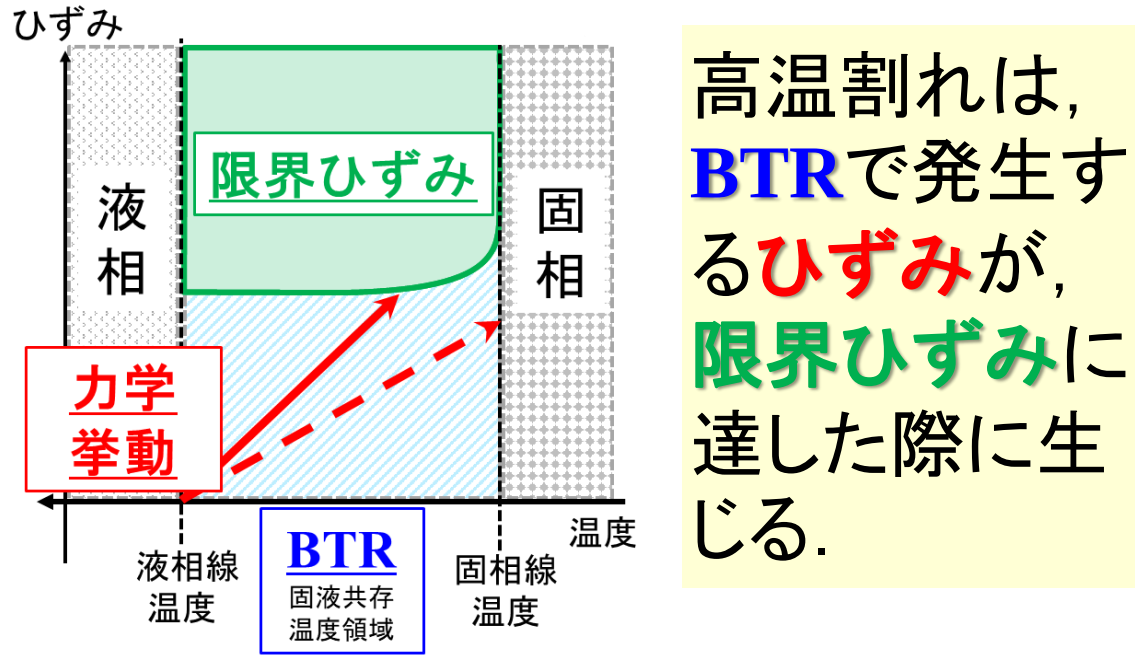


研究背景/目的

溶接高温割れ

溶接部の凝固時に生じる割れで、重大な溶接欠陥の一つ

高温割れ発生メカニズム



実施工における力学的対策

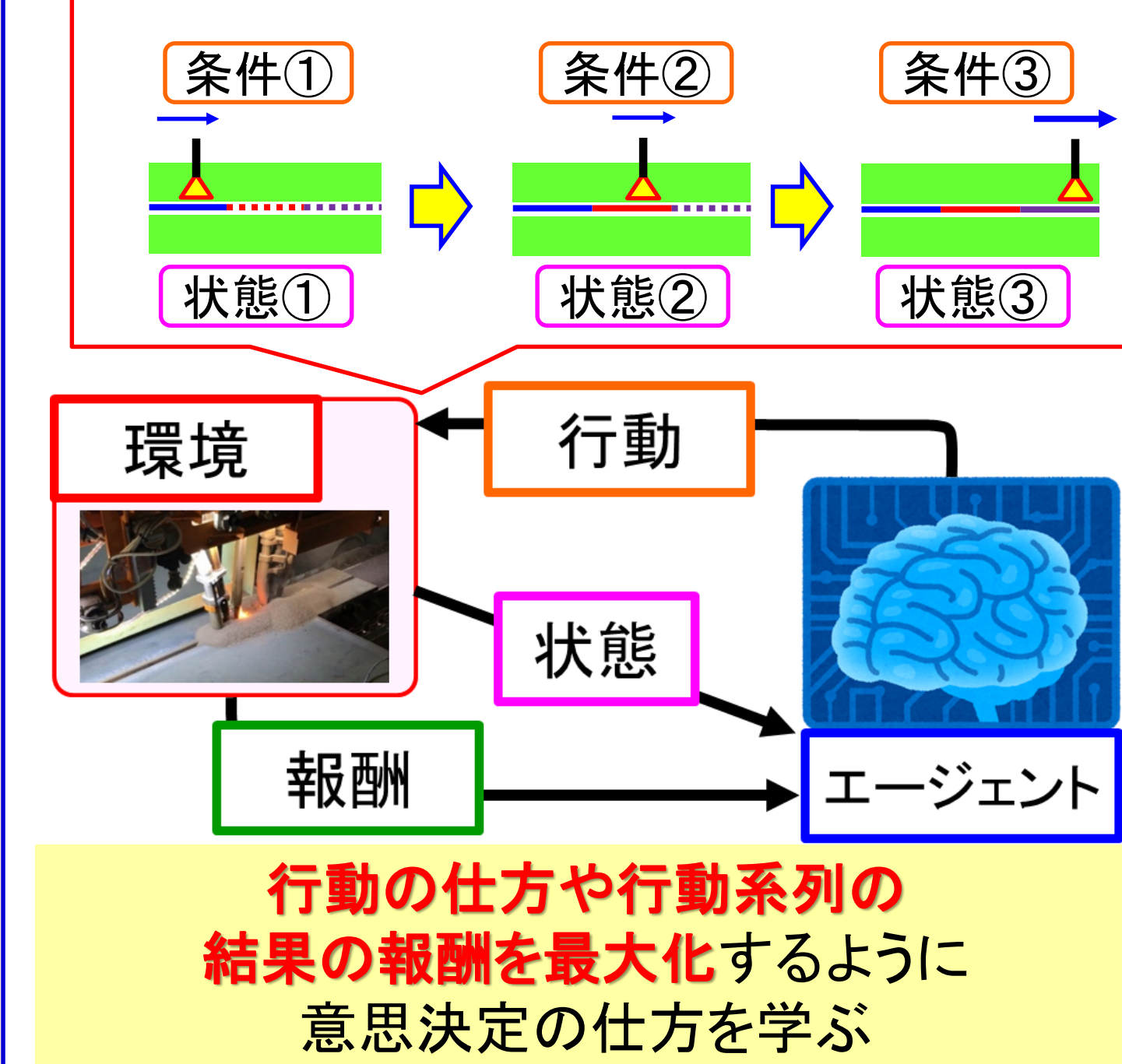
- 部材形状の変更
- 溶接条件の変更
- 仮付け/拘束条件の変更
- 溶接順序の変更

溶接中のひずみ挙動を制御し高温割れ発生を防止

目的 高温割れを防止する溶接条件の履歴を決定可能なシステムの構築

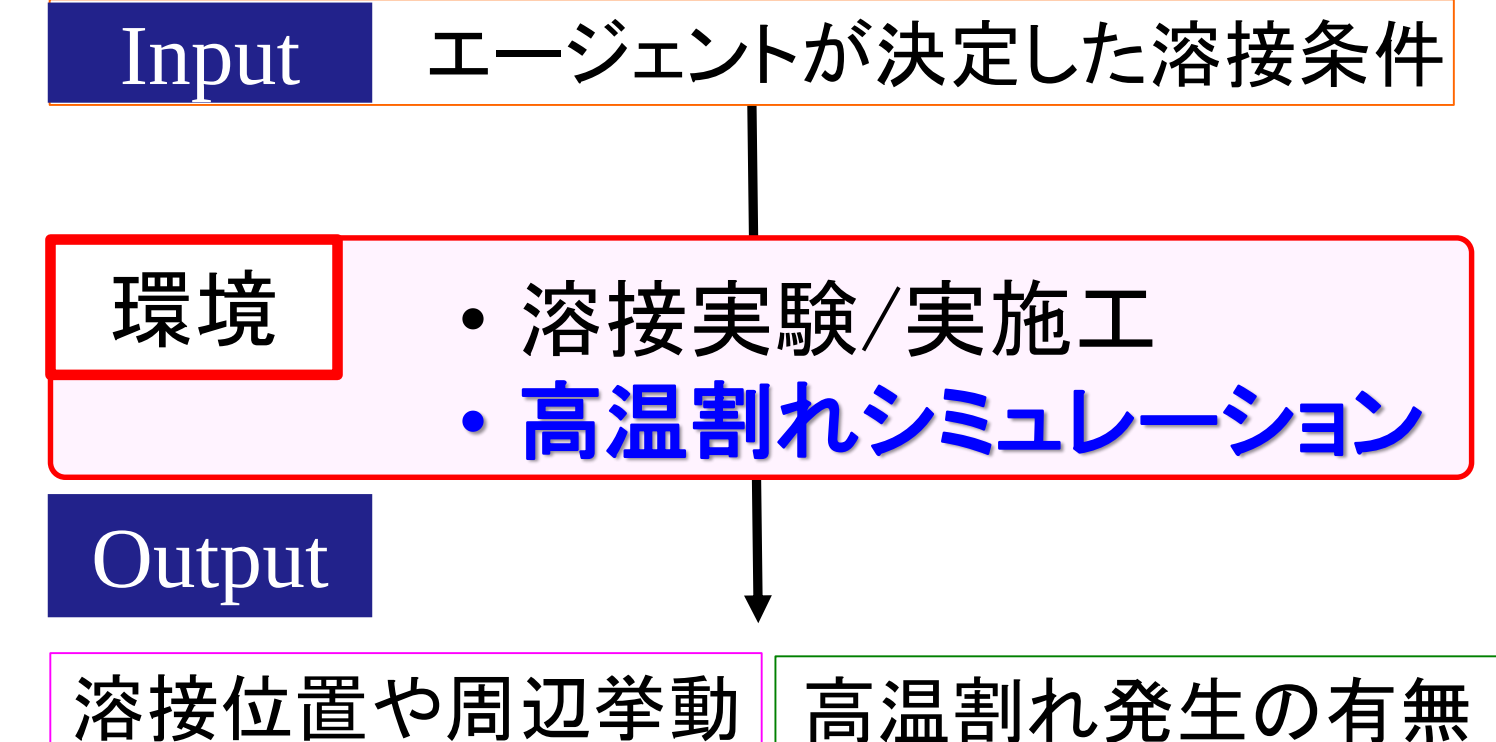
AI強化学習

AI強化学習



AI強化学習

学習に必要な環境

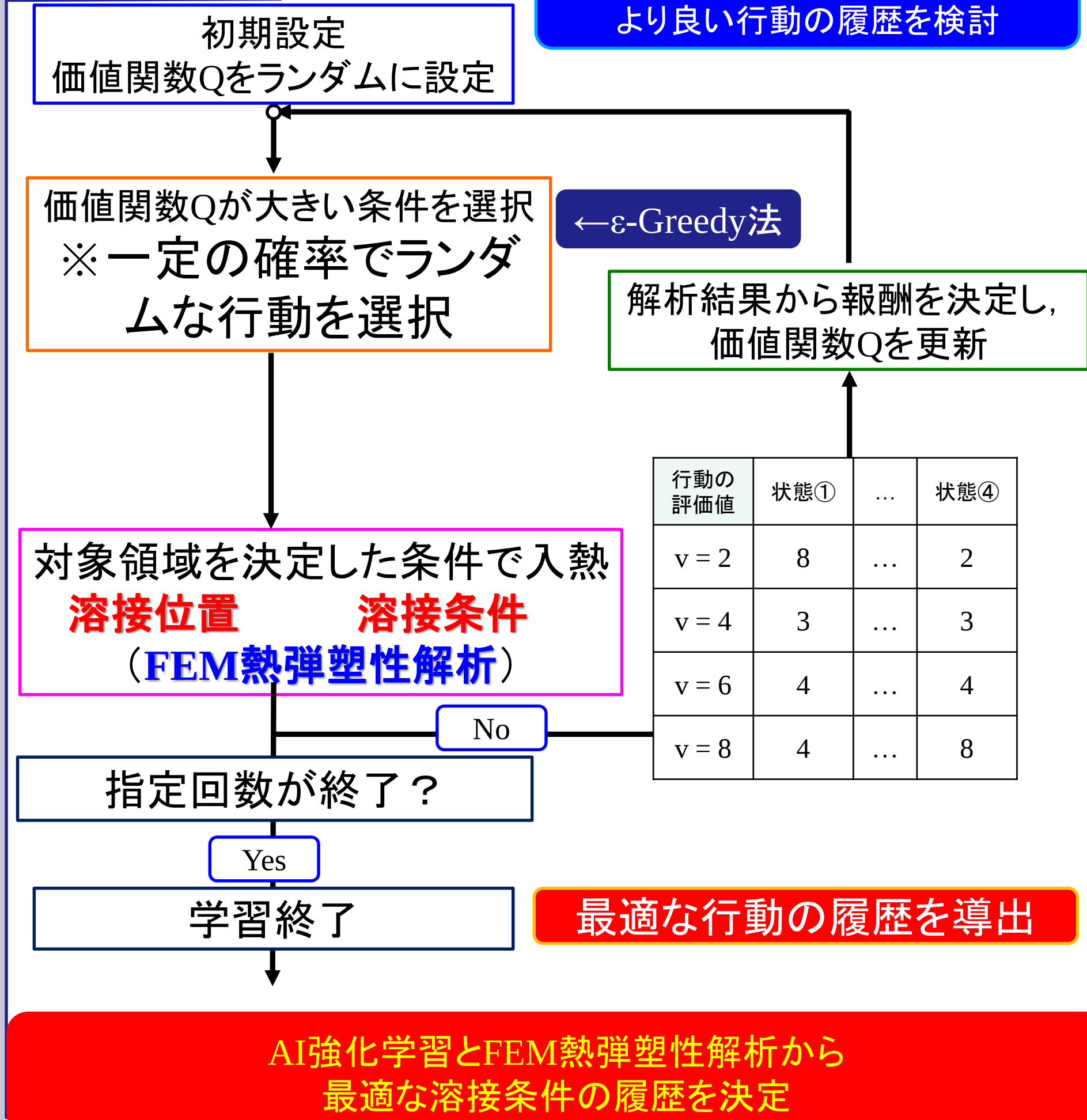


数値解析を用いた検討

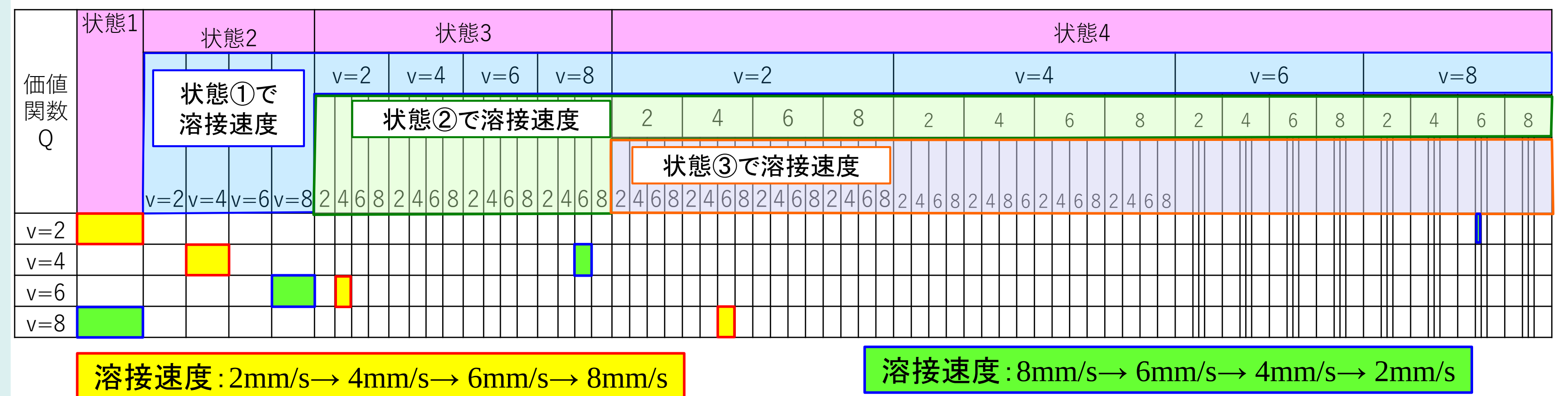
- ✓ 複数の条件を検討可能
- ✓ 実験と比較して低コスト
- ✓ 溶接過渡現象を可視化

AI高温割れ防止システムの概要

AI強化学習



Q学習

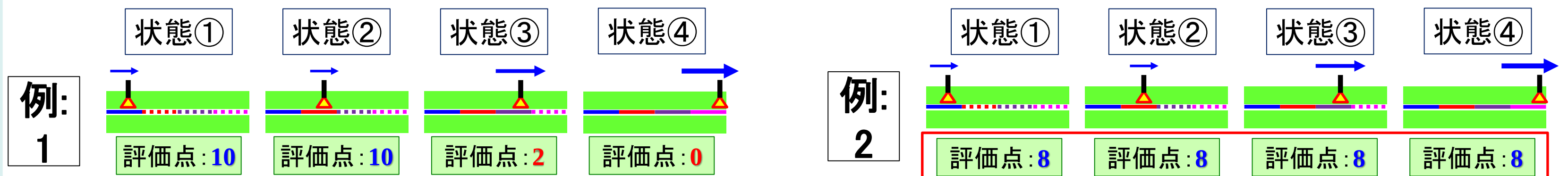


価値関数Q

$$Q(s(t), a(t)) \leftarrow (1 - \alpha) Q[s(t), a(t)] + \alpha \left\{ r + \gamma \sum_{i=t+1}^{t_{end}} \beta_i \max [Q(s(i), a(i))] \right\}$$

現在の行動価値 現在の行動価値 行動の瞬時報酬 未来の行動価値

α : 学習率 β_i : 割引率 γ : 割引率 $\max[Q(s(t+1), a(t+1))]$: 行動a(t+1)による見込み(期待値)の最大値



未来に悪い評価が起こる行動の期待値は、小さくなる。

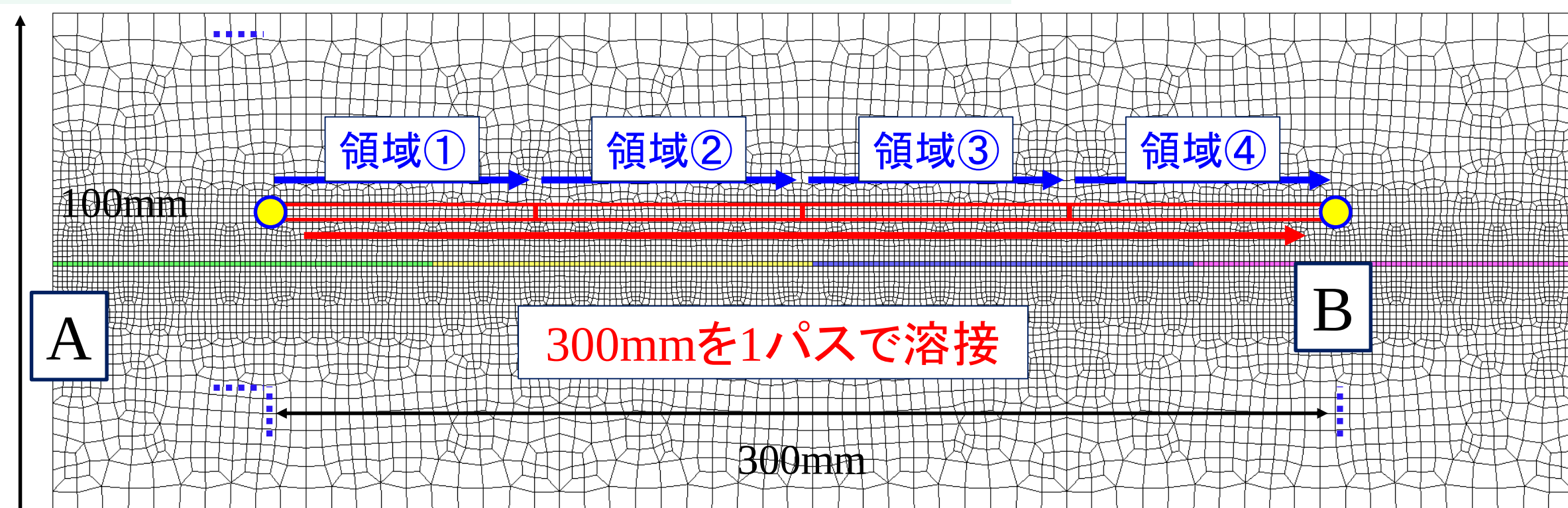
最終的な報酬を最大化する行動の履歴を導出可能

適用結果

解析モデル

- 【最適化対象】
- 溶接終端300mm
- 溶接条件 = 4条件
- 条件選択領域 = 4ヶ所
- $4^4 = 256$ 通り

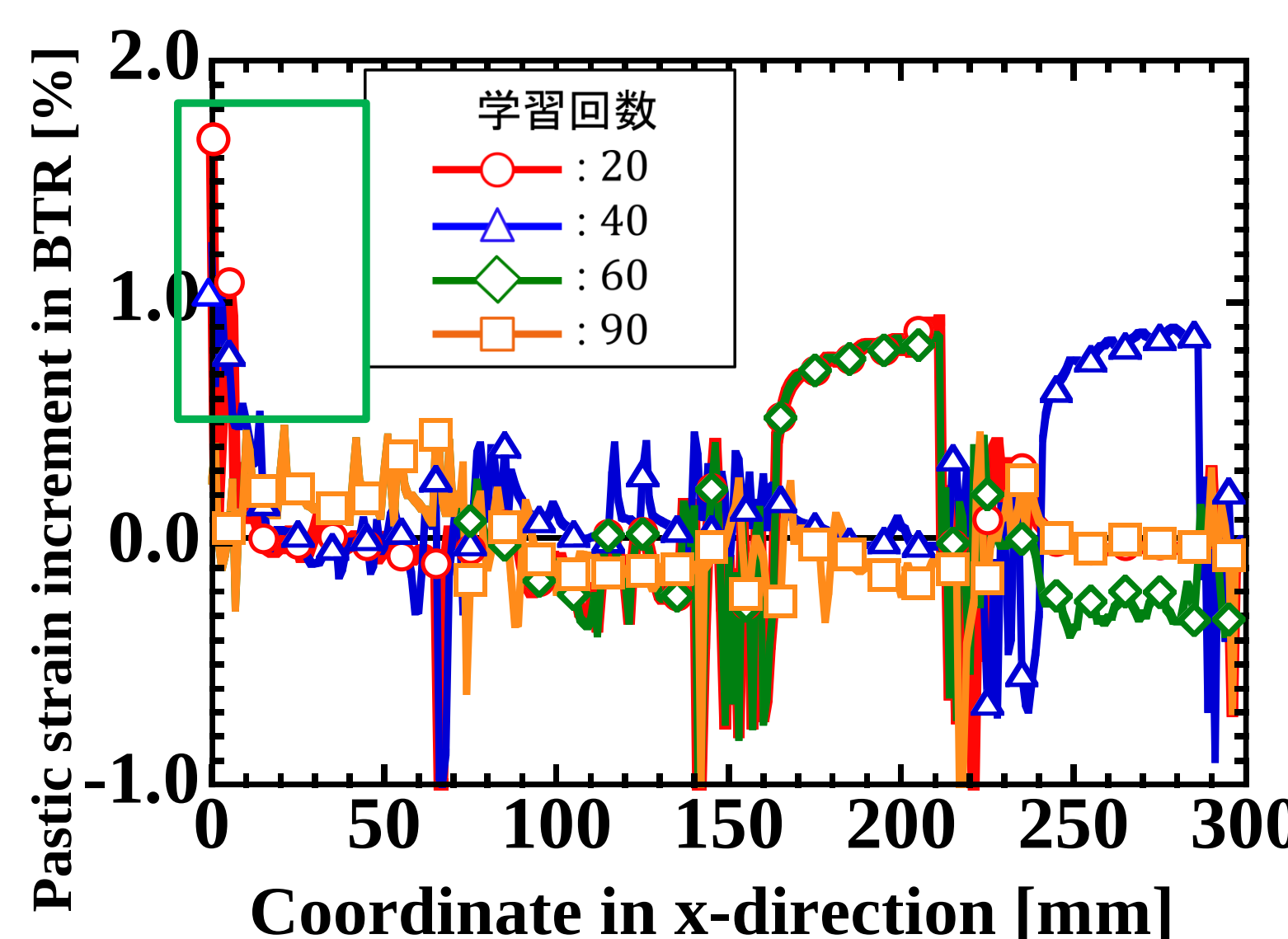
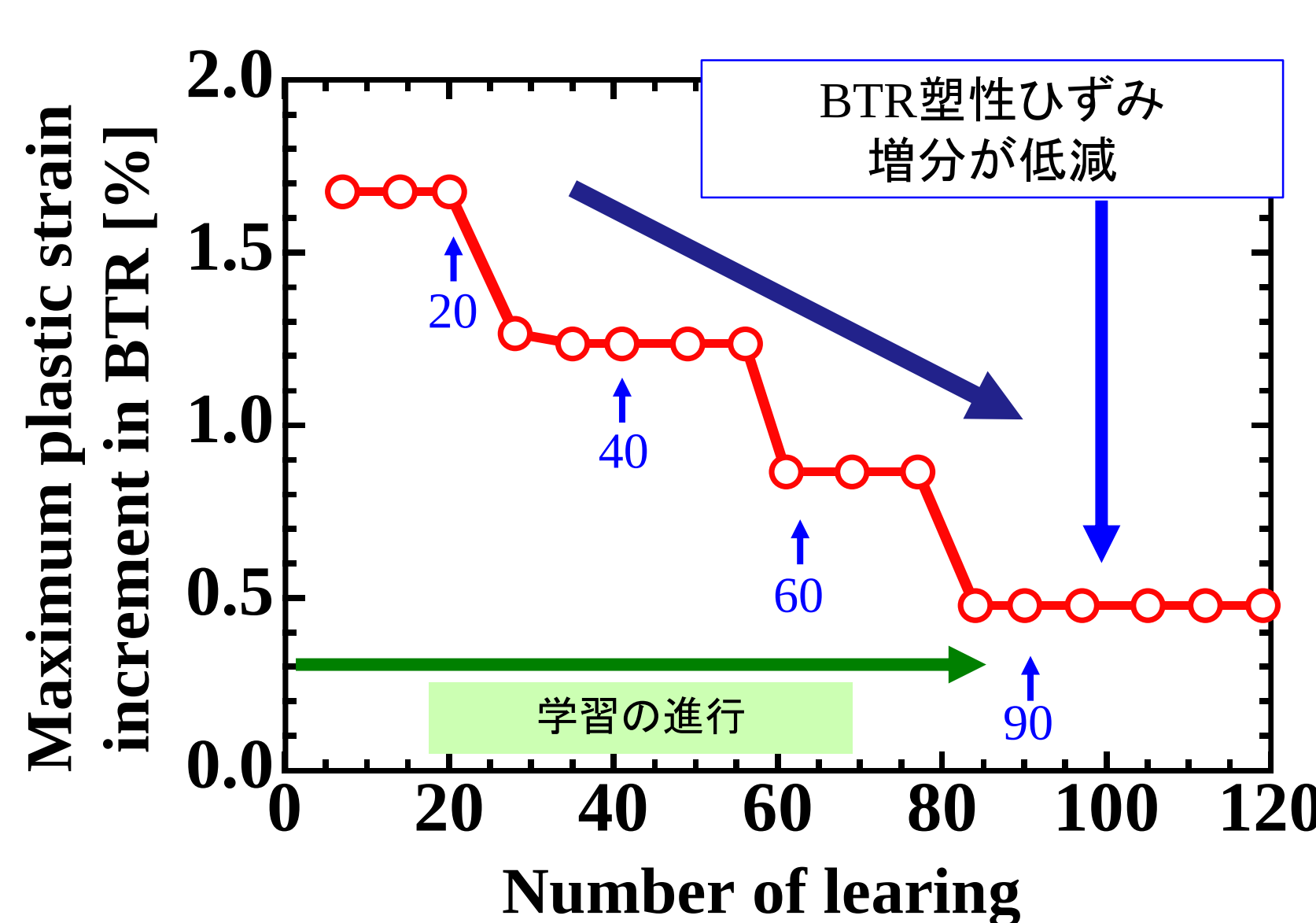
溶接条件	
入熱量	溶接速度
60.0 J/mm (一定)	2.0 mm/s
	4.0 mm/s
	6.0 mm/s
	8.0 mm/s



学習回数	状態①	状態②	状態③	状態④	BTR塑性ひずみ増分
20	6mm/s	8mm/s	4mm/s	2mm/s	[Color bar]
40	8mm/s	2mm/s	2mm/s	6mm/s	[Color bar]
60	2mm/s	8mm/s	4mm/s	8mm/s	[Color bar]
90	2mm/s	6mm/s	6mm/s	2mm/s	[Color bar]

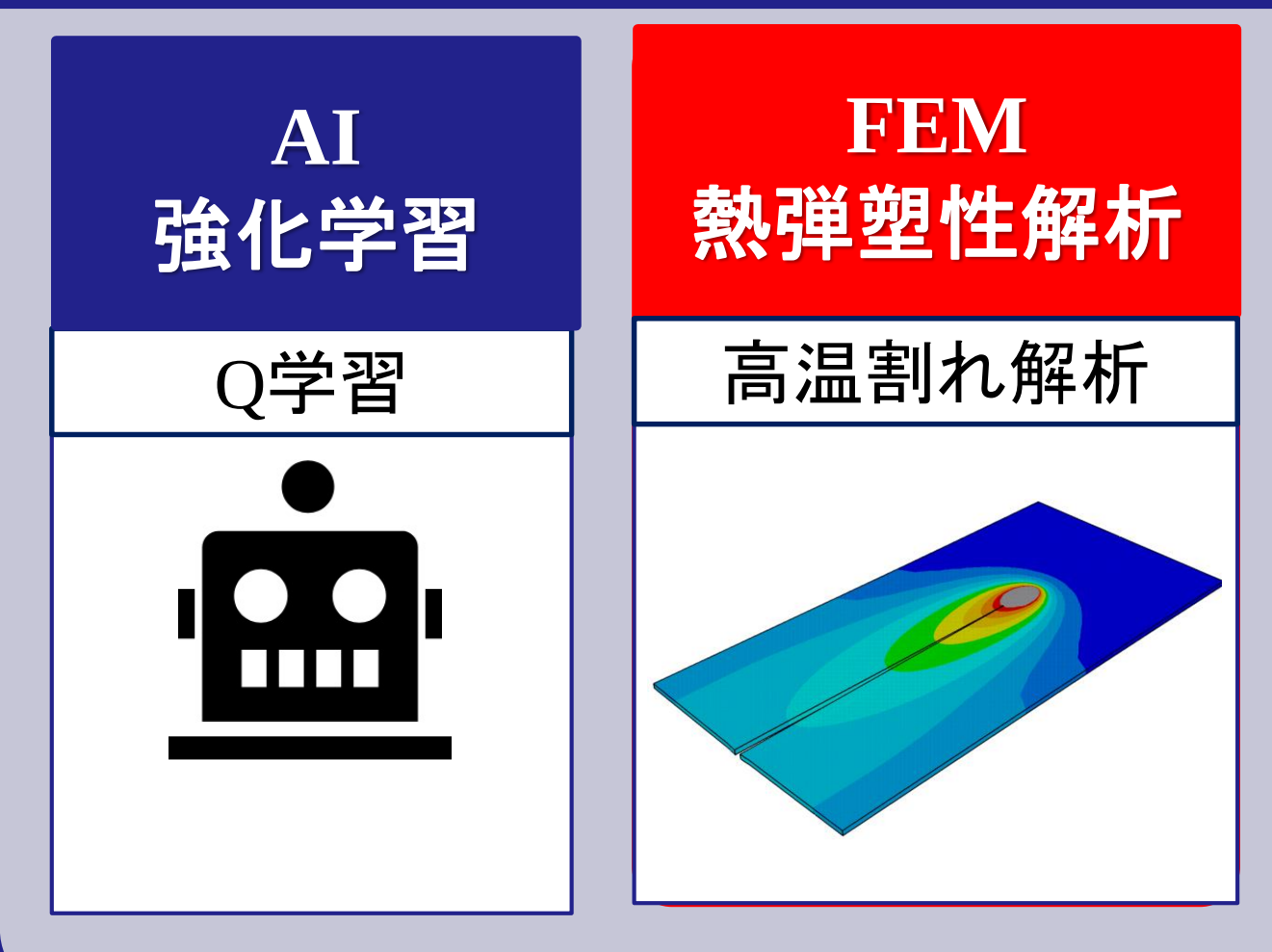
- 溶接速度と始端部の速度が大きい場合は高い引張りのBTR塑性ひずみ増分が発生
- 学習が進むにつれて、溶接線全域のBTR塑性ひずみ増分が低減

提案システムの有用性を確認



まとめ

AI高温割れ防止システム



【目的】
高温割れを防止する

【最適化】
溶接速度履歴

実施工で利用可能な
最適溶接条件を決定し
高温割れを防止する

結論

本研究では、AI強化学習とFEM熱弾塑性解析を用いた高温割れ防止システムを構築し、突合せ溶接解析に適用することで、その有用性について検証した。その結果、本システムを用いることで溶接部に生じる高温ひずみを低減する溶接条件履歴の導出が可能であることを示した。