



NSF I/UCRC since 2000



ニアゼロ・ブレークダウン生産性の次世代 インテリジェント・メンテナンスシステム

Jay Lee

Ohio Eminent Scholar

and

L. W. Scott Alter Chair in Advanced Manufacturing

Univ. of Cincinnati

and

Director

NSF Industry/University Cooperative Research Center on

Intelligent Maintenance Systems (IMS)

Univ. of Cincinnati, Univ. of Michigan, Univ. of Missouri-Rolla



MichiganEngineering



©Jay Lee



1

概要



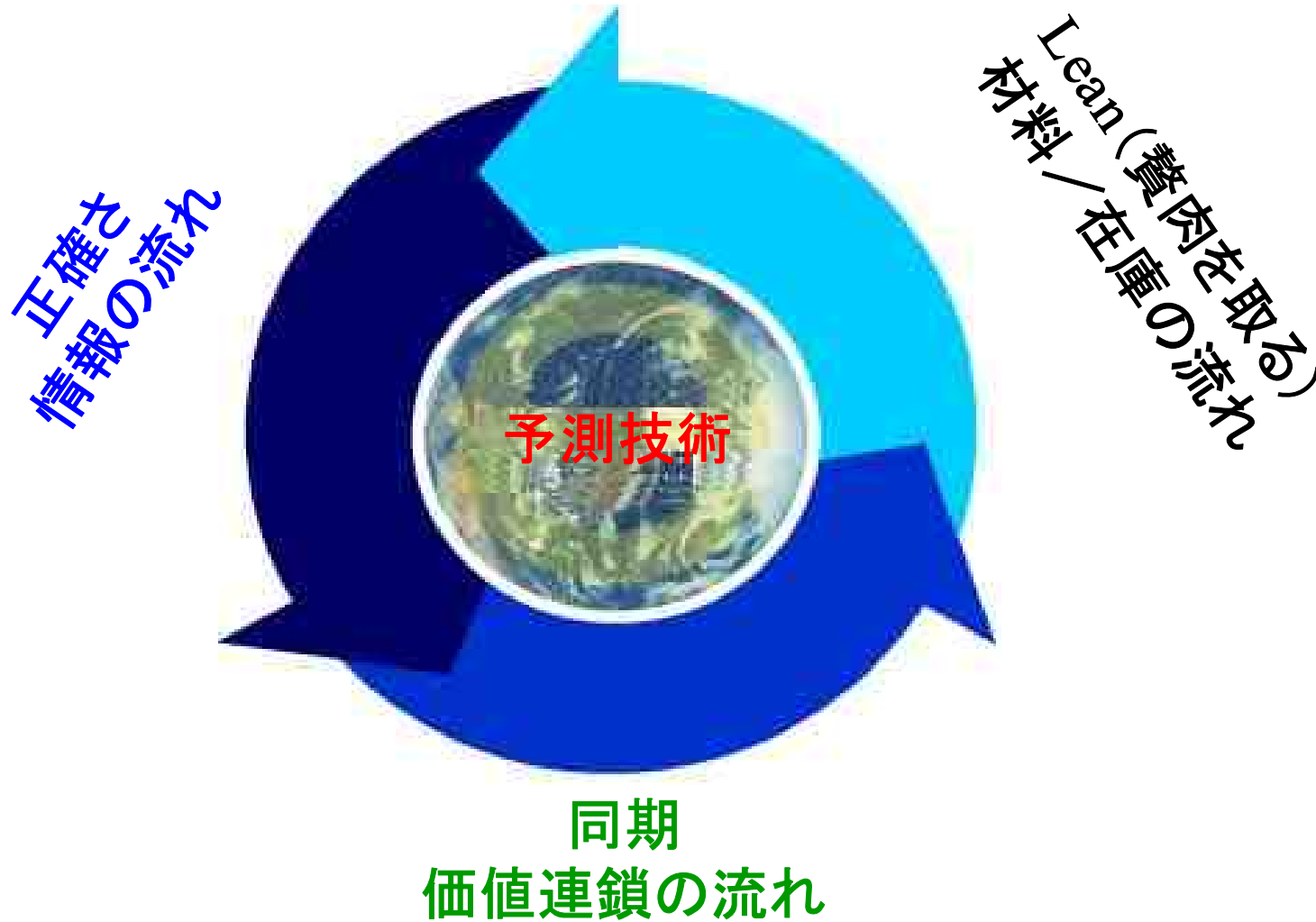
- ・ ビジネスモデルと促進要因
- ・ 生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ
- ・ 予知と次世代保全システム
- ・ 結論

概要

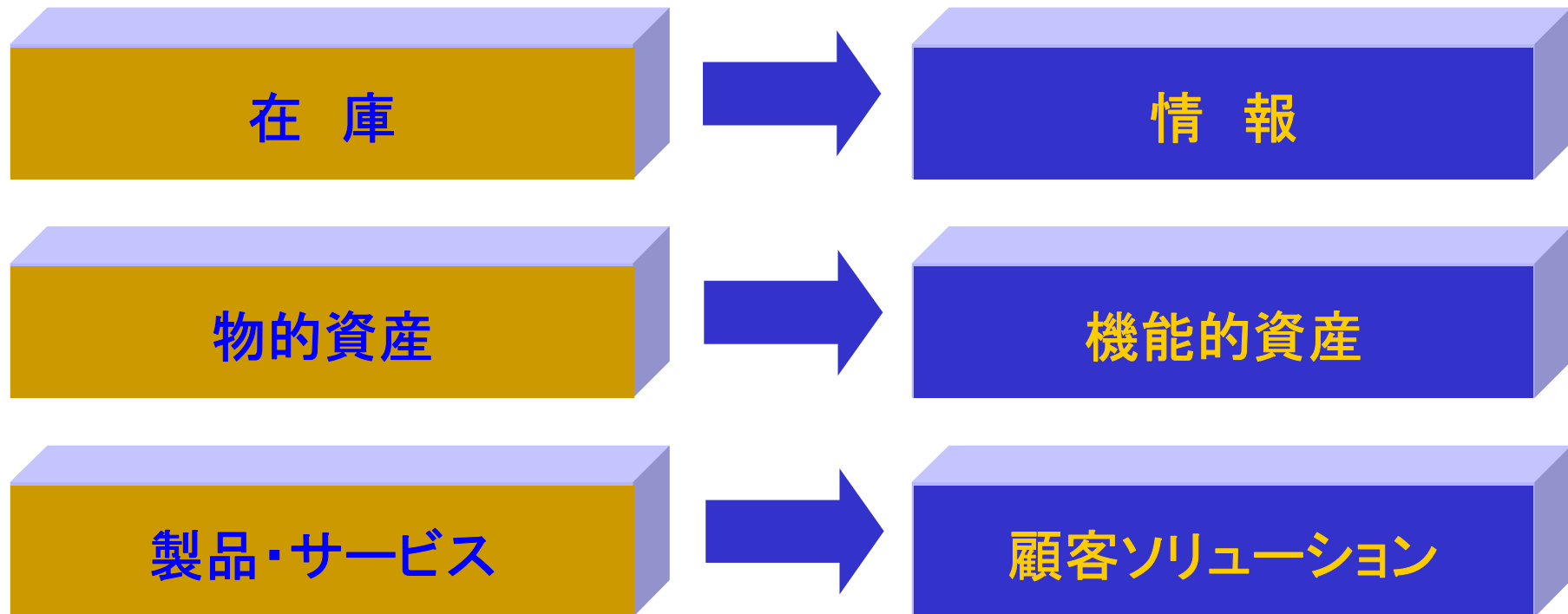


- **ビジネスモデルと促進要因**
- 生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ
- 予知と次世代保全システム
- 結論

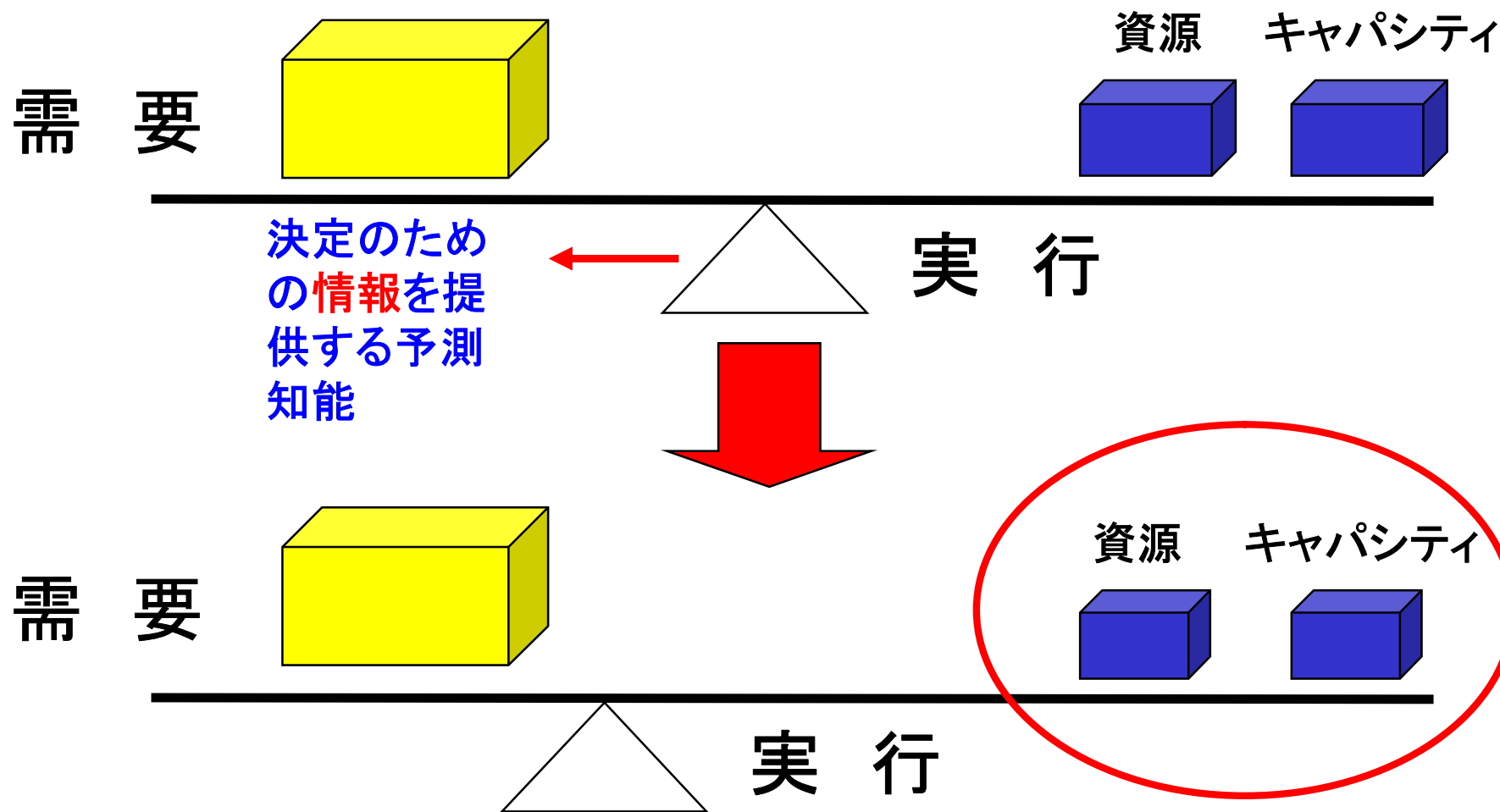
予測知能のニーズ



価値の移動



満たされていないニーズ: Leanとスピード



概要



- ビジネスモデルと促進要因
- **生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ**
- 予知と次世代保全システムのためのインフォロニクス技術
- 結論

ニーズ

- 個々のマシンの故障の原因は？
- 現時点で発生する可能性が最も高い故障は？
- その影響は？
- 最善の修理／保全スケジュールは？

限りある情報



保全責任者

限られた人材

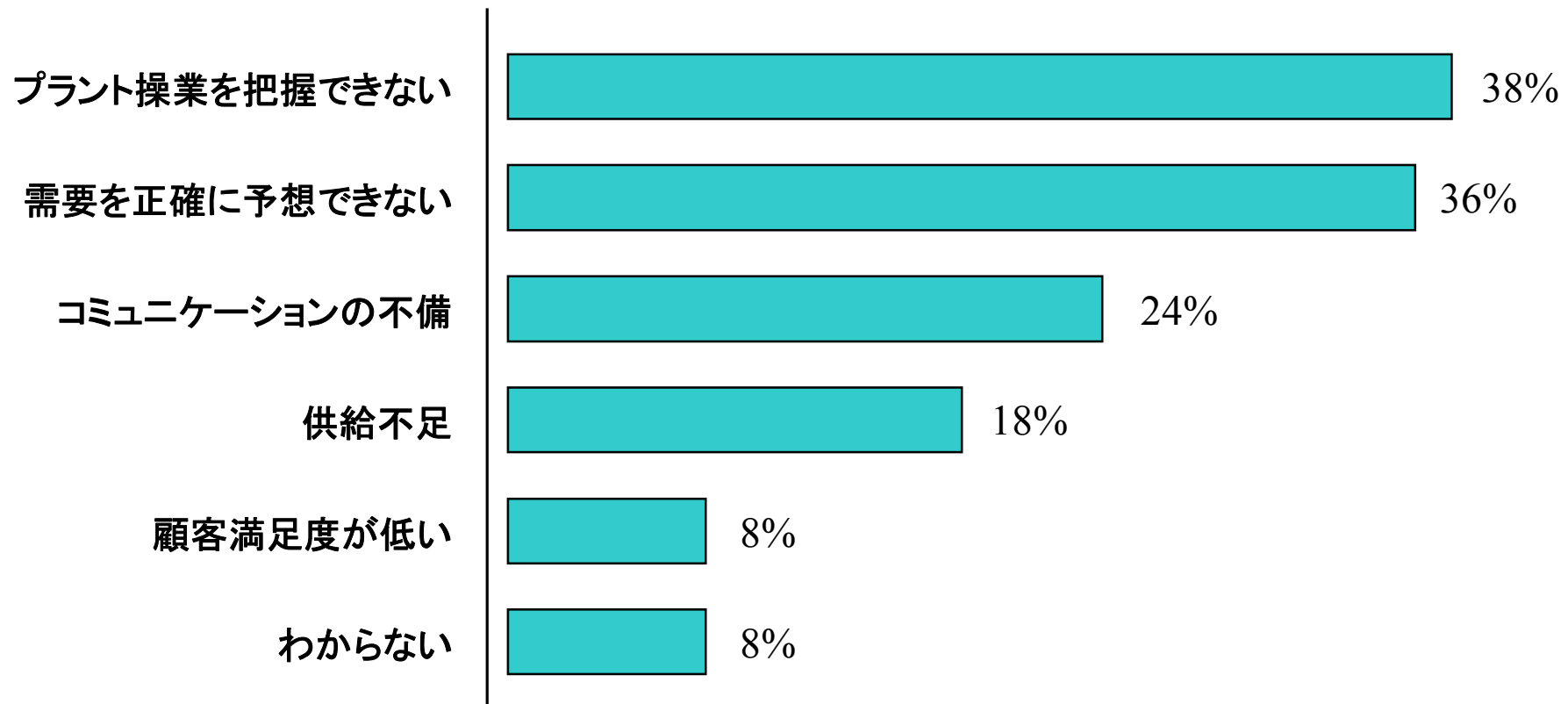


限りある資源



今日の製造業界の概観

グローバルな製造にともなう最大の問題は何か？



(複数回答あり)
グローバル製造企業50社からの回答の割合

Forrester Research、2000年7月

5段階の生産性モデル



レベル 1: 5Sと改善モデル (現場レベル)

レベル 2: Lean生産方式と6シグマ (データレベル)

レベル 3: 電子方式の予測ツール (情報レベル)

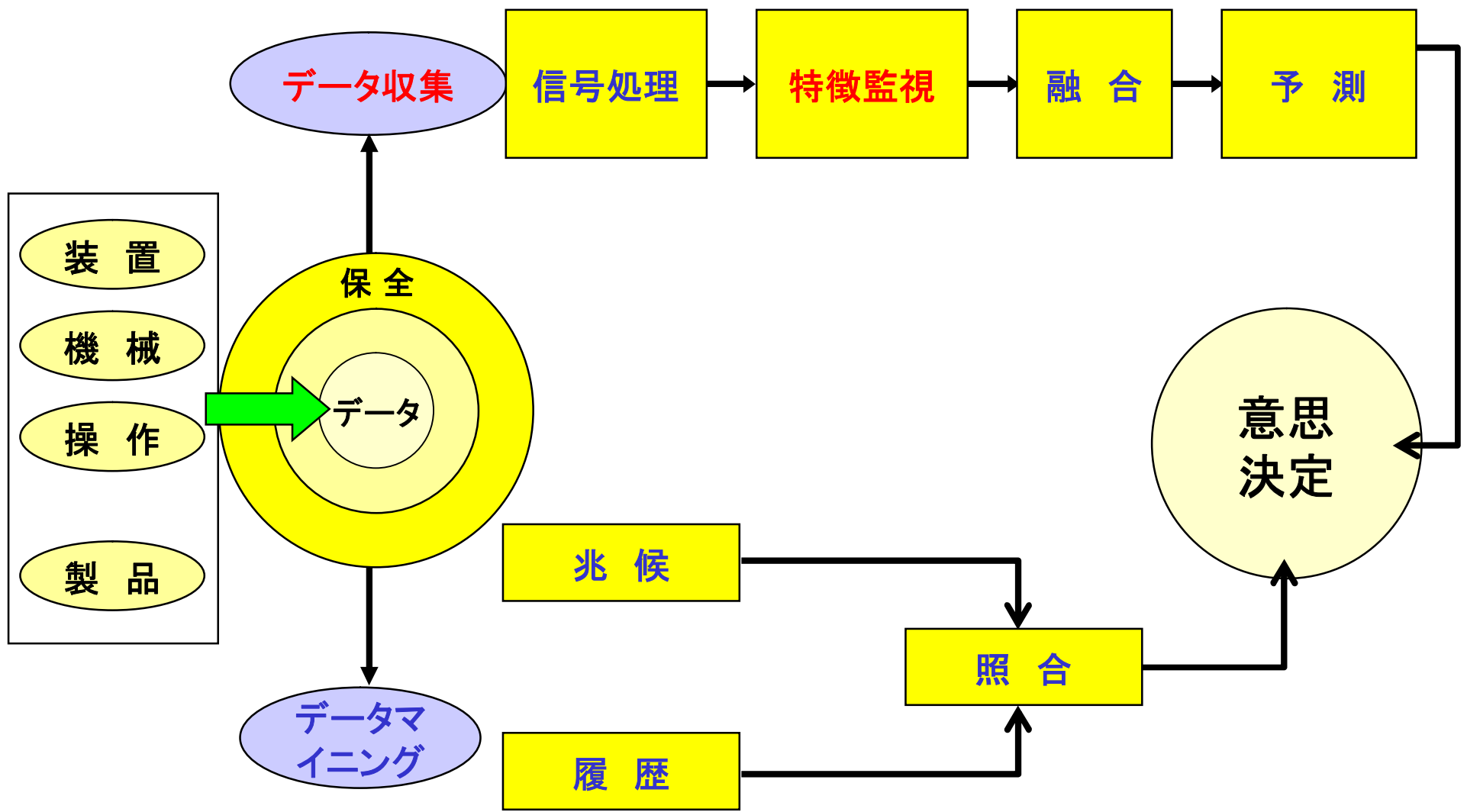
レベル 4: 意思決定・最適化ツール (知識レベル)

レベル 5: 同期化ツール (自主レベル)

データ変換 → 予知 → 最適化 → 同期

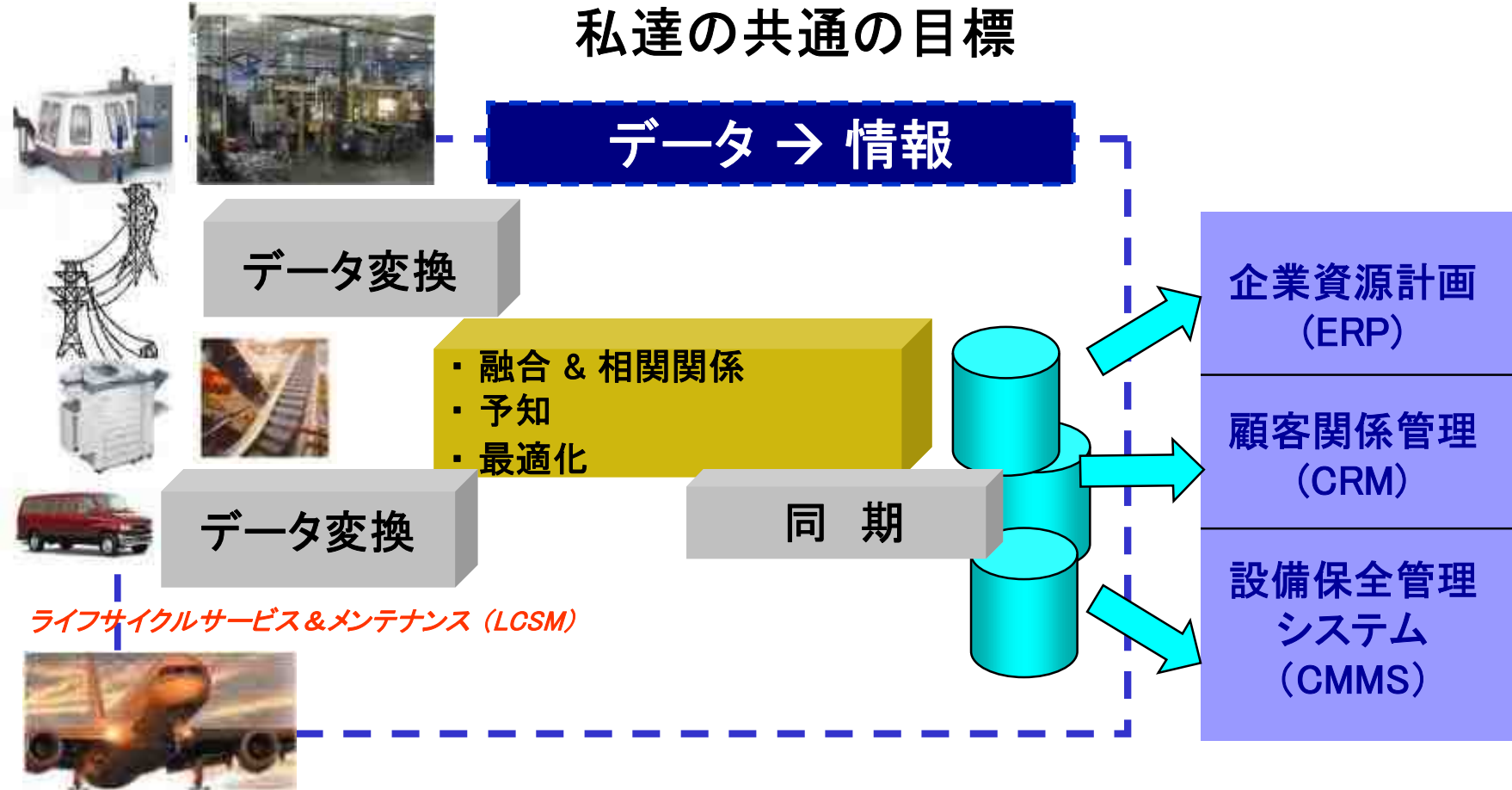


保全システムにおけるデータ、情報、決定に関する問題

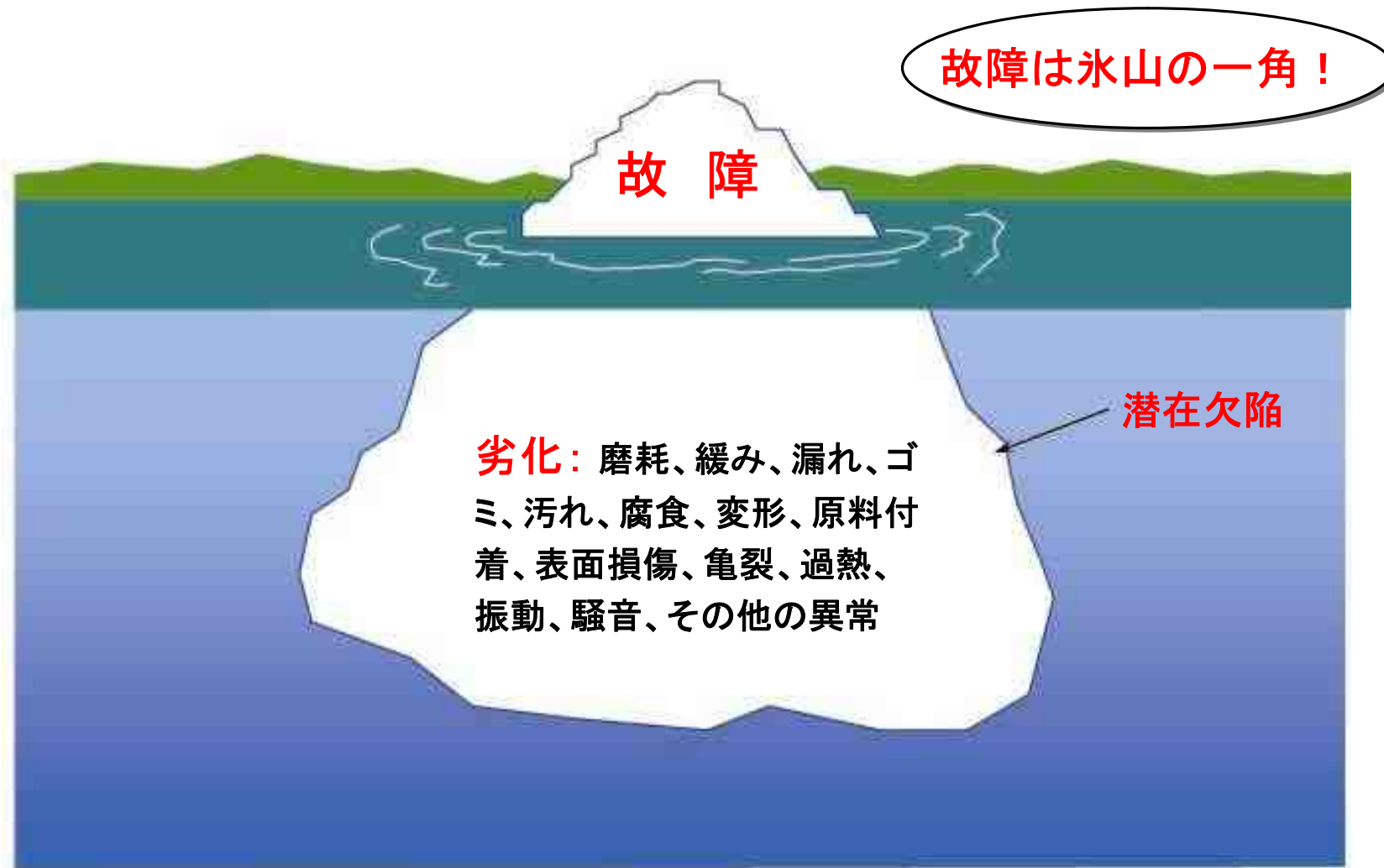


製造企業実行システム (MEES)

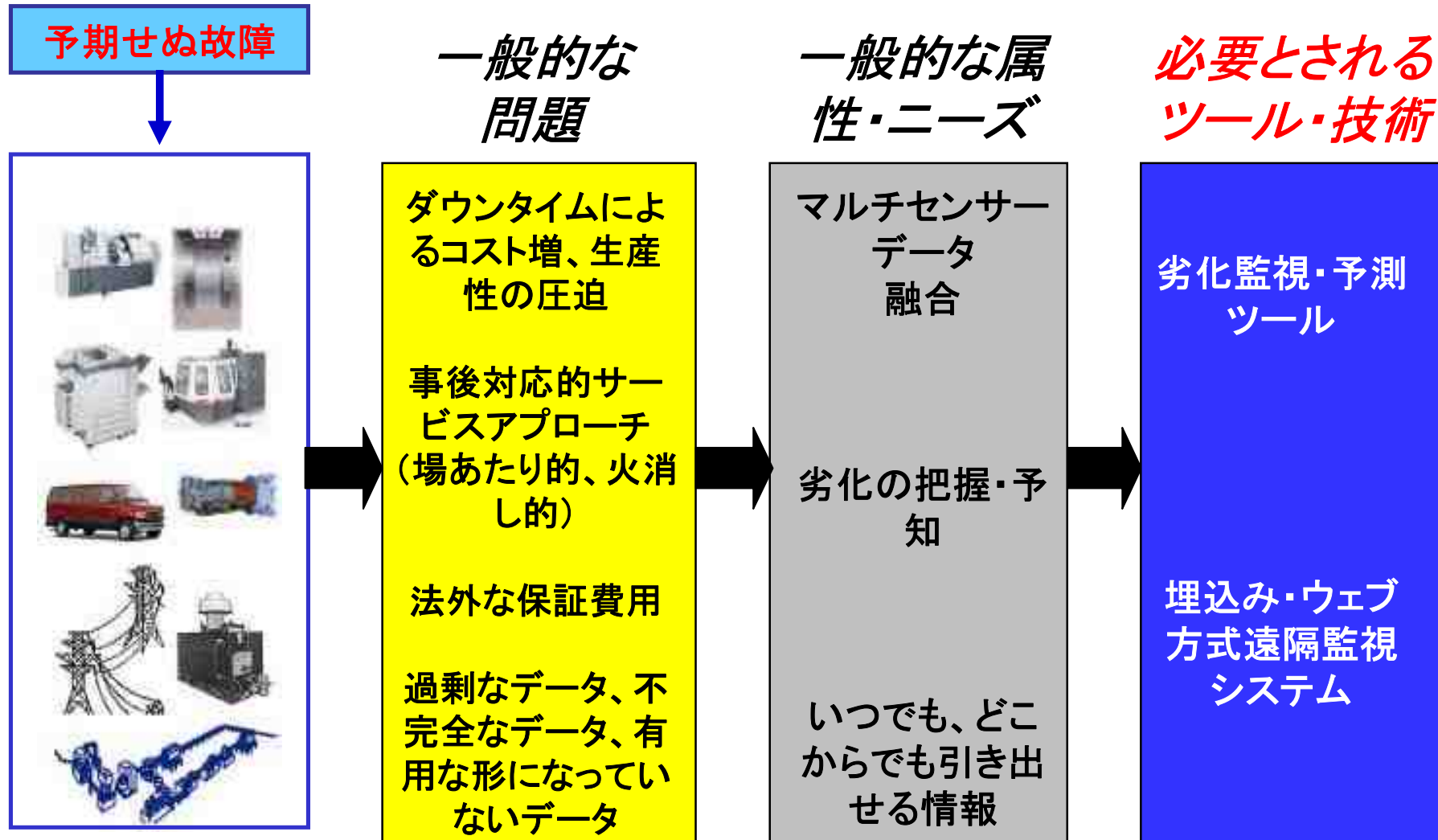
私達の共通の目標



水面下に潜む可能性 (冰山モデル)



促進要因と転換技術

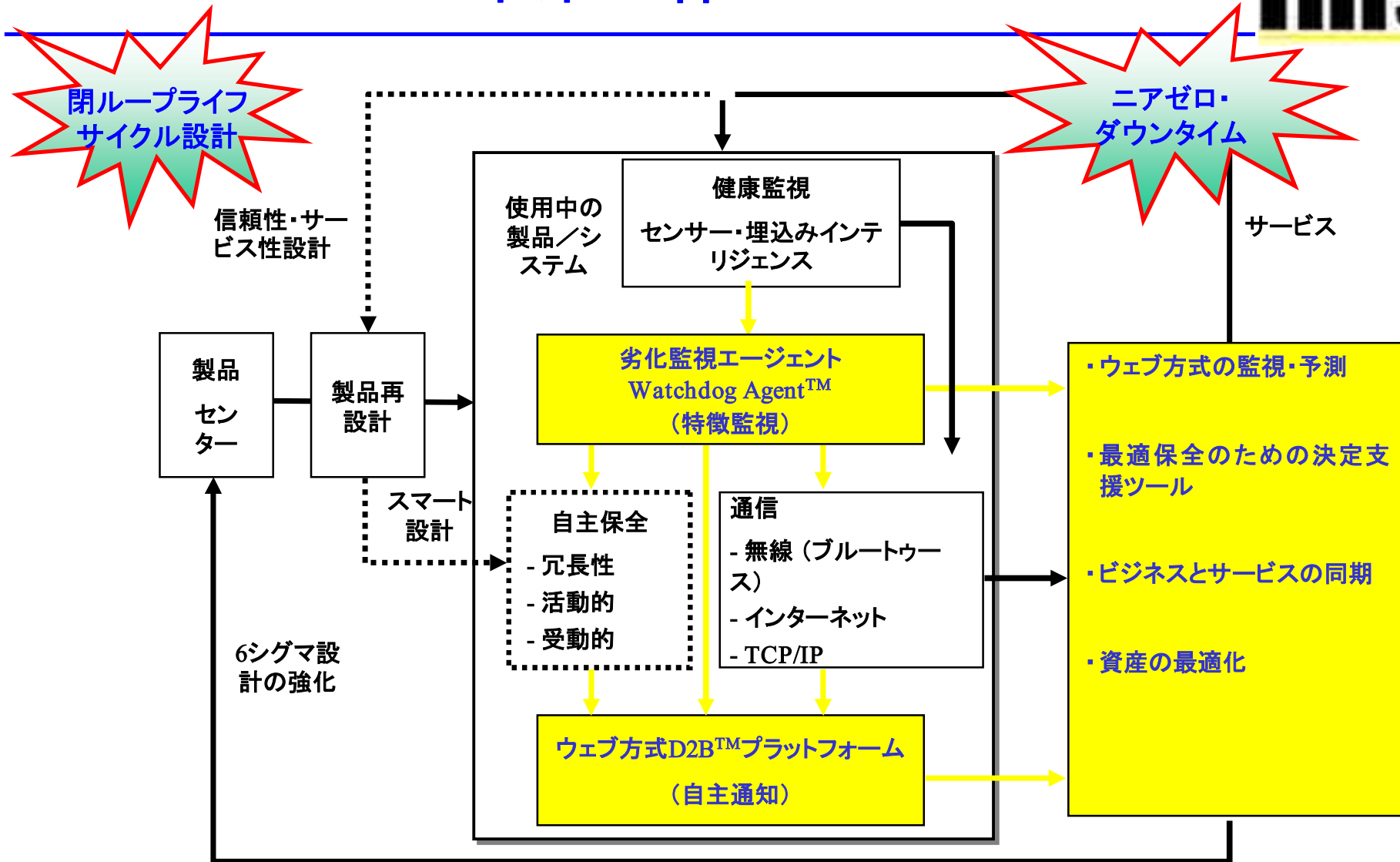


概要



- ビジネスモデルと促進要因
- 生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ
- 予知と次世代保全システムのためのインフォロニクス技術
- 結論

未来の保全



Watchdog AgentとDevice-to-Business (D2B)はIMSセンターの商標。

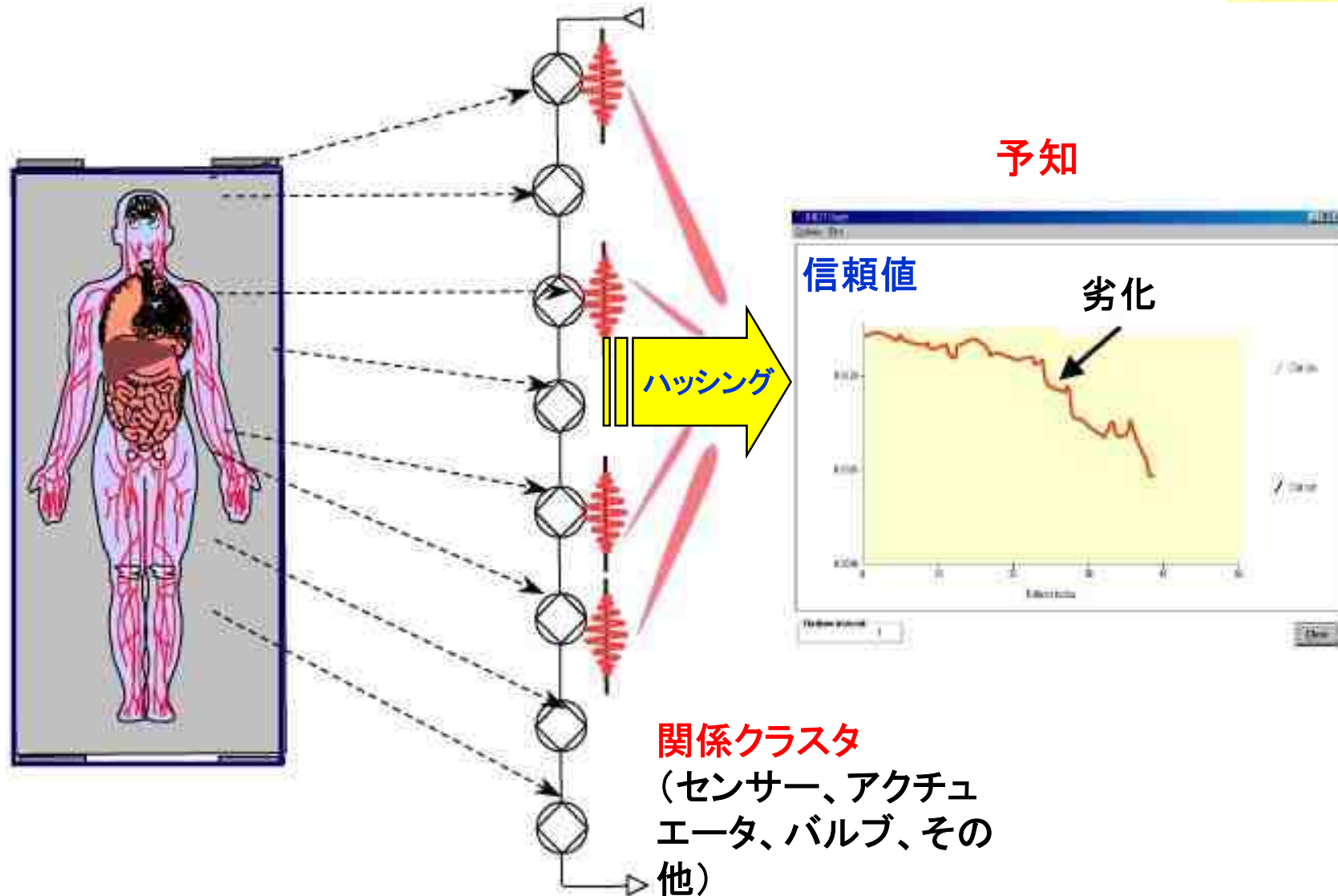
インフォトロニクスとは？



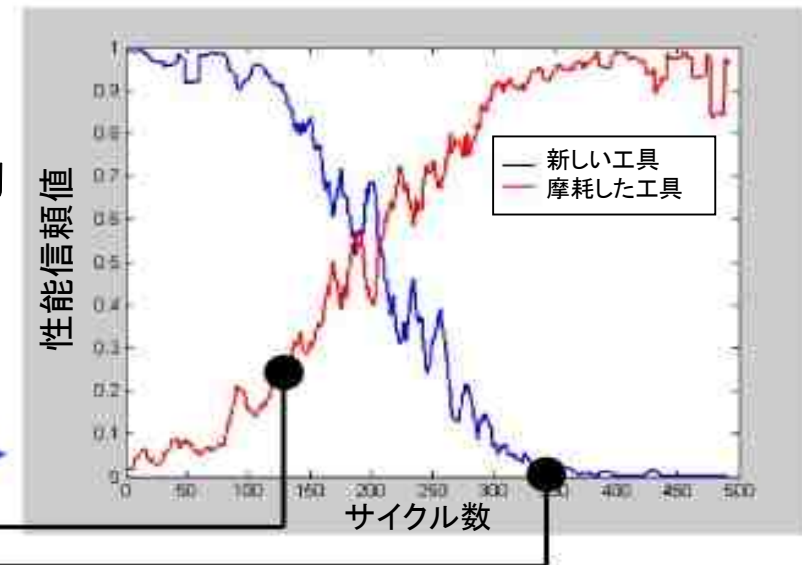
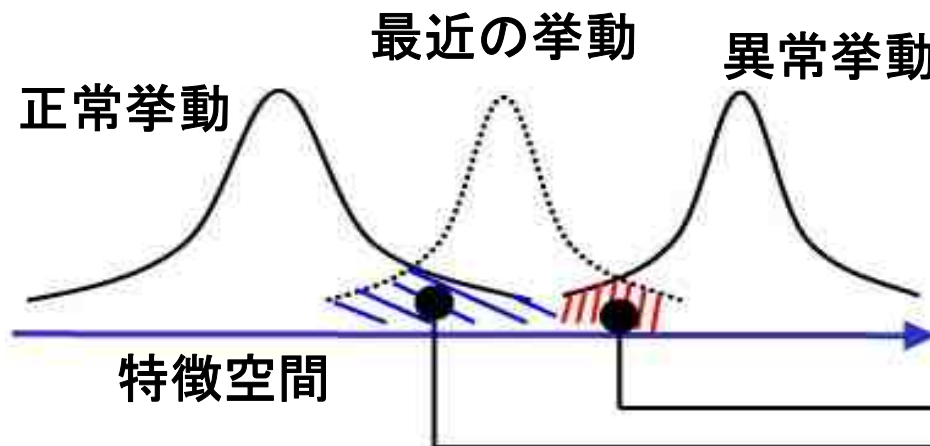
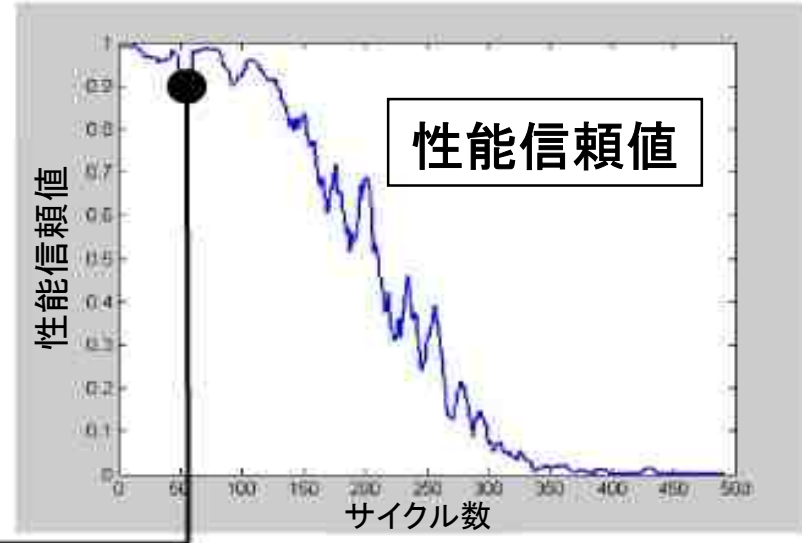
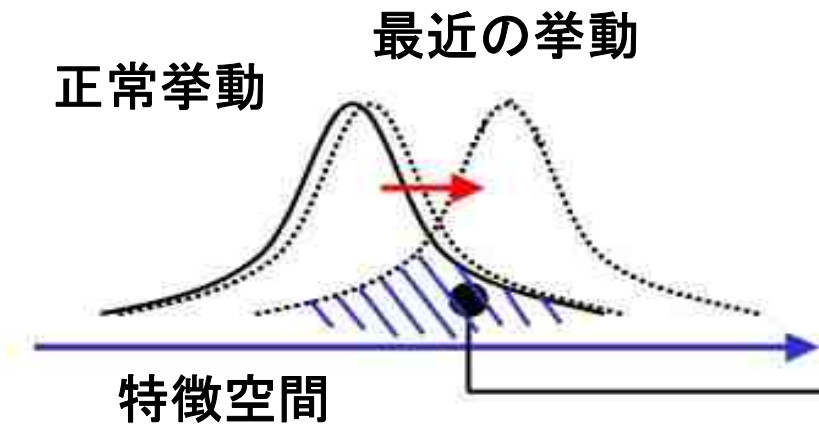
先進普及・自立的コンピューティング、埋込み知能、無線通信技術を絡み合わせながら製品・システムで自主機能目標（自主保全、自主サービス、自主再構築、自主修理）を達成するもの。



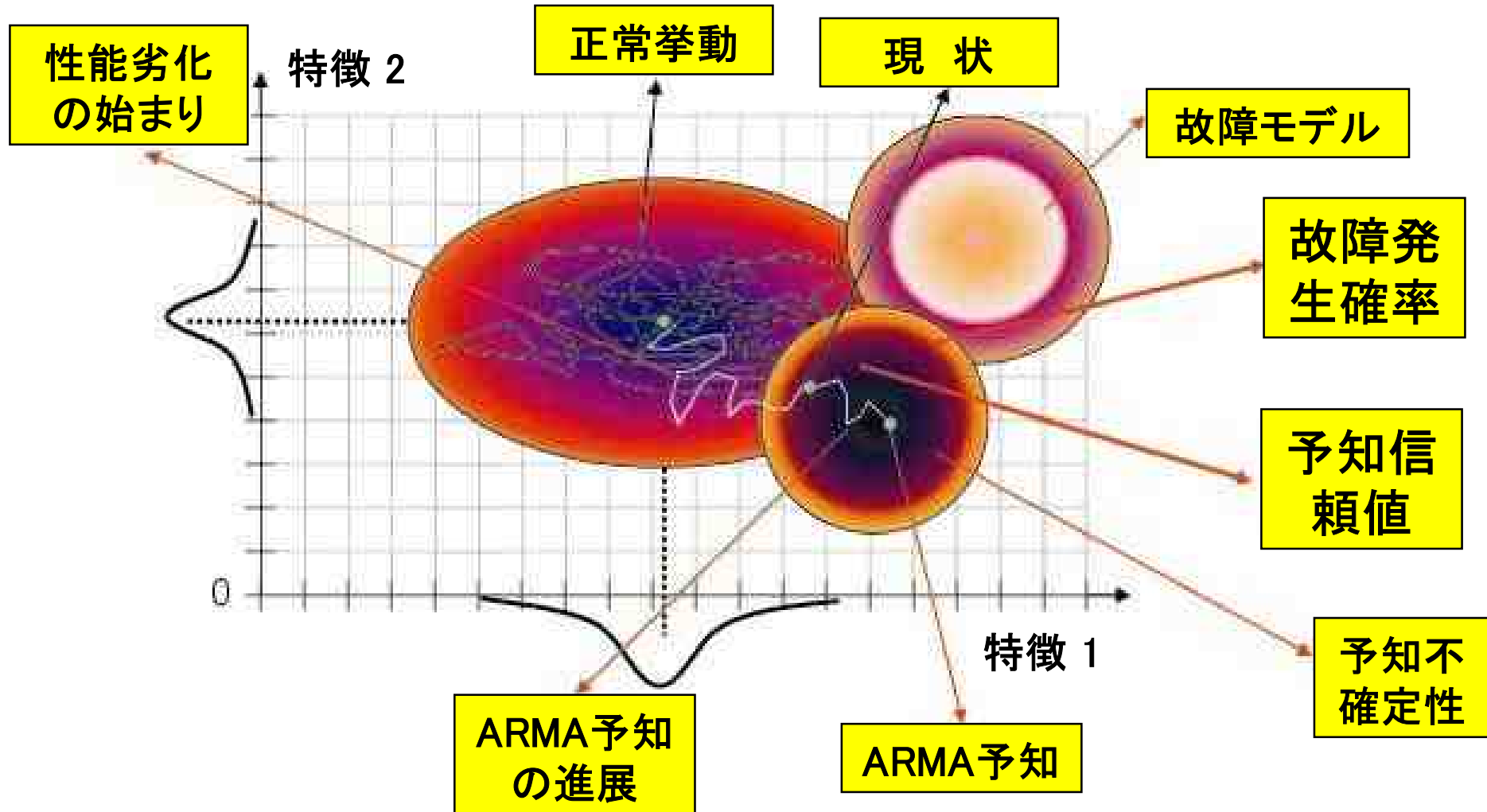
健康評価アプローチ



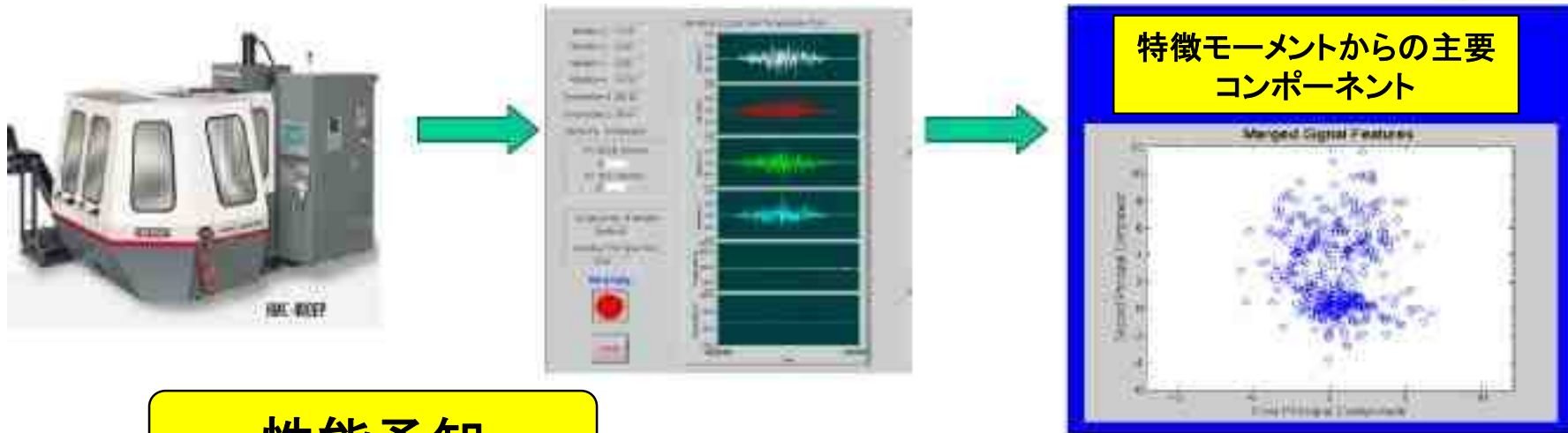
性能評価・診断



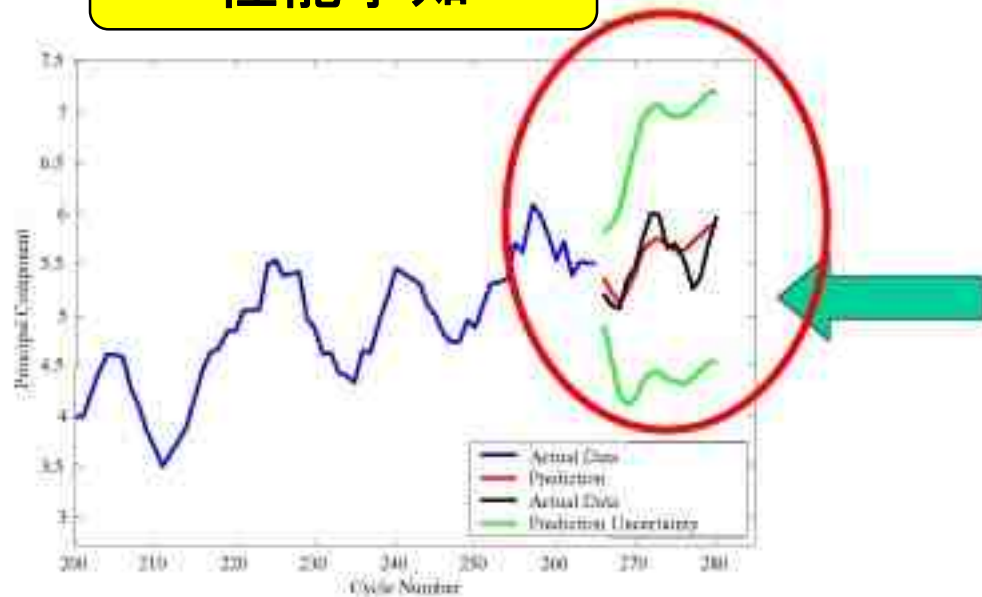
予知・予測方法



設備性能監視と予知



性能予知



Watchdog Agent™のアルゴリズムツールボックス



信号処理・特徴抽出ツール

- 時間 - 周波数 / 時間 - 周波数モーメント
- ウェーブレット / ウェーブレットパケットエネルギー
- ウェーブレットツリー分解 / ウェーブレットモーメント
- フーリエ変換 / 周波数帯
- 自動回帰 (AR) モデリング / ARモデルルート
- エキスパート抽出特徴

性能把握ツール

- ロジスティック回帰
- 統計的パターン認識
- 特徴マップパターンマッチング
- ニューラルネットワークパターンマッチング
- 隠れマルコフモデル (HMM) 方式の性能把握
- 粒子フィルタ方式の性能把握

性能予知ツール

- マッチマトリクス予知
- 自動回帰移動平均 (ARMA) 予知
- エルマン再発ニューラルネットワーク予知
- ファジー論理方式の予知

健康診断ツール

- 隠れマルコフモデル (HMM) 方式の診断ツール
- サポートベクトルマシン (SVM) 方式の診断ツール



材料運搬システムの予測

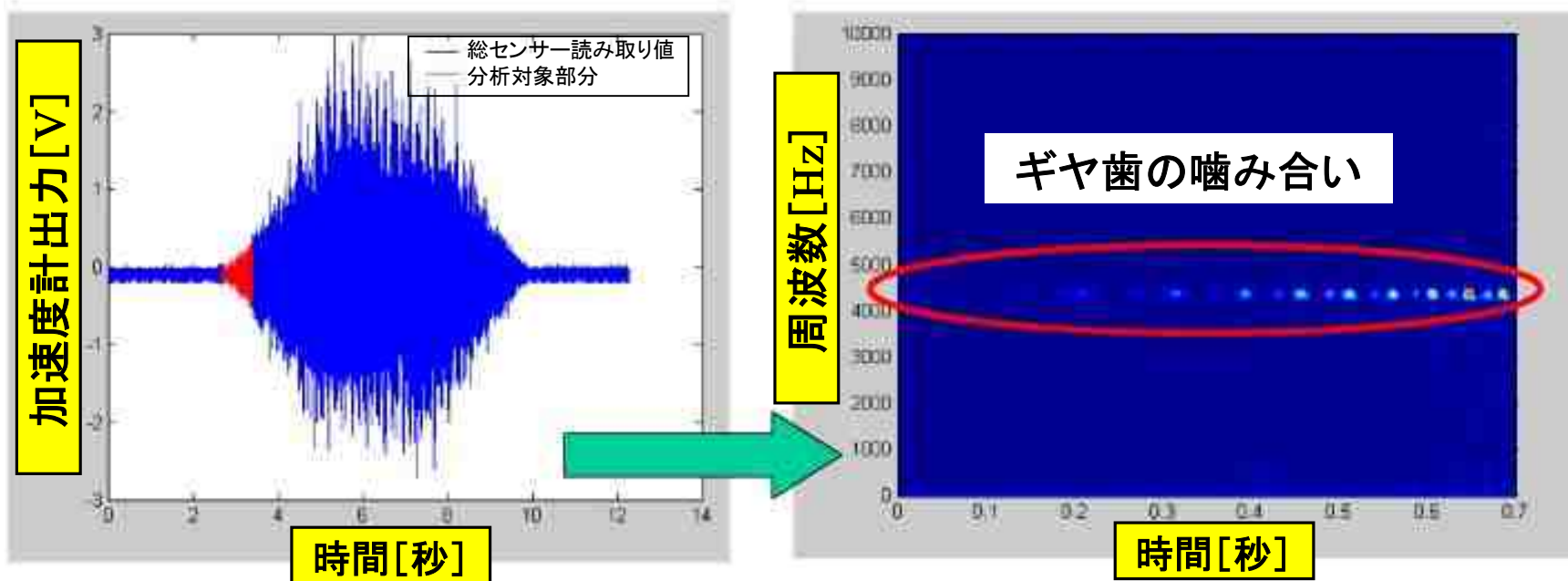
米郵政事業

郵便物の取り扱い

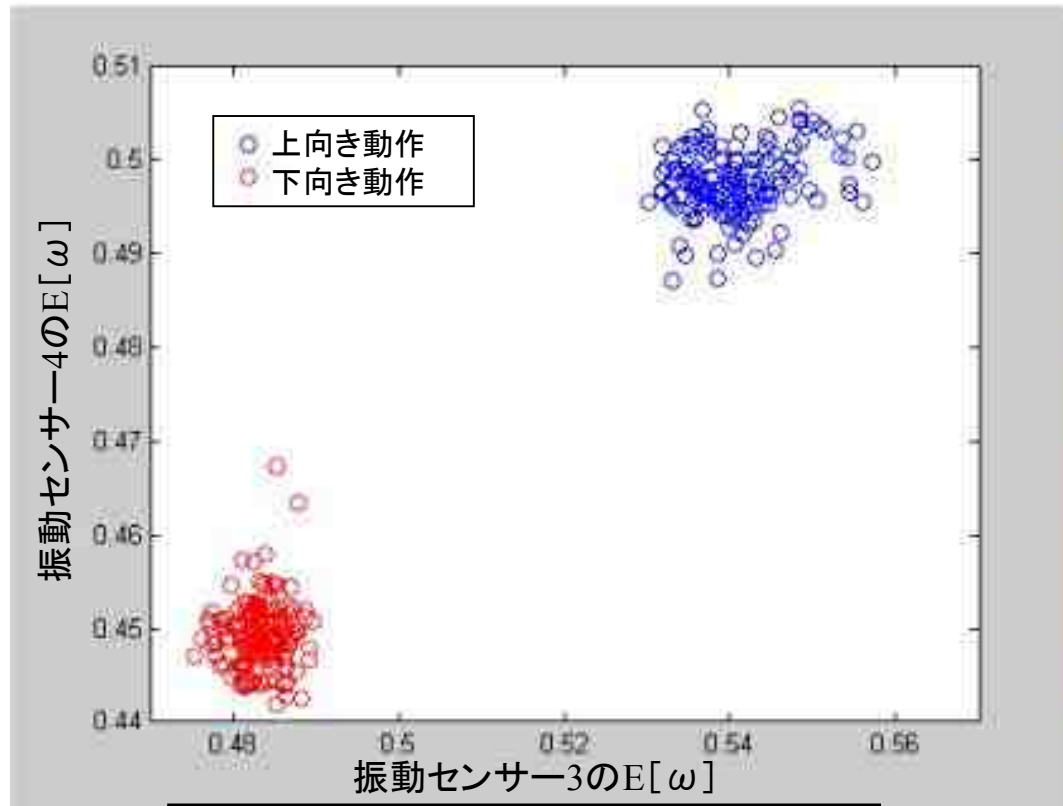
材料運搬装置の遠隔監視



- 4つの振動経路(各々20Khz)
- 2つの温度センサー
- エンコーダー
- 近接センサー



上下動で異なる特徴



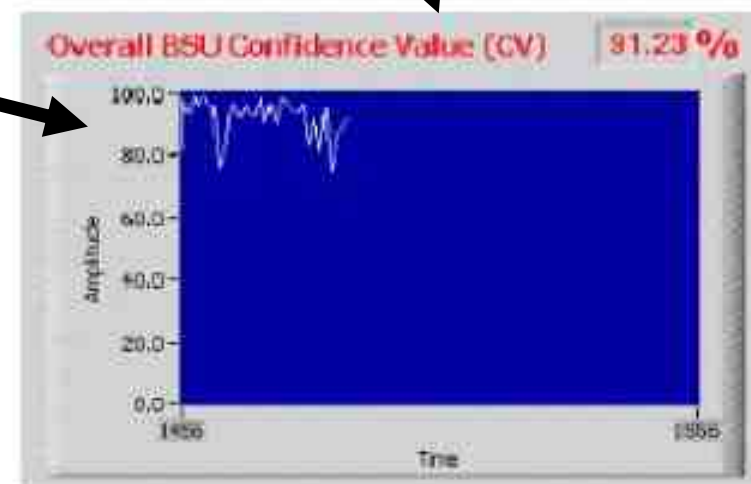
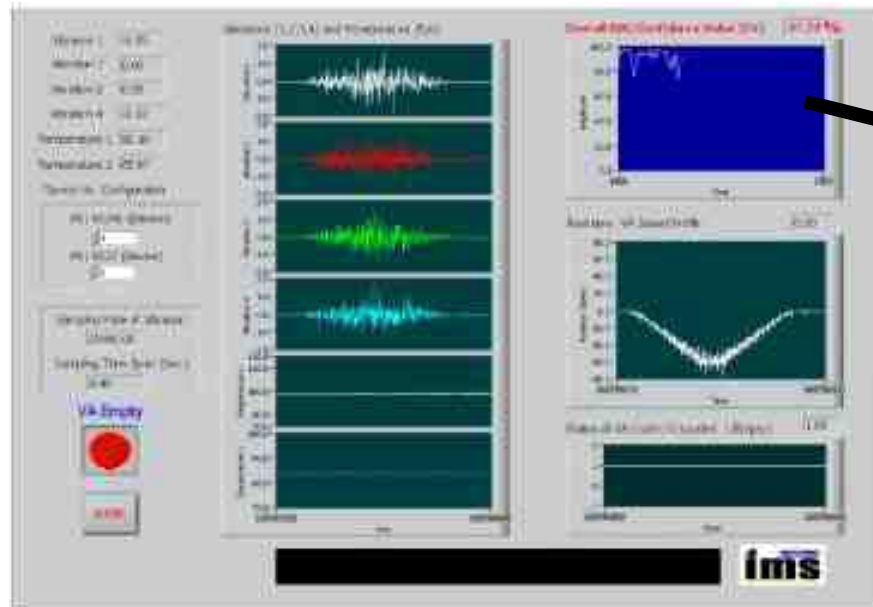
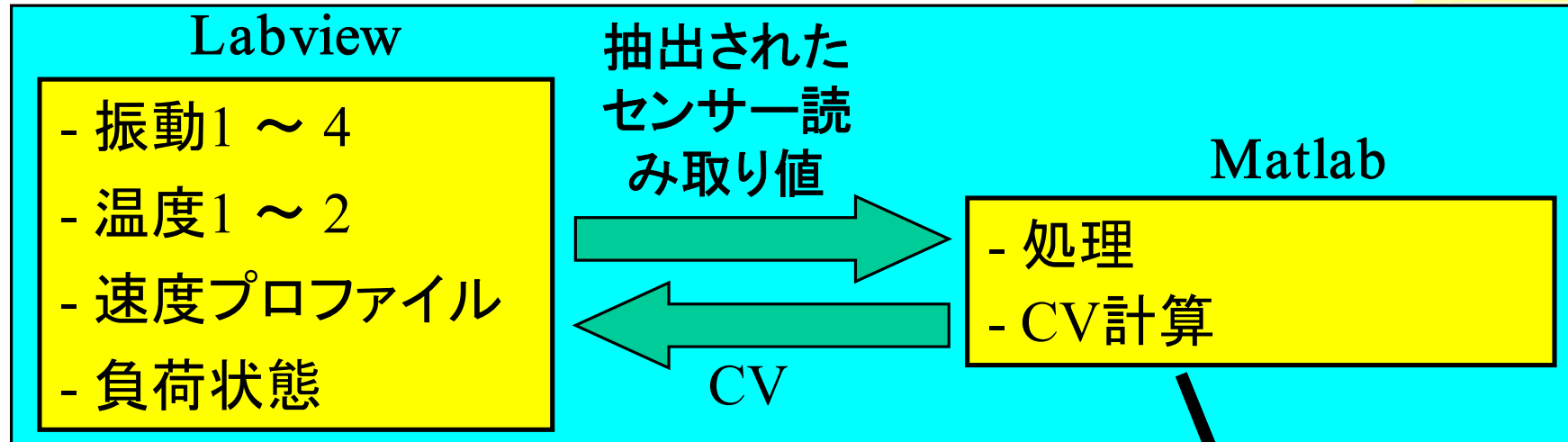
異なる周波数

- 上に動くときは450ポンドまで持ち上げ可能



- 下に動くときは450ポンドスターの降下を制御

データ処理と性能評価



ネットワーク化システムの予測

GM, Rockwell Automation, Omron, Toyota

問題の現況

産業ネットワークシステム故障モード



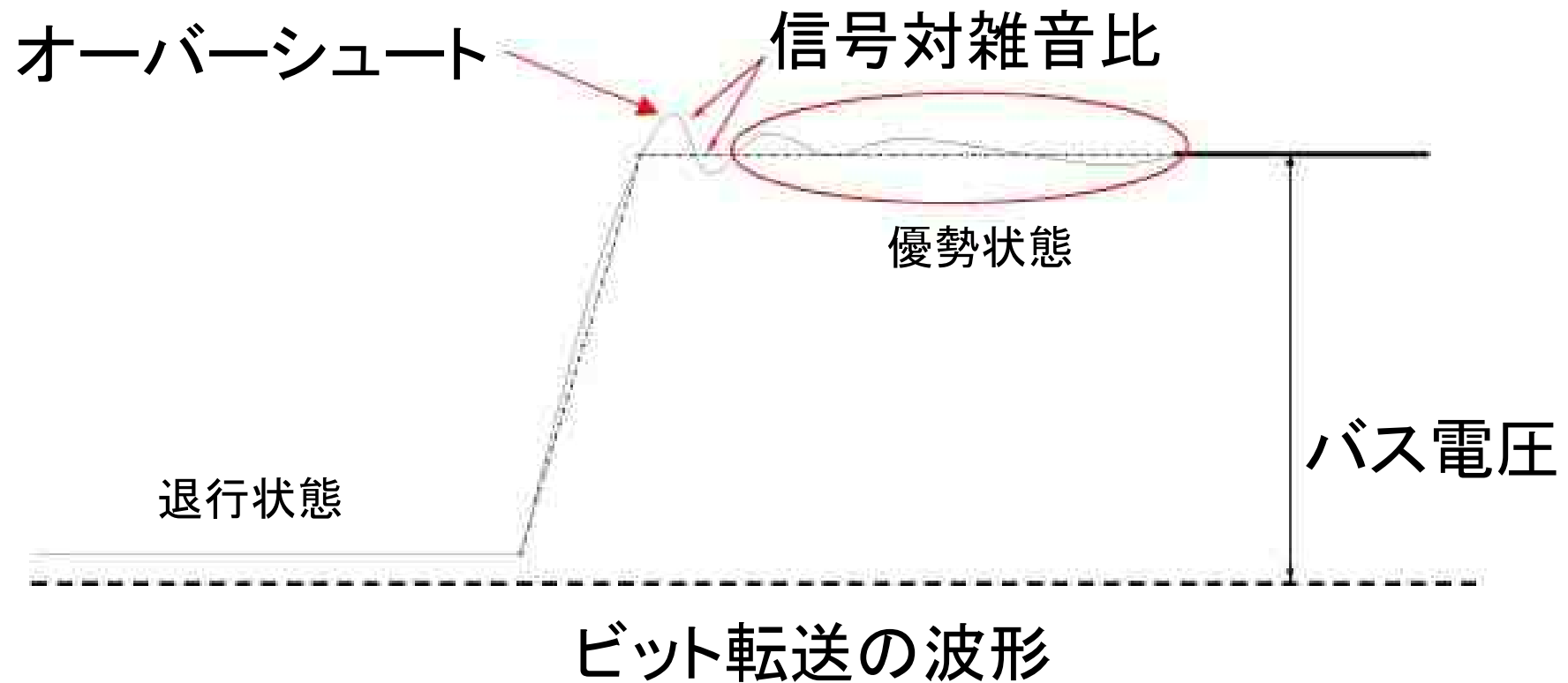
ネットワーク物理層における主な測定



- バス電圧
- 共通モード信号
- デジタル信号の波形
 - オーバーシュート
 - 信号対雑音比 (S/N比)

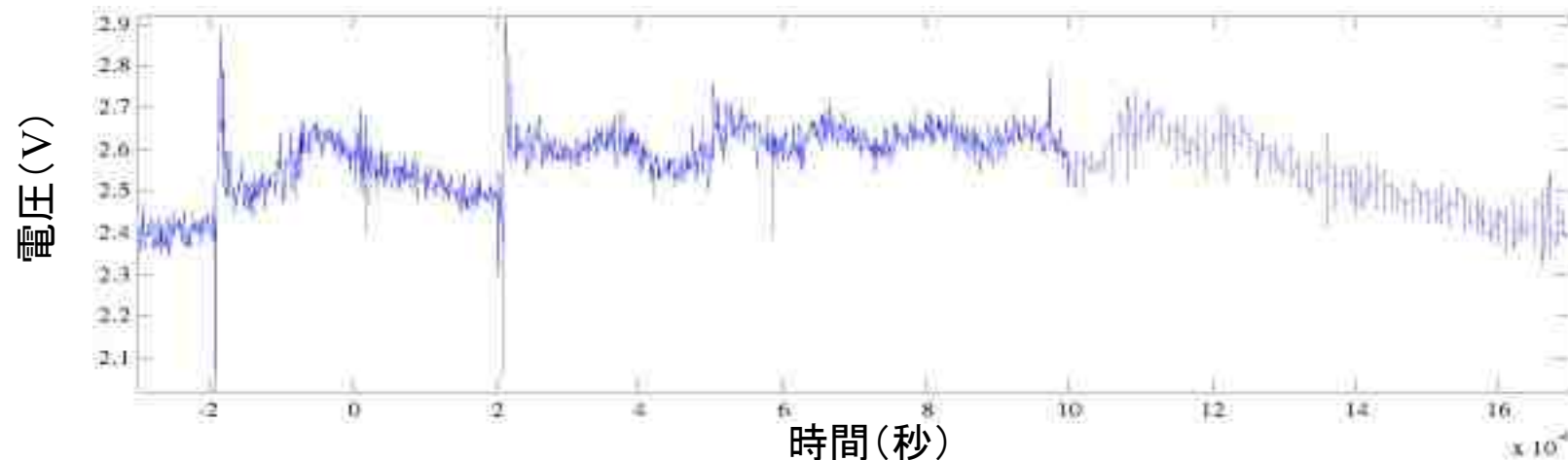


ネットワーク物理層における主な測定 (続き)

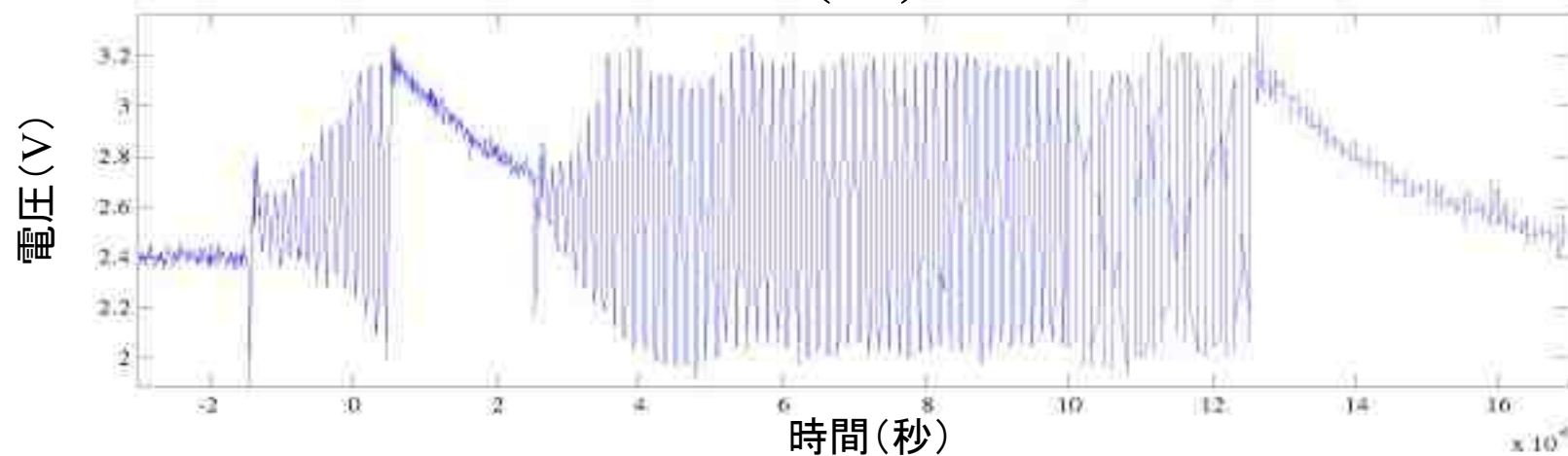


寿命が来ているレジスタのたるみ状態と正常状態 における共通モード信号の比較

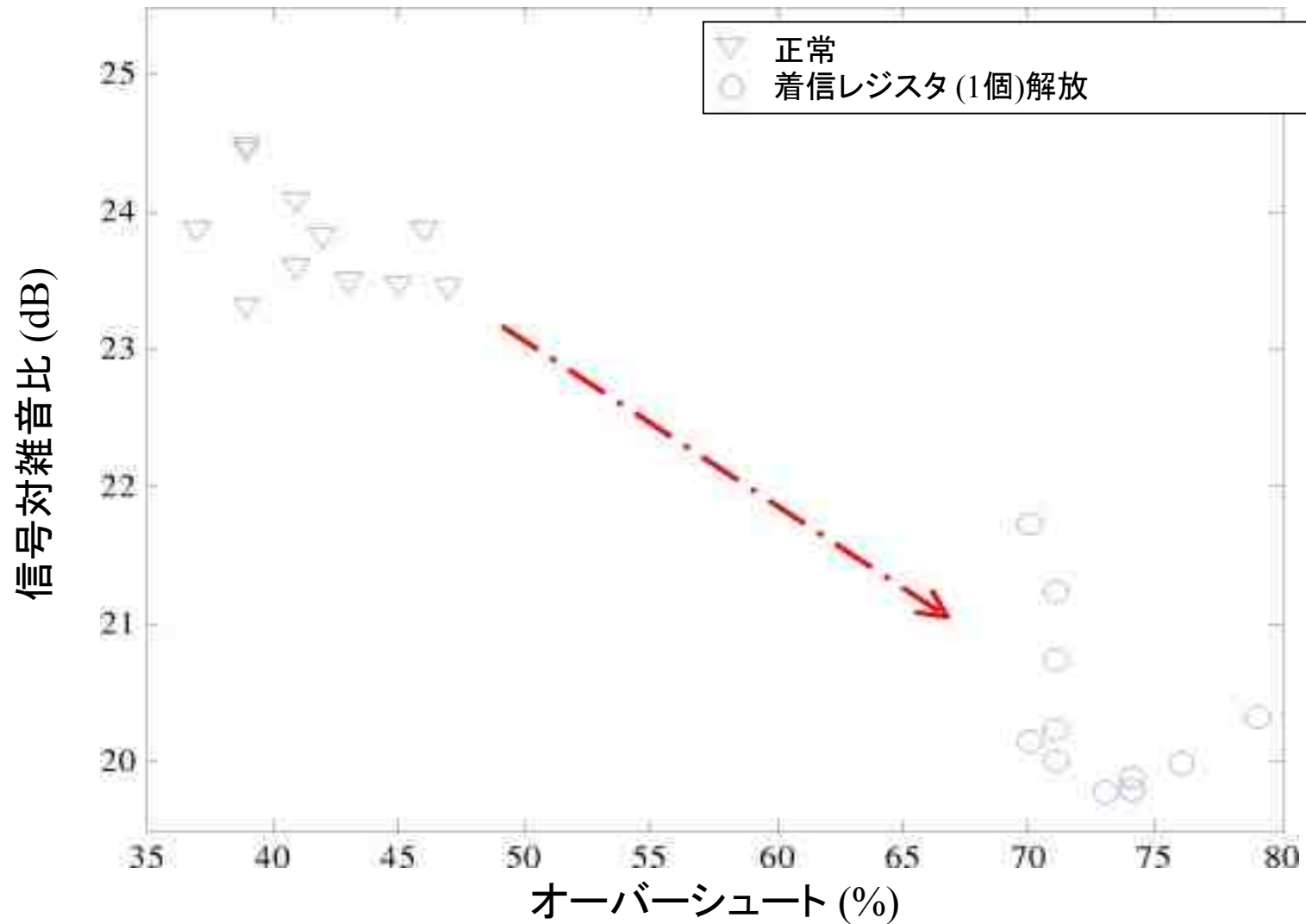
(a) 正常共通モード信号



(b) 寿命が来ているレジスタ (1個)たるみ時の共通モード信号



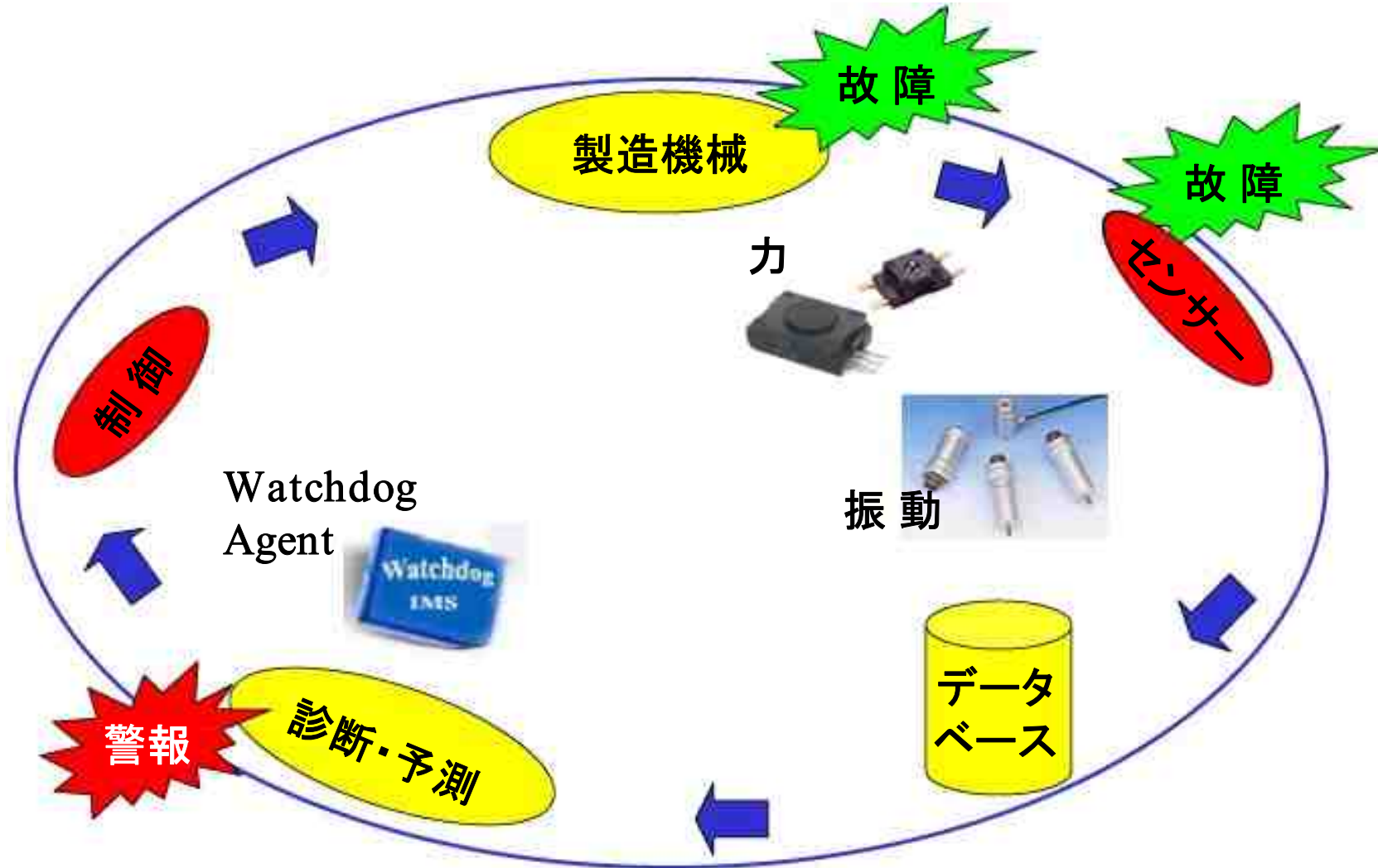
正常状態と着信レジスタ (1個)たるみ状況の分類



センサー劣化評価

Toyota, Kistler, Montronix, API,
Tongtai Machine Tools, Omron

劣化時のセンサーの役割



光近接センサー

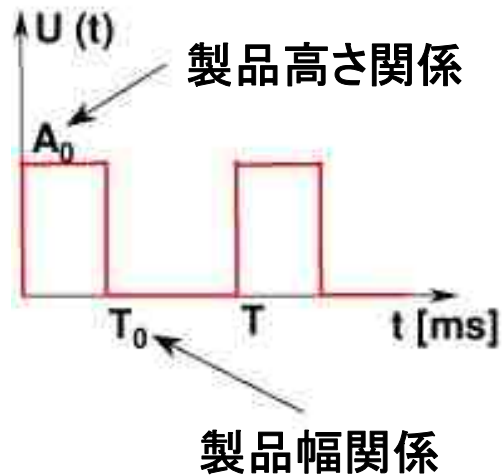
- 問題現況：粉塵堆積による劣化



ファーストオーダーシステム機能
 $H(s)$ を備える光近接センサー

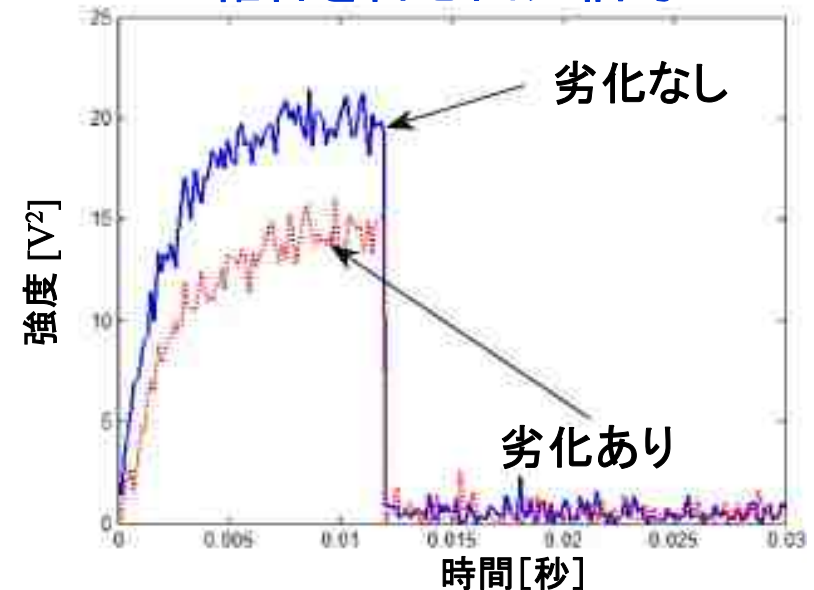
- 信号シミュレーション：

入力信号



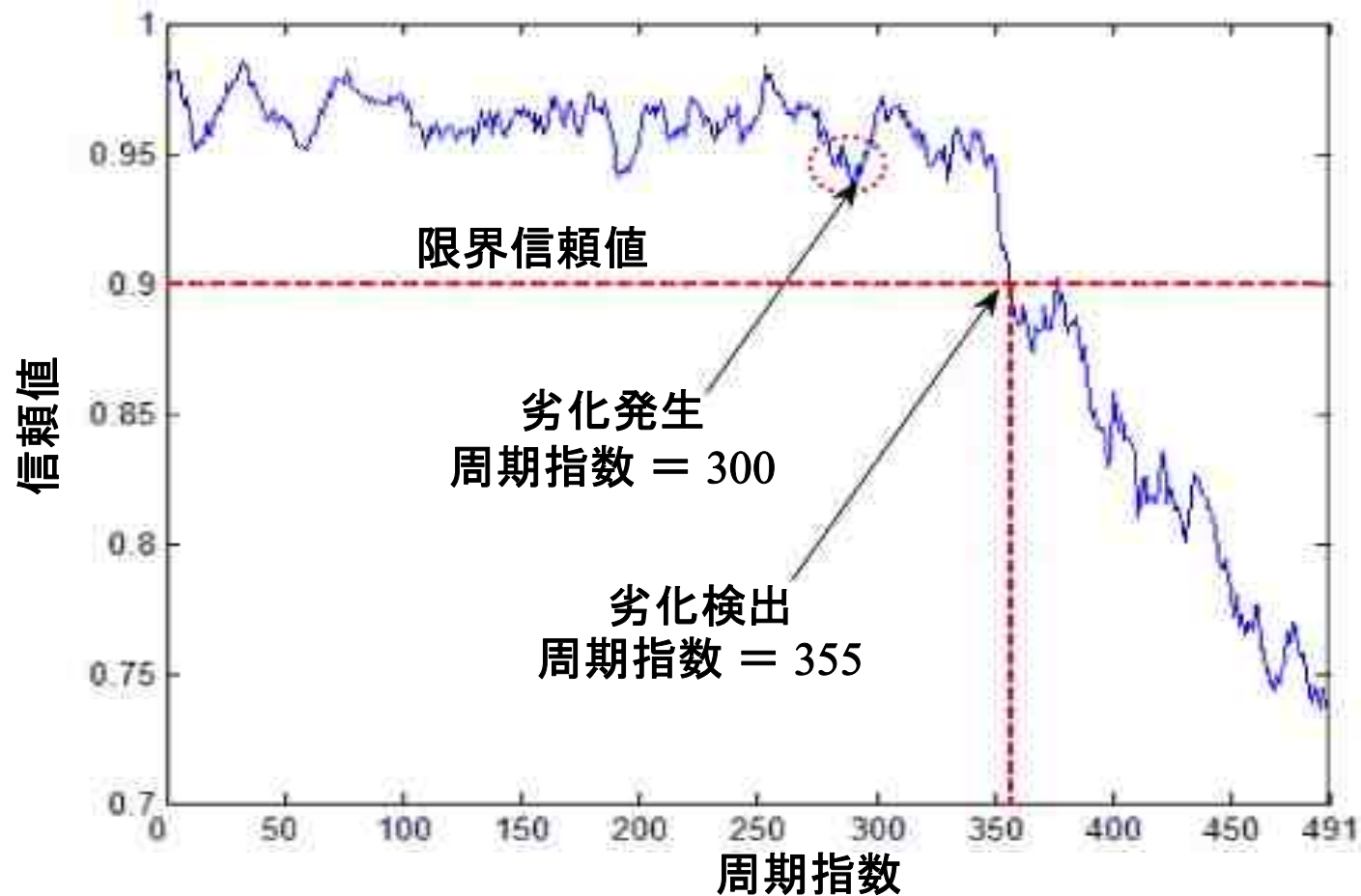
システム機能
 $H(s) = K/(s + 1)$

雑音を含む出力信号

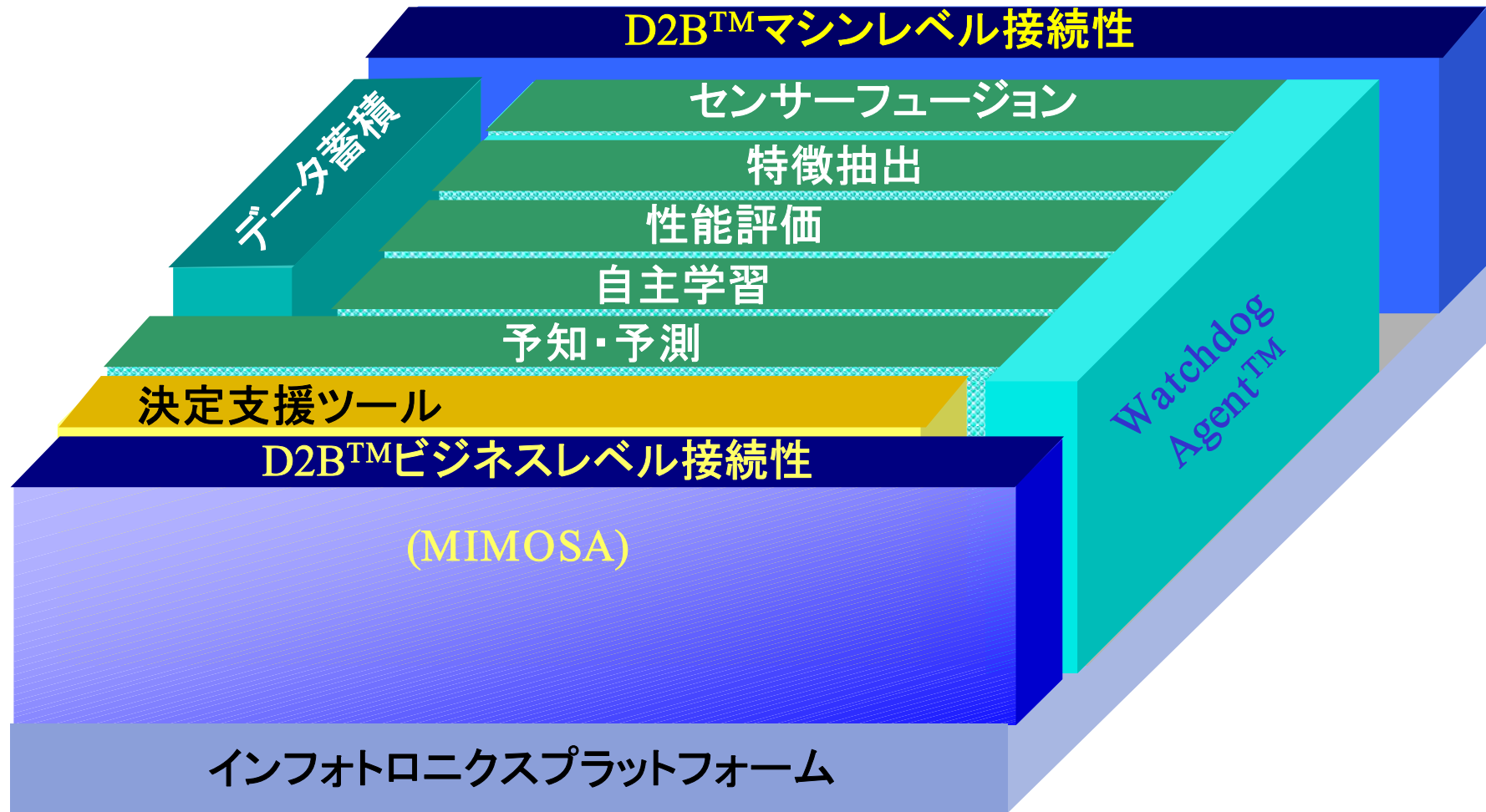


光近接センサー

- 信頼値 (CV): 1周期における正常・予測信号間重複部分



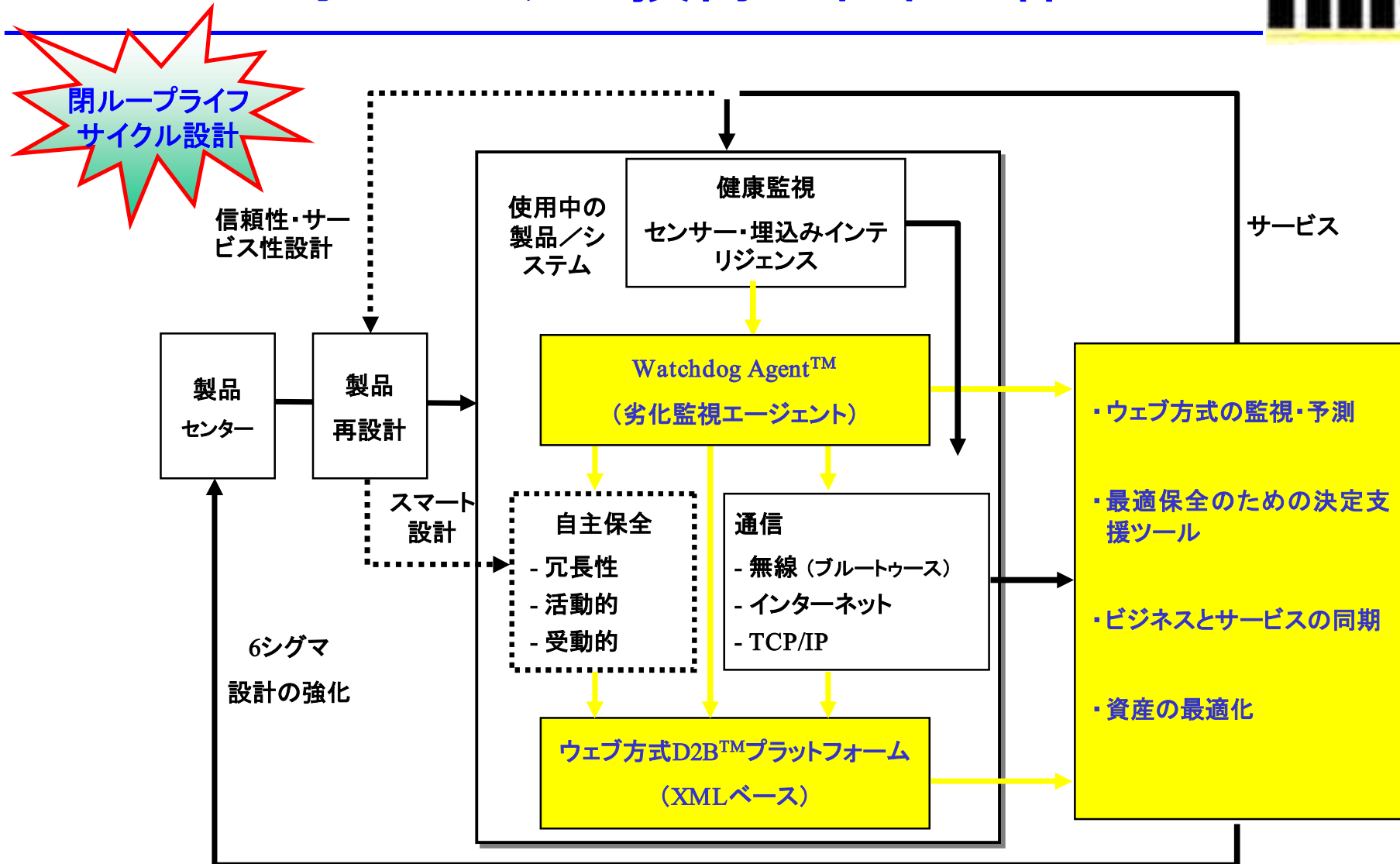
統合インフォロニクスプラットフォーム



スマート無線ファクトリーのための インフォロニクスエージェント

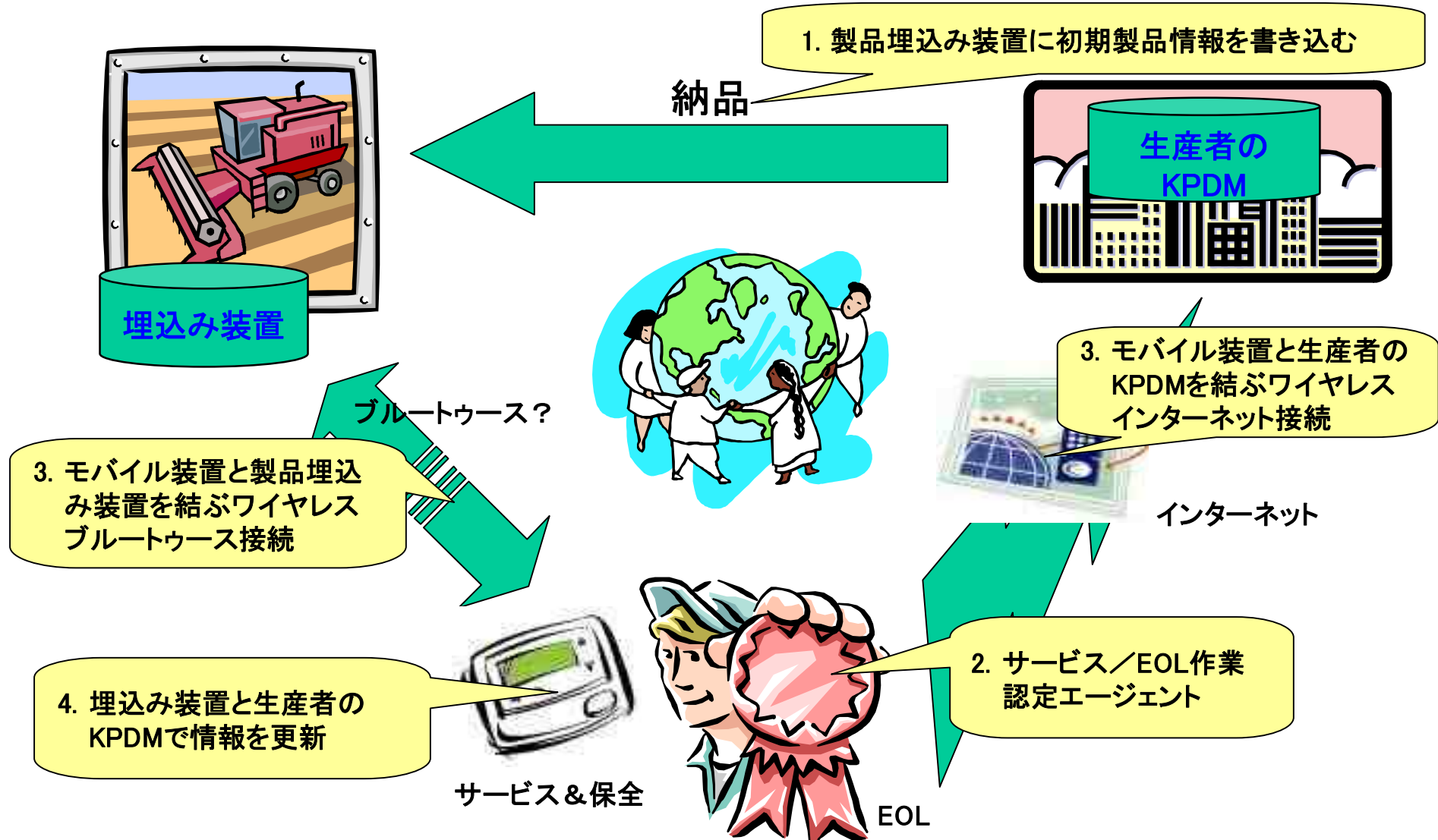


インフォロニクス技術と未来の保全

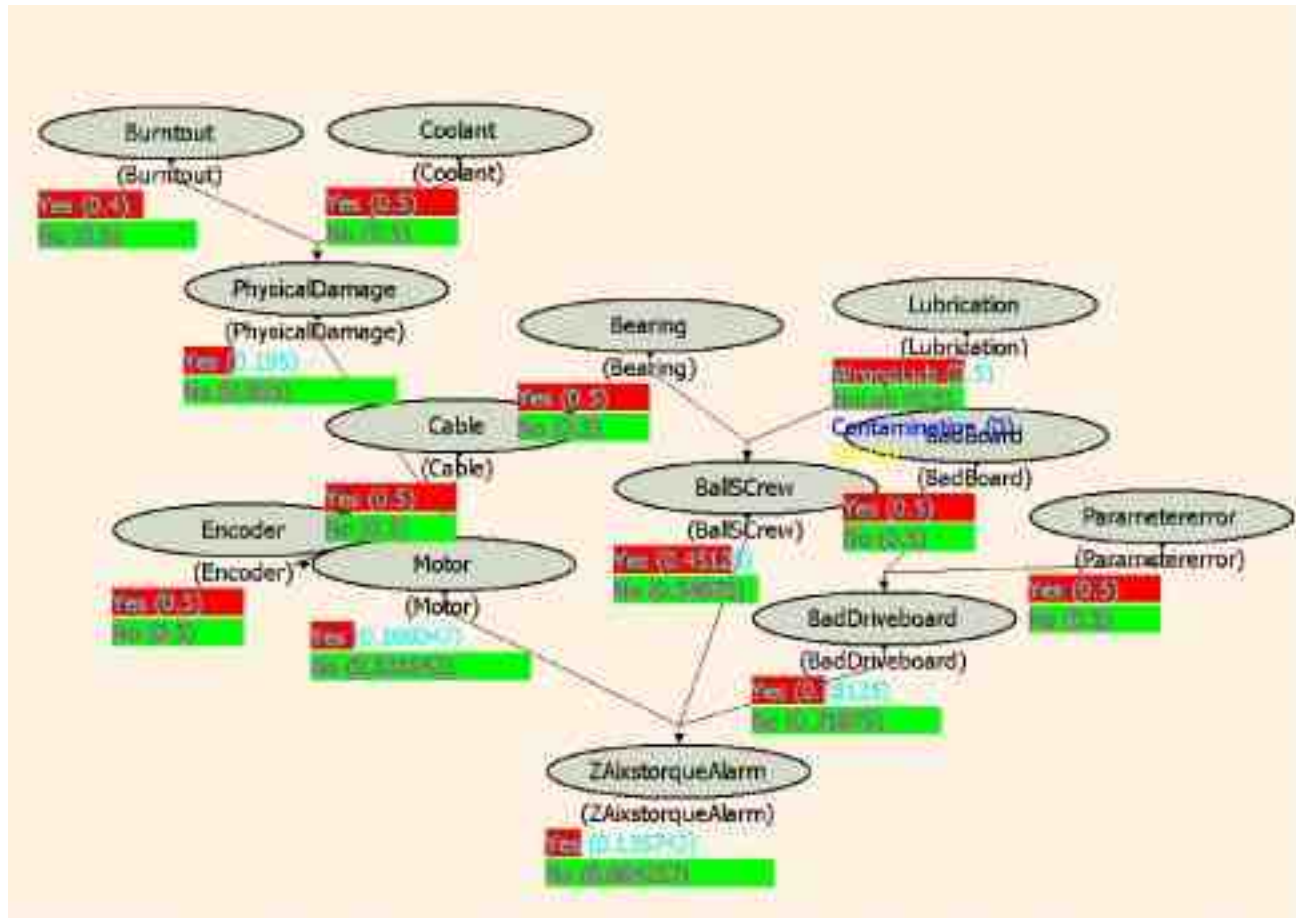


Watchdog AgentとDevice-to-Business (D2B)はIMSセンターの商標。

国際IMSプロジェクトPROMISE — (サービスとEOLのための製品埋込み情報システム)



ベイジアンネット(確率ネットワーク) — 例



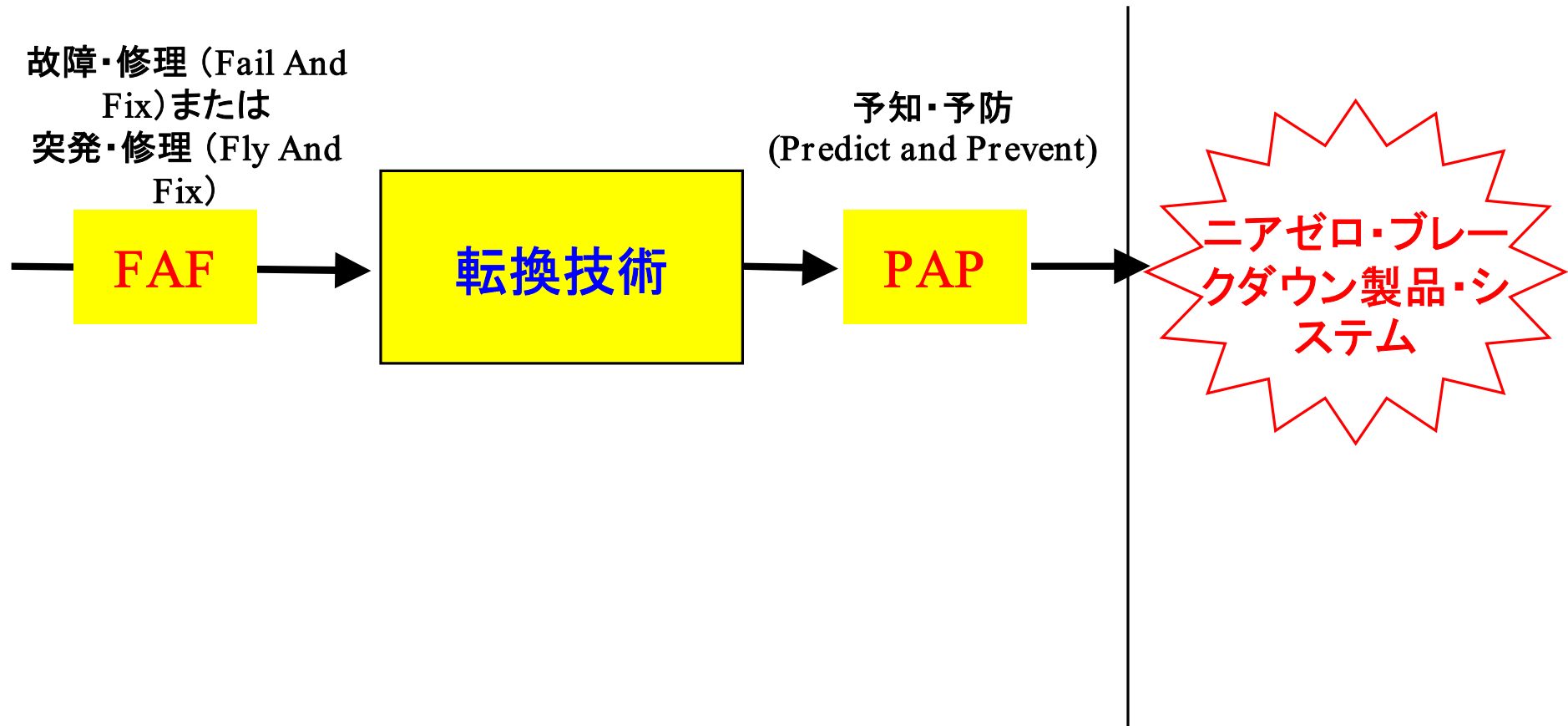
例 — Z軸トルク警報

概要



- ビジネスモデルと促進要因
- 生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ
- 予知と次世代保全システムのためのインフォロニクス技術
- **結論**

キーポイント 1

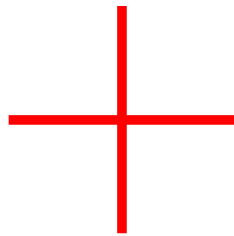


キーポイント 2: インフォトロニクス

メカトロニクス



精密機械
と
インテリジェント製品



インフォトロニクス

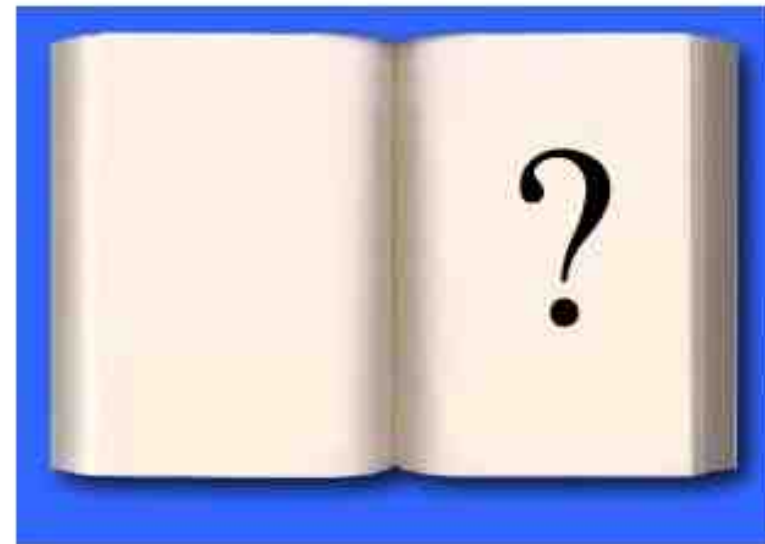
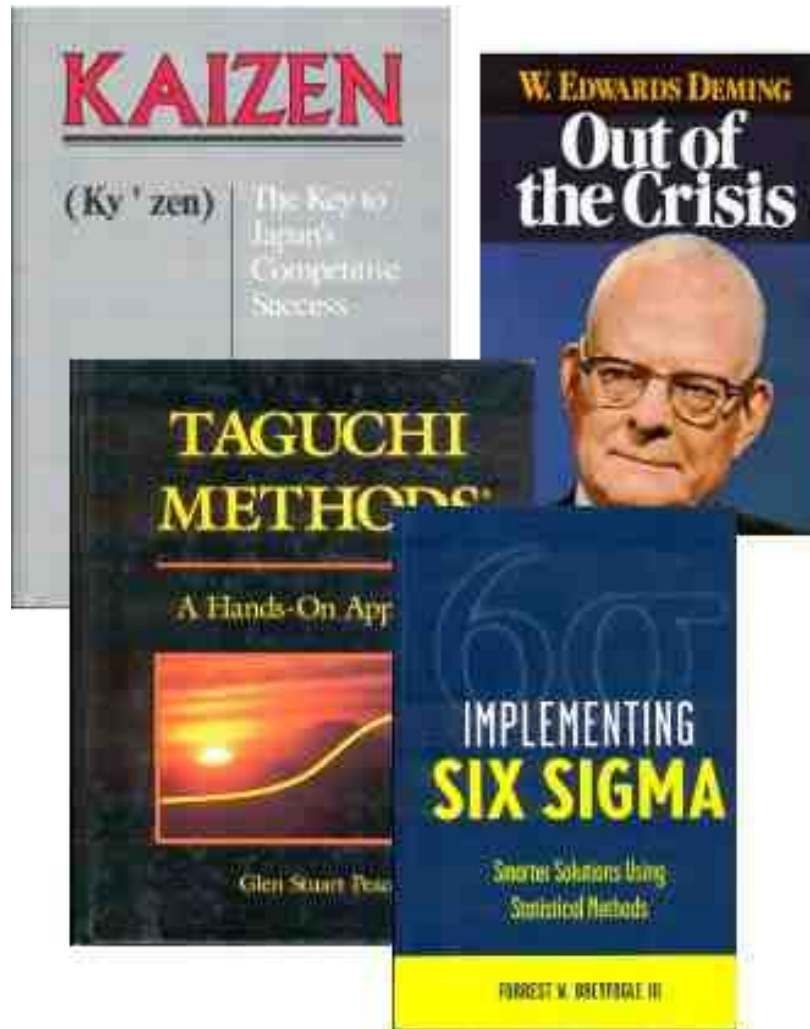


精密情報
と
インテリジェントビジネス
(予測、最適化、同期化)

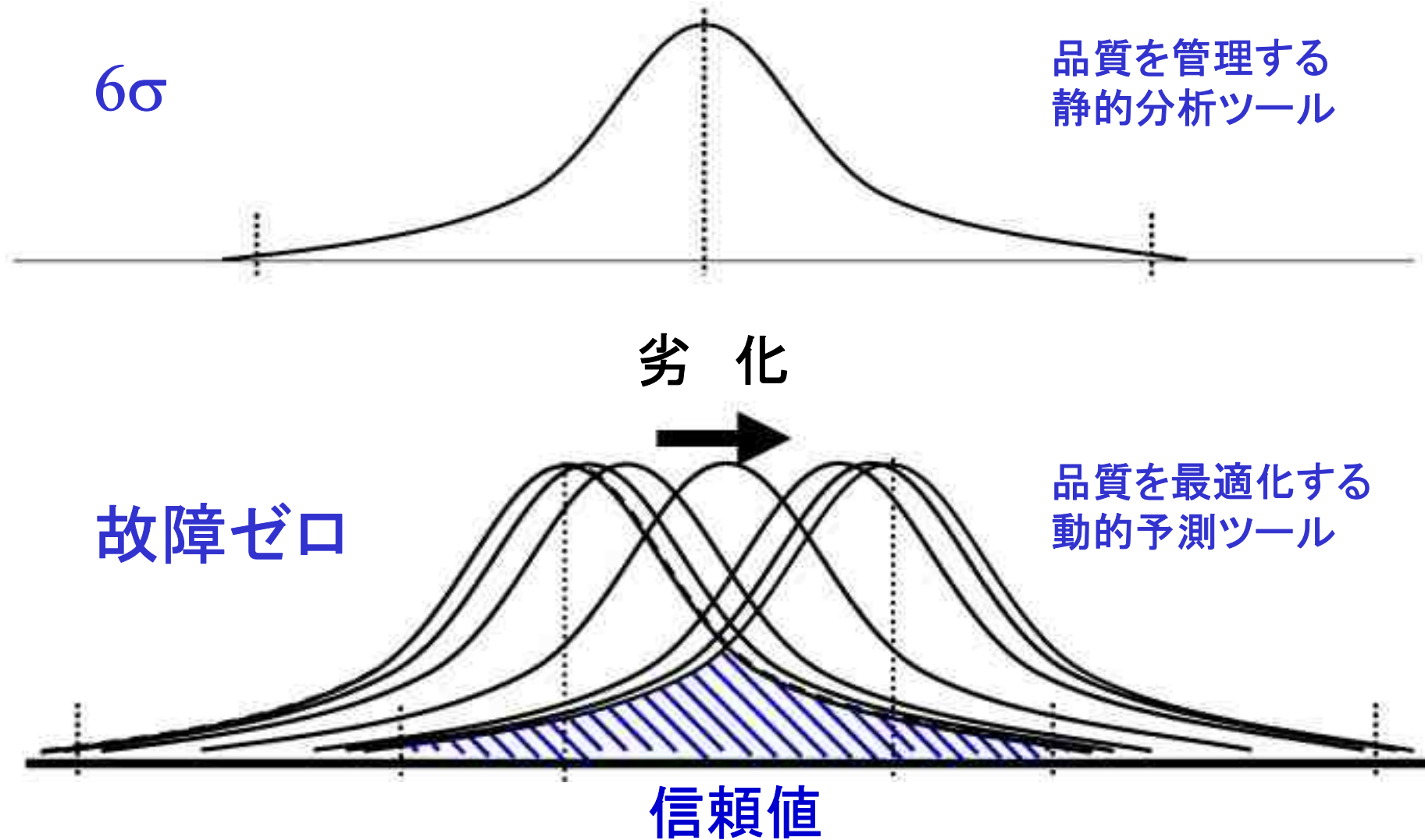
キーポイント 3: 同期化

- ✓ しかるべき時に
- ✓ しかるべき情報を
- ✓ しかるべき人に

進化は続く...



IMSの故障ゼロ設計 (DF0B) VS 6シグマ設計 (DFSS)



故障ゼロ VS 不良ゼロ (ポカヨケ)



不良ゼロ
ポカヨケ

ミスと不良を防ぐ
プリセットツール

ハードウェアツール

故障ゼロ
設計

劣化予測
ツール

ソフトウェアツール



製品、製造、品質の進化



	1980年	1990年	2000年	→	2010年
製品重視	インテリジェント メカトロニクス (データ & 制御 インテリジェン ス)	思考を関連づける製品 (情報 & コンピュータイ ンテリジェンス)			学習、予測、自主保 全、同期化を行う製品 (サービス インテリジェンス)
製造重視	工場オートメー ション (柔軟性)	企業統合 (機敏さ)			生産性同期化 (速度)
品質重視	製造工程のため のSPC & TQM (工場)	ビジネスプロセ スのための6シ グマ (企業)			総合資産最適化のための ライフサイクル品質・ニアゼ ロブレイクダウン (顧客 - 所有コスト)

IMSの業界でのパートナー

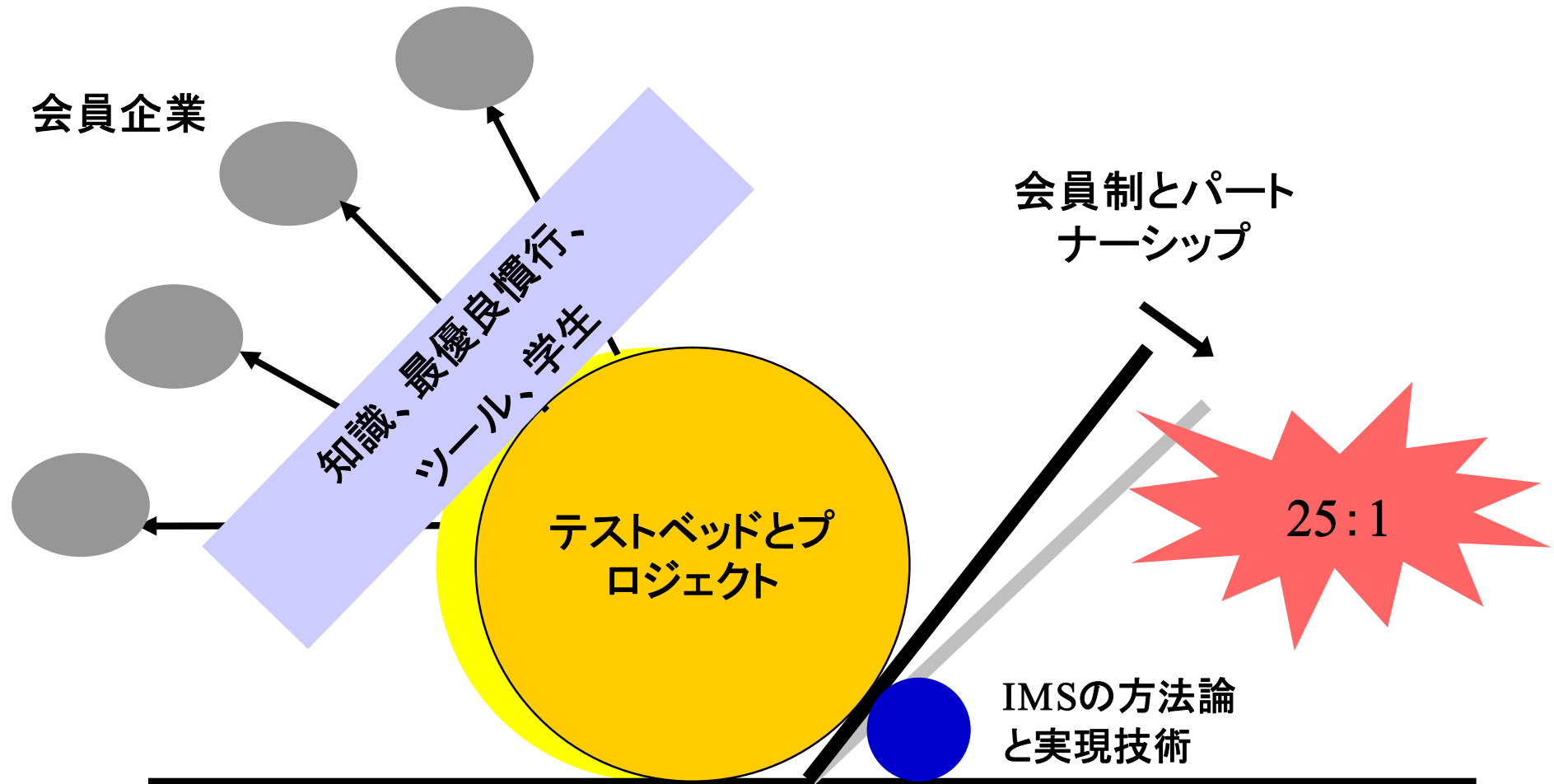
2001年以降の会員とスポンサー



- Rockwell Automation
- GM
- We Energies
- Johnson Controls
- United Technologies
- Harley-Davidson
- 日立 (日本)
- 三菱重工業 (日本)
- DaimlerChrysler
- オムロン (日本)
- Ford
- ETAS (Bosch)
- トヨタ自動車
- Intel
- U.S. Postal Services
- ITRI (台湾)
- Precision Machinery Center (台湾)
- Kone Elevators (フィンランド)
- Automated Precision Inc.
- 東芝 (日本)
- BaoSteel (中国)
- SCK
- Montronix
- ePS-RTS/Siemens (ドイツ)
- 小松 (日本)
- Underground Systems (Usi)
- Tongtai Machine Tools (台湾)
- Caterpillar
- Boeing
- Chevron
- Festo
- Xerox (スポンサー)
- Siebel Systems (スポンサー)
- Eagle Technologies
- Rexnord
- Cognex
- National Instrument (スポンサー)



パートナーシップのてこ入れにともなう会員制の価値



IMSに対する業界の評価



Fortune、Industry Week、Forrester Research Report、SME Magazineなど大手機関誌、雑誌、アナリストらによる20余りのインタビュー

1. Forrester Research、2003年11月17日

IMSの技術のおかげで企業は2005年までに100%のアップタイムを達成できる

2. ゼロダウンタイムの達成、Harbor Research、2003年4月。

IMSの技術は米国経済に350億ドル相当のインパクトを与える

3. 「注目技術」Fortune Magazine、2002年7月号

IMSの遠隔監視・予測は将来の製品・生産のための3大注目技術のひとつ

4. Magazine of Technology and Economy、2004年9月号

IMSは今後10年間の選ばれしハイインパクトエリアのひとつ



Center For Intelligent
Maintenance Systems



ims

TOYOTA Motor Manufacturing Kentucky

TMMK / IMS Testbed Project

IMS第10回IAB会議
ケンタッキー州ジョージタウン
2005年12月1～2日
未来のメンテナンス
2005年11月30日
招待客限定



MichiganEngineering



54

ご清聴ありがとうございました。

IMSウェブサイト

www.imscenter.net