul Zagaeski](#) Tuesday, November 16, 2010
- **Summary:**
 - The live-stream video market is entering an upturn in the typical hockey stick growth chart. Tens of millions of desktop viewers use browser-based players to find live-streaming content on an ever-increasing number of web sites and mobile devices. Raw viewership will grow fastest in the consumer segment, where sites like Justin.tv and Qik are focused. Those like Kyte, Livestream, Ustream and BitGravity, meanwhile, primarily offer platforms to commercial content providers seeking a mass audience. And as the market grows, both in terms of viewers and of the number and type of content providers, it will support both those with a diverse, one-stop-shop approach and those who specialize in particular content and audiences. Additional companies mentioned in this report include YouTube/Google, Sony, HTC, Vivu, Facebook and Apple.

What the Internet is being used for

Companies that oppose net neutrality say they need the freedom to manage broadband hogs such as video and peer-to-peer sharing, which are expected to account for 69 percent of global Internet traffic by 2013. Net neutrality supporters say a lack of rules will lead to higher costs and restricted access.

Projected breakdown of global consumer Internet traffic by 2013

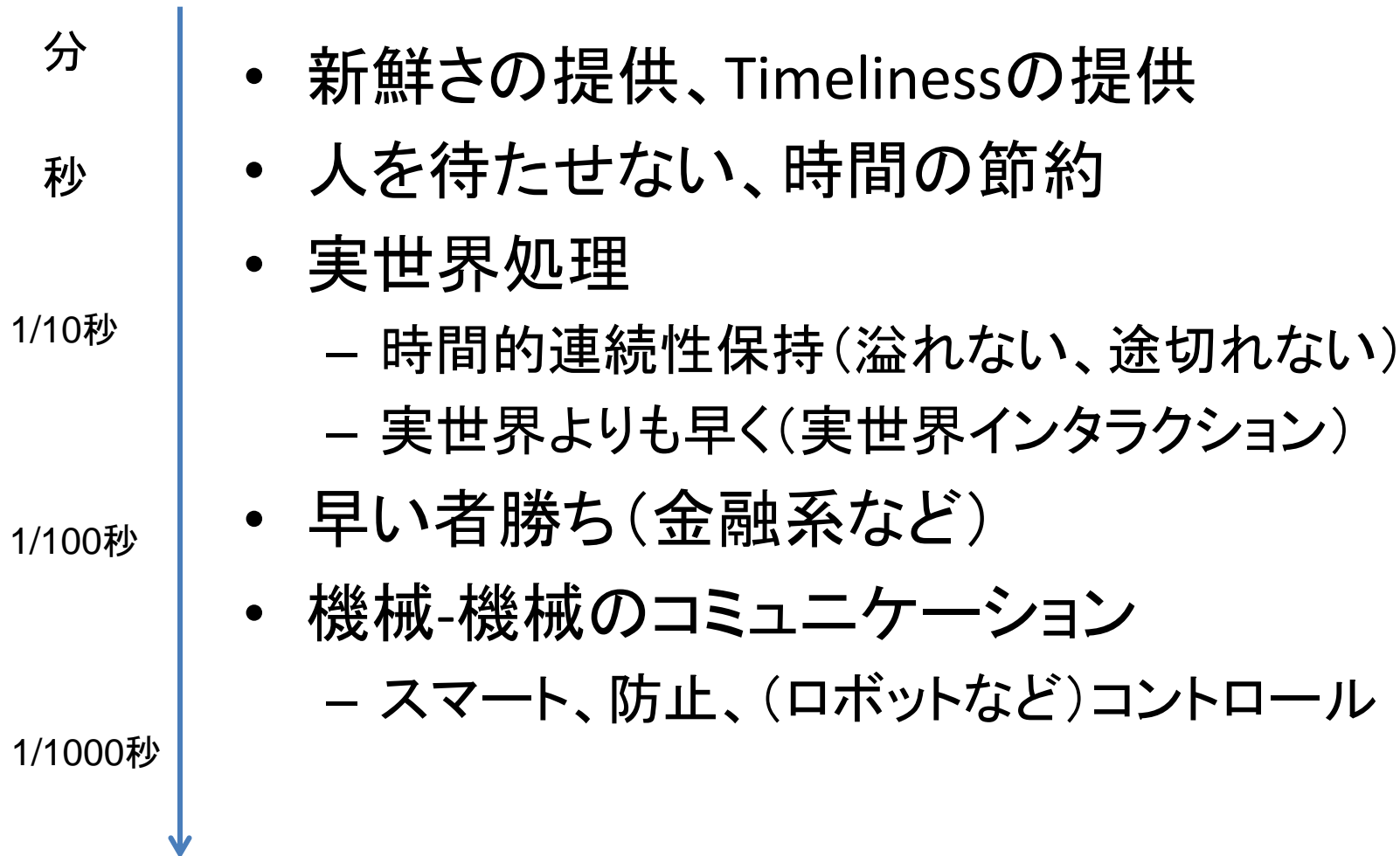


*Video from nanny cams, home security cams and other persistent video streams

Source: Cisco Systems

MERCURY NEWS

リアルタイム性のニーズ



ダイナミックな接続関係

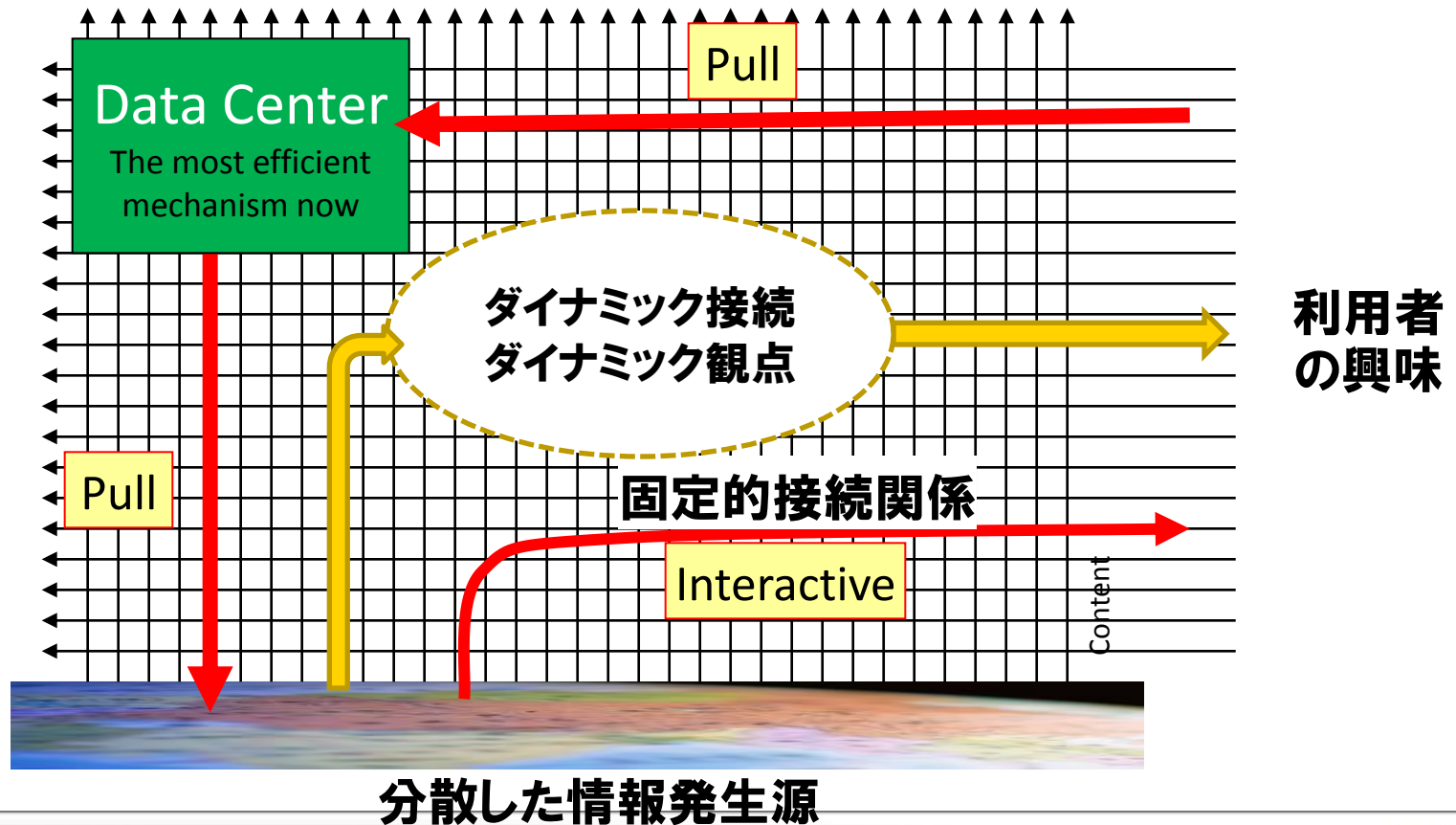
- 情報について、コンテンツの内容に依存した形で選択的にAggregateする。

ダイナミックな観点での処理

- 状況に応じた適応的な情報へのタギング
- 状況に応じた処理選択、データ構造選択

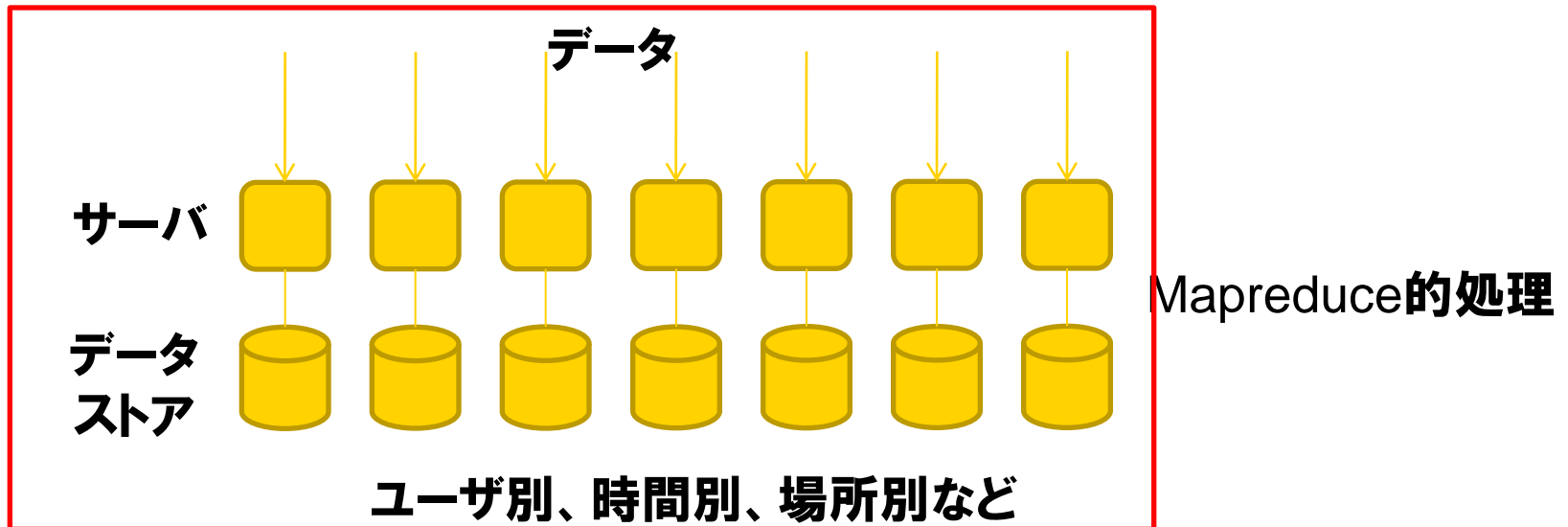
ダイナミックな情報のAggregation

- コンピューティング処理の本質：
 - 分散した地点で発生するデータを意味軸で整理しなおして、必要なユーザに届けること(マッチメイキング)
- 今後の処理ニーズ
 - ダイナミックな観点でダイナミックに情報をAggregate



ダイナミックな情報Aggregation ～スケールアウトの壁～

現在の大量データ処理：疎結合クラスタリング



実世界処理⇒データ並列だけでないアクセスを要求

- 多次元データを種々の方向にアクセスしたい(多様な観点)
- データコンテンツの内容によって、別の種々データを参照したい(孫引き、リストアクセス)

現在より、強力なデータ交換機能が必要！

並列分散処理の今後 ～HPCの経験から学ぶ～

3-1. 並列処理

並列処理パターンとデータパラレル言語の進化 (1997年資料より)

Pattern	MPI	HPF1.1	HPF2.0 Core	HPF2.0 A/E	HPF/JA
Nearest Neighbor	○	×	×	△	○
Broadcast	○	△	△	○	○
Reduction	○	△	○	○	○
Array Transposition	○	○	×	○	○
Pipelining	○	×	×	×	×
Irregular (w/ locality)	○	×	×	×	△
Domain Decompo.	○	×	×	△	○
Comm. Optimization	○	×	×	△	△
Easy to Program	×	○	○	△	△

15年前の結論

高速化、並列化技術の歴史

- データパラレリズムの抽出(データアクセスローカリティの抽出)
- 通信パターンを抽出して、これをHWの専用機能にマッピング
 - HW機能:メモリ階層、通信(NW)機能、同期
- 通信と演算のオーバーラップ(リダクション含む)

1000台規模の並列処理においては、わずかの逐次部分が性能を損なう。

- ⇒ 複雑な並列処理は無理筋
- ⇒ 大半の実用コードは、Embarassingly Parallel
- ⇒ 性能が出る並列処理パターンは多くない
- ⇒ 実用コードはMapReduce型

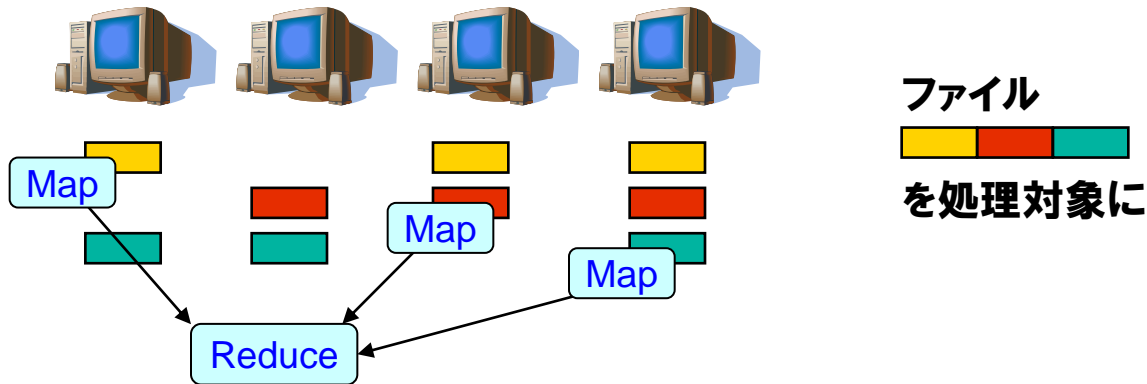
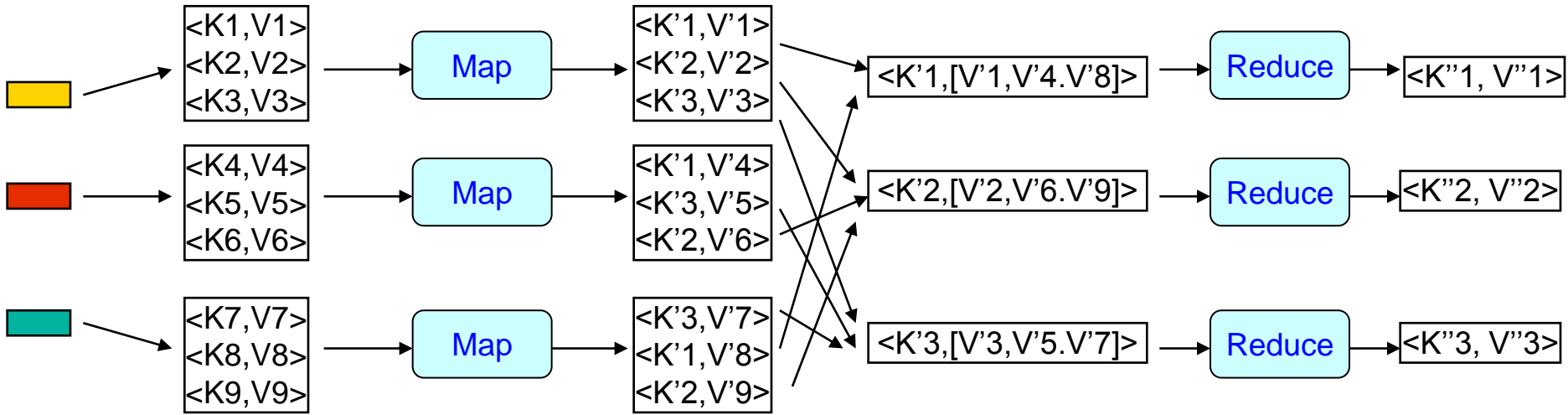


MapReduce型に処理対象を絞れば、並列プログラミングは非常に簡単で、美しく。

- プログラムの論理記述とHWの物理構造、マッピング(分散、多重化)を分離

MapReduce

物理構造を意識せずにMapとReduceだけ記述して分散処理を実現！



Hadoopを用いた大規模データ分析の例

米VISA

- クレジットカードの不正使用を検出
- 2年分2兆3000億件のトランザクションを13分で解析

三菱東京UFJ銀行

- 口座の値洗い処理(時価による再計算)に利用予定

米Yahoo!

- インターネット広告のログ解析などに2万4000台のクラスタを運用

楽天

- レコメンド処理にHadoopを利用

nugg.ad

- ヨーロッパ最大規模のターゲティング広告会社
- ユーザのクリック情報の集計等に活用

<http://www.slideshare.net/atnakada/ss-5529330>, <http://www.atmarkit.co.jp/news/201003/15/hadoop.html> より引用

データパラレルでない参照が必要な例

位置情報処理(携帯端末)

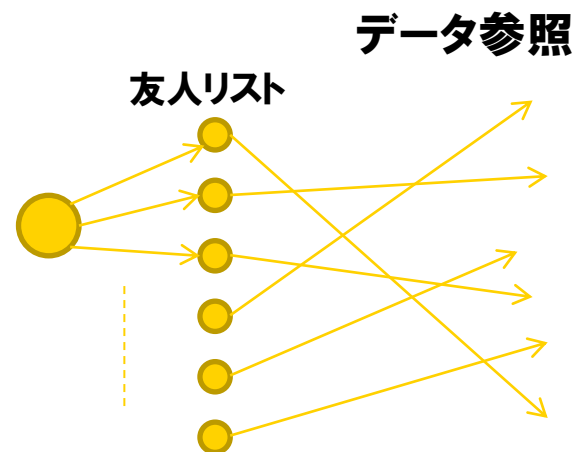
- 人、位置情報、その他属性情報からなる多次元データ処理
 - 大量情報を観点に応じて多様な次元で参照
- ⇒ Particle in Cell(PIC)との類似性

Social Networking処理

- 友達情報の最新情報の表示
 - 友達同士でのゲームのランキング
- ⇒ 大規模間接参照(リスト参照)

嗜好分析

- ⇒ 疎行列の固有値問題



嗜好分析

処理内容:

- What to recommend to user u_1 , given some previous ratings, $\{(user\ u_k, item\ i_k, rating\ r_k)\}$?

	i_1	i_2	i_3
u_1	?	1	?
u_2	3	2	?

	i_1	i_2	i_3
u_1	$f(u_1, i_1)$	$f(u_1, i_2)$	$f(u_1, i_3)$
u_2	$f(u_2, i_1)$	$f(u_2, i_2)$	$f(u_2, i_3)$

類似ユーザのパターンから？を類推

多次元テンソル解析

- スパース行列の固有値問題

3-2. 新たなCPS向け広域分散処理

実世界を扱うための3要素

広域分散処理に必要な分散処理の3つの形態

空間を理解・共有

インタラクティブ処理のため、多様なソースからデータを吸い上げ実世界モデルを構築。
ロバスト、ディペンダブル、リアルタイム

スワームPF



感じる

ストリームPF



伝える

分散した情報源と消費者を動的につないで、詳細な時変データを届ける
スケーラブル、コンティニュアス、ネットワークフレンドリー

VISION



世界中の種々の物理事象を理解することで、日常生活に溶け込んで人々を支援

多様な意味を持つ経験データを蓄積し、関係性に基づきユーザ要求に応じて即時に提供する
データマネジメント、フレキシブル、セマンティクス

ウィズダムPF



わかる

意味を理解・共有

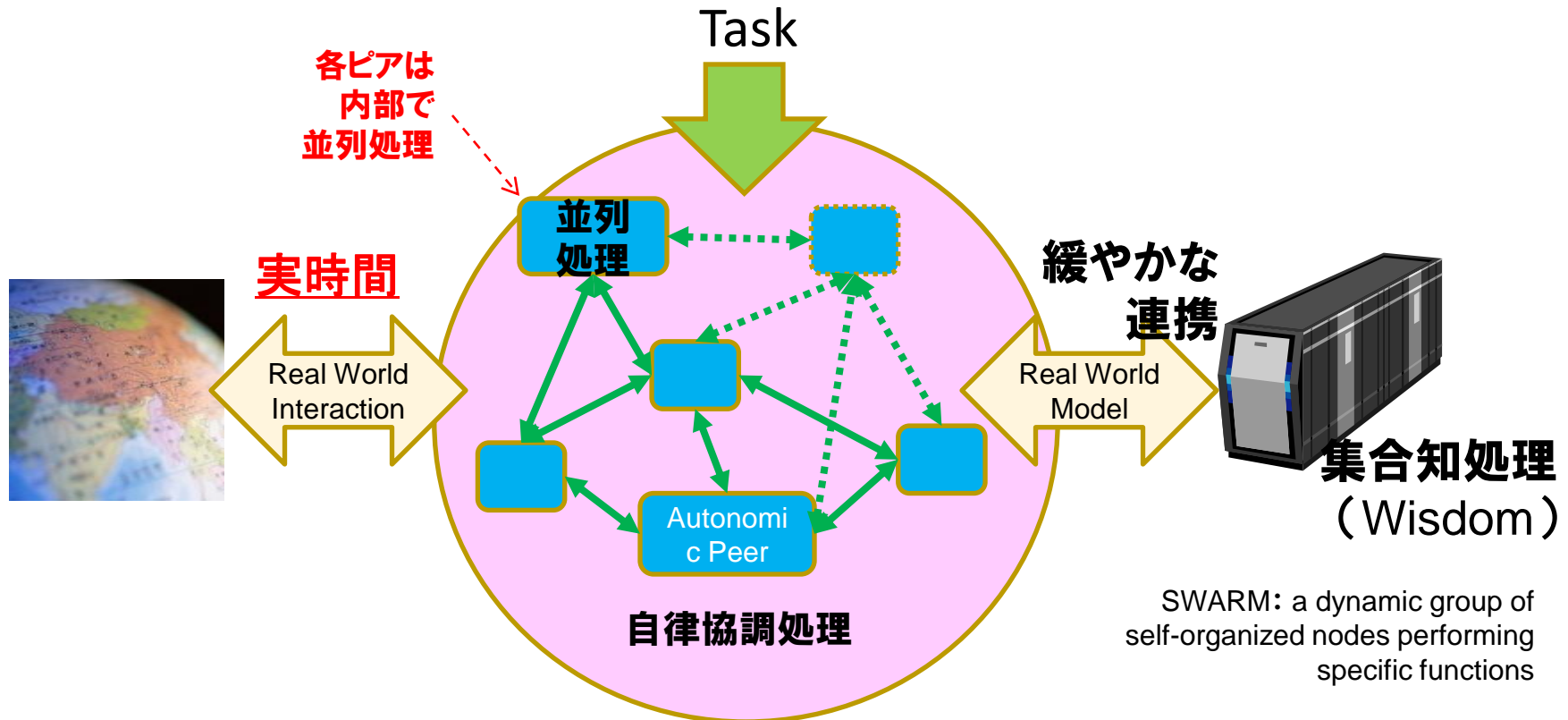
Empowered by Innovation

NEC

Swarm Platform:実世界I/F

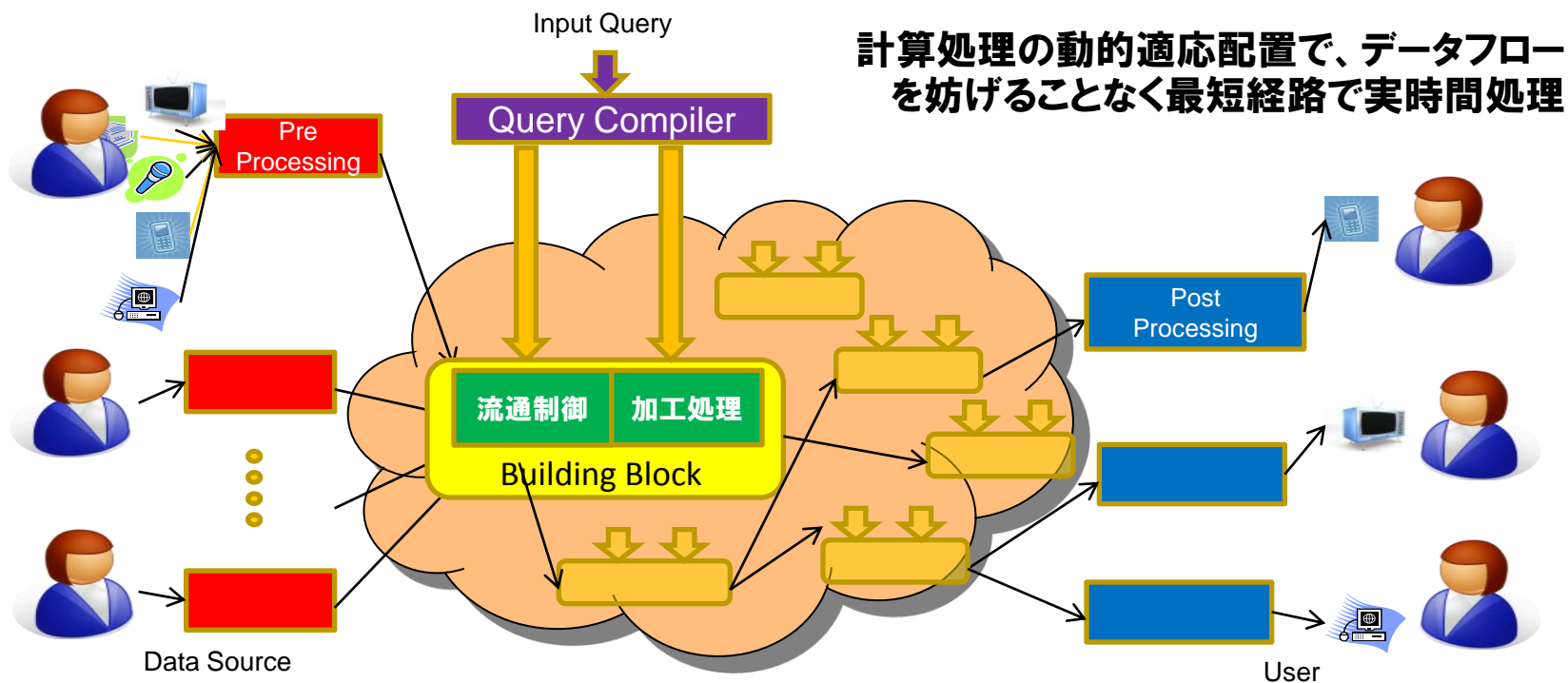
～オープンセンサの活用プラットフォーム～

自律動作可能なピア(センサ、端末等)がアドホックに集まり、それぞれが構築した実世界空間モデルを共有・活用することで、精細実世界の時空間モデルを集合体としてディペンダブルに実時間制約下で構築する。脊髄反射的機能。時空間的局所性の活用がポイント。



Stream Platform: 神経系処理

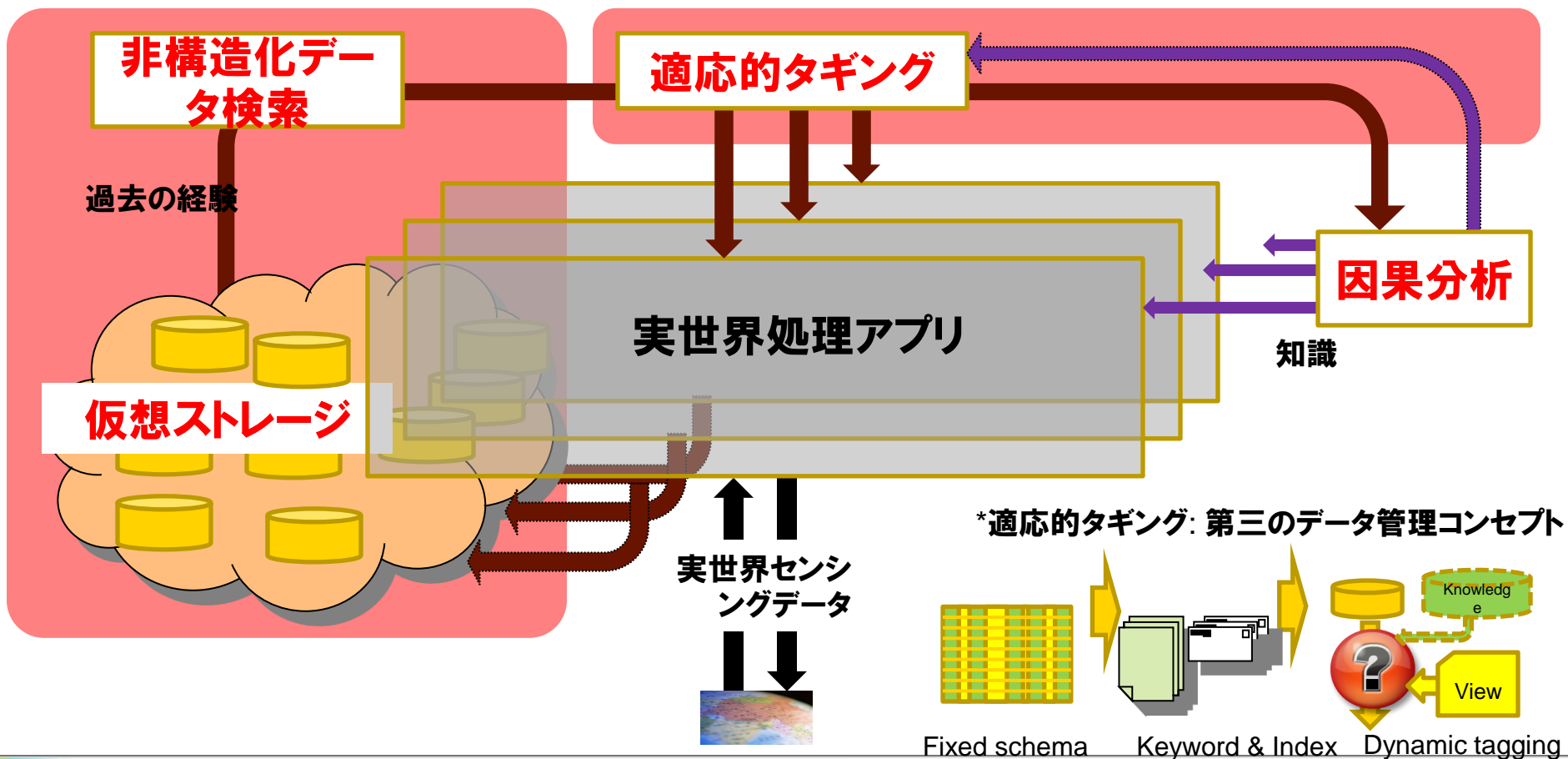
広域に分散したコンピューティングノード(エッジデータセンタ)をダイナミックに活用して、
広域分散した大容量時空間モデルの途切れることなくダイナミックな流通・スケラ
ブル処理を実現する。



データパスの最適化を最優先。これに基づいてパスに沿ってComputing処理を配置

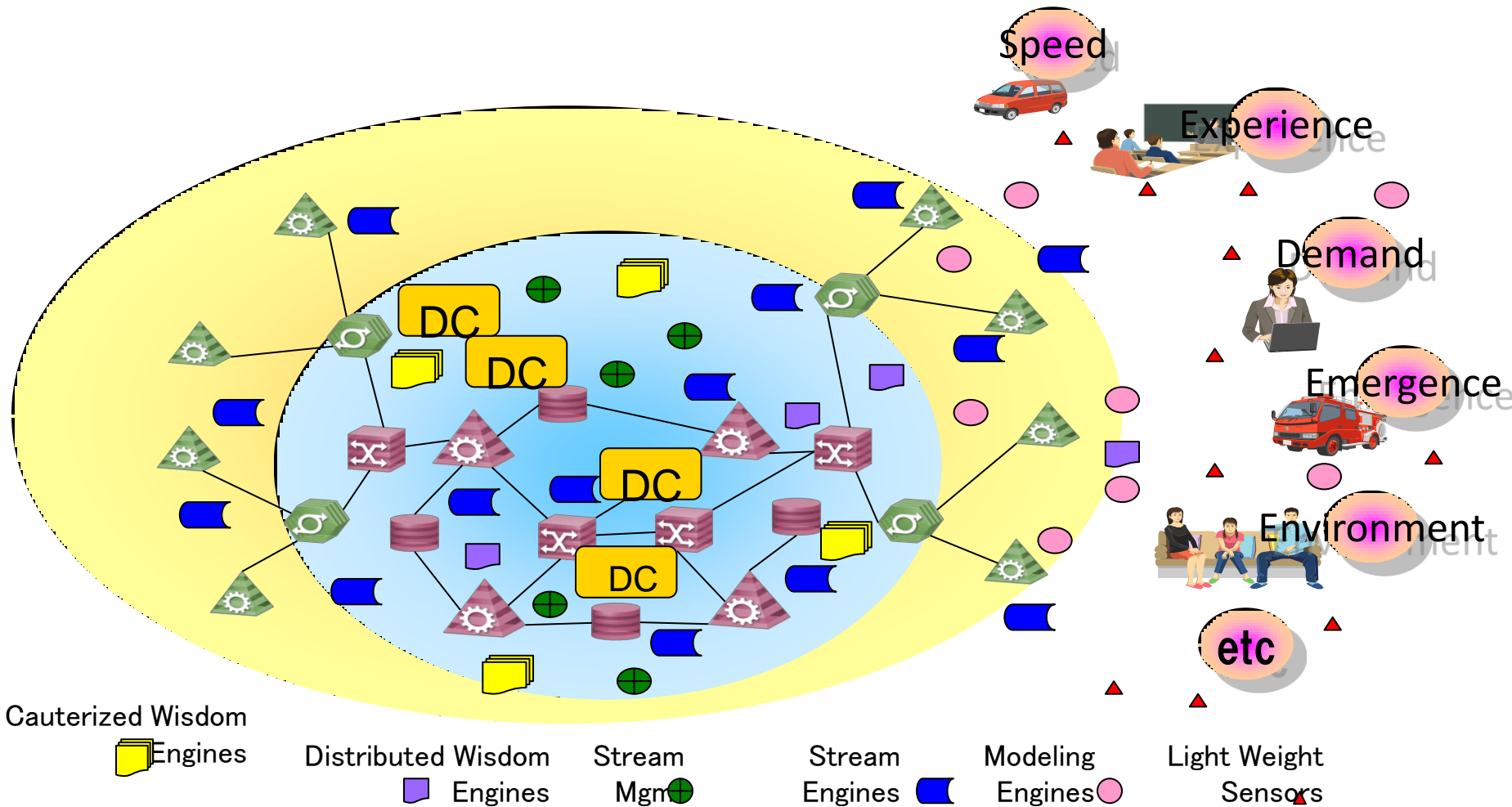
Wisdom Platform: 集合知処理

ウィズダム(経験・知識)を世界規模で仮想化管理(**仮想ストレージ**、**オンデマンド識別**)することで、実世界処理モジュールに対して、必要とされる視点での意味を勘案(**適応的タギング**)した最適参照データをタイムリーに提供する



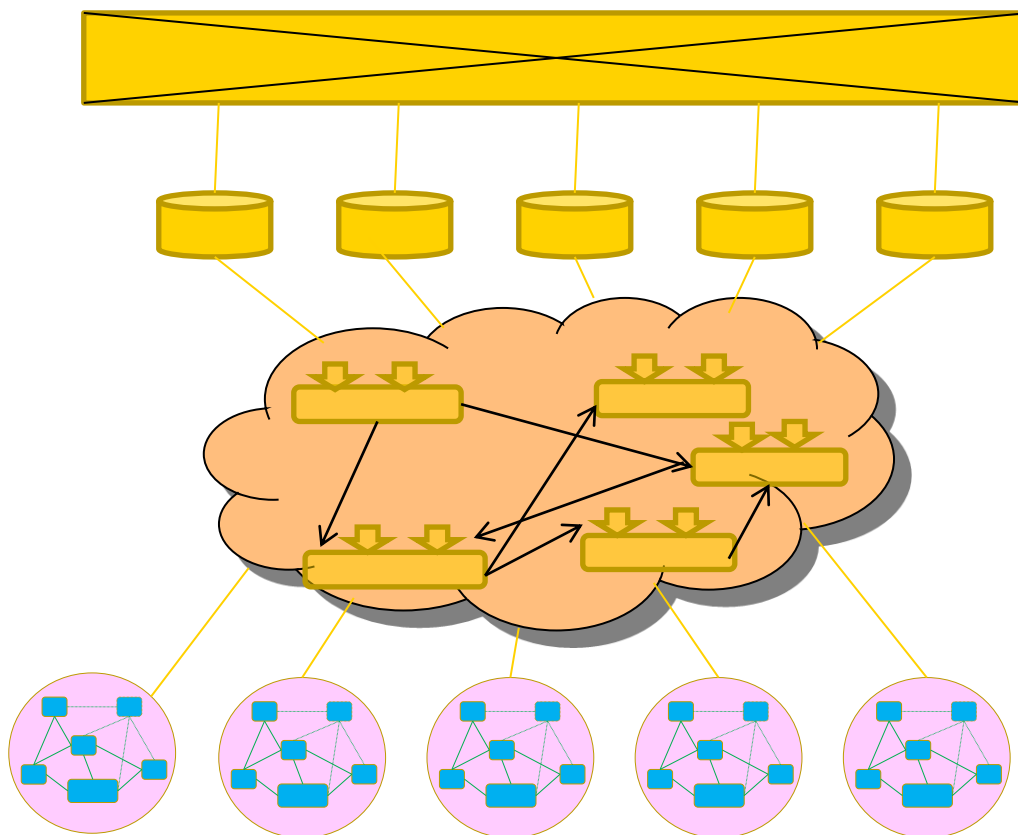
分散コンピューティングインフラとしての実世界処理基盤

実世界に散在するコンピューティングリソースが協調して実世界処理をFacilitateする



分散処理の形態

Swarm/Stream/Wisdomが織り成す分散処理



Wisdom制御 大脳系
スループット重視
分散データプレーン
従来Transaction型

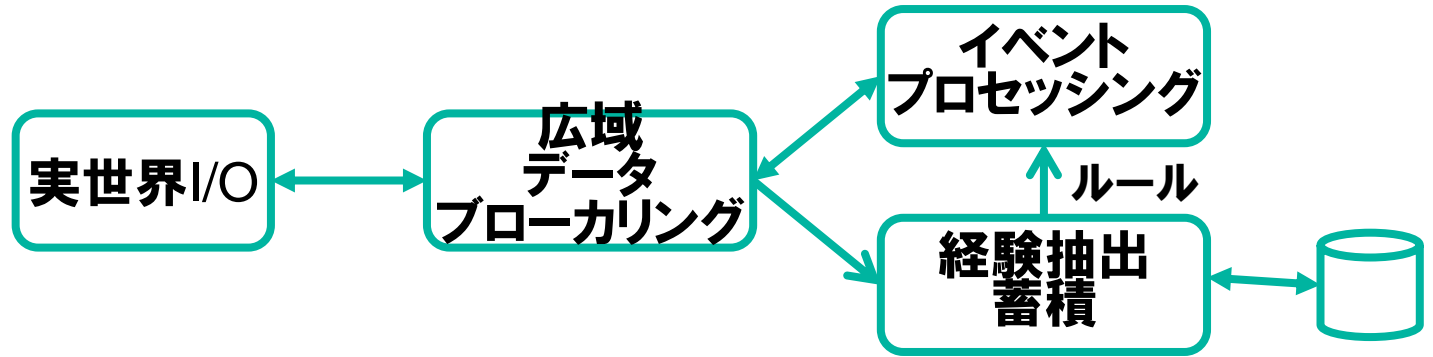
Stream制御 神経系
弛ませない
Stateless、機動性
IT/NW連動制御

Swarm制御 知覚系
Interactive
局所性活用
アドホック自律制御

3-3. サービスの論理記述と物理構造の 分離、マッピング、サービスレベル管理

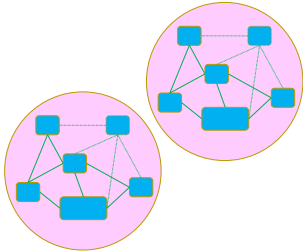
プログラムの論理記述とコンピューティングモデルを介した 実リソースへのマッピング

サービス
論理記述



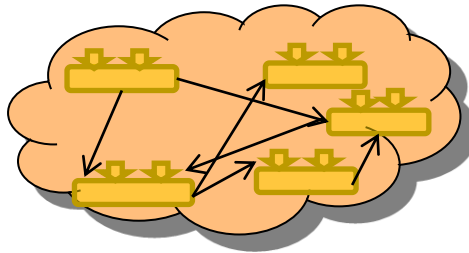
Computing
Models

SWARM



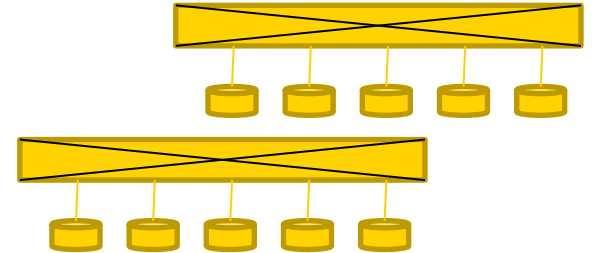
自律並列
分散処理

STREAM



データの構造変換
と演算オーバラップ

WISDOM



データの広域分散配置
とMapReduce

物理
リソース

端末リソース

エッジリソース

データセンタリソース

種々ネットワーク

6. 米国のIT事情と日本の課題

BigData, CPSの課題

BigDataの課題

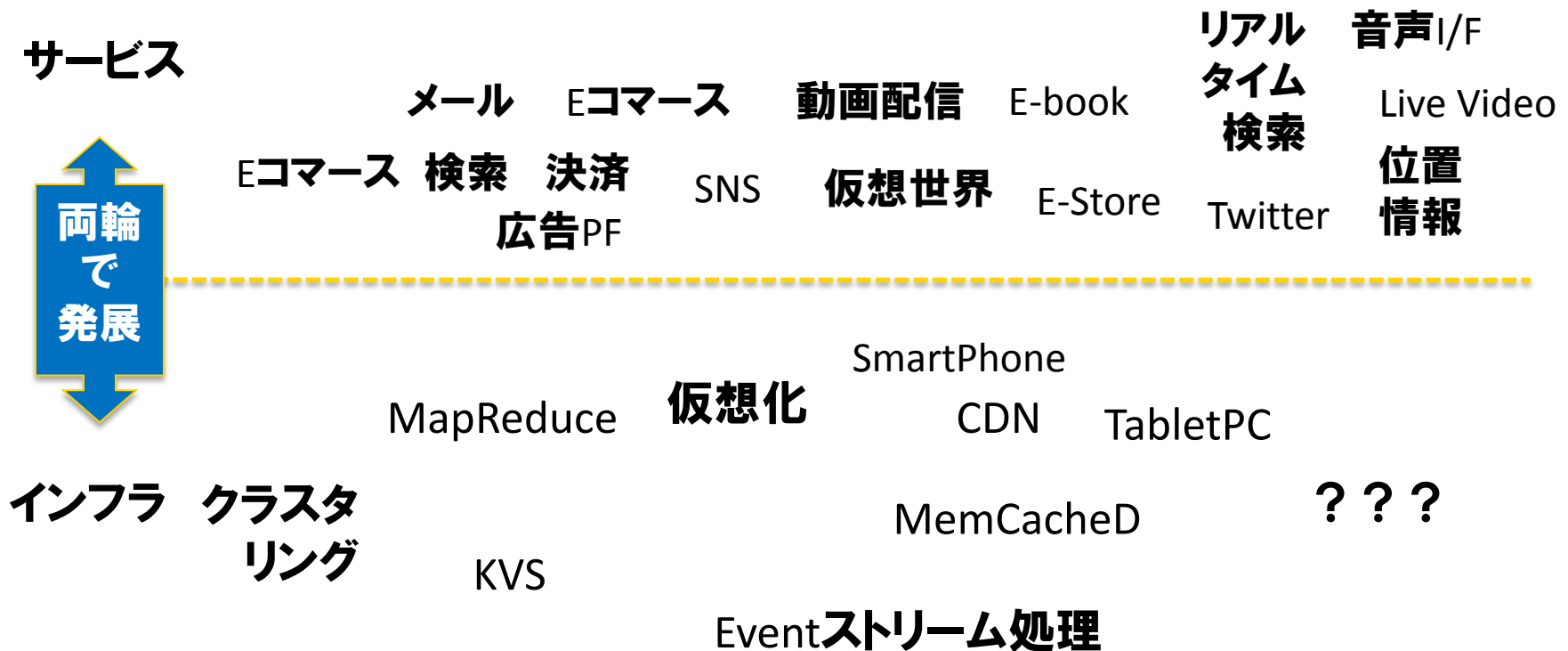
- データマイニングブームとの相違: Web上の大量データ活用(米国)
- 新たな知見を得るタイプのソリューション: 継続的に価値を創造することがむずかしい
- 汎用的なデータ分類で, 特定解法に勝てる分野の広がり
- ソリューション構築には, 高度な前処理・後処理が必要
- 価値を顕在化させるためには, 実証実験などの地道な活動が必要
- プライバシ問題

CPSの課題

- そもそも使えるセンサデータが少ない
 - ・ 特定データを固定的に使う用途は開拓済み
- BigData処理と課題を共有
- リアルタイム性ニーズ
 - ・ コストと価値のトレードオフ
 - ・ 広域分散+リアルタイム性のニーズ

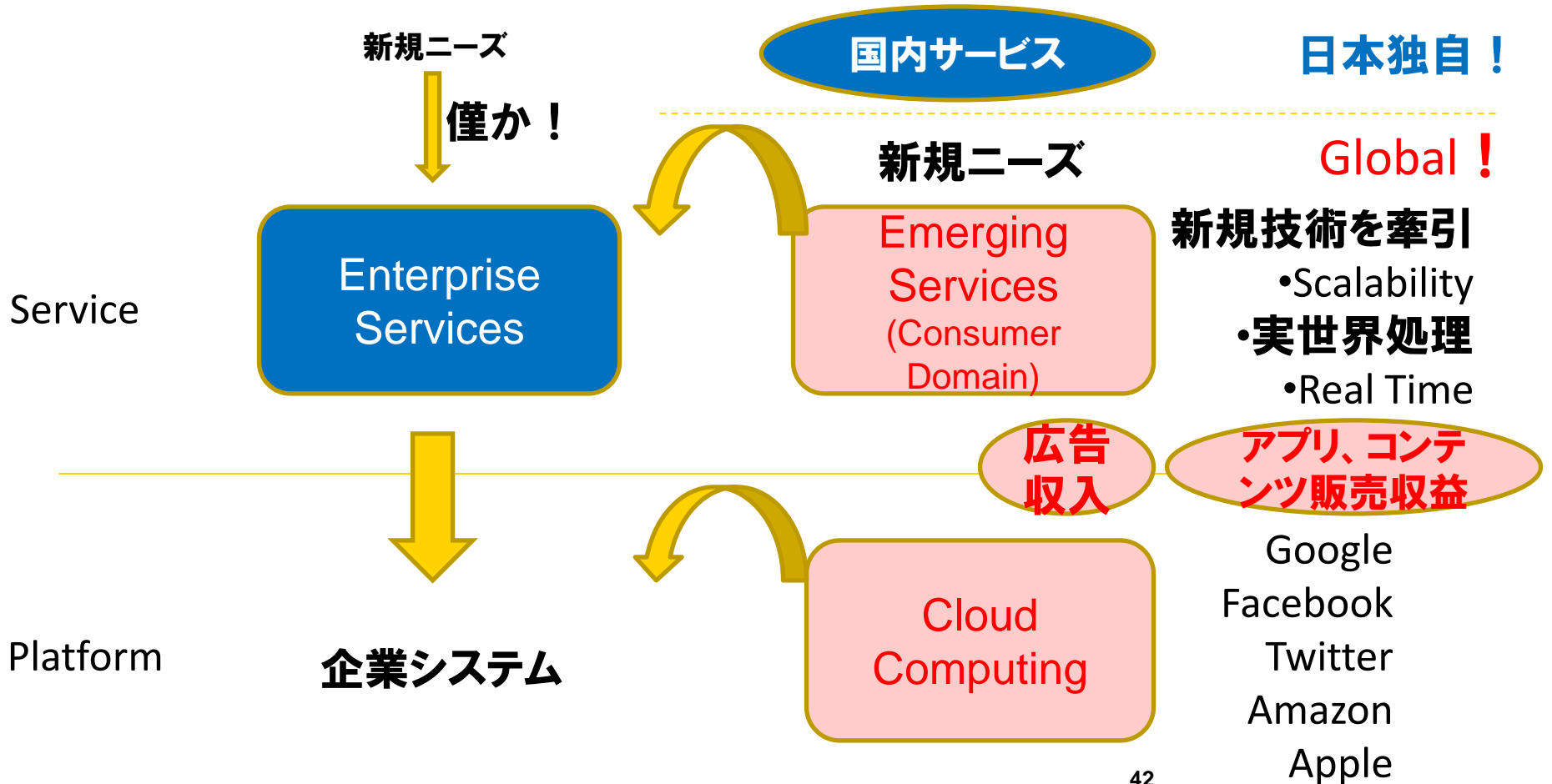
グローバル先端のインフラ開発

- 先端サービスとインフラが両輪で発展
- このインフラは欧米の先端研究者が構築
 - 先端開発の場と研究の場が同一化



先端サービス接点の重要性

■ 先端サービス開拓と両輪でのインフラ技術開発を行わないと、グローバルに通用するコアコンピタンスの創造はできない！



日本の進むべき道

グローバルコンシューマサービスへの取り組み

- ガラパゴスからの脱却, エコシステムへの参入
- グローバル市場⇒日本市場の優先順位

サービス主導でのインフラ研究開発

Decision Makingの仕組み作り

人材流動性の確保

HPCの強みを活かして、今後のWeb技術の発展に

- ソーシャルネット、GISなどBigData処理と多くの共通技術課題

まとめ

CPSとBigData

- 今後の進むべき方向であることは間違いないが、課題は多い。
 - ・ 処理をビジネス価値に
- 課題は、スケーラビリティ、リアルタイム、適応的処理

CPSを支える広域分散処理

- HPCの経験を活用
- コンピューティングモデルの確立(Swarm・Stream・Wisdom Computing)
- 論理記述と物理記述の分離、サービスレベル管理、プラットフォーム化

米国の現状と日本の課題

- グローバルサービスと両輪でのインフラ研究開発

Empowered by Innovation

NEC