

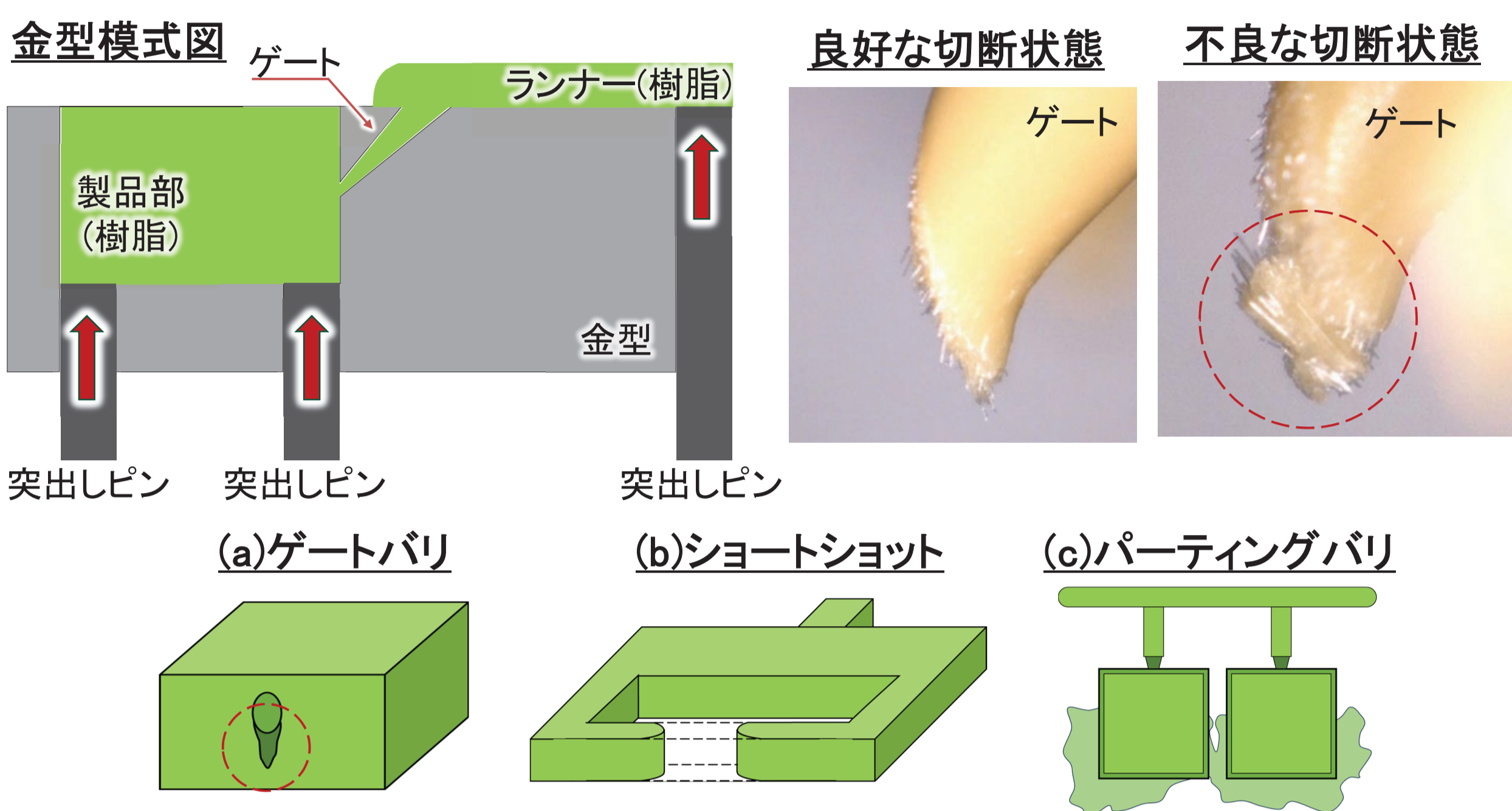
樹脂材料の切断現象のメカニズムの解明と切断性能の向上

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

射出成形金型のゲート方式の1つ「サブリングゲート(トンネルゲート)」は、製品突き出しと同時にゲート切断が可能というメリットがある一方で、切断状態が不良の時、製品の外観不良を発生させるという課題がある



サブリングゲートの切断不良に起因する製品外観不良

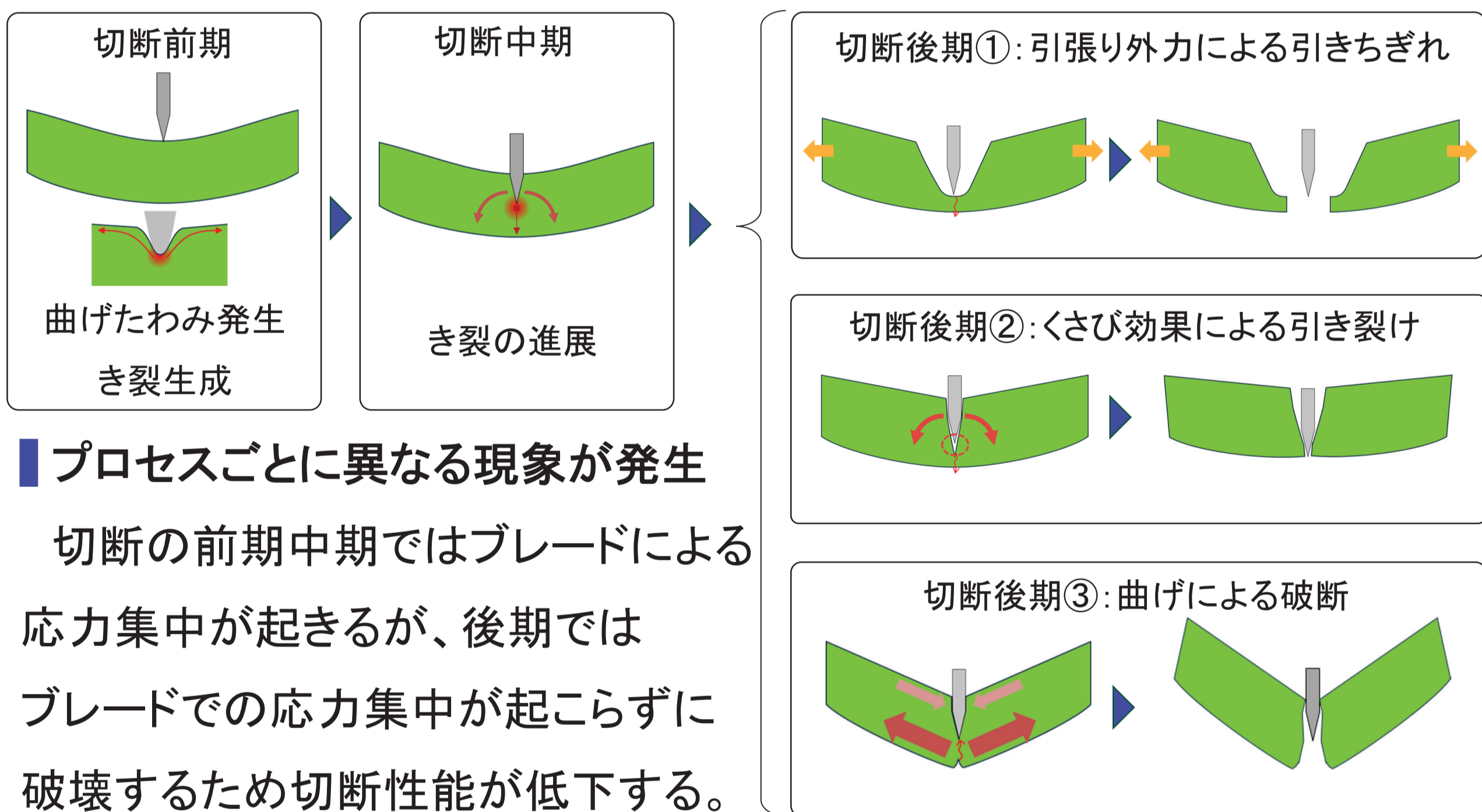
- ゲート切断状態が不良だと、(a)ゲートバリ、(b)ショートショット(未充填)、(c)パーティングバリなどの外観不良を直接、間接的に引き起こす。

研究目的

樹脂材料の切断現象のメカニズムの解明と切断性能の向上

単純形状の樹脂棒の切断実験とシミュレーションから、樹脂の切断時に起きている現象の特定と、切断性能を向上させるパラメータを明らかにして、射出成形金型のサブリングゲートの切断へ応用する。

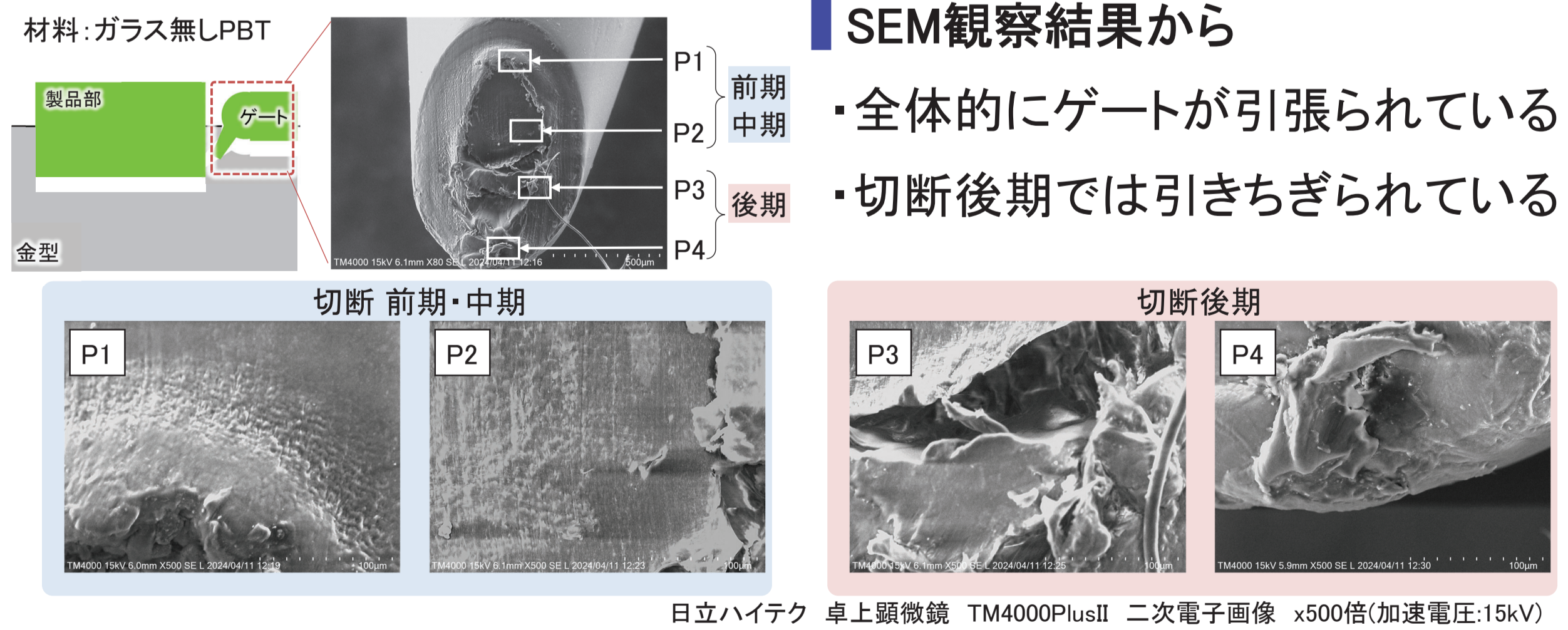
切断現象の仮説



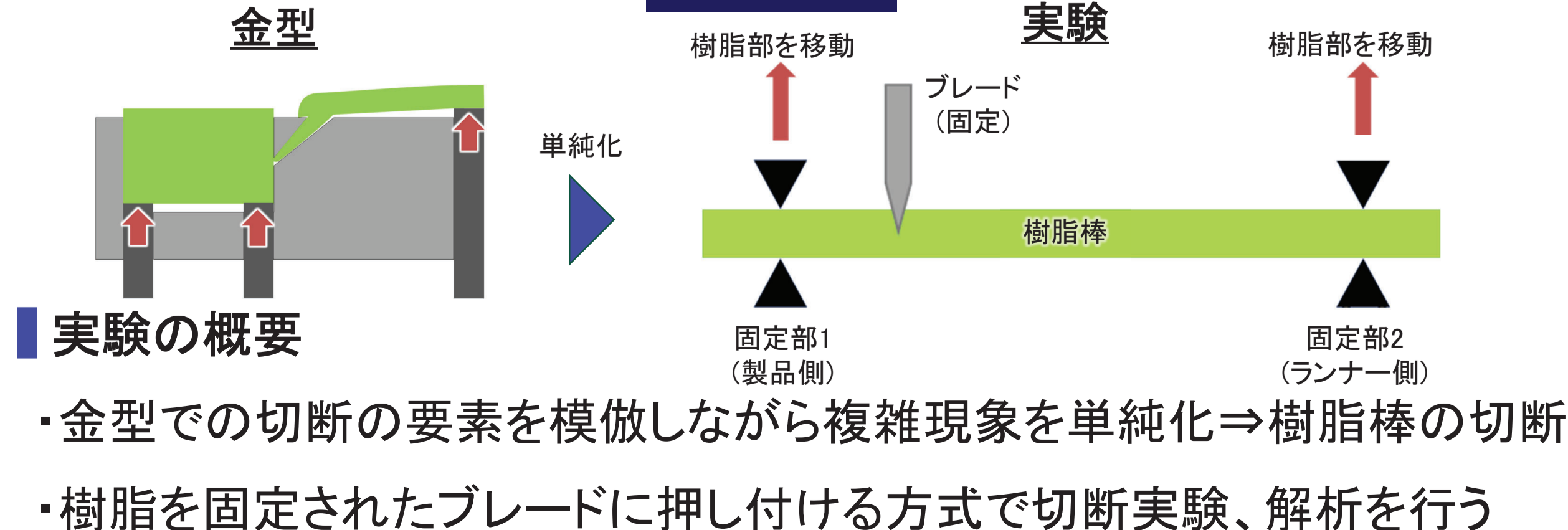
プロセスごとに異なる現象が発生

切断の前期中期ではブレードによる応力集中が起きるが、後期ではブレードでの応力集中が起こらずに破壊するため切断性能が低下する。

サブリングゲート切断面のSEM観察結果



研究方法

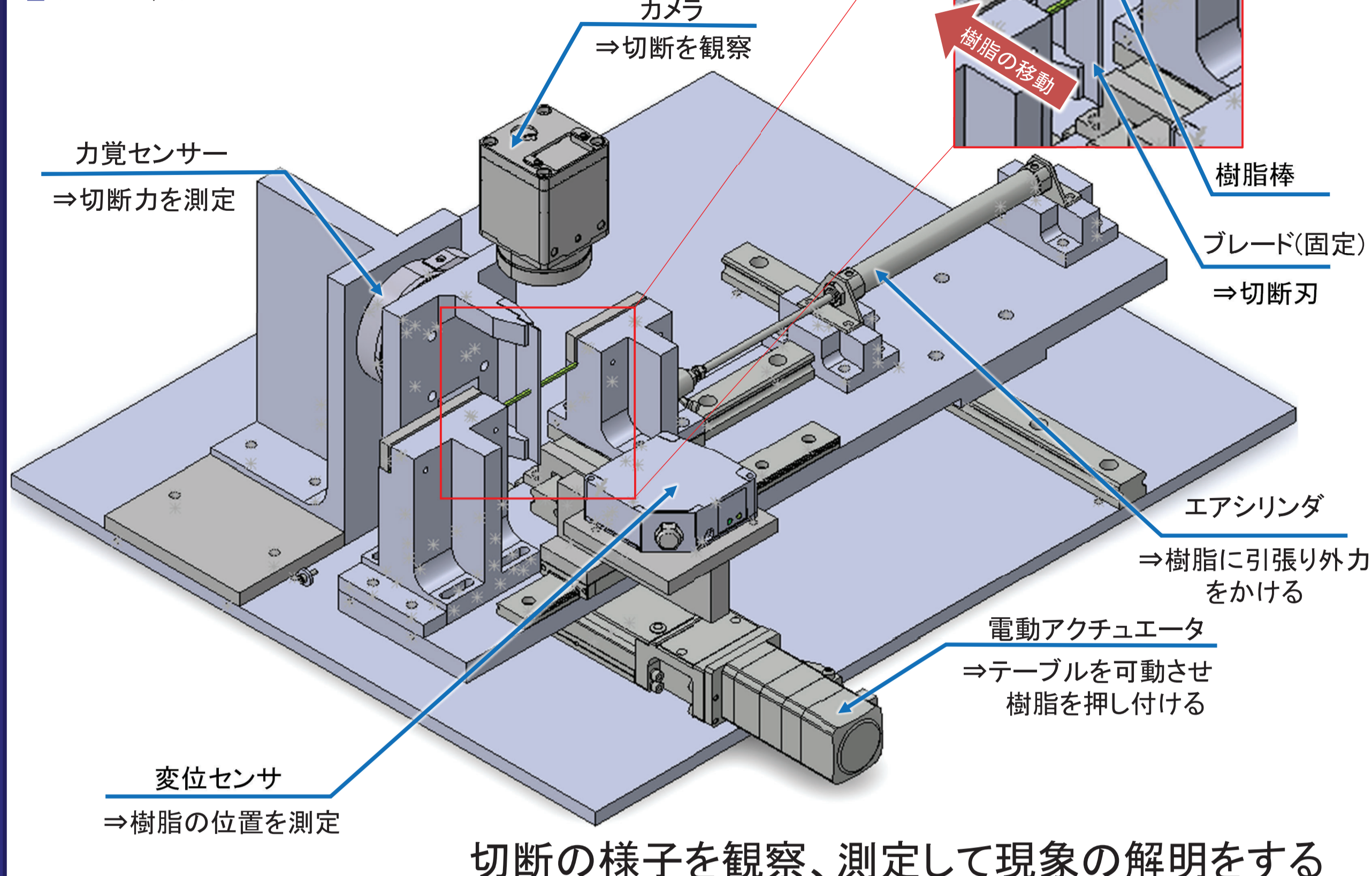


実験の概要

- 金型での切断の要素を模倣しながら複雑現象を単純化⇒樹脂棒の切断
- 樹脂を固定されたブレードに押し付ける方式で切断実験、解析を行う

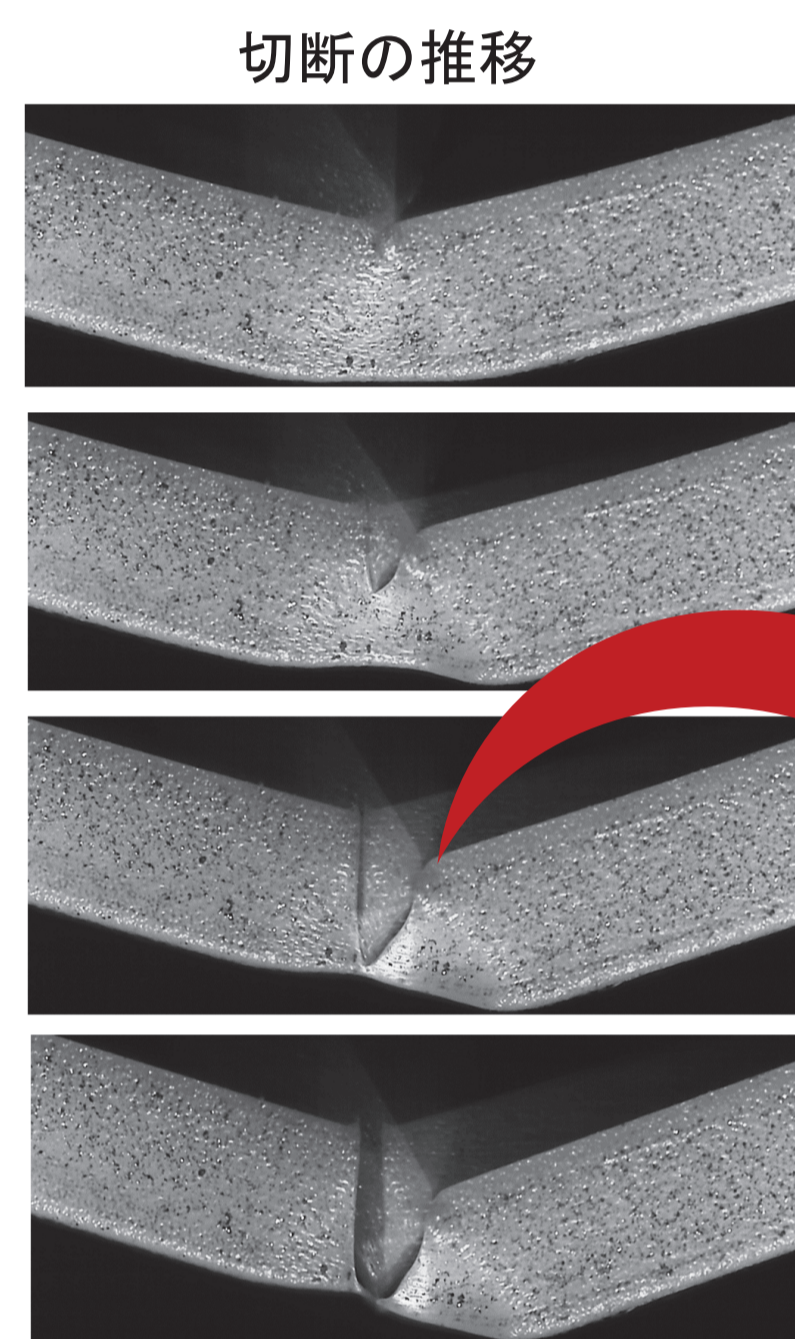
樹脂切断装置

実験装置の主要部品と機能

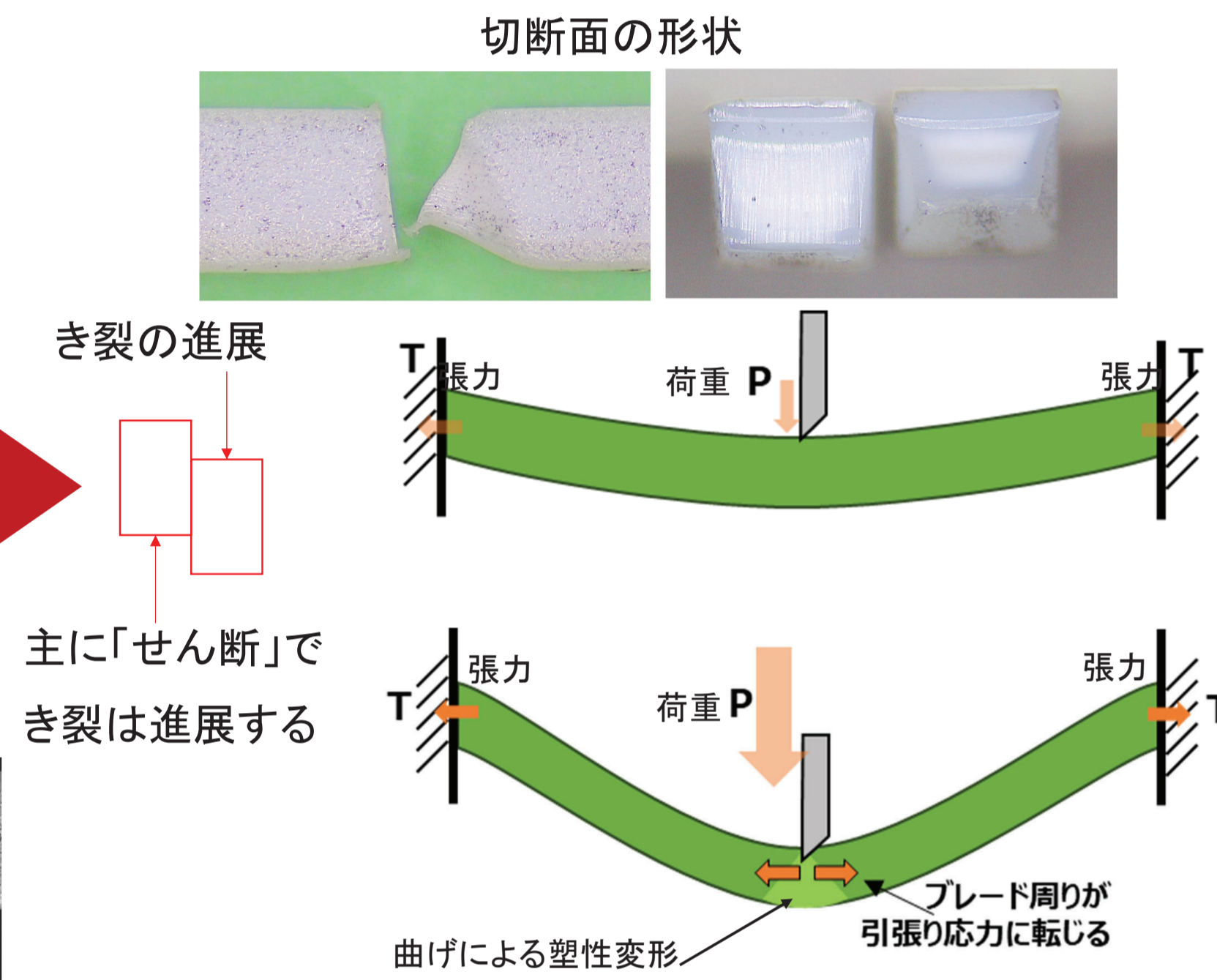


切断の様子を観察、測定して現象の解明をする

60,000FPSで観察



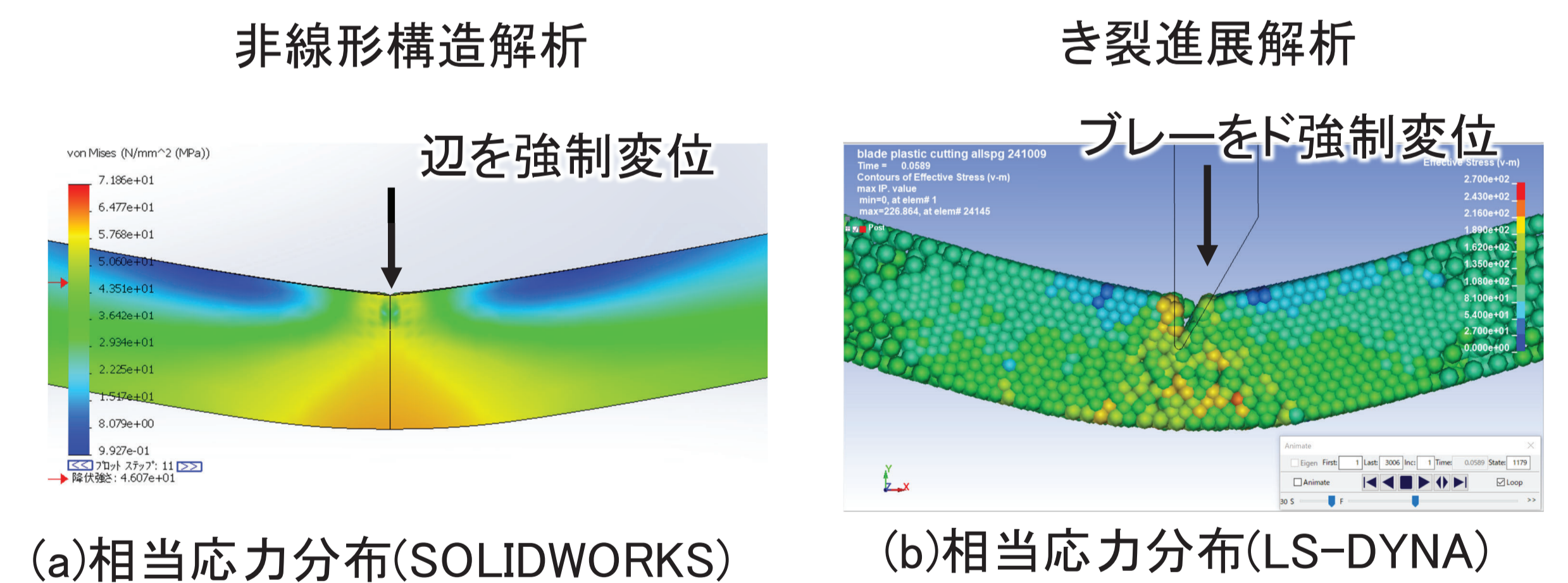
樹脂切断の観察結果



棒形状の樹脂の切断の観察から起こっている現象を考察

- 曲げにより塑性変形が発生、拡大
- ブレード先端が引張り応力状態になる ⇒ き裂が一気に進展

樹脂切断の解析結果



構造解析による切断の評価

き裂が生成するまでの工程では、一般的な非線形構造解析で、応力、ひずみを確認することで評価が可能であり、現時点で十分実用的である。塑性変形が拡大する前に、必要な応力を必要な箇所が発生できるようにゲート形状、製品突き出しの設計を、解析を都度参照しながら調整することで、ゲート切断性能を向上させることが可能である。

一方で、き裂生成・進展などの破壊解析には、破壊モデルの適切な選択や、閾値の詳細な調整、検証が必要であり、課題が残っている。

まとめ

樹脂切断装置を開発し、切断実験を行った。切断の観察により、発生している現象は、曲げによる塑性変形と、せん断によるき裂進展と考えられる。解析などを活用しながら、塑性変形を抑制しつつ、ブレード先端周囲の応力状態を効率的に高め、引張り状態にすることで、切断性能は向上する。