

# 銅と銅合金

第48巻1号 2009年

## 目次

### [招待講演]

銅及び銅合金の医療環境への応用の可能性を求めて.....	1
北里大学 医学部 皮膚科学	助教・医師 新山 奈々子
北里大学 医学部 微生物・寄生虫学	講師・医学博士 笹原 武志
三井化学株式会社 マテリアルサイエンス研究所	主席 研究員 間瀬 比呂志

### [特別講演]

環境に優しい快削黄銅材の開発動向と今後の展望(鉛レス快削性、耐脱亜鉛腐食性) .....	6
サンエツ金属株式会社	常務取締役 上坂 美治

### [研究論文]

#### 《溶解鑄造》

高温レーザー顕微鏡によるCu-Fe系合金の2液相現象の直接観察 .....	12
株式会社神戸製鋼所 アルミ・銅カンパニー 長府製造所 銅板工場 銅板研究室 室	長 三輪 洋介
株式会社神戸製鋼所 アルミ・銅カンパニー 長府製造所 銅板工場 銅板技術室 係	長 大迫 淳一
株式会社神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 精錬凝固研究室 研究員・博士(工学)	堀口 元宏
SCR連続鑄造における熱移動解析 .....	16
古河電気工業株式会社 研究開発本部 メタル総合研究所	高澤 司
古河電気工業株式会社 研究開発本部 メタル総合研究所	主席 研究員 吉田 浩一
古河電気工業株式会社 エネルギー事業部 銅線製造部	グループリーダー 阿部 俊郎
古河電気工業株式会社 エネルギー事業部 銅線製造部	富松 修司

#### 《金属組織》

高強度銅Cu-Sn-Pビレット内柱状晶における動的再結晶挙動 .....	21
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	主任 研究員 渡辺 雅人
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	研究員 白井 崇
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	担当 部長 石橋 明彦
電気通信大学 知能機械工学科	准教授・工学博士 三浦 博己
黄銅の圧延による変形双晶導入とその静的再結晶挙動に及ぼす影響 .....	27
電気通信大学 知能機械工学科	准教授・工学博士 三浦 博己
電気通信大学 知能機械工学科	大学院 生 鮭川 英幸
電気通信大学 知能機械工学科	教授・工学博士 酒井 拓
三井金属鉱業株式会社 圧延加工事業部	技術顧問・工学博士 山口 洋
三井金属鉱業株式会社 圧延加工事業部	伸銅品商品開発担当部長 山崎 周一
三井金属鉱業株式会社 圧延加工事業部	生産技術部長 神林 浩一
連続再結晶を利用した銅合金の超微細化.....	34
電気通信大学 知能機械工学科	准教授・工学博士 三浦 博己
電気通信大学 知能機械工学科	教授・工学博士 酒井 拓

引き上げ法により育成した銅結晶および銅希薄合金結晶に形成された空洞の形態および分布	39
秋田大学 鉱業博物館	研究員・博士(工学) 今清水 雄 二
秋田大学	名誉教授・理学博士 渡 辺 慈 朗
fcc金属の再結晶機構等への応用とMPG理論への考察	45
帝京大学 理工学部長	教授・工学博士 増 井 浩 昭
Cu-Co合金中のCo微粒子析出過程における外部印加磁場の影響	51
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 和 田 直 也
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 鶴 田 洋 平
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 村 松 鉄 平
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 野 口 祐 太
横浜国立大学 大学院 工学府	准教授・工学博士 竹 田 真 帆 人
等温時効温度の違いによるCu-Fe系合金のナノ粒子析出と磁気特性の関係	56
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 野 口 祐 太
横浜国立大学 大学院 工学府	准教授・工学博士 竹 田 真 帆 人
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 和 田 直 也
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 村 松 鉄 平
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 鶴 田 陽 平
Cu-Ni-Si系合金の曲げ加工性に及ぼす金属組織の影響	61
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所 第一研究部	研 究 員 金 子 洋
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所 第一研究部	研究員・工学博士 廣 瀬 清 慈
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所 第一研究部	グループマネージャー 江 口 立 彦
古河電気工業株式会社 金属カンパニー 日光伸銅工場 製造部	課 員 田 中 信 行
コルソン系銅合金における曲げ割れ発生と組織の関係	66
茨城大学 工学部 機械工学科	教授・工学博士 伊 藤 吾 朗
茨城大学 工学部 機械工学科	学 生 中野目 智 則
日立電線株式会社 技術研究所 金属材料研究部	アシスタントマネージャー 山 本 佳 紀
茨城大学 大学院 理工学研究科 機械工学専攻	大 学 院 生 八 品 順 平
Cu-Al二元合金におけるマルテンサイトの相変化と安定性	70
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 中 山 皓 太
横浜国立大学 大学院 工学府	准教授・工学博士 竹 田 真 帆 人
横浜国立大学 大学院 工学府	大 学 院 生 橋 本 匡 史
<b>《金属組織、物性、材料開発》</b>	
焼入れ直後および焼鈍し初期段階におけるβ単相60/40Cu-Zn合金のHRTEM観察	75
富山大学 大学院 理工学研究部	教授・博士(工学) 松 田 健 二
富山大学 大学院 理工学教育部	大 学 院 生 西 山 正 明
富山大学 大学院 理工学研究部	助手・修士(工学) 川 畑 常 真
富山県立大学 工学部	准教授・工学博士 上 谷 保 裕
富山大学 大学院 理工学研究部	教授・工学博士 池 野 進
コンビナトリアル法による高強度・高導電性銅合金の探索	81
東北大学 多元物質科学研究所	教授・工学博士 貝 沼 亮 介
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	大 学 院 生 田 村 浩 一
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	大 学 院 生 宮 本 隆 史
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	准教授・博士(工学) 大 沼 郁 雄
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	教授・工学博士 石 田 清 仁

重水素雰囲気中で時効したCu-3at. % Ti合金の組織および硬さ・導電性に及ぼす時効温度の影響	86
大阪府立大学 大学院 工学研究科	助教・博士(工学) 千 星 聡
大阪府立大学 大学院 工学研究科	大 学 院 生 西 田 智 哉
大阪府立大学 大学院 工学研究科	教 授 沼 倉 宏
ゲッティンゲン大学 材料物理研究所	P h . D Tallat Al-Kassab
ゲッティンゲン大学 材料物理研究所	教 授 Reiner Kirchheim
SPSによるCu <sub>p</sub> /TiO <sub>2-x</sub> 複合熱電材料の作製と特性評価	92
千葉大学 大学院 工学研究科	准教授・工学博士 魯 云
千葉県産業支援技術研究所	研 究 員 吉 田 浩 之
千葉大学 大学院 工学研究科	教授・工学博士 廣 橋 光 治
<b>《材料開発》</b>	
熱分解法により作製されたロータス銅の気孔形成に及ぼすTiH <sub>2</sub> 添加方法および添加量の影響	96
大阪大学 大学院 工学研究科	特任助教・博士(工学) 井 手 拓 哉
大阪大学 産業科学研究所	教授・工学博士 中 嶋 英 雄
高強度銅管のマフラー強度特性について	100
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	主 任 研 究 員 渡 辺 雅 人
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	研 究 員 白 井 崇
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	担 当 部 長 石 橋 明 彦
Cu-Ni-P時効硬化合金の高加工と回復処理を利用した高強度化	106
三井金属鉱業株式会社 圧延加工事業部	技術顧問・工学博士 山 口 洋
PTFE-Cu, PTFE-Ni, PE-TiO <sub>2</sub> 系におけるメカニカルミリング反応	113
ヤマザキ動物看護短期大学 専攻科	教授・理学博士 石 田 恒 雄
<b>《塑性加工》</b>	
銅系形状記憶合金の伸線加工と易解体ねじへの応用	118
東海大学 工学部	教授・工学博士 吉 田 一 也
東海大学 工学部	学 部 生 菊 地 駿 一
東海大学 大学院	大 学 院 生 江 間 章 人
	[現：NTN 株式会社]
Cu-Be-CoおよびCu-Sn-P系の集合組織および曲げ成形性に及ぼす異周速圧延効果と工業的利用の検討	123
日本ガイシ株式会社 金属事業部 開発部	マネージャー 村 松 尚 国
日本ガイシ株式会社 金属事業部 開発部	竹 内 亮 太
日本ガイシ株式会社 金属事業部 開発部	山 上 直 樹
大阪大学 大学院 工学研究科	准教授・工学博士 左 海 哲 夫
大阪大学 大学院 工学研究科	准教授・工学博士 宇 都 宮 裕
<b>《機械的性質》</b>	
集合組織制御によるCu-Ni-Si系合金の曲げ加工性向上	129
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	主任研究員・工学博士 高 維 林
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	主 任 研 究 員 須 田 久
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	課 長 成 枝 宏 人
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	所 長 ・ 工 学 博 士 菅 原 章
Cu-Ni-Si及びCu-Ni-Be系合金の機械的特性	135
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	大 学 院 生 下 平 圭 太
金沢大学 大学院 自然科学研究科 システム創成科学専攻	准教授・博士(工学) 渡 邊 千 尋

金沢大学 大学院 自然科学研究科 システム創成科学専攻	教授・工学博士	門 前 亮 一	
名古屋工業大学 大学院 工学研究科 おもひ領域	准教授・博士(工学)	佐 藤 尚	
名古屋工業大学 大学院 工学研究科 おもひ領域	教授・工学博士	渡 辺 義 見	
<b>Cu-Ni-Si及びCu-Ni-Be系合金の応力緩和特性</b> .....			140
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	大 学 院 生	下 平 圭 太	
金沢大学 工学部 機能機械工学科	学 部 生	田 邊 直 輝	
金沢大学 大学院 自然科学研究科 システム創成科学専攻	准教授・博士(工学)	渡 邊 千 尋	
金沢大学 大学院 自然科学研究科 システム創成科学専攻	教授・工学博士	門 前 亮 一	
<b>ばね・コネクタ用Cu-Ni-Sn-P合金の高強度化と異方性の活用</b> .....			144
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	主任研究員・博士(工学)	青 山 智 胤	
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所		木 村 崇	
DOWAメタル株式会社 技術部		野 中 勉	
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	主 任 研 究 員	須 田 久	
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	課 長	成 枝 宏 人	
DOWAメタルテック株式会社 金属材料研究所	所長・工学博士	菅 原 章	
<b>高強度銅管「HRSC<sup>®</sup>」の耐圧特性</b> .....			149
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	研 究 員	須 崎 孝 一	
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	フェロー・工学博士	大 石 恵一郎	
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	グループリーダー	外 蘭 孝	
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	サブリーダー	田 中 真 次	
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	研 究 員	畑 克 彦	
<b>《腐食防食》</b>			
<b>シリカ、硫酸、塩化物、重炭酸イオンを含む人工淡水中での銅管の長期浸漬試験</b> .....			154
室蘭工業大学 機械システム工学科	講師・工学博士	境 昌 宏	
室蘭工業大学 機械システム工学科	教授・工学博士	世 利 修 美	
<b>銅管の加速浸漬試験による I 型孔食発生機構の検討</b> .....			159
兵庫県立大学 大学院 工学研究科 機械系工学専攻	准教授・工学博士	花 木 聡	
兵庫県立大学 大学院 工学研究科 機械系工学専攻	大 学 院 生	川 端 章 功	
兵庫県立大学 大学院 工学研究科 機械系工学専攻	教授・工学博士	内 田 仁	
株式会社神戸製鋼所 材料研究所	研究首席・工学博士	中 山 武 典	
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場	研 究 員	細 木 哲 郎	
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場	部 長	石 橋 明 彦	
<b>給湯用銅管の潰食現象に及ぼすマイクロバブルの影響</b> .....			165
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主 任 研 究 員	鈴 木 忍	
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主任研究員・工学博士	山 田 豊	
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主 任 研 究 員	河 野 浩 三	
<b>循環式給湯配管システムにおける溶存気体の挙動と銅管の潰食防止に関する研究</b> .....			171
株式会社竹中工務店 技術研究所	主任研究員・博士(工学)	山 手 利 博	
株式会社竹中工務店 大阪本店 設備部	部 長	大久保 泰 和	
株式会社竹中工務店 東京本店 設備部	部 長 付	表 幸 雄	
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主任研究員・博士(工学)	山 田 豊	
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主 任 研 究 員	河 野 浩 三	
<b>給湯銅管のエロージョン・コロージョンの要因の考察 ー特にキャビテーションについてー</b> .....			176
住友軽金属工業株式会社	名誉相談役・工学博士	佐 藤 史 郎	

《腐食防食、評価技術》

チャンネルフロー電極法を用いたCu-Sn合金のアノード溶解の検討 .....	183
東京理科大学 理工学部 工業化学科	教授・工学博士 板垣 昌幸
東京理科大学 理工学部 工業化学科	大学院生 牛田 諭志
東京理科大学 理工学部 工業化学科	助教・博士(工学) 四反田 功
東京理科大学 理工学部 工業化学科	教授・理学博士 渡辺 邦洋
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	研究員 細木 哲郎
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部 研究室	主任研究員 渡辺 雅人

《伝熱》

水平内面溝付細管内の单相乱流熱伝達および圧力損失 .....	188
東京海洋大学 海洋工学部 海洋電子機械工学科	准教授・工学博士 井上 順広
東京海洋大学 大学院 海洋科学技術研究科 海洋システム工学専攻	大学院生 青野 亜良
東京海洋大学 海洋工学部 海洋電子機械工学科	教授・工学博士 五島 正雄
住友軽金属工業株式会社 研究開発センター	主任研究員・工学博士 佐々木 直栄
エコキュート用銅管内面への炭酸カルシウム付着性 .....	196
株式会社神戸製鋼所 材料研究所	主任研究員 柳澤 佳寿美
株式会社神戸製鋼所 材料研究所	主任研究員・Ph.D 大脇 武史
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部	研究員 細木 哲郎
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部	研究員 白井 崇
株式会社コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術部	部長 石橋 明彦
CO <sub>2</sub> 冷媒の超臨界域における管内冷却伝熱促進に関する実験的研究 .....	200
日立電線株式会社 高機能材料事業本部 伸銅事業部 開発部	堀口 賢
日立電線株式会社 高機能材料事業本部 伸銅事業部 技術部	技師 小林 隆一
日立電線株式会社 高機能材料事業本部 伸銅事業部 製管部	技師 川埜 衆
日立電線株式会社 高機能材料事業本部 伸銅事業部 技術部	主任技師 法福 守
内面溝付管による二酸化炭素冷媒の冷却熱伝達促進 .....	204
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所	研究員 穀田 薫
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所	主査 釣 弘太郎
古河電気工業株式会社 メタル総合研究所	研究員 肥後 孝児
PAGオイルを含むCO <sub>2</sub> の水平内面溝付管内における蒸発熱伝達予測式の検討 .....	209
福岡大学	准教授・工学博士 高 雷
福岡大学 大学院	大学院生 松坂 幸雄
福岡大学 大学院	大学院生 佐藤 団
福岡大学	教授・工学博士 本田 知宏

《表面》

錫めっき付き銅合金材の耐熱剥離性に及ぼす母材表面性状の影響 .....	215
株式会社神戸製鋼所 アルミ・銅カンパニー 長府製造所 銅板工場 銅板研究室	主任研究員 真砂 靖
株式会社神戸製鋼所 アルミ・銅カンパニー 長府製造所 銅板工場 銅板研究室	研究員 橋本 大輔
神鋼リードミック株式会社 生産・技術本部 品質技術部 技術室 技術開発グループ	グループ長 西村 昌泰
Sn/Ag多層めっきの耐微摺動磨耗性及びそのメカニズム .....	219
三菱伸銅株式会社 若松製作所 開発部	主任研究員・工学博士 褚 松竹
三菱伸銅株式会社 若松製作所 開発部	技師補 沖田 孝宏
三菱伸銅株式会社 若松製作所 開発部	部長・工学博士 櫻井 健
三菱伸銅株式会社 開発センター	センター長付・工学博士 熊谷 淳一

PCVD法で銅合金に形成したDLC膜の電気抵抗率 .....	225
関西大学 大学院 工学研究科 ライフ・マテリアルデザイン専攻	大 学 院 生 湯 浅 英 樹
関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科	教 授 ・ 工 学 博 士 杉 本 隆 史

《接合、疲労》

純銅の摩擦攪拌接合継手の組織と強度特性 .....	229
---------------------------	-----

金沢大学 理工研究域	助 手 ・ 博 士 ( 工 学 ) 北 和 久
金沢大学 大学院 自然科学研究科	大 学 院 生 浜 田 健
金沢大学 理工研究域	教 授 ・ 工 学 博 士 北 川 和 夫

Sn-Cu系鉛フリーはんだと銅との接合界面組織と機械的性質に及ぼす直流通電の影響 .....	235
--	-----

関西大学 大学院 工学研究科 ライフ・マテリアルデザイン専攻	大 学 院 生 小 見 山 慎 二
関西大学 化学生命工学部	専 任 講 師 ・ 工 学 博 士 上 田 正 人
関西大学 化学生命工学部	教 授 ・ 工 学 博 士 池 田 勝 彦
株式会社日本スベリア社	末 永 将 一
株式会社日本スベリア社	西 村 哲 郎

ARB加工法により強ひずみ加工したCu-Cr-Zr合金の微視組織と疲労き裂進展挙動 .....	239
---	-----

金沢大学 理工研究域	助 手 ・ 博 士 ( 工 学 ) 北 和 久
金沢大学 大学院 自然科学研究科	大 学 院 生 鈴 木 大 介
金沢大学 理工研究域	教 授 ・ 工 学 博 士 北 川 和 夫
京都大学 大学院 工学研究科	助 教 ・ 博 士 ( 工 学 ) 寺 田 大 将
京都大学 大学院 工学研究科	教 授 ・ 博 士 ( 工 学 ) 辻 伸 泰

64黄銅における疲労き裂進展速度遷移点および板厚条件によるき裂先端開口変位式の導出 .....	245
---	-----

東海大学 工学部	教 授 ・ 工 学 博 士 林 守 仁
----------	---------------------

《熱処理、評価技術》

高Ni+Si銅合金の機械的性質に与える熱処理条件及び前冷間加工の影響 .....	249
--	-----

三芳合金工業株式会社 製品開発課	萩 野 源 次 郎
三芳合金工業株式会社 製品開発課	江 口 逸 夫
三芳合金工業株式会社 製品開発課	新 井 真 人
三芳合金工業株式会社 製品開発課	蔵 本 繁
宇都宮大学 大学院 工学研究科	准 教 授 ・ 工 学 博 士 高 山 善 匡
宇都宮大学 大学院 工学研究科	教 授 ・ 工 学 博 士 加 藤 一

X線構造解析法を用いたCu-Ti合金におけるナノ析出物形成過程の追跡 .....	254
--	-----

東北大学 金属材料研究所	助 教 ・ 工 学 博 士 佐 藤 成 男
株式会社日産アーク 研究部	研 究 員 高 橋 洋 平
株式会社日産アーク 研究部	研 究 員 真 田 貴 志
東北大学 金属材料研究所	教 授 ・ 工 学 博 士 我 妻 和 明
東北大学 多元物質科学研究所	教 授 ・ 工 学 博 士 鈴 木 茂

引張り負荷を受ける多結晶純銅および純ニッケル試験片における結晶粒毎の塑性ひずみと回転の分布 .....	259
---	-----

岡山大学 大学院 自然科学研究科 産業創成工学専攻	教 授 ・ 博 士 ( 工 学 ) 多 田 直 哉
岡山大学 大学院 自然科学研究科 機械システム工学専攻	大 学 院 生 ( 博 士 前 期 課 程 ) 学 士 ( 工 学 ) 信 安 清 太 郎
岡山大学 大学院 自然科学研究科 産業創成工学専攻	准 教 授 ・ 博 士 ( 工 学 ) 清 水 一 郎
岡山大学 大学院 自然科学研究科 産業創成工学専攻	助 教 ・ 博 士 ( 工 学 ) 内 田 真

《切削》

りん青銅の超精密ダイヤモンド切削仕上面における結晶粒界段差の生成	266
兵庫県立大学 大学院 工学研究科	教授・工学博士 奥田孝一
銅および銅合金の被削性に及ぼす拘束工具の効果	272
滋賀県立大学 工学部	准教授・工学博士 田中他喜男
滋賀県立大学 工学部	学 生 井野勝徳
元・神奈川大学 工学部	教授・工学博士 赤澤正久
三菱伸銅株式会社 三宝製作所 開発部	フェロー・工学博士 大石恵一郎
Cu-Ni-Si合金の被削性改善	280
古河電気工業株式会社 研究開発本部 メタル総合研究所 第二研究部	主 査 高橋 功
古河電気工業株式会社 研究開発本部 メタル総合研究所 第二研究部	部 長 北里 敬輔
古河電気工業株式会社 研究開発本部 メタル総合研究所 第一研究部	グループマネージャ 江口立彦
古河電気工業株式会社 金属カンパニー 日光伸銅工場 製造部	グループ長 平井雅信

《環境、リサイクル、その他》

硫化銅を分散させた鉛フリー青銅のライフサイクルアセスメント	285
鹿児島大学 大学院 理工学研究科	教 授 末吉秀一
鹿児島大学 大学院 理工学研究科	大 学 院 生 山野祐樹
鹿児島大学 工学部	技術専門職員 前田義和
株式会社九州タブチ 経営企画課	課 長 山田宏作
銅および銅合金の抗菌性評価	290
秋田大学 教育文化学部	博 士(工 学) 宮野泰征
大阪大学 大学院 工学研究科	修 士(工 学) 小山訓裕
	[現：村田製作所]
大阪市立大学 大学院 工学研究科	工 学 博 士 佐藤嘉洋
大阪大学 名誉教授、大阪市立大学 客員教授	工 学 博 士 菊地靖志
銅ナノ粒子およびナノワイヤの酸化による中空構造の形成と構造安定性	300
大阪大学 産業科学研究所	助教・博士(工学) 仲村龍介
大阪大学 大学院 工学研究科	大 学 院 生 松林 玄
大阪大学 大学院 工学研究科	助教・博士(工学) 土谷博昭
大阪大学 大学院 工学研究科	教授・工学博士 藤本慎司
大阪大学 産業科学研究所	教授・工学博士 中嶋英雄