

有限要素法シミュレーションによる 人工股関節の疲労強度評価法の標準化

東藤 貢^{1†}, ○姜 有峯^{2†}, 堤 定美^{2†}

1 九州大学応用力学研究所

2 日本大学歯学部

† NEDO-PJ・人工股関節の力学的安全性評価法標準化委員会

人工股関節承認審査のための疲労強度評価

実験

- ・方法: ISO7206-4
- 若干の設計変更でも必要!



- ・長時間, 高コスト
- ・定性的評価(基準回数のクリア)
- ・小型モデルには不適

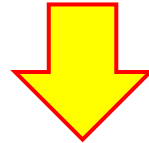


FEAシミュレーション



審査ガイドラインに評価法としての利用可能が明記

- ・応力、歪みによる定量評価
- ・様々な条件の評価が可能



疲労強度評価のFEA実施手順を規格化

- ・国内標準化: JIS-TS登録(T0013)
- ・国際標準化: ISO/TC150 2009年 New work item proposal

規格(T0013)による評価の実施手順

①ベンチマークモデルによるFEA計算
プログラムの信頼性確認

②標準ステムモデルによるメッシュ分割技術の確認
※標準ステムモデルデータは日本ファインセラミックス協会から有償配布予定

③製品モデルの解析と疲労強度の評価

FEA応力解析結果を用いた疲労強度評価指標

$$T = \frac{\sigma_{1\max}}{\sigma_E} \cdot 2$$

Tが高いほど疲労破壊の危険が高い。

※本評価指標以外に有効な評価方法があれば使用可

$$\sigma_E = \frac{\sigma_u \cdot \sigma_f}{\sigma_u + \sigma_f}$$

$\sigma_{1\max}$: FEAで求めた第一主応力
(引張応力) の最大値

σ_u : 材料の破断強度 (実験値)

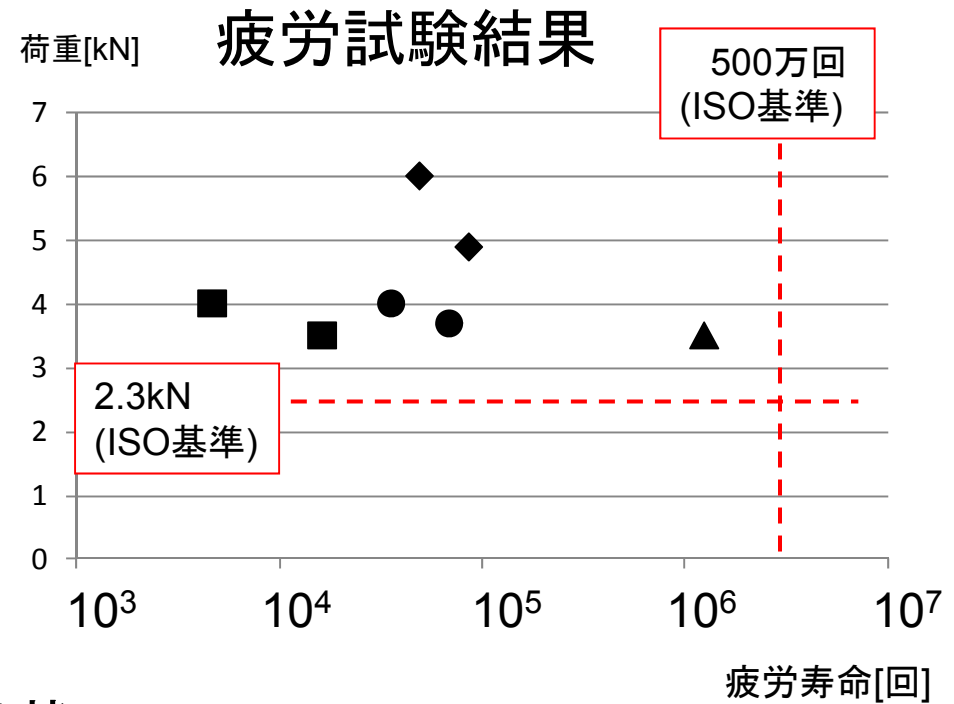
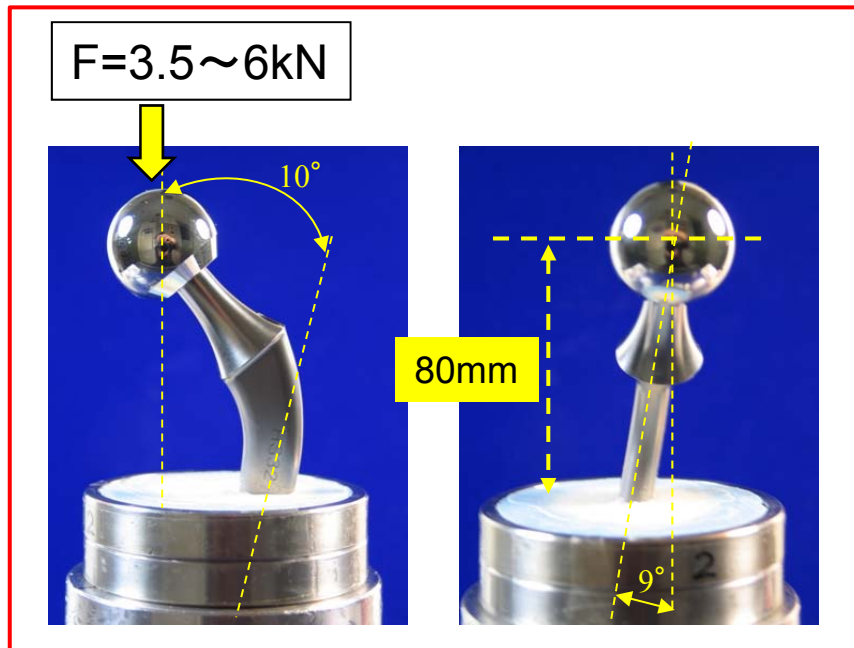
σ_f : 材料の疲労強度 (実験値)



妥当性と有効性を検証

実験

条件:ISO7206-4

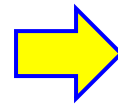


臨床で使用されている、設計形状の異なるステムを評価(金属製一体型)

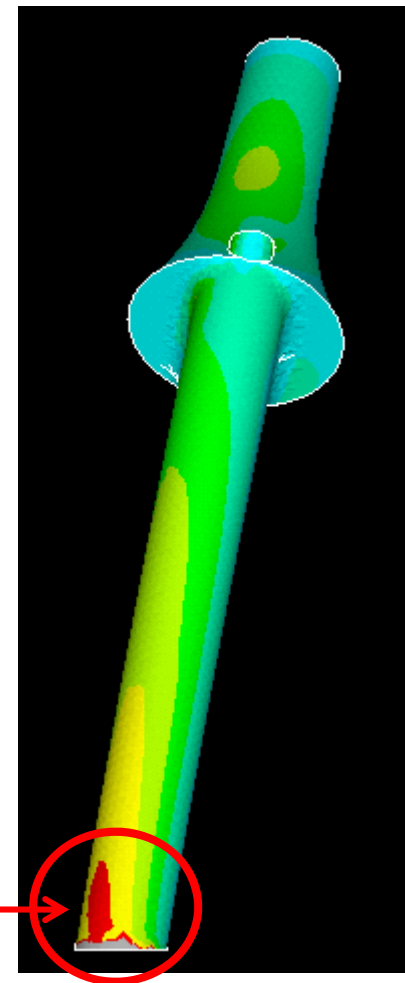
疲労試験を行ったモデルのFEA結果

第一主応力分布図

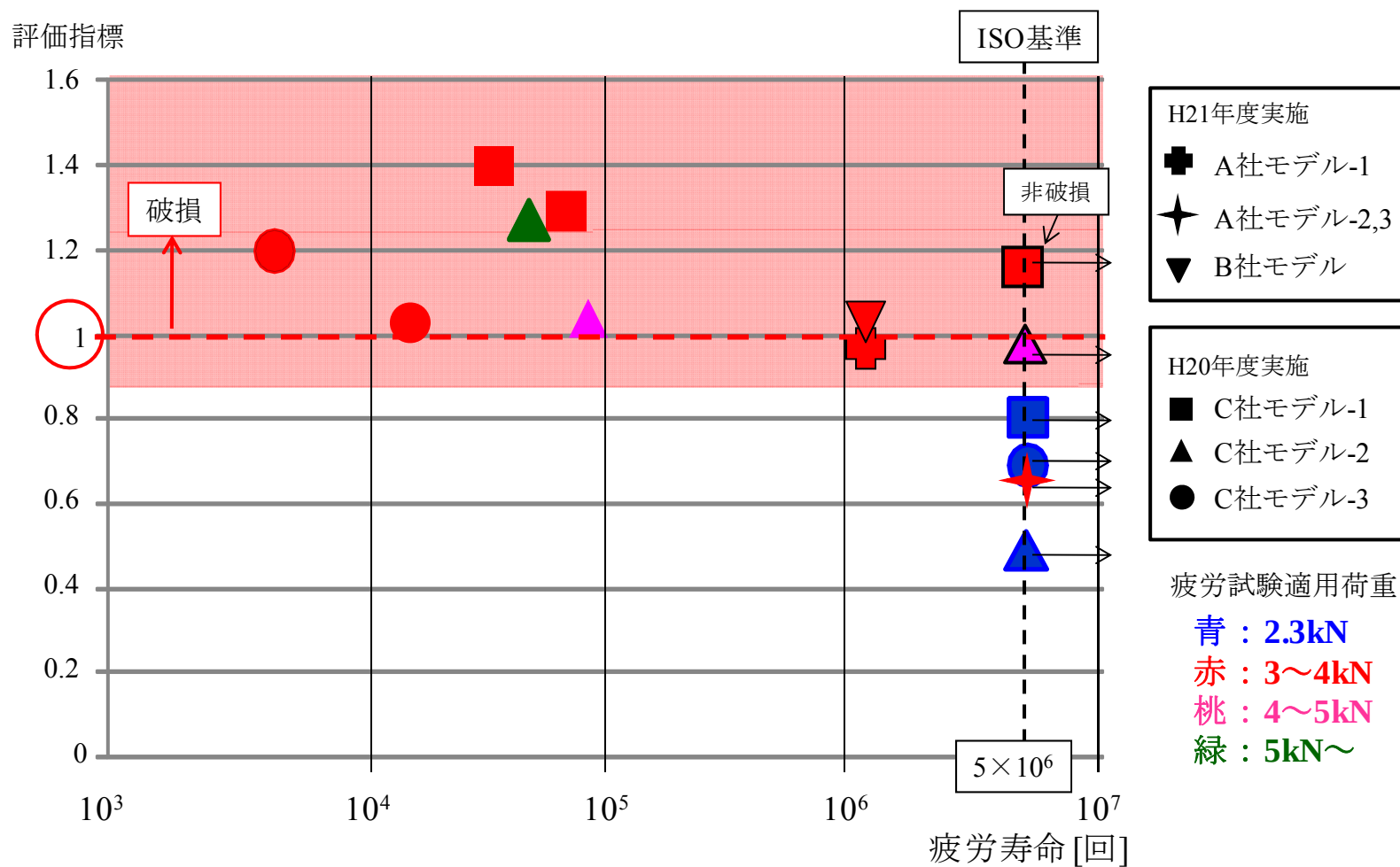
結果の一例



破損部と同じ位置で
最大応力発生を確認



疲労強度評価指標と疲労寿命との関係



結論

- FEA応力解析結果から求める「疲労強度評価指標」によって、システムの疲労強度を推定できる。
- 疲労強度評価指標がシステムの力学的安全性評価における有効な指標として活用できる。
- FEAの活用によって、実験にかかる時間とコストが縮減され、新製品開発にも有効な手段となる。

謝辞

本研究はNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の助成により行われています。

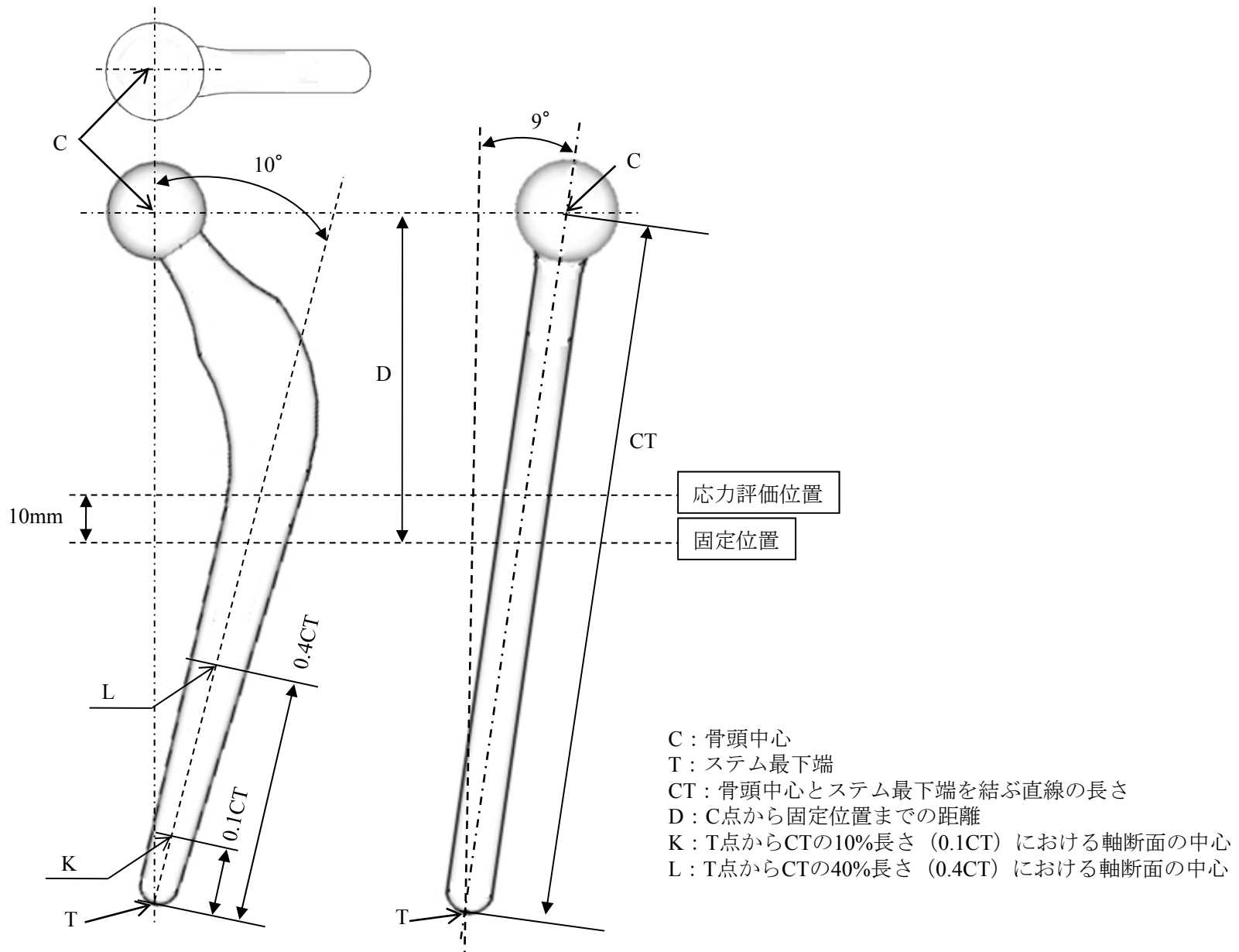
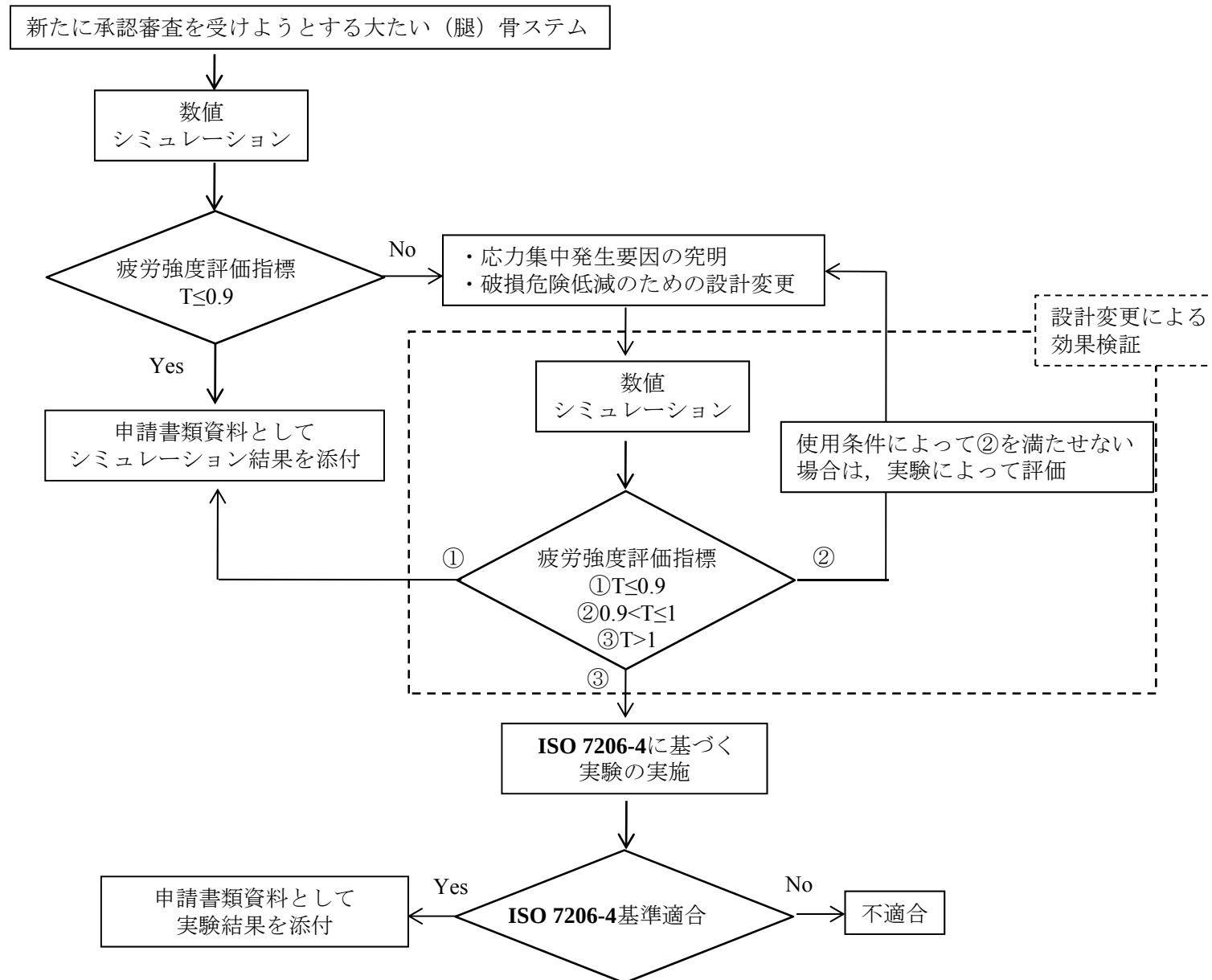


図1 ステム基本モデル外形



図A.1ー金属製人工股関節大たい（腿）骨システムの疲労強度評価における数値シミュレーションの利用にかかわるフローチャート