

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)

# 「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」

進捗および開発の加速  
ご説明資料

平成28年3月24日

プログラム・マネージャー  
佐野 雄二

# ご報告内容

---

- ImPACTプログラムの目標（完成時の姿）
- プロジェクト1：超小型XFEL
  - 開発方針と成果
  - スケジュールと開発の加速
- プロジェクト2：超小型パワーレーザー
  - 開発方針と成果
  - 応用展開とその戦略・状況
  - スケジュールと開発の加速
- まとめ（成果とプログラムの加速）

**XFEL: X-ray Free Electron Laser**, X線自由電子レーザー

# ImPACTが目指すもの：完成時の姿

**X線自由電子レーザー (XFEL) と パワーレーザー** を超小型化し、いつでも・どこでも・誰でも使えるようにする (ユビキタス化)

国内に1台しかなく  
利用機会が限定

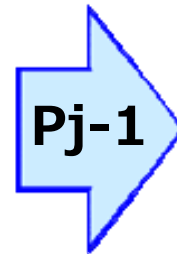
超小型化し、各研究機関・企業に配備  
研究開発サイクルの短縮で広範囲な応用展開

## XFEL

- たんぱく質の構造解析
- 触媒の反応、など



X線自由電子レーザー SACLA



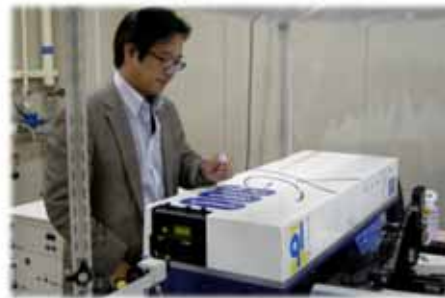
目指す姿：10m以下、コスト1/10以下

大型・高額のため普及困難  
海外勢がシェア独占

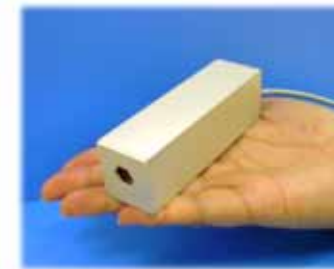
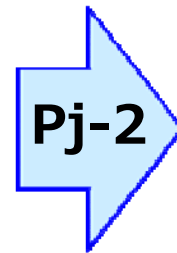
小型・安価なレーザー技術を開発  
国産技術によるレーザーで産業を革新

## パワーレーザー

- インフラ保守
- 製造の革新
- 医療への応用、など

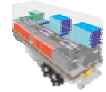


数十kg、数百～数千万円



目指す姿：1kg以下、コスト1/10以下

# Pj-1 超小型XFELの開発方針



X線自由電子レーザー  
SACLA



400mの電子加速器と  
200mのアンジュレーター  
(磁石の列：X線を発生)  
で構成されている

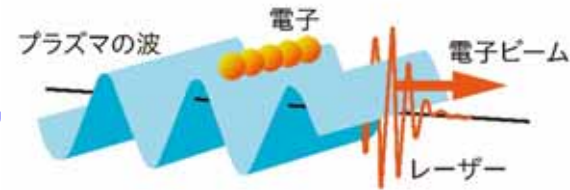
## ① 加速器を日本のレーザー加速技術で10m以下に



SACLA加速器 (20MeV/m)



カットモデル



レーザー加速 (100MeV/mm)



レーザー加速実験装置

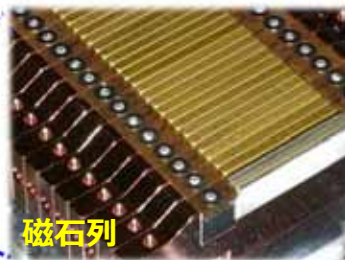
大阪大学

## ② アンジュレーターを日本の磁石技術で10m以下に



アンジュレーター

拡大



磁石列

磁石列 (最小周期18mm)



開発した磁石列 (周期4mm)

高工ネ研

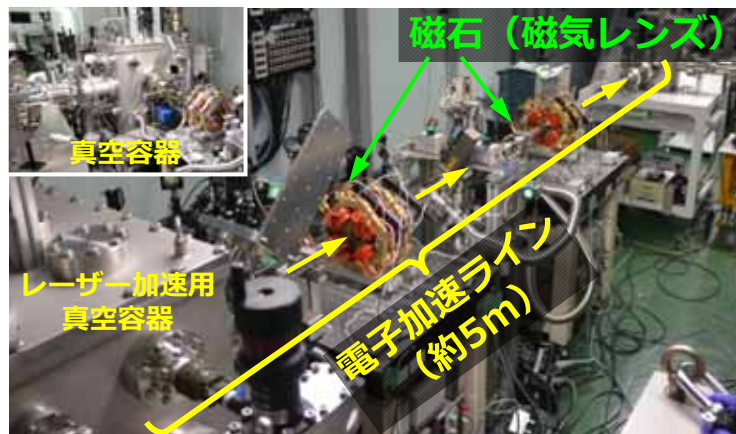
# Pj-1 超小型XFELの開発成果



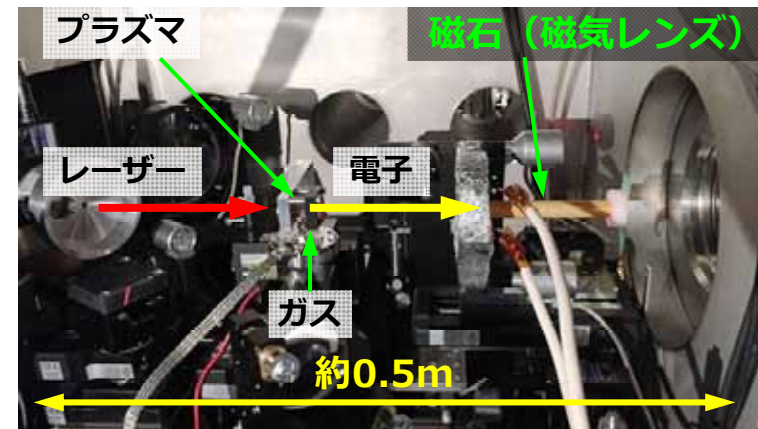
## ① 加速器

レーザーが作るプラズマで電子を加速することにより、従来加速器の千倍以上の加速性能を実現。**10m以下の加速器**が視野に

さらに磁石の駆動方法を改良し、電子加速ラインを**0.5m**に短縮



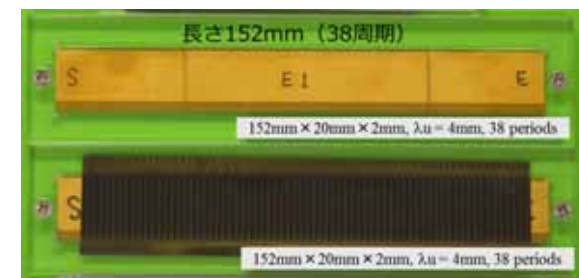
レーザー加速実験装置



真空容器内部

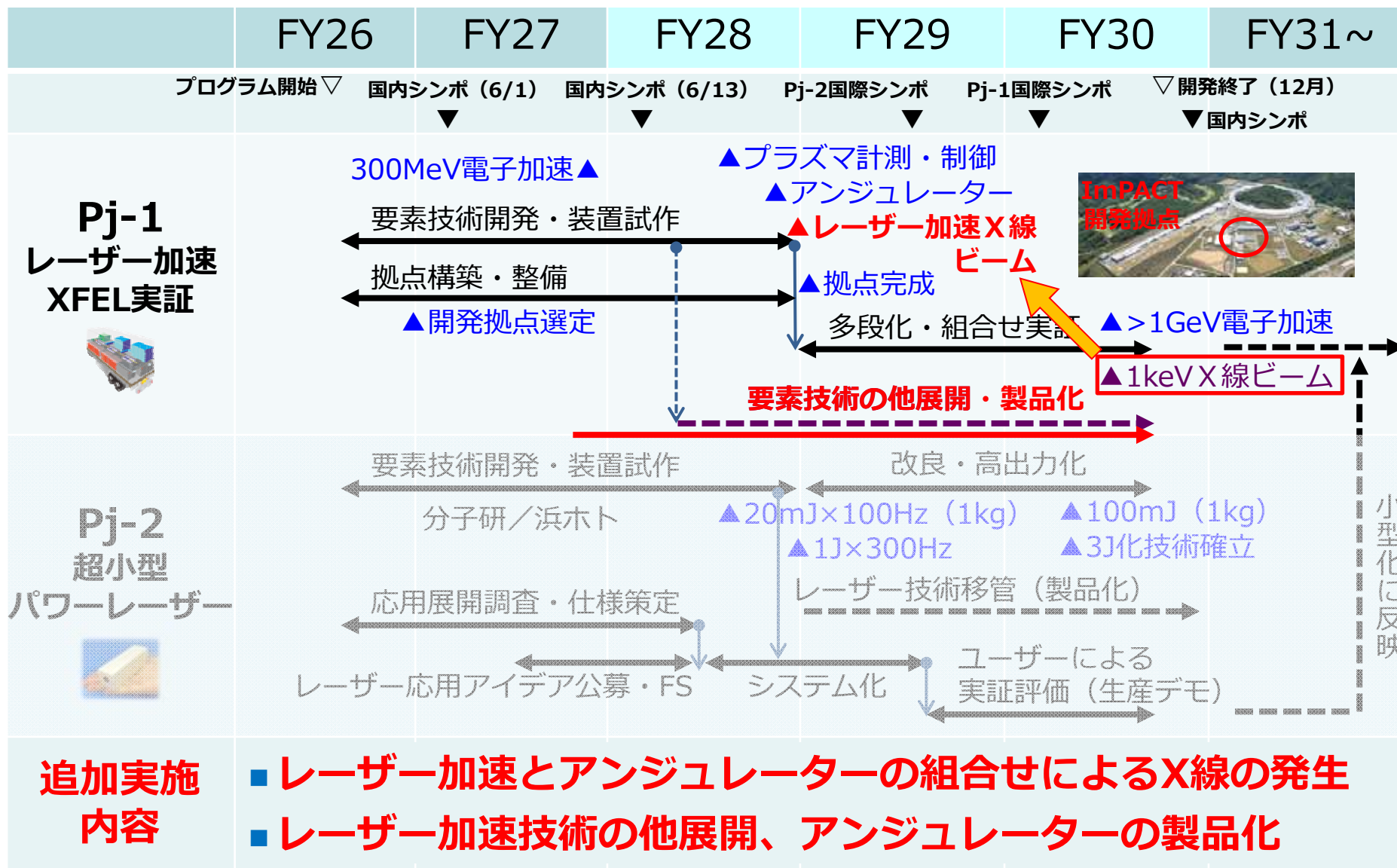
## ② アンジュレーター

日本独自の一体焼結・精密着磁技術により周期4mm（従来の約1/10）の磁石を開発。さらなる小型化により、**10m以下**を目指す



開発した磁石（周期4mm）

# スケジュールと開発の加速

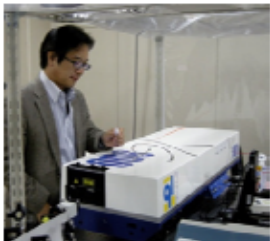


# Pj-2 超小型パワーレーザーの開発方針

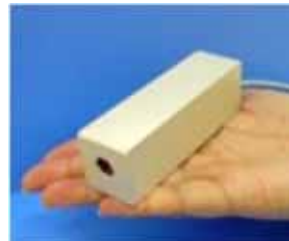


- ①ポテンシャルユーザー向け**ハンドヘルド** (安価・小型簡便) と
- ②パワーユーザー向け**テーブルトップ** (ハイエンド機) を開発

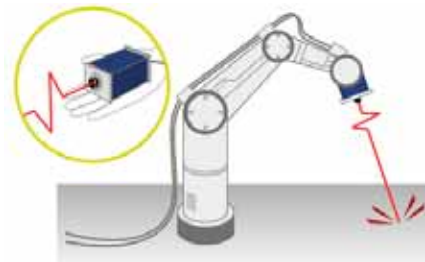
## ①**ハンドヘルド** : 20mJ (ストレッチ 100mJ)/パルス、100Hz、1kg以下



これまでのレーザー  
(数百mJ)

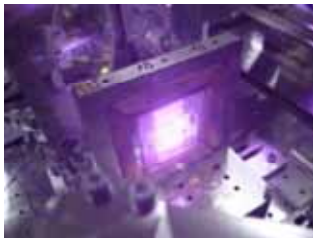


マイクロチップレーザー  
(3mJ)



- ・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

## ②**テーブルトップ** : 1J (ストレッチ 3J)/パルス、300Hz の安定なレーザー



セラミック  
レーザー媒質



レーザーダイオード

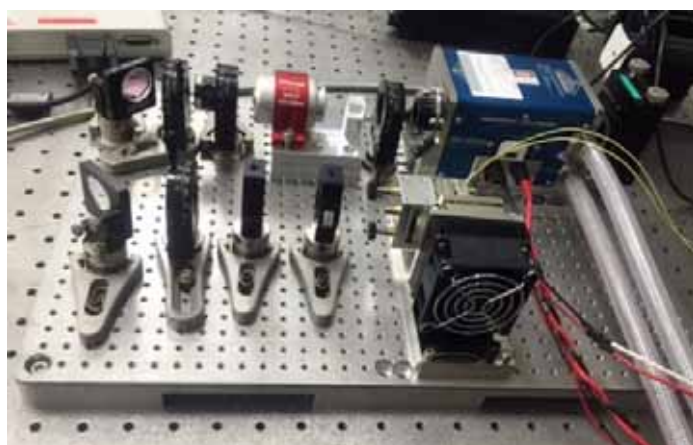
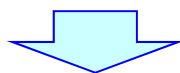
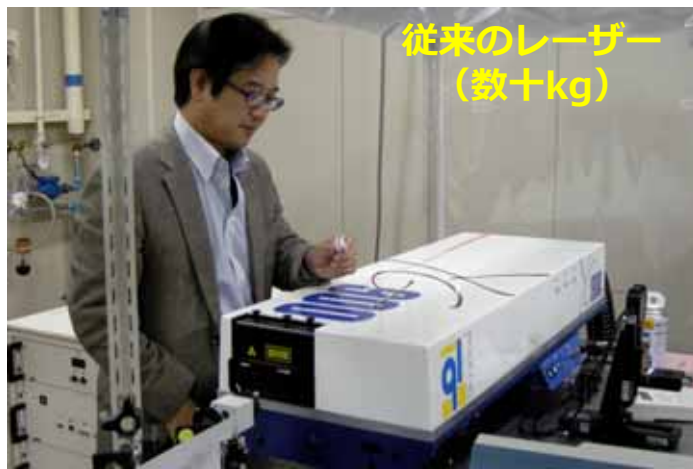


- ・メンテナンスフリーで連続稼働 (既存の製品は理化学機器レベル)
- ・スループットを改善

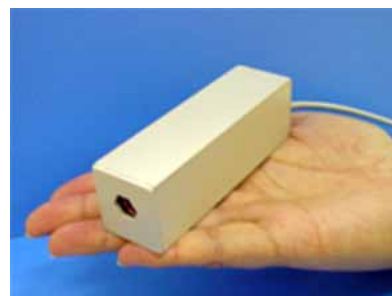
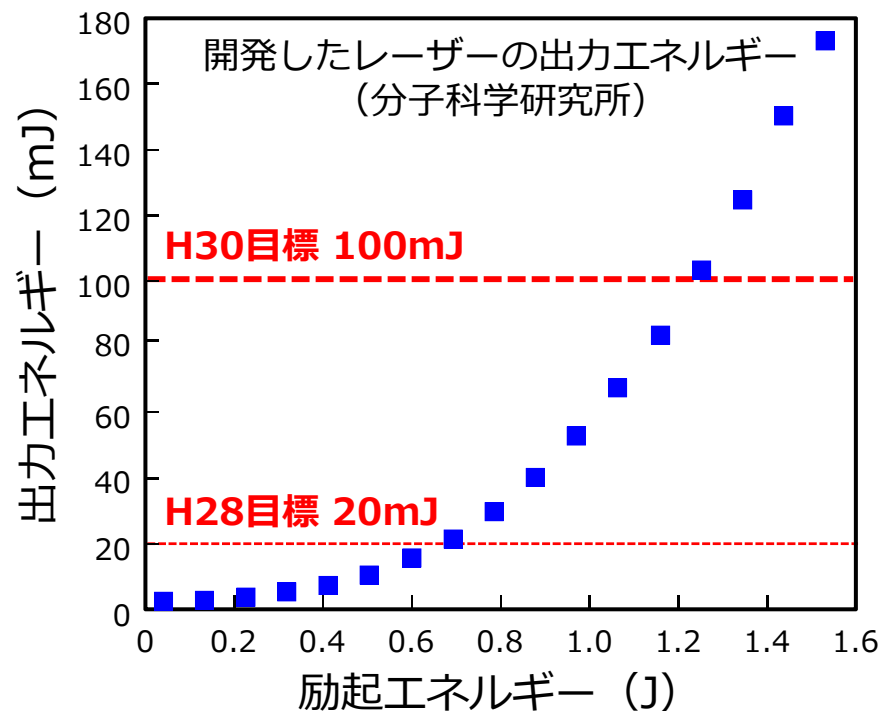
# Pj-2 超小型パワーレーザーの開発成果



H30年度の目標（エネルギー 100mJ）を H27年度に達成



開発した100mJレーザー（数kg）

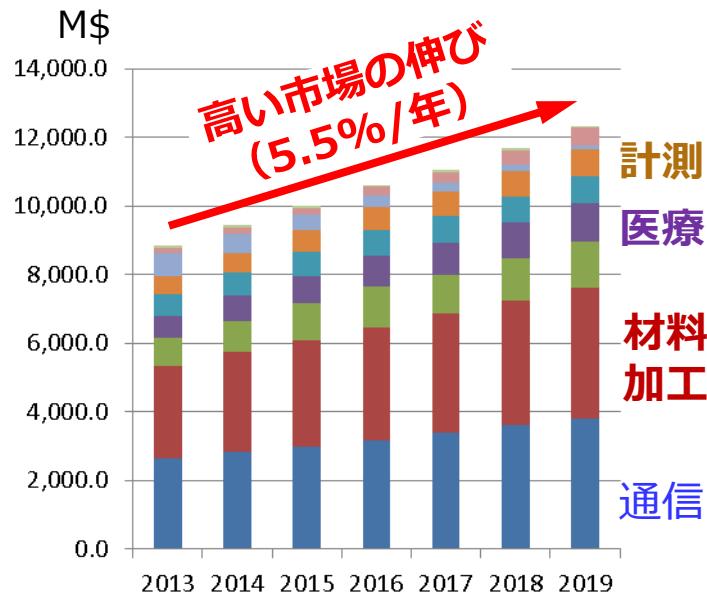


今後パッケージ化を予定（1kg）

- ・ 企業への技術移管  
製品化の前倒し
- ・ 応用に関する公募  
研究への提供



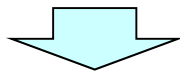
# 超小型パワーレーザーの応用展開



## レーザー装置の世界市場規模

出展: The Worldwide Market for Laser: Market Review and Forecast 2015 Strategies Unlimited

レーザーの市場は今後も成長



日本独自のレーザー装置・応用を  
各分野へ展開し、産業を活性化



## 高出力のパルスレーザーを様々な分野へ展開



製造現場

溶接  
1兆円超



社会インフラ

インフラ保全  
約2兆円



メディカル

医療機器  
約30兆円



## ■これまでのレーザー開発プロジェクトの課題

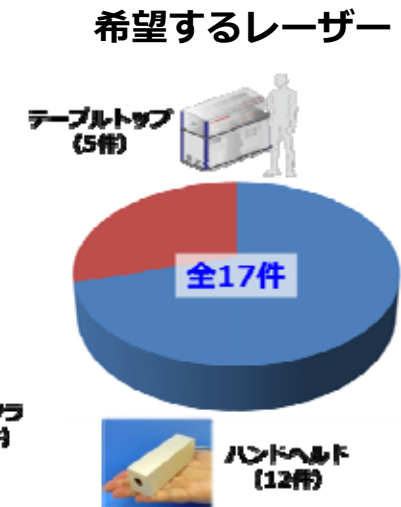
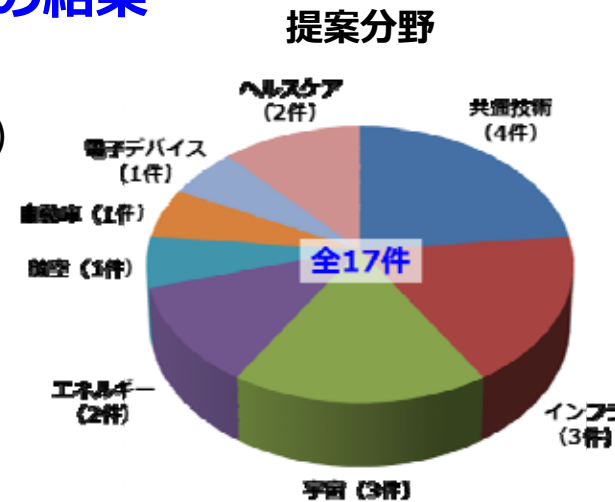
- ・レーザーの専門家が企画  
⇒ シーズベースの開発
- ・失敗のリスク  
⇒ 大企業中心  
⇒ 革新的な提案が困難
- ・展博などでニーズを収集
- ・ユーザー主体の提案を採択
- ・半年かけて提案の練上げを行うアイデア公募を試行



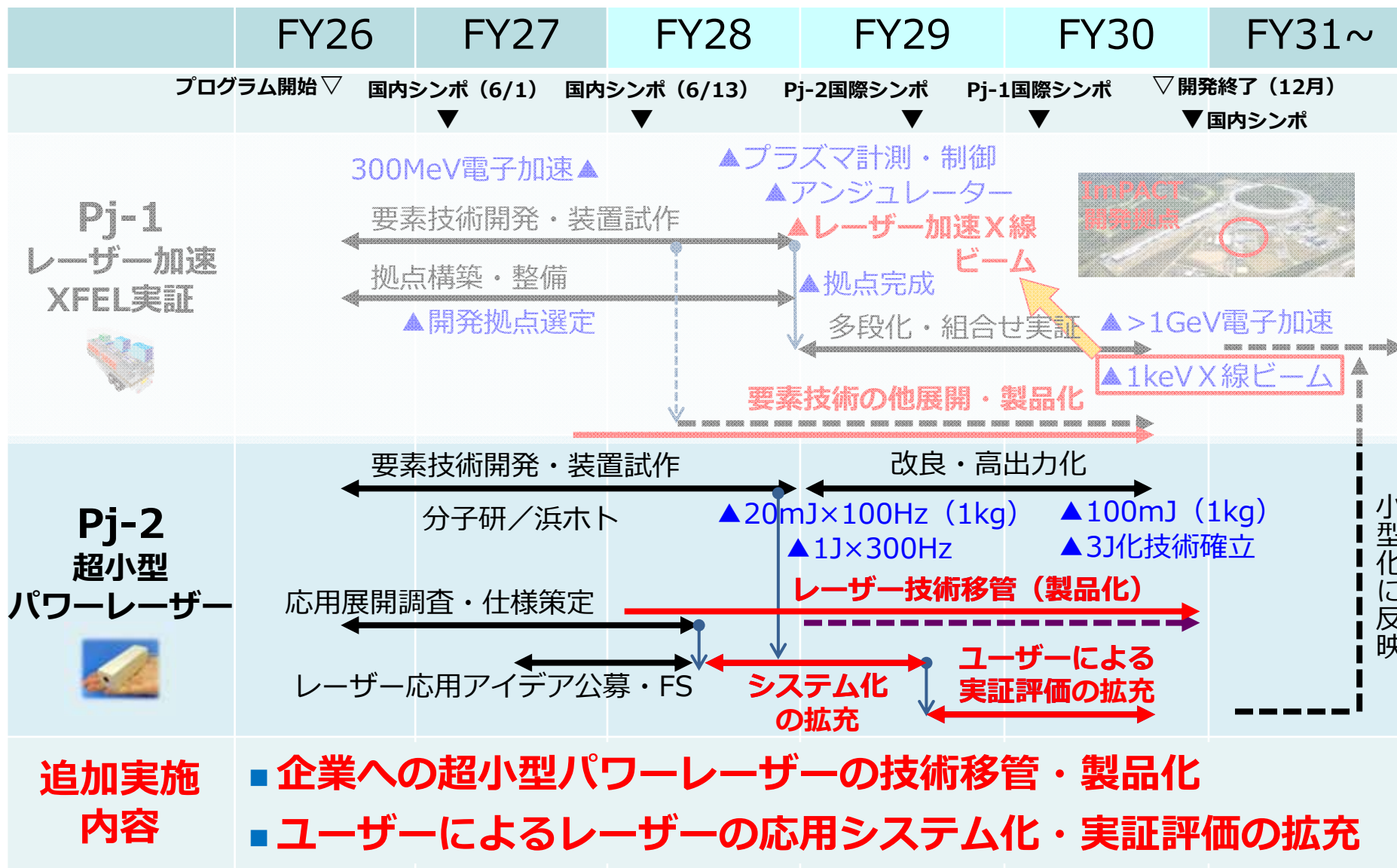
研究会・公募説明会  
(H27年11月)

## ■アイデア公募（H27年末実施）の結果

- ・応募17件、採択4件  
(医療1、インフラ保守1、製造2)
- ・研究会などにより、本公募までに**ImPACTらしい提案**に練上げ
- ・知財の問題を確認
- ・中小からも多くの応募（2件採択）



# スケジュールと開発の加速



# まとめ：成果とプログラムの加速

## レーザー加速XFEL

- レーザーによる世界一安定な電子ビームの発生に成功。電子加速器の小型化の可能性を確認（**400m ⇒ 10m以下**）。電子加速ラインの磁石の駆動方法の改良により、更なる小型化にも目途（**⇒ 0.5m**）
- XFELへの応用のほか、電子ビームの**医療・材料などへの応用**を検討
- 磁石周期4mmの超小型アンジュレーター技術を確立。**更なる小型化（200m ⇒ 10m以下）と製品化の前倒し**を行い、国内外に供給
- レーザーによる電子ビームと超小型アンジュレーターとの組合せによる**X線ビームの発生を2年前倒し**。XFELの可能性を評価

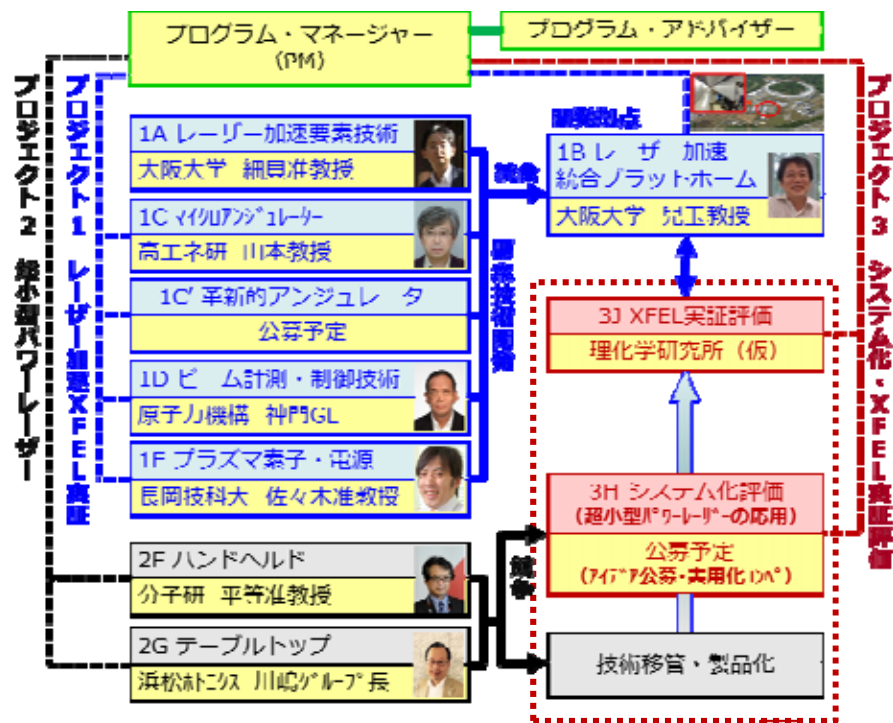
## 超小型パワーレーザー

- H30年度の目標（**100mJ**）を既に達成。**レーザーの製品化を前倒し**
- 公募の工夫によってレーザーに対する社会ニーズを吸い上げ、**応用への展開を加速・拡充**。セキュリティへの応用も推進

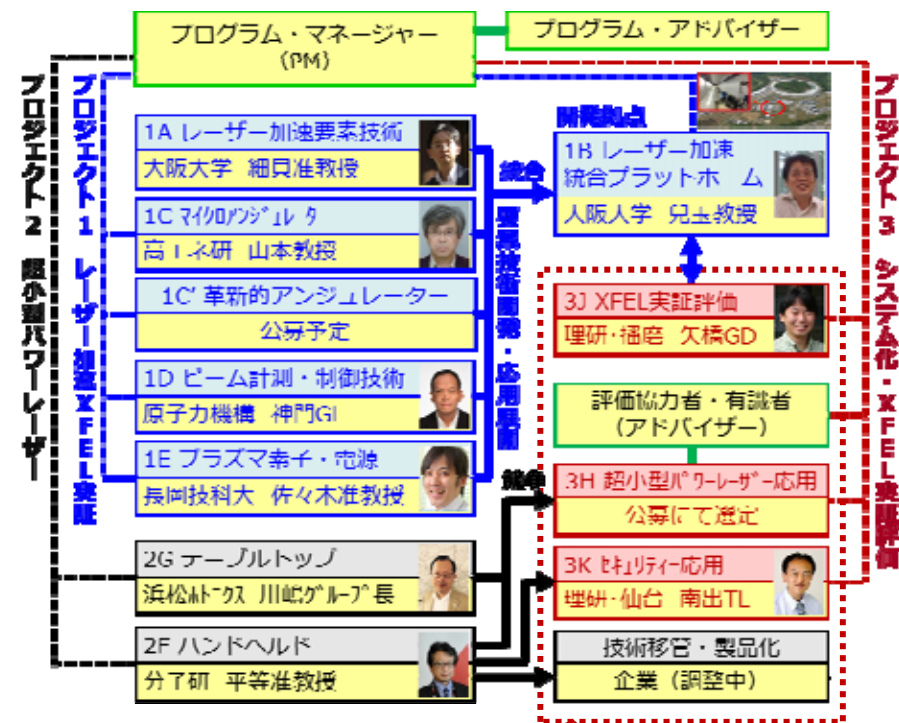
**予算増額（2.7億円）により、これらの開発を加速・追加して実施する**

# 研究開発体制の充実（Pj-3の具体化）

## H27年度の体制



## H28年度の体制



Pj-3を具体化

プロジェクト1、2の進捗に伴いプロジェクト3を具体化し、評価体制を充実

- Pj-3J： レーザー加速技術の評価およびXFELの可能性検討
- Pj-3H： アイデア公募にて4課題を選定、応用システムの概念検討
- Pj-3K： テラヘルツ波によるセキュリティー応用技術の開発



<http://www.jst.go.jp/impact/index.html>

<http://www8.cao.go.jp/cstp/sentan/about-kakushin.html>