

**地域イノベーション戦略支援プログラム
(東日本大震災復興支援型) 次世代自動車宮城県エリア**

**次世代自動車のための産学官連携イノベーション：
大学発の新製品・新システム開発**

研究・技術紹介

平成25年3月

**社団法人東北経済連合会
国立大学法人東北大学
宮城県
株式会社七十七銀行
株式会社インテリジェント・コスモス研究機構**

地域イノベーション戦略支援プログラム

(東日本大震災復興支援型)

次世代自動車宮城県エリア

次世代自動車のための産学官連携イノベーション：

大学発の新製品・新システム開発

研究・技術紹介

平成25年3月

社団法人東北経済連合会

国立大学法人東北大学

宮城県

株式会社七十七銀行

株式会社インテリジェント・コスモス研究機構

全国の皆様へ

この度の東日本大震災に際しましては、厳しい経済状況の中、被災地の復興のために大変なご支援を頂き、誠に有難うございます。まだまだ困難の多い日々が続きますが、困難の克服を通して、人と人の絆を強め、復興、再生への力にしようとの動きも開始されています。

全国レベルでも、自動車産業は、その裾野の広さから経済の中心と位置付けられていますが、東北地域、宮城県でも、トヨタ自動車東日本の発足に象徴されますように、復興、再生に向けて、大きな期待がかかっています。その一つが、文部科学省のご支援のもと平成24年7月より開始されました地域イノベーション戦略支援プログラム（東日本大震災復興支援型）「次世代自動車宮城県エリア」次世代自動車のための産学官連携イノベーション：大学発の新製品・新システム開発です。東北大学のもつ多彩な研究・技術ポテンシャルを産官学金の連携のもと、地域企業の復興、再生につなげようとするものです。

研究中心大学の1つとして、東北大学では、全国あるいは世界レベルの自動車関連企業、産学官の連携は、多く進められてきましたが、地域企業との連携は、十分ではありませんでした。しかし、大震災からの復興・再生のためには、どうしても地域企業の発展が不可欠です。昨年7月のプロジェクト発足以来、地域企業への研究内容説明会、講演会、人材育成・機器共用のための多数の講義、実習、40を超える研究室への地域企業の方々のラボツアー、大学研究者の地域企業見学会、全ての研究者が参加するポスター形式による研究発表会など多様な試行を進めて参りました。その結果、これまで距離のあった地域企業と大学との連携も急速に高まりつつあります。今後は、それを更に質量ともに強化しながら、次世代自動車分野での地域の復興・再生に貢献出来ればと期待しています。

急速に自動車産業に対する期待が高まっているとはいえ、地域の発展のためには全国の先進的な地域の方々の産官学金のすべてにおいてのご支援が不可欠と考えています。そのためにも、東北大学、地域にどのような研究・技術シーズがあるのかをご理解頂くことが重要と考え、最新の研究・技術紹介を作成いたしましたので、よろしくお願いたします。東北大学、宮城県の主要な研究室・研究グループにつきましては掲載していますが、地域企業の紹介は、10社程度にとどまっています。次年度に向けて、さらに多くの企業、産官学金の組織、グループにつきましても紹介させて頂ければと期待しています。なお、本プロジェクトの紹介は、www.miyagicar.com に紹介されていますので、併せてご参照頂ければ幸いです。

中塚勝人（プロジェクト・ディレクター）

宮本 明（研究推進委員長）

地域の皆様へ

全国の方々へのメッセージの中にも述べさせて頂きましたが、この度の東日本大震災に際しましては、厳しい経済状況の中、被災地の復興のために全国の方々から大変なご支援を頂いています。地域におきましては、まだまだ困難の多い日々が続きますが、困難の克服を通して、人と人の絆を強め、復興、再生への力にしようとの動きも強まっています。

全国レベルでも、自動車産業は、その裾野の広さから経済の中心と位置付けられていますが、東北地域、宮城県でも、トヨタ自動車東日本の発足に象徴されますように、復興、再生に向けて、大きな期待がかかっています。その一つが、文部科学省のご支援のもと平成24年7月より開始されました地域イノベーション戦略支援プログラム（東日本大震災復興支援型）「次世代自動車宮城県エリア」次世代自動車のための産学官連携イノベーション：大学発の新製品・新システム開発です。東北大学のもつ多彩な研究・技術ポテンシャルを産官学金の連携のもと、地域企業の復興、再生につなげようとするものです。

研究中心大学の1つとして、東北大学では、全国あるいは世界レベルの自動車関連企業、産学官の連携は、多く進められてきましたが、地域企業との連携は、十分ではありませんでした。しかし、大震災からの復興・再生のためには、どうしても地域企業の発展が不可欠です。昨年7月のプロジェクト発足以来、皆様のご支援、ご協力により、地域企業への研究内容説明会、講演会、人材育成・機器共用のための多数の講義、実習、40を超える研究室への地域企業の方々のラボツアー、大学研究者の地域企業見学会、全ての研究者が参加するポスター形式による研究発表会など多様な試行を進めて参りました。その結果、地域企業と大学との連携も急速に高まりつつあるように思います。大変な中でも、熱心にご支援、ご協力頂きました方々に改めて深く感謝いたします。今後は、それを更に質量ともに強化しながら、次世代自動車分野での地域の復興・再生に貢献出来ればと期待しています。

上記のような取組の1つとして、最新の研究・技術紹介を作成いたしました。東北大学、宮城県の主要な研究室・研究グループにつきましてはほとんど全て掲載していますが、地域企業の紹介は、時間の制約もあり、10社程度にとどまっています。今後は、さらに多くの企業、産官学金の組織、グループにつきましても紹介させて頂ければと期待していますので、よろしく願いいたします。なお、本プロジェクトの紹介は、www.miyagicar.com に紹介されていますので、併せてご参照頂ければ幸いです。

中塚勝人（プロジェクト・ディレクター）

宮本 明（研究推進委員長）

連絡先

プロジェクト事務局

株式会社インテリジェント・コスモス研究機構 次世代自動車部
〒985-8589 宮城県多賀城市桜木3丁目4番1号
みやぎ復興パーク ソニー（株）仙台テクノロジーセンター内
TEL: 022-352-7462 FAX: 022-352-7463

研究推進委員会

東北大学未来科学技術共同研究センター 宮本研究室
〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-10 NICHe 新棟403
TEL: 022-795-7233 FAX: 022-795-7235
E-mail: c_innovation@aki.niche.tohoku.ac.jp

www.miyagicar.com

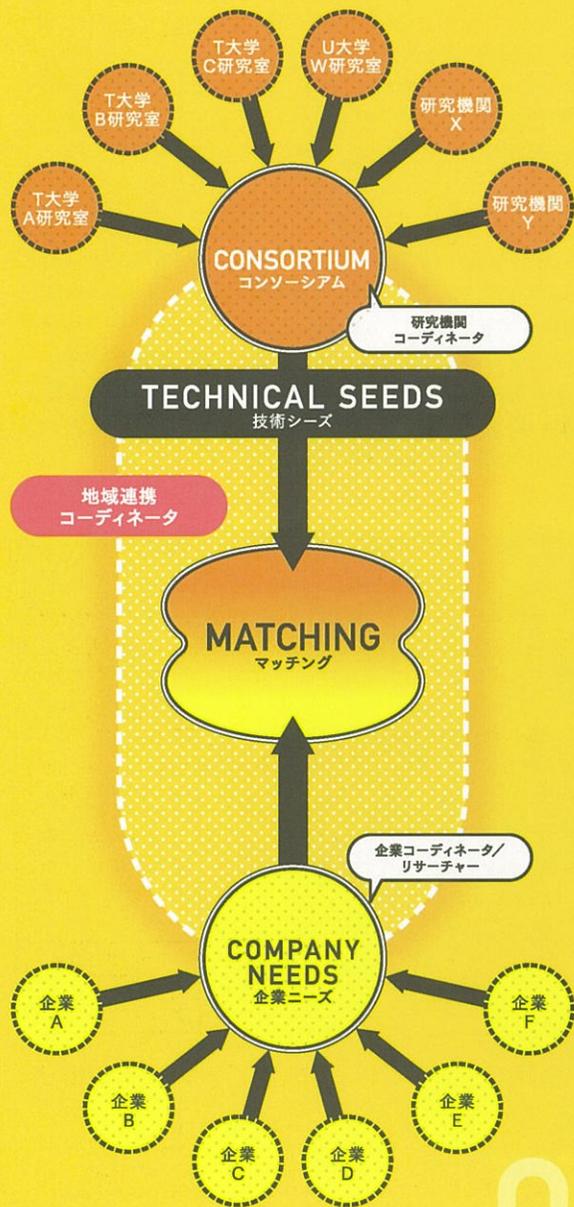
本プロジェクトの詳細が掲載されていますので、ご参照頂ければ幸いです。

照会先

各研究室・研究グループ、宮城県、各企業等に直接ご照会頂いても構いませんが、照会先がご不明の場合には、上記研究推進委員会宛に、遠慮なくご照会頂ければ幸いです。

●実施機関：(株)インテリジェント・コスモス研究機構

地域の技術シーズと地域の
企業ニーズのベスト・マッチングを図り、
事業の“卵”の創出を促進します。



○委員一覧 (H24.12.1現在)

- プロジェクトディレクター
中塚勝人
- コーディネーター
加藤敏夫
- プロジェクト運営ボード
中塚勝人、吉村達彦、田中信義、
長谷川史彦、宮本 明、井口泰孝、圓山重直
- 外部評価委員会
阿部博之、岡田益男、星宮 望、佐藤宏毅、
大友力男、引地政明
- 国際技術動向調査ユニット
吉村達彦、原山優子、久武昌人、竹上嗣郎
- 事業化・商品化推進委員会
高橋四郎、田中信義、井口泰孝、熊谷 巧
- 特許化推進委員会
田中信義、塩谷克彦、大野 茂、真田 有
- 地域・広域連携推進委員会
長谷川史彦、及川博之、高玉昌一、宮原光穂
- 研究推進委員会
宮本 明、矢口 仁、長谷川史彦、佐藤次雄、猪股 宏、
一ノ倉理、小菅一弘、厨川常元、圓山重直、高木敏行、
畠山 望、宮本直人、西澤真裕、大野和則、三浦隆治
- 進捗評価委員会
井口泰孝、伊藤 努、内田龍男、山田宗慶、宮本 明
- 広報委員会
圓山重直、畠山 望、西澤真裕、大野和則、三浦隆治、平塚洋一、野崎さくら

○領域・参画研究者一覧 (H24.12.1現在)

- ①触媒
宮本 明、佐藤次雄、猪股 宏、
村松淳司、滝澤博胤、阿尻雅文、
今野幹男、冨重圭一、鈴木 愛
- ②モータ・磁石
長谷川史彦、一ノ倉理、杉本諭、
中村 崇、後藤博樹
- ③ロボット
田所 諭、小菅一弘、内山勝、大野和則、
平田泰久、竹内栄二朗
- ④ワイヤレス給電
松木英敏
- ⑤電池
河村純一、圓山重直、折茂慎一(水素)、
末永智一、高村仁、田路和幸、
宮本明、畠山望
- ⑥半導体
大見忠弘、須川成利、吉川彰、今野豊彦
- ⑦界面・摩擦
栗原和枝、高木敏行、
庄子哲雄、足立幸志、
宮本明、三浦隆治
- ⑧接合
粉川博之、宮本明、畠山望
- ⑨鍛造・鋳造、ナノ加工
厨川常元、藤田文夫、安斎浩一、
千葉晶彦、祖山均
- ⑩画像解析・表示
内田龍男、青木孝文、
出口光一郎、西澤真裕
- ⑪医療応用・MEMS
川島隆太、後藤昌史、
江刺正喜、成島尚之、
松木英敏、厨川常元
- ⑫地域産業政策
久武昌人、馬奈木俊介

プロジェクト事務局

株式会社インテリジェント・コスモス研究機構 次世代自動車部
〒985-8589 宮城県多賀城市桜木3丁目4番1号
みやぎ復興パーク ソニー(株)仙台テクノロジーセンター内
TEL: 022-352-7462 FAX: 022-352-7463

研究推進委員会

東北大学未来科学技術共同研究センター 宮本研究室
〒980-8589 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-10 NICHe新棟403
TEL: 022-795-7233 FAX: 022-795-7235
c_innovation@aki.niche.tohoku.ac.jp

www.miyagicar.com

文部科学省 MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN
文部科学省地域イノベーション戦略支援プログラム

東日本大震災復興支援型国際競争力強化地域
次世代自動車宮城県エリア

次世代自動車のための 産学官連携 イノベーション

大学発の新製品・新システムの開発



社団法人 東北経済連合会 宮城県 77 BANK 七十七銀行 ICR 東北大学

次世代自動車のための 産学官連携イノベーション

本事業では、東北大学をはじめとした世界最先端のシーズ・技術を活用し、宮城県を中心とする東北地方を中長期的にも自動車産業の一大集積地域として持続的に発展できるよう、次世代自動車のための研究開発拠点を目指すとともに、同時に地域の関連企業の技術力強化、震災による被災復興を強力に推進します。

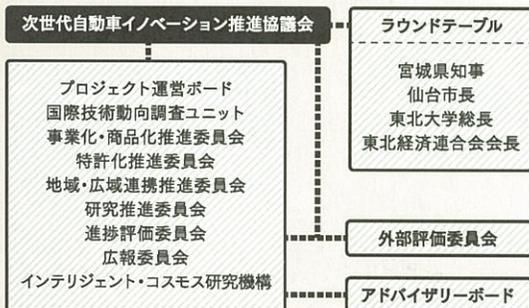
次世代自動車宮城県エリアでは、次の3つの支援プログラムを、平成24年7月から平成29年3月までの4年6ヶ月の期間において実施します。

01. 大学等の知のネットワークの構築

02. 地域イノベーション戦略実現のための人材育成プログラムの開発及び実施

03. 地域の大学等研究期間等での研究設備・機器等の共有化

体制図



東北大学災害復興新生研究機構（産学官連携推進組織）

仙台市、東北経済産業局、東経連ビジネスセンター、みやぎ産業振興機構（みやぎ復興パーク）、みやぎ工業会、みやぎ自動車産業振興機構（みやぎ復興パーク）、みやぎ工業会、みやぎ自動車産業振興協議会、仙台市産業振興事業団、七十七銀行、東北イノベーションキャピタル、他大学・高専、産総研東北センター等

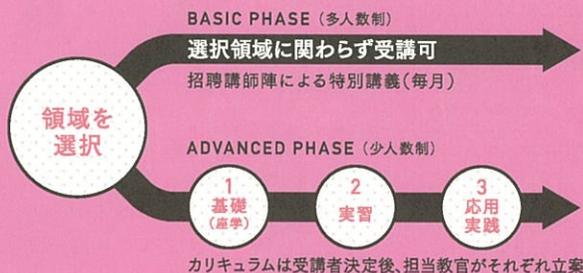
～ 岩手県を中心とする東北内他地域との連携～

◎実施機関：東北大学

独自の超実践的人材育成プログラムにより、企画開発型人材の育成を目指します。

本人材育成プログラムは、多人数制のBasic Phaseと、少人数制のAdvanced Phaseの2つのPhaseから成ります。この2つのPhaseは並行して開講されるため、Basic Phaseのみ、Advanced Phaseのみの受講も可能ですし、同時受講も可能です。

人材育成プログラム（アウトLOOK）



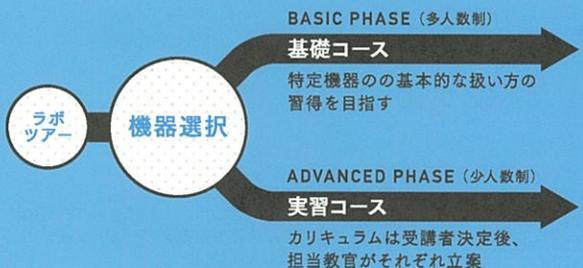
Advanced Phaseについては、申込後、担当教官との面談があります。Advanced Phase 3 については、随時事務局にて申込を受け付けております。人材育成プログラムの領域と担当教官については、背景紙参照研究者一覧をご参照ください。

◎実施機関：(株)インテリジェント・コスモス研究機構

宮城県産業技術総合センターと東北大学の最先端機器を地域企業に開放し、地域発展を目指します。

本機器共用化プログラムは、使い方を初心者向けにレッスンするBasic Phaseと、参画研究室に於いて対象機器を使う、使用経験がある受講者対象のAdvanced Phaseから成ります。この2つのPhaseは並行して開講されるため、Basic Phaseのみ、Advanced Phaseのみの受講も可能ですし、同時受講も可能です。

機器共用プログラム（アウトLOOK）



◎BASIC PHASE (多人数制)

毎月1回を目安に、企業の開発責任者、信頼性工学の専門家、マーケティングの専門家など、それぞれの分野のエキスパートをお招きし、講演いただきます。このBasic Phaseを、知識の習得のためのみならず、大企業、地域企業、大学、地方自治体等で自動車産業に関係する皆様方の交流の場としてお使いいただき、横の連携を深めるきっかけとしてもご活用いただきたく考えています。

◎ADVANCED PHASE (少人数制)

Advanced Phaseは、さらに①基礎、②実習、③応用実践の3コースに分けられます。(①のみの受講、③のみの受講も可能です)①基礎では、担当研究室の教員、または担当研究室が依頼する外部講師による座学、②では担当研究室所有の最先端機器の利用をとおしての授業、③は実質、共同研究となります。受講者の経験、知識、実際の業務内容等を面接時に確認後、それぞれの教員が受講者にあったカリキュラムを組みます。

◎BASIC PHASE (多人数制)

各年度4回を目安に開講します。特定機器の基礎的な使い方の習得を目指すコースです。このBasic Phaseを、使用方法の習得のためのみならず、大企業、地域企業、大学、地方自治体等で自動車産業に関わる皆様方の交流の場としてお使いいただき、横の連携を深めるきっかけとしてご活用いただきたく考えています。

◎ADVANCED PHASE (少人数制)

機器リストより機器を選択後、各研究室の担当教官との面接を経て、使用者の経験等を考慮してカリキュラムが決められます。

◎対象機器例

放電プラズマ焼結機、電波暗室、鋳造シミュレーションシステム「ADSTEFAN」、ソルボサーマル反応装置、非破壊検査装置、触媒評価装置、MEMS試作設備、試作コインランドリ、マルチスケール計算化学ソフトウェア

目次

東北大学での研究・技術紹介

- A. 触媒・機能材料 p. 1
(佐藤研、猪股研、村松研、滝澤研、阿尻研、今野(幹)研、富重研)
- B. モータ・磁石・リサイクル p. 8
(次世代移動体システム研究会(長谷川)、一ノ倉・中村研、杉本研、
中村(崇)研)
- C. ロボット p. 12
(田所・大野・竹内/昆陽・永谷研、小菅・衣川・王/平田研、内山研)
- D. ワイヤレス給電 p. 15
(松木・佐藤研)
- E. 電池、水素、エネルギー p. 16
(河村研、圓山・小宮・岡島研、折茂研、末永研、高村研、田路研)
- F. 半導体 p. 22
(未来情報産業研究館(須川・大見研)、吉川研、今野(豊)研)
- G. 界面・摩擦・腐食 p. 25
(栗原研、高木・内一・三木研、庄子研、足立・竹野研)
- H. 接合 p. 29
(粉川研)
- I. 鍛造、鋳造、ナノ加工 p. 30
(ナノ制御加工分野(厨川研)、安斎研、千葉研、祖山研)
- J. 画像解析・表示 p. 34
(内田研、青木・本間研、出口・岡谷研)
- K. 医療応用・MEMS p. 37
(川島研、後藤研、江刺研、成島研)
- L. 地域産業政策 p. 41
(久武昌人、馬奈木研)
- M. 分野横断 p. 43
(宮本研)

宮城県産業技術総合センターでの研究・技術紹介 p. 45

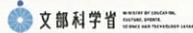
地域企業等の技術・事業紹介 p. 47

(工藤電機(株)、引地精工(株)、東北電子工業(株)、岩機ダイカスト工業
(株)、共和アルミニウム工業(株)、東邦メッキ(株)、(株)ウエノ、(株)
堀尾製作所、東杜シーテック(株)、東北イノベーションキャピタル(株)、(社)
みやぎ工業会)

東北大学での研究・技術紹介

ソルボサーマル反応による革新的自動車排ガス浄化触媒の開発

東北大学多元物質科学研究所 佐藤研究室



社団法人東北経済連合会

東北大学

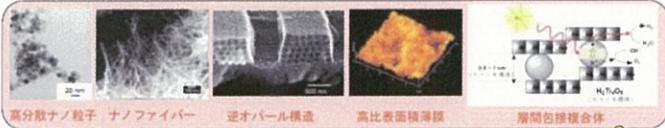


77 七十七銀行



セラミックスの組成と形態制御による材料機能性の向上

- ・ソフト化学反応
- ・環境調和機能の高度発現、機能性セラミックス材料の創製
- ・エネルギー高効率利用、健康維持社会への貢献



ソフト反応に関するソルボサーマル反応場は有効、且つ環境にやさしい材料合成手段
化学組成、微細構造、形態制御による機能性セラミックス材料の機能性向上

課題

- ・環境への影響及び排ガス規制の強化に対応できる更なる性能向上
- ・Ceの価格高騰に対応するCe使用量削減や非Ce系触媒の開発

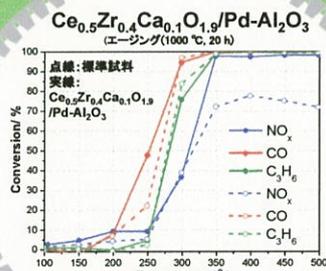
課題解決のために...

- ・組成と形態制御によりCeO₂の酸素貯蔵能力(OSC)を改善
- ・触媒特性向上
- ・Ce使用量削減或は代替

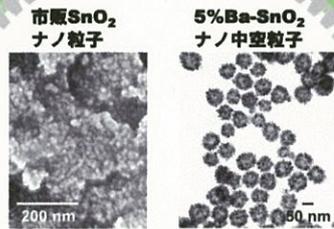


革新的自動車排ガス浄化触媒

セリア系触媒性能評価



非セリア系触媒形態制御



セリア系自動車排ガス浄化触媒 - Ce_{1-x}M_xZr_yO₂

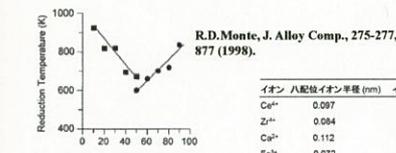
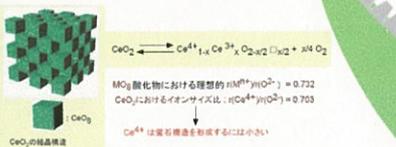
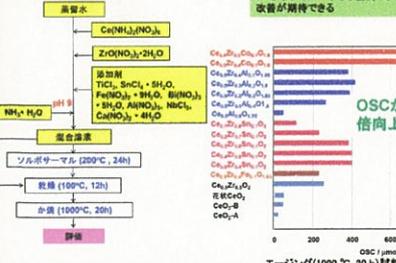
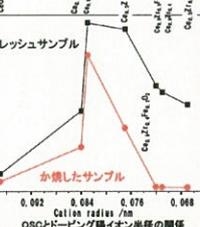
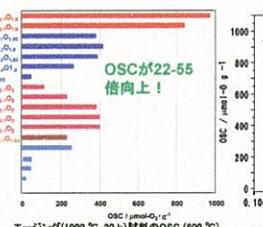


Fig. 2. Peak temperatures for the reduction of the support in the Ce_{1-x}O₂ (x = 0.1-1) (●) and (○) and (■) and (□) phases.

セリア系固溶体の合成



Zr⁴⁺よりサイズの小さな金属イオンのコーピングによる特性改善が期待できる



既知自動車触媒材料であるCeO₂にZrとSnをコープすることにより、酸素貯蔵能力を22倍も向上でき、希少元素のCeの使用量を30%以上削減できることを実証。

Q. Dong, S. Yin, T. Sato, Chem. Lett., 41, 12501252 (2012); RSC Advances 2, 12770 (2012); Catalysis Sci & Tech, 2, 2521 (2012).

組成と形態の精密制御による革新的自動車排ガス浄化触媒の開発

合成

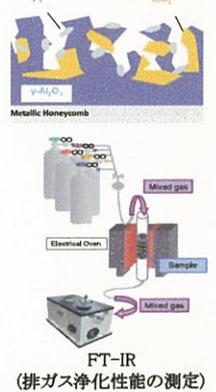


評価



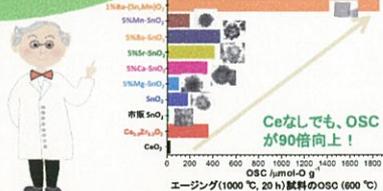
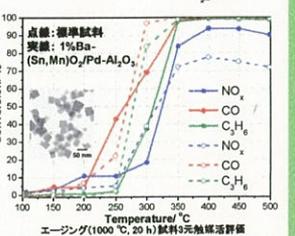
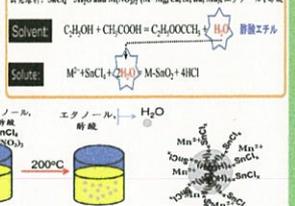
TG-DTA (酸素貯蔵能力の測定)

三元触媒性能評価



非セリア系自動車排ガス浄化触媒 - M-SnO₂

実験設計



企業の皆様へ

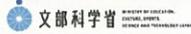
汎用元素を用いた革新的自動車排ガス浄化触媒の開発を行っております。希少元素Ceを削減・完全代替できる材料開発及びその応用に見えることができます。企業との共同研究を歓迎いたします。

〒980-8577 仙台市青葉区片平2丁目1-1 南1号館; TEL&FAX: 022-217-5597 / E-mail: tsusato@tagen.tohoku.ac.jp



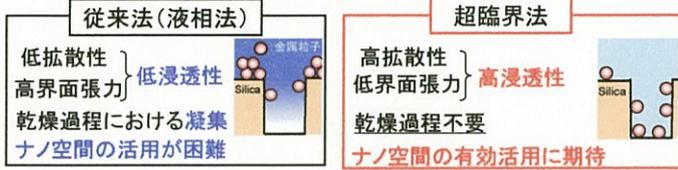
超臨界流体による新規担持触媒調製

東北大学工学研究科
附属超臨界溶媒工学研究センター
猪股研究室

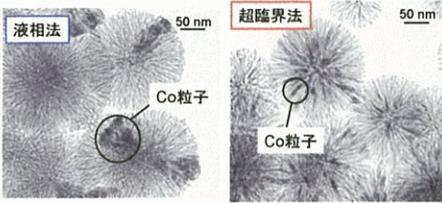


超臨界CO₂を用いた担持の特徴

これまでの取り組み...多孔性シリカへの金属担持



超臨界法...高分散化による金属使用量の低減、触媒長寿命化に期待



超臨界法による高分散な触媒作製を実現

超臨界CO₂の高浸透性
+乾燥過程での凝集抑制

他の担体への応用も可能
...CeO₂への貴金属担持

多孔質担体への吸着挙動の予測

超臨界流体による触媒調製

超臨界流体中への金属錯体の溶解
→錯体の担体への吸着→担持、焼成

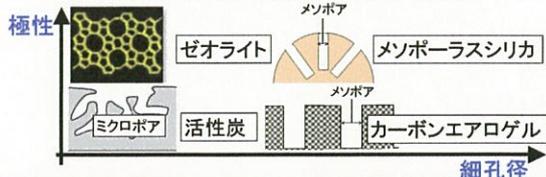
プロセス最適化に向けて...

吸着平衡(どのくらいの量吸着するか)、
吸着速度(どのくらいの時間で吸着するか)
の様々な担体における予測が重要

平衡論、速度論、担体の影響を全て
考慮した金属錯体吸着挙動予測手法の開発



吸着平衡 ↔ 吸着速度
細孔径、表面物性の異なる担体



超臨界CO₂を用いたRh/CeO₂調製と自動車触媒への応用

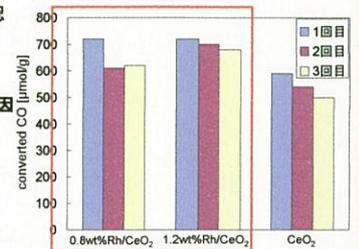
CeO₂...酸素吸蔵能(OSC)を有し、自動車触媒として利用
→貴金属担持によるOSC向上が可能

超臨界法を用いた貴金属(Rh)の高分散担持によるOSC能の向上を検討

TEM観察結果



OSC能測定結果



Rh担持によるOSC向上

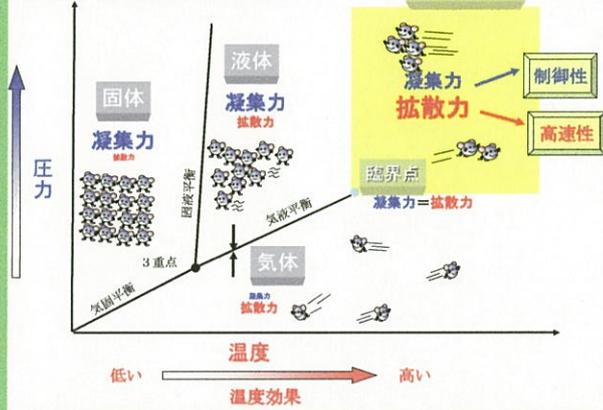
Rh-担体間の相互作用が重要

CeO₂-Al₂O₃等を担体とした貴金属担持を検討中

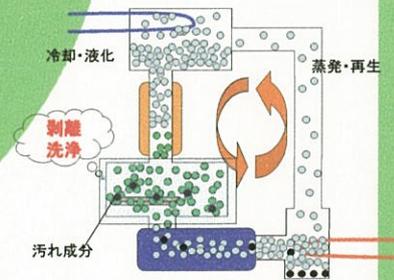
超臨界流体の特徴的物性 高拡散—低界面張力—低粘性

金属錯体を溶解
担体構造への影響なし

拡散力と凝集力の相対的大きさ



超臨界CO₂による乾燥・洗浄技術



超臨界流体の大きな密度変化を利用

熱駆動対流 相分離再生

乾燥工程が不要、水も溶媒も仕様しない、微細構造物にもそのまま洗浄できる超臨界ドライクリーニング。
組立構造物、金属とプラのような複合材料にも、対応可能。

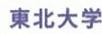
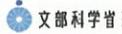
企業の皆様へ

~液体で実施していたことが、ガス(気体)で実施可能です。
こんなことを一緒にしてみませんか?~

気体の性質に近い「超臨界ガス」では、ドライな状態でいろいろな処理ができます。乾燥工程も不要です。
水に弱い材料・部品などへの適用をしてみたいと考えたら、是非、ご連絡下さい。

ハイブリットナノ粒子の創製と機能性材料への応用

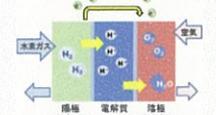
東北大学多元物質科学研究所 村松研究室



燃料電池用白金代替電極触媒の開発

固体高分子形燃料電池

水素と酸素の化学反応から直接電気エネルギーへ

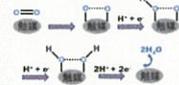


環境優、高効率エネルギー



燃料電池電極触媒

陰極での酸素還元反応メカニズム



反応が複雑で遅いため触媒に白金を使用

埋蔵量が少なく、非常に高価

⇒ 燃料電池普及の障害

白金代替触媒の開発が必要不可欠

白金代替触媒

→ ニッケルカーバイド

酸素還元反応場... Pt d軌道(5d)上の電子

Ni d軌道 = 3d⁸ C p軌道 = 2p⁴ 電子供与

→ Pt最外核の擬似構造へ変化

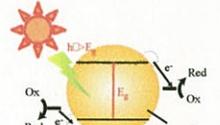
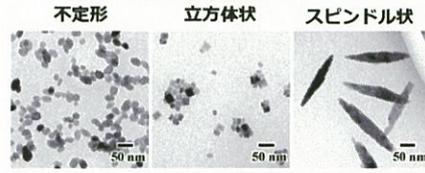
⇒ 酸素還元活性の向上

NE Ptに比べ安価 (グラム当たり1/1000)



形態制御されたチタン系光触媒材料の開発・活性評価

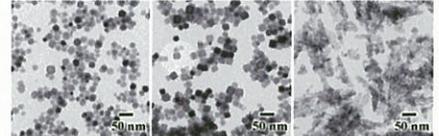
形態制御酸化チタン



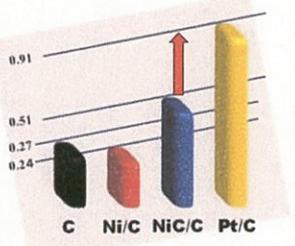
太陽光照射下において水から水素生成可能
有害有機物分解可能

形態制御チタン酸ストロンチウム

球状 立方体状 薄片状



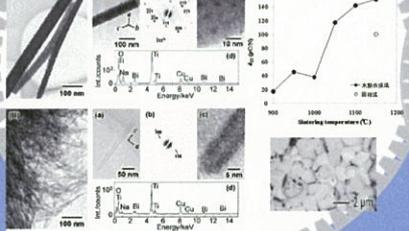
水熱合成



液相からのナノ粒子サイズ・形態制御合成に立脚した機能性材料のデザイン・開発研究

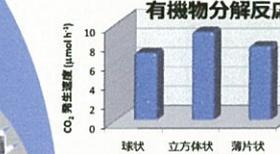
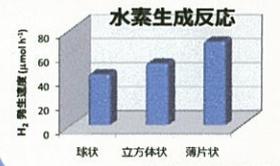
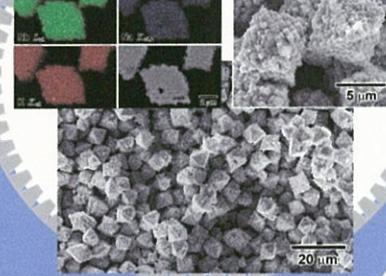
チタン酸ビスマスナトリウム

粒子のサイズ・形態制御水熱合成



ニオブ酸ナトリウム

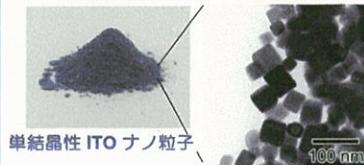
カリウム粒子の水熱合成



形態により反応性が異なる

ソルボサーマル法による形態制御 ITO ナノ粒子の合成

熱処理レスで低抵抗 ITO ナノ粒子を直接合成することが可能



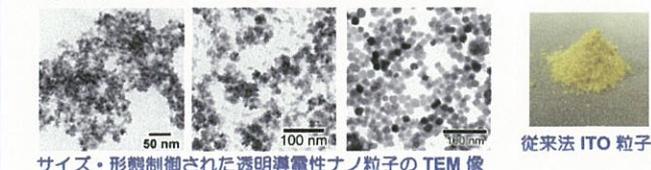
単結晶性 ITO ナノ粒子
圧粉体抵抗: $5 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ を達成

● 透明導電性ナノ粒子インク化

インクジェット塗布用 ITO ナノインク

- 膜厚 100 nm 以下均一塗布
- 透過率 90% 以上
- ヘイズ 1% 以下
- 抵抗値 $10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 達成

● 透明導電性ナノ粒子の直接合成への展開



サイズ・形態制御された透明導電性ナノ粒子の TEM 像

鉛系圧電セラミックス創製のためのビスマスおよびニオブ系ナノ粒子の液相合成と圧電特性評価

新規強磁性ナノ粒子の開発

既存の磁石: ネオジム磁石... ハイブリッド自動車用のモーターなど広範囲で使用されている

希少元素であるジスプロシウムを含有

- 枯渇の心配
- 社会情勢による影響

枯渇の心配の無い鉄のみを用いた高性能磁石の開発

高磁化・高保磁力の磁性材料

α-Fe : 高磁化・低保磁力
ε-Fe₂O₃ : 低磁化・高保磁力
両者をナノオーダーで精密に貼り合わせ、その集合体を形成すると...

α-Fe / ε-Fe₂O₃ コアシェルナノ粒子

高磁化・低保磁力 (α-Fe)
低磁化・高保磁力 (ε-Fe₂O₃)

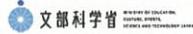
高磁化・高保磁力

さらに磁性ナノ粒子を単分散化、粒径制御 (=最適化) 出来るため、より高品質な磁性材料の創成が可能。

3次元規則配列

マイクロ波を用いた非セリア系触媒の開発

東北大学大学院 工学研究科 応用化学専攻
滝澤研究室



非平行反応場を用いた 新材料・新規プロセスの構築

滝澤研究室では、特異な反応場を用い新材料創製を目指した無機材料プロセス構築を行っています

① 超高压

大容量超高压発生装置であるベルト型装置を用い、高温高压環境下（～8 GPa、～2000℃）での無機材料の合成を行っています。高压下では原子間距離の縮小や構成原子の圧縮率の違いに伴う原子配列の変化（相転移）が起こり、常圧下では生成しない新規の高密度相が生成します。本研究室では様々な原子の組み合わせを考え、導電性材料や磁性材料等の新物質を次々と生み出しています。



ベルト型超高压力発生装置

② 超音波

超音波によって発生するキャビテーション（泡）は、局所的に高温・高压のホットスポットを形成し、様々な化学的・物理的現象を示します。この現象・作用を利用し、低コストと低環境負荷を同時に実現する新規ナノ材料や、そのプロセス開発を中心に研究を展開しています。



バス型超音波照射装置

③ マイクロ波

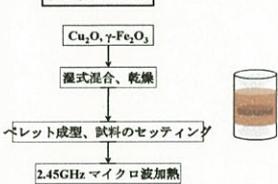
マイクロ波加熱とは、周波数300 MHz～300 GHzの電磁波を物質に照射して加熱する手法であり、電子レンジによる食品の加熱法として知られています。通常の加熱法は物質を外から均一に加熱しますが、マイクロ波加熱では物質と電磁波の相互作用による自己発熱を利用しています。本研究室は、この分野で世界をリードしており、マイクロ波材料プロセスの特徴を活かした新材料合成への展開を目指しています。



電磁界集中型マイクロ波照射装置

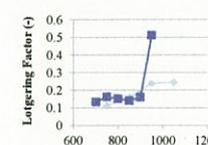
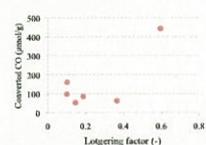
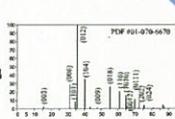
- 新規結晶構造
- 特異な組織（ナノ・メソ構造・ナノコンポジットなど）
- 新しい機能（電気・磁気的特性・触媒特性・機械的特性など）
- 新しい合成・製造プロセス（コスト・環境性）

実験方法

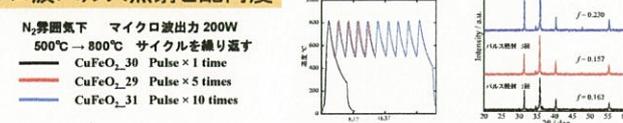


ab面配向度とOSC

Lotgering式 $f = \frac{P - P_0}{1 - P_0}$
 f : Lotgering Factor [-]
 $P = \sum \frac{I_{hkl}}{I_{total}}$
 P_0 : 無配向試料のP値 (データベースから算出)
 無配向試料の場合 $f = 0$
 完全配向試料の場合 $f = 1$ (単結晶)



マイクロ波パルス照射と配向度



マイクロ波加熱により面配高度が向上し、OSC能も向上
 マイクロ波のパルス照射により更に面配高度・OSC能が向上

マイクロ波反応場を用いた自動車触媒用 デラフォサイト型CuFeO₂の合成と高機能化

研究背景

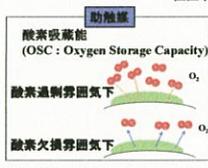
酸化セリウム CeO₂
 $CeO_2 \leftrightarrow Ce_{2O_3} + \frac{1}{2} O_2$

問題点

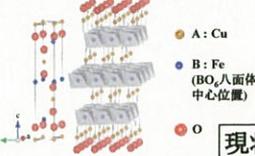
原材料の急激な価格変動
 安定供給に懸念
 低温下ではOSCを発現しない

目的

希土類元素を使用しない代替材料の開発



デラフォサイト型CuFeO₂



現状の問題点

合成、触媒使用 → 粒子の粗大
 ・ OSCが小さい
 ・ 熱サイクルに弱い

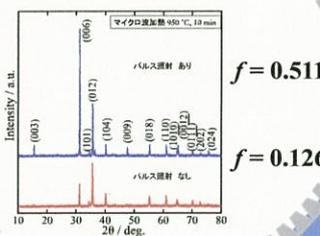
解決策

マイクロ波プロセスの特徴
 (選択加熱・欠陥導入・拡散促進効果等)を利用した

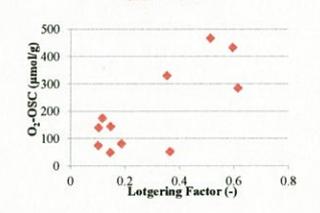
デラフォサイト型CuFeO₂結晶の面配向制御によるOSC能向上の検討

マイクロ波プロセスによるCuFeO₂の合成
 パルス照射で低温短時間が結晶面が配向し、OSC能向上に成功

結晶の配向度が向上



OSC能が向上



マイクロ波の簡便な制御だけで組織制御・機能性制御が可能

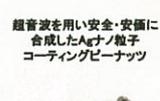
一押し!
 マイクロ波での金属の大気中酸化反応を利用した複軸形状体へのTRコーティング(高硬度・対腐食)



マイクロ波を用いた従来の1/10以下の時間で合成した様々な蛍光体材料



超音波を用い安全・安価に合成したAgナノ粒子コーティングピーナッツ
 $D_{avg} = 68.7 \text{ nm}$
 $\sigma = 19.8\%$



超音波とマイクロ波を用い合成した分散剤フリーPtナノ粒子
 2013年特許発注



企業の皆様へ
 ～特異な反応場を用いた機能性材料・プロセスの創製
 こんなことを一緒にしてみませんか?～

セラミックスや金属の材料合成に●マイクロ波●超音波●超高压反応場を用いて新規結晶構造探索や形態制御による機能性制御、材料の低温・短時間・高効率合成を提案いたします



極限材料創製化学分野

教授 滝澤 博胤

准教授 林 大和

助教 福島 潤

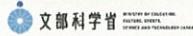
博士課程 1名
 修士課程 10名

学部生 5名
 留学生 1名

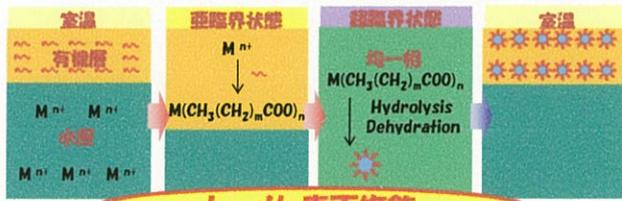


改良非セリア系素材の試作

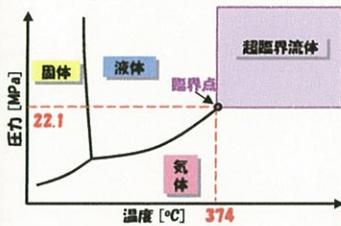
東北大学未来科学技術共同研究センター
阿尻研究室



超臨界流体とは



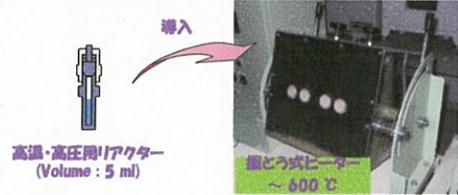
粒子を生成させると同時に、その表面へ有機分子を修飾可能



・臨界温度・臨界圧力を
を超えた、気体と液体の双
方の性質を持つ流体
(水では374°C、22.1MPa以上)

ナノ粒子を合成するには

・回分式反応装置によりナノ粒子の合成条件を検討



高温・高圧用リアクター
(Volume : 5 ml)

縦どろ式ヒーター
~ 600 °C

・流通式反応装置によりナノ粒子の大量合成が可能



実証試験装置
合成能力 10V年

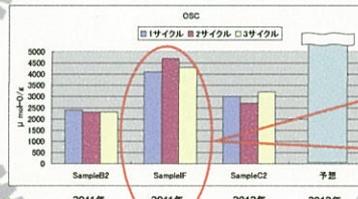


中型装置

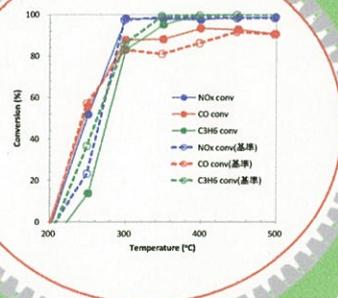


卓上型
小型装置

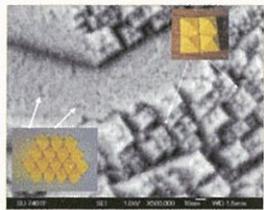
ハイブリッド有機無機ナノ粒子の OSCならびにハニカム活性評価



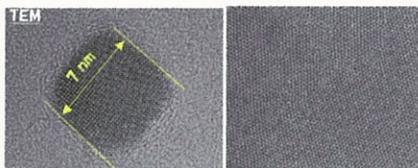
OSC測定結果



ハニカム活性評価

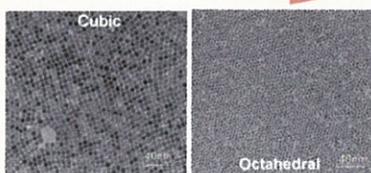


成長粒子の配列を制御可能



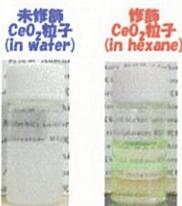
高品質表面修飾ナノ結晶 自己組織化した単分散
表面修飾ナノ結晶(CeO₂)

修飾剤濃度増大



表面をアルキル基で修飾することで有機溶媒に透明に分散
表面修飾剤の官能基を変えることにより様々な溶媒への分散が可能

合成ナノ粒子の一例

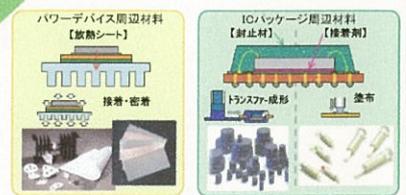


未修飾
CeO₂ 粒子
(in water)

修飾
CeO₂ 粒子
(in hexane)



自動車へ利用



高熱伝導・絶縁材料

高密着性材料

その他のナノ粒子の利用例

企業の皆様へ

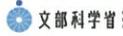
～自動車の新しい材料と一緒に作成しませんか？～
阿尻研究室ではハイブリッド有機無機ナノ粒子を利用して新規の材料合成を行っております。

興味・ご関心等がございましたら、ぜひご連絡ください。

ナノセリア-多孔性材料の複合化

東北大学 工学研究科 化学工学専攻
今野研究室

<http://www.che.tohoku.ac.jp/~mickey/index2.html>



研究室紹介

ナノ～マイクロサイズの単分散性粒子を
キーコンポーネントとした新規材料創製とその多機能化

【単分散粒子の合成 (シリカ、ポリマー、金など)】

ナノ～マイクロサイズまで、サイズの均一な粒子を合成できます

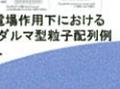
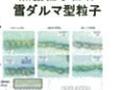
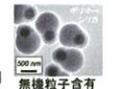
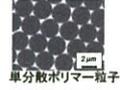
【異形粒子の合成および電磁場下における粒子配列】

非球状粒子の合成およびその粒子配列体を形成できます

【ナノ粒子の有機・無機コーティング】

様々な粒子表面に有機・無機コーティングできます

(機能付与、酸化防止効果)



【その他には...】

シリコーン油滴を利用した
単分散へこみ粒子

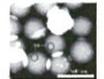


有機-無機複合膜 (ナノコンポジット)
(無機ナノ粒子を高濃度で
有機薄膜に組み込む)

有機-無機複合膜 模式図

ベシクルを利用した中空シリカ粒子

金属ナノ粒子担持光触媒粒子

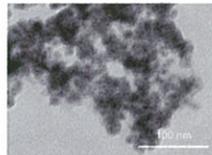


ラズベリー型中空粒子

金ナノ粒子均一担持
チタニア粒子

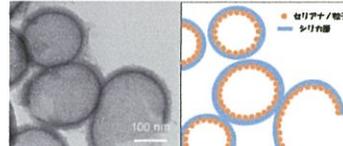
セリアナノ粒子と シリカとの複合化・集積構造制御成功

1. セリアナノ粒子が 凝集せず複合化



原料: Ce源
カチオン性界面活性剤
シリコンアルコキシド
シランカップリング剤

2. セリアナノ粒子が 自己集積化→中空構造



原料: アニオン性CeNP (約4 nm)
アニオン性界面活性剤
シリコンアルコキシド
シランカップリング剤

簡便なプロセス
耐熱性を有するナノセリア触媒

本プロジェクト

簡便な液相プロセスを利用した
セリアナノ粒子と多孔性材料の複合化

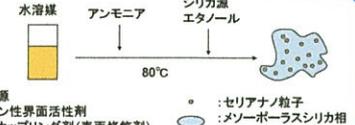
目的

*セリア (CeO₂)・・・自動車触媒の助触媒

- 高活性の触媒 → ナノサイズ化、集積構造制御
- 高温でも活性維持 → 多孔性材料で被覆し凝集抑制

1. ワンポット液相合成

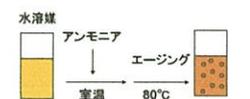
ナノ粒子合成から
メソポーラスシリカ被覆までを
連続的に行う



2. 中空複合粒子の合成

ナノ粒子合成

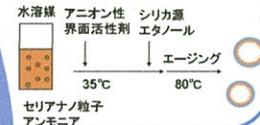
大量合成可能



セリア源、表面修飾剤
セリアナノ粒子
粒径: 約4nm
分散性高い

中空粒子合成

pH制御のみで中空粒子を合成



セリアナノ粒子
アンモニア

電子エック

異種材料複合化
のための
プロセス開発

簡便なプロセスで
高付加価値な粒子合成

詳細結果はこちら

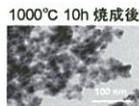
1. ワンポット液相合成

フレッシュサンプル (Ce約20wt%) で、

OSC (酸素吸蔵能) 240 μmol / g

比表面積 569 m² / g

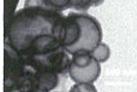
1000°C、10 h 焼成後も
ナノ粒子形状を維持
(活性は低下)



2. 中空複合粒子の合成

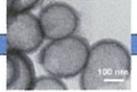
反応pHにより、粒子径および構造が変化

低pH (弱塩基性)



粒径 > 500 nm
サイズは不均一

高pH (強塩基性)



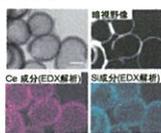
粒径 240 nm
サイズは比較的均一

中空構造なし



電子顕微鏡観察より、中空構造
を確認

セリアナノ粒子の集積を確認
(拡大図)



- Ce使用量 80% 低減 (CeO₂含有量約 20wt%)
- 【予定】1000°Cでも高活性なセリア系ナノ粒子、多孔性材料の探索

1. 粒子サイズの均一化・精密制御 (ナノ～マイクロサイズ)
2. 複合形態の制御
 - コアシェル型
 - ラズベリー型
 - ヘテロ接合型
3. 形状制御
 - ジンゲルベル型
 - へこみ型
 - ダンベル型

企業の皆様へ

～機能向上および付加のための異種材料複合粒子の合成
こんなことを一緒にしてみませんか?～

粒子合成で培ってきた知見をもとに、簡便で環境にやさしい
プロセスを利用した無機と無機、あるいは有機と無機材料の
複合化を提案します。



教授
今野幹男



准教授
長尾大輔



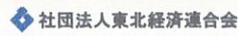
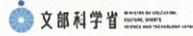
助教
石井治之



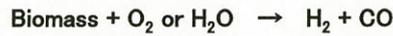
秘書 1名
修士課程 11名
学部生 5名
留学生 1名

次世代資源を変換する固体触媒

東北大学工学研究科応用化学専攻
エネルギー資源化学分野 富重研究室



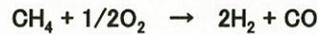
バイオマスからの合成ガス製造



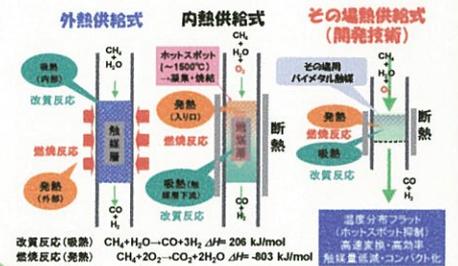
- FT合成と組み合わせて BTL (Biomass To Liquid) プロセス



天然ガスからの合成ガス製造



- FT合成と組み合わせて GTL (Gas To Liquid) プロセス
- 直接接触部分酸化法 (DCPOX)によるその場熱供給・高速ガス化

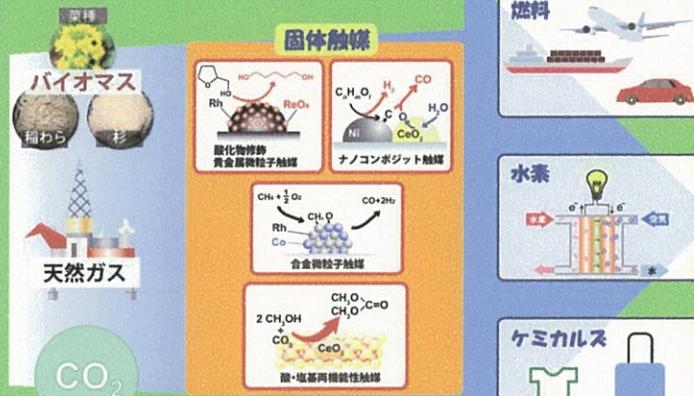


Rh-CeO₂界面触媒



触媒は化学変換のキーテクノロジー

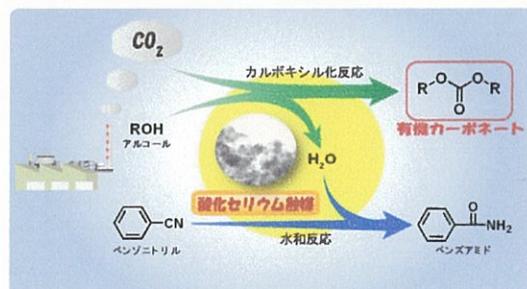
本研究室は 固体触媒開発 を通じて
エネルギー・環境問題に挑みます



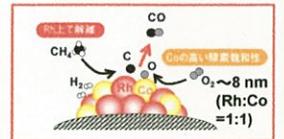
二酸化炭素を原料とする化成品合成

- 二酸化炭素をホスゲン代替のカルボニル源として使用
- 二酸化炭素を還元せずに利用: エネルギー投入量小

CO₂利用に有効な酸化セリウム触媒



Rh-Co合金微粒子



バイオマス由来化合物の還元による有用化成品合成

石油化学プラスチックと同一物質を
バイオマスから合成



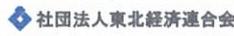
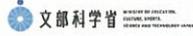
企業の皆様へ

本研究室は触媒専門の研究室です。触媒の調製・構造解析・反応や分析と、触媒分野全般について手広く扱っています。



次世代自動車によるエネルギー管理

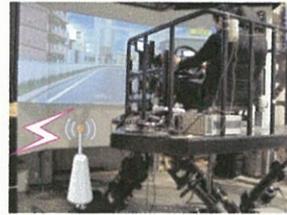
東北大学未来科学技術共同研究センター
次世代移動体システム研究会



実証評価拠点



みやぎ復興パーク（多賀城市）



モビリティシミュレータ



エネルギー情報

リアルタイム表示

エネルギー管理
小型モビリティ

交通実証試験



東北大学青葉山キャンパス（仙台市）

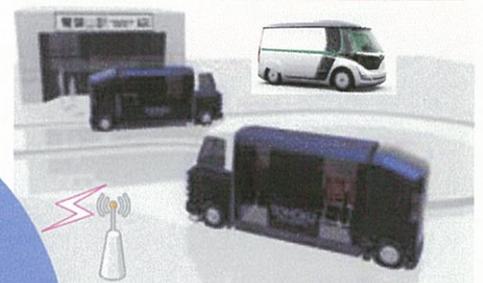
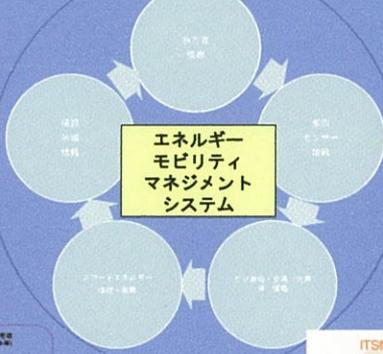
平成27年度の仙台市地下鉄東西線開業に合わせた運行実証試験を目指す

ITS情報基盤



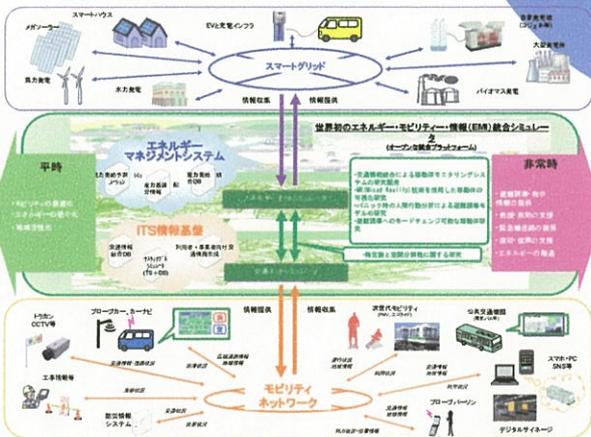
交通シミュレータ

エネルギー モビリティ マネジメント システム



EVバス

都市の総合的な エネルギー管理

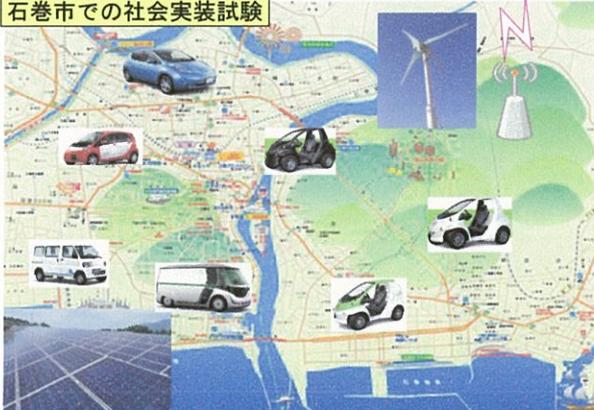


災害時モードチェンジ (緊急車両への電力移送)



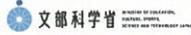
平常時 ↑ 非常時

石巻市での社会実装試験



次世代電気自動車駆動用モータ技術の開発

東北大学 工学研究科 電気エネルギーシステム専攻
一ノ倉・中村研究室



社団法人東北経済連合会

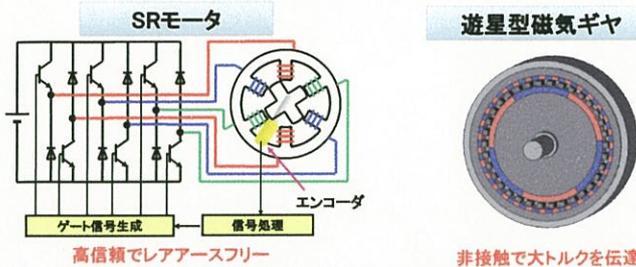
東北大学



七十七銀行



高性能回転機に関する研究



SRモータ

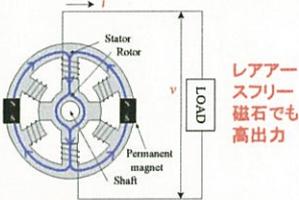
遊星型磁気ギヤ

高信頼レアースフリー

非接触で大トルクを伝達可能

永久磁石リラクタンス発電機

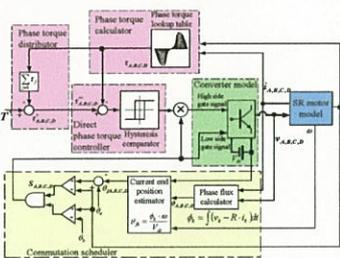
レアースフリーモータの高性能化、新しいレアースフリー発電機の提案、非接触で動力伝達が可能な磁気ギヤの実用化研究を行っています。



低速大トルク型負荷試験装置



フルデジタルインバータ



SRモータのトルク制御法

SRモータのトルクリプルを低減し、効率を向上させる制御法の開発を行っています。

シミュレーションを活用した駆動システム的设计

制御プログラムの開発



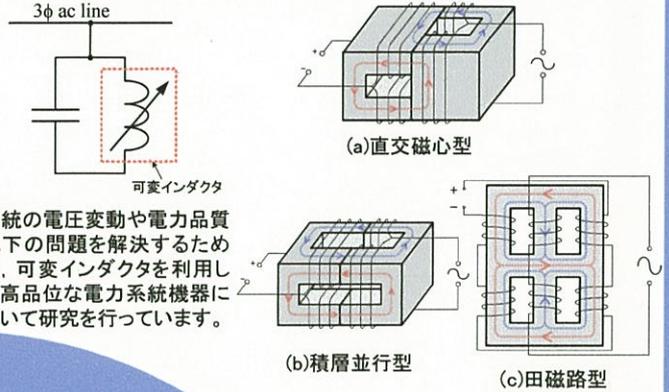
制御アルゴリズムの検討

回路設計・プリント基板の設計

放熱板

パワーエレクトロニクス回路・制御に関する研究

高品位な電力変換・制御デバイスに関する研究



系統の電圧変動や電力品質低下の問題を解決するために、可変インダクタを利用した高品位な電力システム機器について研究を行っています。



実証試験中の可変インダクタ

電磁場解析ルーム

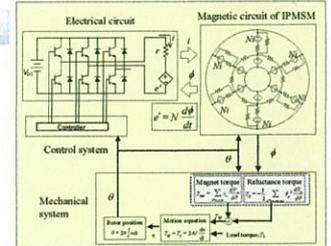
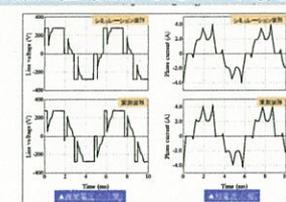


電気機器解析技術に関する研究

電気機器の磁束の流れを磁気回路でモデリングすることにより、高速かつ高精度での解析する手法を研究しています。制御系や運動系との連成も容易です。

ブラシレスDCモータの解析の流れ

磁気回路法によるモータ解析



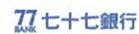
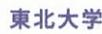
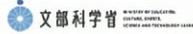
企業の皆様へ

SRモータや永久磁石モータの解析・設計・制御・評価が可能です。新しい材料をモータに適用した場合の性能を評価も可能です。



希土類磁石向けジスプロシウム 使用量低減技術開発

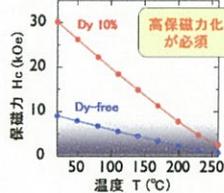
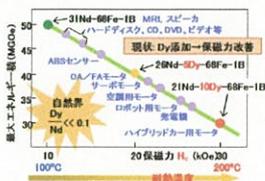
東北大学大学院工学研究科 杉本研究室



研究概要

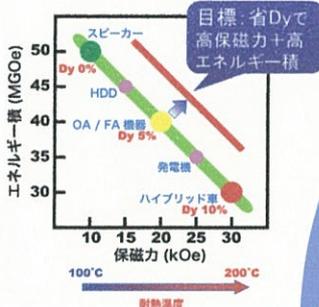
研究背景

Nd-Fe-B系焼結磁石はハイブリッドカーのモータなどに用いられています。しかし、耐熱性向上のためジスプロシウム(Dy)を不可避免的に添加しており、Dy使用量の低減技術の確立が求められています。



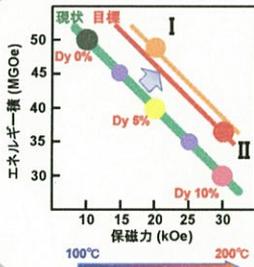
目的

Dy使用量を低減した高保磁力、高耐熱性、高エネルギー積を有する高性能Nd-Fe-B系焼結磁石の開発



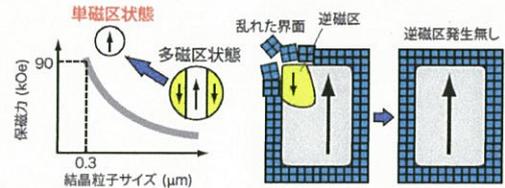
ジスプロシウム使用量低減技術開発

ネオジム磁石のジスプロシウム3割以上削減



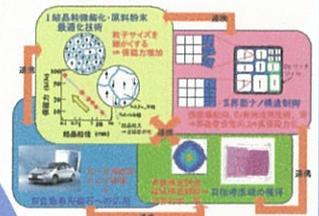
開発方針

- (1) 焼結磁石結晶粒微細化
- (2) 主相と粒界相の界面構造制御



研究体制

開発グループと、理論・解析による指導原理獲得グループが相互に連携して研究開発を進めています。

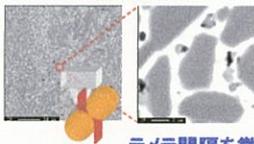


研究成果

結晶粒の微細化・原料粉末最適化による保磁力向上技術の開発

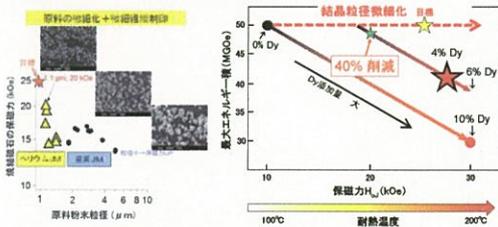
新規原料合金の開発

溶湯圧延法



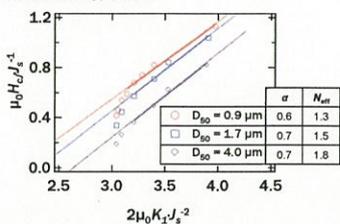
ラメラ間隔を微細化

微細化粉末を用いた焼結磁石の試作



- 粉末粒径1.1 μmで保磁力20 kOeに到達
- Dy削減率40%を達成

試作試料の組織評価



組織を数値化し、保磁力発現機構を解析

I. 結晶粒微細化・原料粉末最適化技術



Heジェットミルを用いて結晶粒を微細化し、Dy 40%削減に成功

II. 界面ナノ構造制御

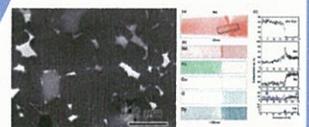
H-HAL法を用いて、Dy 30%削減に成功



保磁力発現機構を解析し、さらなる高特性化へ！

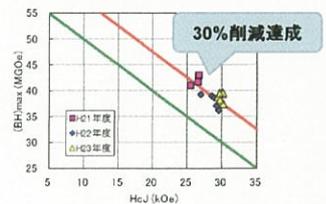
研究成果

界面構造解析



Nd₂Fe₁₄B/Nd₂O₃界面にNd,Cuが偏析することを確認

界面ナノ構造制御による保磁力向上技術の開発



H-HAL法により、Dy削減率30%を達成

企業の皆様へ

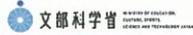
～産官学連携による技術開発～

資源リスクの少ない、つまりDyフリーなネオジム磁石の開発、さらに希土類フリー高特性磁石の開発を目指し、産官学の研究機関で緊密な連携をとりながら研究を推進しております。

2007~2011 NEDO「希土類代替材料開発プロジェクト・希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発」 実施者：東北大学、山形大学、(独)物質・材料研究機構、(独)日本原子力研究開発機構、(株)三徳、インターメタリックス(株)、TDK(株)、静岡理科大学、トヨタ自動車(株)

ロボット技術を用いた屋外の人と物の流れの自動化

東北大学情報科学研究科
田所・大野・竹内研究室/昆陽・永谷研究室



社会におけるロボット技術へのニーズの高まり



- ・福島第一原発の調査や廃炉プロセスへのロボット技術の利用
- ・工場や工業団地内の物流の自動化
- ・病院内の薬品、カルテ、食事の運搬の自動化
- ・患者や老人が安心して運転出来る自動車の実現

- ・2020年のロボットの市場規模 (富士経済調査 2012.05)
- ・産業用ロボット世界市場: 6,642億円
2011年度比166.2%増
- ・国内サービスロボット市場: 1,300億円超
2011年度比751.6%増

最先端ロボット技術で安全・安心な社会の実現

レスキューロボット (能動スコープカメラ, Quince, 救助犬)
足こぎ車いすの運転支援
工場の屋外自律搬送車両
自律走行自動車
飛行ロボットを用いた高所点検

屋外の自律ロボットの中核技術

システム統合
タスクや環境に応じて各要素を統合
実際のユーザによる検証と、開発者による改良

センシング
計測・環境認識

- ・各種センサデータの融合
- ・レーザ距離計、オドメトリ、慣性センサなど
- ・詳細な3次元形状の計測と認識

確率論
ベイズ推定による位置や状態推定

- ・Extended Karman Filter
- ・Particle Filter
- ・Markov Chain Model

制御
アクチュエータ動作や軌道計画

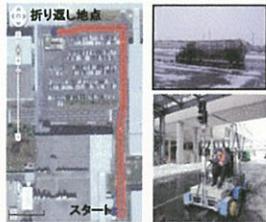
- ・小型、高トルクの駆動系開発
- ・ロボットの動きの制御

屋外の一般道での課題

1. 天候(雪、雨)、路面状況(凍結、段差など)
2. 人間や一般の自動車
3. 法的な壁

工場の屋外自律搬送車両

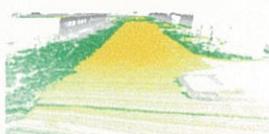
運搬車両の開発



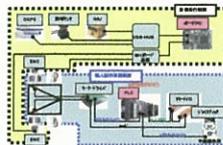
一押し!

次世代ロボット用の商品開発をサポート
次世代のロボット産業を支える商品開発には、1つの技術だけでなく統合した時点で最高のパフォーマンスを発揮する商品開発が必要です!

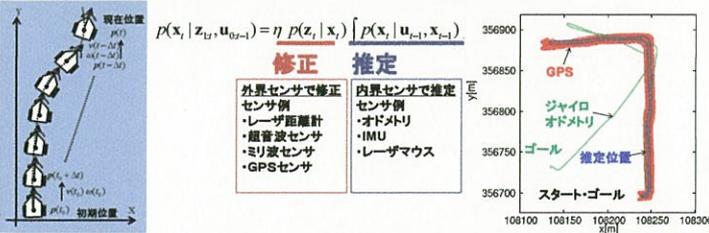
3次元計測とランドマーク地図



自律システム



ロボットのモデル化とParticle Filterによる位置推定



最先端ロボット技術



企業や産業界の未解決の具体的なアプリケーション

世界に通用する商品開発

企業の皆様へ

~最先端のロボット技術で世界一の商品開発を支援~
次世代のロボット産業では高度な技術を盛り込んだ商品作りが必要不可欠です。大学でこれまで培った、自動化に必要な高度なセンシング技術、制御技術、位置推定技術のノウハウをもとに、地元企業の世界で通用する商品を共同開発!

担当者: 田所 諭 (教授)
連絡先: 022-795-7025
住所: 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-01
URL: <http://www.rm.is.tohoku.ac.jp>
Email: staff@rm.is.tohoku.ac.jp

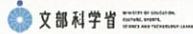


田所教授 昆陽准教授 大野准教授 竹内助教 永谷助教



System Robotics Laboratory

東北大学工学研究科バイオロボティクス専攻
小菅・衣川・王研究室／平田研究室



複数ロボットの分散協調制御システム

当研究室では、1台のロボットでは搬送できない重量物や大型搬送物を安定して搬送するため、複数の移動ロボットによるリーダー・フォロワ型分散協調制御システムを提案してきました。このシステムでは、ロボットの台数を増やすことで、システム全体の可搬重量を容易に増加させることができます。当研究室では、現在、このシステムの発展系として車両搬送システムの研究開発を行っています。



複数ロボットによる車両搬送システム

Multiple Robots Coordination



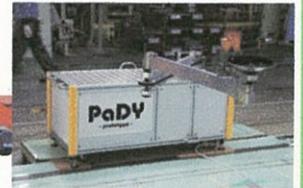
複数の双腕ロボットによる協調作業



双腕ロボットによる組立作業



ロボットヘルパー



組立作業支援ロボット



ダンスパートナーロボット

Human-Robot Interaction



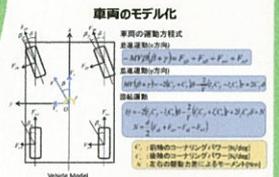
パワーアシスト制御

システムロボティクス

ロボット技術の創造と展開，社会への統合を目指して

ロボットは、センサ、アクチュエータ、メカニズムなどのデバイスと、それらを統合し必要とされる知的な機能を発揮するためのソフトウェア、それを実装するためのハードウェアから構成されるシステムです。少子高齢化が深刻な問題となり、ロボットに対する期待は膨らむ一方ですが、ロボットを実社会で利用できるようにするには、ロボットそのものの開発だけでは不十分で、ロボットをシステムの一部として社会に統合する必要があります。

そこで、私たちは、ロボットを単なるデバイスや要素技術の寄せ集めとしてではなく、それらを理論に裏付けされた合理的アルゴリズムによって有機的に結合し、必要とされる機能を発揮させるとともに、システムとして社会へ統合することを目指すシステムロボティクスを提唱しています。また、それと同時に、実問題に潜む科学的課題に挑戦することによってロボティクスのフロンティアを開拓します。

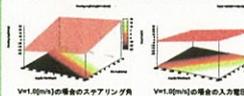


Design of New Control Systems

次世代高度車両制御システム DREEMS
(Dependable-and-Robust-in-Extreme-Environments Vehicle Maneuver System)



シミュレーションによる制御システムの検討



凍結路面等において、車両と路面との間に滑りが生じても、その滑りを利用して車両の運動を意のままに操ることを可能とする次世代高度車両制御システムの開発を行っています。

次世代高度車両制御システム

企業の皆様へ

～ロボット技術をリアルワールドへ～

これらの基盤・展開技術を産業界で活用したい企業や団体との共同研究を希望します。

移動支援システム

担当者：小菅一弘 教授

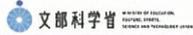
連絡先：022-795-6914

住所：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01 機械系共同棟403号室

URL：http://www.irs.mech.tohoku.ac.jp/

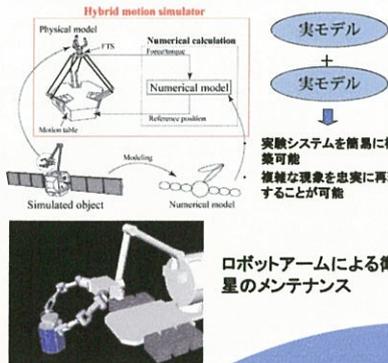
ロボット技術の移動体システムデザインへの応用

東北大学 工学研究科 機械システムデザイン専攻
内山研究室



宇宙ロボットの遠隔操作、微小重力環境下の作業模擬

地球・衛星間の遠隔操作

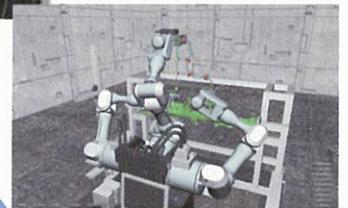


柔軟物扱う作業の自動化

- コンピュータCGを用いた柔軟物作業の作業計画
- カメラによる柔軟物の状態計測
- 取り付け作業における柔軟物の形状制御

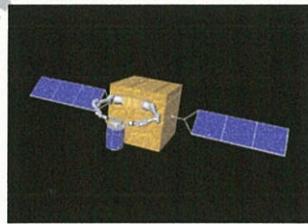


内山研で開発されたワイヤーハーネス取り付け用ロボット



作業計画用シミュレータ

ロボット技術を次世代自動車へ



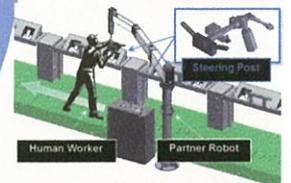
改造中のキットカー



ドリフト実験

- ステアバイワイヤ操舵装置
- センサ情報に基づいた車の運動状態推定
- 自動車の走行動力学に基づいた運転支援

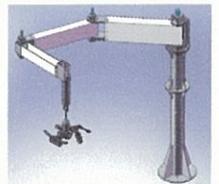
次世代自動車の運転支援



作業者の取り付け作業をアシスト



実際の工程を模擬したテスト



実際開発されたロボット

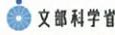
自動車生産ライン用パートナーロボット

連絡先

担当者: 内山勝 教授
 連絡先: TEL: 022-795-6970 FAX: 022-795-6971
 住所: 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-01
 URL: www.space.mech.tohoku.ac.jp

非接触エネルギー伝送が拓く未来

東北大学大学院 医工学研究科・工学研究科
松木・佐藤研究室



文部科学省



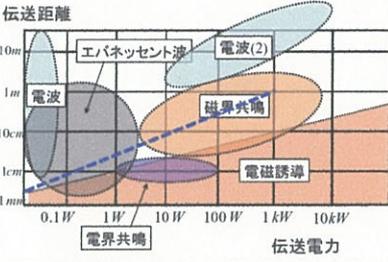
東北大学



非接触電力伝送システム

幅広い伝送可能電力(数mW~数百 kW)

非接触を求めるあらゆる分野に応用可能なユビキタス電源の実現

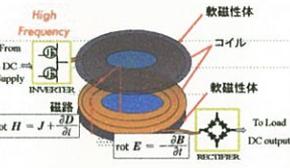


LC Booster理論に基づく 高効率・高出力化

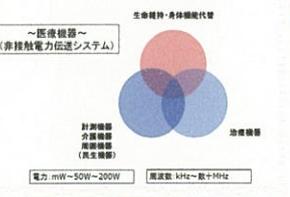
当研究室では、受電部に高Qコイル（当研究室ではLC Boosterと呼ぶ）とマッチングコイルを併用することで、効率と出力の低下を補償することが可能な受電システムを構築している。さらに自動車に限らず多様な分野（民生機器及び医療機器分野等）におけるLC Boosterの設計を推進している。

伝送電力と伝送距離の概略

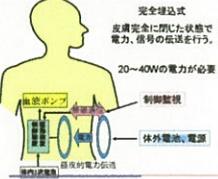
非接触電力伝送基本システム



非接触電力伝送 基本システムの一例



完全埋込式人工心臓のシステム図



人工心臓用 システムの一例

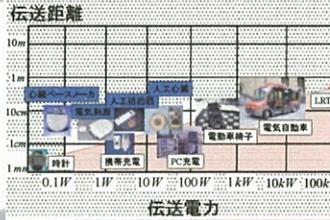


医療機器(体内埋込医療機器)用非接触電力伝送システム

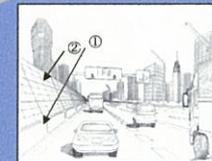
工学と医学の融合 ~未来を変える非接触エネルギー伝送~

負荷に最適なワイヤレス電力伝送システムの実現

LCブースター、ワイヤレス電力ルーター、フレキシブル伝送



ハイウェイ用 IPSシステム



エネルギー伝送の未来



産業機器・一般民生機器用非接触電力伝送システム

企業の皆様へ

~共同研究, 新規技術開発を募集しています~

非接触電力伝送技術は、今後100年を形成する技術のベスト10に選ばれています。電源のワイヤレス・ユビキタス化による技術で全く新しい製品化が可能となります。当研究室ではこれまでに蓄積されたデータ・ノウハウによりご支援させていただきますので、是非ご相談下さい。お待ちしております。

連絡先
担当者: 佐藤文博 准教授 (松木英敏 教授)
連絡先: fsato@ecei.tohoku.ac.jp
URL: <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/matsuki/>



松木教授



佐藤(文)准教授



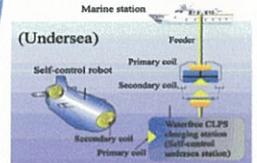
田倉助教



佐藤(忠)准教授

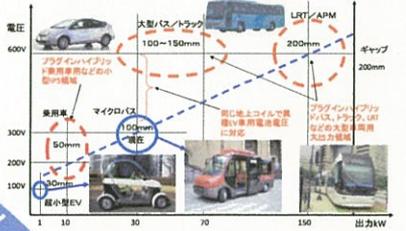


高性能電動福祉車両
インテリジェント非接触電力制御システム

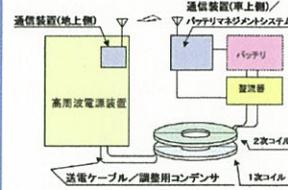


EVバス用コイル
(30kW) の搭載例

EV対応パラメーターの分布



LCブースターを用いた EV用フレキシブル非接触電力伝送システム

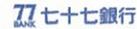
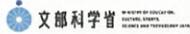


EV用非接触電力 伝送システムの概略

- ・停車中若しくは走行中のEVへ非接触に給電(充電)可能
- 電源ケーブルレス・搭載バッテリーの小型化・車両重量低減
- EVの環境性能+省エネ効果の促進
- ・数W~150kWまでの幅広い伝送電力
- 小型車, トラック・バス, 電車への電力伝送を実現

ナノ・マイクロ粒子を用いた 波長選択性遮熱コーティング

東北大学 流体科学研究所 極限熱現象研究分野
圓山・小宮・岡島研究室



車の塗装



<http://image4.kurumaerabi.com/>

研究の背景

美的観点から暗い色調が好まれる

短所

- ✓ 太陽光に対する吸収率が高い
- ✓ 壁面の温度が上がる
- ✓ 冷房負荷の増大

環境問題

ヒートアイランド現象



Wikipedia

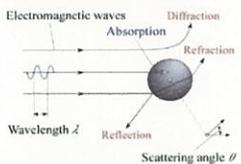
地球温暖化現象



<http://s92zfrt.edu.glogster.com/climate-change-polar-bears-by-jessica-gaalma/>

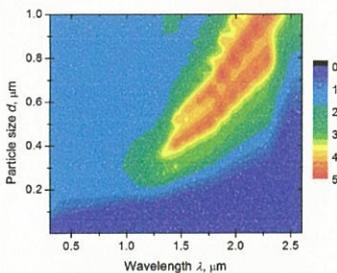
- M. Baneshi, et al., JQSRT, 110, (2009), 192.
- M. Baneshi, et al., J Therm Sci Tech-JPN, 4, (2009), 131.
- M. Baneshi, et al., JQSRT, 112, (2011), 1197.

粒子の散乱



The interaction of a small particle and radiation

- 粒子形状
- 粒子径
- 粒子物質
- 粒子密度



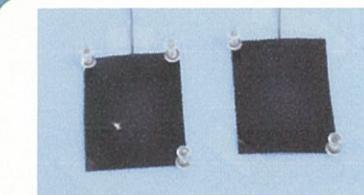
Back-scattering efficiency of a CuO particle

顔料粒子の最適化

余剰なエネルギーの使用

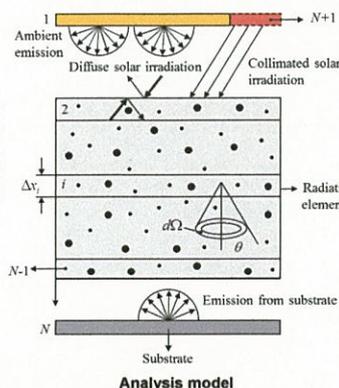
黒色遮熱コーティングの実現

温度測定屋外曝露実験



Typical black paint CuO coating

遮熱性能の視覚的証明



Analysis model

理論的設計

実験による性能評価

反射率測定実験

可視光領域

- 紫外可視分光光度計 (Shimadzu UV-2450)
- 積分球 (Shimadzu ISR-2200)

近赤外領域

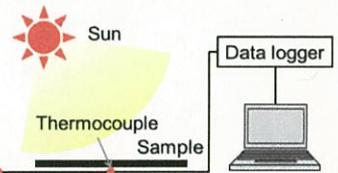
- フーリエ変換赤外分光光度計 (Shimadzu IRPrestige-21)
- 積分球 (Shimadzu IntegratIR-A)

- M. Baneshi, et al., JQSRT, 113, (2012), 594.
- H. Gonome, et al., ASME/JSME 2011 8th Thermal Engineering Joint Conference, (2011), AJTEC2011-44622.

温度測定実験

測定場所

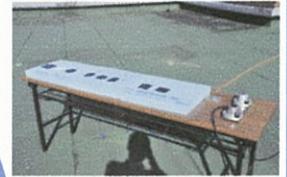
東北大学流体科学研究所



Insulation material

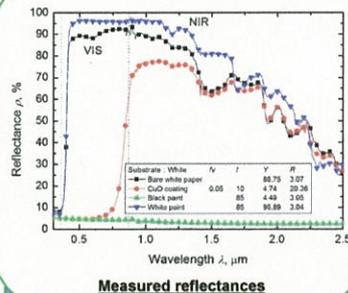
Thermocouple for ambient temperature

Schematic of the temperature measurement



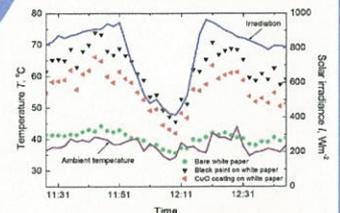
Exposure experiment

- 江目, Baneshi, 岡島, 小宮, 円山, 第49回伝熱シンポジウム講演論文集, 49-I(2012), 161.



光工学を用いた
波長選択制御

遮熱コーティングの 温度の時間変化



Surface temperatures of each sample under the sun and the ambient temperature and the solar irradiance

	Temperature [°C]
CuO coating	61
Typical black paint	82

暗色のまま、一般黒色塗料よりも低い温度を維持

結果

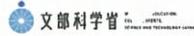
企業の皆様へ

様々な色の塗料に関して熱的最適化設計を行うことができます。

光学制御や伝熱制御等のご相談がございましたら、いつでもご連絡ください。

水素化物に隠された物性と機能性

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 / 金属材料研究所
折茂研究室



研究開発の概要

根源的探求

水素の存在状態間の“遷移”や“混在性”など

水素化物に隠された物性と機能性
「たくさん水素を安全に貯める性質」
「水素やリチウムなどのイオンを速く動かす性質」など

エネルギーデバイス実証

●高密度水素貯蔵材料 ●高エネルギー密度蓄電技術 ●水素化物超伝導

燃料電池や環境対応車の社会普及、次世代蓄電・送電システムの技術革新、材料開発競争力の強化と新たなシーズや雇用の創出… などの波及効果

水素ダイアグラム

(水素の地図)



存在状態間の“遷移” “混在性”

多様な存在状態を体系的・一元的に捉える

水素化物の合成・評価解析技術、など

ナノ構造～原子構造～電子構造の解析

1

高密度水素貯蔵材料

POINT!

金属水素化物から
錯体水素化物への遷移
水素の高密度化の達成

2

高エネルギー密度蓄電技術

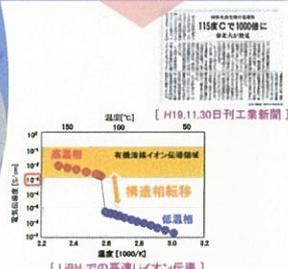
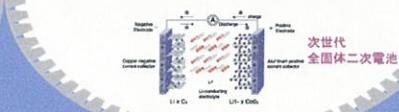
POINT!

錯(陰)イオンの再配列
高速イオン伝導材料
(固体電解質)の合成

Feを含む化合物での水素の高密度化の達成

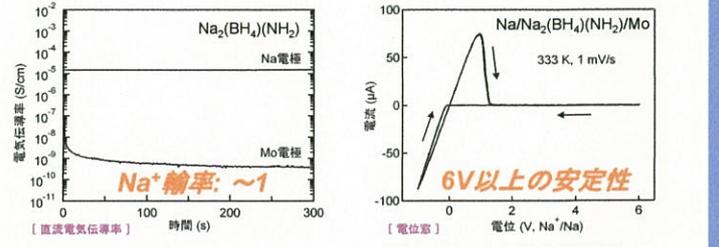
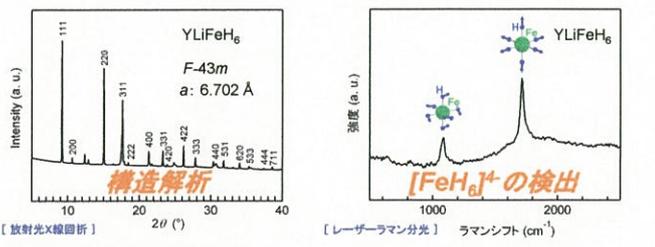
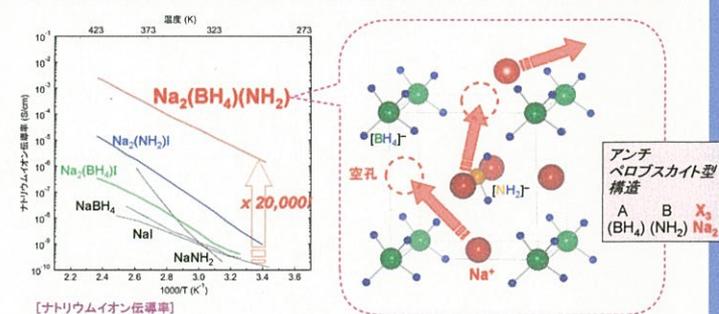
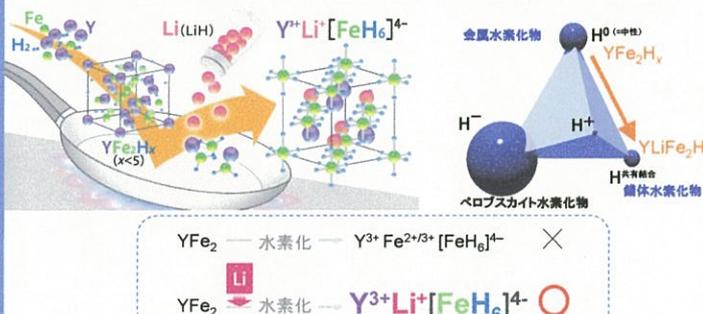
高速Naイオン伝導を示す錯体水素化物の合成

【水素貯蔵密度マップ】
【400kmの走行に必要な4kgの水素】



電子ドナー(Li)添加による新規Fe系錯体水素化物の合成
→水素高密度化の新コンセプトを提唱

空孔導入によるナトリウムイオン伝導率の増大
→次世代全固体Naイオン二次電池の開発を促進



M. Matsuo, H. Saitoh, A. Machida, R. Sato, S. Takagi, K. Miwa, T. Watanuki, Y. Katayama, K. Aoki, S. Orimo, RSC Adv 3 (2013) 1013.

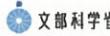
M. Matsuo, S. Kuromoto, T. Sato, H. Oguchi, H. Takamura, S. Orimo, Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 203904.

「エネルギー利用のための水素化物の先端研究」を推進

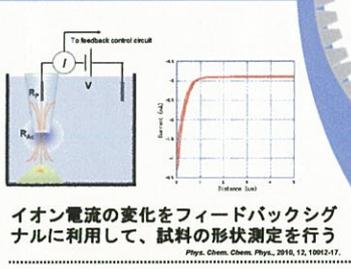
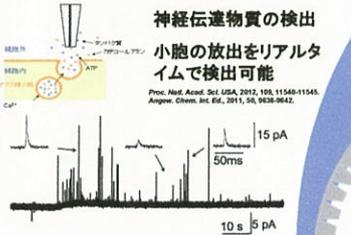
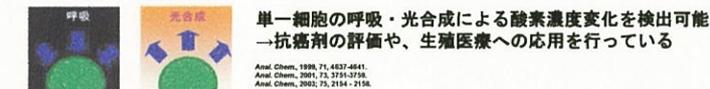
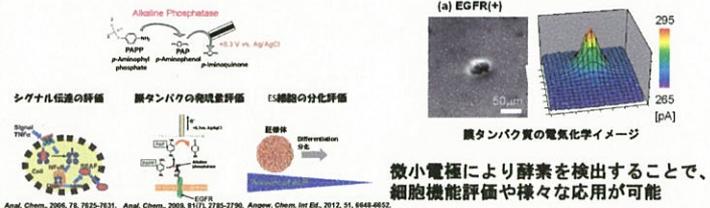
→燃料電池市場の早期実現 (2025年度に1兆6千億円規模) →次世代全固体二次電池 (Li, Na, Mgなど)の開発を促進 (2017年までに2兆円規模)

走査型電気化学顕微鏡を用いた局所電気化学計測

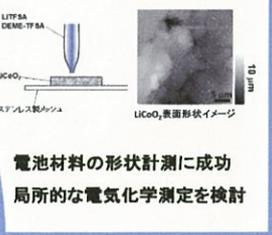
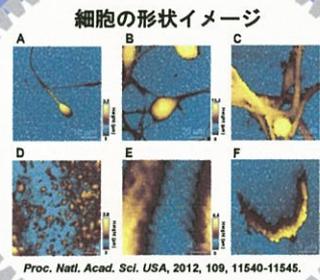
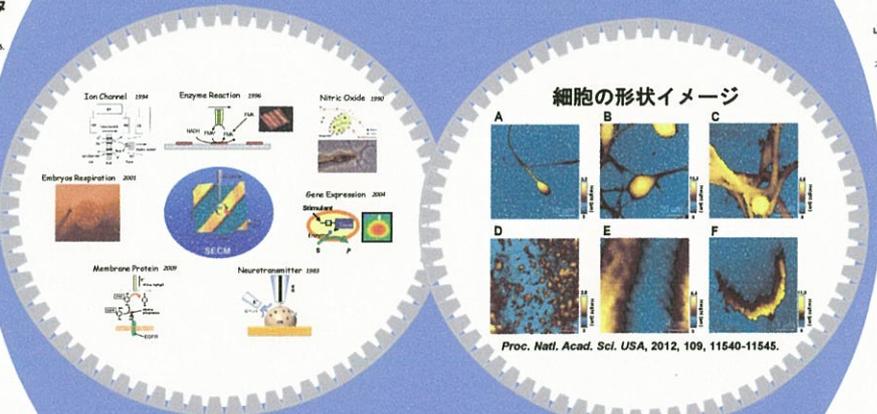
東北大学原子分子材料科学高等研究機構
末永研究室



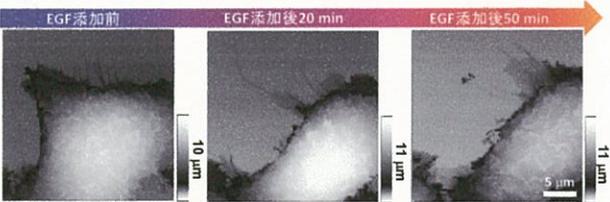
走査型電気化学顕微鏡を用いた生細胞の機能評価



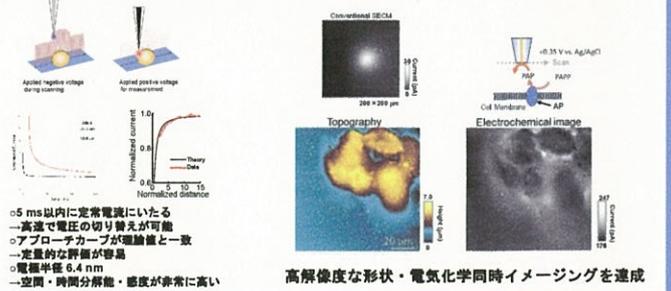
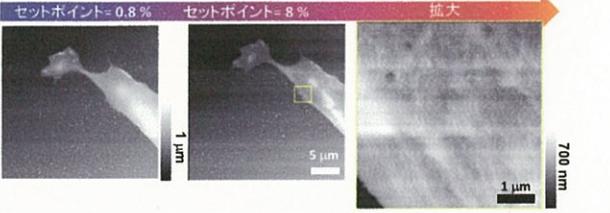
微小な電極を利用し 局所的電気化学計測の実現



試薬添加による生細胞の形状変化



光学顕微鏡の限界を超えた高解像度形状イメージ



カーボンナノ電極と新規形状イメージング手法の開発

企業の皆様へ

～こんなことを一緒にしてみませんか？～

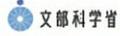
- マイクロ・ナノ電極の開発
- 微小電流計測のためのシールドボックスの開発

走査型イオンコンダクタンス顕微鏡を用いた生細胞の形状測定



固体イオニクス材料の開発と応用

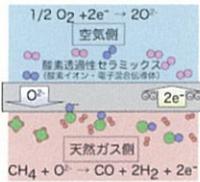
東北大学大学院工学研究科知能デバイス材料学専攻
高村研究室



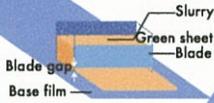
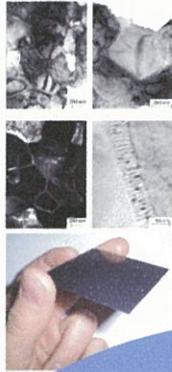
酸素分離膜による高効率水素製造システム

これまでに天然ガス改質用に開発された酸素透過膜の酸素透過速度

膜種	組成	酸素透過速度 μmol·cm ⁻² ·s ⁻¹	温度 °C	Ref.
BSCF	Ba _{0.5} Sr _{0.5} Co _{0.8} Fe _{0.2} O ₃	8.6	875	Shao et al., 2001
LSGF	La _{0.2} Sr _{0.2} Gd _{0.2} Fe _{0.2} O ₃	8.2	1000	Ishihara et al., 2002
PSAF	Pr _{0.2} Sr _{0.2} Fe _{0.2} Al _{0.2} O ₃	8.2	1000	Takamura et al., 2002
Ceria-MFO	(Ce, Sm)O ₂ -15vol% MnFe ₂ O ₄	10.0	1000	Takamura et al., 2002
LBSFI	(La _{0.2} Ba _{0.2} Sr _{0.2}) (Fe _{0.2} Al _{0.2}) O ₃	10.6	1000	Aizumi et al., 2004

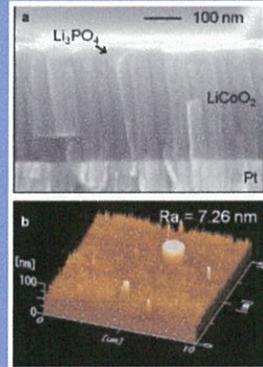
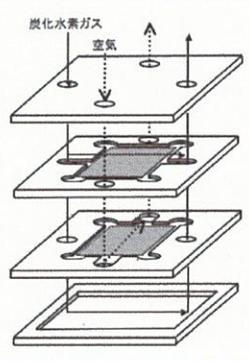
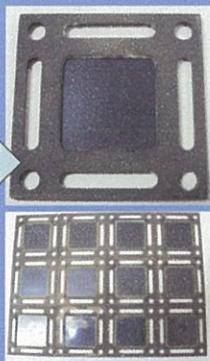


- Sm添加CeO₂-MnFe₂O₄ 微細結晶複合体
- 10 μmol·cm⁻²·s⁻¹ (=13.4[STP]cc·cm⁻²·min⁻¹)
- 1kW-PEFCの水素を5 cm x 5 cm角のセラミックス膜 10枚で製造可能



テープキャスト技術による機能性セラミックス膜の大量生産

固体イオニクス材料のエネルギー変換デバイスの応用



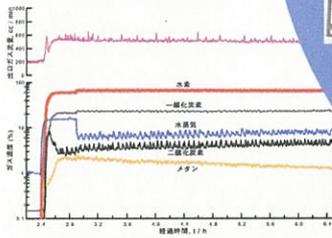
- 空気中の酸素を分離しながらメタンを水素に改質
- 既存の方式に比べ小型化

- キーポイントは正極 | 電解質 界面の制御
- 30回以上の充放電を確認

小型・高効率水素製造システム

全固体リチウム電池

メタン（都市ガス）からの水素製造



メタン改質特性

試料	スタック (枚)	メタン量 (scm)	空気量 (scm)	筐体温度 (°C)	加湿	酸素透過速度 (μmol/cm ² ·s)	メタン転換率 (%)	CO選択性 (%)	H ₂ 選択性 (%)
31	1	150	500	780	Yes	5.7	96	84	89

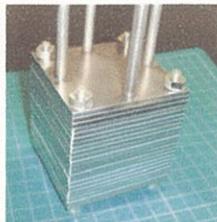
$$\text{メタン転換率 (\%)} = \frac{[\text{CO}] + [\text{CO}_2]}{[\text{CH}_4] + [\text{CO}] + [\text{CO}_2]} \times 100$$

$$\text{CO選択性 (\%)} = \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}] + [\text{CO}_2]} \times 100$$

$$\text{H}_2\text{選択性 (\%)} = \frac{[\text{H}_2]}{[\text{H}_2] + [\text{H}_2\text{O}]} \times 100$$

・毎分10リットルの水素製造

酸素透過膜断面積 = 9cm²の場合：20枚スタック（筐体 6 cm × 6 cm × 6 cm; 216 cm³）



従来の電池

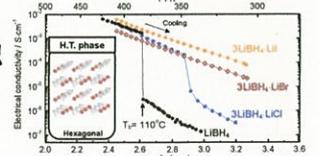
- 有機電解液の揮発性、可燃性が問題



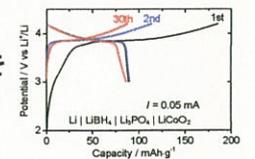
全固体電池

- 固体電解質を使用
- 安全性の向上
- 広い使用可能温度域

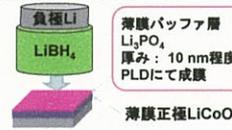
簡単に成型可能なLiイオン伝導体：LiBH₄



作動を確認！



LiBH₄/正極界面へのバッファ層の導入



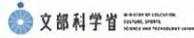
企業の皆様へ

～固体の中でイオンが高速に移動する材料の開発とエネルギー貯蔵・変換デバイスへの応用～
燃料電池、リチウム電池などのエネルギー貯蔵・変換デバイスの開発や高効率化を新しい材料開発により目指しています。



コンバージョンEVと太陽光発電の有効利用

東北大学大学院環境科学学科
田路研究室



主な目的

- ・電気自動車工学・電気工学領域の発展
- ・低環境負荷・省エネルギー社会への貢献

コンバージョンEVと太陽光発電システムの連携

システム構成

目的

1. 中古のエンジン車を電気自動車へ改造→再利用、CO₂削減
2. 太陽光発電の余剰電力を有効活用→車へ蓄電



ガソリン車から電気自動車へ

- ・整備会社を含めた中小企業などの雇用創出
⇒中古ガソリン車から電気自動車へ改造
- ・資源の再利用
⇒ガソリン車の車体、メカ部品など利用

課題

- ・改造技術(電気知識)
- ・コスト低減
- ・安全性: 電池他

電気自動車の主要部品

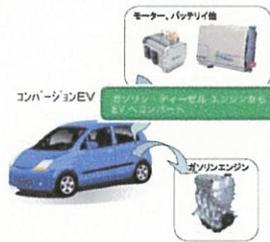


企業が参入対象として注目しているビジネス
(電気自動車と太陽発電)をターゲットに!



コンバージョンEV技術と 太陽光発電システムの連携 マルチスケールシミュレーションの実現

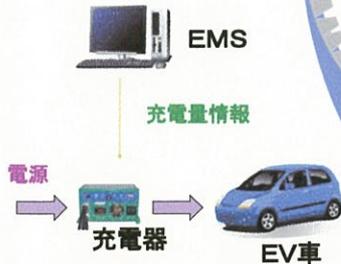
コンバージョンEV



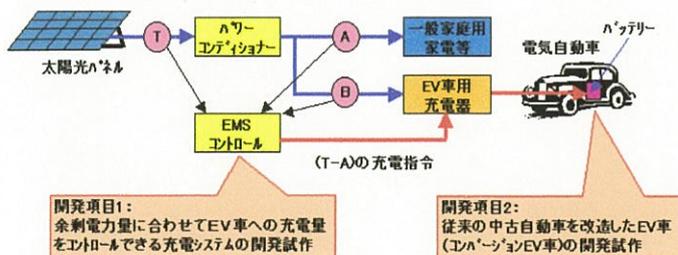
太陽光発電システム



連携シミュレーションの実現

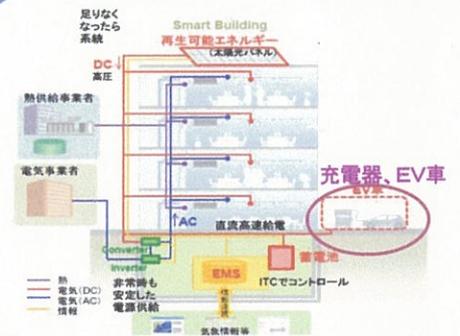


得られた家庭用電力と負荷電力の需給
バランス(発電力と家庭用電器具の消費電力)を
管理するEMSの制御により、余剰電力量に応じて
EV車への充電量をコントロールできる充電システム



太陽光発電などの電力量に応じた充電システム

環境科学研究科の研究開発している
IT融合電力システムに接続にて実現



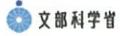
企業の皆様へ

～電気自動車の時代に向けて

一緒に研究してみませんか?～

自動車用パワー半導体デバイス製造技術の創出

東北大学未来科学技術共同研究センター
未来情報産業研究館



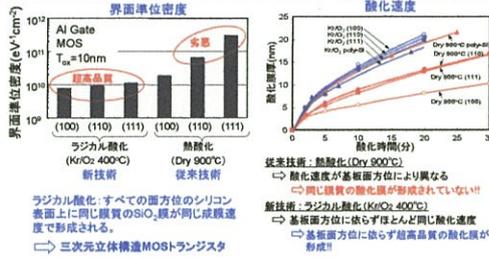
ラジカル酸化・窒化の反応式



★大学が学生時代に教える学習がそのまま生産現場で行える時代の到来
 ★Kr, Xe極めて高価なガス
 ★全ての面方位のSi(シリコン)上に、超高品質のSiO₂, Si₃N₄膜を同じ速度で成膜

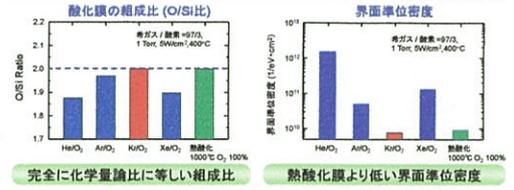
学問に裏付けられた本物の産業技術だけが通用する時代

ラジカル酸化による超高品質SiO₂



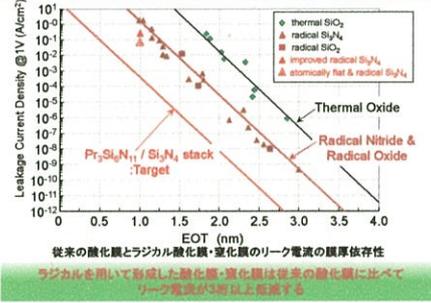
Kr / O₂プラズマによる原子状酸素の酸化レートはSi表面の面方位、結晶状態(結晶または多結晶)またはドーピング濃度に依存しない。

マイクロ波励起Kr/O₂プラズマを用いたシリコン直接酸化

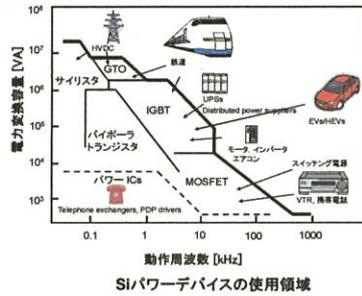


Kr/O₂: 形成される酸化種O^{*}(酸素ラジカル)
 ⇒ 400°Cと低い温度でも酸化膜中を自在に動き回って完全酸化
 Ar/O₂, He/O₂, Xe/O₂: 形成される酸化種O₃(オゾン)やO₂⁺
 ⇒ 400°Cでは酸化膜中を動き回れず、未酸化のSi残る
 ⇒ 酸素欠損型の酸化膜

マイクロ波励起プラズマを用いたシリコン直接酸化・窒化



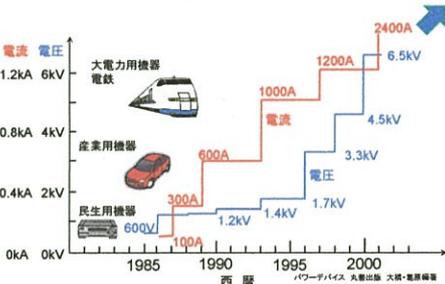
パワーデバイスの応用分野



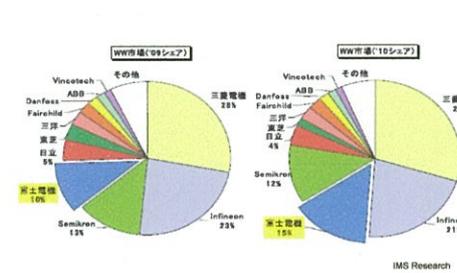
主なパワー半導体デバイスの構造と電気特性の数値例

	ダイオード	サイリスタ	GTO	BJT	MOSFET	IGBT
接合構造						
回路図						
ON電圧[V]	1.8	2.5	3.5	2.5(ゲートなし)	5(0.1Ω)	2.5
スイッチング時間[μs]	-	400	25	18	0.35	<1
定格電圧[V]	4000	4000	4500	1200	500	600~6500
定格電流[A]	1800	3000	3000	800	50	50~2400

IGBT製品の高耐圧・大容量化への歩み



IGBTシェア



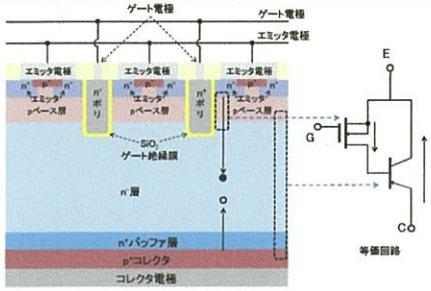
富士電機㈱ IGBT製品

民生用機器 家電(ルームエアコン)
 太陽光発電、風力発電、高圧インバータ

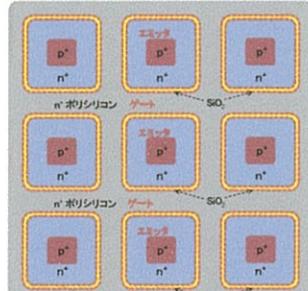
600V / 15A, 20A, 30A
 1200V / 600 - 1400A
 1700V / 650 - 1400A
 1200V / 600 - 3600A
 1700V / 600 - 3600A
 3300V / 650 - 1500A

富士電機P-Jより提供

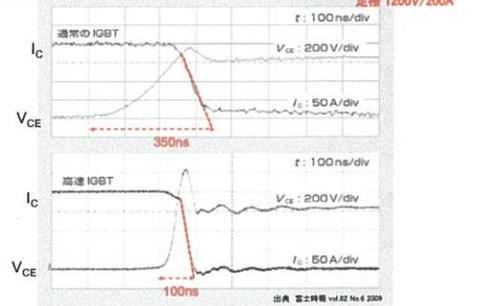
IGBTの断面構造



IGBT エミッタ・ゲート部の平面図



スイッチング速度・ターンオフ波形の比較

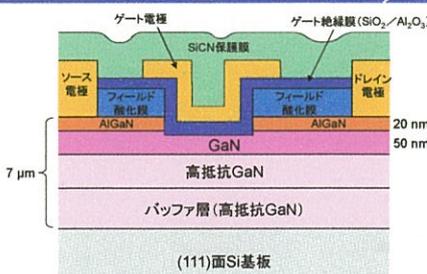


シリコン、ワイドバンドギャップ半導体の基本物性値

	Si	3C-SiC	6H-SiC	4H-SiC	GaN
バンドギャップ[eV]	1.1	2.2	3.0	3.3	3.4
比誘電率	11.8	9.6	9.7	10	9.5
電子移動度[cm ² /V·s]	1350	900	370	1000	1200
絶縁破壊電界[10 ⁶ V/cm]	0.3	1.2	2.4	3.0	3.3
電子飽和速度[10 ⁷ cm/s]	1.0	2.0	2.0	2.0	2.5
熱伝導率[W/cm·K]	1.5	4.5	4.5	4.5	2.1

AlGaN/GaN/(111)Si パワーデバイス
 ⇒ 同じ動作電圧に対して、GaNはSiの1/10以下の厚さの動作層で対応できる
 ⇒ 大電流が流れる動作時のオン電圧がSiに比べて1/1000以下に低減

AlGaN/GaN/(111)Si パワー-MOSFET

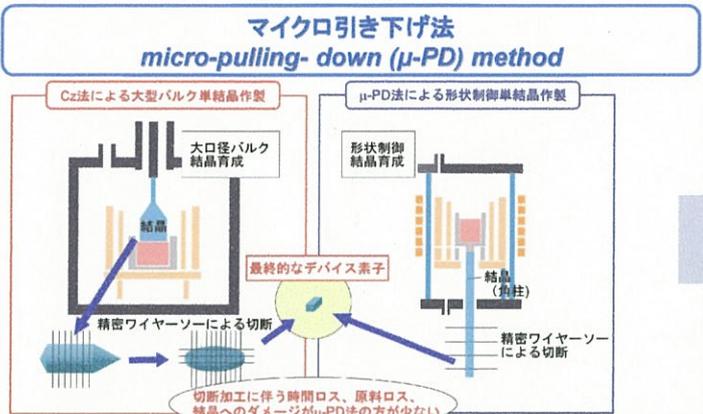
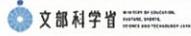


特長

- ☆ ゲート絶縁膜
 SiO₂(60nm)/Al₂O₃(3nm)/GaN
 ⇒ Al₂O₃の導入によりGaの拡散を抑えた超高品質界面
- ☆ SiCN保護膜
 Si₃N₄中のC(カーボン)濃度10%程度に制御して、GaNに加わるストレスを最小にして、電流値向上
- ☆ (111)Si表面にCMOSの制御回路
 ラジカル酸化・ラジカル窒化技術の導入により、(111)Si表面にパワーデバイス制御用CMOS集積回路を形成!!
- ☆ パワーデバイスはGaN, 制御回路は(111)面Si CMOS!!

形状制御結晶育成技術を用いたセンサー開発

東北大学未来科学技術共同研究センター
吉川研究室



ランガサイト型圧電結晶を用いた燃焼圧センサーの開発

TDK株式会社・フジヤ金属株式会社・株式会社秋田精工・青山精工株式会社・株式会社高岡波ネッスル・国立大学東北大学

平成23年度 戦略的基盤技術高度化支援事業
平成24年度 グローバル技術連携・創業支援補助金

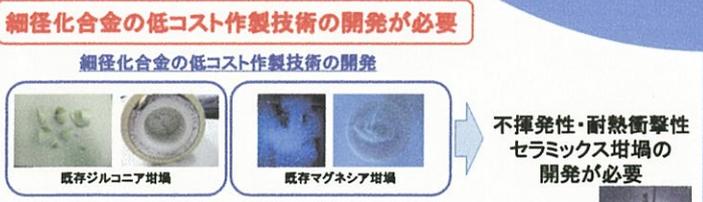
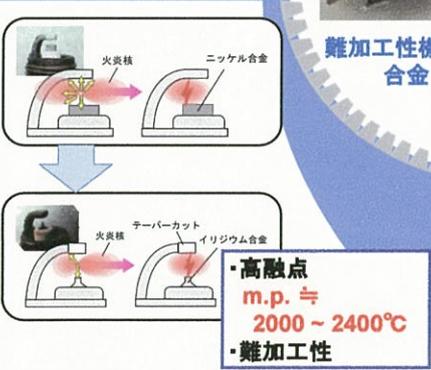
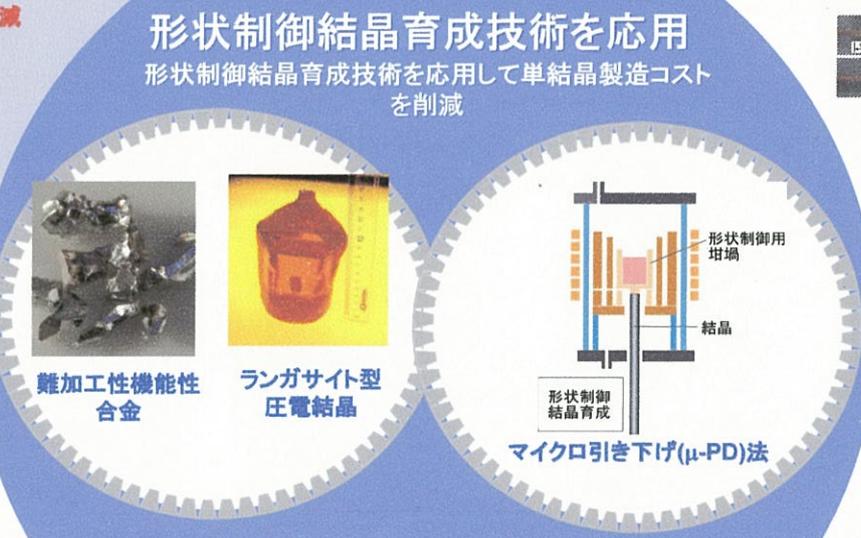
トルク変動を燃焼圧センサーで直接検知することで、燃焼率改善、NO_x低減

燃費改善効果: M/T車 約10%, A/T車 約4%

ただし、燃焼圧センサーに用いられる圧電素子であるランガサイト型単結晶の製造コストが高い。

➡ **マイクロ引き下げ法を用いて形状制御ランガサイト型圧電結晶を作製することで製造コストの削減**

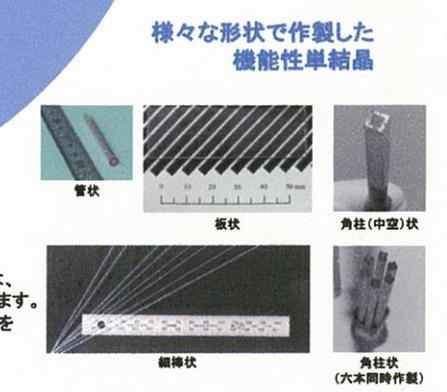
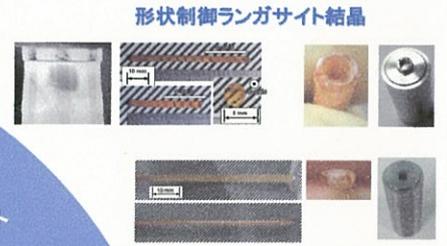
- ### マイクロ引き下げ結晶育成法の特徴
- 形状制御結晶が作製可能
 - 加工ロス・原料費の低減
 - 連続チャージが可能
 - 部材消耗が少ない
 - 高速結晶作製が可能 (~10mm/h)
- [従来法の約10倍]



難加工性機能性合金の形状制御結晶育成技術の開発

田中貴金属工業株式会社・株式会社スター精機・ティーイービー株式会社・株式会社東栄科学産業・国立大学東北大学

平成23年度 戦略的基盤技術高度化支援事業



マイクロ引き下げ結晶育成法では、様々な形状の結晶の作製ができます。加工ロスの低減でき、歩留まり率を向上します。

企業の皆様へ

～ ニアネットシェイブ (near-net-shape) による製品作製
こんなことを一緒にしてみませんか? ～

最終製品形状を見据えて単結晶製品の作製。
加工ロスの低減・歩留まり率の向上によるコスト削減。
私達の技術がお役にたちます。

軽量高強度金属材料の開発と構造解析

東北大学 金属材料研究所 先端分析研究部門

今野豊彦、木口賢紀、佐藤和久

大きな橋やビルディングから飛行機や自動車のボディまで、私の安全な生活には強い金属の存在は欠かせません。最近では地球に優しい社会の必要が認識させるようになり、特に軽くて強い材料の開発が脚光を浴びています。原子番号13のアルミニウムはジュースやビール缶、台所でのフォイルなど、様々な場面で登場してきます。それではアルミニウム箔とアルミサッシでは何が違うのでしょうか？ その鍵が時効析出という現象にあります。

私たちの研究室では主に電子顕微鏡を用いて金属からセラミックスまで様々な材料を原子レベルまで遡って観察することを通して、構造と組織の解析という立場から新しい物質の創成に向けて研究を進めています。

時効析出合金の歴史

軽くて強いアルミニウムが生れたのは百年前に遡ります。当時、様々な背景から世界ではこの金属をより強くしようという研究が各地で行われていました。ドイツのベルリン郊外の町で研究を続けていたアルフレッド・ビルムは、当時、すでに赤くなるまで鉄を焼き、水中に入れることにより硬くて強い鋼を得る「焼き入れ」や粘り強さを出す「焼き戻し」という技術が知られていたこともあって、助手とともにアルミニウムに数%のマグネシウムや銅を混ぜ、高温から急冷させることで硬くなるかどうかを調べようとしていました。彼らが発見した時効現象に関しては次のような逸話が伝えられています。「実験をしたのがたまたま週末だったので急冷した後の硬さ測定は週明けの月曜日にすることにした。そして翌週、実験室に放置された焼き入れ材の硬さを調べて驚いた。時間とともに硬さが増していくのである。しかし、光学顕微鏡で見ても何の変化も見られない。」

現在、飛行機のボディやアルミサッシなどに利用されているアルミニウム合金はこのようにして生れました。

透過電子顕微鏡を用いた時効析出現象の解明

当時、光学顕微鏡しか金属組織の観察手法が無かった時代、何故、急冷した材料が時間とともにその硬さを変えていくのかは大きな謎でしたが、1930年代になってフランスのギニエ博士とイギリスのプレストン博士は同時にアルミニウム-銅合金において、銅原子が母相であるアルミニウムの中に面状に一列に層をなして並んでいることをX線回折パターンから見いだしました。今でもそのような析出帯は彼らに因んで GPゾーンと呼ばれています。

1950年代になると電子顕微鏡が大きな進歩を遂げるようになります。動力学的効果と言って、原子そのものをみることはできなくとも原子の位置のずれに起因するコントラストから転位や積層欠陥など、材料中の様々な欠陥を画像として認識することが可能になったのです。さらに1970年代に入ると高分解能電子顕微鏡とも呼ばれる位相のずれに起因するコントラストを利用することにより、原子のスケールで析出物を同定できるようになりました。

電子顕微鏡の発展は今も続いており、1990年代後半から分解能と検出方法が急速に発展した走査型透過電子顕微鏡法、電子線に対する磁界レンズの致命的欠陥ともいえる球面収差を補正する技術の進歩など、極めて重要な装置の改良が相次いでなされています。本研究室ではこのような最先端の分析技術を活かすことにより、アルミニウムだけではなく、マグネシウムやチタンやコバルト合金、そして鉄鋼という次世代の社会基盤材料の開発に向けて基礎的研究を続けています。



図4 収差補正機能を有する最新型の電子顕微鏡では0.1ナノメートルの原子間隔を観察できます。

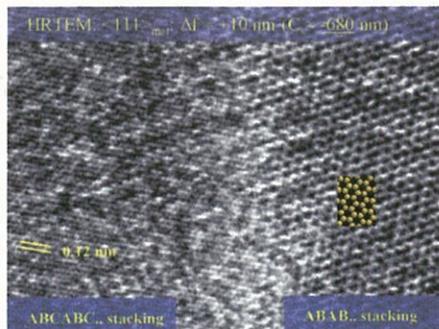


図5 コバルト合金中に析出した金属間化合物の高分解能像です。(左がコバルト、右が析出相)



図1 アルフレッド・ビルム(Alfred Wilm (1869-1937)) ベルリンで金属学を学んだ後、ゲッティンゲン大学で助手として勤務しました。ノイベルスベルグの科学技術研究所に1901年に移り、アルミニウム合金の強度強化を目的とした系統的な研究し、1906年に時効強化現象を発見しました。

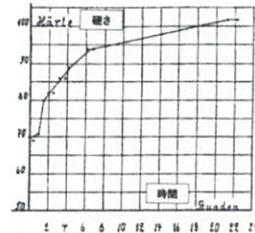


図2 当時のデータ。時間とともに硬さが増大していることが示されています。

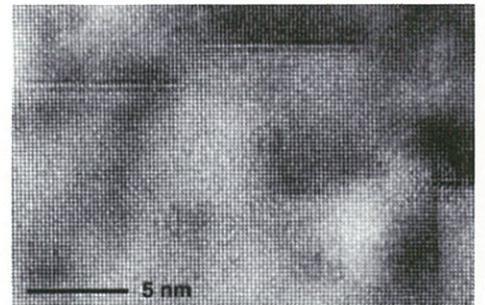


図3 透過電子顕微鏡を用いると、アルミニウムの中に析出している銅原子の層が原子レベルで観察できます。

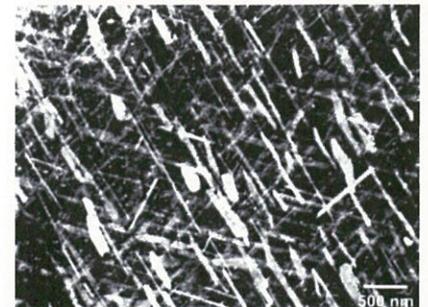
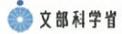


図6 マグネシウム-スズ-アルミニウム(Mg-Sn-Al)合金の電子顕微鏡像(暗視野像)です。マグネシウムは比重がアルミニウムの2/3と非常に軽く、環境に負荷をかけない構造材料として期待されています。一方、結晶構造が六方晶系に属し、その対称性の低さが加工の困難さをもたらしています。

表面力測定によるナノトライボロジー

東北大学 原子分子材料科学高等研究機構・多元物質科学研究所(兼務)
教授 栗原 和枝



表面力測定を基にしたナノ界面基盤技術の確立

当研究分野では、2つの表面間に働く相互作用(斥力、引力、接着力)を表面間の距離を変えて直接測定する表面力測定、当研究分野にて開発した液体薄膜のナノオロジー・トライボロジーを高感度で評価可能なナノ共振り測定法、界面選択分光法などを中心手段として利用し、表面や界面の分子レベルでの構造、ならびに表面および分子間の相互作用を具体的に解明する新しい物性研究分野を開拓している。さらに得られた知見を利用した新規ナノ材料設計法の展開を行っている。

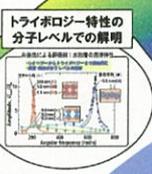
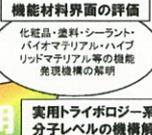
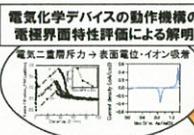
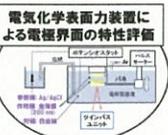
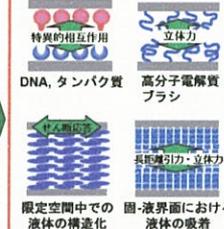
表面力・ナノ共振り測定法・装置の開発、ナノ界面現象の解明、材料設計への応用

ナノ計測装置・評価法の開発

- ・ナノ共振り測定法・装置
- ・ツインバス型表面力装置



測定対象



表面力測定を中心手段としたナノ界面化学



表面力・共振り測定法



和周波発生共振分光装置

界面現象の分子レベルでの理解



新規ナノ材料設計への応用



独自開発した共振り測定法

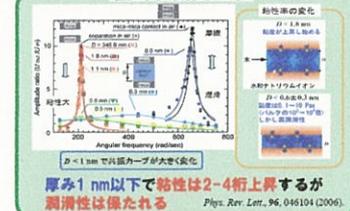


Colloid & Surf. A, 129-130, 131-139 (1997). Rev. Sci. Instrum., 69, 2095-2104 (1998). Rev. Sci. Instrum., 79, 113705 (2008).

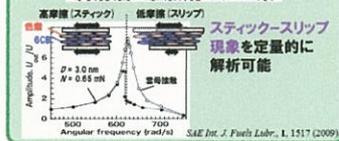
2表面間の距離をμmから接触まで連続的に変えながら、表面間の液体の構造化学動、レオロジー・トライボロジー特性を評価できる。

- ・高温条件下での測定も可能
- ・反射型の距離測定法と組み合わせて、金属など、不透明材料の評価も可能

雲母表面間の水



潤滑油-添加剤モデル系



応用例: イオン液体, 実用潤滑油, トラクションオイル等

現在の先端科学(ナノサイエンス) → 摩擦現象の化学・物理的解明が可能



産学連携・共同研究を推進しています。



ハードディスク



エンジン



マイクロマシン



電池材料

固体高分子形燃料電池 トヨタ自動車

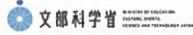
企業の皆様へ

低炭素社会に重要なトライボロジー(摩擦の研究)における超低摩擦システムの機構解明や各種電池等の電気化学デバイスの基礎となる電極界面現象の解明を推進しています。



安全・安心と省エネルギーのための 非破壊評価技術と機能性摺動材料の開発

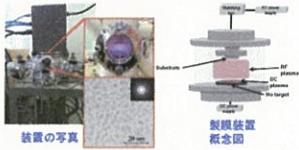
東北大学 流体科学研究所
高木・内一・三木研究室



ナノクラスタ金属を分散した機能性薄膜材料の開発

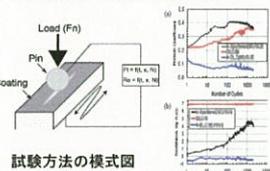
ナノクラスタ金属混入技術の開発

プラズマプロセスを利用した
材料作製装置を独自に開発



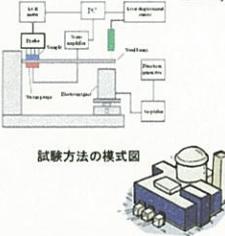
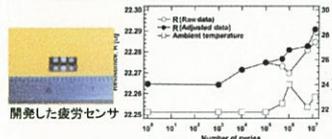
導電性摺動要素の開発

動く物体に、動きを妨げずに通電する技術
はモータやスイッチなどに求められる技術
の一つです。
本研究室では厚さ数100ナノメートルの炭素
-金属複合膜でこの課題に挑戦しています。



薄膜疲労センサの開発

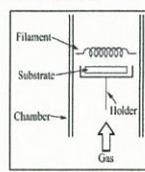
航空機や橋梁などの構造物を安全に使用するため、
材料の疲労状態を知ることがとても重要です。本研究
室では1メートルの百万分の1に満たない厚さの疲労セ
ンサの開発を行っています。



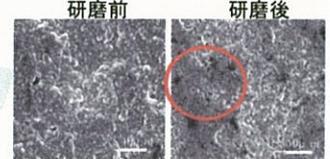
低摩擦・低摩耗ダイヤモンドコーティングの開発

“研磨できる”ダイヤモンド膜の作製とその研磨技術

熱フィラメント化学気相合成法を用いた
ダイヤモンド膜の作製

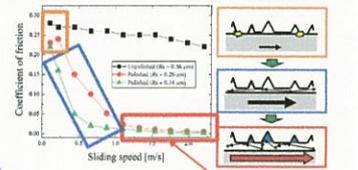


膜どうしを
擦り合わせる



研磨後のダイヤモンド膜は、凸部分の一部が平坦に
なった表面になる。

摩擦試験の結果(摺動速度依存性)



摩擦係数と摺動速度の関係

超低摩擦状態の実現!

ダイヤモンド膜研究の将来展望

直動軸受けの試作も行われ、現在は円柱表面の一部に成膜することにも成功しています。今後は、円柱側面全体を覆うような成膜など、更に複雑形状への成膜を目指して研究を進めていく予定です。



研究室が目指すもの

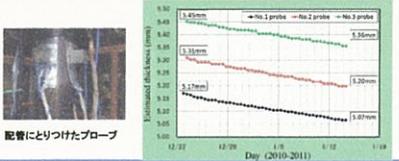
診断による安全・安心と低摩擦潤滑による省エネルギー

電磁非破壊評価に関する取り組み

劣化診断、探傷からモニタリングまで



電磁超音波共鳴法による高温環境配管減肉のモニタリング



> 165℃の高温環境で、試験期間中の減肉を安定して評価可能
> 最終肉厚の測定の見誤差は0.06mm

企業の皆様へ

当研究室では、炭素系薄膜を用いた低摩擦固体潤滑材や、炭素系材料による多機能センサに関する研究について、メカニズム解明から応用まで展開しております。

また、金属材料のき裂や組織評価に関する研究も幅広く行っています。評価をご希望の方は、お気軽にご相談ください。

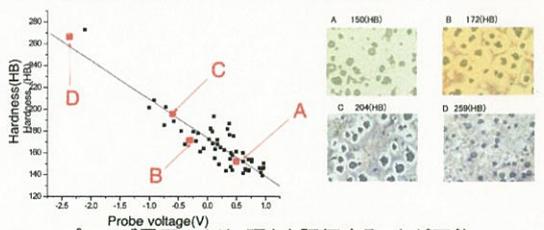
研究についてのお問い合わせは、こちらで受付しております。

電話 022-217-5298 (平日 10:00~18:00)

FAX 022-217-5298

E-mail: web-asel@wert.ifs.tohoku.ac.jp;

渦電流試験法による球状黒鉛鑄鉄の硬さ評価



プローブ電圧により、硬さを評価することが可能

渦電流硬さ計

試験片の上にプローブを置くだけで、ブリネル硬さ、ビッカース硬さを測定することが可能



当研究室が所有する各種装置

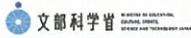
- 分析評価装置**
 - SEM/EDS
 - X線回折装置
 - 原子間力顕微鏡/磁気力顕微鏡
 - ナノインデント
 - DSC(示差走査熱量測定)
 - 試料振動型磁力計
 - 硬さ計(ビッカース、ブリネル)
 - 超音波顕微鏡
 - 疲労試験機/引張り試験機
- 材料プロセス装置**
 - ダイヤモンド成膜装置
 - ダイヤモンドライカ-ボーン成膜装置
 - 電気炉
- 非破壊評価装置**
 - 超音波探傷試験装置一式
 - 電磁非破壊評価試験装置一式(渦電流試験、磁気試験等)

渦電流試験法、非線形渦電流法、電位差法等の非破壊評価法により鑄鉄材料の様々な組織を評価

- 1) 硬さ (フェライト/パーライト率)
- 2) 黒鉛組織
- 3) チル組織

安全・安心社会の構築のための 科学技術に支えられたモノづくり産業

東北大学未来科学技術共同研究センター 庄子研究室



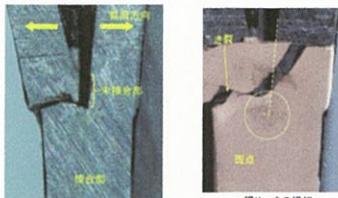
銅メッキ法とEBSD法によるスポット溶接の 局所ひずみ計測と疲労強度評価

銅メッキ法:

繰り返し負荷を受ける表面に貼り付けると、ひずみ振幅の累積度合いに応じてメッキ膜に再結晶が生じることを利用

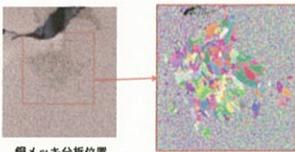
電子線後方散乱回折法(EBSD)法:

電子顕微鏡内にて微小領域の結晶系や結晶方位の分布に関する情報が得られる



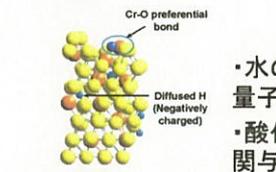
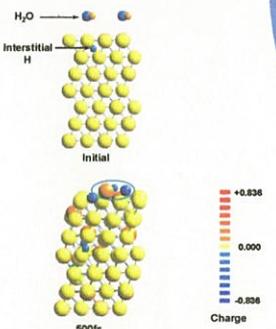
局所ひずみに加えて、マクロ/ミクロ領域での
● 金属組織
● 硬さ分布
の評価に基づき、き裂の優先経路や劣化の進行速度の評価をしています

疲労試験後のき裂経路と銅メッキによるひずみ計測

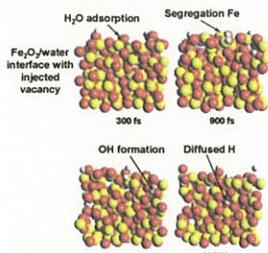


ひずみ振幅ならびにその分布の推定

累積疲労損傷中のナゲット部の応力振幅の推定が可能



Fe-Cr二元系合金における水の解離と負に帯電した水素原子の侵入



酸化鉄/水界面での水の解離と水素原子の侵入による鉄の加速溶出

金属表面における水素の集積挙動

特に高温の水など過酷環境にさらされるプラント構造材の劣化に関し、

- 国際共同研究の推進
- プラント内環境での計装・計測技術の開発
- 先端分析技術開発を進めています

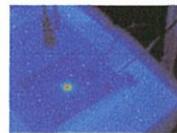


ラジカルの影響評価試験のための超音波によるラジカル形成装置と発光画像計測によるラジカル分布の評価

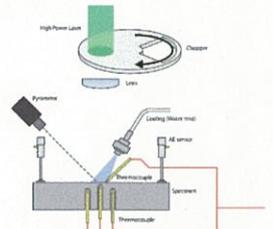
金型熱疲労割れ再現試験法の開発と評価

- ・生産設備における不測の破壊の予防、余寿命評価による生産効率向上
- ・表面・界面現象の解明に基づく劣化過程の解明

実際の生産現場で生じる設備の劣化を再現する試験法を提案し、影響因子を特定することにより劣化抑制法の提案につなげています
製品の熱処理による材料組織変化や表面皮膜の形成挙動を評価し、製品の品質のばらつきや、使用中に想定される劣化との関連を評価しています



サーモグラフィによる熱分布の観察



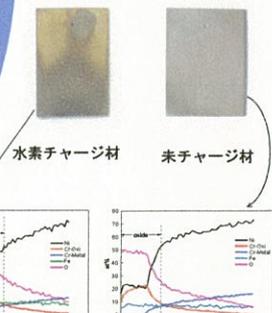
開発された熱衝撃疲労試験装置 (レーザー光と水噴霧による局所過熱/冷却)



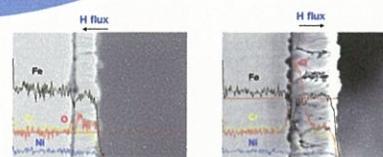
金型材の熱衝撃疲労割れの再現

最先端科学技術に下支えされた モノづくり産業の振興

次世代自動車産業を軸とした東北の早期復興支援



ニッケル基合金の高温水中酸化に及ぼす鋼中水素の影響評価



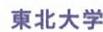
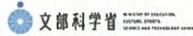
水素浸入経路毎の酸化挙動の評価

金属内水素の特異な振る舞いと金属の加速酸化

- ・多様な機器構造物、社会インフラの安全・安心の基軸となる科学に支えられた技術
- ・モノづくりにおける鑄物・金型技術、超精密機械加工技術と安全・安心のための表面健全性評価法
- ・最先端科学技術に下支えされたモノづくり産業の振興と次世代自動車を軸とした東北の復興などに積極的に取り組んでいます

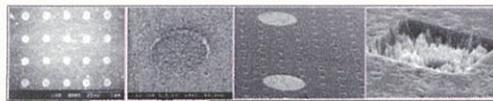
ナノ界面制御による高度な機械システムの創生

東北大学大学院工学研究科 ナノメカクス専攻ナノ界面制御工学分野
足立・竹野研究室

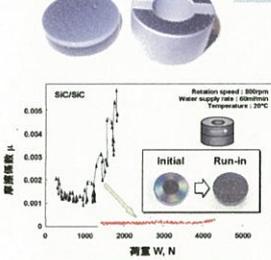


低摩擦のための表面・インターフェース創生 ～低環境負荷型機械システムの研究開発～

低粘度流体(水)が次世代の潤滑剤になります。
炭化ケイ素表面の複合テクスチャリングにより、水を潤滑剤に20MPaの接触圧力下において $\mu=0.0002$ の低摩擦を実現しました。
不活性ガスが次世代の潤滑剤になります。
ダイヤモンドより硬い硬質薄膜と雰囲気制御により乾燥摩擦で $\mu=0.004$ の低摩擦を実現しました。



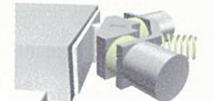
表面テクスチャリング



低摩擦界面の創出

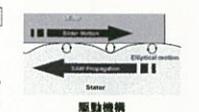
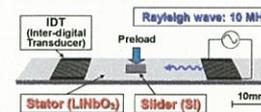
高摩擦・耐摩耗のための表面・インターフェース創生 ～高機能摩擦駆動アクチュエータの研究開発～

摩擦力を駆動源とする超音波モータ・弾性表面波モータは、高摩擦・耐摩耗表面により従来不可能であった精度の精密位置決めシステムを可能にします。

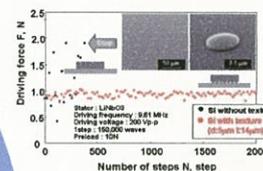


超音波モータ

弾性表面波モータ



	超音波モータ	SAW モータ	
Amplitude	Several μm	Several tens nm	高分解能
Frequency	Several tens kHz	Several tens MHz	高速



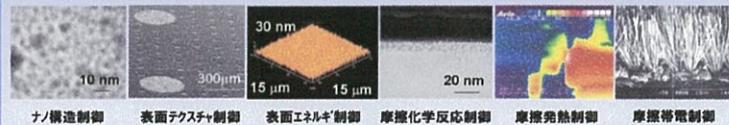
安定駆動界面の創出

機械システムの信頼性と耐久性の向上ならびに



高機能・低環境負荷機械システム創生のための

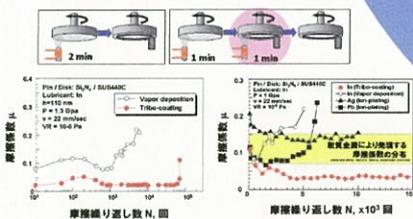
ナノ界面（高機能表面・インターフェース）最適化技術とその設計論の構築



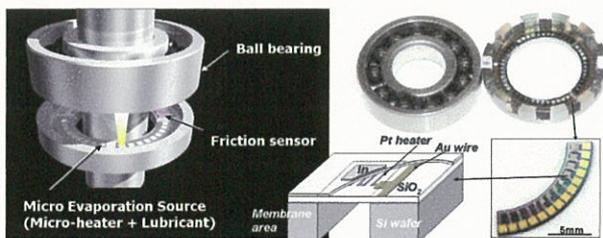
高機能化のための摩擦と摩耗の制御技術開発

潤滑膜その場供給が超低摩擦を可能にします。

真空蒸着法 摩擦支援型蒸着法

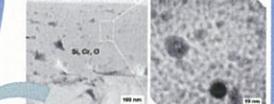


潤滑膜その場修復により機械機器の半永久寿命を可能にします。

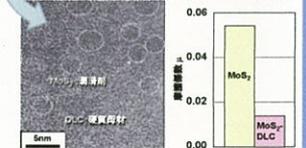


長期間低摩擦を保証するための表面・インターフェース創生 ～低摩擦・静粛な真空・医療機器の研究開発～

低摩擦時に発生するナノ界面層



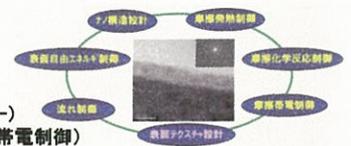
ボトムアップ型アプローチ
低摩擦ナノ界面を模したナノ構造被膜



ナノ界面層からのボトムアップ型低摩擦発現技術開発

低摩擦発現ナノ界面層創生のためのナノ界面最適化技術の確立

- ・材料設計・創生(ナノ構造制御)
- ・表面設計・創生(表面テクスチャ, 表面自由エネルギー)
- ・接触面設計・創生(なじみ制御, 摩擦帯電制御)



企業の皆様へ

機械システムに発生するトラブルの多くは、摩擦と摩耗に起因しております。一方、摩擦と摩耗の高度な制御技術は、機械システムの高機能化の鍵を握っています。摩擦と摩耗に関する課題がありましたら気軽にご一報下さい。一緒に考えさせていただきたく思っております。



ナノ精度加工が拓く次世代自動車技術

東北大学 大学院工学研究科 機械システムデザイン工学専攻
ナノ精度加工学分野



エネルギーを蓄える!!

パウダージェットデポジション法による次世代自動車用2次電池製造

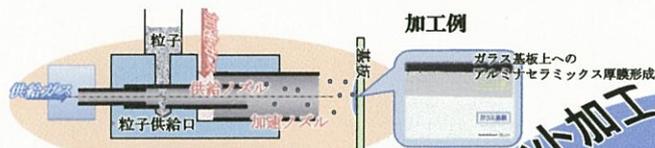
次世代ハイブリッドカー・電気自動車のバッテリー

炭素負極からシリコン負極へ

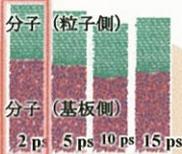
- ✓電気容量が5倍に
- ✓150°C→220°Cの高温環境下で使用可能

パウダージェットデポジション(PJD)法の特長

常温・大気圧下でOK 多様な基板・材料 非常に速い成膜速度



2重ノズル型PJD装置の開発

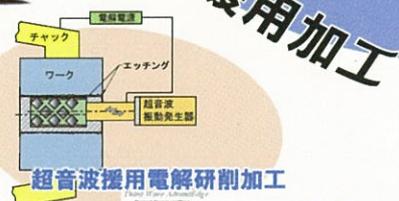
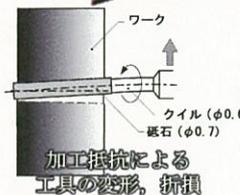


省エネのために!!

超音波ハイブリッド加工による超高压燃料噴射弁の製造

- ✓加工時間の短縮
- ✓加工精度の安定化
- ✓バリ除去と鏡面仕上げ
- ✓形状精度向上

仕上げ加工の省略
超高压燃料を可能に



世界初

- ・切削抵抗低減
- ・切り屑の効率的排出
- ・切削面粗さ改善
- ・工具摩耗の抑制

3D超音波援用研削加工機の開発

切削現象の有限要素解析

安心・安全のために!!

高品位高速非球面ガラスレンズ成形技術

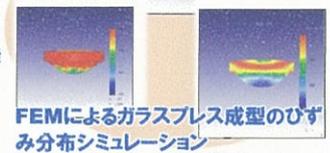
ガラスレンズの利点

高屈折率 対傷性 耐紫外線性

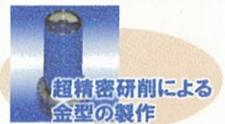
耐食性など

- ✓過酷な環境に対応
- ✓長期耐用年数
- ✓搭載スペースの小型化

安心・安全・快適な次世代自動車の実現



非等温プレス成型における成形プロファイル解析



“安心・安全・快適・省エネ”を支える次世代自動車要素

搭載される次世代自動車用デバイス

- 盗難防止用セキュリティカメラ
- バックモニターカメラ
- 死角モニターカメラ
- ドライバ監視用カメラ
- サイドミラーカメラ
- 追突防止用カメラ
- 夜間運転用暗視カメラ
- シリコン負極
- 超高压燃料噴射弁
- リチウムイオンバッテリー

機能性インターフェースが創るまったく新しい性能

- ガラス形成加工
- レーザー加工
- 超精密研削加工
- 超音波援用加工
- ナノ精度切削・研削加工

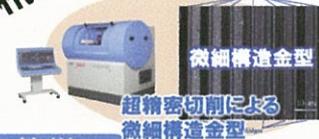
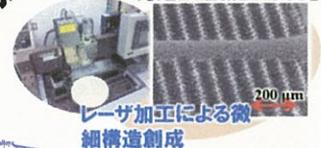
新しい“ものづくり”の提案

High Value Manufacturing
形状創成+機能創成

快速を創る!!

機能性インターフェースの創成技術

- ✓汚れない・映り込みのないフロントガラス
- ✓滑らないタイヤなどの機能の実現



企業の皆様へ

日本の“ものづくり”がこれからも世界をリードしていくために。従来からの形状創成主体の“ものづくり”に加え、任意の機能を発現する表面微細構造を創る機能創成を目指す新しい“ものづくり”基盤技術を根本から究明し、両者を有機的に融合することが重要となります。

本研究室ではこれからの社会に必要な不可欠な“夢”のある先端加工技術のフロンティアを目指し、新しい加工原理の創出とその科学的解明並び実用化を視野に入れた研究を、産学官連携を基盤として行っております。

教授 厨川 常元

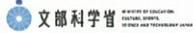
TEL: 022-795-6949, FAX: 022-795-7027

Email: tkuri@m.tohoku.ac.jp



革新的半凝固鑄造技術の研究開発

東北大学大学院工学研究科
金属フロンティア工学専攻 安齋研究室



Adstefan/Casting Solutionセンター(安齋研・産学連携)

■設立の目的

東北大学大学院工学研究科内に開設した「ADSTEFAN / CASTING SOLUTION センター」を通して産学連携によるダイカスト分野でのソフトからハードまでのトータルソリューションを展開する。

設立	2010年4月1日
所在地	東北大学大学院工学研究科 〒980-8579 仙台市宮城野区青葉5-6-02 マテリアル共同研究棟 5G
推進活動の内容	<ul style="list-style-type: none"> ① 実用化情報サービス網ADSTEFANセンターおよび日本ダイカスト技術研究所との共同研究を通して、ソフトからハードまでのトータルソリューションを展開する。 ② ADSTEFANを軸としてソフト面からの産学連携を推進する。 ③ 革新的な製造技術を通してハード面からの製造技術指導をおこなう。 ④ 産官学連携による産品の製造をおこない、革新的製造技術を確立する。



実用化情報サービス網との共同研究課題

- ADSTEFAN製品性能性の向上と次世代技術への展開
- ADSTEFANによるADSTEFANの改良および継続的改良の研究推進
- 小型ダイカストマシンとの連携推進
- ADSTEFANを用いた技術の普及推進
- ADSTEFANの活用技術と普及活動の促進
- コンサルティング技術の向上
- 3Dシミュレーション解析、製造実務支援能力
- ADSTEFAN-リアルタイムサービスの実現

日本ダイカスト技術研究所との共同研究課題

- 多孔性電磁駆動式ダイカスト鑄造「まなぶまなぶ」の開発
- 半凝固鑄造技術の開発
 - ① 半凝固鑄造技術の開発(安齋、操作規準)
 - ② 生産性向上と設備の改良(コストダウン)
 - ③ 半凝固製品生産および半凝固設備開発支援
- 鑄造射出制御の開発
- 全電動サーボ駆動制御による、射出条件の研究(鑄造射出制御)
 - ① 全電動サーボ駆動制御と連動した射出制御の開発
 - ② 鑄造成形制御による射出条件の研究
 - ③ 鑄造成形制御の開発

・鑄/鋳造機、砂型鑄造機、湯口切替機、一連の生産システム電動化開発

鋳造機械の性能向上と生産性向上のための開発

- ① 引張強度280MPa 伸び10% 鋳造機1300W
- ② 鋳造機のダイカスト生産量1000トン/日(1000個/日)

※コストは60%の削減を実現可能
鋳造機の性能向上は、品質向上の第一歩が重要であり、コスト削減を実現するには同等である。

③ アルミダイカストの市場予測(セシオのみで予測)
④ アルミダイカストの市場予測(セシオのみで予測)
⑤ アルミダイカストの市場予測(セシオのみで予測)

※4年間の生産量 自動車部品製造等への展開
100万トンの20% = 20万トン
20万トン×50万円/トン = 1000億円

自動車部品適用のための鑄造技術

■アルミダイカストの需要予測

・ステールボディを前提にすると、車体領域での需要は限定的であり、中長期的にアルミダイカストの需要拡大が予想されるのはシャシ領域である。

→ シャシ領域への需要を向上させるには、車体領域はその延長線上で対応可能

半凝固スラリー ナイフでサクサク切れます!

各種鑄造法による金属組織

半凝固・半凝固鑄造の位置づけ

半凝固ダイカストのメリット

- ① 空気の巻き込み・凝固収縮量が少なく、耐圧・気密性良好。
- ② 製品中の残存ガス量が少なく、熱処理・溶接可能。
- ③ 機械的性質(引張強度・伸び・衝撃値)が向上し、軽量化。
 - 鋳鉄からAlへ材料置換
- ④ 面粗さ(転写性)・寸法精度が良好。
 - ZnからAlへ材料置換
- ⑤ 溶湯温度が低く、金型寿命が向上し、コスト低減。

各種鑄造法の開発経過と残存ガス量

安齋研究室の取り組み

高品質自動車部品製造のための
革新的半凝固鑄造技術の研究開発



- 研究テーマ**
- ① 鑄造CAE (Computer Aided Engineering) の高度化。
 - ② 半凝固鑄造技術に関する研究
 - ③ 鋳物の流動性に関する研究
 - ④ 鋳物の変形・液相化力に関する研究
 - ⑤ 鋳造機による鑄造解析に関する研究
 - ⑥ 鋳造用ソルト中子に関する研究

- メンバー**
- ◆ 教授 : 安齋 浩一
 - ◆ 准教授 : 及川 勝成
 - ◆ 准教授 : 板村 正行
 - ◆ 助教 : 平田 直哉
 - ◆ 秘書 : 佐藤 舞
 - ◆ 博士後期課程学生 ... 3人
 - ◆ 博士前期課程学生 ... 8人
 - ◆ 学部4年生 ... 6人
 - ◆ 研究生・短期留学生 ... 4人



品質指数 = 引張強さ (MPa) + 150 log (伸び%)

品質指数の目標	品質指数の実績
品質指数 430	品質指数 484
引張強さ 280MPa	引張強さ 305MPa
伸び 10.0%	伸び 15.6%

半凝固鑄造法の品質指数

企業の皆様へ

安齋研究室は、①教育・人材育成と②研究・学問の進展、③地域・社会に貢献 との東北大学のミッションのもと企業に役立つ鑄造技術の確立を目指して取り組んでいます。

次世代自動車・地域イノベの活動に賛同する企業の皆様との産学連携により、さらなる東北復興のための革新的な鑄造技術に取り組めます。



Rotational Magnetic Field (RMF)
liner Traveling Magnetic Field (TMF)

RMF TMF DAEMS
Double-Axis-Electromagnetic Stirring

2軸電磁攪拌(工学研究科 谷口研究室との連携)

Outline of Cup-Cast method

conventional diecasting

Thixocasting

Rheocasting

スリーブ法による半凝固ダイカスト

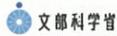
	電磁攪拌	カップ	専用設備	メンテナンス
NPO法	なし○	あり○	あり○	あり○
ナノキャスト法	あり○	あり○	あり○	あり○
カップ法	なし○	あり○	あり○	あり○
スリーブ法	なし○	なし○	なし○	なし○

半凝固鑄造法の概要



電子ビーム積層造形技術

東北大学金属材料研究所
千葉研究室



文部科学省
MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND
TECHNOLOGY



社団法人東北経済連合会

東北大学



宮城県
Miyagi Prefecture

77 七十七銀行
DANKAI



研究開発の概要

近年、コンピュータ技術の進歩により、CAD/CAM (computer aided design/computer aided machining) 法を用いて複雑な構造を有する製品を金型を使用せず、直接造形出来るラピッド・マニファクチャリング (rapid manufacturing) 技術が開発され実用されている。当該技術は次世代のネットシェイピング技術として有望であり、3DCADデータからどのような複雑形状の部品でも短時間で高精度に製造が可能である。開発当初はレーザービームによる造形が主であったが、ごく最近電子ビームを使用した粉末積層造形 (EBM造形) 装置が開発され、高機能で高付加価値部品の付加成形加工 (additive manufacturing) 技術として欧米を中心に実用され始めている。当研究室では、EBM造形技術の高度化を目指した研究に着手している。夢の成形加工技術の研究開発に期待を膨らませている。



図 EBM本体外観写真(左)とチャンバー内部写真(右)

研究開発の目的

造形完成までの流れ



いかに高機能・高付加価値を有する製品を作製するか

造形工程

1. 出発金属粉末 (粉末形状、平均粒度など)
2. 造形パラメータの最適化 (ビーム出力、スキャンパターン、スキャンスピードなど)

後処理工程

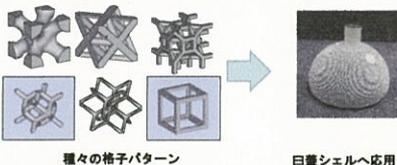
1. 熱処理 (HIPを頼らない熱処理プロセスの検討)
2. 表面研磨 (研磨法の検討)

金属組織学を基に最適造形プロセスの検討を行う

研究開発の具体的な成果または実用例

人工関節・歯科材料に主に使用される生体用Co-Cr-Mo合金を用いて種々の造形条件下での金属組織および機械的特性を調査し、基礎的な知見の構築を行っている。これらの知見を基に多品種のインプラント材料の作製を行っている。

骨誘導を促す最適な多孔質表面の開発



種々の格子パターン

臼蓋シェルへ応用

傾斜機能化・部分高強度化を実現する造形プロセスの開発

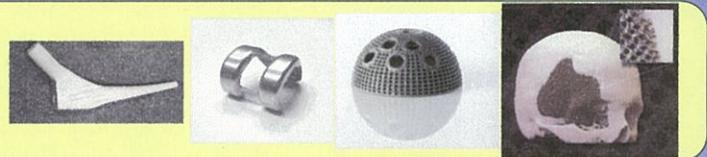
- 造形物毎の最適な設計・造形のノウハウ確立
- 造形後の研磨法の確立

今後その他の粉末にも着手予定

応用化例

医療産業

- 人工股関節
- 人工膝関節
- 臼蓋シェル
- 頭蓋骨プレート



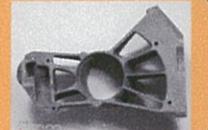
航空宇宙産業

- エンジン部品
- インペラ部品
- ランディングギヤ



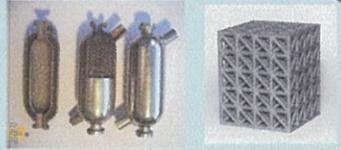
自動車産業

- ギヤボックス
- エンジン部品
- マニフォールド



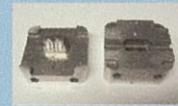
複合部品類

- 格子構造部品
- 複合部品
- 高強度部品



金型産業

- プラスチック成形金型



今後の展開、期待される応用

◆インプラント製品

- 傾斜機能を有するインプラント背品の作製
- 少量多品種の製品の作製
- 多孔質・格子構造との一体化



CTやMRIデータから個人に最適したインプラント材の製作
テーラーメイドインプラント (人工股関節、歯科材料)
スカルフォールドへの対応

◆一般産業

- CAD to Metal®でこれまでにないRapid Prototypingが可能
- 精密鑄造より歩留まりが極めて高い (EBM 95%以上)
- ほぼ100%の密度で欠陥フリー

自動車、航空機産業などを中心に金型フリーのものづくり技術として期待

連絡先

千葉晶彦

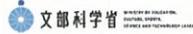
東北大学 金属材料研究所 加工プロセス工学研究部門

E-mail: a.chiba@imr.tohoku.ac.jp

TEL: 022-215-2115

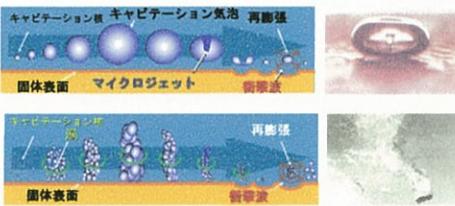
材料の表面改質(金型・部品等の寿命向上)

東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻
祖山研究室

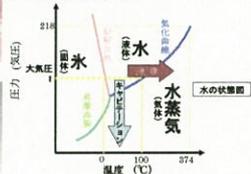


キャビテーションピーニング Cavitation S Peening®

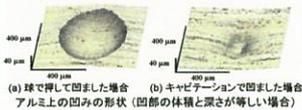
応力腐食割れ抑止⇒化学プラント・発電プラントの安全性確保



泡崩壊とは、液体が気体になること。キャビテーションとは、液体が速くなり、圧力が低下し、液体が気体になること。

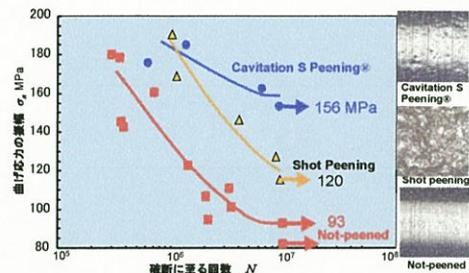


- キャビテーションピーニングの利点**
- 表面粗さの増大抑制
 - 水だけで処理
 - 洗浄不要
 - コンタミ・フリー
 - 粉塵なし
 - ショット不要
 - 曲がり管内面の処理可能
 - 狭隙部の処理可能
 - SPよりも疲労強度向上
 - 熱を伴わない処理

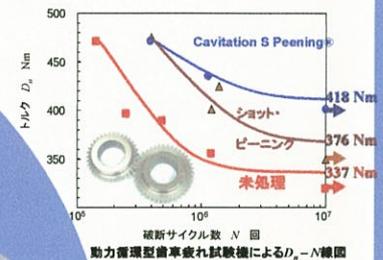


疲労強度向上

疲労強度向上⇒輸送機器の軽量化⇒燃費改善⇒CO₂排出抑制

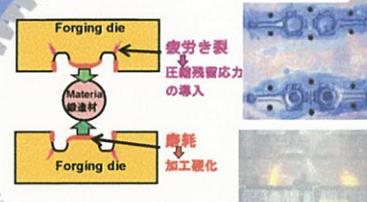
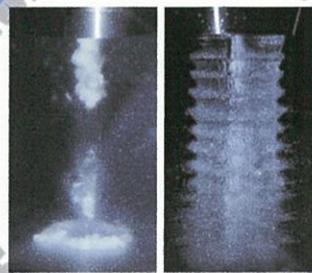


S-N曲線 (JIS AC4CH-T6)



泡で金属を叩いて強くする

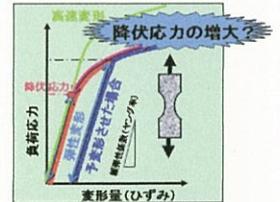
キャビテーション気泡の崩壊衝撃力を利用した表面改質



金型寿命の向上

材料評価

逆問題による材料評価

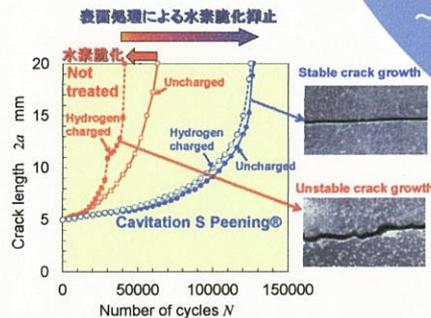


～表面改質による材料強化と逆問題解析による材料評価～

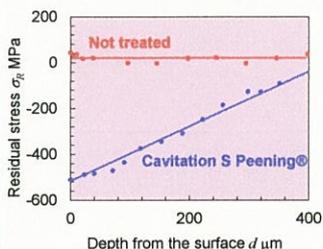
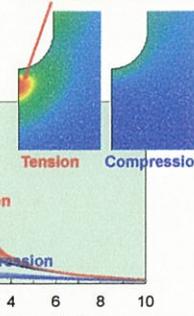
健全性・機能性の知的評価を目指す

水素脆化抑止

圧縮残留応力導入
⇒水素侵入抑止
⇒水素脆化抑止
⇒水素社会の実現

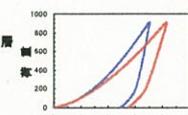


Concentration of hydrogen



実験

圧子押し込み試験



実験だけでは計測できない情報を導出

逆問題解析

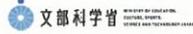
企業の皆様へ

～キャビテーションピーニングにより、金型の面数の向上、機械部品の強度向上が可能です！～
私どもの研究や開発した技術と、実用の間には「溝」が存在するのが現実です。この「溝」をお互いに埋める努力をしてくださるパートナーを募集しております。

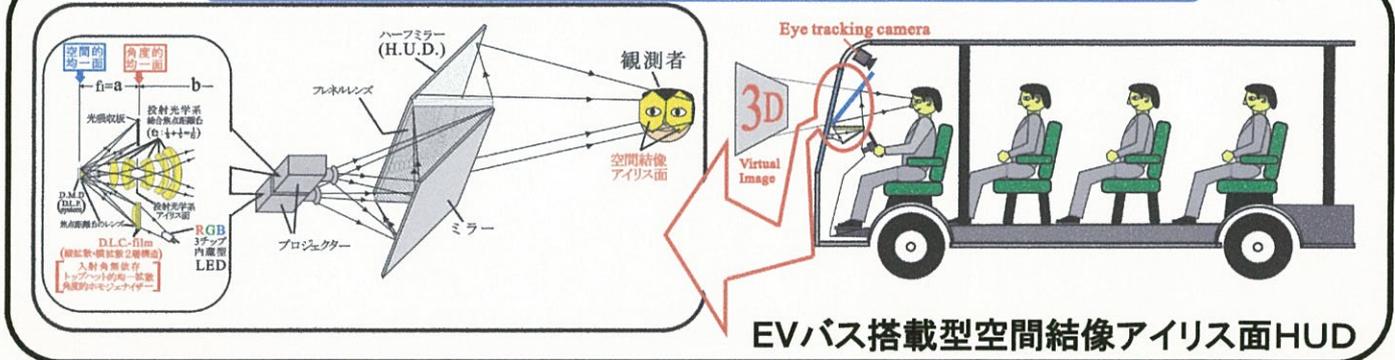
H.Soyama et al., Use of Cavitating Jet for Introducing Compressive Residual Stress, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, Trans. ASME, Vol.122, 2000, pp.83-89.
H.Soyama et al., Peening by the Use of Cavitation Impacts for the Improvement of Fatigue Strength, *Journal of Materials Science Letters*, Vol.20, 2001, pp.1263-1265.
H.Soyama et al., Improvement of Fatigue Strength of Aluminum Alloy by Cavitation Shotless Peening, *Journal of Engineering Materials & Technology*, Trans. ASME, Vol.124, 2002, pp.135-139.
H.Soyama, High-speed Observation of Cavitating Jet in Air, *Journal of Fluids Engineering*, Trans. ASME, Vol. 127, 2005, pp.1095-1101.
H.Soyama et al., Improving the Fatigue Strength of the Elements of a Steel Belt for CVT by Cavitation Shotless Peening, *Journal of Materials Science*, Vol. 43, 2008, pp. 5028-5030.
H.Soyama and N.Yamada, Relieving Micro-Strain by Introducing Macro-Strain in a Polycrystalline Metal Surface by CSP, *Materials Letters*, Vol.62, 2008, pp.3564-3566.
H.Soyama and Y.Sekine, *International Journal of Sustainable Engineering*, Vol. 3, No. 1, 2010, pp. 25-32.
H.Soyama et al., Introduction of Compressive Residual Stress into Stainless Steel by Employing a Cavitating Jet in Air, *Surface & Coatings Technology*, Vol. 205, 2011, pp. 3167-3174.
H.Soyama, Enhancing the Aggressive Intensity of a Cavitating Jet by Means of the Nozzle Outlet Geometry, *Journal of Fluids Engineering*, Trans. ASME, Vol. 133, 2011, pp.101301-1-11.
O.Takakuwa and H.Soyama, Suppression of Hydrogen-Assisted Fatigue Crack Growth in Austenitic Stainless Steel by Cavitation Peening, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 37, No. 6, 2012, pp. 5268-5276.
H.Soyama, Effect of Nozzle Geometry on a Standard Cavitation Erosion Test Using a Cavitating Jet, *Wear*, Vol. 297, 2013, pp.895-902.

次世代移動体用ディスプレイの研究

東北大学未来科学技術共同研究センター
内田研究室(未来映像システム分野)

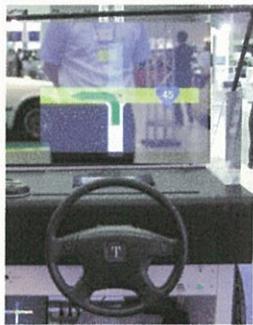


空間結像アイリス面方式・超低消費電力・高輝度ヘッドアップディスプレイの実現

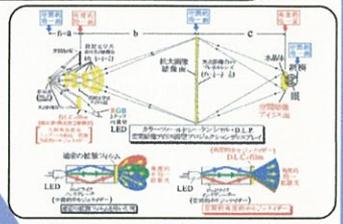
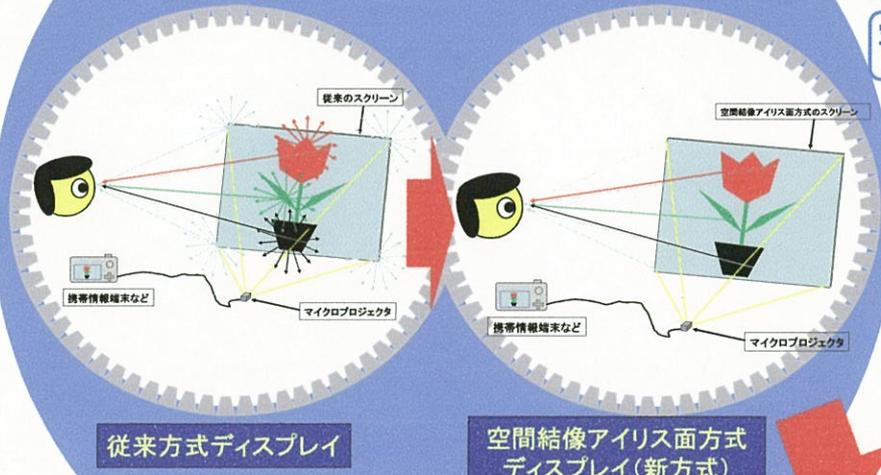


EVバス搭載型空間結像アイリス面HUD

車載用・空間結像アイリス面方式HUDの実現



空間結像アイリス面方式ディスプレイ 超低消費電力・超高輝度ディスプレイの実現



空間結像アイリス面方式ディスプレイの原理

空間結像アイリス面HUDの研究開発
従来の約1/10~1/100の低消費電力化を実現できるディスプレイは、従来ディスプレイの10倍~100倍の光効率で、画像表示できることを意味する。よってこれを車載HUDに用いると、フロントガラスの反射率4%のままで、通常のスクリーンの明るさの画像表示を可能にする。さらに自動車の空間利用に適した、反射型空間結像アイリス面HUDも研究開発している。



超低消費電力の実現

80 inch (縦1m×横2m)ディスプレイは縦サイズの3倍の距離(3m)はなれて両眼で見た場合

$$S_1 = 2\pi r^2 \quad S_2 = 2\pi(r \tan \theta)^2$$

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{2\pi(r \tan \theta)^2}{2\pi r^2} = \tan^2 \theta$$

空間結像アイリス面直置きを6cmとすると

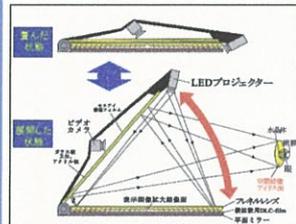
$$\tan \theta = 3\text{cm}/3\text{m} = 1/100$$

よって省エネルギー効果 = $(\tan \theta)^2 = 1/10000$

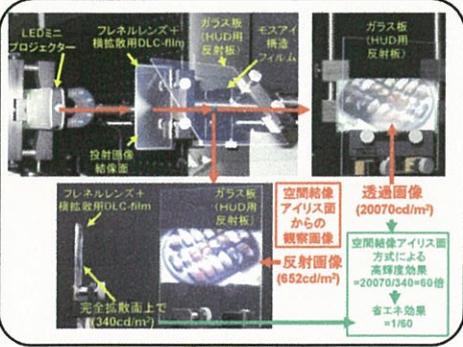
10人で80inchディスプレイを見ていた場合、省エネルギー効果 = 1/1000



企業の皆様へ
~超低消費電力・超高輝度ディスプレイが実現できます。
車載用HUD、モバイルディスプレイから大型ディスプレイまで幅広い応用展開に対応でき、世の中へ大きく貢献し、グリーンイノベーションへつなげるために共同研究を一緒にしてみませんか?~



反射型HUD



透過型HUD

空間結像アイリス面・反射型HUDと透過型HUDの実現



客員教授 内田龍男

特任教授 鈴木芳人

客員准教授 川上徹

産学官連携研究員 篠井むつみ

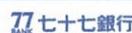
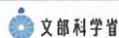
担当者: 川上徹 客員准教授、鈴木芳人 特任教授
連絡先: E-mail: kawakami@ecei.tohoku.ac.jp, ysuzuki@ecei.tohoku.ac.jp
TEL: 022-795-3149
FAX: 022-795-3151
住所: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-10

ピクセル分解能の壁を越える画像・映像処理技術

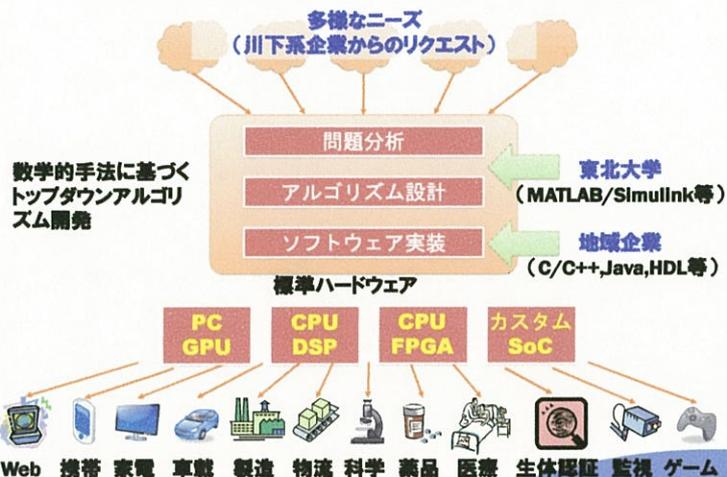
東北大学 大学院情報科学研究科

青木・本間研究室

教授 青木孝文, 准教授 本間尚文, 助教 伊藤康一

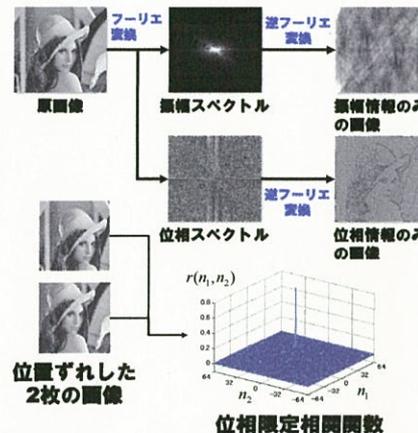


TOHOKUでのマシンビジョン産業化の可能性

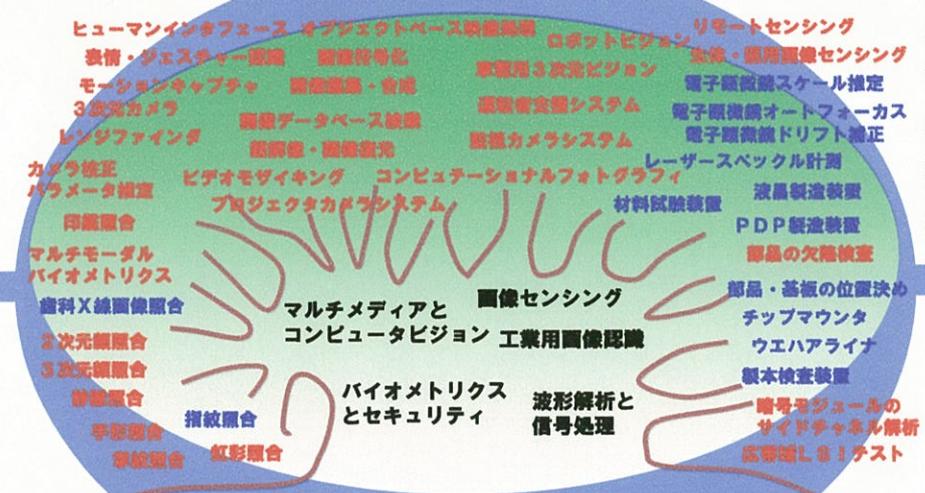


位相限定相関法 (Phase-Only Correlation: POC)

- フーリエ変換によってさまざまな周波数の正弦波の集まりとして表現された信号の位相情報に着目した超高精度画像照合方式
- 2枚の画像の類似度や位置ずれをデルタ関数のような鋭い相関ピークによって検出



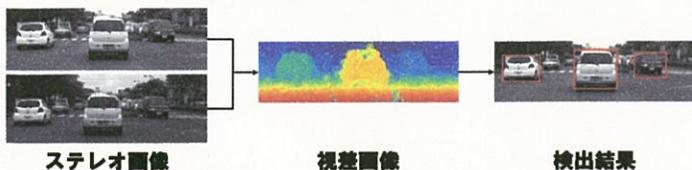
超高精度サブピクセルレジストレーション
平行移動量の高精度検出
Error < 1/100 [pixel]
回転角度の高精度検出
Error ~ 1/100 [degree]
拡大・縮小率の高精度検出
Error ~ 1/10000 = 0.01%
類似度の評価指標
画像照合で効果的



ピクセル分解能の壁を越える画像マッチング技術
青字は実用化技術, 赤字は研究開発項目

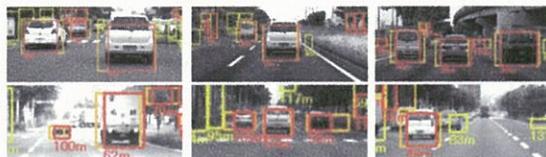
車載ステレオカメラを用いた高精度障害物検出

- 車両に設置したステレオカメラで走行環境を撮影し、位相限定相関法を用いてステレオ画像を高精度かつ密に対応付けすることで、**100m先**にある車両を検出することができる
- 位相限定相関法に基づく対応付けは、**GPU実装を用いた並列処理を利用することで、リアルタイム処理が可能である**



検出結果の例

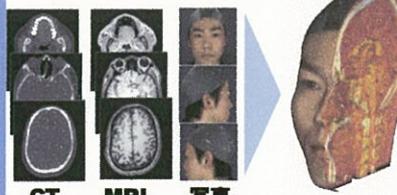
100m離れた車両でも検出可能



ロボットビジョン



プロジェクタ・カメラシステム



CT MRI 写真
医用画像処理

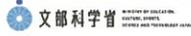


暗号モジュールの耐タンパー性評価ボード

ハードウェア (回路設計) からソフトウェア (画像処理) まで幅広い研究テーマを扱っています。これらの分野であれば、気軽にご相談に来てください。

コンピュータビジョンが拓く未来

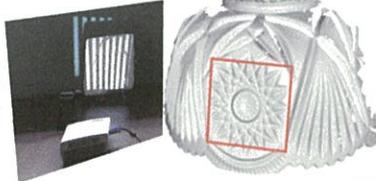
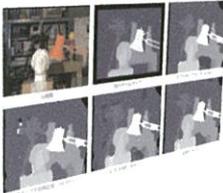
東北大学 大学院情報科学研究科
出口・岡谷研究室



基礎研究

Markov Random Field 最適化

[CVPR12]
得られた画像から最適なセグメンテーションを実現し、それぞれの物体が画像中のどの領域を占めるかを推定する



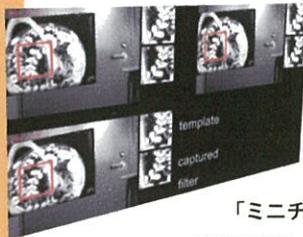
陰影を利用する高精度形状計測

[CVPR12]
プロジェクタからのパタン投影と最適な情報選択により、従来の手法をはるかに遠く3次元計測を実現する



平面の高精度トラッキング

[ISMAR11]
平面全体の輝度を利用したマッチングにおいて、傾きなどを考慮したテンプレートを利用することにより、高精度なトラッキングを実現する



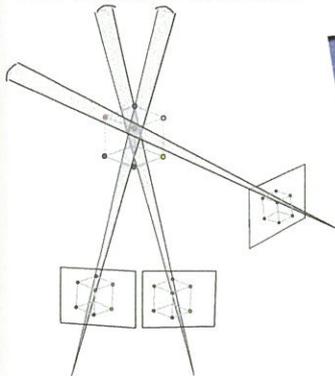
「ミニチュア風写真」の画像理解

[CVPR07]
なぜ上下のボケがミニチュアのような印象を与えるのか、コンピュータビジョンの観点からの解析による解釈を与える



多視点幾何の最適推定とその数値計算法

[CVPR09, ICCV09]
多視点の画像から対象の3次元幾何形状を最適に推定するこのときの数値計算法についてもあわせて導出した



空間の時間変化の認識

撮影時間の異なる類似地点画像群から3次元復元とともに時間変化の有無を判別する手法を確立した



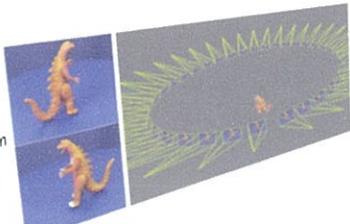
$$m \times n \quad m \times r \quad r \times n$$

$$Y \rightarrow U \quad V^T$$

$$\phi(U, V) = \|Y - UV^T\|_F^2 > \min$$

低ランク行列分解の高速計算

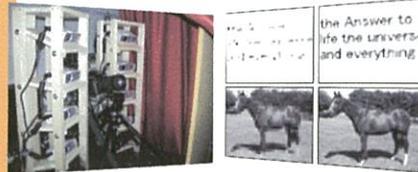
[ICCV11, CVPR07]
ランクの低い行列を高速に分解する計算法を提案した



応用研究

プロジェクタ超解像

[IEEE TIP09]
複数のプロジェクタからの投影像のサブピクセル単位のズレを積極的に利用し、超解像的手法により高解像度の投影像を得る



プロジェクタを使った反射特性の仮想再現

[CVIA10]
高精度の形状計測技術と投影技術をあわせ、実物モデルに対し仮想的な反射特性を持たせる



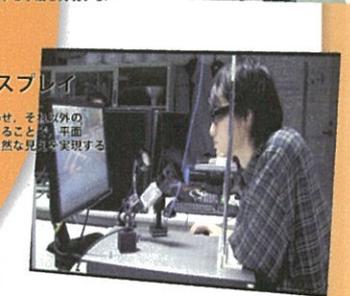
マルチプロジェクタキャリブレーション

[ICV09]
複数のプロジェクタによる大画面プロジェクタ用のためのキャリブレーションを、写真一枚のみから実現する



手持ちプロジェクタの画像補償

[ACCV10]
小型プロジェクタによる投影像を、プロジェクタの移動を補償しながら静的に維持する手法を実現する



注視反応ディスプレイ

ヒトが注視する点に焦点をあわせ、それ以外の距離にある映像にボケを適用することにより、平面ディスプレイにおいて、より自然な見出しを実現する



震災映像アーカイビングとその利用方法

震災により被災した沿岸部の広範囲にわたる映像を定期的に撮影しアーカイブする。また、これらの大量な画像からさまざまな情報をコンピュータビジョンの技術により抽出する



質感の画像認識

さまざまな物質をヒトが見たときに感じる「質感」を計算機が認識するための技術を開発する



企業の皆様へ

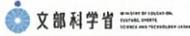
基礎から応用まで
画像に関わる未知の技術を実現します
画像でお困りのことなどございましたら下記までご連絡ください

Email: staff@fractal.is.tohoku.ac.jp

<http://www.fractal.is.tohoku.ac.jp/>

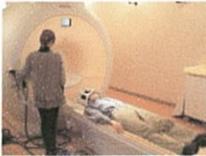
脳機能計測技術の産業応用

東北大学加齢医学研究所
応用脳科学研究分野(川島研究室)



加齢医学研究所のシーズ

- ・ラットからヒトまで脳の形態や機能を計測できる全ての機器が一つのラボに集約しており、自由に研究に使えます
- ・実生活環境での脳活動計測も可能です



研究専用3T MRI装置



200チャンネルMEG装置



192チャンネルEEG装置



多チャンネルNIRS



動物用7T MRI装置



ラット用EEG装置



簡易EEG



携帯型NIRS

超小型NIRSの開発に成功



非拘束、超軽量(総重量約100g) 無線伝送式 現状で20名までの同時計測が可能

- ・共同作業中や他者と共感を覚えた時に当事者間の大脳背内側前頭前野の脳活動が同期する現象を発見

個別に頭の中でしりとりを長く続ける
全員で協力してできるだけ長くしりとりを続ける(誰が答えても良い)



	A	B	C	D
A	-	-0.026	-0.009	0.007
B	-0.026	-	-0.038	-0.071
C	-0.009	-0.038	-	-0.076
D	0.007	-0.071	-0.076	-

脳活動パターンは実験ごとにばらばらに見えるが...

	A	B	C	D
A	-	-0.001	0.527	0.282
B	-0.001	-	-0.179	0.123
C	0.527	-0.179	-	0.002
D	0.282	0.123	0.002	-

脳活動のゆらぎは全く同期しない
特定の個人間で脳活動のゆらぎが同期する

企業の皆様へ

～脳機能の見える化ができます。
製品開発に応用してみませんか?～
コミュニケーションや共感の度合いを定量化可能なシステムを完成させました。この新しい、かつ世界で唯一の「物差し」を使うことにより、独創的な物づくりが可能になると確信しています。

コミュニケーションや共感を可視化・定量化し共生社会を創生する

シーズ

- 超小型近赤外分光計測装置
- ・実生活環境下での脳活動計測
- ・複数人の脳活動の同時計測



- ・円滑なコミュニケーション時に脳活動が同期する現象を発見



対人コミュニケーションの質の定量化の可能性

- 教育学研究科
- 文学研究科
- 工学研究科
- 加齢医学研究所
- 情報科学研究科
- 生命科学研究科
- 災害科学国際研究所
- 東北メディカルメガバンク機構

新しい総合人間科学としてのコミュニケーション研究領域の確立・科学倫理の検討

“コミュニケーション”や“共感”をキーワードとした産業

- 輸送用機器、精密機器、情報通信、サービス業、建設業、食料品、電気機器、小売、医療福祉、教育他

解決すべき社会的課題

少子化超高齢社会

社会的孤立
無縁社会

共通理念
相互に扶助をすることを可能とする
共生社会の再創生

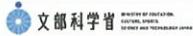
異世代間(例えば高齢者と青年)において、より質・量ともに優れたコミュニケーションを生み出しやすくするモビリティや共生社会システムを提案

具体的な社会の出口(産業化)の例

- ① 家族のコミュニケーションを豊かにする車内環境
- ② 多くのヒトの共感性を刺激するデザイン開発
- ③ ブレインストーミングが頻繁に生じる超生産的な会議システム
- ④ 教師と生徒、生徒間の共感を強める教育環境と教育方法
- ⑤ 医師と患者のこころが共鳴しあう遠隔医療システム
- ⑥ 異なった世代や異なった文化的背景を持つ人と人の間でも、こころとこころが通じあうソーシャルネットワークサービス など

疾病と運転との関係の研究

東北大学未来科学技術共同研究センター
後藤研究室(先進細胞移植学講座)



研究内容の紹介

細胞療法のひとつである膵島移植を、糖尿病に対する理想的治療法として確立することを目的に研究を行っています。

<特色>

当研究室では外科系の研究を基盤に、**工学・薬学・農学・分子生物学・免疫学**の幅広い領域の最新知見を、臨床現場で必要とされている課題に焦点を当て、分野の枠を超えて横断的に研究を進めています。

<研究テーマの一例>

- ・新規膵島分離**酵素**の開発
- ・移植膵島の血管新生促進方法の開発
- ・**バイオ人工膵島用デバイス**の開発
- ・補体阻害ペプチドによる移植後早期グラフト障害の制御
- ・樹状細胞と膵島の共移植による免疫寛容の誘導
- ・脂肪由来幹細胞の膵島移植への応用

緊急手術で膵臓全摘出術を施行した患者に対し自家膵島移植手術によりインスリン産生能の回復に成功

東北大学未来科学技術共同研究センター(医学系研究科兼務)の後藤昌史教授、先進外科の里見進教授、肝胆膵外科の海野倫明教授らのグループは、膵動脈奇形に起因する急性腹膜炎に対し膵臓全摘術を施行した患者に対し、自家膵島移植手術(摘出した膵臓よりインスリン産生細胞のみを抽出し患者本人に戻す技術)を施行しインスリン産生能を回復することに成功しました。

自家膵島移植手術は、本来廃棄される膵臓よりインスリン産生細胞のみを取り出し、患者本人に戻す事により糖尿病発症を阻止する究極の先端再生技術であり、国内では5例目の報告例ですが、良好なインスリン産生能の回復が報告されたのは本ケースが初めてです。

(平成23年3月8日 プレス記事)



未来科学技術共同研究センター
後藤 昌史 教授
Masashi Goto, Professor



先進外科
里見 進 教授
Shigenori Saito, Professor



肝胆膵外科
海野 倫明 教授
Ryoaki Ueno, Professor

私たちは治療に結びつく
研究をしています



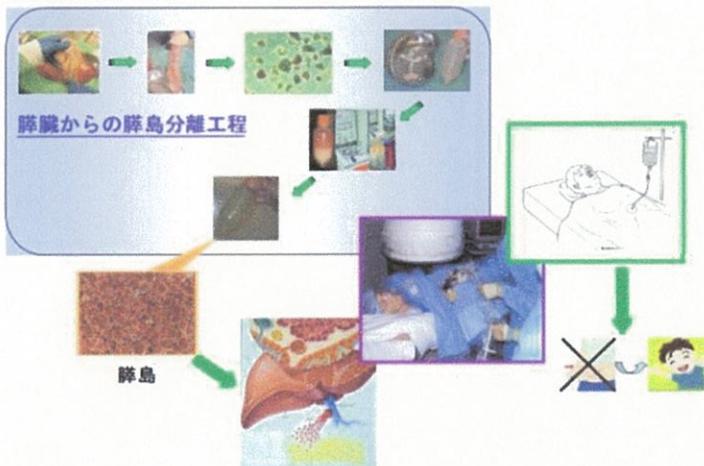
糖尿病患者用の安全な自動車の開発

- ・糖尿病患者(インスリン投与患者)の危険な症状
- ・糖尿病患者の運転リスクは高い

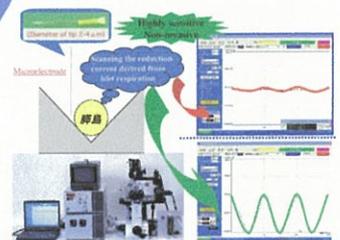
新規な安全設備の開発

膵島移植とは

重症糖尿病患者に対する低侵襲・安全な細胞療法という先進医療である



確立済みの膵島分離基盤技術



連絡先

後藤 昌史

先進細胞移植学講座

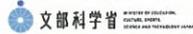
(未来科学技術共同研究センター・後藤研究室)

メール: goto@niche.tohoku.ac.jp

電話: 022-717-7895 (080-5182-6953)

半導体微細加工技術によるMEMSの開発と産学連携

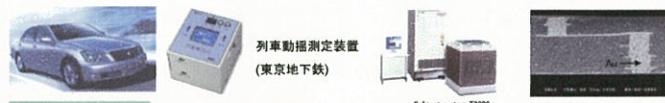
東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR) 江刺研究室



産学連携によるMEMS製品化



カテテルpH, CO₂センサ, (日本光電) 集積化容量型圧力センサ, (JTEKT) ダイアフラム真空センサ, (Canon ANELVA) マイクロホン (NHK, パナソニック)



列車動揺測定装置 (東京地下鉄) 真空配線付LTCC (ニッコー)



ヨーレート・加速度センサ, (トヨタ自動車) 静電浮上回転ジャイロ, (東京計器) MEMSスイッチ (アドバンテスト)

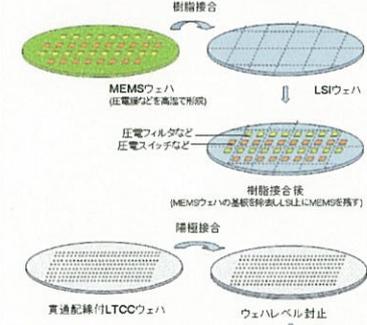


恵比寿駅のプラットフォームドアへの応用



二次元光スキャナ (日本信号)

樹脂接合によるヘテロ集積化



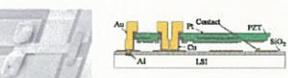
樹脂接合後 (MEMSウエハの基板を除去しLSI/MEMSを積層) 樹脂接合 真通配線付LTCCウエハ ウェハレベル封止 ↓ 分割 パッケージングされたヘテロ集積化チップ



LSI上へのFBARの集積化



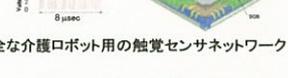
LSI上へのSAWデバイスの集積化



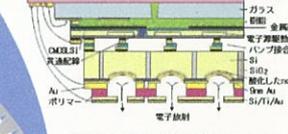
LSI上へのPZTスイッチの集積化



安全な介護ロボット用の触覚センサネットワーク



超並列電子線描画装置のためのアクティブマトリクス面電子源



超並列電子線描画装置のためのアクティブマトリクス面電子源

鍵を握る高付加価値のマイクロシステム

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)

40年におよぶ産学連携の豊富な経験

今までできなかったヘテロ集積化への挑戦

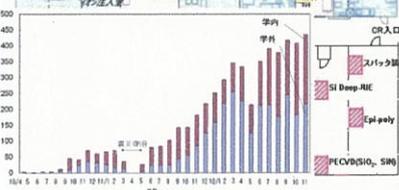
多様な設備の共同・有効利用

多様な知識の収集・蓄積・普及

オープンコラボレーション



自由度の高いMEMS試作施設(20mm角) → 産総研の8インチ用量産試作施設と連携



クリーンルームの4/6インチ用施設と利用件数 (100社以上が利用)

共用設備で、ユーザが必要な装置が必要な時に利用可能(利用分課金)。技術は保有しているが、試作開発設備がなくて困っている企業などが、人を派遣して自分で試作を行うことで、開発のコスト、リスクを軽減でき、実際の経験を持つ技術者が育つ。技術...これまで大学で蓄積されたノウハウにもアクセス可能。経験を有する技術者が支援。

会社が来て使う試作コインランドリ

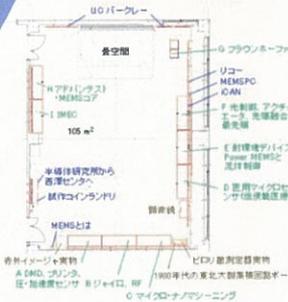
<http://www.mu-sic.tohoku.ac.jp/coin/index.html>



請負試作開発を行う株式会社MEMSコア (仙台市泉パークタウン)



ドイツフラウンホーファー研究機構と東北大WPI-AIMRのプロジェクトセンター ベルギーIMECと東北大の戦略連携協定



仙台MEMSショールーム

<http://www.mu-sic.tohoku.ac.jp/showroom/index.html> (日本語) http://www.mu-sic.tohoku.ac.jp/showroom_e/index.html (英語)

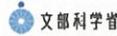
企業の皆様へ

仙台市の「MEMSパークコンソーシアム」がスタートして10年ほどになり、また東北大学に「マイクロシステム融合研究開発センター」**MUSIC** ができて、MEMSの拠点として発展し続けております。是非ご参加ください。



チタン材料の高機能化と低コスト化

東北大学大学院工学研究科 材料システム工学専攻
成島研究室



チタン: wonder metal

軽量
比重が鉄合金の60% Ptに匹敵する耐食性

低比重
同素変態
化学的活性

比強度: 金属材料で最高
生体適合性
低アレルギー、骨伝導性

宇宙航空
医療
石油化学

貴(安定)
Cu Sn Ag Zn In Pb Ti Pt Ir Au Ta Nb Mo
廉(不安定)
Mn Mg V Ni Zn C Co Ni Fe W Cr Ni Al

鉱石としての埋蔵量は多いが製造が難しい
価格
ステンレスの数倍
Alの10倍以上
製造量は世界で10万トン程度
レアメタルに分類

酸素除去機能を付加したチタン溶解プロセスの構築 →脱酸素・プロセスの検討

金属Baを用いたNiTiからの酸素除去¹⁾
 $Ba + O = BaO(s)$

Ba脱酸の特徴

- ・ 酸素との親和性が高い
- ・ Ca, Mgに比べ高沸点
- ・ 酸化物の蒸気圧が高い

Ba脱酸の特徴

- ・ 液相反応のため反応が迅速
- ・ 広範なプロセスに適用が期待

スポンジチタンの再溶解工程
スクラップチタンのリサイクル工程
チタン合金鑄造工程

チタン中の軽元素 (H, B, C, N, O)

- ・ 親和力が大きい
- ・ 溶解度が大きい
- ・ 侵入型で固溶
- ・ 豊富・安価

精錬プロセス開発
原料の自由度, リサイクル技術
高純度化, レアメタル低減

表面機能
耐食性, 耐摩耗性
光触媒活性, 生体機能性

組織制御
組織微細化, 析出・溶解
力学特性

軽元素を利用したチタンの高機能化と低コスト化

アナターゼ皮膜形成による光誘起超親水性の付与, 高機能化

酸素除去による低廉原料の有効利用

低コスト化 高機能化

NiTi中非金属介在物の直接分析

熱酸化法によるアナターゼ皮膜形成と光触媒活性評価 →二段階熱酸化プロセスの利用²⁾

Anatase
単安定相
・ 骨適合性の向上
・ 優れた光触媒活性

TiO₂の光触媒活性

バンドギャップエネルギー(E_g)
Anatase: 3.2 eV
Rutile: 3.0 eV → UV域の波長に相当

UV照射 → 励起電子と正孔の形成 → 表面へ移動し酸化還元反応 → **光触媒活性の発現**
・ 有機物分解
・ 光誘起超親水性

UV照射 → 正孔の形成 → 正孔が格子間酸素へと移動 → Ti-O結合の切断 → 新しいOH基の吸着 → **超親水性の発現**

汎用用途拡大 新規用途開発

輸送機軽量化 部材長寿命化

CO₂排出量削減 低炭素社会構築

micro alloyingを利用したチタン合金の組織制御³⁾

→析出物分析と熱力学的検討
→極微量TiBやY₂O₃析出・溶解の利用

二段階熱酸化法によるアナターゼ形成

✓優れたTi基板との密着性>90MPa
✓炭素のアナターゼ安定化作用の利用

熱酸化法による初めてのアナターゼ皮膜作製

CP Ti → **TiC_{1-x}O_x** → **アナターゼ**

1st step: COガス利用 炭酸化プロセス
2nd step: 大気酸化

微細析出物を利用したピンニングによる結晶粒微細化

チタン合金へのB添加

チタン合金への希土類添加

TiB析出物

新規性

- ・ 熱酸化法による基板との密着性・結晶性に優れたアナターゼ型TiO₂皮膜作製
- ・ 軽元素反応層の相・組成・性状と特性の関係解明

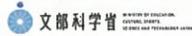
企業の皆様へ

～軽元素を軸としたチタンの組織制御, 表面改質～
自動車へのチタンの適用は、軽量化による燃費向上が見込めるものの、コスト面での折り合いがつかない。
本研究による低廉化、高機能化により、より身近なチタンを目指しております。

1) D. Ito, N. Nishiwaki, K. Ueda and T. Narushima: "Effect of Ba deoxidation on oxygen content in NiTi alloys and non-metallic inclusions," J. Mater. Sci., 48 (2013) 359-366.
2) T. Okazumi, K. Ueda, K. Tajima, N. Umetsu and T. Narushima: "Anatase formation on titanium by two-step thermal oxidation," J. Mater. Sci., 46 (2011) 2998-3005.
3) K. Ueda, S. Nakaoka and T. Narushima: "β-grain refinement of α+β-type Ti-4.5Al-6Nb-2Fe-2Mo alloy by using rare-earth-oxide precipitates," Mater. Trans., 54 (2013) in press.

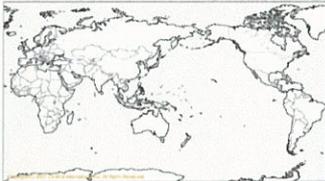
発展的・持続的「地域イノベーションシステム」

東北大学未来科学技術共同研究センター
客員教授 久武昌人



経済集積は「自己組織化現象」の一つ

- ・経済活動は地理的に見ると、フラクタル
- ・地域経済システム全体は、長期的には、一つないし複数の「コア地域」を頂点に持つ、多階層的な空間構造を自己組織化して行く。グローバル化で加速的に。



メタプロセスの研究

- Policy Process -

- ・①イノベーション・システムにおける「大」企業の役割の変化
- ・②裏腹には、大学の役割と研究者の行動についての根本的な変化
- ・日本では、どこまで浸透しているのか？ 認識は？
- ・企業、大学、政策、すべてが大きく変化する必要あり。



(出所) Yupar Myint
The Role of Social Capital in Venture Creation in Cambridge

東北ならではの地域システム

発展的かつ持続可能な
地域イノベーションシステムの実現

少なくとも東アジア大で
考える



政策環境・当事者間関係
についての研究
→この地域独自の好ましい
の実現



© 2012 Deloitte Tohmatsu Consulting Co., Ltd

Regional Innovation
The System or
Systems?

東北大!

海外各地域の事例研究

欧州+アジア+米

- ・ケンブリッジ例等に加えて、欧州、アジア、米の事例を研究
- ・マンチェスター大学
Cotton City
人口は半減(1931年70万人台 1990年代は30万人台までに)
Cultural Revolution 若い学者たち サイェンス、メディカル
ケンブリッジ(のカレッジ)と違って裕福ではない →
市に協力を求めた。シティセンターの再開発等の一環
→ 市と大学の協働が実現した。
但し、「時間はかかる。トップがエンカレッジ(任期は10年超)」
- ・北ブラバント
ヨーロッパでも豊かなゾーン 中心都市アイントフォーフェン
フィリップス等の活動 広大なサイエンスパーク(IMECも)
地方政府 Brain Port推進
- ・アジアの動向をより深く把握していく。

国際・国内比較

	when	what	when	what	why	how	Remarks
ケンブリッジ	ケンブリッジ・インテリジェント・システムズ・リサーチ・センター(1970年代後半) MIT	研究もするコンソシアム(1970年代後半) MIT	1960年代後半	ケンブリッジという(狭い)領域をしかる大学の中心(カレッジの集積)	アメリカ、MITを模倣した	ニューマン・レポート	歴史的発展(18世紀)から20世紀後半まで(1970年代後半)の連続性
ケンブリッジ本部	ケンブリッジ・センター・ライズ VC 人材育成	企業 TLO VC 人材育成	2000年代	ケンブリッジ	組織が壊れた。企業、業界の失敗		30人 ライセンス取得 6000万ポンド 投資 Judge Business School, 1160名程度
マンチェスター	大学と市	リサーチ・パートナーシップ VC 人材育成	1980年代後半	マンチェスター 産学連携の成功	イギリスのイノベーション政策	大学と市のリーダーシップ	大学と市の連携
京大大学	大学(1980年代)	企業 TLO VC 人材育成(1980年代後半)	この十年	東京(1980年代後半)のイノベーション政策	企業と大学の連携	企業と大学の連携	企業と大学の連携
東北大学	大学本部 産学	企業 TLO	この十年				産学連携の成功

みなさまへ

~どうすればものごとが動き出すか。一緒に考え実践してみませんか?~
企業と大学と地方政府とが有機的な連携を実現しなければなりません。そして、ファイナンス関係者も。日本中、今なお、手探り中ですが、この地域はポテンシャルが高いと考えています。



東北大学未来科学技術共同研究センター (NICHe)

次世代自動車の普及に関する環境・経済評価

東北大学大学院 環境科学研究科
馬奈木研究室

文部科学省

社団法人東北経済連合会

東北大学

宮城県

七十七銀行

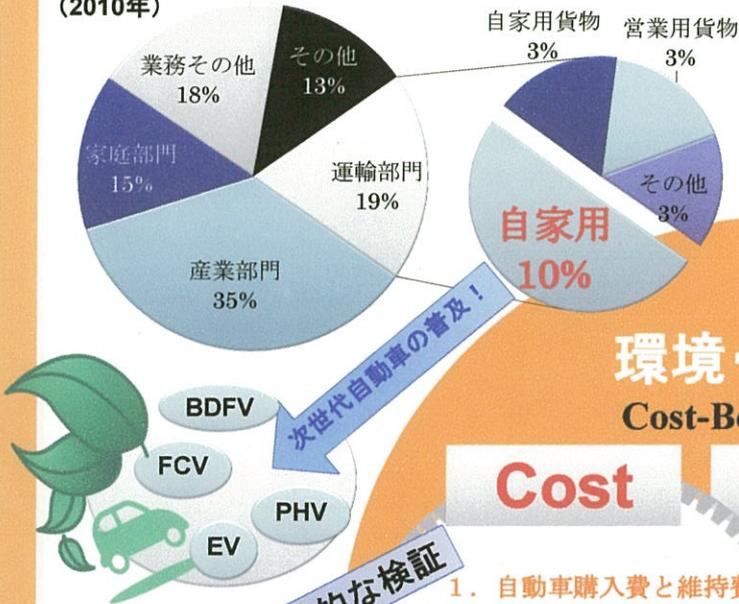
ICR

目的

運輸部門における環境負荷低減の必要性

- 次世代自動車(EVやFCV、PHV等)の普及による経済・環境評価
- 技術進歩や資源価格を考慮した現実的なシミュレーション評価

図. 国内CO2排出量の部門別内訳と自家用車からの排出割合 (2010年)



多様な次世代自動車と普及への課題

	二酸化炭素	NOx, CO, SOx	エネルギー効率
ガソリン	Medium-High	Medium-High	Low
天然ガス	Medium-High	Medium	Low
LPガス	Medium	Medium-High	Low
バイオマス	Low-High	Medium	Low
電気	Low-?	Low-?	High-?
ハイブリッド	Low-Medium	Low-Medium	Medium
燃料電池	Low-?	Low-?	High-?

環境・経済評価

Cost-Benefit Analysis

Cost

VS

Benefit

感度分析による包括的な検証

- 自動車購入費と維持費
次世代自動車とガソリン車の購入費用と走行費用の差
- インフラ整備費
追加的にかかるインフラ整備費

- 環境負荷削減効果
CO₂とNOx排出量の削減効果
- 資源節約効果
ガソリン消費量削減効果

コストと便益の比較

学習効果による製造コストの低下シナリオ

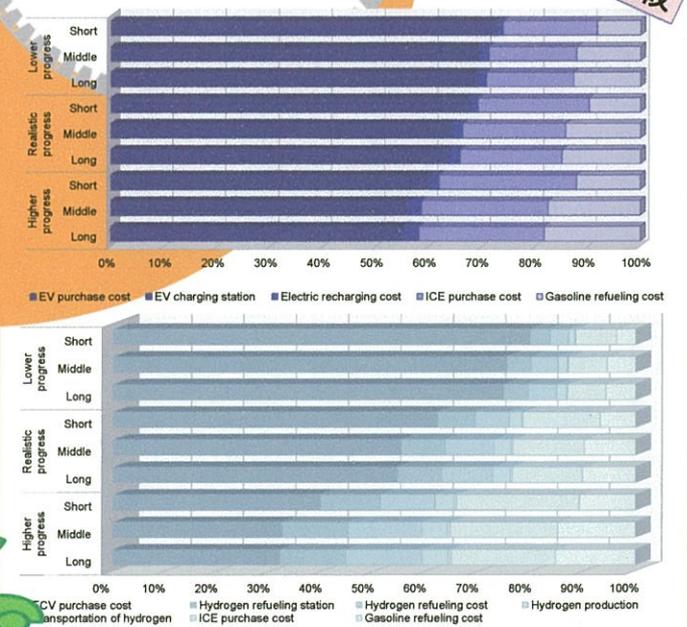
- 現状からほぼ低下しないケース
- 企業が目標としているコストまで低下するケース
- 標準的なガソリン車価格まで低下するケース

CO₂削減シナリオ

- 指数関数的増加ケース
- 直線的増加ケース
- 現状維持ケース

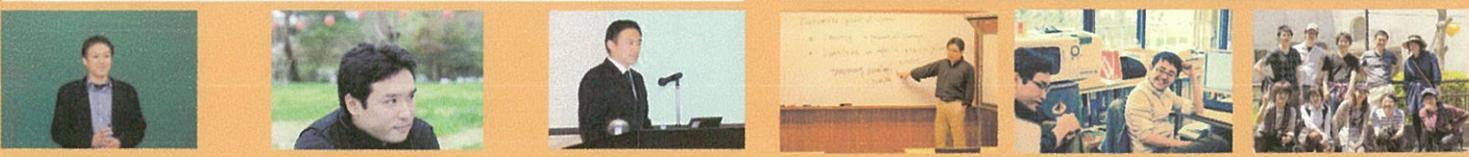
ガソリン価格シナリオ

- 現状環境政策シナリオ
- 次世代型環境政策シナリオ
- 450ppmシナリオ (現状)



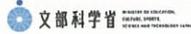
ヒアリングと文献調査による現実的ボトムアップ型シミュレーション

企業の皆様へ
現実のデータを使って次世代自動車の普及を経済と環境の観点から評価してみませんか！！



産業革新のための実践的 マルチレベルコンピュータ化学

東北大学未来科学技術共同研究センター 宮本研究室



長寿命・高信頼性・省エネ自動車・機械部品、材料開発を 先導するマルチレベル・トライボロジーシミュレータ

**マルチレベル
計算化学の発展**

量子力学
電子スケール
分子軌道

分子動力学
~10¹
ナノメートルスケール

連続体力学
実機・実デバイス
スケール

**化学・機械工学
融合領域の発展**

発電機用回転軸
Generator (Rotor)

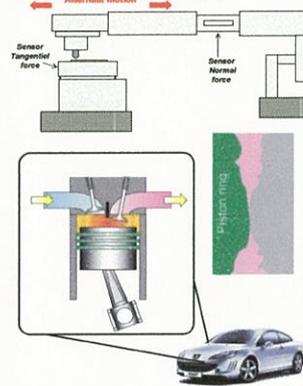
医工学領域への展開

**安全・安心社会、
低環境負荷・
省エネルギー社会への貢献**

フリクションフリー技術：
超低燃費
自動車

http://car.nifty.com/ess/view/car/motorhowdata@a_5228.htm

しゅう動部長期安定性：
故障・不具合フリー技術



蓄電池・燃料電池・太陽電池 など次世代自動車に不可欠な 電池開発、設計を支援する マルチレベル電池シミュレータ

**大規模量子分子
動力学法による
Liイオン拡散・反
応機構の解明**

電極多結晶構造

単結晶/多結晶
拡散係数

マイクロ物性・複雑な多結晶
構造に基づく実特性の
シミュレーション

Li-V特性

電解質 **電極触媒層** **拡散層**

Pt担持
カーボン

電解質
コーティング

H⁺拡散

H₂O
拡散

O₂
拡散

H⁺解離

高分子内
H⁺/O₂拡散

活性点
特性

ソフトウェア企業

マクロ

熱・機械特性

本物構造の作製

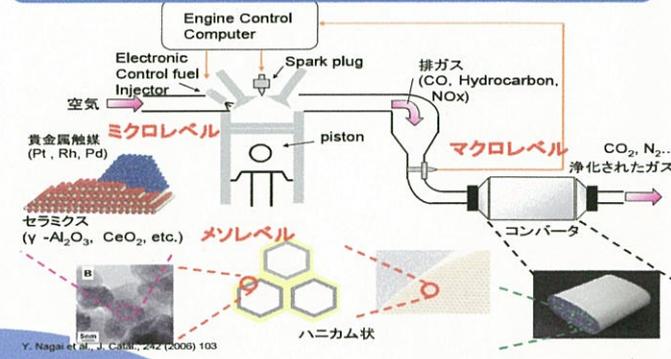
機器測定シミュレータ

焼結シミュレータ

電気伝導

Pt表面反応

自動車エンジン、後処理システム開発を強力に支援する マルチレベルハニカム触媒シミュレータ



計測とモデリング技術を 融合し、実材料の開発 に不可欠な界面、表面 の構造解析を推進

各種計測シミュレータにより実験と計算化学を統合

X線回折シミュレータ

AFMシミュレータ

STMシミュレータ

TEMシミュレータ

SEMシミュレータ

EXAFSシミュレータ

紫外可視分光シミュレータ

赤外分光シミュレータ

ラマン分光シミュレータ

中性子線回折シミュレータ

「本物」の原子・分子構造を描き出す。本物シミュレーションの実現

企業の皆様へ

多くの企業と永年の連携で培ってきた世界的にも競争力をもつソフトウェア技術・ノウハウを、産学官金連携により地域の発展にも役立てられたらと期待しています。

宮城県産業技術総合センターでの

研究・技術紹介

車載用EMC試験

電波暗室とシールドルームを保有し、車載EMCの国際規格に則ったノイズ測定とノイズ印加試験が実施可能です。

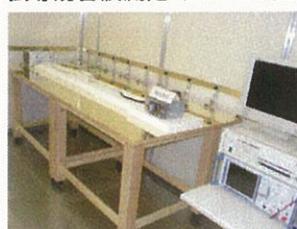
放射妨害波測定 (CISPR25対応)



BCI試験(最大印加電流:300mA)



伝導妨害波測定 (CISPR25対応)



※このほかに静電気放電イミュニティ試験も可能です。



宮城県産業技術総合センターの役割

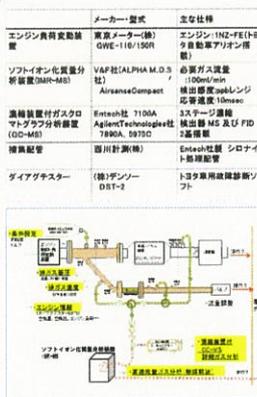


地域の産業振興を目的として、地域資源と産業技術総合センターの技術資源(知識、設備、技術者)を活用し、「事業推進構想」に基づき、発展的・継続的に質の高い技術支援サービスを提供します。

触媒性能評価

実排ガスによる、開発材料の排ガス浄化特性を評価可能

- 小型ハニカム寸法 D25.4×60mm
- リアルタイム分析(IMR-MS)
NOX, CO, トルエン, プロピレン ほか
- 炭化水素類約50種の詳細分析(GC-MS)
エチレン, プロピレン, 1-ブテン,
n-ヘキサン, ベンゼン, トルエン ほか



衝撃試験機

msecオーダーの衝撃波形を発生させ、車載カメラ、ECUの動作実証、エンジン周辺機器の耐久試験、安全性確認等に使用できる装置です。

型式	AVEX SM-110-MP
正弦半波	30G, 18msec~ 1000G, 1msec
最大加速度	5000G
定格最大速度	1.0m/s Peak
振動台寸法	W410×D410mm
水平・垂直 補助振動台寸法	W160×D160mm
最大搭載重量	90kg



- 取付面の切換により垂直方向・水平方向の衝撃が可能です。
- 被検査物上で3chの加速度計測が可能です。

※試験条件、治具についてのアドバイスも可能です。事前にご相談下さい。

X線CT装置



各種自動車部品の内部構造検査が可能です。

(電子デバイス、アルミダイカスト部品、樹脂成型品、ハンダ欠陥等)

型式	マイクロフォーカスX線CT装置
X線管電圧	20~225KV(連続可変)
空間分解能	最大倍率(150倍時) 4μm 最小倍率(1.38倍時) 92μm
搭載可能検体サイズ	300mmφ × 300mmH
搭載可能検体重量	15kg
X線検出器	270万画素デジタルフラットパネル 有効入力面積 235mm(H) × 186mm(V)

型式	マイクロフォーカスX線透過検査装置
X線管電圧	20~110KV
最高解像度	3um
搭載可能検体サイズ	透過検査 W400mm × D350mm × H500mm 斜めCT φ180mm × H300mm
搭載可能検体重量	透過検査 2kg 斜めCT 1kg
X線検出器	4/2.5LL+40万画素CCDカメラ



地域企業等の技術・事業紹介

社是【創造と奉仕で前進】

電子と磁気と光の相互作用を、瞬間と空間のゆらぎの中で静止させ、高精度に測定・制御する技術開発を目指す

KUDOS POWER ELECTRONICS



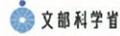
工藤電機株式会社

加速器・放射光・超伝導・研究施設 高精度定電流電源装置

工藤電機株式会社

本社 仙台市太白区西多賀...名取事業所 名取市飯野坂

<http://www.kudo-denki.co.jp/>



文部科学省



社団法人東北経済連合会

東北大学



宮城県



七十七銀行



ICR

アナログを極めデジタル技術を融合し

未来技術にチャレンジして
蓄積した技術を、さらに広くお役に立つよう
性能、品質の向上に一層の努力を重ね
未来に向け航海を続けています。

よりダイナミックで、さらにシブアー!

当社は1956年創業以来、東北大学の先生方のご指導のもと実験装置の試作において、アナログ回路とフィードバック制御技術の蓄積をつみかさねてまいりました。科学技術の進歩にとまない、より高精度な制御技術に取り組み、電磁石や超伝導磁石の高精度定電流電源機器の開発により、素粒子、放射光等の加速器科学や核融合分野のビッグサイエンスの最先端研究施設に国内外に採用されております。

さらに、重粒子がん治療やMRI等の医療分野・半導体イオン注入等の分野においても幅広くご利用いただいております。

直流電流・電圧の制御安定度0.1ppmの精度を確立し、さらに0.02ppmへの挑戦をしております。

POWER ELECTRONICS

Feedback & Computer Technology

$\frac{1}{10,000,000} = 0.1 \text{ ppm}$
アナログを極めた高精度制御技術



2012年7月



出典 独立行政法人理化学研究所極限研究施設

XFEL X線自由電子レーザー
○未来を拓く新たな光・国家基幹技術

X線自由電子レーザー(XFEL)

大型放射光施設 SPring-8

- 小さな世界の探求
- 超高速! 化学反応の世界を観察
- 超強カプラズマの実現

東北大学理学部 AVFサイクロトロン主電磁石用電源他45台更新

九州シンクロトロン放射光研究施設
電磁石用・電源装置1式 (218台納入) 2004年3月

リング系大口径電磁石・定電流電源装置
IGBTスイッチング方式 電流安定度: 10ppm
300kw 1台、100kw 3台、20kw 3台

300kw・電向電磁石・電源内部・IGBT部

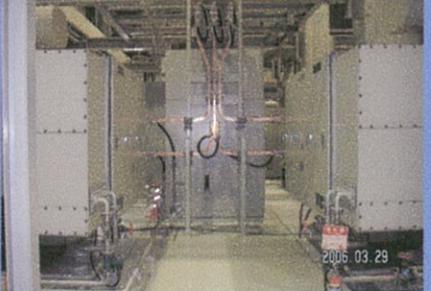


2008年
群馬大学重粒子線がん治療研究センターに電源装置を納入



これらの電磁石を励磁するために使用します

物質材料研究機構・40T強磁場電源
16MW・35kA・電流精度10ppmを開発



2006.03.28

SPシリーズ 安定化電源

《小型高精度直流スイッチング電源》

工藤電機・EV研究班

2KW



電流安定度0.02 ~ 0.001%電磁石励磁用に最適
1KW~30kWクラス ユニット電源



6.6KW



10KW

- ・東北大学次世代移動体システム研究会との産学連携にて共同研究をしています。
- ・経済産業省「IT融合コンソーシアム研究開発事業」
- ・東北大学・石巻専修大学と共同研究
- ・社員4名によるプロジェクトを編成
- ・インホイールモーターと駆動インバーターの開発をしています。
- ・次世代電気自動車の事業化の可能性を探る。
- ・事業化に関心ある方はお問い合わせください。



ホンダ ビート分解



インホイールモーター



12V50AH 4個バッテリー



菅生にて試験走行



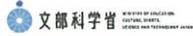
多賀城復興パーク



EVエコランレース開催

産業用省力化機械・自動機の引地精工

～お客様の“困りごと解決、生産改革・改善、効率化”にお役立ち～
引地精工株式会社



■会社情報

- ◇ 称号: 引地精工株式会社
- ◇ 所在地: 「本社事業所」 岩沼市吹上2丁目8-28
「大和事業所」 黒川郡大和町吉岡東2丁目2-16
「復興パーク」 多賀城市 ソニーTEC様の一角を借用
- ◇ 代表者: 代表取締役 引地政明
- ◇ 設立: 1979年 5月 3日
- ◇ 資本金: 3,000万円
- ◇ 従業員: 70名
- ◇ 認証取得: ISO9001、ISO14001、認証取得済
AS9100(認証チャレンジ中)、ISO27001(社内システム構築済)
- ◇ 許認可: 一般建設業・機械器具設置工事(般-19)第17894号

■事業の概要

- ◇ 事業内容: 産業用省力化機械・工具及び、各種装置の設計製作
・試作部品、精密部品加工
- ◇ 主な納入設備:
 - ◆組立装置(ライン設備、単体装置)
 - ◆検査装置 ◆洗浄装置 ◆搬送設備
 - ◆その他、自動化設備・各種装置等
- ◇ 主な取引先:
 - ・トヨタ自動車東日本(株) 様
関連グループ企業 様
 - ・パナソニック(株) 様
 - ・東レエンジニアリング(株) 様
 - ・セイコーインスツル(株) 様
 - ・電気、電子機器製造 各社様
 - ・食品関連企業 各社様
 - ・航空機関連企業様

◇本社事業所



「技術部機械設計部門」

- ・各ユーザー仕様書を基に、構想図作成
- ・ライン設備、単体機、装置、治具など、全てを設計

「技術部制御部門」

- ・PLC(シーケンサ)を使用するソフト・ハード設計
- ・各ロボットメーカーの多関節・スカラー・単軸も対応調整

「製造部機械加工部門」

- ・社内にて全て完結出来る様に、自動機に必要な全ての部材を加工出来る設備配備
- ・単品加工(少量・多品種)を得意とし、短納期には即対応し、コスト・技術に日々チャレンジ

「製造部組立調整部門」

- ・組立組上げ、積み重ね精度を測定・データ取り
- ・据付調整時には、最終製品の流し(生産)確認実施
- ・据付は、国内・外問わず何処へでも設置対応

◇大和事業所



- ・設計から部品製作、取り付け、メンテナンスまでを特急にて対応
- ・お客様の生産設備を24時間体制にてサポート

■引地精工のDNA

■社員心得帳に込めた思い

- ・会社が目指す姿
- ・社会人/企業人としての心得
- ・やる気、気概
- ・自己成長、自己実現
- ・責任感

■5Sの徹底

- ◇ 5S: “整理・整頓・清掃・清潔・躰”の徹底は志気・協調心を高め、会社の良き文化・風土を築き大きな力になる
- ・引地精工では、各職場の普段の5S活動+定期的な5Sの日/週一回 実践!
- ～ それでも、まだまだ不十分 上には上が有る! ～

■開拓とチャレンジの精神

- ・難しい案件でも、脳ミソに汗して、どうすれば出来るか?・・・コトを考える!
- ・高いレベルに挑戦し、成果が出ると自信が付き、更に高いレベルへの挑戦心が湧く!
- ◇ 技術力・対応力UPで、要望・期待に応え、信頼を勝ち取る

■次世代自動車: IT融合PJ

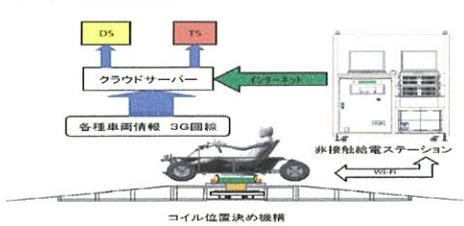
- ◇ テーマ名: IT融合による次世代自動車産業創出のための実証・評価及び研究開発拠点形成事業 (経済産業省 新規産業創出技術補助事業)

- ◆ 参画:
 - ・事業管理者: 東北大学 未来科学技術研究センター (長谷川副センター長)
 - ・PM: トヨタ自動車東日本株式会社 (田ノ上常務)
 - ・工藤電機株式会社
 - ・引地精工株式会社

◆研究開発拠点: “多賀城復興パーク” (ソニーTEC様構内)

◇ 次世代自動車: 引地精工ミッション

システム全体概略図



◆非接触給電ステーションを情報拠点としたIT融合交通管理システムの構築

- 1.非接触給電ステーションと運用システム
- 2.IT融合交通評価システム

■産学官連携の取組み

- ◇ 機関・団体等への参加
 - ・(社)みやぎ工業会
 - ・(公財)みやぎ産業振興機構
 - ・宮城県産業技術総合センター
 - ・みやぎ自動車産業振興協議会
 - ・トヨタ東日本 菟堂会
 - ・イノベーション創出会議
 - ・マシンビジョン研究会
 - ・次世代自動車 宮城県エリア

◆オリジナル開発製品

- ◇ 曲面・鏡面用外観検査ロボット
- ・多関節ロボットの先端に特殊な光学ヘッドを設置し、複雑形状のワーク全体を、人の動きに近い動きで、キズ・汚れ・異物等の外観検査を可能にする装置です。



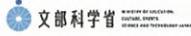
・マシンビジョン研究会のテーマとして、ご指導戴きながら開発

・お陰様で・・・
2011年
“みやぎ優れMONO”
に認定頂きました。



オンリーワンの物づくり企業へ

SATRICK 東北電子工業株式会社



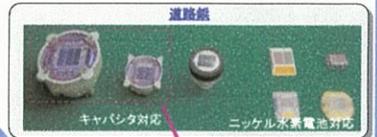
射出成形

- ・3D CAD、流動解析を使った最適条件を設定
- ・製品形状を基に金型構造を工夫し2次加工レスの実現

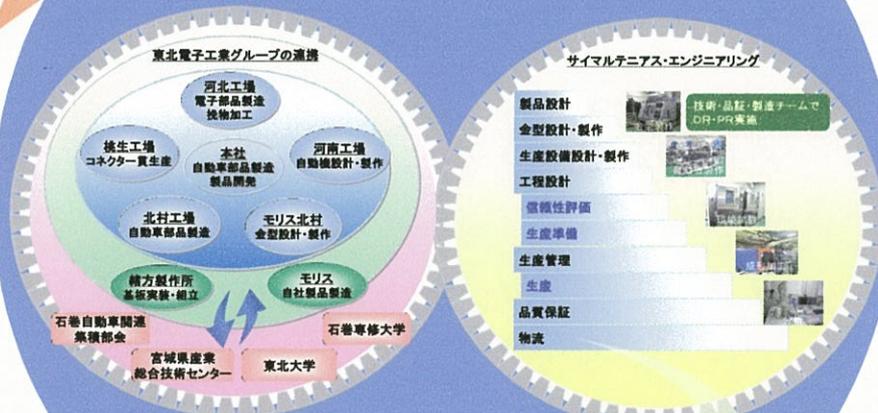


環境製品 太陽光と二次電池の組合技術

万が一、電力供給が途絶えても自前で発電するので安心



サイマルテニアス・エンジニアリング 同期技術



品質・信頼性評価



お客様に満足いただける信頼性・特性確保のために、各種試験・分析設備を備えた試験所にて、定期的に信頼性試験、ベンチマーク試験を実施しています。

分析・故障解析

試料を埋め込み樹脂で固め、研磨して断面を観察します。



主な保有設備

成形機、加工機、測定器	試験・分析装置	ソフトウェア
1 小型成型機 (7~10t)	14 恒温槽	26 3D CAD (SolidWorks)
2 射出成型機 (45~180t)	15 恒温恒湿槽	27 3次元CAD/CAMシステム (CAM-TOOL, CADCEU)
3 射出成型機 (220~350t)	16 TCR槽	28 2D/3D CADシステム (2001PLUS)
4 射出成型機 (450~550t)	17 フレッシュクーラー	29 樹脂流動解析ソフト (3D TIMON)
5 射出成型機 (450~550t)	18 冷却衝撃試験機	30 光学シミュレーションソフト (Zemax)
6 NC放電加工機	19 強度試験装置 (引張り、圧縮、曲げ、剥離試験)	31 解析シミュレーションソフト (Femtet)
7 ワイヤ放電加工機	20 はんだ付け試験装置	
8 立形マシニングセンター	21 直流安定化電源	
9 マシニングセンター	22 半田槽	
10 CNC自動旋盤	23 電子顕微鏡	
11 3次元測定器	24 原子吸光分光光度計	
12 画像計測システム	25 変光X線顕微鏡	
13 表面粗さ・輪郭形状測定器		

ソリューションの提案

お客様のご使用条件に合った最適なソリューションを素早くご提案します。

- ### 応力関係の問題
- ✓ ボール部の応力解析
 - ✓ 風荷重 (風速・風向) のシミュレーション
 - ✓ 応力シミュレータの活用

- ### 樹脂流動解析技術
- ✓ 樹脂の充填解析
 - ✓ 保圧冷却解析、金型冷却解析
 - ✓ 反り収縮変形解析
 - ✓ 射出成形CAEの活用

- ### 光学設計・解析技術
- ✓ LEDモデル解析
 - ✓ 導光板の解析
 - ✓ 光学解析CAEの活用

お客様

企業の皆様へ

地域企業と連携し、更なる技術力の向上を目指して行きます。

◆地域に密着した一貫生産による電子部品・車載部品の製造を中心とした物づくり

◆製品設計～金型設備等の設計製作・試作・量産まで QCD+スピードで実行

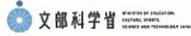
◆お客様に満足いただける技術とノウハウの蓄積

人材教育



独自の鋳造技術により開発初期段階で品質コストを考慮したダイカスト形状の提案

岩機ダイカスト工業株式会社



半凝固鋳造法

製造工程の概要

溶湯を半凝固(スラリー)にしてから鋳造を行なう方法で、完全溶湯からの鋳造に比べて穴が少なく、細微で均一な組織になるため、高耐圧、高強度、高靱性が求められる製品が可能です。

スラリー



スラリー投入



凝固組織の比較



加工



断面



MIM(モルダロイ)

製造工程の概要

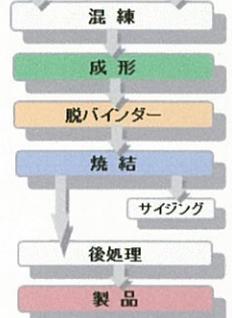
モルダロイは金属微粉末を射出成形機を用いて成形した後、脱脂、焼結し必要に応じて後加工を施して仕上げます。

射出成形機



熱可塑性バインダー類

金属微粒子粉末



連続式焼結炉

本社・工場 〒989-2204
宮城県亶理郡山元町鷲足字山崎51-2
TEL 0223-37-3322(代表)
FAX 0223-37-3720
E-MAIL info@iwakidc.co.jp

主要設備機器

Main facilities machinery

自動化・省エネ化を追求し、環境にも配慮した生産ラインの構築に努めています

IWAKIの製造ラインは常に時代の最先端の水準を保持し、独自のノウハウや機器製造メーカーとの共同研究の成果が随所に生かされています。
鋳造工程には、脱脂・脱脂不良等を事前に予知・予防する監視システムや多機能ロボットが導入されており、生産ラインはほぼ自動化されています。また、密閉型の自動配湯システム、省エネのための自家発電設備、コンプレッサー、コンベア等を収納した共用庫が設けられています。
さらに、工場環境を最高水準にまで引き上げ、高品質、高効率、低コスト、安定した製品供給を以て快適な作業環境の実現を目標とした、工場無人化の追求にもなお努力を続けています。



加工工程



鋳造工程



自動化

ダイカスト用設備

ダイカストマシン (コールド)	22台
ダイカストマシン (ホット)	9台
ダイカストマシン (ホット)	10台
全自動高圧鋳造機	20台
ロンダー式鋳造機	1台
食塩乾燥機	2台
全自動鋳造機	2台

金型用設備

NC旋削加工機	7台
NCグラファイト電極加工機	2台
マシニングセンター	11台
NCフライス盤	1台
フライス盤	5台
旋削機	6台
平面磨削機	6台
ワイヤーカット装置加工機	1台
3Dプリンター	1台

鋳造用設備

鋳造加工用M/C	11台
NC旋削機	6台

成形機

成形機	23台
連続式焼結炉	3基
バッチ式真空炉	2基
鋳造設備	7台

検査設備

アムスレー型刀能試験機	1台
X線検査装置	1台
三次元測定機	6台
非破壊三次元表面検査装置	1台
投影機	2台
顕微鏡測定機	2台
工具顕微鏡	4台
顕微鏡	2台
材料分析装置	1台
ガス量分析装置	1台
バランス測定装置	1台
顕微鏡測定機	1台

3Dプリンター

3DCAD (CATIA V5)	12台
3DCAD	12台
3DCAM (スペースE)	6台

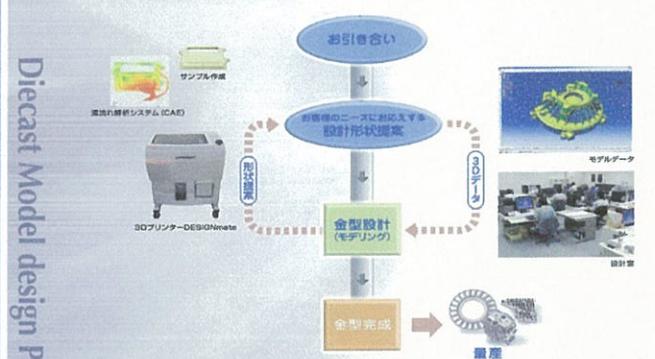
洗剤水高圧洗浄機

洗剤水高圧洗浄機	1台
高圧水高圧洗浄機	1台

金型設計製作

Diecast Model design Proposal System

金型製造工程及びダイカスト製品製造工程の概要
現代の多品種少量生産形態を支える最大の技術的課題は、高精度・良質の金型をタイムリーに供給し、低コストで高効率な生産体制を構築することです。
IWAKIでは、お客様のニーズにお応えしたうえでダイカストの専業メーカーとして鋳造しやすく、高質、コスト面でもお客様に満足頂ける金型方案をご提案しながら、最新技術を駆使して設計を行います。



高速マシニングセンター

金型工場

Main facilities machinery

Diecast Model design Proposal System

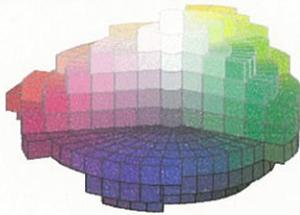


カラーアルマイト処理

共和アルミニウム工業株式会社

カラーアルマイト

鮮やかな原色から中間色まで多彩な色調を再現
ご指定の色調を提供
独自技術による色調再現



手動ライン



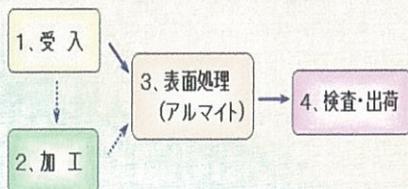
普通アルマイト槽×1槽
4,000(W)×900(L)×800(H)
硬質アルマイト槽×1槽
1,200(W)×900(L)×850(H)

普通アルマイト槽×4槽
2,200(W)×900(L)×1,150(H)
硬質アルマイト槽×1槽
2,200(W)×900(L)×1,150(H)

自動ライン



一般的なアルマイト処理工程



硬質カラーアルマイト

硬質カラーアルマイトが可能
高度な耐久性と鮮やかな装飾性を両立



アルマイト処理

カラー・硬質 アルマイト



社長の挨拶



昭和63年創業以来、常に全社員一丸となりアルミニウム製品の表面処理「機能性・装飾性アルマイト」の品質安定・品質向上を目指し、探求と創造を求め共に努力して参りました。

22世紀に向かって、私達にとって「アルミニウム」は快適で環境に良い豊かな生活を過ごすには必要な素材です。

今後も「アルミニウム」を生かし、新世代への架け橋となる様に挑戦を続けて参ります。

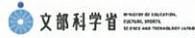
未来への使命は「品質・価格・納期」を速やかにお客様に提供し、地域社会に奉仕することと考えており、今後もこの使命を果たして参る所存です。

代表取締役社長
井上 孝造



メッキ事業

東邦メッキ株式会社



明日に向かって

表面処理技術は産業の重要な基盤技術であり自動車、航空機、コンピュータからハイテク家電など特に日本の製造技術は優れた開発能力と管理能力により世界中を席巻して参りました。

日本の製造が海外に拠点を移している現在、これからの国内での“めっき産業”はさらなる高精密化・高品質化の道を歩み続けなければなりません。当社では技術力・品質力・環境対応力を向上させながら次世代の「ものづくり」に取組み、会社に求められる企業を目指します。



表面処理加工種類一覧



メッキ種別	メッキ方式	メッキ浴種
化成処理	全自動装置	アルミ化成処理(三価)
	手動装置	Fe, Cu, SUS 種への化成処理 その他 Fe, Cu, SUS 種への化成処理
亜鉛メッキ	全自動装置(特注)	ジケート浴: 1.0, 2.0, 3.0% 有色クロム(三価)、無色クロム(三価)
	手動装置(特注)	2種 ジケート浴: 1.0, 2.0, 3.0% ジケート浴: 1.0, 2.0, 3.0% ジケート浴: 1.0, 2.0, 3.0%
黒・亜鉛合金メッキ	手動装置(特注)	中性浴: 1.0, 2.0% / 有色クロム(三価)
	全自動装置(特注)	中性浴: 1.0, 2.0% / 有色クロム(三価)
黒・ニッケル合金メッキ	全自動装置(特注)	ジケート浴: 0.5, 1.0, 2.0% / 有色クロム(三価)
	手動装置(特注)	ジケート浴: 0.5, 1.0, 2.0% / 有色クロム(三価)
亜鉛・鉄合金メッキ	手動装置(特注)	ジケート浴: 1.0, 2.0% / 有色クロム(三価)
鍍銀クロムメッキ	手動装置	3種 純化浴: 1.0, 2.0% / 1.0, 2.0% / 1.0% ヒープ浴: 1.0, 2.0% / 1.0%
	手動装置	2種 無電解ニッケル浴: 1.0, 2.0% / 2.0% / 2.0% 無電解ニッケル浴: 1.0, 2.0% / 2.0% / 2.0%
黒メッキ	手動装置(特注)	2種 純化浴: 2.0% 純化浴: 2.0% 純化浴: 2.0%
	手動装置(特注)	2種 純化浴: 2.0% 純化浴: 2.0%
鍍銀クロムメッキ	手動装置	純化浴: 2.0% / Niニッケルクロム
不銹鋼表面処理	全自動装置	純化浴: 2.0%
	手動装置	純化浴: 2.0%
アルマイト処理	手動装置	純化浴: 1.0, 2.0% (特注)
塗装	全自動装置	前処理 / 底漆、中漆、面漆
	手動装置	4種 エポキシ樹脂系 / 2液、3液、4液、5液 エポキシ樹脂系 / 2液、3液、4液、5液
防錆	パルス	カチオン電着塗膜(両色)
	半自動ショットブラスト装置	
その他		無電解ニッケル、ニッケルストライク浴、ヒール層形成

会社概要

社名

東邦メッキ株式会社

所在地

宮城県柴田郡村田町大字
村田字西ヶ丘31番2

TEL.0224(83)5557

FAX.0224(83)2786

E-mail

toho@soleil.ocn.ne.jp

代表取締役

島田 博雄

資本金

2,000万

事業内容

表面加工業(電気メッキ、
塗装)

従業員

60名



技術をかたちに

当社では、

「ISO9001:2008」や
「ISO14001:2004」を取得。

国際基準となる品質管理・
環境を重視したシステムを導入し

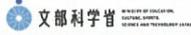
自社技術の発に取組んでおります。

自動車用燃料供給装置やセンサーなど高精度、高耐食、高耐久を要する製品を製造しており、小ロット短期納品から大ロット量産品まで対応可能です。また、新規開発品(試作品)については専任部署を置き量産管理に開発時のノウハウが反映出来る体制を取っております。

山形から、ノイズフィルターコイルの技術革新で世界を目指す

株式会社ウエノ

http://www.uenokk.co.jp/



ノイズフィルターコイルとは

主に電気製品の誤動作を防ぐため、電源ラインなどから侵入するノイズをカットする電子部品で、ほとんどの電気製品に組み込まれています。



トロイダル型
共通モードチョークコイル

ウエノが得意とするトロイダル型(丸型)コイルはそのほとんどが人手により生産されています。



当社開発商品



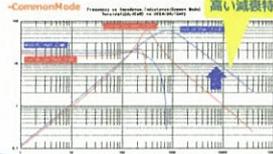
ウエノコイル

トロイダル型共通モードチョークコイルを置き換える **画期的商品**

- 優れたノイズ除去特性
- トロイダルコイルと比べ、実装面積を減らせる
- 新開発 高速自動巻線機により、高品質な製品を提供
- 銅線使用量削減により、価格的にも優位

ウエノコイルのメリット

★優れたノイズ除去特性



巻線時間10秒!

高速自動巻線機により10秒で巻線。トロイダルと比較し約90%の工数削減を実現しました!!

閉磁路コアにダイレクトに巻線!

新工法により、閉磁路コアにダイレクトに巻線!! 閉磁路コアと比較して約20%のインダクタンスUP!!

レイヤーショートの可能性なし!

巻線時のテンションが少なく、単相巻のため、レイヤーショートの可能性がありません!!

トロイダルから
ウエノコイルへ!

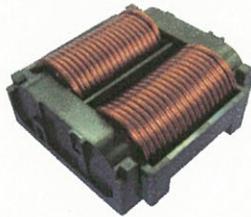


ウエノコイル

ノイズフィルターコイルの世界を革新する
新型の自社開発コイル

ウエノコイル横型

◆薄型の製品に最適◆



ウエノコイル縦型

◆基板の実装面積を削減◆



3相・大電流向けコイルもラインナップ



会社概要



会社名	株式会社ウエノ
代表者名	代表取締役社長 上野 隆一
創業	昭和57年1月
資本金	4億1,270万円
売上高	37億円(2011年5月決算)
業務内容	ノイズフィルターコイル、 平滑用チョークコイルの設計、製造
生産規模	生産数量(月産): 8,000,000個

★ 主な受賞歴 ★

- 日経ものづくり大賞[日経BP特別賞](2008年)
- 東北ニュービジネス大賞(2009年)
- 2009年元気なモノ作り中小企業300社に選定(2009年)
- ものづくり日本大賞 東北経済産業局長賞(2009年)
- 文部科学大臣表彰 科学技術賞[技術部門](2010年)
- 山形県産業賞(2011年)

ウエノの挑戦 “トロイダルコイル自動巻線機”



世界で唯一無二のトロイダルコイルの自動生産システムを開発し、山形県の三川事業所にて累計で2,000万個以上を生産しています。

手作りと比較し、特性がより安定しており、エアコンをはじめ、さまざまな分野で使用されています。

注目!



ウエノコイルの
電気自動車への適用

充電器・給電設備

DC-DCコンバータ

インバーター

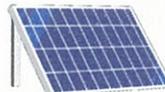
デフォグガー

ノーマルモードチョーク
コイルなどの適用

カーナビ・オーディオ

ワイパー

パワーウィンドウ



ウエノのコイルは
太陽光発電などにも
使用されています!

企業の皆様へ

~貴社製品にフィットしたコイルを提供致します!~

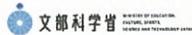
ウエノでは、皆様の製品に対応した特性を持つノイズフィルターコイルを、強力な開発スタッフ・簡易電圧暗室をはじめとする機材・設備、国内工場でのスピーディーな試作により開発・提供致します。

連絡先: 0235-64-2351 (株)ウエノ 生産管理部 渡部まで

E-mail: info@uenokk.co.jp ホームページ: http://www.uenokk.co.jp/



500g以下の・亜鉛合金・アルミ・ダイカスト試作品 鋳造部品加工は当社にお任せ下さい！ 株式会社 堀尾製作所



生産工程の ローコスト化を支える 3つのかなめ

1 精度のかなめ金型技術

金型はコンパクトボディに豊富な機能を満載！
 使いやすさを支えます。

- 金型は片手で持てるコンパクトサイズ。製作は型鑄機納め
- 金型の材質見直しによる耐用寿命100万ショット以上の達成
- 金型の磨削による多品種対応
- 金型入下磨削部のコーティング処理による高品質、長寿命化
- ダイカストマシンとのセットベースに合わせた金型セットの標準化
- 金型に内蔵した磨削制御機能の搭載

2 鋳造のかなめダイカスト技術

パターニング、バリなしの技術は
 あたり前を支えます！

- 大型マシンの生産品を小型マシンでの磨削加工技術の達成
- 射型ダイカストマシンでのハイショット生産
- 加工条件を標準化した部品生産で高品質の達成
- 金型の磨削によるセット方式でセット替えの簡便化
- ダイカストマシン磨削部品の長寿命化によるローコスト、高効率
- 部材を防止するスズメッキ方式の磨削加工
- ダイカストマシンへ自社開発した磨削制御機能(自動材料)
- 磨削材料の導入、磨削制御から磨削別に変更

3 内製化のかなめ自動化技術

気づき改善に細やかに対応する技術！
 短納期を支えます！

- 手組作業ラインの自動化の達成
- 金型磨削と組み立て自動化の活用
- 金型磨削から多品種対応への対応
- 目視作業の自動化による生産性の向上
- 内製化の自動化を推進



多機能で使いやすい！

- 片手で持てる！
- 安価で製作可能
- 短納期
- 型寿命100万ショット以上



ホットチャンパー節電可能 高強度亜鉛ダイカスト合金誕生！ もしその材料の性能に亜鉛合金を改良できたら...

多額の設備投資が必要

約100	約100	約100	約100
銅合金加工	銅合金加工	ダイカスト加工	ダイカスト加工
材料費	材料費	材料費	材料費
高品質加工	高品質加工	高品質加工	高品質加工

銅合金製造+切削から代替え完了
コスト90%ダウン
 鋳鉄部品から代替え検討中

AZC-α
 鋳鉄部品から代替え試作中
コスト60%ダウン

ホットチャンパーダイカストの挑戦！ 高強度亜鉛合金による超薄肉化の提案

超薄肉化用試験片 (スマホ向けシャーシにチャレンジ)

ケース厚さ0.25mmを達成!

アルミ、マグネ=0.4mm
 高強度亜鉛合金=0.25mm
 スマートフォンなどモバイル製品の薄肉化に貢献

高強度亜鉛合金AZC-αの性能

ZDC-2より引張強度約2倍

材料名	Al	Cu	Mg	Zn	Pb	Fe	Si	Sn	Bi	Mn	トランシム	Zn	
AZC-α	1.95	3.00	0.05	0.06	0.0020	0.0030	0.0075	0.001	-	-	0.03	0.07	残量

材料名	密度 (kg/m³)	弾性率 (GPa)	引張強度 (MPa)	引張伸び (%)	断面収縮率 (%)	硬度 (HV0.05)	溶融温度 (°C)	比重	備考
AZC-α	8300	28	23	450-500	115	435	230	0.995	6.3

亜鉛ダイカスト部品の徹底した 鋳めき化でローコスト加工の実現

ポイント

- 新規部品は、顧客へ技術提案し製造メリットを高めローコスト提案
- 光ピックアップ部品の供給、世界市場30%の実績
- 独自の二次加工自動化設計、製作可能
- 独自の金型設計、製作可能

亜鉛ダイカスト部品 (適用例)

- 通信機器部品
- アンテナ部品
- 車載用部品
- ボリューム部品
- 家電用部品
- 監視カメラ部品

技術内容

お客様の出会いの中から生まれた部品

取組品目：光ピックアップ部品 (DVD、ブルーレイ) アンテナ部品、家電電化部品、通信機器部品、産業用機器部品

車載

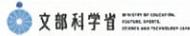
携帯電話

亜鉛ダイカストによる徹底したローコスト加工の実現

- 金型は安価に製作、片手で持てるコンパクトボディに、豊富な機能を満載。
- 顧客満足を実現する二次加工自動化技術
- 5tダイカストマシンによるハイショット生産の実現

最先端画像処理・次世代自動車への挑戦

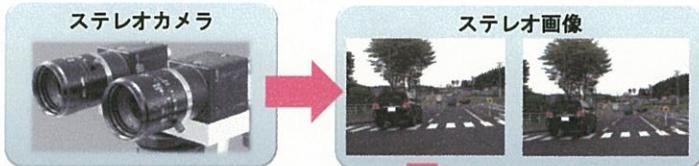
東社シーテック株式会社
<http://www.tctec.co.jp>



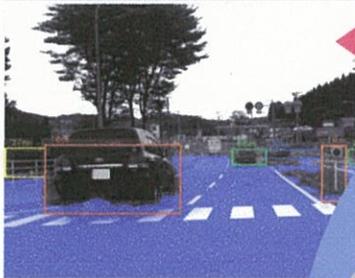
— 道路上の障害物検知 —

ステレオカメラによる3次元計測

ステレオカメラを用いて、車や人など道路上の障害物を検出します。ステレオ画像から3次元計測を行い、3次元空間の情報から路面を検出することで、路面より高い位置にあるものを障害物として検知します。



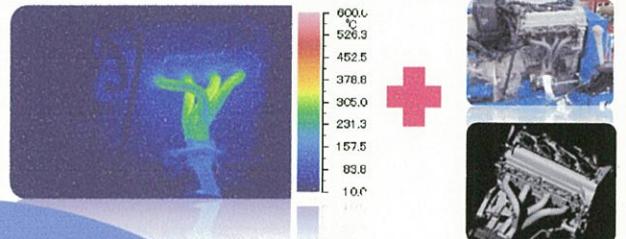
障害物検知結果



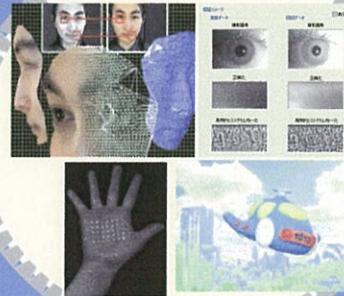
— 3次元熱計測 —

「3次元計測」 × 「温度分布計測」

可視画像から計測した3次元データと熱画像を組み合わせ、温度分布を立体的に計測します。形状と温度の位置関係を正確に把握できるため、熱設計の評価や製品の熱検査などに適用できます。



世界の見方はひとつだけじゃない
 ~ 発想と技術力で問題解決をお手伝いします ~



社会のまんなかでシステム開発



AUDIO端末、スマートフォン等
 →Bluetooth/USB/BUS接続



- ・パワーウィンドウ/スライドドア
- ・オートエアコン
- ・キーレスエントリー
- ・プッシュエンジンスタート

▼技術要素

- ・電源・メカ・デバイス制御
システム電源制御、モーター制御、D/Dコンバータ制御など
- ・各種IC制御
LCDコントロールIC制御、バックライト制御(FLLED)など
- ・モデルベース開発
MATLAB/Simulink、オートコーディング/オートテスト

— 車載用組み込みソフトウェア開発 —
 カーナビゲーション、ボディ系ECU制御など

— 事業領域 —



企業の皆様へ

～画像処理システムでお困りのことはありませんか？～
 私たちは、東北大学 青木孝文教授からご指導いただいた最先端の画像照合技術を活用し、高度な3次元計測と赤外線やX線等の性質の異なる画像情報を組み合わせ、欠陥検査、温度異常計測等を画像処理システムで実現いたします。



東北イノベーションキャピタル株式会社

■ 本社所在地 仙台市青葉区本町1-1-1 アジュール仙台16階
(東北大学オフィス) 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-40-407 (T-Biz内)

■ 役員

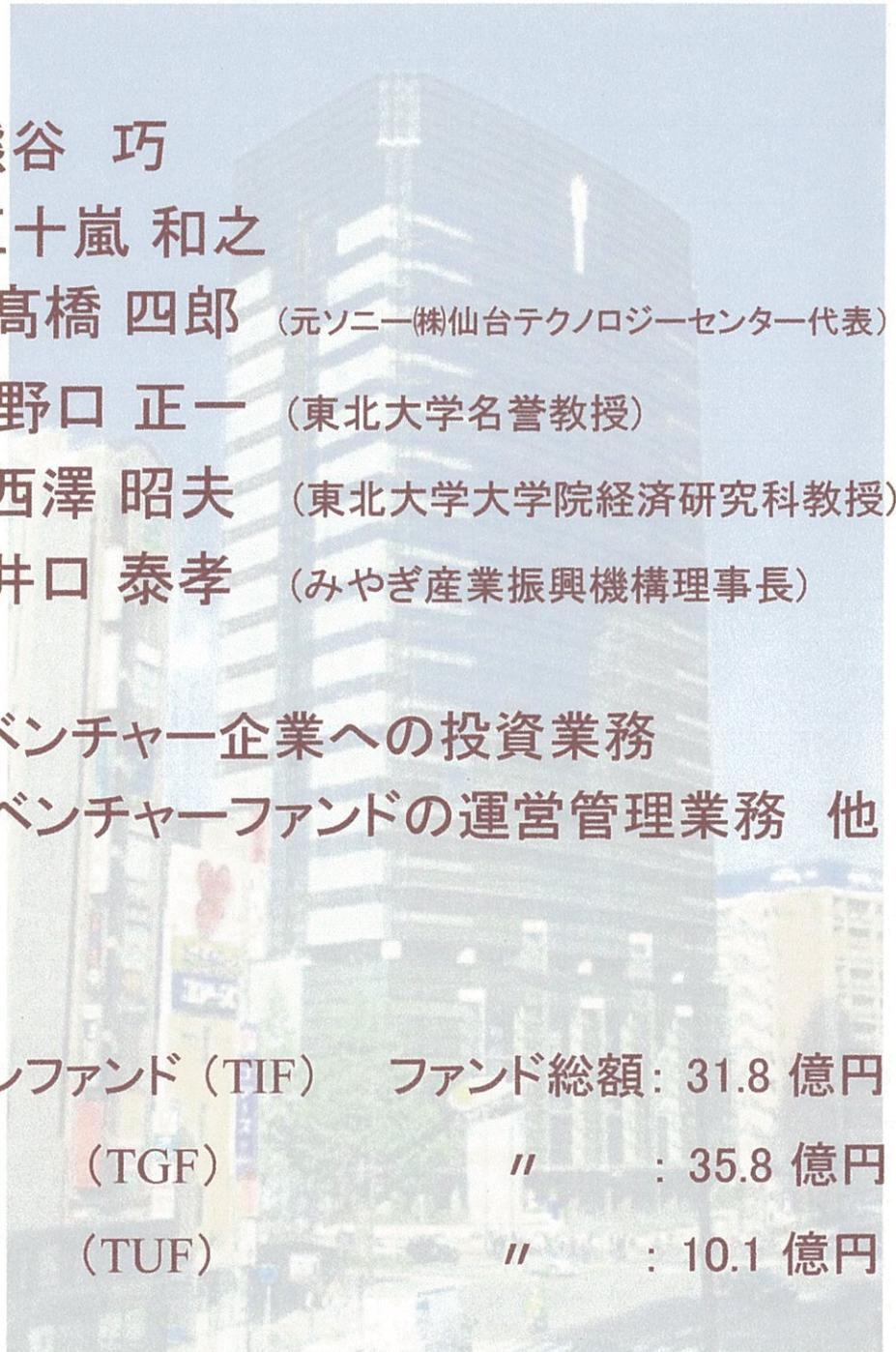
代表取締役社長	熊谷 巧
取締役副社長	五十嵐 和之
取締役	高橋 四郎 (元ソニー(株)仙台テクノロジーセンター代表)
	野口 正一 (東北大学名誉教授)
監査役	西澤 昭夫 (東北大学大学院経済研究科教授)
顧問	井口 泰孝 (みやぎ産業振興機構理事長)

■ 事業内容

ベンチャー企業への投資業務
ベンチャーファンドの運営管理業務 他

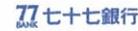
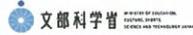
■ 運用するファンド

①東北インキュベーションファンド (TIF)	ファンド総額: 31.8 億円
②東北グロースファンド (TGF)	// : 35.8 億円
③TICC大学連携ファンド (TUF)	// : 10.1 億円



活力と創造性豊かな工業の発展

社団法人 みやぎ工業会



会社概要

- ☆ 名称：社団法人 みやぎ工業会
- ☆ 所在地：仙台市泉区明通二丁目2番地
宮城県産業技術総合センター内
- ☆ 設立：1986年12月[昭和61年]
- ☆ 会長：竹淵裕樹[東京エレクトロン宮城(株)会長]
- ☆ 会員数：421社 [正会員 : 356]
[賛助・特別会員 : 65]

設立目的

宮城県における工業
及び工業関連産業人が
業種、規模、地域を越えた交流と研鑽を
推進することにより、

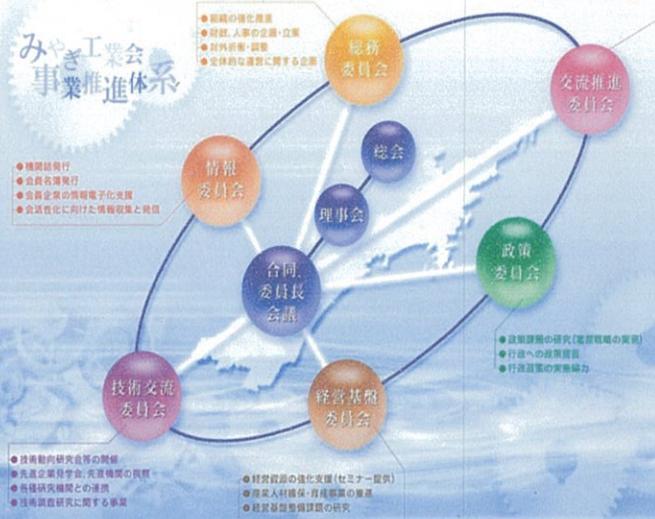
- 経営基盤の強化
- 技術の高度化
- 新しい市場の開拓

を図り、活力と創造性豊かな本県産業の
健全な発展に寄与する。

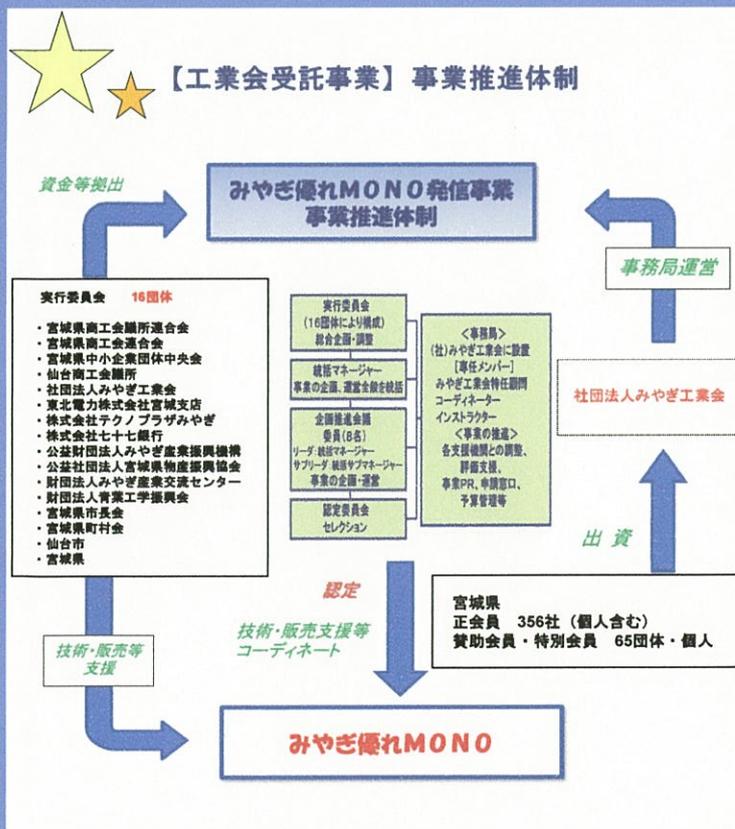
事業推進体系

果敢な挑戦を応援する — みやぎ工業会

みやぎ工業会は県内産業の活性化と発展に寄与することを目的としています。
時代の流れを的確に捉え社会的課題の解決に貢献し、会員企業の
業績向上に向けて各種事業を通じて応援します。



【工業会受託事業】事業推進体制



1212_みやぎ工業会_みやぎ優れMONO認定製品_改訂_B1

みやぎ優れMONO認定製品