



I 革新複合材料研究開発センター及び COI STREAM 事業の概要 Overview of the Innovative Composite Materials Research and Development Center and of COI STREAM

学校法人金沢工業大学が設置する「革新複合材料研究開発センター」(以下「ICC」という。)では、革新複合材料の製造加工技術、アプリケーションへの適用研究を行っている。大学という学術研究機関と、企業という製造機関の中間に位置し、主要な業務は、革新複合材料のバリューチェーン、サプライチェーンの現出に視点を置いた研究開発並びに人材養成などである。

ICCは、革新複合材料の素材開発、評価、設計、製造技術、製造装置の開発など、工学の全ての知見を駆使した開発が求められ、異なる学問分野、異なる企業群が共同して複合的な技術開発が特徴である。そのような意味から、従来にない新しい枠組みによる共同研究開発モデルとして大学等の試験研究機関研究者、企業等の研究開発担当者が相集って研究開発に取り組む先進的な体制を構築している。

なお、経済産業省が公表している炭素繊維の生産等に関する資料によれば、国内企業及び我が国企業の海外事業所で生産する炭素繊維は、世界の生産量の約6割から7割に達するものの、複合材料として最終活用しているのは1割程度に止まっている。欧州や米国、中国では、風車の羽、航空機、自動車などに非常に多く利用されている。我が国では商品化が遅れ、軽くて丈夫な炭素繊維複合材料を適用する商品はライフサイクルコスト面でも非常に有意であることから、その適用研究が待たれるところである。

ICCは、明治以降繊維産業や織機、機械産業が盛んになった北陸地域において、地域のポテンシャルの他、他大学等の

研究機関及び企業等と広域・異分野融合することにより研究開発体制を構築し、日本のみならず世界が抱える課題解決を図る「国際イノベーション拠点」として、持続可能で安全・安心な社会を実現し、もって日本経済の活性化を図ることを目的として設立された。

文部科学省では、平成25(2013)年度から「革新的イノベーション創出プログラム」(以下「COI STREAM事業」という。)を開始し、10年後の将来の社会的ニーズとビジョンをあらかじめ設定し、これを実現するため「バックキャスト」的に研究開発を進める手法を駆使し実用化を目指すこととした。

学校法人金沢工業大学では、他大学、国立研究開発法人、公設試験研究機関、企業等全部で26機関による共同研究チームを構成し、革新複合材料を中心とする「都市・住宅インフラ」、「社会インフラ」及び「海洋インフラ」分野の各種素材や商品開発等を行い「安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現」に向けて研究開発に取り組んでいる。

COI STREAM事業は、平成27(2015)年度で第一フェーズ期間を終了し、翌年度から第二フェーズ期間となっている。第一フェーズ期間では、多くの素材開発や加工技術の開発が行われ、一部に試作品等の実現をみており、今後引き続き、10年後のビジョン達成に向け研究開発を加速していく予定である。



上空からの ICC

Kanazawa Institute of Technology set up the "Innovative Composite Materials Research and Development Center" (here in after referred to as ICC). The ICC is required to realize complex technology development by making full use of engineering knowledge such as materials development, evaluation, design, manufacturing technology, manufacturing equipment of innovative compound materials by collaborating with different study fields and industries. This center has an advanced system engaging in joint research with researchers from testing institutions of universities and R&D members of companies and which serves as a role model for the unconventional joint research development.

The production volume of carbon fiber by Japanese companies and overseas offices of Japanese companies has reached 60 to 70% of the world's production volume but the material used as a composite material has stayed at only 10%. Commercialization in Japan is far behind other countries and has yet to be studied more closely. Application of carbon fiber composite materials will lower life style costs by using lightweight and durable products. The COI Science and Technology based Radical Innovation and Entrepreneurship Program (here in after referred to as the COI STREAM), initiated by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) in 2013 promotes research development and work towards the practical use of innovative materials employing the backcasting approach to meet social needs and to fulfill a vision for society ten years in the future. COI-KIT consists of a joint research team from 26 institutions

including other universities, national institutes of research and development, public research organizations and other companies. They are working on research and development to create a safe and secure society that can coexist with the Earth for centuries by developing various materials and products with innovative composite materials in the fields of building and housing infrastructure, public infrastructure, and offshore infrastructure.



平成26(2014)年3月 完成時のICC実験場

ICCを設置する学校法人金沢工業大学の概要	
金沢工業大学	
学部	
工学部	：入学定員 800 名
情報フロンティア学部	：入学定員 240 名
環境・建築学部	：入学定員 280 名
バイオ・化学部	：入学定員 160 名
大学院	
工学研究科 博士前期課程	：入学定員 119 名
同後期課程	：入学定員 43 名
心理科学研究科 修士課程	：入学定員 6 名
イノベーションマネジメント研究科 修士課程	：入学定員 40 名
金沢工業高等専門学校	：入学定員 120 名

ICC 主要係数	
建物	1棟 4,457.28平方メートル
完成年月日	平成26(2014)年3月24日
主要設備	ダブルベルトプレス、サーボプレス、油圧プレス、HP-RTM成形システム、レーザ加工機、マイクロX線CT、NMR、FE-SEM、XPS、ガスクロマトグラフ質量分析装置、マイクロチップ次世代シーケンサシステム
特徴	大型部材の成形が可能な大空間実験場を備えており、それを囲むナレッジコリドー(研究者同士がお互いに触発するように広く議論の場を設けた交流通路)、実験室・研究室を配置し、大空間実験場を俯瞰しながら多くの研究者が活躍できる場を設けている。

Overview of Kanazawa Institute of Technology	
Kanazawa Institute of Technology	
College:	
College of Engineering	：Student capacity 800
College of Informatics and Human Communication	：Student capacity 240
College of Environmental Engineering and Architecture	：Student capacity 280
College of Bioscience and Chemistry	：Student capacity 160
School:	
Graduate School of Engineering First (Master's) Phase	：Student capacity 119
Second (Doctor's)Phase	：Student capacity 43
Graduate School of Psychology	：Student capacity 6
Graduate School of Innovation Manegement	：Student capacity 40
Kanazawa Technical College	：Student capacity 120

ICC Outline	
Building	：1 building 4,457.28 m ²
Completion date	：March 24,2014
Major equipment	：Double belt press, Servo press, Hydraulic press, HP-RTM system, Laser cutting machine, Micro X-ray CT Scanner, NMR, FE-SEM, XPS, Gas chromatograph mass spectrometer, Microchip Next-generation sequencing system
Features	：Large internal space for creating large molded structural components A knowledge corridor (where researchers can communicate and discuss the topic and be inspired by each other)Laboratory and research rooms provide many researchers a bird's-eye view of the large testing area.

II 平成 26(2014)年度までの諸活動(概要) Activities up to Fiscal Year 2014

1 公募までの経緯等

石川県における先端複合材の研究開発に関する取組みは、平成16(2004)年の「ほくりく先端複合材研究会」の発足に始まる。石川、富山、福井の各県には明治時代から繊維産業が立地し、付随して織機産業や機械工業が盛んになっていた。金沢工業大学が中心となって、次世代の革新複合材料研究開発の必要性と、その人材育成が重要な課題であることから地域の企業における研究者主体の本研究会が発足した。

その後、各企業を中心とした研究開発費を経済産業省からサポイン事業として獲得し、当該事業を中心に多くの技術開発が進んできた。また、石川県内に立地する企業において炭素繊維の生産が開始された。平成22(2010)年には石川県庁において「次世代産業創造支援事業(通称いしかわ次世代産業創造ファンド)」を創設し、集中支援分野として「炭素繊維」を設定の上、資金的な支援が確立された。

2 公募への積極的な取組みと成果

この地区の企業や研究機関の人材を育成し、また、これらをコーディネートするための人材の集積を支援するため、文部科学省の「地域イノベーション戦略支援プログラム・いしかわ炭素繊維クラスター」に応募し、平成24(2012)年度に採択された。

ハード面の整備を進めるため、平成25(2013)年1月文部科学省「地域資源等を活用した産学連携による国際科学イノベーション拠点整備事業」(平成24(2012)年度補正予算)に応募した。

補助金名
研究機器：地域産学官連携科学技術振興事業費補助金「産学共同利用機器整備」
建 物：地域産学官連携科学技術振興拠点施設整備費補助金「産学共同利用施設整備」
総工費：建屋12億円、設備10億円

1 Background of public participation program

An effort to develop advanced composite materials in Ishikawa first started with the establishment of a study group named "Hokuriku Advanced Composite Materials Workshop" in 2004.Kanazawa Institute of Technology played a central role in launching the study group for researchers in the region.In 2010, the Next Generation Industries Creation Project (aka Ishikawa Next Generation Industry Creation Fund) was established at the Ishikawa Prefectural Office and has provided intensive support for the field of carbon fiber.

2 Positive approach and achievements of the public participation program

The project was adopted as the "Regional innovation strategy support program-Ishikawa carbon fiber cluster" funded by MEXT in 2012 to nurture and pool local human resources.

In order to develop operational infrastructure, we applied for the "International science innovation bases using local resources under industry-university collaboration" by MEXT in Jan. 2013. (Supplementary budget for FY2012).



炭素繊維(平織)

学校法人金沢工業大学は、国立大学法人金沢大学、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学、東レ株式会社、コマツ産機株式会社、大和ハウス工業株式会社、石川県、財団法人石川県産業創出支援機構と共に「持続可能で安全・安心な社会実現のための次世代複合材料の創出」をテーマとする「次世代複合材料研究開発センター」を提案、平成25（2013）年3月7日付文部科学省科学技術・学術政策局長名で採択通知があった。

ICCの応募に相まって平成25（2013）年度新規事業として「革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM事業）」の拠点募集が行われ、学校法人金沢工業大学でも同事業のビジョン3「活気ある持続可能な社会の構築」に対し、「革新材料による次世代インフラシステムの構築～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～」として応募、平成25（2013）年10月19日付でICCを拠点をするCOI STREAM事業が採択された。

本拠点には、採択時に国立大学法人岡山大学及び独立行政法人物質・材料研究機構がサテライト機関として加わり、構成員は、大学等研究機関が8機関、公設試験場2施設、参画企業16社の計26機関となった。平成25（2013）年度から9年間にわたり独立行政法人科学技術振興機構からの研究開発費並びに文部科学省からのシーズニーズ発掘及び本拠点運営経費が措置されることとなった。

以上により、ICCの施設整備、研究設備の整備、研究者等の人的整備並びに研究費の全てが措置され、ここに研究開発が発展的にスタートすることとなった。

At the same time that the plan for ICC was proposed, COI STREAM was newly launched by MEXT in 2013 and was chosen as one of the COI sites as of October 19, 2013. MEXT has proposed Vision 3 to establish a sustainable society with vitality, one of the three visions proposed in the COI, and COI-KIT is working on research towards realizing next-generation infrastructure systems using innovative materials to ensure the realization of a safe and secure society that can coexist with the Earth for centuries.

R&D grants from the Japan Science and Technology Agency (JST) and MEXT's Seeds and Needs subsidies for the ICC's operating expenses are to be provided for up to nine fiscal years. Through these, the project was initiated with the necessary infrastructure such as facilities, research equipment and human resources financially provided.

ICC の役割



3 ICC の発足

平成26（2014）年6月9日「革新複合材料研究開発センター開所式」が盛況のうちに執り行われた。出席者は産業界及び大学関係者、文部科学省や石川県などから200名を超え、ICCへの期待の大きさ、並びに関心の高さがうかがわれた。

ICCでは、事前に施設設備の整備を進めるとともに、施設の完成直後の平成26（2014）年4月から、開所式に先立ち研究開始の準備やICC運営にかかる基礎的な活動が開始された。研究に必要な消耗品の調達を初め、運営に必要な諸規程・マニュアルの制定なども順次進められていった。

3 Establishment of ICC

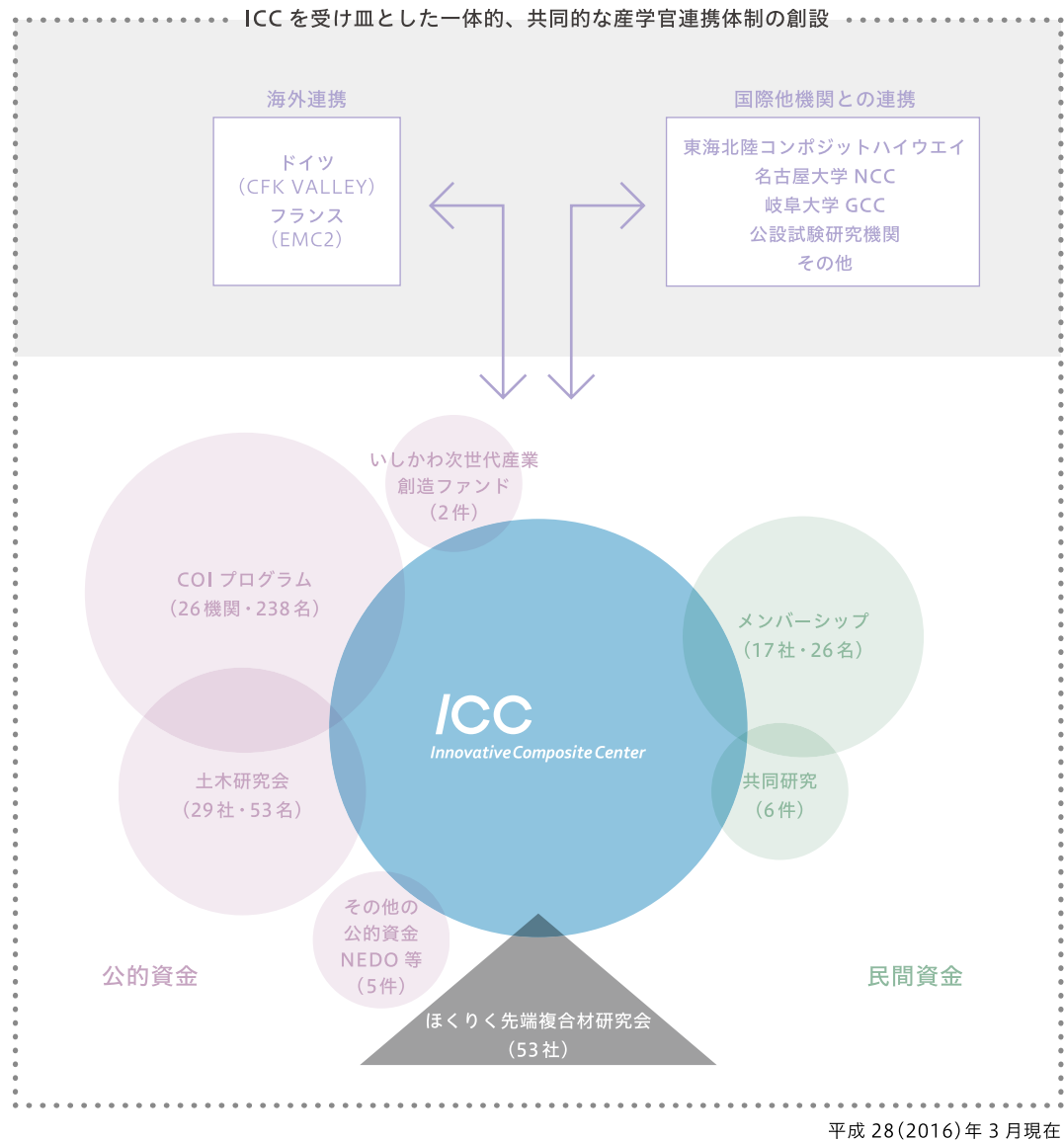
The opening ceremony for the Innovative Composite Materials Research and Development Center was held successfully on June 9, 2014. Attendees from industry, academics, and officials from MEXT and Ishikawa Prefecture numbered more than 200 people, showing the high degree of expectations and grave responsibilities for the ICC.



やつかほりサーチキャンパス



開所のテープカットを行う関係者



4 新たな産学連携の構築

ICC の発足後、多くの大学、研究期間、企業等が ICC のアンダーワンルーフのもとでの研究に参画し、目標としていた「新たな産学官連携体制の構築」が進んでいる。企業等は段階的にメンバーシップから参加し、一定の目的があれば共同研究に進み、なお研究開発に取り組むときは研究会や COI STREAM 事業に参画していくというイメージを立てている。

また、これからの企業群を含む ICC 全体として海外連携と国内連携にも取り組み(既に MOU を締結済み)一層の研究開発体制を充実すべく努めている。

4 Building a new industry-academia collaboration

After the launch of ICC, a number of universities, research institutes and companies have participated in this "joint" under one roof style of research and are aiming to build an industry-academia collaboration. The ICC's model plan is to first join a membership program and if there is a common interest then they will proceed to joint research. For further research development, companies will either continue to participate in the COI STREAM program or participate in study groups.

Also, the research and development framework is being further enhanced by collaborating with overseas and domestic institutions (already completed in MOU) throughout ICC, including with an existing group of companies.

1 ICC 運営に関する規程の改正

ICC の運営に関する規程は、平成 26(2014)年度に必要なものが制定されている。しかし、ICC 運営後 2 年が経過し、前年度までの運営状況を見直しつつ所要の改正を行った。

→ p24 資料 01

2 研究員の受入れ

学校法人金沢工業大学受入研究員規程に基づき、ICC が企業等に在籍する研究者等を受け入れ、ICC 研究員と ICC が受け入れた共同研究員が協力して研究開発を行っている。受け入れは、法人の人事委員会が履歴書や研究歴により審査し決定している。平成 27(2015)年度は、新たに 22 人を受け入れ、合計 39 名となった。

3 安全講習の実施・安全活動

上記 2 より受け入れた共同研究員には、ICC 内における研究活動を行うに際し必要な安全に関する講習を実施している。安全講習は、法人が定める安全指針の一部を使用し、安全な研究開発を徹底している。ICC では、全学の安全委員会が決定したことを遵守して研究活動を行うことを徹底し、特に 4S 活動、安全監査の受検、ヒヤリハット報告などを実施している。また、ICC 独自の活動も行っており、ICC 安全委員会の開催、ICC 内外の安全パトロールの実施など研究者の身体の安全等に十分な配慮を行っている。

→ p24 資料 02

4 予算執行

ICC の予算執行は、物品の購入、事業の遂行、研究者等の出張など多岐に亘っているが、実際の予算執行は研究支援部を中心に行われている。なお、COI STREAM 事業にかかる執行状況の確認のため、平成 27(2015)年度「予算管理システム」を導入し、次年度から本格的に運用する予定である。

5 特許等

参画企業・機関から発明等の届出があった場合は、COI 研究推進機構運営委員会のもとに置かれている知的財産取扱専門委員会(知財委員会)が開催され、共同研究契約に基づき、その取扱いが協議されている。また、平成 27(2015)年度も特許に関する調査が行われ、「欧州特許の動向調査」(炭素繊維複合材料分野の特許分布の把握により研究開発の方向性を検討するための資料)を作成した。なお、前年度に引き続き知的財産プロデューサーの受け入れも行った。

→ p24 資料 03

1 Amendments to ICC management regulation

ICC management regulation was established for the program's prior needs in FY 2014. After two years, the previous operations were reviewed and amendments were subsequently made.

2 Acceptance of researchers

ICC accepts researchers enrolled in companies and conducts joint research with ICC researchers. 22 people were newly accepted for FY 2015, raising the total to 39 people.

3 Practice of safety training and safety activities

ICC researchers are given a safety training in order to carry out research activities in compliance with what the safety committee of the university has determined and implemented. This includes 4S activities, examination of the safety audit and near-miss report.

4 Budget execution

A portion of the ICC budget is applied to the purchase of goods, business activities and business trips for researchers. The various budget execution operations are conducted mainly in the Office of Research Development at KIT. Also, a budget management system was introduced to insure proper management for the COI STREAM program and is scheduled for full-scale operation starting next year.

5 Patents, etc.

If there is a notification of an invention from the participating companies and institutions, the Intellectual Property Handling Technical Committee, which is a sub-committee of the COI Research Promotion Committee (Intellectual Property Committee), will discuss the handling of the patent based on the joint research agreement. In addition, we carried out a patent search in FY 2015 and created a "Trend Survey of the European Patent" (Documents to consider the direction of research and development by understanding the patent distribution of the carbon fiber composite material field). Also, we continue to accept the IP Strategy Producer from the preceding fiscal year.

6 広報・アウトリーチ活動

ICCの広報活動は、ICC自身のウェブサイト充実すると共に、主要事業であるCOI STREAM事業に係るサイトを開設した。同時にパンフレット類について日本語版、英語版を作成し、来所者や国内外の学会等での説明に用いている。

ICCが取り組む炭素繊維複合材料の研究開発について、積極的な外部発信活動（アウトリーチ）並びに情報収集活動を行い、金沢において国際学会を主催し、またドイツのCFKバレーと研究交流等に関する覚書（MOU）を締結するなど多くの取組みを行った。

→ p25 資料 04

7 外部資金の獲得

三井物産株式会社と協定を締結するとともに研究機器の無償貸与契約によりHP-RTM(resin transfer mold)成形システム、ロボットを導入した。

また、中堅中小企業との「橋渡し研究機関」の認可も経済産業省から受け、積極的に企業等と連携を図ることができた。なお、企業等との共同研究も引き続き実施された。これら共同研究による一部成果はCOI STREAM事業に活かしながら進めている。



三井物産株式会社との協定締結

8 メンバーシッププログラム

ICCへの研究者派遣と、学校法人金沢工業大学が有する炭素繊維複合材料に関する知見等の利便を共有するため実施しているメンバーシッププログラム会員として、今年度は新たに9機関が参画した。今年度から、ICCの研究活動を紹介するため「メンバーシップフォーラム」を隔月開催している。

9 利用者・見学者など

ICCの利用者数は、研究のための入所者（ICC専属職員は除く。）は平成27（2015）年度1,600名を超え、月別に見ても順次増加傾向にある。また、見学者も延べ1,300名を超えており、新たな産学協同の仕組みや地方創生、新産業の創設などに関心が見受けられる。センターでは、センターの利用や見学に関し、一定のマニュアルを定めて対応している。今年度は、センターのウェブサイトに見学フォームを設定した。

→ p25 資料 05

6 Public relations and outreach activities

Intensive external outreach and information collecting activities regarding R&D of carbon fiber composite material has been carried out and hosted the international conference in Kanazawa. Also, a MOU (memorandum of understanding) on research exchanges with the CFK Valley in Germany has been concluded.

7 Acquisition of external funding

The HP-RTM (resin transfer molding) system and cooperating industrial robots have been introduced by concluding a free loan agreement of research equipment with Mitsui & Co., Ltd. In addition, ICC was approved by the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) as a base for gap-bridging research institutions and is actively working together with industries. Some results of these joint researches are utilized in the COI project.

8 Membership program

Nine institutions are new participants in a membership program which dispatches researchers to the ICC to share the accessibility of knowledge concerning carbon fiber composite materials held by Kanazawa Institute of Technology. A membership forum is held every other month from this fiscal year to introduce the research activities of the ICC.

9 Users and visitors

User attendance for research at ICC (ICC dedicated staff excluded) numbered more than 1,600 people in FY 2015 and has been increasing every month. Also, there have been more than 1,300 visitors and great attention has been paid to the industry-academia collaboration and creation of local and new industries.



ドイツCFKバレーとの覚書を締結

10 入所者の区分明示

従来の二方向の産学連携という考え方から、COI STREAM事業に見られるように産業界、公設試験研究機関、国の試験研究機関、他大学がICCを受け皿として一つの研究目的に向かって邁進する方式を取っている。一方で、ICC内における安全保持、企業等の秘密保持、安全保障輸出貿易管理などにも十分な配慮が必要であり、入所者の出处進退、区分明示などを平成27（2015）年度確立したところである。その主なものは、入所者が確認できるディスプレイ装置、帽子の色、ビブス着用などにより実現した。

→ p26 資料 06

11 研究活動の不正防止、研究費の不正使用防止

学校法人金沢工業大学は、研究活動の不正防止のため関連規程を整備している。平成27（2015）年度は、全学的に「CITI Japan e-learningプログラム」の受講を義務付け、ICCの研究者並びに受入研究員等の受講（COI STREAM事業担当者は、国立研究開発法人科学技術振興機構により全員受講を義務化。）を行ったほか、規定に従い不正行為を行わない旨の「誓約書」を提出した。また、研究費の不正使用防止のため研究支援部担当者による実務説明会を実施し、その徹底を図った。



外国人見学者への説明

12 安全保障輸出貿易管理

ICCでは、特定の外国において武器生産などに使われないよう炭素繊維複合材料について輸出貿易管理令によりリスト規制されていることに鑑み、安全保障輸出貿易管理に関するセミナーを平成27（2015）年度二回開催した。最初に経済産業省から担当者を招き、一般的な輸出貿易管理について説明を受けた。後日、炭素繊維複合材料に特化した現場での運用説明について東レ株式会社の担当者の説明も受けた。

なお、学校法人金沢工業大学では、安全保障輸出貿易管理規程を制定し、「安全保障輸出管理委員会」を設置している。ICCでも同規程に基づき運用し、外国人の研究や見学その他について支障のないよう留意している。

10 Specifying resident classification

Compared to the conventional bidirectional workings of industry-university cooperation, COI is instead comprised of industry, public research institutions, national research institutes and other universities which are together taking the system toward one of the research purposes of the ICC. In 2015, a display system was established to check who is on duty and to provide different colored caps and bibs for visitors in order to maintain safety, confidentiality, and export Trade Control for our attendees within the ICC.

11 Prevention of fraudulent acts in research and unauthorized use of research expenses

All residents were required to take a CITI Japan e-Learning Program, (COI STREAM personnel are obligated to take one presented by the National Research and Development, Japan Science and Technology Agency), and submit a written pledge not to carry out any illegal acts in accordance with the provisions set forth.

12 Security Export Trade Control

The ICC held seminars on security export trade management twice in 2015 in order to comply with export control laws and regulations and prevent the production of weapons using carbon fiber composite materials. The first seminar was a lecture on general export trade management from an officer from the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), and the second seminar was an on-site operational description that specialized in carbon fiber composite materials by Toray Industries, Inc. The Kanazawa Institute of Technology established the Security Export Trade Control Regulations, and set up a Security Export Control Committee. The ICC also operates the center under these same rules in consideration of the possibility of foreigners interfering with the research, visits or other activities.



ワークショップの風景

13 COI 研究推進機構の運営

ICCを中心に、学校法人金沢工業大学が拠点校であるCOI研究推進機構の運営を行った。当機構は、「革新材料による次世代インフラシステムの構築～安全・安心で地球と共存できる数世紀社会の実現～」として構成され研究開発が進められている。

→ p26 資料 07

1 当機構の運営は、ICC事務室、研究支援部及び石川県庁の各職員により組織化された「機構運営グループ」により行われている。この「機構運営グループ」は、情報共有を密にするため平成27(2015)年度も月2回のペースで機構ミーティングを開催してきた。

2 平成27(2015)年度においても、国立研究開発法人科学技術振興機構への全体計画書修正版、年度計画書及びその修正版、前年度報告書並びにロードマップ修正版の提出を行った。

3 当機構が属するガバナリング委員会、ビジョナリーチームの当拠点訪問は、平成27(2015)年度3回行われ、その対応に当たった。特に、第一フェーズの最終年であること、平成28(2016)年度実施予定の中間評価対応、同じくワーキンググループ再編成、ロードマップの再検討なども議題とされた。

13 Management of the Organization for Advancement of COI Research

The ICC carries out the management of the Organization for Advancement of COI research based at Kanazawa Institute of Technology. The organization promotes research and development under the theme of "Construction of next-generation infrastructure systems using innovative materials - Realization of a safe and secure society that can coexist with the Earth for centuries". The organization has made the following actions:

1 The COI-KIT organized by ICC office, research support section and Ishikawa prefectural governments held an organizational meeting twice monthly in FY 2015 to share information.

2 In FY 2015, we submitted a revised version of an overall plan, yearly plan, previous year's report and roadmap to the National Research and Development, Japan Science and Technology Agency.

3 In FY 2015, the corresponding governing committee and visionary teams made three site visits. We discussed the correspondence of the mid-term evaluation scheduled in FY 2016, reorganization of working groups and re-examination of the roadmap at the end of the first phase.

4 平成27(2015)年度から当機構に推進委員会を置き、研究の推進などについて幅広い意見を聴取することとなった。推進委員は、適宜独立して意見を述べることもできるよう制度化した。

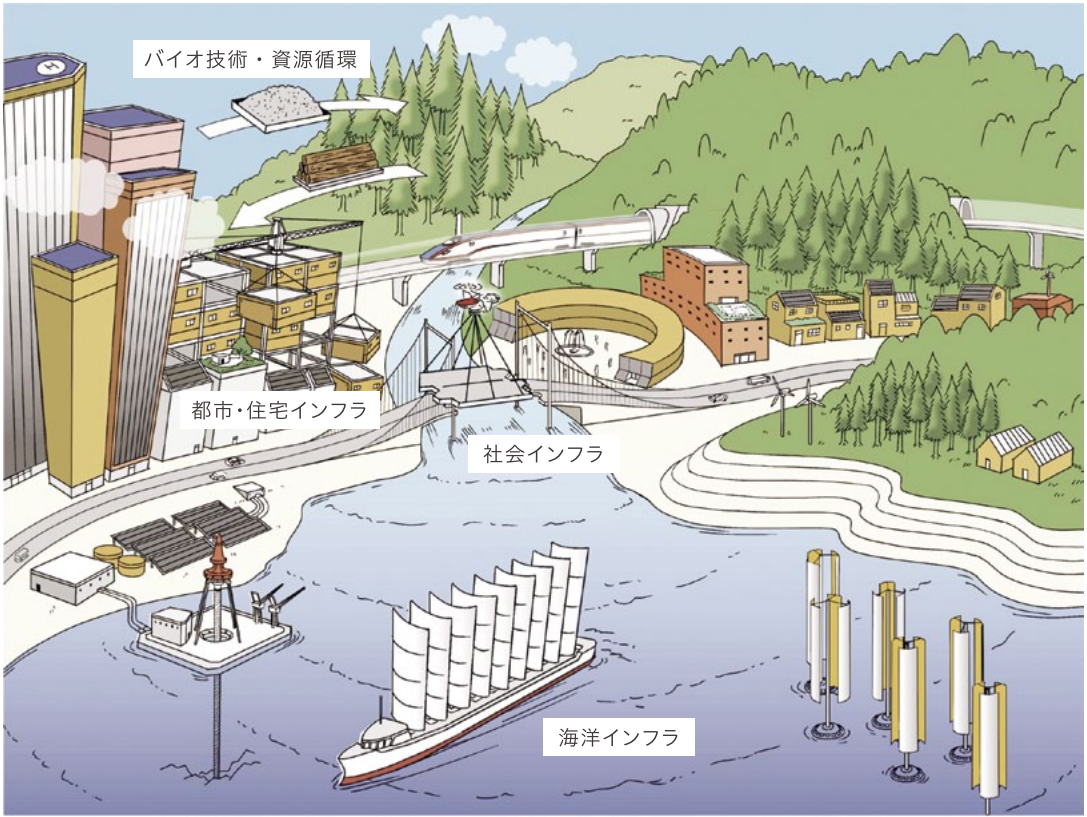
5 当機構の研究推進上の重要な会議は、各研究グループが個別に行うグループ会議のほか、各グループのリーダーが集まるグループリーダー会議5回、参加研究者全員による拡大ワーキンググループ会議2回、本機構運営の中心的な会議であるCOI研究推進機構運営委員会1回といった形で開催された。

6 これまでのCOIプログラム事業の研究費及びシーズニーズ補助金事業費は、合計11億5800万円にのぼっており、研究開発、シーズニーズの発掘に関する調査や機構運営など、多くの事業が展開された。

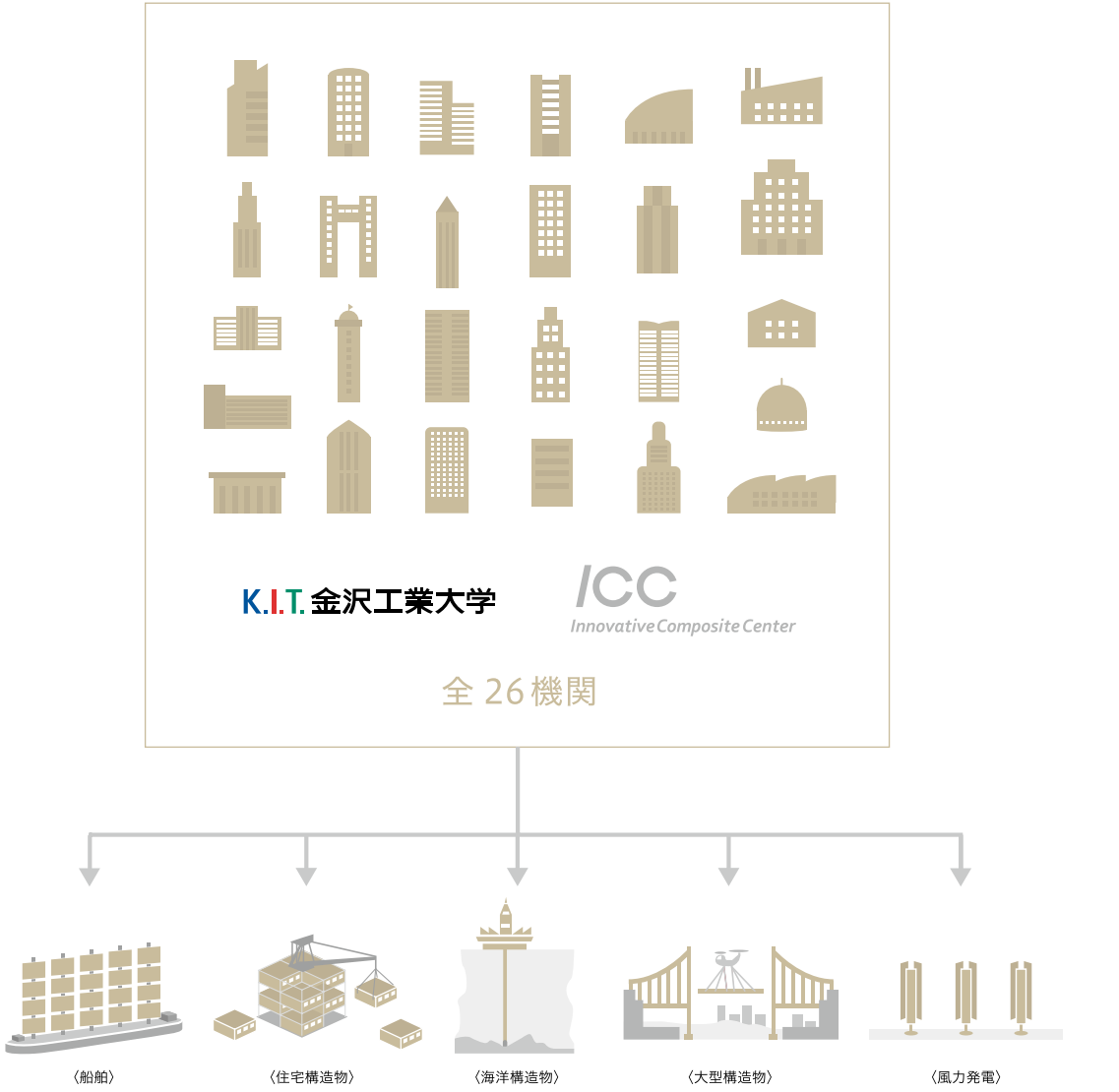
4 The Promotion Committee was set up from FY 2015 in order to hear a wide range of opinions on promoting research.

5 Important meetings to enhance the research activities are: group meetings for individual research groups, group leader meetings (five times per year), the general meeting (twice per year) which requires all researcher's participation, and the management committee of the Organization for Advancement of COI research.

6 Research expenses of the COI program and project expenses of the Seeds & Needs subsidies have climbed to a rounded total of 1,158,000,000 yen. The budget provides funding for many activities such as research and development, surveys to discover needs and offer solutions, and organization management.



金沢工業大学が目指す10年後の社会



金沢工業大学 COI 拠点のイメージ図

1 成形加工技術

布谷 勝彦、石田 応輔、白井 武広、北田 純一、福島 岳、佐久間 忠、乾 伸晃

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の素材に色々な種類があるのと同じように成形方法にも色々な種類があり、中間基材の性状によって、湿式成形と乾式成形に分れる。ここでは、プレス加工による熱可塑性CFRP部品の量産加工技術を確立するために、熱可塑性CFRPに対応した金型やプレス機械の制御技術の開発が必要となっている。そのためには、熱可塑性CFRPシートの特性、金型やプレス加工条件における成形性や成形品の特性との関連性を明確にすることが必要である。ICCでは、予備加熱におけるシートの温度測定、絞り加工などのプレス実験を行い、プレス成形プロセスにおける諸条件が成形品の表面状態、形状および強度に及ぼす影響について検討している。

1 ダブルベルトプレスによる連続シート成形手法の開発

炭素繊維織物(12K、平織) とポリアミド6(PA6)フィルムを交互に多積層させるフィルムスタッキング法を用いて連続的に含浸させ、最大成形厚み3mmまでの成形手法開発を実施した。生産速度 0.4 M/分で曲げ強度 500~550 MPa迄到達している。成形品の断面写真を確認するとわずかなマイクロボイドが存在しており、バッチプレス法(従来手法)での曲げ強度最大値 700MPaの達成を目指している。

※ダブルベルトプレス…スチールベルトを応用した連続成形用ダブルベルトプレス装置。希望の温度や圧力に応じて最適なモジュールの組み合わせを行い、一台のプレス装置内で連続プロセスを構築できる。

※スタンパブルシート…炭素繊維の糸を織物にして、熱可塑性のフィルムを重ね合わせる。次に、炭素繊維織物と樹脂が一体化したシートを積み重ね、近赤外線加熱した後、プレス機で圧縮し、板状に成形したもの。

※12K…炭素繊維12,000本の束。

※平織…炭素繊維を交互に浮き沈みさせて織ったものシート。

※ランダムシート…繊維をランダムに配置したシート。予熱からプレス後、冷却した中間材。



Figure1. Double belt press machine

1 Molding Technology

K.Nunotani, O.Ishida, T.Shirai, J.Kitada, G.Fukushima, T.Sakuma, N.Inui

As there are various raw materials in Carbon Fiber Reinforced Plastics(CFRP), there are inherently many methods of molding as well. Of these, there are two major categories of processing, wet molding and dry molding, depending on the properties of the intermediate materials. In order to establish the mass production of thermoplastic CFRP parts using press forming methods, it is necessary to develop appropriate control techniques for the forming dies and press machines used in the process. Therefore, characterization of the material properties of thermoplastic CFRP sheets, the formability at specific die or pressing conditions, and the properties of the molded product is necessary. At ICC, press tests such as temperature measurements of sheets during pre-heating and extreme drawing tests have been conducted and have examined product quality such as surface condition, configuration, and the strength of the molded material influenced by the various conditions in the press forming process.

1 Development of a continuous sheet molding method by double belt press

A test machine was first used to find a suitable production method of this dry molding technique. A film stacking method to make a plural layer carbon fiber fabric(12K, plain weave) and Polyamide film(PA6) was applied by continuous impregnation in order to develop a processing method that achieved a maximum 3mm thickness. 500-550 MPa flexural strength was reached at 0.4 meters per minute of production speed. Slight microvoids were observed in a cross-sectional analysis of the molded article. The next step in development will be to reach a 700MPa flexural strength using batch press method, an already existing method.

* Double belt press - Steel belt-based equipment that enables continuous pressing by using an optimal combination of modules that depend on the ideal temperature and pressure.

* Stampable sheet - A flat sheet of carbon fiber impregnated with thermoplastic resin, which can be reprocessed due to the thermoplastic resin matrix.

* 12K - 12,000 bundles of carbon fiber

* Plain weave - a carbon fiber sheet that is woven by alternating over and under.

* Random sheet - Resin impregnated chopped tapes, randomly dispersed into a homogeneous sheet. Can be worked into complex configurations with low pressure.

2 ダブルベルトプレスプロセスプロファイルの計算手法開発

試験機にて得られた成形条件をスケールアップし、適切なダブルベルトプレスプロセスを設計することを目的に開発した。例えば、基材情報(重量・繊維体積含有率・積層数・熱物性etc.)に対して、含浸必要条件(温度、圧力、保持時間)が判る場合、その含浸必要条件を達成出来るプロセス条件の設定例を試算し、テスト機によるトライを行う検討期間を短縮出来るように設定する。また、テストを補助する役割を果たし、基材厚みや樹脂種を変更した時の生産性の検討や、生産効率を上げるためにどのような改善を行うべきか検討するといったようなプロセス最適設計検討を行うためのツールとしての役割を果たすなど、多様な用途への使用が挙げられる。

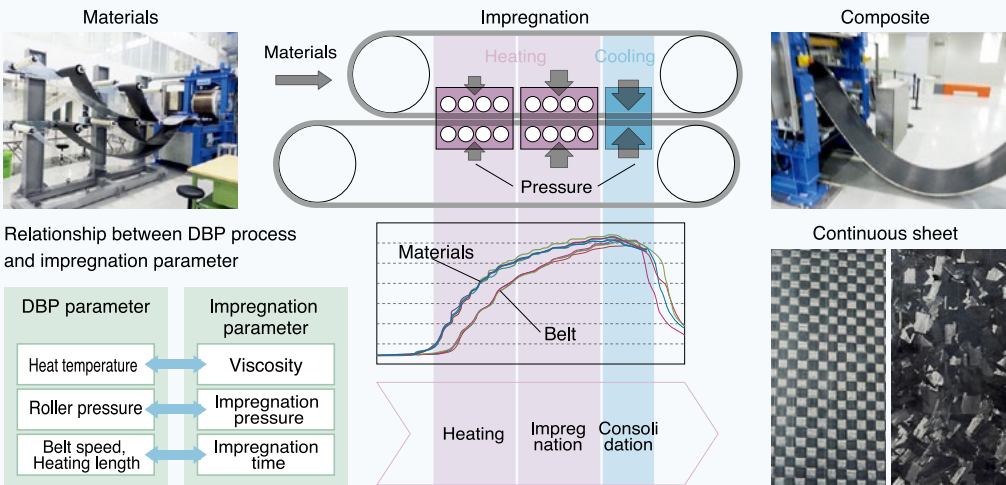
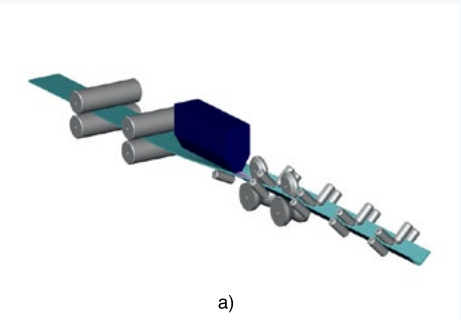


Figure2. Schematic of production process going from left to right, with temperature profile of the belt (lower lines) and product (upper lines) during pressing.

3 ロールフォーミングによる連続曲げ加工の開発

産業機器や一般構造材への熱可塑性複合材料(FRP)の適用を考慮した汎用構造材料として、単純な曲げ加工技術や単純なビーム材の連続生産が必要とされている。Figure3.a)の様に加熱しながらローラの間にCFRPの板材を通し連続的にFigure3.b)の様な断面形状にする手法を確立した。



2 Calculation method for development of a double belt press process

The purpose of this development is to design a suitable double belt press process by scaling up the molding conditions acquired by the previously mentioned test machine. First, the necessary impregnation conditions(temperature, pressure, retention time)were related against the material properties(weight, fiber volume content, the number of layers and thermal properties, etc.). Using these relations, the setting values for the processing conditions that achieve the impregnation requirements is calculated, thereby shortening the experimental period on the testing machine. This method also helps to make test pieces and plays a role as a tool for seeking the optimal design process for production when the thickness or the kind of resin or base materials are changed, as well as to improve production efficiency.

3 Development of continuous bending process by roll forming

A simple bending process for the continuous production of beam configured materials is necessary for versatile structural materials such as thermoplastic composites(FRP) to be used in industrial equipment. In this process, a CFRP plate is fed through a series of forming rollers that deform and shape the plate into the uniform cross-sections shown in Figure 3.

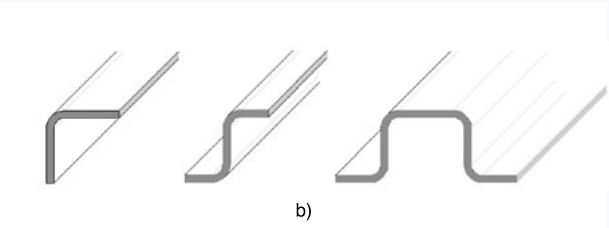


Figure3. a) Depiction of continuous bending equipment. b) Cross-section of rolled V, S, and U bends.

4 ロールフォーミングによる賦形シミュレーションの開発

自由曲面形状を成形するプロセスの開発について、繊維材料の賦形シミュレーションの適用を進めている。面内せん断特性（ピクチャーフレーム試験）や曲げ特性（自重曲げ試験）などのシミュレーションに重要な材料物性の取得試験の標準化を図った。

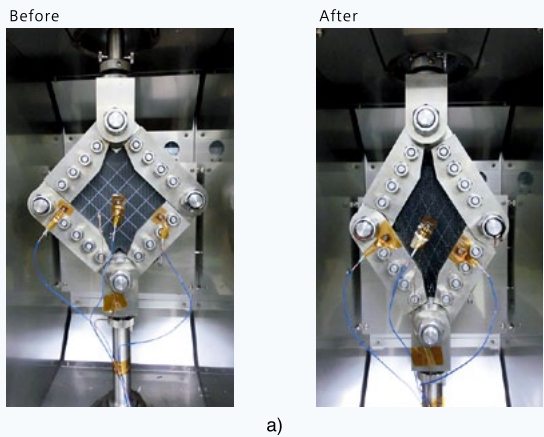
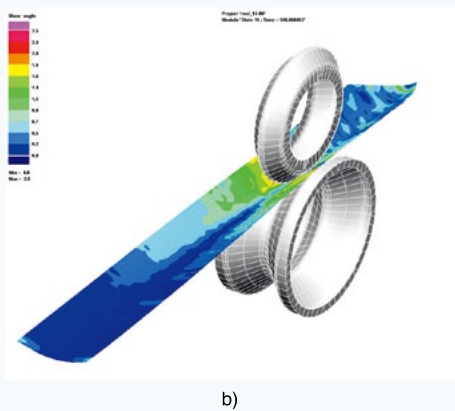


Figure4. a) Picture frame test. b) Shaping simulation by CAD / CAE molding process(open)

4 Simulation of shaping process by roll forming

An application of CAD / CAE programed for a molding process of a free-form surface has been utilized to simulate the shaping of fiber materials. The testing of the material's mechanical properties that are important for simulating the in-plane shear (by picture frame test) or bending characteristics (own weight bending test) is standardized.



5 連続成形品の評価方法

共振法と呼ばれる超音波で構造物を励起させて固有振動（共振）周波数から内部構造の評価を行う手法を検討した。その結果とX線CTで測定した空隙率との関係から、複合材料製品構造を破壊すること無く、超音波を用いた非破壊検査にて内部空隙率の定量測定について検討を行った。

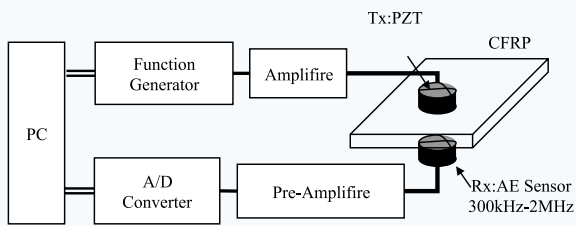


Figure5. Setup for ultrasonic measurements of continuous molding composites

5 Evaluation of continuous molding process (measurement of porosity for FRP using ultrasonic resonance technique).

We developed a measurement technology for examining the internal structure of composite materials using ultrasonic resonance. The resonance state is observed when the ultrasonic wavelength excited in the composite material matches the thickness of the material. We measured the frequency at this resonance in order to analyzed the material structure. This technology carries the possibility to measure porosity in a composite material quantitatively in a way that enables monitoring of the composite's quality during the molding process. Comparison of the results from this technique with the results from the X-ray CT image analysis showed the same values, indicating that this technique is reasonable. We will continue to advance the development of these non-destructive inspection techniques of composite materials.



2 二次加工技術

植村 公彦、近藤 祐市、金崎 真人、坂本 昭憲、石田 応輔、布谷 勝彦
接着剤を使用せず、また、アンカー形状やプリマリー加工を使用しない成形により熱可塑性複合材（CFRP複合材）と異材（金属、樹脂、GFRP）を密着することを検討する。これにより工数削減や接着剤費削減が可能となり、部品費のコストダウンが見込める。

1 レーザ照射加熱による CFRP 板材の重ね合わせ接合の開発

レーザ照射加熱によるCFRP板材の重ね合わせ接合界面の温度条件を明確化
接合界面の直接加熱によるポリアミド66（PA66）板材とCFRP板材の重ね合わせ接合を行った結果より、接合に必要な界面温度条件は280℃以上である事が判った。
次に接合界面の背面を加熱するレーザ照射（背面加熱）によるCFRP板材とPA66板材の重ね合わせ接合を行い、背面加熱においても接合界面の温度条件を満たす事で接合する事を確認した。

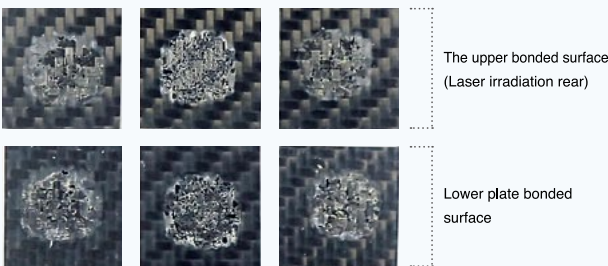


Figure6. CFRP (1mm thick) bonded test pieces

CFRP 板材の接合プロセスの装置設計について、次の項目を検討する事によって装置の設計仕様を明確にしていく。
・接合界面の温度条件が 280℃となるレーザ照射条件とレーザ照射システムが必要
・照射面積に対して板厚方向に温度分布を持ち接合界面での接合面積がレーザ照射面積と大きく異なる事が判明した
・プロセス装置への熱伝導による温度上昇に伴う装置の耐熱設計が必要である

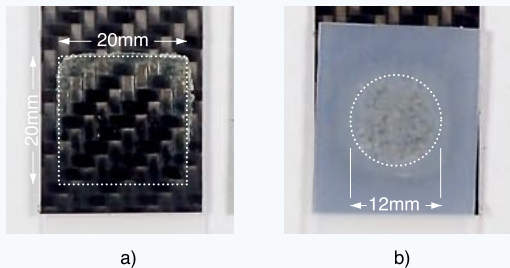


Figure7. a) Laser irradiated surface, b) Bonded surface, c) Temperature distribution of material cross section (Infrared thermography camera)

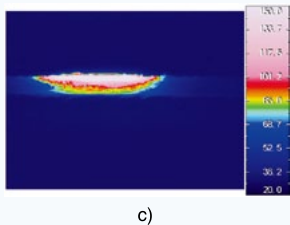
2 Secondary Processing Technology

K.Uemura, Y.Kondou, M.Kanesaki, A.Sakamoto, O.Ishida, K.Nunotani
A method to adhere CFRP composite materials to other dissimilar materials (metal, resin, GFRP) without the use of adhesive and a molding method which does not require an anchor shape or primary processing was studied. This enables a reduction in the number of processes and the costs for glue or parts.

1 Development of superposition junction of CFRP plate by laser irradiation heating

The development of a heat bonded interface is a reasonable processing technique for these materials and testing was carried out to find the conditions needed to do this. First, the temperature conditions needed for the bonding interface of a superposition of a CFRP plate by laser irradiation heating was investigated. By initially using direct heating of the bonding interface, the interface temperature conditions required for bonding was found to be 280℃, or over, as a result of the superposition bonding of the PA66 plate and CFRP plate. Bonding was then also confirmed for laser irradiation (by process of rear heating) of the same plates if the temperature met these conditions at the bonding interface during rear heating. Based on this result, a joint superposition of CFRP plates of 1mm thick each by rear heating was successfully demonstrated.

Selection of the design specifications for the devices used in the continuous bonding process were considered in the following points:
・ Laser irradiation conditions and the laser irradiation system which meets the 280℃ temperature condition at the bonding interface.
・ The temperature distribution with depth and in the direction normal to the laser of the bonding interface which shows a distribution that is larger than the bond area.
・ Heat resistant design of the device against temperature rises in the processing equipment.



2 熱融着による層間はく離修復の評価

CFRPの層間はく離部を融点近傍で熱融着した際の層間せん断強度を評価する手法として目違い切欠き圧縮試験を検討した。Figure8.に内部損傷修復前後のCF/PA6の層間はく離の超音波探傷結果を示す。暖色部分が層間はく離部からの反射部であり、修復後には反射がなくなっていることから、幾何学的には層間はく離が接着していることがわかる。本検討では層間せん断強度は無損傷部材の水準まで戻らなかったものの、強度が8割ほどまで回復することが示された。

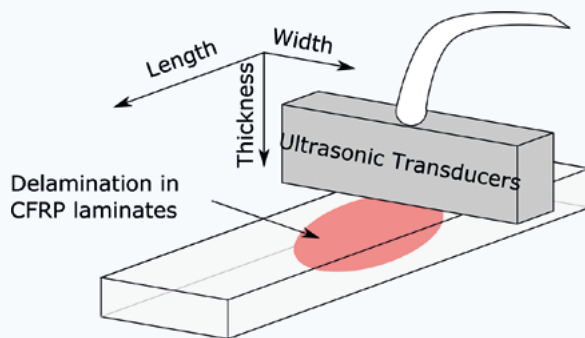
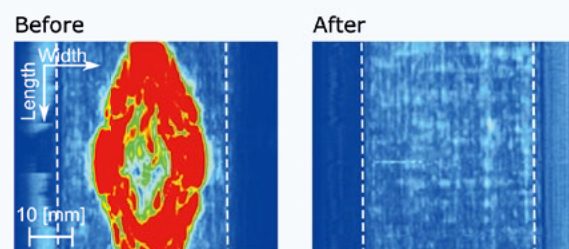


Figure8. Ultrasonic flaw detection results before and after the repair by thermal fusion bonding in CF/PA6 laminates.

2 Evaluation of delamination repair by thermal fusion bonding

A double-notch compression test was carried out in order to evaluate the interlayer shear strength after repairing the delamination in CFRP laminates by thermal fusion bonding near the melting point.

The result of ultrasonic flaw detection of CF/PA6 delamination before and after the internal damage repair is shown in Figure 8. A warm color in the figure represents the degree of reflection from the delamination area and it is no longer apparent after the repair. Therefore, at least the delamination is cured geometrically. The interlaminar shear strength in the region of repaired delamination was recovered to about 80%. The repair condition should be improved to fully recover to the level of the intact specimen.



3 材料開発

附木 貴行、Mohamed Gabr

熱硬化性樹脂（不飽和ポリエステルやエポキシ樹脂など）を使用したCFRPは、①成形加工時間が長い ②形状設計が難しい ③均質材料（重合に偏りがある）ではない ④高価 ⑤リサイクルが難しいなどの課題を抱えている。

ICCで開発したCFRPは、熱硬化性樹脂の代替として、熱可塑性樹脂を用いることでCFRPが抱えている課題（量産化、軽量化、低エネルギー）を克服に対し期待できる。さらに再成形可能であり、リサイクルが容易であるため、循環型社会の実現に大きく寄与することが可能である。

1 バイオマス繊維とリサイクル炭素繊維のハイブリッド複合体の顕著な特性

PLA（ポリ乳酸）/PP（ポリプロピレン）ポリマーアロイに、バイオマス繊維であるsLCBF（30wt%）：ミクロンサイズの竹リグノセルロース短繊維（short Ligno-Cellulosic Bamboo Fiber）とリサイクル炭素繊維RCF（5wt%）のハイブリッド化を行った。

力学物性としては、引張強度で168.7%、引張弾性率で154.4%の向上が確認された。機能性として、ハイブリッド複合体の表面抵抗値および体積抵抗値は、ともに著しく低減したことによって帯電防止機能が付与できていることを確認した。

これらの効果は、X-ray CTを用いた内部モルフォロジー観察による繊維の配向性や分散性の状況から合理的に説明された。今回の検討により、sLCBFとRCFの異なる繊維による相乗効果が示唆され、ハイブリッド化の可能性が見出された。



Figure9. PP / PLA alloy test pieces

3 Material Development

T.Tsukegi, G.Mohamed

Carbon fiber reinforced thermosetting plastics using thermosetting resin (unsaturated polyester or epoxy resin) has caused concern about (1)long molding time (2)difficult shape design (3)being an inhomogeneous material (4)high expense and (5)difficulty for recycling.

Carbon fiber reinforced thermoplastics developed at ICC, as an alternative to the thermosetting resin counterpart, is expected to overcome some of the problems CFRP holds (mass production, weight reduction, and low energy) .

As it is also reformable and easy to recycle, it is able to bring a significant contribution to realizing a recycling-oriented society.

1 Mechanical and antistatic properties of hybrid fiber-reinforced composites with lignocellulosic and recycled carbon fibers

In order to enhance the mechanical properties of PLA (polylactic acid) /PP (polypropylene) polymer alloy, hybrid fiber-reinforced composites (hybrid-FRC) including 30wt% of biomass fiber sLCBF (short Lingo-Cellulosic Bamboo Fiber) and 5wt% of recycled carbon fiber (RCF) was studied.

As to the mechanical properties, the hybrid-FRCs showed excellent tensile strength 168.7% higher than the polymer alloy, and an elastic modulus that was 154.4% higher.

Functionally, an antistatic function was observed due to the great reduction of both surface resistivity and bulk resistivity of the hybrid-FRC.

These effects were best described as a condition of the orientation and dispersion of fibers as was investigated by morphological observation using X-ray CT.

This study hinted at the possibility of hybridization of fibers in carbon fiber composites by finding these improved effects of combining sLCBF and RCF.

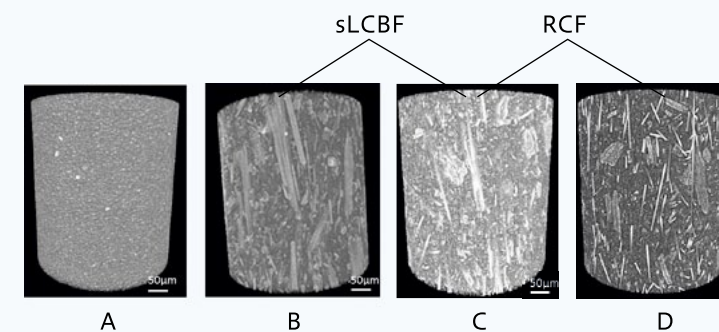


Figure10. X-ray CT images of composites.

A:PLA/PP[25/75(wt%/wt%)]
B:PLA/PP/sLCBF[17.5/52.5/30(wt%/wt%/wt%)]
C:PLA/PP/sLCBF/RCF[17.5/52.5/30/5(wt%/wt%/wt%/wt%)]
D:PLA/PP/sLCBF/RCF/MAPP[17.5/52.5/30/5/3(wt%/wt%/wt%/wt%/wt%)].