

## 戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本-V4 共同研究

終了報告書 概要

1. 研究課題名：「極限環境下の使用に耐える多機能先進マグネシウム合金の開発」
2. 研究期間：令和3年11月～令和6年10月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	河村 能人	センター長・教授	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	材料製造、基礎的な組織特性解析
主たる共同研究者	Alexey Vinogradov	卓越教授	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	データ解析、アプリケーションターゲット分析、微細構造の解析と破壊力学の融合
主たる共同研究者	山崎 倫昭	教授	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	高分解能組織解析
研究参加者	眞山 剛	教授	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	物理モデルを活用した材料塑性の解明
研究参加者	圓谷 貴夫	准教授	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	計算材料設計
研究参加者	井上 晋一	助教	熊本大学・先進マグネシウム国際研究センター	材料製造、基礎的な組織特性解析
研究期間中の全参加研究者数			9名	

チェコ側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Kristian Mathis	Professor	Charles University, Faculty of Mathematics and Physics	Project leading, in-situ testing, data analysis
主たる共同研究者	Daria Drozdenko	Assistant Professor	Charles University, Faculty of Mathematics and Physics	In-situ testing, electron microscopy, data analysis
研究期間中の全参加研究者数			4名	

ポーランド側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Wojciech Świążkowski	Professor	Warsaw University of Technology	Project administration, supervision, final editing of results
主たる共同研究者	Anna Dobkowska	Dr	Warsaw University of Technology	Corrosion testing, SEM analyses after in vitro and in vivo corrosion tests
研究期間中の全参加研究者数			5名	

## ハンガリー側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Jenő Gubicza	Professor	Eötvös Loránd University, Department of Materials Physics	Determination of the deformation mechanisms from in situ X-ray diffraction
研究期間中の全参加研究者数			3名	

## スロバキア側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Frantisek Lofaj	Associate Professor	Institute of Materials Research of SAS	Project leading and management, nanoindentation measurements, data analysis, summarization of the results
研究期間中の全参加研究者数			8名	

## 4. 国際共同研究の概要

マグネシウム合金を社会実装する上で、一般的な自然環境下だけでなく、高温環境や腐食環境での使用に耐える合金の開発も重要であるため、熊本大学の合金開発力とヴィシェグラード 4 カ国の研究チームが有する技術を組み合わせることで、極限環境下での使用に耐えるマグネシウム合金の開発、マグネシウム合金用のコーティング技術の確立、耐熱性をはじめとした特性発現メカニズムの解明、医療用マグネシウム合金の生体適合性評価を試みた。

## 5. 国際共同研究の成果

## 5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

- ① **KUMADAI** 耐熱マグネシウム合金の特性改善と高温環境下（300℃まで）で使用できることを明らかにした。
- ② **KUMADAI** 高熱伝導マグネシウム合金の特性改善と放熱性を必要とする環境下で使用できることを明らかにした。
- ③ インプラント用マグネシウム合金の新規開発とそれらが体内環境で使用できることを明らかにした。

## 5-2 国際共同研究による相乗効果

本プロジェクトでは、それぞれの研究グループが有している知見を融合させることで、非常に高い相乗効果を発揮できたと考えられる。そのことによって、極限環境下での使用に耐えるために必要な多くの特性改善や新規の高性能マグネシウム合金の開発を成し遂げることができた。

## 5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本プロジェクトで特性改善および新規開発された **KUMADAI** マグネシウム合金は、航空宇宙や医療機器だけでなくさまざまな分野での応用が期待されている。また、合金開発だけでなくマグネシウム合金に精通した人材の教育も行い、これからのマグネシウム新時代の到来によって、社会に及ぼす波及効果は非常に大きいと考えられる。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)  
Japan – V4 Joint Research Program  
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Development of Advanced Magnesium Alloys for Multifunctional Applications in Extreme Environments」
2. Research period : November 2021 ~ October 2024
3. Main participants :

## Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Yoshihito Kawamura	Director, Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	Materials manufacturing, Fundamental microstructural characterization
Co-PI	Alexey Vinogradov	Distinguished Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	Data analysis, Application target analysis, Integration of microstructural analysis and fracture mechanics
Co-PI	Michiaki Yamasaki	Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	High resolution microstructural analysis
Collaborator	Tsuyoshi Mayama	Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	Plasticity of materials utilizing physical models
Collaborator	Takao Tsumuraya	Associate Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	Computational material design
Collaborator	Shinichi Inoue	Assistant Professor	Magnesium Research Center, Kumamoto University	Materials manufacturing, Fundamental microstructural property
Total number of participants throughout the research period:				9

## Czech-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Kristian Mathis	Professor	Charles University, Faculty of Mathematics and Physics	Project leading, in-situ testing, data analysis
Co-PI	Daria Drozdenko	Assistant Professor	Charles University, Faculty of Mathematics and Physics	In-situ testing, electron microscopy, data analysis
Total number of participants throughout the research period:				4

## Poland-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Wojciech Świążkowski	Professor	Warsaw University of Technology	Project administration, supervision, final editing of results

Co-PI	Anna Dobkowska	Dr	Warsaw University of Technology	Corrosion testing, SEM analyses after in vitro and in vivo corrosion tests
Total number of participants throughout the research period:				5

## Hungary-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Jenő Gubicza	Professor	Eötvös Loránd University, Department of Materials Physics	Determination of the deformation mechanisms from in situ X-ray diffraction
Total number of participants throughout the research period:				3

## Slovakia-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Frantisek Lofaj	Associate Professor	Institute of Materials Research of SAS	Project leading and management, nanoindentation measurements, data analysis, summarization of the results
Total number of participants throughout the research period:				8

## 4. Summary of the international joint research

To implement magnesium alloys in society, it is crucial to develop magnesium alloys that can be used in high-temperature and corrosive environments as well as in general natural environments. We attempted to develop magnesium alloys that can be used in extreme environments, establish coating technology for magnesium alloys, elucidate the mechanisms of the development of properties such as heat resistance, and evaluate the biocompatibility of magnesium alloys for medical use.

## 5. Outcomes of the international joint research

## 5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

- 1) The properties of KUMADAI heat-resistant magnesium alloys were improved, and it was demonstrated that they can be used in high-temperature environments (up to 300°C).
- 2) The properties of KUMADAI high thermal conductivity magnesium alloys were improved, demonstrating that they can be used in environments where heat dissipation is required.
- 3) New magnesium alloys for implants were developed, and it was clarified that they can be used in the internal environment.

## 5-2 Synergistic effects of the joint research

In this project, we believe that integrating the knowledge of each research group achieved very high synergistic effects. By doing so, we improved many of the properties necessary to withstand use in extreme environments and developed new, high-performance magnesium alloys.

## 5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

The KUMADAI magnesium alloys have improved properties and are newly developed in this project. These alloys are expected to be applied in aerospace, medical equipment, and other fields. In addition, this project will also educate human resources who are familiar with magnesium alloys, and the impacts of the coming new age of magnesium on society are expected to be very large.

## 国際共同研究における主要な研究成果リスト

## 1. 論文発表等

\*原著論文 (相手側研究チームとの共著論文) 発表件数 : 計 8 件

・査読有り : 発表件数 : 計 8 件

1. D. Drozdenko, M. Yamasaki, K. Máthis, P. Dobroň, S. Inoue, Y. Kawamura, Revealing the microstructural aspects of the corrosion dynamics in rapidly solidified Mg-Zn-Y alloys using the acoustic emission technique, *Materials*, (2021), 14 (24), Art. No. 7828, 10.3390/ma14247828
2. K. Fekete, D. Drozdenko, P. Cejpek, P. Dobroň, J. Veselý, M. Yamasaki, Y. Kawamura, Thermal stability of the microstructure of rapidly solidified ribbon-consolidated Mg<sub>97.94</sub>Zn<sub>0.56</sub>Y<sub>1.5</sub> alloy, *Mater. Charact.*, (2022), 183, Art. No. 111618, 10.1016/j.matchar.2021.111618
3. D. Drozdenko, K. Fekete, P. Dobroň, M. Knapek, K. Máthis, P. Minárik, M. Yamasaki, Y. Kawamura, The yield point phenomenon in ultrafine-grained dilute Mg-Zn-Y alloys, *Mater. Lett.*, (2023), Vol. 330, Art. No.133315, 10.1016/j.matlet.2022.133315
4. D. Drozdenko, K. Fekete, P. Dobroň, G. Németh, J. Veselý, S. Nishimoto, M. Yamasaki, Y. Kawamura, The microstructure and anisotropic deformation behavior of rapidly solidified ribbon consolidated Mg-Zn-X (X = Y, Gd, Nd) alloys, *J. Alloy. Compd.*, (2023), 944, 10.1016/j.jallcom.2023.169175
5. A. Farkas, G. Farkas, P. Dobroň, J. Veselý, S. Inoue, Y. Kawamura, K. Máthis, D. Drozdenko, Microstructure and thermal stability of MgZnYAl alloy containing cluster-arranged nanoplates (CANaPs), *Mater. Charact.*, (2024), Vol. 218, Art. No. 114492, 10.1016/j.matchar.2024.114492
6. A. Dobkowska, F. Lofaj, M. A. González García, D. C. Martinez, K. Kulikowski, A. Paradiso, J. Idaszek, J. Gubicza, P. Jenei, M. Kabátová, L. Kvetková, M. Lisnichuk, S. Inoue, Y. Kawamura, W. Świąszkowski, Structural, mechanical, corrosion, and early biological assessment of tantalum nitride coatings deposited by reactive HiTUS, *Surf. Coat. Technol.*, (2024), Vol. 49315, Art. No. 131267, 10.1016/j.surfcoat.2024.131267
7. J. Gubicza, K. Máthis, P. Nagy, P. Jenei, Z. Hegedus, A. Farkas, J. Vesely, S. Inoue, D. Drozdenko, Y. Kawamura, Annealing behavior of a Mg-Y-Zn-Al alloy processed by rapidly solidified ribbon consolidation, *Materials*, (2024), Vol.17, Art. No. 4511, 10.3390/ma17184511
8. J. Gubicza, K. Máthis, P. Nagy, P. Jenei, Z. Hegedús, A. Farkas, J. Veselý, S. Inoue, D. Drozdenko, Y. Kawamura, In-situ study of the microstructure evolution during tension of a Mg-Y-Zn-Al alloy processed by rapidly solidified ribbon consolidation technique, *J. Magnes. Alloy*, (2024), Vol.12, Issue 5, 2024 – 2040, 10.1016/j.jma.2024.05.008

・査読無し : 発表件数 : 計 0 件

該当なし

\*原著論文 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文) : 発表件数 : 計 27 件

・査読有り : 発表件数 : 計 27 件

1. S. Nishimoto, Y. Koguchi, M. Yamasaki, Y. Kawamura, Effect of hierarchical multimodal microstructure evolution on tensile properties and fracture toughness of rapidly solidified Mg-Zn-Y-Al alloys with LPSO phase, *Mater. Sci. Eng. A*, (2022), 832, Art. No. 142348, 10.1016/j.msea.2021.142348
2. Y. Kawamura, K. Ougi, S.-I. Inoue, T. Kiguchi, M. Takafuji, H. Ihara, D. S. Shih, Advanced Mg-Al-Ca alloys with combined properties of high thermal conductivity, high mechanical strength and non-flammability, *Mater. Trans.*, (2022), 63, 118-127. 10.2320/matertrans.MT-M2021195
3. 伊野宮 匠、久保田 正広、井上 普一、河村 能人、振動型ボールミルによる MM-SPS プロセスで作製した純マグネシウムの諸特性、*軽金属*, (2022)、72 巻、4 号、10.2464/jilm.72.1
4. M. Yamasaki, Z. Shi, A. Atrens, A. Furukawa, Y. Kawamura, Influence of crystallographic orientation and Al alloying on the corrosion behavior of extruded alpha-Mg/LPSO two-

- phase Mg-Zn-Y alloys with multimodal microstructure, *Corros. Sci.*, (2022), 200, Art. No. 110237, 10.1016/j.corsci.2022.110237
5. V.V. Kaminskii, E. Abe, Y. Kawamura, L.M. Dorogin, A.E. Romanov, Kinking in LPSO Mg-Zn-Y alloys and other layered materials, *Reviews on Advanced Materials and Technologies*, (2022), Vol.4, No.2, 10.17586/2687-0568-2022-4-2-15-31
  6. T. Mayama, S. R. Agnew, K. Hagihara, K. Kamura, K. Shiraishi, M. Yamasaki, Y. Kawamura, a-Mg/LPSO (Long-Period Stacking Ordered) phase interfaces as obstacles against dislocation slip in as-cast Mg-Zn-Y alloys, *Int. J. Plast.*, (2022), 154103294, 10.1016/j.ijplas.2022.103294
  7. T. Tsumuraya, H. Momida, T. Oguchi, Electronic origin of phase stability in Mg-Zn-Y alloys with a long-period stacking order, *Appl. Phys. Express*, (2022), 15 (7) 075506-1–075506-6, 10.35848/1882-0786/ac7b68
  8. S. Nishimoto, M. Yamasaki, Y. Kawamura, The Effects of pre-consolidation heat Treatment on the tensile and fracture toughness behavior of the rapidly solidified Mg-Zn-Y-Al alloys, *Mater. Trans.*, (2022), Vol. 63, No. 10, pp. 1396-1405, 10.2320/matertrans.MT-L2022008
  9. S. Nishimoto, M. Yamasaki, Y. Kawamura, Inherited multimodal microstructure evolution of high-fracture-toughness Mg-Zn-Y-Al alloys during extrusion for the consolidation of rapidly solidified ribbons, *J. Magnes. Alloy*, (2022), Vol.10, No.9, pp.2433 - 2445, 10.1016/j.jma.2022.05.014
  10. T. Tokunaga, K. Hagihara, M. Yamasaki, T. Mayama, K. Yamamoto, H. Narimoto, T. Kida, Y. Kawamura, T. Nakano, Kink-band formation in the directionally-solidified Mg/LPSO two phase alloys, *Sci. Technol. Adv. Mater.*, (2022), Vol. 23, No. 1, pp. 752-766, 10.1080/14686996.2022.2137696
  11. 伊野宮 匠、久保田 正広、井上 普一、河村 能人、MA-SPS プロセスを利用した Mg-Ti 系材料の創製とその特性、*軽金属*、(2022)、72 巻、11 号、10.2464/jilm.72.661
  12. S.-I. Inoue, K. Ishiage, Y. Kawamura, Optimization of heat treatment condition of nonflammable Mg-Al-Ca alloys with high thermal conductivity, *J. Alloy. Compd.*, (2023), Vol. 934, Art. No.168014, 10.1016/j.jallcom.2022.168014
  13. C.-Y. Hsieh, S.-Y. Huang, Y.-R. Chu, H.-W. Yen, H.-C. Lin, D.S. Shih, Y. Kawamura, Y.-L. Lee, Role of second phases in the corrosion resistance and cerium conversion coating treatment of as-extruded Mg-8Al-4Ca magnesium alloy, *J. Mater. Res. Technol.*, (2023), Vol. 22, pp. 2343 - 2359, 10.1016/j.jmrt.2022.12.09
  14. S. Harjo, W. Gong, K. Aizawa, T. Kawasaki, M. Yamasaki, T. Mayama, Y. Kawamura, Effect of extrusion ratio in hot-extrusion on kink deformation during compressive deformation in an aMg/LPSO dual-phase magnesium alloy monitored by in situ neutron diffraction, *Mater. Trans.*, (2023), Vol. 64, No. 4, pp.766-773, 10.2320/matertrans.MT-MD2022004
  15. K. Hagihara, T. Tokunaga, Y. Yamamoto, M. Yamasaki, T. Mayama, T. Shioyama, Y. Kawamura, T. Nakano, Unified understanding of strengthening mechanisms acting in Mg/LPSO two-phase extruded alloys with varying LPSO phase volume fraction, *Mater. Trans.*, (2023), vol.64, No.4, pp. 720- 729, 10.2320/matertrans.MT-MD2022002
  16. S. Ishizaki, M. Yamasaki, K. Hagihara, S. Nishimoto, T. Nakamura, Y. Kawamura, Relationship between cluster-arranged nanoplate formation and mechanical properties of dilute Mg-Y-Zn alloys prepared by combination of low-cooling-rate solidification and extrusion techniques, *Mater. Trans.*, (2023), Vol. 64, No. 4, pp.756 - 765, 10.2320/matertrans.MT-MD2022015
  17. Y. Kawamura, H. Yamagata, S.-I. Inoue, T. Kiguchi, K. Chattopadhyay, Kink bands and strengthening of millefeuille-structured magnesium alloys by cluster-arranged nanoplates (CANaPs): The case of Mg-0.4Zn-1.0Y alloy, *J. Alloy. Compd.*, (2023), 939, 10.1016/j.jallcom.2022.168607
  18. Y. Kawamura, N. Osaki, T. Kiguchi, A. Vinogradov, S.-I. Inoue, Advanced wrought Mg-4.5Al-2.5Ca-0.02Mn (at%) alloys with exceptional balance of high thermal conductivity, yield strength, ductility, nonflammability, and corrosion resistance, *J. Alloy. Compd.*, (2023), 978, Art. No. 173299, 10.1016/j.jallcom.2023.173299
  19. Y. Kawamura, F. Shimada, K. Hamada, S. Ueno, S.-I. Inoue, Development of biomedical

- Mg<sub>-1.0</sub>Ca<sub>-0.5</sub>Zn<sub>-0.1</sub>Y<sub>-0.03</sub>Mn (at%) alloy by rapidly solidified powder metallurgy processing, Mater. Trans., (2023), Vol. 64, No. 9 pp. 2333-2336, 10.2320/matertrans.MT-M2023066
20. Y. Tang, S.-I. Inoue, M. Mito, T. Masuda, Y. Higo, Y. Tange, Y. Ohishi, Y. Kawamura, Z. Horita, Simultaneous enhancement of strength and ductility in nonflammable Mg alloys through dynamic precipitation using severe plastic deformation under high pressure, Mater. Sci. Eng. A, (2023), Vol. 881, Art. No. 145395, 10.1016/j.msea.2023.145395
  21. Y. Maegawa, H. Okuda, T. Shimada, K. Hirayama, M. Yamasaki, Y. Kawamura, Small-angle X-ray scattering analysis on the in-plane cluster distribution during heating amorphous Mg<sub>85</sub>Y<sub>9</sub>Cu<sub>6</sub> alloys, Jpn. J. Appl. Phys., (2023), Vol.62, No.9, Art.No.90903, 10.35848/1347-4065/acf4d9
  22. S.-I. Inoue, R. Ohmoto, M. Yamasaki, Y. Kawamura, H. Takahashi, Effect of self-doping of Be into Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxide film on incombustibility of Mg-Zn-Gd alloy, Corros. Sci., (2023), Vol. 225, Art. No.111611, 10.1016/j.corsci.2023.111611
  23. T. Fujihara, K. Oka, M. Tsushida, H. Kitahara and S. Ando, Effects of yttrium addition on bending deformation behavior of magnesium, Mater. Trans., (2024) Vol.65, No.6, pp. 621-628, 10.2320/matertrans.M2017265
  24. K. Hagihara, T. Mayama, M. Yamasaki, S. Harjo, T. Tokunaga, K. Yamamoto, M. Sugita, K. Aoyama, W. Gong, S. Nishimoto, Contributions of multimodal microstructure in the deformation behavior of extruded Mg alloys containing LPSO phase, Int. J. Plast., (2024), Vol. 173 Art. No. 103865, 10.1016/j.ijplas.2023.103865
  25. M. Yamasaki, T. Matsumoto, T. Mayama, H. Somekawa, K. Hagihara, S. Nishimoto, Y. Kawamura, Dynamic recovery around deformation kink boundary of Mg-Y-Zn alloy with long-period stacking ordered structure, Mater. Lett., (2024), Vol. 377 Art. No. 137360, 10.1016/j.matlet.2024.137360
  26. Y. Kawamura, R. Tsuchiyama, A. Yoshida, N. Ifuku, S.-I. Inoue, A. Vinogradov, Exploring the kink strengthening mechanism to enhance the mechanical response of mille-feuille structured Mg alloys by suppressing dynamic recrystallization, J. Alloy. Compd., (2025), 10.1016/j.jallcom.2025.178454
  27. T. Zamora -Rojas, J. E. Gonzalez -Hernandez, J. M. Cubero -Sesin and Z. Horita, Microstructure evolution and mechanical properties of nanostructured bioabsorbable Mg -1Ca alloy processed by high -pressure torsion, MRS Adv., (2024),10.1557/s43580-024-00983-1

・査読無し：発表件数：計 0 件

該当なし

\*その他の著作物 (相手側研究チームとの共著総説、書籍など)：発表件数：計 0 件

該当なし

\*その他の著作物 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)：発表件数：計 2 件

1. 河村能人、高熱伝導性・不燃性・高強度・高延性・高耐食性を併せ持つ KUMADAI マルチ機能マグネシウム合金、アルトピア、vol.52、No.8、pp.5-11、2022
2. 河村能人、LPSO 型マグネシウム合金の開発秘話、金属、vol.92、No.11、pp.1159-1169、2022

## 2. 学会発表

\*口頭発表 (相手側研究チームとの連名発表)

発表件数：計 8 件 (うち招待講演：5 件)

\*口頭発表 (相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)

発表件数：計 90 件 (うち招待講演：29 件)

\*ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）

発表件数：計 5 件

\*ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）

発表件数：計 1 件

### 3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

1. The 4th ILM/MRC International Seminar 2022 主催者：河村能人（熊本大学・教授）、熊本大学先進マグネシウム国際研究センター、熊本、日本、2022 年 10 月 3 日、参加者 23 名
2. The 5th ILM/MRC International Seminar 2022 主催者：河村能人（熊本大学・教授）、熊本大学先進マグネシウム国際研究センター、熊本、日本、2022 年 12 月 9 日、参加者 25 名
3. The 2nd ILM/MRC International Seminar 2023 主催者：河村能人（熊本大学・教授）、熊本大学先進マグネシウム国際研究センター、熊本、日本、2023 年 6 月 7 日、参加者 21 名
4. The 3rd ILM/MRC International Seminar 2023 主催者：河村能人（熊本大学・教授）、熊本大学先進マグネシウム国際研究センター、熊本、日本、2023 年 10 月 2 日、参加者 28 名

### 4. 研究交流の実績（主要な実績）

#### 【合同ミーティング】

- ・下記の通り、年 1 回以上、5 か国のチームメンバー合同でプロジェクトミーティングを実施した。
1. 2021 年 12 月 10 日、Kick-off meeting、オンライン開催、主催者：Kristian Mathis (CUNI・教授)、参加者 14 名
  2. 2022 年 8 月 22 日～8 月 26 日、V4-Japan project meeting、WUT、ワルシャワ、ポーランドおよび ELTE、ブタペスト、ハンガリーにて開催、主催者：Wojciech Świążkowski (WUT・教授) および Jenő Gubicza (ELTE・教授)、参加者 18 名
  3. 2023 年 3 月 20 日～3 月 22 日、V4-Japan project meeting、WUT、ワルシャワ、ポーランドおよび ELTE、ブタペスト、ハンガリーにて開催、主催者：Wojciech Świążkowski (WUT・教授) および Jenő Gubicza (ELTE・教授)、参加者 17 名
  4. 2023 年 6 月 16 日、V4-Japan project meeting、CUNI、チェコにて開催、主催者：Kristian Mathis (CUNI・教授)、参加者 10 名
  5. 2023 年 12 月 4 日～12 月 6 日、V4-Japan project meeting、熊本大学、熊本、日本にて開催、主催者：河村能人（熊大・教授）、参加者 15 名
  6. 2024 年 4 月 29 日～5 月 2 日、V4-Japan project meeting、コシチュエ、スロバキアにて開催、主催者：Frantisek Lofaj SAS、参加者 19 名
  7. 2024 年 9 月 11 日～9 月 13 日、V4-Japan farewell meeting、WUT、ワルシャワ、ポーランドにて開催、主催者：Wojciech Świążkowski (WUT・教授)、参加者 11 名

#### 【学生・研究者の派遣、受入】

- ・2021 年 11 月～12 月：相手国側研究者 1 名（CUNI・チェコ）を 1 か月間日本側研究機関に受け入れた。
- ・2022 年 4 月～10 月：相手国側研究員 1 名（CAS・チェコ）を 6 か月間、9 月：相手国側研究者 1 名（CUNI・チェコ）3 週間、12 月：相手国側研究者 2 名（CUNI・チェコ）を 1 週間日本側研究機関に受け入れた。
- ・2023 年 3 月：日本側研究者 4 名を相手国側研究機関へ 1 週間派遣した。
- ・2023 年 4 月～6 月：4 名（CUNI・チェコ）1 か月間および 2 か月間、10 月：相手国側研究者 1 名（SAS・スロバキア）を 1 週間、10 月・11 月：相手国側研究者 4 名（CUNI・

チェコ）を1週間、11月：相手国側研究員1名（CAS・チェコ）を3週間日本側研究機関に受け入れた。

- ・2024年4月：日本側研究者8名を相手国側研究機関へ1週間派遣した。
- ・2024年6月～7月：相手国側研究者3名（CUNI・チェコ）を1週間および1か月、9月：相手国側研究員1名（CAS・チェコ）を1か月日本側研究機関に受け入れた。

## 5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0件

## 6. 受賞・新聞報道等

### 【受賞】

- ・ The 5th International Symposium on Long-Period Stacking/Order Structure and Millefeuille Structure (LPSO/MFS2022)、Best Poster Awards、圓谷貴夫、2022/12/14
- ・ The 14th International Conference on Superplasticity in Advanced Materials (ICSAM 2023)、Barcelona Spain、Alexander Zhiyaev Award、堀田善治、2023/7/11
- ・ 第71回日本金属学会論文賞、河村能人、井上晋一、2023/9/10
- ・ 第41回軽金属奨励賞、井上晋一、2023/9/20
- ・ 第69回日本金属学会賞、堀田善治、2024/3/13
- ・ 第30回日本金属学会増本量賞、河村能人、2024/3/13
- ・ Materials Transactions Top Cited Author 2023、河村能人、井上晋一、2024/6/25

### 【報道】

#### ①マルチ機能マグネシウム合金

##### 1) TV ニュース

- ・ 航空機などへの応用期待 “マルチ機能”マグネシウム合金の開発に成功、KKT 熊本県民テレビ、2022/3/14
- ・ 熊本大学 新たなマグネシウム合金の開発に成功、TKU テレビ熊本、2022/3/14
- ・ 熊本大学がマルチ機能 新たな「マグネシウム合金」を開発、RKK 熊本放送、2022/3/14

##### 2) 新聞

- ・ マルチ機能、革新的「マグネシウム合金」 熊本大学が開発に成功 高熱伝導性・不燃性・強度・延性・耐食性兼備 加工素材として普及加速へ、鉄鋼新聞、2022/3/14、12面
- ・ 柔軟、熱伝導、低価格... 新たなMg合金開発、熊本日新聞、2022/3/15、3面
- ・ マグネシウム合金 特性多彩、日経産業新聞、2022/3/23、10面
- ・ マグネシウム合金 強度・熱伝導性等両立 熊本大 燃料・製造コスト抑える、日刊工業新聞、2022/4/8

##### 3) Web

- ・ 熊本大 MRC、軽量・高強度などのマルチ機能を持つ新型マグネ合金を開発、Tech+（マイナビ）、2022/3/9、<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220309-2289145/>

#### ②ミルフィーユ型マグネシウム合金

##### 1) TV ニュース

- ・ 【世界を変える】熊本大学が新・マグネシウム合金を開発「ミルフィーユ型」でより高強度で軽量に、KKT 熊本県民テレビ、2024/7/18

##### 2) 新聞

- ・ より強く軽く！ 熊本大、新型マグネシウム合金を開発 世界初の「ミルフィーユ」構造、熊本日新聞、2024/7/10、1面
- ・ 熊本大、Mg合金の降伏強さ向上 航空機・ドローンに提案、日刊工業新聞、2024/7/10、26面

- ・熊本大学 「高強度マグネ新合金」開発 降伏強さ、汎用材の1.7倍以上、鉄鋼新聞、2024/7/10、4面
- ・熊大、「ミルフィーユ型マグネシウム合金」開発、航空新聞社 WING DAILY、2024/7/18、1面
- ・新型マグネシウム合金 熊本大が開発 ミルフィーユ構造で高強度実現、科学新聞、2024/7/19、1面
- ・マグネシウム合金、新たな構造で強度向上 熊本大学、日本経済新聞、2024/7/23、15面
- ・熊大、「ミルフィーユ型マグネシウム合金」開発 KUMADA/Mg 合金を超える降伏強さ、軽量特性も、航空新聞社週刊 WING、2024/7/24、5面
- ・マグネシウム合金 新型開発 熊大「ミルフィーユ型」 強度増し軽量化、読売新聞、2024/7/31、22面

### 3) Web

- ・「ミルフィーユ」構造で強度向上 新マグネシウム合金開発—熊本大、時事ドットコムニュース、2024/7/9、  
<https://www.jiji.com/jc/article?k=2024070900918&g=soc>
- ・熊本大、高強度と難燃性を併せ持つミルフィーユ型マグネシウム合金を開発、Tech+（マイナビ）、2024/7/11、  
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20240711-2983988/>
- ・熊本大学开发出新型千层酥镁合金、依靠千层酥结构实现高强度、客観日本（中国語版）、2024/8/13  
[https://www.keguanjp.com/kgjp\\_keji/kgjp\\_kj\\_newtech/pt20240813000013.html](https://www.keguanjp.com/kgjp_keji/kgjp_kj_newtech/pt20240813000013.html)
- ・Kumamoto University develops new mille-feuille structured magnesium alloy with high strength and flame resistance, Science Japan（英語版）、2024/8/20、  
<https://sj.jst.go.jp/news/202408/n0820-01k.html>

## 7. その他

### 1.学会誌での紹介

「河村能人、先進軽金属材料国際研究機構（熊本大学）の取組み、軽金属、75(1)(2025), 1-7.」で、本プロジェクトの活動を紹介した。

### 2.熊本大学 MRC の WEB ページでの紹介

熊本大学 MRC の WEB ページで、本プロジェクトの活動を紹介してきた。

### 3.熊本大学 MRC 見学者への紹介

熊本大学 MRC の見学者に対して、MRC の活動を詳細する際に、本プロジェクトの活動について国際交流活動の一環として紹介してきた。