

外界情報を常時監視し、 レーザー光照射条件を適応制御

日本原子力研究開発機構

敦賀総合研究開発センター

レーザー・革新技术共同研究所

レーザー応用研究グループ

グループリーダー 村松 壽晴

2019年11月26日

従来技術とその問題点

レーザー光を熱源とした切断では、様々な材質、厚みなどに的確に対応できるように、予め切断対象物の情報を入手し、照射条件などを規定しておくことが重要であるが、

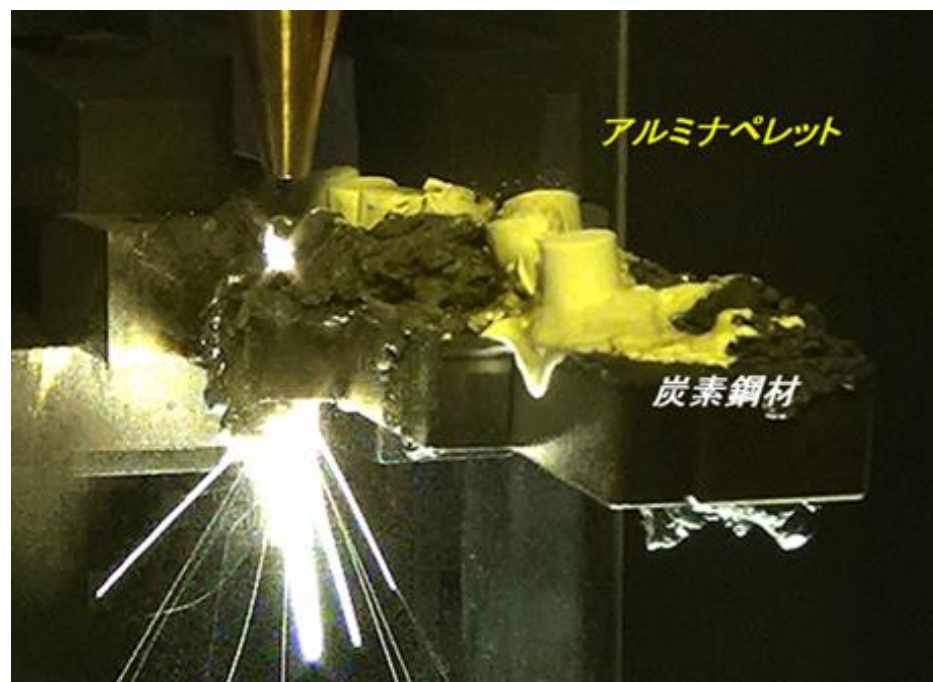
福島・燃料デブリのように形状や材質が不定、数値計算を行う場合、膨大な計算時間を要求等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴(1/2): 動画

切断対象物に関する外界情報(形状、材質、切断性能など)を監視し、レーザー照射条件などを状況に応じて自動で制御する機能(適応制御)の実現



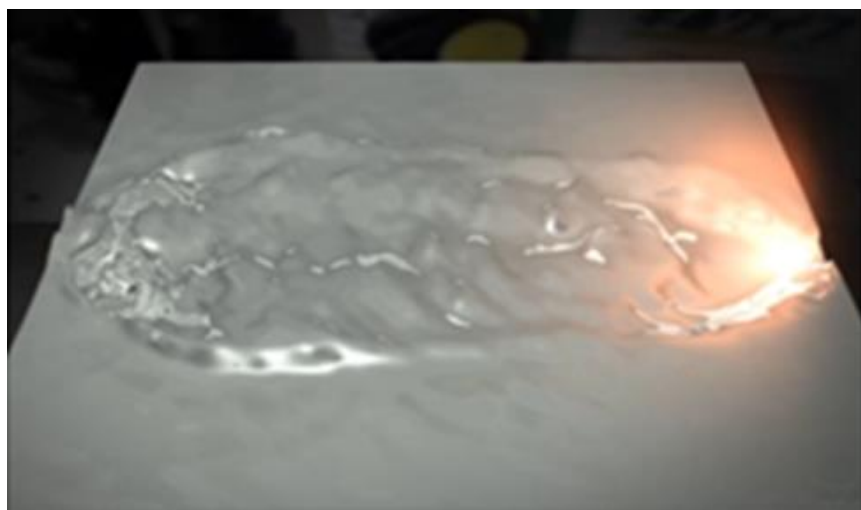
適応制御系のシステム構成



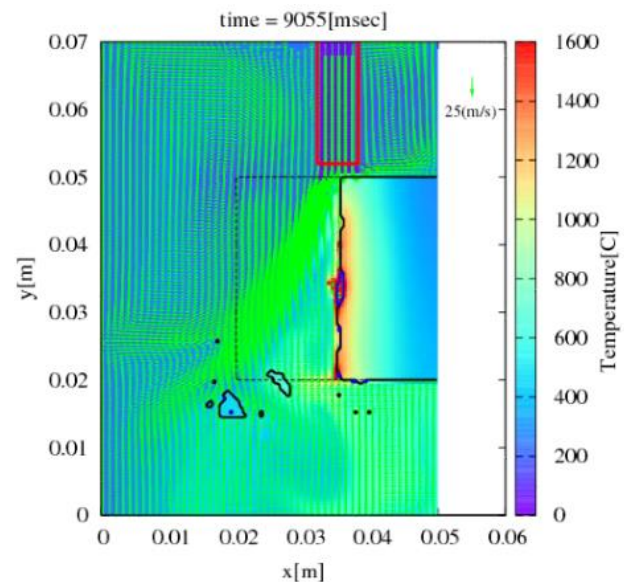
気中環境におけるレーザー溶断・破砕試験

新技術の特徴(2/2): 動画

レーザー加工時に生じる固体金属の溶融・凝固挙動を、汎用計算機により、レーザー光照射開始から加工終了までの全過程を評価し、照射条件を予め規定可能な計算コード(SPLICE)を開発



レーザー溶接シミュレーション結果



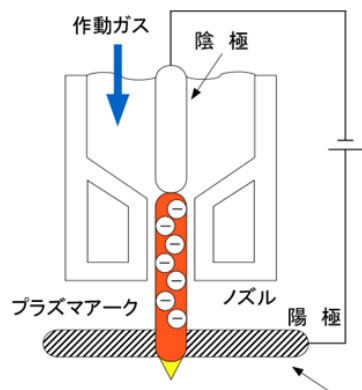
厚板金属レーザー溶断シミュレーション結果

従来技術との比較

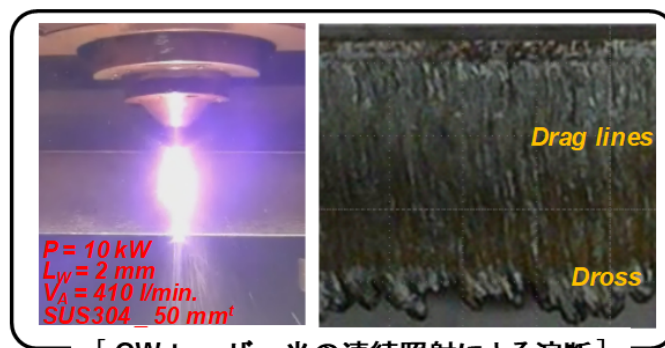
適応制御機能により、加工対象物の形状、材質などを予め用意しておく必要がなく、また常に適切な切断性能を維持することができることから、福島・燃料デブリなどの処理にも適用可能

SPLICEコードにより、レーザー加工の要求仕様を満足するレーザー照射条件の事前評価ができることから、加工に係る適切な条件の可視化を通じた新製品開発期間の短縮が可能

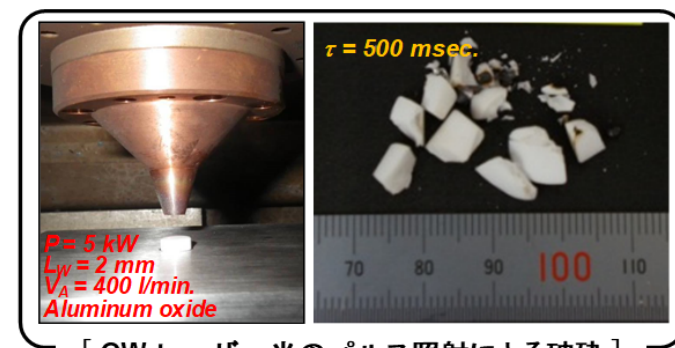
競合技術との比較(切断)



プラズマアーク(熱的切断)

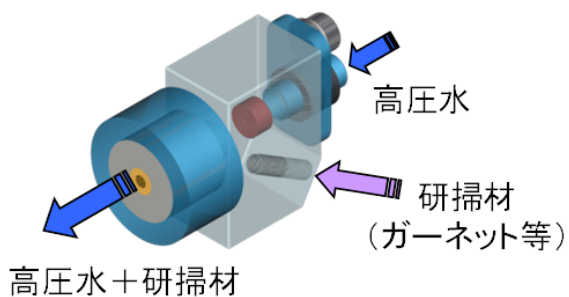


[CWレーザー光の連続照射による溶断]



[CWレーザー光のパルス照射による破碎]

レーザー光(熱的切断)



AWJ(機械的切断)

| | プラズマアーク (熱的切断) | AWJ (機械的切断) | レーザー光 (熱的切断) |
|------------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 金属材料の切断 | ○ | ○ | ○ |
| セラミックス材料の切断 | × | ○ | ○ |
| 二次廃棄物量 | 大(ドロス) | 大(水、研掃材) | 少 |
| クローズドスペース 内に隔離しての切断 | 不可 | 不可 | 可 |
| 装置整備費用 | ○ | △ | × |

想定される用途(1/2)

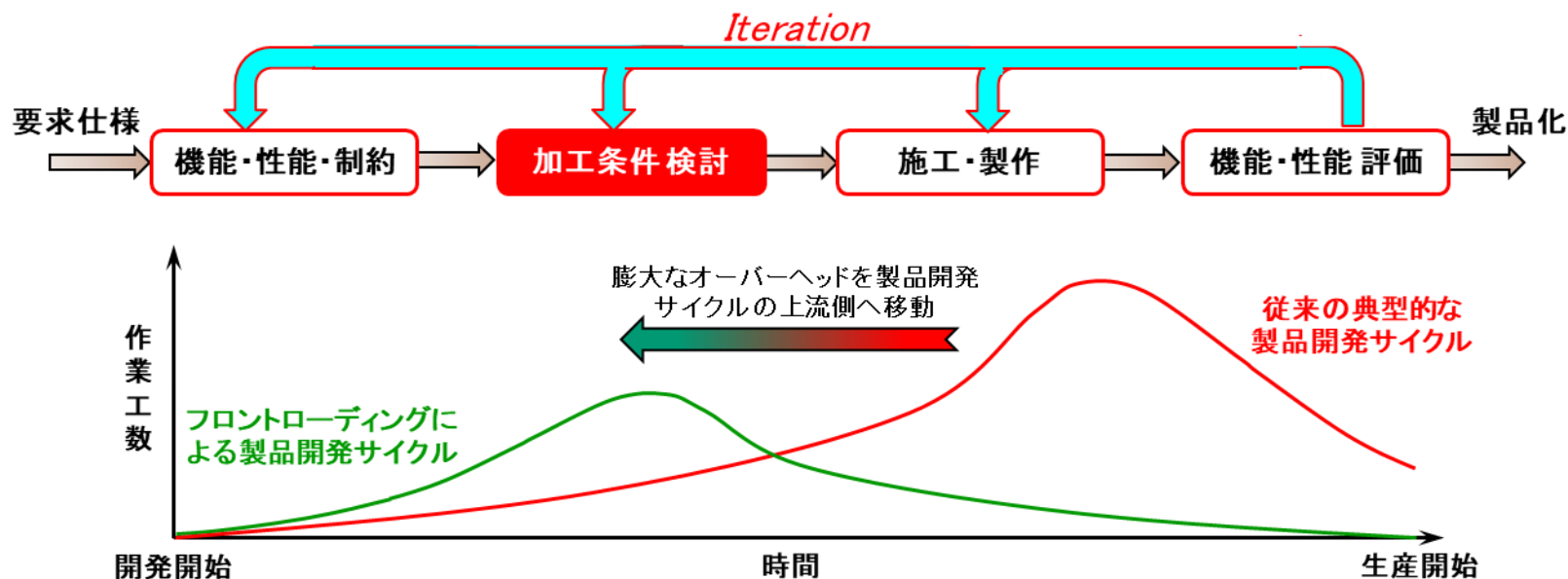
レーザー切断プロセスをロボットシステムと連動させることにより、福島・燃料デブリなどを含む放射性物質の処理・処分

鉛、水銀などの毒性物質を含む機器の解体、アスベストなどの発がん性物質を含む構造体の解体、粉塵の発生を伴う鉄筋コンクリート構造物の解体

想定される用途 (2/2)

レーザー光を利用する溶接、溶断、穿孔、金属光造形、コーティングなどの加工プロセス

- ・多品種少量生産を指向するレーザー加工分野での製品開発期間の短縮
 - 試作・設計変更の削減、加工条件の効率的な設定、早期問題抽出・



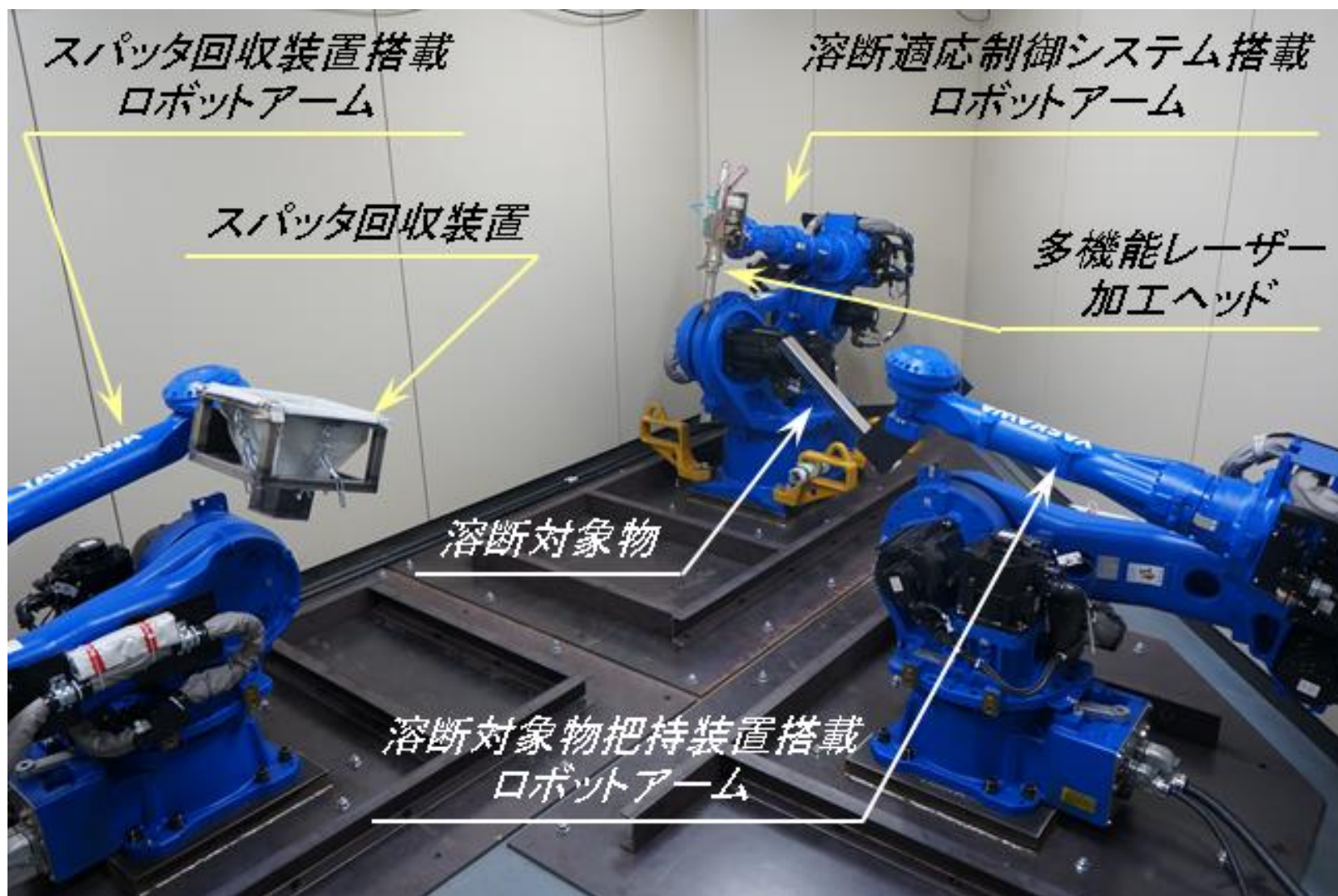
SPLICEコードをデジタルモックアップ装置としたフロントローディング

実用化に向けた課題(1/3)

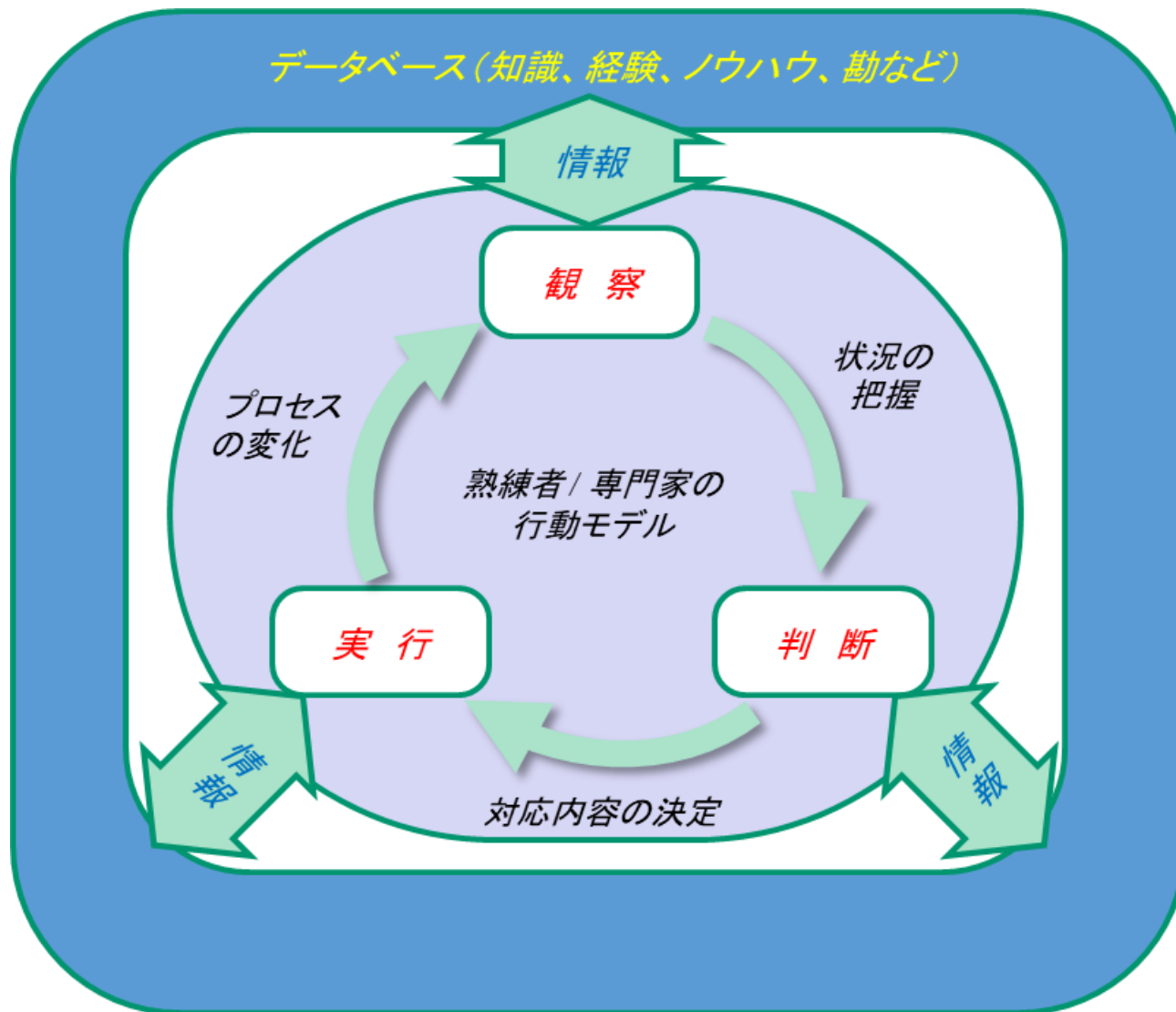
適応制御機能については、複数の多自由度ロボットとの協調制御の実現、ロボットビジョンとの連携などによる更なる利点の追及(ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点の活用)

SPLICEコードについては、知識処理技術を用いたユーザビリティ向上などによる更なる利点の追及

実用化に向けた課題(2/3): 動画



実用化に向けた課題(3/3)



適応制御戦略の高度化

- ✓ 常識推論、定性推論
- ✓ 制御性能自己評価
- ✓ 学習機構

SPLICE 評価機能の高度化

- ✓ 数値/知識データ融合処理
- ✓ GUI 自律制御

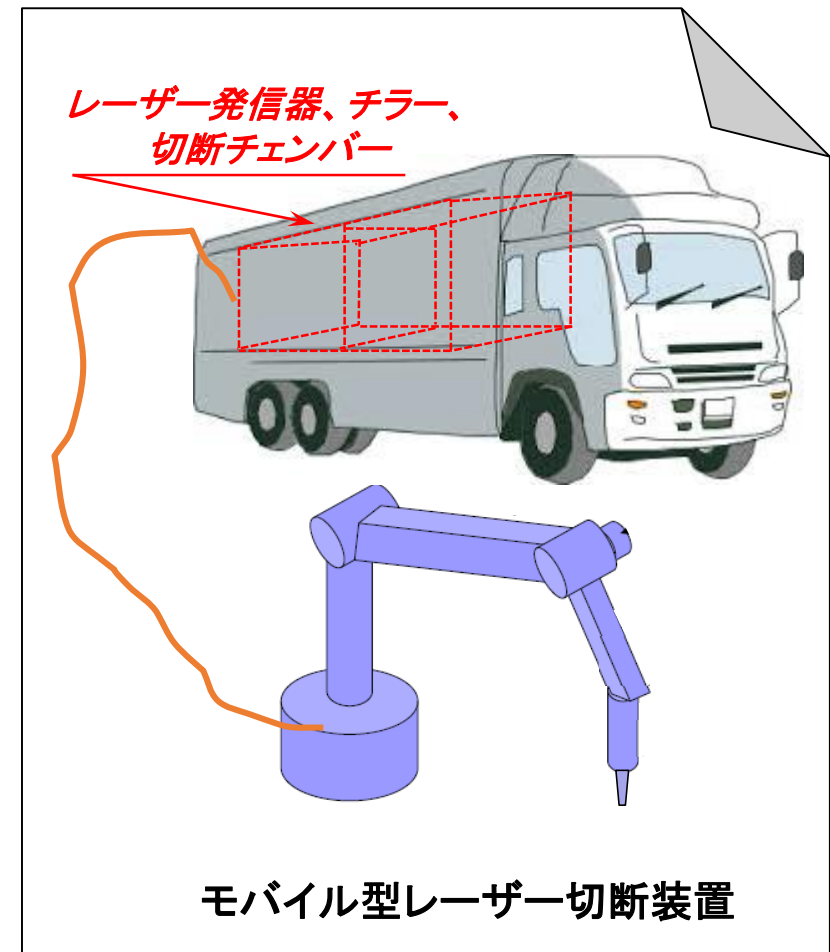
- ✓ 初期条件設定の煩雑さ排除
- ✓ 溶断材料特性の依存性の排除
- ✓ 溶断加工プロセスのブラックボックス化

- ✓ 入力データ設定の煩雑さ排除
- ✓ 数値解析結果の解釈支援
- ✓ 数値解析プロセスのブラックボックス化

企業への期待

適応制御機能については、将来的にモバイル型レーザー切断装置を用いた原子炉廃止措置、社会インフラ補修ビジネスなどの立上げ

SPLICEコードについては、モデル改良、受託解析、コード販売、ユーザーサポートなどを行うビジネスの立上げ



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : レーザー光を用いた溶断・
破砕適応制御装置
- 出願番号 : 特願2014-016086
- 特許番号 : 特許第6265417号
- 特許権者 : 日本原子力研究開発機構、
(株)スキノマシン、(株)レーザックス
- 発明者 : 村松壽晴、山田知典ほか

お問い合わせ先

**日本原子力研究開発機構
研究連携成果展開部**

TEL : 029-284-3420

FAX : 029-284-3679

e-mail : seika.riyou@jaea.go.jp