



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

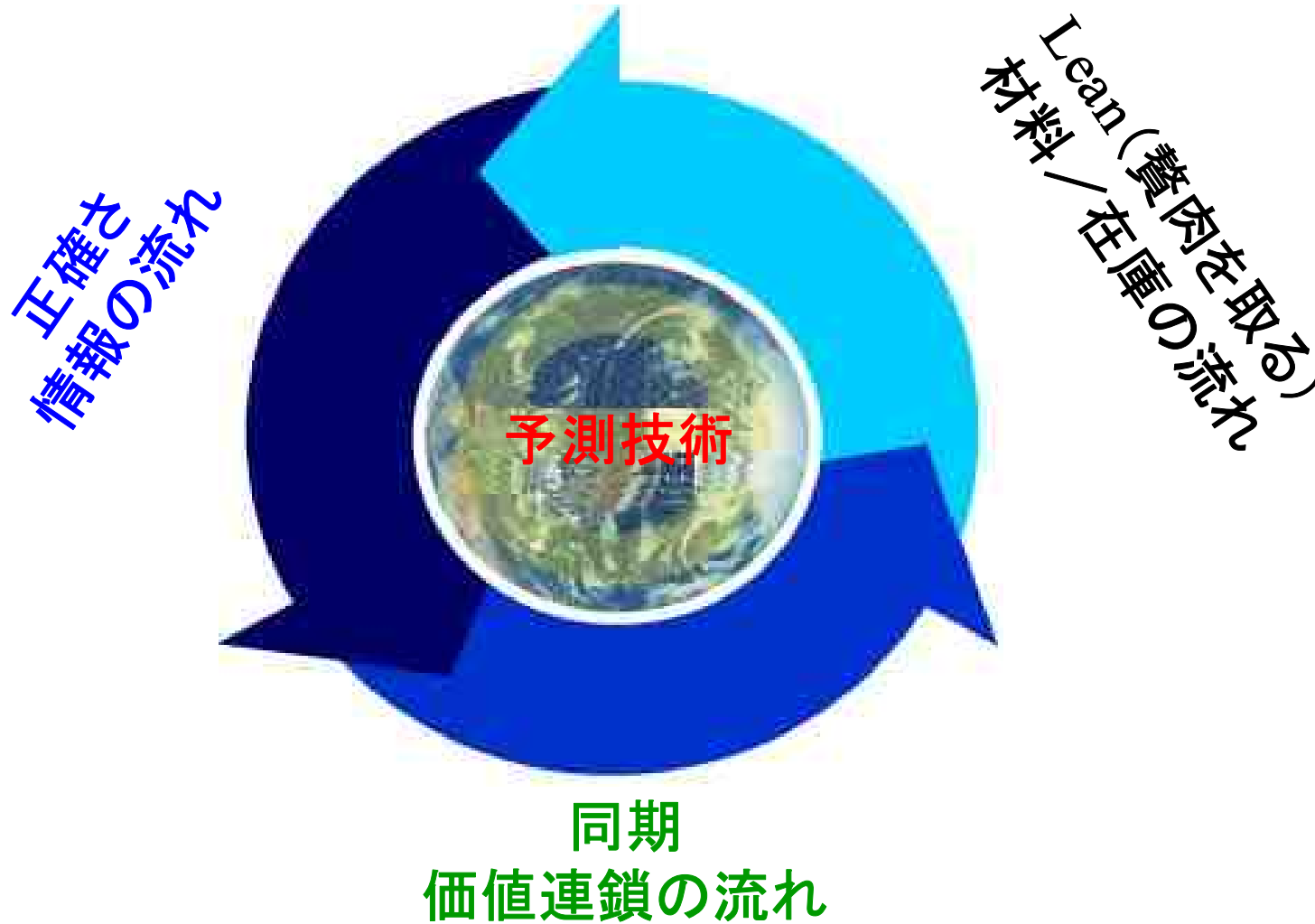
# 概要

---

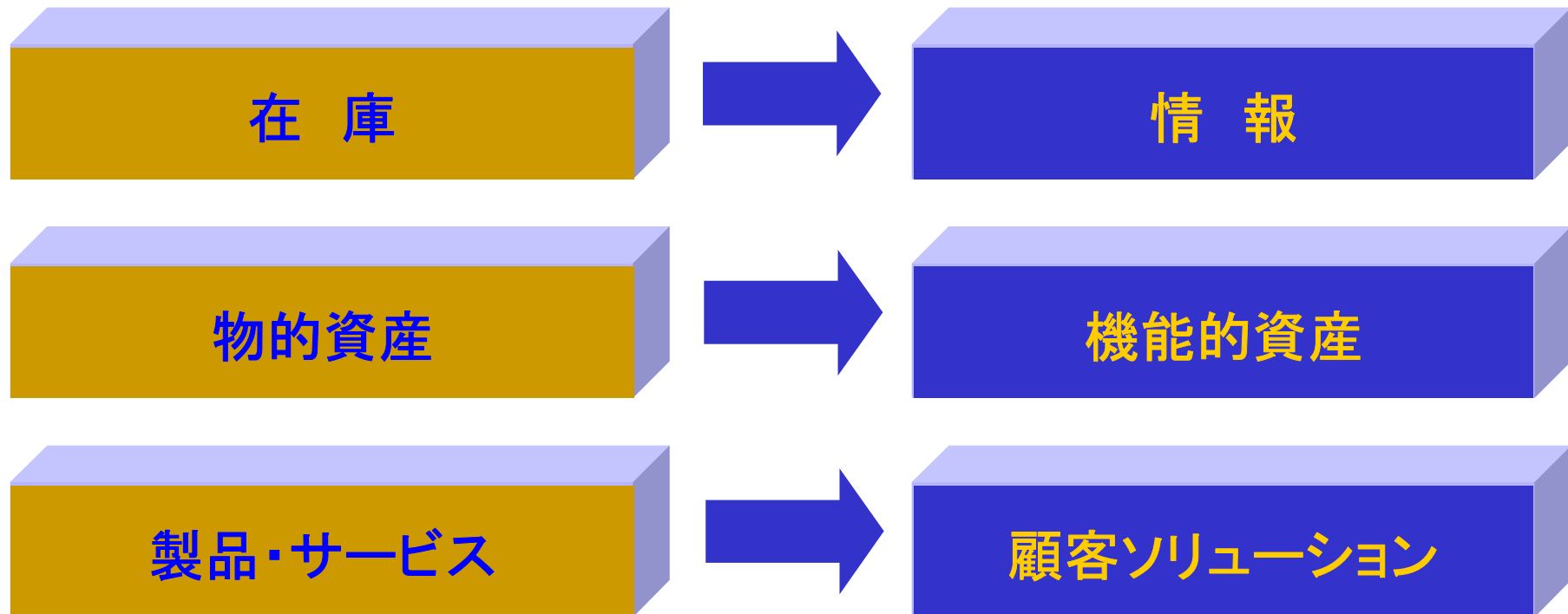


- **ビジネスモデルと促進要因**
- 生産性・保全改革の問題と満たされていないニーズ
- 予知と次世代保全システム
- 結論

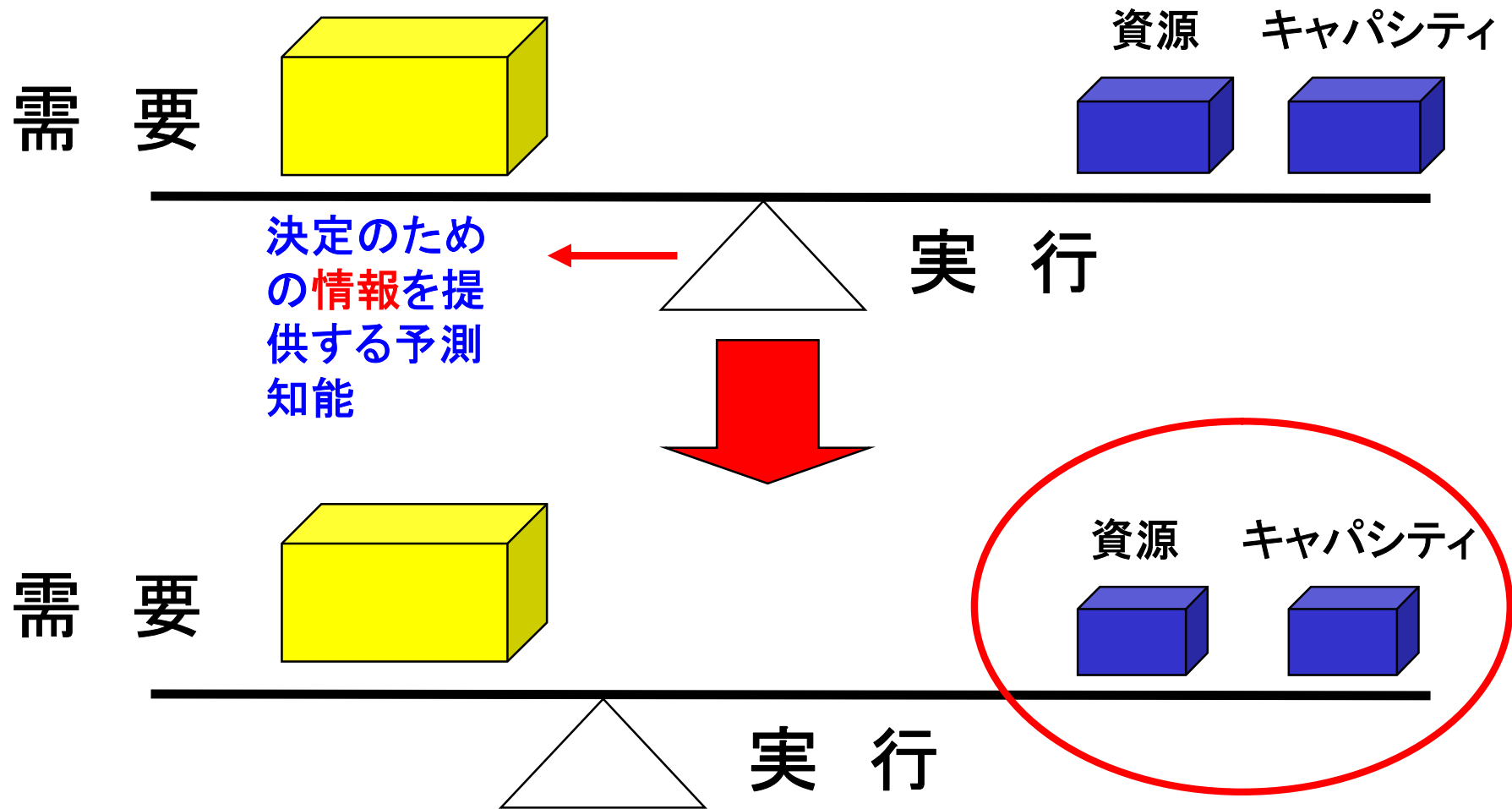
# 予測知能のニーズ



# 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トロニクス技術
- 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

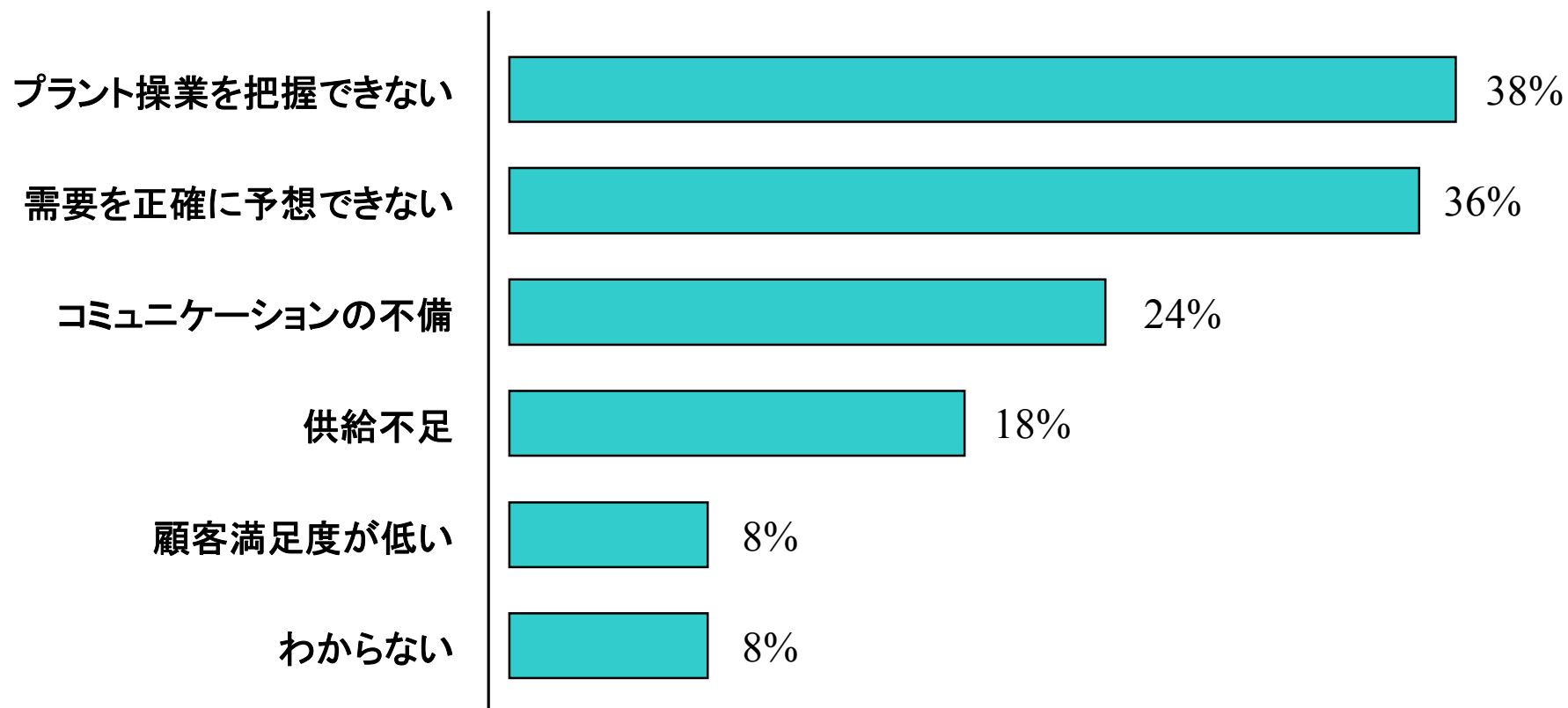


限りある資源



# 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)

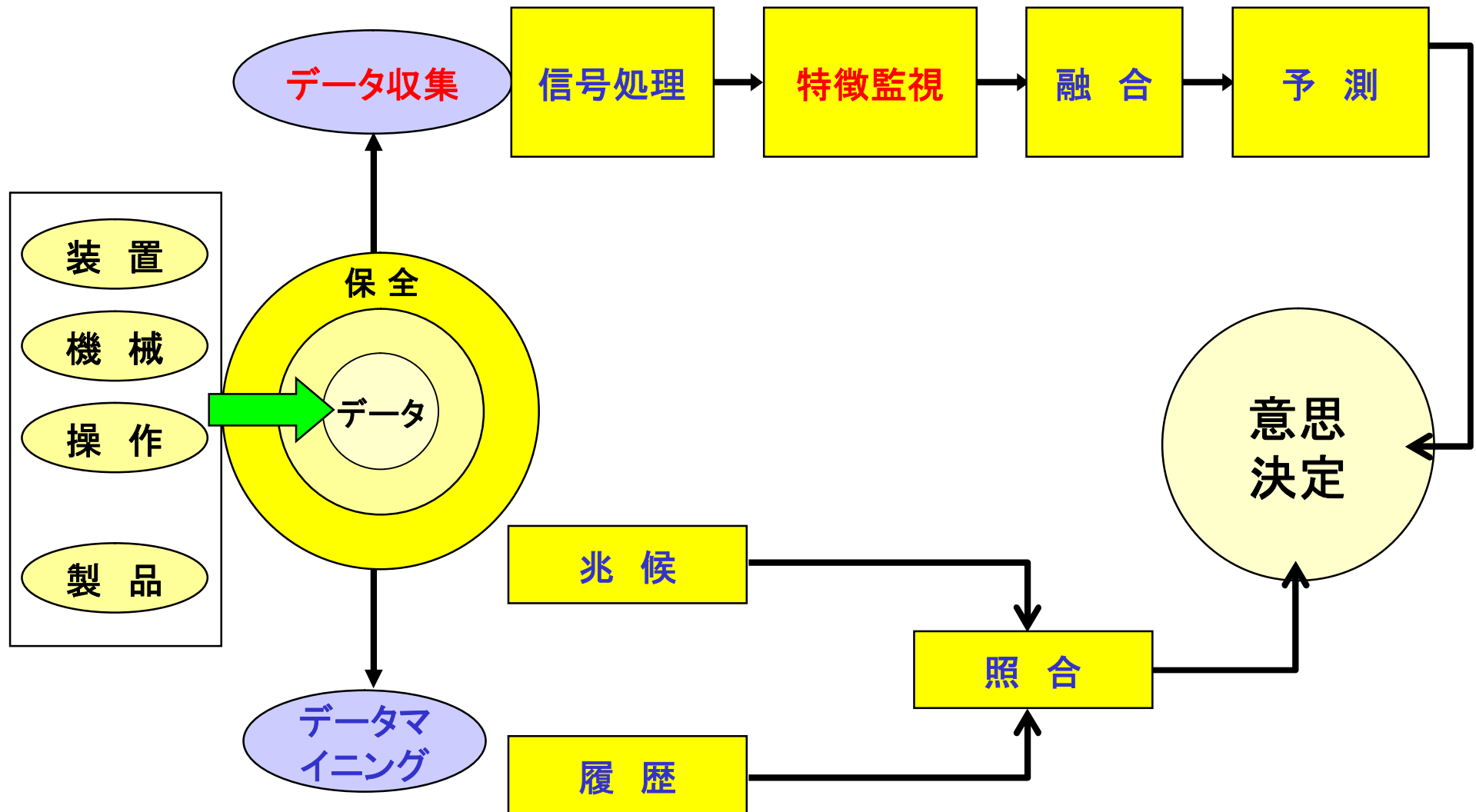
レベル 3: 電子方式の予測ツール (情報レベル)

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)

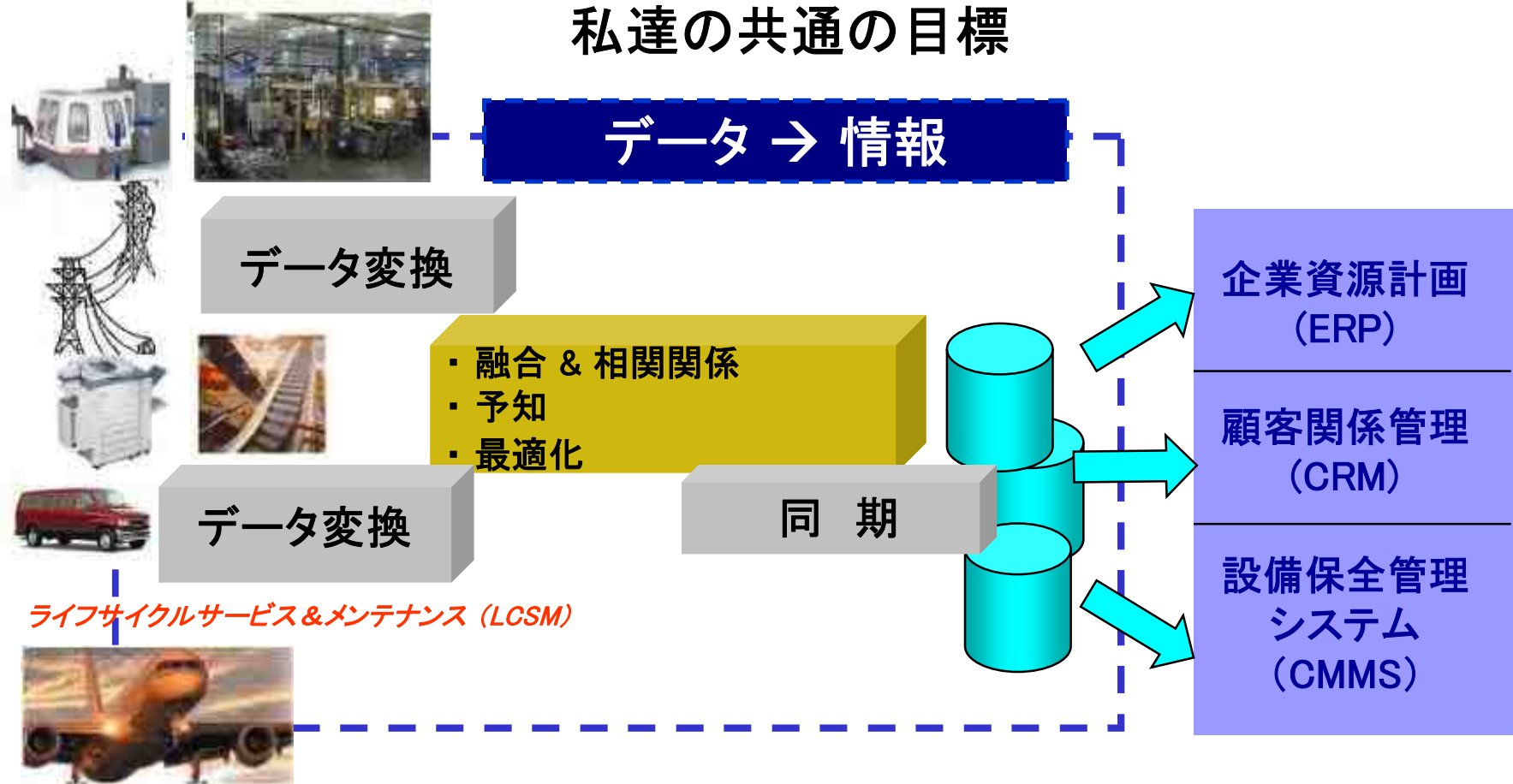
データ変換 → 予知 → 最適化 → 同期

# 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)

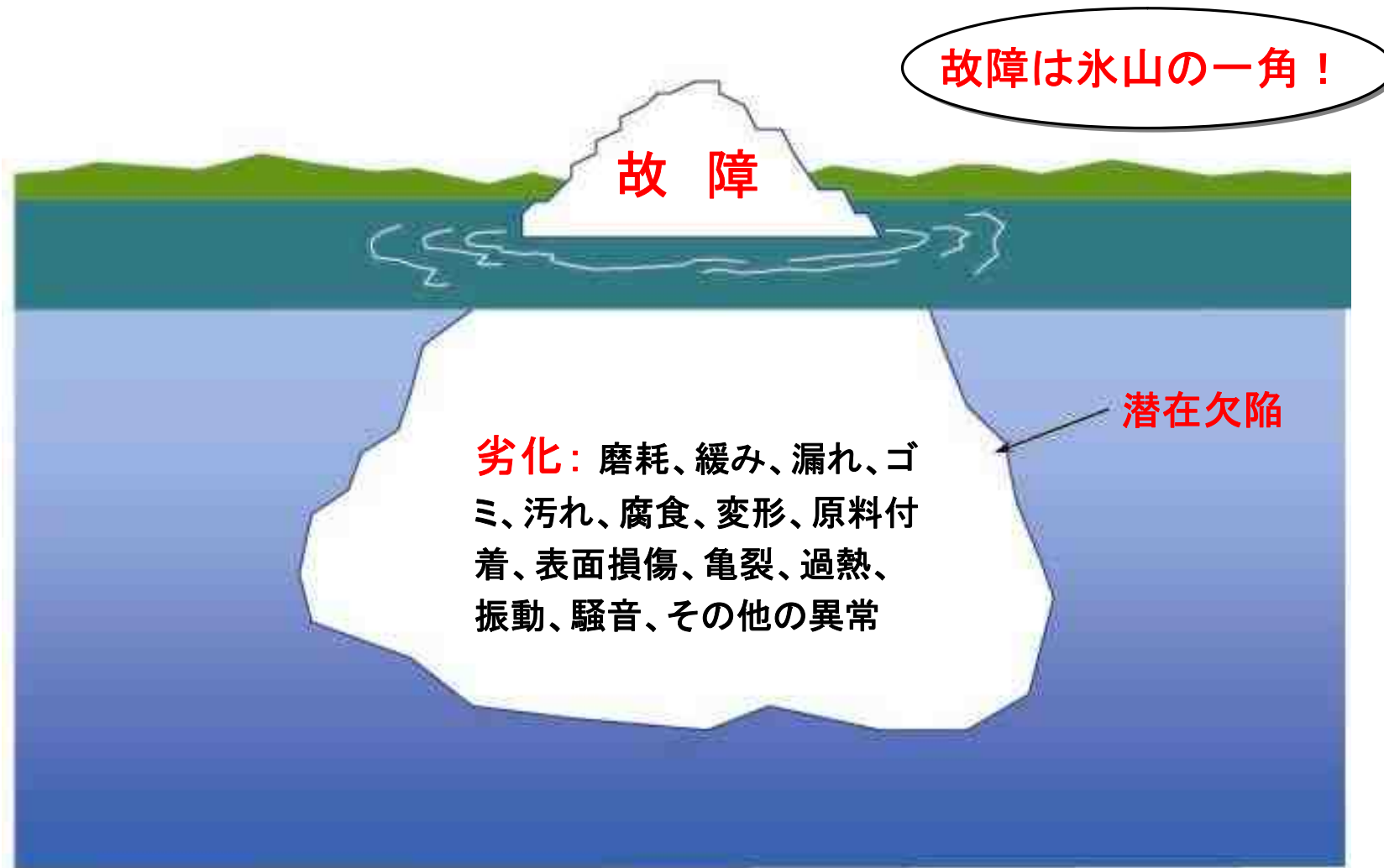
私達の共通の目標



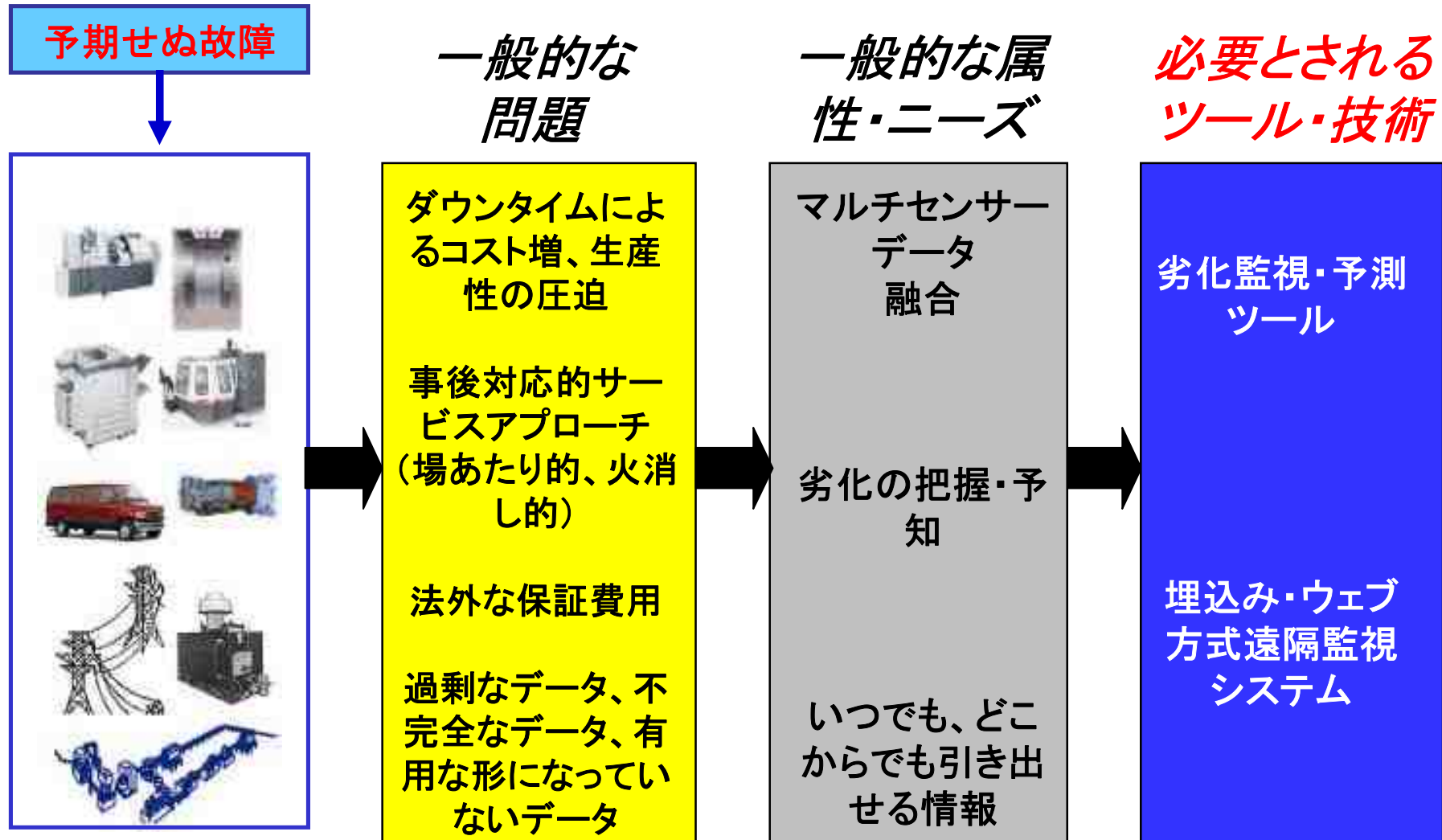
ライフサイクルサービス&メンテナンス (LCSM)



# 水面下に潜む可能性 (冰山モデル)



# 促進要因と転換技術



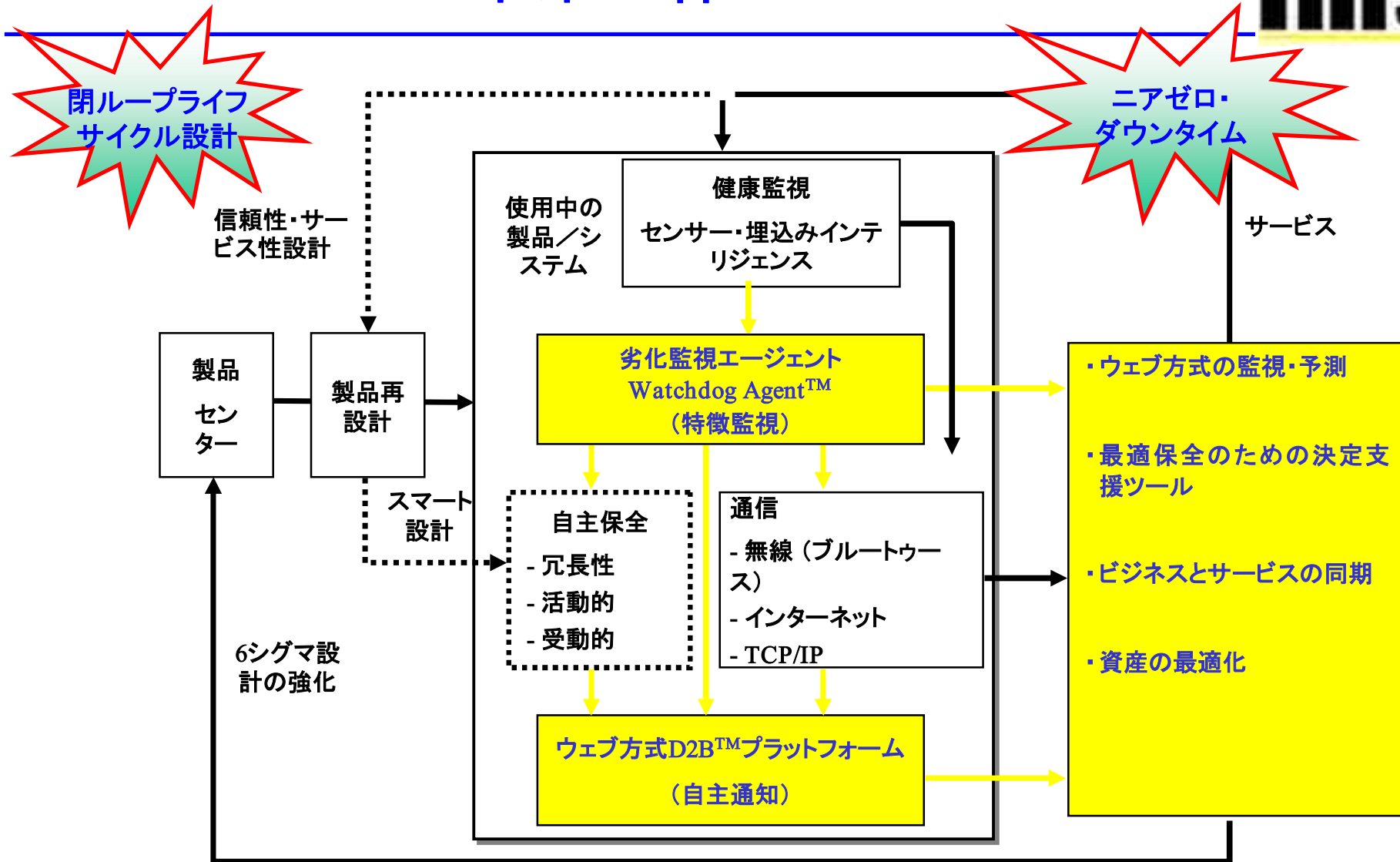
# 概要

---



- 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トロニクス技術
- 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？

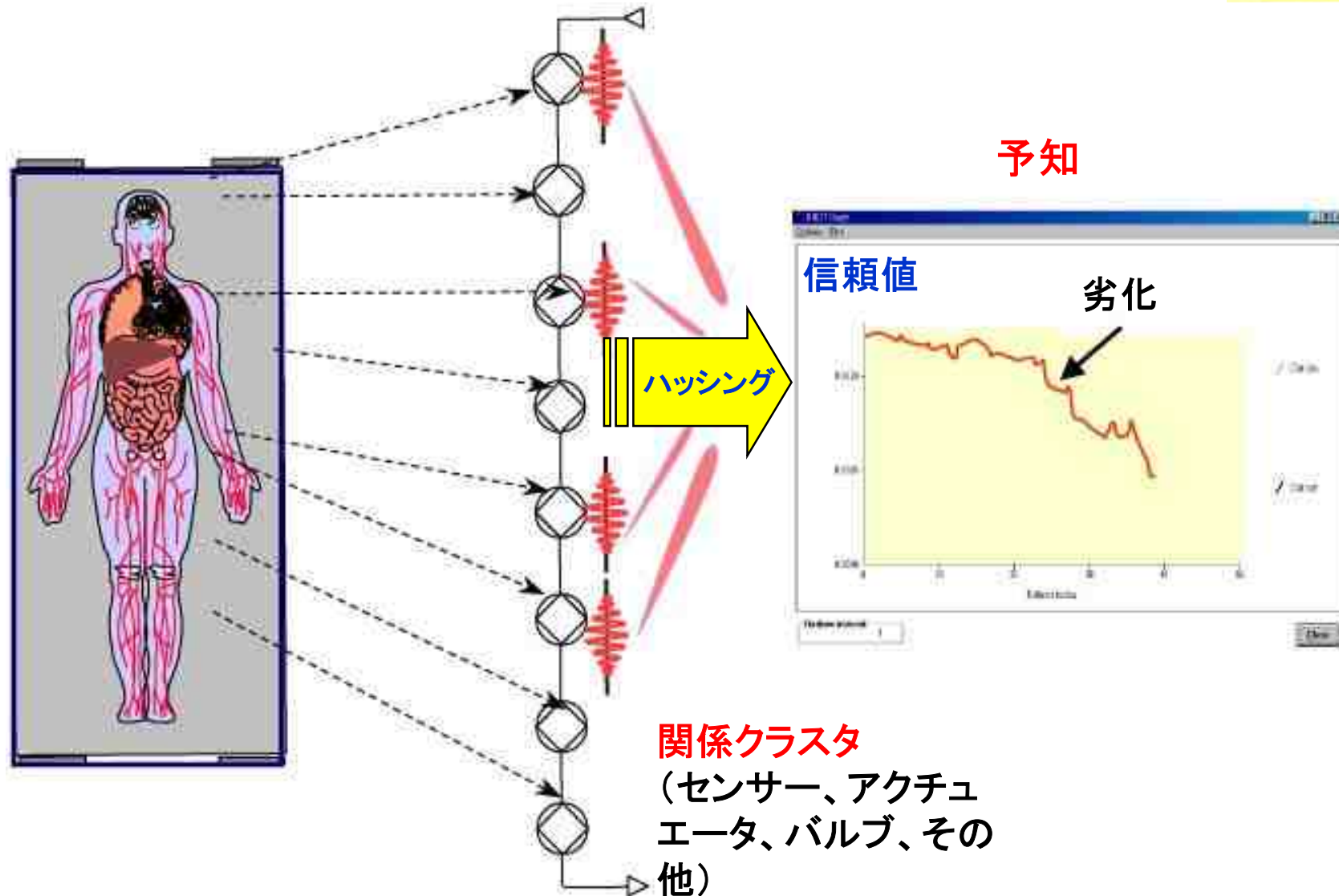
---



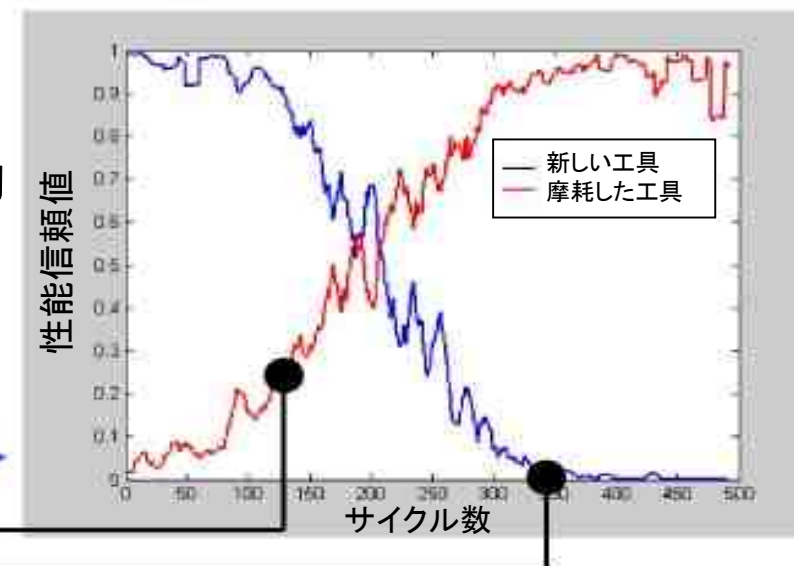
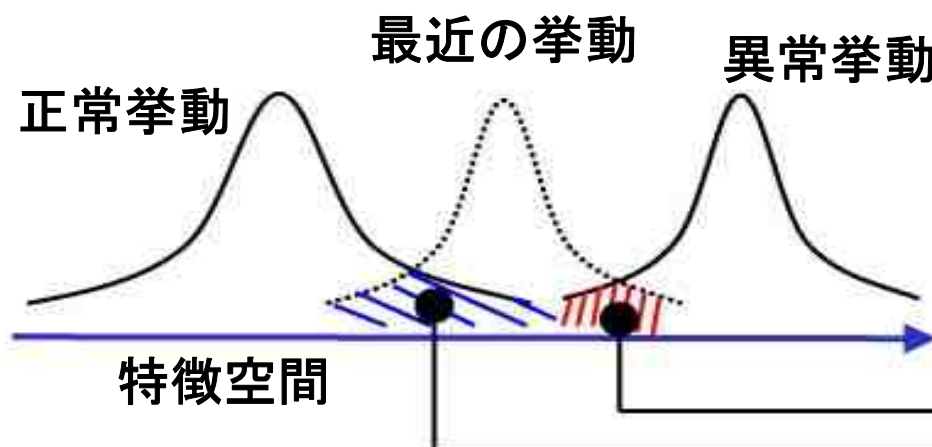
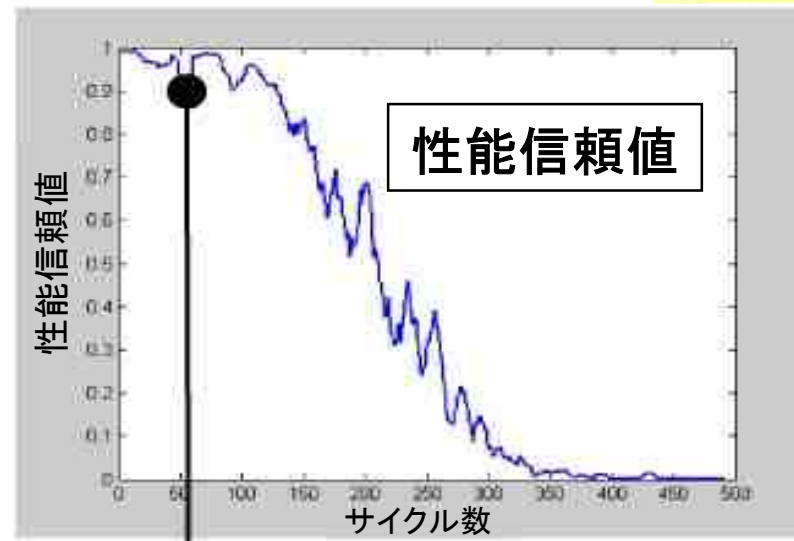
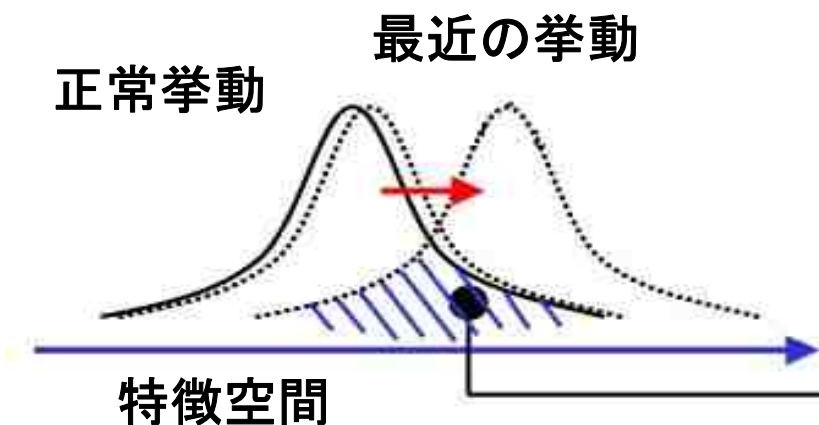
先進普及・自立的コンピューティング、埋込み知能、無線通信技術を絡み合わせながら製品・システムで自主機能目標（自主保全、自主サービス、自主再構築、自主修理）を達成するもの。



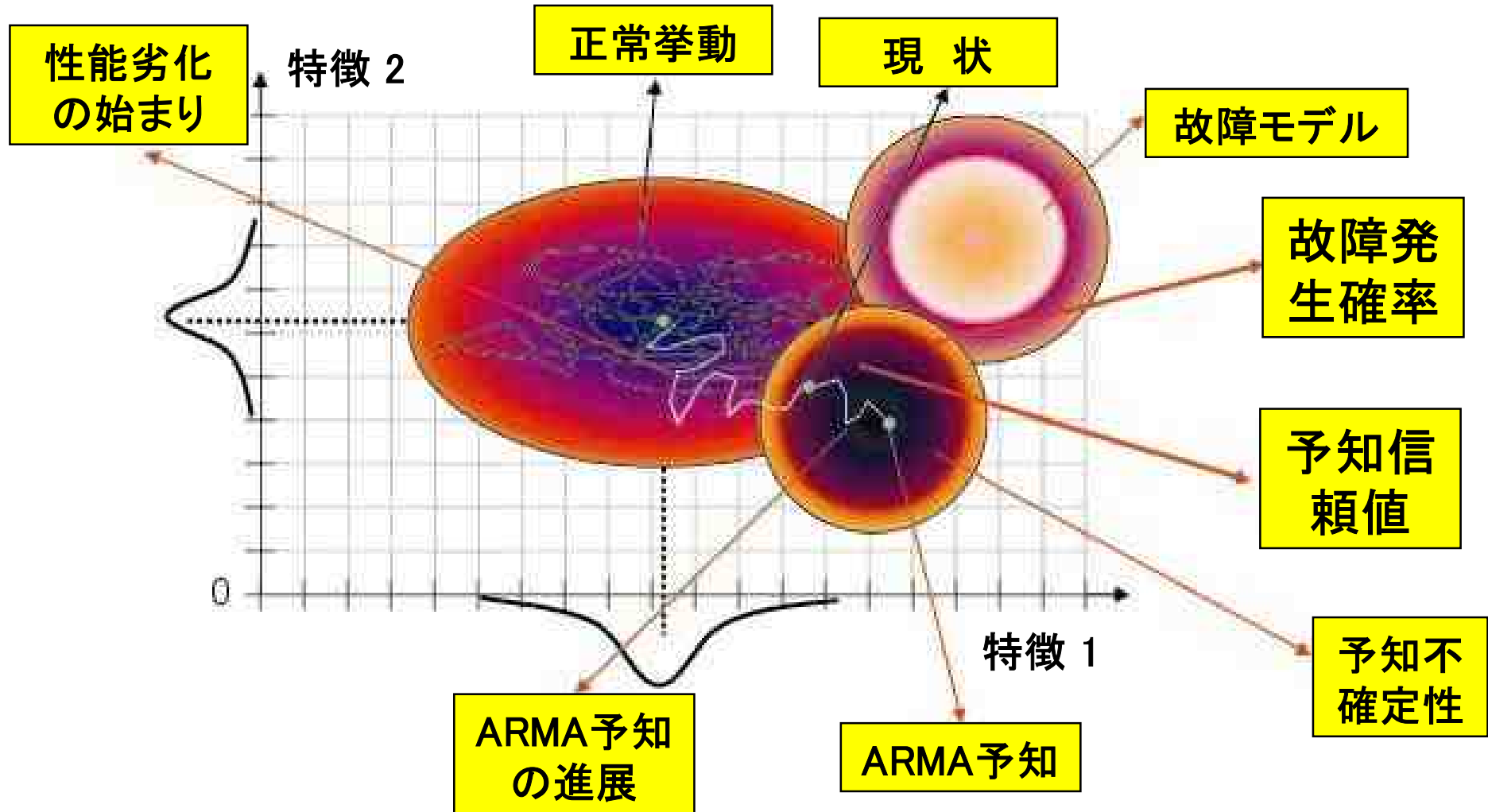
# 健康評価アプローチ



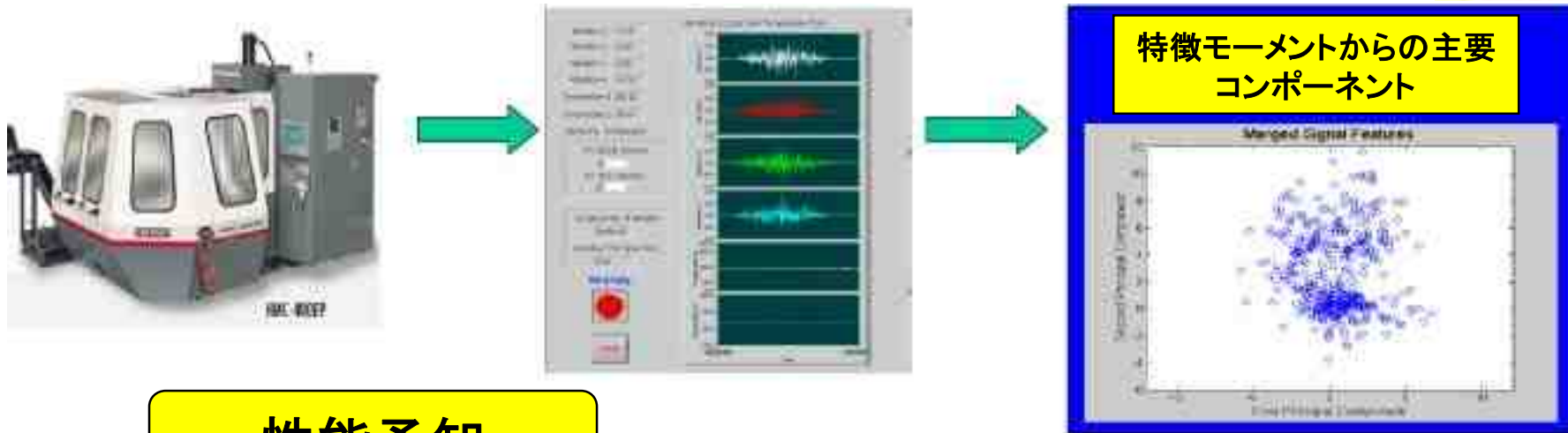
# 性能評価・診断



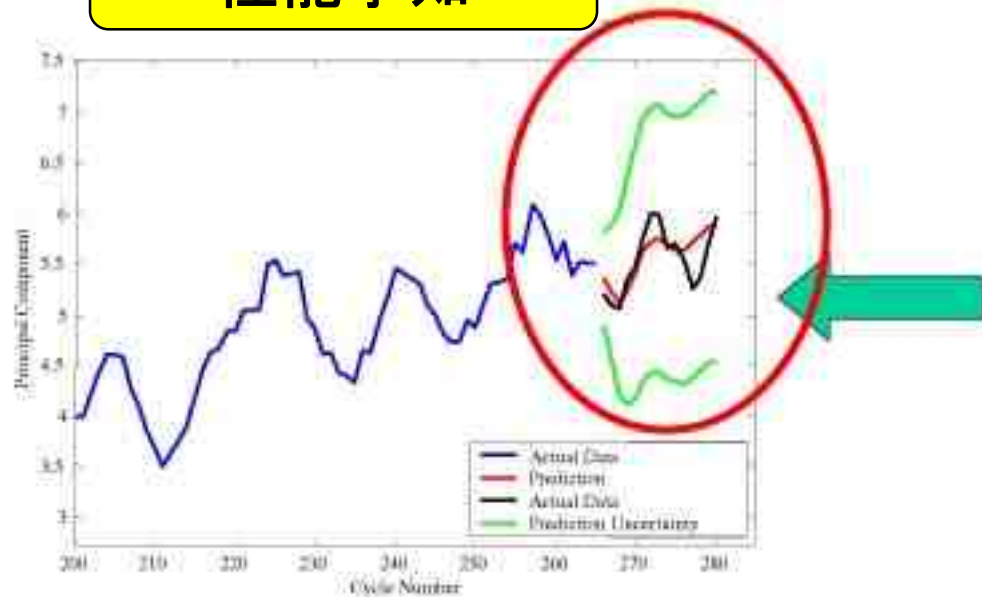
# 予知・予測方法



# 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

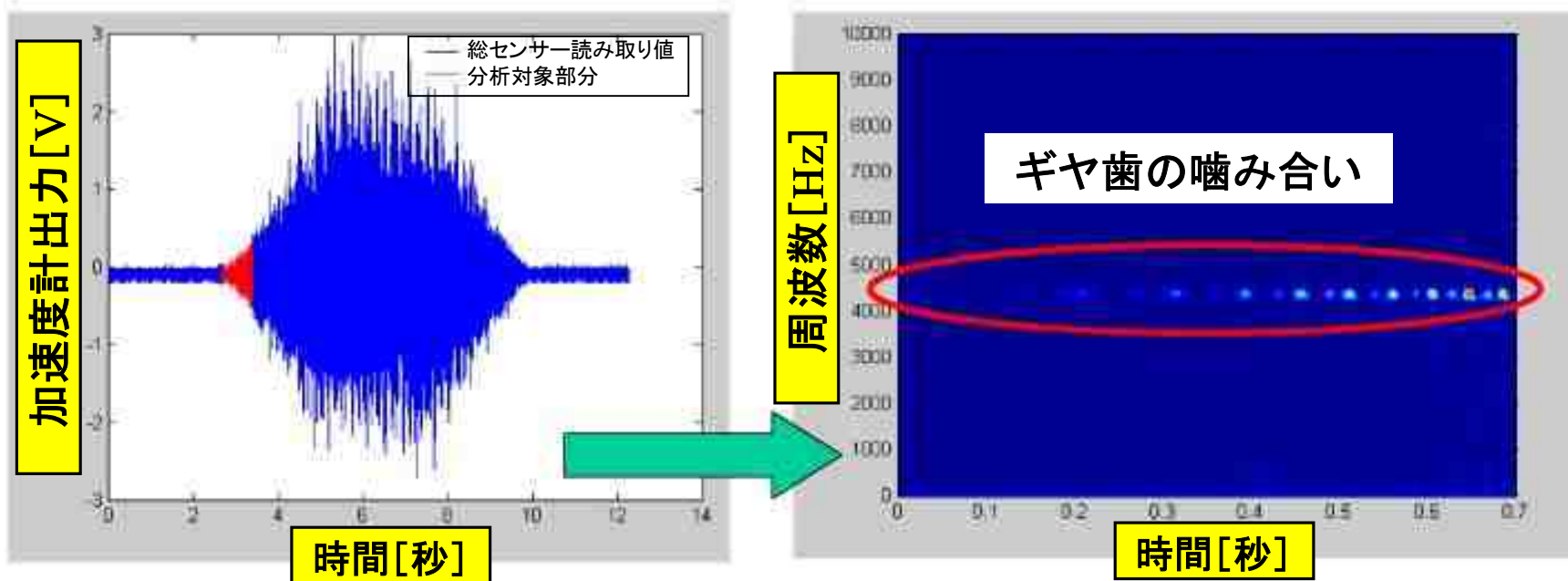
## 米郵政事業

## 郵便物の取り扱い

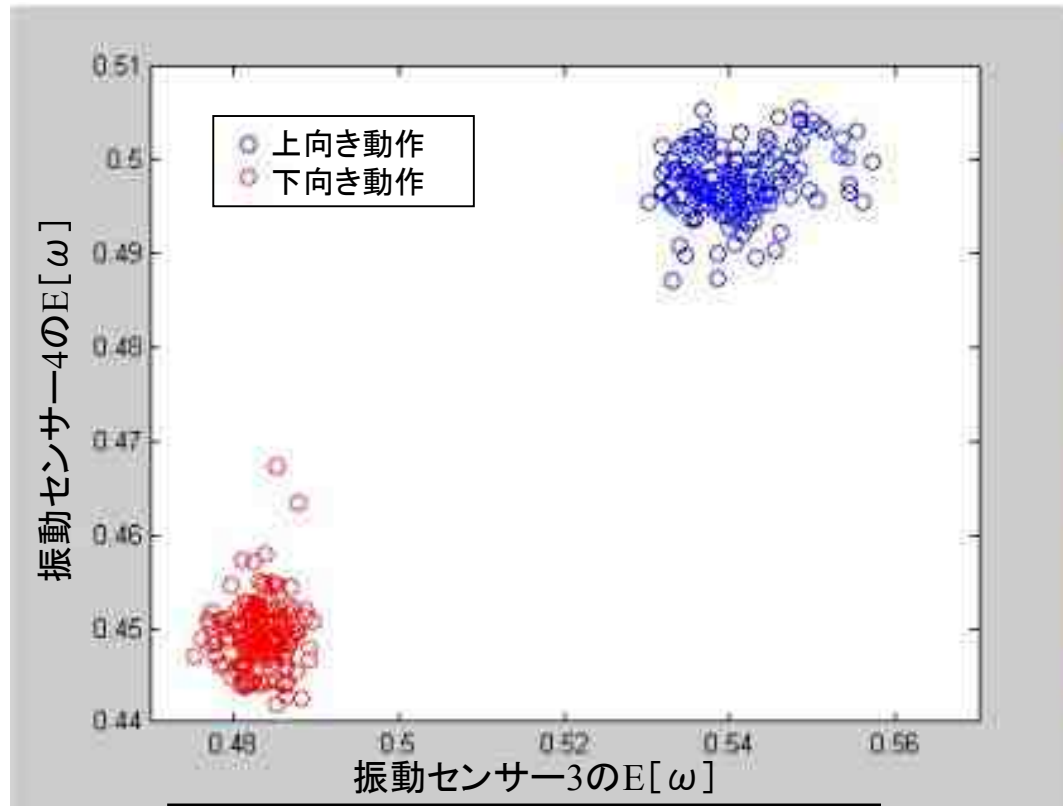
# 材料運搬装置の遠隔監視



- 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



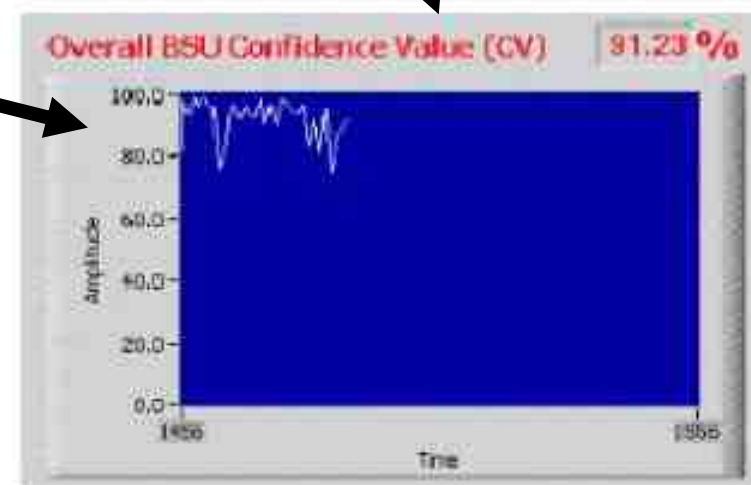
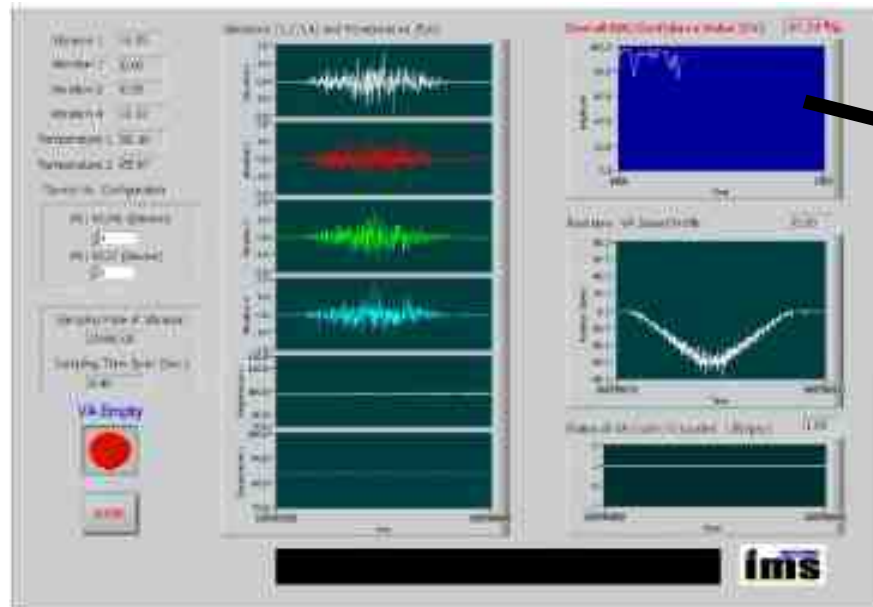
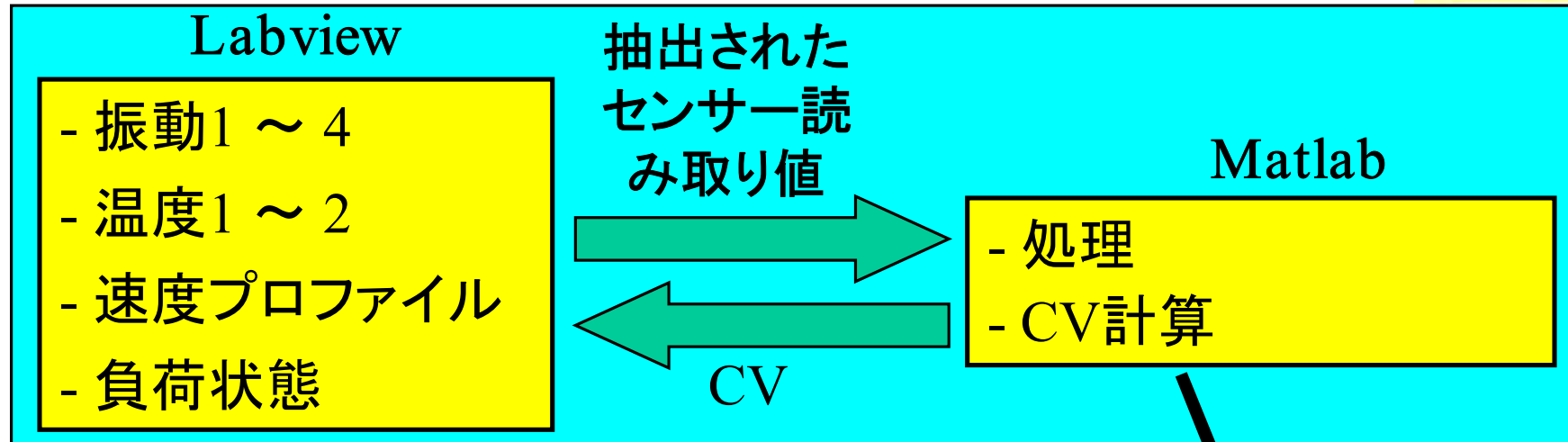
異なる周波数

- 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

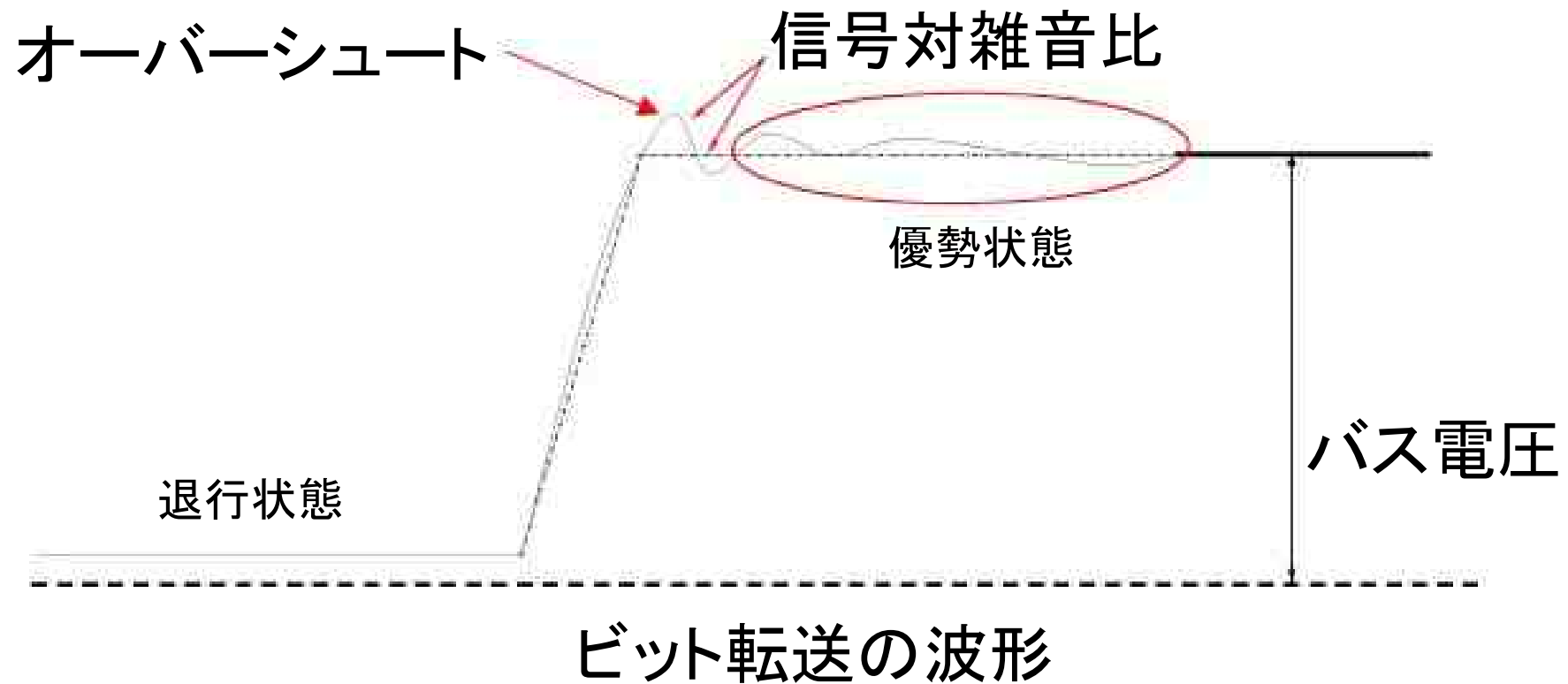
---



- 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)

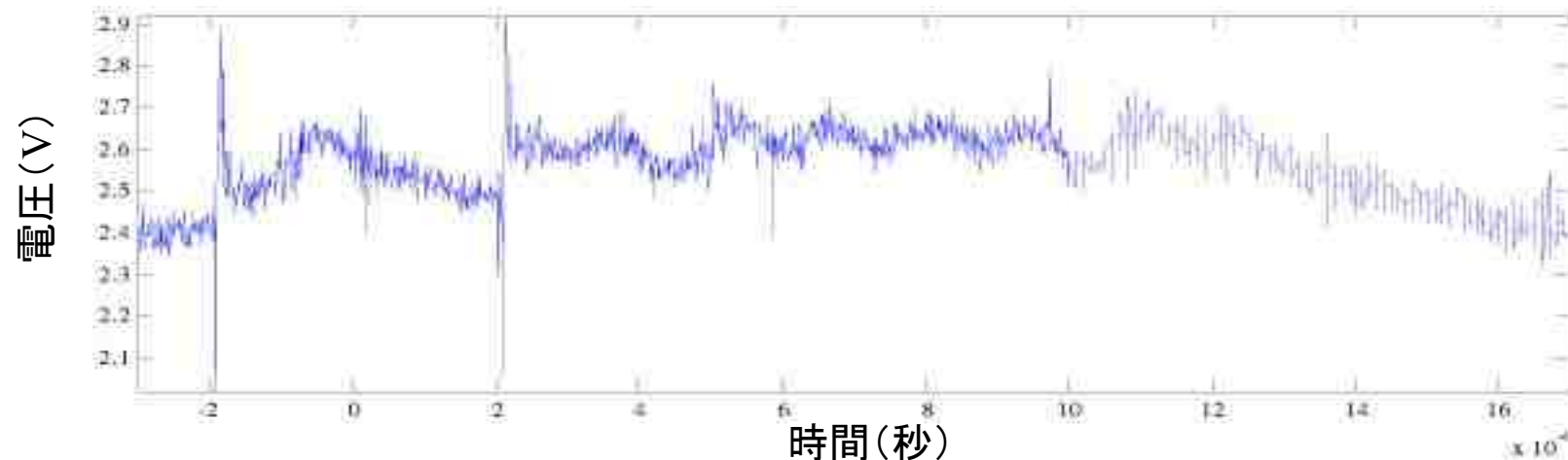


# ネットワーク物理層における主な測定 (続き)

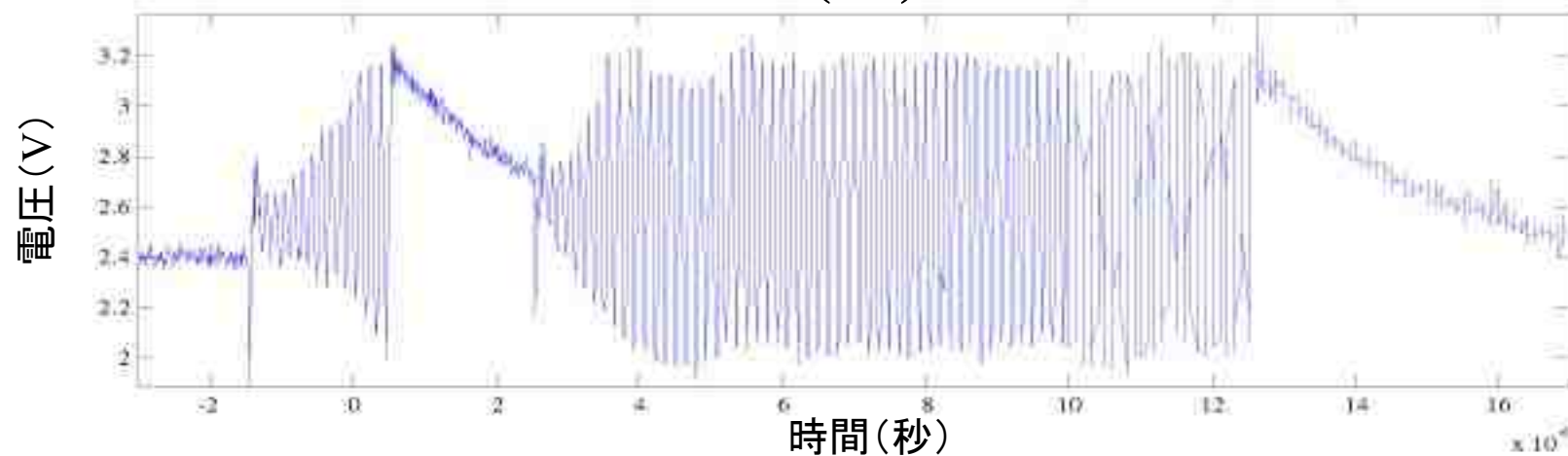


# 寿命が来ているレジスタのたるみ状態と正常状態 における共通モード信号の比較

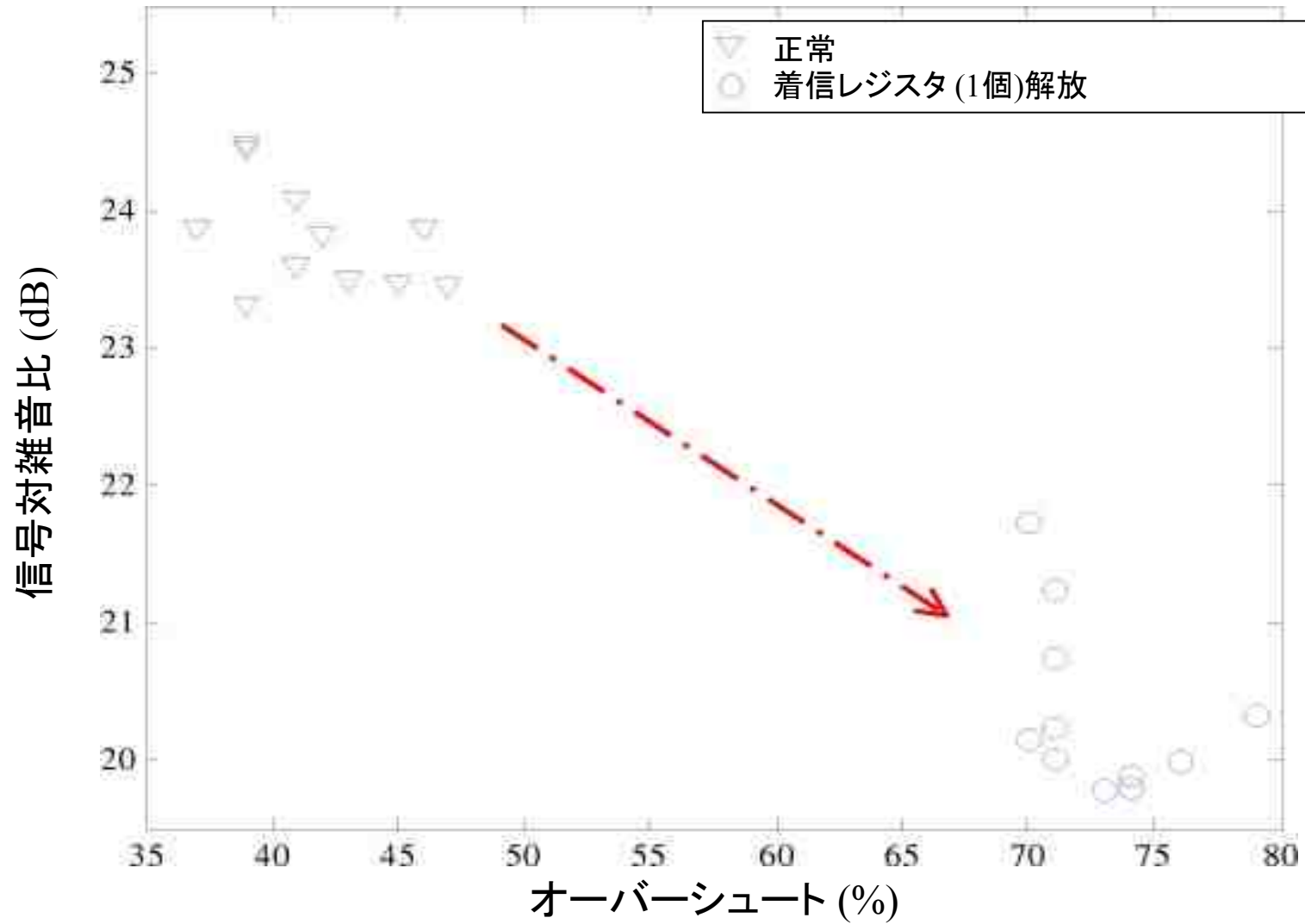
(a) 正常共通モード信号



(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



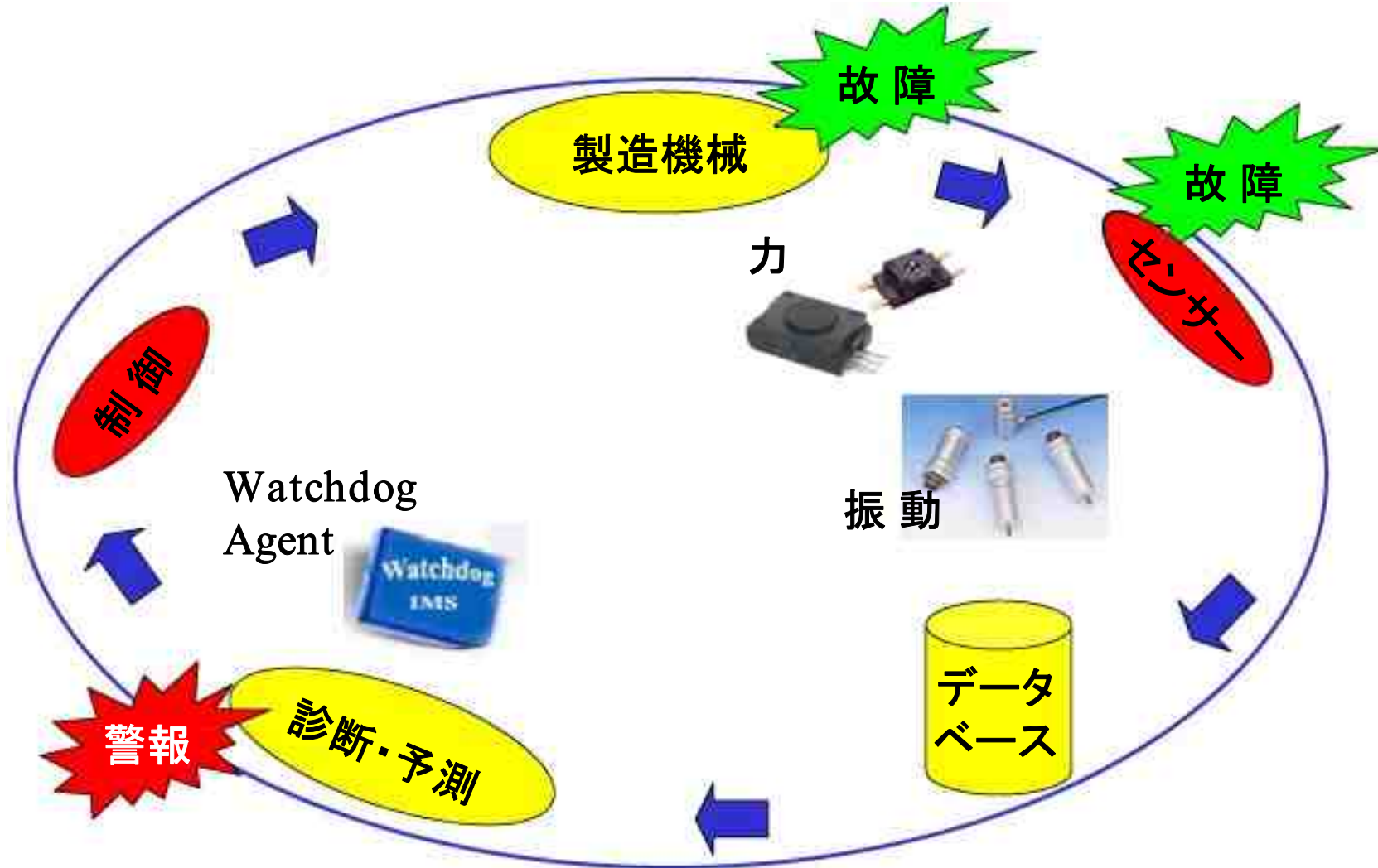
# 正常状態と着信レジスタ (1個)たるみ状況の分類



## 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

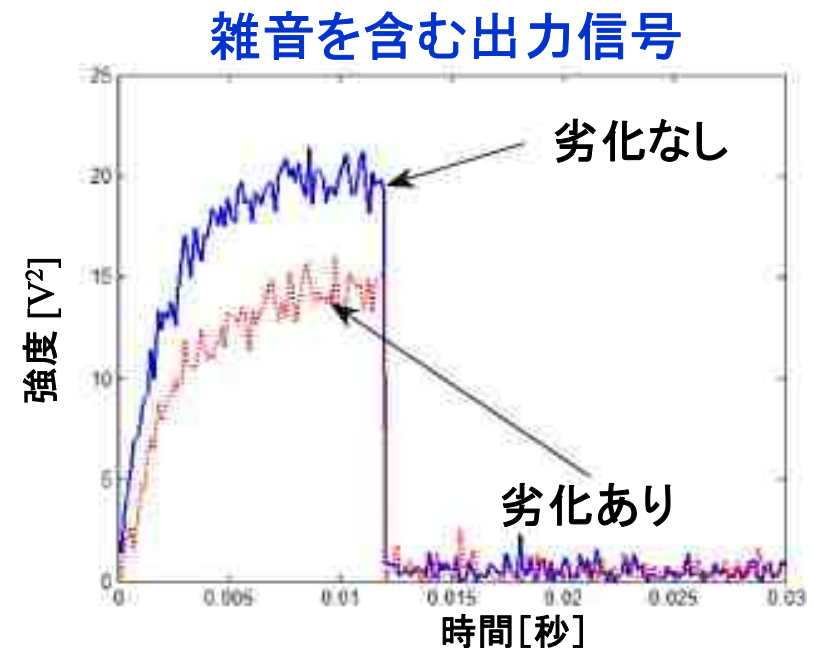
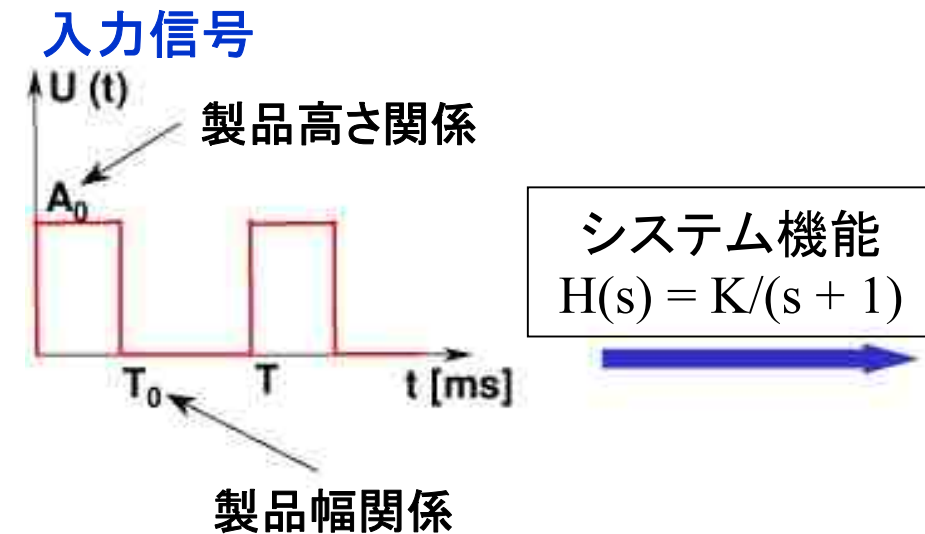


# 光近接センサー

- 問題現況：粉塵堆積による劣化

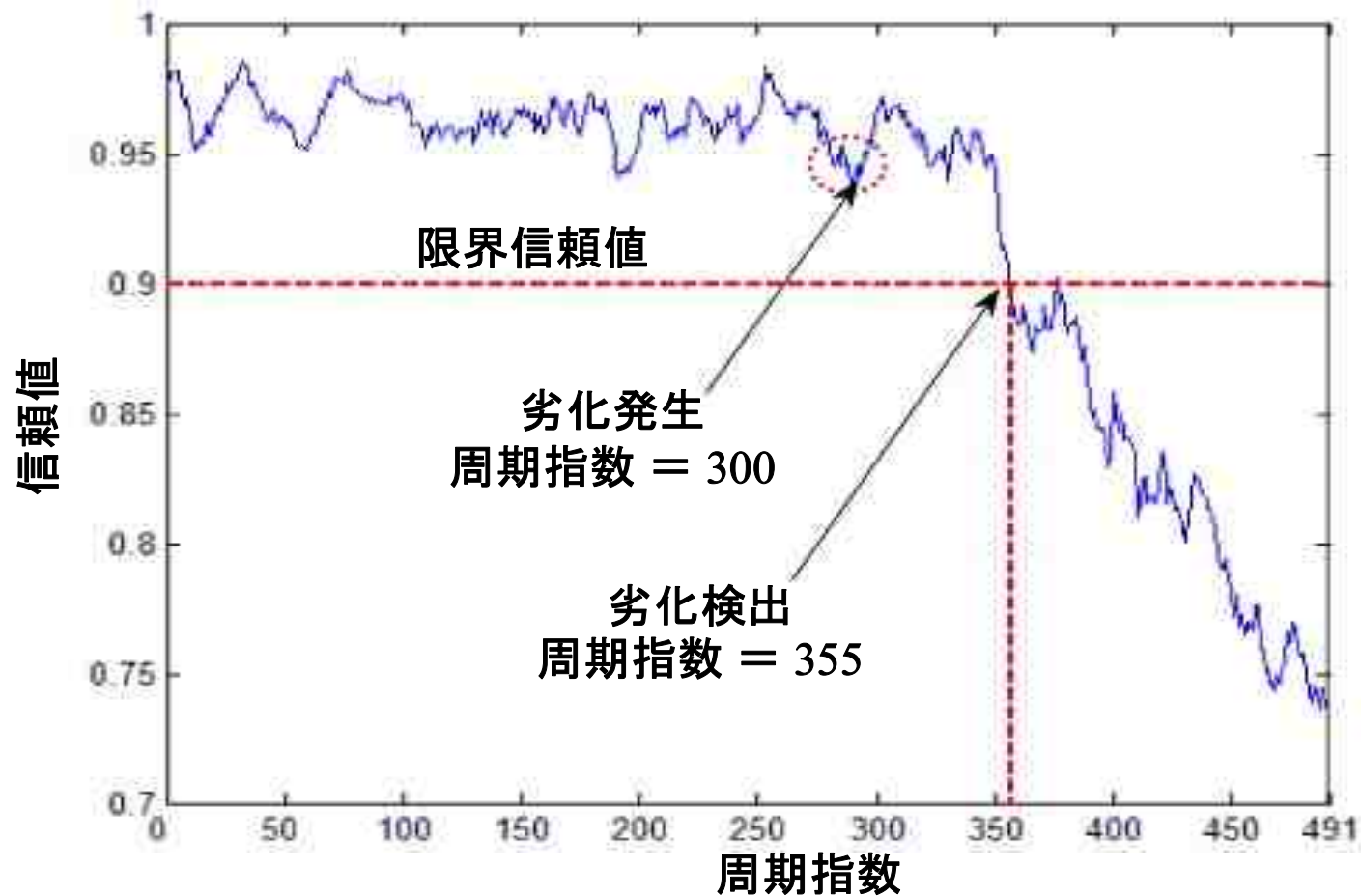


- 信号シミュレーション：

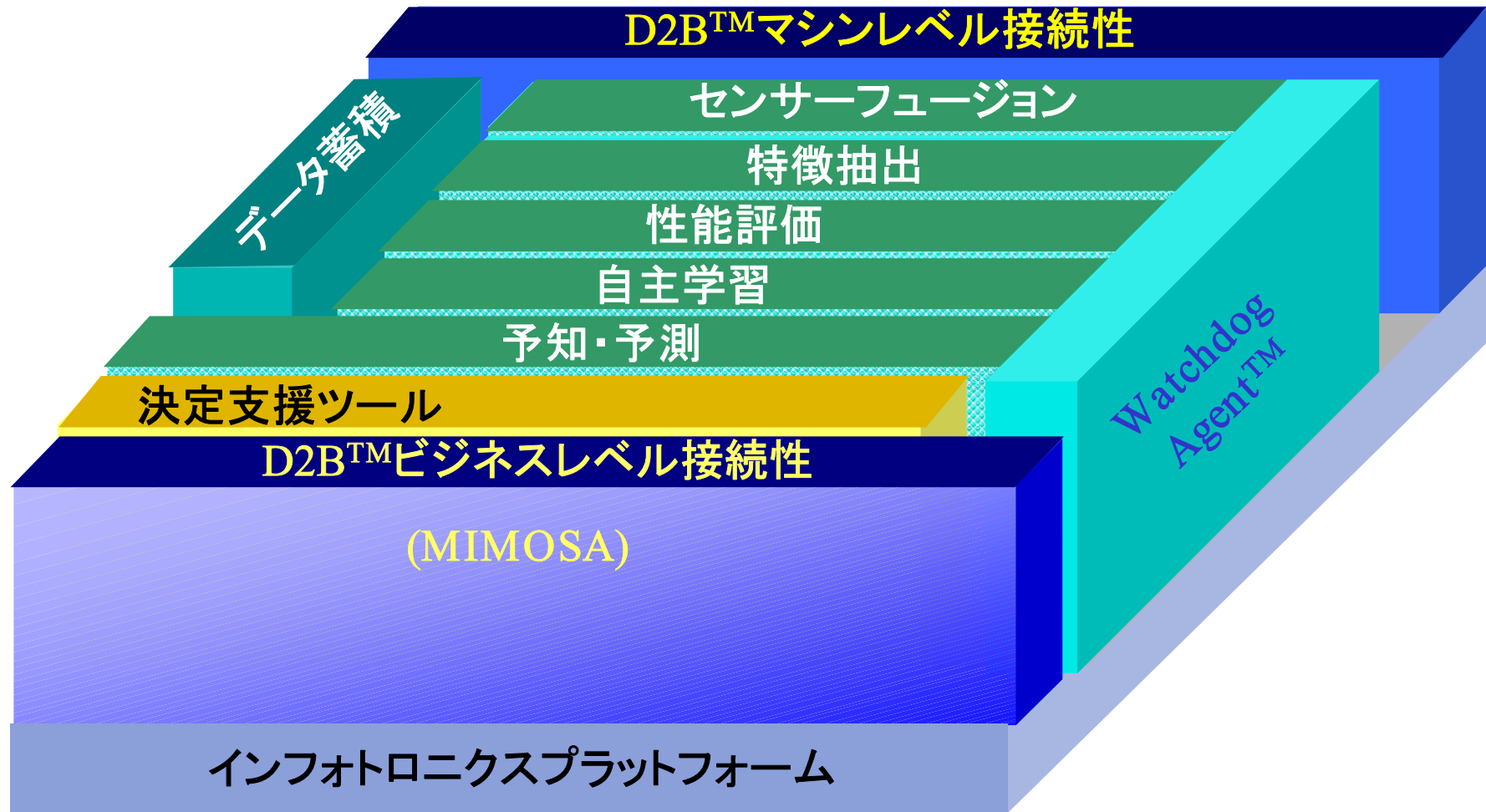


# 光近接センサー

- 信頼値 (CV): 1周期における正常・予測信号間重複部分



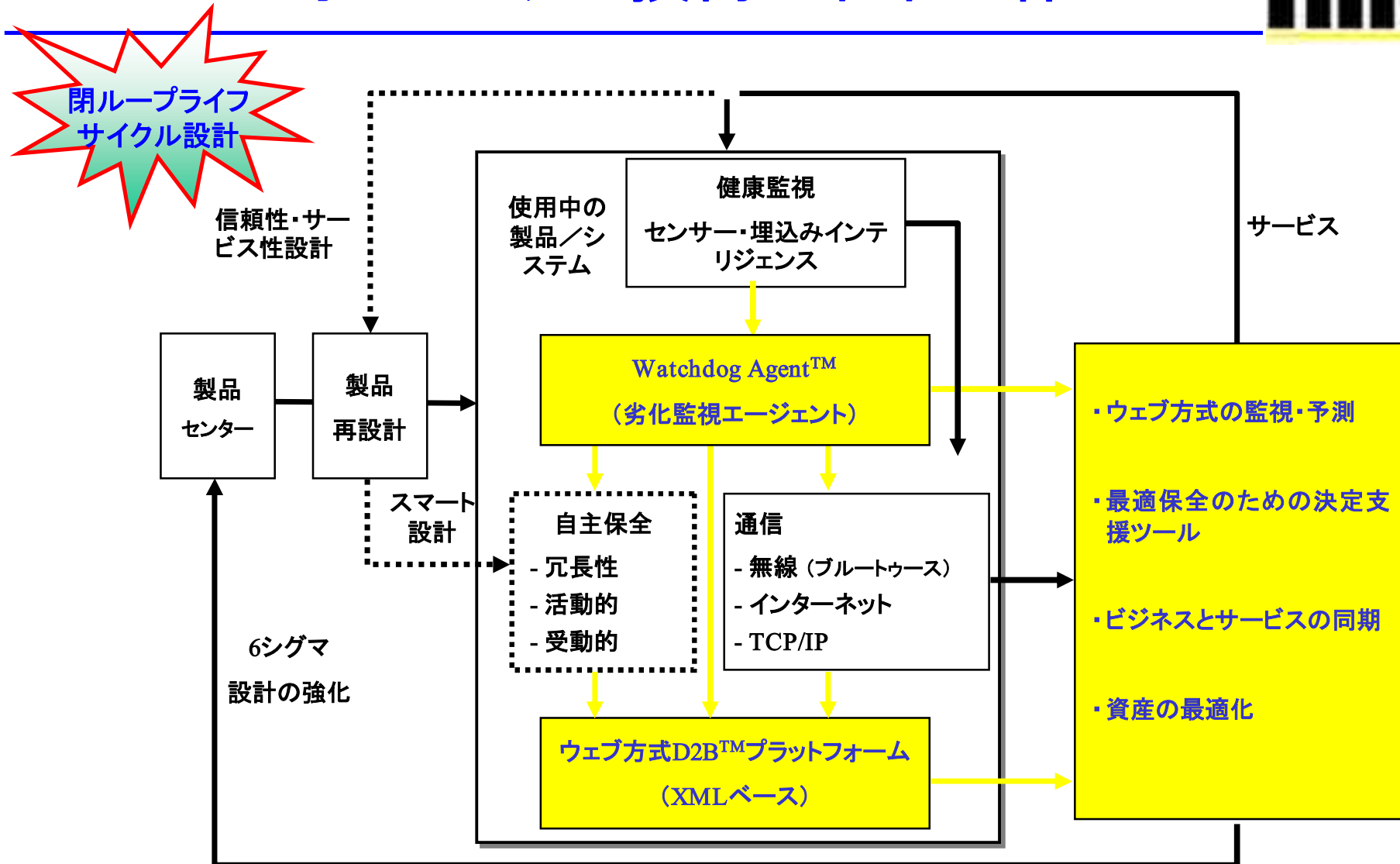
# 統合インフォロニクスプラットフォーム



# 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

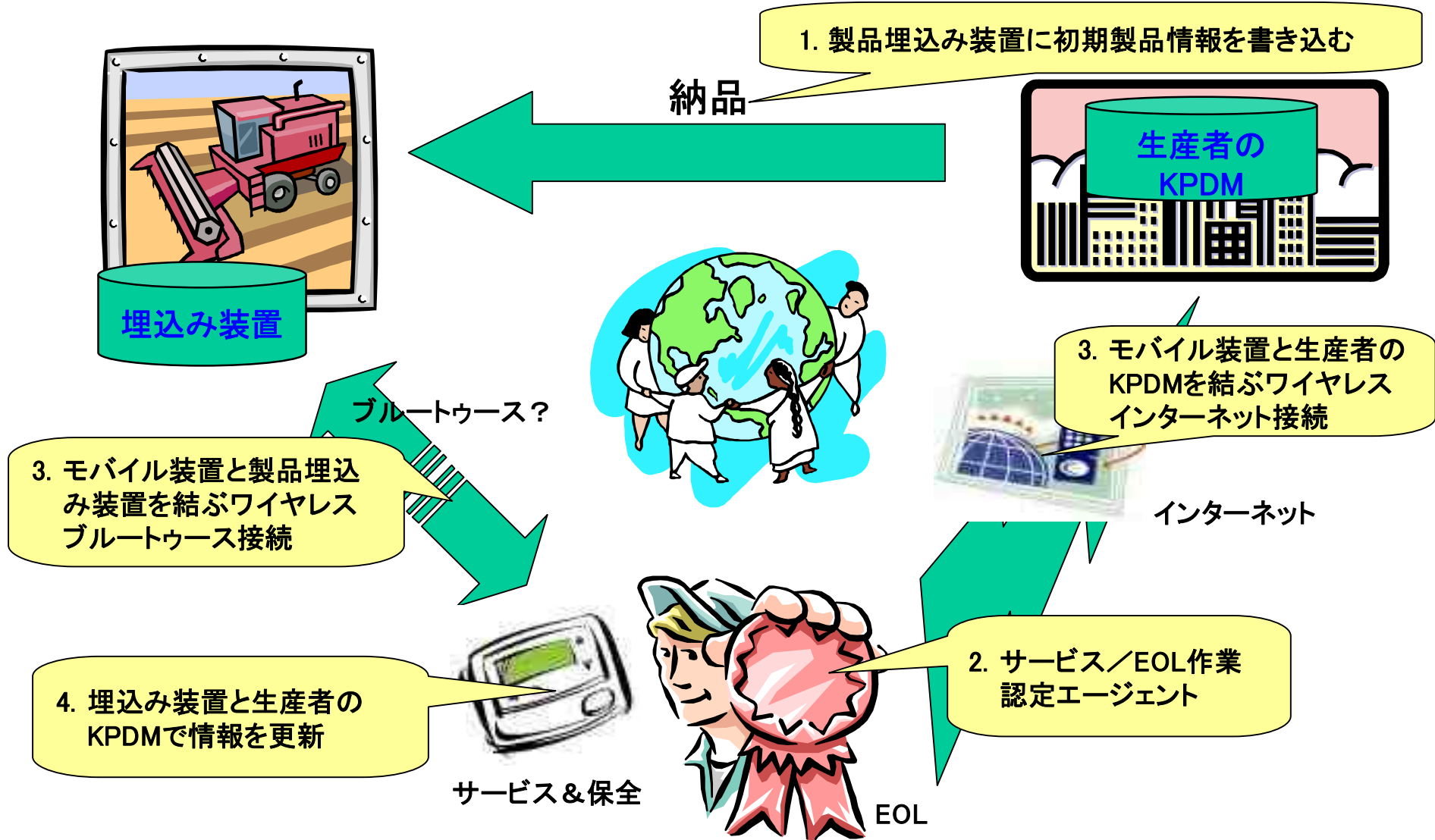


# インフォトロニクス技術と未来の保全



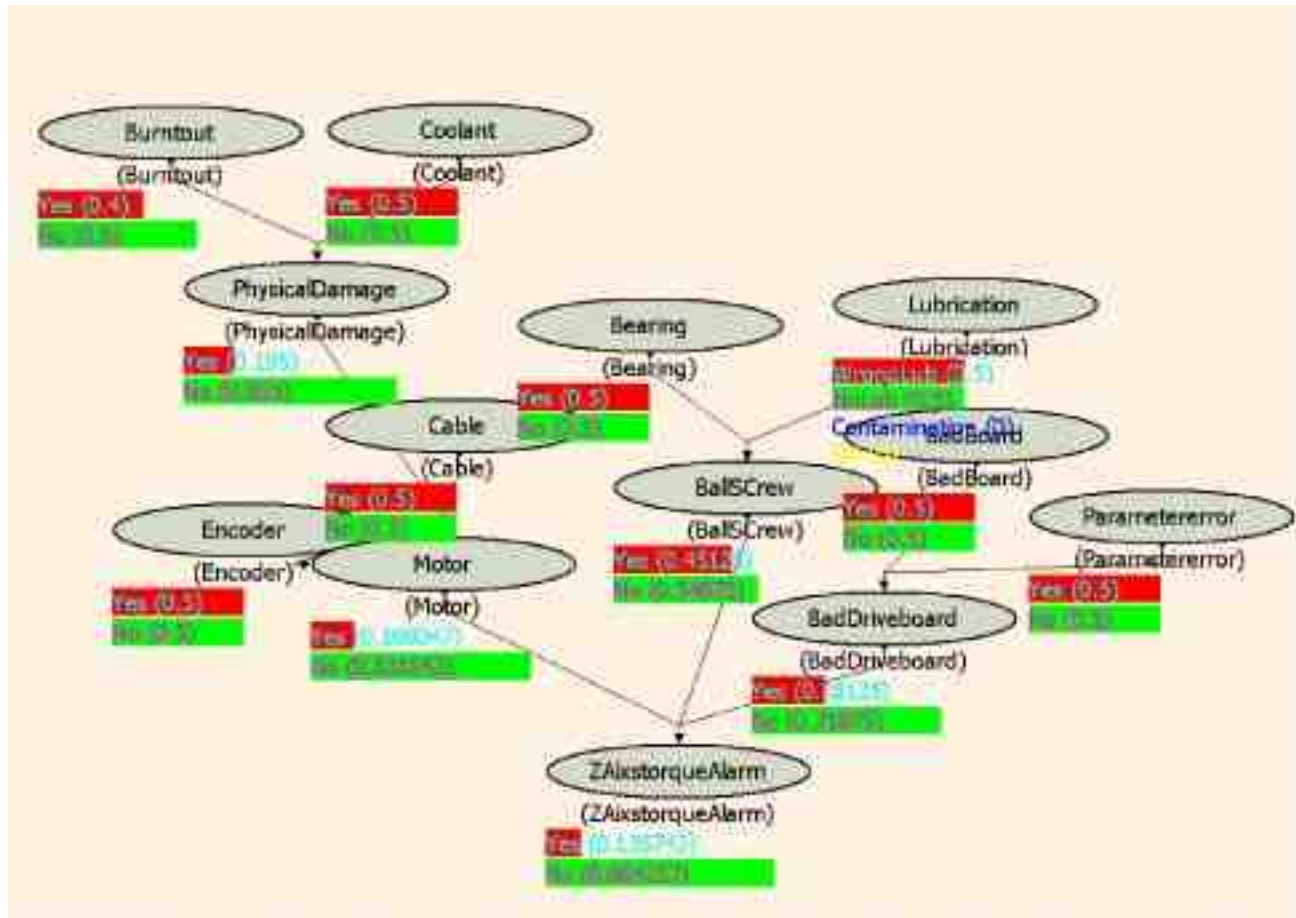
Watchdog AgentとDevice-to-Business (D2B)はIMSセンターの商標。

# 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

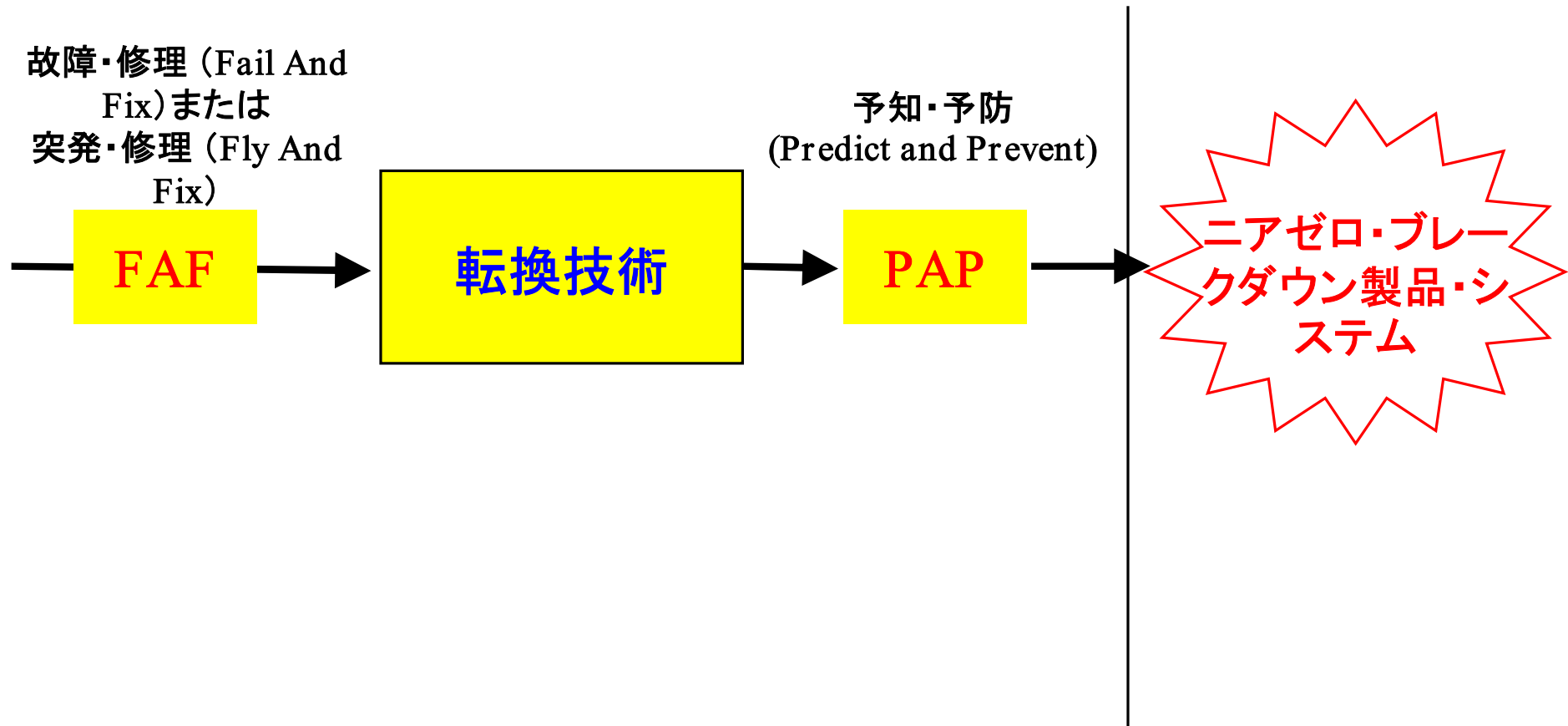
# 概要

---



- 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

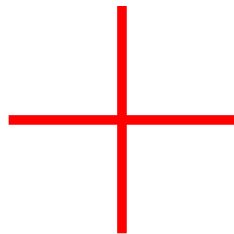


# キーポイント 2: インフォトロニクス

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

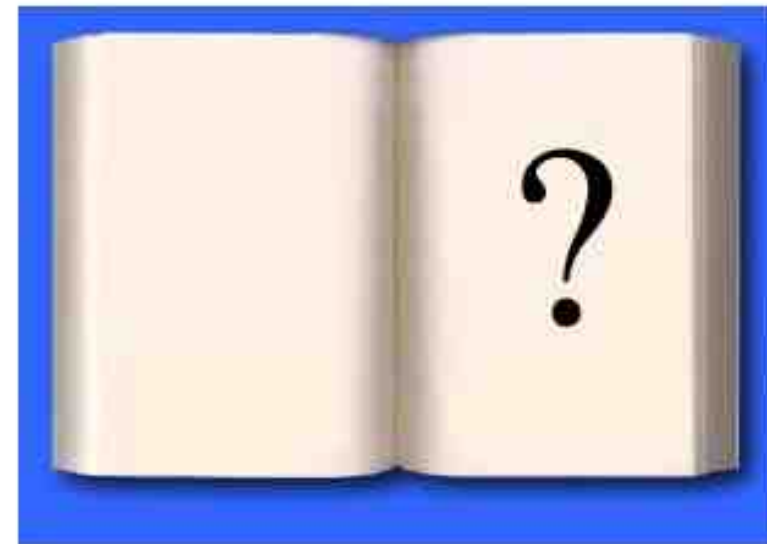
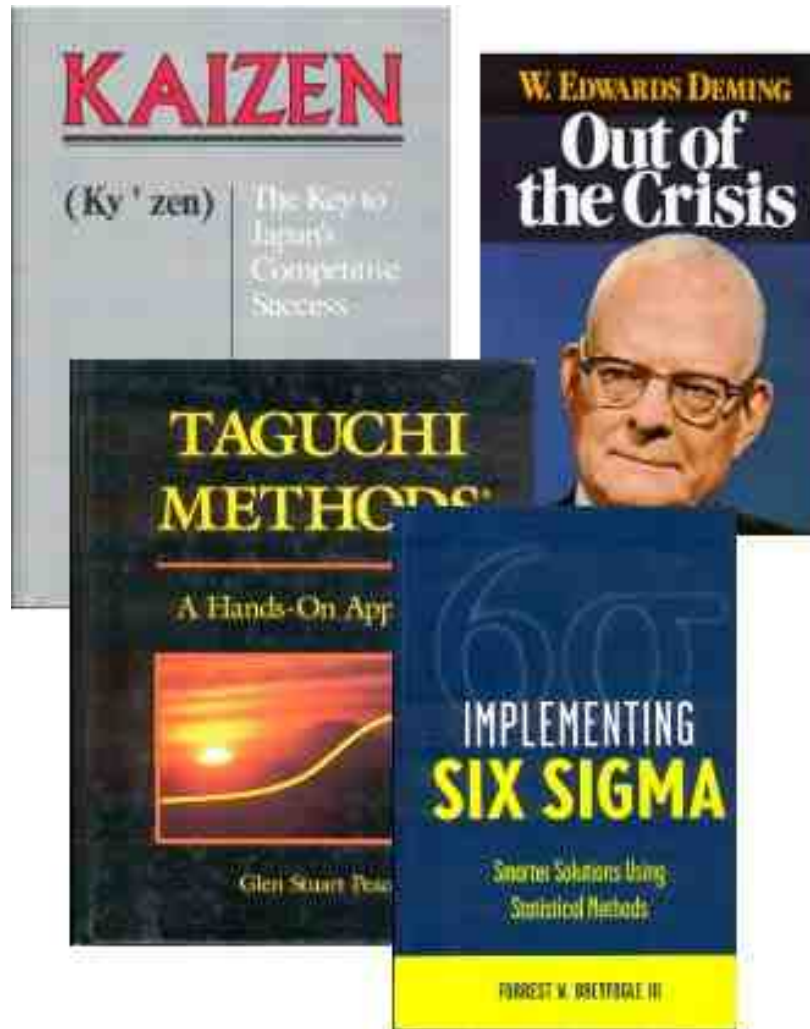


精密情報  
と  
インテリジェントビジネス  
(予測、最適化、同期化)

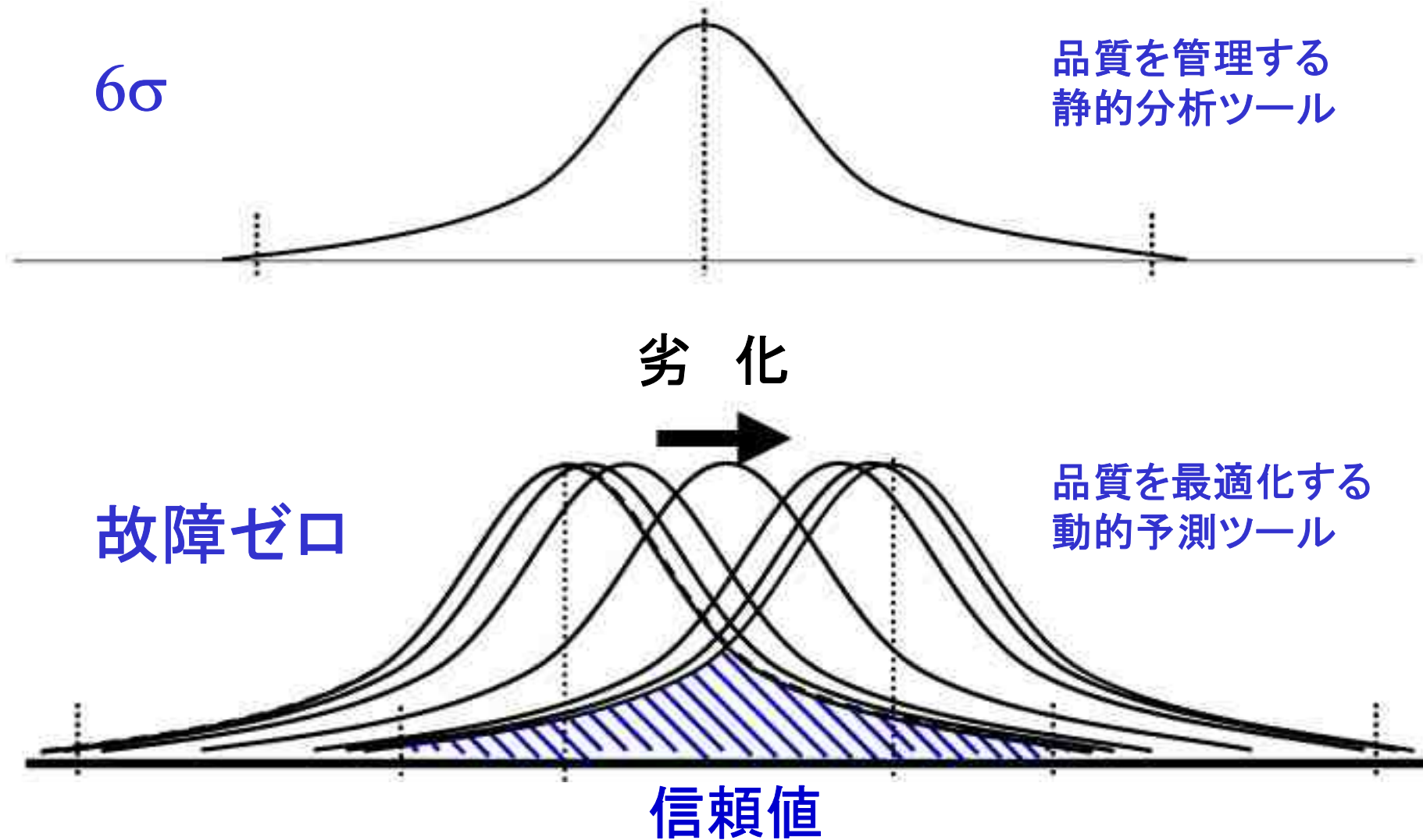
## キーポイント 3: 同期化

- ✓ 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)

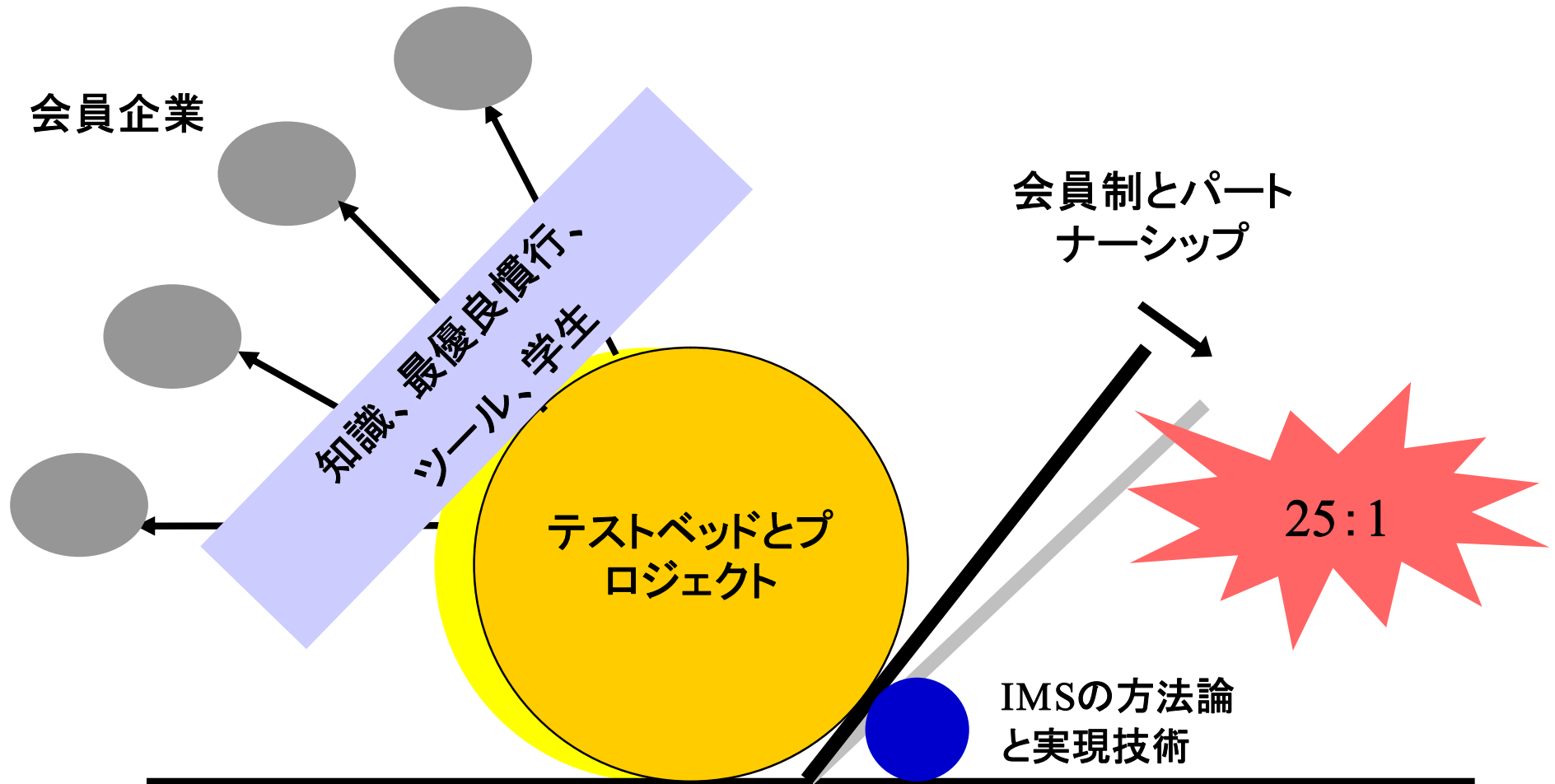
# IMSの業界でのパートナー

## 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](http://www.imscenter.net)