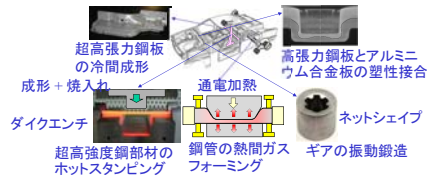


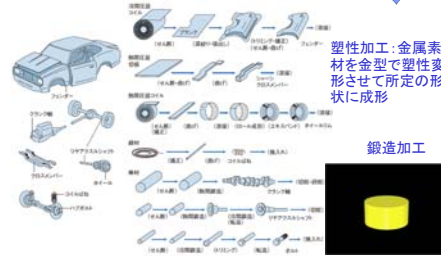
研究はきびしい、けど面白い

1系 森謙一郎

- 塑性加工の研究紹介
- 研究の効率化 — 研究の入口と出口 —



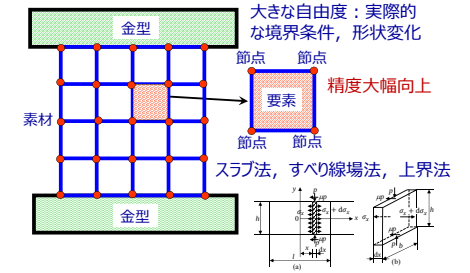
自動車部品の塑性加工



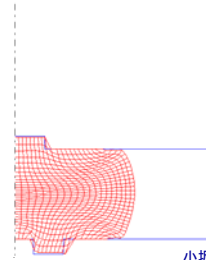
研究履歴

- 1980 ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
- 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工機大 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 - AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学 ニュラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 - 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法 1997: 豊橋技術科学大学
- 2000 ハードウェア開発: 自動車の軽量化
- ホイールの成形→板鍛造
 - チタン, マグネ, アルミの成形
 - 高強度鋼板の冷間プレス成形
 - 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 - 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング
- 2010

塑性変形をシミュレーションする有限要素法



剛塑性有限要素法による鍛造加工のシミュレーション



新しい有限要素法の開発: 圧縮特性剛塑性有限要素法, 大きな塑性変形をシミュレーション

小坂田大名誉教授

有限要素シミュレーションの適用事例

- 鍛造加工
軸対称鍛造, 3次元鍛造, 座屈, 割れ発生の予測, 温度分布
- 押出し・引抜き加工
軸対称変形, 3次元変形, 割れ発生の予測, 温度分布
- 板材成形
深絞り, 曲げ, 張出し, 3次元成形, 異方向性, 成形限界, 温度分布, 組織予測, クラッド材, ハイドロフォーミング
- 粉末成形
粉末鍛造, 圧粉成形, 焼結, 金属粉末射出成形
- 圧延加工
平面ひずみ圧延, 3次元圧延, 厚板圧延, エッジング圧延, 管材圧延, 孔型圧延, 組織予測
- 表面処理
ショットピーニング

有限要素シミュレーション産学連携例

- 1981年 エッジング圧延: 素材メーカー
- 1984年 管材の圧延: 素材メーカー
- 1986年 板材圧延における反り: 素材メーカー
- 1990年 管材の圧延: 素材メーカー
- 1991年 ロールの弾性変形を考慮した板圧延: 素材メーカー
- 厚板圧延における反り: 素材メーカー
- 1992年 ストリップキャスティング: 重工業メーカー
- ショットピーニング加工: 成形メーカー
- 1993年 金属粉末射出成形: 素材メーカー
- 1995年 鋼材の4ロール圧延: 重工業メーカー
- 1997年 型鍛造: 素材メーカー
- 引抜き加工: 素材メーカー
- 1998年 振動成形: 成形メーカー
- 管材の圧延: 素材メーカー
- 1999年 リングローリング: 機械メーカー
- スピニング加工: 成形メーカー
- 多段深絞り加工: 成形メーカー
- 2000年 粉末焼結: セラミック研究所

有限要素シミュレータの導入

素材
新日鐵, 日本鋼管, 住友金属, 川崎製鉄, 神戸製鋼所, 日立金属, 三菱製鋼, 山陽特殊鋼, 愛知製鋼, フジクラ, 古河アルミ, 東京製鋼, トビー工業, 新東工業, INAX, ファインセラミックスセンター

重工・機械
三菱重工, IHI, 住友重機, 川崎重工, 日立造船, コマツ, 栗本鐵工, 日本発条, 光洋精工, 日立工機, ゼクセル, ニチダイ, 三菱長崎機工, プリチストンメタルファ, 福井鉄螺, 野口製作所, 西島, 瀬川鉄工, 中央発條

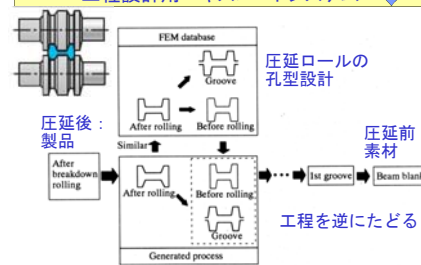
自動車
トヨタ, 日産, 三菱自動車, スズキ

電機
日立製作所, 三菱電機, 住友電気, エプソン

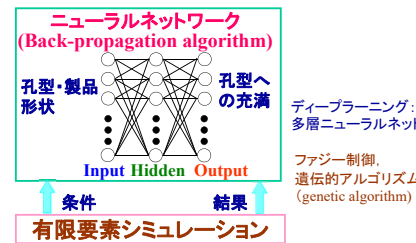
研究履歴

- 1980 ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
- 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工機大 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 - AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学 ニュラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 - 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法 1997: 豊橋技術科学大学
- 2000 ハードウェア開発: 自動車の軽量化
- ホイールの成形→板鍛造
 - チタン, マグネ, アルミの成形
 - 高強度鋼板の冷間プレス成形
 - 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 - 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング
- 2010

H形鋼孔型圧延の工程設計用エキスパートシステム



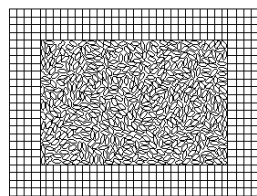
ニューラルネットワークと有限要素シミュレーションを用いた孔型圧延の工程設計



研究履歴

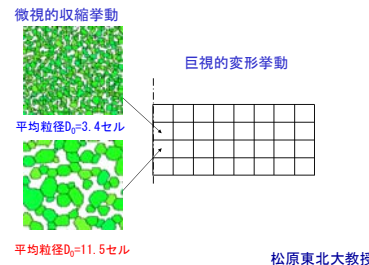
- 1980 ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
- 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工機大 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 - AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学 ニュラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 - 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法 1997: 豊橋技術科学大学
- 2000 ハードウェア開発: 自動車の軽量化
- ホイールの成形→板鍛造
 - チタン, マグネ, アルミの成形
 - 高強度鋼板の冷間プレス成形
 - 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 - 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング
- 2010

磁性材料の半溶融加工の結晶粒配向の個別要素シミュレーション



大津福井大教授

モンテカルロ法と有限要素法によるセラミックス圧粉体の焼結のシミュレーション

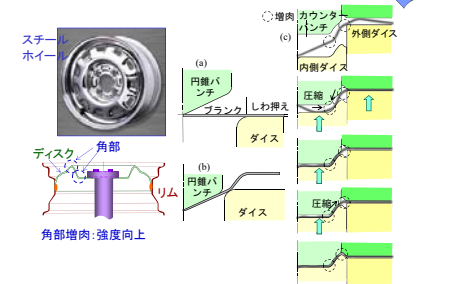


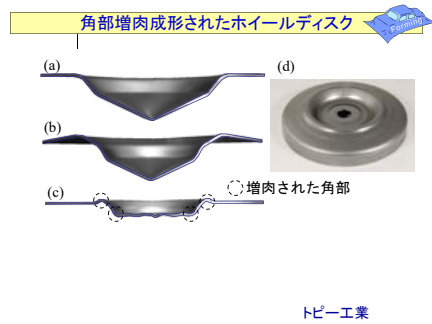
松原東北大教授

研究履歴

- 1980 ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
- 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工機大 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 - AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学 ニュラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 - 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法 1997: 豊橋技術科学大学
- 2000 ハードウェア開発: 自動車の軽量化
- ホイールの成形→板鍛造
 - チタン, マグネ, アルミの成形
 - 高強度鋼板の冷間プレス成形
 - 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 - 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング
- 2010

ホイールディスクの角部増肉成形





研究履歴

ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
 ● 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工繊大
 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 ● AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学
 ニューラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 ● 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法
 1997: 豊橋技術科学大学

ハードウェア開発: 自動車の軽量化
 ● ホイールの成形→板鍛造
 ● チタン, マグネ, アルミの成形
 ● 高強度鋼板の冷間プレス成形
 ● 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 ● 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング

1980
1990
2000
2010

大気酸化皮膜とアルミ青銅ダイスを用いた焼付き性の高い純チタン板の冷間多段深絞り加工

焼付き発生
ダイスR部
焼付いたダイス
焼付いた容器

アルミ青銅ダイス: 高い耐焼付き性, 摩耗量の増加

1段 2段 3段 4段 5段 6段 7段 8段 9段 10段

野口製作所

マグネシウム合金角筒容器の2段成形

プランク
しわ押え
パンチ
ダイス
容器
外側パンチ
内側パンチ
コンテナ

(a) 1段目 (b) 2段目

研究履歴

ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
 ● 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工繊大
 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 ● AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学
 ニューラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 ● 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法
 1997: 豊橋技術科学大学

ハードウェア開発: 自動車の軽量化
 ● ホイールの成形→板鍛造
 ● チタン, マグネ, アルミの成形
 ● 高強度鋼板の冷間プレス成形
 ● 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 ● 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング

1980
1990
2000
2010

超高張力鋼板の冷間プレスから成形される軽量化と衝突安全性向の自動車骨格部材

日産 インフィニティ: 1180MPa
 マツダ Mazda3: 980MPa 8%, 1180MPa 17%, 1310MPa 5%, 1500MPa(ホットスタンピング) 6%

スズキ ラパン

高張力鋼板の冷間成形における問題点

SPCC, 440, 590, 780, 980, 1180MPa
 ---パンチ形状
 低い延性

大きなスプリングバック
 低い金型寿命
 焼付き
 かけ

V曲げの変形挙動

(a) SPCC (b) SPFC980Y

$v=24\text{mm/s}$, $f=0\%$, $T=0.5s$

部分逐次接触パンチによる伸びフランジ成形性の向上

(a) 平坦パンチ (b) 逐次接触パンチ

引張集中
引張低減

傾斜角度10°
傾斜角度45°

実験における部分逐次接触パンチによる最大製品高さの向上

平坦
逐次接触 (a) JSC980Y
平坦
逐次接触 (b) JSC1180Y

1180MPa級超高張力鋼板の深絞り加工における表面処理による焼付き防止

観察位置
ダイス
R部
焼付き
焼付き

(a) コーティングなし (b) TiN(CVD)
(c) TiN(PVD) (d) VC(TD)

5mm
安部准教授

研究履歴

ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
 ● 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工繊大
 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 ● AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学
 ニューラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 ● 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法
 1997: 豊橋技術科学大学

ハードウェア開発: 自動車の軽量化
 ● ホイールの成形→板鍛造
 ● チタン, マグネ, アルミの成形
 ● 高強度鋼板の冷間プレス成形
 ● 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 ● 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング

1980
1990
2000
2010

高強度鋼部材を製造するホットスタンピング

鋼板
加熱
プレス成形
ダイクエンチング
後加工

下死点保持: 高強度化(1.5GMPa)
レーザーでトリミング

パサート: 骨格部材の17% (2006年)
ゴルフ: 骨格部材の28% (2012年, 23kgの軽量化)

連続通電加熱ホットスタンピング

板材搬送
通電加熱
成形+ダイクエンチ
材料取出し

連続通電加熱ホットスタンピング

板材搬送
通電加熱
成形+ダイクエンチ
材料取出し

前野横浜国大准教授

研究履歴

ソフトウェア開発: コンピュータの急速な発達 神戸大学, 京都大学
 ● 剛塑性有限要素法の定式化, 1979: 京都工繊大
 鍛造, 圧延, 押出し, 引抜き, 板成形などへの応用
 ● AI: エキスパートシステム, ファジー制御, 1990: 大阪大学
 ニューラルネットワーク, 遺伝的アルゴリズム
 ● 微視的解析: 微視的有限要素法, 個別要素法, モンテカルロ法
 1997: 豊橋技術科学大学

ハードウェア開発: 自動車の軽量化
 ● ホイールの成形→板鍛造
 ● チタン, マグネ, アルミの成形
 ● 高強度鋼板の冷間プレス成形
 ● 超高強度鋼部材のホットスタンピング
 ● 塑性接合: セルフピアシングリベット, メカニカルクリンチング

1980
1990
2000
2010

セルフピアシングリベットによる板材の接合

板押え リベット(鋼)

ダイス

＜工法のメリット＞
板にSPRを打込み、機械的に結合
穴あけ不要
溶接の難しい材料の締結
異種材料の締結

SPFC980
AS052

ダイス形状の最適化

セルフピアスリベッティングによる3枚以上の接合

SPFC980
SPCC
アルミ

ルーフ:アルミ、鋼板
パネル:アルミ、鋼板

リベット
補強材:高張力鋼板

安部准教授

研究はきびしい、だけど面白い

1系 森謙一郎

- 塑性加工の研究紹介
- 研究の効率化 ー研究の入口と出口ー

超高張力鋼板の冷間成形
成形+焼入れ
ダイクエンチ
超高強度鋼部材のホットスタンピング

通電加熱
鋼管の熱間ガスフォーミング

高張力鋼板とアルミニウム合金板の塑性接合
ネットシェイプ
ギアの振動鍛造

研究活動のプロセス

- 1) 入口（選択）：研究テーマの設定、目的、アイデア、オリジナリティ
- 2) 実施：計画、実行、結果、考察、修正
- 3) 出口（評価）：発表（国内学会、国際会議）、論文、特許、製品

入口は研究の価値を決める

組織のマネジメント

Peter F. Drucker (1909-2005年)：経営学者，“Management”

役割:使命を果たす、人を生かす、社会に貢献

質の高い研究、学生・研究者・技術者の能力発揮と人材育成、社会に役立つ研究

目的:顧客の創造;研究者、技術者、学生、消費者の満足

「何を売りたい」のではなく、「何を買いたい」;「何を研究したい」のではなく、「何を研究して欲しいか」

- 1) Marketing：顕在化している顧客の欲求の満足
- 2) Innovation：新しい満足の提供

自動車における環境対策技術

動力源
EV, PHV, HV

エンジン
ターボチャージャー、熱効率向上、可変バルブタイミング、摩擦低減

空気抵抗
ボディ形状

車体重量低減
車体構造
軽量材料:高張力鋼板、アルミ、マグネ、CFRP、樹脂

100kg減少:
1km/燃費向上

駆動系
CVT、摩擦低減、AT多段化、アイドリングストップ

転がり抵抗
タイヤ表面パターン

高張力鋼板:100円、アルミ:800円、マグネ:6000円、CFRP: 2000円 (1kgあたりの価格)

現状のホットスタンピングの問題点

大型設備、低い生産性

大きな炉
長時間加熱

油圧プレス

長時間保持

加熱炉

成形

ダイクエンチング

通電加熱ホットスタンピング

20-50mの加熱炉がなくなる

研究テーマの設定

- Marketing：研究対象、目的、目標
- Innovation：オリジナリティ、アイデア

情報収集
考え続ける
ディスカッション
時間を作る

科研費は次年度テーマ設定に重要

企業との共同研究の意義

外部資金：研究費、高額な装置の購入

情報の獲得：ホット情報、Marketing, Innovationに重要

物的サポート：研究材料、金型、研究装置

人的サポート：研究者、ディスカッション

依頼されるために:研究遂行能力、面白い研究、学会活動、論文、ホームページ、卒業生

研究費獲得:集中度向上、上役の承認
内容:新しい研究・開発、データ収集のみは避ける
発表制限:学生の研究の障害

研究活動のプロセス

- 1) 入口（選択）：研究テーマの設定、目的、アイデア、オリジナリティ
- 2) 実施：計画、実行、結果、考察、修正
- 3) 出口（評価）：発表（国内学会、国際会議）、論文、特許、製品

出口は研究の評価を決める

外部資金を考える

企業
企画案
案の採択:社内研究・開発実施
製造
販売

大学
企画案
案の採択:外部資金
研究・開発実施
研究結果

結果が出ていない

情報発信:論文、発表、特許、製品

製品:利益、売上げ

外部資金:研究費、研究の入口、最終評価ではない
効率的な獲得:成果とのバランス
研究費が少なくても良い研究はできる

論文の国際的評価

電子ジャーナル

ScienceDirect:エルセビア
SpringerLink:シュプリンガー
J-stage:日本語学会誌

電子化:論文間の関係(参考文献), 2000年以來

引用文献データベース
Web of Science:トムソン・ロイター、国際誌、有料
Scopus:エルセビア、国際誌+国際会議論文集、有料、大学ランキングで使用
Google Scholar:グーグル、国際誌+国際会議論文集+日本語学会誌、無料

Citation:被引用数(他の論文で参考文献として引用された数)
Impact Factor:ある雑誌に過去2年間に掲載された論文の被引用数/論文数、論文の評価ではなく雑誌の評価

大学ランキング

世界大学ランキング THE (Times Higher Education)の評価

- Teaching:教育・学習環境 (30%)
- International Outlook:国際的な見通し教授陣と学生の質 (7.5%)
- Industry Income:産業へ与える利益・革新性 (2.5%)
- Research:研究・ポリューム/収益性/評価 (30%)
- Citations:論文の引用度合 (30%)

豊橋技術科学大学

	Ranking	Teaching (30%)	International outlook (7.5%)	Industry income (2.5%)	Research (30%)	Citations (30%)
2016	601-800	22.0	25.4	50.3	18.9	15.8
2017	601-800	22.3	24.7	47.7	17.2	16.8
2018	801-1000	21.1	24.2	46.1	16.7	16.1
2019	801-1000	20.4	25.3	47.2	17.6	17.7
USM	601-800	35.6	50.7	43.2	22.4	18.8

USM: University Sains Malaysia

日本のCitation

日本経済新聞、2015年10月19日、本庶佑教授 Citationの重要性、日本のCitation数が少ない

知の創造 環境整備を

研究力を評価するh-index

Citationの多い順番で並べた曲線

h-index: a

- Citation数だけ、または論文数だけでは評価されない。
- 高いCitation数を有する論文が多くないと評価されない。
- h-indexに入る論文: 代表的な論文

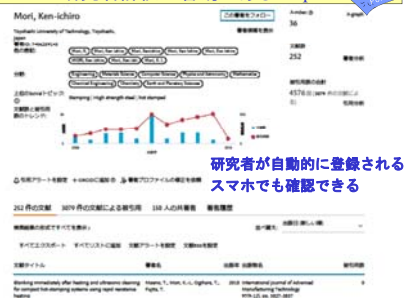
Scopusにおける本庶佑教授のcitation数

Citation数:62228
h-index:124

ノーベル賞、朝日新聞

研究の量:論文数、Impact Factor
↓
研究の質: Citation数、h-index

研究者評価が容易であるScopus



Citationを考える

Citation: 論文引用数

研究者数, 論文数, 関係研究が多い

英語論文: 国際的な情報発信

グローバルな研究: 日本の研究と傾向が違う場合がある

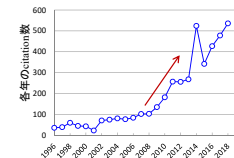
基礎的な研究: 引用されやすい, 力学, 材料

Review paper: 解説論文, 引用されやすい

先導する研究

先導する研究

- オリジナリティの高い研究: Innovation
 - 分野を牽引する研究: 活発になる直前の研究, Marketing
 - 近い将来注目される分野: 新しい材料, 技術, 装置
- 超高張力鋼板, ホットスタンピング, 機械的接合, サーボプレス



K. Mori
Citation数: 4582
h-index: 36

Journal paper (英語雑誌論文)

内容: 新しい知見・方法, オリジナリティが重要

文章: 簡潔に, 分かりやすく

図, 表: きれいに, 丁寧に

読んで面白く(興味を引く): 得られた結果だけでは十分でない,

アイデア・オリジナリティを明確に(図を使う)

時間を作る: 最低2週間, 時間を集中させる

Self citation: 自分の論文の宣伝

採択されない論文: 日本の学会誌とは異なる, 斬新な論文は

採択されにくい, reviewerは2, 3人, 他のjournalに投稿

低価格な研究

- コモディティ化: 機器の価格と機能は比例しない
- 低価格な機器: 購入が容易, 研究者の増加, 新興国の研究者

- Amazon購入: 低価格で高機能な機器

- 3Dプリンター(2014年で35 citations), 映像機器, ドローン, レーザー, VR, センサー



研究活動のプロセス

- 1) 入口(選択): 研究テーマの設定, 目的, アイデア, オリジナリティ
- 2) 実施: 計画, 実行, 結果, 考察, 修正
- 3) 出口(評価): 発表(国内学会, 国際会議), 論文, 特許, 製品

研究の入口と出口に時間を使ってください

論文として研究をまとめてください

研究者として

一発当てる研究

研究テーマ選定: MarketingとInnovation

論文: Master paper (引用される論文)

剛塑性有限要素法, ホットスタンピング,

高張力鋼板の成形, 塑性接合



本日のテーマ

「研究はきびしい, だけど面白い」

- 43年間研究に追われ続けてきた

- 未知の課題に挑戦, スタッフ・学生・技術者とのディスカッション, アイデアの創出, 考えつかない結果, 質の高い論文の執筆

恩師

大阪大学名誉教授 小坂田宏造先生

研究の入口, 出口ではお世話になりました

- 役に立つ研究をする: Marketing
- 面白い研究をする: Innovation
- 英語で論文を書く: Citation

MIC



企業

東亜工業(株), (株)アミノ, スズキ(株), ポップリベット・ファスナー(株), (株)ベルソニカ, 三菱重工(株), アイシン精機(株), シロキ工業(株), トヨタ紡織(株), (株)東海理化電機製作所, トピー工業(株), 住友金属工業(株), (株)吉増製作所, アイシン高丘(株), 大同特殊鋼(株), 武蔵精密工業(株), ユニプレス(株), ダイジェット工業(株), 日本工作油(株), 八千代工業(株), 昭和電工(株), ジャイトコ(株), (株)丸武部品, コマツ産機(株), 日新製鋼(株), 住友軽金属工業(株), (株)INAX, (株)ファインセラミックスセンター, サンコール(株), 西島(株), (株)野口製作所

情報, 資金, 材料, 金型などのご支援

今後の活動

- 特任教授: 2年間, 研究, フルタイム, 外部資金
- NEDO(ISMA)からの研究委託: 超高張力鋼板の遅れ破壊
- 科学研究費: ホットスタンピング(基盤(B))
- 共同研究: ホットスタンピング, 高張力鋼板のプレス成形, 塑性接合など
- 授業(常勤): 生産加工学(3年), 塑性加工学(4年)

スタッフ, 学生, 教職員

- 牧清二郎三重大名誉教授, 原田泰典兵庫県立大教授
- 安部洋平准教授, 前野智美横浜国大准教授
- 塑性加工, 極限成形システム研究室の学生
- 旧2系, 新1系教員, 職員



海岸での夏のバーベキュー

お礼

長い間ご支援ありがとうございます。