

MT法を用いた成形加工プロセスの品質管理の試み

東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 土屋研究室

研究背景

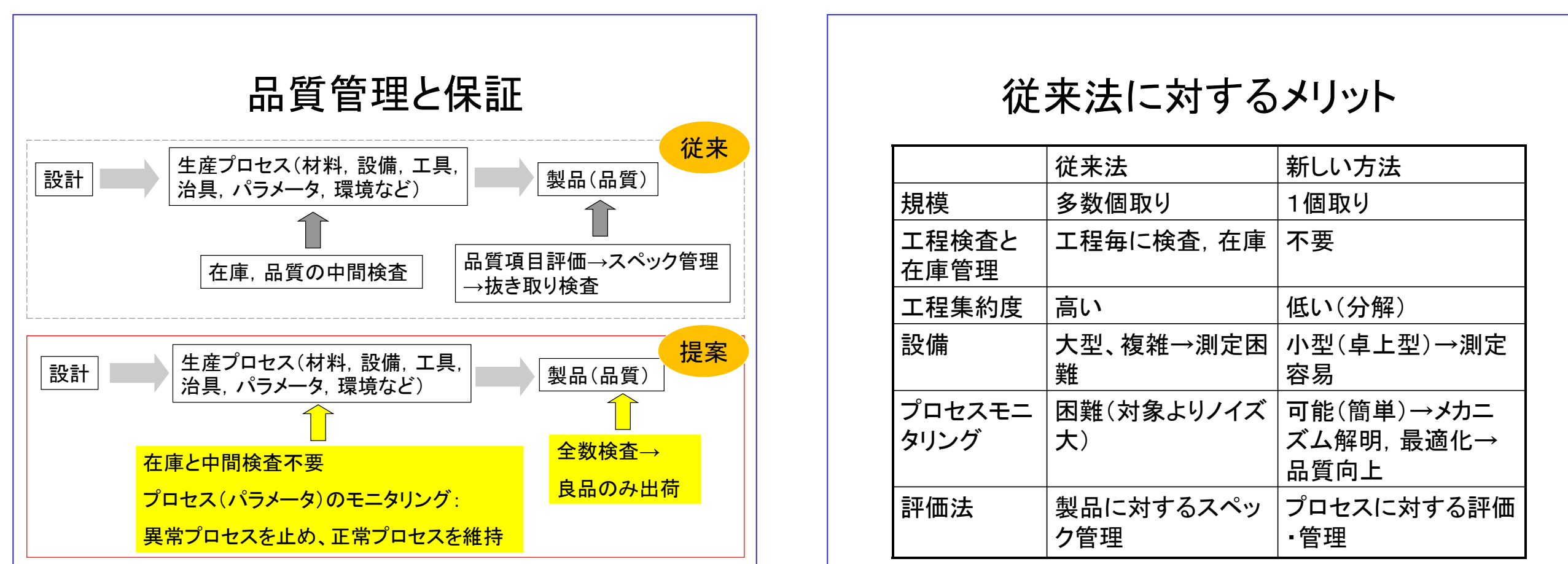
従来の成形加工の問題点

- 高速、大量生産のため、部品多数個取り、大量在庫、ロット毎品質保証のために過剰な検査 → **品質管理に限界**
- 大型射出成形機やプレス機の使用で、成形品質の影響因子に比べ、加工機全体からのノイズが圧倒的に強いため、これら因子の検出が困難または不可能 → **加工メカニズムの解明、影響因子の制御および品質向上に限界**

本研究の提案

- 加工プロセスのMT法評価による品質管理
- 加工品の検査よりも、加工プロセスをリアルタイムでモニタリングし、異常を検出し、迅速に対応し、不良品の発生を抑制 → **コストダウン、品質と歩留まりの向上**
- 小型加工機の導入(可能な場合)
 - 加工プロセスの正確なモニタリング → 加工現象の可視化、加工メカニズムの解明 → **加工の最適化と品質保証**

正常なプロセス → 良品



研究目的

- 小型加工機によるプロセスモニタリング
- プロセスモニタリングセンサデータの前処理とMT解析方法の確立
- プロセスの正常、異常のリアルタイム判別方法
- 高効率品質評価方法
- プロセス状態と成形品品質の関係に基づく品質管理

研究内容2 MT法による射出成形加工プロセスの異常判別

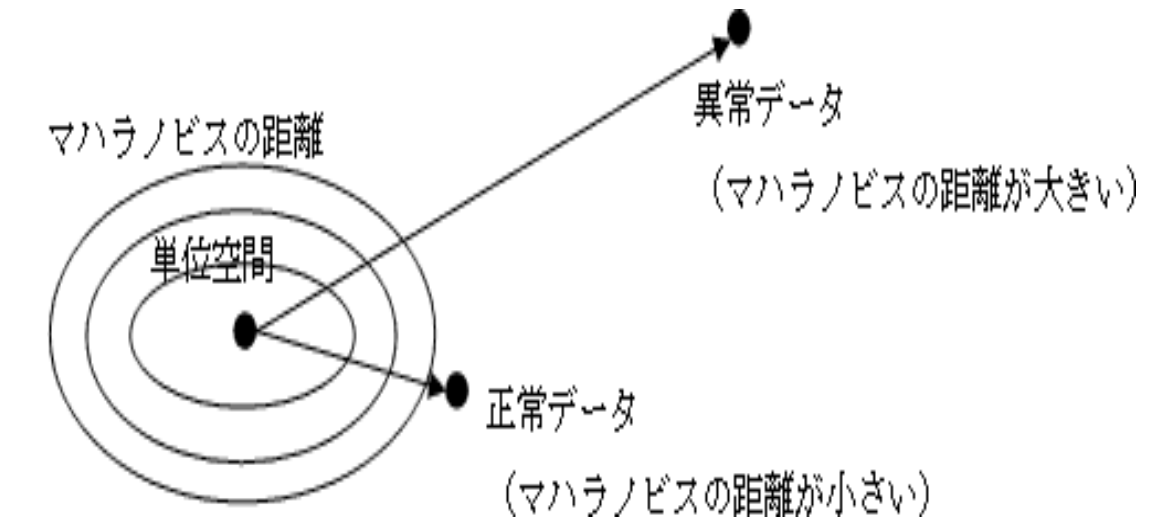
マハラノビス距離MD (Mahalanobis' Distance)

統計学において相関を考慮した多変量解析、パターン認識の手法の一つ

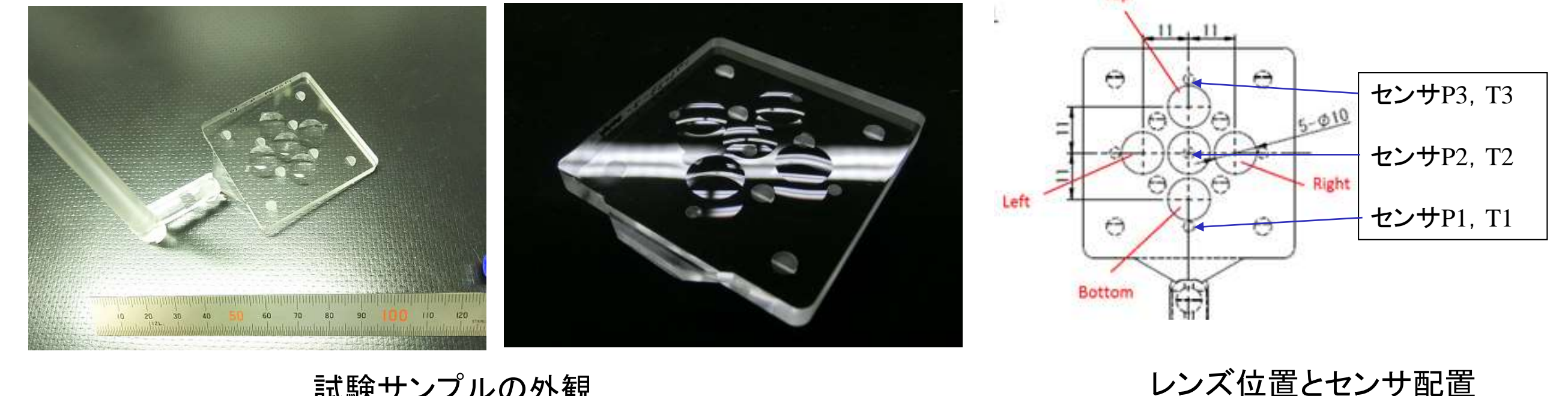
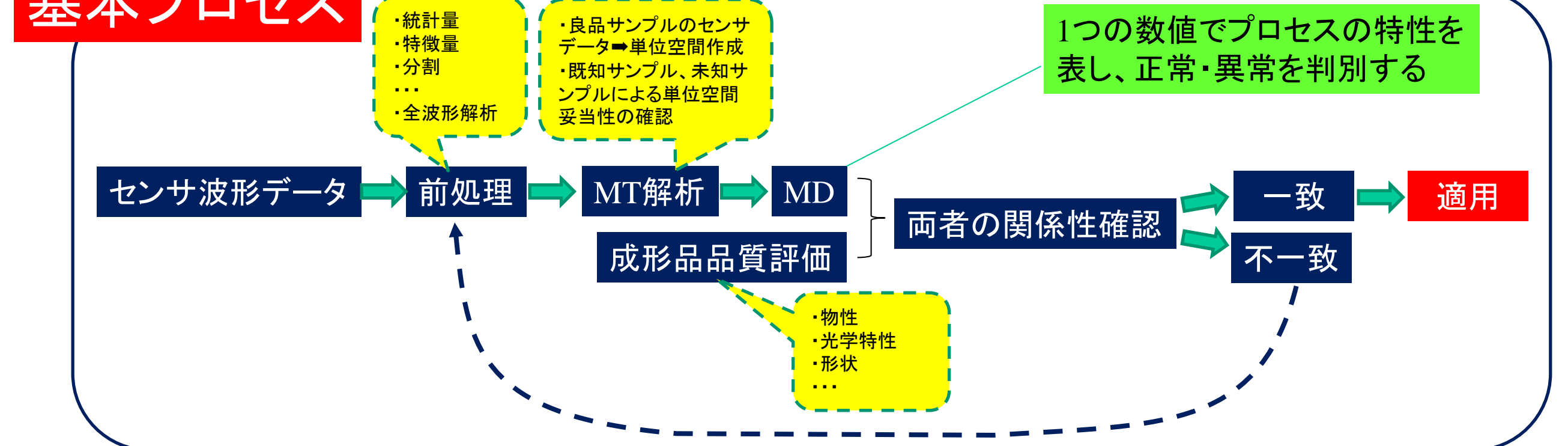
マハラノビス・タグチ・システム(MT法)

品質工学分野において、田口玄一氏が提唱したMDを用いて正常・異常や、良品・不良品の判定と原因究明を行う手法

$$D^2 = \frac{1}{P} \begin{pmatrix} x_{1i} - \bar{x}_{1\cdot} & x_{2i} - \bar{x}_{2\cdot} & \dots & x_{pi} - \bar{x}_{p\cdot} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \dots & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} x_{1i} - \bar{x}_{1\cdot} \\ \vdots \\ x_{pi} - \bar{x}_{p\cdot} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_p \end{pmatrix}$$



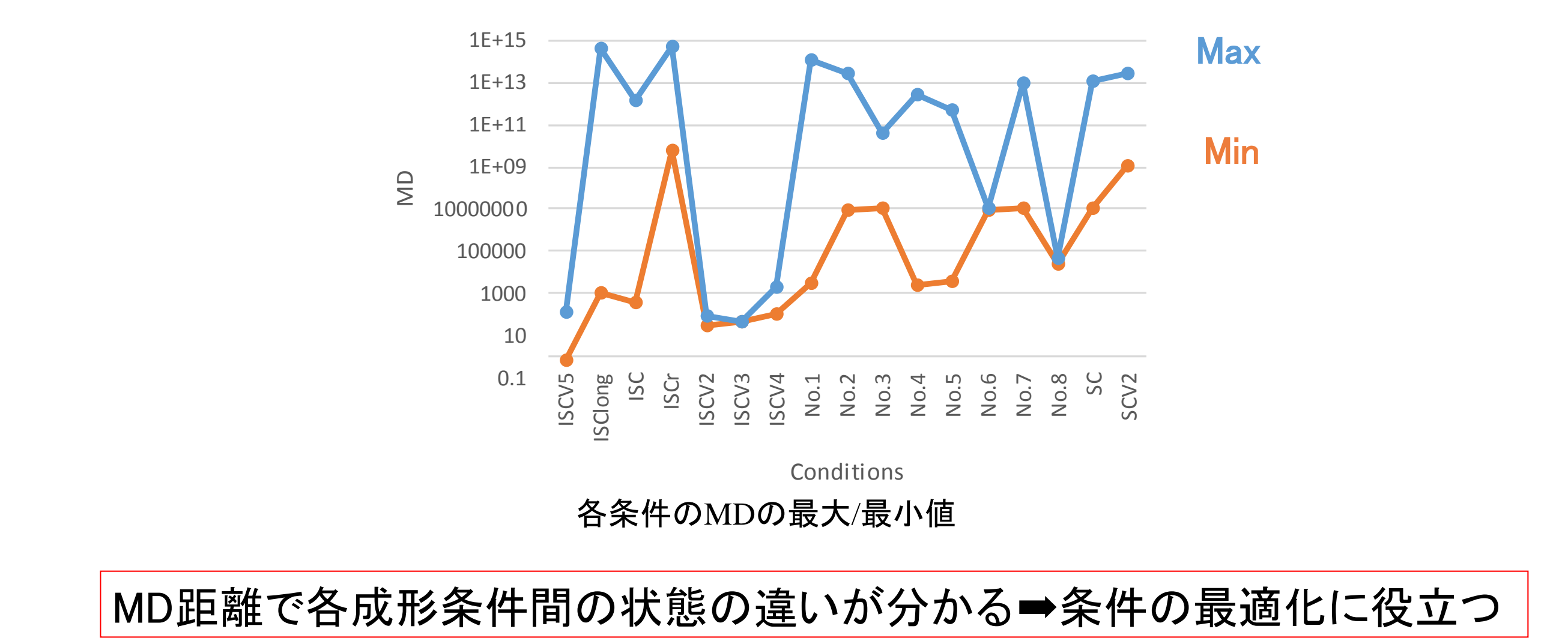
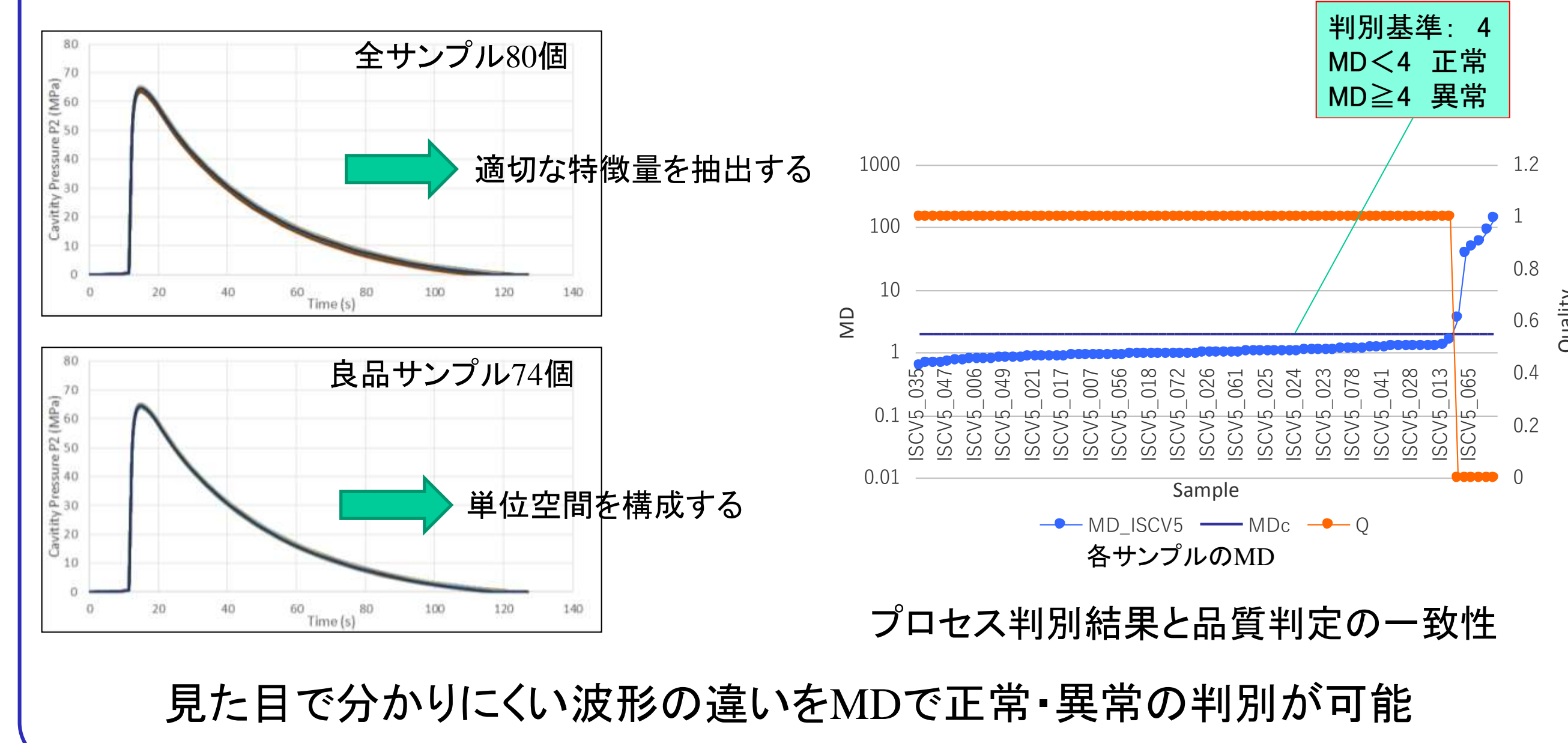
基本プロセス



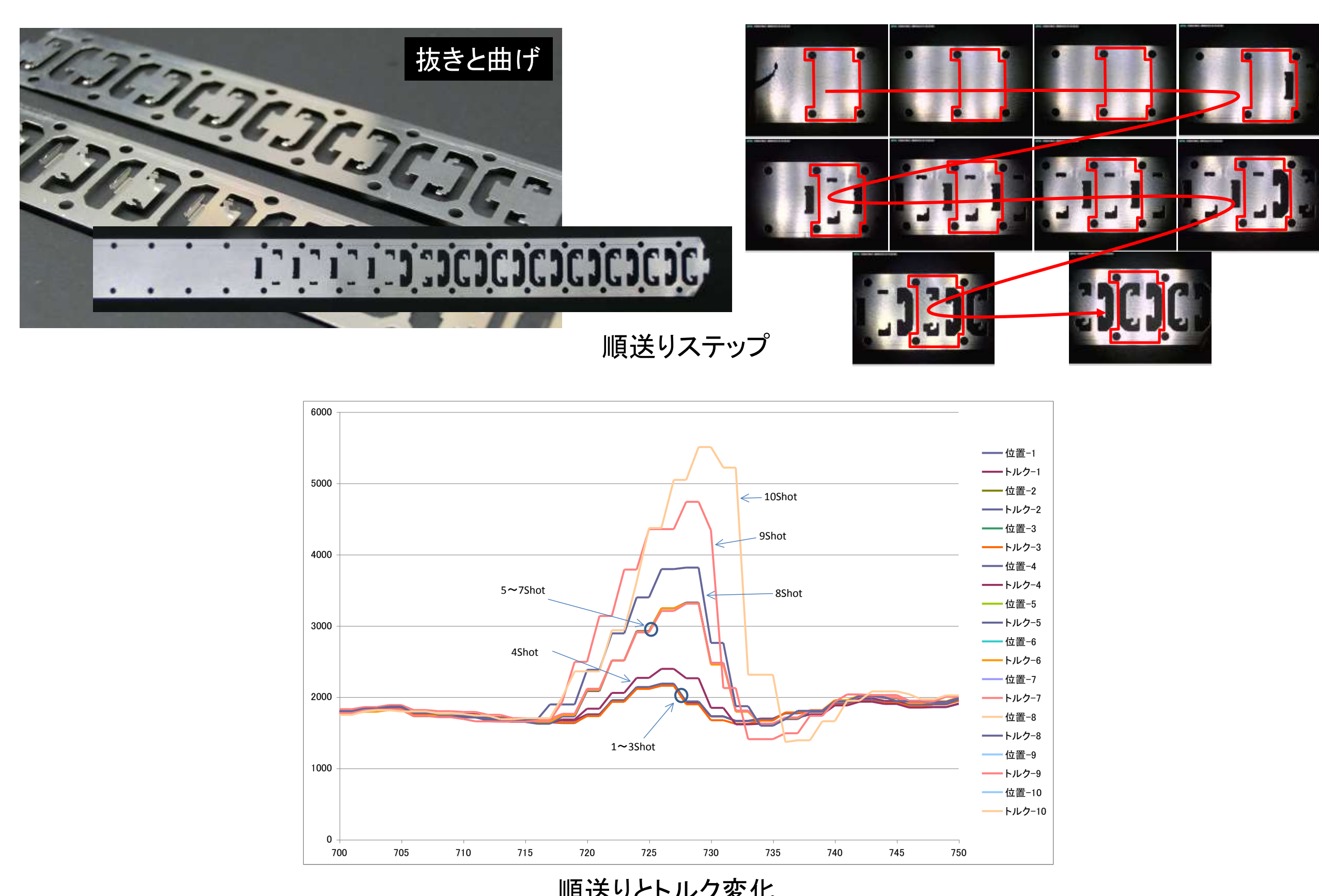
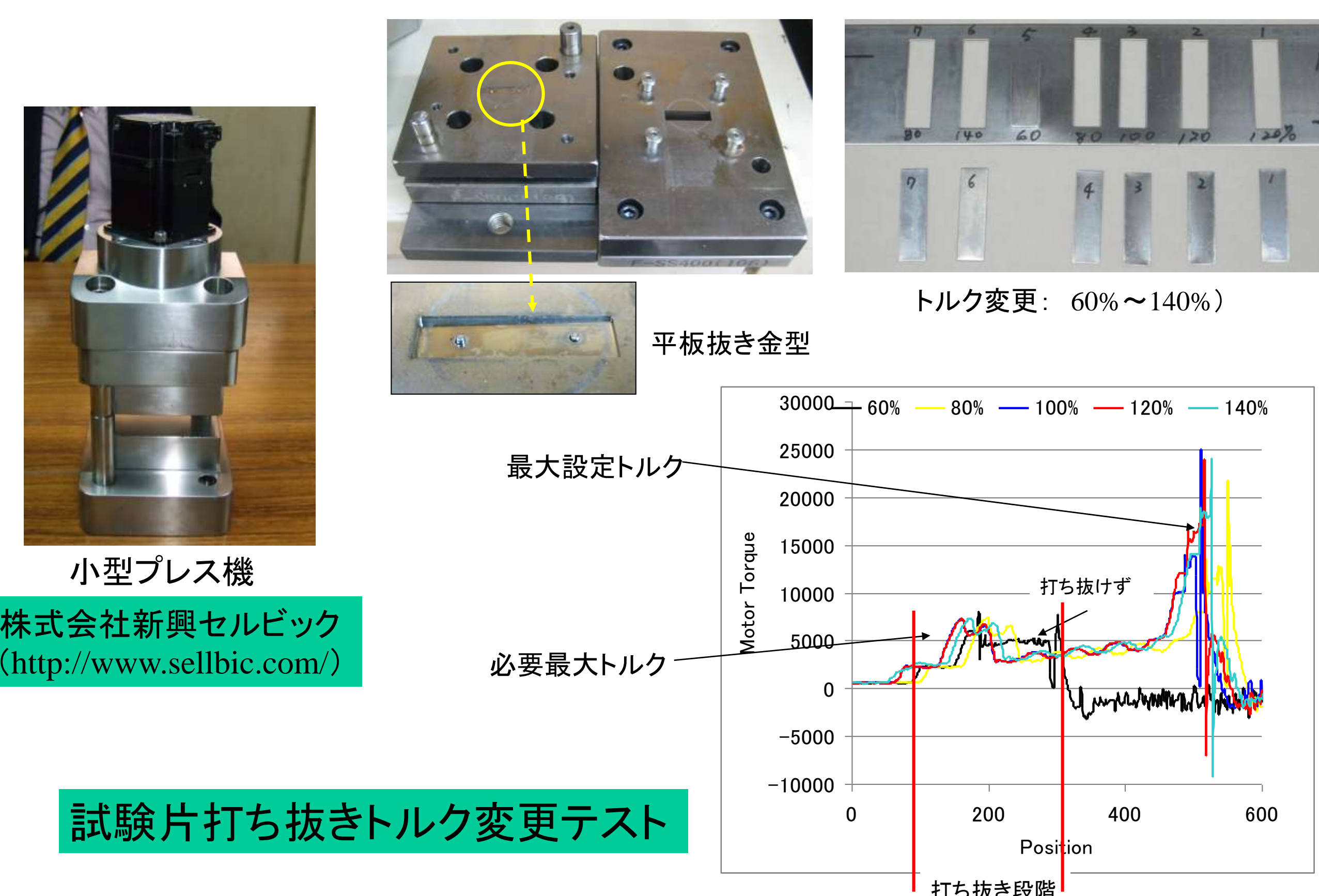
プロセスモニタリングと評価
 ・センサ波形データ
 得られる成形サンプル数に応じて、サンプリング周波数設定と特徴量抽出
 ・サンプル間相関性を考慮したMT解析 → 正常・異常をマハラノビス距離MDIによる一元的評価

品質評価
 ・定量的
 光学特性のバックフォーカス(レンズ最後面から像面までの距離を示す)BFL
 ・定性的
 目視による外観評価(良/不良)
 総合判定: 4レンズのBFLとサンプル全体の外観が合格 → 良品

判別例(最適条件ISCV5)



研究内容1 小型プレス加工機によるプロセスモニタリング



検出スイッチ微小部品の複数工程プレス加工のモニタリング

まとめ

- 小型プレス加工機によるプロセスモニタリングが実現した
- センサの種類と位置によるプロセスモニタリングと判別への影響が分かった
- 射出成形加工プロセスのモニタリングデータから成形品品質と相関性の強い特徴量の組み合わせを見つけ、適切な単位空間を構成することにより、MT法によるプロセス状態の判別が精度よくできる
- 成形加工プロセスの状態と成形品品質の関係に基づく品質管理が可能