



今の夢。10年後の常識。
新しい未来を作りたい。

中核拠点: 金沢工業大学 (ビジョン3)

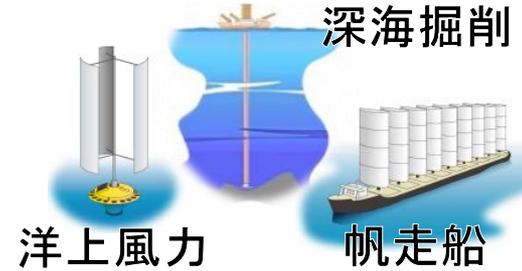
Under one roofの研究拠点における革新材料と 革新製造技術による次世代インフラシステムの構築

プロジェクトリーダー : 池端 正一 (大和ハウス工業(株))
研究リーダー : 鵜澤 潔 (金沢工業大学)

平成29年7月27日

～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～

次世代 インフラシステム



海洋・エネルギー分野



社会インフラ



住宅インフラ

バック
キャスト

社会
実装

軽い・強い・錆びない構造材料

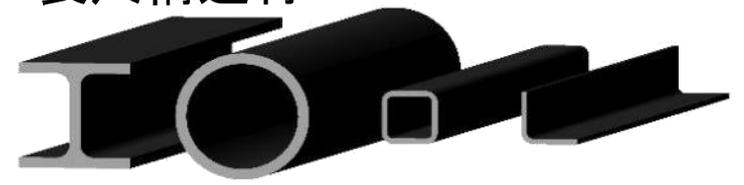
炭素繊維強化プラスチック(CFRP)

CFRP大型構造部材の
大量<高速・連続>生産

CFRP厚板材



CFRP長尺構造材



CFRPパネル材(軽量高剛性)



鉄やコンクリートだけでは実現が困難な、
次世代構造の構築

革新材料による次世代インフラシステムの構築

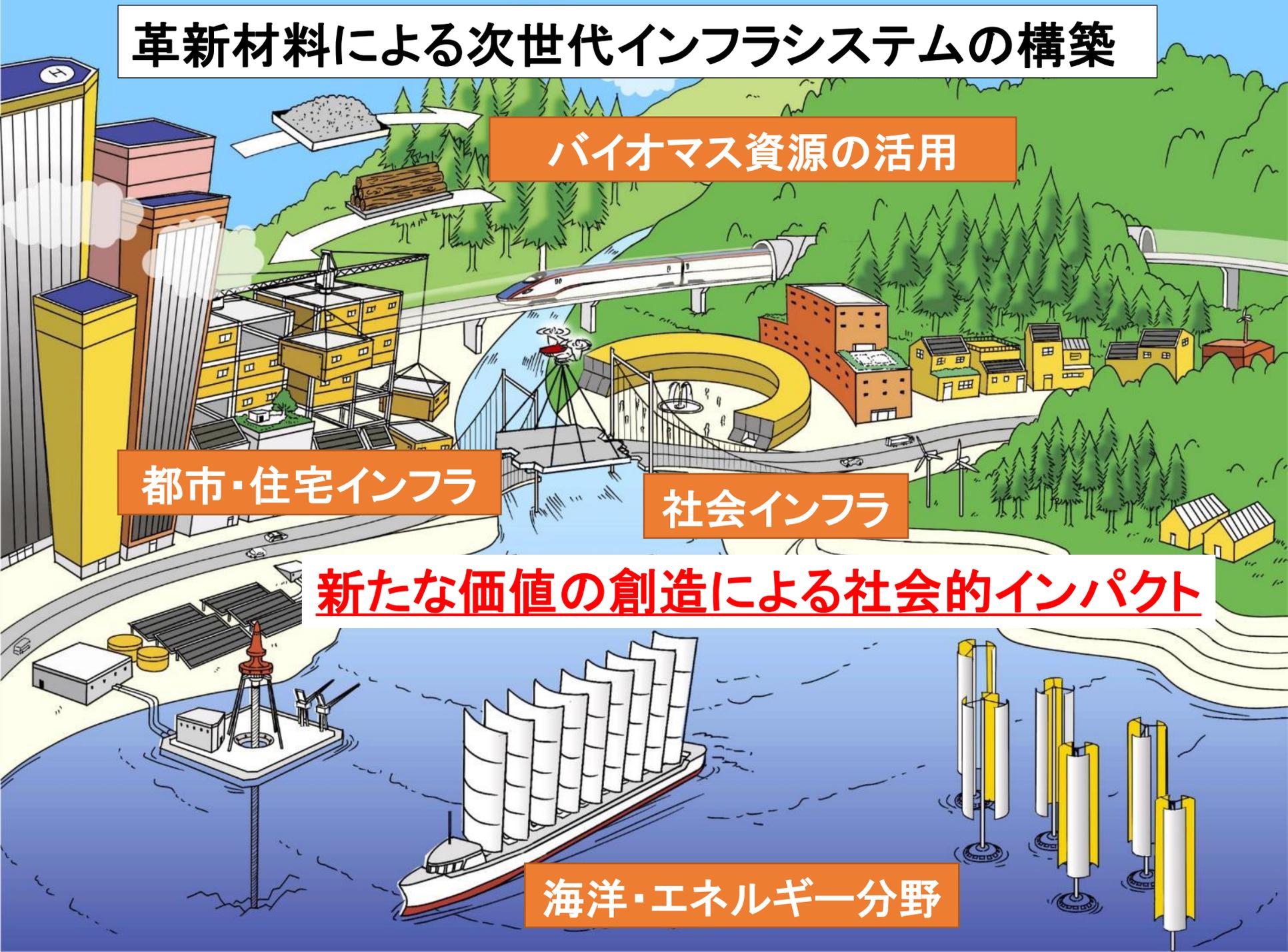
バイオマス資源の活用

都市・住宅インフラ

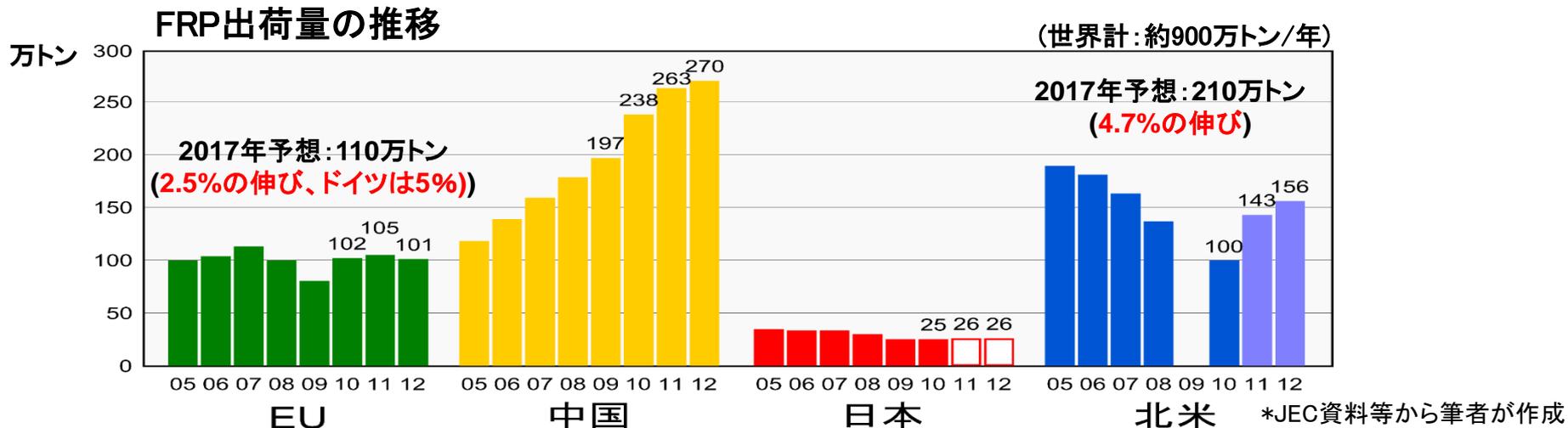
社会インフラ

新たな価値の創造による社会的インパクト

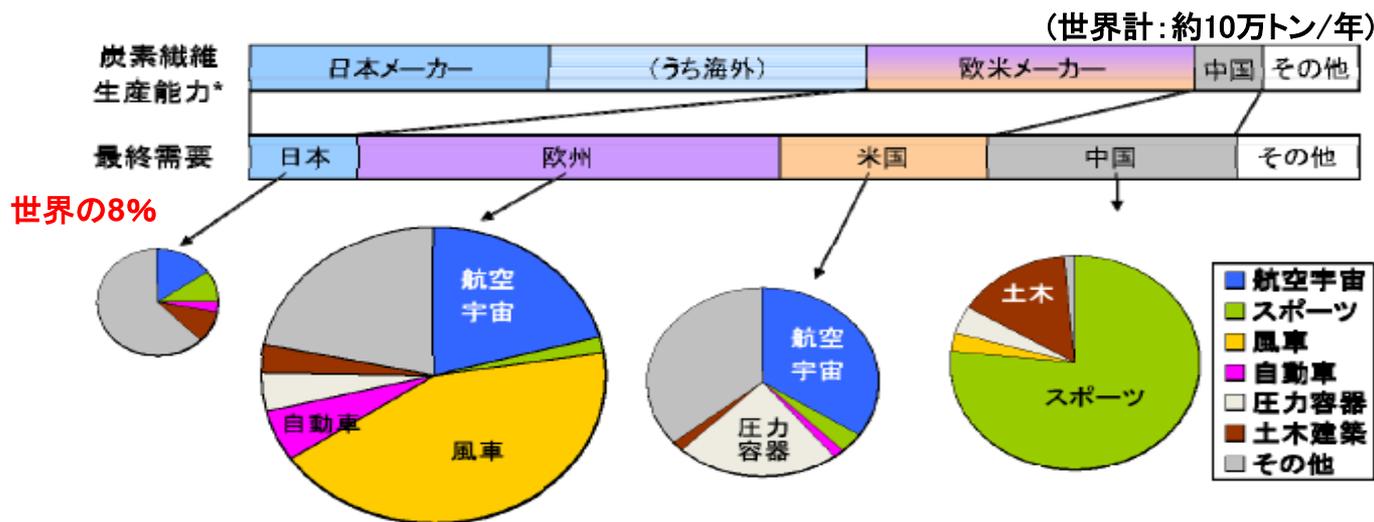
海洋・エネルギー分野



□ FRPは世界的には成長産業であるが、**新規開拓/開発が出来て無い**



□ CFRPでは炭素繊維の供給のみ、**適用技術への取り組みに遅れ**



COI拠点が目指す革新製造技術

従来

【熱硬化性製造プロセス】

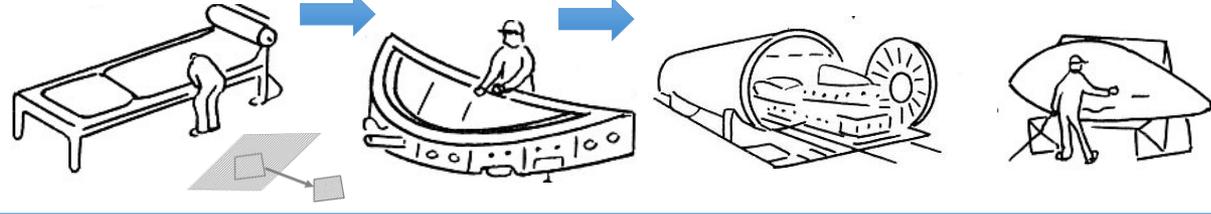
樹脂含浸
単層シート

裁断

積層

オートクレーブ硬化

外形トリム



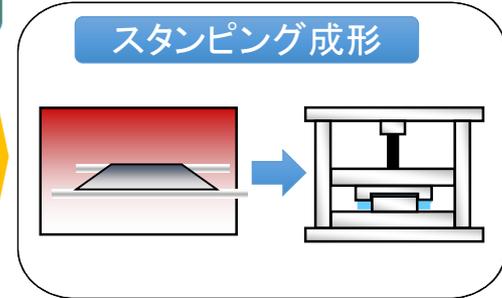
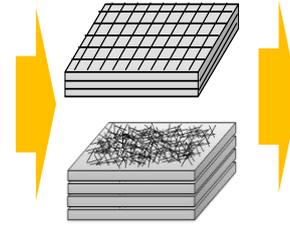
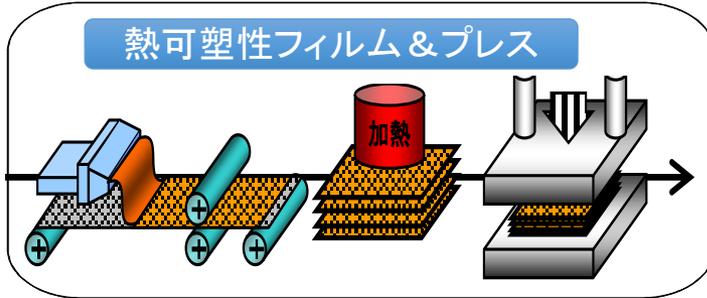
炭素繊維

【熱可塑性材料供給】

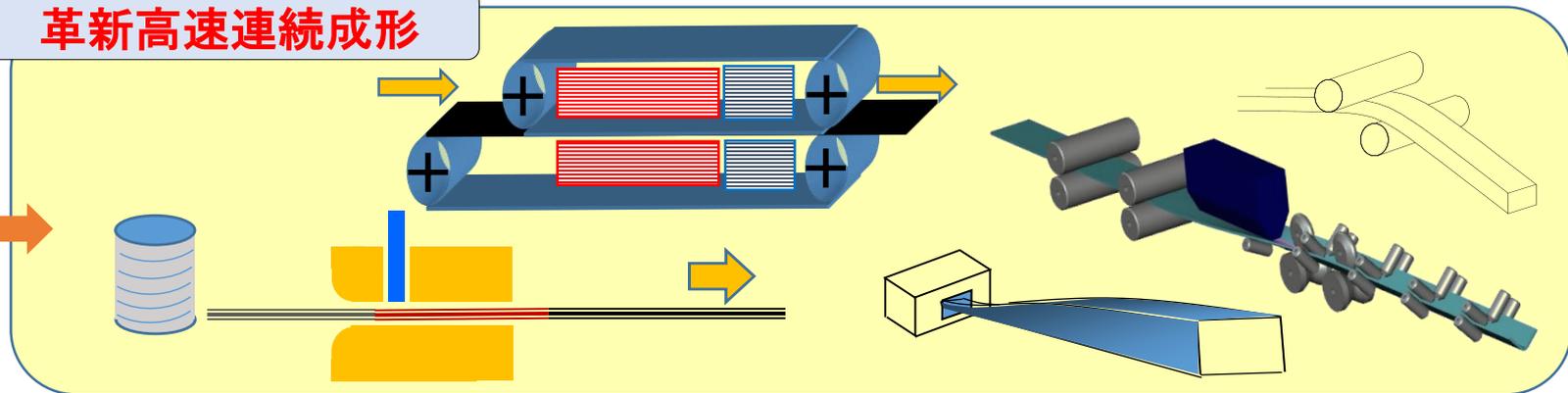
熱可塑性フィルム&プレス

熱可塑性
積層シート

スタンピング成形



革新高速連続成形

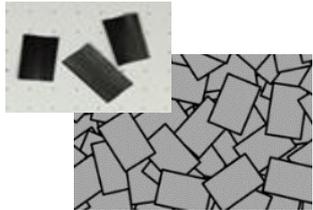


◆連続複合化プロセス

【基材開発】

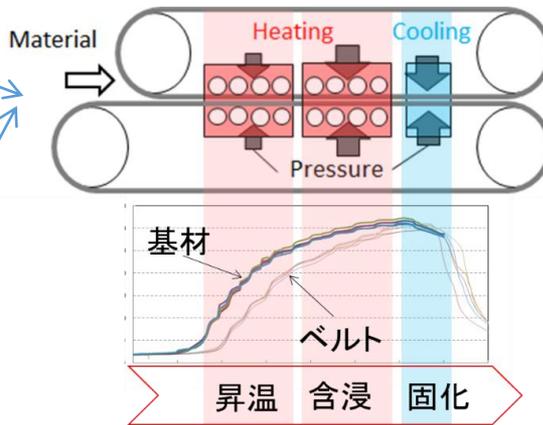


ラミネート法、基材改良



テープ散布積層装置開発

【プロセスシミュレーション ⇔ 成形最適化】



ダブルベルトプレス装置

革新材料

熱可塑ランダムシート連続製造は世界初！

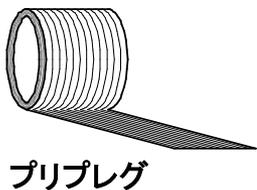


厚板シート(t5mm)



ランダムシート

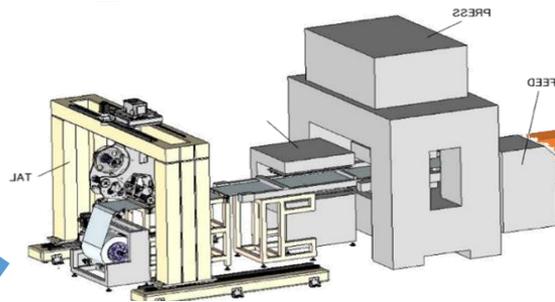
◆連続成形プロセス



プリプレグ



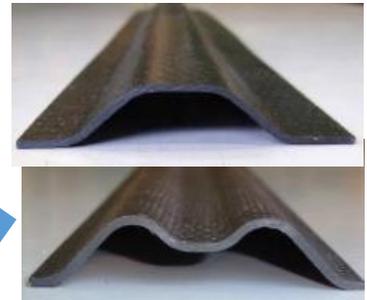
連続シート



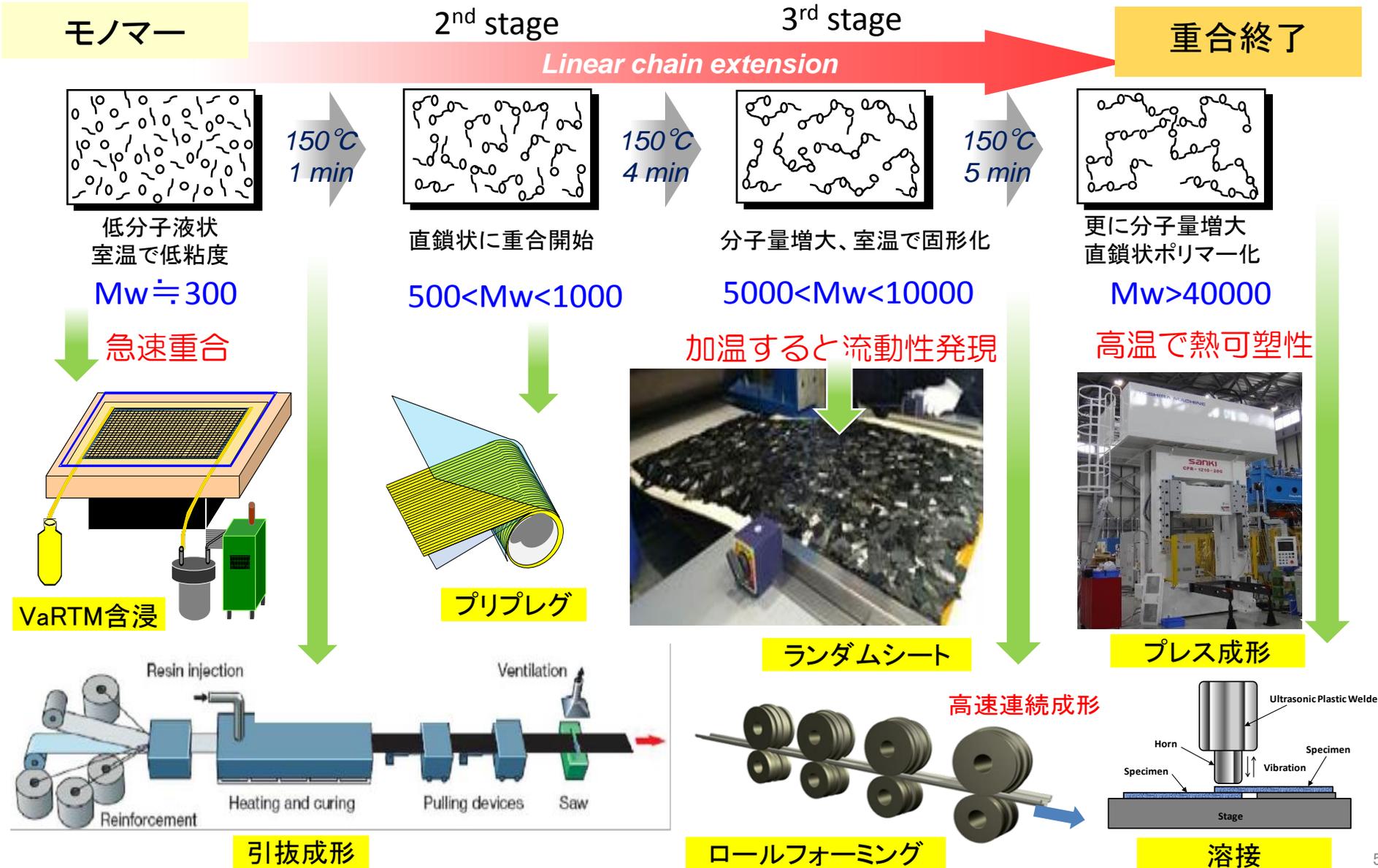
間欠プレス装置



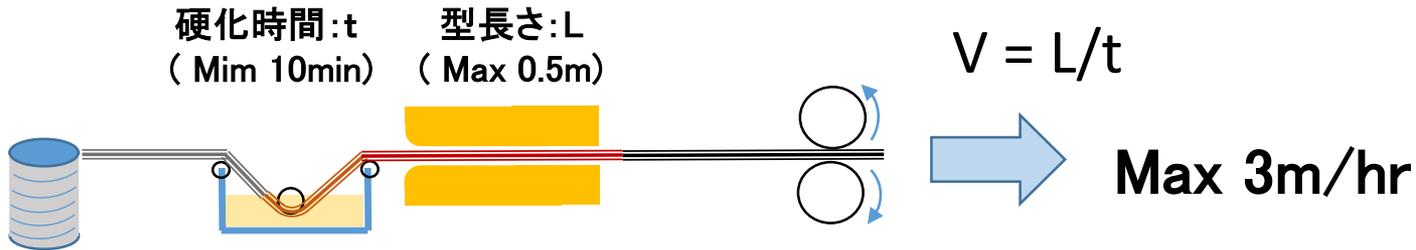
革新構造材



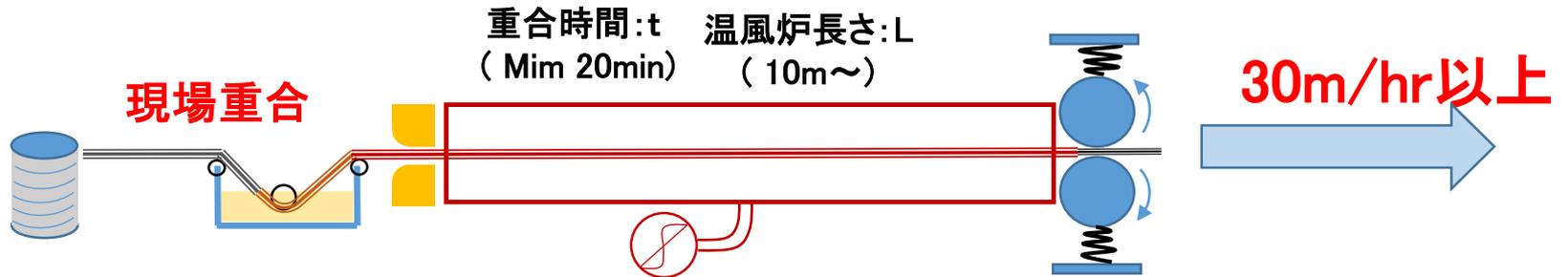
◆現場重合による樹脂合成と複合材料化の同時プロセス技術



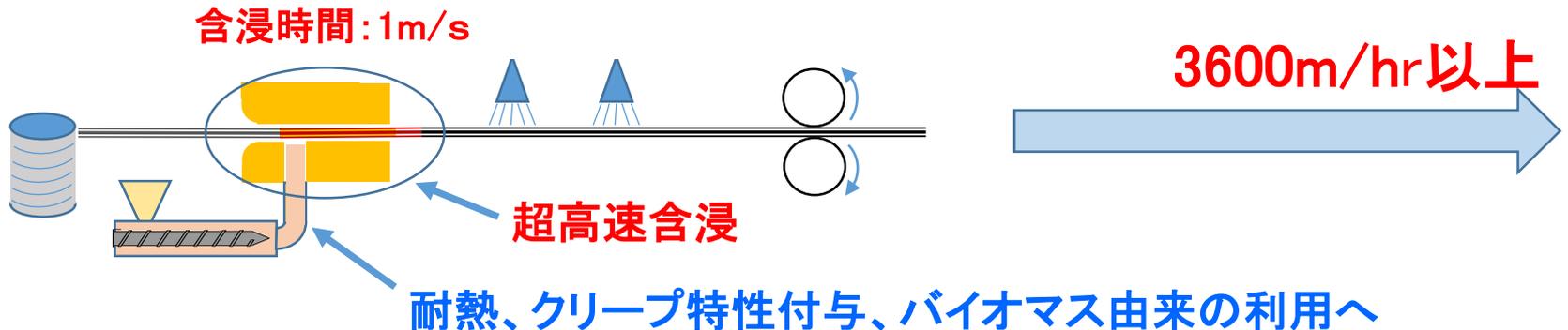
従来技術(熱硬化性樹脂)



COI(熱可塑性エポキシ樹脂)

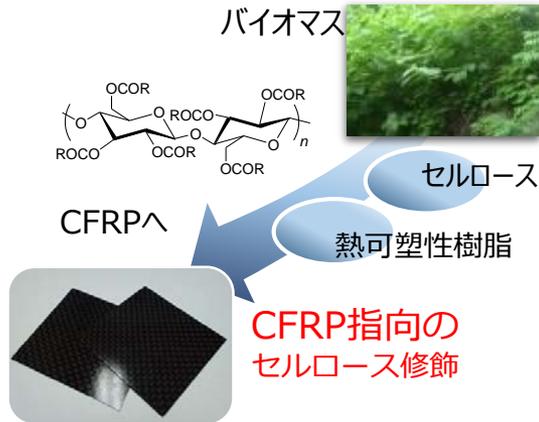


COI(熱可塑性樹脂)



◆ 基盤技術

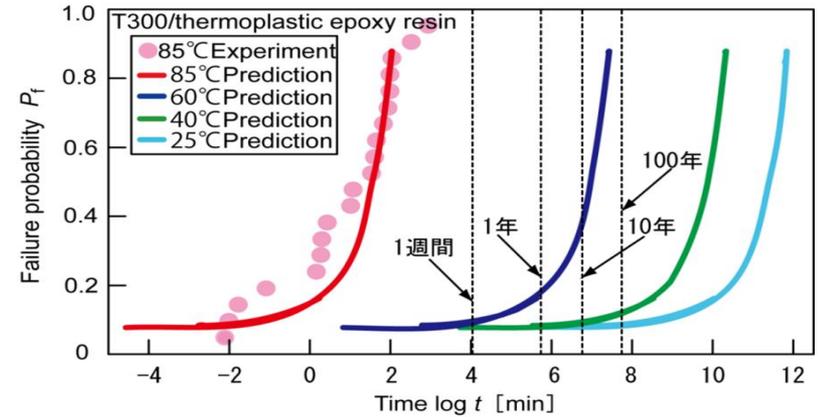
【バイオマス由来 熱可塑性樹脂の開発】



【高性能樹脂の開発】



【熱可塑エポキシの クリープ寿命評価技術】

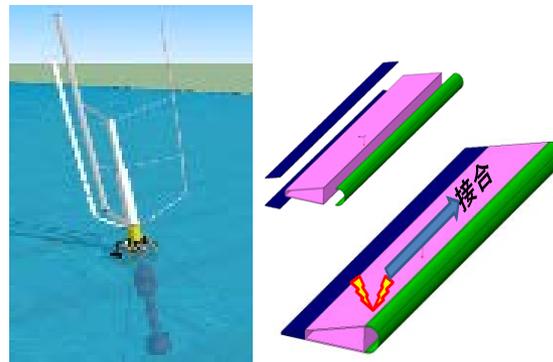


◆ アプリケーションタスク活動

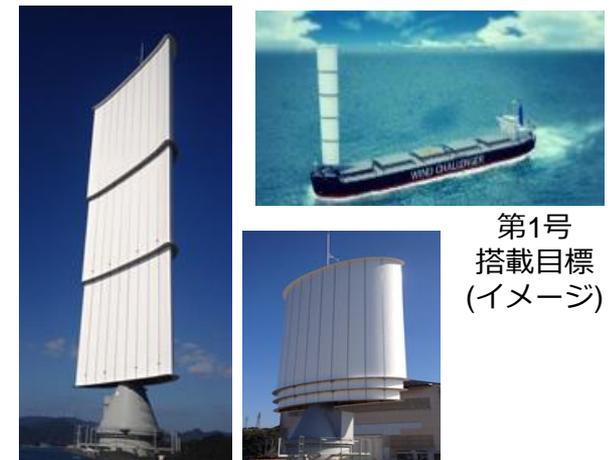
【テンションロッド材の耐震補強用途】 【垂直軸型風力発電ブレード】



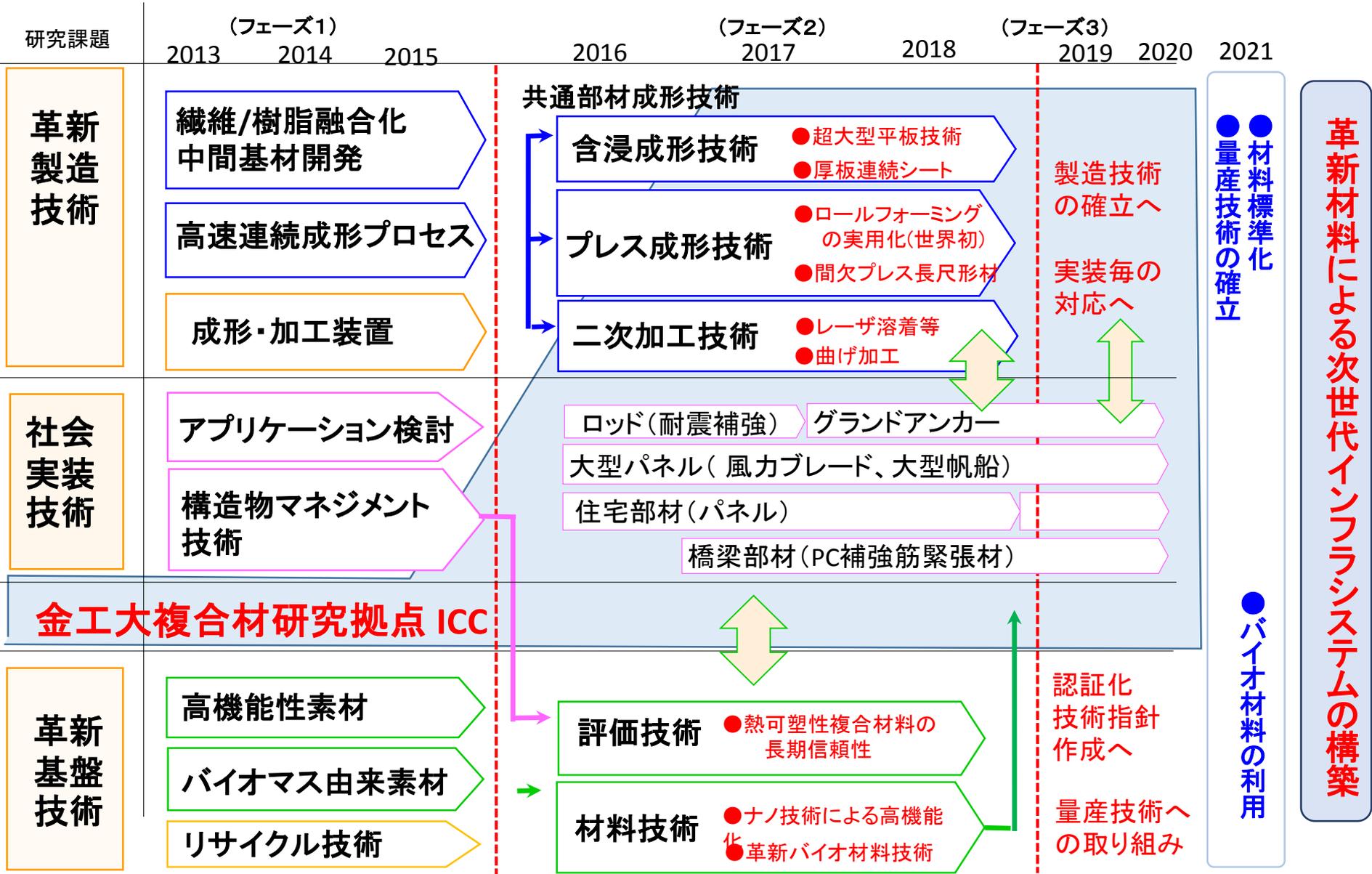
善光寺経蔵の耐震補強へ採用



【大型硬翼帆用大型パネル】



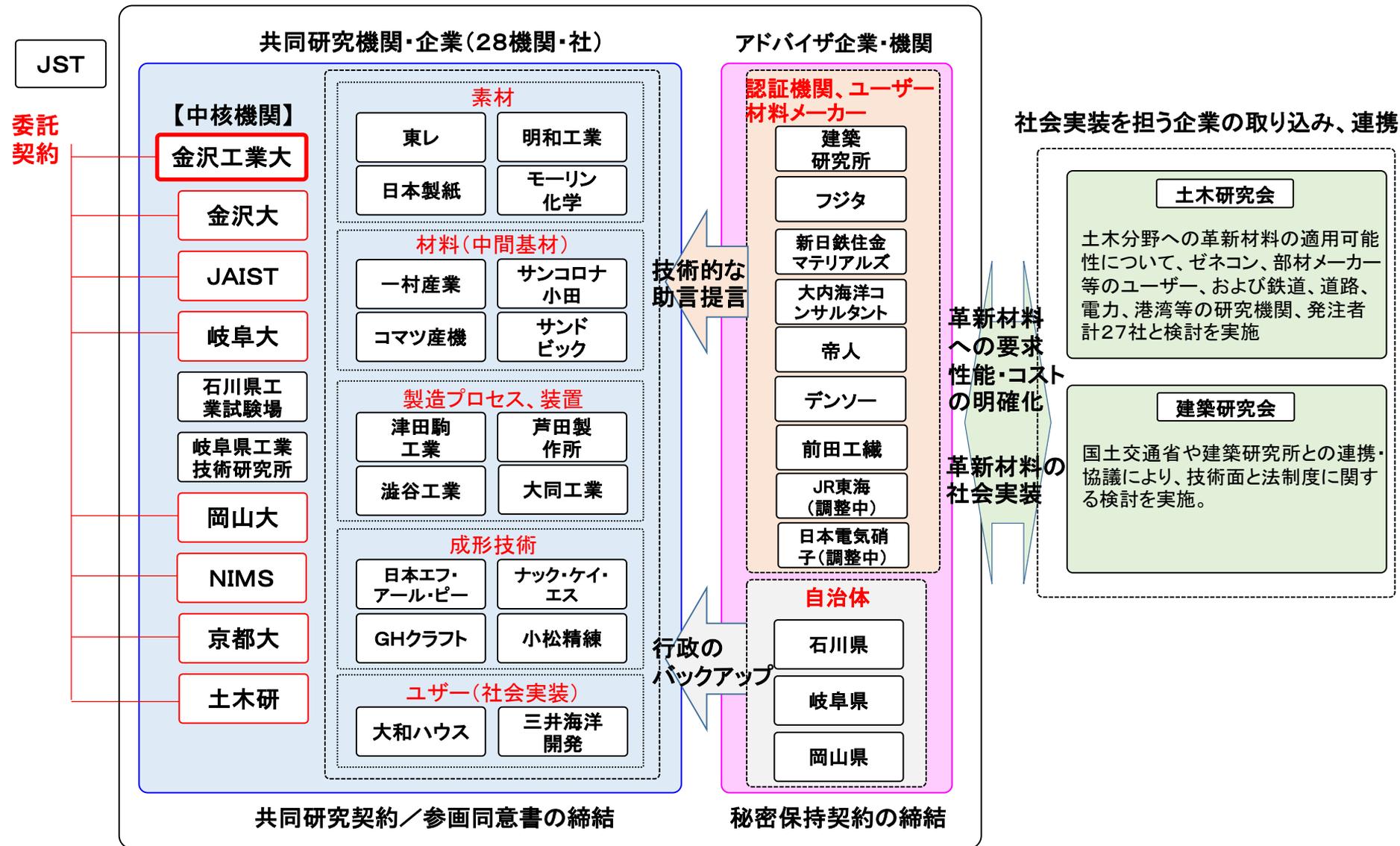
40%確証試験機



Under One Roofによる研究開発体制

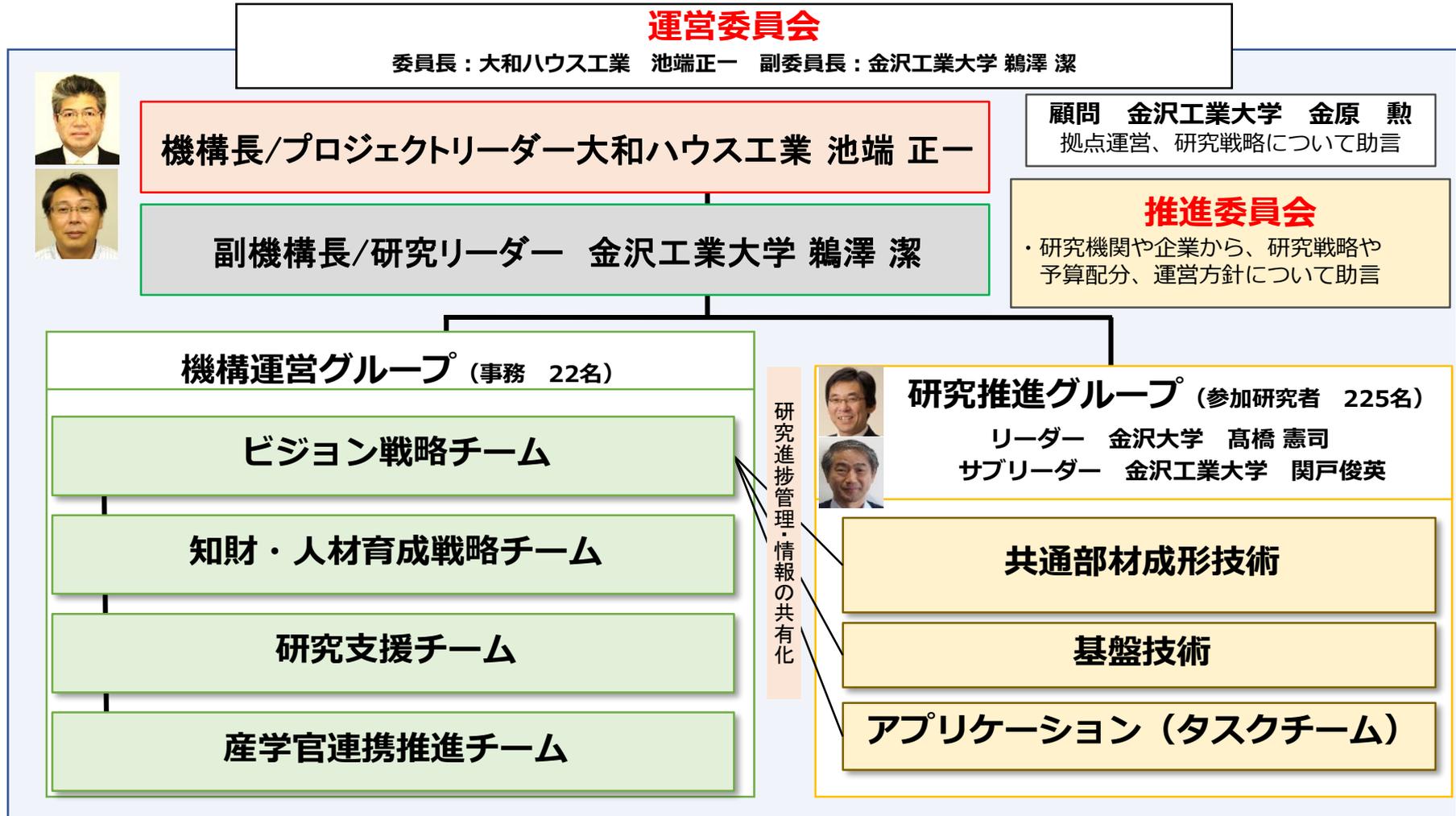
オープンイノベーションのプラットフォームとしてICCが機能し、**企業や研究者を集積**することで社会実装を実現する。

異分野・異業種融合の「Under one roof」の拠点形成



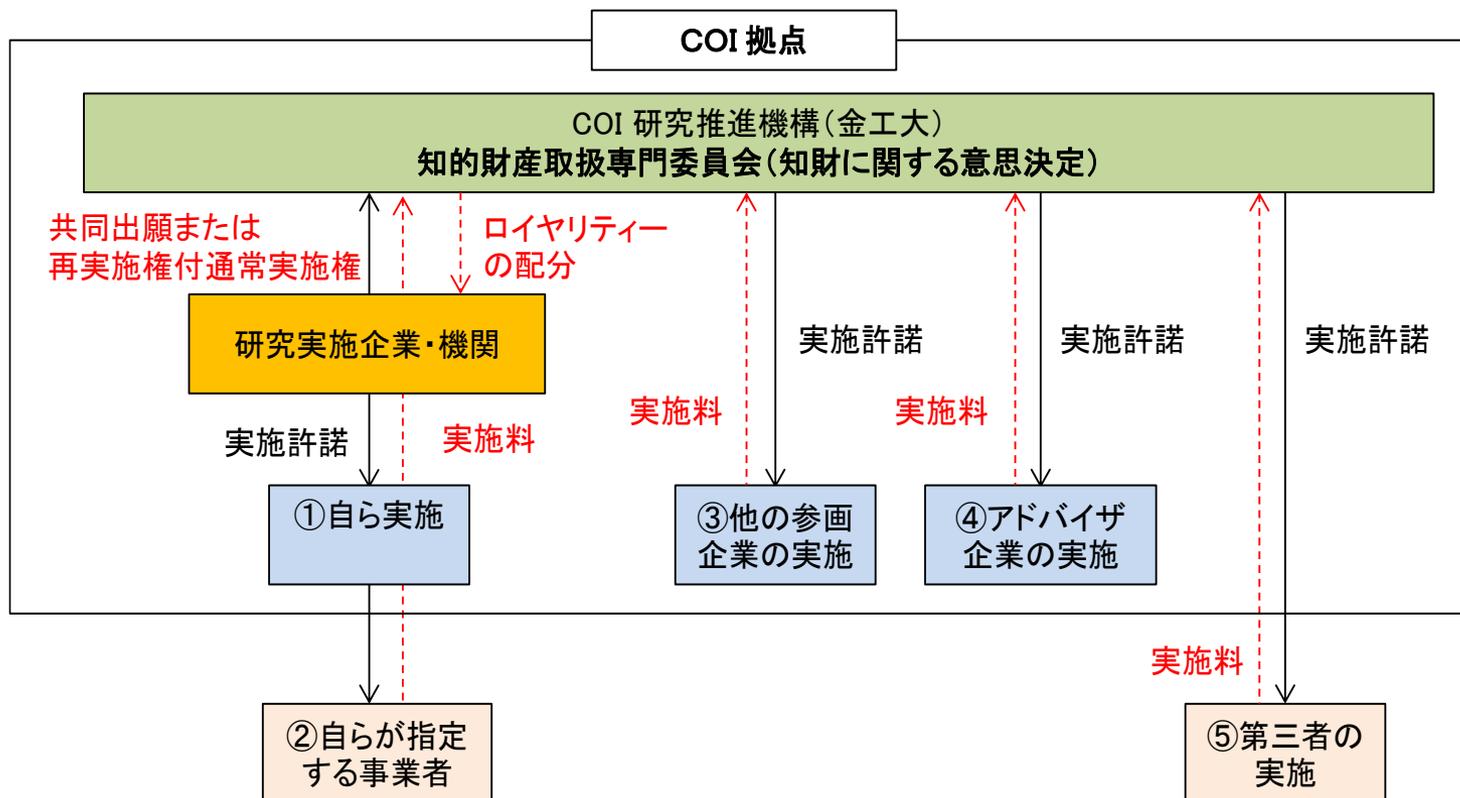
COI研究推進機構の体制

- ・**運営委員会**：COI研究推進機構の運営、研究企画、活動成果について審議
- ・**推進委員会**：運営方針や研究戦略に対し、外部からの評価、提言等行う
メンバー 産：鹿島建設、学：金原勲（金工大）、影山和郎（東大）、官：産総研、日本海事協会
- ・**産学官連携推進チーム**：石川県産業政策課、石川県産業創出支援機構との産学官連携による事業化戦略を推進する



知的財産の保護・活用および維持管理の拠点ルール・運営方針

- ・知的財産権をCOI機構で一元管理する独自ルールを策定(全参画機関による共同研究契約書で規定)
- ・研究成果の共有(共同出願または再実施権の付与)による、研究開発、事業化の促進
- ・積極的な特許取得の支援
- ・知的財産取扱専門委員会での協議による、特許出願の可否の判断、実施許諾等の決定、実施料/ロイヤリティー等の取り決め



特許出願件数(累計)
国内15件、海外4件

オープンラボ・イージーアクセスの産学官連携プラットフォーム

異分野・異業種で共同研究（アンダーワンルーフ）

企業

大学

行政



- 適用研究(商品開発、製造技術、装置開発)を実施。
- 量産製造レベルの試作開発装置の導入
- メンバーシップ、共同研究による企業研究員の受け入れ
⇒ メンバーシップ：34機関・企業 43名の登録
⇒ 共同研究：累計63件（H29年6月）
- 専門教育セミナー

企業・大学、業種を超えた
技術者・研究者のネット
ワーク

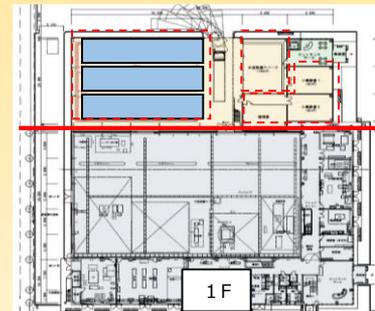
↓
複合材料適用技術普及



複合材料の高速・連続成形プロセス開発による革新複合材料実証開発拠点 企業入居による製品開発・実証開発（クローズ）

ICC拡張（増築）イメージ図

拡張エリア



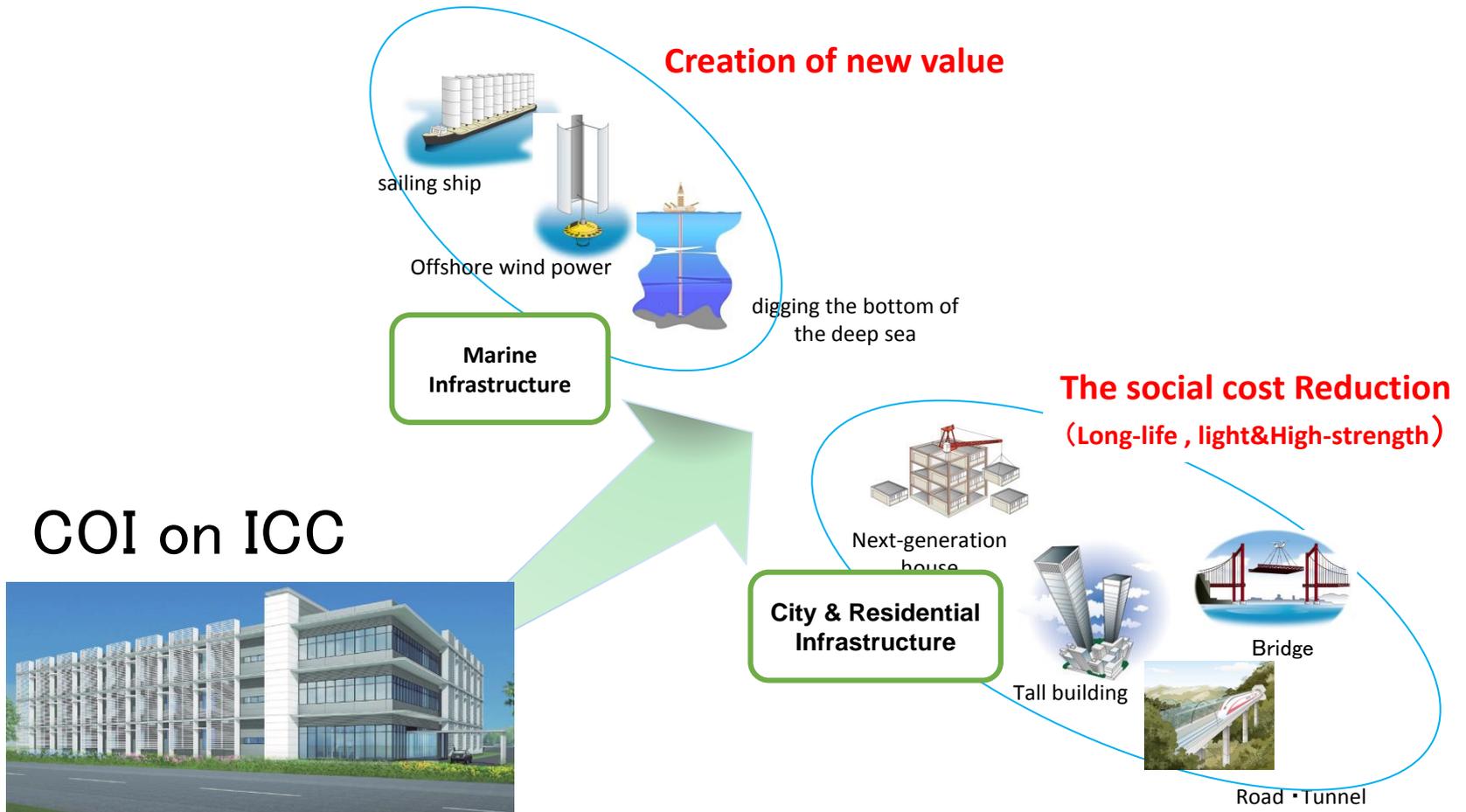
↑ ICC拡張エリア

↓ ICC既存施設

社会実装の実現、サプライチェーン/バリューチェーンの確立、産業の活性化、地方創生

ご清聴ありがとうございました。

持続可能で、安心安全な社会の実現へ



以下、
補足資料

拠点名 革新材料による次世代インフラシステムの構築

中核機関

金沢工業大学

革新素材の開発

担当機関 金沢大学、北陸先端科学技術大学院大学、金沢工業大学、明和工業、モーリン化学、日本製紙

目指すべき将来の姿との関係

既存の樹脂、繊維等の素材の機能性の向上（機械特性、熱特性、自己修復性等）とバイオマスからの素材開発を実施し、従来材料では不可能なアプリケーションへの適用を可能にし、革新材料の社会実装を実現する。

成果の概要

- ①フェニルアラニン誘導体から新たな高耐熱性バイオポリマーの合成、フィルム化に成功
- ②イオン液体中を用いたセルロース修飾方法を開発し、論文化、特許を出願
木質系バイオマスから酪酸酢酸セルロースを製造しCFRPテストピースを成形

従来技術・競合技術との比較

- ①従来のバイオプラスチックは使い捨てレベルの耐熱性（分解温度230℃程度）しかなかったが、当該プラスチックは420℃の分解温度を示した
- ②セルロースの化学修飾方法に関しては、従来の多段階反応より格段に少ないステップで、また反応温度も25℃～80℃付近と、温和な条件による製造技術確立した

成果の特徴

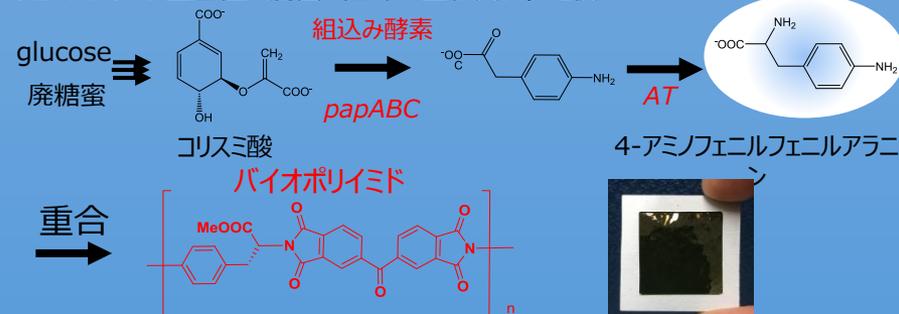
- ①芳香族アミノ酸の置換体という実用に近い芳香族バイオ資源を用いて最も高耐熱とされるプラスチックであるポリアミドを作成できた
- ②従来のセルロース修飾法に代替しうる、簡便かつ高効率な反応系を確立し、熱可塑性セルロース樹脂の数百kgスケールでの大量供給が期待できる

社会的インパクト／経済的インパクト

- ①芳香族アミノ酸由来のバイオポリマー開発は、低コスト化に大きく貢献しており、現実的に流通させられる可能性が高い
- ②セルロース誘導体化技術の確立およびセルロース材料による複合材料の作成は高機能性木質構造材料の実現をより現実的なものとし、これらの材料が金属代替物として軽量化社会への貢献が可能となる

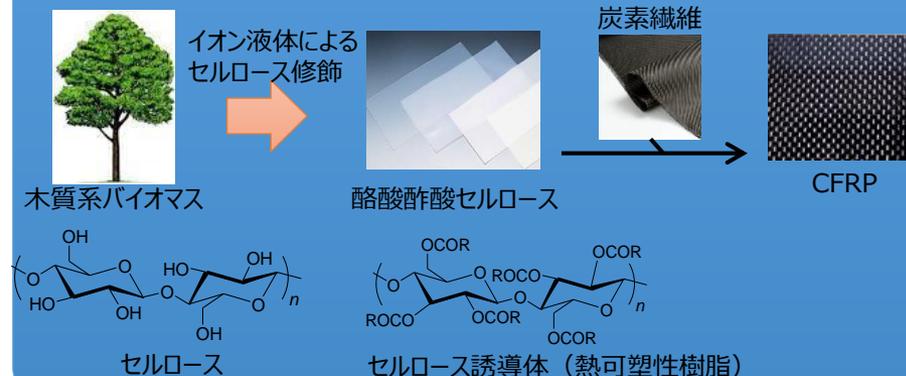
①高耐熱性バイオスーパーエンジニアリングプラスチックの開発

フェニルアラニン生産性大腸菌（日本の生物資源）を使用



フェニルアラニン誘導体から新たな高耐熱性バイオポリマーの合成、フィルム化

②バイオマス由来高分子をベースとした熱可塑性樹脂の開発



拠点名 革新材料による次世代インフラシステムの構築

中核機関 金沢工業大学

革新製造技術の開発（連続成形技術）

担当機関 金沢工業大学、津田駒工業

目指すべき将来の姿との関係

革新材料の自動レイアップ技術、連続成形技術の開発と装置開発により、長尺構造材料の大量生産と、低コスト化を実現し、さらに2次加工技術を確立することで材料から現場施工までトータルな生産性の向上により、革新材料の社会実装の拡大を実現する。

成果の概要

- ・ 自動レイアップ装置の開発において、熱可塑性UDプリプレグテープ（1方向繊維強化テープ材）の固定方法、繊維配向精度、積層材連続製造プロセスを確立し、多軸プリプレグ自動積層装置として事業化
- ・ 多軸プリプレグ自動積層装置から供給される積層材を異形断面の長尺部材に成形するための連続成形プロセスを開発

従来技術・競合技術との比較

- ・ 自動レイアップ装置は、送出し機構を備えることで高い精度の任意配向角の長尺の積層材の製造が可能
- ・ 連続成形プロセスは、自動レイアップ装置から供給される積層材をプレス成形技術を応用した加圧制御技術により高品質な成形が可能

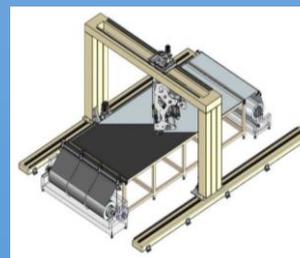
成果の特徴

自動レイアップ装置では、高い精度で任意の積層構成の長尺の積層シートを製造することが可能であり、連続成形プロセスに材料供給することでアプリケーションの要求に適した高品質の長尺構造材の製造が可能となる。

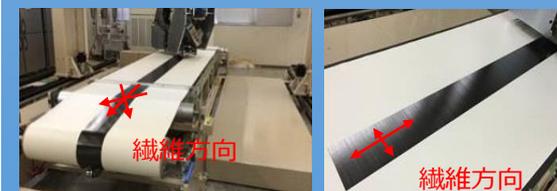
社会的インパクト／経済的インパクト

自動レイアップ装置および連続成形プロセスの開発は、積層材の任意配向による機械特性の向上と連続成形による生産性の向上により、各種アプリケーションの要求に最適な熱可塑性FRP長尺構造材の供給が可能になり、インフラ構造等への適用を拡大する。

長尺構造材の連続成形技術の開発



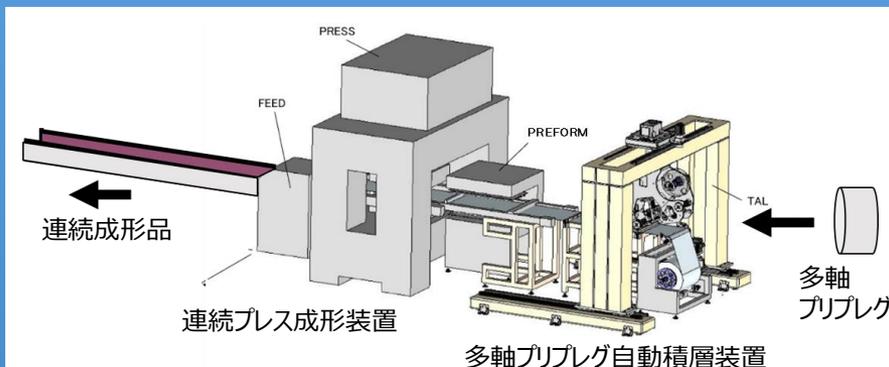
多軸プリプレグ自動積層装置



多軸プリプレグ積層装置の積層試験

自動レイアップ装置の開発

材料供給



連続成形プロセスの開発

拠点名 革新材料による次世代インフラシステムの構築

中核機関

金沢工業大学

革新製造技術の開発（高速成形）

担当機関 金沢工業大学、大同工業

目指すべき将来の姿との関係

革新材料の高速成形（ロールフォーミング技術）の開発と装置開発により、長尺構造材料の大量生産と、低コスト化を実現し、さらに2次加工技術を確立することで材料から現場施工までトータルな生産性の向上により、革新材料の社会実装の拡大を実現する。

成果の概要

- ・ ロールフォーミングプロセスにおいて、1段ロール及び2段ロールの基礎検討および材料の特性試験を実施し、高速成形を実証するための多段ロール成形装置を開発した
- ・ 熱可塑性FRPの成形シミュレーションに必要な各種材料パラメーターを取得し、ロール成形におけるシミュレーションの適用性を検証した

従来技術・競合技術との比較

熱可塑性FRPにおける長尺構造材の高速成形技術は確立されておらず、ロールフォーミング技術による高速・連続製技術は革新性が高い（製造速度の最終目標は5m/分）。

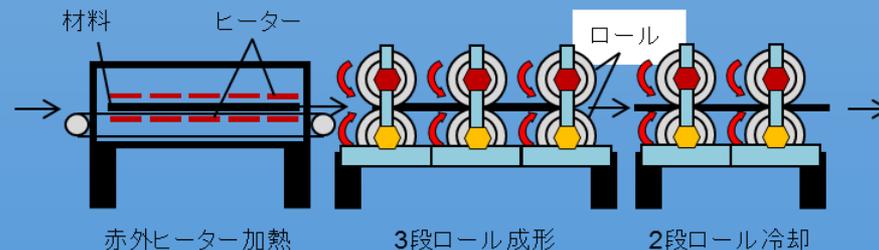
成果の特徴

ロールフォーミング技術は、従来技術では不可能な『高い製造速度』が特徴であり、高い生産性により低コストな長尺構造材の成形が可能となる。

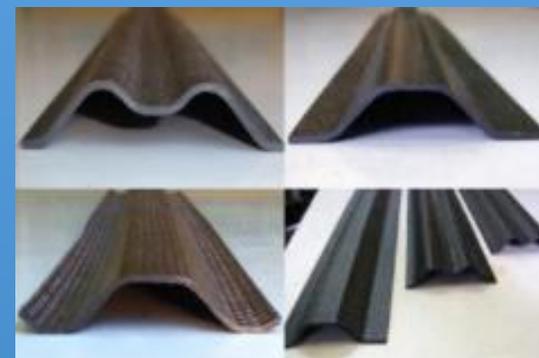
社会的インパクト／経済的インパクト

ロールフォーミング技術により、汎用材料となる熱可塑性FRP長尺構造材を低コストで大量生産が可能となり、革新材料の社会実装を拡大することが可能となる。また、熱可塑性FRPの材料は、従来のFRPに無い2次加工性（曲げ、接合）を有するため、現場での施工性、作業性を大幅に向上することが可能になる。

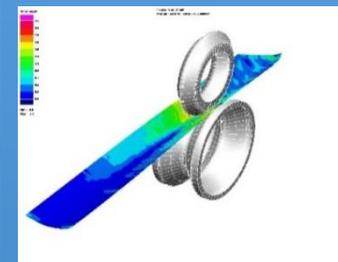
ロールフォーミング技術の確立



多段ロール成形装置の検討



ロールフォーミング成形による异形断面長尺材



ロールフォーミングの成形シミュレーション

拠点名 革新材料による次世代インフラシステムの構築

中核機関

金沢工業大学

アプリケーション（社会実装）開発／構造物マネジメント技術の開発

担当機関 金沢工業大学、NIMS、小松精練（株）

目指すべき将来の姿との関係

革新材料の海外展開を含めた社会実装を加速（革新材料によるインフライノベーションを創出）するため、革新材料のインフラへの早期の実証・実装試験を進めるとともに、必要な材料データの蓄積、破壊機構の解明、寿命推定等を行い、材料標準化及び構造物マネジメント技術を構築する。

成果の概要

- ① 革新ストランドロッドの耐震補強実装試験を開始し、施工性の検証、長期耐久性の評価を実施
また現場施工において課題となる定着部構造を新たに開発した（特許出願）
- ② 熱可塑性複合材料の長期耐久性データの蓄積を早期から実施し、クリープ荷重に対する寿命予測の妥当性を見出した

従来技術・競合技術との比較

- ① 熱可塑性樹脂を適用したことで、従来のCFRPロッドでは不可能な2次加工性や現場施工性の向上により、施工まで含むトータルコストダウンが見込まれる
- ② 熱可塑性複合材料について、新たに耐久性等のデータを蓄積し寿命予測技術を検討することにより、新たな構造マネジメント技術を確立し、アプリケーションへの実装に対しアドバンテージとなる

成果の特徴

- ① スtrandロッドを耐震補強材として既存建築物へ適用検証し、従来材料では困難な既存構造を生かした耐震補強構造を実現した
- ② 熱可塑性複合材料について、長期使用に対する信頼性の向上、維持管理コストの低減が可能となる耐久性データを取得し耐久性予測技術を確立した

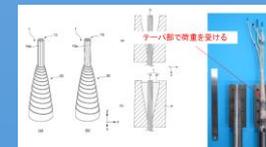
社会的インパクト／経済的インパクト

- ① スtrandロッドによる耐震補強により、従来材料・工法では困難な既存建築に対する新たな技術として期待される
- ② 既存材料、工法に替わる革新材料の早期の実証例により、革新材料の有用性を示し、他のアプリケーションへの展開を加速する

① 引抜きストランドロッドの開発



CFRPストランドロッドによる耐震補強実装試験（小松精練 fa-bo）

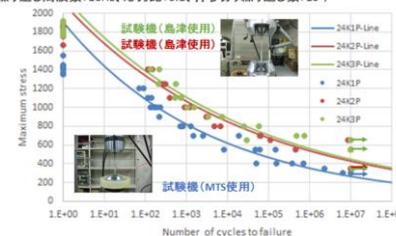


木造建築（文化財等）耐震補強への適用検討

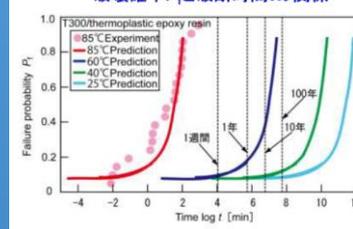
軽量定着部検討

② ナノ・ミクロレベルの信頼性評価技術の開発

熱可塑性複合材料、革新材料の長期耐久性、耐候性評価

S-N（応力-破断寿命）曲線
(繰り返し周波数: 10Hz、応力比: 0.1、打ち切り繰り返し数: 10⁷)

耐久性データの取得

クリープ応力 σ_{c0} が負荷されたときの
破壊確率 P_f と破断時間 t の関係

耐久性（クリープ特性）予測

プラットフォーム構築に向けた取組み対応の報告



ICC拡張（増築）イメージ図

施設（ICC拡張）

- ・構造：鉄骨造3F建
- ・延床面積：約2,000m²
- ・中型設備スペース、小実験室、プロジェクトルーム、カンファレンスルーム他

設備

- ・自動積層機（UD、チョップドテープ等）
- ・引抜き成形機
- ・試験片加工機
- ・万能試験機
- ・耐久試験機 他

予算： 施設4億円、設備3億円

連続成形・加工技術 実証エリア

- ・自動積層機
- ・連続引抜き成形機

プロジェクト占有 評価試験室

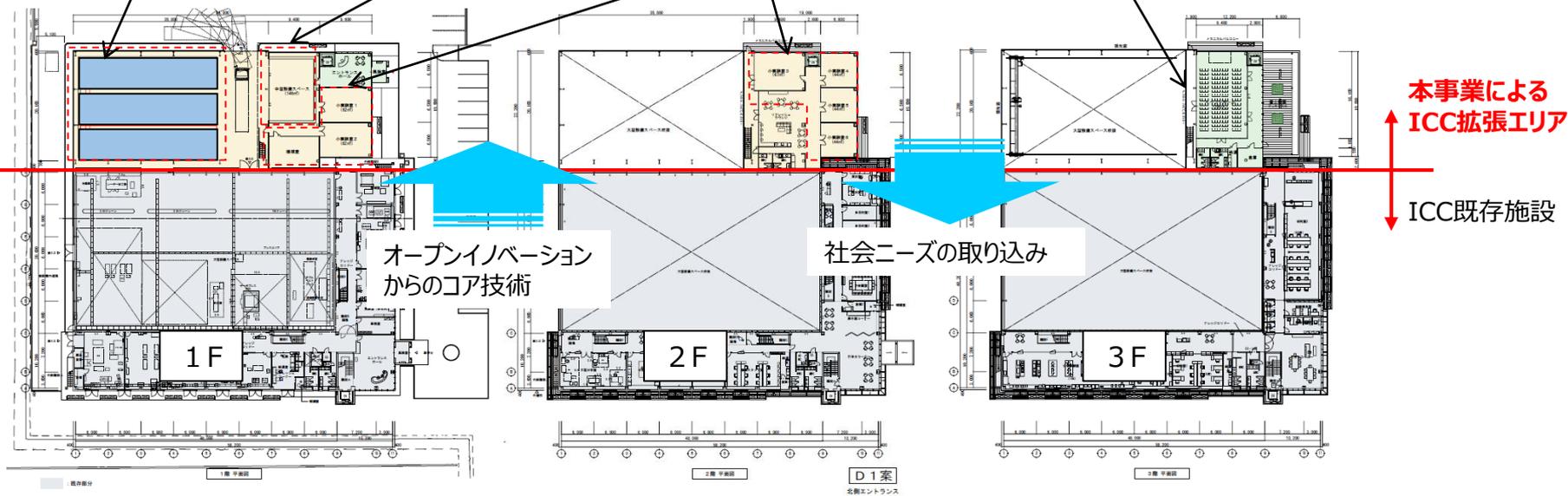
- ・実証試験用評価装置
（耐久試験等）

プロジェクト室 （入居エリア）

- ・プロジェクト占有ルーム
- ・ネットワークエリア

カンファレンスルーム（180人収容）

- ・情報発信、新たな出口創出、ネットワーク形成



ICC拡張（増築）平面図（案）

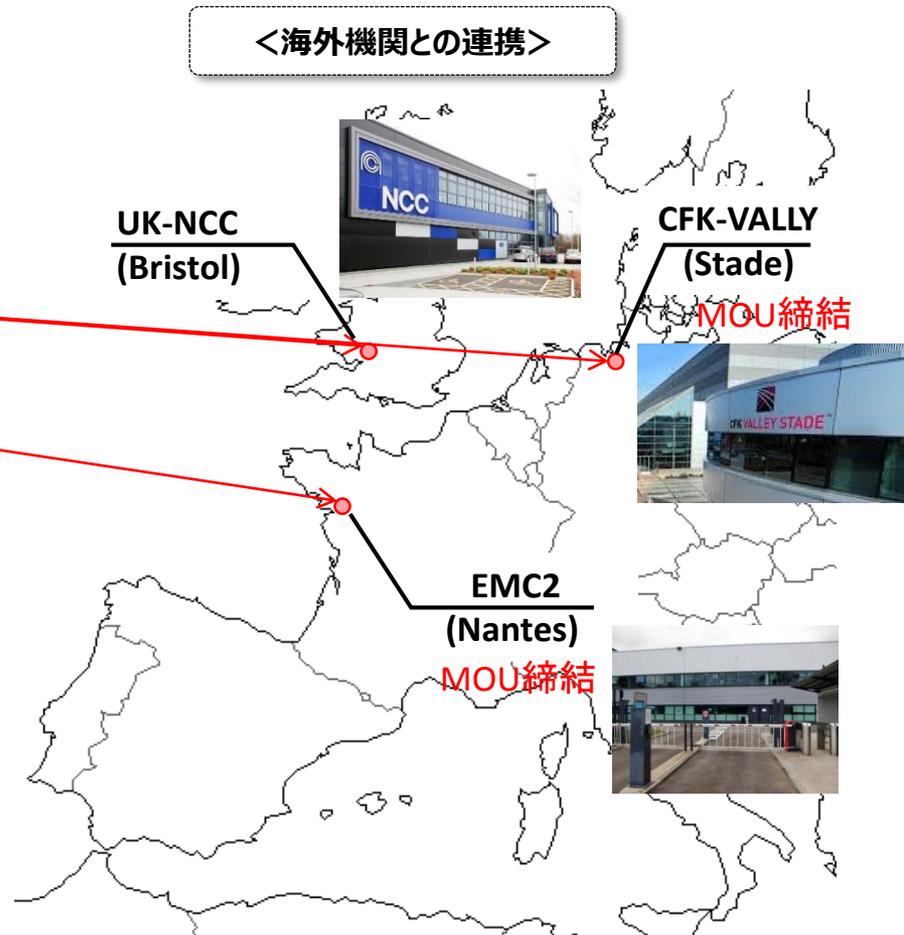
プラットフォーム構築に向けた取組み対応の報告

・国内外の研究機関との連携（ICCを拠点とした複合材料研究開発・事業化へのネットワークの形成）

＜国内機関との連携＞



＜海外機関との連携＞



コンポジットハイウェイカン
ファレンス2015(金沢開催)



コンポジットミーティング2015(ナント市)での日本企業、
ICCブース展示、および日本の取組事例発表



CFK-ValleyとICCの協力協定、
日独企業の技術交流会

