



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

分子科学研究所

小型集積レーザー (TILA) コンソーシアムの取り組み

2019年7月18日

分子科学研究所 社会連携研究部門
プログラム・マネージャー

佐野 雄二

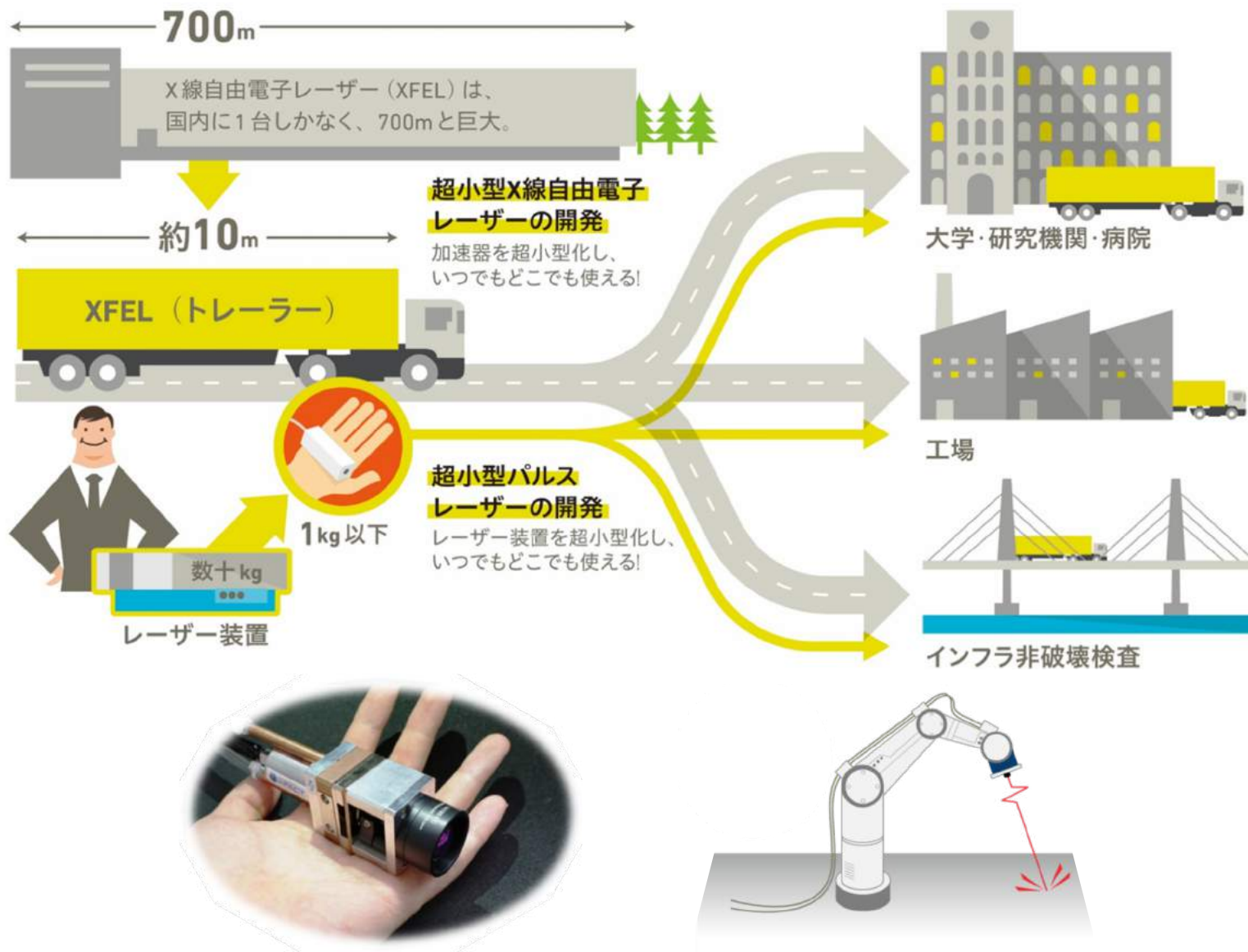
説明内容

- DFC構造小型集積レーザー（TILA）の概要
（ImPACT呼称：ハンドヘルドレーザー）

- TILAコンソーシアムの取り組み
（ImPACT → TILAコンソ）

ImPACTプログラムの構想

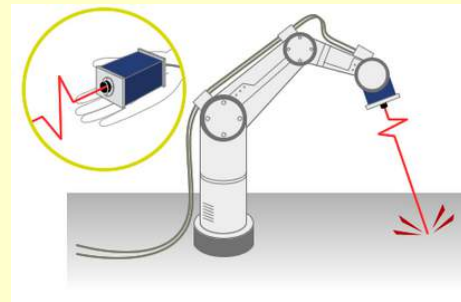
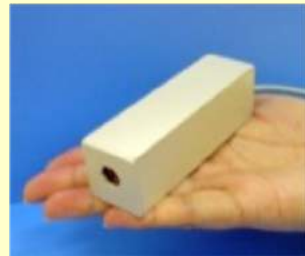
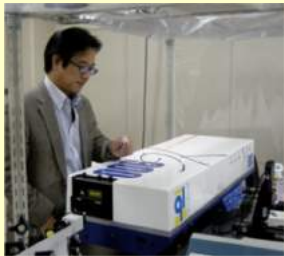
ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現



超小型パワーレーザーの開発内容

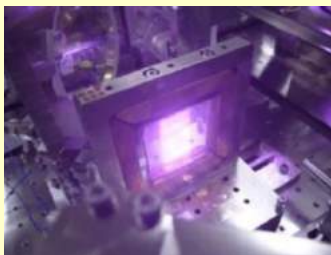
- ① ポテンシャルユーザー向け**ハンドヘルド**レーザー（小型簡便・安価）と
- ② ヘビーユーザー向け**テーブルトップ**レーザー（高スループット）を開発

■ **ハンドヘルド**： 1.06 μ m, 20mJ (100mJ)/パルス, サブns, 100Hz, 1kg



- ・低コスト化 (1/10) でポテンシャルユーザーを発掘
- ・ヘッドの超小型化 (1/100) で伝送の問題を解決、適用範囲を拡大

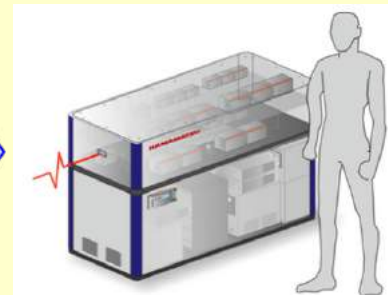
■ **テーブルトップ**： 1.06 μ m, 1J/パルス, 10~40ns, 300Hz, 1.2 \times 2.4m



レーザーセラミック



レーザーダイオード

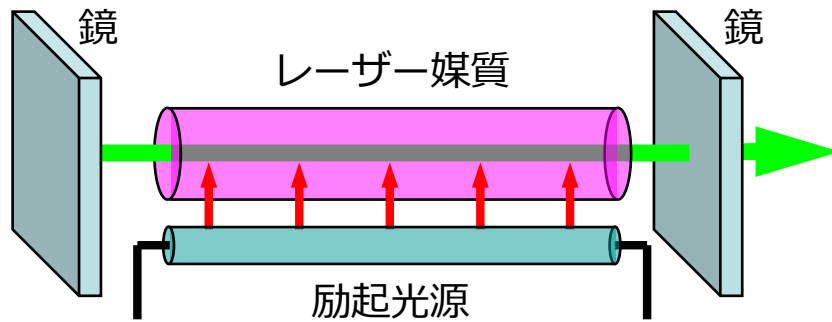


- ・クリーンルーム不要でメンテナンスフリー
- ・移動が容易
- ・1年間の連続稼働

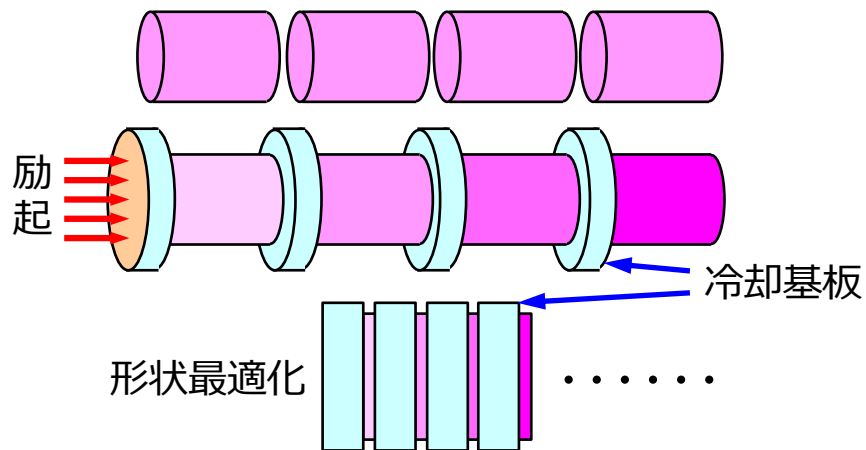
国産技術を核に、レーザーによるソリューションを展開

常温接合技術によるDFC構造の実現

- 課題：励起を強めると**レーザー媒質**が**過熱**し、破壊や性能低下が発生
- 解決策：透明な冷却基板とレーザー媒質の**常温接合技術**を開発し、排熱の効率化と大出力化を両立する新しい構造（DFC）を考案



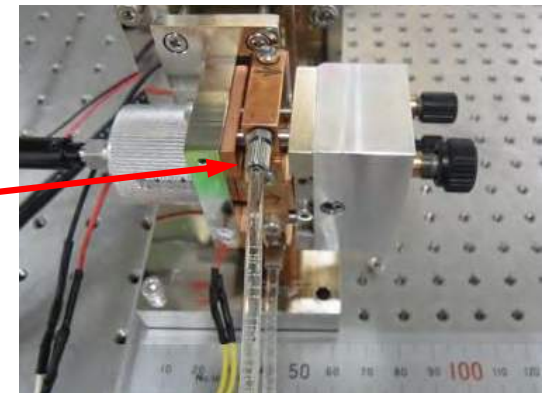
新しい構造



高出力化のためのDFC構造



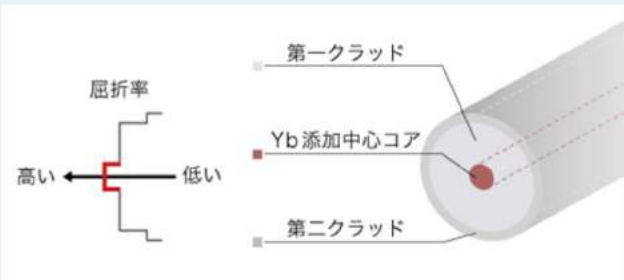
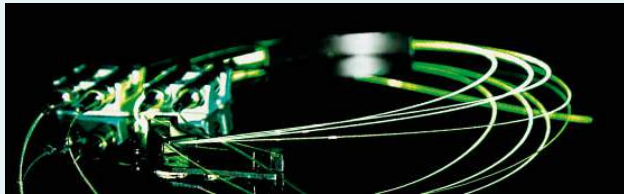
DFC構造



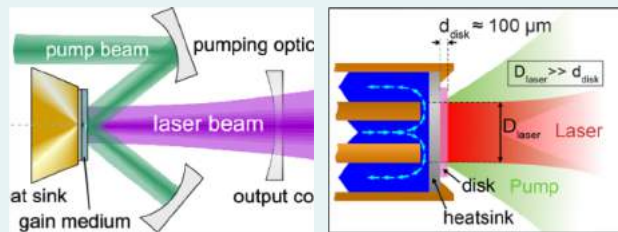
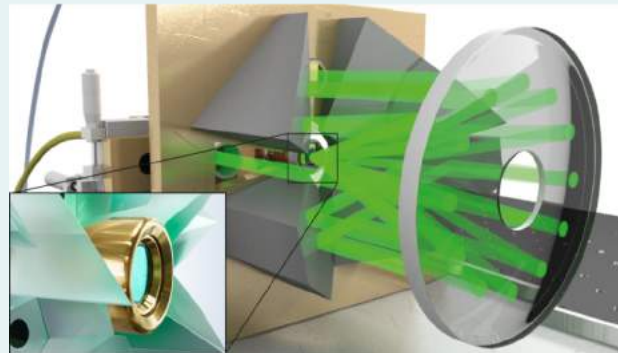
ハンドヘルドレーザー（分子研）

ハンドヘルドレーザーのベンチマーク

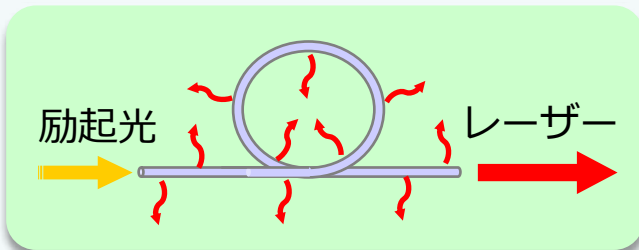
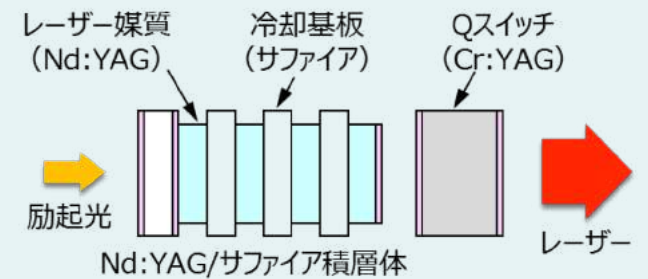
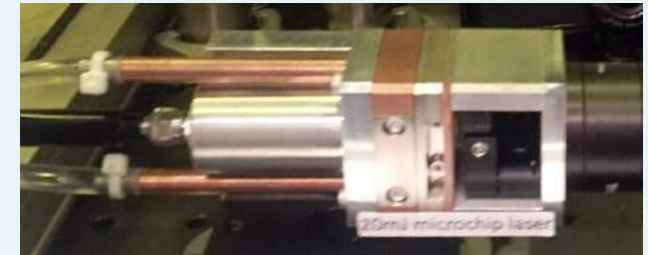
ファイバーレーザー



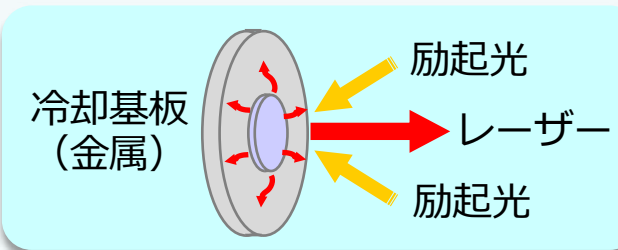
ディスクレーザー



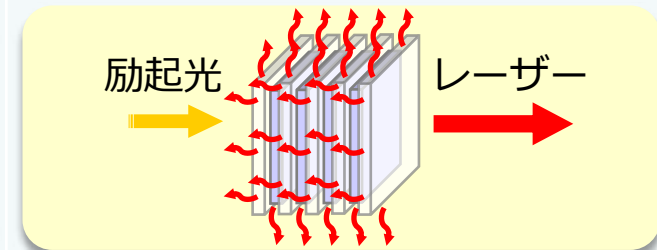
ハンドヘルドレーザー



光学系の断面積が小さいため、高いピーク出力は不可。
(利得は高いが損傷に弱い)

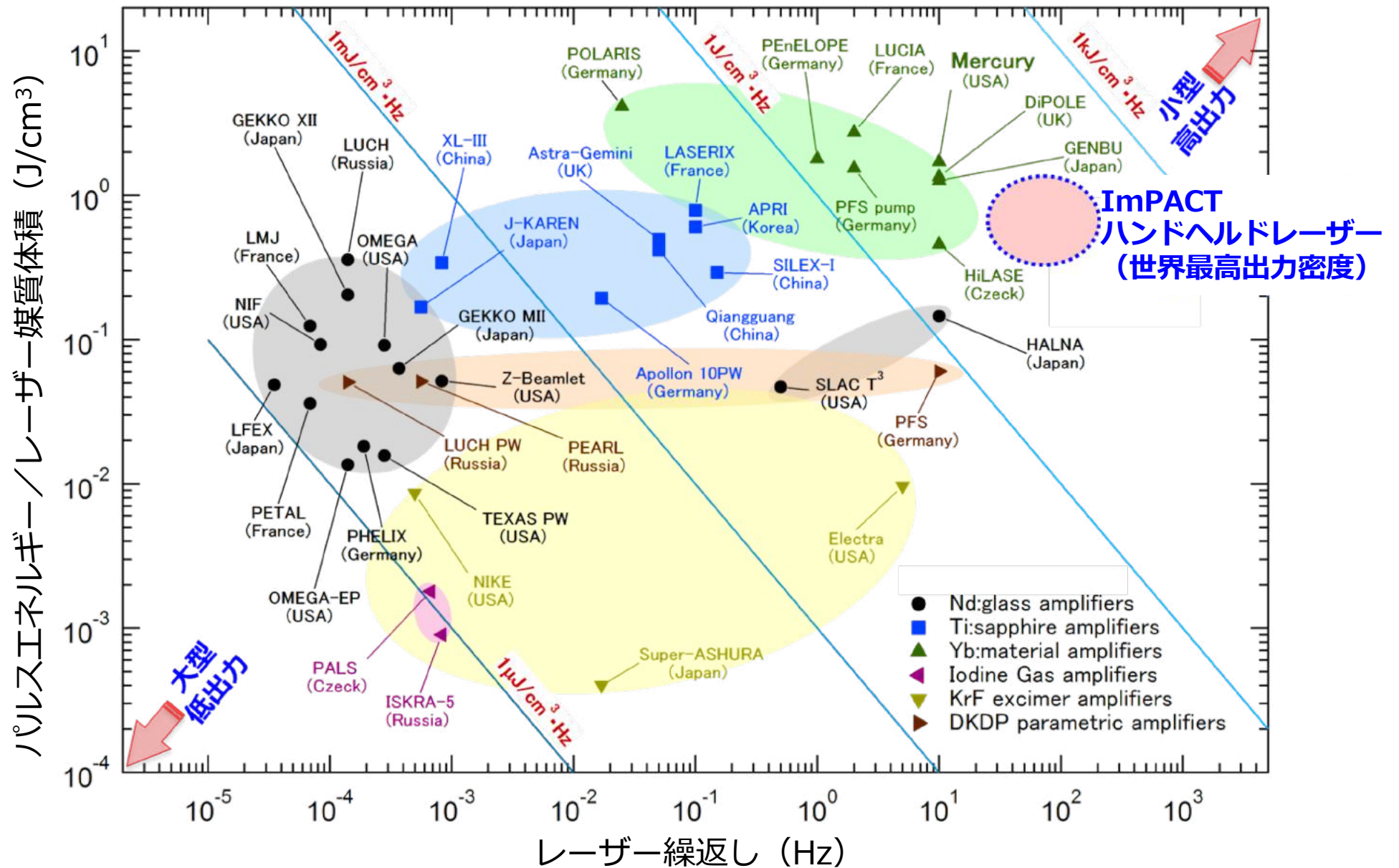


片側励起のため光学系が複雑。寄生発振が起きやすい。
(損傷に強いが利得が低い)



大断面積で高ピーク出力が可能。多段化で高出力化が容易。
(損傷に強く利得が高い)

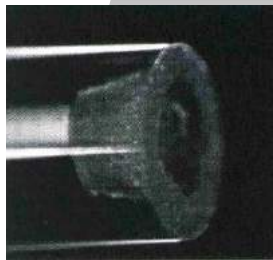
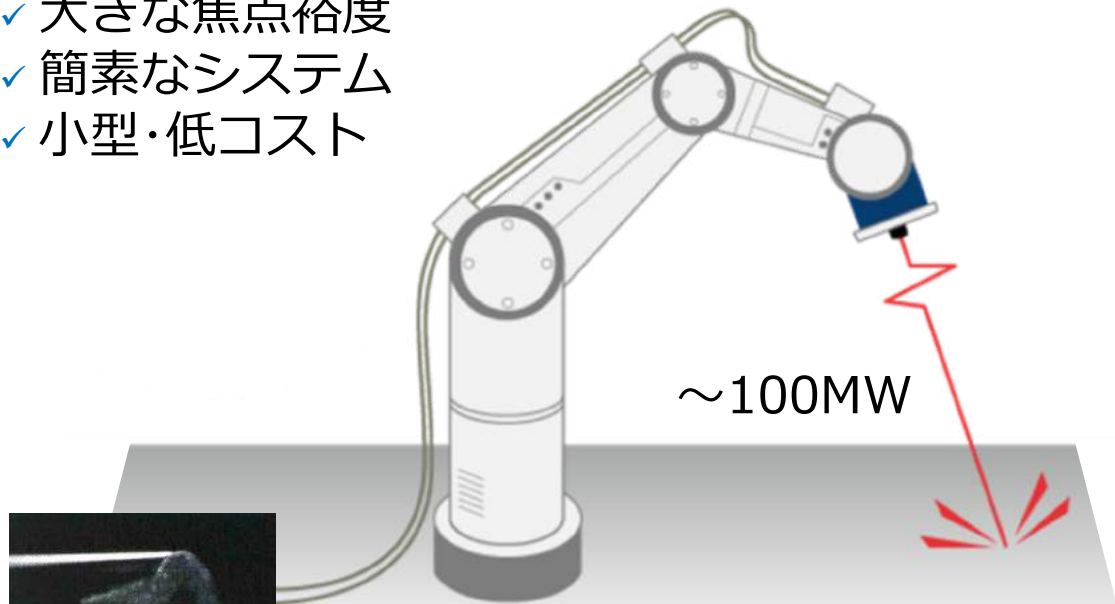
ハンドヘルドレーザーのベンチマーク



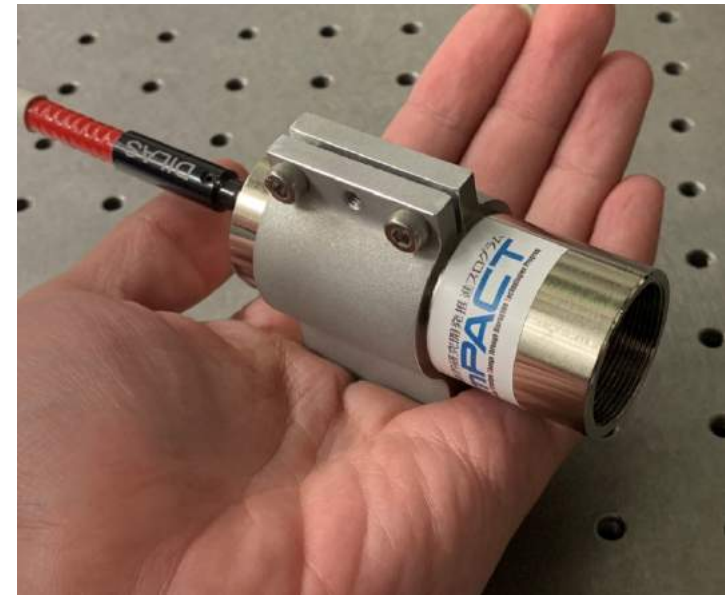
ハンドヘルドレーザーの構想実現

- ミラーや光ファイバーの損傷により、高出力パルスレーザーの伝送は困難
- 複雑な伝送光学系が不要となりシンプル ⇒ 信頼性向上・コスト低減が可能

- ✓ 伝送の問題を解決
- ✓ 大きな焦点裕度
- ✓ 簡素なシステム
- ✓ 小型・低コスト



パルスレーザーによる
光ファイバーの損傷

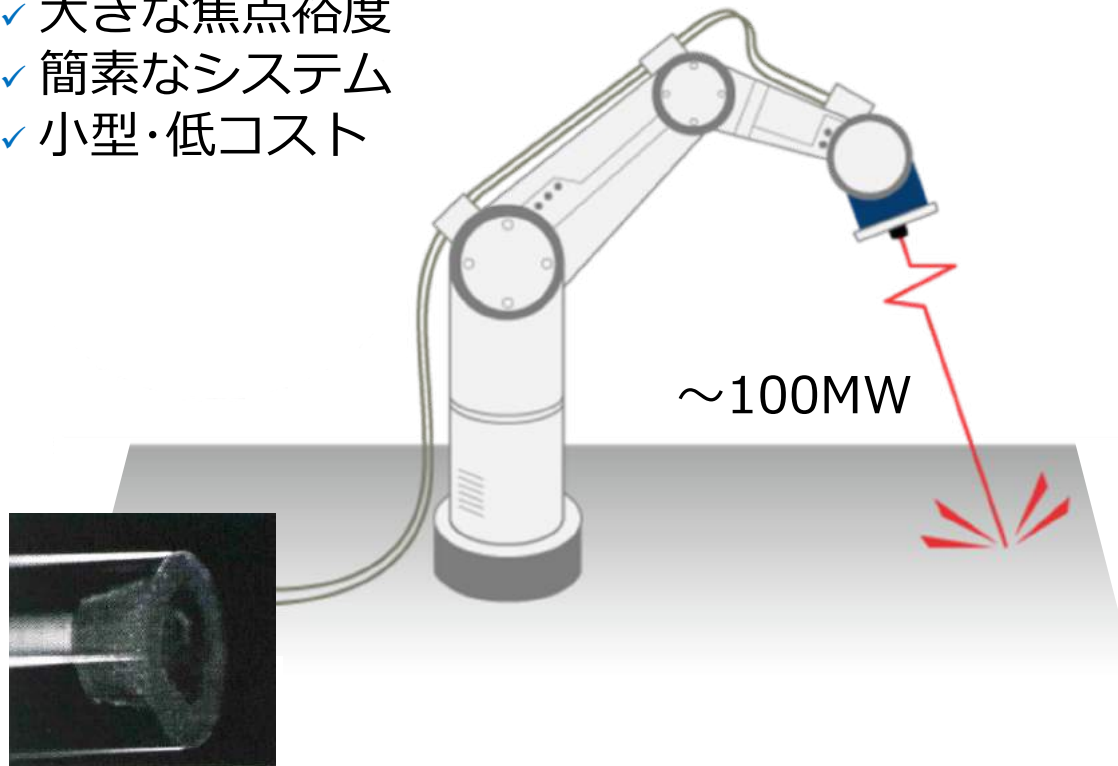


- ✓ ドローンへの搭載
- ✓ レーザー錆び取り
- ✓ レーザー超音波
- ✓ レーザーピーニング
- ✓ 肉盛り／クラッディング

ハンドヘルドレーザーの構想実現

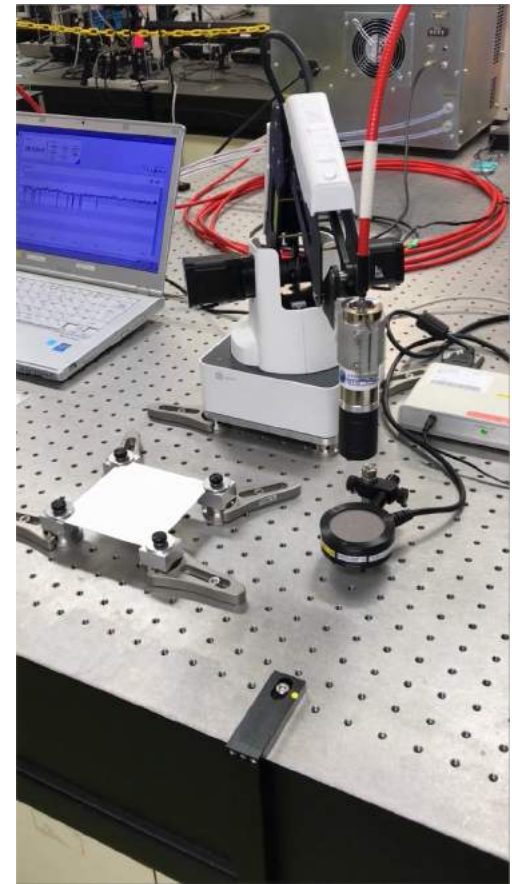
- ミラーや光ファイバーの損傷により、高出力パルスレーザーの伝送は困難
- 複雑な伝送光学系が不要となりシンプル ⇒ 信頼性向上・コスト低減が可能

- ✓ 伝送の問題を解決
- ✓ 大きな焦点裕度
- ✓ 簡素なシステム
- ✓ 小型・低コスト



パルスレーザーによる
光ファイバーの損傷

構想の
実現

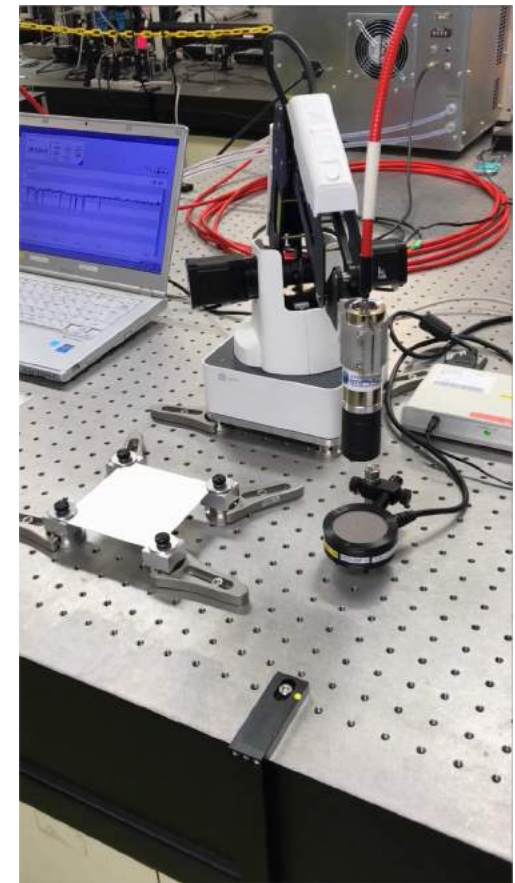


ハンドヘルドレーザーの構想実現

- ミラーや光ファイバーの損傷により、高出力パルスレーザーの伝送は困難
- 複雑な伝送光学系が不要となりシンプル ⇒ 信頼性向上・コスト低減が可能

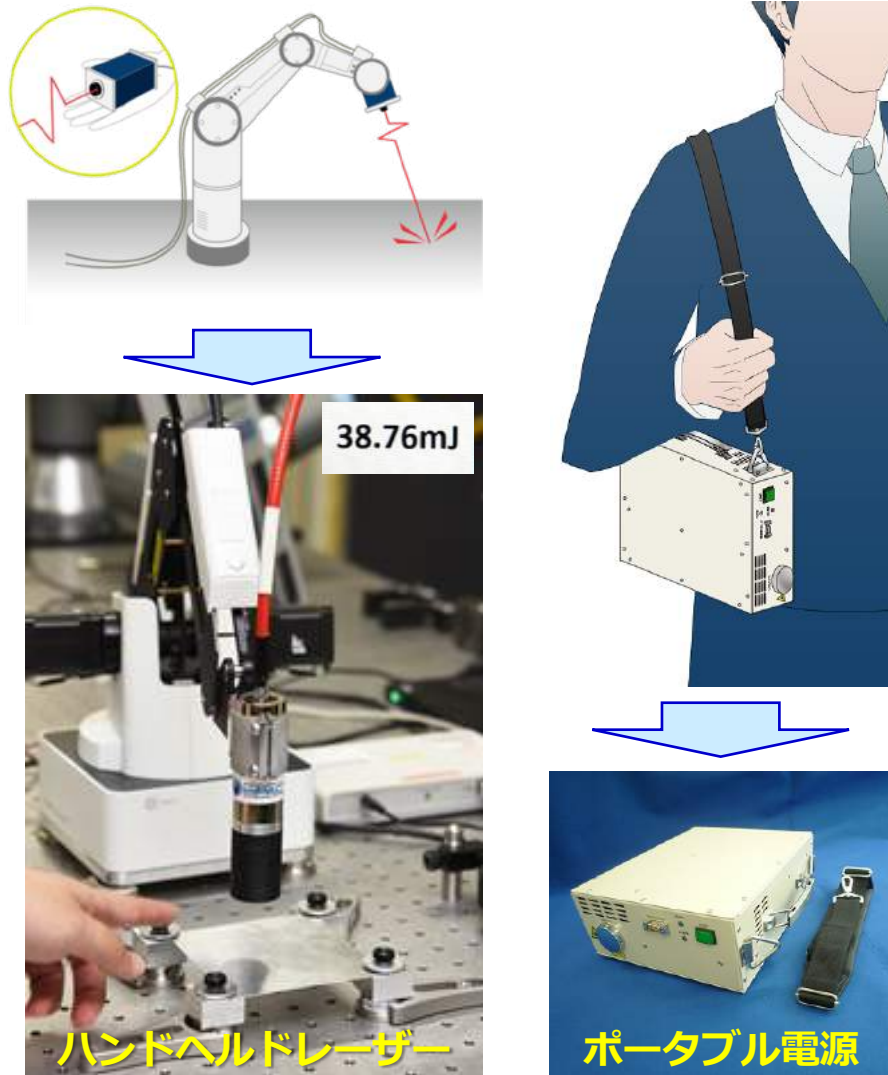


更に進化



インフラ点検・保守への応用イメージ

ハンドヘルドレーザーの概念



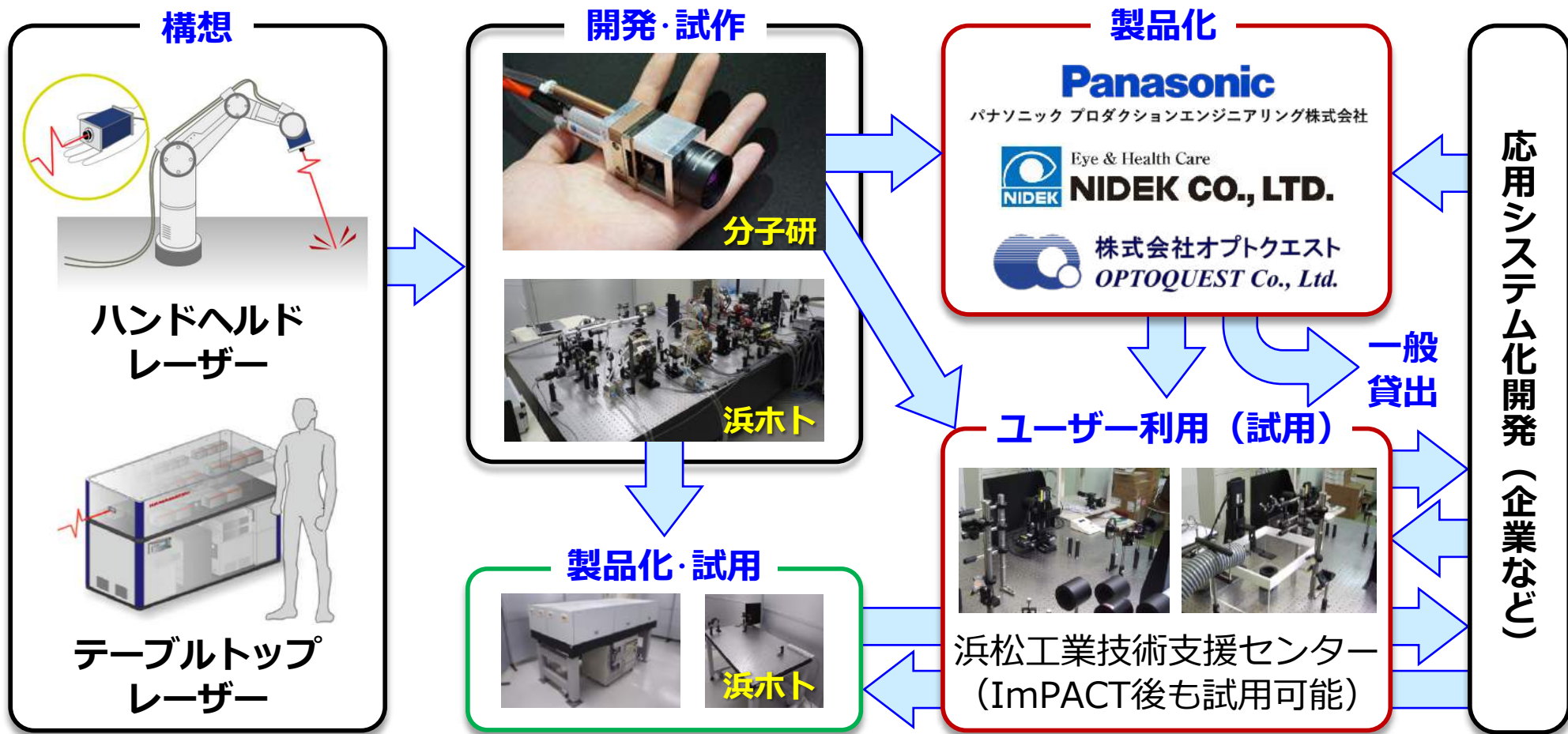
インフラ（橋梁）のメンテナンス



TILAコンソーシアムの取り組み (ImPACT → TILAコンソ)

ImPACT超小型パワーレーザーの開発・実用化戦略

高出力のパルスレーザーをいつでも・どこでも使えるよう**小型・簡便化**し、製造・インフラ保守・ヘルスケア・セキュリティー等へ展開、産業構造の転換・新産業の創出を図る



開発・試作完了を待たず、ユーザー利用・製品化・応用システム化開発を並行して推進

ハンドヘルドレーザーの製品化開発

株式会社 オプトクエスト



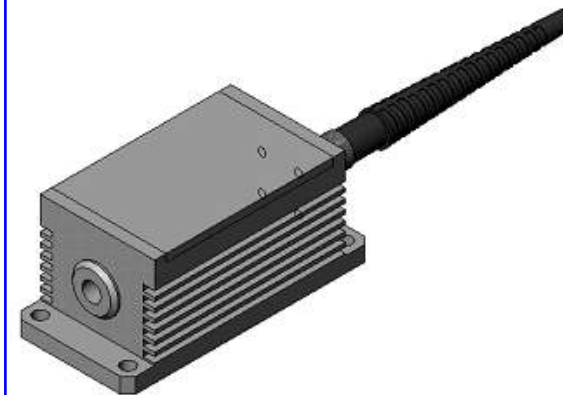
- 波長 1064 nm
- パルス幅 0.7 ns
- エネルギー ~ 4 mJ
- ピーク出力 ~ 6 MW
- 繰返し ~ 100 Hz
- 偏光特性 直線
- M²値 評価中

パナソニックPE 株式会社



- 波長 1064 nm
- パルス幅 0.4 ~ 1 ns
- エネルギー 1 ~ 4 mJ
- ピーク出力 ~ 4 MW
- 繰返し 1 ~ 100 Hz
- 偏光特性 -
- M²値 < 2

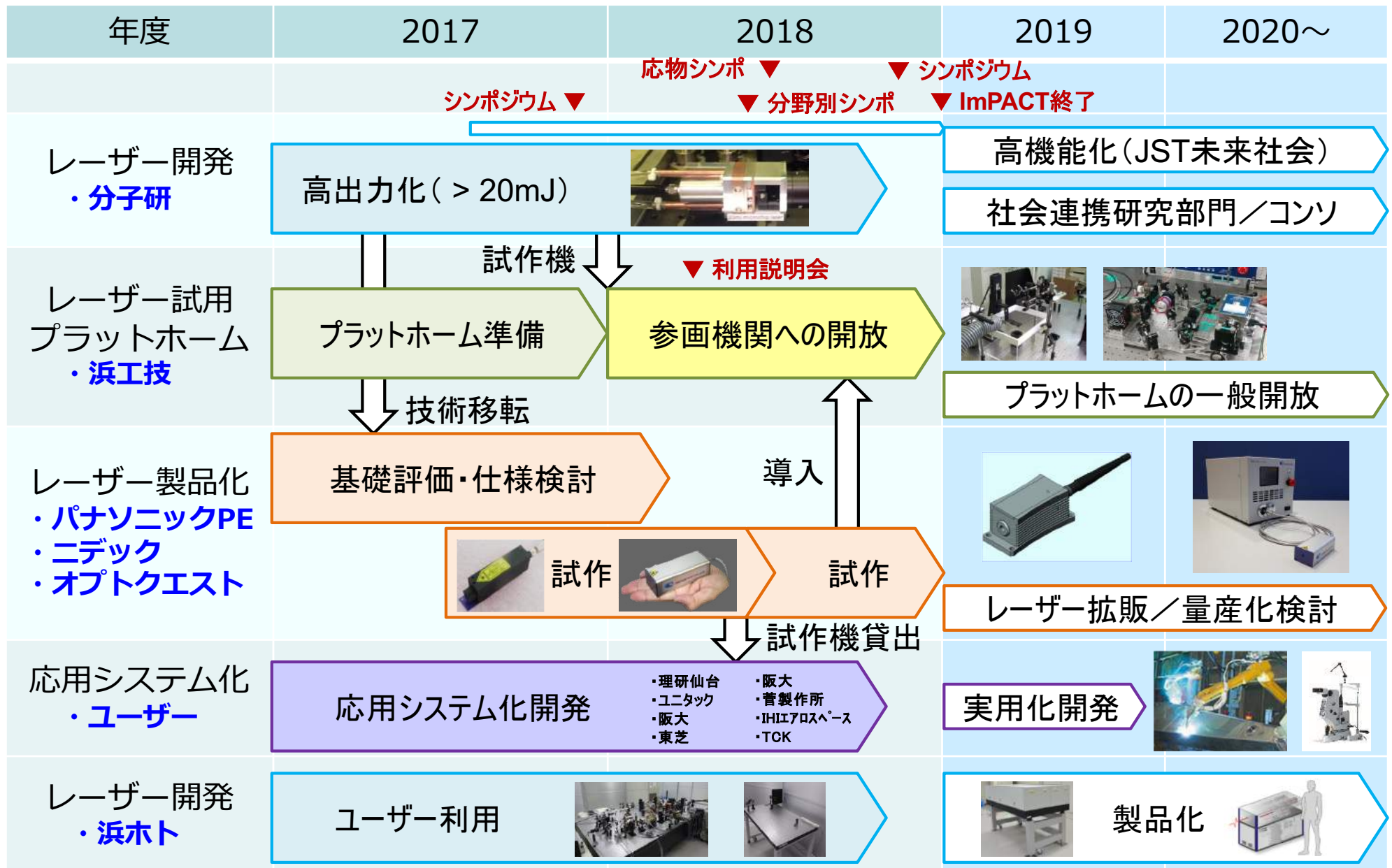
株式会社 ニデック



- 波長 1064 nm
- パルス幅 0.8 ns
- エネルギー ~ 4 mJ
- ピーク出力 ~ 5 MW
- 繰返し 20 Hz
- 偏光特性 直線
- M²値 評価中

ユーザーへ試作機貸与（無償）、試用結果を製品開発にフィードバック

ImPACT超小型パワーレーザーの全体工程



応用展開例：緑内障・後発白内障のレーザー治療

- **眼科向けレーザー手術装置**：現行のランプ励起ナノ秒レーザーを小型サブナノ秒レーザー（分子研／ニデック開発）で置換え、**低侵襲・高精度・高機能**を実現

- パルス幅が短いため手術に必要なエネルギーが低く、高精度な手術が可能

- **シングル縦モードによりプラズマが安定**

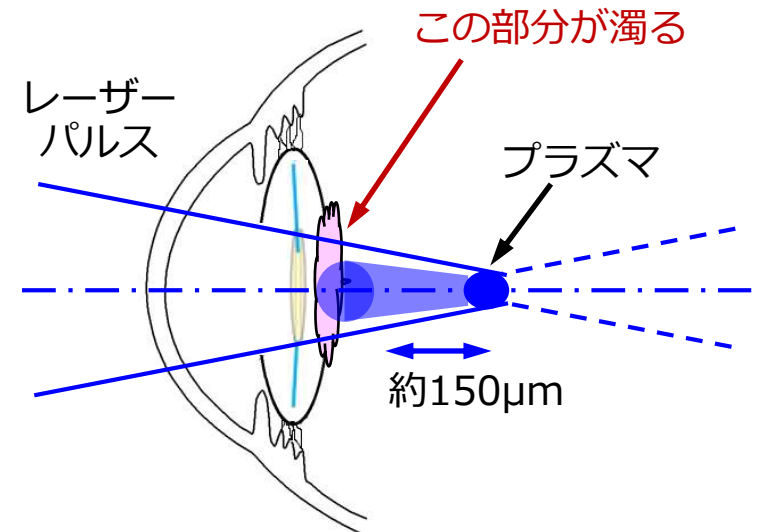
- 眼底等にダメージを与える可能性を低減

- 高繰返し化（3Hz ⇒ 20Hz）により手術時間を短縮、医師・患者の負担を軽減

- 手術装置の小型・低価格化が可能

- 販売開始：2023年度（1,200台/年）

- 世界市場：3,600台/年、140億円



後発白内障のレーザー治療

田野著「眼科レーザー治療」文光堂（2009）に加筆



レーザー手術装置（現行品）

応用展開例：緑内障・後発白内障のレーザー治療

■ **眼科向けレーザー手術装置**：現行のランプ励起ナノ秒レーザーを小型サブナノ秒レーザー（分子研／ニデック開発）で置換え、**低侵襲・高精度・高機能**を実現

■ パルス幅が短いため手術に必要なエネルギーが低く、高精度な手術が可能

■ **シングル縦モードによりプラズマが安定**

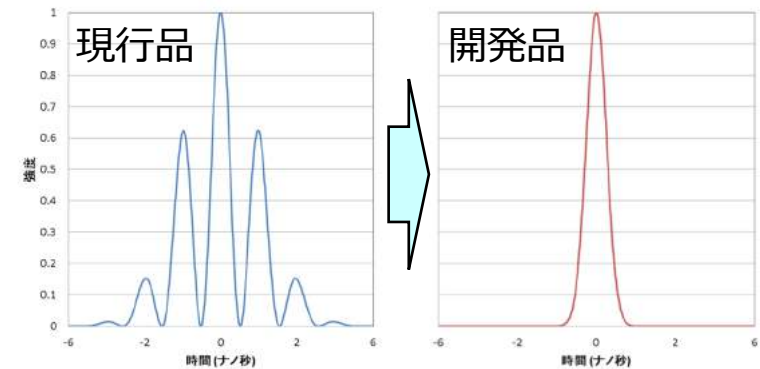
■ 眼底等にダメージを与える可能性を低減

■ 高繰返し化（3Hz ⇒ 20Hz）により手術時間を短縮、医師・患者の負担を軽減

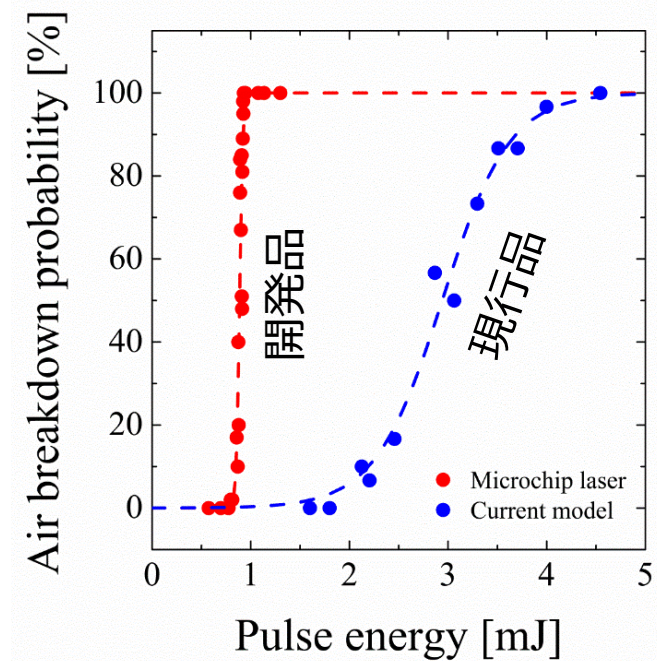
■ 手術装置の小型・低価格化が可能

■ 販売開始：2023年度（1,200台/年）

■ 世界市場：3,600台/年、140億円

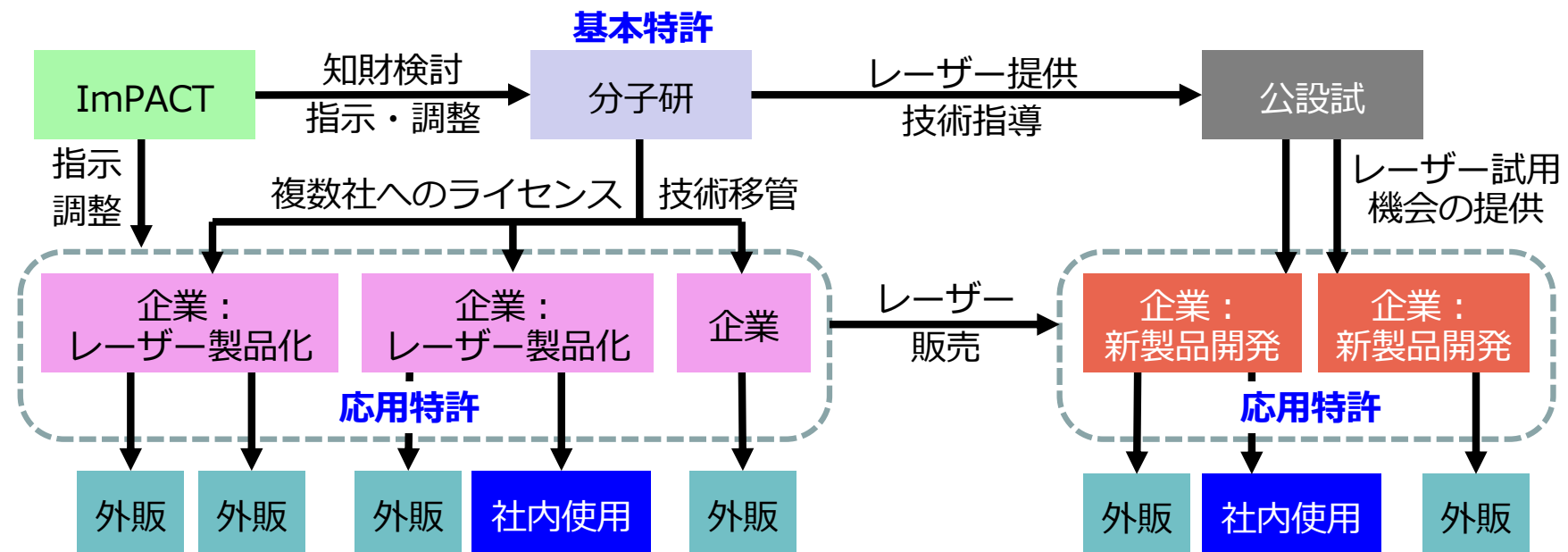
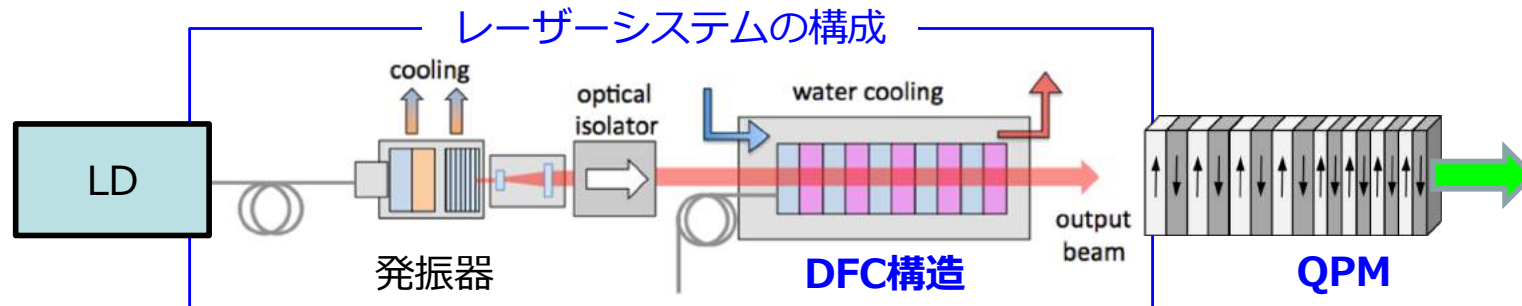


レーザーパルスの時間波形



ImPACTハンドヘルドレーザーの知財戦略

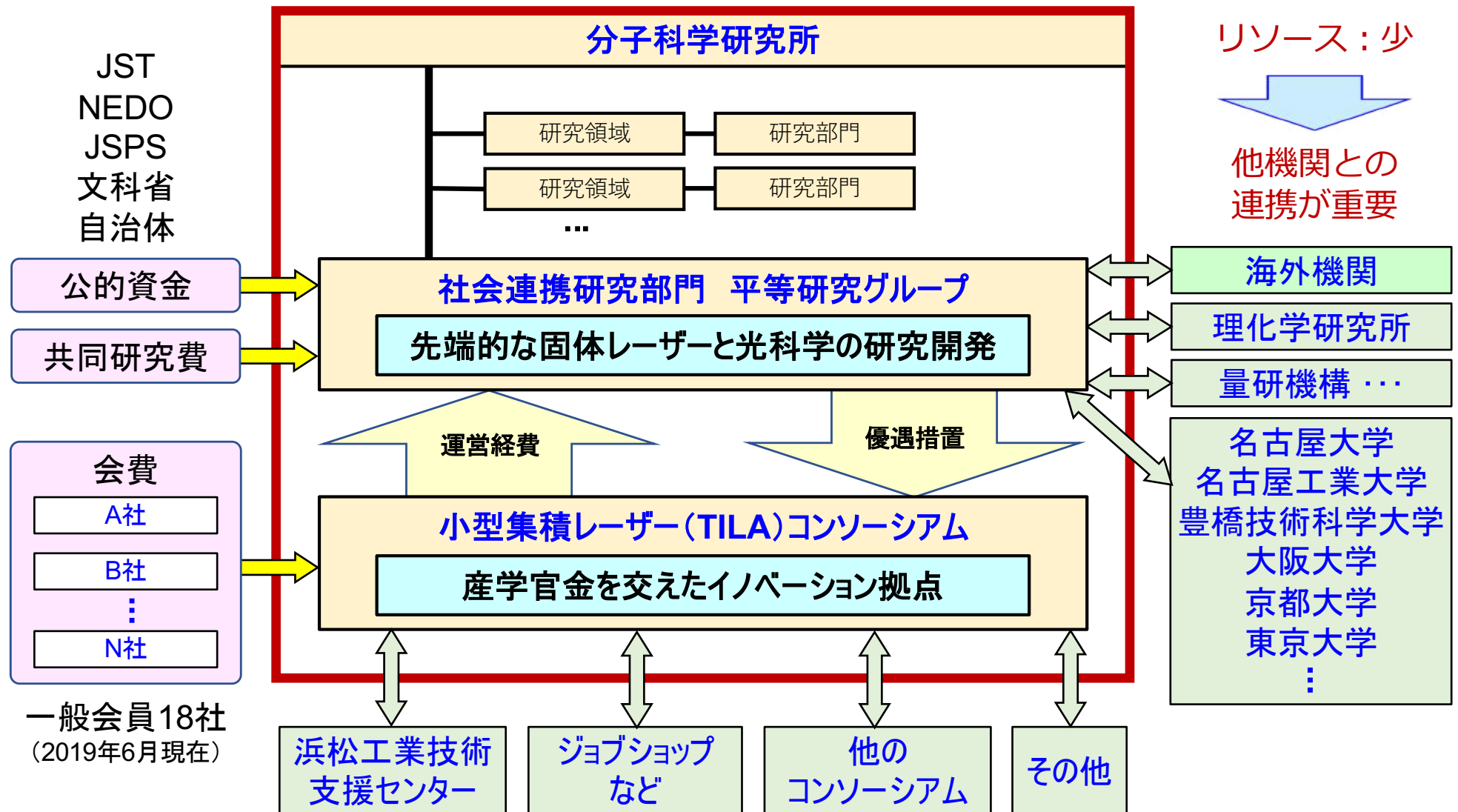
- TILAレーザー・接合・波長変換などの**コア技術**は**分子研**単独で**権利化**
- **複数社へのライセンス**により用途・販路を開拓、撤退のリスクも回避
- **企業は応用特許**を創出



TILAコンソーシアムのコンセプト

- 分子研の**優れたシーズ**をコンソーシアム会員企業の**ニーズ・技術・経験知**に基づき展開
- TILAレーザーと要素技術に関する基盤技術の開発、応用技術開発、システム化、実証
 - ⇒ キラーアプリの創出
 - ⇒ 市場展開、イノベーション
- 産・学・官・金の役割分担と、外部との協力
- 共同研究・知財ライセンス（**クローズ**）とコンソ会員間の交流・情報交換（**オープン**）による新技術・市場の創出、地域社会への貢献

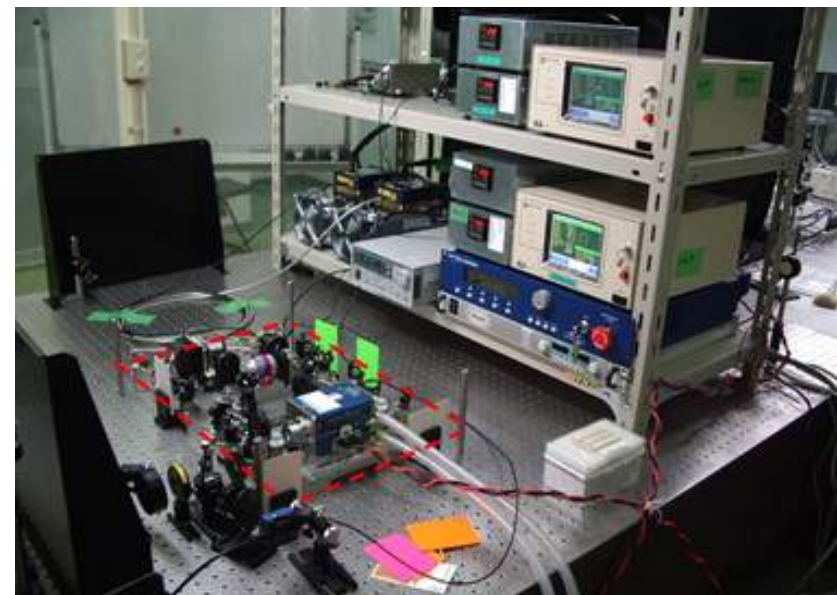
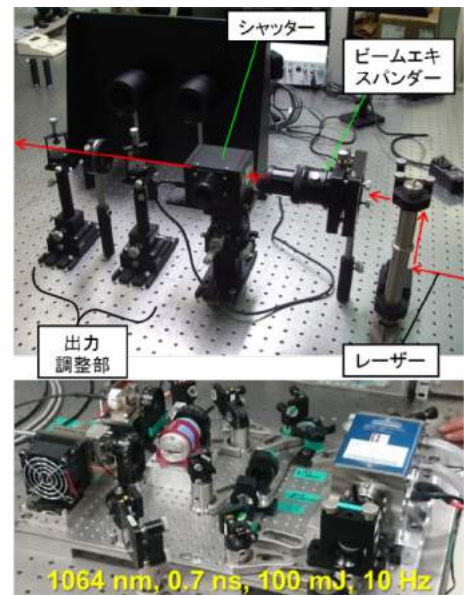
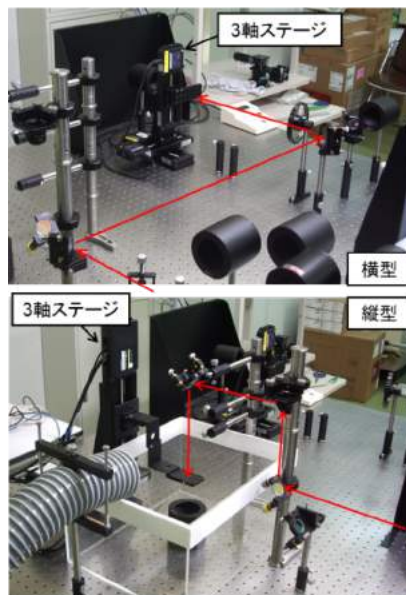
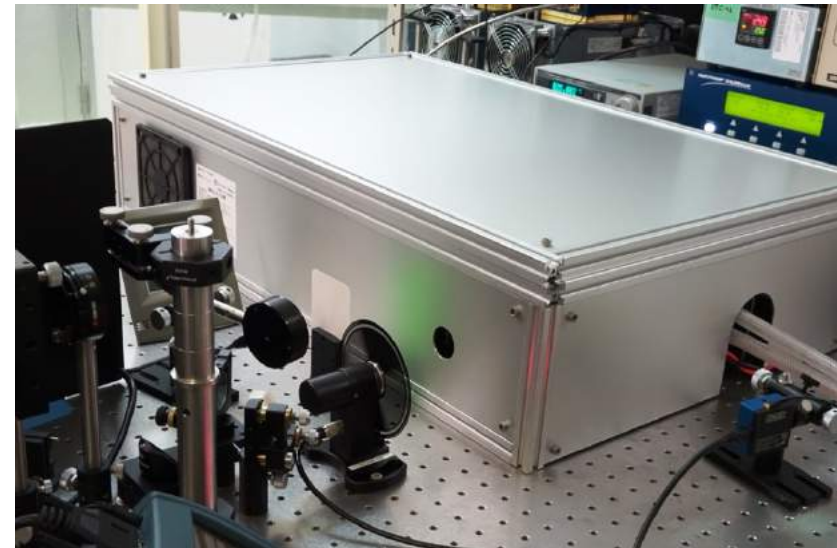
TILAコンソーシアムの構成と協力関係



他機関との連携：浜松工業技術支援センター

サブナノ秒MOPA(分子研開発)

| | | |
|------------------|---------------|---------------|
| 波長 | 1064 nm | |
| パルス幅 | 約 0.7 ns | < 0.7 ns |
| エネルギー | 100 mJ | 2.5 mJ |
| ピーク出力 | > 100 MW | > 3 MW |
| 繰返し | 10 Hz | 100 Hz |
| 偏光特性 | 直線 | |
| M ² 値 | < 1.2 | — |



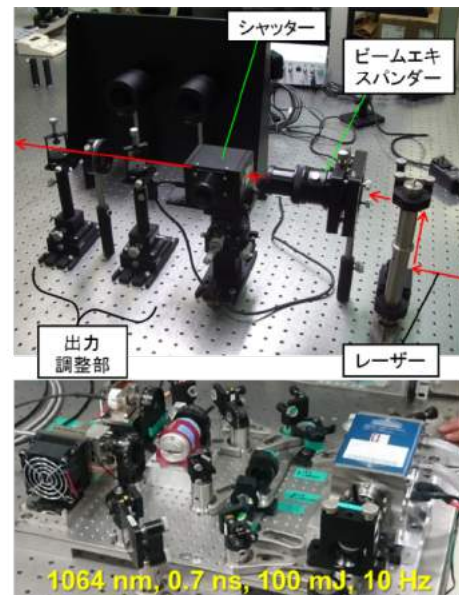
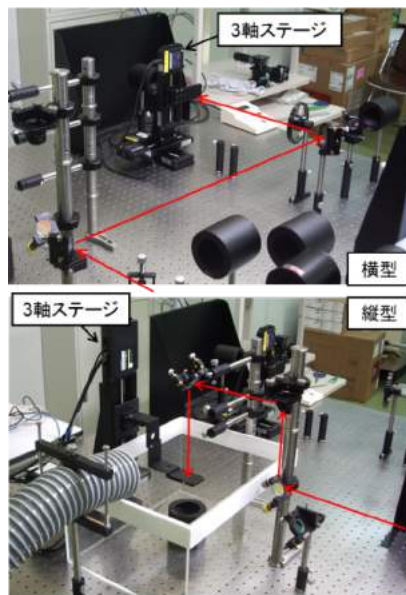
浜工技プラットフォーム設備

小型MOPA機 (2018年7月～)

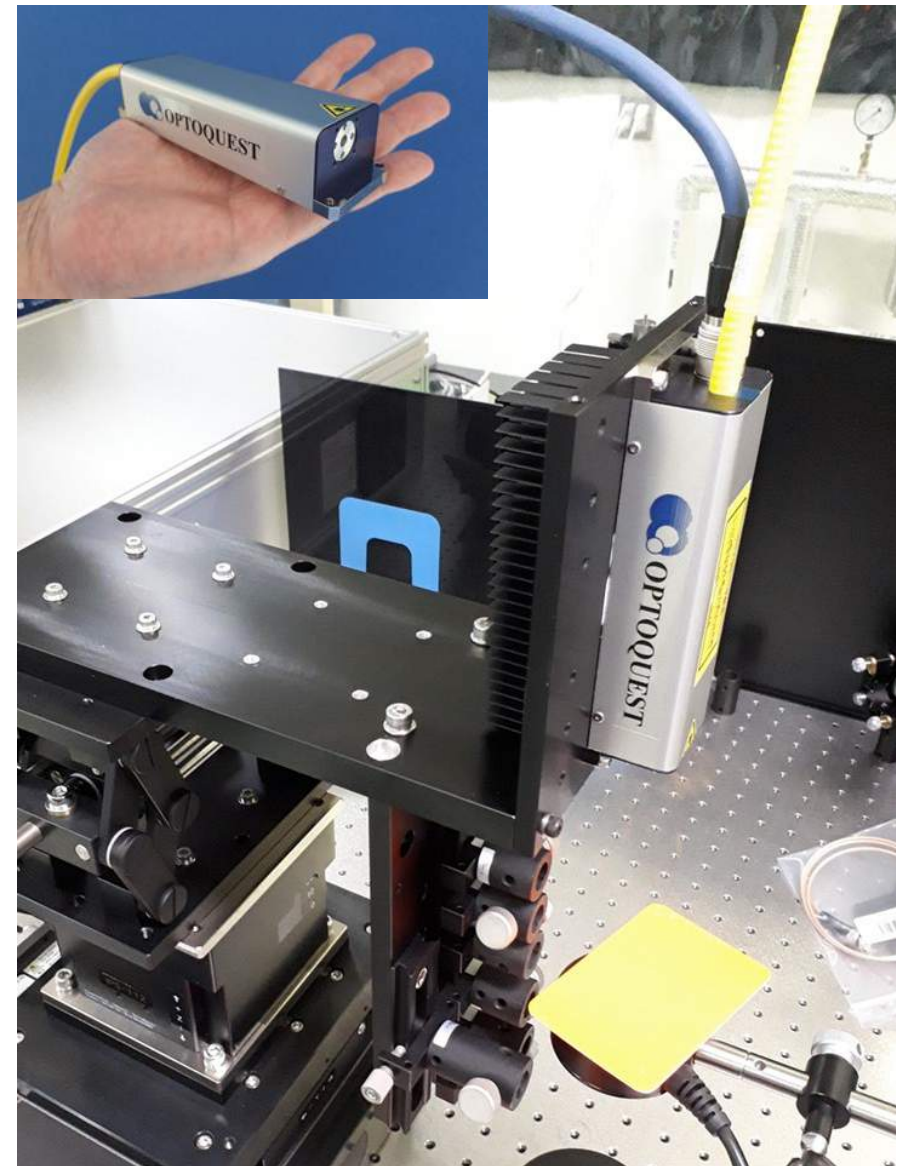
他機関との連携：浜松工業技術支援センター

サブナノ秒MOPA(分子研開発)

| | | |
|------------------|---------------|---------------|
| 波長 | 1064 nm | |
| パルス幅 | 約 0.7 ns | < 0.7 ns |
| エネルギー | 100 mJ | 2.5 mJ |
| ピーク出力 | > 100 MW | > 3 MW |
| 繰返し | 10 Hz | 100 Hz |
| 偏光特性 | 直線 | |
| M ² 値 | < 1.2 | — |

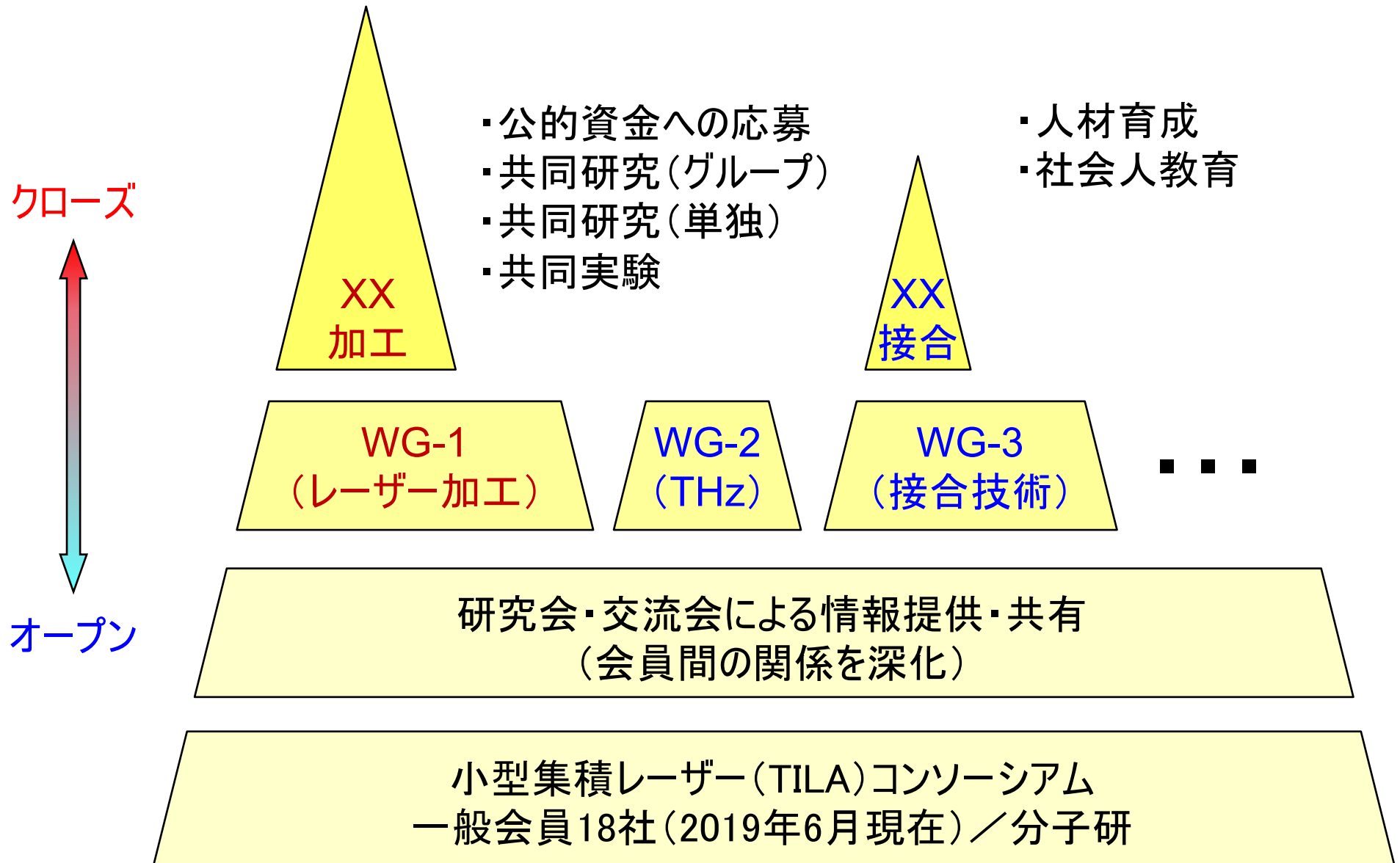


浜工技プラットフォーム設備



ハンドヘルド (2019年4月～)

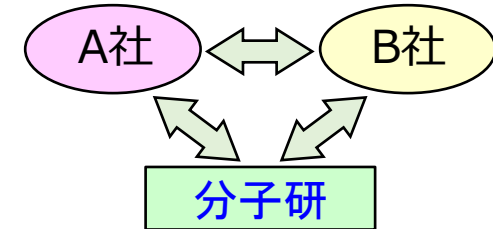
TILAコンソーシアムの活動イメージ



ワーキンググループ活動（クローズ）への展開

- バイラテラルの利点を生かしつつ、マルチラテラルな関係を狙う

- 情報提供 ⇒ 目標を定めた具体的なWG活動

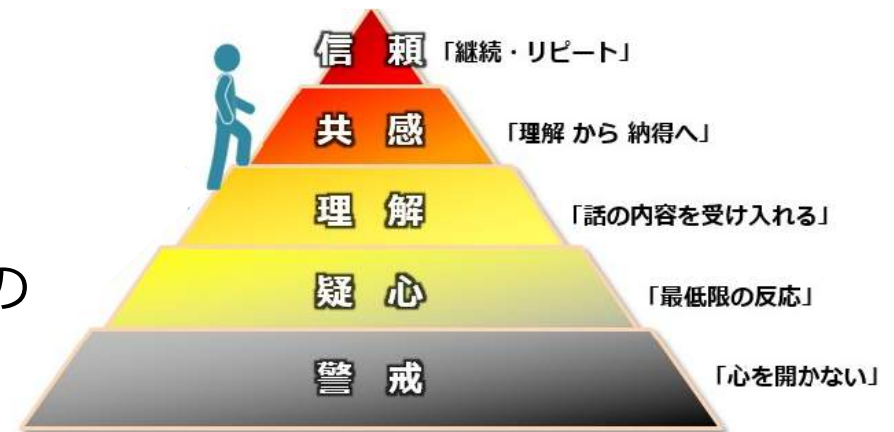


- 分子研の持つ優れた学理・技術シーズの展開

- ・ 常温接合 (DFC)
- ・ 小型集積レーザー (TILA)
- ・ パルス幅可変レーザー
- ・ 波長変換、THz発生・応用
- ・ セラミックスレーザー媒質

- 高い技術・豊富な経験知を持つ会員のニーズに対応したソリューション

- ・ レーザー加工（製造）
- ・ 計測、セキュリティー
- ・ ヘルスケア、医療応用



信頼関係の構築

<https://labo.nikkeihr.co.jp/>

- 高い技術・信頼関係に裏打ちされた持続可能な関係の構築を目指す

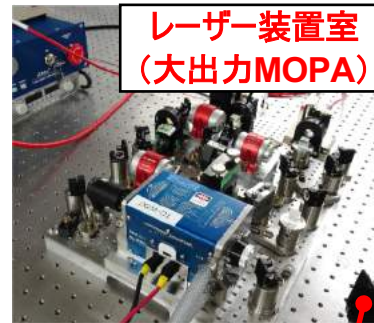
レーザー実験室の整備状況



レーザー開発室



レーザー装置室
(パルス幅可変レーザー)

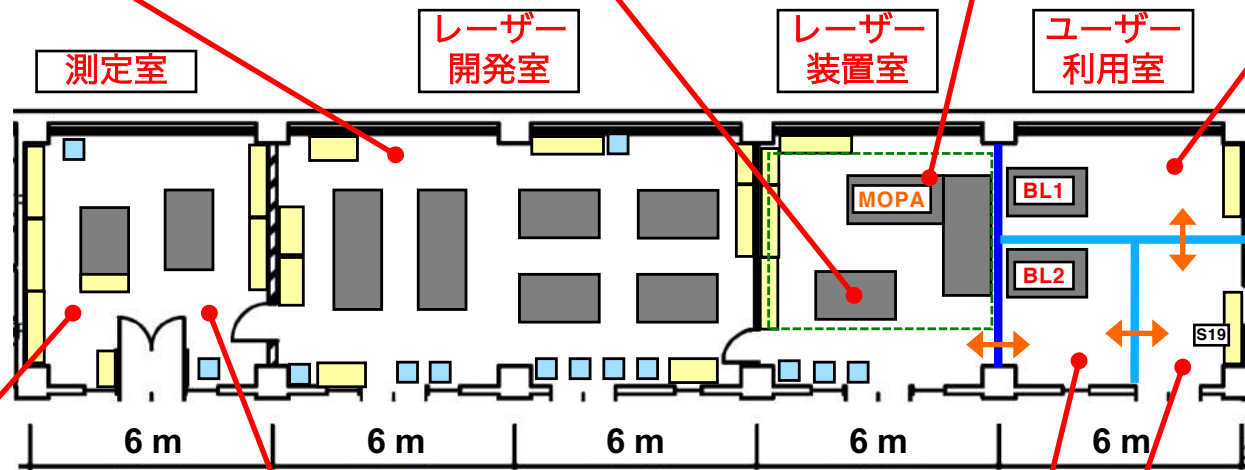


レーザー装置室
(大出力MOPA)



ユーザー利用室(BL1)

2019年7月
運用開始



測定室



測定室



ユーザー利用室(BL2)



ユーザー利用室(準備室)

ご清聴ありがとうございました