

令和5年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
「研究支援賞」受賞記念講演

取組紹介 「ものづくり支援による研究開発への貢献」

茨城大学 工学部 技術部
モノづくり部門 技術主幹 佐久間 隆昭



科学技術分野の文部科学大臣表彰

文部科学省は、科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者について、その功績を讃えることにより、**科学技術に携わる者の意欲の向上**を図り、もって我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的として、科学技術分野の文部科学大臣表彰を行っています。

- 科学技術賞（開発部門、研究部門、科学技術振興部門、技術部門、理解増進部門）
- 若手科学者賞
- 創意工夫功労者賞
- 研究支援賞**

研究支援賞：科学技術の発展や研究開発の成果創出に向けて、高度で専門的な技術的貢献を通じて研究開発の推進に寄与する活動を行い、顕著な功績があったと認められる個人又はグループ（10件程度） R5年度は応募件数30件、受賞件数10件（12名）

皆様も応募されては如何でしょうか！

略歴

- S58年4月~H元年2月
東京工業大学 精密工学研究所（現：未来産業技術研究所） 文部技官
主業務：機械工場にて依頼品加工による研究支援
- H元年2月~
茨城大学 工学部 機械工学科 生産技術工学講座 文部技官
H21年度までの主業務：材料強化や特殊加工法に関する研究支援、
実験実習授業支援
H22~現在までの主業務：ものづくり教育研究支援ラボ（以下ものづくり
ラボ）における研究支援、実習授業支援

技術職員歴41年目 現在も研究支援業務を継続中

「ものづくりラボ」とは

- ・ 主に金属材料の切削や研削加工が出来る施設

所有機械

- ・ NC加工機：ワイヤ放電加工機、3Dプリンター、マシニングセンター、平面研削盤、NC旋盤 など
- ・ 汎用機：旋盤・フライス盤・ボール盤、バンドソー など

使用者とその利用目的

- ・ 工学部教員や学生の**実験装置作製や改良、試験片の作製** など
- ・ 工学部学生の**機械加工実習教育**

研究支援の代表的な事例

1. 銅板の割裂加工（H25 サポイン事業）

独創的な加工プロセスを実現する上で必要な技術的支援を行い、民間企業との共同研究成果として公表された。

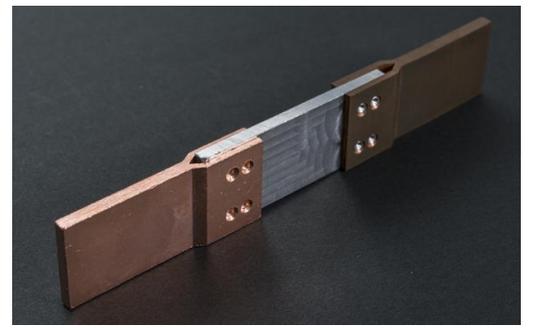
2. 水素利用技術研究開発

NEDO事業において、オリジナルな特性評価手法に必要なジグの設計・加工、試験片の加工を通じて技術的支援を行い、その結果の評価手法が国際規格として制定された。

3. 高強度アルミニウム合金の研究開発

機械的特性評価に必要なジグの設計・加工、その他試験片の加工に関して支援を行い、その成果が論文として公表された。

割裂®は、(株)関プレスが開発した順送プレス を利用した新規の加工方法



従来技術【プレス加工+接続作業】

銅板

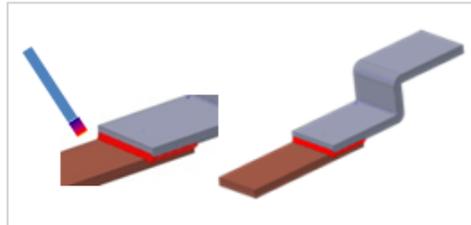
アルミ

① 打ち抜き ▶ ② 成形加工 ③ 打ち抜き ▶ ④ 成形加工

⑤ ねじ締接続作業

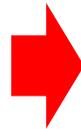


又は 溶接接続作業



⑥ 洗浄 ▶ ⑦ 出荷検査 ▶ 製品

- ▶ 作業工程数が多い
- ▶ 高コストである
- ▶ 接続作業がオフラインである
- ▶ 熟練作業のため品質が不安定である



「割裂®」技術

【割裂® プレス加締加工工法技術による一体成形】

銅板

アルミ

① 割裂® ・加締成形加工

割裂® 順送加工技術

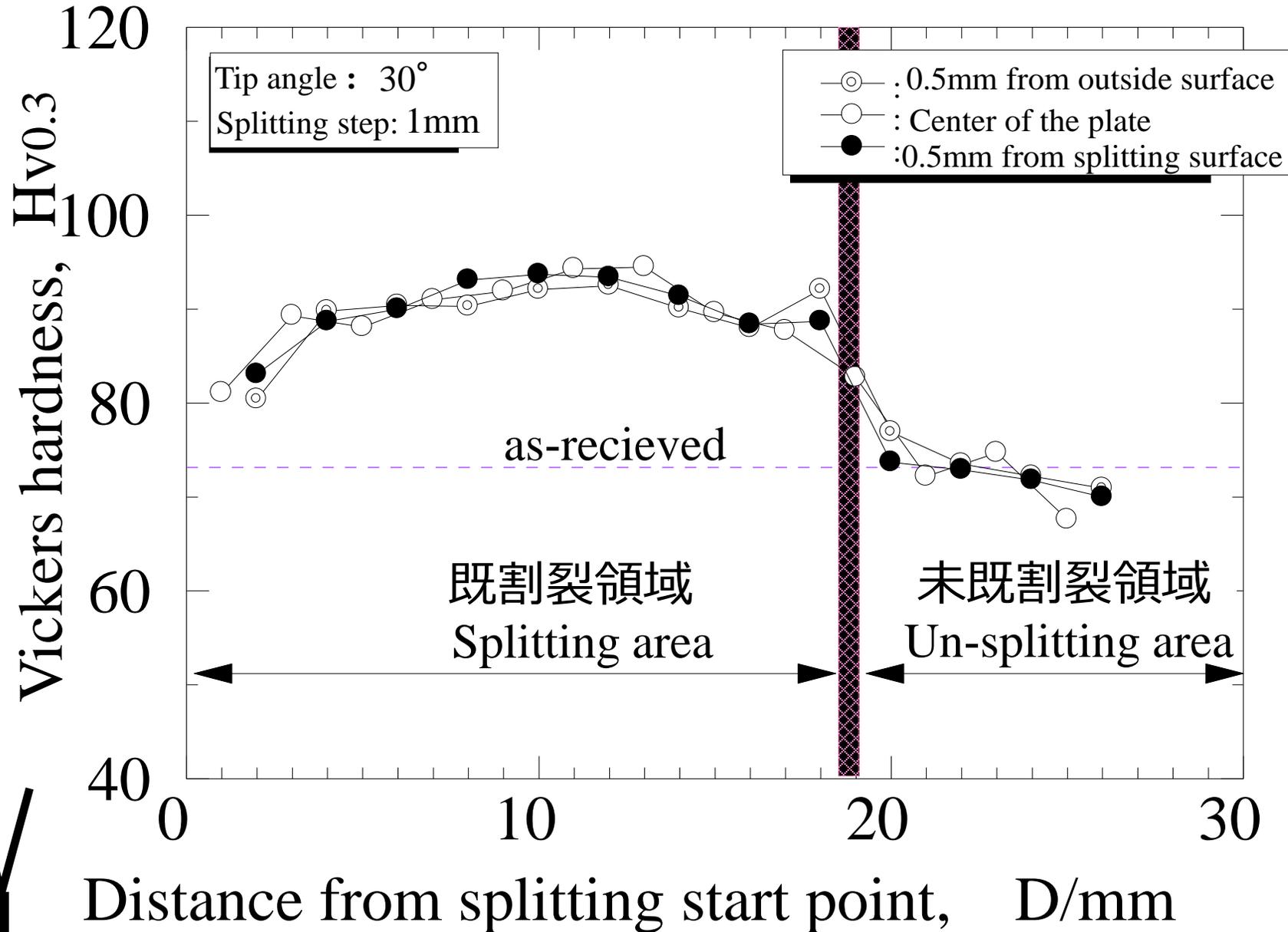
異種金属加締
順送加工技術



② 洗浄 ▶ ③ 出荷検査 ▶ 製品

- ▶ 加締加工で強度が増加
- ▶ 軽量化 60%低減（ネジ締め比）
- ▶ 加工所要時間の短縮 リードタイム1/2（ネジ締め比）
- ▶ 低コスト（原価低減 80%、省電力化 1/2（共にネジ締め比））

割裂加工後に追加工を実施するに当たり、局所的にどの程度加工硬化しているかを、把握する必要があった。



その他、1ステップ当たりの加工深さの影響なども明らかにし、学会発表

日本銅学会
第53回講演大会
講演概要集

開催日 平成25年11月16日(土), 17日(日)
場所 関西大学 千里山キャンパス
大阪府吹田市山手町 3-3-35

11月 17日 午後	
第1会場 (第4学舎3号館4F 3401教室)	
13:00~14:00	機械的性質Ⅲ 座長: 坂本 敏夫 (三菱マテリアル) (ページ)
13:00~13:15	割裂加工による銅合金の硬さの変化に関する研究 (75) 茨城大学 工学部 准教授 *車田 亮 教授 伊藤 吾朗 (株)関プレス 工場長 杉田 政道 茨城大学 工学部技術部 技術専門職員 佐久間 隆昭
13:15~13:30	連続繰り返し曲げ加工された無酸素銅の応力緩和過程のEBSD解

割裂加工による銅合金の硬さの変化に関する研究

※車田 亮 (茨城大学工学部准教授)、伊藤 吾朗 (茨城大学工学部教授)
杉田 政道 (株)関プレス工場長、佐久間 隆昭 (茨城大学工学部技術部技術専門職員)

1. 結言

自動車のバスパー等の重要部品は、電機的な接触信頼性を確保しながら、低コスト化及び軽量化が強く求められている。従来のバスパーは、銅とアルミをねじ止めもしくは溶接等で接合して製作されてきた。しかし、多工程で、熟練作業が必要になるなど、高コストで品質が不安定になる等が懸念されてきた。これらを改善する新技術として、割裂加工技術⁽¹⁾が開発された。この割裂加工技術と加締技術を融合することにより、低コストで安定した品質を有する一体成形品が製作可能となった。また、この割裂加工技術は、自動車用重要部品のみにとどまらず、航空機産業や環境エネルギー産業等にも展開が可能であり、製品コストの大幅なダウンや強度信頼性向上に大きく貢献できるものと期待されている。

本研究では、割裂加工の最深部が塑性変形を伴うが、クラックの発生が抑制されていることに注目し、硬さ測定により、機械的性質の割裂加工による影響について検討する。

2. 実験方法

供試材料は、幅10mm、長さ45mm、厚さ3mmのタブピッチ銅である。

2.1 割裂加工

先端角度が30°、90°、180°の割裂刃先を用いて、順送プレス機により、1mm、4mm、6mmの割裂ステップで、割裂加工を行った。

2.2 ビッカース硬さ

明石製ビッカース硬さ試験機(AVK-C1)を用いて、試験荷重0.3kg、保持時間10sの条件で、割裂面の外表面から0.5mm、中央部、割裂内表面から0.5mmの領域について、割裂方向に沿ったビッカース硬さを、約0.5mm間隔で測定した。

2.3 ダイナミック硬さ

超微小領域の機械的性質(硬さ等)を評価するために、島津製ダイナミック超微小硬度計(DUH-W201)を用いて、ダイナミック硬さを測定した。ダイナミック硬さは、圧子の押し込み荷重と押し込み深さの連続データから算出される硬さで、圧痕の観察を行う必要がなく、弾性回復も含めた機械的性質を評価することができる。本実験では、割裂最深部から2mmまでの領域について、試験荷重2gと30g、測定間隔100μmで、ダイナミック硬さを詳細に測定した。

ダイナミック硬さ $D_h^{(2)}$ は次式で示される。

$$D_h = \alpha L / h^2$$

ここで、 α は三角錐圧子の定数($\alpha=3.8584$)、 L は試験荷重、 h は押し込み深さである。

2.4 微細組織観察

割裂加工前後の材料の微細組織を、光学顕微鏡により観察した。

結果と考察

3.1 割裂加工結果

Fig.1に、割裂加工後の試験片写真を示す。銅材の厚さが2分割に割裂かれ、それぞれ割裂部が30°、90°、180°に加工されている。また、割裂最深部にはクラック等の欠陥は観察されない。

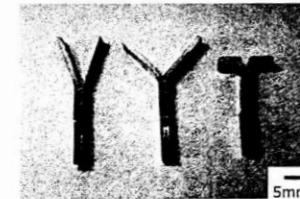


Fig.1 Specimens after splitting process.

3.2 ビッカース硬さの試験結果

Fig.2に、銅材の割裂加工方向に沿ったビッカース硬さの分布を示す。割裂領域のビッカース硬さは、未割裂領域(素材)より、1.26倍(92/73)大きなビッカース硬さを示した。また、厚さ方向(割裂面の外表面から0.5mm、中央部、割裂内表面から0.5mmの領域)および割裂の全領域でほぼ等しいことが分かった。

3.3 ダイナミック硬さの試験結果

Fig.3に、割裂最深部の近傍のダイナミック硬さの分布を示す。割裂最深部のダイナミック硬さは、塑性変形による歪硬化により非常に硬くなり、未割裂領域に近づくにつれて徐々に低下している。上記のビッカース硬さとは絶対値が異なるが、その傾向は同様でさらに詳細な分布が測定されている。割裂最深部の硬さは、約2mm先の未割裂領域より、1.21倍(63/52)大きな硬さを示した。

さらに学会誌に論文投稿、掲載された。

銅と銅合金 第53巻1号 (2014)

Journal of Japan Institute of Copper Vol.53 No.1 (2014)

[論文]

割裂加工による銅板の硬さ変化

茨城大学 工学部 准教授・工学博士	車 田 亮*
茨城大学 工学部 教授・工学博士	伊 藤 吾 朗
株式会社関プレス 工場長	杉 田 政 道
茨城大学 工学部 技術専門員	佐久間 隆 昭

Hardness Change in a Copper Sheet by Splitting Process

College of Engineering, Ibaraki University, Associate Professor, Dr. Eng.	Akira Kurumada
College of Engineering, Ibaraki University, Professor, Dr. Eng.	Goroh Itoh
Seki Press Co., LTD, Factory Manager	Masamichi Sugita
College of Engineering, Ibaraki University, Senior Technical Specialist	Takaaki Sakuma

(Received March 7, 2014 ; Accepted June 9, 2014)

* 〒316 - 8511 茨城県日立市中成沢町4 - 12 - 1
Tel : 0294 - 38 - 5038 Fax : 0294 - 38 - 5047
E - mail : kurumada@mx.ibaraki.ac.jp

本研究では、低コストと高い強度信頼性を有する自動車部品等の割裂加工に関する基礎的知見を得るために、割裂およびその後の二次加工に伴う局所的な機械的性質を、

研究支援の代表的な事例

1. 銅板の割裂加工

独創的な加工プロセスを実現する上で必要な技術的支援を行い、民間企業との共同研究成果として公表された。

2. 水素利用技術研究開発

NEDO事業において、オリジナルな特性評価手法に必要なジグの設計・加工、試験片の加工を通じて技術的支援を行い、その結果の評価手法が国際規格として制定された。

3. 高強度アルミニウム合金の研究開発

機械的特性評価に必要なジグの設計・加工、その他試験片の加工に関して支援を行い、その成果が論文として公表された。

燃料電池自動車載高圧水素容器用アルミニウム材料の安全性試験

茨城大学（伊藤吾郎教授）、青山学院大学などから成る日本チームが世界規格としてHG-SCC(湿潤ガス応力腐食割れ)試験方法を開発

日本高圧力技術協会(HPI)からHPIS E 103:2018として発行された。

- 米国SAE(自動車技術者協会: Society of Automotive Engineers)にも採用された。
- GTR(Global Technical Regulation)(=国連基準)となるか審議中。

HPIS

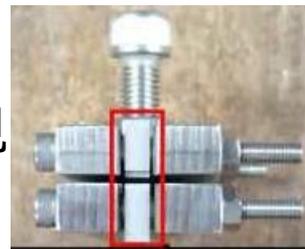
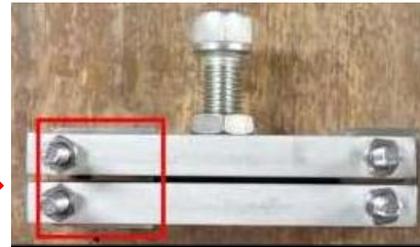
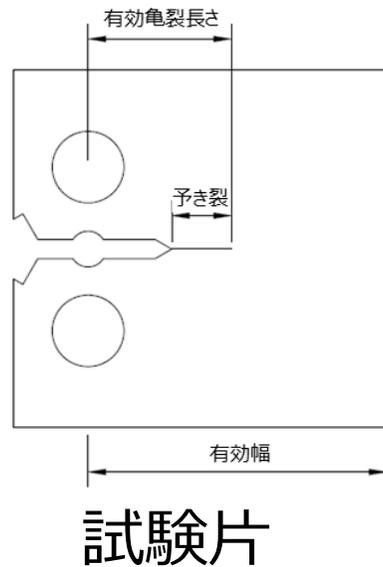
Standard Test Method for Humid Gas Stress Corrosion Cracking of
Aluminium Alloys for Compressed Hydrogen Containers

HPIS E 103:2018

規格策定の基となるデータ取得に多数回の試験が必要

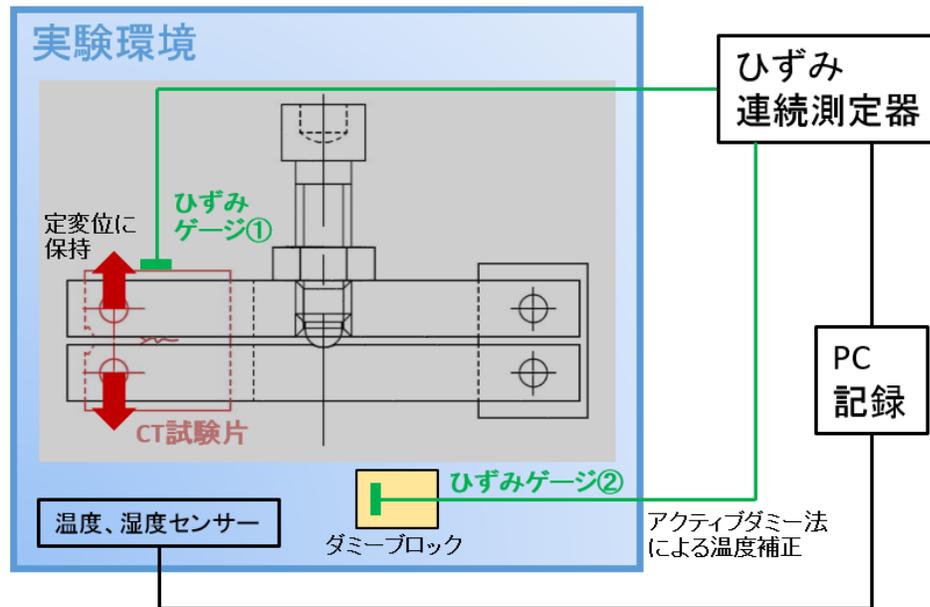
しかし 1 回の試験に最短でも90日かかる規格のため、**多数の試験片を一度に試験**する必要があった。

そのための試験治具、および試験片の大量作製に貢献



矢印方向から見た写真

荷重負荷時の様子
(赤枠内が試験片)



湿潤大気環境(25°C, 90%RH)での試験。実際には環境ボックス中に16個の治具 + 試験片がセット可能

研究支援の代表的な事例

1. 銅板の割裂加工

独創的な加工プロセスを実現する上で必要な技術的支援を行い、民間企業との共同研究成果として公表された。

2. 水素利用技術研究開発

NEDO事業において、オリジナルな特性評価手法に必要なジグの設計・加工、試験片の加工を通じて技術的支援を行い、その結果の評価手法が国際規格として制定された。

3. 高強度アルミニウム合金の研究開発

機械的特性評価に必要なジグの設計・加工、その他試験片の加工に関して支援を行い、その成果が論文として公表された。

公益財団法人軽金属奨学会からの寄付金: 統合的先端研究 「超高強度アルミニウム合金中の溶質配置のナノスケール解析」 研究代表者: 茨城大学 倉本繁 教授

引張試験片などの作製に貢献



解説

学会誌に解説記事として掲載された

軽金属 第71巻 第12号 (2021), 562-568
DOI: 10.2464/jilm.71.562

超高強度アルミニウム合金中の溶質配置のナノスケール解析
— 軽金属奨学会2019年度統合的先端研究の成果 —[†]

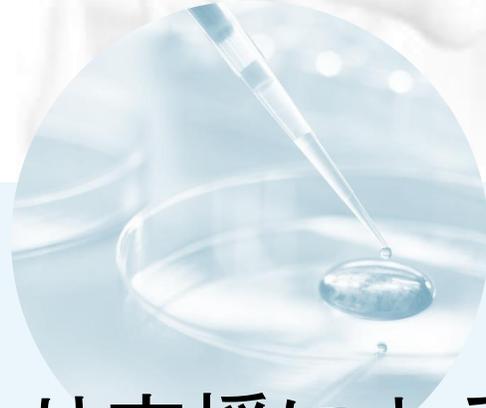
小林 郁夫¹・大沼 正人²・倉本 繁^{3*}・小林 純也³・伊藤 吾朗³

Journal of The Japan Institute of Light Metals, Vol. 71, No. 12 (2021), 562-568
© 2021 The Japan Institute of Light Metals

Nanoscale analysis of solute distribution in ultrahigh-strength aluminum alloys

Equo KOBAYASHI¹, Masato OHNUMA², Shigeru KURAMOTO^{3*}, Junya KOBAYASHI³ and Goroh ITOH³

Keywords: ultrahigh strength; plastic deformation; SAXS; solute elements; precipitation



取組紹介「ものづくり支援による研究開発への貢献」

ご清聴ありがとうございました

佐久間隆昭

TAKAAKI.SAKUMA.TS@VC.IBARAKI.AC.JP (←小文字に変換)